

2012-연구기획-S

재
난
·
재
해
시

도
로

환
경

재
천
및

안
전
관
리
시
스
템

개
발

기
획
보
고
서

2013. 10

국
토
교
통
부

국토교통과학기술진흥원

Land Infrastructure and Transport R&D Report

건설교통연구기획사업

R&D / 2012-연구기획-S

재난·재해시 도로 환경 재천 및 안전관리시스템 개발 기획보고서

2013. 10

주관연구기관 /  한국건설기술연구원



국 토 교 통 부



국토교통과학기술진흥원

제 출 문

국토교통부장관(국토교통과학기술진흥원장) 귀하

이 보고서를 “재난·재해 시 도로 환경 재현 및 안전관리시스템 개발” 과제
의 기획보고서를 제출합니다.

2013. 10

주관연구기관명 : 한국건설기술연구원

주관연구책임자 : 정준화

연 구 원 : 양충현, 윤천주, 조원범

위탁연구기관명 : (주) 날리지웍스

위탁연구책임자 : 정문수

연 구 원 : 남범우

보 고 서 요 약 서

과제고유번호	2012-연구기획-S	해당단계 연구기간	2012.4.13 ~ 2012.12.12	단계구분	
연구사업명		건설교통연구기획사업			
연구과제명	기획과제명	재난·재해 시 도로 환경 재현 및 안전관리시스템 개발			
	기획 제안 과제명	설해 대응을 위한 제설 및 교통관리 기술 개발			
연구책임자	정준화	해당단계 참여 연구원수	총 : 6명 내부 : 5명 외부 : 1명	해당단계 연구비	정부 : 70,000천원 계 : 70,000천원
		총연구기간 참여 연구원수	총 : 6명 내부 : 5명 외부 : 1명	총연구비	정부 : 70,000천원 계 : 70,000천원
연구기관명 및 소속부서명	한국건설기술연구원 도로연구실		참여기업명	해당사항 없음	
국제공동연구	해당사항 없음				
위탁연구	연구기관명 : (주)날리지웍스		연구책임자 : 정문수		
요약				보고서면수	166
도로교통체계는 재난·재해 발생 시 유용한 대피경로이자 가장 큰 영향을 받을 수 있는 기반 시설임에도 불구하고 국내 도로교통부문에서의 재난·재해에 대한 대응체계는 피해를 경감시키기 위한 선제적 대응방안보다는 사후관리 측면에 집중되어 있다. 그러나 재난·재해의 경우 예방투자를 통한 피해경감 효과가 매우 높음을 감안했을 때 적극적 대응을 통한 도로기능의 복원력(Resilience) 향상에 목적을 둔 기술 개발이 필요한 시점이다. 본 기획연구는 재난의 범위를 직접적으로 도로망에 영향(피해)을 미쳐 교통소통에 장애(교통사고 및 지·정체)를 유발하는 자연재난(폭설, 집중호우 등) 및 사회적·인적재난(대규모이벤트, 1·2차 대형 교통사고 등)으로 정의하였으며, 재해의 범위를 상기 재난으로 인한 교통소통장애와 이에 따른 도로망의 기능적 붕괴로 정의하였다. 이러한 재난 및 재해의 정의를 근거로 본 기획연구에서는 피해 정도, 발생 빈도와 현재 재난·재해 관련 기술 개발 및 대응 능력을 고려하여 도로망에 가장 큰 영향을 주는 피해유형인 설해에 대한 대응 분야로 기술 개발 범위를 한정하였다. 최종적으로 도출된 기술 분야 및 후보과제의 기술적 실현 가능성 및 정책적·경제적 타당성을 확보하기 위해 직접적 기술 수요처인 정부 및 지자체, 민간기업 등의 의견을 수렴하여 최종 중점추진분야 및 연구개발과제를 도출하였다. 설해 발생 시 도로의 소통능력유지 및 신속한 복원을 통해 인적·물적·사회적 피해를 저감하기 위한 기술개발로 도로성능 80% 수준 유지 및 인적·물적·사회적 피해를 30% 저감하는 것을 주요 비전으로 하였다.					

□ 설해 대응을 위한 제설 및 교통관리 기술 개발

- 연구기간 : 2013년 8월 ~ 2016년 7월(3년)
- 연구예산 : 66.71억 원 (정부출연금 : 50억 원)
- 1세세부과제 : 제설 성능 향상 및 친환경적 제설 기술 개발
 - 연구기간 : 2013년 8월 ~ 2015년 7월(2년)
 - 연구예산 : 6.67억 원 (정부출연금 : 5억 원)
- 2세세부과제 : 제설 소외(취약) 구간 제설을 위한 소형장비 개발
 - 연구기간 : 2013년 8월 ~ 2016년 7월(3년)
 - 연구예산 : 33.34억 원 (정부출연금 : 25억 원)
- 3세세부과제 : 기상 상황별 권장속도 제공 시스템 개발
 - 연구기간 : 2013년 8월 ~ 2016년 7월(3년)
 - 연구예산 : 26.7억 원 (정부출연금 : 20억 원)

색인어 (각 5개 이상)	한글	재난 재해, 설해, 강설, 교통정보, 교통운영, 도로망, 대응, 복원력
	영어	Disaster, snow damage, snowfall, Traffic information, Traffic operation, Road network, Response, Resilience

목 차

제1장 기술의 정의 및 필요성	1
제1절 기술의 정의 및 필요성	1
1. 기술의 정의 및 필요성	1
2. 기술의 범위	8
제2절 기술 분류 및 내용	10
1. 기술 분류	10
2. 기술 내용	10
제2장 국내외 동향 및 환경 분석	12
제1절 국내외 정책동향	12
1. 국외 정책동향	12
2. 국내 정책동향	15
제2절 국내외 시장현황 및 전망	17
1. 국외 시장 동향	17
2. 국내 시장 동향	19
제3절 기술동향 분석	23
1. 관련 기술 개발 동향	23
2. 특허 및 논문 동향 분석	30
3. 기존 연구와의 차별성	62
제4절 유사과제분석	63
제5절 연구개발 인프라 분석	64
1. 국내·외 연구 인프라 현황	64
2. 선진국 대비 국내 연구 인프라 수준	65
제6절 기술수요 및 예측	66
1. 기술 수요 조사 및 결과	66
2. 기술 예측 조사 및 결과	76

3. 우선순위 평가	87
제7절 종합분석	93
1. 국내·외 기술 동향 및 환경 분석 종합 정리	93
2. 사업 추진상의 위험요인 및 대응 방안	94
제3장 연구개발과제 구성 및 추진전략	96
제1절 비전 및 목표	96
1. 비전 및 목표	96
2. 설정근거	96
제2절 기술개발에 따른 미래상	98
1. 현황 및 미래상	98
2. 기술개발 전략 및 효과	99
제3절 연구개발과제 구성	103
1. 기술 분야 및 후보과제 구성 (1단계)	103
2. 중점추진분야 및 연구개발과제 도출 (2단계)	104
3. 중점추진분야 및 연구개발과제 도출 (3단계)	105
4. 주요 성과품의 실용화 가능성 검토	106
제4절 세부과제별 주요내용 및 추진전략	108
1. 1세세부과제 : 제설성능 향상 및 친환경적 제설 기술 개발	108
2. 2세세부과제 : 제설 소외구간 제설을 위한 소형장비 개발	110
3. 3세세부과제 : 기상 상황별 권장속도 제공 시스템 개발	112
제5절 성과의 활용방안	114
1. 설해 대응을 위한 제설 및 교통관리 기술 개발	114
제6절 연구수행체계 제안	115
제4장 사전타당성 검토	116
제1절 분석의 틀	116
제2절 기술적 타당성	117

1. 기술개발 계획의 적절성	117
2. 기술수준 및 성공가능성	122
제3절 정책적 타당성	125
1. 국가 전략적 중요성	125
2. 상위계획과의 부합성	126
3. 사업추진의지와 관련 기관 협조체계	126
제4절 경제적 타당성	128
1. 경제성	128
2. 과학기술적 및 사회적 파급효과	132
제5절 종합분석	133
1. 기술적 타당성 분석	133
2. 정책적 타당성 분석	133
3. 경제적 타당성 분석	134
제5장 인력투입 및 소요예산 산정	135
제1절 연구일정에 따른 인력 투입 계획	135
1. 전체사업 인력투입계획	135
제2절 소요예산 산정	136
1. 예산 산정방법	136
2. 전체사업 소요예산	136
3. 세부과제별 소요예산	137
제6장 과제 제안요구서	139
제1절 세부과제 RFP(안)	139
제2절 과제 RFP	158
제3절 평가기준 설정	165
참고문헌	159

제1장 기술의 정의 및 필요성

제1절 기술의 정의 및 필요성

1. 기술의 정의 및 필요성

가. 재난·재해관련 기술개발의 필요성

- 국내에서 재난·재해와 관련한 연구는 특정 재난, 특히 자연재난에 대한 피해를 예방·대응하기 위한 기술 또는 시스템 구축 위주로 진행되어왔음, 예를 들어
 - 국립방재연구소의 「기후변화에 따른 풍수해 재난관리 종합계획연구 (2008년 완료)」, 「돌발홍수에측시스템 확장 및 의사결정지원시스템 프로세스 개발 (2009년 완료)」
 - 국토교통과학기술진흥원의 「도시홍수 재해관리 기술 (2008년 완료)」, 「강원지역 폭우 및 폭설 등에 대비한 재해피해저감 및 복구기술 개발 (2012년 완료)」 등이 있음
- 그러나 이러한 연구들의 목적은 거시적 측면에서 자연재해 피해최소화, 산지유역에 특화된 홍수모형, 폭설에 대한 농촌시설물 피해 예방 등에 국한되어 있으며, 본 연구에서 기획하고자 하는 도로교통부문에 대한 기술 개발은 포함하고 있지 않음
- 도로교통체계는 재난·재해 발생 시 유용한 대피 및 우회경로이자 가장 큰 영향을 받을 수 있는 기반 시설임에도 현재 국내 도로교통분야에서의 재난·재해에 대한 대응 체계는 재해에 따른 사후 피해 관리 측면에 집중되어 있으며, 피해를 경감하기 위한 대응 체계는 상대적으로 미흡함
 - '10년 기준 도로부분 재난피해액은 21,311 백만원임 (재해연보 2010, 소방방재청)
 - 재난에 대한 복구액은 피해액의 1.5배임
- 재난·재해는 예방투자를 통한 피해경감 효과가 매우 높으며, 따라서 도로망을 활용한 대피 및 도로망 자체의 피해를 최소화하기 위한 능동적인 (Active) 대응 기술 개발 및 실용화가 시급함
 - 미국 연방재난관리청(Federal Emergency Management Agency, FEMA)은 1달러의 예방투자는 3.65 달러의 피해감축 효과를 내는 것으로 분석함
 - 일본의 경우, 재해예방 투자를 통한 재해경감 효과가 약 30~40%에 달하는 것으로 분석함
- 요약하면, 우선 도로망에 많은 피해를 야기하는 재난·재해의 유형을 구체적으로 파악하고, 이들에 따른 과거 국내 도로망을 포함한 피해 정도를 근거로 하여 대응 기술 항목을 도출하며, 이러한 기술이 시스템적으로 제어될 수 있도록 함
- 이를 통해 도로교통체계에 큰 피해가 예상되는 사회적·인적 재난 (예: 원전사고, 불법도로점거시위, 예기치 못한 도로망에 이벤트 발생, 도로침수 등)에도 효과적으로 대처하여 어떠한 상황에서도 도로의 성능을 기존 대비 80%수준을 유지하여, 궁극적으로 보다 안전한 사회 시스템 구축에 기여할 것으로 판단됨

나. 대상 재난의 범위

- 일반적으로 「재난」은 원인으로, 「재해」는 원인에 따른 결과로 정의할 수 있는데, 국내 재난 및 안전관리기본법에서는 재난의 범위를 인적·자연·사회적 재난으로 구분하고 있음



〈그림 1-1〉 재난 및 안전관리기본법 상의 재난의 분류

- 〈그림 1-1〉과 같은 분류에 따라 도로망에 직접적으로 영향을 주거나 잠재적으로 줄 수 있는 재난으로 재구분하여 이에 대한 개별적 또는 공통적 대응 기술 개발 가능성을 검토함
- 다음 〈표 1-1〉과 같이 재난에 따른 재해 강도, 빈도, 피해정도를 통해 재난을 재구성하였음
- 다양한 재난의 분류 중 본 연구에서 다룬 재난의 범위는 도로망의 기능에 직접적인 피해를 줄 수 있는 것과 그러한 재난으로 인해 발생 가능한 재해에 대해 적절히 대응하거나, 신속한 처리를 통해 피해를 최소화할 수 있는 것으로 정의함
 - 도로망과 관련한 재난의 예 : 예기치 못한 폭설, 집중호우로 인한 도로침수, 그리고 노면 결빙으로 인한 노면 마찰력 악화 및 시정거리 악화 등
 - 발생 가능한 재해의 예 : 도로망 단절, 대형교통사고, 운전자 고립 등
- 도로시설에 구조적 파괴(structural failure)를 입히는 재해는 기존 관련 사업(건설기술혁신사업)에서 다루며, 본 과제는 도로시설의 기능성 파괴(functional failure)를 주는 재해와 그 영향(통행 장애 등)을 최소화하는 부분에 초점을 둠

〈표 1-1〉 도로교통체계에 직접적으로 영향을 미치는 재난과 그에 따른 피해정도

재난 유형	재난 종류	대표 피해사례 ^{주1)}	결과	공통사항	피해정도 ^{주2)}		
					사회	도로	
자연 재난	안개	' 06.10 서해대교 ' 08.02 자유로 ' 11.12 천안논산	·시거불량으로 인한 추돌사고	·도로망 지 · 정체	△	◎	
	강설	' 04 충청폭설 ' 05 호남폭설 ' 10 수도권폭설 ' 11 포항/강릉폭설	·눈사태로 인한 링크 단절		◎	◎	
			·미끄럼 사고				
			·차량(운전자)고립				
	노면 결빙	' 11.12 천안논산	·안전 목적 통행차단	·안전 목적 통행차단 ·도로망 지 · 정체	△	◎	
			·미끄럼사고				
	호우	' 06 집중호우 ' 10 집중호우 ' 11 집중호우	·도로침수, 유실, 파손 ·교량붕괴 ·절토사면붕괴 ·도시홍수		◎	◎	
	태풍	' 99 태풍 올가 ' 02 태풍 루사 ' 03 태풍 매미 ' 12 태풍 볼라벤			◎	◎	
	도시 홍수	' 10 집중호우 ' 11 집중호우 ' 12 집중호우			◎	◎	
인적 · 사회적 재난	터널 화재	' 01 마성터널 ' 03 홍지문터널	·교통사고 ·화염으로 인한 인명 피해 ·터널의 구조적 손상	·안전 목적 통행차단 ·도로망 지 · 정체 ·화재로 인한 물리적 링크 단절	△	○	
	가스 폭발 화재 사고	' 94 아현동 ' 98 부천 LPG ' 03 대구지하철	-		·화재로 인한 물리적 링크 단절 ·안전 목적 통행차단 ·도로망 지 · 정체 ·차량(운전자)고립	◎	◎
	도로 점거	' 12 강남역부근					
	원전 사고	-					

주1) 불임 자료 참조

주2) ◎ : 아주 큼, ○ : 큼, △ : 보통

다. 기술의 정의

(1) 재난·재해 시 교통상황 시나리오 추정 및 평가 기술

- 본 연구에서 기획하는 재난·재해 시 교통예측 및 평가 기술은 재난·재해 유형별로 예측 가능하며 도로망 피해를 최소화하기 위한 구체적인 대응 시나리오와 이를 객관적이고 체계적으로 평가하는 기술을 포함함
- 고속국도, 일반국도와 같은 주요간선도로는 물론 지자체에서 운영하는 도로에도 적용 가능한 다양한 종류의 시나리오 마련을 통해 교통소통장애를 최소화하면서 도로의 기본적인 성능을 유지하도록 함
- 이와 관련한 대상과제의 분야 및 분류에 따른 개념은 <그림 1-2>와 같음



<그림 1-2> 재난·재해 시 교통상황 시나리오 추정 및 평가 기술 분류 개념도

(2) 재난·재해 시 교통처리 기술

- 본 연구에서 기획하는 재난·재해 시 교통처리 기술은 도로의 소통능력 유지와 소통상태의 신속한 복원 시 반드시 고려해야할 교통신호운영·교통통제·차량의 대피·우회를 보다 효율적으로 유도하기 위한 시설물들의 자동화 기술과 재난·재해 유형에 따른 맞춤형 운전자 정보제공 기술을 포함함
- 도로교통에 많은 영향을 미치는 자연재난에 대한 효과적인 교통류 제어를 통해 교통소통안전을 향상하고, 앞서 분야 (1)에서 수립된 구체적인 시나리오 수행에 필요한 도로운영 인프라의 향상 기술을 포함하고 있음
 - 도로관리자와 이용자의 측면에서 활용 가능한 기술들을 포함함
- 이와 관련한 대상과제의 분야 및 분류에 따른 개념은 <그림 1-3>과 같음



〈그림 1-3〉 재난·재해 시 교통처리 기술 분류 개념도

(3) 설해 대응 첨단 제설관리 기술

- 도로성능 (소통능력)에 가장 많은 영향을 미치는 것은 바로 폭설 및 지속적인 한파에 따른 노면 결빙임
- 동절기 강설 및 결빙으로 인한 미끄럼 교통사고는 겨울철 사고의 약 50%에 육박하며, 매년 증가하고 있음
- 따라서 본 연구에서 기획하는 설해 대응 첨단 제설관리 기술은 현재 취약한 동절기 도로관리분야에 적용 가능한 획기적인 장비 및 운영 시스템 개발을 포함함
- 이와 관련한 대상과제의 분야 및 분류에 따른 개념은 〈그림 1-4〉와 같음



〈그림 1-4〉 설해 대응 첨단 제설관리 기술 분류 개념도

라. 기술의 필요성

(1) 재난·재해 시 교통상황 시나리오 추정 및 평가 기술

- 본 연구에서는 나날이 증가하는 재난·재해에 대한 도로망의 영향과 피해규모를 최소화하고 도로의 성능을 최대한 유지할 수 있도록 하기 위한 기술적 대안에 대한 모색이 필요함
- 집중호우로 인한 도로침수, 예기치 못한 폭설로 인한 차량 고립과 같은 재해뿐만 아니라 스포츠 이벤트, 대형교통사고와 같이 장기적·단기적 교통소통장애 또한 도로망에서의 재난으로 고려할 때 이에 대한 체계적이고 전략적인 대비책이 수립되지 않으면 천문학적인 인적·물적·사회적 피해를 겪게 됨
- 도로성능은 교통소통능력과 직접적으로 연관되며, 용량 (capacity)의 개념으로 접근할 수 있는데, 일반적으로 도로망의 용량은 일상적인 통행수요 (travel demand)를 기초로 설계되기 때문에 재난·재해와 같은 긴급 상황 발생 시 임시적으로 또는 중·장기적으로 용량을 증대 또는 감소시킬 수 있는 기술이 필요함
- 기존 활발히 진행되어오고 있는 첨단교통체계(ITS)기술과 연계하여 예측 가능한 재난·재해에 대해 사전 예방적·능동적으로 원인과 결과에 대한 관계를 예측하고 평가하여 재난·재해 시 실제 현장에 적용이 가능하도록 함
- 이러한 기술개발과 더불어 재난·재해 시 대국민 관련정보, 대피 및 우회 정보 제공을 위한 핵심 기술과 전략을 동시에 검토해야 할 필요가 있음

(2) 재난·재해 시 교통처리 기술

- 앞선 분야 (1) 기술의 최종 목표를 달성하기 위해서 재난·재해 시 기존 도로인프라 (예: 교통 신호등, 긴급개폐시설, 차량진입차단기 등)의 활용은 필수적임
 - 본 기획연구의 범위는 도로망의 기능적 붕괴(functional failure)로 정하였기 때문에, 기능을 유지하는데 필요한 인프라에 대한 기술 개발 및 현장 적용 방안에 대한 적극적인 검토 필요함
- 최근 우리나라는 전력 공급량이 문제가 되어 특히, 하절기 및 동절기에 정전으로 인한 교통 신호마비 발생 건수가 증가(예: 2011년 9월 수도권 및 일부 지방 주요 도시의 대규모 순환정전 사태) 하고 있고, 이에 따라 교통소통장애가 빈번히 발생됨
- 따라서 교통신호에 대한 응급제어 기술과 더불어 차량의 긴급회차 및 대피 전략(contraflow)과 긴급진입통제 설비간의 자동연계에 대한 적극적인 방안 마련 필요
 - 2004년 3월에 충청지역 경부고속도로 262km 부근에서 발생한 폭설로 인해 사망자 1명, 부상자 2명 등 수만 명이 고립되고(회차 시설 부재에 기인됨), 차량의 지·정체로 인해 약 1만 여대가 고립되어 많은 사회적 피해를 발생시킴
- 또한, 도로상에 안개, 집중호우 등으로 인한 시인성 약화 시에 운전자의 안전 운전 환경을 확보하고 교통류에 대한 시스템적 관리를 통해 잠재적인 안전사고 위험을 최소화하면서 도로성능을 일정 서비스 수준상태로 유지하기 위한 기술적 근거나 기술 대안에 대한 필요성 증대
 - 예를 들어, 보급형 기상검지기가 탑재된 능동형 가변속도제한(VSL)표시 시스템 개발을 통해

VSL 제도 시행에 따른 기술 대안을 확보하는 차원으로 고려될 수 있음

- 또한, 실제 관리주체와의 긴밀한 협조도 필요함
- 악천후 시 정지거리 25% 이상 증가 및 속도 감소에 의한 충격과 발생에 따른 인접구간의 급격한 서비스 수준 저하, 통제 불능 사고, 잠재적 충돌사고 위험이 존재하며, 정적 제한속도표지 및 기존 VMS로는 이러한 기상·도로·교통여건에 따른 속도관리는 미흡하기 때문에, 능동적 속도관리 측면에서 권장속도 제공 시스템은 활용성이 클 것으로 기대되며, 강설 외에도 다른 악천후 조건(강우, 안개, 강풍 등)에서 활용하도록 연구내용을 구성함

(3) 설해 대응 첨단 제설관리 기술

- 동절기 자연재해 발생에 따른 대상과제의 도로망 기술 적용은 사람 간 통행 및 화물의 이동을 통해 발생하는 다양한 경제적 활동·시장성·정책적 측면(도로의 서비스 수준 유지)의 보장과 밀접한 관련이 있음
- 2010년 한 해에만 대설(10cm 이상의 강설량)이 7회 발생하였고 이 중 포항시, 강원 영동지역 폭설 피해액은 각각 64억 2천만 원, 228억 원으로 집계되어 합이 약 290억 원으로 추정됨
- 또한, 짙은 안개 및 노면습윤 상태에서 차량 주행은 대형 충돌사고를 발생하고 이로 인한 인명 및 재산 피해액은 매년 증가하고 있음(2011년 천안-논산간 고속도로 교통사고 18건, 차량 파손 84대, 부상자 34명)
- 도시부 내의 경우, 이면도로, 보도제설작업은 전적으로 인력에 의존하고 있어, 동절기 보행자 낙상사고가 급증하고 있음
- 이를 개선하기 위해 서울시의 경우, “내 집 앞 눈치우기” 조례를 제정하였으나, 그 효과는 높지 않음
- 미국, 유럽의 경우, 각 도로환경에 적합한 소형제설장비를 제조하여, 판매함
- 국내 조건(교통·도로 등)을 고려한 저가의 보급형 장비 개발 필요 (외산장비 : 약 6,000만원/대)
- 현재 동절기 자연재해에 대처하기 위한 세계적인 추세는 강설에 대한 소극적(Passive) 대응을 넘어 보다 적극적(Active)이고 사전 예방적(Proactive)인 방향으로 기술 개발이 이루어지고 있으나, 국내의 기술 개발에 현황은 선진국에 비해 소극적(Passive) 대응과 일부 적극적(Active) 측면의 기술도입에 머무르는 수준임
- 적극적인(Active) 측면이 강조되는 적설량 측정계의 경우도 국내에 설치된 지역이 매우 미흡하여, 실질적으로 도로 상에 얼마나 많은 눈이 내렸는지 정확하게 알 수 없음
- 또한, 도로 기상정보를 수집할 수 있는 기본 인프라(센서 및 알고리즘)가 매우 부족하며, 국내 기술 개발의 한계도 분명함
- 결과적으로 노면센서와 적설량 측정계의 경우 90% 이상 외산장비를 사용하고 있으며, 이에 따른 비용 및 유지·관리 측면에서 한계가 있어 국내 기술로 보급형, 그리고 유지·관리가 용이한 방식의 예측 알고리즘 개발이 필요함
- 도로상의 제설 및 결빙 취약구간마다 기상관측장비를 설치하는 것은 경제적·운영 관리측면에서 효과적이지 않을 수 있어, 일반 차량을 통한 기상 정보 수집 기술을 통해 설치비용, 운영 관리 비용을 낮추면서, 기상 정보의 질과 양의 향상 필요

- 제설장비개발의 기술적 측면에서는 폭설시 노면적설을 도로 밖으로 밀어내기위한 장비, 교통에 의해 압설(壓雪)되지 않은 눈을 도로 밖으로 날려버리는 장비, 제설제 살포기를 통해 노면적설을 녹이는 물질을 살포하는 장비, 한 곳에 모아둔 눈을 현장에서 녹이는 장비 등이 있음
- 이러한 장비들을 통해 일반적인 강설에 대한 대응은 가능하나, 폭설과 대설 시 발생 가능한 차량 고립 시 속수무책임
- 동절기 도로대책은 공공성이 강해, 시장성·경제성·정책적 뒷받침이 반드시 필요함
- 국가 R&D로의 추진 필요성은 재난·재해에 대비한 동절기 도로관리는 국가 방재 또는 지속적인 교통소통 보장과 같은 공공성이 확보될 때, 시장성과 경제성은 자연스럽게 확대될 것임

2. 기술의 범위

(1) 재난 재해 시 교통상황 시나리오 추정 및 평가 기술

- 재난·재해 시 예측 가능한 도로망의 피해에 대해서는 현실적으로 가능한 범위에서 사전에 차단하거나 유연하게 대응하는 것을 최우선 목적으로 하며, 이를 위해서 재난·재해 유형별로 발생 시행 가능한 구체적인 시나리오를 다양한 측면에서 분석하고 구체적인 액션플랜(on-line, off-line 포함)을 마련하는 기술을 개발
- 현재 도로교통 분야에는 시행 가능한 여러 가지 교통상황을 모사할 수 있는 거시적·미시적·중시적 형태의 다양한 시뮬레이션 모형이 운영되고 있음
- 가상의 시나리오를 평가하고 재난·재해 유형별로 교통상태를 예측하는데 유용한 도구임
- 그러나 이러한 모형들의 특징은 이상적 상황 (ideal condition)에서의 교통상황모사만이 가능하며 현실적인 솔루션제공은 미흡함
- 따라서 본 연구에서는 기존의 상용시뮬레이션 모형을 그대로 이용하면서, 구체적인 솔루션 도출(평가 MOE, 시뮬레이션 모형 종류와 관계없이 사용 가능한 “plug-and-play” 등)이 가능한 기능을 개발을 목적으로 함
- 이를 통해 최종적으로 운전자에게 적정 경로 및 정보를 제공할 수 있는 기반을 마련해주고, 그 결과를 재검토하여 향후 더 나은 솔루션 제공이 가능하도록 함

(2) 재난·재해 시 교통처리 기술

- 분야 (1)에서 재난·재해 유형에 따른 구체적인 시나리오가 마련되면, 실제 수행에 필요한 세부 기술이 이 분야에 포함됨
- 도로망의 일부 링크 또는 일부 지역이 다양한 재해 원인으로 인해 교통소통장애가 발생했을 때 이에 적절한 정보전파→정보에 대한 운전자 순응율 향상→효율적인 대피·우회가 원활히 이루어질 수 있도록 하기 위한 기술 개발을 포함함
- 도로망을 통한 대피·우회에 가장 큰 영향을 미치는 교통신호기 및 중분대 회차시설, 그리고 램

프의 진입통제 시설 등에 대한 핵심기술과 이들 상호간의 견고한 연계 기술 개발과 사전적 예방 차원에서 기상조건에 따른 운전자에 대한 적정운행속도정보제공과 그에 따른 교통류 제어 기술도 포함함

- 일부 민간부문에서 제공하고 있는 교통정보시스템과 달리, 긴급 상황 발생 시 해당 영향권에 속해있는 이용자에게 맞춤형 정보를 제공하는 기술도 포함함
- 궁극적으로 (1)의 결과를 도출하는데 현장에서 필요한 핵심기술 등이 본 기술개발 항목에 포함됨

(3) 설해 대응 첨단 제설관리 기술

- 동절기 폭설은 최근 국내에서 발생빈도가 높았으며, 실제적으로 도로망에 피해(소통장애로 인한 지·정체 증가, 교통사고 유발 등)를 가장 많이 주는 유형임
- 그럼에도 불구하고, 현재의 설해 대응 기술 수준은 선진국의 50% 수준에 머물고 있음
- 본 기술개발 범위는 도로기상정보에 대한 수집 기법과 수집된 자료를 제설작업과 직접적으로 연계할 수 있는 기술과 현장 제설작업에 대한 시스템적 관리, 그리고 차량 고립 시 긴급 투입이 가능한 장비 개발 등을 범위로 함
 - 긴급제설장비의 경우, 외산은 고가이며, 국내의 기술 수준도 이에 못 미침

제2절 기술 분류 및 내용

1. 기술 분류

대분류	중분류		소분류	
재난·재해 시 능동형 교통관리 및 설해 대응 기술 개발	1	재난·재해 시 교통상황 시나리오 추정 및 평가 기술	1	시뮬레이션 기반 재난·재해 유형별 도로망 영향 예측 및 평가 기술
			2	시범적용 및 운영평가
	2	재난·재해 시 교통처리 기술	1	신속한 도로성능 회복을 위한 맞춤형 운전자 경로 및 정보 제공 기술
			2	비상상황 대응을 위한 신호체계성능 향상 기술
			3	회차 및 진입통제 자동화 기술
			4	기상 감응식 적정운행속도 제공기술
	3	설해 대응 첨단 제설관리 기술	1	도로 기상정보 수집 및 제설작업 연계 기술
			2	제설제 살포 무선 제어 시스템
			3	긴급미시제설장비

2. 기술 내용

(1) 재난·재해 시 교통상황 시나리오 추정 및 평가 기술

중분류	세부기술
재난·재해 시 교통상황 시나리오 추정 및 평가 기술	- 시뮬레이션 기반 재난·재해 유형별 도로망 영향 예측 및 평가 기술 - 시범적용 및 운영평가

세부기술	기술내용
시뮬레이션 기반 재난·재해 유형별 도로망 영향 예측 및 평가 기술	- 교통소통능력 저하 최소화를 위해 실행 가능한 핵심 전략을 수립하고 및 수립된 전략과 개발 기술의 현장 적용에 대한 효과를 평가하는 기술
시범적용 및 운영평가	- 세부기술로 개발된 장비, 시스템, 시설 등에 대한 종합적인 운영을 위한 시범지역을 선정하고 실제 운영상의 효과를 평가

(2) 재난 재해 시 교통처리 기술

중분류	세부기술
재난 재해 시 교통처리 기술	- 기상감응식 적정운행속도 제공기술 - 비상상황 대응을 위한 신호체계 성능 향상 기술 - 회차 및 진입통제 자동화 기술 - 신속한 도로성능 회복을 위한 맞춤형 운전자 경로 및 정보 제공 기술

세부기술	기술내용
신속한 도로성능 회복을 위한 맞춤형 운전자 경로 및 정보 제공 기술	- 재난·재해 발생에 따른 신속한 대응 및 교통류 회복 능력 향상을 유도할 수 있는 제어 전략 및 운전자 정보 제공 기술
비상상황 대응을 위한 신호체계 성능 향상 기술	- 재난·재해 발생 시 교통신호를 원격 제어하는 기술과 대규모 정전과 같은 비상상황 시 대응 기술
회차 및 진입통제 자동화 기술	- 재난·재해 시 차량의 신속한 회차 및 운영상 물리적 차단을 위한 시설물의 자동화 기술
기상감응식 적정운행속도 제공기술	- 기상조건 자동 감지를 통해 맞춤형 제한속도를 가변 제어하는 보급형 시스템 개발

(3) 설해 대응 첨단 제설관리 기술

중분류	세부기술
설해 대응 첨단 제설관리 기술	- 도로 기상정보 수집 및 제설작업 연계 기술 - 제설제 살포 무선 제어 시스템 - 긴급미니제설장비

세부기술	기술내용
도로 기상정보 수집 및 제설작업 연계 기술	- 도로 기상정보 수집을 위한 보급형 장비 (센서) 및 예측 모형 개발
제설제 살포 무선 제어 시스템	- 차량 장착이 가능한 소형 제설제 살포 장비 및 wireless 기반 운영 시스템 개발
긴급미니제설장비	- 대설로 인한 차량 (또는 운전자) 고립 시 긴급 투입되어 제설차량 진입로 확보 및 인명구조가 가능한 장비 개발

제2장 국내외 동향 및 환경 분석

제1절 국내외 정책동향

1. 국외 정책동향

□ 미국

- 미국의 재난관리체계는 국토안보부(DHS)/연방재난관리청(FEMA)을 중심으로 한 재난 대비체계와 산업화로 인한 인적·기술적 재난, 특히 화학공장 사고나 화학물질 등의 운반 시 생기는 화학물질 사고 등을 담당하는 연방환경보호청(EPA)이 주관하는 재난대비 체계로 나눌 수 있음
- FEMA는 대통령 직속으로 설립되었고 자연재해 및 인위재난을 포함한 비상사태 시 인명과 재산 피해를 최소화하기 위하여 설립된 전담기관으로 9.11 이후 설립된 국토안보부에 속해 있음
- 9.11 테러이후 테러관련 예방, 대응 R&D에 집중하고 있으며 9.11 테러 이후 테러 대응기술 개발 예산이 증가하고 있음
- FEMA는 재난 및 기타 비상상태의 피해경감, 대비, 대응 및 복구 등에 관한 위험기반의 비상관리 시스템을 통하여 국가와 국민 및 기간 시설을 보호함으로써 생명과 재산의 손실을 줄이는 기능 수행
- FEMA는 전통적으로 자연재해와 민방위계획이 주 임무이나 최근에는 모든 재해를 포괄적으로 다루고 있음
- 미국의 재난관리체계는 모든 부문에서 매우 강력한 조정을 요구하고 있어 정부기관들간의 조정을 위한 다중기관조정체제(MACs)가 있고, 다중기관조정체제는 조정을 목표로 인적자원, 장비, 시설물, 통신체제, 기타 절차를 포함한 재난네트워크의 모든 요소를 결합시키고 있음
- 미국의 위기관리 대응단계는 대체로 3단계로, 준비(Preparation), 대응(Response), 회복(Recovery)의 3단계에 걸쳐서 대응하고 있는데, 만약 시(City)나 주정부(State Government)가 대응함에 있어서 상호간에 의견대립이나 갈등이 있을 때에는 FEMA가 직접 조정하거나 최종적인 판단함
- 국가과학기술위원회(NSTC) 산하의 SDR 에서는 미래 재해위험 감소를 위한 6개 정책방향 제시
 - 자연 및 인적재난 기술을 테러예방을 활용
 - 재해정보 수집과 예측역량강화
 - 위험평가모델개발 및 의사결정 지원시스템 연계
 - Hazard 연구의 신속한 현업화
 - 저감기술 활동 및 인센티브 증대
 - 위험의사소통 역량, 공공경보시스템 기법 강화

- 미국 범부처의 R&D 예산의 투자우선순위 변화는 아래 <표 2-1>과 같음

<표 2-1> 미국 R&D 예산 투자우선순위 변화

2004	2005	2006	2007	2008
· 국가안보와 테러리즘 방지 · 네트워크와 정보기술 · 나노기술 · 분자수준의 생명과정 규정 · 기후변화	· 테러리즘 방지 · 나노기술 · 네트워크와 정보기술 · 분자수준의 생명과정 규정 · 환경과 에너지	· 국가안보 · 네트워크와 정보기술 · 나노기술 · 물리과학 · 복잡한 생물시스템의 규명 · 기후, 물, 수소	· 국가안보 · 첨단 컴퓨팅과 네트워크 · 나노기술 · 물리과학 · 복잡한 생물시스템의 규명 · 에너지와 환경	· 국가안보 · 에너지안보 · 첨단네트워크와 컴퓨팅 · 나노기술 · 복잡한 생물시스템의 규명 · 환경

(출처 : 한국산업기술진흥원, 2008)

- 2012년 회계연도 미국 과학기술예산 우선순위 지침에 따르면, 글로벌 기후변화 대응 연구개발과 사이버안보, 국방, 테러대응 연구개발이 포함되어 있는데, 특히 이들은 재난·재해를 포괄하는 형태임
- 예방투자비용 대 재해경감비용이 약 1:10으로 정해져 있어, 1억 원을 재해예방에 투자할 경우 재해 피해액을 약 10억 원 감축할 수 있음
- FEMA도 1달러의 예방투자는 3.65달러의 피해감축 효과를 내는 것으로 분석함
- 특히, 재난·재해 예방을 위한 방재시스템을 구축하여 운영하고 있는데, 이는 국토안보부와 연방 재난관리청 등의 재난관리체계를 통합한 것임

□ 일본

- 일본의 안전관리체계는 우리나라와 유사하게 각종 안전 관련조직 및 법령이 분산되어 있으나, 재난 관리만은 총리부 산하 국토교통성에서 총괄하고 있고, 자치성의 소방청에서 소방관리 업무를 담당함
- 1999년 이바라기현 도카이무라의 원전사고나 2011년 후쿠시마 원전과 같은 사건은 언제라도 재연될 개연성이 있어 일본에서는 지진과 지진해일, 원전사고와 같은 재난에 대비하기 위한 정책을 새롭게 검토하고 있음
- 일본의 방재는 시간의 경과에 따라, ① 재해예방 ② 재해 응급 대책 ③ 재해복구·부흥의 3단계로 구분하고, 그 각각의 단계별 내용은 다음과 같음

① 재해예방

- 국토 보전 사업 및 시가지 개발 사업 등으로 재해에 강한 국가와 시가지 형성, 주요 교통통신 수단의 강화, 구조물이나 시설물 및 라이프 라인 기능의 안전성 확보
- 재난 발생 시 응급 대책이나 복구를 신속하고 원만하게 처리하기 위해서 사전 체제 정비, 시설이나 설비 기자재 등의 정비, 식료 음료수 등의 비축, 방재훈련 실시 등
- 국민들의 방재활동을 촉진하기 위하여 주민들에게 방재사상과 방재지식의 보급, 자주 방제조 직 등의 육성 강화, 볼런티어활동의 환경 정비, 기업방재 촉진
- 예지, 예측 연구, 공학적 사회학적 분야의 연구를 포함 방재에 관한 연구추진, 관측의 충실 및 강화, 방재시책의 활용

② 재해 응급 대책

- 재해 발생 징후가 파악되면 경보를 발령하고 주민들의 피난유도 및 피해 미연 방지 활동
- 재해 발생 직후 피해규모의 조기파악, 재해에 관한 정보의 신속 수집과 전달 및 그를 위한 통신 수단의 확보
- 재해응급대책을 종합적, 효과적으로 행하기 위하여 관계기관의 활동체제의 확립 및 타 기관과의 제휴와 응급체제의 확립
- 재해 발생 중에 확대를 방지하기 위하여 소화/수방 등의 재해방재활동, 재해자 구조, 구급활동, 부상자 의료 활동
- 원만한 구조나 구급활동, 의료 및 소화활동 등을 지원하고, 재해자에게 긴급물자를 공급하기 위하여 교통규제나 시설물의 응급복구 장애물제거 등에 의한 교통의 확보 및 우선권을 고려한 긴급수송
- 피해자 피난장소로의 유도 관리, 응급 거주택 또는 임시 화장실 설치, 폐기물처리, 방역활동, 유체의 처리 등의 제공으로 피난 수용활동
- 피해자들의 생활 유지에 필요한 라이프라인의 조달 공급
- 유언비어 등 사회적 혼란 방지, 정확하고 적절하며 신속한 정보전달
- 방법 활동 등에 의한 사회질서 유지, 물가 안정, 물자 안전공급, 자원봉사 활동, 지원물자나 의연금, 해외에서의 지원에 대한 적절한 접수 등

③ 재해복구·부흥

- 피해해지역의 복구, 부흥에 대한 기본 방향의 조속한 결정과 사업의 계획적인 추진
- 피해시설의 신속한 복구, 재해 재발 방지를 위한 방재지역 구축, 적절하고 신속한 장애물들의 처리
- 피해자에 대한 자금원조, 주택확보, 고용 확보 등 자립 생활 지원
- 피해중소기업의 부흥 등 지역 경제의 자립을 위한 경제 부흥의 지원
- 일본의 R&D 현황을 살펴보면, 일본의 R&D 투자는 미국에 이어 세계 2위로 2008년 기준 과학기술관계 예산은 총 35,708엔으로 전년대비 595억 엔 증가(1.7%증가)
- 일본의 방재관련 R&D는 내각부, 경무성, 소방청, 문부과학성, 국토교통성, 기상청, 해상보안청의 7개 부처별로 나누어 재해일반, 지진, 풍수해, 화산, 설해, 화재, 위험물, 원자력, 기타의 9개 분야로 나누어 시행되고 있음
- 방재 관련 예산의 경우 재난 예방 중심으로 투자하고 있음
- 과학기술정책이 지향해야 할 5대 국가상(목표)은 다음과 같음
 - 지진 재해로부터 부흥. 재생을 이루어 지속적인 성장 및 발전을 실현하는 국가
 - 안전하고 풍부하고 질 높은 국민 생활을 실현하는 국가
 - 대규모 자연재해 등 지구규모 문제의 해결을 선도하는 국가
 - 국가 존립의 기반이 되는 핵심 과학기술을 보유하는 국가
- 최근 일본의 지진과 원자력발전소 사고는 여타의 국가계획뿐만 아니라 제4기 과학기술기본계획의 수립, 시행에도 큰 영향을 미쳤으며 재검토(안)은 당초에 수립되었던 기본계획(안)의 기본 골격을 유지하되, 지진, 재해와 관련한 과학기술의 역할을 강조함

- 특히 일본은 지진 및 원전사고를 계기로 「사회와 함께 만들어 가는 과학기술 정책의 전개」를 강조

□ 종합분석

- 미국과 일본의 경우 재난·재해와 관련한 사전 저감 활동 예산을 증대하고 있고, 두 나라는 각각 통합적 재난관리시스템 구축과 체계적 방재과학기술 육성에 많은 노력을 기울이고 있음
- 일본의 경우 우리나라 방재관련 연구비의 약 7배에 이르는 1조 1천억 원을 연구비에 투자하고 있는 실정임

2. 국내 정책동향

- 우리나라에서는 연평균 약 28만 건의 재난이 발생하며 약 2조 5,000억 원 피해가 발생하고 있음(서울시정개발연구원, 2008)
- 재난에 대응하기 위한 방재환경은 기존의 단편적, 경험적, 복구 중심에서 종합적, 과학적, 예방 중심으로 변하고는 있으나, 그 정도는 미흡함
- 국내의 경우 재난 및 안전관리 기본법에 근거하여 지역특성을 고려한 하향식 중앙통제를 위하여 중앙과 지역에 이원화된 안전관리위원회를 운영하고 있으나 홍수재해통합관리를 위한 자료의 구축 등이 미비한 실정임
- 국내 각종 재난·재해와 관련한 피해액이나 복구비의 규모에 비해, 이를 획기적으로 저감하기 위한 R&D 예산은 미미한 수준
 - 최근 10년간의 자연재난피해에 대한 복구비 규모를 보면, 연평균 3.1조원이 지원되어 피해규모 대비 1.5배가 소요되었음
 - 특히, 2002년도와 2003년도 복구액은 각각 9.05조원, 6.74조원으로 10년간 복구액의 51%를 차지하고 있어, 대형재난의 영향이 피해액과 마찬가지로 복구비 지원에서도 큰 것을 알 수 있음

(출처 : e나라 지표)



〈그림 2-1〉 자연재난 복구비 변화 추이

- 국내 재난 관련 피해액이나 복구비는 연평균 3.1조 원으로 복구비 대비 R&D 예산은 미약한 실정임
 - 정부 R&D 예산인 14.9조 원 중 재난재해 R&D 예산은 1%인 실정임

- 올해 국가 건설교통 R&D예산은 약 4,160억 원으로 책정되었고, 건설기술혁신사업 등 건설 교통 분야 11개 분야에 사용됨
 - 스마트하이웨이, 초장대 교량, 미래철도 및 항공기술 등 대형 실용화 사업단 과제가 우선 투자대상이며, 해수담수화 및 LNG 플랜트, 도시형 자기부상열차에도 집중 지원됨
 - 친환경 제설제 개발 기술 관련해서는 2004년부터 3년간 국토교통부 R&D로 “친환경성 액상 유기산 제설제 개발 및 실용화” 연구 수행
- 현 정부의 그린 이노베이션(Green Innovation) 노력이 가속화 되는 가운데 건설교통 R&D 예산이 오는 2015년 1조원 시대를 개막, 글로벌 5대 녹색강국으로 도약할 목표를 가지고 있음
- 특히, 국토교통부의 국토해양 미래 시나리오 주제는 ‘Green Innovation. 광역교통물류, 도시 교통, 주택·빌딩 및 플랜트, 도시, 해양에너지, 공간정보시스템, 해양 환경 및 자원 등 모든 분야에서 최적화된 시스템을 적용한 차세대. 최첨단 모델이 구현을 목표로 함
- 우리나라 국가 R&D 투자는 정부와 민간을 합쳐서 '09년 37조 9,285억 원으로 세계 7위, GDP 대비 R&D 투자비율은 세계 4위 수준을 기록하고 있음
- 정부 R&D 예산은 '11년 14.9조원으로 전년대비 8.7% 증가되었으며, 현 정부의 R&D 예산 연평균 증가율('08 ~ '11)은 10.3%로 타 분야에 비해 높은 증가 추세임
- 정부 R&D 투자는 「경제성장 및 산업발전」(30.2%)에 집중되어 있으나, 일반국민이 체감하는 R&D 투자 우선순위와 차이 존재함
- 일반 국민은 「지식 증진 및 과학기술 인프라 확충」(25.7%), 「지속 가능한 국가 인프라 구축」(20.3%), 「삶의 질 향상」(20.2%) 등에 우선 투자가 필요하다고 인식하고 있음
- 지난 3년 동안의 R&D 투자를 통해 국격 제고, 경제위기 극복, 녹색성장기반 구축 등의 주목할 만한 성과를 창출하였으나, R&D 투자의 양적 성장에도 불구하고 2000년대 이후로 범국가적 대형 연구개발 사업으로 추진된 대표성과 창출 미흡함(한국과학기술기획평가원, 2011)
- 2012년 정부 R&D 예산이 2011년 대비 76% 증가한 16조 244억 원으로 확정됨
 - 이는 정부의 R&D 투자 목표 중 1조 5,000억 원을 초과한 금액으로, 연평균 증가율 또한 중국(2008-2010년간 22.3%)에 이어 세계 두 번째로 높음
 - 부처별로 살펴보면, 교육과학부(4조 9753억 원), 지식경제부(4조7448억 원), 방사청(2조3210억 원)이 전체 R&D예산의 대부분(75.1%)을 차지하고 있음
 - 국민건강과 안전, 재난·재해 및 기상이변 관련 투자확대에 따라 보건복지부(18.2%증가), 기상청(34.8%증가) 등의 예산이 지난해에 비해 크게 증가함
 - 기술 분야별로는 기초·나노·생명, 우주항공·건설교통, 에너지·환경 등 기초·공공·녹색 분야의 투자 증가율이 높게 나타났고, 민간 역량의 향상에 따라 기계·제조·공정 분야에 대한 투자는 상대적으로 축소되었음
- 행정안전부 소속기관으로 확대·개편된 국립방재연구원은 2012년 재난안전기술개발(R&D) 사업에 대한 예산 총 345억 원 및 세부 지원계획을 확정함
 - 행정안전부의 경우 국가재난관리표준(R&D)사업으로 4억 7천만 원 투입하여 다양한 재난 및 안전사고를 체계적으로 관리·대응할 수 있는 역량을 갖추어 사고를 경감시킬 수 있는 제도적 기반 마련에 초점을 맞춤

- 소방방재청의 경우 다양한 인위적인 재난에 대한 재난예방 및 대응을 효율적으로 추진하기 위한 기술개발에 26억 2천만 원을 투입하고 자연재해를 예측하고 근원적으로 대처하기 위하여 과학적 원인 규명 및 실질적인 피해저감을 위한 기술 개발에 79억 1천 7백만원을 투입함
- 2012년 국토교통부가 추진 중인 건설·교통 부문 11개 ('12년 4,159억 원)으로 계획되어 있으며, 2011년까지 총 2,162개 과제에 2조 5,348억 원을 지원하고 있음
 - 2012년은 '11년 대비 0.6%증가한 6,196억 원 투자 계획이 있음
 - 2012년 재해예방관련 국토교통부 예산은 18,990억 원으로 '11년 대비 4% 증가
 - 지진·쓰나미·태풍에 대비한 R&D 투자는 '11년 대비 43% 증액된 4천 29억 원임
- 국가과학기술위원회가 상설 행정위원회로 출범한 것을 계기로 그동안 사후적·개별적으로 대응해오던 국가적 현안들에 대비해, 범정부 부처가 통합적으로 연구개발과 정부정책 간의 연계를 강화하여 재난·재해에 선제적이고 종합적인 대응체계를 구축하게 되었음
- 재난·재해 과학기술지원 특별위는 구제역, 후쿠시마 원전 사태 등 국가적 안전·안보 이슈해결을 위한 과학기술에 대한 국민적 관심과 수요가 크게 증가하는 상황에서, 재난발생 메커니즘 규명, 예측·예방 등 재난관리 연구개발 과제를 선제적으로 발굴·지원하기로 함
- 결론적으로 우리나라는 재해유형별로 각 부처에서 개발된 독자적인 단위기술에 있어 부처 간 협력을 통한 재해평가 및 예측기술의 공동 개발 노력이 부족함
 - 방재 관련 연구기관 간 협력 연구는 거의 전무한 실정이고, 상호 간의 지식 및 정보의 교류가 없어 국내 방재 분야 R&D 시스템 상의 문제점을 노출하고 있음
 - 따라서, 각 부처별로 산발적, 부분별 추진되던 재난 및 안전기술관련 연구개발 활동을 통합 조정하여 국가의 재난저감의 목적에 맞게 협력·연계 추진할 필요가 있음

제2절 국내외 시장현황 및 전망

1. 국외 시장 동향

- 재난 재해 관련한 시장규모를 추정하기는 쉽지 않지만, 방재산업의 경우 시장규모는 세계적으로 (2003년 기준) 32조원 규모에서 2013년에는 약 51조원 규모의 시장이 형성될 것으로 추정됨
- 향후 창출이 기대되는 막연한 산업이 아닌, 기존의 기술과 제품을 활용함으로써 매출을 창출할 수 있는 이미 형성된 시장이 존재한다는 특징이 있음
- 주요 선진국 방재 산업 육성정책의 주요 특징은 아래 <표 2-2>와 같음

〈표 2-2〉 주요 선진국 방재산업 육성정책

국가	방재산업 육성정책
미국	-9.11 테러 후 국가 안보차원에서 방재산업 육성 및 관련기술 개발
일본	-재해발생 이후 복구를 위한 응급대책과 복구대책 기술개발 증가 -재해발생 시 대처방안에 대한 매뉴얼 및 자원봉사대 파견을 위한 시스템 개발 및 육성
프랑스	-국가적으로 효율적인 재난관리는 물론 전략산업 육성의 측면에서 방재산업을 육성
캐나다	-환경기술의 실험적인 프로젝트에 대하여 상업화 단계의 투자위험을 경감시켜주기 위한 기술 개발 보조금 지원

(출처 : 한국산업기술진흥원, 2011)

- 미국의 경우, 방재 및 안전관련 산업 시장이 혼재되어 있으며, 특히, 9.11 테러 이후 국가안보는 물론 개인 안전에 대한 관심이 증가되면서, 많은 시장이 창출됨
- 재난관리 분야의 로봇개발, 테트라헬즈 방사선, RFID를 이용한 시장이 급성장하고 있는데 법제화를 통해 안전성을 강화하고 시장을 확대하고 있음
- 특히, 재난관리를 위한 시뮬레이션이 큰 시장을 형성하고 있는데, 이는 1996년 9월 버지니아주 일대에 허리케인으로 인한 홍수피해 경험에 기인함
 - 주 정부는 재난 대응 및 복구활동을 펼친 끝에 하나로 통합된 정보시스템을 통해 모든 정부기구나 정보를 공유하면서 효율적인 복구 활동을 펼침
- 일본의 경우, 보다 안심할 수 있고, 안전한 사회를 구축하기 위해 안심·안전비전을 수립하여 첨단 과학 및 정보기술을 활용한 기자재와 장비개발 실용화 사업 등을 국가적 차원에서 전개하고 있음
- 일본은 지진 등 대형 인명피해를 유발할 가능성이 있는 자연재해발생 빈도가 높아 재난에 대한 기술 및 산업기반이 비교적 잘 형성되어 있으며 중앙정부의 주관 하에 각 지자체의 재난관리 역량 및 대비태세를 주기적으로 점검하고 있음
 - 일본은 첨단기술개발 성과에 대한 실용화 및 활용실적이 낮아 이를 개선하기 위한 정부 및 민간단체의 노력도 활발하게 전개되고 있음
- 이미 산업화되고 있는 다양한 재난관련 상품 및 서비스는 다음과 같음
 - 비상 식음료 및 비상용품
 - 안전체험관
 - 건물 진단 및 장수화 시스템
 - 지진 감지제품
 - 복수의 위성을 통한 위기관리시스템
- 국가적, 사회적 과제에 대응하는 연구개발 중점과제의 하나로써 사회가 갖는 위험도를 줄이는 지진방재 과학기술, 비상시 방재통신기술에 대한 연구방향 설정을 통해 시장창출을 시도하고 있고, 이에 해당하는 9가지 중점 연구 개발 영역은 다음과 같음
 - 재해발생 즉시 대응 시스템
 - 과밀도 도시권에서의 거대 재해피해 경감대책
 - 중추기능 및 문화재 등의 방호시스템

- 초고도 방재지원시스템
- 고도 도로교통 시스템
- 육상/해상 및 항공 교통 안전대책
- 사회기반의 열화대책 등
- 프랑스의 경우 전체 국토의 약 80%가 자연재해를 겪은 경험이 있으며, 이 빈도가 과거에 비해 약 2.5배 정도 높아지고 있어 국가적으로 재난관리에 대해 관심이 증대되고 있으며, 국가 간 협력도 강화되고 있음
- 중국의 경우 화재 진원지 위치 탐색 기술 개발을 통해 시장창출에 기여하고 있으며, 덴마크의 경우 재난관리를 위한 시뮬레이션 개발과 재난관리 시스템 연계를 통해 전 지역에 걸친 재난 대응 전략을 수립하고 있음

2. 국내 시장 동향

- 국내의 재난·재해 관련법은 재난·재해로 인한 대형사고 발생을 계기로 그 당시 시급성에 따라 제정 또는 개정되었기 때문에 내용의 통일성과 일관성이 미흡함
- 또한, 재난·재해 발생 시 긴급구조를 위한 응급차량 및 구조요원이 현장에 신속하게 접근할 수 있도록 접근경로를 설정하거나 재난·재해 발생 지역 내에 차량을 신속하게 안전지대로 대피시키기 위한 다양한 법·제도적 장치가 필요함
- 지난 2001년에 건설교통부에서는 도로제설업무수행요령을 제정하였고, 올해 2012년에는 현재 제설방식, 사용 장비, 기술향상, 보고체계 등을 고려하여 개정하였음 (교통통제 부분 추가)
- 현재까지 재난·재해에 대비한 주요 대책은 대형 재난이 발생할 때마다 대책을 수립되었고 궁극적으로 구조적인 원인분석과 이에 따른 적절한 대처가 아닌 임시적인 사후대응책에 불과함
- 이는 정부의 위기관리체계가 사전학습을 하는 사전예방적인(Proactive) 제도 개선을 하기보다는 사고충격학습을 통한 회고적인(Retroactive)오차 수정을 하는 학습메커니즘을 사용하기 때문임
- 재난·재해를 담당하는 기관은 단순한 통계치를 수집·정리하고 있으며, 정확하고 풍부한 데이터베이스 구축을 상용화하지 못했음
- 2000년대 이후 재난·재해에 대한 대책의 기본 방향은 사후대책에서 사전예방대책 중심으로 급속하게 변하고는 있으나, 사실상 선언적인 의미가 더 큼
- 도로교통체계는 재난·재해 발생 시 유용한 대피경로이자 가장 큰 영향을 받을 수 있는 기반 시설임에도 불구하고 이를 활용하거나 피해를 최소화하기 위한 적극적인(Active) 대응 기술에 대한 응용 기술과 상용화는 아직 미흡한 단계임
- 따라서 관련 산업은 선진국 대비 중·하위 수준에 머물러 있음
- 미국 상무성이 2002년도 한국시장에 대해 예측한 자료에 따르면 비농산물 제품 및 서비스부문에서 미국기업의 진출이 유망한 13개 분야를 선정하였는데, 안전 및 보안 장비 분야가 5위를 차지한 바 있음

〈표 2-3〉 국내 주요 산업분야별 유망분야 예측

(단위 : 백만달러)

순위	산업분야	주요 유망분야	총 시장규모
1	디지털 TV 장비	측정장비, 그래픽장비, 생성장비	189.1 (2001년)
2	소매서비스	인터넷 및 홈쇼핑 등	93,167 (2001년)
3	지리정보시스템 (GIS)	자동매핑 및 시설관리, SCADA(제어 및 데이터수집), GPS, HW 및 SW	529 (2002년)
4	오염제어장비	수질관리, 폐기물관리, 대기오염관리	9,605 (2001년)

(출처 : Institute for Homeland Security Solutions , 2010)

- 자연재해 관련 산업에 대한 조사·분석 및 관련 연구는 2006년 소방방재청 주관으로 시작되어 2008년 기준으로 관련 현황이 분석되었음
- 2008년 기준 국내 자연재해저감산업과 관련하여 산업 활동을 하고 있는 기업은 총 1,607개로 조사됨
 - 자연재해저감산업은 전체적으로 산업의 규모가 크지 않고, 일정한 분류기준에 의해 분석하기 어려운 점이 많아 하드웨어, 소프트웨어, 서비스 등 3개 대분류로 나누고 각각 9개, 3개, 및 6개의 중분류로 구분하여 관련업체 현황을 조사함
 - 자연재해저감산업체 분류 및 현황은 아래 <표 2-4>와 같음
- 자연재해저감산업의 분야를 확대하는 측면에서는 넓은 범위를 가지고 해당시킬 수 있는 모든 업체를 자연재해저감산업체로 포함시키는 것이 바람직하나, 정확한 현황분석을 통해 효율적인 업체관리 및 육성 정책을 시행하기 위해서는 엄격한 기준에 따라 설정한 범위에 집중하는 것도 필요함
 - 재난·재해와 관련한 국내 시장창출을 위해서는 기존 분류기준을 보다 신중하게 검토할 필요가 있음
- 예를 들어 기상재해관련 시장은 소방방재청, 행정안전부, 지방자치단체, 국토교통부, 환경부, 농림수산식품부, 수자원공사, 홍수통제소 등의 방재관련기관과 전력, 철도 등 라이프라인 사업, 언론기관, 민간기상사업자, 해운항공 산업을 대상으로 하고 있음
 - 신속 정확한 기상정보 제공과 수요자 중심의 다양한 기상정보 제공 측면에서 기존의 서비스와 차별화할 수 있음
 - 국가기술지도에 의하면 기상기술 개발에 대한 투자는 약 20배의 경제적 효과를 창출 하는 것으로 밝혀져 기상 기술 및 적용 기술 개발과 이의 상품화에 역량을 집중하는 전략이 중요함
 - 현재 주요 선진국에서는 민간예보사업제도를 통해 기상정보산업을 크게 발전시키고 있으나 우리나라는 현재 도입 단계로 발전 잠재력이 크다고 볼 수 있음
- 자연재해 피해 평가 및 제어기술은 공공적인 성격이 강하므로 시장성보다는 공공의 이익에 기여한다는 측면이 강함
 - 특히, 북한, 동남아 등 저개발 국가를 기술적으로 지원하는데 적용 가능하며, 국제협력을 촉진하는 수단이 될 수 있음

- 예를 들어 산사태재해 저감기술 개발은 2007년도를 기준으로 국가 기간시설, 민간 자본 등의 피해감소를 고려해 연간 920억 원 규모의 피해저감이 예상되고 있음
- 2011년에도 도심 및 산간지방에서 막대한 인명 및 재산피해를 유발하고 있어 최우선적으로 연구 및 투자가 필요한 분야임

〈표 2-4〉 자연재해저감산업체 분류 및 현황

대분류	중분류 (업체수)	소분류	제품유형 및 예 (용도)	업체수		
하드웨어	방재장비 (122)	수방장비	소형제방, POFW, 관로, 맨홀, 상하수도설비, 펌프	54	122	807
		제설장비	염화칼슘, 제설장비	4		
		비상전력장비	발전기, 변압기, 배터리, 발전소, 비상조명 등	26		
		도로방재장비	도로포장, 헬스, 시면보호시설, 생태블록	38		
	기상제어장비 (0)	기상제어장비	안개/황사제거 장비	0	0	
	방재용건설·건축자재 (118)	구조설비	건축유리 및 지재, 스크린도어, 단열재	15	118	
		방염설비	난연벽지, 안전보관함	2		
		일반산업용 재료	강관, 케이블, 고무, 플라스틱, 기초부품 등	63		
		산업설비 및 장비	건조기, 냉각기, 판금기, 산업로봇 등	38		
	계측 및 분석 장비 (100)	보안감색장비		0	100	
		비파괴검사장비	X선장비, 비파괴검사장비	24		
		센서 및 계측기	열/온도센서, 지진계, 진동센서, 연기감지기, 누수탐지, 기타 재난감지 장치/계측기	68		
		관측 및 감시장비	CCTV 등	8		
	정보기기 및 시스템 (233)	특수 단말기		0	233	
		(자연재난)예측경보시스템	기상관측장비	2		
		모니터링시스템	(통신을 이용한) 실시간 현장계측	1		
		지리정보시스템	측량, GIS, GPS, 수치지도	24		
		제어시스템	자동화설비, 빌딩관리, 교통/철도제어, 홈네트워크, 물류자동화	58		
		안전관리시스템	국가/지자체 안전관리시스템	0		
		송수신시스템	방송, 유무선통신, 네트워크	119		
		영상 및 음향표시장치	LCD, LED, 앰프, 오디오 기타 영상음향장치	29		
	교육, 훈련장비 (0)	교육, 훈련시스템		0	0	
	비상대응 및 복구지원장비 (137)	비상대응장비	마스크, 방독면, 사다리차, 앰뷸런스, 구조구조장비, 소화설비, 화재진압용차량, 기타 재난/소방관련장비	51	137	
		복구지원장비	복구지원용(건설용 포함) 중장비 및 인력도구	31		
		정화시설 및 장비	집진기, 소독세척제, 오폐수처리, 폐기물처리, 오염방지	55		
	(비상)식음료품 (10)	(비상)식품	비상식품, 일반식품, 기능성식품, 의약	7	10	
		(비상)식수	식수, 음료	3		
	기타 하드웨어 (87)	기타	기타 하드웨어	87	87	
소프트웨어	시뮬레이션 (7)	재난 예측 시뮬레이션	기상시나리오 및 예측 시뮬레이션 및 솔루션	5	7	77
		교육, 훈련 시뮬레이션	안전, 보건, 환경, 경영 분야의 교육 소프트웨어	2		
	사이버보안 (45)	보안 솔루션	해킹, 크래킹 등 위해행위에 대한 보안솔루션	8	45	
		IT·네트워크 구축 솔루션	금융, 비즈니스, IT분야의 소프트웨어	37		
기타 (25)	기타 소프트웨어	기타 소프트웨어	25	25		
서비스	연구개발 (41)	재난예측 및 평가	재난·환경영향 예측 및 평가	19	41	703
		재난관리기법	자연재난 방지/완화, 응급구조, 보안 및 경비	16		
		재난사회학	사회적 재난 연구, 언론홍보, 재난심리 등	0		
		산업규격 및 표준화	제품 및 서비스 표준화, 규격개발, 에너지절감방안 연구	6		
		제도 및 정책연구	산업안전정책, 산업육성정책, 제도적 지원방안	0		
	조사·분석 (0)	시장분석	제품/시장 동향분석, 마케팅 전략	0	0	
	설계, 시험 및 평가 (44)	안전성 및 신뢰성 평가	기기/제품 안전성 및 신뢰성 평가, 기기/제품설계	13	44	
		구조물 건전성평가	구조물/지반의 안전성, 수명평가 등	30		
		기타 안전진단	화학공정평가, 방사선관리 등	1		
	컨설팅 (238)	설비설계·계획 및 시공	구조물 내의 전기, 소방, 가스 설비 구축	55	238	
		도시/조경의 계획 및 시공	도시/단지개발, 조경 및 경관	46		
		기타 컨설팅	기타의 기술제공/평가/거래 등	137		
	건설 (345)	엔지니어링	구조물의 구조설계 등	212	345	
		건설시공	건축, 토목, 플랜트 등 건설사업의 시공	133		
	기타 (35)	교육, 훈련	방재교육, 인력교육, 재난체험관	1	35	
		전시/홍보/문화진흥/언론	산업전시관, 도서/출판, 방송, 신문	3		
		보험	자연재해보험, 원전/선박 등 특수분야 보험	18		
		기타 지원서비스	유통, 인허가(생산/유통/이용, 수출입), 원료(석유, 가스)	13		
			총 계	1,607		

(출처 : 한국산업기술진흥원, 2011)

제3절 기술동향 분석

1. 관련 기술 개발 동향

- 자연재해·재난 예방 및 대응기술 수준평가 결과를 살펴보면, 우리나라의 기술 수준은 선진국에 비해 현저히 낮고, 기술격차도 큰 것으로 나타남

기술수준 국가	2008년			2013년		
	기술수준(%)	소요시간(년)	기술격차(년)	기술수준(%)	소요시간(년)	기술격차(년)
한국	62.0	18.0	8.7	67.5	15.7	8.8
미국	83.0	9.4	0.0	87.0	6.9	0.0
일본	79.3	10.9	1.5	82.8	9.3	2.4
중국	57.4	19.0	9.6	65.0	16.6	9.7
EU	81.2	9.7	0.4	85.1	8.3	1.4

(출처 : 과학기술부, 2009)

가. 국외 기술동향

(1) 재난 재해 시 교통상황 시나리오 추정 및 평가 기술 관련

- 재난·재해 시 도로망 유고를 예측하는 제반 기술로 활용 가능한 실시간 및 광역·국지적 기상 변화, 자연재해 예측기술 개발
 - 지리정보체계 (GIS), 위성기술 등을 이용하여 자연재해 발생지역 추출, 위험분석, 긴급재난구조, 응급복구 등에 활용하고 있으며, 더 나아가 초정밀 기상 및 재난 예측이 가능한 전지구관측시스템(GEOSS¹⁾) 개발 진행 중
 - 이를 통해 실시간 및 광역·국지적 기상변화 예측을 가능하게 하며 ITS 및 도로이용자 제공 정보와 접목하여 효율적인 도로망 유고 예측 제반 기술로서 활용 가능
- 악천후 시 교통운영전략 수립 및 효과평가를 위한 교통관리 프로그램 운영 (시나리오 기반)
 - 미국은 2000년대 초반부터 활발하게 악천후 대비 교통관리 프로그램을 개발하여 구체적인 전략을 수립하여 실제 이벤트 발생(예: 허리케인, 토네이도 등) 시 적용토록 하고 있음
 - HAR(Highway Advisory Radio), 가변전광표지, 인터넷 등을 이용하여 경로 정보를 제공하는 상황전달(Advisory) 전략을 포함하고 있으며, 교통류 및 도로용량을 통제하는 제어(Control) 전략, 유지관리 및 비상관리체계 등을 포함하는 처리(Treatment) 전략으로 구분하여 운영 중
- 재해피해 추정 프로그램 개발

1) 전지구관측시스템(GEOSS, Global Earth Observation System of Systems) : 인류가 살고 있는 지구환경을 구성하고 있는 시스템이 단지 우리가 접하고 있는 지표나 대기의 문제에 국한된 것이 아니라, 지구의 중심에 있는 핵에서부터 지구의 대기와 상층의 전리층/열권 및 태양/달/행성시스템까지 지구환경을 구성하는 모든 시스템들이 긴밀히 상호관계를 맺고 있는 점에서 출발한 것으로서 정밀한 자연재해의 감시 및 예측과 관련 있음

- 미국은 HAZUS(Hazard U.S.), 타이완은 TELES(Taiwan Earthquake Loss Estimation Systems) 등의 재해피해 추정 프로그램을 개발하여 운영하고 있으며, 재해피해 경감정책 개발, 사전대비계획, 긴급대응계획 개발 및 시험, 구호 및 복구계획 수립에 활용
- 재난·재해 시 교통영향을 모사하기 위한 교통모델 개발
 - 대부분의 교통모델은 정상적인 교통상태에서 교통운영을 예측하고 평가하는 모델이며, 재난·재해 시 피해확산 정도 예측과 신속한 대피 경로 지원을 위한 모델은 소수임
 - 재난·재해 대응 교통모델은 대부분 방재 최고기술 보유국인 미국에서 개발되었으며, OREM(Oak Ridge Evacuation Modeling System), DYNEV (Dynamic Network Evacuation), ETIS (Evacuation Traffic Information System) 등
 - 이 중 마이크로 모델인 OREM은 대규모 교통 네트워크 모델링이 가능하며, 최적의 대피 경로 정의, 병목현상, 속도, 대체 경로의 효율성 평가 등의 기능을 수행
 - 현재까지는 크게 1)네트워크모형, 2) GIS-based 모형, 3) 미시적 교통류 모형, 4)행태기반모형의 형태로 모델링 연구가 진행됨

(2) 재난·재해 시 교통처리 기술 관련

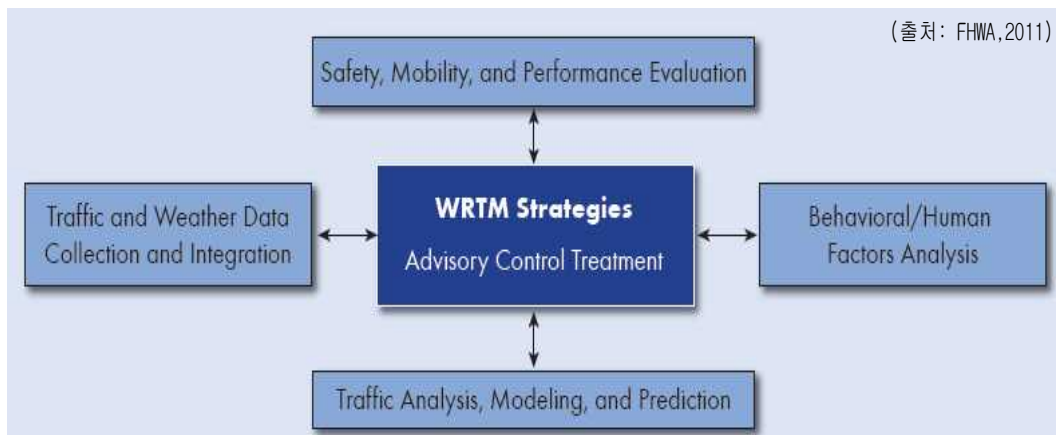
- 악천후 시 교통운영전략 수립 및 효과평가를 위한 기본적인 도로 및 기상정보 수집기술
 - 도로 상에서 기상정보 수집이 가능한 도로기상정보체계(RWIS, Road Weather Information System) 이용 도로기상 정보 수집 연구 진행
 - 다양한 통신 기기를 활용한 차량 기반 도로상 기상정보 수집 관련 연구가 기상재해 발생 시 교통정보 수집체계의 대안으로 수행
- 다양한 수단을 통한 교통정보 서비스 제공
 - 미국과 캐나다의 100개 이상의 주에서는 모바일 앱을 이용한 교통 예보 정보 서비스를 유료로 운영
 - 영국에서는 라디오, 스마트폰, 인터넷 등을 이용한 실용적인 교통 예보 정보 제공을 교통국에서 무료로 진행
- 재난·재해 시 교통운영 전략 운영
 - 교통 라우팅 전략(Traffic Routing Strategy) : 대피교통량을 초과수요의 노선에서 초과용량의 노선으로 전환시킴으로써 네트워크 부하의 균형을 이루기 위한 전략
 - 역방향 통행설계 전략(Contraflow Design Strategy) : 대피교통량으로 인해 안전지역 방향의 용량은 항상 과포화 되는 반면 반대인 위험지역 방향의 교통량 수준은 항상 여유가 있다는 기존 재난 발생 시에 관측된 사실에 기반을 둔 전략
 - 순차적 대피 전략(Staged Evacuation Strategy) : 가용한 시간간격 동안 단계별로 대피 수요를 좀 더 안전한 방향으로 이동시켜 네트워크의 효과적인 이용을 도모하기 위한 전략
 - 신호제어(Signal Control Strategy) : 재난 대피시 교차로 운영에 대한 적절한 신호현시전략을 통해 가로용량의 증대와 대피경로로의 신속한 접근성 제공, 접근지점에서의 병목현상방지 등

- 램프 미터링 : 재난 발생 시 고속도로와 같이 진출입 통제가 가능한 도로에서는 차량 진입을 차단함으로써 추가 혼잡 발생으로 인한 피해를 최소화

(3) 설해 대응 첨단 제설 관리 기술 관련

□ 미국

- 미국의 경우 도로교통분야를 포함하여 재난 재해에 직접적인 영향을 미치는 분야는 GDP의 약 39.1%에 이른다고 분석하고 있음 (Dutton, 2002)
- 미국 도로연방청(FHWA)에서는 Weather Responsive Traffic Management(WRTM)프로그램을 통해 동절기를 포함한 연중 악천후 시 도로교통의 안전성과 이동성을 향상시키기 위한 노력을 지속적으로 해오고 있음
- WRTM의 기본 전략은 아래 <그림 2-2>와 같이 총 4가지로 구분되며, 이 전략은 또한 각 주(State) 상황에 맞게 적절히 수정되어 적용됨



<그림 2-2> WRTM framework

- 폭설, 폭우, 허리케인, 쓰나미와 같은 혹독한 기상변화에 효과적으로 대응하기 위해서 미국의 도로연방청 (FHWA)과 미국해양대기청(NOAA)는 해양, 대기, 그리고 도로 기상정보의 상호교환 및 예측 정보 질 (Prediction Quality)의 향상을 위해 협력하고 있음
- 따라서, 미국 도로연방청(FHWA)은 도로기상정보의 수집·처리·활용 능력을 향상하기 위한 많은 노력을 함 (로고: “Anytime, Anywhere Road Weather Information”)
- 미국의 사회과학 전 분야에 대한 국가 R&D 연구 지원은 주로 National Science Foundation(NSF)과 전략적 도로교통 연구 프로그램 (Strategic Highway Research Program, SHRP)을 통해 진행됨
- 일반적으로 SHRP는 국가교통시스템이 가장 시급하게 필요로 하는 4가지 분야로 선정하여 미 의회의 승인과 지원 하에 관련 연구를 진행함
- 2000년 이후 SHRP를 통해 수행된 대표적인 동절기 도로관리 연구는 도로기상정보시스템의 구축 및 활용과 관련된 것임

□ 일본

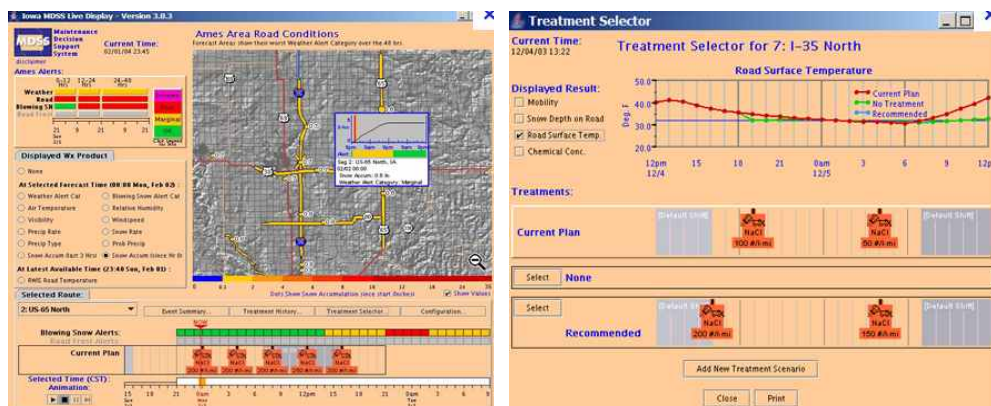
- 일본의 공공 연구체계는 일본과학기술정책의 방향과 전략을 수립하는 「총합과학기술회의」와

- 1) 정부부처산하 연구기관 및 대학 연구소, 2) 특수법인과 독립행정법인 등의 연구 수행기관으로 구성됨
- 일본은 방재 선진국답게 다양한 노면조건에 따른 대처 방안이 비교적 상세히 묘사되어있어서, 지속적인 한파로 인한 노면결빙을 최소화하고 있고 국토교통성에서 발간한 도로제설관련 매뉴얼을 가지고 있으며, 동절기 노면관리의 기본 방침 및 관리 목표 등을 제시하고 있으나, 도호쿠 대지진으로 인해 재해 시에는 매뉴얼과 함께 유연한 대응기술 전략의 필요성이 크게 대두됨
- 일본은 재난·재해에 대비하기 위해 인프라 구축을 많이 하고 있는데, 구축비용은 거의 대부분 정부예산으로 충당하고 있음
- 특히, 재난 대비에 필수적인 기상정보 수요는 미디어용, 지방자치단체 공급용, 민간 기업 및 국민용으로 구분될 수 있으며, 부문별로 다양한 매체와 기상 정보 내용을 공급하고 있음

□ 제설 방법 트렌드 변화 (차량 장착 장비→ 대기 및 도로 기상정보를 활용 시스템적 제어)

- 2000년 이후로 차량에 장착하는 장비 위주의 기술 개발은 퇴조하는 경향이 있으며, 대기 및 도로 기상정보를 활용을 주요 목표로 하는 시스템적 제어가 새로운 트렌드를 이루고 있음
 - 미국, 유럽, 일본의 도로기상정보시스템 (Road Weather Information System)
 - 미국의 의사결정지원시스템 (Maintenance Decision Support System)

(출처 : asr.ucar.edu)



〈그림 2-3〉 의사결정지원시스템(Maintenance Decision Support System, 미국)

- 일본, 유럽의 다양한 노면상태 예측 알고리즘
- 미국의 경우 소형, 중형, 대형 제설 장비 개발 및 운영되는데, 이는 주(State)에 따라 내 집 앞 눈치우기의 제도화에 기인한 것으로 파악됨
- 스웨덴의 경우 센서를 이용한 도로기상 정보 수집 및 활용 그 이상으로 차량에 장착한 센서를 통해 원하는 도로구간에 대한 노면상태를 수집하는 BiFi(Bearing Information through Vehicle Intelligence) 기술을 개발하여 정보수집 및 활용과 더불어 노면상태의 질 (quality)을 평가하고 있음

□ 장비 개발

- 이동식 제설장비 개발 (Mobile Snow Melter)
 - 미국의 경우 노면적설을 수거함과 동시에 용해하여 도로로 배출하는 용해로를 장착한 제설차

량이 민간업체 주로 개발되고 있음

- 대표적인 열에 의한 제설 방법인 용해로 기술은 이미 수년 전에 캐나다와 미국을 중심으로 개발되어 공항 활주로 제설작업에 활용되고 있음

(출처 : snowremovelsystems.com)



〈그림 2-4〉 R&D로 개발 중인 이동식 제설장비
(용해로 장착, 미국, 2007~현재)

○ 소형 제설차량

- 일본의 경우 보도적설 제설이 가능하며, 차체 앞쪽에 다양한 부수장비의 탈·부착이 가능한 장비를 운영 중에 있음
- 다목적 사용이 가능하며, 특히 여름에는 제초장비를 장착하여 제초작업에도 활용이 가능함
- 일본의 다설 지역 용설로는 지하주차장과 공공 지하보도를 함께 조성한 냉난방 플랜트의 열을 이용하여 눈을 용해함

나. 국내 기술동향

(1) 재난 재해 시 교통상황 시나리오 추정 및 평가 기술 관련

- 국내에서는 재난·재해와 같은 비상사태 발생에 대비한 다양한 연구 개발이 진행되었음
 - 도로망에 피해를 최소화하기 위한 구체적인 액션플랜은 미흡
 - 각종 자연재해 및 사회적·인적재난에 의해 국가 기간 교통망에 비상상황이 발생했을 때, 이를 해결하기 위한 효율적인 소개전략모형이 제시된 적이 있으나, 재난의 유형이 태풍과 집중호우와 같은 자연재해로 국한됨
 - 자연재해로 인한 도로망 피해 예방과 신속한 복원(대비)에 초점을 맞춘 도로망 피해 예측, 최적 신호운영, 그리고 상용 시뮬레이션을 이용한 우회교통정보 제공 및 교통류 관리 관련 기술 등이 연구된 적이 있으며, 그 결과 동적 모델링과 시뮬레이션은 비상상황의 동적진행을 묘사하는데 매우 유용한 것으로 분석됨
- 국내에서는 국가 R&D에서 교통시뮬레이션을 이용한 외부자극이나 내부요인 변화에 따른 교통영향을 평가하기 위한 시도가 있었음
 - 시뮬레이션 모형 안에 내재되어 있는 다양한 모듈 개발은 많은 비용과 전문 인력이 소요됨에

따라 기존 시뮬레이션 모형을 이용하는 것으로 변경됨

- 이러한 경우, 상용 시뮬레이션 모형이 가지는 기능만을 이용할 수 있는 단점이 있음

(2) 재난·재해 시 교통처리 기술 관련

- 재난·재해 시 기상변화·자연재해·교통소통장애요인에 대한 정보 수집 및 활용
 - 기존 ITS 기술은 단순 교통소통정보 제공에 국한되어 있음
 - 스마트 앱 프로그램 타입의 실시간 교통 정보 제공 프로그램 및 서비스 상용화(SKT TMAP, KT olleh navi, Google navi 등)
 - 스마트 앱 프로그램은 실시간 교통 정보를 기반으로 하는 목적 지점 경로 안내를 주로하고 있으나, 강제 개입 등을 통한 대피 경로 안내 등 재난·재해 시 교통 운영을 위한 정보 제공 및 관련 체계 미흡
 - DMB(Digital Multimedia Broadcasting) 방송 주파수를 이용해 자동차 내비게이션 단말기에 실시간 교통 정보를 제공하는 TPEG(Transport Protocol Expert Group) 서비스 상용화
 - TPEG은 혼잡교통정보, 안전운전정보, 유고정보 서비스 등으로 나눌 수 있으나, 주로 우회 경로를 제공하는데 주안점을 두고 있어 재난·재해 시 교통 운영을 위한 대피 경로 안내 및 관련 체계 미흡
- 기상청의 경우 기상위성, 기상레이더 등을 활용한 기상정보를 예측하고 재난·재해 대응을 위한 정보를 생성, 전달하고 있으나 (준)실시간 및 광역·국지적 기상변화 정보 제공 한계 존재
 - 침수지역 및 기간도로망의 침수범위(영향권) 파악
 - 네트워크 분석을 통한 최적우회 노선 분석
 - 의사결정지원 정보(수해복구 진행상황 정보 등) 제공
- 재난·재해 관련 대비, 대응, 복구 관련 기술 상용화 미흡
 - 국토연구원은 태풍 및 집중호우 시 재난 대응 의사결정지원시스템인 도로재난관리시스템(RoadEMS, 2005) 개발하고 재난 대응 단계별 전략을 제시하였음
 - 한국도로공사의 경우 실시간 재난·도로관리 의사결정 지원시스템(Hi-MAN, Highway Management System)을 구축하여 활용



〈그림 2-5〉 Hi-MAN 유고상황 통합 관제 시스템 개요

- 기술 수요자가 직접 개발한 한국도로공사의 Hi-MAN을 제외하면 직접적으로 정책에 반영되거나 상용화 된 실적은 거의 없음

(3) 설해 대응 첨단 제설 관리 기술 관련

- 국내 동절기 도로제설 분야는 자연재해대책법에 근거하여 구성하고 있으며, 재난 및 안전관리 기본법 제14조 제1항에 따라 중앙재난안전대책본부를 각 호(사회적 재난 관련 중앙재난안전대책본부 구성 및 운영에 관한 규정, 제2장 제3조 1호, 2호) 기간에 설치함
- 국토교통부에서는 「풍수해(대설) 재난」 도로분야 위기대응 실무매뉴얼과 현장 실무자들을 위한 도로제설업무수행요령을 발간하여 업무에 활용하고 있음
- 환경부에서는 지난 2010년 제설제의 환경 기준을 만들어 「친환경 인증」을 해주고 있으나, 제설제의 용설 능력을 검증하기는 미흡함
- 국가안전관리기본부에서는 설해 예방을 위해 제설, 동해방지 등에 관한 계획을 종합적으로 추진한다고 명시함
 - 눈사태방지를 위한 삼림조성이나 눈사태방지시설의 정비
 - 설해 예방조직 정비, 물자와 자재 비축·관리 및 장비 확보
 - 도로별, 지역별 교통대책 및 농·수산 시설 설해경감대책 강구
 - 지자체 “민관군 제설단” 및 건설기계 관련 협회 등과 협약체결 등을 통한 제설장비 연계활용을 위한 지자체·유관기관 간 협조체계 유지
 - 도로관리청 주관 하에 위험구간 우선 제설작업 및 경계구간 합동제설 작업
 - 고립예상 지역별로 동원인력 및 장비를 사전지정하고 권역별로 관련기관 협조체계 구축
- 그러나 대부분의 제도나 법령 또는 지침에는 강설에 대한 일반적인 행동요령만을 기술하고 있고, 보다 적극적인 측면에서의 정책적 지원이나 동절기 자연재해에 능동적으로 대처할 수 있는 구체적인 방안은 제시되어 있지 않음

- 공통적으로 일반조직체계, 제설장비종류, 제설자재종류, 제설작업방법, 보고체계 등이 명시
- 국내의 동절기 자연재해에 대비한 기술은 재해 발생에 따른 대응적인 방식(Passive)이 주류를 이루고 있으며, 일부 적극적인 방식(Active)도 운영되고 있음
- 국내 기술 수준은 제설장비개발과 보급은 특정업체에 의해 주도되고 있는 실정임
 - 제설차량을 포함한 제설부수장비의 경우, 발전기에서 성숙기로 넘어가는 단계에 있으며, 최근 다소 개발이 미흡한 상태임
- 특히, 도로 기상정보 수집에 필수적인 센서개발 분야에서는 기술수준이 매우 미흡함
 - 도로기상정보시스템 운영을 위해서는 노면센서가 필수적이고, 국내에서 설치된 거의 모든 센서는 외국에서 수입한 것임. 따라서 유지·관리가 제대로 수행되지 않아 센서를 통해 수집된 자료의 정확도를 검증할 방법이 없음
 - 현재 Smart Highway 국가 R&D 과제에서 한국형 노면온도측정센서를 개발 중에 있으나, 실용화 방안이 아직 미흡하며, 온도측정과 더불어 예측 알고리즘이 필수적이나 이에 대한 연구는 포함되어 있지 않음
 - 현재 동절기 자연재해 발생에 대한 감지 및 정보 수집은 도로변 기상관측장비보다는 기상청에서 제공하는 예보정보에 의존하고 있어 도로변에서 발생 가능한 급격한 기상변화에 대한 정보 수집 자체의 어려움이 있음
 - 도로변 기상정보를 감지하고 수집하기 위한 센서 및 이를 실시간으로 도로관리자나 차량에 대한 정보 전달이 필요함

2. 특허 및 논문 동향 분석

가. 특허 동향 분석

(1) 분석 개요

- 재난·재해 시 도로환경 재현 및 안전관리시스템 기획에서 제시한 기술이 국내외적으로 어느 수준에서 기술이 개발되고 있는 지를 거시적으로 판단하기 위해 기술에 대한 특허 동향 조사를 실시함
- 특허 동향 조사는 특허청 관련 사업과 연계하여 R&D 특허센터 주관으로 진행되었으며, 조사 기술은 본 기획에서 주요하게 고려하고 있는 기술분류체계를 토대로 진행되었음
 - 1990년 1월 1일~2012년 10월까지 출원 공개된 한국, 일본, 유럽 및 미국특허와 등록된 한국, 일본, 유럽 및 미국특허를 분석 대상으로 함
 - 본 분석에서는 연구 성과의 파급효과 및 연구의 필요성을 고려하여 선택된 17개의 연구기획 기술 분야(소분류 기준)를 분석대상으로 함
- 본 분석에서는 재난·재해 시 도로환경 재현 및 안전관리 시스템 분야의 특허기술 Landscape, 핵심기술 분석으로 나누어 분석함
- 특허기술 Landscape에서는 조사대상국인 한국, 미국, 일본 및 유럽에서의 주요시장국 기술개발

활동현황, 구간별 출원인수와 출원건수의 증감정도의 분석을 통한 기술시장 성장단계 파악 및 미국등록특허에서 나타나는 피인용지수, 시장력지수, 인용지수, 비특허문헌 인용지수 등의 분석을 통한 국가간 기술경쟁력 현황 분석 등을 통해 국가별 Landscape를 분석함

- 또한, 상위 Top20의 다출원인 도출을 통하여 주요 경쟁자 현황 및 IP로 본 주요 시장국을 분석하고, 주요 경쟁자들의 시장확보력 및 기술력, 주력기술분야에 대한 파악을 통하여 경쟁자 Landscape를 분석함

〈표 2-5〉 검색 DB 및 검색범위

자료 구분	국 가	검색 DB	분석구간	검색범위
공개·등록특허 (공개·등록일 기준)	한국	FOCUST	2012. 10	특허공개 및 등록, 전체문서
	일본			특허공개 및 등록, 전체문서
	미국			특허공개, 특허공개(공표, 재공표), 전체문서
	유럽			EP-A(Applications) 및 EP-B(Granted) 전체문서

- 기술분류기준은 〈표 2-6〉에 작성된 기술분류체계의 가장 하위분류인 소분류의 기술범위를 한정함

〈표 2-6〉 분석대상 기술분류

구분	대분류	중분류
재난·재해 시 능동형 교통 시스템 운영 기술 (A)	재난 재해 시 교통예측 및 평가 기술 (AA)	시뮬레이션기반 재난 재해 유형별 도로망 예측 및 평가 기술 (AAA)
		재난·재해 시 도로망 유고상황 모니터링 기술 (AAB)
		재난·재해 시 도로망 대안 경로 선정 및 제공 기술 (AAC)
		재난·재해 시 교통 운영 전략 및 기법 (AAD)
	재난 재해 시 교통처리 기술 (AB)	신속한 도로성능 회복을 위한 운전자 맞춤형 경로 및 정보 제공 기술 (ABA)
		기상 감응식 운전자적정속도 제공 기술 (ABB)
		회차 및 진입통제 자동화 기술 (ABC)
		이용자 경로 선택 및 변경 행태 및 정보 수용 행태 분석 기술 개발 (ABD)
		정보제공 매체 및 형식에 최적화된 실시간 교통정보 제공 기술 개발 (ABE)
		갓길제어를 포함한 차로제어 기술 개발 (ABF)
		보급형 소형 시정계 및 안개 경고시스템 (ABG)
		시정거리별 차내 경고 및 차량 후미등 휘도 자동조절 시스템 (ABH)
	설해 대응 첨단 제설관리 기술 (AC)	제설제설포 무선제어 시스템 개발 (ACA)
		차량 외기 온도 수집 기술 (ACB)
		미니제설장비 및 적설수거장비/연료절감용 친환경 제설제 살포기 (ACC)
		노면상태 감지 기술 (ACD)
		제설시스템운영 기술 (ACE)

- 핵심키워드 도출을 위해 연구진이 제안한 재난·재해 시 도로환경 재현 및 안전관리시스템 기술 분야의 기술 분류에 따라 1차 키워드를 도출하였으며, 추가적으로 기술 자문위원들과의 협의를 거쳐 2차 키워드를 도출하였음
- 재난·재해 시 도로환경재현 및 안전관리시스템 기술의 Raw Data에 대한 유효특허 선별기준을 마련하여 적용하였고, 유효특허 선별 결과는 〈표 2-7〉과 같음

〈표 2-7〉 유효특허선별결과

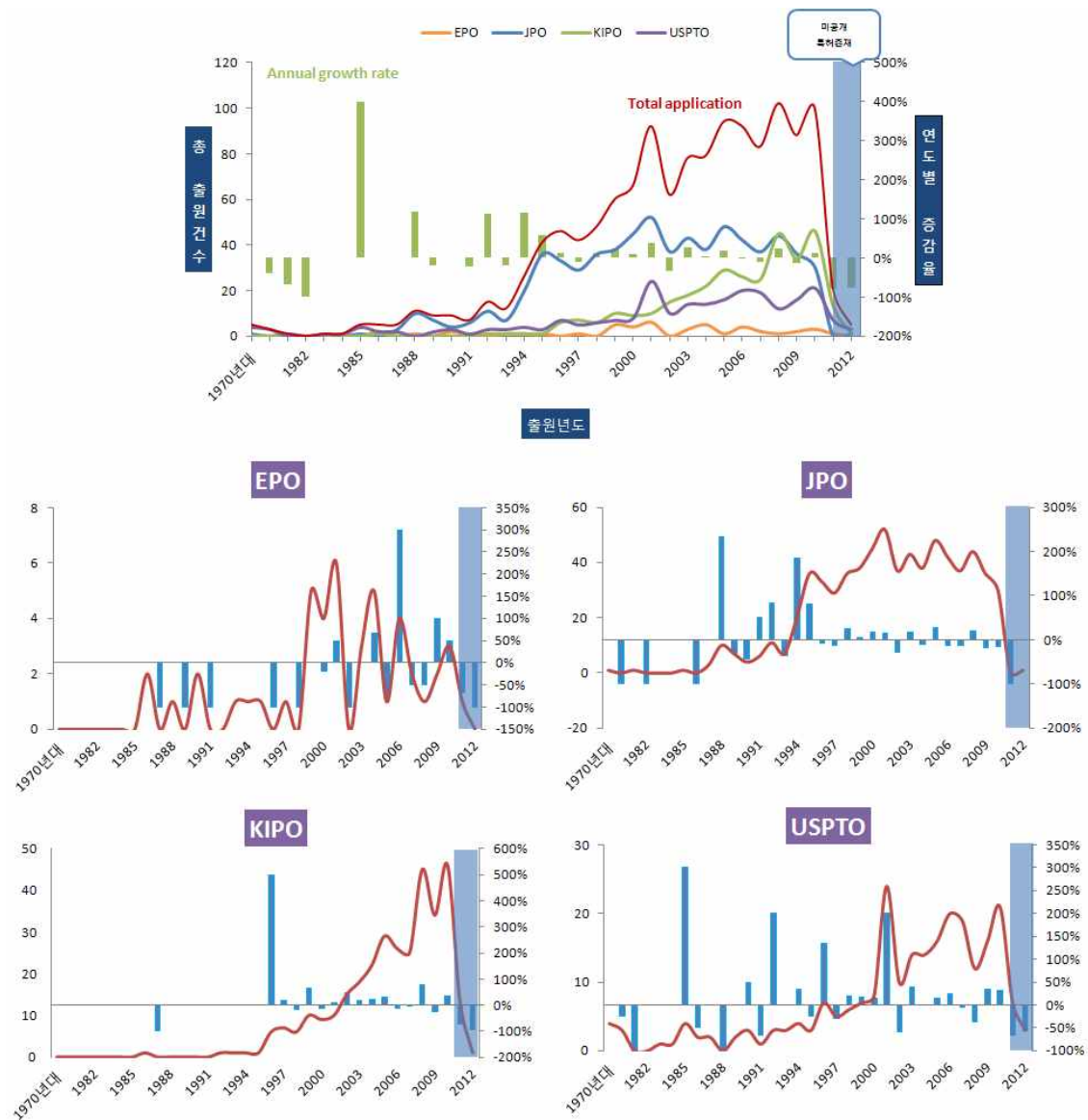
소분류	유효데이터건수				
	한국	미국	일본	유럽	계
시뮬레이션기반 재난 재해 유형별 도로망 예측 및 평가 기술 (AAA)	4	3	25	-	32
재난재해 시 도로망 유고상황 모니터링 기술 (AAB)	19	-	22	1	42
재난재해 시 도로망 대안 경로 선정 및 제공 기술 (AAC)	11	1	13	1	26
재난재해 시 교통 운영 전략 및 기법 (AAD)	4	-	18	-	22
신속한 도로성능 회복을 위한 운전자 맞춤형 경로 및 정보 제공 기술 (ABA)	32	37	246	6	321
기상감응식 운전자적응속도 제공 기술 (ABB)	77	11	44	4	136
회차 및 진입통제 자동화 기술 (ABC)	8	13	16	-	37
이용자 경로 선택 및 변경 행태 및 정보 수용 행태 분석 기술 개발 (ABD)	12	13	66	4	95
정보제공 매체 및 형식에 최적화된 실시간 교통정보 제공 기술 개발 (ABE)	24	18	28	8	78
갓길제어를 포함한 차로제어 기술 개발 (ABF)	17	4	24	-	45
보급형 소형 시정계 및 안개 경고시스템 (ABG)	12	-	7	1	20
시정거리별 차내 경고 및 차량 후미등 휘도 자동조절 시스템 (ABH)	4	1	1	1	7
제설제설포 무선헌제어 시스템 개발 (ACA)	20	35	26	2	83
차량 외기 온도 수집 기술 (ACB)	11	5	5	-	21
미니제설장비 및 적설수거장비/연료절감용 친환경 제설제 살포기 (ACC)	34	86	121	11	252
노면상태 감지 기술 (ACD)	20	18	31	7	76
제설시스템운영 기술 (ACE)	18	-	3	-	

(2) 분석 결과

(가) 국가별 Landscape

① 주요시장국 기술개발 활동현황

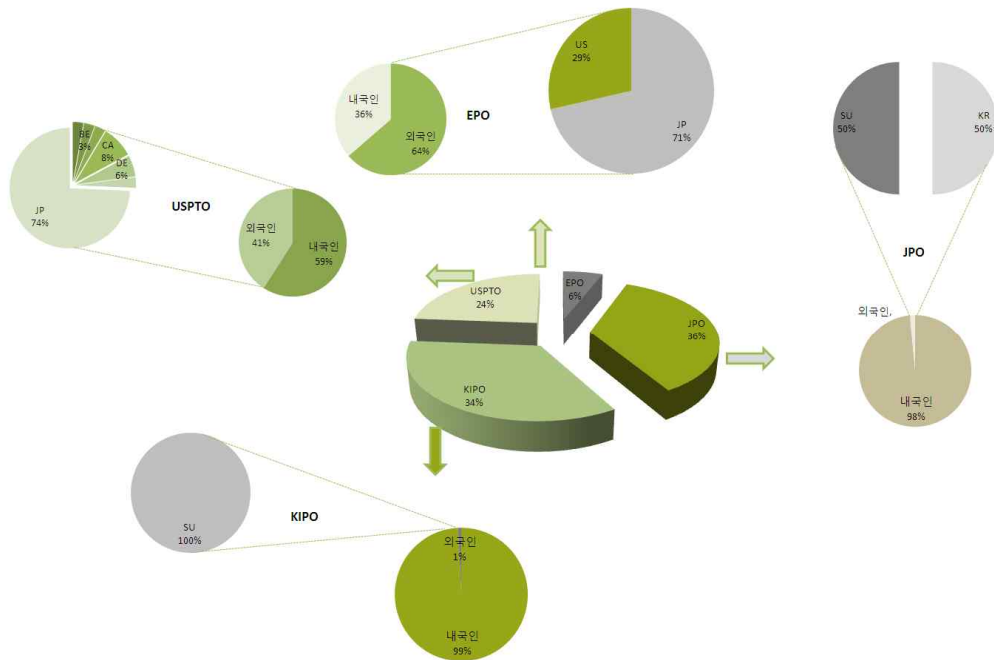
□ 주요시장국 연도별 특허동향



〈그림 2-6〉 전체 연도별 동향

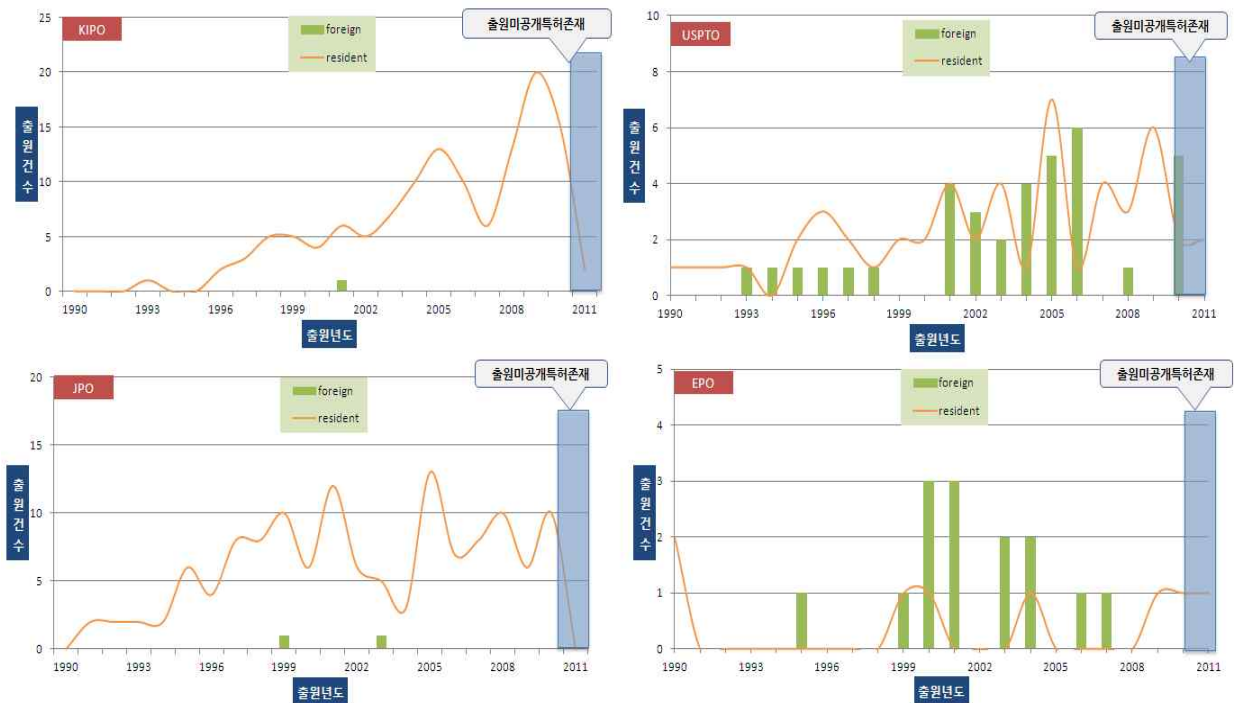
- 재난·재해 시 도로망 피해예방 및 경감 기술 개발 분야의 연도별 전체 특허동향을 살펴보면, 거시적인 관점에서 분석 초기구간인 1970년대부터 1994년까지 증가와 감소를 반복하다, 1990년대 중반 이후 전체적으로 증가한 후 다시 증감을 반복하는 추세를 보였음
- 이를 보다 세부적으로 분석하면 1994년까지 증감을 반복한 후, 1994년 이후 급격하게 증가함. 2000년까지 급격하게 증가한 후 다시 감소하였으나 2003년부터 다시 출원이 크게 증가하는 추세를 보임
- 이러한 2000년대 초반 이후 관련 특허의 출원 증대는 집중 폭설 및 호우 등과 같은 지구촌 곳곳의 기상이변에 대응하기 위해 능동형 교통시스템 운영 기술 개발 분야의 연구 활동의 결과물로 추측됨
- 다만, 연도별 동향그래프에서 2010년과 2011년의 경우 관련특허가 홍보하는 추세로 분석되는 것은 특허출원 후 1년 6개월이 경과하여야 공개되는 특허제도의 특성상, 실제 출원이 이루어졌으나 아직 공개되지 않아 특허분석 데이터 상에 포함되지 않았을 수 있음을 유의해야 함

□ 주요시장국 내·외국인 특허출원 현황



〈그림 2-7〉 주요시장국 내·외국인 특허출원현황

- 재난·재해 시 도로망 피해예방 및 경감 기술 개발 분야의 국가별 출원인 국적별 특허동향을 살펴보면, 일본과 한국에서의 출원이 전체 분석대상 국가 출원규모의 70%를 차지하는 것으로 나타나, 재난·재해 시 도로망 피해예방 및 경감 기술 분야의 연구개발은 일본과 한국에서 주도되고 있는 것으로 보임



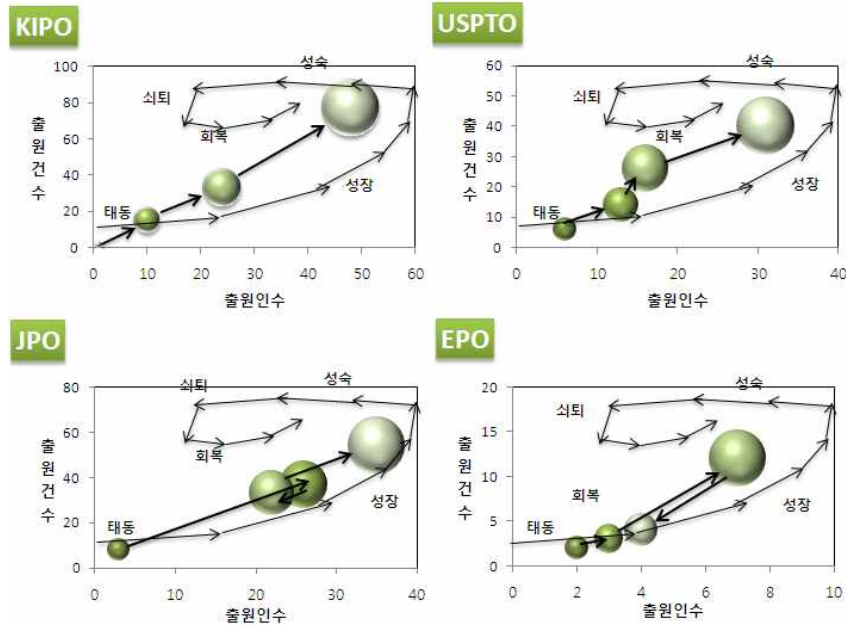
〈그림 2-8〉 연도별 주요시장국 내·외국인 특허출원현황

- 주요시장국의 내·외국인 특허출원현황을 살펴보면, 유럽은 외국인의 점유율이 64%로서 외국인에 의한 특허활동이 가장 활발한 것으로 나타났으나 유럽이 주요시장국에서 차지하는 비율은 낮으므로 큰 의미를 부여할 수는 없음. 그 다음으로 외국인의 점유율이 41%인 미국시장에서 외국인에 의한 특허활동이 활발한 것으로 나타났음. 그러나 한국 및 일본은 외국인의 점유율이 각각 1%이하로서 내국인에 의한 특허활동이 절대 다수를 차지하고 있으며 한국 및 일본 시장은 내국인에 의해 절대적으로 주도되는 시장으로 나타남
- 이는, 한국 국적 및 일본 국적의 출원인들이 자국 위주의 특허활동을 하고 있는 동시에, 타 주요시장국에서 한국과 일본 시장에 패밀리 특허를 출원하여 진출하는 비율이 높지 않기 때문인 것으로 판단되며, 이를 볼 때, 외국 국적의 출원인들이 한국 및 일본의 시장성을 유럽이나 미국의 시장성과 비교할 때, 공공시장 진출의 제약 등으로 인하여 상대적으로 더 낮은 것으로 판단, 한국 및 일본 시장에 적극적으로 진입하지 않고 있기 때문인 것으로도 볼 수 있음
- 미국에서는 일본 국적의 출원인들이 점유율 74%의 외국인 점유율을 기록²⁾하여, 미국시장에서 외국 국적의 출원인들 가운데 가장 활발한 특허활동을 하고 있는 것으로 나타남. 한편, 미국의 연도별 내외국인 출원동향을 보면, 2006년에 내국인에 의한 특허출원이 급감하였으나 오히려 외국인에 의한 특허출원은 전년대비 증가세에 있는 것으로 나타난 점이 주목할 만하며, 이는 외국인 중 가장 많은 점유율을 나타낸 일본 등이 자국에서 연구 개발된 기술을 바탕으로 미국 시장에 활발히 진출했기 때문으로 분석할 수 있음



〈그림 2-9〉 전 세계 기술위치 포트폴리오(계속)

2) 주로 적설처리 장비와 관련된 특허출원이 다수를 차지함



〈그림 2-9〉 전 세계 기술위치 포트폴리오(계속)

- 〈그림 2-9〉의 본 그래프는 재난 재해시 도로망 피해예방 및 경감 기술개발 분야의 전 세계 기술 위치를 포트폴리오로 나타낸 것으로 전체 출원 중 최근의 출원 동향을 4개의 구간으로 나누어 각각의 구간별 특허 출원인 수 및 출원 건수를 나타내어 특허 출원 동향을 통한 기술의 위치를 살펴볼 수 있음. 각 구간은 1구간(1990년~1994년), 2구간(1995년~1999년), 3구간(2000년~2004년), 4구간(2005년~2010년)으로 나누었음
- 포트폴리오로 나타낸 전체특허의 기술 위치로 본 재난재해 시 도로망 피해예방 및 경감 기술 개발은 거시적으로 구간별로 출원 건수와 출원인 수가 전 구간에 비하여 증가하는 성장기 단계에 있는 것으로 조사됨
- 또한, 구간 대부분에 걸쳐서, 출원인 수와 출원 건수가 점차 늘어나는 것으로 비추어 볼 때, 본 기술 분야는 정보통신 기술 및 주변 기술의 발전에 따라 기술발전이 동조하는 분야로 판단됨. 최근인 4구간(2001년~2005년) 및 5구간(2006년~2010년)의 출원 건수 및 출원인 수가 그래프의 우측 상단에 위치함으로써, 여전히 크게 발전 중인 것을 알 수 있으며, 이는 각종 재난 재해 예방을 위한 각국의 정책에 영향을 받는 것으로 추정됨
- [KPO] 포트폴리오로 나타낸 한국특허의 기술위치는 1구간(1986년~1990년)에는 출원 건수와 출원인이 미미하였으나, 2구간(1991년~1995년)부터 5구간(2006년~2010년)까지 출원 건수와 출원인의 수가 꾸준히 증가하는 발전기의 단계에 있음. 특히 3구간(1996년~2000년)부터 5구간(2005년~2010년) 사이에 출원 건수 및 출원인 수가 전 구간 대비 100% 이상 증가하고 있어 활발히 기술 개발이 이루어지는 것으로 분석됨
- [USPTO] 포트폴리오로 나타낸 미국특허의 기술위치는 1구간(1986년~1990년)부터 2구간(1991년~1995년)에 이르기까지 출원 건수와 출원인의 수가 미미하게 증가하는 양상을 보임. 이후 3구간(1996년~2000년) 특히 가장 최근 구간인 4구간(2005년~2010년)에서 출원 건수와 출원인의 수가 많이 증가하였음. 이는 2000년대 이후 동부 지방의 잇따른 폭설 피해 및 2005년 초대형 허리케인 카트리나 등의 영향으로 재난재해 시 도로망 피해예방 및 경감 기술과 관련된 출원이 집중되는 것으로 판단됨

- [JPO] 포트폴리오로 나타낸 일본특허의 기술위치는 다른 국가와 달리 1구간(1986년~1990년) 및 2구간(1991년~1995년)부터 출원 건수 및 출원인의 수가 상당히 증가하는 것으로 분석됨. 이후 3구간(1996년~2000년)까지 꾸준히 증가하는 추세를 보이다, 4구간(2001년~2005년)에서 출원인 수는 줄어들지만, 출원 건수는 늘어나는 성숙기의 패턴을 보임. 이후 5구간(2006년~2010년)에서는 출원인의 수 및 출원 건수가 줄어드는 모습을 보이고 있음. 다만, 주의해야 할 점으로 일본은 쇠퇴기의 모습을 보이는 것처럼 보이나 타국보다 출원 건수 및 출원인의 수가 여전히 많아서 반드시 쇠퇴기로 단정할 수 없다고 사료됨
- [EPO] 포트폴리오로 나타낸 유럽특허의 기술위치는 1구간(1986년~1990년)에서 4구간(2001년~2005년)을 거치는 동안 출원 건수와 출원인의 수가 미미하게 증가하는 모습을 보임. 이후 5구간(2006년~2010년)에서는 직전구간인 4구간 대비 출원 건수와 출원인의 수가 약간 줄어드는 모습을 보임. 이는 최근 구간에서 재난·재해 시 능동형 교통시스템 운영 기술개발에 관심을 두는 연구주체 및 연구주체에 의한 기술개발 활동이 동시에 감소한 것으로 분석됨

(나) 경쟁자 Landscape

- 재난·재해 시 능동형 교통시스템 운영 기술 분야의 주요출원인 Top 20을 추출한 결과, 일본의 HONDA MOTOR CO LTD가 전체 다출원인 1위로 나타났으며, 그 뒤를 이어 DENSO가 전체 다출원인 2위를 차지하여 동 분야에서 다수의 특허를 출원하는 것으로 나타남. 특히, 주요출원인 Top20 중 일본 국적의 출원인이 15명으로 나타나 재난·재해 시 능동형 교통시스템 운영 기술 분야에서 일본이 두각을 나타내며, 그다음으로 한국이 두각을 나타내는 것으로 분석됨
- 즉, 재난·재해 시 능동형 교통시스템 운영 기술 분야의 전 분야에 걸쳐 일본의 HONDA MOTOR, DENSO, HITACHI, AISIN AW, ALPINE ELECTRON, NTT, TOSHIBA, MITSUBISHI ELECTRIC 등 일본 국적의 주요출원인이 연구개발을 주도하는 것으로 판단되며, 한국의 건설기술연구원은 재난 재해 시 교통처리 기술분야에 연구개발 활동을 주력하는 것으로 분석됨
- 한편, Top 20에 속하는 한국국적의 주요출원인인 중 한국전자통신연구원 및 엘지전자를 제외하고는 미국, 일본, 유럽 등 주요 시장국에의 진출이 거의 없다는 점에 비추어 볼 때 자국 시장 위주의 연구개발 활동을 하는 것으로 분석됨. 일본의 주요출원인들은 주요 시장국 중 자국 이외의 국가에 진출하는 비율이 매우 낮은 편인 것으로 나타나, 한국과 마찬가지로 자국시장 위주의 연구개발 활동을 주로 하는 것으로 판단됨. 다만, 일본의 HONDA MOTOR CO LTD는 오히려 미국과 유럽 시장에 활발한 진출을 한 것으로 조사됨
- 다출원인 1위인 HONDA MOTOR CO LTD는 설해 대응 첨단 제설관리 기술에 주로 연구개발 활동을 하는 것으로 나타났으며, 다출원인 2위인 DENSO는 재난 재해 시 교통처리 기술에 주로 연구개발 활동을 하는 것으로 나타남
- 다출원인 3위부터 6위까지인 DENSO, HITACHI, AISIN AW, ALPINE ELECTRON, NTT는 모두 재난 재해 시 교통처리 기술에 연구개발을 주력하는 것으로 분석됨. 한편, 다출원인 7위인 TOSHIBA는 재난 재해 시 교통처리 기술 이외에도 재난 재해 시 교통처리 기술에 주로 연구개발 활동을 하는 것으로 나타남

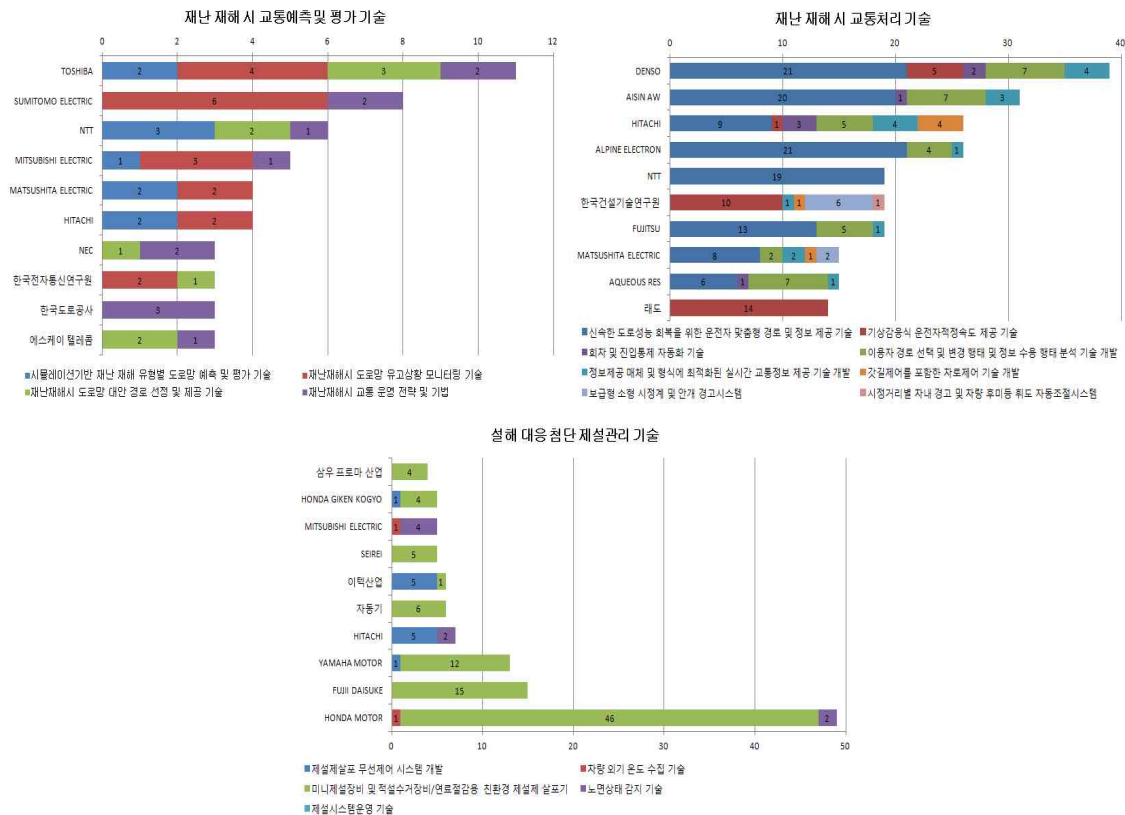
〈표 2-8〉 경쟁자 Landscape

분석항목 출원인	출원인 국적	주요 IP 시장국(건수, %)					주력기술 분야
		한국	미국	일본	유럽	IP시장국 종합	
		KR	US	JP	EP		
HONDA MOTOR	일본	0 (0%)	25 (44%)	27 (47%)	5 (9%)	미국	설해 대응 침단 제설관리 기술
DENSO	일본	0 (0%)	4 (9%)	40 (91%)	0 (0%)	일본	재난 재해 시 교통처리 기술
HITACHI	일본	1 (3%)	2 (5%)	34 (92%)	0 (0%)	일본	재난 재해 시 교통처리 기술
AI SIN AW	일본	0 (0%)	0 (0%)	31 (100%)	0 (0%)	일본	재난 재해 시 교통처리 기술
ALPINE ELECTRON	일본	0 (0%)	0 (0%)	27 (100%)	0 (0%)	일본	재난 재해 시 교통처리 기술
TOSHIBA	일본	0 (0%)	0 (0%)	24 (100%)	0 (0%)	일본	NTT
MITSUBISHI ELECTRIC	일본	0 (0%)	1 (5%)	21 (95%)	0 (0%)	일본	재난 재해 시 교통처리 기술
한국건설기술연구원	한국	21 (100%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	한국	재난 재해 시 교통처리 기술
MATSUSHITA ELECTRIC	일본	0 (0%)	3 (15%)	16 (80%)	1 (5%)	일본	재난 재해 시 교통처리 기술
FUJITSU	일본	0 (0%)	1 (5%)	19 (95%)	0 (0%)	일본	재난 재해 시 교통처리 기술
SUMITOMO ELECTRIC	일본	0 (0%)	0 (0%)	19 (100%)	0 (0%)	일본	재난 재해 시 교통처리 기술
래도	한국	16 (100%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	한국	재난 재해 시 교통처리 기술
AQUEOUS RES	일본	0 (0%)	0 (0%)	15 (100%)	0 (0%)	일본	재난 재해 시 교통처리 기술
FUJII DAISUKE	일본	0 (0%)	0 (0%)	15 (100%)	0 (0%)	일본	설해 대응 침단 제설관리 기술
에스케이 텔레콤	한국	14 (100%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	한국	재난 재해 시 교통처리 기술
YAMAHA MOTOR	일본	0 (0%)	0 (0%)	14 (100%)	0 (0%)	일본	설해 대응 침단 제설관리 기술
NISSAN MOTOR	일본	0 (0%)	0 (0%)	12 (100%)	0 (0%)	일본	재난 재해 시 교통처리 기술
MAZDA MOTOR	일본	0 (0%)	0 (0%)	11 (100%)	0 (0%)	일본	재난 재해 시 교통처리 기술
TOYOTA MOTOR	일본	0 (0%)	0 (0%)	10 (91%)	1 (9%)	일본	재난 재해 시 교통처리 기술
한국전자통신연구원	한국	7 (64%)	4 (36%)	0 (0%)	0 (0%)	한국	재난 재해 시 교통처리 기술
엘지전자	한국	7 (64%)	2 (18%)	1 (9%)	1 (9%)	한국	재난 재해 시 교통처리 기술

※ 해당 출원인의 출원수 중 주요 출원국가의 출원비중 중 10% 이상인 국가(대분류 대상 상위 20개 출원인)

(다) 세부기술별 주요출원인 기술 개발 동향분석

- 각각의 기술을 중분류로 할 때 해당 중분류별로 주요출원인이 다르며, 이들이 집중하는 특허기술에 대해서 심층적으로 살펴보고자 한다. 아래의 그래프에서도 볼 수 있듯이 각각의 중분류에 해당하는 주요출원인 다르게 나타나며, 또한 이들이 집중하는 기술 분야도 다양함을 알 수 있음

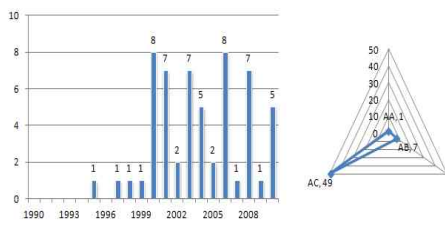
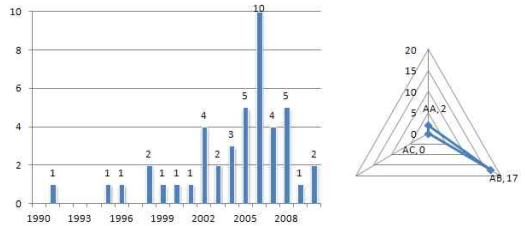
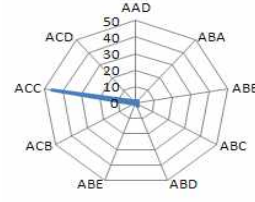
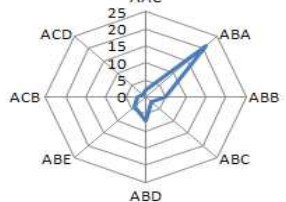


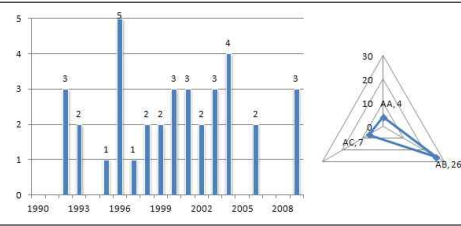
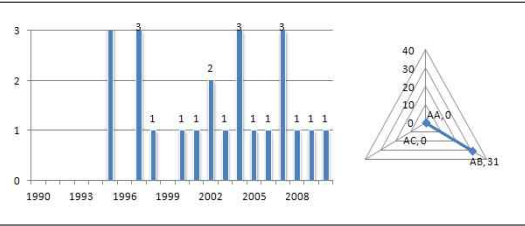
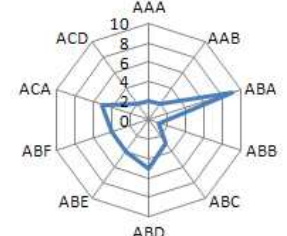
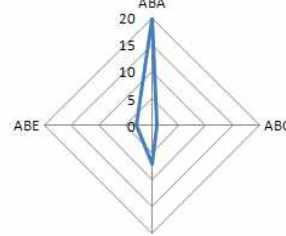
〈그림 2-10〉 세부기술별 주요출원인 분석

- 중분류별로 살펴보면, 재난 재해 시 교통예측 및 평가 기술 분야에서 Top 1 출원인인 TOSHIBA는 재난재해 시 도로망 유고상황 모니터링 기술을 중심으로 연구 역량을 집중하고 있는 것으로 나타났으며, Top 2 출원인인 SUMITOMO ELECTRIC 또한 재난재해 시 도로망 유고상황 모니터링 기술에 연구 역량을 집중하는 것으로 나타남
- 재난 재해 시 교통처리 기술 분야에서 Top 1 출원인인 DENSO는 신속한 도로성능 회복을 위한 운전자 맞춤형 경로 및 정보제공 기술에 대부분의 연구 역량을 집중하고 있으며, Top 2 출원인인 AISIN AW은 역시 마찬가지임. 이는 DENSO 및 AISIN AW 모두 자동차 전장 부품회사로서, 안전 운전 관련 정보제공 기술을 축적 중인 것으로 판단됨
- 설해 대응 첨단 제설관리 기술 분야에서 Top 1 출원인인 HONDA MOTOR는 미니제설장비 및 적설수거장비/연료절감용 친환경 제설제 살포기 기술에 연구 역량을 집중하고 있으나, 2위 및 3위인 FUJII DAISUKE 및 YAMAHA MOTOR 역시 HONDA MOTOR와 마찬가지로 미니제설장비 및 적설수거장비/연료절감용 친환경 제설제 살포기 기술에 연구 역량을 집중하는 것을 조사됨

(라) 세부기술별 주요출원인 포트폴리오

- HONDA MOTOR CO LTD는 가정용 공장용 제설기를 제조하는 회사로서, 1999년부터 설해 대응 첨단 제설관리 기술에 연구개발을 집중하였으며, 차량 외기 온도 수집 및 노면상태 감지 기술도 연구개발 활동을 한 것으로 나타났으나 매우 미약함. DENSO는 차량 부품 전문 제조 기업으로 1997년부터 꾸준히 재난 재해 시 교통처리기술에 연구개발을 집중함

제조사	HONDA MOTOR  	DENSO  
특징	설해 대응 첨단 제설관리 기술 분야에 집중	재난 재해 시 교통처리 기술 분야에 집중
출원동향		
특허포트폴리오 (요소기술)		

제조사	HITACHI  	AISIN AW  
특징	재난 재해 시 교통처리 기술 분야에 집중	재난 재해 시 교통처리 기술 분야에 집중
출원동향		
특허포트폴리오 (요소기술)		

- HITACHI는 다른 출원인에 비해 빠르게 1990년 초반부터 출원하고 있으며, 재난 재해 시 교통처리 기술에 연구개발을 집중하는 것으로 조사되었으며, AISIN AW는 1990년대 중반부터 많지는 않지만, 꾸준히 HITACHI와 동일한 기술 분야에 출원하고 있음

(마) 시장별 세부기술 시장점유율 분석(CR4)

① 재난·재해 시 교통예측 및 평가 기술

- 기술독점 현황분석을 위한 지수 중 하나인 집중률 지수(CRn)을 통해 상위 출원인 4개사의 시장점유율을 살펴봄
- 이 분석 보고서에서는 특허점유율을 통해 주요 출원인의 특허점유율로써 집중률 지수를 산정하였음

출원인	출원건수	특허점유율	CRn	n
TOSHIBA	11	22%	60%	1
SUMITOMO ELECTRIC	8	16%		2
NTT	6	12%		3
mitsubishi electric	5	10%		4
MATSUSHITA ELECTRIC	4	8%		5
HITACHI	4	8%		6
NEC	3	6%		7
한국전자통신연구원	3	6%		8
한국도로공사	3	6%		9
에스케이 텔레콤	3	6%		10
합계	50	100%	CR4=60	

- 재난·재해 시 교통예측 및 평가 기술 분야의 전체 출원인 가운데 Top 10 출원인의 출원건수를 기준으로 출원인별 특허점유율을 구한 뒤 상위 4개사의 점유율을 나타낸 결과가 CR4=60으로 나타났음

② 재난·재해 시 교통처리 기술 분야

출원인	출원건수	특허점유율	CRn	n
DENSO	39	17%	55%	1
aisin aw	31	14%		2
HITACHI	26	12%		3
ALPINE ELECTRON	26	12%		4
NTT	19	9%		5
한국건설기술연구원	19	9%		6
FUJITSU	19	9%		7
MATSUSHITA ELECTRIC	15	7%		8
AQUEOUS RES	15	7%		9
래도	14	6%		10
합계	223	100%	CR4=55	

- 재난·재해 시 교통처리 기술 분야의 전체 출원인 가운데 Top 10 출원인의 출원건수를 기준으로 출원인별 특허점유율을 구한 뒤 상위 4개사의 점유율을 나타낸 결과가 CR4=55로 나타났음

③ 설해 대응 첨단 제설관리 기술

출원인	출원건수	특허점유율	CRn	n
HONDA MOTOR	49	43%		1
FUJII DAISUKE	15	13%		2
YAMAHA MOTOR	13	11%		3
HITACHI	7	6%	73%	4
자동기	6	5%		5
이텍산업	6	5%		6
SEIREI	5	4%		7
mitsubishi electric	5	4%		8
HONDA GIKEN KOGYO	5	4%		9
삼우 프로마 산업	4	3%		10
합계	115	100%	CR4=73	

- 설해 대응 첨단 제설관리 기술 분야의 전체 출원인 가운데 Top 10 출원인의 출원건수를 기준으로 각 출원인별 특허점유율을 구한 뒤 상위 4개사의 점유율을 나타낸 결과가 CR4=73으로 나타났다

(3) 결론 및 시사점

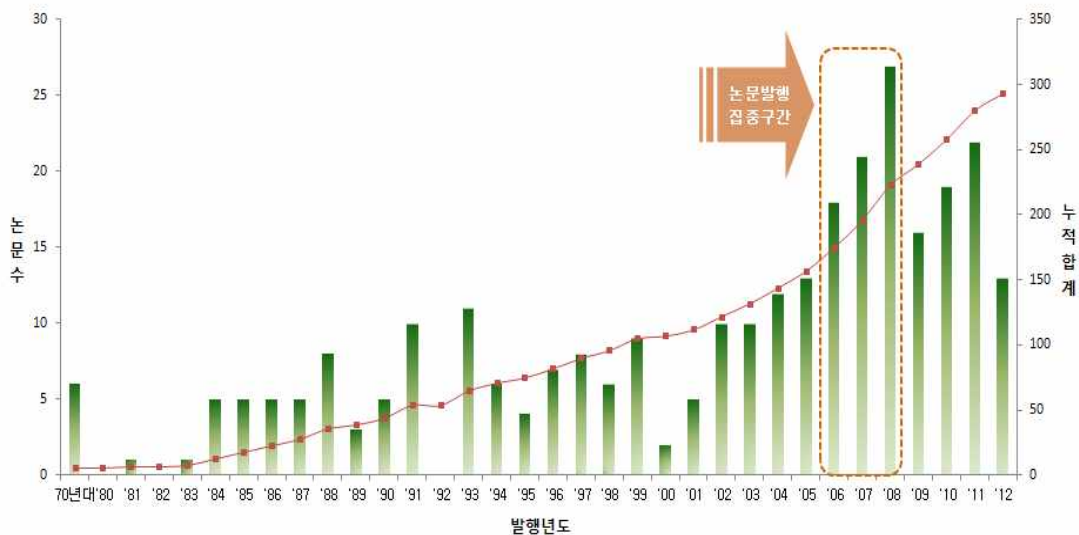
- 재난·재해 시 도로환경 재현 및 안전관리 시스템 기술 개발 분야에서 가장 점유율이 높은 분야는 적설처리 장비 기술에 관한 것이며, 주요시장국에서의 출원증가율이 증감을 반복하고 있지만, 대체적으로 증가하는 추세로 성장기 단계에 있는 것으로 판단됨
- 출원 증가율 및 점유율의 측면에서 신속한 도로성능 회복을 위한 운전자 맞춤형 경로 및 정보 제공 기술, 기상감응식 운전자적정속도 제공 기술, 미니제설장비 및 적설수거장비/연료절감용 친환경 제설제 살포기의 최근 관련연구가 활발한 분야로 파악됨
- 재난·재해 시 도로환경 재현 및 안전관리 시스템 기술 개발 분야에서 일본의 HONDA MOTOR가 전체 다출원인 1위로 나타났으며, 상위 8위까지 모두 일본국적 출원인으로 대체적으로 일본에서 활발한 연구 활동이 이루어지고 있는 것으로 파악됨. 한국건설기술연구원은 전체 9위로 모두 한국에서 출원을 하였으며, 해외 시장으로의 진출이 저조한 것으로 나타났다
- 재난·재해 시 교통 운영 전략 및 기법, 보급형 소형 시정계 및 안개 경고시스템, 시정거리별 차내 경고 및 차량 후미등 휘도 자동조절시스템, 차량 외기 온도 수집 기술 및 제설시스템운영 기술과 관련해서는 전반적으로 적은 수의 기술만이 공개되어 있어, 다른 기술에 비해 상대적으로 공백이 많을 것으로 판단됨

나. 논문분석

(1) 분석 개요

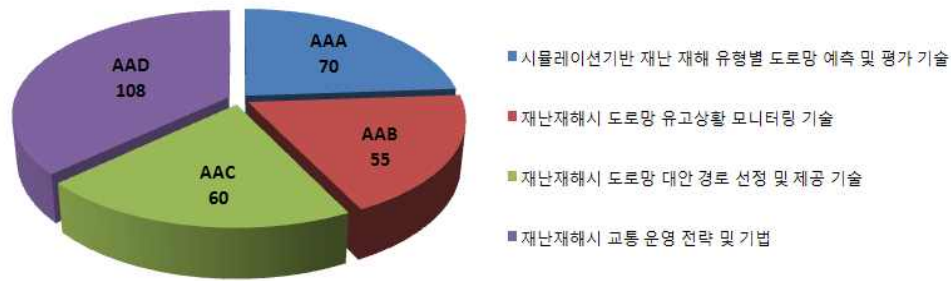
- 분석절차
 - 1단계 : 조사항목, 대상, 기간, 검색범위를 설정
 - 2단계 : 분석 대상 관련 키워드 도출 및 검색식 설정
 - 3단계 : 논문 DB 검색 및 노이즈 제거
- 검색범위: 해외에서 발표된 저널 및 프로시딩(논문제목, 요약, 키워드 중심)
- 발표언어: 영어
- 분석방법 및 도구: 논문 계량분석-LandScape(Scopus)
- 분석대상 : (1) 분야별 키워드(상위 20개), (2) 연도별 논문발표 동향, (3) 국가별 논문발표 동향(상위 20개국), (4) 국가별-연도별 논문발표 동향 분석

(가) 재난 재해 시 교통예측 및 평가 기술



〈그림 2-11〉 전체 연도별 동향

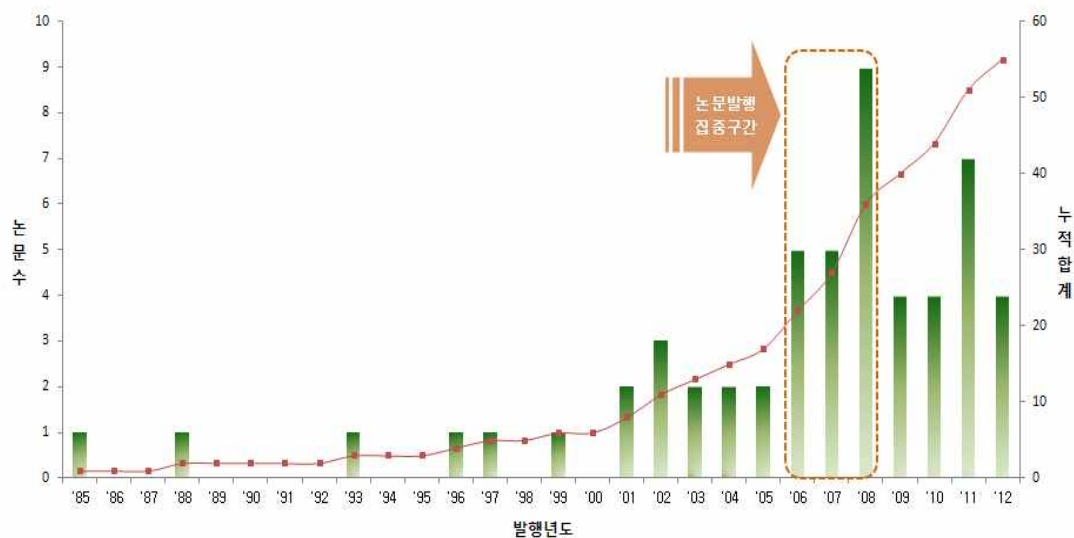
- 재난·재해 시 교통예측 및 평가 기술 [AA] 분야의 연도별 전체 논문동향을 살펴보면, 거시적인 관점에서 분석 초기구간인 1970년대부터 2000년 중반까지 증가와 감소를 반복하다 2000년 중반 이후 논문 발생 건수가 급격히 증가하였으며, 2000년대 후반 이후 다시 증감을 반복하는 추세를 보임
- 이러한 2000년대 중반 이후 관련 특허의 출원 증대는 집중 폭설 및 호우 등과 같은 지구촌 곳곳의 기상이변에 대응하기 위한 재난·재해 시 교통예측 및 평가 기술 개발 분야의 연구 활동의 결과물로 추측됨



〈그림 2-12〉 소분류 분포

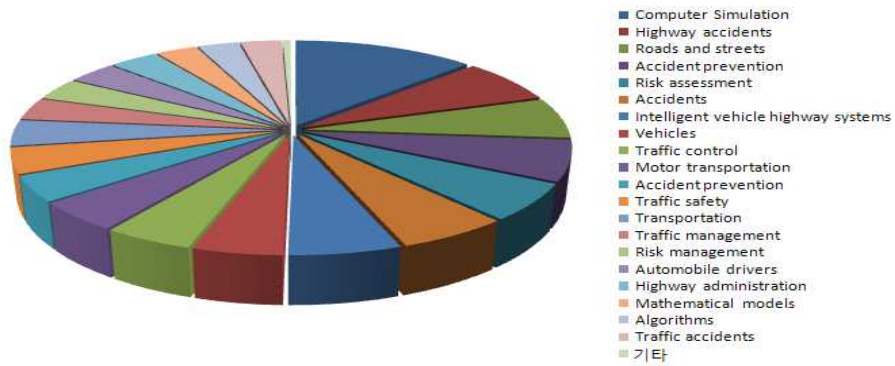
- 재난·재해 시 교통예측 및 평가 기술[AA] 분야의 소분류별 논문 점유율을 살펴보면 재난·재해 시 교통 운영 전략 및 기법[AAD]이 108건으로 가장 많은 점유율을 차지한 가운데, 시뮬레이션 기반 재난·재해 유형별 도로망 예측 및 평가 기술[AAA]이 70건, 재난·재해 시 도로망 대안 경로 선정 및 제공 기술[AAC]이 60건으로 그 뒤를 잇고 있으며, 재난·재해 시 도로망 유고상황 모니터링 기술[AAB]은 35건으로 다른 기술에 비해 상대적으로 연구개발 활동이 저조한 것으로 나타남

① 시뮬레이션 기반 재난·재해 유형별 도로망 예측 및 평가 기술



〈그림 2-13〉 전체 연도별 동향

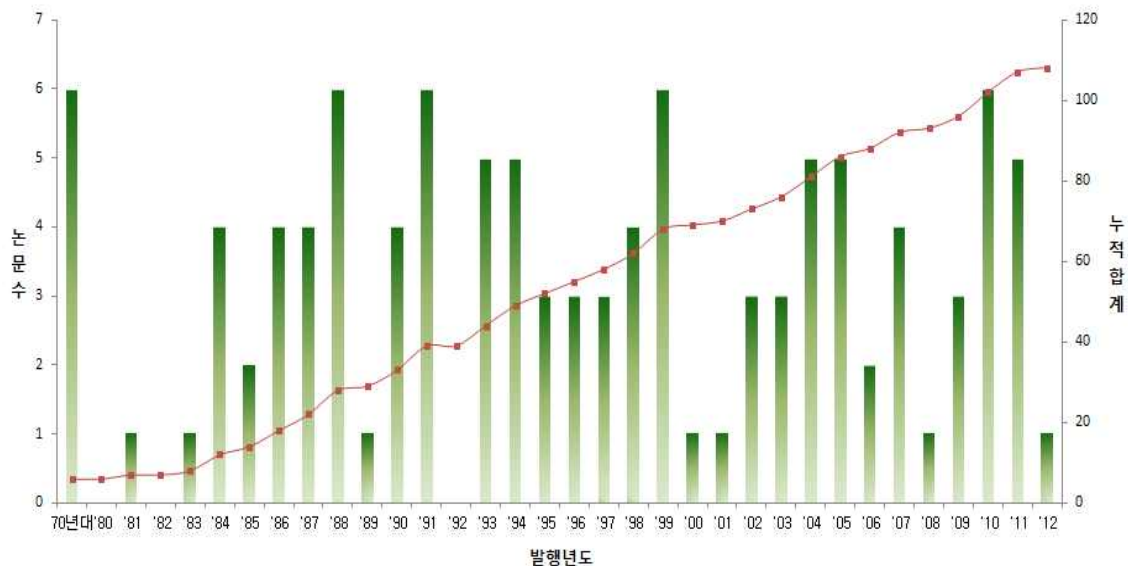
- 시뮬레이션기반 재난·재해 유형별 도로망 예측 및 평가 기술[AAA] 분야의 연도별 전체 논문 동향을 살펴보면, 거시적인 관점에서 분석 초기구간인 1980년대부터 2000년 중반까지 증가와 감소를 반복하다 2000년 중반 이후 논문 발생 건수가 급격히 증가하였으며, 2000년대 후반 이후 조금 감소하여, 다시 증감을 반복하는 추세를 보임



〈그림 2-14〉 키워드 분포

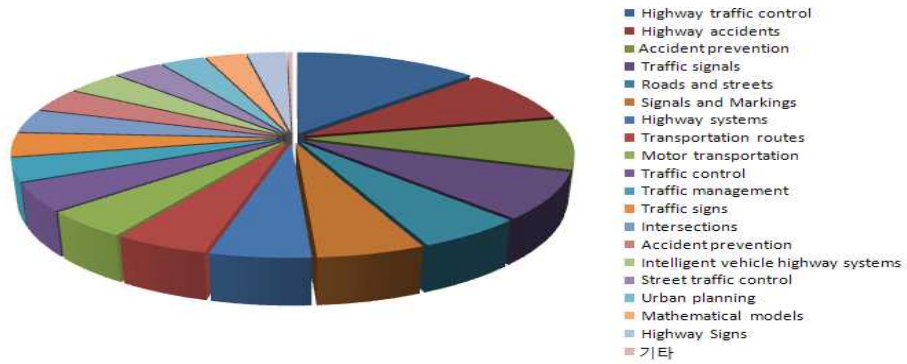
- 시뮬레이션기반 재난·재해 유형별 도로망 예측 및 평가 기술[AAA] 분야에서 검색된 논문 키워드 분포는 <그림 2-14>와 같으며, Computer simulation, Accident prevention, Highway accidents, Risk Assessment, Accidents, Roads and streets, Intelligent vehicle highway systems, Traffic accidents 등이 높은 점유율을 차지하고 있는 것으로 나타남

② 재난·재해 시 도로망 유고상황 모니터링 기술



〈그림 2-15〉 전체 연도별 동향

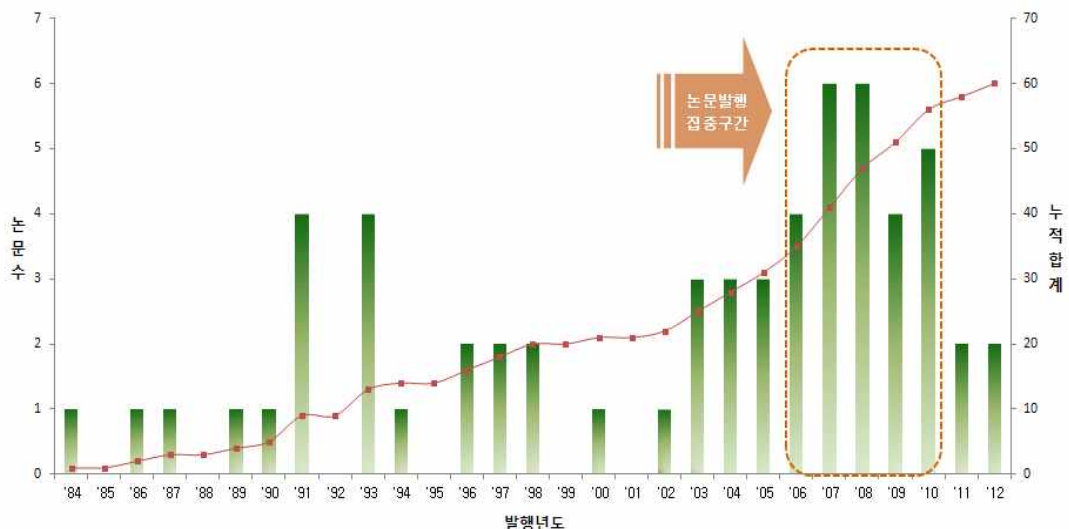
- 재난·재해 시 도로망 유고상황 모니터링 기술[AAB] 분야의 연도별 전체 논문동향을 살펴보면, 거시적인 관점에서 분석 초기구간인 1980년대부터 2000년 중반까지 증가와 감소를 반복하다 2000년 중반 이후 논문 발생 건수가 급격히 증가하였으며, 이후 조금 감소하여, 2000년대 후반 다시 증감을 반복하는 추세를 보임



〈그림 2-16〉 키워드 분포

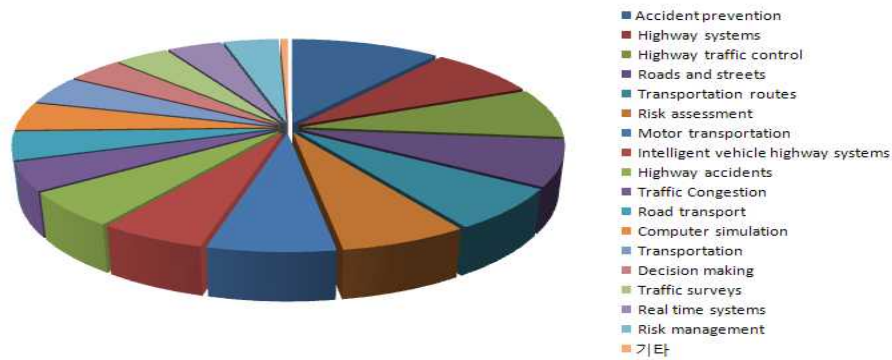
- 재난·재해 시 도로망 유고상황 모니터링 기술[AAB] 분야에서 검색된 논문 키워드 분포는 <그림 2-16>과 같으며, Computer simulation, Highway accidents, Roads and streets, Accident prevention, Risk assessment, Accidents, Intelligent vehicle highway systems 등이 높은 점유율을 차지하고 있는 것으로 나타남

③ 재난·재해 시 도로망 대안 경로 선정 및 제공 기술



〈그림 2-17〉 전체 연도별 동향

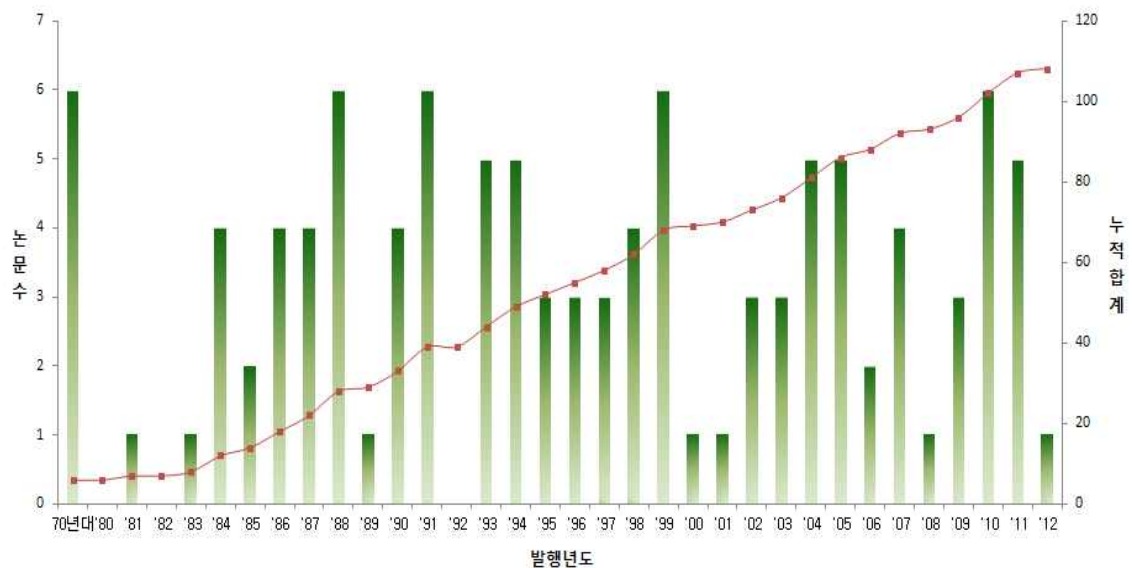
- 재난·재해 시 도로망 대안 경로 선정 및 제공 기술[AAC] 분야의 연도별 전체 논문동향을 살펴보면, 거시적인 관점에서 분석 초기구간인 1980년대부터 2000년대 중반까지 증가와 감소를 반복하다 2000년 중반 이후 논문 발생 건수가 급격히 증가하여 논문 발행이 집중된 것으로 나타났으며, 이후 조금 감소하는 추세에 있음



〈그림 2-18〉 키워드 분포

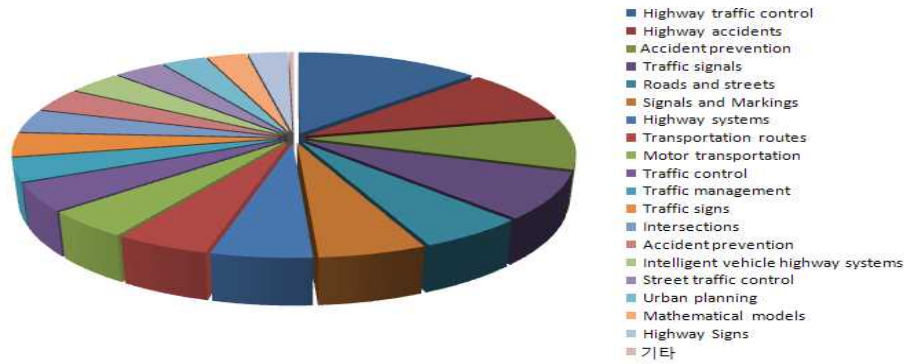
- 재난·재해 시 도로망 대안 경로 선정 및 제공 기술[AAC] 분야에서 검색된 논문 키워드 분포는 〈그림 2-18〉과 같으며, Accident prevention, Highway systems, Highway traffic control, Roads and streets, Transportation routes, Risk assessment, Motor transportation 등이 높은 점유율을 차지하고 있는 것으로 나타남

④ 재난·재해 시 교통운영 전략 및 기법



〈그림 2-19〉 전체 연도별 동향

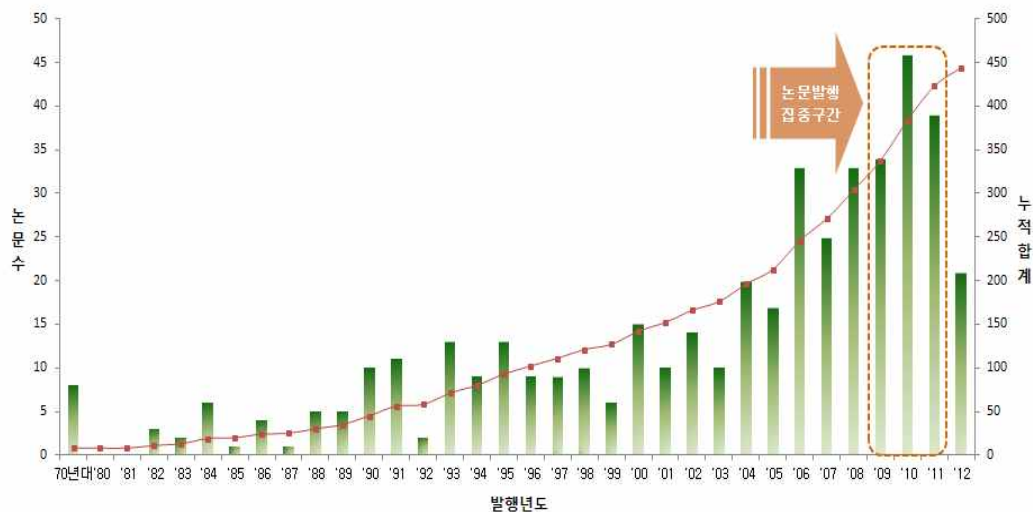
- 재난·재해 시 교통 운영 전략 및 기법[AAD] 분야의 연도별 전체 논문동향을 살펴보면, 거시적인 관점에서 분석 초기구간인 1970년대부터 2012년까지 전체적으로 증가와 감소를 계속적으로 반복하고 있으며, 특별하게 논문 발행이 집중된 구간이 없어, 꾸준한 연구개발 활동이 이루어지고 있는 것으로 보임



〈그림 2-20〉 키워드 분포

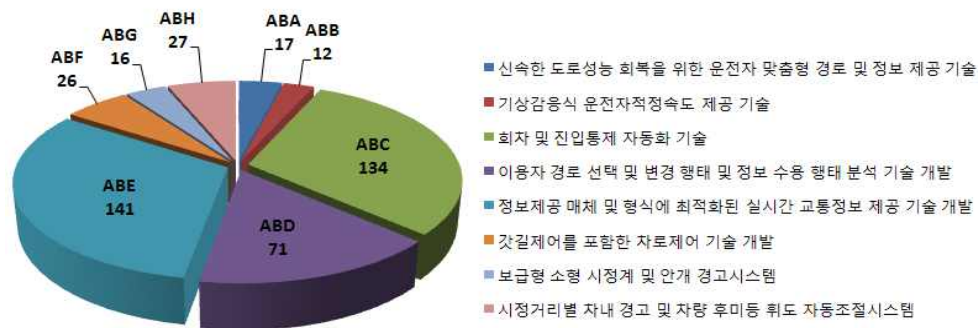
- 재난·재해 시 교통 운영 전략 및 기법[AAD] 분야에서 검색된 논문 키워드 분포는 〈그림 2-20〉과 같으며, Highway traffic control, Highway accidents, Accident prevention, Traffic signals, Roads and streets, Signals and Markings, Highway systems 등이 높은 점유율을 차지하고 있는 것으로 나타남

(나) 재난·재해 시 교통처리 기술



〈그림 2-21〉 전체 연도별 동향

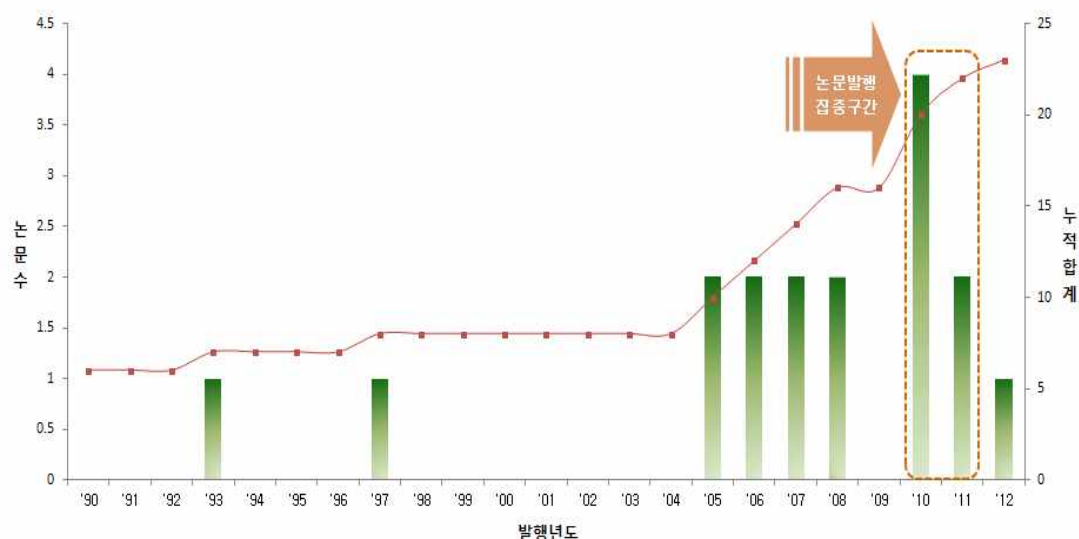
- 재난·재해 시 교통처리 기술 개발[AB] 분야의 연도별 전체 논문동향을 살펴보면, 거시적인 관점에서 분석 초기구간인 1970년대부터 2000년 중반까지 증가와 감소를 반복하다 2000년 중반 이후 논문 발생 건수가 급격히 증가하였으며, 2000년대 후반에 논문 발행이 집중적으로 이루어진 것으로 나타남
- 1970년대부터 2000년 중반까지 증가와 감소를 반복하고 있으나, 1990년대 이후부터는 대체적으로 증가하고 있는 추세로 보임
- 이러한 2000년대 중반 이후 관련 특허의 출원 증대는 집중 폭설 및 호우 등과 같은 지구촌 곳곳의 기상이변에 대응하기 위한 재난·재해 시 교통처리 기술[AB] 분야의 연구 활동의 결과물로 추측됨



〈그림 2-22〉 소분류 분포

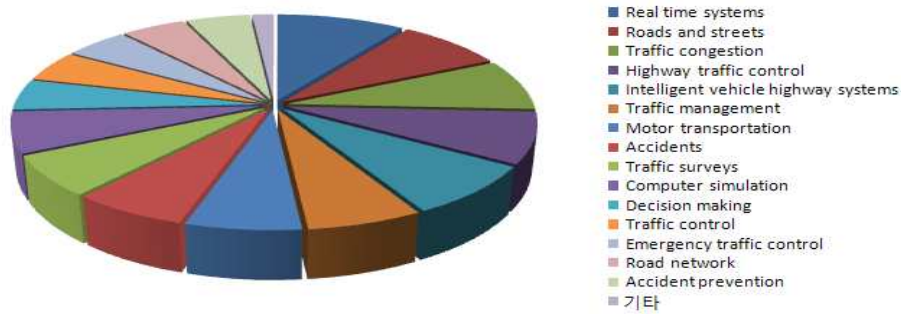
- 재난·재해 시 교통처리 기술[AB] 분야의 소분류별 논문 점유율을 살펴보면 정보제공 매체 및 형식에 최적화된 실시간 교통정보 제공 기술 개발[ABE]이 141건으로 가장 많은 점유율을 차지한 가운데, 회차 및 진입통제 자동화 기술[ABC]이 134건, 이용자 경로 선택 및 변경 행태 및 정보 수용 행태 분석 기술 개발[ABD]이 71건으로 그 뒤를 잇고 있으며, 신속한 도로성능 회복을 위한 운전자 맞춤형 경로 및 정보 제공 기술[ABA], 기상감응식 운전자적정속도 제공 기술[ABB], 갓길제어를 포함한 차로제어 기술 개발[ABF], 보급형 소형 시정계 및 안개 경고시스템[ABG] 및 시정거리별 차내 경고 및 차량 후미등 휘도 자동조절 시스템[ABH]은 상대적으로 연구개발 활동이 저조한 것으로 나타남
- 정보제공 매체 및 형식에 최적화된 실시간 교통정보 제공 기술 개발[ABE]에 관한 논문이 다소 많은 것으로 나타났으나, 회차 및 진입통제 자동화 기술[ABC]과는 점유율 차이가 크지 않은 것으로 보여, 기술의 양적 수준이 비슷한 수준인 것으로 사료됨

① 신속한 도로성능 회복을 위한 운전자 맞춤형 경로 및 정보 제공 기술



〈그림 2-23〉 전체 연도별 동향

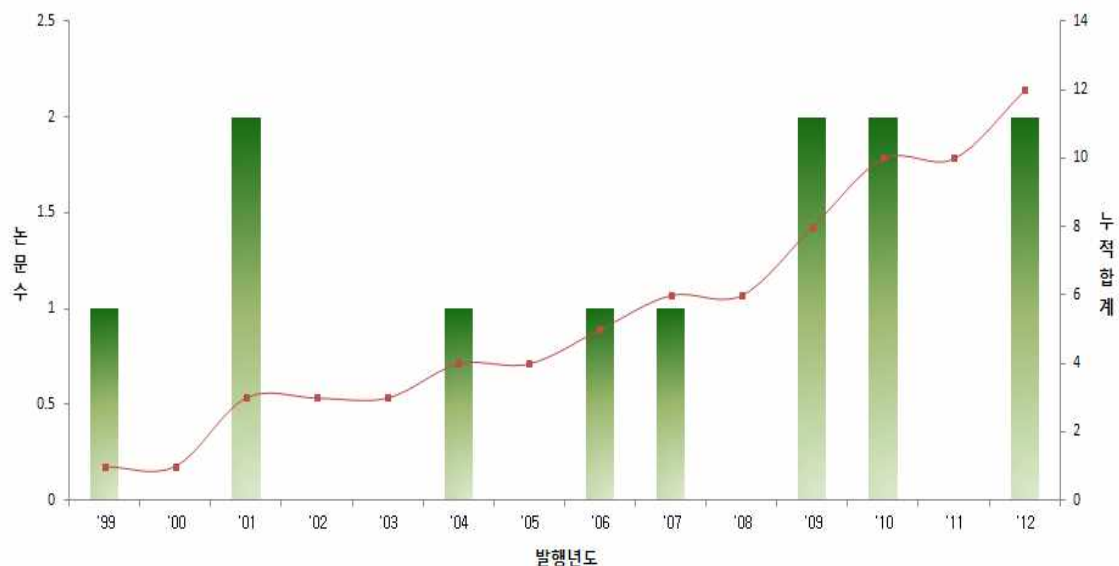
- 신속한 도로성능 회복을 위한 운전자 맞춤형 경로 및 정보 제공 기술[ABA] 분야의 연도별 전체 논문동향을 살펴보면, 1990년대에 연구개발이 시작된 것으로 나타났으나, 1990년대부터 2000년 중반까지는 연구개발 활동이 거의 이루어지지 않은 것으로 보이며, 2000년 중반이후 연구개발 활동이 조금씩 활발해진 후 2000년 후반 논문 발행이 집중적으로 이루어진 것으로 나타남



〈그림 2-24〉 키워드 분포

- 신속한 도로성능 회복을 위한 운전자 맞춤형 경로 및 정보 제공 기술[ABA] 분야에서 검색된 논문 키워드 분포는 〈그림 2-24〉와 같으며, Real time systems, Roads and streets, Traffic congestion, Highway traffic control, Intelligent vehicle highway systems 등이 높은 점유율을 차지하고 있는 것으로 나타남

② 기상감응식 운전자 적정속도 제공 기술



〈그림 2-25〉 전체 연도별 동향

- 기상감응식 운전자적정속도 제공 기술[ABB] 분야의 연도별 전체 논문동향을 살펴보면, 거시적인 관점에서 분석 초기구간인 1999부터 2012년까지 전체적으로 증가와 감소를 계속적으로 반

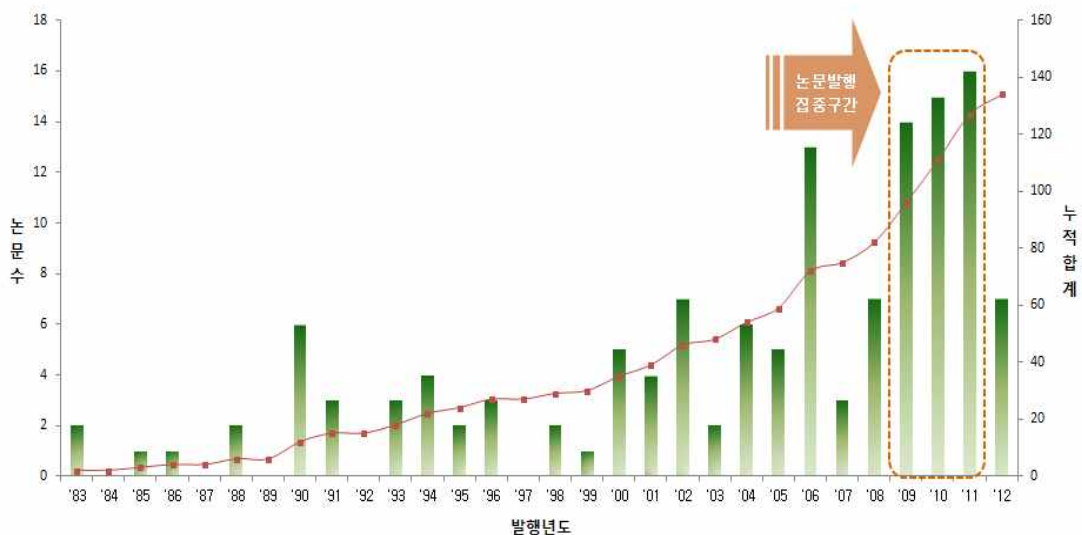
복하고 있으며, 특별하게 논문 발행이 집중된 구간이 없어, 꾸준한 연구개발 활동이 이루어지고 있는 것으로 보임



〈그림 2-26〉 키워드 분포

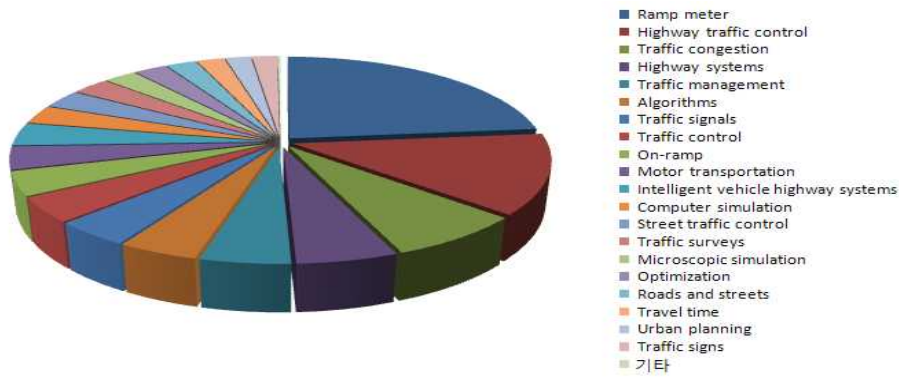
- 기상감응식 운전자적정속도 제공 기술[ABB] 분야에서 검색된 논문 키워드 분포는 〈그림 2-26〉과 같으며, Visibility, Weather, Response time, Fog, Traffic signs, Automobile drivers, Accident prevention 등이 높은 점유율을 차지하고 있는 것으로 나타남

③ 회차 및 진입통제 자동화 기술



〈그림 2-27〉 전체 연도별 동향

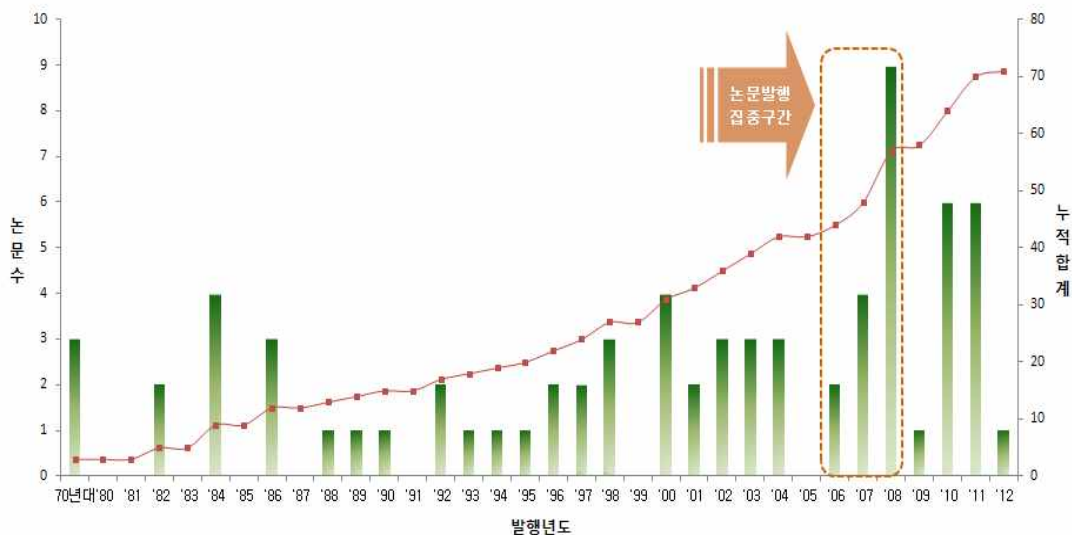
- 회차 및 진입통제 자동화 기술[ABC] 분야의 연도별 전체 논문동향을 살펴보면, 거시적인 관점에서 분석 초기구간인 1980년대부터 2000년 중반까지 증가와 감소를 반복하다 2000년 중반 이후 논문 발생 건수가 급격히 증가하였으며, 2000년대 후반에 논문 발행이 집중적으로 이루어진 것으로 나타남



〈그림 2-28〉 키워드 분포

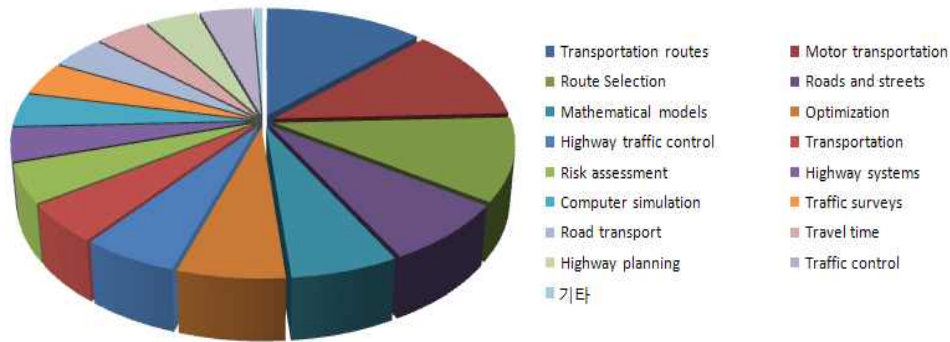
- 회차 및 진입통제 자동화 기술[ABC] 분야에서 검색된 논문 키워드 분포는 <그림 2-28>과 같으며, Ramp meter가 높은 점유율을 차지하고 있고, Highway traffic control, Traffic congestion, Highway systems, Traffic management Algorithms, Traffic signals, Traffic control, On-ramp 등도 높은 점유율을 차지하고 있는 것으로 나타남

④ 이용자 경로 선택 및 변경 행태 및 정보 수용 행태 분석 기술 개발



〈그림 2-29〉 전체 연도별 동향

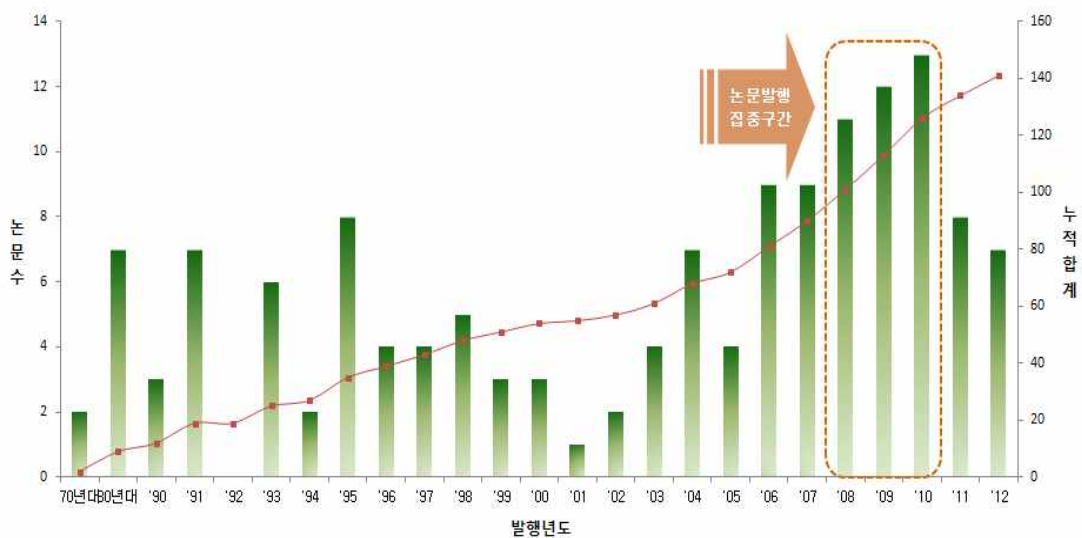
- 이용자 경로 선택 및 변경 행태 및 정보 수용 행태 분석 기술 개발[AAD] 분야의 연도별 전체 논문동향을 살펴보면, 거시적인 관점에서 분석 초기구간인 1970년대부터 2000년 중반까지 증가와 감소를 반복하다 2000년 중반 이후 논문 발생 건수가 급격히 증가하였으며, 이후 조금 감소하여, 2000년대 후반 다시 증감을 반복하는 추세를 보임



〈그림 2-30〉 키워드 분포

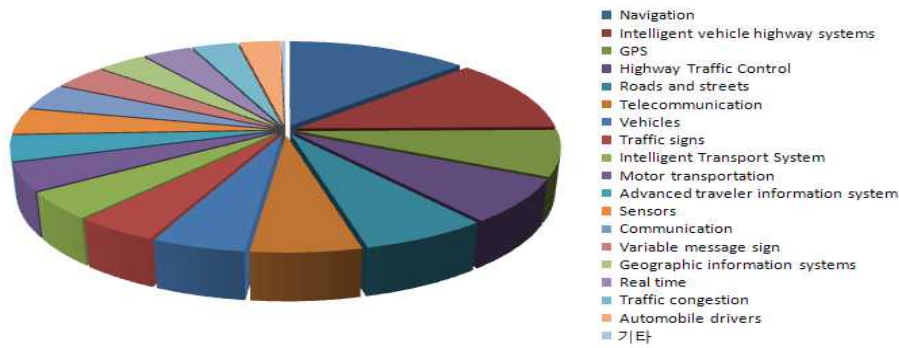
- 이용자 경로 선택 및 변경 행태 및 정보 수용 행태 분석 기술 개발[AAD] 분야에서 검색된 논문 키워드 분포는 〈그림 2-30〉과 같으며, Transportation routes, Motor transportation, Route Selection, Roads and streets, Mathematical models, Optimization 등이 높은 점유율을 차지하고 있는 것으로 나타남

⑤ 정보제공 매체 및 형식에 최적화된 실시간 교통정보 제공 기술 개발



〈그림 2-31〉 전체 연도별 동향

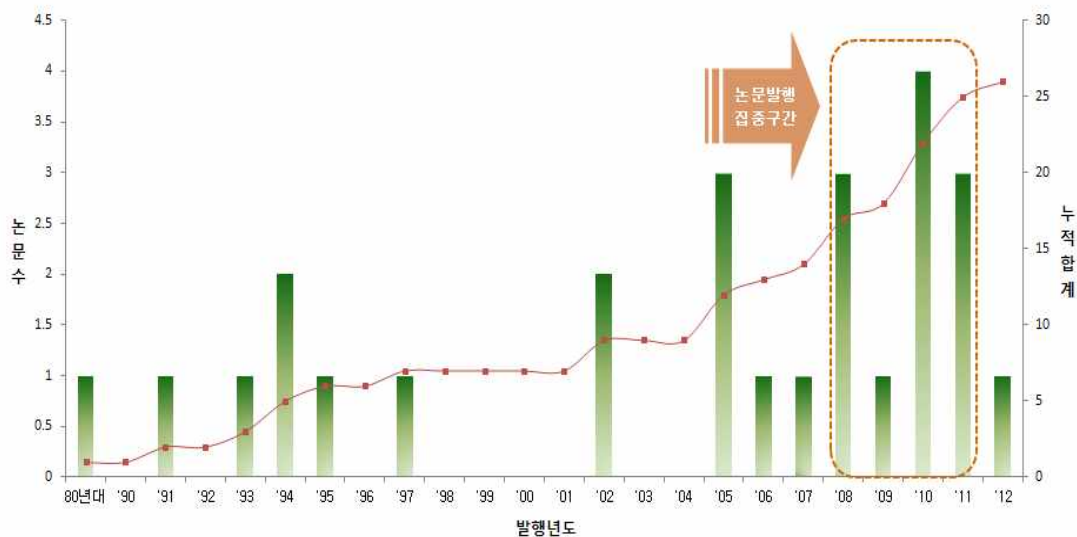
- 정보제공 매체 및 형식에 최적화된 실시간 교통정보 제공 기술 개발[ABE] 분야의 연도별 전체 논문동향을 살펴보면, 거시적인 관점에서 분석 초기구간인 1970년대부터 1990년대 중반까지 전체적으로 증가 추세를 보이고 있으며, 이후 2000년대까지 감소 추세를 보였으나, 2000년 중반 이후 논문 발생 건수가 급격히 증가하였으며, 2000년대 후반에 논문 발행이 집중적으로 이루어진 것으로 나타남



〈그림 2-32〉 키워드 분포

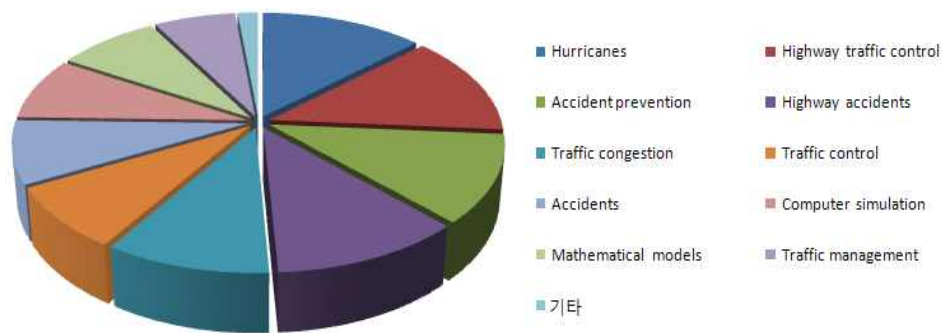
- 정보제공 매체 및 형식에 최적화된 실시간 교통정보 제공 기술 개발[ABE] 분야에서 검색된 논문 키워드 분포는 〈그림 2-32〉와 같으며, Navigation, Intelligent vehicle highway systems이 매우 높은 점유율을 차지하고 있고, GPS, Highway Traffic Control, Roads and streets, Telecommunication 등도 높은 점유율을 차지하고 있는 것으로 나타남

⑥ 갓길제어를 포함한 차로제어 기술 개발



〈그림 2-33〉 전체 연도별 동향

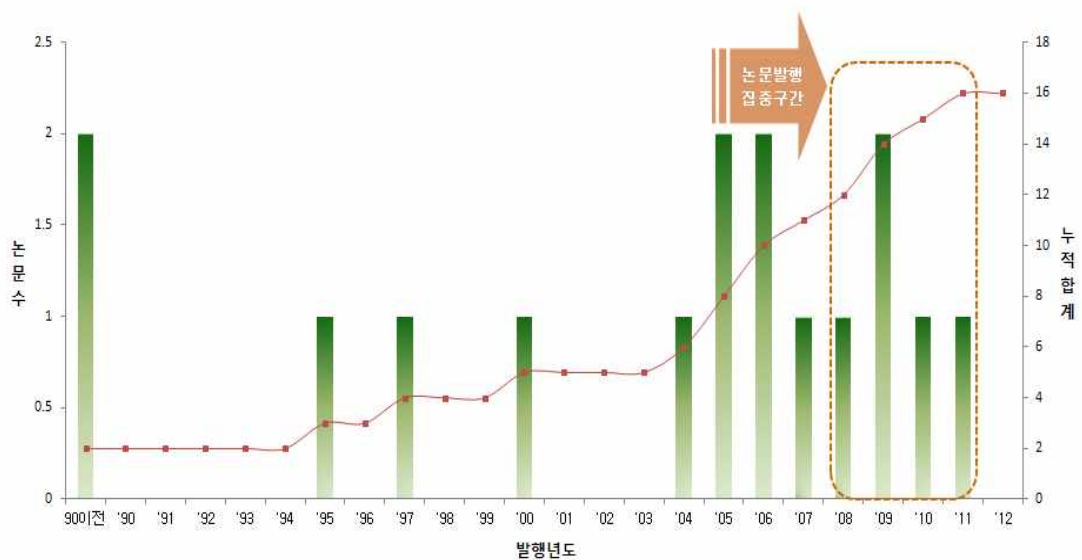
- 갓길제어를 포함한 차로제어 기술 개발[ABF] 분야의 연도별 전체 논문동향을 살펴보면, 거시적인 관점에서 분석 초기구간인 1980년대부터 1990년대 중반까지 증가와 감소를 반복하였으나, 이후 2000년대 초반까지 활동이 전무하였고, 2000년 중반 이후 논문 발생 건수가 급격히 증가하였으며, 2000년대 후반에 논문 발행이 집중적으로 이루어진 것으로 나타남



〈그림 2-34〉 키워드 분포

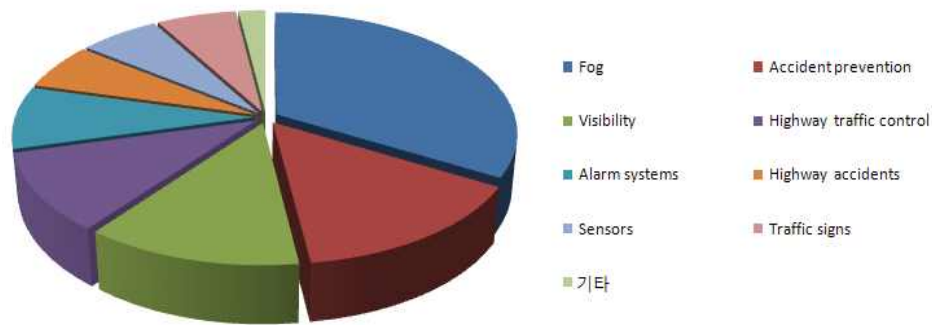
- 갓길제어를 포함한 차로제어 기술 개발[ABF] 분야에서 검색된 논문 키워드 분포는 〈그림 2-34〉와 같으며, Hurricanes, Highway traffic control, Accident prevention, Highway accidents, Traffic congestion 등이 높은 점유율을 차지하고 있는 것으로 나타남

⑦ 보급형 소형 시정계 및 안개 경고시스템



〈그림 2-35〉 전체 연도별 동향

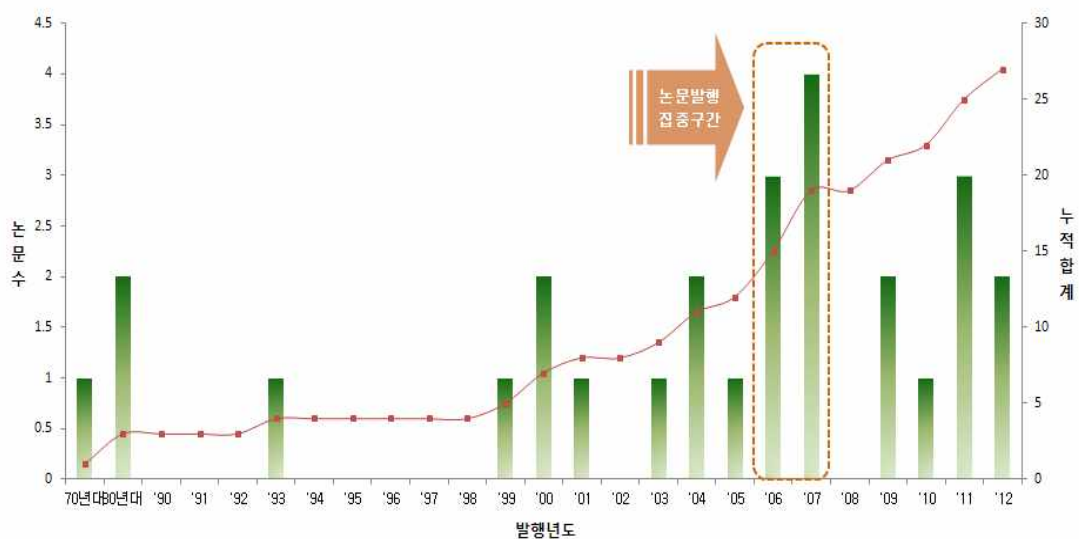
- 보급형 소형 시정계 및 안개 경고시스템[ABG] 분야의 연도별 전체 논문동향을 살펴보면, 90년대 이전 연구개발 활동이 시작되었으나 1990년부터 1994년대까지 연구개발 활동이 전무하였고, 이후에도 연구개발 활동이 거의 이루어지지 않은 것으로 나타났으나, 2000년대 중반이후 연구개발 활동이 활발해진 것으로 나타남



〈그림 2-36〉 키워드 분포

- 보급형 소형 시정계 및 안개 경고시스템[ABG] 분야에서 검색된 논문 키워드 분포는 <그림 2-36>과 같으며, Fog가 가장 높은 점유율을 차지하고 있고, Accident prevention, Visibility, Highway traffic control, Alarm systems 등도 높은 점유율을 차지하고 있는 것으로 나타남

⑧ 시정거리별 차내 경고 및 차량 후미등 휘도 자동조절시스템



〈그림 2-37〉 전체 연도별 동향

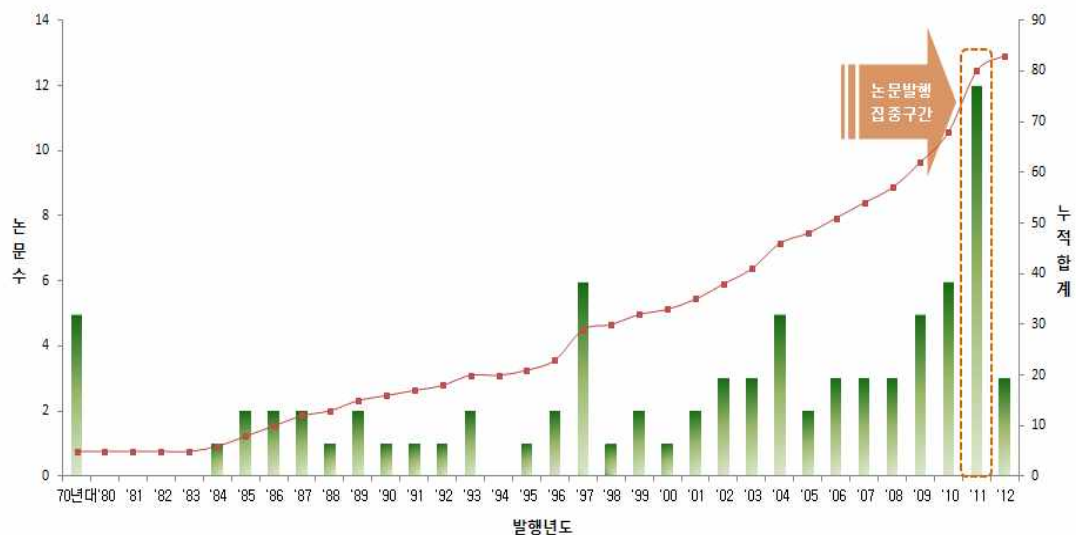
- 시정거리별 차내 경고 및 차량 후미등 휘도 자동조절시스템[ABH] 분야의 연도별 전체 논문동향을 살펴보면, 90년대 이전 연구개발 활동이 시작되었으나 1990년부터 2000년 초반까지 연구개발 활동이 거의 이루어지지 않은 것으로 나타났으나, 2000년대 중반이후 연구개발 활동이 활발해진 것으로 나타남



〈그림 2-38〉 키워드 분포

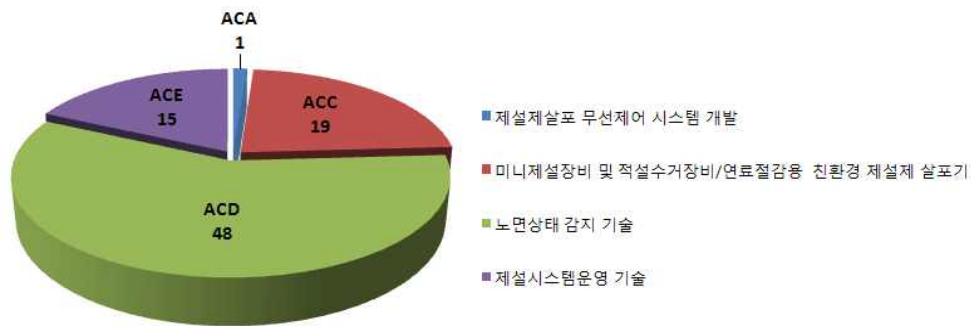
- 시정거리별 차내 경고 및 차량 후미등 회도 자동조절시스템[ABH] 분야에서 검색된 논문 키워드 분포는 〈그림 2-38〉과 같으며, Fog가 가장 높은 점유율을 차지하고 있고, human, Visibility, Accident prevention, Alarm systems, Fogarty catheter 등도 높은 점유율을 차지하고 있는 것으로 나타남

(다) 설해 대응 침단 제설관리 기술



〈그림 2-39〉 전체 연도별 동향

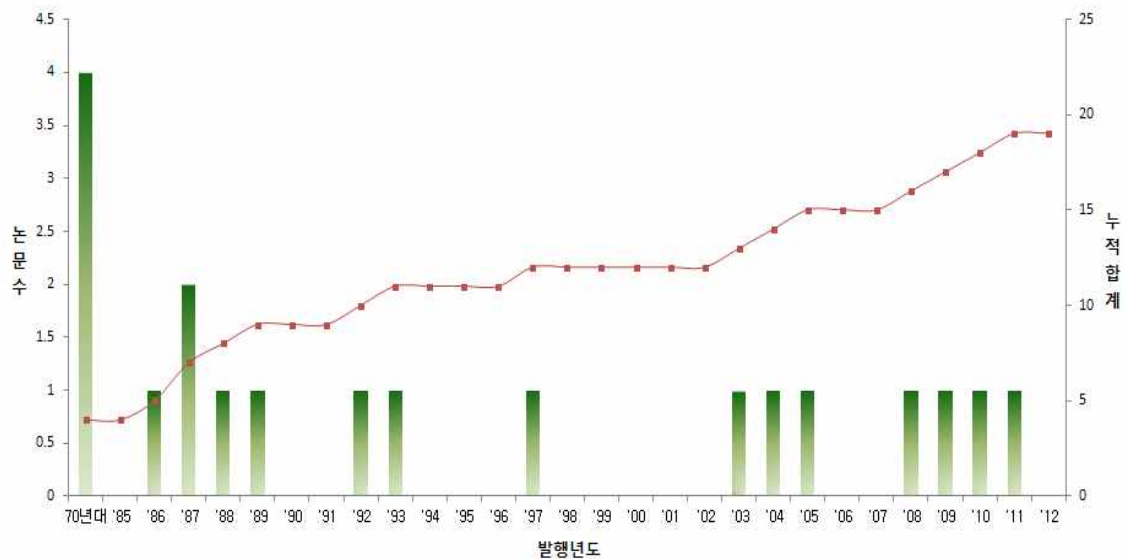
- 설해 대응 침단 제설관리 기술[AC] 분야의 연도별 전체 논문동향을 살펴보면, 거시적인 관점에서 분석 초기구간인 1970년대부터 2000년 후반까지 증가와 감소를 반복하다 2011년 급격하게 증가하였으나, 2012년 다시 급격하게 감소한 것으로 나타남
- 설해 대응 침단 제설관리 기술[AC]의 연구 개발이 2011년 매우 활발했던 것으로 보임



〈그림 2-40〉 소분류 분포

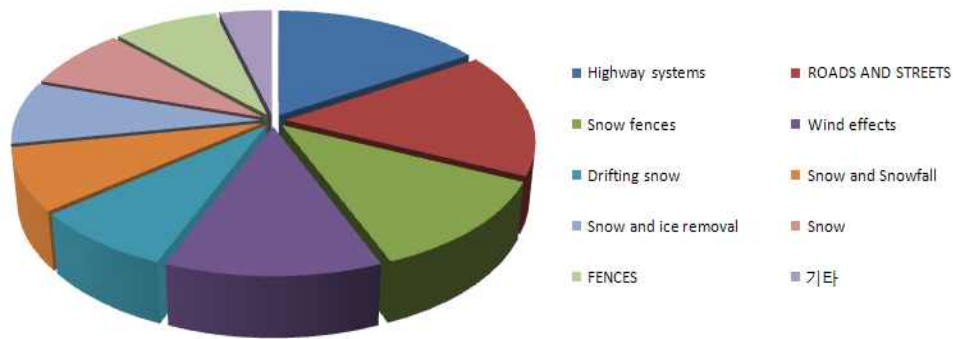
- 설해 대응 첨단 제설관리 기술[AC] 분야의 소분류별 논문 점유율을 살펴보면 노면상태 감지 기술[ACD]이 48건으로 전체 절반 이상의 점유율을 차지하며 압도적으로 많은 점유율을 차지한 가운데, 미니제설장비 및 적설수거장비·연료절감용 친환경 제설제 살포기[ACC] 및 제설시스템운영 기술[ACE]이 그 뒤를 잇고 있으며, 제설제살포 무선제어 시스템 개발[ACA]은 연구개발 활동이 매우 저조한 것으로 나타남

① 긴급미니제설장비



〈그림 2-41〉 전체 연도별 동향

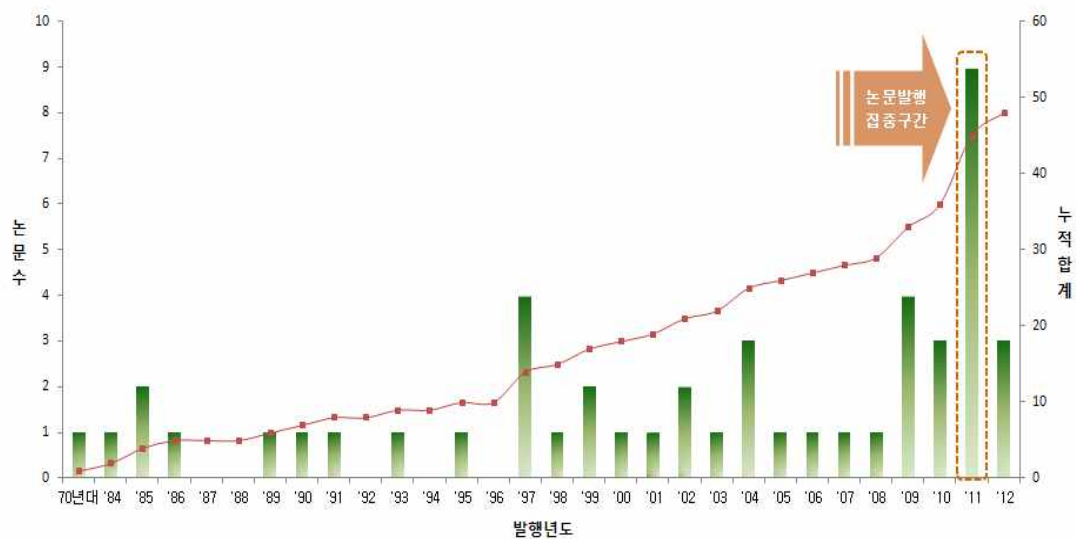
- 미니제설장비 [ACC] 분야의 연도별 전체 논문동향을 살펴보면, 거시적인 관점에서 분석 초기 구간인 1970년대부터 2012년까지 특별하게 논문 발행이 집중된 구간 없이 꾸준한 연구개발 활동이 이루어지고 있으나, 연구개발 활동이 활발하지는 않은 것으로 보임



〈그림 2-42〉 키워드 분포

- 미니제설장비 [ACC] 분야에서 검색된 논문 키워드 분포는 〈그림 2-42〉와 같으며, Highway systems, ROADS AND STREETS, Snow fences, Wind effects, Drifting snow 등이 높은 점유율을 차지하고 있는 것으로 나타남

② 노면상태 감지 기술



〈그림 2-43〉 전체 연도별 동향

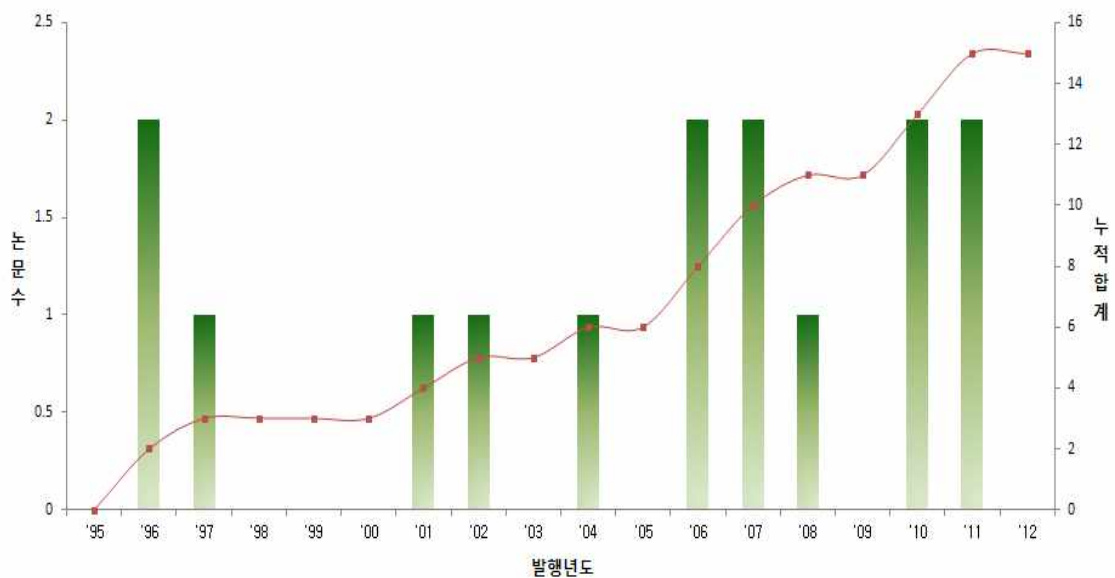
- 노면상태 감지 기술[ACD] 분야의 연도별 전체 논문동향을 살펴보면, 거시적인 관점에서 분석 초기구간인 1970년대부터 2010년까지 특별하게 논문 발행이 집중된 구간 없이 꾸준한 연구개발 활동이 이루어졌으며, 2011년 급격한 증가 추세를 보임



〈그림 2-44〉 키워드 분포

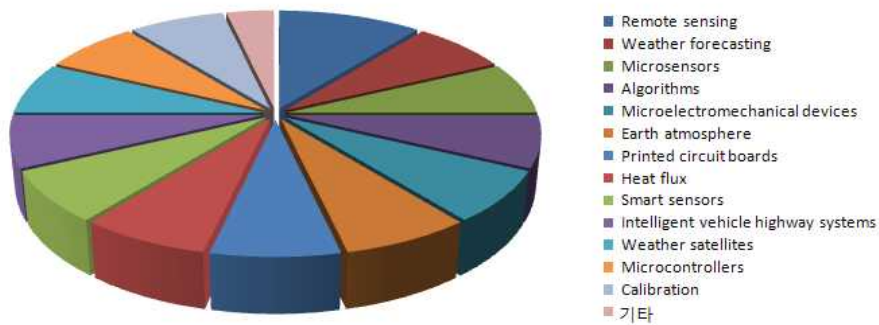
- 미니제설장비 [ACC] 분야에서 검색된 논문 키워드 분포는 <그림 2-44>과 같으며, Roads and streets, Road surfaces, Sensors, Algorithms, Friction, Tribology, Road condition, Maintenance 등이 높은 점유율을 차지하고 있는 것으로 나타남

③ 제설시스템운영 기술



〈그림 2-45〉 전체 연도별 동향

- 제설시스템운영 기술[ACE] 분야의 연도별 전체 논문동향을 살펴보면, 거시적인 관점에서 분석 초기구간인 1990년대부터 2012년까지 특별하게 논문 발행이 집중된 구간 없이 꾸준한 연구개발 활동이 이루어지고 있으나, 연구개발 활동이 활발하지는 않은 것으로 보임



〈그림 2-46〉 키워드 분포

- 제설시스템운영 기술[ACE] 분야에서 검색된 논문 키워드 분포는 〈그림 2-46〉과 같으며, Remote sensing, Weather forecasting, Microsensors, Algorithms, Heat flux 등이 높은 점유율을 차지하고 있는 것으로 나타남

3. 기존 연구와의 차별성

기술 분야	개발 대상 기술	기존연구와의 차별성
재난 재해 시 교통상황 시나리오 추정 및 평가 기술	시뮬레이션 기반 재난 재해 유형별 도로망 영향 예측 및 평가 기술	- 재난·재해 시 도로교통분야에 대한 구체적인 피해 최소화 시나리오에 대한 연구가 국내·외에서 시도된 적 없음
재난·재해시 교통처리 기술	기상감응식 적정운행속도 제공기술	- 기상 및 유교 상황 등의 대응을 위한 가변제한속도 운용 - 국내·외에서 시도된 적 없음
	비상상황 대응을 위한 신호체계성능 향상 기술	- 현재 무정전전원장치(UPS) 활용하나, 이는 고가임 - 축전기 방식 도입하여 운영효율성 증진 (100만원/1개 추정)
	회차 및 진입통제 자동화 기술	- Hard-barrier 방식 도입 - 기존 수동방식을 자동방식으로 전환
	신속한 도로성능 회복을 위한 맞춤형 운전자 경로 및 정보 제공 기술	- 기존의 단순 운전자 정보제공 형태가 아닌, 재난 재해의 영향을 정확히 예측하여 최적화된 정보를 제공하는 기술
설해 대응 첨단 제설관리 기술	도로 기상정보 수집 및 제설작업 연계 기술	- 현재는 센서에 특화된 예측 알고리즘이 일반적임 - 센서종류와 관계없이 예측 가능한 알고리즘 개발 - 기존 인프라 활용 (신규도입 필요 없음)
	제설제 살포 우선 제어 시스템	- 국내·외에서 시도된 적 없음
	긴급미니제설장비	- 현재까지 국내에서 개발된 긴급제설장비는 미흡 - 수입산 가격 (6,000만원/1대)비해 1/3 수준 공급 가능성 검토

제4절 유사과제 분석

- 국내에서 재난·재해를 다루기 위한 과제들은 수년전부터 진행되어 왔음
- 이와 관련하여 국내에서 진행 중이거나 완료된 재난·재해 관련 선행 과제들에 대한 제목, 연구 내용, 그리고 본 과제와의 차이점을 정리한 표는 <표 2-9>와 같음

<표 2-9> 유사과제 분석

제목	연구 내용	본 과제와의 차이점
기후변화에 따른 풍수해 재난관리 종합계획 연구 (국립방재연구소, 심기오)	· 기후변화에 따른 국내외 내용체계 분석 · 기후변화에 따른 재난관리종합계획 연구 · 기후변화에 대비한 저수지 붕괴의 원인분석	본 과제에서는 재해 시 실제 도로 교통 분야에 적용 가능한 기술대안 개발에 초점
돌발홍수 예측시스템 확장 및 의사결정지원시스템 프로세스 개발 (국립방재교육연구원, 정재학)	· 전국돌발홍수 위험지역에 대한 지형자료구축 · 강우보정기법을 통해 산출된 예측 강우 시스템 구축 · 의사결정지원시스템 프로토타입 구축	본 과제에서는 재해 시 실제 도로 교통 분야에 적용 가능한 기술대안 개발에 초점
도시홍수 재해관리기술 (경기대학교, 건기평)	· 도시홍수에 대한 해석기술/예·경보 기술/경감 기술/관리기술 등에 관한 연구결과와 국산화와 기술보급 및 교육을 통한 실용화	본 과제에서는 재해 시 실제 도로 교통 분야에 적용 가능한 기술대안 개발에 초점
강원지역 폭우 및 폭설에 대비한 재해피해저감 및 복구기술 개발 (강원대학교, 건기평)	· 강원권 폭설에 대한 농촌시설물의 방재 철골 시스템 개발 및 활용 기술 과제 공모를 위한 연구목표 및 연구내용, 추진전략 수립	본 과제에서는 재해 시 실제 도로 교통 분야에 적용 가능한 기술대안 개발에 초점
교량구간 동절기 안전관리 기술개발 (한국건설기술연구원, 건기평)	· 동절기 도로를 대상으로 위험성 및 기능적 중요도에 따라 동절기 상습결빙구간의 안전 관리 대안을 체계화 · 노면결빙안내시스템과 염화물 자동분사장치 개발	선행 과제에서는 국내기술의 노면상태 감지 및 초단기 예측 알고리즘은 포함하지 않았으나, 본 과제에서는 핵심적인 부분
위험구간 및 악천후 대응 시인성 향상을 위한 감응형 안전시스템 개발 (한국건설기술연구원, 건기평)	· 저가의 보급형 시정계 개발(외산 대비 1/5 ~1/7) · 안개 경고등 개발 · 안개 대응시스템 개발(차간거리 안내 및 선두 차량 위치 제공 방식)	선행 과제에서는 안개에 대한 경고 수준에 머물고 있으나 본 과제에서는 능동적인 제한속도 표출 기술을 포함
스마트하이웨이 사업단 (한국도로공사, 건기평)	· IT 기술을 집합하여 고기능 지능형 차세대 고속도로 기술개발 · 사업의 일부로 기상재해 대응 기술이 포함됨	선행 과제에서는 지엽적인 측면에서 국내 기술을 통한 노면결빙방지 자동 분사시스템을 개발
긴급 대응형 재난대피시설물 개발 (세명대학교, 건기평)	· 재난/재해 시 사람들을 안전한 장소로 안전하게 피난 대피할 수 있도록 하기 위하여 이동 미 전개가 가능한 건물시스템 개발	본 과제에서는 재해 시 실제 도로 교통 분야에 적용 가능한 기술대안 개발에 초점

- 위 표에서 살펴본 바와 같이, 선행 과제들은 재난·재해에 대한 도로망 피해 관련은 거의 다루지 않음
- 이와 관련하여 일부 R&D 과제를 통해 기상재해에 대한 극히 적은 부분만을 다루었음
- 도로망에 미치는 피해 정도, 대피 시나리오, 우회정보 가이드라인과 같이 현재 발생 가능한 재난 유형에 따른 피해 추정 기법과 같은 핵심적인 연구는 미흡함

제5절 연구개발 인프라 분석

1. 국내·외 연구 인프라 현황

- 재난·재해 관련 개발을 위한 인프라로 전문 인력 보유 정도, 기자재, 산학연 공동연구기반, 기술이전 및 거래, 국제기술협력 기반, 업계 현황 등에 대하여 국내 현황과 선진국과의 수준 비교 분석을 함
- 아래 표는 강설/결빙 사전 대응 및 제설애로해설 기술, 보급형 안개 대응 시스템 및 능동형 안전운전 지원기술, 그리고 도로구간 단절 시 교통운영 대응 기술 관련 전문 인력 현황임

〈표 2-10〉 국내·외 연구 인프라 현황

중점추진분야	관련 기관	대표 연구자	연구영역 및 방향
재난·재해 시 교통 영향 예측 및 평가 기술	명지대학교	손영태	교통운영 및 시뮬레이션
	한양대학교	오철	교통안전 및 교통통계
	Quadstone	-	교통시뮬레이션
	University of California	Jayachristinan, R	교통방재
	서울대학교	하동익	ITS 운영
	FHWA	David Yang	재난관련 시뮬레이션 운영
재난·재해 시 교통처리 기술	한국교통연구원	정연식	교통안전
	서울대학교	고승영	교통류이론
	한국건설기술연구원	정준화	안개 및 위험도로 대응 시스템
	한국교통대학교	김진태	교통신호운영
	SK M&C	-	ITS, 교통정보
	(주) 래도	김철용	기상조건별 표출 기술
	LG CNS	-	재해복구시스템
	삼성 SDS	-	재해복구시스템
설해 대응 첨단 제설관리 기술	한국건설기술연구원	양충현	교통방재
	(주) 자동기	서순하	제설장비
	(사)대기환경모델링센터	박문수	미시기상학
	Luft ∞. Ltd	-	도로기상센서
	(주)온텍시스템	조중호	안개센서
	한국도로공사	-	도로방재

2. 선진국 대비 국내 연구 인프라 수준

- <표 2-11>은 선진국 대비 국내 연구 인프라 수준으로
 - 제설 분야와 교통운영 대응 분야에서는 선진국과 동등한 수준의 전문 인력을 보유
 - 기술 개발 정도와 연구시설 및 R&D 투자지원 등은 선진국에 비해 부족하거나 다소 부족한 수준

<표 2-11> 기술 분야별 선진국 대비 국내 연구 인프라 수준

기술 분야	인프라 항목	선진국 대비 인프라 수준				
		부족	다소 부족	동등	우월	보다 우월
재난·재해 시 교통영향 예측 및 평가 기술	전문인력 보유정도			○		
	기술 개발 정도		○			
	연구 시설 및 설비	○				
	R&D 투자지원	○				
재난·재해 시 교통처리 기술	전문인력 보유정도			○		
	기술 개발 정도		○			
	연구 시설 및 설비		○			
	R&D 투자지원	○				
설해 대응 첨단 제설관리 기술	전문인력 보유정도		○			
	기술 개발 정도		○			
	연구 시설 및 설비		○			
	R&D 투자지원	○				

제6절 기술수요 및 예측

1. 기술 수요 조사 및 결과

(1) 기술수요조사의 개요

□ 기술수요조사의 목적

- 본 과제에서 추구하는 기술수요조사의 목적은 미래에 재난·재해에 대한 도로망 피해를 예방하거나 최소화하는데 국가 및 기업에서 필요성이 높을 것으로 예상되는 기술을 세부기술과제 수준에서 도출하는 것임
- 즉 기술개발 우선순위를 파악하고 기술개발과제간의 효율적인 자원배분 방안을 마련하기 위한 사전 조사에 해당함

□ 기술수요조사 절차



〈그림 2-47〉 기술수요조사 절차

□ 기술수요조사 활용효과

- 기술수요조사결과를 활용한 기술분류체계, 동향 및 환경 분석 보완
- 기술예측조사를 위한 예측기술명 도출에 활용
- 향후 중점추진분야 선정 및 수행과제 선정에 활용
- 중점추진분야별 후보기술 발굴의 자료로 활용

□ 기술수요조사의 수행 결과

- 기술수요조사 대상은 다음과 같이 산·학·연 기획 전문위원과 관련학회 등의 외부기관의 협조를 얻어 학회회원을 대상으로 학회 홈페이지 공고 또는 메일 발송을 통해 실시
- 기술수요조사 내용은 인적사항, 제안기술 개요, 연구개발 필요성, 제안기술의 연구개발 사업 규모 등 4개의 항목 설정

□ 기술수요조사의 수행 결과

〈표 2-12〉 기술수요조사 수행 결과

구분	내 용
조사기간	2012년 10월 19일(금) ~ 10월 24일(수)
조사대상	- 조사대상 기관 : 참여연구진, 대한교통학회, 한국도로학회, 방재학회, ITS 학회 - 응답현황 · 재난 재해 시 교통예측 및 평가 기술 : 7건 · 재난 재해 시 교통처리 기술 : 20건 · 설해 대응 첨단 제설관리 기술 : 16건
응답자수	43건
조사방법	- 이메일을 통한 설문조사 · 개별 전문가 · 학회회원

(2) 기술수요조사 결과 분석

□ 기술수요조사 결과 분류

- 회신된 기술수요조사서를 취합하여 수요조사서 항목별로 분류하여 정량적으로 검토

〈표 2-13〉 중점추진분야별 수요조사 결과

구분	중점추진분야			계
	재난·재해 시 교통상황 시나리오 추정 및 평가	재난·재해 시 교통 처리 기술	설해 대응 첨단 제설관리 기술	
건	7	20	16	43
비율(%)	16.28	46.51	37.21	100

〈표 2-14〉 연구수행기관별 수요조사 결과

구분		중점추진분야			계
		재난·재해 시 교통상황 시나리오 추정 및 평가	재난·재해 시 교통 처리 기술	설해 대응 첨단 제설관리 기술	
연구 수행 기관	기업	10	13	5	28
	대학교	3	5	5	13
	정부기관/연구소	5	13	10	28
	기타	-	-	-	-
	계	18	27	20	69

〈표 2-15〉 기술개발단계별 수요조사 결과

구분		중점추진분야			계
		재난·재해 시 교통상황 시나리오 추정 및 평가	재난·재해 시 교통 처리 기술	설해 대응 첨단 제설관리 기술	
기술 개발 단계	기초/원천	1	-	-	1
	응용	2	-	1	3
	실용화	4	20	15	39
	실증화 테스트베드형	-	-	-	-
	계	7	20	16	43

□ 대상 기술의 TRL (Technology Readiness Level) 분류

- 1단계: 기초이론/실험
- 2단계: 실용목적 아이디어 특허 등 개념 정립
- 3단계: 실험실 규모의 기본성능 평가
- 4단계: 실험실 규모의 핵심 성능평가
- 5단계: 확정된 시스템의 시작품 제작 및 성능 평가
- 6단계: 파일럿 규모 시작품 제작 및 성능 평가
- 7단계: 신뢰성 평가 및 수요기업 평가
- 8단계: 시제품 신기술 검증·인증 및 표준화
- 9단계: 사업화

〈표 2-16〉 TRL 단계별 수요조사 결과

구분		중점추진분야			계	비율 (%)
		재난·재해 시 교통상황 시나리오 추정 및 평가	재난·재해 시 교통 처리 기술	설해 대응 첨단 제설관리 기술		
TRL 현재 단계	기초이론/실험	1	5	9	15	34.9
	실용목적 아이디어 특허 등 개념정립	1	11	6	18	41.8
	실험실 규모의 기본성능 평가	1		1	2	4.7
	실험실 규모의 핵심 성능평가		2		2	4.7
	확정된 시스템의 시작품 제작 및 성능 평가	4	1		5	11.6
	파일럿 규모 시작품 제작 및 성능 평가		1		1	2.3
	신뢰성 평가 및 수요기업 평가					
	시제품 신기술 검증인증 및 표준화					
	사업화					
	계	7	20	16	43	100.0
TRL 개발 완료 단계	기초이론/실험					
	실용목적 아이디어 특허 등 개념정립					
	실험실 규모의 기본성능 평가					
	실험실 규모의 핵심 성능평가		1		1	2.3
	확정된 시스템의 시작품 제작 및 성능 평가	1	3	2	6	13.9
	파일럿 규모 시작품 제작 및 성능 평가					
	신뢰성 평가 및 수요기업 평가					
	시제품 신기술 검증인증 및 표준화		2		2	4.7
	사업화	6	14	14	34	79.1
	계	7	20	16	43	100.0

〈표 2-17〉 기술수요조사 결과 제안기술들의 주요 내용

No.	중점 추진 분야	제안 기술명	연구개발목표	연구개발내용	기술개발 단계	T/R 분류
1-1	재난 재해 시 교통상황 시나리오 추정 및 평가 기술	Captive-rider를 위한 전략적 대피 기술	◦ Captive-rider 대피경로 알고리즘과 실제 상황발생시 알고리즘의 적용방안을 개발	• 재난재해 시 captive-rider 대피 방안 수립을 위한 기초 연구(도보 및 차량을 이용한 대피경로 선정 기준 수립) • 효율적인 수송을 위한 pick up 위치 선정 방안 수립 • 재난재해 시 신속한 대피를 위한 captive-rider 대피 경로 알고리즘 개발 • Toy network를 이용한 captive-rider의 대피 경로 알고리즘 검증 • 실용화하기 위한 법·제도적 개선방안	기초/ 원천	(현재)2 (완료)9
1-2	재난 재해 시 교통상황 시나리오 추정 및 평가 기술	재난 시 도로망 제어 및 교통대란 방지 기술	◦ 계획적·돌발적 긴급 사태 발생에 대비한 교통운영 전략개발과 효과평가	• 긴급한 재난발생 지속시간 예측에 따른 교통망의 단계별 운영수준 정의 • 운영수준에 따른 지·정체발생 등 파급영향의 시·공간적 예측 • 유지를 위한 도로 및 교통 시설물의 운영 우선순위 결정 • 긴급 상황 유형에 따른 도로의 기능저하 단계별 최적의 운영전략 개발 • 단계별 최적운영 전략에 대한 효과평가 및 법적, 제도적 정비방안	실용화	(현재)5 (완료)9
1-3	재난 재해 시 교통상황 시나리오 추정 및 평가 기술	재난 시 위험물 처리 기술 및 의사결정 시스템 구축	◦ 재난 시 위험물 위치 추적 및 긴급 처리 전략과 알고리즘 개발	• 재난 시 위험물 위치 추적 가능 기반 시스템 구축 혹은 연계 • 재난 발생 시 최우선 확산 방지 전략과 위험물 확산 방지 기술 확보 • 위험물 수송 차량의 대피 경로 확보 • 재난 시 위험물 처리 우선 최적 경로 탐색 • 재난 확산 시 미대응 시 영향도 추정 및 분석	응용	(현재)5 (완료)9
1-4	재난 재해 시 교통예측 및 평가 기술	시뮬레이션 기반 재난 재해 유형별 도로망 영향 예측 및 평가 기술	◦ 재난 유형별 실행 가능한 시나리오 구축 및 평가가 가능한 시스템 개발	• 재난 재해 유형별 가상의 영향 시나리오 구축 및 타당성 검증 기법 • 시나리오별 도로복구 우선순위 선정 기법 • 시뮬레이션 네트워크 및 교통 수요 정산 기법 • 시나리오별 교통소통능력 평가를 위한 MOE 개발 • "plug-and-play" 기능 개발	응용	(현재)3 (완료)9
1-5	재난 재해 시 교통상황 시나리오 추정 및 평가 기술	도로망 재난관리 프로세스	◦ 도로망 재난관리 프로세스 구축	• 도로망 유고상황 교통류 특성분석 기술 • 도로망 재난관리 프로세스 기술 • 재난관리 포털시스템 구축기술	실용화	(현재)1 (완료)6
1-6	재난 재해 시 교통상황 시나리오 추정 및 평가 기술	재난 시 임시대중교통 서비스 결성 및 제공기술	◦ 대규모 재난으로 인한 교통망 붕괴 시 버스대중교통을 활용한 지속가능 교통서비스 제공기술 개발	• 수요 대응형 임시대중교통(T-ORT) 결성을 위한 SNS기반 가상 센터 구축 • 수요기반 주요 임시대중교통 정류소 결정 기술개발 • 수요기반 능동적 임시대중교통 운행 계획 기술개발 • 임시대중교통 운행 지원 및 운전자 지원 정책개발	실용화	(현재)5 (완료)9
1-7	재난 재해 시 교통상황 시나리오 추정 및 평가 기술	교통취약상황 극복을 위한 사이버 도로 운행 지원 기술	◦ 재난 및 긴급 상황으로 인한 추가 피해를 최소화하고 상황을 극복하기 위한 기술 개발	• 발생 지역 대상 특정다수 대상 정보제공을 위한 단거리 방송기술 개발 • 폭설 및 야간 등 시인성 악화 상황 극복을 위한 AR(augmented reality) 및 LBS(location based service)활용 사이버 재난극복 기술개발	실용화	(현재)5 (완료)9

No.	중점 추진 분야	제안 기술명	연구개발목표	연구개발내용	기술개발 단계	T/L 분류
2-1	재난 재해 시 교통처리 기술	후방산란방식의 (소형) 보급형 시정계	- 계측 시정거리 능력 : 10~2,000m - 크기 : 외함 폭 40cm 이내 (일반적으로 100~120cm)	소형 저가의 보급형 시정거리 측정기 개발	실용화	(현재)2 (완료)9
2-2	재난 재해 시 교통처리 기술	보급형 안개 경고등	- 인프라 미구축 지역 대응 : 무선통신 (지그비, RF 등) 및 신재생에너지 이용 - 개발 목표가격 : 30만원	인프라 미구축 지역 대응 가능한 기존 단순 안개등 가격의 보급형초박형소형 경고등 개발	실용화	(현재)2 (완료)9
2-3	재난 재해 시 교통처리 기술	차량 통과 유무 보급형 레이더 검지기	- 검지영역 : 100~150m - 개발 목표가격 : 20만원(기존 외산 120만원)	기존 단순 차량 유무 판단뿐만 아니라 전방 교통상황(유고 등) 검지 기술이 탑재된 레이더 검지기 개발	실용화	(현재)2 (완료)9
2-4	재난 재해 시 교통처리 기술	보급형 안개 경고시스템	- 무선 통신을 이용한 인프라(전기, 통신 선로) 미구축 지역 대응 가능 - 기존 안개 대응 시스템 대비 약 50% 가격 목표	시정계, 경고등, 차량 검지기가 탑재된 보급형 안개 경고시스템 개발 - Off-Road/On-Road Test 구축 및 평가, 결과 피드백	실용화	(현재)2 (완료)9
2-5	재난 재해 시 교통처리 기술	시인성 향상 가변제한속도(VSL) 표시부 개발	- 개발 목표가격 -다기능 VSL : 900만원 -보급형 VSL : 500만원	도로상의 안개 및 악천후뿐만 아니라 재난재해시 제한속도를 가변적으로 표출 가능한 가변제한속도 표시부 개발 - 다기능 VSL : 제한속도, 심볼 표출 가능 폴칼라 LED 이용 - 보급형 VSL : 가변제한속도 기능 충실	실용화	(현재)2 (완료)9
2-6	재난 재해 시 교통처리 기술	VSL 내부 탑재용 보급형 기상 검지기(시정/강우/강 설/바람 복합 센서)	개발 목표가격 : 100만원	- 초소형, 초박형, VSL 내부 탑재용 보급형 시정계 개발 - 강우, 강설 및 풍향 센서 통합 개발	실용화	(현재)2 (완료)9
2-7	재난 재해 시 교통처리 기술	보급형 기상검지기 탑재 능동형 가변제한속도표시 시스템	- 현재속도표시 기능 탑재 - 개발 목표 가격 : 1,500만원	기상검지기 탑재형 능동형 가변제한속도표시 시스템 개발	실용화	(현재)2 (완료)9
2-8	재난 재해 시 교통처리 기술	안개지역 차량 경고용 I2V 표준화 및 관련 기술 개발	안개발생 지역 진입 전, 진입 시 적극적인 위험상황 안내	- 안개 발생지역 내 안개 발생시 차량 진입 전에 OBU를 통한 음성 및 화면 경고를 위한 무선 통신 기술(I2V) 개발 - 안개 잦은 지역 내 진입시 시정 정보를 차량에게 제공하는 무선 통신 기술(I2V) 개발	실용화	(현재)2 (완료)9
2-9	재난 재해 시 교통처리 기술	차내 OBU를 통한 음성 및 화면 경고 표출장치 개발	안개 유고 상황 정보를 실시간으로 전송 및 경고	수신 정보를 차량의 OBU를 통하여 음성 및 화면에 경고 및 표출하는 기술 개발	실용화	(현재)2 (완료)9

No.	중점 추진 분야	제안 기술명	연구개발목표	연구개발내용	기술개발 단계	T/R 분류
2-10	재난 재해 시 교통처리 기술	시정거리별 자동 휘도 조절용 차량 후미등 개발	◦ 속도편차 10% 이하	• 안개구간 통과시 시정거리에 적합한 차량 후미등 밝기(휘도) 자동 조절 후 표출하는 기술 개발 - 향후 양산차 : 차량 후미등(LED)의 자동 휘도 조절장치 탑재 - 기존 양산차 : After Market용 경고등 개발(안개 시정 정보 취득용 무선 수신부 포함)	실용화	(현재)2 (완료)9
2-11	재난 재해 시 교통처리 기술	안개발생시 시정한계 극복을 위한 도로선형정보 제공 기술	◦ 안개발생으로 인한 교통사고 사망자 10% 감소	• 도로변에 설치하여 도로선형을 신호로 발신하는 노변장치 개발 • 노변장치에서 발신한 정보를 수신하여 도로선형으로 변환시키는 기술개발 • 스마트폰을 이용한 도로선형 표출 기술개발	실용화	(현재)1 (완료)5
2-12	재난 재해 시 교통처리 기술	저비용USN기반의 안개인식 및 네트기반의 안개저감기술	◦ 지능형 안개인식/저감 시스템을 구축하여 사고 및 교통안전성 확보	• 해상, 하천, 깊은 계곡 등 국도상 안개가 빈번히 발생하는 지역을 조사 • 저비용 스마트센서(USN)를 구축하여 안개재해지도 구축 및 안개인식 시스템 적용 • 국도현장에 실용적인 안개네트 방식의 안개저감시스템을 적용	실용화	(현재)1 (완료)6
2-13	재난 재해 시 교통처리 기술	도로의 안개지역 판단기술 개발	◦ 국지적으로 발생하는 도로상 안개 판단기술 개발을 통한 재난·재해 사전대응력 확보	• 신설도로 : 초소형 안개센서의 사전 설치로 인해 안개영향평가 기술 개발 - 예1) 기상청의 시정거리 1km이하의 안개일수가 아닌 시정거리 200m/100m이하의 안개일수 조사 - 예2) 안개센서의 설치간격의 판단기준 정립) • 기존도로 : 도로관리자의 안개지역 판단기준(안개영향평가, 도로기하구조 분석, 교통사고 기록을 토대로 판단) • 지역특성별 안개발생 원인 분석 • 안개종류별 안개맵 개발	실용화	(현재)1 (완료)9
2-14	재난 재해 시 교통처리 기술	비상상황 대응을 위한 신호체계 향상 기술	◦ 대규모정전, 신속한 대피 경로 제공을 위한 신호운영전략 수행	• 재난 순응형 이동식 교통 제어 장비 개발 • 대피 시 이용자 검지 시스템 개발 • 재난 유형별 신호운영 전략 개발 • 현 신호제어기에 탑재 가능한 소형 축전지 개발 • 축전지 기반 무정전 교통신호제어시스템 개발 • 무정전 교통신호제어기의 최적 위치 선정 방법 개발	실용화	(현재)6 (완료)9
2-15	재난 재해 시 교통처리 기술	회차 및 진입통제 자동화 기술	◦ 도로망에서의 신속한 회차 및 피해최소화를 위한 차단시설들의 자동운영시스템 구축	• 중분대 자동 개폐 시설 개발 • 램프 자동 차단 시설 개발 • 개발시설의 최적운영을 위한 시스템 구축 • 교통운영전략(교통역류, 램프진입제어, 교통신호 운영 등)을 고려한 적정 설치 위치 선정 기술 개발	실용화	(현재)1 (완료)8
2-16	재난 재해 시 교통처리 기술	기·중점간 운전자 경로자료 수집 및 처리 기술 개발	◦ 이용자 경로 선택 기술 개발을 위한 DB구축	• 경로 제공 방식(스마트폰 어플리케이션, 양방향 내비게이션 등)별 이용 경로 저장 기술 개발 • 기중점간 주요 경로 파악을 위한 경로 제공 및 이용 경로의 자료 수집 기술 개발 (예) 내비게이션 학습을 통한 이용 경로 정보 저장 및 수집 기술 개발 • 이용 경로 DB 구축 및 활용 기술 개발	실용화	(현재)2 (완료)6

No.	중점 추진 분야	제안 기술명	연구개발목표	연구개발내용	기술개발 단계	T/L 분류
2-17	재난 재해 시 교통처리 기술	운전자의 경로 선택·변경·정보 수용 형태 분석 및 경로변경 예측 기술 개발	재난·재해 유형에 따라 상황에 최적화된 운전자 맞춤형 정보 제공을 위한 경로 예측 기술	- 내비게이션 등에서 제공 경로 정보의 이용자 선택(수용) 경로 정보 수집 기술 개발 - 내비게이션 등에서 제공 경로 정보의 이용자 변경 경로 정보 수집 기술 개발 - 선택(수용) 및 변경 등 이용 경로 형태 분석 기술 개발	실용화	(현재)4 (완료)8
2-18	재난 재해 시 교통처리 기술	재난·재해 유형에 따른 교통망 영향 추정 기술개발	이벤트 발생 지역에서부터의 영향권 설정 기법 개발	재난 재해 발생시 교통망 피해 영향도 예측 기술 개발	실용화	(현재)1 (완료)6
2-19	재난 재해 시 교통처리 기술	정보제공수단에 최적화된 맞춤형 교통정보 제공 기술 개발	정보통신과 교통소통정보와의 융복합기술 개발	정보 제공 매체(스마트폰 어플리케이션, VMS, 양방향 내비게이션, 라디오 등)에 최적화된 상황 전파 및 교통정보 제공 기술 개발	실용화	(현재)5 (완료)9
2-20	재난 재해 시 교통처리 기술	갓길제어를 포함한 차로제어 기술 개발	운전자 순응율 제고를 위한 기법이 고려된 알고리즘 개발	교통망 피해에 따른 도로 용량의 증대를 위한 갓길 및 차로 제어 기술 개발	실용화	(현재)4 (완료)9
3-1	설해 대응 첨단제설 관리 기술	긴급제설장비	- 설해로 인한 차량 고립 피해 50% 감소 - 미끄럼 사고 30% 절감	- 차량 고립 발생 시 1차적으로 투입되어 긴급 통행로를 확보할 수 있는 장비 개발 - 부가적으로 도시부 이면도로나 보도는 보행자의 주요 통행로로써, 이들에 대한 효율적인 제설이 가능한 장비 개발	실용화	(현재)2 (완료)9
3-2	설해 대응 첨단제설 관리 기술	노면적설수거장비	밀어낸 눈에 의한 교통지체 및 교통안전사고 30% 절감	밀어내기로 밀어낸 도로적설을 블록형으로 만들어 도로 안전지대에 쌓을 수 있는 장비 개발	실용화	(현재)1 (완료)9
3-3	설해 대응 첨단제설 관리 기술	제설제설포 무선 제어 시스템	고속국도 및 도시부 도로 제설효과 30% 향상	정기노선버스에 설치가 가능하면 센터에서 Wireless를 통해 제어가 가능한 토털 솔루션 개발	실용화	(현재)1 (완료)9
3-4	설해 대응 첨단제설 관리 기술	이동식 적설 용설 용해 장비	도시부 도로 제설효과 30%향상	소형 이동식 용광로를 응용한 적설 용해 장비 개발	실용화	(현재)1 (완료)9
3-5	설해 대응 첨단제설 관리 기술	보급형 노면센서 기술	저가용 노면센서 개발	설치·유지·관리의 부담이 적은 경제적인 노면센서개발을 통해 노면상태정보수집 활성화	실용화	(현재)2 (완료)9
3-6	설해 대응 첨단제설 관리 기술	노면상태 감지기술	노면상태 (젖음, 결빙, 마름)에 대한 감지 정확도 90% 달성	현재의 도로 기상정보를 통해 노면의 상태 (젖음, 결빙, 마름)을 판단할 수 있는 기술 개발	실용화	(현재)1 (완료)9
3-7	설해 대응 첨단제설 관리 기술	노면상태초단기예측 기술	현 시점으로부터 1-3시간 후의 노면상태 예측정확도 90% 유지	현재의 기상정보를 통해 현재시간으로부터 1-3시간 후의 노면상태를 예측하는 알고리즘 개발	실용화	(현재)1 (완료)9

No.	중점 추진 분야	제안 기술명	연구개발목표	연구개발내용	기술개발 단계	TTL 분류
3-8	설해 대응 첨단제설 관리 기술	도로기상정보 취득 및 실시간 전송 기술	도로구간 내 지면으로부터 1m 이내의 대기온도자료 수집	차량의 외기온도를 도로관리센터로 실시간 전송하는 기술	실용화	(현재)1 (완료)9
3-9	설해 대응 첨단제설 관리 기술	노면상태에 따른 권장 제설제 살포량 정보 제공 기술	현재 대비 제설제 살포량 30% 절감	- 노면상태에 따른 제설제 살포량 검증 - 제설제별 융설 효과 검증	실용화	(현재)2 (완료)9
3-10	설해 대응 첨단제설 관리 기술	노면 결빙점 예측 기술	결빙점 예측 정확도 90% 수준 유지	노면 수막현상을 고려한 노면결빙점을 예측하여 사전 제설제 살포 및 제설작업이 선제적으로 이루어지도록 하는 장비 개발	실용화	(현재)1 (완료)9
3-11	설해 대응 첨단제설 관리 기술	도로기상장비 통합 기술	기상관측장비의 경량화	기존의 개별 센서를 통해 수집하던 방식을 통합 센서를 통해 수집하는 방식으로 전환하는 기술	실용화	(현재)2 (완료)6
3-12	설해 대응 첨단제설 관리 기술	적외선 방식의 강설유무 감지 기술	강설유무 판정 정확도 50%이상유지	CCTV나 신호등과 같은 기존 도로부대시설에 탈 부착이 가능한 적외선 강설 감지 센서 개발	실용화	(현재)2 (완료)9
3-13	설해 대응 첨단제설 관리 기술	대기기상정보와 도로기상정보의 통합기술	기상청예보자료와 도로기상정보를 통합하여 제설작업의 효율성 증진	- GIS를 이용한 기상정보 실시간 표출 기술 개발 - 급격한 도로기상 정보 발생 시 운전자 및 도로관리자에게 실시간으로 정보를 제공하는 기술	응용	(현재)3 (완료)9
3-14	설해 대응 첨단제설 관리 기술	차량의 외기온도 수집 및 활용 기술	차량에 내재되어 있는 온도센서 정보를 수집·전송	센서의 정확도 및 판단 기준 알고리즘 개발	실용화	(현재)1 (완료)9
3-15	설해 대응 첨단제설 관리 기술	도로기상예측기반 운전자 Warning 시스템	경로선택에 대한 정보제공을 통해 교통량 분산효과 10%향상	기존 도로기상관측센서로부터 실시간으로 스마트폰이나 내비게이션으로 전송이 가능한 통신센서 개발	실용화	(현재)1 (완료)9
3-16	설해 대응 첨단제설 관리 기술	강설 시 교통류 시뮬레이션 기술	강설 시 운전자 행태 및 교통 패턴 묘사가 가능하도록 함	강설 시 다양한 시나리오 하에서 교통류의 행태 묘사가 가능한 시뮬레이션 툴 개발	실용화	(현재)2 (완료)6

〈표 2-18〉 기술분류체계 내의 분포결과

기술분류체계		
대	중	소
재난·재해 시 능동형 교통시스템 운영 기술	재난·재해 시 교통상황 시나리오 추정 및 평가	Captive-rider를 위한 전략적 대피 기술
		재난 시 도로망 제어 및 교통대란 방지 기술
		재난 시 위험물 처리 기술 및 의사결정 시스템 구축
		시뮬레이션기반 재난 재해 유형별 도로망 예측 및 평가 기술
		도로망 재난관리 프로세스
		재난 시 임시대중교통 서비스 결성 및 제공 기술
		교통취약상황 극복을 위한 사이버 도로 운행 지원 기술
	재난·재해 시 교통 처리 기술	후란산란방식의 (소형) 보급형 시정계
		보급형 안개 경고등
		차량통과 유무 보급형 레이더 검지기
		보급형 안개 경고시스템
		시인성 향상 가변속도제한(VSL)표시부 개발
		VSL 내부 탑재용 보급형 기상 검지기
		보급형 기상검지기 탑재 능동형 가변속도표시 시스템
		안개지역 차량 경고용 I2V 표준화 및 관련 기술 개발
		차내 OBU를 통한 음성 및 화면 경고 표출장치 개발
		시정거리별 자동휘도 조절용 차량 후미등 개발
		안개발생 시 시정한계 극복을 위한 도로선형정보 제공 기술
		저비용 USN기반의 안개인식 및 네트기반의 안개저감기술
		도로의 안개지역 판단기술 개발
		비상상황 대응을 위한 신호체계 향상 기술
		회차 및 진입통제 자동화 기술
		기·중점간 운전자 경로자료 수집 및 처리 기술 개발
		운전자 경로 선택·변경·정보 수용 행태 분석 및 경로변경 예측 기술 개발
		재난재해 유형에 따른 교통망 영향 추정 기술 개발
		정보제공 수단에 최적화된 맞춤형 교통정보 제공 기술 개발

기술분류체계		
대	중	소
재난·재해 시 능동형 교통시스템 운영 기술	설해 대응 첨단 제설관리 기술	갓길제어를 포함한 차로제어 기술 개발
		긴급미니제설장비 개발
		노면적설수거장비 개발
		제설제설포 무선제어 시스템 개발
		이동식 적설 융설 용해 장비 개발
		보급형노면센서 기술
		노면상태감지기술
		노면상태초단기예측기술
		도로기상정보 취득 및 실시간 전송 기술
		노면상태에 따른 권장 제설제 살포량 정보 제공 기술
		노면결빙점예측 기술
		도로기상장비 통합 기술
		적외선 방식의 강설유무 감지기술
		대기기상정보와 도로기상정보의 통합기술
		차량의 외기온도 수집 및 활용 기술
		도로기상예측기반 운전자 warning 시스템
		강설 시 교통류 시뮬레이션 기술

2. 기술 예측 조사 및 결과

가. 기술예측/수준조사 개요

(1) 기술예측/수준조사의 목적

- 기술의 실현시기, 기술특성의 변화속도를 정량적으로 평가하여 본 기획의 기술개발 추진전략을 수립하기 위한 기초자료로 활용하기 위하여 기술예측조사를 실시
- 기술수요조사와 내부연구진 제안기술로 구성된 기술개발 아이টে을 대상으로 국내기술수준을 조사하여 재난·재해 시 도로환경 재현 및 안전관리 시스템 구성에 필요한 핵심 기술개발 아이টে을 도출 시 참고자료로 활용

(2) 기술예측/수준조사 조사방법

- 조사대상 : 산학연 관련 전문가
- 조사방법 : 워크숍을 통한 설문조사
- 조사항목
 - 기술적 실현시기, 사회경제적 실현시기, 기술개발 아이템의 국내 기술수준, 기술격차, 기술격차 추세 등

〈표 2-19〉 기술수준 조사 항목 및 내용

구 분	내 용
최고 기술 보유국	· 해당기술 분야에서 가장 높은 기술수준을 가진 국가
기술수준	· 현재시점에서 최고기술 보유국의 기술수준을 100%이라고 했을 때 우리나라의 기술수준
기술격차	· 우리나라의 기술수준이 세계최고기술 보유국의 현재 기술수준에 도달하는데 소요되는 시간(단위: 년)
기술수준격차	· 최고기술 보유국 대비 우리나라의 기술수준 차이가 현재 어떠한 변화를 보이고 있는가를 5점 척도로 구분 (매우 확대중: 5점, 확대중: 4점, 현행유지: 3점, 축소중: 2점, 매우 축소중: 1점)

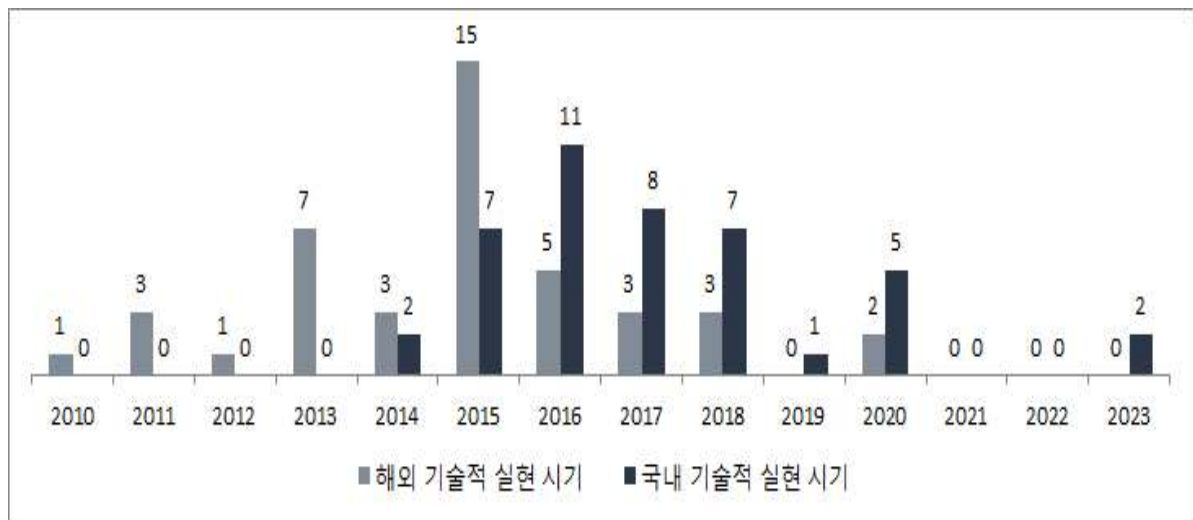
(3) 기술예측조사 결과의 활용

- ‘기술적 실현시기’는 해당 기술개발 아이템이 연구실 수준에서 개발이 완료되는 시기를 의미하므로 해당 기술개발 아이템의 목표달성 시점으로 반영함
- ‘사회경제적 실현시기’는 개발된 기술이 현장에 적용되는 시기를 의미하므로 해당기술개발 아이템의 상용화 시기를 결정하는 데 활용함
 - ‘기술적 실현시기’에 대한 세계 시기와 국내 시기와의 격차는 기술수준에 대한 격차로 해석할 수 있으며, 이는 해당과제에 대한 추진전략 설정에 활용하였음
 - ‘기술적 실현시기’와 ‘사회경제적 실현시기’와의 격차는 실용화 능력 혹은 사회적 수용성에 대한 대리지표의 의미로 검토하였음

나. 기술예측조사 결과

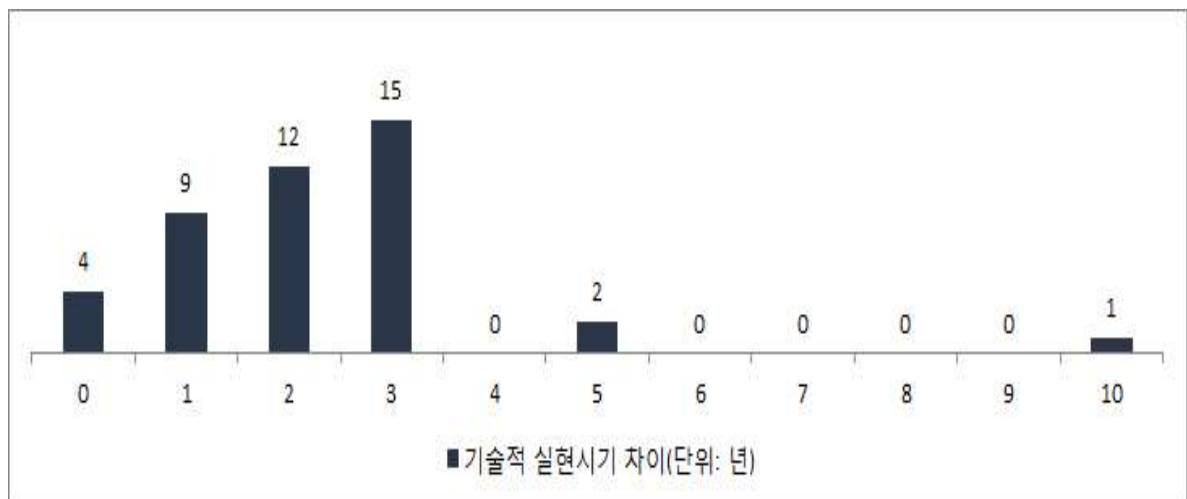
(1) 기술적 실현시기

- 국내외 기술적 실현시기를 비교한 결과 기술아이템의 기술적 실현시기는 국내보다 해외가 빠른 것으로 나타남
 - 국내의 경우 2014년에서 2020년 사이에 95%가 분포하는 반면 해외의 경우는 2010년에서 2018년 사이에 95%가 분포하는 것으로 조사됨
 - 전반적으로 국내 기술적 실현시기가 해외 기술적 실현시기보다 늦게 나타난 것은 국내 기술 수준이 해외에 비하여 상대적으로 낮은 것을 의미하며 국내 관련 기술력 확보를 위하여 적극적 투자가 필요함을 시사하는 것임



〈그림 2-48〉 기술적 실현시기의 분포

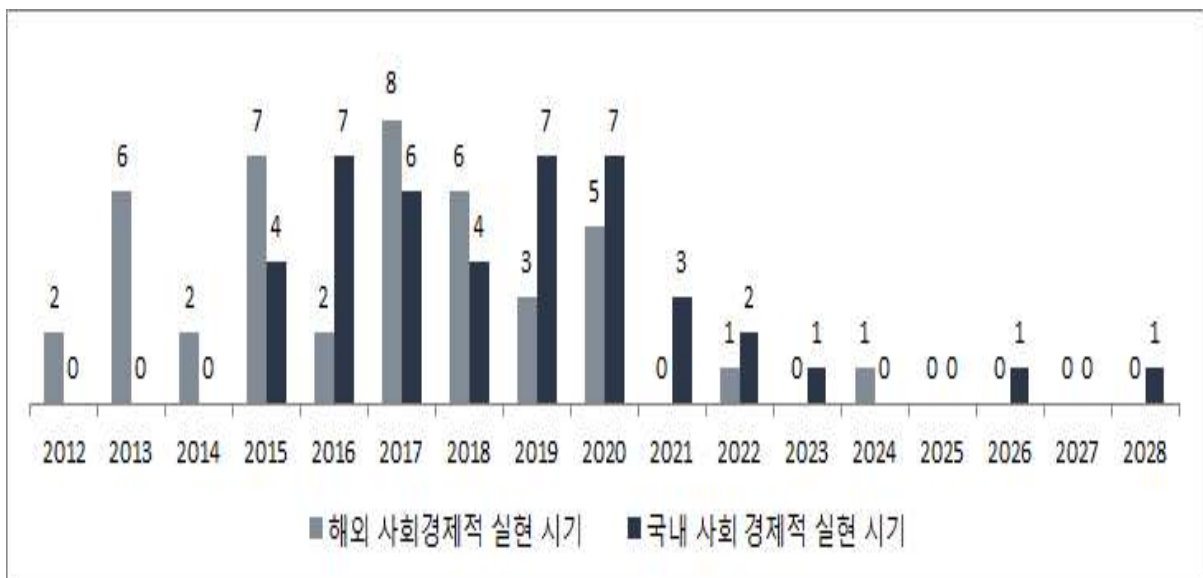
- 국내외 기술적 실현시기의 격차 분석 결과, 기술아이템의 기술적 실현시기는 주로 0~3년 (70%)의 격차가 발생하는 것으로 조사됨



〈그림 2-49〉 기술적 실현시기의 국내·외 격차(년)

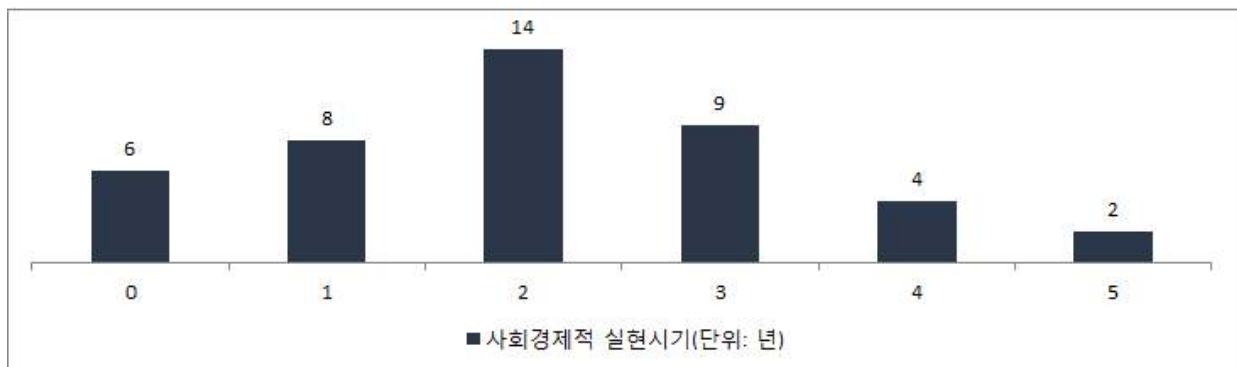
(2) 사회 경제적 실현시기

- 국내외 사회 경제적 실현시기를 비교한 결과 기술아이템의 사회 경제적 실현시기는 국내보다 해외가 빠른 것으로 나타남
 - 국내의 경우 2015년에서 2021년 사이에 89%가 분포하는 반면 해외의 경우는 2012년에서 2020년 사이에 93%가 분포하는 것으로 조사됨
 - 법, 제도, 국가경제상황 등 기술의 실용화에 영향을 미치는 사회경제적 요소들이 국내 관련 기술력보다 빠르게 발전하는 것을 의미하는 것으로 기술개발 투자의 필요성이 높아지고 있는 것을 시사함



〈그림 2-50〉 사회경제적 실현시기의 분포

- 국내외 사회 경제적 실현시기의 격차 분석 결과, 기술아이템의 기술적 실현시기는 주로 0~4년 (95%)의 격차가 발생하는 것으로 조사되어, 기술적 실현시기 격차보다는 넓은 분포를 가지는 것으로 나타남



〈그림 2-51〉 사회경제적 실현시기의 국내외 격차(년)

〈표 2-20〉 기술예측조사 결과

(단위: 연도)

번호	예측기술명	기술적 실현시기		사회/경제적 실현시기	
		세계	국내	세계	국내
1	Captive-rider를 위한 전략적 대피 기술	14	16	12	15
2	재난 시 도로망 제어 및 교통대란 방지 기술	13	15	15	16
3	재난 시 위험물 처리 기술 및 의사결정 시스템 구축	14	15	15	16
4	시뮬레이션 기반 재난 재해 유형별 도로망 영향 예측 및 평가 기술	12	15	15	17
5	도로망재난관리프로세스	13	15	15	16
6	재난 시 임시대중교통 서비스 결성 및 제공기술	14	15	15	16
7	교통취약상황 극복을 위한 사이버 도로 운행 지원 기술	16	17	19	20
8	후방산란방식의 (소형) 보급형 시정계	15	17	17	19
9	보급형 안개 경고등	15	18	18	19
10	차량 통과 유무 보급형 레이더 감지기	16	16	17	17
11	보급형 안개 경고시스템	16	17	20	22
12	시인성 향상 가변제한속도(VSL) 표시부 개발	15	15	15	15
13	VSL 내부 탑재용 보급형 기상 감지기(시정/강우/강설/바람 복합 센서)	15	17	16	18
14	보급형 기상감지기 탑재 능동형 가변제한속도표시 시스템	15	17	17	19
15	안개지역 차량 경고용 I2V 표준화 및 관련 기술 개발	15	18	18	21
16	차내 OBU를 통한 음성 및 화면 경고 표출장치 개발	15	16	19	21
17	시정거리별 자동 휘도 조절용 차량 후미등 개발	15	18	20	20
18	안개발생시 시정한계 극복을 위한 도로선형정보 제공 기술	17	17	19	20
19	저비용GNSS기반의 안개인식 및 네트기반의 안개저감기술	18	19	20	21
20	도로의 안개지역 판단기술 개발	18	20	18	20
21	비상상황 대응을 위한 신호체계 향상 기술	15	18	17	19
22	회차 및 진입통제 자동화 기술	13	16	15	20
23	기·종점간 운전자 경로자료 수집 및 처리 기술 개발	17	18	17	20
24	운전자의 경로 선택·변경·정보 수용 형태 분석 및 경로변경 예측 기술 개발	18	20	20	23
25	재난·재해 유형에 따른 교통망 영향 추정 기술개발	15	18	16	19
26	정보제공수단에 최적화된 맞춤형 교통정보 제공 기술 개발	15	16	17	19
27	갓길제어를 포함한 차로제어 기술 개발	15	16	17	19
28	긴급제설장비	11	14	13	16
29	노면적설수거장비	13	16	13	17
30	제설제설포 무선 제어 시스템	11	16	14	18
31	이동식 적설 용설 용해 장비	11	14	13	15
32	보급형 노면센서 기술	13	16	13	16
33	노면상태감지기술	13	16	13	16
34	노면상태초단기예측 기술	15	20	20	22
35	도로기상정보 취득 및 실시간 전송 기술	10	20	12	17
36	노면상태에 따른 권장 제설제 살포량 정보 제공 기술	13	15	13	15
37	노면 결빙점 예측 기술	20	23	22	26
38	도로기상장비 통합 기술	20	23	24	28
39	적외선 방식의 강설유무 감지 기술	17	20	18	18
40	대기 기상정보와 도로기상정보의 통합기술	15	17	18	18
41	차량의 외기온도 수집 및 활용 기술	15	17	14	17
42	도로기상예측기반 운전자 Warning 시스템	16	16	17	17
43	강설 시 교통류 시뮬레이션 기술	16	18	18	20

다. 기술수준 조사 결과

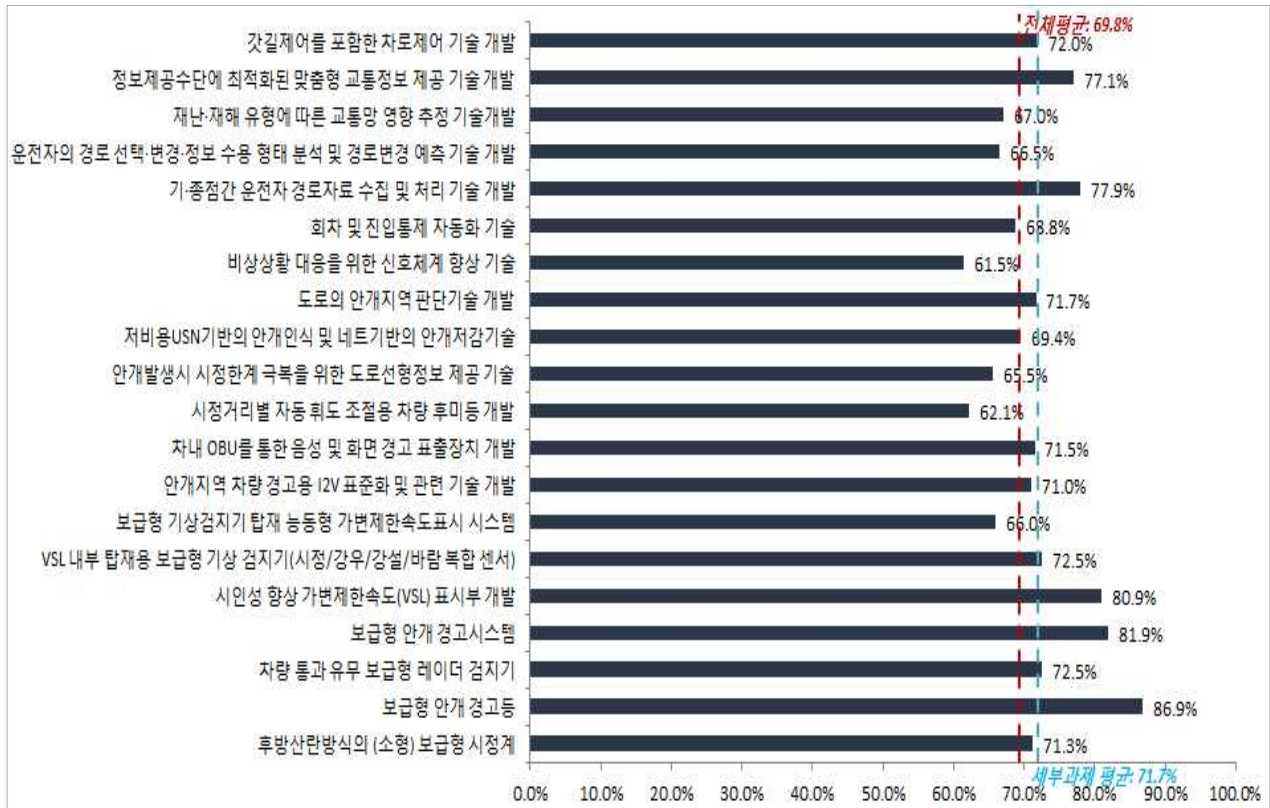
(1) 국내 기술수준

- 개별 기술개발아이템의 기술수준분석 결과는 기술예측조사에서 분석한 기술의 기술적/사회경제적 실현시기와 기술개발 아이템 관련 기술/시장/정책 동향조사 및 환경 분석 결과와 더불어 기술개발 필요성 및 기술개발 우선순위 판단에 기초자료로 활용
- 재난·재해 시 교통상황 시나리오 추정 및 평가 분야의 기술수준은 70.3%로 전체 43개 기술개발아이템의 평균 기술수준인 69.8%보다 높음
 - 재난·재해 시 교통상황 시나리오 추정 및 평가 분야에서 기술수준이 높은 기술개발아이템은 ‘재난 시 임시 대중교통 서비스 결성 및 제공기술’, ‘도로망 재난관리 프로세스’, ‘재난 시 위험물 처리기술 및 의사결정 시스템 구축’, ‘재난 시 도로망 제어 및 교통대란 방지 기술’ 임
 - 재난·재해 시 교통상황 시나리오 추정 및 평가 분야에서 기술수준이 낮은 기술개발아이템은 ‘교통취약상황 극복을 위한 사이버 도로 운행 지원 기술’, ‘시물레이션 기반 재난 재해 유형별 도로망 영향 예측 및 평가 기술’임



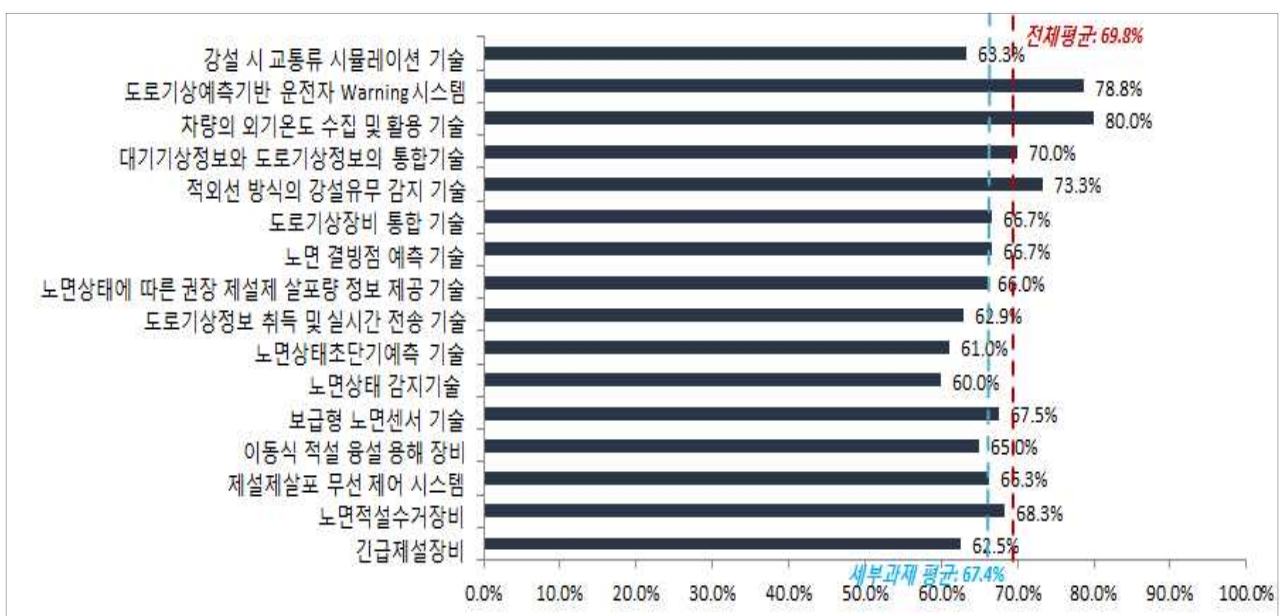
〈그림 2-52〉 재난·재해 시 교통상황 시나리오 추정 및 평가분야 최고기술국 대비 기술수준(%)

- 재난·재해 시 교통 처리 기술 분야의 기술수준은 71.7%로 전체 43개 기술개발아이템의 평균 기술수준인 69.8%보다 높은 것으로 나타남
 - 재난·재해 시 교통운영분야에서 기술수준이 높은 기술개발아이템은 ‘정보제공수단에 최적화된 맞춤형 교통정보 제공 기술개발’, ‘기종점간 운전자 경로자료 수집 및 처리 기술 개발’, ‘보급형 안개 경고시스템’, ‘보급형 안개경고등’, ‘시인성 향상 가변제한속도 표시부 개발’ 등임
 - 재난·재해 시 교통운영분야에서 기술수준이 낮은 기술개발아이템은 ‘비상상황 대응을 위한 신호체계 향상 기술’, ‘안개발생시 시정한계 극복을 위한 도로선형 정보 제공기술’, ‘보급형 기상 검지기 탑재 능동형 가변제한속도표시 시스템’, ‘운전자의 경로 선택변경정보 수용 형태 분석 및 경로변경 예측기술개발’ 등임



〈그림 2-53〉 재난·재해 시 교통운영분야의 최고기술보유국 대비 기술수준(%)

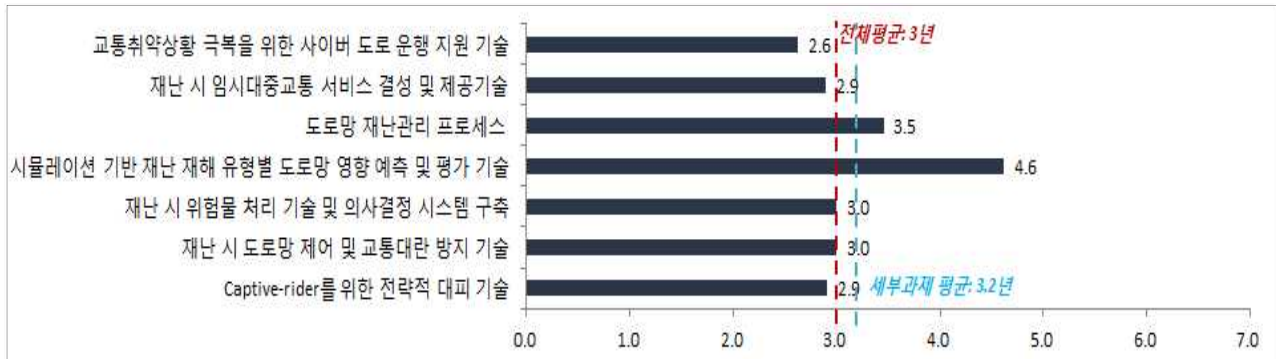
- 설해 대응 첨단 제설관리 기술분야의 기술수준은 67.4%로 전체 43개 기술개발아이템의 평균 기술수준인 69.8%보다 낮은 것으로 나타남
 - 설해 대응 첨단 제설관리 기술분야에서 기술수준이 높은 기술개발아이템은 ‘차량의 외기온도 수집 및 활용기술’, ‘도로기상예측기반 운전자 Warning시스템’ 등임
 - 설해 대응 첨단 제설관리 기술분야에서 기술수준이 낮은 기술개발아이템은 ‘노면 상태 감지기술’, ‘노면상태 초단기 예측 기술’, ‘긴급제설장비’ 등임



〈그림 2-54〉 설해 대응 첨단 제설관리 기술분야의 최고기술보유국 대비 기술수준(%)

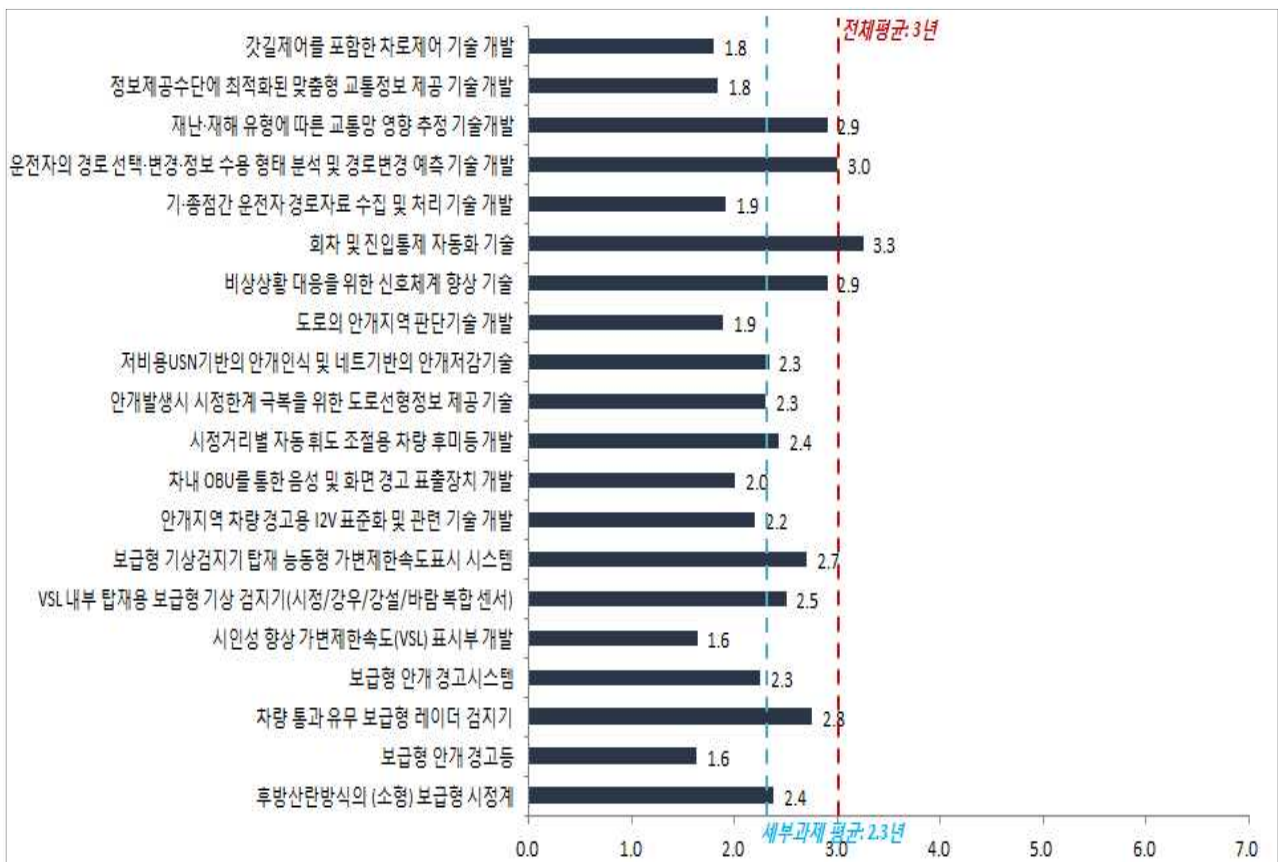
(2) 국내외 기술격차(연도)

- 재난·재해 시 교통상황 시나리오 추정 및 평가 분야의 최고기술보유국 대비 격차는 3.2년으로 전체 43개 기술개발아이템의 평균 격차인 3.0년과 유사한 것으로 나타남
- 국내외 기술격차가 큰 기술개발아이템은 ‘시물레이션 기반 재난 재해 유형별 도로망 영향 예측 및 평가기술’(4.6년)임



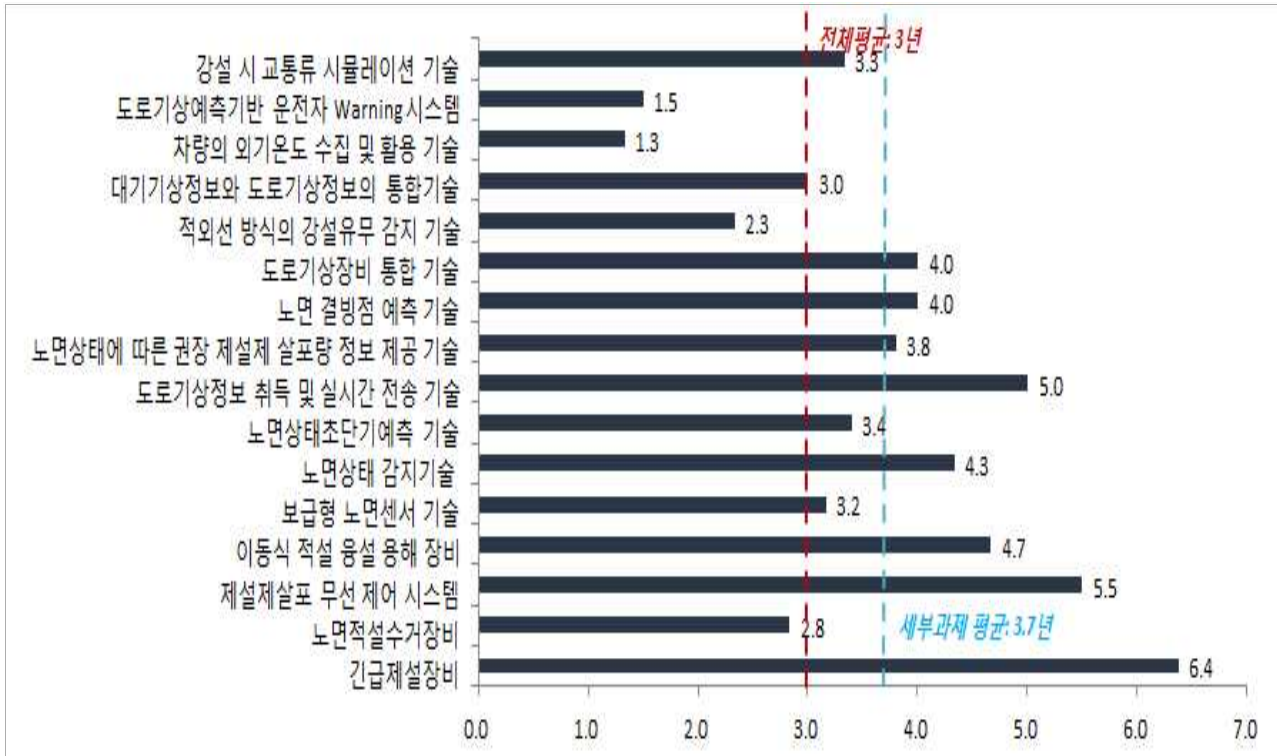
〈그림 2-55〉 재난·재해 시 교통상황 시나리오 추정 및 평가분야의 최고기술보유국 대비 격차(년)

- 재난·재해 시 교통 처리 기술분야의 최고기술보유국 대비 격차는 2.3년으로 전체 43개 기술개발아이템의 평균 격차인 3년보다 적은 것으로 나타남
- 국내외 기술격차가 큰 기술개발아이템은 ‘회차 및 진입 자동화 기술’(3.3년)임



〈그림 2-56〉 재난·재해 시 교통운영분야의 최고기술보유국 대비 격차(년)

- 설해 대응 첨단 제설관리 기술분야의 기술수준은 최고기술보유국 대비 격차는 3.7년으로 전체 43개 기술개발아이템의 평균 격차인 3년보다 큰 것으로 나타남
- 국내외 기술격차가 큰 기술개발아이템은 ‘긴급 제설장비’(6.4년), ‘제설제 살포 무선 제어 시스템’(5.5년), ‘도로기상정보 취득 및 실시간 전송기술’(5.0년) 등임



〈그림 2-57〉 설해 대응 첨단 제설관리 기술분야의 최고기술보유국 대비 격차(년)

(3) 기술격차 추세

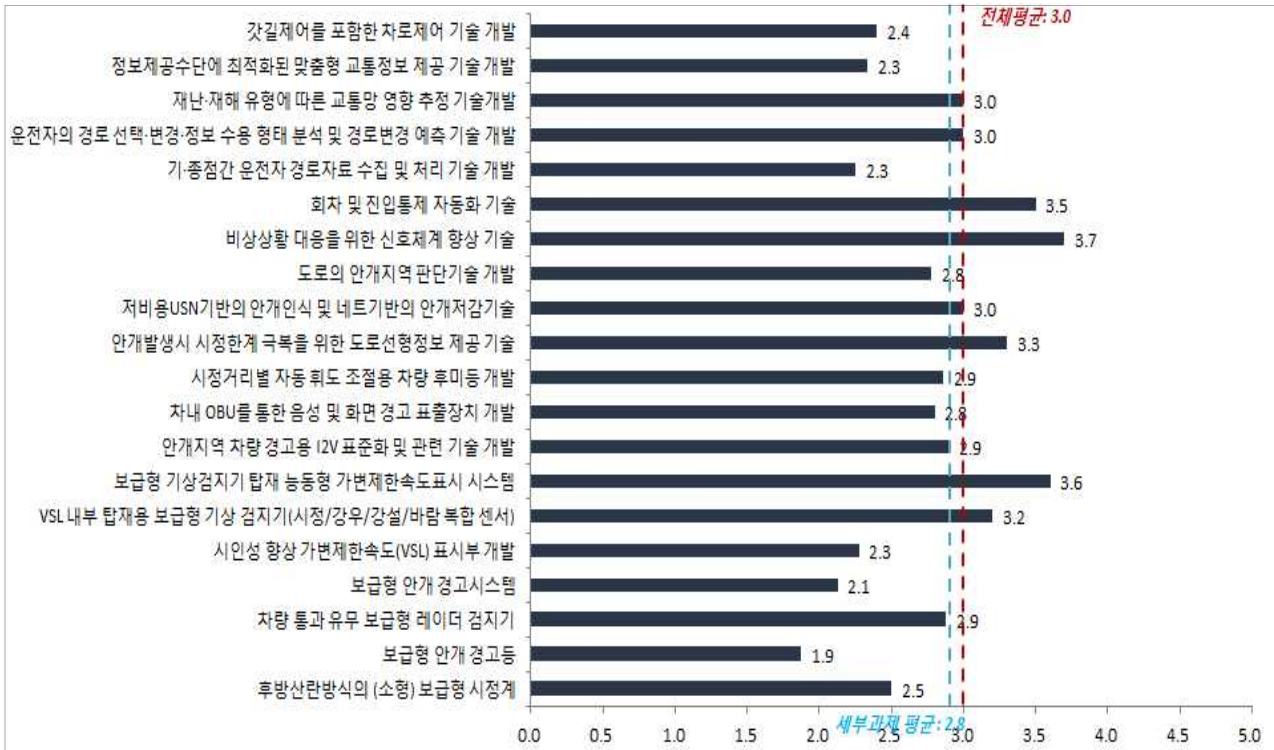
- 재난·재해 시 교통상황 시나리오 추정 및 평가 분야의 기술격차추세는 3.1점으로 격차가 유지 또는 증가 있는 것으로 나타났으며 전체 43개 기술개발아이템의 평균 기술격차추세인 3.0점보다 높은 수준임³⁾



〈그림 2-58〉 재난·재해 시 교통상황 시나리오 추정 및 평가분야의 기술격차추세

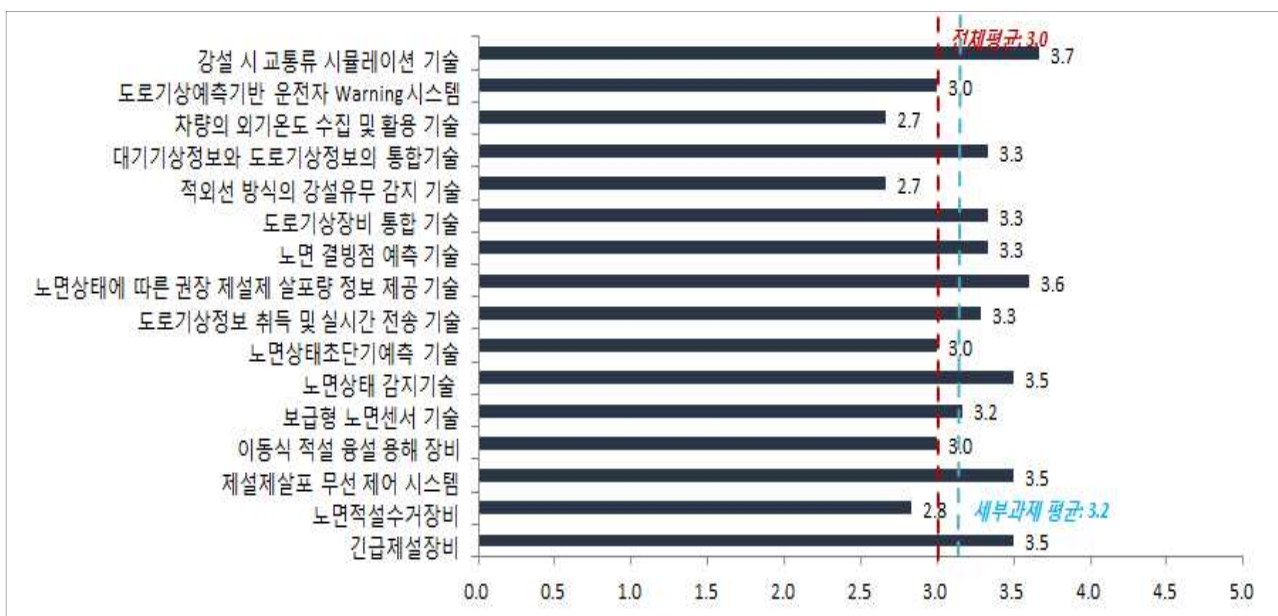
3) 척도기준 5점: 기술격차가 빠르게 확대 중, 4점: 기술격차가 확대 중, 3점: 현재 격차 유지, 2점: 기술격차가 축소 중, 1점: 기술격차가 매우 빠르게 축소 중

- 재난·재해 시 교통 처리 기술분야의 기술격차추세는 2.8점으로 기술격차가 현행유지 또는 축소되고 있는 것으로 나타났으며 전체 43개 기술개발아이템의 평균 기술격차추세인 3.0점보다 낮은 수준임



〈그림 2-59〉 재난·재해 시 교통운영분야의 기술격차추세

- 설해 대응 첨단 제설관리 기술분야의 기술격차추세는 3.2점으로 기술격차가 현행유지 또는 증가하고 있는 것으로 나타났으며 전체 43개 기술개발아이템의 평균 기술격차추세인 3.0점보다 높은 수준임



〈그림 2-60〉 설해 대응 첨단 제설관리 기술분야의 기술격차추세

〈표 2-21〉 기술수준조사 결과

제안기술명	우리나라기술수준(%)	기술격차(년)	기술격차추세
Captive-rider를 위한 전략적 대피 기술	70.9%	2.9	2.9
재난 시 도로망 제어 및 교통대란 방지 기술	72.1%	3.0	3.2
재난 시 위험물 처리 기술 및 의사결정 시스템 구축	72.8%	3.0	2.9
시뮬레이션 기반 재난 재해 유형별 도로망 영향 예측 및 평가 기술	66.2%	4.6	3.7
도로망재난관리프로세스	71.8%	3.5	3.0
재난 시 임시대중교통 서비스 결성 및 제공기술	72.3%	2.9	2.7
교통취약상황 극복을 위한 사이버 도로 운행 지원 기술	66.3%	2.6	3.1
후방산란방식의 (소형) 보급형 시정계	71.3%	2.4	2.5
보급형 안개 경고등	86.9%	1.6	1.9
차량 통과 유무 보급형 레이더 검지기	72.5%	2.8	2.9
보급형 안개 경고시스템	81.9%	2.3	2.1
시인성 향상 가변제한속도(VSL) 표시부 개발	80.9%	1.6	2.3
VSL 내부 탑재용 보급형 기상 검지기(시정/강우/강설/바람 복합 센서)	72.5%	2.5	3.2
보급형 기상검지기 탑재 능동형 가변제한속도표시 시스템	66.0%	2.7	3.6
안개지역 차량 경고용 I2V 표준화 및 관련 기술 개발	71.0%	2.2	2.9
차내 OBU를 통한 음성 및 화면 경고 표출장치 개발	71.5%	2.0	2.8
시정거리별 자동 휘도 조절용 차량 후미등 개발	62.1%	2.4	2.9
안개발생시 시정하계 극복을 위한 도로선형정보 제공 기술	65.5%	2.3	3.3
저비용USN기반의 안개인식 및 네트기반의 안개저감기술	69.4%	2.3	3.0
도로의 안개지역 판단기술 개발	71.7%	1.9	2.8
비상상황 대응을 위한 신호체계 향상 기술	61.5%	2.9	3.7
회차 및 진입통제 자동화 기술	68.8%	3.3	3.5
기·중점간 운전자 경로자료 수집 및 처리 기술 개발	77.9%	1.9	2.3
운전자의 경로 선택·변경·정보 수용 형태 분석 및 경로변경 예측 기술 개발	66.5%	3.0	3.0
재난·재해 유형에 따른 교통망 영향 추정 기술개발	67.0%	2.9	3.0
정보제공수단에 최적화된 맞춤형 교통정보 제공 기술 개발	77.1%	1.8	2.3
갓길제어를 포함한 차로제어 기술 개발	72.0%	1.8	2.4
긴급제설장비	62.5%	6.4	3.5
노면적설수거장비	68.3%	2.8	2.8
제설제설포 무선 제어 시스템	66.3%	5.5	3.5
이동식 적설 융설 용해 장비	65.0%	4.7	3.0
보급형 노면센서 기술	67.5%	3.2	3.2
노면상태감지기술	60.0%	4.3	3.5
노면상태초단기예측 기술	61.0%	3.4	3.0
도로기상정보 취득 및 실시간 전송 기술	62.9%	5.0	3.3
노면상태에 따른 권장 제설제 살포량 정보 제공 기술	66.0%	3.8	3.6
노면 결빙점 예측 기술	66.7%	4.0	3.3
도로기상장비 통합 기술	66.7%	4.0	3.3
적외선 방식의 강설유무 감지 기술	73.3%	2.3	2.7
대기기상정보와 도로기상정보의 통합기술	70.0%	3.0	3.3
차량의 외기온도 수집 및 활용 기술	80.0%	1.3	2.7
도로기상예측기반 운전자 Warning 시스템	78.8%	1.5	3.0
강설 시 교통류 시뮬레이션 기술	63.3%	3.3	3.7
평균	69.8%	3.0	3.0

3. 우선순위 평가

가. 우선순위 평가의 개요

- 43개 기술개발 아이টে을 대상으로 내·외부 기술전문가 대상 설문조사를 실시하여 기술의 우선순위를 평가함

나. 우선순위 평가 방법

- 조사대상 : 산학연 관련 전문가
- 조사방법 : 워크숍을 통한 설문조사
- 조사항목 : 기술개발의 시급성, 기술의 핵심성, 경제사회적 기대효과
- 평가방법
 - 조사항목별로 5점 척도^{주)}로 점수를 부여
주) 매우 높음 : 5점, 높음 : 4점, 보통 : 3점, 낮음 : 2점, 매우 낮음 : 1점
 - 조사항목별 가중치는 동일하게 부여

〈표 2-22〉 우선순위 평가항목 및 내용

구분	내용
기술개발의 시급성	· 해당기술이 과학기술적으로 적정 기술수준을 구현해야만 하는 시기의 급함 정도
기술의 핵심성	· 해당기술의 과학기술적 중요도 정도
경제사회적 기대효과	· 해당기술이 새로운 산업을 창출할 가능성, 관련 시장의 규모 확대 가능성, 복지증진, 편의증진 등 국민의 삶의 질 개선에 기여하는 정도

다. 우선순위 평가 결과

〈표 2-23〉 기술개발 아이টে의 우선순위 평가결과

No	제안기술명	기술개발 시급성	기술 핵심성	경제사회적 기대효과	평균 (기술의 중요도)	우선순위
1-1	Captive-rider를 위한 전략적 대피 기술	3.5	3.3	3.9	3.6	28
1-2	재난 시 도로망 제어 및 교통대란 방지 기술	3.8	3.4	4.0	3.7	19
1-3	재난 시 위험물 처리 기술 및 의사결정 시스템 구축	3.8	3.5	3.8	3.7	21
1-4	시뮬레이션 기반 재난 재해 유형별 도로망 영향 예측 및 평가 기술	4.2	3.9	4.2	4.1	5
1-5	도로망재난관리프로세스	3.9	3.2	4.0	3.7	22
1-6	재난 시 임시대중교통 서비스 결성 및 제공기술	3.6	3.3	4.0	3.6	25

No	제안기술명	기술개발 시급성	기술 핵심성	경제사회적 기대효과	평균 (기술의 중요도)	우선순위
1-7	교통취약상황 극복을 위한 사이버 도로 운행 지원 기술	3.1	3.1	3.2	3.1	42
2-1	후방산란방식의 (소형) 보급형 시정계	3.7	3.2	3.8	3.6	30
2-2	보급형 안개 경고등	3.3	3.4	3.6	3.4	33
2-3	차량 통과 유무 보급형 레이더 검지기	3.1	3.3	3.2	3.2	40
2-4	보급형 안개 경고시스템	3.0	3.3	3.4	3.3	39
2-5	시인성 향상 가변제한속도(VSL) 표시부 개발	3.6	3.8	4.1	3.8	14
2-6	VSL 내부 탑재용 보급형 기상 검지기(시정/강우/강설/바람 복합 센서)	3.8	3.9	4.1	3.9	8
2-7	보급형 기상검지기 탑재 능동형 가변제한속도표시 시스템	3.8	4.0	3.8	3.9	12
2-8	안개지역 차량 경고용 12V 표준화 및 관련 기술 개발	3.7	3.6	3.9	3.7	20
2-9	차내 OBU를 통한 음성 및 화면 경고 표출장치 개발	3.6	3.6	3.8	3.6	24
2-10	시정거리별 자동 휘도 조절용 차량 후미등 개발	3.1	2.8	3.4	3.1	43
2-11	안개발생시 시정하계 극복을 위한 도로선형정보 제공 기술	3.6	4.1	3.6	3.8	17
2-12	저비용LIDAR기반의 안개인식 및 네트기반의 안개저감기술	3.3	3.5	4.0	3.6	27
2-13	도로의 안개지역 판단기술 개발	3.4	3.6	3.7	3.6	29
2-14	비상상황 대응을 위한 신호체계 향상 기술	4.4	4.4	4.4	4.3	3
2-15	회차 및 진입통제 자동화 기술	4.1	4.0	4.2	4.1	4
2-16	기·중점간 운전자 경로자료 수집 및 처리 기술 개발	3.8	3.8	4.2	3.9	9
2-17	운전자의 경로 선택·변경·정보 수용 형태 분석 및 경로변경 예측 기술 개발	3.8	3.8	3.9	3.8	13
2-18	재난·재해 유형에 따른 교통망 영향 추정 기술개발	3.6	3.7	4.1	3.8	15
2-19	정보제공수단에 최적화된 맞춤형 교통정보 제공 기술 개발	3.6	3.8	4.4	3.9	10
2-20	갓길제어를 포함한 차로제어 기술 개발	3.2	3.1	3.3	3.2	41
3-1	긴급제설장비	4.4	4.2	4.6	4.4	1
3-2	노면적설수거장비	3.3	3.4	3.6	3.4	34
3-3	제설제설포 무선 제어 시스템	4.3	4.4	4.3	4.4	2
3-4	이동식 적설 융설 용해 장비	3.4	3.7	3.8	3.6	26
3-5	보급형 노면센서 기술	3.4	3.6	3.3	3.4	35
3-6	노면상태감지기술	3.6	4.2	4.1	4.0	7
3-7	노면상태초단기예측 기술	3.6	4.1	3.9	3.9	11
3-8	도로기상정보 취득 및 실시간 전송 기술	3.9	4.2	4.1	4.1	6
3-9	노면상태에 따른 권장 제설제 살포량 정보 제공 기술	3.2	3.7	3.2	3.3	38
3-10	노면 결빙점 예측 기술	3.4	3.8	3.8	3.7	23
3-11	도로기상장비 통합 기술	3.2	3.4	3.8	3.5	32
3-12	적외선 방식의 강설유무 감지 기술	3.3	3.5	3.5	3.4	36
3-13	대기 기상정보와 도로기상정보의 통합기술	3.4	4.0	3.8	3.7	18
3-14	차량의 외기온도 수집 및 활용 기술	3.6	4.0	3.8	3.8	16
3-15	도로기상예측기반 운전자 Warning 시스템	3.4	3.6	3.4	3.5	31
3-16	강설 시 교통류 시뮬레이션 기술	3.4	3.4	3.4	3.4	37

라. 기술의 중요도-기술수준 포트폴리오 분석

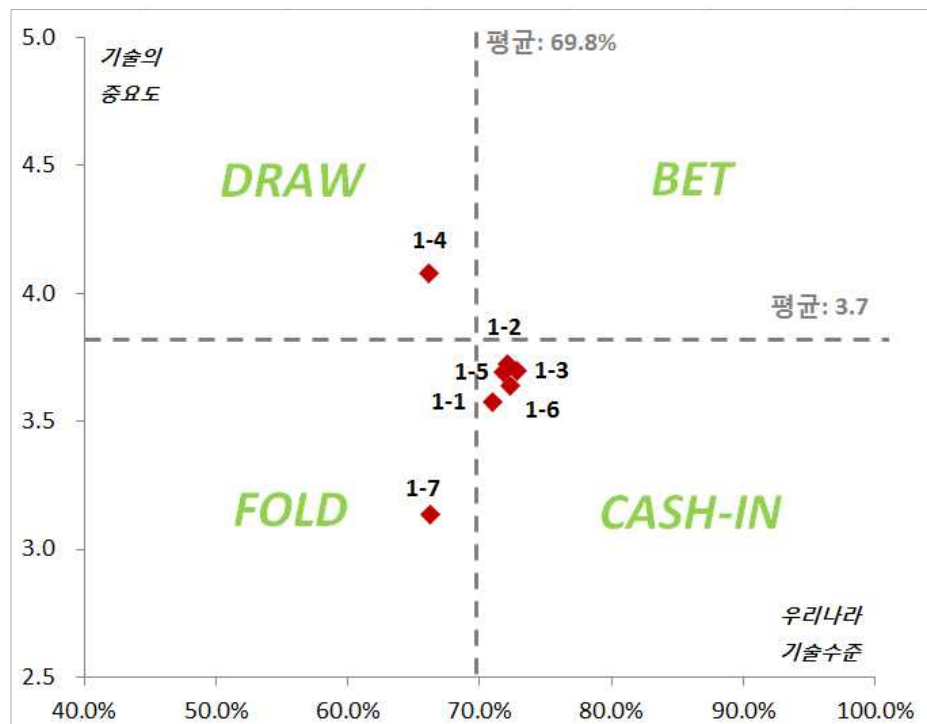
□ 기술수준 포트폴리오 분석 개념

: R&D 프로젝트의 전략적 방향설정 및 성과극대화의 도구로서, R&D 프로젝트 전체를 시장성, 기술성, 전략성 등 다양한 관점에서 분석하고 전체 프로젝트의 가치가 극대화될 수 있도록 유망 프로젝트에 자원을 배분하는 관리도구⁴⁾임. 본 장에서 활용하는 기술수준-기술중요도 포트폴리오는 Booz-Allen & Hamilton의 R&D 포트폴리오를 차용한 것임

□ 4분면별 전략은 기술 수준과 평균 중요도를 축으로 할 때 4분면을 생성

- Draw(1사분면) : 연구개발 재원의 확보여부에 따라 해당되는 기술에 대해 적극적 투자를 통해 Bet 영역으로 이동을 검토해야하는 영역
- Bet(2사분면) : 해당되는 기술에 대한 투자/육성을 통해 포지션을 유지하는 것이 요구되는 영역
- Fold(3사분면) : 기술개발의 포기를 고려해야 되는 영역
- Cash In(4사분면) : 해당되는 기술은 현금화(기술이전, 판매)가 요구되는 영역

(1) 재난·재해 시 교통상황 시나리오 추정 및 평가분야의 포트폴리오 분석 결과



〈그림 2-61〉재난·재해 시 교통상황 시나리오 추정 및 평가분야의 포트폴리오 분석결과

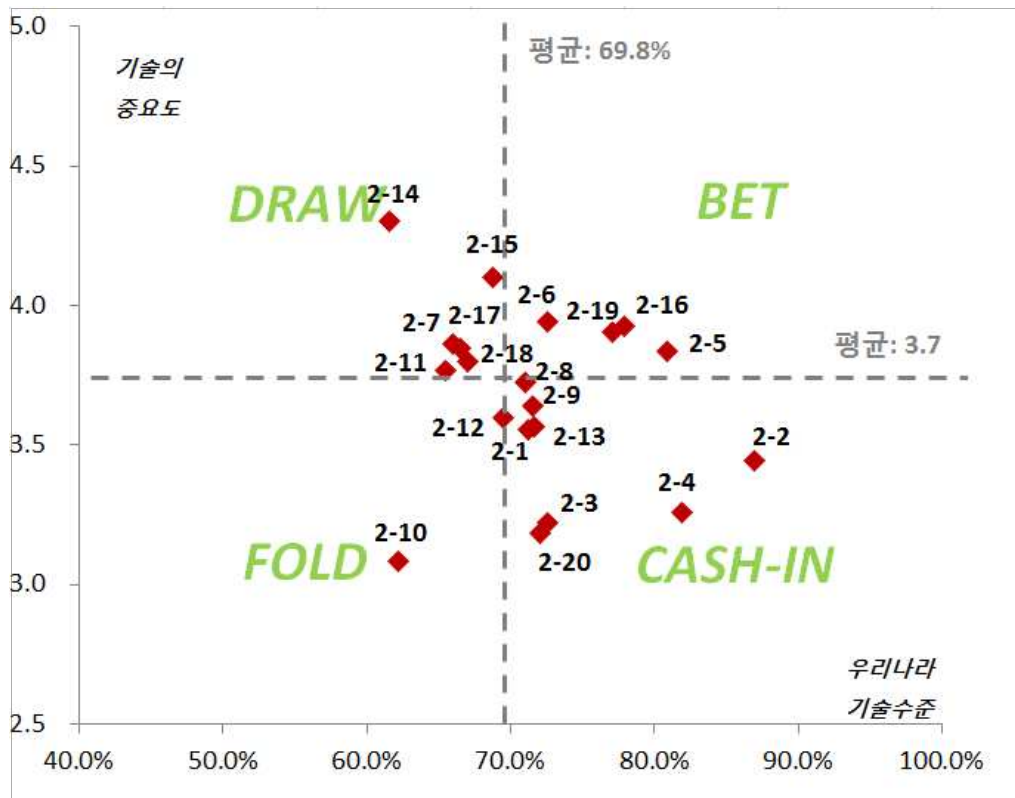
4) R&D Strategy And Organisation(Vittorio Chiesa), ADL 제3세대 R&D

〈표 2-24〉 재난·재해 시 교통상황 시나리오 추정 및 평가분야 Matching sheet

No	제안기술명
1-1	Captive-rider를 위한 전략적 대피 기술
1-2	재난 시 도로망 제어 및 교통대란 방지 기술
1-3	재난 시 위험물 처리 기술 및 의사결정 시스템 구축
1-4	시뮬레이션 기반 재난 재해 유형별 도로망 영향 예측 및 평가 기술
1-5	도로망재난관리프로세스
1-6	재난 시 임시대중교통 서비스 결성 및 제공기술
1-7	교통취약상황 극복을 위한 사이버 도로 운행 지원 기술

으로 표기된 기술개발 아이템은 포트폴리오에서 Bet, Draw 영역에 위치하는 기술임

(2) 재난·재해 시 교통 처리 기술분야의 포트폴리오 분석 결과



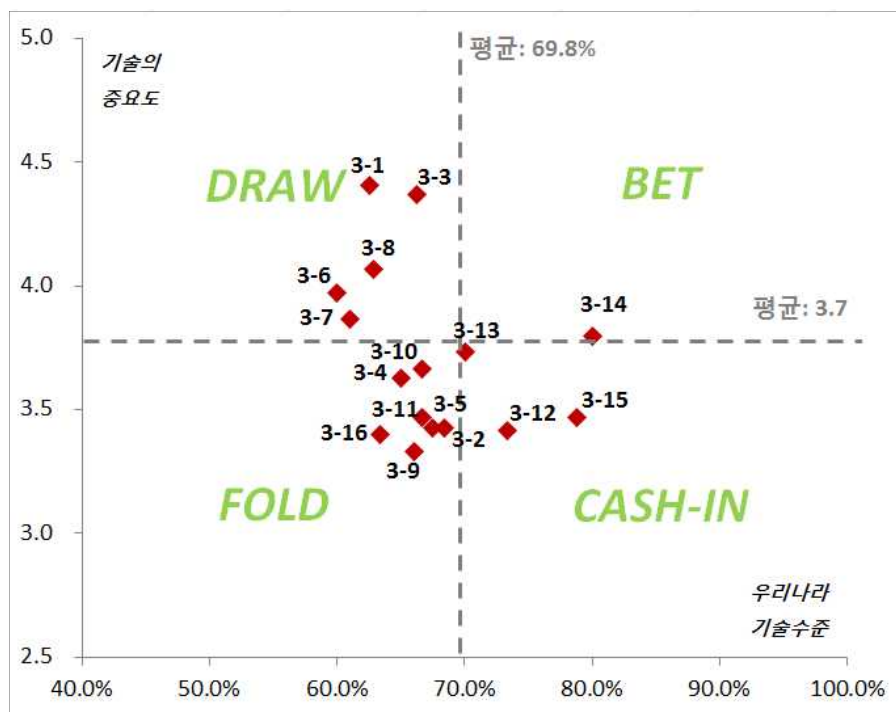
〈그림 2-62〉 재난·재해 시 교통운영분야의 포트폴리오 분석결과

〈표 2-25〉 재난·재해 시 교통 처리 기술 분야 Matching sheet

No	제안기술명
2-1	후방산란방식의 (소형) 보급형 시정계
2-2	보급형 안개 경고등
2-3	차량 통과 유무 보급형 레이더 검지기
2-4	보급형 안개 경고시스템
2-5	시인성 향상 가변제한속도(VSL) 표시부 개발
2-6	VSL 내부 탑재용 보급형 기상 검지기(시정/강우/강설/바람 복합 센서)
2-7	보급형 기상검지기 탑재 능동형 가변제한속도표시 시스템
2-8	안개지역 차량 경고용 I2V 표준화 및 관련 기술 개발
2-9	차내 OBU를 통한 음성 및 화면 경고 표출장치 개발
2-10	시정거리별 자동 휘도 조절용 차량 후미등 개발
2-11	안개발생시 시정한계 극복을 위한 도로선행정보 제공 기술
2-12	저비용센서기반의 안개인식 및 네트워크 기반의 안개저감기술
2-13	도로의 안개지역 판단기술 개발
2-14	비상상황 대응을 위한 신호체계 향상 기술
2-15	회차 및 진입통제 자동화 기술
2-16	기·중점간 운전자 경로자료 수집 및 처리 기술 개발
2-17	운전자의 경로 선택·변경·정보 수용 형태 분석 및 경로변경 예측 기술 개발
2-18	재난·재해 유형에 따른 교통망 영향 추정 기술개발
2-19	정보제공수단에 최적화된 맞춤형 교통정보 제공 기술 개발
2-20	갓길제어를 포함한 차로제어 기술 개발

으로 표기된 기술개발 아이템은 포트폴리오에서 Bet, Draw 영역에 위치하는 기술임

(3) 설해 대응 첨단 제설 관리 기술분야의 포트폴리오 분석 결과



〈그림 2-63〉 설해 대응 첨단 제설관리 기술분야의 포트폴리오 분석결과

〈표 2-26〉 설해 대응 첨단 제설 관리 기술분야 Matching sheet

No	제안기술명
3-1	긴급제설장비
3-2	노면적설수거장비
3-3	제설제설포 무선 제어 시스템
3-4	이동식 적설 융설 용해 장비
3-5	보급형 노면센서 기술
3-6	노면상태감지기술
3-7	노면상태초단기예측 기술
3-8	도로기상정보 취득 및 실시간 전송 기술
3-9	노면상태에 따른 권장 제설제 살포량 정보 제공 기술
3-10	노면 결빙점 예측 기술
3-11	도로기상장비 통합 기술
3-12	적외선 방식의 강설유무 감지 기술
3-13	대기기상정보와 도로기상정보의 통합기술
3-14	차량의 외기온도 수집 및 활용 기술
3-15	도로기상예측기반 운전자 Warning 시스템
3-16	강설 시 교통류 시뮬레이션 기술

 으로 표기된 기술개발 아이템은 포트폴리오에서 Bet, Draw 영역에 위치하는 기술임

제7절 종합분석

1. 국내·외 기술 동향 및 환경 분석 종합 정리

- 전 세계적으로 경험하고 있는 기상이변에 따른 다양한 형태의 자연재해 및 인적·사회적 요인에 따른 재난 발생 빈도 및 발생 가능성 그리고 이에 따른 파급효과가 커짐에 따라 선진 외국에서는 이를 효과적으로 대응·처리·복구하기 위한 기술 개발을 이미 수년 전부터 시행하고 있음
- 또한, 기술적인 투자뿐만 아니라, 정보의 통합 운영, 주요 지휘체계 등의 변화 등 정책적인 지원을 균형 있게 수행하고 있음
- 재난·재해의 발생은 그 자체만으로도 사회적으로 많은 비용 (인프라 구축 및 복구비용 등)을 발생시키며, 특히, 사람과 화물 이동에 핵심적인 역할을 수행하고 있는 도로교통체계는 재난·재해 발생에 따른 취약성(Vulnerability)이 상대적으로 크기 때문에, 주기적으로 발생하는 재난에 대해 지속적인 피해(damage)를 입고 있음
- 국내에서 발생 가능한 재난에 따른 재해를 획기적으로 감소시키기 위해서는 앞 절에서 설명한 대로 선진국의 재난 대응 방향인 복원력을 갖춘 능동적인 대처가 반드시 필요함
- 국내 재난·재해에 대비한 대응 방식은 피해규모 최소화를 위한 취약성 보강과 진단이 주류를 이루고 있으나, 이러한 방식은 외부충격(재난)에 어느 정도 피해를 입었느냐에 따라 해당 시설의 취약성 정도를 진단하고 그에 대한 보강책을 마련하는 사후 반응적(Reactive) 방식이어서 잠재적인 피해를 획기적으로 감소하는 데는 한계가 있음
- 국내·외 정책 동향, 시장 동향, 기술 동향을 검토한 결과, 최근에는 재난·재해에 대한 예방적 인(Proactive) 시스템을 구축하는 방식으로 패러다임이 변하고 있고, 더 나아가 외부충격에 대해 시스템적으로 사전에 대응하는 사전조치(Precautinary) 방식으로까지 확장되고 있음
- 따라서 재난·재해 발생에 따른 도로망의 취약성 진단과 보강보다는 복원력(Resilience)에 목적을 둔 기술 개발이 필요한 시점임
- 또한, 도로교통체계는 주요 대피 및 우회 수단으로써 매우 유용하기 때문에, 그 역할과 기능을 극대화하는 기술 개발과 더불어 응용 기술의 현장 적용에 초점을 맞추어야 함
- 재난·재해 시 도로교통체계에 대한 피해감소와 재난·재해 유형에 따른 적절한 대피 기술개발은 전체적인 국가 방재 및 안보, 작게는 도로망의 효율성 및 안전성 확보에 매우 중요한 요소가 될 수 있음

〈표 2-27〉 재난·재해 대응에 대한 패러다임 변화

구분	과거	현재	미래
관심대상	위험 Hazard	취약성 Vulnerability	복원력 Resilience
대응양식	반응적 Reactive	예방적 Proactive	예방적·사전조치적 Proactive & Precautinary

- 해외 방재관련 선진국의 경우 재난발생에 대응하기 위한 사전 예방적(proactive)이고 능동적(active) 대응 방안 수립과 함께 재난·재해 발생 시 도로 네트워크에 미치는 전반적인 피해를 최소화하기 위한 개별 및 통합관리 관련 연구 규모를 지속적으로 증가하고 있음(FHWA, 2010)
- 국내의 경우도 '안전한 국토창출과 국민의 삶의 질 향상'을 국가 비전으로 제시하고 있으나, 재난·재해 발생 시 매우 중요한 대피 및 우회 수단인 도로망에 대한 피해를 사전에 예방하거나 예상되는 피해를 최소화하기 위해 필요한 관련 연구, 관리 및 전략 수립은 미흡함
- 강설 및 결빙에 대해서는 도로 기상정보 수집 한계로 인해 정확한 사전대응전략 수립이 어렵고 이에 따른 대응효과도 감소하고 있으며, 폭설로 인해 물리적인 통행이 차단되는 구간이 존재하게 됨
- 이외에도 도로망에 피해를 줄 수 있는 매우 다양한 형태의 재난에 대한 도로망 차원의 체계적인 대안 경로의 확보는 미흡하며, 현재는 단순 교통소통 정보 수준에 머물러 있음
- 이러한 문제를 해결하기 위해서는 정확한 정보 수집에 따른 사전 대응이 필수적이며, 동시에 지역 단위 대안 경로가 확보된 간선 도로망, 도로 유고 상황 정보 수집 및 적극적인 경로 유도 서비스, 유고상황 별 능동적 교통관리 시스템 구축이 필수적임

2. 사업 추진상의 위험요인 및 대응 방안

가. SWOT분석

- **강점(Strength) 및 약점(Weakness) 분석** : 타 국가 및 조직과 비교하여 상대적으로 우수하거나 부족한 부분을 제시함
 - 강점 및 약점은 '2. 동향조사 및 환경분석'에서 기술/특허/논문/인프라 분석결과를 내/외부 요인으로 구분하고 내부요인을 강점과 약점으로 다시 구분하여 리스트를 작성함
 - 강점 및 약점은 타국가 및 조직 대비 핵심경쟁력, 노하우, 자원, 전문 인력 등의 관점에서 정리할 수 있음
 - SWOT분석을 통한 전략의 도출은 비전 및 목표, 중점연구분야와 연계성이 확보되는 것이 필요하므로 강점 및 약점 요인은 기술분류체계에서 대분류 수준으로 작성하는 것이 필요함
- **기회(Opportunity) 및 위협(Threat) 분석** : 대외 환경변화로 인하여 새롭게 발생하는 기회요인 및 불안요인 등을 제시함
 - 기회 및 위협 요인은 '2. 동향조사 및 환경분석'에서 정책/시장/기술동향 분석결과를 내/외부 요인으로 구분하고 외부 요인을 기회와 위협 요인으로 구분하여 정리할 수 있음
 - 기회 및 위협 요인은 국가별 기술의 융합추세, 해외 주요국대비 정책적 장려정도, 국내외 기술수요 차이, 국가별 시장의 성장의 차이, 해외 주요국의 기술개발 전략 등의 관점에서 정리될 수 있음
 - SWOT분석을 통한 전략의 도출은 비전 및 목표, 연구단 세부과제 분야와 연계성이 확보되는 것이 필요함

□ 포지션별 전략 수립 : SO/WO/ST/WT의 포지션별 대응 전략을 수립

〈표 2-28〉 SWOT 분석

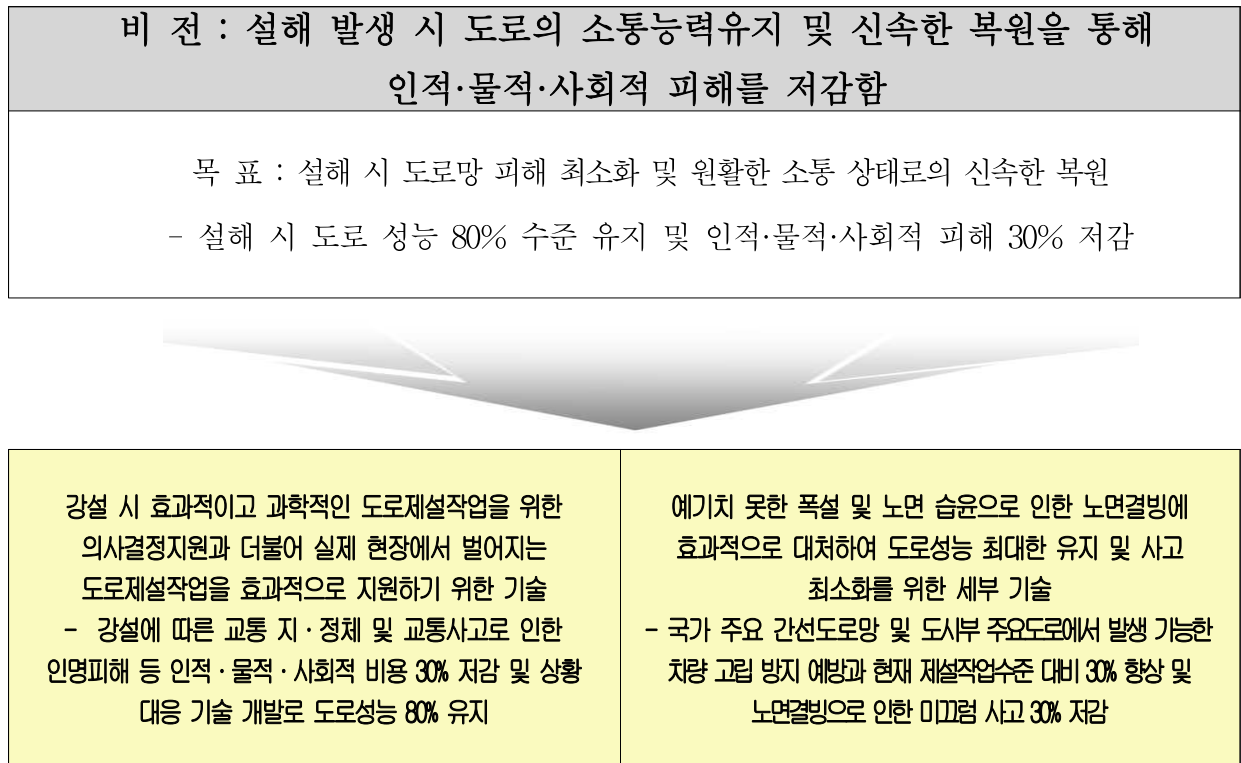
내부 환경 분석	【 강 점(S) 】 ·첨단기술과 도로성능에 초점을 맞춘 방재 기술의 시작 ·IT 등 융합기술의 개발 및 발전 ·역량 있는 도로교통 방재관련 분야 연구인력 확보 ·ITS 등 기존 교통관리기술과의 융합 및 발전 ·재난·재해에 강한 도로성능 개념의 도입 ·현실적인 교통방재시스템 구축을 통한 수요처 확보 ·재난·재해로 인한 피해를 줄일 수 있는 현실적인 대안 마련 ·“안전한 국토건설”이라는 강력한 국가정책의 뒷받침	【 약 점(W) 】 ·재난·재해에 대한 정량적인 도로망 피해액 집계 미흡 ·국내기술보다는 해외선진기술 선호 (센서 등) ·재난·재해 시스템에 대한 도로 교통 분야 활용 미흡 ·협소한 국내 재난·재해관련 시장규모 감소 ·기존 안전시설과 방재관련시설의 차이점 부각 미흡 ·원천기술개발보다는 응용기술분야에 주력해야하는 단점
	【 기 회(O) 】 ·기상이변 및 그에 따른 피해에 대한 국민적 관심 증가 ·재난·재해 시 대응 패러다임의 변화 (능동적 대응) ·과학적인 동절기 도로관리에 대한 관심 증가 ·악천후에 따른 맞춤형 속도제한 방법 개발 요구 ·재난유형에 따른 적정 대피 및 우회 정보 제공 필요성 (우면산 산사태 등) ·도로시설에 대한 효과적인 유지/관리 방안 강화 ·국가수준에 맞는 도로 인프라 구축의 필요성	【 위 험(T) 】 ·제도적 기반 및 산학연 협력체계 취약 ·재난·재해로 인한 도로망 피해 증가 및 대규모화 추세 ·석유가격 상승 ·교통방재에 대한 중요성 인식 부족 ·신방재기술에 대한 현장운영인력 및 교육 부족 ·원천기술 분야에 대한 미국과 유럽 등과의 큰 기술격차 ·방재관련 장비/시설 개발비용에 대한 효과 리스크

SO 전략	○ 재난·재해 유형에 따른 능동적 대처가 가능한 방재 시스템 구축 ○ 재난·재해 시 효율적인 대피 및 우회를 위한 융합 기술 개발 ○ 재난·재해에 대한 능동적인 핵심 응용 기술 개발 ○ 정부 녹색성장 정책을 지원하는 정책지원 시스템 구축 ○ IT 등 융합기술을 활용한 재난·재해 정보 전파 기술 개발	WO 전략	○ IT, 교통운영, 환경 및 기상 등의 융·복합 기술개발 추진 ○ 다양한 인적 인프라 활용 및 전문 인력 양성 기반 Open Innovation 전략 추진 ○ 국내외 전문가 협조 및 공동 연구를 통한 통합 방재시스템 구축 신기술 습득 ○ 재난·재해에 대한 도로망 피해를 최소화하기 위한 신속한 대응, 처리 단계에 맞는 종합적이고 체계적인 기술 개발
ST 전략	○ 도로교통분야에 적합한 방재기술 도입 및 실용화 전략 마련 ○ 현장 운영 및 적용을 위한 전문 인력 교육 및 양성 ○ 재난·재해 관련 개발을 통한 대외 경쟁력 강화 ○ 재난장비의 기술 및 인증 확보 ○ 재난·재해 R&D 사업에 대한 투자증대를 활용한 연구기반 확충 및 새로운 시장 개척	WT 전략	○ 수요처 환경에 맞는 시스템 및 운영 환경 구현 ○ 재난·재해에 대한 도로교통분야의 신속한 대응 능력 배양에 초점 ○ 정부의 재난·재해 개발기술 활용을 위한 시범사업 확대 ○ 재난·재해에 대한 사전검지 및 처리 기술 달성을 위한 당위성 확보 ○ 재난·재해 관련 글로벌 시장 선점을 위한 원천기술 조기 확보

제3장 연구개발과제 구성 및 추진전략

제1절 비전 및 목표

1. 비전 및 목표



2. 설정근거

가. 비전 설정 근거

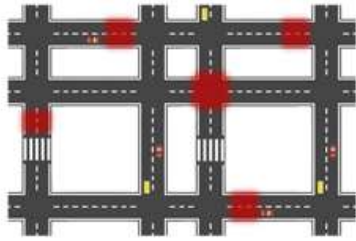
- 본 사업의 비전은 “재난·재해 시에도 신뢰할 수 있고 안전한 도로망 구현”으로 국가과학기술기
본계획의 중점추진과제(글로벌 이슈 관련 연구개발 추진 - 재해·재난 등)와 교통안전 부문
국가기본계획의 목표(국가교통안전기본계획 : 교통사고 사망자수 40% 감소)를 실현하기 위한
기술 대안 확보의 일환으로, 재난·재해 중 설해에 대한 도로분야 피해 및 이용자 불편 최소화
를 통한 안전하고 신뢰할 수 있는 도로망 구현으로 설정함
- 재난·재해 시 도로소통능력 유지 기술 적용을 통한 대응은 피해 경감 및 국민체감 효과가 매우
높을 것으로 판단되며, 특히 이상 기후로 인한 폭설 등 효율적인 설해 대응과 관련된 도로체
계의 성능 유지를 위한 기술개발은 국토해양 R&D로의 추진 당위성과 성과 적용성 측면에서
적합함

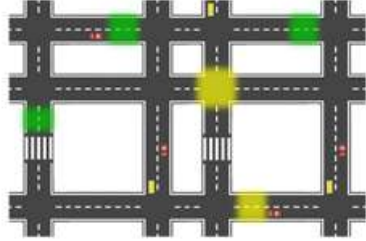
나. 목표 설정 근거

- 국내에 발생 가능한 다양한 설해 유형에 효율적으로 대응하기 위한 능동적 도로교통처리 방안을 반영함
 - 도로망의 기능적 성능 (교통소통능력)을 80% 수준 이상으로 유지하도록 목표 설정
 - 예를 들어 설해 시 현재 약 50% 수준에 있는 기능적 성능목표 수준을 80% 수준으로 향상 유지하면 이들 재난으로 인한 도로망의 지·정체와 이로 인한 인적·물적·사회적 피해를 30% 이상 저감시킬 수 있을 것으로 판단
 - 상기 목표 설정은 본 연구 사업을 통해 개발된 성과물을 주요 간선도로(고속국도 및 일반국도) 운영과 유지·관리 사업에 적용할 경우를 주요 전제로 하고 있으나, 도시부 도로(지자체)에도 적용 가능
- 설해 시 주요 간선도로 성능 80% 유지
 - 도로망에 구조적 파괴(structure failure)와 같은 시설 피해보다는 기능적 피해(functional failure)를 보다 광범위하게 입히는 폭설 등 설해에 대해 도로망의 기능적 성능을 80% 수준 이상으로 유지하도록 목표를 설정하였으며, 이는 도로의 서비스수준 1개 단계 하락을 용인하는 수준임
 - 성능 목표는 용량, 통행속도, 지체시간 등으로 측정될 수 있으며, 지역 간 간선도로인 4차로 일반국도의 경우 평상시 평균속도는 60km/h, 강설시 약 40km/h인 점을 감안하면, 목표 평균 통행속도를 50km/h로 유지하는 것을 그 목표로 설정하는 것임
- 보다 특화된 연구항목을 선정하여 전체 연구항목에 반영하도록 함
 - 과거 발생한 재난·재해 유형 별 발생 빈도 및 피해 정도를 파악하여, 도로망에 가장 큰 영향을 주는 피해유형인 설해에 대한 대응 기술을 특화함
 - 설해로 인한 도로교통분야의 피해가 가장 큰 것으로 분석됨에 따른 대응 기술 도출하여 전체 목표 (도로성능 80% 유지)에 부합하도록 함

제2절 기술개발에 따른 미래상

1. 현황 및 미래상

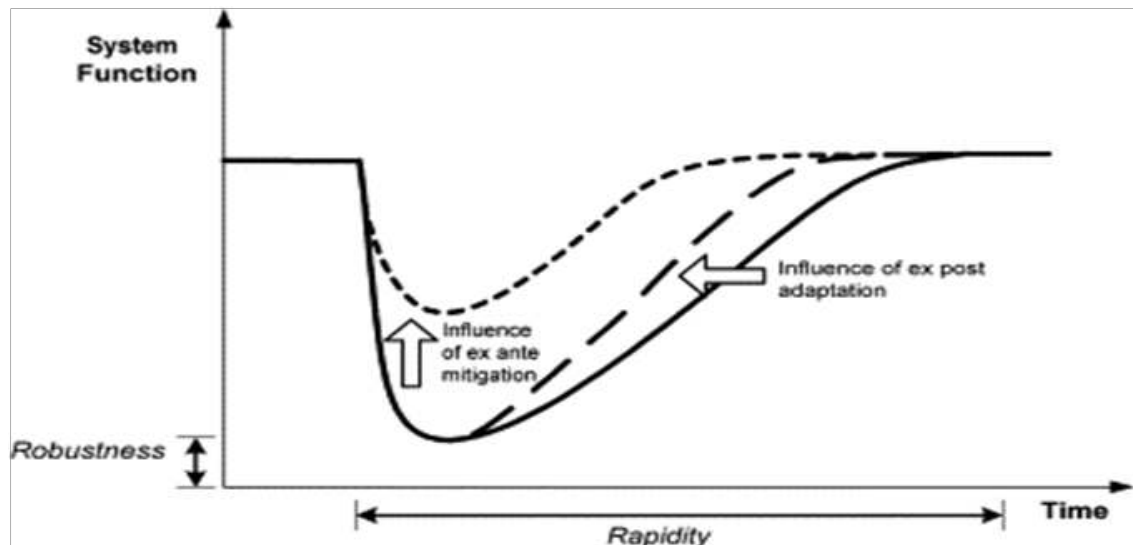
AS-IS	
	
도로기능	50%
사고발생	10건
복구시간	8시간
예기치 못한 폭설 등 설해 시 도로 성능을 저하를 최소화하기 위한 능동적 대응이 가능한 효과적인 모니터링 및 작업 기술 향상 필요	
현재 기술수준	
• (제설상황관리) 동절기 자연재해에 대한 대응은 수동적인 대응(Passive) 상태에 머무르고 있으며 보다 능동적인 대안 마련에 초점을 맞추어 대설 시 도로 성능 40~50% 수준, 전체 기술수준은 70% 수준 • (교통처리) 교통처리에 핵심적인 교통신호, 진입통제, 회차와 관련한 세부 기술은 폭설에 신속히 대응하기 위한 도로의 기능적 향상이 미흡함	
현재 수준 유지 시 경제적 영향	
• (제설상황관리) 강설시 사전 대응력 미확보 및 제설 작업 차량의 모니터링 미비로 인한 효율적이고 체계적인 제설상황관리 미비 • (교통처리) 재난·재해 시 현재와 같은 수동적 행태로는 피해 최소화는 물론 인접 도로망으로의 피해 확산을 줄일 수 없을 뿐 아니라, 폭설로 인한 차량 고립 시 도로 기능 50~60% 이하로 저하	

TO-BE	
	
도로기능	80%
사고발생	7건
복구시간	5시간
설해 시 교통소통능력을 정상 수준의 80%까지 유지할 수 있는 장비 및 시스템 기술 대안 확보	
기술개발 완료 후 기술수준	
• (제설상황관리) 보다 적극적이고 사전예방적인 측면을 강화하게 되어 대설이나 노면결빙 시 도로성능을 80% 수준까지 확보 • (교통처리) IT 기술과 시설운영 기술의 융·복합을 통해 관리자 입장에서 보다 신속한 교통처리를 가능하게 하여 궁극적으로 도로 성능 80% 수준 확보 및 선진국 기술수준의 90% 확보	
개발, 적용 후 경제적 효과	
• (제설상황관리) 종합적·체계적인 제설 상황 관리를 통해 지·정체 및 고립을 신속히 해소하고 인명피해를 최소화하여 인명·사회·경제적 손실을 최소화 • (교통처리) 관련 장비·시스템·시설 등을 국산화·보급형으로 하여 연간 수입 대체 효과 및 동절기 도로망 피해에 대한 획기적인 대처방안 마련	

2. 기술개발 전략 및 효과

가. 중점추진분야

- 본 연구에서는 대상 재난·재해 중 도로망에 주는 피해 및 영향이 큰 분야로 정의하되, 기존 관련 사업과 중복 추진을 배제하였음
 - 사회적 일반 피해 : 태풍/호우 > 강설 > 안개 > 원전사고/테러
 - 도로망 직접 피해 : 강설 > 태풍/호우 > 안개 > 원전사고/테러
- 이 중 호우 예측, 사면 붕괴 및 교량 유실과 같이 인프라 자체의 복구관련 기술은 본 연구사업의 범위에서 제외하였음 (건설교통 R&D 건설기술혁신사업으로 추진 가능)
- 재난·재해에 대한 기본적인 대응 방향은 「복원력 극대화」로써, 설해 시 도로망의 피해를 최소화 하고 도로 기능의 신속한 복구가 가능한 핵심 요구기술 개발로 정함



〈그림 3-1〉 재난재해 시 대응방향 설정 개념도

- Y축의 경우 재난에 견디는 능력 확보(강설 : 기상변화·노면상태 예측, 제설자재 살포 최적화, 기상 악화시 적정 운행 속도 제공 등)를 의미하고, X축의 경우 신속한 복원(강설 : 제설작업 입체화, 제설 성능 고도화 등)을 의미함
- 본 연구에서는 도로망에 피해를 미치는 재난·재해의 유형을 「재난 및 안전관리 기본법」에서 정의한 것을 바탕으로 그 간의 피해정도, 발생 빈도 등을 기준으로 〈그림 3-2〉와 같이 재분류하였고, 이를 바탕으로 중점적으로 추진해야 할 연구 분야로 선정하였음
 - 피해정도, 발생 빈도 와 현재 재난·재해 관련 개발 기술 및 대응 능력을 고려하여 설해 대응 부분으로 범위를 한정함
 - 재난이 도로시설에 구조적인 장애(structural failure)를 주는 경우는 제외(건설기술혁신사업과 중복)하고, 소통 불편/불능 등 기능상의 장애(functional failure)를 주는 경우를 주 대상으로 함



〈그림 3-2〉 도로관련 재난재해에 따른 대표피해유형 및 해결기술 도출 절차

- 제설상황 관리 및 성능 고도화 기술 개발
 - 이 분야에서 다루어야 할 핵심문제로는 예기치 못한 폭설과 동절기 기상 이변 등으로 인한 설해에 대해 효과적인 현장 대응 및 관리 체계를 고도화할 수 있는 다양한 핵심 기술 (시스템, 센서 등) 개발이 포함
 - 이러한 문제를 해결하기 위해서는 세부적인 대응 기술뿐만 아니라, 현장에서 실제로 수집가능하고 또한 필요한 정보를 수집하는 기술도 포함
 - 이 분야에서 다루어야 할 핵심문제로는 ITS 정보로 대변되는 교통정보, 제설상황 정보의 융합 한계 및 제설 상황 정보 수집 한계로 인하여, 정확한 사전대응전략 수립이 불가능한 문제와 대응 효과가 감소하는 문제 등의 해결 방법을 포함
 - 이러한 문제를 해결하기 위한 기술은 교통정보와 제설상황 정보의 융복합 활용 기술, 제설 계측 센싱 기술, IT 기술과 융합된 제설상황 모니터링 기술 등이 있음
- 설해 시 능동형 교통처리 기술 개발
 - 이 분야에서 다루어야 할 핵심문제로는 설해에 적합한 시설·장비의 미확보로 인하여 운전자 고립 및 그에 따른 인명 피해, 도로교통체계의 기능적 저하 상태 문제를 해결과 긴급하게 제설작업이 이루어져야 되나 제설우선순위가 매우 낮거나 기존의 장비가 사용되지 못하는 지점 (폭설로 인한 차량 고립 등)에 대한 긴급 통행로 확보 문제 해결을 포함
 - 이러한 문제를 해결하기 위한 기술은 일시적인 도로 용량을 증대할 수 있는 회차 시설물 및 현실적인 시나리오에 근거한 효과적인 운영 기술, 비상상황 대응력을 극대화한 능동적인 신호 운영 기술, 긴급제설이 필요한 협소한 지역에 투입이 가능한 장비개발 기술 등이 있음

나. 기대효과

(1) 경제적 기대효과

- 재난·재해가 도로망에 미치는 영향에 따른 결과는 크게 교통소통장애로 볼 수 있으며, 소통장애를 발생시키는 두 가지 요소가 있는데, 이는 「도로교통 사고비용의 추계와 평가」 자료에도 잘 나와 있음
 - 도로교통사고로 인한 손실비용은 68,905억 원이며, 심리적 비용은 48,869억 원으로 평가됨 (2009년 기준)
- 2011년 한 해 집행된 교통소통장애, 특히 물리적 도로단절에 대한 복구비용은 고속국도가 약 500억 원이며 일반국도를 포함하면 연간 1,000억 원으로 추산됨
 - 서울시의 경우 최근 3년간 도로보수비용으로 1,098억 4,700만원의 예산을 투입함
- 재난·재해로 인한 도로망의 인적·물적·사회적 비용 및 실제 도로에 투입된 순 복구비용에 대한 정확한 산출은 매우 어렵지만 직관적으로 재난·재해로 인한 사후 대책만으로는 많은 비용이 요구되며, 이러한 추세는 전체 피해비용에 대한 연간 복구비용 증가추세에 잘 반영되어 있음
- 본 연구를 통한 경제적 기대효과를 현 시점에서 정량적으로 제시하기 어렵지만, 설해 대응 능동형 도로제설상황관리 기술 개발에 따른 효과를 다음과 같이 추정해 볼 수 있음
 - 향후 폭설 대응 및 노면 상태 유지 기술·제품 수요에 따른 경제적 효과 약 250억 원
- 제설장비의 대한 수요처의 다변화에 따른 수요 증대가 예상됨(기존 : 국내 주요도로관리기관 향후: 지자체 포함, 민간사업자로 확대)
- 2011년 강원도 강릉 부근 7번국도의 폭설로 인한 차량 고립으로 인해 발생한 사회적 피해는 약 500억 원 이상으로 추정되었는데, 제설차량의 진입 및 긴급 회차의 어려움이 있었음
- 노면온도 및 결빙점 측정 센서는 현재 전부 수입하고 있고, 각종 예측 알고리즘이 포함된 시스템 전체도 수입하고 있어, 비용 문제뿐만 아니라 유지·관리 측면에서도 많은 문제를 도출함
- 국내 지형·기후변화·제설작업 형태에 적합한 센서 및 알고리즘 개발을 통해 수요처의 기존 제품 대체 및 신규 사업의 증가가 기대됨
- 동절기 기상이변으로 인해 매년 제설제 살포량이 증가하는 추세이기 때문에 시스템적 제어 및 최적화를 위한 모니터링 기술이 필요하며, 이를 통해 현재 사용량의 30%를 절감하면서 도로 서비스 수준은 현재와 비슷한 수준으로 유지할 수 있음
- 글로벌 시장 확대를 위한 기반 기술 확보가 기대됨
 - 장비, 시스템 등의 국산화 및 제품 검증을 통해 민간기업의 해외진출, ITS 사업과의 연계 등

(2) 기술적 기대효과

- 본 연구를 통해 도출된 기술이 실용화되면 설해 발생에 따른 기존의 추상적, 수동적, 개별적 대응의 단계를 넘어 보다 능동적, 사전 예방적인 방향 정립이 기술적으로 가능할 것으로 판단됨
- 설해에 효과적으로 대처하기 위한 시스템 개발·구축에만 국한하지 않고 실질적으로 도로교통

- 체계에 설치·운영되어 효과를 발휘할 수 있는 장비, 센서 및 응용 알고리즘 개발이 기대됨
- 설해 상황별 원천·응용·적용 기술을 통해 WBT(World's Best Technology) 달성 목표를 구체적으로 설정할 수 있을 것으로 판단됨
 - 전통적인 도로안전시설 분야의 기술을 혁신하는 기술 대안을 제시하고 안전관리 기술의 한 차원 높은 기술 발전이 기대되고, 기존의 해외 수입품으로 구성되어진 도로 기상장치의 성능 혁신을 위해 IT 기술을 접목할 경우, 시설 성능의 혁신뿐만 아니라 새로운 기술적 가능성 모색
 - 기술 융합, 복합화를 통한 기술적 돌파구 마련
 - 강설 시 능동형 교통처리 기술 중 기상 감응식 적정운행 제공 기술을 예를 들면, 우선 시정계 및 대응시스템 단가를 기존 단순 안개등 수준으로 낮추어 개발(기존 대응시스템 가격 대비 40% 수준)하고 도로시설과 차량을 입체적으로 활용하는 시스템 기술 확보 등을 통해 기술적, 경제적 측면에서 세계 수준(WBT)에 근접하는 기술 확보 가능 : 선진국 대비 현재 80% 기술 수준에서 개발 후 목표 수준을 95% 수준으로 향상

(3) 사회적 기대효과

- 사회가 발전할수록 사회기반시설은 지속적으로 양적인 성장을 가지는데, 균형적인 발전을 위해서는 동일한 시설에 대한 질적인 성장부분을 반드시 고려해야 하는데, 본 연구를 통한 기술 개발을 통한 궁극적인 삶의 질 향상이 기대됨
- 공공 인프라 부분의 연구개발 사업은 일반적인 기술개발 체계와는 달리 연구 수행효과가 기술 개발 주체에게 직접 돌아가기보다는 대부분 국가 예산 절감이나 사회적 비용 저감이라는 형태로 나타남
- 기술개발을 통한 교통사고 감소로 인한 사회적 비용 저감의 예는 다음과 같음
 - 안개 낀 날로 대표되는 기상 악화 시 교통사고 치사율은 맑은 날에 비하여 약 3배 높음(2010, 도로교통공단)
 - 기상 감응식 적정운행속도 제공 기술 개발로 적정한 속도의 교통흐름을 유발하여 물류비용이 감소 될 수 있을 것이며, 교통사고의 감소를 가능하게 하고, 사고감소로 사회적 손실비용의 감소를 가져오며, 이는 비용측면에서 경쟁력 강화
 - 전체 교통사고 20여만 건(경찰청, 2010) 중, 안개발생 등에 대한 기상 악화(안개, 눈, 비)로 인한 사망자수는 약 719명으로 추정되며, 본 기술 개발 후 약 50%의 사망자 수를 줄일 수 있다면 연간 사망사고 비용 약 1,700억 원을 줄일 수 있음(1인당 사망사고 비용 약 4억 746만원, 2008 교통사고 추정비용(한국교통연구원))
 - 또한 적정속도의 교통흐름으로 자동차 배기가스로 인한 오염감소를 가져 올 수 있음
- 기상 감응식 적정운행 속도 제공, 비상상황 대응 기술 등 강설 시 능동형 교통처리 기술을 개발하여, 교통류 안전성을 30% 이상 제고하고 그에 따른 교통사고 30% 감소 및 도로성능 80% 수준 확보 기대

제3절 연구개발과제 구성

- 본 기획의 연구개발과제 구성은 기술·정책·경제적 기대효과와 필요성에 중점(기술 수혜자 중심)을 둔 후보과제 구성 단계(1단계)와 기술적 실현 가능성 및 정책·경제적 타당성에 중점(기술 수요자 중심)을 둔 최종 연구개발과제 구성(2단계)의 절차를 통해 진행됨

1. 기술 분야 및 후보과제 구성 (1단계)

- 국내·외 기술·정책·시장 동향 및 재난·재해별 피해현황 분석을 통한 기술의 파급효과 분석 결과 및 산·학·연 전문가 의견수렴(우선순위 평가 등)을 통한 기술개발의 시급성, 기술의 핵심성, 경제·사회적 기대효과 분석 결과를 토대로 3개 기술 분야 및 9개 후보과제를 구성함

구분	기술 분야 및 후보과제명	개요
기술 분야 1	재난·재해 시 교통상황 시나리오 추정 및 평가 기술	• 발생 가능한 재난·재해 유형별 대응 시나리오를 정립하고, 이에 대한 객관적 평가 기법과 사용자 중심의 운영 기술 개발을 주된 목적으로 하며, 실제 상황 발생 시 교통소통장애를 최소화하기 위한 기술개발이 필요함 • 본 기술 분야는 국내 재난·재해 발생빈도, 도로망의 영향 등을 종합적으로 고려한 가상의 대응 시나리오를 구축하고, 이에 대한 영향을 예측하고 평가하기 위한 기술 개발을 포함함
	1-1 • 시뮬레이션 기반 재난 재해 유형별 도로망 영향 예측 및 평가 기술	
	1-2 • 시범적용 및 운영평가	
기술 분야 2	재난·재해 시 교통운영 기술	• 재난·재해 시 피해규모 및 범위의 확대를 최소화하기 위해서는 재난·재해 유형별로 적합한 대피경로 정보를 제공하고 유효한 대피경로를 확보하는 것이 무엇보다 중요하며 이를 위해서는 도로이용자 정보 수집, 대피경로 제공, 대피경로 확보를 위한 교통운영 및 시설운영이 상호보완적으로 연계되어야 함 • 본 기술 분야는 이를 구현하기 위한 맞춤형 정보 제공 기술 및 능동적 교통운영·시설운영 기술, 상기 기술을 구현하기 위한 요소 장비개발을 포함함
	2-1 • 신속한 도로성능 회복을 위한 맞춤형 운전자 경로 및 정보 제공 기술	
	2-2 • 비상상황 대응을 위한 신호체계 성능 향상 기술	
	2-3 • 회차 및 진입통제 자동화 기술	
	2-4 • 기상감응식 적정운행속도 제공기술	
기술 분야 3	설해 대응 첨단 제설관리 기술	• 동절기 예기치 못한 폭설 및 노면 습윤으로 인한 노면결빙에 대한 효과적이고 과학적인 대처를 위해서는 이상기후로 인한 자연재해에 보다 적극적이고 사전예방적인 대응이 가능하도록 하기 위한 기술, 시스템, 장비 개발이 필요함 • 본 기술 분야는 동절기 노면상태 감지 및 도로기상정보를 제설작업과 연계하기 위한 기술과 IT 기술과의 융합을 통해 제설제를 사전에 살포하여 사전예방적인 대처방안의 향상과 폭설에 따른 차량 고립 시 제설 작업로(作業路) 및 인명구조가 가능한 장비개발을 포함함
	3-1 • 도로 기상 정보 수집 및 제설작업 연계 기술	
	3-2 • 제설제 살포 무선 제어 시스템	
	3-3 • 긴급미시제설장비 개발	

2. 중점추진분야 및 연구개발과제 도출 (2단계)

- 1단계를 통해 도출된 기술 분야 및 후보과제의 기술적 실현 가능성 및 정책적·경제적 타당성을 확보하기 위해 직접적 기술 수요처인 정부 및 지자체, 민간기업 등의 의견을 수렴하고 이를 근거로 최종 중점추진분야 및 연구개발과제를 도출함
- 기술 수요처의 주요 의견은 다음과 같음
 - 재난·재해 유형 중 강설로 인한 도로망 피해가 가장 크며 피해발생 시 대응방안 중 국민 체감도 및 정책 입안자의 관심도가 가장 높은 유형 또한 강설 시 도로제설관리 및 신속한 교통처리 분야임. 따라서 모든 재난·재해 유형을 포괄하는 것보다는 강설 시 피해정도를 경감하기 위한 대응에 집중하는 것이 대국민 및 정책 결정자 모두의 만족도를 높일 수 있는 기획방향인 것으로 판단됨
 - ‘재난·재해 시 교통상황 시나리오 추정 및 평가기술(기술 분야 1)’의 경우 재난·재해의 강도, 빈도, 종류, 지역, 도로환경 등 발생 가능한 모든 상황에 대한 시나리오 및 평가 기법이 구성되어야 하며, 다양한 재난·재해 발생 상황을 구현하기 위한 DB 및 시뮬레이션 프로그램 등 기반기술의 뒷받침이 수반되어야 함. 그러나 현재의 기반기술 수준에서는 다양한 현실상황 구현 및 현장 적용이 쉽지 않으며 도출되는 대응 방안의 유효성의 검증 또한 쉽지 않아 도출된 성과물의 현장 적용이 어려울 것으로 판단됨
 - ‘재난·재해 시 교통운영 기술(기술 분야 2)’의 ‘신속한 도로성능 회복을 위한 맞춤형 운전자 경로 및 정보 제공 기술(2-1)’은 재난·재해 발생 시의 운전자 행태 분석 및 예측, 이에 따른 정보제공 방법에 관한 기술개발 분야로서 기술 분야 1과 유사한 한계로 도출된 성과물의 현장적용이 어려울 것으로 판단됨
 - ‘설해 대응 첨단 제설관리 기술(기술 분야 3)’의 ‘제설제 살포 무선 제어 시스템(3-2)’는 해당 노선을 정기적으로 운행하는 차량에 소형제설장비를 부착하여 강설 시 초기대응에 활용하는 기술로서 고속국도·일반국도에 유효하지 않은 대응전략인 것으로 판단됨(일반국도의 경우 정기 운행 노선이 드물어 현장 적용 시 효과가 미비)
- 기술 수요처 의견 수렴 결과를 반영하여 기존 3개 기술 분야와 9개 후보과제를 다음과 같이 2개 중점추진분야와 8개의 연구개발과제로 재구성하였음
 - 성과물의 유효성, 국민 체감도 및 정책 입안자 관심도를 감안하여 강설 시 교통처리 기술 및 제설관리 분야로 기획범위를 압축
 - 대응기술의 유효성이 상대적으로 미비하다고 판단되는 과제는 삭제
 - 구체적인 연구내용을 포함할 수 있도록 중점추진분야 및 연구개발과제명 변경

구분	중점추진분야 및 연구개발과제명	개요
중점추진 분야 1	제설상황관리 및 성능 고도화 기술 개발	- 도로제설상황관리는 현재 GPS를 통한 제설차량 관제 및 CCTV 동영상 정보를 기반으로 모니터링 하고 있으며, 주로 인력 기반의 상황 대응 및 보고체계에 이루어져, 인력 및 자재현황의 정보화 수준이 미흡하여 효과적인 현장지원 및 현장상황 관리가 효과적이지 못함 - 궁극적으로 도로제설작업 프로세스 (자료수집, 가공, 의사결정, 현장작업)에 대한 고도화·첨단화를 통해, 예기치 못한 폭설과 동절기 기상이변에 대해 효과적인 현장대응 및 관리체계 구축, 사후관리 형태의 통계분석 등을 포함한 미래형 도로제설 상황관리 시스템 도입 필요 - 본 연구단의 목적인 설해 시 도로복원력 80% 유지에 대한 개발 기술별로 Test-bed에서 평가함
	1-1	• 미래형 제설상황관리 시스템 개발
	1-2	• 도로제설작업 선진화 기술 개발
	중점추진 분야 2	설해 시 능동형 교통처리 기술 개발
	2-1	• 신속한 중앙분리대 개폐 및 램프 진입통제 시스템 개발
	2-2	• 설해 대응 다기능 소형제설차량 개발
	2-3	• 재난 시 비상상황 대응 향상 기술 개발
	2-4	• 기상 감응식 적정운행속도 제공기술 개발
		- 현재의 제설차량자원으로는 설해로 인한 고립 피해가 발생했을 때 신속한 제설작업 자체가 어려우며, 부상자 발생 시 접근이 어려움. 또한, 도시부지역은 이면도로 및 보도에 대한 제설요구가 급증함 - 교통처리 관점에서 설해를 포함한 재난·재해 시(정전, 폭우, 산사태 등) 도로의 소통능력 유지 및 도로기능의 신속한 복원을 위해서는 전략적 교통신호운영 및 관련 시설물의 안정적 운영을 위해 무정전교통신호제어 필요 - 교통처리기법에서 중요한 역할을 담당할 수 있는 가변속도제어는 교통기상·도로조건에 적절한 운행속도 정보를 제공하여 잠재적인 사고의 위험을 감소시키고 양호한 교통흐름을 확보하기 위해 필요함(국내 도로교통법은 악천후 시 가변형 속도제한표지 설치근거를 규정, 그러나 현장적용을 위한 주요 기술장비는 부재)

3. 중점추진분야 및 연구개발과제 도출 (3단계)

- 2단계를 통해 도출된 기술 분야 및 후보과제에 대한 주 수요부처 (도로운영과, 첨단도로환경과, 간선도로과)의 의견을 재수렴함
- 기술 수요처의 주요 의견은 다음과 같음
 - 현재 도로관리청의 주요 업무 범위 중 개발 기술들의 현장적용성 및 지원을 우선적으로 고려하여 기획범위를 재조정할 필요가 있으며, 기술개발의 독창성·유효성·미래비전과 관계없이 현재의 제설상황시스템을 기준으로 했을 때 본 기획연구결과로 도출된 미래형 제설상황관리는 향후에 진행하는 것이 바람직할 것으로 판단됨
 - 국토교통부 도로국 차원의 협의 결과, 기획 대상을 현재 업무에 필수 불가결한 친환경적인 제설 기술 개발 및 강설 시 능동형 교통관리 기술 개발로 압축해서 진행하는 것이 연구결과의 현장적용성 및 실용화에 더 적합할 것으로 판단됨
- 최종 기술 수요처 의견 수렴 결과를 반영하여 기존 2개 기술 분야와 8개 후보과제를 다음과 같이 3개의 연구개발과제로 재구성하였음

구분		중점추진분야 및 연구개발과제명	개요
	중점추진 분야	설해 대응을 위한 제설 및 교통관리 기술 개발	• 현재의 제설성능·제설자재에 대한 객관적인 평가를 통해 제설작업의 효율성을 증진할 수 있는 방안을 도출하고, 개발 기술들의 최적 활용도를 위한 근거자료로 활용 • 국가 전체적인 제설능력을 향상하기 위해 기존에 제설작업에 어려움을 겪었던 제설소외구간(이면도로, 보도 등)에 투입 가능한 소형 장비를 개발함 • 악천후 (안개, 결빙, 강우 시) 주요간선도로의 주요구간의 속도제어를 통해 도로성능을 80% 유지하고, 교통사고를 획기적으로 감소시킬 수 있는 장비·시스템의 국산화를 포함한 기술
	1-1	• 제설성능향상 및 친환경적 제설 기술 개발	
	1-2	• 제설소외구간 제설을 위한 소형장비 개발	
	1-3	• 기상 상황별 권장속도 제공 시스템 개발	

4. 주요 성과품의 실용화 가능성 검토

- 3단계를 통해 도출된 연구개발과제의 주요 성과품에 대하여, 도입 의사 및 상용화 가능성 여부를 잠재 수요처인 지자체 등을 대상으로 설문조사를 통해 의견을 수렴하였음
- 잠재 수요처 조사 결과를 반영하여, 3단계를 통해 도출된 연구개발과제의 주요 내용 및 추진전략을 수립하였음

가. 조사 방법 및 내용

- 조사 내용 : 해당 장비 또는 시설물이 개발될 경우 도입의사 및 상용화 가능성 여부
- 조사 범위 및 대상

조사 범위	설문대상
다목적 소형 제설장비 국산화	지방자치단체 (20만이상 도시 포함, 총 51개 지자체)
기상감응형 적정속도 제공시스템 국산화	경찰청, 한국도로공사, 교통안전공단, 도로교통공단

나. 조사 결과

- 다목적 소형 제설장비 국산화
 - 회신 건수 : 11건(4개 서울특별시 등 광역자치단체 포함)
 - 응답 결과 : 서울, 인천 등 7개시가 개발될 경우 도입의사 있음(총 117대)

구분	주요 의견
가격	• 동주민센터 보급을 위한 저가형 모델 등 다양한 모델 제공 필요
성능	• 시계절 다목적 이용을 위한 제설, 제초, 청소 등의 기능 제공 필요 • 겨울철 자온에서도 하루 8시간 이상 가능하도록 성능 확보 • 전기충전식 동력원은 빠른 충전시간과 충분한 동력원 필요 • 보도파손 최소화를 위한 경량화와 경사도로 등판능력을 충분히 갖을 것 • 좁은 보도, 지장물이 있는 지역에서 제설폭 조정(1~2m)과 지장물(볼라드, 전주, 가로수 등) 대처시 기능 보완 필요
정책/제도	• 도입활성화를 위한 상급기관 예산 지원이 필요함(국고보조, 매칭 등) • 지역특성을 고려한 제설의무 대상(인도, 자전거도로 등) 법제화와 구체적인 인력 및 예산 반영계획까지 보완해야 함 • 시범사업으로 시작하여 문제점을 개선한 후 국가전체 보급하는 방향으로 검토 필요
기타	• 장비운전 및 보험가입에 대한 제한이 없어야 함 • 시내구간 눈 저장하거나 녹이는 장비 개발도 필요 • 유럽 및 미국의 스크랩 또는 호퍼방식은 한국 골목길 사정에 맞지 않으므로 국내실정을 고려해야 함 • 상용화시 나라장터 조달등록 필요

○ 기상감응형 적정속도 제공시스템 국산화

- 회신 건수 : 3건(도로공사, 교통안전공단, 도로교통공단)
- 응답 결과 : 수요처인 도로공사, 도로교통 안전 전문기관 의견 수렴 결과 3개 기관 모두 필요성 동의

구분	필요 사유	추가개발 요구사항
한국도로공사	• 비, 눈, 안개 등에 대한 고속도로 교통사고를 예방할 수 있는 관리시설 필요	• 악천후로 인한 사고, 재난 발생시 제한속도, 교통량, 정체구간 등 고속도로 상황정보와 연계한 적정속도 제공 필요 • 비로 인한 결빙 감지도 포함 필요
교통안전공단	• 최근 이상기후 발생빈도가 증가하면서 기상유형에 따른 교통안전 관리체계 구축 필요 • 이상기후에 따른 안전운전 부주의, 과속 등으로 인한 사망사고가 빈번하므로 기상유형 감지기, 가변속도 제공시스템 개발 필요	• 적정속도 제공 뿐만 아니라 속도감속과 안전거리 확보 관련 콘텐츠 제공과 안전수칙 반영 필요 • 기온 감지 추가 필요 • 기상조건 뿐만 아니라 도로조건도 검토 필요
도로교통공단	• 선진국은 이미 오래전부터 도입운영중임 • 국가R&D개발을 통해 악천후시 교통안전에 기여할 것으로 기대됨	• 센서의 오류고장시를 대비한 운영방법 등 고려 필요 • 지점, 구간에 대한 가변속도 운영방안 제시 필요

제4절 세부과제별 주요내용 및 추진전략

1. 1세세부과제 : 제설성능 향상 및 친환경적 제설 기술 개발

가) 연구개발 목표 및 주요 연구내용

세세부과제의 개념	도로제설방식 및 현재 사용되는 제설자재의 객관적인 용설 성능 및 효과를 과학적으로 분석하고, 환경영향 분석 방법을 표준화하여 제설제 살포에 따른 환경적인 영향을 분석함
세세부과제의 범위	현재 사용되는 제설자재 (염화물, 친환경 인증 제품을 모두 포함)에 대한 용설 능력 평가방법 정립 및 평가와 현재 주로 사용되는 염화물제설제가 도로시설물에 미치는 영향에 대한 객관적 분석결과 도출
목표	제설자재의 성능 및 효과 분석에 대한 기술 표준화 달성 및 제설작업 프로세스에 대한 단계적 고도화 방안 마련
연구내용	- 제설 성능 향상 및 친환경적 제설 기술 개발 - 제설작업방식에 따른 정량적인 제설성능(Performance) 및 효과 분석 - 국내 시판되는 제설제별 용설능력 및 영향성분석(염화물제설제가 도로구조물 등에 미치는 영향 등) - 상용 친환경 제설제의 사용 확대 방안 마련 - 제설작업 성능 및 효과 분석 기술 표준화 - 제설제, 제설방식의 성능 및 효과 분석 기술 표준화 - 도로제설작업 개선 효과평가 및 분석 - 제설작업 프로세스 표준화
기술적 위험요인	- 공공기관과 민간기업간의 긴밀하고 적극적인 협의 필요 - 성능평가에 대한 객관성 유지
연구개발 추진전략	- 단계별 추진(1단계 : 조사 및 분석, 2단계 : 기준·지침 제정 및 표준화) - 정부출연연구기관, 대학, 민간 업체 등 관련 전문연구자가 공동으로 참여하는 산학연 형태로 협력(산학연 연계 조직 구성) - 세부과제간 연구 연계성을 고려한 협조체계 구축 - 전문위원회 및 자문위원 등의 인적 네트워크 활용 - 관련 부처 및 업계 간 유기적 협조 체계 구축을 통한 의견 수렴 및 교류
기대효과 및 파급효과	- 친환경적인 도로제설 작업의 과학적 프로세스 정립 - 향후 염화물 제설제와 친환경 제설제의 사용 구간에 대한 명확한 정의 가능 - 기존 제설작업의 효율성 제고

나) 연차별 목표 및 내용

연차	연구목표	연구내용
1차년도	• 제설 성능 향상 및 친환경적 제설 기술 개발	• 기초 문헌·기술 조사 및 사용자 요구 분석 • 제설작업방식에 따른 정량적인 제설성능(Performance) 및 효과 분석 • 국내 시판되는 제설제별 용설능력 및 영향성분석 • 상용 친환경 제설제의 사용 확대 방안 마련
2차년도	• 제설작업 성능 및 효과 분석 기술 표준화	• 제설제 성능 및 효과 분석 기술 표준화 • 제설방식 성능 및 효과 분석 기술 표준화 • 도로제설작업 개선 효과평가 및 분석 • 제설작업 프로세스 표준화

다) 최종성과물 및 성과지표

과제	성과목표	성과지표	측정방법	단위	목표치	목표치 설정근거
제설 성능 향상 및 친환경적 제설 기술 개발	학술적성과	학술지게재 건수	학술지게재여부	건	3	효과평가관련 3건
		학술대회발표 건수	학술발표여부	건	3	효과평가관련 3건
	매뉴얼	평가 매뉴얼 제작	제작여부	건	1	성능 인증 및 시방서 수준의 매뉴얼 1건
	제도·법 개선 (안)	기준 및 고시	제정여부	건	1	기준 및 고시 1건

2. 2세세부과제 : 제설 소외구간 제설을 위한 소형장비 개발

가) 연구개발 목표 및 주요 연구내용

세세부과제의 개념	전통적인 제설소외구간(자전거도로, 이면도로, 보도 등)에 대한 제설 및 길어깨 노면 잔설 제거에 적합한 소형장비를 국내 실정에 맞게 한국형으로 개발함
세세부과제의 범위	제설소외구간 특성을 반영한 다양한 탈·부착 장비 활용이 가능도록 하며, 동절기뿐만 아니라, 연중 다른 도로관리업무에 활용이 가능하도록 함
목표	- 설해 시 제설소외구간 복원력 향상을 위한 기술개발을 통해 피해규모 및 범위 확대 최소화 - 기존 대비 효율적이고 능동적인 대응 기술 개발로 설해 시 전체 도로망의 성능을 80% 유지
연구내용	- 운영시나리오 및 장비 설계 - 소형제설장비 개념 설계(기능, 구동분석, 외형확정 및 설계도 작성) - 단위 장비별 개념 및 기본 설계 - 소형제설장비·단위 장비·차량과의 Integration 설계 - 개발 장비 활용을 위한 법·제도·지침 분석 - 소형제설차량 개발 및 운영 시나리오 정립 - 최적 운영 시나리오 개발 - 차량(장비) 상세 설계 및 자체 동력발생장치 개발 - 평가항목, 기준, 사용절차, 방법 등 평가 매뉴얼 개발 - 제설작업의 효율 증대를 위한 기존 장비와 개발 장비와의 연계방안 수립 - 시범운영 및 평가 - 매뉴얼 제작 및 시범운영·평가 - 개발 차량 실용화를 위한 공청회 개최 및 최종 운영(안) 제시
기술적 위험요인	- 관리주체간의 기술적 협의가 기본 전제로 필요 - 소형제설차량에 대한 공도를 운행할 수 있는 차량으로써 인증 문제 해결 필요
연구개발 추진전략	- 단계별 추진(1단계 : 조사분석 및 설계, 2단계 : 시제품 제작 및 성능 검증, 3단계 : 테스트베드 구축 운영) - 정부출연연구기관, 대학, 민간 업체 등 관련 전문연구자가 공동으로 참여하는 산학연 형태로 국내 자체 개발 실시 - 산학연 연계 조직 구성 - 세부과제간 연구 연계성을 고려한 협조체계 구축 - 필요시 해외 주요 기관 및 전문가와 협력 추진 및 국내 관련 기관 네트워크 활용 전문 수집 시스템 구축 - 전문위원회 및 자문위원 등의 인적 네트워크 활용 - 관련 부처 및 업계 간 유기적 협조 체계 구축을 통한 의견 수렴 및 교류
기대효과 및 파급효과	도로교통 운영을 위한 다양한 적응성이 가능한 솔루션(장비, 시설 등) 개발로 보다 큰 시장 경쟁력 확보 가능(소형제설장비 국산화)

나) 연차별 목표 및 내용

연차	연구목표	연구내용
1차년도	• 운영시나리오 및 장비 설계	• 기초 문헌·기술 조사 및 사용자 요구 분석 • 소형제설장비 개념설계 (기능, 구동분석, 외형확정 및 설계도 작성) • 단위 장비별 개념 및 기본 설계 • 소형제설장비·단위 장비와 차량의 Integration 설계 • 소형제설차량 활용을 위한 법/제도/지침 분석
2차년도	• 소형제설장비 개발 및 운영 시나리오 정립	• 최적 운영 시나리오 개발 • 차량 (장비) 상세 설계 및 자체 동력발생장치 개발 • 평가항목, 기준, 사용절차, 방법 등 평가 매뉴얼 개발 • 제설작업의 효율 증대를 위한 기존 장비와 개발 장비와의 연계방안 수립
3차년도	• 시범운영 및 평가	• 매뉴얼 제작 및 시범운영·평가 • 개발 차량 실용화를 위한 공청회 개최 및 최종 운영(안) 제시

다) 최종성과물 및 성과지표

과제	성과목표	성과지표	측정방법	단위	목표치	목표치 설정근거
제설 소외구간 제설을 위한 소형장비 개발	다기능 소형 제설차량	외국제품과의 비교 및 성능평가지표 개발	On-road test	건	1	개발필요
	학술적 성과	학술지게재 건수	학술지게재여부	건	5	장비 개발 3건 성능 및 운영평가 2건
		학술대회발표 건수	학술발표여부	건	5	설비 및 장비 개발 3건 성능평가 2건
	지적재산권	특허 등록/출원 건수	특허등록여부	건	2	개발관련 2건
	경제성	다목적 소형 제설장비 목표가격 2,000만원	원가계산서	식	1	보급형 취지에 적합한 양산 가격 책정
	성과확산	기술실시계약	계약여부	건	-	-

3. 3세세부과제 : 기상 상황별 권장속도 제공 시스템 개발

가) 연구개발 목표 및 주요 연구내용

세세부과제의 개념	• 악천후(안개, 결빙, 폭우) 조건에서 운전자에게 적절한 안전속도제공을 위한 가변속도제어 시스템 개발을 목적으로 함
세세부과제의 범위	• 저가의 보급형 기상 감응식 가변속도제어 시스템 개발 및 기상 상황 및 노면 상태를 고려한 안전운전지원 시스템 개발
목표	• 기상상황, 노면상태 정보를 기반으로 안전성 및 이동성 증진을 위한 적정 운행속도(권장속도)를 운전자에게 제공 및 관리하는 시스템 개발 - 악천후 조건과 도로 상태에 따라 안전속도를 운영함으로써 안전성 증진 - 감속에 따른 이웃 구간으로 미치는 충격파를 완화시켜 교통혼잡 발생 지연/예방하여 통행시간 감소 및 대기행렬 끝단 추돌사고 방지
연구내용	• 가변속도 시스템 핵심 요소 기술 개발 - 가변속도 시스템 요구 개발 방향 및 설정 - 기상상황별 안전운행 속도 및 시스템 설치 기준 개발 - 보급형 기상감지기 핵심 요소기술 개발 - 악천후 조건별 능동형 가변속도 표출부 핵심 요소기술 개발 • 통합 가변속도 제어시스템 개발 - 악천후 조건별 안전 속도 운영 전략 선정 알고리즘 개발 - 보급형 통합 기상감지기 개발 - 악천후 조건별 능동형 가변속도 표출부 개발 - 모의환경 기반 핵심 요소기술 평가 • 개발 시스템 성능 및 핵심 요소기술 평가 - On-site Control System 개발 및 성능 검증/보완
기술적 위험요인	• 경찰청 및 도로관리청 등 관리주체간의 기술적/ 정책적 협의가 기본 전제로 필요 • 시정거리 예측 관련 공인시험기관 부재(국내외 기준 부재)-연구진이 보유한 해외 시정계와 비교 시험
연구개발 추진전략	• 단계별 추진(1단계 : 조사분석 및 설계, 2단계 : 시제품 제작 및 성능 검증, 3단계 : 테스트베드 구축 운용) • 정부출연연구기관, 대학, 민간 업체 등 관련 전문연구자가 공동으로 참여하는 산학연 형태로 국내 자체 개발 실시 • 산학연 연계 조직 구성 • 세부과제간 연구 연계성을 고려한 협조체계 구축 • 필요시 해외 주요 기관 및 전문가와 협력 추진 및 국내 관련 기관 네트워크 활용 전문 수집 시스템 구축 • 전문위원회 및 자문위원 등의 인적 네트워크 활용 • 관련 부처 및 업계 간 유기적 협조 체계 구축을 통한 의견 수렴 및 교류
기대효과 및 파급효과	• 기상 악화로 인한 재해에 보다 능동적인 대처 가능 • 교통소통능력 극대화에 초점을 맞춘 실제적인 정보 제공 가능 • 설해뿐만 아니라 재난·재해와 같은 도로성능 저하 이벤트 발생 시 지속 가능한 도로성능 유지 가능

나) 연차별 목표 및 내용

연차	연구목표	연구내용
1차년도	• 가변속도 시스템의 핵심 요소기술 개발	• 가변속도 시스템 요구 개발 방향 및 설정 • 기상상황별 안전운행 속도 및 시스템 설치 기준 개발 • 보급형 기상검지기 핵심 요소기술 개발 • 악천후 조건별 능동형 가변속도 표출부 핵심 요소기술 개발
2차년도	• 통합 가변속도 제어 시스템 개발	• 악천후 조건별 안전 속도 운영 전략 선정 알고리즘 개발 • 보급형 통합 기상검지기 개발 • 악천후 조건별 능동형 가변속도 표출부 개발 • 모의환경 기반 핵심 요소기술 평가
3차년도	• 개발 시스템 성능 및 효과 평가	• On-site Control System 개발 및 성능 검증/보완 - 기상정보를 토대로 권장속도(안전속도) 설정 및 제공

다) 최종성과물 및 성과지표

과제	성과목표	성과지표	측정방법	단위	목표치	목표치 설정근거
기상 상황별 권장속도 제공 시스템 개발	보급형 통합 기상검지기	외국제품과의 비교 및 성능평가지표 개발	On-road test	건	1	개발필요
	악천후 능동형 가변속도 표출부	성능평가 지표 개발	On-road test	건	1	개발필요
	기상상황별 권장 속도 제공 시스템	성능평가 지표 개발	On-road test	건	1	개발필요
	학술적 성과	학술지게재 건수	학술지게재여부	건	5	장비 개발 3건 성능 및 운영평가 2건
		학술대회발표 건수	학술발표여부	건	5	설비 및 장비 개발 3건 성능평가 2건
	지적재산권	특허 등록/출원 건수	특허등록여부	건	2	개발관련 2건
	경제성	VSL 탑재형 시정계 개발 목표가격 100만원	원가계산서	식	1	보급형 취지에 적합한 양산 가격 책정
	성과확산	기술실시계약	계약여부	건	-	-

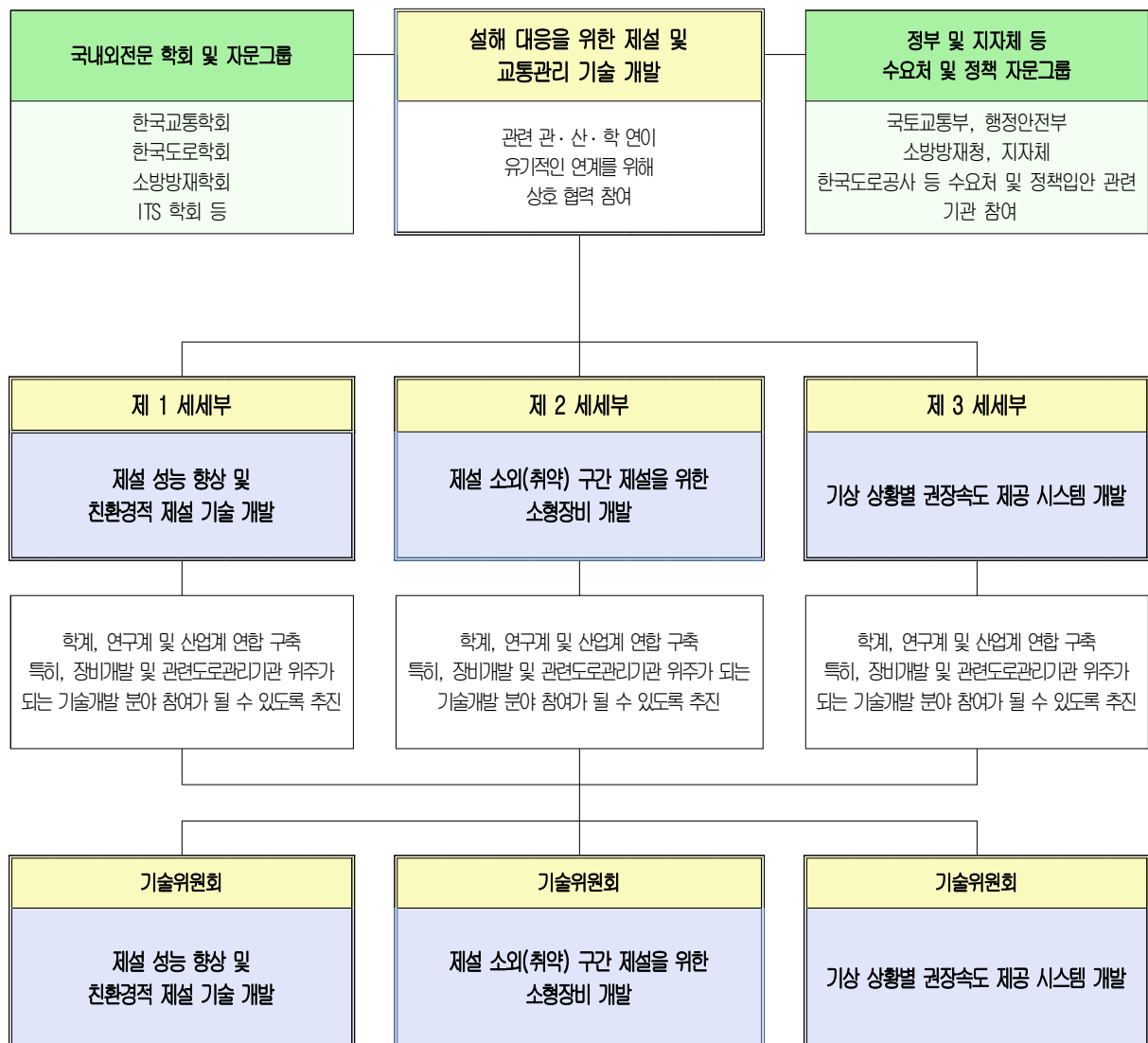
제5절 성과의 활용방안

1. 설해 대응을 위한 제설 및 교통관리 기술 개발

세세부과제	목표성과물	기술수요처	실용화 방안
제설 성능 향상 및 친환경적 제설 기술 개발	국내외 학술회의 논문 발표	학교, 연구소, 기업체 등	• 국내에 있는 모든 도로관리기관이 수요처가 될 수 있음
	학술지 논문 게재		
	매뉴얼	연구소, 기업체 등	
	연구보고서	국토교통부, 지자체, 기업체, 연구소, 학교 등	
설해 대응 다기능 소형제설차량 개발	지식 재산권	연구소, 기업체 등	• 설해 시 신속한 작업로 확보 및 인명 피해 최소화할 수 있는 인명 구조로 확보 • 도로관리청뿐만 아니라, 소방서, 대규모 주택단지로의 수요처 확장하여 실용화 가능함
	기술사업화	국토교통부, 지자체, 기업체	
	연구보고서 작성	국토교통부, 지자체, 기업체, 연구소, 학교 등	
기상 상황별 권장속도 제공 시스템 개발	국내외 학술회의 논문 발표	학교, 연구소, 기업체 등	• 열악한 기상상태 발생 시 운전자의 감속 유도 및 차량 속도 편차 최소화를 통한 안전성 확보 • 각계각층의 분야별 전문가의 참여를 통한 실용성 확보
	학술지 논문 게재	연구소, 기업체 등	
	지식재산권	국토교통부, 지자체, 기업체	
	기술사업화	국토교통부, 지자체, 기업체, 연구소, 학교 등	
	연구보고서		

제6절 연구수행체계 제안

- 설해 시 이용자 피해를 최소화하면서 도로성능은 유지하기 위한 대응 기술 개발을 기본 축으로 하여 능동적 교통시스템 운영 기술을 공통의 Solution/Service로 개발하는 Framework을 감안하여 연구단 체계로 최초 제안하였으나, 기술 수요처 의견을 반영하여 과제 형태 및 수행체계를 변경
- 3세부 과제 공통 목적을 지향하기 위한 전문가와 기술 수요처 자문 그룹을 두고 관·산·학·연의 적정 역할을 구분하여 수행하는 체계 제안



제4장 사전타당성 검토

제1절 분석의 틀

- 본 기획연구에서 도출된 과제와의 타당성을 기술적/정책적/경제적 측면에서 검토
- 기술적/정책적/경제적 타당성 조사 항목은 KDI 및 KISTEP의 대형R&D사업의 예비타당성조사 보고서의 조사항목을 기준으로 설정

〈표 4-1〉 사전타당성 분석의 틀

대분류	중분류	소분류
기술적 타당성	기술개발 계획의 적절성	사업목표와 내용의 구체성
		사업추진전략의 적절성
		기술개발로드맵의 우수성
	기술수준 및 성공가능성	기술수준 및 역량분석
		기술개발의 성공가능성
정책적 타당성	국가 전략적 중요성	국가전략적 중요성
	상위계획과의 부합성	정책적 일관성
	사업추진의지와 관련 기관협조체계	정책적 추진의지분석
	사업추진상의 위험요인 및 대응방안	사업추진상의 위험요인 및 대응방안
경제적 타당성	경제성	경제성 분석
	과학기술적 파급효과	과학기술적 및 기타 파급효과 분석
	예산 및 인력투입의 적정성	예산의 적정성분석
		인력투입의 적정성분석

제2절 기술적 타당성

1. 기술개발 계획의 적절성

가. 연구 목표와 내용의 적절성

(1) 연구 목표의 구체성 분석

☐ 연구 총괄목표는 정량적이며 구체적으로 설정되어 있음

- 비전 목표인 ‘설해 시 도로망 피해 최소화 및 원활한 소통상태로의 신속한 복원’ 달성을 위해 총괄목표를 정성적·정량적으로 제시
 - 정성·정량적 목표를 ‘설해 시 도로성능 80% 유지, 재난·재해 시 인적·물적·사회적 피해 30% 저감’으로 설정
- 총괄목표 달성을 위해 기술적으로 해결해야하는 문제를 구체적으로 제시
- 기술개발이 필요한 문제를 미션으로 정의하고 있으며, 정의된 미션은 ‘도로의 소통능력 유지’와 ‘신속한 복원’으로 설정
- 총괄목표 설정의 근거를 재난·재해 시, 간선도로 서비스 수준의 1단계 하락을 기준으로 제시하고 있어 구체적
- 세세부과제별 목표를 정성·정량적으로 제시하고 있으며, 총괄목표 달성을 위한 세세부과제 목표의 배분이 이루어져 있어 세세부과제 목표 설정이 적절하다고 판단
 - 1세세부과제의 목표를 “강설 시 효과적이고 과학적인 도로제설작업을 위한 의사결정지원과 더불어 실제 현장에서 벌어지는 도로제설작업을 효과적으로 모니터링하기 위한 기술”과 “강설에 따른 교통 자·정체 및 교통사고로 인한 인명피해 등 인적·물적·사회적 비용 30% 저감 및 상황 대응 기술 개발로 도로성능 80% 유지”로 설정
 - 2세세부과제의 목표를 “예기치 못한 폭설 및 노면 습윤으로 인한 노면결빙에 효과적으로 대처하여 도로성능 최대한 유지 및 사고 최소화를 위한 세부 기술”로 국가 주요 간선도로망 및 도시부 주요도로에서 발생 가능한 차량 고립 방지 예방과 현재 제설작업수준 대비 30% 향상 및 노면결빙으로 인한 미끄럼 사고 30% 저감

☐ 총괄목표를 단계별로 제시하고 각 단계별 성과물을 제시할 경우 총괄목표의 구체성과 측정가능성을 높일 수 있을 것으로 판단

☐ 달성 정도를 측정하기 위한 기준, 지표, 방법을 제시하여 적절성을 확보하였음

☐ 세세부과제 목표를 단계별로 세분화하여 제시하고 있으며 연차별로 기술개발을 통해 달성해야하는 목표를 정량화하여 구체적으로 제시함

□ 세부과제별로 설정된 목표는 설해 시 도로에 피해를 주는 주요한 요인과 현재의 대응 기술수준을 기초로 설정되어 있어 타당성이 높음

- 세부과제별 현재 기술수준 분석을 기초로 정량적 목표 수준을 설정하여 기술개발 목표 설정 근거의 타당성이 높음
 - 강설 및 안개 시 도로 측면에 고가의 대응 시스템이 존재하나 차량을 활용한 입체적 대응 시스템은 미흡한 실정이며, 특히 안개 시 도로성능은 50%~60% 수준인 점을 고려하여 선진국 기술수준의 90%를 확보하고 도로기능을 80% 유지하는 목표를 설정
 - 현재 다양한 형태의 정보제공 방식이 존재하지만, 대부분의 경우, 일반적인 상황에서의 교통소통정보 및 교통통제정보에 국한되어, 실제 긴급 상황 발생에 대한 능동적 정보 전파는 미흡한 실정임
 - 설해를 포함한 도로상의 재난 발생 시 (예: 정전, 침수 등) 도로망에 유효한 신호운영 시나리오와 효과적인 대응 전략이 미흡한 실정으로, 현실적으로 타당한 장비·시스템 개발을 통해 인명피해 50% 저감 및 상황 대응 기술 개발로 도로성능을 80% 수준으로 유지할 계획임

(2) 사업 내용의 논리성 및 적절성

□ 세부과제별 구성기술은 도로의 기능에 영향을 미치는 주요 재난 중 설해 부분에 특화되어 현재의 대응기술 수준, 타과제 및 타분야와의 중복성을 고려하여 기술의 유사성을 기준으로 그룹핑되어 있어 사업내용의 논리성과 적절성이 높음

- 국내에 발생빈도가 설해 피해를 중심으로, 도로기능을 향상하는데 필요한 항목 등을 검토·분석하여 실제 기술개발의 효율성을 높임
 - 도로기능을 저하시키는 대표적 재해유형은 최근 5년간 재난 시, 도로 피해 사례조사를 기초로 정의되었으며, 본 기획연구에서 대상으로 하는 재난은 교통소통장애가 발생하는 경우를 포함하며, 특히, 가장 큰 피해를 주는 설해에 대한 기술개발을 특화하여 제시하였음
- 대표적 재해유형별로 해결이 필요한 기술을 나열하고, 피해규모를 기준으로 한 기술의 중요도와 중복여부를 판단하여 구성기술을 선정함

나. 추진전략의 적절성

(1) 사업추진 위험요소와 공헌요소를 고려한 추진전략의 적절성

□ 사업추진전략은 국내·외 시장 및 기술 동향조사 및 환경분석, 기술개발 주체를 고려하여 수립되어 적절성이 높음

- 거시적인 추진전략을 수립하고 연구개발 주체별 참여기준, 역할모델을 정립
 - 대표적인 공공재인 도로교통분야의 특성을 고려하여 도로교통분야에 풍부한 연구경험과 역량을 갖춘 출연(연), 대학, 관련 민간 기업체를 기술개발주체로 설정
 - 대학 및 연구기관의 경우 사회, 과학기술, 경제, 환경, 정책관련 동향 분석을 기초로 관련 논문

및 특허 성과, 기술개발전략 수립 경험, 관련 지침 연구 능력을 기준으로 선정

- 기술개발업체의 경우, 기업 내 연구부서의 유무를 참여기준으로 적용
- 도로관리 주체 인 담당기관의 현장 적용 가능성 평가의 중요성을 인식하고 국토교통부, 행정안전부, 소방방재청, 한국도로공사, 지자체 및 민자고속도로 운영기관과의 전략적 관계설정을 고려

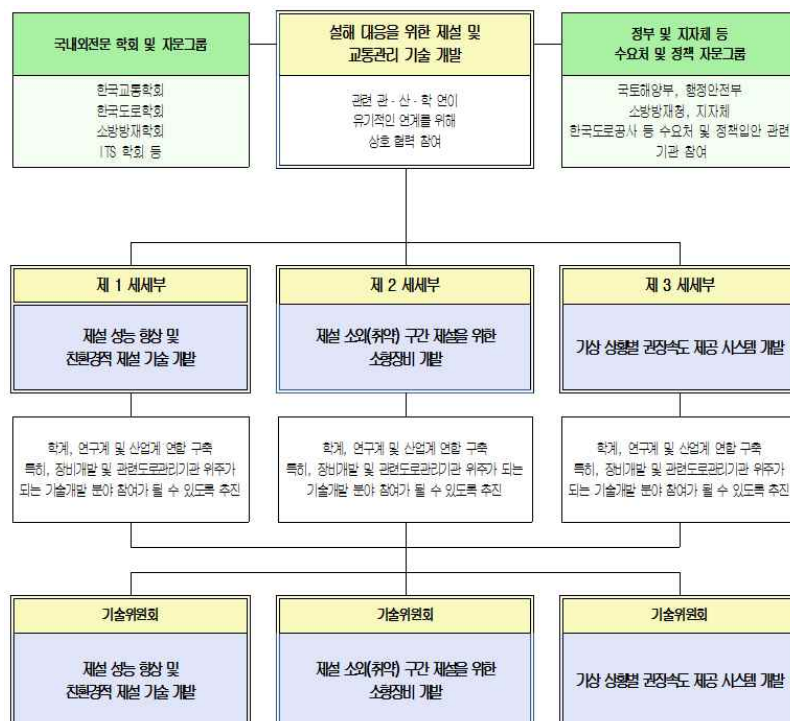
〈표 4-2〉 연구개발단계별 추진주체별 역할 분담

구성	기초 기술 분석	개발 전략	기술 개발	기술 이전	검증	인증/지침	상용화
산							
학							
연							
관							

(2) 추진체계 및 절차의 적절성

□ 추진체계는 향후 추진될 기술개발의 이해관계자를 고려하여 구체적으로 설정되었음

- 효율적 연구추진 및 공통의 목적을 지향하기 위하여 국내외 학회 및 자문그룹과, 정부지자체 관련 자문그룹과의 협력체계를 제안
- 세세부과제별 기술위원회를 구성하여 기술개발 과정, 결과를 검증하고자함



□ 연구개발 수행주체 선정 기준을 구체적으로 제시하고 있음

- 선정평가 시 선정기준을 연구개발목표, 연구개발내용, 추진전략 및 계획, 개발기술의 실용성 및 경제성, 연구책임자의 전문성으로 구분하여 선정기준별 세부항목과 배점을 설정하여 선정평가의 적절성을 높이하고자 함

〈표 4-3〉 선정평가 평가항목

기준항목	세부평가항목	배점
계획의 충실도 (10점)	▫ 과제기획결과 반영도	5
	▫ 기술동향 및 시장흐름에 대한 분석 정밀도	5
연구개발의 목표 및 내용 (35점)	▫ 최종·연차별 목표 및 분야별 목표와의 적합성, 명확성, 창의성 - 최종 및 연차별 연구목표의 구체성 및 명확성 - 연구개발목표의 구체성 및 명확성	10
	▫ 성과목표 및 성과지표 설정의 명확성 및 타당성 - 최종목표 달성을 위한 연차별 성과목표의 적절성 - 연차별 예상성과의 구체성 및 타당성	10
	▫ 연구개발내용의 완성도 및 실현가능성 - 개발 기술의 혁신성 및 차별성 - 개발 기술의 실용성 및 구체성 - 경제적, 기술적 타당성 분석결과와의 적절성	15
연구개발 추진전략·체계 및 연구수행 방법(25점)	▫ 연구추진 전략의 구체성 및 타당성	10
	▫ 연구방법의 적정성·구체성·타당성	10
	▫ 테스트베드 방안	5
연구성과 활용 가능성 (10)	▫ 활용방안의 적절성 및 구체성 - 사업화 방안의 적절성 및 구체성 - 연구성과 실용화 및 정책채택 가능성	10
연구수행능력 (10점)	▫ 연구책임자의 연구수행·관리능력 및 관련분야 연구경험	5
	▫ 참여연구인력의 적정성 및 전문성	5
연구시설 확보 및 연구개발비 계상의 합리성 (10점)	▫ 연구장비·시설 확보 및 활용의 적합성	5
	▫ 연구개발비 계상·집행 및 개발기간의 합리성	5
소계		100

구분	평가항목
부합성 평가	▫ 평가위원 과반수 이상이 연구개발계획서가 과제제안요구서(RFP)와 부합되지 않는다고 판정시 탈락 조치
중복성 평가	▫ 평가위원 과반수 이상이 기 수행되었거나, 수행중인 과제와 중복되는 것으로 판정시 탈락 조치

※ 기준항목(세부평가항목 포함) 및 배점 기준은 달라질 수 있음

□ 세부과제별 관련 부처 및 유관기관과의 협력방안을 구체적으로 제시하여 기술개발 시 효율성을 높임

- 기술경쟁력분석을 통하여 과제관련 국내외 기술 인프라 현황과 관련 연구개발과제 수행현황을 조사

- 국내외 기술 인프라 현황 및 연구개발 수행현황을 기반으로 과제와 관련하여 역량을 보유한 기관과의 협력 및 차별화 방안을 모색

(3) 성과 평가 및 관리체계의 적절성

□ 성과의 실용화방안을 구체적으로 제시하여 기술개발 이후, 기술의 전파에 긍정적 영향을 줄 수 있을 것으로 판단

- 세부과제의 구성기술별로 목표성과물을 정의하고, 목표성과물별로 기술의, 수요처를 정의하여 실용화방안을 구체적으로 제시

세세부과제	목표성과물	기술수요처	실용화 방안
제설 성능 향상 및 친환경적 제설 기술 개발	국내외 학술회의 논문 발표	학교, 연구소, 기업체 등	• 국내에 있는 모든 도로관리기관이 수요처가 될 수 있음
	학술지 논문 게재		
	매뉴얼	연구소, 기업체 등	
	연구보고서	국토교통부, 지자체, 기업체, 연구소, 학교 등	
설해 대응 다기능 소형제설차량 개발	지식 재산권	연구소, 기업체 등	• 설해 시 신속한 작업로 확보 및 인명 피해 최소화할 수 있는 인명 구조로 확보 • 도로관리청뿐만 아니라, 소방서, 대규모 주택단지로의 수요처 확장하여 실용화 가능함
	기술사업화	국토교통부, 지자체, 기업체	
	연구보고서 작성	국토교통부, 지자체, 기업체, 연구소, 학교 등	
기상 상황별 권장속도 제공 시스템 개발	국내외 학술회의 논문 발표	학교, 연구소, 기업체 등	• 열악한 기상상태 발생 시 운전자의 감속 유도 및 차량 속도 편차 최소화를 통한 안전성 확보 • 각계각층의 분야별 전문가의 참여를 통한 실용성 확보
	학술지 논문 게재	연구소, 기업체 등	
	지식재산권	국토교통부, 지자체, 기업체	
	기술사업화	국토교통부, 지자체, 기업체, 연구소, 학교 등	
	연구보고서		

□ 성과목표 및 지표가 균형 있게 설정되어 기술개발성과평가에 적합한 것으로 판단

- 성과목표는 학술적성과, 특허성과, 테스트베드 구축/활용, 기술성능 목표 달성, 현장적용효과, 비용절감효과, 표준, 국제협력 및 협약, 기획 및 계획 수립, 기술이전, 연구성과확산 노력 등으로 다양하게 설정
- 성과목표별로 성과지표를 설정하고 목표치, 측정방법, 가중치, 목표치 설정근거를 제시하고 있어 성과측정의 구체성이 우수
 - 성과목표 및 성과지표는 세부과제별로 차별화하여 제시되고 있으므로 개별과제의 기술적 특성을 반영하는데 적절하다고 판단
 - 성과지표의 측정방법을 제시한 것은 향후 성과평가 및 성과관리 시, 관리담당자의 효율성을 증진시킬 수 있을 것임

2. 기술수준 및 성공가능성

가. 기술수준 및 역량 분석

(1) 보유기술수준 및 기술개발의 기대수준

□ 기술선진국 대비 기술수준, 국내기술의 적용현황에 대한 상세 분석이 적절히 수행되었음

〈표 4-4〉 구성기술별 기술수준 분석

본 연구기획범위		현 기술현황 (As-Is)	기술개발에 따른 미래상 (To-Be)
설해 대응을 위한 제설 및 교통관리 기술 개발	제설 성능 향상 및 친환경적 제설 기술 개발	· 제설기법, 제설제 살포 방식에 따른 실질적인 효과 평가 자료 없음 · 친환경제설제 활용 방안에 대한 구체적인 방안 없음	· 제설기법, 제설제 살포 방식에 따른 효과 평가를 통해 최적의 제설작업 프로세스 도출 · 친환경제설제 활용 활성화
	설해 대응 다기능 소형제설차량 개발	· 기존 국가 R&D로 진행된 다목적 제설장비개발(용해장치)의 경우 다목적에 초점을 맞추어 제품가격상승 및 운영 효율성이 떨어지는 문제로 과제 중단됨 · 차량 고립 시 해결할 수 있는 방안 없음 · 이면도로 및 보도제설은 전적으로 인력에 의존	· 기존장비가 제설작업을 위해 투입되기 어려운 구간에서 작업이 가능하도록 하기 위한 장비 개발 · 이면도로 및 보도제설을 효과적으로 수행하여 궁극적으로 제설취약구간과 도시부 제설효과 극대화 · 장비 국산화를 통해 외산장비 수입가격 대비 1/3수준으로 적용구간 확대 및 실용성 증대 · 별도 동력장치 없이 부수장비 운영이 가능한 경량장비 개발로 저소음 및 연료절감 효과
	기상 상황별 권장속도 제공 시스템 개발	· 악천후 대응 가변형 속도제한표지 설치근거는 규정되어 있으나 기상조건별 권장속도(안전속도) 설정 기준 부재 및 기존 VMS 모듈로 악천후 조건별 권장속도 정보제공 한계 · 현존 단위 기상조건 대응용 감지기는 전량 외산 및 고가 문제로 실용성 문제가 있으며, 현장 적용 시 다종의 센서를 부착으로 인한 대형화	· 악천후 조건별 실시간 적정 권장속도(안전속도) 운전자에게 제공 기능으로 안전성 및 이동성 증진 · 보급형, 통합, 소형 기상감지를 개발하여 예산절감(외산시스템 수입가격 대비 1/5 이하 수준)으로 적용구간 확대 및 실용성 증대

□ 타과제와의 중복성 검토

- Smart Highway 사업(한국도로공사)에서 추진 중인 강설대비 측정용 센서 및 분사시스템 개발 연구는 노면 결빙 감지용 센서 및 판정기법과 결빙 감지 시 노면결빙용 재료 분사가 주요 내용임
 - 영상분석 및 매립식 결빙감지 센서를 통한 노면상태 감지(Snow/Slush/Water)
 - 감지기 설치지점에 국한하여 노면상태를 감지, 권장속도(안전속도) 활용에는 무리임
- 지능형 다기능 가변안내표지판 개발(국민대)은 기존 도로전광판(VMS)의 기능 개선을 목표로 표출 모듈에서 전원부 등을 분리하여 VMS 구조물 슬림화 및 통합형 도로표지판 개발이 주요 내용임
 - 안전운전에 영향을 주는 기상 조건에 따라 운전자에게 권장(안전) 속도 제공 및 가상 조건 제공에는 한계가 있음
- 본 기획연구에서 추진하는 기술은 강우, 강설, 강풍, 안개 등 안전운행에 영향을 주는 기상 상태를 모두 감지하며, 안전 관련 기상조건을 통합 감지하여 기상조건별 적정 권장속도(안전속도)를 결정, 운전자에게 제공함
 - 안전운전에 영향을 주는 기상조건별 가변제한속도 구현의 장벽인 보급형 기상감지기 개발이 핵심
- 한국교통연구원에서 수행한 「첨단교통정보를 활용한 도로운영제어 국내적용 방안 정립」에서는 악천후 조건별 적정 권장속도 선정 기준, 기상상태 감지기 개발 등 통합 권장속도시스템 개발 관련 연구는 수행하지 않았으며, 일반적인 개요와 국내·외 기술경향, 국내 적용 시 기술적, 정책적, 법·제도적 측면 문제점을 기술하였음
- 이 밖에도 국내 유관 연구기관, 대학, 기업체 전문가 및 주요 연구 분야와 기관별 보유 실험장비에 대한 조사 분석을 통해 협력방안을 모색

(2) 기술개발 역량 및 잠재력

□ 기술개발 인프라에 대한 분석을 충실히 수행한 것으로 판단

- 국내 유관 연구기관, 대학, 기업체 전문가 및 주요 연구 분야와 기관별 보유 실험장비에 대한 조사 분석을 통해 협력방안을 모색
- 해외 관련 연구기관의 전문가와 전문분야 연구 인력을 조사하여 대외협력을 위한 기초자료로 제공
- 해외 대비 국내 기술 인프라 수준을 전문 인력, 기자재, 산학연 공동연구기반, 기술이전 및 거래, 국제기술협력기반 관점에서 종합적으로 비교하여 시사점을 도출

□ 국내 전문가에 대한 조사는 수행과제 및 기술개발현황 조사를 수행하여 심도 있는 분석이 진행된 것으로 판단

- 국내전문가에 대한 조사는 기술 분야, 전문가명, 소속기관, 기술개발현황을 조사하여 향후 기술개발추진 시, 협력방안 모색에 활용도가 높을 것으로 판단

나. 기술개발의 성공가능성

(1) 기술적 위험요인

- 세부과제별로 기술적 위험요인을 사전에 명확히 정의하고 이를 대응하기 위한 연구개발 추진전략을 수립하여 기술개발 성공가능성을 높이고자 함
 - 세부과제별 국내·외 특허 및 시장 동향을 파악하여, 정확한 기술격차를 진단하고, 이를 바탕으로 구체적인 연구개발 계획과 상용화를 추진함
 - 연구추진 중 발생할 수 있는 연구 및 기술의 중복성을 피하기 위한 지속적인 모니터링 체계를 수립함
- 기술적 위험요인을 대응하기 위한 연구개발추진전략으로 기술 수요처와의 유기적 협조체계 구축, 실용화 촉진 방안 수립, 분야별 전문가 네트워크 활용 등을 제안
 - 잠재적 수요처를 단순한 고객으로 고려하지 않고, 실질적인 협력관계를 구축하여 본 연구를 통해 개발된 기술이 현장에 적용될 수 있도록 인적 네트워크를 구성함
 - 국토교통부를 중심으로 유관기관 (경찰청, 소방방재청)과의 분야별 교류를 통해 연구결과의 질을 높이는 계획을 동시에 수립

제3절 정책적 타당성

1. 국가 전략적 중요성

가. 국가 전략적 중요성

(1) 본 기획과제는 국토관리 및 재해대책에 대한 정부정책기조 변화를 반영

- 정부는 재해 대형화에 대응하는 통합적·계획적 방재체계 미흡을 지적 (2011)
- 국토교통부 및 소방방재청은 “후진적 반복상습재해구조” 타파를 목적으로 예방위주 투자, 방재형 국토 관리, 과학적 관리체계, 보험제도 등과 관련된 핵심전략 및 세부 실천과제를 도출

(2) 정부 지원을 통한 사업추진이 시급한 기술개발분야

- 현재 자연재난분야의 국내 기술수준은 취약한 수준
 - '10년 기준 자연재난분야의 기술수준은 선진국 대비 평균 59.4%이며 최고기술 보유국 대비 기술격차는 평균 8.8년
- 도로교통분야에서 교통사고 피해는 증가하는 추세임
 - 대형교통사고에 따른 사망자는 감소하고 있으나 OECD회원국 가운데 최하위권에 해당
 - 도로교통사고로 인하여 발생하는 사회적 손실비용이 '09년 기준, 연간 11조 7,774억 원 규모이며, 물적 피해와 사회적 비용의 증가로 전체비용은 증가추세
- 기후변화에 따른 재난재해가 증가하는 추세이며 이로 인한 교통사고발생 및 운전자 및 보행자 안전이 위협
 - 기후변화에 따라 폭우, 폭설, 산사태 등 자연재해가 증가하는 추세
 - 최근 140년간 지구온도가 약 0.6℃ 상승하고, 우리나라의 경우 '80년대 이후 1℃이상의 온도 상승세를 보이는 등 전 지구적으로 이상기후로 인한 자연재해가 빈발·대형화하는 추세(소방방재청, 2007)
 - 최근 10년간(통계청자료, 2001) 자연재해 연평균 피해액은 1조 2,700억 원, 인명피해 129명으로 매년 인명과 재산피해가 크게 발생
 - 우리나라의 지반재해 중 대표적인 산사태 관련 재해는 그 중 261명의 인명피해와 연평균 6,000억 원의 재산피해가 발생하였고, 피해규모가 급격히 증가하는 추세
 - 하루 100mm 이상의 집중호우 발생횟수가 1930년대 이전에는 연평균 2.2회, 1940~70년대 5.3회, '80년대 이후 8.8회로 4배 이상 증가하였으며, 연평균 홍수피해액('70년대 0.48조 → '90년대 0.70조 → '00~'06 2.60조)이 증가
 - 최근 5년간 안개일 사고발생이 증가 추세(CAGR 1.4%)이며, 사망률은 기상상태가 좋은 날에 비하여 3배 높음

□ 기술개발을 통해 도로안전시설분야의 기술을 혁신할 것으로 기대

- 도로 기상장치 등 해외 수입품 대체 기대
- 기술의 융·복합을 통한 돌파구 마련 기대
- 재난·재해 시 능동적 교통관리 기술혁신 및 이용자 서비스 향상이 기대

2. 상위계획과의 부합성

가. 정책적 일관성 분석

(1) 상위 유관계획과의 부합성

□ 본 기획연구는 국가단위, 범부처 추진 재난재해관리체계 관련 정책과 부합

- 국가위에서 추진하고 있는 ‘재난 및 안전관리기술개발 시행계획’에 부합
 - 국가위에서는 ‘재난 및 안전관리 기술개발 시행계획’에서 ‘재난 안전분야 기술개발 추진체계 확립, 재난관리 전략기술 중점개발, 재난·안전관리기술 선진화를 위한 인프라 구축, 재난·안전 산업 경쟁력 강화를 목적으로 13개 부처에서 1,545억 원을 투자하기로 결정
- 국토교통부의 안전한 국토공간조성 정책 기조에 부합
 - 제4차 국토종합계획 수정계획(2011-2020) 및 시설물의 안전 및 유지관리 기본계획(건설교통부 고시 제2002-318호)에서 지구 온난화 및 재해 대형화에 따른 안전한 국토공간 조성, 국토정보 통합네트워크 구축, 시설물 관리 대책 등 제시
- 후진적 반복·상습 재해구조 혁신을 위한 부처합동 정책에 부합
 - 후진적인 재해구조 혁신을 위하여 방재청, 농림부, 건교부 등 9개 부처 합동의 신국가방재시스템 기획단(2006)을 설치하여 정책대안으로서 신국가방재시스템백서(2007) 제시
- 재난으로부터 국민을 보호하기 위한 행정안전부 정책에 부합
 - 행정안전부에서는 각종 재난 및 사고로부터 국민의 생명·신체·재산을 보호하기 위한 기본 정책으로 국가안전관리기본계획을 5년 마다 수립
- 제7차 국가교통안전기본계획에 부합
- 제7차 국가교통안전기본계획에서는 교통안전은 생명과 직결되는 최고의 가치이며, 국민의 일반적인 삶의 질 향상을 위해 미래를 대비한 교통안전대책이 필요한 것으로 규정

3. 사업추진의지와 관련 기관 협조체계

가. 정책적 추진의지 분석

- (1) 본 기획연구는 국토교통부의 건설교통R&D중장기계획에 따라 전략적으로 추진되며, 사전에 추진된 관련 사업의 연장선상에 있는 부분으로 국토교통부의 정책적 추진의지를 반영

□ 기획연구와 관련된 국토교통부 추진 R&D 사업 및 과제는 다음과 같음

- 이상기후에 대비한 시설기준 강화 연구사업 (국토교통부, '10년 6월 종료)
 - 지구 온난화에 의한 이상기후 발생으로 집중호우, 태풍 등의 자연재해가 급증하고, 이로 인해 증가하는 시설물 및 인명피해 발생을 저감하기 위한 시설기준 및 치수대책 마련을 목적으로 하는 R&D 사업
 - 주요 분야는 이상홍수 대응기법의 국내외 사례조사 및 대응전략 수립, 토석류 대비 도로 시설 설계 개선, 이상기후에 대비한 시설기준 정비, 기본풍속도 정비 및 돌풍에 의한 풍환경 피해 방지대책, 건축물의 풍하중 및 풍진동 설계기준 정비 및 개발 등
- 국가주요시설물 안전관리 네트워크 시범구축 및 운영시스템 개발사업 (국토교통부, '11년 5차년도 사업 종료)
 - 주요시설물의 피해발생 빈도와 규모 등을 고려한 상시 안전관리시스템 및 표준화 방안 도출을 목적으로 한 R&D 사업
 - 주요 분야는 1,2종 시설물의 안전관리 체계 및 보수/보강 체계 개선, 관리주체 기술력 향상 및 기술자 역량 강화, 예방적 유지관리 체계 확립, 유비쿼터스 기술을 활용한 시설물/안전관리 선진화 등
- 차세대홍수방어기술 개발사업 (국토교통부, '11년 4차년도 사업 진행 중)
 - 자연재해 중 가장 피해가 큰 홍수피해 저감을 위한 첨단 하천 예보기술 개발, 유역 차원의 홍수 방어 및 관리기술 개발 개발을 주목적으로 하며, 홍수로 인해 발생하는 인명피해, 재산피해를 최소화함으로써 21세기에 맞도록 홍수재해를 방어할 수 있는 기술의 확보를 위한 R&D 사업
 - 주요 분야는 홍수조사 선진화 및 모니터링 기술, 치수능력 증대기술, 미래통합 유역홍수 대응 기술, 국가 홍수 관리시스템 개발 등으로, 최종목표는 홍수방어 및 관리시스템 구축을 통하여 수재해에 의한 인명피해 5% 및 재산 피해 30% 절감임

제4절 경제적 타당성

1. 경제성

가. 예산의 적정성 분석

(1) 예산규모의 적정성 분석

□ 총 사업비, 세부 사업/과제별 사업비의 적정성을 분석

- 본 기획연구에서 제안하고 있는 총사업비는 74.68억 원, 세부과제당 연구비는 24.89억 원으로 총 사업비 및 세부과제별 사업비는 유사 연구단에 비하여 낮은 수준
- 장비개발 등에 의해 총사업비 대비 민간매칭 펀드의 비중이 높은 편이며, 본 기획연구의 대상 과제에 Test Bed 구축을 염두하고 있는 점을 고려할 경우, 본 기획연구에서 제시하는 사업비는 적절한 수준인 것으로 판단
 - 총사업비 중 민간매칭 펀드 비중은 25% 수준으로 ‘차세대 홍수방어기술개발연구단’의 민간 매칭 펀드 비중 15.1%보다 높음
 - 세부과제별 정부연구개발 투자비는 24.89억 원으로 ‘낙석 및 산사태 방재 연구단’의 세부과제별 정부연구개발 투자비 38.3억보다 낮음

〈표 4-5〉 유사사업 비교표

사업명	연구비	연구기간	세부과제수	세부과제당 연구비 (정부지원금기준)
낙석 및 산사태 방재 연구단	정부 : 115억	5년('05년~'10년)	3개	38.3억
도시홍수재해관리기술연구단	-	5년('03년~'08년)	4개	-
차세대홍수방어기술개발연구단	전체 : 229.96억 정부 : 195.14억 민간 : 34.82억	5년('09년~'14년)	4개	57.49억 (48.8억)
설해 대응을 위한 제설 및 교통관리 기술 개발 (본 기획)	전체 : 74.68억 정부 : 56억 민간 : 18.68억	3년	2개	24.89억 (18.7억)

(2) 예산계획 수립체계 및 과정의 적절성

- 세부과제별 기획위원회를 구성하여 예산을 산출함
- 최소 연구단위인 구성기술을 수행하는 데 소요되는 적정비용을 산정하고, 이를 토대로 세부과제의 연구비를 산정하여 사업예산 규모를 확정

- 인건비는 '2013년 학술연구용역 인건비기준단가' 를 기준으로 작성
- 각 구성기술별 특성을 고려하여 민간기업의 참여가능성을 예측하고 이를 바탕으로 정부출연금과 기업부담금을 구분
 - 이때 정부출연금 및 기업부담금의 배분비율은 '국토교통부소관 연구개발사업 운영규정'의 '별표 1 중앙행정기관 및 참여기업의 연구개발비 출연·부담 기준'을 작성기준으로 활용
- 항목별 예산은 '국토교통부소관 연구개발사업 운영규정' 의 '별표 2 연구개발비 비목별 계상기준' 을 작성기준으로 활용

(3) 과제별 예산 작성 및 배분의 합리성

- 각 세부과제의 구성기술별 정부지원 및 민간 예산을 연차별로 구분하여 제시
- 각 세부과제의 공동과제별 인건비, 직간접비를 연차별로 구분하여 제시
- 인건비는 연구원을 4단계로 구분하여 참여율을 감안하여 산정
- 직접비는 연구장비, 재료비, 연구활동비, 연구수당으로 구분하여 산정

나. 비용편익 분석

(1) 분석방법론 개요

- 분석방법 : 비용-편익 분석(Benefit/Cost Analysis)
 - B/C ratio는 분석 대상에 비용규모 대비 혜택규모의 비율로 1보다 높으면 경제성이 높은 것으로 판단
- 분석대상
 - 3개 세부과제를 추진하는 데에 소요되는 비용과 이로부터 발생하는 편익을 고려하여 분석
- 혜택범위
 - 기술개발에 의한 편익은 '설해 대응비용 절감', '인명피해저감', '장비개발을 통한 예상 매출액'을 추정하여 사용
 - 본 연구기간을 2013년~2016년으로 가정하고, 실용화 기간을 3~4년으로 볼 때 연구의 결과물이 시장에 반영되는 시기는 2020년 이후라 볼 수 있음
 - $\text{Benefit} = \text{기술개발에 의한 편익(현재가치)} \times \text{시장점유율} \times \text{기술개발성공률} \times \text{부가가치 비중} \times \text{R\&D 기여도} \times \text{기술 기여도}$

□ Benefit 산출을 위한 요소

- R&D에 의한 부가가치의 증대를 환산하기 위하여, 기술개발에 의한 편익, 부가가치비중, 시장 점유율, 기술기여도, 기술개발성공률, R&D기여도, 할인율을 고려
 - 기술개발에 의한 편익 : 기술개발과제 추진을 통한 연구결과물로 인한 비용절감 및 매출발생 예상액
 - 기술개발성공률 : 2010년 산업기술연구회 등에 대한 국정감사 결과에 의하면 정부 연구개발(R&D)성과의 사업화 성공률이 30% 수준으로 조사되었으며, 이를 준용하여 적용
 - 기술기여도 : 마케팅/제품/공법에서 기술이 차지하는 비중⁵⁾
 - R&D 기여도 : 본 연구 과제를 통해 달성된 기술 개선 비중⁶⁾
 - 할인율 : 할인율은 10년만기 국고채금리인 4.3%를 적용

□ 비용의 설정

- 1~3세부과제의 향후 3년간 예산(안)으로 정부출연금과 민간참여금의 합한 금액의 현재가치로 산정

(2) 경제성 분석 결과

□ 기술개발로 인한 편익과 R&D 예산을 고려한, 본 연구 사업의 경제성 분석 결과는 B/C ratio가 4.69로 나타나 본 사업의 경제성 측면에서 긍정적으로 판단

- 편익(21,533백만원) = NPV(기술개발로 인한 편익(986,282백만원) × 기술개발 성공률(30.0%) × R&D기여도(30.6%) × 기술기여도(29.7%))
 - 기술개발로 인한 편익 중 재해로 인한 교통사고 인명피해 비용저감액은 전체 교통사고 사망자 중 기상악화 추산 사망자 수(719명)에 1인당 사망사고 비용(4억 746만원, 한국교통연구원)을 곱한 후, 기술개발을 통한 저감비율(30%)을 적용하여 산출(연도별 87,790백만원)
 - 기술개발로 인한 편익 중 설해대응 비용 절감액은 12년도 설해대책비의 30%인 9,239백만원임
 - 기술개발로 인한 편익 중, 장비개발로 인한 편익은 20년 이후, 4년간 시장매출 250억원과 수입대체 150억원에 부가가치율(39.98%)을 곱한 금액인 15,992백만원임(연간 3,998백만원)
- 비용(5,127백만원) = NPV(연도별 정부 소요 예산)
- 편익/비용 = 4.69

5) 기술가치 평가과정에서 기술기여도 적용방법은 전문가의 주관적 판단에 의하거나 관행적으로 적용하는 방법이 있음. 전문가 판단법의 일종인 AHP를 적용하여 기술기여도를 산정한 이영찬(2006)의 연구에서는 사업가치 구성요소를 기술자산, 시장자산, 인적자산으로 구분하고 이중 기술자산의 상대적 중요도(기술기여도)를 29.7%로 산출한바 있음.

6) KISTEP에서 작성된 "09 R&D분야 예비타당성 조사 수행을 위한 지침연구"의 R&D사업의 효과분석 사례에서는 R&D기여도를 10.9% 혹은 30.6%로 적용하였음. 본 분석에서는 30.6% 적용함

〈표 4-6〉 재난·재해시 도로환경 재현 및 안전관리시스템 기획 B/C 분석

(단위:백만원)

구분	Benefit						Cost
	인명피해 비용 절감액	설해 대응비 절감액	장비개발 편익		설해 피해 절감액	기술개발 결과의 기여금액	연구개발비 (정부)
			장비 매출	수입 대체			
2013	-	-	-	-	-	-	1,400
2014	-	-	-	-	-	-	1,900
2015	-	-	-	-	-	-	1,700
2016	-	-	-	-	-	-	-
2017	-	-	-	-	-	-	-
2018	-	-	-	-	-	-	-
2019	-	-	-	-	-	-	-
2020	87,790	9,239	2,499	1,499	101,027	2,754	-
2021	87,790	9,239	2,499	1,499	101,027	2,754	-
2022	87,790	9,239	2,499	1,499	101,027	2,754	-
2023	87,790	9,239	2,499	1,499	101,027	2,754	-
2024	87,790	9,239			97,029	2,645	-
2025	87,790	9,239			97,029	2,645	-
2026	87,790	9,239			97,029	2,645	-
2027	87,790	9,239			97,029	2,645	-
2028	87,790	9,239			97,029	2,645	-
2029	87,790	9,239			97,029	2,645	-
현재가치						21,533	4,587
B/C ratio							4.69

2. 과학기술적 및 사회적 파급효과

가. 과학기술적 파급효과 분석

(1) 지적 재산권 및 학술적 성과 및 환경 개선 효과

- 세부과제별 성과목표에 도달 할 경우 다수의 지적재산권(논문, 특허출원 및 등록), 소프트웨어 및 장비, 시제품 등의 과학기술적 성과가 기대됨
 - 도로교통분야에서의 학술적 성과로 인식되는 대부분은 현장적용과는 일정부분 격차가 있는 이론적으로 접근한 것이 많으나, 재난·재해시에 적용 가능한 다양한 교통기술 개발을 통해 현장 중심의 학술적 성과가 기대됨
 - 도로교통은 대표적인 공공재로써, 현재 지적 재산권이 많은 비중을 차지하고 있지는 않지만, 실제 현장 적용을 통해 다양한 시장창출이 예상되는 특허에 대한 등록·출원과 관리자를 위한 SW개발을 통해 교통프로그램에 대한 기술적 발전을 도모할 수 있을 것으로 판단됨

나. 사회적 파급효과 분석

(1) 교통사고 감소로 인한 사회적 비용감소

- 인적·물적·사회적 피해 30% 저감을 통한 편익 창출
 - 도로교통분야에서의 학술적 성과로 인식되는 대부분은 현장적용과는 일정부분 격차가 있는 이론적인 것이 근접한 것이 많으나, 설해 시에 적용 가능한 다양한 교통기술 개발을 통해 현장 중심의 학술적 성과가 기대됨
 - 교통사고 자체를 교통소통장애의 원인으로 분류할 수 있고, 또한 설해에 따른 2차, 3차 피해의 결과로 인식할 수 있는 만큼, 재난·재해에 따른 2차, 3차 피해를 최소화함으로써, 사회적 편익을 증대할 수 있을 것으로 판단됨

(2) 교통관련 산업 활성화에 기여 가능

- 교통방재산업분야 활성화
 - 교통관련 산업의 경우, 안전시설물, 도로표지, 신호기 등 교통운영과 안전측면에서 기본적으로 필요한 분야에 한정적 이였으나, 설해 시 능동적 대응 기술 개발로 인해 교통방재분야에 대한 산업이 활성화 될 것으로 기대됨
 - 사회 인프라 구축 시 대규모 토목사업을 배제하더라도, 현 시설 운영의 효율화 및 설해에 강한 인프라 구축을 위해 중앙정부를 포함한 시·군 단위의 소규모 시장에 대한 창출도 가능함
 - 기존 ITS사업과의 연계를 통해 새로운 시장 창출도 고려할 수 있음

제5절 종합분석

1. 기술적 타당성 분석

가. 기술적 타당성 분석에서의 주요 쟁점은 1. 기술개발 계획의 적절성 2. 기술수준 및 성공가능성이며, 이에 대한 최종 검토의견은 다음과 같음

(1) 기술개발 계획의 경우 사업 목표와 내용이 구체적이고 사업추진전략이 적절하게 도출되었으며, 기술개발로드맵이 완성도 있게 작성

□ 비전 및 목표를 구체적으로 제시하고 설정근거를 타당하게 제시하였으며 연구개발과제의 도출 프로세스와 세부과제의 개념, 범위, 연계관계에 대해 구체적으로 서술

□ 본 사업은 추진조직의 구성에 대해 상세하게 기술하였으나, 추후 성과관리체계의 효과적인 방안을 검토하는 것이 필요

□ 기술개발로드맵은 각 세부기술의 구성기술 수준에서 상세히 작성되었고 세부과제에서 구성기술간 선후관계가 명확하게 드러나도록 작성

(2) 기술수준 및 성공가능성의 경우 국내외 논문, 특허, 시장, 기술동향 및 인프라 분석을 통해 구체적인 분석이 이루어 졌음

□ 보유기술수준, 기술개발 역량 및 잠재력 등을 동향분석 및 기술수준 조사를 통해 수행하였으며 국내외 선진국 수준을 비교분석

□ 본 사업 수행 중 나타날 수 있는 기술적 위험요인에 대해 세부과제별로 서술하였으나 추후 기술개발 성공가능성 및 시장 경쟁력 측면에서의 성공가능성에 대한 구체적인 논의가 필요

2. 정책적 타당성 분석

가. 정책적 타당성 분석에서의 주요 쟁점은 1) 국가 전략적 중요성 및 상위계획과의 부합성, 2) 사업추진의지 및 위험요인이며, 이에 대한 최종 검토의견은 다음과 같음

(1) 국가 전략적 중요성 및 상위계획과의 부합성의 경우 산업 정책적/국토개발정책적 중요성, 정부지원 타당성 및 관련 국가 상위계획에 대해 타당하게 서술하였음

(2) 사업추진의지 및 위험요인의 경우 본 사업과 관련한 국토교통부의 관련사업 추진의지에 대해 기술하고 사업추진상의 위험요인과 이에 따른 대응방안에 대해 기술하였음

3. 경제적 타당성 분석

가. 경제적 타당성 분석에서의 주요 쟁점은 1) 경제성 2) 과학기술적 파급효과이며, 이에 대한 최종 검토의견은 다음과 같음

(1) 경제성 분석의 경우 비용/편익 분석(Cost/Benefit Analysis)을 통해 본 사업의 경제적 측면을 긍정적으로 판단함

□ 본 사업의 B/C ratio는 4.69 이며, B/C ratio는 분석 대상에 비용규모 대비 혜택규모의 비율로 1보다 높으면 경제성이 높은 것으로 판단됨

(2) 과학적 파급효과의 경우 논문, 특허, 시작품, 관련지침 외에 사회비용 감소, 탄소저감 및 관련 산업 파급효과가 클 것으로 판단됨

(3) 연구비의 경우 국토교통부에서 시행하는 유사사업의 연구비와 비교할 때 적정한 것으로 판단되며 세부적인 인력 활용 및 연구비 사용에 대해서는 연구 추진 단계에서 보다 구체화 될 수 있을 것으로 판단됨

제5장 인력투입 및 소요예산 산정

제1절 연구일정에 따른 인력 투입 계획

1. 전체사업 인력투입계획

가. 연차별 투입 연구인력

(단위 : 명)

분류	1차년	2차년	3차년	합계
총 계	21.2	31.5	26.9	79.6
1 세세부과제	4.9	7.2	-	12.1
2 세세부과제	8.5	12.7	14	35.2
3 세세부과제	7.8	11.6	12.9	32.3

나. 상세 투입연구인력

(1) 1 세세부과제 : 제설 성능 향상 및 친환경적 제설 기술 개발

(단위 : 명)

분류	총 개발인력(명)				비고
	1차년도	2차년도	3차년도	계	
총 계	4.9	7.2	-	12.1	
책임연구원	0.2	0.2	-	0.4	
연구원	1.0	1.6	-	2.6	
연구보조원	1.2	1.7	-	2.9	
보조원	2.5	3.7	-	6.2	

(2) 2 세세부과제 : 제설 소외(취약) 구간 제설을 위한 소형장비 개발

(단위 : 명)

분류	총 개발인력(명)				비고
	1차년도	2차년도	3차년도	계	
총 계	8.5	12.7	14	35.2	
책임연구원	0.5	0.7	0.8	2.0	
연구원	4.0	6.0	6.6	16.6	
연구보조원	3.0	4.5	5.0	12.5	
보조원	1.0	1.5	1.6	4.1	

(3) 3 세세부과제 : 기상 상황별 권장속도 제공 시스템 개발

(단위 : 명)

분류	총 개발인력(명)				비고
	1차년도	2차년도	3차년도	계	
총 계	7.8	11.6	12.9	32.3	
책임연구원	0.3	0.4	0.5	1.2	
연구원	3.0	4.5	5.0	12.5	
연구보조원	2.5	3.7	4.1	10.3	
보조원	2.0	3.0	3.3	8.3	

제2절 소요예산 산정

1. 예산 산정방법

- ☐ 최소 연구단위인 세세부과제를 수행하는데 소요되는 적정 비용을 산정하고, 이를 토대로 세부과제의 연구비를 산정하여 총 사업예산 규모를 확정
- ☐ 인건비는 2012년 학술연구용역 인건비 기준 단가를 기준으로 산출
- ☐ 장비 개발 등 직접비 소요가 큰 세부과제는 직접비 비중을 소프트웨어 개발 등 인력 소요가 큰 과제는 인건비 비중을 상대적으로 높게 편성하는 등 연구 내용을 감안한 직접 소요 예산 내역을 산출

2. 전체사업 소요예산

가. 총괄 소요예산

(단위 : 백만원)

과제명	1차년		2차년		3차년		합계		총 합계
	정부	민간	정부	민간	정부	민간	정부	민간	
총괄	1,400	467	1,900	635	1,700	569	5,000	1,671	6,671
1세세부과제	200	67	300	100	-	-	500	167	667
2세세부과제	600	200	900	300	1,000	334	2,500	834	3,334
3세세부과제	600	200	700	235	700	235	2,000	670	2,670

나. 예산 항목별 소요예산

(단위 : 천원)

예산 항목	세부 항목	구분				소계	비율
		단가 (연봉)	1차년도	2차년도	3차년도		
인건비	책임연구원	60,000	60,000	78,000	78,000	216,000	3.2%
	연구원	45,000	360,000	544,500	522,000	1,426,500	21.4%
	연구보조원	30,000	201,000	297,000	273,000	771,000	11.6%
	보조원	25,000	137,500	205,000	122,500	465,000	7.0%
	소계		758,500	1,124,500	995,500	2,878,500	43.1%
직접비	연구장비/재료비		493,000	674,000	634,000	1,801,000	27.0%
	연구활동비		277,800	260,000	213,600	751,400	11.3%
	연구수당		151,000	223,000	199,000	573,000	8.6%
	소계		921,800	1,157,000	1,046,600	3,125,400	46.9%
간접비			186,700	253,500	226,900	667,100	10.0%
총계			1,867,000	2,535,000	2,269,000	6,671,000	100.0%

3. 세부과제별 소요예산

(1) 1 세세부과제 : 제설 성능 향상 및 친환경적 제설 기술 개발

(단위 : 천원)

예산 항목	세부 항목	구분				소계	비율
		단가 (연봉)	1차년도	2차년도	3차년도		
인건비	책임연구원	60,000	12,000	12,000	-	24,000	3.6%
	연구원	45,000	45,000	72,000	-	117,000	17.5%
	연구보조원	30,000	36,000	51,000	-	87,000	13.0%
	보조원	25,000	62,500	92,500	-	155,000	23.2%
	소계		155,500	227,500	-	383,000	57.4%
직접비	연구장비/재료비		53,000	80,000	-	133,000	19.9%
	연구활동비		800	7,500	-	8,300	1.2%
	연구수당		31,000	45,000	-	76,000	11.4%
	소계		84,800	132,500	-	217,300	32.6%
간접비			26,700	40,000	-	66,700	10.0%
총계			267,000	400,000	-	667,000	100.0%

(2) 2 세세부과제 : 제설 소외(취약) 구간 제설을 위한 소형장비 개발

(단위 : 천원)

예산 항목	세부 항목	구분				소계	비율
		단가 (연봉)	1차년도	2차년도	3차년도		
인건비	책임연구원	60,000	30,000	42,000	48,000	120,000	3.6%
	연구원	45,000	180,000	270,000	297,000	747,000	22.4%
	연구보조원	30,000	90,000	135,000	150,000	375,000	11.2%
	보조원	25,000	25,000	37,500	40,000	102,500	3.1%
	소계		325,000	484,500	535,000	1,344,500	40.3%
직접비	연구장비/재료비		240,000	360,000	400,000	1,000,000	30.0%
	연구활동비		90,000	139,500	158,600	388,100	11.6%
	연구수당		65,000	96,000	107,000	268,000	8.0%
	소계		395,000	595,500	665,600	1,656,100	49.7%
간접비			80,000	120,000	133,400	333,400	10.0%
총계			800,000	1,200,000	1,334,000	3,334,000	100.0%

(3) 3 세세부과제 : 기상 상황별 권장속도 제공 시스템 개발

(단위 : 천원)

예산 항목	세부 항목	구분				소계	비율
		단가 (연봉)	1차년도	2차년도	3차년도		
인건비	책임연구원	60,000	18,000	24,000	30,000	72,000	2.7%
	연구원	45,000	135,000	202,500	225,000	562,500	21.1%
	연구보조원	30,000	75,000	111,000	123,000	309,000	11.6%
	보조원	25,000	50,000	75,000	82,500	207,500	7.8%
	소계		278,000	412,500	460,500	1,151,000	43.1%
직접비	연구장비/재료비		200,000	234,000	234,000	668,000	25.0%
	연구활동비		187,000	113,000	55,000	355,000	13.3%
	연구수당		55,000	82,000	92,000	229,000	8.6%
	소계		442,000	429,000	381,000	1,252,000	46.9%
간접비			80,000	93,500	93,500	267,000	10.0%
총계			800,000	935,000	935,000	2,670,000	100.0%

제6장 과제 제안요구서

제1절 세부과제 RFP(안)

연구개발과제명	설해 대응을 위한 제설 및 교통관리 기술 개발
1. 연구개발 목표	○ 설해 시 도로망 피해 최소화 및 원활한 소통 상태로의 신속한 복원 - 도로제설 방식 및 제설제의 성능 및 효과 및 영향 분석 방법 표준화 및 분석 - 국내 제설 소외구간 (자전거 도로, 이면도로, 및 노면잔설 등)에 투입이 가능한 보급형 소형장비 개발 - 눈, 비, 안개 등 악천후시 도로 통행 안전성 및 이동성 증진을 위한 적정운행속도 제공 및 관리 기술 개발
2. 연구개발의 필요성 및 기술동향	□ 연구개발의 필요성 ○ 최근 예기치 못한 폭설로 인해 도로제설작업에 많은 인력과 장비가 투입됨에도 제설작업이 효과적이지 않고, 또한 매년 제설제 사용량 증가로 인한 영향 분석 및 제설제 별 성능 및 효과 검증 필요함 ※ 2010년과 2011년에는 대설 주의보 및 경보가 488회 발효되었으며, 대설경보는 84회로 2009년(대설 경보 19회) 대비 400% 이상 증가 ※ 일반국도 및 고속도로 영화칼슘 사용량 : 2010년 37,241톤, 2011년 38,779톤, 2012년 71,850톤 ○ 일반적으로 주요간선도로나 고속국도는 다양한 제설장비 투입이 가능하나, 이면도로나 보도와 같이 제설우선순위가 낮은 구간은 제대로 된 제설작업이 어려움 (현재 인력에 의존) ○ 국내 도로교통법은 바·눈·안개 등의 악천후 시 가변형 속도제한표지 설치 근거를 규정(2011.06개정)하고 있으나 이를 현장에 적용하기 위한 주요 기술·장비는 부재 - 악천후 구간에서 속도 감소에 의한 충격과 발생에 따른 인접 구간의 급격한 서비스수준 저하 및 잠재적 추돌사고 존재 → 정적 제한속도표지 및 기존 VMS로는 급감속, 큰 속도편차[속도 부조화] 등에 의한 충격 완화 미흡 - 악천후 시 정지거리 25% 이상 증가 → 대개행렬 끝단의 잠재적 추돌사고

및 통제 불능 사고 존재

- ※ 국외에서 개발된 도로기상정보시스템(Road Weather Information System, RWIS) full set의 경우 대략 1억3천만 원(설치공사비 포함, 기타 가변속도제어시스템 운영에 필요한 속도정보 표시부 등은 제외), 국내 ITS 장비와의 호환성 및 사후 A/S 등의 문제로 인해 국내 도로에 적용하기 어려운 실정

□ 기술동향

○ 국내기술동향

- 국토교통부, 한국도로공사, 지자체 등은 제설차량 및 제설운영관리 모니터링용 시스템을 개발 또는 운영 중에 있으나, 보다 효과적인 제설 방법, 제설제에 대한 정량적 평가 및 분석은 미흡함
- 제설장비분야의 기술은 세계 수준에 80%정도 근접하고 있으나, 이는 대부분 제설삽날, 제설제 살포기와 같은 부수장비에 국한되어, 도로등급에 따라 투입이 가능한 다양한 형태의 장비는 미흡한 실정임
- 국내의 경우 기상 감응식 가변속도제어시스템을 현장에 적용하기 위한 검지체계 및 적정운행속도 제공 운영전략 부재
- ※ 기상 감응식 가변속도제어시스템 운영을 위해서는 기상검지센서(시정/강우/강설/강풍 등) 및 도로 기상조건에 따른 적정운행속도 제공 알고리즘 등의 운영전략이 필수

○ 국외기술동향

- 재난대응 선진국은 예방 위주의 방재사업에 집중적으로 투자하고, 다양한 사전 재난저감 프로그램을 운영 중
- 핀란드, 캐나다, 미국 등 선진국에서는 동절기 신속한 제설작업 수행을 위해 도로결빙예측(anti-icing/deicing system) 및 강설상황 정보를 통해 상황별 맞춤형 제설작업 진행여부를 판단하고 있음
- 미국 및 다수의 유럽 국가들은 일정한 제한속도 대신 도로의 실질적 도로환경(유고, 기상 등)에 따라 제한속도를 가변적 혹은 동적으로 운영하고 있으나 고가의 검지장비 및 시스템 설치비용 등의 문제로 적용구간 확대가 지연되고 있음
- ※ 호주 : 2006년 고속도로 6km 구간 시범적용, 단속카메라 연계로 사고건수 70% 감소
- ※ 네덜란드 : 2009년 5개 구간 시범적용으로 통행시간 7% 감소 및 용량 8% 증가
- ※ 핀란드 : 전국 약 300km 능동형 속도제어 시스템 설치로 약 8~10% 사고 감소
- ※ 미국, 독일 등: 고속도로 교통관리 시스템 운영, 사고 및 혼잡 효과 제시
- ※ 학술적으로도(모의실험) 능동형 속도제어 시스템의 혼잡 완화 효과 검증

3. 연구개발내용

□ 세부과제별 연구내용

○ 제설 성능 향상 및 친환경적 제설 기술 개발

- 제설 성능 향상 및 친환경적 제설 기술 개발
 - 제설작업방식에 따른 정량적인 제설성능(performance) 및 효과 분석

- 국내 시판되는 제설제별 용설능력 및 영향성 분석
 - ※ 염화물제설제가 도로구조물 (중분대 콘크리트, joint 부분 등)에 미치는 영향 등
- 제설작업 성능 및 효과 분석 표준화
 - 제설제, 제설방식의 성능 및 효과 분석 표준화
 - 도로제설작업 개선 효과평가 및 분석
 - 제설제 사용 프로세스 표준화
 - ※ 제설제 관리기준 제정 시 환경 친화적인 측면과 효율적인 측면이 도로의 종류, 지역별 특성 등에 맞게 규정할 것

○ 제설 소외 구간 제설을 위한 소형장비 개발

- 운영시나리오 및 장비 설계
 - 소형제설장비 개념 설계(기능, 구동분석, 외형확정 및 설계도 작성)
 - ▶ 자체동력발생시스템을 통한 동력장치는 최소 25마력 이상 되어야 하며, 제설장비 운용에 필요한 별도의 동력원 및 연료소비는 없도록 함 (기존장비의 경우 8리터/시)
 - 단위 장비별 개념 및 기본 설계
 - ▶ 보급 확산을 위한 다양한 모델(저가형 포함) 설계
 - ▶ 제설폭 조정(1~2m)과 지장물(볼라드, 전주, 가로수 등) 대처 가능하도록 설계
 - 소형제설장비·단위 장비·차량과의 Integration 설계
 - ▶ 필수운용장비 : 제설삽날, 제설제 살포기, 스노우 블러워, 스노우 블러쉬, 흡입식 청소장치, 블로잉 청소장치 등
 - ▶ 국내 도로 및 교통 조건을 고려하고, 원동기 등록이 가능한 차량을 선택
 - 개발장비 활용을 위한 법·제도·지침 분석
- 소형제설장비 개발 및 운영 시나리오 정립
 - 최적 운영 시나리오 개발
 - 차량 (장비) 상세 설계 및 자체 동력발생장치 개발
 - ▶ 연료 1회 주입 시 최대 활동량 제시할 것 (기존 것과 비교하여 제시)
 - ※ 주행속도 40km/hr 이상, 1일 8시간 이상
 - 평가항목, 기준, 사용절차, 방법 등 평가 매뉴얼 개발
 - 제설작업의 효율 증대를 위한 기존 장비와 개발 장비와의 연계방안 수립
- 시범운영 및 평가
 - 매뉴얼 제작 및 시범운영·평가
 - 개발 차량 실용화를 위한 공청회 개최 및 최종 운영(안) 제시

○ 기상 상황별 권장속도 제공 시스템 개발

- 가변속도 시스템의 핵심 요소기술 개발
 - 가변속도 시스템 요구 개발 방향 및 설정
 - 기상상황별 안전운행 속도 및 시스템 설치 기준 개발

- ▶ 기상상황에는 안개·강설·강우·강풍과 노면결빙 등 노면조건을 포함하여 고려
- 보급형 기상검지기 핵심 요소기술 개발
- 악천후 조건별 능동형 가변속도 표출부 핵심 요소기술 개발
- 통합 가변속도 제어 시스템 개발
 - 악천후 조건별 안전 속도 운영 전략 선정 알고리즘 개발
 - 보급형 통합 기상검지기 개발
 - ▶ 악천후 상황별 가변속도 권장 가능한 정확도 확보 및 보급형(기존 가격대비 1/5 이하) 개발
 - 악천후 조건별 능동형 가변속도 표출부 개발
 - ▶ 악천후 상황별 최소 판독거리 제공하는 표출부 성능
 - ▶ 오작동 시 자동 디폴트 Mode 기능
 - 모의환경 기반 핵심 요소기술 평가
- 개별 시스템 성능 및 효과 평가
 - On-site Control System 개발 및 성능 검증/보완
 - ▶ 일정한 간격으로 기상 정보 자동 수집 및 전송(교통정보는 ITS 정보 연계 활용)
 - ▶ 기상정보를 토대로 권장속도(안전속도) 설정/제공

4. 연구개발 추진방법

□ 추진전략

- 수요자 중심 개발 : 개발기술이 최종 수요처에서 활용될 수 있도록 지자체, 공사 등이 연구수행단계에서부터 참여하여 기술검토 및 성과활용 연계
- 제설성능 향상 및 친환경 제설기술 개발은 다음 단계별로 추진
 - 1단계(1차년도, 12개월) : 조사 및 분석
 - 국내·외 관련 기술현황 조사 및 분석
 - 제설성능 및 영향 분석
 - 2단계(2차년도, 12개월) : 기준·지침 제정 및 표준화
 - 제설제 성능 및 영향 분석 기술 표준화
 - 제설작업 프로세스 개발 및 보급
- 제설장비 및 권장속도제공시스템 등 장비개발은 다음 단계별로 추진
 - 1단계(1차년도, 12개월) : 조사 분석 및 설계
 - 국내·외 관련 기술현황 조사 및 분석
 - 기술개발 동향 분석 및 제품 목표스펙 재검토
 - 시스템 상세설계
 - 2단계(2차년도, 12개월) : 시제품 제작 및 성능 검증
 - 핵심개발기술의 모듈 개발

	• 모듈 통합 시제품 개발 및 성능 검증 • 운용 매뉴얼 등 기타 연관 산출물 제작 - 3단계(3차년도, 12개월) : 테스트베드 구축 운용 • 개별 장비 통합 및 연계 구동 • 테스트베드 구축 운용 및 시스템 검증 • 개발기술의 실용화 및 기술이전 추진 ○ 연구개발 계획서에는 구체적인 연구방법론 및 세부내용이 반드시 제시되어야 함
□ 추진체계	○ 산·학 간의 긴밀한 협력, 기술공급자와 수요자 간의 긴밀한 협력을 통한 수요 지향적 기술개발 및 수행 체계(지속적인 기술 및 시장동향 파악 등) 구성 - 개발기술의 직접 실시 또는 이전가능 기업을 포함하는 컨소시엄 구성 - 시제품의 시범운영을 지원할 연구결과물의 활용처(지자체 또는 관련 공공기관 등)을 반드시 참여 ○ 연구신청자는 과다한 기관수의 참여 및 연구계획 편성으로 인한 추진체계의 비효율성을 최대한 지양하고, 반드시 필요한 기관으로만 구성
5. 최종성과물	
□ 주요 최종성과물	○ 제설 성능 향상 및 친환경적 제설 기술 개발 - 제설제 및 제설방식별 성능 및 영향 평가 매뉴얼 1식 - 기술표준문서 1식 ○ 제설 소외 구간 제설을 위한 소형장비 개발 - 다목적 소형제설장비 시제품 1식 - 제설 소외 구간 맞춤형 제설부수장비 시제품 1식 - 지식재산권(특허, 실용신안, 소프트웨어 등) ○ 기상 상황별 권장속도 제공 시스템 개발 - 보급형 통합 기상검지기(안개, 비, 눈, 바람, 온도, 도로결빙 등) 1식 - 악천후 능동형 가변속도 표시부 1식 - 기상상황별 권장속도 제공시스템 및 시스템 알고리즘 1식 - 지식재산권(특허, 소프트웨어)

6. 활용방안 및 기대효과

□ 활용방안

- 국토교통부 및 지방자치단체, 도로공사 등 도로관리 기관의 제설제 사용 및 제설방식 결정 지원 및 제설작업 효과 극대화
- 고성능 소형제설차의 국산화, 저가보급을 통한 지자체 주민 센터 단위에서 보도, 이면도로 제설 활용
- 다기능을 고려하기 때문에, 개발 장비의 제설작업 외의 다른 도로관리업무에 투입 가능함
- 고속도로, 국도 등에 설치하여 기상상황별로 권장속도 정보 제공 및 기설치 ITS와 연계 활용

□ 기대효과

- 경제적 파급효과
 - 고가의 외산 소형제설차, 기상검지기를 보급형 국산장비를 개발하여 예산절감과 수입대체 효과 기대 및 민간기업의 해외진출 촉진
 - 장비, 시스템 등의 국산화와 현장 적용을 통해 강설시 동절기 도로 성능/서비스 제고 및 그에 따른 경제활동 원활성 유지
 - 기상감응 적정속도 제공으로 교통사고 등 사회적 비용 감소
- 기술적 파급효과
 - 효과적인 제설제 살포 및 제설방식 개선으로 제설 성능 향상 및 도로에 대한 영향 최소화하고 도로 환경에 맞는 친환경 제설제 활용 활성화
 - 경량, 소형제설장비 개발로 저소음 및 연료절감 가능
 - 다양한 기상상황에 효과적으로 대처할 수 있는 센서, 응용알고리즘 및 시스템 개발로 능동형 교통관리기술 대안확보 및 기술 구현
- 정책적 파급효과
 - 제설기법, 제설제 살포 방식에 따른 효과 평가를 통해 최적의 제설작업 프로세스 도출하고 제설제 사용을 최소화
 - 이면도로 및 보도제설을 효과적으로 수행하여 궁극적으로 제설소외 구간과 도시부 제설효과를 높이고, 제설 미실시로 인한 이웃 간 불화, 낙상사고 등 사회적 비용 감소
 - 기상감응 적정운행속도 제공으로 교통사고 감소 등 도로 안전 서비스 제고

7. 연구개발기간 및 소요예산

- 총 연구개발기간 : 2013.12 ~ 2017.11 (3 년)
 - 1차년도 연구개발기간 : 2013.12 ~ 2014.11 (12 개월)
- 총 정부출연금 : 5,000백만원 이내
 - 1차년도 정부출연금 : 1,534백만원 이내
 - ※ 정부출연금은 향후 선정평가 결과 또는 정부예산사정 등에 따라 조정될 수 있음
 - ※ 기업참여시 기업부담금은 연차별로 “국토교통부소관 연구개발사업 운영 규정”의 기준을 따르되, 추가 부담 가능
 - ※ 연구비에 대한 구체적 산정내역을 제시해야 하며, 예산산정 근거가 불명확하거나 타당성이 부족할 경우 축소 조정 가능

8. 기 타

- 본 과제의 보안등급은 “일반과제”이고 TRL 7단계 이상으로 연구목표를 설정해야 하며, 향후 해당 기술에 대해 기술실시(자체 또는 제3자 이전)를 반드시 하여야 하는 과제임
- 1차년도 연구 성과에 대한 중간평가 결과에 따라 2차년도 계속지원여부 결정
- 연구내용, 연구기간 및 연구개발비는 본 과제제안요구서(RFP) 및 기획보고서를 참조하여 작성
 - 과제의 목적 달성을 위해 필요하다고 판단되는 경우에는 세부연구내용을 일부 추가할 수 있음
 - 전문기관에서 1차년도 중 연구개발계획에 대한 점검 후 총연구비 규모는 조정 가능
- 필요시 공모된 연구과제명 외에 연구목표·내용에 대한 대표성을 가지고 타 연구과제와 차별화되면서 알기 쉬운 연구과제명으로 수정하여 제안할 수 있음
- 연구수행기관으로 선정 이후 필수 이행사항
 - 연구개발 성과목표·지표별 달성목표치, 가중치 및 개발된 기술·성과물의 목표수준 달성도를 확인할 수 있는 성과점검기준표 작성 및 제출
 - ※ 성과점검기준표는 향후 진도점검·관리 및 평가 등의 근거자료로 활용
 - 특허 및 시장 동향 조사 실시
 - 실용화 대상 기술에 대한 기술설명서를 작성하여, 연구개발 완료시점에 제출

- 참여기업은 참여하고자 하는 과제와 관련된 연구 또는 사업 수행실적이 있고, 과제 추진 시 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 선도 기관과의 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 연구개발 계획서를 작성하여야 함
 - ※ www.kaia.re.kr 열린정보, <http://rndgate.ntis.go.kr>의 유사과제목록 참조
 - 제안된 연구내용이 타 유사과제와 연구방법이나 목표 등에서 차별화되는 경우에는 포함하여도 무방하되, 그 근거를 명확히 해야 함
- 연구관리 전문기관(국토교통과학기술진흥원)은 필요시 선정된 동 과제 연구책임자와 협의를 거쳐 연구개발 계획서를 수정·보완(연구기간 변경, 연구목표, 내용 및 범위 등을 구체화·명확화)할 수 있음
- 기타 연구내용, 주요 성과물, 연구비(안) 등은 기획연구 최종보고서 참조

연구과제명	(1세세부) 제설 성능 향상 및 친환경적 제설 기술 개발
1. 연구개발 목표	○ 도로제설 방식 및 사용 제설제 (염화물 및 친환경 제품 포함)의 성능 및 효과 분석, 환경영향 분석 방법을 표준화하여 객관적인 분석을 목표로함
2. 연구개발 필요성 및 기술동향	
□ 연구개발의 필요성	○ 2010년 초 및 2011년에 예기치 못한 폭설로 인해 제설관련 많은 인력과 장비가 투입되었어도 효과적인 제설작업이 이루어지지 못했음 ※ 2010년과 2011년에는 대설 주의보 및 경보가 488회 발효되었으며, 특히 24시간 신적설이 20cm이상일 때 발효되는 대설경보가 84회로 2009년(대설 경보 19회) 대비 400% 이상 증가 ○ 이로 인해 국가 주요 간선도로망은 물론 도시기능이 일시적으로 마비되고, 심각한 교통운영 및 교통안전 문제를 야기함으로써, 사회경제적 손실을 발생시킴 ○ 폭설 등으로 인한 제설제 사용량의 증가로 인해 제설제의 성능 제고 및 환경 영향 분석 필요 ※ 일반국도 및 고속도로 염화칼슘 사용량 : 2010년 37,241톤, 2011년 38,779톤, 2012년 71,850톤 ○ 예기치 못한 폭설과 동절기 기상이변에 대해 신속하고 유연하게 대응할 수 있도록 과학적인 제설 성능 및 효과 검증 방법 필요
□ 기술동향	○ 국내기술동향 - 국토교통부, 한국도로공사, 지자체 등은 제설차량 및 제설운영관리 모니터링용 시스템을 개발 또는 운영 중에 있으나, 현장에 적용한 제설 방법, 제설제에 대한 정량적 평가 및 분석은 미흡함 ○ 국외기술동향 - 캐나다에서는 동절기 도로서비스 개념을 적용하여 동절기 교통량에 따라 도로등급을 구분하여 그에 따른 제설대응수준을 적용하고 있음 - 핀란드, 캐나다, 미국 등 선진국에서는 동절기 신속한 제설작업 수행을 위해 도로결빙예측(anti-icing/deicing system) 및 강설상황 정보를 통해 상황별 맞춤형 제설작업 진행여부를 판단하고 있음 - 미국 FHWA에서는 의사결정지원시스템(MDSS : Maintenance Decision Support System)을 통해 강설 상황별로 제설제 권장 살포량, 노면온도 정보 등을 관리자에게 제공하여 제설과 관련된 최적의 의사결정을 지원하고 있음

3. 연구개발내용	
	○ 1차년도 : 제설 성능 향상 및 친환경적 제설 기술 개발 - 제설작업방식에 따른 정량적인 제설성능(performance) 및 효과 분석 - 국내 시판되는 제설제별 제설성능 및 환경 영향성 분석 ※ 추가적인 친환경 제설제 후보군 검토 포함 ※ 염화물제설제가 도로구조물 (콘크리트, 시설물 금속부식) 등에 미치는 영향 포함 ○ 2차년도 : 제설작업 성능 및 효과 분석 표준화 - 제설제 성능 및 제설 방식의 효과 분석 표준화 - 도로제설작업 개선 효과평가 및 분석 - 제설제 사용 프로세스 표준화 및 상황 대응 매뉴얼 개발 ※ 제설제 관리기준 제정 시 환경 친화적인 측면과 효율적인 측면이 도로의 종류, 지역 별 특성 등에 맞게 규정할 것
4. 연구개발 추진방법	
□ 추진전략	○ 수요자 중심 개발 : 개발기술이 최종 수요처에서 활용될 수 있도록 지자체, 공사 등이 연구수행단계에서부터 참여하여 기술검토 및 성과활용 연계 ○ 제설성능 향상 및 친환경 제설기술 개발은 다음 단계별로 추진 - 1단계(1차년도, 12개월) : 조사 및 분석 • 국내·외 관련 기술현황 조사 및 분석 • 제설성능 및 영향 분석 - 2단계(2차년도, 12개월) : 기준·지침 제정 및 표준화 • 제설제 성능 및 영향 분석 기술 표준화 • 제설작업 프로세스 개발 및 보급 ○ 연구개발 계획서에는 구체적인 연구방법론 및 세부내용이 반드시 제시되어야 함
□ 추진체계	○ 산·학 간의 긴밀한 협력, 기술공급자와 수요자 간의 긴밀한 협력을 통한 수요 지향적 기술개발 및 수행 체계(지속적인 기술 및 시장동향 파악 등) 구성 ○ 연구신청자는 과다한 기관수의 참여 및 연구계획 편성으로 인한 추진체계의 비효율성을 최대한 지양하고, 반드시 필요한 기관으로만 구성

5. 최종성과물	
□ 주요 최종성과물	○ 제설제 및 제설방식별 성능 및 효과 평가 매뉴얼 1식 ○ 기술표준문서 1식 ○ 다수의 지적 재산권 및 논문 ○ 다수의 기술표준문서
6. 연구기간 및 지원예산	
	○ 총 연구기간 : 2013년 12월 ~ 2015년 11월 (2년) ○ 연구비 예산 : 6.67억 원 (정부출연금 : 5억 원) ※ 정부출연금은 향후 선정평가 결과 또는 정부예산사정 등에 따라 조정될 수 있음 ※ 기업참여시 기업부담금은 연차별로 “국토교통부소관 연구개발사업 운영 규정”의 기준을 따르되, 추가 부담 가능 ※ 연구비에 대한 구체적 산정내역을 제시해야 하며, 예산산정 근거가 불명확하거나 타당성이 부족할 경우 축소 조정 가능

연구과제명	(2세세부) 제설 소외(취약) 구간 제설을 위한 소형장비 개발	
1. 연구개발 목표	○ 국내 도로·교통·환경을 고려한 자전거 도로, 이면도로, 노면잔설 등 제설 소외 구간에 투입이 가능한 보급형 소형장비 개발 – 제설 소외(취약) 구간 맞춤형 제설 부수장비 탈·부착 – 동절기 외에는 도로청소 등에 투입될 수 있도록 다양한 부수장비 탈·부착 가능하도록 함	
2. 연구개발 필요성 및 기술동향		
□ 연구개발의 필요성	○ 예기치 못한 폭설 및 기록적인 한파로 인해 차량 및 운전자에 도로상에 고립되어 인적·사회적 피해를 발생시킴 ※ 2004년 3월 충청폭설 경부고속도로, 2005년 12월 호남폭설 호남고속도로, 2011년 2월 영동폭설 일반국도 7호선 ○ 현재의 제설차량제원으로는 설해로 인한 도로 상의 고립 피해가 발생했을 때 신속한 제설작업 자체가 어려우며, 사망자·부상자 발생 시 접근이 어려움 ○ 2012년 초 예기치 못한 폭설로 인해 서울시는 도로제설작업에 총 3,500명의 인력과 대략 1,200대의 제설차량을 투입했음에도, 다음과 같은 이유로 효과적인 제설작업에 실패했다고 판단함 – 제설작업 중 도로변으로 밀어낸 눈이 도로 가운데 쌓이면서 사람 무릎높이의 빙벽이 형성되어 도로결빙과 함께 차량의 안전을 위협하였음 – 도로 기하구조 특성 상 도로 중앙선이 있는 지역이 가장 높은 경사를 가지고 있고, 양쪽 보도 쪽으로 갈수록 경사가 낮아지는데 중앙선 부근에 쌓여있는 잔설이 낮에는 녹고 밤에는 기온이 낮아 결빙되면서 빙판길이 형성됨 – 반대로, 도로변으로 밀어내어진 눈들이 보도를 점거하여 보행자 통행에 어려움을 야기함 ○ 실제로 동절기 도로결빙으로 인한 미끄럼 교통사고가 증가하는 추세임. 지난 3년간 통계치를 보면, 도로노면 잔설상태에서 42명 사망, 도로노면결빙상태에서 4,796건사고 발생하여 총 215명 사망 (도로교통공단, 2009)	

- 도로노면잔설상태에서의 교통사고건수는 2006년에는 2003년과 2004년에 비해, 각각 6.7%, 8.8% 증가하였음
- 일반적으로 주요간선도로나 고속국도는 다양한 제설장비를 동원하여 제설이 가능하나, 이면도로나 보도와 같이 제설우선순위가 낮은 구간은 제대로 된 제설작업이 이루어지지 않고 있음
- 그러나 이러한 도로시설은 차량통행 (버스포함)이 불가능한 경우, 주요 보행구간이나 대중교통이용자 나 보행자들에게 주요한 이동통로가 될 수 있어, 이들 시설에 대한 효과적인 제설작업이 가능하도록 하기 위한 장비 개발이 필요함

□ 기술동향

- 국내기술동향
 - 제설장비분야의 기술은 세계 수준에 80%정도 근접하고 있으나, 이는 대부분 제설삽날, 제설제 살포기와 같은 부수장비에 국한되어, 도로등급에 따라 투입이 가능한 다양한 형태의 장비는 미흡한 실정임
- 국외기술동향
 - 러시아의 모스크바의 경우 잦은 폭설로 쌓여있는 도로 잔설을 수거하고 열에 의해 즉시 제거하는 방식을 사용함. 컨베이어벨트를 장착한 특수차량이 운반제설을 위해 대기 중인 덤프트럭까지 끌어올리는 기술을 보유하고 있음

3. 연구개발내용

- 1차년도 : 운영시나리오 및 장비 설계
 - 기초 문헌·기술 조사 및 사용자 요구 분석
 - 소형제설장비 개념 설계(기능, 구동분석, 외형확정 및 설계도 작성)
 - ※ 자체동력발생시스템을 통한 동력장치는 최소 25마력 이상 되어야 하며, 제설장비 운용에 필요한 별도의 동력원 및 연료소비는 없도록 함 (기존장비의 경우 8리터/시)
 - 단위 장비별 개념 및 기본 설계
 - ※ 보급 확산을 위한 다양한 모델(저가형 포함) 설계
 - ※ 제설폭 조정(1~2m)과 지장물(볼라드, 전주, 가로수 등) 대처 가능하도록 설계
 - 소형제설장비·단위 장비·차량과의 Integration 설계
 - ※ 필수운용장비 : 제설삽날, 제설제 살포기, 스노우 블러워, 스노우 블러쉬, 흡입식 청소장치, 블로잉 청소장치 등
 - ※ 국내 도로 및 교통 조건을 고려하고, 원동기 등록이 가능한 차량을 선택
 - 개발장비 활용을 위한 법·제도·지침 분석

○ 2차년도 : 소형제설장비 개발 및 운영 시나리오 정립

- 개발 장비 최적 운영 시나리오 개발
- 차량 (장비) 상세 설계 및 자체 동력발생장치 개발
- ※ 연료 1회 주입 시 최대 활동량 제시할 것 (기존 것과 비교하여 제시)
- ※ 주행속도 40km/hr 이상
- 평가항목, 기준, 사용절차, 방법 등 평가 매뉴얼 개발
- 제설작업의 효율 증대를 위한 기존 장비와 개발 장비와의 연계방안 수립

○ 3차년도 : 시범운영 및 평가

- 매뉴얼 제작 및 시범운영·평가
- 개발 차량 실용화를 위한 공청회 개최 및 최종 운영(안) 제시

4. 연구개발 추진방법

□ 추진전략

- 수요자 중심 개발 : 개발기술이 최종 수요처에서 활용될 수 있도록 지자체, 공사 등이 연구수행단계에서부터 참여하여 기술검토 및 성과활용 연계
- 다음 단계별로 추진
 - 1단계(1차년도, 12개월) : 조사 분석 및 설계
 - 국내·외 관련 기술현황 조사 및 분석
 - 기술개발 동향 분석 및 제품 목표스펙 재검토
 - 시스템 상세설계
 - 2단계(2차년도, 12개월) : 시제품 제작 및 성능 검증
 - 핵심개발기술의 모듈 개발
 - 모듈 통합 시제품 개발 및 성능 검증
 - 운용 매뉴얼 등 기타 연관 산출물 제작
 - 3단계(3차년도, 12개월) : 테스트베드 구축 운용
 - 개별 장비 통합 및 연계 구동
 - 테스트베드 구축 운용 및 시스템 검증
 - 개발기술의 실용화 및 기술이전 추진
- 연구개발 계획서에는 구체적인 연구방법론 및 세부내용이 반드시 제시되어야 함

□ 추진체계

- 산·학 간의 긴밀한 협력, 기술공급자와 수요자 간의 긴밀한 협력을 통한 수요 지향적 기술개발 및 수행 체계(지속적인 기술 및 시장동향 파악

등) 구성 - 개발기술의 직접 실시 또는 이전가능 기업을 포함하는 컨소시엄 구성 - 시제품의 시범운영을 지원할 연구결과물의 활용처(지자체 또는 관련 공공기관 등)을 반드시 참여 ○ 연구신청자는 과다한 기관수의 참여 및 연구계획 편성으로 인한 추진체계의 비효율성을 최대한 지양하고, 반드시 필요한 기관으로만 구성	
5. 최종성과물	
□ 주요 최종성과물	○ 다목적 소형제설장비 시제품 1식 ○ 제설 소외 구간 맞춤형 제설부수장비 시제품 1식 ○ 지식재산권(특허, 실용신안, 소프트웨어 등)
6. 연구기간 및 지원예산	
○ 총 연구기간 : 2013년 8월 ~ 2016년 7월 (3년) ○ 연구비 예산 : 33.34억 원 (정부출연금 : 25억 원) ※ 정부출연금은 향후 선정평가 결과 또는 정부예산사정 등에 따라 조정될 수 있음 ※ 기업참여시 기업부담금은 연차별로 “국토교통부소관 연구개발사업 운영 규정”의 기준을 따르되, 추가 부담 가능 ※ 연구비에 대한 구체적 산정내역을 제시해야 하며, 예산산정 근거가 불명확하거나 타당성이 부족할 경우 축소 조정 가능	

연구과제명	(3세세부) 기상 상황별 권장속도 제공 시스템 개발
1. 연구개발 목표	○ 기상상황, 노면상태 정보를 기반으로 안전성 및 이동성 증진을 위한 적정 운행속도(권장속도)를 운전자에게 제공 및 관리하는 시스템 개발 - 악천후 조건과 도로 상태에 따라 안전속도를 운영함으로써 안전성 증진 - 감속에 따른 이웃 구간으로 미치는 충격파를 완화시켜 교통 혼잡 발생 지연/예방하여 통행시간 감소 및 대기행렬 끝단 추돌사고 방지
2. 연구개발 필요성 및 기술동향	
□ 연구개발의 필요성	○ 예기치 못한 폭설 및 기록적인 한파로 인해 차량 및 운전자가 도로상에 고립되어 인적·사회적 피해를 발생시킴 ※ 2004년 3월 충청폭설 경부고속도로, 2005년 12월 호남폭설 호남고속도로, 2011년 2월 영동폭설 일반국도 7호선 ○ 악천후 구간에서 속도 감소에 의한 충격파 발생에 따른 인접 구간의 급격한 서비스수준 저하 및 잠재적 추돌사고 존재 → 정적 제한속도표지 및 기존 VMS로는 급감속, 큰 속도편차[속도 부조화] 등에 의한 충격 완화 미흡 ○ 악천후 시 정지거리 25% 이상 증가 → 대개행렬 끝단의 잠재적 추돌사고 및 통제 불능 사고 존재 - 젖은 노면상태에서 60km/h의 정지거리는 건조 상태의 70km/h와 유사 - 안전속도보다 10km/h 이상 운행 시 혈중 알코올 농도의 0.8g/l인 상태에서 운전하는 것과 유사 - 기상/도로/교통여건에 따른 안전운행 속도정보 제공 및 적극적 관리 부재 ○ 국내 도로교통법은 바·눈·안개 등의 악천후 시 가변형 속도제한표지 설치근거를 규정(2011.06개정)하고 있으나 이를 현장에 적용하기 위한 주요 기술·장비는 부재 ※ 국외에서 개발된 도로기상정보시스템(Road Weather Information System, RWIS) full set의 경우 대략 1억3천만 원(설치공사비 포함, 기타 가변속도제어시스템 운영에 필요한 속도정보 표시부 등은 제외), 국내 ITS 장비와의 호환성 및 사후 A/S 등의 문제로 인해 국내 도로에 적용하기 어려운 실정

□ 기술동향

○ 국내기술동향

- 국내의 경우 기상 감응식 가변속도제어시스템을 현장에 적용하기 위한 검지체계 및 적정운행속도 제공 운영전략 부재
- 기상 감응식 가변속도제어시스템 운영을 위해서는 기상검지센서 (시정/강우/강설/강풍 등) 및 도로 기상조건에 따른 적정운행속도 제공 알고리즘 등의 운영전략이 필수
- ※ 가변속도제어시스템은 검지장비, 속도정보 표시부, 통신체계, 제어기, 운영전략 등으로 구성되며, 검지체계 및 운영전략이 가장 핵심적인 기술 요소임

○ 미국은 재난발생에 따른 대피 시 교차로에 적절한 신호현시운영전략을 통해 가로용량의 증대와 대피경로로의 신속한 접근성 제공, 접근지점에서의 병목현상을 방지하고 있음

○ 미국 및 다수의 유럽 국가들은 일정한 제한속도 대신 도로의 실질적 도로환경(유고, 기상 등)에 따라 제한속도를 가변적 혹은 동적으로 운영하고 있으나 고가의 검지장비 및 시스템 설치비용 등의 문제로 적용구간 확대가 지연되고 있음

○ 국외의 경우 악천후, 공사구간, 교통혼잡 관리 등에 적용/운영 효과 검증

- 호주) 사고건수 70% 감소(2006년 고속도로 6km 구간 시범적용, 단속카메라 연계)
- 네덜란드) 통행시간 7% 감소 및 용량 8% 증가(2009년 5개 구간 시범적용)
- 영국) 평균 58% 사고 감소
- 핀란드) 약 8~10% 사고 감소(전국 약 300km 능동형 속도제어 시스템 설치)
- 미국, 독일 등) 고속도로 교통관리 시스템 운영, 사고 및 혼잡 효과 제시
- 학술적으로도(모의실험) 능동형 속도제어 시스템의 혼잡 완화 효과 검증

3. 연구개발내용

○ 1차년도 : 가변속도 시스템의 핵심 요소기술 개발

- 가변속도 시스템 요구 개발 방향 및 설정
- 기상상황별 안전운행 속도 및 시스템 설치 기준 개발
- ※ 기상상황에는 안개·강설·강우·강풍과 노면결빙 등 노면조건을 포함하여 고려
- 보급형 기상검지기 핵심 요소기술 개발
- 악천후 조건별 능동형 가변속도 표출부 핵심 요소기술 개발

○ 2차년도 : 통합 가변속도 제어 시스템 개발

- 악천후 조건별 안전 속도 운영 전략 선정 알고리즘 개발

- 보급형 통합 기상검지기 개발
- ※ 악천후 상황별 가변속도 권장이 가능한 정확도 확보 및 보급형(기존 가격대비 1/5 이하) 개발
- 악천후 조건별 능동형 가변속도 표출부 개발
- ※ 악천후 상황별 최소 관독거리 제공하는 표출부 성능
- ※ 오작동 시 자동 디폴트 Mode 기능
- 모의환경 기반 핵심 요소기술 평가
- 3차년도 : 개별 시스템 성능 및 효과 평가
- On-site Control System 개발 및 성능 검증/보완
- ※ 일정한 간격으로 기상 정보 자동 수집 및 전송(교통정보는 ITS 정보 연계 활용)
- ※ 기상정보를 토대로 권장속도(안전속도) 설정/제공

4. 연구개발 추진방법

□ 추진전략

- 수요자 중심 개발 : 개발기술이 최종 수요처에서 활용될 수 있도록 지자체, 공사 등이 연구수행단계에서부터 참여하여 기술검토 및 성과활용 연계
- 다음 단계별로 추진
 - 1단계(1차년도, 12개월) : 조사 분석 및 설계
 - 국내·외 관련 기술현황 조사 및 분석
 - 기술개발 동향 분석 및 제품 목표스펙 재검토
 - 시스템 상세설계
 - 2단계(2차년도, 12개월) : 시제품 제작 및 성능 검증
 - 핵심개발기술의 모듈 개발
 - 모듈 통합 시제품 개발 및 성능 검증
 - 운용 매뉴얼 등 기타 연관 산출물 제작
 - 3단계(3차년도, 12개월) : 테스트베드 구축 운용
 - 개별 장비 통합 및 연계 구동
 - 테스트베드 구축 운용 및 시스템 검증
 - 개발기술의 실용화 및 기술이전 추진
- 연구개발 계획서에는 구체적인 연구방법론 및 세부내용이 반드시 제시되어야 함

□ 추진체계	○ 산·학 간의 긴밀한 협력, 기술공급자와 수요자 간의 긴밀한 협력을 통한 수요 지향적 기술개발 및 수행 체계(지속적인 기술 및 시장동향 파악 등) 구성 - 개발기술의 직접 실시 또는 이전가능 기업을 포함하는 컨소시엄 구성 - 시제품의 시범운영을 지원할 연구결과물의 활용처(지자체 또는 관련 공공기관 등)을 반드시 참여 ○ 연구신청자는 과다한 기관수의 참여 및 연구계획 편성으로 인한 추진체계의 비효율성을 최대한 지양하고, 반드시 필요한 기관으로만 구성
5. 최종성과물	
□ 주요 최종성과물	○ 보급형 통합 기상검지기(안개, 비, 눈, 바람) 1식 ○ 악천후 능동형 가변속도 표시부 1식 ○ 기상상황별 권장 속도 제공 시스템 1식 ○ 다수의 지적재산권(특허) 및 논문
6. 연구기간 및 지원예산	
	○ 총 연구기간 : 2013년 9월 ~ 2016년 9월 (3년) ○ 연구비 예산 : 26.7억 원 (정부출연금 : 20억 원) ※ 정부출연금은 향후 선정평가 결과 또는 정부예산사정 등에 따라 조정될 수 있음 ※ 기업참여시 기업부담금은 연차별로 “국토교통부소관 연구개발사업 운영 규정”의 기준을 따르되, 추가 부담 가능 ※ 연구비에 대한 구체적 산정내역을 제시해야 하며, 예산산정 근거가 불명확하거나 타당성이 부족할 경우 축소 조정 가능

제2절 과제 RFP

- ‘세부과제 RFP(안)’에 대한 연구목표, 범위, 내용, 기간 및 예산 등에 대한 국토교통부의 검토를 거쳐 국토교통부 검토 결과와 신규 과제 RFP 평가회의 결과를 반영하여 다음과 같은 RFP를 최종 확정하였다.

※ 세부 개발 기술 중 ‘기상상황별 권장속도 제공시스템 개발’의 경우, 국토교통부 요청으로 제외

연구개발과제명	소형 제설장비 및 제설 표준화 기술 개발
1. 연구개발 목표	○ 설해 피해 최소화를 위한 제설작업 개선 및 친환경 제설제 사용 활성화 ○ 국내 도로·교통 환경을 고려한 제설 소외지역(보도, 이면도로, 자전거 도로)에 투입가능한 다기능 보급형 소형제설장비 개발
2. 연구개발의 필요성 및 기술동향	□ 연구개발의 필요성 ○ 최근 예기치 못한 폭설로 인해 도로제설작업에 많은 인력과 장비가 투입됨에도 제설작업이 효과적이지 않고, 또한 매년 제설제 사용량 증가로 인한 영향 분석 및 제설제 별 성능 및 효과 검증 필요함 ※ 2010년과 2011년에는 대설 주의보 및 경보가 488회 발효되었으며, 대설경보는 84회로 2009년(대설 경보 19회) 대비 400% 이상 증가 ※ 일반국도 및 고속도로 염화칼슘 사용량 : 2010년 37,241톤, 2011년 38,779톤, 2012년 71,850톤 ○ 일반적으로 주요간선도로나 고속국도는 다양한 제설장비 투입이 가능하나, 이면도로나 보도와 같이 제설우선순위가 낮은 구간은 제대로 된 제설작업이 어려움 (현재 인력에 의존) □ 기술동향 ○ 국내기술동향 - 국토교통부, 한국도로공사, 지자체 등은 제설차량 및 제설운영관리 모니터링용 시스템을 개발 또는 운영 중에 있으나, 효과적인 제설 방법과 제설제에 대한 정량적 평가 및 분석은 미흡함

- 제설장비분야의 기술은 세계 수준에 80%정도 근접하고 있으나, 이는 대부분 제설삽날, 제설제 살포기와 같은 부수장비에 국한되어, 도로등급에 따라 투입이 가능한 다양한 형태의 장비는 미흡한 실정임

○ 국외기술동향

- 재난대응 선진국은 예방 위주의 방재사업에 집중적으로 투자하고, 다양한 사전 재난저감 프로그램을 운영 중
- 핀란드, 캐나다, 미국 등 선진국에서는 동절기 신속한 제설작업 수행을 위해 도로결빙예측(anti-icing/deicing system) 및 강설상황 정보를 통해 상황별 맞춤형 제설작업 진행여부를 판단하고 있음

3. 연구개발내용

□ 세부과제별 연구내용

- 제설 성능 향상을 위한 제설표준화 기술 개발
 - 제설 성능 향상 및 친환경적 제설 관리기술 개발
 - 제설작업방식에 따른 정량적인 제설성능(performance) 및 효과 분석
 - 국내 시판되는 제설제별 용설능력 및 영향성 분석
 - 추가적인 친환경 제설제 후보군 검토 포함
 - 염화물제설제가 도로구조물(콘크리트, 시설물 금속부식) 등에 미치는 영향 포함
 - 제설작업 성능 및 효과 분석 표준화
 - 제설제, 제설방식의 성능 및 효과 분석 표준화
 - ※ 제설제 살포시 기상조건(온도, 적설량)에 따른 성능분석 포함
 - 도로제설작업 개선 효과평가 및 분석
 - 제설제 사용 프로세스 표준화
 - 제설장비 동선 최적화 포함
 - 제설제 관리기준 제정 시 환경 친화적인 측면과 효율적인 측면이 도로의 종류, 지역 별 특성 등에 맞게 규정할 것
- 제설 소외 구간 제설을 위한 소형장비 개발
 - 운영시나리오 및 장비 설계
 - 소형제설장비 개념 설계(기능, 구동분석, 외형확정 및 설계도 작성)
 - 자체동력발생시스템을 통한 동력장치는 최소 25마력 이상 되어야 하며, 제설장비 운용에 필요한 별도의 동력원 및 연료소비는 없도록 함 (기존장비의 경우 8리터/시)
 - 단위 장비별 개념 및 기본 설계
 - 보급 확산을 위한 다양한 모델(저가형 포함) 설계
 - ※ 보급을 위한 목표가격 제시 포함

- 제설폭 조정(1~2m)과 지장물(볼라드, 전주, 가로수 등) 대처 가능하도록 설계
- 소형제설장비·단위 장비·차량과의 Integration 설계
 - 필수운용장비 : 제설삽날, 제설제 살포기, 스노우 블러워, 스노우 블러쉬, 흡입식 청소장치, 블로잉 청소장치 등
 - 국내 도로 및 교통 조건을 고려하고, 원동기 등록이 가능한 차량을 선택
- 개발장비 활용을 위한 법·제도·지침 분석
- 소형제설장비 개발 및 운영 시나리오 정립
 - 최적 운영 시나리오 개발
 - 차량 (장비) 상세 설계 및 자체 동력발생장치 개발
 - 연료 1회 주입 시 최대 활동량 제시할 것 (기존 것과 비교하여 제시)
 - ※ 주행속도 40km/hr 이상, 1일 8시간 이상
 - 평가항목, 기준, 사용절차, 방법 등 평가 매뉴얼 개발
 - 제설작업의 효율 증대를 위한 기존 장비와 개발 장비와의 연계방안 수립
- 시범운영 및 평가
 - 매뉴얼 제작 및 시범운영·평가
 - 개발 차량 실용화를 위한 공청회 개최 및 최종 운영(안) 제시

4. 연구개발 추진방법

□ 추진전략

- 수요자 중심 개발 : 개발기술이 최종 수요처에서 활용될 수 있도록 지자체, 공사 등이 연구수행단계에서부터 참여하여 기술검토 및 성과활용 연계
- 제설성능 향상 및 친환경 제설기술 개발은 다음 단계별로 추진
 - 1단계(1차년도, 12개월) : 조사 및 분석
 - 국내·외 관련 기술현황 조사 및 분석
 - 제설성능 및 영향 분석(실내 및 현장시험)
 - 2단계(2차년도, 12개월) : 최적안 도출 및 활용매뉴얼 작성
 - 제설제 성능 및 작업방식 등 제설작업 최적안 도출
 - 제설성능 및 영향분석 매뉴얼 작성
 - 3단계(3차년도, 12개월) : 기준지침 제정 및 표준화
 - 제설제 성능 및 영향 분석 기술 표준화
 - 제설작업 프로세스 개발 및 보급
- 제설장비 개발은 다음 단계별로 추진
 - 1단계(1차년도, 12개월) : 조사 분석 및 설계
 - 국내·외 관련 기술현황 조사 및 분석

	• 기술개발 동향 분석 및 제품 목표스펙 재검토 • 시스템 상세설계 - 2단계(2차년도, 12개월) : 시제품 제작 및 성능 검증 • 핵심개발기술의 모듈 개발 • 모듈 통합 시제품 개발 및 성능 검증 • 운용 매뉴얼 등 기타 연관 산출물 제작 - 3단계(3차년도, 12개월) : 테스트베드 구축 운용 • 개별 장비 통합 및 연계 구동 • 테스트베드 구축 운용 및 시스템 검증 • 개발기술의 실용화 및 기술이전 추진 ○ 연구개발 계획서에는 구체적인 연구방법론 및 세부내용이 반드시 제시되어야 함
□ 추진체계	○ 산·학 간의 긴밀한 협력, 기술공급자와 수요자 간의 긴밀한 협력을 통한 수요 지향적 기술개발 및 수행 체계(지속적인 기술 및 시장동향 파악 등) 구성 - 개발기술의 직접 실시 또는 이전가능 기업을 포함하는 컨소시엄 구성 - 시제품의 시범운행을 지원할 연구결과물의 활용처(지자체 또는 관련 공공기관 등) 반드시 참여 ○ 연구신청자는 과다한 기관수의 참여 및 연구계획 편성으로 인한 추진 체계의 비효율성을 최대한 지양하고, 반드시 필요한 기관으로만 구성
5. 최종성과물	
□ 주요 최종성과물	○ 제설 성능 향상 및 친환경적 제설 기술 개발 - 제설제 및 제설방식별 성능 및 영향 평가 매뉴얼 1식 - 기술표준문서 1식 ○ 제설 소외 구간 제설을 위한 소형장비 개발 - 다목적 소형제설장비 시제품 1식 - 제설 소외 구간 맞춤형 제설부수장비 시제품 1식 - 지식재산권(특허, 실용신안, 소프트웨어 등)

6. 활용방안 및 기대효과	
□ 활용방안	○ 국토교통부 및 지방자치단체, 도로공사 등 도로관리 기관의 제설제 사용 및 제설방식 결정 지원 및 제설작업 효과 극대화 ○ 고성능 소형제설차의 국산화, 자가보급을 통한 지자체 주민 센터 단위에서 보도, 이면도로 제설에 활용하고, 겨울철 이외에는 제초, 청소 등에 활용가능하여 다양한 지자체 업무에 투입 가능
□ 기대효과	○ 경제적 파급효과 - 고가의 외산 소형제설차, 기상검지기를 보급형 국산장비를 개발하여 예산 절감과 수입대체 효과 기대 및 민간기업의 해외진출 촉진 - 장비, 시스템 등의 국산화와 현장 적용을 통해 강설시 동절기 도로 성능/서비스 제고 및 그에 따른 경제활동 원활성 유지 ○ 기술적 파급효과 - 효과적인 제설제 살포 및 제설방식 개선으로 제설 성능 향상 및 도로에 대한 영향 최소화하고 도로 환경에 맞는 친환경 제설제 활용 활성화 - 경량, 소형제설장비 개발로 저소음 및 연료절감 가능 ○ 정책적 파급효과 - 제설기법, 제설제 살포 방식에 따른 효과 평가를 통해 최적의 제설작업 프로세스 도출하고 제설제 사용을 최소화 - 이면도로 및 보도제설을 효과적으로 수행하여 궁극적으로 제설소외 구간과 도시부 제설효과를 높이고, 제설 미실시로 인한 이웃 간 불화, 낙상사고 등 사회적 비용 감소
7. 연구개발기간 및 소요예산	
	○ 총 연구개발기간 : 2013.12 ~ 2016.11 (3 년) - 1차년도 연구개발기간 : 2013.12 ~ 2014.11 (12 개월) ○ 총 정부출연금 : 3,500백만원 이내 - 1차년도 정부출연금 : 958백만원 이내

- ※ 정부출연금은 향후 선정평가 결과 또는 정부예산사정 등에 따라 조정될 수 있음
- ※ 기업참여시 기업부담금은 연차별로 “국토교통부소관 연구개발사업 운영 규정”의 기준을 따르되, 추가 부담 가능
- ※ 연구비에 대한 구체적 산정내역을 제시해야 하며, 예산산정 근거가 불명확 하거나 타당성이 부족할 경우 축소 조정 가능

8. 기 타

- 본 과제외의 보안등급은 “일반과제”이고 TRL 7단계 이상으로 연구목표를 설정해야 하며, 향후 해당 기술에 대해 기술실시(자체 또는 제3자 이전)를 반드시 하여야 하는 과제임
- 1차년도 연구 성과에 대한 중간평가 결과에 따라 2차년도 계속지원여부 결정
- 연구내용, 연구기간 및 연구개발비는 본 과제제안요구서(RFP) 및 기획보고서를 참조하여 작성
 - 과제의 목적 달성을 위해 필요하다고 판단되는 경우에는 세부연구내용을 일부 추가할 수 있음
 - 전문기관에서 1차년도 중 연구개발계획에 대한 점검 후 총연구비 규모는 조정 가능
- 필요시 공모된 연구과제명 외에 연구목표·내용에 대한 대표성을 가지고 타 연구과제와 차별화되면서 알기 쉬운 연구과제명으로 수정하여 제안할 수 있음
- 연구수행기관으로 선정 이후 필수 이행사항
 - 연구개발 성과목표·지표별 달성목표치, 가중치 및 개발된 기술·성과물의 목표수준 달성도를 확인할 수 있는 성과점검기준표 작성 및 제출
 - ※ 성과점검기준표는 향후 진도점검·관리 및 평가 등의 근거자료로 활용
 - 개발과정중 특허 및 시장 동향 조사를 실시하여 환경변화에 신속히 대응
 - 총 연구기간 중 연구성과 점검 및 파급효과 분석 실시(중간, 최종평가시 제출)

- 실용화 대상 기술에 대한 기술설명서를 작성하여, 연구개발 완료시점에 제출
- 참여기업은 참여하고자 하는 과제와 관련된 연구 또는 사업 수행실적이 있고, 과제 추진 시 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 선도 기관과의 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 연구개발 계획서를 작성하여야 함
 - ※ www.kaia.re.kr 열린정보, <http://rndgate.ntis.go.kr>의 유사과제목록 참조
 - 제안된 연구내용이 타 유사과제와 연구방법이나 목표 등에서 차별화되는 경우에는 포함하여도 무방하되, 그 근거를 명확히 해야 함
- 연구관리 전문기관(국토교통과학기술진흥원)은 필요시 선정된 동과제 연구책임자와 협의를 거쳐 연구개발 계획서를 수정·보완(연구기간 변경, 연구목표, 내용 및 범위 등을 구체화·명확화)할 수 있음
- 기타 연구내용, 주요 성과물, 연구비(안) 등은 기획연구 최종보고서 참조

제3절 평가기준 설정

기준항목	세부평가항목	배점
계획의 충실도 (10점)	▫ 과제기획결과 반영도	5
	▫ 기술동향 및 시장흐름에 대한 분석 정밀도	5
연구개발의 목표 및 내용 (35점)	▫ 최종·연차별 목표 및 분야별 목표와의 적합성, 명확성, 창의성 - 최종 및 연차별 연구목표의 구체성 및 명확성 - 연구개발목표의 구체성 및 명확성	10
	▫ 성과목표 및 성과지표 설정의 명확성 및 타당성 - 최종목표 달성을 위한 연차별 성과목표의 적절성 - 연차별 예상성과의 구체성 및 타당성	10
	▫ 연구개발내용의 완성도 및 실현가능성 - 개발 기술의 혁신성 및 차별성 - 개발 기술의 실용성 및 구체성 - 경제적, 기술적 타당성 분석결과와의 적절성	15
연구개발 추진전략·체계 및 연구수행 방법(25점)	▫ 연구추진 전략의 구체성 및 타당성	10
	▫ 연구방법의 적정성·구체성·타당성	10
	▫ 테스트베드 방안	5
연구성과 활용 가능성 (10)	▫ 활용방안의 적절성 및 구체성 - 사업화 방안의 적절성 및 구체성 - 연구성과 실용화 및 정책채택 가능성	10
연구수행능력 (10점)	▫ 연구책임자의 연구수행·관리능력 및 관련분야 연구경험	5
	▫ 참여연구인력의 적정성 및 전문성	5
연구시설 확보 및 연구개발비 계상의 합리성 (10점)	▫ 연구장비·시설 확보 및 활용의 적합성	5
	▫ 연구개발비 계상·집행 및 개발기간의 합리성	5
소계		100

구분	평가항목
부합성 평가	▫ 평가위원 과반수 이상이 연구개발계획서가 과제제안요구서(RFP)와 부합되지 않는다고 판정시 탈락 조치
중복성 평가	▫ 평가위원 과반수 이상이 기 수행되었거나, 수행중인 과제와 중복되는 것으로 판정시 탈락 조치

※ 기준항목(세부평가항목 포함) 및 배점 기준은 달라질 수 있음

참고문헌

- [1] 과학기술부, KISTEP, 한국과학기술기획평가원, 한국과학기술정보연구원 (2009), 자연재해 재난 예방 및 대응기술
- [2] 서울시정개발연구원 (2008), 선진 안전도시 방재시스템 구축을 위한 로드맵 구상
- [3] 중앙안전관리위원회, 행정안전부 (2011), 국가안전관리기본계획 (2010-2014)
- [4] 한국과학기술기획평가원 (2011), 우리나라 주요 자연재난 대응 동향
- [5] 한국교통연구원 (2008), 재난 대응 첨단교통관리체계 구축방안 연구
- [6] 한국교통연구원 (2011), 기후변화에 따른 교통부문 적응방안 연구
- [7] 한국교통연구원 (2011), 교통취약성 개선을 위한 국가교통예보시스템 구축방안
- [8] 한국산업기술진흥원 (2011), 안전·방재 고도화를 위한 산업기술의 역할
- [9] Adverse Visibility Information System Evaluation : ADVISE (2003), University of Utah
- [10] Federal Highway Administration (2005), Road Weather Information System Environmental Sensor Station Siting Guidelines
- [11] Federal Highway Administration (2011), Weather Responsive Traffic Management
- [12] Institute for Homeland Security Solutions (2010), Simulation Technologies for Evacuation Planning and Disaster Response
- [13] U.S Department of Transportation, Federal Highway Administration (2006), Best Practice in Emergency Transportation Operations Preparedness and Response : Results of the FHWA Workshop Series
- [14] Al-Ghamdi, A.S. (2005), Experimental Evaluation of Fog Warning System, Presented at the 83rd Annual Meeting (TRB), Accepted for publication at the Journal of Accident Analysis and Prevention (AAP)
- [15] Bahar Barami (2001), Market Trends in Homeland Security Technologies, IEEE Conference on Technologies for Homeland Security
- [16] Rama, P. (2007), Effects of Weather-Controlled Variable Speed Limits and Warning Signs on Driver Behavior, Transportation Research Record, volume 1689
- [17] <http://www.asr.ucar.edu/2004/RAP/surface-transportation.htm>
- [18] <http://www.index.go.kr> (e나라지표)
- [19] <http://www.snowremovalsystems.com>

주 의

1. 이 보고서는 국토교통부에서 시행한 건설교통연구기획(재난·재해시 도로 환경 재현 및 안전관리시스템 개발 기획)사업의 기획보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표하는 때에는 반드시 국토교통부에서 시행한 건설교통연구기획(재난·재해시 도로 환경 재현 및 안전관리시스템 개발 기획) 사업의 연구결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아닙니다.