최종보고서

지하 화물운송 시스템 기술개발 기획

2011. 6. 22

주관연구기관 / 한국교통연구원
위탁연구기관 / 동아대학교
(주)유경기술단

국 토 해 양 부
한국건설교통기술평가원

제 출 문

국토해양부장관(한국건설교통기술평가원장) 귀하

본 보고서를 “지하 화물운송 시스템 기술개발 기획”연구의 최종보고서로 제출합니다.

2011 . 6 . 22

주관연구기관 : 한국교통연구원 원 장 황 기 연
위탁연구기관 : 동 아 대 학 교 총 장 조 규 향
: (주)유경기술단 대 표 홍 승 용

■ 총 괄 연 구 책 임 자 / 한국교통연구원 부연구위원 민 연 주

■ 주관연구기관 참여연구원 / 한국교통연구원
연 구 위 원 노 홍 승
연 구 위 원 한 상 용
연 구 위 원 성 현 곤
연 구 원 장 소 영
연 구 원 장 혜 진
연 구 원 김 희 윤

■ 위탁연구기관 참여연구원 / 동 아 대 학 교 교 수 최 형 림 (외 10명)
(주)유경기술단 부 사 장 정 수 영 (외 2명)

보 고 서 요 약 서

<table>
<tr><td>과제고유번호</td><td></td><td>해 당 단 계
연 구 기 간</td><td>6개월</td><td>단 계 구 분</td><td>기획</td></tr>
<tr><td colspan="2">연 구 사 업 명</td><td colspan="4">지하 화물운송 시스템 기술개발 기획</td></tr>
<tr><td rowspan="2">연 구 과 제 명</td><td>대 과 제 명</td><td colspan="4">-</td></tr>
<tr><td>세부과제명</td><td colspan="4">-</td></tr>
<tr><td rowspan="2">연 구 책 임 자</td><td rowspan="2">민 연 주</td><td>해당단계
참 여
연구원수</td><td>총 : 22 명
내부 : 7 명
외부 : 15 명</td><td>해당단계
연 구 비</td><td>정부 : 150,000천원
기업 : 천원
계 : 150,000천원</td></tr>
<tr><td>총연구기간
참 여
연구원수</td><td>총 : 22 명
내부 : 7 명
외부 : 15 명</td><td>총연구비</td><td>정부 : 150,000천원
기업 : 천원
계 : 150,000천원</td></tr>
<tr><td>연구기관명 및
소 속 부 서 명</td><td colspan="2">한국교통연구원
(물류연구실)</td><td>참여기업명</td><td colspan="2">-</td></tr>
<tr><td>국제공동연구</td><td colspan="5">상대국명 : - 상대국연구기관명 : -</td></tr>
<tr><td rowspan="2">위 탁 연 구</td><td colspan="5">연구기관명 : 동아대학교 연구책임자 : 최형림</td></tr>
<tr><td colspan="5">연구기관명 : 유경기술단 연구책임자 : 정수영</td></tr>
<tr><td colspan="4">요약</td><td>보고서면수</td><td>626</td></tr>
<tr><td colspan="6">- 본 연구의 목적은 물류거점간의 대량화물 운송, 대규모 공장과 인근 협력기업 간 부품 및 완제품 운송 등 한정된 지역 내에서 지하 네트워크를 통해 화물을 자동 운송하는 친환경적이며, 고에너지 효율을 갖는 지하 화물운송 시스템 및 관련 기술기획에 있음
- 기술·환경·사회·정책 동향, 지하 화물운송 전환 가능 수요 분석 및 지상화물 운송체계 문제점 검토, 기술수준 및 예측, 미래사회 물류기술 전망 등을 통하여 기술개발 Needs를 도출함
- 기술개발 Needs 분석을 통하여 본 과제의 비전과 목표, 추진전략을 수립하고 이에 따라 '대량 규격화물 지하운송시스템', '소형 화물 개별 운송 시스템', '파이프라인 벌크 운송 시스템'을 최종 후보과제로 도출하여 기술개발 전략 및 기획을 수립하여 본 과제 RFP를 작성하였음
- 또한 각 과제별 Test-bed 운영방안과 후보지 여건을 분석하여 실용화 방안을 제시하였으며 기술별 경제적·사회적·정책적·기술적 타당성과 파급효과를 분석하여 사업의 실효성을 제고하였음</td></tr>
</table>

색 인 어 (각 5개 이상)	한 글	지하, 관로/튜브, 물류, 운송/수송, 이송/반송, 보관, 하역 화물, 컨테이너, 파렛트, 벌크화물, 캡슐, 컨베이어, 선형모터, 파이프라인, 철도, 자기부상식, 무인반송차량
	영 어	Underground, Ondergrondse, Tube, Logistic(s)/Logistieke, Transport/Transportation, Transit, Storage/Warehousing, Handling, Goods/Freight/Cargo, Container, Pallet, Bulk Cargo, Capsule, Conveyor, Linear Inverter Motor(LIM), Pipeline, Rail, Maglev, Auto Guided Vehicle(AGV)

요 약 문

요 약 문

1. 제 목

○ 지하 화물운송 시스템 기술개발 기획

2. 연구개발의 목적 및 필요성

○ 물류거점간의 대량화물 운송, 대규모 공장과 인근 협력기업 간 부품 및 완제품 운송 등 한정된 지역 내에서 화물을 지하 네트워크를 통해 자동 운송하는 친환경적이며, 고에너지 효율을 갖는 지하 화물운송 시스템 및 관련 기술기획

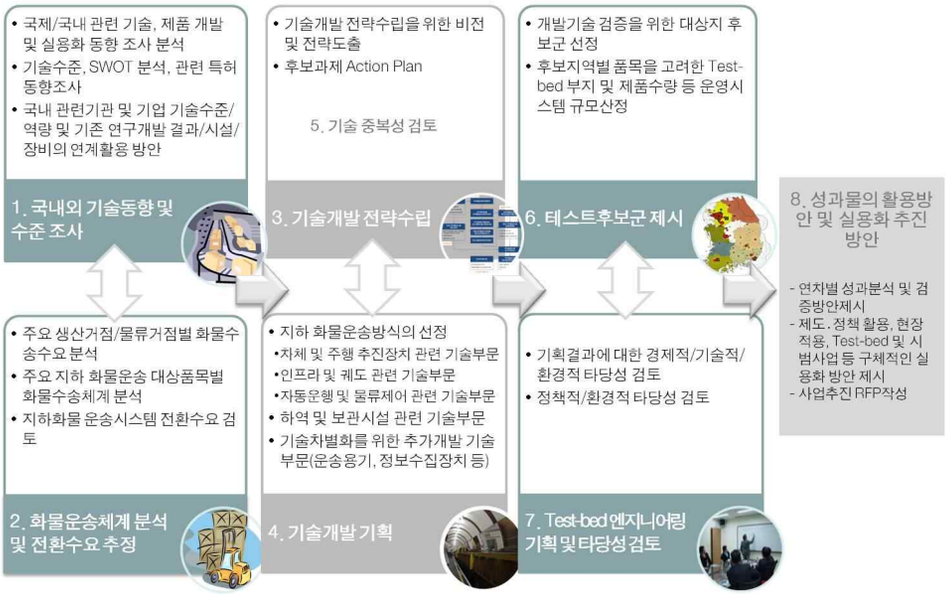


[지하 화물운송 시스템 구축 필요성]

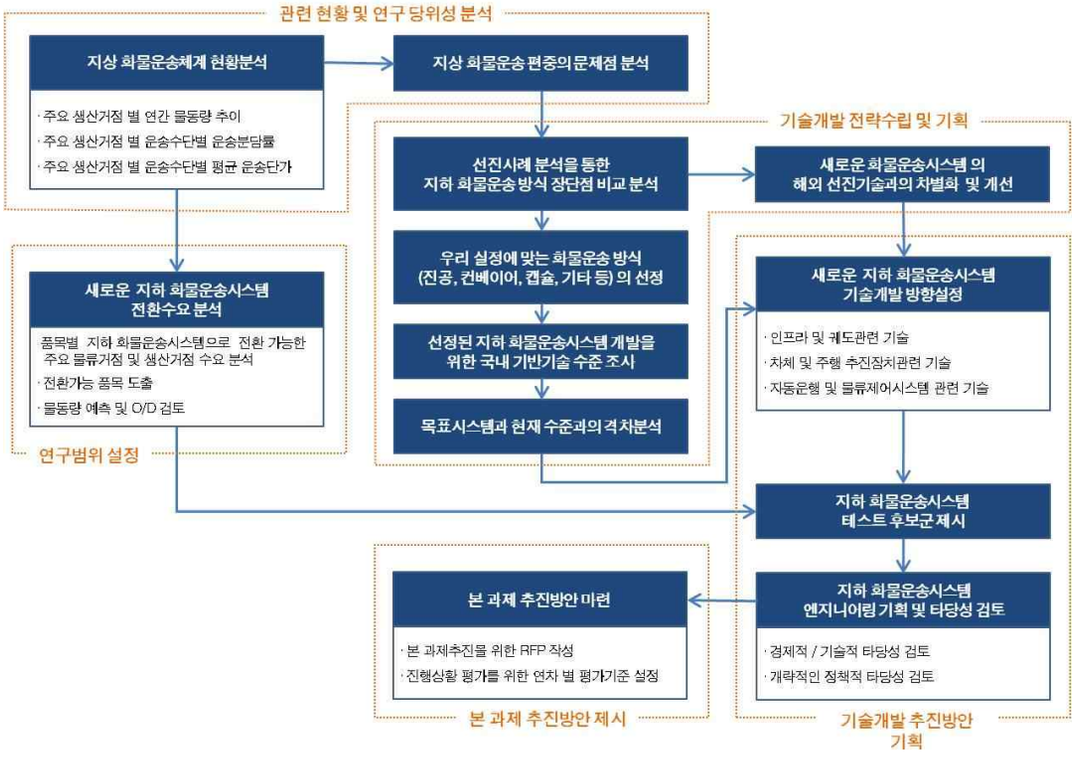
○ 본 과제는 지상 화물수송체계의 문제점을 극복하고 새로운 도시 공간구조 활용을 위한 지하화물운송시스템 구축 사업 추진을 위한 기획과제임

- 지하 화물운송체계 구축을 통한 막힘없는 무인 자동운송시스템 기술개발
- 연구목표, 범위, 전략 수립, 추진방안 기획 등을 통한 본 연구과제(R&D)의 개발 필요성 및 실용화·사업화를 위한 구체적 실행방안 제시
- 사전 타당성 조사 및 Test-bed 후보군 선정을 위한 기획과제를 통하여 본 R&D 사업 추진 시 사업의 파급효과 제고방안 제시

3. 연구의 내용과 방법



[지하 화물운송 기획연구 내용구성 및 세부목표 설정]



[연구절차 및 추진 전략]

4. 지상 화물운송체계 현황 및 문제점 도출

○ 현재의 물류네트워크 구현 목표에 부응하기 위해 유형별 생산 및 물류거점시설의 기능을 재검토하고 지하화물운송 시스템 도입을 통해 해당 거점시설의 기능 중 현재 취약한 물류거점간 연계 정도를 강화할 필요가 있음

○ 항만과 공항의 경우 수출입 및 환적 화물처리를 하는 기본 기능에는 큰 변화가 없으나, 배후 내륙지역의 물류거점시설과 유기적인 물류네트워크 형성을 모색하기 위해 지하화물운송 시스템 도입에 따른 효과를 추정할 필요가 있음

- 항만과 공항 배후 물류단지의 경우, 현재는 역내 환적물동량(화물) 창출 및 부가가치 물류기능 중심으로 역할이 설정되어 있으나, 대도시 또는 대규모 산업단지 인접단지와 인접한 거점의 경우 도시물류지원 및 산업단지 연계 물류단지 기능 보강이 필요함
- 따라서 항만간 연계 및 배후도시, 단지와의 연계강화를 위한 새로운 물류시스템을 고려하여야 함

○ 내륙물류기지(IFT, ICD) 중 IFT는 내수 광역물류거점기능 위주로, ICD는 컨테이너 처리로 양분되어 있으나 향후 철도 CY와 연계·통합하여 복합운송기능을 보다 강화하여 서비스 권역의 공간적 범위를 넓히는 동시에 수출입 화물 통관 등과 같은 국제물류거점 기능 보강을 추가적으로 검토할 필요가 있음

- 철도 CY와 연계 통합을 위한 운송시스템으로 공간적 활용이 가능하며 기존 용지매입 등의 문제가 적은 지하 화물운송 시스템을 도입을 추진해야 함

○ 현재 무역항과 공항의 경우 일부 물류거점 이외 타 물류거점과의 연계가 부족한 실정이므로, 복합연계운송 수단을 활용하여 타 물류거점시설과의 물류네트워크를 강화할 필요가 있음

- 철송 및 연안해송 활성화, Sea & Air 연계 물류체계 구축을 위하여 지하화물운송 시스템 도입을 검토하고 타당성을 분석해야 함

○ 항만 및 공항 배후 물류단지는 기존 역내 환적물동량(화물) 창출 및 부가가치 물류기능 강화 이외에도 대도시 도시물류지원 및 산업단지 연계 물류단지 기능 보강이 필요할 것으로 판단됨

- 특히 최근 항만법 개정에 따라 조립·가공 등의 제조업 기능 도입이 가능해진 현실을 고려하여 내륙의 주요 물류거점시설과의 다양한 물류네트워크 확충 방안을 수립할 필요가 있음
- 공항, 항만과 마찬가지로 복합연계 운송수단을 활용하여 내륙 물류거점시설과의 연계를 강화해야 하며, 항만배후단지(인근)의 지하 화물운송 시스템 활용을 고려하는 동시에, 현재 여객 중심으로 조성된 공항물류단지의 철도 노선을 중장기적으로 화물 운송에 활용하고 공항단지 내 지하 화물운송 시스템을 철도와 연계하는 방안을 검토할 수 있을 것임

○ 기존 권역별 내륙물류기지는 내수 화물의 광역물류거점으로 설정된 IFT와 내륙 컨테이너기지(ICD) 기능이 서로 분리되어 유기적인 물류네트워크 형성에 크게 기여하지 못한 것으로 평가됨

- 향후 내륙물류기지에도 적극적으로 신개념 첨단 물류운송 시스템을 도입하여 물류비 저감을 도모하고 연계성을 제고하여야 할 것임

5. 지하 화물운송 기술개발 추진방향

□ 물류분야의 미래이슈와 니즈

	미래 이슈(Issue)	미래 니즈(Needs)
운송 분야	- 신속한 화물운송의 요구 - 경제 규모 증가에 따른 물류 운송량 증가 - 환경친화적인 물류운송 - 복합운송 증가 - 고가 첨단장비 등의 특수 목적의 상품운송 요구 증가(무진동 운송)	- 고속 화물운송시스템 - 대량 운송 기술 - 경제적·효율적인 연계기술 - 지속가능형 화물운송 - 무진동, 안전한 운송 기술
보관 분야	- 자동화, 무인화의 가속 시점에서 인력의 상호작용 여부 및 무인시스템의 안정성, 정확성에 - 상품가치를 최고로 유지할 수 있는 상태유지 - 초고층 자동물류시스템의 안정성, 효율성의 검증 및 지역적 조화 - 하역장비 대형화 및 무인화 - 화물의 형질 및 형태를 유지시킬 수 있는 자동화시스템 운용과 파손 및 보상에 따른 이슈	- 무인시스템의 정확도 향상을 위한 기술안정성 도모 및 지능형 시스템 도입 - 화물을 최적상태로 보관하기 위한 기술구현 - 효율적이고 안정적인 고층자동창고의 신뢰성 확보 - 대형화 장비의 관리기술 및 운영최적화 기술 연구와 시스템 안정성을 위한 기술적 검증 - 안정적인 자동 운용 장비의 개발과 운영 안정성을 위한 기술개발
포장 분야	- 고령층 인구 증가 - 가구당 인구수 감소 - 여성 사회진출 급등 - 웰빙 소비확산 - 고급제품을 지향 - 감성중시 - 스마트 소비 - 분주한 생활 - 사회적 약자에 대한 배려 강화 - 전자상거래 활성화 - 유비쿼터스 사회로 변화 - 환경보호가 중요해지는 사회	- 건강중요, 식품포장의 안전성 중요 - 포장사이즈의 감소 - 가사시간을 줄일 수 있는 포장 - 포장의 정보전달 기능 중요(바코드) - 포장식품의 안정성 - 포장재의 고급화 - RFID 포장이 각광 - 포장디자인 중시 - 스마트 포장기술 급증 - 시간을 절약하는 포장 중요 - 어린이 보호포장, 노인친화포장 중요 - 환경친화적 포장 중시
물류 정보 /물류 관리 분야	- 실시간 화물 상태관리와 정보의 가시성 확보 - 화물 안전성 확보 - 효율적이고도 통합적인 정보전달 - 산업별 물류정책 수립 - 운송수단간 통합적인 물류관리	- 물류 적시성(Just in Time) 확보 - 화물 안전성 확보 - 화물 및 차량위치추적에 의한 물류의 가시성 확보 - 화물의 상태(온도, 습도 등)를 실시간 파악 - 물류정보의 통합관리
환경 물류 /물류 기반 분야	- 테러위협의 증가 - 유럽, 미국, 일본 등 선진국과의 치열한 물류표준화 선점 경쟁 - 안전한 위험물 운송요구	- 국제 물류표준을 주도할 수 있는 기술개발 - 대테러 방지제도 및 위험물 물류기술개발 - 친환경적인 연료를 사용하는 운송수단 - 정확하고 합리적인 운송차량관리체계

□ 지화 화물운송 시스템 기술의 여건분석

SWOT 분석	O(기회)	T(위협)
	- 녹색성장 등 현 정부의 환경 친화적 정책기조 발생 - 고유가시대의 도래로 고효율·친환경기술에 대한 우호적 시각발생 - 교토의정서에 의해 우리나라도 2013년부터는 온실가스 감축의무국으로 분류 - 초고층 건축물의 건축 붐	- 글로벌 금융위기로 인한 물류기업들의 경영환경 악화와 기업들의 신규투자 기피 - 물류시설운영자들의 비용 우선적 시각 - 중국 등 경쟁 국가들의 거센 기술개발도전 - 초고층 고밀도 시설 내 물류장비의 외국산 도입
S(강점)	**SO전략**	**ST전략**
- 에너지 사용절감 및 효율적 활용을 통해 환경부담 완화 - 청정에너지 사용기반 확대를 통한 환경 친화적 물류정책기조의 정착 - 전기료 등 시설운영경비의 절감 - 물류시설은 혐오시설이라는 부정적인 인식불식 - 세계 일류 초고층 건축기술	- 정부 친환경 물류정책의 모범사례로 적극 추진 - CO_2 저감효과 및 전기료 절감효과의 정량화 및 홍보강화 - 친환경 물류시설에 대한 이미지 제고를 통해 혐오시설이라는 부정적인 인식불식의 계기로 삼음 - 정부주도 사업에 친환경 물류장비의 도입을 촉진하고 시범사업을 확대 - 초고층 고밀도 시설 내 물류기술의 선도	- 정부의 친환경설비 지원정책의 근거마련과 구체적인 실천방안 마련 - 정부 친환경 물류정책의 모범사례로 적극 추진 - CO_2 저감효과 및 전기료 절감효과의 정량화 및 홍보강화 - 초고층 고밀도 시설 내 물류장비의 국산화 및 수입대체
W(약점)	**WO전략**	**WT전략**
- 상대적으로 높은 초기시설 투자비용 지출 - 물류기업들의 친환경시설에 대한 낮은 인식 - 태양전지 등 핵심모듈은 이미 어느 나라나 개발이 가능한 기술 분야이기 때문에 향후 수출보다는 내수위주의 산업 - 충전지의 교체비용 발생 등으로 효율성에 대한 의문 제기	- 정부의 초기시설 투자비용 융자 및 지원 대책 마련 - 태양전지 등 핵심모듈 분야의 국산자재 사용에 대한 인센티브 부여 - 풍력 등 기타 재생에너지와 기술병합을 통한 효율성 증대	- 정부주도의 친환경 표준창고 사업 등 개발기술의 활용을 위한 시범사업 확대 - 태양광 발전의 효율을 높이기 위해서는 발전모듈 보다는 충전지 기술개발 등 핵심 기술분야의 국내기술제고를 위한 R&D사업 투자확대가 필요

□ 국내외 기술동향 및 환경분석

① 사회적 측면

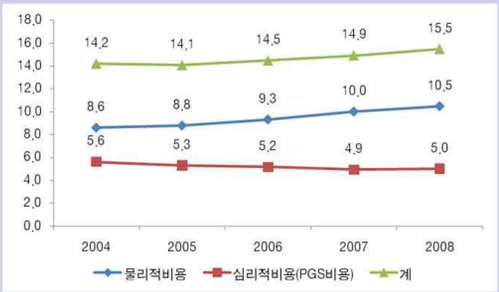
빈번한 화물운송시장 운송거부사태

- 세계적인 경기불황과 과잉공급 등의 문제 등으로 인해 **지속적인 운송거부사태** 발생
  - `09년 여수 국가 산업단지 컨테이너 화물연대의 운송거부
  - `10년 운송료 10% 인상, 교섭권 인정 등을 요구한 대산 석유화학단지 화물연대 충남지부 서부지회의 운송거부



화물차 교통사고 비중 증가

- 화물차 사고 사망자는 전체 **교통사고 사망자의 38%** (`10년 기준)
- 도로교통사고 비용은 꾸준히 증가
  - **`08년에 약 15조 5천억 원**
  - `04년 대비 약 8.3%증가



화물차로 인한 도로파손의 증대와 도로유지비용 증가

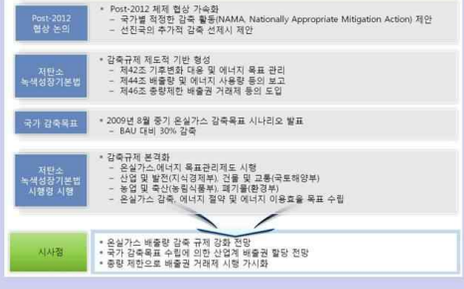
- 도로 노면을 요철처럼 **변형 유발**
- 저속운행으로 **고속도로 기능 저하**
- 단속비용 등 **사회적 비용 발생**
  - 단속된 과적화물차는 `10년 7,062대(`10년 경남지역 고속도로)
  - 단속되지 않은 차량(심야운행 등)까지 포함하면 훨씬 많을 것으로 추정

일조권의 강조 등 지상공간 이용에 대한 인식의 증가

- `90년대 후반부터 **일조권, 조망권 등의 침해**로 인한 다수의 **법적 분쟁 발생**
  - 국민권익위원회은 국토부와 환경부에게 도로나 철도 등 공익사업으로 일조권을 침해당한 경우 이를 보상하는 방법을 관련법에 구체적으로 명시하도록 권고(`11.2)

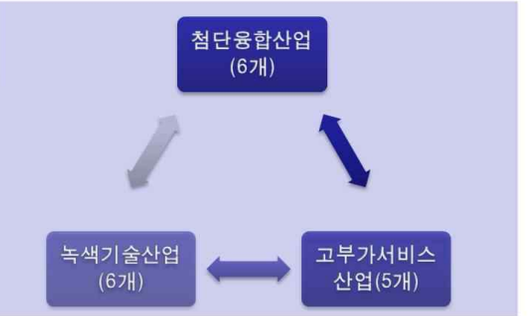
온실가스 배출관리 등 기업의 사회적 책임증가

- 녹색물류산업 구분 및 세부영역 실태파악 부재 **등 정부 정책 및 지원체계 지연과 기업의 준비 부족**
- 차량별, 업체별, 주체별(화주, 다수의 협력사, 차주 포함)로 **녹색물류활동 기반 기초자료**(수송량, 에너지 사용량) 수집이 부실하여 관리가 미흡
- 자발적 온실가스 감축 유도를 위한 법·제도 필요



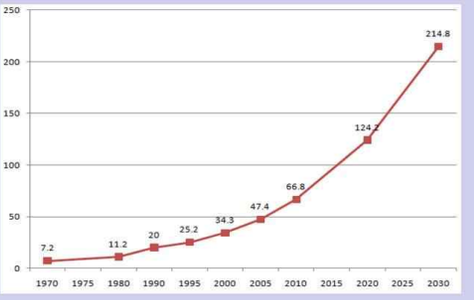
사회 전반에 걸친 융합에 대한 관심 증가

- `09년 17개 분야의 **신성장동력 창출 방향** 선정
  - 융합기술 수준 향상을 목표로 나노기반 기능성 소재기술, 나노기반 융·복합 소재기술, 바이오 칩·센서, 지능형 로봇기술 등을 집중 개발할 계획 발표
- **기술의 융합과 확산**이 **경제위기 이후 경제성장 견인차 역할** 할 것으로 전망(미래학자 Patrick Dixon)



거대도시화(Megalopolis) 및 고령화 가속

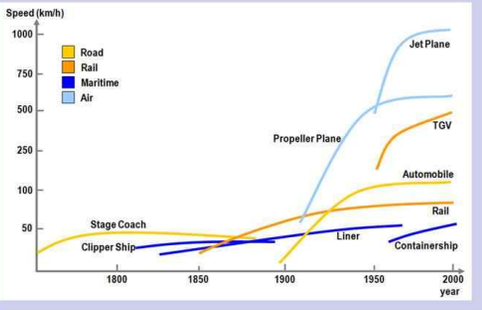
- 미국 동해안지역의 연속된 도시화 지역(뉴욕, 보스턴, 필라델피아, 볼티모어, 워싱턴)을 메갈로폴리스라고 명명(장 고트망)
  - 서울도 급속한 거대도시화가 진행 중
- 우리나라 노령화지수는 `70년 7.2, `10년 66.8
  - `30년에는 214.8에 달할 것으로 예측(통계청)



② 기술적 측면

기술의 진전으로 화물수송 속도 및 용량 증대

- `50년대 후반 제트기의 도입(속도 320km/h→960km/h)
- `83년 프랑스 고속철도 TGV(최고속도 320km/h) 도입
  - 독일(ICE), 일본(신칸센), 한국(KTX), 이탈리아(ETR) 등
- 수에즈막스급 선박 2000년대 등장(최고속도 26노트, 적재용량 4,300~5,400TEU)



무인화 및 자동화 기술의 진전으로 화물운송에 보안·안전성 향상

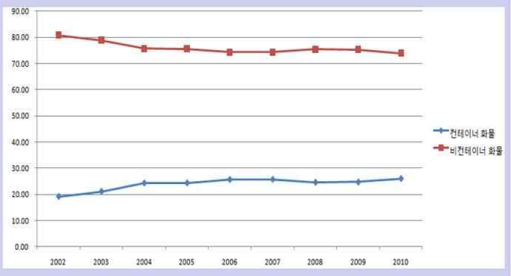
- 9·11테러 이후 전 세계적으로 물류보안 및 관련 기술에 대한 관심 고조
  - e-seal, RFID, CSD(Container Safety Device), X-ray 검색기
- 물류보안제도(ISO 28000) 시행 시 통관검사율 48%↑, 운송시간 29%↓, 문제인식 소요시간 21%↓, 과잉재고 14%↓, 도난사고 38%↓, 고객과의 마찰 26%↓ 예상(기술표준원)

무인화 및 자동화 기술의 진전으로 화물운송의 정확성 향상

- 신속하고 정확한 물류에 대한 요구가 증가에 따라 물류정보시스템이 급격히 발전
  - 대표적으로 WMS(창고관리시스템), TMS(수배송관리시스템)

물류표준화를 통한 유닛로드화물 비중의 증가와 컨테이너화의 진전

- 컨테이너 화물 처리비율 꾸준히 증가추세
  - `02년 19.17%→ `10년 26.5%
  - 8년간 약 26.4%의 증가율



정부 녹색기술 분야 R&D 투자의 확대

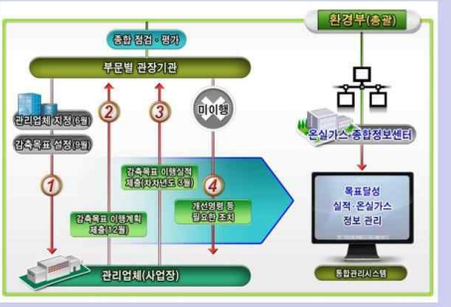
- 저탄소 녹색성장 견인을 위해 녹색기술에 대한 투자를 확대 결정(`11년도 국토부)
  - 녹색기술 투자비율 :
    `10년도 55%(3,162억 원)→ `11년 59%(3,649억 원)
  - 기획연구 중인 국토해양 미래핵심기술 개발 조기착수 추진



③ 경제적 측면

에너지 목표관리제 등 정부환경시책 추진으로 인한 물류기업의 부담증가

- 「저탄소 녹색성장 기본법」에서 에너지 목표관리제 언급
  - 기후변화대응 및 에너지 목표관리
  - 온실가스 감축 조기행동 촉진
  - 온실가스 배출량 및 에너지 사용량 등의 보고
  - 온실가스 종합정보관리 체계 구축
  - 총량제한 배출권 거래제 도입 등



국제적 유가 급등에 따른 운송부문의 비용부담증가

- 꾸준히 증가하고 있는 국제 유가로 인해 운송료 인상, 물류산업 채산성 저하 등의 문제 발생
  - 영업용 도로화물수송비:
    `00년 91천억 원→`08년 232천억 원(연평균 12.36%↑)
  - 국가물류비가 증가하고 부가가치 비중 하락



지속적인 물동량 증가로 인한 지상분야의 SOC 투자요구의 증대

- 국내 물류시설 면적 `05년 307,096천㎡→ `12년 345,391천㎡로 증가 예측·계획(2010 물류시설개발 종합계획)
  - 시설별(`12년) :
    단위시설 316,161천㎡, 집적시설 29,230천㎡
  - 기능별(`12년) :
    환적기능 7,809천 ㎡, 보관 및 가공기능 330,637천 ㎡, 운송주선기능 1,196천 ㎡, 운송수단장치기능 5,749천 ㎡

철도 등 기존 지상 대량수송수단의 장기 경쟁력 확보한계

- 관련법령에 따라 도로→철도·연안해운으로 전환하는 화물에 대해 화주·운송사업자와 협약을 체결하고, 실적에 따라 보조금을 지급(국토부)
  - 「지속가능 교통물류 발전법」제21조
  - 「전환교통 협약에 관한 규정(국토부 고시)」제17조
  - 실질적으로 전환교통을 이끌어 낼 수 있는 물류주체의 참여유도 목적

수송수단간 연계성·접근성 향상 및 인터모달리즘의 확대

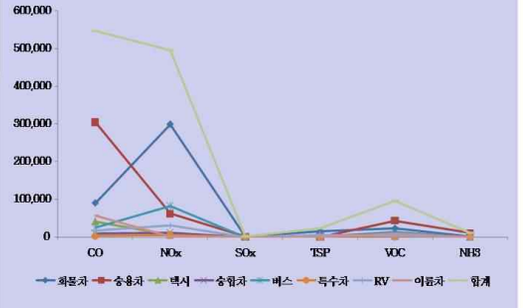
- 국가기간교통망 제2차 수정계획 5대 전략 중 하나로 '교통연계성 강화를 위한 인터모달리즘 구현' 선정
- 교통수단간 연계환승체계 강화와 물류거점 연계 교통체계 구축이 주요 화두 부상
  - 주요 선진국들에서 각 교통수단간 원활하고 효율적인 연계를 위한 종합교통체계 구축 추진
    - 미국 ISTEA, 독일 BVMP 등



④ 환경적/정치적 측면

화물자동차가 유발하는 공기오염, 소음, 진동의 증대

- 오염물질 배출원 중 도로이동오염원으로 인한 비중이 30.5%로 가장 높음(`07년)
- 도로이동오염원 중 화물차 배출 비중이 가장 많음(36.4%)
  - 전체 대기오염물질 배출량 중 11.1%



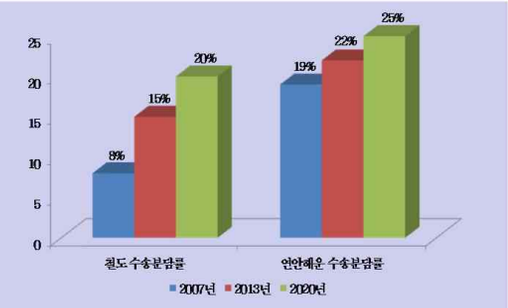
화물자동차 배출 온실가스의 증대

- 교통부문 온실가스 배출량은 국가 전체의 약 16%(`07년)
  - 에너지 부문 중 19%
- 교통수단별 온실가스 배출량은 도로(94.7%)가 가장 높음 (`08년)
  - 다음으로 해운, 항공, 철도의 순
  - 도로부문의 단위 수송당 온실가스 배출량은 해운부문의 약 3배, 철도부문의 약 20배(화물기준)



저탄소 교통수단(철도, 연안해운)으로의 운송수단 전환노력 증대

- 국토부 '철도·연안해운 위주의 녹색물류체계 구축' 전략 제시(녹색교통 추진전략)
  - 철도·연안해운 위주의 녹색물류체계 구축을 위한 정책
    - 컨테이너 2단적재 열차(DST) 운행 추진
    - 철도 복합일관수송 확대
    - 녹색교통수단으로 전환 촉진(Modal Shift)
    - 연안해운 활성화 지원
    - 탄소배출 저감형 물류체계 구축 등



기술 국산화 및 국가 성장동력 발굴에 대한 국가적 기대 향상

- 100대 국정과제 중 하나로 활기찬 시장경제 선정
- 미래 한국을 이끌 17개 신성장동력을 선정·발표
  - 녹색기술산업(6개), 첨단융합기술(6개), 고부가가치 서비스 산업(5개)
- 국토해양 R&D 투자를 위해 국토해양 기술발전을 이끌 30대 미래핵심기술 'Green-up 30' 선정·발표(국토부)



지역 균형발전을 위한 지역 내 사회간 접시설 투자요구의 증대

- 100대 국정과제 중 하나로 섬기는 정부를 위한 지방분권 확대 선정
- 지역발전위원회 설치('03년) 등 끊임없이 국가 균형발전을 위한 정책 수립
  - 동남권 신공항 후보지 선정 시 부산시와 밀양시(경남지역)의 치열한 경쟁으로 관심 집중
  - 수십 년간 강원권 철도망 투자가 중단된 상태에 이의 제기 및SOC 확충 요구



어메니티가 낮은 활동의 지역 내 유치를 기피하는 경향의 증가

- 혐오시설과 화물운송시설과 같이 어메니티(amenity)가 낮은 시설들은 지역 주민들의 반발로 인해 신규 건설 어려움 및 분쟁 발생
- 님비(nimby)현상



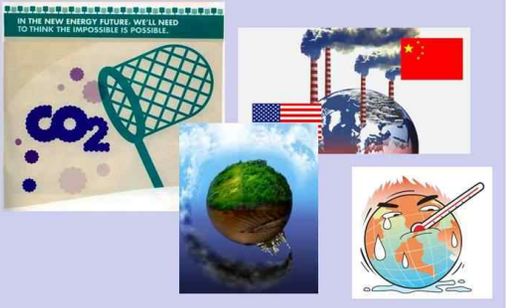
FTA 등 국가간, 지역간 교역활성화에 따른 물동량의 증가

- 지속적인 FTA 체결 논의·추가
  - 발효 5건(16개국), 체결 3건(29개국), 협상진행 7건(12개국), 협상준비 또는 공동연구 8건(15개국)
- 항만과 공항을 통해 처리된 `01년 이후 꾸준히 성장
  - 세계적 경기불황으로 최근 감소

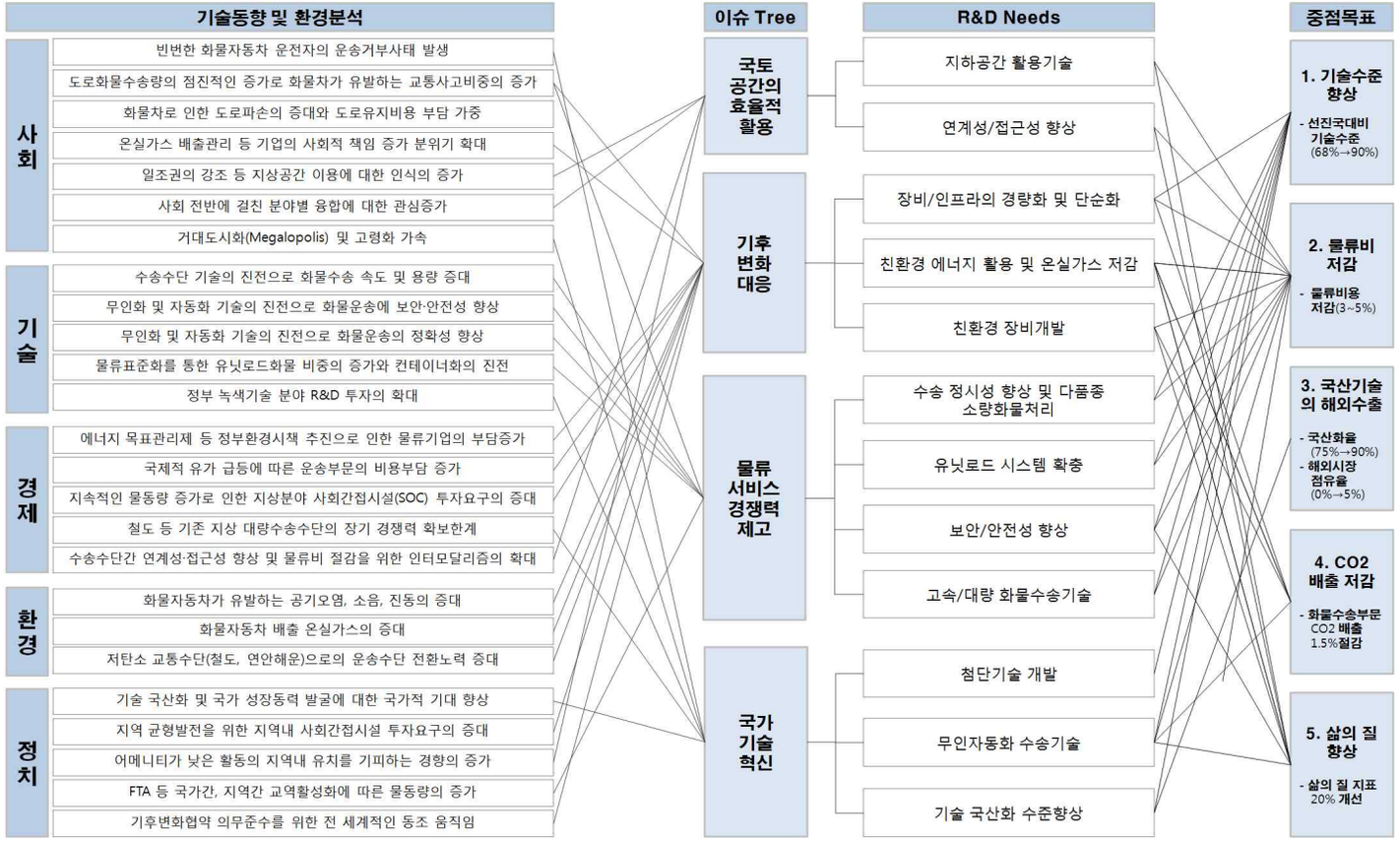


기후변화협약 의무준수를 위한 전 세계적인 동조 움직임

- `92년 기후변화에 관한 국제연합 기본협약 채택 (리우 유엔환경개발회의)
- `94년 3월 '기후변화의 예방적 조치, 국가의 지속가능한 성장 보장, 공동의 차별화된 책임과 능력에 입각한 의무 부담' 원칙 채택(UNFCCC)
- `07년 제1차 감축기간(`08-`12) 이후의 범지구적 온실가스 감축방안(발리로드맵) 제시(제13차 당사국 총회)



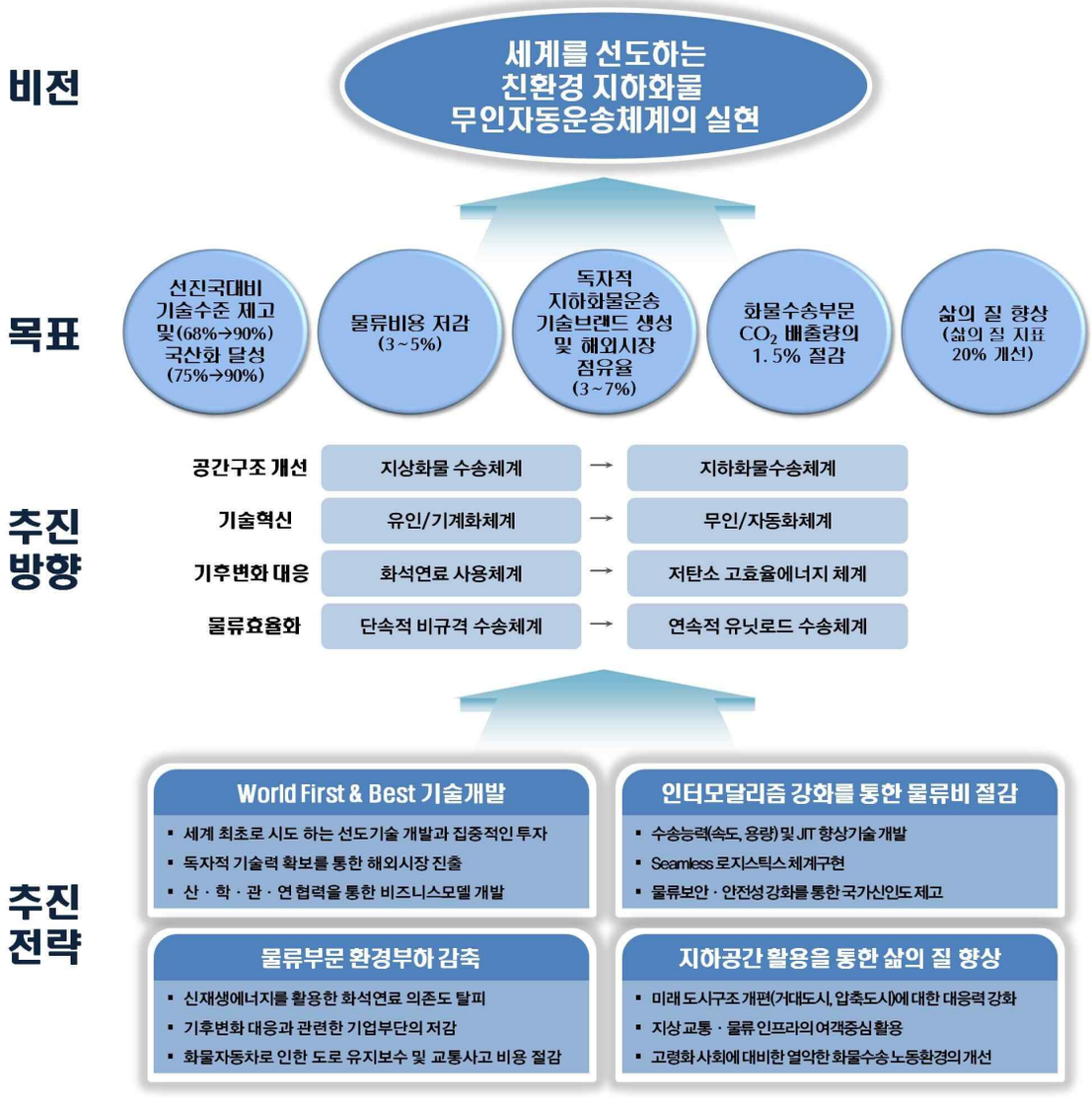
□ 국내외 동향 및 환경분석을 통한 목표설정



[지하 화물운송 시스템의 Issue Tree 및 중점목표]

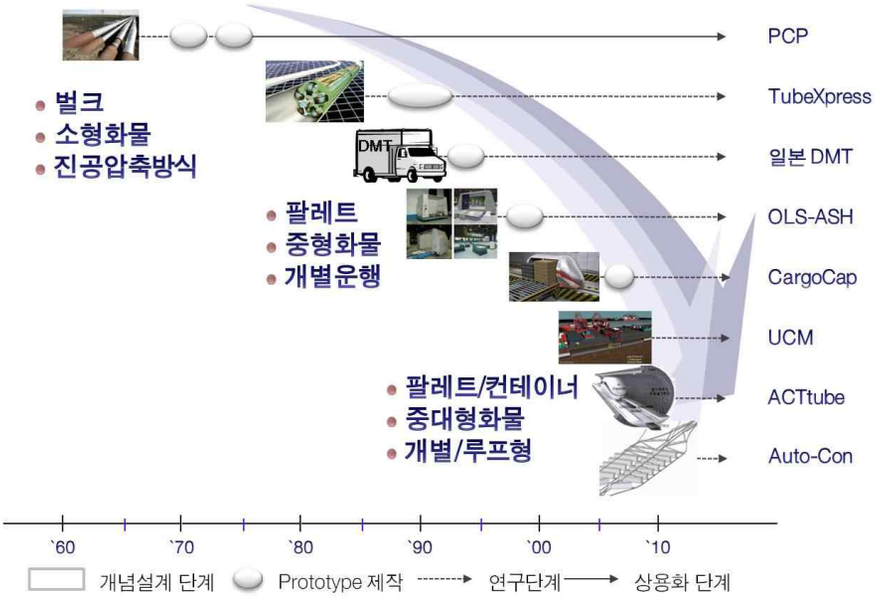
6. 지하 화물운송 시스템 기술개발 전략수립

가. 비전 및 목표 설정



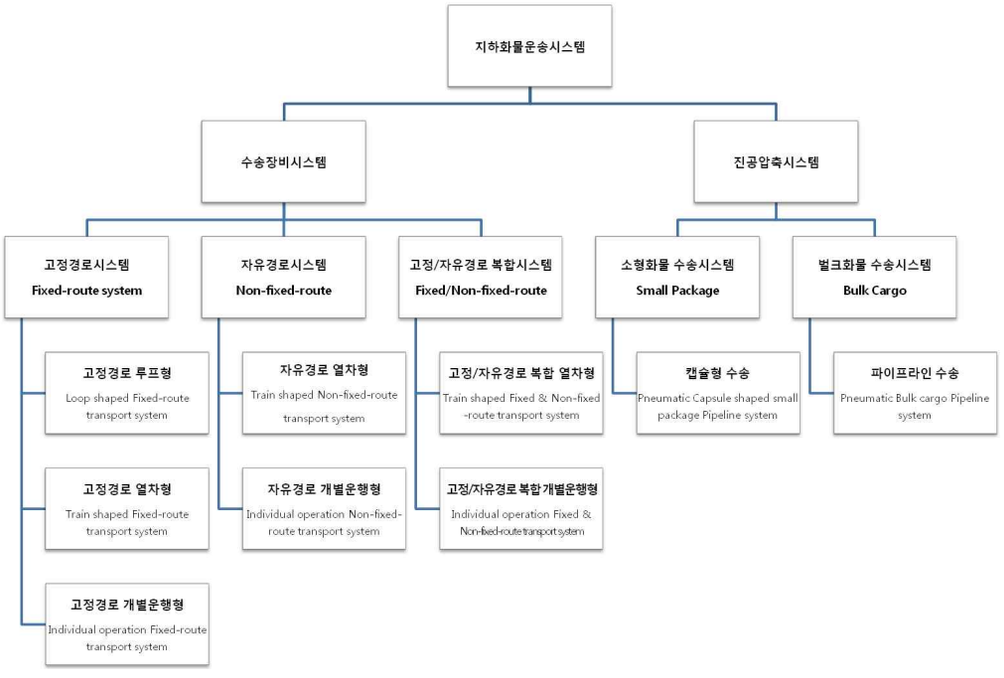
[지하 화물운송 시스템 기술개발의 비전 및 목표]

나. 기술발전 시나리오 설정



[지하 화물운송방식 기술의 발전단계]

다. 지하 화물운송 시스템 기술분류체계

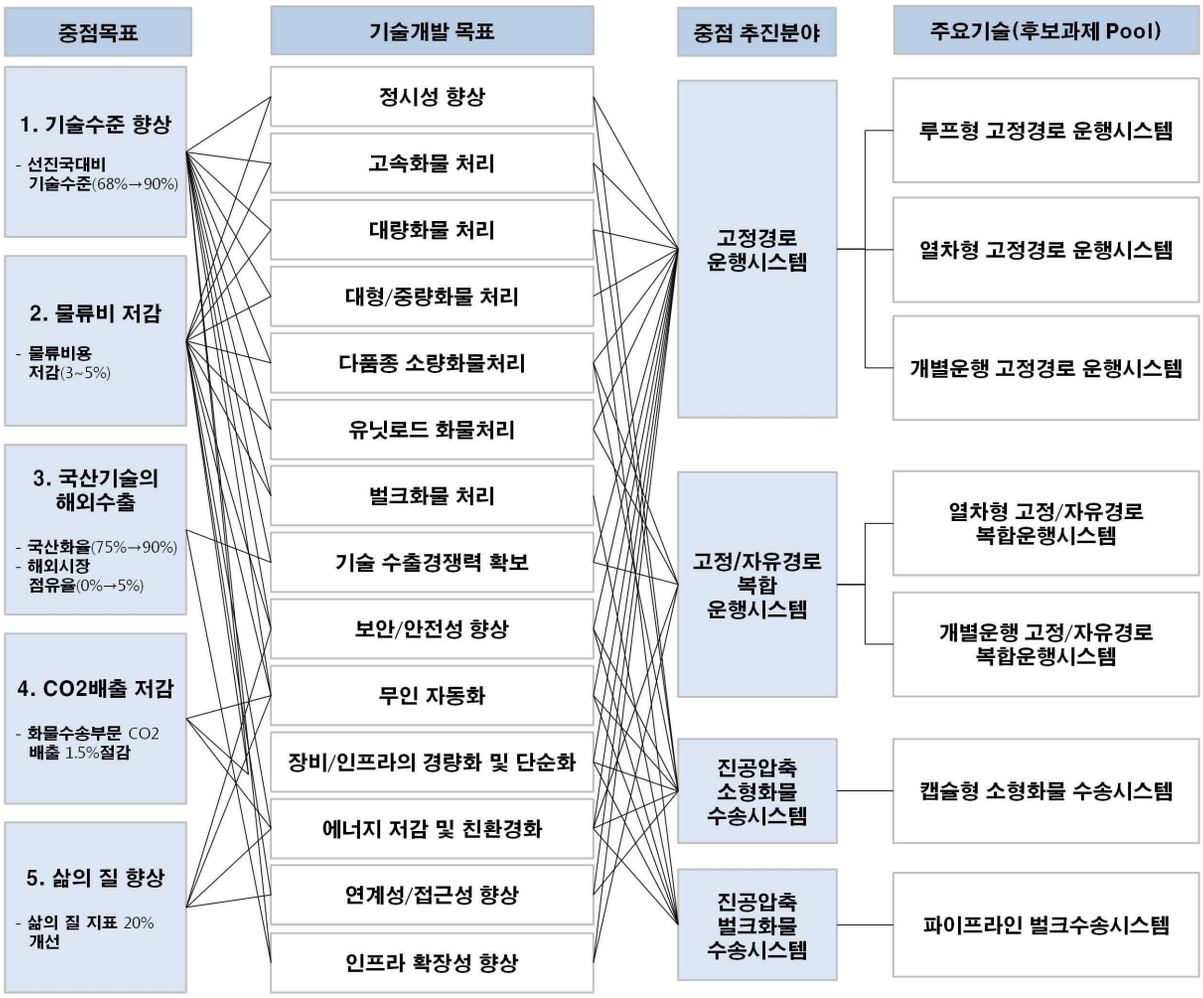


[지하 화물운송 시스템 기술분류체계]

라. 중점추진 분야 선정 및 후보 주요기술 도출

[지하 화물운송방식 1차 후보과제별 특성]

후보과제			사례	적용	화종	구동	경로	차량
1	루프형 고정경로 운행 시스템	선형모터이용 루프형 고정경로 운행시스템	- AutoCon	지상 /지하	컨테이너	선형	고정	없음
2		회전모터이용 루프형 고정경로 운행시스템	- UCM	지하	컨테이너	회전	고정	없음
3	열차형 고정경로 운행 시스템	선형모터이용 열차형 고정경로 운행시스템	- SAFE Freight - ECCO	지상	컨테이너	선형	고정	열차형
4	개별운행 고정경로 운행 시스템	선형모터이용 개별운행 고정경로 운행시스템	- TubeXpress - ActTube	지하	파렛트	선형	고정	개별형
5		회전모터이용 개별운행 고정경로 운행시스템	- CargoCap - Skytech	지하 지상	파렛트 컨테이너	회전	고정	개별형
6	고정/자유 경로 복합운행 시스템	회전모터이용 열차형 고정/자유경로 복합운행시스템	- ATS	지상	컨테이너	회전	고정 /자유	열차형
7		회전모터이용 개별운행 고정/자유경로 복합운행시스템	- CombiRoad - OLS-ASH - 일본 DMT - Bi-Modal Tram	지상 지하 지상/지하 지상	컨테이너 파렛트	회전	고정 /자유	개별형
8	진공압축 벌크화물 수송 시스템	캡슐형 소형화물 수송시스템	- PCP[1)]	지하	벌크	진공 압축	고정	개별형
9		파이프라인 벌크 수송시스템	- 쓰레기 관로처리 - 송유관	지하	벌크	진공 압축	고정	없음



[지하 화물운송 시스템 개발의 중점 추진분야 및 주요기술]

마. 지하 화물운송방식 우선순위 선정

○ 후보과제인 지하 화물운송방식 우선순위를 선정하기 위하여 QFD(Quality Function Deployment) 방법론을 활용하였음

○ 기술, 산업·경제, 정책·사회적 측면의 기술개발 환경 니즈를 평가할 항목으로는 경제성, 물류효율성, 친환경성, 보안·안전성, 기술혁신, 파급효과가 선정되었음

1) PCP : pneumatic capsule pipeline

□ 기술개발환경 니즈 평가 및 순위 산정

[기술개발환경 니즈 항목별 가중치 산정 결과]

기술개발환경 니즈		가중치	순위
기술측면	물류 연계 및 시설접근이 용이해야 한다.	0.0848	3
	인프라 구축비를 최소화하여야 한다.	0.0806	12
	수송과정에 별도의 추가 인력투입이 없어야 한다.	0.0810	10
	화물추적이 용이하게 이루어져야 한다.	0.0834	5
산업·경제측면	고속/대량 화물을 수송할 수 있어야 한다.	0.0871	1
	운송비가 기존보다 저감되어야 한다.	0.0843	4
	장비/인프라 유지보수가 용이해야 한다.	0.0822	9
	다양한 소량화물도 처리할 수 있어야 한다.	0.0807	11
정책·사회측면	친환경 에너지를 활용하고 온실가스를 저감해야 한다.	0.0833	6
	환경부하(소음, 진동, 배기가스)가 적은 장비를 개발해야 한다.	0.0827	8
	독창적인 국산기술을 보유해야 한다.	0.0867	2
	정부의 물류정책에 부합하여야 한다.	0.0831	7

□ 후보과제 및 기술개발 단계 설정/기술수준 분석

[지하 화물운송방식 후보과제 설정 및 기술개발 단계]

후보과제	중점추진분야	후보과제명	기술개발 단계	
1	루프형 고정경로 운행시스템	선형모터이용 루프형 고정경로 운행시스템	응용/개념설계	신규(국산)
2		회전모터이용 루프형 고정경로 운행시스템	응용/상용화	개선
3	열차형 고정경로 운행시스템	선형모터이용 열차형 고정경로 운행시스템	응용/시범사업	국산화
4	개별운행형 고정경로 운행시스템	선형모터이용 개별운행 고정경로 운행시스템	응용/시범사업	개선(국산)
5		회전모터이용 개별운행 고정경로 운행시스템	응용/시범사업	국산화
6	고정/자유경로 복합운행시스템	회전모터이용 열차형 고정/자유경로 복합운행시스템	응용/개념설계	신규(국산)
7		회전모터이용 개별운행 고정/자유경로 복합운행시스템	응용/시범사업	국산화
8	진공압축 벌크화물 수송시스템	캡슐형 소형화물 수송시스템	응용/상용화	개선
9		파이프라인 벌크 수송시스템	응용/상용화	개선/신규(국산)

주 : (국산)은 국산기술로 개발 가능한 기술임

[지하 화물운송방식 후보과제 설정 및 기술개발 단계]

후보 과제	후보과제명	현재 최고기술 보유국가	최고 기술 수준 대비 현재 기술수준[2](%)	기술개발 완료 후 추정수준(%)
1	선형모터이용 루프형 고정경로 운행시스템	한국(지상) 한국(지하)	80	100
2	회전모터이용 루프형 고정경로 운행시스템	범용(지상) 벨기에(지하)	70	100
3	선형모터이용 열차형 고정경로 운행시스템	미국(지상)	60	100
4	선형모터이용 개별운행 고정경로 운행시스템	미국, 한국(지하)	70	100
5	회전모터이용 개별운행 고정경로 운행시스템	독일(지하)	60	100
6	회전모터이용 열차형 고정/자유경로 복합운행시스템	한국(지상)	80	100
7	회전모터이용 개별운행 고정/자유경로 복합운행시스템	네덜란드(지상) 네덜란드(지하)	60	100
8	진공압축 캡슐형 소형화물 수송시스템	일본, 러시아 등 (지하)	80	100
9	진공압축 파이프라인 벌크 수송시스템	스웨덴 등(지하)	80	100

2) 개념설계는 50%로 가정

□ 후보과제별 기술개발 목표 및 기술개발 최종성과물 제시

[지하 화물운송방식 후보과제 및 개발목표/성과물 설정]

후보과제	후보과제명	후보과제별 개발 목표	최종 성과물
1	선형모터이용 루프형 고정경로 운행시스템	- 제안된 개념설계에 대한 타당성 검증 - 기술특허 출원 - 실시설계 및 Test-bed 설치	Test-bed 특허/논문
2	회전모터이용 루프형 고정경로 운행시스템	- 선진기술 국산화 - 차별화 기술개발	Test-bed 특허/논문
3	선형모터이용 열차형 고정경로 운행시스템	- 선진기술 국산화 - 차별화 기술개발	Test-bed 특허/논문
4	선형모터이용 개별운행 고정경로 운행시스템	- 제안된 개념설계에 대한 타당성 검증 - 기술특허 출원 - 실시설계 및 Test-bed 설치	Test-bed 특허/논문
5	회전모터이용 개별운행 고정경로 운행시스템	- 선진기술 국산화 - 차별화 기술개발	Test-bed 특허/논문
6	회전모터이용 열차형 고정/자유경로 복합운행시스템	- 제안된 개념설계에 대한 타당성 검증 - 기술특허 출원 - 실시설계 및 Test-bed 설치	Test-bed 특허/논문
7	회전모터이용 개별운행 고정/자유경로 복합운행시스템	- 선진기술 국산화 - 차별화 기술개발	Test-bed 특허/논문
8	캡슐형 소형화물 수송시스템	- 가격경쟁력 제고기술 개발 - 차별화 기술개발	Test-bed 특허/논문
9	파이프라인 벌크 수송시스템	- 제안된 개념설계에 대한 타당성 검증 - 기술특허 출원 - 실시설계 및 Test-bed 설치	Test-bed 특허/논문

□ 후보과제별 기술개발 전략 목표와의 부합성 점검 및 과제간 연계(중복)검토

[지하 화물운송방식 후보과제별 기술개발목표와의 부합성]

기술개발 목표	과제1	과제2	과제3	과제4	과제5	과제6	과제7	과제8	과제9
정시성 향상	◎	◎	◎	○	○	◎	○	X	◎
고속화물 처리	○	○	◎	◎	○	○	○	○	○
대량화물 처리	◎	◎	○	△	△	○	△	X	◎
대형/중량화물 처리	◎	◎	◎	○	○	◎	○	X	◎
다품종 소량화물 처리	◎	◎	◎	○	○	◎	○	△	X
유닛로드 화물처리	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	△	△
벌크화물 처리	○	○	○	△	△	○	△	△	◎
기술 수출경쟁력 확보	◎	X	X	○	X	○	X	X	△
보안/안전성 향상	◎	◎	◎	◎	◎	○	○	◎	◎
무인자동화	◎	◎	◎	◎	◎	○	○	◎	◎
장비/인프라의 경량화 및 단순화	○	○	△	△	△	△	○	◎	◎
에너지 저감 및 친환경화	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
연계성/접근성 향상	○	○	○	◎	○	○	○	◎	X
인프라 확장성 향상	◎	◎	○	○	○	○	◎	◎	○

[지하 화물운송방식 후보과제간 연계(중복)검토]

후보과제	과제1	과제2	과제3	과제4	과제5	과제6	과제7	과제8	과제9
과제1		◎	◎	○	△	△	△	X	X
과제2			△	△	△	○	△	X	X
과제3				△	△	◎	△	X	X
과제4					◎	X	○	○	X
과제5						○	◎	○	X
과제6							○	X	X
과제7								X	X
과제8									◎
과제9									

□ 후보과제 통합결과 반영

[지하 화물운송방식 1차 후보과제 검토결과 및 조정방안]

<table>
<tr><th>연번</th><th>후보과제명</th><th>검토의견</th><th>보완사항</th></tr>
<tr><td>1</td><td>선형모터이용 루프형
고정경로 운행시스템</td><td rowspan="5">- 선형모터와 회전모터 등 추진기관의 차이는 후보과제를 구분할 만큼 중요한 사항이 아님
- 루프형과 열차형도 수요에 따라 병행하여 추진할 수도 있으므로 후보과제를 구분할 실익이 크지 않음
- 과제명이 이해하기 어려우며 과제성격을 잘 표현할 수 있는 과제명으로의 조정이 필요
- ※ 중간보고 지적사항</td><td rowspan="2">- 중간보고회의 참석 전문가 지적을 반영하여 1, 2, 3 후보과제를 통합하였으며,
- 추진과제의 명칭도 성격을 잘 반영할 수 있는 <u>대량 규격화물 지하운송 시스템</u>으로 변경하였음</td></tr>
<tr><td>2</td><td>회전모터이용 루프형
고정경로 운행시스템</td></tr>
<tr><td>3</td><td>선형모터이용 열차형
고정경로 운행시스템</td></tr>
<tr><td>4</td><td>선형모터이용 개별운행
고정경로 운행시스템</td><td rowspan="2">- 중간보고회의 참석 전문가 지적을 반영하여 4, 5 후보과제를 통합하였으며,
- 추진과제의 명칭도 성격을 잘 반영할 수 있는 <u>소형화물 개별 지하운송 시스템</u>으로 변경하였음</td></tr>
<tr><td>5</td><td>회전모터이용 개별운행
고정경로 운행시스템</td></tr>
<tr><td>6</td><td>회전모터이용 열차형
고정/자유경로
복합운행시스템</td><td rowspan="2">- 고정/자유경로 복합운행 시스템은 그 자체가 지하 물류수송시스템에 부적합함
- ※ 자문회의 지적사항</td><td rowspan="2">- 자문회의 참석 전문가 지적을 반영하여 본 지하 화물운송 시스템의 고려대상에서 <u>제외</u></td></tr>
<tr><td>7</td><td>회전모터이용 개별운행
고정/자유경로
복합운행시스템</td></tr>
<tr><td>8</td><td>캡슐형 소형화물
수송시스템</td><td>- 캡슐형 소형화물 수송시스템은 단일건물내 설치되는 것이 일반적이어서 국토해양 R&D사업의 대상으로 부적합함
- ※ 자문회의 지적사항</td><td>- 자문회의 참석 전문가 지적을 반영하여 본 지하 화물운송 시스템의 고려대상에서 <u>제외</u></td></tr>
<tr><td>9</td><td>파이프라인 벌크
수송시스템</td><td>- 별다른 이의제기 없음</td><td>- <u>원안 수용</u></td></tr>
</table>

□ 후보과제별 기술개발 니즈 평가 및 우선순위 도출

[지하 화물운송방식 최종 후보과제 우선순위 선정]

기술개발 환경 니즈		가중치	대량	소형	벌크
기술 측면	물류 연계 및 시설접근이 용이해야 한다.	0.0848	8.7	8.8	7.5
	인프라 구축비를 최소화하여야 한다.	0.0806	8.1	7.8	7.8
	수송과정에 별도의 추가 인력투입이 없어야 한다.	0.0810	8.2	7.6	7.7
	화물추적이 용이하게 이루어져야 한다.	0.0834	8.6	8.1	6.3
산업·경제 측면	고속/대량 화물을 수송할 수 있어야 한다.	0.0871	8.9	7.6	7.1
	운송비가 기존보다 저감되어야 한다.	0.0843	8.7	7.9	7.8
	장비/인프라 유지보수가 용이해야 한다.	0.0822	8.4	7.9	7.7
	다양한 소량화물도 처리할 수 있어야 한다.	0.0807	7.1	8.3	7.0
정책·사회 측면	친환경 에너지를 활용하고 온실가스를 저감해야 한다.	0.0833	8.4	8.0	8.1
	환경부하(소음, 진동, 배기가스)가 적은 장비를 개발해야 한다.	0.0827	7.6	7.9	7.5
	독창적인 국산기술을 보유해야 한다.	0.0867	7.9	7.9	7.5
	정부의 물류정책에 부합하여야 한다.	0.0831	7.8	7.4	7.2
합계[3)]			8.2	7.9	7.4
순위			**1**	**2**	**3**
합계(산술평균)			8.24	7.93	7.44
순위			1	2	3
합계(기하평균)			8.17	7.86	7.36
순위			**1**	**2**	**3**

3) 합계점수는 각 기술개발 환경 니즈 항목의 가중치에 각 후보과제별 평가 점수를 곱하여 합산한 값임

바. 연구수행체계 및 지하 화물운송방식 과제카드

□ 연구수행체계

연구단	세부과제
대량 규격화물 지하운송 시스템 연구단 선형모터를 이용한 대형 규격화물 지하운송 시스템의 세계 최초 상용화를 위한 기술 및 테스트베드 구축	**대량 규격화물 지하운송 인프라 시스템 기술** 지상공간의 활용을 극대화하고 교통체증, 기후변화 등 여건변화에 제약을 받지 않는 안정적이고 친환경적인 대량 규격화물전용 지하운송 인프라 개발
	대량 규격화물 지하운송 장비 및 제어 시스템 기술 대량 규격화물의 지하운송에 적합한 내수성, 비접촉성, 정숙성, 단순성, 유지보수 간편성 등의 특성을 지닌 운송장비 차체 제작 및 무인자동 제어기술 개발
	대량 규격화물 지하운송 연계 보관 및 하역시스템 기술 대량 규격화물의 하역, 보관 및 이송을 무인자동으로 처리하기 위한 효율적인 장비제어 기술
소형화물 개별 운송 시스템 연구단 선형모터를 이용한 소형화물 개별 지하운송 시스템의 세계 최초 상용화를 위한 기술 및 테스트베드 구축	**소형화물 개별 운송 인프라 시스템 기술** 지하로 소형 규격화물을 개별운송하기 위한 지하운송로적 특성을 감안한 터널 구조, 궤도, 급전인프라, 장비추진장치의 건설 및 유지보수 기술
	소형화물 개별 운송 장비 및 제어 시스템 기술 협소한 튜브 안을 운행하는 캡슐의 특성을 감안한 차체구조물, 운송장비의 설계, 제작, 유지보수, 제어 및 추적, 상하역 연계기술
파이프라인 벌크 지하운송 시스템 연구단 파이프라인을 따라 압축공기로 벌크화물을 수송하는 시스템의 세계 최초 상용화를 위한 기술 및 테스트베드 구축	**파이프라인 벌크화물 저장 및 공급 시스템 기술** 벌크화물 저장조안에 보관하고 있는 벌크화물을 공기압으로 운반하는 파이프라인에 투입하는 공급장치를 제작하고 제어하는 기술
	파이프라인 벌크화물 운반/분류 및 제어 시스템 기술 벌크화물을 공기압을 이용하여 운반하는 파이프라인을 설계/제작하고 유지보수하는 기술

□ 지하 화물운송방식 과제카드

['1. 대량 규격화물 지하운송 시스템' 과제 카드]

구 분	내 용
1. 과제명	대량 규격화물 지하운송 시스템
2. 연구개발목표	- 선형모터를 이용한 대량 규격화물 지하운송 시스템 개발, Test-Bed를 통한 시험 평가 및 실용화 전략 수립
3. 기술개발 및 산업/시장 동향	- 물류단계별 연계성을 향상시킬 수 있는 유닛로드 화물 비중의 지속적으로 증가 - 물류흐름의 고속화, 대량화, 정시화에 부응하기 위한 화물수송부문의 무인화, 자동화 수요증가 - 환경부하가 작고 에너지 절감이 용이하며 온실가스 배출을 최소화하기 위한 기술수요 증가
4. 기존기술 활용방안	- 한국교통연구원과 기술협력업체인 노웨이트(주) 등이 세계 최초로 개발한 선형모터를 이용한 무정차 루프형태의 컨테이너 운송기술(Auto-Con)을 2010년 개념설계를 완료하고 지하화를 위한 기술적 검토 등 연구를 지속하고 있음
5. 기술개발 필요성	- 지상 교통물류 인프라 개발 여지는 줄어들고 물류의 수요는 점차 증가하고 있으며 물류부문 에너지 목표관리제 시행 등 친환경 에너지를 활용한 첨단물류수단 개발은 국내 물류비의 저감뿐만 아니라 미래 우리나라 물류기술산업의 세계진출의 계기가 될 수 있음
6. 주요연구 개발내용	- 대량 규격화물 지하운송 인프라 시스템 기술 · 대량 규격화물 지하운송 궤도 설치기술 · 대량 규격화물 지하운송 장비 추진기술 · 대량 규격화물 지하운송 인프라 유지보수 및 안전 관리 기술 - 대량 규격화물 지하운송 장비 및 제어기술 · 대량 규격화물 지하운송 장비 구축 기술 · 대량 규격화물 지하운송 장비 제어 기술 · 대량 규격화물 지하화물 운송장비 유지보수 기술 - 대량 규격화물 지하운송 연계 보관 및 하역 시스템 기술 · 대량 규격화물 지하운송연계 보관하역 시설 및 장비 구축기술 · 대량 규격화물 지하운송연계 보관하역 시설 및 장비 제어기술 · 지하운송 대량 규격화물 인터모달 인터페이스 기술
7. 정부지원의 타당성	- 기술적 측면에서 물류 연계 및 시설접근성을 제고시켜 인프라 구축비를 최소화하고 수송과정에 별도의 추가 인력투입이 없으며 화물추적 또한 용이하게 함 - 산업·경제측면에서 고속/대량 화물을 수송할 수 있고, 운송비가 기존보다 저감되며, 장비/인프라 유지보수가 용이하고, 다양한 화물도 처리할 수 있음 - 정책·사회측면에서 정부의 물류정책에 부합하면서 친환경 에너지를 활용하고 온실가스를 저감시키며, 환경부하를 저감시키는 국산기술을 개발할 수 있음

['1. 대량 규격화물 지하운송 시스템' 과제 카드(계속)]

구 분	내 용	
8. 기술확보 전략	- 원천기술을 확보하고 있는 한국교통연구원과 기술협력업체인 노웨이트(주), GID 등과 본 시스템의 적용의지를 가지고 있는 지자체, 공사/공단 등과의 지속적인 협의를 통해 테스트베드 대상지를 확보하고 적용가능성을 제고할 예정임. 본 기술에 관심을 가지고 있는 해외기관과의 협력을 통해 기술의 해외진출 방안도 다각도로 모색할 필요가 있음	
9. 기술개발 최종성과물 및 활용방안	최종성과물	특허, 논문, Test-Bed
	활용방안	- 철도시설공단에 의한 철도물류활성화 대안으로 활용 - 국가/지방 산업단지와 물류거점간 혹은 물류거점 간 연계
10. 기대효과 및 파급효과	- 대량 규격화물 지하운송 시스템을 물류거점내 및 물류거점간 대량 규격화물을 위한 수송 연계시스템으로 활용가능 - 물류거점간 또는 물류거점내 기존 도로 수송수단을 대체하여 교통혼잡 및 사고로 인한 사회적 비용 감소, 환경적 부하 저감, 유류사용료 감소로 인한 물류비 저감 - 또한 물류거점간 특히 기존 도로 및 철도 물류시설 연계성 제고를 통한 국가 교통정책과의 부합, 거점간연계성 및 도심내 또는 물류거점내 지상공간 활용 극대화가 가능함 - 국산기술을 활용한 대량 규격화물 수송시스템 개발로 기술의 해외수출 및 국내 대량 규격화물 수송시스템의 신기술 파급효과	

['2. 소형 화물 개별 운송 시스템' 과제 카드]

구 분	내 용
1. 과제명	소형 화물 개별 운송 시스템
2. 연구개발목표	- 선형모터를 이용한 개별운행 고정경로 운행시스템 개발, Test-Bed를 통한 시험 평가 및 실용화 전략 수립
3. 기술개발 및 산업/시장 동향	- 물류단계별 연계성을 향상시킬 수 있는 유닛로드 화물 비중의 지속적으로 증가 - 물류흐름의 고속화, 대량화, 정시화에 부응하기 위한 화물수송부문의 무인화, 자동화 수요증가 - 환경부하가 작고 에너지 절감이 용이하며 온실가스 배출을 최소화하기 위한 기술수요 증가
4. 기존기술 활용방안	- 한국철도기술연구원과 포항산업과학연구원이 공동 개발한 ACTTube 기술이 이와 유사한 기술로 2010년 개념설계가 완료되었음
5. 기술개발 필요성	- 지상 교통물류 인프라 개발 여지는 줄어들고 물류의 수요는 점차 증가하고 있으며 물류부문 에너지 목표관리제 시행 등 친환경 에너지를 활용한 첨단물류수단 개발은 국내 물류비의 저감뿐만 아니라 미래 우리나라 물류기술산업의 세계진출의 계기가 될 수 있음
6. 주요연구 개발내용	- 소형 화물 개별 운송 인프라 시스템 기술 · 지하화물 운송 궤도 인프라 기술 · 지하화물 운송장비 추진장치 기술 · 지하화물 운송 인프라 유지보수 및 안전관리 기술 - 소형 화물 개별 운송 장비 및 제어 시스템 기술 · 지하화물 운송장비 차체 구조물 기술 · 지하화물 운송장비 제어 및 유지보수 기술 · 인터모달 인터페이스 연계 기술
7. 정부지원의 타당성	- 기술적 측면에서 물류 연계 및 시설접근성을 제고시켜 인프라 구축비를 최소화하고 수송과정에 별도의 추가 인력투입이 없으며 화물추적 또한 용이하게 함 - 산업·경제측면에서 소형 규격화물을 수송할 수 있고, 운송비가 기존보다 저감되며, 장비/인프라 유지보수가 용이하고, 다양한 화물도 처리할 수 있음 - 정책·사회측면에서 정부의 물류정책에 부합하면서 친환경 에너지를 활용하고 온실가스를 저감시키며, 환경부하를 저감시키는 국산기술을 개발할 수 있음

['2. 소형화물 개별 지하운송 시스템' 과제 카드(계속)]

구 분	내 용	
8. 기술확보 전략	- 한국철도기술연구원과 포항산업과학연구원이 완료한 개념설계 수준의 ACTTube 기술을 토대로 이를 적용할 수 있는 기술적용 대상지를 물색하고 시범사업을 추진하는데 주력할 예정임	
9. 기술개발 최종성과물 및 활용방안	최종성과물	특허, 논문, Test-Bed
	활용방안	- 대도시내 유통거점의 접근성 향상 - 대규모 제조기업과 부품하청업체와의 연계
10. 기대효과 및 파급효과	- 소형 화물 개별 운송시스템을 물류거점내 소형화물을 위한 수송 연계시스템으로 활용가능 - 기존 도로 수송수단을 대체하여 교통혼잡 및 사고로 인한 사회적 비용 감소, 환경적 부하 저감, 유류사용료 감소로 인한 물류비 저감, 분기가 가능한 기술의 장점을 활용하여 거점내 시설간 연계성 및 지상공간 활용 극대화가 가능함 - 국산기술을 활용한 소형화물 수송시스템 개발로 기술의 해외수출 및 국내 소형화물 수송시스템의 신기술 파급효과	

['3. 파이프라인 벌크 지하운송 시스템' 과제 카드]

구 분	내 용
1. 과제명	파이프라인 벌크 지하운송 시스템
2. 연구개발목표	- 파이프라인을 따라 압축공기로 벌크화물을 수송하는 시스템 개발, Test-Bed를 통한 시험 평가 및 실용화 전략 수립
3. 기술개발 및 산업/시장 동향	- 물류흐름의 고속화, 대량화, 정시화에 부응하기 위한 화물수송부문의 무인화, 자동화 수요증가 - 환경부하가 작고 에너지 절감이 용이하며 온실가스 배출을 최소화하기 위한 기술수요 증가 - 운송과정 상에 발생하는 분진, 소음, 진동을 최소화하려는 노력 증가
4. 기존기술 활용방안	- 당초 스웨덴이 보유한 쓰레기 진공압축 배출시스템 기술을 국내에서 개량하여 현재 세계 시장 점유율 50% 이상을 차지하고 엠벡 코리아에서 원천기술과 추가기술 개발 의지를 보유하고 있음
5. 기술개발 필요성	- 지상 교통물류 인프라 개발 여지는 줄어들고 물류의 수요는 점차 증가하고 있으며 물류부문 에너지 목표관리제 시행 등 친환경 에너지를 활용한 첨단물류수단 개발은 국내 물류비의 저감뿐만 아니라 미래 우리나라 물류기술산업의 세계진출의 계기가 될 수 있음
6. 주요연구 개발내용	- 파이프라인 벌크화물 저장 및 공급 시스템 기술 · 저장조 구조물 기술 · 저장조 안전장치 및 제어 기술 · 공급장치에 관한 제작 및 제어 기술 - 파이프라인 벌크화물 운반/분류 및 제어 시스템 기술 · 운반관로 설계/시공 및 유지관리에 관한 기술 · 공기와 수송물질 분리 기술 · 공기 정화에 관한 기술 · 무인 및 원격제어 기술
7. 정부지원의 타당성	- 기술적 측면에서 물류 연계 및 시설접근성을 제고시켜 인프라 구축비를 최소화하고 수송과정에 별도의 추가 인력투입이 없으며 화물추적 또한 용이하게 함 - 산업·경제측면에서 벌크화물을 수송할 수 있고, 운송비가 기존보다 저감되며, 장비/인프라 유지보수가 용이하고, 다양한 화물도 처리할 수 있음 - 정책·사회측면에서 정부의 물류정책에 부합하면서 친환경 에너지를 활용하고 온실가스를 저감시키며, 환경부하를 저감시키는 국산기술을 개발할 수 있음

['3. 파이프라인 벌크 운송 시스템' 과제 카드(계속)]

구 분	내 용	
8. 기술확보 전략	- 당초 스웨덴이 보유한 쓰레기 진공압축 배출시스템 기술을 국내에서 개량하여 현재 세계 시장 점유율 50% 이상을 차지하고 엠벡 코리아에서 원천기술과 추가기술 개발 의지를 보유하고 있으므로 산·학·관 협력을 증진하면서 본 시스템의 적용에 관심을 갖고 있는 산업체들과의 지속적인 협력을 통해 실용화 가능성을 제고시킬 필요성이 있음	
9. 기술개발 최종성과물 및 활용방안	최종성과물	특허, 논문, Test-Bed
	활용방안	- 대규모 산업시설의 원자재 하역시설과 생산시설의 연계
10. 기대효과 및 파급효과	- 파이프라인 벌크수송시스템을 지역 화력발전소에 활용가능 - 기존 컨베이어 수송시스템을 대체하여 외부환경(빗물, 눈)의 영향으로 인한 화력 발전 효율을 증진시키고 설치의 용이성에 따른 관련 변경 용이, 원격운전 가능성 제고 - 최첨단 석탄 수송시스템 개발로 가술의 해외수출 및 국내 벌크 화물 수송시스템의 신기술 파급효과	

7. 지하 화물운송 시스템 기술개발 주요내용

가. 대량 규격화물 지하운송 시스템 연구단

□ 주요 연구내용

[대량 규격화물 지하운송 시스템 연구단 - 세부과제 1]

구분	과제명	주요내용	최종 성과물
연구단 총괄	대량 규격화물 지하운송시스템 연구단	- 선형모터를 이용한 대량 규격화물 지하운송 시스템의 세계 최초 상용화	- 보고서 - 성과발표회 홍보자료 및 전시자료 - 학술논문 - 특허 - 정책(고시/법령) 제안 - Test-bed
1세부과제	대량 규격화물 지하운송 인프라 시스템 기술	- 지상공간의 활용을 극대화하고 교통체증, 기후변화 등 여건변화에 제약을 받지 않는 안정적이고 친환경적인 대량 규격화물전용 지하운송 인프라 개발	- 보고서 - 학술논문 - 특허 - 인프라 시스템 Test-bed
1-1	대량 규격화물 지하운송궤도 설치기술	- 지하궤도 설계 기술 - 지하궤도 시공 기술 - 비상시 궤도 긴급복구 및 수리 기술	- 보고서 - 학술논문 - 특허 - 궤도 Test-bed
1-2	대량 규격화물 지하운송장비 추진기술	- 선형모터이용 추진체 설계기술 - 선형모터블럭 시공기술	- 보고서 - 학술논문 - 특허 - 장비 Test-bed
1-3	대량 규격화물 지하운송 인프라 유지보수 및 안전 관리 기술	- 지하터널 구조물 검사기술 - 지하터널 방재(방화, 방수, 방진)기술 - 지하궤도 안전도 검사기술 - 전기 공급시설 검사기술 - 선형모터블럭 검사기술 - 비상시 인프라 긴급복구 및 수리 기술	- 보고서 - 학술논문 - 특허 - 유지보수 매뉴얼

[대량 규격화물 지하운송 시스템 연구단 - 세부과제 2]

구분	과제명	주요내용	최종 성과물
2세부과제	대량 규격화물 지하운송 장비 및 제어기술	- 대량 규격화물 지하운송에 적합한 내수성, 비접촉성, 정숙성, 단순성, 유지보수 간편성 등의 특성을 지닌 운송장비 차체 제작 및 무인자동 제어기술 개발	- 보고서 - 학술논문 - 특허 - 장비 및 제어 Test-bed
2-1	대량 규격화물 지하운송장비 구축기술	- 수평방향 접이식 궤도운송 컨테이너샤시(Horizontally Foldable Container Chassis) 및 연결호이스트(Hoist) 구조해석 기술 - 수평방향 접이식 궤도운송 컨테이너샤시 및 연결 호이스트 설계 기술 - 수평방향 접이식 궤도운송 컨테이너샤시 및 연결 호이스트 제작 기술 - 수평방향 접이식 궤도운송 컨테이너샤시 및 연결 호이스트 구동 철제바퀴 및 볼베어링(Ball Bearing) 설계 기술 - 수평방향 접이식 궤도운송 컨테이너샤시 및 연결 호이스트 구동 철제바퀴 및 볼베어링 설치 기술	- 보고서 - 학술논문 - 특허 - 장비 Test-bed
2-2	대량 규격화물 지하운송 장비 제어 기술	- 지하화물 운송장비 속도검지 및 제어 장치 - 지하화물 운송장비 비상정지 장치	- 보고서 - 학술논문 - 특허 - 장비제어 Test-bed
2-3	지하화물 운송장비 유지보수 기술	- 철제바퀴 및 볼베어링 노후화 및 이상감지 장치 설계 기술 - 철제바퀴 및 볼베어링 노후화 및 이상감지 장치 제작 및 설치 기술 - 수평방향 접이식 궤도운송 컨테이너샤시 및 연결 호이스트 구조물 검사기술 - 비상시 긴급복구 및 수리 기술	- 보고서 - 학술논문 - 특허 - 유지보수 매뉴얼

[대량 규격화물 지하운송 시스템 연구단 - 세부과제 3]

구분	과제명	주요내용	최종 성과물
3세부과제	대량 규격화물 지하운송 연계 보관 및 하역시스템 기술	- 대량 규격화물 하역,보관 및 이송을 무인자동으로 처리하기 위한 효율적인 장비제어 기술	- 보고서 - 학술논문 - 특허 - 보관 및 하역시스템 Test-bed
3-1	대량 규격화물 지하운송연계 보관하역 시설 및 장비 구축기술	- 지하화물 보관하역 시설 및 장비 구조해석 기술 - 지하화물 보관하역 시설 및 장비 설계 기술 - 지하화물 보관하역 시설 및 장비 시공 기술	- 보고서 - 학술논문 - 특허 - 보관하역 시설 및 장비 Test-bed
3-2	대량 규격화물 지하운송연계 보관하역 시설 및 장비 제어기술	- 지하화물 보관시설내 하역장비 운행제어 기술 - 지하화물 보관시설내 하역장비간 교행제어 기술 - 지하화물 보관시설내 화물적재 위치파악 기술	- 보고서 - 학술논문 - 특허 - 보관하역 시설 및 장비 제어 Test-bed
3-3	지하운송 대량 규격화물 인터모달 인터페이스 기술	- 지하화물 운송장비와 타 운송수단과의 연계제어 기술 - 지하화물 운송장비와 상하역 장비와의 연계제어 기술	- 보고서 - 학술논문 - 특허 - 인터모달 인터페이스 시설 및 장비 Test-Bed - 유지보수 매뉴얼

□ 연차별/단계별 활용방안

구분	과제명	최종 성과물	최종 수요처	활용방안
연구단 총괄	대량 규격화물 지하운송 시스템	- 보고서 - 성과발표회 홍보자료 및 전시자료 - 학술논문 - 특허 - 정책(고시/법령) 제안 - Test-bed	정부 (국토해양부, 철도시설관리공단), 민간(관련시설/장비 설계/제작/시공/설치업체, 학계/연구소 등)	기존 철도 및 경전철 인프라, 선로시스템, 차체, 추진/제어, 제동기술 등에 활용가능
1세부과제	대량 규격화물 지하운송 인프라 시스템 기술	- 보고서 - 학술논문 - 특허 - 인프라 시스템 Test-bed		기존 철도 및 경전철 인프라 기술 등에 활용가능
1-1	대량 규격화물 지하운송궤도 설치기술	- 보고서 - 학술논문 - 특허 - 궤도 Test-bed		기존 철도 및 경전철 선로시스템 기술 등에 활용가능
1-2	대량 규격화물 지하운송장비 추진기술	- 보고서 - 학술논문 - 특허 - 장비 Test-bed		기존 철도 및 경전철 차체, 추진을 위한 기술 등에 활용가능
1-3	대량 규격화물 지하운송 인프라 유지보수 및 안전관리 기술	- 보고서 - 학술논문 - 특허 - 유지보수 매뉴얼		기존 철도 및 경전철 차체, 추진/제어, 제동을 위한 시스템 유지보수 및 안전관리기술 등에 활용가능

구분	과제명	최종 성과물	최종 수요처	활용방안
2세부과제	대량 규격화물 지하운송 장비 및 제어기술	- 보고서 - 학술논문 - 특허 - 장비 및 제어 Test-bed	정부 (국토해양부, 철도시설관리공단), 민간(관련시설/장비 설계/제작/시공/설치업체, 학계/연구소 등)	기존 철도 및 경전철 인프라, 선로시스템, 차체, 추진/제어, 제동기술 등에 활용가능
2-1	대량 규격화물 지하운송장비 구축기술	- 보고서 - 학술논문 - 특허 - 장비 Test-bed		기존 철도 및 경전철을 이용한 운송장비기술 등에 활용가능
2-2	대량 규격화물 지하운송 장비 제어 기술	- 보고서 - 학술논문 - 특허 - 장비제어 Test-bed		기존 철도 및 경전철을 이용한 운송장비제어기술 측면에서의 응용가능
2-3	지하화물 운송장비 유지보수 기술	- 보고서 - 학술논문 - 특허 - 유지보수 매뉴얼		기존 철도 및 경전철 차체, 추진/제어, 제동을 위한 시스템 유지보수 및 안전관리기술 등에 활용가능

구분	과제명	최종 성과물	최종 수요처	활용방안
3세부과제	대량 규격화물 지하운송 연계 보관 및 하역시스템 기술	- 보고서 - 학술논문 - 특허 - 보관 및 하역시스템 Test-bed	정부 (국토해양부, 철도시설관리공단), 민간(관련시설/장비 설계/제작/시공/설치업체, 학계/연구소 등)	기존 터미널, 장치장 등 물류시설 운영측면에서의 응용가능
3-1	대량 규격화물 지하운송연계 보관하역 시설 및 장비 구축기술	- 보고서 - 학술논문 - 특허 - 보관하역 시설 및 장비 Test-bed		기존 터미널, 장치장 등 물류시설 및 장비개발 등에 활용가능
3-2	대량 규격화물 지하운송연계 보관하역 시설 및 장비 제어기술	- 보고서 - 학술논문 - 특허 - 보관하역 시설 및 장비 제어 Test-bed		기존 터미널, 장치장 등 물류시설 및 장비제어 기술 등에 활용가능
3-3	지하 대량 규격화물 인터모달 인터페이스 기술	- 보고서 - 학술논문 - 특허 - 인터모달 인터페이스 시설 및 장비 Test-Bed - 유지보수 매뉴얼		기존 철도 및 경전철과 하역시설/장비간 연계기술 등에 활용가능

□ 기술개발 로드맵 TRM

대량 규격화물 지하운송시스템 연구단

■ 사 업 개 요

- 선형모터를 이용한 루프형 고정경로 운행 시스템의 세계 최초 상용화를 위한 기술 및 테스트베드 구축

■ 개발범위 및 내용

- 대량 규격화물 지하운송 인프라 시스템 기술
- 대량 규격화물 지하운송 장비 및 제어기술
- 대량 규격화물 지하운송 연계 보관 및 하역시스템 기술

과제 구분		1차년	2차년	3차년	4차년
1 세부	대량 규격화물 지하운송 인프라 시스템 기술	→	→	→	→
1-1	대량 규격화물 지하운송궤도 설치기술				→
1-2	대량 규격화물 지하운송장비 추진기술	→	→	→	→
1-3	대량 규격화물 지하운송 인프라 유지보수 및 안전 관리 기술			→	
2세부	대량 규격화물 지하운송 장비 및 제어기술	→	→	→	→
2-1	대량 규격화물 지하운송장비 구축기술	→	→	→	
2-2	대량 규격화물 지하운송 장비 제어 기술		→		
2-3	대량 규격화물 지하화물 운송장비 유지보수 기술				→
3세부	대량 규격화물 지하운송 연계 보관 및 하역시스템 기술	→	→	→	→
3-1	대량 규격화물 지하운송연계 보관하역 시설 및 장비 구축기술	→	→	→	
3-2	대량 규격화물 지하운송연계 보관하역 시설 및 장비 제어기술		→	→	
3-3	지하운송 대량 규격화물 인터모달 인터페이스 기술				→

기대 효과

- 대량 규격화물 지하운송시스템을 물류거점내 및 물류거점간 중대형 화물을 위한 수송 연계시스템으로 활용가능
- 물류거점간 또는 물류거점내 기존 도로 수송수단을 대체하여 교통혼잡 및 사고로 인한 사회적 비용 감소, 환경적 부하 저감, 유류사용료 감소로 인한 물류비 저감
- 또한 물류거점간 특히 기존 도로 및 철도 물류시설 연계성 제고를 통한 국가 교통정책과의 부합, 거점간연계성 및 도심내 또는 물류거점내 지상공간 활용 극대화가 가능함
- 국산기술을 활용한 중대형화물 수송시스템 개발로 기술의 해외수출 및 국내 중대형화물 수송시스템의 신기술 파급효과

파급 효과

- 대량 규격화물 지하운송시스템의 수송장비 개발에 '20년까지 약2,908억원 투자할 경우, 67,813억원의 생산유발 효과, 약1,707억원의 부가가치 창출, 872명의 고용창출효과
- 건설 공사에 '20년까지 약782,8억원 투자로 약16,335억원의 생산유발과 약5,730억원의 부가가치 창출 및 8,298명의 실업자 감소 효과

나. 소형화물 개별 지하운송 시스템 연구단

□ 주요 연구내용

[소형 화물 개별 운송 시스템 연구단 - 세부과제 1]

구분	과제명	주요내용	최종 성과물
연구단 총괄	소형 화물 개별 운송 시스템 연구단	- 선형모터를 이용한 소형 화물 개별 운송 시스템의 세계 최초 상용화	- 보고서 - 성과발표회 홍보자료 및전시자료 - 학술논문 - 특허 - 정책(고시/ 법령) 제안 - Test-bed
1세부과제	소형 화물 개별 운송 인프라 시스템 기술	- 지하로 소형 규격화물을 개별운송하기 위한 지하운송로적 특성을 감안한 터널 구조, 궤도, 급전인프라, 장비추진장치의 건설 및 유지보수기술	- 보고서 - 학술논문 - 특허 - Test-bed
1-1	소형 화물 개별 운송 궤도 인프라 기술	- 소형 지하궤도 설계 기술 - 소형 지하궤도 시공 기술 - 궤도구조 보수 절감 기술 - 대용량 무감속 분기 기술	- 보고서 - 학술논문 - 특허 - 궤도인프라 Test-bed
1-2	소형 화물 개별 운송장비 추진장치 기술	- 장계자형 LIM 설계 기술 - 장계자형 LIM 해석 기술 - 권선법 및 권선 시행 기술 - 기기 냉각 및 열해석 기술 - LIM 적용 벡터제어 기술 - 1C10M용 Multi-level 인버터 기술 - 전기제동(회생, 역상) 기술	- 보고서 - 학술논문 - 특허 - 추진장치 Test-bed
1-3	소형 화물 개별 운송 인프라 유지보수 및 안전관리 기술	- 튜브구조물 검사기술 - 튜브구조물 유지보수 기술 - 소형 지하궤도 모니터링 기술 - 전기 공급시설 검사기술	- 보고서 - 학술논문 - 특허 - 유지보수 매뉴얼

[소형 화물 개별 운송 시스템 연구단 - 세부과제 2]

구분	과제명	주요내용	최종 성과물
2세부과제	소형 화물 개별 운송 장비 및 제어 시스템 기술	- 협소한 튜브 내를 운행하는 캡슐의 특성을 감안한 차체구조물, 운송장비의 설계, 제작, 유지보수, 제어 및 추적, 상하역 연계기술	- 보고서 - 학술논문 - 특허 - 장비 및 제어 시스템 Test-bed
2-1	소형 화물 개별 운송장비 차체 구조물 기술	- 군집운행을 고려한 저저항 전두부 형상 설계 기술 - 충격흡수 및 복원형 전두부 외피 기술 - 공간 절감형 캡슐 차량용 현가장치 시스템 기술 - 곡선부 추종성능향상 및 내마모성 소형차륜 기술	- 보고서 - 학술논문 - 특허 - 구조물 Test-bed
2-2	소형 화물 개별 운송장비 제어 및 유지보수 기술	- 차륜 및 차축 이상감지 기술 - 차량 실시간 모니터링 시스템 기술 - 신뢰성 기반의 차량 유지보수 최적화 기술 - 지하화물 운송장비 속도검지 및 제어 장치 - 지하화물 운송장비 비상정지 장치	- 보고서 - 학술논문 - 특허 - 유지보수 매뉴얼
2-3	인터모달 인터페이스 연계 기술	- 지하화물 운송장비와 상하역 장비와의 연계 제어 기술 - 지하화물 운송장비와 타 운송수단과의 연계 제어 기술	- 보고서 - 학술논문 - 특허 - 운영관리시스템 인터페이스 연계 시스템 Test-Bed - 유지보수 매뉴얼

□ 연차별/단계별 활용방안

구분	과제명	최종 성과물	최종 수요처	활용방안
연구단 총괄	소형 화물 개별 운송 시스템 연구단	- 보고서 - 성과발표회 홍보자료 및전시자료 - 학술논문 - 특허 - 정책(고시/법령) 제안 - Test-bed	- 정부(국토해양부, 공항공사) - 민간(관련시설/장비 설계/제작/시공/설치업체, 학계/연구소 등)	- 초고속 튜브 화물운송 기술개발시 기초자료로 활용
1세부과제	소형 화물 개별 운송 인프라 시스템 기술	- 보고서 - 학술논문 - 특허 - Test-bed		- 초고속 튜브 화물운송 기술개발시 기초자료로 활용
1-1	지하화물 운송 궤도 인프라 기술	- 보고서 - 학술논문 - 특허 - 궤도인프라 Test-bed		- 초고속 튜브 화물운송 기술개발시 기초자료로 활용
1-2	지하화물 운송장비 추진장치 기술	- 보고서 - 학술논문 - 특허 - 추진장치 Test-bed		- 초고속 튜브 화물운송 기술개발시 기초자료로 활용
1-3	지하화물 운송 인프라 유지보수 및 안전관리 기술	- 보고서 - 학술논문 - 특허 - 유지보수 매뉴얼		- 초고속 튜브 화물운송 기술개발시 기초자료로 활용

구분	과제명	최종 성과물	최종 수요처	활용방안
2세부과제	소형 화물 개별 운송 장비 및 제어 시스템 기술	- 보고서 - 학술논문 - 특허 - 장비 및 제어시스템 Test-bed	- 정부(국토해양부, 공항공사) - 민간(관련시설/장비 설계/제작/시공/설치업체, 학계/연구소 등)	- 초고속 튜브 화물운송 기술개발시 기초자료로 활용
2-1	지하화물 운송장비 차체 구조물 기술	- 보고서 - 학술논문 - 특허 - 구조물 Test-bed		- 초고속 튜브 화물운송 기술개발시 기초자료로 활용
2-2	지하화물 운송장비 유지보수 기술	- 보고서 - 학술논문 - 특허 - 유지보수 매뉴얼		- 초고속 튜브 화물운송 기술개발시 기초자료로 활용
2-3	기존 운영관리시스템 인터페이스 연계 기술	- 보고서 - 학술논문 - 특허 - 운영관리시스템 인터페이스 연계 시스템 Test-Bed - 유지보수 매뉴얼		- 초고속 튜브 화물운송 기술개발시 기초자료로 활용

□ 기술개발 로드맵 TRM

소형 화물 개별 운송 시스템 연구단

■ 사 업 개 요

- 선형모터를 이용한 개별 운행 고정경로 운행 시스템의 세계 최초 상용화를 위한 기술 및 테스트베드 구축

■ 개발범위 및 내용

- 소형 화물 개별 운송 인프라 시스템 기술
- 소형 화물 개별 운송 장비 및 제어 시스템 기술

과제 구분	1차년	2차년	3차년	4차년
1 세부 소형 화물 개별 운송 인프라 시스템 기술	→	→	→	→
1-1 지하화물 운송 궤도 인프라 기술	→	→		
1-2 지하화물 운송장비 추진장치 기술	→	→	→	→
1-3 지하화물 운송 인프라 유지보수 및 안전 관리 기술				→
2세부 소형 화물 개별 운송 장비 및 제어 시스템 기술	→	→	→	→
2-1 지하화물 운송장비 차체 구조물 기술	→	→	→	
2-2 지하화물 운송장비 제어 및 유지보수 기술			→	→
2-3 인터모달 인터페이스 연계 기술				→

기대 효과

- 소형 화물 개별 운송시스템을 물류 거점내 소형화물을 위한 수송 연계 시스템으로 활용가능
- 기존 도로 수송수단을 대체하여 교통혼잡 및 사고로 인한 사회적 비용 감소, 환경적 부하 저감, 유류사용료 감소로 인한 물류비 저감, 분기가 가능한 기술의 장점을 활용하여 거점내 시설간 연계성 및 지상공간 활용 극대화가 가능함
- 국산기술을 활용한 소형화물 수송시스템 개발로 기술의 해외수출 및 국내 소형화물 수송시스템의 신기술 파급효과

파급 효과

- 소형 화물 개별 운송 시스템의 수송장비개발로 약3억원의 생산유발 효과, 약0.9억원의 부가가치 창출
- 건설투자비 약4,439억원의 생산유발 효과와 약1,552억원의 부가가치 창출, 2,248명의 고용 창출 효과

다. 파이프라인 벌크 지하운송 시스템 연구단

□ 주요 연구내용

[파이프라인 벌크 운송 시스템 연구단 - 세부과제 1]

구분	과제명	주요내용	최종 성과물
연구단 총괄	파이프라인 벌크 운송 시스템 연구단	- 파이프라인을 따라 압축공기로 벌크 화물을 수송하는 시스템의 세계 최초 상용화	- 보고서 - 성과발표회 홍보자료 및전시자료 - 학술논문 - 특허 - 정책(고시/법령) 제안 - Test-bed
1세부과제	파이프라인 벌크 화물 저장 및 공급 시스템 기술	- 벌크화물 저장조안에 보관하고 있는 벌크화물을 공기압으로 운반하는 파이프라인에 투입하는 공급장치를 제작하고 제어하는 기술	- 보고서 - 학술논문 - 특허 - Test-bed
1-1	저장조 구조물 기술	- 저장조 구조해석에 관한 기술 - 저장조 설계 및 시공에 관한 기술 - 저장조 구조물 소재에 관한 기술	- 보고서 - 학술논문 - 특허 - 구조물 Test-bed
1-2	저장조 안전장치 및 제어 기술	- 저장조 안전장치에 관한 기술 - 저장조 환경오염 방지에 관한 기술 - 저장조 브릿지 현상 방지에 관한 기술 - 저장조 제어에 관한 기술	- 보고서 - 학술논문 - 특허 - 저장조 Test-bed
1-3	공급장치에 관한 제작 및 기술	- 공급장치 설계 기술 - 공급장치 시공 기술 - 공급장치 제어기술	- 보고서 - 학술논문 - 특허 - 공급장치 Test-bed

[파이프라인 벌크 운송 시스템 연구단 - 세부과제 2]

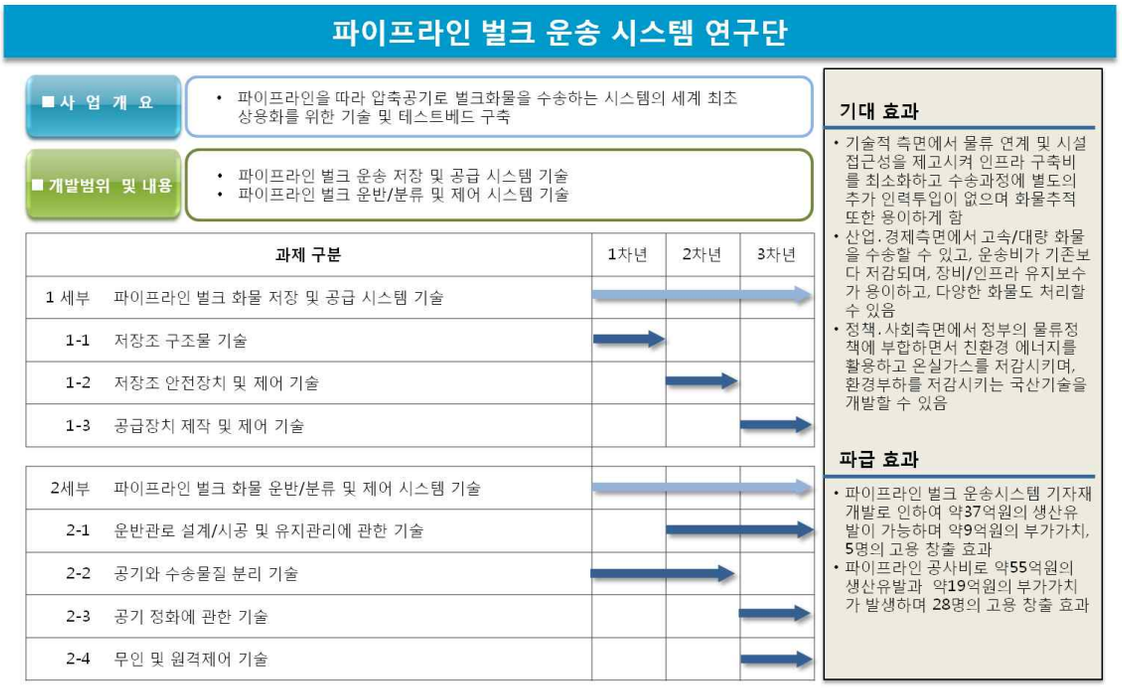
구분	과제명	주요내용	최종 성과물
2세부과제	파이프라인 벌크 화물 운반/분류 및 제어 시스템 기술	- 벌크화물을 공기압을 이용하여 운반하는 파이프라인을 설계/제작하고 유지보수하는 기술	- 보고서 - 학술논문 - 특허 - Test-bed
2-1	운반관로 설계/시공 및 유지관리 기술	- 운반관로 형상에 관한 기술 - 운반관로 망 설계기술 - 관마모 대응 기술 - 관마모 설계 기술 - 누기 방지에 관한 기술 - 부식 방지에 관한 기술	- 보고서 - 학술논문 - 특허 - 유지보수 매뉴얼
2-2	공기와 수송물질 분리 기술	- 사이클론 제작 기술 - 공기와 수송물질 분리 운전 방법에 관한 기술 - 공기와 수송물질 분리 설계기술 - 공기와 수송물질 분리장치 시공기술	- 보고서 - 학술논문 - 특허 - 분리장치 Test-bed
2-3	공기 정화에 관한 기술	- 분진 제거에 관한 기술 - 분진 제거 운전에 관한 기술	- 보고서 - 학술논문 - 특허 - 공기정화장치 Test-bed
2-4	무인 및 원격제어 기술	- 공압 수송 시스템 제어장치에 관한 기술 - 공압 수송 시스템 무인운전 제어 기술 - 원격제어 장치에 관한 기술 - 원격제어 운전에 관한 프로그램 기술	- 보고서 - 학술논문 - 특허 - 무인운영 매뉴얼

□ 연차별/단계별 활용방안

구분	과제명	최종 성과물	최종 수요처	활용방안
연구단 총괄	파이프라인 벌크 운송 시스템 연구단	- 보고서 - 성과발표회 홍보자료 및 전시자료 - 학술논문 - 특허 - 정책(고시/법령) 제안 - Test-bed	민간(화력발전소 및 제철소 등 시설수요자, 관련시설/장비 설계/제작/시공/설치 업체, 학계/연구소 등)	다른 형태의 벌크화물 공압 파이프라인 수송기술에 활용가능
1세부과제	파이프라인 벌크 운송 저장 및 공급 시스템 기술	- 보고서 - 학술논문 - 특허 - Test-bed		다른 형태의 벌크화물 공압 파이프라인 수송기술에 활용가능
1-1	저장조 구조물 기술	- 보고서 - 학술논문 - 특허 - 구조물 Test-bed		다른 형태의 벌크화물 공압 파이프라인 수송기술에 활용가능
1-2	저장조 안전장치 및 제어 기술	- 보고서 - 학술논문 - 특허 - 저장조 Test-bed		다른 형태의 벌크화물 공압 파이프라인 수송기술에 활용가능
1-3	공급장치에 관한 제작 및 기술	- 보고서 - 학술논문 - 특허 - 공급장치 Test-bed		다른 형태의 벌크화물 공압 파이프라인 수송기술에 활용가능

구분	과제명	최종 성과물	최종 수요처	활용방안
2세부과제	파이프라인 벌크 운반/분류 및 제어 시스템 기술	- 보고서 - 학술논문 - 특허 - Test-bed	민간(화력발전소 및 제철소 등 시설수요자, 관련시설/장비 설계/제작/시공/설치업체, 학계/연구소 등)	다른 형태의 벌크화물 공압 파이프라인 수송기술에 활용가능
2-1	운반관로 설계/시공 및 유지관리에 관한 기술	- 보고서 - 학술논문 - 특허 - 유지보수 매뉴얼		다른 형태의 벌크화물 공압 파이프라인 수송기술에 활용가능
2-2	공기와 수송물질 분리 기술	- 보고서 - 학술논문 - 특허 - 분리장치 Test-bed		다른 형태의 벌크화물 공압 파이프라인 수송기술에 활용가능
2-3	공기 정화에 관한 기술	- 보고서 - 학술논문 - 특허 - 공기정화장치 Test-bed		다른 형태의 벌크화물 공압 파이프라인 수송기술에 활용가능
2-4	무인 및 원격제어 기술	- 보고서 - 학술논문 - 특허 - 무인운영 매뉴얼		다른 형태의 벌크화물 공압 파이프라인 수송기술에 활용가능

□ 기술개발 로드맵 TRM



8. 지하 화물운송 시스템 기술개발 기대효과

가. 경제적 기대효과

○ 경제적 파급효과를 산정하는 제시된 방법에 기초하여 앞서 제시된 3개 과제에 대한 파급효과를 산정하였음

- 대량 규격화물 지하운송 시스템을 개발할 경우, 2020년까지 290,795.3백만 원을 수송장비 개발에 투자하여 678,1364.6백만 원의 생산유발 효과가 발생하며 170,696.8백만 원의 부가가치가 창출됨. 또한 수송장비 개발로 872명의 고용창출효과가 있음
- 대량 규격화물 지하운송 시스템 2020년 전까지 건설 공사비 782,859.1백만 원 투자로 1,638,524.2백만 원의 생산유발과 573,052.9백만 원의 부가가치 창출 및 8,298명의 실업자가 줄 수 있음
- 소형화물 개별 운송 시스템 수송 장비 개발로 342.7백만 원의 생산유발 효과가 발생하며 86.268백만 원의 부가가치 창출이 발생함
- 소형화물 개별 운송 시스템 건설투자비로 인하여 443,951.7백만 원의 생산유발 효과

와 155,266.4백만 원의 부가가치 창출이 가능하며 2,248명의 고용이 창출될 수 있음

- 파이프라인 벌크 운송 시스템 기자재 개발로 인하여 3,684.6백만 원의 생산유발이 가능하며 927.5백만 원의 부가가치, 5명의 고용 창출이 가능함
- 파이프라인 벌크 운송 시스템 파이프라인 공사비로 5,462.7백만 원의 생산유발과 1,910.5백만 원의 부가가치가 발생하며 28명의 고용 창출이 가능함

[지하 화물운송 시스템 기술과제별 생산 유발 효과]

구분		투자금액(원)	생산유발계수	생산유발 효과(원)
대량 규격화물 지하운송 시스템	수송장비 제작비	290,795,267,500	2.332	678,134,563,810
	건설 공사비	782,859,136,499	2.093	1,638,524,172,692
소형 화물 개별 운송 시스템	수송장비 제작비	146,965,000	2.332	342,722,380
	건설 공사비	212,112,591,942	2.093	443,951,654,935
파이프라인 벌크 운송 시스템	수송장비 제작비	1,580,000,000	2.332	3,684,560,000
	건설 공사비	2,610,000,000	2.093	5,462,730,000

[지하 화물운송 시스템 기술과제별 부가가치 유발 효과]

구분		투자금액(원)	부가가치유발계수	부가가치 효과(원)
대량 규격화물 지하운송 시스템	수송장비 제작비	290,795,267,500	0.587	170,696,822,023
	건설 공사비	782,859,136,499	0.732	573,052,887,917
소형 화물 개별 지하운송 시스템	수송장비 제작비	146,965,000	0.587	86,268,455
	건설 공사비	212,112,591,942	0.732	155,266,417,302
파이프라인 벌크 운송 시스템	수송장비 제작비	1,580,000,000	0.587	927,460,000
	건설 공사비	2,610,000,000	0.732	1,910,520,000

[지하 화물운송 시스템 기술과제별 취업유발 효과]

구분		투자금액(원)	취업유발계수 (인/십억)	고용 효과(인)
대량 규격화물 지하운송 시스템	수송장비 제작비	290,795,267,500	3	872
	건설 공사비	782,859,136,499	10.6	8,298
소형 화물 개별 지하운송 시스템	수송장비 제작비	146,965,000	3	0
	건설 공사비	212,112,591,942	10.6	2,248
파이프라인 벌크 지하운송 시스템	수송장비 제작비	1,580,000,000	3	5
	건설 공사비	2,610,000,000	10.6	28

나. 사회적 파급효과

(1) 물류비용 중 수송비 부문의 절감

○ 본 기획과제에서 제안하는 대량 규격화물 지하운송 시스템, 소형화물 개별 지하운송 시스템, 파이프라인 벌크 지하운송 시스템 등은 친환경적이면서도 현재 화물운송수단에 비해 효율성이 높은 공통점을 가지고 있어 물류비 중 수송비 부분의 획기적 절감이 가능해짐

○ 또한 세 가지 기술 모두 현재 화물운송수단에 비해 처리용량을 현저하게 확장시킬 수 있어 지상구간의 체증이나 정체를 해소할 수 있는 개연성을 가지고 있어 육상부문 화물운송의 체증비용 해소에도 기여할 수 있음

○ 이는 장기적으로 화주기업이 부담해야 할 물류비를 크게 감축시키는 효과로 이어져 궁극적으로는 제조업 경쟁력 증진에 기여할 수 있음

(2) 여객 및 화물흐름 분리의 전환점 마련

○ 장차 늘어나는 지상부문 교통수요를 지하공간으로 이동시켜 지상공간은 보행자나 자전거 이용자들에게 내어주고 지상의 어메니티를 향상시킬 수 있는 반면 지하공간은 장/단거리, 대량/소량, 고속/저속을 막론한 화물운송 중심의 수송흐름에게 할당함으로써 여객 및 화물흐름이 혼재하여 사람들로 하여금 위험성과 불쾌감을 느끼지 않도록 하는 전환점으로 작용할 소지가 큼

○ 상당부분의 지상 화물운송 수요를 지하로 유도함으로써 지상 기존철도나 도로를 여유롭게 함으로써 지상 화물운송 인프라의 운영효율을 제고시키고 각 운송모드를 여유롭고 효율적으로 활용할 수 있게 함

(3) 온실가스 저감목표 달성가능성의 제고

○ 기존 도로운송으로 인한 소음, 먼지 등 사회적 환경오염 유발을 억제하고 청정물류도시 및 운송시스템 구축 가능

○ 철도부문 화물수송 분담률이 획기적으로 증가하고, 도로운송 분담도 획기적으로 줄

일 수 있어 교통물류부문 온실가스 저감목표 달성가능성을 제고시킴

(4) 세계 최초의 물류기술 보유와 국가미래 성장동력화

○ 이들 세 가지 기술들은 다른 나라에서 일찍이 상용화하지 못했던 지하화물운송시스템의 최초상용화를 이루는 것임

○ 더욱이 이들 세 가지 지하 화물운송 시스템 기술들은 우리나라에서 독자적인 기술로 개발한 것들이기 때문에 우리나라에 테스트베드만 성공적으로 구축, 운영될 경우 기술 및 인프라 수출의 가능성이 높고, 국가 브랜드가치도 높아질 수 있으며, 이러한 기술들은 장차 국가 미래 성장동력으로 발전할 가능성이 높음

(5) 기존 관련업계의 매출경감에 따른 반발

○ 앞서 살펴본 긍정적인 파급효과 외에도 기존 도로로 상당부분 처리하던 화물운송 수요가 지하화물운송시스템으로 전환되면서 감소하는 운송수요 탓에 화물자동차 운전자 등 기존 업계의 매출경감이 예상됨에 따라 기존 업역을 침해받는 업계 혹은 이해관계자들의 반발이 예상됨

다. 과학기술적 파급효과

○ 본 기획과제에서 제안하는 대량 규격화물 지하운송 시스템, 소형화물 개별 운송 시스템, 파이프라인 벌크 운송 시스템 등은 토목, 기계, 전기 및 전자 등 첨단기술이 복합된 종합 시스템의 성격을 띠고 있어 기술이전, 기술개발 및 기존기술의 고도화 등이 동시에 일어나 국내 산업전반에 미치는 과학기술적 측면의 파급효과가 큼

(1) 토목 건설기술의 향상

○ 대규모 프로젝트를 건설비용이 가장 적게 들면서 종합적으로 관리할 수 있는 사업관리 기법(PM)을 본격적으로 도입하여 적용

○ 교량·터널 등 구조물이 주행 시 받게 되는 공기/소음/진동의 영향분석 및 해소방안 등의 기술개발로 구조물 설계 능력이 향상

(2) 경량·고강도 신소재 기술의 발전

○ 수송수단의 레일 및 차체, 차량 간 연계부품 등 경량·고강도 신소재가 소요되는 분야가 많아 신소재 관련 기술이 비약적으로 발전할 소지가 있으며,

○ 이러한 기술발전은 자동차, 기차, 선박 등 운송수단의 경량화와 관련소재 산업에 다양하게 활용될 수 있음

(3) 전기관련 기술의 발달

○ 최적의 선형모터블럭 설계/제작 기술이 비약적으로 발전할 수 있으며, 이러한 선형모터관련 기술은 향후 여객부문 경전철 생산 등 전기관련 산업의 발전을 초래할 수 있음

○ 대용량 전력공급, 전력변환(Converter/Inverter) 및 Gate Control 기술은 가전제품, 산업용 동력 변환, 로보트 등에도 널리 활용될 수 있음

(4) 전자 및 정보통신 관련기술의 발달

○ 수송수단의 첨단 자동제어, 자기진단 기술은 산업기기 자동화 · 산업용 로봇 · 주문형 반도체산업 등에도 기술파급 효과를 기대할 수 있음

○ 실시간 위치정보 처리 및 모니터링 기술은 GPS, RFID/USN 등 관련 정보통신업계의 발전은 물론 관련 과학기술의 수준을 촉진시키는 계기가 될 수 있음

○ 광섬유를 이용한 데이터 전송 기술은 근거리 및 원거리 통신망(LAN, WAN) 등 부가가치 통신망 구축에 기여할 수 있음

(5) 교통수단 종합설계 능력의 향상

○ 본 기획과제에서 제안하는 대량 규격화물 지하운송 시스템, 소형화물 개별 운송 시스템, 파이프라인 벌크 운송 시스템 등을 통하여 일반철도, 지하철 및 경전철 등 대중·대량 교통수단의 종합 설계 능력이 향상될 수 있을 것으로 기대됨

○ 소형화물 개별 지하운송 시스템과 관련하여 튜브 내 저항을 최소화하기 위한 공기역

학(Aerodynamic)기술을 항공기 · 자동차 · 유도미사일 등 고속으로 이동하는 차체의 형상설계에도 활용 가능함

목 차

[국문 요약문] ····· ix

1장. 연구의 개요 ····· 3
1절. 연구의 배경 및 목적 ····· 3
2절. 연구의 내용과 방법 ····· 7

2장. 국내 물류산업/정책 및 사업추진 현황 ····· 17
1절. 물류산업 및 정책 동향 ····· 17
2절. 지하물류 관련 R&D사업 추진 동향 ····· 55
3절. 관련 논문 및 특허 동향 ····· 74

3장. 지상 화물운송체계 현황 분석 ····· 101
1절. 주요 생산거점/물류거점별 화물수송수요 분석 ····· 101
2절. 국내 화물수송 현황 및 전망 ····· 122
3절. 주요 생산거점/물류거점별 대상품목별 화물수송체계 분석 ···· 144
4절. 지상화물운송체계 문제점 및 대응방안 ····· 217

4장. 지하 화물운송 시스템의 국제/국내 동향조사 및 기술예측 ·· 225
1절. 국내외 지하교통물류체계 추진사례 ····· 225
2절. 국내외 관련 기술, 제품 개발 및 실용화 동향 조사 분석 245
3절. 기술수요 및 기술예측 조사 ····· 276
4절. 기술개발 추진방향 ····· 324

5장. 지하 화물운송 시스템 기술개발 전략수립 ····· 383
1절. 비전 및 기술발전 시나리오 ····· 383
2절. 우리 실정에 맞는 지하 화물운송방식의 선정 ····· 391
3절. 지하 화물운송방식 우선순위 선정 ····· 401

4절. 연구수행체계 및 지하 화물운송방식 과제카드 ····· 423

6장. 지하 화물운송 시스템 기획 ····· 432
1절. '대량 규격화물 지하운송 시스템' 기획 ····· 432
2절. '소형 화물 개별 운송 시스템' 기획 ····· 472
3절. '파이프라인 벌크 운송 시스템' 기획 ····· 502
4절. 과제 제안요구서(RFP) ····· 526

7장. 연구개발 사전 타당성 분석 및 추진방안 ····· 544
1절. 정책적 타당성 ····· 544
2절. 기술적 타당성 ····· 550
3절. 경제·사회·과학기술적 타당성 ····· 559
4절. 기존 인프라 및 기술과의 연계방안 ····· 613
5절. 국제공동연구, 국내 타 기관과의 협조 및 전문가 확보방안 ··· 621

부 록 ····· 627
부록 1. 「지하 화물운송 시스템 기술개발 기획」 기술정의서 ···· 629
부록 2. 「지하 화물운송 시스템 기술개발 기획」 개선기술검토서 ··· 635
부록 3. 「지하 화물운송 시스템 기술개발 기획」
성과지표 및 목표 검토서 ····· 636
부록 4. 「지하 화물운송 시스템 기술개발 기획」 중복성 검토서 ··· 644
부록 5. 제안요구서(RFP) 대비표 ····· 655
부록 6. 중간보고 보완대비표 ····· 659
부록 7. 최종평가 보완대비표 ····· 661

표 차례

[표 2-1] 물류시장 관련 주요 지표 ····· 17
[표 2-2] 물류산업의 업종별 매출 추이 ····· 18
[표 2-3] 물류산업의 업종별 업체수 및 종사자수 추이 ····· 19
[표 2-4] 국가물류비 추이 ····· 21
[표 2-5] 기능별 국가물류비 추이 ····· 22
[표 2-6] 기능별 국가물류비 비중 추이 ····· 24
[표 2-7] 국내화물 수단별 수송실적 추이(톤-km 기준) ····· 26
[표 2-8] IMD의 평가에 의한 우리나라 교통부문의 국가경쟁력 순위 ····· 28
[표 2-9] 2010년 부처별 R&D 예산 ····· 56
[표 2-10] 연도별 국토해양 R&D 투자 추이 ····· 56
[표 2-11] 건설교통부문 국토해양 R&D 투자실적 ····· 58
[표 2-12] 해양부문 국토해양 R&D 투자실적 ····· 59
[표 2-13] 2010, 2011년 국토해양 R&D 총연구비 및 녹색기술 투자 금액 ····· 61
[표 2-14] 부처별 R&D 추진계획 현황 ····· 66
[표 2-15] 관련 사업 현황 ····· 72
[표 2-16] 세부 기술별 국내 논문발표 동향 ····· 75
[표 2-17] 세부 기술별 국외 논문 동향 ····· 80
[표 2-18] 국가별 지하 화물운송 특허출원 동향 ····· 93
[표 2-19] 물류기술별 특허출원 등록 현황 ····· 95

[표 3-1] 산업단지 현황 ····· 102
[표 3-2] 시·도별 주요 국가산업단지 입주 유치업종 ····· 103
[표 3-3] 지역별/업종별 평균 부지면적 ····· 104
[표 3-4] 단지별/업종별 평균 부지면적 ····· 104
[표 3-5] 단지별/업종별 평균 생산부지면적 ····· 105
[표 3-6] 물류거점시설의 구분 ····· 107
[표 3-7] 물류시설유형별 수행기능 ····· 107
[표 3-8] 국내 물류거점시설 추진현황 ····· 108
[표 3-9] 항만배후단지 지정대상 부지 ····· 109
[표 3-10] 항만별 항만배후단지 수요 및 공급계획 ····· 110

[표 3-11] 인천국제공항 화물터미널 입주기업 ····· 112
[표 3-12] 김해공항 및 제주공항 화물터미널의 시설현황 ····· 113
[표 3-13] 인천국제공항물류단지 (1단계, 2단계, 3단계) 토지이용계획 ····· 113
[표 3-14] 내륙물류기지 조성현황 및 계획 ····· 117
[표 3-15] 물류단지 공급계획 ····· 118
[표 3-16] 철도역 CY현황 ····· 120
[표 3-17] 농수산물 유통시설 현황 ····· 121
[표 3-18] 연도별 수단별 물동량 현황(톤 기준) ····· 122
[표 3-19] 연도별 수단별 물동량 현황(톤-km 기준) ····· 124
[표 3-20] 연도별 광역권별 수송수단 분담률 추이(톤 기준) ····· 126
[표 3-25] 연도별 지방부별 수송수단 분담율 추이(톤 기준) ····· 127
[표 3-22] 수단별 물동량 연평균 증가율 ····· 128
[표 3-23] 2008년 전국 16개 시도별 전품목 화물 발생량 및 도착량 ····· 129
[표 3-24] 지역별 도로 화물 발생량 및 도착량 전망 ····· 130
[표 3-25] 2008년 철도 화물 발생량 및 도착량 ····· 131
[표 3-26] 지역별 철도 화물 발생량 및 도착량 전망 ····· 132
[표 3-27] 2008년 전국 수출입 일반화물의 시도별 유발 물동량 추이 ····· 133
[표 3-28] 해운 컨테이너 물동량 전망 ····· 134
[표 3-29] 해운 수출입 컨테이너의 시도별 전망 ····· 135
[표 3-30] 항만별 컨테이너 물동량 전망 ····· 135
[표 3-31] 해운 수출입 일반화물의 시도별 전망 ····· 136
[표 3-32] 2008년 7개 대분류 품목별 전국 도로 화물 발생량 ····· 137
[표 3-33] 연도별 대분류 품목별 전국 도로화물 전망 ····· 138
[표 3-34] 철도 화물 발생량 현황 및 전망 ····· 138
[표 3-35] 철도 화물 연평균 증가율 ····· 139
[표 3-36] 수출입 화물 품목별 물동량 현황 및 전망 ····· 140
[표 3-37] 생산거점 지역별 세부 품목별 월평균 입하량 ····· 145
[표 3-38] 생산거점 단지별 세부 품목별 월평균 입하량 ····· 146
[표 3-39] 생산거점 지역별 세부 품목별 월평균 출하량 ····· 147
[표 3-40] 생산거점 단지별 세부 품목별 월평균 출하량 ····· 148
[표 3-41] 생산거점 업종별 차량 이용 비중 ····· 149
[표 3-42] 생산거점 최근 1개월간 입하 시 단지별 운송수단별 이용 비중 ····· 149
[표 3-43] 생산거점 최근 1개월간 입하 시 업종별 운송수단별 이용 비중 ····· 150

[표 3-44] 생산거점 최근 1개월간 출하 시 업종별 운송수단별 이용 비중 ····· 150
[표 3-45] 생산거점 단지별 세부 품목별 일평균 이동거리 ····· 151
[표 3-46] 생산거점 최근 1개월간 입/출하지간 평균 물동량 O/D ····· 152
[표 3-47] 물류거점 유형별 입하 및 출하량(월 기준) ····· 153
[표 3-48] 물류거점 시설간 물동량 이동 현황(입하 기준) ····· 154
[표 3-49] 물류거점 시설간 물동량 이동 현황(출하 기준) ····· 154
[표 3-50] 물류거점 화물 품목별 입하량(월 기준) ····· 155
[표 3-51] 물류거점 화물 품목별 출하량(월 기준) ····· 156
[표 3-52] 부산신항 물류단지 월간 품목별 물동량 ····· 157
[표 3-53] 광양항 물류단지 품목별 월간 품목별 물동량 ····· 157
[표 3-54] 아암 물류단지 월간 품목별 물동량 ····· 158
[표 3-55] 인천공항 물류단지 월간 품목별 물동량 ····· 159
[표 3-56] 김포공항 물류단지 월간 품목별 물동량 ····· 160
[표 3-57] 김해공항 화물터미널 월간 품목별 물동량 ····· 161
[표 3-58] 군포 복합화물터미널 월간 품목별 물동량 ····· 162
[표 3-59] 양산 복합화물터미널 월간 품목별 물동량 ····· 163
[표 3-60] 의왕 ICD 월간 품목별 물동량 ····· 164
[표 3-61] 양산 ICD 월간 품목별 물동량 ····· 165
[표 3-62] 물류거점 운송수단별 월간 입하량 ····· 166
[표 3-63] 물류거점 운송수단별 월간 출하량 ····· 167
[표 3-64] 물류거점별 입하지 및 출하지 화주 평균 거리 ····· 169
[표 3-65] 부산신항 물류단지 입하 시 품목별 운송수단 ····· 170
[표 3-66] 부산신항 물류단지 출하 시 품목별 운송수단 ····· 170
[표 3-67] 광양항 물류단지 입하 시 품목별 운송수단 ····· 171
[표 3-68] 아암 물류단지 입하 시 품목별 운송수단 ····· 172
[표 3-69] 아암 물류단지 출하 시 품목별 운송수단 ····· 172
[표 3-70] 인천공항 물류단지 입하 시 품목별 운송수단 ····· 173
[표 3-71] 인천공항 물류단지 출하 시 품목별 운송수단 ····· 173
[표 3-72] 김포공항 물류단지 입하 시 품목별 운송수단 ····· 174
[표 3-73] 김포공항 물류단지 출하 시 품목별 운송수단 ····· 175
[표 3-74] 김해공항 화물터미널 입하 시 품목별 운송수단 ····· 176
[표 3-75] 김해공항 화물터미널 출하 시 품목별 운송수단 ····· 176
[표 3-76] 군포 복합화물터미널 입하 시 품목별 운송수단 ····· 177

[표 3-77] 군포 복합화물터미널 출하 시 품목별 운송수단 ····· 178
[표 3-78] 양산 복합화물터미널 입하 시 품목별 운송수단 ····· 179
[표 3-79] 양산 복합화물터미널 출하 시 품목별 운송수단 ····· 179
[표 3-80] 의왕 ICD 입하 시 품목별 운송수단 ····· 180
[표 3-81] 의왕 ICD 출하 시 품목별 운송수단 ····· 181
[표 3-82] 양산 ICD 입하 시 품목별 운송수단 ····· 182
[표 3-83] 양산 ICD 출하 시 품목별 운송수단 ····· 183
[표 3-84] 물류거점 입하지 및 출하지 분포 ····· 184
[표 3-85] 물류거점 입하지 및 출하지 유형 ····· 185
[표 3-86] 부산신항 물류단지 입하 및 출하 지역 분포 ····· 186
[표 3-87] 부산신항 물류단지 입하 및 출하 지역 유형 ····· 186
[표 3-88] 광양항 물류단지 입하 및 출하 지역 분포 ····· 187
[표 3-89] 광양항 물류단지 입하 및 출하 지역 유형 ····· 187
[표 3-90] 아암 물류단지 입하 및 출하 지역 분포 ····· 188
[표 3-91] 아암 물류단지 입하 및 출하 지역 유형 ····· 188
[표 3-92] 인천공항 물류단지 입하 및 출하 지역 분포 ····· 189
[표 3-93] 인천공항 물류단지 입하 및 출하 지역 유형 ····· 189
[표 3-94] 김포공항 물류단지 입하 및 출하 지역 분포 ····· 190
[표 3-95] 김포공항 물류단지 입하 및 출하 지역 유형 ····· 190
[표 3-96] 김해공항 화물터미널 입하 및 출하 지역 분포 ····· 191
[표 3-97] 김해공항 화물터미널 입하 및 출하 지역 유형 ····· 191
[표 3-98] 군포 복합화물터미널 입하 및 출하 지역 분포 ····· 192
[표 3-99] 군포 복합화물터미널 입하 및 출하 지역 유형 ····· 192
[표 3-100] 양산 복합화물터미널 입하 및 출하 지역 분포 ····· 193
[표 3-101] 양산 복합화물터미널 입하 및 출하 지역 유형 ····· 193
[표 3-102] 의왕 ICD 입하 및 출하 지역 분포 ····· 194
[표 3-103] 의왕 ICD 입하 및 출하 지역 유형 ····· 194
[표 3-104] 양산 ICD 입하 및 출하 지역 분포 ····· 195
[표 3-105] 양산 ICD 입하 및 출하 지역 유형 ····· 196
[표 3-106] 음식료품 유통경로 ····· 197
[표 3-107] 음식료품 운송수단 ····· 198
[표 3-108] 음식료품 매출액 대비 물류비 비중 ····· 198
[표 3-109] 전기전자제품 유통경로 ····· 200

[표 3-110] 전기전자제품 운송수단 ····· 201
[표 3-111] 전기전자제품 매출액 대비 물류비 비중 ····· 202
[표 3-112] 자동차 및 자동차 부품 경로별 운송 주체 ····· 204
[표 3-113] 자동차 및 자동차 부품 품목별 월 평균 물동량 및 운송비 ····· 206
[표 3-114] 자동차 및 자동차 부품 운송수단 ····· 207
[표 3-115] 자동차 및 자동차 부품 유통경로 조사 권역 물동량 O/D 비중 ····· 209
[표 3-116] 석유화학의 경로별 운송 주체 ····· 211
[표 3-117] 석유화학 품목별 월 평균 물동량 및 운송비 ····· 213
[표 3-118] 석유화학 운송수단 ····· 214
[표 3-119] 석유화학 유통경로 조사 권역 물동량 O/D 비중 ····· 216

[표 4-1] 알미르의 쓰레기 관로수송시스템 개요 ····· 234
[표 4-2] 함부르크 항의 컨테이너 처리량 ····· 237
[표 4-3] 앤트워프항 수송분담률 개선 방안 ····· 237
[표 4-4] 용인 수지2지구 관로수송시스템 개요 ····· 241
[표 4-5] 종류에 따른 쓰레기 배출 방법 ····· 242
[표 4-6] 고정식 및 이동식 쓰레기 관로 수송방식 비교 ····· 260
[표 4-7] 관련 기술 검토 요약 ····· 274
[표 4-8] 물류분야 AHP 분석 우선순위 선정 결과 ····· 277
[표 4-9] 국내기술수준 조사항목 ····· 281
[표 4-10] 최고기술보유국 조사항목 ····· 281
[표 4-11] 기술성숙도 조사항목 ····· 282
[표 4-12] 기술실현 예측시기 조사항목 ····· 282
[표 4-13] 기대효과 조사항목 ····· 283
[표 4-14] 기술획득방식 조사항목 ····· 283
[표 4-15] 실현상의 장애요인 조사항목 ····· 284
[표 4-16] 대분류별 응답회수율 현황 ····· 287
[표 4-17] 관련 중분류별 응답자 수 분포 ····· 289
[표 4-18] 관련 중분류별 국내기술수준 평균 순위 ····· 291
[표 4-19] 관련 중분류별 최고기술보유국 분포 ····· 293
[표 4-20] 관련 중분류별 국내기술성숙도 분포 ····· 295
[표 4-21] 관련 중분류별 기술실현 예측시기 분포 및 평균 실현 예측시기 ····· 297
[표 4-22] 관련 중분류별 기대효과 지수 분포 ····· 298

[표 4-23] 관련 중분류별 기술획득방식 분포 ····· 300
[표 4-24] 관련 중분류별 실현상의 장애요인 분포 ····· 302
[표 4-25] 관련 중분류 및 소분류 포트폴리오 분석을 위한 분류번호 ····· 303
[표 4-26] 2020년 미래의 6개 트렌드 그룹, 15대 메가트렌드별 핵심요소 및 방향 ····· 326
[표 4-27] 메가트렌드가 주요 산업에 미치는 영향 요약 ····· 330
[표 4-28] 2025 4대 글로벌 트렌드 요약 ····· 331
[표 4-29] 2030 8대 글로벌 트렌드 요약 ····· 334
[표 4-30] 물류분야의 미래이슈와 미래니즈 ····· 345
[표 4-31] 범정부 녹색기술 R&D 투자계획 ····· 348
[표 4-32] 지화 화물운송시스템 기술의 여건분석 ····· 353
[표 4-33] 2010년 고속도로 교통사고 현황 ····· 354
[표 4-34] 도로교통사고비용 ····· 355
[표 4-35] 국토해양 녹색기술 투자 추이 ····· 363
[표 4-36] 영업용 도로화물수송비 추이 ····· 366
[표 4-37] '07년 전국 오염배출요인별 대기오염물질 배출량 ····· 369
[표 4-38] '07년 도로이동오염원 대기오염물질 배출량 ····· 369
[표 4-39] 2007년 부문별 온실가스 배출 현황 ····· 370
[표 4-40] 교통수단별 온실가스 배출량 추이 ····· 370
[표 4-41] 2008년, 2020년 교통부문 온실가스 배출량 현황 및 전망 ····· 371
[표 4-42] 17개 신성장동력 ····· 372
[표 4-43] 30대 미래핵심기술(Green-up 30) ····· 372
[표 4-44] 우리나라 FTA 추진현황 ····· 374
[표 4-45] 국내 항만과 공항의 화물 처리실적 ····· 374
[표 4-46] 지하 화물운송 기술관련 Keyword ····· 376

[표 5-1] 지하 화물운송 시스템 후보과제 정의 및 내용 ····· 399
[표 5-2] 지하 화물운송방식 후보과제 설정 및 기술개발 단계 ····· 402
[표 5-3] 지하 화물운송방식 후보과제 기술수준 ····· 403
[표 5-4] 지하 화물운송방식 1차 후보과제 및 개발목표/성과물 설정 ····· 405
[표 5-5] 지하 화물운송방식 후보과제별 기술개발 목표와의 부합성 ····· 406
[표 5-6] 지하 화물운송방식 1차 후보과제별 특성 ····· 407
[표 5-7] 지하 화물운송방식 1차 후보과제간 연계(중복)검토 ····· 408

[표 5-8] 지하 화물운송방식 1차 후보과제 검토결과 및 조정방안 ····· 409
[표 5-9] 지하 화물운송방식 1차 후보과제 조정결과: 최종 후보과제 도출 ····· 410
[표 5-10] 기술개발 환경 니즈 평가 항목 ····· 415
[표 5-11] 지하 화물운송 기술개발 환경 니즈 ····· 417
[표 5-12] 기술개발 환경 니즈 항목과 기술개발 환경 니즈 평가항목간의 연관 정도(10점척도) ····· 418
[표 5-13] 기술개발환경 니즈 항목별 가중치 산정 결과 ····· 420
[표 5-14] 지하 화물운송방식 최종 후보과제 우선순위 선정 ····· 422
[표 5-15] '1. 대량 규격화물 지하운송시스템' 과제 카드 ····· 424
[표 5-16] '2. 소형 화물 개별 운송 시스템' 과제 카드 ····· 426
[표 5-17] '3. 파이프라인 벌크 운송 시스템' 과제 카드 ····· 428

[표 6-1] 대량 규격화물 운송 시스템 기술트리 ····· 434
[표 6-2] 대량 규격화물 지하 운송시스템의 기본 요구사항 ····· 442
[표 6-3] 대량 규격화물 지하운송 시스템 연구단 - 세부과제 1 ····· 443
[표 6-4] 대량 규격화물 지하운송 시스템 연구단 - 세부과제 2 ····· 444
[표 6-5] 대량 규격화물 지하운송 시스템 연구단 - 세부과제 3 ····· 445
[표 6-6] 물류거점 도입시설 및 기능 ····· 455
[표 6-7] 광역산업단지의 주요 유치기능 ····· 455
[표 6-8] 복합물류단지의 주요 유치기능 ····· 456
[표 6-9] '대량 규격화물 지하운송 시스템 연구단' 연구비 총괄 ····· 464
[표 6-10] '1 세부과제. 대량 규격화물 지하운송 인프라 시스템 기술' 연구비 총괄 ··· 465
[표 6-11] '2 세부과제. 대량 규격화물 지하운송 장비 및 제어기술' 연구비 총괄 ···· 466
[표 6-12] '3 세부과제. 대량 규격화물 지하운송 연계 시스템 구축 기술' 연구비 총괄 ··· 467
[표 6-13] 소형 화물 개별 운송 시스템 기술트리 ····· 474
[표 6-14] 소형 화물 개별 운송시스템의 기본 요구사항 ····· 481
[표 6-15] 소형 화물 개별 운송 시스템 연구단 - 세부과제 1 ····· 482
[표 6-16] 소형 화물 개별 운송 시스템 연구단 - 세부과제 2 ····· 483
[표 6-17] 인천국제공항 수출입 물동량('09년 기준) ····· 487
[표 6-18] KTX-공항철도 정차역 운영계획 ····· 488
[표 6-19] '소형 화물 개별 운송 시스템 연구단' 연구비 총괄 ····· 496
[표 6-20] '1 세부과제. 소형화물 개별 운송 인프라 시스템 기술' 연구비 총괄 ·· 497
[표 6-21] '2 세부과제. 소형화물 개별 운송장비 및 제어 시스템 기술' 연구비 총괄 ·· 498

[표 6-22] 파이프라인 벌크 운송 시스템 기술트리 ····· 504
[표 6-23] 파이프라인 벌크 운송시스템의 기본 요구사항 ····· 508
[표 6-24] 파이프라인 벌크 운송 시스템 연구단 - 세부과제 1 ····· 509
[표 6-25] 파이프라인 벌크 운송 시스템 연구단 - 세부과제 2 ····· 510
[표 6-26] 한국남부발전(주) 운영 발전소 연료현황 ····· 513
[표 6-27] '파이프라인 벌크 운송 시스템' 연구비 총괄 ····· 520
[표 6-28] '1 세부과제. 파이프라인 벌크화물 저장 및 공급 시스템 기술' 연구비 총괄 ··· 521
[표 6-29] '2 세부과제. 파이프라인 벌크화물 운반/분류 및 제어 시스템 기술'
연구비 총괄 ····· 522

[표 7-1] 건설교통분야 미래 첨단도시 건설기술 중 복합지하 대공간
개발기술의 기술수준 및 격차(2010년 기준) ····· 556
[표 7-2] 건설교통분야 차세대 철도시스템기술 중 리니어전철기술의
기술수준 및 격차(2010년 기준) ····· 556
[표 7-3] 건설교통분야 첨단물류기술 중 지능형물류장비기술의 기술수준
및 격차(2010년 기준) ····· 556
[표 7-4] 건설교통분야 첨단물류기술 중 물류시설 인프라 고도화기술의
기술수준 및 격차(2010년 기준) ····· 557
[표 7-5] 편익 분석 항목 ····· 564
[표 7-6] 비용 분석 항목 ····· 565
[표 7-7] 2020년 국제산업물류도시 종합물동량 ····· 567
[표 7-8] 국제산업물류도시 물동량 예측 결과 ····· 567
[표 7-9] 대량 규격화물 지하운송 시스템 사업의 편익 항목 ····· 568
[표 7-10] 대량 규격화물 지하운송 시스템 공사 구간 및 길이 ····· 569
[표 7-11] 화물차량 중량별 평균 적재율 및 적재 효율 ····· 569
[표 7-12] 국제산업물류도시 연간 운행 소요대수 추정 ····· 569
[표 7-13] 차종별·속도별 차량운행비용(2007년 기준) ····· 570
[표 7-14] 연도별 소비자 물가지수 ····· 570
[표 7-15] 업무통행 시간가치(2007년 기준) ····· 571
[표 7-16] 도로유형별 교통사고 발생비율 ····· 573
[표 7-17] 도로부문의 교통사고비용 원단위(2007년 기준) ····· 573
[표 7-18] 차종별·속도별 대기오염비용(2007년 기준) ····· 575
[표 7-19] 일반도로의 소음도 예측식 이격거리 관련 파라미터 ····· 577

[표 7-20] 소음비용의 평균 원단위(2007년 기준) ····· 577
[표 7-21] 대량 규격화물 지하운송 시스템 사업의 비용 항목 ····· 580
[표 7-22] 대량 규격화물 지하운송 시스템 공사 구간 길이 및 공사비 적용 단가 ··· 580
[표 7-23] 궤도공사 표준공사비(개략적 기준 : 2007년 기준) ····· 581
[표 7-24] 전력공사 표준공사비(개략적 기준 : 2007년 기준) ····· 581
[표 7-25] 통신공사 표준공사비(개략적 기준 : 2007년 기준) ····· 581
[표 7-26] 대안 1 공사 구간 길이 및 공사비 적용 단가 ····· 582
[표 7-27] 대안 2 공사 구간 길이 및 공사비 적용 단가 ····· 582
[표 7-28] 공사비 요율에 의한 부대비 ····· 583
[표 7-29] 대량 규격화물 지하운송 시스템 기준 대안 1, 2의 경제적 타당성 분석 결과 ··· 585
[표 7-30] 대량 규격화물 지하운송 시스템과 대안 1의 민감도 분석 결과 ····· 586
[표 7-31] 대량 규격화물 지하운송 시스템과 대안 2의 민감도 분석 결과 ····· 587
[표 7-32] 대량 규격화물 지하운송 시스템과
대안 1(기존 지상 도로 이용 시)간 경제적 타당성 분석 결과 ····· 588
[표 7-33] 대량 규격화물 지하운송 시스템과
대안2(지상 물류 전용도로 신설 시)간 경제적 타당성 분석 결과 ····· 589
[표 7-34] 2009년 인천국제공항 수출입 물동량 ····· 591
[표 7-35] 2009년 인천국제공항 이동 물동량 ····· 591
[표 7-36] 소형화물 개별 지하운송 시스템 이용 물동량 및 이동경로 ····· 592
[표 7-37] 소형화물 개별 지하운송 시스템 이용 이동경로별 물동량 예측 결과 ··· 592
[표 7-38] 소형화물 개별 지하운송 시스템 사업의 편익 항목 ····· 592
[표 7-39] 소형화물 개별운송 시스템 이용 이동경로 및 평균 이동거리 ····· 593
[표 7-40] 인천국제공항 연간 운행 소요대수 추정 ····· 594
[표 7-41] 도로의 구분에 따른 설계속도 ····· 595
[표 7-42] 소형화물 개별운송 시스템 이용 이동경로별 평균 이동거리
및 운행시간(50㎞/h 운행 시) ····· 595
[표 7-43] 소형화물 개별운송 시스템 건설 구간 및 연장 ····· 598
[표 7-44] 대안 1의 도로 구간 및 연장 ····· 599
[표 7-45] 소형화물 개별 지하운송 시스템 사업의 비용 항목 ····· 599
[표 7-46] 소형화물 개별 지하운송 시스템 공사 구간 길이 및 공사비 적용 단가 ··· 600
[표 7-47] 대안 1 공사 구간 길이 및 공사비 적용 단가 ····· 600
[표 7-48] 소형화물 개별 지하운송 시스템 기준 대안 1의 경제적 타당성 분석 결과 ··· 603
[표 7-49] 소형화물 개별 지하운송 시스템과 대안 1의 민감도 분석 결과 ····· 603

[표 7-50] 소형화물 개별운송 시스템과
대안 1(기존 지상 도로 이용 및 신설 시)간 경제적 타당성 분석 결과 … 605
[표 7-51] 파이프라인 벌크 지하운송 시스템 1단계 소요비용 ····· 607
[표 7-52] 파이프라인 벌크 지하운송 시스템 2단계 소요비용 ····· 607
[표 7-53] 2008년 기준 부문별 생산유발계수, 부가가치유발계수, 취업유발계수 … 608
[표 7-54] 지하 화물운송 시스템 기술과제 투자금액 ····· 608
[표 7-55] 지하 화물운송 시스템 기술과제별 생산 유발 효과 ····· 609
[표 7-56] 지하 화물운송 시스템 기술과제별 부가가치 유발 효과 ····· 609
[표 7-57] 지하 화물운송 시스템 기술과제별 취업유발 효과 ····· 609
[표 7-58] 산업단지 업종별 평균부지면적 ····· 614
[표 7-59] 산업단지 지역별 평균부지면적 ····· 614
[표 7-60] 기관별 협력분야 및 협력방안 ····· 626

그림 차례

[그림 1-1] 지하 화물운송시스템 구축 필요성 ····· 4
[그림 1-2] 본 사업과 기획 연구과제 연계방안 ····· 5
[그림 1-3] 기획연구 중점 추진 분야 ····· 6
[그림 1-4] 지하 화물운송 기획연구 내용구성 및 세부목표 설정 ····· 9
[그림 1-5] 연구절차 및 추진 전략 ····· 10
[그림 1-6] 지하 화물운송 시나리오 설정 방법 ····· 11
[그림 1-7] 지하 화물운송 전환수요 분석 및 테스트 후보군 선정 방법 ····· 12
[그림 1-8] 지하화물운송 기술개발기획 및 전략수립 방법 ····· 13
[그림 1-9] 연구진 구성 ····· 14

[그림 2-1] 국내 3자물류 이용 현황 ····· 17
[그림 2-2] 물류산업의 업종별 연평균 증가율('05～'08) ····· 20
[그림 2-3] 기능별 물류비 비중 추이(국제화물 수송비 제외) ····· 23
[그림 2-4] 국가물류비 부가가치 및 물류비 대비 비중 ····· 25
[그림 2-5] 국가별 GDP 대비 물류비 비교 ····· 25
[그림 2-6] 녹색성장 5개년 기본계획 ····· 34
[그림 2-7] 교통부문 지속가능 법 및 계획 재정 배경 ····· 39
[그림 2-8] 국가물류기본계획의 기본구조 ····· 42
[그림 2-9] 교통물류부문 R&D 투자 추이 ····· 60
[그림 2-10] 국토해양 R&D 사업 예산(안) ····· 61
[그림 2-11] 「국가물류 표준 종합시스템 개발」 로드맵 ····· 68
[그림 2-12] 「철도물류활성화를 위한 DMT 수송시스템 개발」 로드맵 ····· 70
[그림 2-13] 지하 화물운송관련 연도별 국내 논문발표 동향 ····· 75
[그림 2-14] 지하 화물운송관련 연도별 국외 논문발표 동향 ····· 78
[그림 2-15] 지하 화물운송관련 국가별 국외 논문발표 동향 ····· 79
[그림 2-16] 지하 화물운송관련 국가별 공동연구 동향 ····· 79
[그림 2-17] 지하화물운송시스템 분야의 전 세계 출원(등록) 건 ····· 81
[그림 2-18] 지하화물운송시스템 분야의 국가별 기술분야별 동향 ····· 82
[그림 2-19] 포트폴리오로 본 지하 화물운송 시스템 분야의 위치 ····· 83
[그림 2-20] 지하화물운송시스템 분야의 분야별 출원(등록) 건수 추이 ····· 84

[그림 2-21] 주요국가의 특허영향력 및 시장확보력 ····· 85
[그림 2-22] 지하화물운송시스템 국가별 연구개발 방향 ····· 86
[그림 2-23] TCT와 NPR을 이용한 진입의 용이성 분석 ····· 87
[그림 2-24] 주요출원인의 특허영향력 및 시장확보력 ····· 88
[그림 2-25] 지하화물운송시스템 주요 출원인별 연구개발 방향 ····· 89
[그림 2-26] TCT와 NPR을 이용한 진입의 용이성 분석 ····· 90
[그림 2-27] 연도별 국내 특허출원 현황 ····· 91
[그림 2-28] 연도별 국외 특허출원 현황 ····· 92
[그림 2-29] 국가별 특허출원 현황 ····· 93
[그림 2-30] 출원국가별 공동출원 네트워크 ····· 93
[그림 2-31] IPC 분야별 출원 순위 ····· 94
[그림 2-32] 지하 화물운송관련 IPC분야별 공동출원 동향 ····· 94

[그림 3-1] 부산신항 항만배후단지 토지이용 계획 ····· 111
[그림 3-2] 광양항 항만배후단지 토지이용 계획 ····· 111
[그림 3-3] 인천국제공항 물류단지 사업대상지 위치도 ····· 114
[그림 3-4] 김포공항 화물취급시설 현황 ····· 115
[그림 3-5] 연도별 수단별 물동량 비중(톤 기준) ····· 123
[그림 3-6] 연도별 수단별 물동량 전망(톤 기준) ····· 128
[그림 3-7] 2008년 도로화물 물동량 O/D 현황 ····· 141
[그림 3-8] 품목별 생산거점/물류거점 화물수송수요 분석 ····· 143
[그림 3-9] 물류거점과 화주간의 거리 ····· 168
[그림 3-10] 음식료품 유통경로 ····· 197
[그림 3-11] 음식료품 지역별 분포 ····· 199
[그림 3-12] 전기전자제품 유통경로 ····· 201
[그림 3-13] 전기전자제품 지역별 분포 ····· 202
[그림 3-14] 자동차 및 자동차 부품 업체의 전반적인 유통경로 ····· 203
[그림 3-15] 자동차 및 자동차 부품의 운송거리 권역 ····· 208
[그림 3-16] 자동차 및 자동차 부품 유통경로 조사 권역 물동량 O/D 비중 ····· 209
[그림 3-17] 석유화학 업체의 전반적인 유통경로 ····· 210
[그림 3-18] 석유화학의 운송거리 권역 ····· 215
[그림 3-19] 석유화학 유통경로 조사 권역 물동량 O/D 비중 ····· 216

[그림 4-1] DMT(Dual Mode Truck) 개념도 ····· 226
[그림 4-2] 수도권 대심도 지하물류터널 종단도, 표준단면도 ····· 228
[그림 4-3] 오다이바 쓰레기 관로수송시스템 ····· 230
[그림 4-4] 다마 신도시 쓰레기 관로수송시스템 ····· 232
[그림 4-5] 네덜란드 OSL 프로젝트 개요 및 ASH 지역 ····· 233
[그림 4-6] 네덜란드 지하 화훼 물류시스템 ····· 233
[그림 4-7] 쓰레기 관로수송시스템의 개념도 ····· 234
[그림 4-8] 네덜란드 알미르 관로수송시스템 적용 사례 ····· 235
[그림 4-9] Scheldt강 지하 물류 시스템 굴착도 ····· 236
[그림 4-10] 스웨덴 선드비베르크 쓰레기 관로수송시스템 ····· 238
[그림 4-11] 스웨덴 예테보리(고텐부르크) 쓰레기 관로수송시스템 도입사례 ····· 239
[그림 4-12] 하마비 허스타드(Hammarby Sjostad)의 관로수송시스템 적용사례 ··· 240
[그림 4-13] 하마비 신도시 쓰레기 관로수송시스템 ····· 240
[그림 4-14] 용인수지 현대성우아파트 쓰레기 옥외투입구 ····· 242
[그림 4-15] 분당 코오롱 트리폴리스 쓰레기 관로수송시스템 ····· 243
[그림 4-16] 대한항공 쓰레기 관로수송시스템 ····· 244
[그림 4-17] Closed-Loop System 개념도(DENYS NV) ····· 245
[그림 4-18] SkyTech Transportation ····· 247
[그림 4-19] SAFE Freight Shuttle ····· 248
[그림 4-20] 샌디에고 시험선에서 시험 중인 GA 자기부상 차량과
LA ECCO프로젝트 ····· 249
[그림 4-21] TubeXpress의 개념도 ····· 250
[그림 4-22] CargoCap을 이용한 교통정체 해결 방안 ····· 251
[그림 4-23] CargoCap 개념도 ····· 252
[그림 4-24] CargoCap 굴착 필요 넓이 ····· 253
[그림 4-25] Rhur 지역 취급 화물타입별 수량(1998년) ····· 253
[그림 4-26] CargoCap 구축 방식 ····· 254
[그림 4-27] CargoCap 제원 ····· 254
[그림 4-28] CargoCap의 적용 효과 ····· 254
[그림 4-29] 네덜란드 OLS-ASH 적용 고려기술 및 프로토타입 ····· 255
[그림 4-30] 일본 DMT 운영방식 ····· 256
[그림 4-31] 네덜란드 Combi-Road ····· 257
[그림 4-32] CargoRail Tram ····· 259

[그림 4-33] Transmann Handling Machine, Container Transport System ····· 261
[그림 4-34] Krupp Fast Handling System ····· 262
[그림 4-35] AutoCon 개념도 ····· 263
[그림 4-36] ACTTube 개념도 ····· 265
[그림 4-37] 반송선 경전철 외형 ····· 266
[그림 4-38] 한국형 ATS의 기술적 요소 ····· 267
[그림 4-39] 한국형 ATS 운영프로세스 ····· 268
[그림 4-40] 바이모달 트램의 목적 ····· 269
[그림 4-41] 바이모달 트램의 구조 ····· 270
[그림 4-42] 생활폐기물 자동집하시설 시스템 흐름도 ····· 271
[그림 4-43] (주)GID건설의 무인자동 컨테이너 보관 및 하역기술 ····· 272
[그림 4-44] 이지인더스의 UCW 기술 ····· 273
[그림 4-45] 국내 보유기술의 선진국 대비 기술수준 ····· 279
[그림 4-46] 국내 물류기술의 기술수준 및 국산화율 ····· 280
[그림 4-47] 대분류별 응답자 수 분포 ····· 288
[그림 4-48] 대분류별 국내기술수준 분포 ····· 290
[그림 4-49] 최고기술보유국 분포(전체) ····· 291
[그림 4-50] 관련 대분류별 최고기술보유국 분포도 ····· 292
[그림 4-51] 국내기술성숙도 분포(전체) ····· 293
[그림 4-52] 대분류별 국내기술성숙도 분포 ····· 294
[그림 4-53] 기술실현 예측시기 분포 ····· 295
[그림 4-54] 관련 대분류별 기술실현 예측시기 ····· 296
[그림 4-55] 대분류별 기대효과 지수 분포 ····· 297
[그림 4-56] 기술획득방식 분포(전체) ····· 299
[그림 4-57] 관련 대분류별 기술획득방식 분포 ····· 299
[그림 4-58] 실현상의 장애요인 분포(전체) ····· 300
[그림 4-59] 관련 대분류별 기술획득방식 분포 ····· 301
[그림 4-60] 기술예측실현시기-국내기술수준 포트폴리오 ····· 307
[그림 4-61] 온실가스 저감효과 - 국내기술수준 포트폴리오 ····· 309
[그림 4-62] 보존 및 삶의 질 향상 효과-국내기술수준 포트폴리오 ····· 310
[그림 4-63] 산업적 효과 - 국내기술수준 포트폴리오 ····· 312
[그림 4-64] 기술적 효과 - 국내기술수준 포트폴리오 ····· 313
[그림 4-65] 온실가스 저감효과 - 기술실현예측시기 포트폴리오 ····· 315

[그림 4-66] 보존 및 삶의 질 향상 효과 - 기술실현예측시기 포트폴리오 ····· 317
[그림 4-67] 온실가스 저감효과 - 환경 보존 및 삶의 질 향상 효과 포트폴리오 318
[그림 4-68] 온실가스 저감효과 - 산업적 효과 포트폴리오 ····· 320
[그림 4-69] 온실가스 저감효과 - 기술적 효과 포트폴리오 ····· 321
[그림 4-70] 산업적 효과 - 기술적 효과 포트폴리오 ····· 323
[그림 4-71] 2030년 고령인구 및 생산가능 인구 비중 추이 ····· 334
[그림 4-72] 우리나라 미래 국가물류트렌드 도출과정 ····· 335
[그림 4-73] 각종 미래예측 연구들로부터 추출된 메가트렌드와
2030 국가물류 트렌드의 제시 ····· 341
[그림 4-74] 물류기술 분류를 위한 큐빅모형 ····· 343
[그림 4-75] 물류분야의 미래 니즈에 따른 물류기술적 대안 ····· 344
[그림 4-76] 향후 10년간(2010's)의 국가물류 핵심트렌드 예측 ····· 346
[그림 4-77] 국내 온실가스 규제동향 ····· 357
[그림 4-78] 우리나라 노령화지수 ····· 359
[그림 4-79] 운송수단 속도의 향상 ····· 360
[그림 4-80] 국내 항만의 컨테이너 화물 및 비컨테이너 화물 처리 비율 ····· 362
[그림 4-81] 「저탄소 녹색성장 기본법」 상의 목표관리제 ····· 364
[그림 4-82] 목표관리 프로세스 ····· 365
[그림 4-83] 국가기간교통망계획 제2차 수정계획의 목표 및 추진전략 ····· 368
[그림 4-84] 지하 화물운송 시스템의 Issue Tree 및 중점목표 ····· 379

[그림 5-1] 지하 화물운송 시스템 기술개발의 비전 및 목표 ····· 383
[그림 5-2] 수단별 운송기술의 발전단계 ····· 386
[그림 5-3] 무인자동운송 기술의 발전단계 ····· 389
[그림 5-4] 지하화물운송방식 기술의 발전단계 ····· 390
[그림 5-5] 기존 운송수단의 집단화 정도에 따른 생산성 비교 ····· 392
[그림 5-6] 지하화물운송 시스템 운송방식 분류체계 ····· 393
[그림 5-7] 리니어모터의 구동원리 ····· 397
[그림 5-8] 지하 화물운송시스템 개발의 중점 추진분야 및 주요기술 ····· 400
[그림 5-9] 지하 화물운송방식 선정을 위한 QFD분석 절차 ····· 413

[그림 6-1] 대량 규격화물 지하운송 시스템 하부시스템 구성도 ····· 432
[그림 6-2] 지하운송 인프라 시스템 하부시스템 구성도 ····· 433

[그림 6-3] 지하운송 장비 및 제어 시스템 하부시스템 구성도 ····· 433
[그림 6-4] 지하운송 보관하역 하부시스템 구성도 ····· 434
[그림 6-5] 대량 규격화물 지하운송 시스템 최종 이미지 렌더링 ····· 438
[그림 6-6] 대량 규격화물 지하운송 시스템 운영 상상도 ····· 439
[그림 6-7] 루프형 전체차량 연계편성 개념 ····· 440
[그림 6-8] 샤시형 대차와 호이스트 연결 개념 ····· 440
[그림 6-9] 전동 선형모터 추진장치 ····· 441
[그림 6-10] 아코디언 방식의 기계적 무정차 감속 원리 ····· 441
[그림 6-11] 무정차 무인자동 하역시스템과 연계된 고단적 자동보관시스템 ····· 442
[그림 6-12] 대량 규격화물 지하운송 시스템 Test-bed 규모 ····· 447
[그림 6-13] 대량 규격화물 지하운송 시스템 후보지 노선도 ····· 448
[그림 6-14] 토지이용구상도 ····· 450
[그림 6-15] 부산시 광역도로망도 ····· 451
[그림 6-16] LRT 설치구상도 ····· 452
[그림 6-17] Hi Green Logistics System ····· 453
[그림 6-18] 물류수송체계 구상도 ····· 454
[그림 6-19] 소형화물 개별 지하운송 시스템 하부시스템 구성도 ····· 472
[그림 6-20] 지하운송 인프라 시스템 하부시스템 구성도 ····· 473
[그림 6-21] 지하운송 장비 하부시스템 구성도 ····· 473
[그림 6-22] 소형화물 지하운송 시스템 최종 이미지 ····· 477
[그림 6-23] 기존 철도시스템에 비해 우수한 특성 ····· 478
[그림 6-24] 튜브를 운행하는 유선형 캡슐 디자인(CargoCap의 사례) ····· 479
[그림 6-25] door-to-door 구현을 위한 분기시스템(CargoCap의 사례) ····· 479
[그림 6-26] 지상시스템과의 연계를 위한 무인자동하역시스템(CargoCap의 사례) ···· 480
[그림 6-27] 파렛트를 이용한 유닛로드 시스템(CargoCap의 사례) ····· 480
[그림 6-28] 지하굴착 인프라 규모산정 원칙 ····· 481
[그림 6-29] 소형화물 개별 지하운송 시스템 Test-bed 구상 ····· 485
[그림 6-30] 소형화물 개별운송 시스템 후보지 및 노선도 ····· 486
[그림 6-31] KTX-공항철도 연결계획 ····· 488
[그림 6-32] 인천국제공항역 위치 ····· 489
[그림 6-33] 인천공항철도의 연계 철도망 계획도 ····· 489
[그림 6-34] 육해공 유기적 연결을 통한 복합운송 개념도 ····· 490
[그림 6-35] 물류 visibility 향상을 위한 통합포탈 서비스 ····· 491

[그림 6-36] 파이프라인 벌크화물 운송시스템 하부시스템 구성도 ····· 502
[그림 6-37] 파이프라인 벌크 화물 저장 및 공급시스템의 하부시스템 구성도 ··· 503
[그림 6-38] 파이프라인 벌크 화물 운반/분류 및 제어 시스템의 하부시스템 구성도 ··· 503
[그림 6-39] 파이프라인 벌크 운송시스템의 개념도 ····· 507
[그림 6-40] 파이프라인 벌크 운송시스템의 화력발전소 내 적용개념도 ····· 508
[그림 6-41] 파이프라인 벌크운송 시스템 Test-bed 규모 ····· 512
[그림 6-42] 후보지의 지리적 위치 ····· 512
[그림 6-43] 화력발전의 원리 ····· 514
[그림 6-44] 하동화력발전소의 석탄이송 설비 ····· 514

[그림 7-1] 미래의 바람직한 토지이용 구조 ····· 545
[그림 7-2] 부산 강서물류단지내 물류수송체계 구상 ····· 548
[그림 7-3] AUTOCON 시스템의 개요 ····· 552
[그림 7-4] ActTube 시스템의 개요 ····· 554
[그림 7-5] 파이프라인 벌크 지하수송 시스템의 개념 ····· 555
[그림 7-6] 대량 규격화물 지하운송 시스템 대안별 노선 및 연장(신설) ····· 560
[그림 7-7] 소형화물 개별 지하운송 시스템 대안별 노선 및 연장(신설) ····· 562
[그림 7-8] 파이프라인 벌크 지하운송 시스템 단계별 구상도 ····· 563
[그림 7-9] 경제성 분석 절차 ····· 564

1 장. 연구의 개요

- 1절. 연구의 배경 및 목적
- 2절. 연구의 내용과 방법

1장. 연구의 개요

1절. 연구의 배경 및 목적

1. 연구의 배경

○ 지상 교통 중심의 육상 물류운송 시스템은 이미 포화상태에 도달하여 교통 혼잡으로 인한 물류비용의 증가, 도로 시설의 유지보수 비용의 증가 등 사회 경제적 비용 부담 증가

- 글로벌 무한경쟁시대에서 국제경쟁력 강화는 거대도시권(Megacity-region)의 성장에 의하여 이루어짐. 현재 국내 대도시권은 도시의 외연적 확장 및 도로 중심의 교통물류체계와 통행패턴으로 인하여 심각한 교통 혼잡을 경험하고 있음
- 미래에도 대도시권의 지속적인 인구증가와 가구 수의 증가 그리고 경제력 집중에 따른 개발수요도 증대할 것으로 예상
  - 즉, 현재의 교통물류체계와 도시개발의 패턴이 지속된다면 국제경쟁력은 약화되고, 교통 혼잡과 대기오염 등 각종 사회경제적 비용의 증대로 이어지게 될 것임
  - 대도시권의 구조개편을 통한 도시개발과 교통물류체계의 구축을 통하여 사회적 비용의 절감과 이동성 및 접근성의 대폭적 향상을 경주할 필요가 있음

○ 또한 화물차에 의존하는 지상 물류운송 시스템은 CO_2의 발생량이 높아 대기오염의 주된 요인이 되고 있으며, 야간 운송에 따른 환경소음 유발

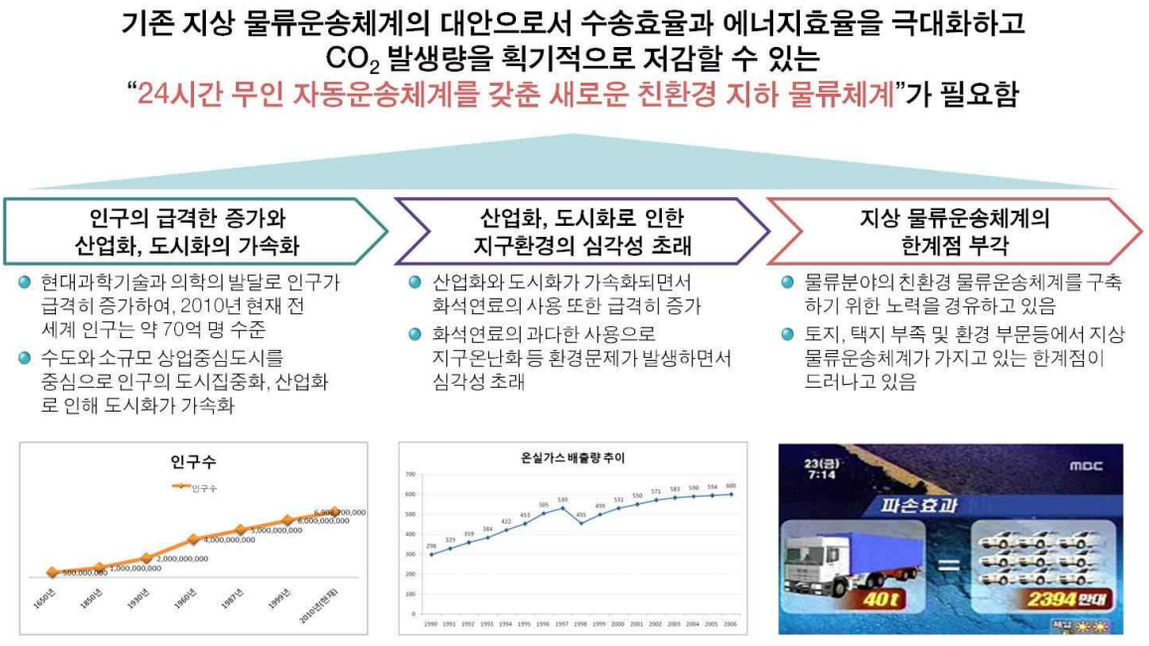
- 경제성장과 더불어 환경문제의 개선과 사회적 형평성의 동시다발적 지속가능성(3Es, Economic efficiency, Environmental Justice, Social Equity)에 따라 이동성과 접근성의 통합적 개선방안의 추진 요구
- 기후변화 대응 등의 사회적 요구와 '지속가능한 발전'이라는 패러다임 안착은 지속가능한 교통물류체계의 구축과 도시개발의 다변화를 통한 능동적 대처가 필요한 시점임을 시사

○ 기존 지상 물류운송체계의 대안으로 지하 네트워크를 이용한 24시간 무인 자동운송을 통해 수송효율 및 에너지효율을 극대화하고 CO_2 발생량을 획기적으로 저감할 수

있는 친환경 '지하 화물운송 시스템' 개발 필요

- 최근 새로운 교통물류기술의 도입과 지하공간의 개발에 대한 논의가 활발하게 이루어져 지하물류자동운송시스템, 자동화된 고속도로 운영시스템, 초고속 자기부상열차, 철도와 항만의 물류통합운송시스템 등의 새로운 교통기술의 상용화가 예상
- 그러나 지속가능성 측면에서의 미래교통체계의 종합적 진단이 부재로 향후 기술 종속적 교통체계의 전환은 교통과 환경문제의 악화를 초래할 수 있음. 따라서 도시공간구조 조화를 고려한 지하 화물운송 시스템 구축이 필요

○ 기술개발 동향 및 환경분석, 기술개발전략 수립, 세부과제 도출, 연구범위 설정, 타당성 조사 등을 통하여 국가 연구개발 사업으로서의 당위성을 확보할 수 있도록 기획연구 수행 필요

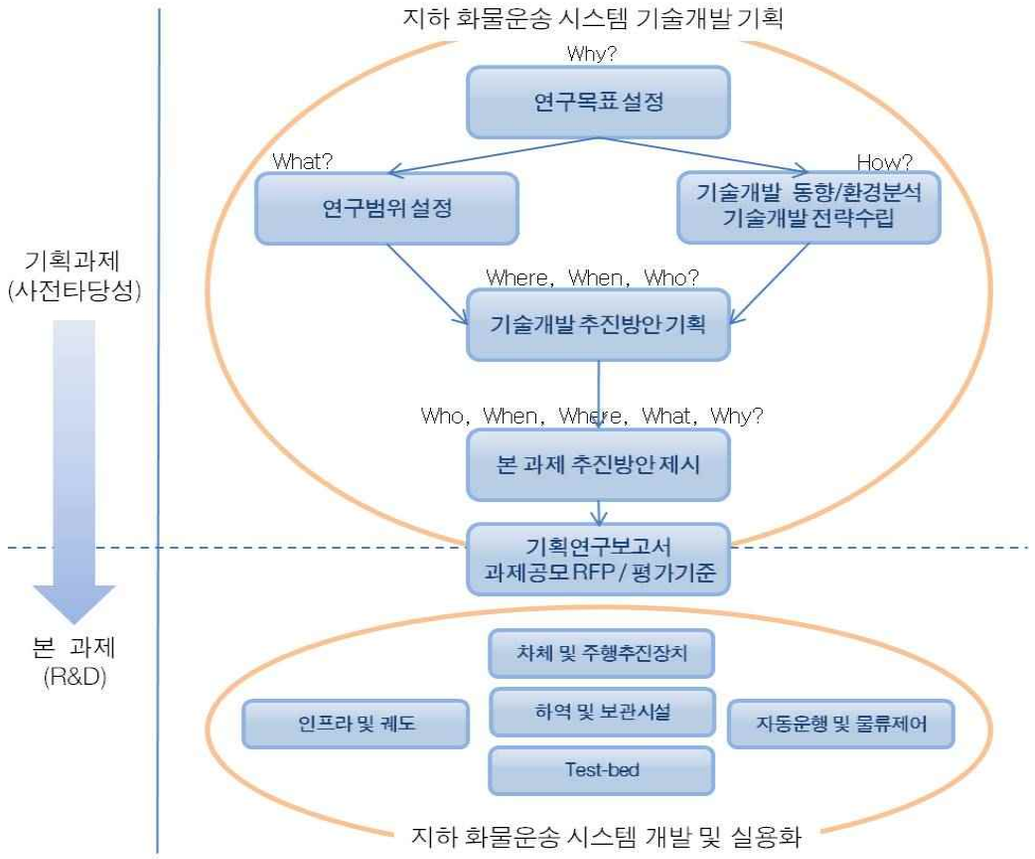


[그림 1-1] 지하 화물운송시스템 구축 필요성

2. 연구의 목적

○ 물류거점간의 대량화물 운송, 대규모 공장과 인근 협력기업 간 부품 및 완제품 운송 등 한정된 지역 내에서 소형화물을 지하 네트워크를 통해 자동 운송하는 친환경적이며, 고에너지 효율을 갖는 지하 화물운송 시스템 및 관련 기술기획

- 화물 운송체계로 인한 도로수송체계 의존도 심화, 교통사고, 온실가스 배출량 증가, 물류인력의 고령화, 새로운 공간구조 활용 등의 사회적·환경적 니즈와 수요를 충족시키는 신개념 화물수송체계 구축 개발 필요



[그림 1-2] 본 사업과 기획 연구과제 연계방안

○ 본 과제는 지상 화물수송체계의 문제점을 극복하고 새로운 도시 공간구조 활용을 위한 지하 화물운송 시스템 구축 사업 추진을 위한 기획과제임

- 지하 화물운송체계 구축을 통한 막힘없는 무인 자동운송시스템 기술개발
- 연구목표, 범위, 전략 수립, 추진방안 기획 등을 통한 본 연구과제(R&D)의 개발 필요성 및 실용화·사업화를 위한 구체적 실행방안 제시
- 사전 타당성 조사 및 Test-bed 후보군 선정을 위한 기획과제를 통하여 본 R&D 사업 추진 시 사업의 파급효과 제고방안 제시

3. 연구기획 중점분야

○ 지상 화물운송의 문제점 도출 및 대응방안 등 전략 수립

- 주요 생산거점 연간 물동량 추이 검토
- 주요 생산거점 운송수단별 분담률 및 평균 운송단가 분석
- 지상 화물운송 중심의 운송체계 현황분석을 통한 문제점 도출
- 지하 화물운송 미래 수요 분석
- 주요 물류거점 및 생산거점 물동량 예측치 및 O/D 검토
- 주요 물류거점 및 생산거점 화종별 지하 화물운송 대체 가능성 분석

○ 지하 화물운송 방식(진공, 컨베이어, 캡슐, 기타 등) 제시

○ 지하 화물운송 시스템 엔지니어링 기획

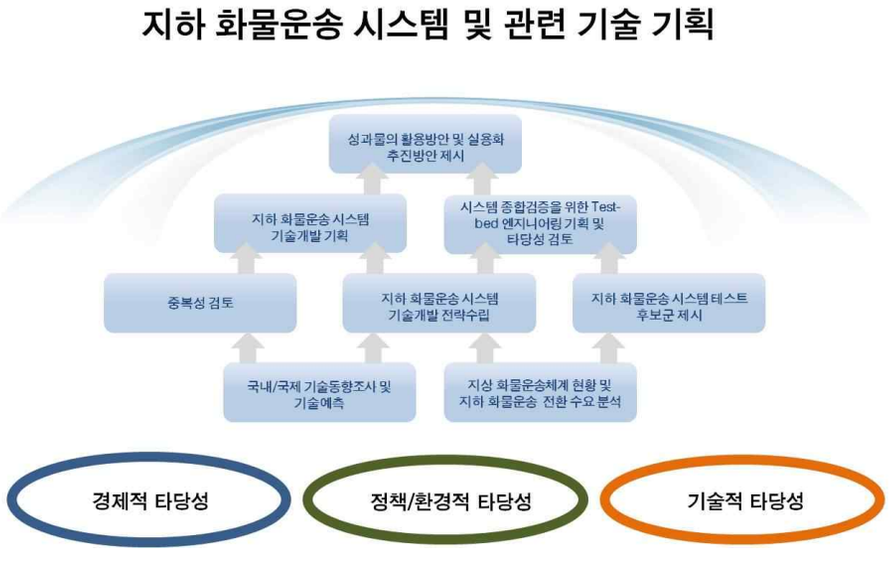
○ 지하 화물운송 시스템의 인프라 및 궤도 관련 기술 개발

○ 지하 화물운송 시스템의 차체 및 주행추진장치 관련 기술 개발

○ 지하 화물운송 시스템의 자동운행 및 물류제어 시스템 관련 기술 개발

○ 지하 화물운송 시스템 테스트 후보군 제시

- 검증을 위한 제품 수, 부지 및 운영시스템 규모
- Test-bed 대상 최적 물류거점 및 후보군(3곳 이상) 제시



[그림 1-3] 기획연구 중점 추진 분야

4. 연구의 기대효과

○ 지하 화물운송 시스템 기술 적용이 적합한 품목에 대한 조사, 물동량 추정 등을 통한 국내 실정에 적합한 지하 화물운송 시스템 기술의 선정, 시스템 실용화 및 상용화 추진이 가능함

- 인터모달 기술을 새로운 기술 분야로 확립 등 한국형 지하화물운송 방식의 기술 개발을 통해 원천기술 조기 확보 및 완성된 응용기술의 해외진출
- 무인자동화된 첨단물류기술개발을 통해 녹색성장을 구현하기 위한 신산업 개척 효과
- 부족한 국토면적의 단점을 극복하고 공간활용을 최대화하면서 운송 수단간 연계성을 강화하고 환적 절차를 단순화함으로써 국가 물류비 절감에 기여
- 배출되는 대기오염물질 및 온실가스(CO_2)를 줄여 지구온난화 방지에 기여
- 화석연료 채취에 의한 지구의 환경파괴 감소
- 지상 녹지공간 확충과 혐오시설의 지하화 함으로써 지상공간의 어메니티 증진
- 첨단 지하 화물운송 시스템 구축의 타당성 확보로 연구추진

2절. 연구의 내용과 방법

1. 연구기획 내용

○ 기술개발 동향 및 환경분석

- 국내외 정책·시장·기술 동향분석
  · 주요국의 기술개발 정책 및 시장분석 포함
- 국내외 기술개발현황 및 국내 기술 인프라·기술 인력 현황(기업, 연구소 대학 등) 분석
- 기술수요 및 기술예측 조사 실시
  · 특허동향 분석을 통해 국내외 기관의 원천특허 보유여부, 기술경쟁력 등 분석
- 동향분석 결과를 바탕으로 기술개발추진방향 정립(SWOT 분석 등)

○ 기술개발 전략 수립

- 비전 및 기술발전 시나리오 제시

- 비전달성을 위한 후보과제 도출
- 후보과제에 대한 우선순위 도출
  · 기술개발 성공가능성, 기술개발 중요도·시급성 검토 등
- 연구개발과제 확정 및 로드맵 작성
- 과제 연구수행 형태(사업단, 연구단, 일반과제 등) 정의

○ 연구 목표 및 범위 설정

- 목표, 연구범위 설정
- 세부과제별 연구내용 설정
- 세부과제별 연차별·단계별 성과목표(정량적, 정성적)와 성과지표(필수지표 포함)설정 및 성과맵 제시

○ 연구목표 달성을 위한 추진방안 수립

- 기존 기술·인프라 등의 활용 및 연계 방안 수립
  · 기술 수요기관(지자체, 공단, 공사 등)의 충분한 의견수렴을 통한 실용성 확보
  · 국제공동연구 파트너와 국내 관련기관 및 전문가 분석, 활용계획 포함
- 컨소시엄 형태 등 최적 연구추진체계 제안

○ 성과물에 대한 활용방안 및 실용화 추진방안 제시

- 성과분석 및 검증방안 제시
- 제도·정책 활용, 현장적용, Test Bed 및 시범사업 등 구체적인 실용화 방안 제시

○ 인력투입 계획 및 소요예산 산정

- 과제구성에 따른 연구일정 및 인력투입계획 수립
- 과제별 소요예산 산정
  · 단위과제 기준으로 연차별 예산산출 근거를 작성하여 소요예산 적정성 검토 필요

○ 연구개발 사전 타당성 조사

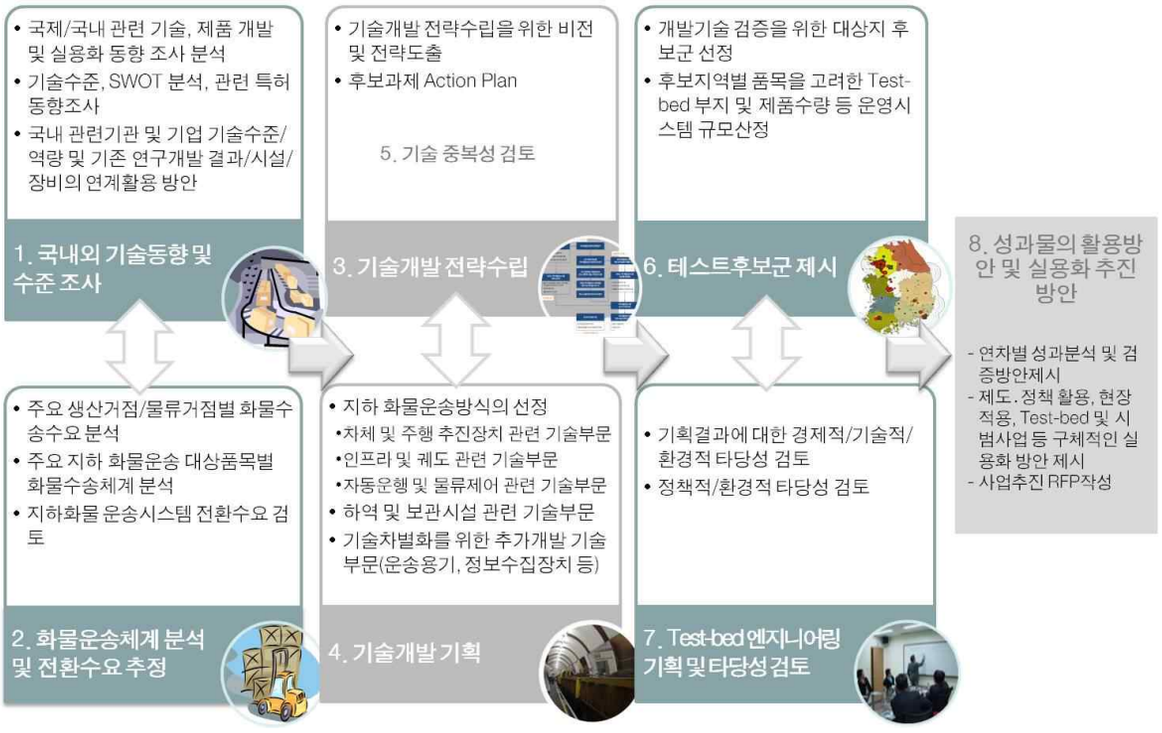
- (정책적 타당성) 국가 전략적 중요성, 상위계획과의 부합성, 사업추진의지 및 관련기관 협조 의지, 사업추진상의 위험요인과 대응방안 등에 대한 검토
- (기술적 타당성 검토) 기존 사업과의 중복성, 기술개발 계획의 우수성, 기술 수준 및

개발 성공 가능성, 사업의 특수사항 등에 대한 검토

- (경제적 타당성 검토) 경제성 분석, 경제·사회적 파급효과, 과학기술적 파급효과 등에 대한 검토

○ 과제공모를 위한 RFP 작성 및 평가기준 설정

- 연구목표와 내용, 추진전략 등을 바탕으로 본 과제를 공모하기 위한 RFP 작성
- 연차별 평가를 위한 성과목표·지표·마일스톤의 설정, 평가방법 및 기준 설정



[그림 1-4] 지하 화물운송 기획연구 내용구성 및 세부목표 설정

2. 연구의 방법 및 추진체계

○ 지하 화물운송 시스템 및 관련 기술기획을 위해서 기존 지상화물체계의 문제점과 미래사회 니즈를 분석하여 지하 화물운송 시스템 구축 필요성 제시

○ 지하 화물운송 시스템 관련 기술을 제시하기 위하여 지하 화물운송 기술 정의 및 관련 기술 분류체계를 정립하고 이에 따른 국내외 관련 기술동향 및 기술개발기획에 반영하여 기술개발 체계를 제시함

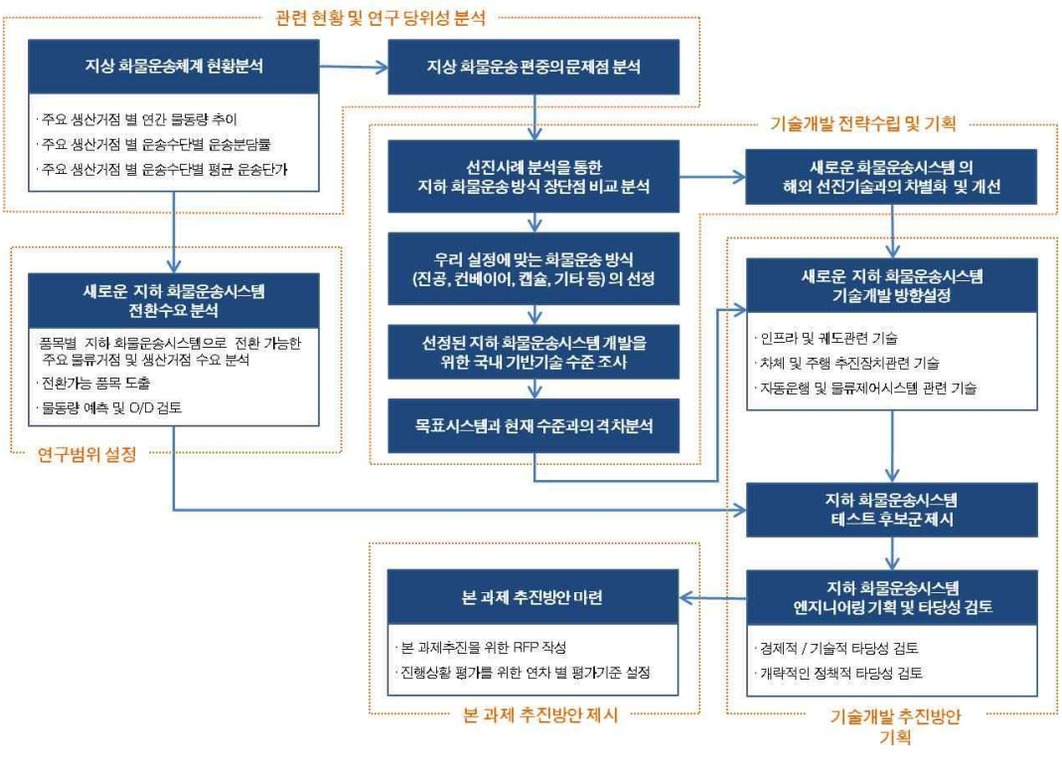
○ 국내 물류산업 특성과 정책 및 사업 추진 동향, 국내외 지하 화물운송 및 자동운송 물류기술에 대하여 동향을 분석하여 미래기술 니즈 도출 및 본 연구의 지하 화물운송 시스템 기술개발 기획에 활용함. 또한 우리 실정에 맞는 지하 화물운송방식 선정을 위한 우선순위 기초자료로 활용함

○ 본 연구는 지하 화물운송 시스템이라는 도시 공간구조의 변화를 요하는 운송체계를 구축하는 것을 목적으로 함으로 지상 화물수요의 지하 화물수요로의 전환이 매우 중요함. 따라서 화물수송수요 및 유통경로 분석을 통한 지상화물운송체계의 문제점을 도출하고 장래 지하 화물수송 전환수요를 산정함

○ 지하 화물운송 시스템 기술개발기획을 위한 수요 및 관련 기술 분석을 통한 기술기획 시나리오를 도출하고 관련 기술에 대한 개발전략을 수립함

○ 기술기획 시나리오상의 지하화물운송시스템 적용가능 지역의 테스트 후보군을 선정하고 이에 따른 운영시스템 규모산정 및 경제적/기술적/환경적 타당성을 검토함

○ 마지막으로 본 사업 추진을 위한 연차별 성과분석, 실용화 방안, 본 사업 RFP를 제시함



[그림 1-5] 연구절차 및 추진 전략

○ 본 사업의 시나리오를 설정하기 위하여 가능 품목과 대상지역에 따른 지상 화물운송체계 문제점을 도출하고 지하화 가능한 국내외 기술개발 현황을 조사하여 가능한 지역, 품목, 운송방식, 기술요건에 따른 시나리오를 제시함

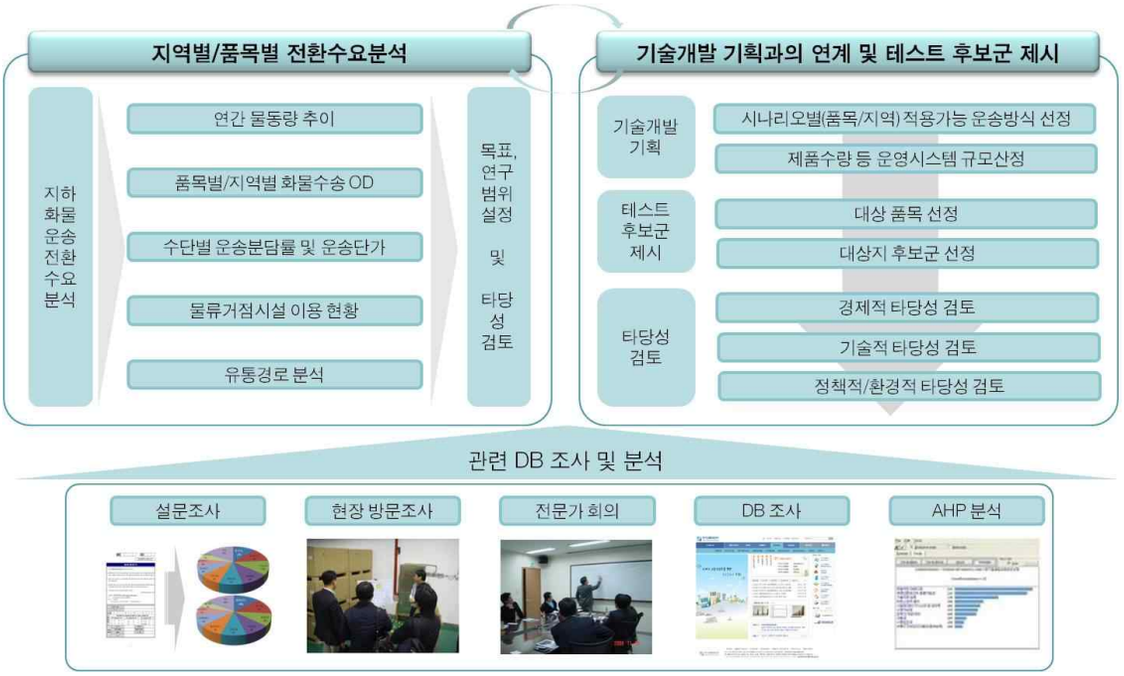
- 지역적 범위로는 전국을 대상으로 하되 화물 수요와 공급이 많은 수도권과 부산권, 기타지역으로 나누어 분석
- 품목으로는 해외사례에서 검토되었던 지하화물로 수송 시 경제적/환경적/사회적 여건에 적합한 품목을 대상으로 검토
- 우리실정에 적합한 운송방식을 선정하기 위하여 국내외 개발이 되거나 추진 중인 자동운송시스템을 검토하여 지하 화물운송방식으로 적합한 운송기술을 선정하고 국내여건에 적합한지를 분석하여 선정. 검토된 기술의 특성을 반영하여 아래의 기술부문을 제시함
  - 차체 및 주행 추진장치 관련 기술부문
  - 인프라 및 궤도 관련 기술부문
  - 자동운행 및 물류제어 관련 기술부문
  - 하역 및 보관시설 관련 기술부문
  - 기술차별화를 위한 추가개발 기술부문(운송용기, 정보수집장치, 지상·지하 연계시스템 등)



[그림 1-6] 지하 화물운송 시나리오 설정 방법

○ 지역별·품목별 전환수요분석은 연간 물동량추이, 화물수송 O/D, 수단별 운송분담률 및 운송단가, 생산·물류거점 이용 현황, 유통경로 분석 등을 통하여 이루어지며 도출된 전환수요와 선정 품목, 지역을 중심으로 기술개발 기획 및 전략수립에 반영함

- 품목과 지역에 따른 적용가능 운송방식을 선정하고 향후 Test-bed 가능 후보군 규모산정, 경제적·환경적·기술적 타당성 분석에 활용

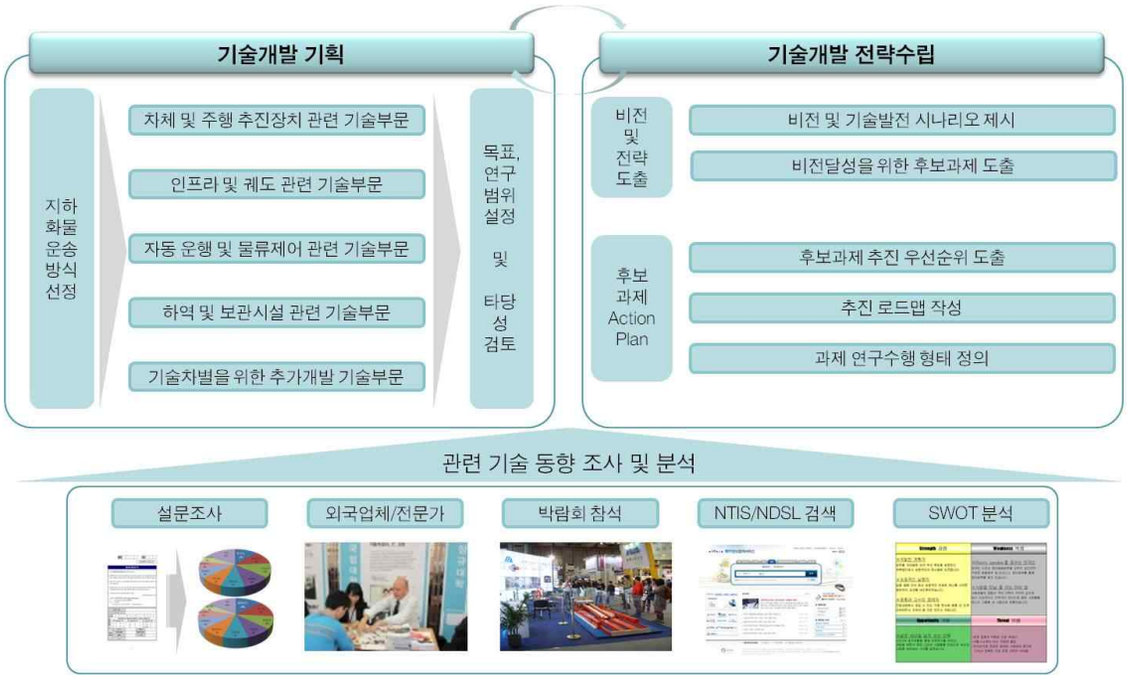


[그림 1-7] 지하 화물운송 전환수요 분석 및 테스트 후보군 선정 방법

○ 우리 실정에 적합한 지하 화물운송방식 선정을 위해 국내외 기 개발되거나 추진 중인 자동운송방식을 검토하고 비교·분석을 통하여 본 과제의 지하 화물운송방식으로 선정함

- 문헌 및 인터넷 정보 검색, 전문가 회의 등을 통하여 제시된 운송방식을 가지고 지하 화물운송 방식에 적합한 평가기준을 선정하여 비교·분석함
- 도출된 운송방식에 따른 각 부문[4]별 기술을 제시하고 기술개발 전략수립에 반영

4) 차체 및 주행 추진장치, 인프라 및 궤도, 자동운행 및 물류제어, 하역 및 보관시설, 기술차별화를 위한 추가개발 기술



[그림 1-8] 지하화물운송 기술개발기획 및 전략수립 방법

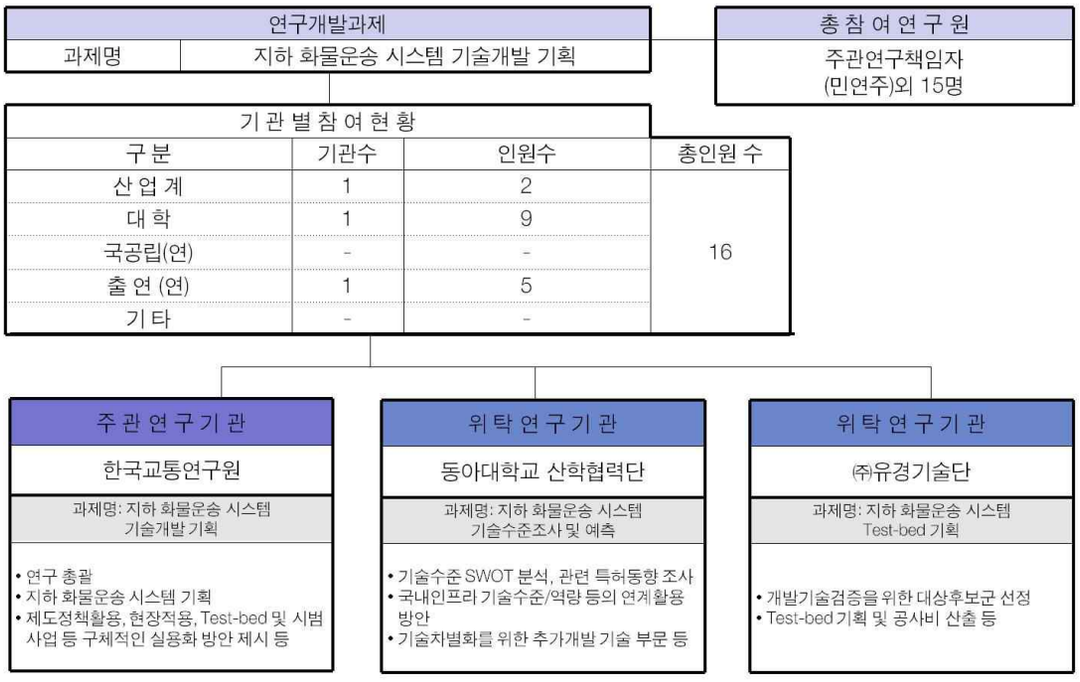
3. 연구진 구성

○ 본 연구는 기술기획의 전문성을 확보하기 위하여 지하 화물운송 시스템 전문연구기관간 역할 및 전문가 확보를 통하여 과제 추진체계를 구성함

○ 물류운송, 시설, 정보, 타당성 평가 등의 기술관련 과제 경험이 풍부한 전문기관을 중심으로 연구진을 구성하고 각 분야별 전문가 풀을 활용하여 기획과제를 추진함

- 한국교통연구원
  - 주관연구기관으로 기획과제의 연구 총괄을 진행
  - 국내외 기술 및 산업·정책 동향 분석
  - 지하 화물운송 시스템 전환수요분석
  - 기술기획 전략 수립
  - 타당성 분석 및 Test-Bed 선정

- 동아대학교
  - 공동연구기관으로써 영남권 지역에 대한 수요조사, 관련 기술수준 분석
  - 기술기획 및 전략 수립 공동 연구
  - 영남권 Test-Bed 선정 및 타당성 검토
- 유경기술단
  - 대상후보군 선정에 따른 타당성 및 사업비 등의 제반 여건 분석
  - Test-Bed 규모산정



[그림 1-9] 연구진 구성

2 장. 국내 물류산업/정책 및 사업추진 현황

- 1절. 물류산업 및 정책 동향
- 2절. 지하물류 관련 R&D사업 추진 동향
- 3절. 관련 논문 및 특허 동향

2장. 국내 물류산업/정책 및 사업추진 현황

1절. 물류산업 및 정책 동향

1. 물류산업 동향

가. 국내 물류시장 규모

○ 물류산업의 시장규모를 나타내는 물류산업의 총 매출액은 2005년 57.1조 원 수준에서 2008년 90.6조 원으로 연평균 16.6% 증가하고 있음

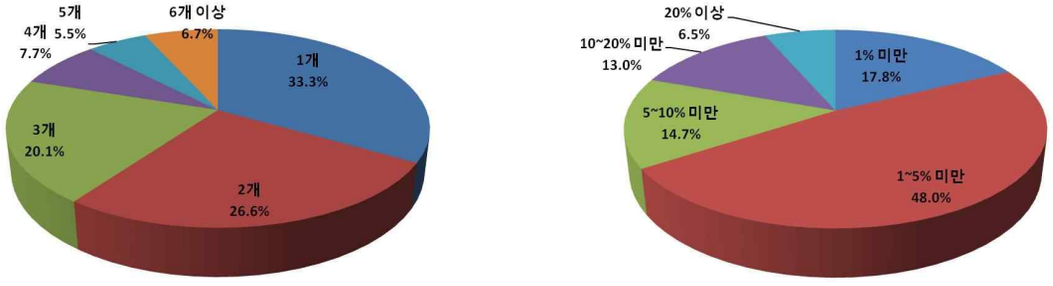
○ 제3자 물류의 비중은 2005년 35.6%에서 2009년 48.2%로 12.6%p 상승하였으나 선진국의 60~80% 수준에 비하면 현저히 낮은 수준임(유럽 80%, 미국 79%, 일본 70%)

- 2009년 국내 3자 물류시장 규모는 연간 약 8조 원으로 추정, 전체 물류시장의 7.9% 차지하고 있음

[표 2-1] 물류시장 관련 주요 지표

지 표 명	2005	2008	비 고
물류산업 총 매출액(조 원)	57.1	90.6	연평균 16.6% 증가
제3자 물류 비중(%)	35.6	48.2(`09)	선진국(일본, 유럽 등) 70~80% 수준

자료 : 한국교통연구원(2010), 『국가물류기본계획(2011-2020) 수립 연구』



<3자 물류 이용 업체수> <매출액 대비 3자 물류 지출비용 비중>

자료 : 한국무역협회(2009), 3자 물류 활용 현황조사 결과
한국교통연구원(2010), 『국가물류기본계획(2011-2020) 수립 연구』

[그림 2-1] 국내 3자물류 이용 현황

○ 물류산업의 매출액은 평균 16.6%의 높은 증가추세를 보이고 있으며, 업종별로는 화물운송업의 매출 증가세가 평균 18.06%로 가장 높고, 물류시설운영업이 13.93%로 성장 추세이나 물류서비스업은 5.92% 증가에 그침

- 전체 물류산업 매출액에서 화물운송업의 매출액이 대부분을 차지하며 그 비중은 2005년 85.8%에서 2008년에는 89.0%로 증가하였음

[표 2-2] 물류산업의 업종별 매출 추이

(단위 : 십억 원)

구 분		2005	2006	2007	2008	연평균 증가율 (%)
매출액	전 체	57,103	57,938	67,704	90,600	16.63
	화물운송업	49,003	49,503	58,481	80,630	18.06
	물류시설운영업	1,187	1,190	1,355	1,755	13.93
	물류서비스업	6,914	7,246	7,869	8,215	5.92

자료 : 한국교통연구원(2010), 『국가물류기본계획(2011-2020) 수립 연구』

○ 2008년 기준으로 국내에 등록된 물류사업체는 총 167,998사로 2005년 이후 연평균 0.51% 증가하였음

- 이 중 운송업체가 156,702개로 전년 대비 0.38% 감소, 물류시설운영업이 1,356개로 14.7% 증가, 물류서비스업이 9,940개로 24.13% 감소하였으며, 화물운송업체수가 전체의 2005년 기준 91.28%, 2008년 93.28%로 절대적 비중 차지하고 있음

[표 2-3] 물류산업의 업종별 업체수 및 종사자수 추이

구 분		2005	2006	2007	2008	연평균 증가율 (%)
업체수 (개)	전 체	165,476	164,427	171,579	167,998	0.51
	화물운송업	151,050	150,183	157,295	156,702	1.23
	물류시설운영업	1,221	1,194	1,182	1,356	3.56
	물류서비스업	13,205	13,050	13,102	9,940	▽9.03
종사자수 (명)	전 체	556,109	550,123	566,292	556,279	0.01
	화물운송업	459,011	455,073	468,351	473,878	1.07
	물류시설운영업	17,280	16,816	17,748	13,433	▽8.05
	물류서비스업	79,818	78,234	80,193	68,968	▽4.75

주 : 1) 화물운송업 : 일반화물자동차운송업, 용달화물자동차운송업, 개별화물자동차운송업, 외항화물운송업, 내항화물운송업, 내륙수상화물운송업, 항만내운송업, 정기항공운송업, 부정기항공운송업, 파이프라인운송업

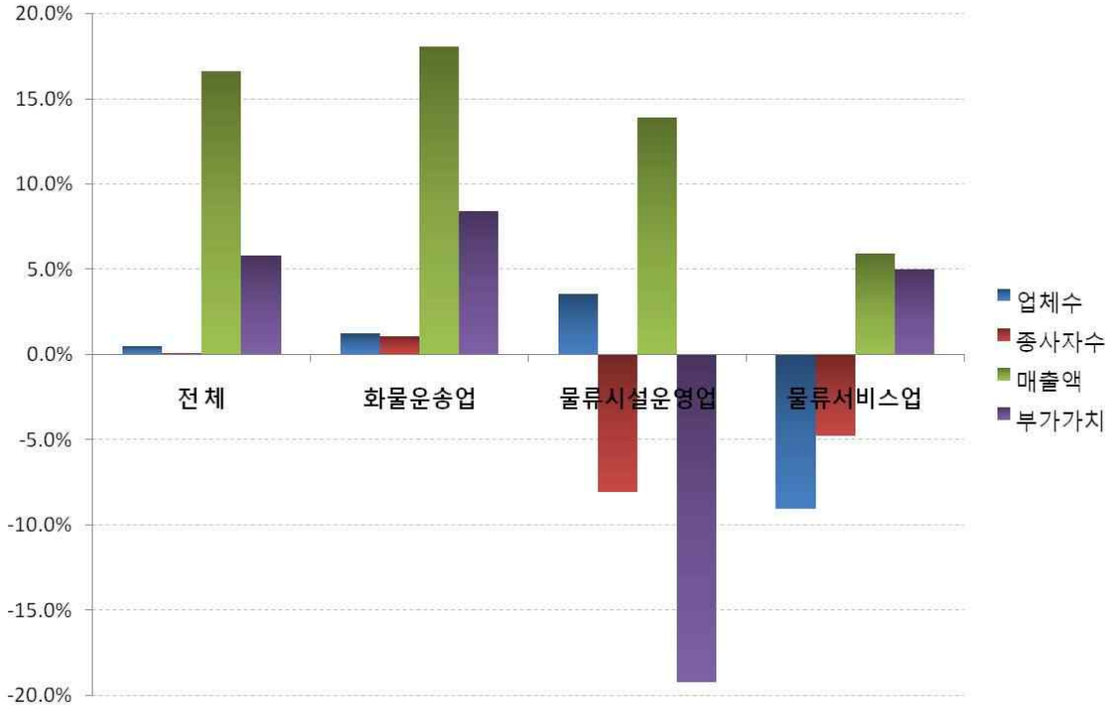
2) 물류시설운영업 : 일반창고업, 냉장 및 냉동 창고업, 농·수산물 창고업, 위험물품보관업, 화물차전용터미널, 항구 및 기타해상터미널운영업

3) 물류서비스업 : 항공 및 육상화물취급업, 수상화물취급업, 철도운송 지원서비스업, 도선업, 기타 수상운송 지원서비스업, 항공운송 지원서비스업, 육상운송주선업, 복합운송주선업, 기타운송관련서비스업

자료 : 한국교통연구원(2010), 『국가물류기본계획(2011-2020) 수립 연구』

○ 2005년부터 2008년까지 물류산업 전체의 업체수, 종사자수, 매출액 및 부가가치는 모두 증가 추세를 보이고 있으며, 매출액의 경우 물류서비스업을 제외하고 화물운송업과 물류시설운영업에서 10% 이상의 연평균 증가율을 보이고 있음

- 전체적으로 부가가치는 연간 5%대 증가율로 성장하고 있으나 물류시설운영업의 경우 매출액은 매년 증가함에도 불구하고 부가가치는 감소하는 상황임



주 : 통계청『운수업조사보고서(2008년)』를 「물류정책기본법」의 물류사업범위에 따라 재구성
자료 : 한국교통연구원(2010), 『국가물류기본계획(2011-2020) 수립 연구』

[그림 2-2] 물류산업의 업종별 연평균 증가율('05～'08)

○ 2007년 국가물류비(국제화물수송비 제외)는 117조 1,120억 원으로 2005년 이후 3년 연속 100조 원을 돌파하였으며, 2000년 이후 실질가치 기준으로 연평균 약 4.63% 증가, 2006년 대비 약 5.78% 증가하였음

- 국제화물 포함 시 국가물류비는 약 151조 7,480억 원으로 전년 대비 8.33% 증가함
- GDP 대비 국가물류비 비중은 전년 대비 0.32%p 상승한 12.01%를 기록함

[표 2-4] 국가물류비 추이

(단위 : 십억 원, %)

구 분	물류비		GDP		GDP 대비 비율	
	국내	국제 포함	기존 기준	신 기준	국내	국제 포함
2000	77,119	94,118	578,665	578,665	13.33	16.26
2001	80,792	99,169	622,123	651,415	12.40	15.22
2002	87,032	106,952	684,264	720,539	12.08	14.84
2003	90,345	112,160	724,675	767,114	11.78	14.62
2004	92,459	123,283	779,380	826,893	11.18	14.91
2005	101,019	131,549	806,622	865,241	11.68	15.20
2006	106,193	134,888	848,045	908,744	11.69	14.84
2007	117,112	151,748	-	975,013	12.01	15.56
연평균 증가율	6.15 (4.63)	7.06 (4.74)	-	7.74 (5.36)	-	-
전년 대비 증가율	10.28 (5.78)	12.50 (8.33)	-	7.29 (5.19)	-	-

주 : 1) 연평균 증가율과 전년 대비 증가율의 괄호 안 숫자는 2005년 기준 GDP 디플레이터와 환가지수를 이용하여 실질가치로 전환 후 증가율 산정(실질 증가율)
2) 한국은행에서 신 기준에 의해 2001년 이후 GDP 재산정하여 발표
자료 : 한국교통연구원(2009), 『2007 국가물류비 산정 및 추이 분석』

○ 2007년도 기능별 국가물류비(국제화물 수송비 제외)는 전 부문에서 상승세를 보인 2006년과 달리 하역비, 일반관리비가 실질기준으로 전년대비 각각 2.68%, 8.16% 감소한 반면, 수송비 7.31%, 재고유지관리비 2.50%, 포장비 7.10%, 물류정보비 0.54% 증가한 것으로 분석되었음

○ 2000년도 이후 연평균 증가율의 경우 일반관리비(-5.64%)를 제외하고, 수송비, 재고유지관리비, 포장비, 하역비, 물류정보비에서 각각 6.59%, 0.08%, 3.84%, 3.39%, 2.90%의 증가세를 보이고 있음

[표 2-5] 기능별 국가물류비 추이

(단위 : 십억 원, %)

구 분	수송비	재고유지 관리비	포장비	하역비	물류정보비	일반관리비	물류비 총계
2000	49,909 (66,909)	19,803	1,644	1,144	2,359	2,260	77,119 (94,118)
2001	55,016 (73,393)	18,353	1,741	1,140	2,297	2,245	80,792 (99,169)
2002	63,265 (83,185)	17,793	1,817	1,348	1,393	1,415	87,032 (106,952
2003	69,470 (91,286)	15,291	2,012	1,257	1,139	1,176	90,345 (112,693)
2004	70,751 (101,575)	15,571	2,024	1,686	1,192	1,236	92,459 (123,283)
2005	76,957 (107,487)	16,889	2,063	1,809	1,621	1,680	101,019 (131,549)
2006	80,398 (109,092)	18,085	2,123	1,974	1,774	1,840	106,193 (134,888)
2007	88,127 (122,763)	21,318	2,278	1,991	1,668	1,730	117,112 (151,748)
연평균 증가율	국내 : 8.46(6.59) 국제 포함 : 9.06(7.17)	1.06 (0.08)	4.77 (3.84)	8.24 (3.39)	▽4.83 (2.90)	▽3.74 (▽5.64)	국내 : 6.15(4.63) 국제 포함 : 7.06(4.74)
전년 대비 증가율	국내 : 9.61(7.31) 국제 포함 : 12.53(10.17)	17.88 (2.50)	7.32 (7.10)	0.84 (▽2.68)	▽5.99 (0.54)	▽5.99 (▽8.16)	국내 : 10.28(5.78) 국제 포함 : 12.50(8.33)

주 : 1) 국제화물 수송비를 제외한 국가물류비를 나타내며, 수송비와 물류비 총계의 ( )안 숫자는 국제화물 수송비를 포함한 값임

2) 연평균 증가율과 전년 대비 증가율의 ( )안 숫자는 2005년 기준 GDP 디플레이터와 환가지수를 이용하여 실질가치로 전환 후 증가율 산정(실질 증가율)

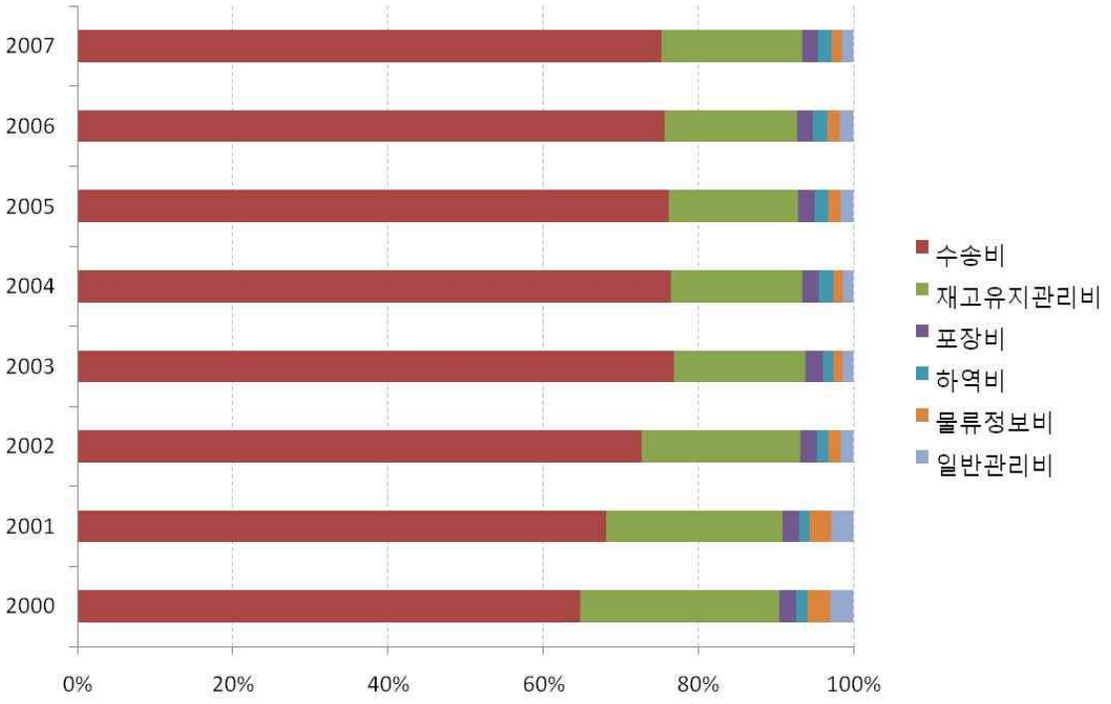
자료 : 한국교통연구원(2009), 『2007 국가물류비 산정 및 추이 분석』

○ 국가물류비의 기능별 비중은 가장 많은 부분을 차지('07, 75.25%)하는 수송비의 경우 2003년까지 증가세를 보이다가 2003년 이후 소폭 감소 추세에 있음

○ 국가물류비의 약 20%를 차지하는 재고유지관리비는 2005년까지 25%에서 16%정도로 감소하다가 2005년 이후 증가 추세에 있음

- 수송비와 하역비의 경우 2000년에 비해 점차 국가물류비에서 차지하는 비중이 점차

늘어나고 있으며, 반면 재고유지관리비, 포장비, 물류정보비, 일반관리비의 경우에는 비중이 점차 감소함



[그림 2-3] 기능별 물류비 비중 추이(국제화물 수송비 제외)

[표 2-6] 기능별 국가물류비 비중 추이

(단위 : %)

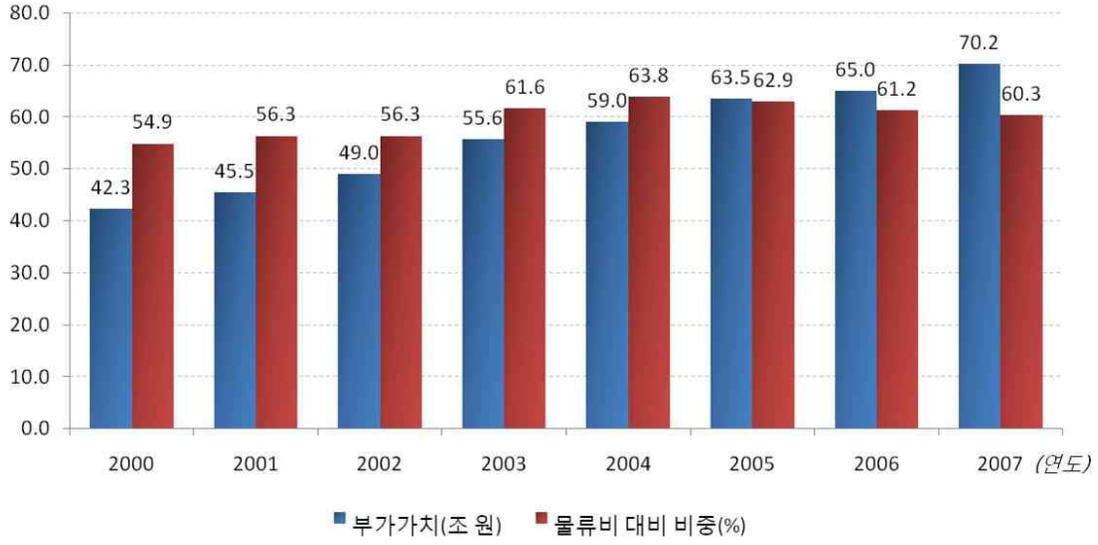
구 분		수송비	재고유지 관리비	포장비	하역비	물류정보비	일반관리비
2000	국내	64.72	25.68	2.13	1.48	3.06	2.93
	국제포함	71.09	21.04	1.75	1.22	2.51	2.40
2001	국내	68.10	22.72	2.16	1.41	2.84	2.78
	국제포함	74.01	18.51	1.76	1.15	2.32	2.26
2002	국내	72.69	20.44	2.09	1.55	1.60	1.63
	국제포함	77.78	16.64	1.70	1.26	1.30	1.32
2003	국내	76.89	16.93	2.23	1.39	1.26	1.30
	국제포함	81.39	13.63	1.79	1.12	1.02	1.05
2004	국내	76.52	16.84	2.19	1.82	1.29	1.34
	국제포함	82.39	12.63	1.64	1.37	0.97	1.00
2005	국내	76.18	16.72	2.04	1.79	1.60	1.66
	국제포함	81.71	12.84	1.57	1.38	1.23	1.28
2006	국내	75.71	17.03	2.00	1.86	1.67	1.73
	국제포함	80.88	13.41	1.57	1.46	1.32	1.36
2007	국내	75.25	18.20	1.95	1.70	1.42	1.48
	국제포함	80.90	14.05	1.50	1.31	1.10	1.14

자료 : 한국교통연구원(2009), 『2007 국가물류비 산정 및 추이 분석』
한국교통연구원(2010), 『국가물류기본계획(2011-2020) 수립 연구』

○ 국가물류비 부가가치[5](국내수송만 포함)는 2000년 42.3조 원에서 2007년 70.2조 원으로 점차 증가하고 있으나, 국가물류비 대비 부가가치의 비중은 2000년 54.9%에서 2004년 63.8%로 증가 추세를 보이다가 2004년을 기준으로 2007년까지 점차 감소

- 부가가치는 물류산업의 경제 기여도가 높아짐에 따라 증가하고 있으나, 부가가치가 국가물류비에 비해 그 증가율이 낮기 때문에 그 비중은 2004년을 기준으로 점차 감소 추세

5) 기능별 각 부문에서 발생하는 국가물류비에서 중간비용(인건비, 조세공과금, 감가상각비, 임차료, 경상이익 등)을 제외한 '물류활동 부가가치(Value-Added)'는 물류활동이 국가경제에 기여한 정도를 파악할 수 있는 지표



자료 : 한국교통연구원(2010), 『국가물류기본계획(2011-2020) 수립 연구』

[그림 2-4] 국가물류비 부가가치 및 물류비 대비 비중

○ 국가물류비의 GDP 대비 비중은 1991년부터 2007년까지 11~12%대를 유지하고 있으나 미국과 일본의 8~10% 수준에 비하면 높은 수준



자료 : 한국교통연구원(2010), 『국가물류기본계획(2011-2020) 수립 연구』

[그림 2-5] 국가별 GDP 대비 물류비 비교

○ 2007년도 우리나라 기업의 평균 매출액 대비 기업물류비(수출물류비 포함)는 2005년 대비 0.6%p 감소한 9.1% 수준

- 국내 물류비만을 산정할 경우 우리나라 기업물류비는 2003년 7.5%, 2005년 6.8%, 2007년 6.5% 차지
- 증가 추세에 있던 기업물류비는 1999년 12.9%로 처음 하락한 후 2000년대 들어 한 자리수인 9% 초반으로 점차 감소하는 추세이나, 일본 4.8%(국내물류비 기준), 미국 8.5%에 비해 다소 높은 수준을 유지

○ 국내화물 수송실적은 2006년까지 증가추세를 보였으나 2008년에는 전년대비 1.06% 감소한 142십억 699백만 톤-km를 나타냄

○ 수단별로는 도로화물이 70% 이상의 대부분을 차지하고 있으나 분담률은 2005년 74.15%에서 2008년 71.08%로 감소하였으며, 철도화물은 7.09%에서 8.09%로, 해운화물은 18.66%에서 20.74%로 증가추세

[표 2-7] 국내화물 수단별 수송실적 추이(톤-km 기준)

(단위 : 백만 톤-km, %)

구 분	도 로			철 도	해 운	항 공	계
	영업용	비영업용	소 계				
2005	38,241 (26.83)	67,432 (47.31)	105,673 (74.15)	10,108 (7.09)	26,590 (18.66)	151 (0.11)	142,522 (100.0)
2006	39,448 (26.98)	69,560 (47.58)	109,008 (74.57)	10,554 (7.22)	26,478 (18.11)	145 (0.10)	146,185 (100.0)
2007	38,078 (26.40)	67,144 (46.56)	105,222 (72.96)	10,873 (7.54)	27,998 (19.41)	128 (0.09)	144,221 (100.0)
2008	36,708 (25.72)	64,729 (45.36)	101,437 (71.08)	11,547 (8.09)	29,590 (20.74)	125 (0.09)	142,699 (100.0)
연평균 증가율	1.72	1.51	1.58	1.38	▽2.93	▽4.14	0.48
전년 대비 증가율	▽3.60	▽3.60	▽3.60	6.20	5.69	▽2.34	▽1.06

주 : 1) ( )는 전체 대비 비중
2) 영업용/비영업용 도로수송실적이 별도로 분리되지 않아 전년도 비율을 적용하여 분할함

자료 : 한국교통연구원, 『전국 지역간 화물 통행량 분석』, 각 연도
한국교통연구원(2010), 『국가물류기본계획(2011-2020) 수립 연구』

나. 분야별 물류산업 동향

(1) 물류기업

○ 국내 물류기업들의 매출액 규모는 대표적인 기업인 대한통운이 11억 $, (주)한진은 6억 $ 수준으로서 DPWN의 760억 $, UPS의 22조 $ 수준에 비해 현격한 열세

- 2008년 기준 중국에 진출한 (주)한진, 대한통운, 동방, 현대택배, 동부익스프레스 등 대다수 물류기업들은 한국 제조업체의 중국 현지 물류서비스를 대행하면서 역량을 강화
  - · 현재 1만 4,640개의 국내 제조기업 현지 법인이 진출하여 향후 더 많은 국내 물류기업들이 중국에 진출할 것으로 예상
  - · 업태별 현지법인수는 운송관련서비스업이 36개로 가장 많으며, 창고업(26개), 운송주선업(14개), 항공운송업(12개), 도로운송업(5개), 해상운송업(2개) 순

○ 2008년 5월 세계 컨테이너선사 선복량(AXS-Alphaliner)기준으로 한진해운은 36만 TEU, 현대상선은 23.6만 TEU이나, Maersk는 200만 TEU를 확보하고 있어 약 5.5배 이상의 수송능력 차이

(2) 운송부문

○ 항공운송

- 인천공항은 2009년 231만 톤의 항공화물을 처리하여 미국 멤피스 공항, 홍콩 챕락콕 공항, 중국 상해 푸동 공항에 이어 세계 4위의 물류허브공항으로 성장(여객은 세계 11위)하였고, 서비스 평가에서도 6년 연속 세계 1위를 차지
- 2009년 항공사별 화물수송실적도 대한항공이 국제항공화물 수송실적 세계 1위, 아시아나는 세계 14위로 상당한 경쟁력을 보유

○ 해상운송

- 해운 선복량은 2002년 6,615척, 6,558천 톤에서 2010년 6,969척, 10,912천 톤으로 연평균 0.7%(척 기준, 톤 기준 6.6%) 증가
- 2007년 항만 물동량은 중국 상하이항(561.5백만 톤), 싱가포르항(483.6 톤), 네덜란드 로테르담항(406.8백만 톤) 등에 이어 부산항은 세계 10위이며[6], 컨테이너화물도

중국, 미국, 일본, 러시아에 이어 세계 5위 수준

- 2010년 정기선(컨테이너선) 부문에서는 한진해운(10위), 현대상선(18위), 항만운영 분야에서는 글로벌 운영사(GTO : Global Terminal Operator)가 없는 상황(HPH는 신선대의 30배 규모)으로 볼 때 해운·항만시장을 주도하는 글로벌 기업이 부족

○ 도로·철도운송

- 도로부문의 연평균 수송실적 증가량은 2006년 4,086백만 톤에서 2010년 4,613백만 톤으로 4.48%의 증가율
- 2004년 4월 일본, 프랑스, 독일, 스페인에 이어 세계에서 5번째로 고속철도를 성공적으로 개통하였고, 다양한 활성화 대책을 추진하여 이용객이 꾸준히 증가하고 있음
- 철도 컨테이너 수송실적은 2001~2009년 기간 동안 연평균 1.84% 감소
- 스위스 국제경영개발원(IMD[7])의 평가에 의하면 2010년 우리나라 교통부문의 국가경쟁력은 19위(61개국 대상)로 전년대비 2단계 상승하였으며, 도로·철도밀도(연장/국토면적) 평가항목은 20위권을 유지하는 추세

[표 2-8] IMD의 평가에 의한 우리나라 교통부문의 국가경쟁력 순위

평 가 항 목(7개)		연차별 순위									
		2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
통계지표	도로밀도	20	22	26	25	24	25	24	23	25	24
	철도밀도	18	20	26	27	26	27	23	24	24	25
	항공탑승객수	8	8	12	11	13	13	14	14	15	-
설문지표	항공이용 만족도	-	32	41	29	15	35	13	22	15	4
	물류인프라 효율성	-	23	43	41	33	35	18	35	27	25
	해운인프라 기업요구 만족도	38	28	38	33	27	33	11	35	28	23
	인프라 유지와 개발적절성	-	-	36	29	18	28	19	20	17	18

6) e-나라지표 전국항만 물동량 처리 현황 참고
7) IMD : International Institute for Management Development

(3) 보관/하역부문

○ 창고자동화가 빠르게 진행되고 있으며, 기능적 측면에서 창고는 제품을 단순히 보관하는 기능에서 나아가 제품의 조립과 출하를 동시에 수행하는 기능으로 변모하고 있고, 다양한 제품의 저장, 분류 및 입·출고의 정확성과 신속성을 겸비한 종합적인 시설로 발전

- 물류 정보 매체(바코드, RFID) 산업의 증가로 소팅(Sorting), 피킹(Picking) 등 전반적으로 하역자동화 기술개발이 활발히 진행 중

○ 범용기계 부문의 국내의 피킹(Picking) 및 분류(Assorting)시스템, 컨베이어 시스템 등 물류자동화의 기초가 되는 자동기기 산업기반은 대체로 선전하고 있으나 특히 첨단 자동화기기 분야에서는 기반이 취약하여 필요한 핵심 부품들을 선진국이나 경쟁국에 의존하고 있는 실정

- 완제품 및 부품의 수입 의존도가 높고 국내 기업의 원천기술 및 응용기술, 기능인력 부족 등의 제약요인
- 제조업을 중심으로 엔진, 파렛트 등의 중형화물을 처리할 수 있는 자동창고시스템과 주차타워 등에서 자동창고의 개념이 확산되고 있으나 주요 핵심시설 및 장비는 외국에서 수입하고 이를 설치하기 위한 저가의 주변장치만 치열한 국내업체간 경쟁을 통해 덤핑으로 납품되는 악순환이 반복
- 삼성, LG전자 등 대기업에서 로봇, 자동화기기(자동화물운송기기 포함) 등의 기술개발이 이루어지고 있고, 소수의 중소기업이 해외시스템의 설치 또는 국산화를 위해 노력

○ 자동창고 및 물류자동화 설비에 대한 투자는 전반적으로 위축되어 활성화되지 못하고 있으나 수출경기, 기업의 물류비 절감 노력 등으로 위탁물류의 비중이 확대되고 전문적 운송, 보관, 하역 시장성이 향상

- 해상/항공운송 부분의 실적이 우세하여 보관·하역 또한 공항, 항만에 집중

○ 하드웨어 측면의 자동물류시스템시장과 함께 이를 제어하는 소프트웨어 측면의 솔루션시장 역시 확대

- WMS를 비롯한 시스템 효율성 및 정보화 구축을 위한 컨설팅시장, 물류정보화 시

스템, 주문처리(order picking) 알고리즘 및 상하역 스케줄링, 무인반송차의 자동 배차 알고리즘 및 작업장 내 차량과 장비의 최단경로 알고리즘의 솔루션 지원 등과 같은 솔루션시장이 빠르게 성장

○ 초평탄바닥 시공기술도 개발되어 국내기업이 특허청으로부터 '물류 창고용 바닥 시공방법'으로 특허를 취득

- 국가표준규격이 마련되지 않아, 기존에는 미국과 영국의 기준을 적용하여 국내기업이 시공만 실시하는 방식으로 진행

○ 국내 중소기업이 독자 개발한 초고층 컨테이너 자동창고 기술은 항만과 철도물류를 연계할 수 있는 새로운 개념의 기술로서 상용화 단계에 돌입

(4) 포장부문

○ 광공업통계조사보고서(1991~2002, 통계청)에 의하면 2002년도 포장자재의 매출규모는 약 10조 원

- 업종별로는 종이포장재, 플라스틱포장재, 금속포장재, 유리포장재, 나무포장재, 포장기계 등의 순으로 규모가 큼
- 포장기자재 관련 사업체수는 총 4,030개 업체로, 종이포장재 1,571개 업체, 플라스틱포장재 1,562개 업체, 금속포장재 264개 업체, 유리포장재 63개 업체, 나무포장재 370개 업체, 포장기계 200개 업체 등

○ 포장기자재 산업의 생산액은 1991년에 35,783억 원에서 2002년에는 총 99,294억 원으로 연평균 10.1%가 증가하였으며, 업종별로는 플라스틱포장재 생산액이 연평균 15.7%, 나무포장재 15.6%, 포장기계 14.7%, 종이포장재 9.0%, 금속포장재 7.0%, 유리포장재 5.2% 증가

- 포장재질별 점유율은 종이가 39.2%로 가장 높은 점유율을 보이고 있으며, 플라스틱포장용기는 33.9%, 금속 포장용기 13.2%, 유리 포장용기 5.3%, 목재 포장용기 5.1% 순

○ 한국무역협회의 2007년 물류 표준화 실태조사[8]에 따르면, 활용하는 제품 포장 종류로는 골판지가 36.6%로 가장 높게 나타났으며, 다음으로 판지 상자 20.9%, 플라스틱

8) 한국무역협회(2007), 『2007년 물류 표준화 실태조사』

용기 11.3%, 목재 상자 9.6%, 금속 용기 6.8%, 포대 4.7% 등의 순

○ 제품의 수송 포장 기준은 박스 단위가 45.3%로 가장 높게 나타났으며, 표준 파렛트 28.1%, 낱개 단위 15.1% 등의 순

(5) 정보화부문

○ 항만에서는 항만운영정보시스템(PORT-MIS)이 입출항에서 통관까지 수출입화물의 정보를 제공하고 있는데, 해양청과 선사 및 대리점, 지방 대리점 간의 정보가 EDI형태로 처리되고 있고, KL-Net이 1995년 하반기부터 상용서비스로 제공하고 있음

- 선사, 운송사와 컨테이너 터미널 간 정보연계는 비교적 원활
- 현재 무역항의 경우 일부 물류거점 이외 타 물류거점과의 연계수준이 부족한 실태이므로, 복합연계운송 수단을 활용하여 타 물류거점시설과의 물류네트워크를 강화할 필요

○ 인천공항에서는 항공화물공용정보시스템(AIRCIS)이 구축되어 공항을 이용한 수출입화물에 대해 입출항에서 통관까지 화물정보를 제공

- 2010년 인천공항에서는 RFID 기술을 활용하여 물류 정보와 스마트폰의 융합 등 다양한 시도를 하고 있으며 RFID 리더기 프로젝트를 통해 AIRCIS와 연동하는 테스트를 진행 중
- RFID를 활용한 항공물류정보시스템을 통해 인천공항의 물류와 관련된 포워더, 화주, 항공직원 등 항공물류와 관계된 다양한 사용자 대상에게 상용화 될 예정이며, 향후 시스템이 도입되면 인천공항은 화물 위치 및 각종 물류정보를 실시간으로 처리함으로써 항공물류 이해 관계자들의 비용절감, 항공화물처리 프로세스 간소화, 화물처리 효율성 제고 등 다양한 효과를 기대

○ 한진, 대한통운 등 일부 대형육상운송업체와 택배기업들은 자체 전산망을 구축하여 운영 중이며, 선사, 운송사와 컨테이너 터미널 간 터미널자동화 시스템이 구축

- 데이콤 운송 VAN, 한진 GLOVAN, KL-Net 등 민간 VAN을 통하여 운영

○ 부산항 신선대 및 동부부산 컨테이너터미널이 첨단 IT를 도입한 지능형 항만 구축

- RFID, GPS, USN 등 첨단 정보통신기술 융합, 실시간 야드 트랙터 멀티사이클 시스템(RYMS), 컨테이너 터미널 게이트 반출입 자동화 시스템, 위험물 컨테이너 감시

시스템을 포함하여 지능형 항만자동화 시스템 도입

○ RFID를 이용한 물류거점시설정보화사업, 물류정보부문의 표준화사업, 국가물류통합정보센터 구축 등 물류정보체계의 개선을 위한 다양한 노력이 전개되고 있음

- 하드웨어 측면의 자동물류시스템시장과 함께 이를 제어하는 소프트웨어 측면의 솔루션시장 역시 확대

2. 정부 정책 동향

가. 상위 법 및 계획

(1) 저탄소 녹색성장 기본법

○ 여러 부처에서 개별적·부분적으로 실시하고 있는 기후변화와 지구온난화, 신·재생에너지 및 지속가능발전대책 등을 유기적으로 연계·통합하여 추진하기 위해 제안

○ 「저탄소녹색성장기본법」에서는 다음과 같은 내용을 포함

- 온실가스를 획기적으로 감축하기 위하여 온실가스 배출 중장기 감축목표 설정 및 부문별·단계별 대책, 에너지 수요관리 및 안정적 확보대책 등을 포함한 '기후변화대응 기본계획'과 '에너지 기본계획'을 수립·시행
- 온실가스 감축, 에너지 절약과 에너지 이용효율 향상 및 신·재생에너지 보급 확대를 위하여 중장기 및 단계별 목표를 설정하고, 일정수준 이상의 온실가스 다배출업체 및 에너지 다소비업체로 하여금 매년 온실가스 배출량 및 에너지 사용량을 정부에 보고하도록 하며, 정부는 온실가스 종합 정보관리체계를 구축·운영
- 시장기능을 활용하여 효율적으로 온실가스를 감축하고 국제적으로 팽창하는 온실가스 배출권 거래시장에 대비하기 위하여 온실가스 배출허용총량을 설정하고 배출허용량을 거래하는 '총량제한 배출권 거래제' 등을 실시하되, 배출허용량의 할당·등록 및 관리방법 등은 따로 법률로 정하도록 함
- 분야별 온실가스 감축 의무량 부과
- 기업의 자발적 온실가스 감축사업인정
- 총량제한 배출권 거래제 도입
- 저탄소 교통체계 구축 추진

- 온실가스 저감 사업에 대한 세제지원 및 보조금 지급에 대한 근거

(2) 녹색성장 5개년 기본계획

○ 녹색성장 국가전략은 「저탄소녹색성장기본법」(2009.11.28 시행) 제9조에 의해 수립되며 국가의 저탄소 녹색성장을 위한 정책목표·추진전략·중점추진과제 등을 포함한 국가전략

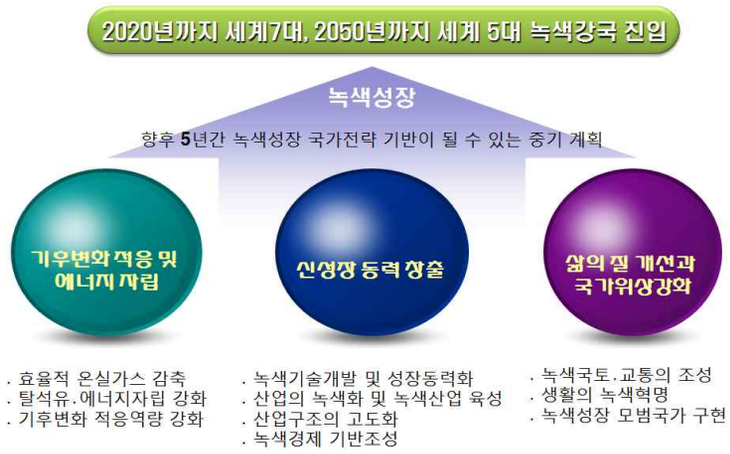
○ '녹색성장 5개년 기본계획'은 저탄소 녹색성장 관련 최상위 국정계획으로, 국가 정책의 기본방향과 연도별 달성목표, 투자계획, 수행주체 등을 제시

○ 각 부처 및 광역지자체는 중앙추진계획과 지방추진계획을 매년 작성해야 하며, 부문별 계획은 사전에 녹색성장위원회와 협의하여 녹색성장 국가전략과 일관성·정합성을 유지해야하고, 녹색성장위원회는 추진계획의 수립과 이행상황 점검을 담당

○ 5개년 단위의 상세 실행계획인 '녹색성장 5개년 기본계획'은 2009~2013년까지의 세부과제 및 실행방안을 제시하며, 녹색성장과 관련한 다음과 같은 사항을 담고 있음

- 녹색기술·녹색산업 및 녹색경제체제의 구현
- 기후변화대응, 에너지 및 지속가능발전 정책
- 녹색생활, 녹색국토, 저탄소 교통체계
- 저탄소 녹색성장 관련 국제협상 및 국제협력
- 재원조달, 조세·금융, 인력양성, 교육·홍보 등

○ '녹색성장 5개년 기본계획'에서는 '기후변화 적응 및 에너지 자립(①효율적 온실가스 감축, ②탈석유·에너지자립강화, ③기후변화 적응역량 강화)', '新성장동력 창출(④녹색기술개발 및 성장동력화, ⑤산업의 녹색화 및 녹색산업 육성, ⑥산업구조의 고도화, ⑦녹색경제 기반 조성)', '삶의 질 개선과 국가위상 강화(⑧녹색국토·교통의 조성, ⑨생활의 녹색혁명, ⑩세계적인 녹색성장 모범국가 구현)'의 3대 추진전략과 10대 정책방향을 제시



[그림 2-6] 녹색성장 5개년 기본계획

(가) 기후변화 적응 및 에너지 자립

○ 탄소의 모니터링, 저감, 순환이용 등 탄소에 대한 종합적·체계적 관리 체계 마련

○ 탄소에 대한 사회적 인식 제고와 온실가스 배출량 절감 노력을 바탕으로 효율적 온실가스 감축을 실현

○ 에너지 저소비·고효율형 사회구조를 구축하고, 청정에너지의 보급을 확대해 탈석유·에너지 자립의 기반 마련

○ 기후변화로 인한 각종 위험 요소를 사전에 인지, 대응하는 체계구축을 통해 국민 생활의 안전성 제고

- 효율적 온실가스 감축
- 탈석유·에너지자립 강화
- 기후변화 적응역량 강화

(나) 신성장동력 창출

○ 녹색성장 분야의 성장잠재력을 제고, 민간 부문에서의 녹색기술·산업 개발의 활성화를 추진

○ 기존 산업의 녹색혁신, 자원순환형 경제·사업구조 구축 등 지속적인 저탄소 녹색성장을 위한 기반 마련

○ 녹색금융, 탄소시장, 녹색일자리 창출 등을 통해 저탄소 녹색성장을 촉진하는 경제 순환 구조 확립

○ 변화주체인 국민·기업·정부가 상호 공조하고 적극적으로 참여할 수 있는 기반인 친환경 제도 및 세제 개선

- 녹색기술개발 및 성장동력화
- 산업의 녹색화 및 녹색산업 육성
- 산업구조의 고도화
- 녹색경제 기반조성

(다) 삶의 질 개선과 국가위상강화

○ 생활에서의 녹색혁명을 체험할 수 있는 교육, 제도, 생태관광 등 녹색생활 실천 기반 마련

○ 남북 협력 체제 하, 한반도 내 탄소의 지속적 감축을 위한 산림복원 및 에너지 협력

○ 녹색성장 분야 선진 국가 구현, 그린 허브 코리아 구축 및 개도국 녹색성장 자원 등을 통한 세계적 녹색성장 모범국가 구현

- 녹색국토·교통의 조성
- 생활의 녹색혁명
- 녹색성장 모범국가 구현

○ '삶의 질 개선과 국가위상 강화' 추진전략 중 세부정책인 '녹색국토·교통의 조성'에서 교통·물류와 관련한 다음과 같은 전략을 담고 있음

① 녹색교통 네트워크 확대

○ 철도 중심의 녹색기간 교통망 확충

- 경부・호남 고속철도, 수도권 고속철도 등 전국 고속 네트워크 구축을 위한 고속철도 건설사업 지속추진
- 고속철도 연장을 2007년 239km에서 2012년 363km로 연장
- 기존 건설 중인 철도노선의 고속화를 위한 차량 및 시설 등의 보완 추진
- 친환경 철도실현을 위해 기존 비전철노선의 전철화사업 추진, 디젤차량을 전기차량

으로 조기전환

○ 승용차보다 빠른 대중교통체계 구축

- 고속 및 광역철도 확충을 통해 철도의 수송분담률 향상
- BRT(간선 급행 버스체계) 구축을 통해 버스의 속도 및 정시성을 개선하여 승용차 대비 경쟁력 향상
- 효율적인 수단간 환승체계를 구축함으로써 승용차 이용을 억제하고 대중교통으로 수단 전환 유도

○ 도로주변 녹화 등 Green Highway 확대

- CO_2 저감 '로화수(路·花·樹, Lifestyles Of Health And Sustainability) 프로젝트' 추진
- CO_2 발생량 억제 교통 지·정체 구간 해소 사업 적극 추진

○ 저탄소 에너지자립형 Green Port 구축

- 저탄소·에너지 고효율 녹색항만 구축을 위한 Green Port 종합계획 수립('09.12) 및 단계별 세부계획 추진
- 녹색항만 구축을 위한 기술·서비스의 개발 및 적용 확대

○ 단축공항로 확대 및 Green Airport 구축

- 항공사 유류비 절감 및 비행시간 단축을 위해 항공기 직선비행을 가능하게 하는 단축항공로 확대 운영

② 녹색교통 물류체계로의 전환

○ 친환경교통수단으로 Modal-Shift 추진

- 에너지 다소비형·고비용형(Social Cost) 교통체계(2006년 기준 화물 수송분담률 : 자동차 74%, 철도 8%, 해운 18%, 항공 0.1%)의 수단의 전환
- 저탄소 녹색체계로 전환을 위해 화주, 운송업체 등과 Modal-Shift 협약체결을 통해 철도, 연안해운 등 대량교통수단의 수송분담률 증대
- 친환경 우수교통물류운영자 지원, 연계교통망 효율화 등 다각적 대책 병행추진

○ 녹색성장형 Intermodalism 구축 및 투자효율화 달성

- 항만, 산업단지 등 교통물류거점 연계교통망 구축

- 녹색 교통인프라 투자평가제도 개선
- 녹색교통 전문인력 양성

○ 수·배송, 보관 등 물류공동화 인프라 구축

- 물류효율화 등을 위한 물류거점 인프라의 체계적 확충
- 첨단장비를 활용한 물류정보수집시스템 구축, 다양한 국가 물류정보망의 연계·통합 및 표준화

○ 녹색물류인증제, 녹색물류 파트너십 녹색물류 활성화

- 이해당사자간 협력을 통한 녹색물류 파트너십 구축
- 물류기업의 자발적 참여유도를 위한 인센티브 강화
- 녹색물류체계 전환을 위한 물류분야 CO_2 배출량 산정기법 개발과 녹색물류 사업시행에 따른 탄소배출 저감 효과 분석

○ 불요불급한 교통량 감축을 위한 교통수요관리 강화

- 주차상한제 개선 및 시행지역 확대
- 원격근무가 활성화될 수 있도록 체계적인 지원방안 마련
- 도심 혼잡통행료 징수 확대 검토
- 첨단 교통기술을 활용하여 권역별 주요 도로를 대상으로 통행량을 측정하여 권역별 자동차 통행량 총량 설정 및 감축

○ 비동력 교통(NMT) 활성화를 위한 보행교통 개선

- 보행자 이동편의 제고, 접근성 보장 등 보행교통 활성화
- 교통약자 등이 건축물 등 이용 시 불편이 없도록 평가·인증 제도 시행

○ 친환경 경제운전을 위한 에코 드라이브 활성화

- 자동차를 위한 에코 드라이브 시뮬레이터 개발 및 캠페인 등 추진

③ 녹색교통물류 성장잠재력 확충

○ 녹색교통 미달지역에 대한 특별대책 지정/관리

- 저탄소 녹색교통체계로의 성장관리를 촉진하기 위한 객관적 평가기법 마련을 위해 지속가능성 관리지표 개발 및 관리
- 지속가능성 관리지표에 자주 미달하는 지역을 특별대책지역으로 지정, 고강도 녹색

성장 관리 대책 추진

○ 녹색 신교통시스템의 개발 및 이용확대

- 첨단교통기술과 IT를 융합한 지능형교통체계(ITS) 구축 확대
- 만성적 고속도로 요금소 지·정체 해소를 위해 하이패스 이용률 제고
- PRT, 초경량항공기 등 신교통시스템에 대한 R&D 투자 확대
- 신교통시스템의 개발·운영을 제도적으로 뒷받침하기 위해 「신교통시스템 개발·운영법」을 제정

○ 친환경자동차 상용화 기반 구축

- 친환경자동차의 상용화 기반구축을 위한 제도정비
- 첨단미래형자동차 안전성 평가 시험설비 구축 및 안전성 평가 기술개발
- 전기자동차의 주행 및 충전안전성 검증을 위한 연구·사업 추진

○ 친환경 물류시설 및 장비의 개발과 활용

- 물류거점간 친환경, 고효율 복합연계 화물운송시스템 기술개발

나. 부처별 법 및 계획

(1) 국토해양부

(가) 물류정책기본법

○ 국내외 물류정책·계획의 수립·시행 및 지원에 관한 기본적인 사항에 관해 규정을 하고 있으며, 물류체계의 효율화, 물류산업의 경쟁력 강화 및 물류의 선진화·국제화를 이루어 국민경제의 발전에 이바지함을 목적

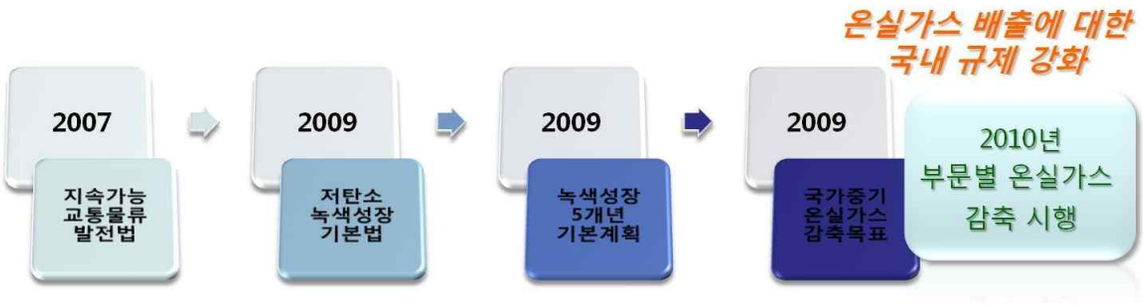
○ “물류정책에 따른 물류가 국가 경제의 중요한 원동력임을 알고, 신속·정확하면서도 편리하고 안전한 물류 활동을 촉진하며, 정부의 물류 관련 정책이 서로 조화롭게 연계되도록 하여 물류산업이 체계적으로 발전하게 하여야 하며, 그러기 위해 국가 및 지방자치단체는 전국 및 지역적 특색을 고려하여 물류와 관련된 정책 및 계획을 수립하고 시행하여야 한다.”는 내용을 주요 내용으로 함

- 물류체계의 효율화를 위해 물류시설·장비의 확충, 물류표준화, 물류정보화에 대한 규정

- 물류산업의 경쟁력 강화를 위해 물류산업의 육성, 종합물류기업의 인증, 국제물류주선업, 물류인력 및 물류 관련 단체의 양성에 대한 규정
- 물류의 선진화 및 국제화를 위한 물류 관련 연구개발
- 환경친화적 물류의 촉진, 국제물류의 촉진 및 지원 등의 규정

(나) 지속가능 교통물류 발전법

○ 기후 변화, 에너지 위기 및 환경보호 요구 등 교통물류체계의 여건 변화에 대비하여 기존의 교통물류체계를 환경친화적 에너지 절감형 저탄소 교통물류체계로 전환하기 위하여 10년 단위의 지속가능 교통물류 기본계획을 수립·시행



[그림 2-7] 교통부문 지속가능 법 및 계획 재정 배경

○ 교통물류 권역의 지정과 지속가능성 관리지표 설정을 통하여 교통물류체계를 체계적으로 관리하는 한편, 지속가능 교통물류체계로의 전환을 촉진할 수 있는 지원방법 등을 마련하고, 특별대책지역을 지정 및 관리하는 등 현재와 미래세대를 위한 지속가능한 교통물류체계를 구축하기 위한 기본방향 등을 설정

○ 「지속가능 교통물류 발전법」의 세부 주요내용은 다음과 같음

- 지속가능 국가교통물류발전 기본계획 등을 수립하고, 지속가능 교통물류권역의 지정 및 관리와 지속가능성 관리 지표 및 관리 기준을 설정
- 지속가능 교통물류체계로의 전화 촉진을 위한 다양한 수단을 마련함으로써, 교통부문 온실가스 감축 등 정책과제를 효율적으로 추진할 수 있는 법안을 마련
- 비동력·무탄소 교통수단의 활성화와 특별대책지역의 지정 및 관리 법안이 제시
- 에너지 절감형저탄소 교통·물류체계로 전환

- 교통물류의 이동성 및 접근성 확보
- 지역별로 특성에 맞는 교통물류권역 지정 및 관리
- 지속가능성 관리 지표 및 기준설정
- 비동력·무탄소 교통수단 활성화

(다) 국가기간교통망계획

○ 국가기간교통망계획은 「교통체계효율화법」(1999.2제정) 제3조에 의해 수립되며, 국가단위의 간선 네트워크 구성과 관련된 계획

- 계획기간은 2000~2019년까지 20년간으로 육상, 해상, 항공 교통정책과 도로, 철도 공항, 항만 등의 교통시설확충 등 교통과 관련된 최상위 기본계획

○ 국가교통체계의 효율성 및 연계성 강화

- 교통수단간 효율적인 수송분담구조
- 적정 교통시설 투자수준 및 교통시설간 투자조정
- 교통수단간 연계교통체계 구축

○ 육상간선교통의 이동성 및 접근성 향상

- 국토 개발축 및 국토 보전축과 조화되도록 간선교통축 형성
- 전국 반일생활권 실현을 위한 네트워크형 육상교통망 구축
- 도로·철도간 효율적인 역할분담을 위한 합리적인 수송분담체계 구축 및 합리적인 투자조정
- 남북통일에 대비한 한반도 차원의 육상교통망 구축 구상

○ 글로벌 교통·물류네트워크 확충

- 선진국(G-7) 수준의 항공교통 실현
- 동북아 중심항만 및 글로벌 해운물류네트워크 구축강화
- 비용절감형 내륙물류체계 확립
- 남북교통망 연결 및 대륙연계교통망 구축

○ 동북아 단일 교통·물류시장의 단계적 조성

- 1단계 : 단절된 교통망 연결, 점진적 교통물류산업 규제 완화 등 제도협력 기본틀 구축

- 2단계 : 교통물류 네트워크연결 활성화, 교통물류 시장개발 확대 등 제도와 협력 본격화
- 3단계 : 동북아 통합 단일 교통물류시장으로 이행

○ 지속가능한 국가교통체계의 실현

- 지구온난화, 고유가 등 여건 대처, 에너지 절감형·친환경 교통체계 구축

○ 교통기술의 개발 및 국가교통체계의 지능화

- 신개념 미래교통시스템에 필요한 첨단교통기술의 확보
- 교통연계·물류체계화 고효율 교통체계의 실현
- 쾌적·신속·안전·편리한 차세대 교통체계의 구축

○ 교통·물류산업의 경쟁력 강화

- 개방화, 국제화시대에 대비한 미래발전 지향적 교통물류산업 성장기반 조성
- 부실업체 퇴출 등 시장경쟁원리에 입각한 교통물류산업 구조조정 추진, 공익적 기능유지도 고려
- 성장동력 확충 및 지속적 발전을 위한 시장기회 창출

(라) 국가물류기본계획

○ 국가물류기본계획 수정계획의 제2차 중기계획이 종료되는 시점에서 현행 국가물류기본계획의 추진실태를 파악하고, 개정된 「물류정책기본법」에 의거하여 향후 10년간 수행할 국가물류정책의 추진동력을 확보함과 동시에 국가물류기본계획이 물류관련 최상위계획으로서의 위상을 갖출 수 있도록 방향을 제시하고 실천력을 강화

- 국내외 물류환경 변화요인과 전망, 국외 주요국의 물류관련 정책 및 체계에 대한 분석결과를 종합적으로 검토하여 국가물류의 비전과 목표를 재설정

○ 제조업 및 서비스업을 포함한 국가기간산업의 경쟁력 강화를 위한 '국가물류체계의 효율성 제고', 물류산업을 국가경제의 신성장동력으로 육성하기 위한 '물류를 통한 국부창출', 국가경제의 장기적 성장동력 확보를 위한 '물류산업의 안정성·투명성·지속가능성 확보'를 실현함으로써 '21세기 저탄소 녹색성장을 선도하는 글로벌 물류강국'을 구축을 비전으로 함

- 국가물류체계의 효율성 제고를 통해 매출액 대비 물류비를 9.1%에서 5.5% 수준까

지 낮춰 국내기업의 글로벌 가격경쟁력을 3.6% 개선

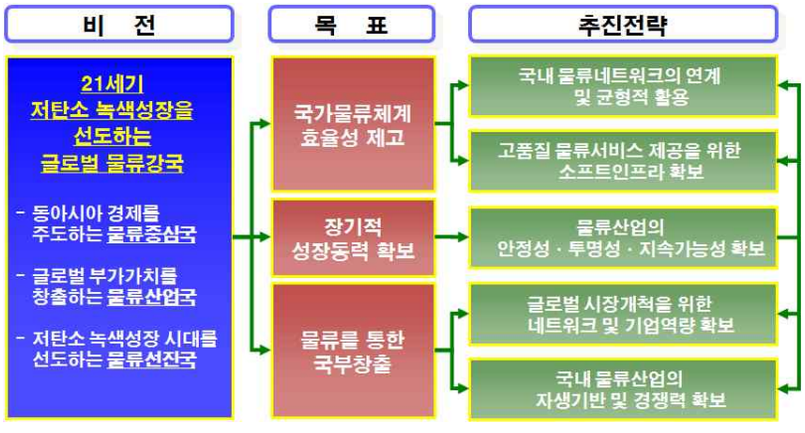
- 물류를 통한 국부창출을 통해 국가전체 산업매출액 대비 물류산업 매출 비중을 3.65%에서 5.0%까지 높여 매출기준 5위의 산업으로 육성
- 국가물류시스템의 지속가능성을 제고하기 위해 물류부문의 CO_2 배출량을 BAU 대비 16.7% 감소

○ '21세기 녹색성장을 선도하는 글로벌 물류강국' 실현이라는 비전을 반영하여 목표를 다음과 같이 설정

- 저비용·고효율·고품질의 국가물류체계를 구축함으로써 제조업, 서비스업 등 국가기간산업의 글로벌 경쟁력을 강화
- 녹색성장, 물류보안, 고령화 대응 등 글로벌 현안에 대한 적극적 대응을 통한 국가경제의 지속가능성을 확대
- 물류산업의 국내 자생기반을 강화하고, 해외시장 개척을 통해 글로벌 부가가치를 창출하는 국가경제의 신성장동력으로 육성

○ 세 가지 목표 실현을 위해 다음과 같은 5대 추진전략을 제시

- 물류네트워크의 연계 및 균형적 활용
- 고품질 물류서비스 제공을 위한 소프트인프라 확보
- 국가물류체계의 장기적 성장동력 확보를 위한 물류산업의 안정성·투명성·지속가능성 확보
- 글로벌 시장개척을 위한 네트워크 및 기업역량 확보
- 국내 물류산업의 자생기반 및 경쟁력확보



[그림 2-8] 국가물류기본계획의 기본구조

○ 5대 추진전략에 따른 15대 중점추진과제 및 세부실천과제를 도출함

- 물류네트워크의 연계 및 균형적 활용
  - · 육·해·공, 제조·유통·물류통합네트워크 계획 수립 및 추진
  - · 도시물류합리화 기본계획 수립
  - · 신개념 화물수송시스템 기술 개발
- 고품질 물류서비스 제공을 위한 소프트인프라 확보
  - · 물류정책의 총괄추진체계 구축
  - · 국가물류통계 종합관리체계 구축
  - · 물류인력양성 종합대책 추진
- 국가물류체계의 장기적 성장동력 확보를 위한 물류산업의 안정성·투명성·지속가능성 확보
  - · 물류기본권 신설 및 사회적 약자 지원 프로그램 개발
  - · 물류보안 일괄대응체계 구축
  - · 녹색물류 확산을 위한 물류공동화 종합대책 추진
- 글로벌 시장개척을 위한 네트워크 및 기업역량 확보
  - · 글로벌 물류시장 진출전략 수립
  - · 해운산업의 중장기 성장기반 확보
  - · 국제물류거점의 부가가치 창출 기능 강화
- 국내 물류산업의 자생기반 및 경쟁력확보
  - · 화물자동차 운송시장의 유가할증료 제도 도입
  - · 철도물류산업 활성화 전략 구축
  - · 국내 물류산업의 구조적 안정성 제고

(마) 물류시설개발 종합계획

○ 물류시설개발 종합계획은 「물류시설 개발 및 운영에 관한 법률」에 근거하여, 물류시설의 중복과잉 투자를 방지하고 물류시설의 합리적인 개발·배치 및 물류체계의 효율화 등을 위한 물류시설(항만시설 제외)의 개발에 관한 5년 단위의 종합계획

○ 본 계획은 국가물류기본계획(2001-2020)의 기본방향을 실천하기 위한 연동계획으로

다음과 같은 내용을 담고 있음

- 물류시설의 장래수요
- 물류시설의 계획적 공급
- 물류시설의 지정·개발
- 물류시설의 지역별·규모별·연도별 배치 및 우선순위
- 물류시설의 기능개선 및 효율화
- 물류시설의 공동화·집단화
- 물류시설의 국내 및 국제 연계수송망 구축

○ 본 계획에서는 '화물가치를 높이는 통합물류시설체계'를 기조로 삼아, '효율적인 물류시스템 구축을 위한 물류시설', '교통체계와 조화를 이루는 물류시설', '지역개발과 연계된 물류시설', '물류부가가치 창출과 남북교류를 위한 물류시설', '환경친화적인 물류시설'을 목표로 수립

- 물류시설을 '국제물류거점', '광역물류거점', '지역물류거점'으로 위계를 두어 구분하고, 각 거점별 개발방향과 목표실현을 위한 6대 추진전략을 제시

○ 본 계획에서는 '부가가치 창출형 국제물류거점시설 개발', '체계적 내륙물류거점시설 개발', '재래물류시설의 기능개선', '물류거점시설의 연계강화', '물류시설 운영의 효율화', '물류시설정책의 조정기능 강화와 제도개선'의 6대 추진전략의 측면에서 각각의 현황과 문제점을 제시하고 있으며, 그 주요 내용은 다음과 같음

○ 부가가치 창출형 국제물류거점시설 개발

- 인천국제공항은 단기간에 항공물류분야에서 국제경쟁력 확보하였으나, 운송규모, 서비스면에서 세계적인 공항으로 발전할 필요가 있음
- 인천공항 물류단지 개발을 추진 중이나 제조산업 등 고부가가치 창출 기업에 대한 투자유치 활동 강화 필요
- 물류시설 개발 및 운영에 관한 법률에서 항만시설 누락, 내륙화물기지 사업계획과 연계하여 검토 어려움
- 남북교류사업의 불안정성과 북한 SOC 낙후
- 수도권은 기능상 화물의 집배송 중심지로서 국내물류의 중심

○ 체계적 내륙물류거점시설 개발

- 물류단지 부족에 따른 개별물류시설의 난립
- 내륙물류기지와 물류단지 계획 수요 중복
- 상류시설위주로 물류단지 운영

○ 재래물류시설의 기능개선

- 일반물류터미널은 화물처리기능이 아닌 주선기능 위주로 운영
- 공동집배송센터
- 철도CY

○ 물류거점시설의 연계강화

○ 물류시설 운영의 효율화

○ 물류시설정책의 조정기능 강화와 제도개선

(바) 국가철도망 구축계획

○ 제2차 국가철도망 구축계획(2011-2020)은 철도망으로 국토를 통합·다핵·개방형 구조로 재편하기 위해 전국 주요거점을 일상 통근시간대인 1시간 30분대로 연결하여 하나의 도시권으로 통합하겠다는 목표를 가짐

- 장래인구는 광역경제권의 중심 도시에 집중되고, 통행 발생량은 광역경제권 중심도시간을 연계하는 형태로 예상하여, 광역경제권 통행패턴에 부합하는 국가철도망을 구상하는 형태임

○ 본 계획은 4개의 추진과제와 내용을 제시하고 있음

- 전국 주요거점을 고속 KTX망으로 연결
  - 경부·호남 등 추진 중인 고속철도 사업 적기완공
  - 일반철도 경쟁력 확보를 위한 기존 건설선 고속화를 추진하고, 고속철도와 연계운행을 통해 KTX 서비스지역 확대
  - 고속철도 요금부담을 줄이고 수요창출을 위해 고속철도 서비스 및 요금구조 다양화 등 차별화된 고속서비스 제공
- 대도시권 30분대 광역·급행 철도망 구축
  - 광역철도의 운영체계를 급행위주로 재편
  - 대도시 교통난 해소를 위한 광역철도망 지속 확충

· 도심 접근 30분대 광역철도망 구축을 목표로 수도권 광역급행철도 사업추진 본격화

- 녹색 철도물류체계 구축
  · 경부 및 호남고속철도 개통 이후 기존 경부선·호남선을 주요 화물 발생 거점과 연계한 화물 중심 노선으로 전환
  · 화물수송비율이 높은 주요 선로·구간의 선로용량 증대를 통해 철도의 수송능력 확충
  · 핵심 물류거점인 항만 · 산업단지 · 내륙화물기지를 간선 철도망과 연결하는 인입철도의 지속 확충
  · KTX 화물전용칸 등을 통해 고부가가치 소량화물 운송
  · 대량수송체계 도입을 통해 철송의 경쟁력 제고
- 편리한 철도 이용환경 조성
  · KTX역, 전철역, 터미널 등에 상업·문화·업무 등이 결합된 복합환승센터 본격 개발
  · 철도·대중교통 연계를 위해 택시베이, 버스베이 등 교통광장 설치
  · 고속철도역 접근 편의를 위해 광역직행버스, 리무진 버스, 셔틀버스 도입 및 확대
  · 엘리베이터 등 편의시설 확충, barrier free 역사 지정 등 교통약자의 이용편의 제고
  · 역사내 자전거 보관시설, 경사로 설치 등 지속 추진

(사) 항만배후단지 개발 종합계획

○ 항만배후단지 개발 종합계획은 '항만기본계획'과 연계하여 수립하는 항만배후단지 개발에 관한 5년 단위의 계획으로, 중장기 목표년도인 2020년까지를 대상

- '항만배후단지의 무역항별 개발방향', '항만배후단지 개발을 위한 용지 및 항만시설의 수요', '공유수면매립 등 용지의 계획적 조성·공급에 관한 사항', '배후단지의 지정·개발', '배후단지 내 항만시설의 정비·조정에 관한 사항' 등의 내용을 담고 있음
- '물류환경 변화에 대응'하고, '항만과 연계효과 극대화 가능지역의 선정', '중복투자

방지 및 차별화된 배후단지 개발'을 기본방향으로 함

○ 최근 물류환경 및 여건변화 추이를 반영하여 기존(2002)의 평가기준(안)[9]을 재검토하고 국내외 수출입 및 환적화물을 취급하는 무역항을 대상으로 항만과 배후단지 간 상승효과 유발이 가능하도록 기준[10]을 재설정함

- 전국 28개 무역항 중 화물부가가치 창출 가능성이 높은 컨테이너 화물 취급항만(11개)을 대상으로 배후단지 지정기준을 적용하여, 목표년도(2020년)를 기준으로 지정기준을 충족시키는 항만(8개)에 대하여 지역특성 및 지자체 의견을 수렴하여 최종 8개의 항만배후단지 지정대상을 선정하고, 개발방향 계획을 수립

○ 급변하는 대내외 물류환경 변화에 탄력적으로 대응하고, 미래지향적 개발을 위해 항만배후단지 수요를 '예측수요'와 '전략수요'로 구분

- '예측수요'는 수출입·환적화물 지원을 위한 '복합물류시설수요', 항만클러스터·커뮤니티 지원을 위한 '지원시설수요', 도시계획 등 관련법규에 근거한 '공공시설수요' 등으로 구분
- '전략수요'는 국내외 물류기업의 수요에 부응하기 위한 '마케팅수요', 미래 항만여건 변화에 대응하기 위한 '준비수요'로 구성

○ 이러한 과정을 통해 추정한 결과 목표년도인 2020년까지 항만배후단지 총 수요면적은 26,994천 ㎡(주요 4개항 23,344천 ㎡ 및 기타 4개항 3,650천 ㎡)

(아) 지하공간 개발 및 관리에 관한 법률(가칭)

○ 국토해양부는 지하공간을 체계적으로 개발하고 관리하기 위한 법률 제정을 검토하여 경쟁적이고 무분별한 지하공간 개발 실태와 지하공간 시설물의 안전한 유지·관리 방안을 마련하기로 결정하고 지하공간 개발 및 관리에 관한 법률 제정을 추진 중임

○ 도심권의 과밀화와 토지 부족현상으로 인한 지하공간의 활용 및 필요성이 증대

○ 관련 법·제도의 마련 필요

- 지하공간 관련 기준이 개별 법령에 산발적으로 규정되어 있고 체계적이지 않아 관련법 제정을 준비 중

9) 필수요소(화물처리능력, 배후단지규모, 항만연결여부, 주요교통시설 연결여부), 고려요소(배후도시 규모, 인접 주변토지여건, 기타사항)
10) 필수요소(화물처리능력, 항만시설규모, 개발부지의 확보), 고려요소(배후도시 세력권, 국제항로 개설여부, 항만클러스터, 지자체 참여도)

- 지하공간과 관련되어 현재까지 마련된 법규는 「지하공공 보도시설의 결정·구조 및 설치기준에 관한 규칙」이 있지만, 적용범위가 지하보도, 지하도상가 등으로 국한되어 현실 반영에는 미흡하다는 지적

○ 국토해양부는 가칭 「지하공간 개발 및 관리에 관한 법률」을 만들어 지하공간 개발 계획구역을 도입할 예정

- 지하시설별로 공간활용의 방향과 지침을 제시하고 수도권 광역급행철도인 대심도 지하공간의 활용과 관리 계획도 함께 추진
- 또한 지하공간 개발에 대한 제도 정비가 처음인 만큼 새로운 용어 정립도 추진할 방침

(2) 지식경제부

(가) 에너지이용 합리화법

○ 에너지의 수급을 안정시키고, 에너지를 합리적이고 효율적으로 이용하도록 하며, 에너지소비로 인한 환경피해를 줄임으로써 국민경제의 발전과 복지증진에 이바지하고 지구온난화를 최소화하려는 국제적 노력에 기여함을 목적

- 2003년 일부 개정되어, 온실가스배출을 감축하는 것에 관한 사항을 정하고, 특정 열사용 기자재를 시공하는 기술 인력에 대한 교육을 의무화하는 등의 사항이 포함

○ 지식경제부장관은 국가에너지 기본계획을, 특별시장·광역시장 또는 도지사는 지역에너지계획을 5년마다 수립·시행해야 하며, 또한 지식경제부장관은 에너지 이용합리화 기본계획을 수립

- 정부는 에너지 이용합리화를 위해 금융·세제상의 지원 및 에너지 절약전문기업을 지원 가능

(나) 국가에너지기본계획

○ 20년 단위 장기 에너지계획으로 2030년까지 에너지효율을 46% 개선, 신재생에너지의 비중을 4.6배로 확대시킬 예정

○ 국가에너지위원회에서 20년 단위 장기 에너지전략으로서 '제1차 국가에너지기본계획(2008~2030)'을 심의·확정

○ 제1차 국가에너지기본계획의 특징은 다음과 같음

- 최초로 수립된 20년 단위 장기 에너지계획으로서 에너지관련 다른 계획(에너지이용합리화계획, 전력수급기본계획, 천연가스장기수급계획, 신재생에너지 기본계획, 해외자원개발 기본계획 등)에 대해 원칙과 방향을 제시하는 에너지 분야 최상위 계획
- '저탄소 녹색성장'을 에너지부문에서 뒷받침하고, '석유 이후의 시대'에 대한 전략적 대응을 위한 장기 에너지정책의 비전을 제시
- 또한, 그간의 안정적 공급 중심의 에너지 정책과는 달리, 에너지수요 전망과 함께 강력한 절감 목표를 제시하였으며, '환경', '효율', '안보' 등 정책목표를 고려한 최적의 장기 에너지 공급믹스를 도출

(다) 유통산업발전 기본계획

○ 2009년 1월 지식경제부는 Post-교토체제 진전에 따라 저탄소형 산업구조 전환이 최대 현안으로 부각되는 상황에서 유통산업도 사전 준비와 대응방안 수립이 시급하다고 판단, 'Green 유통[11] 확산' 등을 주요 정책과제로 담은 '유통산업발전 기본계획'을 수립

- 지식경제부는 유통산업이 제조와 소비 과정의 녹색화에도 기여할 것으로 보고 공급망(Supply Chain) 전반의 온실가스 감축에 있어 유통산업이 주도적 역할을 위한 단계별 추진 전략을 제시
- 이에 따라 지식경제부는 유통산업 자체의 온실가스 감축을 우선 추진하고 이를 제조, 물류, 소비 등 SCM(공급사슬 관리) 전반으로 확대한다는 방침

○ 온실가스 감축 기본 인프라 구축

- 유통업계의 온실가스 배출 실태 조사
- Green Store 인증제 도입
- 제조·물류·소비 등 SCM 전반으로 확대
- 역물류 효율화 유도

(3) 환경부

11) 유통업이 친환경 제조·물류관리 상품을 구매(Buy Green)하여 소비자에게 판매·홍보(Sell Green)하고, 소매점포도 친환경매장으로 전환(Be Green)함으로써, 제조-물류-유통-소비로 이어지는 공급망 전반의 온실가스 감축을 주도하는 것

(가) 대기환경보전법

○ 대기오염으로 인한 국민건강 및 환경상의 위해를 예방하고 대기환경을 적정하게 관리·보전함으로써 모든 국민이 건강하고 쾌적한 환경에서 생활할 수 있게 함을 목적

○ 환경부장관은 전국에 대하여, 시·도지사는 관할구역에 대하여 대기 오염도를 상시측정하고, 대기오염물질의 배출원 및 배출량을 조사

- 사업자는 배출시설 및 방지시설을 적정하게 운영하고, 배출되는 오염물질을 측정하여 그 결과를 기록·보존하여야 하며, 환경부장관은 오염물질이 배출허용기준을 초과하는 때에는 사업자에게 개선명령이나 조업정지명령 또는 폐쇄명령을 할 수 있으며, 배출시설과 관련하여 배출부과금이나 과징금을 부과·징수

○ 자동차·선박 등의 배출가스 규제

- 환경부는 제작차의 배출허용기준을 설정하여 환경부령으로 정하는 허용기준(제작차 배출 허용기준에 맞도록 제작
- 또한 운행차 배출 허용기준을 설정하여 자동차의 소유자는 그 자동차에서 배출되는 배출가스가 대통령령으로 정하는 운행차 배출가스허용기준에 맞게 운행하거나 운행하게 하여야 함을 규정

(나) 지속가능발전법

○ 「저탄소녹색성장기본법」의 제정으로 「지속가능발전기본법」이 「지속가능발전법」('10.4 시행)으로 개정

○ 국가와 지방자치단체가 지속가능한 발전전략을 수립·추진하고, 지속가능발전을 위한 국제사회의 노력에 동참하기 위하여, 국가와 지방자치단체의 지속가능 발전 기본전략과 그 이행계획의 수립·추진, 지속가능 발전지표의 운용 등 국가와 지방자치단체의 지속가능발전을 위한 제도적 기반을 마련하여 경제성장·사회통합·환경보전의 균형을 위해 제정

○ 지속가능발전 기본원칙 제시

- 명확한 정의 없이 '지속가능발전'이라는 용어를 사용하고 있어 그 개념과 기본원칙을 규정할 필요성 제기
- 정책결정에 대한 시민들의 참여를 장려하는 등 지속가능한 발전을 위한 기본원칙을

명기

- 국제연합(UN)에서 채택된 지속가능발전과 관련한 주요 원칙을 명시함으로써 지속가능발전의 개념을 확립하고 그 지향점을 명확하게 제시

○ 국가 및 지방자치단체의 지속가능발전 기본전략의 수립·추진

○ 이행계획의 수립 및 추진상황 점검

○ 지속가능발전지표 및 지속가능성 평가·공표

○ 국가 및 지방 지속가능발전위원회 설치

○ 지속가능발전 정보망의 구축·운영

(다) 수도권 대기환경개선에 관한 특별법

○ 현행 「대기환경보전법」으로는 수도권 지역의 대기환경을 개선하는데 한계가 있어 오염총량관리제도를 도입하는 등 필요한 제도를 마련

- 대기오염이 심각한 수도권 지역의 대기환경을 개선하기 위하여 종합시책을 추진하고 대기오염원을 체계적으로 관리함으로써 지역 주민의 건강을 보호하고 쾌적한 생활환경을 조성하는 것을 목적

○ 대기관리권역 안에서 총량관리대상 오염물질을 대통령령이 정하는 배출량을 초과하여 배출하는 사업장을 설치하거나, 이에 해당하도록 변경하려 하는 자는 환경부장관으로부터 허가를 받아야 함

○ 자동차판매자가 대기관리권역에서 연간 보급하여야 할 저공해자동차에 관한 기준을 매년 관계중앙행정기관의 장과 협의하여 정하고 이를 고시

○ 저공해자동차 보급

○ 특정 경유자동차 관리

○ 노후 차량 조기폐차 지원

○ 수도권 지역에서 판매되는 자동차의 대기오염물질 배출등급과 자동차 연료의 성분 및 대기오염에 미치는 영향 등에 따른 연료품질등급을 고시

(라) 자원의 절약과 재활용촉진에 관한 법률

○ 「자원의 절약과 재활용촉진에 관한 법률」은 자원의 효율적인 이용과 폐기물의 발생억제, 자원의 절약 및 재활용촉진을 통하여 환경을 보전하고 지속적인 경제발전과 국민복지향상에 이바지함을 목적

- 국가는 자원재활용을 촉진하기 위한 시책을 강구하여야 하며, 지방자치단체는 국가의 시책에 따라 당해 지역 안의 자원재활용을 촉진할 책무를 가짐
- 사업자와 국민은 자원재활용을 촉진하기 위하여 노력하는 동시에 국가 또는 지방자치단체가 행하는 조치에 협력
- 환경부 장관은 자원재활용기본계획을 수립하여야 하고, 관계중앙행정기관의 장 및 시·도지사는 기본계획의 연차별 시행계획을 수립하여 시행하여야 하며, 시장·군수·구청장은 당해 지역 안의 자원재활용계획을 수립·시행

○ 정부는 생산자 또는 소비자가 자원을 절약하도록 권고하거나 지도

- 재활용지정사업자와 지정 부산물 배출사업자는 그 사업에 대한 지침을 준수하여야 하며, 제조자 등은 제품의 포장방법 및 포장재의 재질 등에 관한 기준에 따라야 함
- 일정 규모 이상의 특정업종을 경영하는 사업자는 1회용품 사용자제 등을 실천
- 폐기물 배출자는 폐기물을 재활용하거나 종류별·성상별로 분리 보관하여 재활용
- 환경부 장관과 시·도지사는 재활용가능자원의 분리수거체계를 구성
- 국가 또는 지방자치단체는 재활용 산업을 육성하기 위하여 재활용사업자에 대하여 지원

○ 본 법에는 자원재활용기본계획의 수립, 포장폐기물의 발생억제 및 1회용품의 사용억제, 폐기물 부담금, 분리배출 표시제도, 생산자책임 재활용제도, 빈용기 보증금제도 등이 명시

(마) 지속가능발전 기본계획

○ 「저탄소녹색성장법」 제50조에 따라 지속가능발전 기본계획을 수립

○ 각 중앙행정기관 행정계획과 녹색성장위원회의 기본전략 방향 및 지속가능 발전지표 등과 연계하여 지속가능발전 이행과제 마련

○ 교통·물류부문과 관련된 지속가능발전 기본계획의 내용은 다음과 같음

- 탄소저감을 위한 교통부문 온실가스 감축 추진

· 교통체계 개편 및 수송연료 전환을 통한 교통부분 온실가스 감축

- 탄소배출원의 투명성 제고
  · 온실가스 감축목표 관리와 감축이행 메커니즘에 활용될 탄소배출원 DB 구축
  · 국제적 기준에 부합하는 공신력 있는 온실가스 인벤토리 구축을 통해 배출관련 통계를 체계적으로 관리
- 지속가능한 교통정책 정비
  · 교통체계 정비 및 신재생 에너지 활용을 통한 저탄소 교통정책 강구
  · 철도 노선 정비를 통한 녹색 기간 교통망의 확충
  · 주차상한제, 교통유발 부담금 경감율 향상 조정 등 규제 및 인센티브 제공을 통한 교통 수요 관리
  · 연료절감, 에코 드라이브 교육을 통한 에코 드라이브 활성화
  · IT를 활용한 신교통 기술의 도입 및 운행방식의 선진화 추진
- 지속가능한 국토·도시 관리 기반 구축
  · 각 부처별로 운영되고 있는 국토정보시스템을 단계적으로 통합하는 방안 지속적 실행
  · 연안/해양의 지속적인 발전 도모
- 저탄소 기술개발 및 성장동력화
  · 저탄소 기술개발을 위한 전략 수립 및 국제협력 활성화
  · 전략적인 저탄소 기술개발 투자로 녹색기술의 활성화 추진

(바) 자원재활용계획

○ 1980년 말 이후 폐기물의 최종처리장 부족, 지구환경의 황폐화가 큰 문제점으로 부각되면서 재활용의 필요성이 커졌고 알루미늄, 스테인리스, 유리병, 헌 종이, 폐식용유, 우유팩 등을 분리수거해 재활용해 나가고 있으며, 이러한 자원의 재활용 실적을 계획적으로 제고하기 위하여 현재 환경부는 '자원재활용계획'을 수립해 진행 중

- 자원재활용계획은 「자원의 절약과 재활용촉진에 관한 법률」에 따라 5년마다 수립
  · 3차 기본계획에서는 2007년도 생활폐기물의 재활용률 48.7%의 달성목표를 2005년에 56.3%로 초과달성
  · 사업장 폐기물의 재활용도 2007년 78%의 목표를 달성

· 특히 생산자책임재활용제도를 통해 총 469만 톤의 폐자원을 수거해 재활용했고 이는 1조 7,000억 원의 경제성을 가짐

○ 4차 목표에서는 국가경제의 자원순환성을 나타내는 '자원생산성'과 '자원순환율'의 개념을 도입

- '자원생산성'은 국가 경제활동이 물질 자원을 얼마나 효율적으로 이용하는지를 평가하는 지표로 GDP/국내 총 물질소비량으로 산정
  · 2012년까지 136만 원/톤의 목표를 달성할 계획
- '자원순환율'은 국내 물질 자원의 총 투입량 대비 폐자원 재활용량의 비율
  · 2012년까지 17%로 높일 예정
- 이를 위해 먼저 증가하고 있는 포장폐기물에 대해 생산에서 폐기되는 전 과정에 대한 분석을 통해 포장폐기물 관리정책을 강화
- 폐기물의 매립을 억제하고 매립세를 매기는 방안도 검토 중

○ 환경자원공사는 생산자가 폐기물의 재활용까지 책임지게 하는 '생산자책임재활용제도(EPR)'와 모든 폐기물의 전 처리과정을 관리하는 '올바로(Allbaro)제도', 재활용이 어려운 제품의 폐기물 처리비용을 생산자에게 부담토록 해 폐기물의 발생을 억제하는 '폐기물부담금제도' 등 주요 재활용 정책을 운영

- 폐기물 재활용 기술개발과 산업육성자금의 융자, 정보의 제공과 조사를 실시

2절. 지하물류 관련 R&D사업 추진 동향

1. R&D 사업 추진 동향

가. 국토해양 R&D 현황 및 특성

○ 건설교통 및 해양분야 통합과 녹색성장 패러다임 전환, R&D 프로세스 개선요구에 부합하는 R&D 전략을 마련하기 위하여 2010년에 '국토해양 R&D 발전전략'을 수립

- '국토해양 R&D 발전전략'은 국토해양 R&D의 거버넌스·사업체계·프로세스 개선 등 연구환경 개선을 위한 종합계획으로서, VC-10[12] 이후 차세대 미래핵심기술인 'Green-up 30[13]'을 제시

○ 2011년 국토해양부 소관 연구개발사업 추진을 위해 사업시행의 기본방향과 중점 추진과제를 발굴・제시하기 위해 '2011년도 국토해양기술 연구개발사업 시행계획(안)'을 제시

- 계획대상 연구개발 사업의 투자현황, 정책환경, 추진성과 등을 종합분석하여 비전과 목표달성을 위해 2011년도 중점 추진 과제를 발굴하고, 사업별 시행 내용에 반영
- 특히 2010년 '국토해양 R&D 발전전략'의 주요 정책과제를 안정적으로 정착시키기 위해 필요
- 시행계획(안)에서는 「국토해양부 소관 연구개발 사업 운영 규정」 제5조(국토해양 미래기술위원회 설치) 및 제23조(시행계획 수립 및 공고 등)를 근거로 하여 국토해양부가 추진 중인 건설교통부문 11개('11, 4,310억 원), 해양부문 13개('11, 1,851억 원) 등 총 24개 사업이 포함

○ 국토해양 R&D는 목적·수요자·성격·주체 측면에서 타 부처와 차이가 크며, 공공기술 위주의 시스템 R&D로서 정부의 역할이 상대적으로 중요

- 2009년 부처별 연구수행 주체별 투자 현황 분석 결과, 국토해양부는 국토해양부 전체 투자비의 55.3%인 3,100억 원을 출연연구원에 투자

○ 2010년 국토해양부 R&D 투자 비용은 0.58조 원으로 다른 부처에 비하여 지식경제부, 교육과학기술부, 국방부, 농림수산식품부 다음으로 높은 R&D 예산을 책정하고

12) 2006년 건설교통 R&D 혁신로드맵에서 발표된 10대 중점 프로젝트
13) 미래중점분야 육성, 공공・기초・원천 R&D 지원확대로 사업체계를 변경하고 도출된 30대 미래핵심기술

있으며, 전체 R&D 예산의 약 4% 차지

[표 2-9] 2010년 부처별 R&D 예산

(단위 : 조 원, %)

계	교과부	지경부	국방부	농식품부	국토부	복지부	환경부	기타
13.7 (100.0)	4.39 (32.0)	4.98 (36.4)	1.82 (13.3)	0.78 (5.7)	0.58 (4.2)	0.36 (2.6)	0.26 (1.9)	3.9

자료 : 국토해양미래기술위원회(2011), 『2011년도 국토해양기술 연구개발사업 시행계획(안)』

○ 특히 국토해양 R&D는 녹색성장, 국민 삶의 질 등 공공부문의 역할이 지대하여 국가 차원의 육성대책 필요

- 저탄소 녹색성장 패러다임에 따라 CO_2 배출의 40% 이상을 차지하는 건축·교통분야 R&D의 역할이 부각

나. 국토해양 R&D 투자 현황

○ 2007년까지 대폭 증액되었으나 이후부터 증가폭이 점차 둔화되어 2010년에는 5,750억 원 지원, 2010년도까지 누적된 총 투자금액은 총 2.9조 원 수준

[표 2-10] 연도별 국토해양 R&D 투자 추이

(단위 : 억 원)

구 분	~`05년	`06년	`07년	`08년	`09년	`10년
국토해양	**6,231**	**3,017**	**4,274**	**4,730**	**5,613**	**5,750**
건설교통	4,006	2,280	3,277	3,459	3,924	4,092
해양	2,225	737	997	1,271	1,689	1,658

자료 : 국토해양미래기술위원회(2011), 『2011년도 국토해양기술 연구개발사업 시행계획(안)』

○ 건설교통부문 및 해양부문 2010년까지 총 2,763개 과제에 29,615억 원 지원하였으며 교통[14]·물류[15]부문 총 10,036억 원으로 전체 국토해양 R&D 투자실적(29,635억 원) 대비 33.9% 차지

○ 건설교통부문 R&D 연구개발 사업 중 교통부문은 47.3%(9,956억 원)로 건설부문과 교통부문은 거의 1대1의 비율로 투자

- 교통부문 R&D 연구개발 사업 중 미래철도관련 기술개발사업 63.4%, 교통체계 효율화사업 26.1%, 항공관련 사업 10.6% 투자되어 철도 기술개발사업 위주의 투자
- 2010년 교통체계 효율화사업에 2,595억 원, 미래철도 기술개발 2,887억 원, 미래도시철도 기술개발 3,423억 원, 항공선진화 및 우주센터 건립 1,051억 원 투자

○ 건설교통부문 R&D 투자비는 2006년부터 2010년까지 연평균 15.7% 증가

- 교통부문 R&D 투자금액은 연평균 15.1% 증가로 건설교통부문의 연평균 증가율과 비슷한 추세

○ 2010년까지 해양부문 R&D 연구개발 사업 중 물류부문이 차지하는 비율은 0.9%(80억 원)로 적은 부분 차지

- 2008년부터 물류부문 R&D 연구개발비가 투자되어 연평균 22.5%로 점차 증가 추세

14) 교통부문 연구개발 사업은 교통체계 효율화, 미래철도 기술개발, 미래도시철도 기술개발, 항공선진화, 항공우주센터건립 사업을 포함
15) 물류부문 연구개발 사업은 첨단물류 기술개발 사업을 포함

[표 2-11] 건설교통부문 국토해양 R&D 투자실적

(단위 : 억 원, 건, %)

구 분	~05	`06	`07	`08	`09	`10	합계 (~`10)	투자 비율 (~`10)	연평균 증가율 (`06~`10)
건설기술 혁신	1,593	669	641	727	727	727	5,084	24.2	2.1
	(697)	(90)	(67)	(47)	(47)	(63)	(1,011)		
플랜트 기술고도화	30	48	145	111	421	333	1,088	5.2	62.3
	(1)	(4)	(3)	(2)	(2)	(2)	(14)		
첨단 도시개발	682	344	625	625	731	792	3,799	18.1	23.2
	(317)	(34)	(24)	(17)	(15)	(18)	(425)		
지역기술 혁신	20	40	80	63	70	70	343	1.6	15.0
	(6)	(5)	(9)	(7)	(10)	(11)	(48)		
R&D 정책·인프라	-	-	136	126	130	110	502	2.4	▽6.8[16]
	-	-	(15)	(10)	(8)	(10)	(43)		
교통체계 효율화	223	334	515	526	496	501	2,595	12.3 (26.1)	10.7
	(46)	(22)	(15)	(15)	(17)	(31)	(146)		
미래철도 기술개발	416	525	543	529	434	440	2,887	13.7 (29.0)	▽4.3
	(56)	(31)	(10)	(7)	(14)	(14)	(132)		
미래도시철도 기술개발	904	297	378	555	578	711	3,423	16.3 (34.4)	24.4
	(58)	(8)	(4)	(5)	(5)	(8)	(88)		
항공선진화	-	-	194	169	295	380	1,038	4.9 (10.4)	25.1[17]
	-	-	(9)	(6)	(9)	(9)	(33)		
항공우주센터 건립	-	-	-	-	13	-	13	0.1 (0.1)	-
	-	-	-	-	(2)	-	(2)		
정책연구개발	138	23	20	28	29	29	267	1.3	6.0
교통부문 소 계	1,543	1,156	1,630	1,779	1,816	2,032	9,956	47.3 (100.0)	15.1
	(160)	(61)	(38)	(33)	(47)	(62)	(401)		
건설교통부문 총 계	4,006	2,280	3,277	3,459	3,924	4,092	21,038	100.0	15.7
	(1,181)	(194)	(156)	(116)	(129)	(166)	(1,942)		

주 : 1) 2005~2010년, 합계의 ( )는 연도별 지원과제 개수
2) 투자비율의 ( )안의 값은 교통부문 투자비 대비 비율

자료 : 국토해양미래기술위원회(2011), 『2011년도 국토해양기술 연구개발사업 시행계획(안)』

16) 2007~2010년 연평균 증가율
17) 2007~2010년 연평균 증가율

[표 2-12] 해양부문 국토해양 R&D 투자실적

(단위 : 억 원, 건)

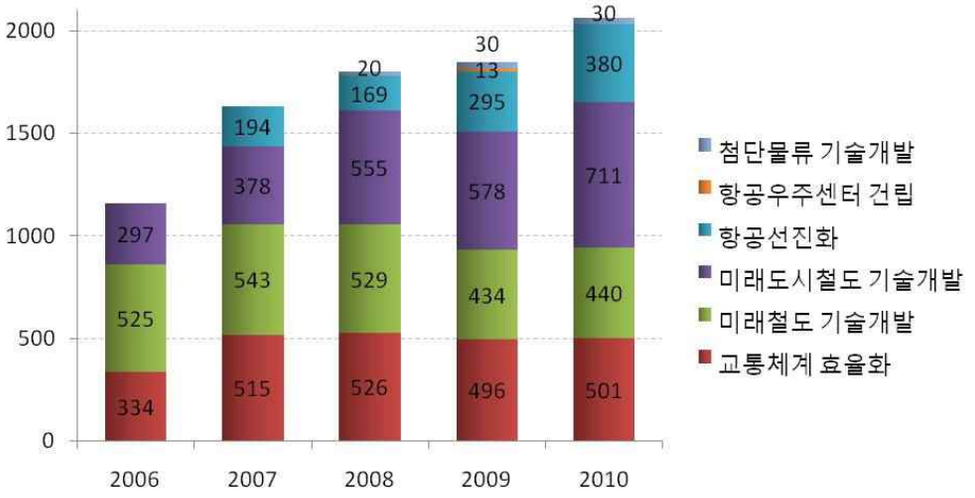
구 분	~`05	`06	`07	`08	`09	`10	합계 (~`10)	투자 비율 (~`10)	연평균 증가율 (`06~`10)
해양에너지 및 자원 이용 기술개발	845	134	136	126	220	375	1,836	21.4	29.3
	(48)	(7)	(7)	(9)	(10)	(12)	(93)		
해양생명공학 기술개발	125	88	110	117	150	250	840	9.8	29.8
	(60)	(9)	(9)	(16)	(13)	(19)	(126)		
해양환경 기술개발	316	83	108	138	171	225	1,041	12.1	28.3
	(19)	(10)	(8)	(24)	(28)	(23)	(112)		
연구장비 개발 및 인프라구축	86	201	325	326	382	290	1,610	18.8	9.6
	(25)	(9)	(9)	(5)	(8)	(9)	(65)		
해양과학조사 및 예보 기술개발	492	102	156	300	514	237	1,801	21.0	23.5
	(30)	(9)	(11)	(12)	(12)	(10)	(84)		
대형 해양과학조사선 건조	-	-	-	-	-	20	20	0.2	-
	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(2)	(2)		
해양연구기획	16	3	3	9	8	8	47	0.5	27.8
	(31)	(8)	(10)	(14)	(13)	(13)	(89)		
지역R&D역량 강화	59	17	20	40	45	45	226	2.6	27.6
	(6)	(3)	(6)	(4)	(10)	(9)	(38)		
국제공동연구	-	-	-	10	16	16	42	0.5	26.5
	(-)	(-)	(-)	(6)	(8)	(7)	(21)		
미래해양산업 기술개발	-	-	-	26	55	55	136	1.6	45.4
	(-)	(-)	(-)	(19)	(34)	(30)	(83)		
해양안전 및 해양교통시설 기술개발	38	7	19	36	51	62	213	2.5	72.5
	(6)	(3)	(3)	(10)	(14)	(18)	(54)		
첨단항만건설 기술개발	248	102	120	123	47	45	685	8.0	▽18.5
	(16)	(8)	(7)	(6)	(8)	(6)	(51)		
첨단물류 기술개발	-	-	-	20	30	30	80	0.9	22.5
	(-)	(-)	(-)	(1)	(1)	(1)	(3)		
물류부문 소 계	-	-	-	20	30	30	80	0.9	22.5
	(-)	(-)	(-)	(1)	(1)	(1)	(3)		
해양부문 총 계	2,225	737	997	1,271	1,689	1,658	8,577	100.0	22.5
	(241)	(66)	(70)	(126)	(159)	(159)	(821)		

주 : 2005~2010년, 합계의 ( )는 연도별 지원과제 개수

자료 : 국토해양미래기술위원회(2011), 『2011년도 국토해양기술 연구개발사업 시행계획(안)』

○ 교통물류부문의 '10년까지 총 연구개발 R&D 투자 금액은 10,036억 원으로 연평균 15.6% 증가하고 있으며, '06년부터 '10년까지 매년 1.2천억 원에서 2.1천억 원 투자

- 미래철도 기술개발 사업을 제외하고 교통체계 효율화, 미래도시철도 기술개발, 항공선진화, 항공우주센터 건립, 첨단물류 기술개발 사업은 점차 증가 추세



[그림 2-9] 교통물류부문 R&D 투자 추이

○ '10년 교통부문 R&D 연구개발 예산규모는 2,032억 원으로 전체 연구개발 예산(13조 6천억 원)의 1.5%로서 선진국에 비해 매우 저조

- 2007년 기준 선진국은 교통부문에 전체 연구개발 예산의 독일 14.2%, EU 13.4%, 일본 13.0%, 미국 5.4% 투자

○ '11년 국토해양 R&D 사업에는 '10년 대비 7.2% 증가한 6,161억 원을 투자할 예정

- 교통분야에서는 새로운 물류시스템인 본 기획 과제의 본 사업인 지하 화물운송 인프라시스템 개술개발(19억 원) 및 차세대 고속철도(133억 원), 도시철도 표준화(97억 원) 사업에 연구비를 안정 지원하여 연구성과 조기 가시화를 기대

○ 국토해양부 '11년 R&D 예산 중 교통부문 예산은 약 431십억 원으로 전체 국토해양 기술개발 투자액 대비 70% 차지

- 이 중 2011년 교통부문 예산지원은 총 227십억 원으로 교통부문 투자금액은 2010년 35.9%에서 2011년 36.8%로 투자 비중 확대

○ '11년 국토해양 R&D 특성에 맞도록 녹색기술 투자비율 59%(364십억 원)까지 확대

- '10년과 2011년 교통부문 녹색기술개발 투자금액은 각각 121십억 원(58.7%), 142십억 원(62.6%)으로 투자 확대

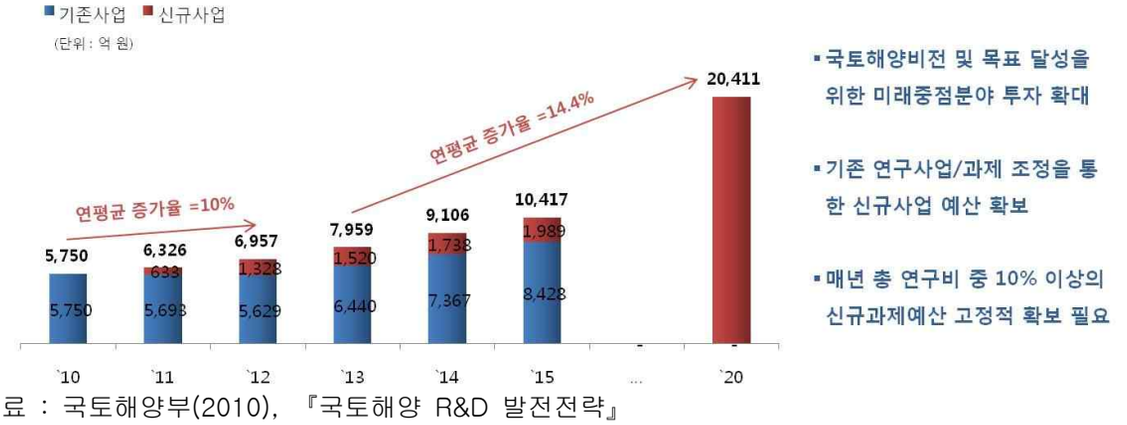
[표 2-13] 2010, 2011년 국토해양 R&D 총연구비 및 녹색기술 투자 금액

(단위 : 백만 원)

구 분		2010년			2011년		
		총연구비	녹색기술	비중	총연구비	녹색기술	비중
교통물류부문 소계		**206,229**	**121,135**	**58.7%**	**227,001**	**142,067**	**62.6%**
건설교통부문	교통체계 효율화사업	50,080	25,187	50.3%	53,441	35,554	66.5%
	미래철도 기술개발사업	44,036	31,679	71.9%	43,232	30,175	69.8%
	미래도시철도 기술개발사업	71,076	58,783	82.7%	82,538	68,848	83.4%
	항공선진화사업	38,037	2,486	6.5%	45,090	4,790	10.6%
해양부문	첨단물류기술개발사업	3,000	3,000	100.0%	2,700	2,700	100.0%
건설교통부문 전체		409,185	239,644	58.6%	430,991	273,584	63.5%
해양부문 전체		165,794	79,408	47.9%	185,102	91,324	49.3%
국토해양 총계		**574,979**	**319,052**	**55.5%**	**616,093**	**364,908**	**59.2%**

자료 : 국토해양미래기술위원회(2011), 『2011년도 국토해양기술 연구개발사업 시행계획(안)』

○ 국토해양 R&D 발전전략에 따라 2014년부터 1조 원 이상 투자가 요구되어 향후 연 10~14% 이상의 예산 증가 및 기존과제에 대한 조정 필요



자료 : 국토해양부(2010), 『국토해양 R&D 발전전략』

[그림 2-10] 국토해양 R&D 사업 예산(안)

다. 교통 및 해양부문 미래핵심기술[18)]

○ 차세대 녹색도로교통 운영 기술

- 그린 IT기술을 접목한 지능형 교통체계를 통하여 도로교통수단간 운영을 효율화하고 도로교통부문의 탄소배출을 통합관리하는 운영 기술
  - 승용차 녹색교통 수요관리 기술개발(탑승인원 감지기술, 혼잡통행료 무인징수 기술 등)
  - 버스의 체감형 대중교통 서비스 고도화 기술개발(가변배차계획, 최적환승경로 제공기술 등)
  - 대형 화물차 및 특수차량 녹색운행관리 기술개발(통행제한차량 무인모니터링 기술, 대형화물차량 가변제어기술 등)
  - 저탄소 교통관리 센터 구축(수단별 통합관리기술)

○ 그린카(Green Car) 인프라 기술

- 융합충전 기술을 이용한 전기자동차 충전 인프라 구축기술과 수소자동차 적용을 위한 연료전지 효율성·안전성 향상 및 인프라 구축 기술
  - 교통인프라 융합충전 기술 및 충전인프라 안전관리(안전성평가) 기술
  - 전기자동차 급속충전 로봇시스템 개발
  - 전기자동차 텔레매틱스 통신기술 및 보안시스템 개발
  - 연료전지 효율성 향상 및 안전성 평가기술 개발
  - 수소충전인프라 및 스마트그리드 연계기술 개발

○ 탄소중립형 도로

- 도로건설 및 유지관리 시 CO_2 배출 및 환경부하를 최소화하고, 에너지 생산과 수자원 활용이 가능한 탄소중립형 도로의 설계, 시공 및 유지관리 기술
  - CO_2 배출 및 환경부하 저감형 도로 설계 및 시공 기술(탄소저감형 건설재료 활용, 친환경 자동차 기반시설 등)
  - 교통혼잡 감소 및 저탄소 교통관리가 가능한 통합운영관리 기술(탄소 배출량 모니터링 및 도로운영, 녹색통행 유도 등)

18) Green-up 30 미래핵심기술은 건설부문, 교통부문, 해양부문으로 구성

- 도로부지 및 시설을 이용한 에너지/자원(태양, 풍력, 수자원 등) 생산 및 Energy harvesting 기술
- 도로에서 발생하는 CO_2 포집 및 도로 생애주기 온실가스 배출량 산정 기술

○ 친환경 화물운송수단

- 효율적인 화물처리가 가능한 친환경 연료(CNG, LNG) 하이브리드 화물자동차 개발 기술
  - 친환경 화물차량 운행을 위한 제반 규정 검토
  - 효율적 적재와 하역이 가능한 차체높이 가변형 친환경 화물자동차 개발(CNG 또는 LNG 하이브리드 엔진 구동)
  - 최적감지센서 및 컨트롤 CPU를 갖춘 컨테이너 상하 탈부착식 축간거리 가변형 차세대 스마트 트레일러 개발(최적 축간거리 유지, 축중감지 및 위치감지)

○ 에너지 절감형 물류시설/장비 및 운영 기술

- 환경친화적이고 에너지 절감형 물류 시설(보관, 저장) 구축과 고효율의 물류장비(이송, 하역) 개발 기술
  - 자가발전형 물류보관시설 설계 및 무인자동화 기술(물류보관시설에 필요한 에너지를 태양열 등으로 충당)
  - 노동력 절감형 전기충전식 소형 물류장비 및 자동하역 기술(개인이동식 전동 데릭(derrick), 전동으로 높이 조절이 가능한 소형 리프트 대차(Trolley, Carter) 등)
  - 보관시설 내 화물운반용 수평·수직 이송시스템(장비 포함) 기술
  - 다관절형 하역장비(크레인) 설계 및 제어 기술(로봇기술 응용을 통해 비정형 화물이나 특수환경(저온, 냉동창고 등)에서도 활용 가능

○ 대심도 교통·물류 네트워크 구축 기술

- 도시권 교통체증과 물류운송 혼잡을 근본적으로 해소하고, 에너지소비 절감이 가능한 대심도 지하 교통·물류 네트워크 건설 및 운영 기술
  - 지하 입체교통망 구축을 위한 친환경 설계 및 시공기술(다목적 복층 터널, 지하물류터미널, 지하 튜브-터널 운송 등)
  - 에너지 절감형 지하 교통망 최적 환기/방재기술(지하 환기/방재에 필요한 에

너지를 태양, 지열, 지하수 등으로 충당)

- 지상과 연계된 친환경 3차원 수직 이동시스템 구축기술
- 지하 3차원 물류수송(웨건형, 아진공 튜브형) 시스템 기술(무인차량, 자동 운행궤도 수송 등)

○ 차세대 항공시스템 친환경 선도 기술

- 고고도 무인기 개발·운용기술, 경항공기 개발·인증기술, 항공정비 기술, 위성기반 항행기술 등 차세대 항공을 선도하기 위한 기술
  - 고고도(18km 이상) 그린 무인기 및 운영 관제시스템을 개발하고 국토해양 항공영상정보 획득시스템 구축·운영
  - 항공레저용 2인승 경량항공기(비행기, 헬기) 시제기 개발 및 인증
  - 핵심부품(엔진, 전자장비, 랜딩기어 등) 항공정비(MRO[19]) 기술개발
  - 위성을 이용한 차세대 항행시스템 개발
  - 항공기 핵심부품(전자장비 등) 국산화

○ 미래형 개인용 항공기(PAV[20]) 종합운용 체계 기술

- 미래형 개인용 항공기(PAV) 설계·제작, 안전성 인증, 관제, 항행, 관련법규 및 제도 등에 대한 종합운용 체계 기술
  - PAV의 설계 및 제작 기술, 시험평가 등 인증기술 개발
  - PAV 운영을 위한 운항안전관리 시스템 개발
  - PAV 전용 종합교통관리체계(관제, 통신 등) 구축 연구
  - PAV 관련 항공종사자의 자격관리 체계 연구
  - PAV 운영을 위한 관련 법규, 제도 연구

○ 철도운영 효율화를 위한 차량개발 및 친환경 인프라구축 기술

- 안전성 향상을 위한 고속검측기술, 에너지·자원 효율화를 위한 관리시스템 기술, 대용량화를 위한 차량개발 기술 등 철도중심의 교통체계 구축을 위한 기술
  - Double Deck 광역 급행철도 기술개발
  - 고속화 인프라의 유지보수를 위한 전용 검측차량 기술개발

19) MRO : Maintenance, Repair, Overhaul
20) PAV : Personal Air Vehicle

- IT 기술을 융합한 실시간 철도 유지관리시스템 개발
- 회생에너지와 신재생에너지 및 에너지 harvesting 기술을 연계한 철도전력망 구성 및 철도에너지 관리시스템 개발
- 철도 전과정 환경성 유지/관리 및 자원 재활용기술 개발

○ 그린 쉽(Green Ship) 기술

- 국제해사기구(IMO)의 선박 온실가스 규제를 대응하는 새로운 선박 TCS(Testing, Certification & Standards) 시스템 구축 및 추진체계 기술 개발
  - 녹색선박 TCS 시스템 구축, 폐에너지 회수기술개발
  - Opti-Power 시스템 개발, Hydro Power Management 시스템 개발
  - 선박용 CCS[21] 기술개발, 온실효과 가속화물질(PM) 저감기술 개발
  - 선체 및 추진기 효율향상 기술 개발, 운항 최적화 기술 개발
  - 실해역 에너지효율 계측 및 평가시스템 개발

○ 자원순환형 항만 기술

- 항만권역내 준설토 및 오염퇴적물 등 폐기물 처리를 위한 자원순환형 해상처분장 조성 및 신재생에너지 활용 항만구축 기술
  - 매립토양의 압밀 및 압축 촉진기술
  - 해상처분장 오염원 차폐 및 지반보강기술
  - CDF 지반안정화기술
  - 저탄소 고효율 복합항만시스템 구축
  - 해양 자연에너지 연계 항만시설 건설 기술 개발
  - 바이오매스 등 신재생에너지 활용 항만 구축 기술 개발

○ 항만물류 시설/장비 고도화

- 해상운송체계 효율성 제고를 위한 신개념의 통합해상운송시스템 및 스마트 그린 완전 무인자동화터미널(인터모달 포함) 개발
  - 스마트 그린 컨테이너 터미널 물류시설 설계 및 제작
  - 스마트 그린 컨테이너 터미널 최적설계 및 평가시스템 개발
  - 초고속 연안 피더(Feeder)선 개발

21) CCS : Carbon dioxide Capture and Storage

· 초고속/대용량 피더전용 컨테이너 터미널 개발

2. 부처별 R&D사업 중복성 검토

가. 부처별 국가 R&D 추진계획 검토

○ 국가 R&D 사업을 추진하는 29개 부처 중 15개 부처에서 시행하는 2009년 기준 계획 중인 연구개발사업을 대상으로 추진계획을 검토하였음

○ 총 예산 12조 3,437억 원 중 인문사회경제분야 R&D, 각 부처 정책연구비, 기관지원 경비 등을 제외한 6조 7,559억 원에 대한 정부연구개발예산을 대상으로 함

[표 2-14] 부처별 R&D 추진계획 현황

부처명	사업수	금액(억 원)	관련사업
교육과학기술부	27개 사업	18,867,56	-
문화체육관광부	12개 사업	494.1	-
농림수산식품부	3개 사업	1,055	-
지식경제부	54개 사업	29,162.17	- 산업원천기술개발사업 - 산업고도화기술개발사업 - 지식경제프론티어기술개발사업 - 공동연구기반구축사업
보건복지가족부	3개 사업	2,044.6	-
환경부	8개 사업	1,365.45	-
국토해양부	32개 사업	5,413.96	- 해양장비 기술개발 - 미래해양기술개발 사업 - 첨단항만건설기술개발 - 물류시스템 개선기술개발
방위사업청	5개 사업	2,135.66	-
소방방재청	1개 사업	174	-
문화재청	1개 사업	46.5	-
농촌진흥청	15개 사업	1,153	-
산림청	1개 사업	118	-
중소기업청	11개 사업	4,870	-
식품의약품안전청	1개 사업	518	-
기상청	1개 사업	140	-

나. 관련 사업별 중복성 검토

○ 현재 진행 중인 물류기술 R&D 사업에 대해서는 상세하게 내용을 파악하였으며, 타 사업들에 대해서는 표로 정리하였음

○ 진행 중인 물류기술 R&D 사업은 국가물류 표준 종합시스템 개발사업, 철도물류 활성화를 위한 DMT(Dual Mode Trailer) 수송시스템 개발사업 및 물류비 절감형 포장용기 및 운영시스템 개발사업이 있음

(1) 현재 진행 중인 물류기술 R&D 사업

(가) 국가물류 표준 종합시스템 개발

○ 발주기관 : 국토해양부, 한국건설교통기술평가원

○ 연구기간 : 2007년 12월 21일 ~ 2012년 07월 20일 (4년 6개월)

○ 주관 연구기관 : 한국철도기술연구원

○ 최종 목표

- 물류 전 분야에서 발생하는 물류 단위활동과 인터페이스, 물류정보 및 보안, 기반제공을 포함한 표준화를 달성함으로써 물류의 효율화를 달성하고 기업 및 국가의 경쟁력을 강화하는 것임

○ 실천적 목표

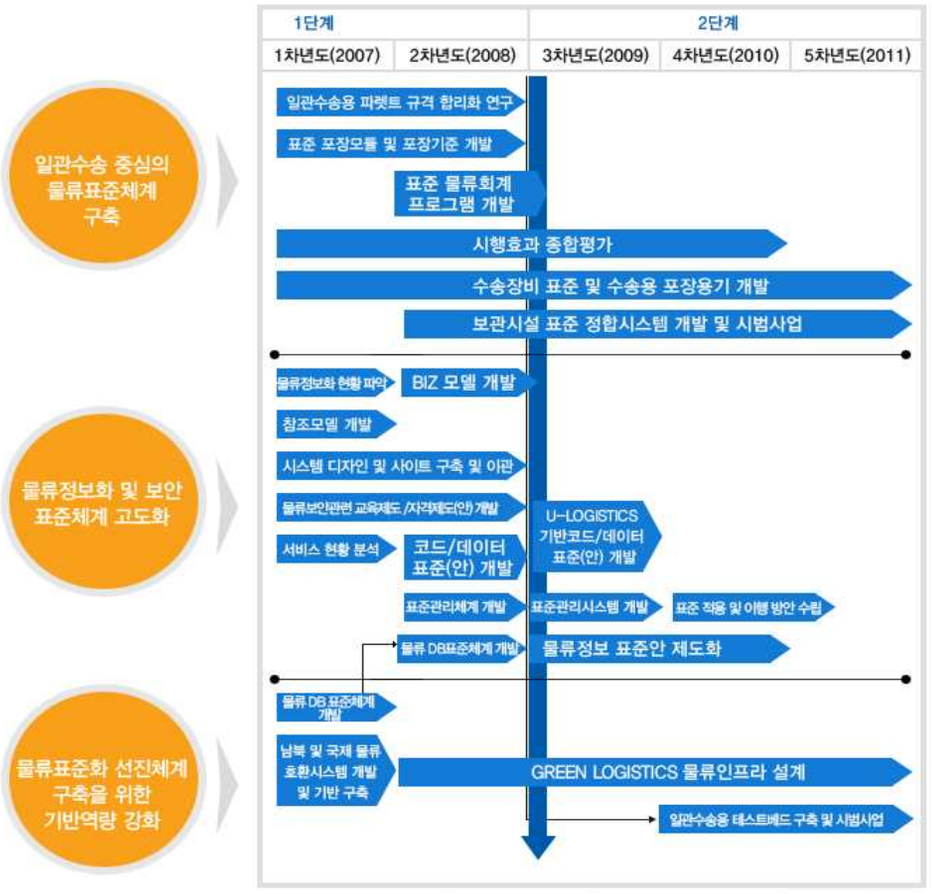
- 일관수송시스템 구축을 통한 물류비용 절감 : 수송, 운반, 하역, 포장, 보관 등 물류 단위활동과 단위활동간 인터페이스 부문의 표준화를 통한 물류 효율성 증대 및 물류비용 절감
- 세계적 수준의 물류정보화 표준체계 구축 : 물류선진국과의 물류표준화 경쟁에서 비교우위 확보를 위하여 세계적 수준의 IT기술을 활용한 물류정보 표준화 달성
- 물류표준화 기반 조성 및 국제 물류 표준화 협력 강화 : ISO를 중심으로 한 국제물류 표준화 활동에 적극적으로 대응하고 국내 물류표준화의 해외시장 진출 기반 확보를 위한 물류표준화 기반 조성과 국제물류 표준화 협력 강화

○ 연구내용

- 물류의 구성요소인 포장, 수송, 보관, 운반·하역, 정보 등의 물류활동을 효율적으로 추진하기 위하여 제반 물류활동의 정합화, 기계화 및 자동화, 공동화, 첨단화 등을 체계적으로 추진하기 위한 표준화 과제임

○ 연구 추진체계 : 연구단과제

- 1 세부과제 : 일관수송 중심의 물류표준체계 구축 사업
- 2 세부과제 : 물류정보화 및 보안 표준체계 고도화 사업
- 3 세부과제 : 물류표준화 선진체계 구축을 위한 기반역량 강화 사업



[그림 2-11] 「국가물류 표준 종합시스템 개발」 로드맵

(나) 철도물류 활성화를 위한 DMT(Dual Mode Trailer) 수송시스템 개발

○ 발주기관 : 국토해양부, 한국건설교통기술평가원

○ 연구기간 : 2007년 12월 24일 ~ 2011년 10월 5일(3년 9개월)

○ 주관연구기관 : (주)범창종합기술

○ 최종목표

- 물동량 증가 추세와 철도물류 활성화의 요구에 부응하여 한국형 DMT(Dual Mode Trailer) 기술을 개발하여 활용함으로써 경제적으로는 물류비를 절약하여 기업의 경쟁력을 높이고, 국가적으로는 에너지 소비를 줄이고, 사회적으로는 환경비용 및 교통비용을 절약하는데 기여함을 목표로 함

○ 세부목표

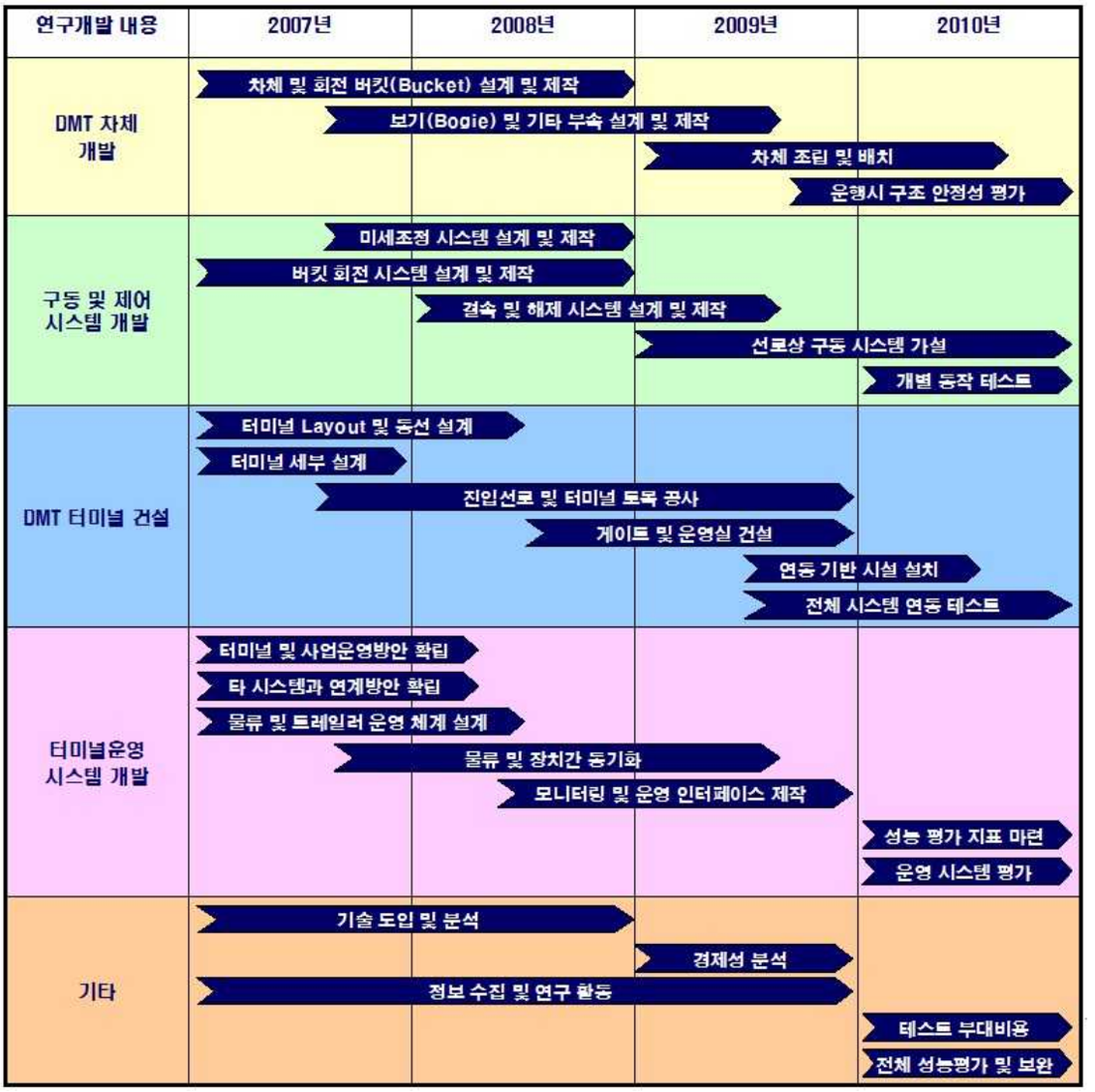
- DMT용 차체 및 구동시스템 개발 : 트레일러의 수평 상하역 및 동시 작업이 가능한 고강도, 저중량, 유연성을 갖는 DMT용 차체 개발과 이적재시 열차의 정밀 위치제어, 화차의 회전 및 체결을 위한 구동 및 제어시스템 개발
- DMT용 터미널 개발 : DMT 화차 정차, 화물 및 트레일러 이적재를 위한 회전, 트럭들이 대기할 수 있는 터미널 공간과 부대시설, 운영실 등 전체적 운영을 위한 공간을 고려한 전용 터미널 제작
- DMT 운영시스템 개발 : 항만의 물류처리 생산성 향상, 화주(기업)의 물류비용 절감과 시간 단축, 철도수송과 연계된 물류처리의 동기화(JIT)를 위한 네트워크 구축, DMT 터미널 운영을 위한 운영시스템 개발

○ 연구내용

- 물동량 증가 추세와 새로운 패턴에 대비하고 철도물류 활성화를 위하여 새로운 수송시스템인 한국형 DMT 시스템 개발

○ 연구 추진 체계

- 1 세부과제 : 컨테이너 수평이적재를 위한 차체 개발 및 구동/제어 시스템 개발
- 2 세부과제 : DMT용 터미널 개발
- 3 세부과제 : DMT 터미널 운영시스템 개발



[그림 2-12] 「철도물류활성화를 위한 DMT 수송시스템 개발」 로드맵

(다) 물류비 절감형 포장용기 및 운영시스템 개발

○ 발주기관 : 국토해양부, 한국건설교통기술평가원

○ 연구기간 : 2009년 12월 29일 ~ 2011년 11월 30일(2년)

○ 주관연구기관 : 연세대학교산학협력단

○ 최종목표

- 글로벌화에 따라 발생하는 물류비용 중 회수물류비용을 절감하기 위해 포장용기의

개발과 회수운영시스템의 도입에 동기를 부여하고자 함

- 기업의 물류실태 및 포장실태를 파악하여 문제점을 개선하기 위함
- 회수물류의 국제동향, 기술수준을 파악하여 포장용기 신규과제 도출을 유도하기 위함

○ 세부목표

- 농산물 일관사용 단위 포장 용기 기술개발: 농산물의 품질유지 및 포장용기 기능성 향상을 위한 포장용기 구조설계 기술(신선도 유지, 물리적 손상 방지, 세척용이, 손상 방지, 회수 편리성 등을 고려한 단위 포장용기임), 농산물 전 물류 단계에서의 일관사용을 위한 포장용기 표준화 기술
- 수산물 유통 및 저장용 온도 조절 컨테이너 기술개발: 수송과 저장의 기능을 용이하게 호환할 수 있는 컨테이너 장치 설계 기술, 컨테이너 공간 분할 온도 제어 기술, 수송 및 저장 중 컨테이너 내부 온도의 실시간 모니터링 기술
- 수입 곡물용 운반용/다용도 컨테이너 기술 개발 : 곡물/가공 제품을 호환하여 수송할 수 있는 컨테이너 구조 설계 및 제작 기술
- 수출입용 코일, 롤페이퍼 등 벌크화물용 컨테이너 거치대 기술 개발: 벌크화물 운송 및 보관용 컨테이너 거치대 설계 및 제작 기술
- 시연사업 및 설계 보완: 성과검증을 위한 시연사업 (경제성 및 사업성분석 포함), 시연사업 결과에 따라 포장용기별 설계 보완 및 최종 시제품 제작
- 포장 용기 운영・정책 방안: 개발된 용기의 물류합리화 성과확산을 위한 제도 개선 및 활용방안

(2) 관련 사업들에 대한 중복성 검토

○ 관련 사업들에 대한 중복성을 검토한 결과는 다음 표와 같으며, 지하 화물운송과는 중복성이 없는 것으로 판단됨

[표 2-15] 관련 사업 현황

부처명	추진기관	관련사업명	관련사업내용	중복성 검토 결과
교육과학 기술부	한국과학 기술원 (KAIST)	온라인전기자동차 개발 사업	- 무선 전력공급에 의한 차량 주행시스템 개발	중복성 없음
지식 경제부	한국산업 기술평가 관리원	산업원천기술개발 사업	- 수송시스템 및 산업융합기술	
		산업고도화기술 개발사업	- 수송시스템, 그린 수송시스템	
		지식경제프론티어 기술개발사업	- 지능형유통물류	
		공동연구기반구축 사업	- 수송시스템, 지능형유통물류	
	에너지 관리공단	수소연료전지사업	- 수소연료전기 기술개발사업, 기반조성사업, 보급사업	
국토 해양부	한국건설 교통기술 평가원	교통체계효율화 사업	- 교통연계 및 물류체계화 고효율 복합수송체계 실현 - 물류시스템 - 물류거점간 고효율 운송시스템 개발	
	한국해양 과학기술 진흥원	미래해양기술개발 사업	- 해운항만물류 (미래해양기술개발, 해양중소벤처지원)	
		첨단항만건설기술 개발사업	- 첨단항만기술개발(수중 항만공사 기계화, 항만구조물 신뢰성 설계법, 항만 리모델링 기반구축) - 지능형항만물류시스템 기술개발(초대형 선용 하이브리드 안벽, 고효율 인공지능 하역시스템, 인공지능형 터미널 운영 물류시스템 기술개발, 무정차자동화게이트 시스템, 지능형 항만운영시스템) - 고효율 항만하역시스템 개발(자동 컨테이너 운송차(AGV) 설계 및 제어기술 개발, 고효율 ATC (자동화 야드크레인) 기술개발, RTGC(타이어형 야드크레인) 무인자동화 기술개발, 하역장비 Energy Saving 기술개발, 비산먼지 방지장치 기술개발)	
		물류시스템 개선기술개발	- 해운물류 정보통합, 연계 및 운용 서비스 개발, 해운물류 정보표준화 및 국제협력체계 구축	

다. 검토결과

○ 지하 화물운송 시스템 기술개발과 관련하여 중복되는 사업은 존재하지 않음

- 지하(Underground)와 관련된 R&D사업을 살펴보면 2002년부터 2011년까지 총 111건의 R&D과제를 추진하였거나 추진 중인 것으로 파악되었으나, 지하물류와 관련된 사업이 아니라 지하공간에 대한 자연재해 예측 및 저감기술, 대기오염물질 저감 및 제거기술, 시공기술, 시설물 안전/유지 관리기술, 방사성 폐기물관리기술 등에 대한 R&D 사업이었음

○ 현재 수행되는 대부분의 물류기술개발 관련 사업들은 지상에서 수행되는 물류를 효율적으로 처리하기 위한 기술, 장비, 정보시스템 개발 등에 초점이 맞추어져 왔음

- 기존의 지상물류체계 개선을 위해 개발된 기술 중에서 지하물류에 일부 활용할 수도 있기 때문에, 이를 잘 활용하여 중복적으로 기술개발을 하지 않고 시너지 효과를 창출할 수 있도록 할 것임

○ 본 연구는 물류가 수행되는 공간을 지상이 아니라, 지하로 옮겨 새로운 물류체계를 제시하는 것으로서, 기존의 물류기술개발 관련 사업과는 차별성이 있음

- 본 연구는 기존의 물류체계, 운송장비, 운송시스템 등을 개선하는 것이 아니라, 새로운 공간에서 새로운 물류체계를 구축하는 것임

3절. 관련 논문 및 특허 동향

1. 국내외 논문 동향

가. 국내 논문 동향

○ 지하 화물운송기술과 관련하여 국내 연구 논문 동향조사는 다음과 같이 진행되었음

- 조사방법 : 학술논문 검색 사이트(국가과학기술정보센터(NDSL; National Discovery for Science Leaders, 국토해양지식포럼(LANDMARK))를 이용한 검색어 입력
- 조사범위 : 지하 화물운송기술, 운송기술, 보관기술, 물류정보기술, 환경물류기술
- 활용검색어 : 지하, 관로/튜브, RFID, 표준화, 컨테이너, 컨베이어, 항만자동화, 물류정보, 운송시스템, WMS, material handling, 하역시스템, 포장, 위험물 물류 기술, 회수물류 등
- 분석도구 : 한국건설교통기술평가원의 정보분석시스템(LANDSCOPE) 활용

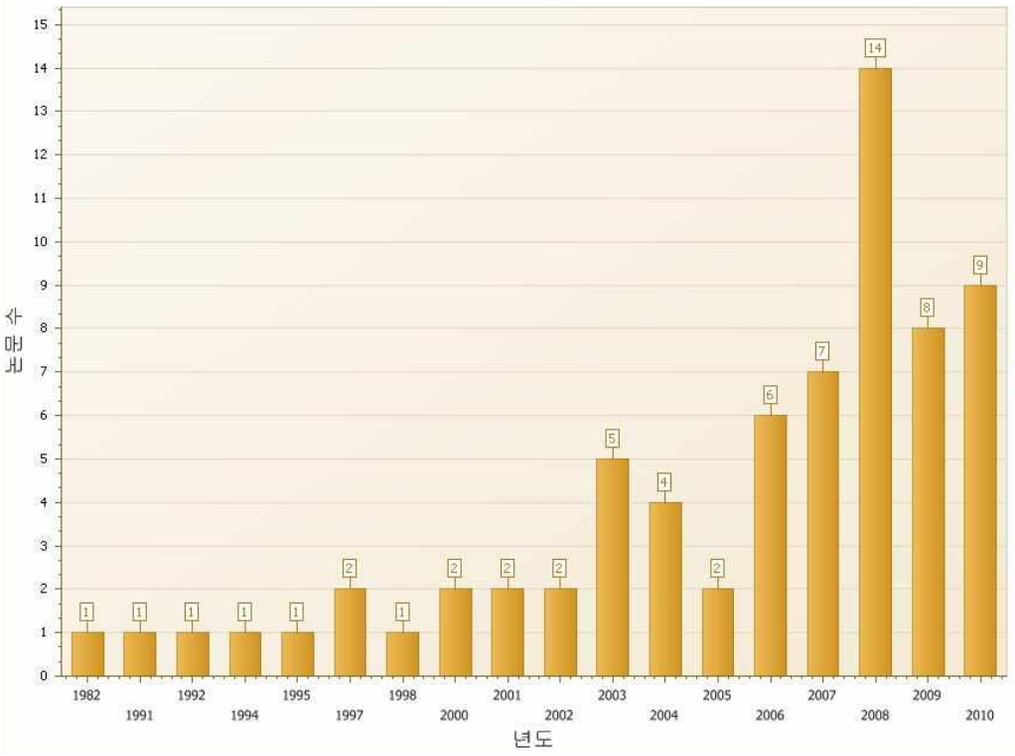
○ 세부 기술별 관련 주요 논문 및 주요 내용은 다음과 같으며 2006년도부터 RFID관련 논문 발표가 타 분야에 비해 두드러지는 현상을 보임

○ 지하 화물운송기술과 관련된 논문은 2007년 이후부터 관련 연구가 활발히 진행되고 있는 현상을 보임

○ 세부 기술별 주요 연구논문은 지하 화물운송보다는 튜브나 관로를 이용한 운송시스템의 비중이 더 많은 것으로 나타나고 있음

○ 이를 정보분석시스템(LANDSCOPE)을 활용하여 분석한 결과는 다음과 같음

- 연도별로는 2000년도 후반에 들어서 연구가 활발히 진행되고 있는 것으로 나타나고 있음



[그림 2-13] 지하 화물운송관련 연도별 국내 논문발표 동향

[표 2-16] 세부 기술별 국내 논문발표 동향

세부분야	논문명	발표 년도
Underground & Tube Transport	관로이송시스템내 관로시설의 설계 최적화 연구	2008
	생활쓰레기 관로이송시스템	2007
	지하 화물교통체계의 개발현황과 전망	2008
	철도 지하구간에 대한 효율적인 접지방안에 대한 연구	2009
	튜브운송기술의 현황과 전망	2008
	튜브운송시스템 경제성과 성능요구조건	2008
Transport Software	궤적 정보를 이용한 냉동 컨테이너 모니터링 시스템	2005
	제3자 물류기업의 배송 TMS를 통한통합배치체계 구축방법 및 응용	2006
Warehousing Hardware(Infra)	용인 지역 냉장·냉동창고의 입지와 입출고지	1998
Warehousing Hardware(Super)	난수를 이용하여 동기화를 제공하는 RFID 프라이버시 보호기법에 관한 연구	2007
	RFID의 보안 취약점과 프라이버시 보호기술에 관한 연구	2007

[표 2-16] 세부 기술별 국내 논문발표 동향(계속)

세부분야	논문명	발표년도
Transport Hardware(Super)	수송 트레일러의 충격흡수장치 개발-동력 경운기 연결 히치	2005
	바이모달 트램의 기준경로 주행 방법	2008
	바이모달 트램의 추진장치 성능 모의	2009
	직렬형 하이브리드시스템을 적용한 바이모달 트램의 엔진룸 열유동해석	2010
	바이모달 트램의 효율적 운용을 위한 통합관제시스템 구축에 관한 연구	2007
	바이모달 트램의 자동운전 시스템 설계	2008
	바이모달 트램을 위한 시뮬레이터설계	2008
	중량물 운송을 위한 AGV의 주행 제어 방법	2010
	자동화 컨테이너 터미널에서의 AGV 충돌 방지 및 교착 해결 방안	2005
	자동화 컨테이너 터미널의 AGV 교통흐름 동적 최적화	2010
	고효율 AGV 구동장치의 설계기술 개발	2002
Warehousing Software	우리나라 가전산업의 물류 RFID적용에 관한 연구	2007
	우정물류 시스템의 정보기술 아키텍쳐 설계에 관한 제언	2003
	우편물류 RFID기술 도입 로드맵	2006
	이동형 RFID를 이용한 시설물 관리 시스템의 설계 및 구현	2007
	인식률을 고려한 RIFD 도입의 공급사슬 효율성 향상효과 분석방안	2007
	철강업체 물류혁신을 위한 RFID 활용방안에 관한 연구	2006
	Active RFID 가로등을 이용한 이동체 실시간 위치결정기법 연구	2007
	RFID기반 물류 시스템의 최근 논의 동향과 전망	2007
	RFID를 이용한 동정 OD 추정 알고리즘 개발	2007
	RFID를 활용한 물류정보 인식을 위한 미들웨어 시스템 개발	2007
	자동화 크로스도킹 터미널의 출차 도크 위치 결정	2006
	물류센터관리시스템(WMS)의 활용이 물류업무 성과에 미치는 영향에 관한 실증연구	2006
	로그기반 상황인식에 의한 소규모 창고관리시스템	2006
Cargo Handling & Packing Hardware(Super)	기업물류 경쟁력확보를 위한 물류용기 풀시스템 도입성과 분석	2002
	컨테이너터미널 하역시스템 구성요소 변화분석과 대응전략	2006
	무선통신과 Digital Media 기반 무정차 자동화게이트시스템 개발	2007
	자동화 컨테이너터미널 개발 전략에 관한 연구	2005
	AHP기법을 활용한 자동화 컨테이너터미널 운영목표 설정	2004
	8,000TEU 이상의 초대형선을 위한 컨테이너 크레인에 관한 연구	2001
	스텐레스 강관 포장물류공정의 자동화구현	1999

[표 2-16] 세부 기술별 국내 논문발표 동향(계속)

세부분야	논문명	발표년도
Cargo handling & Packing Software	물류정보기술이 기업의 경영성과에 미치는 상호작용 효과	2003
	e-SCM 구축 전략과 과제 : 국내기업의 사례를 통한 전략 연구	2001
	유비쿼터스 서비스형 컨베이어 감시 및 제어 시스템 프로토타이핑	2003
	자동화 항만에서의 게이트 구조물 및 최적 운영방식 설계	2003
	RTLS를 활용한 유비쿼터스 항만운영시스템 구축 방안	2006
	국제물류정보시스템과 효율적인 물류관리 합리화 방안 연구	2006
	컨테이너 터미널 ERP구축 방안	2002
	Unit load system 구축에 관한 연구	2002
	인터넷 기반 항만 EDI 원스톱 서비스 시스템 개발	1999
	e-Third Party Logistics 시스템 구현에 관한 연구	2007
	시뮬레이션 방법을 이용한 물류센터의 피킹 및 재보충 설비의 능력산정	2002
Service	기술성숙도를 고려한 첨단물류기술 개발정책 수립에 관한 연구	2005
	기업물류비에 대한 물류표준화의 경제적 효과 분석 : 파렛트 표준화를 중심으로	2005
	위험물질 수송시 위험성 평가에 관한 연구	2002
	리버스물류에서 환경문제 대응형태가 리버스물류정보시스템과 리버스물류성과에 미치는 영향	2007
	물류 유통분야에서의 유비쿼터스 활성화 방안에 관한 연구	2004

나. 국외 논문 동향

○ 지하 화물운송기술과 관련하여 국외 연구 논문 동향조사는 다음과 같이 진행되었음

- 조사방법 : 학술논문 검색 사이트(국가과학기술정보센터(NDSL; National Discovery for Science Leaders, 국토해양지식포럼(LANDMARK))를 이용한 검색어 입력
- 조사범위 : 지하 화물운송기술, 운송기술, 보관기술, 물류정보기술, 환경물류기술
- 활용검색어 : Underground/Ondergrondse, Tube, Logistics, Transport/Transportation, RFID, Standardization, Container, Conveyor, Port Automation, Logistics Information, WMS, material handling 등
- 분석도구 : 한국건설교통기술평가원의 정보분석시스템(LANDSCOPE) 활용

○ 해외의 경우 1970년대부터 지하공간 활용과 관련된 연구가 꾸준히 진행되고 있는 것으로 나타나고 있으며 이 시기에는 주로 지하광산에서 채취한 광물을 이동시키는 컨베이어, 튜브 등에 대한 연구가 주로 진행된 것으로 나타남

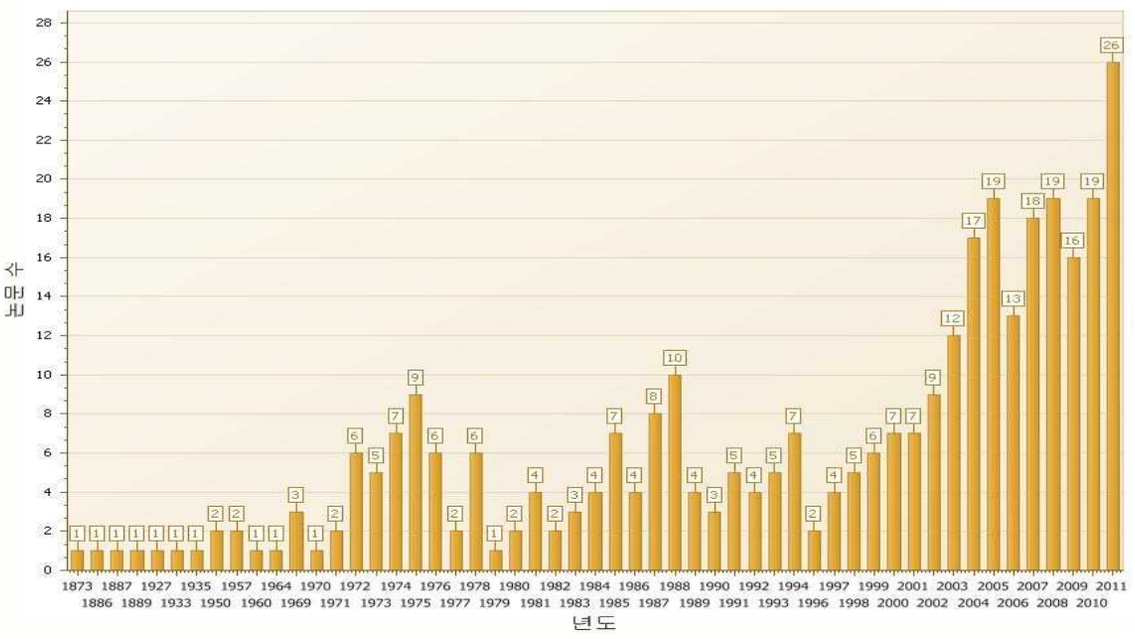
○ 2000년대 들어와서는 기술의 발전으로 인해 다양한 방식의 기술을 이용한 지하공간 활용 연구가 진행되어 논문의 수가 증가한 것으로 나타남

○ 특히 이 시기에는 지하 화물운송과 관련한 주요 연구논문은 주요 항만 및 도심지역을 대상으로 하고 있으며 화물의 물동량이 많은 지역의 교통 혼잡을 줄이고자 하는 노력으로 나타나고 있었음

○ 지하/튜브와 관련된 논문은 미국이 48건으로 전체 1위를 차지하고 있으며 우리나라는 6건으로 나타남

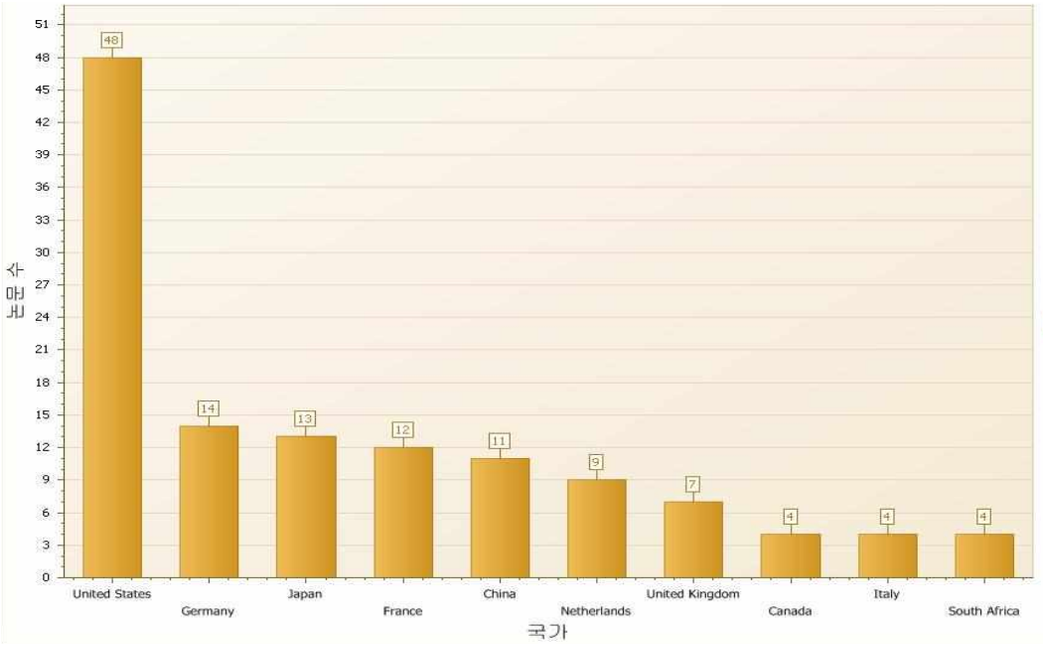
○ 이를 정보분석시스템(LANDSCOPE)을 활용하여 분석한 결과는 다음과 같음

- 연도별로는 2000년도 후반에 들어서 연구가 활발히 진행되고 있는 것으로 나타나고 있으나 1800년대부터 연구가 진행되고 잇는 것으로 나타남



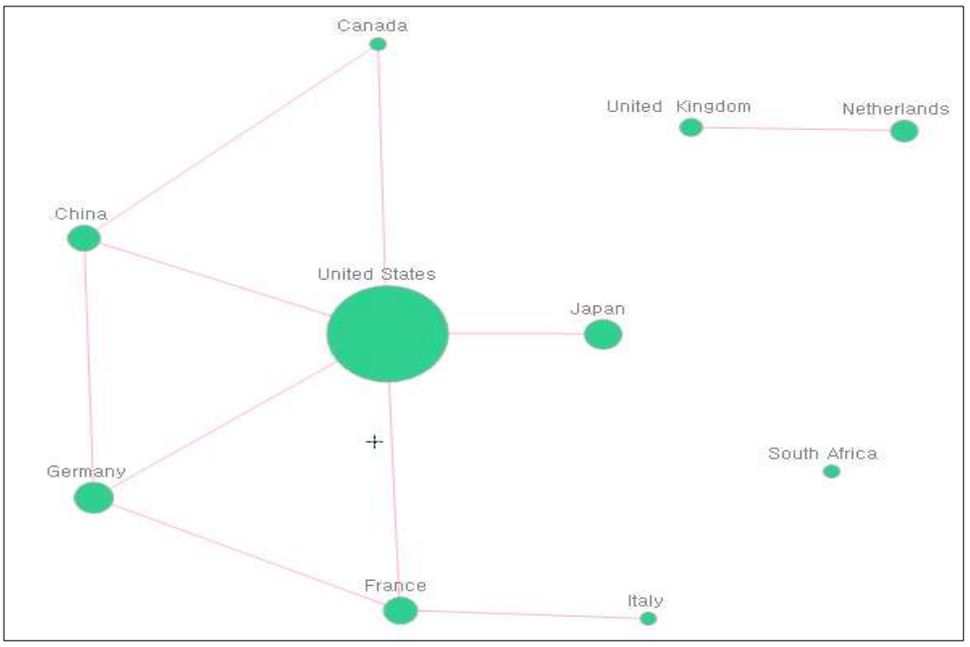
[그림 2-14] 지하 화물운송관련 연도별 국외 논문발표 동향

- 국가별로는 미국, 독일, 일본, 프랑스, 중국, 네덜란드, 영국, 한국 순으로 나타남



[그림 2-15] 지하 화물운송관련 국가별 국외 논문발표 동향

- 국가별 공동연구는 미국을 중심으로 많은 공동연구가 진행되고 있는 것으로 나타남



[그림 2-16] 지하 화물운송관련 국가별 공동연구 동향

○ 세부 기술별 논문 동향을 정리하면 다음과 같음

[표 2-17] 세부 기술별 국외 논문 동향

기술 분야	논문 발표 건수	논문발표 순위(건수)	대표 논문 사례	비고
지하 화물 운송 기술	346	1. 미국(48) 2. 독일(14) 3. 일본(13) 4. 프랑스(12) 5 .중국(11)	- Underground Logistics Systems : A Way to Cope with Growing Internal Container Traffic in the Port of Antwerp(2007) - The Nusantara Tunnel development of an integrated linkage system between Java and Sumatra islands in Indonesia(2005) - Underground Freight Transportation. A new development for automated freight transportation system in the Netherlands (2001)	우리나라의 경우 6건으로 8위권 형성
운송 기술	307	1. 미국(149) 2. 네덜란드(15) 3. 독일(13) 4. 캐나다(11) 5. 그리스(10)	- Is a new applied transportation research field emerging? A review of intermodal rail-truck freight transport literature(2004) - Empty container management for intermodal transportation networks(2002) - An intermodal optimum path algorithm for multimodal transportation networks(2000)	우리나라 논문발표 실적은 상위 10개국 안에 들지 못함
물류 보관 기술	838	1. 미국(321) 2. 네덜란드(53) 3. 중국(47) 4. 캐나다(45) 5. 독일(42)	- Transshipment of containers at a container terminal; An overview(2003) - Container terminal operation and operations research a classification and literature review(2004) - An optimal routing algorithm for a transfer crane in port container terminals(1999)	우리나라의 경우 32건의 보관기술 관련 논문을 발표(8위권)
물류 정보 기술	626	1. 미국(228) 2. 독일(42) 3. 중국(42) 4. 대만(33) 5. 핀란드(27)	- coordinated supply chain management (1996) - Logistics information systems - An analysis of software solutions for supply chain co-ordination(2005) - An empirical investigation of the factors affecting data warehousing success(2001)	우리나라 물류정보 기술관련 논문은 23건으로 8위권 형성
환경 물류 기술	53	1. 미국(53) 2. 네덜란드(26) 3. 독일(19) 4. 캐나다(16) 5. 프랑스(9)	- Quantitative models for reverse logistics; A review(1997) - A characterisation of logistics networks for product recovery(2000) - Reverse-logistics strategy for producttake-back(2000)	우리나라 논문발표 실적은 상위 10개국 안에 들지 못함

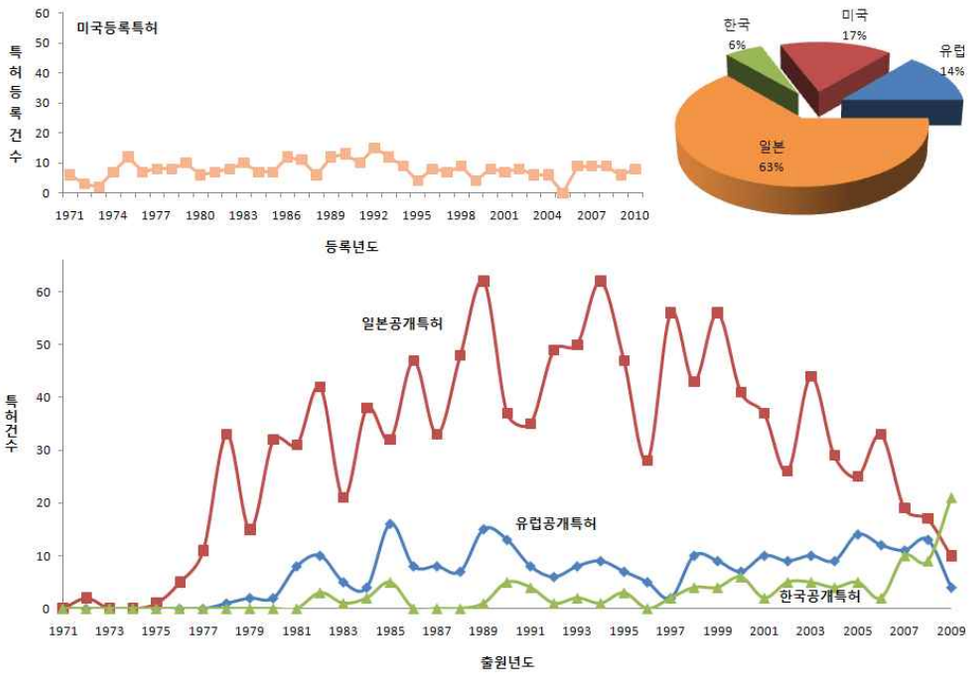
2. 국내외 특허 동향

가. 관련 특허 동향

(1) 지하 화물운송 시스템 분야 특허의 연도별 동향

○ 지하화물운송시스템 산업은 일본공개특허에서 증가와 감소를 반복하다가 2008년 이후 감소하는 추세를 보이며, 한국 및 유럽등록특허, 미국등록특허에서 출원건수가 꾸준히 나타나는 경향을 보임

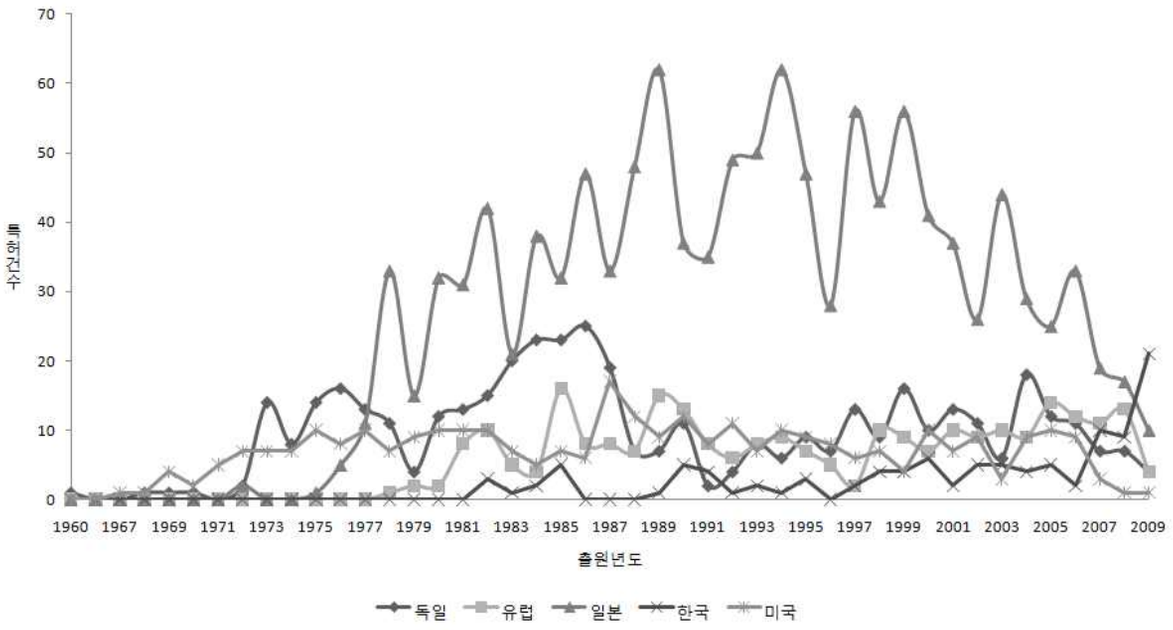
- 지하 화물운송 시스템 산업 특허는 일본공개특허가 63%로 가장 많은 비율을 차지하고, 미국등록특허 17%, 유럽공개특허 14%, 한국공개특허 6% 순으로 나타남



※ 분석구간 : 한국, 일본, 유럽특허 ~2009(출원년도), 미국특허 ~2010(등록년도)

[그림 2-17] 지하화물운송시스템 분야의 전 세계 출원(등록) 건

○ 대형화물용 지하 운송시스템은 1970년대 이후 최근까지 점차적으로 증가하는 추세를 보이고 있고, 소형화물용 지하 운송시스템는 일본특허의 동향과 유사하게 1990년대 초반까지 점차적으로 증가하는 추세를 보이다가 그 이후 현재까지 점차적으로 감소하는 추세를 보이고 있고, 벌크화물용 공압 수송 시스템 분야는 독일특허의 동향과 유사하게 1980년대 초반까지 증가하는 추세를 보이다가 이후 1990년대 초반까지 감소하다가 다시 1990년대 초부터 점차적으로 증가하다가 2000년대 초반부터 감소하는 추세를 보임



[그림 2-18] 지하화물운송시스템 분야의 국가별 기술분야별 동향

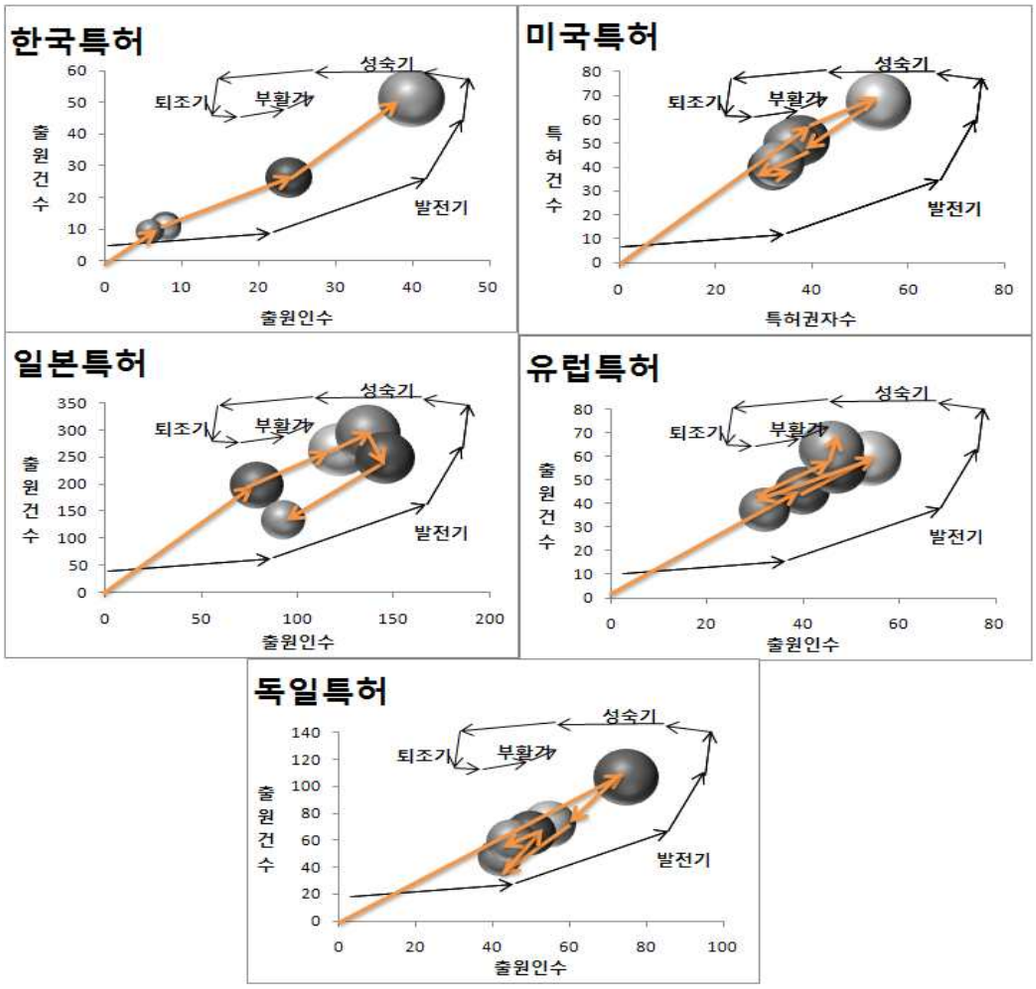
(2) 포트폴리오로 본 지하 화물운송 시스템 분야의 위치[22)]

○ 특허건수와 출원인수 변화의 상관관계를 통해 기술의 위치를 살펴보는 포트폴리오 기본 모델에서, 한국특허는 출원인수와 출원건수가 동시에 증가하여 발전기에 있는 것으로 판단되고, 미국특허와 일본특허와 독일특허는 출원인수와 출원건수가 동시에 감소하여 퇴조기에 있는 것으로 판단됨

- 특히, 미국특허와 일본특허와 독일특허는 성숙기 없이 바로 퇴조기로 진행된 것으

22) 제1 출원인 기준: 하나의 특허에 대해 다수의 공동출원인이 있을 때 특허문헌에 첫번째로 기재되어 있는 출원인을 의미함

로 나타났고, 유럽특허는 출원인수와 출원건수가 동시에 감소했다가 다시 증가하는 추세를 보여 부활기에 있는 것으로 나타났음



[그림 2-19] 포트폴리오로 본 지하 화물운송 시스템 분야의 위치

(3) 지하 화물운송 시스템 분야 특허의 세부분야별 동향

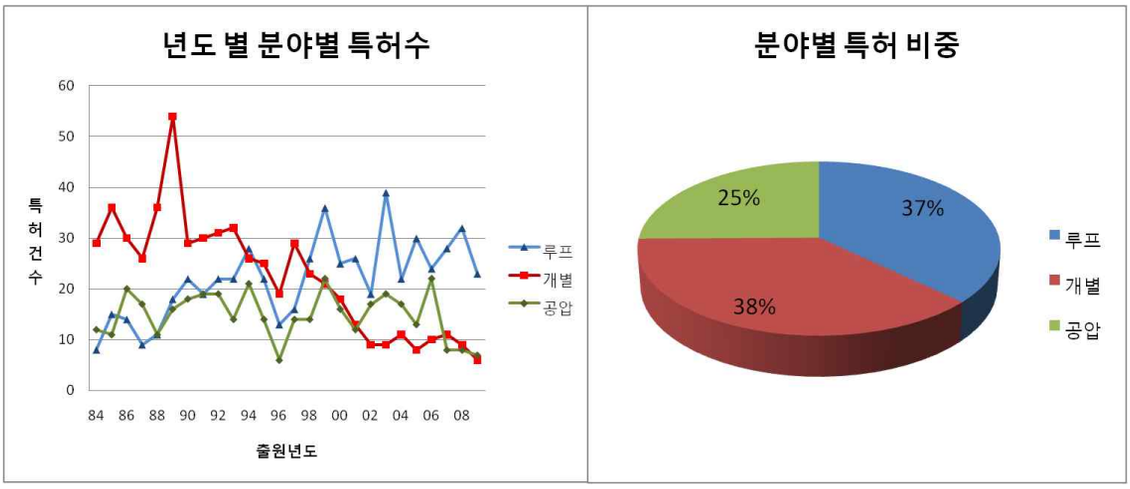
○ 최근 들어서 대형화물용 지하 운송시스템의 특허출원 빈도수가 증가하고 있음

○ 과거에는 소형화물용 지하 운송시스템 분야의 출원이 많았으나 최근 들어서 그 출원 빈도가 줄어들고 있음

○ 대형화물용 지하 운송시스템과 벌크화물용 공압 수송 시스템의 특허 출원 빈도수가

꾸준히 증가하고 있음

○ 분야별 특허 비중은 대형화물용 지하 운송시스템(37%)과 소형화물용 지하 운송시스템(38%)이 비슷한 비중을 차지하고 있고 공압 수송 시스템(25%)의 비중이 가장 낮게 조사됨



[그림 2-20] 지하화물운송시스템 분야의 분야별 출원(등록) 건수 추이

(4) 주요국가의 특허경쟁력

○ 기술경쟁력 비교는 미국등록특허에 나타나는 특허의 인용관계(Citation)를 이용한 특허지표를 분석한 것임

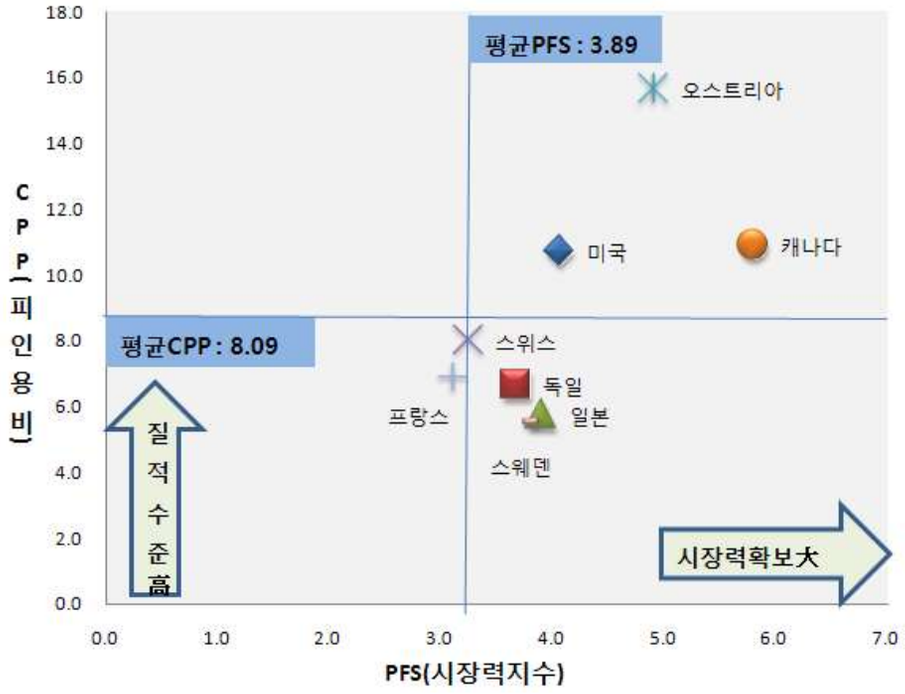
(가) 질적수준을 고려한 각국의 시장력 분석[23]

○ 특허가 기술적으로 영향을 미치는 정도(피인용도의 비율)와 시장(패밀리 특허)의 확보를 통해 연구주체의 특허가 질적 수준 또는 시장확보를 위한 노력 정도를 살펴보았음

23) 1. 분석구간 : 미국특허 ~2010(등록년도)
2. X축: PFS=분석국가의 전체 Patent Family수/분석국가의 전체 특허수
Y축: 분석국가 전체특허의 피인용회수 합계/분석국가의 전체 특허수
3. 등록건수가 많은 국가 위주로 분석하고, 평균값은 전체 등록특허에 대한 값임

○ 지하화물운송시스템 분야에서 캐나다, 오스트리아, 미국은 시장력지수와 피인용비 모두가 평균보다 높은 것으로 보아 특허의 질적 수준이 높을 뿐 아니라 시장확보를 위한 노력도 많이 하고 있는 것으로 판단됨

- 독일과 일본과 스웨덴은 시장력지수는 평균보다 높으나, 피인용비는 평균보다 낮은 것으로 조사되어 시장확보를 위한 노력은 많이 하고 있지만 특허의 질적 수준은 낮은 것으로 보임



[그림 2-21] 주요국가의 특허영향력 및 시장확보력

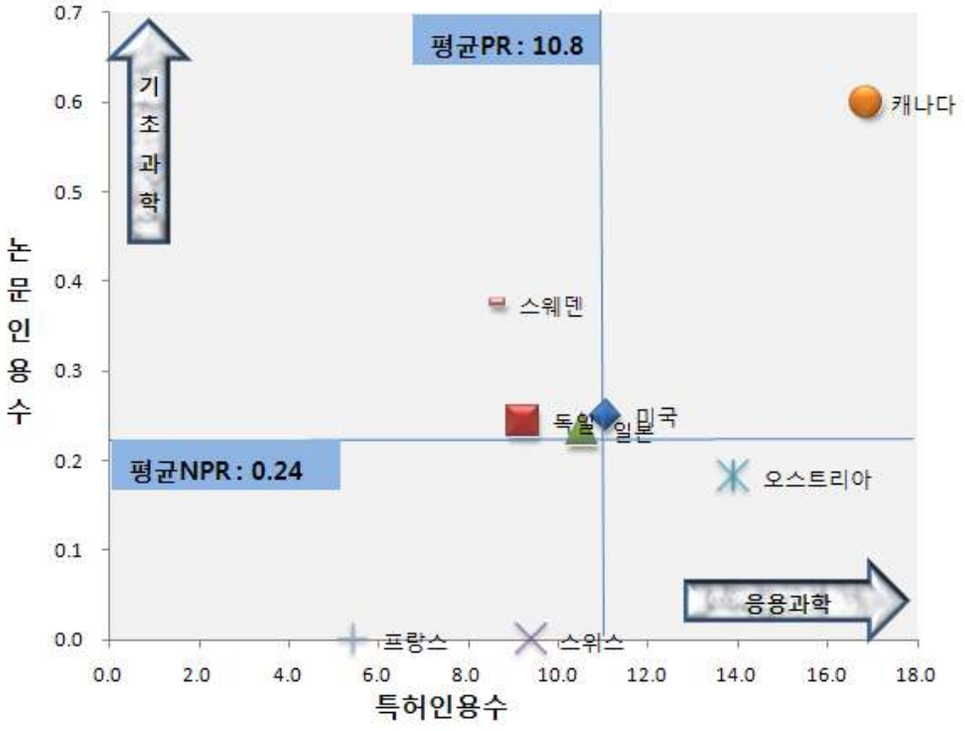
(나) 국가별 연구개발 방향[24)]

○ 캐나다는 특허당 논문인용수와 특허인용수가 모두 평균보다 높아서 기초과학과 응용과학 분야의 기술을 개발하고 있는 것으로 판단됨

- 스웨덴은 특허당 논문인용수가 평균보다 높게 조사되어 기초과학 위주로 기술개발이 이루어지고 있는 것으로 보임

24) 1. 분석구간: 미국특허 ~2010(등록년도)
2. X축: Backward Citation수합/특허건수, Y축: 논문인용수(NPR)/특허건수
3. 등록건수가 많은 국가 위주로 분석하고, 평균값은 전체 등록특허에 대한 값임

- 오스트리아는 특허당 특허인용수가 평균보다 높게 조사되어 응용과학 위주로 기술개발이 이루어지고 있는 것으로 보임



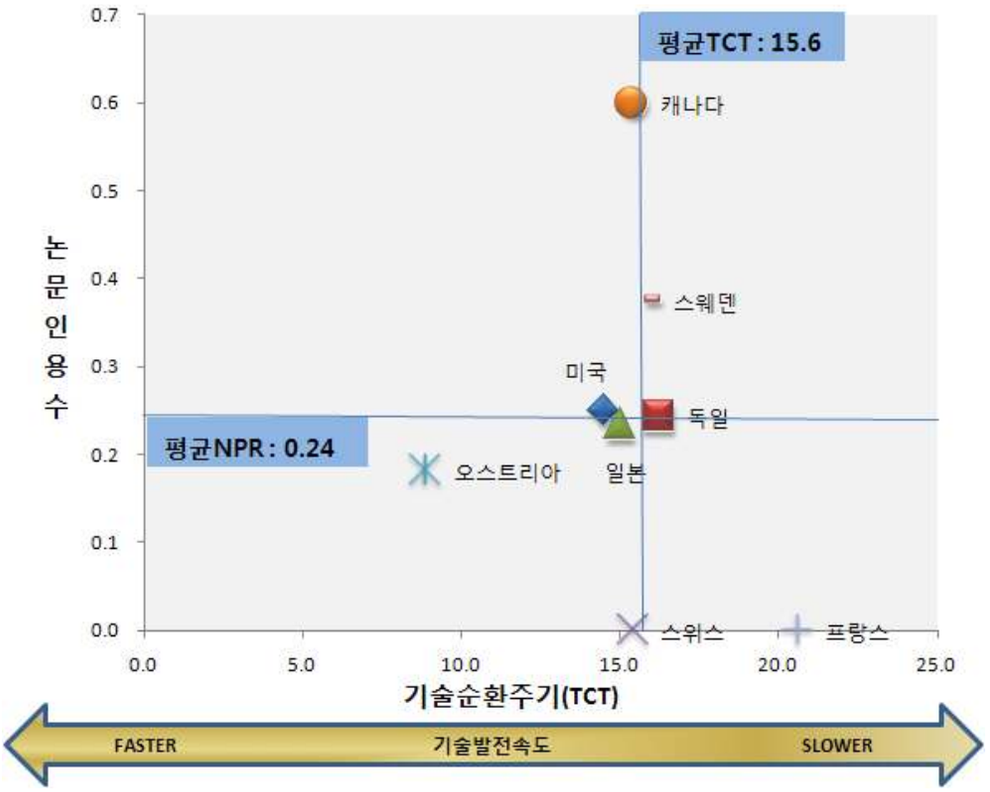
[그림 2-22] 지하화물운송시스템 국가별 연구개발 방향

(다) 각국 연구개발 진입의 용이성[25)]

○ 주요국가의 논문인용수(NPR)와 기술순환주기(TCT)를 비교한 결과, 독일, 스웨덴은 논문인용수가 평균보다 높아서 기초과학과 연계성이 높고, 기술순환주기가 평균보다 높아서 기술 발전 속도가 느린 것으로 조사되어 연구개발 진입에 어려움이 있을 것으로 판단됨

- 오스트리아, 일본, 스위스는 논문인용수 및 기술순환주기가 평균보다 낮아서 기초과학과 연계성이 낮고 기술 발전 속도가 빨라서 연구개발 진입이 용이할 것으로 판단됨

25) 1. 분석구간: 미국특허 ~2010(등록년도)
2. 등록건수가 많은 국가 위주로 분석하고, 평균값은 전체 등록특허에 대한 값임



[그림 2-23] TCT와 NPR을 이용한 진입의 용이성 분석

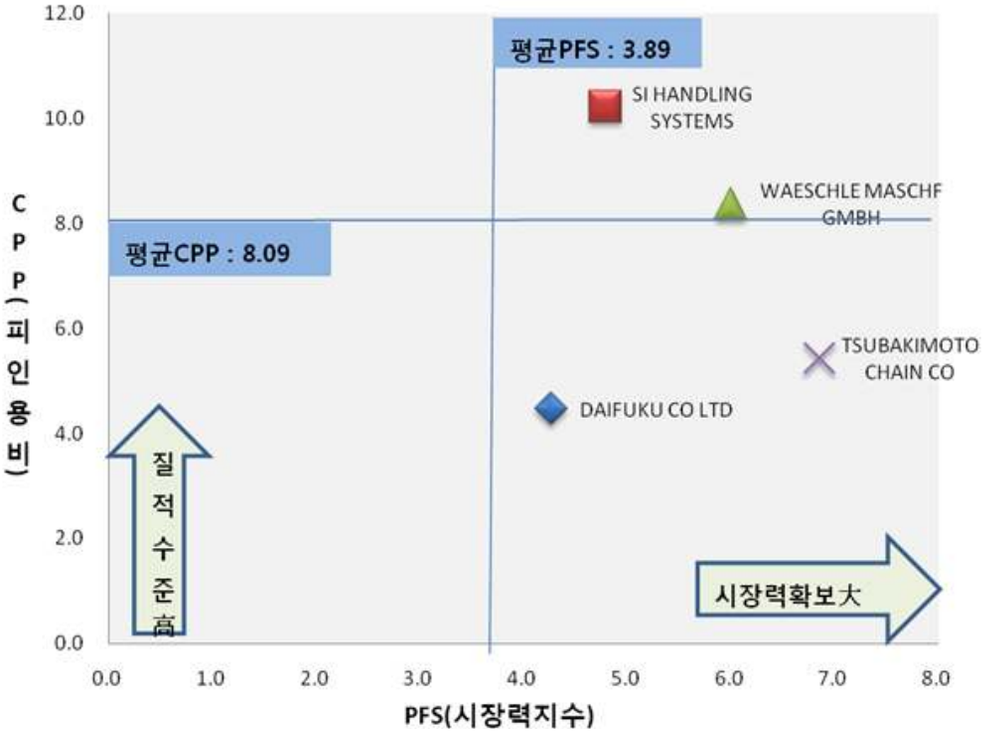
(5) 주요 출원인의 특허경쟁력

(가) 질적수준을 고려한 주요 출원인의 시장력 분석[26]

○ 지하화물운송시스템 분야에서 SI HANDLING SYSTEMS, WAESCHLE MASCHF GMBH는 시장력지수와 피인용비 모두가 평균보다 높아서 특허의 질적 수준이 높을 뿐 아니라 시장확보를 위한 노력도 많이 하고 있는 것으로 나타났음

- DAIFUKU, TSUBAKIMOTO CHAIN CO은 시장력지수는 평균보다 높지만 피인용비는 평균보다 낮은 것으로 조사되어 시장확보를 위한 노력은 많이 하고 있으나, 특허의 질적 수준은 낮은 것으로 판단됨

26) 1. 분석구간 : 미국특허 ~ 2010(등록년도)
2. X축: PFS=분석국가의 전체 Patent Family수/분석국가의 전체 특허수
Y축: 분석국가 전체특허의 피인용회수 합계/분석국가의 전체 특허수
3 등록건수가 많은 출원인 위주로 분석하고, 평균값은 전체 등록특허에 대한 값임



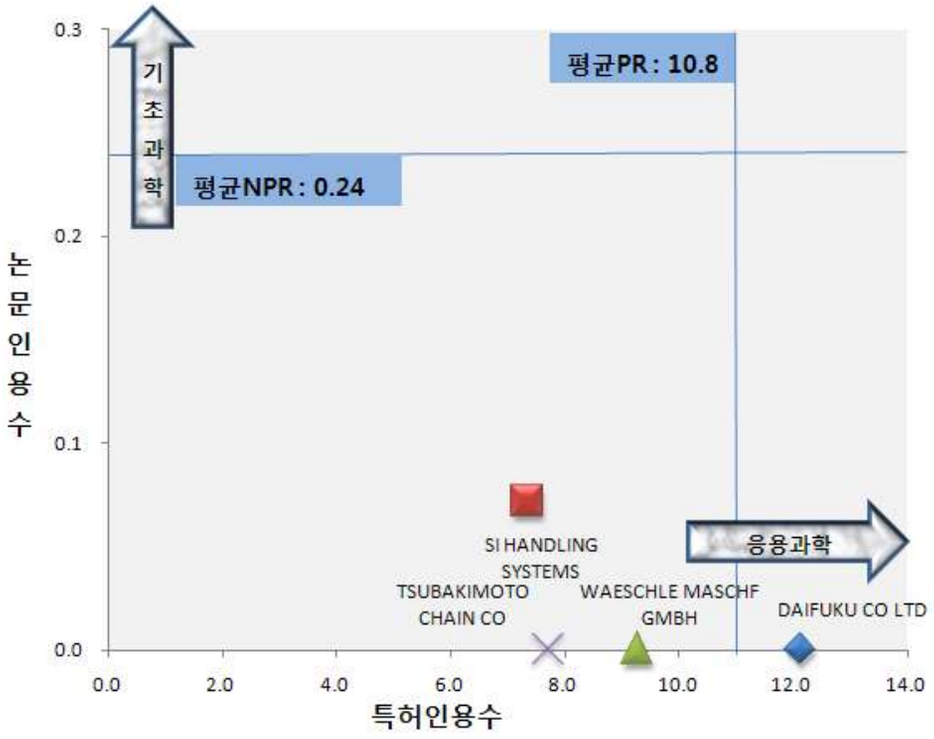
[그림 2-24] 주요출원인의 특허영향력 및 시장확보력

(나) 주요 출원인별 연구개발 방향[27]

○ DAIFUKU는 특허당 논문인용수는 평균보다 낮으나 특허인용수가 평균보다 높아서 응용과학 위주로 기술개발을 하고 있는 것으로 나타났음

- SI HANDLING SYSTEMS, WAESCHLE MASCHF GMBH, TSUBAKIMOTO CHAIN CO은 특허당 특허 인용수와 논문인용수가 평균보다 낮은 것으로 나타났음

27) 1. 분석구간: 미국특허 ~2010(등록년도)
2. X축: Backward Citation수합/특허건수, Y축: 논문인용수(NPR)/특허건수
3. 등록건수가 많은 출원인 위주로 분석하고, 평균값은 전체 등록특허에 대한 값임

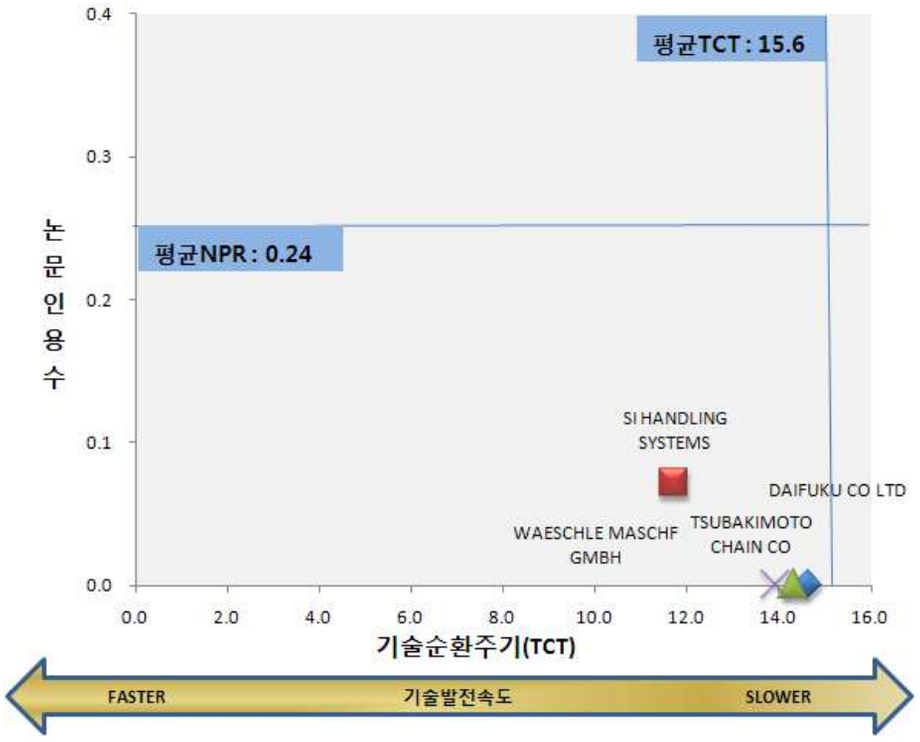


[그림 2-25] 지하화물운송시스템 주요 출원인별 연구개발 방향

(다) 주요 출원인의 연구개발 진입의 용이성[28)]

○ 주요 출원인의 논문인용수(NPR)와 기술순환주기(TCT)를 비교한 결과, DAIFUKU, SI HANDLING SYSTEMS, WAESCHLE MASCHF GMBH, TSUBAKIMOTO CHAIN CO은 논문인용수와 기술순환주기가 평균보다 모두 낮은 것으로 조사되어 기초과학과의 연계성이 낮지만 기술 발전 속도가 빠른 것으로 분석되어 연구개발 진입이 용이할 것으로 판단됨

28) 1. 분석구간: 미국특허 ~2010(등록년도)
2. 등록건수가 많은 출원인 위주로 분석하고, 평균값은 전체 등록특허에 대한 값임



[그림 2-26] TCT와 NPR을 이용한 진입의 용이성 분석

나. 국내 특허 동향

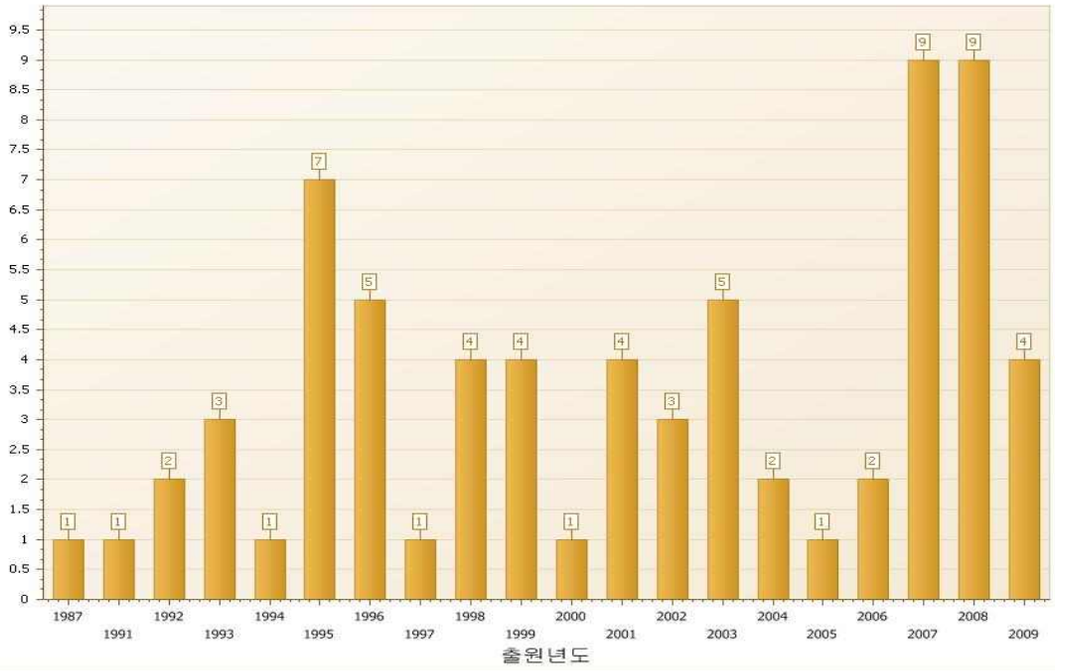
○ 지하 화물운송기술과 관련하여 국내 특허 동향조사는 다음과 같이 진행되었음

- 조사방법 : 특허 검색 사이트(국가과학기술정보센터(NDSL; National Discovery for Science Leaders, 특허정보검색서비스(KIPRIS))를 이용한 검색어 입력
- 조사범위 : 공간, 분야, 대상, 운송방식, 보관/하역작업 등
- 활용검색어 : 지하, 관로/튜브, 물류, 운송/수송, 이송/반송, 보관, 하역, 화물, 컨테이너, 파렛트, 벌크화물, 컨베이어, 선형모터, 파이프라인, 철도, 자기부상식, AGV, 피킹, 분류, 분배, 도심, 도시, 항만, 배후지, 물류센터, 자동화, 혁신, 첨단, 친환경, 온실가스, 정체, 캡슐, 창고 등
- 분석도구 : 한국건설교통기술평가원의 정보분석시스템(LANDSCOPE) 활용

○ 특허의 경우 1990년대 중반부터 지하와 관련된 특허가 출원되기 시작하였으며 지하 화물운송과 관련된 특허는 2000년대 들어서 출원되기 시작하였음

○ 국내특허의 경우 지하파이프시스템, 쓰레기의 분리 흡입장치, 이송시스템, (고층)빌딩용쓰레기수거장치 등의 특허가 출원되고 있으며 튜브/관로 등을 이용하여 벌크화물(주로 쓰레기)을 운반하는 기술이 대부분을 차지하고 있음

○ 이를 정보분석시스템(LANDSCOPE)를 활용하여 분석한 결과는 다음과 같음



[그림 2-27] 연도별 국내 특허출원 현황

다. 국외 특허 동향

○ 지하 화물운송기술과 관련하여 국외 특허 동향조사는 다음과 같이 진행되었음

- 조사방법 : 특허 검색 사이트(국가과학기술정보센터(NDSL; National Discovery for Science Leaders, 특허정보검색서비스(KIPRIS))를 이용한 검색어 입력
- 조사범위 : 지하 화물운송기술, 운송기술, 보관기술, 물류정보기술, 환경물류기술
- 활용검색어 : Underground/Ondergrondse, Tube, Logistics, Transport/Transportation, Transit, Storage/Warehousing, Handling, Goods/Freight/Cargo, Container, Pallet, Bulk Cargo, Conveyor, Liner Inverter Motor, Pipeline, Rail, Maglev, AGV, Picking, Sorting, Assorting, Urban, City, Port, Hinterland,

Logistics Center 등

- 분석도구 : 한국건설교통기술평가원의 정보분석시스템(LANDSCOPE) 활용

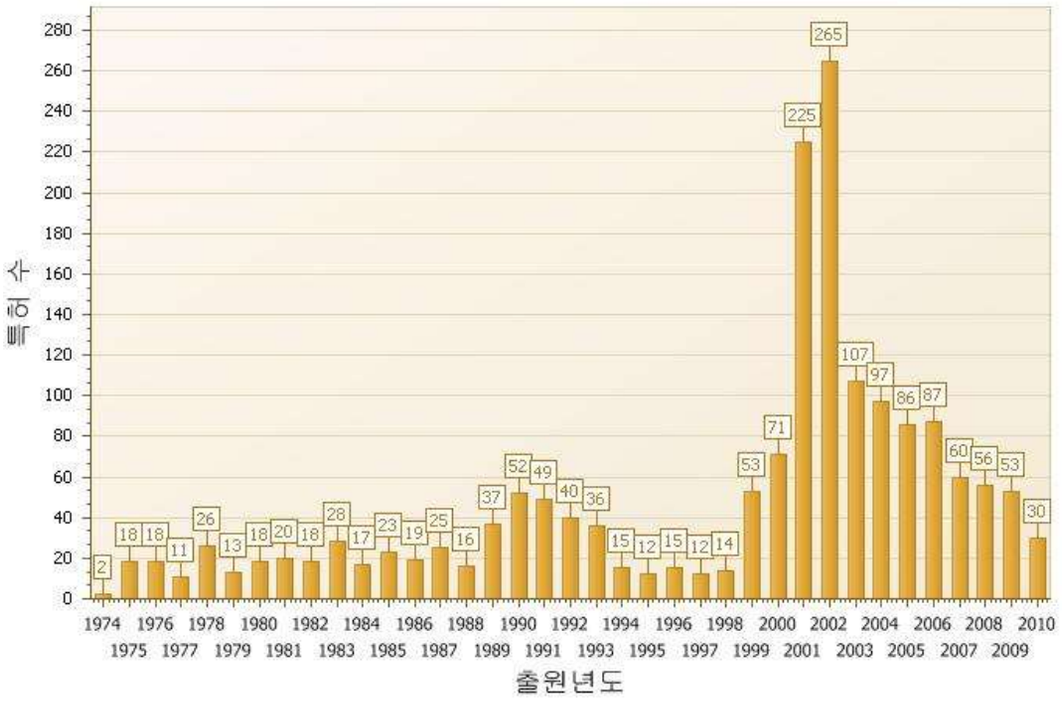
○ 검색을 통해 조사된 특허는 총 21,515건이며 하나의 중복해서 검사된 특허 목록을 제거한 결과 총 13,339건이 검색되었고, 그 중 지하화물에 관한 특허는 1,744건이 검색되었음

○ 국외특허의 경우 2000년 71건에서 2001년 225건으로 급격한 성장세를 보이고 있음

○ 국외특허의 경우 Apparatus and method for transporting waste materials, Waste disposal devices, Smart container for bulk delivery 등의 특허가 출원되고 있으며 튜브/관로 등을 이용하여 벌크화물(주로 쓰레기)을 운반하는 기술이 대부분을 차지하고 있음

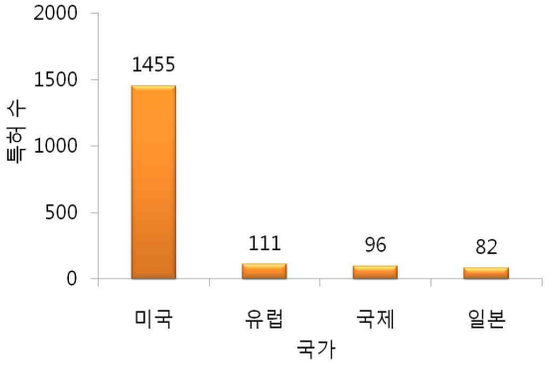
○ 이를 정보분석시스템(LANDSCOPE)를 활용하여 분석한 결과는 다음과 같음

- 1970년대부터 꾸준히 관련특허가 출원되고 있으며, 2000년대 들어서는 더욱 활발히 출원되고 있음을 알 수 있음



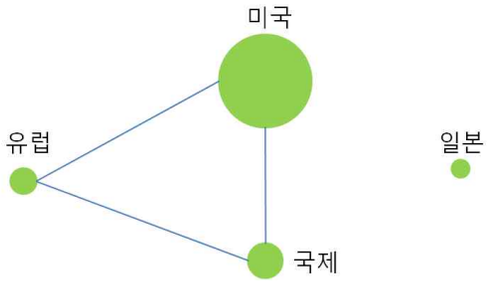
[그림 2-28] 연도별 국외 특허출원 현황

- 국외특허를 미국, 유럽, PCT, 일본으로 나누어 볼 때 미국이 가장 많이 출원되고 있음을 알 수 있음



[그림 2-29] 국가별 특허출원 현황

- 출원국가별 공동출원 네트워크는 다음과 같음



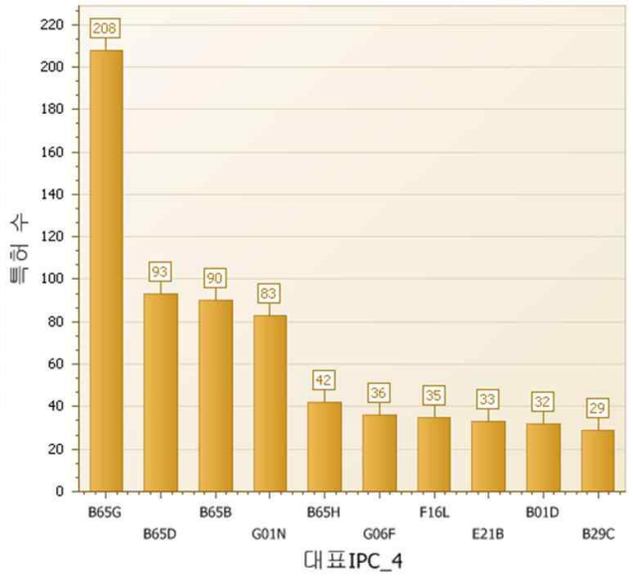
[그림 2-30] 출원국가별 공동출원 네트워크

[표 2-18] 국가별 지하 화물운송 특허출원 동향

국가명	특허건수	집중분야 키워드
미국	1,455	Container, Transport, Conveyor, Tube
유럽	111	Cargo, Container, Conveyor
국제	96	Transport, Tube
일본	82	Container, Storage, Underground

- 특허출원인의 경우 상위 10개의 기업 중 미국, 독일, 일본이 각각 3개씩의 기업을 나타내고 있었음

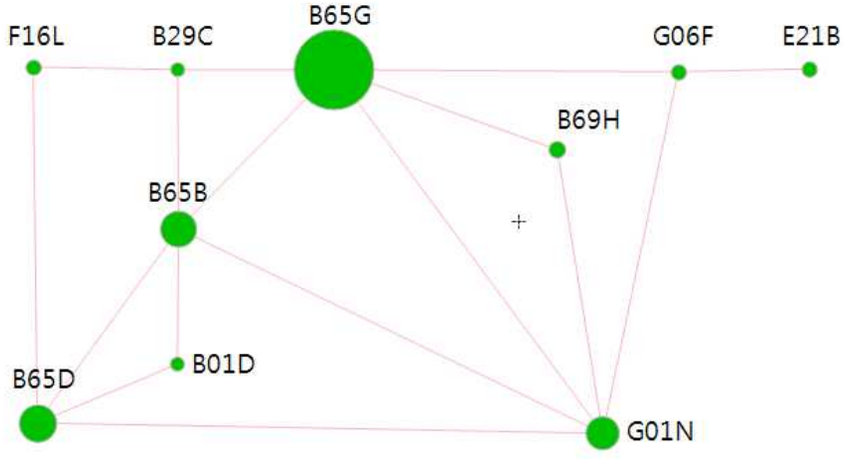
- 각 IPC[29] 분야별 공동출원 순위는 다음과 같으며, IPC분류 중 B섹션[30]의 특허수가 가장 많고 다양함



B65G : 운반 또는 저장장치
B65D : 물품 또는 재료를 보관 또는 수송용의 용기
B65B : 물품 또는 재료를 포장하기 위한 기계
G01N : 재료의 화학적 또는 물리적 성질의 검출에 의한 재료의 조사 또는 분석
G06F : 전기에 의한 데이터처리
F16L : 관; 관의 이음 또는 부착구
E21B : 지중굴착
B01D : 용해에 의한 분리
B29C : 플라스틱의 성형 또는 접합; 가소 상태에 있는 물질의 성형 일반

[그림 2-31] IPC 분야별 출원 순위

- 각 IPC 분야별 공동출원 매트릭스는 다음과 같으며 운반 또는 저장장치(B65G)를 중심으로 관련특허가 출원되고 있음을 알 수 있음



[그림 2-32] 지하 화물운송관련 IPC분야별 공동출원 동향

29) IPC(International Patent Classification) : 국제특허분류
30) IPC B섹션 : 운수와 관련된 특허를 담당하는 분야

○ 조사범위에 해당하는 지하 화물운송기술, 운송기술, 보관기술, 물류정보기술, 환경물류기술 분야별 특허 출원 등록은 다음과 같이 조사됨

[표 2-19] 물류기술별 특허출원 등록 현황

기술 분야	특허 건수	세부기술	관련기술 특허 사례	비고
지하 화물 운송 기술	1,744	대상화물	· Apparatus and method for transporting waste materials ·Vacuum actuated value for high capacity storage and delivery system ·Underground storage facility, and associated method of storing waste ·Smart container for bulk delivery	·미국의 경우 2000년 초반 특허 출원이 급격하게 증가 ·보관/하역작업의 경우 특허의 출원건수가 미미함
		운송방식	·Vacuum insulated fluid transport pipes and method of construction ·Process and system for the installation of pipelines in shallow or very shallow water · Smart container for bulk delivery	
		보관/하역작업	·Tube picking mechanism for an automated ultra-low temperature storage and retrieval system · Waste disposal devices	
운송 기술	878	대량운송	·Transportation van having load elevation platform located therein ·Double-deck trailer ·Trailer for selectively transporting vehicles and general freight	·운송고도화 기술에 가장 많은 특허 출원 ·1990년 후반에 대량운송 기술 특허 출원이 증가
		연계운송	·Cargo restraint system ·Articulated lightweight piggyback railcar ·Side bearing arrangement for multi-unit railroad cars with different side bearings on adjacent car ends sharing a common truck	
		운송고도화 기술	·Vibration dampening device ·Modeled pulp fiber interior package cushioning structures ·Suspension device for the cab of a truck vehicle	

[표 2-19] 물류기술별 특허출원 등록 현황(계속)

기술 분야	특허 건수	세부기술	관련기술 특허 사례	비고
물류 보관 기술	1,954	이송기술	· Sortation equipment · Case picking system · Freight handling plant in depots and relate depots	· 창고기술관련 특허의 출원활동이 가장 활발함
		창고기술	· Method and apparatus for managing inventory · Object oriented technology framework for warehouse control · Order allocation to select from inventory locations stocking few units of inventory	
		하역기술	· Distributed control system architecture and method for a material transport system · Materials handling system · Container terminal apparatus and method	
		포장기술	· Automatic prescription filling, sorting and packaging system · Prescription order packaging system and method · Automatic machine for sterilization and aseptic packing of meat products	
물류 정보 기술	1,455	위치추적기술	-	· 모든 분야에서 1990년대 후반 이후 출원 증가 · 특히 위치추적 기술이 2000년 대 이후 급격하게 증가
		물류정보관리	· System for managing customer orders and method of implementation · Logistics system for automating transportation of goods · Method and apparatus for discrete activity resource allocation through cardinality constraint generation	
		물류운영 관리기술	· Method and apparatus for managing inventory · Object oriented technology framework for warehouse control · Warehouse managing system	
환경 물류 기술	428	위험물 물류기술	· Electronic warning system · Hybrid gas generator provided service parts inventory planning and management · Transportable muti-use storage container and pallet system	· 위험물 물류기술은 1980년 중반 이후 꾸준히 증가 · 역물류기술은 1990년대 중반부터 출원 시작되었으나 출원 건수 미미
		역물류 기술	· Electronic marketplace providing service parts inventory planning and management · Reverse logistics method for recapturing value of used goods over internet exchange portals · Reverse logistics processing	

3. 시사점

○ 지하 화물운송 시스템은 저탄소 녹색성장 및 물류환경 변화에 부응하여 산업 전반에 걸쳐 널리 사용되며, 고부가 가치를 창출할 수 있는 기술이므로 자체 기술개발을 통하여 기술의 경쟁력 확보가 반드시 필요함

- 주요 출원인이 전체 특허에서 차지하는 비율이 크지 않은 것으로 나타나서 지하화물운송시스템 분야를 독점 또는 선점하고 있는 출원인은 없는 것으로 판단되므로 시급하게 지하화물운송시스템 분야에 대한 기술개발 투자가 이루어져야 할 것으로 판단됨

○ 우리나라는 다른 나라에 비해서 지하 화물운송 시스템에 대한 특허출원이 상당히 뒤쳐진 상황이므로 적극적인 대응이 필요한 것으로 나타남

- 지하화물운송시스템 분야의 전세계 특허는 일본에 이어 독일특허가 두 번째로 큰 점유율을 차지하고 있음
- 우리나라 특허는 외국인에 의해 약 50%의 출원이 이루어지고 있으므로 지하화물운송시스템 분야의 우리나라 기술 개발에 대한 투자가 더욱 활발해져야 할 것으로 판단됨

○ 특히 지하 화물운송시스템 기술분야에서는 전반적으로 미국, EU, 일본기업이 기술경쟁력 우위를 차지하고 있어 특허 및 연구동향에 대한 모니터링이 추가적으로 요구됨

- 각국 특허에서 독일 국적의 출원인이 비교적 활발하게 출원하고 있는 것으로 나타났으므로 기술개발 시 독일 기술에 대한 모니터링이 필요할 것으로 판단됨
- 미국, 유럽, 독일은 루프형 고정경로 운행시스템 분야에 집중하고 있는 것으로 나타났으며, 일본은 개별운행형 고정경로 운행시스템에 집중하고 있는 것으로 나타났음

○ 루프형 고정경로 운행시스템 분야는 운송장비 관련 기술은 독자 기술 개발 및 권리 획득이 가능할 것으로 판단되고, 나머지 기술은 선행특허를 참조하여 대응설계 또는 개량설계하는 것이 가능할 것으로 판단됨

○ 개별운행형 고정경로 운행시스템 분야는 핵심특허의 경우 대부분이 자유기술이고, 핵심특허의 유사 후행특허도 무효 가능성은 낮지만 대부분 대응설계가 가능한 것으로 파악되었으므로, 세부 기술 개발시 각 기술별로 대응설계 하는 것이 가능할 것으

로 판단됨

○ 공압 수송시스템 분야는 중요 출원인인 WAESCHLE MASCHF GMBH의 운반관로 분야의 파급 효과가 크므로 위 기술을 고려하여 기술개발하는 것이 바람직할 것으로 판단됨. 또한, 공급장치 분야를 포함한 나머지 부분은 기존 기술을 참조하여 개량기술을 개발하여 개량특허를 획득하는 것이 가능할 것으로 판단됨

3 장. 지상 화물운송체계 현황분석

- 1절. 주요 생산거점/물류거점별 화물수송 수요 분석
- 2절. 국내 화물수송 현황 및 전망
- 3절. 주요 생산거점/물류거점별 지하 화물운송 대상품목별 화물수송체계 분석
- 4절. 지상화물운송체계 문제점 및 대응방안

3장. 지상 화물운송체계 현황 분석

1절. 주요 생산거점/물류거점별 화물수송수요 분석

1. 생산거점 현황

가. 생산거점시설(산업단지)의 정의

○ 산업단지는 「산업입지 및 개발에 관한 법률」에서 공장·지식산업관련시설·문화산업관련시설·정보통신산업관련시설·재활용산업관련시설·자원비축시설·물류시설등과 이와 관련된 교육·연구·업무·지원·정보처리·유통 시설 및 이들 시설의 기능제고를 위하여 주거·문화·환경·공원녹지·의료·관광·체육·복지 시설 등을 집단적으로 설치하기 위하여 포괄적 계획에 따라 지정·개발되는 일단의 토지로 정의되어 있음

○ 산업단지는 국가산업단지, 일반산업단지, 도시첨단산업단지, 농공단지로 구분됨

- 국가산업단지 : 국가기간산업·첨단과학기술산업 등을 육성하거나 개발촉진이 필요한 낙후지역이나 2 이상의 특별시·광역시 또는 도에 걸치는 지역을 산업단지로 개발하기 위하여 제6조의 규정에 의하여 지정된 산업단지
- 일반산업단지 : 산업의 적정한 지방분산을 촉진하고 지역경제의 활성화를 위하여 제7조에 따라 지정된 산업단지
- 도시첨단산업단지 : 지식산업·문화산업·정보통신산업, 그 밖의 첨단산업의 육성과 개발촉진을 위하여 「국토의 계획 및 이용에 관한 법률」에 따른 도시지역 안에 제7조의2에 따라 지정된 산업단지
- 농공단지 : 대통령령이 정하는 농어촌지역에 농어민의 소득증대를 위한 산업을 유치·육성하기 위하여 제8조의 규정에 의하여 지정된 산업단지

나. 생산거점시설(산업단지) 운영 현황[31)]

(1) 일반현황

○ 2008년 6월말 현재 전국에 690여개의 국가산업단지, 지방산업단지, 농공산업단지가 운영 중임

31) 한국교통연구원(2008), 『전국 지역간 화물O/D보완조사』, 『 2008년 국가교통수요조사 및 DB구축사업』 , pp.43~56

[표 3-1] 산업단지 현황

지역	국가산업단지		지방산업단지		농공단지		총계	
	개수	비율(%)	개수	비율(%)	개수	비율(%)	개수	비율(%)
서울특별시	1	2.56	1	0.36	0	0	2	0.29
부산광역시	1	2.56	10	3.61	1	0.27	12	1.74
대구광역시	0	0	11	3.97	2	0.54	13	1.89
인천광역시	2	5.13	7	2.53	0	0	9	1.31
광주광역시	1	2.56	6	2.17	1	0.27	8	1.16
대전광역시	1	2.56	2	0.72	0	0	3	0.44
울산광역시	2	5.13	7	2.53	4	1.08	13	1.89
경기도	4	10.26	78	28.16	1	0.27	83	12.06
강원도	1	2.56	10	3.61	31	8.33	42	6.10
충청북도	2	5.13	26	9.39	41	11.02	69	10.03
충청남도	5	12.82	33	11.91	79	21.24	117	17.01
전라북도	3	7.69	15	5.42	43	11.56	61	8.87
전라남도	4	10.26	17	6.14	43	11.56	64	9.30
경상북도	4	10.26	28	10.11	56	15.05	88	12.79
경상남도	7	17.95	26	9.39	67	18.01	100	14.53
제주도	1	2.56	0	0	3	0.81	4	0.58
계	39	100	277	100	372	100	688	100

주 : 국가산업단지의 경우, 4개의 국가산업단지가 두 개의 시도에 걸쳐서 지정되어 있어 실제 산업단지 개소수와 차이가 있음. 국가산업단지별 실제 총개소수는 35개임

자료 : 산업입지정보센터(industryland.or.kr) 통계자료(2008년 6월말 현재) ; 한국교통연구원(2008), 『전국 지역간 화물O/D보완조사』, p.43

○ 시도별 주요 국가산업단지에 대한 입주 유치업종을 살펴보면 다음과 같음

[표 3-2] 시·도별 주요 국가산업단지 입주 유치업종

지역	산업단지명	입주 유치업종	사업시행자
서울특별시	서울디지털국가산단	전기전자, 기계, 섬유의복	한국산업단지공단
부산광역시	명지녹산국가산단	기계, 전기전자, 섬유화학	한국산업단지공단
인천광역시	남동국가산단	기계, 운송장비, 섬유화학	한국토지공사외 1
광주광역시	광주첨단과학산단	기계, 전기전자, 섬유화학	한국토지공사
대전광역시	대덕연구단지	연구기관	한국토지공사
울산광역시	온산국가산단	섬유화학, 기계, 운송장비	한국수자원공사
경기도	반월국가산단	기계, 전기전자, 섬유의복	한국수자원공사
강원도	북평국가산단	목재종이	한국토지공사
충청북도	보은국가산단	섬유화학	(주)한화
충청남도	석문국가산단	수송용 기계, 정밀화학, 조립금속	한국토지공사
전라북도	군산국가산단	운송장비, 기계, 석유화학	한국토지공사
전라남도	광양국가산단	기계, 비금속, 철강	한국토지공사
경상북도	구미국가산단	전기전자, 기계, 비금속	한국수자원공사외 2
경상남도	창원국가산단	기계, 운송장비, 전기전자	한국수자원공사
제주도	제주첨단과학기술단지	IT, BT	제주국제자유도시개발센터

자료 : 한국산업단지공단(2007년 9월 기준), 『2008년도 산업입지요람』; 한국교통연구원(2008), 『전국 지역간 화물O/D보완조사』, p.45

(2) 부지면적 현황

○ 지역별 평균 부지면적은 경북이 약 18,466㎡으로 가장 크며, 대전이 약 14,605㎡, 전북이 약 13,333㎡, 울산이 9,696㎡ 순임

○ 업종별로는, 철강업이 17,253㎡로 가장 크며, 비금속업이 11,100㎡, 음식료업이 8,530㎡, 석유화학업이 7,482㎡ 순임

[표 3-3] 지역별/업종별 평균 부지면적

(단위 : ㎡)

구분	부산	대구	인천	광주	대전	울산	경기	강원	충북	충남	전북	전남	경북	경남	평균
음식료업	1,700	13,954	1,512	19,351	13,764	100,000	5,225	2,882	11,737	5,396	23,861	3,090	500	10,591	8,530
섬유의복업	3,326	3,225	1,571	5,598	9,362	50	3,428	8,508	26,136	6,488	7,097	2,595	14,347	6,750	5,629
목재종이업	5,205	4,846	2,540	2,535	36,208	2,424	3,823	999	6,014	2,395	31,033	4,228	4,307	4,966	4,907
석유화학업	2,010	2,614	2,227	2,805	13,200	22,715	5,544	5,537	12,009	5,344	16,972	18,911	11,983	10,051	7,482
비금속업	2,066	4,564	1,985	11,596	15,770	8,135	13,303	-	9,106	12,485	10,820	12,761	28,382	3,742	11,100
철강업	4,690	4,348	2,666	4,558	4,804	9,253	5,327	-	-	26,530	15,630	16,520	92,186	14,282	17,253
기계업	2,187	2,603	1,695	3,841	15,380	3,108	2,216	2,721	4,094	4,904	5,571	9,166	4,598	3,242	2,850
전기전자업	1,739	2,571	1,600	3,863	10,236	721	2,511	5,594	3,408	3,315	24,145	2,471	5,768	1,983	2,987
운송장비업	3,530	4,481	3,329	3,078	1,600	4,445	3,164	13,365	1,451	5,558	11,240	6,387	2,462	4,481	4,319
기타	5,610	2,541	1,770	1,679	32,409	165	4,001	1,612	-	6,695	5,677	4,123	10,669	3,382	4,613
지역별평균	2,800	3,387	1,924	4,230	14,605	9,686	3,329	4,492	8,229	5,701	13,333	9,603	18,466	4,982	5,103

자료 : 한국교통연구원(2008), 『전국 지역간 화물O/D보완조사』, p.52

○ 단지별 평균 부지면적은 국가산업단지가 5,259㎡로 가장 크고, 일반산업단지가 4,947㎡, 농공단지가 4,883㎡ 순임

○ 단지별 평균 부지면적을 업종별 기준으로 보면, 국가산업단지가 일반산업단지나 농공단지보다 부지면적이 큰 것으로 나타나지만 세부 업종별로는 섬유의복업, 전기전자업 등에서 농공단지의 부지면적이 크게 나타나는 경우도 있음

[표 3-4] 단지별/업종별 평균 부지면적

(단위 : ㎡)

구분	국가산업단지	일반산업단지	농공단지	평균
음식료업	12,313	8,897	3,435	8,530
섬유의복업	9,680	4,010	10,212	5,629
목재종이업	3,821	6,913	3,131	4,907
석유화학업	8,522	6,466	5,703	7,482
비금속업	11,670	12,469	7,134	11,100
철강업	22,562	10,733	-	17,253
기계업	2,496	3,311	3,517	2,850
전기전자업	2,532	3,506	4,042	2,987
운송장비업	4,192	4,193	6,113	4,319
기타	2,425	7,537	2,932	4,613
단지별 평균	5,259	4,947	4,883	5,103

자료 : 한국교통연구원(2008), 『전국 지역간 화물O/D보완조사』, p.53

○ 지역별 평균 생산부지면적은 2,676㎡이며 경북 지역이 12,029㎡로 가장 큰 생산부지를 보유하고 있는 것으로 나타나며, 대전이 9,374㎡, 전남이 4,787㎡ 순임

○ 지역별 평균 생산부지면적을 업종별 기준으로 보면, 평균 부지면적과 동일하게 철강업이 12,391㎡로 가장 큰 평균 생산부지면적을 보유하고 있는 것으로 나타나며, 대전의 비금속업 및 기계업도 타지역의 동일 업종 대비 큰 생산부지를 보유하고 있는 것으로 나타남

○ 단지별 평균 부지면적은 국가산업단지가 5,259㎡로 가장 크고, 일반산업단지가 4,947㎡, 농공단지가 4,883㎡ 순임

○ 단지별 평균 부지면적을 업종별 기준으로 보면, 국가산업단지가 일반산업단지나 농공단지보다 부지면적이 큰 것으로 나타나지만 세부 업종별로는 섬유의복업, 전기전자업 등에서 농공단지의 부지면적이 크게 나타나는 경우도 있음

[표 3-5] 단지별/업종별 평균 생산부지면적

(단위 : ㎡)

구분	국가산업단지	일반산업단지	농공단지	평균
음식료업	5,715	3,300	1,461	3,440
섬유의복업	4,818	2,347	4,100	3,024
목재종이업	1,789	3,146	1,273	2,257
석유화학업	3,856	2,409	1,866	3,124
비금속업	2,802	3,872	1,420	2,977
철강업	19,026	4,245	-	12,391
기계업	1,329	1,799	1,320	1,516
전기전자업	1,389	2,018	1,573	1,647
운송장비업	2,217	2,039	2,974	2,181
기타	1,390	2,483	664	1,822
단지별 평균	3,077	2,303	1,829	2,676

자료 : 한국교통연구원(2008), 『전국 지역간 화물O/D보완조사』, p.54

2. 물류거점 시설 현황

가. 물류거점시설의 정의

○ 물류시설은 「물류시설의 개발 및 운영에 관한 법률」에서 화물의 운송, 보관, 하역을 위한 시설로, 이와 관련된 가공, 조립, 분류, 수리, 포장, 상표부착, 판매, 정보통신 등의 활동이 부가적으로 이루어지는 시설로 정의되고 있음

- 구조적 성격에 따라 단위물류시설과 집적(클러스터)물류시설, 연계물류시설로 분류
  - 단위물류시설은 창고 및 집배송센터 등 물류활동을 개별적으로 수행하는 최소 단위의 물류시설
  - 집적(클러스터)물류시설은 물류터미널 및 물류단지 등 둘 이상의 단위물류시설 등이 함께 설치된 물류시설
  - 연계물류시설은 물류시설 상호 간의 화물운송이 원활히 이루어지도록 제공되는 도로 및 철도 등의 교통시설이 이에 해당

○ 물류시설들이 모여 있는 지역을 물류터미널 및 물류단지로 분류

- 물류터미널은 화물의 집화(集貨)·하역(荷役) 및 이와 관련된 분류·포장·보관·가공·조립 또는 통관 등에 필요한 기능을 갖춘 시설물로서 복합물류터미널과 일반물류터미널로 구분됨
- 물류단지는 물류단지시설과 지원시설을 집단적으로 설치·육성하기 위하여 지정·개발하는 토지를 말함
  - 물류단지시설 : 물류터미널 및 창고, 대규모점포·전문상가단지·공동집배송센터 및 중소유통 공동도매 물류센터, 농수산물도매시장·농수산물공판장 및 농수산물종합유통센터 등
  - 지원시설 : 가공·제조 시설, 정보처리시설, 금융·보험·의료·교육·연구 시설, 물류단지의 종사자 및 이용자의 생활과 편의를 위한 시설 등

○ 국내 물류거점은 항만 및 공항(화물터미널), 항만배후단지, 공항물류단지, 복합물류단지(IFT), 내륙컨테이너기지(ICD), 물류단지, 일반물류터미널, 공동집배송센터, 철도 CY 등으로 구분됨

○ 물류거점시설별로 「물류시설의 개발 및 운영에 관한 법률」, 「항만법」, 「항공법」, 「자유무역지역의 지정 및 운영에 관한 법률」 등에 관련 용어가 정의되어 있음

○ 기존 물류시설개발종합계획에 따르면 물류시설은 기능, 배송권역 및 입지 등을 기초로 크게 국제, 광역, 지역물류거점의 3가지 유형으로 구분됨

[표 3-6] 물류거점시설의 구분

구분	국제물류거점	광역물류거점	지역물류거점
기능	수출입화물, 환적 및 국제 부가가치 물류처리	국내지역간 물동량 처리	시도단위 및 시군구단위 물동량처리
배송권역	동북아 국가	2~3개 시도	1개도 및 2~5개 시군구
입지	공항·항만인근	특별시 및 광역시 인근 도지역	전국
개발방식	경제자유구역, 공항배후부지, 항만배후단지	내륙화물기지	물류단지개발사업
세부시설	공항터미널, 물류배후단지	화물취급장, 집배송센터, ICD	화물취급장, 집배송센터, 상류시설

자료 : 국토해양부(2008.6), 『물류시설개발종합계획』 재구성 ; 한국교통연구원(2010), 『물류거점별 화물원단위조사』, 『2009년 국가교통수요조사 및 DB 구축사업』, p.34

○ 물류시설에서 수행하고 있는 기능은 환적기능, 보관기능, 가공조립 기능, 운송주선 기능 등으로 각 시설별 기능은 다음과 같음

[표 3-7] 물류시설유형별 수행기능

구 분		물류기능	이용가능 교통수단
국제물류 거점시설	공항배후단지	보관기능, 가공조립기능	- 항공, 도로
	항만배후단지	보관기능, 가공조립기능	- 해운, 도로, 철도
	공항물류터미널	환적기능	- 도로, 항공
광역물류 거점시설	복합물류터미널	환적기능, 보관기능, 가공조립기능	- 도로, 철도
	ICD	환적기능, 운송주선기능, 운송수단 장치기능	- 도로, 철도
지역물류 거점시설	물류단지	환적기능, 보관기능, 가공조립기능	- 도로
	일반물류터미널	운송주선기능	- 도로
	철도CY	환적기능, 운송주선기능, 운송수단 장치기능	- 도로, 철도

자료 : 국토해양부(2008.6), 『물류시설개발종합계획』 재구성 ; 한국교통연구원(2010), 『물류거점별 화물원단위조사』, 『2009년 국가교통수요조사 및 DB 구축사업』, p.36

○ 선행연구를 통해 조사된 국내 물류거점시설은 현재 전국각지에서 다양한 형태로 활발히 운영 중이거나 새로 추진 중에 있음

[표 3-8] 국내 물류거점시설 추진현황

시설의 종류		추진 현황
국제물류 거점시설	공항배후단지	인천국제공항 배후단지 238만 평방미터 계획, 현재 99만 평방미터 운영 중, 자유무역지역, 경제자유구역으로 지정
	항만배후단지	전국무역항 항만배후단지 개발 종합계획에 근거, 인천항, 부산신항, 광양항 등 3개항에 2,180만 평방미터 규모로 계획, 부산신항 142만 평방미터, 인천항 199만 평방미터, 광양항 196만 평방미터 운영 중
광역물류 거점시설	복합물류터미널 (IFT)	물류 중심, 총 7개소 계획, 3개소 운영 중(1개소는 부분 운영), 2개소 공사 중, 1개소 확장 공사 중, 1개소 지자체 협상 중, 1개소 민간투자 적격성 심사 중
	내륙컨테이너기지 (ICD)	수출입 물류 중심, 개발 실태는 상동
지역물류 거점시설	물류단지	상류와 물류 혼합, 13개소 지정, 5개소 운영 중 7개소 공사 중, 1개소 계획 중, 각 지자체별로 추가 지정 요구
	일반물류터미널	전국에 걸쳐 총 28개소 운영 중(120만 평방미터 규모)
	공동집배송센터	총 7개소가 계획되었으나, 5개소 운영 중, 1개소 공사 중, 1개소는 사업 포기
	농수산물유통센터	농수산물유통시설 중 물류기능이 포함된 산지유통센터 총 328개소, 445,058 평방미터 규모
	철도역	전국 26개역에 총 422,023 평방미터 규모로 CY 운영 중

자료 : 서상범·한상용(2009), 『환경친화적인 물류공동화 추진방안 연구』, p.35

나. 물류거점시설의 기능 및 운영 현황

(1) 항만배후단지

○ 항만배후단지는 항만의 배후에 위치하여 복합물류시설, 물류서비스 지원시설, 공공시설 등 3가지 기능을 복합적으로 수행하는 물류시설임

- 복합물류시설 : 보관배송, 조립가공, 환적, 공 컨테이너 관리 등을 수행함
  - 보관배송과 관련하여 CFS, 창고단지, 도매단지, 공동배송센터, 유통센터, 국제물류센터 등이 설치될 수 있으며, 조립가공을 위해 자동차부품·섬유·신발 등 가공조립센터, 재분류 및 포장단지 등이 설치됨

- 물류서비스 지원시설 : 배후단지의 효과적 관리운영을 위한 직접지원시설 및 상업시설, 연구·벤처시설 등을 의미함
- 공공시설 : 항만친수시설, 완충녹지공간, 배후단지 접근성 확보를 위한 도로 및 철도시설 등을 의미함

[표 3-9] 항만배후단지 지정대상 부지

구 분		면적(천 평)	공급가능시점	비 고
부산항 신항	북「컨」배후부지	930	'06~11	
	웅동지구	1,950	'11~20	
	남「컨」배후부지	430	'11~15	
광양항	하포동측 배후부지	588	'05~11	
	하포서측 배후부지	585	'11	
	율촌지구	2,477	'15~20	
인천항	북항 투기장	259	'11	
	남항 제1투기장	236	기조성	
	남항 제2투기장	55	기조성	
	남항 제3투기장	794	'11~15	
	신항 투기장	1,864	'11~20	
평택·당진항	내항 투기장	479	'11	
	신규 투기장	1,166	'15~20	
울산항	울산신항(북항)배후지	152	'11	철송부지 제외
목포항	신외항 배후부지	333	'11~20	민자부지 제외
포항항	영일만신항 배후부지	276	'11~20	
마산항	가포지구	145	'11	

자료 : 국토해양부(2006.12), 『항만배후단지 개발 종합계획』; 한국교통연구원(2009), 『통합적 물류 네트워크 구현 및 운영 전략 연구』, p.87

○ 현재 조성 계획이 수립된(지정·고시된) 항만배후단지는 모두 8개소로 부산항 신항, 광양항, 인천항, 평택당진항, 울산항, 목포항, 포항항, 마산항 등이 해당됨

○ 항만배후단지는 2020년까지 약 26,994㎡의 수요가 있을 것으로 추정되며 이에 따라 2020년까지 약 26,671㎡의 부지를 조성(공급)할 계획임

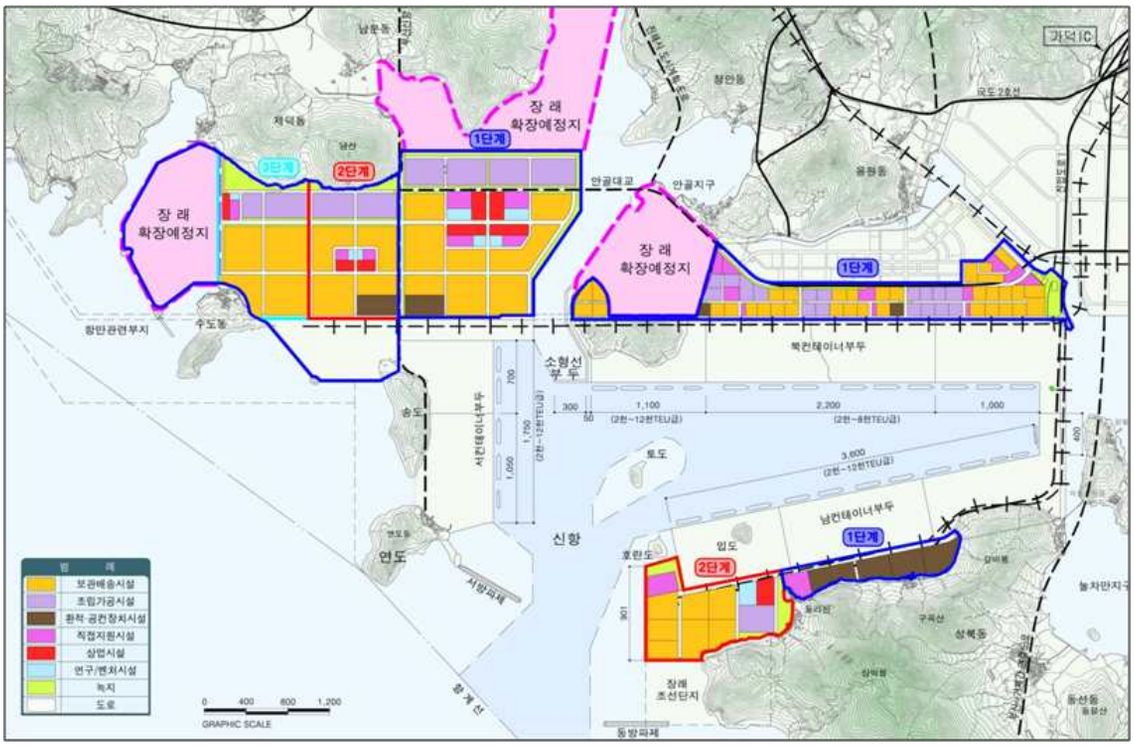
[표 3-10] 항만별 항만배후단지 수요 및 공급계획

(단위 : ㎡, 천 평)

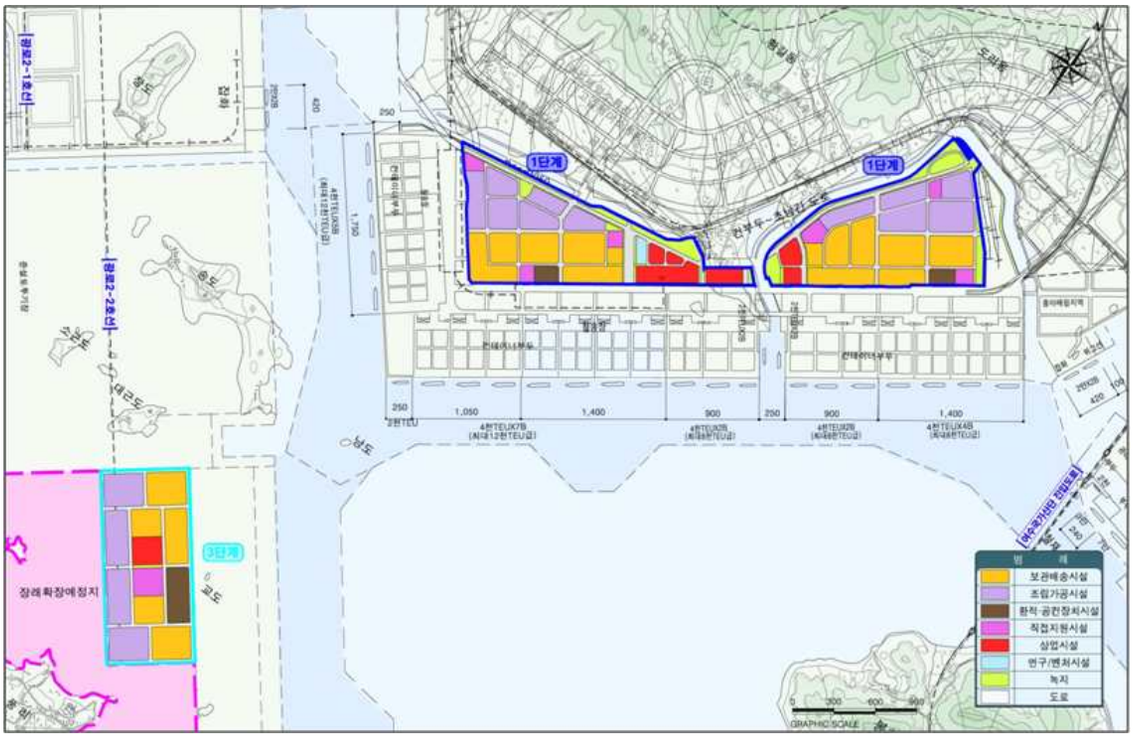
구 분				2011년	2015년	2020년
부산항 신항	수 요			4,656 (1,408)	6,238 (1,887)	7,713 (2,333)
	공 급	북컨		1,703 (515)	1,703 (515)	1,703 (515)
		옹동		2,484 (751)	3,579 (1,083)	4,766 (1,442)
		남컨		463 (140)	1,421 (430)	1,421 (430)
		계		4,650 (1406)	6,703 (2,028)	7,890 (2,387)
광양항	수 요			2,760 (835)	3,689 (1,116)	4,960 (1,500)
	공 급	동측		1,944 (588)	1,944 (588)	1,944 (588)
		서측		1,934 (585)	1,934 (585)	1,934 (585)
		율촌		- (-)	- (-)	1,587 (480)
		계		3,878 (1,173)	3,878 (1,173)	5,465 (1,653)
인천항	수 요	북항		117 (35)	130 (39)	140 (42)
		남항		2,129 (644)	2,218 (671)	2,281 (690)
		신항		1,163 (352)	2,122 (642)	3,765 (1,158)
		계		3,409 (1,031)	4,470 (1,352)	6,216 (1,880)
	공 급	북항		374 (113)	374 (113)	374 (113)
		남항	제1투기장	684 (207)	684 (207)	684 (207)
			제2투기장	175 (53)	175 (53)	175 (53)
			제3투기장	1,429 (432)	1,429 (432)	1,429 (432)
			소계	2,288 (692)	2,288 (692)	2,288 (692)
		신항		1,481 (448)	2,485 (752)	4,003 (1,211)
		계		4,143 (1,253)	5,147 (1,557)	6,665 (2,016)
평택·당진항	수 요			1,319 (399)	2,595 (785)	4,455 (1,348)
	공 급	내항투기장		1,405 (425)	1,987 (601)	1,987 (601)
		신규투기장		- (-)	641 (194)	2,492 (754)
		계		1,405 (425)	2,627 (795)	4,479 (1,355)
울산항	수 요			839 (254)	1,092 (330)	1,451 (439)
	공 급	신항(북항)투기장		456 (138)	456 (138)	456 (138)
목포항	수요			518 (157)	734 (222)	1,049 (317)
	공 급	신항투기장		473 (143)	473 (143)	473 (143)
포항항	수 요			373 (113)	666 (202)	913 (276)
	공 급	신항투기장		423 (128)	690 (209)	913 (276)
마산항	수 요			88 (27)	154 (47)	237 (72)
	공 급	가포지구		330 (100)	330 (100)	330 (100)
합 계		수 요		13,962(4,224)	19,638(5,941)	26,994(8,165)
		공 급		15,758(4,766)	20,304(6,143)	26,671(8,068)

주 : 괄호 안은 “천 평”단위임

자료 : 국토해양부(2006.12), 『항만배후단지 개발 종합계획』; 한국교통연구원(2009), 『통합적 물류네트워크 구현 및 운영 전략 연구』, p.88



[그림 3-1] 부산신항 항만배후단지 토지이용 계획



[그림 3-2] 광양항 항만배후단지 토지이용 계획

○ 항만배후단지 조성은 2003년부터 2020년까지 각 배후단지마다 기간이 상이하며 운영주체도 항만공사, 컨테이너부두공단, 지방해양항만청 등으로 분산되어 있음

(2) 공항배후단지

○ 현재 국내에서는 인천국제공항 내 자유무역지역에 유일하게 존재하는 공항배후부지는 공항의 배후에 위치, 항공교통을 통한 물류프로세스를 지원하기 위한 시설로 개발되었음

○ 인천국제공항 배후단지는 공항물류단지와 물류터미널로 기능 및 영역이 분리되어 건설되었음

- 공항물류단지는 제조업, 물류업, 도소매업을 중심으로 국제물류를 수행하기 위한 거점으로서의 기능 수행
- 물류터미널은 세계 유수의 항공사나 다국적 물류기업을 유치하기 위해 개발되었으며 주로 항공 수출입을 통한 국제공동물류 기능 수행

○ 인천공항화물터미널의 경우 3개의 터미널로 구성되어 있으며 입주기업현황은 다음과 같음

[표 3-11] 인천국제공항 화물터미널 입주기업

구분		건축 연면적(㎡)	처리능력	`비고
대한항공 제1터미널		65.911	120만 톤	'04.12월 증축(7,740m2)
아시아나 항공		62.286	111만 톤	'05.5월 증축(22,854m2)
외항사	외항사 터미널	73,707	52만 톤	'01년 준공
	대한항공 제2터미널	37,466	26만 톤	'07.6월 준공
동측 터미널	국제우편 물류시설	31,611	35만 톤	'07.11월 준공
	미군사 우편시설	1,973	2만 톤	'07.03월 준공
북측외항사	DHL	19,882	41만 톤	'07.09월 착공 ('08.11월 운영예정)
	AACT	12,964		'08.4월 준공
합계		305,800	387만 톤	

자료 : 인천국제공항 홈페이지 ; 한국교통연구원(2009), 『통합적 물류네트워크 구현 및 운영 전략 연구』, p.96

○ 김해공항화물터미널, 제주공항화물터미널의 면적 및 연간처리능력은 다음과 같음

[표 3-12] 김해공항 및 제주공항 화물터미널의 시설현황

구 분	국내		국제	
	면적(㎡)	연간처리능력 (만 톤/년)	면적(㎡)	연간처리능력 (만 톤/년)
김해공항화물터미널	9,685	19	18,338	15.8
제주공항화물터미널	15,652	31	1,922	1.7

자료 : 한국공항공사 홈페이지 ; 한국교통연구원(2009), 『통합적 물류네트워크 구현 및 운영 전략 연구』, p.96

○ 현재 이미 조성되었거나 조성계획이 있는 공항물류단지는 인천공항물류단지, 김포공항물류단지 2곳이며, 규모가 가장 큰 인천국제공항물류단지(자유무역지역)는 토지이용계획이 3단계로 구분됨

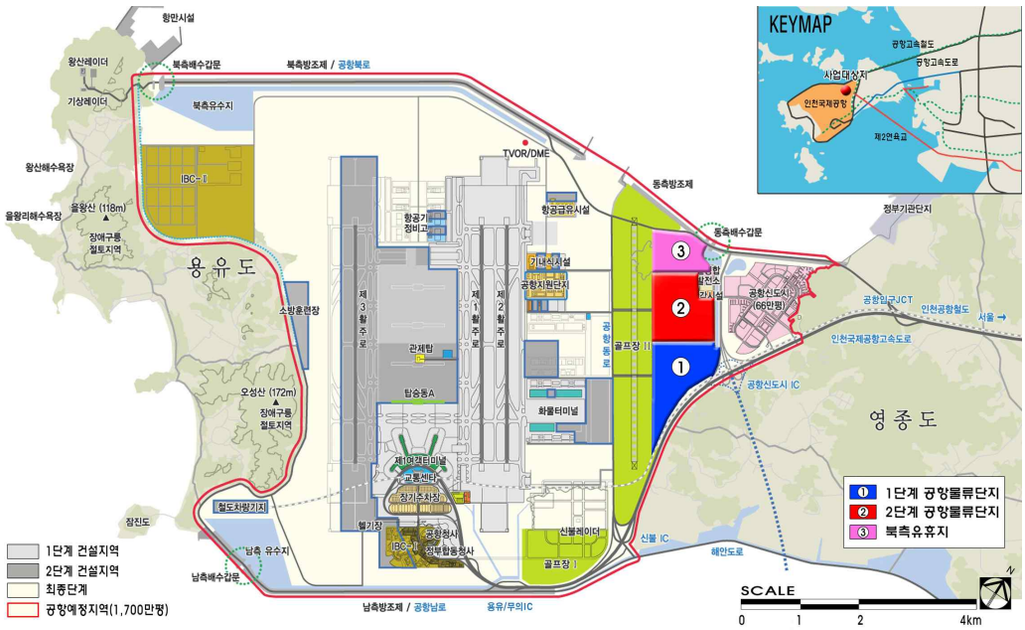
[표 3-13] 인천국제공항물류단지 (1단계, 2단계, 3단계) 토지이용계획

구 분		인천국제공항 공항물류단지		1단계		2단계		3단계	
		면적(㎡)	비율 (%)	면적(㎡)	비율 (%)	면적(㎡)	비율 (%)	면적(㎡)	비율 (%)
합 계		2,466,922	100.0	992,000	100.0	921,720	100.0	553,202	100.0
물류/생산시설용지	소 계	1,326,851	53.8	467,906	47.2	575,275	62.4	283,670	51.3
	장기항공환적화물		-	34,432	3.5		-		-
	항공화물보세창고		-	78,621	7.9		-		-
	국제특송센터		-	64,156	6.5		-		-
	국제유통단지		-	252,351	25.4		-		-
	농림축산물 수출물류기지		-	38,346	3.9		-		-
지원시설용지	소 계	50,040	2.0	33,720	3.4	-	-	16,320	3.0
	지원시설	36,339	1.5	25,075	2.5		-	11,264	2.0
	공공기관	13,701	0.6	8,645	0.9		-	5,056	0.9
공공시설용지	소 계	1,090,031	44.2	490,374	49.4	346,445	37.6	253,212	45.8
	도 로	440,262	17.8	172,378	17.4	169,362	18.4	98,522	17.8
	보행자전용도로	1,666	0.1	1,122	0.1		-	544	0.1
	주차장	37,171	1.5	19,094	1.9	11,177	1.2	6,900	1.2
	공 원	56,505	2.3	27,989	2.8	18,299	2.0	10,217	1.8
	녹 지	372,914	15.1	104,808	10.6	131,077	14.2	137,029	24.8
	유수지	159,591	6.5	159,591	16.1		-		-
	공급처리시설	5,392	0.2	5,392	0.5		-		-
	체육시설용지	16,530	0.7		-	16,530	1.8		-

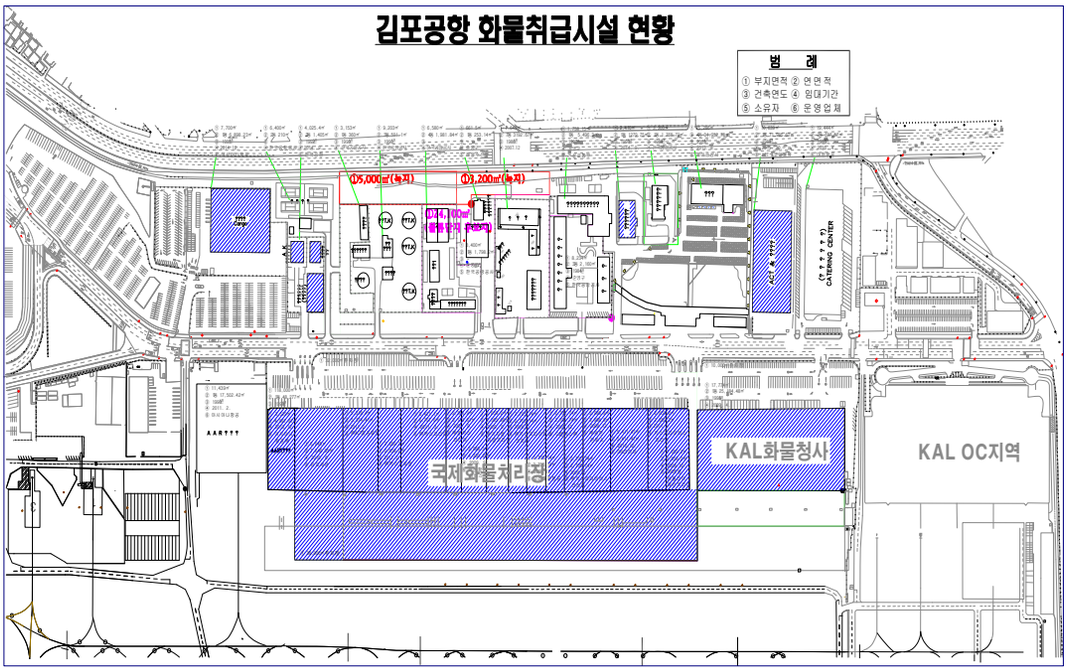
자료 : 한국교통연구원(2007), 『인천국제공항 공항물류단지(2단계) 개발 연구용역』; 한국교통연구원(2009), 『통합적 물류네트워크 구현 및 운영 전략 연구』, p.97

○ 인천공항물류단지(자유무역지역)에는 부지면적 기준 약 29만 ㎡의 물류시설이 조성되었으며 Schenker, AMB 등 글로벌 물류업체 10개를 포함하여 총 65개 항공물류(국제특송 포함)업체가 입주하였음

○ 김포공항의 경우 과거 화물터미널 건물과 인근 부속건물들을 중심으로 공항 기반 물류단지가 조성·운영되고 있으며 이 중 가장 규모가 큰 화물터미널(구 화물청사)에는 총 12개 물류관련 업체 및 기관이 입주해 있음



[그림 3-3] 인천국제공항 물류단지 사업대상지 위치도



[그림 3-4] 김포공항 화물취급시설 현황

(3) 내륙물류기지(IFT 및 ICD)

○ 복합물류터미널(Integrated Freight Terminal, IFT)은 화물취급장, 배송센터 등과 실질적으로 화물을 다루는 물류처리시설과 편익시설, 주유소, 세차시설 등의 지원시설, 그리고 도로, 철도, 주차장과 같은 공동시설로 구성된 집적물류시설임

- 주로 도로와 철도를 이용한 복합간선수송을 고려하여 설치된 시설이지만 대부분 화물자동차 중심으로 운영되고 있음
- 중소제조업 또는 중소물류기업들이 입주할 수 있도록 설치되었으나, 주로 대형기업들이 동단위로 임대하여 운영하고 있음

○ 내륙컨테이너기지(Inland Container Depot, ICD)는 수출입컨테이너를 취급하는 내륙물류시설로서 일반적으로 복합물류터미널과 결합하여 내륙화물기지 형태로 개발되는 것이 일반적임

- 항만 및 내륙운송수단의 연계가 편리한 산업지역에 위치한 컨테이너 집하·혼재를 위한 하치장을 말하며, 컨테이너 장치·보관기능, 집하·분류기능 및 통관기능을 담당함

○ 복합물류터미널(IFT)과 내륙컨테이너기지(ICD)는 수도권(군포, 북부, 남부), 부산권, 호남권, 중부권, 영남권 등 5개 권역으로 나누어 조성되고 있음

○ 물류시설개발종합계획에서는 2012년 기준 IFT 2,279천 ㎡, ICD 2,797천 ㎡의 면적을 확보할 것으로 계획하고 있음

- IFT는 군포복합물류터미널 면적이 전체의 32.0% 차지, ICD 경우는 양산의 면적이 34.0%로 가장 크며, 의왕(26.9%)이 다음 순으로 나타남

○ 2012년 기준 IFT 처리물동량 예측치의 47.7%가 수도권에서 처리되며, 호남권이 16.8%, 부산권은 14.3%, 영남권이 12.8%를 처리할 것으로 전망됨

○ 같은 기간 ICD는 의왕이 전체 물동량의 36.1%, 양산이 33.7%를 처리할 것으로 예측되며, 중부권 8.4%, 호남권 8.2%, 영남권 8.0% 수준으로 전망됨

○ 2009년 11월 현재 운영 중인 내륙물류기지(IFT 및 ICD)는 수도권, 부산권, 호남권 3개 권역에서 IFT 3곳, ICD 2곳 등 총 5개 시설임

- 수도권 : 군포복합물류터미널(1997년 3월 개장), 의왕 ICD(1993년 7월 개장)
- 부산권 : 양산복합물류터미널(1999년 7월 개장), 양산ICD(2000년 4월 개장)
- 호남권: 장성복합물류터미널(2005년 5월 개장)

○ 권역별 내륙물류기지(IFT, ICD) 조성 현황 및 향후 추진 계획을 요약하면 다음 [표 3-19]와 같음

[표 3-14] 내륙물류기지 조성현황 및 계획

구분	터미널 명칭/사업자	위 치 (규모)	사업비	기간	주 요 시 설	처리능력	사업진행 현황 및 계획
수도권	군포복합물류 터미널/ 한국복합물류(주)	경기 군포 (381,736㎡)	2,457억 원	'92~ '98	- 화물취급장(9동) - 배송센타(8동)	- 일 반 화 물 : 581만톤/년	운영중 ('97.3부분, '99.1)
	확장사업/ 한국복합물류(주)	경기 군포 (346,770㎡)	4,478억 원	'03~ '10	- 화물취급장(2동) - 복합창고(2동) - 배송센타(7동)	- 일 반 화 물 : 565만톤/년	공사계속 보상완료
	의왕 ICD/ 의왕ICD(주)	경기 의왕 (753,127㎡)	331억 원	'92~ '96	- 컨테이너작업장(3동) - 컨테이너야드(42만㎡)	- 컨테이너화물: 137만TEU/년	운영중 ('93.7)
부산권	양산복합물류 터미널/ 한국복합물류(주)	경남 양산 (316,944㎡)	2,543억 원	'92~ '99	- 화물취급장(7동) - 배송센타(6동)	- 일 반 화 물 : 371만톤/년	운영중 ('99.7)
	양산 ICD/ 양산ICD(주)	경남 양산 (951,940㎡)	2,782억 원	'92~ '00	- 컨테이너작업장(10동) - 컨테이너야드(78만㎡)	- 컨테이너화물: 140만TEU/년	운영중 ('00.4)
호남권	복합물류터미널 및 ICD/ 한국복합물류(주)	전남 장성 (520,782㎡)	3,323억 원	'98~ '10	- 화물취급장(4동) - 배송센타(10동) - 컨테이너작업장(2동) - 컨테이너야드(6만㎡)	- 일 반 화 물 : 470만톤/년 - 컨테이너화물: 34만TEU/년	IFT:운영중 ('05.5) ICD:공사중
중부권	복합물류터미널 및 ICD/ 중부복합물류(주)	충북 청원· 충남 연기 (480,736㎡)	2,028억 원	'03~ '09	- 화물취급장(4동) - 배송센타(4동) - 컨테이너작업장(1동) - 컨테이너야드(6만㎡)	- 일 반 화 물 : 236만톤/년 - 컨테이너화물: 35만TEU/년	공사 준공
영남권	복합물류터미널 및 ICD/ (주)영남권 복합물류공사	경북 칠곡 (456,499㎡)	2,468억 원	'04~ '09	- 화물취급장(7동) - 배송센타(3동) - 컨테이너작업장(1동) - 컨테이너야드(9만㎡)	- 일 반 화 물 : 357만톤/년 - 컨테이너화물: 33만TEU/년	공사 준공
수도권북부	복합물류터미널 및 ICD/ (주)경기복합 물류공사	경기 파주 (389,599㎡)	2,469억원	'05~ '11	- 화물취급장(4동) - 배송센타(4동) - 컨테이너작업장(1동) - 컨테이너야드(7만㎡)	- 일 반 화 물 : 170만톤/년 - 컨테이너화물: 23만TEU/년	실시계획 승인 (7.20), 용지보상 추진예정
수도권남부	복합물류터미널 및 ICD (계획중)	경기 평택 (415,442㎡)	4,107억 원	'09~ '14	- 화물취급장(6동) - 배송센타(11동) - 컨테이너작업장(1동) - 컨테이너야드(15만㎡)	- 일 반 화 물 : 161만톤/년 - 컨테이너화물: 66만TEU/년	제3자 공고
합 계		5,013,575㎡	26,986억 원	-	- 일반 : 2,911만톤/년 - 컨테이너 : 468만TEU/년		-

자료 : 국토해양부 내부자료(2009.11) ; 한국교통연구원(2009), 『통합적 물류네트워크 구현 및 운영 전략 연구』, p.68

(4) 물류단지

○ 물류단지는 물류시설, 상류시설, 지원시설이 복합적으로 입지한 도시계획시설 분류상 유통업무설비로서, 물류, 유통, 교통 기능을 상호 연계하는 복합기능을 목적으로 개발됨

- 물류단지[32] 내에 설치될 수 있는 물류 및 상류시설은 물류터미널 및 창고, 대규모 점포 및 전문상가단지, 공동집배송센터, 중소유통 공동도매물류센터, 농수산물도매시장·공판장·종합유통센터, 하역 및 보관시설, 축산물작업장, 농수산 구매 및 판매시설, 차고지, 화물취급장, 의약품 도매상의 창고 및 영업소 등이 있음

[표 3-15] 물류단지 공급계획

구분	처리물동량(천 톤)		시설부지면적(천 ㎡)	
	기존	계획	기존	계획
	2007	2012	2007	2012
서울	1,946	2,991	511	786
인천		1,459		383
경기	3,921	12,392	1,030	6,051
강원	662	1,812	174	476
대전	1,760	3,711	462	1,021
충남	1,770	5,524	465	1,619
충북	1,732	2,464	455	1,035
광주		541		142
전남		768		202
전북	735	1,789	193	1,079
대구		872		229
경북	870	1,754	228	888
부산	786	1,977	206	519
울산	1,784	2,353	469	668
경남		4,708		1,236
제주		353		93
합계	15,966	45,468	4,193	16,427

자료 : 국토해양부(2010.12), 『물류시설종합계획』

○ 물류시설개발종합계획에 따르면 전국 물류단지에서 처리 가능한 물동량은 2012년 기준 약 4천 5백만 톤이며 시설부지 면적은 1천 6백만 ㎡ 에 달하고 있음

32) 물류시설과 상류시설은 각각 총 개발면적의 1/4 이상 포함되어야 함

○ 현재까지 추진된 물류단지 개발사업 중 단지지정, 공사 중, 단지완료, 운영 중인 물류단지는 총 7백만 ㎡이며 사업비는 약 2조 9천억 원이 투입됨

(5) 물류터미널

○ 일반화물터미널은 물류터미널의 일종으로 도시계획시설 분류상 교통시설(자동차정류장)로서 공용·공공성이 높으며 단일 육상운송수단에 초점을 맞추어 개발되어 왔음

- 대부분 화물자동차 중심으로 운영되며, 간선수송과 지선수송을 연결하는 결절점으로 화물의 집하, 분류, 환적 역할을 수행함

○ 현재 전국의 일반물류터미널은 총 30개소, 1백만 ㎡에 달하며, 수도권과 대전, 부산지역 물류터미널 면적이 타 지역에 비해 큰 편임

(6) 공동집배송센터

○ 공동집배송센터(구 집배송단지)는 1988년 10월『도·소매업진흥 5개년 계획』에 의거, 민간주도로 추진되었음

- 현재 총 5개 단지가 완공되었고 1개 단지가 추진 중에 있으며 2개 단지가 신규지정되었고 1개 단지는 일부기능만 운영 중에 있음

○ 당초 공동집배송을 통해 중소유통기업의 물류합리화를 목적으로 개발되었으나 추진과정에서 그 목적에 부합하지 못하는 운영사례도 발생하고 있음

- 수도권 집배송 II지구의 경우 현대 F&B의 전용시설화되어 운영되고 있음
- (주)대한물류센터가 사업자로 선정된 I지구의 경우 불법토지매매 등 법적 분쟁이 끊이지 않고 16년째 제 기능을 하지 못하고 있음
- 부산, 대구, 광주의 공동집배송센터는 수도권에 비해 정상적인 운영이 이루어지고 있으나, 공동집배송 등 물류적 기능보다는 유통기능 중심으로 성격이 일부 바뀌어 운영되고 있음

(7) 철도CY

○ 현재 운영 중인 철도 CY는 총 27개소로 면적은 42만 ㎡, 연간 컨테이너 취급량은 약 144만 TEU에 달함

[표 3-16] 철도역 CY현황

권역	선별	역명	면적(㎡)	처리능력(TEU/년)	운영개시	컨테이너 취급량(TEU)			
						2005년	2006년	2007년	2008년
합계		27개역	427,179	1449,000	-	1,358,753	1,551,357	1,687,521	1,805,608
중부권	소계	10개역	96,525	325,000	-	288,260	350,733	420,120	451,287
	-	오 봉	9,326	54,000	2009. 6	-	-	-	-
	경부선	두 정	12,568	42,000	2002. 7	13,034	22,100	31,908	34,,572
	경부선	매 포	4,233	14,000	2006.11	-	1,468	8,603	9,517
	장항선	삽 교	4,220	14,000	1993. 1	34,285	37,223	32,404	43,193
	경부선	부 강	7,003	25,000	1994. 1	25,290	23,711	22,292	20,487
	경부선	소정리	5,632	19,000	1999.12	7,285	10,126	15,584	12,226
	경부선	옥 천	5,449	18,000	1996. 1	9,649	11,394	7,642	7,507
	경부선	조치원	12,108	41,000	1994. 8	31,851	29,980	27,941	31,312
	충북선	청 주	18,862	63,000	1995. 9	33,291	36,842	36,354	38,184
	충북선	충 주	8,260	28,000	2007. 1	-	-	10,547	14,234
호남권	소계	7개역	66,488	192,000	-	133,575	177,889	226,845	240,055
	군산선	대 야	16,500	24,000	2000. 7	-	-	-	50,012
	전라선	동 산	4,650	16,000	1989. 1	11,779	12,033	11,048	10,139
	전라선	동익산	9,860	33,000	1994. 1	33,466	28,577	43,883	38,746
	호남선	송정리	14,057	47,000	1996.11	14,088	11,219	9,394	17,038
	호남선	임 곡	8,662	29,000	1996. 9	9,033	9,951	9,044	12,373
	광양제철선	태 금	7,648	26,000	1999. 7	-	25,719	35,669	41,435
	여천선	흥국사	5,111	17,000	1994.12	15,367	15,456	17,416	16,988
영남권	소계	3개역	65,642	220,000	-	49,842	74,934	100,391	103,336
	경부선	아 포	4,824	16,000	1998. 7	4,727	6,368	1,254	-
	경부선	약목(구미)	48,078	161,000	1995. 2	49,842	74,934	100,391	103,336
	-	괴 동	12,740	43,000	2009.9	-	-	-	-
부산권	소계	5개역	211,615	711,000	-	525,716	572,693	626,190	626,190
	가야선	가 야	13,683	46,000	1996. 4	14,411	23,141	23,958	17,727
	경부선	부산진	122,450	434,000	1972. 9	462,018	483,263	568,260	611,796
	진해선	신창원	36,249	122,000	2004.11	16,249	33,900	2,982	5,223
	온산선	온 산	19,060	64,000	1997.10	1,509	3,006	3,736	3,343
	울산항선	울산항	13,446	45,000	1996. 3	31,529	29,383	27,254	26,790
기타권	소계	2개역	2,500	8,000	-	13,630	14,648	17,497	18,171
	영동선	석 포	1,500	5,000	2003. 3	9,770	9,179	11,762	13,155
	영동선	강 릉	1,000	3,000	2005. 4	3,860	5,469	5,735	5,016

자료 : 코레일 내부자료 ; 국토해양부(2010.12), 『물류시설종합계획』

(8) 농수산물유통시설

○ 농수산물유통시설은 산지 유통시설과 소비자 유통시설을 총괄하여 지칭하는 유통/물류시설이며 이 중에서 물류기능을 수행하는 것은 산지 유통시설임

- 산지유통센터는 집하장(선별장), 예냉고, 저온저장고, 사무실 등을 갖추고 생산지 집하기능을 수행함
- 소비지 유통시설로는 백화점, 대형 유통업체, 도매시장 등이 있음

○ 주산지별로 품목 특성에 맞는 규모화·현대화된 산지유통시설을 통해 농산물 생산·유통계열화를 위한 공동물류거점 역할을 수행함

○ 농수산물 유통시설의 현황은 아래 [표 3-22]와 같음

[표 3-17] 농수산물 유통시설 현황

구분	산지유통시설		소비지유통시설				
	개소	면적(㎡)	개소	대형 유통업체	종합 유통센터	백화점	도매 시장
계	22,632	3,148,851	461	321	17	74	49

자료 : 『물류산업총람』(2010) ; 농산물유통공사(2010), 『소비지시설현황자료』 ; 국토해양부(2010.12), 『물류시설개발종합계획』

2절. 국내 화물수송 현황 및 전망

1. 전국 물동량 추이 및 전망

○ 2008년 총 물동량은 1,705백만 톤으로 2001년 대비 연평균 1.57% 증가하였으며, 전년 대비 -5.08% 감소

- 도로와 철도 화물의 경우 2001년부터 2008년까지 연평균 1.89%, 0.51%로 증가한 반면, 해운, 항공 화물의 경우 2001년 대비 연평균 1~2.5% 감소
- 전년 대비 총 물동량 및 도로, 항공 화물은 연평균 3~6% 정도로 감소한 반면, 철도, 해운 화물은 5% 증가
- 철도 화물의 경우 2001년 이후 계속 증가 추세이나 항공 화물은 감소 추세

[표 3-18] 연도별 수단별 물동량 현황(톤 기준)

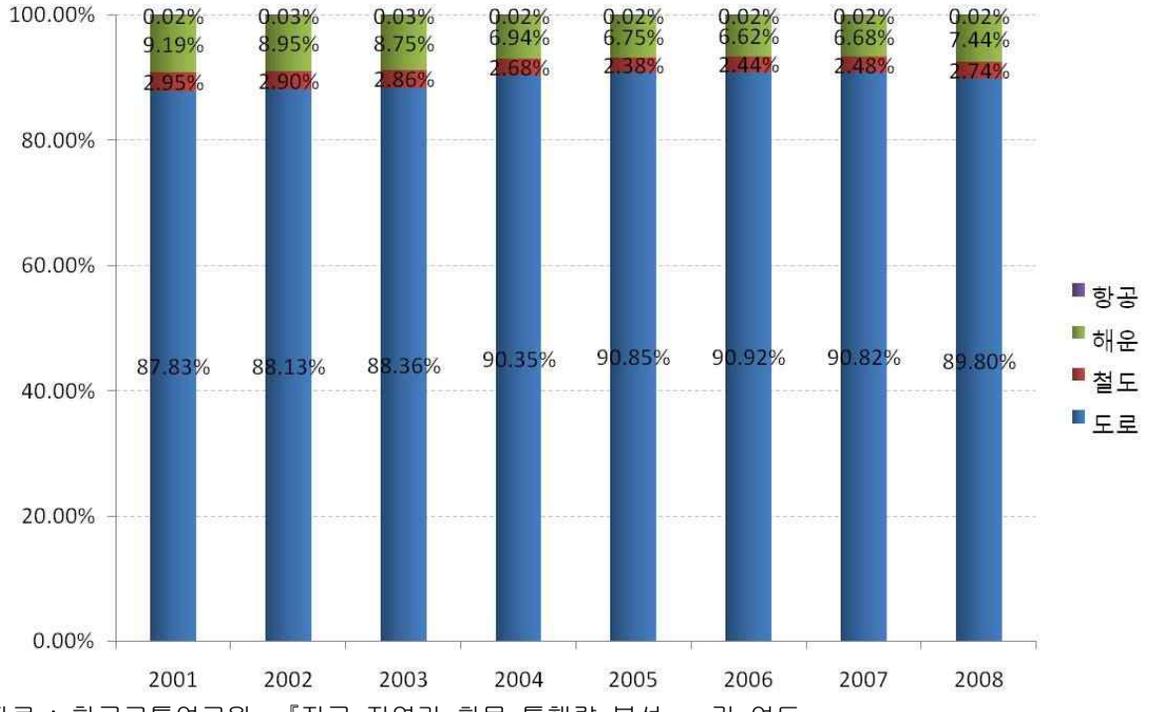
(단위 : 천 톤, %)

구 분	합 계	도 로	철 도	연안해운	항 공
2001	1,529,121	1,343,033	45,182	140,544	362
2002	1,583,839	1,395,819	45,881	141,706	433
2003	1,660,789	1,467,556	47,483	145,327	423
2004	1,665,902	1,505,140	44,717	115,636	409
2005	1,748,167	1,588,165	41,668	117,961	373
2006	1,779,082	1,617,581	43,341	117,805	355
2007	1,796,642	1,631,716	44,531	120,079	316
2008	1,705,312	1,531,296	46,806	126,905	305
연평균 증가율	1.57	1.89	0.51	▽1.45	▽2.42
전년 대비 증가율	▽5.08	▽6.15	5.11	5.68	▽3.48

자료 : 한국교통연구원, 『전국 지역간 화물 통행량 분석』, 각 연도
한국교통연구원(2009), 『2007 국가물류비 산정 및 추이 분석』

○ 수단별 물동량의 경우 도로 화물이 2007년 90.82%보다 소폭 감소(1.02%p)한 2008년 89.80%로 2006년 이후 감소세를 나타내고 있으나 우리나라 화물수송체계가 도로수송에 절대적인 비중을 차지하며 여전히 도로수송에 의존

- 수단별 물동량 비중은 도로 수송이 89.80%로 가장 높은 1,531백만 톤, 연안해운 수송이 7.44%로 126,905백만 톤, 철도 수송이 2.74%로 47백만 톤, 항공 수송이 0.002%로 0.3백만 톤 수준
- 대량 화물수송 수단인 연안해운은 2007년 6.68%에서 2008년 7.44%로 증가하였으며 2006년부터 증가 추세이고, 철도 화물수송은 2005년 2.38%에서 2008년 2.74%로 계속 상승 추세
- 항공 화물수송 분담률은 0.02%로 다른 수송수단에 비하여 차지하는 비중이 상당히 작고, 2008년 실적은 2007년에 비해 약 1만 톤 감소



자료 : 한국교통연구원, 『전국 지역간 화물 통행량 분석』, 각 연도
한국교통연구원(2009), 『2007 국가물류비 산정 및 추이 분석』

[그림 3-5] 연도별 수단별 물동량 비중(톤 기준)

○ 도로의 운송경쟁력에 비해 중장거리 운송수단인 철도와 연안해운 화물운송 경쟁력 저조

- 2008년도 톤-km 기준 국내화물 수송실적은 142,699백만 톤-km로 전년대비 1.06% 감소
- 수송수단별로는 도로화물 수송실적이 가장 높아 연평균 약 1.58%의 증가세를 유지
  · 이는 철도부문이 약 1.38% 증가, 해운과 항공부문이 각각 약 2.93%, 4.14%씩 감소한 것과 비교해 볼 때 도로부문에 대한 수송의존도가 지속적으로 심화
- 톤-km 기준 국내화물 수송 분담률은 도로화물이 약 71.08%로 2007년도 72.96%에 비해 1.88% 포인트 감소하였으며, 해운 20.74%, 철도 8.09%, 항공 0.09% 순

[표 3-19] 연도별 수단별 물동량 현황(톤-km 기준)

(단위 : 백만 톤-km, %)

구 분	계	도 로	철 도	연안해운	항 공
2001	137,977 (100.0)	90,875 (65.86)	10,491 (7.60)	36,443 (26.41)	168 (0.12)
2002	141,119 (100.0)	91,994 (65.19)	10,784 (7.64)	37,171 (27.05)	170 (0.12)
2003	144,381 (100.0)	98,373 (68.13)	11,957 (8.28)	33,884 (23.47)	166 (0.12)
2004	137,701 (100.0)	101,057 (73.39)	10,641 (7.73)	25,840 (18.77)	164 (0.12)
2005	142,522 (100.0)	105,673 (74.15)	10,108 (7.09)	26,590 (18.66)	151 (0.11)
2006	146,185 (100.0)	109,008 (74.57)	10,554 (7.22)	26,478 (18.11)	145 (0.10)
2007	144,221 (100.0)	105,222 (72.96)	10,873 (7.54)	27,998 (19.41)	128 (0.09)
2008	142,699 (100.0)	101,437 (71.08)	11,547 (8.09)	29,590 (20.74)	125 (0.09)
연평균 증가율	0.48	1.58	1.38	▽2.93	▽4.14
전년대비 증가율	▽1.06	▽3.60	6.20	5.69	▽2.34

자료 : 한국교통연구원, 『전국 지역간 화물 통행량 분석』, 각 연도
한국교통연구원(2009), 『2007 국가물류비 산정 및 추이 분석』

○ 지역을 광역권(서울, 부산, 대구, 인천, 광주, 대전, 울산)과 지방부(각 지역의 도)로 구분하면 광역권이 지방부보다 도로 분담률이 높게 나타남

- 지방부의 경우 강원과 충북지역의 도로 분담률은 다른 지역에 비해 상당히 낮고 철도 수송 분담률이 15~22% 정도로 높게 나타남
  - 이는 충북지역과 강원지역이 석탄 및 시멘트 생산지대라는 특성 때문에 철도 수송 분담률이 다른 지방부에 비해 높게 나타남
- 전체적으로 철도의 수송 분담률은 광역권보다 지방부가 더 높게 나타남

○ 광역권 전체 도로수송 분담률은 2007년에 비해 2008년도에 소폭 상승함

- 부산지역은 다른 광역권보다 낮은 도로수송 분담률을 나타내고 있음
  - 이는 부산지역의 항만과 조선업의 영향으로 대량수송화물이 많아서 대량수송에 유용한 철도의 수송비중이 높기 때문임

[표 3-20] 연도별 광역권별 수송수단 분담률 추이(톤 기준)

(단위 : %)

구분		2005	2006	2007	2008
서울특별시	도로	99.79	99.83	99.85	99.83
	철도	0.12	0.08	0.06	0.06
	항공	0.09	0.10	0.09	0.11
	계	100.00	100.00	100.00	100.00
부산광역시	도로	97.11	97.25	96.99	96.81
	철도	2.84	2.71	2.98	3.16
	항공	0.05	0.04	0.03	0.03
	계	100.00	100.00	100.00	100.00
대구광역시	도로	99.94	99.95	99.96	99.99
	철도	0.03	0.03	0.02	0.01
	항공	0.02	0.02	0.02	-
	계	100.00	100.00	100.00	100.00
인천광역시	도로	99.29	99.48	99.43	99.86
	철도	0.71	0.52	0.57	0.13
	항공	-	-	-	-
	계	100.00	100.00	100.00	100.00
광주광역시	도로	99.34	99.33	99.35	99.31
	철도	0.60	0.61	0.59	0.69
	항공	0.06	0.06	0.06	-
	계	100.00	100.00	100.00	100.00
대전광역시	도로	99.07	98.63	98.18	98.52
	철도	0.93	1.37	1.82	1.48
	항공	-	-	-	-
	계	100.00	100.00	100.00	100.00
울산광역시	도로	98.07	98.34	98.38	98.65
	철도	1.93	1.66	1.62	1.35
	항공	-	-	-	-
	계	100.00	100.00	100.00	100.00
전 체	도로	98.67	98.73	98.71	98.88
	철도	1.29	1.24	1.26	1.09
	항공	0.04	0.03	0.03	0.03
	계	100.00	100.00	100.00	100.00

자료 : 한국교통연구원(2009), 『제12권 제3장 화물수송수요 추정』

[표 3-25] 연도별 지방부별 수송수단 분담율 추이(톤 기준)

(단위 : %)

구분		2005	2006	2007	2008
경 기 도	도로	98.82	98.73	98.72	98.52
	철도	1.18	1.27	1.28	1.48
	항공	-	-	-	-
	계	100.00	100.00	100.00	100.00
강 원 도	도로	87.53	85.71	86.89	84.56
	철도	12.47	14.29	13.11	15.44
	항공	-	-	-	-
	계	100.00	100.00	100.00	100.00
충청북도	도로	83.94	82.94	78.31	77.54
	철도	16.05	17.05	21.68	22.46
	항공	0.01	0.01	0.01	-
	계	100.00	100.00	100.00	100.00
충청남도	도로	99.03	99.26	99.34	99.38
	철도	0.97	0.74	0.66	0.62
	항공	-	-	-	-
	계	100.00	100.00	100.00	100.00
전라북도	도로	98.21	97.98	98.29	98.55
	철도	1.78	2.01	1.71	1.45
	항공	-	-	-	-
	계	100.00	100.00	100.00	100.00
전라남도	도로	96.23	96.96	97.16	96.75
	철도	3.77	3.04	2.84	3.25
	항공	-	-	-	-
	계	100.00	100.00	100.00	100.00
경상북도	도로	97.37	97.74	97.54	97.55
	철도	2.63	2.26	2.46	2.45
	항공	-	-	-	-
	계	100.00	100.00	100.00	100.00
경상남도	도로	99.81	99.81	99.83	99.82
	철도	0.19	0.19	0.17	0.18
	항공	-	-	-	-
	계	100.00	100.00	100.00	100.00
제 주 도	도로	97.65	98.85	98.98	98.91
	철도	-	-	-	-
	항공	2.35	1.15	1.02	1.09
	계	100.00	100.00	100.00	100.00
전 체	도로	96.34	96.67	96.62	96.26
	철도	3.64	3.31	3.36	3.72
	항공	0.02	0.02	0.01	0.01
	계	100.00	100.00	100.00	100.00

자료 : 한국교통연구원(2009), 『제12권 제3장 화물수송수요 추정』

○ 도로화물은 2036년까지 연평균 1.99%의 증가율을 보이며 2008~2011년 사이의 증가율이 2.13%로 가장 높을 것으로 예상됨

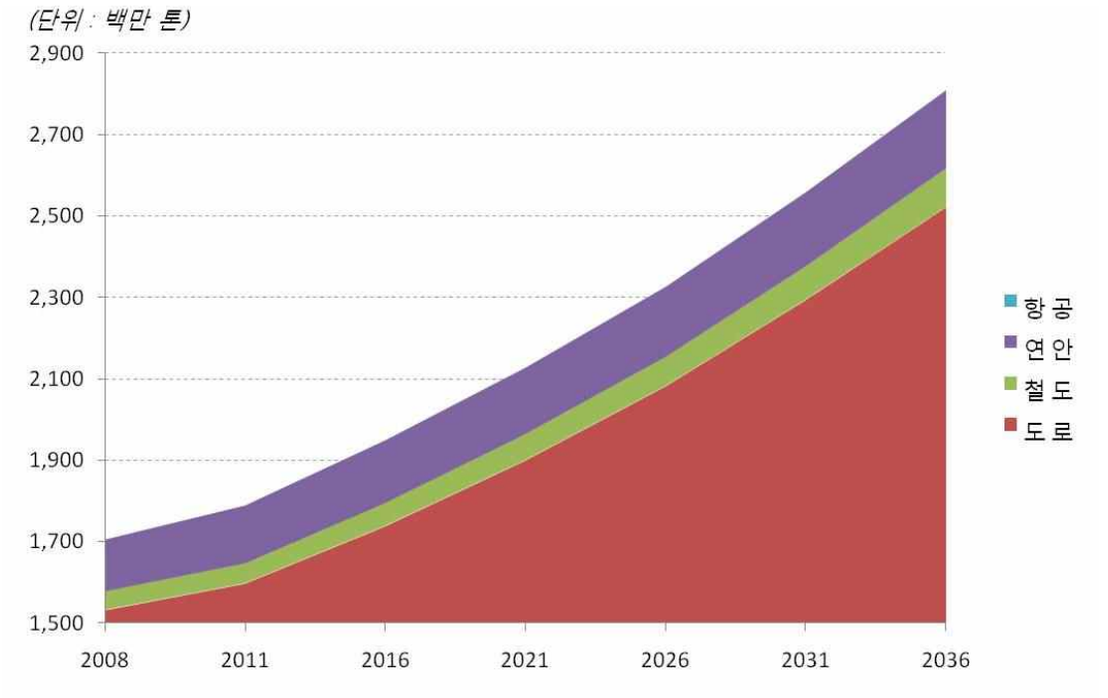
○ 철도화물은 2011년까지 1.17%의 증가율을 보이고 2008~2036년까지는 평균 2.44% 수준의 증가율을 보임

[표 3-22] 수단별 물동량 연평균 증가율

(단위 : %)

기 간	2008~2011	2011~2016	2016~2021	2021~2026	2026~2031	2031~2036	2008~2036
도 로	2.13	2.02	2.01	1.98	1.97	1.89	1.99
철 도	1.17	2.52	2.58	2.64	2.70	2.76	2.44
연 안	5.10	1.80	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10
항 공	-1.56	2.46	2.53	2.29	2.20	2.22	1.92

자료 : 한국교통연구원(2009), 『제12권 제4장 화물수송수요 예측』



[그림 3-6] 연도별 수단별 물동량 전망(톤 기준)

2. 지역간 물동량 현황 및 전망

가. 도로 화물

○ 도로화물의 경우 지역별로는 경상남도가 발생량의 13.47%, 도착량의 11.69%로 가장 많은 비율을 차지함

- 경기도는 발생량의 12.97%, 도착량의 12.17%를 차지하고, 부산광역시는 발생량의 7.30%를 도착량의 11.77%를 차지함

[표 3-23] 2008년 전국 16개 시도별 전품목 화물 발생량 및 도착량

(단위 : 톤/년)

대존명칭	발생량	비율(%)	도착량	비율(%)
서울특별시	81,548,324	5.33	164,295,104	10.73
부산광역시	111,763,993	7.30	180,244,627	11.77
대구광역시	30,962,288	2.02	46,831,407	3.06
인천광역시	132,149,105	8.63	84,671,405	5.53
광주광역시	19,351,136	1.26	26,393,547	1.72
대전광역시	12,140,140	0.79	26,709,341	1.74
울산광역시	135,386,204	8.84	90,439,378	5.91
경 기 도	198,593,475	12.97	186,357,824	12.17
강 원 도	51,063,838	3.33	46,631,409	3.05
충청북도	45,924,022	3.00	42,336,696	2.76
충청남도	150,991,495	9.86	139,001,107	9.08
전라북도	59,825,652	3.91	55,258,345	3.61
전라남도	140,039,910	9.15	130,552,955	8.53
경상북도	141,613,235	9.25	118,860,191	7.76
경상남도	206,216,008	13.47	178,985,490	11.69
제 주 도	13,726,739	0.90	13,726,739	0.90
합 계	1,531,295,564	100.00	1,531,295,564	100.00

자료 : 한국교통연구원(2009), 『제12권 제3장 화물수송수요 추정』

○ 지역별 도로화물의 발생량은 경기지역과 경남지역이, 도착량은 경기지역과 서울지역에서 크게 나타남

[표 3-24] 지역별 도로 화물 발생량 및 도착량 전망

(단위 :천 톤/년)

구 분	2011		2016		2021		2026		2031		2036	
	발생량	도착량	발생량	도착량	발생량	도착량	발생량	도착량	발생량	도착량	발생량	도착량
서울특별시	85,286	171,649	92,507	187,557	100,799	206,780	110,134	228,543	120,698	253,320	132,473	310,230
부산광역시	109,040	194,942	117,784,927	221,077	127,629	247,397	137,560	275,386	147,869	305,526	159,333	228,503
대구광역시	32,166	48,568	34,402	52,545	37,058	57,463	40,061	63,131	43,500	69,661	47,713	87,736
인천광역시	138,371	93,342	156,527	107,915	178,175	123,100	198,580	139,639	221,814	158,865	245,489	122,290
광주광역시	20,850	27,587	23,545	30,181	26,158	33,453	28,884	37,263	31,895	41,619	34,703	47,073
대전광역시	13,948	28,751	15,876	32,118	17,374	35,778	19,033	39,967	20,908	44,756	23,340	63,826
울산광역시	145,621	95,603	162,433	106,921	180,094	119,567	201,273	134,589	226,198	152,408	253,537	167,225
경기도	208,488	191,786	237,165	215,108	269,374	243,115	303,712	270,544	343,209	301,595	383,562	331,656
강원도	52,012	47,171	53,351	48,847	55,521	51,451	58,303	54,746	61,758	58,737	65,922	85,529
충청북도	49,175	43,075	53,734	45,092	58,618	47,915	64,328	51,285	70,864	55,345	79,993	74,661
충청남도	157,490	146,108	167,474	152,670	180,617	158,672	195,979	166,488	213,853	176,903	229,342	201,149
전라북도	63,442	56,925	69,989	61,688	77,324	67,266	85,494	73,441	95,211	80,819	105,641	92,734
전라남도	145,0885	135,678	150,815	145,625	158,342	158,494	170,153,780	172,791	184,311	189,210	202,131	206,264
경상북도	146,855	119,461	156,072	123,159	166,710	128,468	178,357	135,431	191,507	143,788	212,836	175,966
경상남도	214,940	182,127	231,772	192,944	250,575	205,451	273,950	222,556	303,286	244,328	327,319	300,041
제주도	14,109	14,109	14,457	14,457	15,130	15,130	15,990	15,990	17,049	17,049	18,325	26,776
합계	1,596,881	1,596,881	1,737,904	1,737,904	1,899,499	1,899,499	2,081,789	2,081,789	2,293,930	2,293,930	2,521,661	2,521,661

자료 : 한국교통연구원(2009), 『제12권 제4장 화물수송수요 예측』

나. 철도 화물

○ 철도물동량의 경우 충북지역에서 총 발생물동량의 약 31.63%인 1,481만 톤으로 가장 많은 발생량을 보이고 있으며 강원지역이 총 물동량의 21.66%인 1,014만 톤으로 그 다음으로 큰 비중을 차지함

○ 철도물동량 도착량의 경우 총 물동량의 25.04%가 경기도로 유입되며, 충청북도(17.74%), 서울특별시(11.73%), 부산광역시(11.36%) 순서임

[표 3-25] 2008년 철도 화물 발생량 및 도착량

(단위 : 톤/년)

구분	철도 전체		컨테이너		비컨테이너	
	발생량	도착량	발생량	도착량	발생량	도착량
서울특별시	71,081	5,488,366	-	-	71,081	5,488,366
부산광역시	4,032,124	5,316,628	3,976,902	5,203,119	55,222	113,509
대구광역시	4,212	94,131	-	-	4,212	94,131
인천광역시	764,562	287,475	-	-	764,562	287,475
광주광역시	178,788	518,250	166,262	105,996	12,526	412,254
대전광역시	249,807	1,668,667	236,184	125,007	13,623	1,543,660
울산광역시	2,088,539	575,867	249,450	58,134	1,839,089	517,733
경 기 도	3,329,691	11,720,170	3,168,086	3,449,865	161,605	8,270,305
강 원 도	10,137,259	3,027,865	34,680	14,460	10,102,579	3,013,405
충청북도	14,806,294	8,302,790	433,793	457,958	14,372,501	7,844,832
충청남도	976,893	2,089,270	761,419	445,353	215,474	1,643,917
전라북도	1,047,021	1,389,496	832,932	864,541	214,089	524,955
전라남도	4,783,656	2,025,689	1,759,374	1,209,587	3,024,282	816,102
경상북도	3,968,436	3,869,795	663,346	457,528	3,305,090	3,412,267
경상남도	367,265	431,169	160,992	51,872	206,273	379,297
제주도	-	-	-	-	-	-
합계	46,805,628	46,805,628	12,443,420	12,443,420	34,362,208	34,362,208

자료 : 한국교통연구원(2009), 『제12권 제3장 화물수송수요 추정』

○ 지역별 철도화물의 발생량 예측치를 보면 충북지역의 발생량이 가장 크며, 그 다음으로는 강원도, 부산지역 순임

[표 3-26] 지역별 철도 화물 발생량 및 도착량 전망

(단위 : 천 톤)

구 분	2008		2011		2016		2021		2026		2031		2036	
	발생량	도착량	발생량	도착량	발생량	도착량	발생량	도착량	발생량	도착량	발생량	도착량	발생량	도착량
서울특별시	71	5,488	75	5,761	82	6,348	91	6,997	98	7,566	108	8,345	119	9,204
부산광역시	4,032	5,317	4,537	5,979	5,529	7,282	6,749	8,883	7,925	10,425	9,702	12,757	11,891	15,626
대구광역시	4	94	4	99	5	109	5	120	6	130	6	143	7	158
인천광역시	765	287	803	302	884	332	975	366	1,054	396	1,162	437	1,282	482
광주광역시	179	518	200	552	243	622	295	704	345	777	421	883	514	1,006
대전광역시	250	1,669	280	1,761	340	1,957	414	2,178	485	2,375	592	2,649	724	2,960
울산광역시	2,089	576	2,211	609	2,470	679	2,763	758	3,027	828	3,400	928	3,824	1,041
경기도	3,330	11,720	3,737	12,566	4,541	14,306	5,527	16,337	6,475	18,209	7,908	20,918	9,670	24,105
강원도	10,137	3,028	10,644	3,179	11,732	3,505	12,937	3,866	13,995	4,182	15,445	4,617	17,046	5,097
충청북도	14,806	8,303	15,575	8,750	17,219	9,702	19,051	10,770	20,669	11,718	22,902	13,035	25,391	14,515
충청남도	977	2,089	1,084	2,227	1,296	2,513	1,553	2,844	1,800	3,145	2,169	3,577	2,620	4,078
전라북도	1,047	1,389	1,162	1,525	1,392	1,795	1,672	2,121	1,939	2,430	2,340	2,889	2,830	3,445
전라남도	4,784	2,026	5,156	2,219	5,916	2,606	6,810	3,072	7,641	3,512	8,853	4,166	10,291	4,957
경상북도	3,968	3,870	4,216	4,097	4,734	4,575	5,328	5,118	5,865	5,607	6,630	6,295	7,511	7,080
경상남도	367	431	398	457	460	510	533	571	602	625	703	702	824	790
제주도	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
합계	46,806	46,806	50,083	50,083	56,843	56,843	64,704	64,704	71,926	71,926	82,342	82,342	94,544	94,544

자료 : 한국교통연구원(2009), 『제12권 제4장 화물수송수요 예측』

○ 지역별 철도화물 도착량 예측치를 보면 경기도의 도착량이 가장 크며, 그 다음으로는 부산, 충북, 서울 지역 순임

다. 해운 화물

○ 수출 일반화물은 울산광역시, 수입 일반화물과 수출입 일반화물은 전라남도가 가장 많은 물동량을 유발함

- 전라남도는 수출 일반화물의 17.9%, 수입 일반화물의 24.5%로 수출입 일반화물의 23.1%에 해당하는 1억 3,667만 RT를 유발함
- 울산광역시는 수출 일반화물의 38.1%, 수입 일반화물의 18.6%로 수출입 일반화물의 22.9%에 해당하는 1억 3,549만 RT를 유발함

[표 3-27] 2008년 전국 수출입 일반화물의 시도별 유발 물동량 추이

(단위 : 천 RT, %)

시도	수출		수입		수출입	
	물동량	비율	물동량	비율	물동량	비율
서울	3,966	4.1	11,791	2.5	15,758	2.7
부산	1,243	1.0	6,189	1.3	7,432	1.3
대구	181	0.1	834	0.2	1,015	0.2
인천	5,838	4.5	53,834	11.6	59,672	10.1
광주	2,527	2.0	129	0.0	2,656	0.4
대전	153	0.1	592	0.1	745	0.1
울산	49,437	38.1	86,052	18.6	135,489	22.9
경기	7,700	6.0	30,997	6.7	38,697	6.5
강원	6,594	5.1	6,542	1.4	13,136	2.2
충북	722	0.6	1,582	0.3	2,304	0.4
충남	10,495	8.1	69,479	15.0	79,974	13.5
전북	3,094	2.4	5,756	1.2	8,850	1.5
전남	23,137	17.9	113,537	24.5	136,674	23.1
경북	9,034	7.0	47,661	10.3	56,695	9.6
경남	4,854	3.0	27,769	6.0	32,623	5.5
전국 계	128,976	100.0	462,742	100.0	591,719	100.0

자료 : 한국교통연구원(2009), 『제19권 제3장 수출입 일반화물 기종점 보완갱신』

○ 우리나라 전국 컨테이너 물동량은 2005년에는 1천 5백만 TEU를 약간 상회하였고, 2020년에는 약 4천 741만 TEU로 전망되어 연평균 8.0% 증가할 것으로 예상

○ 컨테이너 물동량의 증가율은 차츰 감소되어 2005~2011년 사이에는 연평균 10.1%,

2011～2015년 사이에는 연평균 7.1%, 2015～2020년 사이에는 연평균 5.9% 증가할 것으로 전망

[표 3-28] 해운 컨테이너 물동량 전망

(단위 : 천 TEU/년)

구 분	2005	2011	2015	2020	연평균증가율(%)		
					`05～`11	`11～`15	`15～`20
수 입	4,727	7,696	9,886	12,407	8.5	6.5	4.6
수 출	4,684	7,237	9,346	11,754	7.5	6.6	4.7
연 안	272	952	1,342	1,906	23.2	9.0	7.3
환 적	5,533	11,214	15,090	21,344	12.5	7.7	7.2
합 계	15,216	27,099	35,664	47,411	10.1	7.1	5.9

주 : 2005년은 실적치
자료 : 국토해양부(2006), 『제2차(2006-2011) 전국항만 기본계획 수정계획(무역항)』
한국교통연구원(2009), 『제12권 제4장 화물수송수요 예측』

○ 우리나라 전체 항만과 내륙간 반출입되는 수출입 컨테이너는 2010년의 1,237만 TEU에서 2038년에는 3,240만 TEU로 연평균 3.6%의 증가율을 보일 것으로 전망됨

- 강원도를 빼고 가장 높은 증가율을 보일 것으로 전망되는 지역은 충청남도로 2010년의 69만 TEU에서 2038년에는 584만 TEU로 연평균 8.2%의 높은 증가율을 유지할 전망
- 수출입 물동량의 점유율이 상대적으로 낮았던 강원도, 충청남도, 전라북도, 광주광역시의 증가율이 높게 나타날 것으로 전망됨
- 반면, 대구광역시와 대전광역시는 물동량 증가가 정체될 것으로 판단됨

[표 3-29] 해운 수출입 컨테이너의 시도별 전망

(단위 : 천 TEU, %)

구분	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2038	증가율
서울	221	296	377	423	469	476	463	2.8
부산	558	663	810	897	999	1,055	1,096	2.5
대구	213	236	266	267	263	239	214	0.0
인천	968	1,266	1,552	1,717	1,933	2,035	2,116	2.9
광주	368	485	631	763	928	1,046	1,109	4.2
대전	127	140	158	164	170	164	153	0.7
울산	1,708	2,028	2,320	2,484	2,706	2,851	2,979	2.1
경기	2,112	2,886	3,804	4,511	5,310	5,781	5,951	3.9
강원	92	209	359	506	689	825	933	9.0
충북	267	331	412	472	528	547	542	2.7
충남	692	1,314	2,194	3,116	4,247	5,151	5,842	8.2
전북	530	743	983	1,185	1,436	1,617	1,763	4.6
전남	1,459	1,822	2,199	2,580	3,103	3,513	3,848	3.7
경북	1,348	1,703	2,112	2,323	2,487	2,439	2,316	2.0
경남	1,708	1,889	2,028	2,170	2,514	2,811	3,007	2.2
전국	12,371	16,010	20,205	23,578	27,781	30,549	32,402	3.6

자료 : 한국교통연구원(2009), 『제19권 제4장 수출입 컨테이너 기종점 중장기 전망』

[표 3-30] 항만별 컨테이너 물동량 전망

(단위 : 천 TEU/년)

항 만	2005	2011	2015	2020
부산항	11,843	16,093	18,790	22,867
광양항	1,461	5,240	8,277	12,004
인천항	1,148	3,055	3,871	5,346
평택·당진항	228	1,216	2,506	4,188
울산항	317	560	679	850
마산항	55	242	395	568
대산항	-	65	92	133
군산항	57	178	313	467
목포항	63	210	282	384
포항항	-	230	442	580
동해항	(44)	10	17	24
합 계	15,216	27,099	35,664	47,411

주 : 2005년은 실적치이며, ( )는 기타항 포함

자료 : 국토해양부(2006), 『제2차(2006-2011) 전국항만 기본계획 수정계획(무역항)』
한국교통연구원(2009), 『제19권 제4장 수출입 컨테이너 중장기 전망』

○ 우리나라 전체 항만에 반출입되는 수출입 일반화물은 2010년의 6억 7,125만 RT에서 2038년에는 11억 3,987만 RT로 연평균 1.9%의 증가율을 보일 것으로 전망됨

- 1억만 RT 이상의 실적을 나타낸 지역 가운데 전라남도가 3억 426만 RT로 2.6%의 높은 증가율을 나타낼 전망이며, 울산광역시가 1억 9,862만 RT로 1.2%, 충청남도가 1억 6,814만 RT로 2.0%의 증가율을 보임
- 한편, 울산광역시는 2010년도에는 두 번째로 많은 기종점 물동량이 있었으나 향후 물동량 증가율이 다소 둔화될 것으로 나타났으며, 충청남도 지역이 장기적으로 물동량 점유율이 다소 증가할 것으로 전망

[표 3-31] 해운 수출입 일반화물의 시도별 전망

(단위 : 천 RT, %)

구분	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2038	증가율
서울	36,229	38,658	41,523	45,643	50,882	57,032	61,095	1.88
부산	7,453	8,037	8,463	9,464	10,658	11,998	12,897	1.98
대구	937	917	904	933	978	1,035	1,070	0.47
인천	59,177	64,456	70,118	75,426	81,138	87,455	91,502	1.57
광주	364	433	483	536	603	681	733	2.53
대전	871	958	1,057	1,185	1,362	1,585	1,737	2.50
울산	144,022	155,253	169,442	177,099	185,042	193,416	198,618	1.15
경기	55,995	62,880	69,831	79,659	90,695	103,108	111,413	2.49
강원	8,923	9,778	10,418	11,340	12,339	13,422	14,114	1.65
충북	2,357	2,923	3,460	3,968	4,478	5,004	5,354	2.97
충남	97,616	110,872	122,557	133,832	146,044	159,376	168,141	1.96
전북	13,481	17,066	20,920	24,531	28,769	33,774	37,177	3.69
전남	148,157	162,859	181,211	209,063	241,373	278,940	304,263	2.60
경북	58,049	61,330	64,384	67,028	69,693	72,347	73,965	0.87
경남	37,619	41,592	44,740	47,952	51,464	55,319	57,793	1.55
전국	671,251	738,013	309,511	887,658	975,518	1,074,491	1,139,872	1.91

자료 : 한국교통연구원(2009), 『제19권 제5장 수출입 일반화물 기종점 중장기 전망』

3. 품목별 물동량 현황 및 전망

가. 도로 화물

○ 33개 화물 품목을 7개 대분류 품목으로 분류하며, 컨테이너의 경우 대분류 7 기타품목에 포함함

- 금속기계공업품이 전체 물동량의 24.48%로 가장 높은 비중을 차지하였고, 그 뒤로 화학공업품이 24.44%, 광산품 21.88%, 기타품목 14.38% 순임

[표 3-32] 2008년 7개 대분류 품목별 전국 도로 화물 발생량

품목명	33개 코드번호	물동량(톤)	비율(%)
1. 농수임산품	품목 1 ~ 4	106,542,595	6.96
2. 광산품	품목 5 ~ 9	335,100,918	21.88
3. 금속기계공업품	품목 22 ~ 29	374,810,941	24.48
4. 화학공업품	품목 18 ~ 21	374,299,368	24.44
5. 경공업품	품목 10 ~ 14	96,777,823	6.32
6. 잡공업품	품목 15 ~ 17	23,635,003	1.54
7. 기타(컨테이너 포함)	품목 30 ~ 33	220,128,916	14.38
합계		1,531,295,564	100.00

자료 : 한국교통연구원(2009), 『제12권 제3장 화물수송수요 추정』

○ 도로화물의 품목별 발생량을 보면 2011년도에는 약 15억 9,688만 톤으로 예상되고 2036년에는 약 25억 2,166만 톤 정도로 현재의 약 1.65배로 증가할 것으로 보임

○ 품목별 발생량 예측치를 보면 대분류 품목 1과 2를 제외한 나머지 품목들은 점차 증가하는 것으로 나타났음

[표 3-33] 연도별 대분류 품목별 전국 도로화물 전망

(단위 : 톤/년)

구분	2011	2016	2021	2026	2031	2036
대분류 1	106,775,762	105,741,940	105,079,321	104,733,806	104,755,374	105,201,755
대분류 2	317,316,487	290,472,841	266,760,063	245,804,532	227,275,340	210,882,792
대분류 3	402,025,966	452,192,133	509,104,872	573,727,689	647,167,819	730,696,555
대분류 4	406,072,498	465,172,097	532,925,942	610,612,000	699,693,445	801,851,319
대분류 5	100,042,806	105,779,588	111,908,397	118,456,155	125,452,340	132,927,863
대분류 6	25,410,142	28,669,906	32,347,884	36,497,630	41,179,705	46,462,498
대분류 7	239,237,205	289,875,647	341,372,253	391,957,662	448,406,050	493,637,892
합계	1,596,880,866	1,737,904,152	1,899,498,732	2,081,789,474	2,293,930,073	2,521,660,674

주 : 대분류 1 - 농수임산품, 대분류 2 - 광산품, 대분류 3 - 금속기계공업품, 대분류 4 - 화학공업품, 대분류 5 - 경공업품, 대분류 6 - 잡공업품, 대분류 7 - 기타(컨테이너 포함)

자료 : 한국교통연구원(2009), 『제12권 제4장 화물수송수요 예측』

나. 철도 화물

○ 철도화물의 발생량은 컨테이너의 경우 2036년에 약 37백만 톤이며, 비컨테이너 품목의 경우 약 58백만 톤임

- 비컨테이너 품목의 연평균 증가율은 1.86%, 컨테이너 품목의 연평균 증가율은 3.96%로 컨테이너 품목이 비컨테이너 품목보다 더 크게 증가함

[표 3-34] 철도 화물 발생량 현황 및 전망

(단위 : 톤/년)

연도	2008	2011	2016	2021	2026	2031	2036
컨테이너	12,443,420	14,013,410	17,101,343	20,898,273	24,558,232	30,094,940	36,915,334
비컨테이너	34,362,208	36,069,665	39,741,228	43,806,059	47,368,049	52,246,901	57,628,269
합계	46,805,628	50,083,075	56,842,571	64,704,332	71,926,281	82,341,840	94,543,602

자료 : 한국교통연구원(2009), 『제12권 제4장 화물수송수요 예측』

[표 3-35] 철도 화물 연평균 증가율

(단위 : %)

연도	2008~2011	2011~2016	2016~2021	2021~2026	2026~2031	2031~2036	2008~2036
컨테이너	3.02	4.06	4.09	3.28	4.15	4.17	3.96
비컨테이너	1.22	1.96	1.97	1.58	1.98	1.98	1.86
합계	1.71	2.56	2.62	2.14	2.74	2.80	2.54

자료 : 한국교통연구원(2009), 『제12권 제4장 화물수송수요 예측』

다. 해운 화물

○ 우리나라 전국 항만 물동량은 2005년에는 9억 8천 4백만 RT를 약간 상회하였고, 2020년에는 약 18억 8천만 RT로 전망되어 연평균 4.4% 증가할 것으로 예상

- 항만물동량의 증가율은 차츰 감소되어 '05~'11년 사이에는 연평균 6.1%, '11~'15년 사이에는 연평균 3.5%, 2015~2020년 사이에는 연평균 3.2% 증가할 것으로 전망

○ '08년에 연안화물선에 의해 운송된 122.2백만 톤을 품목별로 보면 원유 및 천연가스 채취물이 전체의 29.8%인 36.4백만 톤으로 가장 많은 비중을 차지한 것으로 조사됨

- 원유 및 천연가스 채취물 다음으로 많은 비중을 차지한 화물은 비금속광물(주로 모래, 34.7백만 톤)이며, 그 외에 석회석광물, 시멘트 및 시멘트제품(25.0백만 톤), 제1차 금속산업제품(13.7백만 톤)의 순서임

[표 3-36] 수출입 화물 품목별 물동량 현황 및 전망

(단위 : 천 RT/년)

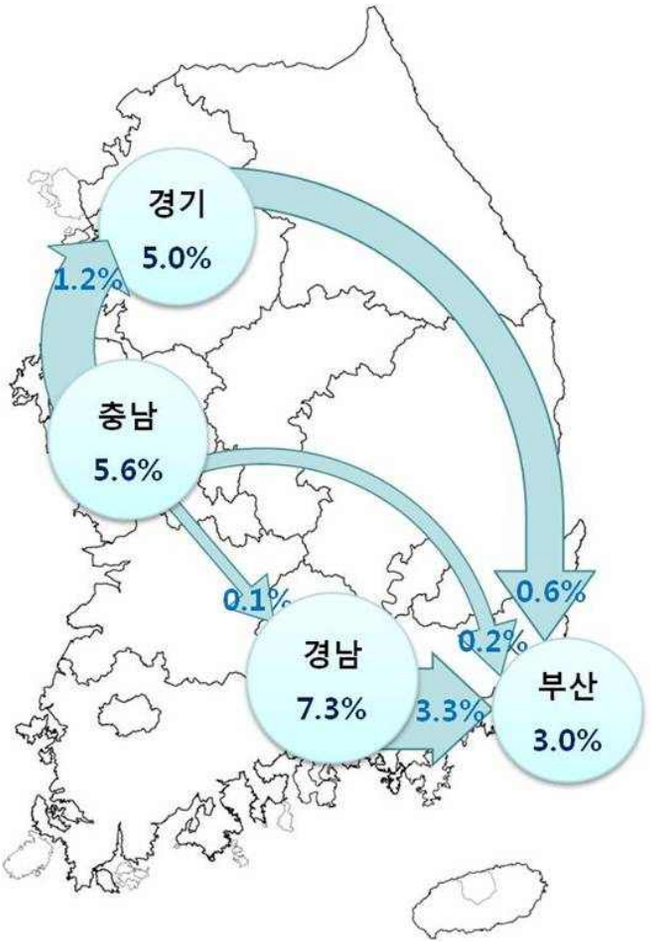
구 분	2005년	2011년	2015년	2020년
양곡	9,733	17,588	18,237	18,648
시멘트	37,591	53,250	58,073	63,808
석탄류	72,411	92,833	99,828	109,330
목재류	9,012	14,348	15,449	16,749
모래	48,669	105,466	109,892	114,383
철광석	52,429	47,007	48,645	50,802
철재	57,604	76,803	79,504	83,425
고철	5,926	5,029	916	772
자동차	30,136	37,776	41,844	49,062
일반잡화	112,668	141,414	158,746	186,959
유류	308,135	387,529	422,673	451,630
컨테이너 (천 TEU/년)	240,220 (15,216)	425,437 (27,099)	555,337 (35,664)	734,812 (47,411)
합계	984,534	1,404,480	1,609,144	1,880,380

자료 : 국토해양부(2006),『제2차(2006-2011) 전국항만 기본계획 수정계획(무역항)』
한국교통연구원(2009), 『제12권 제4장 화물수송수요 예측』

4. 품목별 화물수송 물동량 O/D 현황 및 전망

○ '08년 전체 도로화물 수송량은 1,531백만 톤으로 타 수송수단(철도, 항공, 연안해운)에 비해 가장 많은 수송수요가 발생하는 것으로 나타남

- 지역별 발생량을 보면 경남지역이 206백만 톤으로 가장 많은 수송수요를 나타냈고 경기 199백만 톤, 충남 151백만 톤, 경북 142백만 톤 순으로 나타남
- 지역별 도착량을 보면 경기도가 가장 많은 186백만 톤이 도착하고, 부산 180백만 톤, 경남 179백만 톤 순으로 나타남



[그림 3-7] 2008년 도로화물 물동량 O/D 현황

○ 2008년 도로 화물 농산물 품목의 경우 서울이 12백만 톤으로 가장 많은 발생량을 나타내며, 인천(10백만 톤), 경기(9백만 톤) 순으로 나타남

- 서울과 인천 지역의 경우 지역 내에서 가장 많은 물동량(서울 7백만 톤, 인천 4백만 톤)이 이동하며, 경기도의 경우에는 서울로 가장 많은 물동량 4백만 톤이 이동하는 것으로 나타남

○ 2008년 도로 화물 수산물 품목의 경우 서울이 2.6백만 톤으로 가장 많은 발생량을 나타내며, 부산(2.2백만 톤), 전남(1.8백만 톤) 순으로 나타남

- 서울과 부산, 전라남도 지역 모두 지역 내에서 가장 많은 물동량(서울 1.5백만 톤, 부산 1.4백만 톤, 전남 0.8백만 톤)이 이동하는 것으로 나타남

○ 2008년 도로 화물 석회석광물 품목의 경우 강원도가 6백만 톤으로 가장 많은 발생량을 나타내며, 전남(2백만 톤), 인천(0.5백만 톤) 순으로 나타남

- 강원도와 전라남도 지역의 경우 지역 내에서 가장 많은 물동량(강원 6백만 톤, 전남 1백만 톤)이 이동하며, 인천의 경우에는 서울로 가장 많은 물동량 0.4백만 톤이 이동하는 것으로 나타남

○ 2008년 도로 화물 음식료품 품목의 경우 경기도가 15백만 톤으로 가장 많은 발생량을 나타내며, 서울(10백만 톤), 부산(5백만 톤) 순으로 나타남

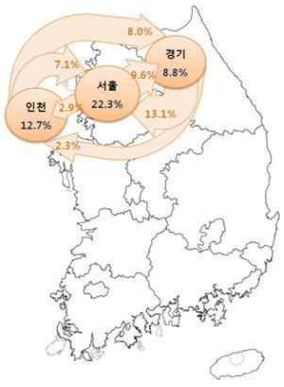
- 서울과 부산 지역의 경우 지역 내에서 가장 많은 물동량(서울 6백만 톤, 부산 3백만 톤)이 이동하며, 경기도의 경우에는 서울로 가장 많은 물동량 6백만 톤이 이동하는 것으로 나타남

○ 2008년 도로 화물 전자부품, 컴퓨터, 영상, 음향 및 통신장비 품목의 경우 경기도가 3백만 톤으로 가장 많은 발생량을 나타내며, 서울(1.4백만 톤), 경북(1.3백만 톤) 순으로 나타남

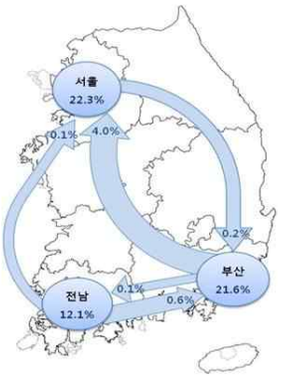
- 서울과 경상북도 지역의 경우 지역 내에서 가장 많은 물동량(서울 0.8백만 톤, 경북 0.5백만 톤)이 이동하며, 경기도의 경우에는 서울로 가장 많은 물동량 1백만 톤이 이동하는 것으로 나타남

○ 2008년 도로 화물 의료, 정밀, 광학기기 및 시계 품목의 경우 서울이 0.7백만 톤으로 가장 많은 발생량을 나타내며, 경기(0.5백만 톤), 부산(0.1백만 톤) 순으로 나타남

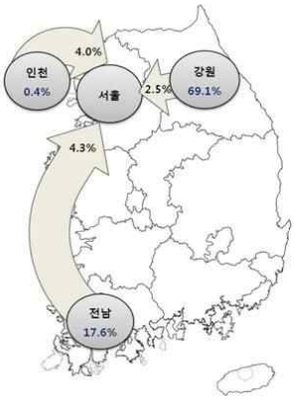
- 서울과 부산 지역의 경우 지역 내에서 가장 많은 물동량(서울 0.4백만 톤, 부산 0.7백만 톤)이 이동하며, 경기도의 경우에는 서울로 가장 많은 물동량 0.2백만 톤이 이동하는 것으로 나타남



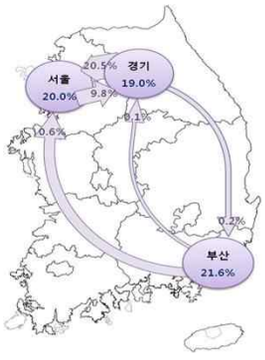
[농산물]



[수산물]



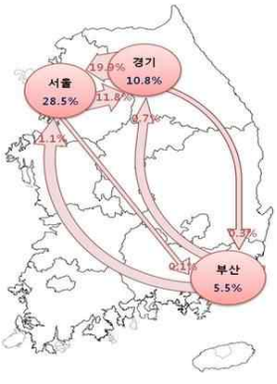
<석회석광물>



<음식료품>



<전자부품, 컴퓨터, 영상, 음향 및 통신장비>



<의료, 정밀, 광학기기 및 시계>

[그림 3-8] 품목별 생산거점/물류거점 화물수송수요 분석

3절. 주요 생산거점/물류거점별 대상품목별 화물수송체계 분석

1. 주요 생산거점 물동량 및 운송수단별 분담률 검토

가. 주요 생산거점 물동량 현황

○ 2008년 지역별 세부 품목별 최근 1개월 월평균 입하량은 237톤이며, 세부 품목별로는 코크스, 연탄 및 석유정제품, 금속광물, 화학물질 및 화학제품(의약품 제외)의 순으로 월평균 입하량이 많음

- 코크스, 연탄 및 석유정제품의 경우 전남이 17,500톤, 울산이 2,738톤으로 월입하량이 많으며, 금속광물의 경우 경북, 전남, 경기 지역 순으로 월입하량이 많음
- 화학물질 및 화학제품(의약품 제외)의 경우 전남이 5,797톤으로 가장 많았고, 울산이 2,867톤으로 그 뒤를 잇고 있음

○ 2008년 단지별 세부 품목별 최근 1개월 월평균 입하량은 지역별과 마찬가지로 237톤이며, 세부 품목별로도 코크스, 연탄 및 석유정제품, 금속광물, 화학물질 및 화학제품(의약품 제외)의 순으로 월평균 입하량이 많음

- 코크스, 연탄 및 석유정제품의 경우 국가산업단지가 2,746톤, 일반산업단지가 73톤으로 월입하량이 많으며, 금속광물의 경우 일반산업단지, 국가산업단지, 농공단지의 순으로 월입하량이 많음
- 화학물질 및 화학제품(의약품 제외)의 경우 국가산업단지가 766톤으로 가장 많았고, 일반산업단지가 299톤으로 그 뒤를 잇고 있음

[표 3-37] 생산거점 지역별 세부 품목별 월평균 입하량

(단위 : 톤)

구분	부산	대구	인천	광주	대전	울산	경기	강원	충북	충남	전북	전남	경북	경남	평균	CV
농산물	-	1,930	5	2,480	4	-	1,140	27	679	80	2	32	20	1,034	850	2.6
임산물	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
수산물	41	1	6	-	-	-	43	173	120	-	-	173	-	18	91	2.0
축산물	80	438	172	608	-	-	71	12	395	120	90	220	-	800	243	1.5
석탄광물	-	-	10	-	180	-	-	-	-	30	-	-	25	-	61	1.3
석회석광물	-	-	-	5	-	55	27	-	-	-	-	-	3,200	280	460	2.4
원유 및 천연가스 채취물	20	44	3	1	47	573	8	66	-	-	10	-	200	245	227	2.9
금속광물	6	53	84	136	231	506	581	24	4	26	100	762	7,546	8	569	8.8
비금속광물	93	3	44	15	489	95	161	-	5	1,125	925	1,331	1,413	151	382	2.2
식료품	34	577	20	32	226	-	76	2	164	49	94	54	45	657	120	4.1
음료품	-	1,000	-	6	113	-	405	3	-	2	1,950	-	-	431	488	1.7
담배제품	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
섬유제품(의복 제외)	125	161	14	40	108	6	90	1	62	-	80	52	111	10	114	3.9
의복, 의복 액세서리 및 모피제품	8	11	46	-	-	-	5	-	20	-	6	20	-	-	16	3.0
가죽, 가방 및 신발	96	7	1	-	-	-	1	-	342	-	-	-	-	-	71	3.2
목재 및 나무제품(가구 제외)	94	19	58	92	15	-	46	4	-	-	288	5	155	259	75	2.2
펄프, 종이 및 종이제품	223	343	34	88	589	2	272	590	75	-	292	60	205	574	252	2.5
인쇄 및 기록매체	24	46	1	50	6	-	170	-	-	1	-	-	-	-	116	4.0
코크스, 연탄 및 석유정제품	-	1	12	-	-	2,738	57	-	-	-	115	17,500	7	153	1,598	4.2
화학물질 및 화학제품(의약품 제외)	42	54	463	45	116	2,867	173	319	231	111	1,208	5,797	458	247	566	8.2
의료용물질 및 의약품	0	2	1	-	-	-	11	0	8	-	-	-	150	-	10	3.6
고무제품 및 플라스틱제품	58	41	32	65	176	52	39	44	30	64	62	51	42	158	54	2.9
비금속광물제품	130	367	62	5	1,759	435	232	15	60	50	1,761	103	1,482	183	440	4.1
1차금속제품	287	359	267	62	145	486	167	8	175	22	163	323	602	321	274	4.6
금속가공제품(기계 및 가구 제외)	177	144	796	82	1	89	113	21	137	28	377	394	166	117	271	11.1
전자부품, 컴퓨터, 영상, 음향 및 통신장비	230	8	121	10	6	1	31	1	30	15	4	-	39	115	58	7.8
의료, 정밀, 광학기기 및 시계	200	2	3	1	5	20	4	2	-	10	-	-	1	-	6	3.9
전기장비	5	6	10	5	2	28	34	7	4	68	19	1	23	26	21	5.6
기타기계 및 장비	117	139	30	171	9	4	33	6	4	28	321	477	92	103	89	4.4
자동차 및 트레일러	79	126	60	4	-	149	110	14	-	-	-	-	1,000	51	91	2.6
기타운송장비	202	119	-	85	-	11	126	-	6	-	223	550	12	30	117	2.4
가구	-	-	18	-	-	-	-	-	-	-	24	-	-	-	18	1.5
하수, 폐수 및 분료	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
폐기물	-	-	107	-	-	15	383	-	-	160	40	-	414	1,500	367	1.3
출판물	-	-	-	-	-	-	92	-	-	-	-	-	-	-	92	1.9
기타제품	155	53	13	18	634	64	37	8	51	10	0	8	260	105	63	3.8
지역별 평균	156	196	230	132	249	962	130	59	114	122	456	1,067	519	190	237	-
지역별 CV	3.3	4.9	12.1	5.3	2.4	6.8	6.2	3.6	3.1	3.4	5.6	6.0	7.2	3.6	-	9.2

자료 : 한국교통연구원(2008), 『제3권 제3장 산업단지 물류현황 분석』

[표 3-38] 생산거점 단지별 세부 품목별 월평균 입하량

(단위 : 톤)

구분	국가산업단지	일반산업단지	농공단지	평균	CV
농산물	1,307	1,042	42	850	2.6
임산물	-	-	-	-	-
수산물	14	56	179	91	2.0
축산물	160	315	117	243	1.5
석탄광물	10	103	30	61	1.3
석회석광물	41	878	-	460	2.4
원유 및 천연가스 채취물	337	53	100	227	2.9
금속광물	365	822	222	569	8.8
비금속광물	230	420	797	382	2.2
식료품	54	164	59	120	4.1
음료품	1,900	430	2	488	1.7
담배제품	-	-	-	-	-
섬유제품(의복 제외)	105	119	34	114	3.9
의복, 의복 액세서리 및 모피제품	27	5	20	16	3.0
가죽, 가방 및 신발	1	102	-	71	3.2
목재 및 나무제품(가구 제외)	82	77	5	75	2.2
펄프, 종이 및 종이제품	222	285	222	252	2.5
인쇄 및 기록매체	192	17	-	116	4.0
코크스, 연탄 및 석유정제품	2,746	73	-	1,598	4.2
화학물질 및 화학제품(의약품 제외)	766	299	166	566	8.2
의료용물질 및 의약품	21	4	-	10	3.6
고무제품 및 플라스틱제품	38	71	51	54	2.9
비금속광물제품	381	545	202	440	4.1
1차금속제품	258	329	48	274	4.6
금속가공제품(기계 및 가구 제외)	370	154	76	271	11.1
전자부품, 컴퓨터, 영상, 음향 및 통신장비	84	27	4	58	7.8
의료, 정밀, 광학기기 및 시계	11	4	3	6	3.9
전기장비	17	33	3	21	5.6
기타기계 및 장비	74	100	153	89	4.4
자동차 및 트레일러	98	97	48	91	2.6
기타운송장비	153	102	89	117	2.4
가구	11	36	-	18	1.5
하수, 폐수 및 분료	-	-	-	-	-
폐기물	482	250	160	367	1.3
출판물	92	-	-	92	1.9
기타제품	40	92	4	63	3.8
단지별 평균	269	210	113	237	-
단지별 CV	9.6	8.1	3.2	-	9.2

자료 : 한국교통연구원(2008), 『제3권 제3장 산업단지 물류현황 분석』

○ 2008년 지역별 세부 품목별 최근 1개월 월평균 출하량은 372톤이며, 세부 품목별로는 펄프, 종이 및 종이제품, 음료품, 1차금속제품의 순으로 월평균 출하량이 많음

- 1차금속제품의 경우 전남이 5,778톤으로 가장 많았고, 경북이 3,283톤으로 그 뒤를 잇고 있음

[표 3-39] 생산거점 지역별 세부 품목별 월평균 출하량

(단위 : 톤)

구분	부산	대구	인천	광주	대전	울산	경기	강원	충북	충남	전북	전남	경북	경남	평균	CV
농산물	-	1,932	-	68	15	-	3	-	-	-	-	267	-	-	289	2.1
임산물	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
수산물	33	-	-	-	-	-	13	-	-	-	-	-	-	-	20	1.2
축산물	101	562	12	250	-	-	114	-	550	-	3	-	-	100	174	1.3
석탄광물	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
석회석광물	-	-	-	80	-	-	-	-	-	-	-	10	-	-	45	1.1
원유 및 천연가스 채취물	4	-	-	-	-	114	43	-	9	-	7	-	80	248	117	1.0
금속광물	9	19	48	53	18	-	92	-	40	1,520	-	980	87	9	147	2.9
비금속광물	3	2	55	1,000	463	185	167	-	24	-	168	2,630	1,355	8	455	2.9
식료품	44	12	17	72	19	-	132	108	355	88	64	55	18	1,894	255	7.7
음료품	-	1,000	-	837	5,328	-	347	2	-	-	150	-	-	300	1,259	2.1
담배제품	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
섬유제품(의복 제외)	159	122	25	101	95	-	110	100	175	-	296	45	314	5	140	2.6
의복, 의복 액세서리 및 모피제품	10	-	50	-	-	-	12	-	-	-	19	15	-	200	24	2.1
가죽, 가방 및 신발	231	-	0	-	-	-	38	-	3,512	-	-	-	-	-	817	3.3
목재 및 나무제품(가구 제외)	40	87	66	20	20	-	51	1	-	-	354	16	318	97	87	1.7
펄프, 종이 및 종이제품	80	452	19	153	80,667	-	223	150	118	-	304	125	281	704	1,889	7.4
인쇄 및 기록매체	24	246	348	4	110	-	297	-	-	1	-	-	-	-	254	2.2
코크스, 연탄 및 석유정제품	-	-	-	-	-	82	95	-	-	-	55	-	144	265	161	0.9
화학물질 및 화학제품(의약품 제외)	56	111	267	58	234	3,505	160	37	448	49	559	5,120	477	221	656	6.7
의료용물질 및 의약품	-	50	7	1	-	-	22	3	5	-	6	-	-	-	17	5.0
고무제품 및 플라스틱제품	202	34	94	168	6,793	2,681	111	36	120	393	280	30	559	158	273	5.3
비금속광물제품	9	225	38	17	10	710	248	-	20	50	3,725	1,523	1,449	765	941	3.5
1차금속제품	149	332	1,089	512	300	1,878	865	-	-	60	280	5,778	3,283	225	1,068	3.7
금속가공제품(기계 및 가구 제외)	516	333	341	89	231	261	334	10	31	251	839	373	794	1,160	392	5.6
전자부품, 컴퓨터, 영상, 음향 및 통신장비	383	275	152	30	156	3	80	6	214	20	412	0	96	126	116	5.0
의료, 정밀, 광학기기 및 시계	751	2	3	1	-	14	7	23	-	7	-	-	1	-	29	8.9
전기장비	38	85	21	374	4	22	37	9	1	35	897	1	1,031	24	94	5.9
기타기계 및 장비	254	97	132	377	9	387	81	5	19	28	1,456	464	674	292	244	7.7
자동차 및 트레일러	1,521	1,712	75	358	-	106	353	251	-	2	-	-	188	29	672	6.7
기타운송장비	163	216	18	94	-	931	345	-	175	71	234	392	1,958	307	395	6.0
가구	2	12	42	-	-	-	51	-	-	-	25	-	-	-	40	2.3
하수, 폐수 및 분료	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
폐기물	-	-	68	-	-	19	65	-	-	-	131	-	-	-	69	1.0
출판물	-	-	-	-	-	-	128	-	-	-	-	-	-	-	128	1.5
기타제품	210	58	28	41	1,031	3	53	5	-	173	9	99	274	91	105	3.5
지역별 평균	309	378	238	241	2,999	1,283	193	52	325	151	659	1,050	850	324	372	
지역별 CV	5.8	7.8	8.4	9.1	5.5	5.4	6.6	2.3	3.9	3.1	3.9	4.0	3.8	6.8	-	8.0

자료 : 한국교통연구원(2008), 『제3권 제3장 산업단지 물류현황 분석』

○ 생산거점 단지별 세부 품목별 월평균 출하량이 가장 많은 펄프, 종이 및 종이제품의

경우 일반산업단지의 월출하량이 3,430톤으로 가장 많았고, 음료품의 경우 일반산업단지가 1,412톤, 1차금속제품 역시 일반산업단지가 1,348톤으로 가장 많았음

[표 3-40] 생산거점 단지별 세부 품목별 월평균 출하량

(단위 : 톤)

구분	국가산업단지	일반산업단지	농공단지	평균	CV
농산물	201	348	-	289	2.1
임산물	-	-	-	-	-
수산물	17	22	-	20	1.2
축산물	105	214	-	174	1.3
석탄광물	-	-	-	-	-
석회석광물	10	80	-	45	1.1
원유 및 천연가스 채취물	125	9	-	117	1.0
금속광물	70	350	40	147	2.9
비금속광물	531	465	184	455	2.9
식료품	127	383	76	255	7.7
음료품	405	1,412	-	1,259	2.1
담배제품	-	-	-	-	-
섬유제품(의복 제외)	200	121	53	140	2.6
의복, 의복 액세서리 및 모피제품	32	16	15	24	2.1
가죽, 가방 및 신발	2	933	-	817	3.3
목재 및 나무제품(가구 제외)	68	171	12	87	1.7
펄프, 종이 및 종이제품	190	3,430	255	1,889	7.4
인쇄 및 기록매체	270	226	-	254	2.2
코크스, 연탄 및 석유정제품	91	227	250	161	0.9
화학물질 및 화학제품(의약품 제외)	954	203	123	656	6.7
의료용물질 및 의약품	36	7	3	17	5.0
고무제품 및 플라스틱제품	286	305	66	273	5.3
비금속광물제품	513	1,681	601	941	3.5
1차금속제품	889	1,348	-	1,068	3.7
금속가공제품(기계 및 가구 제외)	384	423	139	392	5.6
전자부품, 컴퓨터, 영상, 음향 및 통신장비	122	115	16	116	5.0
의료, 정밀, 광학기기 및 시계	59	3	21	29	8.9
전기장비	29	238	7	94	5.9
기타기계 및 장비	299	192	89	244	7.7
자동차 및 트레일러	262	1,262	65	672	6.7
기타운송장비	424	402	93	395	6.0
가구	43	30	-	40	2.3
하수, 폐수 및 분료	-	-	-	-	-
폐기물	62	94	-	69	1.0
출판물	128	-	-	128	1.5
기타제품	68	148	63	105	3.5
단지별 평균	350	427	105	372	-
단지별 CV	6.9	8.6	4.2	-	8.0

자료 : 한국교통연구원(2008), 『제3권 제3장 산업단지 물류현황 분석』

나. 주요 생산거점 운송수단 및 이동거리 현황

○ 생산거점 업종별로는 모든 업종이 영업용 화물차를 자가용 화물차보다 많이 이용하고 있으며, 그 중 음식료업, 비금속업, 철강업의 영업용 화물차 비중이 70% 이상임

[표 3-41] 생산거점 업종별 차량 이용 비중

(단위 : %)

구분	음식료업	섬유 의복업	목재 종이업	석유 화학업	비금속업	철강업	기계업	전기 전자업	운송 장비업	기타
자가용 화물차	26.8	40.7	44.1	40.7	16.4	16.1	40.1	45.4	40.6	49.0
영업용 화물차	73.2	59.3	55.9	59.3	83.6	83.9	59.9	54.6	59.4	51.0
합계	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

자료 : 한국교통연구원(2008), 『제3권 제3장 산업단지 물류현황 분석』

○ 생산거점 1개월간 입하 시 단지별 운송수단은 전반적으로 화물차량을 이용하여 입하하는 것으로 나타남

- 국가산업단지의 자가용 화물차량 이용비중이 타 단지유형에 비해 높은 특징을 보임

○ 생산거점 최근 1개월간 단지별 운송수단의 이용은 입하 시와 마찬가지로 출하 시에도 국가산업단지의 자가용 이용비중이 타 단지 유형에 비해 높은 것으로 나타남

[표 3-42] 생산거점 최근 1개월간 입하 시 단지별 운송수단별 이용 비중

(단위 : %)

구분	국가산업단지		지방산업단지		농공단지	
	입하	출하	입하	출하	입하	출하
사례수	4,882	4,417	3,967	3,649	445	394
자가용 화물차	30.6	49.2	23.6	43.7	24.0	29.9
영업용 화물차	59.9	42.9	66.2	46.7	71.7	65.0
철도	-	-	-	0.1	0.0	-
해운	1.3	1.0	1.1	1.0	0.2	0.5
항공	0.8	0.3	0.9	0.7	0.2	-
기타	7.4	6.7	8.2	7.8	3.8	4.6

자료 : 한국교통연구원(2008), 『제3권 제3장 산업단지 물류현황 분석』

○ 생산거점 최근 1개월간 입하 시 운송수단의 경우 금속업, 철강업, 운송장비업의 영업용 화물차량 이용비중이 높으며, 전기/전자업종은 타 업종에 비해 기타 운송수단을 이용하는 경우가 보다 많은 것으로 나타남

[표 3-43] 생산거점 최근 1개월간 입하 시 업종별 운송수단별 이용 비중

(단위 : %)

구분	음식료업	섬유 의복업	목재 종이업	석유 화학업	비금속업	철강업	기계업	전기 전자업	운송 장비업	기타	합계
사례수 (개)	393	643	328	1231	148	450	3,479	1,521	868	233	9,294
자가용 화물차	26.5	24.0	23.2	20.0	9.5	23.6	32.6	26.8	27.3	24.0	27.3
영업용 화물차	66.7	64.7	66.8	68.6	75.7	70.0	61.2	53.6	70.0	63.5	63.1
철도	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
해운	3.1	0.8	1.5	1.8	3.4	1.6	0.7	1.4	0.6	-	1.2
항공	-	0.5	-	0.6	0.7	0.9	0.4	3.0	0.1	0.4	0.8
기타	3.8	10.1	8.5	9.0	10.8	4.0	5.0	15.1	2.0	12.0	7.6

자료 : 한국교통연구원(2008), 『제3권 제3장 산업단지 물류현황 분석』

○ 생산거점 최근 1개월간 출하 시 운송수단 이용의 경우 업종별로는 운송장비업, 기계업, 철강업, 목재종이업의 자가용 이용비중이 높으며, 전기/전자업은 기타 운송수단 이용비중이 높은 것으로 나타남

[표 3-44] 생산거점 최근 1개월간 출하 시 업종별 운송수단별 이용 비중

(단위 : %)

구분	음식료업	섬유 의복업	목재 종이업	석유 화학업	비금속업	철강업	기계업	전기 전자업	운송 장비업	기타	합계
사례수	335	535	308	1,099	130	471	3,276	1,240	841	225	8,460
자가용 화물차	34.9	33.5	48.4	42.7	27.7	47.1	51.9	39.4	52.0	39.1	45.9
영업용 화물차	55.5	56.1	44.5	49.4	66.9	48.0	42.2	41.0	45.1	47.1	45.6
철도	-	-	-	-	-	-	0.1	-	-	-	-
해운	0.6	2.4	0.6	0.8	-	-	1.2	1.0	0.4	2.7	1.0
항공	0.6	0.2	-	-	-	-	0.3	1.5	-	2.7	0.4
기타	8.4	7.9	6.5	7.1	5.4	4.9	4.4	17.3	2.6	8.4	7.1

자료 : 한국교통연구원(2008), 『제3권 제3장 산업단지 물류현황 분석』

○ 생산거점 단지별 세부 품목별로 보면 음료품이 121km로 가장 먼 거리를 이동하는 것으로 나타남

- 국가산업단지에서는 식료품 185km, 일반산업단지는 폐기물 155km, 농공단지 원유 및 천연가스 채취물이 189km로 가장 먼 거리를 일평균 이동함

[표 3-45] 생산거점 단지별 세부 품목별 일평균 이동거리

(단위 : km)

구분	국가산업단지	일반산업단지	농공단지	평균	CV
농산물	32	40	25	35	3.2
임산물	1	-	-	1	-
수산물	23	131	17	70	3.4
축산물	19	19	13	18	1.6
석탄광물	-	1	51	26	1.3
석회석광물	43	58	-	46	1.1
원유 및 천연가스 채취물	8	40	189	19	2.2
금속광물	29	46	34	36	2.6
비금속광물	44	57	12	45	3.4
식료품	185	36	70	87	3.5
음료품	105	127	47	121	2.2
담배제품	-	-	-	-	-
섬유제품(의복 제외)	103	33	16	50	3.7
의복, 의복 액세서리 및 모피제품	32	14	1	24	2.0
가죽, 가방 및 신발	12	23	-	21	1.5
목재 및 나무제품(가구 제외)	19	41	24	24	2.7
펄프, 종이 및 종이제품	42	60	103	53	2.4
인쇄 및 기록매체	40	38	-	39	2.5
코크스, 연탄 및 석유정제품	13	95	14	55	3.0
화학물질 및 화학제품(의약품 제외)	57	104	49	72	2.9
의료용물질 및 의약품	51	27	19	35	3.0
고무제품 및 플라스틱제품	63	51	163	65	2.8
비금속광물제품	29	52	39	39	2.8
1차금속제품	57	36	22	50	3.7
금속가공제품(기계 및 가구 제외)	37	52	35	42	4.2
전자부품, 컴퓨터, 영상, 음향 및 통신장비	44	46	48	45	3.3
의료, 정밀, 광학기기 및 시계	45	52	113	54	2.7
전기장비	44	50	16	44	2.9
기타기계 및 장비	52	45	46	48	3.1
자동차 및 트레일러	39	39	69	41	3.4
기타운송장비	51	78	20	68	2.8
가구	13	20	-	14	1.3
하수, 폐수 및 분료	10	-	-	5	1.4
폐기물	14	155	20	61	2.6
출판물	13	-	-	13	1.6
기타제품	54	54	33	53	3.3
단지별 평균	50	51	51	51	-
단지별 CV	3.5	3.1	3.0	-	3.4

자료 : 한국교통연구원(2008), 『제3권 제3장 산업단지 물류현황 분석』

다. 주요 생산거점 입/출하지 분포 및 물동량 O/D

○ 생산거점 1개월간 입/출하지별 물동량은 대전에서 송하되어 대구에서 수하되는 물동량이 60,925톤으로 가장 많은 것으로 나타났으며, 강원→전북, 강원→광주, 대전→전북 순으로 물동량이 많았던 것으로 나타남

[표 3-46] 생산거점 최근 1개월간 입/출하지간 평균 물동량 O/D

(단위 : 톤)

구분		입하지															
		서울	부산	대구	인천	광주	대전	울산	경기	강원	충북	충남	전북	전남	경북	경남	전체
출하지	서울	-	22	52	15	11	14	2	15	147	15	27	65	-	101	60	547
	부산	221	213	352	144	1,333	36	140	104	101	93	186	278	152	1,699	218	5,270
	대구	27	139	184	237	44	339	4,278	222	5	89	141	587	27	195	135	6,649
	인천	66	37	29	274	21	89	822	216	21	132	333	55	793	163	68	3,120
	광주	27	576	13	115	226	48	14	172	300	50	3	56	190	26	89	1,905
	대전	1,219	2,074	60,925	21	349	153	385	197	4	111	1,304	4,865	102	7	250	71,967
	울산	36	576	530	35	22	1,000	1,391	264	100	371	426	58	544	318	371	6,043
	경기	143	98	147	317	68	41	233	125	79	102	517	325	66	148	99	2,507
	강원	32	87	-	46	9,750	25	407	23	28	3	177	16,004	221	807	184	27,794
	충북	948	975	210	317	41	184	32	156	6	41	259	91	600	498	190	4,546
	충남	244	60	207	73	326	716	79	743	24	447	102	81	2	385	127	3,614
	전북	242	365	332	151	139	278	125	409	116	304	781	422	249	787	158	4,857
	전남	329	726	781	89	116	689	643	1,806	48	238	83	287	1,206	2,121	761	9,922
	경북	281	448	421	1,196	977	541	751	544	104	185	1,271	1,364	907	563	599	10,152
	경남	326	263	254	201	69	75	1,255	498	141	61	36	259	478	1,471	150	5,536
	전체	4,141	6,658	64,437	3,231	13,493	4,229	10,557	5,493	1,222	2,240	5,647	24,797	5,536	9,289	3,460	164,428

자료 : 한국교통연구원(2008), 『제3권 제3장 산업단지 물류현황 분석』

2. 주요 물류거점 물동량 및 운송수단별 분담률 검토

가. 주요 물류거점 물동량 현황

○ 물류거점 전체의 월 기준 입하량은 1,847,477톤이며 이중 IFT가 가장 많은 비중을 차지하고 있으며, 철도 CY, 항만배후단지 순으로 나타남

○ 국제물류거점에서는 항만배후단지의 물동량이 가장 컸으며, 광역물류거점에서는 IFT, 내륙물류거점에서는 철도 CY의 입·출하량이 컸음

[표 3-47] 물류거점 유형별 입하 및 출하량(월 기준)

(단위 : 톤)

구분		월단위 전체 입하량			월단위 전체 출하량		
		사례수	평균	전체	사례수	평균	전체
전체		266	5,175	1,847,477	265	4,569	1,877,772
국제물류거점	공항물류단지	42	1,644	69,041	41	1,578	64,687
	공항화물터미널	28	2,260	63,290	30	1,894	56,827
	항만배후단지	22	11,420	251,237	21	9,868	207,234
광역물류거점	IFT	45	17,371	781,713	45	17,253	776,368
	ICD	23	4,536	104,337	23	3,926	90,302
내륙물류거점	내륙물류단지	22	1,901	41,832	20	1,886	37,719
	화물터미널	13	6,645	86,380	14	9,027	126,380
	철도 CY	46	10,098	464,519	46	11,204	515,387
	공동집배송단지	25	607	15,184	25	603	15,077

자료 : 한국교통연구원(2009), 『제8권 제5장 물류거점 유형별 물류현황 및 화물원단위 분석』

○ 물류거점 시설간 물동량 이동현황을 입하기준으로 살펴보면, 공항물류단지는 공항화물터미널과의 연계사례가 많으며, 항만배후단지는 항만배후단지간 연계나 철도 CY와의 연계가 많이 이루어지고 있는 것으로 나타남

- ICD는 철도 CY와 연계가 많이 이루어지고 있으며, 동일 거점 내에서의 물동량 이동의 비중은 항만배후단지 및 철도 CY에서 높은 것을 알 수 있음

○ 출하 기준의 물류거점 시설간 물동량 이동은 입하시와 유사함

- ICD는 철도 CY와 연계가 많이 이루어지고 있으며, 동일 거점내에서의 물동량 이동

의 비중은 공항물류단지 및 철도 CY에서 높음

[표 3-48] 물류거점 시설간 물동량 이동 현황(입하 기준)

(단위 : %)

유형	국제물류거점			광역물류거점		내륙물류거점			
	공항 물류 단지	공항 화물 터미널	항만 배후 단지	IFT	ICD	내륙 물류 단지	화물 터미널	철도 CY	공동 집배송 단지
사례수	210	106	72	168	71	67	51	104	80
공항물류단지	5.2	6.6	-	0.6	-	11.9	-	-	-
공항화물터미널	22.9	11.3	-	2.4	-	-	-	-	1.3
항만배후단지	0.5	6.6	31.9	6.0	9.9	6.0	-	2.9	1.3
IFT	-	0.9	-	1.8	-	4.5	-	-	1.3
ICD	-	-	-	-	-	-	-	2.9	-
내륙물류단지	-	1.9	-	0.6	1.4	9.0	-	1.0	3.8
화물터미널	-	-	4.2	-	-	7.5	-	-	5.0
철도 CY	2.9	-	27.8	17.3	66.2	9.0	-	54.8	1.3
농수산물도매시장	2.9	8.5	-	-	-	-	-	-	2.5
일반 CY	-	-	-	3.0	2.8	-	-	2.9	-
항만(평택항)	-	2.8	-	-	1.4	4.5	-	-	-
물류거점시설 이외	65.7	61.3	36.1	68.5	18.3	47.8	100.0	35.6	83.8

자료 : 한국교통연구원(2009), 『제8권 제5장 물류거점 유형별 물류현황 및 화물원단위 분석』

[표 3-49] 물류거점 시설간 물동량 이동 현황(출하 기준)

(단위 : %)

유형	국제물류거점			광역물류거점		내륙물류거점			
	공항 물류 단지	공항 화물 터미널	항만 배후 단지	IFT	ICD	내륙 물류 단지	화물 터미널	철도 CY	공동 집배송 단지
사례수	183	104	92	239	60	54	64	99	82
공항물류단지	18.0	3.8	-	-	-	-	-	-	-
공항화물터미널	21.9	5.8	-	-	-	-	-	-	-
항만배후단지	-	-	3.3	1.3	1.7	1.9	4.7	2.0	1.2
IFT	2.7	-	-	-	-	-	-	-	-
내륙물류단지	1.6	-	4.3	0.4	1.7	11.1	-	-	11.0
화물터미널	-	-	1.1	-	-	1.9	-	3.0	-
철도 CY	-	-	10.9	2.1	31.7	-	1.6	46.5	-
평택항	-	-	-	0.8	-	-	-	-	-
농수산물도매시장	-	27.9	9.8	-	-	-	-	-	-
철도역 (철도 CY역 이외)	-	-	-	-	-	-	-	3.0	-
일반 CY (컨테이너 야드)	-	5.8	-	-	3.3	-	-	4.0	-
물류거점시설 이외	55.7	56.7	70.7	95.4	61.7	85.2	93.8	41.4	87.8

자료 : 한국교통연구원(2009), 『제8권 제5장 물류거점 유형별 물류현황 및 화물원단위 분석』

○ 물류거점시설의 품목별 입하량 비율을 살펴보면, 공항물류단지 및 공항화물터미널은 전기/전자 품목의 비중이 높으며, 항만배후단지는 기계, 철강, 음식료 및 1차 산업의 비중이 높게 나타났음

- IFT에서는 컨테이너/택배의 비중이 높게 나타났으며 내륙물류단지는 1차 산업, 화물터미널은 기계 품목의 비중이 높은 것으로 나타남

[표 3-50] 물류거점 화물 품목별 입하량(월 기준)

(단위 : %)

구분	국제물류거점			광역물류거점		내륙물류거점			
	공항 물류 단지	공항 화물 터미널	항만 배후 단지	IFT	ICD	내륙 물류 단지	화물 터미널	철도 CY	공동 집배송 단지
총 물동량(톤)	44,822	43,660	251,237	781,713	104,337	24,760	77,680	464,519	14,744
1차산업	15.0	15.9	9.8	0.0	9.4	41.5	-	-	1.6
음식료	0.8	6.2	10.5	1.3	8.5	23.1	-	0.0	20.2
섬유/의복	5.5	7.6	9.6	0.3	5.4	0.5	-	0.1	-
목재/종이/출판	1.0	0.5	5.8	1.5	12.3	8.3	1.2	11.7	1.4
석유화학	0.4	1.4	6.4	0.7	0.7	0.1	10.4	16.0	-
비금속소재	-	-	8.8	0.2	0.6	10.3	1.3	0.1	-
철강	-	0.5	14.4	0.0	1.1	-	16.9	4.0	39.2
기계	6.6	6.0	19.9	1.1	2.5	0.0	58.8	7.6	-
전기/전자	66.6	56.0	-	1.5	6.5	-	1.3	0.8	0.4
운송장비	-	0.4	2.0	0.3	0.1	-	-	4.3	-
기타	4.1	0.0	2.7	0.0	0.8	10.0	1.2	-	0.6
비제조	0.1	-	5.5	-	-	-	-	1.8	-
컨테이너/택배	-	5.6	4.7	93.0	52.3	6.2	9.0	53.6	36.5

자료 : 한국교통연구원(2009), 『제8권 제5장 물류거점 유형별 물류현황 및 화물원단위 분석』

○ 물류거점의 품목별 출하량 비율을 살펴보면, 공항물류단지 및 공항화물터미널은 전기/전자 품목의 비중이 높으며, IFT, ICD, 철도CY에서는 컨테이너/택배의 비중이 높은 것으로 나타남

[표 3-51] 물류거점 화물 품목별 출하량(월 기준)

(단위 : %)

구분	국제물류거점			광역물류거점		내륙물류거점			
	공항 물류 단지	공항 화물 터미널	항만 배후 단지	IFT	ICD	내륙 물류 단지	화물 터미널	철도 CY	공동 집배송 단지
총 물동량(톤)	41,590	42,279	207,234	776,368	90,302	32,980	97,680	515,387	14,837
1차산업	7.2	7.8	8.7	0.0	1.8	56.3	-	-	1.6
음식료	1.4	12.0	11.3	1.2	11.4	17.2	-	-	19.9
섬유/의복	7.0	11.3	9.5	0.1	4.1	0.4	-	0.0	-
목재/종이/출판	1.1	-	1.9	1.5	11.7	6.2	0.9	6.3	1.3
석유화학	0.4	-	6.5	0.8	0.6	0.1	8.2	14.0	-
비금속소재	-	-	8.8	0.1	0.5	7.7	1.0	0.1	-
철강	-	-	15.4	-	2.4	-	13.5	6.7	37.3
기계	7.7	20.3	21.6	1.0	6.8	0.0	28.0	12.8	-
전기/전자	70.4	42.2	-	1.0	17.9	-	1.0	0.7	0.4
운송장비	-	-	1.7	0.2	0.1	-	29.0	5.4	-
기타	4.6	-	2.6	0.0	-	7.5	11.2	-	0.5
비제조	0.1	-	6.1	-	-	-	-	2.2	-
컨테이너/택배	-	6.4	5.8	94.0	42.6	4.6	7.2	51.9	38.9

자료 : 한국교통연구원(2009), 『제8권 제5장 물류거점 유형별 물류현황 및 화물원단위 분석』

(1) 국제물류거점 현황

□ 항만배후단지 - 부산신항 물류단지

○ 부산신항 물류단지의 월간 전체 입하량은 142,112톤이며, 출하량은 126,820톤으로 조사됨

- 품목별로 살펴보면 '기타기계 및 장비제조품'이 가장 많으며, '제1차 금속제품', '비금속 광물제품', '기타 제품', '금속광물'의 물동량이 큼

[표 3-52] 부산신항 물류단지 월간 품목별 물동량

(단위 : 톤/월)

품목	입하량				출하량			
	사례수	평균 입하량	전체 입하량	비율 (%)	사례수	평균 출하량	전체 출하량	비율 (%)
음식료품	1	9,000	9,000	6.3	1	8,000	8,000	6.3
목재 및 나무제품(가구제외)	1	4,500	4,500	3.2	1	3,900	3,900	3.1
화합물 및 화학제품	1	10,984	10,984	7.7	1	9,000	9,000	7.1
비금속 광물제품	2	10,148	20,296	14.3	2	8,500	17,000	13.4
제1차 금속제품	2	11,238	22,476	15.8	2	8,600	17,200	13.6
기타기계 및 장비제조품	4	11,375	45,500	32.0	4	11,375	45,500	35.9
기타제품	2	8,683	17,366	12.2	2	7,910	15,820	12.5
금속광물	1	12,000	12,000	8.4	1	10,400	10,400	8.2
총 합계	14	10,152	142,122	100.0	14	9,059	126,820	100.0

자료 : 한국교통연구원(2009), 『제8권 제3장 물류거점별 현황분석』

□ 항만배후단지 - 광양항 물류단지

○ 광양항 물류단지의 월간 입하량은 146,361톤, 출하량은 117,737톤으로 조사되었으며, '적(適)컨테이너(내용물 확인 안 됨)'와 '축산물'의 운송이 상대적으로 큼

[표 3-53] 광양항 물류단지 품목별 월간 품목별 물동량

(단위 : 톤/월)

품목	입하량				출하량			
	사례수	평균 입하량	전체 입하량	비율 (%)	사례수	평균 출하량	전체 출하량	비율 (%)
임산물	1	10	10	0.0	1	10	10	0.0
축산물	3	16,667	50,000	34.2	2	20,000	40,000	34.0
의복, 의복 액세서리 및 모피제품	3	1,300	3,900	2.7	3	733	2,200	1.9
가죽, 가방 및 신발제품	1	2,100	2,100	1.4	1	2,100	2,100	1.8
목재 및 나무제품(가구제외)	1	10,000	10,000	6.8	-	-	-	-
비금속 광물제품	1	900	900	0.6	1	900	900	0.8
제1차 금속 제품	1	1,200	1,200	0.8	1	1,200	1,200	1.0
금속가공 제품 (기계 및 가구제외)	2	16,000	32,000	21.9	2	12,500	25,000	21.2
기타기계 및 장비제조품	1	174	174	0.1	1	200	200	0.2
기타제품	1	200	200	0.1	1	250	250	0.2
비금속광물	1	1,800	1,800	1.2	1	1,800	1,800	1.5
적(適)컨테이너	1	44,077	44,077	30.1	1	44,077	44,077	37.4
총 합계	17	8,610	146,361	100.0	15	6,926	117,737	100.0

자료 : 한국교통연구원(2009), 『제8권 제3장 물류거점별 현황분석』

□ 항만배후단지 - 아암 물류단지

○ 아암 물류단지의 월간 입하량은 134,164톤이며 출하량은 112,553톤으로 조사됨

- 품목별로 보면 '공 컨테이너'가 물동량이 가장 크며 '적 컨테이너', '농산물'의 물동량이 큼

[표 3-54] 아암 물류단지 월간 품목별 물동량

(단위 : 톤/월)

품목	입하량				출하량			
	사례수	평균 입하량	전체 입하량	비율 (%)	사례수	평균 출하량	전체 출하량	비율 (%)
농산물	3	8,130	24,390	18.2	4	4,274	17,097	15.2
수산물	1	304	304	0.2	1	228	228	0.2
음식료품	6	2,896	17,373	12.9	5	2,737	13,686	12.2
의복, 의복 액세서리 및 모피제품	3	4,500	13,500	10.1	3	3,433	10,300	9.2
가죽, 가방 및 신발제품	1	4,500	4,500	3.4	1	4,500	4,500	4.0
목재 및 나무제품(가구제외)	1	30	30	0.0	-	-	-	-
고무제품 및 플라스틱 제품	1	5,000	5,000	3.7	1	5,000	5,000	4.4
비금속 광물제품	1	1,000	1,000	0.7	1	1,000	1,000	0.9
제1차 금속제품	3	4,135	12,405	9.2	3	4,135	12,405	11.0
자동차 및 트레일러	1	5,000	5,000	3.7	1	3,500	3,500	3.1
기타제품	2	2,878	5,755	4.3	2	2,235	4,470	4.0
적(適)컨테이너	2	22,453	44,907	33.5	2	20,184	40,367	35.9
공(空)컨테이너	1	0	0	-	1	0	0	-
전체	26	14,892	134,164	100	25	4,690	112,553	100.0

자료 : 한국교통연구원(2009), 『제8권 제3장 물류거점별 현황분석』

□ 공항물류단지 및 공항화물터미널 - 인천공항 물류단지

○ 인천공항 물류단지의 월간 입하량은 37,877톤이며, 출하량은 36,885톤으로 조사됨

- 품목별로는 '전자부품, 컴퓨터, 영상, 음향 및 통신장비'가 가장 많은 물동량을 보이고 있으며, '기타기계 및 장비제조품', '기타 제품'이 높은 물동량을 보이고 있는 것으로 나타남

[표 3-55] 인천공항 물류단지 월간 품목별 물동량

(단위 : 톤/월)

품목	입하량				출하량			
	사례수	평균 입하량	전체 입하량	비율 (%)	사례수	평균 출하량	전체 출하량	비율 (%)
섬유제품(의복제외)	4	278	1,112	2.9	5	252	1,262	3.4
의복, 의복 액세서리 및 모피제품	6	187	1,122	3.0	5	200	998	2.7
화합물 및 화학제품	1	100	100	0.3	1	100	100	0.3
기타기계 및 장비제조품	8	333	2,660	7.0	10	290	2,898	7.9
전자부품, 컴퓨터, 영상, 음향 및 통신장비	64	433	27,713	73.2	62	426	26,387	71.5
전기 장비제품	1	50	50	0.1	1	120	120	0.3
의료, 정밀, 광학기기 및 시계	1	1,800	1,800	4.8	1	1,800	1,800	4.9
기타제품	3	1,107	3,320	8.8	3	1,107	3,320	9.0
전체	88	430	37,877	100.0	88	419	36,885	100.0

자료 : 한국교통연구원(2009), 『제8권 제3장 물류거점별 현황분석』

□ 공항물류단지 및 공항화물터미널 - 김포공항 물류단지

○ 김포공항 물류단지의 월간 입하량은 9,445톤, 출하량은 6,205톤으로 조사됨

- 품목별로는 '농산물' 및 '수산물'이 높은 물동량을 보이고 있는 것으로 나타남

[표 3-56] 김포공항 물류단지 월간 품목별 물동량

(단위 : 톤/월)

품목	입하량				출하량			
	사례수	평균 입하량	전체 입하량	비율 (%)	사례수	평균 출하량	전체 출하량	비율 (%)
농산물	2	2154	4,308	45.6	1	3,000	3,000	48.3
수산물	1	2100	2,100	22.2	-	-	-	-
축산물	1	300	300	3.2	-	-	-	-
음식료품	5	72	361	3.8	5	119	595	9.6
섬유제품(의복제외)	2	19	38	0.4	2	21	41	0.7
의복, 의복 액세서리 및 모피제품	2	96	192	2.0	2	161	321	5.2
가죽, 가방 및 신발제품	-	-	-	-	1	300	300	4.8
목재 및 나무제품(가구제외)	1	450	450	4.8	1	450	450	7.3
펄프, 종이 및 종이제품	1	2	2	0.0	1	3	3	0.0
화합물 및 화학제품	2	29	57	0.6	2	28	55	0.9
기타기계 및 장비제조품	2	144	288	3.0	2	160	320	5.2
전자부품, 컴퓨터, 영상, 음향 및 통신장비	9	128	1,149	12.2	10	80	800	12.9
전기 장비 제품	2	72	144	1.5	2	83	166	2.7
기타제품	-	-	-	-	1	100	100	1.6
석회석광물	1	55	55	0.6	1	54	54	0.9
전체	31	5621	9,445	100.0	31	200	6,205	100.0

자료 : 한국교통연구원(2009), 『제8권 제3장 물류거점별 현황분석』

□ 공항물류단지 및 공항화물터미널 - 김해공항 화물터미널

○ 김해공항 화물터미널의 월간 입하량은 2,990톤, 출하량은 2,766톤으로 조사됨

- 품목별로는 '농산물'의 물동량이 가장 많으며, '택배', '기타 기계 및 장비제조품'의 물동량도 큼

[표 3-57] 김해공항 화물터미널 월간 품목별 물동량

(단위 : 톤/월)

품목	입하량				출하량			
	사례수	평균 입하량	전체 입하량	비율 (%)	사례수	평균 출하량	전체 출하량	비율 (%)
농산물	4	205	821	27.5	2	373	745	26.9
임산물	1	51	51	1.7	-	-	-	-
수산물	5	12	59	2.0	2	2	4	0.2
섬유제품(의복제외)	1	0	0	0.0	2	10	20	0.7
의복, 의복 액세서리 및 모피제품	2	20	40	1.3	1	40	40	1.4
가죽, 가방 및 신발제품	3	54	162	5.4	4	48	192	6.9
금속가공 제품(기계 및 가구제외)	1	60	60	2.0	1	60	60	2.2
기타기계 및 장비제조품	12	50	605	20.2	12	54	647	23.4
전자부품, 컴퓨터, 영상, 음향 및 통신장비	10	25	254	8.5	12	25	297	10.7
전기 장비제품	2	23	46	1.5	2	32	64	2.3
기타운송 장비	2	92	184	6.2	-	-	-	-
기타제품	1	10	10	0.3	-	-	-	-
택배	1	697	697	23.3	1	697	697	25.2
전체	45	66	2,990	100.0	39	71	2,766	100.0

자료 : 한국교통연구원(2009), 『제8권 제3장 물류거점별 현황분석』

(2) 광역물류거점 현황

□ 복합화물터미널 - 군포 복합화물터미널

○ 군포 복합화물터미널의 월간 전체 입하량은 774,747톤이며, 출하량은 771,656톤으로 조사됨

- 품목별로 살펴보면 '택배'가 가장 많은 물동량을 보이고 있으며, 택배 이외는 '기타기계 및 장비제조품', '펄프, 종이 및 종이제품', '전자부품, 컴퓨터, 영상, 음향 및 통신장비'가 높은 물동량을 보이고 있는 것으로 나타남

[표 3-58] 군포 복합화물터미널 월간 품목별 물동량

(단위 : 톤/월)

품목	입하량				출하량			
	사례수	평균 입하량	전체 입하량	비율 (%)	사례수	평균 출하량	전체 출하량	비율 (%)
농산물	1	96	96	0.0	1	96	96	0.0
축산물	1	96	96	0.0	1	96	96	0.0
음식료품	14	334	4,677	0.6	14	322	4,513	0.6
의복, 의복 액세서리 및 모피제품	8	121	968	0.1	8	120	962	0.1
펄프, 종이 및 종이제품	3	1,797	5,392	0.7	3	1,796	5,387	0.7
인쇄 및 기록매체	2	604	1,209	0.2	2	538	1,077	0.1
코크스, 연탄 및 석유정제품	1	16	16	0.0	1	12	12	0.0
화합물 및 화학제품	5	63	316	0.0	5	61	307	0.0
고무제품 및 플라스틱제품	1	1,180	1,180	0.2	1	1,110	1,110	0.1
금속가공제품(기계 및 가구제외)	1	46	46	0.0	1	46	46	0.0
기타기계 및 장비제조품	6	946	5,678	0.7	6	909	5,454	0.7
전자부품, 컴퓨터, 영상, 음향 및 통신장비	13	450	5,844	0.8	13	352	4,580	0.6
전기 장비제품	4	523	2,091	0.3	4	501	2,003	0.3
기타운송 장비	1	30	30	0.0	1	30	30	0.0
기타제품	3	11	33	0.0	3	11	33	0.0
택배(내용물 확인 안 됨)	8	93,384	747,075	96.4	8	93,244	745,950	96.7
전체	72	10,760	774,747	100.0	72	10,717	771,656	100.0

자료 : 한국교통연구원(2009), 『제8권 제3장 물류거점별 현황분석』

□ 복합화물터미널 - 양산 복합화물터미널

○ 양산 복합화물터미널의 월간 전체 입하량은 39,948톤이며, 출하량은 31,099톤으로 조사됨

- 품목별로는 '기타기계 및 장비제조품'이 가장 많고, '택배', '음식료품', '적(適)컨테이너' 순임

[표 3-59] 양산 복합화물터미널 월간 품목별 물동량

(단위 : 톤/월)

품목	입하량				출하량			
	사례수	평균 입하량	전체 입하량	비율 (%)	사례수	평균 출하량	전체 출하량	비율 (%)
음식료품	3	783	2,350	5.9	2	1,000	2,000	6.4
섬유제품(의복제외)	1	900	900	2.3	-	-	-	-
금속가공제품(기계 및 가구제외)	1	634	634	1.6	1	634	634	2.0
기타기계 및 장비제조품	7	4,107	28,745	72.0	7	3,249	22,745	73.1
전자부품, 컴퓨터, 영상, 음향 및 통신장비	3	631	1,894	4.7	2	322	644	2.1
전기 장비 제품	1	127	127	0.3	1	127	127	0.4
의료, 정밀, 광학기기 및 시계	1	127	127	0.3	1	127	127	0.4
자동차 및 트레일러	1	1,200	1,200	3.0	1	1,000	1,000	3.2
적(適)컨테이너(내용물 확인 안 됨)	1	496	496	1.2	1	347	347	1.1
택배(내용물 확인 안 됨)	2	1,738	3,475	8.7	2	1,738	3,475	11.2
전체	21	1,902	39,948	100.0	18	1,728	31,099	100.0

자료 : 한국교통연구원(2009), 『제8권 제3장 물류거점별 현황분석』

□ ICD(Inland Container Depot) - 의왕 ICD

○ 의왕 ICD의 월간 전체 입하량을 살펴보면, 188,185톤이며, 출하량은 157,228톤으로 조사됨

- 품목별로는 '적(適)컨테이너'가 가장 많으며, 컨테이너 이외는 '전자부품, 컴퓨터, 영상, 음향 및 통신장비', '비금속 광물제품'의 물동량이 큼

[표 3-60] 의왕 ICD 월간 품목별 물동량

(단위 : 톤/월)

품목	입하량				출하량			
	사례수	평균 입하량	전체 입하량	비율 (%)	사례수	평균 출하량	전체 출하량	비율 (%)
농산물	1	1,057	1,057	0.6	1	454	454	0.3
임산물	2	7,063	14,127	7.5	-	-	-	-
음식료품	2	4,645	9,290	4.9	1	3,487	3,487	2.2
의복, 의복 액세서리 및 모피제품	1	4,000	4,000	2.1	1	4,000	4,000	2.5
가죽, 가방 및 신발제품	1	3,835	3,835	2.0	-	-	-	-
목재 및 나무제품(가구제외)	1	4,800	4,800	2.6	1	4,800	4,800	3.1
펄프, 종이 및 종이제품	3	2,999	8,997	4.8	3	7,152	21,456	13.6
화합물 및 화학제품	1	510	510	0.3	1	510	510	0.3
비금속 광물제품	2	8,679	17,358	9.2	1	510	510	0.3
제1차 금속제품	1	3,804	3,804	2.0	1	2,324	2,324	1.5
금속가공제품(기계 및 가구제외)	-	-	-	-	2	4,174	8,347	5.3
기타기계 및 장비제조품	1	1,902	1,902	1.0	-	-	-	-
전자부품, 컴퓨터, 영상, 음향 및 통신장비	2	10,924	21,848	11.6	5	6,723	33,616	21.4
기타제품	1	2,663	2,663	1.4	3	3,670	11,009	7.0
적(適)컨테이너(내용물 확인 안 됨)	5	23,499	93,994	49.9	4	22,238	66,715	42.4
공(空)컨테이너	2	-	-	-	3	-	-	-
전체	26	8,820	188,185	100.0	27	9,799	157,228	100.0

자료 : 한국교통연구원(2009), 『제8권 제3장 물류거점별 현황분석』

□ ICD(Inland Container Depot) - 양산 ICD

○ 양산 ICD 전체 입하량은 97,768톤이며, 출하량은 166,371톤으로 조사됨

- 품목별로 '적(適)컨테이너' 및 '공(空)컨테이너', '택배'의 운송량이 많은 비중을 차지함

[표 3-61] 양산 ICD 월간 품목별 물동량

(단위 : 톤/월)

품목	입하량				출하량			
	사례수	평균 입하량	전체 입하량	비율 (%)	사례수	평균 출하량	전체 출하량	비율 (%)
농산물	2	1,295	2,590	2.6	2	795	1,590	1.0
음식료품	3	2,533	7,600	7.8	3	2,533	7,600	4.6
펄프, 종이 및 종이제품	1	1,250	1,250	1.3	1	750	750	0.5
화합물 및 화학제품	1	90	90	0.1	1	90	90	0.1
기타기계 및 장비제조품	3	676	2,029	2.1	2	585	1,170	0.7
전자부품, 컴퓨터, 영상, 음향 및 통신장비	1	960	960	1.0	1	960	960	0.6
자동차 및 트레일러	1	275	275	0.3	1	275	275	0.2
적(適)컨테이너 (내용물 확인 안 됨)	5	17,946	71,785	73.4	4	36,444	145,777	87.6
공(空)컨테이너	3	-	-	-	3	-	-	-
택배(내용물 확인 안 됨)	2	5,594	11,189	11.4	2	4,079	8,159	4.9
전체	22	5,260	97,768	100.0	20	9,786	166,371	100.0

자료 : 한국교통연구원(2009), 『제8권 제3장 물류거점별 현황분석』

나. 주요 물류거점 운송수단 및 이동거리 현황

○ 물류거점 운송수단별 월간 입하량을 살펴보면, 일반카고형의 8.5톤 영업용 트럭의 비중이 대체로 높음

- 항만배후단지와 ICD, 철도 CY는 컨테이너를 많이 취급하기에 컨테이너/트레일러의 비중이 높은 편이며, IFT의 경우 2.5톤~8.5톤 영업용 트럭의 비중이 높은 것으로 나타남

[표 3-62] 물류거점 운송수단별 월간 입하량

(단위 : %)

구분			국제물류거점			광역물류거점		내륙물류거점			
			공항 물류 단지	공항 화물 터미널	항만 배후 단지	IFT	ICD	내륙 물류 단지	화물 터미널	철도 CY	공동 집배송 단지
물동량(톤)			46,322	43,378	251,237	781,713	104,337	24,556	77,680	464,519	14,636
일반 카고형	2.5톤 미만	자가용	0.6	1.1	-	0.6	0.5	0.0	-	-	-
	2.5톤 미만	영업용	15.1	9.2	0.1	19.6	-	0.2	6.4	-	1.0
	2.5톤~8.5톤	자가용	2.8	0.5	-	0.1	-	7.3	-	-	-
	2.5톤~8.5톤	영업용	16.9	4.8	0.3	47.3	-	3.2	22.0	-	8.0
	8.5톤 초과	자가용	1.1	-	-	-	-	3.1	-	-	-
	8.5톤 초과	영업용	44.2	40.5	11.2	28.5	3.2	64.4	59.6	0.0	71.1
컨테이너/ 트레일러		자가용	-	-	18.4	-	14.1	-	-	2.3	-
		영업용	2.6	13.2	58.9	3.3	25.2	21.8	2.6	48.2	19.9
특수차(탱크로리 등)			-	1.0	-	-	-	-	9.5	-	-
철도			-	-	-	-	24.8	-	-	24.6	-
해운			-	7.3	-	-	-	-	-	-	-
항공			1.8	19.2	-	-	-	-	-	-	-
철도+화물자동차			-	-	-	0.2	19.8	-	-	24.9	-
해운+화물자동차			-	-	10.1	0.5	-	-	-	-	-
항공+화물자동차			14.8	3.2	-	-	-	-	-	-	-
기타			-	-	1.0	0.0	12.5	-	-	-	-

자료 : 한국교통연구원(2009), 『제8권 제5장 물류거점유형별 물류현황 및 화물원단위 분석』

○ 물류거점 운송수단별 출하량을 살펴보면, 입하와 달리 거점유형별로 다양한 분포를 보임

- 입하 시와 비교했을 때 출하 시에는 화물자동차 규모가 작아진 모습임

○ 공동집배송단지는 2.5톤 미만 영업용 트럭이 차지하는 비중이 높으며, 공항화물터미널, IFT, 화물터미널은 2.5톤~8.5톤 영업용 트럭의 비중이 높은 것으로 나타남

[표 3-63] 물류거점 운송수단별 월간 출하량

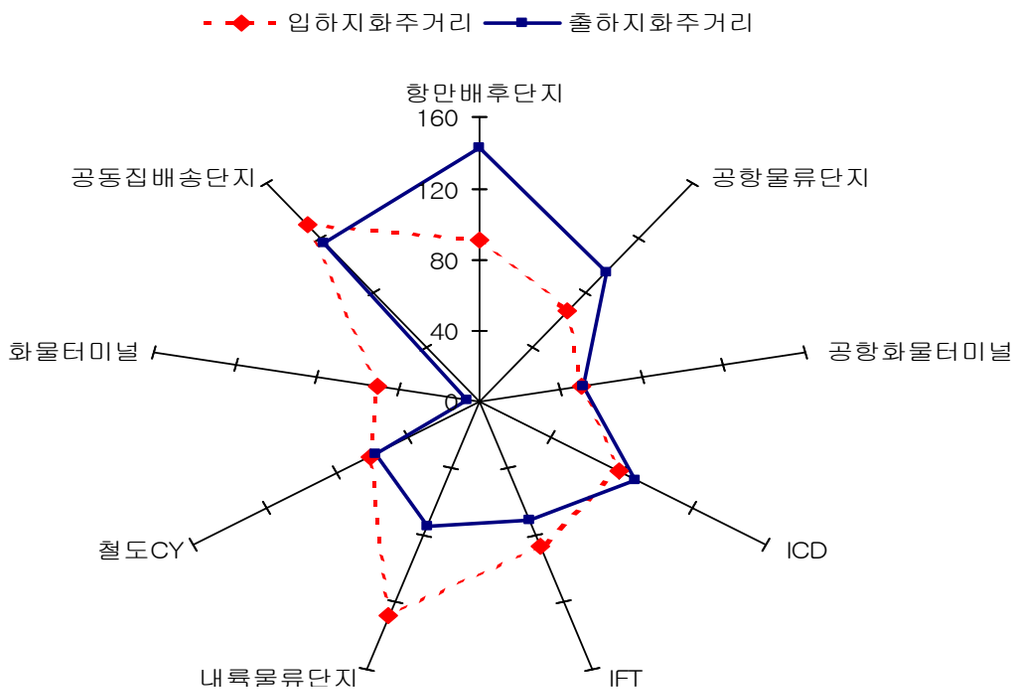
(단위 : %)

구분			국제물류거점			광역물류거점		내륙물류거점			
			공항 물류 단지	공항 화물 터미널	항만 배후 단지	IFT	ICD	내륙 물류 단지	화물 터미널	철도 CY	공동 집배송 단지
물동량(톤)			43,090	39,795	207,234	776,368	90,302	32,980	107,680	515,387	14,214
일반 카고형	2.5톤 미만	자가용	0.6	0.7	-	0.0	-	0.1	-	-	7.6
	2.5톤 미만	영업용	20.1	17.2	2.0	20.5	0.6	7.2	5.2	-	39.1
	2.5톤~8.5톤	자가용	3.1	2.0	-	0.0	-	5.5	-	-	13.2
	2.5톤~8.5톤	영업용	22.0	23.9	5.8	49.0	1.2	19.1	44.9	-	17.6
	8.5톤 초과	자가용	19.6	-	-	-	-	2.3	-	-	-
	8.5톤 초과	영업용	28.5	17.0	10.8	28.0	2.4	42.7	41.2	2.7	15.5
컨테이너/트레일러		자가용	-	-	16.1	-	5.1	-	-	1.1	-
		영업용	0.9	15.3	52.6	2.1	54.0	22.8	1.9	39.3	7.0
특수차(탱크로리 등)			-	2.3	-	-	-	-	6.9	-	-
철도			-	-	-	-	7.1	-	-	15.2	-
해운			-	1.3	-	-	-	-	-	-	-
항공			2.9	17.2	-	-	-	-	-	-	-
철도+화물자동차			-	0.1	-	-	13.4	-	-	41.6	-
해운+화물자동차			-	-	12.7	0.3	-	0.4	-	-	-
항공+화물자동차			-	-	-	-	-	-	-	-	-
기타			2.3	3.1	-	-	16.1	-	-	-	-

자료 : 한국교통연구원(2009), 『제8권 제5장 물류거점유형별 물류현황 및 화물원단위 분석』

○ 물류거점의 입하지 및 출하지 화주까지의 거리를 분석해 본 결과 공항화물터미널, ICD, IFT, 철도 CY, 공동집배송단지는 입하지와 출하지의 화주까지 거리가 비슷한 것으로 나타났으며, 항만배후단지 및 공항물류단지는 출하지 화주가 보다 멀리 위치하고 있으며, 내륙물류단지 및 화물터미널은 입하지 화주가 보다 멀리 위치하고 있음

- 항만배후단지 및 내륙물류단지, 공동집배송단지는 화주까지의 거리가 100km 내외로 상대적으로 멀리 위치하고 있으며, 공항화물터미널, 철도 CY, 화물터미널은 50km 내외로 상대적으로 가까이 위치하고 있는 모습임



자료 : 한국교통연구원(2009), 『제8권 제3장 물류거점별 현황분석』

[그림 3-9] 물류거점과 화주간의 거리

○ 물류거점별 입하지 및 출하지 화주까지 평균거리를 살펴보면 광양항만배후단지 및 양산 ICD, 태금역, 부산진역을 이용하는 화주가 거점에서 멀리 위치하고 있는 모습임

- 철도 CY역의 특성을 살펴보면 태금역 및 부산진역은 입출하지 화주까지의 거리가 100km 이상이며, 홍국사역 및 남창원역은 출하지 화주만 멀리 위치하고 있으며 매포역은 입하지 화주가 멀리 위치함

[표 3-64] 물류거점별 입하지 및 출하지 화주 평균 거리

(단위 : km)

구분			입하지 화주	출하지 화주
국제물류거점	공항물류단지	인천공항 물류단지	68.0	80.2
		김포공항 물류단지	65.7	95.7
	공항화물터미널	김해공항 화물터미널	50.1	51.2
	항만배후단지	광양항만 배후단지	137.3	137.5
		부산신항 물류단지	13.3	61.2
		아암 물류단지	72.9	241.5
광역물류거점	IFT	장성 복합물류터미널	80.8	-
		양산 복합물류터미널	169.5	72.8
		군포 터미널	60.4	62.0
	ICD	양산 ICD	126.8	202.3
		의왕 ICD	35.9	43.8
내륙물류거점	내륙물류단지	음성 물류단지	78.9	92.2
		대전 종합물류단지	115.9	39.8
		울산진장 유통단지	-	183.1
		감천항 물류단지	167.3	132.9
	화물터미널	울산 화물터미널	176.1	5.9
		안산 화물터미널	17.6	-
	철도 CY	흥국사역	5.0	104.3
		동산역	-	14.8
		태금역	286.5	239.2
		임곡역	-	7.8
		군산역	-	12.1
		석포역	5.0	-
		약목역	10.4	12.2
		매포역	99.3	41.6
		삽교역	7.3	9.0
		부강역	20.1	21.8
		청주역	20.4	20.4
		옥천역	43.3	25.5
		소정리역	39.9	39.9
		충주역	5.0	-
		부산진역	152.2	141.5
		신창원역	5.0	5.0
		남창원역	5.0	332.3
		울산항역	5.0	19.6
		온산역	-	26.5
	공동집배송단지	대구 종합유통단지	129.4	116.7

자료 : 한국교통연구원(2009), 『제8권 제3장 물류거점별 현황분석』

(1) 국제물류거점 현황

□ 항만배후단지 - 부산신항 물류단지

○ 부산신항 물류단지 입출하 시 주요 운송수단은 '영업용 컨테이너/트레일러'로서 35%를 상회함

[표 3-65] 부산신항 물류단지 입하 시 품목별 운송수단

(단위 : %)

구분	사례수	2.5톤~8.5톤	8.5톤 초과	컨테이너/트레일러	해운	해운+화물자동차
		영업용	영업용	영업용		
음식료품	1	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
목재 및 나무제품(가구제외)	1	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0
화합물 및 화학제품	1	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0
비금속 광물제품	2	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0
제1차 금속 제품	2	0.0	50.0	50.0	0.0	0.0
기타기계 및 장비제조품	4	0.0	0.0	0.0	50.0	50.0
기타제품	2	0.0	0.0	50.0	50.0	0.0
금속광물	1	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0
계	14	7.1	14.3	35.7	21.4	21.4

자료 : 한국교통연구원(2009), 『제8권 제3장 물류거점별 현황분석』

[표 3-66] 부산신항 물류단지 출하 시 품목별 운송수단

(단위 : %)

구분	사례수	2.5톤~8.5톤	8.5톤 초과	컨테이너/트레일러	해운+화물자동차
		영업용	영업용	영업용	
음식료품	1	0.0	0.0	0.0	100.0
목재 및 나무제품(가구제외)	2	50.0	50.0	0.0	0.0
화합물 및 화학제품	1	100.0	0.0	0.0	0.0
비금속 광물제품	2	0.0	0.0	100.0	0.0
제1차 금속 제품	3	0.0	33.3	66.7	0.0
기타기계 및 장비제조품	4	0.0	50.0	0.0	50.0
기타제품	2	0.0	50.0	50.0	0.0
금속광물	1	0.0	0.0	100.0	0.0
계	16	12.5	31.3	37.5	18.8

자료 : 한국교통연구원(2009), 『제8권 제3장 물류거점별 현황분석』

□ 항만배후단지 - 광양항 물류단지

○ 광양항 물류단지 입하 시 운송수단은 '영업용 컨테이너/트레일러'가 52.9%로 가장 높은 비중을 차지함

○ 광양항 물류단지 출하 시 주요 운송수단은 '영업용 8.5톤 초과'가 56.3%로 가장 높은 비중을 차지함

[표 3-67] 광양항 물류단지 입하 시 품목별 운송수단

(단위 : %)

구분	사례수	8.5톤 초과 영업용		컨테이너/트레일러 영업용	
		입하	출하	입하	출하
임산물	1	100.0	100.0		
축산물	3	100.0	100.0		
의복, 의복 액세서리 및 모피제품	3	66.7	100.0	33.3	
가죽, 가방 및 신발제품	1	100.0	100.0		
목재 및 나무제품(가구제외)	1	100.0			
비금속 광물제품	1			100.0	100.0
제1차 금속 제품	1			100.0	100.0
금속가공 제품 (기계 및 가구제외)	2			100.0	100.0
기타기계 및 장비제조품	1		50.0	100.0	50.0
기타제품	1		100.0	100.0	
비금속광물	1			100.0	100.0
적(適)컨테이너	1			100.0	100.0
계	17	47.1	56.3	52.9	43.8

자료 : 한국교통연구원(2009), 『제8권 제3장 물류거점별 현황분석』

□ 항만배후단지 - 아암 물류단지

○ 아암 물류단지 입하 시 주요 운송수단은 '영업용 컨테이너/트레일러'이며 출하 시는 '영업용 8.5톤 초과'의 비중이 큼

[표 3-68] 아암 물류단지 입하 시 품목별 운송수단

(단위 : %)

구분	사례수	2.5톤 미만	2.5톤~8.5톤	8.5톤 초과	컨테이너/트레일러		해운+화물자동차
		영업용	영업용	영업용	자가용	영업용	
농산물	4	-	-	-	25.0	75.0	-
수산물	1	-	-	-		100.0	-
음식료품	7	-	-	28.6	14.3	57.1	-
의복, 의복 액세서리 및 모피제품	4	-	-	-	25.0	75.0	-
가죽, 가방 및 신발제품	1	-	-	-	-	100.0	-
목재 및 나무제품(가구제외)	3	33.3	33.3	-	33.3	-	-
고무제품 및 플라스틱제품	1	-	-	-	-	100.0	-
비금속 광물제품	1	-	-	-	-	100.0	-
제1차 금속제품	6	16.7	16.7	33.3	-	33.3	-
자동차 및 트레일러	1	-	-	-	-	100.0	-
기타제품	3	-	-	-	33.3	66.7	-
적(適)컨테이너	3	-	-	-	33.3	33.3	33.3
공(空)컨테이너	3	-	-	-	33.3	33.3	33.3
계	38	5.3	5.3	10.5	18.4	55.3	5.3

자료 : 한국교통연구원(2009), 『제8권 제3장 물류거점별 현황분석』

[표 3-69] 아암 물류단지 출하 시 품목별 운송수단

(단위 : %)

구분	사례수	2.5톤 미만	2.5톤~8.5톤	8.5톤 초과	컨테이너/트레일러		해운+화물자동차
		영업용	영업용	영업용	자가용	영업용	
농산물	11	27.3	27.3	27.3	9.1	9.1	-
수산물	3	33.3	33.3	33.3	-	-	-
음식료품	8	12.5	37.5	25.0	12.5	12.5	-
의복, 의복 액세서리 및 모피제품	5	-	20.0	40.0	20.0	20.0	-
가죽, 가방 및 신발제품	1	-	-	100.0	-	-	-
목재 및 나무제품(가구제외)	3	33.3	33.3	33.3	-	-	-
고무제품 및 플라스틱제품	3	33.3	33.3	33.3	-	-	-
비금속 광물제품	2	-	50.0	50.0	-	-	-
제1차 금속제품	7	14.3	28.6	42.9	-	14.3	-
자동차 및 트레일러	1	-	-	-	-	100.0	-
기타제품	6	50.0	33.3	16.7	-	-	-
적(適)컨테이너	3	-	-	-	33.3	33.3	33.3
공(空)컨테이너	3	-	-	-	33.3	33.3	33.3
계	56	19.6	26.8	28.6	8.9	12.5	3.6

자료 : 한국교통연구원(2009), 『제8권 제3장 물류거점별 현황분석』

□ 공항물류단지 및 공항화물터미널 - 인천공항 물류단지

○ 인천공항 물류단지 입하 시 운송수단은 '8.5톤 초과 영업용 화물자동차'가 36.7%로 가장 높은 비중을 차지하고 있으며 출하 시에도 유사함

[표 3-70] 인천공항 물류단지 입하 시 품목별 운송수단

(단위 : %)

구분	사례수	2.5톤 미만		2.5톤~8.5톤		8.5톤 초과		컨테이너/트레일러	항공+화물자동차
		자가용	영업용	자가용	영업용	자가용	영업용		
섬유제품(의복제외)	10	20.0	20.0	20.0	10.0	10.0	20.0	-	-
의복, 의복 액세서리 및 모피제품	15	6.7	20.0	6.7	26.7	6.7	33.3	-	-
화합물 및 화학제품	3	-	33.3	-	33.3	-	33.3	-	-
기타기계 및 장비제조품	10	-	20.0	20.0	-	20.0	40.0	-	-
전자부품, 컴퓨터, 영상, 음향 및 통신장비	119	2.5	17.6	3.4	26.9	3.4	38.7	2.5	5.0
전기 장비 제품	3	-	33.3	-	33.3	-	33.3	-	-
의료, 정밀, 광학기기 및 시계	3	-	33.3	-	33.3	-	33.3	-	-
기타제품	4	-	25.0	-	25.0	25.0	25.0	-	-
항공화물	2	-	50.0	-	-	-	50.0	-	-
전체	169	3.6	19.5	5.3	24.3	5.3	36.7	1.8	3.6

자료 : 한국교통연구원(2009), 『제8권 제3장 물류거점별 현황분석』

[표 3-71] 인천공항 물류단지 출하 시 품목별 운송수단

(단위 : %)

구분	사례수	2.5톤 미만		2.5톤~8.5톤		8.5톤 초과		컨테이너/트레일러	항공	항공+화물자동차
		자가용	영업용	자가용	영업용	자가용	영업용			
섬유제품(의복제외)	12	16.7	8.3	16.7	16.7	8.3	25.0	-	8.3	-
의복, 의복 액세서리 및 모피제품	14	-	28.6	-	35.7	-	35.7	-	-	-
화합물 및 화학제품	3	-	33.3	-	33.3	-	33.3	-	-	-
기타기계 및 장비제조품	16	-	25.0	12.5	12.5	-	25.0	-	12.5	12.5
전자부품, 컴퓨터, 영상, 음향 및 통신장비	128	3.1	19.5	3.9	25.8	6.3	33.6	4.7	-	3.1
전기 장비 제품	3	-	33.3	-	33.3	-	33.3	-	-	-
의료, 정밀, 광학기기 및 시계	3	-	33.3	-	33.3	-	33.3	-	-	-
기타제품	6	-	33.3	-	33.3	-	33.3	-	-	-
항공화물	2	-	50.0	-	-	-	50.0	-	-	-
전체	187	3.2	21.4	4.8	25.1	4.8	32.6	3.2	1.6	3.2

자료 : 한국교통연구원(2009), 『제8권 제3장 물류거점별 현황분석』

□ 공항물류단지 및 공항화물터미널 - 김포공항 물류단지

○ 김포공항 물류단지 입하 시 운송수단은 '컨테이너/트레일러'가 45.3%로 가장 높은 비중을 차지하며, 출하 시에는 '2.5톤 미만 영업용 화물자동차'가 43.3%로 가장 높은 비중을 차지함

[표 3-72] 김포공항 물류단지 입하 시 품목별 운송수단

(단위 : %)

구분	사례수	2.5톤 미만 영업용	2.5톤~8.5톤 영업용	8.5톤 초과 영업용	컨테이너/트레일러	항공	항공+화물자동차
농산물	2	-	-	-	-	50	50
수산물	1	-	-	-	-	-	100
축산물	1	-	-	-	-	-	100
음식료품	9	-	22.2	-	66.7	11.1	-
섬유제품(의복제외)	2	100	-	-	-	-	-
의복, 의복 액세서리 및 모피제품	4	-	25	25	25	25	-
목재 및 나무제품(가구제외)	3	-	33.3	33.3	33.3	-	-
펄프, 종이 및 종이제품	1	-	-	-	100	-	-
화합물 및 화학제품	2	-	-	-	100	-	-
기타기계 및 장비제조품	3	33.3	-	33.3	33.3	-	-
전자부품, 컴퓨터, 영상, 음향 및 통신장비	19	26.3	21.1	15.8	36.8	-	-
전기 장비 제품	4	-	-	-	100	-	-
석회석광물	2	-	50	-	50	-	-
전체	53	15.1	17	11.3	45.3	5.7	5.7

자료 : 한국교통연구원(2009), 『제8권 제3장 물류거점별 현황분석』

[표 3-73] 김포공항 물류단지 출하 시 품목별 운송수단

(단위 : %)

구분	사례수	2.5톤 미만 영업용	2.5톤~8.5톤 영업용	8.5톤 초과 영업용	컨테이너/트레일러	항공
농산물	3	33.3	33.3	33.3	-	-
음식료품	9	22.2	44.4	-	22.2	11.1
섬유제품(의복제외)	2	100	-	-	-	-
의복, 의복 액세서리 및 모피제품	4	25	25	25	-	25
가죽, 가방 및 신발제품	3	33.3	33.3	33.3	-	-
목재 및 나무제품(가구제외)	3	33.3	33.3	33.3	-	-
펄프, 종이 및 종이제품	2	50	50	-	-	-
화합물 및 화학제품	2	100	-	-	-	-
기타기계 및 장비제조품	2	100	-	-	-	-
전자부품, 컴퓨터, 영상, 음향 및 통신장비	22	45.5	36.4	9.1	4.5	4.5
전기 장비 제품	4	50	50	-	-	-
기타제품	2	50	50	-	-	-
석회석광물	2	-	50	-	50	-
전체	60	43.3	35	10.0	6.7	5.0

자료 : 한국교통연구원(2009), 『제8권 제3장 물류거점별 현황분석』

□ 공항물류단지 및 공항화물터미널 - 김해공항 화물터미널

○ 김해공항 화물터미널 입하 시 운송수단은 '2.5톤 미만 영업용 화물자동차'가 49.3%로 가장 높은 비중을 차지하고 있으며, 출하 시에는 '2.5톤 ~8.5톤 영업용 화물자동차'가 46.4%로 비중이 큼

[표 3-74] 김해공항 화물터미널 입하 시 품목별 운송수단

(단위 : %)

구분	사례 수	2.5톤 미만	2.5톤~8.5톤	8.5톤 초과	항공	항공+ 화물 자동차
		영업용	영업용	영업용		
농산물	6	16.7	33.3	16.7	16.7	16.7
수산물	6	66.7	16.7	-	16.7	-
섬유제품(의복제외)	1	100.0	-	-	-	-
의복, 의복 액세서리 및 모피제품	1	100.0	-	-	-	-
가죽, 가방 및 신발제품	8	50.0	25.0	25.0	-	-
금속가공 제품 (기계 및 가구제외)	4	50.0	50.0	-	-	-
기타기계 및 장비제조품	14	64.3	14.3	-	7.1	14.3
전자부품, 컴퓨터, 영상, 음향 및 통신장비	17	35.3	23.5	17.6	23.5	-
전기 장비 제품	6	66.7	16.7	16.7	-	-
기타운송 장비	2	50.0	-	-	-	50.0
기타제품	1	-	-	-	100.0	-
택배	1	-	-	-	100.0	-
전체	67	49.3	20.9	10.4	13.4	6.0

자료 : 한국교통연구원(2009), 『제8권 제3장 물류거점별 현황분석』

[표 3-75] 김해공항 화물터미널 출하 시 품목별 운송수단

(단위 : %)

구분	사례 수	2.5톤 미만	2.5톤~8.5톤	8.5톤 초과	항공 +화물자동차
		자가용	영업용	영업용	
농산물	2	-	-	-	-
수산물	4	-	100.0	-	-
섬유제품(의복제외)	2	-	50.0	-	-
가죽, 가방 및 신발제품	6	-	33.3	33.3	16.7
금속가공 제품(기계 및 가구제외)	3	-	33.3	33.3	-
기타기계 및 장비제조품	16	6.3	43.8	18.8	6.3
전자부품, 컴퓨터, 영상, 음향 및 통신장비	15	-	40.0	20.0	13.3
전기 장비제품	6	-	66.7	16.7	16.7
기타운송 장비	1	-	-	-	-
택배	1	-	100.0	-	-
전체	56	1.8	46.4	17.9	8.9

자료 : 한국교통연구원(2009), 『제8권 제3장 물류거점별 현황분석』

(2) 광역물류거점 현황

□ 복합화물터미널 - 군포 복합화물터미널

○ 군포 복합화물터미널 입하 시 주요 운송수단은 '8.5톤 초과 영업용 화물자동차'가 26.9%로 가장 높은 비중을 차지하고 있으며, 대부분 영업용 화물자동차로 운송수단을 활용하고 있는 것으로 나타남

[표 3-76] 군포 복합화물터미널 입하 시 품목별 운송수단

(단위 : %)

구분	사례수	2.5톤 미만		2.5톤~8.5톤		8.5톤 초과	컨테이너 / 트레일러	철도+화물 자동차
		자가용	영업용	자가용	영업용	영업용		
음식료품	27	0.0	11.1	11.1	22.2	22.2	22.2	11.1
의복, 의복 액세서리 및 모피제품	12	0.0	50.0	0.0	50.0	0.0	0.0	0.0
펄프, 종이 및 종이제품	3	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0
인쇄 및 기록매체	12	0.0	25.0	0.0	50.0	25.0	0.0	0.0
화합물 및 화학제품	9	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
고무제품 및 플라스틱 제품	3	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0
기타기계 및 장비제조품	12	0.0	25.0	0.0	25.0	0.0	50.0	0.0
전자부품, 컴퓨터, 영상, 음향 및 통신장비	15	0.0	20.0	20.0	20.0	20.0	0.0	20.0
전기 장비제품	6	0.0	50.0	0.0	0.0	50.0	0.0	0.0
택배	57	5.3	21.1	0.0	26.3	36.8	10.5	0.0
계	156	1.9	26.9	3.8	25.0	26.9	11.5	3.8

자료 : 한국교통연구원(2009), 『제8권 제3장 물류거점별 현황분석』

○ 군포 복합화물터미널 출하 시 주요 운송수단은 '2.5톤~8.5톤 화물자동차'가 30.5%로 가장 높은 비중을 차지하고 있으며, 대부분 영업용 화물자동차로 운송수단을 활용하고 있는 것으로 나타남

[표 3-77] 군포 복합화물터미널 출하 시 품목별 운송수단

(단위 : %)

구분	사례수	2.5톤 미만		2.5톤~8.5톤		8.5톤 초과	컨테이너/트레일러
		자가용	영업용	자가용	영업용	영업용	
농산물	2	50.0	50.0	0.0	0.0	0.0	0.0
축산물	2	50.0	50.0	0.0	0.0	0.0	0.0
음식료품	21	19.0	19.0	14.3	38.1	9.5	0.0
의복, 의복 액세서리 및 모피제품	9	0.0	55.6	0.0	11.1	33.3	0.0
펄프, 종이 및 종이제품	4	0.0	25.0	0.0	50.0	25.0	0.0
인쇄 및 기록매체	4	0.0	50.0	0.0	25.0	25.0	0.0
코크스, 연탄 및 석유정제품	1	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0
화합물 및 화학제품	6	0.0	83.3	0.0	16.7	0.0	0.0
고무제품 및 플라스틱제품	2	0.0	50.0	0.0	50.0	0.0	0.0
금속가공제품 (기계 및 가구제외)	2	0.0	0.0	0.0	50.0	50.0	0.0
기타기계 및 장비제조품	13	0.0	46.2	0.0	23.1	23.1	7.7
전자부품, 컴퓨터, 영상, 음향 및 통신장비	23	0.0	52.2	0.0	39.1	8.7	0.0
전기 장비제품	6	0.0	33.3	0.0	50.0	16.7	0.0
기타운송 장비	1	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0
기타제품	3	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0
택배	19	0.0	26.3	0.0	26.3	36.8	10.5
계	118	5.1	41.5	2.5	30.5	17.8	2.5

자료 : 한국교통연구원(2009), 『제8권 제3장 물류거점별 현황분석』

□ 복합화물터미널 - 양산 복합화물터미널

○ 양산 복합화물터미널의 주요 운송수단은 '컨테이너/트레일러'가 43.3%로 가장 높은 비중을 차지하고 있으며, 대부분 영업용 화물자동차로 운송수단을 활용하고 있는 것으로 나타남

[표 3-78] 양산 복합화물터미널 입하 시 품목별 운송수단

(단위 : %)

구분	사례수	2.5톤 미만 영업용	2.5톤~8.5톤 영업용	8.5톤 초과 영업용	컨테이너/트레일러	해운+화물자동차
농산물	3	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0
음식료품	4	25.0	25.0	25.0	25.0	0.0
고무제품 및 플라스틱제품	2	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0
금속가공제품 (기계 및 가구제외)	1	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0
기타기계 및 장비제조품	7	42.9	14.3	0.0	42.9	0.0
전자부품, 컴퓨터, 영상, 음향 및 통신장비	3	0.0	0.0	33.3	66.7	0.0
전기 장비제품	2	0.0	0.0	50.0	50.0	0.0
의료, 정밀, 광학기기 및 시계	2	0.0	0.0	50.0	50.0	0.0
자동차 및 트레일러	2	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
적(適)컨테이너	1	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0
택배	3	33.3	33.3	0.0	33.3	0.0
계	30	16.7	10.0	23.3	43.3	6.7

자료 : 한국교통연구원(2009), 『제8권 제3장 물류거점별 현황분석』

○ 양산 복합화물터미널의 주요 운송수단은 '컨테이너/트레일러'가 43.3%로 가장 높은 비중을 차지하고 있으며, 대부분 영업용 화물자동차로 운송수단을 활용하고 있는 것으로 나타남

[표 3-79] 양산 복합화물터미널 출하 시 품목별 운송수단

(단위 : %)

구분	사례수	2.5톤 미만 영업용	2.5톤~8.5톤 영업용	8.5톤 초과 영업용	컨테이너/트레일러	해운+화물자동차
농산물	3	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0
음식료품	4	25.0	25.0	0.0	50.0	0.0
고무제품 및 플라스틱제품	2	0.0	0.0	50.0	50.0	0.0
금속가공제품(기계 및 가구제외)	1	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0
기타기계 및 장비제조품	7	42.9	14.3	0.0	42.9	0.0
전자부품, 컴퓨터, 영상, 음향 및 통신장비	3	0.0	0.0	33.3	66.7	0.0
전기 장비제품	2	0.0	0.0	50.0	50.0	0.0
의료, 정밀, 광학기기 및 시계	2	0.0	0.0	50.0	50.0	0.0
자동차 및 트레일러	2	0.0	0.0	0.0	50.0	50.0
택배	2	0.0	0.0	50.0	50.0	0.0
계	30	13.3	6.7	26.7	43.3	3.3

자료 : 한국교통연구원(2009), 『제8권 제3장 물류거점별 현황분석』

□ ICD(Inland Container Depot) - 의왕 ICD

○ 의왕 ICD 입하 시 주요 운송수단은 '철도+화물자동차'가 31.6%로 가장 높은 비중을 차지하고 있으며, '영업용 컨테이너/트레일러'가 31.6% 순으로 나타남

[표 3-80] 의왕 ICD 입하 시 품목별 운송수단

(단위 : %)

구분	사례 수	2.5톤 미만	컨테이너/트레일러		철도	철도+ 화물자동차
		자가용	자가용	영업용		
농산물	1	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0
임산물	3	0.0	0.0	33.3	0.0	66.7
음식료품	2	0.0	0.0	50.0	0.0	50.0
의복, 의복 액세서리 및 모피제품	2	0.0	50.0	50.0	0.0	0.0
가죽, 가방 및 신발제품	1	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
목재 및 나무제품(가구제외)	2	0.0	50.0	50.0	0.0	0.0
펄프, 종이 및 종이제품	4	0.0	25.0	25.0	0.0	50.0
화합물 및 화학제품	1	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
비금속 광물제품	2	0.0	0.0	50.0	0.0	50.0
제1차 금속 제품	1	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
기타기계 및 장비제조품	1	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
전자부품, 컴퓨터, 영상, 음향 및 통신장비	3	0.0	0.0	66.7	33.3	0.0
기타제품	1	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
적(適)컨테이너	11	0.0	18.2	27.3	45.5	9.1
공(空)컨테이너	3	0.0	0.0	66.7	33.3	0.0
계	38	2.6	13.2	31.6	18.4	31.6

자료 : 한국교통연구원(2009), 『제8권 제3장 물류거점별 현황분석』

○ 의왕 ICD 출하 시 주요 운송수단은 '영업용 컨테이너/트레일러'가 51.6%로 가장 높은 비중을 차지하고 있으며, '철도+화물자동차'가 25.8% 순으로 나타남

[표 3-81] 의왕 ICD 출하 시 품목별 운송수단

(단위 : %)

구분	사례수	컨테이너/트레일러		철도	철도+화물자동차
		자가용	영업용		
농산물	1	0.0	100.0	0.0	0.0
음식료품	1	0.0	0.0	0.0	100.0
의복, 의복 액세서리 및 모피제품	2	50.0	50.0	0.0	0.0
목재 및 나무제품(가구제외)	2	50.0	50.0	0.0	0.0
펄프, 종이 및 종이제품	4	25.0	50.0	0.0	25.0
화합물 및 화학제품	1	0.0	0.0	0.0	100.0
비금속 광물제품	1	0.0	0.0	0.0	100.0
금속가공 제품(기계 및 가구제외)	1	0.0	0.0	0.0	100.0
기타기계 및 장비제조품	3	0.0	33.3	0.0	66.7
전자부품, 컴퓨터, 영상, 음향 및 통신장비	5	0.0	60.0	20.0	20.0
적(適)컨테이너	7	14.3	57.1	28.6	0.0
공(空)컨테이너	3	0.0	100.0	0.0	0.0
계	31	12.9	51.6	9.7	25.8

자료 : 한국교통연구원(2009), 『제8권 제3장 물류거점별 현황분석』

□ ICD(Inland Container Depot) - 양산 ICD

○ 양산 ICD의 주요 운송수단은 '영업용 컨테이너/트레일러'가 83.3%로 가장 높은 비중을 차지하고 있으며, '8.5톤 초과 영업용 화물자동차'가 12.5% 순으로 나타남

[표 3-82] 양산 ICD 입하 시 품목별 운송수단

(단위 : %)

구분	사례수	8.5톤 초과	컨테이너/트레일러	
		영업용	자가용	영업용
농산물	2	0.0	0.0	100.0
음식료품	3	33.3	0.0	66.7
펄프, 종이 및 종이제품	1	0.0	0.0	100.0
화합물 및 화학제품	1	0.0	0.0	100.0
기타기계 및 장비제조품	3	0.0	0.0	100.0
전자부품, 컴퓨터, 영상, 음향 및 통신장비	1	0.0	0.0	100.0
자동차 및 트레일러	1	0.0	0.0	100.0
적(適)컨테이너	5	0.0	20.0	80.0
공(空)컨테이너	3	0.0	0.0	100.0
택배	4	50.0	0.0	50.0
계	24	12.5	4.2	83.3

자료 : 한국교통연구원(2009), 『제8권 제3장 물류거점별 현황분석』

○ 양산 ICD의 주요 운송수단은 '8.5톤 초과 영업용 화물자동차'가 32.4%로 가장 높은 비중을 차지하고 있으며, 대부분 영업용 화물자동차를 운송수단으로 활용하고 있는 것으로 나타남

[표 3-83] 양산 ICD 출하 시 품목별 운송수단

(단위 : %)

구분	사례 수	2.5톤 미만	2.5톤~8.5톤	8.5톤 초과	컨테이너/트레일러	
		영업용	영업용	영업용	자가용	영업용
농산물	5	20.0	40.0	40.0	0.0	0.0
음식료품	3	0.0	0.0	66.7	0.0	33.3
펄프, 종이 및 종이제품	3	33.3	33.3	33.3	0.0	0.0
화합물 및 화학제품	2	0.0	50.0	50.0	0.0	0.0
기타기계 및 장비제조품	6	33.3	33.3	33.3	0.0	0.0
전자부품, 컴퓨터, 영상, 음향 및 통신장비	3	33.3	33.3	33.3	0.0	0.0
자동차 및 트레일러	1	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
적(適)컨테이너	6	16.7	33.3	16.7	0.0	33.3
공(空)컨테이너	4	0.0	0.0	0.0	25.0	75.0
택배	4	0.0	0.0	50.0	0.0	50.0
계	37	16.2	24.3	32.4	2.7	24.3

자료 : 한국교통연구원(2009), 『제8권 제3장 물류거점별 현황분석』

다. 주요 물류거점 입/출하지 분포

○ 물류거점 입하화물의 출발지와 출하화물의 도착지 분포를 살펴보면, 물류거점 기준 국내원거리(해당광역시도 이외 지역)가 높은 비중을 차지함

- 공항화물터미널, 항만배후단지, 화물터미널, 공동집배송단지는 해당 광역시/도 지역내와 인접시/군/구 지역내에서 입하되는 경우가 많으며, 내륙물류단지, 화물터미널, 집배송단지는 해당광역시/도 지역내로 출하되는 비율이 상대적으로 높음

○ 물류거점의 입하지와 출하지는 대부분 제조업체, 수출입 항만, 공항으로 나타남

[표 3-84] 물류거점 입하지 및 출하지 분포

(단위 : %)

구분			사례 수	동일물류 단지내부	입접시/군 /구지역내	해당광역시 / 도지역내	국내원거리 지역	해외지역
전체		입하	290	7.0	21.3	28.5	42.7	0.4
		출하		6.6	19.2	30.1	43.3	0.7
국제 물류 거점	공항물류단지	입하	43	5.7	16.0	16.1	62.2	0.0
		출하		24.4	21.2	12.6	41.8	0.0
	공항화물 터미널	입하	33	19.2	18.1	33.7	24.3	4.7
		출하		5.9	11.4	35.5	40.3	6.9
	항만배후단지	입하	25	6.3	43.5	23.8	26.5	0.0
		출하		1.3	32.0	9.6	57.2	0.0
광역 물류 거점	IFT	입하	49	1.0	6.4	41.5	51.1	0.0
		출하		2.0	10.4	33.7	53.8	0.0
	ICD	입하	29	0.0	14.3	14.6	70.6	0.0
		출하		1.0	12.3	19.5	67.3	0.0
내륙 물류 거점	내륙물류단지	입하	23	20.5	10.6	24.1	44.9	0.0
		출하		20.3	21.0	36.5	22.3	0.0
	화물 터미널	입하	14	0.0	68.5	18.1	13.5	0.0
		출하		0.0	5.6	57.9	36.5	0.0
	철도 CY	입하	48	10.9	29.0	26.4	33.7	0.0
		출하		0.7	20.4	38.0	40.9	0.0
	공동집배송 단지	입하	26	1.3	20.3	50.1	28.3	0.0
		출하		2.0	39.4	42.6	16.0	0.0

자료 : 한국교통연구원(2009), 『제8권 제3장 물류거점별 현황분석』

[표 3-85] 물류거점 입하지 및 출하지 유형

(단위 : %)

구분			사례수	동일 물류 단지 내부	제조 업체	도/소매 유통 업체	수출입 항만, 공항	ICD/ 철도 CY	타지역 물류/ 화물 터미널	최종 소비자	기타
전체		입하	290	6.3	38.4	8.8	29.4	6.2	6.7	1.3	2.9
		출하		7.1	21.7	24.1	20.1	6.6	8.8	9.8	1.9
국제물류거점	공항물류단지	입하	43	7.8	47.2	5.7	29.3	0.1	5.5	1.5	2.9
		출하		25.7	13.3	16.6	27.0	0.0	8.3	4.0	5.1
	공항화물터미널	입하	33	11.7	26.2	4.4	48.3	0.0	6.7	0.8	1.9
		출하		6.1	27.0	22.3	35.9	0.0	3.7	2.5	2.5
	항만배후단지	입하	25	8.3	6.9	19.0	58.7	0.3	2.6	0.3	4.0
		출하		5.7	15.6	32.1	24.5	0.3	18.9	1.4	1.5
광역물류거점	IFT	입하	49	1.0	33.7	23.8	35.0	0.0	2.8	0.7	3.1
		출하		2.0	16.6	50.0	6.3	0.0	4.3	16.6	4.1
	ICD	입하	29	0.0	19.0	0.0	51.8	14.2	10.4	4.6	0.0
		출하		1.0	20.8	16.9	36.3	10.4	8.3	6.3	0.0
내륙물류거점	내륙물류단지	입하	23	18.6	33.4	3.2	11.8	0.0	16.6	2.7	13.7
		출하		19.3	28.6	25.2	5.4	0.0	9.5	12.0	0.0
	화물터미널	입하	14	0.0	91.7	0.0	0.0	0.0	0.0	3.8	4.6
		출하		0.0	75.9	11.2	4.6	0.0	4.6	3.8	0.0
	철도CY	입하	48	8.9	40.0	0.0	15.6	29.2	6.4	0.0	0.0
		출하		0.0	18.7	0.0	30.7	33.6	16.0	1.1	0.0
	공동집배송단지	입하	26	1.3	70.9	12.7	3.1	0.0	11.1	0.0	1.0
		출하		0.8	19.8	35.0	0.0	0.0	3.7	40.7	0.0

자료 : 한국교통연구원(2009), 『제8권 제3장 물류거점별 현황분석』

(1) 국제물류거점 현황

□ 항만배후단지 - 부산신항 물류단지

○ 부산신항 물류단지 입하지역의 분포를 살펴보면 '국내 원거리지역'이 50.0%로 가장 많은 비중을 차지하고 있으며, 다음으로 '광역시/도지역내'가 34.0%순임

- 출하지역의 경우도 '국내 원거리지역'이 55.0%로 높은 비중을 보이고 있음

[표 3-86] 부산신항 물류단지 입하 및 출하 지역 분포

(단위 : %)

구분	동일물류 단지내부	인접시/군/구 지역내	해당광역시/도 지역내	국내 원거리지역	해외지역
입하지역	10.0	6.0	34.0	50.0	0.0
출하지역	6.0	29.0	10.0	55.0	0.0

자료 : 한국교통연구원(2009), 『제8권 제3장 물류거점별 현황분석』

○ 부산신항 물류단지 입하지역의 유형은 '수출입 항만/공항'이 49.0%로 가장 높은 비중을 보이고 있으며, '제조업체'가 24.0%를 차지함

- 출하지역의 유형은 '도·소매 유통업체'와 '수출입 항만/공항'이 28.0%, '제조업체'가 24.0% 순으로 나타남

[표 3-87] 부산신항 물류단지 입하 및 출하 지역 유형

(단위 : %)

구분	동일물류 단지내부	제조업체	도·소매 유통업체	수출입 항만/공항	ICD/ 철도CY	타지역 물류/ 화물 터미널	최종 소비자	기타
입하	18.0	24.0	9.0	49.0	0.0	0.0	0.0	0.0
출하	6.0	24.0	28.0	28.0	0.0	14.0	0.0	0.0

자료 : 한국교통연구원(2009), 『제8권 제3장 물류거점별 현황분석』

○ 부산신항 물류단지의 입출하 실적이 가장 많은 지역은 '부산 강서구'이며, 주요 입출하 품목은 '기타기계 및 장비제조품'으로 나타남

□ 항만배후단지 - 광양항 물류단지

○ 광양항 물류단지 입하지역의 분포를 살펴보면 '인접시/군/구지역내'가 40.0%로 가장 많은 비중을 차지하고 있으며, '해당 광역시/도지역내(전라남도 이내)'가 30.0% 순으로 나타남

- 출하지역의 경우 입하지역보다는 '국내 원거리지역'이 54.0%로 상대적으로 보다 높은 비중을 보이고 있음

[표 3-88] 광양항 물류단지 입하 및 출하 지역 분포

구분	동일물류 단지내부	인접시/군/구 지역내	해당광역시/도 지역내	국내 원거리지역	해외지역
입하지역	10.0	40.0	30.0	20.0	0.0
출하지역	0.0	42.0	4.0	54.0	0.0

자료 : 한국교통연구원(2009), 『제8권 제3장 물류거점별 현황분석』

○ 광양항 물류단지 입하지역의 유형을 살펴보면 '수출입항만/공항'이 50.0%로 가장 높은 비중을 보이고 있으며, '도·소매 유통업체'가 40.0% 순으로 나타났음

- 출하지역의 유형은 '수출입항만/공항'이 40.0%, '타지역물류/화물터미널'이 30.0% 순으로 나타남

[표 3-89] 광양항 물류단지 입하 및 출하 지역 유형

(단위 : %)

구분	동일물류 단지내부	제조업체	도·소매 유통업체	수출입 항만/공항	ICD/ 철도CY	타지역 물류/ 화물 터미널	최종 소비자	기타
입하	10.0	0.0	40.0	50.0	0.0	0.0	0.0	0.0
출하	10.0	0.0	20.0	40.0	0.0	30.0	0.0	0.0

자료 : 한국교통연구원(2009), 『제8권 제3장 물류거점별 현황분석』

○ 광양항 물류단지의 입하 실적이 가장 많은 지역은 '전남 광양시'이며, 인천 남동구와 부산 중구 또한 수배송 권역으로 나타남

- 출하 실적이 가장 많은 지역도 '충남 천안시'이며, 경남 밀양시 및 전남 광양시 순으로 나타남

□ 항만배후단지 - 아암 물류단지

○ 아암 물류단지 입하지역의 분포를 살펴보면 '인접시/군/구지역내'가 68.3%로 가장 많은 비중을 차지하고 있으며, 해당 '국내 원거리지역'이 20.6% 순으로 나타남

○ 출하지역의 경우 입하 지역보다는 '국내 원거리지역'이 61.9%로 상대적으로 보다 높은 비중을 보이고 있음

[표 3-90] 아암 물류단지 입하 및 출하 지역 분포

(단위 : %)

구분	동일물류 단지내부	인접시/군/구 지역내	해당광역시/도 지역내	국내 원거리지역	해외지역
입하지역	0.0	68.3	11.1	20.6	0.0
출하지역	0.0	22.6	15.6	61.9	0.0

자료 : 한국교통연구원(2009), 『제8권 제3장 물류거점별 현황분석』

○ 아암 물류단지 입하 지역의 유형을 살펴보면 '수출입항만/공항'이 73.8%로 가장 높은 비중을 보이고 있으며, 출하 지역도 '도·소매 유통업체'가 49.8%, '제조업체'가 29.9% 순으로 나타남

[표 3-91] 아암 물류단지 입하 및 출하 지역 유형

(단위 : %)

구분	동일물류 단지내부	제조업체	도·소매 유통업체	수출입 항만/공항	ICD/ 철도CY	타지역물류 / 화물터미널	최종 소비자	기타
입하	0.9	5.1	1.3	73.8	0.7	7.0	0.7	10.6
출하	0.0	29.9	49.8	2.9	1.0	8.1	4.0	4.4

자료 : 한국교통연구원(2009), 『제8권 제3장 물류거점별 현황분석』

○ 아암 물류단지의 입하 실적이 가장 많은 지역은 '인천 중구'이며 '부산 영도구', '부산 남구', '전남 광양시'도 입하 지역으로 나타났으며, 출하 실적이 가장 많은 지역은 '서울 송파구'로 나타났으며, 입하 권역에 비해 출하 권역이 훨씬 넓게 분포되는 것으로 나타남

□ 공항물류단지 및 공항화물터미널 - 인천공항 물류단지

○ 인천공항 물류단지 입하 지역의 분포를 살펴보면 '국내 원거리지역(인천광역시 이외)'가 59.4%로 가장 많은 비중을 차지하고 있으며, 해당 '인접시/군/구 지역내'가 18.1% 순으로 나타남

○ 출하 지역의 경우 '국내 원거리 지역'이 41.5%로 가장 큰 비율을 보이고 있으며, 입하 지역에 비해 '동일물류단지내부'가 높은 비율을 보이고 있음

[표 3-92] 인천공항 물류단지 입하 및 출하 지역 분포

(단위 : %)

구분	동일물류 단지내부	인접시/군/구 지역내	해당광역시/도 지역내	국내 원거리지역	해외지역
입하지역	7.7	18.1	14.8	59.4	0.0
출하지역	32.3	19.0	7.3	41.5	0.0

자료 : 한국교통연구원(2009), 『제8권 제3장 물류거점별 현황분석』

○ 인천공항 물류단지 입하 지역의 유형을 살펴 '제조업체'가 60.2%로 가장 높은 비중을 보이고 있으며, '수출입항만/공항'이 21.0% 순으로 나타났으며, 출하 지역의 유형은 '동일물류단지내부'가 33.4%, '수출입항만/공항'이 32.1% 순으로 나타남

[표 3-93] 인천공항 물류단지 입하 및 출하 지역 유형

(단위 : %)

구분	동일물류 단지내부	제조업체	도·소매 유통업체	수출입 항만/공항	ICD/ 철도CY	타지역 물류/ 화물 터미널	최종 소비자	기타
입하	9.6	60.2	6.5	21.0	0.2	2.5	0.0	0.0
출하	33.4	11.6	9.7	32.1	0.0	7.4	2.6	3.2

자료 : 한국교통연구원(2009), 『제8권 제3장 물류거점별 현황분석』

○ 인천공항 물류단지의 입하 실적이 많은 지역은 '인천 중구', '경북 구미', '수원 영통', '경기 평택' 순으로 나타났으며, 출하 실적이 많은 지역은 '인천 중구', '서울 강남구', '경북 구미'임

□ 공항물류단지 및 공항화물터미널 - 김포공항 물류단지

○ 김포공항 물류단지 입하 지역의 분포를 살펴보면 '국내 원거리지역'이 70.2%로 가장 많은 비중을 차지하고 있으며, 해당 '광역시/도 지역내'가 19.8% 순으로 나타남

○ 출하 지역의 경우 입하 지역보다는 '인접시/군/구'가 28.0%로 상대적으로 보다 높은 비중을 보이고 있음

[표 3-94] 김포공항 물류단지 입하 및 출하 지역 분포

(단위 : %)

구분	동일물류 단지내부	인접시/군/구 지역내	해당광역시/도 지역내	국내 원거리지역	해외지역
입하지역	-	10.0	19.8	70.2	-
출하지역	-	28.0	29.3	42.7	-

자료 : 한국교통연구원(2009), 『제8권 제3장 물류거점별 현황분석』

○ 김포공항 물류단지 입하 지역의 유형을 살펴보면 '수출입 항만/공항'이 54.8%로 가장 높은 비중을 보이고 있으며, '타지역물류/화물터미널'이 15.0% 순으로 나타났으며, 출하 지역의 유형은 '도·소매 유통업체'가 38.0%, '제조업체'가 18.5% 순으로 나타남

[표 3-95] 김포공항 물류단지 입하 및 출하 지역 유형

(단위 : %)

구분	동일물류 단지내부	제조업체	도·소매 유통업체	수출입 항만/공항	ICD/ 철도CY	타지역 물류/ 화물 터미널	최종 소비자	기타
입하	2.0	7.2	3.0	54.8	-	15.0	6.0	12.0
출하	2.0	18.5	38.0	11.0	-	11.0	8.5	11.0

자료 : 한국교통연구원(2009), 『제8권 제3장 물류거점별 현황분석』

○ 김포공항 물류단지의 입하 실적이 가장 많은 지역은 '인천 중구', '제주 제주시', '부산 중구'이며, 주요 입하 품목은 '전자부품, 컴퓨터, 영상, 음향 및 통신장비'가 많은 부분을 차지하고 있음

○ 출하 실적이 가장 많은 지역은 '서울 서초구', '서울 강남구', '서울 송파구'이며, 주요 출하 품목은 '전자부품, 컴퓨터, 영상, 음향 및 통신장비'가 많은 부분을 차지함

□ 공항물류단지 및 공항화물터미널 - 김해공항 화물터미널

○ 김해공항 화물터미널 입하 지역의 분포를 살펴보면 '해당광역시/도 지역내'가 33.2%로 가장 많은 비중을 차지하고 있으며, '인접시/군/구 지역내'가 23.3% 순으로 나타남

○ 출하 지역의 경우 '해당광역시/도 지역내'가 35.8%로 가장 많은 비중을 차지하고 있으며, '국내 원거리지역'이 30.0% 순으로 나타남

[표 3-96] 김해공항 화물터미널 입하 및 출하 지역 분포

(단위 : %)

구분	동일물류 단지내부	인접시/군/구 지역내	해당광역시/도 지역내	국내 원거리지역	해외지역
입하지역	19.4	23.3	33.2	18.5	5.6
출하지역	8.9	14.7	35.8	30.0	10.5

자료 : 한국교통연구원(2009), 『제8권 제3장 물류거점별 현황분석』

○ 김해공항 화물터미널 입하 지역의 유형을 살펴 '수출입 항만/공항'이 56.4%로 가장 높은 비중을 보이고 있으며, '제조업체'가 15.0% 순으로 나타났으며, 출하 지역의 유형은 '제조업체'가 37.0%, '수출입 항만/공항'이 33.3% 순으로 나타남

[표 3-97] 김해공항 화물터미널 입하 및 출하 지역 유형

(단위 : %)

구분	동일물류 단지내부	제조업체	도·소매 유통업체	수출입 항만/공항	ICD/ 철도CY	타지역 물류/ 화물 터미널	최종 소비자	기타
입하	14.2	15.0	1.4	56.4	0.0	9.2	1.1	2.8
출하	9.6	37.0	7.2	33.3	0.0	5.6	3.4	3.9

자료 : 한국교통연구원(2009), 『제8권 제3장 물류거점별 현황분석』

○ 김해공항 화물터미널의 입하 실적이 많은 지역은 '부산 강서구', '부산 사하구', '경남 김해시'로 나타났으며, 주로 부산 및 경남권역에 많이 분포되어지는 것을 알 수 있음

○ 출하 실적이 많은 지역은 '경남 양산시', '부산 강서구', '경남 창원시'이며, 입하 실적과 동일하게 부산 및 경남권역에 많이 분포되어지는 것을 알 수 있음

(2) 광역물류거점 현황

□ 복합화물터미널 - 군포 복합화물터미널

○ 군포 복합화물터미널 입하 지역의 분포를 살펴보면 '국내 원거리지역(경기도 이외)'가 62.7%로 가장 많은 비중을 차지하고 있으며, '해당광역시/도 지역내(경기도 이내)'가 29.9% 순으로 나타남

○ 출하 지역은 '국내 원거리지역'의 비중이 상대적으로 높음

[표 3-98] 군포 복합화물터미널 입하 및 출하 지역 분포

(단위 : %)

구분	동일물류 단지내부	인접시/군/구 지역내	해당광역시/도 지역내	국내 원거리지역	해외지역
입하지역	1.5	5.9	29.9	62.7	0.0
출하지역	0.0	6.3	41.3	52.4	0.0

자료 : 한국교통연구원(2009), 『제8권 제3장 물류거점별 현황분석』

○ 군포 복합화물터미널 입하 지역의 유형을 살펴보면 '제조업체'가 34.5%로 가장 높은 비중을 보이고 있으며, '도·소매 유통업체'가 31.4% 순으로 나타났으며, 출하 지역의 유형은 '도·소매 유통업체'가 61.5%, '최종소비자'가 18.5% 순으로 나타남

[표 3-99] 군포 복합화물터미널 입하 및 출하 지역 유형

(단위 : %)

구분	동일물류 단지내부	제조업체	도·소매 유통업체	수출입 항만/공항	ICD/ 철도CY	타지역 물류/ 화물 터미널	최종 소비자	기타
입하	1.5	34.5	31.4	29.5	0.0	0.0	0.2	3.0
출하	0.0	10.3	61.5	3.6	0.0	3.0	18.5	3.0

자료 : 한국교통연구원(2009), 『제8권 제3장 물류거점별 현황분석』

○ 군포 복합화물터미널의 입하 배송 권역을 살펴보면 대체로 경기도권과 경상권에 분포가 집중되어 있는 모습이며, 출하 배송 권역은 경기도권과 경상권에 집중된 모습임

- 입하 실적이 가장 많은 지역은 '부산 중구'이며, 주요 입하 품목은 '전자부품, 컴퓨터, 영상, 음향 및 통신장비', '화합물 및 화학제품', '음식료품' 등으로 나타남
- 출하 실적이 가장 많은 지역은 '서울 강남구'이며, 주요 출하 품목은 '전자부품, 컴

퓨터, 영상, 음향 및 통신장비', '의복, 의복 액세서리 및 모피제품' 등으로 나타남

□ 복합화물터미널 - 양산 복합화물터미널

○ 양산 복합화물터미널의 입하 지역은 '해당광역시/도 지역내(경상남도 이내)'가 67.1%로 가장 많은 비중을 차지하고 있으며, '국내 원거리지역(경상남도 이외)'이 30.0% 순으로 나타남

○ 출하 지역의 경우 입하 지역보다는 '국내 원거리지역(경상남도 이외)'이 60.9%로 상대적으로 보다 높은 비중을 보이고 있음

[표 3-100] 양산 복합화물터미널 입하 및 출하 지역 분포

(단위 : %)

구분	동일물류 단지내부	인접시/군/구 지역내	해당광역시/도 지역내	국내 원거리지역	해외지역
입하지역	0.0	2.9	67.1	30.0	0.0
출하지역	7.1	19.1	12.9	60.9	0.0

자료 : 한국교통연구원(2009), 『제8권 제3장 물류거점별 현황분석』

○ 양산 복합화물터미널 입하 지역의 유형을 살펴보면 '수출입항만/공항'이 47.1%로 가장 높은 비중을 보이고 있으며, '제조업체'가 28.2% 순으로 나타났으며, 출하 지역의 유형은 '제조업체'가 28.2%, '도·소매 유통업체'가 25.0% 순으로 나타남

[표 3-101] 양산 복합화물터미널 입하 및 출하 지역 유형

(단위 : %)

구분	동일물류 단지내부	제조업체	도·소매 유통업체	수출입 항만/공항	ICD/ 철도CY	타지역 물류/ 화물 터미널	최종 소비자	기타
입하	0.0	28.2	9.3	47.1	0.0	9.6	2.1	3.6
출하	7.1	28.2	25.0	10.0	0.0	7.9	14.6	7.1

자료 : 한국교통연구원(2009), 『제8권 제3장 물류거점별 현황분석』

○ 양산 복합화물터미널의 입하 배송 권역을 살펴보면 서울특별시, 부산광역시, 광주광역시, 경기도, 전라남도, 경상북도로 분포되어 있으며, 출하 배송 권역은 울산광역시,

충청남도, 경상남도 지역이 추가로 분포되고 있는 모습임

□ ICD(Inland Container Depot) - 의왕 ICD

○ 의왕 ICD의 입하 지역은 '국내 원거리지역(경기도 이외)'이 69.3%로 가장 많은 비중을 차지하고 있으며, '해당광역시/도 지역내(경기도 이내)'가 15.4% 순으로 나타남

○ 출하 지역도 '국내 원거리지역(경기도 이외)'이 73.1%로 가장 높은 비중을 차지함

[표 3-102] 의왕 ICD 입하 및 출하 지역 분포

(단위 : %)

구분	동일물류 단지내부	인접시/군/구 지역내	해당광역시/도 지역내	국내 원거리지역	해외지역
입하지역	0.0	15.4	15.4	69.3	0.0
출하지역	0.0	8.5	18.5	73.1	0.0

자료 : 한국교통연구원(2009), 『제8권 제3장 물류거점별 현황분석』

○ 의왕 ICD 입하 지역의 유형을 살펴보면 '수출입항만/공항'이 57.9%로 가장 높은 비중을 보이고 있으며, 'ICD/철도 CY'가 21.4% 순으로 나타났으며, 출하지역의 유형은 '수출입항만/공항'이 52.7%, 'ICD/철도 CY'가 15.4% 순으로 나타남

[표 3-103] 의왕 ICD 입하 및 출하 지역 유형

(단위 : %)

구분	동일물류 단지내부	제조업체	도·소매 유통업체	수출입 항만/공항	ICD/ 철도 CY	타지역 물류/ 화물 터미널	최종 소비자	기타
입하	0.0	20.0	0.0	57.9	21.4	0.7	0.0	0.0
출하	0.0	21.9	8.5	52.7	15.4	1.5	0.0	0.0

자료 : 한국교통연구원(2009), 『제8권 제3장 물류거점별 현황분석』

○ 의왕 ICD의 입하 배송 권역을 살펴보면 대체로 부산권에서 올라오는 경우가 가장 많은 비중을 차지하고 있으며, 인천지역 및 전남 광양 등이 주요 입하 배송권으로 나타남

- 입하 실적이 가장 많은 지역은 '부산 중구'와 '전남 광양'으로 주요 입하 품목은 '적

(適)컨테이너', '임산물', '음식료품' 등으로 나타남

○ 출하 배송권역에 있어서는 부산권이 역시 가장 많으며, 인천지역 및 경기지역 등이 주요 출하 배송권으로 나타남

- 출하 실적이 가장 많은 지역은 '부산 중구'이며, 주요 출하 품목은 '적(適)컨테이너', '기타 기계 및 장비 제조품' 등으로 나타남

□ ICD(Inland Container Depot) - 양산 ICD

○ 양산 ICD 입하 지역의 분포를 살펴보면 '국내 원거리지역(경상남도 이외)'이 71.9%로 가장 많은 비중을 차지하고 있으며, '해당광역시/도 지역내(경상남도 이내)'가 13.8% 순으로 나타남

○ 출하 지역의 경우 입하 지역보다는 '광역시/도 지역내(경상남도 이내)'가 20.5%로 상대적으로 보다 높은 비중을 보이고 있음

[표 3-104] 양산 ICD 입하 및 출하 지역 분포

(단위 : %)

구분	동일물류 단지내부	인접시/군/구 지역내	해당광역시/도 지역내	국내 원거리지역	해외지역
입하지역	0.0	13.1	13.8	71.9	0.0
출하지역	1.9	16.2	20.5	61.5	0.0

자료 : 한국교통연구원(2009), 『제8권 제3장 물류거점별 현황분석』

○ 양산 ICD 입하 지역의 유형을 살펴보면 '수출입항만/공항'이 44.8%로 가장 높은 비중을 보이고 있으며, '타지역물류/화물터미널'이 21.7% 순으로 나타났으며, 출하 지역의 유형은 '도·소매 유통업체'가 26.8%, '제조업체'가 19.4% 순으로 나타남

[표 3-105] 양산 ICD 입하 및 출하 지역 유형

(단위 : %)

구분	동일물류 단지내부	제조업체	도·소매 유통업체	수출입 항만/공항	ICD/ 철도CY	타지역 물류/ 화물 터미널	최종 소비자	기타
입하	0.0	17.8	0.0	44.8	5.8	21.7	10.0	0.0
출하	2.3	19.4	26.8	17.0	4.5	16.4	13.6	0.0

자료 : 한국교통연구원(2009), 『제8권 제3장 물류거점별 현황분석』

○ 양산 ICD의 입하 배송 권역을 살펴보면 대체로 경기권과 경상권에 분포가 집중되어 있는 모습이며, 출하 배송 권역 또한 경기권과 경상권에 집중된 모습임

- 입하 실적이 가장 많은 지역은 '부산 남구'이며, '부산 동구', '경남 양산시' 순으로 나타남
- 출하 실적이 가장 많은 지역은 '부산 남구'이며, 입하 배송 권역에 비해 출하 배송 권역이 훨씬 넓게 분포 되어지는 것을 알 수 있음

3. 품목별 유통경로 및 운송단가 분석

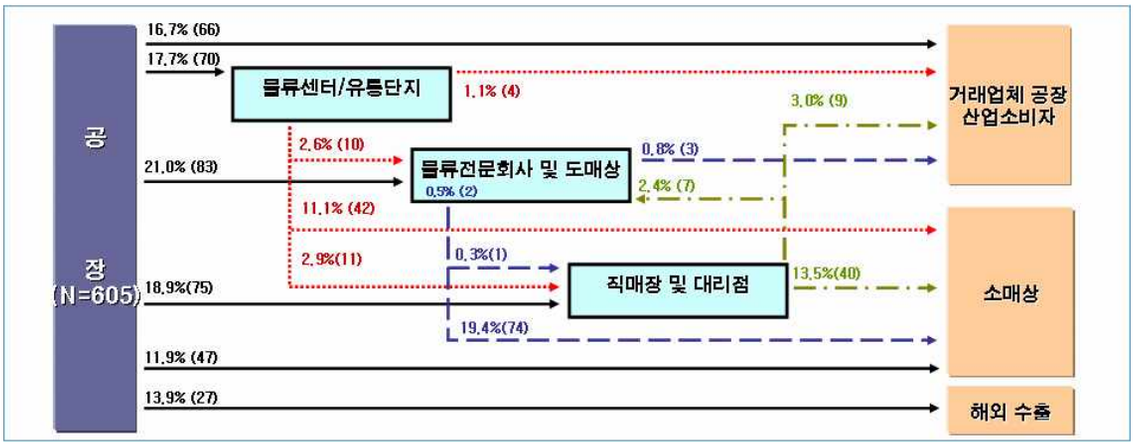
가. 음식료품

○ 음식료품은 제품의 특성상 외적요인(기후 등)의 영향을 많이 받아서 가격이 변동이 높음

- 음식료품 제품군은 많은 종류 및 형태를 지님에 따라 다양한 유통경로가 나타남
  · 예) 농수산물유통, 주류운송 등
- 기업 규모에 따라서 다르지만, 자회사운송(2PL)의 비중이 높음

○ 음식료품의 내수 유입 경로를 살펴보면, 원자재 생산지로부터 공장이 도착지로 유입되는 양이 44.3%로 가장 많으며, 농산지를 거쳐 물류전문회사로 12.8%, 물류전문회사를 거쳐 공장으로 6.1% 유입되는 순임

- 음식료품은 대부분 가공 등을 위해 원자재에서 공장이나 물류회사를 통해 이동하는 경향을 보임



자료 : 한국교통연구원(2007), 『제5권 제4장 화물유통경로조사』

[그림 3-10] 음식료품 유통경로

[표 3-106] 음식료품 유통경로

출발지	경유지		비중 (%)	거리 (km)	시간 (분)	km당 비용 (원/km)
	경유지	도착지				
공장	물류센터		17.7	110.5	124.4	2,562.4
		물류센터	-	-	-	-
		판매전담	2.6	11.9	75.6	5,278.8
		직매	2.9	34.9	92.7	2,836.6
		산업소비자	1.1	16.6	53.3	12,048.2
		소매상	11.1	53.8	75.8	4,923.3
	판매전담		21.0	89.1	106.1	3,004.5
		판매전담	0.5	96.3	60	-
		직매	0.3	-	60	-
		산업소비자	0.8	-	30	-
		소매상	19.4	28	46.7	4,996.3
	직매		18.9	76.5	121.7	3,246
		판매전담	2.4	10.7	60	17,732.4
		산업소비자	3.0	8.2	48.9	1,739.2
		소매상	13.5	18.6	57	6,534.4
	산업소비자		16.7	104.9	110.8	1,996.1
	소매상		11.9	88.4	131.3	2,355.9
	해외수출		13.9	197.6	194.4	2,521.5

자료 : 한국교통연구원(2007), 『제5권 제4장 화물유통경로조사』

○ 음식료품은 2.5톤 이하 트럭을 주로 사용하며, 출발지에서 경유지로 이동 시 1~2.5톤 트럭을 이용하다가 경유지에서는 도착지까지 1톤 이하 트럭의 이용 비율이 높아짐

- 음식료품의 경우 경유지에서 작은 단위로 나누어져 도착지로 이동하는 성격을 보임

[표 3-107] 음식료품 운송수단

(단위 : %)

구 분	사례 수 (건)	1톤 이하	1~2.5톤	2.5~5톤	5톤 초과
전체	(505)	30.8	32.8	15.6	14.5
출발지-경유지	(215)	22.4	37.2	20.2	16.6
경유지-도착지	(137)	45.0	27.2	9.9	8.6
출발지-도착지	(126)	31.3	31.3	14.9	16.4

자료 : 한국교통연구원(2007), 『제5권 제4장 화물유통경로조사』

○ 음식료품의 전체 매출액 대비 물류비는 10.3%이며, 이 중 운송비가 6.3%로 비중이 가장 높음

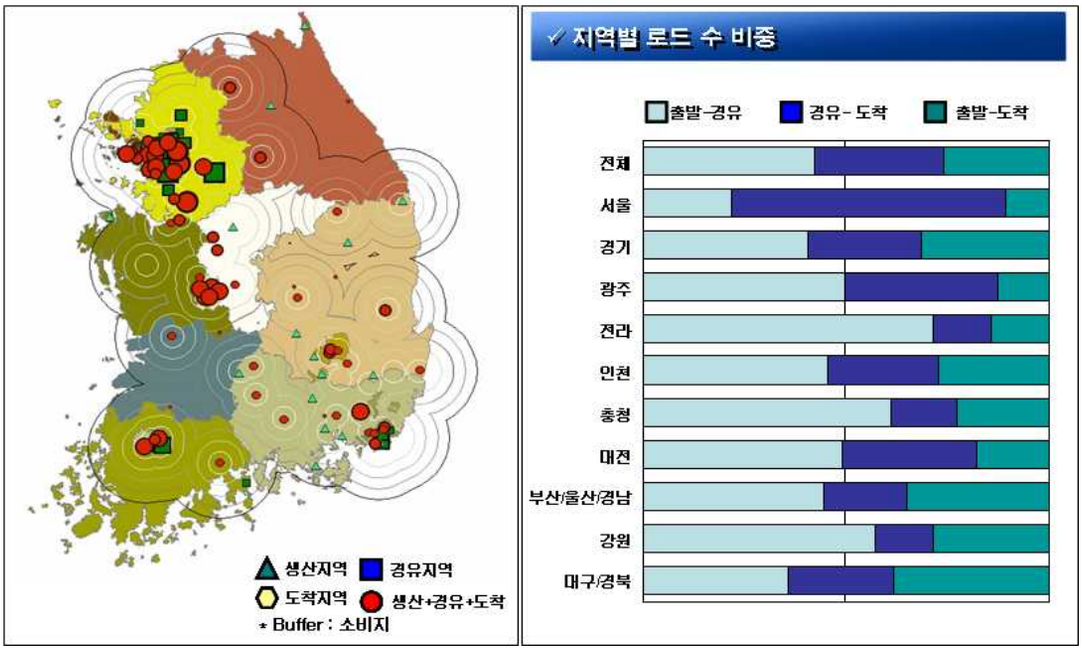
[표 3-108] 음식료품 매출액 대비 물류비 비중

(단위 : %)

구 분	사례 수 (건)	운송비	보관비	하역비	포장비	정보비	물류 관리비	전체 물류비
음식료품	(278)	6.3	0.8	0.3	1.8	0.1	0.9	10.3

자료 : 한국교통연구원(2007), 『제5권 제4장 화물유통경로조사』

○ 음식료품의 경우 주로 소비지 중심으로 경유지 및 생산지가 분포함



자료 : 한국교통연구원(2007), 『제5권 제4장 화물유통경로조사』

[그림 3-11] 음식료품 지역별 분포

나. 전기전자제품

○ 전자제품은 단순 전자부품군부터 초정밀전자기기군까지 많은 상이한 제품들이 묶여 있음

- 제품의 제조과정 차이에 따라 단순한 유통경로와 복잡한 유통경로가 동시에 존재함
- 또한, 업체규모/ 제품특성 등에 따라서 내수위주의 제품, 수출위주의 제품이 같이 존재함
- B2C(Business-to-Customer)보다 B2B(Business-to-Business)의 비중이 높음

○ 전기전자제품은 77% 정도인 거의 대부분의 원자재가 공장으로 이동함

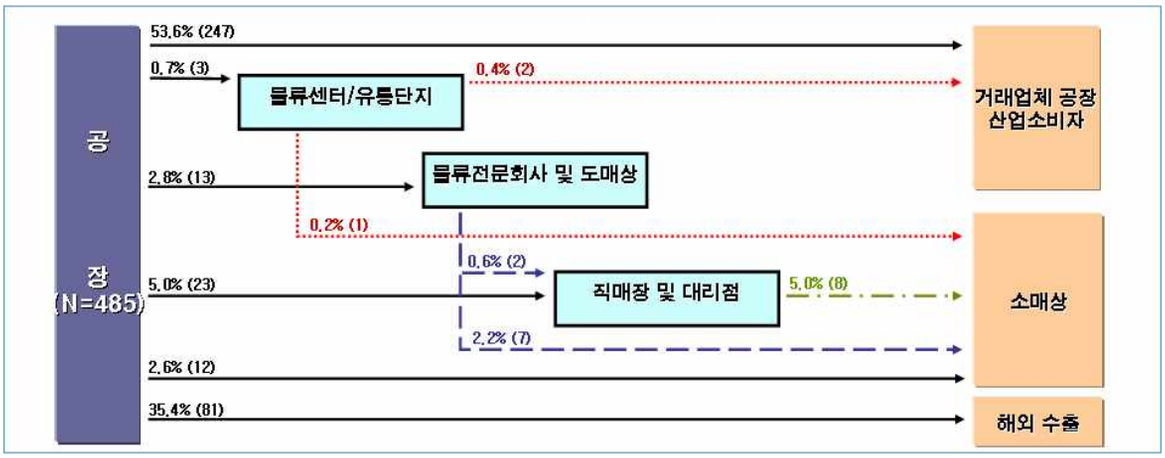
- 중간 경유지로 농산지를 거치더라도 공장으로 이동하는 것이 대부분임

○ 전기전자제품의 유통경로를 살펴보면, 거래업체와 해외수출의 비중이 높음

[표 3-109] 전기전자제품 유통경로

출발지	경유지		비중 (%)	거리 (km)	시간 (분)	km당 비용 (원/km)
	경유지	도착지				
공장	물류센터		0.7	292.1	213.3	847.4
		물류센터	-	-	-	-
		판매전담	-	-	-	-
		직매	-	-	-	-
		산업소비자	0.4	17.9	75	754.2
		소매상	0.2	-	30	-
	판매전담		2.8	84.3	147.7	1,814.5
		판매전담	-	-	-	-
		직매	0.6	4.1	60	12,195.1
		산업소비자	-	-	-	-
		소매상	2.2	-	37.5	-
	직매		5.0	56.3	123.9	2,363.1
		판매전담	-	-	-	-
		산업소비자	-	-	-	-
		소매상	5.0	15.2	38.3	1,973.7
	산업소비자		53.6	72.8	120.2	2,813.8
	소매상		2.6	65.6	249.2	2,378.6
	해외수출		35.4	139.3	216.5	2,792.6

자료 : 한국교통연구원(2007), 『제5권 제4장 화물유통경로조사』



자료 : 한국교통연구원(2007), 『제5권 제4장 화물유통경로조사』

[그림 3-12] 전기전자제품 유통경로

○ 전기전자제품은 운송 시 50% 이상을 1톤 이하 트럭을 사용함

[표 3-110] 전기전자제품 운송수단

(단위 : %)

구 분	사례 수 (건)	1톤 이하	1~2.5톤 이하	2.5~5톤 이하	5톤 초과
전체	(357)	50.4	26.0	7.3	10.0
출발지-경유지	(35)	47.4	28.9	10.5	5.3
경유지-도착지	(9)	53.8	7.7	7.7	-
출발지-도착지	(311)	50.6	26.2	7.0	11.0

자료 : 한국교통연구원(2007), 『제5권 제4장 화물유통경로조사』

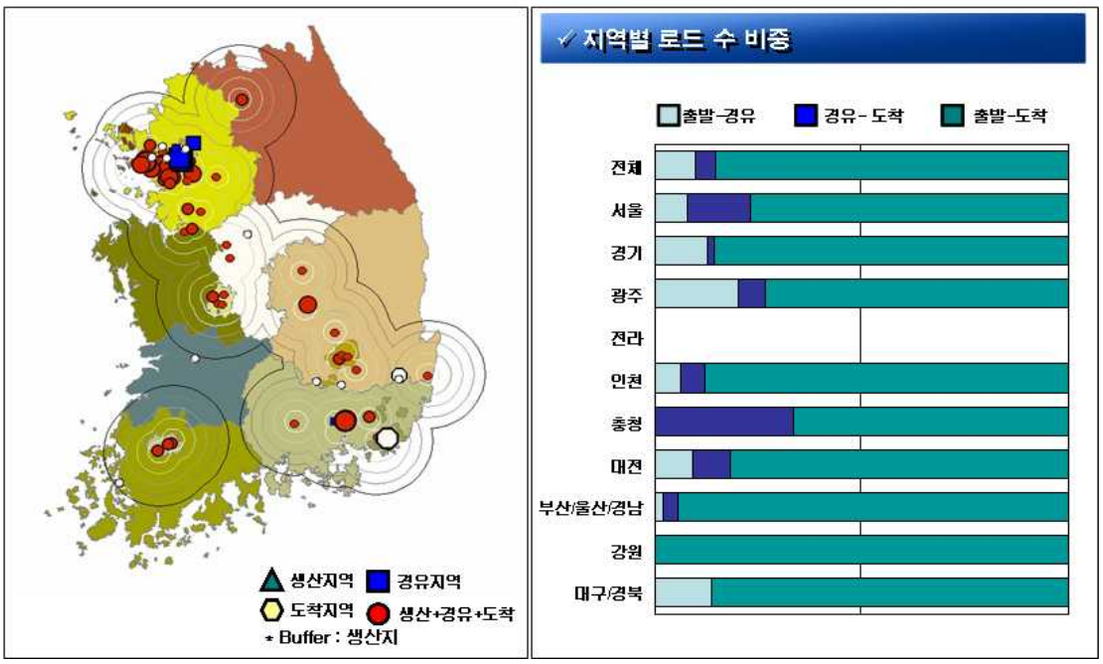
○ 전기전자제품의 전체 매출액 대비 물류비는 4.7%이며 3.5%를 운송비에 사용함

[표 3-111] 전기전자제품 매출액 대비 물류비 비중

(단위 : %)

구 분	사례 수 (건)	운송비	보관비	하역비	포장비	정보비	물류 관리비	전체 물류비
전기전자	(289)	3.5	0.2	0.2	0.5	0.1	0.2	4.7

자료 : 한국교통연구원(2007), 『제5권 제4장 화물유통경로조사』



자료 : 한국교통연구원(2007), 『제5권 제4장 화물유통경로조사』

[그림 3-13] 전기전자제품 지역별 분포

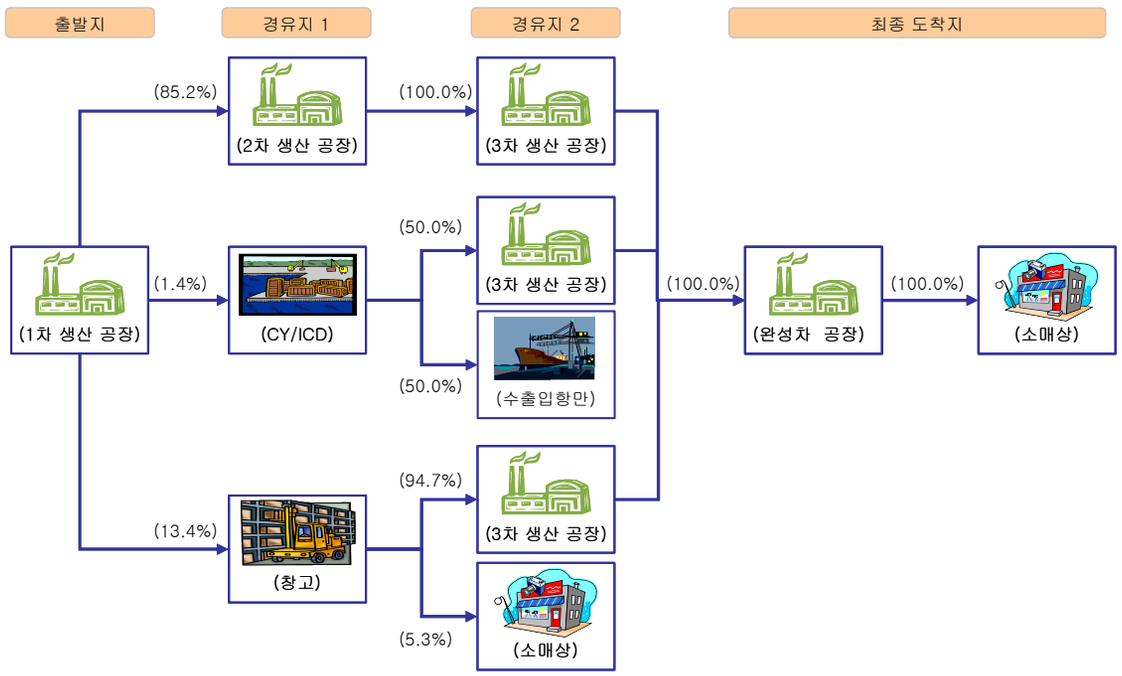
다. 자동차 및 자동차 부품

○ '자동차 및 자동차 부품' 유통경로는 '출발지', '경유지 1', '경유지 2', '최종 도착지' 등의 4노드 경로로 구성되어져 있음

- 전체 유통경로 중에서 '1차 생산 공장'에서 출발하여 '2차 생산 공장' 및 '3차 생산

공장'을 경유한 후, 마지막인 '완성차 공장'으로 도착하는 경로 비율이 가장 높게 나타남

- 즉, '자동차 및 자동차 부품' 업종은 조립산업의 특성을 보유하고 있어 관련 부품의 납품을 위주로 유통경로가 구성되어 있음



○ '출발지 → 경유지1'의 운송 주체를 살펴보면 전체의 경우에는 '일반화물 운송업체'의 비중이 48.1%로 가장 높게 나타났으며, 그 다음으로 '자사(제조업체)'가 45.1%로 높게 나타남

- 또한 기업규모별 운송 주체를 살펴보면 대기업의 경우에는 '일반화물 운송업체'의 비중이 58.3%로 중소기업에 비해 상대적으로 높게 나타났으며, 중소기업의 경우에는 '자사(제조업체)'의 비중이 46.4%로 대기업에 비해 상대적으로 높게 나타남

○ '경유지1 → 경유지2'의 운송 주체를 살펴보면 전체의 경우에는 '일반화물 운송업체'의 비중이 36.1%로 가장 높게 나타났으며, 그 다음으로 '자사(제조업체)'가 21.7%로 높게 나타남

- 또한 기업규모별 운송 주체를 살펴보면 대기업의 경우에는 '물류회사'의 비중이 26.7%로 중소기업에 비해 상대적으로 매우 높게 나타났으며, 중소기업의 경우에는 '일반화물 운송업체'의 비중이 37.0%로 대기업에 비해 상대적으로 높게 나타남

[표 3-112] 자동차 및 자동차 부품 경로별 운송 주체

(단위 : %)

운송 주체	출발지 → 경유지1			경유지1 → 경유지2			경유지2 → 도착지		
	전체	대기업	중소기업	전체	대기업	중소기업	전체	대기업	중소기업
자사(제조업체)	45.1	30.6	46.4	21.7	13.3	17.3	-	-	-
다음단계의 거래업체	1.2	-	2.2	14.5	-	20.5	80.0	-	50.0
물류회사	3.9	11.1	0.9	12.0	26.7	6.3	-	-	-
일반화물 운송업체	48.1	58.3	49.2	36.1	20.0	37.0	20.0	-	50.0
기타	0.6	-	0.2	-	-	-	-	-	-

자료 : 한국교통연구원(2008), 『제5권 제4장 유통경로 현황』

○ 자동차 및 트레일러 품목의 월 평균 운송 횟수를 살펴보면 전체 '출발지→경유지1'의 경우에는 평균 82.8회로 나타났으며, 대기업 '출발지→경유지1'의 경우에는 평균 72.5회, 중소기업의 경우에는 평균 93.0회로 나타남

- 또한 전체 '경유지1→경유지2'의 경우에는 평균 71.9회로 나타났으며, 대기업 '경유지1→경유지2'의 경우에는 평균 96.5회, 중소기업의 경우에는 평균 47.3회로 나타남
- '출발지→경유지1'의 월 평균 운송량은 대기업 보다 중소기업이 높은 것으로 나타났으며, '경유지1→경유지2'의 월 평균 운송량은 중소기업 보다 대기업이 높은 것으로 나타남

○ 금속가공제품(기계 및 가구 제외) 품목의 월 평균 운송 횟수를 살펴보면 전체 '출발지→경유지1'의 경우에는 평균 255.4회로 나타났으며, 대기업 '출발지→경유지1'의 경우에는 평균 460.0회, 중소기업의 경우에는 평균 50.7회로 나타남

○ 1차 금속제품 품목의 월 평균 운송 횟수를 살펴보면 중소기업 '출발지→경유지1'의 경우에는 평균 15회로 나타났으며, '경유지1→경유지2'의 경우에는 평균 45회로 나타남

○ 화학물질 및 화학제품(의약품 제외) 품목의 월 평균 운송 횟수를 살펴보면 중소기업 '출발지→경유지1'의 경우에는 평균 10.0회로 나타났으며, '경유지1→경유지2'의 경우에는 평균 20.0회로 나타남

○ 목재 및 나무제품(가구 제외) 품목의 월 평균 운송 횟수를 살펴보면 중소기업 '출발지→경유지1'의 경우에는 평균 20.0회로 나타남

○ 전체 '출발지→경유지'의 월 평균 총 물동량의 경우에는 8,350톤으로 나타났으며, 대기업 '출발지→경유지'의 월 평균 총 물동량은 9,911톤으로 나타남

- 중소기업의 경우에는 6,788톤으로 대기업 보다 총 물동량이 적은 것으로 나타남
- 또한 전체 '경유지→도착지'의 경우에는 4,383톤으로 나타났으며, 대기업 '경유지→도착지'의 경우에는 6,871톤, 중소기업의 경우에는 1,895톤으로 나타남

○ 전체 '출발지→경유지'의 월 평균 총 운송비용은 약 4억 3천만 원으로 나타났으며, 대기업 '출발지→경유지'의 월 평균 총 운송비용은 약 6억 3천만 원, 중소기업의 경우에는 약 2억 3천만 원으로 나타남

[표 3-113] 자동차 및 자동차 부품 품목별 월 평균 물동량 및 운송비

(단위 : 톤, 천원)

품목		산정 기준	출발지→경유지			경유지→도착지		
대분류	소분류		전체	대기업	중소기업	전체	대기업	중소기업
자동차 및 자동차 부품	자동차 및 트레일러	1회 운송량	66	65	66	14	14	13
		단위당 운송비용(원/톤)	64,371	94,776	33,966	33,513	36,539	30,487
		월 평균 운송 횟수	83	73	93	72	97	47
		월 평균 물동량	5,426	4,713	6,138	983	1,351	615
		월 평균 운송비	327,558	446,632	208,483	34,055	49,364	18,746
	금속가공제품 (기계 및 가구 제외)	1회 운송량	10	11	8	12	12	-
		단위당 운송비용(원/톤)	40,778	36,000	45,556	36,000	36,000	-
		월 평균 운송 횟수	255	460	51	460	460	-
		월 평균 물동량	2,797	5,198	395	5,520	5,520	-
		월 평균 운송비	102,572	187,128	18,016	198,720	198,720	-
	1차 금속제품	1회 운송량	4	-	4	8	-	8
		단위당 운송비용(원/톤)	22,500	-	22,500	27,000	-	27,000
		월 평균 운송 횟수	15	-	15	45	-	45
		월 평균 물동량	60	-	60	360	-	360
		월 평균 운송비	1,350	-	1,350	9,720	-	9,720
	화학물질 및 화학제품 (의약품 제외)	1회 운송량	11	-	11	20	-	20
		단위당 운송비용(원/톤)	27,273	-	27,273	20,000	-	20,000
		월 평균 운송 횟수	10	-	10	20	-	20
		월 평균 물동량	165	-	165	900	-	900
		월 평균 운송비	3,000	-	3,000	8,000	-	8,000
	목재 및 나무제품 (가구 제외)	1회 운송량	2	-	2	-	-	-
		단위당 운송비용(원/톤)	100,000	-	100,000	-	-	-
		월 평균 운송 횟수	20	-	20	-	-	-
		월 평균 물동량	30	-	30	-	-	-
		월 평균 운송비	3,000	-	3,000	-	-	-

자료 : 한국교통연구원(2008), 『제5권 제4장 유통경로 현황』

○ 자동차 및 자동차 부품 품목의 운송수단을 살펴보면 전체 '출발지→경유지1'의 경우에는 '영업용트럭(8톤 이상)'이 36.6%로 가장 높게 나타났으며, 그 다음으로 '영업용

트럭(3톤 이상~8톤 미만)'이 26.4%로 높게 나타남

- 대기업 '출발지→경유지1'의 경우에는 '영업용트럭(8톤 이상)'이 54.2%로 가장 높게 나타났으며, 중소기업의 경우에는 '영업용트럭(3톤 이상~8톤 미만)'이 36.0%로 가장 높게 나타남

○ 전체 '경유지1→경유지2'의 경우에는 '영업용트럭(3톤 이상~8톤 미만)'이 45.8%로 가장 높게 나타났으며, 그 다음으로 '영업용트럭(8톤 이상)'이 12.6%로 높게 나타남

- 대기업 '경유지1→경유지2'의 경우에는 '영업용트럭(3톤 이상~8톤 미만)'이 46.7%로 가장 높게 나타났으며, 중소기업의 경우에는 '영업용트럭(3톤 이상~8톤 미만)'이 44.9%로 가장 높게 나타남

[표 3-114] 자동차 및 자동차 부품 운송수단

(단위 : %)

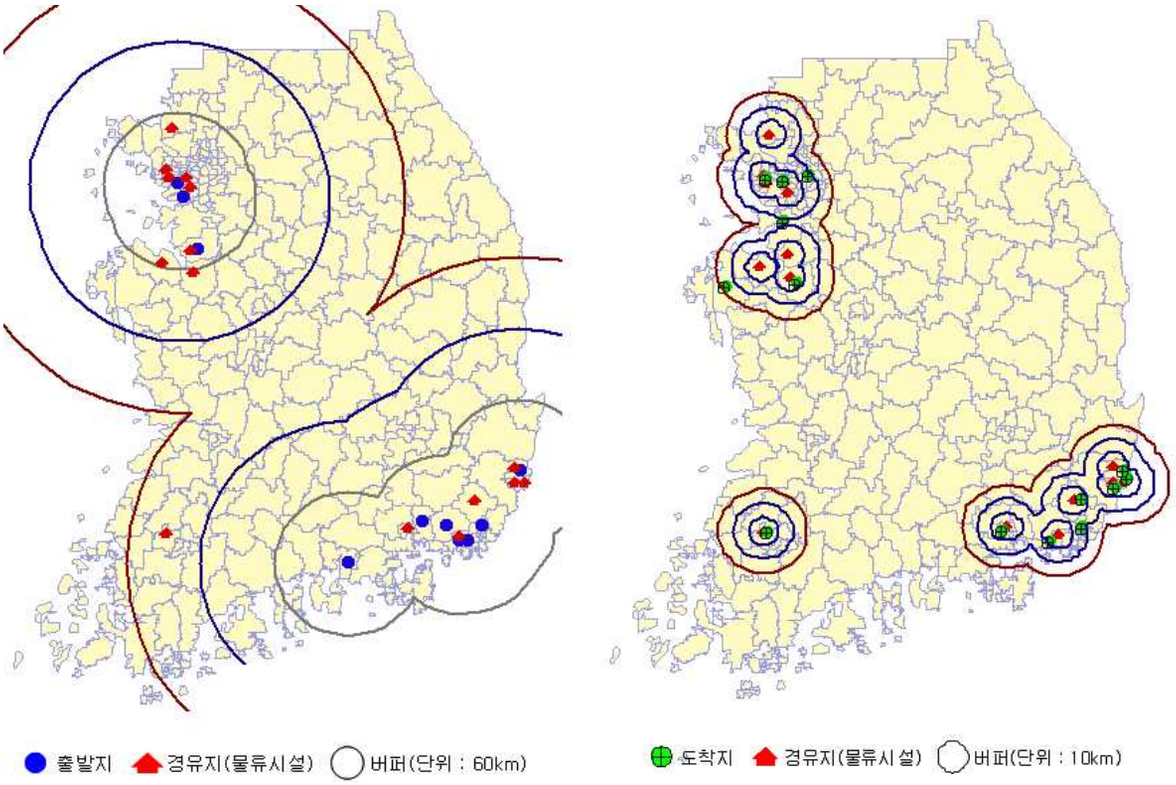
운송수단	출발지→경유지1			경유지1→경유지2			경유지2→도착지		
	전체	대기업	중소기업	전체	대기업	중소기업	전체	대기업	중소기업
영업용트럭 (1톤~3톤 미만)	9.7	-	9.7	6.9	6.7	7.1	-	-	-
영업용트럭 (3톤 이상~8톤 미만)	26.4	16.7	36.0	45.8	46.7	44.9	-	-	-
영업용트럭 (8톤 이상)	36.6	54.2	19.0	12.6	13.3	11.8	-		-
자사트럭 (1톤~3톤 미만)	9.8	6.9	12.6	3.1	-	3.1	-	-	-
자사트럭 (3톤 이상~8톤 미만)	9.3	4.2	14.3	3.9	-	3.9	50.0	-	50.0
자사트럭 (8톤 이상)	9.4	12.5	6.2	1.6	-	1.6	-	-	-
기타	1.5	1.4	1.5	6.7	6.7	-	-	-	-

자료 : 한국교통연구원(2008), 『제5권 제4장 유통경로 현황』

○ 또한 자동차 및 자동차 부품 품목의 O/D별 운송거리를 운송 반경으로 살펴보면 '출발-경유(물류시설)'의 경우에는 전국 권역으로 나타났으며, '경유(물류시설)-도착지'의 경우에는 물류시설이 있는 지역의 권역으로 나타남

- 즉, 최종 생산지 공장 및 소비지에 가까운 곳에 물류시설이 분포하고 있는 것을 볼 수 있음

출발지 → 경유지(물류시설)　　경유지(물류시설) → 도착지



자료 : 한국교통연구원(2008), 『제5권 제4장 유통경로 현황』

[그림 3-15] 자동차 및 자동차 부품의 운송거리 권역

○ 2008년도 화물 유통경로 조사의 권역 O/D별 물동량 비중을 살펴보면 전반적으로 동일 권역 내 물동량 비중이 높은 것으로 나타남

- 동일 권역 내의 물동량 비중에서 '전라권'에서 '전라권'으로의 물동량 비중이 90.1%로 가장 높게 나타남

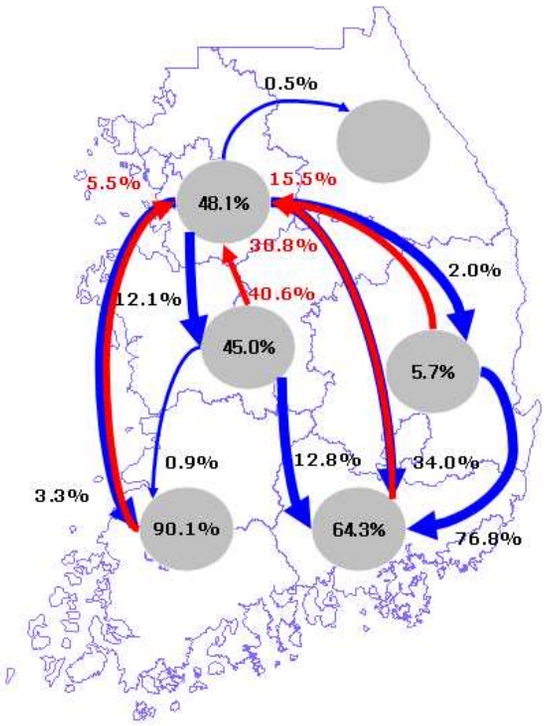
[표 3-115] 자동차 및 자동차 부품 유통경로 조사 권역 물동량 O/D 비중

(단위 : %)

		도착						
		수도권	강원권	충청권	전라권	경북권	경남권	총합계
출발	수도권	48.1	0.5	12.1	3.3	2.0	34.0	100.0
	강원권	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	충청권	40.6	0.0	45.0	0.9	0.8	12.8	100.0
	전라권	5.5	0.0	2.3	90.1	0.0	2.1	100.0
	경북권	15.5	0.0	2.0	0.0	5.7	76.8	100.0
	경남권	30.8	0.0	0.2	2.8	1.9	64.3	100.0
	총합계	27.4	0.1	9.2	14.4	2.4	46.4	100.0

자료 : 한국교통연구원(2008), 『제5권 제4장 유통경로 현황』

○ 권역간 물동량 비중에서 '경북권'에서 '경남권'으로 이동되는 물동량의 비중이 76.8%로 가장 높게 나타났으며, '수도권'에서 '강원권'으로의 물동량 비중은 0.5%로 가장 낮게 나타남



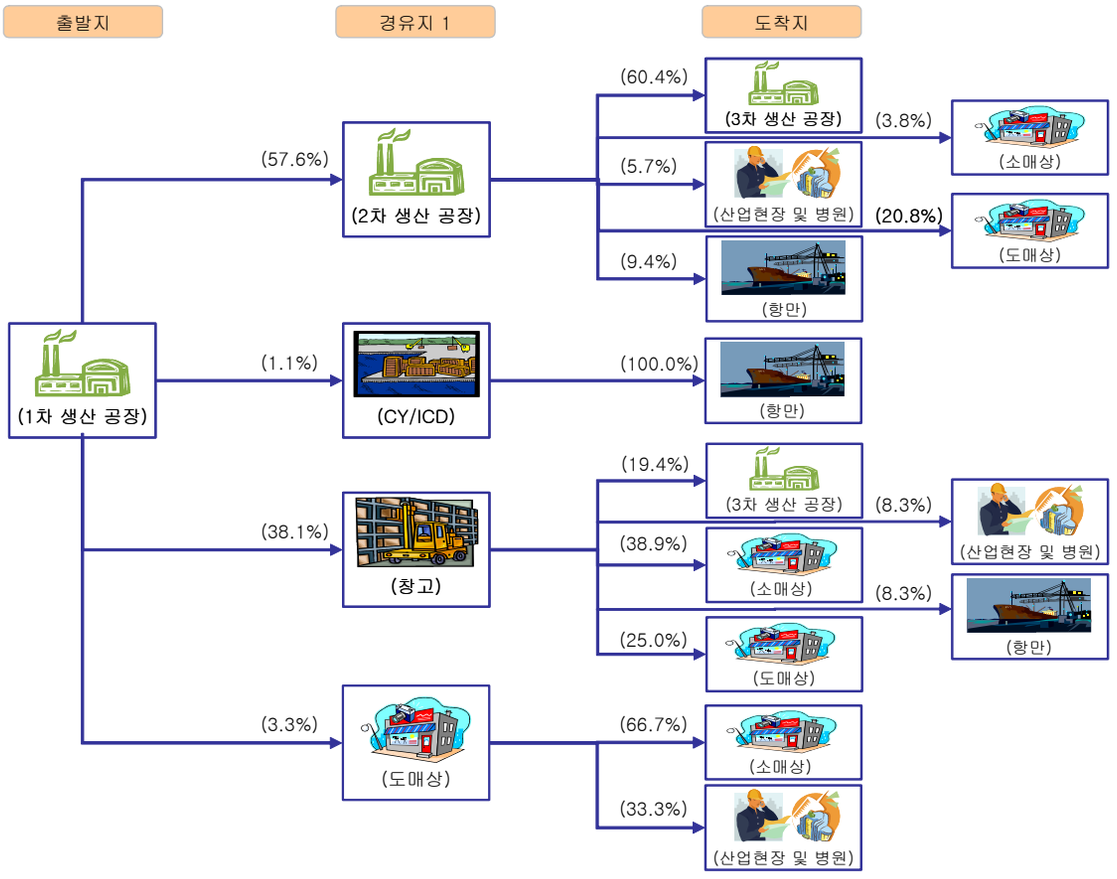
자료 : 한국교통연구원(2008), 『제5권 제4장 유통경로 현황』

[그림 3-16] 자동차 및 자동차 부품 유통경로 조사 권역 물동량 O/D 비중

라. 석유화학

○ '석유화학' 유통경로는 '출발지', '경유지', '도착지' 의 3노드 경로로 구성되어져 있음

○ 주요 유통경로는 '1차 생산 공장'에서 출발하여 '2차 생산 공장'을 경유한 후, 마지막인 '3차 생산 공장'으로 도착하는 경로와 '1차 생산 공장'에서 출발하여 '창고'를 경유한 후, 마지막인 '소매상'으로 도착하는 경로 등이 있음



○ '출발지→경유지1'의 운송 주체를 살펴보면 전체의 경우에는 '자사(제조업체)'의 비중이 43.9%로 가장 높게 나타났으며, 그 다음으로 '일반화물운송업체'가 39.9%로 높게 나타남

- 또한 기업규모별 '자사(제조업체)'의 운송 비중을 살펴보면 대기업의 경우에는

38.3%로 중소기업 보다 낮게 나타남

○ '경유지1→도착지'의 운송 주체를 살펴보면 전체의 경우에는 '일반화물 운송업체'의 비중이 34.5%로 가장 높게 나타났으며, 그 다음으로 '자사(제조업체)'가 21.4%로 높게 나타남

- 또한 기업규모별 운송 주체를 살펴보면 대기업의 경우에는 '물류회사' 및 '일반화물 운송업체'의 비중이 28.6%로 나타났으며, 중소기업의 경우에는 '일반화물 운송업체'의 비중이 40.3%로 나타남

[표 3-116] 석유화학의 경로별 운송 주체

(단위 : %)

운송 주체	출발지→경유지1			경유지1→도착지		
	전체	대기업	중소기업	전체	대기업	중소기업
자사(제조업체)	43.9	38.3	49.4	21.4	9.5	33.3
다음단계의 거래업체	0.6	-	0.6	8.2	9.5	6.9
물류회사	9.9	15.0	4.7	21.3	28.6	13.9
일반화물 운송업체	39.9	36.7	43.1	34.5	28.6	40.3
기타	3.5	6.7	0.3	6.2	9.5	2.8

자료 : 한국교통연구원(2008), 『제5권 제4장 유통경로 현황』

○ 화학물질 및 화학제품(의약품 제외) 품목의 월 평균 운송 횟수를 살펴보면 전체 '출발지→경유지1'의 경우에는 평균 110.0회로 나타났으며, 대기업 '출발지→경유지1'의 경우에는 평균 170.0회, 중소기업의 경우에는 평균 49.9회로 나타남

- 또한 전체 '경유지1→도착지'의 경우에는 평균 84.8회로 나타났으며, 대기업 '경유지1→도착지'의 경우에는 평균 129.9회, 중소기업의 경우에는 평균 39.6회로 나타남

○ 코크스, 연탄 및 석유정제품 품목의 월 평균 운송 횟수를 살펴보면 전체 '출발지→경유지1'의 경우에는 평균 135.8회로 나타났으며, 대기업 '출발지→경유지1'의 경우에는 평균 226.0회, 중소기업의 경우에는 평균 45.6회로 나타남

○ 고무제품 및 플라스틱제품 품목의 월 평균 운송 횟수를 살펴보면 중소기업 '출발지→경유지1'의 경우에는 평균 19.1회로 나타났으며, '경유지1→도착지'의 경우에는 평균

3.0회로 나타남

○ 의료용 물질 및 의약품 품목의 월 평균 운송 횟수를 살펴보면 전체 ‘출발지→경유지1’의 경우에는 평균 17.2회로 나타났으며, 대기업 ‘출발지→경유지1’의 경우에는 평균 20.0회, 중소기업의 경우에는 평균 14.4회로 나타남

○ 전체 ‘출발지→경유지’의 월 평균 총 물동량의 경우에는 3,186,646톤으로 나타났으며, ‘경유지1→도착지’의 경우에는 153,312톤으로 나타남

- 대기업 ‘출발지→경유지1’의 월 평균 총 물동량의 경우에는 6,371,204톤으로 나타났으며, 중소기업의 경우에는 2,088톤으로 나타남
- 또한 대기업 ‘경유지1→도착지’의 경우에는 305,456톤으로 나타났으며, 중소기업의 경우에는 1,167톤으로 나타남

○ 전체 ‘출발지→경유지1’의 월 평균 총 운송비용은 약 11억 3천만 원으로 나타났으며, ‘경유지1→도착지’의 경우에는 약 7억 2천만 원으로 나타남

- 대기업 ‘출발지→경유지1’의 월 평균 총 운송비용은 약 12억 3천만 원으로 나타났으며, 중소기업의 경우에는 약 10억 3천만 원으로 나타남

[표 3-117] 석유화학 품목별 월 평균 물동량 및 운송비

(단위 : 톤, 천원)

품목		산정 기준	출발지→경유지1			경유지1→도착지		
대분류	소분류		전체	대기업	중소기업	전체	대기업	중소기업
석유화학	화학물질 및 화학제품 (의약품 제외)	1회 운송량	50	76	24	29	42	15
		단위당 운송비용(원/톤)	125,165	13,094	237,236	36,135	41,879	30,390
		월 평균 운송 횟수	110	170	50	85	130	40
		월 평균 물동량	7,059	12,920	1,198	3,025	5,456	594
		월 평균 운송비	300,829	72,148	529,511	95,649	169,736	21,562
	코크스, 연탄 및 석유정제품	1회 운송량	14,076	28,134	17	15,006	30,000	12
		단위당 운송비용(원/톤)	283,267	90	566,443	562,264	90	1,124,438
		월 평균 운송 횟수	136	226	46	28	10	46
		월 평균 물동량	3,179,530	6,358,284	775	150,274	300,000	547
		월 평균 운송비	826,482	1,164,748	488,217	627,747	1,242,000	13,493
	고무제품 및 플라스틱 제품	1회 운송량	3	-	3	1	-	1
		단위당 운송비용(원/톤)	49,861	-	49,861	20,000	-	20,000
		월 평균 운송 횟수	19	-	19	3	-	3
		월 평균 물동량	57	-	57	3	-	3
		월 평균 운송비	2,244	-	2,244	900	-	900
	의료용 물질 및 의약품	1회 운송량	4	-	4	4	-	4
		단위당 운송비용(원/톤)	447,907	-	447,907	67,500	-	67,500
		월 평균 운송 횟수	14	-	14	6	-	6
		월 평균 물동량	58	-	58	23	-	23
		월 평균 운송비	17,916	-	17,916	5,400	-	5,400

자료 : 한국교통연구원(2008), 『제5권 제4장 유통경로 현황』

○ 석유화학 품목의 운송수단을 살펴보면 전체 '출발지→경유지1'의 경우에는 '영업용트럭(8톤 이상)'이 38.7%로 가장 높게 나타났으며, 그 다음으로 '영업용트럭(3톤 이상~8톤 미만)'이 20.9%로 높게 나타남

- 대기업 '출발지→경유지1'의 경우에는 '영업용트럭(8톤 이상)'이 52.5%로 가장 높게 나타났으며, 중소기업의 경우에는 '영업용트럭(3톤 이상~8톤 미만)' 및 '영업용트럭(8톤 이상)'이 24.8%로 가장 높게 나타남

○ 전체 '경유지1→도착지'의 경우에는 '영업용트럭(3톤 이상~8톤 미만)'이 26.7%로 가장 높게 나타났으며, 그 다음으로 '영업용트럭(1톤 이상~3톤 미만)'이 21.1%로 높게 나타남

[표 3-118] 석유화학 운송수단

(단위 : %)

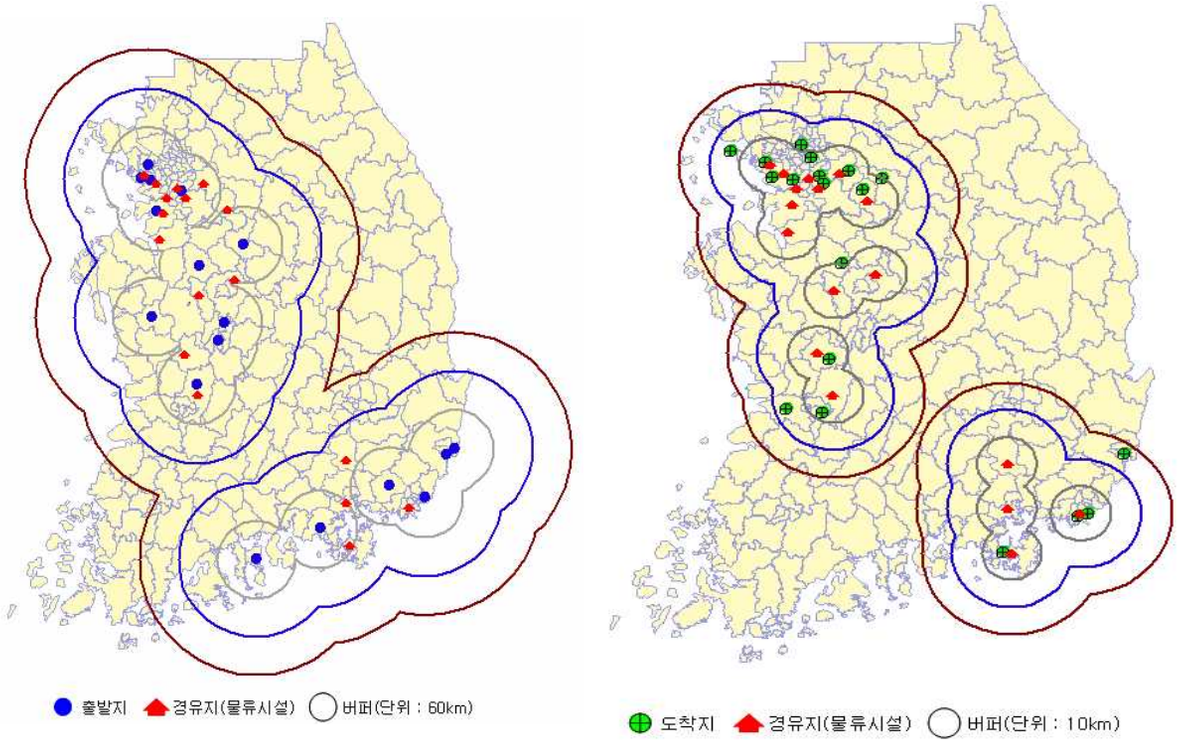
운송수단	출발지→경유지1			경유지1→도착지		
	전체	대기업	중소기업	전체	대기업	중소기업
철도	0.6	-	0.6	-	-	-
영업용트럭(1톤~3톤 미만)	13.2	-	13.2	21.1	20.0	22.2
영업용트럭(3톤 이상~8톤 미만)	20.9	16.9	24.8	26.7	20.0	33.3
영업용트럭(8톤 이상)	38.7	52.5	24.8	19.9	30.0	9.7
자사트럭(1톤~3톤 미만)	7.1	5.1	9.1	13.9	-	13.9
자사트럭(3톤 이상~8톤 미만)	13.2	-	13.2	11.1	-	11.1
자사트럭(8톤 이상)	5.1	5.1	5.0	1.4	-	1.4
탱크로리	4.1	5.1	3.1	5.0	5.0	-
컨테이너	2.7	5.1	0.3	-	-	-
송유관	5.1	5.1	-	10.0	10.0	-
컨베이어	3.4	3.4	-	-	-	-
택배	1.6	-	1.6	2.8	-	2.8

자료 : 한국교통연구원(2008), 『제5권 제4장 유통경로 현황』

○ 석유화학 품목의 O/D별 운송거리를 운송 반경으로 살펴보면 '출발-경유(물류시설)'의 경우에는 전국 권역으로 나타났으며, '경유(물류시설)-도착지'의 경우에는 물류시설이 있는 지역의 권역으로 나타남

- 즉, 자동차 및 자동차 부품 품목과 마찬가지로 석유화학 품목도 최종 생산지 공장 및 소비지에 가까운 곳에 물류시설이 분포하고 있는 것을 볼 수 있음

출발지 → 경유지(물류시설)　　경유지(물류시설) → 도착지



자료 : 한국교통연구원(2008), 『제5권 제4장 유통경로 현황』

[그림 3-18] 석유화학의 운송거리 권역

○ 2008년도 화물 유통경로 조사의 권역 O/D별 물동량 비중을 살펴보면 전반적으로 동일 권역 내 물동량 비중이 높은 것으로 나타남

- 동일 권역 내의 물동량 비중에서 '수도권'에서 '수도권'으로의 물동량 비중이 84.0%로 가장 높게 나타남

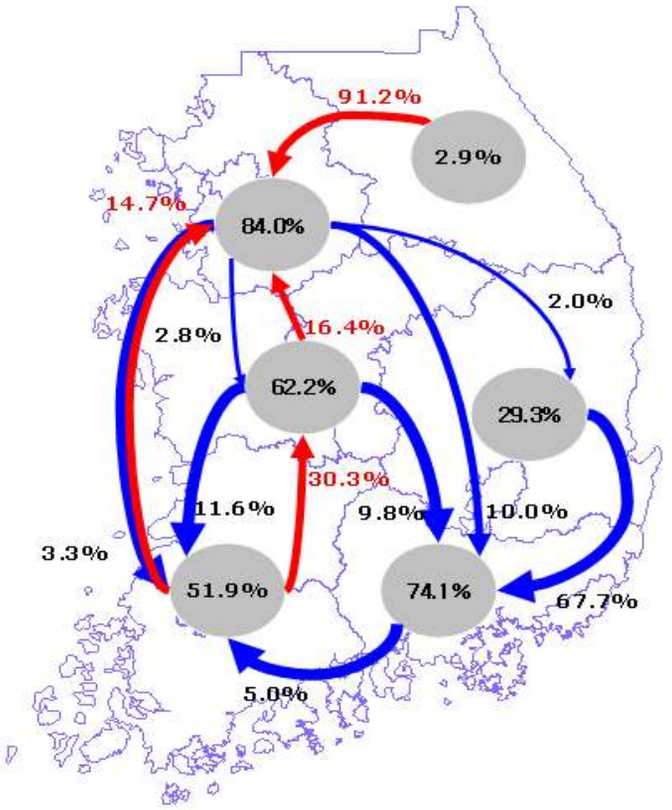
[표 3-119] 석유화학 유통경로 조사 권역 물동량 O/D 비중

(단위 : %)

구분		도착						
		수도권	강원권	충청권	전라권	경북권	경남권	총합계
출발	수도권	84.0	0.0	2.8	1.4	1.8	10.0	100.0
	강원권	91.2	2.9	0.0	5.8	0.0	0.0	100.0
	충청권	16.4	0.0	62.2	11.6	0.0	9.8	100.0
	전라권	14.7	0.0	30.3	51.9	0.0	3.0	100.0
	경북권	1.6	0.0	0.0	1.4	29.3	67.7	100.0
	경남권	6.0	0.0	9.0	5.0	5.9	74.1	100.0
	총합계	35.4	0.0	8.6	5.1	6.3	44.6	100.0

자료 : 한국교통연구원(2008), 『제5권 제4장 유통경로 현황』

○ 권역간 물동량 비중에서 '경북권'에서 '경남권'으로 이동되는 물동량의 비중이 67.7%로 가장 높게 나타났으며, '수도권'에서 '경북권'으로의 물동량 비중은 2.0%로 가장 낮게 나타남



자료 : 한국교통연구원(2008), 『제5권 제4장 유통경로 현황』

[그림 3-19] 석유화학 유통경로 조사 권역 물동량 O/D 비중

4절. 지상화물운송체계 문제점 및 대응방안

1. 물류거점시설 입지

○ 국가(공공) 물류거점시설의 공간적 분포는 영남권(대구・경북)을 제외하고 광역(경제권)별 수준에서 비교적 균형있게 입지한 것으로 평가됨

- 수도권・부산권・호남권은 국제, 광역, 지역물류거점이 고르게 분포한 반면, 충청권은 지역물류거점이 상대적으로 특화되었고 영남권은 물류거점시설 공급이 저조한 실정임
- 하지만 동일 광역경제권 내 물류거점시설, 내륙 물류거점시설의 공간 분포는 경제・산업활동이 활성화된 일부 도시지역과 주요 물류거점을 따라 편중된 패턴을 보임
- 5대 권역별 내륙물류기지 물류 서비스의 직접적인 영향력 범위도 경부축과 일부 호남 지역에만 한정되어 나타나고 있음

○ 내륙물류기지 및 물류단지의 경우 오는 2012년까지 추가 조성 및 추진 예정(계획 중)인 사업이 성공적으로 추진된다고 하더라도 수도권과 경부축, 그리고 일부 호남축을 중심으로 하는 거점시설의 공간적 패턴은 크게 달라지지 않을 것으로 전망됨

○ 따라서 지하화물운송체계 구축이 필요한 지역은 물동량 창출이 많은 생산거점과 물류거점간의 연계를 돕거나 생산거점내, 물류거점내 화물이동량이 많은 거점을 대상으로 할 수 있음

- 물류거점이 경부와 호남축 위주로 조성되어 있으므로 주변 생산지역 물동량 처리를 위한 지하화물운송체계가 구축될 필요가 있음
- 물류거점시설과 지하화물운송 시스템을 연계할 수 있는 자동 보관/하역 시설 및 장비 개발이 수반되어야 함

○ 한편, 편중된 물류거점 개발로 인한 거점시설이 구축되지 못하거나 벌크 등의 특정 화물의 운송 특성에 의하여 다양한 문제가 발생하는 생산거점 연계 운송시스템 도입에 지하화물운송 기술을 도입할 수 있을 것임

2. 물류 네트워크 연계 부문

가. 배후단지 연계

○ 지속적인 국가기간망 확충에도 불구하고 항만 물류 관련 배후도로건설은 미흡한 실정이고 항만 대부분이 국가기간망과 항만사이 대도시 및 시가지에 위치함

- 항만 발생 물동량이 대도시권역을 통과하여 이동하기 때문에 시내의 교통정체를 초래하고 불합리한 교통체계로 인한 화물운송지연은 막대한 물류비의 낭비를 초래함

○ 도로운송에 대한 높은 의존도는 과적차량으로 인한 도로훼손, 대기오염, 교통혼잡 등 사회적 비용을 증가시키고 이로 인해 국가 전체에 물류비용을 포함한 사회적 비용의 증가 요인이 되고 있음

- 항만구역의 밖의 도로 중 항만진입도로를 제외한 도시계획도로는 해당 지방자치단체가 건설 및 관리를 하고 있으나, 일부 항만이용차량의 통행을 이유로 국고지원을 받아 건설하는 등 항만배후도로의 범위가 매우 모호함

○ 따라서 항만이나 공항 등의 배후단지 진입 도로의 여객부문과의 혼잡과 도심통과 교통유발 등의 문제점을 해결하기 위하여 지하화물운송 시스템 도입 가능성을 고려해야 함

나. 철도 물류인프라 연계

○ 철도 운송의 경우 환적절차의 까다로움과 환적시간의 과다 소요로 인해 수송시간측면에서 도로수송보다 불리함

- 경제적 측면에서는 철도가 도로수송보다 저렴하나 접근성은 소비자 문전까지의 수송(door to door)이 가능한 도로수송에 못 미치기 때문에 철도의 한계성 존재함
- 철도의 경우 도로보다 건설비가 높고 항만철도인입선의 경우 어느 정도 이상의 경제성이 확보되어야 가능하나 불합리한 거리비례제로 철도수송의 장점을 상실함

○ 관련 교통시설 계획 수립시 철도 인입선에 대한 미 고려

- 항만 및 화물기지 등 교통시설의 계획 수립초기에 철도 인입선 구축에 대한 고려가 이루어지지 않아 일정 규모 이상의 철송장 확보와 추후 철도 인입선이 구축되더라

도 철도 수송에 어려움이 존재함

○ 협소한 철송장 부지와 부족한 선로용량

- 일례로, 항만내 철송장은 항만기본계획상에 포함되어 초기 항만 건설시 함께 구축되어야 하나 다양한 주체(컨테이너부두공단, 항만공사, 항만주식회사)들의 항만부지 임대로 인해 최소한의 철송장이 배치되는 상황임

○ 철송장 하역장비 부족 및 노후화

- 하역작업 시 대용량 화물처리에 한계가 존재하며, 예비선로 부족은 화차가 상·하차 작업 중에 다음 열차가 선로에 진입하지 못함으로써 보통 3시간 정도의 작업시간이 추가 소요되므로 신속한 물동량 처리에 장애가 존재함

○ 다수의 하역주체에 의한 비효율적인 철송장 운영

- 철송장 하역작업이 단일 운영업체가 아닌 다수의 하역주체에 의해 이루어져 업체별로 하역장비와 야드를 각각 운영하며, 이는 수송거점간 간선철도 연계수송이 원활하게 이루어지지 않는 원인이자 물류비 증가 및 장비운용의 비효율성을 초래함

○ 철송장의 제한적 운영

- 철도 인입선 화물은 24시간 수송이 가능하나, 철송장 운영은 낮시간에만 이루어짐에 따라 비효율을 초래함
- 철도수송이 공로수송에 대한 경쟁력을 갖추기 위해서는 상시 하역체계가 구축되어야 하나 철도운송업체는 추가 부담(인건비, 장비사용료 등)을 이유로 기피하는 실정임
- 상시 하역체계 구축의 기피로 인해 철도수송가능 물동량의 50~60%만이 수송되는 비효율을 초래함(금요일 18시에 차입된 화차는 월요일 9시 적하가 가능 : 최대 48시간 물류이동시간 효율 저하)

○ 2020년까지 철도 수송실적 21% 달성을 위하여 정부는 다양한 정책을 추진 중이나 위에서 제시하였듯이 철도물류시설의 용량제한과 타 교통수단과의 연계성 저하, 높은 하역비와 장비 노후화에 의하여 문제가 발생하고 있음

- 따라서 단거리 연계수송수단으로서 지하화물운송시스템의 도입을 통하여 철도 간선 수송체계와 연계를 도모하고 첨단 하역 및 보관시설을 이용하여 하역비용을 낮

추고 물류효율화를 이루어 물류비저감을 도모하여야 함

3. 물류시설개발 및 운영 측면

○ 기존 정부 주도 대규모 물류시설 개발(공급) 정책은 일부 지역 물류거점시설 과잉 공급의 원인이 되는 동시에 이미 수립된 계획을 현실에 맞춰 탄력적으로 조정하는 데도 어려움이 있음이 지적되고 있음

- 물류거점시설 기반의 효율적인 복합 및 연계수송이 저조하게 된 또 하나의 원인으로 물류거점시설 계획과 교통인프라계획 주체의 분리를 들 수 있음

○ 따라서 효율적인 지하 물류네트워크 구축을 위해서는 물류거점과 관련 교통인프라 건설이 동시에 진행되어야 함

○ 최근 물류분야 패러다임 변화과정에서 친환경 및 역물류체계를 위한 시설의 필요성, 특정 화물을 대상으로 한 특화된 물류단지(거점시설) 공급의 필요성이 제기되고 있음

- 민간에게 운영·관리권한을 이양한 상태에서 새로운 물류시설 수요에 대한 신속한 대응을 강요하기 어려우며, 따라서 새로운 물류패러다임에 부응하기 위한 정책적 목표 실현이 지연될 우려가 있음
- 따라서 초기 투자 비용이 많이 드는 지하화물운송시스템 도입시 민간과 정부의 협력체계를 체계적, 제도적으로 구축하여 효율적 대응체계를 구축하여야 함
- 효율적인 물류거점시설 운영을 위해 공익 극대화를 위한 탄력적인 계획 수정과 운영기관 자율성 확대를 추진하는 것과 동시에, 정부 및 공공정책 목표 달성여부에 따른 인센티브 또는 페널티 제도를 강화할 필요가 있을 것으로 판단됨

4. 개선방안

○ 물류네트워크 구현 목표에 부응하기 위해 유형별 물류거점시설의 기능을 재검토하고 해당 물류거점시설의 기능을 지하화물운송 시스템 도입으로 현재 취약한 물류거점간 연계 정도를 강화할 필요가 있음

○ 항만과 공항의 경우 수출입 및 환적 화물처리를 하는 기본 기능에는 큰 변화가 없으나, 배후 내륙지역의 물류거점시설과 유기적인 물류네트워크 형성을 모색하기 위해

지하화물운송 시스템 도입에 따른 효과를 추정할 필요가 있음

- 항만과 공항 배후 물류단지의 경우, 현재는 역내 환적물동량(화물) 창출 및 부가가치 물류기능 중심으로 역할이 설정되어 있으나, 대도시 또는 대규모 산업단지 인접단지와 인접한 거점의 경우 도시물류지원 및 산업단지 연계 물류단지 기능 보강이 필요함
- 따라서 항만간 연계 및 배후도시, 단기와의 연계강화를 위한 새로운 물류시스템을 고려하여야 함

○ 내륙물류기지(IFT, ICD) 기능의 경우 IFT는 내수 광역물류거점기능 위주로 ICD 는 컨테이너 처리로 양분되어 있으나, 향후 철도 CY와 연계·통합하여 복합운송기능을 보다 강화하여 서비스 권역의 공간적 범위를 넓히는 동시에 수출입 화물 통관 등과 같은 국제물류거점 기능 보강을 추가적으로 검토할 필요가 있음

- 철도 CY와 연계 통합을 위한 운송시스템으로 공간적 활용이 가능하며 기존 용지 매입 등의 문제가 적은 지하화물운송시스템을 도입할 수 있을 것임

○ 현재 무역항 및 공항의 경우 일부 물류거점 이외 타 물류거점과의 연계수준이 부족한 실태이므로, 복합연계운송 수단을 활용하여 타 물류거점시설과의 물류네트워크를 강화할 필요가 있음

- 철송 및 연안해송 활성화, Sea & Air 연계 물류체계 구축을 위하여 지하화물운송체계 도입을 검토하고 타당성을 분석해 보아야 함

○ 항만 및 공항 배후 물류단지는 기존 역내 환적물동량(화물) 창출 및 부가가치 물류기능 강화 이외에도 대도시 도시물류지원 및 산업단지 연계 물류단지 기능 보강이 필요할 것으로 판단됨

- 특히, 최근 항만법 개정에 따라 조립·가공 등의 제조업 기능의 도입이 가능해진 현실을 고려하여 내륙의 주요 물류거점시설과의 다양한 물류네트워크 확충 방안을 수립할 필요가 있음
- 공항, 항만과 마찬가지로 복합연계 운송수단을 활용하여 내륙 물류거점시설과의 연계를 강화해야 하며, 항만배후단지(인근)의 지하화물 운송시스템 활용을 고려하는 동시에, 공항물류단지는 현재 여객 중심의 철도 노선으로 조성되어 있으므로 중장기적으로 화물 운송에 활용하고 공항단지 내 지하화물운송시스템을 철도와 연계하는

방안을 검토할 수 있을 것임

○ 기존 권역별 내륙물류기지는 내수 화물의 광역물류거점으로 설정된 IFT와 내륙 컨테이너기지(ICD) 기능이 서로 유리되어 유기적인 물류네트워크 형성에 크게 기여하지 못한 것으로 평가됨

- 향후 내륙물류기지에도 적극적으로 국제 물류기능을 도입하여 수출입 물류거점과의 연계를 강화함으로써 실질적인 광역물류거점의 위상을 회복해야 할 것으로 판단됨
- 권역별로 기능이 중복될 우려가 있는 복합연계운송거점(내륙물류기지와 인근 철도 CY 등)은 연계하여 공동운영하거나 단계적인 통폐합을 유도할 필요가 있으며, 동시에 공공 물류서비스 소외지역의 경우 철도 CY(화물취급역)를 중심으로 한 신규 물류거점 개발을 추진할 필요가 있음

4 장. 지하 화물운송 시스템의 국제/국내 동향조사 및 기술예측

- 1절. 국내외 지하교통물류체계 추진사례
- 2절. 국내외 관련 기술, 제품 개발 및 실용화 동향조사 분석
- 3절. 기술수요 및 기술예측 조사
- 4절. 기술개발 추진방향

4장. 지하 화물운송 시스템의 국제/국내 동향조사 및 기술예측

1절. 국내외 지하교통물류체계 추진사례

1. 일본

○ 일본은 1980년대부터 교통혼잡 완화, 환경부하 저감, 노동력 부족 대응을 목적으로 지하 공간을 활용하기 위한 연구를 추진해오고 있음

- 1988년 일본 건설성(현.국토교통성)에서는 지하 공간 활용을 위해 도로지하공간 이용 연구위원회에 지하 물류시스템 검토부를 설치해 간선수송망과 도심내에 대심도 물류 인프라 구축 프로젝트를 추진하였음
- 한편 신도시계획에서 지하 공동구의 설치와 함께 생활폐기물 등을 지하 파이프라인을 통해 수거할 수 있는 프로젝트를 동시에 진행하였음

○ 지하 공간의 활용을 위해 2000년에는 「대심도 지하의 공공적 사용에 관한 특별조치법」을 제정하여 지하 40m 이상의 공간에는 지하공간 사용에 대한 보상비가 없도록 조치하였음[33)]

가. 동경-고베 간 컨테이너 자동운송 시스템 DMT

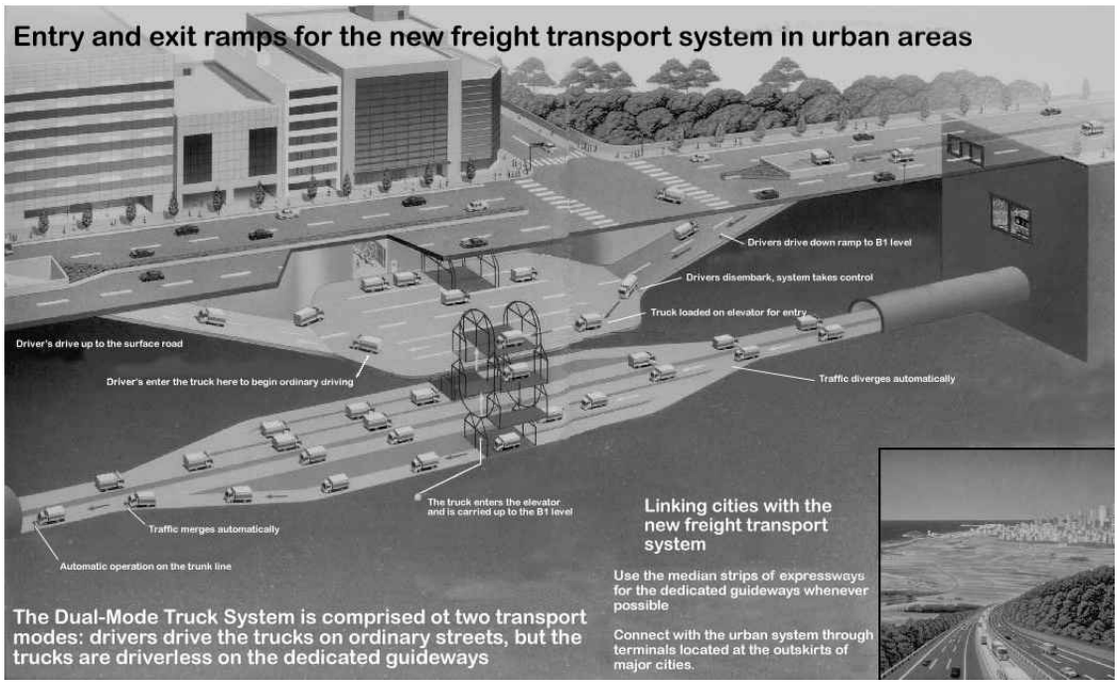
□ 사업 개요

○ 일본에서는 1976년~1980년까지 3.6억엔 규모로 '신물류 시스템의 개발' 프로젝트를 진행한 바 있으며 DMT(Dual Mode Truck)는 '신물류 시스템의 개발' 프로젝트에서 고안된 3개 기술(리니어모터구동 대차 방식, 컨테이너 대차 방식, DMT)중 하나로 간선수송용 무인 자동운송시스템으로 활용하기 위해 개발되었음

- DMT의 실용화를 위해 1997년에 2가지 구간에 대한 계획이 제시되었음
  - 첫 번째, 동경과 고베 간을 연결하는 약 550km 구간
  - 두 번째, 동경 도심 내 200km 구간

33) 일본 국토교통성 대심도 이용, http:// www.mlit.go.jp/crd/daisindo/index.html

- 하지만 80년대 후반 일본 거품 경제로 인해 당시 진행되고 있던 모든 대규모 프로젝트에 대한 재검토가 시행되었으며, 가급적 기존 인프라 및 기술을 활용하는 것으로 방향이 전환되면서 DMT 관련 프로젝트 역시 중단된 것으로 보임



[그림 4-1] DMT(Dual Mode Truck) 개념도

□ DMT 지하운송 시스템

○ DMT(Dual Mode Truck)는 자동화된 전용도로를 운행하도록 설계된 트럭형태의 자동화물운송시스템을 의미함

- 일반 도로에서는 유인으로, 전용도로에서는 무인으로 주행이 가능한 트럭 운용 기술임
- 무게 5톤, 폭 2.5m의 전용도로를 이용한 무인 주행 시 최고 80km/h, 정속 40km/h로 운행 가능하며, 배차간격은 1~3초로 도시간의 자동화된 전용도로를 따라 이동하도록 설계되었음
- 실험결과 전용도로에서는 중앙관제센터에서 속도와 주행방향을 제어하는 무인자동주행과 배터리 전력만으로 주행이 가능하며 약 30%의 인력 절감과 약 20%의 에너지 절감 효과가 있는 것으로 나타났음

- 이 기술은 간선수송망에서 활용하기 위해 고안되었으며 간선수송망이 되는 전용도로는 지하에 구축하고자 하였음

나. 수도권 대심도 지하물류터널

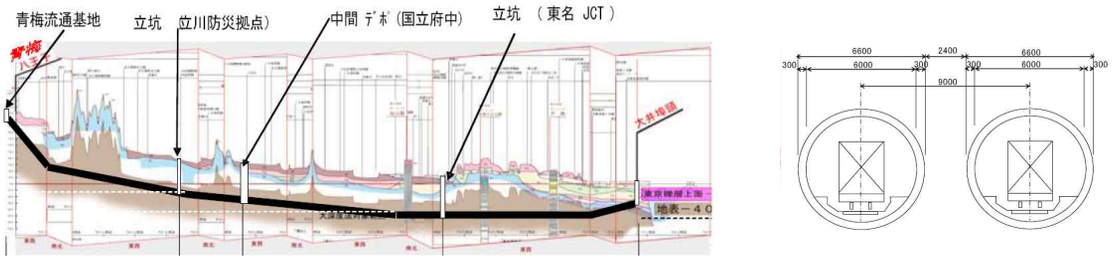
○ 최근 (재)일본엔지니어링진흥협회는 동경항의 오오이(大井) 부두에서 동경도 하치오지(八王子)시까지의 약 50km를 대심도 지하 터널에서 묶는 수도권 물류 시스템(首都圏物流システム) 구상을 검토하고 있는 것으로 조사되었음

- 2009년 엔지니어링진흥협회에서는 수도권 대심도 지하 물류 터널 구상에 관한 조사보고서를 발간한 바 있음

○ 대심도 지하 터널을 활용해 철궤도를 이용하여 해상 컨테이너를 수도권 교외로 수송하는 것을 골자로 하여 장래 45ft컨테이너의 세계적 보급과 대형 컨테이너선 취항을 위한 도쿄항 항만계획 변경 등을 고려한 수송·하역시스템의 고도화나 터널 경로를 재검토하였음

- 무인자동 열차운송시스템은 수송터널로서 대심도 지하를 활용하고 기존 기술로 활용 가능한 무인 제3궤도급전전동 차체를 지탱하는 방식을 채택하여 건설 비용을 절감하고자 하였으며 이에 맞추어 터널 외경을 5.5m(작년도 6.6m)로 조정하였음

- 12,000TEU급 대형 컨테이너선도 정박이 가능하도록 계획된 중앙 방파제 외측 부두 터미널을 기점으로 하고 아오미(青海) 터미널, 오오이(大井) 터미널, 국립 후츄(府中) 중간 Depot, 타치카와(立川) 지하도를 경유하며 수도권 중앙도로(권앙도, 圏央道) 오메(青梅) IC 부근의 오메 인랜드 창고를 종점으로 하는 53.5km의 구간을 대상으로 하고 있음



자료 : Geo-space Engineering Center(2009), GEC 뉴스 234호

[그림 4-2] 수도권 대심도 지하물류터널 종단도, 표준단면도

□ 세부추진 내용

○ 엔지니어링진흥협회의 지하개발이용연구센터는 JKA(구 일본 자전거 진흥회)로부터 기계공업 진흥 자금의 보조를 받아 2007년도에 조사 연구를 수행하였음

- 국토교통성과 경제산업성, 도쿄도나 닛쯔 종합 연구소, 토다 건설, 철건, 카시마 등이 심사에 참여하였음

○ 수도권 대심도 지하물류터널의 계획은 다음과 같음

- 2001년 4월에 시행된 대심도 지하 사용법을 활용하여 40미터 이상의 지하에 터널을 구축함
- 오오이 부두로부터 하치오지서인터체인지(IC)에 이르는 제1루트와 도의 타치카와 방재 거점을 통과하는 제2루트를 검토하였으며 제2루트가 방재 물자의 운반이라고 하는 공익성을 갖게 할 수 있어 대지진도 지하 사용법으로 적용시키기 쉬운 것으로 판단함
- 대심도 지하와는 립 갱으로 이어, 배로부터 자동 무인화 열차에 컨테이너를 환적 하여 열차로 대량 수송함
- 도중에 3개소의 중간 하역 시설을 마련하는 것 외에 하치오지의 창고는 보세지역으로 지정하여, 내륙에서 관세 등의 수속을 실시할 수 있도록 해 국제 유통에도 대응토록 함
- 오오이 부두에 처리되는 국제 컨테이너의 양이나 하치오지나 카나가와현 아츠기를 통과하는 화물의 양을 조사한 결과, 현재의 컨테이너 개수 정도라면 충분히 반송 가능한 업무량임을 확인할 수 있었음

□ 기대효과

○ 오오이 부두에서 적재 컨테이너 화물을 크레인으로 대심도 지하로 하역하고, 자동무인 열차방식으로 하치오지의 ICD까지 수송하는 시스템으로서 중간에 하역시설을 마련하여 수도권 제3환상 도로와 연결시켜 물류를 효율화하고 컨테이너 트럭 교통량을 줄여 CO_2 배출 저감이나 교통 정체 완화에 기여함

- 기존 트럭운송보다 더 많은 컨테이너 환적시간이 요구되지만, 운반 시간은 현재보다 약 2시간 내지 30분 정도 단축할 수 있어 CO_2의 배출 삭감이나 교통 정체의 완화 효과가 크다고 보고되고 있음

○ 도로 단독 정비와는 달리 45ft컨테이너에 대응한 도시 내 도로 정비 비용의 억제, ICD에 의한 수송 효율화, 산업 활성화, 고용 창출, 항만에 있어서의 여유 공간 창출 등의 기대효과가 있어 폭넓은 가능성을 가지고 있는 것을 나타났음

○ 이용자 평형원리[34]를 이용한 컨테이너 유동량 추정과 편익분석을 수행한 결과 이 시스템은 환경정책에 기여할 경우 1.58의 B/C값을 갖는 것으로 조사되었음

- 도쿄수도권고속도로(권앙도)의 외측과 도쿄항을 수송하는 컨테이너가 환경정책에 기여하기 위해 본 지하물류터널 이용 정책이 실시된다는 가정을 검토할 때 이 경우에는 B/C=1.58을 얻을 수 있었음
- 도로의 비용 편익 분석 매뉴얼에 고려되어 있지는 않으나 본 시스템의 특징적인 효과인 '항만 내에서의 컨테이너 운송차량의 대기시간 단축', '통관검사 시간 단축'등을 편익에 포함하여 계산한 결과 B/C=0.99를 얻을 수 있었음
- 이용자 평형원리는 도로 네트워크 모델에 의해 해석하므로 컨테이너 운송차량이 통과하기 어려운 좁은 도로 등의 정체 완화 영향도 계측할 수 있어서 보다 설득력이 높은 편익분석 결과를 산출하였다고 평가되고 있음

34) 이용자 평형원리(User Equilibrium): 공급과 수요간의 균형상태를 설명하는 Wardrop의 제1법칙으로 사용자 균형상태를 찾는 원리

다. 일본 도쿄 오다이바 지하 공동구 쓰레기 관로수송 시스템

○ 오다이바는 도쿄도가 1989년 임해부도심 개발 기본계획의 일환으로 개발되었으며 지하 쓰레기 관로수송시스템이 구축되어있음

- 오다이바는 도쿄의 과도한 인구밀도를 해소하고 도쿄를 대표하는 새로운 도시로 만들고자 개발이 시작되었음
- 1990년 일본이 장기불황을 맞으면서 계획이 축소되었으나, 최근 들어 애초 계획대로 오피스 인구 11만 명, 거주인구 6만 명을 목표로 하는 개발을 재추진 중에 있음
- 오다이바의 각 건물은 거대한 콘크리트 박스인 공동구로 연결되어 있으며, 각종 파이프를 통해 전기, 통신, 상/하/중수도, 냉/난방 시스템 등이 연결되어 있음
- 그 중에서도 각 건물별로 파이프라인을 연결하여 쓰레기를 무인으로 수거할 수 있는 시스템은 전 세계적으로 유일무이한 선진사례로 인정받고 있음

○ 오다이바 지하 공동구 쓰레기 관로수송 시스템은 직경 610㎜의 파이프라인을 통해 쓰레기 등을 회수하며, 쓰레기 회수의 경우 1일 400톤의 처리능력을 가지고 있음

- 공사구간이 총 16km에 달하여 총 공사비 3천억 엔, 연간 유지비 4억 엔이 소요되었음



[그림 4-3] 오다이바 쓰레기 관로수송시스템

○ 하지만 쓰레기 관로수송 시스템이 구축되더라도 애초 계획량을 유치하기는 힘들다는 견해가 많음

- 사용자가 분리수거를 하지 않는 경우, 재활용품과 비재활용품의 구분이 불가능함
- 오다이바로부터 쓰레기 매립지 또는 처리장까지 이동하는 구간에 설치되고 있는 직경 61cm 크기 파이프라인으로는 용량이 부족하며, 단지별 규모까지만 집화가 가능함
- 단지별 규모로 집화된 쓰레기는 트럭이 들어와서 옮겨야 하는 문제점이 있어, 애초에 계획했던 '트럭 없는 도시' 구현이 불가능한 것으로 지적되고 있음

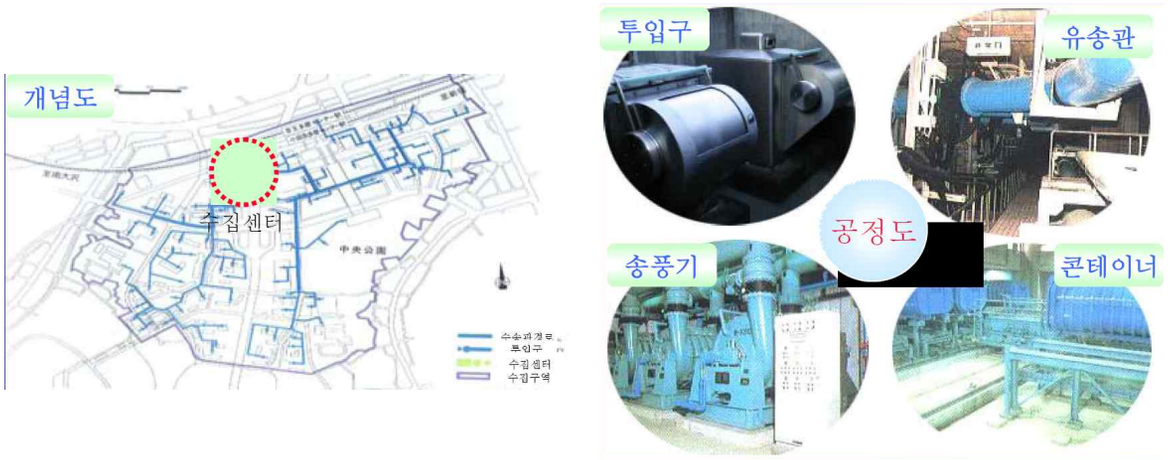
라. 다마 신도시 쓰레기 관로수송 시스템

○ 다마 신도시는 도쿄의 주택난을 완화하고 미나미타마 구릉지대의 무질서한 개발을 방지하기 위하여 도쿄의 서쪽 25~40km의 위치에 계획된 3080ha의 면적과 인구 41만 명규모의 신도시임

- 다마 신도시는 '전원 속에서 자연발생적으로 형성된 도시'라는 이미지를 주기 위해 자연 지반고를 최대한 유지하면서 건설되었음
- 크고 작은 녹지를 체계적으로 확보하고 다마 강을 회복해 수림대, 광장, 물놀이터 등을 설치하여 친수공간화하였음

○ 일본에서 최초로 지하공동구 개념이 적용된 시범지역임

- 다마 신도시는 전화, 전기, 수도, 광케이블, 폐기물관로가 모두 지하시설물로 관리되는 지하 공동구가 구축되어있으며, 특히 쓰레기 관로수송시스템은 건설성(현.국토교통성)의 모델사업으로 1983년부터 일부가 가동되기 시작했음
- 그러나 관로의 구멍이 자주 뚫리고 1968년 계획 대비 쓰레기 발생량이 1/8밖에 배출되지 않으며, 수입대비 지출이 연간 약1억 엔 수준의 적자 등도 문제로써 시설의 폐쇄를 검토 중에 있음



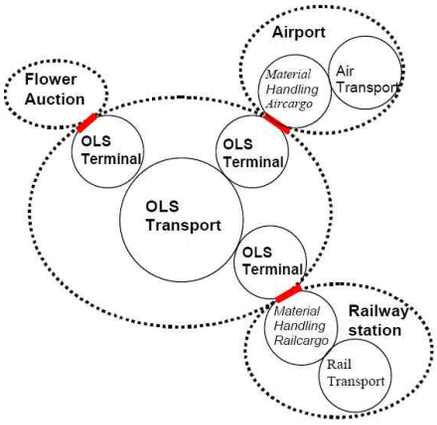
[그림 4-4] 다마 신도시 쓰레기 관로수송시스템

2. 네덜란드

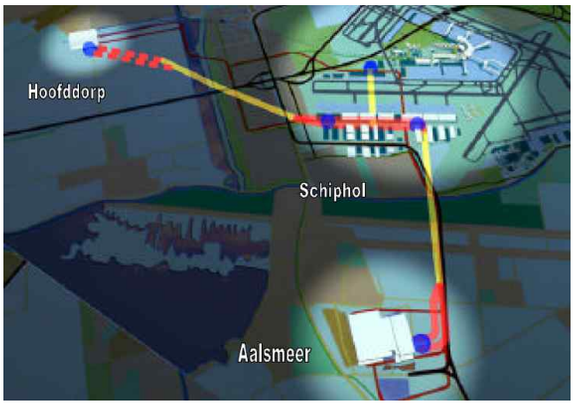
가. ASH지역 지하 화훼물류 시스템

○ 네덜란드에서는 1995년부터 지하물류에 관한 본격적인 연구가 시작되었으며, OLS 프로젝트명 아래 대대적인 지하물류시스템 구축 연구를 시작하였음

- OLS 프로젝트 중에서도 대표적인 것이 OLS-ASH 프로젝트이며 프로젝트명은 Dutch acronym for Underground Logistics System-Aalsmeer-Schiphol -Hoofddorp의 약자로 네덜란드 Aalsmeer-Schiphol- Hoofddorp 간을 잇는 지하물류시스템이란 뜻임
- 세계 화훼산업의 중심지인 ASH지역은 전 세계적으로 수출입이 발생하는 초대형산업 지역으로, 특히 네덜란드 내 Aalsmeer(경매)-Schipol(운송)-Hoofddorp(생산) 세 지역 간의 빈번하게 발생하는 화훼운송물동량은 매일 12만 5천 건 이상의 거래가 발생할 정도로 활성화되어있음



<네덜란드 OLS System 프로젝트>



<OLS-ASH 프로젝트 구간>

[그림 4-5] 네덜란드 OSL 프로젝트 개요 및 ASH 지역

○ 네덜란드 ASH 지역에서는 연간 45억 달러(세계 화훼류 시장의 60%를 공급)의 수출이 발생하여 높은 전환수요가 발생할 것으로 예측되고 있음

- 알스메어 화훼경매장에서는 절화는 매일 4500만 개, 분화류는 500만 개가 경매되고 있으며, 연간규모로는 절화가 12억 개, 분화는 5억 개 정도 경매되고 있음
- 당일 경매된 화훼류는 당일 저녁에 전 세계로 운송되며 경매가 끝난 제품은 각 수출회사에서 포장을 마친 후 가까운 유럽은 트럭으로 운송하고, 원거리 운송은 인근 스키폴 공항으로 이송되어 항공기로 운송하며 항공기는 매1분 간격으로 출발함



[그림 4-6] 네덜란드 지하 화훼 물류시스템

나. 알미르(Almere) 신도시 쓰레기 관로수송 시스템

○ 알미르의 쓰레기 관로수송시스템은 알미르 신도시 중심지역 내에 3,000가구를 대상으로 한 쓰레기 관로수송 시스템이며, 2000년에 설계를 시작하여 2003년도에 운영을 시작한 네덜란드 최초의 시스템이자 세계에서 두 번째로 큰 고정식 시스템임

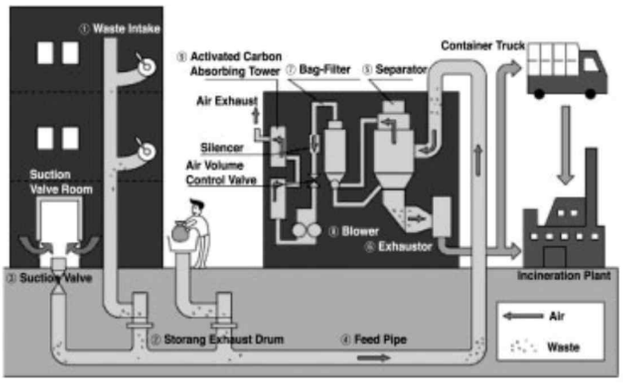
- 알미르는 네덜란드의 7번째 대도시로 면적 250㎢과 인구 19만 명 규모이며, 친환경 정책의 시행으로 세계적으로 생태도시의 모범사례가 되고 있는 지역임

[표 4-1] 알미르의 쓰레기 관로수송시스템 개요

구 분	시스템 종류	적용지구	처리 용량	처리 폐기물	연장관로	수거횟수	투입구 수
내용	SVS500	도심지	30톤/일	재활용, 음식물쓰레기	- 8.5km	10회/일	350

○ 알미르의 쓰레기 관로수송시스템은 마그네틱 카드를 이용하여 쓰레기 관로수송 시스템을 관리함

- 시스템의 사용자는 마그네틱 카드를 사용하여야만 이용이 가능하며 카드가 없으면 쓰레기통 투입구를 열 수 없도록 하고 있음
- 이는 소프트웨어와 카드에 시스템 사용확인 기능이 있어 쓰레기 시스템 사용량에 따라 사용량을 부과하기 때문임
- 수거대상 쓰레기는 음식물, 종이 등 재활용쓰레기, 일반쓰레기로 구분하여 처리하고 있으며, 쓰레기 이송관은 도로를 따라 그 아래에 설치하였음



[그림 4-7] 쓰레기 관로수송시스템의 개념도

○ 알미르의 쓰레기 관로수송시스템은 여러 측면에서 도시 미관에 기여하고 있는 것으로 평가되고 있음

- 거주지에 인접하여 설치될 수밖에 없는 집하장은 건축공모전을 거쳐 우아한 건축물이 될 수 있도록 건축하여 주민들의 님비현상을 극복하고자 하였음
- 건축 이후 도심 내 미관에 대한 주민 만족도 조사를 실시한 결과 쓰레기통의 제거로 도시 미관이 개선되었다는 의견이 지배적으로 나타났음

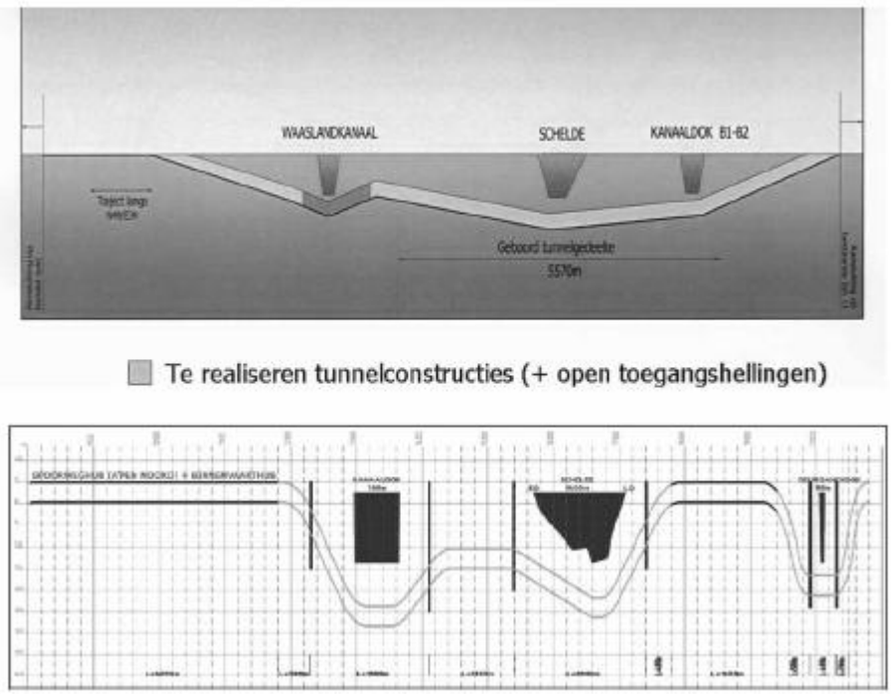


[그림 4-8] 네덜란드 알미르 관로수송시스템 적용 사례

3. 벨기에

○ 벨기에 앤트워프항은 증가하는 내부 컨테이너 처리 물량에 대비해 Scheldt강둑에 Deurganck독을 만들고, 앤트워프항과 Deurganck독 사이에 컨테이너 전용 지하 물류 시스템을 구축하는 것을 계획하고 있음

- 당초 계획은 철도시설을 도입하는 것이었지만 Scheldt강의 짧은 구간에 철도시설을 활용하기 위해서는 특별한 굴착 방식이 필요하였고, 이 방식은 1m당 건설비용이 65,000€로 천문학적인 비용이 소요되는 것으로 파악되었음
- 또한 철도시설을 도입하더라도 Scheldt강을 횡단하는 물동량에 대한 처리능력이 부족한 것으로 분석되어 다른 시스템이 도입되어야 한다는 주장이 제기되고 있음
- 그 중 벨기에 앤트워프 대학교의 BERT VERNIMMEN교수가 제기한 UCM(지하 컨베이어벨트 시스템)이 가장 설득력을 얻고 있음



[그림 4-9] Scheldt강 지하 물류 시스템 굴착도

○ 기존 Churchilldock(우측 터미널, 구항)의 컨테이너 처리용량이 한계에 달하자 이를 해결하기 위해 Deurganckdock(좌측터미널, 신항)을 건설하였음

- Hamburg Le Havre 지역의 컨테이너 물동량이 증가(1995년 1,317만 TEU → 2005년 3,140만 TEU)하면서 앤트워프 항 또한 컨테이너 물동량이 함께 증가하고 있음(1995년 233만 TEU → 2005년 648만 TEU)
- Deurganckdock(좌측터미널, 신항)은 800만 TEU의 Capacity를 가지고 있으며, 2005년 4분기 개장 즉시 7만 TEU를 처리함
  - 수용능력 800만 TEU 중 20%는 환적 물량, 80%는 배후물류부지의 수출입 물량임
  - 배후물류부지의 수출입물량 80% 중 70%(450만 TEU)는 Scheldt강을 사이에 두고 운송이 발생함
- 또한 Churchilldock(우측 터미널, 구항)은 로테르담-함부르크-앤트워프를 연결하는 철송 허브로 철도 화물 물동량이 집결되는 지역임

[표 4-2] 함부르크 항의 컨테이너 처리량

구 분	컨테이너(TEU)				연간 평균 성장률		점유율	
	1995	2003	2004	2005	1995~2005	2003~2005	1995	2005
Rotterdam	4,786,577	7,106,779	8,280,787	9,286,757	6.85	14.31	36.33	29.57
Hamburg	2,890,181	6,137,926	7,003,479	8,087,545	10.84	14.79	21.94	25.76
Antwerp	2,329,135	5,445,438	6,063,747	6,482,029	10.78	9.10	17.68	20.64
Bremen	1,524,421	3,190,707	3,469,104	3,735,574	9.38	8.20	11.57	11.90
Le Havre	970,426	1,984,542	2,131,833	2,100,000	8.03	2.87	7.37	6.69
Zeebruges	528,472	1,012,674	1,196,755	1,407,933	10.30	17.91	4.01	4.48
Dunkirk	49,416	161,857	200,399	204,562	15.26	12.42	0.38	0.65
Amsterdam	91,111	44,511	51,904	65,844	-3.20	21.63	0.69	0.21
Ghent	5,780	28,688	32,440	30,529	18.11	3.16	0.04	0.10
Range	13,175,519	25,113,112	28,430,448	31,400,773	9.07	11.82	100.00	100.00

자료 : Port Authorities and own calculations(2004)

○ Deurganckdock(좌측터미널, 신항)과 배후물류부지 및 Churchilldock(우측 터미널, 구항) 구역 간 물동량 대비 현재 및 미래에 계획된 수송모드가 이를 처리해주지 못할 것으로 예측되고 있어 지하물류시스템의 적용이 요구되고 있음

- 현재 앤트워프항 지역 내 물동량은 450만 TEU이며 수송 분담률은 도로가 60%, 철송이 9%, 선박이 31% 수준으로 이를 개선하고자 함

[표 4-3] 앤트워프항 수송분담률 개선 방안

구 분	개선 전(2005년)	개선 후(2010~2012년)
도로	60%	40%
철송	9%	20%
선박	31%	40%

자료 : Port Authorities and own calculations(2004)

○ 여러 도로 및 철도 연결 계획이 있지만 효과는 미흡할 것으로 예상되고 있음

- 터미널 간 연결 순환도로를 건설 중이지만 처리능력이 부족할 것이라는 평가를 받고 있음
- 2012년까지 터미널 간 연결 완료를 목표로 철도가 건설 중이지만 완성되더라도 처리능력이 부족할 것으로 예상되며, 지하 굴착 외에도 철송 운영을 위해 소요되는 건설비용이 천문학적 수준일 것으로 예상되고 있음

- Rail 건설 추정 비용 : 65,000€(유로)/m, 전체 1억 €이상소요 예상
- 2005년 당시 1유로 환율 약 1,200원 추정할 때 1m당 약 7,800만 원의 비용 소요
- maximum inclinations allowed are only 1.2/100으로 비용뿐만 아니라 건설 시간도 상당히 소요되는 것으로 추정됨
- 선박 : 처리 능력은 가능하겠지만 강 사이의 수문으로 인해 시간 소비가 증가할 것으로 예상되어 경쟁력이 떨어짐

4. 스웨덴

○ 1960년대 스웨덴에서 쓰레기 수거 시 발생하는 환경위생적인 악영향을 해결하기 위하여 관로속의 공기를 이용한 쓰레기 관로수송시스템을 연구개발하기 시작하였음

○ 스웨덴의 Solleftea 병원에서 소형시스템을 가동한 것을 시작으로 1967년 세계 최초로 스톡홀름 교외의 선드비베르그(Sundbyberg)에 관경 600㎜, 관로길이 최장 2.2km, 600호 규모의 관로수송시스템이 완성되었으며 현재까지도 운영 중임

○ 이를 시초로 세계 각국에 쓰레기 관로수송시스템이 보급되었으며, 최근 싱가포르 정부는 전 지역에 쓰레기 자동집하시설 설치의 입법화를 추진하고 있음



[그림 4-10] 스웨덴 선드비베르크 쓰레기 관로수송시스템

가. 예테보리(고텐부르크) 쓰레기 관로수송 시스템

○ 예테보리 시내 300군데에 재활용스테이션을 설치하여 9종류(색유리, 흰유리, 신문, 잡지, 금속, 플라스틱, 의류, 건전지, 음식물쓰레기)의 쓰레기를 수거하여 재활용하고 있음[35)]

- 베스트라여타란드주의 예테보리(고텐부르크라고도 함)는 스웨덴 제2의 도시로써 면적 450㎢와 인구 50만 명 규모의 도시임
- 예테보리는 세계적으로 친환경 정책을 펼치는 대표적인 사례로 꼽히는 도시로써 이곳에서 사용되는 난방은 거의 100% 분뇨와 쓰레기로부터 재생되는 친환경 에너지를 사용하고 있음



<아파트 투입구>



<쓰레기 흡입>



<음식물쓰레기 투입구>



<음식물쓰레기 저장탱크> - 지하관로를 통한 컨테이너 집결





<쓰레기 집결센터>

[그림 4-11] 스웨덴 예테보리(고텐부르크) 쓰레기 관로수송시스템 도입사례

나. 하마비 신도시 쓰레기 관로수송 시스템

○ 하마비 신도시는 배출되는 모든 쓰레기를 지하의 깨끗한 공기를 사용하여 이송하며, 3종류의 쓰레기를 처리하기 위한 관로수송 시스템의 도입과 쓰레기 집하장을 안마당에 위치시킨 혁신적인 발상은 경제적 효과뿐 아니라 사회통제와 환경인식 증진에 기여하고 있음

- 스웨덴 수도 스톡홀름에서 약 5km 떨어진 곳에 약 200ha의 면적으로 새로 생겨난 교외지역 하마비 허스타드는 계획인구 175,000명 수용 및 유럽에서 가장 매력 있는

35) 건설교통부(2006.9), 『자원절약형 도시환경을 위한 환경순환시스템 구축방안 최종보고서』

건설 프로젝트가 추진되고 있는 장소 중 하나로 손꼽히고 있음

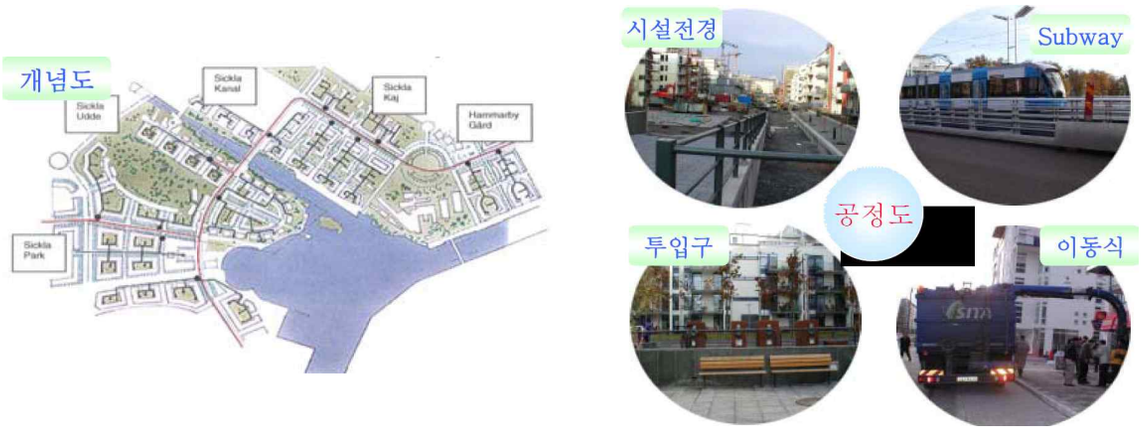


자료 : 이지희 외(2007), 『국내 도입사례 분석을 통한 쓰레기 관로수송시스템의 효율적 적용방안 연구』

[그림 4-12] 하마비 허스타드(Hammarby Sjostad)의 관로수송시스템 적용사례

○ 스톡홀름의 쓰레기 관로수송시스템은 1997년부터 2011년까지 순차적으로 조성될 계획이며 100개의 고정식 시스템과 3개의 이동식 시스템이 구축될 예정임

- 유인송풍기의 용량문제로 관로길이가 최대 2km까지만 가능하므로 하마비 신도시는 이동식 시스템을 채택하였으며 도킹 포인트 1군데 당 200~400가구를 수용할 수 있음
- 이동차량은 3백만 € 정도로 고가이지만 장기간 이용이 가능하며 12톤의 저장 능력을 갖추고 있음



[그림 4-13] 하마비 신도시 쓰레기 관로수송시스템

5. 한국

○ 우리나라에서는 「폐기물관리법」, 「악취방지법」, 「자원의 절약과 재활용촉진에 관한 법률」 등에 의하여 1999년 용인 수지2지구를 시작으로 생활폐기물 자동집하시설에 대한 기술이 도입되기 시작하였음

가. 용인 수지2지구 쓰레기 관로수송 시스템

○ 용인 수지2지구는 한국토지공사에서 공영개발방식으로 「택지개발사업법」에 의해 택지개발사업을 시행한 사업지구로 1995년 국내에서는 최초로 쓰레기 관로수송시스템 시범도입을 결정하였음

- 1997년까지 기본 및 실시설계를 거쳐 1999년 12월에는 시공 및 시운전을 실시하였으며, 2000년 1월부터 국내 최초로 대규모 단지에 상업운전을 개시하였음
- 현재는 그동안 증설을 거쳐서 약 13,000세대, 하루 약 21.4톤(2007년 기준)의 쓰레기를 지하에 매설된 파이프를 통하여 수거하고 있으며, 하루 2회 이상 연중무휴로 운전 중에 있음

[표 4-4] 용인 수지2지구 관로수송시스템 개요

구 분	내용
사업지구 면적	988,000㎡
세대수	13,000세대
매설 배관	500㎜, 16,000m
투입구	옥외형, 약 350개
종량제 봉투사용	원형투입구 : 20ℓ, 사각투입구 : 100ℓ

자료 : 이지희 외(2007), 『국내 도입사례 분석을 통한 쓰레기 관로수송시스템의 효율적 적용방안 연구』

○ 쓰레기 관로수송 시스템은 3가지 종류(매립용, 소각용, 대형 쓰레기용)의 투입구 있으며 정해진 쓰레기의 종류만을 넣어야 함

- 시스템의 효과적인 활용을 위해서는 무엇보다 주민들의 철저한 참여가 중요함



(매립용) (소각용) (대형 투입구)

자료 : 이지희 외(2007), 『국내 도입사례 분석을 통한 쓰레기 관로수송시스템의 효율적 적용방안 연구』

[그림 4-14] 용인수지 현대성우아파트 쓰레기 옥외투입구

○ 문제점을 개선하기 위한 새로운 방법을 도출함

- 쓰레기 관로수송 시스템의 취약점으로 평가되고 있는 재활용 구분에 대해서는 사용자의 자율성이 보장이 되어야 함
- 정해진 방법에 따라 쓰레기 투입이 이루어지지 않을 시에는 해당지역 가동을 일시 중지한다든가, 벌금을 부과하는 방식으로 제재가 가해짐

[표 4-5] 종류에 따른 쓰레기 배출 방법

구분	배출 방법	비고
일반 쓰레기	종량제 봉투 사용	1차 적발 시 : 해당지역 가동 일시중지 2차 적발 시 : 해당자 벌금 부과
음식물 쓰레기	종량제(음식물용) 봉투 사용	1차 적발 시 : 해당지역 가동 일시중지 2차 적발 시 : 해당자 벌금 부과
재활용 쓰레기	기존 수거방법 적용	종이, 철캔, 플라스틱, 알루미늄 캔, 병
대형 쓰레기	동사무소에 신고, 스티커 구입하여 부착	투입구 사용 불가
원형 투입구	최대 20ℓ까지 사용가능	20ℓ 이상 100ℓ까지는 관리소에 연락하여 사각 투입구 이용
사각 투입구	5~100ℓ까지 사용가능	안전을 위해 투입구 열쇠를 열어야 하므로 관리소에 연락 후 처리

자료 : 이지희 외(2007), 『국내 도입사례 분석을 통한 쓰레기 관로수송시스템의 효율적 적용방안 연구』

나. 분당 코오롱 트리폴리스 쓰레기 관로수송 시스템

○ 분당의 코오롱 트리폴리스는 37층, 3개 타워, 1,116세대가 입주하고 있는 주상복합건물로서 관경은 400㎜로 세대 내에서 발생하는 쓰레기를 재활용과 소각용으로 구분하여 시스템을 통해 수거·처리하고 있음

- 재활용이 가능한 재활용품은 일일 3회 가동하여 수거하며 수거된 재활용 쓰레기는 자동으로 3종으로 분리(철, 알루미늄, 기타)되어 통에 담기며, 부피가 큰 재활용 쓰레기는 각층의 저장소에 배출하면 관리요원이 수거함
- 소각용 쓰레기의 경우 일일 3회 가동하여 수거하며 수거시간은 회당 약 2분 가량 소요되어 기계실로 자동이송되어 100ℓ 비닐봉투에 담아 소각장으로 이송·처리됨



<투입구>
- 소각용과 재활용투입구로 분류(옥내형)



<저장함>
- 포집된 일반 쓰레기 임시저장



<저장함>
- 포집된 재활용쓰레기 임시저장



<비닐봉투 삽입기>
- 압축된 쓰레기를 비닐봉투에 넣음



<3종 분류기>
- 재활용 쓰레기를 철, 비철금속 및 기타로 자동분류



<압축되어 비닐봉투에 담긴 쓰레기>

자료 : 이정임(2007), 『쓰레기 관로수송시스템』

[그림 4-15] 분당 코오롱 트리폴리스 쓰레기 관로수송시스템

다. 대한항공케이터링 쓰레기 관로수송 시스템

○ 대한항공케이터링에서는 2001년 3월에 45억 원의 설치비로 쓰레기 자동집하시설을 도입하여 성수기 기준 일일 15톤(2007년 기준)의 쓰레기를 처리하고 있음



<벤치형 스크류 피더>
- 조리과정에서 발생하는 미반 투입구



<버퍼 카로셀>
- 음식 준비과정에서 발생하는 쓰레기를 6개 투입구에 투입 (다량쓰레기 신속처리)



<식판 공급라인>
- 스트리퍼 후드로 쓰레기가 들어가는 모습



<운반관로>
- 투입구에서 투입된 쓰레기가 집하장으로 이동



<점검구>
- 관로 내부에 문제점 발생 시 내부를 점검할 수 있는 점검구



<수거차량>
- 쓰레기가 채워진 컨테이너를 소각장으로 운반

자료 : 이정임(2007), 『쓰레기 관로수송시스템』

[그림 4-16] 대한항공 쓰레기 관로수송시스템

2절. 국내외 관련 기술, 제품 개발 및 실용화 동향 조사 분석

1. 국외 동향

가. 자동 운송시스템 분야

(1) 고정경로 수송시스템

(가) UCM(Underground Container Mover)

○ 벨기에에서는 앤트워프항 내에서 발생하는 물동량을 처리하기 신규 철도 인프라의 대안으로써 지하 물류시스템이 제안된 바 있음

- 당초 계획하였던 철도 시설을 활용할 경우 굴착 작업에 천문학적인 비용이 소요되는 것으로 나타나 이를 대체하기 위한 시스템에 대한 논란이 계속되고 있음



자료 : BERT VERNIMMEN외 6인(2007), 『Underground Logistics Systems: A Way to Cope with Growing Internal Container Traffic in the Port of Antwerp?』

[그림 4-17] Closed-Loop System 개념도(DENYS NV)

○ 벨기에 앤트워프 대학에서는 신규 항만으로부터 기존 마샬링 야드(marshalling yard)와 강 반대편에 위치한 내륙수로 허브터미널로 40피트 컨테이너를 운반할 수 있는 지하 물류시스템을 설계 및 제안하였음

- 이 시스템은 'Underground Container Mover'라고 불리며 21km에 달하는 전동 컨베이어벨트로 일일 5,500VAN(11,000TEU)을 운송하도록 설계됨
- 20개 이상의 컴퓨터가 제어하는 수직통로를 통해 컨테이너를 부두로부터 22미터 내

지는 28미터 아래 위치한 지하의 컨베이어벨트로 이송한 뒤 저속 컨베이어벨트(시속 7km)로 컨테이너 하역과정에서도 정지하지 않은 채 운송이 가능함

○ UCM의 기술 및 추진 개요는 다음과 같음

- 대상지역은 벨기에 앤트워프항임
- 운송방식은 컨베이어 벨트이며 구동방식은 미정임
- 당초 철도시설을 도입하기로 했으나 처리능력과 천문학적인 굴착 비용 소요로 인해 도입시스템에 대한 선정은 결정되지 않았음

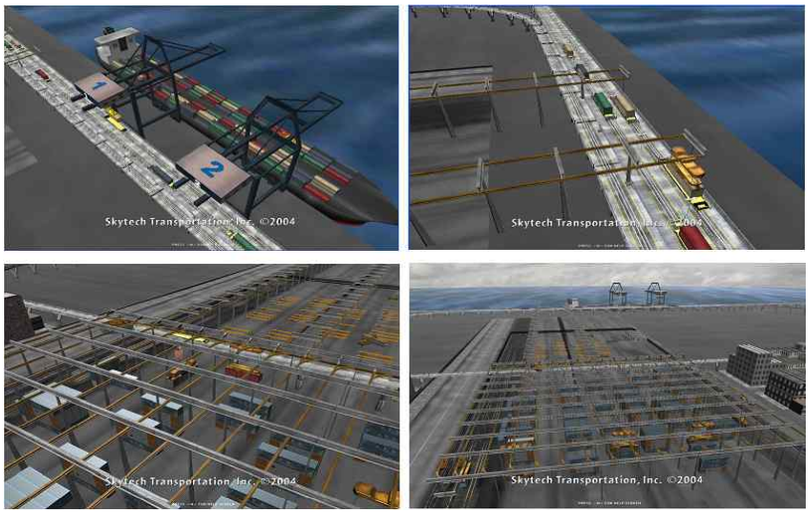
(나) SkyTech Transportation

○ SkyTech 시스템은 고가 궤도에 설치된 LIM(Linear Induction Motor, 선형모터) 방식의 Vehicle를 이용하여 화물용 컨테이너를 선박에서 터미널이나 하차장까지 자동으로 운송하기 위한 다양한 옵션을 제공함

- 항구에서 고가 궤도 구조의 크레인을 이용하여 선박에 컨테이너를 싣거나 내리는 공정 시간을 단축시킬 수 있으며 선박의 이용률을 증가시킬 수 있음
- 또한 고가 궤도를 이용하면 터미널이나 하차장에서 자동화된 격자 구조의 시스템을 활용할 수 있어 컨테이너 처리용량을 일반 터미널에 비해 2~3배 정도 증가시킬 수 있으며 터미널 내에 차도가 필요 없으므로 컨테이너 적재 면적 확보에 유리함
- 단일 트랙에서 하루에 8,000개의 컨테이너 운송이 가능하며, 6개의 트랙을 이용하면 하루에 48,000개의 컨테이너 운송 용량을 갖출 수 있음

○ SkyTech Transportation의 기술 및 추진 개요는 다음과 같음

- 적용지역은 LA Long Beach항의 한진 터미널이며 데모시스템으로 진행하고 있음
- 운송방식 및 구동방식은 고가 궤도 LIM Vehicle 방식임
- 현재 개발단계는 한진 터미널 내 데모 시스템 이후 뚜렷한 소식이 전해지지 않고 있는 상황임



[그림 4-18] SkyTech Transportation

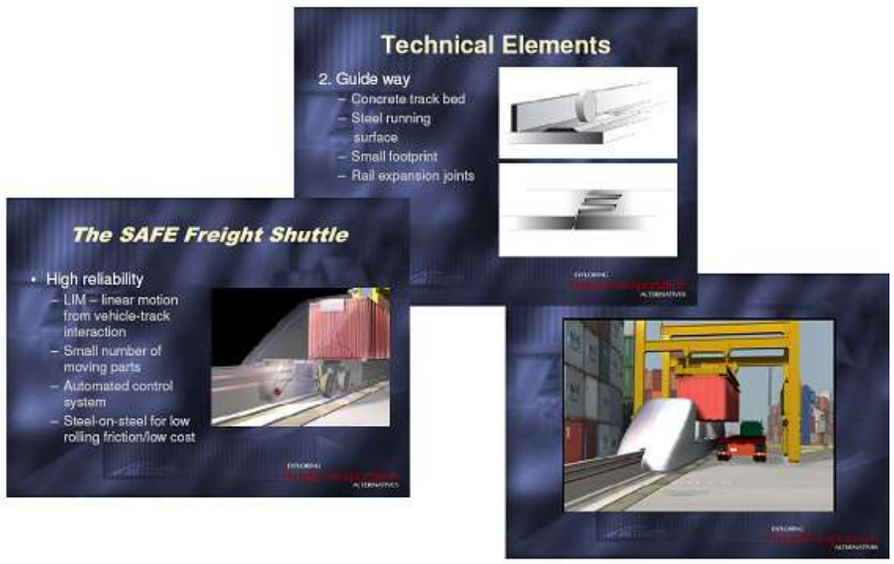
(다) SAFE Freight Shuttle

○ SAFE(Secure, Automated, Fast, Environmentally clean) Freight Shuttle은 Texas Transportation Institute에서 개발한 컨테이너 화물 운송 전용 기술임

- 양방향 Shuttle 시스템은 LIM(linear induction motor) 기술을 이용한 궤도를 따라서 30~70mph의 속도로 한 번에 한 개의 컨테이너 운송이 가능함
- 이 시스템에서 LIM의 Primary는 차량에 장착되며, 알루미늄스틸 플레이트는 트랙에 위치하며, 스틸 플레이트 위에 스틸 휠을 갖는 것이 특징이지만 Maglev와 같은 부상시스템은 아님
- SAFE Shuttle은 Unit당 무게가 약 6톤 정도이며, 컨테이너의 무게를 합하면 약 32톤 정도임

○ SAFE Freight Shuttle 의 기술 및 추진 개요는 다음과 같음

- Los Angeles항과 San Bemardino 지역에 적용하는 것을 고려 중임
- 양방향 Shuttle 방식으로 운송되며, 선형모터를 이용해 구동함
- 현재 개발단계에 대해서는 진척이 없는 것으로 조사되었음



자료 : Texas Transportation Institute(2006), 『Exploring A Green Alternative for Container Transport』

[그림 4-19] SAFE Freight Shuttle

(라) ECCO System

○ 미국의 General Atomics社에서 개발하고 있는 ECCO(Electric Cargo COnveyor) System은 컨테이너를 조용하고 효과적으로 움직일 수 있는 환경친화적 시스템을 목적으로 함

- 물리적 접촉 없이 자기력에 의하여 지지, 조정 및 추진이 되는 시스템으로 영구자석 및 리니어 동기모터(LSM)를 이용하여 자기부상 형태로 운행되고 무인운전이 가능하며, 접촉 없이 주행 가능함으로 마찰이 제거되어 선로의 유지보수 비용이 적게 소요된다는 장점을 가짐
- 2004년 샌디에고에서 400ft 길이의 시험선로 개발을 완료했으며, 현재 Southern California에서 자기부상 시험 중임



[그림 4-20] 샌디에고 시험선에서 시험 중인 GA 자기부상 차량과 LA ECCO프로젝트

○ ECCO System 기술 구현 소요 비용 및 재원은 다음과 같음

- 시속 145km의 속도로 방향당 하루 2,500FEU 가량의 운송능력을 가진 것으로 알려지고 있으며 현재 프로토타입이 개발되어 있으며, 건설에는 km당 약 671억 원이 소요될 전망임
- LosAngeles항은 터미널과 Southern California International Gateway(SCIG)을 연결하는 5마일의 시범사업을 하기 위한 기초 공사를 지원한 바 있음
- 기술상으로는 시속 450km(300마일) 까지도 속도를 높일 수 있다고 주장하고 있으나 컨테이너 물류의 특성을 고려할 때 고속 물류수요가 그렇게 많을 것인가에는 의문이 있으며, 무엇보다도 건설단가가 높아 실제 사업화까지는 많은 애로가 예상되고 있음

○ ECCO System의 기술 및 추진 개요는 다음과 같음

- Los Angeles항 터미널과 Southern California International Gateway 간 5마일의 시범사업을 추진하고 있음
- 자기부상방식이며, 선형모터로 구동함
- 현재 개발단계는 2004년 샌디에이고에서 400ft(121.92m) 길이의 시험선로 개발을 완료했으며, 현재 Southern California에서 자기부상 시험 중임

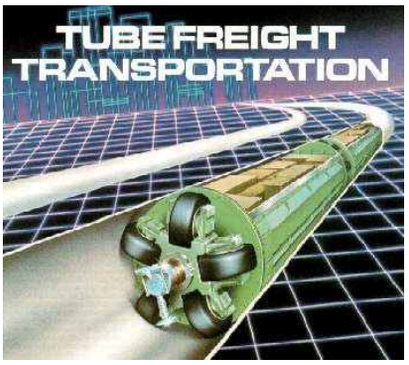
(마) TubeXpress(SUBTRANS)

○ TubeXpress는 지하 튜브 통로를 이용한 컨테이너 자동운송 시스템임

- 대체로 튜브화물운송이라 함은 파이프라인에 딱 맞도록 설계된 캡슐 자체나 캡슐을

운반하는 철도에 화물을 실은 뒤 물류거점 간에 화물을 운반하는 시스템을 의미함

- 튜브 통로는 통상적으로 콘크리트 파이프라인으로 구축됨
- 직경 2m 튜브 내에 만들어진 철로를 따라 설치된 선형모터에 의해 구동되는 방식



자료 : TubeXpress(2011), http://www.tubexpress.com/index.htm

[그림 4-21] TubeXpress의 개념도

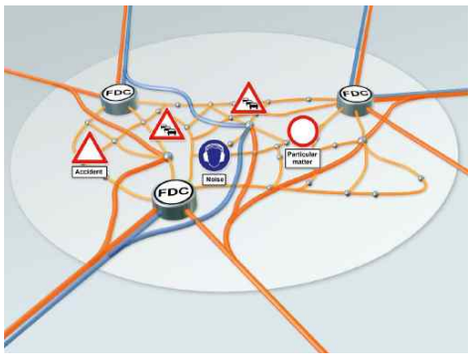
○ TubeXpress의 기술 및 추진 개요는 다음과 같음

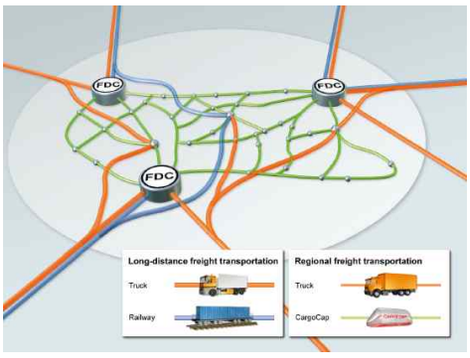
- 아직 뚜렷한 적용대상지역은 선정되지 않은 것으로 조사되었음
- 튜브화물운송 방식이며, 선형모터로 구동됨
- 미국연방고속도로관리청(Federal Highway Administration, FHWA)의 첨단화물운송에 관한 연구프로젝트의 일환으로 국가교통시스템센터(National Transportation Systems Center)에 의해 기술적, 경제적 타당성 검토가 진행 중임

(바) CargoCap

○ CargoCap 프로젝트는 독일의 교통 혼잡과 이로 인한 막대한 사회비용을 줄이는 것을 목적으로 하는 24시간 무인 자동수송시스템임

- 교통량 증가로 인해 독일 도로 11,000km 중 약 10%는 매일 주차장 수준으로 교통 혼잡이 발생하고 있으며 교통량 증가와 함께 막대한 유류 소비, 도로와 도시의 소음, 오염, 사고 위험, 토지 부족 등의 문제가 함께 발생하고 있음
- 이러한 문제로 매년 1,000억 € 수준의 사회비용이 발생함



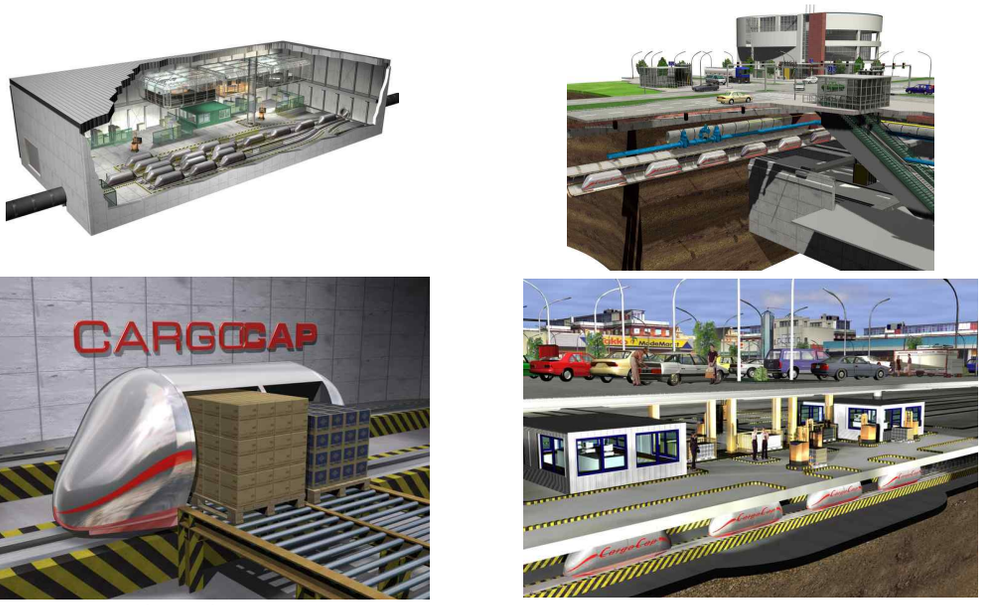


<트럭 기반 지선수송 - Noise, Traffic Jam 유발> <CargoCap 기반 지선수송 - Noise, Traffic Jam 해결>
자료 : CargoCap(2011), http://www.cargocap.com

[그림 4-22] CargoCap을 이용한 교통정체 해결 방안

○ 카고캡(CargoCap) 프로젝트는 디트리히 슈타인 교수가 이끄는 독일 보훔 대학의 연구팀에서 수행하고 있음

- 인구와 공장밀집지역의 교통부담을 저감하기 위해 직경 1.6~2m의 지하 파이프라인 관로를 통해 무인으로 화물을 수송하는 지하 수송망 건설에 대한 연구가 진행중임
- 두 대의 운송장비 간에는 2미터의 간격이 있으며, 이 간격 때문에 캡(cap : 운송장비)의 이동속도를 감속하지 않은 상태에서 더미로부터 캡을 빼내고 집어넣는 화물하역 분기시스템이 가능함
- 차량의 고장으로 인한 통로의 폐색에 대한 대비하고자 각각의 차량에 복수 개의 모터를 장착하고 있음
- 2006년에 지상모델 실험을 완료하였으며 유럽표준파렛트(T12) 2개를 적재할 수 있는 캡(Cap)이라고 불리는 반송차들을 연결하여 제어하는 시험운행이 진행 중임
- CargoCap은 150km 반경지역 내 운송을 목표로 설계가 이루어지고 있으며 500볼트의 전기로 구동하고 중앙조정실에서 무인 자동조정하는 화물캡슐시스템 개념임

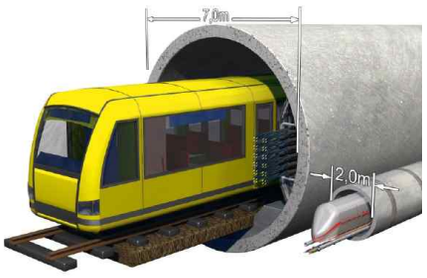


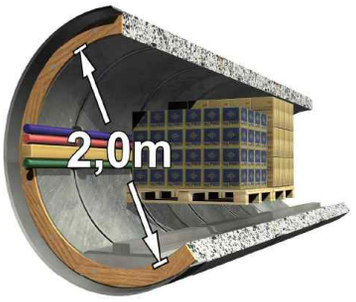
자료 : CargoCap(2011), http://www.cargocap.com

[그림 4-23] CargoCap 개념도

○ CargoCap의 기술 및 추진 개요는 다음과 같음

- Cap은 광범위한 지하 수송 파이프 네트워크를 통해서 24시간 운영되며, 각 역에서 자동호출 및 자동 상하역이 가능하도록 설계되었음
- 지하 파이프 네트워크를 통해 이동하기 때문에 외부의 교통 노선 등에 대한 영향을 전혀 받지 않는 것으로 평가되고 있음
- 또한 CargoCap 운영은 노이즈와 배기가스를 전혀 배출하지 않아 환경적 측면에 기여할 수 있을 것으로 기대되고 있음
- 화차는 넓이 800mm, 높이 1,200mm, 폭 1,050mm의 크기로서 유럽 표준인 CCG1 2개 넣을 수 있도록 설계되었으며 굴착 크기는 경제성이 가장 높은 것으로 계산되어 1.6m 수준으로 계획되었음



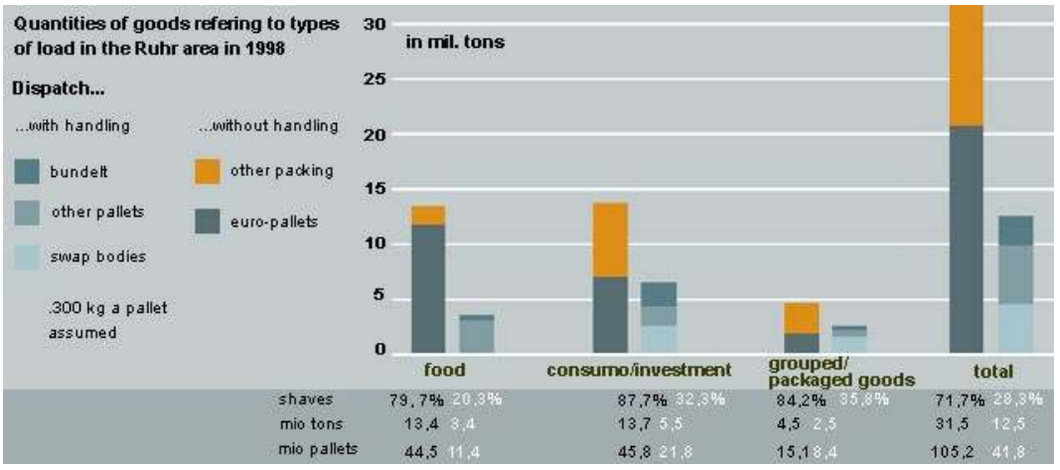


자료 : CargoCap(2011), http://www.cargocap.com

[그림 4-24] CargoCap 굴착 필요 넓이

○ 주요 취급 대상화물은 포장 화물임

- CargoCap은 발달된 경제 구조와 높은 인구 밀도를 가진 지역에 고속으로 화물을 운송하기에 적합하며 대표적으로 음식, 소비재, 생산 부품 등을 예로 들 수 있음

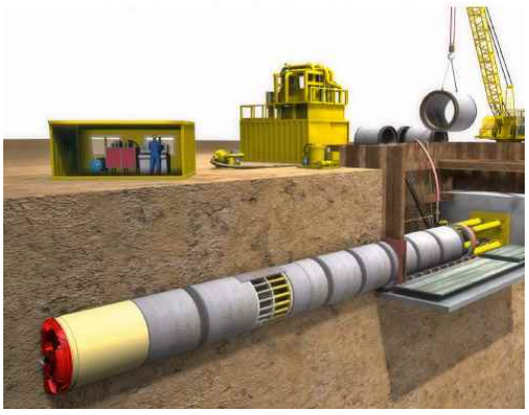


자료 : CargoCap(2011), http://www.cargocap.com

[그림 4-25] Rhur 지역 취급 화물타입별 수량(1998년)

○ 파이프라인 네트워크 구축에는 Pipe Jacking 기술이 적용되어 표면에서 원격으로 공사할 수 있기 때문에 주변지역에 피해(건물, 식물 등의 손상 등)를 최소화할 수 있으며 다음과 같은 장점을 갖는 것으로 보고되고 있음

- 굴절이 필요한 지역이나 장거리 지역에 대한 제어 가능함
- 구축 속도가 15~20m/day로 매우 빠른 속도로 건설이 가능함



자료 : CargoCap(2011), http://www.cargocap.com

[그림 4-26] CargoCap 구축 방식

○ CargoCap은 전기를 이용한 완전 자동 구동방식으로 설계되었음

- Cap은 2m 간격으로 운행되며 새로운 분기 시스템을 적용하여 Cap이 서로 2m 이내로 접근하게 되면 속도 저감 없이 자동으로 서로 밀어내도록 설계되었음

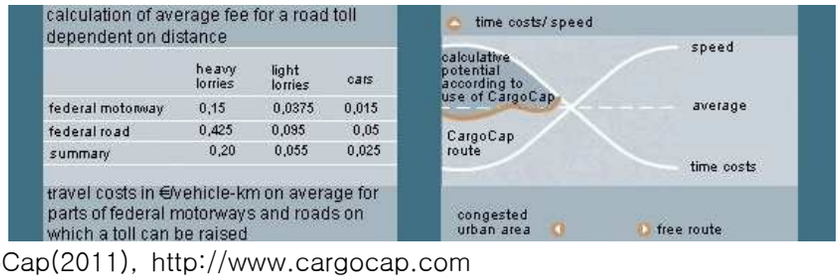


CargoCap characteristics	value	unit	CargoCap characteristics	value	unit
net weight	800	kg	wheel diameter	200	mm
max. paxload	2000	kg	wheel base	2840	mm
max. speed	40	km/h	length of the vehicle	3500	mm
speed	36	km/h	supply voltage	600	V=
max. acceleration	1	m/s²	duration power	3400	W
track gauge	800	mm	top performance	35000	W

자료 : CargoCap(2011), http://www.cargocap.com

[그림 4-27] CargoCap 제원

○ CargoCap의 경제성 검토 결과 정해진 경로가 존재하는 혼잡한 도심 지역 내에서 가장 큰 효과를 볼 수 있으며 간선 수송망과 CargoCap 시스템을 연결하면 높은 효과를 나타낼 수 있는 것으로 보고되고 있음



자료 : CargoCap(2011), http://www.cargocap.com

[그림 4-28] CargoCap의 적용 효과

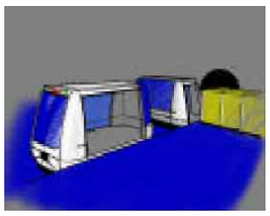
(2) 고정/자유경로 수송시스템

(가) OLS-ASH Project[36]

○ 네덜란드는 1995년부터 주요 교통/물류망을 지하화하기 위한 OLS Project를 추진하였으며 그 중 첫 번째로 추진된 프로그램인 OLS-ASH는 네덜란드 내에서도 가장 물동량이 많은 ASH지역의 화훼물류 지원을 목적으로 하고 있음

- OLS-ASH지역의 지하 화훼물류 시스템에 [그림 4-29]와 같이 Spykstaal Vehicle, Lödige Vehicle, DTM Vehicle을 고려하였음
- 이를 바탕으로 컨베이어벨트 방식의 프로토타입이 개발되었음








<Spykstaal Vehicle> <Lödige Vehicle> <DTM Vehicle> <ProtoType>

자료 : Ben-Jaap Pielage(2001), 『Underground Freight Transportation. A new development for automated freight transportation systems in the Netherlands.』

[그림 4-29] 네덜란드 OLS-ASH 적용 고려기술 및 프로토타입

○ OLS-ASH 프로젝트의 기술 및 추진 개요는 다음과 같음

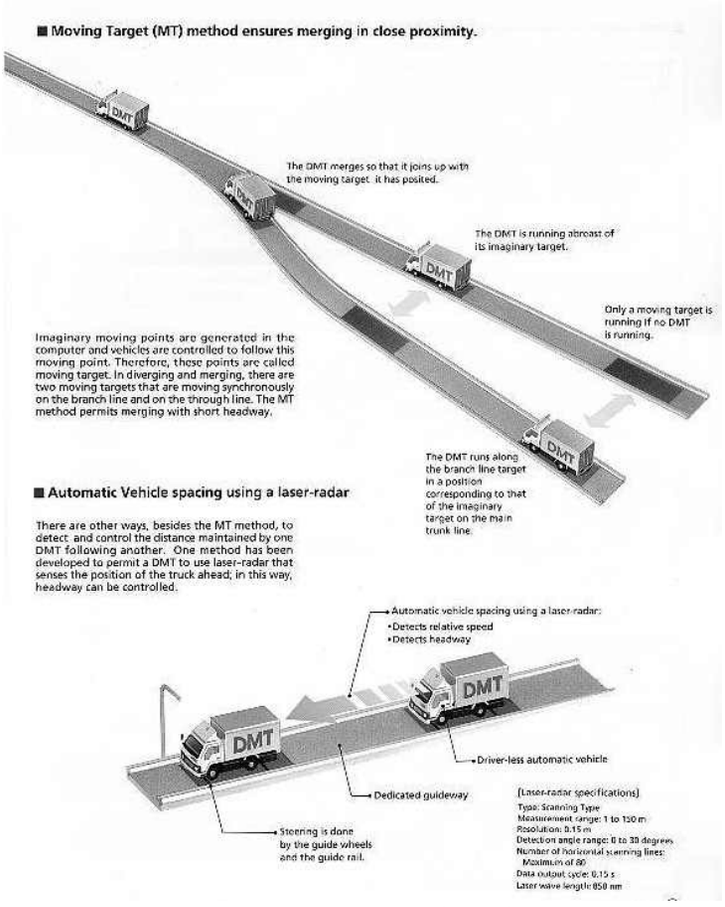
- 적용지역은 네덜란드 화훼경매장인 Aalsmeer와 원거리 수송 출발지인 Schipol, 화훼생산단지인 Hoofddorp를 연결하는 구간임
- 운송방식은 프로토타입으로 컨베이어 벨트가 선택되었으며, 구동방식은 회전모터임
- 현재 개발단계는 네덜란드에서 추진되고 있는 OLS 프로젝트 중 가장 첫 번째로 구축 및 시범운영이 진행되었으나, 현재는 중단된 상태임

(나) 일본 DMT(Dual Mode Truck)

○ 일본 DMT는 일반도로에서는 유인으로, 전용도로에서는 무인으로 운행이 가능하도록 설계된 트럭임

36) OLS-ASH : Ondergrondse(Underground) Logistieke(Logistics) System Aalsmeer-Schipol-Hoofddorp

- 통상적으로 사용되고 있는 일반트럭을 개조한 것으로, 일반도로에서는 보통의 트럭과 같이 사람이 운행을 하고 연료를 사용하지만, 전용도로에서는 중앙관제센터에서 속도와 방향을 조정하고 배터리만으로 운행이 가능함
- 트럭의 양옆에 장착된 보조 바퀴를 통해 가이드 레일에 맞물리게 하여 지정된 전용도로를 벗어나지 않도록 보조함



자료 : Japanese Automated Freight Transport System(1992),
http://faculty.washington.edu/jbs/itrans/japanaf.htm

[그림 4-30] 일본 DMT 운영방식

○ 일본 DMT의 기술 및 추진 개요는 다음과 같음

- 동경-고베간 550km에 대한 적용이 고려되었으나 취소됨
- 일반트럭을 이용해 운송되며, 궤도 내에서만 무인으로 주행이 가능함
- 평상시 약 50km/h의 속도를 낼 수 있으며, 최고 75km/h의 속도가 가능함
- 현재 개발단계는 DMT 시스템의 성능을 실험하기 위해 약 760m의 시범트랙 구축

을 실시했으나 이후 일본 거품경제, 글로벌 금융 위기 등으로 프로젝트의 진행이 어렵게 되었음

(3) 자유경로 수송시스템

(가) Combi-Road

○ AGV를 이용한 Combi-Road 시스템은 고정경로와 자유경로를 모두 이용하는 대표적인 사례임

- Road-Train이라고도 불리는 Combi-Road는 각 컨테이너를 세미트레일러에 적재한 뒤 고무바퀴가 장착된 전동 AGV로 견인하는 형태의 무인자동 내륙수송시스템임
  - 네덜란드 국립연구소(TNO), 네덜란드 CTT(Centre for Transport Technology)와 민간기업들이 공동 출자한 ICES Combi-Road 프로젝트를 통해서 개발되었음
- 차량은 전원공급이 가능하고 가이드가 설치되어 있는 전용주행로를 50km의 균일한 속도로 주행하며, 내륙터미널에서 별도의 하역작업 없이 배송까지도 일체형으로 수행할 수 있는 장점을 가짐



자료 : CTT Combi-Road Final Report(1996)

[그림 4-31] 네덜란드 Combi-Road

○ Combi-Road의 개발자들은 중거리(100~250km)에서 바지선이나 철도보다 효율성이 높다고 주장하고 있지만 인프라 건설 및 장비도입 등 높은 초기투자비용으로 인해 투자 대비 효율성이 높지 않다는 평가를 받고 있음

- Combi-Road 차량의 최소운행간격은 12초, 180m이며, 5대/분의 비율로 하루 24시간,

연간 360일 기준으로 최대 단일방향 운송능력이 260만 TEU라고 보고되고 있음

· 하지만 260만 TEU는 이론적인 수치이고 실제로는 150만 TEU를 운송할 수 있을 것으로 예상됨

- 경제성분석에 따르면 Maasvlakte와 Gorinchemrks 지역의 손익분기물량은 연간 약 30만 TEU 수준으로 알려져 있음
- 건설비용 추정에 교량건설, 터널, 지반개량 등이 포함되지 않고서도 1km당 약 110억 원이라는 고가의 건설비가 소요되는 것도 부담으로 작용함

· 2개 레인(왕복)을 건설하기 위한 비용은 교량건설, 터널, 지반개량 등을 포함하지 않을 경우 1km당 7백만 €(약 110억 원)이 소요되며, 차량 구매에 필요한 비용은 대당 18만 €(약 2억 9천만 원)으로 알려져 있음

- 아울러 각 컨테이너를 세미트레일러에 적재한 뒤 고무바퀴가 장착된 개별 전동 AGV로 견인하는 과정이 철도형태의 집합수송형태보다는 효율성이 높지 않을 것이라는 지적이 있음

○ Combi-Road의 기술 및 추진 개요는 다음과 같음

- 네덜란드 로테르담 항과 배후물류단지를 대상지역으로 설계되었음
- 고무차륜방식(AGV)에 회전모터로 구동함
- 현재 개발단계로서 네덜란드 로테르담 항과 배후물류단지 간을 이동하는 물류를 자동으로 처리하기 위해 구상되었고, 시험운행을 거쳤으나 전용도로 건설에 막대한 비용이 소요되고 일반차량들의 심리적 불안감 유발 등의 문제로 현재는 운행되지 않고 있음

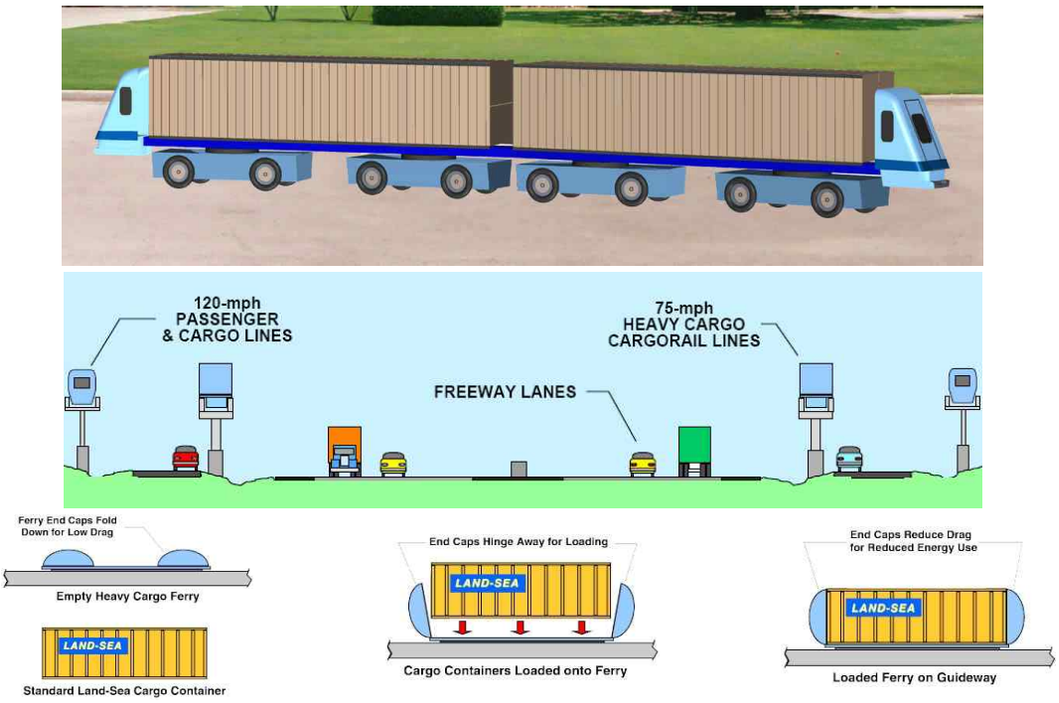
(나) CargoRail Tram

○ 미국의 MegaRail社에서 개발한 CargoRail Tram 시스템 역시 고정경로와 자유경로를 모두 고려하여 연구되었음

- 2007년 MegaRail社는 컨테이너를 75mile/h(120㎞/h)로 수송할 수 있는 고무차륜을 가진 차량(시제품)을 개발한 바 있음

○ CargoRail Tram은 친환경성을 고려하여 연료 사용과 탄소 배출을 저감하기 위한 기술로 개발되었으며 동시에 대용량 화물처리가 가능하도록 설계되었음

- 선로에서는 전기, 일반도로에서는 CNG와 같은 무공해 연료를 사용하여 이동하는 Hybrid 시스템임
- Tram들이 리드카에 연결되어 운송되며 표준화된 컨테이너의 사용으로 운송효율이 증대되면서, 한번에 1~6개의 컨테이너 운반이 가능함
- 전용 도로에서는 시간당 5,000개, 일반도로 및 고속도로에서는 일일 70,000개 정도의 컨테이너 처리 능력을 가지고 있음
- 기존 컨테이너 트럭의 경우 컨테이너에 있는 홈과 트레일러(샤시)에 부착되어있는 4개의 고정핀을 맞추어야 하는 방식이었음에 반해 CargoRail Tram은 이를 간소화하여 양쪽에서 컨테이너를 고정시켜줄 수 있는 접이식 고정물을 이용하였으며, 이 방식은 [그림 4-32]와 같음



자료 : MegaRail, http://www.megarail.com

[그림 4-32] CargoRail Tram

○ CargoRail Tram 장치를 활용하기 위한 인프라 구축은 공간에 대한 유연성을 가지고 있으며 상대적으로 저렴한 비용으로 운영이 가능하다는 장점이 있음

- 기존에 건설되어있는 고속도로, 철로, 파이프라인 등의 남는 공간을 활용하여 구축

할 수 있음

- 전용도로에서 이용 시 여객용은 195km까지, 화물용은 120km까지 운행이 가능함

○ CargoRail Tram 기술 및 추진 개요는 다음과 같음

- 롱비치항과 UP/BNSF Intermodal Facilities 구간에 대한 적용을 검토 중임
- 고무차륜방식으로 운행되며 회전모터를 이용해 구동함
- 현재 개발단계는 기술개발은 완료된 상태이나 적용지역이 아직 나타나지 않고 있음

(4) 진공압축수송시스템

(가) 쓰레기 관로수송시스템

○ 쓰레기 관로수송시스템은 파이프라인을 이용한 진공압축 수송시스템의 대표적인 사례이며 이 시스템은 크게 고정식 방식과 이동식 방식으로 구분할 수 있음

- 집하장의 별도 설치가 필요한 고정식 시스템은 대규모 시스템 또는 고층 아파트 등 쓰레기량이 많이 발생되는 고밀도 지역에 적용되고 있음
- 쓰레기 흡입차량을 이용하는 이동식은 저층 아파트 및 단독주택지역 등 쓰레기 발생량이 적은 저밀도 지역에 적용되고 있음

[표 4-6] 고정식 및 이동식 쓰레기 관로 수송방식 비교

구 분	고정식	이동식
작동원리	- 일정 장소에 송풍기, 컨테이너 등이 설치된 집하장을 설치한 후 파이프를 통해 대규모 수거	- 컨테이너, 송풍기, 필터 등을 탑재한 특수 차량이 이동하면서 단지 외부에서 시스템에 연결하여 쓰레기를 수거
장·단점	- 대규모 단지에 적용 - 집하장 설치 필요 - 최대 100ℓ봉투 사용 가능 - 쾌적한 주거환경 조성 - 운전자 1~2인 필요(1,000세대 기준)	- 비교적 소규모 단지에 적용 - 주위환경과 부합된 예술형 투입구 설치 - 특수차량 구입 - 쓰레기 부패 및 결빙 방지(지하저장) - 수거효율 향상으로 인한 예산절감
적정규모	- 500세대 이상	- 100~2,000세대
적용사례	- 전 세계 25개국 600여 시스템 : 일본, 홍콩, 대만, 싱가포르, 스웨덴, 독일, 스페인, 덴마크, 미국, 캐나다, 베네수엘라 등 - 국내실적 : 용인수지 등 약 10개소	- 전세계 7개국 : 일본, 싱가포르, 스웨덴 등 - 국내실적 : 없음

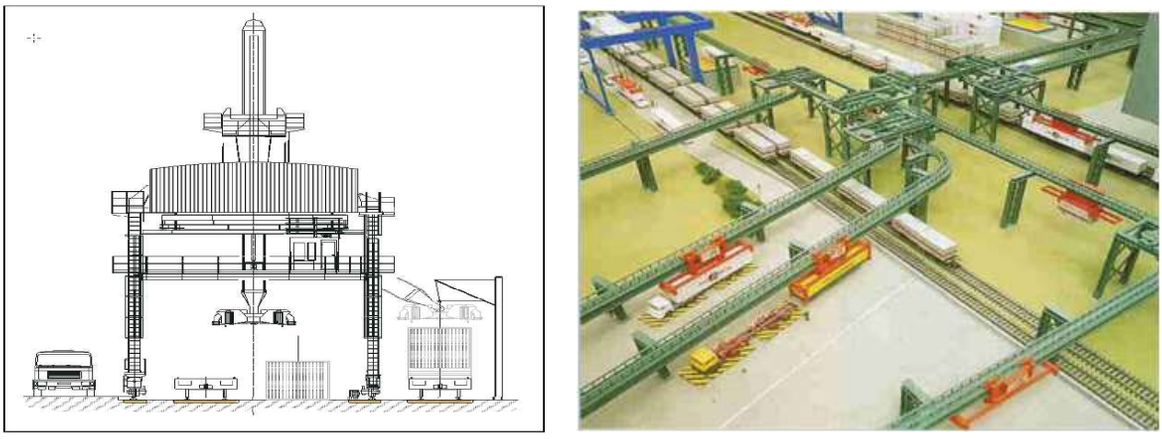
자료 : 윤석표(2005), 『행정중심복합도시의 폐기물 관리 방안』

나. 자동 하역/보관 시스템 분야

(1) Transmann Handling Machine

○ 화차와 화차, 화차와 트럭간의 환적을 보다 신속하게 용이하게 하는 환적장비임

- 본 크레인은 천장형 크레인을 사용하며 크레인의 스프레더가 좌우로 회전가능한 하역장비임
- 트랙 제공 수에 따라 구축 규모가 달라질 수 있음
- 또한 트럭, 스왑바디, 세미트레일러 등에 대하여 취급가능하며 세부적으로 20~45ft 컨테이너와 41톤 무게의 스왑바디에 대한 처리가 가능함
- 철도 트랙과 트럭 사이에서 완전 자동화 또는 반 자동화로 운영됨
- 독일 Wetter 지역 파일럿 시스템 구축이 진행되었음



자료 : The importance of new-generation freight terminals for intermodal transport(2000)

[그림 4-33] Transmann Handling Machine, Container Transport System

(2) Krupp Fast Handling System

○ 독일 Krupp社에서 개발하였으며 물류거점에서 완전자동화 환적 및 보관을 목적으로 하는 시스템임

- 5단적 랙 저장소와 좌우트럭 및 화차 하역장비, 고효율 모듈설계를 통해 부지효율성과 트럭 대기시간을 확보하였음





자료 : Ruth McNally & Uwe Sondermann(1999), 『PROTEE as Socio-Techno-Therapy: A Case Study on the Krupp Fast Handling System』

[그림 4-34] Krupp Fast Handling System

2. 국내 동향

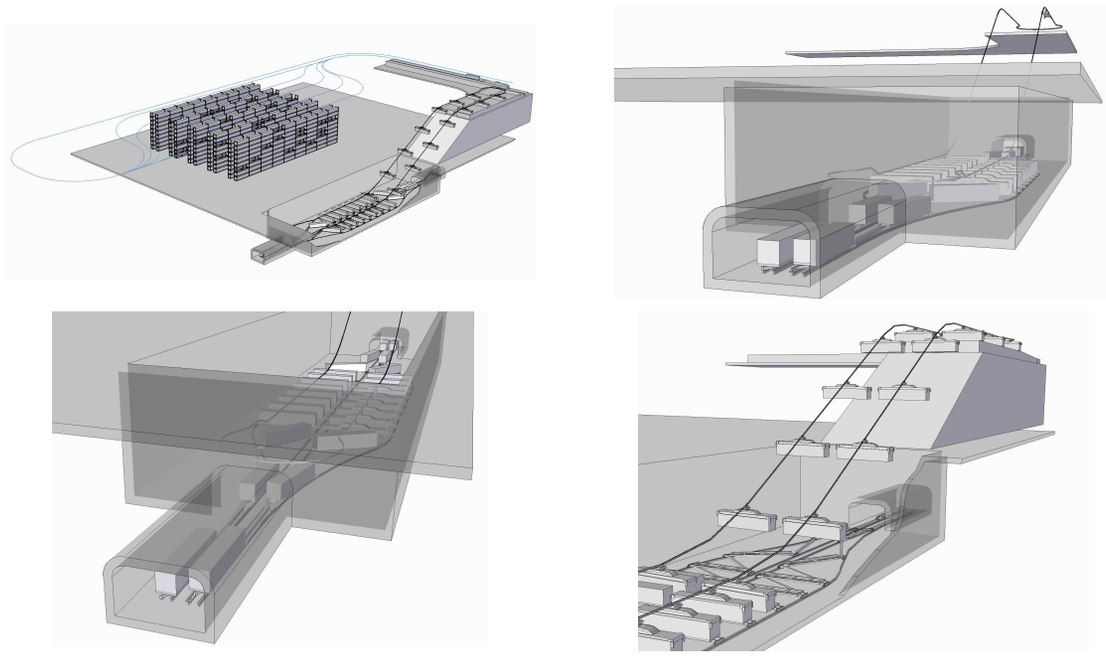
가. 자동 운송 시스템 분야

(1) 고정경로 수송시스템

(가) AutoCon

○ AutoCon은 선로 밑에 설치된 전동 선형모터(linear induction motors)를 이용하여 구동함으로써 기관차(locomotive)와 차량기지(depot)가 필요 없는 컨테이너 무인 자동 수송시스템임

- 아코디언식(accordion shape) 기계적 원리로만 무정차 저속 운행시켜 하역구간 내 가감속을 위한 추가적인 전기조작을 배제함으로써 기존 선형모터 구동방식 대비 1/10 수준의 전력만 요구됨
- 산지가 많은 국토여건상 경사로 등판에 추가적인 동력이 소요되지 않는 환형(loop) 구조를 채택하였고 이 구조는 탈선 및 충·추돌 등 사고 위험성을 원천적으로 배제함
- 정시성(최대: 72km/h, 설계 : 56.3km/h)과 대용량 처리(최대: 3,153만 TEU/년, 설계 : 330만 TEU/년)를 통하여 수출입 컨테이너의 내륙수송은 물론 장래 국내간선수송 화물의 유닛로드화(unit load transport) 추세에도 대응 가능하도록 설계되었음



[그림 4-35] AutoCon 개념도

- 수송시스템의 활하중(live load)이 기존 열차 대비 1/3수준으로 구조물 건설비용 절감이 용이하고 고속도로, 철도변 부지활용과 태양광 발전 자체충당이 가능하며 고밀도 보관시설(6천 TEU/11,250㎡)이나 다른 수송수단과의 연계가 용이하다는 평가를 받고 있음
  - 수도권(의왕)~부산(양산) 구간에 6.87시간 소요될 것으로 추정됨
  - 최대 처리능력은 부산항 컨테이너 처리능력의 2.4배, 설계 수송능력은 경부축 컨테이너 수송수요 전체를 감당할 수 있는 수준임

○ AutoCon을 구축함으로써 얻을 수 있는 기대효과는 다음과 같음

- 지금까지 대부분의 컨테이너는 도로운송으로 이루어졌는데, 정부에서는 친환경적 수단인 철도, 연안해운 등의 수송 분담률을 제고시키기 위하여 「지속가능 교통물류 발전법」을 제정('08.9)하여 기업이 현재의 수송수단을 친환경수단으로 전환했을 때 보조금 지급과 가격 인센티브 부여 등을 골자로 한 정책을 마련하였음
  - 이 정책에 따르면 부산항-수도권 구간에 연간 200만 TEU의 컨테이너를 철도나 연안해운 등으로 전환 시 현실적으로 운송수단 전환비용(TEU당 25만원)은 연간 5,000억 원이 소요될 것으로 추정됨

- 경부축에서 거의 연속적으로 컨테이너 흐름이 존재함에도 불구하고 연간 5천억 원에 달하는 운송수단 전환비용을 지불하고도 CO_2 배출을 1/5 혹은 1/12로 줄일 수밖에 없다면 CO_2 배출 없는 신개념 자동수송체계를 강구할 필요가 있음
- 경부축 컨테이너 자동수송시스템은 현재 우리나라 경부축 상 컨테이너 화물운송에서 발생하는 문제를 해결할 수 있는 근본적인 대안이 될 것으로 예상됨

○ AutoCon의 기술 및 추진 개요는 다음과 같음

- 경부축 의왕 ICD와 양산 ICD를 연결하는 구간 적용이 고려되었음
- 루프궤도형 방식으로 운행되며, 선형모터를 이용한 것임
- 현재 개발단계는 부산 용호전철선에 AutoCon핵심기술이 도입되어 있는 상태임

(나) ACTTube

○ (재)RIST에서 개발한 ACTTube 기술은 고정경로를 이용한 운송시스템임

- 독일 CargoCap과 유사한 형태를 가지고 있지만 한국 내에서 독자적인 기술로 개발되었음
- ACTTube는 기존의 파이프라인으로 운송되던 액체, 기체, 분말 형태의 화물 운송을 대체할 방안으로 고안되었음
- ACTTube은 최초부터 초고속 시스템과 일반 시스템을 구분하여 정의하였음
  - 초고속 시스템은 여객운송을 위해 고려했으며 시속 600~700km를 목표로 개발이 이루어졌으며, 안전성의 문제로 많은 부대시설이 필요하여 단기적인 추진보다는 장기적인 목표를 두고 추진하고 있음

○ ACTTube의 기술적 특징은 다음과 같음

- 최대 5톤까지 적재가 가능하도록 설계하였으며, 냉동, 무진동 캡슐 등의 특수 캡슐도 개발이 가능한 상태임
- 무선 네트워크를 통해 중앙통제, 위치파악, 실시간 제어가 가능하며, RFID PAD를 부착한 팔렛트(T11)단위로 자동 상·하역이 가능하도록 설계되었음
- 이런 기술적 특징은 2Tera가지의 선택조합 중 일부일 뿐이고 목적시스템에 따라 충분히 변형이 가능함



자료 : 포항산업과학연구원(2010)

[그림 4-36] ACTTube 개념도

○ ACTTube의 경우 간선수송에 적용할 때 막대한 재원이 투자되어야 하므로 주요수요 구간을 중심으로 단거리 설비를 중점적으로 고려하였음

- 지름 2m 튜브형태의 설비로 공사비용도 상대적으로 절감할 수 있을 것으로 기대되고 있음
  - · 기존 지하시설의 경우 수송대상의 부피는 작은데 반해 설비는 거대하여 Dead Space가 많이 발생하여 효율성이 낮은 것으로 파악됨
  - · 지름을 2m로 설정한 이유는 유지보수 필요시 사람이 직접 들어가서 작업하기 위한 공간을 고려한 것임
- Tube의 경우 매설형 설비이기 때문에 유지보수가 많아서는 안 되므로 반영구적인 설비 이용을 목표로 하였고, 실질적인 유지보수는 캡슐에서 이루어지도록 설계하였음

○ ACTTube 기술 및 추진 개요는 다음과 같음

- 산업단지 내 또는 배후물류단지 등을 적용 구간 대상으로 하고 있음
- 열차 무궤도형 방식이며, 선형모터를 이용해 구동됨
- 현재 개발단계는 기술적 가능성을 확보해놓은 상태임

(다) 부산-반송선 무인 경전철

○ 부산-반송선 경전철은 국내 최초로 도입된 무인 여객운송 시스템임

- 부산4호선은 부산 지하철 3호선 2단계에서 바뀐 명칭으로 사실 상 국내 1호 경전철이지만 기존 지하철 3호선이라는 노선과 중복되어 중전철처럼 사용될 예정이었고

이에 기존 중전철 수준과 맞먹는 6량 1편성으로 310명의 승객정원으로 개발됨

- 부산4호선은 부산도심에서 기장군의 동북쪽 구간을 연결하는 노선으로 부산 동래구 온천동 미남교차로~기장군 철마면 안평차량기지 간 12.7㎞ 구간에(지하 7.2㎞, 고가 5.5㎞) 14개의 역사로 구성됨
- 반송선은 완전 무인으로 운영되는 국내 첫 도심경전철로 고무바퀴로 움직이기 때문에 소음이 적고 등판능력이 뛰어난 것이 특징임
- 국내업체인 우진산전이 차량을 공급하며 고무차륜형식이며, 표정속도 30km/h로 무인운전을 기본으로 운행될 예정임
- 공사비는 모두 1조 2,489억 원이 투입될 예정이며, 2010년 12월 준공 이후 무인운전에 대비한 비상대응훈련과 각종 시험운전을 3개월가량 실시한 뒤 2011년 2월 개통하였음

○ 부산-반송선 무인 경전철의 운행을 통해 국내 무인 운송시스템 분야에 대한 연구와 기술도입이 활발해질 것으로 예상됨

○ 반송선 경전철의 기술 및 추진 개요는 다음과 같음

- 부산 4호선인 반송에서 미남 구간에 적용되었음
- 열차궤도형 방식으로 운행되지만 고무타이어를 사용함
- 현재 개발단계는 부산 4호선에 도입되어 운영되고 있는 상태임



[그림 4-37] 반송선 경전철 외형

(2) 고정/자유경로 수송시스템

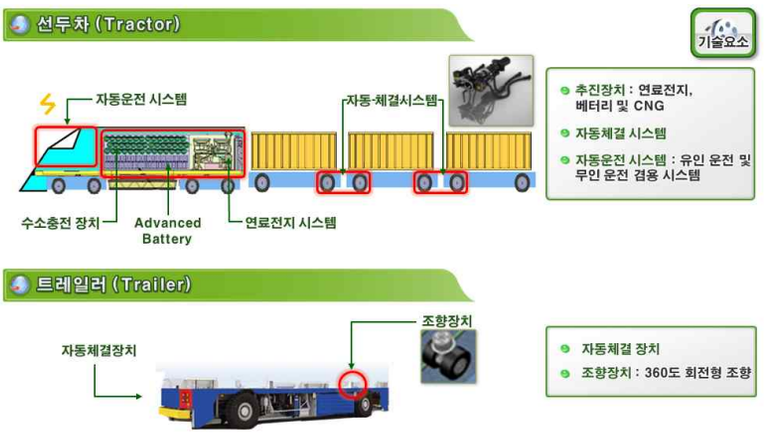
(가) 한국형 ATS(Automatic Transportation System) 기술

○ 물류거점간 화물운송을 친환경, 에너지 효율적으로 무인자동운송하기 위한 운송 시스템 및 관련기술로서 환경 친화적 에너지를 사용하여 탄소발생량을 절감함으로써 무탄소 수송(Zero-emission transport)을 실현을 목표로 함

- 별도의 운전자가 필요 없는 자동운송체계(Automatic transport)를 구축함으로써 물류거점 간 운송을 무인자동화하고 이를 통해 기존 거점 물류기지(ICD) 활성화를 유도하고자 하였음
- 거점물류기지와 개별 산업체간 환적 없는(Seamless) 물류수송을 구현하도록 설계되었음

○ 한국형 ATS의 설계 능력

- 무인자동운송으로 운행되며 40ft full 컨테이너 수송을 기준으로 하였으며, 4량 이상 견인이 가능하도록 하였음
- 그 외에도 친환경성(연료 및 소음)과 회전반경의 최소화, 지상 전용공간 최소화를 고려하였음

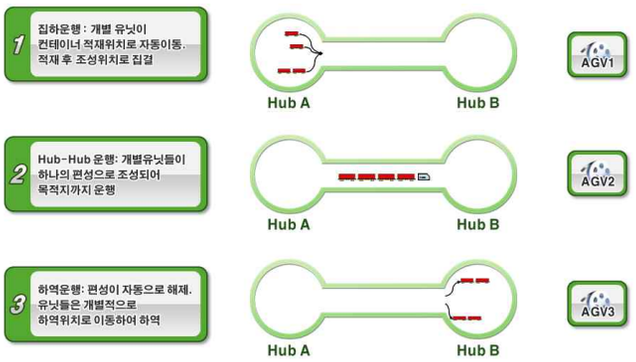


자료 : 철도기술연구원(2010), 『녹색물류 자동운송 시스템』

[그림 4-38] 한국형 ATS의 기술적 요소

○ 한국형 ATS의 운송방식은 거점 내에서는 개별 유닛이 자동으로 이동하고, 거점과 거점 사이에서는 Tractor를 이용해 철도처럼 하나로 편성되어 이동함

○ 이동 후에는 주차 위치로 자동으로 이동하며 주차 Zone에는 무선 충전시스템을 통해 개별 유닛과 Tractor를 충전할 수 있음



자료 : 철도기술연구원(2010), 『녹색물류 자동운송 시스템』

[그림 4-39] 한국형 ATS 운영프로세스

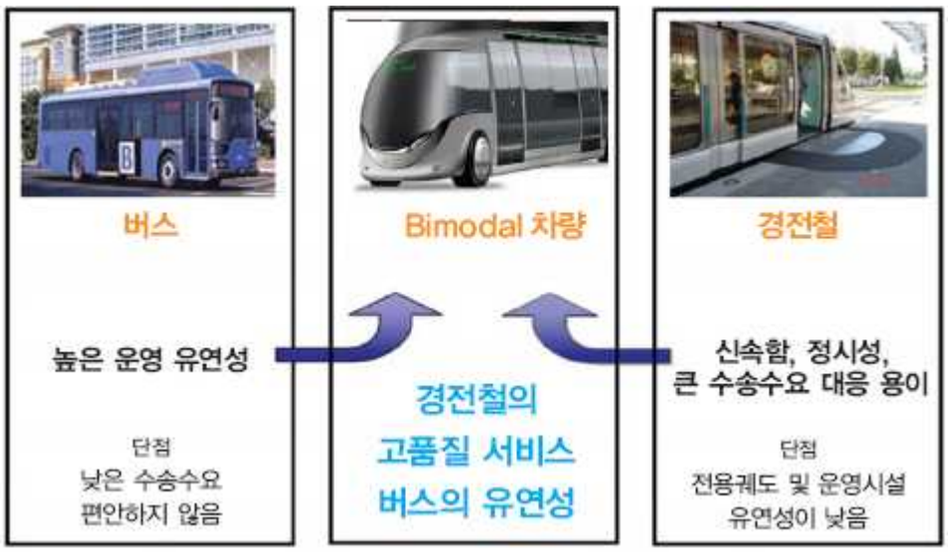
○ 한국형 ATS의 기술 및 추진 개요는 다음과 같음

- 부산항 내에서 적용하는 것을 고려하였음
- 거점 이동시에는 열차궤도방식이며, 지점 이동 시에는 개별운행 무궤도 방식으로 운행됨
- 현재 개발단계는 타당성 문제 등으로 취소된 상태임

(나) Bi-modal Tram

○ 바이모달 트램은 철도의 정시성과 버스의 유연성을 결합한 신교통수단으로, BRT(Bus Rapid Transit) 노선에 무인자동으로 운영하기 위해 고안된 기술임

○ 경전철이 가지고 있는 신속함, 정시성, 대량 수송능력과 버스가 가지고 있는 높은 운영 유연성을 하나로 융·복합화한 기술임



자료 : 한국철도기술연구원(2010), 『녹색물류 자동운송 시스템』

[그림 4-40] 바이모달 트램의 목적

○ 한국철도기술연구원 내 바이모달 운송 시스템 연구단에서 바이모달 트램의 목적 달성을 위한 세부 기술들이 개발 중에 있음

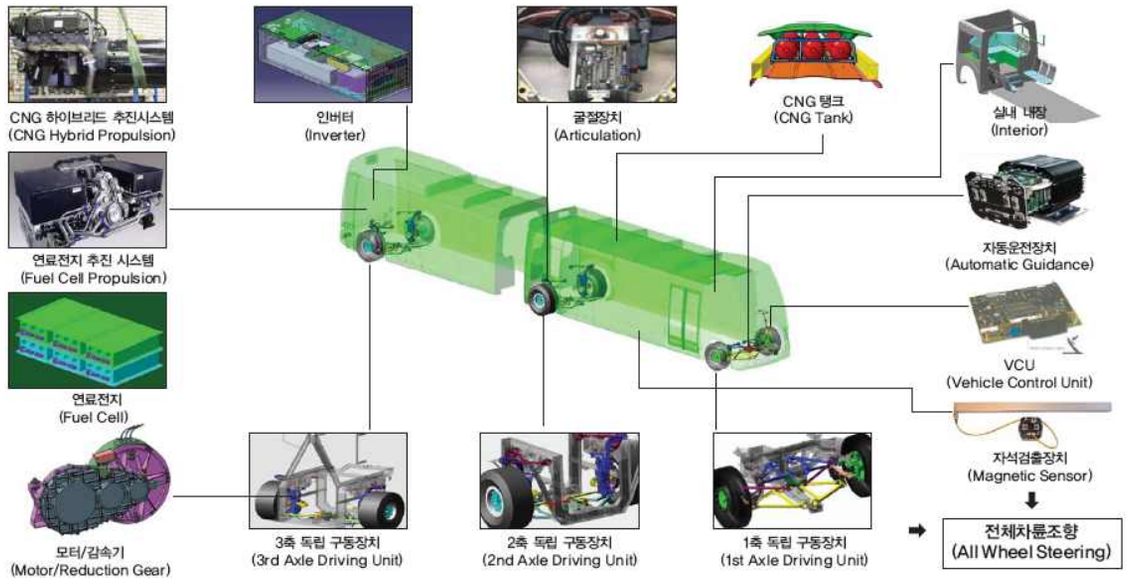
- 바이모달 트램 차량의 설계·제작·검증 기술 개발
  - 경량 복합소재 차체, 독립현가형 구동장치 및 전체차륜조향장치, 차륜 분산구동형 감속기어장치 및 견인전동기, 시제차량(2량 편성) 제작 및 성능검증, 바이모달 트램의 표준화 체계 구축
- 바이모달 트램 차량의 자동운전 및 정밀정차 제어시스템 개발
  - 선정 운행경로의 안내제어장치(자동조향제어, 속도추종, 정시정차), 승강장 정밀정차장치, 자동 속도제한장치, 자동 안전제동장치

○ 바이모달 운송 시스템 연구단은 2003년 산학 협동으로 바이모달 트램 개발에 착수하여 2009년 2월 제작을 완료하고 공장 시운전 시험 후 2009년 7월 7일 경남 밀양에 시험선을 완공하였음

- 시험선은 2량 1편성으로 설치되었으며 압축천연가스(CNG)를 연료로 사용함

○ 바이모달 트램의 기술 및 추진 개요는 다음과 같음

- 기존 BRT 노선에 무인운송시스템으로 투입할 계획임
- 개별운행궤도형 방식이며, 친환경 에너지 및 전기를 이용해 구동됨



자료 : 철도기술연구원(2010), 『녹색물류 자동운송 시스템』

[그림 4-41] 바이모달 트램의 구조

(3) 진공압축수송시스템

○ 엔벡주식회사가 개발한 쓰레기 진공수송시스템인 생활폐기물 자동집하시설은 진공청소기의 원리와 같이 공기압을 이용하여 지하에 매설된 파이프 관로를 통하여 쓰레기를 중앙집하장까지 이송하고 자동으로 쓰레기를 집하하는 시스템

- 쓰레기를 투입구에 투입하면 투입된 쓰레기는 배출 밸브에 임시로 저장된 후 일정 시간대 또는 레벨센서에 의하여 자동으로 고속의 송풍기가 가동되며, 지하에 매설된 이송관로를 통하여 시속 약 70km의 속도로 중앙집하장까지 이송됨
- 이송된 쓰레기는 원심분리기를 통하여 압축컨테이너에 자동적재되며 오염된 공기는 공기청정실을 거쳐 외부로 배출됨
- 중앙집하장의 컨테이너에 수거된 쓰레기는 소각장 또는 매립지로 이송하여 최종 처리됨



자료 : 엔백주식회사(2010) 내부자료

[그림 4-42] 생활폐기물 자동집하시설 시스템 흐름도

나. 자동 하역 시스템 분야

(1) 무인자동 컨테이너 보관 및 하역기술

○ 기존 국내 ICD는 다음과 같은 문제점을 가지고 있었음

- 적재 단수(최대 5단)의 제약으로 인해 항만 무료장치기간이 축소됨
- ICD 내 하역장비가 통로를 차지하여 CY 토지생산성이 낮음
- 중간 적재 컨테이너 반출시 불필요한 하역작업이 발생함
- 화석연료를 사용하는 운송장비 및 하역장비로 지속적으로 CO_2가 배출됨
- 계속되는 유가상승으로 물류비 상승과 ICD 채산성 저하를 유발함
- 상하역의 정시성 확보가 어려움에 따라 항만 인근 대기 화물차량 정체가 유발됨



자료 : (주)GID건설(2010) 내부자료

[그림 4-43] (주)GID건설의 무인자동 컨테이너 보관 및 하역기술

○ (주)GID건설은 기존 ICD의 문제점을 해결할 수 있는 대안으로 컨테이너 보관 및 하역을 무인자동화한 무인자동 컨테이너 보관 및 하역기술을 제안한 바 있음

- 컨테이너 이송 및 적재방식 고밀도 입체화, 중앙통제 전용장비 사용으로 시스템 속도 및 정확성 향상, 무인자동화로 생산성 및 정확성 제고를 통해 컨테이너 보관 시설의 효율을 높이고자 하였음
- 화석연료 사용 배제를 통해 CO_2 발생 가능성 대폭 줄임으로써 컨테이너 보관 시설을 친환경화하고자 하였음
- 무인자동화 365일, 24시간 지속적으로 작업 가능하도록 설계하여 컨테이너 보관 시설의 안정성을 높이고자 하였음

(2) UCW(Ultra-high Container Warehouse)

○ (주)이지인더스가 개발한 지능형 고단적 컨테이너 적재시스템은 컨테이너를 120m의 30단까지 적재할 수 있는 기술로서, 개발자들은 이 시스템이 상용화될 경우 부지효율은 4.8배, 물류처리속도는 2.7배, 운영인건비는 80%이상 절감효과를 거둘 수 있다고 주장하고 있음

- 지난 2003년부터 정부 지원(33억 9천만 원)을 받아 한국해양연구원, 한국해양수산개발원, 국립금오공과대학 등과 산·학·연 공동연구방식으로 개발하였으며 2007년에 부산항 신선대터미널에 35m 높이의 5단 적재용 시제품을 건설하기도 하였음




자료 : 이지인더스 홈페이지(http://www.ezindus.com)

[그림 4-44] 이지인더스의 UCW 기술

○ 지금까지 검토한 국내외 지하 화물운송 시스템 관련 기술 및 시스템의 특성을 요약 정리하면 다음 [표 4-7]과 같음

[표 4-7] 관련 기술 검토 요약

구 분	지하화 검토	국산화 기술	적용지역	처리능력	속도	취급화물	운송방식	구동방식	제어시스템	개발단계
OLS-ASH	O	X	네덜란드 (ASH)	-	50km/h	컨테이너 파렛트	고정/자유경로 복합 열차형	회전모터	무인자동	시범사업
UCM	O	X	벨기에 (앤트워프항)	11,000TEU/일	-	컨테이너	고정경로 루프형	회전모터	무인자동	개념설계
Skytech Transportation	X	X	미국 (LA 롱비치항)	8,000TEU/일/트랙	-	컨테이너	고정경로 개별운행형	회전모터	무인자동	개념설계
SAFE Freight Shuttle	X	X	-	-	50~110km/h	컨테이너	고정경로 열차형	선형모터	무인자동	시범사업
AutoCon	O	O	한국	3,153만 TEU/년	56~72km/h	컨테이너	고정경로 루프형	선형모터	무인자동	개념설계
ECCO	X	X	미국 (LA항-SCIG)	2,500FEU/일	145km/h	컨테이너	고정경로 열차형	선형모터	무인자동	시범사업
ATS	X	O	한국	1회당 4FEU	-	컨테이너	고정/자유경로 복합 열차형	회전모터	일반도로에서 무인 또는 유인, 전용도로에서 유인	개념설계
TubeXpress (SUBTRANS)	O	X	미국/일본	1,000ton/h	10m/sec	컨테이너	고정경로 개별운행형	선형모터	무인자동	Test-bed
일본 DMT	△	X	일본	-	50~75km/h	컨테이너 등	고정/자유경로 복합 열차형	회전모터	일반도로에서 유인, 전용도로에서 무인	Test-bed

[표 4-7] 관련 기술 검토 요약(계속)

구 분	지하화 검토	국산화 기술	적용지역	처리능력	속도	취급화물	운송방식	구동방식	제어시스템	개발단계
ACTTube	O	O	한국	-	40~70km/h	냉동 및 파렛트 화물	고정경로 개별운행형	선형모터	무인자동	개념설계
CargoCap	O		독일	-	35km/h	유럽표준 파렛트 T12	고정경로 개별운행형	회전모터	무인자동	Test-bed
CargoRail Tram	X	X	미국	전용도로 5천 개/h, 일반 및 고속도로 7만 개/일	120km/h	컨테이너	자유경로 열차형	회전모터	무인자동	개념설계
Combi-Road	X	X	네덜란드 (로테르담항-배후물류단지)	260만 TEU/년	50km/h	컨테이너	고정/자유경로 복합 열차형	회전모터	일반도로에서 유인, 전용도로에서 무인	시범사업
Bi-Modal Tram	X	O	한국	-	-	여객	고정/자유경로 복합 열차형	회전모터	일반도로에서 유인, 전용도로에서 무인	시범사업
PCP	O	△	스웨덴, 일본, 한국 등		70~100km/h	생활폐기물	파이프라인 수송형	진공압축	무인자동	상용화

3절. 기술수요 및 기술예측 조사

1. 물류분야 기술수준 분석

○ 아래 제시된 물류분야 기술수준 분석은 본 연구원에서 수행한 2009년 『국가물류기술혁신 중장기 기본계획』에서 전문가를 대상으로 시행한 물류 분야에 대한 기술수준조사와 기술개발 우선순위 조사임

□ 물류분야 우선순위 조사 결과

○ 우선순위를 도출한 대상 물류기술분야는 생산제품의 형태에 따라 시설, 장비, 소프트웨어 분야 등 세 가지와 이를 다시 물류활동의 단계에 따라 운송, 보관, 하역/포장 등 세 가지 단계로 분류한 총 9개 분야임

- 운반・시설	- 보관・시설	- 하역・시설
- 운반・장비	- 보관・장비	- 하역・장비
- 운반・S/W	- 보관・S/W	- 하역・S/W

○ 기술개발의 목적을 효율/효과, 보안/안전, 지속가능/친환경성 등으로 구분하여 국가물류기술개발을 위하여 제안된 물류기술분야 중 어떤 분야에 우선적으로 투자해야 하는지 파악하였음

○ 계량적 접근이 어려운 분야의 의사결정을 하는 경우, 요소간 상호연관 관계가 복잡한 문제를 체계적인 계층적 구조로 표현하고 각 요소간의 연관관계에 대하여 주관적인 비교를 하여 각 평가요소의 가중치를 설정하고 평가요소의 상대적 비중, 문제해결의 우선순위, 대안의 선정 등의 결정 지침을 제공해주는 의사결정 방법인 AHP 분석방법을 실시하여 평가하였음

- 평가항목 구성 1단계는 '경제성', '사회성', '기술성' 등 3개의 평가항목으로 구성되었으며 3개의 1단계 주요 평가요소는 각각 3개의 2차 평가항목을 포함함으로써 모두 9개 항목으로 구성
  - 경제성 평가항목은 '인프라(자본/시설/인력/재료)확보 용이성', '생산성(시설/인력/비용/시간)', '시장/수익 성장성(안정성)'으로 구분
  - 1단계에서 제시된 '사회성' 평가기준은 하위 항목으로 '지속가능/환경성', '보

안/안전', '국가정책 목표 부합성'으로 구성되었음

- '기술성'관련 하위 평가 항목으로 '기술혁신성(기술선도)', '기술적 파급효과(연계성)', '기술지속 가능성'이 선정되었음

○ AHP 분석결과를 살펴보면 물류기술 수요자들은 운송장비기술(0.120)이 물류기술 분야 개발에 있어 가장 중요도가 높은 분야로 나타났으며, 다음으로 운송시설(0.119) 분야 기술개발이 많은 연구와 개발이 필요한 것으로 분석되었음

○ 이밖에 운송S/W(0.115), 보관시설(0.114), 하역/포장시설(0.108), 보관S/W (0.108), 보관장비(0.108), 하역/포장장비(0.108), 하역/포장S/W(0.101)의 순으로 그 개발 필요성이 높은 것으로 평가되었음

- 운송장비개발이 가장 경제성, 사회성, 기술성을 향상시키는데 효과적인 것으로 평가되었으며 반면 효율/효과, 지속가능/친환경 분야에 종사하는 응답자들은 각각 보관시설과 운송S/W 개발을 우선시하고 운송장비개발을 2순위의 물류기술개발이라고 평가하였음
- 반면에 보안/안전 분야와 S/W 분야 종사자들은 운송장비 다음으로 운송S/W와 운송시설의 개발이 중요하다고 평가하였음
- 응답자 대부분이 국내 물류기술개발에 있어 운송장비개발의 중요성과 시급성을 제시하고 있으므로 본 연구과제인 지하 화물운송시스템 개발의 필요성을 보여줌

[표 4-8] 물류분야 AHP 분석 우선순위 선정 결과

구분	전체		효율/효과		보안안전		지속가능/친환경성	
	평가치	순위	평가치	순위	평가치	순위	평가치	순위
운송시설	0.199	2	0.114	3	0.113	3	0.114	3
운송장비	0.120	1	0.115	2	0.117	1	0.115	2
운송S/W	0.115	3	0.112	5	0.117	2	0.118	1
보관시설	0.114	4	0.115	1	0.112	4	0.114	4
보관장비	0.108	7	0.110	7	0.112	5	0.111	6
보관S/W	0.108	6	0.113	4	0.111	6	0.112	5
하역/포장시설	0.108	5	0.108	8	0.106	8	0.105	8
하역/포장장비	0.108	8	0.110	6	0.109	7	0.107	7
하역/포장S/W	0.101	9	0.104	9	0.103	9	0.103	9

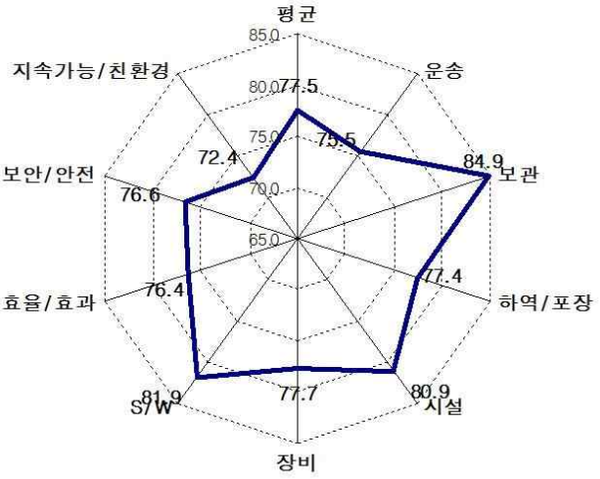
자료 : 한국교통연구원(2009), 『국가물류기술혁신 중장기 기본계획』

□ 국내 물류기술수준 분석

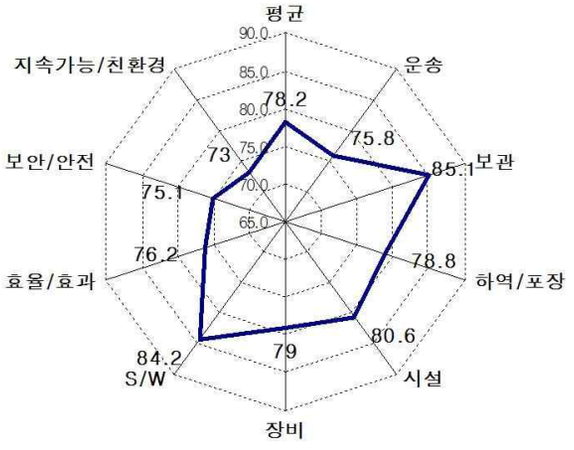
○ 『국가물류기술혁신 중장기 기본계획』에서는 물류기술 개발업자들을 대상으로 각각 범용기술과 첨단기술에 대한 국내 분야별 물류기술수준조사를 실시하였음

- 물류기술개발자를 대상으로 조사된 결과 우리나라 국내물류기술수준은 선진국 대비 77.5% 수준인 것으로 조사되었으며, 이를 범용기술과 첨단기술로 나누어 살펴보면 범용기술의 경우 78.2%, 첨단기술은 74.8%수준인 것으로 나타났음
  - 수요자 니즈조사에서 개발이 시급한 것으로 조사되었던 운송기술의 경우 범용기술과 첨단기술 모두 선진국 대비 그 기술수준이 낮은 것으로 조사되어 운송물류관련 기술분야에 지속적인 투자와 노력이 필요할 것임
  - 또한 지속가능/친환경관련기술도 범용기술과 첨단기술 모두 기술수준이 낮은 것으로 조사되었는데, 기후변화협약('92. 6), 교토의정서('97. 2) 등 온실가스에 대한 국제규제가 강화되고 있고 이러한 환경규제가 새로운 무역장벽으로 등장하고 있는 상황에서 관련기술에 대한 개발이 시급할 것으로 판단됨
- 첨단기술 분야에서 장비와 하역/포장기술의 경우 이들 분야의 범용기술 수준에 비하여 개발수준이 상당히 낮은 것으로 조사되었으며 이는 장비개발이나 하역/포장 관련기술개발에 있어 첨단분야 기술을 접목하여 새로운 물류분야 응용기술개발이 이루어지지 않고 있음을 보여줌. 따라서 확보된 범용기술을 바탕으로 물류장비개발과 하역/포장부분의 기술개발에 첨단기술을 응용하여 발전시켜야 할 것임

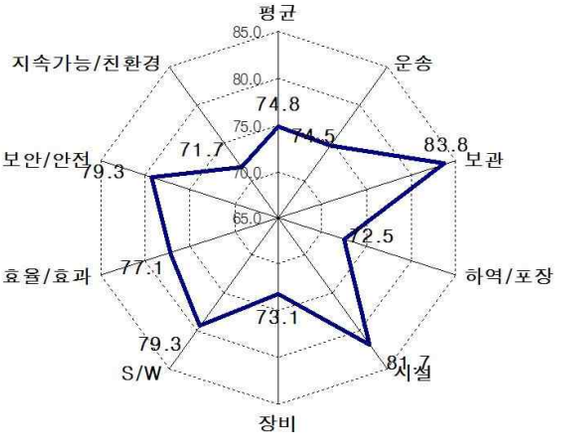
○ 지하 화물운송 기술은 지속가능/친환경 운송기술로 분류되므로 기술수준조사 결과에 의하면 선진국대비 기술수준이 현저히 낮은 것으로 해석할 수 있음. 따라서 첨단화된 지하 화물운송 시스템 개발이 매우 시급하며 본 과제를 통하여 선진국과의 기술격차를 줄여야 할 것임



<물류기술>



<범용기술>



<첨단기술>

자료 : 한국교통연구원(2009), 『국가물류기술혁신 중장기 기본계획』

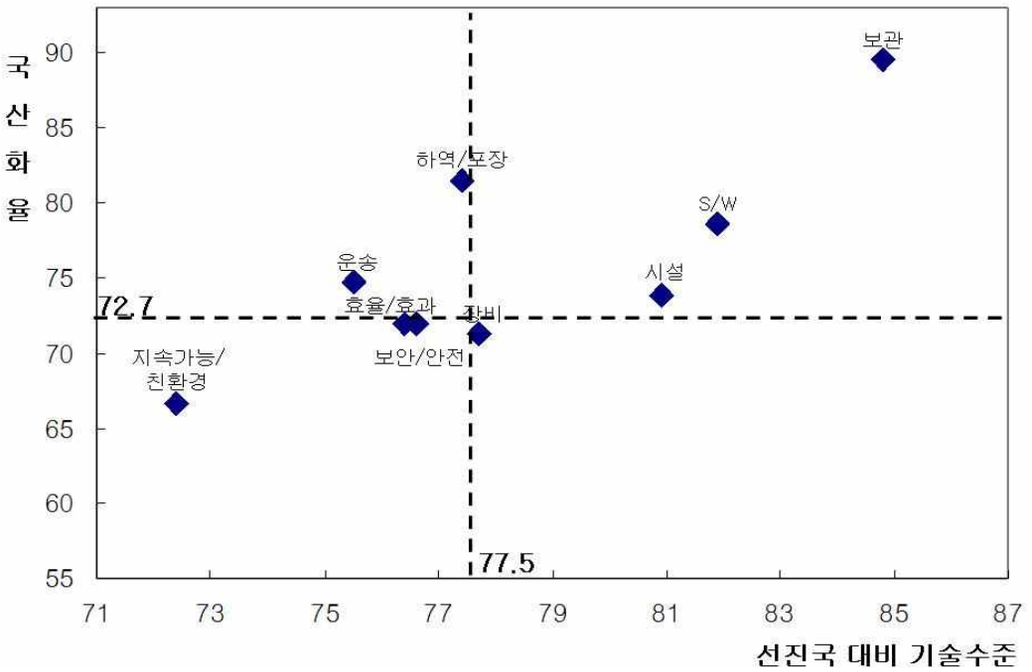
[그림 4-45] 국내 보유기술의 선진국 대비 기술수준

○ 선진국대비 기술수준이 높다고 하여 순수 국산기술로 기술수준을 향상시켰다 할 수 없으므로 우리나라 물류기술의 선진국대비 기술수준 대비 국산화율을 분석할 필요가 있음

- 보관, 시설, S/W 관련기술의 경우 선진국 대비 기술수준이 높을 뿐만 아니라 국산화율도 상대적으로 높은 것으로 조사되었음. 즉 국산기술로 전반적 기술수준을 향상시킨 것으로 분석됨
- 운송관련 물류기술은 국산화율도 다소 낮은 편이나 선진국 대비 기술수준이 매우

낮은 것으로 조사되어 국산기술의 수준을 향상시켜야 하는 것으로 분석됨

- 하지만 물류기술개발 목적별 분류인 지속가능/친환경 관련 기술들은 선진국대비 기술수준이 낮을 뿐만 아니라 국산화율도 낮은 것으로 조사되었음
- 따라서 지하화물운송 시스템 관련 기술은 선진국과의 기술격차를 줄이면서 국산화된 기술을 개발하여야 함을 시사하고 있음



자료 : 한국교통연구원(2009), 『국가물류기술혁신 중장기 기본계획』

[그림 4-46] 국내 물류기술의 기술수준 및 국산화율

2. 지하 화물운송시스템 기술수준 조사항목

○ 본 장에서는 한국건설교통기술평가원의 '건설교통분야 기술수요 및 기술수준 조사' 결과를 활용하여 지하화물운송시스템에 대한 기술수준을 분석하고자 함

- 한국건설교통기술평가원은 2010년 하반기에 '건설교통분야 기술수요 및 기술수준 조사' 보고서를 통해 물류분야를 포함한 건설, 교통, 해양부문의 미래기술 예측조사 결과를 발표한 바 있음
- 조사항목은 전문가 자문회의 등을 통하여 한국에서의 국내기술수준, 최고기술보유국, 국내기술성숙도, 국내 기술실현 예측시기, 기대효과, 기술획득방식, 실현상의 장애요인 등으로 구성되어 있음

가. 국내기술수준

○ 최고 기술 보유국(100%) 대비 우리나라의 현재 기술수준 정도를 조사하였음

- 먼저 국내의 해당기술수준 구간을 설명하고, 설명한 기술수준 구간 내에서 응답자가 국내기술수준을 직접 기입하는 방식으로 조사됨

[표 4-9] 국내기술수준 조사항목

구분	기준
0% ~ 20%	개발능력이 없거나 매우 취약
21% ~ 40%	연구 인력이 극소수일 뿐만 아니라 전체적으로 취약
41% ~ 60%	어느 정도 개발능력이 있음
61% ~ 80%	자체 개발능력이 있음
81% ~ 100%	개발능력에 있어 선진국과 대등한 수준

자료 : 한국건설교통기술평가원(2010.8), 『건설교통분야 기술수요 및 기술수준 조사』

나. 최고기술보유국

○ 해당 예측기술에 대한 현재 기술수준이 가장 앞서있다고 판단되는 국가를 복수(2개)로 선택하도록 함

- 한국, 미국, 일본, 영국, 프랑스, 독일, 기타로 구분하여 보기로 제시하였음

[표 4-10] 최고기술보유국 조사항목

구분	기준
1	한국
2	미국
3	일본
4	영국
5	프랑스
6	독일
7	기타(해당 국가를 응답자가 직접 기입)

자료 : 한국건설교통기술평가원(2010.8), 『건설교통분야 기술수요 및 기술수준 조사』

다. 국내기술성숙도

○ 해당 기술의 기술성숙도를 아래 [표 4-11]과 같이 태동(Embryonic), 성장(Pacing), 핵심(Key), 기반(Base) 4단계로 구분하여 조사하였음

[표 4-11] 기술성숙도 조사항목

구분	기준
태동(Embryonic)	연구개발 초기이며, 개발의 진보가 필요한 기술, 다양한 대체 기술 개발 방향성이 존재함
성장(Pacing)	가까운 장래에 핵심기술이 될 수 있는 장래성 있는 기술
핵심(Key)	현 시점에서 경쟁 우위에 있는 기술
기반(Base)	반드시 보유해야 할 기술로서 표준화 되거나 성숙단계에 있는 기술

자료 : 한국건설교통기술평가원(2010.8), 『건설교통분야 기술수요 및 기술수준 조사』

라. 국내기술실현 예측시기

○ 해당기술의 실현예측시기를 2011년부터 2030년까지의 20년을 기준으로 해당 년도를 응답자가 직접 선택하도록 하여 조사함

- 조사결과를 2011～2015년, 2015～2020년, 2021～2025년, 2025～2030년, 2030년 이후 5단계로 구분하여 분석하였음

[표 4-12] 기술실현 예측시기 조사항목

구분	구체적 실현시기(년)
2011년~2030년	21개 보기에서 선택
2030년 이후	

자료 : 한국건설교통기술평가원(2010.8), 『건설교통분야 기술수요 및 기술수준 조사』

마. 기대효과

○ 해당 기술이 실현될 경우 기대되는 효과를 단기와 중기로 구분하여 각각 선택하도록 하였음

- 기대효과는 온실가스 저감효과와 환경보전 및 삶의 질 개선효과, 산업·경제적 효과, 기술적 효과 4개로 구분하여 조사하였음
- 기대효과에 대한 응답기준은 5단계(기여도가 매우 큼, 기여도가 약간 큼, 보통, 기여도가 거의 없음, 기여도가 없음)로 제시하여 조사하였음

[표 4-13] 기대효과 조사항목

구분		기 대 효 과	단기 기여도	중기 기여도
녹색 효과	온실가스저감	해당 기술의 국가 온실가스 감축에 대한 효과(CO_2를 비롯한 각종 온실가스)	기여도 없음	기여도 없음
			기여도 거의 없음	기여도 거의 없음
			보통이다	보통이다
			기여도 약간 크다	기여도 약간 크다
			기여도 매우 크다	기여도 매우 크다
	환경보전 및 삶의 질 개선	온실가스저감 외 수질, 토양 등의 각종 오염저감, 폐수 및 폐기물 저감, 에너지의 자원의 보호 및 효율적 활용, 인류 안전 증진에 대한 효과	기여도 없음	기여도 없음
			기여도 거의 없음	기여도 거의 없음
			보통이다	보통이다
			기여도 약간 크다	기여도 약간 크다
			기여도 매우 크다	기여도 매우 크다
산업·경제적 효과		국내 시장 창출, 해외 시장 확대 등에 기여	기여도 없음	기여도 없음
			기여도 거의 없음	기여도 거의 없음
			보통이다	보통이다
			기여도 약간 크다	기여도 약간 크다
			기여도 매우 크다	기여도 매우 크다
기술적 효과		해당 기술 경쟁력 강화 및 기술 자립화, 타 분야와의 기술적 시너지 확대 등에 기여	기여도 없음	기여도 없음
			기여도 거의 없음	기여도 거의 없음
			보통이다	보통이다
			기여도 약간 크다	기여도 약간 크다
			기여도 매우 크다	기여도 매우 크다

자료 : 한국건설교통기술평가원(2010.8), 『건설교통분야 기술수요 및 기술수준 조사』

바. 기술획득방식

○ 기술을 획득하기에 가장 효율적이라고 생각하는 추진방식 1개를 선택하도록 하였음

- 추진방식은 다음 [표 4-14]와 같이 국제공동연구, 기술도입, 민간정부협력, 정부주도, 민간주도 5개 방식으로 구분하여 조사하였음

[표 4-14] 기술획득방식 조사항목

구분	기준
국제공동연구	국내 개발역량이 미흡하여 국제 공동 개발하는 것이 바람직함
기술도입	국내 개발역량이 미흡하여 해외 우수기술을 도입하는 것이 바람직함
민간정부협력	정부와 민간이 매칭펀드 또는 역할분담을 통해 공동으로 개발하는 것이 바람직함
정부주도	기술의 공공성이 강하거나 민간의 역량이 부족하고 기초단계 연구개발이 필요하여, 정부출연연 또는 기관을 중심으로 정부가 주도
민간주도	기술이 사업에 직접 적용될 수 있거나, 민간의 역량이 우수하여 민간이 주도하는 것이 적합함

자료 : 한국건설교통기술평가원(2010.8), 『건설교통분야 기술수요 및 기술수준 조사』

사. 실현상의 장애요인

○ 해당 기술을 실현하는데 장애가 되는 7가지 요인을 제시하고 응답자가 판단하는 모두 장애요인을 선택(복수응답)하도록 하였음

- 제시된 장애요인은 아래 [표 4-15]와 같이 기술적 한계, 산업화(제품화 등), 연구비(인프라) 부족, 경제성(시장 수익성), 규제/정책/표준화, 인력부족, 기타 7가지로 구분됨

[표 4-15] 실현상의 장애요인 조사항목

구분	기준
기술적 한계	자체 기술적 한계 또는 기술개발에 요구되는 주변기술의 수준이 낮아 기술실현이 불가능한 경우
산업화(제품화 등)	개발된 기술이 제품 혹은 서비스로서 산업화(상업화)되기 어려운 경우
연구비(인프라) 부족	기술개발을 위해 많은 연구개발비 투입 및 인프라가 필요한 경우
경제성(시장 수익성)	투자 대비 수익성 확보가 어려워 기술 실현이 시장에서 경제성이 없는 경우
규제/정책/표준화	기술 실현 이전에 규제 및 정책, 표준화 등의 과정이 우선되어야 하는 경우
인력부족	기술 실현을 위한 연구 인력이 매우 부족한 경우
기타	응답자가 구체적으로 기입

자료 : 한국건설교통기술평가원(2010.8), 『건설교통분야 기술수요 및 기술수준 조사』

3. 지하 화물운송시스템 기술수준 분석방법

○ 조사항목 중 지수화 분석이 가능한 국내기술수준, 기대효과, 기술실현 예측시기 등 2개의 3항목에 대해서는 가중치를 설정하고 평균값의 개념을 적용하여 산출하였음

○ 이외의 5개 항목인 최고기수보유국, 기술성숙도, 기술획득방식, 실현상의 장애요인, 응답자특성은 응답자 빈도분석을 통한 응답빈도수 또는 백분율로 나타냄

가. 국내기술수준 산출식

○ 최고 기술 보유국 기술수준(100%) 대비 국내의 현재 기술수준의 정도를 나타내며, 다음과 같이 산출함

$$R_j = \frac{\sum_{i=1}^{5}(O_i \times N_{ji})}{O_5 \times N_{jall}}$$

R_j : j과제의 선진국 대비 국내 연구개발수준 백분위 값
O_i : 국내 연구개발수준을 나타내는 각 범위(i)에 대한 순위통계량
즉, 국내 기술개발수준이 세계최고수준에 대해 범위가
0~20%, 21~40%, 41~60%, 61~80%, 81~100%일 때
O는 각각 1,2,3,4,5를 나타냄(O_i=i, i=1,2,3,4,5)
N_{ij} : j과제의 각 범위에 해당하는 응답자의 수, 즉, N_{ij}은 국내
연구개발수준이 세계에 비해 0~20%정도라고 말한 응답자
의 수이고 N_{j5}는 국내 연구개발수준이 세계에 비해 80~100%
정도라고 말한 응답자의 수(N_i-i, i-1,2,3,4,5)
N_{jall} : j과제의 전체 응답자수($N_{j1}+N_{j2}+N_{j3}+N_{j4}+N_{j5}$)

나. 기대효과 지수 산출식

○ 기대효과 지수는 기여도가 매우 큼, 기여도가 약간 큼, 보통, 기여도가 거의 없음, 기여도가 없음으로 구분하여 각각 10, 7.5, 5, 2.5, 0의 점수를 부가하여 산출

$$\text{기대효과지수}(I_{eff}) = \frac{N_5 \times 10 + N_4 \times 7.5 + N_3 \times 5 + N_2 \times 2.5 + N_1 \times 0}{N_{all}}$$

I_{eff}: 기대효과지수
N_5 : 기여도「5」인 응답자수
N_4 : 기여도「4」인 응답자수
N_3 : 기여도「3」인 응답자수
N_2 : 기여도「2」인 응답자수
N_1 : 기여도「1」인 응답자수
N_{all}: 전체응답자수(N_5+N_4+N_3+N_2+N_1)

다. 기술실현 예측시기 산출식

○ 기술실현 예측시기 산출식은 다음과 같음

< Median 값 >

M_e(중위수):누적 상대 도수가 중간에 해당하는 값

$$M_e = L + (\frac{N}{2} - \int_c) \frac{C}{f}$$

L : 중위수가 속한 계급의(구간 경계선)하한
N : 총 도수
C : 계급의 폭
f : 중위수가 속한 계급의 도수
f_c : 중위수가 속한 계급이전까지의 누적 도수

< 제25백분위수 >

M_1(제25백분위수) : 누적 상대 도수가 25%에 해당하는 값

$$M_1 = L + (\frac{N}{2} - f_c) \frac{C}{f}$$

L_1 : 제25백분위수가 속한 계급의 하한
N : 총 도수
C : 계급의 폭
F_1: 제25백분위수가 속한 계급이전까지의 누적 도수
f_1: 제25백분위수가 속한 계급의 도수

< 제75백분위수 >

M_3(제75백분위수) : 누적 상대 도수가 75%에 해당하는 값

$$M_3 = L_3 + (\frac{3}{4}N - F_3) \frac{C}{f_3}$$

L_3 : 제75백분위수가 속한 계급의 하한
N : 총 도수
C : 계급의 폭
F_3: 제75백분위수가 속한 계급이전까지의 누적 도수
f_3: 제75백분위수가 속한 계급의 도수

4. 지하 화물운송시스템 기술수준 분석대상

○ 본 조사는 델파이 조사의 특성 상 2차 조사 결과를 분석 대상으로 하며, 이후 2차 조사결과를 중심으로 기술함

가. 응답 회수율

○ 2회에 걸친 기술예측 조사의 전체 응답회수율 평균을 보면 1차 조사의 경우 999명이 응답하여 약 14.7%의 응답회수율을 보여주고 있으며, 2차 조사의 경우, 1,211명이 응답하여 약18.8%의 응답회수율을 보여주고 있음

○ 미래물류기술의 응답률은 2차 조사 12.5%로 전체 평균 응답률 18.8% 보다는 낮은 수준을 보여주고 있으나 관련 전문가가 많지 않은 상황에서 총 62명이 응답하여 기술수준을 분석하기에 충분한 응답이 되었다고 판단됨

- 항만물류의 응답률 역시 2차 조사 12.8%로 전체 평균 응답률 보다는 낮은 수준임
- 타 대분류별 조사 대상자 응답률(2차 조사)을 살펴보면 녹색성장플랜트가 34.1%, 녹색도시/신공간 29.9%, 해양자원 27.3%로 전체 평균 응답률 보다 높은 응답률을 나타내고 있으며, 녹색도로교통의 경우 10.6%, 해양생명의 경우 11.4%로 전체 응답률보다 낮은 응답률을 나타내고 있음

[표 4-16] 대분류별 응답회수율 현황

대분류별	조사대상		1차 조사		2차 조사	
	대상자수 (명)	구성비 (%)	응답자수 (명)	응답률 (%)	응답자수 (명)	응답률 (%)
녹색도시/신공간	521	7.4	76	14.6	156	29.9
녹색주택건축	338	4.8	49	14.5	78	23.1
녹색SOC	636	9.0	87	13.7	103	16.2
물관리	503	7.1	70	13.9	75	14.9
녹색성장플랜트	123	1.7	20	16.3	42	34.1
친환경건설재료	497	7.1	69	13.9	73	14.7
친환경철도	283	4.0	42	14.8	65	23.0
녹색도로교통	680	9.7	106	15.6	72	10.6
그린항공	251	3.6	28	11.2	35	13.9
미래물류기술	497	7.1	123	24.7	62	12.5
해양공학	654	9.3	91	13.9	75	11.5
해양생명	551	7.8	76	13.8	63	11.4
해양환경	550	7.8	76	13.8	109	19.8
해양자원	333	4.7	48	14.4	91	27.3
항만물류	351	5.0	38	10.8	45	12.8
녹색해양시스템	274	3.9	0	0.0	67	24.5
계	7,042	100	999	14.7	1,211	18.8

자료 : 한국건설교통기술평가원(2010.8), 『건설교통분야 기술수요 및 기술수준 조사』

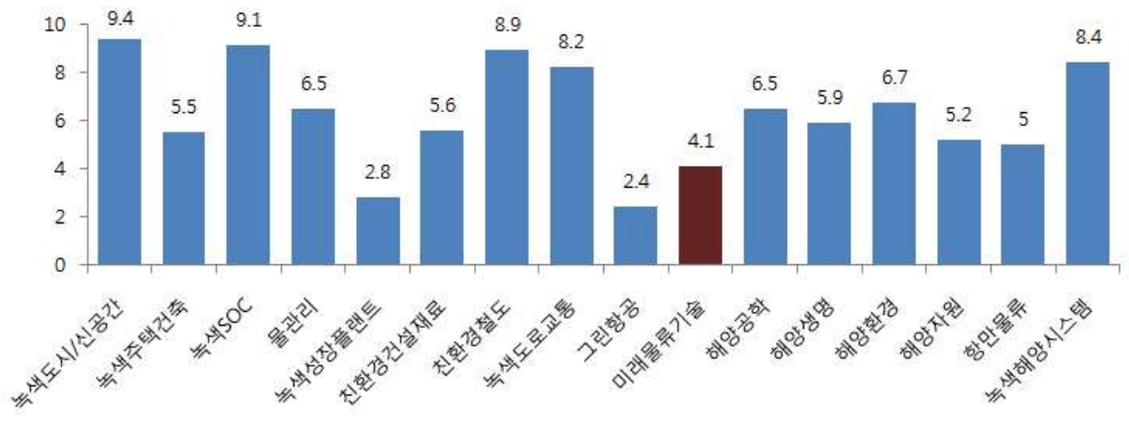
나. 응답 수 현황

○ 응답 수 현황은 델파이 조사에 응답한 전문가 총 1,211명이 중분류 69개 중에서 선택(응답자별로 최대 2개의 중분류 선택)하여 응답한 응답자 수 현황을 나타내고 있음(단, 전문도 없음 응답자는 제외한 수치임)

○ 대분류별 전체 응답자 수 대비 응답자 수 분포를 살펴보면 미래물류기술은 4.1%, 항만물류는 5.2%로 나타나 타 분야에 비해 상대적으로 관련 전문가 수가 적은 것으로 판단됨

- 녹색도시/신공간이 9.4%, 녹색 SOC가 9.1%, 친환경철도가 8.9%, 녹색해양시스템이 8.4%로 비교적 응답자 수가 많았으며, 녹색성장플랜트는 2.8%, 그린항공은 2.4%로 응답자 수가 적게 나타나고 있음

n=1,211, 응답수=8,459, 단위(%)



자료 : 한국건설교통기술평가원(2010.8), 『건설교통분야 기술수요 및 기술수준 조사』

[그림 4-47] 대분류별 응답자 수 분포

○ 중분류별 응답자수 분포를 살펴보면 지하 화물운송시스템을 포함하는 녹색교통물류연계시설의 응답수가 5로 전체의 0.1%를 차지하며 매우 낮은 수준으로 관련 전문가 수가 많지 않음을 반영하고 있다고 판단할 수 있음

- 관련 중분류인 친환경물류운송수단/장비 113(1.3%), 복합운송 및 녹색물류 시스템 197(2.3%), 물류 안전 및 환경28(0.3%), 녹색해운항만물류시스템 215(2.5%) 역시 낮은 비율을 차지하고 있음

[표 4-17] 관련 중분류별 응답자 수 분포

중분류	예측기술 명(총괄)	응답수	%
친환경물류운송수단/장비	친환경 물류운송수단 및 장비 기술 개발을 통하여 에너지 효율을 극대화시키고, 탄소배출을 최소화한다.	113	1.3
복합운송 및 녹색물류 시스템	Modal Shift 등 친환경 복합화물운송 및 녹색물류시스템 기술개발을 통하여 물류 수송률을 개선하고 탄소배출을 20%이상 감소시킨다.	197	2.3
녹색교통물류 연계시설	물류시설의 지하화 및 복합연계운송을 위한 환승시설/터미널 기술개발을 통하여 공간의 활용성을 극대화하고 탄소배출을 절감시킨다.	5	0.1
물류 안전 및 환경	위험물 물류의 보안과 안전, 위험물 차량의 실시간 모니터링 등의 기술개발을 통하여 안전한 물류환경을 조성한다.	28	0.3
녹색해운항만 물류 시스템	물류시스템 개선을 통한 저탄소 녹색 항만건설로 미래를 대비하는 고효율 해운항만 물류시스템 기술을 개발한다.	215	2.5

자료 : 한국건설교통기술평가원(2010.8), 『건설교통분야 기술수요 및 기술수준 조사』

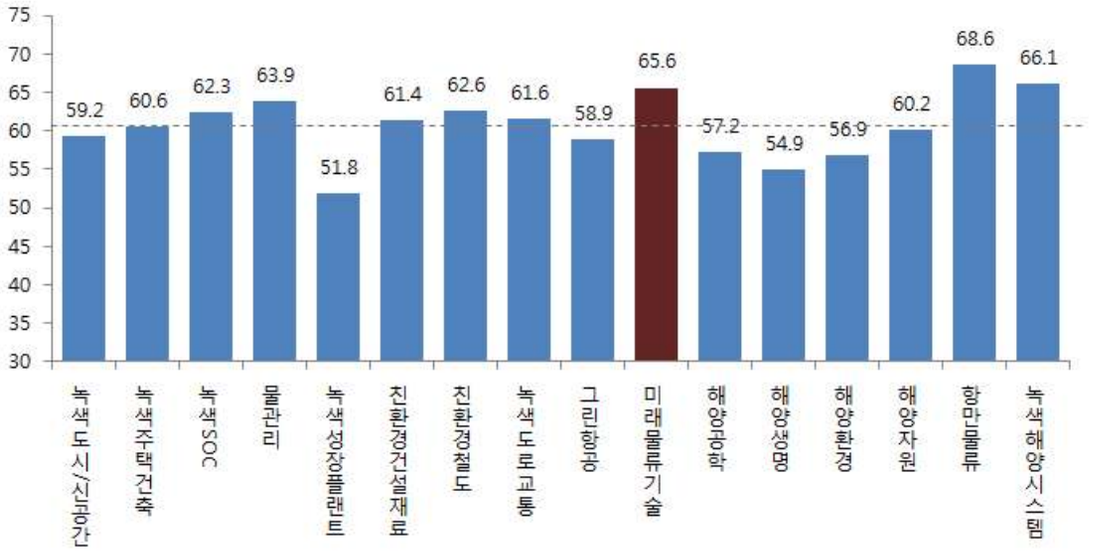
5. 지하 화물운송 시스템 기술수준 조사결과

가. 국내 기술수준 결과

○ 16개 대분류의 평균 국내기술수준은 60.7%로 나타났으며 미래물류기술은 65.6%로 평균보다 높은 수준으로 분석되었음

- 항만물류 68.6%, 녹색해양시스템 66.1%, 미래물류기술 65.6%, 물관리 63.9%의 순서로 국내기술수준이 높게 나타났으며, 녹색성장플랜트 51.8%, 해양생명 54.9%, 해양환경 56.9%, 해양공학 57.2%의 순서로 평균 국내기술수준이 낮게 나타나고 있음

n=1,211, 응답수=8,459, 단위(%)



주 : 점선은 전체 평균(60.7) 국내기술을 나타내고 있음
자료 : 한국건설교통기술평가원(2010.8), 『건설교통분야 기술수요 및 기술수준 조사』

[그림 4-48] 대분류별 국내기술수준 분포

○ 69개 중분류 중 지하 화물운송 시스템과 관계있는 5개 중분류의 국내 기술수준을 비교한 결과 전체적으로 비교적 높은 수준을 가지고 있는 것으로 조사되었음

- 녹색해운항만물류시스템이 68.7%(전체 6위), 녹색교통물류연계시설이 68.0%(전체 8위), 복합운송 및 녹색물류시스템 66.7%(전체 13위), 물류안전 및 환경 65.3%(전체 17위), 친환경 물류운송 수단/장비(전체 21) 순서로 나타났음
- 중분류 녹색교통물류연계시설의 세부과제는 지하물류 활성화를 위한 시설 및 장비 기술 1개로 구성되어 둘은 동일한 값을 가짐

[표 4-18] 관련 중분류별 국내기술수준 평균 순위

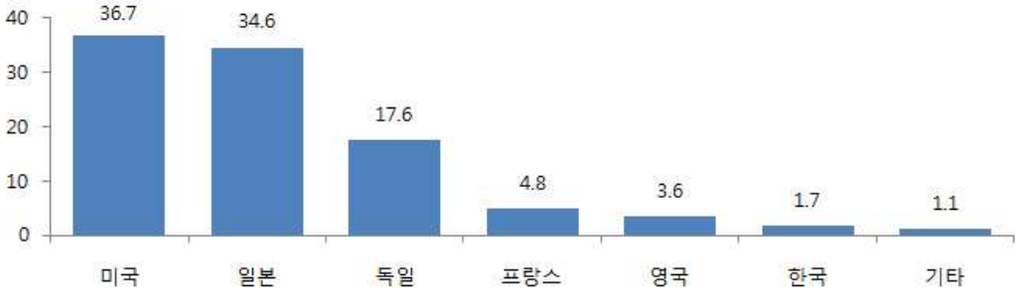
순위	중분류	예측기술명(총괄)	국내기술 수준(%)
6	녹색해운항만물류 시스템	물류시스템 개선을 통한 저탄소 녹색 항만건설로 미래를 대비하는 고효율 해운항만물류시스템 기술을 개발함	68.7
8	녹색교통물류연계 시설 (지하화물운송시스템)	물류시설의 지하화 및 복합연계운송을 위한 환승시설/터미널 기술개발을 통하여 공간의 활용성을 극대화하고 탄소배출을 절감시킴	68.0
13	복합운송 및 녹색물류시스템	Modal Shift 등 친환경 복합화물운송 및 녹색물류시스템 기술개발을 통하여 물류 수송률을 개선하고 탄소배출을 20%이상 감소시킴	66.7
17	물류안전 및 환경	위험물 물류의 보안과 안전, 위험물 차량의 실시간모니터링 등의 기술개발을 통하여 안전한 물류환경을 조성함	65.3
21	친환경 물류운송 수단/장비	친환경물류운송 수단 및 장비 기술 개발을 통하여 에너지 효율을 극대화시키고, 탄소배출을 최소화함	63.7

자료 : 한국건설교통기술평가원(2010.8), 『건설교통분야 기술수요 및 기술수준 조사』

나. 최고기술보유국 결과

○ 기술예측 대상 과제들에 대한 최고기술보유국 분포를 살펴보면 미국 36.7%, 일본 34.6%, 독일 17.6%의 순서로 최고기술보유가 많은 것으로 나타났으며, 한국은 1.7%로 최고기술보유가 저조한 것으로 나타났음

n=1,211, 응답수=8,459, 단위(%)



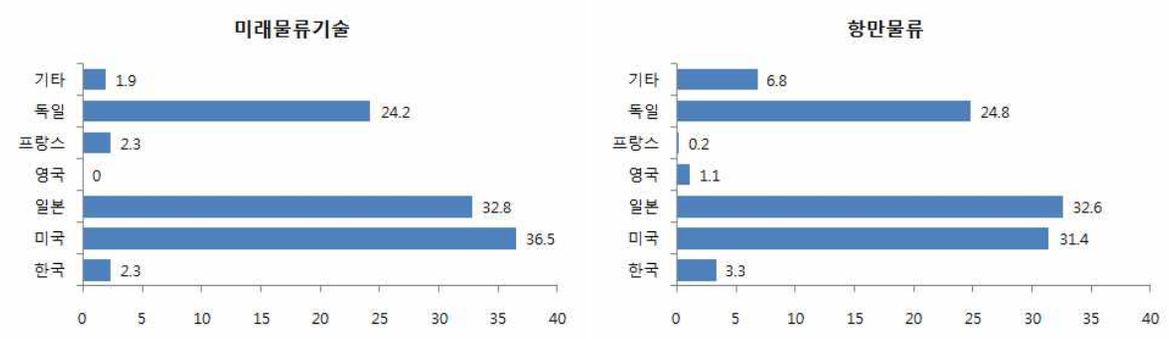
자료 : 한국건설교통기술평가원(2010.8), 『건설교통분야 기술수요 및 기술수준 조사』

[그림 4-49] 최고기술보유국 분포(전체)

○ 지하 화물운송기술이 포함되어있는 대분류 미래물류기술에 대한 최고기술보유국은 미국 36.5%, 일본 32.8%, 독일 24.2% 순으로 나타났으며, 한국은 2.3%로 프랑스와 동일한 수준인 것으로 나타났음

- 본 연구와 관련 있는 대분류 항만물류에 대한 최고기술보유국은 일본 32.6%, 미국 31.4%, 독일 24.8%순으로 조사되어 미래물류기술 최고기술보유국과 유사한 분포를 보이고 있음

n=1,211, 응답수=8,459, 단위(%)



자료 : 한국건설교통기술평가원(2010.8), 『건설교통분야 기술수요 및 기술수준 조사』

[그림 4-50] 관련 대분류별 최고기술보유국 분포도

○ 세부과제인 지하 화물운송 시스템과 동일한 값을 가지고 있는 중분류 녹색교통물류연계시설에 대해서는 미국, 일본, 독일을 제외한 최고기술보유국이 없는 것으로 나타나 관련 기술 개발 시 기술선도국으로서의 입지를 다질 수 있을 것으로 판단됨

- 미국(42.9%)이 가장 높은 비율을 보이고 있고 그 다음으로 일본(28.6%), 독일(28.6%)이 높은 비율을 보이고 있음
- 관련 중분류별 최고기술보유국을 비교한 결과 대체로 미국, 일본, 독일이 기술선도국인 것으로 나타났음
  - 친환경 물류운송수단/장비 : 일본>미국>독일>기타>한국>영국, 프랑스
  - 복합운송 및 녹색물류시스템 : 일본>미국>독일>프랑스>한국>기타>영국
  - 물류안전 및 환경 : 미국>독일>일본>프랑스>한국, 영국, 기타
  - 녹색항운항만물류시스템 : 미국, 독일>일본>기타>한국>영국>프랑스

[표 4-19] 관련 중분류별 최고기술보유국 분포

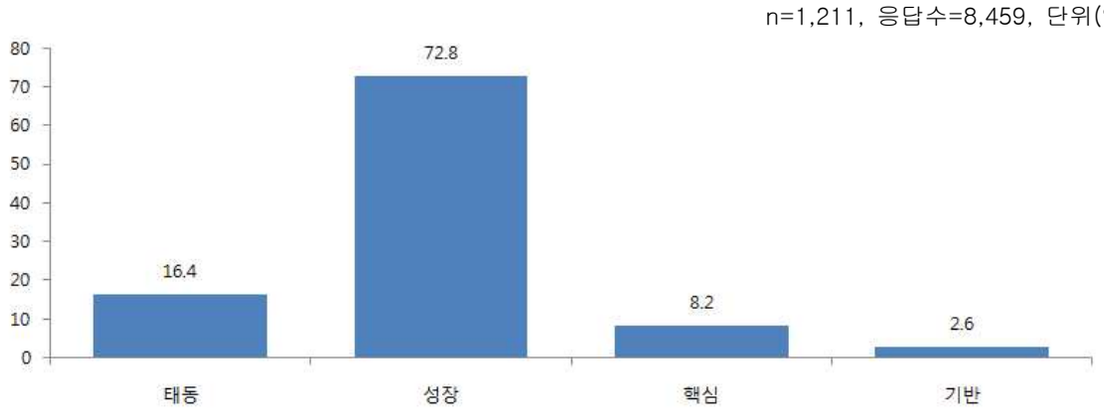
(단위 : %)

대분류	중분류	한국	미국	일본	영국	프랑스	독일	기타
미래 물류 기술	녹색교통물류연계시설 (지하 화물운송시스템)	0.0	42.9	28.6	0.0	0.0	28.6	0.0
	친환경 물류운송 수단/장비	1.7	31.8	32.4	0.0	0.0	29.6	4.5
	복합운송 및 녹색물류시스템	3.1	35.2	35.8	0.0	3.8	21.5	0.7
	물류안전 및 환경	0.0	64.3	14.3	0.0	2.4	19.0	0.0
항만물류	녹색해운항만물류시스템	4.5	33.8	21.0	0.6	0.0	33.8	6.3

자료 : 한국건설교통기술평가원(2010.8), 『건설교통분야 기술수요 및 기술수준 조사』

다. 국내기술성숙도 결과

○ 기술예측 과제들에 대한 기술성숙도를 살펴보면 성장(Pacing)이 72.8%, 태동(Embryonic)이 16.4%, 핵심(Key)이 8.2%, 기반(Base)이 2.6%를 차지하는 등 대부분의 기술예측 과제들이 성장단계를 나타내고 있음



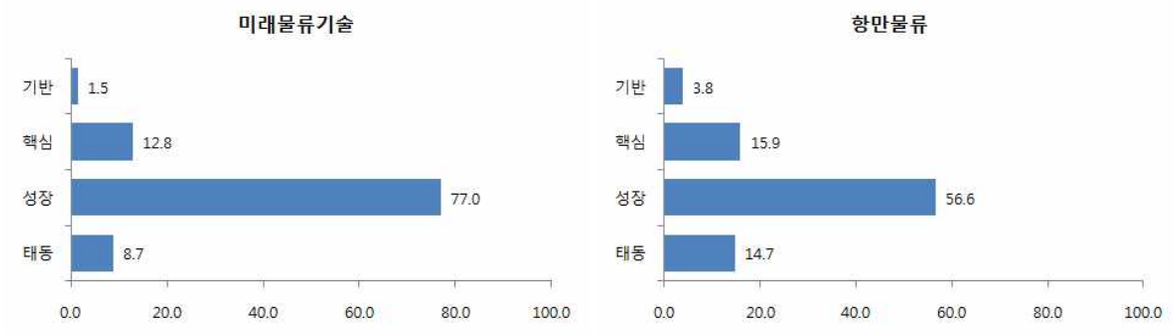
자료 : 한국건설교통기술평가원(2010.8), 『건설교통분야 기술수요 및 기술수준 조사』

[그림 4-51] 국내기술성숙도 분포(전체)

○ 대분류 미래물류기술 역시 성장기라는 평가가 77.0%로 나타나 가장 높고 그다음으로 핵심 12.8%, 태동 8.7%, 기반 1.5% 순으로 나타나 타 분야에 비해 성장기에 도달해 있으며 가까운 장래에 핵심기술이 될 수 있는 장래성 있는 기술이라는 평가가 우세했음

- 대분류 항만물류는 미래물류기술과 유사한 분포를 보였으나 성장기라는 평가가 56.6%로 가장 높고 그 다음으로 핵심 15.9%, 태동기 14.7%, 기반 3.8% 순으로 나타나 미래물류기술보다는 조금 더 발전한 단계라고 판단할 수 있음

n=1,211, 응답수=8,459, 단위(%)



	태동	성장	핵심	기반
녹색도시/신공간	16.7	74.2	8.1	1.0
녹색주택건축	12.8	82.0	4.5	0.6
녹색SOC	11.4	82.1	5.5	1.0
물관리	7.7	80.6	8.4	3.3
녹색성장플랜트	21.5	70.9	4.6	3.0
친환경건설재료	11.5	79.6	7.4	1.5
친환경철도	13.2	76.6	6.2	4.0
녹색도로교통	12.4	70.2	12.1	5.3
그린항공	18.0	57.5	15.0	9.5
미래물류기술	**8.7**	**77.0**	**12.8**	**1.5**
해양공학	18.1	70.9	9.0	2.0
해양생명	43.5	53.3	2.4	0.8
해양환경	21.7	72.1	5.3	0.9
해양자원	24.8	66.1	7.3	1.8
항만물류	**14.7**	**56.6**	**15.9**	**3.8**
녹색해양시스템	14.2	70.4	11.2	4.2

자료 : 한국건설교통기술평가원(2010.8), 『건설교통분야 기술수요 및 기술수준 조사』

[그림 4-52] 대분류별 국내기술성숙도 분포

○ 관련 중분류를 비교했을 때 녹색교통물류연계시설은 태동(40%), 핵심(40%), 성장(20%), 기반(0%)순으로 나타나 요소기술에 따라 연구개발단계에 있는 기술과 현 시점에서 경쟁우위를 점하고 있는 기술이 복합되어 있다고 판단할 수 있음

- 친환경 물류운송 수단/장비는 성장기라는 평가가 77.0%로 매우 높은 비율로 나타남
- 복합운송 및 녹색물류시스템은 성장기가 81.2%, 그 다음으로 핵심기(11.7%), 태동기(6.1%) 순으로 나타나 빠른 시간 안에 핵심기로 발전할 것으로 판단됨
- 물류안전 및 환경 역시 성장기(57.1%), 핵심기(28.6%) 순으로 나타나 빠른 시간 안에 핵심기로 발전할 것으로 판단됨
- 녹색해운항만물류시스템은 성장(70.7), 태동(17.2), 핵심(11.2%) 순으로 조사되어 태동기를 지나 성장기에 있는 것으로 판단됨

[표 4-20] 관련 중분류별 국내기술성숙도 분포

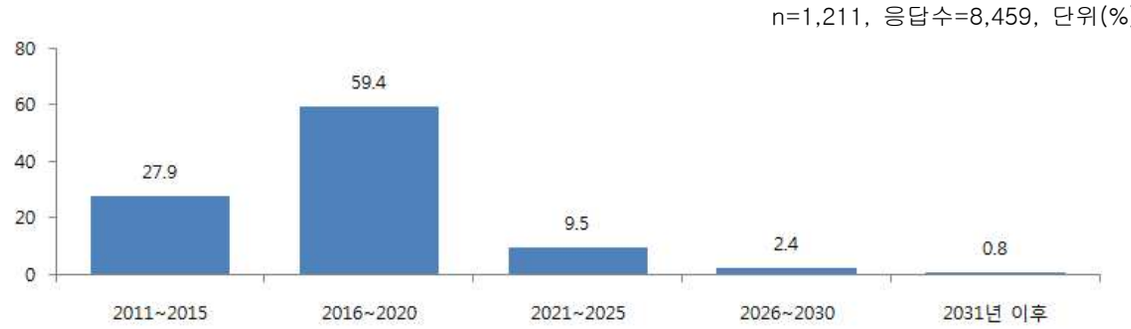
(단위 : %)

대분류	중분류	태동	성장	핵심	기반
미래 물류 기술	녹색교통물류연계시설 (지하화물운송시스템)	40.0	20.0	40.0	0.0
	친환경 물류운송 수단/장비	13.3	77.0	9.7	0.0
	복합운송 및 녹색물류시스템	6.1	81.2	11.7	1.0
	물류안전 및 환경	3.6	57.1	28.6	10.7
항만물류	녹색해운항만물류시스템	17.2	70.7	11.2	0.9

자료 : 한국건설교통기술평가원(2010.8), 『건설교통분야 기술수요 및 기술수준 조사』

라. 국내 기술실현 예측시기 결과

○ 기술예측 과제들에 대한 평균 기술실현 예측시기는 2018년으로 나타나고 있으며, 예측시기 분포는 2016~2020년이 59.4%, 2011~2015년이 27.9%, 2021~2025년이 9.5%, 2026~2030년이 2.4%의 비율로 분포하고 있음



자료 : 한국건설교통기술평가원(2010.8), 『건설교통분야 기술수요 및 기술수준 조사』

[그림 4-53] 기술실현 예측시기 분포

○ 대분류 미래물류기술은 기술실현 예측시기 분포가 2011～2015년(61.5%), 2016～2020년(31.5%), 2021～2025년(4.7%), 2026～2030년(2.3%), 2031년 이후(0%) 순으로 조사되어 상대적으로 단기간 내에 기술이 실현될 수 있는 것으로 나타나 타 분류와 상이한 분포를 나타내고 있음

n=1,211, 응답수=8,459, 단위(%)



자료 : 한국건설교통기술평가원(2010.8), 『건설교통분야 기술수요 및 기술수준 조사』

[그림 4-54] 관련 대분류별 기술실현 예측시기

○ 관련 중분류별로 살펴본 결과 녹색교통물류연계시설의 경우 2011～2015년(2), 2021～2025년(2), 2016～2020년(1), 2026～2030년(0), 2031년 이후(0)로 조사되어 전문가들이 요소기술과 여건에 따라 기술 실현시기가 달라진다고 판단하는 것으로 보임

- 지하관련 타 중분류는 대부분 2020년 이내인 중·단기에 걸쳐 기술이 실현될 것으로 예측되었음
  - 친환경 물류운송 수단/장비와 복합운송 및 녹색물류시스템은 단기간인 2011～2015년에 기술이 실현될 것이라는 예측이 54.9%로 가장 높게 나타났음
  - 물류안전 및 환경과 녹색해운항만물류시스템은 2016～2020년에 기술이 실현될 것이라는 예측이 각각 50.0%, 57.0%로 가장 높게 나타나 기술 실현까지 상대적으로 중기간이 소요될 것으로 나타났음

○ 중분류별 기술실현 예측시기의 평균값인 평균실현 예측시기는 녹색교통물류연계시설이 상대적으로 가장 늦은 2018년으로 예측되었음

- 친환경 물류운송 수단/장비, 복합운송 및 녹색물류시스템이 2016년, 물류안전 및 환경, 녹색해운항만물류시스템이 2017년으로 각각 나타났음

[표 4-21] 관련 중분류별 기술실현 예측시기 분포 및 평균 실현 예측시기

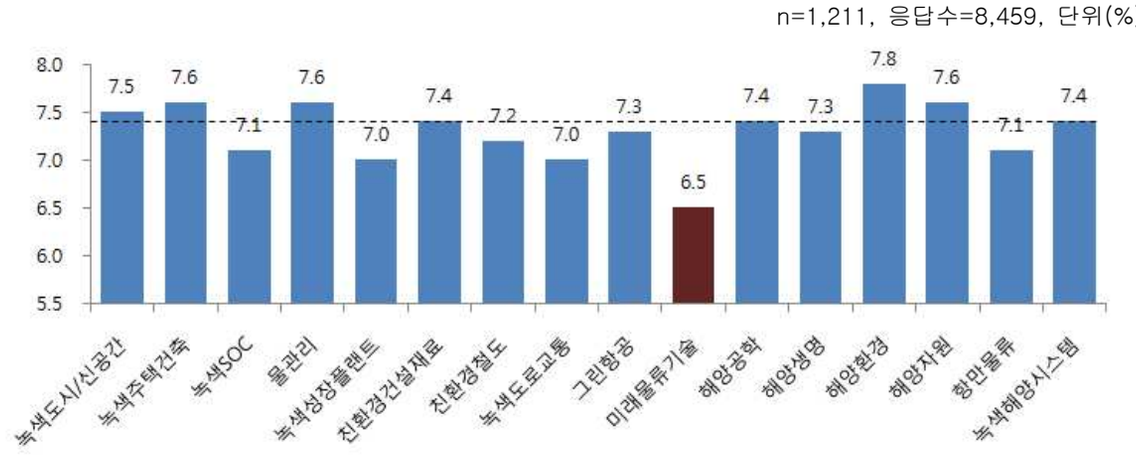
(단위 : %)

대분류	중분류	2011~2015	2016~2020	2021~2025	2026~2030	2031 이후	평균실현 예측시기
미래 물류 기술	녹색교통물류연계시설 (지하 화물운송시스템)	40.0	20.0	40.0	0.0	0.0	2018
	친환경 물류운송 수단/장비	54.9	40.7	4.4	0.0	0.0	2016
	복합운송 및 녹색물류시스템	69.0	23.9	3.0	4.1	0.0	2016
	물류안전 및 환경	39.3	50.0	10.7	0.0	0.0	2017
항만물류	녹색해운항만물류시스템	36.9	57.0	5.1	0.0	2.0	2017

자료 : 한국건설교통기술평가원(2010.8), 『건설교통분야 기술수요 및 기술수준 조사』

마. 기대효과 결과

○ 16개 대분류의 평균 기대효과 지수는 7.4로 나타나고 있으며, 해양환경이 7.8, 녹색주택건축과 물관리, 해양자원이 각각 7.6, 녹색도시/신공간이 7.5의 순서로 기대효과 지수가 높게 나타났으며, 미래물류기술이 6.5, 녹색도로교통과 녹색성장플랜트가 각각 7.0의 순서로 기대효과 지수가 낮게 나타나고 있음



주 : 점선은 전체 평균(7.4) 기대효과 지수를 나타내고 있음(가중치 적용 10점 만점 기준)
자료 : 한국건설교통기술평가원(2010.8), 『건설교통분야 기술수요 및 기술수준 조사』

[그림 4-55] 대분류별 기대효과 지수 분포

○ 관련 중분류별 기대효과 지수를 살펴본 결과 녹색교통물류연계시설이 7.4로 가장 높은 것으로 조사되어 타 기술에 비해 환경적, 산업경제적, 기술적으로 매우 기대효과가 높은 것으로 판단됨

- 관련 중분류별 기대효과 분류별로 비교한 결과 기술적효과(중기)를 제외한 모든 기대효과 분류에서 녹색교통물류연계시설이 가장 높은 점수로 조사되었음

○ 녹색교통물류연계시설은 대체로 단기보다는 중기적 효과가 높으며 특히 중기 온실가스저감효과가 8.0으로 타 중분류의 기대효과에 비해 매우 높은 것으로 조시되었음

- 단기 기대효과 : 온실가스저감효과(7.5), 기술적 효과(7.5) >보존 및 삶의 질 향상 효과(7.0), 산업경제적 효과(7.0)
- 중기 기대효과 : 온실가스저감효과(8.0)>보존 및 삶의 질 향상효과(7.0), 산업경제적 효과(7.0), 기술적효과(7.0)

[표 4-22] 관련 중분류별 기대효과 지수 분포

대분류	중분류	기대효과								기대효과 지수
		녹색효과				산업경제적 효과		기술적 효과		
		온실가스저감		보존 및 삶의 질 향상						
		단기	중기	단기	중기	단기	중기	단기	중기	
미래 물류 기술	녹색교통물류연계시설 (지하 화물운송시스템)	7.5	8.0	7.0	7.5	7.0	7.5	7.5	7.5	7.4
	친환경 물류운송 수단/장비	6.0	6.4	5.9	6.4	6.5	6.9	6.5	6.8	6.4
	복합운송 및 녹색물류시스템	6.3	7.0	6.2	6.8	6.1	6.6	6.2	6.7	6.5
	물류안전 및 환경	6.5	6.8	6.5	7.2	7.0	7.2	7.0	7.6	7.0
항만물류	녹색해운항만물류시스템	6.4	7.2	6.3	7.1	6.8	7.5	7.0	7.7	7.0

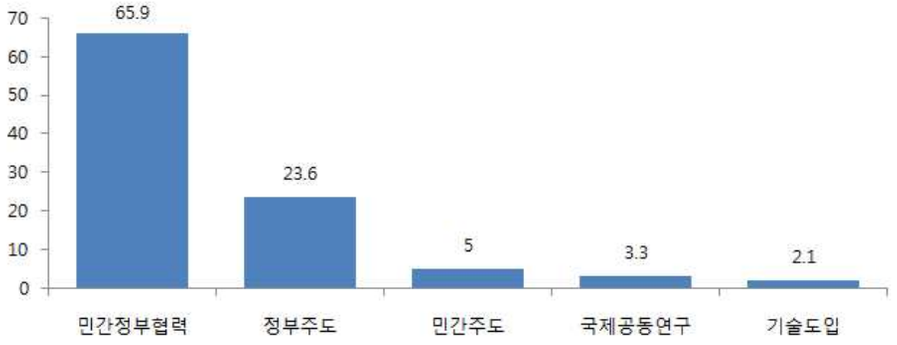
자료 : 한국건설교통기술평가원(2010.8), 『건설교통분야 기술수요 및 기술수준 조사』

바. 기술획득방식 결과

○ 기술예측 대상과제들에 대한 기술획득방식을 살펴보면, 민간정부협력이 65.9%로 가장 높은 비율을 보여주고 있으며, 그 다음으로 정부주도 23.6%, 민간주도 5.0%, 국제공동연구 3.3%, 기술도입 2.1%의 순서로 효과적인 것으로 나타나고 있음

- 기술도입 방식이 가장 낮은 비율로 조사된 것은 관련 전문가들이 일부 보편화된 해외 기술의 국산화와 신규 국산화 기술의 발전이 필요하다고 인식하고 있는 것으로 판단됨

n=1,211, 응답수=8,459, 단위(%)



자료 : 한국건설교통기술평가원(2010.8), 『건설교통분야 기술수요 및 기술수준 조사』

[그림 4-56] 기술획득방식 분포(전체)

○ 대분류 미래물류기술은 민간정부협력 방식(65.0%), 정부주도(21.9%), 민간주도(11.4%), 국제공동연구(1.2%), 기술도입(0.6%) 순으로 효과적인 것으로 조사되어 민간정부협력 방식이 가장 효과적인 것으로 조사되었음

- 전체 기술의 기술획득방식에서 조사된 민간주도 방식(5%)의 비율보다 미래물류기술에서의 민간주도 방식(11.5%)이 상대적으로 높은 비율을 보이고 있어서 정부의 역할 뿐만 아니라 민간의 역할 역시 중요할 것으로 판단됨
- 항만물류의 경우 대체로 전체 기술의 기술획득방식과 유사한 분포를 보이고 있으나 민간정부협력 방식에 대한 비율이 상대적으로 높은 것으로 나타났음

n=1,211, 응답수=8,459, 단위(%)



자료 : 한국건설교통기술평가원(2010.8), 『건설교통분야 기술수요 및 기술수준 조사』

[그림 4-57] 관련 대분류별 기술획득방식 분포

○ 중분류 녹색교통물류연계시설에 대해서는 민간정부협력 방식과 정부주도 방식이 각각 40.0%로 가장 높고 민간주도 방식이 20%의 비율을 나타내고 있어 정부의 역할이 상대적으로 중요하지만 민간의 참여도 매우 필요할 것으로 판단됨

- 관련 중분류별 기술획득방식을 살펴보면 모두 민간정부협력 방식이 월등히 높은 비율로 가장 효율적인 것으로 나타났음

[표 4-23] 관련 중분류별 기술획득방식 분포

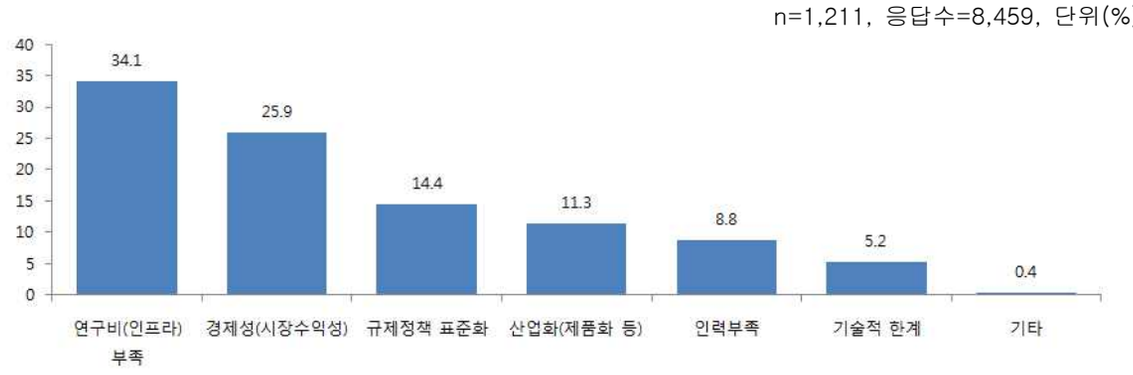
(단위 : %)

중분류	국제공동연구	기술도입	민간정부협력	정부주도	민간주도
녹색교통물류연계시설 (지하 화물운송시스템)	0.0	0.0	40.0	40.0	20.0
친환경 물류운송 수단/장비	2.7	0.0	68.1	14.2	15.0
복합운송 및 녹색물류시스템	0.5	1.0	66.0	22.3	10.2
물류안전 및 환경	0.0	0.0	50.0	46.4	3.6
녹색해운항만물류시스템	1.9	0.0	75.8	13.5	8.8

자료 : 한국건설교통기술평가원(2010.8), 『건설교통분야 기술수요 및 기술수준 조사』

사. 실현상의 장애요인 결과

○ 기술예측 과제들의 실현상의장애요인을 살펴보면, 연구비(인프라) 부족이 34.1%로 가장 많은 장애요인으로 나타났고, 그 다음으로는 경제성(시장수익성)이 25.9%, 규제/정책/표준화가 14.4%, 산업화(제품화) 11.3%, 인력부족 8.8%, 기술적 한계 5.2%의 순서로 나타나고 있음



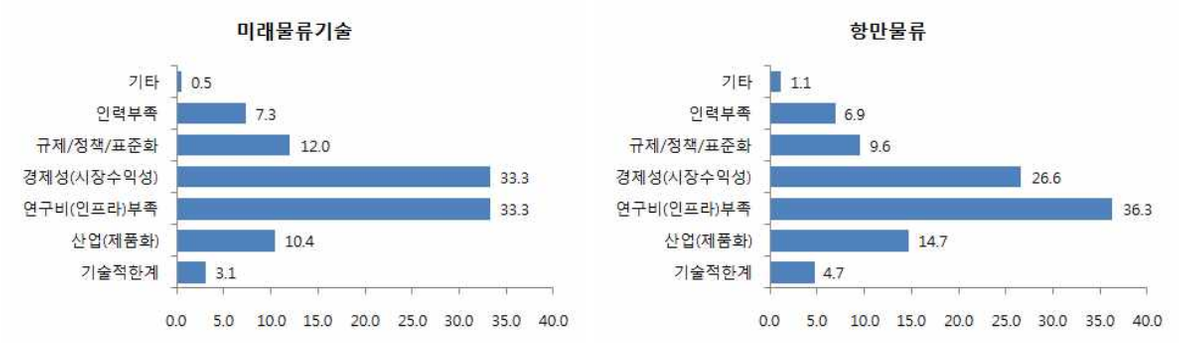
자료 : 한국건설교통기술평가원(2010.8), 『건설교통분야 기술수요 및 기술수준 조사』

[그림 4-58] 실현상의 장애요인 분포(전체)

○ 미래물류기술은 연구비(인프라)부족과 경제성(시장수익성)이 각각 33.3%의 비율로 가장 큰 장애요인으로 조사되었음

- 미래물류기술의 기술적한계 요인(3.1%)은 전체 기술의 기술적한계 요인(5.2%)과 항만물류의 기술적한계 요인(4.7%) 보다 상대적으로 낮은 것으로 나타나 미래물류기술을 실현하기에 기술적 어려움은 크지 않을 것으로 보임
- 미래물류기술의 경제성(시장수익성) 요인이 전체 기술의 경제성 요인(25.9%)과 항만물류의 경제성 요인(26.6%)보다 상대적으로 높은 비율로 조사된 것은 미래물류기술이 공공성이 높은 기술임을 반영하고 있는 것으로 판단됨

n=1,211, 응답수=8,459, 단위(%)



자료 : 한국건설교통기술평가원(2010.8), 『건설교통분야 기술수요 및 기술수준 조사』

[그림 4-59] 관련 대분류별 기술획득방식 분포

○ 중분류 녹색교통물류연계시설의 실현상의 장애요인은 타 기술에 비해 연구비(인프라)부족(42.9%)과 경제성(42.9%), 규제/정책/표준화(14.3%)로 집중되어 있는 것으로 조사되어 관련 요인에 대한 우선적 지원 및 조치가 필요할 것으로 판단됨

[표 4-24] 관련 중분류별 실현상의 장애요인 분포

(단위 : %)

대분류	중분류	기술적 한계	산업 (제품화)	연구비 (인프라) 부족	경제성 (시장 수익성)	규제/정책 /표준화	인력부족	기타
미래 물류 기술	녹색교통물류연계시설 (지하 화물운송시스템)	0.0	0.0	42.9	42.9	14.3	0.0	0.0
	친환경 물류운송 수단/장비	6.0	9.5	31.5	30.0	12.0	10.0	1.0
	복합운송 및 녹색물류시스템	1.6	10.8	34.3	34.3	12.1	6.5	0.3
	물류안전 및 환경	0.0	13.9	33.3	41.7	11.1	0.0	0.0
항만물류	녹색해운항만물류시스템	5.0	16.3	37.3	27.1	7.3	7.0	0.0

자료 : 한국건설교통기술평가원(2010.8), 『건설교통분야 기술수요 및 기술수준 조사』

아. 관련 중분류 및 소분류 포트폴리오 분석

○ 지하 화물운송시스템과 관련되는 기술은 중분류 5개 소분류 37개이며 현재 각 기술에 대한 평가(국내기술수준, 기술실현예측시기)와 향후 중기 기대효과를 기준으로 포트폴리오 분석을 수행함으로써 보다 효율적인 기술개발 추진 전략을 도출하고자 함

- 도식화의 편리성을 위해 아래 [표 4-25]와 같이 각 관련 중분류와 소분류에 분류번호를 부여하여 분석 및 도식화하였음
- 소분류 지하물류 활성화를 위한 시설 및 장비기술은 27번에 해당함

[표 4-25] 관련 중분류 및 소분류 포트폴리오 분석을 위한 분류번호

대분류	중분류	분류번호	분류명	국내기술수준	기술실현예측시기	온실가스저감	환경보존및삶의질향상	산업적효과	기술적효과
미래물류기술	-	1	친환경 물류운송수단/장비	63.7	2016	6.4	6.4	6.9	6.8
		2	복합운송 및 녹색물류시스템	66.7	2016	7	6.8	6.6	6.7
		3	녹색교통물류연계시설	68	2018	8	7.5	7.5	7.5
		4	물류안전 및 환경	65.3	2017	6.8	7.2	7.2	7.6
항만물류	-	5	녹색해운항만물류시스템	68.7	2017	7.2	7.1	7.5	7.7
미래물류기술	친환경 물류운송수단/장비	6	도심형 친환경 소형 화물자동차 개발기술	62.8	2016	8.4	8	6.9	7
		7	고밀도 시설 내 물류활동을 위한 수직이송장치 기술	67.8	2015	6.3	6.4	6.9	6.9
		8	인력절감을 위한 간편 물류장비 기술	65.4	2015	5.5	6.1	7.7	7.5
		9	4×2 스마트 트레일러 개발기술	60.9	2017	5.8	5.8	5.8	5.8
		10	자가발전형 물류장비 기술	64.4	2015	6.6	6.3	6.9	6.6
		11	로봇기술을 응용한 자동 하역장비기술	63.8	2017	6	5.9	7.4	7.2
		12	자기유도체를 이용한 시설 내 파렛트 이송장치 기술	60.9	2017	6.4	6.7	6.9	6.9

[표 4-25] 소분류별 기술수준 분석을 위한 분류번호(계속)

대분류	중분류	분류번호	분류명	국내기술수준	기술실현예측시기	온실가스저감	환경보존및삶의질향상	산업적효과	기술적효과
미래물류기술	복합운송및녹색물류시스템	13	신개념 수출입화물 간선 복합운송시스템 기술	65.9	2015	8.9	8.6	8.8	8.6
		14	근거리 물류거점간 대량수송시스템 기술	63.5	2016	7.7	7.8	7.5	7.7
		15	물류시설 에너지 절감 및 생산기술	66.7	2016	8.2	7.7	6.6	6.8
		16	고속 자동분류 시스템 기술	70.5	2015	5.5	5.5	6.6	6.3
		17	혼재화물 적재 최적화 기술	64.4	2015	6.1	6.1	6.3	6.4
		18	체적중량 계측장비 기술	65.7	2015	5.4	5.5	5.5	5.4
		19	화물차 내비게이션 구현을 위한 물류주체도 기술	72.2	2015	6.4	6.1	5.9	5.4
		20	국가물류 통합정보센터 구축을 위한 웹기반 물류주체도 기술	69	2015	6.3	5.9	5.9	6.4
		21	보관시설 적치정보 실시간 공유기술	66.9	2016	6.4	6.3	6.3	6.3
		22	Hydro-Chain 기술을 이용한 복합운송 연계기술	62.3	2015	7	7	6.8	7
		23	물류 거점간 대량수송 자동시스템 기술 개발	62.5	2016	7.9	7.3	7.3	7.5
		24	철도연계형 컨테이너 자동운송시스템	61.6	2017	8	7.9	7.1	6.6
		25	지능형 고효율 철도물류 터미널 운영기술 개발	70.1	2017	7.1	7	6.8	6.8
		26	수도권 지하철 노선을 활용한 물류수송시스템	71.8	2016	6.4	6.1	5.5	6.3
	녹색교통물류연계시설	27	지하물류 활성화를 위한 시설 및 장비기술	68	2018	8	7.5	7.5	7.5
	물류안전및 환경	28	위험물차량 운행제어 기술	61.4	2017	7.5	7.9	7.5	7.9
		29	위험물차량 운송경로 관제기술	65.9	2017	7.1	7.5	7.1	7.1
		30	위험물 물류이력 관리를 위한 RFID 특수 Tag 기술	73.7	2017	6.4	7.1	6.8	7.1
		31	이동형 원격 컨테이너 검색 및 상태인식 기술	60.3	2018	6.1	6.4	7.5	8.2

[표 4-25] 소분류별 기술수준 분석을 위한 분류번호(계속)

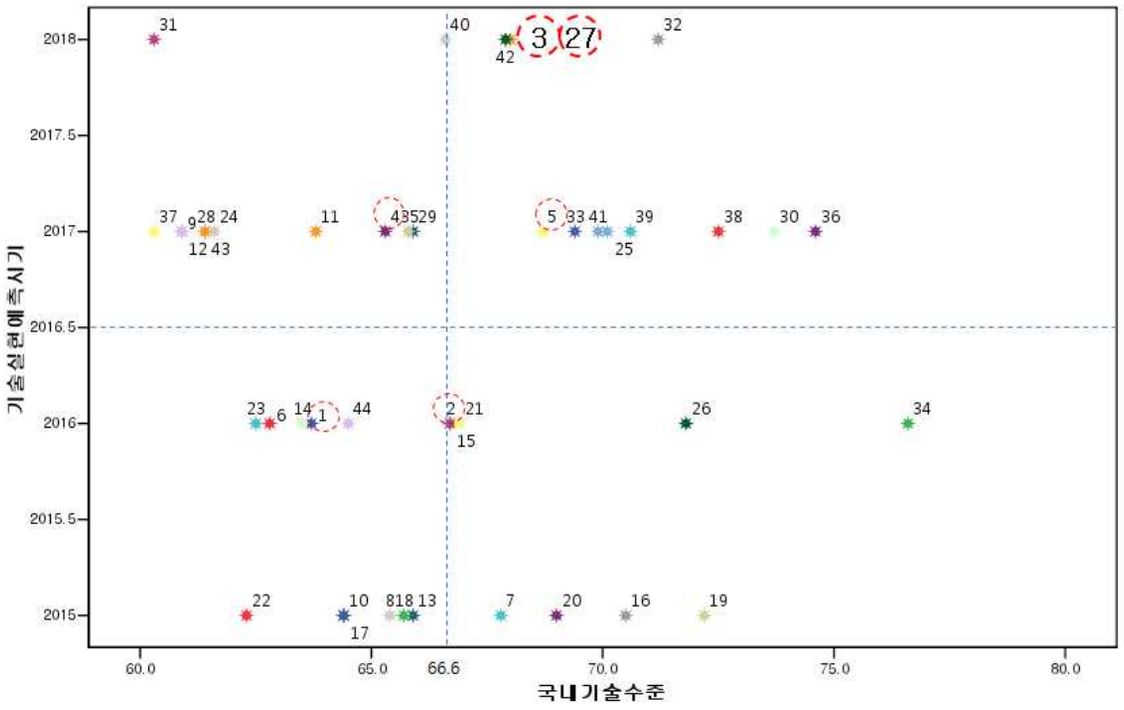
대분류	중분류	분류번호	분류명	국내기술수준	기술실현예측시기	온실가스저감	환경보존및삶의질향상	산업적효과	기술적효과
항만물류	녹색해운항만물류시스템	32	그린 해상 초고속 피더운송시스템 기술	71.2	2018	9	8.8	9	9
		33	대용량 전기식 자동이송시스템 기술	69.4	2017	9.7	9.3	8.4	8.8
		34	에너지 고효율형 해운 항만물류 운영·관리시스템 기술	76.6	2016	8.2	8.1	8.5	8.8
		35	VR을 이용한 미래형 저탄소 스마트항만 개발 지원기술	65.8	2017	6.8	6.9	6.9	7.2
		36	미래형 컨테이너터미널개발기술	74.6	2017	9	8.8	9.1	9.4
		37	항만지역 온실가스 관리시스템구축	60.3	2017	8.1	7.5	7.2	6.9
		38	고밀도 시설 내 물류활동을 위한 수직이송장치 기술	72.5	2017	6.3	5.6	6.3	6.6
		39	인력절감을 위한 간편 물류장비 기술	70.6	2017	5.6	5.5	6.7	6.7
		40	4×2 스마트 트레일러 개발 기술	66.6	2018	5.6	5.2	6.1	6.1
		41	자가발전형 물류장비 기술	69.9	2017	7	7	7.3	7.7
		42	로봇기술을 응용한 자동 하역 장비기술	67.9	2018	5.9	6.4	7.7	8.3
		43	자기유도체를 이용한 시설 내 파렛트 이송장치 기술	61.4	2017	5.5	5.6	5.9	6.3
		44	이동형 원격 컨테이너 검색 및 상태인식 기술	64.5	2016	6	6.9	8.2	8.2

(1) 기술예측실현시기 - 국내기술수준

○ 분석대상의 평균을 기준으로 국내기술수준(66.6)과 기술예측실현시기(2016.5년)를 비교하여 포트폴리오를 도식화하였음

○ (27)지하물류 활성화를 위한 시설 및 장비기술은 국내기술수준(68)이 높은 반면 기술실현예측시기(2018년)가 상대적으로 오래 걸리는 것으로 조사되어 2015년까지 Test-bed를 구축하여 사업화시키기 위해 빠른 시간 안에 R&D 사업을 추진하는 것이 적절할 것으로 판단됨

- 기술예측실현시기가 빠르고 국내 기술수준이 높은 기술은 중분류 1개, 소분류 8개로 (2)복합운송 및 녹색물류시스템이 이에 속함
  - 친황경물류운송수단/장비 1개 : (7)
  - 복합운송 및 녹색물류시스템 6개 : (15), (16), (19), (20), (21), (26)
  - 녹색해운항만물류시스템 1개 : (34)
- 기술실현예측시기가 느리고 국내기술수준이 높은 기술은 중분류 2개, 소분류 11개로 (3)녹색교통물류연계시설, (5)녹색해운항만물류시스템이 이에 속함
  - 복합운송 및 녹색물류시스템 1개 : (25)
  - 녹색교통물류연계시설 1개 : (27)
  - 물류안전 및 환경 1개 : (30)
  - 녹색해운항만물류시스템 8개 : (32), (33), (36), (38), (39), (40), (41), (42)
- 기술실현예측시기가 빠르지만 국내기술수준이 상대적으로 낮은 기술은 중분류 1개, 소분류 10개로 (1)친환경 물류운송수단/장비가 이에 속함
  - 친환경물류운송수단/장비 3개 : (6), (8), (10)
  - 복합운송 및 녹색물류시스템 6개 : (13), (14), (17), (18), (22), (23)
  - 녹색해운항만물류시스템 1개 : (44)
- 기술예측시기가 느리고 국내기술수준이 상대적으로 낮은 기술은 중분류 1개, 소분류 10개로 (4)물류안전 및 환경이 이에 속함
  - 친환경물류운송수단/장비 2개 : (9), (12)
  - 복합운송 및 녹색물류시스템 1개 : (24)
  - 물류안전 및 환경 2개 : (28), (29)
  - 녹색해운항만물류시스템 3개 : (35), (37), (43)



[그림 4-60] 기술예측실현시기-국내기술수준 포트폴리오

(2) 온실가스 저감 효과 - 국내기술수준

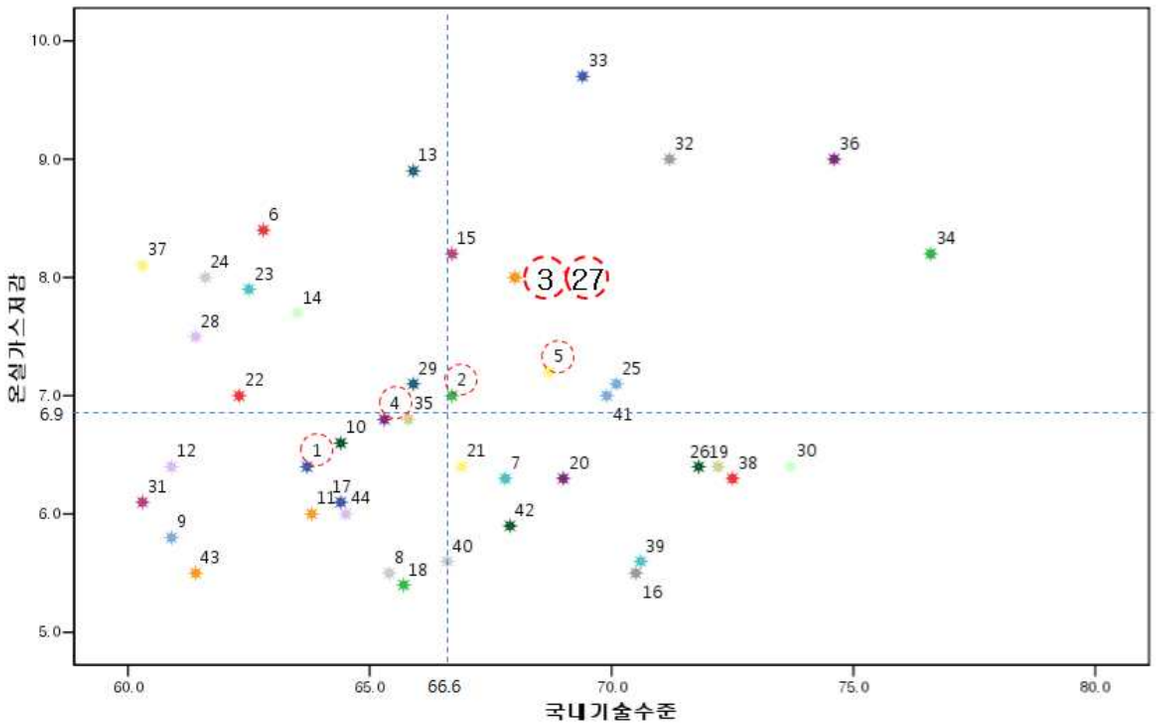
○ 온실가스 저감효과(평균 6.9)와 국내기술수준(평균 66.6)을 기준으로 비교한 포트폴리오 분석결과 (27)지하물류 활성화를 위한 시설 및 장비기술은 온실가스 저감효과(7.5)와 국내기술수준(68) 모두 높은 기술로 평가되어 최근의 저탄소 녹색성장 국정지표에 매우 부합하는 과제라고 판단할 수 있음

○ 또한 최근 지하 화물운송시스템 연구를 위해 다수의 해외기술이 검토 되고 있으나 국내기술수준도 높은 것으로 조사되었으므로 국산화된 신기술 개발의 필요성이 있는 것으로 판단됨

- 온실가스 저감효과도 높고 국내기술수준도 높은 기술은 중분류 3개, 소분류 8개로 (2)복합운송 및 녹색물류시스템, (3)녹색교통물류연계시설, (5)녹색해운항만물류시스템이 이에 속함
  - 복합운송 및 녹색물류시스템 2개 : (15), (25)
  - 녹색교통물류연계시설 1개 : (27)

· 녹색해운항만물류시스템 5개 : (32), (33), (34), (36), (41)

- 온실가스저감효과는 높지만 국내기술수준이 낮은 기술은 소분류 9개임
  · 친환경물류운송수단/장비 1개 : (6)
  · 복합운송 및 녹색물류시스템 5개 : (13), (14), (22), (23), (24)
  · 물류안전 및 환경 2개 : (28), (29)
  · 녹색해운항만물류시스템 1개 : (37)
- 국내기술수준은 높지만 온실가스저감효과는 낮은 기술은 소분류 11개 기술임
  · 친환경물류운송수단/장비 1개 : (7)
  · 복합운송 및 녹색물류시스템 5개 : (16), (19), (20), (21), (26)
  · 물류안전 및 환경 1개 : (30)
  · 녹색해운항만물류시스템 4개 : (38), (39), (40), (42)
- 온실가스저감효과와 국내기술수준이 상대적으로 모두 낮은 기술은 중분류 2개, 소분류 11개로 (1)친환경물류운송수단/장비, (4)물류안전 및 환경이 이에 속함
  · 친환경물류운송수단/장비 5개 : (8), (9), (10), (11), (12)
  · 복합운송 및 녹색물류시스템 2개 : (17), (18)
  · 물류안전 및 환경 1개 : (31)
  · 녹색해운항만물류시스템 3개 : (35), (43), (44)



[그림 4-61] 온실가스 저감효과 - 국내기술수준 포트폴리오

(3) 환경 보존 및 삶의 질 향상 효과 - 국내기술수준

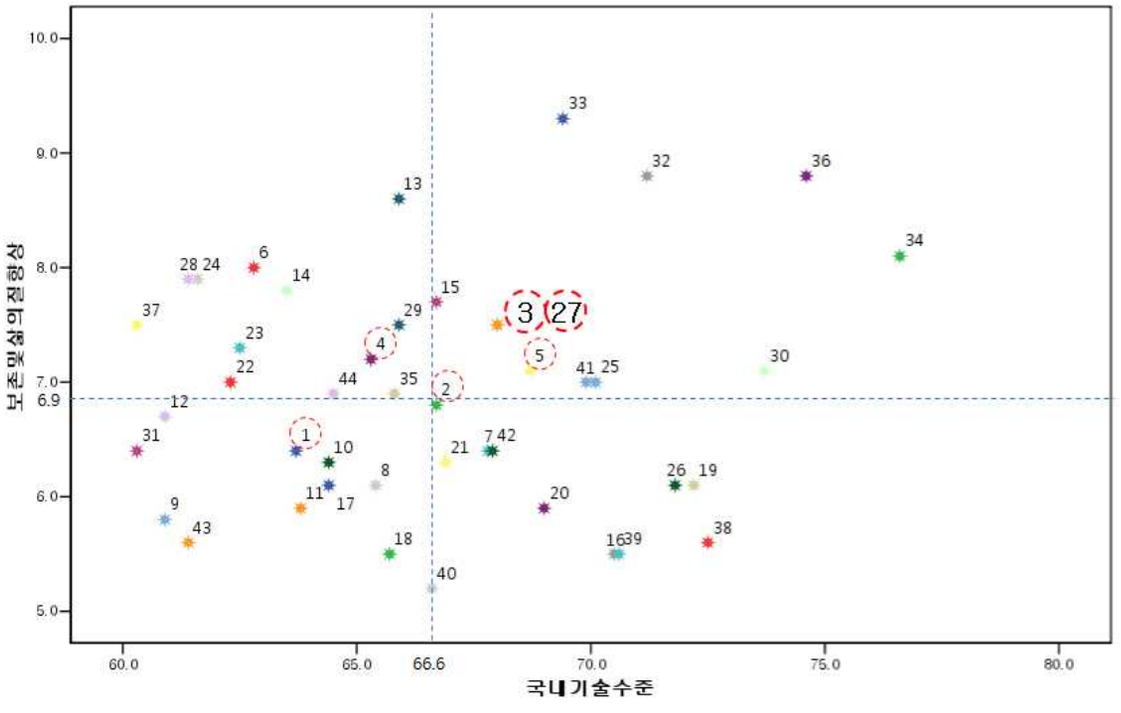
○ 환경 보존 및 삶의 질 향상 효과(평균 6.9)와 국내기술수준(평균 66.6)을 기준으로 비교한 포트폴리오 분석결과 (27)지하물류 활성화를 위한 시설 및 장비기술은 환경 보존 및 삶의 질 향상 효과(7.5)와 국내기술수준(68) 모두 높은 기술로 평가되어 이상적인 미래환경 구현에 기여할 수 있는 기술이라고 판단할 수 있음

- 보존 및 사람의 질 향상 효과와 국내기술수준 모두 높은 기술은 중분류 3개, 소분류 8개로 (2)복합운송 및 녹색물류시스템, (3)녹색교통물류연계시설, (5)녹색해운항만물류시스템이 이에 속함
  - 복합운송 및 녹색물류시스템 2개 : (15), (25)
  - 녹색교통물류연계시설 1개 : (27)
  - 물류안전 및 환경 1개 : (30)
  - 녹색해운항만물류시스템 5개 : (32), (33), (34), (36), (41)
- 보존 및 삶의 질 향상 효과는 높지만 국내기술수준이 상대적으로 낮은 기술은 중분

류 1개, 소분류 11개로 (4)물류안전 및 환경이 이에 속함

- 친환경물류운송수단/장비 1개 : (6)
- 복합운송 및 녹색물류시스템 5개 : (13), (14), (22), (23), (24)
- 물류안전 및 환경 2개 : (28), (29)
- 녹색해운항만물류시스템 3개 : (35), (37), (44)

- 국내기술수준은 높지만 보존 및 삶의 질 향상 효과는 상대적으로 낮은 기술은 중분류 1개, 소분류 10개로 (2)복합운송 및 녹색물류시스템이 이에 속함
  - 친환경물류운송수단/장비 1개 : (7)
  - 복합운송 및 녹색물류시스템 5개 : (16), (19), (20), (21), (26)
  - 녹색항만물류시스템 4개 : (38), (39), (40), (42)
- 보존 및 삶의 질 향상 효과와 국내기술수준 모두 상대적으로 낮은 기술은 중분류 1개, 소분류 9개로 (1)친환경물류운송수단/장비가 이에 속함
  - 친환경물류운송수단/장비 5개 : (8), (9), (10), (11), (12)
  - 복합운송 및 녹색물류시스템 2개 : (17), (18)
  - 녹색해운항만물류시스템 2개 : (40), (43)

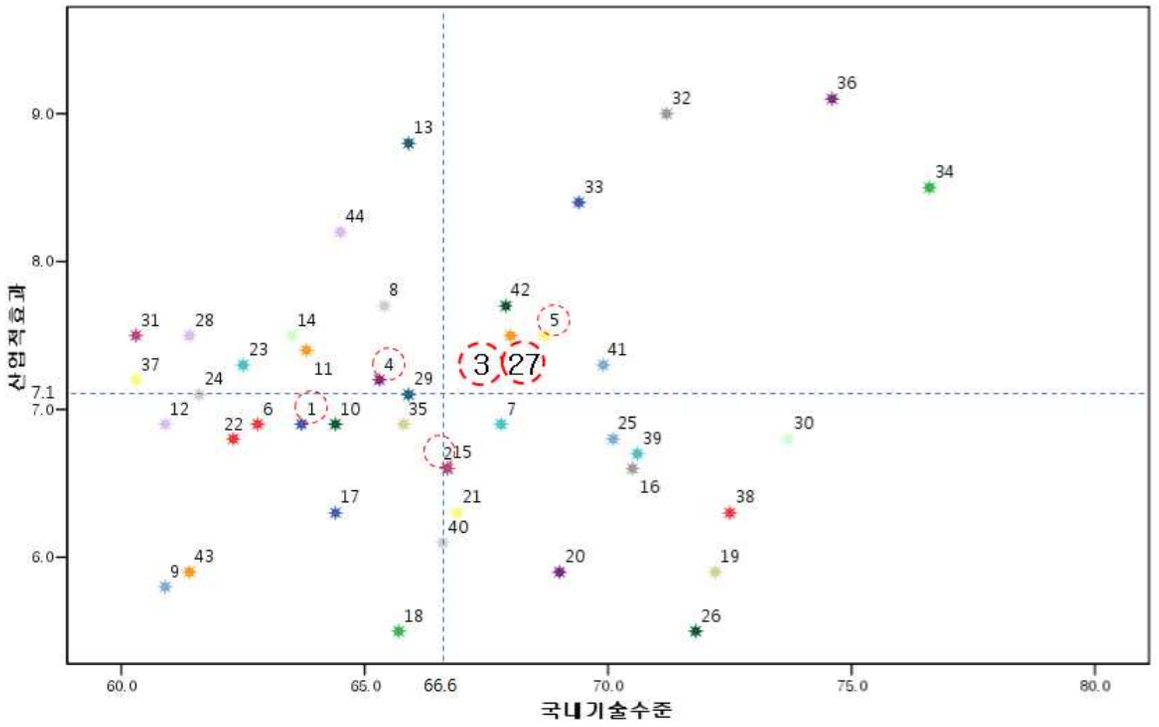


[그림 4-62] 보존 및 삶의 질 향상 효과-국내기술수준 포트폴리오

(4) 산업적 효과 - 국내기술수준

○ 산업적 효과(평균 7.1)와 국내기술수준(평균 66.6)을 기준으로 비교한 포트폴리오 분석결과 (27)지하물류 활성화를 위한 시설 및 장비기술은 산업적 효과(7.5)와 국내기술수준(68) 모두 높은 기술로 평가되어 R&D 추진 시 국산기술의 활용 및 투자를 통해 국산기술의 보급 및 선진화를 이룰 필요성이 있는 것으로 판단됨

- 산업적 효과와 국내기술수준 모두 높은 기술은 중분류 2개, 소분류 7개로 (3)녹색교통물류연계시설, (5)녹색해운항만물류시스템이 이에 속함
  - 녹색교통물류연계시설 1개 : (27)
  - 녹색해운항만물류시스템 6개 : (32), (33), (34), (36), (41), (42)
- 산업적 효과는 높지만 국내기술수준은 상대적으로 낮은 기술은 중분류 1개 소분류 10개로 (4)물류안전 및 환경이 이에 속함
  - 친환경물류운송수단/장비 2개 : (8), (11)
  - 복합운송 및 녹색물류시스템 4개 : (13), (14), (23), (24)
  - 물류안전 및 환경 2개 : (28), (31)
  - 녹색해운항만물류시스템 2개 : (37), (44)
- 국내기술수준은 높지만 산업적 효과는 상대적으로 낮은 기술은 중분류 1개, 소분류 12개로 (2)복합운송 및 녹색물류시스템이 이에 속함
  - 친환경물류운송수단/장비 1개 : (7)
  - 복합운송 및 녹색물류시스템 7개 : (15), (16), (19), (20), (21), (25), (26)
  - 물류안전 및 환경 1개 : (30)
  - 녹색해운항만물류시스템 3개 : (38), (39), (40)
- 산업적 효과와 국내기술수준 모두 상대적으로 낮은 기술은 중분류 1개, 소분류 10개로 (1)친환경 물류운송수단/장비가 이에 속함
  - 친환경 물류운송수단/장비 4개 : (6), (9), (10), (12)
  - 복합운송 및 녹색물류시스템 3개 : (17), (18), (22)
  - 물류안전 및 환경 1개 : (29)
  - 녹색해운항만물류시스템 2개 : (35), (43)



[그림 4-63] 산업적 효과 - 국내기술수준 포트폴리오

(5) 기술적 효과 - 국내기술수준

○ 기술적 효과(평균 7.1)와 국내기술수준(평균 66.6)을 기준으로 비교한 포트폴리오 분석결과 (27)지하물류 활성화를 위한 시설 및 장비기술은 기술적 효과(7.5)와 국내기술수준(68) 모두 높은 기술로 평가되었음

- 기술적 효과와 국내기술수준 모두 높은 기술은 중분류 2개, 소분류 7개로 (3)녹색교통물류연계시설, (5)녹색해운항만물류시스템이 이에 속함
  - 녹색교통물류연계시설 1개 : (27)
  - 녹색해운항만물류시스템 6개 : (32), (33), (34), (36), (41), (42)
- 기술적 효과는 높지만 국내기술수준은 상대적으로 낮은 기술은 중분류 1개 소분류 6개로 (4)물류안전 및 환경이 이에 속함
  - 친환경물류운송수단/장비 1개 : (8)
  - 복합운송 및 녹색물류시스템 3개 : (13), (14), (23)

· 물류안전 및 환경 2개 : (28, (31)

· 녹색해운항만물류시스템 1개 : (44)

- 국내기술수준은 높지만 기술적 효과는 상대적으로 낮은 기술은 중분류 1개, 소분류 12개로 (2)복합운송 및 녹색물류시스템이 이에 속함

· 친환경물류운송수단/장비 1개 : (7)

· 복합운송 및 녹색물류시스템 7개 : (15), (16), (19), (20), (21), (25), (26)

· 물류안전 및 환경 1개 : (30)

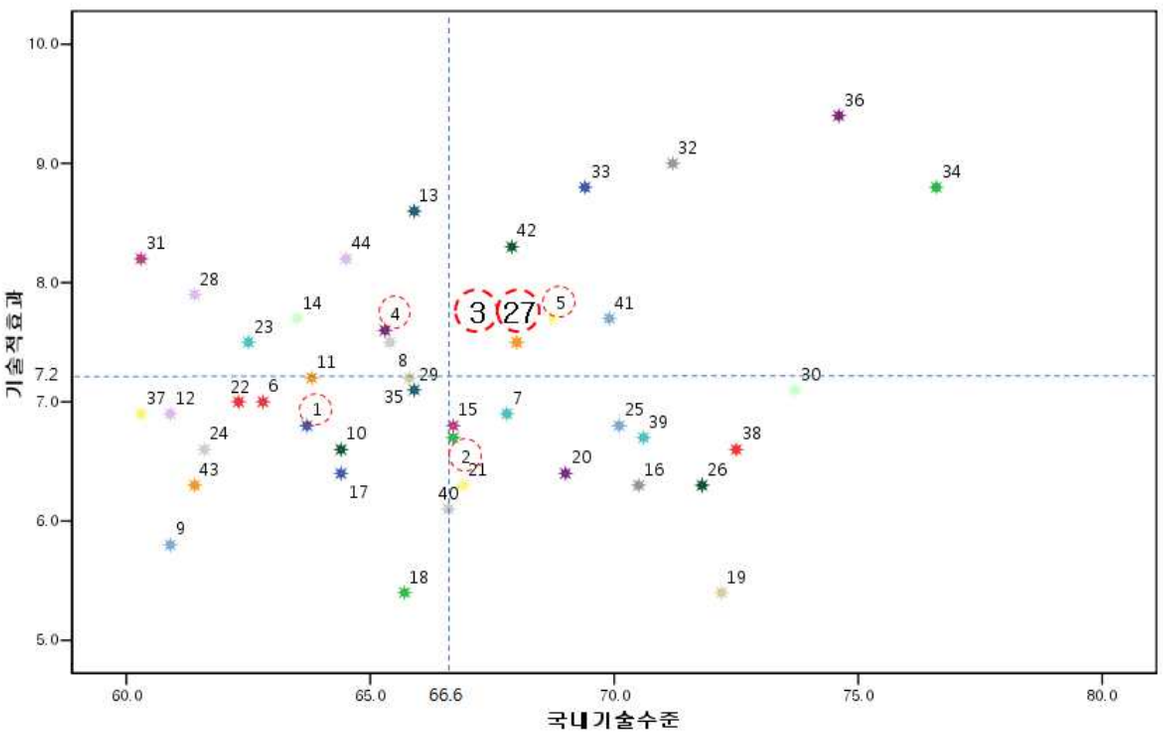
· 녹색해운항만물류시스템 3개 : (38), (39), (40)

- 기술적 효과와 국내기술수준 모두 상대적으로 낮은 기술은 중분류 1개, 소분류 13개로 (1)친환경 물류운송수단/장비가 이에 속함

· 친환경 물류운송수단/장비 6개 : (6), (8), (9), (10), (11), (12)

· 복합운송 및 녹색물류시스템 4개 : (17), (18), (22), (24)

· 녹색해운항만물류시스템 2개 : (35), (37)



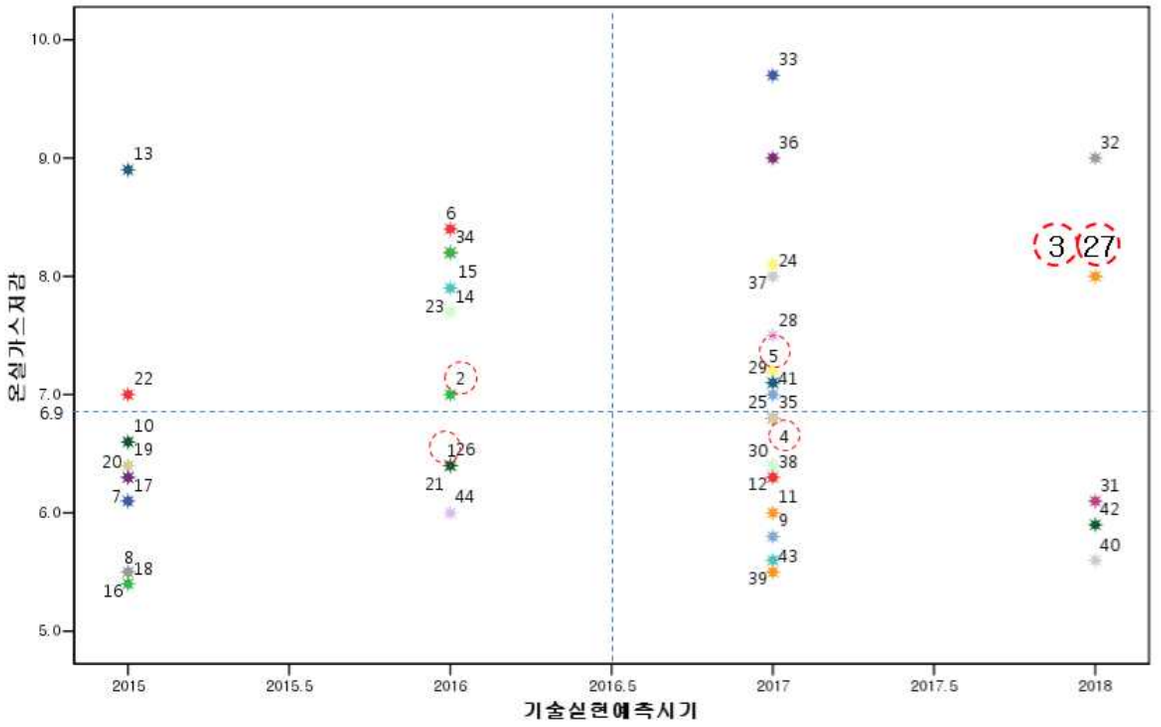
[그림 4-64] 기술적 효과 - 국내기술수준 포트폴리오

(6) 온실가스 저감효과 - 기술실현예측시기

○ 온실가스 저감효과(평균 6.9)와 기술실현예측시기(평균 2016.5년)를 기준으로 비교한 포트폴리오 분석결과 (27)지하물류 활성화를 위한 시설 및 장비기술은 온실가스 저감효과(8)가 높고 기술실현예측시기(2018년)가 늦은 기술로 평가되었음

○ (27)지하물류 활성화를 위한 시설 및 장비기술은 기술실현까지 상대적으로 많은 시간이 소요되지만 환경적 측면의 효과가 높은 기술이므로 단기의 일회성 사업이 아닌 지속적인 투자와 연구가 필요한 기술이라고 판단할 수 있음

- 온실가스 저감효과가 높고 기술실현예측시기가 빠른 기술은 중분류 1개, 소분류 7개로 (2)복합운송 및 녹색물류시스템이 이에 속함
  - 친환경물류운송수단/장비 1개 : (6)
  - 복합운송 및 녹색물류시스템 5개 : (13), (14), (15), (22), (23)
  - 녹색해운항만물류시스템 1개 : (34)
- 온실가스 저감 효과가 높고 기술실현예측시기가 상대적으로 늦은 기술은 중분류 2개 소분류 11개로 (3)녹색교통물류연계시설, (5)녹색해운항만물류시스템이 이에 속함
  - 복합운송 및 녹색물류시스템 2개 : (24), (25)
  - 녹색교통물류연계시설 1개 : (27)
  - 물류안전 및 환경 2개 : (28), (29)
  - 녹색해운항만물류시스템 6개 : (32), (33), (35), (36), (37), (41)
- 온실가스 저감효과가 낮고 기술실현예측시간이 빠른 기술은 중분류 1개, 소분류 12개로 (1)친환경물류운송수단/장비가 이에 속함
  - 친환경물류운송수단/장비 3개 : (7), (8), (10)
  - 복합운송 및 녹색물류시스템 7개 : (16), (17), (18), (19), (20), (21), (26)
  - 녹색해운항만물류시스템 1개 : (44)
- 온실가스 저감효과가 낮고 기술실현예측시간이 늦은 기술은 중분류 1개, 소분류 10개로 (4)물류안전 및 환경이 이에 속함
  - 친환경물류운송수단/장비 3개 : (9), (11), (12)
  - 물류안전 및 환경 2개 : (30), (31)
  - 녹색해운항만물류시스템 5개 : (38), (39), (40), (42), (43)



[그림 4-65] 온실가스 저감효과 - 기술실현예측시기 포트폴리오

(7) 보존 및 삶의 질 향상 효과 - 기술실현예측시기

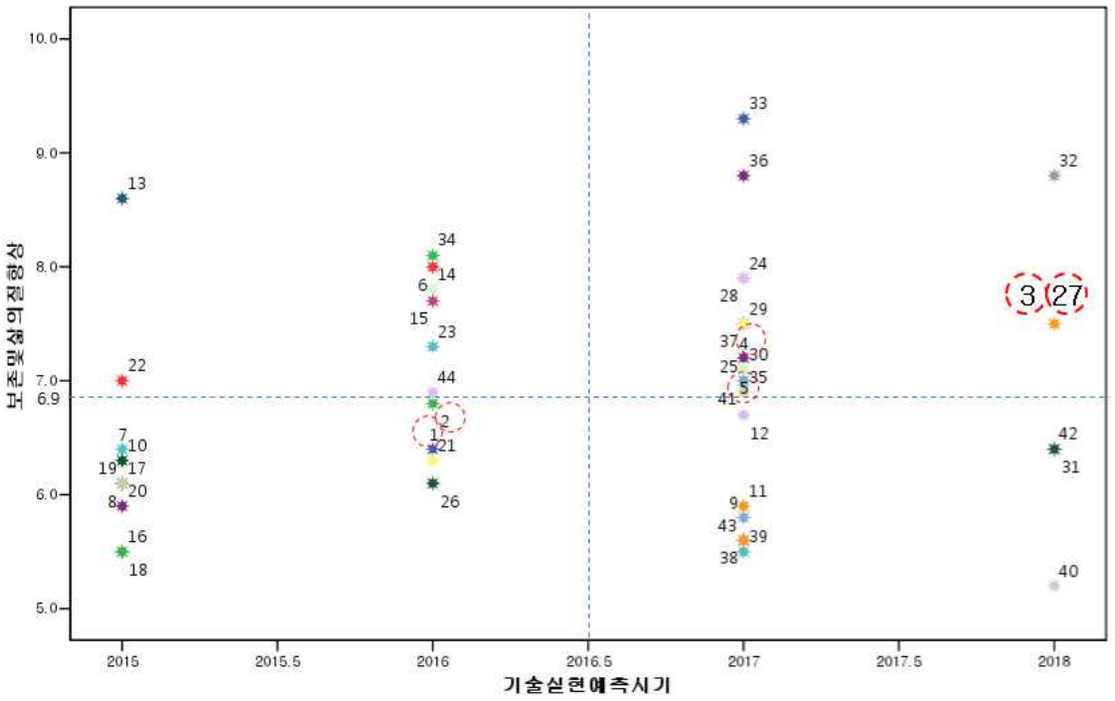
○ 보존 및 삶의 질 향상 효과(평균 6.9)와 기술실현예측시기(평균 2016.5년)를 기준으로 비교한 포트폴리오 분석결과 (27)지하물류 활성화를 위한 시설 및 장비기술은 보존 및 삶의 질 향상 효과가 높고 기술실현예측시기가 늦은 기술로 평가되었음

○ (27)지하물류 활성화를 위한 시설 및 장비기술은 지속가능한 성장을 이루면서 안락한 미래환경을 구축하는데 상당한 수준으로 기여할 것으로 보이므로 비록 기술실현까지 상대적으로 오랜 시간이 필요하더라도 지속적인 투자와 연구 노력이 필요할 것으로 판단됨

- 보존 및 삶의 질 향상 효과가 높고 기술실현예측시기가 상대적으로 빠른 기술은 소분류 8개가 속함
  - 친환경물류운송수단/장비 1개 : (6)
  - 복합운송 및 녹색물류시스템 5개 : (13), (14), (15), (15), (22), (23)

· 녹색해운항만물류시스템 2개 : (34), (44)

- 보존 및 삶의 질 향상 효과가 높고 기술실현예측시기가 늦은 기술은 중분류 3개, 소분류 12개로 (3)녹색교통물류연계시설, (4)물류안전 및 환경, (5)녹색해운항만물류시스템이 이에 속함
  · 복합운송 및 녹색물류시스템 2개 : (24), (25)
  · 녹색교통물류연계시설 1개 : (27)
  · 물류안전 및 환경 3개 : (28), (29), (30)
  · 녹색해운항만물류시스템 6개 : (32), (33), (35), (36), (37), (41)
- 보존 및 삶의 질 향상 효과가 낮고 기술실현예측시간이 빠른 기술은 중분류 2개, 소분류 10개로 (1)친환경물류운송수단/장비, (2)복합운송 및 녹색물류시스템이 이에 속함
  · 친환경물류운송수단/장비 3개 : (7), (8), (10)
  · 복합운송 및 녹색물류시스템 7개 : (16), (17), (18), (19), (20), (21), (26)
- 보존 및 삶의 질 향상 효과가 낮고 기술실현예측시기가 늦은 분류에는 소분류 9개가 속함
  · 친환경물류운송수단/장비 3개 : (9), (11), (12)
  · 물류안전 및 환경 1개 : (31)
  · 녹색해운항만물류시스템 5개 : (38), (39), (40), (42), (43)



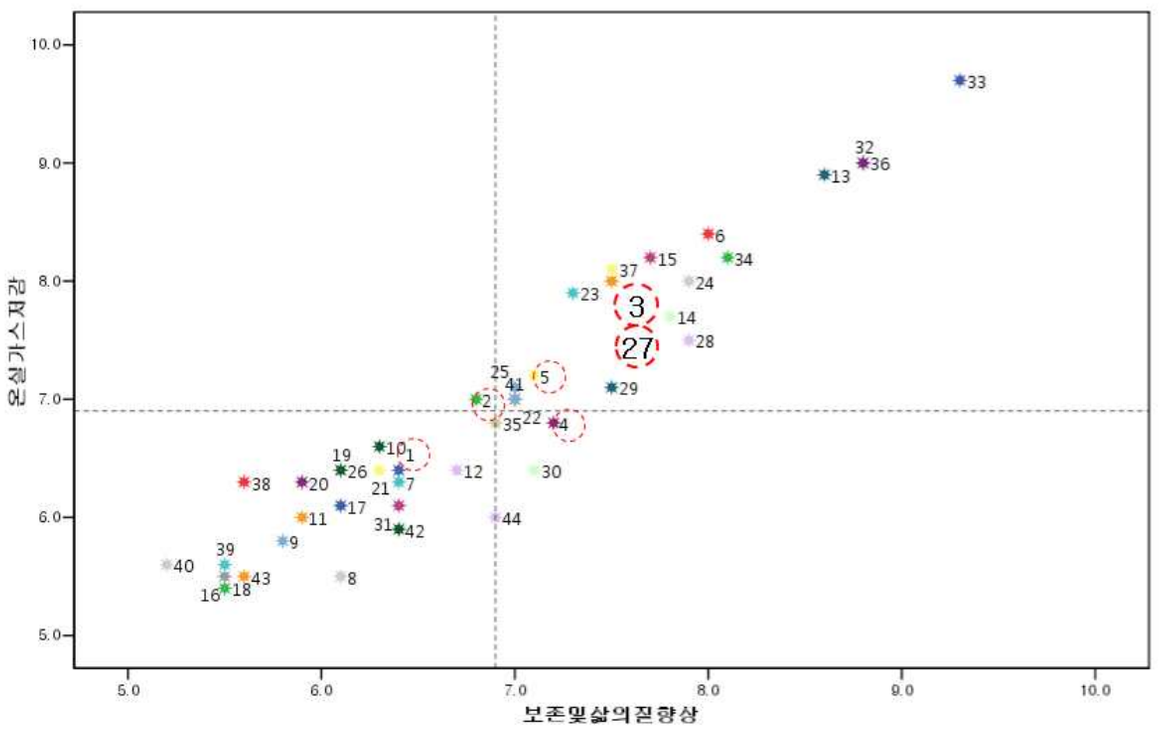
[그림 4-66] 보존 및 삶의 질 향상 효과 - 기술실현예측시기 포트폴리오

(8) 온실가스 저감효과 - 환경 보존 및 삶의 질 향상 효과

○ 온실가스 저감효과(평균 6.9)와 환경 보존 및 삶의 질 향상 효과(평균 6.9)를 기준으로 비교한 포트폴리오 분석결과 (27)지하물류 활성화를 위한 시설 및 장비기술은 온실가스 저감효과(8)와 환경 보존 및 삶의 질 향상 효과(7.5) 모두 높은 것으로 나타나 지속가능한 미래사회 구현과 저탄소 녹색성장 정책기조에 부합하는 기술이라고 볼 수 있음

- 온실가스 저감효과와 환경 보존 및 삶의 질 향상 효과가 모두 높은 기술은 중분류 2개, 소분류 17개로 (3)녹색교통물류연계시설과 (5)녹색해운항만물류시스템이 속함
  - 친환경물류운송수단/장비 1개 : (6)
  - 복합운송 및 녹색물류시스템 7개 : (13), (14), (15), (22), (23), (24), (25)
  - 지하물류 활성화를 위한 시설 및 장비기술 : (27)
  - 물류안전 및 환경 2개 : (28), (29)
  - 녹색해운항만물류시스템 6개 : (32), (33), (34), (36), (37), (41)

- 온실가스 저감효과는 높지만 환경 보존 및 삶의 질 향상 효과가 낮은 기술은 중분류 1개로 (2)복합운송 및 녹색물류시스템이 속함
- 온실가스 저감효과는 낮지만 환경 보존 및 삶의 질 향상 효과는 높은 기술은 중분류 1개, 소분류 1개로 (4)물류안전 및 환경이 속함
  - 물류안전 및 환경 1개 : (30)
- 온실가스 저감효과와 환경 보존 및 삶의 질 향상 효과 모두 낮은 기술은 중분류 1개, 소분류 21개로 (1)친환경 물류운송수단/장비가 속함
  - 친환경물류운송수단/장비 6개 : (7), (8), (9), (10), (11), (12)
  - 복합운송 및 녹색물류시스템 7개 : (16), (17), (18), (19), (20), (21), (26)
  - 녹색해운항만물류시스템 8개 : (31), (35), (38), (39), (40), (42), (43), (44)

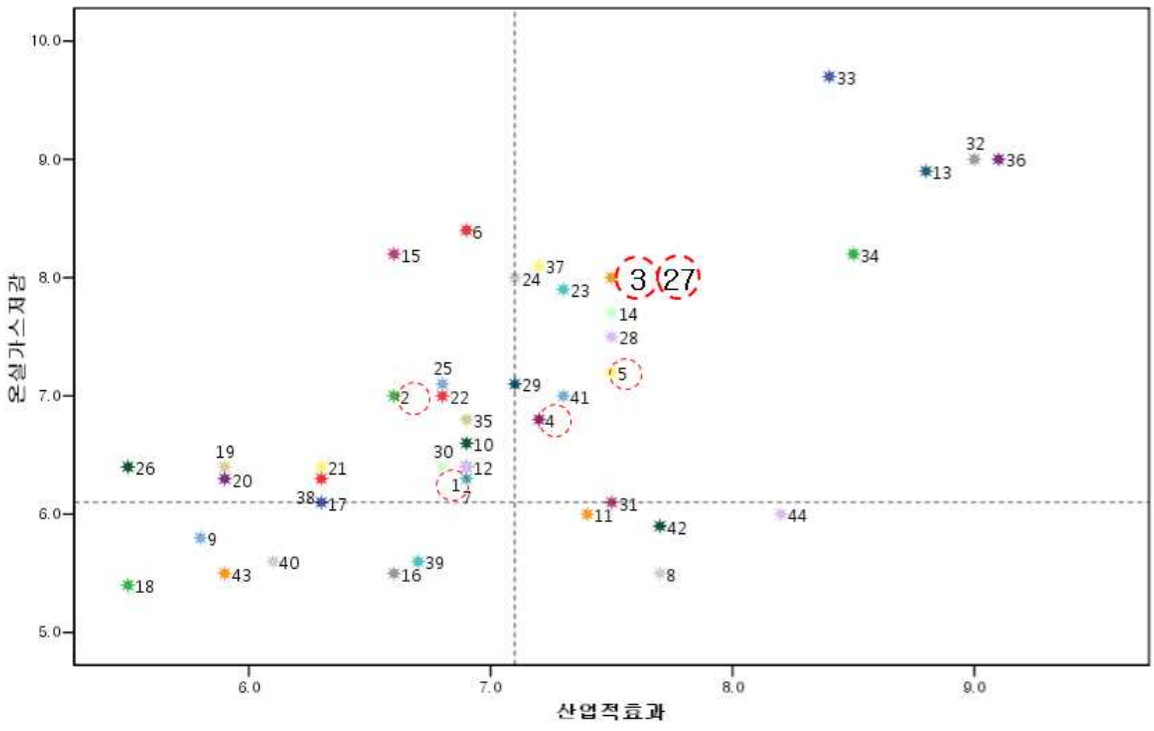


[그림 4-67] 온실가스 저감효과 - 환경 보존 및 삶의 질 향상 효과 포트폴리오

⑼ 온실가스 저감효과 - 산업적 효과

○ 온실가스 저감효과(평균 6.9)와 산업적 효과(평균 7.1)를 기준으로 비교한 포트폴리오 분석결과 (27)지하물류 활성화를 위한 시설 및 장비기술은 온실가스 저감효과(7.5)와 산업적 효과(7.5) 모두 높은 것으로 나타나 환경 친화적이면서도 산업발전에 기여할 수 있는 기술이라고 판단할 수 있음

- 온실가스 저감효과와 산업적 효과가 모두 높은 기술은 중분류 3개, 소분류 14개로 (3)녹색교통물류연계시설, (4)물류안전 및 환경, (5)녹색해운항만물류시스템이 속함
  - 복합운송 및 녹색물류시스템 4개 : (13), (14), (23), (24)
  - 녹색교통물류연계시설 1개 : (27)
  - 물류안전 및 환경 : (28), (29), (31), (32)
  - 녹색해운 항만물류 시스템 : (33), (34), (36), (37), (41)
- 온실가스 저감효과는 높지만 산업적 효과가 낮은 기술은 중분류 2개, 소분류 14개로 (1)친환경 물류운송수단/장비, (2)복합운송 및 녹색물류시스템이 속함
  - 친환경 물류운송수단/장비 3개 : (6), (10), (12)
  - 복합운송 및 녹색물류시스템 8개 : (15), (17), (19), (20), (21), (22), (25), (26)
  - 물류안전 및 환경 1개 : (30)
  - 녹색해운 항만물류 시스템 2개 : (35), (38)
- 온실가스 저감효과는 낮지만 산업적 효과가 높은 기술은 소분류 4개가 속함
  - 친환경 물류운송수단/장비 2개 : (8), (11)
  - 녹색해운 항만물류 시스템 2개 : (42), (44)
- 온실가스 저감효과와 산업적 효과가 모두 낮은 기술은 6개가 속함
  - 친환경 물류운송수단/장비 1개 : (9)
  - 복합운송 및 녹색물류시스템 2개 : (16), (18)
  - 녹색해운 항만물류 시스템 3개 : (39), (40), (43)



[그림 4-68] 온실가스 저감효과 - 산업적 효과 포트폴리오

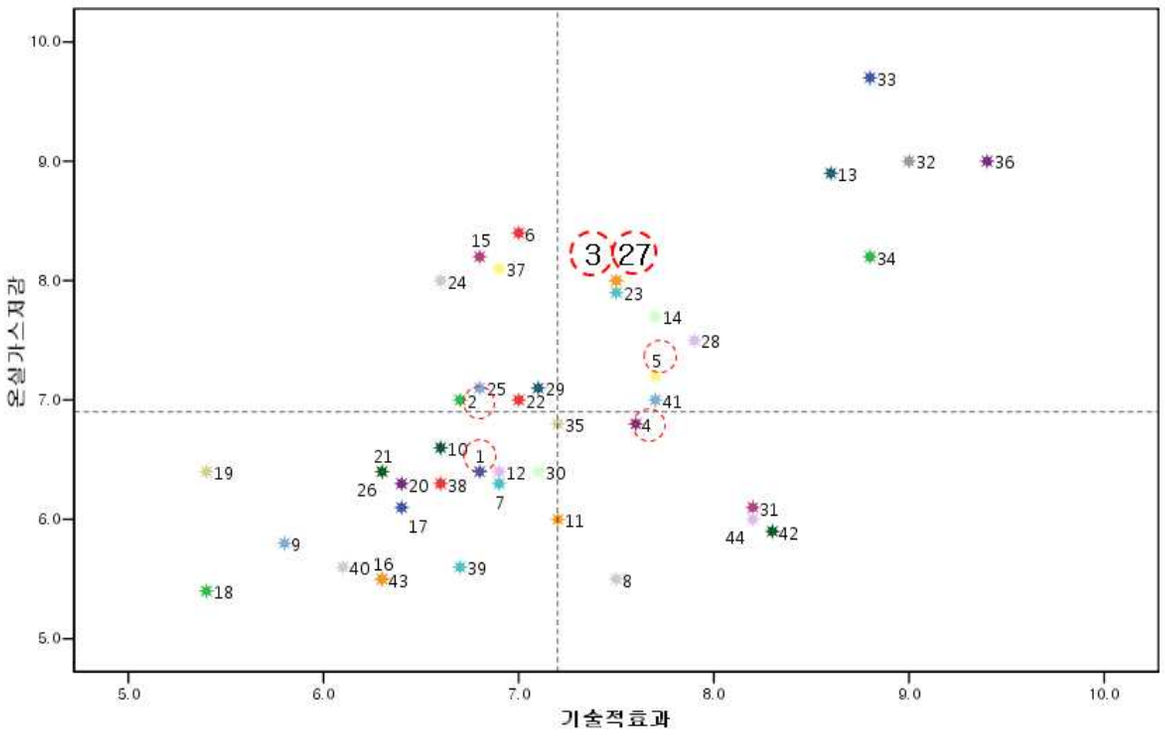
(10) 온실가스 저감효과 - 기술적 효과

○ 온실가스 저감효과(평균 6.9)와 기술적 효과(평균 7.2)를 기준으로 비교한 포트폴리오 분석결과 (27)지하물류 활성화를 위한 시설 및 장비기술은 온실가스 저감효과(8)와 기술적 효과(7.5) 모두 높은 것으로 나타났음

- 온실가스 저감효과와 기술적 효과가 모두 높은 기술은 중분류 2개, 소분류 10개로 (3)녹색교통물류연계시설, (5)녹색해운항만물류시스템이 속함
  - 복합운송 및 녹색물류시스템 3개 : (13), (14), (23)
  - 녹색교통물류연계시설 1개 : (27)
  - 물류안전 및 환경 1개 : (28)
  - 녹색해운항만물류시스템 5개 : (32), (33), (34), (36), (41)
- 온실가스 저감효과는 높지만 기술적 효과가 낮은 기술은 중분류 1개, 소분류 7개로 (2)복합운송 및 녹색물류시스템이 속함
  - 친환경 물류운송수단/장비 1개 : (6)

- 복합운송 및 녹색물류시스템 3개 : (15), (24), (25)
- 물류안전 및 환경 1개 : (29)
- 녹색해운항만물류시스템 1개 : (37)

- 온실가스 저감효과는 낮지만 기술적 효과가 높은 기술은 중분류 1개, 소분류 4개로 (4)물류안전 및 환경이 속함
  - 친환경 물류운송수단/장비 1개 : (8)
  - 물류안전 및 환경 1개 : (31)
  - 녹색해운항만물류시스템 2개 : (42), (44)
- 온실가스 저감효과와 기술적 효과가 모두 낮은 기술은 중분류 1개, 소분류 18개가 속함
  - 친환경 물류운송수단/장비 5개 : (7), (9), (10), (11), (12)
  - 복합운송 및 녹색물류시스템 7개 : (16), (17), (18), (19), (20), (21), (26)
  - 물류안전 및 환경 1개 : (30)
  - 녹색해운항만물류시스템 5개 : (35), (38), (39), (40), (43)

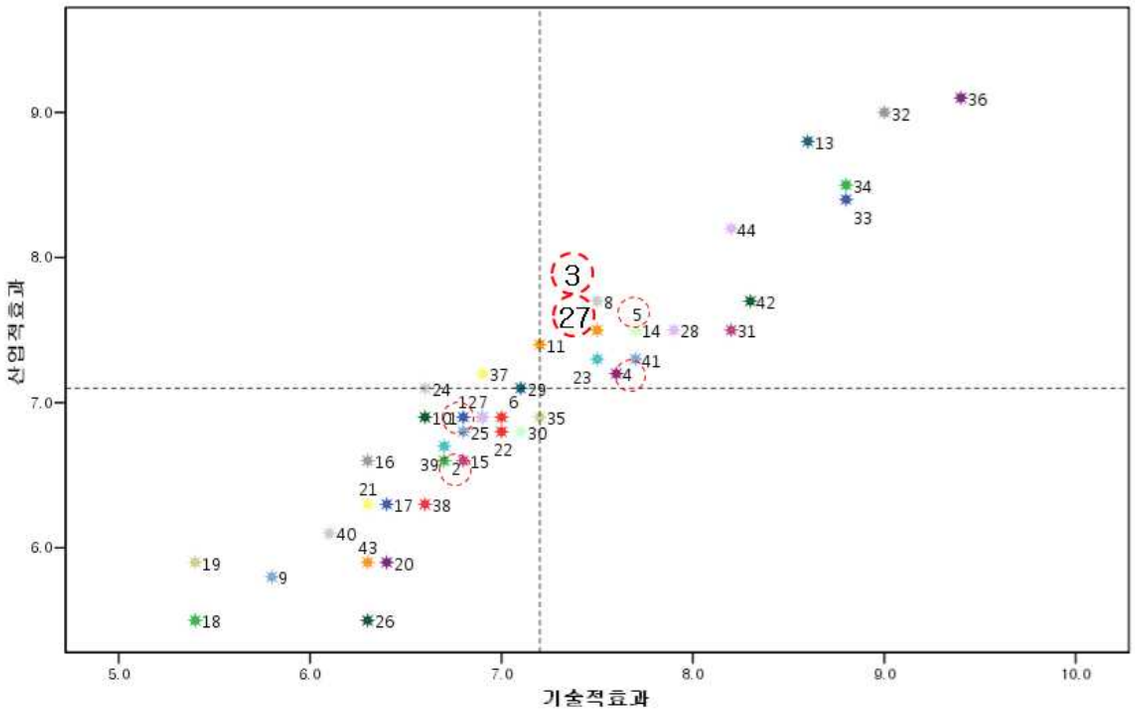


[그림 4-69] 온실가스 저감효과 - 기술적 효과 포트폴리오

(11) 산업적 효과-기술적 효과

○ 산업적 효과(평균 7.1)와 기술적 효과(평균 7.2)를 기준으로 비교한 포트폴리오 분석 결과 (27)지하물류 활성화를 위한 시설 및 장비기술은 산업적 효과(7.5)와 기술적 효과(7.5) 모두 높은 것으로 나타나 산·학·연이 함께 연구하고 연구 결과에 대한 이익과 파급효과를 같이 얻을 수 있는 과제라고 판단됨

- 산업적 효과와 기술적 효과가 모두 높은 기술은 중분류 3개, 소분류 15개로 (3)녹색교통물류연계시설, (4)물류안전 및 환경, (5)녹색해운항만물류시스템이 속함
  - 친환경 물류운송수단/장비 2개 : (8), (11)
  - 복합운송 및 녹색물류시스템 3개 : (13), (14), (23)
  - 녹색교통물류연계시설 1개 : (27)
  - 물류안전 및 환경 2개 : (28), (31)
  - 녹색해운항만물류시스템 7개 : (32), (33), (34), (36), (41), (42), (44)
- 산업적 효과는 높지만 기술적 효과는 낮은 기술은 소분류 3개가 속함
  - 복합운송 및 녹색물류시스템 1개 : (24)
  - 물류안전 및 환경 1개 : (29)
  - 녹색해운항만물류시스템 1개 : (37)
- 산업적 효과는 낮지만 기술적 효과는 높은 기술은 없음
- 산업적 효과와 기술적 효과가 모두 낮은 기술은 중분류 2개, 소분류 21개로 (1)복합운송 및 녹색물류시스템, (2)녹색교통물류연계시설이 속함
  - 친환경 물류운송수단/장비 5개 : (6), (7), (9), (10), (12)
  - 복합운송 및 녹색물류시스템 9개 : (16), (17), (18), (19), (20), (21), (22), (25), (26)
  - 물류안전 및 환경 2개 : (29), (30)
  - 녹색해운항만물류시스템 5개 : (35), (38), (39), (40), (43)



[그림 4-70] 산업적 효과 - 기술적 효과 포트폴리오

4절. 기술개발 추진방향

1. 미래사회 전망과 니즈 도출

가. 미래사회의 메가트렌드 전망

(1) 미래사회 총괄전망

○ 글로벌화와 관련하여 EIU(the Economist Intelligence Unit)[37]가 2006년에 수행한 『2020년 예측 - 경제, 산업 및 협력동향보고서(2006)』[38]에 따르면 지역별 경제력의 재분배가 미래에는 반드시 이루어질 것이라고 전망하고 있음. 당시에도 급변하는 아시아지역 경제미래를 예측하기란 무척 힘들지만 중국과 인도 등 신흥 경제국가들의 비중은 크게 늘어날 것임에 틀림없다고 예측함. 특히 OECD 국가들에 비해서 비(非) OECD국가들의 소득수준이 2020년에 가서는 크게 신장할 것으로 전망됨

- 아울러 노동집약적 산업은 지속적으로 저개발국가로 이전될 것으로 전망됨. 노령화된 인구와 여성의 기호에 맞는 제품의 개발과 서비스 분야에 더욱 많은 관심이 기울여질 것으로 예측됨
- 글로벌화와 네트워크화를 위한 기술의 세계적인 보급은 더욱 강화될 것이며 효과적인 협력체계가 중요시되고 서로 다른 분야의 기능과 조직간 심지어는 이종 산업 간의 경계도 사라질 것으로 전망됨
- 데이터형식이나 기술의 표준화도 진전될 것으로 내다 봄. 제품의 가격이나 품질도 예전에 비해 중요시 되겠지만 선진국이나 후진국을 막론하고 소비자들의 개인적이고도 특정한 요구에 부합할 수 있는 자기만의 제품생산이 강조되는 경향도 나타날 것으로 예상함. 기술, 훈련, 그리고 조직변화를 통한 지식노동자들을 대상으로 한 노동생산성 향상문제가 미래 기업들의 화두가 될 것이라고 전망하였음

○ 2007년에 YGLs[39]이 전망한 2030년 세계의 모습은 지역에 따라 다르긴 하겠지만 전세계 인구증가 속도는 다소 둔화될 것이며 노령화된 사람들이 도시지역으로 이주하

37) 국제적 정치·경제 분석기관으로 영국의 시사경제주간지 이코노미스트를 발간하는 Economist Group의 계열사로서 세계 200개국을 대상으로 분기별 정치/사회 환경변화를 감안한 경제환경을 중장기적으로 분석하는데 정평이 나있음

38) Foresight 2020 - Economic, industry and corporate trends(2006), A report from the Economist Intelligence Unit sponsored by Cisco Systems

39) The Forum of Young Global Leaders(YGLs) in World Economic Forum (2007) "Future Mapping for the Global Agenda," YGL Summit 2007 in Dalian.; 2007년 중국 따롄에서 벌어진 40세 미만의 국제경제포럼 소속의 청년 글로벌리더 포럼의 의결사항

는 경향이 두드러질 것으로 묘사되어 있음

- 글로벌 경제의 성장축은 북미나 유럽(West)로부터 아시아지역(East)으로 옮겨 오고 서비스 분야의 성장이 두드러지며, 경제는 더욱 고도화되고 국가 간 교역도 한층 늘어날 것으로 전망하였음
- 기업활동은 더욱 글로벌화되고 네트워크가 중요시되며 기업의 사회적 책임에 대한 관심은 한층 늘어날 것으로 전망되었음. 인적교류와 천연자원, 자본 그리고 지식의 이동은 눈부시게 변화하고 있고 미래 기술발달은 인류의 삶을 바꿀 수 있을 만큼 혁신적일 것으로 예상하고 있음

○ 그 밖에 많은 미래를 예측하는 연구들에서 개인들의 생각과 요구가 더욱 중요시되고 개인의 사고와 행동이 지구촌이라는 하나의 네트워크에 원하는 때에 언제든 수월하게 연결될 수 있는 국경을 초월(borderless)한 인적·물적 교류가 더욱 강화되는 글로벌사회가 정착될 것이란 점이 지적되고 있음

○ 결국 민주화(democratization), 시장경제(market economy), 분권화(decentralization), 대중사회(mass society), 정보화 사회(information society), 다양화(diversification), 개방화(open-door policy) 등으로 요약되는 현대사회의 특징은 2030년까지도 지속적으로 강화될 것으로 예상해 볼 수 있음

(2) 예측 목표기간별 메가트렌드

(가) 2020년[40)]

○ 산업연구원(2005)에서 선정한 2020년의 메가트렌드(Mega-Trends)는 한국산업의 미래여건을 분석하고, 주요국의 산업발전비전 및 전략적 시사점, 한국산업의 현 위상과 성장잠재력, 산업구조전망 등을 통하여 미래의 유망산업 등을 제시하는데 사용할 목적으로 선정되었음. 동 연구에서 국내외 전문가를 대상으로 델파이 조사와 전문자료 등을 분석하여 최종적으로 선정된 메가트렌드는 [표 4-26]에서 나타낸 바와 같이 총 15개에 달함

○ 산업연구원이 제시한 2020년 미래전망의 15대 메가트렌드는 세계경제질서의 변화,

40) 산업연구원(2005), 『한국산업의 발전비전 2020 프로젝트』

노동·자원·경영관련 메가트렌드, 기술혁신의 가속화, 새로운 문화형성, 신 소비패턴, 그리고 한국의 특수 상황을 고려한 트렌드 등 6개 트렌드 그룹으로 구분되며 각각의 메가트렌드 그룹은 개별적으로 그리고 복합적으로 향후 우리 경제의 진로와 산업발전 경로에 영향을 미칠 전망임

[표 4-26] 2020년 미래의 6개 트렌드 그룹, 15대 메가트렌드별 핵심요소 및 방향

15대 메가트렌드		핵심 요소 및 방향
Ⅰ. 세계경제 질서의 변화	① 세계경제의 통합	- 무역 : 다자주의의 상대적 후퇴와 지역주의 고조 - 금융 : 금융의 글로벌화와 정책당국간 협력 강화 - 다국적기업 : 글로벌 생산 네트워크 가속화
	② 세계경제 역학구도의 변동	- 미국 및 아시아경제의 성장동력 역할과 일본, EU의 상대적 정체 - 인구변화와 에너지문제 : 지역별 역학관계의 핵심 동인 - 비교우위변동 : 중국 급부상과 선진국의 산업강국 지속
Ⅱ. 노동・자원・경영 관련 메가트렌드	③ 인구구조의 고령화	- 급격한 고령화로 성장 위축 우려 - 고령화 소비트렌드 및 고령 친화산업 부상 - 적극적 노동시장정책을 통한 '인생 2모작' - 구조조정과 고령화의 진전으로 내부고용시장 약화
	④ 환경과 천연자원 문제의 심화	- 지구온난화와 국제환경규제의 무역장벽 부상 - 국제원유가 불확실성 상존, 장기적으로 상승전망 - 주요국들의 수소경제 진입 경쟁 가속화 - 환경문제 심화에 따른 환경산업의 점진적 부상
	⑤ 금융시장의 패러다임 변화	- 장기금융자산의 축적과 글로벌 금융서비스 - 기술기반 및 증권화에 의한 금융혁신과 금융업의 기능적 수렴화 - 투자서비스와 장기금융서비스에 의한 업그레이드 - 금융과 산업의 융합 : 금융시스템의 확산 - 국내외 금융규제 강화와 글로벌 및 동태적 금융규제체제 정립
	⑥ 경영의 신조류 : 지식경영 및 윤리경영의 확산	- 지속적인 신지식 경영전략의 개발 및 적용 확대 - 지식기반경제 심화에 따른 지식경영의 부상 - 윤리경영의 확산 - 지식의 분류 및 파괴의 정교화

[표 4-26] 2020년 미래의 6개 트렌드 그룹, 15대 메가트렌드별 핵심요소 및 방향(계속)

15대 메가트렌드		핵심 요소 및 방향
Ⅲ. 기술혁신의 가속화	⑦ 디지털·네트워크 기술의 성숙	- 기술의 가속화, 융합화, 지능화, 서비스화 진전 - 소비자 요구의 멀티미디어화, 개인화, 이동화, 보안화 - 유비쿼터스 사회로의 진입 - 산업구조의 소프트화, 투명화, 효율화 진전
	⑧ 바이오 경제 도래	- 바이오기술 및 산업을 통한 바이오 경제 도래 - 주요국간 바이오기술 선두 경쟁 치열 - 바이오 의약, 신소재 분야 부상 - 바이오윤리 국제적 규범화 진행
	⑨ IT・BT・NT・신소재 기술과 융합기술의 학제간 통합	- IT, NT, BT 등 신기술 분야의 시너지 결합(synergistic combination) 가속화 - 새로운 시장과 고용의 창출 등 발전 가능성 확대 - 가치사슬, 산업구조 및 생산방식, 나아가 산업 패러다임에 급격한 변화 초래 전망
	⑩ 새로운 도전 : 국가전략 기술부상	- 민/군 겸용기술의 부상 - 항공우주기술의 발전 : 경량화, 스마트기술 - 해양과학기술의 발전
	⑪ 기술패권주의 : 표준과 지식재산권	- 기술경쟁 및 표준화 강화 - 국제무역 확대를 위한 국제표준화
Ⅳ. 신 소비패턴	⑫ 수요조건의 변화와 신 소비패턴	- 고령화와 싱글가족 증가의 영향 확대 - 안전, 건강, 감성 중시의 소비패턴 확산 - 소비의 차별화 진전
Ⅴ. 새로운 문화형성	⑬ 새로운 사회문화 조류의 형성	- 동조화되는 세계 문화 - 활동 공간 중심의 이동 : 가정으로의 회귀 - 삶의 질에 대한 가치 증가 : 건강, 레저, 웰빙 - 여성의 역할과 비정부기구(NGO) 활동의 증가 - 문화의 다양성 현상 확대
Ⅵ. 한국의 특수상황을 고려한 트렌드	⑭ 남북한 경제협력 및 통합의 진전	- 북한의 대외개방 및 경제개혁 진전 - 남북한 정치/군사적 긴장 완화 - 남북한 경제협력・통합의 완만한 진전
	⑮ 지역혁신과 균형발전	- 지식기반경제로의 이행과 지역경제 중요성 부각 - 산업집적과 혁신환경의 공간적 불일치 조정 노력 지속 - 경제권역별 혁신체제 구축으로 지역균형발전 진전

자료 : 산업연구원(2005), 『한국산업의 발전비전 2020 프로젝트』

○ 세계 경제의 통합화 현상은 다자주의의 상대적 후퇴와 대규모 경제권역별 지역주의가 고조되고, 금융부문은 정보통신 발달에 따른 가상거래의 활성화와 함께 대형화와 글로벌화가 크게 진전될 것으로 전망됨. 다국적기업은 통합된 시장에 부응하는 경영

효율화가 크게 진전되며, 기업의 특성과 특화 전략에 따른 차별화가 진행될 것으로 예상됨

○ 세계 경제의 재편은 미국 경제와 아시아 국가의 성장 기여가 크게 증가하는 가운데 일본과 EU의 역할은 다소 약화될 것으로 전망되었음. 특히 중국과 인도경제는 점차 세계 경제의 주요국으로 부상할 것으로 전망되었음. 각 국별로는 인구구조의 변화로 인하여 공급체계의 변동을 겪을 것으로 예상되는 한편, 에너지 및 천연자원의 확보 경쟁은 향후 국가경쟁력 제고 차원에서 보다 치열하게 전개될 것으로 전망되었음

○ 2020년경에도 인구구조의 고령화는 가장 중요한 메가트렌드로 지속될 전망임. 이에 따라 보다 급격한 고령화 진행 국가의 경우 고령화는 경제성장의 장애요인으로 부각될 것임. 고령화에 따른 소비트렌드 및 고령친화산업의 부상은 수요측면에서 산업별 제품 생산 구조에 영향을 줄 것으로 보임. 국제적인 노동이동이 불가피하게 증가하며, 개별국가별로는 고령인구의 생산적 활동을 위한 다양한 정책적 접근이 강화될 전망임. 특히 한국경제의 경우 베이비붐 이후 세대가 2020년 본격적으로 노동시장을 주도하여 경제사회에 커다란 변화를 초래할 것으로 예상됨

○ 환경문제와 천연자원의 문제도 2020년 세계 경제의 주요 부정적 메가트렌드로 제기되었음. 그러나 과학기술의 진보와 파생시장의 활성화를 통하여 도전과 기회로 작용할 전망임. 국내외 환경규제는 더욱 강화되어 국제무역의 핵심 규범으로 정착할 전망이고, 이에 따른 환경산업의 부상도 기대됨. 한편 국제원유가를 비롯한 천연자원의 가격은 미래에도 꾸준히 상승할 것으로 전망됨. 미래 에너지관련 트렌드의 주요 요소로는 수소경제의 점진적 부상을 들 수 있음. 수소경제는 다양한 분야에서 시작될 것이며, 특히 에너지 이용과 관련한 분야의 발전이 두드러질 것으로 예상됨

○ 미래 금융분야의 패러다임은 글로벌 경제체제에 따른 금융서비스 및 지역적 연계성의 강화, 고령화 현상을 반영하는 장기 금융자산 및 서비스의 확대, 증권화에 의한 금융혁신과 금융업의 기능 수렴 현상이 가속화될 전망임. 금융 및 산업부문의 융합과 국내외 금융관련 규제 강화도 대비하여야 할 사안으로 예상됨. 지식경영 분야에서는 기업의 사회적 책임과 투명성 강화에 따른 윤리경영의 확산, 지속적인 신지식 경영전략의 개발 및 적용 확대가 예상됨

○ 디지털 시대가 성숙함에 따라 2020년경에는 유비쿼터스 사회로의 진입과 유비쿼터스 정부의 도래가 가일층 진전될 전망임. 디지털 경제체제는 내부적으로 관련 기술의 가속적 발전, 융합화, 지능화, 서비스화 현상이 더욱 가속화되는 한편, 소비자 요구가 점차 멀티미디어화, 개인화, 이동화, 보안화 경향을 나타낼 전망임. 이러한 디지털 경제의 변화는 산업구조를 생산구조 측면에서 보다 소프트화하고, 산업활동 관행과 절차를 투명하고 효율적인 체제로 유도할 것임

○ 2020년경에는 바이오기술 및 바이오산업의 비약적 발전을 통한 바이오 경제가 본격적으로 시작될 전망임. 바이오 의약/장기 및 바이오 신소재는 산업부문뿐만 아니라 경제 전반에서 다양하게 부상할 전망임. 이러한 바이오경제의 도래와 함께 각국은 선발자 이익이 매우 큰 바이오기술의 특성상 각국 간의 선두 경쟁이 매우 치열하게 진행될 것임. 한편, 바이오 관련 윤리 및 사회적 규범의 중요성은 매우 높아질 전망임

○ 기술진보의 새로운 형태로서 IT, NT, BT 등 신기술 분야의 상승적(相乘的)인 결합(synergistic combination) 현상은 더욱 가속화될 것임. 이러한 기술융합 현상은 새로운 시장과 고용의 창출을 유도하는 한편 가치사슬, 산업구조 및 생산방식, 나아가 산업 패러다임에 급격한 변화를 초래할 것으로 전망됨

○ 2020년경에도 국가전략기술로서 중요성을 갖는 민/군 겸용 기술은 민간과 공공부문 모두 지대한 관심을 갖고 육성할 전망임. 항공우주기술 분야에서 항공기의 경량화, 스마트기술 적용이 부각될 것이며, 자원 활용도 측면에서 해양과학기술의 발전도 기대됨. 이러한 기술진보 및 다양한 형태의 발전으로 인하여 2020년경 기술경쟁 및 표준화 추세는 더욱 강화될 전망임. 국제무역 확대를 위하여 주요국의 국제표준화 노력도 매우 강조될 것임

○ 미래 메가트렌드가 전통적인 분류의 산업부문에 대해서 미치는 효과를 살펴보면 우선 국제 분업 구도의 변화는 세계시장의 확대와 특화의 진전으로 인하여 우리나라가 상대적으로 비교우위를 갖는 분야에 대하여 긍정적 효과를 미칠 것으로 예상됨

○ 항공우주는 국제 분업에 효과적으로 편승하여 국내 기술수준에 해당하는 유망분야로의 발전이 기대됨. 우리나라가 경쟁력을 갖고 있는 자동차, 조선, 일반기계, 철강,

전기기계 등은 2020년경에도 경제통합과 무역자유화의 진전으로 인하여 긍정적 효과를 얻게 될 산업분야로 전망됨. 양질의 물류 및 사업서비스 확대는 제조업 경쟁력 강화에도 기여할 것으로 기대됨. 한편, 중국 등 개도국의 부상으로 경쟁력 상실의 가능성이 예상되는 섬유, 전자부품, 가전, 컴퓨터/사무기기, 건설 등은 국제 분업구도의 변화에 따른 부정적 효과에 노출될 산업분야로 예상됨. 핵심 메가트렌드인 인구구조의 고령화는 의료기기 및 서비스 등 실버산업과 식음료, 금융 및 보험, 주택/부동산 분야에 긍정적 효과를 미치고, 자동차, 섬유, 컴퓨터/사무기기 등에 대해서는 전체적인 수요 규모의 감소로 인하여 부정적 효과를 미칠 것으로 전망됨

○ 환경 및 천연자원의 문제는 주로 파생수요 제품과 서비스를 공급하는 환경설비산업을 포함하는 일반기계, 의료서비스 분야에 긍정적 효과를 미치고, 높은 오염집약도로 인하여 주요 환경규제 대상이 되고 에너지 투입비중이 높은 철강, 석유화학, 비금속광물, 섬유 등에 부정적 효과를 미칠 것으로 보임. 미래 메가트렌드로서 남북경협의 효과는 북한과의 상생적 분업이 가능한 섬유, 가전, 전자부품, 전기기계 등의 산업과 수요 증대가 예상되는 건설, 물류 등의 분야에 긍정적 효과가 예상됨

○ 마지막으로 융합기술은 메가트렌드로서 전반적으로 주요 업종의 생산성 제고를 유발하여 제조업 전체에 긍정적 효과를 미칠 것으로 전망됨

[표 4-27] 메가트렌드가 주요 산업에 미치는 영향 요약

메가트렌드	긍정적	부정적
비교우위 구조의 변동	항공우주, 사업 서비스, 물류, 자동차, 조선, 일반기계, 철강, 전기기계	섬유, 석유화학, 전자부품, 건설, 가전, 컴퓨터 /사무기기
인구구조의 고령화	실버산업(의료기기, 의료서비스), 음료, 금융 및 보험, 주택소유/부동산	자동차, 조선, 섬유, 철강, 석유화학 및 정밀화학, 컴퓨터/사무기기, 일반기계
환경과 천연자원의 문제	일반기계(환경설비), 의료 서비스	철강, 석유화학, 기타비금속광물, 섬유
남북 경협의 진전	섬유, 가전, 전자부품, 전기기계, 건설, 물류	-
융합기술과 학제간 통합	자동차, 일반기계, 섬유, 가전, 통신기기, 전자부품, 전기기계, 도기/자기업, 비철금속, 의료기기, 항공우주, 유리, 식음료, 통신서비스, 정밀기기	-

자료 : 산업연구원(2005), 『한국산업의 발전비전 2020 프로젝트』

(나) 2025년[41]

○ 미국 중앙정보국(CIA) 국가정보위원회(NIC)도 2008년 11월에 '글로벌 트렌드 2025 : 변화된 세계(Global Trends 2025 : A Transformed World)'라는 미래예측 보고서를 발표한 바 있음. 동 보고서는 미래학자와 역사학자, 과학자 등 40개국 총 200여 명이 세계 각지에서 주제별 워크숍과 컨퍼런스를 개최하여 정보를 수집·분석한 뒤 작성한 것임

○ NIC는 2025년의 주요 변화 추세를 [표 4-28]에서와 같이 ① 경제성장으로 인한 신흥강국 등장 ② 새로운 국가의제 대두 ③ 테러 및 핵무기 확산에 대한 전망 ④ 복잡한 국제체제 등 4가지로 예측하고 있음

[표 4-28] 2025 4대 글로벌 트렌드 요약

4대 세계 전망	당면과제
경제성장으로 신흥강국 등장	- 유가상승으로 인한 중동지역 국가들의 초과 이윤, 아시아 국가의 제조업 및 서비스 산업 발달 등으로 인해 부와 경제력이 서양에서 동양으로 이동할 것 - 브라질, 러시아, 인도, 중국(BRICs) 국가들은 2040년~2050년까지 전 세계 GDP의 G7 몫에 상응하는 성장을 할 것이나, 남미의 주요 국가들은 2025년까지 중간 수준의 소득 국가로 성장할 것
새로운 국가의제 대두	- 전례 없던 세계적인 경제 성장으로 에너지, 식량, 물과 같은 자원에 대한 압박이 계속될 것이고, 10년 정도 후에는 공급보다 수요가 많을 것으로 전망됨에 따라 대체자원으로의 에너지 전환이 필요할 것
테러, 갈등, 핵무기 확산에 대한 전망	- 자원문제는 국제적인 의제로 부상하더라도 테러, 핵무기 확산, 갈등은 여전히 주요 문제가 될 것이며, 테러는 2025년까지 사라지지 않겠지만 중동 지역에 경제성장이 계속되고 청년 실업이 개선되면 테러 문제도 완화될 수 있을 것 - 에너지 부족에 대한 중요성이 확산되면서 각 국가들이 미래에 에너지 공급망을 확보하기 위한 행동을 취함에 따라 국가간 긴장 및 갈등이 나타날 것 - 향후 20년 동안 핵무기 사용의 위험성은 매우 낮지만, 핵 기술 및 전문지식이 확산되면서 새로운 핵보유 국가들이 등장할 가능성과 테러조직이 핵무기를 입수할 가능성에 대한 우려가 발생할 것
더욱 복잡한 국제 체제	- 특정 문제를 집중적으로 다루는 비정부조직(NGO)은 점점 더 그 영향력이 확대 되겠지만, NGO 조직망은 다자간 기구나 정부의 합동 노력 없이는 변화를 이끌기 위한 능력한계 존재 - 2025년까지 지속될 아시아의 지역주의 심화는 세계에 영향을 미쳐, 북미와 유럽, 동아시아 등 세 대륙의 무역 및 경제 클러스터가 형성될 것

자료 : NIC/CIA US(2008), 『Global Trends 2025: A Transformed World: 한국정보』
사회진흥원(NIA), IT Issues Weekly, '08년 12월 2일자에서 재인용

41) 미국 중앙정보국(CIA), 국가정보위원회(NIC)(2008), 『Global Trends 2025: A Transformed World』

○ NIC 보고서는 4대 글로벌 트렌드 외에도 지속적으로 변화하는 전 세계의 모습을 미루어 볼 수 있는 4개의 가상 시나리오를 함께 제시하고 있음

- 시나리오 1, 서양이 배제된 세계(A World Without the West) : 새로운 강국들이 세계무대의 리더로서 서양을 대체할 것
- 시나리오 2, 10월의 충격(October Surprise) : 세계 기후변화에 대한 무관심으로 인한 여러 요인이 나타날 것
- 시나리오 3, BRIC의 붕괴(BRIC's Bust-Up) : 신흥 열강인 인도와 중국의 에너지 공급을 위한 자원 분쟁이 심화될 것
- 시나리오 4, 정치는 지역에 국한되지 않는다(Politics is Not Always Local) : 비국가 조직망이 등장해 환경에 대한 국제적 의제를 정함에 따라 정부의 역할이 무색해질 것

○ 동 보고서는 2025년까지 경제, 산업, 기술 분야뿐만 아니라 정치, 군사적인 분야에서도 많은 변화가 예상되며 미국은 여전히 경제, 기술, 정치, 군사 등 각 분야에서 핵심적인 역할을 수행할 것으로 보이나, 다른 국가들의 과학 및 기술의 진보, 장거리 정밀무기의 확산, 사이버 전쟁 증가 등으로 점점 더 미국의 행동 자유는 제한될 것이라고 전망하고 있음

(다) 2030년[42)]

○ 최근의 FTA 확대 추세가 지속됨에 따라 지역 내 또는 개별국가간의 무역·투자자유화가 크게 확산될 것으로 예상됨. 세계 FTA체결 현황만 하더라도 발효시점을 기준으로 할 때 1990년 27건이던 것이 1995년 60건, 2000년 99건, 2005년 186건으로 늘어나고 있음. 이러한 FTA 확대 추세에 영향을 받아 다자주의에 입각한 세계화도 향후 진전을 보일 것으로 예상됨. 무역·투자·금융의 글로벌화가 크게 확대되면서 글로벌 리스크 축소 및 정책조정을 위한 세계 각국의 정책 당국 간 협력 강화의 필요성이 더욱 커질 것으로 예상됨

○ BRICs 국가들은 급속한 경제성장으로 세계경제에서의 비중이 크게 확대될 것으로 예상되고 이러한 BRICs 국가들의 부상 속에서 주요 선진국들은 기술혁신을 통하여 산업강국으로서의 지위를 지속적으로 유지할 것으로 보임. Goldman Sachs(2003)의 전망에 따르면, 2030년까지 G6(프랑스, 독일, 이탈리아, 일본, 영국, 미국) 국가들은

42) 산업연구원(2006), 『산업비전 2030』

연평균 1-2%의 증가율을 보이는 반면, 브라질은 3.7%, 러시아는 3.9%, 인도는 5.8%, 중국은 5.6% 성장할 전망임

○ 특히, 중국·인도 등의 국가들은 GDP 규모면에서 경제대국으로 부상함으로써 선진국들뿐만 아니라 NIEs 및 여타 개도국들에 대한 영향력이 크게 확대될 것으로 예상되고 있음. 다만 과거와 다른 점은 이제 경제대국이 반드시 선진국이 아니라는 점임. 중국과 인도는 장기적으로 경제대국으로 부상할 것으로 예상되지만 1인당 소득의 견지에서 2030년경 선진국에 도달하지는 못할 것으로 전망됨

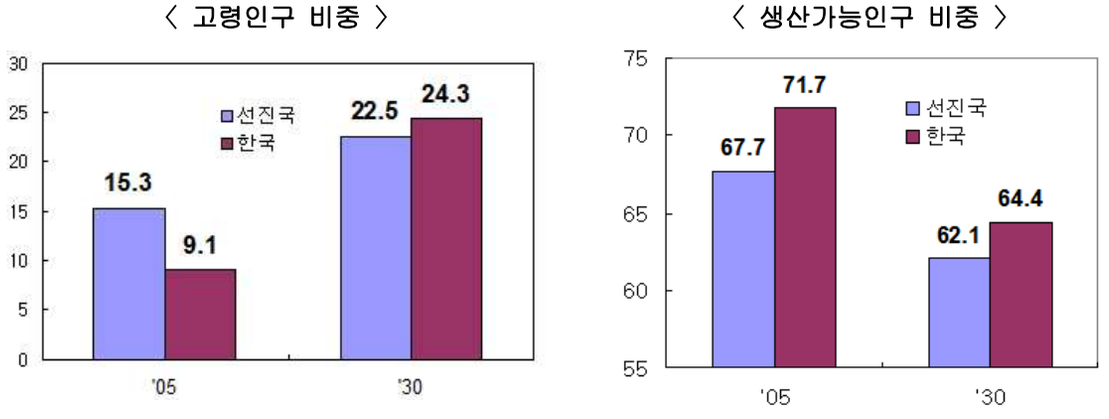
○ 일본, EU, 중국 등 전세계적으로 고령화가 급속히 진전됨에 따라 소비패턴도 고령인구 중심으로 변화될 것으로 예상됨. 세계은행(2007)에 따르면, 중국·인도 등 개도국의 성장 확대로 인해 개도국 중산층(1인당 소득규모 4천 달러~ 1만 7천 달러 계층)이 새로운 수요계층으로 부각될 것으로 예상되므로 세계의 소비패턴은 안전, 건강, 그리고 감성이 중시되고 개인별 소비가 차별화되는 방향으로 전개될 것으로 예상할 수 있음

○ 고령화의 전세계적 추세로 인하여 생산가능인력이 부족하게 될 것이므로 세계 각 국이 생산인력 확보문제에 직면하게 될 것으로 예상하는 것은 어렵지 않음([그림 4-76] 참고). 우리나라의 고령인구 비중은 2005년 9.1%에서 2030년 24.3%로 확대되고 선진국의 경우 15.3%에서 22.5%로, 중국도 7.6%에서 16.3%로 상승될 것임. 이에 따라, 생산가능인구 비중도 한국은 71.7%에서 64.4%로, 선진국은 67.7%에서 62.1%로, 중국은 71.0%에서 66.8%로 각각 하락 할 전망임. 이상의 여덟 가지 글로벌 트렌드의 변화를 요약하여 표로 작성하면 [표 4-29]에 보이는 것과 같음

[표 4-29] 2030 8대 글로벌 트렌드 요약

8대 글로벌 트렌드	당면과제
세계경제의 통합 가속화	- FTA 확산과 다자주의의 진전 - 세계 각국의 정책당국 간 협력 강화
세계경제의 역학구조 변화	- BRICs 국가의 부상과 선진국들의 산업강국 지위 지속 - 특히 중국의 영향력 증대
환경과 자원문제	- 자원순환형 사회구축의 중요성 증대 - 에너지·자원수급 불안정 심화
윤리·지식경영의 확산	- 소비자 권력의 강화 및 기업 투명성 요구 증대 - 지식경제로의 이행과 더불어 지식경영 중요
디지털·네트워크 기술의 성숙	- 기술의 가속화·융합화·지능화·서비스화 - 유비쿼터스 사회로의 진입
신기술 융합 가속화 및 산업간 융합화	- 향후 15년 이내에 융합기술 시대 도래 - 신소재 혁명의 대두 - 신제품·서비스 출현
기술패권 주의	- 세계 각국 간 표준경쟁의 심화 - 지식재산권의 범위 확대 등 강화
고령화의 전세계적 추세	- 고령화에 따른 소비패턴의 변화 - 생산인력의 확보 문제

자료 : 산업연구원(2006), 『산업비전 2030』 p.139를 참조하여 새로이 작성



[그림 4-71] 2030년 고령인구 및 생산가능 인구 비중 추이

나. 물류분야의 미래전망

(1) 전망 도출과정 개요

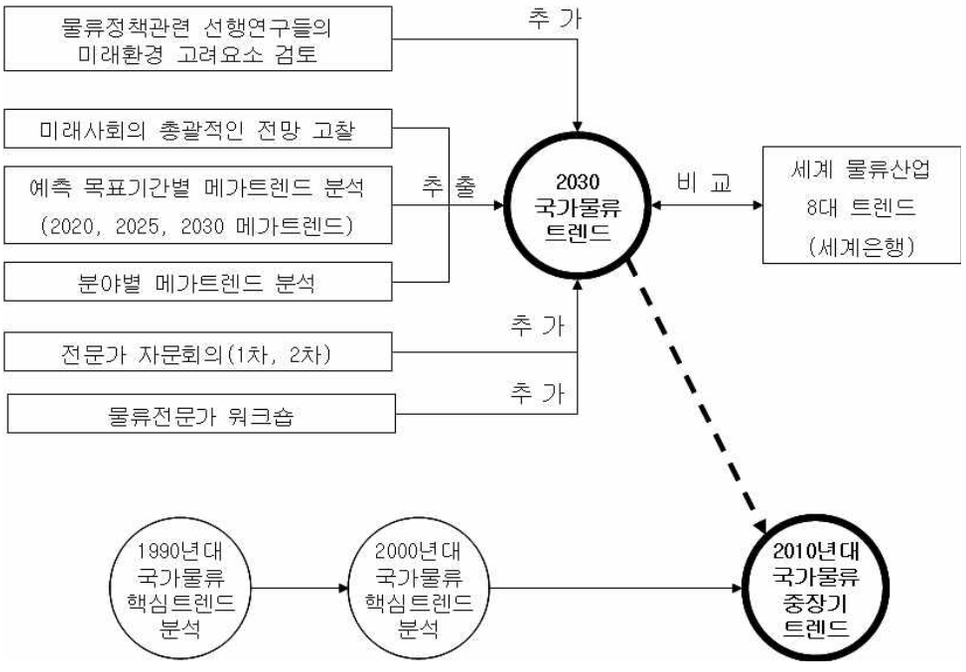
○ 본 연구에서는 다양한 미래전망과 관련한 권위 있는 미래학자들의 의견을 충분히 반

영할 목적으로 우선 미래사회의 총괄적인 전망에 대해 고찰하였고, 이어 2020년, 2025년, 2030년 등 예측 목표기간별로 메가트렌드를 분석하여 물류분야와 연관 지어 살펴보았음

○ 한편 세계은행(World Bank)에서 2006년에 발표한 바 있는 세계 물류산업의 8대 트렌드를 고려하여 '2030년 우리나라 국가물류트렌드'의 골격을 도출하였음. 도출한 국가물류트렌드의 골격에 다시 두 차례에 걸친 전문가 자문회의와 물류전문가 워크숍을 거치는 과정을 통해 우리나라를 둘러싼 미래 물류환경에서 반드시 고려해야 할 추가요소들을 고려하여 최종적인 '2030년 우리나라 국가물류트렌드'를 작성하였음. 아울러 1990년대 국가물류 핵심트렌드와 1990년대 국가물류 핵심트렌드를 분석하여 '2030년 우리나라 국가물류트렌드'를 고려한 '2010년대 국가물류중장기트렌드'를 제시함

○ 도출된 국가물류트렌드는 새로운 정책 패러다임의 설정에 활용될 수 있으며, 특히 '2010년대 국가물류중장기트렌드'는 국가물류기본계획의 계획기간과 대체로 일치한다는 점에서 유용성이 높다고 판단됨

○ 이와 같은 물류부문 트렌드 도출과정을 그림으로 나타내면 [그림 4-72]와 같음



[그림 4-72] 우리나라 미래 국가물류트렌드 도출과정

(2) 물류부문 장기 트렌드 전망

(가) 세계 물류산업의 8대 트렌드 전망

○ 이상에서 살펴본 미래사회 전반의 트렌드와는 달리 2007년 세계은행(World Bank)에서는 '세계 물류산업의 8대 트렌드'만을 따로 떼어 아래와 같이 제시한 바 있음[43)]

① 아시아의 세계 해운·항만물류 중심지화

○ 최근 중국이 세계의 공장으로 부상하면서 해상을 통한 해운·항만물동량이 급증함에 따라 세계 해운·항만물류의 무게중심이 급속히 아시아 특히 동북아지역으로 기울어지고 있음

- 2006년 아시아와 유럽 또는 중동 사이의 물류에 대한 수요를 컨테이너로 환산하면 약 5,300만 TEU, 그리고 아시아와 미주 사이의 물류에 대한 수요는 약 7,400만 TEU에 달하였던 것으로 추계됨

② '제3자 물류(3PL)'시장의 급속한 확대

○ 세계적인 물류서비스 공급경쟁이 가열되면서 물류를 3자에게 맡기는 '제3자 물류(3PL)'시장이 급속히 확대되고 있음

- 2006년 미국에서 전세계 1,430개 기업체들을 대상으로 실시한 연구에 따르면 물류를 물류전문기업에게 외주한 기업들은 평균적으로 11.5%의 직접적인 물류비용 절감, 20.0%의 물류고정 자산 비용절약 그리고 약 3일의 배송시간 단축을 경험한 것으로 집계되고 있음

③ 세계적인 3PL 기업들 간의 인수·합병 가속화

○ 세계 물류시장은 기업 간 M&A를 통한 독과점화와 치열한 경쟁이 공존하고 있음. 2004년은 세계적인 3PL 기업들 간의 인수·합병이 근래 들어 가장 활발하였던 시기

- Exel Plc가 Tibbett & Britten을 포함하여 최소한 5개 기업을, TNT가 Wilson Logistics를 그리고 UPS가 Menlo Worldwide Forwarding을 인수·합병한 것이 대표적인 사례임. 그러나 이러한 거대기업의 출현에도 불구하고 세계물류시장은 여전

43) World Bank(2007), 『Responding to Global Logistics Trends with a National Logistics Strategy』

히 경쟁적이라고 할 수 있음

④ 물류기술혁신에 따른 물류의 대형화

○ 물류산업에 신기술이 접목되면서 대형화와 물류혁신이 가속화되고 있음. 하드웨어 곧, 운송수단의 측면에서는 선박 등의 대형화가 실현되고 있음. 1991년에는 전혀 없었던 5,000 TEU 이상의 적재능력을 가진 컨테이너선이 1996년부터 집계되기 시작하였고, 지금은 우리나라에도 10,000 TEU 이상의 선박이 기항하고 있음. 2001년에는 이들 대형선박의 총 적재 능력이 62만 TEU로 전체의 12.7% 그리고 2006년에는 약 235만 TEU로 전체의 30.0%까지 도달하였음

○ IT기술과 소프트웨어의 발달로 '공급망관리(supply-chain management)'의 효율성이 급속히 높아지고 있음. 특히 차츰 그 적용범위를 넓혀가고 있는 RFID는 또 다른 물류혁명을 예고하고 있음. RFID는 컨테이너뿐만 아니라 파렛트, 상자 그리고 개별 상품까지 만들어지고 운반되고 판매되는 전 과정을 추적가능하게 해줌으로써 그 잠재력이 매우 큰 것으로 판단되고 있음

⑤ 지구환경 문제에 대한 인식제고

○ 물류산업에서도 환경의 중요성에 대한 인식이 높아져 '복합일관운송(inter-modality)'에 대한 담론이 주요이슈로 등장하고 있음. 2001년의 경우 세계 전체적으로 총 278억 톤의 이산화탄소가 배출되었는데 그 중 물류와 결코 무관할 수 없는 내륙교통이 18.4%의 원인을 제공한 것으로 분석되고 있음

○ 선진국을 중심으로 화물수송에 있어 가급적 도로이용을 줄일 수 있는 방안이 강구되기 시작하여 이산화탄소 배출이 상대적으로 많은 트럭의 이용비율은 줄이고 이산화탄소를 상대적으로 덜 배출하는 철도나 선박의 이용비율을 높이는 복합운송 방법을 찾는 방향으로 연구가 진행되고 있음. 유럽지역의 마르코폴로 프로젝트에 대해 아직은 각국에서 타당성을 검토하는 단계이지만 점차 의무화되려는 추세가 뚜렷함

⑥ 유가의 급증에 따른 물류비 절감노력 가속화

○ 에너지 가격의 부담은 갈수록 커지고 있음. 1990년대 배럴당 40달러를 넘지 않았던 국제 유가는 2000년대 들어와 빠르게 상승하여 2008년 세계평균 원유가격은 배럴당

100달러를 넘어선 바가 있으며 최근에도 유가가 급등하고 있음. 2006년에 미국에서 조사된 자료에 따르면 에너지 가격이 20% 상승할 경우 운송비는 4.8% 그리고 15% 상승할 경우 보관비용은 0.8%의 인상요인이 발생하는 것으로 추정되고 있음. 장기적으로 현재와 같은 높은 수준의 지속이나 상승이 예상되어 물류기업의 비용 절감 노력이 필요함

⑦ 물류보안관련 국제공조의 강화

○ 세계적으로 물류와 관련된 안전조치들이 지속적으로 강화되고 있음. 2006년 1월 일본에서 국제운송안보에 관한 장관급 회의가 개최되어 참가국들의 물류관련 보안조치를 점검하였음

- 세계관세기구(WCO)는 2005년 6월 '세계무역을 보호하고 촉진하기 위한 기준' 일명 SAFE Framework을 채택하였으며 국제해사기구 IMO는 WCO의 SAFE Framework에 부합하는 방향으로 화물안전에 관한 규정을 개정하는 문제에 대한 논의를 시작하였음. IMO는 일종의 장거리 식별과 추적을 도와주는 시스템이라고 볼 수 있는 LRIT의 채택을 의무화하는 것을 고려하기 시작하였음. 2005년 10월에는 IMO의 승인 하에 1988년에 체결된 안전한 항해를 위협하는 행위에 대한 협약인 SUA Convention에 대한 개정안이 받아들여졌음

⑧ 물류인프라 확충경쟁의 지속

○ 세계경제의 빠른 성장을 물류 인프라가 따라 잡지 못함으로써 이의 부족이 심화될 가능성이 높음. 선진국에서는 이미 한계를 넘어섰다는 징후가 포착되고 있음. 유럽에서는 2005년에서 2011년의 기간 중 컨테이너 물동량은 연간 7.8% 상승하는데 반하여 주요 항구들의 화물처리능력은 4.2%씩 상승하는데 그쳐 이미 한계인 80%가 넘은 시설 이용률이 더 악화될 것으로 예측되었음. 이에 중국 등 아시아지역 개발도상국들을 중심으로 해상과 육상운송뿐만 아니라 항공운송을 위한 인프라 확충노력이 가속화되고 있음

(나) 우리나라 2030년 국가물류트렌드 전망

○ 앞서 우리나라 미래 국가물류트렌드 도출과정에서 언급한 바와 같이 미래사회의 총

괄적인 전망내용과 2020년 15대 메가트렌드, 2025년 4대 글로벌 메가트렌드, 2030년 8대 글로벌 메가트렌드를 각각 비교하여 상호 관련성이 깊은 분야끼리 연관을 짓고, 이를 다시 세계 물류산업의 8대 트렌드와 비교하였음

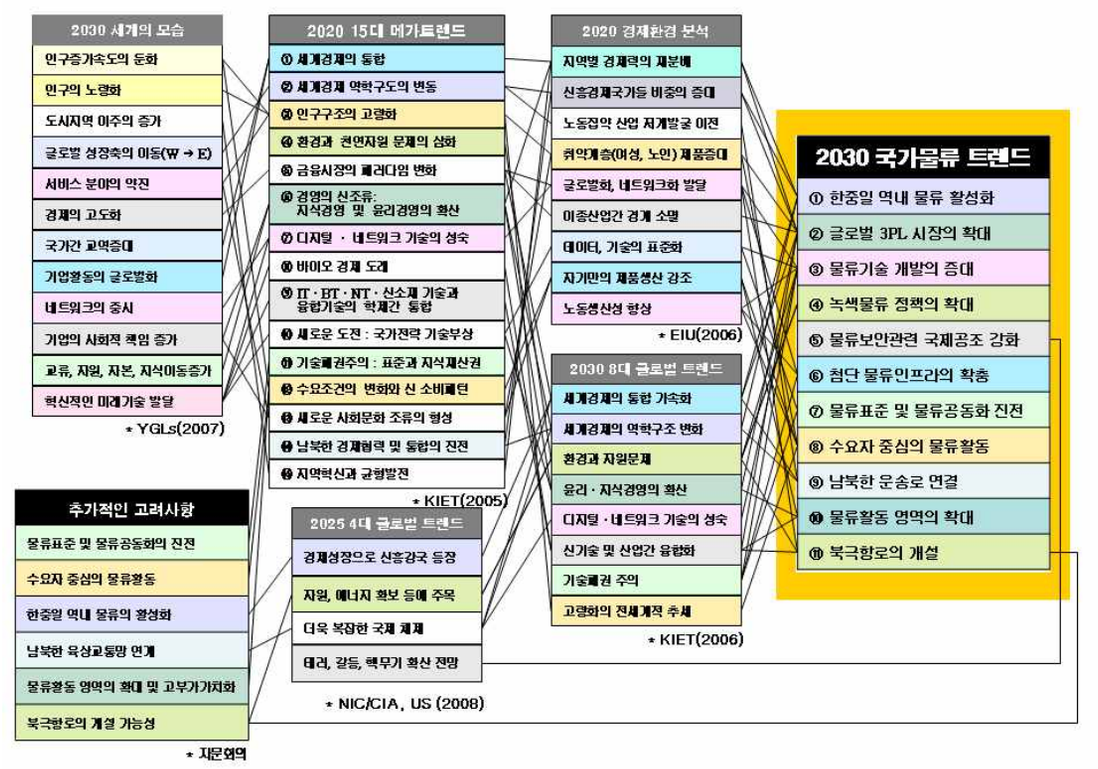
- 첫 번째, 세계경제의 역학구조 변화에 따른 아시아의 세계 해운·항만물류 중심지화 추세를 추출할 수 있었으며 이는 자문회의 등을 통해 추가된 한중일 역내 물류 활성화 추세를 추가적으로 고려하여 '①한중일 역내 물류활성화'라는 2030년 우리나라 국가물류 트렌드를 형성함
- 두 번째, 세계 경제의 통합 가속화 추세는 세계적인 3PL 기업들간의 인수·합병 가속화 추세와 관련이 있었으며 지식경영 및 윤리경영의 혁신 및 윤리·지식경영의 확산과 관련된 제3자 물류시장의 급속한 확대 추세와 맞물려 '②글로벌 3PL 시장의 확대'라는 트렌드를 형성함
- 세 번째, 디지털·네트워크 기술의 성숙화 및 국가전략 기술의 부상 추세는 물류기술 혁신에 따른 물류의 대형화와 관련이 있었고, IT·BT·NT·신소재 기술과 융합기술의 학제 간 통합 움직임과 더불어 환경과 천연자원 문제의 심화 및 에너지 확보문제와 맞물려 유가 급증에 따른 물류비 절감노력 가속화 추세를 형성하고 있었음. 이러한 문제점을 해결하기 위해 역으로 '③물류기술 개발의 증대'라는 트렌드를 형성하는데 기여하였음
- 네 번째, 환경과 천연자원 문제의 심화 및 에너지 확보문제는 유가 급증에 따른 물류비 절감노력 가속화 추세와 지구환경 문제에 대한 인식을 제고시켜 '④녹색물류 정책의 확대'라는 트렌드 형태로 구체화되었음
- 다섯 번째, 테러, 갈등, 핵무기 확산전망은 물류보안 관련 국제공조의 강화를 초래하여 '⑤물류보안 관련 국제공조 강화'라는 트렌드를 생성하였음
- 여섯 번째, 세계경제의 통합 가속화나 물류인프라 확충경쟁의 지속 추세는 세계경제의 역학구조 변화에 따른 아시아의 세계 해운·항만물류 중심지화 추세와 맞물려 '⑥ 첨단 물류인프라의 확충'이라는 트렌드를 형성하였음
- 일곱 번째, 표준과 지식재산권 중심의 기술패권주의 경향은 물류기술 개발 증대와도 관련 깊으며 '⑦물류표준 및 물류공동화 진전'이라는 트렌드 형성에 기여하였음
- 여덟 번째, 수요조건의 변화 및 신 소비패턴의 발생경향과 전 세계적인 인구구조의 고령화 추세는 '⑧수요자 중심의 물류활동'이라는 추세를 만들어 냈음

- 아홉 번째, 남북한 경제협력 및 통합의 진전 전망과 지역혁신과 균형발전 추세는 더욱 복잡해진 국제 체제 추세와 더불어 남북한 운송망 연결이나 '⑨남북한 운송로 연결'이라는 트렌드를 가능하게 하였음
- 열 번째, IT·BT·NT·신소재 기술과 융합기술의 학제 간 통합 움직임은 신기술 융합 가속화 및 산업간 융합화를 촉진하여 물류활동 영역의 확대 및 물류활동 고부가가치화 움직임을 초래하였고 이는 '⑩물류활동 영역의 확대'라는 트렌드로 나타났음
- 마지막으로 최근 이슈로 부각되고 있는 이산화탄소에 의한 지구 온난화 현상은 지구환경문제의 심각성을 자각시키는 계기로도 작용하였지만, 물류적인 측면에서는 유가 급증에 따른 물류비 절감노력의 일환으로 북극항로의 개설에 대한 기대심리를 높여주기도 하였음. 이러한 트렌드는 '⑪북극항로의 개설'이라는 트렌드로 표현됨

○ 이상에서 요약한 일련의 트렌드 추출과정을 거쳐 형성된 11대 '2030년 우리나라 국가물류 트렌드'는 [그림 4-73]에서 보이는 바와 같음

○ 한편, 정보통신과 교통수단의 발달은 글로벌시대의 형성을 더욱 강화시켜 경제규모의 확대를 초래하며 고도의 정보화 사회가 형성됨으로써 글로벌 물동량을 지속적으로 증가시키는데 기여할 것으로 예측됨. 물류기술의 지속적인 발전에 따라 보다 빠르고, 정확하며, 안전하고, 편리하게 물류 활동이 이루어지기 위한 요구도 증대할 것임. 따라서 물자이동 수요에 효과적으로 대응할 수 있는 물류 효율성, 물류 안전성과 글로벌이슈인 환경문제와 결부한 친환경적 물류에 대한 관심과 수요가 증가할 것임

○ 경제규모의 확대 및 고도의 정보화로 인하여 화물운송의 양과 속도가 증가할 것이며, 운송중이거나 보관중인 화물의 위치와 상태를 언제든 추적하여 검색할 수 있는 화물정보의 통합과 실시간 정보제공·관리가 발달 할 것으로 예상됨. IT기술을 기반으로 한 물류시스템의 자동화와 무인화가 급속하게 발달할 것으로 예상됨에 따라, 화물의 흐름을 신속하고 정확하게 예측하는 보관·하역 시스템이 발달하여 물류의 효율성도 획기적으로 증진될 것임



[그림 4-73] 각종 미래예측 연구들로부터 추출된 메가트렌드와 2030 국가물류 트렌드의 제시

○ 다양한 개인들의 생각과 요구에 부합하기 위한 다양하고 복합적인 화물포장도 발달할 전망임. 정보통신과 교통수단의 지속적인 발달은 글로벌시대의 형성을 더욱 강화시키고 경제규모의 확대와 고도의 정보화 사회의 형성은 글로벌 물동량을 지속적으로 증가시키는데 기여할 것임. 최근 새로운 무역장벽으로 환경문제 및 물류의 보안/안전 문제가 쟁점으로 대두되고 있다는 점도 주목할 만한 점임

○ 한편 본 연구에서 제안하는 '2030년 우리나라 국가물류 트렌드'를 토대로 물류부문의 미래 환경변화를 시나리오 방식으로 전망해 보는 것도 장기적 구조개편방향을 미리 짐작해 보는데 유용한 방법이 될 수 있음. 따라서 본 연구의 잠재적 시간범위인 2030년대에 달성하는 것이 바람직하다고 판단되는 목표시스템을 일반인들이 인식하기 쉬운 가상 시나리오 형태로 제시해 보면 다음과 같음[44]

44) 노홍승, 한국과학기술평가원(2009), 『꿈과 도전을 향한 과학기술 미래★비전』 풍요로운 세상분과 워크숍 발표자료

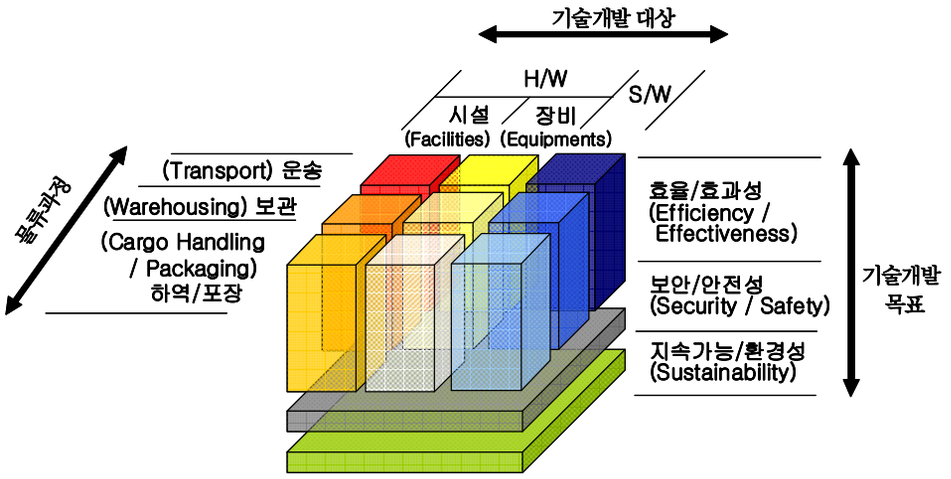
지구 온난화 영향으로 북극만년빙이 녹으면서 북극해의 북서항로부터 화물선의 운항이 상시 가능하게 되었다[45]. 부산항을 출발해 싱가포르를 경유하여 해적이 많이 출몰하는 말라카해협을 지나 수에즈운하와 지중해를 통해 유럽으로 항해하던 선박이 북극항로를 통해 로테르담항을 직접 기항함에 따라 10일의 항해시간과 8,300km의 운항거리를 단축할 수 있게 되었다. 더욱이 상업적인 핵잠수함이 북극해를 통해 정기적으로 운항되면서 부산항에서 로테르담항까지는 연중 기후변화와 상관없이 보름이면 정확한 화물운송이 가능해지게 되었다[46]. 한국에서 유럽으로 향하는 컨테이너 해상운임은 불과 60달러 안팎의 비용밖에는 소요되지 않게 되었고 한-EU FTA 협정타결 이후 급속도로 증가하기 시작한 한-EU 교역은 한-미 교역량을 상회한지 오래다.
북극항로의 개설이후 싱가포르 동쪽에 위치한 아시아 지역 유럽행 물동량이 대거 북극항로로 전환되면서 싱가포르에 집중되었던 아시아 최대 금융기능, 정유, 항만, 선박급유 기능이 부산항으로 이전되면서 한때 항만기능 쇠약의 길을 걸었던 부산이 신항을 중심으로 새롭게 동북아물류중심지로 도약하는 계기가 마련되었다.
새 아파트마다 갖춰져 있는 무인 자동배송시스템을 통해 집에서 국제소포를 부칠 수 있고 인터넷으로 주문한 상품도 심야시간대라도 내가 원하는 시간에 언제든지 무인 택배센터를 통해 자동으로 배달받을 수 있는 시스템이 점차 확대되고 있다[47].
물류단지에도 상자들이 스스로 움직여 컨테이너 조성하는 로봇형 컨테이너 자동조성 시스템이 생겨나면서 매연을 뿜으며 위태롭게 돌아다니던 지게차가 점차 사라지고 컨테이너 조작도 조정하는 사람이 없이 안전하고 신속하게 이루어지고 있다. 일일이 수화인의 주소를 적거나 입력하던 번거로움도 없이 전 세계 어디나 수화주의 휴대전화번호 입력만으로 화물운송이 이루어지고 문자메시지로 수화주가 지정하는 장소와 지정하는 시기로 정확히 화물운송이 이루어진다. 운송 중인 화물이라도 별도 지정하는 수화주에게 운송도중에 경로를 바꾸어서라도 화물이 전달하게 할 수 있다. 화물운송 전 과정을 송화주와 수화주가 휴대전화를 통해서도 지켜볼 수 있게 되었다.
고속도로 장거리 구간을 목숨 걸고 질주하던 심야화물차의 운행도 국가에서 운영하는 24시간 화물운송 컨베이어 시스템이 거의 무료로 운영되면서 사라졌으며 전기로 운행되는 소형 트럭만이 도시 내를 운송할 수 있게 되었다. 그마저도 아파트 인근 무인 택배센터와 연계되어 어른들이 집을 비운 사이 택배기사가 찾아오거나 택배기사가 기다리는 일은 없어져 버렸다. 그로인해 택배비도 반값으로 인하된 건 물론이다.

다. 물류분야의 미래이슈와 미래기술니즈

○ 이상에서 살펴본 미래 물류트렌드와 미래 물류환경변화 시나리오를 토대로 생각해 볼 수 있는 물류분야의 미래 이슈는 증가되는 물자이동 수요에 효과적으로 대응할 수 있는 물류 효율성, 물류 안전성과 직결되며, 여기에 최근 글로벌 이슈로 부각되고 있는 환경문제와 결부한 친환경적 물류 등으로 크게 세 가지로 요약될 수 있음

45) 美항공우주국(NASA)(2009), 『加라발大 북극연구소 - 5년 내 북서항로 가능성 제시』
46) www.submarine-history.com
47) 테오도르 핸슈(2008), 『세상을 뒤집을 100가지 미래상품』

○ 이러한 물류활동의 세 가지 목표는 [그림 4-74]의 큐빅모형에서 보이는 바와 같이 2008년에 국토해양부와 한국건설교통기술평가원이 한국교통연구원에 의뢰하여 수립한 『국가물류기술혁신 중장기기본계획 수립방안 연구』에서 제시한 물류기술개발의 세 가지 목표 즉, 효율·효과성, 보안·안전성, 지속가능·친환경성[48]에도 그대로 반영되어 나타나고 있음



○ 이상에서 살펴본 첨단물류분야의 미래 이슈와 니즈를 물류분야별로 세분하여 정리하면 [표 4-30]과 같으며, [그림 4-75]는 물류분야의 미래 니즈에 따른 물류기술적 대안을 제시하고 있음



[그림 4-75] 물류분야의 미래 니즈에 따른 물류기술적 대안

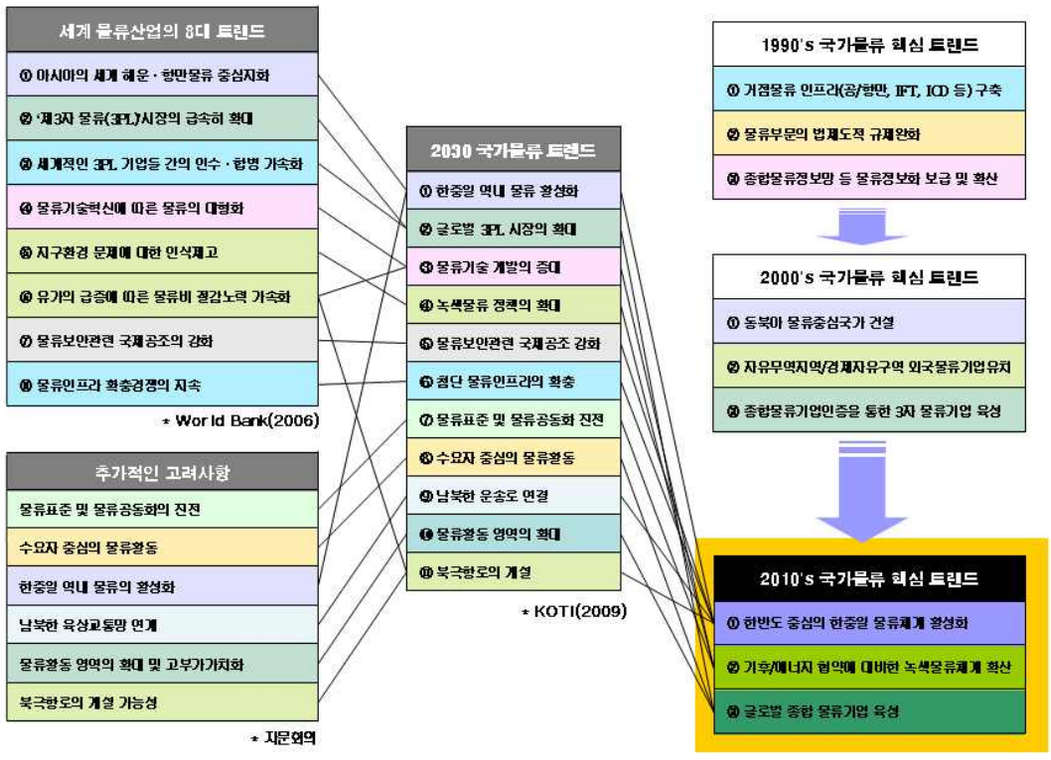
[표 4-30] 물류분야의 미래이슈와 미래니즈

	미래 이슈(Issue)	미래 니즈(Needs)
운송 분야	- 신속한 화물운송의 요구 - 경제 규모 증가에 따른 물류 운송량 증가 - 환경친화적인 물류운송 - 복합운송 증가 - 고가 첨단장비 등의 특수 목적의 상품운송 요구 증가(무진동 운송)	- 고속화물운송시스템 - 대량 운송 기술 - 경제적·효율적인 연계기술 - 지속가능형 화물운송 - 무진동, 안전한 운송 기술
보관 분야	- 자동화, 무인화의 가속 시점에서 인력의 상호작용 여부 및 무인시스템의 안정성, 정확성에 상품가치를 최고로 유지할 수 있는 상태유지 - 초고층 자동물류시스템의 안정성, 효율성의 검증 및 지역적 조화 - 하역장비 대형화 및 무인화 - 화물의 형질 및 형태를 유지시킬 수 있는 자동화시스템 운용과 파손 및 보상에 따른 이슈	- 무인시스템의 정확도 향상을 위한 기술안정성 도모 및 지능형 시스템 도입 - 화물을 최적상태로 보관하기 위한 기술구현 - 효율적이고 안정적인 고층자동창고의 신뢰성 확보 - 대형화 장비의 관리기술 및 운영최적화 기술연구와 시스템 안정성을 위한 기술적 검증 - 안정적인 자동 운용 장비의 개발과 운영 안정성을 위한 기술개발
포장 분야	- 고령층 인구 증가 - 가구당 인구수 감소 - 여성 사회진출 급등 - 웰빙의 소비확산 - 고급제품을 지향 - 감성중시 - 스마트 소비 - 분주한 생활 - 사회적 약자에 대한 배려 강화 - 전자상거래 활성화 - 유비쿼터스 사회로 변화 - 환경보호가 중요해지는 사회	- 건강중요, 식품포장의 안전성 중요 - 포장사이즈의 감소 - 가사시간을 줄일 수 있는 포장 - 포장의 정보전달기능 중요(바코드) - 포장식품의 안정성 - 포장재의 고급화 - RFID 포장이 각광 - 포장디자인 중시 - 스마트 포장기술 급증 - 시간을 절약하는 포장 중요 - 어린이 보호포장, 노인친화포장 중요 - 환경친화적 포장 중시
물류 정보 /물류 관리 분야	- 실시간 화물 상태관리와 정보의 가시성 확보 - 화물 안전성 확보 - 효율적이고도 통합적인 정보전달 - 산업별 물류정책 수립 - 운송수단간 통합적인 물류관리	- 물류 적시성(Just in Time) 확보 - 화물 안전성 확보 - 화물 및 차량위치추적에 의한 물류의 가시성 확보 - 화물의 상태(온도, 습도 등)를 실시간 파악 - 물류정보의 통합관리
환경 물류 /물류 기반 분야	- 테러위협의 증가 - 유럽, 미국, 일본 등 선진국과의 치열한 물류표준화 선점 경쟁 - 안전한 위험물 운송요구	- 국제 물류표준을 주도할 수 있는 기술개발 - 대테러 방지제도 및 위험물 물류기술개발 - 친환경적인 연료를 사용하는 운송수단 - 정확하고 합리적인 운송차량관리체계

라. 향후 10년간 물류부문 핵심트렌드 전망

○ 지금까지 미래 사회의 트렌드와 세계 물류산업 8대 트렌드를 모두 고려하여 본 연구에서 제시한 '2030년 국가물류트렌드'와 최근 20년간의 물류관련 국내외 동향을 살펴보았음. 그렇다면 향후 10년간의 국가물류 핵심트렌드는 과연 어떻게 전개될 것인가? 국내에 물류라는 개념이 본격적으로 도입되기 시작한 시기인 1990년대 우리나라 물류정책의 3대 핵심 트렌드는 ①공항/항만, 복합물류터미널, 내륙컨테이너기지(ICD) 등으로 대표되는 거점물류 인프라의 구축, ②물류산업 허가제 및 등록제의 폐지 등 물류부문의 법·제도적 규제 완화, ③종합물류정보망사업으로 대표되는 물류정보화 정책의 수립과 보급/확산으로 대표될 수 있음

○ 이후 2000년대에 들어서는 ①동북아 물류중심국가 건설이라는 국정기조가 물류중심으로 수립되었고, ②공/항만 배후에 자유무역지역과 경제자유구역이 설치되면서 외국계 물류기업의 유치가 활발히 전개되었으며, ③종합물류기업인증제도로 대표되는 3자 물류기업 육성정책이 본격적으로 추진되던 시기였음



[그림 4-76] 향후 10년간(2010's)의 국가물류 핵심트렌드 예측

○ 이상의 20년간 우리나라 국가물류 핵심트렌드와 2030년 국가물류분야의 트렌드를 조합해 볼 때 향후 10년간 국가물류분야의 핵심트렌드는 ①물론 통일 전/후로 나누어 전략을 수립할 필요는 있겠지만 한반도 중심의 한중일 물류체계 활성화, ②기후/에너지 협약발효에 대비하고 녹색성장 국가기조에 부합하는 녹색물류체계의 확산, ③종합물류기업인증제를 한 단계 더 업그레이드 시킨 글로벌 종합물류기업의 육성 등이 될 가능성이 상대적으로 높다고 판단됨([그림 4-76] 참고)

마. 물류부문 핵심트렌드 전망의 시사점

(1) 인구의 급격한 증가와 산업화, 도시화의 가속화

○ 현대과학기술과 의학의 발달로 인구가 급격히 증가하여, 2010년 현재 전 세계 인구는 약 70억 명 수준으로 증가할 것으로 예상됨

○ 수도와 소규모 상업중심도시를 중심으로 인구의 도시집중화, 산업화로 인해 도시화가 가속화될 것임

(2) 산업화, 도시화로 인한 지구환경의 심각성 초래

○ 산업화와 도시화가 가속화되면서 화석연료 사용 또한 급격히 증가할 것으로 예상됨

○ 화석연료의 과다한 사용으로 지구온난화 등 환경문제가 발생하면서 심각성이 점차 증가할 것으로 예상됨

(3) 지상 물류운송체계의 한계 봉착

○ 물류분야의 친환경 물류운송체계를 구축하기 위한 노력의 증대

○ 토지, 택지 부족 및 환경 부문 등에서 지상 물류운송체계가 가지고 있는 한계점이 노정되면서 친환경 지하물류운송체계에 대한 관심의 증가

2. 지하 화물운송 기술의 실용화 여건 및 SWOT 분석

가. 5 Forces 분석

(1) 특정산업 진입장벽 결정요소

□ 기존산업의 규모의 경제

○ 지하철, 지하터널 등의 구축으로 지하공간활용이 이루어지고 있으나 일반적으로 지하화물 무인자동운송시스템은 이전에 추진되지 않은 산업으로 진입장벽이 있을 것으로 예상됨

○ 최근 대심도 개발사업의 필요성과 기존 운송수단을 이용한 활용방안이 연구되어 진행 중이나 막대한 초기 투자비용 등으로 추진이 어려움

○ 그러나 기후변화 대응, 친환경 인간중심의 공간구조 등의 이슈로 지하활용에 대한 필요성이 고조되고 있음

□ 사업확장 및 R&D를 위한 대규모 자본투자 여건

○ '저탄소 녹색성장'에 맞추어 최근 국토해양부에서는 녹색기술을 향상시키고 온실가스 감축목표를 조기에 달성하기 위한 시스템 차원의 사업구조 재편을 실시하여 국토해양 R&D 발전전략을 수립

○ 7대 중점육성기술을 중심으로 녹색기술 R&D 투자를 '12년까지 '08년 대비 2배로 확대('09.1. 녹색기술 R&D 종합대책)

[표 4-31] 범정부 녹색기술 R&D 투자계획

연도	`08	`09	`10	`11	`12	비고
녹색기술 R&D(조원)	1	1.2	1.4	1.7	2.0	`08~`12누계 : 7.3 연 평균 19% 증

자료 : 국토해양미래기술위원회(2011), 『2011년도 국토해양기술 연구개발사업 시행계획(안)』

○ 국토해양 R&D 특성에 맞도록 녹색기술투자 비율은 70%로 확대

- '11년 국토해양 R&D 특성에 맞도록 녹색기술 투자비율 59%(3,649억 원)까지 확대

○ 미래 국토해양 분야의 녹색성장 견인, 신성장동력 창출을 위해 미래핵심기술 Green-up 30[49] 도출

- 지하 화물운송시스템 기술개발 과제는 대심도 교통물류 네트워크 구축 기술로 분류

□ 기술의 spec 차별화

○ 무인자동운송기술은 국내외적으로 많은 개발 시도가 있었으나 지하공간을 이용한 첨단 자동운송기술은 설계정도 수준의 개발이 이루어져 기술의 차별화가 있음

□ 절대적 비용우위

○ 지하화물 운송수단은 초기 투자비용이 막대함에 따라 사업자 부담 원칙을 따를 경우 단기적으로 지상 트럭운송수단과 수송단가 측면에서 경쟁력이 없음

○ 국가적 차원의 장기 SOC사업으로 확대하여 추진할 경우 수송 경쟁력이 있다고 판단됨

○ 또한 장기적으로 유가상승 등의 여파로 전기를 동력으로 한 운송수단의 운임 경쟁력이 제고될 것이며 지상운송체계와 별도로 운영되어 교통사고, 환경문제, 사회적 이슈 등으로 생기는 보상비용 등이 적을 것으로 예상됨

□ 정부의 기술개발 규제

○ 대심도 개발 등의 진행으로 국토해양부는 「지하공간개발 및 관리에 관한 법률(가칭)」 마련 중으로 직접적 기술개발 규제는 없음

□ 기존 기술보유업체들의 경계정도

○ 지하화물운송시장이 아직 형성되지 않은 관계로 개발이 이루어질 경우 기술보유업체는 오히려 시장형성에 반기는 분위기

(2) 산업 내 경쟁도

□ 기술보유업체 정도

○ 무인 자동운송기술개발 업체는 있으나 외국에 비하여 소수이며 특히 지하 화물운송

49) Green-up 30 : 국토해양 R&D 발전전략

기술을 보유한 업체는 극소수로 경쟁도가 낮음

□ **산업의 성장률**

○ 현재 기후변화 협약, 도시공간구조 활용을 위한 압축도시 건설 등의 이슈로 향후 지하공간을 활용한 물류기술 산업이 활성화될 확률이 높음

□ **기술수준**

○ 지하화물운송시스템의 기술수준 조사결과 국내 기술수준이 다른 분야에 비하여 높은 것으로 조사되었으나 70%를 밑도는 수치로 기술향상이 필요한 실정임

□ **기술개발 초기비용**

○ 초기 지하인프라 기반조성비용이 막대할 것으로 예상됨

□ **철수 장벽**

○ 높은 초기 투자비용 등으로 지하인프라 구축 사업 자체가 한번 구축된 후에 장기간 활용되어야 경쟁력을 갖출 수 있으므로 철수 장벽이 높다고 할 수 있음

○ 향후 기간교통망 SOC사업으로 확대될 수 있으므로 초기 입지 및 노선 선정에 신중을 기하여야 함

○ 지하화물운송시스템의 경우 높은 철수장벽과 진입장벽을 가진 경우이므로 수익성이 높으나 위험이 많다고 할 수 있음

(3) 기술수요처의 교섭력

□ **기술수요처의 수요범위**

○ 산업/물류 거점간의 운송 수요

□ **기술수요처의 가격 민감도**

○ 운송단가에 따라 민감할 것으로 판단됨

□ **기술수요처를 교체할 경우 발생하는 비용**

○ 물류운송시장을 이용하는 기업들을 수요처로 보고 있으므로 교체 비용이 발생할 수 없음

○ 향후 지하 화물운송기술을 이용하여 여객운송수단으로 기술 파급이 가능할 것으로 판단되면 이에 따른 교체비용도 없을 것으로 판단됨

□ **기술수요처를 제공자 영역으로의 수직적 통합 능력 등**

○ 지하화물운송 수요처인 화주와 물류기업이 기업 내 화물수송수단으로 이용 가능하므로 기술개발투자 및 직접적 개발에도 관여할 수 있으므로 통합능력이 있다고 봄

(4) 기술공급자의 교섭력

□ **기술공급자를 교체할 경우 발생하는 비용**

○ 기술공급자가 많지 않은 관계로 교체할 경우 비용이 막대할 것으로 보임

□ **대체 기술보유업체의 존재여부**

○ 많지 않음

□ **기술제공자의 수요자 영역으로의 수직적 통합 가능성**

○ 기술개발자가 물류시장의 수요처로 통합되기는 어려울 것임

(5) 대체기술의 위협

□ **대체기술의 시장점유 수준**

○ 지상 도로화물운송시스템은 현재도 절대적 우위를 차지하고 있어 지하 화물운송시스템에 대한 시장점유는 없음

○ 그러나 지상화물운송체계의 문제인 도로의존적 수송체계, 환경문제, 교통사고 급증 등으로 인한 사회비용 급증으로 인하여 지하화물운송시스템 도입이 필요함

□ 수요처의 대체기술 사용에 대한 의지 및 경향

○ 현재 도로운송단가로는 철도 등 대량 화물수송체계는 경쟁력을 갖추기 어려울 것으로 판단됨

○ 지상 도로운송단가의 변화와 향후 온실가스를 다량 배출하는 도로화물운송에 대한 규제, 노동비 상승, 파업 등의 여건에 따라 수요처의 지하화물운송시스템 사용에 대한 의지가 제고될 것으로 예상됨

□ 대체기술로의 전환 비용

○ 지하 화물운송시스템으로의 전환 비용은 기존 도로운송비용에 비하여 상하역 등의 재처리 비용이 있을 수 있으나 무인자동시스템 구축으로 해결될 것으로 보임

○ 따라서 대체기술로의 전환 비용은 크지 않을 것으로 판단됨

나. SWOT 분석

○ 본 연구에서 대상으로 하고 있는 지하 화물운송 시스템의 강점(S)요인, 약점(W)요인, 기회(O)요인, 위협(T)요인에 대한 분석과, SO/WO/ST/WT 전략을 정리하면 [표 4-32]와 같음

[표 4-32] 지화 화물운송시스템 기술의 여건분석

SWOT 분석	O(기회)	T(위협)
	- 녹색성장 등 현 정부의 환경 친화적 정책기조 발생 - 고유가시대의 도래로 고효율·친환경기술에 대한 우호적 시각발생 - 교토의정서에 의해 우리나라도 2013년부터는 온실가스 감축의무국으로 분류 - 초고층 건축물의 건축 붐	- 글로벌 금융위기로 인한 물류기업들의 경영환경 악화와 기업들의 신규투자 기피 - 물류시설운영자들의 비용 우선적 시각 - 중국 등 경쟁 국가들의 거센 기술개발도전 - 초고층 고밀도 시설 내 물류장비의 외국산 도입
S(강점)	**SO전략**	**ST전략**
- 에너지 사용절감 및 효율적 활용을 통해 환경부담 완화 - 청정에너지 사용기반 확대를 통한 환경 친화적 물류정책기조의 정착 - 전기료 등 시설운영경비의 절감 - 물류시설은 혐오시설이라는 부정적인 인식불식 - 세계 일류 초고층 건축기술	- 정부 친환경 물류정책의 모범사례로 적극 추진 - CO_2 저감효과 및 전기료 절감효과의 정량화 및 홍보강화 - 친환경 물류시설에 대한 이미지 제고를 통해 혐오시설이라는 부정적인 인식불식의 계기로 삼음 - 정부주도 사업에 친환경 물류장비의 도입을 촉진하고 시범사업을 확대 - 초고층 고밀도 시설 내 물류기술의 선도	- 정부의 친환경설비 지원정책의 근거마련과 구체적인 실천방안 마련 - 정부 친환경 물류정책의 모범사례로 적극 추진 - CO_2 저감효과 및 전기료 절감효과의 정량화 및 홍보강화 - 초고층 고밀도 시설 내 물류장비의 국산화 및 수입대체
W(약점)	**WO전략**	**WT전략**
- 상대적으로 높은 초기시설 투자비용 지출 - 물류기업들의 친환경시설에 대한 낮은 인식 - 태양전지 등 핵심모듈은 이미 어느 나라나 개발이 가능한 기술 분야이기 때문에 향후 수출보다는 내수위주의 산업 - 충전지의 교체비용 발생 등으로 효율성에 대한 의문제기	- 정부의 초기시설 투자비용 융자 및 지원 대책 마련 - 태양전지 등 핵심모듈 분야의 국산자재 사용에 대한 인센티브 부여 - 풍력 등 기타 재생에너지와 기술병합을 통한 효율성 증대	- 정부주도의 친환경 표준창고 사업 등 개발기술의 활용을 위한 시범사업 확대 - 태양광 발전의 효율을 높이기 위해서는 발전모듈 보다는 충전지 기술개발 등 핵심 기술분야의 국내기술제고를 위한 R&D사업 투자확대가 필요

3. 국내외 동향 및 환경분석을 통한 목표설정

가. 국내외 기술동향 및 환경분석

(1) 사회적 측면

(가) 빈번한 화물자동차운전자의 운송거부사태 발생

○ 2002년 10월 '화물운송 특수고용직 노동자연대(화물연대)'가 출범한 이후 2003년 5월 총파업으로 물류대란이 발생하였고 이후 총파업, 부분파업 등의 형태로 지속적인 운송거부 사태가 발생하여 막대한 경제적, 사회적 피해가 발생하고 있음

- 2004년 화물자동차운송법 개정, 유류비 지원 등의 정책이 시행되었으나 세계적인 경기불황과 과잉공급 등의 문제 등으로 인해 2006년, 2008년, 2009년, 2010년 지속적으로 운송거부사태가 발생하고 있음
  - · 2009년 여수 국가 산업단지 컨테이너 화물연대의 운송거부로 광양항을 통한 중국항 수출에 차질이 발생함
  - · 2010년 운송료 10% 인상, 교섭권 인정 등을 요구한 대산석유화학단지 화물연대 충남지부 서부지회의 운송거부가 30일 이상 지속되어 물류에 차질 발생함

(나) 화물차 교통사고비중 증가

○ 경찰이 발표한 자료에 따르면 2010년 기준 화물차에 의해 발생한 사고로 사망한 사람은 148명으로 전체 교통사고 사망자(389명)의 38%에 달함

- 화물차 사고 건수는 3944건 중 875건으로 22.2%를 차지함
- 고속도로 화물차 사고 발생 건수에 따른 치사율은 16.9%로 전체 교통사고 치사율(9.8%)보다 1.7배나 높았던 것으로 분석되었음

[표 4-33] 2010년 고속도로 교통사고 현황

전체사고(명)		화물차 사고(명)		치사율(%) (사망자수/발생건수)×100	
발생	사망	발생	사망	전체	화물차
3,944	389	875	148	9.8	16.9

자료 : 경찰청 보도자료(2011.3.2), 『고속도로 사망사고의 38%가 화물차 사고』

○ 한국교통연구원의 자료에 따르면 도로교통사고 비용은 꾸준히 증가하여 2008년에 약 15조 5천억 원에 달하여 2004년 14조 2천억 원에 비해 약 8.3%증가한 수치를 보여주고 있음

[표 4-34] 도로교통사고비용

(단위 : 만 원)

년 도	물리적비용	심리적비용(PGS비용)	계
2008	104,868,2617	501,669,577	1,550,382,194
2007	1,000,956,139	492,385,515	1,493,341,654
2006	931,737,411	516,401,394	1,448,138,805
2005	878,303,707	529,245,955	1,407,549,662
2004	859,601,361	562,093,187	1,421,694,548

주 : 물리적 비용은 인적피해 중 사상자의 위자료를 제외한 값임
자료 : 한국교통연구원, 교통사고비용추정 보고서 각년도 재구성

(다) 화물차로 인한 도로파손의 증대와 도로유지비용 부담 가중

○ 경남지역 고속도로에서만 단속된 과적 화물차는 2008년 7,492대, 2009년 7,473대, 2010년 7,062대이며 단속을 피해 심야에 운행하는 차량 등 단속되지 않은 차량까지 포함하면 훨씬 많을 것으로 도로공사는 추정하고 있음

- 화물차의 과적운행은 차량의 불법구조변경을 동반하며 도로 노면을 요철처럼 변형시키며 저속운행으로 고속도로 기능을 저하시킴

○ 도로파손의 주범인 과적 화물차로 인해 도로 보수비용뿐만 아니라 단속비용 등 사회적 비용이 발생함

- 2011년 2월 인천시는 과적 화물차 단속을 위해 2년 임기로 8명의 명예과적단속원을 위촉하여 현장 단속, 운수종사자 계도, 홍보활동 등을 시행하도록 함
- 2010년 11월 제주도는 감귤 수확철 과적차량이 많아짐에 따라 감귤 수확 시기에 맞춰 고정식 과적단속을 이동식으로 전환하고 야간시간대와 공휴일에도 단속을 확대 시행하였음

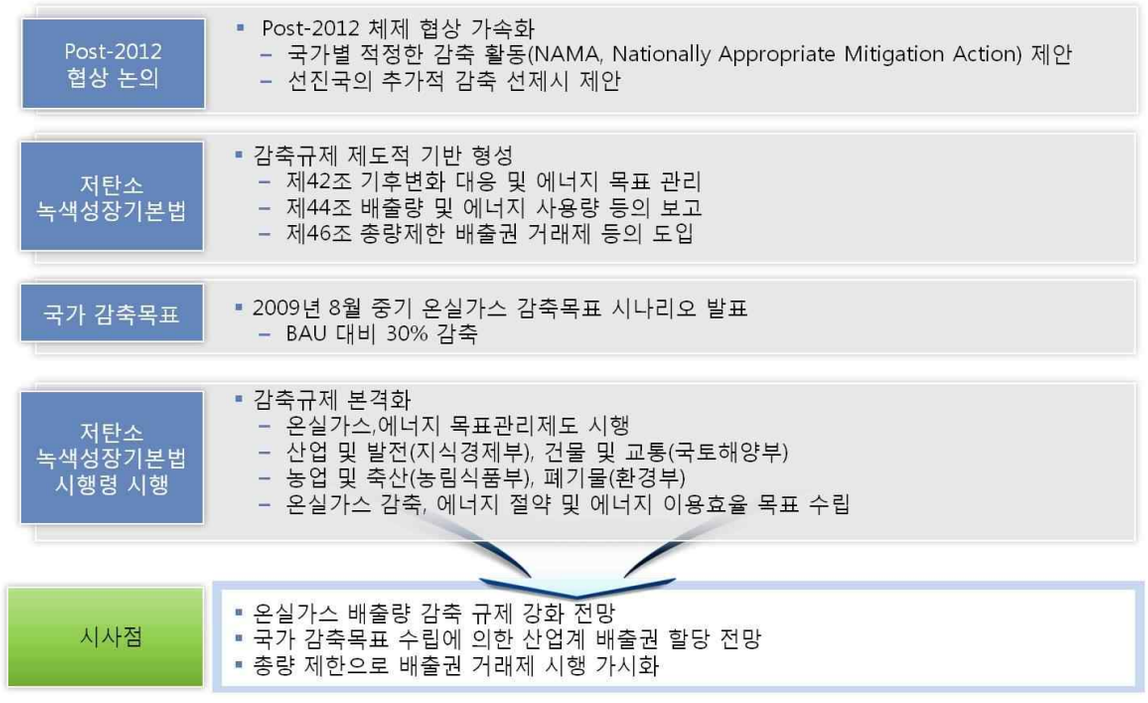
(라) 온실가스 배출관리 등 기업의 사회적 책임 증가 분위기 확대

○ 녹색물류체계 구축에 대한 기업의 인식 제고 필요한 실정임

- 녹색물류산업 구분 및 세부영역 실태파악 부재 등 정부 정책 및 지원체계 지연과 기업의 준비가 부족함
  - 사회적 규제미흡 및 적용지연으로 화주기업의 자발적 CO_2 감축노력이 부족
  - 친환경물류 전환 투자비용 부담 및 인식미흡으로 기업의 준비가 부족
  - 화물운송업계의 에코드라이브에 대한 인식 부족
- 차량별, 업체별, 주체별(화주, 다수의 협력사, 차주 포함)로 녹색물류활동 기반 기초자료(수송량, 에너지 사용량) 수집이 부실하여 관리가 미흡함
- 물류부문 탄소저감 사업의 발굴 및 홍보·보급이 부족함
- 화주와 물류기업간의 협력을 통한 물류활동에 따른 탄소저감 노력에 대한 공동 인식이 부족함

○ 기업의 자발적 온실가스 감축 유도를 위한 법·제도가 필요한 상황임

- 부분적 친환경 물류정책 추진 중이나 대부분 기초 환경 마련을 위한 단계 수준임
  - 생산중심의 제조업 기준이 아닌, 물류부분(특히 운송) 여건을 반영한 단계별 추진방안의 제시가 필요
  - 화주와 물류기업 각각의 여건을 반영한 지침(지원 및 규제)의 마련 요구
  - 사전적, 적극적, 예방적 환경관리 방안을 제시하고 이를 실천하여, 지속적인 환경개선과 기업물류활동의 가치 제고를 통한 경쟁력 확보를 유도해야 함
- 기업의 환경에 대한 사회적 책임 제고를 위한 자발적 참여 유도 장치의 제도화 제시
  - 물류에너지·탄소목표관리제, 에너지 사용량 신고제, 보조금, 기타 경영·금융·세제 및 기술지원, 실태조사 및 진단, 정보제공 등의 제도를 통한 기업의 참여를 유도하려는 노력 중
- 물류비용과 환경비용 관계에 대한 기존인식의 전환 필요성 제시
  - 기업의 친환경 물류전략과 이미지 제고를 통한 기업물류 효율화 방안 제고



자료 : 한국교통연구원(2011), 『제1회 녹색교통 정책포럼 발표자료』

[그림 4-77] 국내 온실가스 규제동향

(마) 일조권의 강조 등 지상공간 이용에 대한 인식의 증가

○ 도시의 과밀화로 인해 고층건물이 많아짐에 따라 90년대 후반부터 일조권, 조망권 등의 침해로 인한 법적분쟁이 많아지고 있으며 사회적 문제로 부상하였음

- 최근 국민권익위원회은 국토부와 환경부에게 도로나 철도 등 공익사업으로 일조권을 침해당한 경우 이를 보상하는 방법을 관련법에 구체적으로 명시하도록 권고한 바 있음(2011.2)

(바) 사회 전반에 걸친 분야별 융합에 대한 관심증가

○ 융합(Convergence)은 IT용어로서 흔히 망의 융합, 서비스의 융합, 기업의 융합 등 세 분야에서 볼 수 있었으나 최근 기술분야에서 기존 기술의 한계를 극복할 수 있는 방방으로 융합기술에 대한 관심이 증가하고 있음

- 융합기술이란 나노기술(NT), 바이오기술(BT), 정보기술(IT), 인지과학(CS) 등의 첨단기술 간에 이루어지는 상승적 결합을 말함

- 미래학자 패트릭 딕슨(Patrick Dixon)은 지식경제부가 주최한 '기술융합과 미래사회에 대한 국제회의(2008.12.17～23)'의 기조연설에서 기술의 융합과 확산이 경제위기 이후 경제성장의 견인차 역할을 하게 될 것이라고 전망하였음
- 우리나라에서도 2009년 우리 경제를 새로이 이끌 17개 분야의 신성장동력 창출 방향을 정하고 융합기술 수준 향상을 목표로 나노기반 기능성 소재기술, 나노기반 융·복합 소재기술, 바이오 칩·센서, 지능형 로봇기술 등을 집중 개발할 것이라고 밝힌 바 있음
- 21세기 초반 정보화 사회에 넘쳐나는 정보와 창의적인 지식이 융합되어 기술과 산업을 이끄는 사회를 일컫는 '지식정보화사회(知識情報化社會)'라는 용어가 나오는 등 '융합'은 이미 현대 사회의 화두임

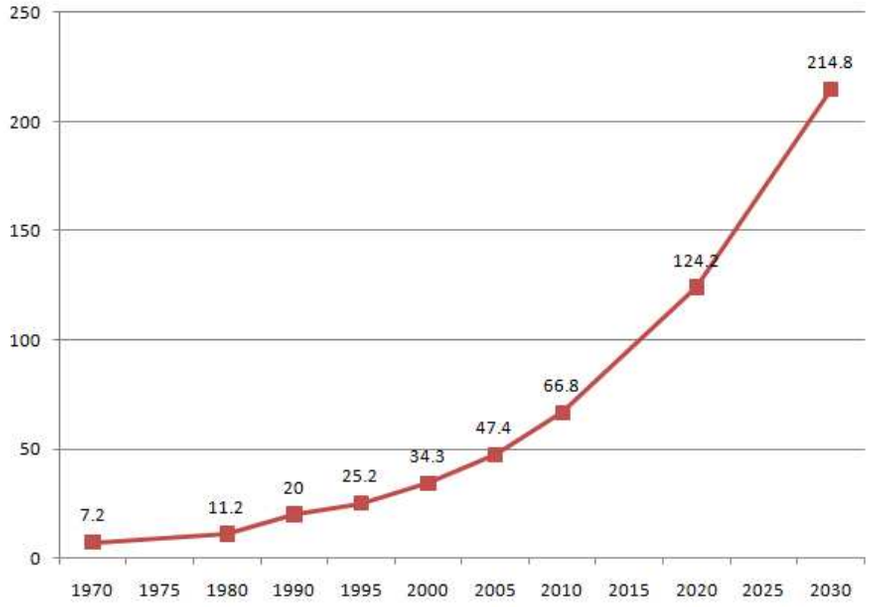
(사) 거대도시화(Megalopolis) 및 고령화 가속

○ 장 고트망이 미국 동해안지역의 연속된 도시화 지역(뉴욕, 보스턴, 필라델피아, 볼티모어, 워싱턴)을 가리켜 메갈로폴리스라고 명명한 이후, 영국의 런던～리버풀, 독일의 라인공업지대, 일본의 도쿄～나고야～오사카 등이 메갈로폴리스화 되었음

- 서울 역시 생활권 확장 차원을 넘어 도시 연담화를 통한 급속한 거대도시화가 진행되고 있음
  - 서울 도심-은평·삼송-고양 화정-일산신도시-파주신도시
  - 서울 서부권역(광명 시흥-부천 옥길-인천 구월)
  - 서울 동부권역(구리 갈매-면양주 진건-남양주 별내)
  - 하남 미사-위례 신도시-서울 세곡2-서울 내곡-성남 고등-분당·판교축

○ 통계청 발표한 『2009 한국사회지표』에 따르면 우리나라 노령화지수는 1970년 7.2에서 2010년 66.8을 기록하고 2030년에는 214.8에 달할 것으로 예측되고 있음

- 노령화지수 공식 : (65세 이상 인구/0～14세 인구)×100
- 2050년이면 우리나라 전체 인구에서 65세 이상 노인이 차지하는 비중이 40%를 돌파할 것이라는 전망이 나왔음
  - 2010년 노인 비중이 11%였던 반면 급격한 고령화 추세로 인해 2050년에 한국은 OECD 가입국 중 고령화 제1위 국가가 될 것이라고 예측되고 있음



자료 : 통계청(2010), 『2009 한국 사회지표』

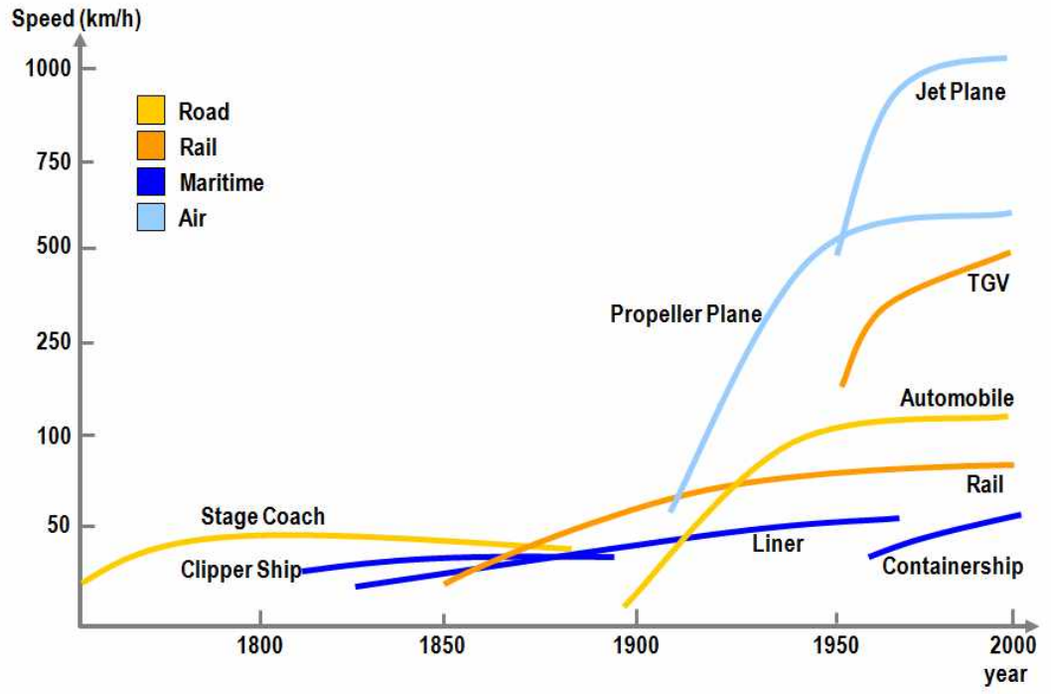
[그림 4-78] 우리나라 노령화지수

(2) 기술적 측면

(가) 기술의 진전으로 화물수송 속도 및 용량 증대

○ 기술의 발전과 주변 환경으로 항공기, 화차, 선박 등 화물운송수단의 속도와 용량이 점차 고속화, 대형화 되고 있음

- 1950년대 후반 도입된 제트기의 도입으로 항공기 속도가 320km/h에서 960km/h로 빨리지면서 항공산업도 비약적으로 발전함
- 1983년 프랑스에서 고속철도 TGV(최고속도 320km/h)가 처음 도입된 인후 1980년대 후반 세계적으로 고속철도에 대한 관심이 증가하였고 이후 독일(ICE, 최고속도 330km), 일본(신칸센, 최고속도 200km/h), 한국(KTX, 최고속도 305km/h), 이탈리아(ETR, 최고속도 300km/h) 등에서 새로운 고속철도를 개발하였음
- 1980년 주를 이루던 파나막스급 선박의 경우 최고속도 19노트로 2,500~4,400TEU를 적재할 수 있었지만 2000년대 등장한 수에즈막스급 선박은 최고속도 26노트로 4,300~5,400TEU를 적재할 수 있도록 속도와 용량면에서 크게 발전하였음



[그림 4-79] 운송수단 속도의 향상

(나) 무인화 및 자동화 기술의 진전으로 화물운송에 보안·안전성 향상

○ 2001년 발생한 9·11테러로 인해 전 세계적으로 국제기준 제정(ISO 28000) 등 물류보안에 대한 관심이 높아지면서 관련 기술에 대한 요구 수준도 높아졌음

- 국제 테러위협이 증가하면서 항공기, 선박 등에 대한 보안검색이 강화되고 국제적 추세로 미국, 유럽 등에서 다양한 물류보안 제도를 시행하고 있음
  - · 미국의 C-TPAT, 유럽의 AEO, 국제해사기구의 ISPS 등
- e-seal, RFID, CSD(Container Safety Device), X-ray 검색 등 무인·자동 물류보안 기술에 대한 최첨단 기술과 표준이 개발되고 있음
  - · e-seal(electronic-Seal, 전자봉인)에는 GPS, CDMA 등의 통신모듈과 불법해제 감시 센서모듈이 포함되어 있어 실시간 위치 추적과 화물 도난 방지 감시 등을 원격으로 할 수 있음
- 기술표준원의 분석에 따르면 물류보안제도(ISO 28000) 시행 시 통관검사율 48%, 운송시간 29%, 문제인식 소요시간 21%, 과잉재고 14%, 재고관리상의 도난사고 38%, 고객과의 마찰 26%가 각각 줄 것으로 예상됨

(다) 무인화 및 자동화 기술의 진전으로 화물운송의 정확성 향상

○ 물류사슬이 복잡해지고 고객의 요구가 다양해짐에 따라 신속하고 정확한 물류에 대한 요구가 증가하였고 이를 해결하기 위한 방안으로 물류정보시스템이 급격히 발전하였음

○ 대표적인 물류시스템에는 WMS(Warehouse Management System, 창고관리시스템), TMS(Transport Management System, 수배송관리시스템)이 있음[50)]

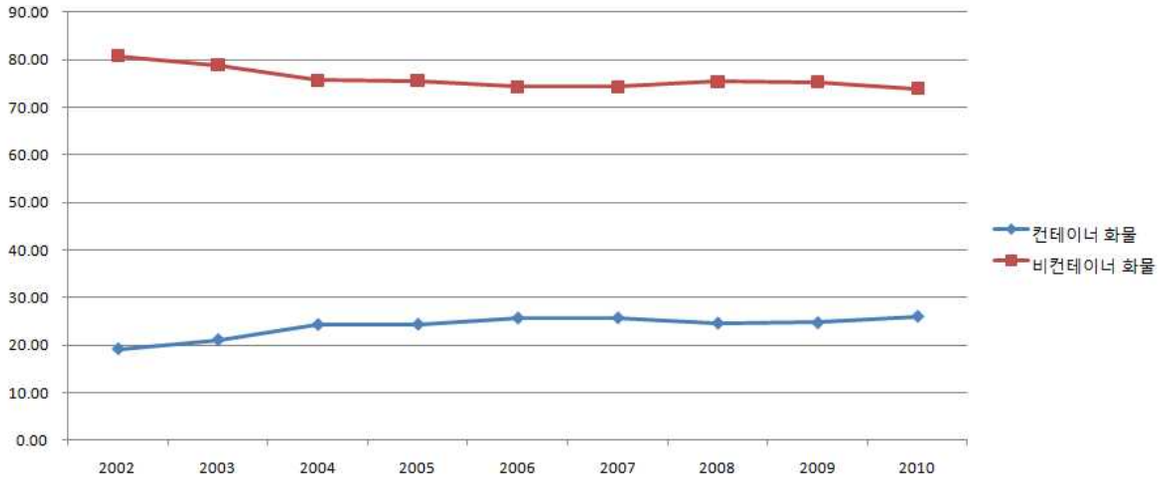
- WMS는 물류센터에서 화물을 관리하는 모든 정보시스템을 말하며 기업간 동기화를 통해 물류프로세스의 스피드를 향상시키고, 화물과 정보의 동기화를 통해 정확성을 향상시킴
- TMS는 배송계획 업무 표준화, 업무의 유연성 확보, 객관적 업추 처리 가능, 정보관리 능력 향상, 정산업무의 투명성과 신속성 확보, 정량적 계획수립에 따른 생산성 향상, 원가절감, 운송품질 유지 등의 장점이 있다고 보고되고 있음

(라) 물류표준화를 통한 유닛로드화물 비중의 증가와 컨테이너화의 진전

○ 2002년 9억 톤을 처리한 우리나라 항만은 2010년 연간 약 12억 톤의 화물을 처리하였으며 이 중 컨테이너 화물 처리비율은 꾸준히 증가하여 2002년 19.17%에서 2010년 26.5%까지 증가하여 8년간 약 26.4%의 증가율을 보이고 있음

50) 한국정보시스템학회, 김창식 외(2010), 『물류정보시스템을 통한 전략적 민첩성의 달성 : "H"기업사례연구, 정보시스템연구 제19권 제1호』

(단위 : 십만톤(R/T), %)



구분	전체	컨테이너 화물		비컨테이너 화물	
		처리량	비율	처리량	비율
2002	9,108	1,746	19.17	7,362	80.83
2003	9,511	2,007	21.11	7,504	78.89
2004	9,561	2,325	24.33	7,236	75.67
2005	9,845	2,402	24.40	7,443	75.60
2006	10,368	2,664	25.69	7,704	74.31
2007	10,934	2,814	25.74	8,120	74.26
2008	11,390	2,804	24.62	8,586	75.38
2009	10,765	2,659	24.70	8,106	75.30
2010	12,040	3,137	26.05	8,903	73.95

자료 : 해운항만물류정보시스템(http://www.spidc.go.kr)자료 재정리

[그림 4-80] 국내 항만의 컨테이너 화물 및 비컨테이너 화물 처리 비율

(마) 정부 녹색기술 분야 R&D 투자의 확대

○ 2011년도 국토해양부에서는 저탄소 녹색성장 견인을 위해 녹색기술에 대한 투자를 확대하기로 함

- 2010년도 55%(3,162억 원)인 녹색기술 투자비율을 2011년 59%(3,649억 원)까지 확대하고, 순차적 기획연구 중인 국토해양 미래핵심기술 개발의 조기착수를 추진함

○ 국토해양 R&D 특성에 맞도록 녹색기술을 70% 수준까지 확대하여 국토해양 포트폴리오를 개선함

- 2009년 1월 발표된 녹색기술 R&D 종합대책에서는 27대 중점육성기술을 중심으로 녹색기술 R&D 투자를 2012년까지 2008년 대비 2배로 확대를 계획함

[표 4-35] 국토해양 녹색기술 투자 추이

구 분	2010년			2011년		
	총연구비	녹색기술	비중	총연구비	녹색기술	비중
국토해양 총계	574,979	319,052	55.5%	616,093	364,908	59.2%
건설교통 부문	**409,185**	**239,644**	**58.6%**	**430,991**	**273,584**	**63.5%**
건설기술혁신사업	72,665	50,339	69.3%	72,957	51,671	70.8%
플랜트기술고도화사업	33,252	33,252	100.0%	42,394	42,394	100.0%
첨단도시개발사업	79,172	31,190	39.4%	69,572	33,836	48.6%
R&D정책·인프라사업	11,000	-	0.0%	9,900	-	0.0%
교통체계효율화사업	50,080	25,187	50.3%	53,441	35,554	66.5%
미래철도기술개발사업	44,036	31,679	71.9%	43,232	30,175	69.8%
미래도시철도기술개발사업	71,076	58,783	82.7%	82,538	68,848	83.4%
항공선진화사업	38,037	2,486	6.5%	45,090	4,790	10.6%
지역기술혁신사업	7,000	6,728	96.1%	7,000	6,316	90.2%
해양 부문	**165,794**	**79,408**	**47.9%**	**185,102**	**91,324**	**49.3%**
해양에너지 및 자원이용기술개발사업	37,510	17,500	46.7%	49,160	21,150	43.0%
해양생명공학기술개발사업	25,000	15,252	61.0%	26,191	15,340	58.6%
해양환경기술개발사업	22,464	19,100	85.0%	20,932	19,182	91.6%
연구장비개발 및 인프라구축사업	29,000	1,700	5.9%	22,229	2,700	12.1%
해양과학조사 및 예보기술개발사업	23,700	18,100	76.4%	27,550	20,750	75.3%
국제공동연구사업	1,620	1,620	100.0%	1,750	1,750	100.0%
미래해양산업기술개발사업	5,500	1,286	23.4%	5,740	1,252	21.8%
해양안전 및 해양교통시설 기술개발사업	6,200	-	0.0%	9,650	3,700	38.3%
첨단항만건설기술개발사업	4,500	1,850	41.1%	5,600	2,800	50.0%
첨단물류기술개발사업	3,000	3,000	100.0%	2,700	2,700	100.0%

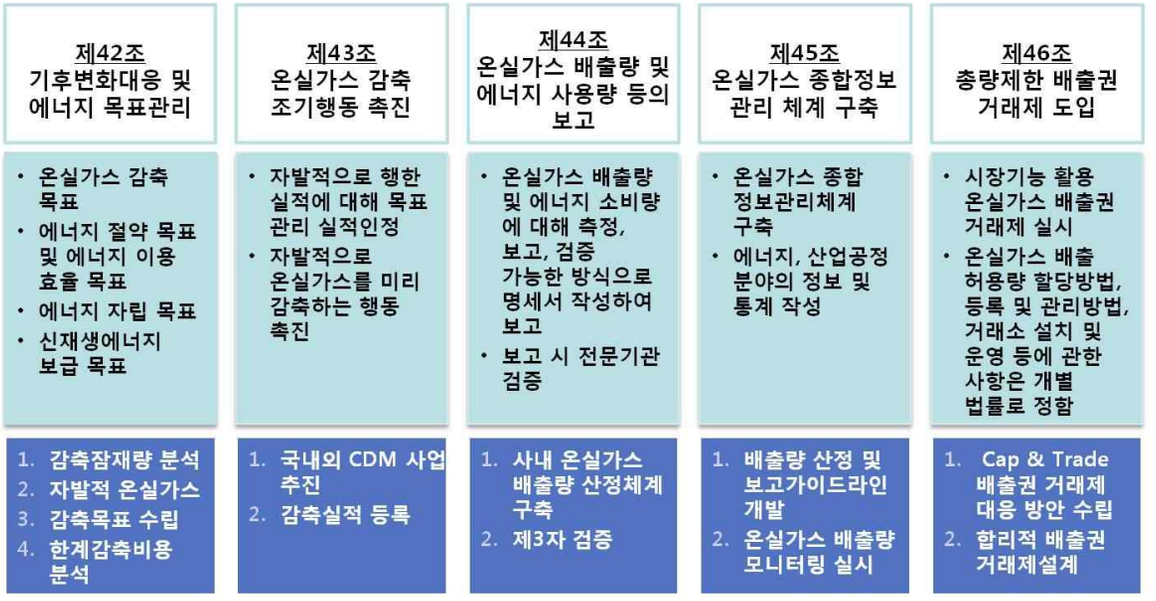
자료 : 국토해양미래기술위원회(2011), 「2011년 국토해양기술 연구개발사업 시행계획(안)」

(3) 경제적 측면

(가) 에너지 목표관리제 등 정부환경시책 추진으로 인한 물류기업의 부담증가

○ 「저탄소 녹색성장 기본법」 제42조, 제43조, 제44조, 제45조, 제46조에서는 에너지 목표관리제에 대한 내용을 언급하고 있음

- 기후변화대응 및 에너지 목표관리, 온실가스 감축 조기행동 촉진, 온실가스 배출량 및 에너지 사용량 등의 보고, 온실가스 종합정보관리 체계 구축, 총량제한 배출권 거래제 도입 등

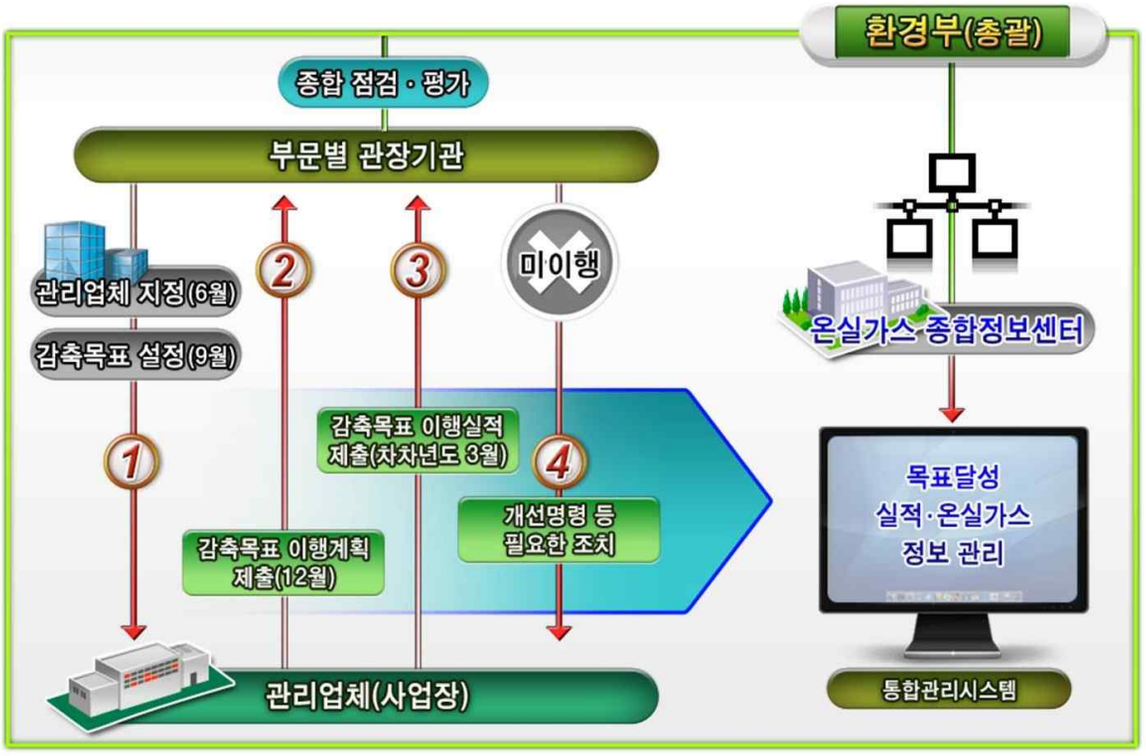


자료 : 한국교통연구원(2011), 『제1회 녹색교통 정책포럼 발표자료』

[그림 4-81] 「저탄소 녹색성장 기본법」 상의 목표관리제

○ 국가 온실가스 배출량의 약 70%를 산업부문, 건물/교통, 폐기물 등에서 온실가스 및 에너지를 관리해야 하며, 교통부문에서는 운송업체 보유 이동 배출원(차량, 항공기, 선박 등)과 건물을 대상으로 하며, 이 중 온실가스 배출량 및 에너지 소비량이 기준 이상인 업체 또는 사업장은 관리업체로 지정되어 관리 받게 됨

- 관리업체로 지정이 되면 관리업체는 감축목표 이행계획을 수립하여 관장기관(교통부문은 국토해양부)에 제출해야 하며, 관리업체는 이행계획을 실천한 후 이행실적을 관장기관에 보고하여야 함
  - · 이행실적 보고 시 온실가스 및 에너지 소비량에 대한 명세서를 작성하여 검증결과를 첨부하여 관장기관에 제출하며, 이는 공개를 원칙으로 함
- 이행실적 미흡 시 개선명령을 받을 수 있으며 향후 이행계획 수립 시 반영해야 함



자료 : 한국교통연구원(2011), 『제1회 녹색교통 정책포럼 발표자료』

[그림 4-82] 목표관리 프로세스

(나) 국제적 유가 급등에 따른 운송부문의 비용부담 증가

○ 2000년대 초반 급등한 이후 꾸준히 증가하고 있는 국제 유가로 인하여 운송료 인상, 물류산업 채산성 저하 등의 문제가 발생하고 있음

- 2000년 91,470억 원이었던 영업용 도로화물수송비가 연평균 12.36% 증가하여 2008년에는 232,370억 원으로 크게 증가하였음([표 4-36] 참고)
- 물류산업에 있어서 부가가치를 증대시키지 않는 유류비 등의 증가로 인해 국가물류비가 증가하고 부가가치 비중이 하락하였음[51]

51) 한국교통연구원(2010), 『국가물류기본계획(2011~2020) 수립 연구』

[표 4-36] 영업용 도로화물수송비 추이

(단위 : 십억 원, %)

구분	일반화물	개별화물	용달화물	택배	늘찬배달업	파이프라인 운송업	소계
2000	6,475	1,311	1,293	-	-	67	9,147
2001	7,462	178	1,755	-	-	73	11,071
2002	9,693	189	1,848	-	-	76	13,438
2003	11,501	1,940	1,786	-	-	116	15,342
2004	12,072	2,181	2,022	1107	-	88	17,469
2005	13,389	2,327	2,284	1264	-	24	19,387
2006	13,635	2,493	2,471	1353	-	146	20,098
2007	14,071	2,814	2,495	1657	490	150	21,187
2008	16,095	2,810	2,315	1853	532.18	164	23,237
연평균 증감률	12.06 (8.93)	10.00 (6.93)	7.55 (4.55)	13.75 (11.54)	-	11.84 (8.72)	12.36 (9.23)
전년 대비 증감률	14.39 (3.06)	▽0.15 (▽10.04)	▽7.23 (▽16.41)	11.86 (0.78)	-	9.34 (▽1.49)	9.68 (▽1.18)

주 : 연평균 증감률과 전년 대비 증감률의 괄호 안 숫자는 2005년 기준 GDP 디플레이터와 환가지수를 이용하여 실질가치로 전환 후 증감률 산정(실질 증감률)

자료 : 한국교통연구원(2010), 『국가물류기본계획(2011~2020) 수립 연구』

(다) 지속적인 물동량 증가로 인한 지상분야의 SOC 투자요구의 증대

○ 전자상거래 시장의 빠른 성장은 개별소비자에 대한 배송수요를 창출하여 물류수요가 증가하고 통합물류서비스를 원하는 화주들이 증가하면서 물류시설에 대한 투자요구가 증대될 것으로 기대되며 정부는 이에 따라 추가적인 물류시설 신설을 계획하고 있음

- 도로화물 물동량은 2005년 14.5억 톤에서 2017년 18.8억 톤으로 증가(연평균 증가율 2.2%)할 것으로 전망되고 있음[52)]
- 국내 물류시설 면적은 2005년 307,096천㎡에서 2012년 345,391천 ㎡로 증가할 것으로 예측·계획되고 있음[53)]
  - 2012년 물류시설은 단위시설 316,161천 ㎡, 집적시설 29,230천 ㎡으로 증가하고 기능별로 환적기능 7,809천 ㎡, 보관 및 가공기능 330,637천 ㎡, 운송주선기능 1,196천 ㎡, 운송수단장치기능 5,749천 ㎡로 증가할 것으로 전망됨

52) 한국교통연구원(2007), 『2006 국가교통DB구축사업』
53) 국토해양부(2010), 「물류시설개발종합계획」

(라) 철도 등 기존 지상 대량수송수단의 장기 경쟁력 확보한계

○ 국토해양부에서는「지속가능 교통물류 발전법」제21조 및 「전환교통 협약에 관한 규정(국토해양부 고시 제2010-150호)」제17조에 따라 도로에서 철도·연안해운으로 전환하는 화물에 대해 화주·운송사업자와 협약을 체결하고, 실적에 따라 보조금을 지급하고 있음

- 보조금 지급을 위하여 사업자를 공모하고 협약기관(공사·조합)에서 심사 평가단의 심사를 거쳐 협약사업자를 선정함
  - 업무 위탁기관 : 철도공사, 해운조합
  - 협약사업자 공고 → 사업계획서 제출 → 사실확인 → 심사평가단 심사 → 협약사업자 결정
  - 컨테이너·철강·양회 등의 화물을 대상
  - 2010년 6월에 고시된 2010년도 전환교통 시범사업 보조금 단가 :
    철도 전환 40ft 컨테이너- 개당 36천 원~54천 원,
    연안해운 전환 40ft 컨테이너- 개당 18천 원~114천 원 등

○ 실질적으로 전환교통을 이끌어 낼 수 있는 물류주체를 협약에 참여를 유도하려는 목적으로 실시됨

- 대상노선 및 협약대상 등 전환교통 지원 규모 및 지원 대상을 지속적으로 확대를 추진
- 장기적으로 전환교통 활성화를 위한 시설투자 비용 지원 등 간접지원을 확대 노력
  - 컨테이너 2단 적재 열차 도입, 연안화물선 항만시설 사용료 감면 등

(마) 수송수단간 연계성·접근성 향상 및 인터모달리즘의 확대

○ 국가기간교통망 제2차 수정계획의 5대 전략 중 하나로 '교통연계성 강화를 위한 인터모달리즘 구현'이 선정되었고 이를 위해 교통수단간 연계환승체계 강화와 물류거점 연계 교통체계 구축이 주요 화두로 떠오름

- 미국 ISTEA(Intermodal Surface Transportation Efficiency Act), 독일 BVMP 등의 제도들이 도입되는 등 주요 선진국들에서 각 교통수단간 원활하고 효율적인 연계를 위한 종합교통체계 구축을 추진하고 있음



자료 : 국토해양부(2010), 「국가기간교통망계획 제2차 수정계획 2001~2020」

[그림 4-83] 국가기간교통망계획 제2차 수정계획의 목표 및 추진전략

(4) 환경적 측면

(가) 화물자동차가 유발하는 공기오염, 소음, 진동의 증대

○ '07년도 각 오염물질이 배출되는 배출원 중 도로이동오염원으로 인한 비중이 30.5%로 가장 높음

- 오염물질 배출량 중에서 가장 많은 부분을 차지했던 질소 산화물이 도로 이동 오염원으로 배출되는 비중도 높은 편임

[표 4-37] '07년 전국 오염배출요인별 대기오염물질 배출량

(단위 : 톤/년)

배출원 대분류	CO	NOx	SOx	TSP(PM10)	VOC	NH_3
합 계	808,862	1,187,923	402,525	144,510(98,143)	874,699	308,707
에너지산업 연소	40,360	156,304	94,317	4,651(2,951)	5,870	1,399
비산업 연소	80,155	82,396	64,083	2,583(2,208)	2,910	1,287
제조업 연소	15,424	155,053	102,172	90,659(53,144)	2,941	917
생산 공정	21,771	48,725	85,709	11,324(6,074)	140,357	30,403
에너지수송/저장	0	0	0	0	29,752	0
유기용제 사용	0	0	0	0	531,282	0
도로이동오염원	546,493	495,084	856	22,694(22,694)	95,404	10,348
비도로이동오염원	95,559	347,101	52,814	11,719(10,477)	25,206	522
폐기물처리	2,231	13,097	2,574	417(302)	40,379	28,711
농업	0	0	0	0	0	222,851
기타 면오염원	6,870	163	0	462(294)	597	12,270

자료 : 국립환경과학원(2009), 『2007 대기오염물질배출량 연보』

○ 도로이동오염원 중 화물차가 배출하는 대기오염물질은 36.4%로 가장 많은 비중을 차지함

- 전체 대기오염물질 배출량 중에서 화물차가 차지하는 비중은 11.1%임

[표 4-38] '07년 도로이동오염원 대기오염물질 배출량

(단위 : 톤/년)

배출원 중분류	CO	NOx	SOx	TSP(PM10)	VOC	NH_3
승용차	304,937	61,206	297	58(58)	43,356	10,132
택시	41,014	5,221	247	0	2,691	0
승합차	9,619	11,632	32	1,084(1,084)	1,685	14
버스	24,725	82,011	38	1,753(1,753)	12,502	20
화물차	89,906	298,909	186	14,650(14,650)	22,680	117
특수차	2,534	5,184	4	341(341)	888	3
RV	16,591	30,162	42	4,807(4,807)	2,365	46
이륜차	57,167	760	11	0	9,237	16
합계	546,493	495,084	856	22,694(22,694)	95,404	10,348

자료 : 국립환경과학원(2009), 『2007 대기오염물질배출량 연보』

(나) 화물자동차 배출 온실가스의 증대

○ '07년 교통부문의 온실가스 배출량은 국가 전체의 약 16%(에너지 부문 중 19%)를 차지함

[표 4-39] 2007년 부문별 온실가스 배출 현황

(단위 : 백만 CO_2톤, %)

구분	합계	에너지 소비부문						산업 공정	농업·축산	폐기물
		에너지 산업	제조업, 건설업	교통	광·농림, 어업, 가정·상업, 공공 기타	석탄 생산	석유, 천연가스			
배출량	620	190.6	159.9	100.8	67.5	0.8	5.9	60.9	18.4	15.3
비율	100	30.74	25.79	16.26	10.89	0.13	0.95	9.82	2.97	2.47

주 : 교통부문 배출량 국제 벙커링 포함, 총발열량 적용
자료 : 에너지경제연구원, 통계 DB http://keei.re.kr/

○ '08년 교통수단별 온실가스 배출량은 도로가 94.7%로 가장 높으며, 해운, 항공, 철도의 순임

- 화물기준으로 도로부문의 단위 수송당 온실가스 배출량은 해운부문의 약 3배, 철도부문의 약 20배임

[표 4-40] 교통수단별 온실가스 배출량 추이

(단위 : 백만 CO_2톤)

구 분	1990년	1995년	2000년	2007년	2008년	연평균 증가율		
						90-00	00-08	90-08
합 계	32.94	60.88	65.88	83.78	81.67	7.2%	2.7%	3.3%
도 로	28.95 (87.9%)	55.15 (90.6%)	60.96 (92.5%)	79.6 (95.0%)	77.31 (94.7%)	7.7%	3.0%	3.6%
철 도	0.78 (2.4%)	0.84 (1.4%)	0.87 (1.3%)	0.67 (0.8%)	0.66 (0.8%)	0.5%	0.3%	0.3%
항 공	0.83 (2.5%)	1.34 (2.2%)	1.43 (2.2%)	0.9 (1.1%)	1.05 (1.3%)	1.1%	-3.4%	-0.6%
해 운	2.37 (7.2%)	3.55 (5.8%)	2.64 (4.0%)	2.62 (3.1%)	2.65 (3.2%)	-5.9%	-5.9%	-3.8%

주 : 국제 벙커링 제외, 순발열량 적용
자료 : 교통안전공단(2010), 『2008년도 교통부문 온실가스 배출량』

○ '08년 항공을 제외한 도로, 철도, 해운부문의 온실가스 배출량의 여객과 화물이 차지하는 비율은 여객 64%, 화물 36% 정도임

- 2008년 비율을 적용하여 2020년 교통부문 온실가스 전망치인 100백만 톤을 수단별, 여객과 화물로 구분함

[표 4-41] 2008년, 2020년 교통부문 온실가스 배출량 현황 및 전망

(단위 : CO_2톤)

구분		도로	철도	해운	항공	합계
2008	합계	77,311,339	655,868	2,654,632	1,050,092	81,671,931
	여객	51,036,955	500,630	193,275	1,050,092	
	화물	26,274,384	155,238	2,461,357		
2020	합계	95,205,869	807,676	3,269,075	1,293,147	100,575,766
	여객	62,849,999	616,507	238,011	1,293,147	
	화물	32,355,869	191,169	3,031,064		

주 : 1) 2008년 여객/화물의 수단별 연료 소비 비율 및 배출량(순발열량 적용) 비율 적용
2) 국제벙커링 제외

자료 : 지식경제부(2009), 『2008년도 에너지총조사 보고서』
교통안전공단(2010), 『2008년도 교통부문 온실가스 배출량』
한국교통연구원(2010), 『2009년 국가 교통수요조사 및 DB구축사업 제11권, 제12권』

(다) 저탄소 교통수단(철도, 연안해운)으로의 운송수단 전환노력 증대

○ 국토해양부에서는 '09년 11월 녹색교통 추진전략을 발표하였으며, 저탄소 교통수단인 철도와 연안해운 활성화를 위해 '철도·연안해운 위주의 녹색물류체계 구축' 전략을 제시함

- 철도·해운 등 녹색물류 네트워크 구축과 경쟁력 강화를 통해 녹색교통의 수송 분담률 확대 성과목표를 세움
  - 철도 수송 분담률(%) : 8%('07) → 15%('13) → 20%('20)
  - 연안해운 수송 분담률(%) : 19%('07) → 22%('13) → 25%('20)
- 철도·연안해운 위주의 녹색물류체계 구축을 위한 정책으로는 '컨테이너 2단적재 열차(DST) 운행 추진', '철도 복합일관수송 확대', '녹색교통수단으로 전환 촉진(Modal Shift)', '연안해운 활성화 지원', '경인 아라뱃길 수운 활성화', '탄소배출 저감형 물류체계 구축' 등이 제시됨

(5) 정치적 측면

(가) 기술 국산화 및 국가 성장동력 발굴에 대한 국가적 기대 향상

○ 현 정부 출범 이후 100대 국정과제 중 하나로 활기찬 시장경제를 위한 신성장동력 양성을 선정하고 미래 한국을 이끌 17개 신성장동력을 선정하여 발표한 바 있음

- 17개 신성장동력에는 6개 녹색기술산업과 6개 첨단융합기술, 5개 고부가가치 서비스 산업이 포함되어 있음

[표 4-42] 17개 신성장동력

3대 분야	17개 신성장 동력
녹색기술산업(6)	신재상에너지, 탄소저감 에너지, 고도 물처리, LED 응용, 그린수송시스템, 첨단 그린도시 첨단융합산업
첨단융합기술(6)	방송통신융합산업, IT융합시스템, 로봇 응용, 신소재-나노 융합, 바이오제약(자원)-의료기기, 고부가 식품산업 고부가 가치 서비스 산업
고부가 가치 서비스 산업(5)	글로벌 헬스케어, 글로벌교육서비스, 녹색금융, 콘텐츠·소프트웨어, MICE*·관광

주 : * MICE - Meeting(회의), Incentive(포상관광), Convention(컨벤션), Exhibition(전시회)
자료 : 청와대 보도자료(2009), 『미래 한국을 이끌 신성장동력 선정』

○ 국토해양부는 정부의 지속적인 R&D 투자와 예산 증가(6%)를 감안하여 효율적인 국토해양 R&D 투자를 위해 『국토해양 R&D 발전전략』을 수립하여 국토해양 기술발전을 이끌 30대 미래핵심기술 'Green-up 30'를 선정한 바 있음

[표 4-43] 30대 미래핵심기술(Green-up 30)

분야	건설(12)	교통(9)	해양(9)
30개 미래 핵심 기술	- 첨단 무탄소도시(Smart Green City) 조성기술 - 순환형 도시자원 복합 플랜트 - 차세대 국토해양 공간정보 기술 - 능동형 녹색빌딩(Active Green Building) 기술 - 탄소저감형 건설재료 - 해저터널 기술 - 지능형 친환경 교량(Intelligent Green Bridge) - 네트워크 기반 SOC시설물 관리기술 - 첨단 수자원 관리 기술 - 하천관리 선진화 기술 - 하이브리드 담수화플랜트 기술 - 해상부유식 LNG(LNG-FPSO) 기술	- 차세대 녹색도로교통운영기술 - 그린카(Green Car) 인프라 - 탄소중립형도로(Carbon Neutral Road) - 친환경 화물운송수단 - 에너지 절감형 물류시설/정비 및 운영기술 - 대심도 교통·물류 네트워크 구축기술 - 차세대 항공시스템 친환경 선도기술 - 미래형 개인용항공기(PAV) 종합운영체계 기술 - 철도운영 효율화를 위한 차량개발 및 친환경 인프라구축 기술	- 그립 쉽(Green Ship) 기술 - 자원순환형 항만 기술 - 항만물류 시설/장비 고도화 - 친환경 해양장비 및 기반기술 - 해양재난재해 대응기술 - 해양생물계 기능 활용(Ocean Bio) 기술 - 해양 녹색 금속자원(Ocean Green Metal) 추출 기술 - 극한지 탐사 및 장비기술 - 해상에너지 복합단지(Ocean Energy Farm) 조성 기술

자료 : 국토해양부(2010), 『국토해양 R&D발전전략』

(나) 지역 균형발전을 위한 지역 내 사회간접시설 투자요구의 증대

○ 정부는 100대 국정과제 중 하나로 섬기는 정부를 위한 지방분권 확대 등을 선정하고 2003년 지역발전위원회를 설치하는 등 끊임없이 국가 균형발전을 위한 정책을 수립해 오고 있지만 상대적으로 낙후된 지역들의 지속적인 SOC(사회간접시설) 투자 요구가 지속적으로 이루어지고 있음

- 동남권 신공항 후보지를 두고 지역주민의 요구에 부응하기 위한 부산시와 밀양시(경남지역)의 치열한 경쟁으로 관심이 집중된 바 있음
- 강원도는 KTX가 수도권과 충청권, 영·호남권에만 개통되도록 계획된 제2차 국가철도망구축계획과 수십 년간 강원권 철도망 투자가 중단된 상태에 이의를 제기하여 SOC 확충을 요구하고 있음

(다) 어메니티가 낮은 활동의 지역 내 유치를 기피하는 경향의 증가

○ 쓰레기 매립장, 소각장, 유류저장과 같은 혐오시설과 소음, 공해 등을 유발시키는 화물운송시설과 같이 어메니티(amenity)가 낮은 시설들은 지역 주민들의 반발로 인해 신규 건설 등에 어려움을 겪거나 건설 후에도 분쟁이 발생하는 사례가 다수 발생하고 있음

- 고속도로 건설공사는 고속도로 인근 축사의 젖소가 고속도로의 소음·진동으로 인해 폐사/도태, 유/사산, 산유량 감소 등의 피해에 대해 총 2억 8천만 원의 배상을 요구받았으며 중앙환경분쟁조정위원회로부터 3천 5백여만 원의 배상 판정을 받은 바 있음(2010.10)
- 서울시는 서울시 소유의 화장장, 납골당, 쓰레기·분뇨·하수처리장 등 기피시설 46개가 설치되어 있는 고양시와 주민 갈등 해소와 비용부담 등의 문제를 두고 2009년부터 3년간 마찰을 빚고 있음
- 춘천시의 경우 2011년 현재 적법요건을 갖추면 주민동의 없이 신설이 가능한 폐기물, 가축분뇨, 음식물 처리시설이 민간자본으로 건립 중이지만 주민의 반발로 인해 사업체와 주민간 분쟁이 2~3년간 발생하고 있음

○ 님비(nimby)현상으로 인해 지자체들은 어메니티가 낮은 시설 도입 시 건설비용 이외에 막대한 추가비용을 투입하고 있는 실정임

- 화성시의 경우 쓰레기 처리장 건설에 추가비용을 투입하여 친환경 방식(열분해 가스화 용융방식)을 도입하고 외관을 아름답게 꾸미고 수영장, 헬스장, 요가, 에어로빅 등 생활체육시설을 함께 운영하는 등의 방법을 사용함

(라) FTA 등 국가간, 지역간 교역활성화에 따른 물동량의 증가

○ 우리나라의 FTA 추진현황을 살펴보면 발효 5건(16개국), 체결 3건(29개국), 협상진행 7건(12개국), 협상준비 또는 공동연구 8건(15개국)으로 1999년 칠레와의 첫 FTA 협상시작 이후 꾸준히 FTA 체결을 논의·추가하고 있음

[표 4-44] 우리나라 FTA 추진현황

진행단계	상대국
발효 (5건, 16개국)	칠레, 싱가포르, EFTA(4개국), ASEAN(10개국), 인도
체결 (3건, 29개국)	미국, EU, 페루
협상진행 (7건, 12개국)	캐나다, GCC(6개국), 멕시코, 호주, 뉴질랜드, 콜롬비아, 터키
협상준비 또는 공동연구 (8건, 15개국)	일본, 중국, 한·중·일, MERCOSUR(4개국), 이스라엘, 베트남, 몽골, 중미(6개국)

자료 : 외교통상부 자유무역협정 홈페이지(http://www.fta.go.kr/), 검색일 : 2011. 3

○ 수출입 관문인 항만과 공항을 통해 처리된 우리나라 물동량은 최근 국제경기의 불황으로 인하여 감소하였지만 '01년 이후 꾸준히 성장해 오고 있음

[표 4-45] 국내 항만과 공항의 화물 처리실적

(단위 : 십만 톤(R/T), 천 톤, %)

구분	항만		항공	
	물동량(십만 톤(R/T))	증감률(%)	물동량(천 톤)	증감률(%)
2001	8,863	-	1,838	-
2002	9,108	2.69	2,047	10.21
2003	9,511	4.24	2,181	6.14
2004	9,561	0.52	2,539	14.10
2005	9,845	2.88	2,587	1.86
2006	10,368	5.04	2,819	8.23
2007	10,934	5.18	3,100	9.06
2008	11,390	4.00	2,953	-4.98
2009	10,765	-5.81	2,818	-4.79
2010	12,040	10.59	-	-

자료 : 해운항만물류정보시스템(http://www.spidc.go.kr/), 국토해양통계누리(http://stat.mltm.go.kr/) 자료 재정리

(마) 기후변화협약 의무준수를 위한 전 세계적인 동조 움직임

○ '92년 리우 유엔환경개발회의에서 기후변화에 관한 국제연합 기본협약(UNFCCC, United Nations Framework Convention on Climate Change)이 채택되었음

- 이는 기후변화에 관한 정부간 패널(IPCC, Intergovernmental Panel on Climate Change)의 권고에 따라 지구 온난화의 주요 원인을 이산화탄소 등 온실가스 배출에 두고 이를 줄이기 위한 범지구적 차원의 공동 대응방안을 마련하기 위해 만듦

○ 이후 UNFCCC는 '94년 3월 '기후변화의 예방적 조치, 국가의 지속가능한 성장 보장, 공동의 차별화된 책임과 능력에 입각한 의무 부담'의 원칙을 채택

  · UNFCCC는 현재 192개국이 가입되었으며 한국은 '93년 12월에 가입하였으며 부속서 II 국가에 포함

  · 지금까지 기후변화협약 당사국 총회(COP)는 '10년까지 16차례 개최되었으며, 그 중 의미 있는 합의가 교토프로토콜, 발리로드맵 등에서 이루어 짐

- 시장원리에 입각한 새로운 온실가스 감축수단은 공동이행제도(JI, Joint Implementation), 청정개발체제(CDM, Clean Development Mechanism), 배출권 거래제(ET, Emission Trading)로 분류되며 이들을 통틀어 교토 메커니즘(Kyoto Mechanism)으로 부르고 있음

○ 발리로드맵은 '07년 제13차 당사국 총회에서 제1차 감축기간('08-'12) 이후의 범지구적 차원의 온실가스 감축방안을 제시하는 차원에서 제시됨

- 발리로드맵은 포스트교토체제(교토 프로토콜 이후)에 대한 기후변화 협상 프로세스를 부속서 I 국가만의 의무부담방안과 선진국과 개발도상국이 모두 포함하는 감축행동으로 나눈 Two Track Approach로 '09년까지 협상한다는 협의를 이끌어 냄

○ 기후변화대응 관련 교통부문 국제회의는 교통분야 지구환경·에너지 장관회의(MEET)와 ITF(International Transport Forum) 및 SLowCaT(Sustainable Low Carbon Transport)가 있음

- '교통분야 지구환경·에너지 장관회의(MEET, Ministerial Conference on Global Environment and Energy in Transport)'는 미국, 영국, 호주, 한국 등 21개국 교통장관 및 9개 주요 국제기구(국제민간항공기구(ICAO), 국제에너지기구(IEA), 국제

해사기구(IMO) 등) 사무총장이 참석하여 탄소배출 저감 교통체계 구현을 위한 국제교류·협력을 위해 국제기구 및 각 국 대표들은 교통분야의 경제적·사회적 중요성과 기후변화에 미치는 중대한 영향력을 감안할 때, 각국의 개별적 노력과 더불어 국제적 협력의 강화가 절실함을 강조함

○ 독일 Leipzig에서 국제 교통 포럼(ITF)을 개최하였으며, 이 포럼은 매회 한 주제를 가지고 논의를 하며, '08년의 주요 논의 사항은 다음과 같음

- 화물교통에 대한 통행료 부가를 확대
- 차량의 무게에 따라 요금을 징수할 수 있음
- 바이오 연료에 대한 정치적, 경제적 위험 요소를 인지
- ETS에 항공, 국제 해운 부문을 포함
- 교통량을 줄일 수 있는 도시개발과 토지이용, 환경 친화적인 교통시스템으로의 전환을 추진

나. Keyword 도출

○ 국내외 기술동향과 환경 분석을 통해 도출된 Keyword는 아래 [표 4-46]과 같음

[표 4-46] 지하 화물운송 기술관련 Keyword

구분	Keyword
공간	지하(Underground, Ondergrondse), 관로/튜브(Tube),
분야	물류(Logistic(s)/Logistieke), 운송/수송(Transport/Transportation), 이송/반송(Transit), 보관(Storage/Warehousing), 하역(Handling)
대상	화물(Goods/Freight/Cargo), 컨테이너(Container), 파렛트(Pallet), 벌크화물(Bulk Cargo)
운송방식	컨베이어(Conveyor), 선형모터(Linear Inverter Motor(LIM)), 파이프라인(Pipeline), 철도(Rail), 자기부상식(Maglev), Auto Guided Vehicle(AGV),
보관/하역작업	피킹(Picking), 분류(Sorting), 분배(Assorting)
기타	도심(Urban), 도시(City), 항만(Port), 배후지(Hinterland), 물류센터(Logistics Center/Complex), 자동화(Automated), 혁신(Innovative), 첨단(Advanced), 친환경(Green/Sustainable/Eco, Environmental-Friendly), 온실가스(Green House Gas(GHG)), 정체(Congestion), 캡슐(Capsule), 창고(Warehouse)

다. Issue Tree 및 중점목표 도출

○ 관련 기술동향과 환경분석을 통해 4개(국토공간의 효율적 활용, 기후변화대응, 물류서비스 경쟁력 제고, 국가기술혁신)의 이슈를 도출하였음

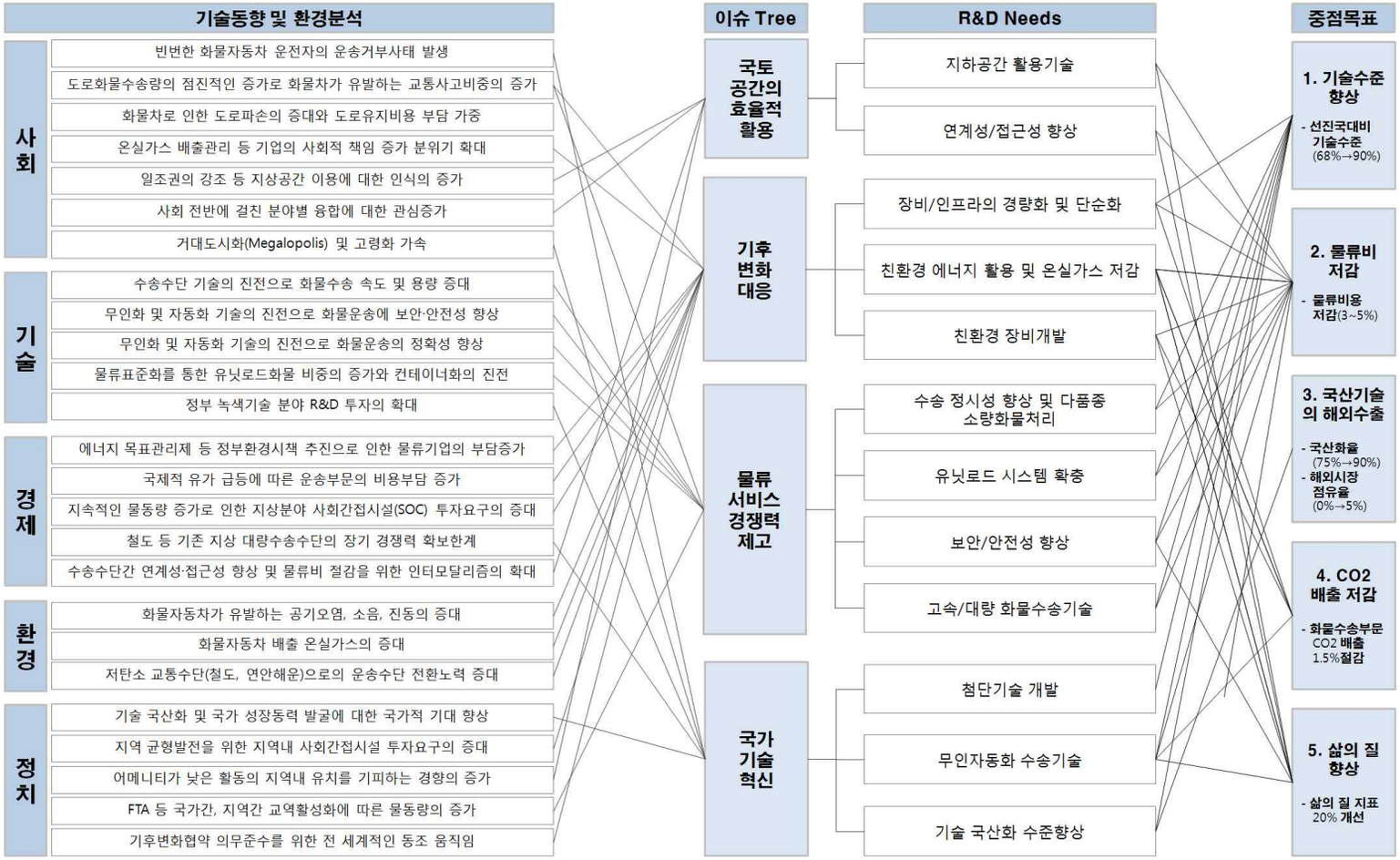
- 일조권, 조망권과 같이 지상공간에 대한 인식이 증가하고 교통물류분야에 있어서 연계성과 접근성 향상에 대한 관심은 궁극적으로 국토공간 활용의 효율성 증대를 야기시키고 있음
- 전 세계적인 기후변화에 대한 관심증가와 함께 우리나라에서도 온실가스 배출관리, 저탄소 운송수단인 모달쉬프트 등의 움직임 활발히 진행되고 있음
- 글로벌화와 고객 needs의 다양화 같은 외부환경으로 인해 물류의 속도와 정확성, 안전성 등이 중요해지고 있으며 이들은 곧 물류서비스 경쟁력을 결정하는 요인으로 작용하고 있음
- 우리나라가 앉고 있는 거대도시화와 고령화 진전 등을 해결할 수 있는 방안으로 미래 환경에 대응할 수 있는 국가기술 혁신 및 투자에 정부차원의 관심이 집중되고 있음

○ 또한 각 이슈에 대응할 수 있는 12개의 R&D 니즈를 도출하였음

- 국토공간의 효율적 활용을 위한 지하공간 활용기술과 연계성/접근성 향상기술이 요구됨
- 기후변화에 대응하기 위해 에너지 소비를 줄일 수 있도록 장비/인프라의 경량화 및 단순화가 요구되고 친환경 에너지 활용 및 온실가스 저감, 친환경 장비 개발 등이 필요함
- 물류서비스 경쟁력을 제고시키기 위해서 수송의 정시성 향상과 다품종 소량화물처리기술, 유닛로드 시스템 확충, 보안/안전성 향상 기술, 고속/대량 화물수송기술 등에 관심을 쏟을 필요가 있음
- 국가기술혁신을 위해서는 첨단기술의 개발과 무인자동화 수송기술, 국산화 기술의 수준을 향상시킬 필요가 있음

○ 기술동향과 환경, 관련 이슈, 이에 따른 R&D Needs를 감안하여 5개의 기술개발 중점목표를 도출하였음

- 지하화물운송기술에 대한 전문가 조사결과 68%로 조사된 선진국 대비 기술수준을 90%까지 끌어올리는 것을 목표로 함
- 개발된 기술을 통해 GDP 대비 12.5%를 차지하는 국가물류비를 연간 3~5% 절감하는 것을 목표로 함
- 약 75% 수준인 것으로 알려진 물류기술 국산화율을 90%까지 확대시키고 관련 기술 수출을 통해 해외시장 점유율을 5%수준으로 높이는 것을 목표로 함
- 국가차원에서 노력되고 있는 친환경 녹색성장에 기여하며 2008년 기준 81억 CO_2톤을 배출한 운송부분 CO_2 발생을 1.5% 저감시키는 것을 목표로 함
- 지하공간 활용, 친환경 에너지 활용 및 온실가스 저감을 통해 삶의 질 지표를 현재 수준에서 20% 향상시키는 것을 목표로 함



[그림 4-84] 지하 화물운송 시스템의 Issue Tree 및 중점목표

5 장. 지하 화물운송 시스템 기술개발 전략수립

1절. 비전 및 기술발전 시나리오

2절. 우리 실정에 맞는 지하 화물운송방식의 선정

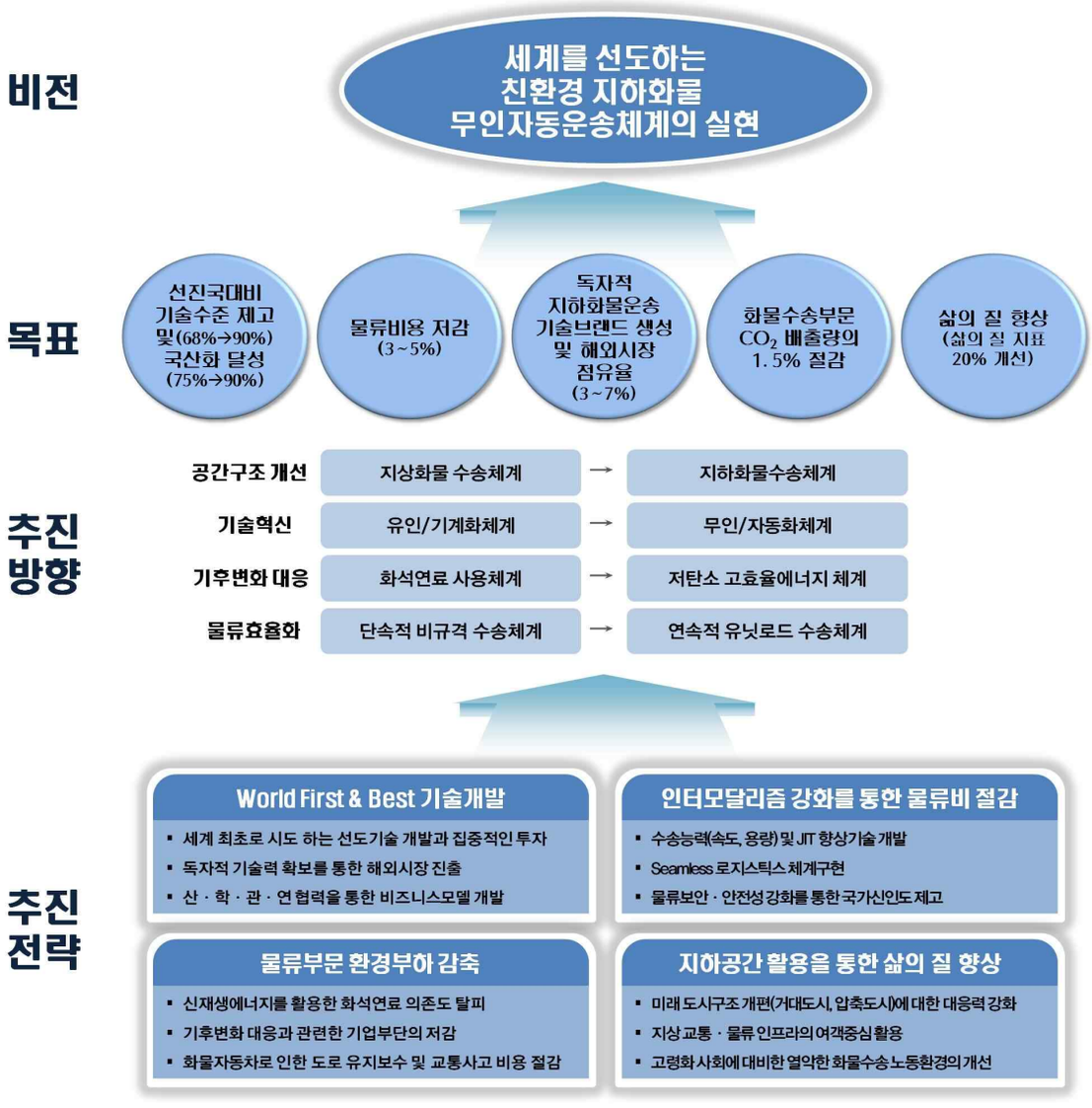
3절. 지하 화물운송방식 우선순위 선정

4절. 연구수행체계 및 지하 화물운송방식 과제 카드

5장. 지하 화물운송 시스템 기술개발 전략수립

1절. 비전 및 기술발전 시나리오

1. 비전 및 목표 설정



[그림 5-1] 지하 화물운송 시스템 기술개발의 비전 및 목표

○ 지하 화물운송 시스템 기술개발 과제는 '세계를 선도하는 친환경 지하화물 무인자동운송체계의 실현'을 비전으로 함

- 선진국대비 기술수준 제고 및 국산기술 개발을 통한 해외시장 진출, 물류비용저감, 화물수송부문 이산화탄소 저감, 국토공간활용의 극대화 및 사회 환경부하 저감을 통한 삶의 질 향상을 목표로 하여 '세계를 선도하는 친환경 지하화물 무인자동 운송체계의 실현'을 이루어 냄

○ 기술개발 추진방향은 크게 공간구조개선, 기술혁신, 기후변화 대응, 물류효율화 측면에서 현재(As-Is)와 미래(To-Be)의 모습을 보여줌

- 지하화물운송 시스템은 국토의 공간적 한계, 지상 화물수송 체계에서 발생하는 교통사고, 도로유지보수비 증대 등의 문제점을 극복하고 인간중심의 지상활동을 위한 지하 화물운송 시스템을 개발함
- 고령화, 화물노조 파업 등으로 발생하는 사회적 문제를 해결하기 위한 현존 유인/기계화 체계에서 최첨단 무인자동 운송체계로 개발함
- 고유가, 기후변화 협약 등의 급증하는 환경문제에 대응하기 위한 저탄소 고효율 에너지를 이용하는 지하화물운송 시스템 구축을 목표로 개발함
- 기존의 단속적이고 비규격화된 수송체계를 개선하여 막힘없는 표준화된 수송체계에 적합한 지하 화물운송 시스템 기술을 개발함

○ 지하 화물운송 시스템 기술의 실용화와 상용화를 위하여 기술혁신, 물류비절감, 환경부하 감축, 삶의 질향상을 위한 세부 추진전략을 수립함

- 세계 최초로 시도하는 선도기술 개발과 집중적인 투자를 유도하고 독자적 기술력 확보를 통한 해외시장 진출, 산·학·관·연 협력을 통한 비즈니스모델 개발을 통한 World First & Best 기술개발을 추진함
- 수송능력(속도, 용량) 향상, JIT, Seamless 로지스틱스 체계 구현, 물류보안·안전성 강화를 통한 국가신인도 제고 등 인터모달리즘 강화를 통한 물류비 절감을 추진함
- 신재생에너지를 활용한 화석연료 의존도 탈피, 기후변화 대응과 관련한 기업부담의 저감, 화물자동차로 인한 도로 유지보수 및 교통사고 비용 절감을 통한 물류부문 환경부하 감축할 수 있는 지하화물운송시스템을 구축함
- 미래 도시구조 개편(거대도시, 압축도시)에 대한 대응력 강화, 지상 교통·물류 인프라의 여객중심 활용, 고령화 사회에 대비한 열악한 화물수송 노동환경의 개선 등 지하공간 활용을 통한 삶의 질을 향상시킴

2. 기술발전 시나리오 설정

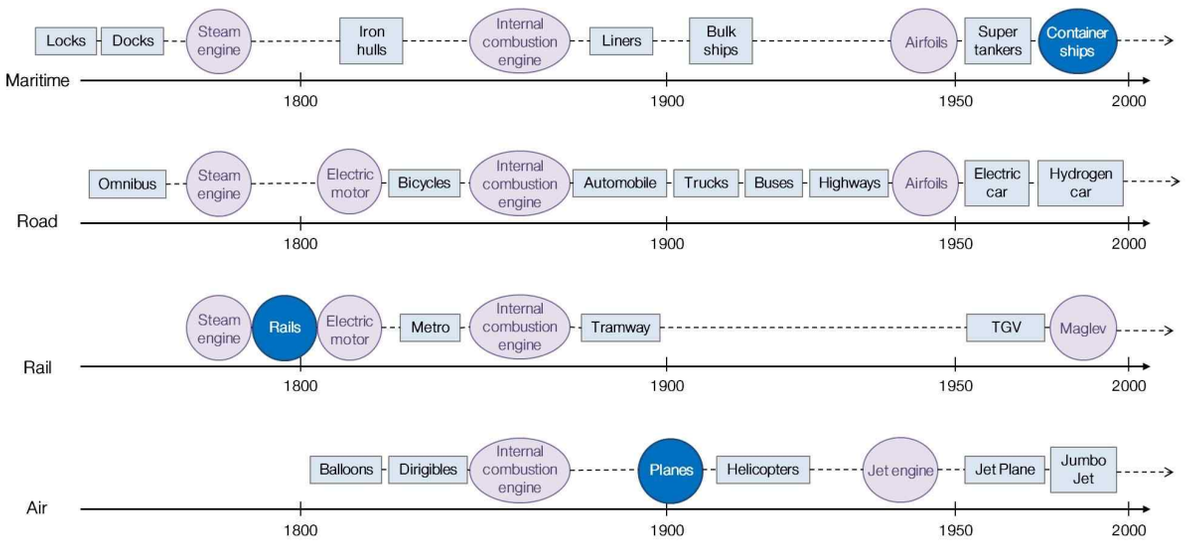
가. 운송기술

○ 도로 운송기술은 1800년대 이전에 증기기관(1769년 자체 추진 차량 발명)을 시작으로 1800년대에는 전동기와 현재 사용되고 있는 내연기관 차량(1885년 가솔린 자동차, 1893년 디젤 자동차)이 개발되었으며, 1900년대 전후반으로 자동차와 트럭, 버스 등이 등장하면서 고속도로가 건설되었고, 1950년에서 2000년대 현재까지 전기차와 하이브리드 차량이 개발되고 있음

○ 철도 운송기술의 경우 1800년대 이전 증기기관이 개발되면서 1804년 증기 기관차가 개발되고, 1800년대 전동기와 내연기관의 개발로 전철과 선로전차(tramway)가 생겨났으며, 1950년대 이후 고속철도가 TGV를 시작으로 우리나라에서는 KTX와 최근에는 좀 더 고속화된 KTX2가 운영 중이고, 2000년대 들어서는 자기부상 열차가 개발되고 있음

○ 증기를 동력으로 이용한 최초 여객용, 화물용 철도는 1830년 영국에서 시작됨

○ 도로와 철도의 운송은 점차 속도의 향상과 대량 수송이 가능한 기술로 발전되는 양상으로 최근에는 기후변화에 대한 국제적 관심을 반영하듯 친환경적인 기술이 개발되고 있으며, 향후 고속 대량 수송, 환경친화적인 운송기술과 더불어 무인화·자동화를 위한 기술개발이 요구되고 있는 실정임



[그림 5-2] 수단별 운송기술의 발전단계

나. 무인자동운송 기술

○ 무인자동운송 기술은 전용 파이프라인, 전용궤도 등을 이용한 고정경로 운행형과 고정경로와 자유경로를 모두 이용할 수 있는 고정/자유경로 운행형, 경로에 구애받지 않는 자유경로 운행형 등이 있으며 대부분 무인자동제어가 가능하도록 설계되었고 상황에 따라 유인제어도 가능하도록 한 기술도 있음

○ 앞서 4장에서 검토된 무인자동운송기술은 총 15개로 PCP, UTubeXpress, 일본 DMT, OLS-ASH, Combi Road, CargoRail Tram, ECCO, Bi-modal Tram, CargoCap, SkyTech, UCM, SAFE Freight shuttle, Auto-Con, ATS가 있음

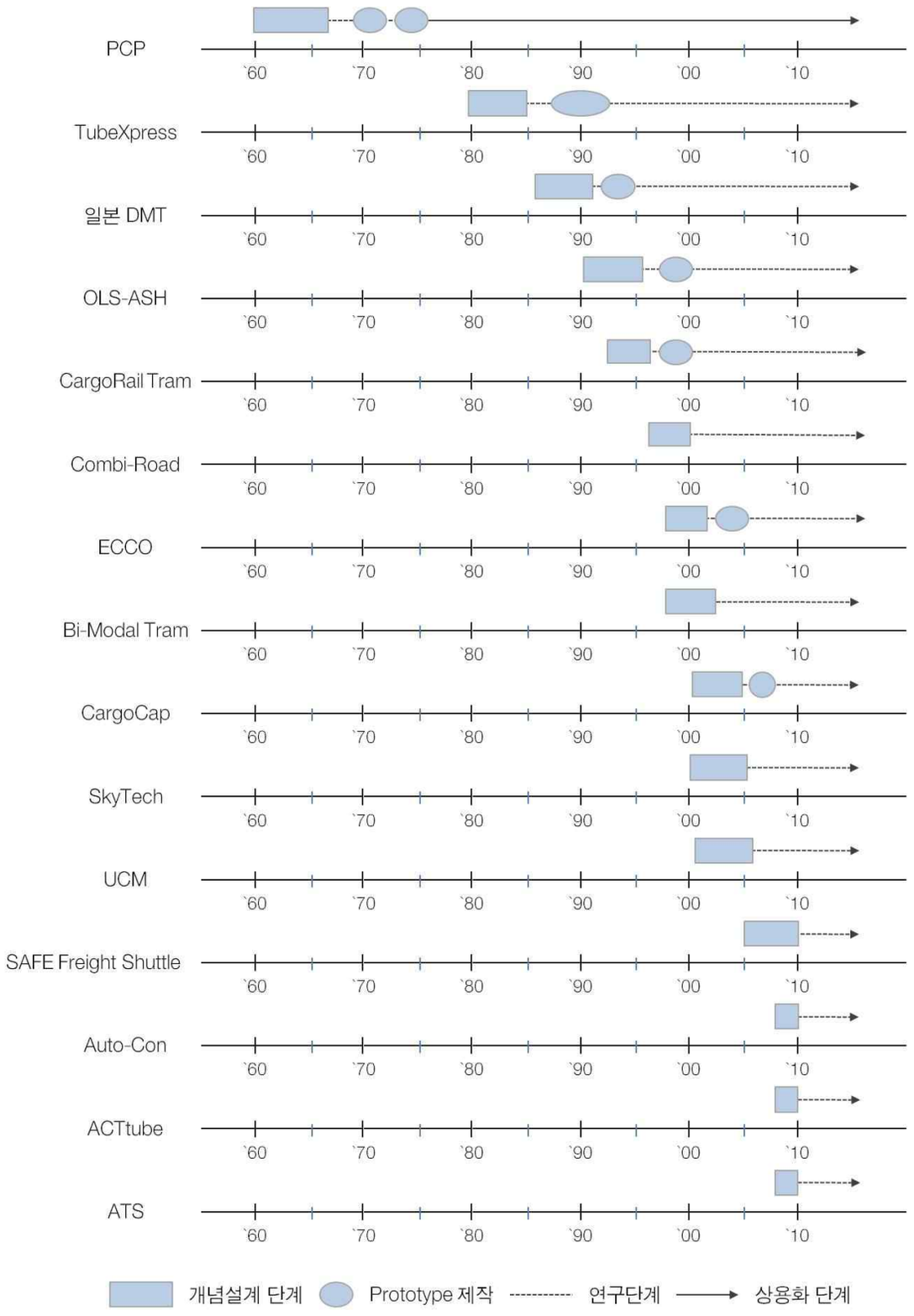
- '60년대에 연구되기 시작한 공기압을 이용하여 소형캡슐 형태로 파이프라인을 이용하여 화물을 운송한 기술(PCP)은 '71년 조지아, '73년 휴스턴 등에서 prototype이 제작된 기록이 있으며 이후 상용화되어 현재는 병원 내 의약품 운반, 쓰레기 관로처리시스템 등의 형태로 발전되었음
- '70년대 후반부터 연구가 시작된 TubeXpress는 선형모터 이용한 화물운송방식으로 일반도로에서는 유인으로, 전용도로에서는 무인자동방식으로 운행할 수 있으며 '80년대 중반 개념설계가 완료되어 '80년대 후반에 prototype이 제작되었으며 현재 꾸준히 연구가 진행 중임
- 일본은 '90년대 초반에 이미 신개념 화물운송방식으로 DMT에 대한 개념설계를 완

료하였고 '90년 중반에 전기차를 활용한 도쿄와 고베 구간운행 실험을 완료하였으나 이후 꾸준한 연구진행에도 불구하고 아직 상용화 단계에는 이르지 못한 것으로 보임

  · 일본의 DMT는 전기화물차 형태로서 일반도로에서는 유인으로 운행하고 전용도로에서는 무인으로 자동 운행할 수 있음

- 네덜란드는 OLS Project를 통해 '90년대 초반부터 회전모터를 이용한 열차형 무인 자동 지하화물운송기술을 연구하였으며 '90년대 후반 ASH 지역내 화훼단지를 대상으로 protopype을 개발하였음
- 네덜란드에서 개발된 Combi-Road는 일반도로에서는 유인으로 운행하고 전용도로에서는 무인자동으로 운행할 수 있는 기술로서 '98년 네덜란드 로테르담항과 배후 물류단지를 대상으로 prototype 시험이 완료된 것으로 보고되고 있음
- 미국 Megarail社가 '97년 설립된 이후 본격 추진되고 있는 CargoRail Tram은 자유경로로 무인자동 운행할 수 있는 기술로서 2000년대 초반에 개념설계를 완료하였으나 아직 prototype 단계까지는 진행되지 못하고 있음
- 고정경로를 따라 무인자동으로 운행하는 ECCO는 '04년 미국 샌디에고에 400ft길이의 전용선로를 구축하고 prototype 실험을 완료하였으며 이후 사업화를 추진 중에 있음
- 한국철도기술연구원이 개발한 Bi-Modal Tram은 일반도로에서는 유인으로 운행하고 전용궤도에서는 무인으로 자동운행하는 운송기술로서 '03년부터 국가R&D 사업으로 연구가 시작되었으며 '09년 7월 경남 밀양을 대상으로 prototype 실험을 완료하였음
- 독일의 인구/공장 밀집지역의 교통 부담을 줄이기 위해 연구된 CargoCap은 고정경로를 따라 무인으로 자동운행되는 시스템으로 2000년대 초반 개념설계를 끝내고 2006년에 prototype을 제작하여 상용화를 위한 연구를 지속하고 있는 것으로 조사되었음
- 미국 Skytech Transportation社가 '04년 설립된 이후 본격 추진되고 있는 Skytech Transportation 연구는 2000년대 중반 개념설계 완료 후 현재는 prototype 시험을 준비하고 있으나 예산지원 부족과 적정 후보지의 부재로 진척사항이 미미한 것으로 조사되었음

- 벨기에 앤트워프항을 대상으로 연구된 UCM은 2000년대 중반 개념설계를 완료한 것으로 조사되었으나 아직 prototype은 개발되지 않았음
- TTI에서 개발하고 있는 SAFE Freight Shuttle은 고정경로를 따라 무인으로 자동 운행하는 운송기술로서 '06년 연구에 착수하여 현재는 개념설계를 완료한 단계임
- Auto-Con은 한국교통연구원이 세계 최초로 개발한 선형모터를 이용한 무정차 루프형태의 컨테이너 운송기술로서 2010년 개념설계를 완료하고 지하화를 위한 기술적 검토 등 연구를 지속하고 있음
- 한국철도기술연구원과 포항산업과학연구원이 공동 개발한 ACTTube 기술은 2010년 개념설계가 완료되었음
- '09년 저탄소 친환경 운송수단 개발을 목적으로 국가R&D사업으로 시작된 ATS는 고정경로와 자유경로를 모두 이용할 수 있도록 설계된 자동운송기술로서 '10년 개념설계를 완료하였음

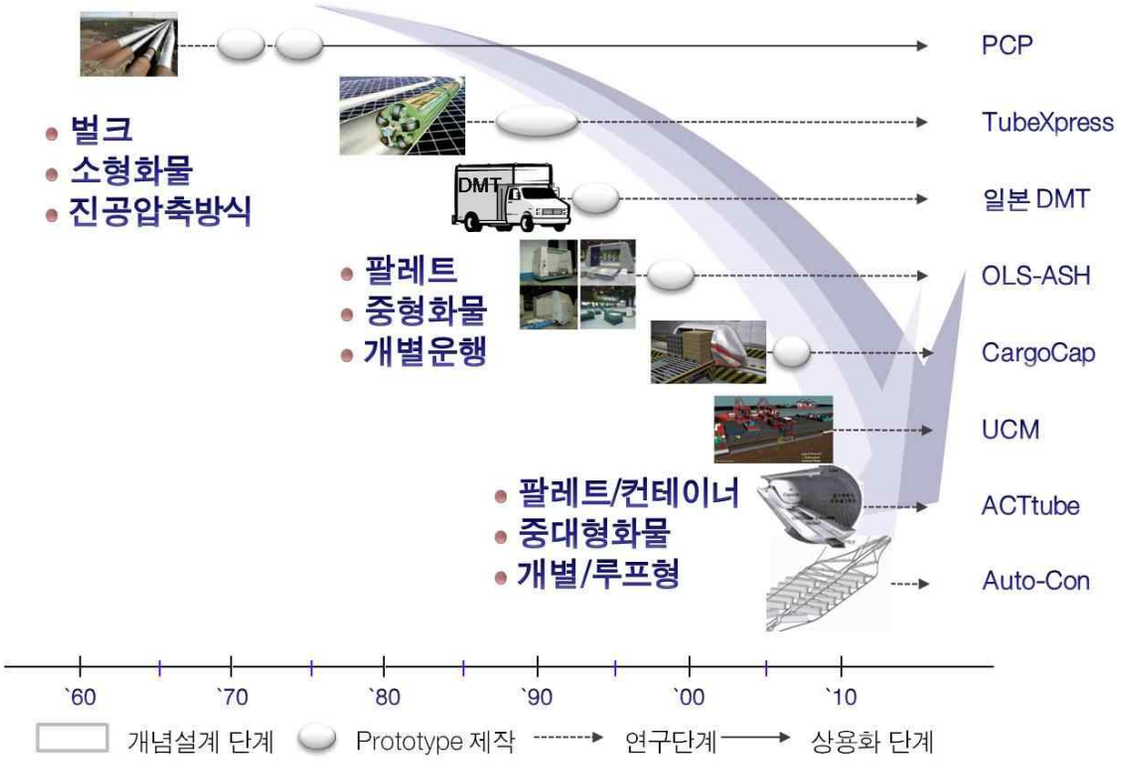


[그림 5-3] 무인자동운송 기술의 발전단계

다. 지하 화물운송기술

○ 지하 화물운송방식 기술은 '60년대 파이프라인을 통하여 공기압을 이용한 운송방식이 연구된 이후 '80년대에는 선형모터와 회전모터기술이 접목되는 등 다양한 방식으로 확대·발전되고 있음

○ 앞서 검토한 관련 기술 중 지하공간을 이용한 화물운송을 고려하여 개발된 기술은 총 8개로 PCP, TubeXpress, 일본 DMT, OLS-ASH, UCM, CargoCap, Auto-Con, Acttube가 있음



[그림 5-4] 지하화물운송방식 기술의 발전단계

2절. 우리 실정에 맞는 지하 화물운송방식의 선정

1. 지하 화물운송 시스템의 기술분류 체계

가. 운송시스템의 형태별 분류

○ 앞서 지하 화물운송 시스템의 개념정의에서도 살펴 본 바와 같이 지하 화물운송 시스템은 일단, 지하터널 네트워크(시설/인프라)와 이를 이용하여 화물을 이동시키는 운송수단(장비)으로 구분할 수 있음

- 대체로 액체산화물(liquid-bulk cargo)이나 가루형태의 고체산화물(dry-bulk cargo)의 경우는 별도 수송장비없이 진공압축을 통해 파이프라인으로 운송할 수 있음

○ 그러나 파이프라인을 제외한 대부분의 화물은 별도의 수송장비를 이용하여 운송하게 됨. 이때 수송장비는 일정거리를 이동하기 위해서는 각각의 지하공간을 연결하는 터널형태의 네트워크를 이용하기 마련임

나. 수송장비 시스템의 운행방식별 분류

○ 이러한 지하터널 네트워크를 이용하여 화물을 이동시키는 수송장비 시스템(driving system)은 또다시 수송수단이 특정주행로를 따라 운행하도록 설계된 궤도시스템(rail system)과 주행경로가 특정되어 있지 않은 무궤도시스템(un-railed system)으로 구분할 수 있음

- 주행경로가 특정되어 있지 않은 무궤도시스템의 경우에는 운행경로를 조정하기 위한 조향장치가 필요하며 특정주행로를 따라 운행하도록 설계된 궤도시스템의 경우에는 특별한 조향장치 없이 출발과 정지, 그리고 운행 중에는 속도만 조절하는 특성을 가지게 됨

다. 수송장비 시스템의 경로유형별 분류

○ 특정 경로를 따라 운행하는 궤도시스템은 다시금 운행개체의 집단화 정도에 따라 전체 운행개체가 모두 연결되어 있는 루프형(loop type)과 집단화된 운송개체가 한꺼번에 움직이는 열차형(train type), 궤도를 따라 움직이되 개별 운송개체는 각기 자율적

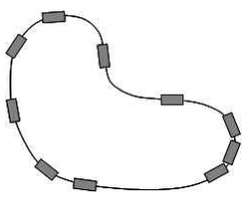
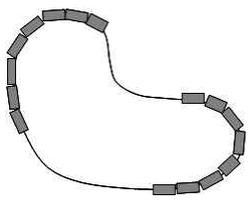
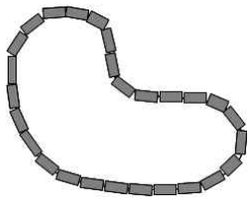
으로 움직이게 되는 개별운행형(individual type)으로 구분할 수 있음

○ 이 시점에 대량 규격화물의 효율적 수송을 위해서는 대량화물운송에 유리한 수송수단의 개발 원리에 대해서도 근본적으로 이해를 다시 해야 할 필요성이 있음

- 즉, 물동량이 연속흐름에 가까울 만큼 많다고 가정한다면 현행 철도와 같은 집합적 운행방식이 효율성이 높은 것은 당연하며 극단적으로는 전체가 컨베이어벨트와 같이 연속적인 흐름으로 운행되는 편이 효율성이 높을 수밖에 없기 때문임

○ 앞으로 우리가 고려해야 하는 지하 화물운송수단은 이와 같이 100여 년 동안 지속되어 온 기존 교통수단의 원리를 뛰어넘는 좀 더 혁신적인 기술이 되어야 할 필요가 있음

- 에너지 효율성이나 속도감뿐만 아니라 환경성, 안전성 등 기술에 대한 요구조건이 예전에 없이 까다로워지고 있기 때문이기도 하지만 향후 우리나라에서 이러한 기술을 국가의 미래 성장 동력으로 삼기 위해서라도 그러함

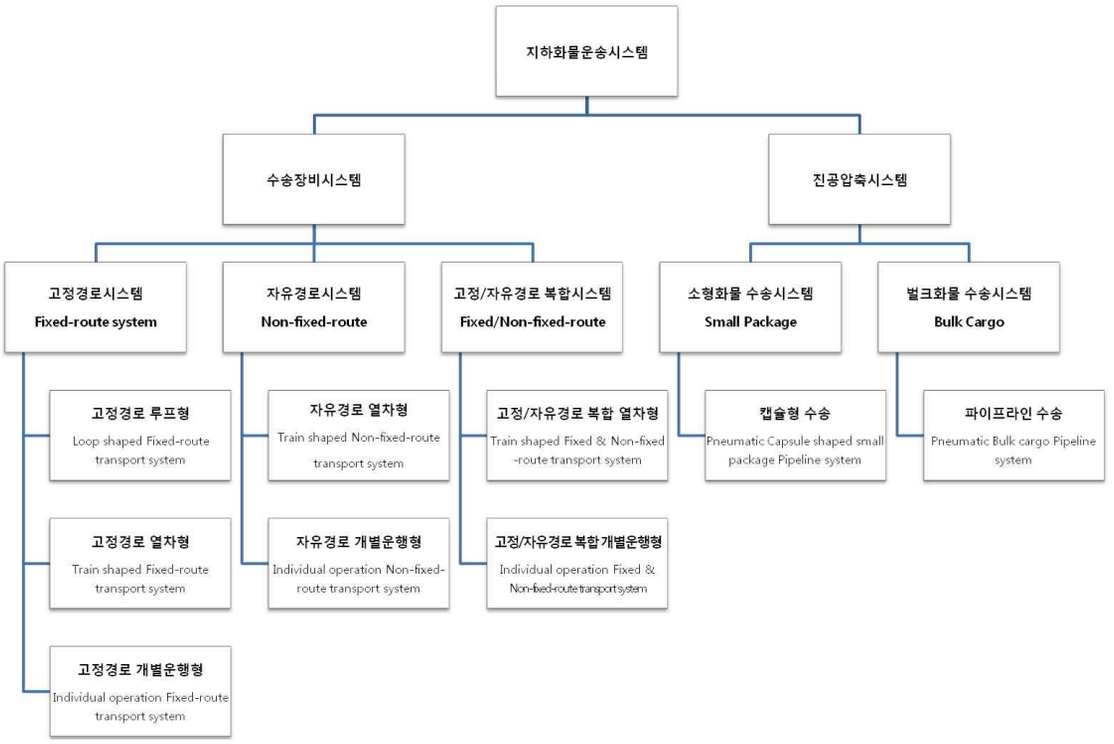




개별운행형(individual type)	열차형(train type)	루프형(loop type)
별도차량 독립적으로 운행	집합차량이 주기적으로 운행	전체가 연속적인 흐름으로 운행
자동차, AGV 등	열차, 지하철, 경전철 등	컨베이어 벨트 등
효율성 낮음	효율성 높음	효율성 매우 높음

[그림 5-5] 기존 운송수단의 집단화 정도에 따른 생산성 비교

○ 한편 주행경로가 특정되어 있지 않은 무궤도시스템의 경우에는 집단화된 운송개체가 한꺼번에 움직이는 열차형(train type)과 개별 운송개체가 각기 자율적으로 움직이게 되는 개별운행형(individual type)으로 구분될 수 있음

○ 이상과 같은 지하 화물운송시스템을 의사결정트리모양으로 정리하면 [그림 5-6]과 같음



[그림 5-6] 지하화물운송 시스템 운송방식 분류체계

라. 수송장비 시스템의 구동방식별 분류

○ 수송장비를 구동시킬 수 있는 기관(engine)의 시효는 1506년 레오나르도 다빈치(Leonardo da Vinci)가 발명한 압축장치(a compression-less engine)라고 할 수 있음. 그러나 150여년이 지난 1673년 네덜란드의 과학자 후이겐즈(Christiaan Huygens)와 1794년 영국의 과학자 로버트 스트리트(Robert Street)에 의해 압축공기 엔진의 개념이 100년의 기간에 걸쳐 성립하기 시작하였음

○ 영국의 발명가 사무엘 몰란드경(Sir. Samuel Morland)은 화약의 폭발력을 이용한 워터펌프를 17세기에 발명하였으며, 최초로 내연기관이 산업계 적용시도는 1823년에 관련특허를 취득한 사무엘 브라운(Samuel Brown)이었는데, 그의 특허는 그전에도 대중화 되었던 Leonardo cycle이란 개념을 기초로 발전시킨 것이었음

○ 1860년에 들어서 오늘날 내연기관의 선구자로 알려진 프랑스의 발명가 에티엔느 르노와르(Jean Joseph Etienne Lenoir)가 오늘날과 같이 실린더와 피스톤, 연결막대, 플

라이휠을 갖춘 수평 2 사이클식 내연기관 발명 후 본격적인 내연기관 시대가 열렸음

○ 1862년 독일의 기술자인 니콜라스 오토(Nikolaus August Otto)에 의해 성능을 향상시킨 엔진이 개발되었고 1877년 고트립 다임러(Gottlieb Wilhelm Daimler)와 빌헤름 마이바흐(Wilhelm Maybach)가 발전시킨 4 사이클식의 오토 기관은 특허를 받으면서 당시 산업의 원동력이었던 증기기관 대신 원동기로서 진출하기 시작하여 현대의 가솔린기관의 원형이 되었음

○ 이후 1879년 칼 벤츠(Karl Friedrich Benz)는 4 사이클식의 오토 기관을 토대로 자기가 개발한 자동차에 엔진장착을 성공시키면서 현대적인 의미에서의 자동차 양산체계가 갖추어짐

○ 세계 최초로 일정한 방향으로 회전력이 발생하도록 전류의 방향을 주기적으로 바꿔 전기자에 공급하는 정류자(commutator)를 이용한 직류전기모터의 원리가 발명된 것은 1832년 영국의 발명가 윌리엄 스터전(William Sturgeon)에 의해서였음

○ 하지만 이러한 장치가 처음으로 상업화된 것은 1837년 미국의 에밀리(Emily)와 토머스 데이븐포트(Thomas Davenport)에 의해 공작기계와 인쇄기용으로 개발된 600RPM 수준의 모터였으나 이후 1차 전지의 전극으로 사용된 아연의 값이 치솟자 경제성 문제로 개발이 중단되었음. 그는 전동기로 움직이는 기관차라는 개념적 모형도 만들어 전동기가 가져올 미래상을 알리고자 했음

○ 세계 최초의 전기기관차는 1837년 스코틀란드의 로버트 다비드손(Robert Davidson)에 의해 제작되었으나 아연-산 전지를 동력원으로 한 까닭에 '갈바니'라고 명명된 다비드손의 전기기관차는 1842년 에딘버러-글래스고 구간에서 시험되었는데 화차는 아예 끌지 못하고 전기기관차만 시속 6.4km로 움직일 수 있을 뿐이었음

○ 1855년에는 헝가리 과학자 제드릭(Ányos Jedlik)에 의해서도 전자석 자기회전 로터(magnetic self-rotors)가 발명되었으며 전기모터로 구동하는 전기차 모형도 만들어졌다고 알려져 있으나 그 기술이 널리 알려지지는 못했음

○ 1970년 베를린 무역박람회에 베르너 지멘스(Werner von Siemens)는 오늘날 유원지에서 흔히 볼 수 있는 여객용 꼬마 전기열차를 개발했는데, 동력차는 레일 중간에 전력 공급용 레일을 설치한 제3궤조방식 이었음

○ 지멘스는 1881년 베를린 근처 마을(Groß-Lichterfelde)에 궤도를 설치하고 세계 최초의 여객용 전기차를 시험선 개념으로 운행했음. 이후 베를린에 전기철도 건설을 희망하였으나 당시까지 화학반응에 의한 전지에 의한 발전한계를 극복하지 못해 실용화되지 못하였으며 베를린에 본격적인 전기철도가 등장한 것은 세계 타 도시의 전차 운행이 확산된 이후인 1902년에 이르러서였음

○ 직류발전기(dynamo, DC motor)의 원리는 1831년 마이클 패러데이(Michael Faraday)가 발명했고, 수 차례 개량을 거쳐 1871년 재노브 그램(Zenobe Gramme)에 의해 상업적 발전이 가능한 수준으로 개량되었음

○ 이후 그램은 1873년 비엔나에서 열린 산업 전시회에 참가하던 중 발전기에서 나오는 전류를 다른 발전기의 단자에 잘못 연결하였는데 이 발전기가 전동기처럼 회전하는 것을 발견하고 직렬모터(DC motor)를 우연히 발명하였음. 이러한 원리를 이용해 오늘날 전기기관차는 가속 시 사용한 견인 모터로 감속시 발전 제동기로 사용함

○ 초기 대규모 전력을 생산하는 상업용 발전은 수차를 이용한 수력발전이었고, 수력을 얻기 힘든 곳에서는 석탄을 이용한 증기터빈도 사용하였는데, 먼 지역까지 전력을 보내기 위한 목적에 의해 변압기(transformer)가 발명되었음. 한편 1880년대부터 1890년에 걸쳐 에디슨의 직류진영과 테슬라와 웨팅하우스의 교류진영이 펼친 전류전쟁에서 교류진영이 승리하기도 하였음

○ 1881년 나이아가라 폭포를 이용한 수력발전소에서 전기의 상업적 이용가능성이 증명되면서 전기철도의 실용화가 가능해지게 되었으며 1886년 스프라그(Frank Julian Sprague)가 종래의 마차궤도 옆에 세운 전주에 전차선을 매달아 트롤리로 전기를 공급받는 방식을 개발하여 시내전차(electric trams/trolley cars) 개념을 발전시켰음

○ 철도분야에서는 당연히 터널이 많은 노선부터 전기철도 방식이 우선 도입되었으며 1890년 런던의 고심도 지하철인 튜브(Tube)에서 최초로 실용화되었음. 이때 사용된 전기 공급 방식은 차량 지붕 위 터널 상부에 전차선을 설치하는 방식이 아니라 터널 측벽에 별도의 전기 공급용 레일을 설치하는 제3궤조 방식이었음

○ 초창기 전기철도는 전철화 시스템의 높은 초기 투자비용 때문에 확산이 더디었던 반면 증기기관차의 매연이 크게 문제가 되는 터널 구간이 많은 노선이나 대도시의 지

하철, 터널이 많은 산악지역 철도는 도입이 활발하였음

○ 특히 전기기관차는 증기기관차에 비해 견인력이 매우 높아 경사가 심한 산악지역 철도에 적격이었고 수력발전을 위한 산악지역은 댐건설에도 유리한 면이 있어 스위스는 전 철도노선을 전기 철도화 하기도 하였음

○ 한편, 선형 전기모터(리니어모터)를 최초로 개발한 사람은 런던 킹스칼리지의 휘스턴(Charles Wheatstone) 교수였는데 열차 또는 리프트를 운전하는 등의 상업적인 용도로는 활용할 수 없는 수준이었음

○ 그러던 중 독일 기술자 헤르만 켐퍼(Hermann Kemper)의 1935년 축소모형 개발과 1940 년대 후반 런던 임페리얼 컬리지 에릭 라이스와이트(Eric Laithwaite)교수의 실물크기의 테스트베드 제작으로 비로소 상용화 길이 열리게 되었음

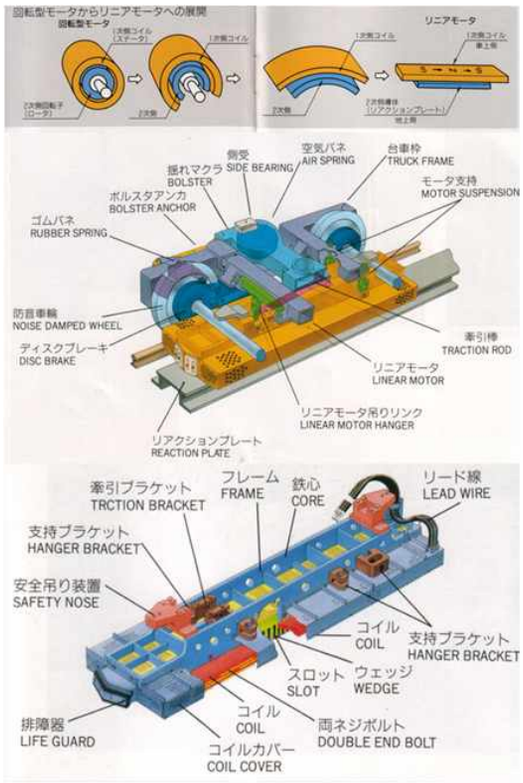
○ 1980년대에 들어서 영국 기술자 허그-피터 켈리(Hugh-Peter Kelly)는 스테인레스 실린더로 영구자석을 감싼 형태의 최초의 튜브형 리니어모터(Tubular linear motors)를 설계하였고 이후에는 측면이 상자모양인 리니어모터의 양산체계를 갖춤으로써 표준화된 산업분야 적용이 가능해지게 되었음

○ 리니어모터의 원리는 입체적인 구조의 회전모터의 자장을 평면 형태로 펴서 만든 데 있으므로 평면 형태의 가동부(아머튜어)가 평면의 고정부(스테이터) 위에 만들어지는 자장의 변화에 따라서 평면 위를 직선적으로 움직이는 것임

○ 리니어모터는 일반 회전형 모터에 비해 직선 구동력을 직접 발생시키는 특유의 장점이 있으므로 직선 구동력이 필요한 시스템에서 회전형에 비해 절대적으로 우세함

- 일반적으로 리니어 모터는 회전형 모터에 비해서 성능 면에서는 최소 2배 이상의 빠른 이송속도, 10배 이상의음강한 추력, 5배 이상의 정밀한 위치제가 가능하여 직선운동이 필요한 모든 산업분야에 리니어 모터의 채택이 빠르게 진행 중임

○ 미국이 전 세계 시장을 장악하고 있는 가운데, 일본과 독일을 중심으로 리니어 모터와 관련된 기술이 활발히 진행되고 있음. 우리나라에서도 1996년 져스텍(주)를 시작으로 다양한 업체에서 소형 리니어모터를 개발하고 있음



[그림 5-7] 리니어모터의 구동원리

2. 중점추진 분야 선정 및 후보 주요기술 도출

○ 앞서 4장에서 관련 기술동향 및 환경분석과 이를 통한 이슈트리, R&D 니즈를 도출하였고 이를 기반으로 5개의 중점목표를 도출하였음

- 기술수준 향상 : 현재 선진국 대비 68%인 기술수준을 90%까지 향상시킴
- 물류비 저감 : 현재 물류비용을 3~5% 저감시킴
- 국산기술의 해외수출 : 물류기술의 국산화율을 75%에서 90%로 끌어올리고 기술수출을 통해 해외시장 점유율을 5%로 높임
- CO_2 배출 저감 : 화물수송부문의 CO_2 배출을 1.5% 절감시킴
- 삶의 질 향상 : 지하공간 활용 및 친환경 에너지 활용을 통해 삶의 질을 지표 기준으로 20% 개선시킴

○ 한편, 중점목표와 R&D Need 분석과정을 통해서 14개 기술개발 목표를 도출하였음

- 물류의 정시성 향상

- 고속화물, 대량화물, 대형/중량화물, 다품종 소량화물, 유닛로드 화물, 벌크 화물 등 화물의 형태별, 취급목적별 처리기술 마련
- 기술의 수출경쟁력 확보
- 물류의 보안과 안전성의 향상
- 화물운송의 무인 자동화 기술 개발
- 화물운송 장비와 인프라의 경량화와 단순화
- 에너지 저감형 화물운송 장비 개발과 친환경화
- 물류의 연계성과 접근성 향상
- 물류인프라의 확장성 향상

○ 기술개발 목표와 기존 관련 기술들의 운행형태를 기준으로 6개 중점 추진분야와 9개 분야의 주요기술을 도출하였음

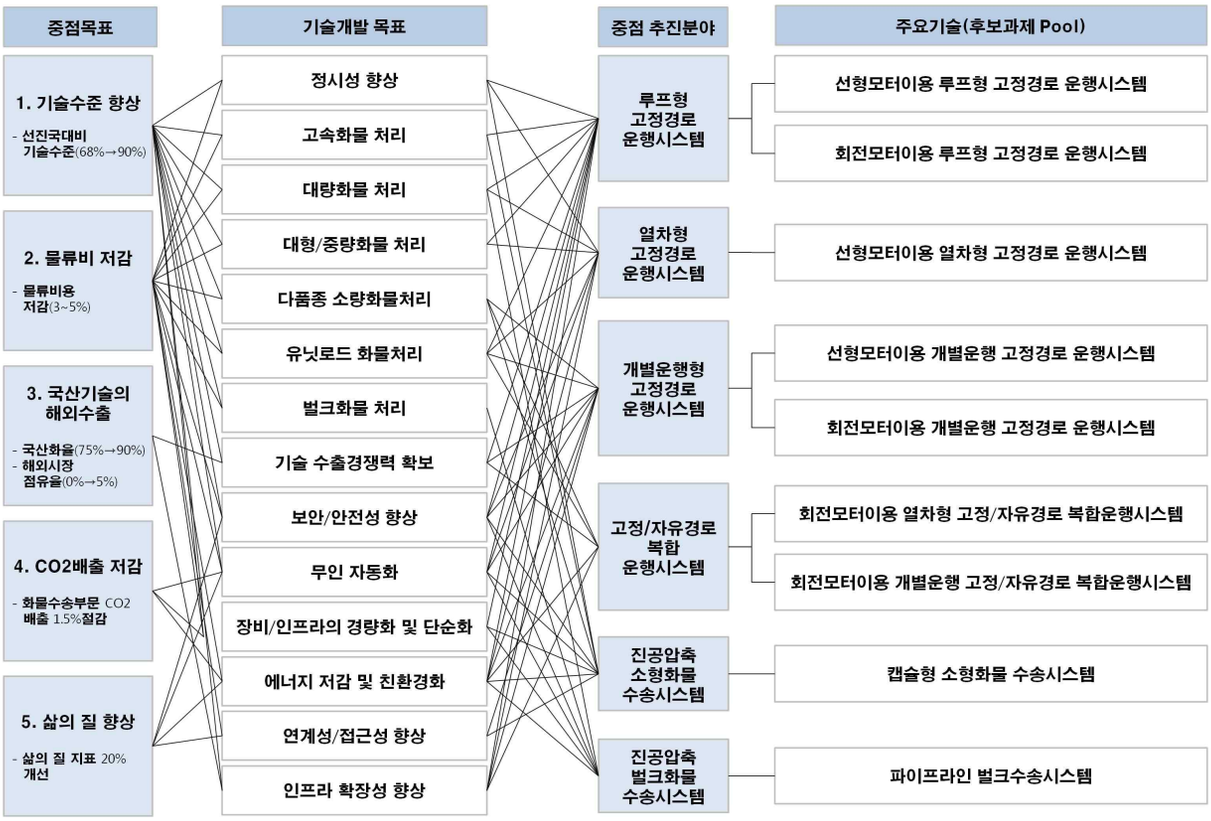
- 첫 번째 중점 추진분야는 Auto-Con, UCM과 유사한 루프형 고정경로 운행시스템이며 이는 이용되는 모터방식(선형, 회전)에 따라 2개의 기술로 분류할 수 있음
- 두 번째 중점 추진분야는 SAFE Freight, ECCO와 유사한 열차형 고정경로 운행시스템이 분야의 기술은 선형모터 이용을 고려할 수 있음
- 세 번째 중점 추진분야는 TubeXpress, ACTTube, CargoCap, SkyTech과 유사한 개별운행형 고정경로 운행시스템이며 이 역시 모터방식(선형, 회전)에 따라 두 가지 기술로 고려할 수 있음
- 네 번째 중점 추진분야는 ATS, CombiRoad, OLS-AHS, Bi-Modal Tram 등과 유사한 고정/자유경로 복합 운행시스템이며 이 분야의 기술은 회전모터 이용을 고려할 수 있으며 차량을 줄지어 운행하는 열차형과 단독 운행하는 개별운행으로 나누어 생각할 수 있음
- 다섯 번째 중점 추진분야는 PCP와 유사한 진공압축 소형화물 수송시스템이며 이 분야에서는 캡슐을 통한 소형화물 수송시스템을 고려할 수 있음
- 여섯 번째 중점 추진분야는 쓰레기 관로처리시스템이나 송유관 방식과 유사한 진공압축 벌크화물 수송시스템이며 이 분야에서는 파이프라인을 통한 벌크화물 수송시스템을 고려할 수 있음

3. 지하화물운송방식 후보과제 정의 및 내용

○ 기술개발 목표와 기존 관련 기술들의 운행형태를 기준으로 추진분야와 주요기술을 구분하여 도출한 9개의 후보과제를 살펴보면 [표 5-1] 과 같으며, 이를 지하 화물운송 시스템 개발의 중점 추진분야 및 주요기술과 연계하여 보면 [그림 5-8]과 같음

[표 5-1] 지하 화물운송 시스템 후보과제 정의 및 내용

연번	후보과제명	후보과제 정의
1	선형모터이용 루프형 고정경로 운행시스템 (LLFS) (LIM used Loop shaped Fixed-route transport system)	선형모터를 이용하여 추진되는 운반체들이 전체가 하나로 연결되어 루프형태의 경로로 정해진 궤도를 무정차 운행할 수 있는 지하화물 수송시스템
2	회전모터이용 루프형 고정경로 운행시스템 (RLFS) (Rotating motor used Loop shaped Fixed-route transport system)	회전모터를 이용하여 추진되는 운반체들이 전체가 하나로 연결되어 루프형태의 경로로 정해진 궤도를 지속적으로 운행하는 지하화물 수송시스템
3	선형모터이용 열차형 고정경로 운행시스템 (LTFS) (LIM used train shaped Fixed-route transport system)	선형모터를 이용하여 추진되는 운반체들이 열차형태로 조성되어 정해진 경로로 운행하는 형태의 지하화물 수송시스템
4	선형모터이용 개별운행 고정경로 운행시스템 (LIFS) (LIM used Individual operation Fixed-route transport system)	선형모터를 이용하여 추진되는 개별 운반체들이 정해진 경로를 따라 운행하다가 필요에 따라서는 분기도 가능한 형태의 지하화물 수송시스템
5	회전모터이용 개별운행 고정경로 운행시스템 (RIFS) (Rotating motor used Individual operation Fixed-route transport system)	회전모터를 이용하여 추진되는 개별 운반체들이 정해진 경로를 따라 운행하다가 필요에 따라서는 분기도 가능한 형태의 지하화물 수송시스템
6	회전모터이용 열차형 고정/자유경로 복합운행시스템 (RTFN) (Rotating motor used Train shaped Fixed & Non-fixed-route transport system)	회전모터를 이용하여 추진되는 자동운반체(AGV)들이 정해진 경로를 따라서는 열차형태로 조성되어 운행되다가 경로를 벗어나서는 조성을 분리하여 개별 문전수송도 가능한 복합운행 형태의 지하화물 수송시스템
7	회전모터이용 개별운행 고정/자유경로 복합운행시스템 (RIFN) (Rotating motor used Individual operation Fixed & Non-fixed-route transport system)	회전모터를 이용하여 추진되는 자동운반체(AGV)들이 고정/자유 경로의 구애를 받지 않고 별도의 열차조성 과정없이 개별 운행하는 형태의 지하화물 수송시스템
8	진공압축 캡슐형 소형화물 수송시스템 (PCPS) (Pneumatic Capsule shaped small package Pipeline system)	소형캡슐에 담긴 간단한 서류나 약품 등 소형화물(package)을 파이프라인을 따라 진공압축공기압으로 수송하는 형태의 지하화물 수송시스템
9	진공압축 파이프라인 벌크수송시스템 (PBPS) (Pneumatic Bulk cargo Pipeline system)	입자가 작은 벌크화물을 별도의 용기(container) 없이 파이프라인을 따라 진공압축공기압으로 수송하는 형태의 지하화물 수송시스템



[그림 5-8] 지하 화물운송시스템 개발의 중점 추진분야 및 주요기술

3절. 지하 화물운송방식 우선순위 선정

1. 1차 후보과제 및 기술개발 단계 설정/기술수준 분석

○ 본 연구는 지하 화물운송방식의 특성에 따라 2절에서 도출된 9가지 지하 화물운송방식을 후보과제로 설정하였음

- 중점추진분야는 6개 분류체계로 나눠지며 고정경로 유무와 추진 장치 및 화물운송 형태로 나눠짐
  - 루프형의 경우 별도의 캡슐과 같은 용기 또는 차량을 개발하지 않은 형태
  - 열차형은 기존 열차와 같은 방식으로 운송차량이 여러 개인 경우를 의미
  - 개별운행형은 별도의 개별 차량을 개발하여 유닛화된 화물을 수송하는 것
  - 진공압축방식으로 운송되는 경우는 별도의 개별 용기를 개발하여 운송하는 방법과 액체 등의 개별 운송용기의 개발 없이 파이프라인을 이용하여 운송되는 방식으로 분류됨

○ 9개의 후보과제는 지하 화물운송방식을 나타내므로 모두 각 요소기술이 융합된 응용기술임

- 상용화된 후보과제 2는 회전모터이용 루프형 고정경로 운행시스템으로 상용화된 컨베이어 벨트 등을 이용하는 방식이나 지하 화물운송 방식으로는 벨기에에서 제시되어 개념설계 단계에 있음
- 병원, 우체국 등에서 활용된 진공압축 캡슐형 소형화물 수송방식과 송유관, 쓰레기 관로시스템으로 알려진 진공압축 파이프라인 벌크 수송방식은 상용화 단계에 있음
- 이외에 대부분의 후보과제들은 개념설계 단계이거나 실험실이나 짧은 구간을 대상으로 실제 모형이나 미니어처를 만들어 실험 중에 있음

○ 선형모터이용 루프형 고정경로 운행시스템, 회전모터이용 열차형 고정/자유경로 복합운행시스템, 파이프라인 벌크 수송시스템기술은 국산기술로 신규로 등록 가능한 기술로 분석되었음

- 선형모터이용 개별운행 고정경로 운행시스템 기술은 해외에 유사한 기술이 있으나 개선된 형태로 국산기술로 단기간에 개발이 가능한 것으로 분석되었음

[표 5-2] 지하 화물운송방식 후보과제 설정 및 기술개발 단계

후보과제	중점추진분야	후보과제명	기술개발 단계	
1	루프형 고정경로 운행시스템	선형모터이용 루프형 고정경로 운행시스템	응용/개념설계	신규(국산)
2		회전모터이용 루프형 고정경로 운행시스템	응용/상용화	개선
3	열차형 고정경로 운행시스템	선형모터이용 열차형 고정경로 운행시스템	응용/시범사업	국산화
4	개별운행형 고정경로 운행시스템	선형모터이용 개별운행 고정경로 운행시스템	응용/시범사업	개선(국산)
5		회전모터이용 개별운행 고정경로 운행시스템	응용/시범사업	국산화
6	고정/자유경로 복합운행시스템	회전모터이용 열차형 고정/자유경로 복합운행시스템	응용/개념설계	신규(국산)
7		회전모터이용 개별운행 고정/자유경로 복합운행시스템	응용/시범사업	국산화
8	진공압축 벌크화물 수송시스템	캡슐형 소형화물 수송시스템	응용/상용화	개선
9		파이프라인 벌크 수송시스템	응용/상용화	개선/신규(국산)

주 : (국산)은 국산기술로 개발 가능한 기술임

○ 각 후보과제별 기술수준은 지하 화물운송 기술수준조사 결과를 반영하여 도출함

- 지하 화물운송 기술의 경우 진공압축방식을 제외하고는 해외에서 상용화되어 널리 쓰이고 있지 않은 관계로 기술개발 완료 후 추정수준은 100%로 설정하였음. 진공압축기술을 이용한 캡슐형 소형화물 수송시스템과 파이프라인 벌크 수송시스템 관련 기술은 상용화되어 본 과제에서 개발한다면 국산화 시키거나 기존 선진기술을 개선하는 수준이므로 기술완료 추정수준은 선진 최고기술 수준인 100%이나 해외 진출 등에 어려움이 있을 것임
- 한국에서 개발된 고유 기술인 AutoCon과 같은 선형모터이용 루프형 고정경로 운행시스템의 경우와 ATS와 같은 회전모터이용 열차형 고정/자유경로 복합운행시스템은 최고 기술보유국이나 시범사업 전인 개념설계 수준이므로 기술수준을 80%로 설정됨
- 한국에서 개발되었으나 유사한 선진기술이 있는 선형모터이용 개별운행 고정경로 운행시스템 관련 기술의 경우 최고 기술수준을 70%로 설정하였음

[표 5-3] 지하 화물운송방식 후보과제 기술수준

후보과제	후보과제명	현재 최고기술 보유국가	최고 기술 수준 대비 현재 기술수준[54](%)	기술개발 완료 후 추정수준(%)
1	선형모터이용 루프형 고정경로 운행시스템	한국(지상) 한국(지하)	80	100
2	회전모터이용 루프형 고정경로 운행시스템	범용(지상) 벨기에(지하)	70	100
3	선형모터이용 열차형 고정경로 운행시스템	미국(지상)	60	100
4	선형모터이용 개별운행 고정경로 운행시스템	미국, 한국(지하)	70	100
5	회전모터이용 개별운행 고정경로 운행시스템	독일(지하)	60	100
6	회전모터이용 열차형 고정/자유경로 복합운행시스템	한국(지상)	80	100
7	회전모터이용 개별운행 고정/자유경로 복합운행시스템	네덜란드(지상) 네덜란드(지하)	60	100
8	진공압축 캡슐형 소형화물 수송시스템	일본, 러시아 등(지하)	80	100
9	진공압축 파이프라인 벌크 수송시스템	스웨덴 등(지하)	80	100

주 : 일부 후보과제는 지상 자동무인 화물운송 기술로 개발되어짐

2. 1차 후보과제별 기술개발 목표 및 기술개발 최종성과물 제시

○ 후보과제별 기술개발 목표는 개발 사례와 기술개발단계, 적용 가능 화물크기 및 종류, 속도, 모터 형태, 경로, 차량개발 등의 여건 등을 모두 고려하여 다음과 같이 후보기술별로 다르게 설정하였음

- 선형모터이용 루프형 고정경로 운행시스템의 기술개발 목표는 우리나라에서 독자적으로 제안된 개념설계 수준의 기술이므로 엄밀한 개념설계의 타당성 검증을 거쳐 신규 개발된 기술을 보호하기 위한 기술특허를 출원하고 실시설계 단계를 거쳐 테스트베드까지 구축하는 것을 기술개발의 목표로 삼는 것이 타당함

54) 개념설계는 50%로 가정

- 회전모터이용 루프형 고정경로 운행시스템의 기술개발 목표는 이미 컨베이어 등 요소기술의 경우 세계에 널리 알려져 있고 컨테이너 수송부분에 해당 기술을 응용하는 프로젝트가 벨기에에서 진행되고 있으므로 경쟁국가의 기술개발 진행상황을 주목하면서 해당기술을 국산화 하는 것을 1차적인 목표로 삼고, 필요하다면 2차적으로 해당 선진기술과 차별화하는 방안을 모색하는 것이 타당함
- 선형모터이용 열차형 고정경로 운행시스템의 기술개발 목표는 이미 미국 등지에서 컨테이너 수송부분에 해당 기술을 응용하는 프로젝트가 이미 시범사업 단계까지 진행된 것으로 파악되고 있으므로 해당기술을 국산화 하는 것을 1차적인 목표로 삼고 2차적으로는 해당 선진기술과 차별화하는 방안을 모색하는 것이 타당함
- 선형모터이용 개별운행 고정경로 운행시스템의 기술은 독일에서 기 개발되어 시범사업까지 마친 회전모터를 이용한 개별운행 고정경로 운행시스템을 국내에서 선형모터를 이용하는 방식으로 개선한 것이기 때문에 엄밀한 개념설계의 타당성 검증을 거쳐 신규 개발된 국내 기술을 보호하기 위한 기술특허를 출원하고 실시설계 단계를 거쳐 테스트베드까지 구축하는 것을 기술개발의 목표로 삼는 것이 타당함
- 회전모터이용 개별운행 고정경로 운행시스템의 기술개발 목표는 이미 독일 등지에서 파렛트 수송부분에 해당 기술을 응용하는 프로젝트가 이미 시범사업 단계까지 진행된 것으로 파악되고 있으므로 해당기술을 국산화 하는 것을 1차적인 목표로 삼고 2차적으로는 해당 선진기술과 차별화하는 방안을 모색하는 것이 타당함
- 회전모터이용 열차형 고정/자유경로 복합운행시스템의 기술개발 목표는 우리나라에서 독자적으로 제안된 개념설계 수준의 기술이므로 엄밀한 개념설계의 타당성 검증을 거쳐, 신규 개발된 기술을 보호하기 위한 기술특허를 출원하고 실시설계 단계를 거쳐 테스트베드까지 구축하는 것을 기술개발의 목표로 삼는 것이 타당함
- 회전모터이용 개별운행 고정/자유경로 복합운행시스템의 기술개발 목표는 이미 네덜란드에서 컨테이너 수송부분에 해당 기술을 응용하는 프로젝트가 이미 시범사업 단계까지 진행된 것으로 파악되고 있으므로 해당기술을 국산화 하는 것을 1차적인 목표로 삼고, 필요하다면 2차적으로 해당 선진기술과 차별화하는 방안을 모색하는 것이 타당함
- 캡슐형 소형화물 수송시스템의 기술은 이미 세계에 널리 알려져 있고 국내에도 널리 보급되어 있으므로 해당 기술의 생산단가를 낮추는 방안이나 차별화할 수 있는

기술을 개발하는 것을 목표로 삼는 것이 타당함

- 파이프라인 벌크 수송시스템의 기술개발의 경우 생활쓰레기 배출관로 시스템은 스웨덴, 일본 등 세계 각국에서 기술을 보유하고 있는 기술이지만, 작은 입자의 벌크 화물을 연속적으로 수송하는 기술은 우리나라에서 독자적으로 제안된 개념설계 수준의 기술이므로 엄밀한 개념설계의 타당성 검증을 거쳐 신규 개발된 기술을 보호하기 위한 기술특허를 출원하고 실시설계 단계를 거쳐 테스트베드까지 구축하는 것을 기술개발의 목표로 삼는 것이 타당함

[표 5-4] 지하 화물운송방식 1차 후보과제 및 개발목표/성과물 설정

후보과제	후보과제명		후보과제별 개발 목표	최종 성과물
1	선형모터이용 루프형 고정경로 운행시스템	LIM[55]-Loop-F[56]	- 제안된 개념설계에 대한 타당성 검증 - 기술특허 출원 - 실시설계 및 Test-bed 설치	Test-bed 특허/논문
2	회전모터이용 루프형 고정경로 운행시스템	ROM[57]-Loop-F	- 선진기술 국산화 - 차별화 기술개발	Test-bed 특허/논문
3	선형모터이용 열차형 고정경로 운행시스템	LIM-Train-F	- 선진기술 국산화 - 차별화 기술개발	Test-bed 특허/논문
4	선형모터이용 개별운행 고정경로 운행시스템	LIM-Indv[58]-F	- 제안된 개념설계에 대한 타당성 검증 - 기술특허 출원 - 실시설계 및 Test-bed 설치	Test-bed 특허/논문
5	회전모터이용 개별운행 고정경로 운행시스템	ROM-Indv-F	- 선진기술 국산화 - 차별화 기술개발	Test-bed 특허/논문
6	회전모터이용 열차형 고정/자유경로 복합운행시스템	ROM-Train-F/N[59]	- 제안된 개념설계에 대한 타당성 검증 - 기술특허 출원 - 실시설계 및 Test-bed 설치	Test-bed 특허/논문
7	회전모터이용 개별운행 고정/자유경로 복합운행시스템	ROM-Indv-F/N	- 선진기술 국산화 - 차별화 기술개발	Test-bed 특허/논문
8	캡슐형 소형화물 수송시스템	AIR[60]-PNM[61]-Cap[62]	- 가격경쟁력 제고기술 개발 - 차별화 기술개발	Test-bed 특허/논문
9	파이프라인 벌크 수송시스템	AIR-PNM-Pipe[63]	- 제안된 개념설계에 대한 타당성 검증 - 기술특허 출원 - 실시설계 및 Test-bed 설치	Test-bed 특허/논문

55) LIM : Linear Induction Motor
56) F : Fixed Rout
57) ROM : Rotary Motor

3. 1차 후보과제별 기술개발 전략 목표와의 부합성 및 과제간 연계(중복) 검토

○ 후보과제별 기술개발 전략 목표와의 부합성을 점검한 결과는 다음 [표 5-5]에 나타냄

- 기술개발 목표로 에너지 저감 및 온실가스 감축과 보안/안전성 확보, 무인자동 시스템 구축은 전체 9가지 과제가 기본적으로 갖추고 있는 것으로 분석되었음
- 기술개발 목표에 있어 정시성 확보와 고속/대량/중형 화물처리까지 가능한 화물운송방식이 한국형 지하 화물운송방식으로 선정되었으며 특히 기술 수출경쟁력 확보가 가능한 국산고유 기술개발이 가능한 방식이 선호되었음

[표 5-5] 지하 화물운송방식 후보과제별 기술개발 목표와의 부합성

기술개발 목표	과제1	과제2	과제3	과제4	과제5	과제6	과제7	과제8	과제9
정시성 향상	◎	◎	◎	○	○	◎	○	X	◎
고속화물 처리	○	○	◎	◎	○	○	○	○	○
대량화물 처리	◎	◎	○	△	△	○	△	X	◎
대형/중량화물 처리	◎	◎	◎	○	○	◎	○	X	◎
다품종 소량화물 처리	◎	◎	◎	○	○	◎	○	△	X
유닛로드 화물처리	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	△	△
벌크화물 처리	○	○	○	△	△	○	△	△	◎
기술 수출경쟁력 확보	◎	X	X	○	X	○	X	X	△
보안/안전성 향상	◎	◎	◎	◎	◎	○	○	◎	◎
무인자동화	◎	◎	◎	◎	◎	○	○	◎	◎
장비/인프라의 경량화 및 단순화	○	○	△	△	△	△	○	◎	◎
에너지 저감 및 친환경화	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
연계성/접근성 향상	○	○	○	◎	○	○	○	◎	X
인프라 확장성 향상	◎	◎	○	○	○	○	◎	◎	○

58) Indv : Individual Vehicle(Capsule)
59) F/N : Fixed/Nonfixed Route
60) AIR : Air-Pumped
61) PNM : Pneumatic
62) Cap : Capsule
63) Pipe : Pipeline

○ 다음 [표 5-6]은 지하 화물운송 기술 후보과제의 연관성을 분석하기 위하여 제시된 후보과제별 적용사례, 화물크기, 구동방식, 경로, 차량개발 유무 등을 정리한 것임

[표 5-6] 지하 화물운송방식 1차 후보과제별 특성

후보과제			사례	적용	화종	구동	경로	차량
1	선형모터이용 루프형 고정경로 운행시스템	LIM-Loop-F	- AutoCon	지상 /지하	컨테이너	선형	고정	없음
2	회전모터이용 루프형 고정경로 운행시스템	ROM-Loop-F	- UCM	지하	컨테이너	회전	고정	없음
3	선형모터이용 열차형 고정경로 운행시스템	LIM-Train-F	- SAFE Freight - ECCO	지상	컨테이너	선형	고정	열차형
4	선형모터이용 개별운행 고정경로 운행시스템	LIM-Indv-F	- TubeXpress - ActTube	지하	파렛트	선형	고정	개별형
5	회전모터이용 개별운행 고정경로 운행시스템	ROM-Indv-F	- CargoCap - Skytech	지하 지상	파렛트 컨테이너	회전	고정	개별형
6	회전모터이용 열차형 고정/자유경로 복합운행시스템	ROM-Train-F/N	- ATS	지상	컨테이너	회전	고정 /자유	열차형
7	회전모터이용 개별운행 고정/자유경로 복합운행시스템	ROM-Indv-F/N	- CombiRoad - OLS-ASH - 일본 DMT - Bi-Modal Tram	지상 지하 지상/지하 지상	컨테이너 파렛트	회전	고정 /자유	개별형
8	캡슐형 소형화물 수송시스템	AIR-PNM-Cap	- PCP[64]	지하	벌크	진공압축	고정	개별형
9	파이프라인 벌크 수송시스템	AIR-PNM-Pipe	- 쓰레기 관로처리 - 송유관	지하	벌크	진공압축	고정	없음

○ 다음 [표 5-7]은 지하 화물운송방식 후보과제별 연계(중복) 검토 결과임

- 해외에서 상용화되거나 개념설계, 시범 사업화되어 추진되는 기술개발단계와 기술개발단계상에 적용된 지상 또는 지하화 현황, 취급 가능한 화물종류, 구동방식, 고정식 경로의 유무, 차량개발 유무에 따른 후보과제별 유사성을 분석함
- 분석결과 후보과제 중 고정경로를 이용하는 루프형이나 열차형의 경우 과제 개발 내용과 목적, 적용 범위 등이 유사할 것으로 분석되어짐
  - 특히 과제 1, 2, 3은 대형/중량 화물처리까지 가능한 방식으로 유사하나 1순위인 선형모터이용 루프형 고정경로 운행시스템이 국산기술로 독자적 기술개발과 해외진출 가능한 방식으로 유사한 과제 중 1순위로 추진될 필요가 있음

64) PCP : pneumatic capsule pipeline

- 파렛트 사이즈용으로 개발된 과제 4, 5, 7 중 과제 4번인 선형모터이용 개별운행 고정경로 운행시스템이 분기가 가능하고 중형/중량/파렛트 규격의 화물수송에 적합한 것으로 분석됨
- 벌크 형태 화물운송이 가능한 지하 화물운송방식 과제 8번과 9번 중에서는 과제 9인 진공압축 파이프라인 벌크 수송시스템이 개발이 필요한 것으로 분석되었으며 이는 소형 캡슐형 지하운송방식이 1960년 말부터 기개발되어 상용화되고 있는 추세로 R&D로 추진될 필요가 없음을 보여주고 있음
  - 그러나 Pneumatic 화물의 거점간 장·단거리 수송이 필요한 구간의 지하 화물 파이프라인 벌크 운송방식은 도출될 필요가 있을 것임

[표 5-7] 지하 화물운송방식 1차 후보과제간 연계(중복)검토

후보과제	과제1	과제2	과제3	과제4	과제5	과제6	과제7	과제8	과제9
과제1		◎	◎	○	△	△	△	X	X
과제2			△	△	△	○	△	X	X
과제3				△	△	◎	△	X	X
과제4					◎	X	○	○	X
과제5						○	◎	○	X
과제6							○	X	X
과제7								X	X
과제8									◎
과제9									

[표 5-8] 지하 화물운송방식 1차 후보과제 검토결과 및 조정방안

연번	후보과제명	검토의견	보완사항
1	선형모터이용 루프형 고정경로 운행시스템	- 선형모터와 회전모터 등 추진기관의 차이는 후보과제를 구분할 만큼 중요한 사항이 아님 - 루프형과 열차형도 수요에 따라 병행하여 추진할 수도 있으므로 후보과제를 구분할 실익이 크지 않음 - 과제명이 이해하기 어려우며 과제성격을 잘 표현할 수 있는 과제명으로의 조정이 필요 - ※ 중간보고 지적사항	- 중간보고회의 참석 전문가 지적을 반영하여 1,2,3 후보과제를 통합하였으며, - 추진과제의 명칭도 성격을 잘 반영할 수 있는 **대량 규격화물 지하운송 시스템**으로 변경하였음
2	회전모터이용 루프형 고정경로 운행시스템		
3	선형모터이용 열차형 고정경로 운행시스템		
4	선형모터이용 개별운행 고정경로 운행시스템		- 중간보고회의 참석 전문가 지적을 반영하여 4,5 후보과제를 통합하였으며, - 추진과제의 명칭도 성격을 잘 반영할 수 있는 **소형화물 개별 지하운송 시스템**으로 변경하였음
5	회전모터이용 개별운행 고정경로 운행시스템		
6	회전모터이용 열차형 고정/자유경로 복합운행시스템	- 고정/자유경로 복합운행 시스템은 그 자체가 지하물류수송시스템에 부적합함 - ※ 자문회의 지적사항	- 자문회의 참석 전문가 지적을 반영하여 본 지하화물 운송시스템의 고려대상에서 제외
7	회전모터이용 개별운행 고정/자유경로 복합운행시스템		
8	캡슐형 소형화물 수송시스템	- 캡슐형 소형화물 수송시스템은 단일건물내 설치되는 것이 일반적이어서 국토해양R&D사업의 대상으로 부적합함 - ※ 자문회의 지적사항	- 자문회의 참석 전문가 지적을 반영하여 본 지하화물운송시스템의 고려대상에서 제외
9	파이프라인 벌크 수송시스템	- 별다른 이의제기 없음	- 원안 수용

[표 5-9] 지하 화물운송방식 1차 후보과제 조정결과: 최종 후보과제 도출

연번	기존 후보과제			조정결과		
	과제명	주요연구내용	예산	과제명	주요연구내용	예산 (백만 원)
1	선형모터 이용 루프형 고정경로 운행시스템	- 화물수송 경량화차 및 에너지 저소비 추진장치 - 무인 자동 하역 및 집적형 보관시설 - 유지보수가 용이한 경량인프라 및 궤도시스템 - 무인 자동운행 및 실시간 물류추적 및 제어시스템	-	대량 규격화물 지하운송 시스템	- 대량 규격화물 지하운송 인프라 시스템 기술 · 지하운송 궤도 설치기술 · 지하운송 장비 추진기술 · 지하운송 인프라 유지보수 및 안전 관리 기술 - 대량 규격화물 지하운송 장비 및 제어기술 · 지하운송 장비 구축기술 · 지하운송 장비 제어기술 · 지하운송 장비 유지보수 기술 - 대량 규격화물 지하운송 연계 · 보관 및 하역시스템 기술 · 지하운송연계 보관하역 시설 및 장비 구축기술 · 지하운송연계 보관하역 시설 및 장비 제어기술 · 지하 대량 규격화물 인터모달 인터페이스 기술	25,000
2	회전모터 이용 루프형 고정경로 운행시스템	- 무인 자동 하역 및 집적형 보관시설 - 유지보수가 용이한 경량인프라 및 궤도시스템 - 무인 자동운행 및 실시간 물류추적 및 제어시스템				
3	선형모터 이용 열차형 고정경로 운행시스템	- 화물수송 경량화차 및 에너지 저소비 추진장치 - 무인 자동 하역 및 집적형 보관시설 - 유지보수가 용이한 경량인프라 및 궤도시스템 - 무인 자동운행 및 실시간 물류추적 및 제어시스템				
4	선형모터 이용 개별운행 고정경로 운행시스템	- 에너지 저소비형 추진 장치 및 고장시 추진장치 구조시스템 - 무인 자동 하역 및 집적형 보관시설 - 자동분기가 가능한 궤도시스템 - 무인 자동운행 및 실시간 물류추적 및 제어시스템	-	소형화물 개별 지하운송 시스템	- 소형화물 개별 지하운송 인프라 시스템 기술 · 지하운송 궤도 인프라 기술 · 지하운송 장비 추진장치 기술 · 지하운송 인프라 유지보수 및 안전관리 기술 - 소형화물 개별 지하운송 장비 및 제어 시스템 기술 · 지하운송 장비 차체 구조물 기술 · 지하운송 장비 제어 및 유지보수 기술 · 인터모달 인터페이스 연계기술	25,000
5	회전모터이용 개별운행 고정경로 운행시스템	- 에너지 저소비형 추진 장치 및 고장시 추진장치 구조시스템 - 무인 자동 하역 및 집적형 보관시설 - 자동분기가 가능한 궤도시스템 - 무인 자동운행 및 실시간 물류추적 및 제어시스템				

[표 5-9] 지하 화물운송방식 후보과제 조정결과: 최종 후보과제 도출(계속)

연번	기존 후보과제			조정결과		
	과제명	주요연구내용	예산	과제명	주요연구내용	예산 (백만 원)
6	회전모터 이용 열차형 고정/자유 경로 복합운행 시스템	- 무인화물이송 AGV 및 복수의 AGV 견인용 친환경에너지 사용 견인차량 - 무인 자동 하역 및 집적형 보관시설 - 유지보수가 용이한 경량 전용도로 인프라 - AGV 및 견인차량의 무인 자동운행 및 실시간 물류추적 및 제어시스템	-	삭제	-	-
7	회전모터 이용 개별운행 고정/자유 경로 복합운행 시스템	- 무인화물이송 AGV 장비 - 무인 자동하역 시스템 - 유지보수가 용이한 경량 전용도로 인프라 - AGV 무인 자동운행 및 실시간 물류추적 및 제어시스템	-	삭제	-	-
8	캡슐형 소형화물 수송시스템	- 경량 고강도 캡슐 제작기술 - 복잡한 파이프라인 설계 및 분기기술 - 장거리 운송기술 - 폐쇄된 파이프라인 유지보수 기술	-	삭제	-	-
9	파이프라인 벌크 수송시스템	- 파이프라인내 일정 공기압 유지기술 - 수송 벌크화물의 분진 비산먼지 배출 방지기술 - 장거리 운송기술 - 폐쇄된 파이프라인 유지보수 기술	-	파이프라인 벌크 지하운송 시스템	- 파이프라인 벌크 화물 저장 및 공급 시스템 기술 · 저장조 구조물 기술 · 저장조 안전장치 및 제어 기술 · 공급장치에 관한 제작 및 제어 기술 - 파이프라인 벌크 화물 운반/분류 및 제어 시스템 기술 · 운반관로 설계 및 시공에 관한 기술 · 공기와 수송물질 분리 기술 · 공기 정화에 관한 기술 · 무인 및 원격제어 기술	12,000

4. 최종 후보과제 우선순위 분석방법

○ 본 연구에서는 후보과제별 기술개발 전략 목표와의 부합성 및 과제간 연계(중복) 검토를 통해 선정한 세 가지 과제에 대하여 지하 화물운송방식 우선순위를 선정함

- 대량 규격화물 지하운송 시스템
- 소형화물 개별 지하운송 시스템
- 파이프라인 벌크 지하운송 시스템

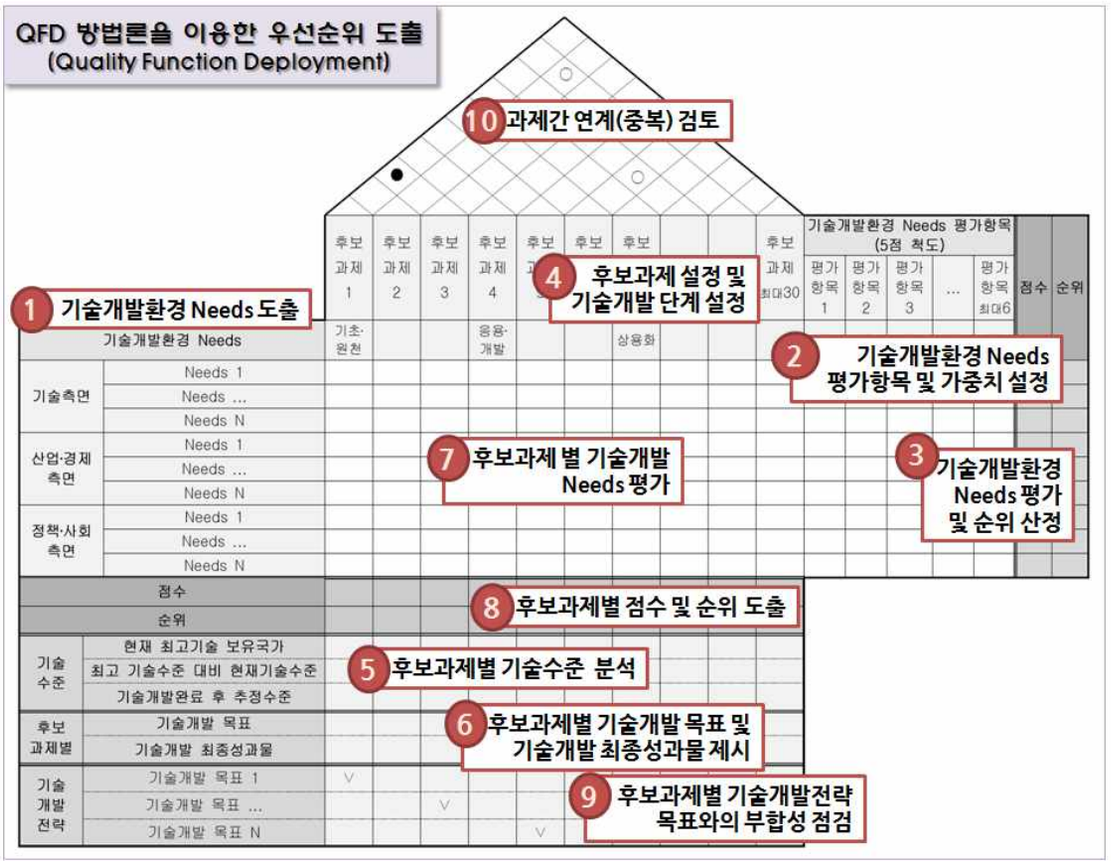
○ 우선순위를 선정하기 위하여 QFD(Quality Function Deployment) 방법론을 활용하였음

- 기술 수요자의 기술개발 환경 니즈와 공급자와 정책 결정자의 요구사항을 결합하여 가중치를 산정하고 이를 평가에 활용함
- QFD기반 결합분석을 통하여 수요자의 평가로부터 기술개발 우선순위를 도출하고 기술 특성간의 비교를 통한 최적화된 설계를 유도함

○ 기술관련 자문위원단을 중심으로 설문조사를 통하여 가중치와 최종 후보과제에 대한 평가를 실시하였음

- 향후 한국형 지하 화물운송방식 선정을 위해 지역, 화물특성, Test-Bed 조성 여건 등을 반영하여 우선순위를 조정할 수 있을 것임

○ 후보과제 우선순위 선정을 위한 QFD 분석절차는 다음 [그림 5-9]와 같음





[그림 5-9] 지하 화물운송방식 선정을 위한 QFD분석 절차

5. 기술개발 환경 니즈 및 평가항목 도출 및 가중치 선정

○ 앞서 2, 3, 4장에서 도출된 국내외 지하 화물운송시스템 구축에 관련된 기술, 수요, 정책, 산업 동향과 미래물류기술 발전방향을 바탕으로 지하 화물운송방식 우선순위를 도출하기 위한 기술개발 환경 니즈를 도출함

- 지하 화물운송방식을 결정하기 위해서는 기술, 산업·경제, 정책·사회 측면이 고려되어야 함
- 또한 R&D사업이 실용화되기 위해서는 지역적, 화물품목, Test-Bed 구축 여건 등에 따라 지하 화물운송방식이 결정되어 질 수 있음

○ 본 과제에서는 우선 기술, 산업·경제, 정책·사회 측면의 기술 수요자와 공급자간의 니즈를 분석하여 각 니즈에 대한 가중치를 산정하고 이에 따른 후보과제별 평가 점수를 이용하여 지하 화물운송방식 우선순위를 제시함

- 그러나 향후 개발 여건 등을 고려하여 적용 지역·품목·화물운송방식에 따른 시나리오를 별도로 구성할 것임

○ 기술, 산업·경제, 정책·사회적 측면의 기술개발 환경 니즈를 평가할 항목으로는 경제성, 물류효율성, 친환경성, 보안·안전성, 기술혁신, 파급효과가 선정되었으며 다음 [표 5-10]과 같이 정의할 수 있음. 또한 이에 따라 각 기술개발 환경 니즈 평가항목의 가중치를 산정하였음

○ 기술개발 환경 니즈 평가항목은 물류분야 연구계, 산업계 종사자를 대상으로 설문을 실시하여 기술개발 환경 니즈를 조사하였으며, 평가항목의 가중치 산정방법은 다음과 같음

$$m_j = \frac{\sum_{i=1}^{N} x_{ij}}{N_{allj}}, \quad \text{가중치}_j = \frac{m_j}{\sum_{j=1}^{N} m_j}$$

m_j : j평가항목 중요도 점수의 산술평균
x_{ij} : j평가항목에 대한 응답자 i의 중요도 점수
N_{allj} : j평가항목의 전체 응답자수
가중치_j : j평가항목의 가중치

- 가중치는 친환경성(0.181) 평가항목이 가장 높으며 다음으로 물류효율화(0.179), 경제성(0.176), 기술혁신성(0.156), 파급효과(0.156), 보안·안전성(0.152) 순으로 도출되었음

[표 5-10] 기술개발 환경 니즈 평가 항목

평가항목	세부 예시	가중치
경제성	· 공급/구매업자와의 교섭이 용이한 경우 · 시설/인력 확보가 용이한 경우 · 자본/재료 및 부품 조달이 용이한 경우 · 공적재원의 투입 가능성이 높은 경우 · 공공재 투입 및 정부 참여율이 높은 경우 · 제품의 양산 가능성이 높은 경우 · 시장의 성장성, 시장에서의 선호도가 높은 경우 · 산업시장 진입이 용이한 경우 · 기업 간의 경쟁 강도가 낮은 경우 · 노동생산성이 높은 경우 · 품질 경쟁력이 높은 경우 · 판로의 다양성 및 구축성이 높은 경우 · 장래 물류수요 및 잠재력(밀집도)이 높은 경우 · 부가가치 창출 가능성이 높은 경우	0.176
물류효율화	· 전체 물류비 절감(보관비, 수송비 등) 효과가 큰 경우 · 물류거점시설 반출입 대기시간이 짧은 경우 · 운송시간 정시준수율이 높은 경우 · 화물자동차 공차거리율이 낮은 경우 · 운송시간 효율성이 높은 경우 · 공간적 효율성이 높은 경우 · 기술표준화 기여도가 높은 경우 · 자동화 기여도가 높은 경우 · 정보화 기여도가 높은 경우 · 물류공동화 기여도가 높은 경우	0.179
친환경성	· 에너지 효율성이 높은 경우 · 내륙컨테이너 철송 이용비율이 높은 경우 · 대기오염 발생량이 낮은 경우 · 수질오염 발생량이 낮은 경우 · 폐기물 재활용효과가 높은 경우 · 친환경 기술의 활용도가 높은 경우 · 진동/소음이 적은 경우	0.181

[표 5-10] 기술개발 환경 니즈 평가 항목(계속)

평가항목	세부 예시	가중치
보안/안전성	· 연간 도난건수가 낮은 경우 · 무재해 일수가 높은 경우 · 인명사고건수가 낮은 경우 · 연간 사고건수가 낮은 경우 · 화물의 파손율이 낮은 경우 · 손해/피해 배상액이 낮은 경우 · 권리안정성 또는 확보가능성이 높은 경우	0.152
기술혁신성	· 기술이 우수한 경우 · 기술의 완성도가 높은 경우 · 기술이 타 기술에 비해 차별화되는 경우(독창성) · 순수 국산기술로 개발되어 해외진출 가능성이 높은 경우 · 대체 기술의 출현 가능성이 낮은 경우 · 대체품과 비교하여 우위에 있는 경우 · 기술의 수명주기상 장기간 지속가능한 경우	0.156
파급효과	· 기술개발의 혜택범위가 넓은 경우 · 기술 응용 및 확장 가능성이 높은 경우 · 산업적 파급효과가 큰 경우 · 관련 산업동향과 부합할 경우 · 관련 연계 인프라 확장 가능성이 높은 경우	0.156

○ 2, 3, 4장에서 분석한 결과를 활용하여 기술개발 환경 니즈를 아래와 같이 도출하였음

- 지하 화물운송 기술개발을 위한 기술적 측면의 니즈는 연계성 및 접근성이 좋아야 하며 시설·장비 등 인프라 구축비가 적게 소요되는 기술이 선정되어야 함. 또한 무인자동화물운송체계 구축을 위하여 수송과정에 인력 투입이 최소화되어야 하며 화물추적이 용이해야 함
- 산업·경제적 측면에서는 저속/소량(소형)/경량에서 고속/대량(대형)/중량화물까지 다양한 화물이 처리되어야 하며 운송비가 기존 도로수송보다 저렴할 수 있어야 하고 장비/인프라 구축 후에 유지보수가 용이하여 수송과정에서 발생하는 문제를 최소화 하여야 함
- 정책·사회적 측면에서는 기후변화 대응을 위하여 최대한 온실가스 저감이 가능한 운송방식이 선택되어야 하며 소음, 진동, 배기가스 등의 사회적·환경적 이슈가 발생

되지 않아야 함. 또한 1960년 후반부터 제기된 지하물류 운송방식들 중에서 독창적인 국산기술로 개발되어 해외시장 진출이 가능하여야 함. 더불어 향후 정부의 물류정책과 부합하여 규제 및 지원정책을 최대한 반영될 수 있도록 개발되어야 함

[표 5-11] 지하 화물운송 기술개발 환경 니즈

구 분	기술개발 환경 Needs
기술측면	물류 연계 및 시설접근이 용이해야 한다.
	인프라 구축비를 최소화하여야 한다.
	수송과정에 별도의 추가 인력투입이 없어야 한다.
	화물추적이 용이하게 이루어져야 한다.
산업·경제측면	고속/대량 화물을 수송할 수 있어야 한다.
	운송비가 기존보다 저감되어야 한다.
	장비/인프라 유지보수가 용이해야 한다.
	다양한 소량화물도 처리할 수 있어야 한다.
정책·사회측면	친환경 에너지를 활용하고 온실가스를 저감해야 한다.
	환경부하(소음, 진동, 배기가스)가 적은 장비를 개발해야 한다.
	독창적인 국산기술을 보유해야 한다.
	정부의 물류정책에 부합하여야 한다.

6. 기술개발 환경 니즈 평가 및 순위 산정

○ [표 5-10]과 [표 5-11]에서 제시한 기술개발 환경 니즈 평가항목과 기술개발 환경 니즈항목간의 연관성을 분석하여 도출된 기술개발 환경 니즈의 가중치를 산정함

- 기술개발 환경 니즈항목 또한 평가항목 가중치 분석과 마찬가지로 각 응답자에 대한 설문 결과를 산술평균함

○ 산정된 가중치를 이용하여 후보과제별로 기술개발 환경 니즈에 대한 평가를 실시하여 우선순위를 정함

- 기술개발 환경 니즈 평가항목과 기술개발 환경 니즈항목간의 연관 정도를 분석한 결과는 다음 [표 5-12]와 같음

[표 5-12] 기술개발 환경 니즈 항목과 기술개발 환경 니즈 평가항목간의 연관 정도(10점척도)

기술개발환경 니즈 평가항목		경제성	물류효율화	친환경성	보안/안전성	기술혁신성	파급효과
가중치		0.176	0.179	0.181	0.152	0.156	0.156
기술개발환경 니즈							
기술 측면	물류 연계 및 시설접근이 용이해야 한다.	7.6	**9.0**	7.4	6.8	7.0	**7.3**
	인프라 구축비를 최소화하여야 한다.	**8.5**	7.7	6.5	6.0	7.4	6.8
	수송과정에 별도의 추가 인력투입이 없어야 한다.	8.1	8.4	5.8	**6.9**	7.1	6.8
	화물추적이 용이하게 이루어져야 한다.	7.1	**8.9**	5.8	**7.9**	**7.8**	7.0
산업·경제 측면	고속/대량 화물을 수송할 수 있어야 한다.	**8.8**	**8.9**	7.3	6.5	7.5	**7.3**
	운송비가 기존보다 저감되어야 한다.	**9.2**	8.6	6.6	5.9	7.1	7.2
	장비/인프라 유지보수가 용이해야 한다.	**8.5**	7.9	6.6	6.1	7.6	6.9
	다양한 소량화물도 처리할 수 있어야 한다.	7.6	8.4	6.5	5.9	7.5	6.9
정책·사회 측면	친환경 에너지를 활용하고 온실가스를 저감해야 한다.	7.7	7.0	**9.0**	5.8	7.6	7.0
	환경부하(소음, 진동, 배기가스)가 적은 장비를 개발해야 한다.	7.4	6.9	**8.7**	6.0	**7.8**	7.1
	독창적인 국산기술을 보유해야 한다.	7.8	7.5	7.7	**6.9**	**8.6**	**7.6**
	정부의 물류정책에 부합하여야 한다.	7.1	8.0	**7.8**	6.8	7.2	**7.4**

- 기술개발 환경 니즈 평가항목인 경제성은 “운송비가 기존보다 저감되어야 한다.”와 “고속/대량 화물을 수송할 수 있어야 한다.”, “인프라 구축비를 최소화하여야 한다.”, “장비/인프라 유지보수가 용이해야 한다.” 기술개발 니즈항목과 밀접한 연관관계가 있음
- 물류효율화는 “물류 연계 및 시설접근이 용이해야 한다.”, “화물추적이 용이하게 이

루어져야 한다.", "고속/대량 화물을 수송할 수 있어야 한다."와 연관관계가 높은 것으로 분석되었음

- 친환경성은 "친환경 에너지를 활용하고 온실가스를 저감해야 한다."와 "환경부하(소음, 진동, 배기가스)가 적은 장비를 개발해야 한다.", "정부의 물류정책에 부합하여야 한다."와 연관관계가 높음
- 보안/안전성은 "화물추적이 용이하게 이루어져야 한다.", "수송과정에 별도의 추가 인력투입이 없어야 한다.", "독창적인 국산기술을 보유해야 한다."와 연계성이 높은 것으로 분석되었음
- 기술혁신성은 "독창적인 국산기술을 보유해야 한다."와 "화물추적이 용이하게 이루어져야 한다.", "환경부하(소음, 진동, 배기가스)가 적은 장비를 개발해야 한다."와 연관관계가 높음
- 파급효과 평가항목은 "독창적인 국산기술을 보유해야 한다.", "정부의 물류정책에 부합하여야 한다.", "물류 연계 및 시설접근이 용이해야 한다.", "고속/대량 화물을 수송할 수 있어야 한다." 니즈와 연관성이 높은 것으로 분석되었음

○ 각 기술개발 환경 니즈 항목에 대한 가중치를 산정한 결과는 [표 5-13]과 같음

- [표 5-12]에서 도출된 점수에 각 기술개발 환경 니즈 평가항목의 가중치를 곱하고 각 기술개발 환경 니즈 항목의 기술개발 환경 니즈 평가항목별 가중치를 합산함
- 각각의 기술개발 환경 니즈 항목의 합산 값을 전체 기술개발 환경 니즈 항목의 총 값으로 나누어 표준화된 가중치 값을 [표 5-13]과 같이 산정함
- 산정결과 산업·경제측면의 "고속/대량 화물을 수송할 수 있어야 한다." 항목의 가중치가 가장 높으며 다음으로 정책·사회측면의 "독창적인 국산기술을 보유해야 한다.", 기술측면의 "물류 연계 및 시설접근이 용이해야 한다." 등의 순서로 가중치가 높은 것으로 분석되었음

[표 5-13] 기술개발환경 니즈 항목별 가중치 산정 결과

기술개발환경 니즈		가중치	순위
기술측면	물류 연계 및 시설접근이 용이해야 한다.	0.0848	3
	인프라 구축비를 최소화하여야 한다.	0.0806	12
	수송과정에 별도의 추가 인력투입이 없어야 한다.	0.0810	10
	화물추적이 용이하게 이루어져야 한다.	0.0834	5
산업·경제측면	고속/대량 화물을 수송할 수 있어야 한다.	0.0871	1
	운송비가 기존보다 저감되어야 한다.	0.0843	4
	장비/인프라 유지보수가 용이해야 한다.	0.0822	9
	다양한 소량화물도 처리할 수 있어야 한다.	0.0807	11
정책·사회측면	친환경 에너지를 활용하고 온실가스를 저감해야 한다.	0.0833	6
	환경부하(소음, 진동, 배기가스)가 적은 장비를 개발해야 한다.	0.0827	8
	독창적인 국산기술을 보유해야 한다.	0.0867	2
	정부의 물류정책에 부합하여야 한다.	0.0831	7

7. 후보과제별 기술개발 니즈 평가 및 우선순위 도출

○ 각 지하 화물운송방식 후보과제 우선순위를 선정하기 위하여 앞서 도출된 기술개발 환경 니즈 가중치에 각 과제별 평가점수를 곱하여 합산한 값으로 순위를 도출함

- 각 과제별 평가점수는 기술개발 환경 니즈항목 및 평가항목 가중치 분석과 마찬가지로 각 응답자에 대한 설문 결과를 산술평균한 값임

$$m_{jk} = \frac{\sum_{i=1}^{N} x_{ijk}}{N_{alljk}}, \qquad S_k = \sum_{j=1}^{12} (\text{가중치}_j \times m_{jk})$$

m_{jk} : k과제의 j기술개발 환경 니즈 평가점수의 산술평균
x_{ijk} : k과제의 j기술개발 환경 니즈에 대한 응답자 i의 평가 점수
N_{alljk} : k과제의 j기술개발 환경 니즈의 전체 응답자수
가중치_j : j기술개발 환경 니즈의 가중치
S_k : k과제의 평가점수 합계
j : 기술개발 환경 니즈(12개)

- 후보과제 우선순위 분석 결과 대형 규격화물 지하 운송 시스템이 1순위로 선정되었으며 소형 화물 개별 지하운송 시스템, 파이프라인 벌크 지하운송 시스템이 2, 3순위로 선정되었음

○ 또한 설문의 각 응답자의 기술개발 환경 니즈 항목의 가중치에 각 후보과제별 평가점수를 곱하여 합산한 값인 각각의 과제별 평가점수 합계를 산술평균(AM)과 기하평균(GM)해서 산정한 우선순위도 같은 결과를 나타냄

$$s_{ik} = \sum_{j=1}^{12} (\text{가중치}_{ij} \times m_{ijk})$$

$$AM_k = \frac{\sum_{i=1}^{N} s_{ik}}{N_{allk}}, \quad GM_k = \sqrt[N_{allk}]{s_{1k} \cdot s_{2k} \cdot \cdots \cdot s_{Nk}}$$

s_{ik} : k과제의 응답자 i의 평가점수 합계
가중치$_{ij}$: 응답자 i의 j기술개발 환경 니즈의 가중치
m_{ijk} : 응답자 i의 k과제의 j기술개발 환경 니즈 평가점수의 산술평균
AM_k : k과제의 평가점수 합계의 산술평균
N_{allk} : k과제의 전체 응답자수
j : 기술개발 환경 니즈(12개)

[표 5-14] 지하 화물운송방식 최종 후보과제 우선순위 선정

기술개발 환경 니즈		가중치	과제1	과제4	과제9
기술 측면	물류 연계 및 시설접근이 용이해야 한다.	0.0848	8.7	8.8	7.5
	인프라 구축비를 최소화하여야 한다.	0.0806	8.1	7.8	7.8
	수송과정에 별도의 추가 인력투입이 없어야 한다.	0.0810	8.2	7.6	7.7
	화물추적이 용이하게 이루어져야 한다.	0.0834	8.6	8.1	6.3
산업·경제 측면	고속/대량 화물을 수송할 수 있어야 한다.	0.0871	8.9	7.6	7.1
	운송비가 기존보다 저감되어야 한다.	0.0843	8.7	7.9	7.8
	장비/인프라 유지보수가 용이해야 한다.	0.0822	8.4	7.9	7.7
	다양한 소량화물도 처리할 수 있어야 한다.	0.0807	7.1	8.3	7.0
정책·사회 측면	친환경 에너지를 활용하고 온실가스를 저감해야 한다.	0.0833	8.4	8.0	8.1
	환경부하(소음, 진동, 배기가스)가 적은 장비를 개발해야 한다.	0.0827	7.6	7.9	7.5
	독창적인 국산기술을 보유해야 한다.	0.0867	7.9	7.9	7.5
	정부의 물류정책에 부합하여야 한다.	0.0831	7.8	7.4	7.2
합계[65)]			8.2	7.9	7.4
순위			**1**	**2**	**3**
합계(산술평균)			8.24	7.93	7.44
순위			1	2	3
합계(기하평균)			8.17	7.86	7.36
순위			**1**	**2**	**3**

65) 합계점수는 각 기술개발 환경 니즈 항목의 가중치에 각 후보과제별 평가 점수를 곱하여 합산한 값임

4절. 연구수행체계 및 지하 화물운송방식 과제카드

1. 연구수행체계

○ 도출된 3가지 후보과제를 검토한 결과 향후 본 과제는 과제 규모가 크고 운송대상 화물형태와 국내 기술의 보유현황, 기술개발목표에 따라 세 개의 그룹으로 구분이 가능하고 이들 그룹별로 개발할 기술적 특성이 상이하여 기술별로 별도의 연구단 규모로 추진되는 것이 바람직하다고 판단됨

연구단	세부과제
대량 규격화물 지하 운송 시스템 연구단 선형모터를 이용한 대량 규격화물 지하 운송 시스템의 세계 최초 상용화를 위한 기술 및 테스트베드 구축	**대량 규격화물 지하운송 인프라 시스템 기술** 지상공간의 활용을 극대화하고 교통체증, 기후변화 등 여건변화에 제약을 받지 않는 안정적이고 친환경적인 대량 규격화물전용 지하운송 인프라 개발
	대량 규격화물 지하운송 장비 및 제어 시스템 기술 대량 규격화물의 지하운송에 적합한 내수성, 비접촉성, 정숙성, 단순성, 유지보수 간편성 등의 특성을 지닌 운송장비 차체 제작 및 무인자동 제어기술 개발
	대량 규격화물 지하운송 보관/하역 시설장비 및 제어 시스템 기술 대량 규격화물의 하역, 보관 및 이송을 무인자동으로 처리하기 위한 효율적인 장비제어 기술
소형화물 개별 운송 시스템 연구단 선형모터를 이용한 소형화물 개별 지하운송 시스템의 세계 최초 상용화를 위한 기술 및 테스트베드 구축	**소형화물 개별 운송 인프라 시스템 기술** 지하로 소형 규격화물을 개별운송하기 위한 지하운송로적 특성을 감안한 터널 구조, 궤도, 급전인프라, 장비추진장치의 건설 및 유지보수 기술
	소형화물 개별 운송 장비 및 제어 시스템 기술 협소한 튜브 안을 운행하는 캡슐의 특성을 감안한 차체구조물, 운송장비의 설계, 제작, 유지보수, 제어 및 추적, 상하역 연계기술
파이프라인 벌크 지하운송 시스템 연구단 파이프라인을 따라 압축공기로 벌크화물을 수송하는 시스템의 세계 최초 상용화를 위한 기술 및 테스트베드 구축	**파이프라인 벌크 운송 저장 및 공급 시스템 기술** 벌크화물 저장조안에 보관하고 있는 벌크화물을 공기압으로 운반하는 파이프라인에 투입하는 공급장치를 제작하고 제어하는 기술
	파이프라인 벌크 운반/분류 및 제어 시스템 기술 벌크화물을 공기압을 이용하여 운반하는 파이프라인을 설계/제작하고 유지보수하는 기술

2. 후보과제 카드

[표 5-15] '1. 대량 규격화물 지하운송시스템' 과제 카드

구 분	내 용
1. 과제명	대량 규격화물 지하운송시스템
2. 연구개발목표	- 선형모터를 이용한 대량 규격화물 지하운송시스템 개발, Test-Bed를 통한 시험 평가 및 실용화 전략 수립
3. 기술개발 및 산업/시장 동향	- 물류단계별 연계성을 향상시킬 수 있는 유닛로드 화물 비중의 지속적으로 증가 - 물류흐름의 고속화, 대량화, 정시화에 부응하기 위한 화물수송부문의 무인화, 자동화 수요증가 - 환경부하가 작고 에너지 절감이 용이하며 온실가스 배출을 최소화하기 위한 기술수요 증가
4. 기존기술 활용방안	- 한국교통연구원과 기술협력업체인 노웨이트(주) 등이 세계 최초로 개발한 선형모터를 이용한 무정차 루프형태의 컨테이너 운송기술(Auto-Con)을 2010년 개념설계를 완료하고 지하화를 위한 기술적 검토 등 연구를 지속하고 있음
5. 기술개발 필요성	- 지상 교통물류 인프라 개발 여지는 줄어들고 물류의 수요는 점차 증가하고 있으며 물류부문 에너지 목표관리제 시행 등 친환경 에너지를 활용한 첨단물류수단 개발은 국내 물류비의 저감뿐만 아니라 미래 우리나라 물류기술산업의 세계진출의 계기가 될 수 있음
6. 주요연구 개발내용	- 대량 규격화물 지하운송 인프라 시스템 기술 · 대량 규격화물 지하운송궤도 설치기술 · 대량 규격화물 지하운송장비 추진기술 · 대량 규격화물 지하운송 인프라 유지보수 및 안전 관리 기술 - 대량 규격화물 지하운송 장비 및 제어기술 · 대량 규격화물 지하운송 장비 구축 기술 · 대량 규격화물 지하운송 장비 제어 기술 · 대량 규격화물 지하화물 운송장비 유지보수 기술 - 대량 규격화물 지하운송 연계 보관 및 하역 시스템 기술 · 대량 규격화물 지하운송연계 보관하역 시설 및 장비 구축기술 · 대량 규격화물 지하운송연계 보관하역 시설 및 장비 제어기술 · 지하운송 대량 규격화물 인터모달 인터페이스 기술
7. 정부지원의 타당성	- 기술적 측면에서 물류 연계 및 시설접근성을 제고시켜 인프라 구축비를 최소화하고 수송과정에 별도의 추가 인력투입이 없으며 화물추적 또한 용이하게 함 - 산업·경제측면에서 고속/대량 화물을 수송할 수 있고, 운송비가 기존보다 저감되며, 장비/인프라 유지보수가 용이하고, 다양한 화물도 처리할 수 있음 - 정책·사회측면에서 정부의 물류정책에 부합하면서 친환경 에너지를 활용하고 온실가스를 저감시키며, 환경부하를 저감시키는 국산기술을 개발할 수 있음

[표 5-15] '1. 대량 규격화물 지하운송 시스템' 과제 카드(계속)

<table>
<tr><th>구 분</th><th colspan="7">내 용</th></tr>
<tr><td>8. 기술확보 전략</td><td colspan="7">- 원천기술을 확보하고 있는 한국교통연구원과 기술협력업체인 노웨이트(주), GID 등과 본 시스템의 적용의지를 가지고 있는 지자체, 공사/공단 등과의 지속적인 협의를 통해 테스트베드 대상지를 확보하고 적용가능성을 제고할 예정임. 본 기술에 관심을 가지고 있는 해외기관과의 협력을 통해 기술의 해외진출 방안도 다각도로 모색할 필요가 있음</td></tr>
<tr><td rowspan="2">9. 기술개발 최종성과물 및 활용방안</td><td colspan="2">최종성과물</td><td colspan="5">특허, 논문, Test-Bed</td></tr>
<tr><td colspan="2">활용방안</td><td colspan="5">- 철도시설공단에 의한 철도물류활성화 대안으로 활용
- 국가/지방 산업단지와 물류거점간 혹은 물류거점 간 연계</td></tr>
<tr><td rowspan="6">10. 연구개발 과제의 규모 (50억 원 이내) (연구기간 5년 이내)</td><td colspan="2">구분</td><td>1차연도</td><td>2차연도</td><td>3차연도</td><td>4차연도</td><td>5차연도</td></tr>
<tr><td rowspan="2">연차별 연구비 (백만 원)</td><td>정부</td><td>1,750</td><td>4,820</td><td>12,300</td><td>6,130</td><td></td></tr>
<tr><td>민간 (추정)</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">합 계</td><td>1,750</td><td>4,820</td><td>12,300</td><td>6,130</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="3">총 연구비 (백만 원)</td><td>정부</td><td colspan="2">25,000</td><td>총 연구기간</td><td colspan="2">4년</td></tr>
<tr><td>민간</td><td colspan="2">0</td><td rowspan="2">연도별 평균소요인력</td><td colspan="2" rowspan="2">33명</td></tr>
<tr><td>총합계</td><td colspan="2">25,000</td></tr>
<tr><td>11. 기대효과 및 파급효과</td><td colspan="7">- 대량 규격화물 지하운송시스템을 물류거점내 및 물류거점간 대량 규격화물을 위한 수송 연계시스템으로 활용가능
- 물류거점간 또는 물류거점내 기존 도로 수송수단을 대체하여 교통혼잡 및 사고로 인한 사회적 비용 감소, 환경적 부하 저감, 유류사용료 감소로 인한 물류비 저감
- 또한 물류거점간 특히 기존 도로 및 철도 물류시설 연계성 제고를 통한 국가교통정책과의 부합, 거점간연계성 및 도심내 또는 물류거점내 지상공간 활용 극대화가 가능함
- 국산기술을 활용한 대량 규격화물 수송시스템 개발로 기술의 해외수출 및 국내 대량 규격화물 수송시스템의 신기술 파급효과</td></tr>
</table>

[표 5-16] '2. 소형 화물 개별 운송 시스템' 과제 카드

구 분	내 용
1. 과제명	소형 화물 개별 지하운송 시스템
2. 연구개발목표	- 선형모터를 이용한 소형 화물 개별 지하운송시스템 개발, Test-Bed를 통한 시험 평가 및 실용화 전략 수립
3. 기술개발 및 산업/시장 동향	- 물류단계별 연계성을 향상시킬 수 있는 유닛로드 화물 비중의 지속적으로 증가 - 물류흐름의 고속화, 대량화, 정시화에 부응하기 위한 화물수송부문의 무인화, 자동화 수요증가 - 환경부하가 작고 에너지 절감이 용이하며 온실가스 배출을 최소화하기 위한 기술수요 증가
4. 기존기술 활용방안	- 한국철도기술연구원과 포항산업과학연구원이 공동 개발한 ACTTube 기술이 이와 유사한 기술로 2010년 개념설계가 완료되었음
5. 기술개발 필요성	- 지상 교통물류 인프라 개발 여지는 줄어들고 물류의 수요는 점차 증가하고 있으며 물류부문 에너지 목표관리제 시행 등 친환경 에너지를 활용한 첨단물류수단 개발은 국내 물류비의 저감뿐만 아니라 미래 우리나라 물류기술산업의 세계진출의 계기가 될 수 있음
6. 주요연구 개발내용	- 소형 화물 개별 운송 인프라 시스템 기술 · 지하화물 운송 궤도 인프라 기술 · 지하화물 운송장비 추진장치 기술 · 지하화물 운송 인프라 유지보수 및 안전관리 기술 - 소형 화물 개별 운송 장비 및 제어 시스템 기술 · 지하화물 운송장비 차체 구조물 기술 · 지하화물 운송장비 유지보수 기술 · 지하화물 운송장비 제어 및 유지보수 기술 · 인터모달 인터페이스 연계 기술
7. 정부지원의 타당성	- 기술적 측면에서 물류 연계 및 시설접근성을 제고시켜 인프라 구축비를 최소화하고 수송과정에 별도의 추가 인력투입이 없으며 화물추적 또한 용이하게 함 - 산업·경제측면에서 소형 규격화물을 수송할 수 있고, 운송비가 기존보다 저감되며, 장비/인프라 유지보수가 용이하고, 다양한 화물도 처리할 수 있음 - 정책·사회측면에서 정부의 물류정책에 부합하면서 친환경 에너지를 활용하고 온실가스를 저감시키며, 환경부하를 저감시키는 국산기술을 개발할 수 있음

[표 5-16] '2. 소형 화물 개별 운송 시스템' 과제 카드(계속)

<table>
<tr><th>구 분</th><th colspan="8">내 용</th></tr>
<tr><td>8. 기술확보 전략</td><td colspan="8">- 한국철도기술연구원과 포항산업과학연구원이 완료한 개념설계 수준의 ACTTube 기술을 토대로 이를 적용할 수 있는 기술적용 대상지를 물색하고 시범사업을 추진하는데 주력할 예정임</td></tr>
<tr><td rowspan="2">9. 기술개발 최종성과물 및 활용방안</td><td colspan="2">최종성과물</td><td colspan="6">특허, 논문, Test-Bed</td></tr>
<tr><td colspan="2">활용방안</td><td colspan="6">- 대도시내 유통거점의 접근성 향상
- 대규모 제조기업과 부품하청업체와의 연계</td></tr>
<tr><td rowspan="5">10. 연구개발 과제의 규모 (50억 원 이내) (연구기간 5년 이내)</td><td colspan="2">구분</td><td>1차연도</td><td>2차연도</td><td>3차연도</td><td>4차연도</td><td colspan="2">5차연도</td></tr>
<tr><td rowspan="2">연차별 연구비 (백만 원)</td><td>정부</td><td>1,405</td><td>5,946</td><td>5,946.5</td><td>6,702.5</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>민간 (추정)</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td colspan="2">합 계</td><td>1,405</td><td>5,946</td><td>5,946.5</td><td>6,702.5</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td rowspan="3">총 연구비 (백만 원)</td><td colspan="2">정부</td><td colspan="2">20,000</td><td>총 연구기간</td><td colspan="2">4년</td></tr>
<tr><td colspan="2">민간</td><td colspan="2">0</td><td rowspan="2">연도별 평균소요인력</td><td colspan="2" rowspan="2">34명</td></tr>
<tr><td colspan="2">총합계</td><td colspan="2">20,000</td></tr>
<tr><td>11. 기대효과 및 파급효과</td><td colspan="8">- 소형 화물 개별 운송시스템을 물류거점내 소형화물을 위한 수송 연계시스템으로 활용가능
- 기존 도로 수송수단을 대체하여 교통혼잡 및 사고로 인한 사회적 비용 감소, 환경적 부하 저감, 유류사용료 감소로 인한 물류비 저감, 분기가 가능한 기술의 장점을 활용하여 거점내 시설간 연계성 및 지상공간 활용 극대화가 가능함
- 국산기술을 활용한 소형화물 수송시스템 개발로 기술의 해외수출 및 국내 소형화물 수송시스템의 신기술 파급효과</td></tr>
</table>

[표 5-17] '3. 파이프라인 벌크 운송 시스템' 과제 카드

구 분	내 용
1. 과제명	파이프라인 벌크 지하운송 시스템
2. 연구개발목표	- 파이프라인을 따라 압축공기로 벌크화물을 수송하는 시스템 개발, Test-Bed를 통한 시험 평가 및 실용화 전략 수립
3. 기술개발 및 산업/시장 동향	- 물류흐름의 고속화, 대량화, 정시화에 부응하기 위한 화물수송부문의 무인화, 자동화 수요증가 - 환경부하가 작고 에너지 절감이 용이하며 온실가스 배출을 최소화하기 위한 기술수요 증가 - 운송과정 상에 발생하는 분진, 소음, 진동을 최소화하려는 노력 증가
4. 기존기술 활용방안	- 당초 스웨덴이 보유한 쓰레기 진공압축 배출시스템 기술을 국내에서 개량하여 현재 세계 시장 점유율 50% 이상을 차지하고 엠벡 코리아에서 원천기술과 추가기술 개발 의지를 보유하고 있음
5. 기술개발 필요성	- 지상 교통물류 인프라 개발 여지는 줄어들고 물류의 수요는 점차 증가하고 있으며 물류부문 에너지 목표관리제 시행 등 친환경 에너지를 활용한 첨단물류수단 개발은 국내 물류비의 저감뿐만 아니라 미래 우리나라 물류기술산업의 세계진출의 계기가 될 수 있음
6. 주요연구 개발내용	- 파이프라인 벌크 운송 저장 및 공급 시스템 기술 · 저장조 구조물 기술 · 저장조 안전장치 및 제어 기술 · 공급장치에 관한 제작 및 제어 기술 - 파이프라인 벌크 운반/분류 및 제어 시스템 기술 · 운반관로 설계/시공 및 유지관리에 관한 기술 · 공기와 수송물질 분리 기술 · 공기 정화에 관한 기술 · 무인 및 원격제어 기술
7. 정부지원의 타당성	- 기술적 측면에서 물류 연계 및 시설접근성을 제고시켜 인프라 구축비를 최소화하고 수송과정에 별도의 추가 인력투입이 없으며 화물추적 또한 용이하게 함 - 산업·경제측면에서 벌크화물을 수송할 수 있고, 운송비가 기존보다 저감되며, 장비/인프라 유지보수가 용이하고, 다양한 화물도 처리할 수 있음 - 정책·사회측면에서 정부의 물류정책에 부합하면서 친환경 에너지를 활용하고 온실가스를 저감시키며, 환경부하를 저감시키는 국산기술을 개발할 수 있음
8. 기술확보 전략	- 당초 스웨덴이 보유한 쓰레기 진공압축 배출시스템 기술을 국내에서 개량하여 현재 세계 시장 점유율 50% 이상을 차지하고 엠벡 코리아에서 원천기술과 추가기술 개발 의지를 보유하고 있으므로 산·학·관 협력을 증진하면서 본 시스템의 적용에 관심을 갖고 있는 산업체들과의 지속적인 협력을 통해 실용화 가능성을 제고시킬 필요성이 있음

[표 5-17] '3. 파이프라인 벌크 운송 시스템' 과제 카드(계속)

<table>
<tr><th>구 분</th><th colspan="8">내 용</th></tr>
<tr><td rowspan="2">9. 기술개발 최종성과물 및 활용방안</td><td colspan="2">최종성과물</td><td colspan="6">특허, 논문, Test-Bed</td></tr>
<tr><td colspan="2">활용방안</td><td colspan="6">- 대규모 산업시설의 원자재 하역시설과 생산시설의 연계</td></tr>
<tr><td rowspan="6">10. 연구개발 과제의 규모 (50억 원 이내) (연구기간 5년 이내)</td><td colspan="2">구분</td><td>1차연도</td><td>2차연도</td><td>3차연도</td><td>4차연도</td><td>5차연도</td></tr>
<tr><td rowspan="2">연차별 연구비 (백만 원)</td><td>정부</td><td>1,191</td><td>4,524.5</td><td>6,284.5</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>민간 (추정)</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">합 계</td><td>1,191</td><td>4,524.5</td><td>6,284.5</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="3">총 연구비 (백만 원)</td><td>정부</td><td colspan="2">12,000</td><td rowspan="2">총 연구기간</td><td colspan="2" rowspan="2">3년</td></tr>
<tr><td>민간</td><td colspan="2">0</td></tr>
<tr><td>총합계</td><td colspan="2">12,000</td><td>연도별 평균소요인력</td><td colspan="2">14명</td></tr>
<tr><td>11. 기대효과 및 파급효과</td><td colspan="8">- 파이프라인 벌크수송시스템을 지역 화력발전소에 활용가능
- 기존 컨베이어 수송시스템을 대체하여 외부환경(빗물, 눈)의 영향으로 인한 화력 발전 효율을 증진시키고 설치의 용이성에 따른 관련 변경 용이, 원격운전 가능성 제고
- 최첨단 석탄 수송시스템 개발로 가술의 해외수출 및 국내 벌크 화물 수송시스템의 신기술 파급효과</td></tr>
</table>

6 장. 지하 화물운송 시스템 기획

- 1절.‘대량 규격화물 지하운송 시스템’기획
- 2절.‘소형 화물 개별 운송 시스템’기획
- 3절.‘파이프라인 벌크 운송 시스템’기획
- 4절. 과제 제안요구서(RFP)

6장. 지하 화물운송 시스템 기획

1절. '대량 규격화물 지하운송 시스템' 기획

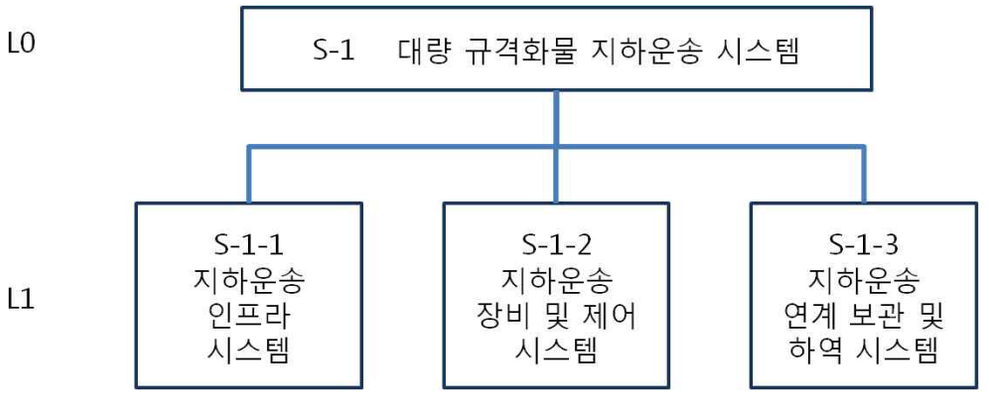
1. 연구 목표 및 기술기획

가. 연구 목표

선형모터를 이용한 대량 규격화물 지하운송 시스템 개발과 Test-Bed를 통한 시험 평가 및 실용화 전략 수립

나. 대량 규격화물 운송 시스템 기술요소의 구성

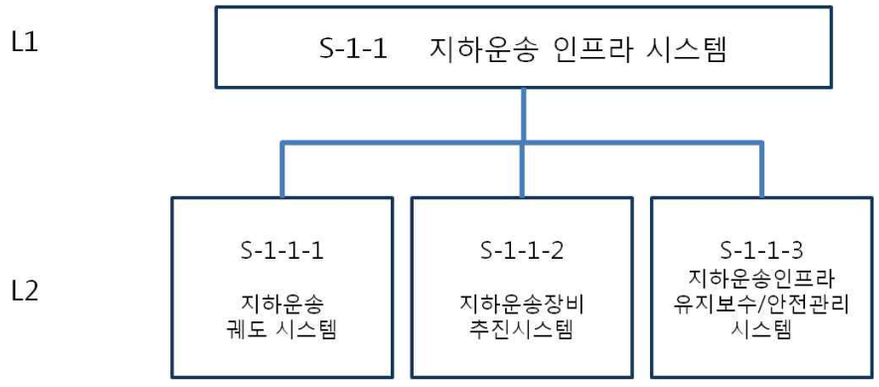
○ 대량 규격화물 지하운송 시스템은 [그림 6-1]에 나타난 바와 같이 크게 세 개의 서브 시스템으로 구성됨 (여기서 대량 규격화물이란 ISO규격의 컨테이너를 의미함)



[그림 6-1] 대량 규격화물 지하운송 시스템 하부시스템 구성도

(1) 지하운송 인프라 시스템

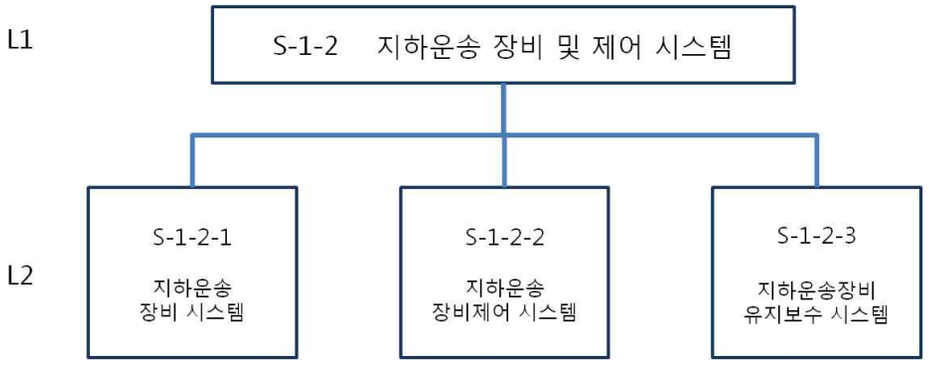
○ 지하운송 인프라 시스템은 다시금 지하운송궤도시스템, 지하운송장비추진시스템, 지하운송인프라 유지보수 및 안전관리시스템 등 세 개의 하부시스템(sub systems)으로 구성됨



[그림 6-2] 지하운송 인프라 시스템 하부시스템 구성도

(2) 지하운송 장비 및 제어 시스템

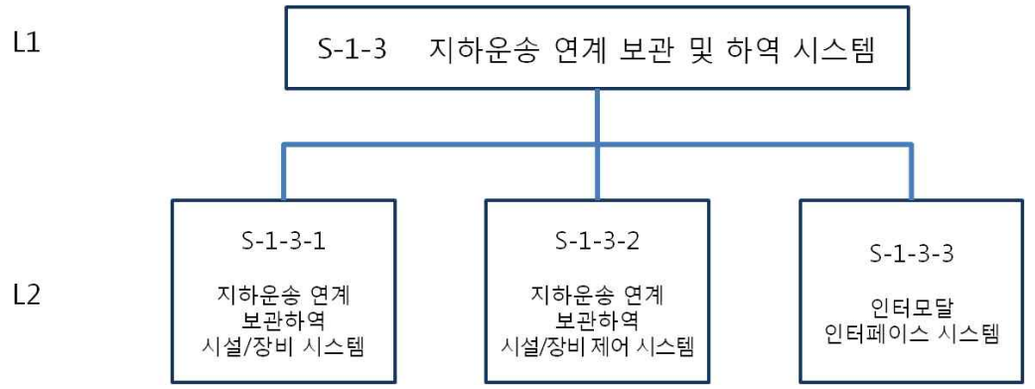
○ 지하운송 장비 및 제어 시스템은 다시금 지하운송 장비시스템, 지하운송 장비제어시스템, 지하운송 장비 유지보수 시스템 등 세 개의 하부시스템(sub systems)으로 구성됨



[그림 6-3] 지하운송 장비 및 제어 시스템 하부시스템 구성도

(3) 지하운송 연계 보관 및 하역 시스템

○ 지하운송 연계 보관 및 하역 시스템은 다시금 지하운송 연계 보관하역 시설/장비시스템, 지하운송 연계 보관하역 시설/장비 제어시스템, 인터모달 인터페이스시스템 등 세 개의 하부시스템(sub systems)으로 구성됨



[그림 6-4] 지하운송 보관하역 하부시스템 구성도

다. 대량 규격화물 운송 시스템 기술기획

(1) 기술트리

[표 6-1] 대량 규격화물 운송 시스템 기술트리

1차분류		2차분류		3차분류	
대량 규격화물 지하 운송시스템기술	AA	지하화물 운송인프라 시스템기술	AAA	지하화물 운송 터널인프라 기술	AAAA
				지하화물 운송 궤도인프라 기술	AAAB
				지하화물 운송장비 급전인프라 기술	AAAC
				지하화물 운송장비 추진장치 기술	AAAD
				지하화물 운송 인프라 유지보수 및 안전관리기술	AAAE
		지하화물 운송장비 기술	AAB	지하화물 운송장비 차체 구조물 기술	AABA
				지하화물 운송장비 유지보수 기술	AABB
		지하화물 운송제어시스템 기술	AAC	지하화물 운송장비 제어기술	AACA
				지하화물 운송 추적기술	AACB
				지하화물 운송 및 상하역 연계기술	AACC
				인터모달 인터페이스 연계기술	AACD
대량 규격화물 지하 보관하역 시스템 기술	AB	보관하역 시설장비 기술	ABA	지하화물 보관하역 시설	ABAA
				지하화물 하역 장비	ABAB
		보관하역 제어기술	ABB	지하화물 하역/보관제어기술	ABBA

(2) 기술부문별 기획

(가) 운송인프라 부문

① 대량 규격화물 지하운송궤도 설치기술

○ 연구내용 : 아코디언 방식으로 접철되는 하역구간을 포함하여 지하로 대량 규격화물을 운송하기 위해 지하운송로적 특성을 감안한 루프형태의 궤도구조 설계, 시공 기술

○ 주요 구성기술

- Folder 구간 궤도 설계기술
- Folder식 지하궤도 시공기술
- 비상시 궤도 긴급복구 및 수리기술

② 대량 규격화물 지하운송장비 추진기술

○ 연구내용 : 아코디언 방식으로 접철되는 하역구간을 포함하여 지하로 대량 규격화물을 운송하기 위해 루프형태로 운행되는 화물운송시스템을 선형모터 블럭으로 추진하기 위한 전용 추진체(선형모터블럭)의 설계/제작/시공기술. 그리고 호이스트 형태의 리액션플레이트 설계, 제작 및 시공기술

○ 주요 구성기술

- 선형모터 이용 추진체 설계기술 (LIM 제어를 위한 RC 튜닝기술, 네트워크 프로토콜 이식기술,역학설계 기술 등)
- 전용 LIM블럭 시공기술

③ 대량 규격화물 지하운송 인프라 유지보수 및 안전 관리 기술

○ 연구내용 : 지하로 대량 규격화물을 운송하기 위한 지하운송로적 특성을 감안한 터널 구조물, 궤도, 전기 공급시설, 추진장치(선형모터블럭) 등 시설 장비의 검사, 방재(방화, 방수, 내진)안전도 검사기술. 그리고 비상시 인프라 긴급복구 및 수리 기술

○ 주요 구성기술

- 지하터널 방수/방진 검사기술
- 지하터널 방재(방화, 방수, 내진)기술

- Loof 궤도 균열 및 간극 검사기술
- 3상 교류전기 공급시설 검사기술
- LIM 블럭 튜닝/검사기술
- 비상시 인프라 긴급복구 및 수리기술

(나) 운송장비 및 제어부문

① 대량 규격화물 지하운송 장비 구축기술

○ 연구내용 : 루프형태로 운행되는 화물운송시스템이 하역구간에서 아코디언 방식으로 접철될 수 있도록 하기 위한 수평방향 접이식 궤도운송 컨테이너샤시(Horizontally Foldable Container Chassis) 와 연결호이스트(Hoist) 연결부분의 구조해석/설계/제작기술, 샤시 및 연결 호이스트 구동 철제바퀴 및 볼베어링(Ball Bearing) 구조해석/설계/제작기술

○ 주요 구성기술

- 수평방향 접이식 궤도운송 컨테이너샤시(HFCC, Horizontally Foldable Container Chassis) 및 연결호이스트(Hoist) 구조해석 기술
- 수평방향 접이식 궤도운송 컨테이너샤시 및 연결 호이스트 설계 기술
- 수평방향 접이식 궤도운송 컨테이너샤시 및 연결 호이스트 제작 기술
- 수평방향 접이식 궤도운송 컨테이너샤시 및 연결 호이스트 구동 철제바퀴 및 볼베어링(Ball Bearing) 설계 기술
- 수평방향 접이식 궤도운송 컨테이너샤시 및 연결 호이스트 구동 철제바퀴 및 볼베어링 설치 기술

② 대량 규격화물 지하운송 장비 제어 기술

○ 연구내용 : 아코디언 방식으로 접철되는 하역구간을 포함하여 지하로 대량 규격 화물을 운송하기 위해 루프형태로 운행되는 화물운송시스템의 속도를 검지하고 중앙제어할 수 있는 전용 스카다(SCADA) 시스템의 설계, 제작 및 시공기술과 운송장비 비상정지 장치 기술

○ 주요 구성기술

- 지하화물 운송장비 속도검지 및 제어 장치
- 지하화물 운송장비 비상정지/운행 장치

③ 지하화물 운송장비 유지보수 기술

○ 연구내용 : 수평방향 접이식 궤도운송 컨테이너샤시 및 연결 호이스트에 설치되어 있는 철제바퀴 및 볼베어링(Ball Bearing) 등 구동부품의 노후화 및 이상을 감지하는 장치를 설계/제작/설치하는 기술. 그리고 컨테이너샤시와 연결 호이스트 간의 연결 부분 구조물 검사기술과 비상시 긴급복구 및 수리 기술

○ 주요 구성기술

- 철제바퀴 및 볼베어링 노후화 및 이상감지 장치 설계 기술
- 철제바퀴 및 볼베어링 노후화 및 이상감지 장치 제작 및 설치 기술
- 수평방향 접이식 궤도운송 컨테이너샤시 및 연결 호이스트 구조물 검사기술
- 비상시 긴급복구 및 수리 기술

(다) 보관하역 시설 부문

① 대량 규격화물 지하운송연계 보관하역 시설 및 장비 구축 기술

○ 연구내용 : 대량 규격화물 지하 운송시스템으로 운송된 대량 규격화물의 하역·보관·이송을 무인자동으로 처리하기 위한 시설/장비의 구조해석, 설계 및 시공기술

○ 주요 구성기술

- 지하 고단적 보관하역 시설 및 장비 구조해석기술
- 지하 고단적 보관하역 시설 및 장비 시공기술
- 지하 고단적 보관하역 시설 및 장비 설계기술

② 대량 규격화물 지하운송연계 보관하역 시설/장비 제어기술

○ 연구내용 : 대량 화물 지하 운송시스템으로 운송된 대량 규격화물의 하역·보관·이송을 무인자동으로 처리하기 위한 시설/장비의 운행제어, 교행제어 기술 및 적재화물의 위치파악 기술

○ 주요 구성기술

- 지하화물 보관시설내 복수 Spreader 교행 제어 알고리즘
- 지하화물 보관시설내 화물적재 위치파악 기술
- 지하화물 보관시설내 복수 Spreader 운행 제어 기술

③ 지하 대량 규격화물 인터모달 인터페이스 기술

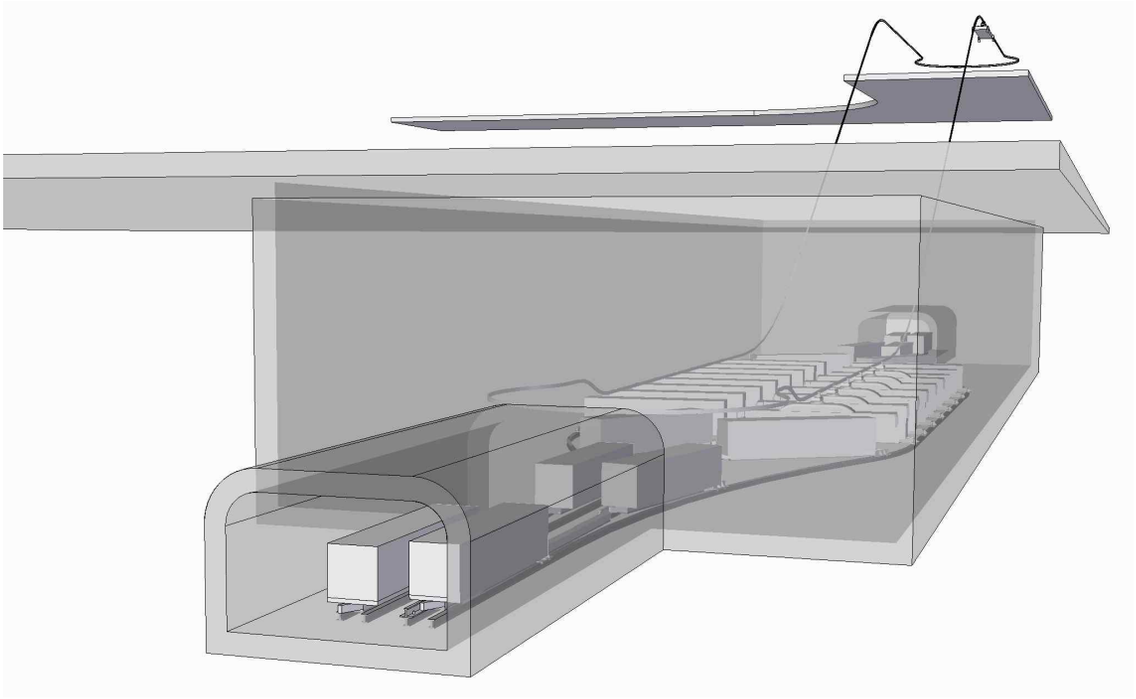
○ 연구내용 : 대량 규격화물 지하 운송시스템과 상하역 장비 혹은 타 운송수단과의 연계를 위한 시설/장비의 설계/제작/설치 기술

○ 주요 구성기술

- 지하화물 운송장비와 상하역 장비와의 연계 제어 기술
- 지하화물 운송장비와 타 운송수단과의 연계 제어 기술

(3) 대량 규격화물 지하 운송시스템의 최종 이미지 및 운영 프로세스

(가) 대량 규격화물 지하 운송시스템의 최종 이미지



[그림 6-5] 대량 규격화물 지하운송 시스템 최종 이미지 렌더링

○ 대량 규격화물 지하 운송시스템은 전체가 하나의 루프형태로 연결되어 레일 위를 구르는 철제 차륜과 그 위에 설치된 샤시형 대차(수요에 따라 샤시형 대차의 감축이 가능하며, 이때는 열차형태로 일정길이 단위로 편성하여 운행가능)가 별도의 기관차 없이 레일 사이에 설치된 전동 선형모터와 리액션플레이트의 작용/반작용 원리에 의해 구동됨

○ 정지마찰을 줄이고 관성을 이용하기 위하여 별도의 전기적 하역구간에서 정지나 가감속없이 기계적 원리만으로 속도를 줄인 뒤 자동하역장비에 의해 화물을 자동보관시설이나 타 운송수단으로 연계하는 시스템임



[그림 6-6] 대량 규격화물 지하운송 시스템 운영 상상도

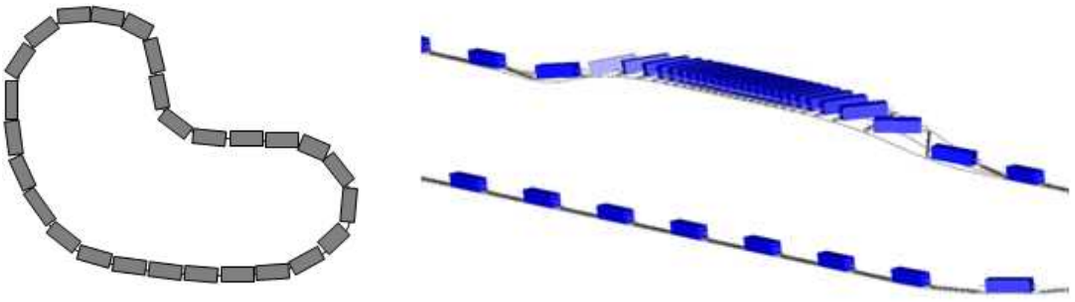
(나) 운영 프로세스

① 루프형으로 전체 차량을 연계하는 편성

○ 대량의 화물운송 수요에 대응하고 최대의 에너지 저감 효율을 얻기 위해서는 차량편

성 전체를 하나의 루프처럼 연결하여 운송하는 것이 원칙이나 수요에 따라 샤시형 대차의 감축이 가능하며, 이때는 열차형태로 일정길이 단위로 편성해서도 운행가능

○ 전체를 하나의 루프로 연결하거나 일정 길이 이상의 장대편성이 가능하면 구배가 많은 지역에서도 별도의 등판에너지를 들이지 않아도 에너지 효율적으로 운행이 가능



[그림 6-7] 루프형 전체차량 연계편성 개념

② 샤시형 대차와 연결 호이스트로 구성된 단위 운송차량 구성형태

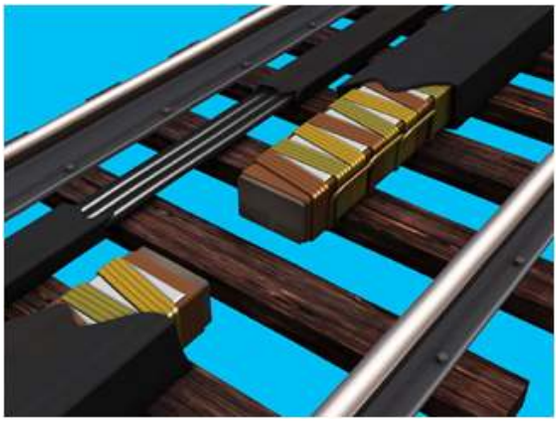
○ 화물을 적재할 수 없으면서도 대당 150-250톤 정도의 하중이 나가는 기관차를 없애고 화물적재 샤시형 대차와 대차 사이를 호이스트만으로 연결하므로 샤시형 대차+호이스트로 구성되는 단위하중을 기존 철도형태에 비해 활하중이 1/3에 불과



[그림 6-8] 샤시형 대차와 호이스트 연결 개념

③ 전동 선형모터와 리액션플레이트에 의한 추진

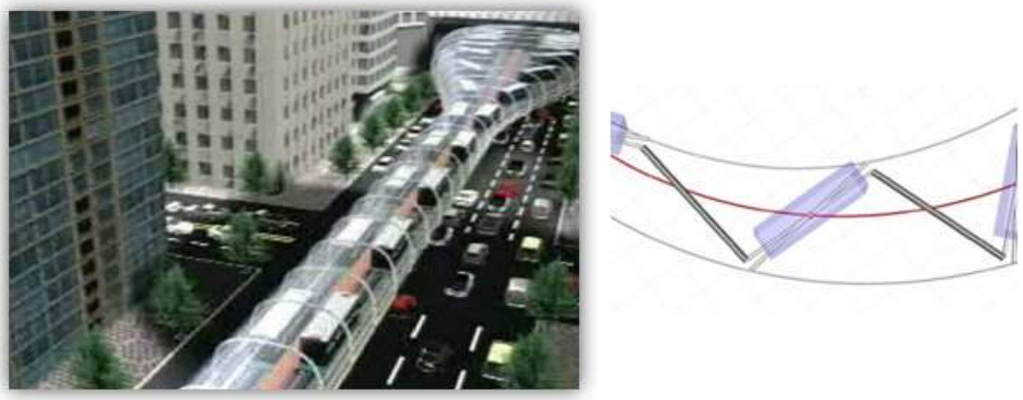
○ 3상 전기공급장치에 연계된 스카다(SCADA)시스템만으로 전체 시스템 속도를 일정하게 중앙에서 조절. 이를 통해 전기를 공급받은 화물적재 샤시형 대차와 대차 사이를 연계한 호이스트가 아래 부착된 리액션플레이트와의 반발력으로 추진됨



[그림 6-9] 전동 선형모터 추진장치

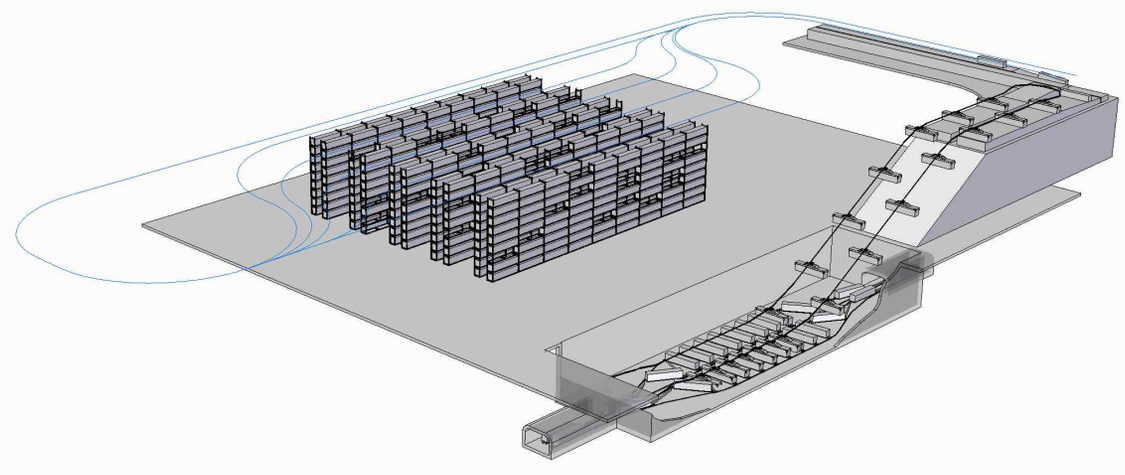
④ 관성이용을 위한 아코디언 방식의 기계적 무정차 감속과 무정차 하역

○ 중량 운송수단의 경우 정지상태에서 움직이기 시작할 때와 움직이는 상태에서 정지하기 위하여 90%의 에너지를 소비한다는 점에 착안하여 관성이용을 위한 아코디언 방식의 기계적 무정차 감속과 무정차 하역 방식의 구현



[그림 6-10] 아코디언 방식의 기계적 무정차 감속 원리

⑤ 무정차 하역 및 무인자동 고단적재



[그림 6-11] 무정차 무인자동 하역시스템과 연계된 고단적 자동보관시스템

○ 부지활용의 극대화 및 인건비 절감을 위해 무정차 무인자동 하역시스템과 연계된 고단적 자동보관시스템을 사용

(4) 대량 규격화물 지하 운송시스템 기본 요구사양

[표 6-2] 대량 규격화물 지하 운송시스템의 기본 요구사항

구 분	요구사항(안)	근거
차량편성	운행구간 전체 연결 1편성	효율성 비교
단위 운송차량의 활하중	1,770KN[주)]	한국철도시설공단 원단위
대차 폭	2.45m	외부 전문가 자문
차량 전력공급	3상 교류 전력공급장치	외부 전문가 자문
속 도	56.3km/h	외부 전문가 자문
년간 총소요전력량	14,995KW	외부 전문가 자문
연간 소모 전력량(편도)	1.135KkW	외부 전문가 자문

주 : (2TEU 컨테이너하중(421KN)+샤시형 대차 하중(169KN)) × 1.5량×2(복선) = 1,770KN

2. 세부과제 정의

[표 6-3] 대량 규격화물 지하운송 시스템 연구단 - 세부과제 1

구분	과제명	주요내용	최종 성과물
연구단 총괄	대량 규격화물 지하운송시스템 연구단	- 선형모터를 이용한 대량 규격화물 지하운송 시스템의 세계 최초 상용화	- 보고서 - 성과발표회 홍보자료 및 전시자료 - 학술논문 - 특허 - 정책(고시/법령) 제안 - Test-bed
1세부과제	대량 규격화물 지하운송 인프라 시스템 기술	- 지상공간의 활용을 극대화하고 교통체증, 기후변화 등 여건변화에 제약을 받지 않는 안정적이고 친환경적인 대량 규격화물전용 지하운송 인프라 개발	- 보고서 - 학술논문 - 특허 - 인프라 시스템 Test-bed
1-1	대량 규격화물 지하운송궤도 설치기술	- 지하궤도 설계 기술 - 지하궤도 시공 기술 - 비상시 궤도 긴급복구 및 수리 기술	- 보고서 - 학술논문 - 특허 - 궤도 Test-bed
1-2	대량 규격화물 지하운송장비 추진기술	- 선형모터이용 추진체 설계기술 - 선형모터블럭 시공기술	- 보고서 - 학술논문 - 특허 - 장비 Test-bed
1-3	대량 규격화물 지하운송 인프라 유지보수 및 안전 관리 기술	- 지하터널 구조물 검사기술 - 지하터널 방재(방화, 방수, 방진)기술 - 지하궤도 안전도 검사기술 - 전기 공급시설 검사기술 - 선형모터블럭 검사기술 - 비상시 인프라 긴급복구 및 수리 기술	- 보고서 - 학술논문 - 특허 - 유지보수 매뉴얼

[표 6-4] 대량 규격화물 지하운송 시스템 연구단 - 세부과제 2

구분	과제명	주요내용	최종 성과물
2세부과제	대량 규격화물 지하운송 장비 및 제어기술	- 대량 규격화물의 지하운송에 적합한 내수성, 비접촉성, 정숙성, 단순성, 유지보수 간편성 등의 특성을 지닌 운송장비 차체 제작 및 무인자동 제어기술 개발	- 보고서 - 학술논문 - 특허 - 장비 및 제어 Test-bed
2-1	대량 규격화물 지하운송장비 구축기술	- 수평방향 접이식 궤도운송 컨테이너샤시 (Horizontally Foldable Container Chassis) 및 연결호이스트(Hoist) 구조해석 기술 - 수평방향 접이식 궤도운송 컨테이너샤시 및 연결 호이스트 설계 기술 - 수평방향 접이식 궤도운송 컨테이너샤시 및 연결 호이스트 제작 기술 - 수평방향 접이식 궤도운송 컨테이너샤시 및 연결 호이스트 구동 철제바퀴 및 볼베어링 (Ball Bearing) 설계 기술 - 수평방향 접이식 궤도운송 컨테이너샤시 및 연결 호이스트 구동 철제바퀴 및 볼베어링 설치 기술	- 보고서 - 학술논문 - 특허 - 장비 Test-bed
2-2	대량 규격화물 지하운송 장비 제어 기술	- 지하화물 운송장비 속도검지 및 제어 장치 - 지하화물 운송장비 비상정지 장치	- 보고서 - 학술논문 - 특허 - 장비제어 Test-bed
2-3	지하화물 운송장비 유지보수 기술	- 철제바퀴 및 볼베어링 노후화 및 이상감지 장치 설계 기술 - 철제바퀴 및 볼베어링 노후화 및 이상감지 장치 제작 및 설치 기술 - 수평방향 접이식 궤도운송 컨테이너샤시 및 연결 호이스트 구조물 검사기술 - 비상시 긴급복구 및 수리 기술	- 보고서 - 학술논문 - 특허 - 유지보수 매뉴얼

[표 6-5] 대량 규격화물 지하운송 시스템 연구단 - 세부과제 3

구분	과제명	주요내용	최종 성과물
3세부과제	대량 규격화물 지하운송 연계 보관 및 하역시스템 기술	- 대량 규격화물의 하역, 보관 및 이송을 무인자동으로 처리하기 위한 효율적인 장비제어 기술	- 보고서 - 학술논문 - 특허 - 보관 및 하역시스템 Test-bed
3-1	대량 규격화물 지하운송연계 보관하역 시설 및 장비 구축기술	- 지하화물 보관하역 시설 및 장비 구조해석 기술 - 지하화물 보관하역 시설 및 장비 설계 기술 - 지하화물 보관하역 시설 및 장비 시공 기술	- 보고서 - 학술논문 - 특허 - 보관하역 시설 및 장비 Test-bed
3-2	대량 규격화물 지하운송연계 보관하역 시설 및 장비 제어기술	- 지하화물 보관시설내 하역장비 운행제어 기술 - 지하화물 보관시설내 하역장비간 교행제어 기술 - 지하화물 보관시설내 화물적재 위치파악 기술	- 보고서 - 학술논문 - 특허 - 보관하역 시설 및 장비 제어 Test-bed
3-3	지하운송 대량 규격화물 인터모달 인터페이스 기술	- 지하화물 운송장비와 타 운송수단과의 연계제어 기술 - 지하화물 운송장비와 상하역 장비와의 연계제어 기술	- 보고서 - 학술논문 - 특허 - 인터모달 인터페이스 시설 및 장비 Test-Bed - 유지보수 매뉴얼

3. Test-bed 부문기획

가. Test-bed 운영방안

(1) Test-bed 구축 및 시험평가 시행을 위한 요구사항

(가) Test-bed 구축

① 설치기간

○ 1단계: 3, 4차년도 - 지상구간

○ 2단계: 4차년도 - 지하구간

② 설치지역

○ 부산시 강서물류단지 홍보관 설치부지 일대

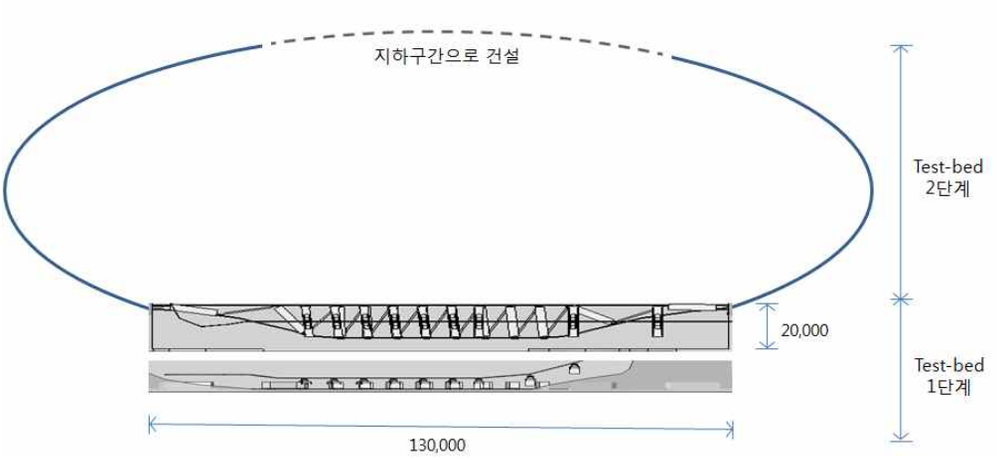
③ 시험특성

○ 직선으로 주행하는 구간(지상구간, 지하구간)과 아코디언 방식으로 접철되는 하역구간 작동을 나누어 시험

○ 특히, 아코디언 방식으로 접철되는 하역구간에서 움직이는 대량 규격화물을 상하역하는 작업을 시험

④ Test-bed 규모

○ 하역시스템은 본 과제 3차년도와 4차년도 등 2년에 걸쳐 아코디언 방식으로 접철되는 하역구간의 성능을 시험할 수 있는 최소한의 규모(130m×20m 내외예상)로 지상에 시설을 단선으로 설치한 뒤, 최소한 2기의 하역장비를 설치하여 상하역 성능을 시험



[그림 6-12] 대량 규격화물 지하운송 시스템 Test-bed 규모

○ 주행구간은 실제 운행할 경우와 달리 Test를 위한 시설이므로 쌍방향 주행이 가능하도록 설계된 단선 레일만 지상에 설치하여 주행성능을 시험하되 4차년도에 일부 지하구간을 포함하여 1단계에 건설된 하역시스템과 연결하는 선로(300m 내외)를 연장 건설함으로써 지하구간을 포함한 주행시험을 실시

(나) Test-bed 시험평가

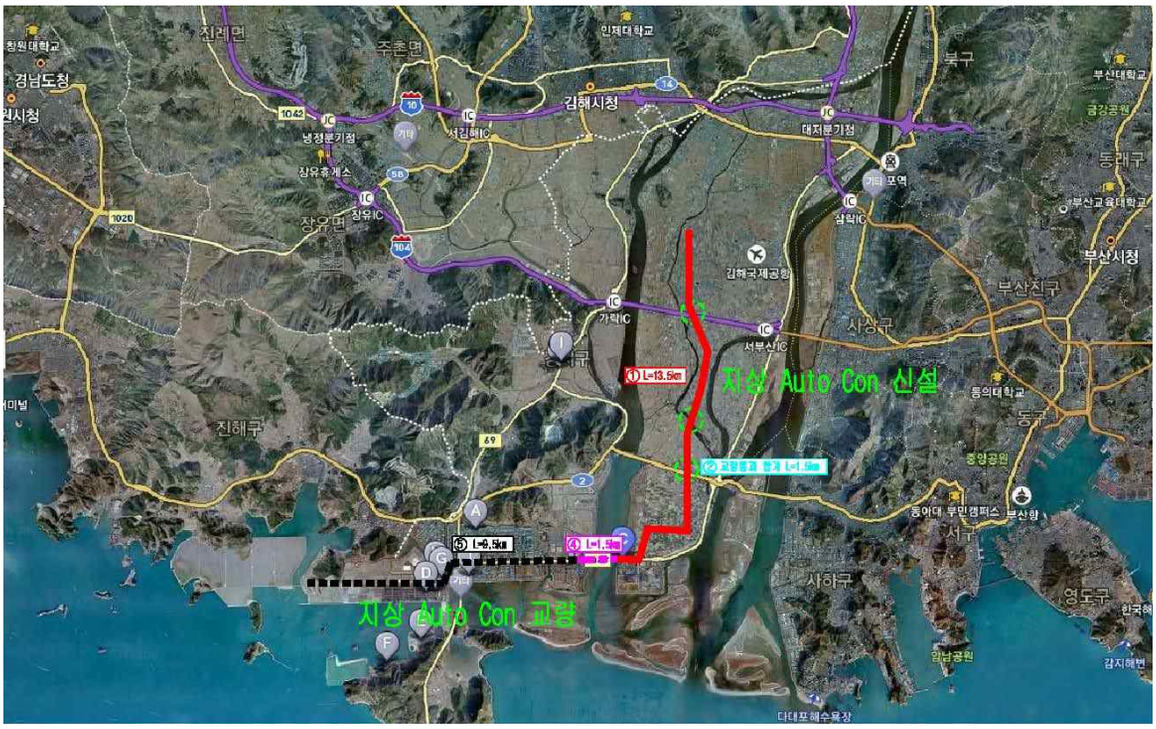
○ 대향 규격화물 지하운송 하역시스템 기능시험 및 주행구간 운행시험 평가로 나누어 추진할 필요가 있음

나. 후보지 제시 및 여건분석

(1) 후보지 제시

○ 부산시 강서물류단지-신항 터미널/배후부지를 연결하는 구간

- 노선길이 : 26.0km
- 연간물동량 : 3,715TEU



[그림 6-13] 대량 규격화물 지하운송 시스템 후보지 노선도

(2) 후보지 여건

(가) 부산시의 강서물류단지 입지의 장점

○ 국제복합 교통망 연계의 가능지임

- 부산신항, 김해국제공항, 대륙횡단철도 등 국제 교통망 연계가능
- 동북아 최대 컨테이너 서비스 노선 확보가능
- 북극항로 개설시 북미와 유럽을 연결할 수 있는 물류입지

○ 공항, 항만, 배후철도 등 주변 인프라로 이용한 Sea-Air-Rail-River의 복합적 산업 물류 연계 기능 도입

○ 동남권 산업벨트의 중심지로서의 역할을 수행 할 수 있음

- 국가 4대 주력산업 중 자동차, 조선 산업 집적 지역
- 포항, 울산, 부산, 창원, 거제를 연결하는 기계산업의 중심지

○ 부산진해경제 자유구역, 녹산국가산업단지, 강서 신도시, 명지주거단지 등 주변개발

사업이 추진 중임

- 주변 개발사업과 연계한 토지이용으로 통합 시너지 효과 달성가능 예상

○ 단, 공항에 의한 비행안전구역, 비행소음 등 토지이용 계획의 제한요소 발생가능

- 비행안전구역, 소음도를 고려한 토지용도 배분 및 공항 관련 산업육성으로 항공산업 허브화

(나) 부산시의 물류분야 미래전망

○ 미래에는 원자재가격 상승, 기후변화, 자원고갈 등으로 인한 친환경 고효율을 창출할 수 있는 산업 및 물류단지를 글로벌 기업들이 선호할 것으로 예상함

- 물류의 그린화, 자동화, 무인화, 고속화, 저비용화가 산업단지 및 물류단지의 경쟁요소로 작용할 것임

○ 보관, 하역, 포장, 정보 분야보다 운송부분에 대한 환경문제가 크기 때문에 녹색 물류에서도 운송분야의 신기술 개발 및 도입이 국제적인 추세임

- 부산신항 배후 국제산업물류도시의 경우 대규모 산업단지와 물류단지가 조성될 계획이기 때문에 국제산업물류도시와 부산신항간에 대규모 물동량이 일정하게 발생될 것으로 예상됨

○ 국제산업물류도시의 지역적 자연환경 및 생태 환경을 보전하고, 친환경 고효율의 산업·물류단지를 조성하기 위해서는 녹색물류 실현 및 Green U-city 조성을 통해 세계 제일의 친환경 미래 신도시 개발 추진이 요구됨

(다) 부산시의 강서물류단지 개발 계획 및 친환경 교통체계 구축 의지

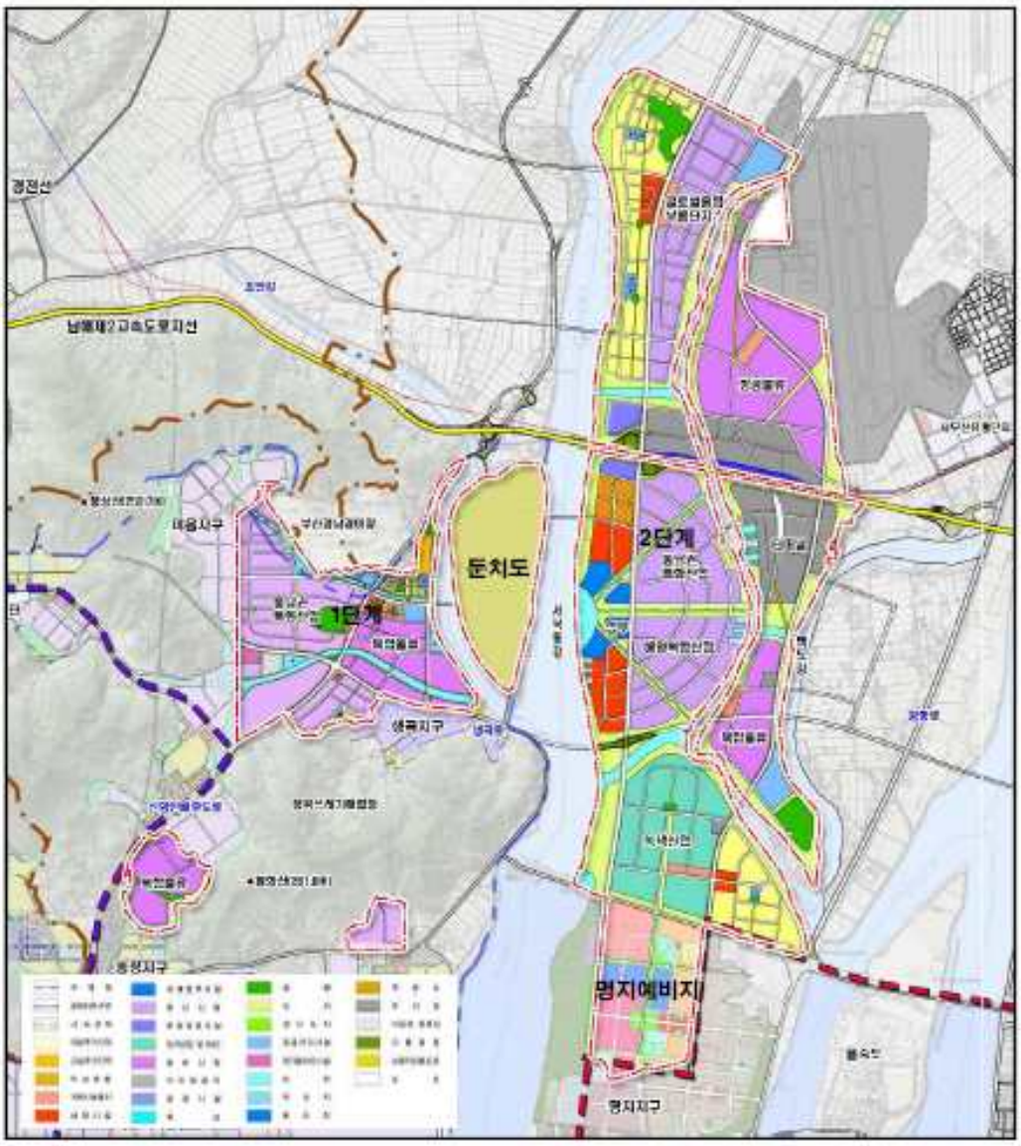
① 토지이용계획

○ 창조적 신산업의 원동력이 될 수 있는 복합형 도시개발

○ 대중교통지향형 도시개발 : 노면전차(Light Rail Transit, LRT) 중심 고밀도 배치

○ 물류전용레일을 중심 : 복합물류터미널 및 산업단지 연계

○ 수로와 녹지가 결합된 생태축 및 워터프론트 조성



[그림 6-14] 토지이용구상도

② 교통체계구상계획

○ 부산광역시 광역도로망

- 외곽순환 도로망

· 부산시 광역교통망의 순환체계망 구축을 통해 시외곽 지역 교통체증 해소를 위한 부산시 외곽과 인접도시와 연계

- 외부순환 도로망

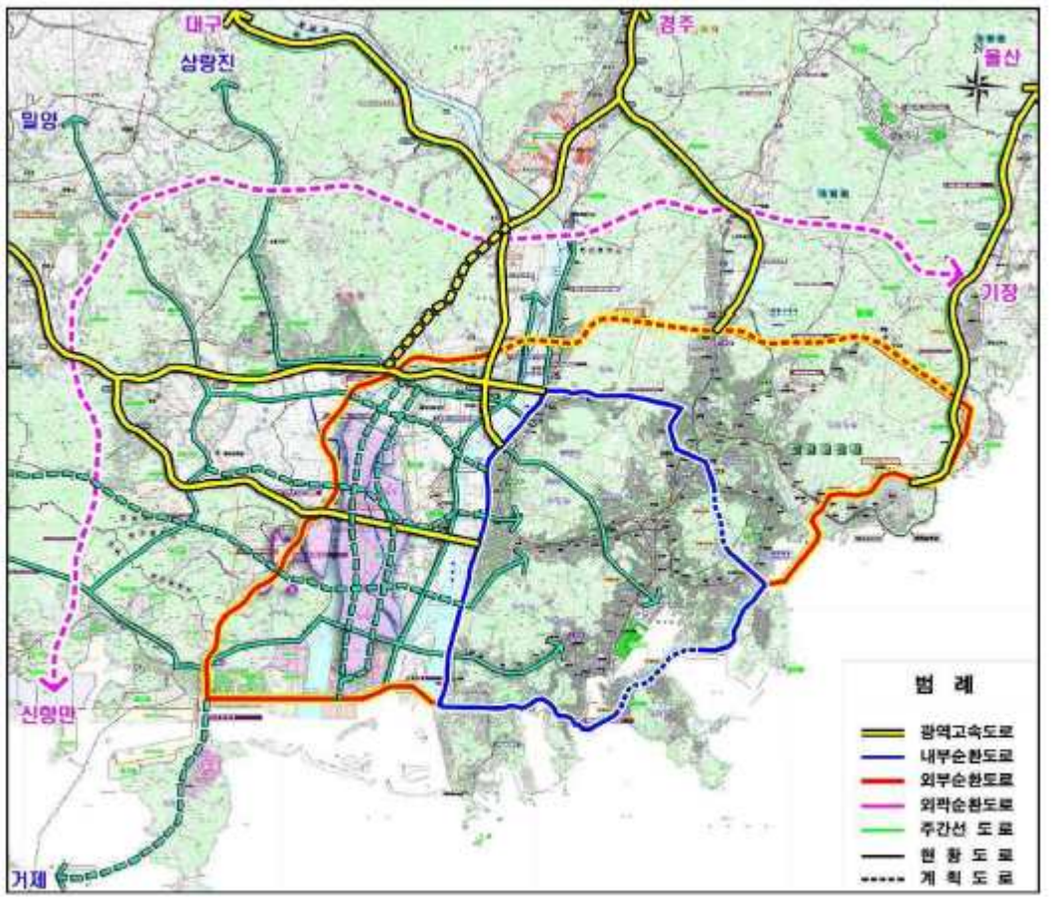
· 기장-김해-강서-가덕 등 부도심 기능간의 연결

· 지역간 연결 통과교통의 우회 처리

- 내부순환 도로망

· 도심교통체증 해소와 도로 위계질서 정립을 위한 내부순환도로망 구상

· 화물물동량의 도심통과 배제로 도심 교통완화 및 원활한 화물 물동량 처리



[그림 6-15] 부산시 광역도로망도

○ 신교통수단(노면전차, Light Rail Transit; LRT) 도입검토

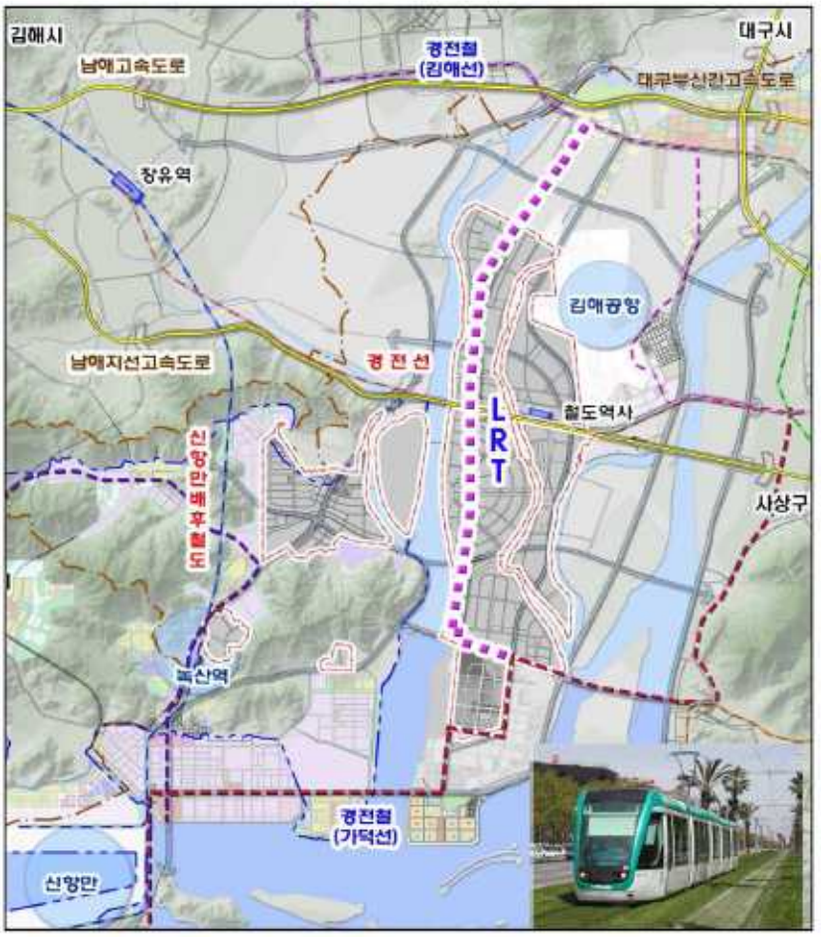
- 도입배경

· 대중교통 서비스 미흡(연계, 환승 등 다양한 교통수요 부응)

· 환경친화적인 교통 대체수단의 필요성 대두(탄소배출량 감소)

· 대중교통 서비스 미흡노면 교통혼잡으로 인한 사회비용 과다발생(약 1조원)

- 노선 위치
  - 대상지 북측 경전철(김해선)과 남측 경전철(가덕선)의 남북 연계
- 특징 : 건설비용이 저렴하고, 친환경적임, 도시내 근교에서 여객이동수단으로 이용
- 노선길이 : 총연장 13.8km(대상지내 11.2km)
- 예상설치비 : 2,236억(대상지내 1,815억)



[그림 6-16] LRT 설치구상도

○ 자전거도로 설치구상

- 지구간 연결하는 자전거도로를 설치하여 지역간 연계성 강화
- 자전거 도로를 통근형, 생활형, 레저형으로 구분하여 계획
- 자전거 이용자의 안정성 및 쾌적성 확보
- 자전거 보관대 설치

③ 물류체계구상

○ 물류체계구상의 필요성

- 기후변화 등 환경문제에 대비하고 국제산업물류도시 위상강화 및 경쟁 제고를 위해 세계 제일의 친환경 고효율 녹색물류체계 구축 필요

○ 물류체계 개발방향

- 고부가 가치 복합물류기능이 집적되고 항만, 철도, 공항 등 글로벌 물류인프라 및 배후산업 클러스터가 녹색물류체계로 유기적으로 연계된 국제 녹색 물류 Hub로서의 역할 담당

○ 물류수송 체계 개념

- Hi Green Logistics System
  - 탄소 환경규제와 에너지 가격 상승 등에 대응할 Green 물류체계
  - 물류효율화, 물류비 절감 등 첨단 고효율 물류체계



[그림 6-17] Hi Green Logistics System

○ 친환경 물류수송체계

- 산업단지내 외부 화물차량 통행금지(단 복합물류 터미널까지는 허용)
- 해상 수출입 화물은 물류전용레일을 이용
- 산업단지내에서 화물차량 통행의 최소화
- 첨단 IT(통합관제시스템, 통합모니터링시스템, 통합 물류운영시스템) 도입을 통한

통합 SCM 물류정보체계 구축

- 복합물류터미널내 이기종 수송수단간의 환적시간 최소화를 위한 Cross-docking 첨단 하역시설 구축



[그림 6-18] 물류수송체계 구상도

[표 6-6] 물류거점 도입시설 및 기능

도입시설	주요기능
복합물류터미널 (1.6㎢)	화물 집하, 하역, 보관, 분류, 주차기능(일반화물차량, LNG 및 전기화물차 등) - CSF, 물류정보 센터, 물류전용레일 거점 등 수로 이용시 화물 운송 바지선 부두 - 복합물류터미널 사업성을 고려하여 수익성 복합시설 유치 필요 - 공사비 1.6㎢ x 2,608억원/0.33㎢=12,684억원(양산터미널 사례)
지역물류거점센터 (3개소 77,501㎡)	화물 집하 , 배송, 분류기능 - CSF, 소규모 보관기능, 전기화물차량 및 물류전용레일의 지역 거점 등 - 공사비 77,501㎡ x 2,608억원/0.33㎢=612억원
전기화물차	지역거점, 복합물류터미널, 산업단지내 화물운송 수단
물류전용레일 (L=20.3㎞)	지역거점과 신항만 간의 전용화물수송과 지역 거점간이나 복합물류터미널 간 대량화물 수송 수단 - 국제산업 물류도시에서 부산신항가지 직접 연결 - 1단계(사업지) : 연장(9.4㎞), 공사비(9.4㎞ x 333억원/㎞=3,130억원) - 2단계(사업지외) : 연장(10.9㎞), 공사비(10.9㎞ x 333억원/㎞=3,630억원)

○ 광역산업단지(20㎢)

- 광역산업단지는 동남권 특화산업의 고도화 및 신성장 동력산업 육성을 목표로 함

[표 6-7] 광역산업단지의 주요 유치기능

구분	주요 유치기능
동남권 특화산업단지	- 기계, 조선기자재, 자동차부품 등 급성장하는 지역특화 전략산업의 글로벌 공급기지화(수송기계 클러스터) - 친환경 자동차(그린카)·고부가가치 선박, 태양전지·연료전지 등 미래성장 동력산업에 맞는 핵심부품소재산업의 집적화
글로벌 융합부품산업단지	- 신소재, IT부품, 첨단장비 등 경박단소한 첨단융합부품산업의 집적화(항공운송 연계) - 김해공항 인접지역의 강점을 활용한 항공기 부품, 첸진 등 생산 및 정비시설 집적화
해양복합 산업단지	- 첨단 해양구조물 설계 및 건조산업, 해양 및 항만 장비제조산업 - 선진국형 성장동력 산업인 모터보트, 요트, 수상오토바이 등 해양레저장비 제조산업 - 첨단 해양기술 연구 및 교육기능 수행
외국인 투자전용단지	- 글보벌 생산·연구 네트워크의 거점으로 동남권 특화산업과 연계된 다국적 기업과 연구소 유치 - 경제자유구역과 연계 우수한 외투기업 용지 확보

○ 복합물류단지(9㎢)

- 육해공 국제복합 교통시설 연계된 글로벌 복합물류단지 조성을 목표로 함

[표 6-8] 복합물류단지의 주요 유치기능

구분	주요 유치기능
복합물류 조립가공 단지	- 보관· 조립· 가공· 라벨링 등 복합물류단지 조성으로 국내 물류기업의 고도화 - 복합물류 기능과 연계한 글로벌 제조기업의 물류단지 조성으로 역외가공무역 물류기지 거점화
글로벌 부품소재 공급단지	- 조선기자재, 기계부품, 크루즈· 요트산업 등 동남권 특화산업의 글로벌 공급기지화 - 국내외 자동차 K/D(Knock Down)센터 도입 등으로 자동차부품 글로벌 공급기지화
SARR 물류단지	- RFC(Ready for Carriage) 센터 조성으로 동남권의 기계· 전자 항공화물의 물류비용 절감 - 해상, 항공, 철도, 강을 연계한 SARR(Sea-Air-Rail-River) 물류단지 조성으로 동북아 복합물류의 중심기능 확보
복합연계 터미널 및 지원단지	- SARR(Sea-Air-Rail-River) 복합 연계터미널 조성

○ 녹색물류자동운송시스템

- 국내 최대의 부산신항과 국제산업물류도시는 대규모 물동량이 일정하게 발생되는 지역으로 녹색물류자동운송시스템 시범구간의 최적지임
- 녹색물류자동운송시스템에 활용할 수 있는 기술로 CargoRail Tram, TubeXpress, CargoCap, ECCO(Electric Cargo Conveyor) System, 자기 부상 기반 등이 있음

(라) 신규 수송시스템에 대한 부산강서물류단지 도입의지

○ 부산시에서는 강서물류단지 계획 초기부터 기후변화 등 환경문제에 대비하고 국제산업물류도시 위상강화 및 경쟁 제고를 위해 세계 제일의 친환경 고효율 녹색물류체계 구축에 대한 의지를 가지고 있음

- 항만, 철도, 공항 등 글로벌 물류인프라 및 배후산업 클러스터가 녹색물류체계로 유기적으로 연계된 국제 녹색 물류 Hub로서의 역할을 수행하기 위하여 환경부하가 많은 화물차량운행이 없는 녹색 첨단 물류단지를 건설키로 함

- 이를 위해 산업단지내 외부 화물차량 통행금지, 해상 수출입 화물은 물류전용레일 등의 첨단 화물수송 시스템 도입을 통하여 산업단지내에서 화물차량 통행의 최소화 하려 함
- 첨단 IT(통합관제시스템, 통합모니터링시스템, 통합 물류운영시스템) 도입을 통하여 관련 물류거점시설과의 연계를 도모하고 이러한 통합 SCM 물류정보체계 구축을 위한 시스템 도입에 열의를 가지고 있음
- 복합물류터미널내 이기종 수송수단간의 환적시간 최소화를 위한 Cross-docking 등 첨단 보관 및 하역시설을 구축하려 함

○ 본 과제의 연구기간동안 부산시와 협의를 통하여 지하 화물운송 시스템 본사업 시행시 부산시 강서물류단지에 Test-bed도입을 적극 유치하고 싶다는 의지를 보여주었음

- 제시된 대형 화물차량 통행 최소화와 첨담 시설 도입을 통한 환적시간 최소화 및 정보화를 이루어내기 위하여 지하 화물운송 시스템 구축 실현가능성을 검토 중임
- 향후 구항과 신항간의 연계 및 부산시내 철도역사와의 연계 등도 확대 검토하여 도입할 의지가 있음

4. 세부과제별 연차별/단계별 성과목표, 성과지표 및 활용방안

가. 세부과제별연차별/단계별 성과목표 및 지표

(1) 1세부과제 : 대량 규격화물 지하 운송 인프라 시스템 기술

구분	과제명	성과목표	1차	2차	3차	4차	최종
			성과지표	성과지표	성과지표	성과지표	성과지표
연구단 총괄	대량 규격화물 지하운송시스템 연구단	성과보고서 제출 및 심의통과	연차보고서 제출 및 심의	연차보고서 제출 및 심의	연차보고서 제출 및 심의	연차보고서 제출 및 심의	연차보고서 제출 및 심의
		매년 연구성과 발표행사 개최	1건	1건	1건	1건	매년연구성과 발표행사개최
1세부 과제	대량 규격화물 지하운송 인프라 시스템 기술	성과보고서 제출	연차보고서 제출	연차보고서 제출	연차보고서 제출	연차보고서 제출	연차보고서 제출
1-1	대량 규격화물 지하운송 궤도 설치기술	기술 목표 달성율				90%이상	90% 이상
		특허 및 지적재산권 확보 건수				3건 이상	3건 이상
		국내외 전문 학술 논문 게재				12건 이상	12건 이상
		궤도 설치 및 시운전 평가				100%	시연성공
1-2	대량 규격화물 지하운송 장비 추진기술	기술 목표 달성율	50% 이상	70% 이상	80%이상	90% 이상	90%이상
		특허 및 지적재산권 확보 건수	1건 이상	1건 이상	2건 이상	2건 이상	5건 이상
		국내외 전문 학술 논문 게재	2건 이상	2건 이상	3건 이상	3건 이상	10건 이상
		장비 설치 및 시운전 평가				100%	시연성공
		RC튜닝 및 네트워크 프로토콜이식, 역학설계 분야의 독자적 기술확보				60%	LIM설계를 제외한 LIM 시제품 제작
1-3	대량 규격화물 지하운송 인프라 유지보수 및 안전 관리 기술	기술 목표 달성율			90% 이상		90% 이상
		특허 및 지적재산권 확보 건수			5건 이상		5건 이상
		국내외 전문 학술 논문 게재			10건 이상		10건 이상
		유지보수 매뉴얼 개발			100%		유지보수 매뉴얼작성

⑵ 2세부과제 : 대량 규격화물 지하 운송 장비 및 제어 기술

구분	과제명		1차	2차	3차	4차	최종
		성과목표	성과지표	성과지표	성과지표	성과지표	성과지표
2세부 과제	대량 규격화물 지하운송 장비 및 제어기술	성과보고서 제출	연차보고서 제출	연차보고서 제출	연차보고서 제출	연차보고서 제출	연차보고서 제출
2-1	대량 규격화물 지하운송 장비 구축 기술	기술 목표 달성율	60% 이상	80% 이상	90% 이상		90% 이상
		특허 및 지적재산권 확보 건수	1건 이상	1건 이상	1건 이상		3건 이상
		국내외 전문 학술 논문 게재	2건 이상	2건 이상	2건 이상		6건 이상
		장비 설치 평가			100%		시연성공
2-2	대량 규격화물 지하운송 장비 제어 기술	기술 목표 달성율		70% 이상	90% 이상		90% 이상
		특허 및 지적재산권 확보 건수		2건 이상	3건 이상		5건 이상
		국내외 전문 학술 논문 게재		4건 이상	5건 이상		9건 이상
		장비 시운전 평가			100%		시연성공
2-3	대량 규격화물 지하운송 장비 유지보수 기술	기술 목표 달성율				90% 이상	90% 이상
		특허 및 지적재산권 확보 건수				5건 이상	5건 이상
		국내외 전문 학술 논문 게재				12건 이상	12건 이상
		유지보수 매뉴얼 개발				100%	유지보수 매뉴얼개발

(3) 3세부과제 : 대량 규격화물 지하운송 연계 보관 및 하역 시스템 기술

구분	과제명		1차	2차	3차	4차	최종
		성과목표	성과지표	성과지표	성과지표	성과지표	성과지표
3세부 과제	**대량 규격화물 지하운송 연계 보관 및 하역시스템 기술**	**성과보고서 제출**	연차보고서 제출	연차보고서 제출	연차보고서 제출	연차보고서 제출	연차보고서 제출
3-1	대량 규격화물 지하운송연계 보관하역 시설 및 장비 구축기술	기술 목표 달성율	60% 이상	80% 이상	90% 이상		90% 이상
		특허 및 지적재산권 확보 건수	1건 이상	1건 이상	1건 이상		3건 이상
		국내외 전문 학술 논문 게재	2건 이상	2건 이상	2건 이상		6건 이상
		보관하역시설 및 장비 시운전평가			100%		시연성공
3-2	대량 규격화물 지하운송연계 보관하여 시설 및 장비 제어 기술	기술 목표 달성율		70% 이상	90% 이상		90% 이상
		특허 및 지적재산권 확보 건수		2건 이상	3건 이상		5건 이상
		국내외 전문 학술 논문 게재		5건 이상	5건 이상		10건 이상
		보관하역시설 및 장비 시운전평가			100%		시연성공
		유지보수 매뉴얼 개발			100%		유지보수 매뉴얼작성
3-3	지하운송 대량 규격화물 인터모달 인터페이스 기술	기술 목표 달성율				90% 이상	90% 이상
		특허 및 지적재산권 확보 건수				1건 이상	1건 이상
		국내외 전문 학술 논문 게재				2건 이상	2건 이상
		인터모달 인터페이스 시설 및 장비 시운전평가				100%	시연성공
		유지보수 매뉴얼 개발				100%	유지보수 매뉴얼작성

나. 세부과제별연차별/단계별 활용방안

구분	과제명	최종 성과물	최종 수요처	활용방안
연구단 총괄	대량 규격화물 지하운송 시스템	- 보고서 - 성과발표회 홍보자료 및 전시자료 - 학술논문 - 특허 - 정책(고시/법령) 제안 - Test-bed	정부 (국토해양부, 철도시설관리공단), 민간(관련시설/장비 설계/제작/시공/설치업체, 학계/연구소 등)	기존 철도 및 경전철 인프라, 선로시스템, 차체, 추진/제어, 제동기술 등에 활용가능
1세부과제	대량 규격화물 지하운송 인프라 시스템 기술	- 보고서 - 학술논문 - 특허 - 인프라 시스템 Test-bed		기존 철도 및 경전철 인프라 기술 등에 활용가능
1-1	대량 규격화물 지하운송궤도 설치기술	- 보고서 - 학술논문 - 특허 - 궤도 Test-bed		기존 철도 및 경전철 선로시스템 기술 등에 활용가능
1-2	대량 규격화물 지하운송장비 추진기술	- 보고서 - 학술논문 - 특허 - 장비 Test-bed		기존 철도 및 경전철 차체, 추진을 위한 기술 등에 활용가능
1-3	대량 규격화물 지하운송 인프라 유지보수 및 안전 관리 기술	- 보고서 - 학술논문 - 특허 - 유지보수 매뉴얼		기존 철도 및 경전철 차체, 추진/제어, 제동을 위한 시스템 유지보수 및 안전관리기술 등에 활용가능

구분	과제명	최종 성과물	최종 수요처	활용방안
2세부과제	대량 규격화물 지하운송 장비 및 제어기술	- 보고서 - 학술논문 - 특허 - 장비 및 제어 Test-bed	정부 (국토해양부, 철도시설관리공단), 민간(관련시설/장비 설계/제작/시공/설치업체, 학계/연구소 등)	기존 철도 및 경전철 인프라, 선로시스템, 차체, 추진/제어, 제동기술 등에 활용가능
2-1	대량 규격화물 지하운송장비 구축기술	- 보고서 - 학술논문 - 특허 - 장비 Test-bed		기존 철도 및 경전철을 이용한 운송장비기술 등에 활용가능
2-2	대량 규격화물 지하운송 장비 제어 기술	- 보고서 - 학술논문 - 특허 - 장비제어 Test-bed		기존 철도 및 경전철을 이용한 운송장비제어기술 측면에서의 응용가능
2-3	지하화물 운송장비 유지보수 기술	- 보고서 - 학술논문 - 특허 - 유지보수 매뉴얼		기존 철도 및 경전철 차체, 추진/제어, 제동을 위한 시스템 유지보수 및 안전관리기술 등에 활용가능

구분	과제명	최종 성과물	최종 수요처	활용방안
3세부과제	대량 규격화물 지하운송 연계 보관 및 하역시스템 기술	- 보고서 - 학술논문 - 특허 - 보관 및 하역시스템 Test-bed	정부 (국토해양부, 철도시설관리공단), 민간(관련시설/장비 설계/제작/시공/설치업체, 학계/연구소 등)	기존 터미널, 장치장 등 물류시설 운영측면에서의 응용가능
3-1	대량 규격화물 지하운송연계 보관하역 시설 및 장비 구축기술	- 보고서 - 학술논문 - 특허 - 보관하역 시설 및 장비 Test-bed		기존 터미널, 장치장 등 물류시설 및 장비개발 등에 활용가능
3-2	대량 규격화물 지하운송연계 보관하역 시설 및 장비 제어기술	- 보고서 - 학술논문 - 특허 - 보관하역 시설 및 장비 제어 Test-bed		기존 터미널, 장치장 등 물류시설 및 장비제어 기술 등에 활용가능
3-3	지하 대량 규격화물 인터모달 인터페이스 기술	- 보고서 - 학술논문 - 특허 - 인터모달 인터페이스 시설 및 장비 Test-Bed - 유지보수 매뉴얼		기존 철도 및 경전철과 하역시설/장비간 연계기술 등에 활용가능

5. 소요예산

[표 6-9] '대량 규격화물 지하운송 시스템 연구단' 연구비 총괄

(단위 : 원, %)

세부과제명	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	합 계	구성비(%)
1. 대량 규격화물 지하운송 인프라 시스템 기술	456,486,215	915,893,942	5,753,691,923	3,772,885,698	10,898,957,779	43.6%
2. 대량 규격화물 지하운송 장비 및 제어기술	682,577,447	1,904,041,125	3,523,101,957	589,034,800	6,698,755,329	26.8%
3. 대량 규격화물 지하운송 연계 시스템 구축 기술	603,686,586	1,998,071,581	3,006,457,416	1,767,104,399	7,375,319,982	29.5%
합계	1,742,750,248	4,818,006,648	12,283,251,296	6,129,024,897	24,973,033,089	100.0%

[표 6-10] '1 세부과제. 대량 규격화물 지하운송 인프라 시스템 기술' 연구비 총괄

(단위 : 원, %)

비 목			1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	합 계	구성비 (%)	비 고
1) 인건비	내/외부 인건비		296,419,620	594,736,326	579,085,370	379,725,390	1,849,966,707	17.0%	
2) 직접비	연구장비 재료비	연구기자재및시설비	0	0	0	0	0	0.0%	
		시작품 제작비	0	0	4,419,909,502	2,898,280,543	7,318,190,045	67.1%	
		재료비	0	0	0	0	0	0.0%	
	연구 활동비	여비	23,713,570	47,578,906	46,326,830	30,378,031	147,997,337	1.4%	
		수용비및수수료	17,785,177	35,684,180	34,745,122	22,783,523	110,998,002	1.0%	
		기술정보활동비	32,606,158	65,420,996	63,699,391	41,769,793	203,496,338	1.9%	
	연구수당		44,462,943	89,210,449	86,862,806	56,958,809	277,495,006	2.5%	
3) 간 접 비			41,498,747	83,263,086	523,062,902	342,989,609	990,814,344	9.1%	
4) 합 계			456,486,215	915,893,942	5,753,691,923	3,772,885,698	10,898,957,779	100%	1)+2)+3)

[표 6-11] '2 세부과제. 대량 규격화물 지하운송 장비 및 제어기술' 연구비 총괄

(단위 : 원, %)

비 목			1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	합 계	구성비 (%)	비 고
1) 인건비	내/외부 인건비		443,232,108	522,104,627	354,585,687	59,283,924	1,379,206,346	20.6%	
2) 직접비	연구장비 재료비	연구기자재및시설비	0	0	0	0	0	0.0%	
		시작품 제작비	0	1,000,000,000	2,706,400,000	452,488,688	4,158,888,688	62.1%	
		재료비	0	0	0	0	0	0.0%	
	연구 활동비	여비	35,458,569	41,768,370	28,366,855	4,742,714	110,336,508	1.6%	
		수용비및수수료	26,593,927	31,326,278	21,275,141	3,557,035	82,752,381	1.2%	
		기술정보활동비	48,755,532	57,431,509	39,004,426	6,521,232	151,712,698	2.3%	
	연구수당		66,484,816	78,315,694	53,187,853	8,892,589	206,880,952	3.1%	
3) 간 접 비			62,052,495	173,094,648	320,281,996	53,548,618	608,977,757	9.1%	
4) 합 계			682,577,447	1,904,041,125	3,523,101,957	589,034,800	6,698,755,329	100%	1)+2)+3)

[표 6-12] '3 세부과제. 대량 규격화물 지하운송 연계 시스템 구축 기술' 연구비 총괄

(단위 : 원, %)

비 목			1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	합 계	구성비 (%)	비 고
1) 인건비	내/외부 인건비		392,004,277	367,163,364	303,855,721	177,851,772	1,240,875,134	16.8%	
2) 직접비	연구장비 재료비	연구기자재및시설비	0	0	0	0	0	0.0%	
		시작품 제작비	0	1,302,400,000	2,319,200,000	1,357,466,063	4,979,066,063	67.5%	
		재료비	0	0	0	0	0	0.0%	
	연구 활동비	여비	31,360,342	29,373,069	24,308,458	14,228,142	99,270,011	1.3%	
		수용비및수수료	23,520,257	22,029,802	18,231,343	10,671,106	74,452,508	1.0%	
		기술정보활동비	43,120,470	40,387,970	33,424,129	19,563,695	136,496,265	1.9%	
	연구수당		58,800,642	55,074,505	45,578,358	26,677,766	186,131,270	2.5%	
3) 간 접 비			54,880,599	181,642,871	261,859,406	160,645,854	659,028,730	8.9%	
4) 합 계			603,686,586	1,998,071,581	3,006,457,416	1,767,104,399	7,375,319,982	100%	1)+2)+3)

6. 기술개발 로드맵(TRM)

대량 규격화물 지하운송시스템 연구단

■ 사 업 개 요

- 선형모터를 이용한 루프형 고정경로 운행 시스템의 세계 최초 상용화를 위한 기술 및 테스트베드 구축

■ 개발범위 및 내용

- 대량 규격화물 지하운송 인프라 시스템 기술
- 대량 규격화물 지하운송 장비 및 제어기술
- 대량 규격화물 지하운송 연계 보관 및 하역시스템 기술

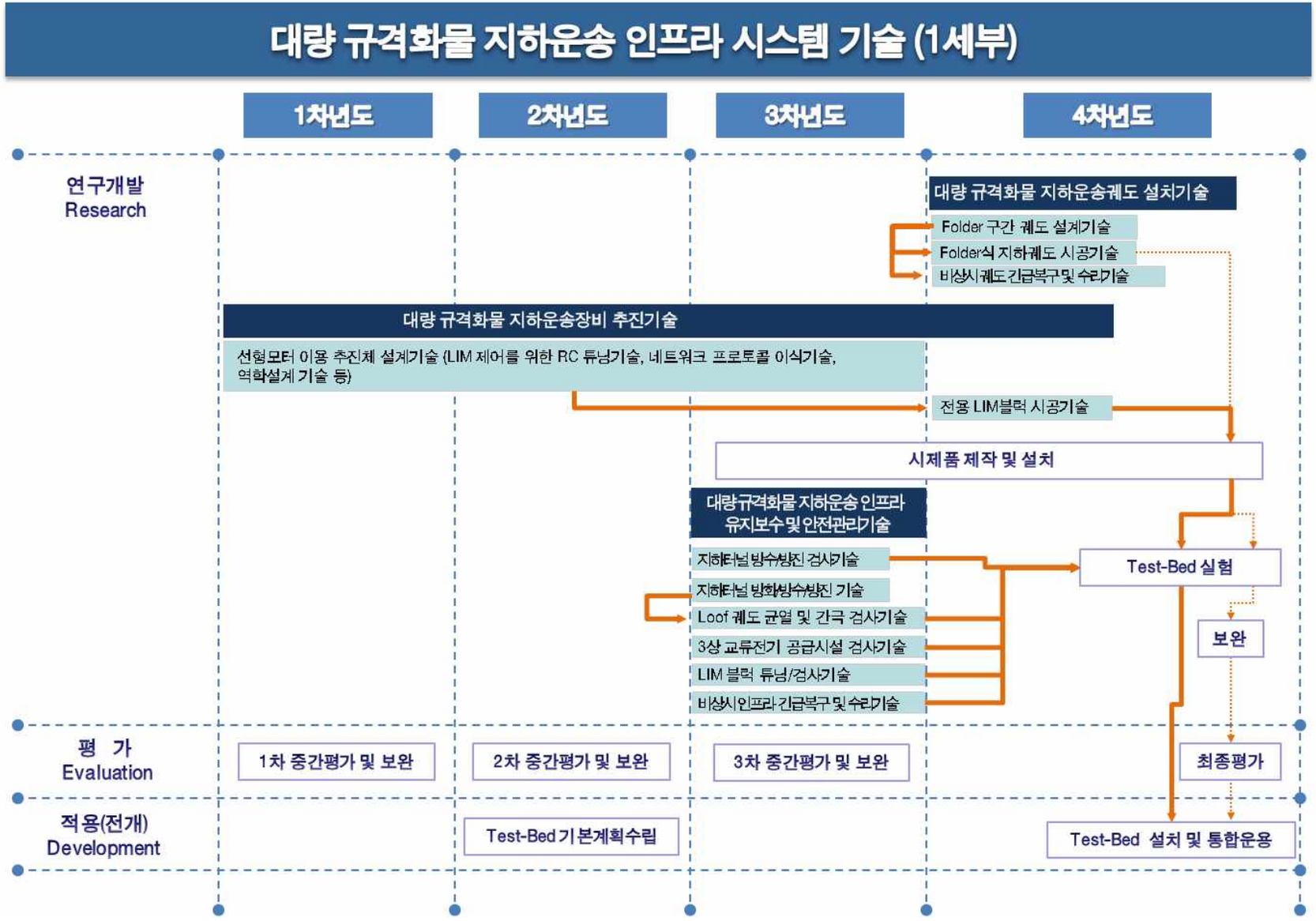
과제 구분		1차년	2차년	3차년	4차년
1 세부	대량 규격화물 지하운송 인프라 시스템 기술	→	→	→	→
1-1	대량 규격화물 지하운송궤도 설치기술				→
1-2	대량 규격화물 지하운송장비 추진기술	→	→	→	→
1-3	대량 규격화물 지하운송 인프라 유지보수 및 안전 관리 기술			→	
2세부	대량 규격화물 지하운송 장비 및 제어기술	→	→	→	→
2-1	대량 규격화물 지하운송장비 구축기술	→	→	→	
2-2	대량 규격화물 지하운송 장비 제어 기술		→		
2-3	대량 규격화물 지하화물 운송장비 유지보수 기술				→
3세부	대량 규격화물 지하운송 연계 보관 및 하역시스템 기술	→	→	→	→
3-1	대량 규격화물 지하운송연계 보관하역 시설 및 장비 구축기술	→	→	→	
3-2	대량 규격화물 지하운송연계 보관하역 시설 및 장비 제어기술		→	→	
3-3	지하운송 대량 규격화물 인터모달 인터페이스 기술				→

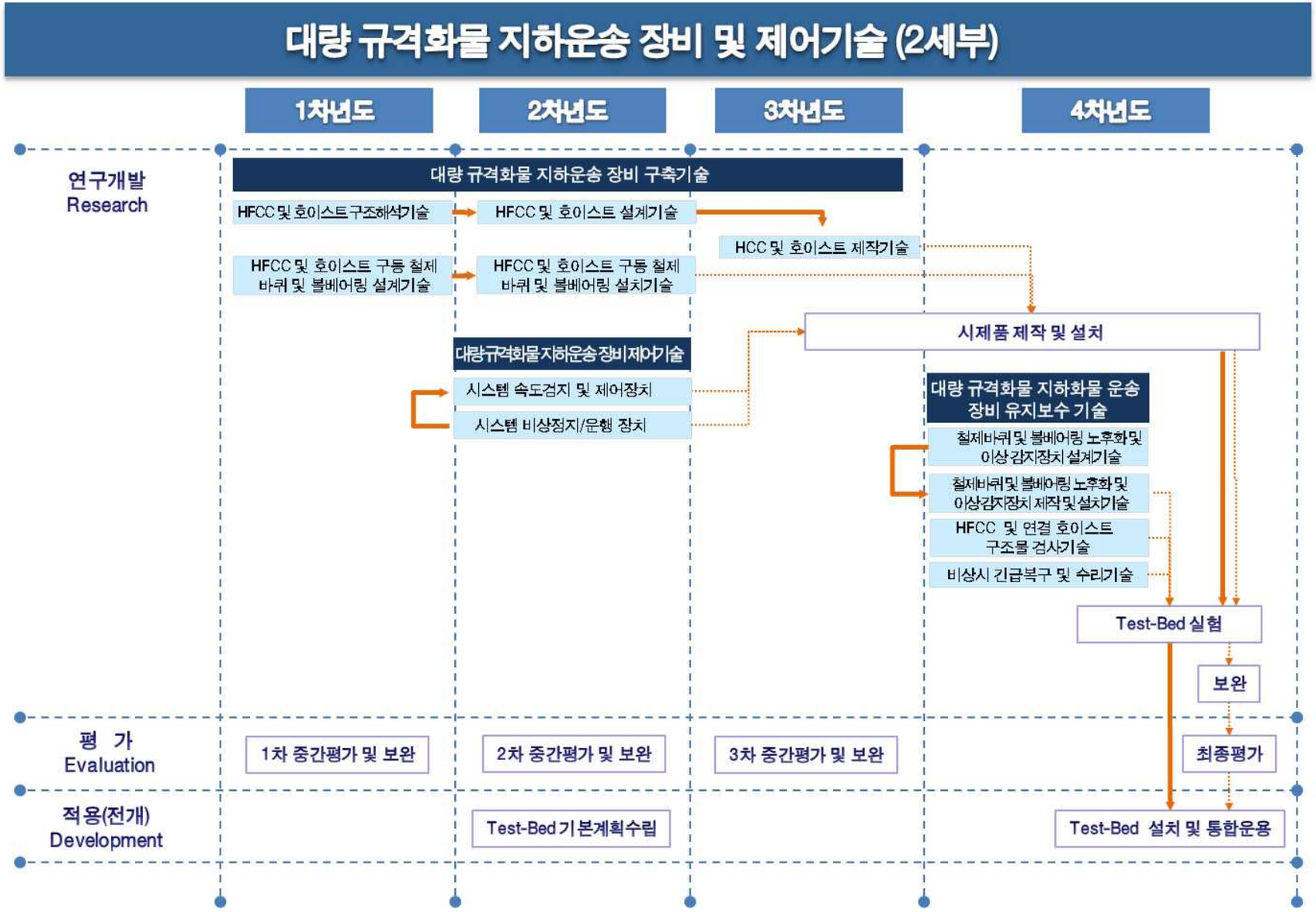
기대 효과

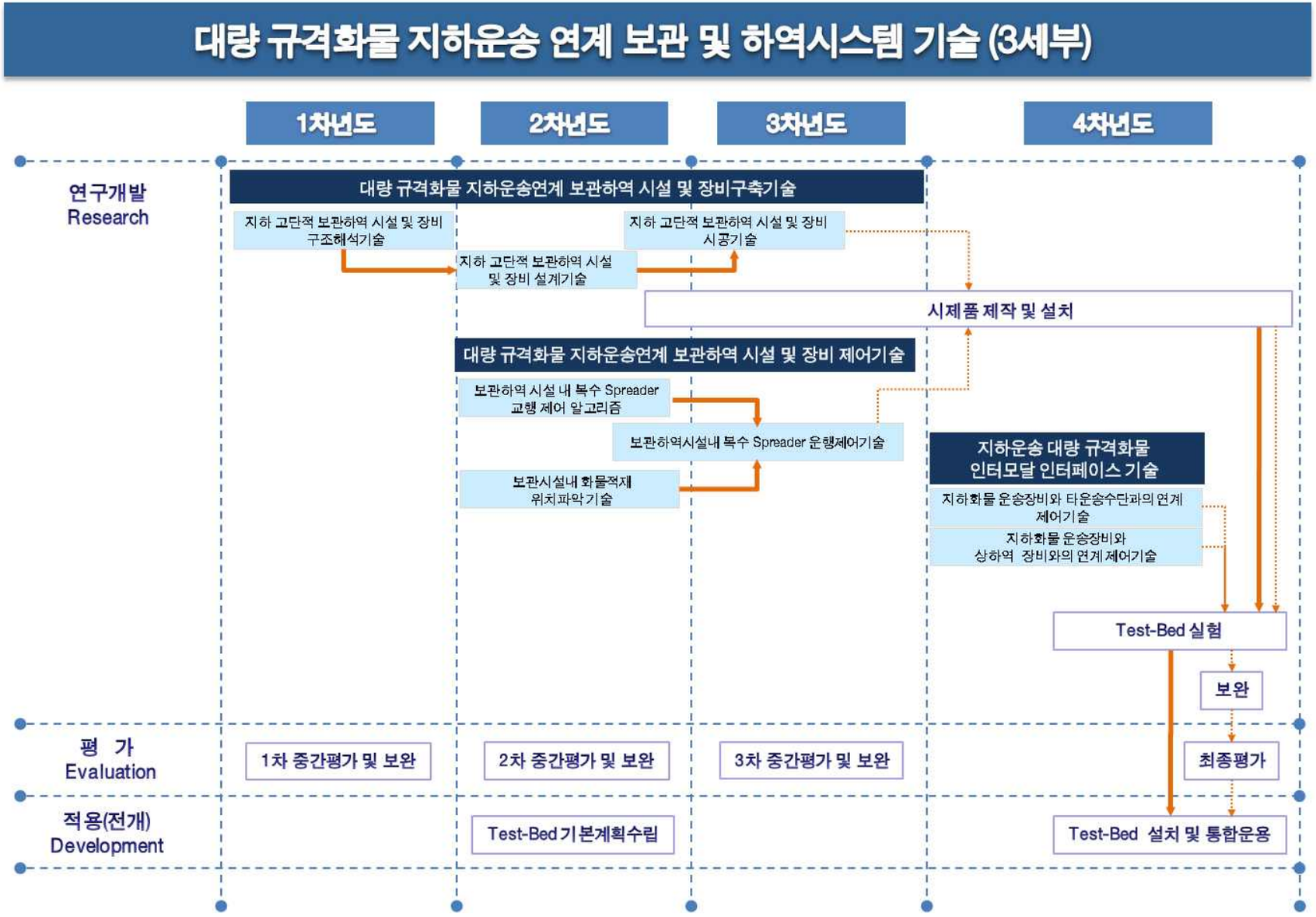
- 대량 규격화물 지하운송시스템을 물류거점내 및 물류거점간 중대형 화물을 위한 수송 연계시스템으로 활용가능
- 물류거점간 또는 물류거점내 기존 도로 수송수단을 대체하여 교통혼잡 및 사고로 인한 사회적 비용 감소, 환경적 부하 저감, 유류사용료 감소로 인한 물류비 저감
- 또한 물류거점간 특히 기존 도로 및 철도 물류시설 연계성 제고를 통한 국가 교통정책과의 부합, 거점간연계성 및 도심내 또는 물류거점내 지상공간 활용 극대화가 가능함
- 국산기술을 활용한 중대형화물 수송시스템 개발로 기술의 해외수출 및 국내 중대형화물 수송시스템의 신기술 파급효과

파급 효과

- 대량 규격화물 지하운송시스템의 수송장비 개발에 '20년까지 약2,908억원 투자할 경우, 67,813억원의 생산유발 효과, 약1,707억원의 부가가치 창출, 872명의 고용창출효과
- 건설 공사에 '20년까지 약782,8억원 투자로 약16,335억원의 생산유발과 약5,730억원의 부가가치 창출 및 8,298명의 실업자 감소 효과


대량 규격화물 지하운송 인프라 시스템 기술 (1세부)
1차년도
2차년도
3차년도
4차년도
연구개발
Research
대량 규격화물 지하운송궤도 설치기술
Folder 구간 궤도 설계기술
Folder식 지하궤도 시공기술
비상시궤도긴급복구및 수리기술
대량 규격화물 지하운송장비 추진기술
선형모터 이용 추진체 설계기술 (LIM 제어를 위한 RC 튜닝기술, 네트워크 프로토콜 이식기술,
역학설계 기술 등)
전용 LIM블럭 시공기술
시제품 제작 및 설치
대량규격화물 지하운송 인프라
유지보수 및 안전관리기술
지하터널 방수/방진 검사기술
지하터널 방화/방수/방진 기술
Loof 궤도 균열 및 간극 검사기술
3상 교류전기 공급시설 검사기술
LIM 블럭 튜닝/검사기술
비상시 인프라 긴급복구 및 수리기술
Test-Bed 실험
보완
평 가
Evaluation
1차 중간평가 및 보완
2차 중간평가 및 보완
3차 중간평가 및 보완
최종평가
적용(전개)
Development
Test-Bed 기본계획수립
Test-Bed 설치 및 통합운용


대량 규격화물 지하운송 장비 및 제어기술 (2세부)
1차년도
2차년도
3차년도
4차년도
연구개발
Research
대량 규격화물 지하운송 장비 구축기술
HFCC 및 호이스트 구조해석기술
HFCC 및 호이스트 설계기술
HCC 및 호이스트 제작기술
HFCC 및 호이스트 구동 철제 바퀴 및 볼베어링 설계기술
HFCC 및 호이스트 구동 철제 바퀴 및 볼베어링 설치기술
시제품 제작 및 설치
대량규격화물지하운송장비제어기술
시스템 속도검지 및 제어장치
시스템 비상정지/운행 장치
대량 규격화물 지하화물 운송 장비 유지보수 기술
철제바퀴 및 볼베어링 노후화 및 이상감지장치 설계기술
철제바퀴 및 볼베어링 노후화 및 이상감지장치 제작 및 설치기술
HFCC 및 연결 호이스트 구조물 검사기술
비상시 긴급복구 및 수리기술
Test-Bed 실험
보완
평 가
Evaluation
1차 중간평가 및 보완
2차 중간평가 및 보완
3차 중간평가 및 보완
최종평가
적용(전개)
Development
Test-Bed 기본계획수립
Test-Bed 설치 및 통합운용


대량 규격화물 지하운송 연계 보관 및 하역시스템 기술 (3세부)
1차년도
2차년도
3차년도
4차년도
연구개발
Research
대량 규격화물 지하운송연계 보관하역 시설 및 장비구축기술
지하 고단적 보관하역 시설 및 장비 구조해석기술
지하 고단적 보관하역 시설 및 장비 시공기술
지하 고단적 보관하역 시설 및 장비 설계기술
시제품 제작 및 설치
대량 규격화물 지하운송연계 보관하역 시설 및 장비 제어기술
보관하역 시설 내 복수 Spreader 교행 제어 알고리즘
보관하역시설내 복수 Spreader 운행제어기술
보관시설내 화물적재 위치파악 기술
지하운송 대량 규격화물 인터모달 인터페이스 기술
지하화물 운송장비와 타운송수단과의 연계 제어기술
지하화물 운송장비와 상하역 장비와의 연계 제어기술
Test-Bed 실험
보완
평 가
Evaluation
1차 중간평가 및 보완
2차 중간평가 및 보완
3차 중간평가 및 보완
최종평가
적용(전개)
Development
Test-Bed 기본계획수립
Test-Bed 설치 및 통합운용

2절. '소형 화물 개별 운송 시스템' 기획

1. 연구 목표 및 기술기획

가. 연구 목표

선형모터를 이용한 소형 화물 개별 운송시스템 개발과 Test-Bed를 통한 시험 평가 및 실용화 전략 수립

나. 소형 화물 개별 운송 시스템 기술요소의 구성

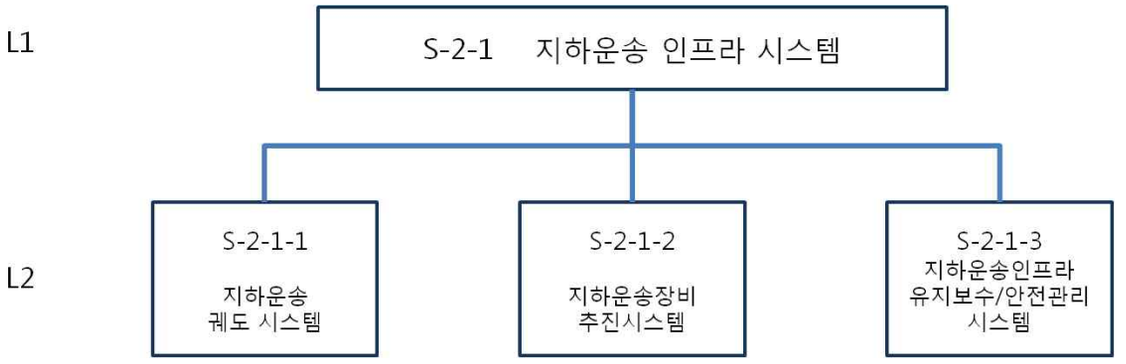
○ 소형 화물 개별 지하운송 시스템은 [그림 6-19]에 나타난 바와 같이 크게 두 개의 서브시스템으로 구성됨 (여기서 소형화물이란 T11 표준규격의 파렛트를 의미함)



[그림 6-19] 소형화물 개별 지하운송 시스템 하부시스템 구성도

(1) 지하운송 인프라 시스템

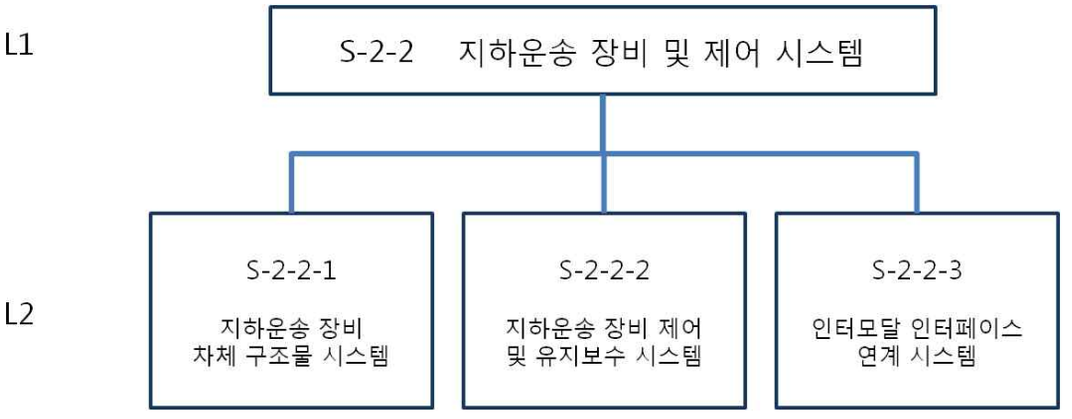
○ 지하운송 인프라 시스템은 다시금 지하운송궤도시스템, 지하운송장비추진시스템, 지하운송인프라 유지보수 및 안전관리시스템 등 세 개의 하부시스템(sub systems)으로 구성됨



[그림 6-20] 지하운송 인프라 시스템 하부시스템 구성도

(2) 지하운송 장비 및 제어 시스템

○ 지하운송 장비 및 제어 시스템은 다시금 지하운송 장비 차체 구조물 시스템, 지하운송 장비제어 및 유지보수 시스템, 인터모달 인터페이스 연계 시스템 등 네 개의 하부시스템(sub systems)으로 구성됨



[그림 6-21] 지하운송 장비 하부시스템 구성도

다. 소형 화물 개별 운송 시스템 기술기획

(1) 기술트리

[표 6-13] 소형 화물 개별 운송 시스템 기술트리

1차분류		2차분류		3차분류	
지하화물 운송 시스템 기술	BA	지하화물 운송인프라 시스템기술	BAA	지하화물 운송 터널인프라 기술	BAAA
				지하화물 운송 궤도인프라 기술	BAAB
				지하화물 운송장비 급전인프라 기술	BAAC
				지하화물 운송장비 추진장치 기술	BAAD
				지하화물 운송 인프라 유지보수 및 안전관리기술	BAAE
		지하화물 운송장비 기술	BAB	지하화물 운송장비 차체 구조물 기술	BABA
				지하화물 운송장비 유지보수 기술	BABB
		지하화물 운송제어시스템 기술	BAC	지하화물 운송장비 제어기술	BACA
				지하화물 운송 추적기술	BACB
				지하화물 운송 및 상하역 연계기술	BACC
				기존 운영관리시스템 인터페이스 연계기술	BACD
지하화물 운송 하역시스템기술	BB	하역 인프라 시스템 기술	BBA	지하화물 하역/보관 시설	BBAA
				지하화물 하역 장비	BBAB
		하역 제어시스템기술	BBB	지하화물 하역/보관제어기술	BBBA

(2) 기술부문별 기획

(가) 운송 인프라 부문

① 지하화물 운송 궤도 인프라 기술

○ 연구내용 : 분기되는 부분을 포함하여 지하로 소형규격 화물이 탑재된 캡슐을 운송하기 위해 지하운송로적 특성과 무감속 분기를 감안한 직선부/곡선부/분기부 궤도구조 설계, 시공, 비상시 궤도 긴급복구와 수리 시 보수비 절감 기술

○ 주요 구성기술

- 소형 지하궤도 설계 기술
- 소형 지하궤도 시공 기술

- 궤도구조 보수 절감 기술
- 대용량 무감속 분기 기술

② 지하화물 운송장비 추진장치 기술

○ 연구내용 : 장계자형 LIM에 적용되는 벡터해석 및 LIM 설계/제작/시공기술, 권선법 및 권선 시행 기술, 기기 냉각 및 열해석 기술, 1C10M용 Multi-level 인버터 기술, 전기제동(회생, 역상) 기술 등

○ 주요 구성기술

- 장계자형 LIM 설계 기술
- 장계자형 LIM 해석 기술
- LIM 적용 벡터제어 기술
- 1C10M용 Multi-level 인버터 기술

③ 지하화물 운송 인프라 유지보수 및 안전관리 기술

○ 연구내용 : 지하로 소형 규격화물을 개별운송하기 위한 지하운송로적 특성을 감안한 튜브 구조물, 궤도, 전기 공급시설, 추진장치(선형모터블럭), 전기공급장치 등 시설장비의 검사, 방재(방화, 방수, 내진)안전도 검사기술. 그리고 비상시 인프라 긴급복구 및 수리 기술

○ 주요 구성기술

- 튜브구조물 검사기술
- 튜브구조물 유지보수 기술
- 소형 지하궤도 모니터링 기술
- 전기 공급시설 검사기술

(나) 운송 장비 및 제어 부문

① 지하화물 운송장비 차체 구조물 기술

○ 연구내용 : 협소한 튜브 내를 운행하는 캡슐의 특성을 감안한 군집운행시 저저항 전

두부 형상 설계 기술, 충격흡수 및 복원형 전두부 외피 기술, 공간 절감형 캡슐 차량용 현가장치 시스템 기술, 곡선부 추종성능향상 및 내마모성 소형차륜 기술 등

○ 주요 구성기술

- 군집운행을 고려한 저저항 전두부 형상 설계 기술
- 충격흡수 및 복원형 전두부 외피 기술
- 공간 절감형 캡슐 차량용 현가장치 시스템 기술
- 곡선부 추종성능향상 및 내마모성 소형차륜 기술

② 지하화물 운송장비 제어 및 유지보수 기술

○ 연구내용 : 캡슐의 개별 속도를 검지하고 경로를 제어하며 비상상황 발생 시 자동으로 정지시킬 수 있는 기술과 차륜, 차축 등 구동부품의 노후화 및 이상을 감지하는 장치를 설계/제작/설치하는 기술. 그리고 캡슐을 비롯한 차량의 상태를 실시간 모니터링하고 갑작스런 고장 시 긴급복구하거나 수리하는 기술

○ 주요 구성기술

- 지하화물 운송장비 속도검지 및 제어 장치
- 지하화물 운송장비 비상정지 장치
- 차륜 및 차축 이상감지 기술
- 차량 실시간 모니터링 시스템 기술
- 신뢰성 기반의 차량 유지보수 최적화 기술

③ 지하화물 인터모달 인터페이스 연계 기술

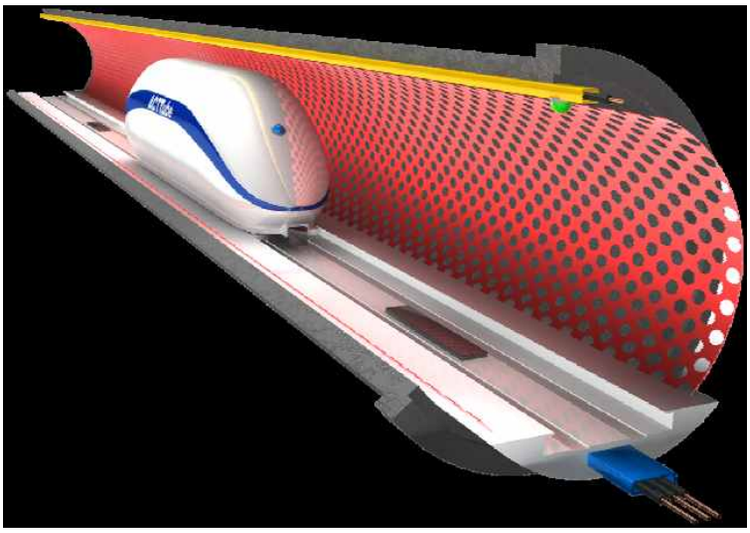
○ 연구내용 : 운송시스템과 상하역 장비 혹은 타 운송수단 간을 연계하기 위한 시설/장비의 설계/제작/설치 및 시스템 연계기술

○ 주요 구성기술

- 지하화물 운송장비와 상하역 장비와의 연계제어 기술
- 지하화물 운송장비와 타 운송수단 간의 연계제어 기술

(3) 소형화물 개별 운송시스템 운영 프로세스

(가) 소형화물 개별 지하운송 시스템의 최종 이미지



[그림 6-22] 소형화물 지하운송 시스템 최종 이미지

○ 소형화물 개별 지하운송시스템은 레일 위를 구르는 철제 차륜과 그 위에 설치된 유선형 캡슐형 대차가 약 2미터 직경의 튜브 속에 설치된 레일 위를 진행하며 레일 사이에 설치된 전동 선형모터와 리액션플레이트의 작용/반작용 원리에 의해 개별적으로 구동됨

○ 필요에 따라서는 약 50센티미터의 간격을 두고 군집을 이루어 열차처럼 운행하는 것도 가능함

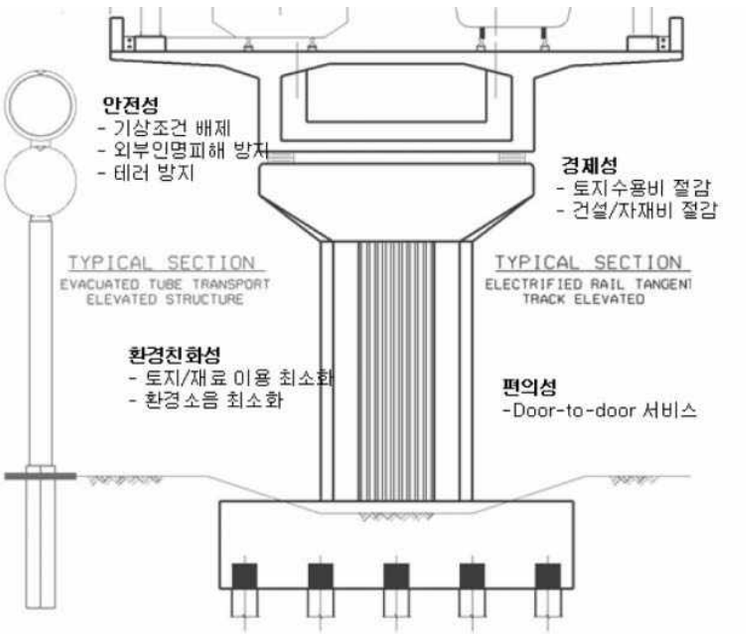
○ 원하는 운송경로에 따라 최종 목적지 지하에 설치된 하역장소까지 속도의 가감속없이 분기하여 운송하는 것이 가능하며 도착 후에는 하역장소 위층에 설치된 자동보관시설이나 수직반송장치를 통해 지상으로 연결된 뒤 타 운송수단으로 연계되는 시스템임

○ 하나의 캡슐에는 2개의 표준파렛트가 적재되는 것이 기본이며, 일련의 상하역작업은 컨베이어 장치 및 수직반송장치에 의해 자동으로 이루어짐

(나) 운영 프로세스

① 안전성, 경제성, 환경친화성, 편의성을 두루 만족시키는 운송시스템

○ 기상조건, 외부인명 피해, 테러로부터 자유로운 안전성과 토지/수용비 및 건설자재비를 절감할 수 있으며, 토지/재료이용 및 환경소음을 최소화할 수 있고, 제한된 도시공간에서도 door-to-door 서비스를 실현



[그림 6-23] 기존 철도시스템에 비해 우수한 특성

② 튜브 내 공기저항을 최소로 하는 캡슐선형

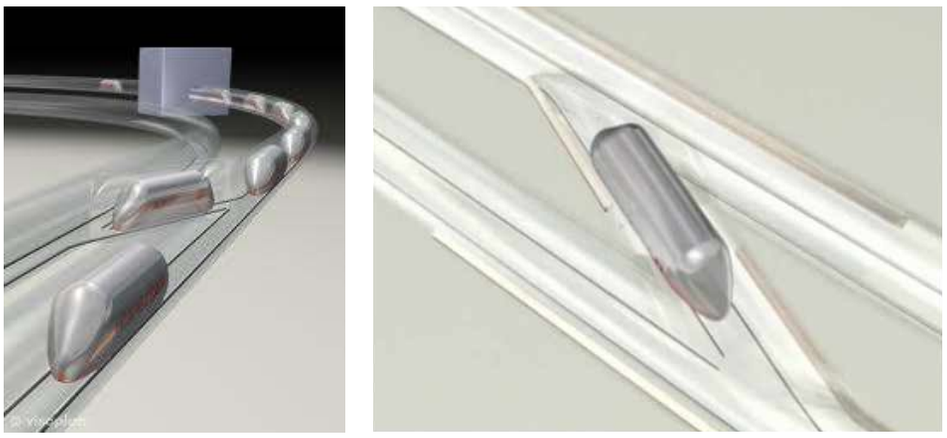
○ 건설비 축소를 위해 직경을 최소화 함으로써 협소한 튜브의 여건상 튜브내 공기저항을 최소로 할 수 있는 캡슐선형을 채택



[그림 6-24] 튜브를 운행하는 유선형 캡슐 디자인(CargoCap의 사례)

③ 가감속 없는 분기시스템

○ 제한된 도시공간에서도 door-to-door 서비스를 실현하기 위해서는 분기시스템이 필수적인데, 분기지점에서 진행속도를 유지하면서도 분기할 수 있는 기능 확보



[그림 6-25] door-to-door 구현을 위한 분기시스템(CargoCap의 사례)

④ 지상운송시스템과의 연계를 위한 무인자동하역시스템

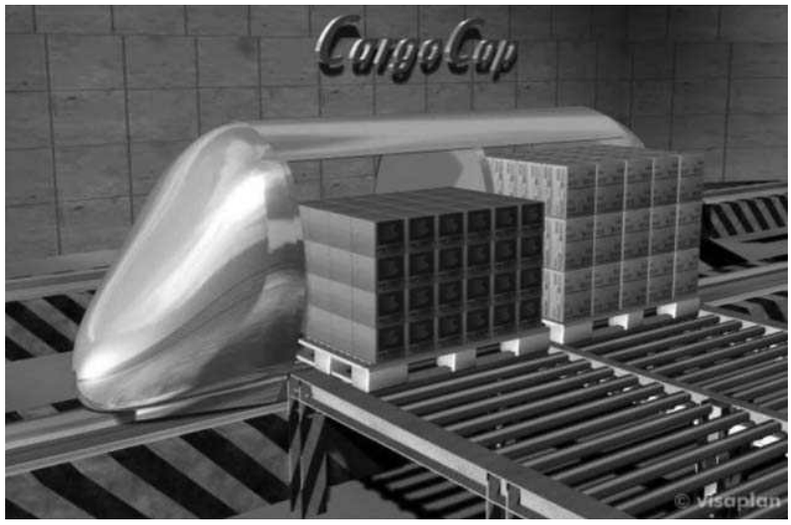
○ 제한된 도시공간에서도 많은 공간을 차지하지 않고서도 지하운송화물을 지상운송체계와 연계할 수 있는 무인자동하역시스템 채택



[그림 6-26] 지상시스템과의 연계를 위한 무인자동하역시스템(CargoCap의 사례)

⑤ 파렛트를 이용한 유닛로드 시스템

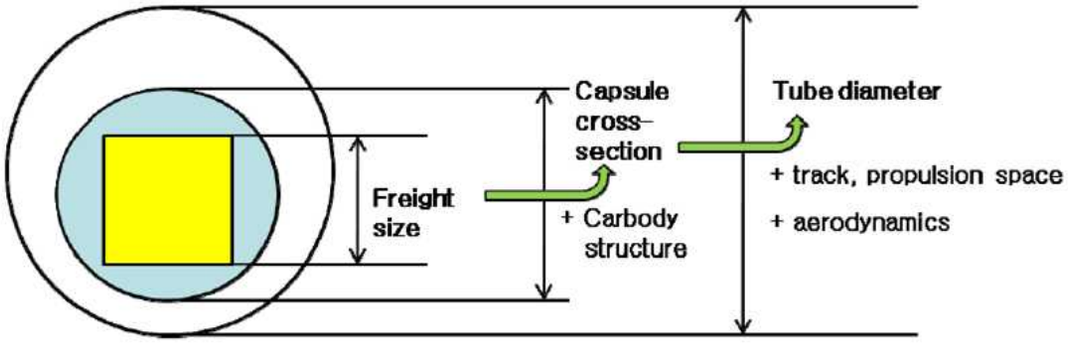
○ 캡슐로 운송하는 다양한 화물의 적재규격을 표준파렛트 2기로 규정함으로서 유닛로드시스템의 장점을 극대화



[그림 6-27] 파렛트를 이용한 유닛로드 시스템(CargoCap의 사례)

⑥ 소규모 지하굴착을 통해 지상영향을 최소로 하는 건설형태

○ 제한된 도시공간에서도 지상에 별도의 영향을 주지 않고 최소의 비용만으로 공사를 할 수 있는 소규모 지하굴착 방식을 채택하여 도심 내 그물망 같은 지하네트워크 구축이 용이



[그림 6-28] 지하굴착 인프라 규모산정 원칙

(4) 소형 화물 개별 운송시스템 기본 요구사양

[표 6-14] 소형 화물 개별 운송시스템의 기본 요구사항

구분	요구사항(안)	근거
튜브 재원	콘크리드/철골혼합조 직경 2.5m	외부 전문가 자문
레일 형태	Flanged wheel & Rail	외부 전문가 자문
레일 회전반경	50m	외부 전문가 자문
파렛트 규격	T11 표준파렛트	외부 전문가 자문
속 도	36 km/h	외부 전문가 자문
추진원리	LIM	외부 전문가 자문
캡슐당 화물적재용량	5ton	외부 전문가 자문
차륜간격(wheel base)	2.8m	외부 전문가 자문
캡슐길이	3.5m	외부 전문가 자문
차량직경	1.8m	외부 전문가 자문
차간 간격	5 sec	외부 전문가 자문
네트워크 형태	중앙통제식	외부 전문가 자문
안전도	SIL 1-4	외부 전문가 자문
위치추적 시간	0.5초	외부 전문가 자문

2. 세부과제 정의

[표 6-15] 소형 화물 개별 운송 시스템 연구단 - 세부과제 1

구분	과제명	주요내용	최종 성과물
연구단 총괄	소형 화물 개별 운송 시스템 연구단	- 선형모터를 이용한 소형 화물 개별 운송 시스템의 세계 최초 상용화	- 보고서 - 성과발표회 홍보자료 및전시자료 - 학술논문 - 특허 - 정책(고시/ 법령) 제안 - Test-bed
1세부과제	소형 화물 개별 운송 인프라 시스템 기술	- 지하로 소형 규격화물을 개별운송하기 위한 지하운송로적 특성을 감안한 터널 구조, 궤도, 급전인프라, 장비추진장치의 건설 및 유지보수기술	- 보고서 - 학술논문 - 특허 - Test-bed
1-1	소형 화물 개별 운송 궤도 인프라 기술	- 소형 지하궤도 설계 기술 - 소형 지하궤도 시공 기술 - 궤도구조 보수 절감 기술 - 대용량 무감속 분기 기술	- 보고서 - 학술논문 - 특허 - 궤도인프라 Test-bed
1-2	소형 화물 개별 운송장비 추진장치 기술	- 장계자형 LIM 설계 기술 - 장계자형 LIM 해석 기술 - 권선법 및 권선 시행 기술 - 기기 냉각 및 열해석 기술 - LIM 적용 벡터제어 기술 - 1C10M용 Multi-level 인버터 기술 - 전기제동(회생, 역상) 기술	- 보고서 - 학술논문 - 특허 - 추진장치 Test-bed
1-3	소형 화물 개별 운송 인프라 유지보수 및 안전관리 기술	- 튜브구조물 검사기술 - 튜브구조물 유지보수 기술 - 소형 지하궤도 모니터링 기술 - 전기 공급시설 검사기술	- 보고서 - 학술논문 - 특허 - 유지보수 매뉴얼

[표 6-16] 소형 화물 개별 운송 시스템 연구단 - 세부과제 2

구분	과제명	주요내용	최종 성과물
2세부과제	소형 화물 개별 운송 장비 및 제어 시스템 기술	- 협소한 튜브 내를 운행하는 캡슐의 특성을 감안한 차체구조물, 운송장비의 설계, 제작, 유지보수, 제어 및 추적, 상하역 연계기술	- 보고서 - 학술논문 - 특허 - 장비 및 제어 시스템 Test-bed
2-1	소형 화물 개별 운송장비 차체 구조물 기술	- 군집운행을 고려한 저저항 전두부 형상 설계 기술 - 충격흡수 및 복원형 전두부 외피 기술 - 공간 절감형 캡슐 차량용 현가장치 시스템 기술 - 곡선부 추종성능향상 및 내마모성 소형차륜 기술	- 보고서 - 학술논문 - 특허 - 구조물 Test-bed
2-2	소형 화물 개별 운송장비 제어 및 유지보수 기술	- 차륜 및 차축 이상감지 기술 - 차량 실시간 모니터링 시스템 기술 - 신뢰성 기반의 차량 유지보수 최적화 기술 - 지하화물 운송장비 속도검지 및 제어 장치 - 지하화물 운송장비 비상정지 장치	- 보고서 - 학술논문 - 특허 - 유지보수 매뉴얼
2-3	인터모달 인터페이스 연계 기술	- 지하화물 운송장비와 상하역 장비와의 연계 제어 기술 - 지하화물 운송장비와 타 운송수단과의 연계 제어 기술	- 보고서 - 학술논문 - 특허 - 운영관리시스템 인터페이스 연계 시스템 Test-Bed - 유지보수 매뉴얼

3. Test-bed 부문기획

가. 운영방안

(1) Test-bed 구축 및 시험평가 시행을 위한 요구사항

(가) Test-bed 구축

① 설치기간

○ 1단계: 3, 4차년도 - 주행구간(최소한 1곳의 분기구간 포함)

○ 2단계: 4차년도 - 하역구간 (지상부분 포함)

② 설치지역

○ 인천국제공항철도역사(KTX) 인근 부지일대

③ 시험특성 :

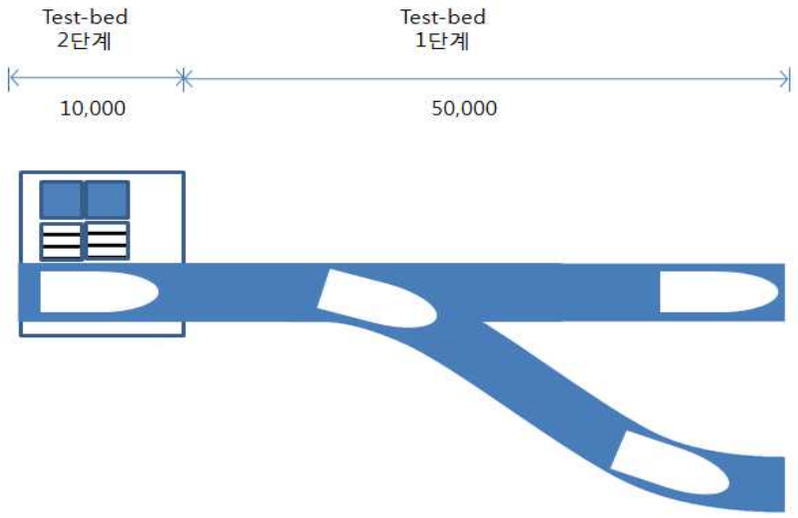
○ 직선으로 주행하는 구간과 분기되는 구간, 역구간 작동을 모두 시현할 수 있도록 Test-bed를 구축

○ 하역시스템 성능을 시험할 수 있도록 Test-bed를 구축

④ Test-bed 규모

○ 주행구간은 실제 운행할 경우와 달리 Test를 위한 시설이므로 쌍방향 주행이 가능하도록 설계된 단선 레일만 지하에 설치하여 주행성능을 시험하되 최소한 1곳 이상의 분기점과 최소한 2대의 캡슐을 설치하여 주행 및 분기성능을 시험

○ 하역시스템은 본 과제 4차년도에 지상과 연계하는 하역시스템 성능을 시험할 수 있는 최소한의 규모(15m×10m 내외예상)로 지상과 연결되는 하역시스템을 설치한 뒤, 최소한 캡슐과 연계하는 롤컨베이어 및 수직반송기 등의 하역장비를 설치한 뒤 캡슐로부터의 상하역 성능을 시험



[그림 6-29] 소형화물 개별 지하운송 시스템 Test-bed 구상

(나) Test-bed 시험평가

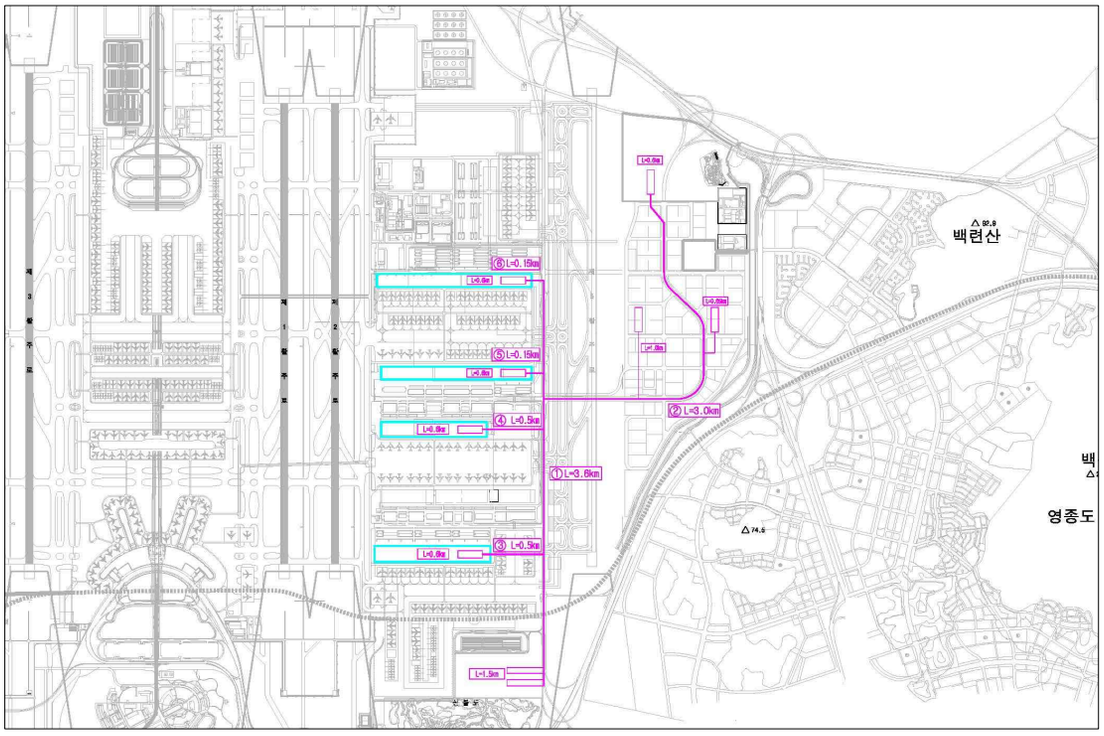
○ 소형화물 개별 지하운송 시스템 주행시스템, 분기시스템 및 하역시스템으로 각각 나누어 평가를 추진할 필요가 있음

나. 후보지 제시 및 여건분석

(1) 후보지

○ 인천국제공항철도역사(KTX)-화물터미널-공항물류단지 연계 구간

- 노선길이 : 10.9km
- 연간물동량 : 연간 수출입 및 환적 물동량 총 2,071,494톤



[그림 6-30] 소형화물 개별운송 시스템 후보지 및 노선도

(2) 후보지 여건

(가) 인천국제공항 물동량 처리 현황

○ 2009년 기준으로 인천국제공항은 약 59만톤의 수출 물동량과 약 36만톤의 수입 물동량을 처리했음

- 지역별로 살펴보면 서울, 경기, 경북, 경남, 충남, 인천, 충북, 부산, 전남, 전북, 강원, 제주 순서로 많은 물동량을 처리하였음(수출입 합계 실적 기준)
  - · 수도권 지역과 경상도 지역의 물동량이 가장 많이 인천공항을 통해 처리되고 있음을 알 수 있음
  - · 수출(경기, 서울, 경북, 충남 순서), 수입(서울, 경기, 경남, 인천 순서)
- 물품별로 살펴보면 전자전기제품, 기계류, 화학공업제품, 섬유류, 플라스틱 고무 및 가죽제품, 철강금속제품, 농림수산물, 생활용품, 잡제품, 광산물, 기타 물품 순으로 많은 물동량을 처리하였고 고부가가치 품목이 많이 처리되고 있음을 알 수 있음(수출입 합계 실적 기준)

· 수출(전자전기제품, 기계류, 섬유류, 플라스틱 고무 및 가죽제품 순서), 수입(전자전기제품, 기계류, 화학공업제품, 농림수산물 순서)

[표 6-17] 인천국제공항 수출입 물동량('09년 기준)

(단위 : 톤)

품목	구분	서울	부산	인천	경기	충북	충남	전북	전남	경북	경남	강원	제주
농림 수산물	수출	2,686	388	928	584	229	254	37	107	179	2,337	363	1,543
	수입	14,099	1,330	1,182	6,912	334	603	152	220	334	473	207	51
광산물	수출	62	9	89	178	4	3	7	2	14	123	1	-
	수입	1,039	42	132	483	26	37	4	14	138	139	1	0
화학 공업제품	수출	6,873	289	1,179	7,876	1,744	4,708	2,814	2,006	1,806	1,264	133	3
	수입	24,352	790	2,290	13,370	2,683	2,541	408	539	2,192	2,069	118	97
플라스틱고무 및 가죽제품	수출	6,923	415	1,738	11,812	1,810	10,391	75	835	4,878	872	38	-
	수입	8,967	264	820	5,862	453	620	143	226	1,065	630	29	6
섬유류	수출	43,053	768	1,915	9,526	202	355	124	105	6,660	813	17	1
	수입	13,529	378	458	2,008	77	271	57	49	518	228	66	20
생활용품	수출	4,625	566	1,236	1,239	28	293	19	51	162	204	53	1
	수입	6,993	288	531	1,388	35	209	18	26	166	284	31	26
철강금속제품	수출	2,349	2,406	566	3,799	1,319	1,440	65	309	2,325	2,511	6	-
	수입	3,369	833	1,286	5,391	925	1,344	105	346	1,337	4,290	10	7
기계류	수출	14,081	6,024	13,881	33,364	8,661	6,911	2,193	1,792	11,951	14,932	528	4
	수입	24,861	2,920	8,055	20,124	972	6,315	1,165	1,768	3,413	13,552	425	50
전자전기제품	수출	31,022	1,559	7,056	103,604	11,204	39,499	1,228	3,508	66,366	35,405	983	17
	수입	57,959	1,582	3,941	42,543	3,713	3,478	761	2,501	4,843	9,858	590	71
잡제품	수출	1,425	70	187	933	117	534	53	46	560	213	151	1
	수입	5,665	106	120	718	47	230	15	23	147	89	24	6
기타	수출	245	0	95	37	1	40	0	4	33	6	-	-
	수입	191	35	3	44	2	4	1	3	5	30	0	0
소계	수출	113,344	12,494	28,871	172,953	25,319	64,428	6,617	8,765	94,933	58,679	2,273	1,571
	수입	161,025	8,568	18,817	98,844	9,267	15,654	2,830	5,717	14,159	31,641	1,501	334

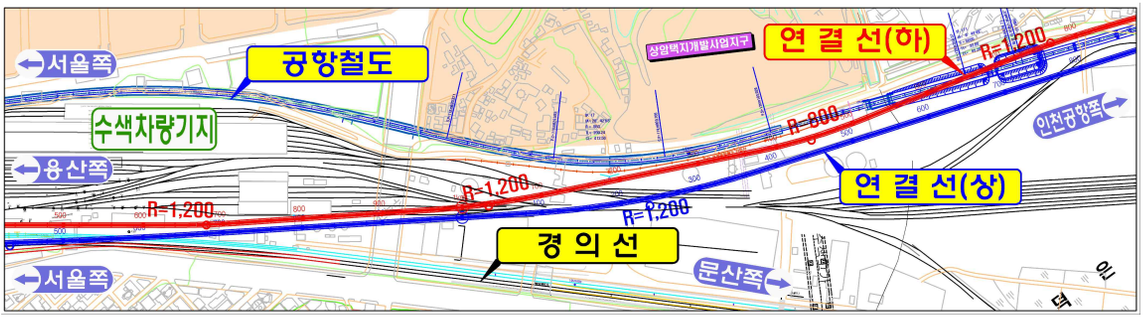
자료 : 관세청, 수출입통계연보, 2009

○ 관세청(2009)에 따르면 인천국제공항에서 처리된 환적물동량은 557,397톤으로 김해공항 990톤, 제주공항 335톤의 실적에 비해 월등히 많은 것을 알 수 있음

(나) 인천공항철도와 KTX 연계 계획

○ 국토해양부는 공항철도의 수요증대 및 철도이용 편의성 증대와 고속철도 및 광역철도망 네트워크 연계의 일환으로 인천국제공항에 고속철도(KTX) 연계 및 도입 계획을 검토·수립한 바 있음('09년)

○ 경의선(서울역~수색역~고양역)을 통해 KTX와 공항철도를 연결할 것을 계획하고 있음



[그림 6-31] KTX-공항철도 연결계획

(다) 정차역 운영계획

○ 현재 AREX(여객용) 정거장수는 총 10개로 서울역, 김포공항역, 인천국제공항역은 급행노선이 운행 중임

○ 향후 공항철도와 KTX가 연계될 경우 서울역, 검암역, 인천국제공항역을 주요 정차역으로 고려 중임

- 인천국제공항정거장은 공항철도의 종착역 기능을 수행하고 있으며 인천국제공항 여객터미널과 주차장 사이에 위치하고 있음

[표 6-18] KTX-공항철도 정차역 운영계획

구 분	노선	정거장수	표정시분 (분)	표정속도 (km/h)	정 차 역
현 재	AREX (완행)	10	49.50	70.34	서울, 공덕, 홍대, 디엠시, 김포공항, 계양, 검암, 운서, 화물청사, 인천국제공항역
	AREX (급행)	3	37.25	93.47	서울, 김포공항, 인천국제공항역
연계 시설 확충	KTX	3	32.00	105.21	경부고철, 호남고철 → 서울, 검암, 인천국제공항역
	서울 EMU (완행)	10	39.25	88.71	서울, 공덕, 홍대, 디엠시, 김포공항, 계양, 검암, 운서, 화물청사, 인천국제공항
	서울 EMU (급행)	3	28.00	124.35	서울, 김포공항, 인천국제공항역
	용산 EMU	8	37.75	91.17	용산, 공덕, 홍대, 디엠시, 김포공항, 계양, 검암, 인천국제공항역
	9호선 직결 EMU	4	19.50	115.82	서울 급행구간 → 김포공항, 계양, 검암, 인천국제공항역

자료 : 국토부 내부자료(2009)



[그림 6-32] 인천국제공항역 위치



[그림 6-33] 인천공항철도의 연계 철도망 계획도

(라) 신규인프라에 대한 인천국제공항공사의 물류기능 강화 의지

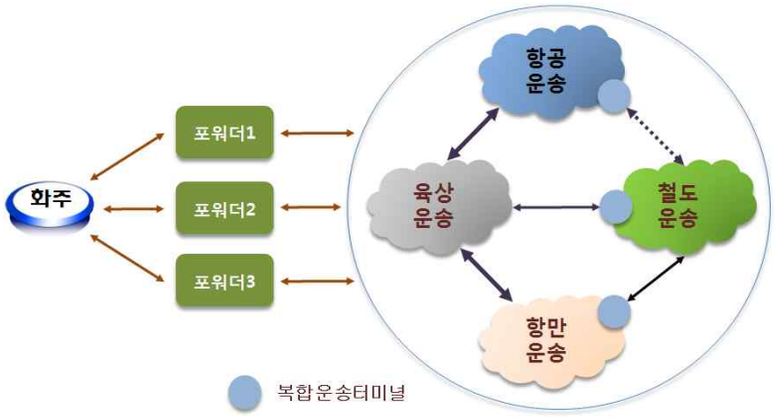
○ 항공, 육송, 항만운송의 유기적인 연결을 통해 '육·해·공 녹색복합운송 선진화'방

안을 마련하고자 T/F팀을 구성하여 논의 중에 있음

- 하지만 아직 초기단계로서 구체적인 방안이 도출되지 못한 상황임

○ 새롭게 추가되는 철도인프라를 통한 Seamless 운송망 인프라 구축계획

- 통합 선적/분류/이송을 통해 운송효율을 극대화 하고 복합운송터미널(공항/항만/철도)로서의 역할을 수행하고자 하는 의지가 있음



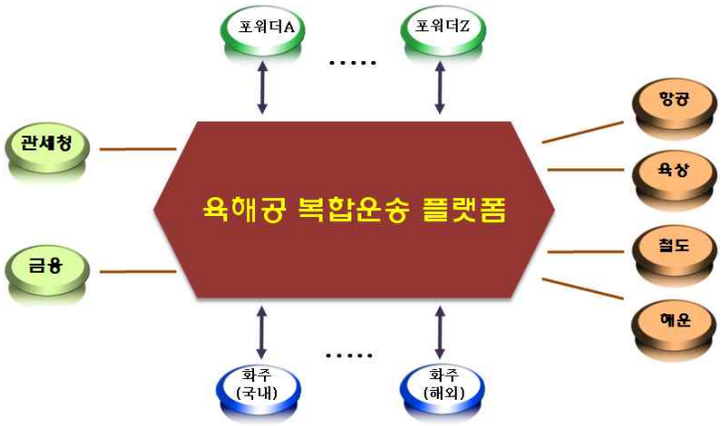
[그림 6-34] 육해공 유기적 연결을 통한 복합운송 개념도

○ 원활한 글로벌 비즈니스를 위해 운송프로세스와 정보의 표준화를 통한 간소화와 고도화 추진계획

- 운송관리(3D/형상/무게/이력), 추적, 보안 표준화
- 용기, 적재, 이송 규격 표준화
- 육/해/공 운송정보(여객포함) 표준화

○ 물류 가시성 향상을 위해 통합포탈 서비스인 서비스 선진화 Platform 구축계획

- 운송서비스 선진화 지원을 위한 API방식 서비스 플랫폼 개발
- 모바일을 통한 화주, 운송대리점, 운송사 시범 서비스
- 외항사 선적정보 통합플랫폼 구축(표준프로세서 적용)



[그림 6-35] 물류 visibility 향상을 위한 통합포탈 서비스

○ 인천국제공항공사는 동북아 물류 Hub공항으로써 위상을 이어나가기 위해 적극적으로 국내 물류거점과의 연계 구축을 중점사업으로 추진하려는 적극적 의지를 가지고 있음

- 특히 KTX역사의 화물 전용칸 신설 등의 구체적 사업이 거론되면서 공항내 복합연계 시스템 구축이 필요한 실정을 인지하고 다양한 수송수단을 검토 중임
- 제 5활주로 건설후 공항물류단지와 화물터미널 간의 연계성 제고를 위한 새로운 수송수단 또는 도로건설이 필요한 시점으로 지하 화물운송 시스템을 하나의 대안으로 검토할 것임

4. 세부과제별 연차별/단계별 성과목표, 성과지표 및 활용방안

가. 세부과제별 연차별/단계별 성과목표 및 지표

(1) 세부과제 1 : 소형 화물 개별 운송 인프라 시스템 기술

구분	과제명	성과지표	성과목표				
			1차	2차	3차	4차	최종
연구단 총괄	소형 화물 개별 운송 시스템 연구단	성과보고서 제출	연차보고서 제출	연차보고서 제출	연차보고서 제출	연차보고서 제출	연차보고서 제출
		연구개발 관련홍보	1건	1건	1건	1건	매년연구성과 발표행사개최
1세부 과제	소형 화물 개별 운송 인프라 시스템 기술	성과보고서 제출	연차보고서 제출	연차보고서 제출	연차보고서 제출	연차보고서 제출	연차보고서 제출
1-1	지하화물 운송 궤도 인프라 기술	기술 목표 달성율	70% 이상	90% 이상			90% 이상
		특허 및 지적재산권 확보 건수	1건 이상	2건 이상			3건 이상
		국내외 전문 학술 논문 게재	6건 이상	6건 이상			12건 이상
		궤도 설치 및 시운전 평가		100%			시연성공
1-2	지하화물 운송장비 추진장치 기술	기술 목표 달성율	50% 이상	70% 이상	80% 이상	90% 이상	90% 이상
		특허 및 지적재산권 확보 건수	1건 이상	1건 이상	1건 이상	2건 이상	5건 이상
		국내외 전문 학술 논문 게재	2건 이상	2건 이상	3건 이상	3건 이상	10건 이상
		추진장비 설치 및 시운전 평가				100%	시연성공
		RC튜닝 및 네트워크 프로토콜이식, 역학설계 분야의 독자적 기술확보				60%	LIM설계를 제외한 LIM 시제품 제작
1-3	지하화물 운송 인프라 유지보수 및 안전관리 기술	기술 목표 달성율				90% 이상	90% 이상
		운영상의 요구조건 달성율				90% 이상	90% 이상
		특허 및 지적재산권 확보 건수				5건 이상	5건 이상
		국내외 전문 학술 논문 게재				10건 이상	10건 이상
		유지보수 매뉴얼 개발				100%	유지보수 매뉴얼작성

(2) 세부과제 2 : 소형 화물 개별 운송 장비 및 제어 시스템 기술

구분	과제명	성과지표	성과목표				
			1차	2차	3차	4차	최종
2세부 과제	소형 화물 개별 운송 장비 및 제어 시스템 기술	성과보고서 제출	연차보고서 제출	연차보고서 제출	연차보고서 제출	연차보고서 제출	연차보고서 제출
2-1	지하화물 운송장비 차체 구조물 기술	기술 목표 달성율	50% 이상	70% 이상	90% 이상		90% 이상
		특허 및 지적재산권 확보 건수	1건 이상	1건 이상	1건 이상		3건 이상
		국내외 전문 학술 논문 게재	1건 이상	2건 이상	3건 이상		6건 이상
		운송장비 차체 구조물 제작			100%		설치완료
2-2	지하화물 운송장비 제어 및 유지보수 기술	기술 목표 달성율			60% 이상	90% 이상	90% 이상
		특허 및 지적재산권 확보 건수			2건 이상	3건 이상	5건 이상
		국내외 전문 학술 논문 게재			6건 이상	6건 이상	12건 이상
		유지보수 매뉴얼 개발				100%	유지보수 매뉴얼 작성
2-3	인터모달 인터페이스 연계 기술	기술 목표 달성율				90% 이상	90% 이상
		운영상의 요구조건 달성율				90% 이상	90% 이상
		특허 및 지적재산권 확보 건수				3건 이상	3건 이상
		국내외 전문 학술 논문 게재				5건 이상	5건 이상
		운영관리시스템 인터페이스 연계시연				100%	시연성공
		유지보수 매뉴얼 개발				100%	유지보수 매뉴얼 작성

나. 세부과제별 연차별/단계별 활용방안

구분	과제명	최종 성과물	최종 수요처	활용방안
연구단 총괄	소형 화물 개별 운송 시스템 연구단	- 보고서 - 성과발표회 홍보자료 및전시자료 - 학술논문 - 특허 - 정책(고시/법령) 제안 - Test-bed	- 정부(국토해양부, 공항공사) - 민간(관련시설/장비 설계/제작/시공/설치업체, 학계/연구소 등)	- 초고속 튜브 화물운송 기술개발시 기초자료로 활용
1세부과제	소형 화물 개별 운송 인프라 시스템 기술	- 보고서 - 학술논문 - 특허 - Test-bed		- 초고속 튜브 화물운송 기술개발시 기초자료로 활용
1-1	지하화물 운송 궤도 인프라 기술	- 보고서 - 학술논문 - 특허 - 궤도인프라 Test-bed		- 초고속 튜브 화물운송 기술개발시 기초자료로 활용
1-2	지하화물 운송장비 추진장치 기술	- 보고서 - 학술논문 - 특허 - 추진장치 Test-bed		- 초고속 튜브 화물운송 기술개발시 기초자료로 활용
1-3	지하화물 운송 인프라 유지보수 및 안전관리 기술	- 보고서 - 학술논문 - 특허 - 유지보수 매뉴얼		- 초고속 튜브 화물운송 기술개발시 기초자료로 활용

구분	과제명	최종 성과물	최종 수요처	활용방안
2세부과제	소형 화물 개별 운송 장비 및 제어 시스템 기술	- 보고서 - 학술논문 - 특허 - 장비 및 제어시스템 Test-bed	- 정부(국토해양부, 공항공사) - 민간(관련시설/장비 설계/제작/시공/설치업체, 학계/연구소 등)	- 초고속 튜브 화물운송 기술개발시 기초자료로 활용
2-1	지하화물 운송장비 차체 구조물 기술	- 보고서 - 학술논문 - 특허 - 구조물 Test-bed		- 초고속 튜브 화물운송 기술개발시 기초자료로 활용
2-2	지하화물 운송장비 유지보수 기술	- 보고서 - 학술논문 - 특허 - 유지보수 매뉴얼		- 초고속 튜브 화물운송 기술개발시 기초자료로 활용
2-3	기존 운영관리시스템 인터페이스 연계 기술	- 보고서 - 학술논문 - 특허 - 운영관리시스템 인터페이스 연계 시스템 Test-Bed - 유지보수 매뉴얼		- 초고속 튜브 화물운송 기술개발시 기초자료로 활용

5. 소요예산

[표 6-19] '소형 화물 개별 운송 시스템 연구단' 연구비 총괄

(단위 : 원, %)

세부과제명	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	합 계	구성비(%)
1. 소형화물 개별 운송 인프라 시스템 기술	1,003,544,304	4,689,282,700	4,189,029,536	2,513,417,722	12,395,274,262	62.0%
2. 소형화물 개별 운송장비 및 제어 시스템 기술	401,417,722	1,256,708,861	1,757,569,620	4,189,029,536	7,604,725,738	38.0%
합 계	1,404,962,025	5,945,991,561	5,946,599,156	6,702,447,257	20,000,000,000	100.0%

[표 6-20] '1 세부과제. 소형화물 개별 운송 인프라 시스템 기술' 연구비 총괄

(단위 : 원, %)

비 목			1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	합 계	구성비 (%)	비 고
1) 인건비	내/외부 인건비		671,311,997	1,253,115,727	447,541,331	268,524,799	2,640,493,854	21.3%	
2) 직접비	연구장비 재료비	연구기자재및시설비	0	0	0	0	0	0.0%	
		시작품 제작비	0	2,560,000,000	3,200,000,000	1,920,000,000	7,680,000,000	62.0%	
		재료비	0	0	0	0	0	0.0%	
	연구 활동비	여비	26,181,168	48,871,513	17,454,112	10,472,467	102,979,260	0.8%	
		수용비및수수료	40,278,720	75,186,944	26,852,480	16,111,488	158,429,631	1.3%	
		기술정보활동비	73,844,320	137,842,730	49,229,546	29,537,728	290,454,324	2.3%	
	연구수당		100,696,799	187,967,359	67,131,200	40,278,720	396,074,078	3.2%	
3) 간 접 비			91,231,300	426,298,427	380,820,867	228,492,520	1,126,843,115	9.1%	
4) 합 계			1,003,544,304	4,689,282,700	4,189,029,536	2,513,417,722	12,395,274,262	100%	1)+2)+3)

[표 6-21] '2 세부과제. 소형화물 개별 운송장비 및 제어 시스템 기술' 연구비 총괄

(단위 : 원, %)

비 목			1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	합 계	구성비 (%)	비 고
1) 인건비	내/외부 인건비		268,524,799	134,262,399	751,869,436	447,541,331	1,602,197,965	21.1%	
2) 직접비	연구장비 재료비	연구기자재및시설비	0	0	0	0	0	0.0%	
		시작품 제작비	0	960,000,000	576,000,000	3,200,000,000	4,736,000,000	62.3%	
		재료비	0	0	0	0	0	0.0%	
	연구 활동비	여비	10,472,467	5,236,234	29,322,908	17,454,112	62,485,721	0.8%	
		수용비및수수료	16,111,488	8,055,744	45,112,166	26,852,480	96,131,878	1.3%	
		기술정보활동비	29,537,728	14,768,864	82,705,638	49,229,546	176,241,776	2.3%	
	연구수당		40,278,720	20,139,360	112,780,415	67,131,200	240,329,695	3.2%	
3) 간 접 비			36,492,520	114,246,260	159,779,056	380,820,867	691,338,703	9.1%	
4) 합 계			401,417,722	1,256,708,861	1,757,569,620	4,189,029,536	7,604,725,738	100%	1)+2)+3)

6. 기술개발 로드맵(TRM)

소형 화물 개별 운송 시스템 연구단

■ 사 업 개 요

- 선형모터를 이용한 개별 운행 고정경로 운행 시스템의 세계 최초 상용화를 위한 기술 및 테스트베드 구축

■ 개발범위 및 내용

- 소형 화물 개별 운송 인프라 시스템 기술
- 소형 화물 개별 운송 장비 및 제어 시스템 기술

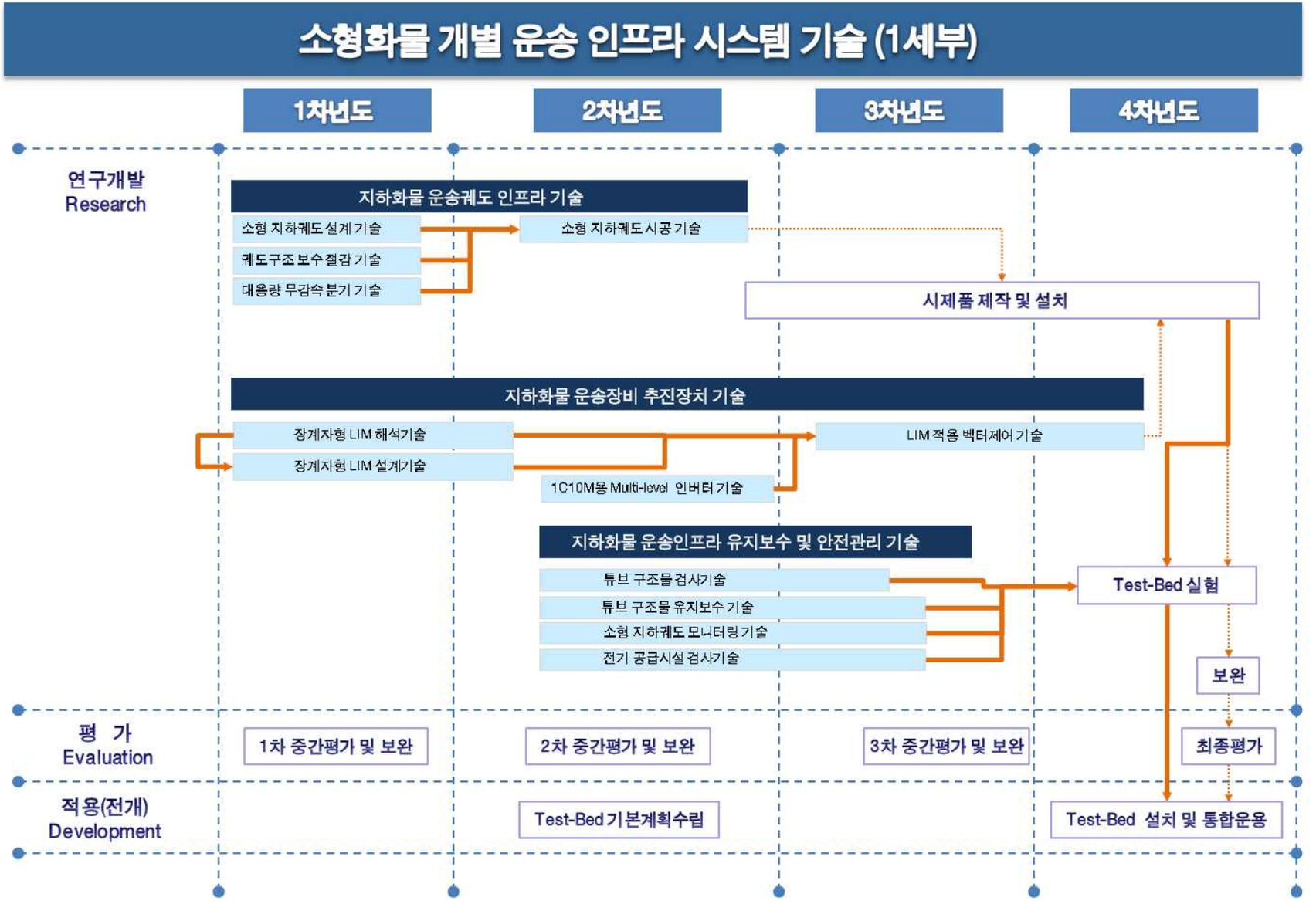
과제 구분		1차년	2차년	3차년	4차년
1 세부	소형 화물 개별 운송 인프라 시스템 기술				
1-1	지하화물 운송 궤도 인프라 기술				
1-2	지하화물 운송장비 추진장치 기술				
1-3	지하화물 운송 인프라 유지보수 및 안전 관리 기술				
2세부	소형 화물 개별 운송 장비 및 제어 시스템 기술				
2-1	지하화물 운송장비 차체 구조물 기술				
2-2	지하화물 운송장비 제어 및 유지보수 기술				
2-3	인터모달 인터페이스 연계 기술				

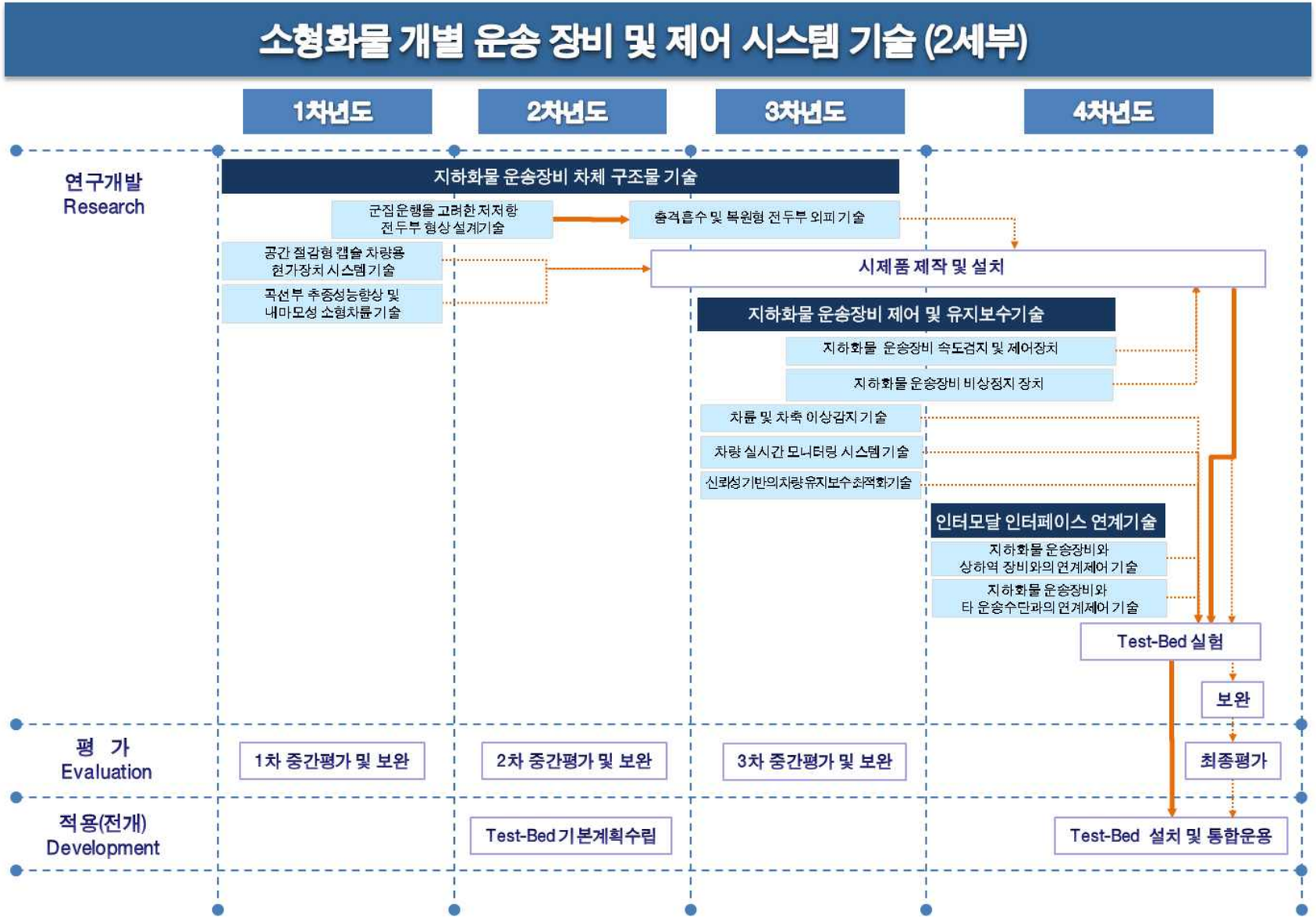
기대 효과

- 소형 화물 개별 운송시스템을 물류거점내 소형화물을 위한 수송 연계 시스템으로 활용가능
- 기존 도로 수송수단을 대체하여 교통혼잡 및 사고로 인한 사회적 비용 감소, 환경적 부하 저감, 유류사용료 감소로 인한 물류비 저감, 분기가 가능한 기술의 장점을 활용하여 거점내 시설간 연계성 및 지상공간 활용 극대화가 가능함
- 국산기술을 활용한 소형화물 수송시스템 개발로 기술의 해외수출 및 국내 소형화물 수송시스템의 신기술 파급효과

파급 효과

- 소형 화물 개별 운송 시스템의 수송장비개발로 약3억원의 생산유발 효과, 약0.9억원의 부가가치 창출
- 건설투자비 약4,439억원의 생산유발 효과와 약1,552억원의 부가가치 창출, 2,248명의 고용 창출 효과


소형화물 개별 운송 인프라 시스템 기술 (1세부)
1차년도
2차년도
3차년도
4차년도
연구개발
Research
지하화물 운송궤도 인프라 기술
소형 지하궤도 설계 기술
궤도구조 보수 절감 기술
대용량 무감속 분기 기술
소형 지하궤도 시공 기술
시제품 제작 및 설치
지하화물 운송장비 추진장치 기술
장계자형 LIM 해석기술
장계자형 LIM 설계기술
1C10M용 Multi-level 인버터 기술
LIM 적용 벡터제어 기술
지하화물 운송인프라 유지보수 및 안전관리 기술
튜브 구조물 검사기술
튜브 구조물 유지보수 기술
소형 지하궤도 모니터링 기술
전기 공급시설 검사기술
Test-Bed 실험
보완
평 가
Evaluation
1차 중간평가 및 보완
2차 중간평가 및 보완
3차 중간평가 및 보완
최종평가
적용(전개)
Development
Test-Bed 기본계획수립
Test-Bed 설치 및 통합운용


소형화물 개별 운송 장비 및 제어 시스템 기술 (2세부)
1차년도
2차년도
3차년도
4차년도
연구개발
Research
지하화물 운송장비 차체 구조물 기술
군집운행을 고려한 저저항 전두부 형상 설계기술
충격흡수 및 복원형 전두부 외피 기술
공간 절감형 캡슐 차량용 현가장치 시스템 기술
곡선부 추종성능향상 및 내마모성 소형차륜 기술
시제품 제작 및 설치
지하화물 운송장비 제어 및 유지보수기술
지하화물 운송장비 속도검지 및 제어장치
지하화물 운송장비 비상정지 장치
차륜 및 차축 이상감지 기술
차량 실시간 모니터링 시스템 기술
신뢰성기반의차량 유지보수 최적화기술
인터모달 인터페이스 연계기술
지하화물 운송장비와 상하역 장비와의 연계제어 기술
지하화물 운송장비와 타 운송수단과의 연계제어 기술
Test-Bed 실험
보완
평 가
Evaluation
1차 중간평가 및 보완
2차 중간평가 및 보완
3차 중간평가 및 보완
최종평가
적용(전개)
Development
Test-Bed 기본계획수립
Test-Bed 설치 및 통합운용

3절. '파이프라인 벌크 운송 시스템' 기획

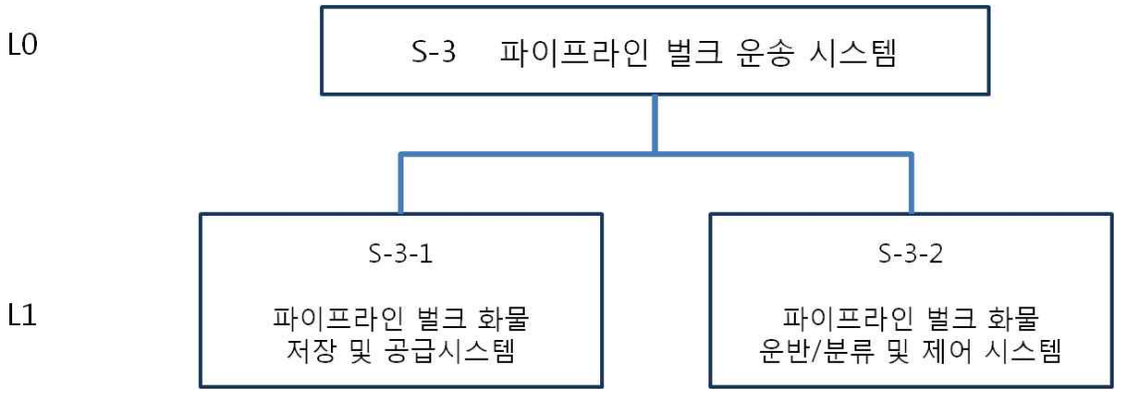
1. 연구 목표 및 기술기획

가. 연구 목표

파이프라인을 이용한 공압식 벌크화물 지하운송시스템 개발과 Test-Bed를 통한 시험 평가 및 실용화 전략 수립

나. 파이프라인 벌크 운송 시스템 기술요소의 구성

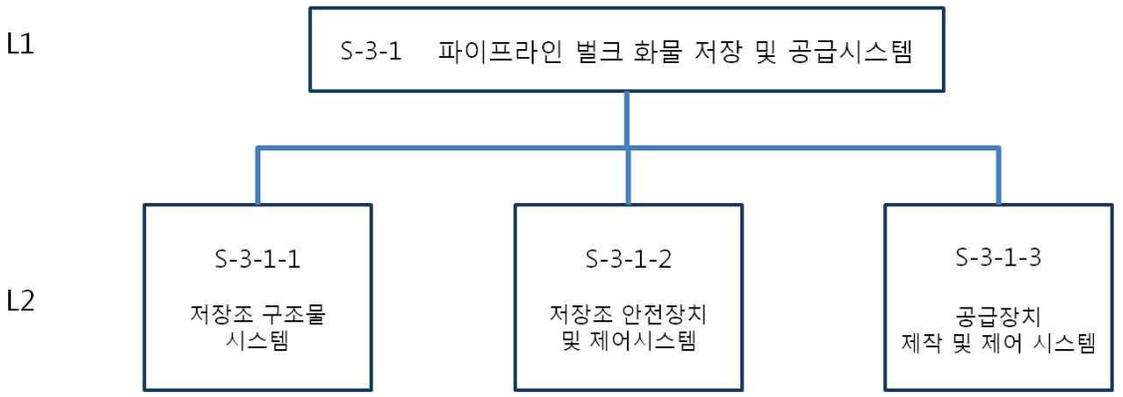
○ 파이프라인 벌크화물 운송시스템은 [그림 6-36]에 나타난 바와 같이 크게 두 개의 서브시스템으로 구성됨 (여기서 벌크화물은 입자가 작은 드라이 벌크화물(석탄, 석회, 등을 의미함)



[그림 6-36] 파이프라인 벌크화물 운송시스템 하부시스템 구성도

(1) 파이프라인 벌크 화물 저장 및 공급 시스템

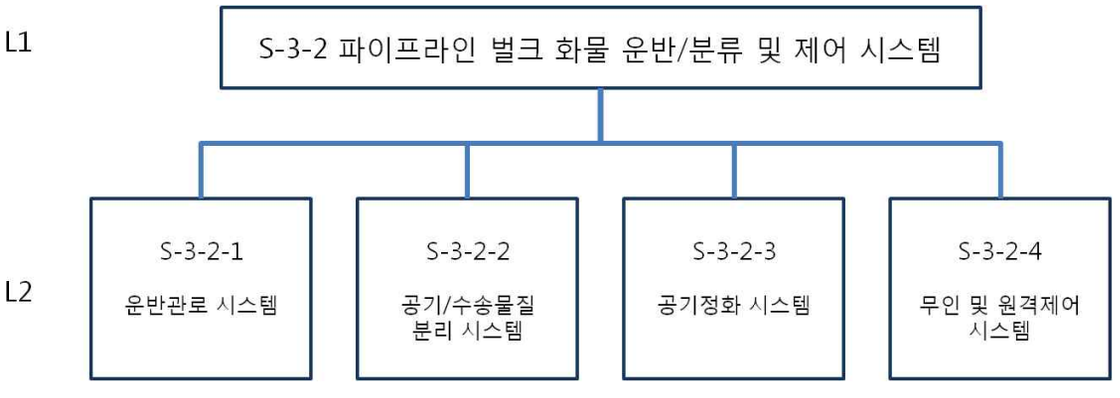
○ 파이프라인 벌크 화물 저장 및 공급시스템은 다시금 저장조 구조물 시스템, 저장조 안전장치 및 제어시스템, 공급장치 제작 및 제어 시스템 등 세 개의 하부시스템(sub systems)으로 구성됨. (여기에서 공급장비라 함은 저장시설장비로부터 드라이벌크 화물을 운송장치로 공급해 주는 장비를 말함)



[그림 6-37] 파이프라인 벌크 화물 저장 및 공급시스템의 하부시스템 구성도

(2) 파이프라인 벌크 화물 운반/분류 및 제어 시스템

○ 파이프라인 벌크 화물 운반/분류 및 제어 시스템은 다시금 운반관로시스템, 운반관로 유지관리시스템, 공기/수송물질 분리시스템, 배출공기 정화시스템 등 네 개의 하부시스템(sub systems)으로 구성됨



[그림 6-38] 파이프라인 벌크 화물 운반/분류 및 제어 시스템의 하부시스템 구성도

다. 파이프라인 벌크 운송 시스템 기술기획

(1) 기술트리

[표 6-22] 파이프라인 벌크 운송 시스템 기술트리

1차분류		2차분류		3차분류	
저장 및 공급시스템	CA	공압 수송 시스템 저장장비 기술	CAA	저장조 구조물 기술	CAAA
				저장조 안전장치 및 제어기술	CAAB
				저장조 구조물 소재에 관한 기술	CAAC
		공압 수송 시스템 공급장비 기술	CAB	공급장치에 관한 제작기술	CABA
				공급장치에 관한 제어기술	CABB
운반 및분류 시스템	CB	운반관로에 관한 기술	CBA	운반관로 설계 및 시공에 관한 기술	CBAA
				운반관로 유지관리에 관한 기술	CBAB
		분류 시스템에 관한 기술	CBB	공기와 수송물질 분리 기술	CBBA
				공기 정화에 관한 기술	CBBB
제어 및 감시 시스템	CC	제어 및 감시에 관한 기술	CCA	무인 운전을 목표로 하는 기술	CCAA
				원격 제어 감시에 관한 기술	CCAB

(2) 기술부문별 기획

(가) 저장 및 공급 부문

① 저장조 구조물 기술

○ 연구내용 : 파이프라인으로 벌크화물을 운송하기 이전에 지하운송로적 특성과 방재(방습, 방화 등)기능 등을 감안한 벌크화물 저장조 소재개발과 구조설계하여 이를 시공하는 기술

○ 주요 구성기술

- 저장조 구조해석에 관한 기술
- 저장조 설계 및 시공에 관한 기술
- 저장조 구조물 소재에 관한 기술

② 저장조 안전장치 및 제어 기술

○ 연구내용 : 벌크화물 저장조안에 벌크화물을 보관하는 동안 저장조 용접과정에서 브릿지 현상으로 인해 벌크화물의 화재나 투습, 주변 환경오염을 방지하고 저장조 내부를 제어하는 기술

○ 주요 구성기술

- 저장조 안전장치 기술
- 저장조 환경오염 방지 기술
- 저장조 브릿지 현상 방지 기술
- 저장조 제어 기술

③ 공급장치에 관한 제작 및 제어 기술

○ 연구내용 : 벌크화물 저장조안에 보관하고 있는 벌크화물을 공기압으로 운반하는 파이프라인에 투입하는 공급장치를 제작하고 파이프라인에 투입되는 벌크화물의 양과 속도를 제어하는 기술

○ 주요 구성기술

- 공급장치 설계 기술
- 공급장치 시공 기술
- 공급장치 제어기술

(나) 운반/분류 및 제어 부문

① 운반관로 설계 및 시공에 관한 기술

○ 연구내용 : 벌크화물을 공기압을 이용하여 운반하는 파이프라인을 설계하고 제작하는 기술과 관로의 마모에 대응하는 기술

○ 주요 구성기술

- 운반관로 형상 기술
- 운반관로 망 설계기술
- 관마모 대응 기술

- 관마모 설계 기술
- 누기 방지 기술
- 부식 방지 기술

② 공기와 수송물질 분리 기술

○ 연구내용 : 공기압을 이용하여 파이프라인을 통해 벌크화물을 운반하는 과정에서 발생하는 혼합기(공기+벌크화물 분진)로부터 공기와 수송물질을 분리하는 기술

○ 주요 구성기술

- 사이클론 제작 기술
- 공기와 수송물질 분리 운전 방법에 관한 기술
- 공기와 수송물질 분리장치 설계기술
- 공기와 수송물질 분리장치 시공기술

③ 공기 정화에 관한 기술

○ 연구내용 : 공기압 발생장치로부터 배출되는 공기로부터 새어나올 소지가 있는 분진을 제거하거나 분진제거장치를 운전하는 기술

○ 주요 구성기술

- 분진 제거 장치 기술
- 분진 제거 장치 제어 기술

④ 무인 및 원격제어 기술

○ 연구내용 : 공기압을 이용하여 파이프라인을 통해 벌크화물을 운반하는 과정을 무인 및 원격제어 하는 장치 및 프로그램 개발 기술

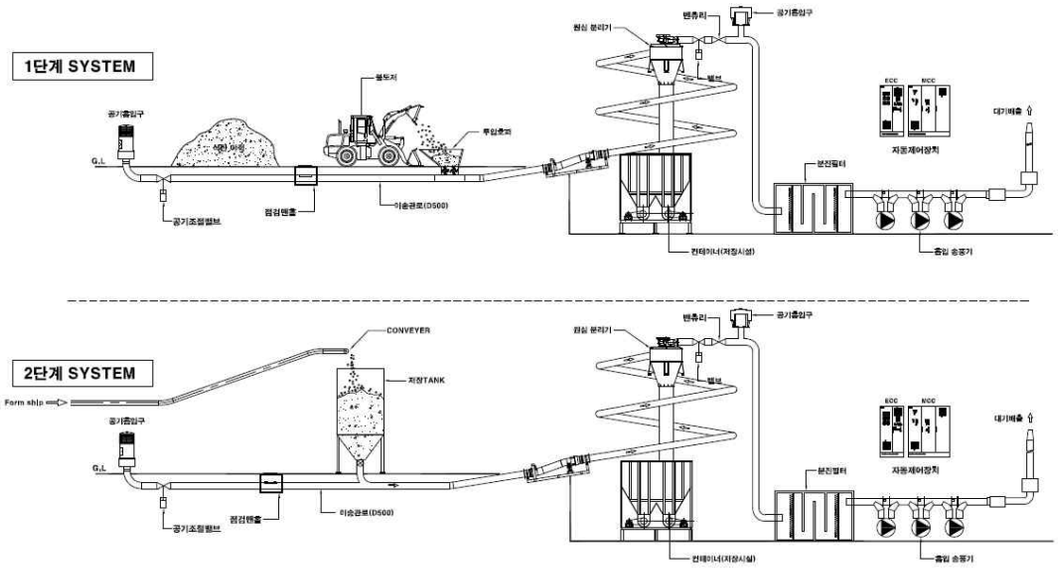
○ 주요 구성기술

- 공압 수송 시스템 제어장치기술
- 공압 수송 시스템 무인운전 제어 기술
- 원격제어 장치 기술

- 원격제어 운전 프로그램 기술

(3) 파이프라인 벌크 운송시스템의 최종 이미지 및 운영 프로세스

(가) 파이프라인 벌크 운송시스템의 개념도

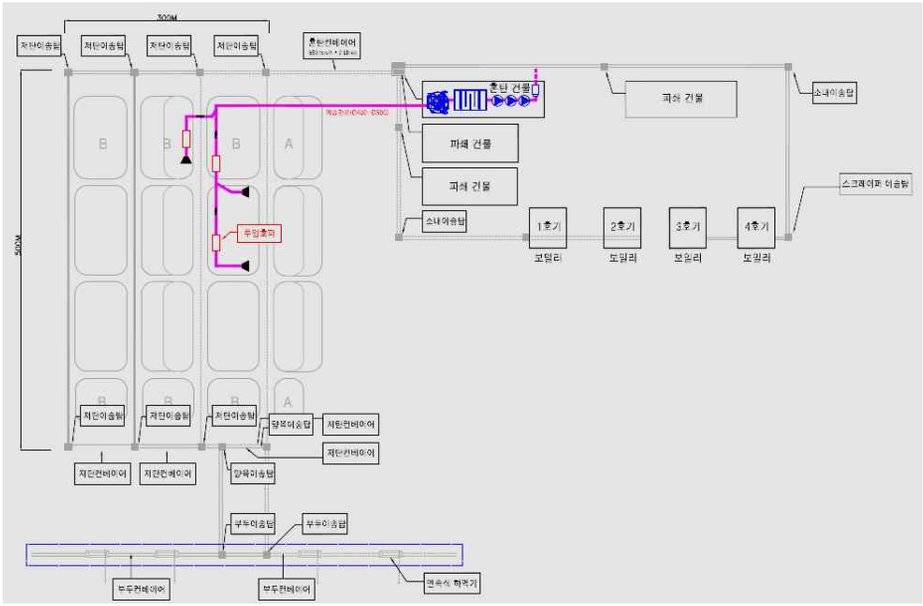


[그림 6-39] 파이프라인 벌크 운송시스템의 개념도

○ 화력발전소에서 사용되는 석탄(무연탄)은 통상 외국으로부터 선박에 의해 수송되며 선박으로부터 엔진그라브, 버켓 언로더 등의 하역장비를 이용하여 하역된 석탄은 석탄야적장에 노천에 야적되는 경우가 일반적임

○ 이러한 야적된 석탄은 다시 로더장비를 이용하여 컨베이어를 이용하여 터빈으로 운반되는데, 이 과정에서 외기에 노출되어 우기에는 약 10%의 열량손실을 초래하는 원인으로 작용함

○ 파이프라인을 통해 벌크화물을 운송할 경우 이러한 습기와 분진발생을 차단하고 열량손실을 방지함으로써 생산성을 향상시킬 수 있음



[그림 6-40] 파이프라인 벌크 운송시스템의 화력발전소 내 적용개념도

(4) 파이프라인 벌크 운송시스템 기본 요구사양

[표 6-23] 파이프라인 벌크 운송시스템의 기본 요구사항

구분	요구사항(안)	근거
처리속도	2000-3000 ton/h	외부전문가 자문
파이프라인 직경	D400-500	외부전문가 자문
대상 벌크화물 입자크기 편차	±50mm (50mm이상은 5%미만)	외부전문가 자문
대상 벌크화물 비중	0.7km/㎥	외부전문가 자문
최장 운송거리	1.5 km	외부전문가 자문
파이프라인 표고차 범위	±50m	외부전문가 자문
연간 소모 전력량(편도)	1.135KkW	외부전문가 자문

2. 세부과제 정의

[표 6-24] 파이프라인 벌크 운송 시스템 연구단 - 세부과제 1

구분	과제명	주요내용	최종 성과물
연구단 총괄	파이프라인 벌크 운송 시스템 연구단	- 파이프라인을 따라 압축공기로 벌크 화물을 수송하는 시스템의 세계 최초 상용화	- 보고서 - 성과발표회 홍보자료 및 전시자료 - 학술논문 - 특허 - 정책(고시/법령) 제안 - Test-bed
1세부과제	파이프라인 벌크 화물 저장 및 공급 시스템 기술	- 벌크화물 저장조 안에 보관하고 있는 벌크화물을 공기압으로 운반하는 파이프라인에 투입하는 공급장치를 제작하고 제어하는 기술	- 보고서 - 학술논문 - 특허 - Test-bed
1-1	저장조 구조물 기술	- 저장조 구조해석에 관한 기술 - 저장조 설계 및 시공에 관한 기술 - 저장조 구조물 소재에 관한 기술	- 보고서 - 학술논문 - 특허 - 구조물 Test-bed
1-2	저장조 안전장치 및 제어 기술	- 저장조 안전장치에 관한 기술 - 저장조 환경오염 방지에 관한 기술 - 저장조 브릿지 현상 방지에 관한 기술 - 저장조 제어에 관한 기술	- 보고서 - 학술논문 - 특허 - 저장조 Test-bed
1-3	공급장치 제작 및 제어 기술	- 공급장치 설계 기술 - 공급장치 시공 기술 - 공급장치 제어 기술	- 보고서 - 학술논문 - 특허 - 공급장치 Test-bed

[표 6-25] 파이프라인 벌크 운송 시스템 연구단 - 세부과제 2

구분	과제명	주요내용	최종 성과물
2세부과제	파이프라인 벌크 화물 운반/분류 및 제어 시스템 기술	- 벌크화물을 공기압을 이용하여 운반하는 파이프라인을 설계/제작하고 유지 보수하는 기술	- 보고서 - 학술논문 - 특허 - Test-bed
2-1	운반관로 설계/시공 및 유지관리 기술	- 운반관로 형상에 관한 기술 - 운반관로 망 설계기술 - 관 마모 대응 기술 - 관 마모 설계 기술 - 누기 방지에 관한 기술 - 부식 방지에 관한 기술	- 보고서 - 학술논문 - 특허 - 유지보수 매뉴얼
2-2	공기와 수송물질 분리 기술	- 사이클론 제작 기술 - 공기와 수송물질 분리 운전 방법에 관한 기술 - 공기와 수송물질 분리 설계기술 - 공기와 수송물질 분리장치 시공기술	- 보고서 - 학술논문 - 특허 - 분리장치 Test-bed
2-3	공기 정화에 관한 기술	- 분진 제거에 관한 기술 - 분진 제거 운전에 관한 기술	- 보고서 - 학술논문 - 특허 - 공기정화장치 Test-bed
2-4	무인 및 원격제어 기술	- 공압 수송 시스템 제어장치에 관한 기술 - 공압 수송 시스템 무인운전 제어 기술 - 원격제어 장치에 관한 기술 - 원격제어 운전에 관한 프로그램 기술	- 보고서 - 학술논문 - 특허 - 무인운영 매뉴얼

3. Test-bed 부문기획

가. 운영방안

(1) Test-bed 구축 및 시험평가 시행을 위한 요구사항

(가) Test-bed 구축

① 설치기간

○ 3, 4차년도

② 설치지역

○ 한국남부발전 하동화력발전소 내

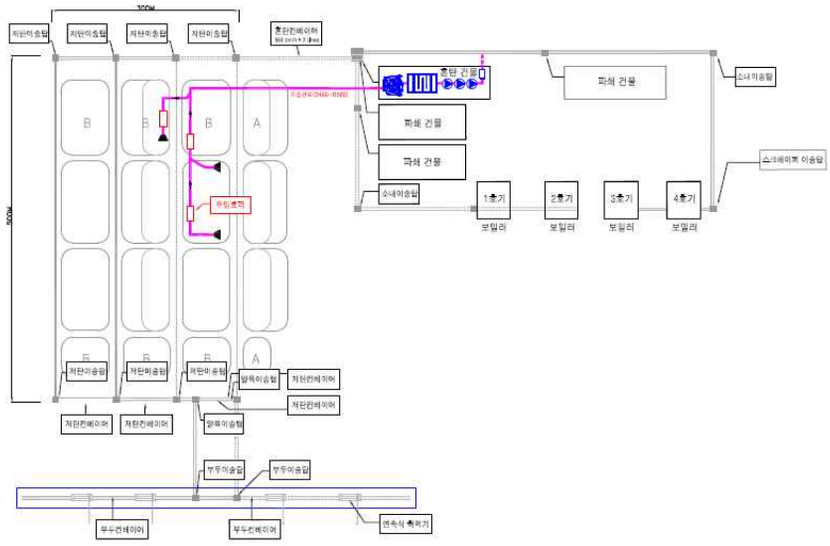
③ 시험특성 :

○ 벌크화물의 저장, 공급, 운송, 혼합기로부터 공기와 운송물질의 분리과정이 모두 시현될 수 있도록 Test-bed를 구축

○ 충분한 시간동안 공급량을 달리하면서 운송장치를 시험함으로써 파이프라인이 벌크화물로 인해 막히는 현상이 일어나지 않는지 확인할 수 있도록 Test-bed를 구축

④ Test-bed 규모

○ 하역시스템은 본 과제 3차년도와 4차년도 등 2년에 걸쳐 저장, 공급, 수송, 분리성능 테스트 후 실제 사용이 가능하도록 실제규모(500m×270m 내외예상)로 설치



[그림 6-41] 파이프라인 벌크운송 시스템 Test-bed 규모

(나) Test-bed 시험평가

○ 파이프라인 벌크 운송시스템 시스템 기능시험 및 운행시험 평가로 나누어 추진할 필요가 있음

나. 후보지 제시 및 여건분석

(1) 후보지

○ 한국남부발전 하동화력발전소 내 석탄 이송 관로

- 노선길이 : 500m
- 물동량 : 9,600 톤/일



[그림 6-42] 후보지의 지리적 위치

(2) 후보지 여건

(가) 하동화력 발전소 운영 개요

○ 경남 하동군에 소재한 하동화력 발전소는 한국남부발전(주)에서 운영하는 6개 발전소 중 하나로서 유연탄을 연료로 하여 발전하고 있음

○ 국내 전력수요의 7.4%를 담당하고 있으며 한국남부발전(주) 전체 발전량의 58.9%를 차지하고 있음

○ 연간 석탄사용량은 약 1,200만톤('09년 기준)으로 국내 세 번째 규모임

[표 6-26] 한국남부발전(주) 운영 발전소 연료현황

발전소	사용연료	비고
하동화력	유연탄	
신인천천연가스	LNG	대체연료 경유
부산천연가스	LNG	대체연료 경유
영남화력	중유(2.5% B.C)	
남제주화력	중유 (0.5% B.C)	
한림복합	보일러등유	

자료 : 한국남부발전(주) 홈페이지, www.kospo.co.kr

(나) 화력발전 및 석탄의 특성

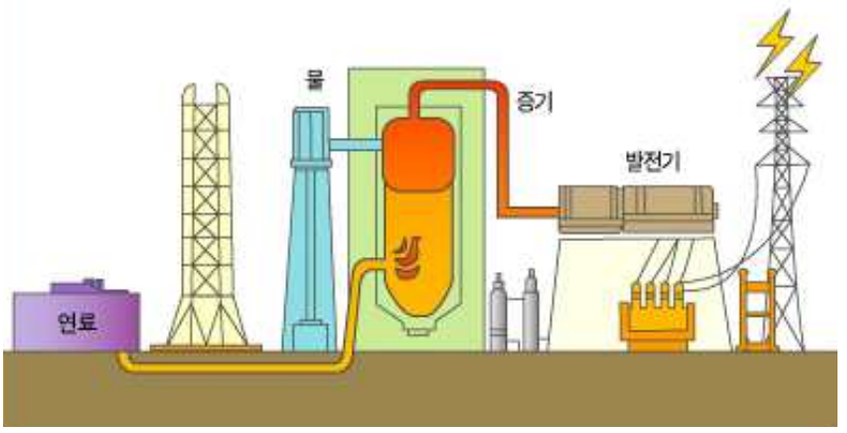
○ 화력발전이란 석탄, 석유, 가스와 같은 연료를 태워서 나온 열에너지로 보일러, 터빈, 발전기 등을 작동시켜 전기를 만드는 발전방식을 말함

- 물을 끓여 거기에서 나오는 수증기로 바람개비를 돌려 바람개비에 붙어있던 자석이 코일안을 돌면서 전기를 일으키는 것과 비슷한 원리임

○ 석탄은 우리나라 발전설비의 30% 정도를 차지하고 있으며 핵연료(원자력 발전소)와 함께 발전연료의 주축을 이루고 있는 연료임

- 유류 및 LNG에 비해 값이 저렴하고 매장량이 200년 이상인 연료로서 전세계적으로 생산되고 있으며, 중국, 인도네시아, 호주 등이 주요 공급원임
- 하동화력의 경우 중국, 호주, 인니, 러시아, 캐나다 등에서 직수입하여 사용 중임

○ 석탄의 경우 주변 습도에 따라 발생 열효율의 차이가 큰 것으로 조사되고 있으며 석탄 취급과정에서 분진을 발생시킴으로 취급에 주의가 필요한 연료임



[그림 6-43] 화력발전의 원리

(다) 하동화력발전소 석탄 이송 현황

○ 일일 약 4만톤의 석탄을 연소시킴에 따라 대규모 저장·운송 장비를 운용하고 있음

○ 수입되는 석탄은 배로 운송되며 컨베이어를 이용하여 야적장까지 자동 이송하는 체계로 운영 중임

○ 주변환경과 석탄 발열량에 따라 혼합 및 브랜딩을 실시하고 있음



[그림 6-44] 하동화력발전소의 석탄이송 설비

(라) 한국남부발전(주)의 석탄 이송 체계 개선의지

○ 기존 이송장비의 한계와 문제점으로 인해 신규 인프라 도입을 검토하고 있음

- 현재 석탄 이송장비인 컨베이어의 경우 지상에 설치되어 있으며, 상단에 지붕이 있어 우천시 직접적인 영향은 없으나 측면이 공개되어 있어 습도의 영향을 받아 연료 효율 저하 등의 영향을 받으며 이송과정에서 발생하는 분진으로 인해 주변환경에 악영향을 미치고 있음
- 컨테이너의 경우 대용량 석탄을 쉽게 저렴한 비용으로 운송이 가능하나 한번 설치된 컨베이어의 선형 변형이 어렵고 부지나 공간을 많이 요구하는 단점이 있음
- 석탄의 발열량에 따라 3종 이상이 혼합되어야 하는 실정이나 사일로(Silo) 설치 공간이 부족한 상황임

○ 기존 장비의 용량 한계로 인해 추가 이송관로의 설치가 필요한 상황이나 부지 확보가 쉽지 않은 상황으로 남부발전에서는 지하 화물운송 시스템을 검토 중임

4. 세부과제별 연차별/단계별 성과목표, 성과지표 및 활용방안

가. 세부과제별 연차별/단계별 성과목표 및 지표

(1) 세부과제 1 : 파이프라인 벌크 운송 저장 및 공급 시스템 기술

구분	과제명	성과목표	성과지표			
			1차	2차	3차	최종
연구단 총괄	파이프라인 벌크 운송 시스템 연구단	연차보고서 제출	연차보고서 제출	연차보고서 제출	연차보고서 제출	연차보고서 제출
		연구개발 관련 홍보	1건	1건	1건	매년연구성과 발표행사개최
1세부 과제	파이프라인 벌크 운송 저장 및 공급 시스템 기술	연차보고서 제출	연차보고서 제출	연차보고서 제출	연차보고서 제출	연차보고서 제출
1-1	저장조 구조물 기술	기술 목표 달성율	90% 이상			90% 이상
		특허 및 지적재산권 확보 건수	2건 이상			2건 이상
		국내외 전문 학술 논문 게재	6건 이상			6건 이상
		구조물 설치	100%			설치성공
1-2	저장조 안전장치 및 제어 기술	기술 목표 달성율		90% 이상		90% 이상
		특허 및 지적재산권 확보 건수		1건 이상		1건 이상
		국내외 전문 학술 논문 게재		4건 이상		4건 이상
		저장조 안전장치 및 제어 시연		100%		시연성공
1-3	공급장치 제작 및 제어 기술	기술 목표 달성율			90% 이상	90% 이상
		특허 및 지적재산권 확보 건수			5건 이상	5건 이상
		국내외 전문 학술 논문 게재			10건 이상	10건 이상
		공급장치 설치 및 제어 시연			100%	시연성공

(2) 세부과제 2 : 파이프라인 벌크 운반 및 분류 시스템 기술

구분	과제명	성과목표	성과지표			
			1차	2차	3차	최종
2세부 과제	파이프라인 벌크 운반/분류 및 제어 시스템 기술	연차보고서 제출	연차보고서 제출	연차보고서 제출	연차보고서 제출	연차보고서 제출
2-1	운반관로 설계/시공 및 유지관리 기술	기술 목표 달성율		70% 이상	90% 이상	90% 이상
		특허 및 지적재산권 확보 건수		3건 이상	2건 이상	5건 이상
		국내외 전문 학술 논문 게재		5건 이상	5건 이상	10건 이상
		유지보수 매뉴얼 개발			100%	유지보수 매뉴얼작성
2-2	공기와 수송물질 분리 기술	기술 목표 달성율	70% 이상	90% 이상		90% 이상
		특허 및 지적재산권 확보 건수	2건 이상	2건 이상		4건 이상
		국내외 전문 학술 논문 게재	4건 이상	5건 이상		9건 이상
		공기와 수송물질 분리 시연		100%		시연성공
2-3	공기 정화에 관한 기술	기술 목표 달성율			90% 이상	90% 이상
		특허 및 지적재산권 확보 건수			6건 이상	6건 이상
		국내외 전문 학술 논문 게재			10건 이상	10건 이상
		공기정화 시연			100%	시연성공
2-4	무인 운전을 목표로 하는 기술	기술 목표 달성율			90% 이상	90% 이상
		특허 및 지적재산권 확보 건수			3건 이상	3건 이상
		국내외 전문 학술 논문 게재			6건 이상	6건 이상
		무인운전 운영 매뉴얼 개발			100%	운영매뉴얼 작성

나. 세부과제별 연차별/단계별 활용방안

구분	과제명	최종 성과물	최종 수요처	활용방안
연구단 총괄	파이프라인 벌크 운송 시스템 연구단	- 보고서 - 성과발표회 홍보자료 및 전시자료 - 학술논문 - 특허 - 정책(고시/법령) 제안 - Test-bed	민간(화력발전소 및 제철소 등 시설수요자, 관련시설/장비 설계/제작/시공/설치 업체, 학계/연구소 등)	다른 형태의 벌크화물 공압 파이프라인 수송기술에 활용가능
1세부과제	파이프라인 벌크 운송 저장 및 공급 시스템 기술	- 보고서 - 학술논문 - 특허 - Test-bed		다른 형태의 벌크화물 공압 파이프라인 수송기술에 활용가능
1-1	저장조 구조물 기술	- 보고서 - 학술논문 - 특허 - 구조물 Test-bed		다른 형태의 벌크화물 공압 파이프라인 수송기술에 활용가능
1-2	저장조 안전장치 및 제어 기술	- 보고서 - 학술논문 - 특허 - 저장조 Test-bed		다른 형태의 벌크화물 공압 파이프라인 수송기술에 활용가능
1-3	공급장치에 관한 제작 및 기술	- 보고서 - 학술논문 - 특허 - 공급장치 Test-bed		다른 형태의 벌크화물 공압 파이프라인 수송기술에 활용가능

구분	과제명	최종 성과물	최종 수요처	활용방안
2세부과제	파이프라인 벌크 운반/분류 및 제어 시스템 기술	- 보고서 - 학술논문 - 특허 - Test-bed	민간(화력발전소 및 제철소 등 시설수요자, 관련시설/장비 설계/제작/시공/설치업체, 학계/연구소 등)	다른 형태의 벌크화물 공압 파이프라인 수송기술에 활용가능
2-1	운반관로 설계/시공 및 유지관리에 관한 기술	- 보고서 - 학술논문 - 특허 - 유지보수 매뉴얼		다른 형태의 벌크화물 공압 파이프라인 수송기술에 활용가능
2-2	공기와 수송물질 분리 기술	- 보고서 - 학술논문 - 특허 - 분리장치 Test-bed		다른 형태의 벌크화물 공압 파이프라인 수송기술에 활용가능
2-3	공기 정화에 관한 기술	- 보고서 - 학술논문 - 특허 - 공기정화장치 Test-bed		다른 형태의 벌크화물 공압 파이프라인 수송기술에 활용가능
2-4	무인 및 원격제어 기술	- 보고서 - 학술논문 - 특허 - 무인운영 매뉴얼		다른 형태의 벌크화물 공압 파이프라인 수송기술에 활용가능

5. 소요예산

[표 6-27] '파이프라인 벌크 운송 시스템' 연구비 총괄

(단위 : 원, %)

세부과제명	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	합 계	구성비(%)
1. 파이프라인 벌크화물 저장 및 공급 시스템 기술	515,116,279	2,060,465,116	2,060,465,116	0	4,636,046,512	38.6%
2. 파이프라인 벌크화물 운반/분류 및 제어 시스템 기술	676,046,512	2,463,953,488	4,223,953,488	0	7,363,953,488	61.4%
합 계	1,191,162,791	4,524,418,605	6,284,418,605	0	12,000,000,000	100.0%

[표 6-28] '1 세부과제. 파이프라인 벌크화물 저장 및 공급 시스템 기술' 연구비 총괄

(단위 : 원, %)

비 목			1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	합 계	구성비 (%)	비 고
1) 인건비	내/외부 인건비		48,776,805	195,107,218	195,107,218	0	438,991,241	9.5%	
2) 직접비	연구장비 재료비	연구기자재및시설비	0	0	0	0	0	0.0%	
		시작품 제작비	400,000,000	1,600,000,000	1,600,000,000	0	3,600,000,000	77.7%	
		재료비	0	0	0	0	0	0.0%	
	연구 활동비	여비	3,902,144	15,608,577	15,608,577	0	35,119,299	0.8%	
		수용비및수수료	2,926,608	11,706,433	11,706,433	0	26,339,474	0.6%	
		기술정보활동비	5,365,449	21,461,794	21,461,794	0	48,289,037	1.0%	
	연구수당		7,316,521	29,266,083	29,266,083	0	65,848,686	1.4%	
3) 간 접 비			46,828,753	187,315,011	187,315,011	0	421,458,774	9.1%	
4) 합 계			515,116,279	2,060,465,116	2,060,465,116	0	4,636,046,512	100%	1)+2)+3)

[표 6-29] '2 세부과제. 파이프라인 벌크화물 운반/분류 및 제어 시스템 기술' 연구비 총괄

(단위 : 원, %)

비 목			1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	합 계	구성비 (%)	비 고
1) 인건비	내/외부 인건비		438,991,241	399,969,798	399,969,798	0	1,238,930,837	16.8%	
2) 직접비	연구장비 재료비	연구기자재및시설비	0	0	0	0	0	0.0%	
		시작품 제작비	0	1,680,000,000	3,280,000,000	0	4,960,000,000	67.4%	
		재료비	0	0	0	0	0	0.0%	
	연구활동비	여비	35,119,299	31,997,584	31,997,584	0	99,114,467	1.3%	
		수용비및수수료	26,339,474	23,998,188	23,998,188	0	74,335,850	1.0%	
		기술정보활동비	48,289,037	43,996,678	43,996,678	0	136,282,392	1.9%	
	연구수당		65,848,686	59,995,470	59,995,470	0	185,839,625	2.5%	
3) 간 접 비			61,458,774	223,995,772	383,995,772	0	669,450,317	9.1%	
4) 합 계			676,046,512	2,463,953,488	4,223,953,488	0	7,363,953,488	100%	1)+2)+3)

6. 기술개발 로드맵(TRM)

파이프라인 벌크 운송 시스템 연구단

■ 사 업 개 요

- 파이프라인을 따라 압축공기로 벌크화물을 수송하는 시스템의 세계 최초 상용화를 위한 기술 및 테스트베드 구축

■ 개발범위 및 내용

- 파이프라인 벌크 운송 저장 및 공급 시스템 기술
- 파이프라인 벌크 운반/분류 및 제어 시스템 기술

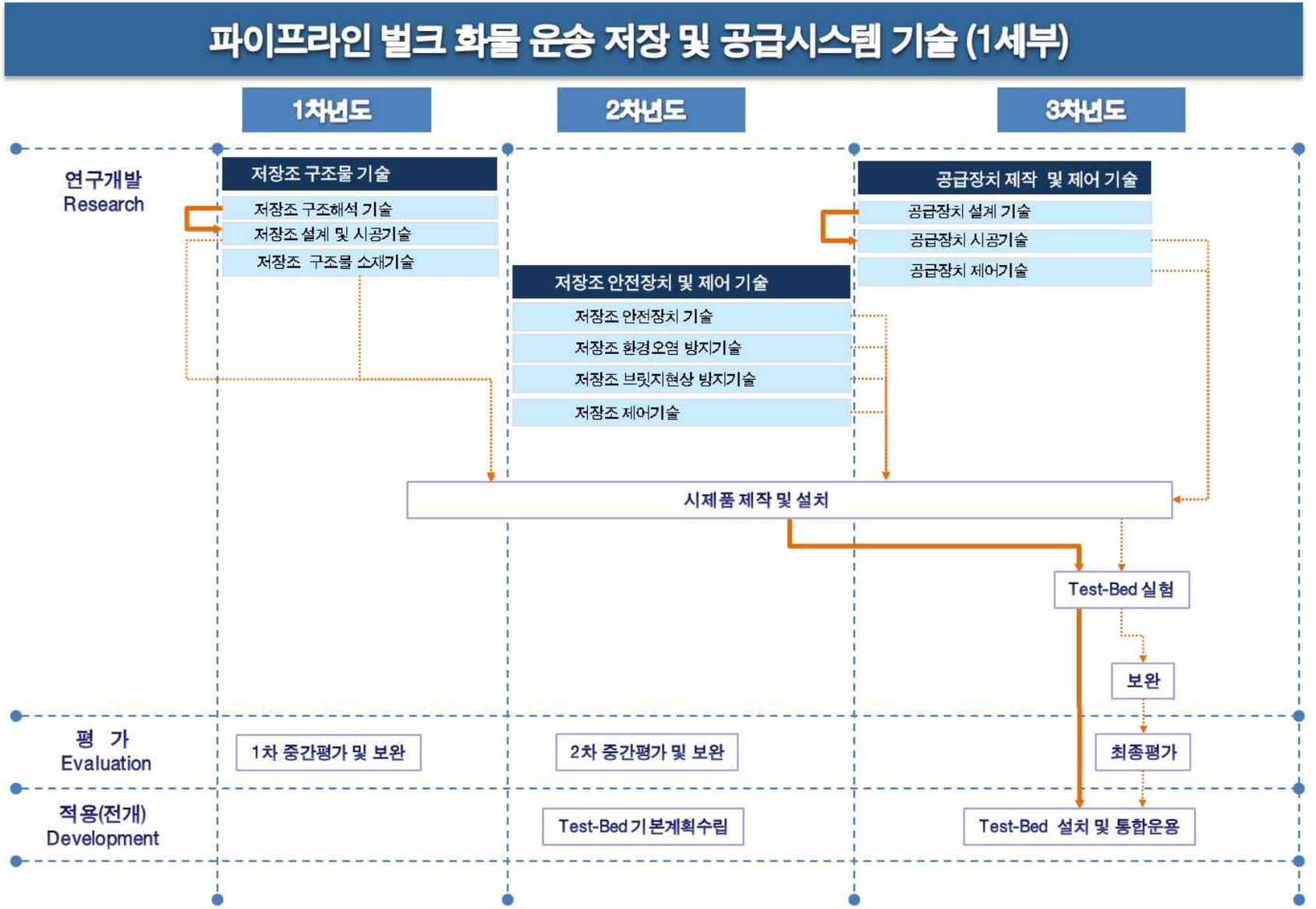
과제 구분		1차년	2차년	3차년
1 세부	파이프라인 벌크 화물 저장 및 공급 시스템 기술	→	→	→
1-1	저장조 구조물 기술	→		
1-2	저장조 안전장치 및 제어 기술		→	
1-3	공급장치 제작 및 제어 기술			→
2세부	파이프라인 벌크 화물 운반/분류 및 제어 시스템 기술	→	→	→
2-1	운반관로 설계/시공 및 유지관리에 관한 기술		→	→
2-2	공기와 수송물질 분리 기술	→	→	
2-3	공기 정화에 관한 기술			→
2-4	무인 및 원격제어 기술			→

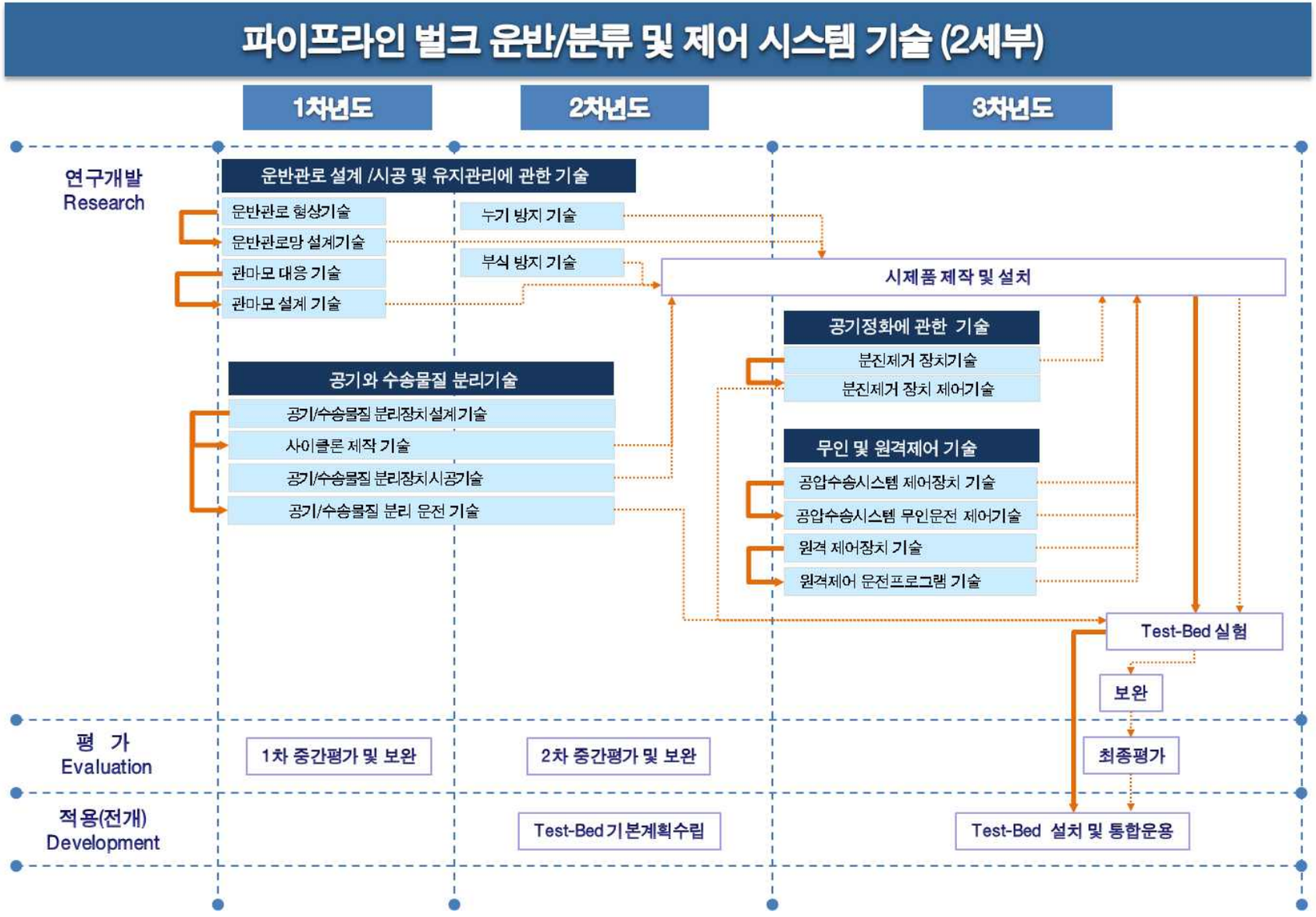
기대 효과

- 기술적 측면에서 물류 연계 및 시설 접근성을 제고시켜 인프라 구축비를 최소화하고 수송과정에 별도의 추가 인력투입이 없으며 화물추적 또한 용이하게 함
- 산업.경제측면에서 고속/대량 화물을 수송할 수 있고, 운송비가 기존보다 저감되며, 장비/인프라 유지보수가 용이하고, 다양한 화물도 처리할 수 있음
- 정책.사회측면에서 정부의 물류정책에 부합하면서 친환경 에너지를 활용하고 온실가스를 저감시키며, 환경부하를 저감시키는 국산기술을 개발할 수 있음

파급 효과

- 파이프라인 벌크 운송시스템 기자재 개발로 인하여 약37억원의 생산유발이 가능하며 약9억원의 부가가치, 5명의 고용 창출 효과
- 파이프라인 공사비로 약55억원의 생산유발과 약19억원의 부가가치가 발생하며 28명의 고용 창출 효과


파이프라인 벌크 화물 운송 저장 및 공급시스템 기술 (1세부)
1차년도
2차년도
3차년도
연구개발
Research
저장조 구조물 기술
저장조 구조해석 기술
저장조 설계 및 시공기술
저장조 구조물 소재기술
저장조 안전장치 및 제어 기술
저장조 안전장치 기술
저장조 환경오염 방지기술
저장조 브릿지현상 방지기술
저장조 제어기술
공급장치 제작 및 제어 기술
공급장치 설계 기술
공급장치 시공기술
공급장치 제어기술
시제품 제작 및 설치
Test-Bed 실험
보완
최종평가
평 가
Evaluation
1차 중간평가 및 보완
2차 중간평가 및 보완
적용(전개)
Development
Test-Bed 기본계획수립
Test-Bed 설치 및 통합운용


파이프라인 벌크 운반/분류 및 제어 시스템 기술 (2세부)
1차년도
2차년도
3차년도
연구개발
Research
운반관로 설계 /시공 및 유지관리에 관한 기술
운반관로 형상기술
운반관로망 설계기술
관마모 대응 기술
관마모 설계 기술
누기 방지 기술
부식 방지 기술
시제품 제작 및 설치
공기정화에 관한 기술
분진제거 장치기술
분진제거 장치 제어기술
공기와 수송물질 분리기술
공기/수송물질 분리장치설계기술
사이클론 제작 기술
공기/수송물질 분리장치시공기술
공기/수송물질 분리 운전 기술
무인 및 원격제어 기술
공압수송시스템 제어장치 기술
공압수송시스템 무인운전 제어기술
원격 제어장치 기술
원격제어 운전프로그램 기술
Test-Bed 실험
보완
평 가
Evaluation
1차 중간평가 및 보완
2차 중간평가 및 보완
최종평가
적용(전개)
Development
Test-Bed 기본계획수립
Test-Bed 설치 및 통합운용

4절. 과제 제안요구서(RFP)

1. 대량 규격 화물 운송 시스템 연구단

연구과제명	대량 규격 화물 운송 시스템
1. 연구개발 목표	
○ 선형모터를 이용한 운반체들 전체가 하나로 연결되어 루프형태 경로로 정해진 궤도를 무정차 운행할 수 있는 지하화물 수송시스템 개발과 Test-Bed를 통한 시험 평가 및 실용화 전략 수립	
2. 연구기획 필요성	
□ 연구의 필요성	○ 최근 지상 교통물류 인프라 개발 여지는 점차 줄어들고 물류의 수요는 점차 증가하고 있으며 물류부문 에너지 목표관리제 시행 등 친환경 에너지를 활용한 지하공간을 이용한 첨단물류수단 개발에 대한 필요성이 높아지고 있음 - 물류단계별 연계성을 향상시킬 수 있는 유닛로드 화물 비중의 지속적 증가 - 물류흐름의 고속화, 대량화, 정시화에 부응하기 위한 화물수송부문의 무인화, 자동화 수요증가 - 환경부하가 작고 에너지 절감이 용이하며 온실가스 배출을 최소화하기 위한 기술수요 증가 ○ 대량 규격화물 지하운송 시스템의 기술개발 목표는 우리나라에서 독자적으로 제안된 개념설계 수준의 기술이므로 엄밀한 개념설계의 타당성 검증을 거쳐 신규 개발된 기술을 보호하기 위한 기술특허를 출원하고 실시설계 단계를 거쳐 테스트베드까지 구축하는 것을 기술개발의 목표로 삼는 것이 타당함 ○ 세계적으로 지하 화물운송시스템에 대한 개발노력은 활발하나 아직 상용화된 사례가 없어 본 기술 개발은 국내 물류비의 저감뿐만 아니라 미래 우리나라 물류기술산업의 세계진출의 계기가 될 수 있음 (계속)

□ 기술동향	○ 미국에서 개발 중인 SkyTech Transportation LIM System은 고가 궤도에 설치된 LIM(Linear Induction Motor, 선형모터) Vehicle를 이용하여 화물용 컨테이너를 선박에서 터미널이나 하차장까지 자동으로 운송하기 위한 기술을 LA Long Beach항의 한진 터미널에서 테스트베드 실험을 진행 중임 ○ SAFE(Secure, Automated, Fast, Environmentally clean) Freight Shuttle LIM System은 미국의 Texas Transportation Institute에서 그 개념을 개발한 컨테이너 화물 운송 전용 기술로서 Los Angeles 항과 San Bemardino 지역 적용을 고려중임 ○ 미국의 General Atomics社에서 개발하고 있는 ECCO(Electric Cargo Conveyor) System은 리니어 동기 모터(LSM)를 이용하여 자기부상 형태로 운행되고 무인운전이 가능하며, 접촉 없이 주행하는 400ft(121.92m) 길이의 시험선로를 2004년 샌디에이고에서 개발을 완료했으며, 현재 Southern California에서 자기부상 시험 중임
3. 연구개발 내용	
	○ 대량 규격화물 지하운송 인프라 시스템 기술 - 대량 규격화물 지하운송궤도 설치기술 - 대량 규격화물 지하운송장비 추진기술 - 대량 규격화물 지하운송 인프라 유지보수 및 안전 관리 기술 ○ 대량 규격화물 지하운송 장비 및 제어기술 - 대량 규격화물 지하운송 장비 구축 기술 - 대량 규격화물 지하운송 장비 제어 기술 - 대량 규격화물 지하운송 장비 유지보수 기술 ○ 대량 규격화물 지하운송 연계 보관 및 하역시스템 기술 - 대량 규격화물 지하운송연계 보관하역 시설 및 장비 구축기술 - 대량 규격화물 지하운송연계 보관하역 시설 및 장비 제어기술 - 지하운송 대량 규격화물 인터모달 인터페이스 기술 (계속)

4. 연구개발 추진방법	
□ 추진전략	○ 단계별 목표를 수립하고, 그에 적합한 추진전략 및 일정계획 수립 ○ 관련 기업, 공공부문 등 기술수요처와 유기적 협조체제 구축 - 연구성과를 현장에 적용시킬 수 있도록 관련 기술수요처 의견수렴 - 현장 애로사항 및 의견을 연구개발에 반영 ○ 관련분야 전문가 자문 - 각종 유사 선진시스템 및 적용 사례에 대한 조사 - 과제성공률 제고를 위한 자문회의 등 내·외부 전문가 의견 수렴 ○ 연구개발계획서에는 구체적인 연구방법론이 반드시 제시되어야 함
□ 추진체계	○ 연구신청자는 과다한 기관수의 참여 및 연구계획 편성으로 인한 추진체계의 비효율성을 최대한 지양하고, 반드시 필요한 기관으로만 구성하여 연구추진의 효율성을 도모 ○ 연구진의 연구 참여율을 높여 연구 집중도 제고
5. 최종성과물	
	○ 연구보고서, 특허, 논문, Test-bed, 성과발표회 홍보자료 및 전시자료

(계속)

6. 기대효과 및 파급효과

○ 기술적 측면에서 물류 연계 및 시설접근성을 제고시켜 인프라 구축비를 최소화하고 수송과정에 별도의 추가 인력투입이 없으며 화물추적 또한 용이하게 함

○ 산업·경제측면에서 고속/대량 화물을 수송할 수 있고, 운송비가 기존보다 저감되며, 장비/인프라 유지보수가 용이하고, 다양한 화물도 처리할 수 있음

○ 정책·사회측면에서 정부의 물류정책에 부합하면서 친환경 에너지를 활용하고 온실가스를 저감시키며, 환경부하를 저감시키는 국산기술을 개발할 수 있음

○ 대량 규격화물 지하운송 시스템을 물류거점내 및 물류거점간 대량화물을 위한 수송 연계시스템으로 활용가능

○ 물류거점간 또는 물류거점내 기존 도로 수송수단을 대체하여 교통혼잡 및 사고로 인한 사회적 비용 감소, 환경적 부하 저감, 유류사용료 감소로 인한 물류비 저감

○ 또한 물류거점간 특히 기존 도로 및 철도 물류시설 연계성 제고를 통한 국가 교통정책과의 부합, 거점간연계성 및 도심내 또는 물류거점내 지상공간 활용 극대화가 가능함

○ 국산기술을 활용한 대량 규격화물 수송시스템 개발로 기술의 해외수출 및 국내 대량 규격화물 수송시스템의 신기술 파급효과

7. 사업기간 및 소요예산

○ 총 연구기간 : 4차년에 걸쳐 수행

○ 총 정부출연금: 25,000백만 원 이내

※ 정부출연금은 향후 선정평가 결과 또는 정부 예산 사정에 따라 조정될 수 있음

※ 기업참여시 기업부담금은 연차별로 “국토해양부소관 연구개발사업 운영 규정”의 기준을 따르되, 추가 부담 가능

※ 연구비에 대한 구체적 산정내역을 제시해야 하며, 예산산정 근거가 불명확하거나 타당성이 부족할 경우 축소조정 가능

(계속)

8. 기타	

○ 1차년도 연구성과에 대한 중간평가 결과에 따라 2차년도 계속지원여부 결정

○ 연구내용, 연구기간 및 연구개발비는 본 과제제안요구서(RFP)를 참조하여 작성

- 과제의 목적 달성을 위해 필요하다고 판단되는 경우에는 세부연구내용을 일부 추가할 수 있으나, 그 사유와 근거를 명확히 제시

○ 과제 신청자는 연구개발 성과목표·지표 등을 연구개발계획서에 제시

- 연구개발 성과목표·지표별 달성목표치 및 가중치 등을 연구개발계획서에 제시
- 개발된 기술 및 성과물의 목표수준 달성도를 확인할 수 있는 구체적 방안을 제시해야 함
- 제시한 성과지표에 건설기술혁신사업의 공통성과지표가 없거나 부족하다고 판단될 경우, 협약시 조정(추가) 가능

※ 과제선정 후 해당 연구책임자(기관)에 대한 진도점검·관리 및 성과평가 등의 근거자료로 활용

- 연구성과의 실용화(정책제안)로 예상되는 기술, 경제, 사회·문화적 파급 효과 및 산출근거 제시
- 연구성과의 실용성 검증 계획을 반드시 제시해야 함

○ 참여기업은 참여하고자 하는 과제와 관련된 연구 또는 사업 수행실적이 있고, 과제추진시 역할(자료·기술조사 또는 제공, 시험시공 현장제공 등)이 명확하여야 하며 연구개발결과를 직접 활용하고자 하는 기업에 한함

○ 국제공동연구 또는 전문가 활용방안

- 필요시 관련 기술 해외 선도기관과의 공동연구 추진방안 및 전문가 활용계획을 연구계획에 포함

○ 기 수행되었거나 현재 수행중인 공모과제 관련 연구개발결과의 구체적인 연계·통합 및 활용방안을 연구계획에 포함

(계속)

8. 기타(계속)	

○ 기 수행하였거나 현재 수행중인 유사과제와 연구내용이 중복되지 않도록 연구개발계획서를 작성하여야 함

※ www.kictep.re.kr 열린정보, http://rndgate.ntis.go.kr의 유사과제목록 참조

- 제안된 연구내용이 타 유사과제와 연구방법이나 목표 등에서 차별화되는 경우에는 포함하여도 무방하되, 그 근거를 명확히 해야 함

※ 연구개발 수행 도중 과제의 중복성이 사후에 발견되거나 연구개발목표가 다른 연구개발에 의하여 성취되어 연구개발을 계속할 필요성이 없어진 때에는 협약을 해약할 수 있음

○ 연구관리 전문기관(한국건설교통기술평가원)은 필요시 선정된 동 과제 연구책임자와 협의를 거쳐 연구개발계획서를 수정·보완(연구기간 변경, 연구목표, 내용 및 범위 등을 구체화·명확화)할 수 있음

○ 상시제안공모 과제제안자가 본 과제의 주관(공동)연구책임자로 참여시 가점(2점) 부여

2. 소형화물 개별 지하운송 시스템 연구단

연구과제명	소형화물 개별 지하운송 시스템
1. 연구기획 목표	
	○ 개별 운반체들이 정해진 경로를 따라 운행하다가 필요에 따라서는 분기도 가능한 형태의 지하화물 수송시스템 개발과 Test-Bed를 통한 시험 평가 및 실용화 전략 수립
2. 연구기획 필요성	
□ **연구의 필요성**	○ 최근 지상 교통물류 인프라 개발 여지는 점차 줄어들고 물류의 수요는 점차 증가하고 있으며 물류부문 에너지 목표관리제 시행 등 친환경 에너지를 활용한 지하공간을 이용한 첨단물류수단 개발에 대한 필요성이 높아지고 있음 - 물류단계별 연계성을 향상시킬 수 있는 유닛로드 화물 비중의 지속적 증가 - 물류흐름의 고속화, 대량화, 정시화에 부응하기 위한 화물수송부문의 무인화, 자동화 수요증가 - 환경부하가 작고 에너지 절감이 용이하며 온실가스 배출을 최소화하기 위한 기술수요 증가 ○ 세계적으로 지하 화물운송시스템에 대한 개발노력은 활발하나 아직 상용화된 사례가 없어 본 기술 개발은 국내 물류비의 저감뿐만 아니라 미래 우리나라 물류기술산업의 세계진출의 계기가 될 수 있음 ○ 선형모터이용 소형 화물 개별 운송시스템의 기술은 독일에서 기 개발되어 시범사업까지 마친 회전모터를 이용한 개별운행 고정경로 운행시스템을 국내에서 선형모터를 이용하는 방식으로 개선한 것이기 때문에 엄밀한 개념설계의 타당성 검증을 거쳐 신규 개발된 국내 기술을 보호하기 위한 기술특허를 출원하고 실시설계 단계를 거쳐 테스트베드까지 구축하는 것을 기술개발의 목표로 삼는 것이 타당함
□ **기술동향**	○ 대체로 튜브화물운송이라 함은 파이프라인에 딱 맞도록 설계된 캡슐 자체나 캡슐을 운반하는 철도에 화물을 실은 뒤 물류거점 간에 화물을 운반하는 시스템을 의미함 (계속)

□ 기술동향 (계속)	○ TubeXpress는 지하 튜브 통로를 이용한 컨테이너 자동운송 시스템으로서 콘크리트 파이프라인으로 구축된 직경 2m 튜브 내에 만들어진 철로를 따라 설치된 선형모터에 의해 구동되는 방식으로 미국연방고속도로관리청(FHWA)의 첨단화물운송에 관한 연구프로젝트의 일환으로 국가교통시스템센터(NTSC)에 의해 기술적, 경제적 타당성 검토 진행 중 ○ CargoCap 프로젝트는 디트리히 슈타인 교수가 이끄는 독일 보훔 대학의 연구팀에서 인구와 공장밀집지역의 교통부담을 저감하기 위해 직경 1.6~2m의 지하 파이프라인 관로를 통해 무인으로 화물을 수송하는 지하 수송망 건설에 대한 연구가 진행 중 - 2006년에 지상모델 실험을 완료하였으며 유럽표준파렛트(T12) 2개를 적재할 수 있는 캡(Cap)이라고 불리는 반송차들을 연결하여 제어하는 시험운행이 진행 중 - 화차는 넓이 800mm, 높이 1,200mm, 폭 1,050mm의 크기로서 유럽표준인 CCG1 2개 넣을 수 있도록 설계되었으며 굴착 크기는 경제성이 가장 높은 것으로 계산되어 1.6m 수준으로 계획
3. 연구개발 내용	
	○ 소형 화물 개별 운송 인프라 시스템 기술 - 지하화물 운송 궤도 인프라 기술 - 지하화물 운송장비 추진장치 기술 - 지하화물 운송 인프라 유지보수 및 안전관리 기술 ○ 소형 화물 개별 운송 장비 및 제어 시스템 기술 - 지하화물 운송장비 차체 구조물 기술 - 지하화물 운송장비 제어 및 유지보수 기술 - 지하화물 운송 인터모달 인터페이스 기술 (계속)

4. 연구개발 추진방법	
□ 추진전략	○ 단계별 목표를 수립하고, 그에 적합한 추진전략 및 일정계획 수립 ○ 관련 기업, 공공부문 등 기술수요처와 유기적 협조체제 구축 - 연구성과를 현장에 적용시킬 수 있도록 관련 기술수요처 의견수렴 - 현장 애로사항 및 의견을 연구개발에 반영 ○ 관련분야 전문가 자문 - 각종 유사 선진시스템 및 적용 사례에 대한 조사 - 과제성공률 제고를 위한 자문회의 등 내·외부 전문가 의견 수렴 ○ 연구개발계획서에는 구체적인 연구방법론이 반드시 제시되어야 함
□ 추진체계	○ 연구신청자는 과다한 기관수의 참여 및 연구계획 편성으로 인한 추진체계의 비효율성을 최대한 지양하고, 반드시 필요한 기관으로만 구성하여 연구추진의 효율성을 도모 ○ 연구진의 연구 참여율을 높여 연구 집중도 제고
5. 최종성과물	
	○ 연구보고서, 특허, 논문, Test-bed, 성과발표회 홍보자료 및 전시자료
6. 기대효과 및 파급효과	
	○ 소형 화물 개별 운송 시스템을 생산거점 및 물류거점내 소형화물을 위한 수송 연계시스템으로 활용가능 ○ 에너지, 자원, 토지 이용을 최소화시키는 교통기술로서, 날로 증가하는 물류, 교통 수요에 대응하여 물류운송비용의 저감 및 기존 교통수요의 분담을 통한 교통혼잡비용의 저감과 함께 여행시간의 단축을 통한 여행자의 교통편익 증대와 국토이용의 효율화 ○ 화물을 탑재한 캡슐을 튜브망 내에서 중앙자동제어방식으로 운송하여 효율성, 이용편의성, 안전성 등을 증대 ○ 기존 도로 수송수단을 대체하여 교통혼잡 및 사고로 인한 사회적 비용 감소, 환경적 부하 저감, 유류사용료 감소로 인한 물류비 저감, 분기가 가능한 기술의 장점을 활용하여 거점내 시설간 연계성 및 지상공간 활용 극대화가 가능함 ○ 국산기술을 활용한 소형화물 수송시스템 개발로 기술의 해외수출 및 국내 소형화물 수송시스템의 신기술 파급효과와 향후 여객부문 고속 지하교통수단으로 기술 파급

(계속)

7 사업기간 및 소요예산	

○ 총 연구기간 : 4차년에 걸쳐 수행

○ 총 정부출연금: 20,000백만 원 이내

※ 정부출연금은 향후 선정평가 결과 또는 정부 예산 사정에 따라 조정될 수 있음

※ 기업참여시 기업부담금은 연차별로 “국토해양부소관 연구개발사업 운영 규정”의 기준을 따르되, 추가 부담 가능

※ 연구비에 대한 구체적 산정내역을 제시해야 하며, 예산산정 근거가 불명확하거나 타당성이 부족할 경우 축소조정 가능

8 기타	

○ 1차년도 연구성과에 대한 중간평가 결과에 따라 2차년도 계속지원여부 결정

○ 연구내용, 연구기간 및 연구개발비는 본 과제제안요구서(RFP)를 참조하여 작성

- 과제의 목적 달성을 위해 필요하다고 판단되는 경우에는 세부연구내용을 일부 추가할 수 있으나, 그 사유와 근거를 명확히 제시

○ 과제 신청자는 연구개발 성과목표・지표 등을 연구개발계획서에 제시

- 연구개발 성과목표・지표별 달성목표치 및 가중치 등을 연구개발계획서에 제시
- 개발된 기술 및 성과물의 목표수준 달성도를 확인할 수 있는 구체적 방안을 제시해야 함
- 제시한 성과지표에 건설기술혁신사업의 공통성과지표가 없거나 부족하다고 판단될 경우, 협약시 조정(추가) 가능

※ 과제선정 후 해당 연구책임자(기관)에 대한 진도점검・관리 및 성과평가 등의 근거자료로 활용

- 연구성과의 실용화(정책제안)로 예상되는 기술, 경제, 사회・문화적 파급 효과 및 산출근거 제시
- 연구성과의 실용성 검증 계획을 반드시 제시해야 함

(계속)

8 기타(계속)	

○ 참여기업은 참여하고자 하는 과제와 관련된 연구 또는 사업 수행실적이 있고, 과제추진시 역할(자료・기술조사 또는 제공, 시험시공 현장제공 등)이 명확하여야 하며 연구개발결과를 직접 활용하고자 하는 기업에 한함

○ 국제공동연구 또는 전문가 활용방안

- 필요시 관련 기술 해외 선도기관과의 공동연구 추진방안 및 전문가 활용계획을 연구계획에 포함

○ 기 수행되었거나 현재 수행중인 공모과제 관련 연구개발결과의 구체적인 연계・통합 및 활용방안을 연구계획에 포함

○ 기 수행하였거나 현재 수행중인 유사과제와 연구내용이 중복되지 않도록 연구개발계획서를 작성하여야 함

※ www.kictep.re.kr 열린정보, http://rndgate.ntis.go.kr의 유사과제목록 참조

- 제안된 연구내용이 타 유사과제와 연구방법이나 목표 등에서 차별화되는 경우에는 포함하여도 무방하되, 그 근거를 명확히 해야 함

※ 연구개발 수행 도중 과제의 중복성이 사후에 발견되거나 연구개발목표가 다른 연구개발에 의하여 성취되어 연구개발을 계속할 필요성이 없어진 때에는 협약을 해약할 수 있음

○ 연구관리 전문기관(한국건설교통기술평가원)은 필요시 선정된 동 과제 연구책임자와 협의를 거쳐 연구개발계획서를 수정・보완(연구기간 변경, 연구목표, 내용 및 범위 등을 구체화・명확화)할 수 있음

○ 상시제안공모 과제제안자가 본 과제의 주관(공동)연구책임자로 참여시 가점(2점) 부여

3. 파이프라인 벌크 운송 시스템 연구단

연구과제명	파이프라인 벌크 운송 시스템 개발
1 연구개발 목표	
	○ 입자가 작은 벌크화물을 별도의 용기(container)없이 파이프라인을 따라 진공압축공기압으로 수송하는 형태의 지하화물 수송시스템 개발과 Test-Bed를 통한 시험 평가 및 실용화 전략 수립
2 연구개발 필요성 및 기술동향	
□ 연구의 필요성	○ 최근 지상 교통물류 인프라 개발 여지는 점차 줄어들고 물류의 수요는 점차 증가하고 있으며 물류부문 에너지 목표관리제 시행 등 친환경 에너지를 활용한 지하공간을 이용한 첨단물류수단 개발에 대한 필요성이 높아지고 있음 - 물류흐름의 고속화, 대량화, 정시화에 부응하기 위한 화물수송부문의 무인화, 자동화 수요증가 - 환경부하가 작고 에너지 절감이 용이하며 온실가스 배출을 최소화하기 위한 기술수요 증가 - 특히, 수송과정에서 소음, 분진 등 환경피해가 많이 발생하는 드라이 벌크화물의 경우 수송과정을 청정화하는 기술개발이 필요 ○ 세계적으로 지하 화물운송시스템에 대한 개발노력은 활발하나 아직 상용화된 사례가 없어 본 기술 개발은 국내 물류비의 저감뿐만 아니라 미래 우리나라 물류기술산업의 세계진출의 계기가 될 수 있음 ○ 생활쓰레기 배출관로 시스템의 경우는 스웨덴, 일본 등 세계 각국에서 기술을 보유하고 있는 기술이지만, 작은 입자의 벌크화물을 연속적으로 수송하는 기술은 우리나라에서 독자적으로 제안된 개념설계 수준의 기술이므로 엄밀한 개념설계의 타당성 검증을 거쳐 신규 개발된 기술을 보호하기 위한 기술특허를 출원하고 실시설계 단계를 거쳐 테스트베드까지 구축하는 것을 기술개발의 목표로 삼는 것이 타당함

(계속)

□ 기술동향	○ 파이프라인 벌크운송 시스템과 가장 유사한 기술로는 쓰레기 관로수송시스템을 들 수 있으며 파이프라인을 이용한 진공압축 수송시스템의 대표적인 사례임 ○ 쓰레기 관로수송시스템은 크게 고정식 방식과 이동식 방식으로 구분할 수 있으나 본 과제는 고정식과 관계가 깊음 - 작동원리: 일정 장소에 송풍기, 컨테이너 등이 설치된 집하장을 설치한 후 파이프를 통해 대규모 수거 - 적용사례: 전 세계 25개국 600여 시스템 : 일본, 홍콩, 대만, 싱가포르, 스웨덴, 독일, 스페인, 덴마크, 미국, 캐나다, 베네수엘라 등 - 국내 적용사례 : 용인수지 아파트 단지 등 약 10개소

3 연구개발 내용

○ 파이프라인 벌크 화물 저장 및 공급 시스템 기술
- 저장조 구조물 기술
- 저장조 안전장치 및 제어 기술
- 공급장치에 관한 제어 및 제작 기술

○ 파이프라인 벌크 화물 운반/분류 및 제어 시스템 기술
- 운반관로 설계/시공 및 유지관리 기술
- 공기와 수송물질 분리 기술
- 공기 정화에 관한 기술
- 무인 및 원격 제어 기술

(계속)

4 연구개발 추진방법

□ 추진전략

○ 단계별 목표를 수립하고, 그에 적합한 추진전략 및 일정계획 수립

○ 관련 기업, 공공부문 등 기술수요처와 유기적 협조체제 구축
- 연구성과를 현장에 적용시킬 수 있도록 관련 기술수요처 의견수렴
- 현장 애로사항 및 의견을 연구개발에 반영

○ 관련분야 전문가 자문
- 각종 유사 선진시스템 및 적용 사례에 대한 조사
- 과제성공률 제고를 위한 자문회의 등 내·외부 전문가 의견 수렴

○ 연구개발계획서에는 구체적인 연구방법론이 반드시 제시되어야 함

□ 추진체계	○ 연구신청자는 과다한 기관수의 참여 및 연구계획 편성으로 인한 추진체계의 비효율성을 최대한 지양하고, 반드시 필요한 기관으로만 구성하여 연구추진의 효율성을 도모 ○ 연구진의 연구 참여율을 높여 연구 집중도 제고
5 최종성과물	
	○ 연구보고서, 특허, 논문, Test-bed, 성과발표회 홍보자료 및 전시자료
6 기대효과 및 파급효과	
	○ 기존 컨베이어 수송시스템을 대체하여 외부환경(빗물, 눈)의 영향으로 인한 화력 발전 효율을 증진시키고 설치의 용이성에 따른 관련 변경 용이, 원격운전 가능성 제고 ○ 중앙제어에 의하여 자동화된 공정으로 처리되므로 운영관리 효율향상 가능 ○ 별도의 운반에 소요되는 인원이 필요 없으며 기기유지 관리인원 1인으로 충당됨 ○ 밀폐관로 운반으로 환경의 미관 증진과 쾌적한 환경 조성이 가능하며 수시 운반으로 적체현상 없음 ○ 최첨단 석탄 수송시스템 개발로 기술의 해외수출 및 국내 벌크 화물 수송시스템의 신기술 파급효과 ○ 장차 파이프라인 벌크수송시스템을 지역 화력발전소에 활용가능 (계속)
7 사업기간 및 소요예산	
	○ 총 연구기간 : 3차년에 걸쳐 수행 ○ 총 정부출연금: 12,000백만 원 이내 ※ 정부출연금은 향후 선정평가 결과 또는 정부 예산 사정에 따라 조정될 수 있음 ※ 기업참여시 기업부담금은 연차별로 “국토해양부소관 연구개발사업 운영 규정”의 기준을 따르되, 추가 부담 가능 ※ 연구비에 대한 구체적 산정내역을 제시해야 하며, 예산산정 근거가 불명확하거나 타당성이 부족할 경우 축소조정 가능

8 기타	

○ 1차년도 연구성과에 대한 중간평가 결과에 따라 2차년도 계속지원여부 결정

○ 연구내용, 연구기간 및 연구개발비는 본 과제제안요구서(RFP)를 참조하여 작성

- 과제의 목적 달성을 위해 필요하다고 판단되는 경우에는 세부연구내용을 일부 추가할 수 있으나, 그 사유와 근거를 명확히 제시

○ 과제 신청자는 연구개발 성과목표·지표 등을 연구개발계획서에 제시

- 연구개발 성과목표·지표별 달성목표치 및 가중치 등을 연구개발계획서에 제시
- 개발된 기술 및 성과물의 목표수준 달성도를 확인할 수 있는 구체적 방안을 제시해야 함
- 제시한 성과지표에 건설기술혁신사업의 공통성과지표가 없거나 부족하다고 판단될 경우, 협약시 조정(추가) 가능

※ 과제선정 후 해당 연구책임자(기관)에 대한 진도점검·관리 및 성과평가 등의 근거자료로 활용

- 연구성과의 실용화(정책제안)로 예상되는 기술, 경제, 사회·문화적 파급 효과 및 산출근거 제시
- 연구성과의 실용성 검증 계획을 반드시 제시해야 함

○ 참여기업은 참여하고자 하는 과제와 관련된 연구 또는 사업 수행실적이 있고, 과제추진시 역할(자료·기술조사 또는 제공, 시험시공 현장제공 등)이 명확하여야 하며 연구개발결과를 직접 활용하고자 하는 기업에 한함

(계속)

8 기타	

○ 국제공동연구 또는 전문가 활용방안

- 필요시 관련 기술 해외 선도기관과의 공동연구 추진방안 및 전문가 활용계획을 연구계획에 포함

○ 기 수행되었거나 현재 수행중인 공모과제 관련 연구개발결과의 구체적인 연계·통합 및 활용방안을 연구계획에 포함

○ 기 수행하였거나 현재 수행중인 유사과제와 연구내용이 중복되지 않도록 연구개발계획서를 작성하여야 함

※ www.kictep.re.kr 열린정보, http://rndgate.ntis.go.kr의 유사과제목록 참조

- 제안된 연구내용이 타 유사과제와 연구방법이나 목표 등에서 차별화되는 경우에는 포함하여도 무방하되, 그 근거를 명확히 해야 함

※ 연구개발 수행 도중 과제의 중복성이 사후에 발견되거나 연구개발목표가 다른 연구개발에 의하여 성취되어 연구개발을 계속할 필요성이 없어진 때에는 협약을 해약할 수 있음

○ 연구관리 전문기관(한국건설교통기술평가원)은 필요시 선정된 동 과제 연구책임자와 협의를 거쳐 연구개발계획서를 수정·보완(연구기간 변경, 연구목표, 내용 및 범위 등을 구체화·명확화)할 수 있음

○ 상시제안공모 과제제안자가 본 과제의 주관(공동)연구책임자로 참여시 가점(2점) 부여

7 장. 연구개발 사전 타당성 분석 및 추진방안

- 1절. 정책적 타당성
- 2절. 기술적 타당성
- 3절. 경제적 타당성
- 4절. 기존 인프라 및 기술과의 연계방안
- 5절. 국제공동연구, 국내 타 기관과의 협조 및 전문가 확보방안

7장. 연구개발 사전 타당성 분석 및 추진방안

1절. 정책적 타당성

1. 국가 전략적 중요성과 상위계획과의 부합성

가. 녹색성장 5개년 기본계획과의 부합성

○ 녹색성장 국가전략은 「저탄소녹색성장기본법」(2009.11.28 시행) 제9조에 의해 수립되며, 이러한 저탄소녹색성장기본법을 실천하기 위한 '녹색성장 5개년 기본계획'은 저탄소 녹색성장 관련 최상위 국정 계획으로서의 성격을 띠고 있음

○ 특히 「저탄소녹색성장기본법」 내에 포함된 5개년 단위의 상세 실행계획인 '녹색성장 5개년 기본계획'은 2009~2013년까지의 세부과제 및 실행방안을 제시하고 있으며, 녹색성장과 관련하여 다음과 같은 사항을 거론하고 있음

- 녹색기술·녹색산업 및 녹색경제체제의 구현
- 기후변화대응, 에너지 및 지속가능발전 정책
- 녹색생활, 녹색국토, 저탄소 교통체계
- 저탄소 녹색성장 관련 국제협상 및 국제협력
- 재원조달, 조세·금융, 인력양성, 교육·홍보 등

○ '녹색성장 5개년 기본계획'에서는 '기후변화 적응 및 에너지 자립(①효율적 온실가스 감축, ②탈석유·에너지자립강화, ③기후변화 적응역량 강화)', '新성장동력 창출(④녹색기술개발 및 성장동력화, ⑤산업의 녹색화 및 녹색산업 육성, ⑥산업구조의 고도화, ⑦녹색경제 기반 조성)', '삶의 질 개선과 국가위상 강화(⑧녹색국토·교통의 조성, ⑨생활의 녹색혁명, ⑩세계적인 녹색성장 모범국가 구현)'의 3대 추진전략과 10대 정책방향을 제시하고 있음

○ 본 기획연구를 통하여 추진하고자하는 지하 화물운송 시스템은 화석연료의 이용을 저감시키고 지하운송을 통해 대기 중 온실가스의 배출을 억제하며, 지상의 온실가스 배출과 에너지 사용의 부하를 많이 발생시키고 있는 화물자동차 수요를 지하로 전환시키는 기후변화에 능동적으로 대응하면서 에너지 자립에도 기여할 수 있음

○ 또한 본 기획연구를 통해 모색하고자 하는 세 가지 신 물류수단들은 일찍이 다른 나라에서 시도하지 않은 새로운 친환경물류수단의 성격을 띠고 있어 국내 기술개발이 성공될 경우 새로운 성장동력으로 육성시킬 개연성이 높음

○ 아울러 본 기획연구를 통하여 추진하고자하는 지하 화물운송 시스템은 지상의 화물수송수요를 지하로 전환한 뒤 육상공간 이용을 보행자와 자전거 이용자들에게 내어주어 국민들의 삶의 질 개선과 국가위상 강화에도 기여할 수 있음



[그림 7-1] 미래의 바람직한 토지이용 구조

○ 따라서 본 기획연구는 저탄소 녹색성장 관련 최상위 국정 계획이라고 할 수 있는 녹색성장 5개년 기본계획 3대 추진전략의 취지에 정확히 부합하는 기술기획 과제라고 할 수 있음

나. 국가물류기본계획 수정계획과의 부합성

○ 한편, '국가물류기본계획 수정계획(2011-2020)'은 「물류정책기본법」제11조에 의해 수립되며, 국가물류정책의 목표와 전략 및 단계별 추진계획을 담고 있음

○ '국가물류기본계획 수정계획'에서는 ① 육해공 통합물류체계 구축을 통해 물류효율화 구현, ② 고품질 물류서비스 제공을 위한 소프트인프라 확보, ③ 녹색물류체계 구

축과 물류보안 강화로 선진물류체계 구현, ④ 글로벌 물류시장 진출을 위한 물류산업 경쟁력 강화, ⑤ 시장기능 회복을 통한 물류산업의 경쟁력 제고 등을 전략과제로 삼고 있음

○ 특히 본 기획과제에 추구하고 있는 '신개념 화물운송시스템 도입 및 확산을 위한 R&D 추진'은 동 계획 속에 '신개념의 물류시스템 기술 개발 추진'이라는 추진과제로 명시되어 있으며, 그 내용은 다음과 같음

- 친환경성, 안전성, 효율성이 확보된 새로운 개념의 미래형 물류시스템 개발을 위한 R&D 추진계획 수립
- 친환경 대량자동운송시스템 등 화물운송의 개념 전환을 도모하기 위해 신기술 도입 타당성 검토 및 기술 개발 추진
- 타 운송수단 연계기술 개발을 통한 복합일관수송체계 확대

○ 따라서 본 기획연구는 국가물류정책 관련 최상위 국정 계획이라고 할 수 있는 국가물류기본계획에도 분명히 명시되어 있는 기술기획 과제라고 할 수 있음

2. 사업추진의지 및 관련기관 협조의지

가. 사업추진의지

○ 본 기획연구에서 제시하고 있는 지하 화물운송 시스템 중 한 가지 대안인 '대량 규격화물 지하운송 시스템'의 단초를 제공한 '경부축 컨테이너 자동수송시스템'은 한국교통연구원(KOTI) 자체적으로 관련기업들과의 협력을 통해 정부출연연구기관에서 개념을 제시한 것으로 2010년 10월 5일 대한상공회의소 의원회의실에서 '경부축 컨테이너 자동수송시스템 연구성과 발표회'를 통해 사업추진 가능성과 함께 사업추진의지를 표방했으며, 이러한 의지는 MBC, 매일경제, 문화일보, 코리아타임즈 등 방송·언론매체를 통해 널리 홍보된 바 있음

○ 본 기획연구에서 제시하고 있는 지하 화물운송 시스템 중 또 하나의 대안인 '소형화물 개별 지하운송 시스템' 기술은 철도기술연구원과 포항산업과학연구원(RIST)이 'RIST 연구과제'의 일환으로 2009년 3월부터 15개월간 수행한 '튜브운송시스템용 구조기술개발 전략수립 기획연구'와 'POSCO Genesis 신사업 발굴과제'의 일환으로 수

행된 '화물용 튜브운송시스템 사업전략 기획연구'를 통해 민간에서 개념이 제시된 기술임

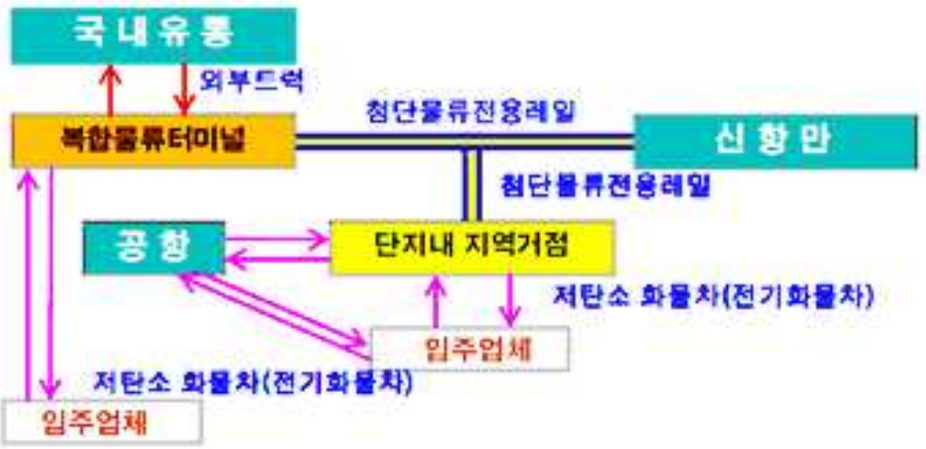
○ 본 기획연구에서 제시하고 있는 지하 화물운송 시스템 중 마지막 대안인 '파이프라인 벌크 지하운송 시스템' 기술은 스웨덴계 한국기업인 '엔벡 코리아(주)'에서 그간 자체 기술개발에 성공하여 성공리에 사업을 전개하고 있는 '쓰레기 배출관로 시스템'에서 힌트를 얻어 입자가 작은 벌크화물의 수송에 '공압수송시스템'을 적용해보고자 하는 아이디어가 민간에서 제시되어 개념설계가 제시된 기술임

○ 세 가지 기술 모두 다 기술적 성숙과 상용화를 위해서는 본격적인 R&D 기술개발 및 테스트베드 구축노력이 추가될 필요가 있는 과제들로서 당초 기술개념을 제시한 정부출연연구소, 민간연구소, 민간사업자 들의 사업추진의지는 뚜렷이 높다고 할 수 있음

나. 관련기관 협조의지

○ '대량 규격화물 지하운송 시스템'과 관련하여 최근 부산지역에서는 지역 제조업체 등 51개사로 구성된 부산강서산업단지㈜와 국제산업물류도시 1-1단계 3공구 58만 6000m²(약 17만7500평)에 대한 개발대행계약을 체결하는 등 강서구 부산신항 배후 국제산업물류도시 조성사업이 실수요자 대행개발 방식으로 본격 추진되고 있음

- 산업단지 조성공사는 2011년 2월 말에 시작하여 2014년 완공할 예정이며, 3공구 사업은 실수요자들이 직접 개발을 담당하는 방식으로 추진되고 있음
- 단지내에는 통합SCM 물류정보체계가 구축되며 첨단 IT(통합관제시스템, 통합모니터링시스템, 통합물류운영시스템) 시스템이 도입될 예정이며, 이종 수송수단간 환적시간 최소화를 위한 Cross-docking 하역시설도 구축하도록 원칙이 수립되어 있음
- 또한, 산업단지 내에서는 화물차량 통행의 최소화 원칙이 수립되어 산업단지 내에서 외부 화물차량의 통행이 금지(단 복합물류 터미널까지는 허용)되고, 해상 수출입 화물은 물류전용레일을 이용하도록 한다는 방침이 계획초기부터 수립되어 있음



[그림 7-2] 부산 강서물류단지내 물류수송체계 구상

- 본 기획연구를 수행하는 과정에서 연구진은 '부산강서산업단지추진단'과 함께한 업무회의에서 강서물류단지내 첨단물류전용레일로써 본 '대량 규격화물 지하운송 시스템'을 고려하는 방안을 강서산업물류단지 홍보물에 소개하는 등 긴밀한 협조를 계속하고 있음

○ '소형화물 개별 지하운송 시스템' 기술은 최근 인천항만의 제3터미널 확장공사와 KTX노선의 인천공항 연계, KTX열차내 물류전용화차 운영 등의 문제가 꾸준히 논의되고 있어 KTX 인천공항역사와 항공화물터미널 사이를 연계하는 연계물류수단의 대안 중 하나로 채택될 가능성을 두고 논의를 지속하고 있음

○ '파이프라인 벌크 지하운송 시스템' 기술은 한국전력 산하의 남부발전(주) 소속 하동화력발전소에 사용되는 무연탄을 석탄부두로부터 발전소 터빈까지 수송하는 컨베이어벨트의 대체운송수단으로 채택될 가능성을 두고 논의를 지속하고 있음

3. 사업추진상의 위험요인과 대응방안

가. 사업추진상의 위험요인

○ 첫째, 해외 선진 기술개발 사례가 없는 새로운 교통·물류기술 개발시도에 대해서는 기술 자체에 대한 의구심을 가지는 경향이 있으며, 이는 곧 외국산 물류기술에 대한 동경과 국내 개발기술에 대한 불신 풍조로 이어짐

○ 둘째, 기존 화물운송 형태나 절차를 기존 형태대로 유지하려는 관련업계의 보수적 성

향도 사업추진상의 위험요인임. 특히 자동화 시설 및 장비가 실직을 유발한다는 근로자의식과 물류공동화에 대한 부정적 시각으로 대형 물류수요발생의 가능성이 축소되는 점도 같은 맥락으로 이해할 수 있음

○ 셋째, 화주 및 물류기업 내 의사결정자들은 비용적인 요소에 대한 고려가 우선이기 때문에 아무리 훌륭한 물류안전/보안/환경관련 신기술이라 할지라도 비용적인 요소의 개선이 없이는 기술도입에 적극적이지 않음

○ 넷째, 글로벌 물류환경 진전으로 국내 제조업 국외이탈 현상이 지속적으로 이루어지고 있으며, 국내산업의 고부가가치화가 진전되면서 대형 수송수요가 발생할 수 있는 대규모 제조업 수출입 물동량이 지속적으로 감소하고 있음

나. 대응방안

○ 국내 개발기술에 대한 적극적인 홍보와 정부의 물류기술 R&D에 대한 보다 확고한 의지가 중요함. 제안된 물류기술에 대한 보다 철저한 기술검증과정과 필요하다면 국제적으로 권위를 인정받고 있는 유수의 해외기술인증 기관을 통해 기술을 재검증 받는 방안도 동시에 모색해 볼 수 있음

○ 물류기술정책 및 정책효과에 대한 보다 체계적인 연구의 수행과 가시적인 홍보수단의 확보, 활발한 정책홍보 활동은 물론, 물류 현장전문가들을 물류기술 개발과정에 적극 참여시켜 물류자동화 시설 및 첨단장비에 대한 인식을 전환시킬 필요가 있음

○ 물류안전/보안/환경관련 신기술 개발의 기대효과를 기업 내 비용적인 요소와 직접 결부시켜 새로운 물류기술의 개발이 곧 기업 활동의 수익과 직결된다는 점을 인식시키는 노력을 경주할 필요가 있음

○ 최근 일본 대지진 등으로 국내 유입을 모색하고 있는 외국계 제조사 등 대형 화주기업을 상대로 필요한 그들의 특성에 맞는 첨단물류수송 수단형태나 수요산정 과정 등을 조사함으로써 주의를 환기할 필요가 있음

2절. 기술적 타당성

○ 신기술의 성공여부는 기술의 독창성 및 사업의 성공 가능성에 있다고 해도 과언이 아니며 기술적 타당성 분석은 계획사업의 핵심기술에 대한 내용을 정확히 파악함은 물론 기술의 유용성, 기술의 위험요소 및 성공의 가능성 정도를 평가하는 것을 기회로 함

○ 기술적 타당성 평가의 핵심은 제품을 확보 가능한 기술진을 보유하고 있는지, 불량률을 목표수준까지 낮출 수 있고, 이로 인한 제품의 경제성이나 경쟁력을 확보할 수 있는지에 달려있음

1. 기존 사업과의 중복성

○ 국가 R&D 사업을 추진하는 29개 부처 중 15개 부처에서 시행하는 2009년 기준 계획중인 연구개발사업을 대상으로 총 예산 12조 3,437억 원 중 인문사회경제분야 R&D, 각 부처 정책연구비, 기관지원 경비 등을 제외한 6조 7,559억 원에 대한 정부연구개발예산을 대상으로 기존 R&D 사업과의 중복성을 검토하였음

○ 검토 결과 지하 화물운송 시스템 기술개발과 관련하여 중복되는 사업은 존재하지 않았음

- 지하 공간(Underground)과 관련된 R&D사업을 살펴보면 2002년부터 2011년까지 총 111건의 R&D과제를 추진하였거나 추진 중인 것으로 파악되었으나, 지하물류와 관련된 사업이 아니라 지하공간에 대한 자연재해 예측 및 저감기술, 대기오염물질 저감 및 제거기술, 시공기술, 시설물 안전/유지 관리기술, 방사성 폐기물관리기술 등에 대한 R&D 사업들이었음

○ 현재 수행되는 대부분의 물류기술개발 관련 사업들은 지상에서 수행되는 물류를 효율적으로 처리하기 위한 기술, 장비, 정보시스템 개발 등에 초점이 맞추어져 왔음

- 기존의 지상물류체계 개선을 위해 개발된 기술 중에서 지하물류에 일부 활용할 수도 있기 때문에, 이를 잘 활용하여 중복적으로 기술개발을 하지 않고 시너지 효과를 창출할 수 있도록 할 것임

○ 본 연구는 물류가 수행되는 공간을 지상이 아니라, 지하로 옮겨 새로운 물류체계를

제시하는 것으로서, 기존의 물류기술개발 관련 사업과는 차별성이 있음

- 본 연구는 기존의 물류체계, 운송장비, 운송시스템 등을 개선하는 것이 아니라, 새로운 공간에서 새로운 물류체계를 구축하는 것임

2. 기술개발 계획의 우수성

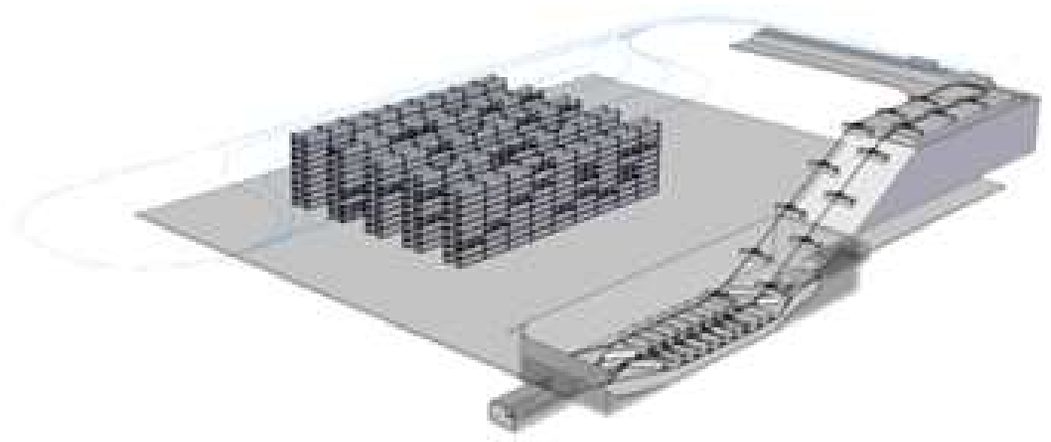
○ 본 기획연구 수행과정에서 도출된 세 가지 운행방식별로 기술개발 계획의 우수성을 나누어 살펴보면 다음과 같음

가. 대량 규격화물 지하운송 시스템 기술

○ 첫째, 기관차 없이 선로 밑에 설치된 전동 선형모터(LIM)를 이용하여 구동하는 방식임. 선형모터는 회전식 모터방식에 비해 에너지낭비가 덜하고 130-200톤에 달하는 기관차의 하중만큼을 저감할 수 있으며, 연속 흐름에 가까운 대량운송에는 개별 화물차나 일정 길이의 열차방식 보다 컨베이어식의 연속 운송방식이 더 유리함. 별도의 차량기지(Depot)가 필요 없게 되면서 대규모 차량기지 건설부담도 덜 수 있음

○ 둘째, 컨베이어 방식의 환형(Loop)구조 대차 연결방식임. 일정구간을 운송하는 대차들을 모두 고리모양으로 연결하여 산지가 많은 국토여건에 유리하고 안전성이나 신뢰성 문제를 근본적으로 해결할 수 있음. 다만, 적용구간 내 본 시스템을 적용하기에 충분한 물동량이 확보되지 않는 경우에는 일정량(30-50량 정도) 단위의 화차로 구성된 열차방식으로 운행하다가 물동량 증가추이를 모니터링 하다가 증설하는 것도 검토해 볼 수 있음

○ 셋째, 기계적 원리만을 이용한 하역구간 무정차 감속방식을 채택하고 있음. 본 시스템의 가장 독창적인 특징은 하역구간에서 대차를 완전 정지시키지 않고 하역구간에서 아코디언식으로 90도 회전시켜 접히게 하는 기계적 원리를 이용함으로써 대차들을 저속 운행시킨다는 점임. 화물의 하역을 위해 화차를 완전 정지시키지 않고 하역구간에서 초속 0.8m 속도로 계속하여 움직이기 때문에 정지나 출발을 위한 추가적인 가감속 전기조작이 필요치 않게 됨으로써 기존 여타 선형모터 구동방식과 대비할 때 1/10의 전력만으로도 운행이 가능함



[그림 7-3] AUTOCON 시스템의 개요

○ 넷째, 컨테이너 수송 전용방식임. 본 수송시스템을 통해서는 컨테이너만을 위한 전용 시스템이기 때문에 활하중이 기존 국유철도 대비 29.4%에 불과해 선로 인프라구축 시 구조물 건설비용 절감이 용이함. 더욱이 당장의 수출입 컨테이너 내륙수송은 물론 장래 국내간선수송 화물에 대한 표준화의 중요한 계기가 될 수 있으며 장차 내수물류 합리화에도 일대 전환의 계기로 작용할 수 있음

○ 다섯째, 무인 자동 하역시스템임. 본 시스템은 대량화물의 단시간 내 효율적인 처리와 1년 365일 24시간 지속적인 운영을 고려한 무인 자동하역시스템을 고려하였음. 가능하다면 수송시스템으로부터의 하역과 고단적재 보관시설까지의 이송을 일체화한 형태가 가장 바람직하지만 이것의 실현이 곤란할 경우 하역과 이송단계를 분리하는 방안도 고려할 수 있음

○ 여섯째, 고단적재 자동보관 시스템임. 대량의 수송능력에 걸맞은 여유능력 확보를 위해서라도 하역시설에는 대량 보관시설능력의 확보가 불가피하며 대량화물을 보관할 수 있는 저렴한 인프라 대상 부지 확보가 점차 어려워지는 실정에서 국내외에 개발중인 컨테이너 고단 적재시설 방식을 고려하였음

○ 끝으로 전체 운행구간의 절반정도만 태양광전지를 설치할 수 있으면 태양광발전으로 자체 전력을 충당할 수 있는 고효율 시스템임. 이 경우 별도의 충전설비 없이 발전회사로 하여금 자동수송시스템 튜브 상부시설 발전사업을 수행하여 수익을 챙기도록 하고, 소요전력은 별도로 공급받아 차액을 정산하는 방식으로 운영할 수 있음

나. 소형화물 개별 지하운송 시스템 기술

○ 첫째, 다른 신궤도 시스템과 공통으로 갖는 특징과 튜브운송기술의 고유한 특징을 동시에 갖추고 있는데, 튜브운송기술은 기존의 도로망을 이용하지 않기 때문에 기존 도로교통의 수송량을 분담하는 특성이 있음

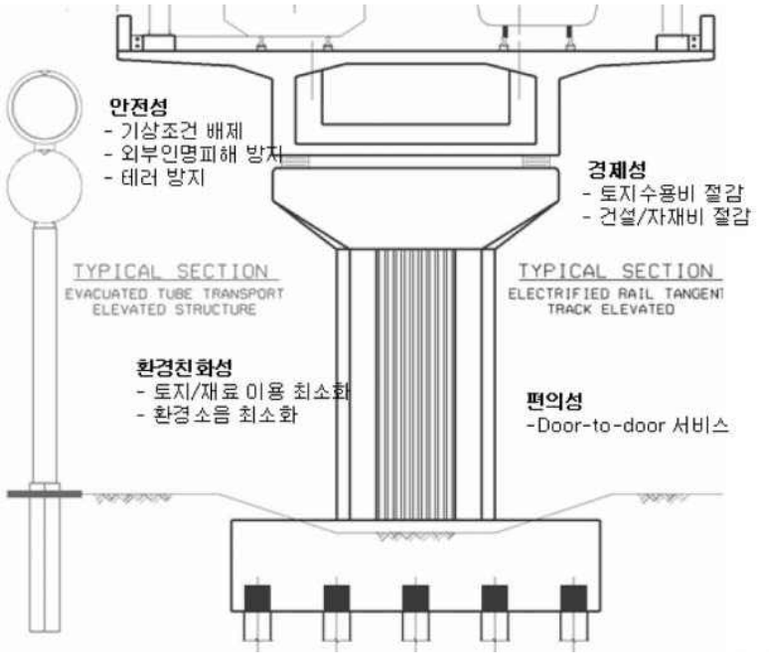
○ 둘째, 전기에너지를 사용하기 때문에 배기가스 배출을 저감하고 석유에너지 고갈에 따른 고유가 추세를 고려한다면 운송비용의 절감효과도 점점 커질 것으로 예상됨

○ 셋째, 중앙집중식 제어를 이용하기 때문에 정시성이 확보되고 24시간 무인운전체계를 통해 운용비의 절감이 가능할 것으로 기대됨

○ 넷째, 기존의 도로시스템이나 철도시스템에서는 분기 시 신호에 따른 정차 및 안전성 확보를 위하여 감속이 필수적인데, 이러한 감속이 최소화되도록 한다면 운행속도 및 운송용량이 크게 증가할 수 있음

○ 다섯째, 안전성의 측면에서 볼 때 튜브구조는 외부환경과 운송체를 완전히 단절하기 때문에 강우나 강풍 등 기상조건을 배재하여 안전성을 향상시킬 수 있고, 시스템 외부에 존재하는 인명을 완벽하게 보호할 수 있음. 또한 튜브가 지하공간이나 지상 위에 설치되기 때문에 외부인의 접근이 어려우므로 현대에 있어 점점 중요성이 더해가는 보안의 문제에 있어서 더 유리한 구조임

○ 여섯째, 환경적인 측면에서도 튜브운송기술은 인프라로 이용되는 튜브는 최소한의 공간을 점하기 때문에 토지와 재료의 이용을 최소화할 수 있으며, 외부로 방사되는 소음을 차단하기 때문에 환경소음을 최소화하는 특징이 있음



[그림 7-4] ActTube 시스템의 개요

○ 일곱째, 편의성의 관점에서도 튜브운송기술은 파이프라인 시스템과 마찬가지로 수많은 터미널을 직접 연결하기 때문에 출발지에서 도착지까지 직접 연결하는 door-to-door 서비스를 제공할 수 있음

○ 마지막으로 튜브운송은 도로나 철도에 비해 획기적으로 작은 튜브구조를 사용하기 때문에 토지수용비와 건설/자재비를 절감하여 건설비용을 비약적으로 저감할 수 있기 때문에 경제성의 측면에서도 높은 경쟁력을 갖고 있음

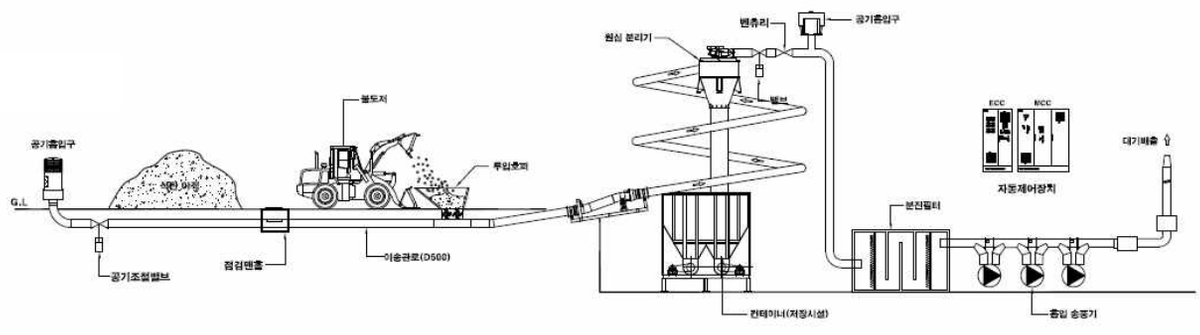
다. 파이프라인 벌크 지하운송 시스템 기술

○ 석탄과 같이 저장과정에 분진과 비산먼지 발생이 많은 드라이 벌크화물을 다른 장소로 운반하기 위해서는 특수하게 제작된 관로를 통해 운송하는 것이 가장 안전하고 효율적임

○ 또한 해당화물이 습기를 머금을 경우 발열효율이 저하되거나 화재에 특히 취약한 석탄과 같은 드라이 벌크화물일 경우에는 화재나 습기로부터 안전하게 보관하기 위한 특수 저장장비와 전용 운반관로를 이용하는 효과적임

○ 한편, 입자가 작은 드라이 벌크화물일 경우 컨베이어벨트를 이용하는 것보다도 공기압을 통해 수송하는 것이 효율적이나, 운송과정에 입자가 작은 벌크화물의 경우 운송과정에서 공기와 혼합된 기체상태를 분진과 공기와 분리하는 기술이 별도로 확보될 필요가 있음

○ 이러한 기술이 상용화된다면 전용 운반관로를 이용하여 에너지 효율적으로 벌크화물을 수송하면서도 분진과 비산먼지의 발생은 억제할 수 있고, 건조한 제품상태를 유지할 수 있는 장점을 가지게 됨



[그림 7-5] 파이프라인 벌크 지하수송 시스템의 개념

3. 기술 수준 및 개발 성공 가능성

○ 최근 오픈한 한국과학기술평가원의 국가 R&D 기술산업정보서비스를 통해 현행 국가R&D사업으로 추진 중인 여러 기술개발 사업 중에서 본 연구에서 대상으로 하고 있는 '지하 화물운송 시스템'과 직간접적으로 관련된 지하 화물운송 시스템 관련기술의 기술수준을 [표 7-1] 내지는 [표 7-4]를 통해 살펴보면 다름과 같은 개략적인 시사점을 도출해 볼 수 있음

[표 7-1] 건설교통분야 미래 첨단도시 건설기술 중 복합지하 대공간 개발기술의 기술수준 및 격차(2010년 기준)

국가	기술수준 및 격차			기술격차 추세		
	기술수준 (%)	소요시간 (년)	기술격차 (년)	축 소 (%)	현행유지 (%)	확 대 (%)
한국	69.3	12.7	4.7	-	-	-
미국	78.7	8.6	0.6	33	67	0
일본	82.1	8.2	0.2	33	35	31
중국	56.8	17.5	9.5	17	83	0
EU	82.6	8.0	-	52	48	0

자료 : 한국과학기술평가원(KISTEP) 국가 R&D 기술산업정보서비스(http://techinfo.ntis.go.kr)

[표 7-2] 건설교통분야 차세대 철도시스템기술 중 리니어전철기술의 기술수준 및 격차 (2010년 기준)

국가	기술수준 및 격차			기술격차 추세		
	기술수준 (%)	소요시간 (년)	기술격차 (년)	축 소 (%)	현행유지 (%)	확 대 (%)
한국	76.0	6.5	4.0	-	-	-
미국	70.0	9.0	6.5	0	100	0
일본	97.5	2.5	-	50	50	0
중국	60.0	10.5	8.0	50	50	0
EU	85.0	6.0	3.5	0	50	50

자료 : 한국과학기술평가원(KISTEP) 국가 R&D 기술산업정보서비스(http://techinfo.ntis.go.kr)

[표 7-3] 건설교통분야 첨단물류기술 중 지능형물류장비기술의 기술수준 및 격차(2010년 기준)

국가	기술수준 및 격차			기술격차 추세		
	기술수준 (%)	소요시간 (년)	기술격차 (년)	축 소 (%)	현행유지 (%)	확 대 (%)
한국	65.0	12.3	5.4	-	-	-
미국	76.7	8.3	1.4	0	77	23
일본	73.4	8.9	2.0	0	51	49
중국	48.3	14.2	7.3	26	0	74
EU	78.6	6.9	-	0	26	74

자료 : 한국과학기술평가원(KISTEP) 국가 R&D 기술산업정보서비스(http://techinfo.ntis.go.kr)

[표 7-4] 건설교통분야 첨단물류기술 중 물류시설 인프라 고도화기술의 기술수준 및 격차(2010년 기준)

국가	기술수준 및 격차			기술격차 추세		
	기술수준 (%)	소요시간 (년)	기술격차 (년)	축 소 (%)	현행유지 (%)	확 대 (%)
한국	55.0	18.3	9.0	-	-	-
미국	78.3	9.3	-	33	33	33
일본	68.3	13.0	3.7	0	67	33
중국	36.7	23.3	14.0	0	67	33
EU	76.7	13.0	1.0	0	33	67

자료 : 한국과학기술평가원(KISTEP) 국가 R&D 기술산업정보서비스(http://techinfo.ntis.go.kr)

○ 즉, '미래 첨단도시 건설기술' 중 '복합지하 대공간 개발기술'과 '차세대 철도시스템기술' 중 '리니어전철기술'을 각각 살펴보면 '복합지하 대공간 개발기술'에 비해 '리니어전철기술'의 기술 선진국 대비 수준 격차가 절반정도로 작은 것을 발견할 수 있음

○ 마찬가지로 '첨단물류기술' 중 '지능형물류장비기술'과 '물류시설 인프라 고도화기술'을 비교해 볼 때, '물류시설 인프라 고도화기술'보다는 '지능형물류장비기술'이 선진국 기술을 추격하기 다소 유리한 것으로 판단됨

○ 이 점만 보더라도 개발목적을 특정하지 않은 지하공간 전반의 개발보다는 리니어모터를 이용한 운송수단기술에 집중하여 기술개발 하는 편이 더 효과적이며, 이와 연계된 무인자동장비기술을 개발하는 것이 성공확률을 높일 수 있다는 점을 알 수 있음

○ 실제로 본 기획과제에서 도출한 세 가지 기술은 기술구현에 필요한 기본적인 작동원리에 대한 개념구상(concept design)을 마쳤다는 공통점이 있음

○ 아울러 R&D 본 사업이 추진되어 기술 현장응용에 필요한 다소간의 기술개발, 개선 및 보완과정과 테스트베드 건설을 통한 실질적인 검증과정만 거치면 당장이라도 사업을 추진할 수 있는 능력과 의지를 보유한 민간 기업들이 기술개발에 직간접적으로 참여하고 있음. 이 또한 사업성공의 가능성을 높여주는 긍정적인 요인으로 판단됨

○ 한편, 일부 기술에 대해서는 적용을 희망하고 테스트베드 건설을 위한 부지까지도 제공하려는 지자체와의 협의가 추진되고 있어 사업성공 가능성을 더욱 높여주고 있음

○ 더욱이 금번 제시되는 세 가지 기술 모두가 순수 국산기술이라는 점은 섣부른 감이 없지는 않지만 장차 본 기술들이 미래 국가 성장동력으로 육성될 수 있는 가능성까지도 시사한다고 해석 할 수도 있음

○ 아직 개발이 되지도 않은 기술을 두고 미래 국가 성장동력 운운하는 것이 다소 조급한 감이 있다하더라도 비싼 로열티를 치르고 외국과 기술협력 과정이 없이도 우리의 힘만으로 상용화할 수 있는 가능성이 높다는 점에서 고무적이라 할 것임

4. 사업의 특수사항 등

○ 본 기획과제에서 도출한 세 가지 기술 중 '대량 규격화물 지하운송 시스템'은 노웨이트 트렌짓 시스템(Nowait Transit System)이라는 이름으로 노웨이트(주)라는 민간기업에서 당초 여객수송용 경전철시스템으로 개발된 국내기술을 정부출연연구소인 한국교통연구원에서 물류분야에 적용하면서 새로운 물류기술로 제안한 과제임

○ '소형화물 개별 지하운송 시스템'은 독일의 보훔대학에서 개발된 카고캡(CargoCap)이라는 시스템과 유사점이 많으나 회전모터방식을 선형모터방식으로 개선하는 등 기존 해외특허 회피에 필요한 요소기술을 보유한 상태로 알려짐

○ '파이프라인 벌크 지하운송 시스템'은 당초 생활쓰레기 관로수거 시스템으로 유명한 엔백(주)라는 스웨덴기업의 국내법인인 엔백 코리아가 별도의 연구개발과정을 거쳐 관로수거 시스템 설치과정에서 축적된 기술로 쓰레기뿐만 아니라 벌크화물수송에 활용할 수 있는 개념을 제안한 과제임

3절. 경제·사회·과학기술적 타당성

1. 경제성 분석

가. 대상 과제별 후보지 도출 및 경제성 분석 개요

(1) 대상 후보지 도입여건

□ 대량 규격화물 지하운송 시스템

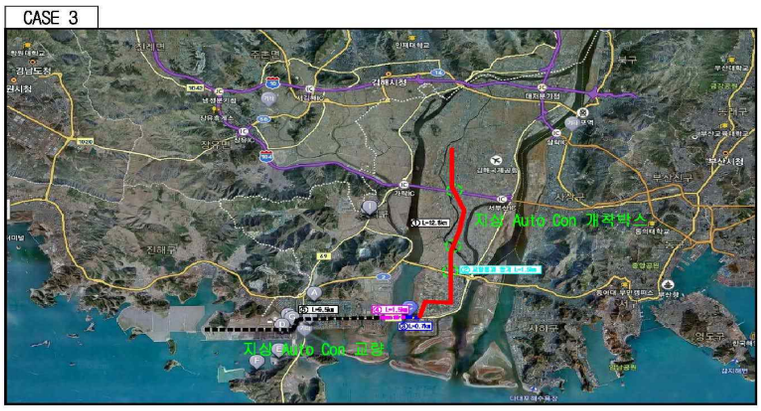
○ 지역 및 위치 : 부산신항 배후 국제산업물류도시 내(낙동강 하구 강서지역 일대 약 33㎢)

○ 분석 대상 구간

- 대량 규격화물 지하운송 시스템 건설 시
  - 부산신항 배후 국제산업물류도시의 물동량을 모두 대량 규격화물 지하운송 시스템으로 처리하는 방식을 대안 1, 2와 비교하여 경제성 평가를 실시함
  - 부산신항 도로~지방도 1047호선(왕복10차로) 구간 9.5㎞, 신호대교(왕복4차로)구간 1.5㎞, 명지지구 약 0.7㎞로 약 11.7㎞이며, 복합물류터미널에서 명지지구까지는 연장이 14.3㎞로 각각 토공 12.8㎞ 및 세미실드 3개소 1.5㎞(남해제2고속도로 지선 및 평강천, 국도2호선의 횡단이 요구되어 개착공법과 연결성이 좋은 세미실드 터널으로 계획)로 총 연장 26.0㎞임
- 기존 지상 도로 이용 시(대안 1)
  - 현재 기존 건설된 도로를 활용하고 부족한 도로시설만 신설하여 트럭을 이용해 수요를 처리하는 대안으로 대량 규격화물 지하운송 시스템과 비교하는 경제성 평가를 실시함
  - 기존 도로시설 활용 구간은 부산신항 도로~지방도 1047호선(왕복10차로)~신호대교(왕복4차로)~명지지구를 잇는 11.7㎞ 구간임
  - 도로신설 구간은 명지지구 지방도 1047호선(왕복10차로)에서 복합물류터미널 예정지까지 14.3㎞로 각각 토공 12.8㎞ 및 교량구간 3개소 1.5㎞(남해 제2고속도로 지선 및 평강천, 국도2호선의 횡단이 요구되어 교량으로 계획하였으며 교량연장 합계) 구간 임

대량 규격화물 지하운송 시스템 건설 노선

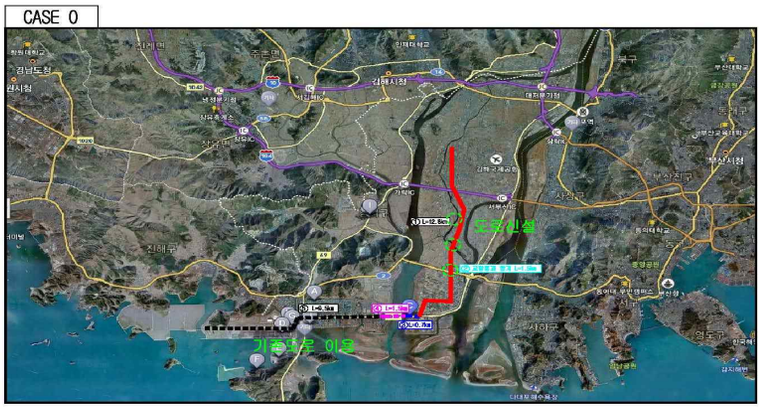
CASE 3



신설구간 연장(교량 포함)
= 26.0㎞

기존 지상 도로 이용 노선
(대안 1)

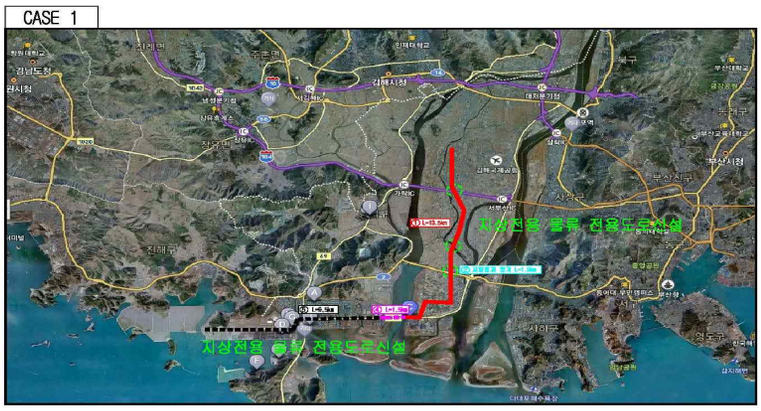
CASE 0



신설구간 연장(교량 포함)
= 14.3㎞
(기존 지상도로 이용 연장
= 11.7㎞)

지상 물류 전용도로 신설 노선
(대안 2)

CASE 1



신설구간 연장(교량 포함)
= 26.0㎞

[그림 7-6] 대량 규격화물 지하운송 시스템 대안별 노선 및 연장(신설)

- 지상 물류 전용도로 신설 시(대안 2)
  · 현재 기존 건설된 도로를 활용하지 않고 수요를 모두 지상 물류 전용도로로 신설하여 처리하는 대안으로 대량 규격화물 지하운송 시스템과 비교하는 경제성 평가를 실시함
  · 도로시설에 인접하여 신설하는 구간은 부산신항 도로~지방도 1047호선(왕복 10차로) 구간 9.5㎞, 신호대교(왕복4차로) 구간 1.5㎞, 명지지구 0.7㎞로 구간 합계 11.7㎞이며, 물류전용 도로 신설 구간은 명지지구 지방도 1047호선(왕복 10차로)에서 복합물류터미널 예정지까지 14.3㎞로 각각 토공 12.8㎞ 및 교량 구간 3개소 1.5㎞(남해 제2고속도로 지선 및 평강천, 국도2호선의 횡단이 요구되어 교량으로 계획하였으며 교량연장 합계)로 총 26.0㎞임

○ 분석 기간 : 2016년~2059년(기준년도 2010년, 개통년도 2020년)

□ 소형화물 개별 지하운송 시스템

○ 지역 및 위치 : 인천국제공항 내 KTX역사와 공항물류단지 및 화물터미널 연계

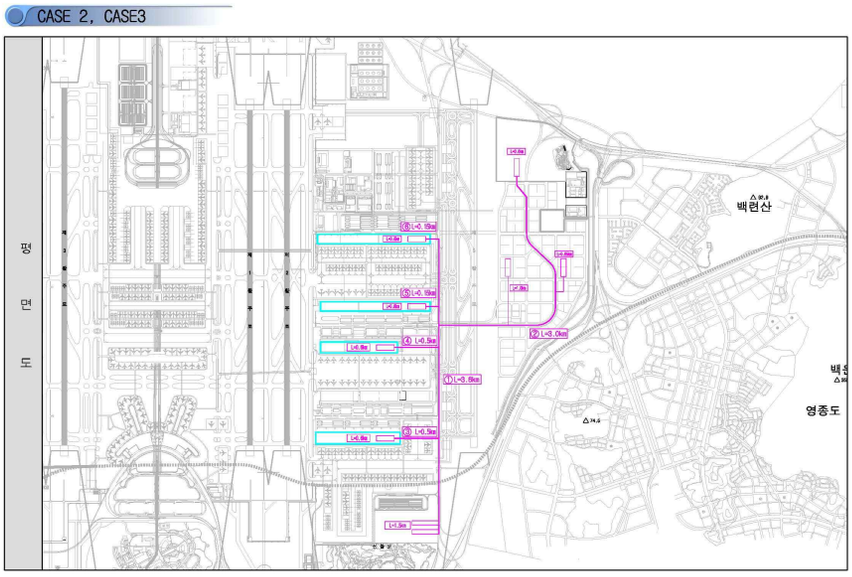
○ 분석 대상 구간

- 소형화물 개별 지하운송 시스템 건설 시
  · 인천국제공항에서 처리하는 물동량을 모두 소형화물 개별 지하운송 시스템으로 처리하는 방식을 대안 1과 비교하여 경제성 평가를 실시함
  · 내부직경 2.0m~4.0m 이상(외부직경 2.6m~4.6m 이상)의 N.A.T.M공법 터널로 신설하는 노선계획임
  · 복선으로 공항화물청사역과 남·북측 화물터미널을 통과하여 공항물류단지 및 추가 공항물류단지까지 연장 10.9㎞로 복선 또는 단선병렬로 노선을 계획함
- 기존 지상 도로 이용 및 신설 시(대안 1)
  · 인천국제공항의 향후 제5활주로 건설이 되었을 경우 현재 기존 건설된 도로 활용 및 활주로를 우회하는 도로 신설을 모두 고려하여 트럭을 이용해 수요를 처리하는 대안으로 소형화물 개별 지하운송 시스템과 비교하는 경제성 평가를 실시함
  · 도로 신설구간은 북측 3.4㎞ 및 남측 2.8㎞(인천국제공항 고속도로(왕복4차

선) 횡단을 위한 교량 0.7㎞를 포함)

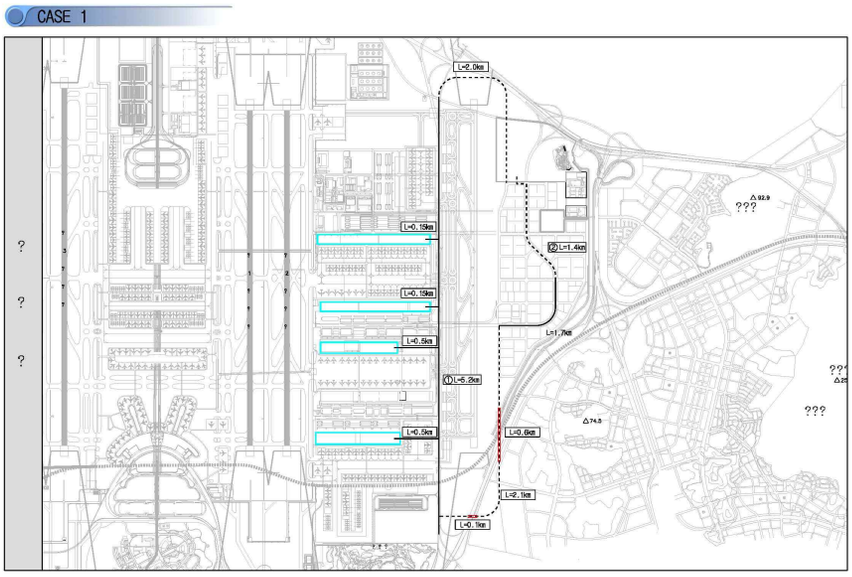
○ 분석 기간 : 2016년~2059년(기준년도 2010년, 개통년도 2020년)

소형화물 개별 지하운송 시스템 노선



신설구간 연장 = 10.9㎞

기존 지상 도로 이용 및 신설 노선 (대안 1)



신설구간 연장(교량 포함) = 6.2㎞ (기존 지상도로 이용 연장 = 6.9㎞)

[그림 7-7] 소형화물 개별 지하운송 시스템 대안별 노선 및 연장(신설)

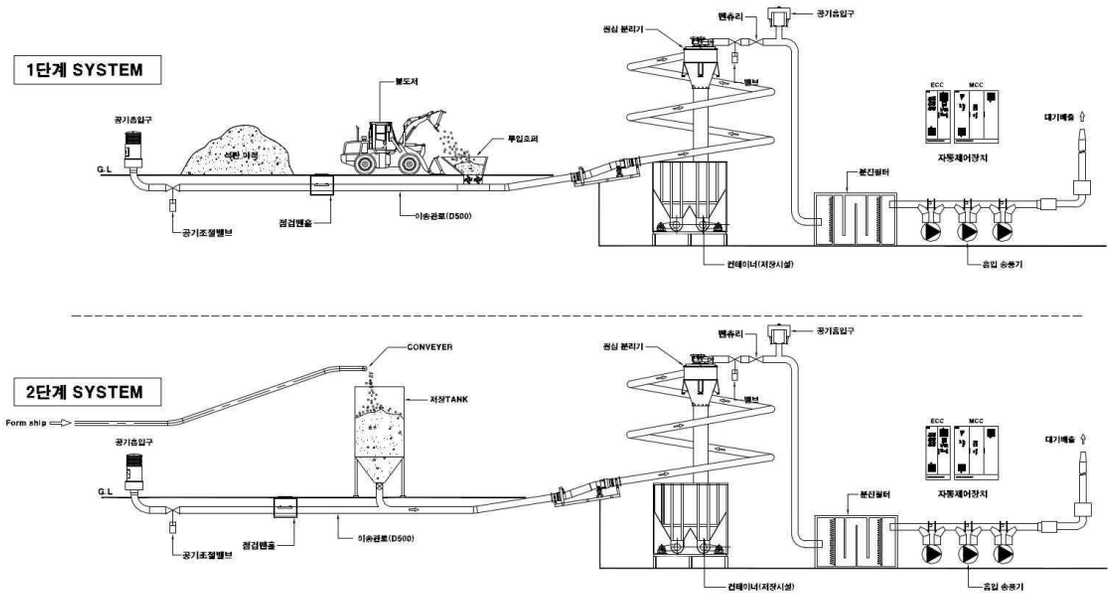
□ 파이프라인 벌크 지하운송 시스템

○ 지역 및 위치 : 한국남부발전 하동화력발전소

○ 분석 대상 구간

- 한국남부발전 하동화력발전소 내 일 40,000톤 석탄이 연소되며, 석탄은 배로 운송되어 컨베이어로 야적장까지 자동 이송됨
- 야적장까지 이송되는 석탄을 컨베이어에서 파이프라인 벌크운송 시스템으로 전환시키는데 드는 비용을 산출함
  · 단, 편익을 산출하는데 어려움이 있어 경제성 평가를 실시하지 않음

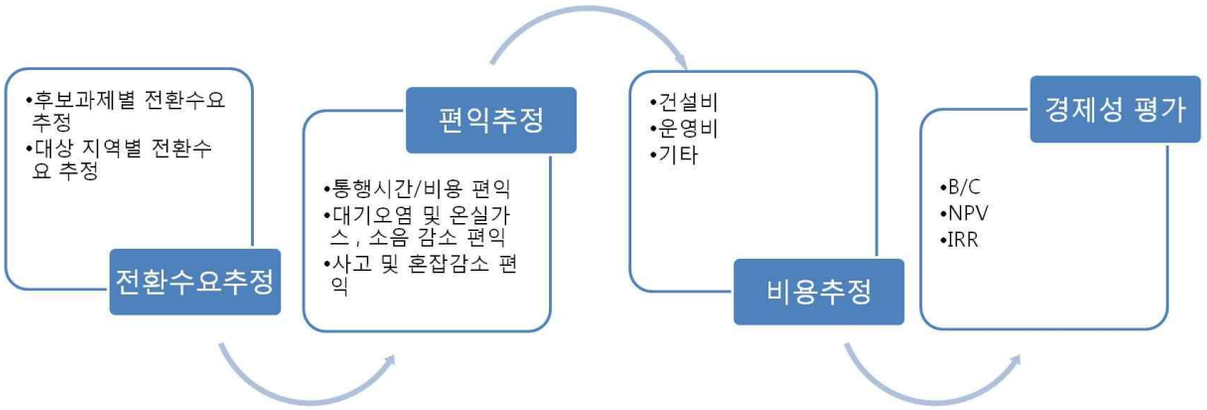
파이프라인 벌크 지하운송 시스템 노선



[그림 7-8] 파이프라인 벌크 지하운송 시스템 단계별 구상도

(2) 경제성 분석 개요

○ 경제성 분석은 과제별 후보지를 대상으로 다음 [그림 7-9]의 절차를 수행함



[그림 7-9] 경제성 분석 절차

○ 수요 추정은 각 3가지 과제별 분석 대상이 되는 지역 및 노선에 대한 물동량 및 경로 길이 등을 토대로 산정함

○ 편익 추정은 해당 시스템이 건설된 사업 후와 사업 전의 비용 및 시간 절감에 대한 편익으로 구성되고, 편익의 일반적인 항목은 다음 [표 7-5]와 같으며, 또한 비용 추정은 사업을 시행하는데 드는 총 비용을 말하고, 비용 항목은 크게 총사업비와 운영비로 구성됨. 각 사업별로 사업의 특성에 따라 편익 및 비용 항목을 추가하거나 제외할 수 있음

[표 7-5] 편익 분석 항목

구분	항목	비고
직접편익	- 차량운행비용 절감 편익 · 유류비, 엔진오일비, 타이어비, 유지정비비, 감가상각비의 차이 - 화물 통행시간 절감 편익 · 화물 통행시간의 차이를 시간가치로 환산 - 교통사고 감소 편익 · 교통사고 비용의 차이 - 환경비용 절감 편익 · 대기오염, 온실가스, 소음의 차이를 비용으로 환산 - 하역비 절감 편익 · 하역작업 개선에 의한 비용의 차이	편익분석 반영
간접편익	- 지역개발 효과 - 시장권의 확대 - 지역 산업구조의 개편 등	편익분석 미반영

[표 7-6] 비용 분석 항목

구분	항목
사업비	- 공사비 - 부대비 - 용지보상비 - 예비비
운영비	- 차량구입비 - 인건비 - 동력비 - 운행 및 유지관리비

○ 경제적 타당성 평가 시 고려해야하는 편익/비용 비율(B/C), 순현재가치(NPV), 내부수익률(IRR)의 산정식은 다음과 같음

- 일반적으로 공공교통시설 개발사업의 경우 비용이 평가대상 기간의 초기에 집중되고 편익이 시설 완성 후와 평가대상 기간 내에 지속적으로 발생함

$$\text{편익/비용 비율}(B/C)=\sum_{t=0}^{n}\frac{B_t}{(1+r)^t}\Big/\sum_{t=0}^{n}\frac{C_t}{(1+r)^t}$$

$$\text{순현재가치}(NPV)=\sum_{t=0}^{n}\frac{B_t}{(1+r)^t}-\sum_{t=0}^{n}\frac{C_t}{(1+r)^t}$$

$$\text{내부수익률}(IRR)=\sum_{t=0}^{n}\frac{B_t}{(1+r)^t}=\sum_{t=0}^{n}\frac{C_t}{(1+r)^t}$$

여기서, B_t : t시점의 편익

C_t : t시점의 비용

r : 할인율

n : 사업 분석기간

○ 개별 사업의 타당성 평가기준은 원칙적으로 경제적 타당성 분석결과를 이용하여야 하며 경제적 타당성은 편익/비용 비율(B/C Ratio)을 기준으로 평가하되, 분석가의 판단 하에 순현재가치(NPV), 내부수익률(IRR) 등도 종합적으로 고려하여 결정할 수 있음

□ 편익/비용 비율(B/C)

○ 편익/비용 비율이 1.0을 초과할 경우 대상 교통시설 개발사업은 사회적으로 가치가 있다고 판단되어 채택할 수 있으나, 편익과 비용의 추정에 어느 정도 불확실성이 포함되어 있기 때문에 민감도 분석을 시행하여 판단함

□ 순현재가치(NPV)

○ 순현재가치(NPV)는 교통시설에 대한 투자를 통해 얻을 수 있는 효과의 대소를 나타내므로 순현재가치가 (+) 값일 때는 대상 투자사업이 사회적으로 실시할 가치가 있다고 판단함

- 이 지표를 우선순위 판단에 적용할 경우 큰 규모의 사업에 우선순위가 주어지는 문제가 있으므로 이 지표는 참고 자료로만 사용하도록 함

□ 내부수익률(IRR)

○ 일반적으로 편익/비용 비율과 경제적 순현재가치가 사업의 채택조건을 충족시킨다고 할 때 경제적 내부수익률은 사회적 할인율 보다 높은 값을 가지며, 이 값이 채택기준이 됨

- 내부수익률 수준이 사회적 할인율보다 큰 경우에는 해당사업의 타당성이 존재하는 것으로 판단함
- 경제적 내부수익률이 크다는 것은 미래의 편익을 낮게 평가함에도 불구하고 사업의 효과가 있다는 것을 의미하는 것이므로 경제적 내부수익률이 큰 공공교통시설 개발사업은 우량한 사업임

나. 대량 규격화물 지하운송 시스템

(1) 수요 추정

○ 부산신항 배후 국제산업물류도시의 수송물량을 예측하고, 예측된 물동량 중 총 수출입 물동량을 적용함

- 부산신항 배후 국제산업물류도시의 2020년 예측 물동량은 다음과 같음

[표 7-7] 2020년 국제산업물류도시 종합물동량

(단위 : 일)

구분	유출입물량 (TEU/VAN)	수출입(TEU/VAN)			국내(TEU/VAN)		
		계	항공(5%)	해상(95%)	계	철송(20%)	육송(80%)
광역산업 용지	1,178 /786	589.0 /393	29.5 /20	559.6 /373	589.0 /393	117.8 /79	471.2 /315
복합물류 용지	1,579 /1,053	789.5 /527	39.5 /27	750.0 /500	789.5 /527	157.9 /106	631.6 /422
녹색산업 용지	351.4 /235	175.7 /117	8.8 /6	166.9 /111	175.7 /117	35.1 /24	140.6 /94
주거용지	606.6 /405	303.3 /203	15.2 /10	288.3 /193	303.3 /203	60.6 /40.4	242.7 /162
계	3,715.0 /2,477	**1,857.5 /1,239**	83 /63	1,764.8 /1,177	1,857.5 /1,239	371.4 /250	1,486.1 /993

자료 : 부산광역시 내부자료

○ 2020년 국제산업물류도시 수출입 물동량에 KTDB의 물동량 연평균 증가율인 1.90%(2021~2031년), 1.91%(2031~2036년)을 적용하여 2030년, 2040년 연간 물동량 수요를 예측함

[표 7-8] 국제산업물류도시 물동량 예측 결과

연도	물동량(TEU/년)
2020	677,988
2030	818,772
2040	989,409

주 : 연간 물동량으로 변환 시 365일 적용

(2) 편익 추정

[표 7-9] 대량 규격화물 지하운송 시스템 사업의 편익 항목

항목	설명
차량운행비용 절감 편익	유류비, 엔진오일비, 타이어마모비, 유지관리비, 감가상각비의 차이
통행시간 절감 편익	화물차 운전자 통행시간을 시간가치로 환산
교통사고비용 절감 편익	교통사고비용의 차이
환경비용 절감 편익	대기오염, 소음의 차이를 비용으로 환산
혼잡비용 절감 편익	화물차의 통행으로 인한 혼잡을 비용으로 환산
화물운송시간 절감 편익	화물의 재고관리비용을 운송 시간가치로 환산
유지관리비 절감 편익	인프라 및 시스템의 대안간 유지관리비용의 차이

○ 대량 규격화물 지하운송 시스템 건설과 각각의 대안 1, 2와 비교 편익 분석을 실시함

○ 신규 시스템 건설 시와 대안 1, 2와의 비교 편익은 유지관리비 절감 편익을 제외하고 모두 같은 값임

(가) 차량운행비용 절감 편익

○ 대량 규격화물 지하운송 시스템 사업 시행 시 통행거리가 단축되고 통행속도가 증가함에 따라 차량운행비용이 감소되는 효과가 발생함

- 차량운행비용 산정에는 유류비, 엔진오일비, 타이어 마모비, 유지관리비, 감가상각비만을 고려함

$$VOCS = VOC_{\text{사업미시행}} - VOC_{\text{사업시행}}$$

여기서, $VOC = \sum_{l}\sum_{k=1}^{3}(D_{lk} \times VT_k \times 365)$

D_{lk} : 링크별(l), 차종별(k) 대-km

VT_k : 차종별(k) 해당 링크 주행속도의 km당 차량운행비용

k : 차종(1:승용차, 2:버스, 3:화물차)

□ 편익 산출 근거

○ 차량운행비용 절감 편익은 해당 물동량이 대형트럭을 이용해 50㎞/h의 통행속도로 대량 규격화물 지하운송 시스템 분석 구간인 26.0㎞를 운행하는 비용을 산출함

- 연간 운행 소요대수 산정을 위해 TEU를 톤으로 변환 시 TEU당 20톤을 운반하게 되며, 또한 대형트럭(8.5톤 이상)의 평균 적재효율 52.28%를 적용하여 소요대수를

산정함

· 차량운행비용 원단위의 경우 2007년 기준이므로 이를 분석 기준연도인 2010년으로 보정해주기 위해 소비자 물가지수를 적용함

[표 7-10] 대량 규격화물 지하운송 시스템 공사 구간 및 길이

(단위 : km)

운행 구간	구간 길이	비고
지하 개착박스	13.5	부산신항 배후 국제산업물류도시
지하 세미쉴드(3개소)	1.5	
해상 교량	1.5	부산신항
지상 교량	9.5	
총 연장	26.0	-

자료 : (주)유경기술단 분석자료

[표 7-11] 화물차량 중량별 평균 적재율 및 적재 효율

구분	평균 적재율(%)	적재 효율(%)
1톤 이하	63	37.70
1톤 초과~3톤 이하	71	43.23
3톤 초과~8톤 미만	79	50.75
8톤 이상	82	**52.28**
전체	69	42.62

자료 : 한국교통연구원, KTDB, 2008

[표 7-12] 국제산업물류도시 연간 운행 소요대수 추정

연도	물동량(대/년)
2020	648,420
2030	783,064
2040	946,259

주 : 1TEU 당 20톤 적재, 대당 2TEU 적재 반영

[표 7-13] 차종별·속도별 차량운행비용(2007년 기준)

(단위 : 원/km-대)

차종	속도	유류비	엔진 오일비	타이어 마모비	유지 관리비	감가 상각비	합계
소형트럭	10	91.55	8.50	0.63	12.92	249.02	362.62
	20	61.32	7.69	1.16	14.57	205.71	290.45
	30	47.50	6.88	1.89	16.06	168.90	241.24
	40	45.11	6.07	2.63	16.56	140.75	211.12
	50	50.93	6.07	3.37	18.21	121.25	199.84
	60	58.48	5.67	4.22	19.04	107.18	194.59
	70	70.97	5.27	5.27	19.86	96.36	197.72
	80	97.18	4.86	6.43	21.53	86.62	216.61
	90	101.86	4.46	7.79	23.68	79.47	217.26
	100	121.47	4.46	9.27	25.50	73.61	234.31
중형트럭	10	91.55	11.67	2.39	27.95	353.18	486.91
	20	61.32	10.54	3.78	29.78	298.84	404.25
	30	47.50	9.41	5.37	31.61	262.62	356.50
	40	45.11	8.28	7.35	33.60	221.87	316.22
	50	50.93	7.53	9.74	37.11	194.70	300.01
	60	58.48	6.78	12.11	39.70	174.31	291.39
	70	70.97	6.40	14.70	44.59	158.48	295.14
	80	97.18	5.64	18.27	48.87	144.89	314.85
	90	101.86	6.40	21.85	54.21	132.67	317.00
	100	121.47	7.16	26.22	58.04	123.67	336.49
대형트럭	10	287.09	14.24	2.82	33.34	324.73	662.22
	20	225.58	12.73	4.90	42.11	266.73	552.06
	30	161.95	10.91	7.41	50.01	220.34	450.62
	40	119.18	9.70	10.53	52.65	185.56	377.61
	50	114.85	8.94	13.80	55.27	154.24	**347.11**
	60	128.90	8.03	18.25	61.42	133.37	349.97
	70	146.88	7.12	22.84	61.42	119.46	357.73
	80	170.70	5.91	29.08	70.19	104.37	380.25
	90	203.75	6.36	36.65	81.60	102.06	430.42
	100	242.92	7.12	44.96	90.37	91.62	476.98

자료 : KDI, 도로·철도 부문 사업의 예비타당성조사 표준지침 수정·보완 연구(제5판), 2008

[표 7-14] 연도별 소비자 물가지수

단위	2008년	2009년	2010년
%	4.70	2.80	2.90

자료 : 통계청, e-나라지표, http://www.index.go.kr/egams/index.jsp

(나) 통행시간 절감 편익

○ 사업을 시행하면 통행자의 교통수단, 통행경로, 통행수단 등 교통패턴의 변화가 발생하며 이와 같은 통행패턴의 변화는 해당 교통시설을 통행하는 통행자는 물론 주변 교통 네트워크를 이용하는 통행자의 통행시간에도 영향을 미침

- 즉, 차량속도가 향상되면서 운전자의 통행시간이 절감되고, 통행자는 절감된 시간을 다른 목적에 활용할 수 있게 되며 이처럼 통행시간 절감편익은 통행시간가치에 의하여 결정됨

$$VOTS = VOT_{\text{사업미시행}} - VOT_{\text{사업시행}}$$

여기서, $VOT = \sum_{l}\sum_{k=1}^{4}(T_{kl} \times P_k \times Q_{kl} \times 365)$

T_{kl} : 링크 l의 차종별 인별 통행시간

P_k : 차종별 인별 시간가치

Q_{kl} : 링크 l의 차종별 인별 통행량

k : 차종(1:승용차, 2:버스, 3:화물차), 인(4:철도)

□ **편익 산출 근거**

○ 차량운행비용 절감 편익 산정 시 도출된 트럭의 연간 운행 소요대수가 분석 노선 26.0㎞를 50㎞/h의 속도로 운행했을 때 평균 운행시간을 산출하여 화물차 운전자의 1인당 월평균급여, 근로시간, 시간당 임금, 임금에 대한 오버헤드 비율을 적용하여 산정된 통행시간가치 원단위를 적용함

- 업무통행 시간가치 원단위의 경우 2007년 기준이므로 이를 분석 기준연도인 2010년으로 보정해주기 위해 소비자 물가지수를 적용함

[표 7-15] 업무통행 시간가치(2007년 기준)

구분	승용차 운전자	버스 운전자	화물차 운전자
1인당 월평균급여(원/월)	2,718,288	1,794,492	2,259,048
근로시간(시간/월)	188.7	211.6	183.9
시간당 임금(원/인·시간)	14,405	8,481	12,284
임금에 대한 오버헤드 비율(%)	29.3	20.6	34.9
시간가치(원/인·시간)	18,626	10,228	**16,571**

자료 : KDI, 도로·철도 부문 사업의 예비타당성조사 표준지침 수정·보완 연구(제5판), 2008

(다) 화물운송시간 절감 편익

○ 화물의 기회비용 관점에서 화물운송 시간가치는 화물의 운송시간이 지연됨에 따라 화주가 지불하는 시간당 재고관리비용으로 정의할 수 있음

□ 편익 산출 근거

○ 앞서 도출된 트럭의 연간 운행 소요대수가 분석 노선 26.0㎞를 운행 시 혼잡비용 원단위 717.20원/대-시간[66]을 적용하여 산정함

- 혼잡비용 원단위의 경우 2005년 기준이므로 이를 분석 기준연도인 2010년으로 보정해주기 위해 소비자 물가지수를 적용함

(라) 교통사고비용 절감 편익

○ 교통사고비용 절감 편익은 주행거리(억 대·km) 또는 수송실적(억 인·km)별 교통사고 발생비율과 교통사고비용의 원단위를 이용하여 교통사고비용을 산정한 후, 사업 시행 시와 미시행 시의 교통사고비용의 차이를 산출하여 교통사고비용 절감편익을 산정함

$$VACS = VAC_{\text{사업미시행}} - VAC_{\text{사업시행}}$$

여기서, $VAC_{\text{도로}} = \sum_{t=1}^{} \sum_{s=1}^{2} (A_{ts} \times P_s \times VL_t)$

A_{ts} : 도로부문 사고유형별 1억 대-km당 교통사고 사상자수

P_s : 사고유형별 사고비용

VL_t : 연간 도로유형별 억 대-km

t : 도로유형(1:고속도로, 2:일반국도, 3:지방도)

s : 사고유형(1:사망, 2:부상)

□ 편익 산출 근거

○ 차량운행비용 절감 편익 산정 시 도출된 트럭의 연간 운행 소요대수가 분석 노선 26.0㎞를 운행했을 때 교통사고비용 원단위 중 PGS(Pain, Grief and Suffering : 교통사고에 따른 고통과 심리적 피해)를 고려한 원단위를 적용함

66) 이장호, 한상용, 요소비용 분석법을 이용한 도로 및 철도 화물시간가치 산정 연구, 2008

- 교통사고비용 원단위의 경우 2007년 기준이므로 이를 분석 기준연도인 2010년으로 보정해주기 위해 소비자 물가지수를 적용함

[표 7-16] 도로유형별 교통사고 발생비율

도로유형	km당 사고건 수	1억 대·km당 사망자 수	1억 대·km당 부상자 수
고속국도	1.09	0.79	16.97
일반국도	2.49	3.11	107.27
지방도	0.94	**2.40**	**73.61**
특별광역시도	4.86	-	-
시 · 군도	1.32	-	-

주 : 기타 도로는 제외하였음
자료 : KDI, 『도로·철도 부문 사업의 예비타당성조사 표준지침 수정·보완 연구(제5판)』, 2008

[표 7-17] 도로부문의 교통사고비용 원단위(2007년 기준)

(단위 : 만 원)

구분		사망	부상
사상자 1명당	PGS 제외	41,944	519
	PGS 포함	**52,741**	**2,156**
사고 1건당	PGS 제외	2,595	
	PGS 포함	4,159	

자료 : KDI, 『도로·철도 부문 사업의 예비타당성조사 표준지침 수정·보완 연구(제5판)』, 2008

(마) 환경비용 절감 편익

○ 교통부문 사업의 시행에 따른 환경영향으로 대기오염, 수질오염, 소음, 진동, 지반침하, 식물 및 동물 등 생태계 영향, 경관변화, 지구온난화 등을 초래할 수 있음

○ 이 중 비교적 영향의 정도가 크고 환경영향에 대한 평가 및 가치화가 용이한 대기오염과 소음 발생에 초점을 맞추어 환경비용을 산정함

① 대기오염 절감 편익

○ 대기오염 절감 편익은 트럭 주행으로 인해 발생하는 오염물질별 배출계수를 산정하고, 오염물질별 대기오염비용 원단위를 산정하여, 사업 시행으로 인한 오염원별, 오염물질 배출량의 변화를 산정하고 이를 오염물질별 대기오염비용 원단위를 곱하여 화폐가치화 함

- 분석 시 고려하는 대기오염물질은 CO, NOx, HC, PM, CO_2임

$$VOPCS = VOPC_{\text{사업미시행}} - VOPC_{\text{사업시행}}$$

$$\text{여기서, } VOPC = \sum_{l}\sum_{k=1}^{3}(D_{lk} \times VT_k \times 365)$$

D_{lk} : 링크별(l), 차종별(k) 대-km

VT_k : 차종별(k) 해당 링크 주행속도의 km당 대기오염비용

k : 차종(1:승용차, 2:버스, 3:화물차)

□ 편익 산출 근거

○ 앞서 도출된 트럭의 연간 운행 소요대수가 분석 노선 26.0㎞를 운행했을 때 대기오염비용 원단위를 적용하여 산정함

- 대기오염비용 원단위의 경우 2007년 기준이므로 이를 분석 기준연도인 2010년으로 보정해주기 위해 소비자 물가지수를 적용함

[표 7-18] 차종별·속도별 대기오염비용(2007년 기준)

(단위 : 원/km)

차종	속도	CO	NOx	HC	PM	CO_2	합계
소형트럭	10	10.79	23.25	2.11	6.43	18.34	60.91
	20	8.26	14.26	1.47	5.42	12.42	41.84
	30	7.06	10.71	1.19	4.91	9.89	33.77
	40	6.32	8.27	1.04	4.58	8.50	28.70
	50	5.79	7.05	0.92	4.34	7.87	25.97
	60	5.40	6.20	0.84	4.15	7.63	24.23
	70	5.09	5.71	0.77	4.00	7.78	23.35
	80	4.83	5.60	0.73	3.86	8.33	23.35
	90	4.62	5.85	0.68	3.76	9.26	24.17
	100	4.43	6.46	0.65	3.66	10.59	25.79
중형트럭	10	51.85	113.73	21.63	23.92	27.98	239.10
	20	32.61	77.61	13.79	15.96	22.96	162.92
	30	24.86	62.90	10.60	12.60	18.80	129.77
	40	20.51	54.64	8.79	10.66	15.52	110.13
	50	17.67	48.01	7.61	9.35	13.11	95.75
	60	15.65	43.04	6.76	7.93	11.58	84.97
	70	14.11	39.72	6.12	7.10	10.93	77.96
	80	12.90	38.04	5.61	6.63	11.14	74.33
	90	11.93	38.02	5.20	6.54	12.22	73.91
	100	11.12	39.64	4.85	6.82	14.17	76.60
대형트럭	10	63.23	315.68	21.81	70.21	133.26	604.19
	20	37.83	242.86	14.73	52.49	101.71	449.63
	30	28.01	208.33	11.71	44.26	86.85	379.16
	40	22.63	186.85	9.59	39.23	77.63	335.93
	50	19.18	171.72	8.77	35.72	71.17	**306.57**
	60	16.76	160.28	7.91	33.09	66.28	284.32
	70	14.95	151.20	7.25	31.01	62.42	266.84
	80	13.54	143.75	6.72	29.32	59.25	252.57
	90	12.41	137.49	6.28	27.91	56.59	240.63
	100	11.47	132.11	5.93	26.69	54.32	230.52

자료 : KDI, 『도로·철도 부문 사업의 예비타당성조사 표준지침 수정·보완 연구(제5판)』, 2008

② 소음 절감 편익

○ 소음 절감 편익을 산정하기 위해서는 사업 시행으로 발생하는 소음 변화량과 단위소음당 원단위에 대한 정보가 필요함

○ 사업 미시행 시와 시행 시의 소음도 차이를 구한 후 단위소음량(1dB) 저감을 위해 필요한 유지관리비용 원단위를 곱해 사업 시행으로 인한 소음영향을 화폐가치화 함

$VONCS = VONC_{사업미시행} - VONC_{사업시행}$

여기서, $VONC = \sum_i \sum_j (P \times l_{ij} \times L_{ij})$

P : 소음비용의 원단위

l_{ij} : 대상 노선 연장길이

L_{ij} : 예측소음도

i : 도로 및 철도 구분(일반도로, 고속도로, 일반철도, 고속철도 등)

j : 영향권 내 개별 링크

□ 편익 산출 근거

○ 앞서 도출된 트럭의 연간 운행 소요대수가 50㎞/h의 속도로 운행할 때 소음도 예측식을 이용하여 분석 노선 26.0㎞를 운행 시 등가소음도(dB) 산정하고, 소음비용의 평균 원단위를 적용하여 산정함

- 소음비용 원단위의 경우 2007년 기준이므로 이를 분석 기준연도인 2010년으로 보정해주기 위해 소비자 물가지수를 적용함

<일반도로의 소음도 예측식(국립환경연구원식) - 도로단에서 10m 이상 지역>

$$L_{eq} = 1.1 \times [20 + 10\log(\frac{Q \cdot V}{l})] - 9\log\gamma_a + C$$

여기서, L_{eq} : 등가소음도(dB)

Q : 시간당 등가교통량(대/h) = 소형차(승용차) 통과대수+[대형차 통과대수(버스 및 트럭)×10]

V : 평균차속(㎞/h)

l : 가상주행 중심선에서 도로단까지의 거리+기준거리(계산방식은 표 참조)

r_a : 기준거리에 대한 도로단에서 예측지점까지의 거리비(계산방식은 표 참조)

C : 상수, C는 Q를 교통량(대/h)이라고 정의할 때,

$15{,}000 < Q$ 이면 $C = -5.5$

$10{,}000 < Q \leq 15{,}000$ 이면 $C = -4$

$5{,}000 < Q \leq 10{,}000$ 이면 $C = -2.5$

$2{,}000 < Q \leq 5{,}000$ 이면 $C = -1$

[표 7-19] 일반도로의 소음도 예측식 이격거리 관련 파라미터

(단위 : m)

변수	설명 및 계산	적용 수치		비고
		도시부	지방부	
평균 이격거리	음원-수음점 간 거리	27.9	59.0	
도로폭	가상주행 중심선 ~도로단 간 거리	6.1	5.3	도로폭(차로)과 도로특성에 따라 별도 수치 적용 가능
기준거리		10	10	
l	도로폭+기준거리	16.1	15.3	
r_a	(평균 이격거리-도로폭) / 기준거리	2.2	5.4	

자료 : KDI, 『도로·철도 부문 사업의 예비타당성조사 표준지침 수정·보완 연구(제5판)』, 2008

[표 7-20] 소음비용의 평균 원단위(2007년 기준)

(단위 : 원/dB·m·년)

구분	도 시 부	지 방 부	평균
소음비용의 평균 원단위	3,739	**1,614**	1,903

자료 : KDI, 『도로·철도 부문 사업의 예비타당성조사 표준지침 수정·보완 연구(제5판)』, 2008

(바) 혼잡비용 절감 편익

○ 사업의 시행으로 인해 화물차 통행으로 인한 혼잡이 감소하는 것을 혼잡비용 절감 편익으로 산정함

□ 편익 산출 근거

○ 2008년의 화물차의 혼잡비용(2,170.5억 원)과 수송실적(101,437백만 톤-km)을 고려하여 화물차 혼잡비용 원단위인 21.4원/톤-km를 산정함

○ 앞서 도출된 트럭의 연간 운행 소요대수가 분석 노선 26.0㎞를 운행 시 혼잡비용 원단위를 적용하여 산정함

- 혼잡비용 원단위의 경우 2008년 기준이므로 이를 분석 기준연도인 2010년으로 보정해주기 위해 소비자 물가지수를 적용함

(사) 유지관리비 절감 편익

○ 유지관리비는 대량 규격 화물 운송 시스템의 운행 시 소요되는 인프라 및 시스템의 유지관리비로 구성됨

○ 유지관리비 절감 편익을 산정하기 위해서는 대안 1과 2의 도로 유지관리비와 대량 규격화물 지하운송 시스템 유지관리비와의 비용 차이를 산정해야 함

□ 대량 규격화물 지하운송 시스템 유지관리비

○ 인프라 유지관리비는 지하 터널과 교량의 유지관리비로 구성되며, 지하 터널은 15.0㎞ 구간(지하 노선 연장)의 매년 소요되는 비용을 산정하고, 교량의 경우 11.0㎞ 구간(지상 교량 연장)의 연차별 소요 비용을 산정함

- 단, 교량과 터널의 연간 유지보수비 산출식은 도로 4차로 기준이므로 대량 규격화물 지하운송 시스템의 인프라 유지관리비의 경우에는 교량이나 터널의 규모 차이에 의해 50% 비용이 드는 것으로 가정함

<교량의 연간 유지보수비(도로 4차로 기준)>	<터널의 연간 유지보수비(도로 4차로 기준)>
$y = 64.637\mathrm{Ln}(x) + 4.5237$ x : 경과 년수	$y = 46.835\mathrm{Ln}(x) - 29.973$ x : 경과 년수

자료 : 국토해양부, 『교통시설 투자평가지침 개정안』, 2009

○ 시스템 유지관리비의 경우 총 연장 26.0㎞(지하 및 지상 연장) 구간에 유지관리비 원단위 86백만 원/㎞를 적용하여 비용을 산출함

- 총 유지관리비 합의 10%를 일반관리비로 추가 산정함

□ 대안 1(기존 지상 도로 이용 시) 유지관리비

○ 대안 1의 인프라 유지관리비는 도로, 교량, 도로 및 교량 포장의 유지관리비로 구성됨

- 도로는 26.0㎞ 구간(전체 도로 연장)에 도로(4차선) 유지관리비 원단위 172.7백만 원/㎞[67]를 적용하여 매년 소요되는 비용을 산정함
- 교량의 경우 부산신항 배후 국제산업물류도시 내 1.5㎞ 교량과 부산신항을 연결하

67) 국토해양부, 『교통시설 투자평가지침 개정안』, 2009

는 1.5㎞ 교량의 총 연장 3.0㎞ 구간의 연차별 소요 비용을 산정함

- 도로 및 교량 포장은 포장의 연간 유지보수비 산정식을 이용하여 총 연장 26.0㎞ 구간의 연간 소요비용을 산정함
  · 총 유지관리비 합의 10%를 일반관리비로 추가 산정함

<교량의 연간 유지보수비> (도로 4차로 기준)	<포장의 연간 유지보수비> (4차로 기준 교량 및 터널 포함)
$y = 64.637\mathrm{Ln}(x) + 4.5237$ x : 경과 년수	$y = 3.273\mathrm{Ln}(x) - 0.602$ x : 경과 년수

자료 : 국토해양부, 『교통시설 투자평가지침 개정안』, 2009

□ 대안 2(지상 물류 전용도로 신설 시) 유지관리비

○ 대안 2의 인프라 유지관리비는 도로, 교량, 도로 및 교량 포장의 유지관리비로 구성됨

- 도로는 26.0㎞ 구간(전체 도로 연장)에 도로(4차선) 유지관리비 원단위 172.7백만 원/㎞[68]를 적용하여 매년 소요되는 비용을 산정함
- 교량의 경우 부산신항 배후 국제산업물류도시 내 1.5㎞ 교량과 부산신항을 연결하는 1.5㎞ 교량의 총 연장 3.0㎞ 구간의 연차별 소요 비용을 산정함
- 도로 및 교량 포장은 포장의 연간 유지보수비 산정식을 이용하여 총 연장 26.0㎞ 구간의 연간 소요비용을 산정함
  · 총 유지관리비 합의 10%를 일반관리비로 추가 산정함

<교량의 연간 유지보수비> (도로 4차로 기준)	<포장의 연간 유지보수비> (4차로 기준 교량 및 터널 포함)
$y = 64.637\mathrm{Ln}(x) + 4.5237$ x : 경과 년수	$y = 3.273\mathrm{Ln}(x) - 0.602$ x : 경과 년수

자료 : 국토해양부, 『교통시설 투자평가지침 개정안』, 2009

68) 국토해양부, 『교통시설 투자평가지침 개정안』, 2009

(3) 비용 추정

[표 7-21] 대량 규격화물 지하운송 시스템 사업의 비용 항목

항목	설명
건설비	공사비, 부대비(설계용역비(기본, 실시), 감리비 및 조사·측량비), 예비비
운행비	시스템 전기사용료
동력장치 및 차량구입비	차량 동력장치, 시스템 차량구입비

○ 비용 또한 편익과 마찬가지로 대량 규격화물 지하운송 시스템 사업 시행 시와 대안 1, 2와의 비교를 통해 그 차액을 비용으로 산출함

(가) 건설비

① 공사비

○ 공사비는 토공 및 교량 공사비와 궤도 공사비, 전력 공사비, 통신 공사비로 구성됨

□ 대량 규격화물 지하운송 시스템 공사비 산출 근거

○ 토공 및 교량 공사비는 공사구간 특성별 단가를 적용하여 산정함

[표 7-22] 대량 규격화물 지하운송 시스템 공사 구간 길이 및 공사비 적용 단가

(단위 : km, 백만 원/km)

구간	구간 길이	단가		비고
지하 개착박스	13.5	19,000	개착박스 복선 심도 10m 이하	부산신항 배후 국제산업물류도시
지하 세미실드(3개소)	1.5	25,000	세미실드 견적가(D7.5m 내외)	
하천 교량	1.5	25,300	KDI 일반도로 평균공사비의 65%	부산신항
지상 교량	9.5	33,000	지상교량 30% 할증	
총 연장	26.0	-		-

자료 : (주)유경기술단 분석자료

○ 궤도, 전력 및 통신 공사비의 경우 복선전철 일반부 표준 공사비 단가를 적용하여 전체 연장 26.0㎞ 구간거리의 공사비를 산정함

- 궤도, 전력 및 통신 공사비 항목의 원단위의 경우 2007년 기준이므로 이를 분석 기준연도인 2010년으로 보정해주기 위해 소비자 물가지수를 적용함

[표 7-23] 궤도공사 표준공사비(개략적 기준 : 2007년 기준)

(단위 : 억 원/km)

구분	단선		복선		복선전철	
	일반부	도시부	일반부	도시부	일반부	도시부
궤도	7	9	15	17	15	17

주 : 부가세 제외

자료 : KDI, 『도로·철도 부문 사업의 예비타당성조사 표준지침 수정·보완 연구(제5판)』, 2008

[표 7-24] 전력공사 표준공사비(개략적 기준 : 2007년 기준)

(단위 : 억 원/km)

구분		단선		복선		복선전철	
		일반부	도시부	일반부	도시부	일반부	도시부
전력		3.3	3.3	5.1	5.1	5.4	8.1
전철화	송전선로					0.8	0.8
	변전설비					5.2	5.2
	전차선로					8.0	8.0

주 : 부가세 제외

자료 : KDI, 『도로·철도 부문 사업의 예비타당성조사 표준지침 수정·보완 연구(제5판)』, 2008

[표 7-25] 통신공사 표준공사비(개략적 기준 : 2007년 기준)

(단위 : 억 원/km)

구분	단선		복선		복선전철	
	일반부	도시부	일반부	도시부	일반부	도시부
통신	4.9	4.9	4.9	4.9	7.4	9.8

주 : 부가세 제외

자료 : KDI, 『도로·철도 부문 사업의 예비타당성조사 표준지침 수정·보완 연구(제5판)』, 2008

□ 대안 1(기존 지상 도로 이용 시) 공사비 산출 근거

○ 대안 1의 경우 부산신항 배후 국제산업물류도시 내 신설되는 도로와 교량의 공사비만 고려함

- 대안 1은 토공 및 교량 공사비만 산출되며, 궤도·통신·전력 공사비는 제외됨

[표 7-26] 대안 1 공사 구간 길이 및 공사비 적용 단가

(단위 : km, 백만 원/km)

구간	구간 길이	단가		비고
토공	12.8	21,500	고속도로 건설단가의 60%	부산신항 배후 국제산업물류도시 내 도로 신설
교량	1.5	33,400	일반도로 건설 단가	
신설구간 연장	14.3	-		-

자료 : (주)유경기술단 분석자료

□ 대안 2(지상 물류 전용도로 신설 시) 공사비 산출 근거

○ 대안 2의 경우 부산신항 배후 국제산업물류도시 내 신설되는 도로, 교량 및 부산신항과 연결되는 교량, 부산신항 내 물류 전용도로 전체를 공사하는데 드는 비용을 산출함

- 대안 2는 토공 및 교량 공사비만 산출되며, 궤도·통신·전력 공사비는 제외됨

[표 7-27] 대안 2 공사 구간 길이 및 공사비 적용 단가

(단위 : km, 백만 원/km)

구간		구간 길이	단가		비고
토공		23.0	21,500	고속도로 건설단가의 60%	부산신항 배후 국제산업물류도시 내 및 부산신항 내 도로 신설
교량	지상	1.5	33,400	일반도로 건설 단가	부산신항 배후 국제산업물류도시 내
	하천	1.5	49,500	지상교량 30% 할증	부산신항 배후 국제산업물류도시와 부산신항 간
총 구간 연장		26.0	-		-

자료 : (주)유경기술단 분석자료

② 부대비

○ 부대비는 설계용역비(기본, 실시), 감리비 및 조사·측량비 등을 포함하는 비용이며, 각 대안별로 공사비에 의해 산정됨

- 설계용역비(기본, 실시) 및 감리비는 공사비 요율에 의해 비용을 산출함
- 조사·측량비는 공사비의 약 1%를 적용하여 산출함

[표 7-28] 공사비 요율에 의한 부대비

구분	건설부분의 요율(%)			
	기본설계	실시설계	공사감리	계
500억 원까지	1.41	2.84	1.33	5.58
1,000억 원까지	1.40	2.79	1.30	5.49
2,000억 원까지	1.38	2.76	1.28	5.42
3,000억 원까지	1.37	2.72	1.25	5.34
5,000억 원까지	1.34	2.70	1.23	**5.27**
5,000억 원 초과	기본설계요율 $= 2.75\times(\text{공사비})^{-0.0265}-0.006822$ 실시설계요율 $=5.0\times(\text{공사비})^{-0.0229}$ 공사감리요율 $=3.4816\times(\text{공사비})^{-0.0386}-0.00084$			

자료 : KDI, 『도로·철도 부문 사업의 예비타당성조사 표준지침 수정·보완 연구(제5판)』, 2008

③ 예비비

○ 사업비 산출의 오차 및 이에 따른 영향을 최소화하기 위하여 산출된 공사비, 부대비, 용지보상비 합의 10%를 예비비로 책정함

(나) 운행비

○ 운행비는 대량 규격화물 지하운송 시스템의 운행 시 소요되는 전력 요금이며, 대안 1과 2는 화물차량의 도로 이동에 따른 대안이므로 산정할 필요 없음

□ **비용 산출 근거**

○ 대량 규격화물 지하운송 시스템의 물동량 예측치가 총 연장 26.0㎞의 왕복 운행 거리(26.0㎞×2)를 ㎞-TEU 당 약 0.134㎾h[69]의 전력을 소비할 때 소요되는 총 전기 요금을 전력 사용비로 산정함

- 한국전력의 2010년 8월 고시된 산업용 전력(병)의 고압A 선택Ⅱ 기본요금 7,000원/㎾ 및 중간부하 봄·가을철 전력량 요금 61.10원/㎾h를 적용함

69) 한국교통연구원, 『경부축 대량화물 자동수송체계 개발 연구』, 2010

(다) 동력장치 및 차량구입비

○ 차량 동력장치 및 차량 구입비용은 대량 규격 화물 운송 시스템 건설 시 소요되는 비용으로 대안 1, 2는 해당사항 없음

□ 비용 산출 근거

○ 동력장치는 ㎞당 5,484.4백만 원[70]을 적용하여 총 연장 26.0㎞의 왕복 운행거리에 소요되는 비용을 산정함

- 동력장치 구입비용은 1차년도에만 적용됨

○ 차량구입비는 소요 차량 수 산정 공식을 이용하여 소요 차량대수를 구하고 이에 따른 매년 구입해야하는 차량 수에 차량 단가 74.72백만 원/대[71]를 적용하여 산정함

- 대량 규격 화물 운송 시스템에 편성 당 용량은 2TEU로 8톤 이상 화물차량의 적재효율인 52%를 적용하였음
- 차량 속도는 56.30㎞/h[72]로 회차시간은 없고, 편성당 1개 차량을 편성하는 것으로 차량수를 계산함

$$\text{화차수} = \frac{(\text{연간물동량})}{(\text{연간운영일}) \times (\text{편성당용량}) \times (\text{적재효율})} = \frac{(\text{연간물동량})}{365 \times 2TEU \times 52\%}$$

$$\text{시격} = \frac{(\text{일운영시간})}{(\text{화차수})} = \frac{24\text{시간}}{(\text{화차수})}$$

$$\text{편성수} = \frac{(\text{노선거리}/\text{차량속도}) + (\text{회차시간})}{(\text{시격})} \times (\text{예비율}) = \frac{(26.0km \times 2/56.30km/h) + (0\text{시간})}{(\text{시격})} \times 1.1$$

$$\text{차량수} = (\text{편성수}) \times (\text{편성당차량수}) = (\text{편성수}) \times (1\text{대})$$

70) (주)유경기술단 산정 원단위
71) (주)유경기술단 산정 원단위
72) (주)유경기술단 분석자료

(4) 경제적 타당성 평가

□ 주요 전제

○ 분석 기준년도 : 2010년

○ 시스템 공사 기간 : 4년(2016~2019년)

○ 시스템 개통년도 : 2020년

○ 분석 기간 : 2016년~2059년(공사 완료 후 40년)

○ 사회적 할인율 : 5.5%(2016년~2049년), 4.5%(2050년~2059년)

○ 연차별 건설비 투입율 : 매년 25%(4년간)

□ 경제적 타당성 분석 결과

[표 7-29] 대량 규격화물 지하운송 시스템 기준 대안 1, 2의 경제적 타당성 분석 결과

대량 규격화물 지하운송 시스템 기준	대안 1	대안 2
B/C	1.10	2.28
NPV(백만 원)	45,258	275,740
IRR(%)	6.8	12.4

○ 경제적 타당성 분석 결과 대량 규격화물 지하운송 시스템의 경우 기존 도로를 이용하는 대안(대안 1) 및 도로 신규 신설 대안(대안 2)보다 경제성이 있으며, 대안 1(1.10)보다 대안 2(2.28)에 비해 대량 규격화물 지하운송 시스템이 더 높은 경제성을 나타냄

- 대안 2와 비교했을 경우 대량 규격화물 지하운송 시스템은 275,740백만 원의 편익이 산출되고 대안 1보다 230,482백만 원이 더 편익으로 발생함

□ 민감도 분석 결과

[표 7-30] 대량 규격화물 지하운송 시스템과 대안 1의 민감도 분석 결과

(단위 : 백만 원)

항목	할인율		비용		편익	
	5.8%	7.8%	10%	20%	-10%	-20%
총비용	716,687	716,687	788,355	860,024	716,687	716,687
할인비용	434,805	370,449	490,133	534,691	445,576	445,576
총편익	2,208,158	2,208,158	2,208,158	2,208,158	1,987,342	1,766,526
할인편익	456,410	287,799	490,861	490,861	441,775	392,689
B/C	1.05	0.78	1.00	0.92	0.99	0.88
NPV	21,605	-82,650	728	-43,830	-3,801	-52,887
IRR	6.8%	6.8%	6.1%	5.6%	6.1%	5.3%

○ 대량 규격화물 지하운송 시스템과 기존 지상 도로 이용 대안을 비교하여 분석한 경제적 타당성 분석 결과 IRR은 6.8%를 나타냈으며, 이에 따라 할인율 1% 증감에 따른 민감도를 분석하였음

- 할인율 1% 증감에 따라 B/C는 사회적 할인율 5.5% 적용 시보다 경제성이 떨어졌으며, 할인율 7.8% 적용 시에는 B/C가 0.78로 대량 규격화물 지하운송 시스템이 기존 지상 도로 이용 대안보다 경제성이 없음을 알 수 있음
- 편익은 고정하고 비용의 10%, 20% 증가 시에 경제성은 비용이 10% 증가했을 때에는 1.00으로 대량 규격화물 지하운송 시스템이 더 경제성이 있는 것으로 나타났으나, 비용이 20% 증가했을 경우에는 기존 지상 도로 이용 대안이 경제성이 있음
  - 이는 현재 추정한 비용 대비(기존 지상 도로 이용 대안 비용은 고정) 대량 규격화물 지하운송 시스템 비용이 10% 정도 증액됐을 때까지만 대량 규격화물 지하운송 시스템이 경제성이 있음
- 비용은 고정하고 편익의 10%, 20% 감소 시에는 모두 기존 지상 도로 이용 대안이 대량 규격화물 지하운송 시스템보다 더 경제성이 있는 것으로 나타났으며, 편익이 20% 감소 시 사회적 할인율 5.5%보다 낮은 IRR을 나타내므로 그와 같은 편익과 비용이 산출되는 경우에는 사회적 할인율이 5.3% 이하일 때 대량 규격화물 지하운송 시스템이 경제성이 있을 것으로 분석됨

[표 7-31] 대량 규격화물 지하운송 시스템과 대안 2의 민감도 분석 결과

(단위 : 백만 원)

항목	할인율		비용		편익	
	11.4%	13.4%	10%	20%	-10%	-20%
총비용	372,943	372,943	410,237	447,532	372,943	372,943
할인비용	126,773	106,965	236,633	258,146	215,121	215,121
총편익	2,208,158	2,208,158	2,208,158	2,208,158	1,987,342	1,766,526
할인편익	138,471	96,770	490,861	490,861	441,775	392,689
B/C	1.09	0.90	2.07	1.90	2.05	1.83
NPV	11,698	-10,195	254,227	232,715	226,653	177,567
IRR	12.4%	12.4%	11.3%	10.4%	11.2%	10.0%

○ 대량 규격화물 지하운송 시스템과 지상 물류 전용도로 신설 대안을 비교하여 분석한 경제적 타당성 분석 결과 IRR은 12.4%를 나타냈으며, 이에 따라 할인율 1% 증감에 따른 민감도를 분석하였음

- 할인율 1% 증감에 따라 B/C는 사회적 할인율 5.5% 적용 시보다 경제성이 떨어졌으며, 할인율 13.4% 적용 시에는 B/C가 0.90로 대량 규격화물 지하운송 시스템이 지상 물류 전용도로 신설 대안보다 경제성이 없음을 알 수 있음
- 편익은 고정하고 비용의 10%, 20% 증가 시 모두 대량 규격화물 지하운송 시스템이 더 경제성이 있는 것으로 나타났음
  - 이는 현재 추정한 비용 대비(지상 물류 전용도로 신설 대안 비용은 고정) 대량 규격화물 지하운송 시스템 비용이 20% 정도 증액되더라도 대량 규격화물 지하운송 시스템이 경제성이 있음
- 비용은 고정하고 편익의 10%, 20% 감소 시에는 모두 대량 규격화물 지하운송 시스템이 지상 물류 전용도로 신설 대안보다 더 경제성이 있는 것으로 나타났음
- 비용 증가나 편익 감소 20% 증감까지는 모두 대량 규격화물 지하운송 시스템이 더 경제성이 있는 것으로 보아, 대안 1과의 분석 결과에 비해 대안 2의 경우 비용이 적은 것은 지상 물류 전용도로 신설 시의 비용이 큰 원인으로 인한 결과임
  - 대량 규격화물 지하운송 시스템의 순 비용은 고정됨

[표 7-32] 대량 규격화물 지하운송 시스템과 대안 1(기존 지상 도로 이용 시)간 경제적 타당성 분석 결과

(단위 : 백만 원)

연도	편익								비용			
	차량 운행 비용 절감 편익	통행 시간 절감 편익	교통 사고 비용 절감 편익	환경 비용 절감 편익	혼잡 비용 절감 편익	화물 운송 시간 절감 편익	유지 관리비 절감 편익	총편익	건설비	운행비	동력 장치 및 차량 구입비	총비용
2016									100,648			100,648
2017									100,648			100,648
2018									100,648			100,648
2019									100,648			100,648
2020	6,481	6,188	533	8,170	7,980	281	2,438	32,070		289	290,795	291,084
2021	6,605	6,306	543	8,283	8,132	286	2,555	32,710		294	149	444
2022	6,730	6,426	553	8,399	8,287	291	2,592	33,279		300	75	375
2023	6,859	6,549	564	8,516	8,445	297	2,700	33,929		306	149	455
2024	6,989	6,673	574	8,636	8,605	303	2,855	34,636		311	75	386
2025	7,122	6,800	585	8,757	8,769	308	3,046	35,389		317	149	467
2026	7,258	6,930	597	8,881	8,936	314	3,269	36,185		323	75	398
2027	7,396	7,062	608	9,008	9,107	320	3,521	37,021		329	149	479
2028	7,537	7,196	619	9,136	9,280	326	3,801	37,896		336	75	410
2029	7,681	7,333	631	9,267	9,457	332	4,109	38,811		342	149	492
2030	7,827	7,473	643	9,401	9,637	339	4,444	39,764		349	149	498
2031	7,977	7,616	656	9,537	9,821	345	4,809	40,760		355	149	505
2032	8,129	7,762	668	9,676	10,009	352	5,203	41,798		362	75	437
2033	8,284	7,910	681	9,817	10,200	359	5,627	42,878		369	149	518
2034	8,443	8,061	694	9,961	10,395	365	6,083	44,002		376	149	526
2035	8,604	8,215	707	10,108	10,594	372	6,573	45,173		383	149	533
2036	8,768	8,372	721	10,257	10,796	379	7,097	46,391		391	149	540
2037	8,936	8,532	734	10,410	11,002	387	7,659	47,660		398	149	548
2038	9,107	8,695	748	10,565	11,213	394	8,259	48,981		406	149	555
2039	9,281	8,861	763	10,723	11,427	402	8,900	50,356		413	149	563
2040	9,458	9,031	777	10,883	11,645	409	9,584	51,788		421	149	571
2041	9,639	9,203	792	11,047	11,868	417	10,314	53,280		429	149	579
2042	9,823	9,379	807	11,214	12,095	425	11,092	54,835		438	149	587
2043	10,011	9,558	823	11,384	12,326	433	11,920	56,455		446	149	595
2044	10,202	9,741	838	11,558	12,561	442	12,802	58,144		454	224	679
2045	10,397	9,927	855	11,734	12,801	450	13,742	59,906		463	149	613
2046	10,596	10,117	871	11,914	13,046	459	14,741	61,743		472	149	621
2047	10,798	10,310	887	12,097	13,295	467	15,804	63,660		481	149	630
2048	11,005	10,507	904	12,283	13,549	476	16,935	65,660		490	224	714
2049	11,215	10,708	922	12,473	13,808	485	18,136	67,748		500	149	649
2050	11,429	10,913	939	12,667	14,072	494	19,414	69,929		509	224	733
2051	11,648	11,121	957	12,864	14,341	504	20,771	72,207		519	149	668
2052	11,870	11,334	976	13,065	14,615	513	22,213	74,587		529	224	753
2053	12,097	11,550	994	13,270	14,895	523	23,745	77,074		539	224	763
2054	12,328	11,771	1,013	13,478	15,179	533	25,371	79,675		549	149	699
2055	12,564	11,996	1,033	13,691	15,469	543	27,098	82,394		560	224	784
2056	12,804	12,225	1,052	13,907	15,765	554	28,932	85,240		570	224	794
2057	13,049	12,459	1,072	14,128	16,066	564	30,878	88,217		581	224	805
2058	13,298	12,697	1,093	14,352	16,373	575	32,944	91,333		592	224	816
2059	13,552	12,940	1,114	14,581	16,686	586	35,136	94,595		604	224	828
합계	383,797	366,449	31,543	440,099	472,549	16,607	497,113	2,208,158	402,593	17,096	296,997	716,687

[표 7-33] 대량 규격화물 지하운송 시스템과 대안2(지상 물류 전용도로 신설 시)간 경제적 타당성 분석 결과

(단위 : 백만 원)

연도	편익								비용			
	차량 운행 비용 절감 편익	통행 시간 절감 편익	교통 사고 비용 절감 편익	환경 비용 절감 편익	혼잡 비용 절감 편익	화물 운송 시간 절감 편익	유지 관리비 절감 편익	총편익	건설비	운행비	동력 장치 및 차량 구입비	총비용
2016									14,731			14,731
2017									14,731			14,731
2018									14,731			14,731
2019									14,731			14,731
2020	6,481	6,188	533	8,170	7,980	281	2,438	32,070		289	290,795	291,084
2021	6,605	6,306	543	8,283	8,132	286	2,555	32,710		294	75	369
2022	6,730	6,426	553	8,399	8,287	291	2,592	33,279		300	149	449
2023	6,859	6,549	564	8,516	8,445	297	2,700	33,929		306	75	380
2024	6,989	6,673	574	8,636	8,605	303	2,855	34,636		311	149	461
2025	7,122	6,800	585	8,757	8,769	308	3,046	35,389		317	75	392
2026	7,258	6,930	597	8,881	8,936	314	3,269	36,185		323	149	473
2027	7,396	7,062	608	9,008	9,107	320	3,521	37,021		329	75	404
2028	7,537	7,196	619	9,136	9,280	326	3,801	37,896		336	149	485
2029	7,681	7,333	631	9,267	9,457	332	4,109	38,811		342	149	492
2030	7,827	7,473	643	9,401	9,637	339	4,444	39,764		349	75	423
2031	7,977	7,616	656	9,537	9,821	345	4,809	40,760		355	149	505
2032	8,129	7,762	668	9,676	10,009	352	5,203	41,798		362	149	512
2033	8,284	7,910	681	9,817	10,200	359	5,627	42,878		369	149	518
2034	8,443	8,061	694	9,961	10,395	365	6,083	44,002		376	75	451
2035	8,604	8,215	707	10,108	10,594	372	6,573	45,173		383	149	533
2036	8,768	8,372	721	10,257	10,796	379	7,097	46,391		391	149	540
2037	8,936	8,532	734	10,410	11,002	387	7,659	47,660		398	149	548
2038	9,107	8,695	748	10,565	11,213	394	8,259	48,981		406	149	555
2039	9,281	8,861	763	10,723	11,427	402	8,900	50,356		413	149	563
2040	9,458	9,031	777	10,883	11,645	409	9,584	51,788		421	149	571
2041	9,639	9,203	792	11,047	11,868	417	10,314	53,280		429	149	579
2042	9,823	9,379	807	11,214	12,095	425	11,092	54,835		438	149	587
2043	10,011	9,558	823	11,384	12,326	433	11,920	56,455		446	224	670
2044	10,202	9,741	838	11,558	12,561	442	12,802	58,144		454	149	604
2045	10,397	9,927	855	11,734	12,801	450	13,742	59,906		463	149	613
2046	10,596	10,117	871	11,914	13,046	459	14,741	61,743		472	149	621
2047	10,798	10,310	887	12,097	13,295	467	15,804	63,660		481	224	705
2048	11,005	10,507	904	12,283	13,549	476	16,935	65,660		490	149	640
2049	11,215	10,708	922	12,473	13,808	485	18,136	67,748		500	224	724
2050	11,429	10,913	939	12,667	14,072	494	19,414	69,929		509	149	659
2051	11,648	11,121	957	12,864	14,341	504	20,771	72,207		519	224	743
2052	11,870	11,334	976	13,065	14,615	513	22,213	74,587		529	149	678
2053	12,097	11,550	994	13,270	14,895	523	23,745	77,074		539	224	763
2054	12,328	11,771	1,013	13,478	15,179	533	25,371	79,675		549	224	773
2055	12,564	11,996	1,033	13,691	15,469	543	27,098	82,394		560	149	709
2056	12,804	12,225	1,052	13,907	15,765	554	28,932	85,240		570	224	794
2057	13,049	12,459	1,072	14,128	16,066	564	30,878	88,217		581	224	805
2058	13,298	12,697	1,093	14,352	16,373	575	32,944	91,333		592	224	816
2059	13,552	12,940	1,114	14,581	16,686	586	35,136	94,595		604	224	828
합계	383,797	366,449	31,543	440,099	472,549	16,607	497,113	2,208,158	58,924	17,096	296,922	372,943

다. 소형화물 개별 지하운송 시스템

(1) 수요 추정

○ 2009년 지역별 인천국제공항 수출입 물동량 및 환적 물동량을 통해 향후 인천국제공항의 수출입 및 환적 물동량을 예측하고, 수출입 물동량 중 KTX 및 도로를 이용해 인천국제공항 공항물류단지를 경유하는 물동량을 각각 추정함

- 2009년 지역별 인천국제공항 수출입 물동량 중 부산, 충북, 충남, 경북, 경남, 전북, 전남 물동량의 2020년 기준 6.7%[73]가 향후 KTX를 이용해 수송되며 93.3%는 도로로 수송된다고 가정함
  - 서울, 인천, 경기, 강원, 제주는 수출입 물동량 전부가 도로를 통해 유출입 된다고 가정함
  - 부산, 충북, 충남, 경북, 경남, 전북, 전남 물동량의 6.7%는 도로에서 철도로 전환되는 물동량임
- 2009년 인천국제공항 환적 물동량은 1,114,794톤으로, 2009년 인천국제공항의 수출입 및 환적 총 물동량은 2,071,494톤임

73) 국토해양부, 『국가기간교통망계획 제2차 수정계획 2001~2020』, 2010

[표 7-34] 2009년 인천국제공항 수출입 물동량

(단위 : 톤)

품목	구분	서울	부산	인천	경기	충북	충남	전북	전남	경북	경남	강원	제주
농림 수산물	수출	2,686	388	928	584	229	253	37	107	179	2,337	363	1,543
	수입	14,099	1,330	1,182	6,912	334	603	152	220	334	473	207	51
광산물	수출	62	9	89	178	4	3	7	2	14	123	0.902	-
	수입	1,039	42	132	483	26	37	4	14	138	139	1	0.340
화학공업 제품	수출	6,873	289	1,179	7,876	1,744	4,708	2,814	2,006	1,806	1,264	133	3
	수입	24,352	790	2,290	13,370	2,683	2,541	408	539	2,192	2,069	118	97
플라스틱 고무 가죽제품	수출	6,923	415	1,738	11,812	1,810	10,391	75	835	4,878	872	38	-
	수입	8,967	264	820	5,862	453	620	143	226	1,065	630	29	6
섬유류	수출	43,053	768	1,915	9,526	202	355	124	105	6,660	813	17	0.551
	수입	13,529	378	458	2,008	77	271	57	49	518	228	66	20
생활용품	수출	4,625	566	1,236	1,239	28	293	19	51	161	204	53	1
	수입	6,993	288	531	1,388	35	209	18	26	166	284	31	26
철강금속 제품	수출	2,349	2,406	566	3,799	1,319	1,440	65	309	2,325	2,511	6	-
	수입	3,369	833	1,286	5,391	925	1,344	105	346	1,337	4,290	10	7
기계류	수출	14,081	6,024	13,881	33,364	8,661	6,911	2,193	1,792	11,951	14,932	528	4
	수입	24,861	2,920	8,055	20,124	972	6,315	1,165	1,768	3,413	13,552	425	50
전자전기 제품	수출	31,022	1,559	7,056	103,604	11,204	39,499	1,228	3,508	66,366	35,405	983	17
	수입	57,959	1,582	3,941	42,543	3,713	3,478	761	2,501	4,843	9,858	590	71
잡제품	수출	1,425	70	187	933	117	534	53	46	530	213	151	0.966
	수입	5,665	106	120	718	47	230	15	23	147	89	24	6
기타	수출	245	0.292	95	37	0.728	40	0.422	4	33	6	-	-
	수입	191	35	3	44	2	4	1	3	5	30	0.248	0.151
소계	수출	113,344	12,494	28,871	172,953	25,319	64,428	6,617	8,765	94,933	58,679	2,273	1,571
	수입	161,025	8,568	18,817	98,844	9,267	15,654	2,830	5,717	14,159	31,641	1,501	334

자료 : 관세청, 『2009 수출입물류통계연보』, 2010

[표 7-35] 2009년 인천국제공항 이동 물동량

구분	물동량(톤)
KTX ↔ 인천국제공항	24,058
도로 ↔ 인천국제공항	932,642
환적	1,114,794
합계	2,071,494

○ 소형화물 개별 지하운송 시스템을 이용하는 인천국제공항과 화물터미널, 공항물류단지 간의 이동 물동량을 산정하기 위해 이동 경로 및 수출입과 환적 물동량의 공항물류단지 경유비율을 적용하여 구분함

- 인천국제공항에 유출입 되는 화물 중 공항물류단지 경유 비율은 한국교통연구원(2009) 『공항물류단지 2단계 개발』에서 제시된 수출입 화물 19.7%, 환적 화물

2.1%를 활용함

○ 인천국제공항 항공화물 추정 연평균 증가율인 5.76%(2010～2020년), 5.79%(2020～2025년)를 적용하여 소형화물 개별 지하운송 시스템 이용 이동경로별 2030년, 2040년 연간 물동량 수요를 예측함

[표 7-36] 소형화물 개별 지하운송 시스템 이용 물동량 및 이동경로

구분	이동 경로	물동량(톤)		비고
1	KTX→공항물류단지→화물터미널	4,739		수출입 화물
2	KTX→화물터미널	19,318		수출입 화물
3	도로→공항물류단지→화물터미널	207,141	198,731	수출입 화물
			23,411	환적 화물

[표 7-37] 소형화물 개별 지하운송 시스템 이용 이동경로별 물동량 예측 결과

(단위 : 톤/년)

경로	2020년		2030년		2040		비고
1	8,779		15,420		27,082		수출입
2	35,786		62,853		110,391		수출입
3	383,715	340,349	673,937	597,770	1,183,666	1,049,890	수출입
		43,367		76,167		133,775	환적

(2) 편익 추정

○ 소형화물 개별 지하운송 시스템 건설과 대안 1과 비교 편익 분석을 실시함

[표 7-38] 소형화물 개별 지하운송 시스템 사업의 편익 항목

항목	설명
차량운행비용 절감 편익	유류비, 엔진오일비, 타이어마모비, 유지관리비, 감가상각비의 차이
통행시간 절감 편익	화물차 운전자 통행시간을 시간가치로 환산
교통사고비용 절감 편익	교통사고비용의 차이
환경비용 절감 편익	대기오염, 소음의 차이를 비용으로 환산
혼잡비용 절감 편익	화물차의 통행으로 인한 혼잡을 비용으로 환산
화물운송시간 절감 편익	화물의 재고관리비용을 운송 시간가치로 환산
유지관리비 절감 편익	인프라 및 시스템의 대안간 유지관리비용의 차이

○ 각 편익에 사용되는 통행거리와 비용 산정 시 사용되는 구간거리는 차이가 있으며, 편익에 사용되는 통행거리는 실제 화물의 평균 이동구간 거리임

[표 7-39] 소형화물 개별운송 시스템 이용 이동경로 및 평균 이동거리

구분	이동 경로	평균 이동거리(㎞)	비고
1	KTX→공항물류단지→화물터미널	7.3	수출입 화물
2	KTX→화물터미널	3.8	수출입 화물
3	도로→공항물류단지→화물터미널	2.5	수출입 화물
		5.0	환적 화물

(가) 차량운행비용 절감 편익

○ 소형화물 개별운송 시스템 사업 시행 시 차량운행비용 산정에는 유류비, 엔진오일비, 타이어 마모비, 유지관리비, 감가상각비만을 고려함

□ **편익 산출 근거**

○ 차량운행비용 절감 편익은 해당 물동량을 인천국제공항 입출하 화물차량 톤급별 평균을 적용하여 구분하고 이에 따른 차량운행비용 원단위를 적용하여 각 경로별 차량운행비용 편익을 산출함

- 연간 운행 소요대수 산정을 위해 톤급별 평균 적재효율을 적용하여 소요대수를 산정함
  - 1톤 초과~3톤 이하 43.23%, 3톤 초과~8톤 미만 50.75%, 8톤 이상 52.28% 적재효율을 적용함([표 7-11] 참고)
- 항공화물의 경우 가치가 높은 화물이므로 각 톤급별 차량 운행속도는 차량 운행비용 원단위가 가장 높은 속도를 선택하였음
  - 차량 운행비용 원단위 소형트럭 362.62원/㎞-대, 중형트럭 486.73원/㎞-대, 대형트럭 662.22원/㎞-대를 적용함([표 7-13] 참고)
  - 차량운행비용 원단위의 경우 2007년 기준이므로 이를 분석 기준연도인 2010년으로 보정해주기 위해 소비자 물가지수를 적용함([표 7-14] 참고)

[표 7-40] 인천국제공항 연간 운행 소요대수 추정

연도	물동량(대/년)
2020	138,452
2030	243,169
2040	427,089

주 : 1TEU 당 20톤 적재, 대당 2TEU 적재 반영

(나) 통행시간 절감 편익

○ 사업을 시행하면 통행자의 교통수단, 통행경로, 통행수단 등 교통패턴의 변화가 발생하며 이와 같은 통행패턴의 변화는 해당 교통시설을 통행하는 통행자는 물론 주변 교통 네트워크를 이용하는 통행자의 통행시간에도 영향을 미침

- 즉, 차량속도가 향상되면서 운전자의 통행시간이 절감되고, 통행자는 절감된 시간을 다른 목적에 활용할 수 있게 되며 이처럼 통행시간 절감편익은 통행시간가치에 의하여 결정됨

□ **편익 산출 근거**

○ 차량운행비용 절감 편익 산정 시 도출된 트럭의 연간 운행 소요대수가 각 경로별 분석 노선([표 7-39] 참고)을 지방부 일반 국지도로 설계속도인 50㎞/h로 운행했을 때 평균 운행시간을 산출하여 화물차 운전자의 1인당 월평균급여, 근로시간, 시간당 임금, 임금에 대한 오버헤드 비율을 적용하여 산정된 통행시간가치 원단위를 적용함([표 7-15] 참고)

- 업무통행 시간가치 원단위의 경우 2007년 기준이므로 이를 분석 기준연도인 2010년으로 보정해주기 위해 소비자 물가지수를 적용함([표 7-14] 참고)

[표 7-41] 도로의 구분에 따른 설계속도

구분		설계속도(㎞/h)		
		지방지역		도시지역
		평지	산지	
고속도로		120	100	100
일반도로	주간선도로	80	60	80
	보조간선도로	70	50	60
	집산도로	60	40	50
	국지도로	**50**	40	40

자료 : 대한토목학회, 『도로의 구조·시설 기준에 관한 규칙 해설 및 지침』, 2000

[표 7-42] 소형화물 개별운송 시스템 이용 이동경로별 평균 이동거리 및 운행시간(50㎞/h 운행 시)

구분	이동 경로	평균 이동거리(㎞)	평균 운행시간(시)	비고
1	KTX→공항물류단지→화물터미널	7.3	0.15	수출입 화물
2	KTX→화물터미널	3.8	0.08	수출입 화물
3	도로→공항물류단지→화물터미널	2.5	0.05	수출입 화물
		5.0	0.10	환적 화물

(다) 화물운송시간 절감 편익

○ 화물의 기회비용 관점에서 화물운송 시간가치는 화물의 운송시간이 지연됨에 따라 화주가 지불하는 시간당 재고관리비용으로 정의할 수 있음

□ **편익 산출 근거**

○ 앞서 도출된 트럭의 연간 운행 소요대수([표 7-40] 참고)가 각 분석 노선([표 7-39] 참고)을 운행 시 혼잡비용 원단위 717.20원/대-시간[74]을 적용하여 산정함

- 혼잡비용 원단위의 경우 2005년 기준이므로 이를 분석 기준연도인 2010년으로 보정해주기 위해 소비자 물가지수를 적용함([표 7-14] 참고)

(라) 교통사고비용 절감 편익

○ 교통사고비용 절감 편익은 주행거리(억 대·km) 또는 수송실적(억 인·km)별 교통사

74) 이장호, 한상용, 요소비용 분석법을 이용한 도로 및 철도 화물시간가치 산정 연구, 2008

고 발생비율과 교통사고비용의 원단위를 이용하여 교통사고비용을 산정한 후, 소량화물 개별운송 시스템 사업 시와 대안 1의 교통사고비용의 차이를 산출하여 교통사고비용 절감편익을 산정함

○ 소량화물 개별 지하운송 시스템 사업 시의 교통사고는 일어나지 않으므로 교통사고비용은 없으며, 대안 1의 교통사고비용이 편익으로 산정됨

□ 편익 산출 근거

○ 차량운행비용 절감 편익 산정 시 도출된 트럭의 연간 운행 소요대수가 각 분석 노선별 거리를 운행했을 때 교통사고비용 원단위 중 PGS(Pain, Grief and Suffering : 교통사고에 따른 고통과 심리적 피해)를 고려한 원단위를 적용함([표 7-16], [표 7-17] 참고)

- 교통사고비용 원단위의 경우 2007년 기준이므로 이를 분석 기준연도인 2010년으로 보정해주기 위해 소비자 물가지수를 적용함([표 7-14] 참고)

(마) 환경비용 절감 편익

① 대기오염 절감 편익

○ 대기오염 절감 편익은 대안 1의 경우 트럭 주행으로 인해 발생하는 오염물질별 배출계수를 산정하고, 오염물질별 대기오염비용 원단위를 산정하여, 사업 시행으로 인한 오염원별, 오염물질 배출량의 변화를 산정하고 이를 오염물질별 대기오염비용 원단위를 곱하여 화폐가치화 함

- 분석 시 고려하는 대기오염물질은 CO, NOx, HC, PM, CO_2임

□ 편익 산출 근거

○ 앞서 도출된 트럭의 연간 운행 소요대수가 각 분석 노선별 거리를 운행했을 때 대기오염비용 원단위를 적용하여 산정함([표 7-42] 참고)

- 대기오염비용 원단위는 소형트럭 25.97원/대-㎞, 중형트럭 95.75원/대-km, 대형트럭 306.47원/대-㎞를 적용함([표 7-18] 참고)
  · 대기오염비용 원단위의 경우 2007년 기준이므로 이를 분석 기준연도인 2010

년으로 보정해주기 위해 소비자 물가지수를 적용함([표 7-14] 참고)

② 소음 절감 편익

○ 소음 절감 편익을 산정하기 위해서는 사업 시행으로 발생하는 소음 변화량과 단위소음당 원단위에 대한 정보가 필요함

- 소형화물 개별운송 시스템 사업 시와 대안 1의 소음도 차이를 구한 후 단위소음량(1dB) 저감을 위해 필요한 유지관리비용 원단위를 곱해 사업 시행으로 인한 소음영향을 화폐가치화 함

  · 소형화물 개별운송 시스템 사업의 경우 소음이 발생하지 않으므로 대안 1의 소음 비용이 편익으로 산정됨

□ **편익 산출 근거**

○ 앞서 도출된 트럭의 연간 운행 소요대수([표 7-40] 참고)가 50㎞/h의 속도로 운행할 때 소음도 예측식을 이용하여 각 분석 노선을 운행 시 등가소음도(dB) 산정하고, 소음비용의 평균 원단위인 1,903원/dB·m·년을 적용하여 산정함([표 7-20] 참고)

- 소음비용 원단위의 경우 2007년 기준이므로 이를 분석 기준연도인 2010년으로 보정해주기 위해 소비자 물가지수를 적용함([표 7-14] 참고)

(바) 혼잡비용 절감 편익

○ 사업의 시행으로 인해 화물차 통행으로 인한 혼잡이 감소하는 것을 혼잡비용 절감 편익으로 산정함

□ **편익 산출 근거**

○ 2008년의 화물차의 혼잡비용(2,170.5억 원)과 수송실적(101,437백만 톤-km)을 고려하여 화물차 혼잡비용 원단위인 21.4원/톤-km를 산정함

○ 앞서 도출된 트럭의 연간 운행 소요대수([표 7-40] 참고)가 각 분석 노선([표 7-42] 참고)을 운행 시 혼잡비용 원단위인 21.4원/톤-㎞를 적용하여 산정함

- 혼잡비용 원단위의 경우 2008년 기준이므로 이를 분석 기준연도인 2010년으로 보정해주기 위해 소비자 물가지수를 적용함([표 7-14] 참고)

(사) 유지관리비 절감 편익

○ 유지관리비는 사업의 시행으로 인해 소요되는 인프라 및 시스템의 유지관리비로 구성됨

- 유지관리비 절감 편익을 산정하기 위해서는 대안 1의 도로 유지관리비와 소형화물 개별 지하운송 시스템 유지관리비와의 비용 차이를 산정해야 함

□ 소형화물 개별 지하운송 시스템 유지관리비

○ 인프라 유지관리비는 지하 터널의 유지관리비로 구성되며, 지하 터널은 10.9㎞ 구간(지하 총 연장)의 매년 소요되는 비용을 산정함

- 단, 터널의 연간 유지보수비 산출식은 도로 4차로 기준이므로 소형화물 개별 지하운송 시스템의 인프라 유지관리비의 경우에는 터널의 규모 차이로 대형 규격화물 지하운송 시스템 인프라 유지관리비 대비 50% 비용이 드는 것으로 가정함

[표 7-43] 소형화물 개별운송 시스템 건설 구간 및 연장

구간	길이(㎞)
공항 내	3
화물터미널과 공항물류단지간	3.6
화물터미널 내 지선	1.3 (0.15+0.15+0.5+0.5)
공항물류단지 내 지선	1.5 (0.5+0.5+0.5)
KTX역사 내 지선	1.5
총 연장	10.9

○ 또한 시스템 유지관리비의 경우 총 연장 10.9㎞(지하 총 연장) 구간에 대형 규격화물 지하운송 시스템 유지관리비 원단위 86백만 원/㎞의 1/4을 적용하여 비용을 산출함

- 총 유지관리비 합의 10%를 일반관리비로 추가 산정함

□ 대안 1(기존 지상 도로 이용 및 신설 시) 유지관리비

○ 대안 1의 인프라 유지관리비는 도로, 교량, 도로 및 교량 포장의 유지관리비로 구성됨

- 도로는 5.5㎞ 구간(신설 도로 연장)에 도로(4차선) 유지관리비 원단위 172.7백만 원/

㎞[75]를 적용하여 매년 소요되는 비용을 산정함

- 교량의 경우 신설 교량 총 연장 0.7㎞ 구간의 연차별 소요 비용을 산정함
- 도로 및 교량 포장은 포장의 연간 유지보수비 산정식을 이용하여 총 연장 6.2㎞(신설 도로 및 교량 총 연장) 구간의 연간 소요비용을 산정함
  · 총 유지관리비 합의 10%를 일반관리비로 추가 산정함

[표 7-44] 대안 1의 도로 구간 및 연장

구간	길이(㎞)
기존 도로	6.9(5.2+1.7)
신설 도로	5.5(2.0+1.4+2.1)
신설 교량	0.7(0.6+0.1)

(3) 비용 추정

[표 7-45] 소형화물 개별 지하운송 시스템 사업의 비용 항목

항목	설명
건설비	공사비, 부대비(설계용역비(기본, 실시), 감리비 및 조사·측량비), 예비비
운행비	시스템 전기사용료
동력장치 및 차량구입비	시스템 차량구입비

○ 비용 또한 편익과 마찬가지로 소형화물 개별 지하운송 시스템 사업 시행 시와 대안 1과의 비교를 통해 그 차액을 비용으로 산출함

(가) 건설비

① 공사비

○ 공사비는 토공 및 교량 공사비와 궤도 공사비, 전력 공사비로 구성됨

□ 소형화물 개별 지하운송 시스템 공사비 산출 근거

○ 토공 공사비는 총 공사구간 10.9㎞에 대한 단가를 적용하여 산정함

- 소형화물 개별 지하운송 시스템의 경우 교량은 건설하지 않음

75) 국토해양부, 『교통시설 투자평가지침 개정안』, 2009

[표 7-46] 소형화물 개별 지하운송 시스템 공사 구간 길이 및 공사비 적용 단가

(단위 : km, 백만 원/km)

구간	길이	단가	
공항 내	3	-	
화물터미널과 공항물류단지간	3.6	-	
화물터미널 내 지선	1.3 (0.15+0.15+0.5+0.5)	-	
공항물류단지 내 지선	1.5 (0.5+0.5+0.5)	-	
KTX역사 내 지선	1.5	-	
총 연장	10.9	15,000	복선 터널표준공사비의 면적비 50%

자료 : (주)유경기술단 분석자료

○ 궤도, 전력 공사비의 경우 공사비 단가를 적용하여 전체 연장 10.9㎞ 구간거리의 공사비를 산정함

- 궤도 공사비의 공사비 단가는 1,369백만 원/㎞이며, 전력 공사비 단가는 427.7백만 원/㎞를 적용함[76]

  · 궤도, 전력 공사비 항목의 원단위의 경우 2008년 기준이므로 이를 분석 기준 연도인 2010년으로 보정해주기 위해 소비자 물가지수를 적용함([표 7-14] 참고)

□ 대안 1(기존 지상 도로 이용 및 일부구간 신설 시) 공사비 산출 근거

○ 대안 1의 경우 기존 지상 도로를 제외한 신설되는 도로와 교량의 공사비만 고려함

- 대안 1은 토공 및 교량 공사비만 산출되며, 궤도·통신·전력 공사비는 제외됨

[표 7-47] 대안 1 공사 구간 길이 및 공사비 적용 단가

(단위 : km, 백만 원/km)

구간	구간 길이	단가	
토공	5.5	21,500	고속도로 건설단가의 60%
교량	0.7	33,400	일반도로 건설 단가

자료 : (주)유경기술단 분석자료

76) 한국철도학회논문집, 『튜브운송시스템 경제성과 성능요구조건』, 2008

② 부대비

○ 부대비는 설계용역비(기본, 실시), 감리비 및 조사·측량비 등을 포함하는 비용이며, 각 대안별로 공사비에 의해 산정됨

- 설계용역비(기본, 실시) 및 감리비는 공사비 요율에 의해 비용을 산출함([표 7-28] 참고)
- 조사·측량비는 공사비의 약 1%를 적용하여 산출함

③ 예비비

○ 사업비 산출의 오차 및 이에 따른 영향을 최소화하기 위하여 산출된 공사비, 부대비, 용지보상비 합의 10%를 예비비로 책정함

(나) 운행비

○ 운행비는 소형화물 개별지하운송 시스템의 운행 시 소요되는 전력 요금이며, 대안 1은 화물차량의 도로 이동에 따른 대안이므로 산정할 필요 없음

□ **비용 산출 근거**

- 소형화물 개별 지하운송 시스템의 물동량 예측치가 구간별 연장의 운행 거리([표 7-46] 참고)를 톤-㎞ 당 약 0.3056㎾h[77]의 전력을 소비할 때 소요되는 총 전기 요금을 전력 사용비로 산정함
  - 한국전력의 2010년 8월 고시된 산업용 전력(병)의 고압A 선택Ⅱ 기본요금 7,000원/㎾ 및 중간부하 봄·가을철 전력량 요금 61.10원/㎾h를 적용함

(다) 차량구입비

○ 차량 구입비용은 소형화물 개별 지하운송 시스템 건설 시 소요되는 비용으로 대안 1은 해당사항 없음

77) (주)유경기술단 분석자료

□ 비용 산출 근거

○ 차량구입비는 소요 차량 수 산정 공식을 이용하여 소요 차량대수를 구하고 이에 따른 매년 구입해야하는 차량 수에 차량 단가 8.645백만 원/대[78]를 적용하여 산정함

- 소형화물 개별운송 시스템에 편성 당 용량은 3톤으로, 3톤 초과 8톤 미만 화물차량의 적재효율인 50.75%를 적용하였음
- 차량 속도는 36㎞/h[79], 회차시간은 20분으로 편성당 1개 차량을 편성하는 것으로 차량수를 계산함

$$\text{화차수} = \frac{(\text{연간물동량})}{(\text{연간운영일}) \times (\text{편성당용량}) \times (\text{적재효율})} = \frac{(\text{연간물동량})}{365 \times 3\text{톤} \times 50.75\%}$$

$$\text{시격} = \frac{(\text{일운영시간})}{(\text{화차수})} = \frac{24\text{시간}}{(\text{화차수})}$$

$$\text{편성수} = \frac{(\text{노선거리}/\text{차량속도}) + (\text{회차시간})}{(\text{시격})} \times (\text{예비율}) = \frac{(\text{노선거리}/36km/h) + (20\text{분})}{(\text{시격})} \times 1.1$$

$$\text{차량수} = (\text{편성수}) \times (\text{편성당차량수}) = (\text{편성수}) \times (1\text{대})$$

(4) 경제적 타당성 평가

□ 주요 전제

○ 분석 기준년도 : 2010년

○ 시스템 공사 기간 : 4년(2016~2019년)

○ 시스템 개통년도 : 2020년

○ 분석 기간 : 2016년~2059년(공사 완료 후 40년)

78) 한국철도학회논문집, 『튜브운송시스템 경제성과 성능요구조건』, 2008
79) 포항산업과학연구원, 지하화물운송시스템 기술개발 연구 현황, 2011

○ 분석 기간 : 2016년~2059년

○ 사회적 할인율 : 5.5%(2016년~2049년), 4.5%(2050년~2059년)

○ 연차별 건설비 투입율 : 매년 25%(4년간)

□ 경제적 타당성 분석 결과

[표 7-48] 소형화물 개별 지하운송 시스템 기준 대안 1의 경제적 타당성 분석 결과

소형화물 개별운송 시스템 기준	대안 1
B/C	0.96
NPV(백만 원)	-1,221
IRR(%)	5.2

○ 경제적 타당성 분석 결과 B/C가 0.96으로 기존 지상 도로 이용 및 신설 대안이 소형화물 개별 지하운송 시스템 보다 경제성이 있음을 나타냄

□ 민감도 분석 결과

[표 7-49] 소형화물 개별 지하운송 시스템과 대안 1의 민감도 분석 결과

(단위 : 백만 원)

항목	할인율		비용		편익	
	4.2%	6.2%	10%	20%	-10%	-20%
총비용	50,477	50,477	55,525	60,572	50,477	50,477
할인비용	35,275	30,292	35,112	38,304	31,920	31,920
총편익	145,322	145,322	145,322	145,322	130,790	116,258
할인편익	43,092	25,767	30,700	30,700	27,630	24,560
B/C	1.22	0.85	0.87	0.80	0.87	0.77
NPV	7,818	-4,525	-4,413	-7,605	-4,291	-7,361
IRR	5.2%	5.2%	4.6%	4.0%	4.5%	3.7%

○ 소형화물 개별 지하운송 시스템과 기존 지상 도로 이용 및 신설 대안을 비교하여 분석한 경제적 타당성 분석 결과 IRR은 5.2%를 나타냈으며, 이에 따라 할인율 1% 증감에 따른 민감도를 분석하였음

- 할인율 1% 증감에 따라 B/C는 할인율 5.5% 적용 시보다 할인율 4.2% 적용 시에는 소형화물 개별 지하운송 시스템이 경제성이 있으며, 할인율 6.2% 적용 시에는 기존

지상도로 이용 및 신설 대안이 경제성이 있는 것으로 분석됨

- 편익은 고정하고 비용의 10%, 20% 증가 시에 모두 기존 지상 도로 이용 및 신설 대안이 소형화물 개별 지하운송 시스템보다 더 경제성이 있는 것으로 나타났음
  - 소형화물 개별 지하운송 시스템의 순 비용이 감소하거나 사회적 할인율이 4.0% 이하로 떨어졌을 경우에만 소형화물 개별 지하운송 시스템이 대안 2보다 경제성이 있다고 할 수 있음
- 또한 비용은 고정하고 편익의 10%, 20% 감소 시에도 모두 기존 지상 도로 이용 대안이 소형화물 개별 지하운송 시스템보다 더 경제성이 있는 것으로 나타났음
  - 비용의 증가 시 보다 편익이 감소 시에 IRR이 사회적 할인율 5.5%보다 낮은 IRR을 나타내므로 편익 감소가 경제성 평가에 더 큰 영향을 주는 것으로 판단됨

[표 7-50] 소형화물 개별운송 시스템과 대안 1(기존 지상 도로 이용 및 신설 시)간 경제적 타당성 분석 결과

(단위 : 백만 원)

연도	편익								비용			
	차량 운행 비용 절감 편익	통행 시간 절감 편익	교통 사고 비용 절감 편익	환경 비용 절감 편익	흔잡 비용 절감 편익	화물 운송 시간 절감 편익	유지 관리비 절감 편익	총편익	건설비	운행비	차량 구입비	총비용
2016									11,579			11,579
2017									11,579			11,579
2018									11,579			11,579
2019									11,579			11,579
2020	242	150	13	502	1	7	788	1,703		24	147	171
2021	256	159	14	509	2	7	849	1,796		25	0	25
2022	271	168	14	517	2	7	845	1,825		27	0	27
2023	287	178	15	525	2	8	849	1,864		28	0	28
2024	303	188	16	533	2	8	859	1,910		30	0	30
2025	321	199	17	542	3	9	872	1,962		31	0	31
2026	339	211	18	551	3	9	887	2,019		33	0	33
2027	359	223	19	560	4	10	905	2,080		35	0	35
2028	380	236	20	570	4	10	925	2,145		37	0	37
2029	402	250	21	580	5	11	946	2,215		39	0	39
2030	425	264	23	591	5	11	969	2,288		42	86	128
2031	450	280	24	602	6	12	993	2,366		44	0	44
2032	476	296	25	613	6	13	1,018	2,447		47	0	47
2033	503	313	27	625	6	14	1,045	2,533		49	0	49
2034	532	331	28	637	7	14	1,073	2,623		52	0	52
2035	563	350	30	650	7	15	1,103	2,719		55	0	55
2036	596	370	32	664	7	16	1,133	2,819		58	0	58
2037	630	392	34	678	7	17	1,165	2,924		61	0	61
2038	667	415	36	693	8	18	1,198	3,034		65	0	65
2039	706	439	38	708	8	19	1,232	3,150		69	0	69
2040	746	464	40	725	9	20	1,268	3,272		73	173	246
2041	790	491	42	742	9	21	1,305	3,400		77	0	77
2042	836	519	45	759	9	22	1,343	3,534		82	0	82
2043	884	549	47	778	10	24	1,382	3,675		86	0	86
2044	935	581	50	798	10	25	1,423	3,823		91	0	91
2045	989	615	53	818	11	27	1,465	3,978		96	0	96
2046	1,047	651	56	840	11	28	1,509	4,142		102	0	102
2047	1,107	688	59	863	12	30	1,554	4,313		108	0	108
2048	1,171	728	63	887	13	32	1,600	4,493		114	0	114
2049	1,239	770	66	912	13	33	1,648	4,682		120	0	120
2050	1,311	815	70	938	14	35	1,697	4,881		127	311	438
2051	1,387	862	74	966	14	37	1,748	5,090		134	0	134
2052	1,467	912	79	995	15	39	1,801	5,309		141	0	141
2053	1,552	965	83	1,026	16	42	1,855	5,539		149	0	149
2054	1,642	1,021	88	1,058	17	44	1,911	5,781		158	0	158
2055	1,738	1,080	93	1,092	17	47	1,968	6,035		167	0	167
2056	1,838	1,143	98	1,128	18	49	2,028	6,302		176	0	176
2057	1,945	1,209	104	1,166	19	52	2,089	6,583		186	0	186
2058	2,057	1,279	110	1,205	20	55	2,151	6,879		196	0	196
2059	2,177	1,353	116	1,247	21	59	2,216	7,189		207	0	207
합계	35,567	22,110	1,903	30,795	374	957	3,616	145,322		3,442	718	50,477

라. 파이프라인 벌크 지하운송 시스템

○ 파이프라인 벌크 지하운송 시스템은 위에서 제시된 지하 화물운송 시스템 기술과제들과 달리 비용과 편익분석으로 경제성 분석을 하기 어려움

- 도로운송에 대한 대체가 아닌 기존 컨베이어 벨트를 수송시스템에 Sub 시스템이 요구될 경우 대체수단으로 파이프라인 벌크 지하운송 시스템을 도입할 수 있으므로 정량적 분석이 아닌 정성적 분석을 시행하였음

□ 도입 목적

○ 우기 시 야적장에 야적된 석탄에 빗물이 바로 유입되며 수분이 함유된 석탄 연소 시 연료 효율이 저하됨

○ 석탄의 발열량에 따라 3종 이상이 혼합되어야 하나 Silo 설치 공간이 부족함

○ 컨베이어 운송의 경우 대용량 석탄을 쉽게 저렴한 비용으로 운송이 가능하나 한번 설치된 컨베이어의 선형 변형이 어렵고 부지나 공간을 많이 요구함

□ 장점

○ 폐 회로(Close System)로 노출 없이 운송이 가능하여 외부 환경(빗물, 눈)에 영향을 받지 않음

- 환경에 가장 유리한 수송 방안임

○ 관로 변경이 수월하여 원하는 지점까지 3차원으로 공급이 가능함

○ 원격운전(Remote Control)이 가능함

- 석탄수송에 있어 고부가가치 기술이 될 수 있음

□ 단계별 비용 추정

○ 공사기간 : 1단계 - 12개월, 2단계 - 12개월(총 24개월)

[표 7-51] 파이프라인 벌크 지하운송 시스템 1단계 소요비용

(단위 : 억 원)

제1단계	내용	소요비용
투입 부분	불도저 3~5톤/회 투입	
관로 부분	D400으로 시험 시공 (500m 기준)	10
분리/저장 부분	원심분리기와 저장조 설치	10
엔지니어링 부분		10
합계		30

자료 : (주)유경기술단 분석자료

[표 7-52] 파이프라인 벌크 지하운송 시스템 2단계 소요비용

(단위 : 억 원)

제2단계	내용	소요비용
투입 부분	Silo 설치	
관로 부분	D500으로 시공	10
분리/저장 부분	저장조 설치와 시설 개선	5
엔지니어링 부분		10
합계		25

자료 : (주)유경기술단 분석자료

2. 경제·사회적·과학적 파급효과

가. 경제적 파급효과

○ 앞서 도출한 대상 후보지역 지하 화물운송 시스템 사업에 따른 경제적 파급효과를 분석함

- SOC투자에 따른 경제적 파급효과는 건설투자제고 효과, 고용창출효과, 소비진작 효과, 경제성장률 제고효과, 생산유발, 부가가치 창출 효과 등의 다양한 요소로 분석될 수 있으나 일반적으로 생산유발, 부가가치 창출, 고용유발효과를 경제적 파급효과로 보고 있음
- 본 연구에서는 일반적으로 생산유발, 부가가치 창출, 고용유발 효과를 경제적 파급효과로 하여 산정하였음

(1) 산출방법

○ 신규 건설·토목사업과 수송장비 제조는 지역 건설경기와 관련 산업의 매출에 직·간접적 영향을 미치므로 이에 대한 경제적 파급효과를 산정함

- 생산유발계수와 부가가치 유발계수, 취업유발계수는 다음과 같음

[표 7-53] 2008년 기준 부문별 생산유발계수, 부가가치유발계수, 취업유발계수

구분	건설업	수송장비 제조업
생산유발계수(원)	2.093	2.332
부가가치유발계수(원)	0.732	0.587
취업유발계수(인/십억 원)	10.6	3.0

자료 : 산업연관표, 한국은행, 2010

○

제시된 유발계수를 활용하여 각 세부과제별 투자 금액에 곱하여 경제적 파급효과를 산정함

- 수송장비 제작비는 2020년 개통 당시 소요되는 제작비용으로 산정하였으며 건설비용은 지하화물 운송시스템을 구축하기 위해 소요되는 총 건설비용임

[표 7-54] 지하 화물운송 시스템 기술과제 투자금액

구분	건설·토목(백만 원)	수송장비 제조(백만 원)
대량 규격화물 지하운송 시스템	782,859	290,795
소형 화물 개별 지하운송 시스템	212,113	147
파이프라인 벌크 지하운송 시스템	2,610	1,580

(2) 경제적 파급효과 분석결과

○ 경제적 파급효과를 산정하는 제시된 방법에 기초하여 앞서 제시된 3개 과제에 대한 파급효과를 산정하였음

- 대량 규격화물 지하운송 시스템을 개발할 경우, 2020년까지 290,795.3백만 원을 수송장비 개발에 투자하여 678,1364.6백만 원의 생산유발 효과가 발생하며 170,696.8백만원의 부가가치가 창출됨. 또한 수송장비 개발로 872명의 고용창출효과가 있음
- 대량 규격화물 지하운송 시스템 2020년 전까지 건설 공사비 782,859.1백만 원 투자로 1,638,524.2백만 원의 생산유발과 573,052.9백만 원의 부가가치 창출 및 8,298명의 실업자가 줄 수 있음

- 소형화물 개별 지하운송 시스템 수송장비개발로 342.7백만 원의 생산유발 효과가 발생하며 86.268백만 원의 부가가치 창출이 발생함
- 소형화물 개별 지하운송 시스템 건설투자비로 인하여 443,951.7백만 원의 생산유발 효과와 155,266.4백만 원의 부가가치 창출이 가능하며 2,248명의 고용이 창출될 수 있음
- 파이프라인 벌크 지하운송 시스템 기자재 개발로 인하여 3,684.6백만 원의 생산유발이 가능하며 927.5백만 원의 부가가치, 5명의 고용 창출이 가능함
- 파이프라인 벌크 지하운송 시스템 파이프라인 공사비로 5,462.7백만 원의 생산유발과 1,910.5백만 원의 부가가치가 발생하며 28명의 고용 창출이 가능함

[표 7-55] 지하 화물운송 시스템 기술과제별 생산 유발 효과

구분		투자금액(원)	생산유발계수	생산유발 효과(원)
대량 규격화물 지하운송 시스템	수송장비 제작비	290,795,267,500	2.332	678,134,563,810
	건설 공사비	782,859,136,499	2.093	1,638,524,172,692
소형화물 개별 지하운송 시스템	수송장비 제작비	146,965,000	2.332	342,722,380
	건설 공사비	212,112,591,942	2.093	443,951,654,935
파이프라인 벌크 지하운송 시스템	수송장비 제작비	1,580,000,000	2.332	3,684,560,000
	건설 공사비	2,610,000,000	2.093	5,462,730,000

[표 7-56] 지하 화물운송 시스템 기술과제별 부가가치 유발 효과

구분		투자금액(원)	부가가치유발계수	부가가치 효과(원)
대량 규격화물 지하운송 시스템	수송장비 제작비	290,795,267,500	0.587	170,696,822,023
	건설 공사비	782,859,136,499	0.732	573,052,887,917
소형화물 개별 지하운송 시스템	수송장비 제작비	146,965,000	0.587	86,268,455
	건설 공사비	212,112,591,942	0.732	155,266,417,302
파이프라인 벌크 지하운송 시스템	수송장비 제작비	1,580,000,000	0.587	927,460,000
	건설 공사비	2,610,000,000	0.732	1,910,520,000

[표 7-57] 지하 화물운송 시스템 기술과제별 취업유발 효과

구분		투자금액(원)	취업유발계수 (인/십억)	고용 효과(인)
대량 규격화물 지하운송 시스템	수송장비 제작비	290,795,267,500	3	872
	건설 공사비	782,859,136,499	10.6	8,298
소형화물 개별 지하운송 시스템	수송장비 제작비	146,965,000	3	0
	건설 공사비	212,112,591,942	10.6	2,248
파이프라인 벌크 지하운송 시스템	수송장비 제작비	1,580,000,000	3	5
	건설 공사비	2,610,000,000	10.6	28

나. 사회적 파급효과

(1) 물류비용 중 수송비 부문의 절감

○ 본 기획과제에서 제안하는 대량 규격화물 지하운송 시스템, 소형화물 개별 지하운송 시스템, 파이프라인 벌크 지하운송 시스템 등은 친환경적이면서도 현재 화물운송수단에 비해 효율성이 높다는 공통점을 가지고 있어 물류비 중 수송비 부분의 획기적인 절감이 가능해짐

○ 또한 세 가지 기술 모두 현재 화물운송수단에 비해 처리용량을 현저하게 확장시킬 수 있어 지상구간의 체증이나 정체를 해소할 수 있는 개연성을 가지고 있어 육상부문 화물운송의 체증비용 해소에도 기여할 수 있음

○ 이는 장기적으로 화주기업이 부담해야 할 물류비를 크게 감축시키는 효과로 이어져 궁극적으로는 제조업 경쟁력 증진에 기여할 수 있음

(2) 여객 및 화물흐름 분리의 전환점 마련

○ 장차 늘어나는 지상부문 교통수요를 지하공간으로 이동시켜 지상공간은 보행자나 자전거 이용자들에게 내어주고 지상의 어메니티를 향상시킬 수 있는 반면 지하공간은 장/단거리, 대량/소량, 고속/저속을 막론한 화물운송 중심의 수송흐름에게 할당함으로써 여객 및 화물흐름이 혼재하여 사람들로 하여금 위험성과 불쾌감을 느끼지 않도록 하는 전환점으로 작용할 소지가 큼

○ 상당부분의 지상 화물운송 수요를 지하로 유도함으로써 지상 기존철도나 도로를 여유롭게 하여 지상 화물운송 인프라의 운영효율을 제고시키고 각 운송모드를 여유롭고 효율적으로 활용할 수 있게 함

(3) 온실가스 저감목표 달성가능성의 제고

○ 기존 도로운송으로 인한 소음, 먼지 등 사회적 환경오염 유발을 억제하고 청정물류도시 및 운송시스템 구축 가능

○ 철도부문 화물수송 분담률이 획기적으로 증가하고, 도로운송 분담도 획기적으로 줄

일 수 있어 교통물류부문 온실가스 저감목표 달성가능성을 제고시킴

(4) 세계 최초의 물류기술 보유와 국가미래 성장동력화

○ 이들 세 가지 기술들은 다른 나라에서 일찍이 상용화하지 못했던 지하 화물운송 시스템의 최초상용화가 이루어지는 것임

○ 더욱이 이들 세 가지 지하 화물운송 시스템 기술들은 우리나라에서 독자적인 기술로 개발한 것들이기 때문에 우리나라에 테스트베드만 성공적으로 구축, 운영될 경우 기술 및 인프라 수출의 가능성이 높고, 국가 브랜드가치도 높아질 수 있으며, 이러한 기술들은 장차 국가 미래 성장동력으로 발전할 가능성이 높음

(5) 기존 관련업계의 매출경감에 따른 반발

○ 앞서 살펴본 긍정적인 파급효과 외에도 기존 도로로 상당부분 처리하던 화물운송 수요가 지하 화물운송 시스템으로 전환되면서 감소하는 운송수요 탓에 화물자동차 운전자 등 기존 업계의 매출경감이 예상됨에 따라 기존 업역을 침해받는 업계 혹은 이해관계자들의 반발이 예상됨

다. 과학기술적 파급효과

○ 본 기획과제에서 제안하는 대량 규격화물 지하운송 시스템, 소형화물 개별 지하운송 시스템, 파이프라인 벌크 지하운송 시스템 등은 토목, 기계, 전기 및 전자 등 첨단기술이 복합된 종합 시스템의 성격을 띠고 있어 기술이전, 기술개발 및 기존기술의 고도화 등이 동시에 일어나 국내 과학기술적 측면에서 산업전반에 대한 파급효과가 큼

(1) 토목 건설기술의 향상

○ 대규모 프로젝트를 건설비용이 가장 적게 들면서 종합적으로 관리할 수 있는 사업관리 기법(PM)을 본격적으로 도입하여 적용

○ 교량·터널 등 구조물이 주행 시 받게 되는 공기/소음/진동의 영향분석 및 해소방안 등의 기술개발로 구조물 설계 능력이 향상

(2) 경량·고강도 신소재 기술의 발전

○ 수송수단의 레일 및 차체, 차량 간 연계부품 등 경량·고강도 신소재가 소요되는 분야가 많아 신소재 관련 기술이 비약적으로 발전할 소지가 있으며,

○ 이러한 기술발전은 자동차, 기차, 선박 등 운송수단의 경량화와 관련소재 산업에 다양하게 활용될 수 있음

(3) 전기관련 기술의 발달

○ 최적의 선형모터블럭 설계/제작 기술이 비약적으로 발전할 수 있으며, 이러한 선형모터관련 기술은 향후 경전철(여객) 생산 등 전기관련 산업의 발전을 유도할 수 있음

○ 대용량 전력공급, 전력변환(Converter/Inverter) 및 Gate Control 기술은 가전제품, 산업용 동력 변환, 로보트 등에도 널리 활용될 수 있음

(4) 전자 및 정보통신 관련기술의 발달

○ 수송수단의 첨단 자동제어, 자기진단 기술은 산업기기 자동화 · 산업용 로봇 · 주문형 반도체산업 등에도 기술파급 효과를 기대할 수 있음

○ 실시간 위치정보 처리 및 모니터링 기술은 GPS, RFID/USN 등 관련 정보통신업계의 발전은 물론 관련 과학기술의 수준을 촉진시키는 계기가 될 수 있음

○ 광섬유를 이용한 데이터 전송 기술은 근거리 및 원거리 통신망(LAN, WAN) 등 부가가치 통신망 구축에 기여

(5) 교통수단 종합설계 능력의 향상

○ 본 기획과제에서 제안하는 대량 규격화물 지하운송 시스템, 소형화물 개별 지하운송 시스템, 파이프라인 벌크운송 시스템 등을 통하여 일반철도 · 지하철 및 경전철 등 대중, 대량 교통수단의 종합 설계 능력이 향상

○ 소형화물 개별운송 시스템과 관련하여 튜브내 저항을 최소화하기 위한 공기역학기술을 항공기 · 자동차 · 유도미사일 등 고속으로 이동하는 차체의 형상설계에도 활용가능함

4절. 기존 인프라 및 기술과의 연계방안

1. 산업단지와의 연계방안

가. 산업단지 현황

○ 우리나라에는 총 692개의 산업단지가 지정되어 있으며 농공단지 372개(53.8%), 지방산업단지 277개(40%), 국가산업단지 39개(5.6%), 도시첨단산업단지 4개(0.6%) 순으로 구성되어 있음('08년 기준)

- 농공단지 : 농어민의 소득증대를 목적으로 지정
- 지방산업단지 : 산업의 지방분산 촉진과 지역경제 활성화를 목적으로 지정
- 국가산업단지 : 국가기간산업·첨단과학기술산업등의 육성 및 개발촉진을 목적으로 지정
- 도시첨단산업단지 : 지식산업·문화산업·정보통신산업, 그 밖의 첨단산업의 육성과 개발촉진을 목적으로 지정

○ 316개 산업단지를 조사한 결과를 살펴보면, 전국적으로 산업단지에 입주 계약을 한 업체는 48,388개이며 이 중 현재 가동하고 있는 업체는 41,490개로서 입주 계약 업체 대비 85.7% 수준임(한국교통연구원(2008))

- 공장설립은 완료한 업체는 41,842개로서 입주 계약 업체 대비 86.5% 수준임

○ 산업단지의 평균 부지면적은 5,103㎡이며, 업종별로 구분하면 철강업의 평균 부지면적이 17,253㎡으로 가장 넓고 다음으로 비금속업, 음식료업, 석유화학업, 섬유의복업, 목재종어업, 기타, 운송장비업, 전기전자업, 기계업 순임([표 7-58] 참조)

○ 지역별 산업단지 평균 부지면적은 울산이 9,686㎡으로 가장 넓고 다음으로 전남, 충북, 충남, 경남, 강원, 광주, 대구, 경기, 부산, 경북, 대전, 전북, 인천 순임([표 7-59] 참조)

[표 7-58] 산업단지 업종별 평균부지면적

업종	철강업	비금속업	음식료업	석유화학업	섬유의복업	단지별 평균
평균부지면적(㎡)	17,253	11,100	8,530	7,482	5,629	5,103
업종	목재종이업	기타	운송장비업	전기전자업	기계업	
평균부지면적(㎡)	4,907	4,613	4,319	2,987	2,850	

[표 7-59] 산업단지 지역별 평균부지면적

지역	울산	전남	충북	충남	경남	강원	광주	대구	경기	부산	경북	대전	전북	인천
평균부지면적(㎡)	9,686	9,603	8,229	5,701	4,982	4,492	4,230	3,387	3,329	2,800	18,466	14,605	13,333	1,924

나. 지하 화물운송 시스템과의 연계방안

○ ‘대량 규격화물 지하운송 시스템’, ‘소형화물 개별 지하운송 시스템’, ‘파이프라인 벌크 지하운송 화물 시스템’ 등 본 기획연구에서 고려하고 있는 세 가지 지하 화물운송 시스템 방식을 국내 산업단지와 연계할 수 있는 가능성을 모색해 본 결과

- 국내 산업단지에서 생산하는 상품 중에서 대량 규격화물 즉, 컨테이너로 수송되는 화물은 전량 수출입물량에 한정되는 것을 확인할 수 있었음
- 그러나 기존 산업단지에서 항만으로 수송되는 컨테이너 수출입 물량을 대상으로 초기 투자비가 많이 소요되는 ‘대량 규격화물 지하운송 시스템’을 신규로 가설할 경우 경제성을 확보하기는 어려운 것으로 판명되었음
- ‘소형화물 개별 지하운송 시스템’ 또한 두 곳 이상의 거점간 물동량이 꾸준히 발생되어야만 경제성을 확보할 수 있는데, 제조업체와 반제품 등 조달업체간 기 조성되어 있는 운송로를 제외하고 신규로 시스템을 가설할 경우 경제성을 확보하기는 어려운 것으로 판명되었음
- ‘파이프라인 벌크 지하운송 시스템’의 경우에도 아직 시스템의 개념은 개발되었다고는 하나 기술의 상용화까지는 다소 기술개발의 여지가 남아있어 연구개발 초기에는 중량과 비중이 낮고 환경오염의 여지가 많은 석탄 등 벌크화물을 대상으로 기술

을 개발하는 방안을 모색하는 것이 바람직하다고 판단되었으나 산업단지 중에서 석탄소비가 많은 지역은 그 공장이 대부분 항만인근에 석탄야적장을 별도 설치하고 컨베이어로 수송을 하고 있어 기존 시스템을 대체할 가능성은 적어 보임

○ 따라서 본 기획연구에서 고려하고 있는 세 가지 지하 화물운송 시스템 방식은 기존의 산업단지 보다는 신규로 조성되는 산업단지 중에서 산업단지와 수출입항만을 직접 연계해야할 필요성이 본격적으로 제기되고 있는 '부산강서국제산업·물류단지'와 같이 산업단지 조성초기부터 기존의 운송수단을 배제하고 첨단수송시스템으로 전용수송로를 확보한다는 단지조성 개념이 확립된 지역부터 그 적용을 검토하는 것이 타당함

- 그러나 환경문제의 심각성과 도시공간 재편성 등의 사회적 문제가 극심해지고 화물운송 시장 불안정, 유가폭등으로 인한 도로화물 운송비가 상승할 경우 지하 화물운송 시스템을 기존 부지조성이 된 산업 단지 등에 도입도 가능할 것으로 판단됨

2. 항만배후단지와의 연계방안

가. 현황

○ 항만배후단지는 항만의 배후에 위치하여 복합물류시설, 물류서비스 지원시설, 공공시설 등 3가지 기능을 복합적으로 수행하는 물류시설임

- 복합물류시설 : 보관배송, 조립가공, 환적, 공 컨테이너 관리 등을 수행함
  - 보관배송과 관련하여 CFS, 창고단지, 도매단지, 공동배송센터, 유통센터, 국제물류센터 등이 설치될 수 있으며, 조립가공을 위해 자동차부품·섬유·신발 등 가공조립센터, 재분류 및 포장단지 등이 설치됨
- 물류서비스 지원시설 : 배후단지의 효과적 관리운영을 위한 직접지원시설 및 상업시설, 연구·벤처시설 등을 의미함
- 공공시설 : 항만친수시설, 완충녹지공간, 배후단지 접근성 확보를 위한 도로 및 철도시설 등을 의미함

○ 8개 항만(부산항 신항, 광양항, 인천항, 평택·당진항, 울산항, 목포항, 포항항, 마산항)에 지정되어 있으며 지정면적은 약 42,046천㎡임

○ 국토해양부는 2020년까지 26,994㎡의 수요가 있을 것으로 추정하여 2020년까지 약

26,671㎡의 부지를 공급할 계획임

나. 지하 화물운송 시스템과의 연계방안

○ '대량 규격화물 지하운송 시스템', '소형화물 개별 지하운송 시스템', '파이프라인 벌크 지하운송 시스템' 등 본 기획연구에서 고려하고 있는 세 가지 지하 화물운송 시스템 방식을 항만배후단지와 연계할 수 있는 가능성을 모색해 본 결과

- 국내 항만배후단지 중 대량 규격화물 즉, 컨테이너로 수송되는 화물의 비중이 높고 그 물동량이 절대적으로 높은 지역은 국내에서 부산항, 광양항 지역을 고려해 볼 수 있으며, 인천항이나 평택항의 경우에도 컨테이너 취급물동량은 비교적 많지만 특정 물류거점과의 연계를 기존 운송로를 배제한 전용수송로 형태로 지정하지 않는 한 경제성을 확보하기는 어려울 것으로 판단됨
- 단, 철도물류 활성화정책으로 인해 향후 컨테이너 취급물동량 증가세가 뚜렷이 예상되는 부산진역CY와 부산 북항 컨테이너 터미널을 연계하는 우암로 등 컨테이너 물동량으로 인한 정체가 발생하는 구간이나 북항과 신항을 연계하는 셔틀물동량을 처리하기 위한 전용수송로로서의 지하운송 시스템의 경우에는 보다 정밀한 타당성 조사를 해볼 필요가 있다고 사료됨
- 통상 대형화물의 유출입이 잦은 항만에서 '소형화물 개별 지하운송 시스템'의 적용 가능성은 낮다고 판단되었음
- '파이프라인 벌크 지하운송 시스템'의 경우에도 석탄부두가 혐오시설로 인식되면서 부두의 수가 차츰 줄어드는 반면, 여전히 대량 석탄수입이 불가피한 화력발전소나 제철공장 인근에는 적용의 여지가 있다고 판단되므로 전국의 6곳의 화력발전소와 제철공장 일부, 중장기적으로는 해외에 기술수요가 발생할 가능성이 높다고 판단됨

3. 공항배후단지와의 연계방안

가. 현황

○ 공항배후단지는 인천국제공항 내 자유무역지역에만 국내 유일하게 지정되어 있으며 항공교통을 통한 물류프로세스를 지원하기 위한 시설로 개발되었음

○ 인천국제공항 배후단지는 공항물류단지와 물류터미널로 기능 및 영역이 분리되어 건설되었음

- 공항물류단지는 제조업, 물류업, 도소매업을 중심으로 국제물류를 수행하기 위한 거점으로서의 기능 수행
- 물류터미널은 세계 유수의 항공사나 다국적 물류기업을 유치하기 위해 개발되었으며 주로 항공 수출입을 통한 국제공동물류 기능 수행

○ 인천국제공항 화물터미널의 건축면적은 총 305,800㎡로 연간 387만 톤의 처리능력을 갖추고 있음

○ 김포공항의 경우 과거 화물터미널 건물과 인근 부속건물들을 중심으로 공항 기반 물류단지가 조성·운영되고 있으며 98,498㎡의 화물취급시설이 있음

- 화물터미널(구 화물청사)의 경우 연면적 53,885.77㎡의 창고시설을 갖추고 있음

나. 지하 화물운송 시스템과의 연계방안

○ '대량 규격화물 지하운송 시스템', '소형화물 개별 지하운송 시스템', '파이프라인 벌크 지하운송 시스템' 등 본 기획연구에서 고려하고 있는 세 가지 지하 화물운송 시스템 방식을 공항배후단지와 연계할 수 있는 가능성을 모색해 본 결과

- 항공기는 선박과 달리 항공기 규격에 부합하는 기내탑재용 컨테이너(ULD)가 공항배후단지 내에서 조성되어 항공기로 수송되기 때문에 일반 해상용 컨테이너 비중은 극히 낮고, 그 물동량만으로 '대량 규격화물 지하운송 시스템'을 적용하는데에는 무리가 있다고 판단됨
- 단, 최근 동남권신공항계획의 무산으로 KTX선로를 인천공항 제3터미널 확장예정부지까지 연장하려는 구상이 제기되고 있어 KTX 선로가 공항까지 연계되고 일부 KTX 철도에 화차가 편성된다면 KTX를 이용한 철도물류 활성화 가능성이 엿보임
- 이 경우 인천공항 제3터미널 KTX 역으로부터 공항배후단지간 파렛트 규격의 항공화물수요는 발생할 소지가 있고, 인천공항 제3터미널 KTX 역으로부터 활주로를 지하로 통과하여 공항배후단지내 두 세 곳의 항공화물터미널까지의 '소형화물 개별 지하운송 시스템'이 연계될 가능성은 있다고 판단됨

- 따라서 정책으로 인해 향후 컨테이너 취급물동량 증가세가 뚜렷이 예상되는 부산진역CY와 해당 물동량을 처리하기 위한 지하운송 시스템의 보다 정밀한 타당성 조사를 해볼 필요가 있다고 사료됨
- '파이프라인 벌크운송 화물 시스템'이 공항배후단지에 적용될 가능성은 극히 낮다고 판단되어 고려의 대상에서 제외하였음

4. 내륙물류기지(IFT 및 ICD)/철도 CY

가. 현황

○ 복합물류터미널(IFT)은 주로 도로와 철도를 이용한 복합간선수송을 고려하여 설치된 시설이지만 대부분 화물자동차 중심으로 운영되고 있으며 주로 대형기업들이 동 단위로 임대하여 운영하고 있음

○ 내륙컨테이너기지(ICD)는 수출입컨테이너를 취급하는 내륙물류시설로서 일반적으로 복합물류터미널과 결합하여 내륙화물기지 형태로 개발되어있으며 컨테이너 장치·보관기능, 집하·분류기능 및 통관기능을 가지고 있음

○ 복합물류터미널(IFT)과 내륙컨테이너기지(ICD)는 수도권(군포, 북부, 남부), 부산권, 호남권, 중부권, 영남권 등 5개 권역으로 나누어 조성되고 있음

- 물류시설개발종합계획에서는 2012년 기준 IFT 2,279천 ㎡, ICD 2,797천 ㎡의 면적을 확보할 것으로 계획하고 있음
  · IFT는 군포복합물류터미널 면적이 전체의 32.0% 차지, ICD 경우는 양산의 면적이 34.0%로 가장 크며, 의왕(26.9%)이 다음 순으로 나타남

○ ICD는 철도CY와 연계하여 철도화물을 처리하고 있으며 현재 운영 중인 전국의 철도CY는 총 27개소로 면전은 42만㎡, 연간 컨테이너 취급량은 약 144만 TEU에 달함

나. 지하 화물운송 시스템과의 연계방안

○ '대량 규격화물 지하운송 시스템', '소형화물 개별 지하운송 시스템', '파이프라인 벌크 지하운송 시스템' 등 본 기획연구에서 고려하고 있는 세 가지 지하 화물운송 시스템 방식을 내륙물류기지와 연계할 수 있는 가능성을 모색해 본 결과

- 국내 내륙물류기지 중 충분히 물동량을 확보하고 있는 곳은 '수도권 복합물류터미널'과 '의왕ICD' 정도 인 것으로 분석되었으나 이미 내륙물류기지들은 철도와 도로의 요충지에 입지하고 있어 본 기획연구에서 고려하고 있는 세 가지 지하 화물운송 시스템과 같은 신물류운송수단으로 물동량이 전이될 효과는 미미할 것으로 판단됨
- 최근, 철도물류 활성화정책으로 인해 향후 철도를 이용한 물동량 증가가 예상되므로 컨테이너 화물의 경우 철도운송분담률의 추이를 관망하면서 병목현상이 발생하는 지역부터 본 기획연구에서 고려하고 있는 세 가지 지하 화물운송 시스템 방식의 도입을 검토하는 것도 늦지 않다고 판단됨
- 단, 장래에 장거리 간선수송에 본 기획연구에서 고려하고 있는 지하 화물운송 시스템이 설치되고 수도권역을 둘러싸는 지하 화물운송 시스템 네트워크가 구축된다면 내륙물류기지가 지하 화물운송 시스템의 환적요충지로 작용할 가능성은 있다고 판단됨
- 통상 내륙물류기지가 역내 물동량을 흡수하여 간선수송을 연계해 주는 Hub기능을 수행한다고 본다면 '소형화물 개별 지하운송 시스템'의 적용가능성도 따라서 낮아진다고 판단되었음
- '파이프라인 벌크 지하운송 시스템'이 내륙물류거점에 적용될 가능성은 극히 낮다고 판단되어 고려의 대상에서 제외하였음

5. 물류단지/물류터미널/공동집배송센터

가. 현황

○ 물류시설개발종합계획에 따르면 전국 물류단지에서 처리가능한 물동량은 2012년 기준 약 4천 5백만 톤이며 시설부지 면적은 1천 6백만 ㎡에 달하고 있음

- 현재까지 추진된 물류단지 개발사업이 추진 중이거나 완료된 부지는 총 7백만 ㎡임

○ 일반화물터미널은 물류터미널의 일종으로 도시계획시설 분류상 교통시설(자동차정류장)로서 공용·공공성이 높으며 단일 육상운송수단에 초점을 맞추어 개발되어 왔음

- 대부분 화물자동차 중심으로 운영되며, 간선수송과 지선수송을 연결하는 결절점으로서 화물의 집하, 분류, 환적 역할을 수행함
- 현재 전국의 일반물류터미널은 총 30개소, 1백만 ㎡에 달함

○ 공동집배송센터(구 집배송단지)는 1988년 10월『도·소매업진흥 5개년 계획』에 의거, 민간주도로 추진되었음

- 현재 총 5개 단지가 완공되었고 1개 단지가 추진 중에 있으며 2개 단지가 신규지정 되었고 1개 단지는 일부기능만 운영 중에 있음

나. 지하 화물운송 시스템과의 연계방안

○ '대량 규격화물 지하운송 시스템', '소형화물 개별 지하운송 시스템', '파이프라인 벌크지하운송 시스템' 등 본 기획연구에서 고려하고 있는 세 가지 지하 화물운송 시스템 방식을 물류단지, 물류터미널, 공동집배송단지 등과 연계할 수 있는 가능성을 모색해 본 결과

- 이들 물류거점의 컨테이너 물동량 연관성이 낮아 '대량 규격화물 지하운송 시스템'의 적용가능성은 낮다고 판단되며, 일부 구간에 '소형화물 개별 지하운송 시스템'의 적용가능성이 있다고 판단되나 많은 품목을 다양하게 취급하는 대부분의 물류단지들 보다는 특정 품목이 한 곳에 집중되어 있는 '화훼단지', '수산물도매시장', '농산물도매시장', '의류도매시장' 등을 대상으로 한 유통물류를 대상으로 보다 정밀한 타당성 조사를 수행할 필요가 있음

5절. 국제공동연구, 국내 타 기관과의 협조 및 전문가 확보방안

1. 주요 기술 보유 기업

가. 노웨이트

구 분	내 용
목표	- 대기시간 없이 분산연속 수송함으로써 수송능력의 변화없이 인프라의 효율증가
주요 기능	- 폴딩 가능한 차량에 의해 폴딩시 저속 운행하는 대량수송시스템 - 철도의 레일을 아코디언 식으로 조절하여 승객이나 화물 탑승 구간에 속도를 낮춤으로써 즉시 수송할 수 있는 시스템
위상	- 2005년 스웨덴 정부 입회하에 경남도와 체결된 MOU를 바탕으로 국내 대도시에 상업선 건설을 위해 스웨덴 정부 보증기관으로부터 1억유로 상당의 PF자금용 보증서를 교부받아 국내 업체와 콘소시엄 형태로 지자체의 지하철 운영기관과 순수 P.P.P 형태의 사업 추진을 진행중 - 대량 수송 시스템 (mass transit system) 특허출원 (KR424323B1, 2000-11-07)
관련 Link	- http://nowait.co.kr/
협력방안	- 노웨이트 시스템을 대량규격화물 지하운송 시스템 개발에 적용가능 - 운송궤도 인프라 설계 과제부분에서 연계활용이 가능함 - 관련 전문가를 기술자문위원으로 선정하여 활용 가능

나. MITSUBISHI HEAVY IND LTD

구 분	내 용
목표	- 도시 내부, 공항 등의 단거리 운송 시스템 개발을 목적으로 연구함
주요 기능	- 공항, 도시 내부의 교통 시스템 · 단거리 운송시스템, LRT, 모노레일, 자기 부상 시스템 - 도시 내부의 교통 시스템 · 대량 철도 운송, 고속 열차, 자기부상 시스템 - 철도 시스템 · 창고, 철도의 현대화
위상	- 지하화물 관련 주요 출원인 중 거의 대부분의 중요 분야에서 기술개발을 하고 있음
관련 Link	- http://www.mhi.co.jp/
협력방안	- 다수의 특허를 보유하고 있어 특허관련 전문가를 자문위원으로 선정하여 활용가능 - 관련 전문가를 기술자문위원으로 선정하여 활용 가능

다. TubeXpress Systems, Inc

구 분	내 용
목표	- 장거리 트럭운송을 대체할 목적으로 연구함
주요 기능	- 지하 콘크리트 파이프라인으로 도시 중심 간을 연결하여 화물을 자동운전으로 수송하는 튜브운송 시스템
위상	- 미국에서 1960년대로부터 튜브운송기술에 대해 연구하여 앞선 기술력을 바탕으로 세계적으로 튜브기술을 선도하고 있음 - 모회사 Ampower Corporation와 1980년 캡슐 파이프라인 시스템 개념의 특허출원 (U.S. Patent No. 4,458,602, 1984)
관련 Link	- http://www.tubexpress.com
협력방안	- 튜브운송 시스템을 파이프라인 벌크수송시스템 개발에 적용가능 - 튜브운송기술을 파이프라인 운반관로 설계 및 시공 과제부분에 활용가능 - 관련 전문가를 기술자문위원으로 선정하여 활용 가능

라. CargoCap

구 분	내 용
목표	- 휠-레일 기반의 저속 도시 내 지능형 물류시스템 개발을 목적
근거 및 지원부처	- Bochum의 Ruhr 대학에서 Dietrich Stein 교수 주도로 연구 개발중 - North Rhine-Westphalia주 Ministry of Innovation, Science, Research and Technology에서 지원
주요 기능	- 지하 콘크리트 파이프라인으로 도시 중심 간을 연결하여 화물을 자동운전으로 수송하는 튜브운송 시스템
규모	- CargoCap GmbH는 2002년 CargoCap 본사 보훔에 설립
위상	- 미국과 다른 방식으로 독일에서 개발중이며, 유럽내 튜브운송기술을 선도함
관련 Link	- http://www.cargocap.com
협력방안	- CargoCap 시스템을 소형화물 개별 운송시스템 개발에 적용가능 - 지하 화물 자동운송 시스템을 운송장비 차체구조물 기술 과제부분에 활용가능 - 관련 전문가를 기술자문위원으로 선정하여 활용 가능

마. FlexiTaxi

구 분	내 용
목표	- 대형의 화물이 아닌 개인이나 소규모의 화물을 정해진 목적지까지 정확히 운송
주요 기능	- 지상과 지하 모두 설계가 가능하므로 캡슐보다는 튜브연구에 중점을 두고 있음
관련 Link	- http://faculty.washington.edu/jbs/itrans/flextaxi.htm
협력방안	- 튜브운송 시스템을 파이프라인 벌크수송시스템 개발에 적용가능 - 소규모 화물운송 기술은 벌크화물 운반분야에 활용가능 - 관련 전문가를 기술자문위원으로 선정하여 활용 가능

바. General Atomics, Electromagnetic Systems(EMS) Division

구 분	내 용
목표	- Electromagnetic 시스템의 지원 및 활용
근거 및 지원부처	- General Atomics EMS 는 방위산업, 에너지산업 등에 참여하여 정부와 밀접한 관계를 가짐
주요 기능	- 2006년 세계 최초로 화물 자기부상 시험차량으로 20FT(1TEU) 컨테이너를 설치, 운행하는 시험에 성공
규모	- San Diego, CA에 180,000평방피트규모의 본사를 두고 있음 - San Diego에 R&D 및 실험연구시설을 보유하고 있으며 이곳에 Maglev의 full-scale 시험설비도 보유함 - San Marcos, CA에는 inverter 생산시설을 보유하고 있으며 Linear Motor와 Power inverter는 Tupelo, MS 에 위치한 생산시설에서 생산됨
위상	- 미국내 원자력 산업, 방위산업 및 자기부상열차 분야의 주요 회사로 자리잡음
관련 Link	- http://atg.ga.com/EM/index.php
협력방안	- 다양한 실험설비 등을 보유하고 있어 기술과 관련하여 적용가능한 분야 모색 가능 - 지하화물운송과 관련하여 레일설계, 지하화물 운송장비 급전 인프라 기술개발 분야에 활용가능 - 관련 전문가를 기술자문위원으로 선정하여 활용 가능

사. MEGARAIL

구 분	내 용
목표	- 첨단 교통 시스템의 미국 및 해외 특허 취득 및 시장발굴
근거 및 지원부처	- 1997년도에 미국 텍사스에 법인 설립
주요 기능	- MegaRail High Speed Rail Service, High Capacity Urban Transit Service, Urban Manual Train Service, CargoRail Heavy Cargo Service 등의 연구 수행
규모	- 미상
위상	- Megarail System에 대한 미국내 8개 특허 취득 - Megarial System에 대한 유럽 특허 취득(No. 0923480)
관련 Link	- http://www.megarail.com
협력방안	- 화물운송 특허에 관한 협약체결 - 화물운송 특허에 관련 자문위원으로 선정 - 다수의 특허를 보유하고 있어 특허관련 전문가를 자문위원으로 선정하여 활용가능 - 관련 전문가를 기술자문위원으로 선정하여 활용 가능

아. CTA (Container Terminal Altenwerder)

구 분	내 용
운영현황	- 독일 함부르크에 위치하고 있으며 CTA는 대표적인 무인자동화 컨테이너 터미널로서 무인 이송차량(Automated Guided vehicle, AGV)가 갠트리트레인(Gangtry Crane, GC)과 자동화 트랜스퍼크레인 (Automated Transfer Crane, ATC) 사이에 자동으로 운송되고 있음 - 장치장에 위치한 자동화 트랜스퍼크레인은 2대가 설치되어 있고 원격조정을 통해 외부트럭과 직접 연계되면서 컨테이너를 싣고 내리는 작업이 이루어지고 있음
협력방안	- 무인 운송차량 (AGV), 자동화 트랜스퍼크레인 (ATC)에 관한 협의 진행가능 - 무인자동화 운영방식에 관한 협의 진행가능 - 한국교통연구원과 CTA간 협업에 관한 협의 진행가능

자. CTB (Container Terminal Burchardkai)

구 분	내 용
운영현황	- 독일 함부르크 CTA의 위쪽에 자리하고 있으며 CTB는 기존의 무인자동화컨테이너 터미널인 CTA와 유사한 형태로 현재 개발되고 있는 상황임
협력방안	- 무인 운송차량(AGV), 자동화 트랜스퍼크레인(ATC)에 관한 협의 진행가능 - 무인자동화 운영방식에 관한 협의 진행가능 - 한국교통연구원과 CTB간 협업에 관한 협의 진행가능

차. ECT (Europe Container Terminal)

구 분	내 용
운영현황	- 네덜란드의 로테르담에 위치하고 있으며 유럽에서 가장 거대하고 진보된 터미널 중의 하나임 - ECT는 무인 이송차량(AGV)와 무인 야드크레인(Automated Stacking Crane, ASC)가 운영 중에 있음
협력방안	- 무인 자동화 운송차량(AGV), 무인 야드크레인(ASC)에 관한 협의 진행가능 - 자동화 운영방식과 내륙운송에 관한 협의 진행가능 - 한국교통연구원과 ECT간 협업에 관한 협의 진행가능

2. 협력방안

○ 관련 분야별 전문가 Pool을 구성하여 연구개발 단계별로 활용

○ 업체/기관과의 MOU체결 등을 통해 관련 전문가의 활동을 보장 받고 유기적인 관계가 구축될 수 있도록 함

[표 7-60] 기관별 협력분야 및 협력방안

기관명	협력분야	협력방안
노웨이트	기술제휴	- 노웨이트 시스템을 대량 규격화물 지하운송 시스템 개발에 적용가능 - 운송궤도 인프라 설계 과제부분에서 연계활용이 가능함 - 관련 전문가를 기술자문위원으로 선정하여 활용 가능
Mitsubishi Heavy Ind	특허제휴 기술제휴	- 다수의 특허를 보유하고 있어 특허관련 전문가를 자문위원으로 선정하여 활용가능 - 관련 전문가를 기술자문위원으로 선정하여 활용 가능
TubeXpress System, Inc	기술제휴	- 튜브운송 시스템을 파이프라인 벌크수송시스템 개발에 적용가능 - 튜브운송기술을 파이프라인 운반관로 설계 및 시공 과제부분에 활용가능 - 관련 전문가를 기술자문위원으로 선정하여 활용 가능
CargoCap	기술제휴	- CargoCap 시스템을 소형화물 개별운송 시스템 개발에 적용가능 - 지하 화물 자동운송 시스템을 운송장비 차체구조물 기술 과제부분에 활용가능 - 관련 전문가를 기술자문위원으로 선정하여 활용 가능
FlexiTaxi	기술제휴	- 튜브운송 시스템을 파이프라인 벌크수송시스템 개발에 적용가능 - 소규모 화물운송 기술은 벌크화물 운반분야에 활용가능 - 관련 전문가를 기술자문위원으로 선정하여 활용 가능
General Atomics, Electromagnetic Systems	기술제휴	- 다양한 실험설비 등을 보유하고 있어 기술과 관련하여 적용가능한 분야 모색 가능 - 지하화물운송과 관련하여 레일설계, 지하화물 운송장비 급전 인프라 기술개발 분야에 활용가능 - 관련 전문가를 기술자문위원으로 선정하여 활용 가능
MEGARAIL	특허제휴 기술제휴	- 화물운송 특허에 관한 협약체결 - 화물운송 특허에 관련 자문위원으로 선정 - 다수의 특허를 보유하고 있어 특허관련 전문가를 자문위원으로 선정하여 활용가능 - 관련 전문가를 기술자문위원으로 선정하여 활용 가능
Container Terminal Altenwerder	기술제휴	- 무인 운송차량 (AGV), 자동화 트랜스퍼크레인 (ATC)에 관한 협의 진행가능 - 무인자동화 운영방식에 관한 협의 진행가능 - 한국교통연구원과 CTA간 협업에 관한 협의 진행가능
Container Terminal Burchardkai	기술제휴	- 무인 운송차량(AGV), 자동화 트랜스퍼크레인(ATC)에 관한 협의 진행가능 - 무인자동화 운영방식에 관한 협의 진행가능 - 한국교통연구원과 CTB간 협업에 관한 협의 진행가능
Europe Container Terminal	기술제휴	- 무인 자동화 운송차량(AGV), 무인 야드크레인(ASC)에 관한 협의 진행가능 - 자동화 운영방식과 내륙운송에 관한 협의 진행가능 - 한국교통연구원과 ECT간 협업에 관한 협의 진행가능

부 록

1. 기술정의서
2. 개선기술검토서
3. 성과지표 및 목표 검토서
4. 중복성 검토서
5. 제안요구서(RFP) 대비표
6. 중간보고 보완대비표
7. 최종평가 보완대비표

부록 1. 「지하 화물운송 시스템 기술개발 기획」 기술정의서

[부록 표 1-1] 대량 규격화물 지하운송 시스템 기술분류

1차 분류	2차 분류 (구성 기술)	3차분류							기술개발 효 과	기술개발 우선순위
		분류 코드	요소 기술	주요 구성기술 및 연구내용	신규	개선	국산화	실용		
대형 규격 화물 지하 운송 시스템 (A)	지하화물 운송 시스템 기술 (AA)	(AAA)	지하화물 운송인프라 시스템기술	- 기술정의: 지하로 화물을 운송하기 위한 첨단지하운송시스템을 설치하게 될 터널 등 지하특성에 맞는 전용 운송로 인프라 개발 - 기술의 필요성: 지상공간의 활용을 극대화하고 교통체증, 기후변화 등 여건 변화에 제약을 받지 않는 안정적이고 친환경적인 운송경로의 확보 - 주요 구성기술: · 지하화물 운송 터널인프라 기술 · 지하화물 운송 궤도인프라 기술 · 지하화물 운송장비 급전인프라 기술 · 지하화물 운송장비 추진장치 기술 · 지하화물 운송 인프라 유지보수 및 안전관리기술		√			- 개선효과(개선기술) · 국 내: 39,699백만 원 · 국 외: 백만 원 · **합 계: 39,699백만 원**	2
		(AAB)	지하화물 운송장비 기술	- 기술정의: 지하화물 운송에 적합한 내수성, 비접촉성, 정숙성, 단순성, 유지보수 간편성 등의 특성을 감안한 운송장비 차체 제작기술 - 기술의 필요성: 지하공간이 가지고 있는 내수성, 비접촉성, 정숙성, 단순성, 유지보수 간편성 등의 특성을 감안한 첨단 운송장비의 개발이 필요 - 주요 구성기술: · 지하화물 운송장비 차체 구조물 기술 · 지하화물 운송장비 유지보수 기술	√				- 시장규모(신규기술) · 국 내: 227,301백만 원 · 국 외: 백만 원 · 합 계: 227,301백만 원	1
		(AAC)	지하화물 운송제어 시스템 기술	- 기술정의: 화물운송 수요에 맞추어 안정되게 지하화물 운송장비를 구동하기 위한 속도조절과 비상상황에 대비한 시스템 비상정지 기술 - 기술의 필요성: 지하공간이 가지고 있는 공간적 제약과 운행의 안정성, 안전성 확보, 지상 타 운송수단과의 원활한 연계 등을 위해서는 무인자동 제어시스템이 필요 - 주요 구성기술: · 지하화물 운송장비 제어기술 · 지하화물 운송 추적기술 · 지하화물 운송 및 상하역 연계기술 · 인터모달 인터페이스 연계기술				√	- 개선효과(개선기술) · 국 내:178,877백만 원 · 국 외: 백만 원 · **합 계:178,877백만 원**	2

[부록 표 1-1] 대량 규격화물 지하운송 시스템 기술분류 (계속)

1차분류	2차 분류 (구성 기술)	3차분류							기술개발 효 과	기술개발 우선순위
		분류 코드	요소 기술	주요 구성기술 및 연구내용	신규	개선	국산화	실용		
대형 규격 화물 지하 운송 시스템 (A) (계속)	지하화물 보관하역 시스템 기술 (AB)	(ABA)	보관하역 시설장비 기술	- 기술정의 : 지하로 운송된 화물을 하역하거나 보관하기 위한 시설 및 장비를 제작하는 기술 - 기술개발의 필요성: 화물의 운송효율성을 저하시키지 않기 위해서는 하역, 보관 및 이송작업 역시 무인자동시스템을 통한 효율적인 장비가 필요 - 주요 구성기술: · 지하화물 보관하역 시설 기술 · 지하화물 하역 장비 기술	√				- 시장규모(신규기술) · 국 내:22,800백만 원 · 국 외: 백만 원 · **합 계:22,800백만 원**	1
		(ABB)	보관하역 제어기술	- 기술정의: 지하를 통해 자동운송된 화물을 무인자동으로 하역하고 보관하기 위해 하역장비를 제어하며, 보관장소까지의 이송을 제어하고, 보관시설에 적재하기 위한 장비를 제어하는 일체의 기술 - 기술개발의 필요성: 하역, 보관 및 이송작업 시 무인자동시스템을 원활하게 작동하기 위한 효율적인 장비제어가 필요 - 주요 구성기술: · 지하화물 하역/보관제어기술				√	- - 개선효과(개선기술) · 국 내:4,400백만 원 · 국 외: 백만 원 · **합 계:4,400백만 원**	2

[부록 표 1-2] 소형 화물 개별 운송 시스템 기술분류

1차분류	2차 분류 (구성 기술)	3차분류							기술개발 효 과	기술개발 우선순위
		분류 코드	요소 기술	주요 구성기술 및 연구내용	신규	개선	국산화	실용		
소형 화물 개별 운송 시스템 (B)	지하 화물 운송 시스템 기술 (BA)	(BAA)	지하화물 운송인프라 시스템기술	- 기술정의: 지하로 화물을 운송하기 위한 첨단시스템을 설치하게 될 터널 등 지하전용 운송로 인프라 개발 - 기술의 필요성: 지상공간의 활용을 극대화하고 교통체증, 기후변화 등 여건변화에 제약을 받지 않는 안정적이고 친환경적인 운송경로의 확보 - 주요 구성기술: · 지하화물 운송 터널인프라 기술 · 지하화물 운송 궤도인프라 기술 · 지하화물 운송장비 급전인프라 기술 · 지하화물 운송장비 추진장치 기술 · 지하화물 운송 인프라 유지보수 및 안전관리기술		√			- 개선효과(개선기술) · 국 내: 476,300백만 원 · 국 외: 백만 원 · **합 계: 476,300백만 원**	1
		(BAB)	지하화물 운송장비 기술	- 기술정의: 지하화물 운송에 적합한 내수성, 비접촉성, 정숙성, 단순성, 유지보수 간편성 등의 특성을 지닌 운송장비 차체 제작기술 - 기술의 필요성: 지하공간이 가지고 있는 내수성, 비접촉성, 정숙성, 단순성, 유지보수 간편성 등의 특성을 감안한 첨단 운송장비의 개발이 필요 - 주요 구성기술: · 지하화물 운송장비 차체 구조물 기술 · 지하화물 운송장비 유지보수 기술	√				- 시장규모(신규기술) · 국 내: 412,600백만 원 · 국 외: 백만 원 · **합 계: 412,600백만 원**	2
		(BAC)	지하화물 운송제어 시스템 기술	- 기술정의: 화물운송 수요에 맞추어 안정되게 지하로 화물을 운송을 하기 위한 속도조절과 비상사태에 대비한 시스템 비상정지 기술 - 기술의 필요성: 지하공간이 가지고 있는 공간적 제약과 운행의 안정성, 안전성 확보, 지상 타 운송수단과의 원활한 연계 등을 위해서는 무인자동 제어시스템이 필요 - 주요 구성기술: · 지하화물 운송장비 제어기술 · 지하화물 운송 추적기술 · 지하화물 운송 및 상하역 연계기술 · 기존 운영관리시스템 인터페이스 연계기술				√	- 개선효과(개선기술) · 국 내:328,420백만 원 · 국 외: 백만 원 · **합 계:328,420백만 원**	2

[부록 표 1-2] 소형 화물 개별 운송 시스템 기술분류 (계속)

1차분류	2차 분류 (구성 기술)	3차분류							기술개발 효 과	기술개발 우선순위
		분류 코드	요소 기술	주요 구성기술 및 연구내용	신규	개선	국산화	실용		
소형 화물 개별 운송 시스템 (B) (계속)	지하 화물 운송 하역 시스템 기술 (BB)	(BBA)	하역 인프라 시스템 기술	- 기술정의: 지하로 운송된 화물을 하역하거나 보관하기 위한 시설 및 장비를 제작하는 기술 - 기술개발의 필요성: 화물의 운송효율성을 저하시키지 않기 위해서는 하역작업 역시 무인자동시스템을 이용할 수 있는 효율적인 장비가 필요 - 주요 구성기술: · 지하화물 하역/보관 시설 · 지하화물 하역 장비	√				- 시장규모(신규기술) · 국 내:22,800백만 원 · 국 외: 백만 원 · **합 계:22,800백만 원**	1
		(BBB)	하역 제어시스템기술	- 기술정의 및 필요성: 지하를 통해 자동 운송된 화물을 무인자동으로 하역하고 보관하기 위해 하역장비를 제어하며, 지상의 보관 장소까지 이송을 제어하고, 보관시설에 적재하기 위한 장비를 제어하는 일체의 기술 - 기술개발의 필요성: 하역, 보관 및 이송작업 시 무인자동시스템을 원활하게 작동하기 위한 효율적인 장비제어가 필요 - 주요 구성기술: · 지하화물 하역/보관제어기술				√	- 개선효과(개선기술) · 국 내:4,400백만 원 · 국 외: 백만 원 · **합 계:4,400백만 원**	2

[부록 표 1-3] 파이프라인 벌크 운송 시스템 기술분류

1차분류	2차분류 (구성 기술)	3차분류							기술개발 효 과	기술개발 우선순위
		분류 코드	요소 기술	주요 구성기술 및 연구내용	신규	개선	국산화	실용		
파이프라인 벌크 운송 시스템 (C)	저장 및 공급 시스템 (CA)	(CAA)	공압 수송 시스템 저장장비 기술	- 기술정의: 지하관로를 통해 운송할 분진과 비산먼지가 많은 벌크화물을 화재나 습기로부터 안전하게 보관하기 위한 저장장비 제작 및 제어기술 - 기술개발의 필요성: 습기나 화재에 취약한 벌크화물을 화재나 습기로부터 안전하게 보관하기 위해서는 특수한 저장장비 기술이 필요 - 주요 구성기술: · 저장조 구조물 기술 · 저장조 안전장치 및 제어기술 · 저장조 구조물 소재에 관한 기술			√			2
		(CAB)	공압 수송 시스템 공급장비 기술	- 기술정의: 저장장비에 보관된 분진과 비산먼지가 많은 벌크화물을 운반관로로 공급하기 위한 장비 제작 및 운영제어 기술 - 기술개발의 필요성: 분진과 비산먼지가 많은 벌크화물을 관로를 통해 다른 장소로 운반하기 위해서는 공압으로 관로로 화물을 지속적이고도 안정적으로 공급할 수 있는 장비가 필요함 - 주요 구성기술: · 공급장치에 관한 제작기술 · 공급장치에 관한 제어기술	√					1
	운반 및 분류 시스템 (CB)	(CBA)	운반관로에 관한 기술	- 기술정의: 저장장비로부터 공급된 분진과 비산먼지가 많은 벌크화물을 화재나 습기로부터 안전하게 운반하기 위한 관로설계 및 제작 및 시공기술 - 기술개발의 필요성: 분진과 비산먼지가 많은 벌크화물을 다른 장소로 운반하기 위해서는 특수하게 제작된 관로를 통해 운송하는 것이 가장 안전하고 효율적이며, 따라서 운반관로 설계, 시공, 유지관리 기술이 필요함 - 주요 구성기술: · 운반관로 설계 및 시공에 관한 기술 · 운반관로 유지관리에 관한 기술				√		3

[부록 표 1-3] 파이프라인 벌크 운송 시스템 기술분류 (계속)

1차분류	2차분류 (구성 기술)	3차분류							기술개발 효 과	기술개발 우선순위
		분류 코드	요소 기술	주요 구성기술 및 연구내용	신규	개선	국산화	실용		
파이프라인 벌크 운송 시스템 (C) (계속)	운반 및 분류 시스템 (CB) (계속)	(CBB)	분류 시스템에 관한 기술	- 기술정의: 공기압을 통해 벌크화물을 수송되는 과정에 공기와 혼합된 형태의 분진과 비산먼지를 다시금 공기와 분리하는 기술 - 기술개발의 필요성: 공기압을 통해 벌크화물을 수송되는 과정에 분진과 비산먼지를 많이 발생하는 입자가 작은 벌크화물의 경우 공기와 혼합된 형태의 분진과 비산먼지를 다시금 공기와 분리하는 과정이 필요함 - 주요 구성기술: · 공기와 수송물질 분리 기술 · 공기 정화에 관한 기술	√					1
	제어 및 감시 시스템 (CC)	(CCA)	제어 및 감시에 관한 기술	- 기술정의: 화물운송 수요에 맞추어 안정되게 지하화물 운송장비를 구동하기 위한 속도조절 및 만약의 사태에 대비한 시스템 비상정지 기술 - 기술개발의 필요성: 공기압을 통해 입자가 작은 벌크화물을 운송하는 시스템 전반이 무인자동 시스템으로 운용되기 때문에 무인자동시스템을 원활하게 작동하기 위한 효율적인 장비제어가 필요 - 주요 구성기술: · 무인 운전을 목표로 하는 기술 · 원격 제어 감시에 관한 기술				√		2

부록 2. 「지하 화물운송 시스템 기술개발 기획」 개선기술검토서

구분	AS IS(개선 전)			개선 필요성 및 타당성	TO BE(개선 후)		
과제명	기존 제품(시제품, 안전성평가 등) 명	특징	관련 특허 등 지식재산권 현황		개선 내용	개선 효과 (정량적 효과 포함)	회피 특허기술 등 확보가능한 지적재산권 명칭
대량 규격화물 지하운송 시스템 기술분류 및 소형 화물 개별 운송 시스템 기술분류 중 지하화물운송 인프라시스템 기술	지하 궤도에서 화물 및 승객을 운송하기 위하여 리니어 모터를 채택한 트랙	리니어모터는 국내 져스텍, 세우산전,DCT, 앤디텍 등에서 생산 중이며 현재 국제시장 지배 확충 중	KRAMPE & CO (독일)에 의해 출원된 DE2006821A 특허가 있으나 출원년도가 1970년으로 이미 권리기간이 만료된 자유기술에 해당	무인자동으로 운영되는 지하화물 운송장비규격,속도, 부하량 등을 고려한 최적의 선형유도모터 개발	지하화물 운송장비의 규격, 속도, 부하량 등을 고려한 맞춤형 선형유도모터 개발	지하화물운송 시스템 구조에 적합한 규격과 용량의 리니어 엑츄레이터 및 스프레드 개발	필요 없음

부록 3. 「지하 화물운송 시스템 기술개발 기획」 성과지표 및 목표 검토서

구분	성과지표 및 목표		평가방법	
과제명	성과지표 (성과명칭)	성과목표	평가 측정방법	평가 측정방법 제시 사유
□ 대량 규격화물 지하운송 시스템 연구단				
1세부: 대량 규격화물 지라운송 인프라 시스템 기술	- 최종보고서 심의 통과	60점 이상	- 최종보고서 제출 및 심의	- 연차/단계별 심의위원 절대 평가
	- 연구개발 관련 홍보자료 심의 통과	매년 연구성과 발표행사 개최	- 연구성과 발표행사 홍보자료 및 전시자료 제출	- 연차 평가
1-1. 대량 규격화물 지하운송 궤도 인프라 기술	- 운송 궤도 인프라 기술 목표대비 달성율	90% 이상	- 사업 최종 평가 시 평가	- 최종단계에서 평가
	- 특허 및 지적재산권 확보 건수	3건 이상	- 확보 건수	- 특허등록 건수
	- 국내외 전문 학술 논문 게재	12건 이상	- 게재 건수	- 논문게재 건수
	- 궤도 설치 및 시운전 평가	60점 이상	- 시연 평가 심의위원 평가	- 절대평가
1-2. 대량 규격화물 지하운송 장비 추진장치 기술	- 운송장비 추진장치 기술 목표대비 달성율	90% 이상	- 사업 최종 평가 시 평가	- 최종단계에서 평가
	- 특허 및 지적재산권 확보 건수	5건 이상	- 확보 건수	- 특허등록 건수
	- 국내외 전문 학술 논문 게재	10건 이상	- 게재 건수	- 논문게재 건수
	- 지하운송장비 설치 및 시운전 평가	60점 이상	- 시연 평가 심의위원 평가	- 절대평가
	- RC튜닝 및 네트워크 프로토콜이식, 역학설계 분야의 독자적 기술확보	60전 이상	- 평가 심의위원 평가	- 절대평가
1-3. 대량 규격화물 지하운송 인프라 유지보수 및 안전관리 기술	- 운송 인프라 유지보수 및 안전관리 기술 목표대비 달성율	90% 이상	- 사업 최종 평가 시 평가	- 최종단계에서 평가
	- 특허 및 지적재산권 확보 건수	5건 이상	- 확보 건수	- 특허등록 건수
	- 국내외 전문 학술 논문 게재	10건 이상	- 게재 건수	- 논문게재 건수
	- 유지보수 매뉴얼 개발 평가	60점 이상	- 보고서 평가 심의위원 평가	- 절대평가

구분	성과지표 및 목표		평가방법	
과제명	성과지표 (성과명칭)	성과목표	평가 측정방법	평가 측정방법 제시 사유
□ 대량 규격화물 지하운송시스템 연구단				
2세부: 대량 규격화물 지하운송 장비 및 제어기술	- 최종보고서 심의 통과	60점 이상	- 최종보고서 제출 및 심의	- 연차/단계별 심의위원 절대 평가
	- 연구개발 관련 홍보자료 심의 통과	매년 연구성과 발표행사 개최	- 연구성과 발표행사 홍보자료 및 전시자료 제출	- 연차 평가
2-1. 대량 규격화물 지하운송 장비 구축 기술	- 운송장비 구축 기술 목표 대비 달성율	90% 이상	- 사업 최종 평가시 평가	- 최종단계에서 평가
	- 특허 및 지적재산권 확보 건수	3건 이상	- 확보 건수	- 특허등록 건수
	- 국내외 전문 학술 논문 게재	6건 이상	- 게재 건수	- 논문게재 건수
	- 장비설치 및 시운전 평가	60점 이상	- 시연 평가 심의위원 평가	- 절대평가
2-2. 대량 규격화물 지하운송 장비제어 기술	- 운송장비 제어 기술 목표대비 달성율	90% 이상	- 사업 최종 평가시 평가	- 최종단계에서 평가
	- 특허 및 지적재산권 확보 건수	5건 이상	- 확보 건수	- 특허등록 건수
	- 국내외 전문 학술 논문 게재	9건 이상	- 게재 건수	- 논문게재 건수
	- 장비제어 시운전 평가	60점 이상	- 시연 평가 심의위원 평가	- 절대평가
2-3. 대량 규격화물 지하운송 장비 유지보수 기술	- 운송장비 유지보수 기술 목표대비 달성율	90% 이상	- 사업 최종 평가시 평가	- 최종단계에서 평가
	- 특허 및 지적재산권 확보 건수	5건 이상	- 확보 건수	- 특허등록 건수
	- 국내외 전문 학술 논문 게재	12건 이상	- 게재 건수	- 논문게재 건수
	- 유지보수 매뉴얼 개발 평가	60점 이상	- 보고서 평가 심의위원 평가	- 절대평가

구분	성과지표 및 목표		평가방법	
과제명	성과지표 (성과명칭)	성과목표	평가 측정방법	평가 측정방법 제시 사유
□ 대량 규격화물 지하운송 시스템 연구단				
3세부: 대량 규격화물 지하운송 연계 보관 및 하역시스템 기술	- 최종보고서 심의 통과	60점 이상	- 최종보고서 제출 및 심의	- 연차/단계별 심의위원 절대 평가
	- 연구개발 관련 홍보자료 심의 통과	매년 연구성과 발표행사 개최	- 연구성과 발표행사 홍보자료 및 전시자료 제출	- 연차 평가
3-1. 대량 규격화물 지하운송연계 보관하역 시설 및 장비 구축기술	- 보관하역 기술 목표 대비 달성율	90% 이상	- 사업 최종 평가시 평가	- 최종단계에서 평가
	- 특허 및 지적재산권 확보 건수	3건 이상	- 확보 건수	- 특허등록 건수
	- 국내외 전문 학술 논문 게재	6건 이상	- 게재 건수	- 논문게재 건수
	- 보관하역 시설 및 장비설치 및 시운전 평가	60점 이상	- 시연 평가 심의위원 평가	- 절대평가
3-2. 대량 규격화물 지하운송연계 보관하역 시설 및 장비 제어 기술	- 보관/하역 시설 및 장비 제어 목표대비 달성율	90% 이상	- 사업 최종 평가시 평가	- 최종단계에서 평가
	- 특허 및 지적재산권 확보 건수	5건 이상	- 확보 건수	- 특허등록 건수
	- 국내외 전문 학술 논문 게재	10건 이상	- 게재 건수	- 논문게재 건수
	- 보관하역 시설 및 장비설치 및 시운전 평가	60점 이상	- 시연 평가 심의위원 평가	- 절대평가
3-3. 지하 대량 규격화물 인터모달 인터페이스 기술	- 인터모달 인터페이스 연계 기술 목표 대비 달성율	90% 이상	- 사업 최종 평가시 평가	- 최종단계에서 평가
	- 특허 및 지적재산권 확보 건수	1건 이상	- 확보 건수	- 특허등록 건수
	- 국내외 전문 학술 논문 게재	2건 이상	- 게재 건수	- 논문게재 건수
	- 인터모달 인터페이스 시설/장비설치 및 시운전평가	60점 이상	- 시연 평가 심의위원 평가	- 절대평가
	- 유지보수 매뉴얼 개발 평가	60점 이상	- 보고서 평가 심의위원 평가	- 절대평가

구분	성과지표 및 목표		평가방법	
과제명	성과지표 (성과명칭)	성과목표	평가 측정방법	평가 측정방법 제시 사유
□ 소형 화물 개별 운송 시스템 연구단				
1세부: 소형 화물 개별 운송 인프라 시스템 기술	- 최종보고서 심의 통과	60점 이상	- 최종보고서 제출 및 심의	- 연차/단계별 심의위원 절대 평가
	- 연구개발 관련 홍보자료 심의 통과	매년 연구성과 발표행사 개최	- 연구성과 발표행사 홍보자료 및 전시자료 제출	- 연차 평가
1-1. 지하화물 운송 궤도 인프라 기술	- 운송 궤도 인프라 기술 목표대비 달성율	90% 이상	- 사업 최종 평가시 평가	- 최종단계에서 평가
	- 특허 및 지적재산권 확보 건수	3건 이상	- 확보 건수	- 특허등록 건수
	- 국내외 전문 학술 논문 게재	12건 이상	- 게재 건수	- 논문게재 건수
	- 궤도 인프라 설치 및 시운전 평가	60점 이상	- 시연 평가 심의위원 평가	- 절대평가
1-2. 지하화물 운송장비 추진장치 기술	- 운송장비 추진장치 기술 목표대비 달성율	90% 이상	- 사업 최종 평가시 평가	- 최종단계에서 평가
	- 특허 및 지적재산권 확보 건수	5건 이상	- 확보 건수	- 특허등록 건수
	- 국내외 전문 학술 논문 게재	10건 이상	- 게재 건수	- 논문게재 건수
	- 운송장비 추진장치 설치 및 시운전 평가	60점 이상	- 시연 평가 심의위원 평가	- 절대평가
	- RC튜닝 및 네트워크 프로토콜이식, 역학설계 분야의 독자적 기술확보	60전 이상	- 평가 심의위원 평가	- 절대평가
1-3. 지하화물 운송 인프라 유지보수 및 안전관리 기술	- 인프라 유지보수 및 안전관리 기술 목표 대비 달성율	90% 이상	- 사업 최종 평가시 평가	- 최종단계에서 평가
	- 운송 인프라 유지보수 및 안전관리 기술 운영상의 요구조건 목표대비 달성율	90% 이상	- 설계/제작/시험단계에서 단계별 평가	- 운영 단계별로 평가
	- 특허 및 지적재산권 확보 건수	5건 이상	- 확보 건수	- 특허등록 건수
	- 국내외 전문 학술 논문 게재	10건 이상	- 게재 건수	- 논문게재 건수
	- 유지보수 매뉴얼 개발 평가	60점 이상	- 보고서 평가 심의위원 평가	- 절대평가

구분	성과지표 및 목표		평가방법	
과제명	성과지표 (성과명칭)	성과목표	평가 측정방법	평가 측정방법 제시 사유
□ 소형 화물 개별 운송 시스템 연구단				
2세부: 소형 화물 개별 운송 장비 및 제어 시스템 기술	- 최종보고서 심의 통과	60점 이상	- 최종보고서 제출 및 심의	- 연차/단계별 심의위원 절대 평가
	- 연구개발 관련 홍보자료 심의 통과	매년 연구성과 발표행사 개최	- 연구성과 발표행사 홍보자료 및 전시자료 제출	- 연차 평가
2-1. 지하화물 운송장비 차체 구조물 기술	- 운송장비 차체 구조물 기술 목표 대비 달성율	90% 이상	- 사업 최종 평가시 평가	- 최종단계에서 평가
	- 특허 및 지적재산권 확보 건수	3건 이상	- 확보 건수	- 특허등록 건수
	- 국내외 전문 학술 논문 게재	6건 이상	- 게재 건수	- 논문게재 건수
	- 장비 자체 구조물 제작 및 시운전 평가	60점 이상	- 시연 평가 심의위원 평가	- 절대평가
2-2. 지하화물 운송장비 제어 및 유지보수 기술	- 운송장비 유지보수 기술 목표대비 달성율	90% 이상	- 사업 최종 평가시 평가	- 최종단계에서 평가
	- 운송장비 제어 기술 목표대비 달성율	90% 이상	- 사업 최종 평가시 평가	- 최종단계에서 평가
	- 특허 및 지적재산권 확보 건수	5건 이상	- 확보 건수	- 특허등록 건수
	- 국내외 전문 학술 논문 게재	12건 이상	- 게재 건수	- 논문게재 건수
	- 유지보수 매뉴얼 개발 평가	60점 이상	- 시연 평가 심의위원 평가	- 절대평가
2-3. 인터모달 인터페이스 연계 기술	- 운영관리시스템 인터페이스 연계 기술 운영상의 요구조건 목표대비 달성율	90% 이상	- 설계/제작/시험단계에서 단계별 평가	- 단계별 평가 가능
	- 운영관리시스템 인터페이스 연계 기술목표대비 달성율	90% 이상	- 사업 최종 평가시 평가	- 최종단계에서 평가
	- 특허 및 지적재산권 확보 건수	3건 이상	- 확보 건수	- 특허등록 건수
	- 국내외 전문 학술 논문 게재	5건 이상	- 게재 건수	- 논문게재 건수
	- 인터모달 인터페이스 시설/장비설치 및 시운전평가	60점 이상	- 시연 평가 심의위원 평가	- 절대평가
	- 유지보수 매뉴얼 개발 평가	60점 이상	- 보고서 평가 심의위원 평가	- 절대평가

구분	성과지표 및 목표		평가방법	
과제명	성과지표 (성과명칭)	성과목표	평가 측정방법	평가 측정방법 제시 사유
□ 파이프라인 벌크 운송 시스템 연구단				
1세부: 파이프라인 벌크화물 저장 및 공급 시스템 기술	- 최종보고서 심의 통과	60점 이상	- 최종보고서 제출 및 심의	- 연차/단계별 심의위원 절대 평가
	- 연구개발 관련 홍보자료 심의 통과	매년 연구성과 발표행사 개최	- 연구성과 발표행사 홍보자료 및 전시자료 제출	- 연차 평가
1-1. 저장조 구조물 기술	- 저장조 구조물 기술 목표 대비 달성율	90% 이상	- 사업 최종 평가시 평가	- 최종단계에서 평가
	- 특허 및 지적재산권 확보 건수	2건 이상	- 확보 건수	- 특허등록 건수
	- 국내외 전문 학술 논문 게재	6건 이상	- 게재 건수	- 논문게재 건수
	- 저장조 구조물 제작 및 시운전 평가	60점 이상	- 시연 평가 심의위원 평가	- 절대평가
1-2. 저장조 안전장치 및 제어 기술	- 저장조 안전장치 및 제어 기술 목표대비 달성율	90% 이상	- 사업 최종 평가시 평가	- 최종단계에서 평가
	- 특허 및 지적재산권 확보 건수	1건 이상	- 확보 건수	- 특허등록 건수
	- 국내외 전문 학술 논문 게재	4건 이상	- 게재 건수	- 논문게재 건수
	- 저장조 안전장치 제작 및 제어 시운전 평가	60점 이상	- 시연 평가 심의위원 평가	- 절대평가
1-3. 공급장치 제작 및 제어 기술	- 공급장치 제작 및 제어 기술 목표대비 달성율	90% 이상	- 사업 최종 평가시 평가	- 최종단계에서 평가
	- 특허 및 지적재산권 확보 건수	5건 이상	- 확보 건수	- 특허등록 건수
	- 국내외 전문 학술 논문 게재	10건 이상	- 게재 건수	- 논문게재 건수
	- 공급장치 제작 및 제어 시운전 평가	60점 이상	- 시연 평가 심의위원 평가	- 절대평가

구분	성과지표 및 목표		평가방법	
과제명	성과지표 (성과명칭)	성과목표	평가 측정방법	평가 측정방법 제시 사유
□ 파이프라인 벌크 운송 시스템 연구단				
2세부: 파이프라인 벌크화물 운반/분류 및 제어 시스템 기술	- 최종보고서 심의 통과	60점 이상	- 최종보고서 제출 및 심의	- 연차/단계별 심의위원 절대 평가
	- 연구개발 관련 홍보자료 심의 통과	매년 연구성과 발표행사 개최	- 연구성과 발표행사 홍보자료 및 전시자료 제출	- 연차 평가
2-1. 운반관로 설계/시공 및 유지관리에 관한 기술	- 운반관로 설계/시공 및 유지관리에 관한 기술목표 대비 달성율	90% 이상	- 사업 최종 평가시 평가	- 최종단계에서 평가
	- 특허 및 지적재산권 확보 건수	5건 이상	- 확보 건수	- 특허등록 건수
	- 국내외 전문 학술 논문 게재	10건 이상	- 게재 건수	- 논문게재 건수
	- 운반관로 구조물 제작 및 시운전 평가	60점 이상	- 시연 평가 심의위원 평가	- 절대평가
2-2. 공기와 수송물질 분리 기술	- 공기와 수송물질 분리 기술 목표대비 달성율	90% 이상	- 사업 최종 평가시 평가	- 최종단계에서 평가
	- 특허 및 지적재산권 확보 건수	4건 이상	- 확보 건수	- 특허등록 건수
	- 국내외 전문 학술 논문 게재	9건 이상	- 게재 건수	- 논문게재 건수
	- 공기/수송물질 분리 시운전 평가	60점 이상	- 시연 평가 심의위원 평가	- 절대평가
2-3. 공기 정화에 관한 기술	- 공기 정화에 관한 기술 목표대비 달성율	90% 이상	- 사업 최종 평가시 평가	- 최종단계에서 평가
	- 특허 및 지적재산권 확보 건수	6건 이상	- 확보 건수	- 특허등록 건수
	- 국내외 전문 학술 논문 게재	10건 이상	- 게재 건수	- 논문게재 건수
	- 공기정화 시험평가	60점 이상	- 시연 평가 심의위원 평가	- 절대평가
2-4. 무인 및 원격제어 기술	- 무인 및 원격 제어 기술 목표 대비 달성율	90% 이상	- 사업 최종 평가시 평가	- 최종단계에서 평가
	- 원격 제어에 관한 운영상의 요구조건 목표대비 달성율	90% 이상	- 설계/제작/시험단계에서 단계별 평가	- 단계별로 평가 가능
	- 특허 및 지적재산권 확보 건수	3건 이상	- 확보 건수	- 특허등록 건수
	- 국내외 전문 학술 논문 게재	6건 이상	- 게재 건수	- 논문게재 건수
	- 무인 및 원격제어 기술 시험평가	60점 이상	- 시연 평가 심의위원 평가	- 절대평가
	- 유지보수 매뉴얼 개발 평가	60점 이상	- 보고서 평가 심의위원 평가	- 절대평가

구분	성과지표 및 목표		평가방법	
과제명	성과지표 (성과명칭)	성과목표	평가 측정방법	평가 측정방법 제시 사유
□ 공통사항				
기존 물류현장 적합성 확보	- 기존 물류현장 적합성 확보 수준 평가	80% 이상	- 전문가로 구성된 위원회의 심의 평가	- 객관적 지표 제시 곤란하므로 전문가의 전문지식에 의한 평가
사업체계 구축	- 실용화에 따른 사업체계 구축 수준 평가	80% 이상	- 전문가로 구성된 위원회의 심의 평가	- 객관적 지표 제시 곤란하므로 전문가의 전문지식에 의한 평가
법/제도 검토	- 관련 법/제도에 대한 대응안 제시 수준 평가	80% 이상	- 전문가로 구성된 위원회의 심의 평가	- 객관적 지표 제시 곤란하므로 전문가의 전문지식에 의한 평가

부록 4. 「지하 화물운송 시스템 기술개발 기획」 중복성 검토서

도출과제 (기획)			중복성 검토과제			중복성 검토결과
과제명	연구내용	예상결과물 (시제품 포함)	과제명 및 수행기관 등	연구내용	결과물 또는 예상결과물 (시제품 포함)	
□ 대량 규격화물 지하운송 시스템 연구단						
1-1. 대량 규격화물 지하운송궤도 설치 기술	Folder 구간 궤도 설계 기술	궤도 설계 문서	해당사항 없음	-	-	선행 관련연구 없음
	Folder식 지하궤도 시공 기술	궤도 시공 기술 문서, 시제품	해당사항 없음	-	-	선행 관련연구 없음
	비상시 궤도 긴급복구 및 수리기술	긴급 복구 및 수리 매뉴얼	해당사항 없음	-	-	선행 관련연구 없음
1-2. 대량 규격화물 지하운송장비 추진기술	선형모터이용 추진체 설계기술	추진장치 설계 문서	해당사항 없음	-	-	선행 관련연구 없음
	전용LIM 블럭 시공기술	블럭 시공 기술 문서, 시제품	해당사항 없음	-	-	선행 관련연구 없음
1-3. 대량 규격화물 지하운송 인프라 유지보수 및 안전관리 기술	지하터널 방수/방진 검사기술	방수/방진 검사 매뉴얼	해당사항 없음	-	-	선행 관련연구 없음
	지하터널 방재(방화, 방수, 방진)기술	방재기술 매뉴얼	첨단항만건설기술개발 사업	비산먼지 방지장치 기술개발	비산먼지 방지장치	지하터널용으로 Customizing 필요
	Loof 궤도 균열 및 간극 검사 기술	궤도 균열 및 간극 검사 매뉴얼	해당사항 없음	-	-	선행 관련연구 없음
	3상 교류전기 공급시설 검사기술	전기 공급시설 검사 매뉴얼	해당사항 없음	-	-	선행 관련연구 없음
	LIM 블럭 튜닝/검사기술	LIM블럭 튜닝/검사 매뉴얼	해당사항 없음	-	-	선행 관련연구 없음
	비상시 인프라 긴급복구 및 수리기술	비상시 긴급복구 및 수리 매뉴얼				

도출과제 (기획)			중복성 검토과제			중복성 검토결과
과제명	연구내용	예상결과물 (시제품 포함)	과제명 및 수행기관 등	연구내용	결과물 또는 예상결과물 (시제품 포함)	
□ 대량 규격화물 지하운송 시스템 연구단						
2-1. 대량 규격화물 지하운송 장비 구축 기술	수평방향 접이식 궤도운송 컨테이너샤시 및 연결호이스트 구조해석 기술	컨테이너샤시 및 연결 호이스트 구조해석 문서	철도차량 차체구조물 해석 기술개발	각종 철도차량용 차체구조물 해석	구조해석	기존 방법론 활용가능, 구조물 개발에 필요한 차체 구조물 해석
	수평방향 접이식 궤도운송 컨테이너샤시 및 연결 호이스트 설계 기술	컨테이너샤시 및 연결 호이스트 설계 문서	해당사항 없음	-	-	선행 관련연구 없음
	수평방향 접이식 궤도운송 컨테이너샤시 및 연결 호이스트 제작 기술	컨테이너샤시 및 연결 호이스트 시제품	해당사항 없음	-	-	선행 관련연구 없음
	수평방향 접이식 궤도운송 컨테이너샤시 및 연결 호이스트 구동 철제바퀴 및 볼베어링 설계 기술	컨테이너샤시 및 연결 호이스트 철제바퀴 및 볼베어링 설계 문서	해당사항 없음	-	-	선행 관련연구 없음
	수평방향 접이식 궤도운송 컨테이너샤시 및 연결 호이스트 구동 철제바퀴 및 볼베어링 설치 기술	컨테이너샤시 및 연결 호이스트 철제바퀴 및 볼베어링 설치 매뉴얼, 시제품	해당사항 없음	-	-	선행 관련연구 없음

도출과제 (기획)			중복성 검토과제			중복성 검토결과
과제명	연구내용	예상결과물 (시제품 포함)	과제명 및 수행기관 등	연구내용	결과물 또는 예상결과물 (시제품 포함)	
□ 대량 규격화물 지하운송 시스템 연구단						
2-2. 대량 규격화물 지하운송장비 제어 기술	지하화물 운송장비 속도감지 및 제어 장치	속도감지 및 제어 알고리즘, 제어 장치 시제품	해당사항 없음	-	-	선행 관련연구 없음
	지하화물 운송장비 비상정지 장치	비상정지 알고리즘, 비상정지 장치 시제품	해당사항 없음	-	-	선행 관련연구 없음
2-3. 대량 규격화물 운송장비 유지보수 기술	철제바퀴 및 볼베어링 노후화 및 이상감지 장치 설계 기술	노후화 및 이상감지 알고리즘, 노후화 및 이상감지 장치 설계 문서	해당사항 없음	-	-	선행 관련연구 없음
	철제바퀴 및 볼베어링 노후화 및 이상감지 장치 제작 기술	노후화 및 이상감지 장치 시제품	해당사항 없음	-	-	선행 관련연구 없음
	수평방향 접이식 궤도운송 컨테이너샤시 및 연결 호이스트 구조물 검사기술	컨테이너샤시 및 연결 호이스트 구조물 검사 매뉴얼	해당사항 없음	-	-	선행 관련연구 없음
	비상시 긴급복구 및 수리기술	비상시 긴급복구 및 수리 매뉴얼	해당사항 없음	-	-	선행 관련연구 없음

도출과제 (기획)			중복성 검토과제			중복성 검토결과
과제명	연구내용	예상결과물 (시제품 포함)	과제명 및 수행기관 등	연구내용	결과물 또는 예상결과물 (시제품 포함)	
□ 대량 규격화물 지하운송 시스템 연구단						
3-1. 대량 규격화물 지하운송연계 보관하역 시설 및 장비 구축 기술	지하화물 보관하역 시설 및 장비 구조해석 기술	보관하역 시설 및 장비 구조해석 문서	해당사항 없음	-	-	선행 관련연구 없음
	지하화물 보관하역 시설 및 장비 설계 기술	보관하역 시설 및 장비 설계 문서	해당사항 없음	-	-	선행 관련연구 없음
	지하화물 보관하역 시설 및 장비 시공 기술	보관하역 시설 및 장비 시공 문서	첨단항만건설기술개발 사업	고효율 인공지능 하역시스템	하역시스템	지하화물용으로 Customizing 검토필요
3-2. 대량 규격화물 지하운송연계 보관하역 시설 및 장비 제어기술	보관하역 시설 내 복수 Spreader 교행제어 기술	보관하역 시설 내 복수 Spreader 교행제어 알고리즘	해당사항 없음	-	-	선행 관련연구 없음
	보관시설 내 화물적재 위치파악 기술	보관시설 내 화물적재 위치파악 알고리즘	해당사항 없음	-	-	선행 관련연구 없음
	보관하역 시설 내 복수 Spreader 운행제어 기술	보관하역 시설 내 복수 Spreader 운행제어 소프트웨어	해당사항 없음	-	-	선행 관련연구 없음
3-3. 지하 대량 규격화물 인터모달 인터페이스 기술	지하화물 운송장비와 상하역 장비와의 연계 제어기술	상하역 장비와의 연계 제어 알고리즘 (소프트웨어)	첨단항만건설기술개발 사업	고효율 인공지능 하역시스템	하역시스템	기존개발 시스템의 지하화물용 적용/활용 기술개발 검토 필요
	지하화물 운송장비와 타 운송수단과의 연계제어 기술	타 운송수단과의 연계제어 알고리즘 (소프트웨어)	해당사항 없음	-	-	선행 관련연구 없음

도출과제 (기획)			중복성 검토과제			중복성 검토결과
과제명	연구내용	예상결과물 (시제품 포함)	과제명 및 수행기관 등	연구내용	결과물 또는 예상결과물 (시제품 포함)	
□ 소형 화물 개별 운송 시스템 연구단						
1-1. 지하화물 운송 궤도 인프라 기술	소형 지하궤도 설계 기술	지하궤도 설계 문서	철도노반 설계기술	철도노반 설계	철도노반	기존 철도 노반 설계방법론 활용가능
	소형 지하궤도 시공 기술	지하궤도 시공 매뉴얼, 시제품	해당사항 없음	-	-	선행 관련연구 없음
	궤도구조 보수 절감 기술	궤도구조 보수 절감 기술 관리 문서	해당사항 없음	-	-	선행 관련연구 없음
	대용량 무감속 분기 기술	무감속 분기기술 관리 문서	해당사항 없음	-	-	선행 관련연구 없음
1-2. 지하화물 운송장비 추진기술	장계자형 LIM 설계 기술	장계자형 LIM 설계 문서	해당사항 없음	-	-	선행 관련연구 없음
	장계자형 LIM 해석 기술	장계자형 LIM 해석 문서	해당사항 없음	-	-	선행 관련연구 없음
	LIM 적용 벡터제어 기술	LIM 적용 벡터제어 알고리즘	해당사항 없음	-	-	선행 관련연구 없음
	1C10M용 Multi-level 인버터 기술	Multi-level 인버터 기술 관리 문서	해당사항 없음	-	-	선행 관련연구 없음

도출과제 (기획)			중복성 검토과제			중복성 검토결과
과제명	연구내용	예상결과물 (시제품 포함)	과제명 및 수행기관 등	연구내용	결과물 또는 예상결과물 (시제품 포함)	
□ 소형 화물 개별 운송 시스템 연구단						
1-3. 지하화물 운송 인프라 유지보수 및 안전관리 기술	튜브구조물 검사기술	튜브구조물 검사 매뉴얼	해당사항 없음	-	-	선행 관련연구 없음
	튜브구조물 유지보수 기술	튜브구조물 유지보수 매뉴얼	해당사항 없음	-	-	선행 관련연구 없음
	소형 지하궤도 모니터링 기술	지하궤도 모니터링 알고리즘(소프트웨어)	해당사항 없음	-	-	선행 관련연구 없음
	전기 공급시설 검사기술	전기 공급시설 검사 매뉴얼	해당사항 없음	-	-	선행 관련연구 없음

도출과제 (기획)			중복성 검토과제			중복성 검토결과
과제명	연구내용	예상결과물 (시제품 포함)	과제명 및 수행기관 등	연구내용	결과물 또는 예상결과물 (시제품 포함)	
□ 소형 화물 개별 운송 시스템 연구단						
2-1. 지하화물 운송장비 차체 구조물 기술	군집운행을 고려한 저저항 전두부 형상 설계 기술	전두부 형상 시제품	철도차량 차체구조물 해석 기술개발	각종 철도차량용 차체구조물 해석	구조해석	기존 방법론 활용가능, 구조물 개발에 필요한 차체 구조물 해석
	충격흡수 및 복원형 전두부 외피 기술	전두부 외피 시제품	철도차량 차체구조물 해석 기술개발	각종 철도차량용 차체구조물 해석	구조해석	기존 방법론 활용가능, 구조물 개발에 필요한 차체 구조물 해석
	공간 절감형 캡슐 차량용 현가장치 시스템 기술	캡슐 차량용 현가 장치 시스템 기술 개발 문서	해당사항 없음	-	-	선행 관련연구 없음
	곡선부 추종성능향상 및 내마모성 소형 차륜 기술	내마모성 소형 차륜 시제품	해당사항 없음	-	-	선행 관련연구 없음
2-2. 지하화물 운송장비 제어 및 유지보수 기술	차륜 및 차축 이상감지 기술	이상감지 기술 개발 문서	해당사항 없음	-	-	선행 관련연구 없음
	차량 실시간 모니터링 시스템 기술	모니터링 알고리즘(소프트웨어)	해당사항 없음	-	-	선행 관련연구 없음
	신뢰성 기반의 차량 유지보수 최적화 기술	차량유지보수 최적화 매뉴얼	해당사항 없음	-	-	선행 관련연구 없음
	지하화물 운송장비 속도검지 및 제어 장치	속도검지 및 제어 알고리즘, 속도검지 및 제어 장치 시제품	해당사항 없음	-	-	선행 관련연구 없음
	지하화물 운송장비 비상정지 장치	운송장비 비상정지 알고리즘, 운송장비 비상정지 장치 시제품	해당사항 없음	-	-	선행 관련연구 없음

도출과제 (기획)			중복성 검토과제			중복성 검토결과
과제명	연구내용	예상결과물 (시제품 포함)	과제명 및 수행기관 등	연구내용	결과물 또는 예상결과물 (시제품 포함)	
□ 소형 화물 개별 운송 시스템 연구단						
2-3. 인터모달 인터페이스 연계 기술	지하화물 운송장비와 상하역 장비와의 연계 제어 기술	상하역 장비와의 연계 제어 알고리즘 (소프트웨어)	첨단항만건설기술개발 사업	고효율 인공지능 하역시스템	하역시스템	기존개발 시스템의 지하화물용 적용/활용 기술개발 필요
	지하화물 운송장비와 타 운송수단과의 연계제어 기술	타 운송수단과의 연계제어 알고리즘 (소프트웨어)	해당사항 없음	-	-	선행 관련연구 없음

도출과제 (기획)			중복성 검토과제			중복성 검토결과
과제명	연구내용	예상결과물 (시제품 포함)	과제명 및 수행기관 등	연구내용	결과물 또는 예상결과물 (시제품 포함)	
□ 파이프라인 벌크 운송 시스템 연구단						
1-1. 저장조 구조물 기술	저장조 구조해석 기술	저장조 구조해석 문서	해당사항 없음	-	-	선행 관련연구 없음
	저장조 설계 및 시공 기술	저장조 설계 문서, 저장조 시제품	해당사항 없음	-	-	선행 관련연구 없음
	저장조 구조물 소재 기술	저장조 시제품	해당사항 없음	-	-	선행 관련연구 없음
1-2. 저장조 안전장치 및 제어 기술	저장조 안전장치 기술	저장조 안전장치 시제품	해당사항 없음	-	-	선행 관련연구 없음
	저장조 환경오염 방지 기술	환경오염 방지 기술 관리 문서	산업원천기술개발사업	그린 수송시스템	친환경 운송시스템	환경오염 절감 기술 적용 가능
	저장조 브릿지 현상 방지 기술	브릿지 현상 방지 기술 관리문서	해당사항 없음	-	-	선행 관련연구 없음
	저장조 제어 기술	저장조 제어 알고리즘(소프트웨어)	해당사항 없음	-	-	선행 관련연구 없음
1-3. 공급장치에 관한 제작 및 제어 기술	공급장치 설계 기술	공급장치 설계 문서	해당사항 없음	-	-	선행 관련연구 없음
	공급장치 시공 기술	공급장치 시제품	해당사항 없음	-	-	선행 관련연구 없음
	공급장치 제어 기술	공급장치 제어 알고리즘(소프트웨어)	해당사항 없음	-	-	선행 관련연구 없음

도출과제 (기획)			중복성 검토과제			중복성 검토결과
과제명	연구내용	예상결과물 (시제품 포함)	과제명 및 수행기관 등	연구내용	결과물 또는 예상결과물 (시제품 포함)	
□ 파이프라인 벌크 운송 시스템 연구단						
2-1. 운반관로 설계 및 시공 및 유지관리에 관한 기술	운반관로 형상 기술	운반관로 시제품	해당사항 없음	-	-	선행 관련연구 없음
	운반관로 망 설계기술	운반관로 망 설계 기술 관리 문서	해당사항 없음	-	-	선행 관련연구 없음
	관마모 대응 기술	관마모 대응 기술 관리 문서	해당사항 없음	-	-	선행 관련연구 없음
	관마모 설계 기술	관마모 설계 문서	해당사항 없음	-	-	선행 관련연구 없음
	누기 방지 기술	누기 방지 기술 관리 문서	해당사항 없음	-	-	선행 관련연구 없음
	부식 방지 기술	부식 방지 기술 관리 문서	해당사항 없음	-	-	선행 관련연구 없음
2-2. 공기와 수송물질 분리 기술	사이클론 제작 기술	사이클론 시제품	해당사항 없음	-	-	선행 관련연구 없음
	공기와 수송물질 분리 장치 설계기술	분리장치 설계 문서	해당사항 없음	-	-	선행 관련연구 없음
	공기와 수송물질 분리 장치 시공기술	분리장치 시제품				
	공기와 수송물질 분리장치 시공기술	공기와 수송물질 분리 장치 시제품	해당사항 없음	-	-	선행 관련연구 없음
2-3. 공기 정화에 관한 기술	분진 제거 장치기술	분진 제거 장치 시제품	첨단항만건설기술개발 사업	비산먼지 방지장치 기술개발	비산먼지 방지장치	지하화물용으로 Customizing 필요
	분진 제거 장치 제어 기술	분진 제거 장치 제어 알고리즘	첨단항만건설기술개발 사업	비산먼지 방지장치 기술개발	비산먼지 방지장치	지하화물용으로 Customizing 필요

도출과제 (기획)			중복성 검토과제			중복성 검토결과
과제명	연구내용	예상결과물 (시제품 포함)	과제명 및 수행기관 등	연구내용	결과물 또는 예상결과물 (시제품 포함)	
□ 파이프라인 벌크 운송 시스템 연구단						
2-4. 무인 및 원격제어 기술	공압 수송 시스템 제어장치에 관한 기술	공압 수송 시스템 제어장치 시제품	해당사항 없음	-	-	선행 관련연구 없음
	공압 수송 시스템 무인운전 제어 기술	무인운전 제어 알고리즘	해당사항 없음	-	-	선행 관련연구 없음
	원격제어 장치에 관한 기술	원격제어 알고리즘, 원격제어 장치시제품	해당사항 없음	-	-	선행 관련연구 없음
	원격제어 운전 프로그램 기술	원격제어 운전 프로그램 시제품	해당사항 없음	-	-	선행 관련연구 없음
□ 공통						
물류시스템 기술	물류 터미널 기술	물류터미널 설계 관련 요소기술	지능형 항만물류 시스템 기술개발	인공지능형 터미널 운영 물류시스템 기술개발	터미널 성능평가 프로그램 터미널 최적설계	ATS용 터미널 관련 Customizing 기술개발 필요
	하역시스템 기술	상하역 및 이송장비 관련 기술		고효율 인공지능 하역시스템	ALV, HSS, HECC, ATC, AGV, RTGC	기존 개발 시스템의 ATS용 적용/활용 기술개발 필요
	운영시스템 기술	터미널 운영시스템 S/W 관련 기술		지능형 항만운영시스템	I-TOS	기존 개발 시스템의 ATS용 적용/활용 기술개발 필요
기존 물류현장 적합성 확보	기존 물류현장 적용 방안에 대한 검토	검토보고서	해당사항 없음	-	-	선행 관련연구 없음
사업체계 구축	실용화 사업체계 구축방안 검토	검토보고서	해당사항 없음	-	-	선행 관련연구 없음
법/제도 검토	법/제도 검토	검토보고서	해당사항 없음	-	-	선행 관련연구 없음

부록 5. 제안요구서(RFP) 대비표

RFP항목		RFP 세부 연구내용	수행내용	달성률 (페이지)
1	기술개발 동향 및 환경분석	국내외 정책·시장·기술 동향분석	국내 물류시장 규모, 분야별 물류산업 동향, 상위법 및 계획, 부처별 법 및 계획, 지하물류 관련 R&D사업 추진 동향, 부처별 R&D 사업 중복성 검토, 관련 논문 및 특허동향 분석을 실시하였음	pp. 17~97
		국내외 기술개발현황 및 국내 기술 인프라·기술 인력 현황(기업, 연구소 대학 등) 분석	국내외 지하교통물류체계 추진사례(일본, 네덜란드, 벨기에, 스웨덴, 한국), 국내외 관련 기술, 제품 개발 및 실용화 동향(UCM, SkyTech, ECCO, TubeXpress, CargoCap, OLS-ASH, 일본 DMT, Combi-Road, CargoRail Tram 등) 조사 및 분석을 실시하였음	pp. 225~275
		기술수요 및 기술예측 조사 실시	국내기술수준, 최고기술보유국, 국내기술성숙도, 국내기술 실현 예측시기, 기대효과, 기술획득방식, 실현상의 장애요인 등을 분석하였음	pp. 276~323
		동향분석 결과를 바탕으로 기술개발추진방향 정립(SWOT 분석 등)	미래사회의 메가트렌드 전망, 물류분야의 미래전망 및 미래 이슈와 미래기술니즈 도출, 지하 화물운송 기술의 실용화 여건 도출(5 Force 분석), SWOT 분석, 국내외 기술동량 및 환경분석,Keyword 도출, Issue Tree 및 중점목표 도출 등을 실시하였음	pp. 324~379

RFP항목		RFP 세부 연구내용	수행내용	달성률 (페이지)
2	기술개발 전략 수립	비전 및 기술발전 시나리오 제시	'세계를 선도하는 친환경 지하화물 무인자동운송체계의 실현'을 비전으로 설정하였고, 운송기술, 무인자동운송기술, 지하 화물운송 기술에 대한 발전시나리오를 분석하였음	pp. 383~390
		비전달성을 위한 후보과제 도출	9개 후보과제를 도출한 후 우선순위 선정과정을 통해 3개 과제(①대량 규격화물 지하운송시스템, ②소형 화물 개별 지하운송 시스템, ③파이프라인 벌크 운송 시스템)를 후보과제로 도출함	pp 391~430
		후보과제에 대한 우선순위 도출	전문가 설문결과를 QFD 방식으로 분석하여 우선순위 도출함	pp. 412~422
		연구개발과제 확정 및 로드맵 작성	우선순위 선정 결과 '대량 규격화물 지하운송 시스템'이 1순위로 평가되었으나 3개 과제에 대한 연차별 로드맵을 모두 제시하였음	pp. 423~533
3	연구 목표 및 범위 설정	과제 연구수행 형태(사업단, 연구단, 일반과제 등) 정의	후보과제의 특성을 반영하여 3개의 연구단으로 추진하도록 계획함 연구단 1. 대량 규격화물 지하운송 시스템 연구단 2. 소형 화물 개별 운송 시스템 연구단 3. 파이프라인 벌크 운송 시스템	pp. 423~430
		목표, 연구범위 설정	3개 연구단의 목표, 기술요소, 기술트리, 최종 이미지 및 운영 프로세스, 시스템 기본 요구사양 등을 도출함	pp. 433~532
		세부과제별 연구내용 설정	3개 연구단 별로 각각 3개의 세부과제를 도출하고 각 세부과제의 주요내용에 대해 정의하였음	pp. 433~532
		세부과제별 연차별·단계별 성과목표(정량적, 정성적)와 성과지표(필수지표 포함)설정 및 성과맵 제시	기술 목표 달성, 특허 및 지적재산권 확보, 국내외 전문 학술논문 게재를 성과 목표로 정하고 3개 연구단, 9개 세부과제에 대해 연차별·단계별로 성과지표를 제시한 후 이를 활용하여 성과맵을 작성하였음	pp. 433~532

RFP항목		RFP 세부 연구내용	수행내용	달성률 (페이지)
4	연구목표 달성을 위한 추진방안 수립	기존 기술·인프라 등의 활용 및 연계 방안 수립	산업단지, 항만배후단지, 공항배후단지, 내륙물류기지, 철도CY, 물류단지, 물류터미널, 공동집배송센터와의 연계방안 및 주요 기술보유 기업과의 협력방안을 제시하였음	pp. 551~564
		컨소시엄 형태 등 최적 연구추진체계 제안	향후 효율적 지하 화물운송 시스템의 실질적 적용을 위하여 후보지 선정 등을 통한 관련 지자체의 의지를 반영하였고 기술동향 분석, 국내외 관련 기관 협력 방안등의 제시를 통하여 컨소시엄형태의 연구추진체계를 제시하였음	pp. 449~460 pp. 487~494 pp. 516~521 pp. 551~564
5	성과물에 대한 활용방안 및 실용화 추진방안 제시	성과분석 및 검증방안 제시	성과지표, 성과목표, 평가 측정방법, 평가 측정방법 제시 사유에 대해 세부과제별로 제시하였음	pp. 647~655
		제도·정책 활용, 현장적용, Test Bed 및 시범사업 등 구체적인 실용화 방안 제시	지자체 및 관련 기관과의 협의과정을 거쳐 Test-bed 후보지를 제시하고 후보지의 여건을 분석한 후 Test-bed 운영방안을 제시하였음	pp. 433~532
6	인력투입 계획 및 소요예산 산정	과제구성에 따른 연구일정 및 인력투입계획 수립	소요인력을 책임급, 선임급, 주임급을 구분하여 세부과제별, 연차별 인력 투입계획을 제시하였음	pp. 467~470 pp. 501~504 pp. 528~531
		과제별 소요예산 산정	연구단별 인건비, 직접비, 간접비를 연차별로 제시하고, 세부과제별 연차별 상세예산을 작성하였음	pp. 467~470 pp. 501~504 pp. 528~531

RFP항목		RFP 세부 연구내용	수행내용	달성률 (페이지)
7	연구개발 사전 타당성 조사	(정책적 타당성) 국가 전략적 중요성, 상위계획과의 부합성, 사업추진의지 및 관련 기관 협조 의지, 사업추진상의 위험요인과 대응방안 등에 대한 검토	국가 전략적 중요성과 상위계획과의 부합성, 사업추진의지 및 관련 기관 협조 의지, 사업추진상의 위험요인 분석과 대응방안 수립 등을 통해 정책적 타당성을 작성하였음	pp. 567~573
		(기술적 타당성 검토) 기존 사업과의 중복성, 기술개발 계획의 우수성, 기술 수준 및 개발 성공 가능성, 사업의 특수사항 등에 대한 검토	기존 사업과의 중복성과 기술개발 계획의 우수성, 기술 수준 및 개발 성공 가능성, 사업의 특수사항 분석을 통해 기술적 타당성을 작성하였음	pp. 573~582
		(경제적 타당성 검토) 경제성 분석, 경제·사회적 파급효과, 과학기술적 파급효과 등에 대한 검토	과제별 수요, 편익, 비용을 추정하여 경제적 타당성을 도출하였고, 경제적 파급효과로 생산유발계수, 부가가치 유발계수, 취업유발계수를 추정하였으며, 지하 화물운송시스템 도입에 따른 사회적·과학기술적 파급효과를 분석하였음	pp. 583~637
8	과제공모를 위한 RFP 작성 및 평가기준 설정	연구목표와 내용, 추진전략 등을 바탕으로 본 과제를 공모하기 위한 RFP 작성	연구개발 목표, 연구기획 필요성, 연구개발 내용, 연구개발 추진방법, 최종성과물, 기대효과 및 파급효과, 사업기간 및 소요예산 등을 바탕으로 연구단별 RFP를 작성하였음	pp.533~548
		연차별 평가를 위한 성과목표·지표·마일스톤의 설정, 평가방법 및 기준 설정	세부과제별·연차별로 성과지표, 성과목표, 평가 측정방법에 대해 작성하였음	pp. 647~655

부록 6. 중간보고 보완대비표

중간보고 의견사항		반영여부	반영 내용 / 미반영 사유
기술개발 추진방향 관련	동향조사 부분에 지하화물운송과 관련있는 내용만 포함하고, 물류일반에 대한 동향조사는 가급적 배재할 필요	미반영	R&D 기술과제 도출을 위하여 사회/환경/경제 등 전반적 물류환경에 대한 여건을 분석하여 Needs를 도출하는 것이 적합하므로 이에 근거가 되는 물류일반에 대한 동향조사는 포함해야 함. 따라서 2장에서 제시된 "국내 물류산업/정책 및 사업추진 현황"을 기반으로 4, 5장의 우리나라에 적합한 지하운송방식을 선정하기 위하여 분석·제시된 기술동향과 니즈를 작성하였음
	지하화물운송 전환 수요분석에 시사점이나 소결에 해당하는 내용이 없이 조사자료 나열에만 그치고 있어 조사 결과에 대한 시사점 정리 필요	반영	중간보고까지는 전환 수요분석을 위한 화물물동량 현황 및 전망, 전환 가능품목의 유통경로 등을 제시하였으며 이에 대한 시사점을 최종보고서에 제시하였음. 또한 경제성 분석과 기술 테스트 베드 적용 후보지 제안 시 전환 가능 수요를 제시를 위한 기초자료로 활용하였음
	화물운송 거리에 따라 지하화물 운송과 다른 운송 수단의 비교를 통해 경제성 확보 필요	반영	경제성 분석을 위하여 기획된 지하화물운송 시스템과 기존 도로대체 경우와 신생도로 건설시 트럭운송과의 경제성을 비교하였음. 이에 따라 경제성 분석을 통해 제시된 지하화물운송기술의 경제성 확보 여부를 판단하였음
	지하물류에 대한 정의와 공간설계에 대한 개념이 필요하고, 어떤 기술을 차세대로 개발할 것인가에 대한 검토가 필요	반영	지하물류에 대한 정의는 1장에서 정의하여 도출된 기술과제의 공간설계 및 활용에 참조하여 차세대 기술로 개발하는 방향으로 설정하였음
	물류비용 등에 대한 문제점은 제시하지만 물류를 위해서 어떤 기술을 개발해야 하느냐에 초점을 맞추어야함	반영	2장과 4, 5장의 기술개발을 위한 사회·환경 여건 및 기술개발 Needs도출을 통하여 물류효율과 지속가능한 발전을 위해 어떤 기술을 개발해야 하는지에 초점을 두고 기술을 도출하였음

중간보고 의견사항		반영여부	반영 내용 / 미반영 사유
후보과제 도출 관련	운송수단 위주로 분류된 핵심과제 도출내용의 분류방식에 대해 재검토 필요. 핵심공통 적용 기술 등의 단위로 재분류 하는 방안 검토 필요	반영	본 과제의 RFP상의 우리 실정에 맞는 지하화물 운송방식의 선정을 위하여 제시된 분류체계를 중간보고에 나열하였으나 각 과제들의 중복성과 기술니즈에 의하여 통합하고 재분류하여 최종보고서에 제시하였음
	실제 적용할 수요처에 대한 고려가 필요하고, 지자체, 물류단지 등 시장의 수요를 반영	반영	후보과제별 실제 수요처와 협의를 거쳐 반영 가능성을 검토하여 그 결과를 제시하였음. 또한 각 후보지역의 물류단지 계획, 화물 물동량 흐름 등을 반영하여 규모를 산정하고 타당성을 검토하였음
후보과제 내용 관련	지하화에 대한 경제성 분석을 객관적으로 수행하고 적용대상 가능한 수요처(지자체)의 활용의지를 조사하여 반영할 필요	반영	후보과제별 실제 수요처와 협의를 거쳐 반영 가능성을 검토하여 그 결과를 제시하였음. 또한 각 후보지역의 물류단지 계획, 화물 물동량 흐름 등을 반영하여 규모를 산정하고 타당성을 검토하였음
	예상 노선에 대한 사업의 경제성 분석을 추가	반영	8장에 가능한 예상 노선에 대한 경제적 타당성 분석을 제시하였음
	연구기간을 너무 길지 않도록 하되, 필요시 단계를 나누어 구분하는 방안 고려	반영	기존 R&D과제 기간보다 짧은 4년 이하로 연구기간을 설정하였으며 단, 테스트베드의 범위, 영역에 따라 조정이 가능하도록 하였음

부록 7. 최종평가 보완대비표

최종평가 의견사항		반영여부	반영 내용 / 미반영 사유
과제 신규 추진여부	요소·핵심기술 개발 관점보다는 전반적으로 구축사업의 성격으로 연구개발과제로서의 신규추진 여부 재검토 필요	반영	지하화물 인프라 설계/건설 부문 등 기존 기술개발 활용이 가능한 부분을 제외하였으며 이러한 기술과의 연계방안을 위주로 구성함
	지하화물운송 시스템은 장기적 관점에서 기술개발요인이 많으므로 관련 요소·핵심기술을 우선 추진하여 검증하고, 단계적으로 실용화연구 추진 필요	반영	신규과제를 우선 개발하여 진행하고 기존과제와의 연계기술을 기술로드맵에 단계적으로 반영함
기술 분류	제안된 3가지 과제 모두 기존기술과 본 과제를 통해 개발할 기술의 분류하여 제시할 필요	반영	기존 기술 부분을 제외하고 이러한 기술과 본과제 도출기술과의 연계기술 등을 위주로 구성함
예산 구분 및 적정성	기술개발에 필요한 연구예산과 최종 시제품 제작 및 Test-bed 구축을 위한 예산을 각각 구분하여 제시하고, 기술개발 항목에서 기존 기술을 제외한 예산만을 산출하여 제시하고 전반적으로 예산의 적정성 재검증 필요	반영	기존 기술을 제외하고 신규 및 연계 기술위주로 기술개발에 필요한 연구예산과 최종 시제품 제작 및 Test-bed 구축을 위한 예산을 구분하여 제시하였음
예비 타당성	제안된 3가지 과제 중 1번째와 2번째 연구단의 경우 제안된 정부출연금이 각각 300억원과 350억원으로서 예비타당성 조사 대상이므로 예비타당성 조사에 대비한 관련 내용을 기획보고서에 제시할 필요성 검토	반영	사업예산을 신규 기술개발항목으로 조정함에 따라 예비타당성 조사 대상범위가 아님

최종평가 의견사항		반영여부	반영 내용 / 미반영 사유
중복성 및 명칭 정리	세부과제별 수행내용이 일반적인 문구로 표현되어 있어 기존 확보된 기술과의 차별성이 부각되지 않으므로, 본 과제에서 필요한 기술명칭으로 구체화하여 재정리 필요	반영	TRM 상의 세부기술과제별 소요기술명칭은 평가위원들이 지적한 바 대로 신규 기술 또는 개선된 기술의 특성을 구체화하여 수정하였음. 단, 도출된 3개 연구단 과제의 명칭과 세부과제의 명칭들을 구체적인 기술명칭으로 한정시킬 경우, 시스템을 구현하는 과정에서 의도하지 않은 상황의 발생하거나 추가로 필요한 기술이 발견되었을 때, 개발기술 내용 자체를 변경시켜야 할 가능성이 있어 구체적인 기술명칭보다는 보편적인 명칭을 고수하는 것이 원활한 본 사업수행을 감안할 때 바람직하다고 사료되어 기존 보편적인 명칭을 고려하였음
성과목표 -최종성과물	최종성과물을 일반적인 특허, 논문, Test-bed 등만을 제시하고 있는데 본 과제 종료 시 달성해야 할 질적 수준(세부 사양, 성능목표)을 세부 아이템별로 제시하되 개선기술인 경우 당초의 기술 대비 개선기술의 성능목표를 반드시 제시	반영	양적 성과지표로 특허, 논문, Test-bed 위주로 제시하고 더불어 질적 성과지표로 세부사양, 성능 목표 등을 제시함