11교통체계-물류04

에너지 절감형 물류시설 기술 개발 기획연구

2012

국토해양부 한국건설교통기술평가원

최종보고서

R&D / 11교통체계-물류04

에너지 절감형 물류시설 기술개발 기획연구

2012. 10. 26.

주관연구기관 / 한국철도기술연구원

공동연구기관 / (주) 덕 평 물 류

(주) 에 코 시 안

국 토 해 양 부

한국건설교통기술평가원

제 출 문

국토해양부 장관 귀하

이 보고서를 "에너지 절감형 물류시설 기술개발 기획연구"과제의 최종보고서로 제출합니다.

2012. 10. 26

주관연구기관명 : 한국철도기술연구원
주관연구책임자 : 유 재 균
공동연구기관명 : (주) 덕 평 물 류
(주) 에 코 시 안

보 고 서 요 약 서

<table>
<tr><td>과제고유번호</td><td>11교통체계
-물류04</td><td>해 당 단 계
연 구 기 간</td><td>2011.12.27~
2012.10.26</td><td>단 계 구 분</td><td>1차년도
/1차년도</td></tr>
<tr><td colspan="2">연 구 사 업 명</td><td colspan="4">교통체계효율화사업</td></tr>
<tr><td rowspan="2">연 구 과 제 명</td><td>대 과 제 명</td><td colspan="4">에너지 절감형 물류시설 기술 개발 기획</td></tr>
<tr><td>세부과제명</td><td colspan="4"></td></tr>
<tr><td rowspan="2">연 구 책 임 자</td><td rowspan="2">유 재 균</td><td>해당단계
참 여
연구원수</td><td>총 : 14 명
내부 : 명
외부 : 명</td><td>해당단계
연 구 비</td><td>정부 : 193,000천원
기업 : 천원
계 : 193,000천원</td></tr>
<tr><td>총연구기간
참 여
연구원수</td><td>총 : 14 명
내부 : 명
외부 : 명</td><td>총연구비</td><td>정부 : 193,000천원
기업 : 천원
계 : 193,000천원</td></tr>
<tr><td>연구기관명 및
소 속 부 서 명</td><td colspan="2">한국철도기술연구원
녹색교통물류시스템공학연구소</td><td>참여기업명</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>국제공동연구</td><td colspan="5">상대국명 : 상대국연구기관명 :</td></tr>
<tr><td>공 동 연 구</td><td colspan="5">연구기관명 : (주)덕평물류 연구책임자 : 손 병 석
(주)에코시안 윤 태 호</td></tr>
<tr><td colspan="4">요 약</td><td>보고서면수</td><td></td></tr>
</table>

○ 본 과제는 물류센터에서의 에너지 사용량을 절감하기 위해 개발이 필요한 물류기술을 기획하는 것이 주목적임

○ 국내 물류센터의 주에너지인 전기사용량을 추정하기 위해 국내 물류센터의 창고면적과 본 기획연구에서 추정한 에너지 원단위를 활용하였으며, 창고등록제 대상규모의 국내 물류센터 587개소의 전기에너지 사용량은 연간 1,105Gwh로 연평균 산업용 전기사용량 252,252Gwh의 0.44%로 추정되며, 금액으로는 연간 1,105억원으로 물류센터 당 월 1,569만원 정도의 전기에너지 비용이 발생될 것으로 추정되었음.

○ 본 기획과제에서 제시한 에너지 절감기술 적용대상 물류센터는 총 587개로서 개발기술을 대상물류센터에 100% 적용할 경우 연간 에너지비용 절감액은 95억 3천만으로 추정되며, 형태별로 보면 일반창고 13억 1천만원, 냉동/냉장창고 82억 2천만원의 에너지 비용이 절약될 것으로 추정됨

○ 본 기획과제에서 제시하는 본 과제는 “국내 물류센터의 전기에너지 절감을 위한 물류센터용 에너지 절감 기술 개발”로서 3개의 주제와 1개의 시범사업으로 구성됨

○ 제1주제는 ‘물류센터 고효율 온도관리 기술 개발’로서 입출고 도크 온도관리 설비기술과 냉동/냉장창고용 온・습도관리 저속 순환 팬 시스템 기술 개발이 주요 내용임

○ 제2주제는 ‘에너지 고효율 물류기기 및 설비기술 개발’로서 물류센터 컨베이어용 자체구동롤러 기술 개발이 주요 내용임

<table>
<tr><td colspan="3">○ 제3주제는 ‘물류활동기반 능동적 에너지 제어 및 관리기술’로서 물류활동기반 능동적 에너지 제어 및 관리 기술 개발이 주요 내용임
○ 위 제시된 본 과제와 함께 물류센터 에너지 절감을 위한 현장사례 및 신기술조사와 시범사업 구축 및 운영도 과제에 포함되어 있음</td></tr>
<tr><td rowspan="2">색 인 어
(각 5개 이상)</td><td>한 글</td><td>물류센터, 물류시설, 에너지절감, 에너지수확, 에너지감시</td></tr>
<tr><td>영 어</td><td>Logistics Center, Logistics Facilities, Energy Saving, Energy Harvesting, Energy Monitoring</td></tr>
</table>

< 목 차 >

제1장 서론 ····· 1
제1절 추진배경 및 필요성 ····· 1
제2절 기획연구 대상 ····· 2
제3절 물류시설 분야별 현황 ····· 5

제2장 국내외 동향분석 ····· 11
제1절 국내외 정책동향 ····· 11
제2절 국내 시장 현황 ····· 26

제3장 국내 우수물류센터 에너지 사용량 진단 ····· 59
제1절 진단개요 ····· 59
제2절 냉동/냉장 거점센터 진단 수행 ····· 61
제3절 스마트그리드 유통물류센터 진단 수행 ····· 67
제4절 소팅시스템이 구축된 택배 허브 거점 진단 수행 ····· 72
제5절 소팅시스템이 구축된 3PL 택배,의약품 물류센터 진단 수행 ····· 77
제6절 일반 물류센터 진단 수행 ····· 84

제4장 물류시설 에너지 절감 대상기술 동향분석 ····· 93
제1절 물류시설 에너지 절감 대상 기술 도출 ····· 93
제2절 관련기술 개발동향 ····· 103
제3절 특허동향 분석 ····· 114
제4절 논문동향 분석 ····· 129
제5절 유사과제 분석 ····· 133

제5장 사업상세기획 ····· 155
제1절 연구개발과제 구성 ····· 155
제2절 연구개발 과제시트 ····· 170
제3절 인력투입 계획 및 소요예산 산정 ····· 182
제4절 연구수행체계 제안 ····· 192
제5절 과제제안요구서(RFP) ····· 193

제6장 물류센터 에너지 절감기술 개발효과 ····· 205
제1절 에너지 절감기술 적용대상 창고 수 추정 ····· 205
제2절 물류센터의 에너지 원단위 추정 ····· 207
제3절 물류센터 에너지 절감기술 적용시 효과 추정 ····· 208

<부록 1> 국내 물류센터 에너지 사용량 설문지 ····· 213

< 표 목 차 >

[표 2-1] '20% Energy Savings by 2020' 달성을 위한 프로젝트 ····· 11
[표 2-2] 영국의 기후변화 및 에너지 관련 조치 ····· 12
[표 2-3] BREEAM2008의 점수체계 ····· 13
[표 2-4] 2007년 Energy Independence & Security Act 주요 내용 ····· 14
[표 2-5] 일본 주택의 단열기준 강화(Ⅳ 지역의 예) ····· 19
[표 2-6] 일본의 건축물 에너지절약 기준-성능기준 : PAL, CEC ····· 20
[표 2-7] 국외 에너지 관련 건축물 인증제도 비교 ····· 21
[표 2-8] 국내 에너지 관련 건축물 인증제도 비교 ····· 25
[표 2-9] 물류센터 현황(2009년 기준) ····· 28
[표 2-10] 응답자 특성 ····· 29
[표 2-11] 일반상온의 소유형태 ····· 30
[표 2-12] 일반상온의 사용하는 도입설비 및 장비 ····· 31
[표 2-13] 일반상온의 면적 ····· 32
[표 2-14] 냉장창고의 소유형태 ····· 33
[표 2-15] 냉장창고의 사용하는 도입설비 및 장비 ····· 35
[표 2-16] 냉장창고의 면적 ····· 36
[표 2-17] 냉동창고의 소유형태 ····· 37
[표 2-18] 냉동창고의 사용하는 도입설비 및 장비 ····· 39
[표 2-19] 냉동창고의 면적 ····· 40
[표 2-20] 현재 사용중인 전력 ····· 41
[표 2-21] 향후 사용희망 전력 ····· 42
[표 2-22] 창고냉/난방의 전력사용비중 ····· 43
[표 2-23] 사무실의 전력 사용 비중 ····· 44
[표 2-24] 물류설비의 전력사용비중 ····· 45
[표 2-25] 내외부 조명의 전력사용비중 ····· 46
[표 2-26] 지게차 충전의 전력사용비중 ····· 47
[표 2-27] 물류센터에서 사용하는 에너지 ····· 49
[표 2-28] 에너지 절감을 위해 도입한 기술 및 시설 ····· 51
[표 2-29] 에너지 절감을 위해 도입 계획 중인 기술 및 시설 ····· 53
[표 2-30] 연면적 사용량 원단위 ····· 54
[표 2-31] 연면적 사용료 원단위 ····· 55
[표 2-32] 바닥면적 사용량 원단위 ····· 56

[표 2-33] 바닥면적 사용료 원단위 ····· 57

[표 4-1] 제로에너지 건축의 핵심기술 ····· 98
[표 4-2] 제안과제별 기술개발 목표 ····· 101
[표 4-3] 해외 자체구동롤러 개발 사양 ····· 109
[표 4-4] IPC 분류를 통해 도출된 1차 기술분류체계 ····· 114
[표 4-5] 분석대상의 최종 기술분류체계(Tech-tree) ····· 116
[표 4-6] 특허검색식 및 국가별 특허 현황 ····· 117
[표 4-7] 국가별 유효특허 선별 결과 ····· 122
[표 4-8] 주요시장국의 특허동향 분석결과 ····· 128
[표 4-9] 특허 분석 시사점 ····· 129
[표 4-10] 세부 기술별 논문발표 동향 ····· 130
[표 4-11] 세부 과제별 R&D 사업 추진 현황 ····· 153

[표 5-1] 시대별 국제 에너지 주요사건 및 정책흐름 ····· 156
[표 5-2] 에너지관련 국제동향 및 국내정책 변화 ····· 157
[표 5-3] 물류센터 에너지 절감기술 개발 SWOT 분석 ····· 164
[표 5-4] 기술개발과제별 기술적용 가능 물류센터 ····· 164
[표 5-5] 에너지 관리시스템 구축에 따른 에너지 절감율 ····· 166
[표 5-6] 전체사업 인력투입계획 ····· 182
[표 5-7] 제1주제 인력투입계획 ····· 183
[표 5-8] 제2주제 인력투입계획 ····· 184
[표 5-9] 제3주제 인력투입계획 ····· 185
[표 5-10] 전체사업 소요예산 ····· 186
[표 5-11] 제1주제 1기술개발과제 소요예산 ····· 187
[표 5-12] 제1주제 2기술개발과제 소요예산 ····· 188
[표 5-13] 제2주제 1기술개발과제 소요예산 ····· 189
[표 5-14] 제3주제 1기술개발과제 소요예산 ····· 190
[표 5-15] 물류센터 에너지 절감을 위한 현장사례 및 신기술조사와 시범사업 소요예산 ····· 191

[표 6-1] 국내 창고업체수 현황(2009) ····· 206
[표 6-2] 국내 물류센터의 종류별/규모별 에너지 원단위 추정 ····· 207
[표 6-3] 국내 물류센터의 종류별/규모별 에너지 사용량 추정 ····· 208
[표 6-4] 국내 물류센터의 종류별/규모별/시설별 에너지 사용비율 ····· 208
[표 6-5] 에너지절감기술 개발로 인한 시설별 에너지 절감률 추정 ····· 209

[표 6-6] 에너지절감기술 개발로 인한 시설별 에너지 절감량 추정 ····· 209
[표 6-7] 에너지절감기술 개발로 인한 국내 수요량 추정 ····· 210

< 그 림 목 차 >

[그림 1-1] 물류시설의 정의 ····· 3
[그림 1-2] 유형별 외벽 단열 시스템 ····· 6
[그림 1-3] 건물 자동제어시스템 기술발전 방향 ····· 8

[그림 2-1] 일본의 에너지절약기준상의 지역 구분 ····· 18
[그림 2-2] 온실가스 감축 이행과정 ····· 26
[그림 2-3] 창고업 등록업체의 규모별 비율 ····· 27

[그림 3-1] 냉장사업부 전력사용현황 ····· 61
[그림 3-2] 3PL사업부 전력사용현황 ····· 61
[그림 3-3] 에너지 사용 평형도 ····· 62
[그림 3-4] 2011년 월별 전력 사용 현황 ····· 67
[그림 3-5] 에너지 사용 평형도 ····· 68
[그림 3-6] 2011년 사용량 및 최대수요전력(Peak) ····· 72
[그림 3-7] 2011년 LNG 사용량(Nm3) ····· 72
[그림 3-8] 에너지 사용 평형도 ····· 73
[그림 3-9] 2011년도 전력사용현황 ····· 78
[그림 3-10] 2011년 연료 사용량 ····· 78
[그림 3-11] 에너지 사용 평형도 ····· 79

[그림 4-1] 에너지 절감형 물류시설 대상기술 ····· 93
[그림 4-2] 투입에너지와 물류센터 인프라와의 관계 분석 ····· 94
[그림 4-3] 국내 물류시설 이용 에너지 사용량 분석 ····· 95
[그림 4-4] 에너지 비용 절감을 위한 기술관계 ····· 95
[그림 4-5] 에너지비용 절감 대상기술 도출 ····· 96
[그림 4-6] 물류시설 에너지 수확기술의 범위 및 개념 ····· 96
[그림 4-7] 에너지 수확 대상기술 범위 ····· 97
[그림 4-8] 에너지 절감 설계 예시 ····· 98
[그림 4-9] 에너지 비용 절감을 위한 관련기술 ····· 99
[그림 4-10] 물류시설 에너지 절감 대상기술 ····· 100
[그림 4-11] 물류시설의 구성요소별 에너지 사용량 추정도 ····· 103
[그림 4-12] Dock leveler ····· 104

[그림 4-13] Dock seal과 Dock shelter ····· 104
[그림 4-14] Wheel riser ····· 105
[그림 4-15] Truck leveler ····· 105
[그림 4-16] Docking system의 에너지 손실 ····· 105
[그림 4-17] 미국 RITEHITE의 도크 에너지 절약 사례 ····· 106
[그림 4-18] Head sel & Under leveler seal ····· 106
[그림 4-19] Inflatable shelter ····· 107
[그림 4-20] 미국의 BIGASSFANS ····· 108
[그림 4-21] HVLS의 공력원리 및 온도조절 특성 ····· 108
[그림 4-22] 자체구동롤러 개념도 ····· 109
[그림 4-23] 실시간 다점온도 측정 수행 이미지 ····· 111
[그림 4-24] 도크쉘터의 구조 ····· 112
[그림 4-25] 연도별 특허동향 ····· 123
[그림 4-26] 주요시장국 내·외국인 특허출현 현황 ····· 124
[그림 4-27] 연도별 세부기술 동향 ····· 124
[그림 4-28] 세부기술(중분류기준) 점유율 ····· 125
[그림 4-29] 주요시장국 세부기술별 추세선 분석 ····· 126
[그림 4-30] 세부기술별 주요출원인 동향(AA, AB 분야) ····· 127
[그림 4-31] 세부기술별 주요출원인 동향(AC, AD 분야) ····· 128

[그림 5-1] '에너지 절감형 물류시설 기술개발' 비전 및 목표 ····· 159
[그림 5-2] 적용기술별 예상 절감량 ····· 167
[그림 5-3] 본과제 구성내용 ····· 168
[그림 5-4] 과제별・연도별 TRM ····· 169
[그림 5-5] 연구수행체계 제안 ····· 192

제1장 서론

제1절 추진배경 및 필요성

○ 우리나라의 에너지 자립도는 불과 3% 수준에 불과하며, 2000년대에 들어서면서 에너지 소비량은 지속적으로 증가해 에너지 수입규모가 무려 300억 달러 이상이 되고 있는 실정이며, 또한 우리나라는 세계 주요국 중에 1차 에너지를 9번째로 많이 소비하고 있고, 소비에너지의 83.4%(원자력 발전 포함)이상을 수입에 의존하는 에너지 부존량 절대 빈국임

○ 전 세계적으로는 화석연료의 고갈로 인한 에너지 문제, 온실효과 등의 기후변화, 그 외의 여러 환경문제에 대하여 관심이 커지면서 이에 대한 대응마련에 분주한 상황에서 최근 일본의 후쿠시마 원전사고 이후 에너지 위기의식으로 인한 에너지 모니터링 및 절감기술 그리고 자연 에너지의 활용 및 기존시설을 이용한 에너지 수확 및 회생 기술에의 관심이 고조되고 있는 실정임

○ 2010년 IEA의 발표 자료에 따르면 신재생에너지 공급률은 일본 3.4%, 미국5.7%, 독일 10%, 덴마크 20.1% 등 세계적으로 신재생에너지에 대한 관심이 투자 확대로 이어지고 있으며 우리나라의 경우 2030년까지 신재생에너지 사업에 약 115조원을 투자하여 보급률을 현재의 2.5%에서 11%까지 증가시키는 계획을 수립하고 있음

○ EU는 2010년 11월 에너지신전략 "Energy 2020"을 발표하면서, 향후 10년간 EU에너지 계획을 제안하여 2020년에 최종 에너지 소비에서 차지하는 신재생 에너지 이용 비율을 20% 수준으로 높이며, 에너지 효율을 20% 향상시킨다는 목표를 설정하였음. 또한, 전략적 에너지 기술 계획(SET Plan)을 추진하면서 European Energy Research Alliance와 연계하고 신재생에너지 산업(풍력, 태양광, 바이오, 스마트 그리드 등)을 강화하여 북해 해상 풍력발전이나 남유럽 태양 에너지 발전에서 각 세대까지의 스마트 그리드 등 대규모 프로젝트를 실시하기로 함

○ 물류시설에는 단순 보관기능에서부터, 컨베이어, 자동분류기, 수직반송기, 무인반송차 등의 물류설비 및 장비가 도입된 다양한 기능의 물류시설이 운영되고 있음. 특히 물류시설이 지능화・자동화되면서 물류시설의 에너지 소비량은 점점 증가하고 있으며, 이에 물류시설의 에너지 절감은 기업들에게 매우 중요한 경영관리 요인이 되고 있음

○ 특히, 냉동/냉장 창고의 경우 판매관리비의 약 10%, 매출액의 약 9%를 전기사용료로 납부하고 있음

○ 물류시설에서 사용하는 에너지의 대부분은 간접에너지로 분류되는 전력이며, 물류시설의 에너지 저감을 위해 가장 우선적으로 감축할 수 있는 부분도 전력임

- 현재는 한국전력에서 전기요금을 측정하기 위한 계량기 방식으로 관리하고 있으며, 물류시설 내 공간별, 용도별로 전력량을 세분화하여 측정할 수 없는 상황임
- 에너지 절감에 대한 전/후 비교를 할 수가 없어 계속적인 절감에 대한 동기부여가 되지 못하고 있음

○ 일부 물류센터에서는 태양광 발전설비를 도입한 사례가 있는데, 100kw 설비 도입 기준, 한전의 국고보조 70%, 기업 부담액 30%로 실제 기업 부담액은 3~4억 원 수준으로 물류기업에 적용하기에는 부담으로 작용하고 있으며, 투자원금 회수기간도 30년 이상 소요되는 등 현 여건에서는 대체에너지 사용이 활성화되기 어려운 상황임

○ 따라서 물류센터의 주 에너지원인 전기의 사용량을 절감하는 기술을 개발, 보급함으로써 물류기업의 경영압박을 경감하고 나아가 국가차원의 에너지 절감시책에 부응할 필요가 있음. 전 세계적으로는 에너지 문제, 기후변화 및 기타 환경문제에 대한 관심 증폭으로 대응마련의 움직임이 활발하므로 이에 따라 쾌적함을 저해하지 않으면서 에너지 사용량을 절감할 수 있는 에너지 절감형 물류시설 및 그 체계적인 관리 방안이 절실히 요청되고 있으나 현재 국내에서는 에너지 절감형 물류 시설에 대한 체계적인 연구가 진행된 바 없어 종합적이고 체계적인 연구가 필요함

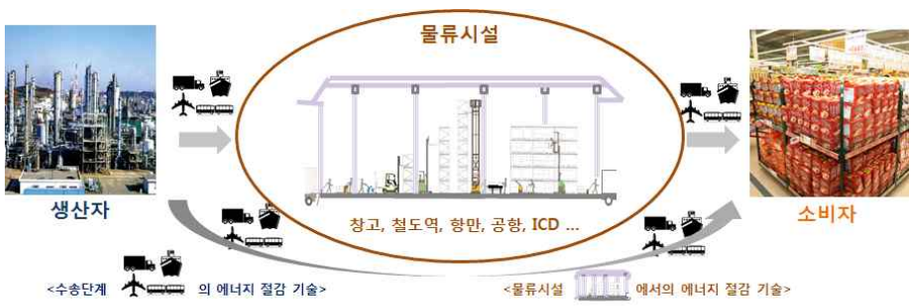
제2절 기획연구 대상

○ 본 기획과제에서는 물류시설에 대한 에너지 절감기술을 기획하는 것임

○ 물류시설은 ① 화물의 운송, 보관, 하역을 위한 시설 ② 화물의 운송, 보관, 하역과 관련된 가공, 조립, 분류, 수리, 포장, 상표부착, 판매, 정보통신 등의 활동을 위한 시설 ③ 물류의 공동화, 자동화 및 정보화를 위한 시설 ④ ①~③까지의 시설이 모여 있는 물류터미널 및 물류단지로 정의 됨

○ 따라서 물류프로세스상에서 물류시설은 제품이 생산자에서 소비자로 이송되는 과정 중에서 위 정의에 따른 활동이 이루어지는 공간을 의미하며 다음의 그림과 같이 표

시됨



[그림 1-1] 물류시설의 정의

○ 위 그림에서 물류프로세스 상에서 에너지 절감 대상은 수송단계에서의 에너지 절감기술과 물류시설에서의 에너지 절감기술이 도출될 수 있으며, 본 기획과제에서 대상으로 하는 에너지 절감기술은 물류시설에서의 에너지 절감기술로서 기술대상 범위가 물류프로세스의 한 부분에 국한되어 도출된 기술이 협소할 수 밖에 없는 한계를 지니고 있음

○ 현재 완료되었거나 진행되고 있는 수송단계의 에너지 절감기술의 목록은 다음과 같음

- Green Car(고연비/친환경의 에너지 절감 차량) 도입
- 차량공기저항 감소기술 적용
- 경량 재질 차량 도입
- 차량 적재 공간 확대
- 차량 또는 수송단위의 대형화 또는 트레일러화
- 타이어 에너지 소비효율 제도
- 공차율 감소 및 적재율 향상 대책
- 에코드라이빙의 장려
- 경로최적화의 추진(TMS)
- 공동수배송·공동물류의 실시
- 친환경 수송수단으로의 Modal-Shift 추진
- 물류상관행의 개선
- Green SCM을 추진하는 물류지원정보시스템의 기반 정리
- 터미널 위치의 최적화
- 물류거점을 활용한 복합연계운송
- 수송수단 에너지 효율 향상 기술
- 에너지, 탄소효율적으로 운송단 혁신 또는 운송계약 체결

- 재활용 수배송 용기 도입

○ 한편 물류시설에서의 에너지 절감기술은 다음과 같은 것이 있음

- 저에너지 컨베이어시스템
- 수소전지 지게차
- 파워레스 수직하강반송기
- 무동력 컨베이어시스템
- 고밀도 보관시스템, 틸트 분류기
- 고효율 출입구, 단열단 도크판 등
- 저에너지 조명
- 저에너지 첨단 냉장냉동시설
- 지열, 태양열 설비
- 백색지붕
- ACEE 에너지 피드백장치
- EcoLogics MDMS
- Daintree 무선메시네트워크장치
- Tendril Networks
- Tsuyosh Ueno의 ECOIS
- Georgina와 Marcus의 ECD 등
- 워싱턴대학의 ElectriSense
- 고효율 단열재(에어로젤)
- 열교차단용 구조 단열재
- 제로탄소고기능 단열재
- 고기밀성 창호기술
- 석탄 부산물을 활용한 바닥재
- 슈퍼단열시스템
- 고성능복합창호시스템
- 투명단열시스템
- 지중매설관시스템
- 부착온실시스템
- 축열벽시스템
- 열펌프시스템
- 환기폐열회수시스템
- 설비형 태양열시스템
- 통합기계설비시스템
- 홈오토메이션시스템

- 태양전지시스템
- 연료전지시스템
- 지열 냉난방시스템
- LEED, BREEAM, BEPAC, CASBEE
- BIM(Building Information Modeling)
- 통합설계 및 평가, 시공기술

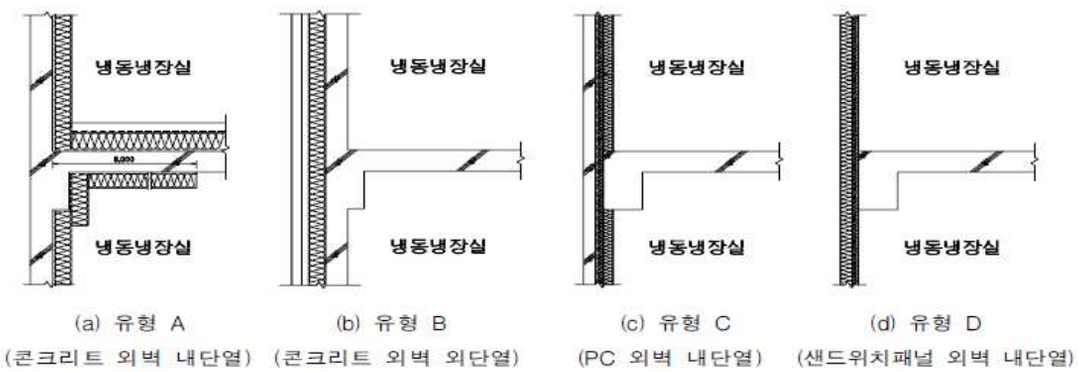
제3절 물류시설 분야별 현황

○ 에너지 절감을 위한 건축물에 대한 기술 개발은 많은 국가산업, 기업 연구를 통해 수행됨

- 그러나 물류시설은 사람이 아닌 화물을 취급하는 건축물로 그 기능 및 역할이 달라서, 기 개발된 건축물 관련 기술이 물류시설에 적용하는 것이 적합한지 또는 물류센터에 적합한 건축기술이 있는지에 대한 연구는 미미한 실정임

○ 냉동/냉장 물류센터는 냉동/냉장실 내외의 온도차가 여름철의 경우 약 40~50℃ 정도로 매우 커 단열성능이 우수한 외피가 필수적임

- 그러나 냉동/냉장 물류센터 외피 단열과 관련된 건축법규는 마련되어 있지 않으며, 단열설계 자체도 관행적으로 수행되고 있어 적정 단열에 대한 고려가 거의 이루어지지 않고 있음
- 국내 대부분의 냉동/냉장 물류센터 외피를 보면, <그림 1-2>과 같이 철근콘크리트 외벽 내단열 공법이 적용됨으로써 외피 각 접합부(벽-슬라브 접합부)에서 단열재가 불연속 되어 열교가 발생하므로 에너지 손실 및 결로 등과 같은 많은 문제가 나타나고 있음



[그림 1-2] 유형별 외벽 단열 시스템

- 이와 같은 문제점은 RC조에 의해 외부 옹벽을 제외한 구조체 시공 후 외벽을 구조체와 이격하여 PC판으로 형성하고, 방습/단열 시공함으로써 단열재가 연속되게 하는 외피구조로 해결할 수 있을 것임
- 그리고 기존 냉동/냉장실 외피 단열재의 경우 주로 우레탄이 사용되고 있지만, 우레탄보다 환경친화성, 시공성, 안정성 측면에서 더 우수한 아이씬(그린폼)을 우레탄의 대체 재료로 검토해 볼 수 있을 것임

○ 건물이나 물류센터에서 에너지 소비 중 가장 큰 비중을 차지하는 것은 외피를 통한 열손실/획득이므로, 고단열재, 고성능 유리, 태양광 채광 조명 시스템, 친환경 건물외피 시스템 등의 기술 도입으로 에너지소비를 줄일 수 있을 것으로 판단되나 물류시설의 시공 시 검토할 수 있는 에너지 절감형 자재인 고효율 단열재, 고효율 조명설비(LED등), 로이(Low-E) 복층유리, 삼중 복층유리, 고휘도 방전램프(HID Lamp : High Intensity Discharge Lamp), 고효율 변압기, 조도 자동조절 조명기구, 고효율 보일러 등의 자재들이 물류센터에 작업여건 및 환경에 적합한지에 대한 연구 및 검토가 미미한 실정임

○ 보관시설 디자인 단계에서 설계자가 환경적 성능을 고려하여 시공 시에 적용하기 위한 지침과 시공된 기존 보관시설에 적용할 수 있는 지침 모두 개발 필요성이 있으며 이 지침들을 통해 국내 물류시설이 에너지 절감에 대한 국제적인 대응과 국내 법적 사항을 만족시킬 수 있을 것임

○ 일부 기업들이 물류센터의 에너지 절감을 위한 현장 개선을 통해, 소기의 성과를 거두고 있으나, 전문성 및 기술 수준에 있어서 제한적이며 확산이 되고 있지 못한데, 이와 같은 현장 기술은 단시간 내에 비교적 쉽게 다른 물류센터에 적용 및 보급이 가능하고, 에너지 절감 효과를 볼 수 있음

○ 물류센터의 기능 및 역할을 수행하며, 에너지를 절감할 수 있는 건축자재 및 시공에 대한 연구가 미미하여, 이로 인해 물류센터 운영 및 관리 시 에너지 절감이 어려움

○ 태양, 바람, 지열 등의 자연에너지 자원은 고갈되지 않는 친환경적인 자원으로 활용의 가치가 크나 아직 관련 기술의 개발이 미비하고 경제적으로 타당성이 의심되는 상황임

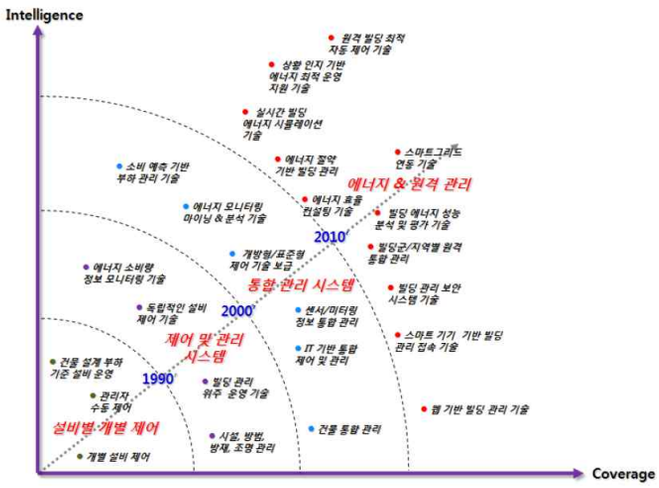
○ 물류센터에서 이용하는 화물의 중력 및 컨베이어, 소터, 지게차 등의 동력을 재활용할 필요성은 절실히 체감하고 있으나 아직까지 체계화된 관련기술의 개발은 없는 상황이며 한번 개발되면 컨베이어와 소터는 모든 산업현장에서 다양한 활용이 가능한 장점이 있음

○ 주택 분야에서는 냉난방용으로 지열을 이용한 수냉식/공기열 히트펌프 기술을 적용하고 있으며, 이를 물류시설의 특성에 맞게끔 더 발전시킬 필요성이 있음. 특히, 타분야에서의 히트펌프 장치의 경우 열흐름이 계속 방출하는 한 방향으로 흐르기에 시간이 흐를수록 히트펌프의 효율이 떨어지는 약점이 있으나 냉동/냉장창고 운영 시 배출되고 있는 폐열을 상온 물류센터의 온도관리 등을 위한 에너지로 재이용함으로써 에너지 사용량을 획기적으로 절감하고 히트펌프의 수명을 연장하여 효율성을 증가시킬 수 있으며, 이후 태양열 등과 연결하여 하이브리드 형태의 기술로도 개발이 가능함

○ 국내 물류시설에 대한 에너지 관리 연구는 초창기로 관련 기술개발은 미미하며, 빌딩에 적용되는 BEMS(Building Energy Management System)와 공장에 적용되는 FEMS (Factory Energy Management System) 등은 그나마 기술화가 진행되고 있는 반면, 물류시설에 적용 가능한 LEMS(Logistic facilities Energy Management System)와 관련된 연구는 전무한 실정임

○ BEMS 기술은 아래 <그림 1-3>과 같이 설비별 개별 제어에서 에너지 및 원격관리로 기술 고도화가 이루어지고 있는 상황이며, 통상적으로 일반 고층빌딩 및 사무실 등에 적용되고 있음

- 일반 건물과 다른 특성을 갖는 물류시설의 에너지 관리 시스템 적용은 물류시설의 녹색 이미지화, 자동화를 통한 원가절감, 에너지 비용 절감 등 효과를 기대할 수 있음



자료 : 최창식 외, “원격 그룹 BEMS 기술 동향”, 정보통신산업기술원, 2012. 03

[그림 1-3] 건물 자동 제어 시스템 기술 발전 방향

○ LEMS는 물류센터의 실내 환경과 설비 및 에너지 성능의 최적화를 실현하기 위한 에너지 관리 시스템으로

- 실내 쾌적 환경을 유지하고, 설비를 최적 운전하며, 에너지 및 비용을 극소화하기 위하여 물류센터의 환경변수(온, 습도 등), 설비운전 추이 및 에너지 사용 현황 등의 정보를 종합분석하고 시뮬레이션 함으로써 건물의 최적 경영 전략을 수립하여 에너지 관리를 효율적으로 가능하게 함

○ 물류시설 내 공간별, 용도별 전력량을 측정할 수 있는 계측 장비의 설치를 통해 에너지 사용량을 개별 측정하며 물류센터 용도별 적정 실내 온도 유지 및 에너지 사용량 감시가 필요

○ 최근 선진 각국은 건축물 에너지성능과 관련된 모든 법들을 자발적 권장제도에서 의무적으로 지켜야 하는 강제규정의 성격으로 전환함

- 일례로 2008년 말부터 자동차의 연비등급과 같이 모든 건축물에 에너지효율등급 인증서 발급을 의무화해 건축물에서 소비되는 에너지를 소비자가 파악할 수 있도록 함
- 에너지효율등급 인증서를 첨부해야만 허가, 매매, 임대 등의 부동산 거래도 가능할

정도이며 이러한 제도는 결국 에너지 성능이 높은 건축물의 확대를 기대할 수 있음

○ 에너지 사용 모니터링, 최대전력수요 제어 및 관리, 에너지 절약 기법 적용 등을 통한 물류시설의 에너지 절감 가능

○ 물류시설의 에너지 절감을 위해 정확한 에너지 계측 및 측정 위치 선정의 국가 표준화 필요

제2장 국내외 동향분석

제1절 국내외 정책동향

1. 국외 정책 동향

가. 국외 에너지 효율화 정책 동향

(1) 영국

○ 유럽은 2020년까지 에너지 소비의 20%를 줄이고자 '20% Energy Savings by 2020'을 슬로건으로 하여 구체적인 실행계획 작성

○ 이 계획은 에너지 공급 확보, 경쟁력 강화, 환경 보호를 달성하기 위하여 에너지 효율화에 의한 소비 절감을 추진하는 것으로 최종 사용자 측면, 빌딩 효율화, 친환경 디자인, 가전제품 에너지 등급 표시, 열병합 발전의 5개 분야에서 세부 수행계획 설정

[표 2-1] '20% Energy Savings by 2020' 달성을 위한 프로젝트

분야	프로젝트
최종 사용자 에너지 효율화	· 에너지 효율화 비용의 75%까지 지원 · 에너지 효율화 기술 및 프로젝트 인증 및 거래제도 도입(EuroWhiteCert Project)
건축물의 에너지 효율화	· 고효율 빌딩 플랫폼 및 표준 개발 · 빌딩 효율성 평가 및 인증(EuroPROSPER)
에너지 사용제품에 대한 친환경 설계	· 중소기업 친환경 디자인 설명 및 홍보 · 전기모터 효율 DB 구축(EuroDEEM)
가전제품의 에너지 등급 표시	· 냉장고, 냉동고 에너지 등급 표시(2003) · 전기오븐 에너지 등급 표시(2002) · 공공기관 납품에 'Energy Star'획득 제품만 사용
열병합 발전	· 소형 열병합발전소 1,000개 설립

자료 : European Commission Energy Efficiency Legislation(http://ec.europa.ue/energy/legislation/index_en.htm), 에너지효율화 기술과 정책동향(2008)에서 재인용

○ 건물에너지절약 정책

- 2008년 11월 26일 영국에서는 국가적 차원의 기후변화 대응방안을 강구하기 위하여 Climate Change Act, Energy Act, Planning Act. 제정하여 저탄소 중심의 경제체제 전환, 장기적·안정적인 에너지 공급확보 및 온실가스 배출량 80% 감축을 목표함
- 건물에너지와 관련된 정책으로서는 에너지효율표준제, 에너지 고지서 및 미터링 등이 있음
- 또한 건축법(building regulation)에서는 건물에서의 에너지 효율을 높이도록 규정하여 주거부문에서 평균 에너지 효율이 약 20% 개선을 예측함
- 건물에너지 정책이 효율적으로 이루어지기 위해서 정부 차원에서의 경제적 조치를 제공하고 있으며, 그 내용은 태양판넬, 소형 풍력 발전기 등 일정기간 에너지 절약 재료에 대해서 부가가치세율 할인이 적용되며, 토지소유자 에너지 절약 할당제를 도입하여 공기층에 있는 외벽, 천정면 단열 공사, 강형 벽체 단열 공사 등에 드는 비용 중 최대 1,500 파운드를 제공함

[표 2-2] 영국의 기후변화 및 에너지 관련 조치

Act	목표 및 내용
Climate Change Act	· 5년간 탄소예산 도입, 배출목표 달성방안 제시 · 기업의 경영전략 보고서 등에 기후변화 내용을 반영 · 1회용 봉투 사용금지
Energy Act	· 원자력 발전시설 개발의 보완, 지원 · 신재생에너지 공급 확대 · 소포집, 스마트 미터 등 신기술 도입과 확대 지원
Planning Act	· 대규모 에너지 기반시설사업 승인절차 간소화를 통합 보급 확대 · 주택의 에너지 효율성 제고

자료 : 김삼열, 영국의 건물에너지절약제도 및 정책, 대한건축학회지, 대한건축학회, 2010, pp.77~80

○ 친환경건출물 인증제도 : BREEAM

- 세계에서 최초로 친환경 건축물 인증제도로 개발된 영국의 BREEAM(Building Research Establishment Environmental Assessment Method)는 1990년에 신축사무소 건물을 처음으로 시작함
- 이후 주택, 학교, 공동주택, 판매시설 등의 평가시스템이 개발되어 현재는 다음과 같

은 9개의 건물종류에 대한 평가시스템이 있음

- BREEAM Offices
- BREEAM Ecohomes
- BREEAM Courts
- BREEAM Industrial
- BREEAM Prisons
- BREEAM Retail
- BREEAM Schools
- BREEAM Ecohomes XB
- BREEAM Multi-residential

- 최근 개정된 BREEAM2008에서는 항목별 점수분포의 변화, 필수항목의 신설 및 디자인 단계와 준공 후 단계의 평가 이분화 등이 이루어짐
- 특히 새로운 EPC(Environmental Performance Certificates)에 적합한 CO2 방출량 기준의 설정 등의 에너지 분야에 규정을 더 강화함

[표 2-3] BREEAM2008의 점수체계

BREEAM Section	Before	2008
Management	15	12
Health & Wellbeing	15	15
Energy	25	19
Transport		8
Water	5	6
Materials	10	12.5
Waste		7.5
Land Use & Ecology	15	10
Pollution	15	10
Total	100	100

자료 : 김삼열, 영국의 건물에너지절약제도 및 정책, 대한건축학회지, 대한건축학회, 2010, pp.77~80

(2) 미국

○ 미국도 에너지 소비 효율화를 위하여 최근 각종 법규를 제정하여 지원하고 있음

○ 미국은 에너지 효율화 및 청정에너지 개발을 지원하기 위하여 2007년 'Energy Independence & Security Act'를 제정하였으며, DOE(Department of Energy)는 'Grid 2030 Vision'을 발표하고 Smart Grid 구축을 위한 'GridWise[1)]'계획을 발표하였음

○ 또한 정부, 민간 공동체인 CEE(Consortium for Energy Efficiency)를 구성하여 에너지 효율화 프로젝트에 자금을 지원하고 있음

[표 2-4] 2007년 Energy Independence & Security Act 주요 내용

주요내용
· 에너지 확보, 에너지 절약, 연구개발 지원, 인프라 개선, 탄소 포집 분야로 크게 분류 · 에너지 확보 분야에서는 운송용 연료 분야와 바이오연료 개발에 초점 · 에너지 절약 분야에서는 조명 분야와 빌딩 분야에 초점 · 연구개발 분야에서는 신재생에너지 개발과 저장장치에 초점 · 에너지 인프라 분야에서는 Smart Grid 구축에 초점

자료 : GovTrack(http://www.govtrack.us), 에너지효율화 기술과 정책동향(2008)에서 재인용

○ 미국의 건물관련 에너지 관련 제도와 정책은 매우 다양하지만, 대부분 DOE와 EPA (미국 환경보호청)가 중심이 되어 시행되고 있음

○ 연방정부 차원에서 추진되고 있는 부분 이외에도 LEED(Leadership in Energy and Environmental Design), Energy Star, 주택에너지 효율 등급 등의 자발적인 에너지 효율화 정책도 효율 등급 등의 자발적인 에너지 효율화 정책도 활성화되어 있으며 세제 및 금융혜택 등 다양한 인센티브 제도를 활용하고 있음

○ 건물에너지 절약과 관련된 제도와 정책의 주요사례는 다음과 같음

① Building America

- 전미 270여개의 회사가 공동 작업을 하여 건축가, 엔지니어, 시공자, 설비 제조사,

1) 미 에너지부 및 민간기업의 컨소시업으로 에너지의 생산·사용·분배를 비용 효율적으로 달성하기 위한 인프라·공정·정보기술 개발 및 시장매커니즘 도입을 추구하며, GE, IBM, 시스코, American Electric Power 등 30여 개 기업이 컨소시엄에 참가

건축자재 공급업자, 단지계획가, 대출관계자 및 도급업자로 구성됨

- 이 프로그램을 통하여 70%정도 에너지를 절약하는 비용 효율적 연구, 개발, 시범화 사업을 하고 있음

② Building Energy Codes

- 이 프로그램은 보다 엄격하면서도 이해하기 쉬운 건물에너지코드를 개발하는 데에 지원하고 있음
- 각 주 정부가 건물에너지코드를 채택, 적용, 시행하는 데에 도움이 되도록 다운로드가 가능한 형태의 법 준수도구나 자료 그리고 기술 및 재정적인 보조 제공

③ Commercial Building Energy Alliances

- 상용건물의 에너지사용과 환경영향의 정도를 최소화하고자 다양한 산업분야의 대표자들을 모아 공동작업 진행
- 현재 소매, 상업용 부동산과 공공건물에 집중하고 있음

④ High Performance Commercial Buildings

- 이 프로그램은 건물전체 차원에서의 설계와 시공을 통한 건물성능, 쾌적성, 절약을 최적화하기 위하여 건축가, 엔지니어, 시공업자, 계약자, 건물주 그리고 건물 이용자와 작업을 같이함

⑤ Appliances and Commercial Equipment Standards

- 제품 생산자, 설계자, 유틸리티, 소비자 그리고 기타 정부기관이 관여하고 있음
- 이 프로그램은 가전제품과 상용기기의 시험절차를 개발하고 최소한의 효율표준을 만들고 있음

⑥ Energy Smart Schools

- 전미학교협의회(NSBA)에서 승인하고 DOE가 지원하여 학교의 에너지사용을 줄이고 어린이들에게 더 좋은 학습 환경을 제공하기위해 노력하고 있음
- DOE는 교육구로 하여금 재정적인 기회에 관한 정보를 보급하고 산업전문가를 훈련시키며 공공 및 사적인 협력네트워크를 구성하도록 도움을 줌

⑦ Energy Smart Hospital

- 현재의 기준을 사용하여 기존건물의 효율을 20%향상시키고 신축건물의 효율향상을 30%로 촉진시키는데 그 목적이 있음

- 이 프로그램은 병원에서 에너지사용과 운영비를 줄이고 보다 건강한 치유 및 근무 환경을 만듦으로써 효율적이고 재생 가능한 에너지의 활용도를 높이는데 주력하고 있음

⑧ Energy STAR Home Improvement

- 에너지스타 재료(예, 단열재와 틈새밀봉재)를 사용하여 주택에너지 효율을 향상시키고 주택소유자에게 기술자원을 제공하는데 그 목적이 있음

⑨ Energy STAR New Home

- 2004 IRC(International Residential Code) 기준 주택보다 15%이상 에너지 효율이 높으며 보통의 주택보다 추가로 20~30%정도 더 에너지 효율이 높은 지침
- 에너지스타 인증 주택을 공급하는 미국 시공업체의 DB도 제공되며 상업용 및 산업용 건물을 대상으로 몇 개의 ENERGY STAR initiatives도 개발되어 있음

⑩ Energy STAR Initiative for Commercial Buildings

- 1999년도에 도입되었으며, 상업용 및 산업용 시설의 에너지 성능이 1~100점으로 되어 에너지스타인증을 받기위해서는 75점 이상을 취득해야함
- 이 수치는 전 미국에서 에너지 성능측면에서 상위 25%에 해당함
- 에너지스타로 인증된 상업용 건물은 유사건물에 비해 에너지사용량이 평균 35%수준이며 이산화탄소 배출량은 1/3에 해당됨

⑪ Energy STAR Products

- 이 프로그램은 다음과 같은 구분에 50가지 생산품에 적용되고 있음
  - 주거용 외피
  - 전기제품
  - 냉난방
  - 가전제품, 사무용기기, 조명, 상업용 음식서비스, 기타 상업용 제품

⑫ LEED

- 사단법인 미국 그린빌딩협의회가 지속가능한 건물실무를 보급하고 있으며 고성능 및 지속가능형 건물을 개발하기 위한 자발적이고 합의 기반의 평가시스템
- 건물에너지 효율을 강조하는 건물에너지코드와는 달리 LEED는 건물전체를 대상으로 인간과 환경의 건강에 관련된 5개의 주요부문(지속가능한 부지의 개발, 수자원

절약, 에너지 효율, 재료의 선택, 실내 환경의 질)의 성능을 파악함으로써 지속가능성을 목표로 함

- 9개 건물의 범주에 대하여 개발되어 있으며 수정 보완을 통하여 지속적으로 개정을 해 나아가고 있음
- 최근 LEED 3.0이 출시 된 상황이며 현재 40개국 이상의 나라(한국, 중국, 캐나다, 브라질, 멕시코, 인도 등)에서 LEED프로젝트가 진행 중임
  - · LEED for New Construction
  - · LEED for Existing Buildings
  - · LEED for Commercial Interiors
  - · LEED for Core & Shell
  - · LEED for Schools
  - · LEED for Retail(a pilot)
  - · LEED for Healthcare
  - · LEED for Homes
  - · LEED for Neighborhood Development

⑬ 그린 Globes

- 2004년 캐나다의 Green Globes로부터 도입되어 Green Building Initiative(GBI)에서 관장하고 있으며 2005년 GBI가 최초의 그린빌딩 조직으로서 미국표준연구소(ANSI)로부터 개발자로 인증 받음
- 이 시스템을 통하여 온라인 평가 프로토콜, 그린빌딩 설계, 운전, 관리를 위한 등급 시스템 및 가이드가 만들어짐
- 상호작용과 융통성이 있으며 제 3자의 검증을 통하여 건물의 환경속성에 관한 시장 파악을 가능케 함

(3) 일본

○ 일본은 건축물을 주거부문 및 상업부문을 나누어 에너지절약 및 친환경성에 대한 제도를 마련하고 있음

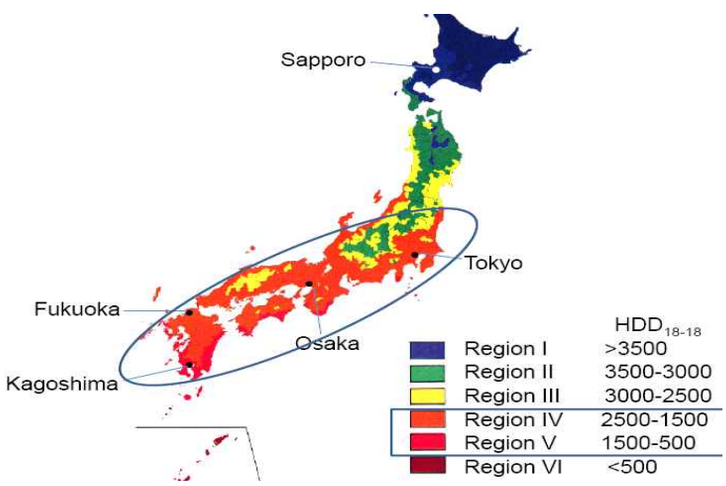
○ 일본의 에너지보전법은 에너지절약에 관한 법으로 건축물 관련 법령으로는 '주택에

서 에너지 사용의 합리화에 관한 고객의 기준'과 '건축물에서 에너지 사용의 합리화에 관한 고객의 기준'이 있음

○ 주택은 열손실계수를 기준으로 주택 전체의 단열성능을 확보하는 등 건물의 단열성능을 확보하도록 하고 있으며 비주거용 건물은 에너지 절약기준인 PAL(연간 열부하계수: Perimeter Annual Load)과 CEC(에너지 소비계수: Coefficient of Energy Consumption)를 적용하고 있으며, 이외에도 다양한 인센티브 제도를 마련하고 있으며 CASBEE 등의 건물 에너지효율화 평가 프로그램을 적극 개발하여 적용하고 있음

○ 일본의 주택 에너지절약 기준

- 주택부문에 대한 기준은 「주택의 에너지 절약기준」이 1980년 제정되어 일본 전국을 난방도일(HDD)에 따라 6개 지역으로 구분하여 지역마다 단열성, 기밀성, 일사차폐에 관한 기준을 규정하고 있음



송두삼, 일본의 주택, 건축물의 에너지절감 정책동향, 대한건축학회지, 대한건축학회, 2010, p87

[그림 2-1] 일본의 에너지절약기준상의 지역구분

- 주택에 관한 에너지 절약기준은 1992년, 1999년에 개정, 강화되었으며, 2006년에는 공용부분 건축설비에 관한 사항이 추가되었고, 아울러 2009년 4월 이후 신축주택에 대해서는 "주택에너지라벨링"을 의무화 하고 있음

[표 2-5] 일본 주택의 단열기준 강화(Ⅳ 지역의 예)

항목		1980년 이전	1980년 기준	1992년 기준	1999년 기준
성능기준	열손실계수	-	5.2 W/(m2K)이하	4.2 W/(m2K)이하	2.7 W/(m2K)이하
	상당틈새면적	-	-	-	5.0 cm2/m2이하
사양기준	단열재(외벽)	없음	글라스울 30mm	글라스울 55mm	글라스울 100mm
	단열재(천정)	없음	글라스울 40mm	글라스울 85mm	글라스울 180mm
	개구부(창)	알루미늄 새시+단판	알루미늄 새시 + 단판	알루미늄 새시 + 단판	알루미늄 이중새시 또는 알루미늄 새시 + 복층유리
연간냉난방비		약 13만 3천엔	약 9만 2천엔	약 7만 5천엔	약 5만 2천엔
연간냉난방 에너지 소비량		약 56GJ	약 39 GJ	약 32GJ	약 22GJ

자료 : 송두삼, 일본의 주택, 건축울의 에너지절감 정책동향, 대한건축학회지, 대한건축학회, 2010, p87

○ 일본의 건축물 에너지절약 기준

- 일본의 건축물 에너지 절약 기준은 건축계획이나 외피설계(유리의 사양, 단열재 두께 등) 등에 대한 「단열성능에 관한 기준(PAL)」과 「건축설비의 에너지 절약성능에 관한 기준(CEC)」 등이 있음
- CEC는 각각의 건축설비에 대해 기준을 규정하고 있으며, 그 구분은 다음과 같음
  - · CEC/AC (공조설비)
  - · CEC/V (기기환기설비)
  - · CEC/L (조명설비)
  - · CEC/E (승강기)
- 에너지 절약기준인 PAL 및 CEC는 사무소, 호텔, 병원, 판매점포, 음식점, 학교, 집회소, 공장 등에 관한 기준이 제정되어 있음

○ 주택/건축물 CO2 저감 추진사업

- 주택, 건축물에 대해 CO2 저감대책을 추진하기 위해 선진적이며 효과적인 CO2 저감기술을 도입한 프로젝트를 추진하는 민간 사업자를 대상으로 지원하는 제도

- 재료, 설비, 설계, 운용시스템 등에 있어서 CO2저감에 기여하는 선도적인 기술이 도입되어진 사업 중 선정하여 사업비의 50%를 보조해주며, 2008년 기준 예산총액은 50억엔에 달함

[표 2-6] 일본의 건축물 에너지절약 기준-성능기준 : PAL, CEC

	건축물의 외벽, 창 등을 통한 열손실 방지	공조설비 등에 관련한 에너지의 효율적 이용
수치 기준	연간 열부하계수(PAL)로 규정 $PAL = \frac{\text{실내벽을통한연간열부하}(MJ/\text{년})}{\text{실내벽면적(벽, 천정, 바닥, 창포함)}(m^2)}$	에너지소비계수(CEC)로 규정 $CEC = \frac{\text{연간에너지소비량}(MJ/\text{년})}{\text{표준주택의연간에너지소비량}(MJ/\text{년})}$
	· 건축물의 1년간 냉난방에 필요로 하는 단위 · 바닥면적당 외부에서 침입하는 열, 내부에서 발생하는 열의 합계를 표시한 것으로 건축물의 외벽 등의 단열성능이 높을수록 수치는 작아짐	· 설계된 건축물에 대해 공조설비(AC), 공조설비 이외의 환기설비(V), 조명설비(L), 급탕설비(HW), 엘리베이터(EV) 각각에 대해 1년간 소비하는 에너지량을 일정기준으로 산출한 에너지량으로 나눈값으로 효율성이 높을수록 수치는 작아짐

자료 : 송두삼, 일본의 주택, 건축울의 에너지절감 정책동향, 대한건축학회지, 대한건축학회, 2010, p88

○ 기존 주택/건축물 에너지절약 개수 지원제도

- 기존주택/건축물의 에너지절감 효율을 강화하기 위해 공공 및 민간건축물에 대해 개수를 실시할 경우 지원해주는 제도

○ 주택/건축물의 에너지절약 조치에 관련된 세제

- 주택 리폼에 관련된 투자형 감세
- 에너지 수급구조 개혁투자촉진세제의 연장 및 확충(업무형 건축물의 에너지 절감 대책 지원, 소득세, 법인세, 법인 주민세 등)

나. 에너지 절감형 건축물 관련 국외 제도

○ 해외에서는 에너지 절감형 건축물로 설계 및 건축하는데 있어서 다양한 지원제도를 운영하고 있음. 해외 관련제도로는 미국, 영국, 캐나다, 일본이 대표적이며, 각 국가별로 평가등급, 인센티브는 차이가 있는 것으로 조사됨

[표 2-7] 국외 에너지 관련 건축물 인증제도 비교

<table>
<tr><th>구분</th><th>미국</th><th>영국</th><th colspan="2">캐나다</th><th>일본</th></tr>
<tr><td>제도</td><td>LEED
(Leadership in Energy and Environmental Design)</td><td>BREEAM
(Building Research Establishment Environment Assessment Method)</td><td>BEPAC
(Building Environmental Performance Assessment Criteria)</td><td>GBTool
(Green Building Challenge)</td><td>환경공생주택인증제도</td></tr>
<tr><td>주요 내용</td><td>6개분야
(지속가능한 부지계획, 효율적인 물이용, 에너지 및 대기, 재료 및 자원, 실내공기의 질, 혁신성과 디자인 프로세스) 평가</td><td>8개분야
(운영관리, 건강과쾌적성,에너지,교통,수자원,재료,대지의이용,오염) 평가</td><td>건축계획측면과 관리운영측면에서 환경성능 평가(오존층보호, 에너지소비, 실내환경, 자원절약, 대지 및 교통)</td><td>7개분야
(부지선택,계획과개발,에너지와자원소비량,환경부하,실내환경의 질,건물시스템의기능성과 제어성,장기적인성능,사회적 관점과 경제적 관점)</td><td>4개분야
(에너지절약,자원,지역적합 및 환경친화,건강 및 쾌적)</td></tr>
<tr><td>평가 등급</td><td>4개등급
(플래티넘,골드,실버,인증)</td><td>단순등급
적절(PASS),
양호 (GOOD),
매우양호(VERY GOOD),
우수(EXCELLENT))</td><td rowspan="2">관리기관 해체로 사용되지 않음</td><td>등급제가 아니며 점수로 평가함.</td><td rowspan="2">필수요건과 제안유형으로 구분, 필수요건은 반드시 따라야하며, 제안유형은 선택항목임.</td></tr>
<tr><td>인센티브</td><td>주(state)에서는 인증을 획득, 이용도록 하는 법령, 조례마련, 자금 제공(인센티브)등을 통해 권장</td><td>평가결과 전시나 공적 목적에 사용도록 인증서 발급</td><td>생애주기의 모든 단계 평가</td></tr>
<tr><td>기타 프로그램</td><td>건물에너지인증제도 (HERS), 주(state)별 인센티브제도</td><td>건물에너지인증제도
(SAP 2005)</td><td colspan="2">건물에너지인증제도(C-2000, R-2000 Home), 인센티브제도(CBIP, IBIP)</td><td>친환경건축물인증제도 (GBTool), 주택성능표시제도</td></tr>
</table>

2. 국내 정책동향

(1) 국가물류기본계획 제2차 수정계획(2011~2020)

○ 계획수립 주체 : 국토해양부

○ 계획수립 근거 : 물류정책기본법 11조

○ 국토해양부 통합에 따른 육·해·공 통합물류체계 구상이라는 관점 하에 저탄소 녹색성장, 대·중소기업 동반성장 등의 국정기조를 반영한 것은 물론 물류보안 강화라는 세계적인 물류환경 변화를 반영하였음

○ 금번 수정계획에서는 '지속적 경제성장 지원', '저탄소 녹색성장 견인', '물류산업의 고부가가치화'를 3대 목표로 정하였음

○ 목표달성의 정도를 측정할 수 있도록 '국내 산업의 원가경쟁력 3.6% 제고', '물류부문 CO2 배출 온실가스 배출전망치(Business As Usual : BAU) 대비 16.7% 감소', '전체 산업 중 매출기준 5위 달성'을 목표별 구체지표로 정하였음

○ 비전과 목표를 달성하기 위한 5대 전략 과제를 다음과 같이 설정하였음

- 육해공 통합물류체계 구축을 통해 물류효율화 구현
- 고품질 물류서비스 제공을 위한 소프트 인프라 확보
- 녹색물류체계와 물류보안 강화로 선진물류체계 구현
- 글로벌 물류시장 진출을 위한 물류산업 경쟁력 강화
- 시장기능 회복을 통한 물류산업의 경쟁력 제고를 제시

(2) 국가물류표준화 추진계획

○ 계획수립 주체 : 국토해양부

○ 국가물류표준화 추진계획 주요내용에 따르면, 2012년까지 'IT기반 물류표준화 선진국' 진입을 목표로 하고 있음

○ 이를 위해 연계수송시스템표준화, 보관시설 표준 매뉴얼 개발, 운반하역기기표준화 등 94개 표준화 과제를 선정, 투자를 집중할 계획임

○ 분야별 표준화 로드맵으로는 포장분야의 경우 표준화 촉진을 위해 세계표준에 호완 가능한 포장모듈개발과 포장표준화 시범사업을 실시한다는 전략이고, 수송 분야 표준화를 위해서는 트럭 및 화차의 적재함 표준화 시스템을 개발하고 수송수단간 효율적 연계수송이 가능하도록 첨단 연계수송기술표준화를 추진하고자 함

○ 보관분야는 보관시설의 설치 및 운영에 대한 표준 매뉴얼과 산업별 보관 표준모델을 개발하여 물류기업에 제공하게 되고, 운반/하역 분야 표준화의 경우는 기계화 및 자동화 확대전략과 하역 분야 기계표준화 개발 계획이 포함되어 있으며, 정보표준화 분야에서는 물류환경변화에 따른 세계표준과의 정합성 확보 및 물류단위 활동별 표준화 계획에 필요한 로드맵을 제시하고 있음

(3) 녹색성장 국가전략 및 5개년 계획(2009)

○ 녹색기술・녹색산업 및 녹색경제체제의 구현에 대한 사항, 기후변화대응, 에너지 및 지속가능발전 정책에 관한 사항, 녹색생활, 녹색국토, 저탄소 교통체계 등에 관한 사항, 저탄소 녹색성장 관련 국제협상 및 국제협력에 관한 사항, 재원조달, 조세・금융, 인력양성, 교육・홍보 등에 관한 사항이 포함되었으며, 본 기획과제와 연관성이 높은 녹색생활, 녹색국토, 저탄소 교통체계 등에 관한 사항에서 중점적으로 살펴보면 그린카・철도・자전거 등 녹색교통수단을 활성화하고 대중교통 중심의 녹색 교통・물류체계 구축 내용이 포함됨

(4) 녹색정책-27대 중점기술(2009)

○ 차세대 고효율 연료전지시스템기술 개발, 친환경 저에너지 건축기술개발 등 27대 중점기술이 포함되어 추진됨

○ 본 과제와 연관성이 있는 지능형 교통・물류기술 분야에서는 차세대 생활교통 서비스기술에서의 교통인프라 핵심기술, 저탄소 녹색성장 교통관리실, 녹색교통시스템이 추진되며, 지능형 철도물류시스템기술의 물류시스템의 수단간 Interface기술, Multi-model handling 기술, 차세대 자동차, 지능형 차세대 물류터미널 시스템기술이 추진됨

(5) 국가물류기술혁신 중장기 기본계획(2010～2014)

○ 탄소저감형 물류기술 개발, 녹색물류 자동운송시스템 기술개발, 물류시설・장비운용 효율화 연구, 친환경 고효율 화물차량 개발, GIS기반 물류의사결정 지원기술 개발, 물류 보안/안전 향상을 위한 Visibility개발에 대한 내용을 포함함

○ 본 과제와 연관성이 있는 탄소저감형 물류기술 개발 연구에는 물류시설 에너지 절감 기술이 있으며, 구체적인 내용으로는 보관시설용 기능성 건축자재 개발기술과 보관시설용 공조시스템 개발기술, 보관시설 조명시스템 개발기술이 포함됨

○ 물류시설・장비운용 효율화 연구측면에서는 수직컨베이어 기술, 고속 자동분류 시스템기술이 추진되며, 간편 물류장비 화물적재최적화에서는 혼재화물 적재 최적화 기술, 체적중량계측 장비 기술이 추진되고 탄소저감형 물류기술에서는 물류시설 에너지 저감기술, 자가 발전형 물류 장비기술개발이 추진됨

(6) 국토해양R&D 발전전략(국토해양부, 2010)

○ 2010년 국토해양부는 국토해양 R&D의 미래 발전방향에 대한 발전전략을 수립, 발표하였음

○ 동 전략에서는 12개의 추진전략을 마련하여 국토해양 R&D 종합 개선대책을 제시하고 있으며, 특히 차세대 국토해양 기술발전을 이끌 30대 미래핵심기술인 “Green-up 30″에 에너지 절감형 물류시설/장비 및 운영기술을 선정하고 있음

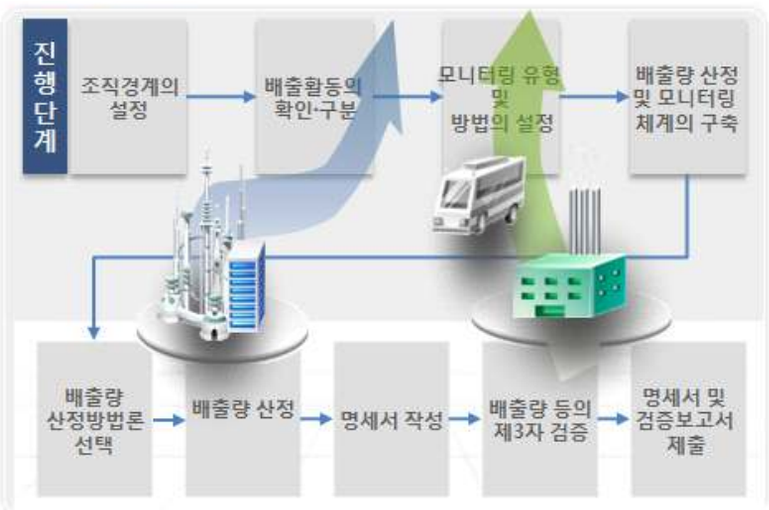
(7) 국내 에너지 관련 건축물 관련 인증제도

○ 국내 에너지 관련 건축물 관련 인증제도로는 국토해양부의 친환경인증제도, 지식경제부의 건물에너지 성능인증제도가 대표적이며, 지자체별로 조례를 제정하여 운영·지원하고 있음. 그러나 인센티브가 주택에 한정되어 있어, 용도별 건축물에 확대 시행이 필요할 것임

[표 2-8] 국내 에너지 관련 건축물 인증제도 비교

구 분	국토해양부		산업자원부	서울시	대전시	의왕시
제도	친환경인증 제도	주택성능 표시제도	건물에너지 성능인증제도	친환경 건축기준	도시 및 주거환경정비 기본계획 운영 · 관리지침	친환경인증 건축물제도
주요 내용	9개 분야 (토지이용,교통, 에너지,재료 및 자원,수자원,환경오염,유지관리,생태환경,실내환경)	5개분야 (소음,구조,환경, 생활환경, 화재소방) -환경성능 에너지성능평가	예비인증등급평가 :완공전 설계도서를 통한 에너지 절감율 본인증등급평가 : 건물완공후 도면 및 현장 실사를 통한 에너지 절감율	신축건물 경우 친환경기준 및 에너지기준 준수하도록 함	주거환경정비 부문에서 친환경계획 수립 등 인센티브부여	4개분야(건축물 토지이용 및 교통, 에너지자원 및 환경, 생태환경, 실내환경)
평가 등급	2개 등급 (최우수/우수 등급)	에너지성능등급 (1,2,3,4 급)	1,2,3 등급	Ⅰ(Platinum) Ⅱ(Gold) Ⅲ(Silver) Ⅳ(Bronze)	한국에너지기술연구원 그린빌딩인증, 획득점수에 따른 용적률 인센티브를 적용	인센티브제도 마련을 위한 지방세법 개정중
평가 및 인센티브	용도별 심사기준 다르게 적용, 공동주택에 한해 인센티브 적용	에너지절약계획서, 건물에너지효율 등급 인증기준 등급산출 점수에 의해 평가	실내공기청정기준의 추가 인증을 통해 추가 표시하게 함.	인센티브 등급에 따라 차등 부여		

- 저탄소 녹색성장기본법 (2010.4.14 시행) 및 온실가스·에너지 관리업체 지정·관리지침 (2010.8.30 고시, 환경부 고시 제2010-109호)에 따라 국토해양부 (건물·교통), 환경부 (폐기물), 지식경제부 (산업·발전), 농림수산식품부 (농업·축산) 4개 부문별 관장기관은 온실가스·에너지 목표관리 업체 470개를 2010년 9월 28일 지정 발표하였음
- 온실가스를 다량 배출하거나 에너지를 많이 소비하는 업체에 대해 감축목표를 설정·관리하는 것으로 국가 온실가스 총 배출량의 60% 이상을 체계적으로 관리하게 되었음. 관리업체로 지정된 업체는 2011년 3월까지 최근 4년간 (2007~2010)의 온실가스·에너지 명세서를 부문별 관장기관에 제출하여야 하며, 2011년 9월에 감축목표를 설정하고 2012년부터 목표 이행에 들어가게 됨



[그림 2-2] 온실가스 감축 이행과정

(8) 향후전망

○ 기후변화협약 및 에너지 목표관리제 대응을 위한 에너지절감 및 탄소중립형 물류시설 구축

○ 물류시설의 에너지소요 비용절감을 위한 물류시설 인프라기술의 선정 및 개발지원

○ 에너지 절감형 물류시설 및 인프라 기술개발과제의 발굴 및 제시

○ 지속가능한 물류시설 개발 촉진을 위한 공공, 민간협력체계의 구축과 제도적 지원으로 지속가능 물류기반시설의 설계 및 기준, 물류시설의 에너지수확 · 에너지절감 및 재활용 운영관리 기술 개발 보급 확대

○ 국제적 물류기술의 환경변화에 능동적인 대응을 위한 국내 물류기반시설의 확충

제2절 국내 시장 현황

1. 국내 시장 현황

○ 국내의 경우, 물류센터에 명확한 법적 정의 및 관리가 이뤄지지 않아 물류센터를 구분할 수 있는 통일된 기준이 없는 상황임. 이와 같은 문제점을 개선하기 위해 정부에서는 창고업 등록제를 2012년 3월부터 실시하여 물류센터(창고업)를 제도적으로 관

리 및 육성하고자 함

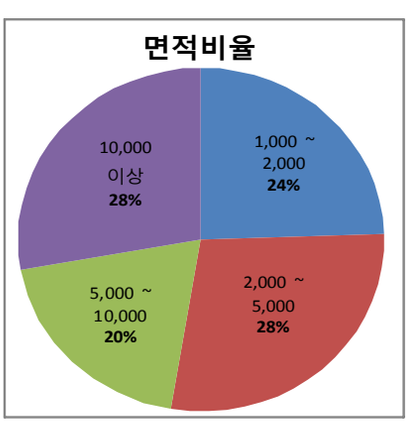
○ 창고업 등록제에 대상이 되는 물류시설은 전체 바닥면적의 합계가 1천㎡ 이상인 보관시설로 제한하고 있음

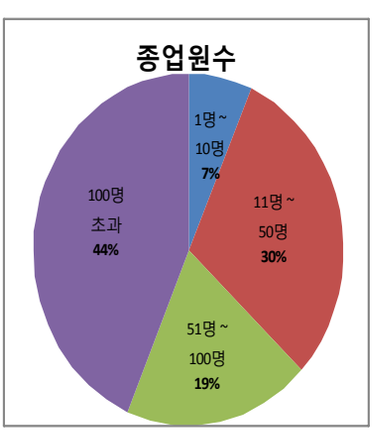
○ 창고업 등록제 등록기준

- 전체 바닥면적의 합계가 1천㎡ 이상인 보관시설(하나의 필지를 기준으로 해당 물류창고업을 등록하고자 하는 자가 직접 사용하는 바닥면적만을 산정하되, 필지가 서로 연접한 경우에는 연접한 필지를 합산하여 산정함)
- 전체면적의 합계가 4천500㎡ 이상인 보관장소(보관시설이 차지하는 토지면적을 포함하고 하나의 필지를 기준으로 물류창고업을 등록하고자 하는 자가 직접 사용하는 면적만을 산정하되, 필지가 서로 연접한 경우에는 연접한 필지를 합산하여 산정함)

○ 등록 물류창고수[2)]

- 2012. 2월부터 시행된 물류창고업 등록제에 따라 등록한 업체수는 2012. 8월말 기준 3,612개로 집계됨
- 면적기준으로 2천㎡이상 5천㎡미만인 물류창고가 28.1%로 가장 많고, 1만㎡이상의 대형창고도 27.8%를 점하고 있음
- 종업원 수가 100명이 넘는 사업장이 전체 43.6%이고, 10명 이하의 사업장은 6.6%에 불과한 것으로 나타나 물류창고업계의 규모가 큼을 나타냄





[그림 2-3] 창고업 등록업체의 규모별 비율

2) 국토해양부 보도자료(2012.10.10) 내용 인용

○ 통계청에서 구분하고 있는 물류센터의 구분은 일반창고업, 냉장 및 냉동창고업, 농산물창고업, 위험물품보관업, 기타창고업으로 구분하고 있으며, 농산물 창고업의 경우에는 대부분 산지 농산물 보관(예냉)을 위한 소규모 창고로 창고업 등록제 기준에 미달한 상황이며, 또한 위험물품보관업, 기타창고업도 그 규모나 업체수가 제한적임

[표 2-9] 물류센터 현황(2009년 기준)

구분	기업체수 (개소)	전체면적 (㎡)	종사자수 (명)	매출액 (백만원)	부가가치 (백만원)
일반 창고업	182	8,606,683	12,872	1,294,884	779,907
냉장 및 냉동 창고업	235	2,284,297	3,398	272,211	196,494
농산물 창고업	824	4,926,822	3,770	172,613	111,088
위험물품 보관업	35	544,994	787	185,262	133,000
기타 창고업	10	378,307	130	13,182	7,736

- 보통일반창고란 원재료, 부품, 제품 또는 상품 등을 보관하는 모든 창고를 의미하며, 보통창고는 온도나 습도 등에 대해 관리를 하지 않는 창고임
- 냉동, 냉장창고란 냉동, 냉장장치를 필요로 하는 물품을 보관대상으로 하는 창고를 말하며 4계층의 창고로 분류됨(F급 -20도 이하, C1급은 -10도 이하에서 -20도 미만, C2급은 -2도이하에서 -10도 미만, C3급은 10도 이하에서 -2도 미만의 창고). 또한 최근에는 온도를 일정하게 관리해야 하는 정온창고로도 활용할 수 있도록 냉동, 냉장창고를 설계하고 있음
- 위험물창고란 소방법, 고압가스법에 의해 지정된 위험물, 고압가스를 보관하는 창고이며, 액체, 기체의 경우 탱크로 대표됨

2. 국내 물류센터 에너지 소비량 현황조사

1. 응답업체 개요

가. 응답자 특성

○ 조사대상은 전국에 위치한 일반(상온)창고와 냉동/냉장창고 등의 물류센터를 대상으로 조사를 수행하였으며, 응답자는 연면적 1,000㎡ 이상인 물류센터의 물류관련 책임자로 대상자를 한정하여 조사를 실시함

[표 2-10] 응답자 특성

		사례수	비율(%)
전체		(400)	100.0
유형	냉동창고	(14)	7.6
	냉장창고	(18)	9.8
	일반상온창고	(93)	50.5
	혼합운영	(59)	32.1
연면적	1800㎡ 이하	(46)	25.0
	1801㎡ ~ 4000㎡ 이하	(47)	25.5
	4001㎡ ~ 8600㎡ 이하	(45)	24.5
	8600㎡ 초과	(46)	25.0
바닥면적	1350㎡ 이하	(45)	24.5
	1351㎡ ~ 2440㎡ 이하	(47)	25.5
	2441㎡ ~ 4200㎡ 이하	(45)	24.5
	4201㎡ 초과	(47)	25.5
매출액	32억원 이하	(46)	25.0
	100억원 이하	(50)	27.2
	600억원 이하	(43)	23.4
	600억원 초과	(32)	17.4
	무응답	(13)	7.1

2. 물류센터 세부 시설 이용현황

가. 일반상온

1) 소유형태

○ 일반상온의 세부시설현황을 알아보기 위해 소유형태를 조사한 결과, <표 2-11>에 나타난 바와 같음

○ 일반상온의 소유형태는 ‘자가’의 비중이 78.5%로서 현저하게 높은 편으로 나타남

○ 특히 일반상온창고에 냉동/냉장창고시설을 겸비한 혼합운영형태는 100% 자가 소유임

[표 2-11] 일반상온의 소유형태

		사례수	자가 (%)	임대(%)	합계(%)
전체		(121)	78.5	21.5	100.0
유형	냉동창고	-	-	-	-
	냉장창고	-	-	-	-
	일반상온창고	(93)	72.0	28.0	100.0
	혼합운영	(28)	100.0	-	100.0
연면적	1800㎡ 이하	(29)	75.9	24.1	100.0
	1801㎡ ~ 4000㎡ 이하	(33)	78.8	21.2	100.0
	4001㎡ ~ 8600㎡ 이하	(31)	77.4	22.6	100.0
	8600㎡ 초과	(28)	82.1	17.9	100.0
바닥면적	1350㎡ 이하	(28)	89.3	10.7	100.0
	1351㎡ ~ 2440㎡ 이하	(27)	59.3	40.7	100.0
	2441㎡ ~ 4200㎡ 이하	(30)	86.7	13.3	100.0
	4201㎡ 초과	(36)	77.8	22.2	100.0
매출액	32억원 이하	(24)	83.3	16.7	100.0
	100억원 이하	(34)	70.6	29.4	100.0
	600억원 이하	(26)	76.9	23.1	100.0
	600억원 초과	(29)	82.8	17.2	100.0
	무응답	(8)	87.5	12.5	100.0

2) 사용하는 도입설비 및 장비

○ 일반상온의 세부시설현황을 알아보기 위해 사용하는 도입설비 및 장비를 조사한 결과 <표 2-12>에 나타난 바와 같음

○ 일반상온에서 사용하는 도입 장비 및 설비의 비중은 '지게차'의 비중이 92.6%로서 현저하게 높은 편으로 나타남

○ 세부적으로 '지게차'의 응답비율은 '600억 초과(100.0%)', '복합센터(98.3%)'의 응답비율이 상대적으로 높은 편으로 나타난 반면, 연면적 '1801㎡~4000㎡ 이하(87.9%)', 바닥면적 '1351㎡~2440㎡ 이하(85.2%)'의 응답비율은 상대적으로 낮은 편으로 조사됨

[표 2-12] 일반상온의 사용하는 도입설비 및 장비

(단위 : %)

	전체	유형				연면적				바닥면적				매출액				
		냉동창고	냉장창고	일반상온창고	혼합운영	1800㎡ 이하	1801㎡ ~ 4000㎡ 이하	4001㎡ ~ 8600㎡ 이하	8600㎡ 초과	1350㎡ 이하	1351㎡ ~ 2440㎡ 이하	2441㎡ ~ 4200㎡ 이하	4201㎡ 초과	32억원 이하	100억원 이하	600억원 이하	600억원 초과	무응답
사례수	(121)	-	-	(93)	(28)	(29)	(33)	(31)	(28)	(28)	(27)	(30)	(36)	(24)	(34)	(26)	(29)	(8)
지게차	92.6	-	-	91.4	96.4	96.6	87.9	90.3	96.4	92.9	85.2	93.3	97.2	91.7	94.1	80.8	100.0	100.0
컨베이어	35.5	-	-	37.6	28.6	27.6	39.4	35.5	39.3	32.1	44.4	43.3	25.0	29.2	38.2	42.3	37.9	12.5
승강기	31.4	-	-	32.3	28.6	10.3	39.4	38.7	35.7	17.9	40.7	36.7	30.6	20.8	35.3	30.8	41.4	12.5
오더피커	12.4	-	-	11.8	14.3	6.9	15.2	12.9	14.3	-	25.9	10.0	13.9	8.3	14.7	7.7	17.2	12.5
전동핸드자키	10.7	-	-	8.6	17.9	6.9	3.0	12.9	21.4	7.1	3.7	13.3	16.7	8.3	8.8	3.8	20.7	12.5
수직반송기	9.1	-	-	7.5	14.3	3.4	6.1	12.9	14.3	-	7.4	20.0	8.3	-	8.8	7.7	17.2	12.5
소터	4.1	-	-	3.2	7.1	3.4	3.0	3.2	7.1	3.6	-	6.7	5.6	4.2	2.9	3.8	6.9	-
기타	9.1	-	-	7.5	14.3	6.9	3.0	9.7	17.9	7.1	7.4	6.7	13.9	8.3	2.9	11.5	6.9	37.5

3) 면적

○ 일반상온의 세부시설현황을 알아보기 위해 사용하는 면적을 조사한 결과, <표 2-13>에 나타난 바와 같음

○ 일반상온의 면적은 평균 31,173.4㎡로 조사됨

○ 세부적으로 '1155㎡이하'의 응답비율은 바닥면적'1350㎡이하(78.6%)', 연면적'1800㎡이하(78.6%)'의 응답비율이 상대적으로 높게 조사된 반면, '일반상온창고(19.4%)'의 응답비율이 상대적으로 낮게 나타남

○ 반면, '4130㎡초과'의 응답비율은 바닥면적'4201㎡초과(83.3%)', 연면적'8600㎡초과(67.9%)'의 응답비율이 상대적으로 높게 조사된 반면, '32억원 이하(16.7%)'의 응답비율이 상대적으로 낮게 나타남

[표 2-13] 일반상온의 면적

(단위 : %)

		사례수	1155㎡ 이하	2000㎡ 이하	4130㎡ 이하	4130㎡ 초과	합계	평균 (㎡)
전체		(121)	24.9	25.6	26.4	23.1	100.0	31,173.4
유형	냉동창고	-	-		-		-	
	냉장창고	-	-		-		-	
	일반상온창고	(93)	19.4	26.9	26.9	26.9	100.0	39,312.2
	혼합운영	(28)	46.4	25.0	10.7	17.9	100.0	4,140.7
연면적	1800㎡ 이하	(29)	58.6	41.4	-	-	100.0	1,133.0
	1801㎡ ~ 4000㎡ 이하	(33)	24.2	30.3	45.5	-	100.0	1,997.2
	4001㎡ ~ 8600㎡ 이하	(31)	12.9	22.6	29.0	35.5	100.0	3,387.7
	8600㎡ 초과	(28)	7.1	10.7	14.3	67.9	100.0	127,435.6
바닥면적	1350㎡ 이하	(28)	78.6	21.4	-	-	100.0	955.8
	1351㎡ ~ 2440㎡ 이하	(27)	3.7	77.8	18.5	-	100.0	1,774.7
	2441㎡ ~ 4200㎡ 이하	(30)	20.0	10.0	70.0	-	100.0	2,578.7
	4201㎡ 초과	(36)	5.6	5.6	5.6	83.3	100.0	100,553.9
매출액	32억원 이하	(24)	33.3	33.3	16.7	16.7	100.0	2,418.7
	100억원 이하	(34)	20.6	32.4	29.4	17.6	100.0	2,687.0
	600억원 이하	(26)	30.8	23.1	23.1	23.1	100.0	6,283.4
	600억원 초과	(29)	20.7	17.2	27.6	34.5	100.0	117,849.6
	무응답	(8)	25.0	25.0	-	50.0	100.0	5,195.9

나. 냉장창고

1) 소유형태

○ 냉장창고의 세부시설현황을 알아보기 위해 소유형태를 조사한 결과, <표 2-14>에 나타난 바와 같음

○ 냉장창고의 소유형태는 '자가'의 비율이 현저하게 높은 93.4%로 나타남

○ 세부적으로 '자가'의 비율은 바닥면적'1351㎡ ~ 2440㎡ 이하'와 '2441㎡ ~ 4200㎡ 이하'에서 매우 높은 100.0%로 조사된 반면, '냉장창고(77.8%)'와 '100억원 이하(87.5%)'의 응답비율은 상대적으로 낮은 편으로 조사됨

[표 2-14] 냉장창고의 소유형태

		사례수	자가(%)	임대(%)	합계(%)
전체		(76)	93.4	6.6	100.0
유형	냉동창고	-	-	-	-
	냉장창고	(18)	77.8	22.2	100.0
	일반상온창고	-	-	-	-
	혼합운영	(58)	98.3	1.7	100.0
연면적	1800㎡ 이하	(19)	89.5	10.5	100.0
	1801㎡ ~ 4000㎡ 이하	(14)	92.9	7.1	100.0
	4001㎡ ~ 8600㎡ 이하	(20)	95.0	5.0	100.0
	8600㎡ 초과	(23)	95.7	4.3	100.0
바닥면적	1350㎡ 이하	(18)	88.9	11.1	100.0
	1351㎡ ~ 2440㎡ 이하	(15)	100.0	-	100.0
	2441㎡ ~ 4200㎡ 이하	(23)	87.0	13.0	100.0
	4201㎡ 초과	(20)	100.0	-	100.0
매출액	32억원 이하	(19)	94.7	5.3	100.0
	100억원 이하	(16)	87.5	12.5	100.0
	600억원 이하	(23)	95.7	4.3	100.0
	600억원 초과	(11)	100.0	-	100.0
	무응답	(7)	85.7	14.3	100.0

2) 사용하는 도입설비 및 장비

○ 냉장창고의 세부시설현황을 알아보기 위해 사용하는 도입설비 및 장비를 조사한 결과, <표 2-15>에 나타난 바와 같음

○ 냉장창고에서 사용하는 도입 장비 및 설비의 비중은 '지게차'의 비중이 96.1%로서 현저하게 높은 편으로 나타남

○ 세부적으로 '지게차'의 응답비율은 '600억 초과' 등에서 매우 높은 100.0%로 조사된 반면, 연면적 '8600㎡ 초과', 바닥면적 '1350㎡ 이하'의 응답비율은 상대적으로 낮은 88.9%로 조사됨

[표 2-15] 냉장창고의 사용하는 도입설비 및 장비

(단위 : %)

	전체	유형				연면적				바닥면적				매출액				
		냉동창고	냉장창고	일반상온창고	혼합운영	1800㎡ 이하	1801㎡ ~ 4000㎡ 이하	4001㎡ ~ 8600㎡ 이하	8600㎡ 초과	1350㎡ 이하	1351㎡ ~ 2440㎡ 이하	2441㎡ ~ 4200㎡ 이하	4201㎡ 초과	32억원 이하	100억원 이하	600억원 이하	600억원 초과	무응답
사례수	(76)	-	(18)	-	(3)	(14)	(20)	(23)	(18)	(18)	(15)	(23)	(20)	(19)	(16)	(23)	(11)	(7)
지게차	96.1	-	94.4	-	33.3	100.0	95.0	100.0	88.9	88.9	93.3	100.0	100.0	94.7	93.8	95.7	100.0	100.0
승강기	18.4	-	16.7	-	-	-	10.0	47.8	-	-	46.7	17.4	15.0	15.8	43.8	8.7	18.2	-
컨베이어	15.8	-	27.8	-	33.3	7.1	-	30.4	16.7	16.7	6.7	21.7	15.0	5.3	25.0	26.1	9.1	-
리프콘	6.6	-	5.6	-	-	-	-	21.7	-	-	13.3	8.7	5.0	-	18.8	8.7	-	-
수직반송기	5.3	-	-	-	-	7.1	5.0	4.3	5.6	5.6	6.7	4.3	5.0	5.3	12.5	-	9.1	-
전동핸드자키	3.9	-	-	-	33.3	7.1	-	-	5.6	5.6	6.7	4.3	-	-	12.5	-	9.1	-
오더피커	3.9	-	5.2	-	2.3	5.0	8.7	-	7.1	-	6.7	4.3	5.0	5.3	6.3	-	9.1	-
기타	2.6	-	0.0	-	3.4	-	7.1	5.0	-	-	6.7	4.3	-	5.3	-	-	9.1	-

3) 면적

○ 냉장창고의 세부시설현황을 알아보기 위해 사용하는 면적을 조사한 결과, <표 2-16>에 나타난 바와 같음

○ 냉장창고의 면적은 평균 26,461.6㎡로 조사됨

○ 세부적으로 '650㎡이하'의 응답비율은 연면적'1,800㎡이하(36.8%)', 바닥면적'1,350㎡이하(44.4%)'의 응답비율이 상대적으로 높게 조사된 반면, '600억 초과(17.4%)'의 응답비율이 상대적으로 낮게 나타남

○ 반면, '2,600㎡초과'의 응답비율은 바닥면적'4,201㎡초과(65.0%)', 연면적'8,600㎡초과(56.5%)'의 응답비율이 상대적으로 높게 조사된 반면, '32억원 이하(15.8%)'의 응답비율이 상대적으로 낮게 나타남

[표 2-16] 냉장창고의 면적

(단위 : %)

		사례수	650㎡ 이하	1200㎡ 이하	2600㎡ 이하	2600㎡ 초과	합계	평균(㎡)
전체		(76)	19.7	31.6	22.4	26.3	100.0	26,461.6
유형	냉동창고	-	-	-	-	-	-	-
	냉장창고	(18)	-	38.9	11.1	50.0	100.0	84,432.4
	일반상온창고	-	-	-	-	-	-	-
	혼합운영	(58)	25.9	29.3	25.9	19.0	100.0	8,470.7
연면적	1800㎡ 이하	(19)	36.8	52.6	10.5	-	100.0	730.2
	1801㎡ ~ 4000㎡ 이하	(14)	7.1	42.9	35.7	14.3	100.0	1,311.4
	4001㎡ ~ 8600㎡ 이하	(20)	20.0	20.0	35.0	25.0	100.0	1,685.1
	8600㎡ 초과	(23)	13.0	17.4	13.0	56.5	100.0	84,571.8
바닥면적	1350㎡ 이하	(18)	44.4	50.0	5.6	-	100.0	679.9
	1351㎡ ~ 2440㎡ 이하	(15)	26.7	46.7	26.7	-	100.0	881.5
	2441㎡ ~ 4200㎡ 이하	(23)	8.7	30.4	30.4	30.4	100.0	1,644.0
	4201㎡ 초과	(20)	5.0	5.0	25.0	65.0	100.0	97,390.6
매출액	32억원 이하	(19)	26.3	21.1	36.8	15.8	100.0	1,441.1
	100억원 이하	(16)	18.8	37.5	6.3	37.5	100.0	1,676.0
	600억원 이하	(23)	17.4	47.8	8.7	26.1	100.0	66,060.3
	600억원 초과	(11)	27.3	27.3	27.3	18.2	100.0	2,387.5
	무응답	(7)	-	-	57.1	42.9	100.0	58,748.1

다. 냉동창고

1) 소유형태

○ 냉동창고의 세부시설현황을 알아보기 위해 소유형태를 조사한 결과, <표 2-17>에 나타난 바와 같음

○ 냉장창고의 소유형태는 '자가'의 비율이 현저하게 높은 98.5%로 나타남

○ 세부적으로 '자가'의 비율은 거의 모든 항목에서 높게 조사된 반면, 바닥면적'2441㎡ ~ 4200㎡ 이하(94.1%)'의 응답이 상대적으로 낮은 편으로 조사됨

[표 2-17] 냉동창고의 소유형태

		사례수	자가(%)	임대(%)	합계(%)
전체		(67)	98.5	1.5	100.0
유형	냉동창고	(14)	100.0	-	100.0
	냉장창고	-	-	-	-
	일반상온창고	-	-	-	-
	혼합운영	(53)	98.1	1.9	100.0
연면적	1800㎡ 이하	(12)	100.0	-	100.0
	1801㎡ ~ 4000㎡ 이하	(18)	100.0	-	100.0
	4001㎡ ~ 8600㎡ 이하	(17)	94.1	5.9	100.0
	8600㎡ 초과	(20)	100.0	-	100.0
바닥면적	1350㎡ 이하	(12)	100.0	-	100.0
	1351㎡ ~ 2440㎡ 이하	(21)	100.0	-	100.0
	2441㎡ ~ 4200㎡ 이하	(17)	94.1	5.9	100.0
	4201㎡ 초과	(17)	100.0	-	100.0
매출액	32억원 이하	(17)	100.0	-	100.0
	100억원 이하	(18)	100.0	-	100.0
	600억원 이하	(17)	100.0	-	100.0
	600억원 초과	(8)	100.0	-	100.0
	무응답	(7)	85.7	14.3	100.0

2) 사용하는 도입설비 및 장비

○ 냉동창고의 세부시설현황을 알아보기 위해 사용하는 도입설비 및 장비를 조사한 결과, <표 2-18>에 나타난 바와 같음

○ 냉동창고의 사용하는 도입 장비 및 설비의 비중은 '지게차'의 비중이 94.0%로서 현저하게 높은 편으로 나타남

○ 세부적으로 '지게차'의 응답비율은 '1,801㎡ ~ 4,000㎡ 이하', 바닥면적'4,201㎡ 초과' 등에서 매우 높은 100.0%로 조사된 반면, 연면적 '8,600㎡ 초과', 바닥면적 '1,350㎡ 이하'와 연면적 '1,800㎡ 이하'의 응답비율은 상대적으로 낮은 83.3%로 조사됨

[표 2-18] 냉동창고의 사용하는 도입설비 및 장비

(단위 : %)

	전체	유형				연면적				바닥면적				매출액				
		냉동창고	냉장창고	일반상온창고	혼합운영	1800㎡ 이하	1801㎡ ~ 4000㎡ 이하	4001㎡ ~ 8600㎡ 이하	8600㎡ 초과	1350㎡ 이하	1351㎡ ~ 2440㎡ 이하	2441㎡ ~ 4200㎡ 이하	4201㎡ 초과	32억원 이하	100억원 이하	600억원 이하	600억원 초과	무응답
사례수	(67)	(14)	-	-	(53)	(12)	(18)	(17)	(20)	(12)	(21)	(17)	(17)	(17)	(18)	(17)	(8)	(7)
지게차	94.0	92.9	-	-	94.3	83.3	100.0	94.1	95.0	83.3	95.2	94.1	100.0	88.2	94.4	94.1	100.0	100.0
수직반송기	7.5	7.1	-	-	7.5	8.3	11.1	5.9	5.0	8.3	9.5	5.9	5.9	11.8	11.1	-	12.5	-
전동핸드자키	7.5	7.1	-	-	7.5	16.7	5.6	-	10.0	8.3	4.8	5.9	11.8	-	11.1	-	25.0	14.3
컨베이어	7.5	14.3	-	-	5.7	-	11.1	-	15.0	-	4.8	5.9	17.6	5.9	5.6	5.9	12.5	14.3
승강기	4.5	14.3	-	-	1.9	-	-	-	15.0	-	9.5	5.9	-	-	11.1	5.9	-	-
기타	6.0	14.3	-	-	3.8	8.3	5.6	5.9	5.0	8.3	9.5	5.9	-	11.8	5.6	-	12.5	-

3) 면적

○ 냉동창고의 세부시설현황을 알아보기 위해 사용하는 면적을 조사한 결과, <표 2-19>에 나타난 바와 같음

○ 냉동창고의 면적은 평균 17,497.5㎡로 조사됨

○ 세부적으로 '720㎡이하'의 응답비율은 연면적'1,800㎡이하(66.7%)', 바닥면적'1,350㎡이하(75.0%)'의 응답비율이 상대적으로 높게 조사된 반면 '2,000㎡초과'의 응답비율은 바닥면적'4,201㎡초과(52.9%)'의 응답비율이 상대적으로 높게 조사된 것으로 나타남

[표 2-19] 냉동창고의 면적

(단위 : %)

		사례수	720㎡ 이하	1300㎡ 이하	2000㎡ 이하	2000㎡ 초과	합계	평균(㎡)
전체		(67)	23.9	22.4	31.3	22.4	100.0	17,497.5
유형	냉동창고	(14)	7.1	14.3	50.0	28.6	100.0	44,170.7
	냉장창고	-	-	-	-	-	-	-
	일반상온창고	-	-	-	-	-	-	-
	혼합운영	(53)	28.3	24.5	26.4	20.8	100.0	10,451.8
연면적	1800㎡ 이하	(12)	66.7	33.3	-	-	100.0	631.8
	1801㎡ ~ 4000㎡ 이하	(18)	5.6	16.7	72.2	5.6	100.0	1,488.8
	4001㎡ ~ 8600㎡ 이하	(17)	29.4	17.6	5.9	47.1	100.0	1,750.3
	8600㎡ 초과	(20)	10.0	25.0	35.0	30.0	100.0	55,409.9
바닥면적	1350㎡ 이하	(12)	75.0	25.0	-	-	100.0	602.2
	1351㎡ ~ 2440㎡ 이하	(21)	28.6	23.8	42.9	4.8	100.0	1,216.2
	2441㎡ ~ 4200㎡ 이하	(17)	-	23.5	47.1	29.4	100.0	1,757.0
	4201㎡ 초과	(17)	5.9	17.6	23.5	52.9	100.0	65,276.4
매출액	32억원 이하	(17)	23.5	17.6	35.3	23.5	100.0	1,501.6
	100억원 이하	(18)	27.8	22.2	38.9	11.1	100.0	1,268.1
	600억원 이하	(17)	23.5	23.5	35.3	17.6	100.0	6,009.1
	600억원 초과	(8)	37.5	37.5	12.5	12.5	100.0	2,537.0
	무응답	(7)	-	14.3	14.3	71.4	100.0	143,075.9

3. 전력의 종류

가. 현재 사용중인 전력

○ 물류센터에서 현재 사용 중인 전력을 알아보기 위해 조사한 결과, <표 2-20>에 나타난 바와 같음

○ 현재 사용중인 전력의 비율은 '산업용 전기'의 비중이 상대적으로 높은 60.3%로 조사되었으며, '일반용 전기(39.1%)'순으로 나타남

○ 세부적으로 '산업용 전기'의 응답비율은 '냉동창고(92.9%)'와 '32억원 이하(82.6%)'에서 상대적으로 높게 조사된 반면, '일반용 전기'는 '일반상온창고(51.6%)에서 상대적으로 높게 나타남

[표 2-20] 현재 사용중인 전력

(단위 : %)

		사례수	일반용 전기	산업용 전기	지식서비스용 전기	합계
전체		(184)	39.1	60.3	0.5	100.0
유형	냉동창고	(14)	7.1	92.9	-	100.0
	냉장창고	(18)	22.2	77.8	-	-
	일반상온창고	(93)	51.6	47.3	1.1	-
	혼합운영	(59)	32.2	67.8	-	100.0
연면적	1800㎡ 이하	(46)	28.3	71.7	-	100.0
	1801㎡ ~ 4000㎡ 이하	(47)	38.3	61.7	-	100.0
	4001㎡ ~ 8600㎡ 이하	(45)	35.6	62.2	2.2	100.0
	8600㎡ 초과	(46)	54.3	45.7	-	100.0
바닥 면적	1350㎡ 이하	(45)	28.9	71.1	-	100.0
	1351㎡ ~ 2440㎡ 이하	(47)	46.8	53.2	-	100.0
	2441㎡ ~ 4200㎡ 이하	(45)	46.7	51.1	2.2	100.0
	4201㎡ 초과	(47)	34.0	66.0	-	100.0
매출액	32억원 이하	(46)	17.4	82.6	-	100.0
	100억원 이하	(50)	64.0	36.0	-	100.0
	600억원 이하	(43)	46.5	53.5	-	100.0
	600억원 초과	(32)	37.5	59.4	3.1	100.0
	무응답	(13)	-	100.0	-	100.0

나. 향후 사용희망 전력

○ 물류센터에서 향후 사용희망 전력을 알아보기 위해 조사한 결과, <표 2-21>에 나타난 바와 같음

○ 향후 사용희망 전력의 비율은 '산업용 전기'의 비중이 현저하게 높은 96.7%로 조사되었으며, '일반용 전기'의 비율은 현저하게 낮은 편으로 나타남

[표 2-21] 향후 사용희망 전력

(단위 : %)

		사례수	일반용 전기	산업용 전기	지식서비스용 전기	합계
전체		(184)	0.5	96.7	2.7	100.0
유형	냉동창고	(14)	-	100.0	-	100.0
	냉장창고	(18)	-	100.0	-	100.0
	일반상온창고	(93)	1.1	94.6	4.3	100.0
	혼합운영	(59)	-	98.3	1.7	100.0
연면적	1800㎡ 이하	(46)	2.2	95.7	2.2	100.0
	1801㎡ ~ 4000㎡ 이하	(47)	-	97.9	2.1	100.0
	4001㎡ ~ 8600㎡ 이하	(45)	-	95.6	4.4	100.0
	8600㎡ 초과	(46)	-	97.8	2.2	100.0
바닥면적	1350㎡ 이하	(45)	2.2	97.8	-	100.0
	1351㎡ ~ 2440㎡ 이하	(47)	-	93.6	6.4	100.0
	2441㎡ ~ 4200㎡ 이하	(45)	-	97.8	2.2	100.0
	4201㎡ 초과	(47)	-	97.9	2.1	100.0
매출액	32억원 이하	(46)	2.2	95.7	2.2	100.0
	100억원 이하	(50)	-	98.0	2.0	100.0
	600억원 이하	(43)	-	97.7	2.3	100.0
	600억원 초과	(32)	-	93.8	6.3	100.0
	무응답	(13)	-	100.0	-	100.0

4. 물류센터의 전력사용 용도

가. 창고 냉/난방

○ 물류센터에서 전력사용 용도를 알아보기 위해 창고 냉/난방을 조사한 결과, <표 2-22>에 나타난 바와 같음

○ '창고 냉난방'의 전력 사용 비중은 평균 51.0%로 나타남

○ 세부적으로, '20% 이하'의 응답비율은 '일반상온창고(75.4%)', '100억원 이하(48.9%)'에서 상대적으로 높게 나타난 반면, '75% 초과'의 비율은 '냉장창고(61.1%)'과 '냉동창고(57.1%)'에서 상대적으로 높게 조사됨

[표 2-22] 창고냉/난방의 전력사용비중

(단위 : %)

		사례수	20% 이하	60% 이하	75% 이하	75% 초과	합계	평균
전체		(156)	33.3	14.7	19.2	32.7	100.0	51.0
유형	냉동창고	(14)	-	-	42.9	57.1	100.0	78.9
	냉장창고	(18)	-	-	38.9	61.1	100.0	79.2
	일반상온창고	(65)	75.4	21.5	1.5	1.5	100.0	19.6
	혼합운영	(59)	5.1	15.3	27.1	52.5	100.0	70.4
연면적	1800㎡ 이하	(37)	35.1	10.8	13.5	40.5	100.0	53.1
	1801㎡ ~ 4000㎡ 이하	(43)	39.5	11.6	30.2	18.6	100.0	44.8
	4001㎡ ~ 8600㎡ 이하	(36)	30.6	25.0	5.6	38.9	100.0	50.9
	8600㎡ 초과	(40)	27.5	12.5	25.0	35.0	100.0	55.8
바닥면적	1350㎡ 이하	(35)	31.4	11.4	22.9	34.3	100.0	53.3
	1351㎡ ~ 2440㎡ 이하	(42)	31.0	21.4	11.9	35.7	100.0	51.4
	2441㎡ ~ 4200㎡ 이하	(42)	33.3	14.3	16.7	35.7	100.0	51.2
	4201㎡ 초과	(37)	37.8	10.8	27.0	24.3	100.0	48.3
매출액	32억원 이하	(33)	18.2	9.1	24.2	48.5	100.0	64.5
	100억원 이하	(47)	48.9	12.8	10.6	27.7	100.0	42.9
	600억원 이하	(40)	27.5	15.0	30.0	27.5	100.0	54.3
	600억원 초과	(25)	36.0	32.0	12.0	20.0	100.0	40.2
	무응답	(11)	27.3	-	18.2	54.5	100.0	58.4

나. 사무실

○ 물류센터에서 전력사용 용도를 알아보기 위해 사무실을 조사한 결과, <표 2-23>에 나타난 바와 같음

○ '사무실'의 전력 사용 비중은 평균 14.6%로 나타남

○ 세부적으로, '5% 이하'의 응답비율은 바닥면적 '1,351㎡ ~ 2,440㎡이하(44.7%)', 연면적'8,600㎡초과(50.0%)'에서 상대적으로 높게 나타난 반면, '10%이하'의 비율은 '냉동창고(50.0%)'과 바닥면적'1,350㎡이하(45.5%)'에서 상대적으로 높게 조사됨

[표 2-23] 사무실의 전력 사용 비중

(단위 : %)

		사례수	5% 이하	10% 이하	15% 이하	15% 초과	합계	평균
전체		(181)	33.7	33.7	8.3	24.3	100.0	14.6
유형	냉동창고	(14)	35.7	50.0	-	14.3	100.0	8.6
	냉장창고	(18)	38.9	44.4	16.7	-	100.0	8.1
	일반상온창고	(93)	30.1	22.6	4.3	43.0	100.0	20.5
	혼합운영	(56)	37.5	44.6	14.3	3.6	100.0	8.4
연면적	1800㎡ 이하	(45)	28.9	37.8	6.7	26.7	100.0	19.7
	1801㎡ ~ 4000㎡ 이하	(46)	19.6	37.0	13.0	30.4	100.0	14.5
	4001㎡ ~ 8600㎡ 이하	(44)	36.4	29.5	9.1	25.0	100.0	15.8
	8600㎡ 초과	(46)	50.0	30.4	4.3	15.2	100.0	8.6
바닥면적	1350㎡ 이하	(44)	20.5	45.5	6.8	27.3	100.0	21.8
	1351㎡ ~ 2440㎡ 이하	(47)	44.7	27.7	6.4	21.3	100.0	11.1
	2441㎡ ~ 4200㎡ 이하	(44)	38.6	25.0	15.9	20.5	100.0	12.4
	4201㎡ 초과	(46)	30.4	37.0	4.3	28.3	100.0	13.3
매출액	32억원 이하	(44)	31.8	34.1	9.1	25.0	100.0	20.7
	100억원 이하	(50)	34.0	30.0	6.0	30.0	100.0	14.7
	600억원 이하	(43)	25.6	39.5	11.6	23.3	100.0	12.9
	600억원 초과	(32)	40.6	28.1	9.4	21.9	100.0	10.7
	무응답	(12)	50.0	41.7	-	8.3	100.0	7.8

다. 물류설비

○ 물류센터에서 전력사용 용도를 알아보기 위해 물류설비를 조사한 결과, <표 2-24>에 나타난 바와 같음

○ '물류설비'의 전력 사용 비중은 평균 24.5%로 나타남

○ 세부적으로, '5% 이하'의 응답비율은 '냉장창고(75.0%)'와 바닥면적'1,350㎡이하(46.2%)'에서 상대적으로 높게 나타난 반면, '40% 초과'의 비율은 '일반상온창고(45.1%)', 연면적'1,801㎡ ~ 4,000㎡이하(34.4%)'에서 상대적으로 높게 조사됨

[표 2-24] 물류설비의 전력사용비중

(단위 : %)

		사례수	5% 이하	15% 이하	40% 이하	40% 초과	합계	평균
전체		(128)	29.7	23.4	21.1	25.8	100.0	24.5
유형	냉동창고	(8)	50.0	50.0	-	-	100.0	8.1
	냉장창고	(12)	75.0	25.0	-	-	100.0	5.3
	일반상온창고	(71)	14.1	12.7	28.2	45.1	100.0	36.8
	혼합운영	(37)	40.5	37.8	18.9	2.7	100.0	10.8
연면적	1800㎡ 이하	(30)	43.3	16.7	23.3	16.7	100.0	20.3
	1801㎡ ~ 4000㎡ 이하	(32)	25.0	21.9	18.8	34.4	100.0	28.3
	4001㎡ ~ 8600㎡ 이하	(26)	19.2	19.2	30.8	30.8	100.0	29.1
	8600㎡ 초과	(40)	30.0	32.5	15.0	22.5	100.0	21.7
바닥면적	1350㎡ 이하	(26)	46.2	15.4	19.2	19.2	100.0	20.2
	1351㎡ ~ 2440㎡ 이하	(36)	22.2	27.8	25.0	25.0	100.0	25.2
	2441㎡ ~ 4200㎡ 이하	(29)	17.2	27.6	17.2	37.9	100.0	31.0
	4201㎡ 초과	(37)	35.1	21.6	21.6	21.6	100.0	21.8
매출액	32억원 이하	(24)	45.8	25.0	20.8	8.3	100.0	15.3
	100억원 이하	(40)	20.0	20.0	30.0	30.0	100.0	29.0
	600억원 이하	(28)	35.7	28.6	14.3	21.4	100.0	19.8
	600억원 초과	(24)	4.2	20.8	25.0	50.0	100.0	39.2
	무응답	(12)	66.7	25.0	-	8.3	100.0	9.8

라. 내/외부조명

○ 물류센터에서 전력사용 용도를 알아보기 위해 내/외부 조명을 조사한 결과, <표 2-25>에 나타난 바와 같음

○ '내/외부 조명'의 전력 사용 비중은 평균 17.3%로 나타남

○ 세부적으로, '5% 이하'의 응답비율은 '냉장창고(56.3%)'와 연면적'8,600㎡초과(44.4%)'에서 상대적으로 높게 나타난 반면, '10% 이하'의 비율은 '냉동창고(58.3%)', '냉장창고(43.8%)' 순으로 높게 나타남

[표 2-25] 내외부 조명의 전력사용비중

(단위 : %)

		사례수	5% 이하	10% 이하	20% 이하	20% 초과	합계	평균
전체		(177)	30.5	32.2	14.7	22.6	100.0	17.3
유형	냉동창고	(12)	41.7	58.3	-	-	100.0	5.9
	냉장창고	(16)	56.3	43.8	-	-	100.0	5.7
	일반상온창고	(91)	17.6	23.1	23.1	36.3	100.0	24.9
	혼합운영	(58)	41.4	37.9	8.6	12.1	100.0	10.9
연면적	1800㎡ 이하	(44)	34.1	43.2	6.8	15.9	100.0	15.0
	1801㎡ ~ 4000㎡ 이하	(47)	23.4	38.3	17.0	21.3	100.0	17.6
	4001㎡ ~ 8600㎡ 이하	(41)	19.5	26.8	22.0	31.7	100.0	21.1
	8600㎡ 초과	(45)	44.4	20.0	13.3	22.2	100.0	15.8
바닥면적	1350㎡ 이하	(42)	31.0	42.9	7.1	19.0	100.0	16.2
	1351㎡ ~ 2440㎡ 이하	(47)	36.2	36.2	6.4	21.3	100.0	16.0
	2441㎡ ~ 4200㎡ 이하	(42)	35.7	21.4	23.8	19.0	100.0	15.5
	4201㎡ 초과	(46)	19.6	28.3	21.7	30.4	100.0	21.4
매출액	32억원 이하	(40)	27.5	42.5	15.0	15.0	100.0	15.5
	100억원 이하	(50)	34.0	26.0	16.0	24.0	100.0	16.9
	600억원 이하	(42)	21.4	35.7	9.5	33.3	100.0	19.3
	600억원 초과	(32)	28.1	31.3	21.9	18.8	100.0	17.8
	무응답	(13)	61.5	15.4	7.7	15.4	100.0	16.9

마. 지게차 충전

○ 물류센터에서 전력사용 용도를 알아보기 위해 지게차 충전을 조사한 결과, <표 2-26>에 나타난 바와 같음

○ '지게차 충전'의 전력 사용 비중은 평균 7.8%로 나타남

○ 세부적으로, '5% 이하'의 응답비율은 바닥면적 '2,441㎡ ~ 4,200㎡이하(60.0%)', '600억 초과(56.7%)'에서 상대적으로 높게 나타난 반면, '5% 초과'의 비율은 '일반상온창고(34.8%)', '32억원 이하(36.7%)' 순으로 높게 나타남

[표 2-26] 지게차 충전의 전력사용비중

(단위 : %)

		사례수	2% 이하	5% 이하	5% 초과	합계	평균
전체		(142)	23.9	47.2	28.9	100.0	7.8
유형	냉동창고	(10)	40.0	30.0	30.0	100.0	4.0
	냉장창고	(13)	30.8	38.5	30.8	100.0	5.7
	일반상온창고	(66)	13.6	51.5	34.8	100.0	11.6
	혼합운영	(53)	32.1	47.2	20.8	100.0	4.5
연면적	1800㎡ 이하	(30)	30.0	50.0	20.0	100.0	7.0
	1801㎡ ~ 4000㎡ 이하	(34)	11.8	50.0	38.2	100.0	7.3
	4001㎡ ~ 8600㎡ 이하	(35)	17.1	54.3	28.6	100.0	9.8
	8600㎡ 초과	(43)	34.9	37.2	27.9	100.0	7.3
바닥면적	1350㎡ 이하	(28)	32.1	46.4	21.4	100.0	7.1
	1351㎡ ~ 2440㎡ 이하	(36)	30.6	36.1	33.3	100.0	9.0
	2441㎡ ~ 4200㎡ 이하	(35)	22.9	60.0	17.1	100.0	4.7
	4201㎡ 초과	(43)	14.0	46.5	39.5	100.0	9.9
매출액	32억원 이하	(30)	23.3	40.0	36.7	100.0	14.8
	100억원 이하	(38)	31.6	39.5	28.9	100.0	6.6
	600억원 이하	(32)	21.9	43.8	34.4	100.0	6.5
	600억원 초과	(30)	20.0	56.7	23.3	100.0	5.4
	무응답	(12)	16.7	75.0	8.3	100.0	4.3

5. 에너지 사용현황 및 향후 계획

가. 사용중인 에너지

○ 물류센터에서 사용하는 에너지를 조사한 결과 <표 2-27>에 나타난 바와 같음

○ 사용중인 에너지의 비중은 ‘경유(지게차용)(37.5%)’, ‘난방유(19.0%)’ 순으로 높게 나타남

○ 세부적으로 ‘경유(지게차용)’의 응답비율은 ‘600억 초과(46.9%)’, ‘복합센터(44.6%)’순으로 높게 나타난 반면, ‘난방유’의 응답비율은 ‘일반상온창고(26.9%)’에서 상대적으로 높게 나타남

[표 2-27] 물류센터에서 사용하는 에너지

(단위 : %)

	전체	유형				연면적				바닥면적				매출액				
		냉동 창고	냉장 창고	일반 상온 창고	혼합 운영	1800㎡ 이하	1801㎡ ~ 4000㎡ 이하	4001㎡ ~ 8600㎡ 이하	8600㎡ 초과	1350㎡ 이하	1351㎡ ~ 2440㎡ 이하	2441㎡ ~ 4200㎡ 이하	4201㎡ 초과	32억원 이하	100억원 이하	600억원 이하	600억원 초과	무응답
사례수	(184)	(14)	(18)	(93)	(59)	(46)	(47)	(45)	(46)	(45)	(47)	(45)	(47)	(46)	(50)	(43)	(32)	(13)
없음	48.4	85.7	44.4	41.9	50.8	50.0	44.7	51.1	47.8	46.7	55.3	51.1	40.4	50.0	48.0	53.5	43.8	38.5
경유(지게차용)	37.5	-	27.8	44.1	39.0	34.8	40.4	40.0	34.8	37.8	29.8	40.0	42.6	39.1	34.0	32.6	46.9	38.5
난방유	19.0	-	16.7	26.9	11.9	6.5	25.5	20.0	23.9	8.9	21.3	20.0	25.5	8.7	26.0	16.3	31.3	7.7
LPG(지게차용)	3.8	14.3	16.7	1.1	1.7	8.7	2.1	-	4.3	8.9	-	2.2	4.3	4.3	2.0	2.3	6.3	7.7
기타	2.7	-	5.6	3.2	1.7	4.3	-	4.4	2.2	4.4	2.1	-	4.3	2.2	-	4.7	3.1	7.7

나. 에너지 절감을 위해 도입한 기술 및 시설

○ 물류센터에서 에너지 절감을 위해 도입한 기술 및 시설을 조사한 결과 <표 2-28>에 나타난 바와 같음

○ 에너지 절감을 위해 도입한 기술 및 시설은 다수가 '없음(71.2%)'으로 응답하였으며, 도입한 기술 및 시설은 'Air Curtain(14.7%)', '고효율냉각방식(11.4%)' 순으로 높게 나타남

○ 세부적으로 'Air Curtain'의 응답비율은 연면적'1,801㎡ ~ 4,000㎡이하(21.3%)', 바닥면적 '4201㎡초과(21.3%)'순으로 높게 나타난 반면, '고효율냉각방식'의 응답비율은 '냉동창고(50.0%)', '냉장창고(27.8%)'에서 상대적으로 높게 나타남

[표 2-28] 에너지 절감을 위해 도입한 기술 및 시설

(단위 : %)

	전체	유형				연면적				바닥면적				매출액				
		냉동 창고	냉장 창고	일반 상온 창고	혼합 운영	1800㎡ 이하	1801㎡ ~ 4000㎡ 이하	4001㎡ ~ 8600㎡ 이하	8600㎡ 초과	1350㎡ 이하	1351㎡ ~ 2440㎡ 이하	2441㎡ ~ 4200㎡ 이하	4201㎡ 초과	32억원 이하	100억원 이하	600억원 이하	600억원 초과	무응답
사례수	(184)	(14)	(18)	(93)	(59)	(46)	(47)	(45)	(46)	(45)	(47)	(45)	(47)	(46)	(50)	(43)	(32)	(13)
없음	71.2	35.7	55.6	92.5	50.8	69.6	57.4	80.0	78.3	66.7	72.3	75.6	70.2	58.7	82.0	74.4	78.1	46.2
Air curtain	14.7	14.3	11.1	3.2	33.9	6.5	21.3	17.8	13.0	6.7	14.9	15.6	21.3	17.4	6.0	16.3	9.4	46.2
고효율 냉각방식	11.4	50.0	27.8	-	15.3	17.4	19.1	2.2	6.5	20.0	10.6	8.9	6.4	19.6	10.0	9.3	9.4	-
물류센터 고효율 단열재	2.2	-	5.6	2.2	1.7	4.3	2.1	-	2.2	4.4	-	2.2	2.1	2.2	-	-	6.3	7.7
기타	2.2	-	-	2.2	3.4	2.2	4.3	2.2	-	2.2	2.1	2.2	2.1	4.3	2.0	-	3.1	-

다. 에너지 절감을 위해 도입 계획 중인 기술 및 시설

○ 물류센터에서 에너지 절감을 위해 도입계획 중인 기술 및 시설을 조사한 결과 <표 2-29>에 나타난 바와 같음

○ 에너지 절감을 위해 도입계획 중인 기술 및 시설은 다수가 '없음(74.5%)으로 응답하였으며, 도입계획중인 업체는 '고효율냉각방식(15.2%)', '고효율조명방식(7.6%)' 순으로 높게 나타남

○ 세부적으로 '고효율냉각방식'의 응답비율은 '냉동창고(50.0%)', '냉장창고(33.3%)'순으로 높게 나타났으며, '고효율 조명방식'의 응답은 '연면적 '4,001㎡ ~ 8,600㎡이하(11.1%)'순으로 높게 조사됨

[표 2-29] 에너지 절감을 위해 도입 계획 중인 기술 및 시설

(단위 : %)

	전체	유형				연면적				바닥면적				매출액				
		냉동 창고	냉장 창고	일반 상온 창고	혼합 운영	1800㎡ 이하	1801㎡ ~ 4000㎡ 이하	4001㎡ ~ 8600㎡ 이하	8600㎡ 초과	1350㎡ 이하	1351㎡ ~ 2440㎡ 이하	2441㎡ ~ 4200㎡ 이하	4201㎡ 초과	32억원 이하	100억원 이하	600억원 이하	600억원 초과	무응답
사례수	(184)	(14)	(18)	(93)	(59)	(46)	(47)	(45)	(46)	(45)	(47)	(45)	(47)	(46)	(50)	(43)	(32)	(13)
없음	74.5	42.9	55.6	87.1	67.8	71.7	66.0	82.2	78.3	66.7	76.6	84.4	70.2	54.3	82.0	79.1	84.4	76.9
고효율 냉각방식	15.2	50.0	33.3	1.1	23.7	19.6	27.7	4.4	8.7	22.2	12.8	15.6	10.6	26.1	12.0	11.6	12.5	7.7
고효율 조명방식	7.6	-	5.6	8.6	8.5	2.2	6.4	11.1	10.9	4.4	6.4	2.2	17.0	10.9	6.0	7.0	3.1	15.4
고효율 단열재	2.2	-	-	2.2	3.4	-	6.4	-	2.2	2.2	-	4.4	2.1	4.3	-	4.7	-	-
Air curtain	1.6	-	-	-	5.1	-	2.1	2.2	2.2	-	2.1	2.2	2.1	2.2	-	2.3	3.1	-
기타	3.3	7.1	5.6	2.2	3.4	6.5	4.3	2.2	-	6.7	4.3	2.2	-	8.7	-	2.3	3.1	-

6. 물류센터의 에너지 사용량(원단위)

가. 연면적

○ 연면적을 기준으로 한 물류센터의 원단위 사용량을 산출한 결과 <표 2-30>, <표 2-31>에 나타난 바와 같음

[표 2-30] 연면적 사용량 원단위

(단위 : KW/m^2)

		1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	연중
전체		11.0	10.3	12.3	11.7	11.1	11.3	11.0	11.2	12.4	11.1	11.2	12.6	169.5
유형	냉동창고	20.2	20.9	22.5	22.9	18.1	23.2	11.9	15.6	15.8	18.6	22.2	23.0	274.3
	냉장창고	13.2	11.6	12.8	15.9	14.1	13.2	13.7	14.1	15.1	13.9	10.8	13.3	185.7
	일반상온창고	6.8	6.4	8.9	7.8	6.9	7.9	7.6	8.2	9.0	7.6	8.1	8.7	97.3
	혼합운영	16.9	16.6	17.6	17.5	16.6	17.0	18.5	16.7	19.4	19.6	15.4	19.4	295.1
연면적	1800㎡ 이하	12.2	12.8	15.4	13.8	15.1	15.6	12.7	16.1	16.3	14.7	12.9	16.9	253.6
	1801㎡ ~ 4000㎡ 이하	11.1	11.1	11.7	11.7	10.4	13.2	10.5	10.6	11.6	9.4	11.7	13.9	166.9
	4001㎡ ~ 8600㎡ 이하	13.4	10.3	13.7	12.6	12.5	10.3	12.9	11.4	12.5	11.2	13.4	12.2	148.7
	8600㎡ 초과	8.1	8.1	9.6	10.0	7.5	8.4	8.7	8.8	10.8	9.9	8.1	9.8	110.7
바닥면적	1350㎡ 이하	10.9	11.8	14.6	13.2	14.5	13.0	10.6	14.3	14.8	11.3	11.0	15.2	247.9
	1351㎡ ~ 2440㎡ 이하	13.4	11.9	14.8	14.3	13.5	16.0	13.0	14.1	15.2	15.0	14.6	15.0	161.4
	2441㎡ ~ 4200㎡ 이하	9.7	11.2	12.6	12.8	10.9	10.6	11.8	10.3	12.2	10.6	10.8	12.2	181.3
	4201㎡ 초과	9.7	6.6	8.3	7.6	6.2	6.8	8.8	7.6	8.0	6.6	7.9	8.8	81.3
매출액	32억원 이하	10.3	11.4	14.8	11.6	14.1	9.3	8.5	12.2	14.4	10.2	10.2	13.8	171.1
	100억원이하	9.6	8.1	10.3	9.6	9.9	10.6	10.4	10.7	10.9	11.1	9.9	10.3	129.1
	600억원이하	13.6	11.6	11.1	15.7	10.1	15.3	12.3	12.1	13.5	10.5	11.8	13.3	173.5
	600억원초과	10.8	9.4	12.4	11.8	9.8	9.9	11.7	10.3	12.1	12.5	11.3	11.0	223.5
	무응답	12.0	14.7	15.6	10.3	12.6	10.8	15.5	11.0	11.0	12.0	21.9	22.4	353.4

○ 연면적을 기준으로 물류센터의 원단위 사용량 원단위를 산출한 결과 '냉동창고'와 '냉장창고'의 사용량 원단위가 일반상온창고의 원단위보다 상대적으로 높은 편으로 산출됨

[표 2-31] 연면적 사용료 원단위

(단위 : 천원/m^2)

		1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	연중
전체		2.7	3.0	2.4	2.3	2.3	2.1	2.1	2.2	1.5	1.9	2.3	1.9	21.0
유형	냉동창고	2.7	2.8	2.7	2.6	2.3	2.5	2.0	1.9	1.3	1.5	2.9	2.9	34.1
	냉장창고	1.5	1.2	1.0	1.0	1.1	0.9	1.3	1.2	1.1	1.0	1.1	1.4	18.1
	일반상온창고	1.3	1.6	1.1	0.9	1.1	1.4	0.8	1.1	1.1	0.9	1.3	1.2	10.0
	혼합운영	6.2	6.8	5.6	5.7	4.6	4.2	5.3	4.6	2.5	5.3	5.0	3.3	41.7
연면적	1800㎡ 이하	5.0	6.5	4.4	4.3	5.0	5.5	2.8	3.0	3.3	2.9	2.4	3.1	30.9
	1801㎡ ~ 4000㎡ 이하	3.7	4.0	3.1	3.0	1.6	1.4	3.4	3.8	1.2	3.4	4.2	2.3	18.5
	4001㎡ ~ 8600㎡ 이하	1.7	1.6	2.1	2.1	2.1	2.0	1.8	1.8	1.1	0.9	2.0	1.8	26.1
	8600㎡ 초과	0.8	0.8	0.7	0.7	0.5	0.6	0.9	0.8	0.8	0.7	0.8	0.9	8.6
바닥면적	1350㎡ 이하	4.8	6.5	4.1	3.9	4.9	5.9	1.9	2.3	2.7	2.3	2.3	3.0	31.8
	1351㎡ ~ 2440㎡ 이하	1.8	1.6	1.8	1.6	1.5	1.6	2.1	2.0	1.6	1.6	1.6	1.6	14.9
	2441㎡ ~ 4200㎡ 이하	3.5	3.8	2.8	2.9	1.4	1.0	3.4	3.4	1.2	3.2	4.2	2.0	19.1
	4201㎡ 초과	1.2	1.0	1.6	1.6	1.5	1.3	1.3	1.2	0.7	0.6	1.3	1.4	20.1
매출액	32억원 이하	1.4	1.4	1.2	1.0	1.2	0.7	1.1	1.5	1.4	0.9	1.3	1.7	18.4
	100억원이하	1.6	1.4	1.5	0.8	1.3	1.4	1.1	1.5	1.0	0.7	1.5	0.9	11.8
	600억원이하	1.7	2.0	1.7	2.1	1.8	1.7	2.8	1.9	2.2	2.1	1.5	1.5	19.4
	600억원초과	7.5	8.6	5.0	5.1	4.3	3.7	4.2	4.8	1.8	4.6	5.5	3.9	19.9
	무응답	1.6	3.3	5.1	5.2	5.3	4.5	1.6	1.4	1.1	1.2	2.5	2.6	147.2

○ 연면적을 기준으로 물류센터의 원단위 사용료 원단위를 산출한 결과 연면적 단위당 사용료의 원단위는 년 중 큰 차이가 발생하지 않는 편으로 나타남

나. 바닥면적

○ 바닥면적을 기준으로 한 물류센터의 원단위 사용량을 산출한 결과 <표 2-32>, <표 2-33>에 나타난 바와 같음

[표 2-32] 바닥면적 사용량 원단위

(단위 : KW/m^2)

		1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	연중
전체		36.5	40.2	44.4	44.8	40.6	38.1	32.4	34.4	36.3	37.2	33.0	32.3	377.0
유형	냉동창고	41.2	45.4	54.6	57.9	47.3	54.6	30.8	56.3	45.2	64.7	47.0	54.0	573.5
	냉장창고	17.5	17.1	20.5	21.4	18.9	18.3	16.9	31.4	20.2	19.8	15.0	20.5	254.7
	일반상온창고	16.6	21.4	20.8	17.4	21.2	23.2	12.3	15.2	19.2	16.6	16.5	17.8	190.8
	혼합운영	86.1	88.2	97.3	103.4	79.8	75.3	79.6	70.6	82.5	101.0	74.6	66.1	761.1
연면적	1800㎡ 이하	45.6	63.6	57.4	58.7	65.8	71.3	25.9	33.7	38.9	37.3	23.1	32.7	397.5
	1801㎡ ~ 4000㎡ 이하	38.5	40.4	42.8	42.5	24.1	23.1	37.8	40.9	20.0	43.4	42.9	24.7	247.8
	4001㎡ ~ 8600㎡ 이하	24.9	23.0	35.0	34.7	40.3	32.9	25.8	27.6	29.0	25.7	30.7	30.5	437.7
	8600㎡ 초과	36.7	35.8	43.6	46.3	32.2	31.4	38.7	36.1	52.2	42.0	32.9	39.2	443.4
바닥면적	1350㎡ 이하	55.4	75.5	75.9	78.6	74.1	81.6	31.7	35.6	56.8	34.9	25.2	41.9	497.9
	1351㎡ ~ 2440㎡ 이하	37.0	34.7	45.6	44.9	42.5	41.9	39.6	46.5	49.8	46.8	41.6	43.8	449.2
	2441㎡ ~ 4200㎡ 이하	42.2	43.6	42.7	44.7	27.6	24.2	44.6	42.4	26.5	49.8	46.8	28.6	307.1
	4201㎡ 초과	14.8	13.2	22.4	22.6	21.1	20.0	16.1	15.4	14.0	12.0	15.4	16.9	238.2
매출액	32억원 이하	20.2	23.6	29.4	25.6	31.3	24.2	17.4	34.9	26.3	23.1	21.1	30.4	305.7
	100억원이하	31.6	27.7	35.2	29.6	33.2	33.8	26.7	33.3	36.3	34.1	33.6	33.2	338.5
	600억원이하	35.6	35.8	44.5	54.7	31.5	31.5	46.0	29.5	58.2	38.9	26.5	28.4	368.2
	600억원초과	73.4	82.3	65.8	66.1	60.4	51.9	46.9	51.4	30.7	61.4	55.0	41.6	314.4
	무응답	13.9	41.9	65.8	72.0	71.8	58.1	15.5	11.0	11.0	12.0	21.9	22.4	1,677.0

○ 바닥면적을 기준으로 물류센터의 원단위 사용량 원단위를 산출한 결과 '냉동창고'와 '냉장창고'의 사용량 원단위가 일반상온창고의 원단위보다 상대적으로 높은 편으로 산출됨

[표 2-33] 바닥면적 사용료 원단위

(단위 : 천원/m^2)

		1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	연중
전체		4.1	4.6	3.7	3.7	3.3	3.1	3.6	3.5	2.8	2.8	3.5	3.3	35.9
유형	냉동창고	4.9	5.3	4.6	4.9	4.0	4.6	5.4	5.9	3.4	4.6	5.4	5.9	59.2
	냉장창고	2.0	1.8	1.5	1.4	1.4	1.2	1.6	1.5	1.5	1.5	1.5	2.1	24.9
	일반상온창고	1.7	2.2	1.6	1.4	1.7	1.8	1.2	1.5	1.5	1.2	1.7	1.7	16.2
	혼합운영	10.1	10.5	8.4	8.7	6.7	6.2	9.0	7.5	6.4	7.9	8.0	7.2	75.0
연면적	1800㎡ 이하	5.5	7.7	5.3	5.3	5.9	6.3	3.0	3.1	3.4	3.1	2.6	3.2	41.0
	1801㎡ ~ 4000㎡ 이하	4.3	4.6	3.5	3.7	2.1	1.9	4.0	4.2	1.5	3.6	4.8	2.9	25.0
	4001㎡ ~ 8600㎡ 이하	3.0	2.7	3.0	3.0	3.4	2.7	3.1	3.5	2.3	2.0	3.7	3.6	44.8
	8600㎡ 초과	3.8	3.7	3.2	3.3	2.1	2.1	4.3	3.2	3.7	2.6	3.0	3.6	34.3
바닥면적	1350㎡ 이하	7.0	9.4	6.9	7.0	6.5	7.1	4.5	3.4	5.0	2.7	2.9	4.4	53.4
	1351㎡ ~ 2440㎡ 이하	3.8	3.6	3.3	3.3	3.2	3.1	4.2	4.4	3.5	3.3	4.1	4.2	36.9
	2441㎡ ~ 4200㎡ 이하	4.6	4.9	3.6	3.7	2.3	1.8	4.6	4.4	1.9	4.1	5.2	3.2	28.9
	4201㎡ 초과	1.6	1.4	1.9	1.9	1.7	1.7	1.8	1.8	1.1	0.9	1.8	1.9	24.5
매출액	32억원 이하	2.4	2.8	2.3	2.1	2.7	1.7	2.1	3.4	2.2	1.8	2.5	3.7	32.7
	100억원이하	3.1	2.8	2.6	2.0	2.4	2.5	2.7	3.1	2.5	2.2	3.2	3.0	27.6
	600억원이하	4.4	4.5	3.8	4.6	2.6	2.5	5.8	3.1	4.9	3.1	2.8	2.9	34.5
	600억원초과	8.4	9.5	5.7	5.8	5.1	4.3	4.9	5.4	2.2	5.0	6.2	4.5	29.0
	무응답	1.6	5.1	6.2	6.7	6.6	5.6	1.6	1.4	1.1	1.2	2.5	2.6	185.3

○ 바닥면적을 기준으로 물류센터의 원단위 사용료 원단위를 산출한 결과 바닥면적 단위당 사용료의 원단위는 년 중 큰 차이가 발생하지 않는 편으로 나타남

7. 요약 및 시사점

○ 국내 물류센터의 에너지 사용현황의 조사결과를 요약하면 다음과 같음

- 첫째, 물류센터의 소유형태 중 다수가 자가이며, 각 물류센터에서 사용하는 도입설비는 지게차의 이용이 다른 도입설비에 비하여 두드러지게 많은 편으로 조사됨
- 둘째, 물류센터에서 현재 사용 중인 전력의 종류는 산업용 전기의 비율이 다소 높은 편으로 조사되었으며, 물류센터에서 향후 사용을 원하는 전력의 비율 역시 산업용 전기가 높은 편으로 나타남
- 셋째, 물류센터에서 전력 사용은 창고 냉/난방, 물류설비 등의 전력사용비중이 상대적으로 높게 조사된 반면, 내/외부 조명과 사무실의 전력사용비중은 상대적으로 낮은 편으로 나타남. 특히, 창고 냉/난방과 관련한 전력사용비중은 전체의 약 50%정도를 차지하고 있는 것으로 조사되어, 창고 냉/난방에 대한 에너지절감 대책 수립이 필요할 것으로 판단됨
- 넷째, 물류센터에서 사용하는 기타에너지는 경유(지게차용), 난방유의 비중이 상대적으로 높게 나타난 반면, 에너지 절감을 위해 도입한 기술 및 시설과 향후 에너지 절감을 위해 도입계획중인 기술 및 시설은 거의 없는 편으로 조사되어, 에너지 절감에 대한 업체의 관심이 낮은 편으로 조사됨
- 다섯째, 물류센터의 에너지 사용량을 원단위로 산출한 결과, 연중 원단위가 특정한 패턴이 보이지 않는 것으로 나타났으며, 이는 물류센터에서 이용되는 전력이 계절적인 영향보다 물류센터의 개별운용현황(물동량, 가동률 등)의 영향을 받기 때문인 것으로 판단됨

제3장 국내 우수물류센터 에너지 사용량 진단

제1절 진단개요

1. 조사목적

○ 국토해양부의 『에너지 절감형 물류시설 기술개발 기획』사업의 일환으로 국내 물류센터 운영업체 중 냉동/냉장 거점센터, 스마트그리드 유통물류센터, 소팅시스템이 구축된 택배 허브 거점, 소팅시스템이 구축된 3PL, 택배, 의약품 물류센터 및 일반상온 물류센터 등 5곳의 최신 우수 물류센터들의 에너지 진단을 통하여 우리나라 물류센터의 에너지 절감형 물류시설 기술개발 계획을 수립하고자 함

2. 주최 및 주관

○ 진단주관기관 : 한국철도기술연구원

○ 진단담당기관 : ㈜ 에코시안 ENG

3. 진단 대상

○ 냉동/냉장 거점센터

○ 스마트그리드 유통물류센터

○ 소팅시스템이 구축된 택배 허브 거점

○ 소팅시스템이 구축된 3PL, 택배, 의약품 물류센터

○ 일반상온물류센터

4. 진단 내용

○ 에너지 사용현황 조사

○ 에너지 손실요인 및 개선방안 도출

○ 개선방안에 대한 투자경제성 분석

5. 진단 수행 방법

가. 사전조사

○ 에너지 이용시설 및 설비 관련 현황파악

○ 에너지 사용형태 및 설비의 운용현황 파악

○ 현장진단 일정, 각종 자료 및 진단 지원 사항

○ 보고서 제출일자 등에 대한 상호 협의 및 정보교환

나. 현장 진단

○ 설비별 에너지 사용 현황 상세 파악

○ 측정 장비에 의한 현장중심 진단 실시

○ 에너지 운영시스템 점검

○ 설비별 운전성능 및 운전상태 파악

○ 에너지 손실요인 및 개선방안 도출

○ 도출된 개선방안에 대한 투자경제성 분석

제2절 냉동/냉장 거점센터 진단 수행

가. 에너지 사용현황

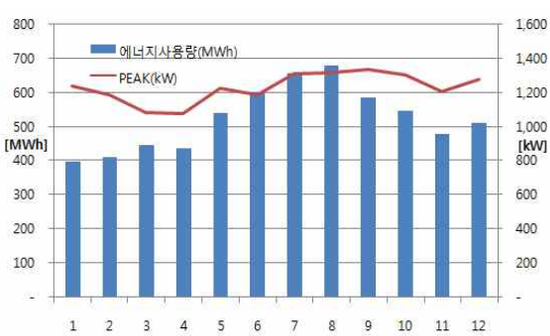
구 분		단위	2011년		단가2)
			연간사용량	에너지비 (백만원)	
전 력	수 전	MWh	7,907	714,055	90.8 원/KWh
	소 계	toe	1,700	-	

1) toe환산계수는 전력(0.215) 적용.
2) 에너지단가 : VAT 제외

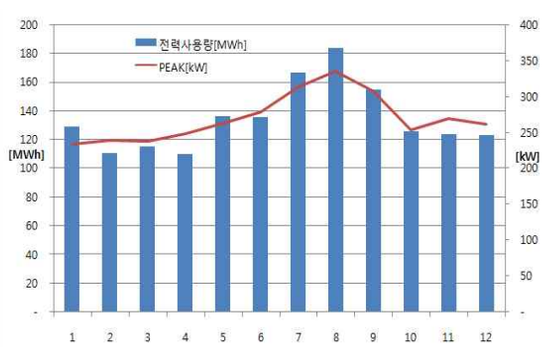
나. 전력수전현황

수전전압		22.9 (kV)
수전용량		4,500 (kVA) [3,500 (kVA) / 1000 (kVA)]
계약종별		일반용 (을) 고압A II
Peak	2011년	1,083 (kW) / 335 (kW)
평균수전역률	2011년	95(%)
변압기 용량	수배전용	1,000kVA * 2대 / 1,250kVA * 2대

다. 전력수전현황

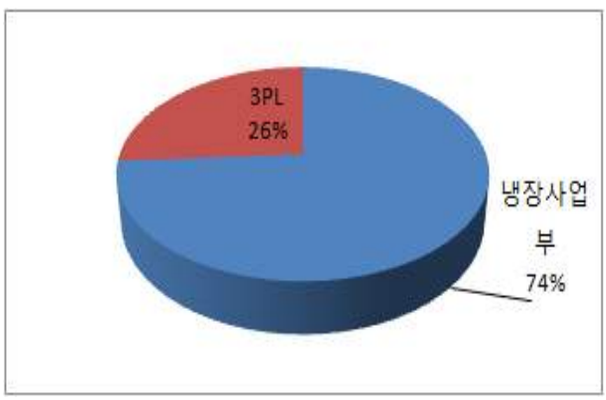


[그림 3-1] 냉장사업부 전력사용현황

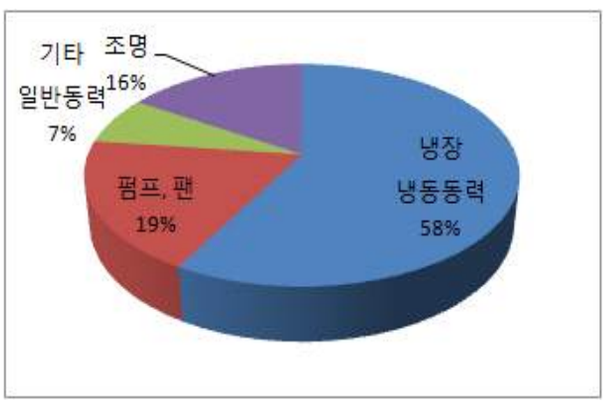


[그림 3-2] 3PL사업부 전력사용현황

라. 에너지 사용 평형도



사업부 구분



사용처 구분

[그림 3-3] 에너지 사용 평형도

마. 진단범위

○ 진단범위는 수배전 설비를 비롯하여 주요 전기 사용설비 대상으로 실시하였으며 다음 사항들에 대하여 중점적으로 실시하였음

- 에너지설비 현황 파악 : 에너지 사용량은 석유환산 1,700 toe로 전력만을 사용 중이며, 냉장사업부에서 79.6% 인 1,353 toe, 3PL사업부에서 20.6% 인 347 toe를 사용
- 전기 사용 실태 파악 : 수배전설비의 적정용량 판단, 역률 관리 현황과 전력 사용 비중이 큰 냉동기, 이송설비(Pump, Fan), 공정설비(냉동,냉장 창고) 및 유체 기기 등에 대한 문제점 및 개선방안에 대하여 진단
- 에너지 맵핑 및 전력사용 기기의 운영 및 성능에 관한 검토 : 부하별 에너지 사용량을 구분하였고, 역률개선, 냉각수 회수 펌프 인버터 설치, 방풍문 개선 등의 에너지 절감 방안에 대해 검토

바. 개선방안 요약

대상설비	수배전설비

개선안	1. 역률개선
내용	ㅇ하절기 부하의 가동이 많을 때 역률이 저하되는 현상이 발생되고 있다. 하절기의 주요가동설비에 콘덴서 용량이 부족한 것으로 판단되며, 하절기 가동설비의 부하 말단에 콘덴서를 설치하여 상시 95(%)이상 으로 유지하도록 하여 기본요금 할인 5(%)를 받을 수 있게 하여야겠다.

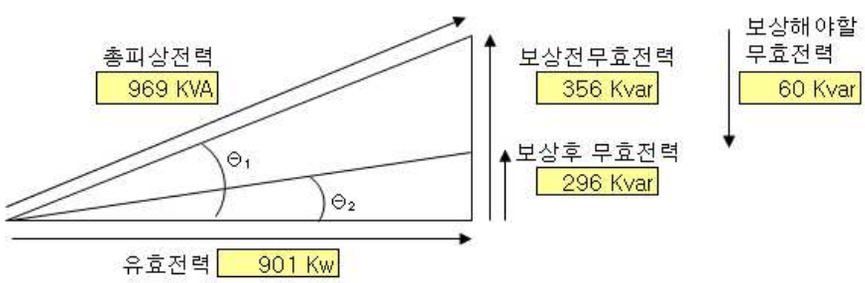
개선 전

유효전력	901	Kw
무효전력	356	Kvar
피상전력	969	KVA
선전류	24	A

개선 후

유효전력	901	Kw
무효전력	296	Kvar
피상전력	949	KVA
선전류	24	A
전류감소율	2.11%	

효과산출



ㅇ콘덴서 용량선정

$$Qc = P(\tan\Theta 1 - \tan\Theta 2)$$

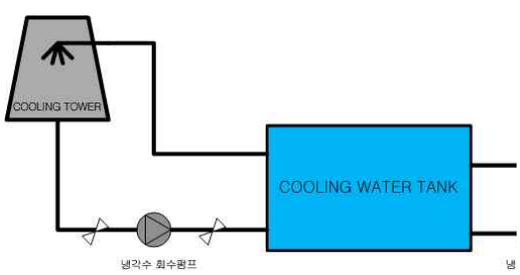
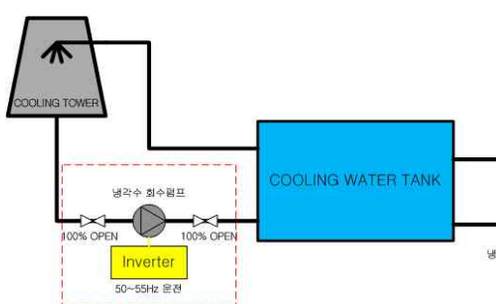
$$= 901 \times \left(\frac{\sqrt{1-0.93^2}}{0.93} - \frac{\sqrt{1-0.95^2}}{0.95} \right)$$

$$= 60(\mathrm{kVA})$$

절감량	438 (kWh/년)	절감액	1.4 (백만원/년)
투자비	3.0 (백만원)	회수기간	2.2 (년)

대상설비	펌프

개선안	냉각수 회수 펌프 인버터설치
내용	○냉각수 회수펌프의 유량 및 압력은 회수펌프 전후단의 벨브에 의하여 제어된다. 현재 50%로 Open되어 운전됨에 따라 V/V의 교축손실이 많이 발생되고 있으며, 운전양정이 높게되어 소비전력을 증가시키고 있다. ○그러므로 V/V를 100% Open하고 인버터를 설치하여 모터의 회전수 제어를 통한유량 제어를 한다면 V/V교축손실이 없어지며, 유량 및 양정을 Control 할 수 있으므로 운전동력이 절감된다.

개선 전	개선 후
	

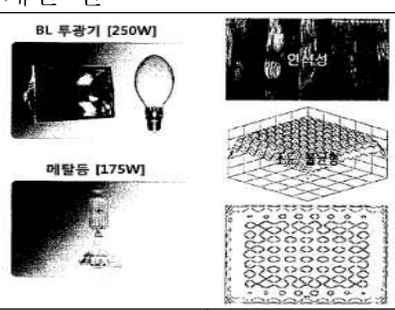
효과산출

	항목	단위	1기계실냉각수회수펌프	2기계실냉각수회수펌프
정격	용량	kVA	15	18.5
	유량	m3/min	4.55	2.5
	양정	m	14	28
	소비동력	kW	-	-
측정	용량	kVA	15	18.5
	유량	m3/min	3.1	2.4
	양정	m	16	31
	소비동력	kW	13.5	18
개선후	용량	kVA	-	-
	유량	m3/min	3.1	2.4
	양정	m	10	20
	소비동력	kW	8.0	12.3
합 계	절감전력	kW	5.54	5.68

절감량	98,112 (kWh/년)	절감액	8.9 (백만원/년)
투자비	15 (백만원)	회수기간	1.7 (년)

대상설비	조명

개선안	고효율조명 교체
내용	ㅇ전력손실이 많고 부하율이 높은 BL250W, MH175W 등을 고효율제품으로 교체한다. BL등 및 MH등은 주로 공정내 조명으로 활용되며, 주간에도 가동되는 곳이 많아 가동율이 높으므로 다른광원에 비하여 교체시 경제적인 효과가 클것으로 예상된다. ㅇ기존의 사용하는 MH 및 BL등은 유지보수가 어렵고 공정특성상 저온에서 작동이 되야하므로 방진, 방습이가능한 산업용형광등 및 기존 광원대비 수명이 긴 무전극등으로 교체하는 것이 좋다.

개선 전	개선 후
	

효과산출

구분	BL 250W (EA)	MH 175W (EA)	조도 (LUX)	소비 전력 (W)	산업용 형광등 160W (EA)	조도 (LUX)	소비 전력 (W)
3층 306호	42		50	12075	42	145	6720
3층 303호	24		50	6900	24	103	3840
3층 302_1~3호	28		50	8050	24	114	3840
3층 301호	24		50	6900	26	109	4480
5층 501호	24		50	6900	24	122	3840
7층 701호	24		50	6900	24	122	3840
7층 702호	18		100	5175	18	172	2880
자동화 창고	-	25		5031.25	25		4000
합계	184	25		57,931			33,440

절감량	146,946 (kWh/년)	절감액	13.3 (백만원/년)
투자비	40.0 (백만원)	회수기간	3.0 (년)

대상설비	냉동 창고 Door

개선안	방풍문 개선
내용	○3F 냉동 창고에 지게차 및 작업자의 출입시 외기침입을 방지할 수 있도록 비닐 커텐을 보수 및 신규 설치하여 외기 침입을 방지할 수 있도록 한다.
개선 전	개선 후
효과산출	1) 외기 침입량 산출 ○전열손실량(Q)= Qs(현열손실열량) + Ql(잠열손실열량) Qs = 출입문 크기(㎡) × 침입풍속(m/s) × 공기비열 (kal/㎥,℃) × 실내외온도차(℃) × 개방시간(h) × 적용율(%) Ql = 공기엔탈피(kcal/㎡,℃) × 출입문 크기(㎡) × 침입풍속(m/s) × 공기비열(kal/㎥,℃) × 절대습도차 (℃) × 개방시간(h) × 적용율(%) 2) 기대효과 산출 ○년간 절감 전력량 = 전열손실량(Kcal/h) × 년가동시간(h) ÷ [전력 환산계수(kcal/kW) × 냉동기 COP] ○년간 절감 금액 = 년간 전력 절감량 x 전력 단가

절감량	32.2(kWh/년)	절감액	2,9 (백만원/년)
투자비	2.8 (백만원)	회수기간	1.0 (년)

제3절 스마트그리드 유통물류센터 진단 수행

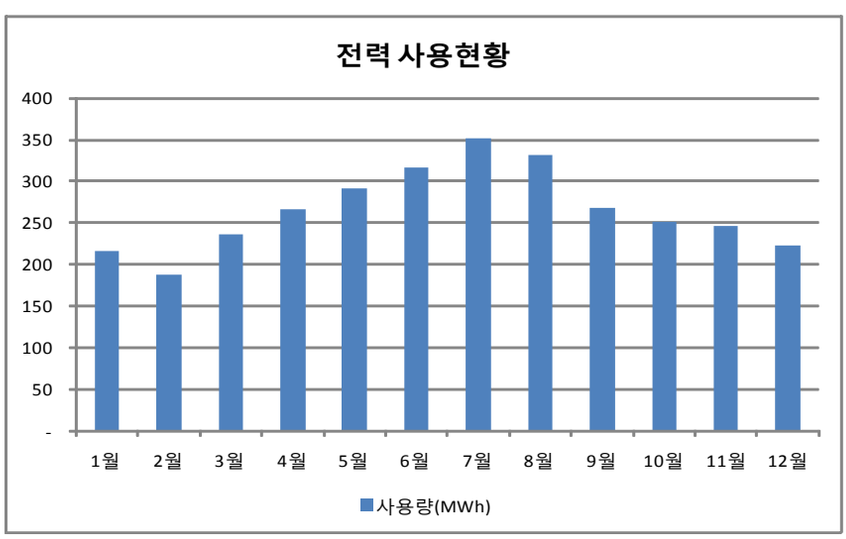
가. 에너지 사용현황

구 분		단위	2011년 연간사용량
전 력	수 전	MWh	3,189
	소 계	toe	686
합 계		toe	686

나. 전력수전현황

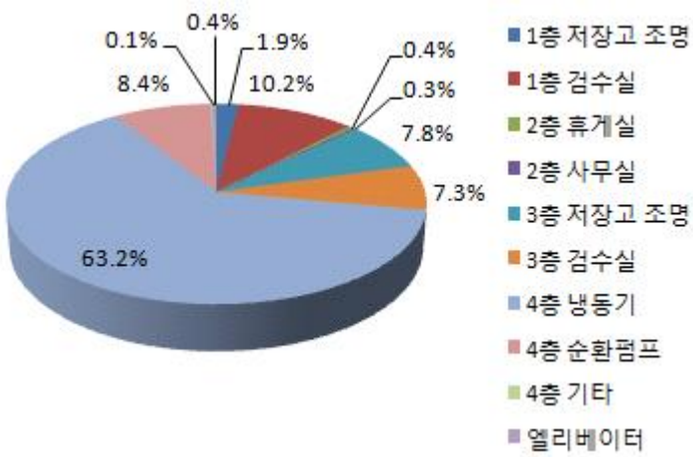
수전전압		22.9 (kV)
수전용량		1,600 (kVA)
계약종별		산업용(갑) 고압A, 일반용(갑) 고압A
평균수전역률	2011년	99(%)
변압기 용량	수배전용	1,300kVA * 1대 / 300kVA * 1대

다. 2011년 월별 전력 사용 현황



[그림 3-4] 2011년 월별 전력 사용 현황

라. 에너지 사용 평형도



[그림 3-5] 에너지 사용 평형도

마. 진단 범위

○ 진단범위는 수배전 설비를 비롯하여 주요 전기 사용설비 대상으로 실시하였으며 다음 사항들에 대하여 중점적으로 실시하였음

- 에너지설비 현황 파악 : 에너지 사용량은 석유환산 686 toe로 이 중 전력이 100%인 686 toe임. 스마트 그리드 시스템을 도입해서 에너지 절감을 하고 있으며 도입된 사항은 다음과 같음
  - · 태양광 발전
  - · 시스템 에어컨 최대전력 제어
  - · 냉각수 펌프 인버터 제어
  - · 조명 모니터링 및 제어
  - · 옥외보안등 LED 적용
  - · 1층 냉장창고 일부 LED 적용
  - · 2층 대기전력 차단콘센트 설치
- 전기 사용 실태 파악 : 수배전설비의 적정용량 판단, 역률 관리 현황과 전력 사용 비중이 큰 이송설비(Pump, Fan), 유틸리티 설비(냉동기, 시스템에어컨), 조명설비 등에 대한 문제점 및 개선방안에 대하여 진단

바. 개선방안 요약

개선안	T8 29W 형광램프 교체
내용	ㅇ T8 32W 형광램프를 고효율 & 저전력형 조명등인 T8 29W 형광램프로 교체하여 전력을 감소시킴

개 선 전	개 선 후
T8 32W 형광램프 설치	T8 29W 형광램프 적용

효과산출	1) 적용기준 ㅇ 주야간 점등수량 : (330 + 390) × 2 = 1,440 (등) ㅇ 야간 점등수량 : (505 + 45) × 2 = 1,100 (등) ㅇ 주야간 가동시간 : 8,760 (h/년) ㅇ 야간 가동시간 : 4,380 (h/년) ㅇ 전력단가 : 90 (원/kWh) 2) 개선 효과 산출 ㅇ 연간 전력 절감량 = 등당 전력 절감량(kW) × 등수(개) × 가동시간(h/년) ㅇ 연간 절감금액 = 연간 전력 절감량(kWh/년) x 전력 단가(원/kWh)

절감량	52,297 (kWh/년)	절감액	4,707 (천원/년)
투자비	7,620 (천원)	회수기간	1.6 (년)

개선안	무전극램프 교체
내용	○ 메탈할라이드등(175W)을 저전력을 소비하는 무전극등(100W)으로 교체하여 전력을 감소시킴

개 선 전	개 선 후
175W 메탈할라이드 등 설치	100W 무전극등 적용

효과산출	1) 적용기준 ○ 메탈할라이드 175W 소비전력 : 175 + 26(안정기 소모) = 201 (W) ○ 무전극 100W 소비전력 : 100 (W) ○ 등수 : 176 (등) ○ 가동시간 : 8,760 (h/년) ○ 전력단가 : 90 (원/kWh) 2) 개선 효과 산출 ○ 연간 전력 절감량 = 등당 전력 절감량(kW) × 등수(개) × 가동시간(h/년) ○ 연간 절감금액 = 연간 전력 절감량(kWh/년) x 전력 단가(원/kWh)

절감량	155,718 (kWh/년)	절감액	14,015 (천원/년)
투자비	52,800 (천원)	회수기간	3.8 (년)

개선안	실외기 차광막 설치
내용	ㅇ 직사광선의 영향으로 실외기(Compressor)의 응축 성능이 저하되어 소비전력을 증가시키는 원인이 되고 있으므로, 차광막을 설치하여 하절기 전력소비를 경감시킬 수 있다.

개 선 전	개 선 후

효과산출	
	1) 적용기준 ㅇ 차광막 설치로 인한 예상 절감률 : 5 (%) ㅇ 실외기 Compressor 기준 총소비전력 : 30.6 (kW) ㅇ 실제소비전력(총소비전력의 80% 적용) : 24.5 (kW) ㅇ 년가동시간 : 1,800 (h/년) ㅇ 전력단가 : 90 (원/kWh) 2) 개선 효과 산출 ㅇ 예상 절감전력 = 실제 소비전력(kWh) × 절감율(%) ㅇ 절감금액 = 절감전력량(kWh/년) × 전력단가(원/kWh)

절감량	2,205 (kWh/년)	절감액	198 (천원/년)
투자비	500 (천원)	회수기간	2.5 (년)

제4절 소팅시스템이 구축된 택배 허브 거점 진단 수행

가. 에너지 사용현황

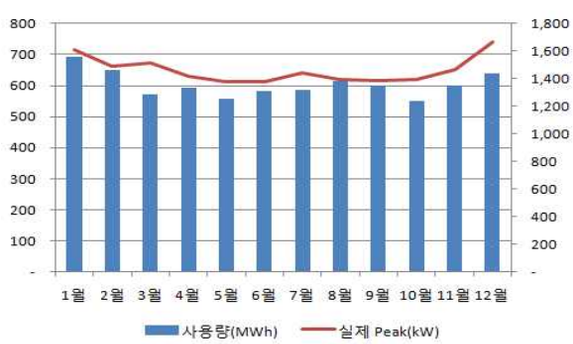
구 분		단위	2011년		현재단가2)
			연간사용량	에너지비 (백만원)	
연 료	L N G	천m3	19	17	859 원/㎥
	소 계	toe1)	20	-	
전 력	수 전	MWh	7,232	622	86 원/KWh
	소 계	toe	1,555	-	
합 계		-	1,575	639	

1) toe환산계수는 LNG (1.055), 전력(0.215) 적용
2) 현재 에너지단가 : VAT 제외
3) 연료는 3월 ~ 12월 사용량으로 연간사용량(1.2배)을 환산함.

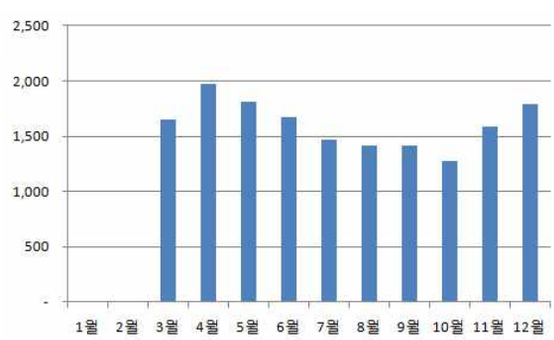
나. 전력수전현황

수전전압		22.9 (kV)
수전용량		7,600 (kVA)
계약종별		일반용(을) 고압A
Peak	2011년	1,670(kW)
평균수전역률	2011년	97(%)
변압기 용량	수배전용	3,000kVA*2대 / 1,500kVA*2대 / 600kVA*1대

다. 2011년 월별 전력 사용 현황

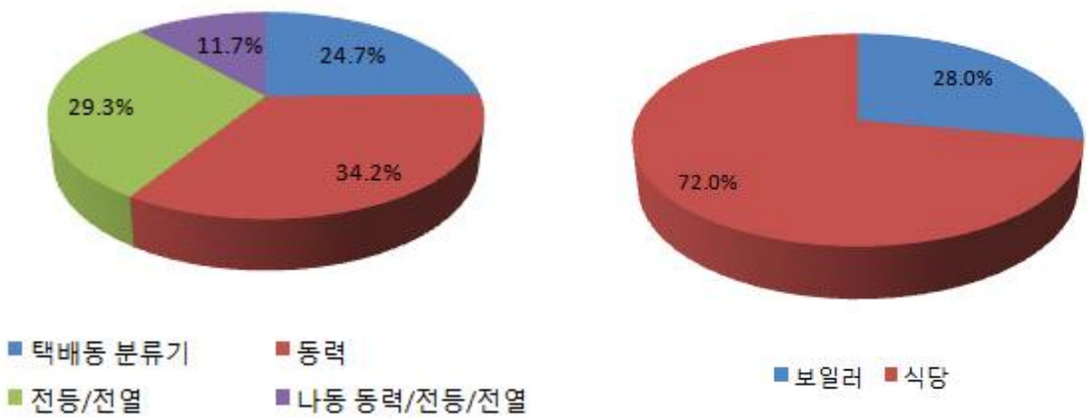


[그림 3-6] 2011년 사용량 및 최대수요전력(Peak)



[그림 3-7] 2011년 LNG 사용량(Nm3)

라. 에너지 사용 평형도



[전 력] [연 료]

[그림 3-8] 에너지 사용 평형도

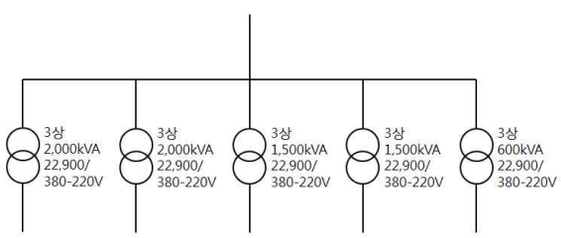
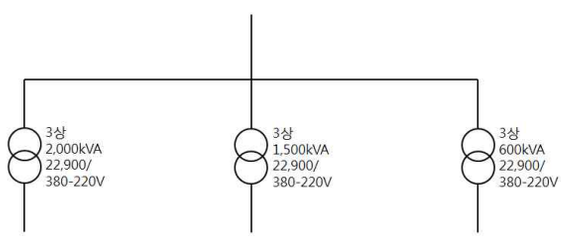
마. 진단 범위

○ 진단범위는 열 발생설비와 수배전 설비를 비롯하여 주요 전기 사용설비 및 열 사용설비를 대상으로 실시하였으며 다음 사항들에 대하여 중점적으로 실시하였음

- 에너지설비 현황 파악 : 에너지 사용량은 석유환산 1,575 toe로 이 중 전력이 99%인 1,555 toe, 연료가 1%인 20 toe로 에너지사용량 중 전력의 비율이 연료에 비해 매우 높음
- 전기 사용 실태 파악 및 연료 사용 실태 파악 : 수배전설비의 적정용량 판단, 역률관리 현황과 전력 사용 비중이 큰 이송설비(분류기, Pump, Fan), 유틸리티 설비(냉동기, 시스템에어컨), 조명설비 등에 대한 문제점 및 개선방안에 대하여 진단
- 전력 사용기기 및 열 발생, 사용기기의 운영 및 성능에 관한 검토 : 전기 부문에서 한국전력 계약전력 조정, T8 29W 형광램프 교체, 조명설비 점소등 관리 등의 절감방안을 도출

바. 개선방안 요약

개선안	한국전력 계약전력 조정
내용	○ 수전용량 적정성 검토 결과 수전용량이 과다한 것으로 판단되며 실제로 Peak를 기준으로 기본요금을 납부하지 않고 있다. 변압기 통폐합 후 한국전력 계약전력을 4.100(kW)로 조정한다.

개 선 전	개 선 후
	

효과산출	1) 기본요금 경감 ○ 연간 절감금액 = [개선전 기본요금 적용 Peak(kW) - 개선후 기본요금 적용 Peak(kW)] × 기본요금 단가(원/kW) × 12(월/년) 2) 변압기 무부하손 감소 ○ 연간 전력 절감량 = 전력 절감량(kW) × 가동시간(h/년) ○ 연간 절감금액 = 연간 전력 절감량(kWh/년) x 전력 단가(원/kWh)

절감량	10,696 (kWh/년)	절감액	55,308 (천원/년)
투자비	10,000 (천원)	회수기간	0.2 (년)

개선안	T8 29W로 형광램프 교체
내용	○ T8 32W 형광램프를 고효율 & 저전력형 조명등인 T8 29W 형광램프로 교체하여 전력을 감소시킴

개 선 전	개 선 후
T8 32W 형광램프 설치	T8 29W 형광램프 적용

효과산출	1) 적용기준 ○ 점등수량 : 877 × 2 + 8 = 1,762 (등) ○ 가동시간 : 8,760 (h/년) ○ 전력단가 : 86 (원/kWh) 2) 개선 효과 산출 ○ 연간 전력 절감량 = 등당 전력 절감량(kW) × 등수(개) × 가동시간(h/년) ○ 연간 절감금액 = 연간 전력 절감량(kWh/년) x 전력 단가(원/kWh)

절감량	46,305 (kWh/년)	절감액	3,982 (천원/년)
투자비	5,286 (천원)	회수기간	1.3 (년)

개선안	조명설비 점소등 관리
내용	○조명설비의 점소등 관리가 미흡하여 점심시간에도 대부분의 조명설비가 점등 상태이고, 작업이 없는 곳도 조명설비가 점등 상태로 있다. 효율적인 관리를 통해 불필요한 조명설비는 소등을 하면 전력 사용량을 점감할 수 있다.

개 선 전	개 선 후
	불필요한 조명설비 소등

효과산출	1) 적용기준 ○ 소등수량 : 32W 형광등 877 × 2 + 8 = 1,762 (등) 150W 무전극등 133 (등) 200W 무전극등 711 (등) ○ 소등시간 : 1.5(h/일) × 365(일/년) = 548 (h/년) ○ 전력단가 : 86 (원/kWh) 2) 개선 효과 산출 ○ 연간 전력 절감량 = 등당 전력 절감량(kW) × 등수(개) × 소등시간(h/년) ○ 연간 절감금액 = 연간 전력 절감량(kWh/년) x 전력 단가(원/kWh)

절감량	119,647 (kWh/년)	절감액	10,290 (천원/년)
투자비	15,000 (천원)	회수기간	1.5 (년)

제5절 소팅시스템이 구축된 3PL 택배,의약품 물류센터 진단 수행

가. 에너지 사용현황

구 분		단위	2011년		현재단가2)
			연간사용량	에너지비 (백만원)	
연 료	L P G	m3	11,436	25	2,500 원/㎥
	소 계	toe1)	28.4	-	
전 력	수 전	MWh	2,586	272	105.1 원/KWh
	소 계	toe	555.9	-	
합 계		-	584.3	297	

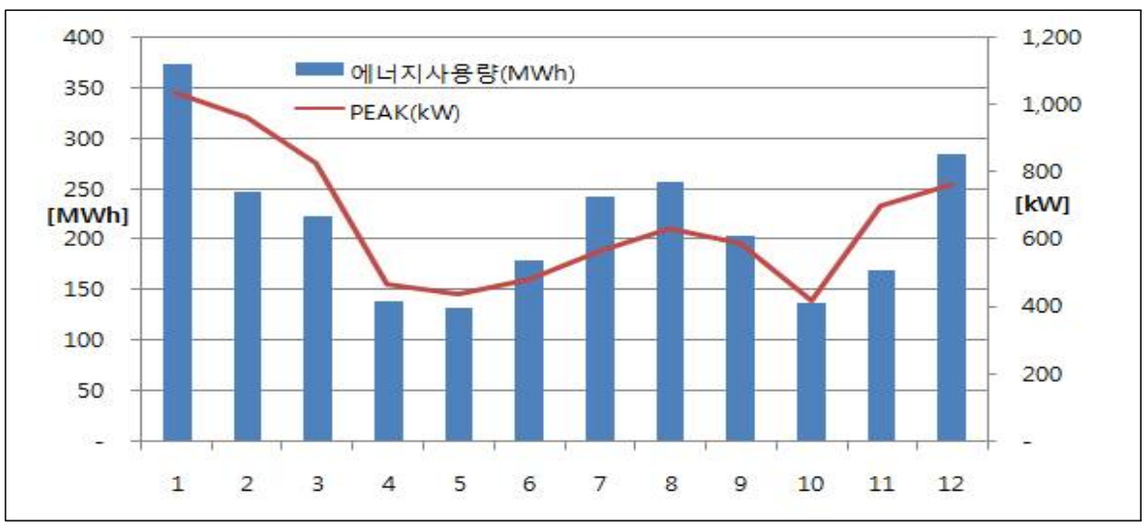
1) toe환산계수는 LPG (2.491), 전력(0.215) 적용.

2) 현재 에너지단가 : VAT 제외

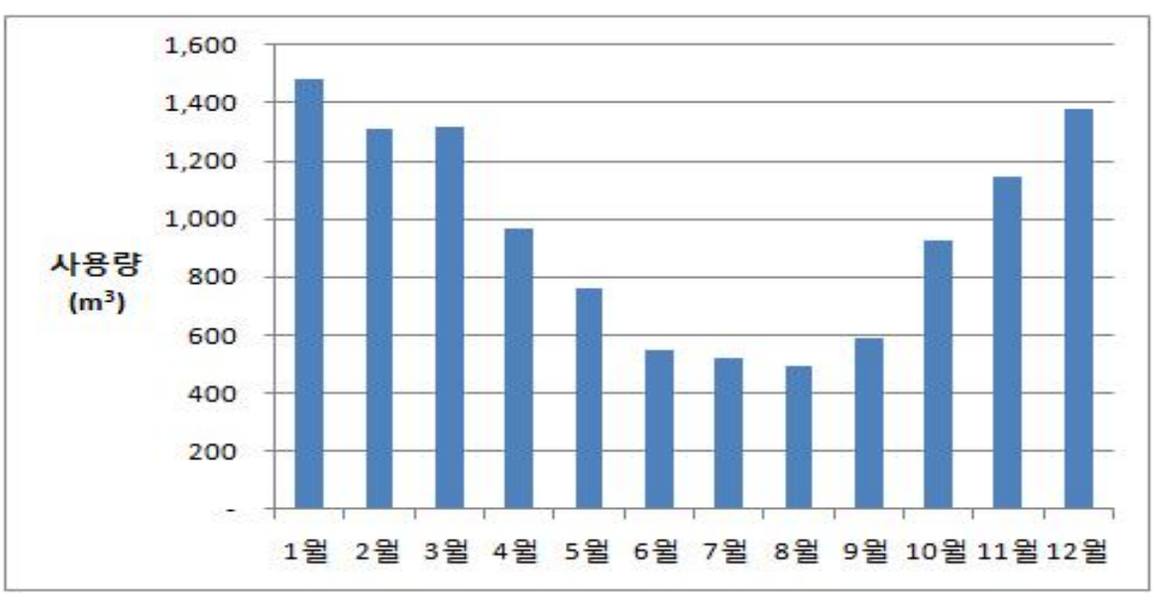
나. 전력수전현황

수전전압		22.9 (kV)
수전용량		2,400 (kVA)
계약종별		일반용 (을) 고압A II
Peak	2011년	1,036 (kW)
평균수전역률	2011년	99(%)
변압기 용량	수배전용	1,000kVA * 1대 600kVA * 1대 400kVA * 2대

다. 2011년 월별 전력 사용 현황

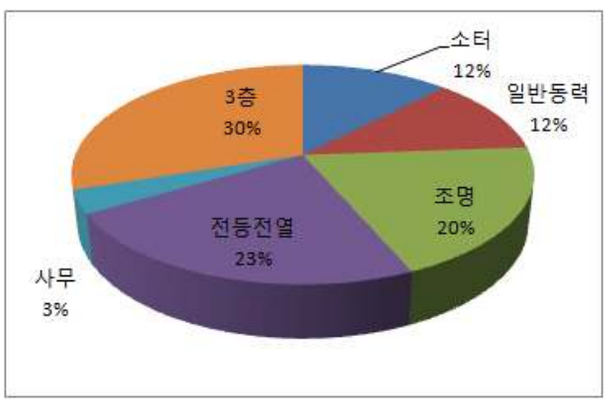


[그림 3-9] 2011년도 전력사용현황

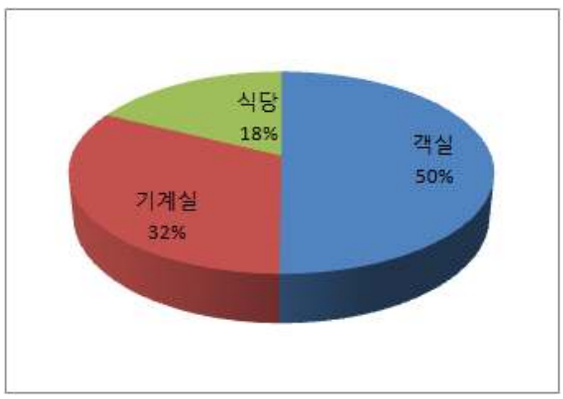


[그림 3-10] 2011년 연료 사용량

라. 에너지 사용 평형도



전 력(2011)



연 료

[그림 3-11] 에너지 사용 평형도

마. 진단 범위

○ 진단범위는 열발생 설비와 수배전 설비를 비롯하여 주요 전기 사용설비 및 열설비를 대상으로 실시하였으며 다음 사항들에 대하여 중점적으로 실시하였음

- 에너지설비 현황 파악 : 에너지 사용량은 석유환산 584.3 toe로 이 중 전력이 95%인 555.9 toe, 연료가 5%인 28.4 toe로 에너지사용량 중 전력의 비율이 연료에 비해 매우 높음
- 전기 및 연료 사용 실태 파악 : 전기부문에서는 수배전설비의 적정용량 판단, 역률관리 현황과 전력 사용 비중이 큰 조명설비, 공정설비(항온항습기), Sorter 설비 및 이송설비(Pump, Fan), 공기압축기 등에 대한 문제점 및 개선방안에 대하여 진단하였으며 열 및 기타부문에서는 기숙사 냉난방에 대한 개선방안을 제안
- 에너지 진단결과 개선방안 : 전기 부문에서는 공기압축기 토출압력 저하 및 흡입공기 온도 개선, 3F 창호 열손실 개선 등의 절감 방안을 도출하였으며, 열 및 기타 부문에서는 태양열 온수집열 시스템 도입을 통한 에너지절감 방안에 대해 검토하였음

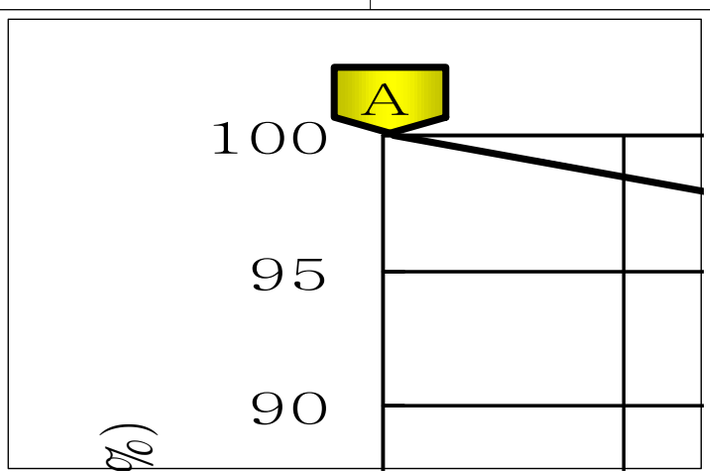
바. 개선방안 요약

대상설비	공기압축기

개선안	운전 압력 조정	
내용	○SOTER의 실린더 구동용 및 계장용으로 7~8kgf/cm2의 압축공기를 사용하고 있다. ○Air compressor 모두 공정에 관계없이 8.0bar로 공급하고 있으며, 공정중의 최대사용압력은 5.5bar인 것으로 분석되었다. ○공급압력을 사용압력과 비슷한 수준으로 압력을 낮추어 공급하여 공기압축기의 소비전력을 절감 할 수 있으므로, 공정설비에 이상이 없는 한 공급압력을 낮추어 압축공기를 공급한다.	
개선 전		개선 후
흡입공기 압력 : 8.0 kgf/cm2		흡입공기 압력 : 6.5 kgf/cm2
효과산출	○절전율 (ε) 개선전 공급압력 8.0(kgf/㎠)를 6.5(kgf/㎠)로 감압시 절전율 $Lad_1 \propto \left(\frac{8.0+1.0332}{1.0332}\right)^{\frac{0.4}{1.4}} - 1 = 0.858$ $Lad_2 \propto \left(\frac{6.5+1.0332}{1.0332}\right)^{\frac{0.4}{1.4}} - 1 = 0.764$ $\epsilon = \frac{0.858-0.764}{0.764} \times 100 = 10.9(\%)$ ○연간절감전력량 (kWh/년) = 연간소비전력량(kW) x 절감율 (%) = (7.5 x 3 x 3,600) x 0.109 = 8,829(kWh/년)	

절감량	8,829 (kWh/년)	절감액	928 (천원/년)
투자비	- (천원)	회수기간	즉시 (년)

대상설비	공기압축기

개선안	흡입 온도 개선	
내용	○SOTER의 실린더 구동용 및 계장용으로 7~8kgf/cm2의 압축공기를 사용하고 있다. ○현장에 설치된 공기 압축기는 공정용 Screw Type 3 대와 비상용 왕복동형 1 대로 현장의 압축공기 사용부하에 따라 공급하고 있다. ○Air comp는 두 개의 Room에서 관리되고 있으며, Aicomp'의 방열로 인한 실내온도 상승이 이루어 지고 있다.	
개선 전		개선 후
28℃기준(진단시 Air Comp급기 평균온도)		18℃기준(진단시 외부 온도평균)
효과산출	 ○ 절감율 (△t = 10 ℃ 적용) = { 1 - (T2 / T1)} x 100 = { 1 - (273 + 18) / (273 + 28)} x 100 = 3.30 % ○ 연간 전력절감량(kWh/년) = Comp'연간소비전력량(kWh/년) x 절감율(%) = 81,000 x 0.033 = 2,673 (kWh/년)	

절감량	2,673 (kWh/년)	절감액	283 (천원/년)
투자비	1,000 (천원)	회수기간	3.5 (년)

대상설비	조명

개선안	고효율조명 교체
내용	ㅇ공정 및 외곽에 메탈할라이드등을 주요 광원으로 하고 으며 사무실 및 기타 공간에는 형광등을 주요 광원으로 사용하고 있다. ㅇ전력손실이 많고 부하율이 높은 MH250, MH400등을 고효율제품으로 교체한다. MH등은 주로 공정내 조명으로 활용되며, 주간에도 가동되는 곳이 많아 가동율이 높으므로 다 른광원에 비하여 교체시 경제적인 효과가 클 것으로 예상된다. ㅇ기존 MH등의 가동율이 높으므로 MH대비 수명이 10배 이상되는 무전극등으로 교체하여 운영하면 경제적일 것으로 판단된다.

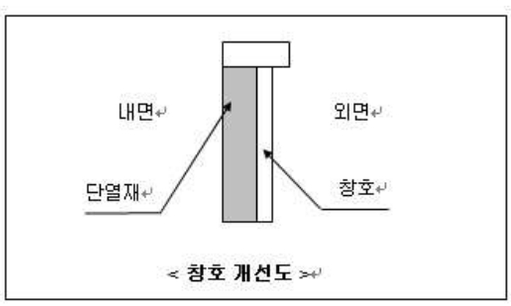
개선 전	개선 후

효과산출

항 목	단위	메탈할라이드등		무전극등	
용량(kVA)	W	250	400	150	200
수량(EA)	EA	173	8	173	8
등당소비전력 (안정기포함)	W	284	450	150	200
가동시간	h/년	4,500	4,500	4,500	4,500
점등율	%	70	70	70	70
연간소비전력	kWh/년	154,766	11,340	81,743	5,040

절감량	96,321 (kWh/년)	절감액	10,123 (천원/년)
투자비	81,450 (천원)	회수기간	8.1 (년)

대상설비	3F 창호

개선안	열손실 개선	
내용	○ 창고 내부에서는 자연채광이 어느정도 가능하지만, 근무시간 동안 모든 조명을 켜고 사용한다. 3층은 특성상 실내온도를 25±2 ℃로 유지해야 하므로, 수시로 냉난방기가 가동되고 있으며, 이에 따라 창호로부터의 열손실이 발생되고 있다. ○ 3층 창고에서의 창호를 통한 열손실을 억제하기 위하여 단열재를 내부에 부착한다.	
개선 전		개선 후
		
효과산출	○ 개선전 창호 전열저항(R1) : 0.357㎡h℃/kcal, 열관류율(K1) : 2.80 kcal/㎡h℃ ○ 창호 개선시 열관류율(K) 변화 R2 (전열저항) = 0.357(R1) + [0.05 / 0.035] (R12) = 1.786 ㎡h℃/kcal ○ 회수가능열량 = 면적(㎡) × 개선전후열관류율차(kcal/㎡h℃) × 난방도일(℃일/년) ×난방시간(h/일) × 가동율(%) ○ 연료절감량 = 회수가능열량(kcal/년) ÷ {환산계수(kWh/kcal) × 냉난방기 효율(%)}	

절감량	126,870 (kWh/년)	절감액	13,334 (천원/년)
투자비	63,000 (천원)	회수기간	4.7 (년)

제6절 일반 물류센터 진단 수행

가. 에너지 사용현황

구 분		단위	2012년		현재단가2)
			연간사용량	에너지비 (백만원)	
연 료	L N G	천m3	-	-	-
	소 계	toe1)	-		
전 력	수 전	MWh	1,349	135	100.0
	소 계	toe	290		
합 계		toe	290	135	

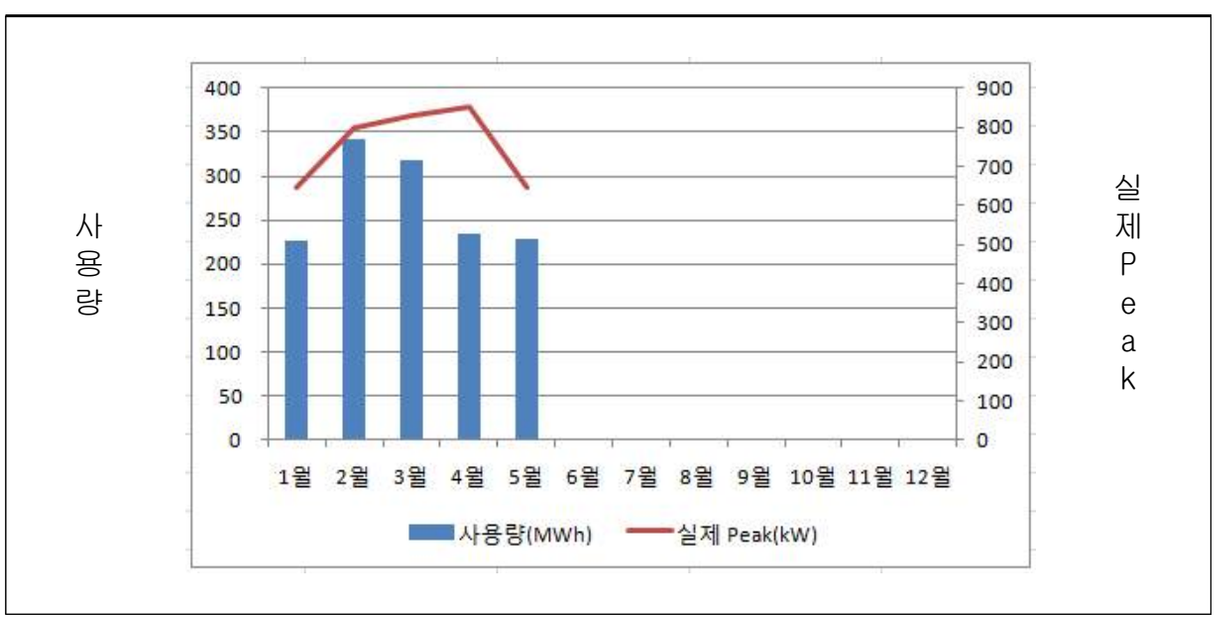
1) toe환산계수는 LNG (1.055), 전력(0.215) 적용
2) 현재 에너지단가는 VAT 제외
3) 1월 ~ 5월 사용량임

나. 전력수전현황

수전전압		22.9 (kV)
수전용량		2,000 (kVA)
계약종별		일반용(을) 고압A 선택Ⅱ
Peak	2012년	850 (kW)
평균수전역률	2012년	99 (%)
변압기 용량	수배전용	1,000kVA * 2대

다. 2012년 월별 전력 사용 현황

구분	실제 Peak(kW)	기본요금 적용 Peak(kW)	사용량 (MWh)	전력비용(천원)		역률 (%)
				기본요금	사용금액	
1월	646	646	227	4,800	20,994	100
2월	799	799	341	5,937	31,319	100
3월	830	830	318	6,167	21,452	100
4월	850	850	234	6,315	16,213	100
5월	648	799	229	5,937	15,816	95
합계			1,349	29,156	105,794	



[2012년 사용량 및 최대수요전력(Peak)]

라. 에너지 사용 평형도

총 사용량	1,349 MWh
	100 %

지하층 전등/전열	303.9	MWh
	22.5	%
1층 전등/전열	449.9	MWh
	33.3	%
2층 전등/전열	188.4	MWh
	14.0	%
3층 전등/전열	130.7	MWh
	9.7	%
사무실	72.1	MWh
	5.3	%
충전기	26.3	MWh
	2.0	%
컨베이어	9.4	MWh
	0.7	%
4층 항온항습	114.0	MWh
	8.4	%
삼성 냉난방	15.5	MWh
	1.1	%
식당동	33.9	MWh
	2.5	%
화물 E/L	5.2	MWh
	0.4	%

마. 진단 범위

○ 대상 물류 센터는 3층을 제외하면 300일 조업을 하는 사업장으로 진단범위는 수배전설비를 비롯하여 주요 전기 사용설비를 대상으로 실시하였으며 다음 사항들에 대하여 중점적으로 실시하였음

1) 에너지설비 현황 파악

2) 전기 사용 실태 파악

3) 전력 사용기기의 운영 및 성능에 관한 검토

4) 신재생 에너지 적용방안 검토

○ 에너지 진단결과 개선방안으로는 T8 29W 형광램프 교체, 무전극램프 교체, 화장실 자동절전장치 설치, 복도 조명설비 1등만 점등, 실외기 차광막 설치 등의 절감 방안을 도출하였음

바. 개선방안 요약

개선안	T8 29W 형광램프 교체
내용	설치되어 있는 T8 32W 형광램프를 고효율 & 저전력형 조명등인 T8 29W 형광램프로 교체하여 전력을 감소시킴

개 선 전	개 선 후
T8 32W 형광램프 설치	T8 29W 형광램프 적용

효과산출	1) 적용기준 ○ 점등수량 : 2,430 × 2 + 459 × 2 = 5,778 (등) ○ 가동시간 : 2,430 (대) - 7,200 (h/년) 459 (대) - 2,640 (h/년) ○ 전력단가 : 100 (원/kWh) 2) 개선 효과 산출 ○ 연간 전력 절감량 = 등당 전력 절감량(kW) × 등수(개) × 가동시간(h/년) ○ 연간 절감금액 = 연간 전력 절감량(kWh/년) x 전력 단가(원/kWh)

절감량	112,247 (kWh/년)	절감액	11,225 (천원/년)
투자비	17,334 (천원)	회수기간	1.5 (년)

개선안	무전극램프 교체
내용	설치되어 있는 메탈할라이드등(250W)을 저전력을 소비하는 무전극등(150W)으로 교체하여 전력을 감소시킴

개 선 전	개 선 후
250W 메탈할라이드등 설치	150W 무전극등 적용

효과산출	1) 적용기준 ○ 메탈할라이드 250W 소비전력 : 250 + 38(안정기 소모) = 288 (W) ○ 무전극 150W 소비전력 : 150 (W) ○ 등수 : 1,045 (등) ○ 가동시간 : 7,200 (h/년) ○ 전력단가 : 100 (원/kWh) 2) 개선 효과 산출 ○ 연간 전력 절감량 = 등당 전력 절감량(kW) × 등수(개) × 가동시간(h/년) ○ 연간 절감금액 = 연간 전력 절감량(kWh/년) x 전력 단가(원/kWh)

절감량	1,038,312 (kWh/년)	절감액	103,831 (천원/년)
투자비	365,750 (천원)	회수기간	3.5 (년)

개선안	화장실 자동절전장치 설치
내용	현재 사람이 없을 때에도 상시 점등되어 있는 화장실 조명설비를 감지 센서를 이용하여 점소등하는 자동절전장치를 설치하여 전력을 절감함

개 선 전	개 선 후
화장실 조명설비 상시 점등	감지 센서를 이용한 카운터 시스템으로 사람이 없을 때에는 소등

효과산출	1) 적용기준 ○ 등수 : 232 (등) ○ 가동시간 : 202 (등) - 7,200 (h/년) 30 (등) - 2,640 (h/년) ○ 절감율 : 80 (%) ○ 전력단가 : 100 (원/kWh) 2) 개선 효과 산출 ○ 연간 전력 절감량 = 등당 소비전력(kW) × 등수(개) × 가동시간(h/년) × 절감율(%) ○ 연간 절감금액 = 연간 전력 절감량(kWh/년) x 전력 단가(원/kWh)

절감량	24,538 (kWh/년)	절감액	2,454 (천원/년)
투자비	3,000 (천원)	회수기간	1.2 (년)

개선안	복도 조명설비 1등만 점등
내용	KS 조도기준에 비해 불필요하게 조도가 높은 복도 조명설비를 1등만 점등시켜 전력을 절감함

개 선 전	개 선 후
32W 2등용 형광등 설치 측정조도 : 400(lx) 이상	1등을 철거하고 1등만 점등

효과산출	
	1) 적용기준 ○ 등수 : 126 × 2 = 252 (등) ○ 가동시간 : 2,640 (h/년) ○ 절감율 : 50 (%) ○ 전력단가 : 100 (원/kWh) 2) 개선 효과 산출 ○ 연간 전력 절감량 = 등당 소비전력(kW) × 등수(개) × 가동시간(h/년) × 절감율(%) ○ 연간 절감금액 = 연간 전력 절감량(kWh/년) x 전력 단가(원/kWh)

절감량	10,644 (kWh/년)	절감액	1,064 (천원/년)
투자비	252 (천원)	회수기간	0.2 (년)

개선안	실외기 차광막 설치
내용	직사광선의 영향으로 실외기(Compressor)의 응축 성능이 저하되어 소비전력을 증가시키는 원인이 되고 있으므로 차광막을 설치하여 하절기 전력소비를 경감시킬 수 있다.

개 선 전	개 선 후

효과산출	1) 적용기준 ○ 차광막 설치로 인한 예상 절감률 : 5 (%) ○ 실외기 Compressor 기준 총소비전력 : 93.48 (kW) ○ 실제 소비전력(총소비전력의 80% 적용) : 74.78 (kW) ○ 하절기 가동시간 : 1,170 (h/년) ○ 전력단가 : 100 (원/kWh) 2) 개선 효과 산출 ○ 예상 절감전력 = 실제 소비전력(kWh) × 절감율(%) ○ 절감금액 = 절감전력량(kWh/년) × 전력단가(원/kWh)

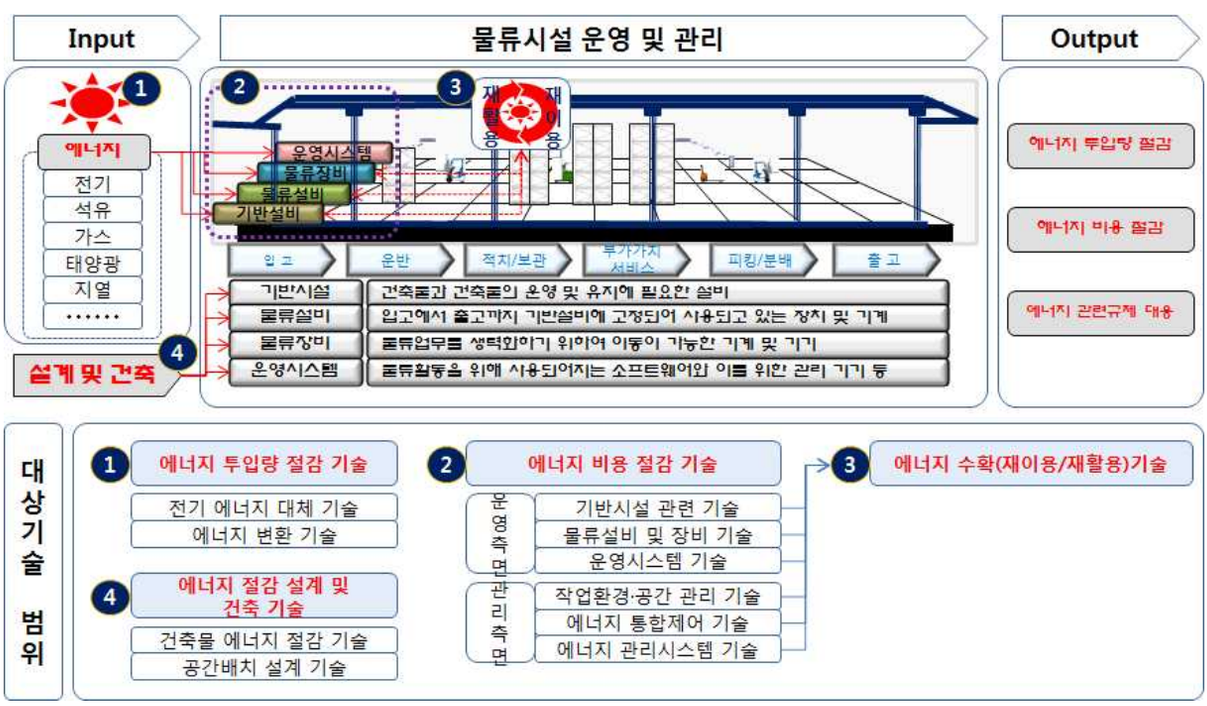
절감량	4,375 (kWh/년)	절감액	437 (천원/년)
투자비	1,000 (천원)	회수기간	2.3 (년)

제4장 물류시설 에너지 절감 대상기술 동향분석

제1절 물류시설 에너지 절감 대상 기술 도출

가. 물류시설의 에너지 절감 대상기술 도출

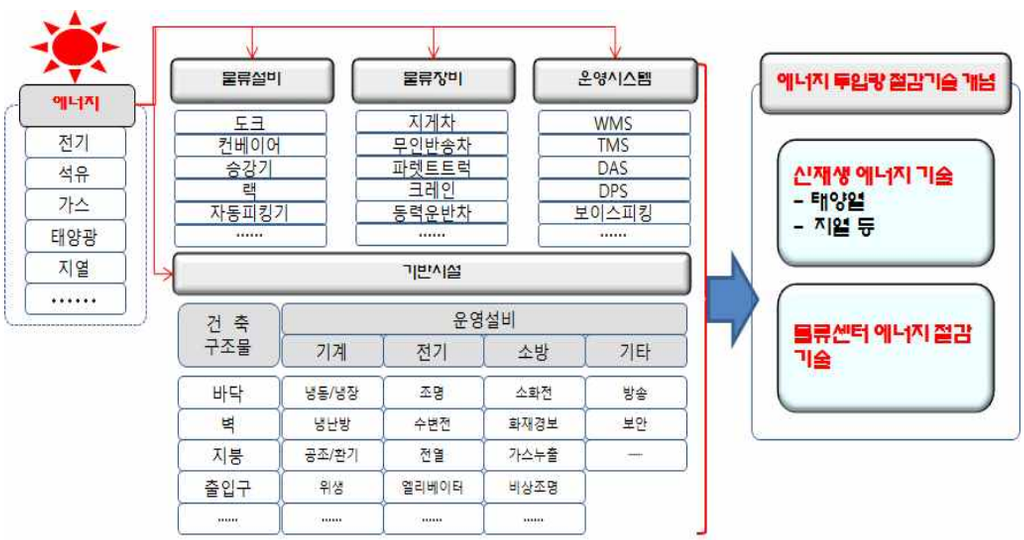
○ 물류시설은 물류센터의 운영과 유지에 필요한 기반시설과 물류활동을 수행하기 위해 필요한 물류설비 및 물류장비 그리고 운영시스템으로 구성되며, 이의 에너지원은 다양하게 있을 수 있으나 현재 국내 물류시설의 대표적인 에너지원은 전기임



[그림 4-1] 에너지 절감형 물류시설 대상기술

○ 따라서 물류시설의 에너지 절감기술이란 에너지 투입량을 절감하거나 에너지 비용을 절감하는 기술이라 할 수 있으며, 이에 따른 기술로는 에너지 투입량 절감기술, 에너지 비용 절감기술, 에너지 수확(재이용/재활용)기술 및 에너지 절감설계 및 건축기술로 구분할 수 있음

○ 물류시설에서 사용하는 에너지 사용량을 절감하는 기술인 에너지 투입량 절감기술에는 기존 사용하고 있는 에너지를 대체할 수 있는 에너지 기술(신재생에너지)과 사용량을 절감할 수 있는 기술로 구분할 수 있음



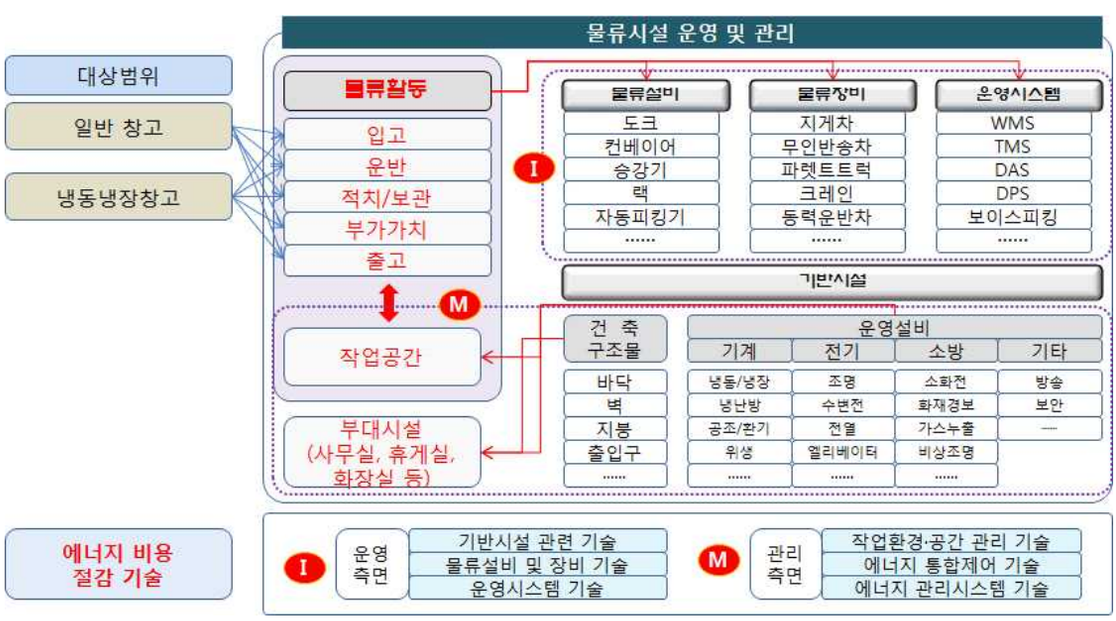
[그림 4-2] 투입에너지와 물류센터 인프라와의 관계 분석

○ 본 기획연구에서 184개의 물류센터를 대상으로 에너지 현황을 조사한 결과 전기 외에 이용하고 있는 에너지는 경유(37.5%), LPG(3.8%), 난방유(19%)로 조사되었으며 이중 경유와 LPG는 지게차용으로 사용되고 있음

○ 에너지 투입량 절감기술에 있어서 새로운 신재생에너지 기술개발은 지식경제부에서 추진하고 있으며, 관련 기술의 응용 및 적용기술은 에너지 비용 절감기술, 에너지 수확기술, 에너지 절감 설계 및 건축기술에 포함하여 추진할 수 있음

[그림 4-3] 국내 물류시설 이용 에너지 사용량 분석

○ 에너지 비용 절감기술에는 운영측면에서 기반시설 관련기술과 물류설비 및 장비기술, 운영시스템 기술을 들 수 있으며, 관리측면에서는 작업환경·공간관리기술, 에너지 통합제어 기술, 에너지 관리시스템 기술 등을 들 수 있음

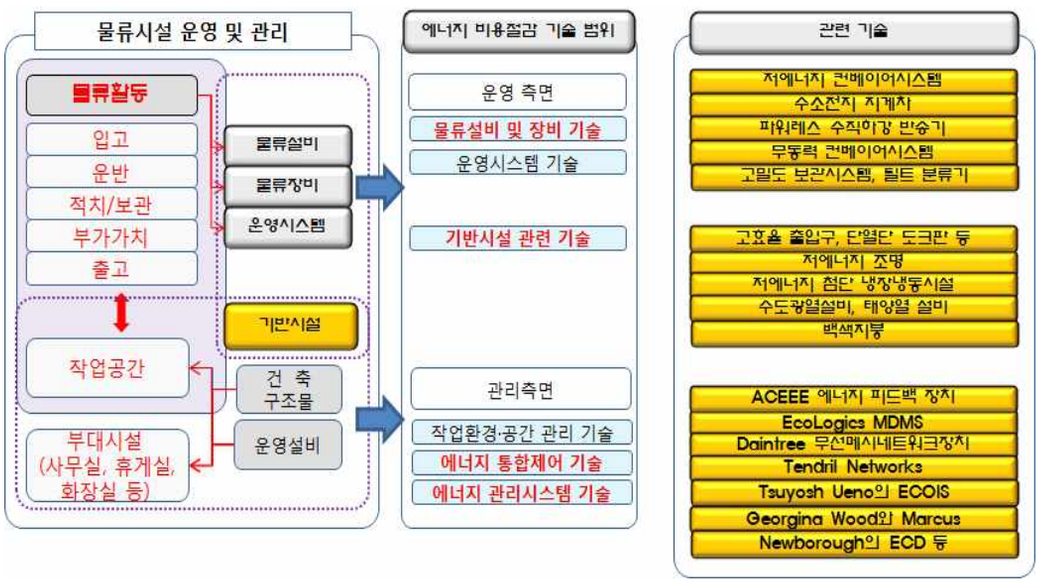


[그림 4-4] 에너지 비용 절감을 위한 기술관계

○ 국내 물류시설에서 에너지 절감을 위해 도입한 기술 및 시설은 다수가 '없음(71.2%)'으로 조사되었으며, 도입한 기술 및 시설은 'Air Curtain(14.7%)','고효율냉각방식

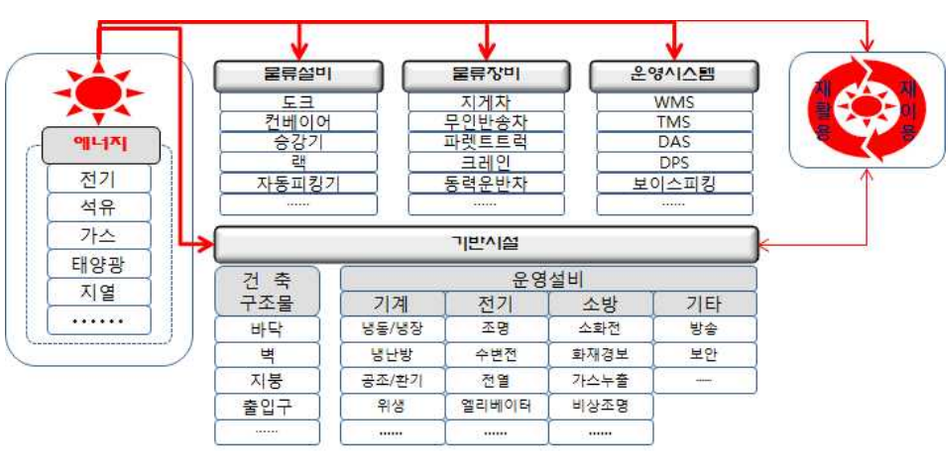
(11.4%)','고효율단열재(2.2%)' 순으로 분석됨

○ 물류시설 에너지 비용 절감에 대한 국내 기술 조사 및 개발은 미미한 실정이며, 본 기획과제에서 에너지 절감기술은 최신 해외관련 기술분석과 전문가 자문을 통해 대상과제를 도출하고자 함



[그림 4-5] 에너지비용 절감 대상기술 도출

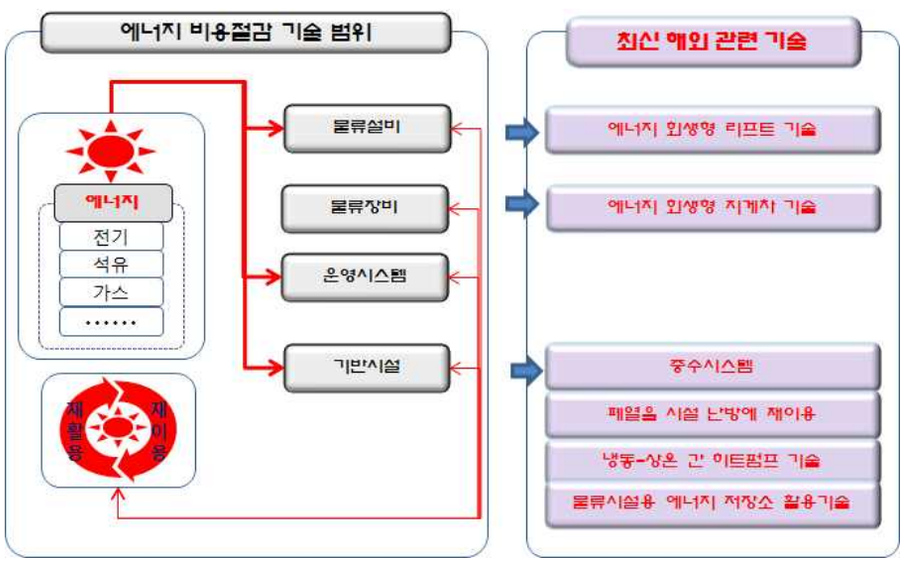
○ 에너지 수확(재이용/재활용) 기술은 물류센터의 에너지 운영 및 관리에 사용되는 에너지를 수확(재이용/재활용)하는 기술로 에너지 비용절감기술과 연계되는 기술임



[그림 4-6] 물류시설 에너지 수확기술의 범위 및 개념

○ 물류시설에서 사용되고 있는 물류설비 및 장비에 대한 에너지 수확기술은 선진 국가에서도 초기 도입단계이고, 기반시설 측면에서 국내외에서 활용하고 있음

○ 에너지 수확기술의 기술조사 및 분석한 결과 이들 기술을 통해 종국에는 에너지 투입비용을 절감하는 것이므로 본 기획연구에서는 에너지 수확기술을 별도로 구분하기 보다는 에너지비용 절감기술에 포함하여 개발기술을 제시하고자 함

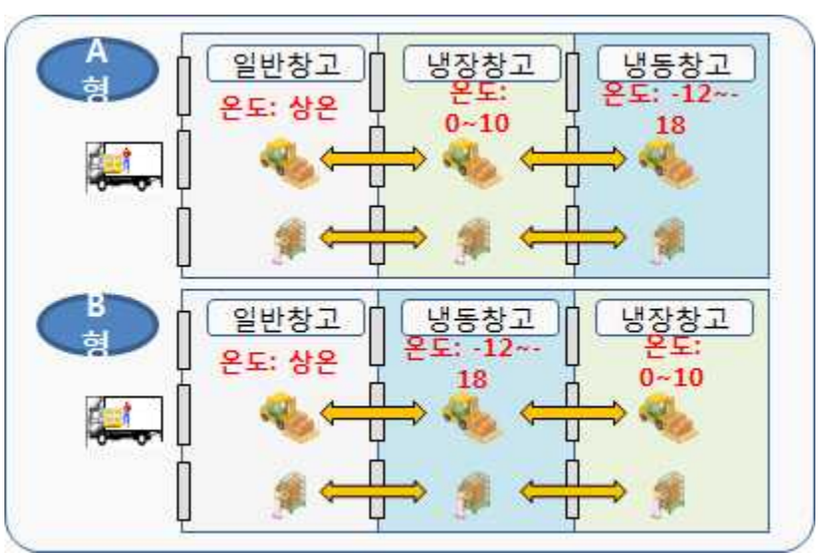


[그림 4-7] 에너지 수확 대상기술 범위

○ 에너지 절감설계 및 건축기술은 물류센터 설계 및 건축시 유지 및 관리비용을 절감할 수 있는 기술과 물류센터의 공간배치를 효율적으로 함으로써 물류센터 관리비용을 절감하고 쾌적한 작업환경을 제공하는 기술임

[표 4-1] 제로에너지 건축의 핵심기술

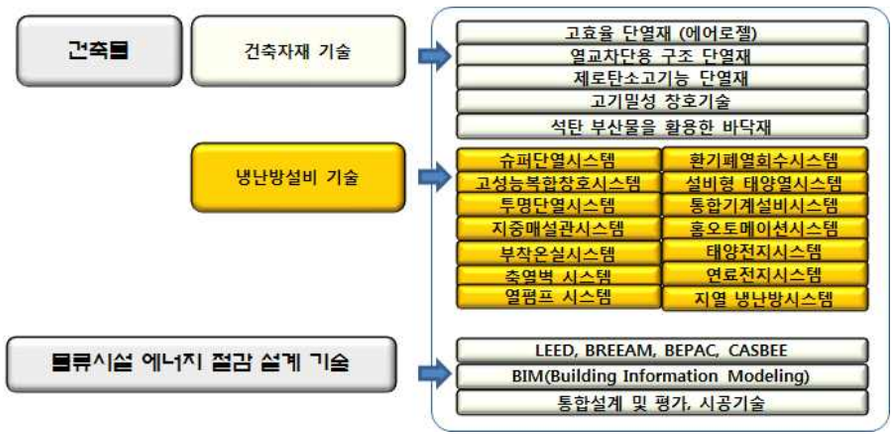
난방	급탕	냉방	전기
통합설계 및 평가, 시공기술			
슈퍼단열시스템 고성능복합창호시스템 투명단열시스템 지중매설관시스템 부착온실시스템 축열벽시스템 환기폐열회수시스템 설비형태양열시스템 통합기계설비시스템 홈오토메이션시스템 연료전지시스템	설비형태양열시스템 투명단열시스템 통합기계설비시스템 연료전지시스템	슈퍼단열시스템 고성능복합창호시스템 지중매설관시스템 환기폐열회수시스템 통합기계설비시스템 홈오토메이션시스템 태양전지시스템 연료전지시스템	고효율조명 및 전기기기 홈오토메이션시스템 태양전지시스템 연료전지시스템
100%에너지자립 주택			



[그림 4-8] 에너지 절감 설계 예시

○ 물류시설의 에너지 절감을 위한 설계 및 건축기술은 현재 주택, 공장, 빌딩 등에서 도입되고 있으나, 물류시설에 대한 기술도입은 초기 도입단계임

○ 특히 국내 물류시설에서는 에너지 절감을 위한 설계 및 건축 보다는 전체 공사비용을 줄이는 추세이기 때문에 관련 기술 및 연구는 미미한 실정임

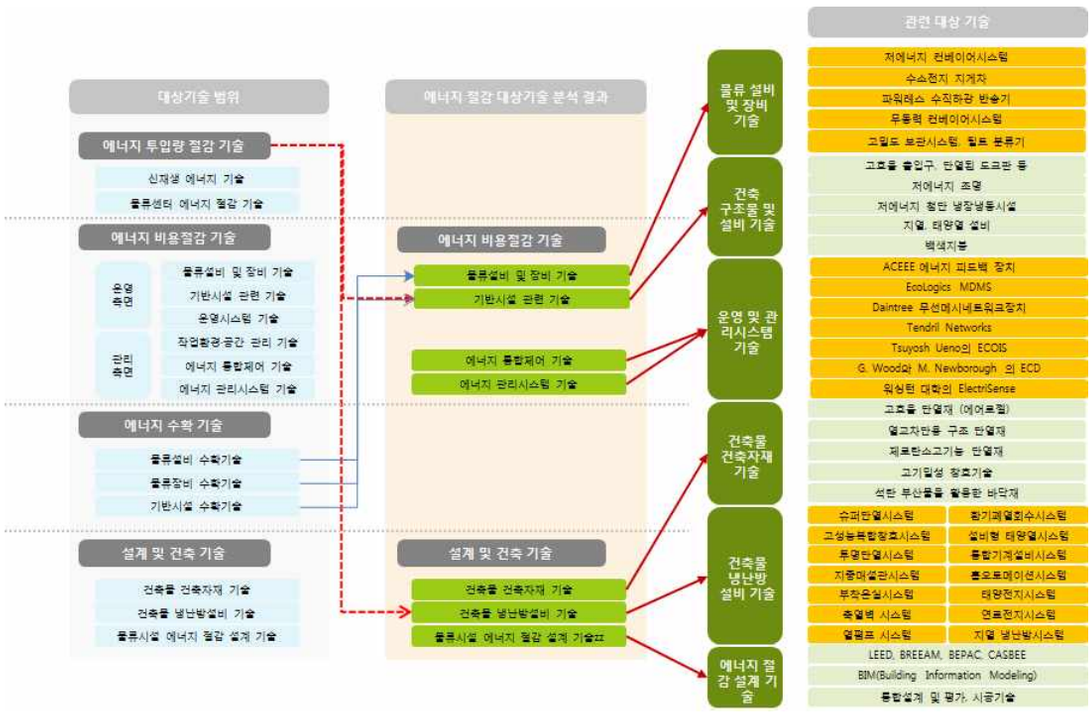


[그림 4-9] 에너지 비용 절감을 위한 관련기술

○ 이상의 검토를 종합해보면 에너지 투입량 절감기술의 신재생에너지기술 응용과 물류센터의 에너지 절감기술은 물류센터의 기반기술과 건축물의 냉난방설비기술에 관련되어 있으므로 이는 해당 기술항목에 포함할 수 있고, 에너지 수확기술 역시 종국에는 에너지 비용을 절감하는 기술이기 때문에 이도 에너지 비용 절감기술에 포함할 수 있음

○ 에너지 절감 대상기술은 크게 에너지 비용절감 기술과 설계 및 건축기술로 양분되며, 에너지 비용절감 기술은 물류설비 및 장비기술, 건축 구조물 및 설비기술, 운영 및 관리시스템기술로 세분되며, 설계 및 건축기술은 건축물 건축자재기술, 건축물 냉난방 설비기술, 에너지 절감 설계기술로 세분됨

○ 각 세부기술에 관련되는 대상기술은 다음의 표에서 보는 바와 같음



[그림 4-10] 물류시설 에너지 절감 대상기술

○ 위 각 세부기술별 관련기술을 검토한 결과 물류설비 및 장비기술분야와 건축구조물 및 설비기술분야, 운영 및 관리시스템기술분야, 에너지절감 설계기술분야에서 물류시설의 에너지 절감 기술개발 아이템이 도출됨

○ 1차 도출된 기술개발 아이템과 이후 전문가들의 추가적인 아이디어와 현장조사시 개선 및 추가적인 기술개발 항목 등을 추가하여 최종적으로 다음과 같은 기술과제를 제안함

[표 4-2] 제안과제별 기술개발 목표

세부	제안주제명	기술개발목표
물류센터 고효율 온도관리 기술	고효율 입출고 도크 온도관리 설비 기술	- 물류시설 유형별 도크설비(도크씰, 도크쉘터) 설계 기술 - 물류시설 작업환경을 고려한 외부공기 차단막 설계/시공 기술 - 도크설비 기밀성, 완충성 및 안전 장치 기술 - 외부동기 차단막의 제작기술(재질, 두께 등)
	물류센터의 온·습도관리 팬 시스템 기술	- 물류시설 대류 특성 분석 및 팬 모듈 설계 - 프로토타입 제작 및 성능 검증 시험 - 실규모 시제품 제작 및 테스트베드 구축
에너지 고효율 물류기기 및 설비기술	에너지 고효율 물류기기 기술개발(자체구동롤러, 수평컨베이어, 자동슬라이딩랙)	- 자체구동롤러 하드웨어(컨베이어롤러, 드림모터 및 아이들러 폴리 등)와 소프트웨어(24V DC구동장치, Roller Drive 및 드림모터용 컨트롤러) 개발 - 에너지 절감 수평컨베이어 하드웨어/소프트웨어 기술 - 에너지 절감 자동슬라이딩랙 하드웨어/소프트웨어 기술
물류활동 기반 능동적 에너지 제어 및 관리기술	에너지 사용량 예측·평가를 위한 물류인프라 능동적 에너지 제어 및 관리기술	- 물류시설의 에너지 사용량 산정 방법론 개발 - 물류활동기반의 에너지 비상 대응 제어 관리 기술 개발 - 에너지 운영정보 모니터링 기술, 설비 운영정보 분석 기술, 에너지 정보 분석 기술 - 물류센터 유형별 에너지등급 기준 개발 및 세부 평가기준 개발 - 연중 변화하는 기상조건과 물류시설의 물류적인 특성, 이용 현황의 통합적 모델링 기술 - 에너지 소비절감 기술 도입시 예상할 수 있는 물류시설의 에너지 성능, 소비량, 비용효과의 객관적, 정량적 기술
에너지 절감 기술의 현장 적용보급	에너지 절감을 위한 물류센터에의 에너지 신기술 적용성 검토	- 에너지절감 신기술의 물류센터 적용성 검토
	에너지 절감 기술의 현장 적용 및 보급	- 테스트베드 물류시설로 활용가능한 기업 및 공간 분석 - 기술별 테스트베드 기술 분석 - 테스트베드 적용 기술 통합 내지 부분 통합 제어 기술 분석

나. 물류시설의 구성요소별 에너지 사용량 추정

○ 물류시설은 물류센터를 구성하는 기반시설과 물류설비 및 물류장비로 구분할 수 있음

○ 물류센터를 구성하는 기반시설에는 바닥, 천정, 벽체 등의 건축구조물과 기계설비(냉동/냉장, 냉난방, 공조/환기, 위생 등), 전기설비(조명, 수변전, 전열, 엘리베이터 등), 방재(소방)설비(소화전, 화재경보, 비상조명 등) 등으로 구성됨

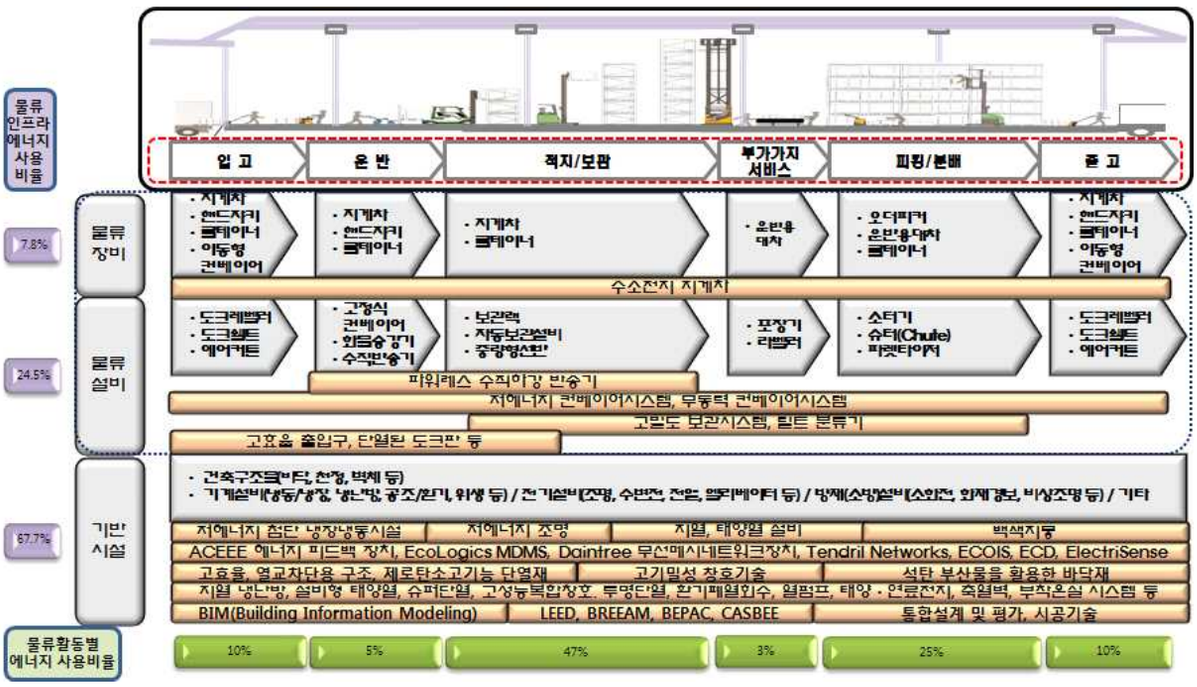
○ 물류센터내에 물류활동을 위한 물류설비로는 도크레벨러, 도크쉘터, 에어커튼, 컨베이너, 화물승강기, 수직반송기, 보관랙, 포장기, 소터기, 파렛타이저 등의 설비가 갖춰짐

○ 또한 물류센터내에서 사용되는 물류장비는 지게차, 이동형 컨베이어, 오더피커, 핸드자키 등의 장비가 사용되고 있음

○ 본 기획과제에서 물류센터에 대한 설문조사를 통해 조사, 분석된 물류센터의 에너지 사용비율을 살펴보면 물류센터를 구성하는 기반시설에서 전체 사용에너지의 67.7%를 사용하고 있는 것으로 분석되었으며, 그 다음으로 물류설비가 24.5%의 에너지를 사용하고 있고 물류장비가 사용하는 에너지 비율은 7.8%에 불과한 것으로 분석되었음

○ 물류활동별로는 적치/보관과 피킹/분배에서 47%와 25%의 에너지를 사용하고 있는 것으로 분석됨

○ 이상의 에너지 사용비율을 살펴보면 물류시설에서 에너지 절감 대상 분야는 기반시설이 주가 될 것으로 분석되며, 상대적으로 물류설비 및 물류장비 분야에서의 에너지 절감 기술은 적을 것으로 분석됨



[그림 4-11] 물류시설의 구성요소별 에너지 사용량 추정도

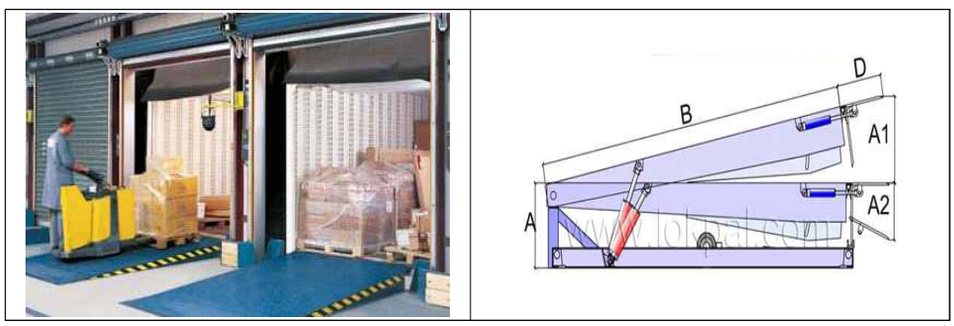
제2절 관련기술 개발동향

가. 국외 기술개발 동향

(1) 물류센터 고효율 온도관리 기술

○ 고효율 입출고 도크 온도관리 설비 기술

- 물류센터의 Dockging system은 Dock leveler, Dock Seal & Shelter, Wheel risers, Truck leveler로 구성됨
- Dock leveler : 다양한 트럭 적재함 높이에도 화물을 적재한 지게차가 자유로이 입출할수 있도록 함



[그림 4-12] Dock leveler

- Dock Seal & Shelter : Dock을 통해 물품을 반입, 반출시 차량과 Dock open부의 기밀성을 유지하기 위해 고려하며, seal, shelter가 포괄적으로 사용되는 경우도 있으나 통상 Dock Seal, Dock Shelter는 다음과 같이 구분할 수 있음

① Dock Seal 적용

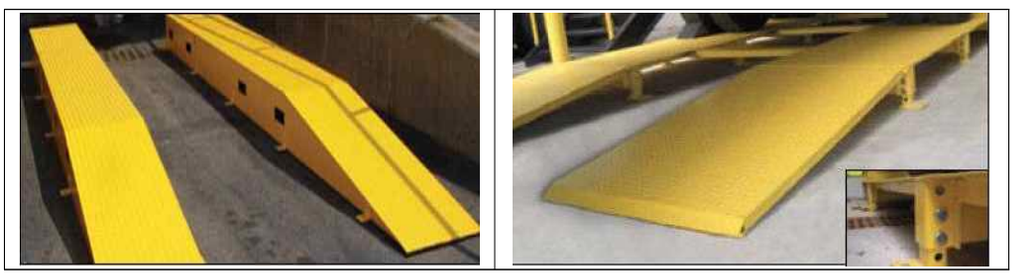
- 일정한 크기의 운반차량이 운행하는 Loading Dock에 설치용이
- 외형 및 기능이 단순하지만 시공 및 사후관리가 용이

② Dock Shelter 적용

- Dock seal보다 높은 위생과 기밀성이 요구되는 장소에 설치
- 운반차량의 크기가 일정하지 않은 경우에 적용가능, Dock seal보다 고가

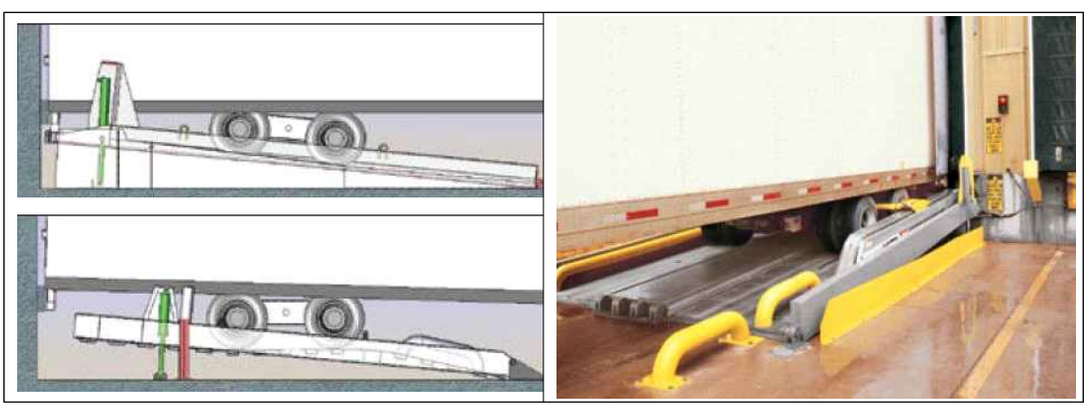
[그림 4-13] Dock Seal과 Dock Shelter

- Wheel risers : 차량의 물품 반입/반출부와 Dock의 높이를 보다 정확하게 조절할 수 있음



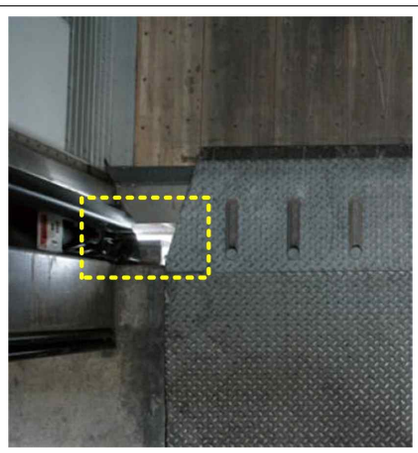
[그림 4-14] Wheel riser

- Truck leveler : Dock 높이로 트럭의 적재부의 높이를 조절할 수 있도록 함



[그림 4-15] Truck leveler

- Docking system의 에너지 손실 : 도크설비와 차량의 접속부는 기밀성이 저하되어 냉동/냉장 물류창고의 경우 내/외부 기류 유출입에 따른 에너지 손실이 발생하게 됨

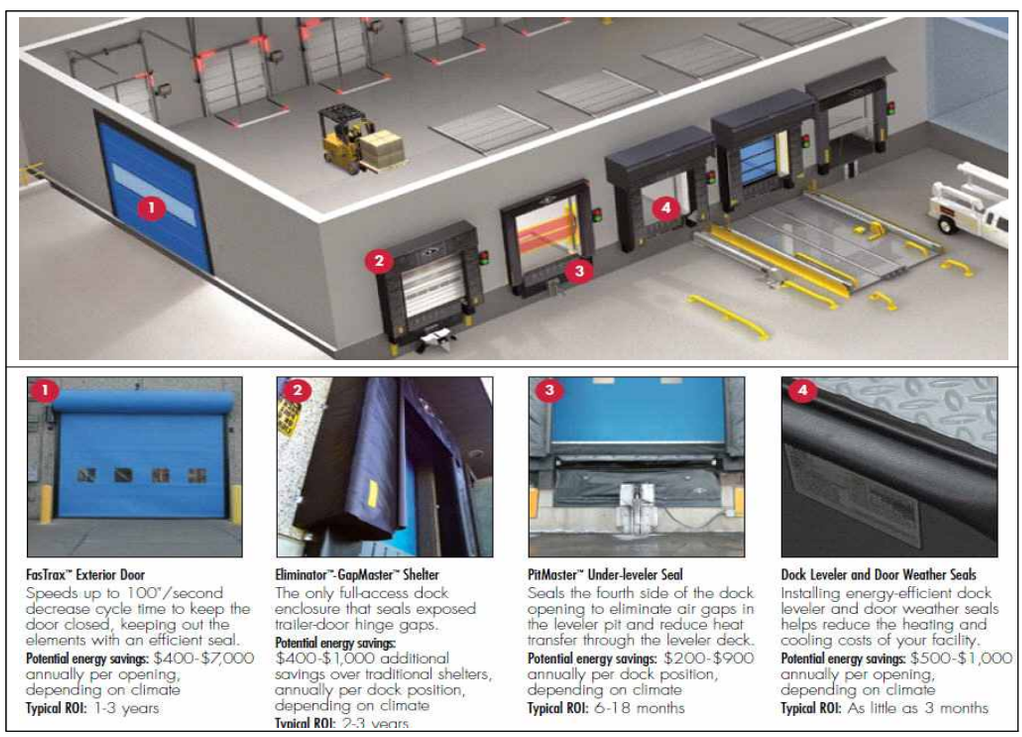
에너지 손실 - 플랫폼과 차량 접속공간	에너지 손실 - leveler 연결부
	

[그림 4-16] Docking system의 에너지 손실

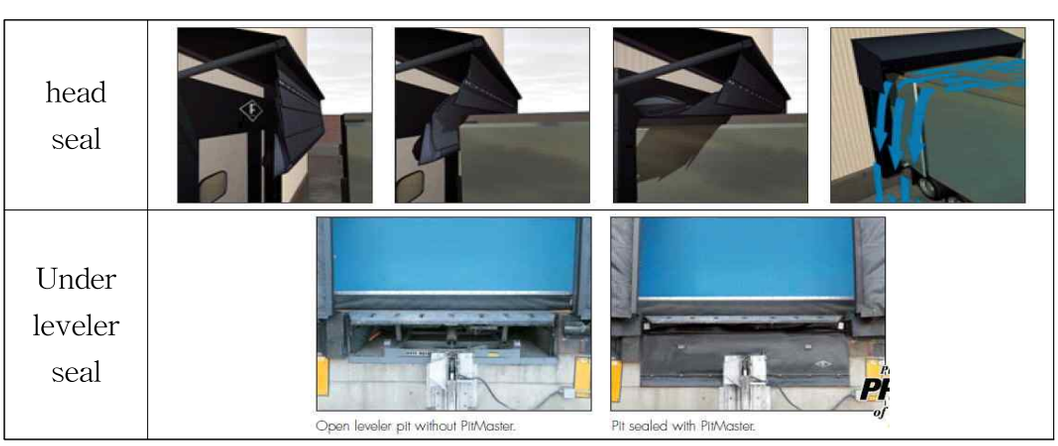
- Dock System의 온도관리 및 에너지 절약기술은 미국 RITEHITE와 Crawford를 들 수 있음

① 미국 RITEHITE

• 동사는 도크의 외부문이나 도크 쉘터 및 도크 씰의 기밀성을 강화함으로써 비용 절감효과를 보고 있으며, 최대 3년 이내에 설치비용이 회수되는 것으로 파악됨



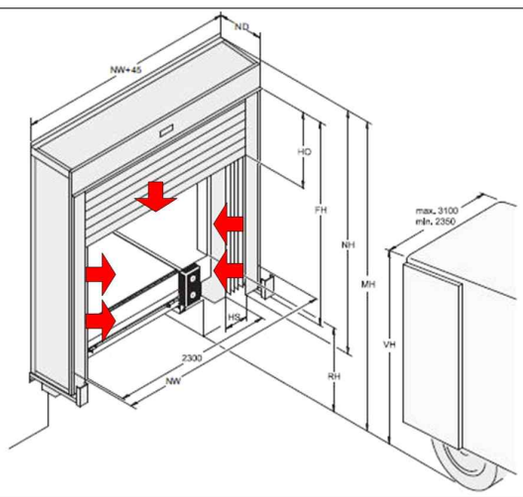
[그림 4-17] 미국 RITEHITE의 도크 에너지 절약 사례



[그림 4-18] Head seal & Under leveler seal

② 미국 Crawford

• Inflatable Shelter로서 높은 기밀성을 유지해야 하는 경우 Dock Shelter 상부, 측면부에서 단열패널이 장착되어 차량이 Dock shelter에 접속되는 경우 단열패널이 밀착하게 됨

Inflatable shelter	
	

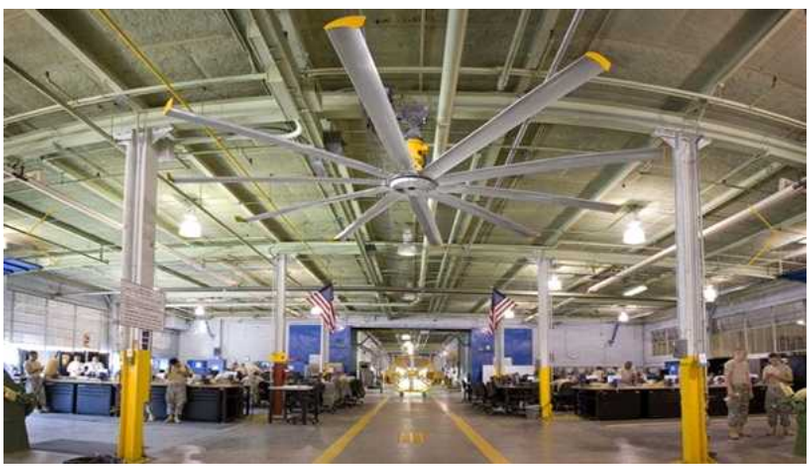
[그림 4-19] Inflatable shelter

- 유럽에서는 에어쉘터라하여 도크씰의 밀폐성과 도크쉘터의 다양한 차량 수용성이라는 장점을 모두 갖춘 진일보한 씰링 시스템을 개발하여 수출하고 있음

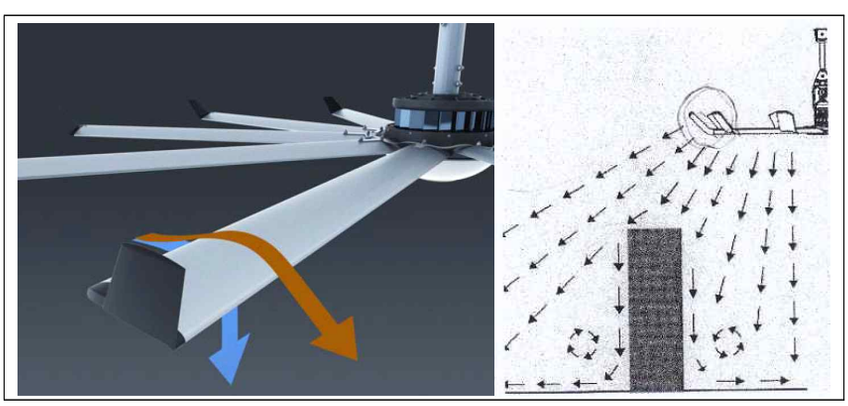
○ 물류센터의 온·습도관리 팬 시스템 기술

- 선진 물류시설의 경우 천정 상부 대형 팬을 이용한 물류센터 온·습도 제어를 수행하고 있음
- 상부 대형 팬의 경우 같은 전기 소모량을 이용하여 고효율의 온도 제어가 가능하고, 공간의 '사각지대'를 제거하는 효과가 있음
- HVLS(High Volume Low Speed)팬은 물류센터, 고층빌딩의 아트리움, 대형공간으로 구성된 건축물과 축사와 같은 다양한 부분에서 사용되고 있음
- HVLS(High Volume Low Speed) 팬의 주요 제작사는 미국의 'BigAssFANS' 등이

있는데 군수 물자를 공급하는 업체로 팬 및 블레이드 전문 업체로서 고효율의 팬 제작과 관련된 다수 특허를 보유하고 있으며, 기타 업체로는 KELLEY(미국, 캐나다), RITEHITE(미국), BLADETECFANS(미국) AIRMOTIONSCIENCES(미국)로 현재 이들 회사의 제작기술과 성능이 우수함



[그림 4-20] 미국의 BIGASSFANS



[그림 4-21] HVLS의 공력 원리 및 온도 조절 특성

(2) 에너지 고효율 물류기기 및 설비기술

○ 에너지 고효율 물류기기 기술

- 선진국에서는 자체구동롤러를 활용한 컨베이어를 보급하고 있음
- 주요 제작사는 INTERROLL, ITOH-DENKI, KYOWA 등으로 이들의 기술동향은 다음의 표와 같음

[표 4-3] 해외 자체구동롤러 개발 사양

회사명	INTERROLL	ITOH-DENKI	KYOWA
국적	스위스	일본	일본
제품명 (모델명)	Roller Drive (EC310)	Power Moller (직경 50mm 표준제품)	Pulse Roller (직경 50mm 표준제품)
소음	55db	58db	-
사용수명	>20,000h	>15,000h	-
속도	1.8~235.8m/min	4~65m/min	9.6~26.6m/min 51.9~143.5m/min

[그림 4-22] 자체구동롤러 개념도

(3) 에너지 운영 및 관리 기술

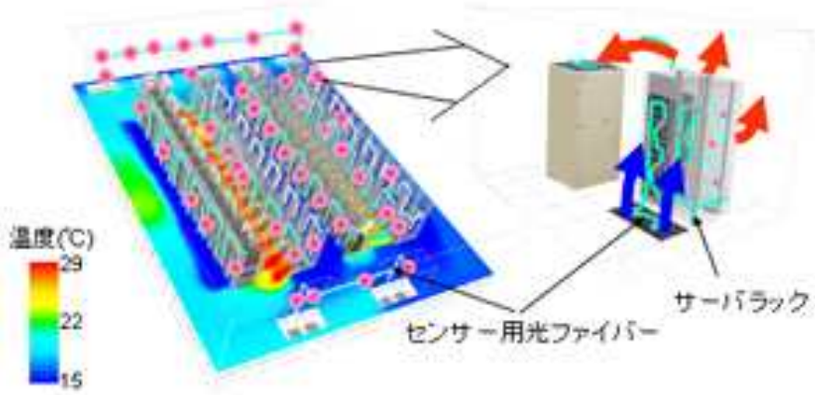
○ 에너지 사용량 평가 및 개선 시스템 개발 관련

- 영국, 독일, 프랑스, 덴마크 등 유럽연합국가에서는 2002년부터 건축물부문의 통일된 에너지성능지침(EPBD)과 온실가스 감축목표를 설정하고 이를 달성하기 위한 구체적인 실행계획을 수립해 진행하고 있음

- 2008년 국제표준기구(ISO)가 건축물의 에너지 효율성 측정을 위한 지침서를 발표. 국제표준 ISO 23045:2008(건축물 환경설계-새로운 건축물의 에너지효율성 측정을 위한 지침서)은 고효율 에너지 관련 설계지침서를 제공함으로서 건축물의 에너지를 절약할 수 있도록 지원
- 동 표준의 목적은 설계과정에서 필요한 정보를 수집하고 제공시 설계자 및 관련 종사자를 지원하기 위함이며, 신축 건축물뿐만 아니라 난방, 냉각, 조명, 온수, 환풍 및 관련 제어 시스템에 활용 가능
- 설계 과정에서 에너지 효율성 개념의 도입은 건축물의 장소, 외관 및 에너지 시스템과 제품을 포함한 건축물의 포괄적인 접근방식을 통해 에너지 수요를 줄일 수 있음
- ISO 23045:2008의 주요 내용
  - · 새로운 건축물의 에너지 효율성 관련 정보수집 및 제공
  - · 건축물의 에너지 효율성을 개선하기 위한 과정 수행
  - · 일반인에 대한 에너지효율성 관련정보 제공 및 라벨링의 신뢰성

○ 온도 측정 기술 관련

- 건물 내의 온도 측정 방식은 반도체식 온도 센서 또는 열전대식 온도 센터를 측정 장소마다 한 개씩 사용하는 것이 일반적임. 이러한 특정 지점에서 온도를 측정하는 방법으로 실내의 공조를 일률적으로 수행하는 방식을 사용할 경우 부분적 또는 일시적으로 과도한 냉각이 이루어질 수 있음. 이 문제를 해결하기 위해 실내의 다점 온도 측정 방식이 필요
- 다점 온도 측정을 가능케 하는 기술로는 광파이버를 센서로 하는 라만 산란광의 강도 측정 방법이 있음
- 일본의 후지츠연구소는 효율적인 에너지 운용에 의한 에너지 절감 대책의 일환으로서 광파이버를 이용한 온도 측정 방법을 기반으로 실내의 온도 분포를 정확하고 실시간으로 측정할 수 있는 온도 측정 기술을 개발. 이 기술을 활용하면 하나의 광파이버로 최대 1만개 이상의 온도 측정을 실시간으로 수행할 수 있음



자료 : “데이터센터용 실시간 다점 온도 측정 기술 개발”,
후지츠연구소, 일본, 2008.04

[그림 4-23] 실시간 다점 온도 측정 수행 이미지

○ 에너지 운영 및 제어 기술 관련

- 일본의 독립행정법인 신에너지·산업기술종합개발기구(NEDO)는 BEMS를 ‘업무용 빌딩 등에 있어서 실내 환경·에너지 사용 상황을 파악하는 동시에, 실내 환경에 맞는 기기 또는 설비 등의 운전관리에 따라 에너지소비량의 삭감을 도모하기 위함 시스템’으로 정의
- 일본은 LEMS에 대해서 기존에는 TEMS(교통 에너지관리시스템)라고 정의했지만, 사업자의 물류와 창고 등의 전반적인 에너지 관리라고 하는 측면에서 LEMS[3)]라는 명칭을 사용함

나. 국내 기술개발 동향

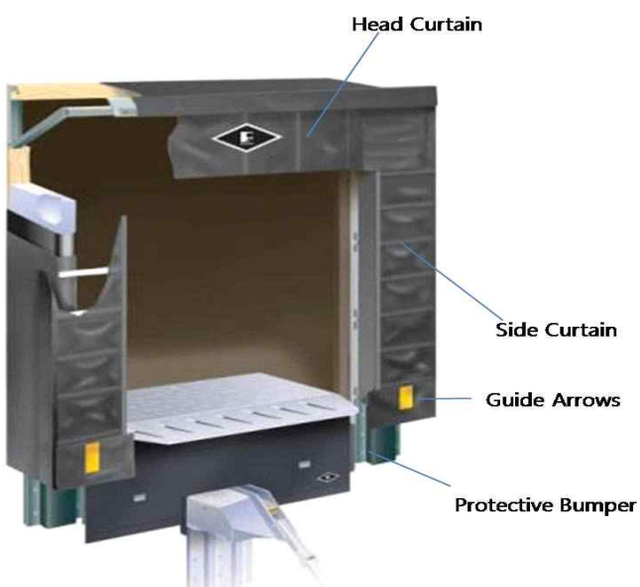
(1) 물류센터 고효율 온도관리 기술

○ 고효율 입출고 도크 온도관리 설비 기술

- 물류센터에서 도크는 에너지 손실을 줄이는 최초의 방어선이자 지속가능한 작업을 위한 효과적인 부분으로 평가받고 있음

3) 본 과제에서의 LEMS는 수송관련 설비를 제외하고 고정설비인 물류시설 (Logistic facilities)의 에너지 관리시스템으로 한정함

- 해외 물류센터들은 도크를 에너지 유출 경로로 인식하고, 적재와 하역 시 트레일로의 뒷면과 도크가 기밀성을 유지할 수 있도록 도크에 새로운 기술과 장비들 도입하고 있음
- 도크 도어 : 도어가 닫혀 있다고 해도 건물의 외곽 덮개는 봉인되지 않을 수도 있으며, 지게차 등에 의해 손상된 도어는 지속적인 에너지 손실을 허용할 수 있음
- 내충격성 도크 도어는 우발적인 충돌이나 심각한 충동에 견딜 수 있도록 되어 있음
- 레벨러 : 표준형 피트 장착 도크레벨러는 지게차에 안전한 트레일러 접근을 제공하지만, 콘크리트 도크 바닥에 새겨진 피트는 도크를 봉인하는데 문제를 일으키기 때문에 피트 스타일의 도크 레벨러의 대안으로 수직 보관형 동력 레벨러가 사용되고 있음
- 봉인재와 보호대(Seals and Shelters): 도크씰은 트러일러 후진 시 압축되면서, 트레일러 뒷면과 봉인기능을 제공함



[그림 4-24] 도크쉘터의 구조

○ 물류센터의 온・습도관리 팬 시스템 기술

- 국내의 경우 팬 개발 역사가 짧아 팬 기술 노하우 축적이 적으며, 특히 대형 팬 설계의 경우 외국 설계 업체 의존률이 높음

(2) 에너지 고효율 물류기기 및 설비기술

○ 에너지 고효율 물류기기 기술

- 국내에서 자체구동롤러의 개발사례는 존재하지만 속도, 힘(토크) 및 내구성(사용수명)이 미흡하여 상용화 안 되고 있음
- 자체구동롤러는 기존의 모터구동롤러에 비해 에너지 비용이 50% 절감되는 것으로 추정되며, 공간활용도 2배 증가로 작업효율성을 높이고, 소음도 획기적으로 줄이므로써 작업환경의 개선이 기대됨

(3) 운영 및 관리 기술

○ 에너지 제어 기술 관련

- 실시간 에너지 사용량 측정과 단순한 ON/OFF 제어가 아닌 전력 공급량 조정이 상업, 주거, 산업 환경에서 중요해 짐으로써 빌딩 및 오피스의 에너지 관리를 위한 에너지 관리시스템 (EMS: Energy Management System)이 개발되어 도입되고 있음
- 건물 에너지 통합관리기술 (BEMS: Building Energy Management System), 건물설비 자동화시스템 (BAS: Building Automation System) 등이 개발되어 국내의 대형 빌딩에 도입
- COEX, 강원랜드, 송도 컨벤션센터, 포스타워(POSCON 사옥) 등에 BEMS(Building Energy Management System) 개발 및 적용
- 최근 국내에서는 에너지(특히, 전력) 사용량 모니터링 시스템과 최신 통신 기술을 사용하여 모니터링 및 제어 소프트웨어와 연결하는 에너지 측정 장치로 구성된 시스템 개발 등 에너지 제어 기술 분야의 기술력은 상당한 수준

○ 에너지 계측 기술 관련

- 국내에서는 네트워크가 가능한 에너지 계측 장비를 이용하여 측정된 데이터를 중앙과 현장 모두에서 확인

○ 에너지 사용량 계산 및 평가 시스템 개발 관련

- 에너지성능이 높은 건축물의 건축을 확대하고, 건축물 에너지관리를 효율화하기 위하여 국내에서도 건축물 에너지 효율등급 인증제를 실시하고 있음

제3절 특허동향 분석

○ 에너지 절감형 물류시설과 관련하여 주요 키워드(물류, 에너지, 절감)를 통해 선행적으로 검색된 한국, 미국, 일본 및 유럽의 특허를 IPC 코드별로 분류

○ 이를 이용하여 본 과제 관련기술의 대분류인 에너지 절감형 물류시설에 대한 중분류 및 소분류를 1차적으로 분류하였으며, 이와 같이 분류된 1차 기술분류체계에 참여기관의 추가의견을 반영하여 특허동향조사를 위한 최종적인 기술분류체계(Tech-tree)를 도출함

[표 4-4] IPC 분류를 통해 도출된 1차 기술분류체계

IPC코드	개수	IPC코드분류내용	기술분류1(소분류)	기술분류2(중분류)	기술분류3(대분류)
E04D	16	건축물 폐쇄부재(도어,창,블라인드,문)	에너지 손실저감형 건축자재 관련기술	에너지 손실저감형 건축기술	에너지 절감형 물류시설
E04F	8	기와, 슬레이트,지붕 널 또는 이들의 통풍장치(천창(天窓))			
B32B	7	건축물의 마무리			
B65D	5	적층체			
B28B	3	구조요소;건축재료			
C09D	2	점토 또는 세라믹 조성물			
A47H	2	페인트, 바니시 등의 피복조성물			
C04B	1	창문 또는 문의 부대설치			
A01F	1	콘크리트 등의 건축재료			
E06B	26	건축구조일반;건축물의 절연 또는 보호	에너지 손실저감형 건축구조 및 배치관련기술		
A23B	5	물품 또는 재료의 보관 또는 수송용 용기			
E04C	3	식육,어류,과일,채소의 보존			
E04H	5	농업수확물 또는 원예 수확물의 저장	에너지 손실저감형 건축구조 및 배치관련기술(폐에너지 활용기술, 신재생에너지 활용기술)	에너지손실저감형건축기술(에너지수확/회생기술)	
F25D	5	특정 목적의 건축물 또는 구조물			
F25B	18	공기조화;환기;차폐를 위한 기류 이용	고효율 공기조화 관련기술	에너지 손실저감형 장치/설비 기술	
B66C	2	유리 진열장 또는 진열 캐비닛의 공기조화			
B60K	1	화물실의 난방, 냉방, 환기 장치			

H01J	1	가정용 또는 구역 난방방식			
B65G	87	냉장고;냉각실;냉각 또는 동결장치	고효율 물류설비 관련기술		
B66F	14	냉동기계;히트펌프시스템			
F24F	30	운반 또는 저장장치;콘베이어시스템			
H05B	4	견인 또는 압진 장치			
B60H	2	크레인;화물계합 요소 또는 장치			
B60T	1	전기 추진차량의 추진			
B61J	1	차량용 제동제어방식			
B64D	1	차량의 이동 또는 교환			
F21L	1	동력장치 또는 추진전달기수의 설비 또는 장치			
A47F	4	전기가열;전기조명	고효율 조명 관련기술		
F21S	1	휴대용 조명장치 또는 시스템			
F24D	1	비휴대용 조명장치 또는 시스템			
F24J	1	전자관 또는 방전램프			
G06Q	3	중간매체 없는 열교환장치	폐에너지활용기술 신재생에너지 활용기술	에너지 수확/회생기술	
F28D	3	열의발생 또는 사용	신재생에너지 활용기술		
H02J	7	관리용, 감독용 데이터처리 시스템	에너지계측및관리기술	고효율 에너지 운용기술	
G08B	3	급전, 배전 또는 축전 방식	에너지계측및관리기술 부하제어기술		
G06F	2	신호 또는 호출시스템 전기에 의한 디지털 데이터처리	에너지계측 및 관리기술		

○ 이와 같이 도출된 본 기술의 최종적인 기술분류체계(Tech-tree)는 ‘에너지 절감형 물류시설’을 대분류로 하고, ‘에너지 손실절감형 건축기술’, ‘에너지 손실저감형 장치/설비 기술’, ‘에너지 수확/회생 기술’ 및 ‘고효율 에너지 운용기술’을 중분류로 하여 총 12개의 소분류로 구성되며, 이는 <표 4-4>에 나타난 바와 같음

[표 4-5] 분석대상의 최종 기술분류체계(Tech-tree)

대분류	중분류	소분류
에너지 절감형 물류시설 (A)	에너지 손실저감형 건축기술 (AA)	에너지 손실저감형 건축자재 관련기술 (AAA)
		에너지 손실저감형 건축구조 및 배치 관련기술 (AAB)
		지하공간 활용기술 (AAC)*
	에너지 손실저감형 장치/설비 기술 (AB)	고효율 공기조화 관련기술 (ABA)
		고효율 냉장/냉동 관련기술 (ABB)
		고효율 물류설비 관련기술 (ABC)
		고효율 물류운영 및 환경안전 관련기술 (ABD)*
		고효율 조명 관련기술 (ABE)
	에너지 수확/회생 기술 (AC)	폐 에너지 활용기술 (ACA)
		신재생에너지 활용기술 (ACB)
	고효율 에너지 운용기술 (AD)	에너지 계측 및 관리 기술 (ADA)
		부하 제어 기술 (ADB)

* 표시된 소분류는 참여기관의 의견에 의하여 추가된 기술분류임

○ 에너지 절감형 물류시설 4가지 분야 검색키워드는 다음과 같이 정의되었음

[표 4-6] 특허검색식 및 국가별 특허 현황

소분류	검색식	KR	US	JP	EP	합계
에너지 손실저감형 건축자재 관련기술 (AAA)	(물류 ((화물 상품 물품 physical* good* cargo* parcel* commodit* merchandise* article*) adj (배송* 송달* 배달* 유통* 운송* 통운* 특송* 수송* distribut* deliver* transport* express*)) logistic* 창고* 매장* 상점* 마켓* 건물* 빌딩* 주택* 가옥* storehous* warehous* store-hous* ware-hous* depot* market* building* house construct*) and (((에너지* 전기* 전력* energy* power*) adj (저감* 절약* 절감* 감소* 효율* sav* reduct* conserv* economi* decreas* dimin* efficien*)) 단열* 방열* 차열* insulat*) and (창호* 윈도우* 문 단열재 셔터 도어* 창문* 창틀* door* window*)	2,577	1,310	3,666	384	7,937
에너지 손실저감형 건축구조 및 배치 관련기술 (AAB)	(물류 ((화물 상품 물품 physical* good* cargo* parcel* commodit* merchandise* article*) adj (배송* 송달* 배달* 유통* 운송* 통운* 특송* 수송* distribut* deliver* transport* express*)) logistic* 창고* 매장* 상점* 마켓* 건물* 빌딩* 주택* 가옥* storehous* warehous* store-hous* ware-hous* depot* market* building* house construct*) and (((에너지* 전기* 전력* energy* power*) adj (저감* 절약* 절감* 감소* 효율* sav* reduct* conserv* economi* decreas* dimin* efficien*)) 단열* 방열* 차열* insulat* ((일사 태양광 햇빛 햇볕 sunlight daylight radiat*) adj (차단 차폐 block shield))) and (((건물 building 공간* space* room* 작업장* workplac* workspac* 사무실* offic*) adj (구조 배치 배열 레이아웃 structure arrange array layout)) ((이중* 다중* 더블* double* duplicat* multi*) adj (스킨* 외피* skin* 코어* core*)))	108	561	160	135	964

소분류	검색식	KR	US	JP	EP	합계
지하공간 활용기술 (AAC)	(지하* 터널 폐터널 폐광 갱도 basement* underground* tunnel mine) adj (물류 logistic* 창고* 매장* 상점* 마켓* storehous* warehous* store-hous* ware-hous* depot* market* building* house construct* 집하* 선적* 하역* 적하* 양하* 적재* 하적* 보관* 저장* 재고* 입고* load* unload* stack* stor* stock*)	735	1,015	348	315	2,413
고효율 공기조화 관련기술 (ABA)	(물류 ((화물 상품 물품 physical* good* cargo* parcel* commodit* merchandise* article*) adj (배송* 송달* 배달* 유통* 운송* 통운* 특송* 수송* distribut* deliver* transport* express*)) logistic* 창고* 매장* 상점* 마켓* 건물* 빌딩* 주택* 가옥* storehous* warehous* store-hous* ware-hous* depot* market* building* house construct*) and (((에너지* 전기* 전력* energy* power*) adj (저감* 절약* 절감* 감소* 효율* sav* reduct* conserv* economi* decreas* dimin* efficien*)) 단열* 방열* 차열* insulat*) and (공조 공기조화 에어컨 에어콘 (에어 adj (컨디 콘디)) 환기 통풍 통기 (air* adj condit*) air-condit* ventilat* 공기순환 (공기 adj 순환) (air adj circu*) 냉방 난방 냉난방)	1,121	2,785	1,630	236	5,772
고효율 냉장/냉동 관련기술 (ABB)	(물류 logistic* 창고* 매장* 상점* 마켓* 건물* 빌딩* 주택* 가옥* storehous* warehous* store-hous* ware-hous* depot* market* building* house) and (((에너지* 전력* energy* power*) adj (저감* 절약* 절감* 감소* 효율* sav* reduct* conserv* economi* efficien*)) 단열* 방열* 차열* insulat*) and (냉동* 냉장* 냉각* refrigerat* cool* cold* chill* froz* freez*)	626	1,111	2,181	293	4,211

소분류	검색식	KR	US	JP	EP	합계
고효율 물류설비 관련기술 (ABC)	(물류 ((화물 상품 물품 physical* good* cargo* parcel* commodit* merchandise* article*) adj (배송* 송달* 배달* 유통* 운송* 통운* 특송* 수송* distribut* deliver* transport*)) logistic* 창고* storehous* warehous* store-hous* ware-hous*) and (지게차* 포크리프트* (포크* adj 리프트*) forklift* (fork* adj lift*) 반송* 이송* 컨베이* 콘베이* convey* 분류기* 소팅머신* (소팅* adj 머신*) (sort* adj machin*) 독셀터* 독쉘터* 도크셀터* 도크쉘터* 독크셀터* 독크쉘터* ((도크* 독* 독크*) adj (셀터* 쉘터*)) dock dockshelter* (dock* adj shelter*) AS/RS* ASRS* (자동 adj (입고 출고 입출고)) (auto* adj (stora* retriev*)) 에어커튼* 에어커텐* 에어도어* (에어* adj (커텐* 커튼* 도어*)) (air* adj (curtain* door*)))	985	1,224	1,340	380	3,929
고효율 물류운영 및 환경안전 관련기술 (ABD)	(물류 ((화물 상품 물품 physical* good* cargo* parcel* commodit* merchandise* article*) adj (배송* 송달* 배달* 유통* 운송* 통운* 특송* 이송* 수송* convey* distribut* deliver* transport*)) logistic* 창고* storehous* warehous* store-hous* ware-hous*) and (((효율 efficien* 자동* auto*) adj (운영 관리 제어 manage* operat* control*)) 화재 안전 저탄소 그린 녹색 환경* 이산화탄소 safe* fire* green environ* (carbon adj dioxid*))	1,219	2,088	1,044	143	4,494

소분류	검색식	KR	US	JP	EP	합계
고효율 조명 관련기술 (ABE)	(물류 창고 매장 상점 마켓 건물 빌딩 주택 가옥 storehous* warehous* store-hous* ware-hous* market* building* house) and (TAL (((작업* adj 환경*) (task* adj ambien*) (태스크* adj 엠비언*) (타스크* adj 엠비언*)) adj (조명* 램프* 전등* light* illuminat* lamp*))) (물류 창고 매장 상점 마켓 건물 빌딩 주택 가옥 storehous* warehous* store-hous* ware-hous* market* building* house) and (채광* (자연* adj (채광* 조명*)) sunlight daylight skylight) (물류 창고 매장 상점 마켓 건물 빌딩 주택 가옥 storehous* warehous* store-hous* ware-hous* market* building* house) and (효율 efficien* ((에너지 전력 energy power) adj (저감* 절약* 절감* 감소* sav* conserv*))) and (조명* 램프* 전등* light* illuminat* lamp*)	970	1,165	962	1,042	4,139
폐 에너지 활용기술 (ACA)	(물류 ((화물 상품 물품 physical* good* cargo* parcel* commodit* merchandise* article*) adj (배송* 송달* 배달* 유통* 운송* 통운* 특송* 수송* distribut* deliver* transport* express*)) logistic* 창고* 매장* 상점* 마켓* 건물* 빌딩* 주택* 가옥* storehous* warehous* store-hous* ware-hous* depot* market* building* house construct*) and ((에너지 배열 폐열 열 energy heat therm*) adj (회생 회수 재생 recover*)) ((에너지* adj (회생* 회수*)) (energy* adj (recover* harvest*)) 하이브리드* hybrid*) and (지게차* 포크리프트* (포크* adj 리프트*) forklift* (fork* adj lift*) 반송* 이송* 컨베이* 콘베이* convey* 분류기* 소팅머신* (소팅* adj 머신*) (sort* adj machin*))	483	1,045	553	213	2,294

소분류	검색식	KR	US	JP	EP	합계
신재생에너지 활용기술 (ACB)	(물류 ((화물 상품 물품 physical* good* cargo* parcel* commodit* merchandise* article*) adj (배송* 송달* 배달* 유통* 운송* 통운* 특송* 수송* distribut* deliver* transport* express*)) logistic* 창고* 매장* 상점* 마켓* 건물* 빌딩* 주택* 가옥* storehous* warehous* store-hous* ware-hous* depot* market* building* house construct*) and (신재생 renewa* 태양* 솔라* 쏠라* solar* photovoltaic* sun sunlight 지열* 지중열* 지오써* 지오썸* geotherm* ((underground* ground* earth* terrest*) adj (heat* therm*)) 압전* 피에조* piezo*) and (에너지 energy)	299	937	242	201	1,679
에너지 계측 및 관리 기술 (ADA)	(물류 ((화물 상품 물품 physical* good* cargo* parcel* commodit* merchandise* article*) adj (배송* 송달* 배달* 유통* 운송* 통운* 특송* 수송* distribut* deliver* transport* express*)) logistic* 창고* 매장* 상점* 마켓* 건물* 빌딩* 주택* 가옥* storehous* warehous* store-hous* ware-hous* depot* market* building* house construct*) and ((에너지 전기 전력 energy power) adj (계측 측정 measur* estimat* 관리 감시 모니터 제어 분석 예측 시뮬레이* manag* monitor* control* predict* simulat*))	782	1,899	281	455	3,417
부하 제어 기술 (ADB)	(물류 ((화물 상품 물품 physical* good* cargo* parcel* commodit* merchandise* article*) adj (배송* 송달* 배달* 유통* 운송* 통운* 특송* 수송* distribut* deliver* transport* express*)) logistic* 창고* 매장* 상점* 마켓* 건물* 빌딩* 주택* 가옥* storehous* warehous* store-hous* ware-hous* depot* market* building* house construct*) and ((부하 (피크 adj 부하) load (peak adj load)) adj (관리 제어 저감 분배 manag* control* reduc* balanc* share*))	96	1,074	70	148	1,388
	소 계	10,001	12,477	16,214	3,945	42,637

○ 국가별 유효 특허 현황을 살펴보면 미국과 일본이 관련 기술을 주도하고 있는 것을 알 수 있으며, 총 4,382건의 관련 특허가 검색되었음

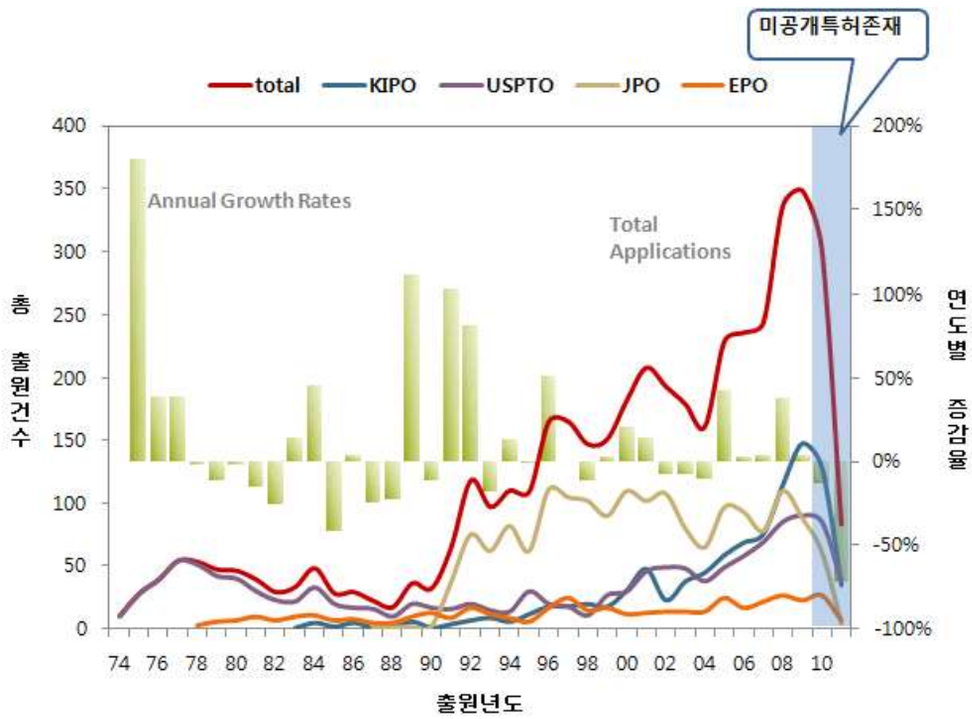
○ 분야별로 보면 에너지 손실저감형 건축자재 관련기술 부문이 가장 큰 비중을 차지하고 있으며, 부하제어기술과 관련하여 연구가 미진한 것으로 나타남

[표 4-7] 국가별 유효특허 선별 결과

소분류	KR	US	JP	EP	합계
에너지 손실저감형 건축자재 관련기술 (AAA)	324 건	297 건	499 건	107 건	1,227 건
에너지 손실저감형 건축구조 및 배치 관련기술 (AAB)	18 건	76 건	40 건	9 건	143 건
지하공간 활용기술 (AAC)	15 건	4 건	17 건	2 건	38 건
고효율 공기조화 관련기술 (ABA)	120 건	88 건	136 건	48 건	392 건
고효율 냉장/냉동 관련기술 (ABB)	35 건	37 건	91 건	2 건	165 건
고효율 물류설비 관련기술 (ABC)	90 건	202 건	362 건	84 건	738 건
고효율 물류운영 및 환경안전 관련기술 (ABD)	49 건	71 건	165 건	24 건	309 건
고효율 조명 관련기술 (ABE)	102 건	92 건	109 건	15 건	318 건
폐에너지 활용기술 (ACA)	58 건	50 건	41 건	27 건	176 건
신재생에너지 활용기술 (ACB)	85 건	335 건	117 건	79 건	616 건
에너지 계측 및 관리 기술 (ADA)	50 건	62 건	102 건	11 건	225 건
부하 제어 기술 (ADB)	6 건	14 건	13 건	2 건	35 건
소 계	952 건	1,328 건	1,692 건	410 건	4,382 건

○ 국가별 연도별 출원 동향을 살펴보면 1990년대 이후 점진적으로 증가하던 출원이 2000년도 중반부터 급격하게 증가하는 것을 볼 수 있으나 2008년을 기점으로 다시 하락 추세에 있음

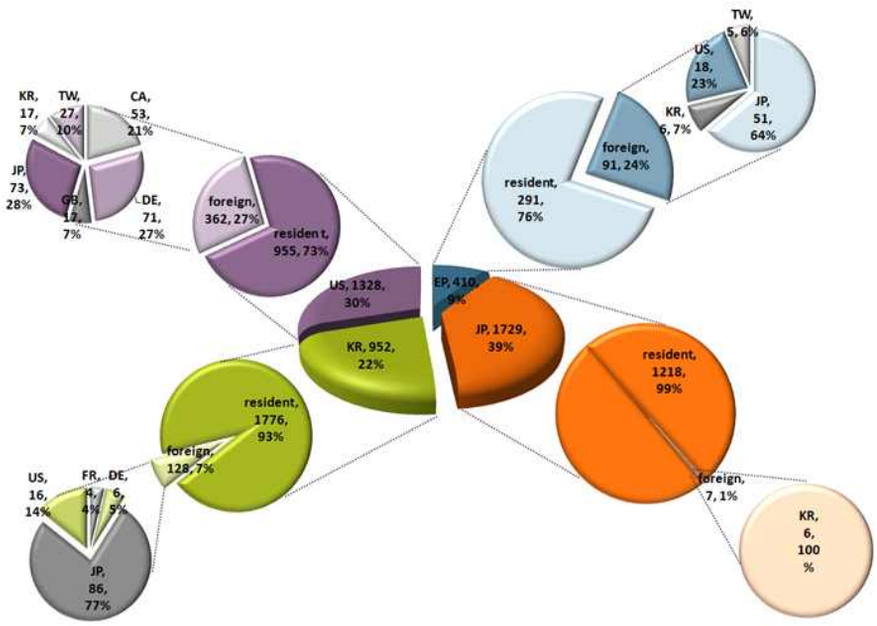
○ 국가별로 보면 일본이 기술 개발을 주도하고 있었으나, 최근 한국에서의 기술개발이 급증하고 있음



[그림 4-25] 연도별 특허동향

○ 관련 기술 중 일본이 차지하는 비중은 39%로 가장 높았으며, 그 뒤를 미국과 한국이 차지하였음

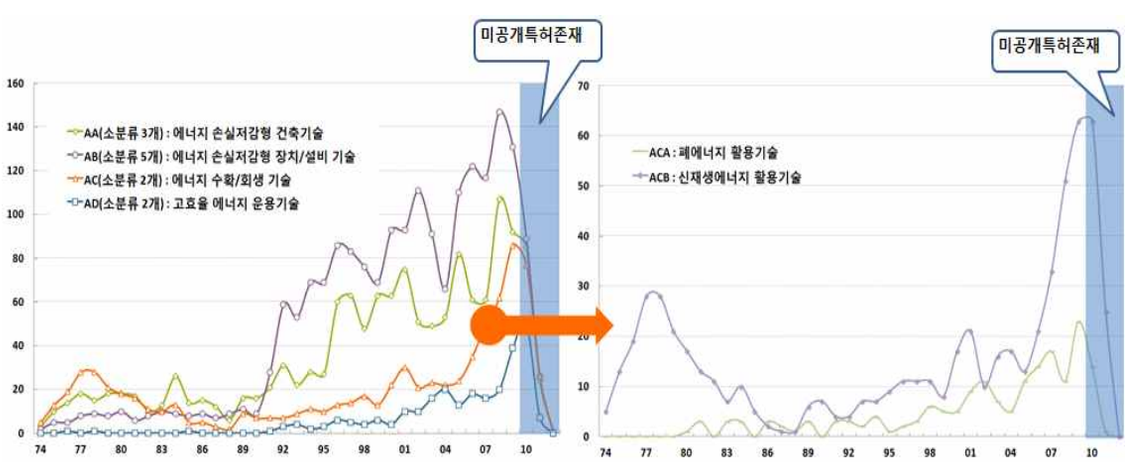
○ 유럽의 경우 전체의 9%에 그치고 있는 것으로 나타나 상대적으로 가장 저조한 것으로 나타남



[그림 4-26] 주요시장국 내·외국인 특허출현 현황

○ 중분류별 출원 동향을 살펴보면 90년대 전후로 하여 모든 분야에서 증가하는 것을 알 수 있으며, 그 중 에너지 손실저감형 장치/설비 기술의 비중이 가장 큰 것으로 나타남

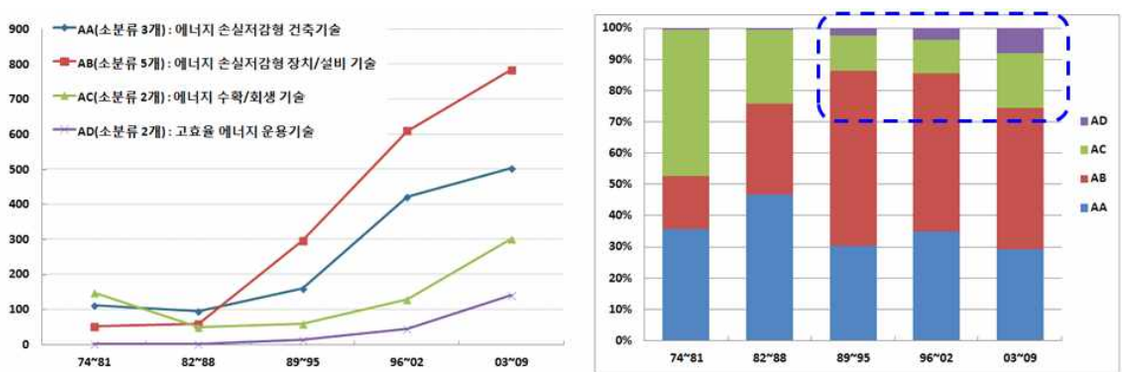
○ 에너지 수확/회생 기술 분야의 경우 1970년대 후반의 증가세 이후 특허출원이 감소하다가 1990년대 후반부터 다시 증가하는 것으로 나타남



[그림 4-27] 연도별 세부기술 동향

○ 에너지 손실저감형 건축기술 분야와 에너지 손실저감형 장치/설비 기술 분야는 1989년~1995년 구간 이후부터 출원율이 꾸준히 상승하는 것으로 나타남

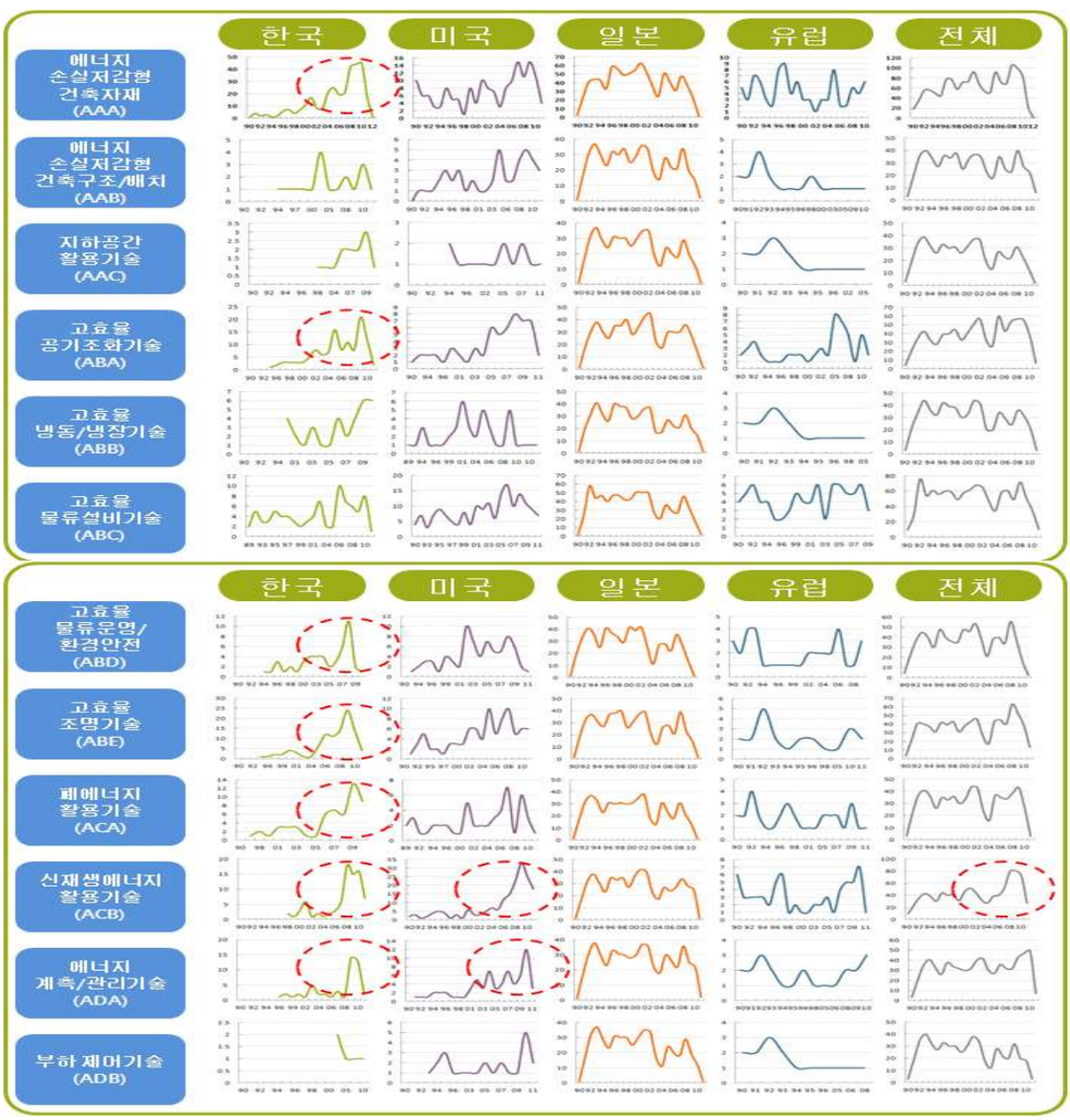
○ 한편 에너지 수확/회생 분야와 고효율 에너지 운용기술 분야의 경우 2003년~2009년 구간에서 출원건수 및 출원 점유율이 증가하는 것으로 나타났는데, 이는 최근 이슈가 되고 있는 자원절약 및 저탄소 녹색성장운동과 같은 국제적 추세가 반영된 영향으로 분석됨



[그림 4-28] 세부기술(중분류기준) 점유율

○ 한국의 경우 다수 기술분야에서 2000년대부터 출원이 증가하는 양상을 나타내었고, 미국의 경우 신재생 활용기술과 에너지 계측/관리 기술 분야에서 최근 출원이 늘어나는 양상을 나타내는데, 이는 저탄소녹색성장과 같은 국제적 추세를 반영된 것으로 보임

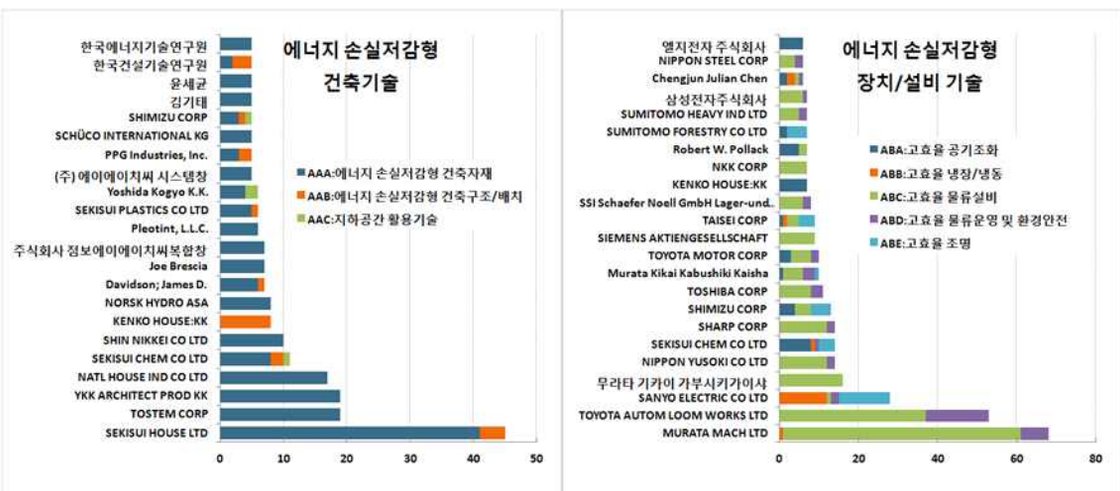
○ 전체적으로 살펴볼 때 신재생에너지 활용기술 분야가 최근 부상하는 기술분야로 분석됨



[그림 4-29] 주요시장국 세부기술별 추세선 분석

○ 국가별 다출원인을 살펴보면 AA(에너지 손실저감형 건축기술) 분야의 경우 일본의 SEKISUI HOUSE LTD.와 TOSTEM CORP.가 최다출원인으로 나타났으며, 이들은 주로 에너지 손실저감형 건축자재 분야에 출원이 집중되는 것으로 분석됨

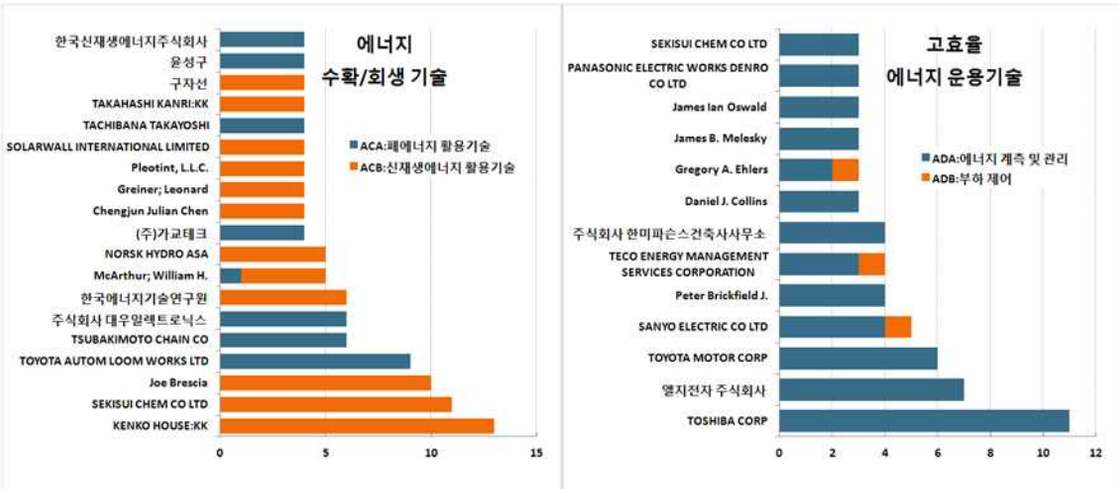
○ AB(에너지 손실저감형 장치/설비 기술) 분야의 경우 일본의 MURATA MATCH LTD.와 TOYATA AUTOM LOOM WORKS LTD.가 최다출원인으로 나타났으며, 고효율 물류설비 분야에 출원이 집중되는 것으로 분석됨



[그림 4-30]세부기술별 주요출원인 동향(AA, AB 분야)

○ AC(에너지 수확/회생기술) 분야의 경우 일본의 KENKO HOUSE:KK와 SEKISUI CHEM CO LTD.와 TOSTEM CORP.가 최다출원인으로 나타났으며, 이들은 주로 신재생에너지 활용기술 분야에 출원이 집중되는 것으로 분석됨

○ 또한, AD(고효율 에너지 운용기술) 분야의 경우 일본의 TOSHIBA CORP.와 한국의 엘지전자 주식회사가 최다출원인으로 나타났으며, 이들은 주로 에너지 계측 및 관리 분야에 출원이 집중되는 것으로 분석됨



[그림 4-31]세부기술별 주요출원인 동향(AC, AD 분야)

○ 주요시장국의 특허동향 분석결과는 다음과 같음

[표 4-8] 주요시장국의 특허동향 분석결과

항목	검토의견 및 시사점
주요시장국 연도별 특허동향 분석결과	– 전체적으로 1990년대 이후부터 출원이 증가하는 경향을 나타내고 있으며, 특히 한국과 미국의 경우 2000년대 중,후반부터 출원이 급격히 증가하는 경향을 나타내는데, 이는 한국의 경우 에너지손실저감형 건축자재 분야의 출원급증, 미국의 경우 신재생 에너지 활용기술분야의 출원급증에 기인하는 것으로 분석됨
주요시장국 내외국인 특허동향 분석결과	– 일본의 특허출원이 가장 많은 것으로 나타났으며, 유럽의 경우 상대적으로 출원이 가장 저조한 것으로 나타남 – 전체적으로 내국인 위주로 출원이 이루어지고 있으며, 특히 한국과 일본의 경우 내국인의 출원 점유율이 93%이상으로 매우 높게 나타남 – 이러한 결과로 볼 때, 본 과제의 기술분야는 각국간 기술교류가 활발하지 않은 것으로 판단되며, 이는 물류관리 기술이 각국의 산업환경과 관련이 있기 때문으로 분석됨
주요시장국 기술시장 성장단계 분석결과	– 한국, 일본, 유럽의 경우 에너지 절감을 물류시설 분야가 전체적으로 출원 건수와 출원인의 수가 지속적으로 증가하는 성장기 및 성숙기의 단계에 있는 것으로 분석됨 – 반면에, 미국의 경우에는 3구간(1989년~1995년)까지는 출원 건수와 출원인의 수가 감소하는 쇠퇴기의 양상을 보이다가 그 이후부터 다시 출원 건수와 출원인 수가 급격히 증가하는 성장기 단계에 있는 것으로 분석됨
국가간 기술경쟁력	– 미국특허를 기준으로 국가간 기술경쟁력을 살펴볼 때, 유럽의 경우 시장확보력이 매우 높고, 미국의 경우 기술역량이 매우 높은 것으로 나

분석결과	타남 - 일본의 경우 시장확보력과 기술역량이 평균 이상의 수준을 구비하는 것으로 나타났으나, 한국의 경우 모두 평균 이하인 것으로 나타났는데 이는 주로 국내를 중심으로 출원이 이루어지기 때문으로 분석됨

○ 특허에 대한 시사점은 다음과 같음

[표 4-9] 특허 분석 시사점

시사점
특허 분석 ◇ 각 기술분류마다 전체적인 기술동향 추세와 유사한 경향을 나타냄 ◇ 신재생에너지 활용기술 분야의 경우 1970년대 후반의 증가세 이후 감소하다가 2000년대 중반이후부터 급격히 증가하는 경향을 나타내는데, 이는 태양에너지 이용기술의 변천주기에 따른 영향으로 분석됨 ◇ 전체적으로 중분류에서는 에너지 손실저감형 장치/설비 기술의 점유율이 가장 높게 나타났으나, 소기술분류로 살펴볼 경우에는 에너지 손실저감형 건축자재분야의 점유율이 타 분야보다 월등히 높게 나타남 ◇ 각국의 세부기술별 점유율을 살펴보면, 다른 국가들의 경우 전체적인 경향과 동일하게 에너지 손실저감형 건축자재 분야의 점유율이 가장 높게 나타났으나, 미국의 경우 신재생에너지 활용기술 분야의 점유율이 가장 높게 나타남 ◇ 세부기술별 출원증가에 따른 추세선을 전체적으로 살펴볼 때 신재생에너지 활용기술분야가 상대적으로 최근에 출원이 증가하고 있는 부상기술로 분석됨

제4절 논문동향 분석

○ 에너지 절감형 물류시설과 관련하여 학술논문 검색 사이트를 이용하여 활용검색어를 입력하여 논문동향 분석을 실시

- 주요 활용키워드 : 경량벽체, 단열재, 단열설계 및 시공, 내·외단열, 난연성단열패널, 열회수, 기반설비, 지열, 지하공간, 축열, 에너지관리시스템

○ 기존의 물류관련 운송 및 수송기술, 보관기술 등 물류설비에 대한 연구와는 달리 본 과제에서는 물류시설(Logistic facilities)의 에너지 절감에 대한 연구로써, 관련 논문동향 분석 시 범위를 건축물로 하여 거시적으로 1차 분류를 하며, 물류시설에 도입가능 여부를 판단하여 최종 관련 논문동향을 분석함

[표 4-10] 세부 기술별 논문발표 동향

분야	세부기술	논문명	발표년도	저자
건축기술	경량벽체 및 공간분할 기술	경량합성 벽체의 전단 성능 평가에 관한 연구	2007	박금성외2명
		목모보드를 사용한 건식경량벽체의 구조안정성에 관한 실험적 연구	2007	김영훈외4명
		가동칸막이 벽체 시험시공을 통한 문제점 및 개선방향	2004	이성옥외3명
		스틸스터드의 형상 변화에 따른 건식 벽체의 열성능 평가	2011	장철용외3명
		스틸스터드 건식벽체의 각 부위별 온도분포특성에 따른 열성능 비교연구	2010	장철용, 이나은
		목모보드를 이용한 세대간 경계벽개발에 관한 실험적 연구	2007	김대희외2명
		가변형 벽체가 주거에 적용된 사례에 관한 연구	2009	최이승, 김형우
		공동주택 경량칸막이 벽체구성재 분류별 사용자 평가 및 특성 분석	2010	박현구
		공동주택 리모델링 공간변화 가변성에 관한 연구	2009	오호용, 이명식
		석고보드 건식벽체를 이용한 가변형 공동주택의 전과정 CO2 배출량 및 경제성 평가	2011	하성균외5명
	단열재	그린빌딩을 위한 고효율 단열재	2009	권영철
		고효율 Low-E 단열재 개발에 관한 연구	2010	권영철, 김양오
		고무발포 단열재의 투습성에 따른 열전도율의 변화에 대한 연구	2011	정명식
		초진공 단열재의 열 물성 특성에 관한 연구	2009	전현석외
		Cone-Calorimeter와 연기밀도챔버를 이용한 고무발포단열재의 연기밀도 비교	2005	조희기외
		단열 및 방습재료의 성능 설계방법	2007	송병창
		재활용 폐지를 이용한 친환경 발포 단열재의 열물성 특성	2007	강재식외
		폐지를 이용한 판상형 Cellulose Fibre 단열재에 관한 연구	2003	김진희, 김준태
	난연성 패널	근-적외선분광분석을 이용한 스티로폼의 난연성능 평가 방법 연구	2010	조남욱외3명

		샌드위치 패널 난연성 시험 및 등급방법의 문제점 및 현황	2009	박계원외3명
		EPS 샌드위치패널의 난연성능 향상을 위한 배합설계 제안	2010	오재훈외4명
		폐타이어 분말과 난연제가 혼입된 모르타르의 화재안전에 관한 연구	2010	박정진, 손기상
	단열설계 및 시공기술	저에너지 주택설계를 위한 단열구조 및 디자인요소에 관한 연구	2004	조경민, 이태구
		실내 표면 결로 방지를 위한 열교부위의 적정 단열정도 결정방법에 관한 연구	1998	송승영
설비기술	기반설비	외부바람의 영향을 고려한 난방공간에서의 하향토출 에어커튼의 성능	2009	성순경
		유도공기 및 에어커튼을 이용한 주방 레인지 후드 성능 개선에 관한 수치모사	2007	선덕영외3명
		전동차 출입문에 에어커튼 설치시 객실 온도 변화 연구	2004	안종곤외2명
		플라스틱 공기막 커튼을 활용한 온실의 보온력 향상	2003	김학주외5명
		실측 실험을 통한 단열문의 열성능 평가	2011	장철용외3명
		에어커튼 분사 각도에 따른 지하 터널 내 열차풍 환기 제어 특성	2009	송동근외7명
회생기술	지열 히트펌프	주상복합 건축물에 적용된 지열이용 히트펌프 시스템의 냉방성능 평가	2006	김용식외2명
		유출지하수 열원 지열히트펌프용 Pond Loop 열교환기의 열전달 성능	2006	박근우, 김윤호
		지열히트펌프 활용을 통한 전력계통 부하율 향상 및 CO2 감축	2008	이건우외2명
		수절환 방식을 이용한 지열히트펌프의 난방특성에 관한 연구	2011	차동안외2명
		소규모 주택에 대한 수평형 지열 히트펌프 형태 결정에 관한 연구	2011	윤장렬외2명
		단독주택 적용 지열 히트펌프 시스템의 성능 분석	2011	손병후외2명
운영기술	에너지 관리기술	대형 빌딩 전력 운영 최적화를 위한 빌딩 전력 관리 시스템 설계	2011	양민욱외2명
		국내 건물 에너지 관리 시스템(BEMS) 적용 현황 및 개선 방향에 관한 연구	2008	홍지표외4명

		스마트그리드 실시간요금과 연동되는 수요반응을 유도하기 위한 HEMS 설계에 관한 연구	2011	강동주외3명
		전력선통신을 이용한 지능형 홈에너지 관리시스템	2008	주성호외4명
		건물 군 에너지 관리 시스템 개발에 관한 연구	2009	김보혜외3명
		사무소 건물의 에너지 관리 기법에 관한 연구	2000	서동현외2명
		스마트에너지하우스 구현을 위한 에너지 수요관리 알고리즘의 개발	2010	전정표, 김광호
선도기술 기술	지하공간 활용기술	곤지암 지하저장 운영 사례	2000	김영웅, 이규상
		냉동저장고 주변의 온도분포에 관한 현장 계측 및 수치해석	2004	이규상, 이정인
		지중온도를 이용한 지하공간 벽체의 난방부하 계산에 관한연구	2008	정수일
		지하냉동저장공동 주위암반의 열전도 특성 및 열부하 평가	1999	신중호외3명
		지하저장시설 통기순환형 결로발생유도시스템에 관한 실험적 연구 -군 이글루 탄약고를 중심으로-	2004	심상권외2명
		터널형 지하공간내의 자연환기력 분석	2009	이창우, 박홍채
		지하냉장 저장기술	1995	김호영외2명
		지하공간 활용을 위한 지중에 면한 건물외벽 단열기준에 관한 연구	2001	조진균, 김병선
		지하공간 안전성 향상을 위한 개선방안에 대한 연구	2008	이정은외2명
		지하 저온저장시설의 에너지 효율 극대화를 위한 설계기술	2009	정우철외5명
		실측과 유한차분법에 의한 지하공간 온도의 해석	2006	정수일

제5절 유사과제 분석

1. 정부 부처별 물류시설 관련 R&D 사업 추진 현황

○ 본 과제와 관련하여 정부 부처별 물류시설에 적용 가능한 에너지 절감기술 관련 R&D 사업 추진 현황을 살펴본 결과, 국토해양부 8건, 건설교통기술평가원 13건으로 파악됨

○ R&D로 추진되고 있는 본 과제와 관련된 사업은 대부분 공동주택 및 일반빌딩 등의 건축물에 적용할 수 있는 기술로, 물류시설의 특성을 반영한 R&D 사업의 추진은 미미한 상황임

○ 따라서 본 과제를 통한 물류시설 특성을 고려한 에너지 절감형 건축물 기술 개발은 효용성이 있는 것으로 판단됨

가. 국토해양부

(1) 노후 건축물의 안전도 강화 및 에너지효율화를 위한 개보수 전용 창호 개발

○ 연구기간 : 2001. 08. 30 ~ 2002. 08. 29

○ 최종목표: 환경친화적이고, 경제적이고, 안전성이 보장되며 에너지 효율적 개보수를 위한 창호 시스템 개발

- 보수형 개수기법 및 시스템(Retrofit System)
- 교체형 개수기법 및 시스템(Replacement System)
- 부가형 개수기법 및 시스템(Addition System)

○ 연구내용 및 범위

- 창호 개보수 사례 조사 및 분석
  - · 국내 창호 개보수 사례 조사
  - · 국외 창호 개보수 사례 조사
- 노후 건축물 창호 구조 조사 및 분석

- 노후건축물의 창호 성능평가 및 개선 방안 도출
  - · 샘플 노후 건축물의 창호 성능 평가
  - · 개보수 전용창호의 내화 및 내풍압 성능 향상을 위한 방안 도출
  - · 개수에 의한 에너지절감효과 예측을 위한 시뮬레이션
- 개보수 전용 창호 개발
  - · 노후 건축물 창호의 단열 및 기밀 성능 보강 방안 도출 (Retrofit Window System)
  - · 부가형 개보수 창호시스템 개발 (Addition Window System)
  - · 교체형 개보수 창호 시스템 개발 (Replacement Window System)

○ 기대효과 및 활용방안

- 현재 실적이 거의 전무한 에너지절약사업(ESCO) 시장에 참여
  - · 현재 건설업계의 최고 관심사로 등장하고 있는 노후 건축물 리모델링을 위한 실제적 대안 기술의 개발
  - · 안전성, 단열성, 기밀성, 내화성능 등이 열악한 노후 건축물 창호의 성능 향상을 위한 기술의 제공
  - · 경제성 있는 제품의 개발로 노후 건축물의 개보수 활성화
  - · 노후 건축물의 에너지 손실을 획기적으로 절감하게 함으로서 건축주 및 국가 에너지 절감에 획기적으로 기여

(2) 무기질 단열재를 사용한 친환경 샌드위치패널 개발

○ 연구기간: (1차) 2004. 08. 20 ~ 2005. 08. 19 / (2차) 2005. 08. 20 ~ 2006. 08. 19

○ 최종목표: 본 연구의 목표는 무기질 단열재를 사용한 샌드위치패널의 개발임. 그리고, 주 연구내용은 샌드위치패널의 코어재와 조립시스템을 국내 건축 기준 및 KS제품규격에 따라 성능시험, 분석을 수행하고 검증하여 제품을 실용화

○ 세부 연구목표

- 무기질 단열재를 사용한 친환경 샌드위치패널 개발
- 무기질 단열재를 사용한 친환경 샌드위치패널 설계 및 생산방법 표준화
- 무기질 단열재를 사용한 친환경 샌드위치패널의 성능확인

· 화재안전성, 난연성, 패널내화성, 차음성, 내화성, 단열성, 그 외 기초성능시험

- 샌드위치패널의 성능시험 표준화와 실험데이터의 분석에 대한 표준화 지침 개발
- 폐기물 처리에 대한 표준화

○ 연구내용 및 범위

- 본 연구에서는 친환경 샌드위치패널 연구동향 및 특성을 연구·분석하여 연구목표인 무기질 단열재를 사용한 친환경 샌드위치패널의 개발을 수행하며, 그에 따라 친환경 샌드위치패널 생산함
- 개발된 친환경 샌드위치패널의 성능검증을 위하여 본 연구기관에서 성능시험 및 비교분석을 수행
- 연구체계
  · 친환경 샌드위치패널 연구동향 및 특성 연구, 개발
  · 친환경 샌드위치패널 생산
  · 기존 및 개발 샌드위치패널 성능시험 및 비교분석
  · 폐기물 처리 방법 연구
- 세부 내용
  · 국내외 관련 기준 및 연구내용들을 비교/정리하여 본 연구개발에 참고 자료로 사용하며, 연구목표의 제시사항을 정리
  · 실무에서의 샌드위치패널 사용 및 현황에 대한 조사를 수행하여 개발 제품의 실용성 및 개발 이후 시장 확보 및 실용화 계획을 수립
  · 시작품 제작을 통한 개발 샌드위치패널 단열재 특성을 분석하고 개발 계획을 수립하여 목표인 샌드위치패널을 개발
  · 샌드위치패널 설계 및 생산 계획을 수립, 업체와의 연계에 의한 생산을 수행.
  · 기존 샌드위치패널의 설치방법을 분석하여 개발 제품의 설치방법을 고안
  · 샌드위치패널 성능평가를 위한 시험체를 생산하여 시험을 수행
  · 시험항목은 축방향압축강도시험, 국부압축강도시험, 단순굽힘시험, 내충격성시험, 열전도율 시험, 화재안전성시험(Room Corner Test), 단열성시험, 난연성시험, 패널 내화성시험, 차음성시험의 총 10여종
  · 개발 샌드위치패널의 성능시험결과 분석을 통한 제품의 보완작업 및 기존 샌

드위치패널의 성능을 비교 분석하여 제품 특성을 정리

· 친환경적인 요소로써 개발 샌드위치패널의 폐기물 처리방법을 고안하여 기존 제품들의 폐기물 처리 현황조사와 비교 분석하여 환경적 요소를 적용. 그에 따른 개발 제품의 폐기물 처리에 따른 이점을 분석

· 시험 및 성능 검증을 마친 후, 샌드위치패널 설계 및 생산의 최적화 작업을 수행. 생산표준 및 시방표준을 확립하고 그 적절성을 분석

○ 기대효과 및 활용방안

- 외국의 샌드위치패널 개발에 대한 자료조사로 인하여 국내 샌드위치패널 개발에 관한 기술적 자료구축, 국내 업계와 연구기관을 대상으로 한 초청강연회를 개최함으로서 샌드위치패널 건축물의 인체 유해성의 감소와 뛰어난 난연성, 내화성, 단열성, 차음성 등에 관한 해외기술동향을 소개하고 국내외 기술교류를 추진함
- 샌드위치패널 성능에 관한 기준에 적합성을 정립하고 이에 대한 연구결과를 각 실무분야에 보급하여 생산 및 시공, 설계의 기술을 향상시킴
- 본 개발 샌드위치패널에 대한 표준화를 개발하여 이를 활용하는 각 기관 및 업체에 보급하여, 보다 체계적이고 기술적으로 타당한 생산 및 설계를 유도함
- 제품의 개발로 인한 개발 샌드위치패널의 인체유해성, 화재안전성, 난연성, 내화성, 차음성, 단열성에 관한 관련자료를 배포하여 실무에서 고급 건축설계를 도모하도록 함

(3) 복합지하공간 수해 방지를 위한 지하 저류공동 건설기술 개발

○ 연구기간: 2010. 12. 29 ~ 2013. 08. 28

○ 최종목표: 본 연구개발의 최종목표는 날로 늘어가는 도시지역의 침수피해 특히 복합지하공간과 주변 지역의 침수피해를 저감하기 위한 대단면 지하 저류공동의 계획, 설계 및 시공을 위한 기술을 개발

○ 세부과제별 연구목표

- 지하저류공동 건설기술 개발
  · 지하 저류공동 건설을 위한 설계 및 시공지침 개발
  · 지하 저류공동 지보 및 안정성 확보를 위한 보강기술 개발
  · 구조물 손상도 평가를 통한 개착부 굴착 및 보강공법 선정기술 개발

- 지하공간 침수 위험도 평가기법 개발
  - · 지하공간 침수 위험도 평가기법 개발
  - · 지하공간 침수위험도 평가 및 유입수 유도처리 지침 개발
- 최적규모 설계기법에 따른 지하 저류공동 배수 시스템 개발
  - · 지하저류공동의 설계 저류량 및 수리영향 인자 분석
  - · 지하저류공동의 침수저감효과 분석
  - · 기존 배수 체계와 지하저류공동의 연계 방안

○ 연구내용 및 범위

- 지하 저류공동 건설기술 개발
  - · 지하 저류공동의 건설기술 기본 개념 정립
  - · 지하 저류공동 건설 계획 및 요소기술 사전평가
  - · 지하 저류공동 건설을 위한 설계 및 시공 지침 수립, 작성
  - · 언더피닝을 통한 필라구조 하중 저감효과 규명
  - · 필라 보강을 위한 신공법 개발
  - · 필라 지보시스템 검증
  - · 근접시공에 의한 구조물 손상도 평가기법 구축
  - · 개착부 굴착공법별 기존 구조물에 대한 손상도 평가
  - · 구조물 손상도 평가를 통한 개착부 굴착 및 보강공법 선정기술 개발
- 복합지하공간의 침수위험도 평가기술 개발
  - · 지하공간 침수위험도 정의 및 평가개념 정립
  - · Risk Analysis 기법 설정
  - · 지하공간 유입수의 동적 거동 해석 방법 선정
  - · 수치시뮬레이션 방법에 의한 지하공간내 유출해석, 동적거동 분석
  - · 침수 위험인자의 정성적/정량적 평가 수행
  - · 수리모형실험 방법에 의한 지하공간내 유출 비교평가
  - · 지하공간 침수위험도 평가기법의 검증 및 지침 수립, 작성
  - · 지하공간 침수억제 및 유입수 유도처리 방안 수립
  - · 지표/지하 유입수 방·배수 시스템 및 유도처리 지침 작성

- 최적규모 설계기법에 따른 지하 저류공동 배수시스템 개발
  - · 개략적인 위치선정에 따른 지하저류 공동 설계 저류량 및 수리영향 인자 분석
  - · 지하저류공동 설치 시나리오에 따른 저류량 및 수리영향 인자, 침수분석
  - · 개략적인 위치선정에 따른 침수저감효과 분석
  - · 기존 배수체계와 지하 저류공동의 연계 사례 분석
  - · 기존 배수체계 연계 시나리오에 따른 저류량 및 수리영향인자, 침수분석
  - · 지하저류공동 최적 위치 선정 기법
  - · 수리모형실험을 통한 지하공간 내 유입수의 동적거동 평가
  - · 침수저감 효과를 고려한 목적 함수 도출
  - · 지하저류 공동의 최적규모 설계 기법
  - · 지하저류공동 최적규모 설계기법에 따른 침수저감효과 평가
  - · 지하저류공동 최적규모 설계기법에 따른 배수체계 연계 방안 평가
  - · 지하저류공동 설계 매뉴얼 제시

○ 기대효과 및 활용방안

- 국내 지형 및 도시지역 특성을 고려한 배수 이론 체계의 구축과 도시 우수 배수 시설의 설계 기술에 기반 한 지하 저류공동 최적 설계 기술을 확보하여 방재 대책 수립에 기여
- 기후변화로 인한 도시지역 침수피해 발생 위험이 증가하고 있는 추세로 이에 대한 대책의 일환으로 지하 저류공동의 설계 기술은 방재시설물 설계 기준의 기초자료로 활용될 수 있음
- 연구개발 성과 중 개발 공법을 대상으로 기술실시계약 등에 의한 실용화, 사업화를 추진할 계획임

(4) 대형 대단면 지하공간 창출을 위한 지하공간 건설기술 연구

○ 연구기간: 2004. 07. 20 ~ 2009. 07. 19

○ 최종목표: 현업에 실제적으로 적용 가능한 공비/공기 절감형 지하공간건설기술 패키지 개발

- 소규모 지하공간에서 축적된 기존의 국내 지하공간 기술을 배제하지 않고 요소기술

로서의 보완과 재발전을 도모함으로써 합리적인 대형 대단면 건설 기술이 창출되도록 본 연구에서 최종목적을 달성하기 위한 세부체계를 설정

○ 연구내용 및 범위

- 웹 기반의 조사 기술 분야에서는 터널설계의 기초가 되는 지반조사 분야의 다양한 조사 및 시험방법을 체계적으로 분류하고 각 방법의 구체적인 내용을 정리하여 웹사이트에 게시, 관련 산업체 및 학교와 연구소 등에서 유용하게 활용할 수 있도록 하는 '웹 기반 지반조사기술 정보시스템'을 구축
  - · 지질공학을 이용한 상세 지질조사 기법
  - · 막장전방 조사 기술
  - · 암반역학을 이용한 암반물성 특성화
- 재료 및 품질관리분야에서는 대형 대단면 지하공간 건설시 요구되는 핵심요소 재료 개발과 품질 및 안전 관리 최적화 기법 및 유지관리 기법 개발
  - · 고성능 숏크리트 개발
  - · 고성능 콘크리트 라이닝 소재개발
  - · 지하공간 용도별 지하수처리 시스템 개발
  - · 고성능 케이블볼트 개발
  - · 현장 숏크리트 시험 기술 개발
- IT 기반의 지하공간 지보시스템 설계기술 개발분야에서는 대형/대단면 지하공간 건설에 요구되는 안전하고 경제적인 시공 및 설계를 위한 첨단 IT 기반의 고성능 지보재 설계 시스템 개발
  - · IT 기반의 지하공간 고성능 지보시스템 설계기술 개발
  - · 지반-지보재 상호거동분석 및 안정성 평가 모듈개발 및 내진설계 모듈 개발
  - · 변상을 고려한 지보재 안정성 평가 모듈 개발
- 시공기술개발분야는 대형, 대단면 지하공간사업을 효율적으로 추진하기 위한 현장 기술개발
  - · 발파효율을 개선을 통한 장공/대단면 신개념 발파기술 개발
  - · 지하공간 규모에 따른 시공리스크 분석기법 개발
  - · 기계화 시공 핵심요소기술 개발

· 굴착 전 사전보강 필요성 분석 및 대처기술 개발

· 잔층 지하공간 구조물의 시공요소 기술 개발

· 지하공간 근접부 시설물 기초 보강 기술 및 시공기술 개발

- 마지막으로 본 패키지연구에서는 만들어진 지하공간구조물의 효율적이고 체계적인 관리를 위하여 지하공간구조물의 유지관리 통합 D/B 시스템을 개발하고, 유지관리 관련 제반자료를 효율적으로 관리하기 위해 요소정보를 기본정보, 설계, 시공정보 및 유지관리정보로 구분하여 유지관리 D/B를 구성

○ 기대효과 및 활용방안

- 대형 지하공간 창출로 사회 인프라 기반을 구축함
- 핵폐기물처리장, 하수도처리장, 농수산물저장고등 지하공간 수요를 저렴한 비용으로 건설함으로 국가경쟁력 강화
- 고성능 신소재 개발로 소재공학 수요창출, 고도 IT기술접목으로 IT분야 신시장 창출
- 공기단축, 친환경적 시공법 개발로 도심지 교통장애요소 감소 및 자연보존

(5) 금속 패널을 이용한 습식 외단열 마감공법

○ 연구기간: 2009. 11. 25 ~ 2011. 02. 12

○ 최종목표

- 습식형 금속 판넬의 개발
- 습식형 금속판넬의 시공공법 개발
- 설치된 금속 패널과 패널 사이의 삽입형 가스켓형 줄눈 개발

○ 연구내용 및 범위

- 습식형 금속 판넬의 개발

· 습식형의 접착을 위하여 금속판넬의 단면에 골모양의 하니셀을 접착하여 접착 단면적 향상을 통한 접착 성능을 향상

· 모서리 부위의 절곡을 통한 금속판넬의 휨, 뒤틀림 등에 대한 안정성 향상

· 장기접착 내구성 향상을 위해 배면 부위의 다수 구멍을 천공하여 접착성 향상 (천공한 배면의 구멍에 접착형 특수 몰탈을 삽입하여 몰탈이 배면판에 8자 형태의 구조로 접착하여 금속 패널과 바탕면과의 접착성능이 향상)

- 습식형 금속판넬의 시공공법 개발
  - · 기존의 거치형 (트러스 구조)에서 탈피한 바탕면에 직접 부착하는 형식을 채택한 습식부착 공법 개발
  - · 특수 접착 몰탈을 사용하여 패널을 바탕면에 직접 부착하는 공법 채택
- 설치된 금속 패널과 패널 사이의 삽입형 가스켓형 줄눈 개발
  - · 다양한 형태의 삽입형 가스켓 개발
  - · 가스켓 설치 공법 개발

○ 기대효과 및 활용방안

- 외장단열 필요 건축물의 외장(교육기관, 관공서, 군 관련시설 등)
- 외장의 리모델링
- 신축 건축물의 외장 고급화

(6) 친환경 아파트 단열외벽재 개발

○ 연구기간: 2009. 12. 29 ~ 2011. 12. 28

○ 최종목표

- 열반사 성능을 갖는 무기질계 단열패널의 개발을 통하여 아파트 벽체의 단열성능을 향상시키고, 이러한 단열재의 활용확대를 통해 친환경성능 및 화재안전성능 향상을 도모함
- 콘크리트 타설 시공시 단열패널을 구조물 내외부에 매립하여 구조체와 내외장 단열패널을 일체화시키는 구조물 일체형 단열 시공시스템을 개발함으로써, 열효율 향상은 물론 콘크리트 표면에 발생하는 구조적 결함 방지 및 시공 공정 간소화를 통하여 경제성확보 및 건축물의 에너지 절감을 유도

○ 연구내용 및 범위

- 1차년도 개발 내/외벽 패널의 성능향상 및 최적화를 피드백 시험
- 온습도 등 외부환경 변화 조건하의 패널 및 구조체의 변화거동 측정을 통화 일체화 검토
- 구조물 및 단열외벽재의 일체화된 시스템의 장기내구성 검토
- 장기 폭로후 열관류, 부착성능 및 구조체 거동을 정량적으로 측정

- 단열패널 시스템 공법의 시공성 및 가공성 검토
- Mock-up test를 통한 현장적용성 검토
- 유닛재료, 공사단가, 설치시간 등의 검토를 통한 단열시스템 공법의 경제성 분석

○ 기대효과 및 활용방안

- 건물에서 단열이 고려된 외피는 지속가능한 건축물의 세 가지 목표인 거주자의 건강, 거주자의 쾌적, 환경에 대한 고려를 모두 만족시키기 위해 외부환경조건의 변화와 실내 환경조절의 필요에 따라 능동적으로 대응할 수 있어야 함
- 이러한 다양한 고려와 건물의 특성에 맞는 세심한 외피 디자인을 통해 거주자에게 쾌적한 환경을 제공하고 에너지 소비를 줄임으로써 환경친화적인 건축물을 구현할 수 있음
- 따라서, 본 친환경 아파트 단열 외벽재 개발 기술은 에너지 절약, 여름철 구조체의 축열에 의한 열섬현상 및 열대야 발생을 줄일 수 있을 것으로 사료

(7) 단열성능이 향상된 중단열 콘크리트 외벽시스템 개발

○ 연구기간: 2010. 12. 29 ~ 2013. 05. 28

○ 최종목표: 본 연구에서는 콘크리트 외벽체에서의 열교현상(heat bridge)에 의한 에너지 손실을 근본적으로 방지할 수 있음과 동시에 합성거동에 의한 구조성능 향상을 특징으로 하는 중(中)단열형 콘크리트 외벽시스템의 개발 및 상용화를 최종목표로 설정하고, 각각

- 풍하중에 저항할 수 있는 커튼월 대응형 경량 중단열 콘크리트 외벽시스템
- 고정하중 및 횡하중에 저항할 수 있는 구조용 중단열 콘크리트 외벽시스템의 개발을 통하여 최종적으로 건물에너지 10% 절감, 벽체 구조성능 1.5~2.0배 향상을 달성함으로써 정부의 저탄소·녹색성장 정책에 기여하고자 함

○ 연구내용 및 범위

- 풍하중에 저항할 수 있는 PC 커튼월형 경량 중단열 콘크리트 외벽시스템 개발 (중/고층 사무소 건물)
  - · PC 커튼월에 있어서 콘크리트 내/외 패널의 합성거동을 위한 FRP 전단연결재 최적화 및 시제품 생산

· FRP 전단연결재를 활용한 PC 커튼월 대응형 경량 중단열 콘크리트 샌드위치 패널 성능시험 및 개발

· PC 커튼월형 샌드위치 외벽패널의 시스템화

- 저층 사무소/공동주택 건설을 위한 PC 전단벽형 구조용 중단열 콘크리트 외벽시스템 개발

· PC 외주 전단벽에 있어서 콘크리트 내/외패널의 합성거동을 위한 고성능 FRP 전단열결재 최적화 및 시제품 생산

· 고성능 FRP 전단연결재를 활용한 구조용 중단열 콘크리트 샌드위치 패널 성능시험 및 개발

· PC 외주 전단벽형 샌드위치 외벽패널의 시스템화

- 개발된 외벽시스템의 실용화/사업화

· 외벽시스템(PC 커튼월형, PC 외주 전단벽형)의 시공/생산 매뉴얼 개발

· 외벽시스템의 Test-bed 적용 및 Pilot test 등 현장적용

○ 기대효과 및 활용방안

- 본 연구의 성과물인 중단열 콘크리트 외벽시스템은 녹색성장, 저탄소 첨단도시개발, 제로 에너지 빌딩 등 전 세계적인 현안에 바로 부합되는 성과물로 개발과 동시에 실제 현장에 적용할 계획

- 2차년도 연구개발 추진계획에 실제 개발과 동시에 현장적용이 가능하도록 Pilot test를 수행할 뿐만 아니라, 공공청사나 군대 막사 등에 적용할 수 있도록 학교 시설물, 관공서, 군부대와 협의할 계획

- 또한, 외벽시스템화에 대한 BIM의 시스템 구축에 대한 연구를 통하여 국내 건설시장의 BIM 도입에 필수적인 요소로 평가되고 있는 개방형 라이브러리를 구축하는 방안을 마련할 수 있을 것으로 판단됨

- 따라서, 개방형 라이브러리의 구축을 통하여 실무 업체들의 협업체계를 완성할 수 있을 것으로 판단되고, 개방형 BIM 라이브러리에 건축물 외피시스템(창호, 경량벽체, 접합부, 루버 등)을 구축하여 국내 BIM도입의 성공적인 정착에 활용될 수 있을 것으로 판단됨

- 또한 BIM을 이용한 친환경 설계를 유도함으로써 건축물의 에너지사용량의 분석을

포함하는 친환경 설계 기법을 초기단계에서부터 수행할 수 있도록 하여, 적극적인 친환경 설계에 활용할 수 있을 것으로 판단됨

- 활용 대상시설물의 선정 : 정부 청사/공공 시설물, 학교 건축물 (에뉴멕을 통한 BTL 사업, 국방부 공동주택 BTL 사업 등
- 연구결과 촉진 방안 : 건축물 외벽시스템에 대한 BIM 구축 및 정량적 에너지 절감분석을 통하여 건축물의 에너지 효율등급을 총량적으로 분석함으로써 활용성 제고

나. 건설교통기술평가원

(1) 업무용 건물내 열설비 에너지 소요량 평가 및 절약기법 적용에 관한 연구

○ 연구기간: (1차) 1995. 10. 20 ~ 1996. 10. 19 / (2차) 1996. 10. 20 ~ 1997. 10. 19

○ 최종목표

- 기상자료 및 보조자료 등이 우리의 실정에 맞고 설계자 및 건축업자가 쉽게 접근할 수 있는 건물의 냉난방 열부하의 원단위 산정 프로그램을 개발
- 건물 내 각종 설비기기의 연간에너지소비계수를 산정하는 소프트웨어를 작성
- 건물에너지 절약방안은 연구 또는 개발하고, 건물에너지 절약대상의 변경에 따른 에너지소비량 및 운전비용의 차이를 선정

○ 연구내용 및 범위

- 1차년도
  - 기상자료를 정리하고 기존의 부하계산프로그램을 수정·보완하여 사용이 쉽고 정확한 건물에너지의 소비량 산정 프로그램을 작성
  - 건물 내의 각종 설비기기가 1년간 소비하는 에너지를 산정하고 열량으로 환산하여 총열량을 산정하는 연간 에너지소비계수계산 프로그램 검증
  - 프로그램을 업무용 건물에 적용하여 부하 계산 프로그램 검증
  - 기존의 에너지 절약기법을 정리하고 새로운 기법을 연구하며, 여러 에너지 절약기법에 대한 평가 프로그램을 작성

· 에너지 절약기법이 적용된 건물에 대한 실측자료를 확보하여 기존 건물과의 비교평가를 실시

- 2차년도
  · 1차년도에 개발한 프로그램의 보완 및 적용
  · 건물에너지절약 대상의 변경에 따른 에너지 소비량 및 운전비용의 차이를 비교
  · 건물 용도별 프로그램의 적용
  · 에너지 및 기기가격의 분석
  · LCC에 기초한 소요비용의 계산
  · 에너지절약방법 적용 시 초기투자비용 및 에너지 절약효과의 비교를 통한 경제성평가
  · 선정 건물의 에너지 소비량의 모니터링
  · 경제성평가프로그램의 적용을 통하여 건물에 적절한 에너지 절약기법의 적용 가능성 및 경제성 평가
  · 에너지 절약기법의 적용후의 에너지 소비량의 모니터링 및 분석

○ 기대효과 및 활용방안

- 본 연구에서 개발한 에너지 기법은 업무용 건물 외에도 관공서, 병원 호텔, 백화점, 공동주택 및 연구소 등 각종 건물 등에 활용가능
- 건축설비의 TAB용역업체 및 기타 관련업체에 홍보하여 기업화하며 이를 위하여 본 연구개발 사업을 좀 더 확대하여 정풍량 단일덕트 방식은 물론, 변풍량 방식, 2중 덕트 방식, 각층구역 방식, 휀코일유닛 방식, 유인유닛 방식, 패기지 공조방식등에 대하여도 에너지절약 기법에 대한 추가적인 연구를 수행하여 확립된 기술을 건축설비업체에 기술이전 할 수 있음

(2) 에너지 절약형 고기능 섬유보강 콘크리트의 개발 및 설계, 시공 지침안 작성에 관한 연구

○ 연구기간: 1995. 10. 20 ~ 1998. 10. 19

○ 최종목표

- 토목, 건축구조물용으로 이용될 수 있는 고강도, 고인성, 고내구성이면서 안정성과 신뢰성이 높은 섬유보강콘크리트의 제조, 응용 및 폴라이애쉬, 실리카흄 및 쇄사 등

현재 우리나라에서 유효이용이 미진한 산업부산물을 이용한 물리적 역학적 성능 및 열적안정성이 우수한 섬유보강 콘크리트의 제도, 성형, 설계, 시공 그리고 2차 제품에로의 활용을 위하여 집중적인 연구를 수행

○ 연구내용 및 범위

- 1차년도
  - · 국내의 연구자료 및 관련 기술정보의 수집분석
  - · 토목 건축 구조물용 콘크리트의 품질관리, 내구성에관한 문제점 파악
  - · 토건용 고강도, 고내구성 섬유보강 콘크리트의 공학적 특성에 미치는 제요인에 관한 실험적 구명
  - · 경제성, 시공성 및 역학적 특성 등을 고려한 토, 건용 섬유보강 콘크리트 및 산업부산물을 이용한 고성능 섬유보강콘크리트의 섬유관계요인별, 매트릭스 관계요인별, 믹싱 관계요인별, 최적배합도출
  - · 보통골재를 이용한 토건용 섬유보강 콘크리트 제조를 위한 배합참고표(안) 작성 제안
- 2차년도
  - · 배합인자 및 강섬유종류에 따른 강섬유보강 콘크리트의 물리적, 역학적 성능 구명
  - · 섬유보강 콘크리트의 물리적, 역학적 성능구명 계속
  - · 산업부산물(플라이애쉬, 실리카흄 등)을 이용한 섬유보강 콘크리트의 물리적, 역학적 성능구명 계속
  - · 토목, 건축구조물용 섬유보강 콘크리트의 설계, 시공을 위한 장기변형성능 평가
  - · 섬유보강 콘크리트의 실용화 연구 및 현장적용시험
  - · 구조부재 및 2차 제품 적용 검토
- 3차년도
  - · 섬유보강 콘크리트의 현장적용을 위한 연구계속
  - · 산업부산물(플라이애쉬, 실리카흄 등)을 이용한 섬유보강 콘크리트의 현장적용을 위한 연구 계속
  - · 섬유보강 콘크리트의 구조공시체 제작 및 정적, 동적 내력성능판정시험 계속

· 섬유보강 콘크리트의 해석적 구조모델 개발

· 토목, 건축구조물용 섬유보강 콘크리트의 품질관리기술 개발

· 섬유보강 콘크리트의 설계, 시공지침(안)작성 및 제안

○ 기대효과 및 활용방안

- 본 연구에서 개발된 산업부산물을 이용한 섬유보강 콘크리트는 우수한 물리적, 역학적 성능 및 탁월한 구조적 안정 성능을 이용하여 교량 상판, 포장판 신설 및 오버레이, 터널 및 수리구 조물의 라이닝, 기계기초, 법면보호공, 해양구조물 및 호안구조물, 계단, 슬래브와 기둥, 보, 내진벽 접합부의 전단 보강, 내진 방폭구조물 등의 토건 및 방위산업분야의 구조 및 비구조부재로서 활용

- 고강도 흄관 케텐월, 프리악세스플로어, 내진벽, 방음벽, 컬버트, PC제품 등 건재용 2차제품을 개발함으로써 외화절감은 물론 현장시공성 향상에 기여

(3) 총량베이스 건축물 에너지절약 관리기법 개발

○ 연구기간: 2003. 08. 20 ~ 2006. 11. 19

○ 최종목표

- 국제 규격에 부합하는 국가공인 전국 지역별 기상데이터 정립, 건축물 에너지 해석을 위한 표준 입력치 및 기본 필수 데이터의 정비, 건물 에너지해석 표준 프로세스 도출, 국가 인증 건축물 에너지해석 프로그램의 선정, 표준 건물 에너지해석을 위한 건물 표준운전상태(SBOC) 설정, 총량베이스 에너지 관리 기법의 효과 분석 및 적용 매뉴얼 제작을 목표로 함

○ 연구내용 및 범위

- 성능베이스 건축물 에너지 평가 기법의 세부조건 설정 및 프로그램별 평가

- 성능베이스 건축물 에너지 해석용 종합 데이터베이스 구축 및 전산화

- 총량베이스 건축물 에너지 절약 관리의 행정 프로세스 도출

- 총량베이스 건축물 에너지절약 관리 도입 시의 효과 분석

- 총량베이스 건축물 에너지절약 관리 제도를 위한 종합기술서의 작성

○ 기대효과 및 활용방안

- 건축물 에너지해석 표준 프로세스 정립

- 건축물 에너지 해석을 위한 종합 기술 자료의 마련 및 “건축물 에너지해석용 표준 기준 및 데이터베이스”를 마련하여 보급
- 건축물에너지절약 및 설비 관련 기준의 상호 연계화 및 선진적 활용 방안 구축
- 건축물의 환경성능평가의 시행지침 및 기후변화협약 등에 의한 국제협의 시 기초 분석 도구 및 자료로 활용

(4) 에너지 효율 향상을 위한 건축설비 최적 설계 및 관리 시스템 기술개발

○ 연구기간: 2003. 10. 31 ~ 2005. 10. 30

○ 최종목표

- 공조설비의 최적용량 산정법과 대수분할 모델에 대한 매뉴얼
- 공조설비 최적설계를 위한 설계지침서 개발
- 수용률/부등률을 고려한 수변전설비의 최적 설계기법 개발
- 건축설비 최적관리시스템 개발
- 시설관리용 센서와 조작기 인터페이스 개발 및 최종 성능 평가

○ 연구내용 및 범위

- 공조설비의 최적용량 및 대수분할 모델 개발
  - · 본 연구에서는 사무소 건물을 대상으로 기존 건물에서의 공조시스템별(정풍량 방식, 변풍량 방식 등) 보일러, 냉동기, 냉/온수 유닛, 빙축열조 등 열원설비와 공조기의 운전데이터에 대한 조사/분석을 실시하여 실제 운전되는 공조설비용량에 대한 적정성을 검토하고, 이를 토대로 공조설비의 최적용량 산정법과 생애주기비용(LCC)을 고려한 공조설비의 최적 대수분할 모델을 개발하고, 이와 관련한 매뉴얼을 작성하고자 함
- 공조설비를 위한 시스템 최적화 설계기술 개발
  - · 본 연구는 산학협동과제의 장점을 충분히 살려 그 동안 설비설계업계에서 요구되었던 최적설계를 위한 논리 및 자료의 제공 그리고 공조설비설계 실무작업 시 유용하게 사용될 툴을 개발하는데 가장 큰 역점을 둠. 최종성과물로는 최적설계를 위한 시뮬레이션모델과 이를 바탕으로 하는 각종 설계대안의 시뮬레이션 평가 및 설계지침서. 특히, 현업의 여러 여건상 정밀시뮬레이션 툴

을 현실적으로 사용하기 어렵다는 측면을 고려하여 그 대안으로서, 실용적인 지침서를 활용하도록 설계지침서개발에 연구의 최종목표를 설정

- 건축 전기설비의 등급별 최적 설계기법 및 DB 시스템 개발
  - · 본 연구의 최종적인 목표는 건축물의 전기설비에서 효율적인 에너지의 절약을 위한 최적 전기설비의 구성 방법의 도출과 우리나라 실정에 적합한 수용률/부등률을 고려한 변전설비의 최적 설계기법을 개발하는 것이며, 이 기술은 설계기법에 대한 공정개발에 해당. 이 연구의 최종 목표를 달성하기 위하여 전기설비의 설계에 관한 기초 자료를 수집하기 위한 과정으로 자료를 소장하고 있는 많은 기관을 방문 조사하거나 인터넷이나 도서관 등의 자료 검색이 필요. 또한, 수집된 자료에 대하여 분석과 정리 과정을 거친 후에 DB시스템을 구축해야 하므로 자료의 조사와 분석 등을 위한 인력과 연구비가 필요하며, DB시스템을 구축할 수 있는 전문가 인력도 필요한 연구
- 건축설비를 위한 최적관리시스템(OMS) 개발
  - · 건축설비에 대한 최적관리를 통한 에너지 절감방안 등을 시스템적으로 구현하기 위해서는 각 에너지를 소비하는 설비별 데이터 즉, 전력, 가스, 온도, 회전수, 풍량, 습도, 전압, 전류 등의 기기별 운전 데이터가 수집되어 설비의 최적 운전 자료로 운전자에게 제공되어야 함
  - · 따라서 본 연구에서는 설비별 가동 및 에너지 사용관련정보를 취합하는 지능형 제어 정보기(i-DDC)와 연동하여 최적관리를 위한 통합된 감시제어를 하는 최적 감시제어 시스템(OMS-C : Optimal Management System-Control)을 개발하고자 함. 또한 취합된 설비별 가동 및 에너지 사용관련정보를 기반으로 최적하게 건축설비를 관리하고 향후 DOE-2와 같은 에너지해석도구와 연계할 수 있는 기반을 제공하는 최적관리시스템(OMS-e : Optimal Management System-energy)을 개발
- 건축설비 최적관리와 에너지 절감을 위한 지능형제어정보기(i-DDC)개발
  - · i-DDC는 기존의 DDC와는 차별화하여 시설관리 부분까지 고려한 최적관리 및 에너지 절감형의 DDC임. 개발하여 신축 및 개보수시에 적용하도록 하고, 제4 세부과제)인 최적관리시스템(OMS)에 수집된 정보를 제공하며 열원, 공조, 전기설비 등의 최적 관리를 위한 기초 정보를 제공
  - · 2차 년도에는 임베디드 제어기를 개발하여 i-DDC의 기반기술을 확보 하도록

하고, 1차년도의 연구결과로 MS/TP 모듈을 적용하여 모든 입출력 관리 포인트를 유동관리 포인트로 설계. DDC 설비관리 포인트를 수용하여 i-DDC를 개발하는 것을 목표로 함

○ 기대효과 및 활용방안

- 본 연구에서 개발된 에너지효율 향상을 위한 건축설비 최적 설계 및 관리 시스템 기술들을 개발함으로써, 건축 기계 및 전기 설비설계단계에서 최적설계를 통한 에너지 절약적인 설계가 가능
- 아울러 건축설비 최적관리를 위한 S/W 및 H/W를 이용하여 건물 유지관리 단계에서 건축설비시스템을 효율적으로 유지관리 할 수 있으므로 에너지 절약 및 설비시스템의 장수명화가 가능
- 또한 기술축적을 통해서 관련 기술의 해외수출도 가능하다고 사료됨

(5) BIM 기반 냉난방에너지해석 및 절약계획서 작성을 위한 도구 개발

○ 연구기간: 2010. 12. 29 ~ 2012. 06. 28

○ 최종목표

- 건축기계설비설계를 위한 BIM 라이브러리 표준안 개발
  - · 국내 환경에 맞는 건축기계설비 BIM 설계를 위해 필요한 요소 및 파라미터, 데이터 정의 등 BIM 적용 시 설계와 설계 이후에 데이터의 효율적 활용을 위한 표준안을 작성
- 건물 냉난방 에너지 해석용 데이터 추출 및 연동
  - · BIM 건축 모델로부터 냉난방 에너지 해석을 위한 건축의 기초 데이터를 실시간으로 추출하여 냉난방 에너지 해석 프로그램과 연동될 수 있도록 함
- 건물 에너지 성능지표(EPI) 자동 산출
  - · BIM 건축 모델로부터 외피 데이터를 추출하여 건물의 에너지 성능지표(EPI)를 자동 산출하여 건물 에너지 성능지표를 쉽게 체크하고 설계의 효율화를 도모

○ 연구내용 및 범위

- 건축기계설비 BIM 설계 라이브러리 구축을 위한 표준안 개발
  - · 내용: 한국의 BIM 설계환경에 맞는 건축기계설비설계용 라이브러리 구축을

위한 표준안을 개발

· 범위: 건축기계설비 분야로 한정하며, 건축설계 및 설비설계사무소, 건설사, 시공사, 제조사를 대상으로 배포하여 활용할 수 있도록 함

- 건물 냉난방 에너지 해석용 데이터 추출 및 연동

· 내용: BIM 건축 모델로부터 냉난방 에너지 해석을 위한 건축의 기초 데이터를 추출하여 국내에서 일반적으로 사용되고 있는 냉난방 에너지 해석 프로그램인 RTS-SAREK과의 연동되도록 함

· 범위: 건축 모델이 BIM으로 작성된 경우, 자동으로 추출한 냉난방 에너지 해석용 데이터를 BIM 모델에서 데이터를 확인하면서 추출. 건축 모델에 열관류율 데이터가 없는 경우는 설계자가 열관류율을 직접 정의할 수 있도록 함

- 건물 에너지 성능지표(EPI) 자동 산출

· 내용: 건축물 에너지 절약계획서 작성 시에 필수적인 건물의 에너지 성능지표(EPI)를 BIM 모델 화면에서 직접 산출하여 기준에 적합하는지 체크하는 기술을 개발

· 범위: 건물의 위치(지역) 및 용도 등 프로젝트와 관련된 기초 정보를 읽어 들인 후 건물의 외피를 추출한 후, 각 요소에 열관류율을 정의하여 에너지 성능지표를 산출

○ 기대효과 및 활용방안

- BIM 라이브러리 표준안: 표준안 홍보 세미나, 한국설비기술협회지를 통해 홍보하고 (사)공조·냉동·설비연구조합 산하 BIM 위원회를 통해서 설계사무소, 건설사, 시공사, 제조사에 배포하여 라이브러리 제작에 활용토록 함

- 냉난방 에너지 해석 데이터 추출 및 연동: 냉난방 에너지 해석 프로그램 RTS-SAREK의 새로운 버전의 배포와 동시에 BIM 모델로부터 추출한 데이터를 연동하여 계산할 수 있도록 함

- 건물 에너지 성능지표(EPI) 산출: 건축사무소와 설비설계사무소를 중심으로 세미나를 개최하는 등 홍보 활동을 벌여 BIM 모델이 펼쳐진 화면에서 정확하고 신속히 에너지 성능지표(EPI)를 산출할 수 있도록 함

(6) 건물에너지성능 평가모델 및 성능개선 프로세스 표준화

○ 개발연구기간: 2011. 09. 30 ~ 2012. 07. 29

○ 최종목표

- 건물 에너지소비량의 정량적 산출이 가능한 표준 평가모델 구축
  - · 건물 에너지 성능, 설계변수의 분석, 표준계산방법 정립
  - · 용도별 에너지성능계수(EPC)지표의 산출과 평가모델 표준화, 정밀 시뮬레이션(EnergyPlus 등) 대비 5% 이내 정확도 확보
- 기존 건물 에너지 성능평가 및 성능개선(Energy Retrofit) 평가 프로세스의 표준화 구축
  - · 건물 에너지 성능평가, 에너지 성능 설계변수의 정량화, 에너지성능개선 의사결정 수단의 표준모델 구축

○ 연구내용 및 범위

- 국제표준규격 ISO에 부합되는 건물 에너지 성능평가를 위한 표준모델 구축, 건물에너지성능 정량화 기법 개발
- 건물 에너지 소비량계산과 에너지성능계수(Energy Performance Coefficients) 개념정립, 냉난방, 환기, 조명, 급탕 등의 에너지소비량의 표준 계산기법 완성
- 신축건물과 기축건물의 에너지성능평가 시스템의 적용방안 구축
- 벤치마킹 기법에 의한 기존건물군의 에너지성능 진단 프로세스와 에너지 성능개선 표준 프로세스 구축

○ 기대효과 및 활용방안

- 국내 건물에너지 관련 성능등급 인증 프로그램의 국내 표준화에 필요한 기초 데이터 제공
- 국제표준 건물에너지 성능평가 방법의 국내 표준화의 기초 연구자료로 활용
- 신재생에너지 설치 의무화 사업(건물에너지 소요량의 10%이상 신재생에너지 생산량으로 의무화)에서 신재생 에너지 소요량의 정량적 판단 근거 자료 도출에 활용
- 설계 초기 단계의 건축물 에너지 절약을 위한 의사 결정 수단으로 활용
- 국내실정에 부합하는 표준 에너지 소비량 산출 기준이 도입된 에너지 성능 평가 도구로 인한 국내 에너지 절감 건축물 계획을 위한 기준 프로세스 방향 제시

2. 세부 과제별 R&D 사업 추진 현황

○ 국토해양부, 건설교통기술평가원 이외의 부처에 있어서는 본 과제에서 제안하는 세부기술별로 R&D 사업 추진 현황을 살펴봄

○ R&D 사업으로 추진되었던 본 과제 관련 기술은 고효율 단열재, 경량/이동식 벽체 시스템, 난연성 단열 패널기술, 외단열/중단열/내단열 시스템, 지열·태양열 히트펌프 시스템, 폐열 회수 기술, 에너지 통합관리 기술로 파악되었음

○ R&D 추진 부처는 지식경제부, 환경부, 교육과학기술부, 중소기업청이며, 추진 과제의 목록은 다음과 같음

[표 4-11] 세부 과제별 R&D 사업 추진 현황

관련 기술	연구과제명	부처명
고효율 단열기술	나노 기술을 이용한 에너지 절약형 난연성 환경친화 건축용 단열재 개발	교육과학기술부
	박형·초단열 신소재를 이용한 복합 단열재 개발	지식경제부
	친환경 fiber-free 외장 고온단열재 제조기술개발	지식경제부
	실리카겔을 이용한 저진공 난연단열재 개발	지식경제부
경량/이동식 벽체 시스템	실간, 세대간 차음재료 및 고차음 경량 벽체개발	중소기업청
	분해 조립이 가능한 친환경형 경량벽체 개발	환경부
	경량기포콘크리트를 충전한 각형강관골조형 벽체 시스템 개발	교육과학기술부
	세대간 고차음 경량벽체 시스템 개발	환경부
난연성 단열 패널 기술	초경량 난연성 패널 기술	지식경제부
	건축용 경량 단열블럭(인슈블럭)의 무독성 난연화	중소기업청
	재생 폐자원을 이용한 친환경적 난연 단열 샌드위치 패널 개발	중소기업청
외단열/중단열/내단열 시스템	패각분말을 이용한 고기능성 외단열마감재 개발	중소기업청
지열·태양열 히트펌프시스템	태양열 이용 Hybrid 냉난방시스템 실증연구	지식경제부
	부하추종형 고효율 지열히트펌프 시스템 개발	지식경제부
	지열 이용 하이브리드 히트펌프 시스템 개발	지식경제부
폐열 회수 기술	가스엔진 소형열병합발전용 배열회수 시스템의 사용화 기술 개발	지식경제부

	고온범위 히트파이프식 폐열회수 시스템 개발	지식경제부
에너지 통합관리 기술	통합운영 저에너지 건물기술 개발	지식경제부
	Green IT기반 빌딩의 에너지 절감을 위한 계측 및 모니터링 솔루션 개발	지식경제부
	빌딩에너지 정보 모니터링 기술개발	지식경제부

제5장 사업상세기획

제1절 연구개발과제 구성

1. 에너지 절감형 물류기술의 개발 필요성

○ 화석 연료의 고갈에 따른 에너지 위기의식의 증가 및 이로 인한 에너지 절감 기술 개발의 필요성 증가

○ 자원민족주의 확산으로 인한 에너지 자원 국유화 경향

- 남미 : 반미성향 국가를 중심으로 자원 민족주의 경향 확산
- 러시아 : 에너지 자원의 정치적 무기화전략 추구
- 카자흐스탄 : 親외자유치, 선별적 제한
- 중동 : 국영 석유회사 중심의 개발체제

○ 에너지시장의 글로벌화

- 전통적 교역물인 석유, LNG의 교역이 가속화하고, 국가간 망을 통해 PNG, 전력의 교역량 증가
- 전력, 가스 등 에너지산업 민영화로 인해 국제 교차투자 증대
- 석유 메이저의 인수합병 진행으로 글로벌화 심화되고, 대형화와 더불어 수직계열화 및 다각화 진행

○ 에너지정책의 변화 (패러다임)

- 1973~1985 : 고유가 시대
  - ‘73년 이전에는 석유메이저가 시장을 지배하였으나, 2차례 석유위기를 통해 OPEC이 석유시장을 지배
- 각국은 1,2차 석유위기에 따라 공급차질 등 단기적 물량위험에 대응하기 위한 비상 공급능력 확보수단 마련, 에너지절약·효율향상, 해외자원개발 정책 추진
- 1986~2001 : 저유가 시대
  - 86년 이후 석유소비 감소, OPEC 시장지배력 감소 및 러시아 등 非OPEC의 공급 증가로 저유가시대 도래

· 에너지 사용의 효율성 제고에 주력하고 에너지 절약 및 효율향상을 위한 기술개발 지원

- 2002 ~ : 신고유가

· '02년 이라크전쟁 이후로 OPEC의 시장지배력 회복과, 석유수급 불균형 지속으로 인해 新고유가시기 도래

· 석유시장의 구조 변화로 고유가가 장기간 불가피 할 것으로 인식하고 각국은 중장기 에너지전략 수립

· 미국, 일본 등 주요 국가는 에너지를 국가가 관리하여야 하는 전략상품으로 인식하고, 그동안 우선순위에 밀려 있던 에너지 정책에 다시 주목

[표 5-1] 시대별 국제 에너지 주요사건 및 정책흐름

	주요 사건	국제 에너지 정책 동향
~72	OPEC 결성('60)	석유 기반경제로의 전환
73~85	1·2차 석유파동('73, '78) 美 Three Miles Island 원전사고('79)	국제에너지기구(IEA), 국제비축 이태리, 스웨덴 등 원전폐지
86~01	체르노빌 원전사고('86) 리우협약('92), 교토의정서('97) 캘리포니아 정전사태('01)	에너지효율 향상 기술개발 친환경 에너지정책 에너지분야 적정 시장기능 정립
02~'10	수소경제국제파트너십('03) 러시아 천연가스공급중단('06) 일본의 후쿠시마 원전사고('11)	자원민족주의 및 자원확보 경쟁 신재생에너지 확대

○ 우리나라는 높은 해외의존도로 자주공급역량 취약

- 우리나라의 에너지 소비는 연간 226백만 TOE로서 세계 10위, 전 세계 에너지의 약 2.1% 소비('06년 소비기준, BP Statistics '07)

- 에너지의 97%를 해외수입에 의존하는 등 자주공급 역량 취약

- 에너지원별 수입국이 특정지역에 편재되어 안정적인 에너지확보 측면에서 매우 취약

○ 에너지안보에 대한 국민적 관심 증대

- 자원소비국의 자원 확보 경쟁이 치열해지고, 자원보유국의 자원민족주의가 심화되면서 에너지 안보에 대한 국민적 관심이 증대

- 이에 따라 해외자원개발을 적극적으로 추진하고 있으나, 재원확보, 역량확충 등 지

속적 노력 필요

- 원자력 에너지에 대한 역할정립, 신재생에너지 보급 확대, 에너지 기술개발을 통해 에너지 안보를 확충할 필요

[표 5-2] 에너지관련 국제동향 및 국내정책 변화

	주요 사건	국내 정책
Ⅰ (~72)	OPEC 결성(‘60) 동경전력, 알라스카 LNG도입(‘69) 리비아, BP자산 국유화	신탄 → 主炭從油 → 主油從炭 석탄 화력발전 시작 夏季貯炭
Ⅱ (73~85)	1・2차 석유파동(‘73, ’78) OPEC에 대응 IEA 발족(‘76) 美 Three Miles Island 원전사고(‘79) 북해유전발견(‘79)	친아랍성명 발표 석유기금, 석유비축사업 실시 에너지도입선 다변화 원자력발전 도입
Ⅲ (86~01)	사우디의 증산 개시(‘86) 체르노빌 원전사고(‘86) 리우협약(‘92), 교토(’97) 미국 9.11 테러사건(‘01) 캘리포니아 정전사태(‘01)	장기전력수급계획 수립 LNG 국내 도입 도시가스, 송유관 등 인프라구축 석유산업자율화, 에너지시장 경쟁 외환위기로 해외개발 철수
Ⅳ (02~)	수소경제국제파트너쉽(‘03) 이라크 전쟁(‘03) 러시아 천연가스공급중단(‘06) 발리 로드맵(‘07)	해외자원개발 확대 신재생에너지보급정책 에너지원단위개선 집중추진 국가에너지위원회 설치

○ 물류업계에 있어서 신규 물류시설의 현대화된 시설구비에 대한 욕구가 높은 편이며, 물류시설의 에너지 비용 절감에 대한 관심이 높아지고 있음

○ 물류시설의 에너지 관련 기술에 대한 기초연구가 부족하여 상용화가 활발히 진행되지 않고 있으며, 물류업계의 에너지 비용 절감에 대한 높은 관심에도 불구하고 정부의 구체적인 지원수단의 마련이 미미한 상태였으며 이제 관심을 갖기 시작함

○ 물류시설의 에너지 비용 절감을 위한 기술은 기존 물류시설에 비해 높은 투자비용이 소요되므로 영세한 물류업체에서 이러한 기술채택에 적극적일 수 없음

2. 비전 및 목표

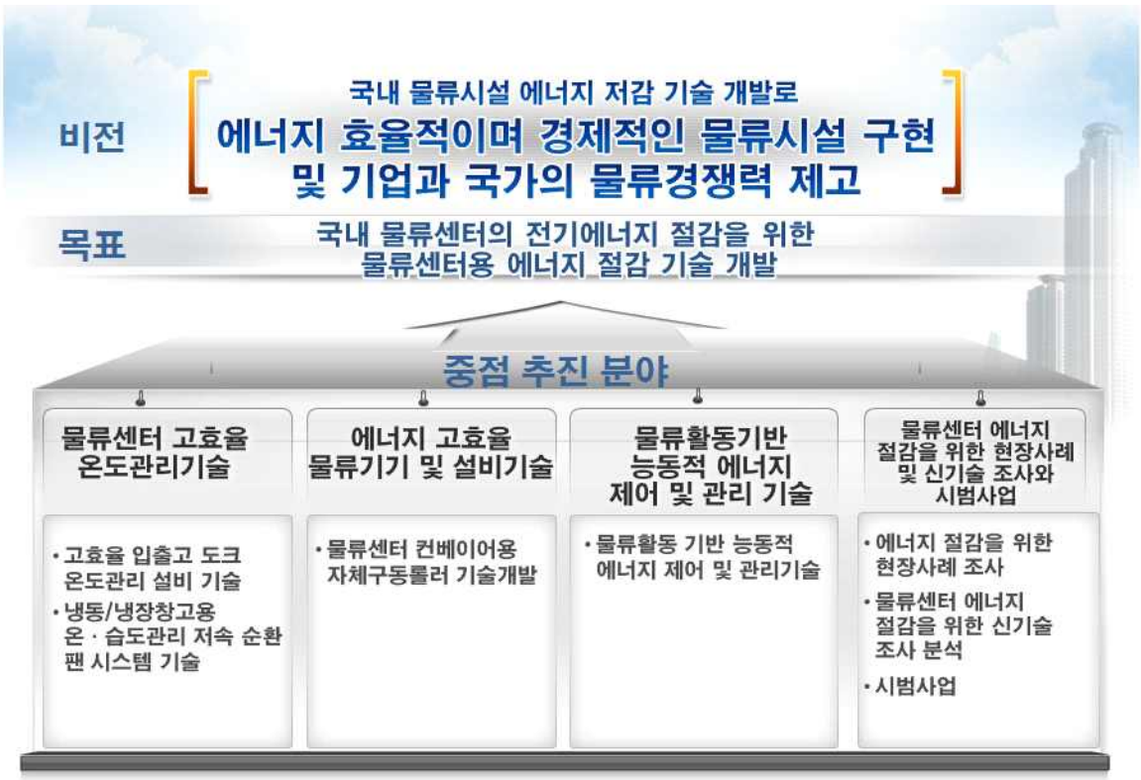
○ 에너지 절감형 물류시설 기술개발 기획 과제는 “국내 물류시설의 에너지 절감기술 개발을 통해 에너지 효율적이며 경제적인 물류시설 구현으로 기업과 국가의 물류경쟁력 제고”를 비전으로 하고 있음

○ 비전달성을 위해 ‘국내물류시설의 에너지 사용량 20% 절감기술 개발’을 본 과제의 목표로 하고 있음

○ 기술을 개발하는데 있어서 중점 추진 분야는 물류센터 고효율 온도관리기술, 에너지 고효율 물류기기 및 설비기술, 물류활동기반 능동적 에너지 제어 및 관리기술이며, 각 분야별 해당기술은 다음과 같음

- 물류센터 고효율 온도관리기술 : 냉동, 냉장창고와 신선물류센터에서의 고효율 입출고 도크 온도관리 설비 기술과 물류센터의 온·습도관리 팬 시스템 기술
- 에너지 고효율 물류기기 및 설비기술 : 에너지 절감형 자체구동롤러 기술개발, 에너지 절감형 수평컨베이어 기술개발, 에너지 절감형 자동슬라이딩랙 기술개발
- 물류활동기반 능동적 에너지 제어 및 관리기술 : 물류활동 유형별 에너지 사용량 산정 및 에너지 등급기준 개발 및 평가방법론 개발, 물류활동기반의 에너지 모니터링 및 대응 관리 제어 기술구축

○ 이러한 비전, 목표를 달성하고, 중점추진분야를 수행하기 위해 본 과제명은 “국내 물류센터의 에너지 소모량 20% 절감을 위한 에너지 절감 기술 개발”로 설정함



[그림 5-1] '에너지 절감형 물류시설 기술개발' 비전 및 목표

3. SWOT 분석

가. 전략적 목표

○ 본 과제에서 개발된 에너지 절감형 물류시설 기술을 국내 물류센터에 보급, 적용함으로써 물류산업의 경쟁력을 제고 하도록 함

나. SWOT분석

(1) 기회요인과 위협요인

○ 기회요인

- 전 세계적인 환경과 에너지에 대한 관심 및 정부·지자체 등의 에너지 절감 관련 정

책적 관심 증대

- 자원고갈 및 자원보유국의 전략적 자원 국유화 추세에 따른 자원 획득 경쟁 가열의 대비필요성 대두 및 에너지 기술 산업화 가능에 따른 국산 에너지의 중요성 증대
- 친환경, 에너지 문제, 쾌적한 공간 등 삶의 질에 대한 욕구 증대에 따른 수요 급증
- 국내시장 활성화시 해외시장 선점 가능
- 기술 선진국과의 적극적 교류를 통한 기술 격차 해소
- 신기술 개발을 통한 차세대 성장동력 산업 육성
- 물류시설의 에너지 사용 비용의 지출이 높음을 인식
- 물류시설의 에너지 절감기술은 초기 단계로서 이를 통한 신산업 창출 가능성

○ 위협요인

- 자체 기술개발에 대한 필요성을 인지하지 못하는 사회분위기에 따른 물류시설 자체에 특화된 에너지 관련 기술개발의 미미
- 물류시설 에너지 절감기술 산업의 불확실성
- 기후변화협약 의무이행 요구 압력 강화
- 대형 에너지 설비의 기피 현상
- 물류시설 운영자의 비용 우선적 시각으로 인한 신규투자 기피 및 국가적으로 비용 지원 등 행정적 뒷받침 부족
- 선진국의 기술보호에 따른 물류기술 및 에너지기술 분야의 기술격차 심화
- 대외적으로 선진국 위주의 기술표준 제정 및 표준 준수의무에 대한 압박과 대내적으로 국내 물류 대기업과 중소기업의 양극화 심화에 따른 기술투자 약화

(2) 강점과 약점

○ 강점요인

- 에너지 관련 신기술개발을 위한 정부의 강력한 의지 및 R&D투자지원정책
- 건설 등 타 분야에서의 에너지 절감 기술에 대한 기술 축적 및 경쟁력 확보
- 물류시설의 에너지비용 절감에 대한 높은 관심과 신규 보관시설의 현대화된 시설구비에 대한 높은 욕구
- 산업부문의 높은 에너지 효율 및 총 에너지 사용량 대비 낮은 탄소집약도

- 에너지 절감 기술이 가져다주는 친환경적인 이미지의 상징적 가치

○ 약점요인

- 에너지 절감 기술의 물류분야에의 적용 노력 부족
- 중장기적 계획의 부재
- 에너지 절감기술의 특성상 초기투자비가 높아 경제성 확보의 어려움
- 법·제도를 고려한 물류시설에 특화된 에너지 절감 기술의 부족
- 물류시설의 에너지 관련 기술에 대한 기초연구 및 상용화 부족으로 기술개발 적용 사례 미미하고 경험부족 및 국내 기술수준이 낙후됨
- 불확실한 시장 가능성
- 기후변화협약에 대비한 기반 여건 미비

(3) 전략수립

○ 물류분야의 친환경적 에너지 절감 기술 산업 창출

- 전 세계적, 국가적으로 환경 및 에너지 관련 중요도의 인식 및 기존 다른 분야에서 축적된 에너지 관련기술을 활용하여 물류분야에서 친환경적인 에너지 절감 기술 산업을 창출

○ 경쟁력 있는 친환경적 에너지 기술 확보

- 신기술개발을 위한 정부의 강력한 의지 및 R&D 투자지원정책으로 물류 에너지 절감 기술 산업의 불확실성을 극복하는 경쟁력있는 친환경적 에너지 기술의 확보

○ 에너지 절감 신기술 개발을 통한 차세대 동력산업으로 육성

- 에너지 절감 기술은 경제적 타당성의 확보가 어려우나 친환경, 에너지 문제, 쾌적한 공간 등 삶의 질에 대한 욕구가 급증하고 있으며 국내 시장 활성화시 해외시장 선점 가능하므로 신기술 개발을 통한 차세대 성장 동력 산업으로 육성 가능

○ 에너지 위기 극복을 위한 물류분야의 기술 개발

- 낙후한 물류 분야에서의 에너지 절감 기술 및 온실가스 목표관리제의 중요성을 간과해서 발생한 현재 또는 미래의 에너지 위기를 극복하기 위한 기술 개발

[표 5-3] 물류센터 에너지 절감기술 개발 SWOT 분석

SWOT 분석	O(기회)	T(위협)
	√ 전 세계적인 환경과 에너지에 대한 관심 및 정부, 지자체 등의 에너지 절감 관련 정책적 관심이 증대 √ 자원고갈 및 자원보유국의 전략적 자원 국유화 추세에 따른 자원 획득 경쟁 가열의 대비의 필요성 대두 및 에너지 기술 산업화 가능에 따른 국산 에너지 중요성 증대 √ 친환경, 에너지 문제, 쾌적한 공간 등 삶의 질에 대한 욕구 증대에 따른 수요 급증 √ 국내 시장 활성화시 해외 시장 선점 가능 √ 기술 선진국과의 적극적 교류를 통한 기술 격차 해소 √ 신기술 개발을 통한 차세대 성장동력 산업 육성 √ 물류시설의 에너지 사용 비용의 지출이 높음을 인식 √ 초기 단계의 물류 에너지 절감 기술 산업의 새로운 창출 기획	√ 자체 기술개발에 대한 필요성을 인지하지 못하는 사회 분위기에 따른 물류시설 자체에 특화된 에너지 관련 기술 개발은 미미함 √ 물류 에너지 절감 기술 산업의 불확실성 √ 기후 변화 협약 의무 이행 요구 압력 강화 √ 대형 에너지 설비의 기피현상 √ 물류시설 운영자들의 비용 우선적 시각으로 인한 신규투자 기피 및 국가적으로 비용적 지원 등 행정적 뒷받침이 부족 √ 선진국의 기술보호에 따른 물류기술 및 에너지기술 분야의 기술격차 심화 √ 대외적으로는 선진국 위주의 기술표준 제정 및 표준 준수의무에 대한 압박과 대내적으로 국내 물류 대기업과 중소기업의 양극화 심화에 따른 기술투자가 약화되고 있음
S(강점)	SO전략	ST전략
√ 에너지 관련 신기술개발을 위한 정부의 강력한 의지 및 R&D 투자지원정책 √ 건설 등 타 분야에서의 에너지 절감 기술에 대한 기술축적 및 경쟁력 확보 √ 물류시설의 에너지비용 절감에 대한 높은 관심과 신규	전세계적, 국가적으로 환경 및 에너지 관련 중요도의 인식 및 기존 다른 분야에서 축적된 에너지 관련 기술을 활용하여 물류 분야에서 친환경적인 에너지 절감 기술 산업을 창출	신기술개발을 위한 정부의 강력한 의지 및 R&D 투자지원정책으로 물류 에너지 절감 기술 산업의 불확실성을 극복하는 경쟁력 있는 친환경적 에너지 기술의 확보

보관시설의 현대화된 시설구비에 대한 욕구가 높음 √ 산업부문의 높은 에너지효율 및 총 에너지사용량 대비 낮은 탄소집약도 √ 에너지 절감 기술이 가져다 주는 친환경적인 이미지의 상징적인 가치		
W(약점)	WO전략	WT전략
√ 에너지 절감기술의 물류분야에의 적용 노력의 부족 √ 중장기적 계획의 부재 √ 에너지 절감 기술의 특징상 초기투자비 높고 단기간 회수에 어려워서 경제성 타당성의 확보가 어려움. √ 법/제도를 고려한 물류시설에 특화된 에너지 절감 기술의 부족 √ 물류시설의 에너지 관련 기술에 대한 기초연구 및 상용화가 부족하여 기술개발 적용사례 미미, 경험 부족 및 국내 기술 수준의 낙후 √ 불확실한 시장의 가능성 √ 기후변화협약에 대비한 기반 여건 미비	에너지 절감 기술은 경제적 타당성의 확보가 어려우나 친환경, 에너지 문제, 쾌적한 공간 등 삶의 질에 대한 욕구 가 급증하고 있으며 국내 시장 활성화 시 해외 시장 선점 가능하므로 신기술 개발을 통한 차세대 성장 동력 산업 육성이 가능	낙후한 물류 분야에서의 에너지 절감 기술 및 온실가스 목표관리제의 중요성을 간과해서 발생한 현재 또는 미래의 에너지 위기를 극복하기 위한 기술의 개발

4. 기술개발 효과

○ 본 기획과제에서 대상으로 하는 물류센터는 창고업등록제 대상규모의 일반창고 및 냉동/냉장창고로서 총 587개소로 추정되며, 이중 일반창고는 277개소, 냉동/냉장창고는 310개소로 추정됨(자세한 내용은 제6장 참조)

○ 본 기획과제에서 제안한 에너지 절감기술별 적용 물류센터는 다음의 표와 같음

[표 5-4] 기술개발과제별 기술적용 가능 물류센터

주제	기술개발과제	기술적용 가능 물류센터	
		분류	개소
물류센터 고효율 온도관리기술	고효율 입출고 도크 온도관리 설비기술	냉동/냉장	310
	냉동/냉장창고용 온·습도관리 저속 순환 팬 시스템 기술	냉동/냉장	310
에너지 고효율 물류기기 및 설비기술	물류센터 컨베이어용 자체구동롤러 기술	일반	277
물류활동기반 능동적 에너지 제어기술	물류활동기반 능동적 에너지 제어 및 관리기술	일반+냉동/냉장	587
에너지 절감기술의 현장적용 및 보급	에너지 절감을 위한 물류센터의 에너지 신기술 적용성 검토	일반+냉동/냉장	587
	에너지 절감기술의 현장적용 및 보급	일반+냉동/냉장	587

(1) 정량적 효과

○ 에너지 절감형 물류시설 기술개발을 통해 기대되는 정략적 효과는 국내물류센터의 에너지 비용의 절감액임

○ 각 제안주제별 에너지 절감효과를 살펴보면

- 물류센터 고효율 온도관리 기술을 도입하면 기존의 사례에 비해 약 30%의 에너지

비용을 절감할 수 있을 것으로 기대

- 자체구동롤러를 이용한 에너지 고효율 물류기기 및 설비를 이용할 경우 기존에 비해 약 50% 에너지 비용 절감 기대
- 에너지 관리 기술을 적용하여 전력수요제어, 공조제어, 중앙감시 등 에너지 제어 및 운영 활동을 통해 10~30%의 에너지 절감 효과 기대
- '건물에너지관리시스템의 기능 및 활성화 방안[4]'의 기기 구축에 대한 절감율에 따르면 모니터링을 위한 기반 인프라로서 계측기만 설치할 경우는 절감율이 -2~0%로 오히려 에너지 사용량이 증가하며, H/W와 Network 시설의 연계로 약 0~10%의 에너지 절감을 유도할 수 있음
- 본 기획연구에서 184개의 국내물류센터를 조사하여 추정한 에너지 원단위를 활용하여 물류시설 에너지 절감기술을 적용한 결과 연간 95억 3천만원의 에너지 비용 절감이 가능할 것으로 추정됨[5]

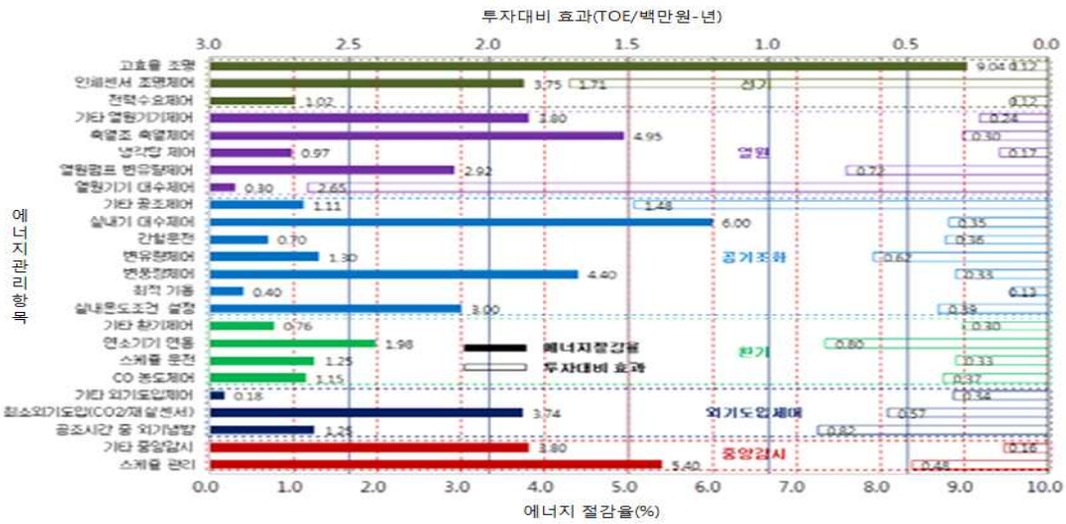
4) 이태원 외 1명(2010)

5) 2012.8월까지 정부의 창고업등록제 시행에 따라 등록한 업체는 3,612개소로 집계된 점을 고려하여 기대효과를 추정해 보면 본 기획과제에서 제안한 에너지 절감기술개발이 모두 적용된다고 가정하면 연간 587억원에 달하는 에너지 비용을 절감할 수 있을 것으로 추정됨

[표 5-5] 에너지 관리시스템 구축에 따른 에너지 절감율

구분	계측기 설치	Monitoring	Software	제어+Hardware (적용 알고리즘)	운영
기기구축에 대한 절감률	−1~0%	−2~0%	0~10%	30~100%	10~30%
에너지 관리자 활동에 따른 절감율	에너지 관리자의 활동에 의해 에너지 절감이 가능			에너지 관리자의 활동에 의해 추가적인 절감 효과를 얻을 수 있음	
에너지 절약 기술별 에너지 절감율(%)	기반시설로 인프라 개념임/ 설치만 할 경우는 에너지 사용량이 증가함	모니터링을 위한 기반인프라로서 설치만 할 경우는 에너지 사용량이 증가함. 단, 자동화된 과정을 이용함으로써 인건비의 절감 및 순간 대응이 용이해짐.	Hardware와 Network 시설의 연계성으로 실제 절감을 유도함. 사용량에 대한 인지를 통해서 에너지 절감에 대한 동기 부여를 실시할 수 있음. ex)측정공고 등	고효율 조명(9.04) 인체센서조명제어(3.75) 전력수요제어(1.02) 기타열원기기제어(3.80) 축열조 축열제어(4.95) 냉각탑 제어(0.97) 열원펌프 변유량 제어(2.92) 열원기기 대수제어(0.3) 기타 공조제어(1.11) 실내기 대수제어(6.0) 변유량 제어(1.3) 변풍량 제어(4.4) 최적 기동(0.4) 실내온도조건 설정(3.0) 기타 환기제어(0.76) 연소기기 연동(1.98) CO 농도제어(1.15) 기타 외기도입제어(0.18) 최소외기도입(3.74) 공조시간 중 외기냉방(1.25)	간헐운전(0.7) 스케쥴운전(1.25) 기타 중앙감시(3.80) 스케쥴관리(5.4)

자료 : 이태원 외 1명(2010), 건물에너지관리시스템(BEMS)의 기능 및 활성화 방안



자료 : 이태원 외 1명(2010), 건물에너지관리시스템(BEMS)의 기능 및 활성화 방안

[그림5-2] 적용 기술별 예상 절감량

(2) 정성적 효과

○ 신선물류센터, 냉동·냉장창고의 에너지 운영 및 관리 비용 절감

○ 냉동・냉장창고 차량운행의 안정성(정시성/안전) 확보 및 폐 에너지 활용

○ 물류센터내의 온도를 대표하는 표준화된 온도값을 정확히 계측할 수 있게 되어 물류센터의 적절한 온도관리가 가능해져 에너지 사용량 절감 기대

○ 기존 건축물과 특성이 상이한 물류시설에 특화된 에너지 사용량 계산 및 평가 기술 개발을 통한 체계적인 에너지 사용량 운영 및 관리 기대

○ 에너지 절감형 물류시설 설계지침 개발을 통한 범국가적 차원의 기준 수립

○ 물류센터에서의 에너지 비용 절감으로 물류경쟁력 제고 및 국가경쟁력 강화

- 에너지 절감형 기술을 확대보급하기 위해서는 우수 창고업체 선정 평가항목에 에너지 절감형 기술 도입 유/무를 넣는 방안 검토

○ 물류센터에서의 안전하고 효율적인 작업환경 제공으로 산업재해 감소기대

5. 과제별·연차별 기술로드맵

[그림 5-3] 본 과제 구성 내용

[그림 5-4] 과제별·연차별 TRM

제2절 연구개발 과제시트

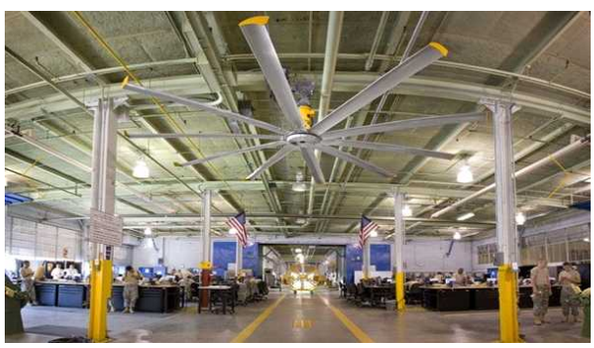
1. 과제명	고효율 입출고 도크 온도관리 설비 기술
사업구분	물류센터 고효율 온도관리 기술
2. 과제 개요	
연구개발목표	○ 냉장/냉동 물류센터 물류 입출고시 발생되는 에너지 손실을 최소화 할 수 있는 고효율 입출고 도크 온도관리 설비 기술개발로 냉장/냉동 물류센터의 에너지 비용 절감, 전력 절감, 에너지 효율 향상 등이 목표임
기술개발 및 산업/시장 동향	○ 냉장/냉동 물류센터 Dock 설비는 물류의 입출고시 발생되는 에너지의 손실을 방지하기 위하여 Dock Seal, Dock Shelter, Dock leveler등의 설비를 적용하고 있으며 선진국의 경우 에너지 절감 기술개발을 통한 고효율 입출고 토크 설비 개발에 많은 노력을 기울이고 있음 ○ Dock 설비는 에너지 절감 기술개발을 통한 고효율 입출고 도크 설비를 제작하고 있는 RITEHITE(미국), Crawford(미국)의 제작기술과 성능이 우수함 ○ 국내의 경우 해외 제품의 수입이 대부분이며 국내기업도 일부 제작하고 있으나 온도 관리에 대한 기술개발은 미미한 상황이다 따라서, 국내 물류시설 유형특성에 부합한 설계기술과 고효율의 Dock 설비 기술개발이 필요함
주요 연구내용	○ 냉장/냉동 물류시설의 고효율 입출고 도크 온도관리 설비기술개발은 3차년으로 계획되며 1차년도 국내 물류시설 유형별 물류, 차량특성에 따른 Dock 설비 표준모델 도출, 2차년도 Dock 설비 설계기술 개발 및 모형실험 성능검증, 3차년도 Dock 설비 사양서 및 축소 시작품 제작으로 최종 목표 성능을 달성할수 있도록 함 - 1차년도 연구내용 및 목표 ▪ 국내 물류시설 유형별 특성 조사 및 분석 : 국내 물류시설의 규모 및 설비 : 국내 냉장/냉동 물류유형 : 국내 물류운송 차량특성 ▪ 국내 도크 온도관리 설비특성 검토 ▪ 국내 물류시설 유형에 따른 도크 온도관리 요소설계기술 개발 : 기밀성능이 우수한 고효율 Dock Shelter 설계기술 ,Dock leveler sealing기술개발 : 물류 입출고시 완충성 및 안전장치 기술개발 : 외부기류 차단장치 기술개발 - 2차년도 연구내용 및 목표 ▪ 국내 물류시설 유형별 고효율 온도관리 Dock 설비 설계기술 개발 ▪ 표준규모 물류시설 특성을 감안한 고효율 Dock Shelter 모형실험을 통한

<table>
<tr><td></td><td>성능검증
<table><tr><td>에너지 절감 목표</td><td>비교대상</td></tr><tr><td>20% 절감</td><td>mechanical shelter
설치조건</td></tr></table>
- 3차년도 연구내용 및 목표
▪ 고효율 온도관리 Dock 설비 축소 시작품 제작
: 국내 물류시설 유형중 표준적인 물류시설 규모를 선택하여 제작
▪ 고효율 온도관리 Dock 설비 사양서 제작</td></tr>
<tr><td>기술개발
필요성</td><td>○ 냉장/냉동 물류센터는 물품의 신선도를 유지하기 위해 물류센터 내부에 냉장/냉동 유지를 위한 설비가동으로 에너지 사용이 높으나 물품의 입출고가 이루어지는 Dock 설비의 기밀성과 온도관리 효율이 낮아 물품 입출고시 발생되는 에너지 손실이 높음
○ 따라서, 냉장/냉동 물류센터 내부 물품의 신선도 유지와 물품 입출고시 발생되는 에너지 손실에 따른 비용을 절감하는 기술은 경제적인 물류시설 구현을 통한 물류경쟁력과 직결되는 문제임
○ 냉장/냉동 물류시설의 입출고 도크 온도관리를 위해 Dock Seal, Dock Shelter 등이 사용되고 있으며 해외의 경우 지속적인 에너지 절감기술 개발을 통한 고효율의 입출고 Dock Seal, Dock Shelter 제품을 상용화하여 적용되고 있음
○ 국내에서는 이러한 입출고 도크 온도관리 설비에 대한 관련 기술 및 인프라가 부족하여 대부분의 경우 해외 기업 제품을 수입하여 사용하고 있는 현실임
○ 따라서, 국내 물류경쟁력 향상을 위해 국내 물류시설 유형에 따른 고효율의 도크 설비 설계기술 및 실용화연구가 반드시 필요함</td></tr>
<tr><td>정부지원의
타당성</td><td>○ 물류시설의 중요성이 대두되고, 국가 경쟁력 향상을 위한 관련 기술 개발이 절실하나, 민간에서는 기술 개발을 위한 대규모 투자 및 연구개발이 어려우므로 국가차원에서의 지원이 절실함</td></tr>
<tr><td rowspan="2">기술개발
최종성과물</td><td>최종성과물</td><td>물류시설 유형별 고효율 입출고 도크 온도관리 설비 표준 설계기술, 사양서 및 유지관리 매뉴얼
고효율 온도관리 도크설비 시작품
고효율 온도관리 도크설비 실험성적서</td></tr>
<tr><td>활용방안</td><td>물류센터의 에너지 절감 및 효율성 향상</td></tr>
<tr><td rowspan="7">연구개발
과제의 규모</td><td colspan="2">구분</td><td>1차연도</td><td>2차연도</td><td>3차연도</td><td>4차연도</td><td>5차연도</td></tr>
<tr><td rowspan="2">연차별
연구비
(백만원)</td><td>정부</td><td>180</td><td>100</td><td>180</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>민간</td><td>60</td><td>34</td><td>60</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">합 계</td><td>240</td><td>134</td><td>240</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="3">총
연구비
(백만원)</td><td>정부</td><td colspan="2">460</td><td rowspan="3">총
연구기간</td><td colspan="2" rowspan="3">3 년</td></tr>
<tr><td>민간</td><td colspan="2">154</td></tr>
<tr><td>총합계</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>기대효과
및 파급효과</td><td colspan="6">○ 냉장/냉동 물류시설의 에너지 절감에 기여
○ 국내 물류시설 유형에 따른 설계 기불 및 국산화 기술 확보로 에너지절약형 물류시설 경쟁력 강화에 기여</td></tr>
</table>

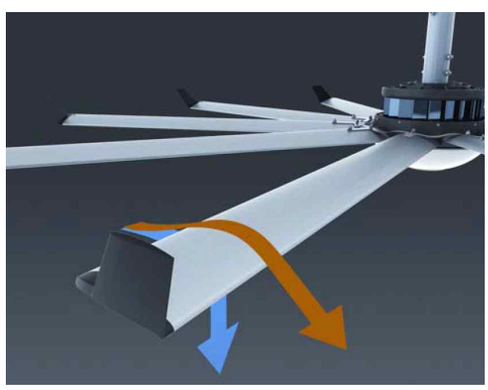
<table>
<tr><td>1. 과제명</td><td>냉동/냉장창고용 온·습도 관리 저속 순환 팬 시스템 기술</td></tr>
<tr><td>사업구분</td><td>물류센터 고효율 온도관리 기술 개발</td></tr>
<tr><td colspan="2">2. 과제 개요</td></tr>
<tr><td>연구개발목표</td><td>○ 냉동/냉장창고의 최적 온도 제어 및 에너지 절감형 저속 순환 팬 시스템 개발</td></tr>
<tr><td>기술개발 및
산업/시장 동향</td><td>○ 선진 물류시설의 경우 소형팬 이용을 지양하고 천정 상부 대형 팬을 이용한 물류 공간 온습도 제어를 수행하고 있음. 상부 대형 팬의 경우 같은 전기 소모량을 이용하여 고효율의 온도 제가가 가능하고, 공간의 '사각지대'를 제거하는 효과가 있음.
○ HVLS(High Volume Low Speed)팬은 물류센터, 고층빌딩의 아트리움, 대형공간으로 구성된 건축물과 축사와 같은 다양한 부분에서 사용되고 있음
○ HVLS(High Volume Low Speed) 팬의 주요 제작사는 미국의 'BigAssFANS' 등이 있는데 군수 물자를 공급하는 업체로 팬 및 블레이드 전문 업체로서 고효율의 팬 제작과 관련된 다수 특허를 보유하고 있음. 기타 업체로는 KELLEY(미국, 캐나다), RITEHITE(미국), BLADETECFANS(미국) AIRMOTIONSCIENCES(미국)로 현재 이들 회사의 제작기술과 성능이 우수함
○ 국내의 경우 팬 개발 역사가 짧아 팬 기술 노하우 축적이 적으며, 특히 대형 팬 설계의 경우 외국 설계 업체 의존률이 높음</td></tr>
<tr><td>주요
연구내용</td><td>○ 1차년도 : 물류시설 대류 특성 분석 및 팬 모듈 설계
- 대류 열전달 촉진을 위한 무정압 팬 설계 요소기술 개발
- 대공간 저속 순환팬 활용 HAVC 설계 기법 개발
- 대상 체적 최적화 팬 용량 산출 및 팬 모듈 설계
<table>
<tr><td>하계시</td><td>동계시</td></tr>
<tr><td>냉방비용 30%절감</td><td>난방비용 20%절감</td></tr>
</table>
○ 2차년도 : 프로토타입 제작 및 성능 및 안전 검증 시험
- 저속 순환팬 제작을 위한 설계도 작성 (팬 모듈 상세 설계)
- 적용 대상 물류시설 및 팬 모듈 축소모형 제작 (1/20 ~ 1/50)
- 프로토타입 제작 및 성능/안전 검증 (기계적/열유동 특성 등)
<table>
<tr><td>Fan Size</td><td>Motor</td><td>Speed
(At 60Hz)</td><td>풍량
(최대속도 조건)</td></tr>
<tr><td>2.4m</td><td>1~1.5HP급 모터</td><td>100RPM</td><td>1,000CMM</td></tr>
</table>
○ 3차년도 : 실규모 시제품 제작 및 테스트 베드 구축
- 실규모 팬 시제품 제작 및 성능실험을 수행하며 목표성능은 선진제품 수준을 고려하여 물류시설에 표준적 치수로 적용이 가능한 성능을 선택</td></tr>
</table>

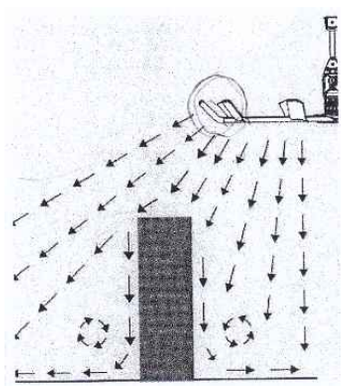
<table>
<tr>
<td></td>
<td>
- 현장 Test bed 구축 및 전체 통합(integration)제어시험을 통해 성능 검증 및 보안을 실시하며 최종 물류시설 표준 설계적용 매뉴얼 작성

<table>
<tr><th>Fan Size</th><th>Motor</th><th>Speed
(At 60Hz)</th><th>풍량
(최대속도 조건)</th></tr>
<tr><td>4.9~6.1m</td><td>1.5HP, 1725RPM
208/230/460V</td><td>47~63RPM</td><td>4,000~6,000
CMM</td></tr>
</table>



미국의 BIGASSFANS





HVLS의 공력 원리 및 온도 조절 특성
</td>
</tr>
<tr>
<td>기술개발
필요성</td>
<td>
○ 물류센터는 냉동창고 등의 특수설비를 제외하면, 건물구조체의 단열 및 온습도 관리를 위한 기반시설이 취약한 경우가 대부분임
○ 따라서, 하절기 및 동절기의 온도차가 큰 국내에서는 물류센터 내부의 온도차 최소화를 위한 에너지 비용이 크게 발생되며, 이는 경제적인 물류시설 구현을 통한 물류경쟁력과 직결되는 문제임
○ 물류시설의 온습도관리를 위한 설비로 해외에서는 저회전수, 대구경의 저속 순환팬이 사용되고 있으며, 미국의 Big Ass Fan등의 제품이 상용화되어 적용되고 있음
○ 국내에서는 이러한 설비에 대한 관련 기술 및 인프라가 부족한 현실이며, 물류시설의 에너지절감기술 개발을 위한 국산화 및 실용화연구가 반드시 필요함
</td>
</tr>
</table>

<table>
<tr><td>정부지원의
타당성</td><td colspan="7">○ 물류시설의 중요성이 대두되고, 국가 경쟁력 향상을 위한 관련 기술 개발이 절실하나, 민간에서는 기술 개발을 위한 대규모 투자 및 연구개발이 어려우므로 국가차원에서의 지원이 절실함</td></tr>
<tr><td rowspan="2">기술개발
최종성과물</td><td colspan="2">최종성과물</td><td colspan="5">저속 순환팬 시제품 및 설계서/사양서
저속 순환팬 부대 시설 및 부품 (모타 및 제어기 등)
저속순환팬 시험성적서
물류시설 표준 설계적용 및 유지관리 매뉴얼</td></tr>
<tr><td colspan="2">활용방안</td><td colspan="5">물류센터의 에너지 절감 및 효율성 향상</td></tr>
<tr><td rowspan="7">연구개발
과제의 규모</td><td colspan="2">구분</td><td>1차연도</td><td>2차연도</td><td>3차연도</td><td>4차연도</td><td>5차연도</td></tr>
<tr><td rowspan="2">연차별
연구비
(백만원)</td><td>정부</td><td>280</td><td>450</td><td>350</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>민간</td><td>93</td><td>150</td><td>116</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">합 계</td><td>373</td><td>600</td><td>466</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="3">총
연구비
(백만원)</td><td>정부</td><td colspan="2">1,080</td><td rowspan="3">총
연구기간</td><td colspan="2" rowspan="3">3 년</td></tr>
<tr><td>민간</td><td colspan="2">359</td></tr>
<tr><td>총합계</td><td colspan="2">1,439</td></tr>
<tr><td>기대효과
및 파급효과</td><td colspan="7">○ 물류시설의 하절기 냉방 및 난방비 절감으로 에너지 절감에 기여
○ 저속순환팬의 국산화 기술 확보로 에너지절약형 물류시설 경쟁력 강화에 기여
○ 물류 시설 대공간 영역의 전력 소모량 15% 감소
○ 팬 시스템 개발을 통한 물류시설 국내산업의 신규시장 진입 및 일자리 창출</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td>1. 과제명</td><td>물류센터 컨베이어용 자체구동롤러 기술개발 및 분석</td></tr>
<tr><td>사업구분</td><td>에너지 고효율 물류기기 및 설비기술</td></tr>
<tr><td colspan="2">2. 과제 개요</td></tr>
<tr><td>연구개발목표</td><td>○ 에너지 효율이 높은 자체구동롤러(파워롤러)의 기술 개발과 자체구동롤러를 적용한 컨베이어 시제품 테스트를 통해 최적화된 공간 활용, 시간 절감, 전력 절감, 성능 향상 등이 목표임</td></tr>
<tr><td>기술개발 및
산업/시장 동향</td><td>○ 자체구동롤러는 주로 식품 가공, 항공 물류, 우편 서비스, 배송 분야를 비롯한 다양한 산업부문에서 사용되고 있음
○ 주요 제작사는 INTERROLL(스위스), ITOH-DENKI(일본), KYOWA(일본)으로 현재 이들 회사의 성능이 가장 우수함
○ 국내의 경우 개발사례는 존재하지만 속도, 힘(토크) 및 내구성(사용수명) 등이 미흡하여 상용화가 어려우며, 제어 및 운영 기술도 부족한 실정임
○ 에너지 절감은 가능하지만, 비싼 수입가격으로 물류센터에 적용된 물류장비 및 설비는 전무한 상황임</td></tr>
<tr><td>주요
연구내용</td><td>○ 자체구동롤러 하드웨어(컨베이어 롤러, 드림모터 및 아이들러 폴리 등)와 소프트웨어(24V DC구동장치, Roller Drive 및 드럼 모터용 컨트롤러) 개발
○ 자체구동롤러에 대한 최종 목표 성능의 70%까지 1차 년도에 개발하며, 2차 년도에 최종 목표 성능을 달성함.
* 기준 : 24V DC, 브러시리스 모터, 직경 50㎜(표준 치수, 가장 많이 사용)
<table>
<tr><td></td><td colspan="2">1차년도 목표 성능</td><td colspan="2">2차년도 목표 성능</td></tr>
<tr><td>속도
(무부하시)</td><td>최소
10m/min</td><td>최대
40m/min</td><td>최소
15m/min</td><td>최대
47m/min</td></tr>
<tr><td>30kg 대상화물
기준 최대속도
(부하시)</td><td colspan="2">30m/min</td><td colspan="2">35m/min</td></tr>
<tr><td>토크
(무부하시)</td><td>기동(구동시)
4Nm</td><td>정격(구동중)
1Nm</td><td>기동(구동시)
3.5Nm</td><td>정격(구동중)
0.9Nm</td></tr>
</table>
○ 개발된 자체구동롤러를 물류센터의 다양한 이송라인에 적용하기 위한 시제품 제작을 통해, 성능 검증 및 보완과 ZPA(Zero Pressure Accumulation) 시스템 기술 개발</td></tr>
<tr><td>기술개발
필요성</td><td>○ 컨베이어 설비는 기존의 AC 구동장치에 비해 RollerDrives를 사용했을 때 더욱 간편하게 설계할 수 있으며, 기존 컨베이어 설비와 동일한 구동장치 헤드가 RollerDrive에 사용되는데, 이 구동장치는 설비에 통합할 때 이상적임
○ RollerDrives를 사용한 컨베이어 구조의 탁월한 유연성은 제어기 소프트웨어 및 하드웨어 구조를 통해 지원됨. RollerDrives는 범용 인터페이스를 통해 수많은 기존 설비나 새로운 설비에 통합할 수 있음</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td></td><td colspan="7">○ 기존의 수평컨베이어는 화물간격의 미 조절로 화물이 몰리는 현상 등이 발생할 수 있었으나 ZPA 기능이 추가되면 화물의 간격 조절이 가능하여 안전하게 화물을 운반할 수 있음</td></tr>
<tr><td>정부지원의
타당성</td><td colspan="7">○ 자동화 되고 있는 물류시설이 증가함에 따라 에너지 절감이 업계 및 국가적인 차원에서 요구되고 있기 때문에 본 기술 개발을 통해 물류센터의 에너지 절감에 기여할 수 있을 것임
○ 또한 해외 최신 기술의 국산화를 통해, 비싼 수입 제품을 대체하고, 중국 및 동남아 물류장비 시장에 진출할 수 있을 것임</td></tr>
<tr><td rowspan="2">기술개발
최종성과물</td><td colspan="2">최종성과물</td><td colspan="5">자체구동롤러의 구조설계 사양서, 도면, 분석서
자체구동롤러의 제어부 설계서
자체구동롤러의 운용 소프트웨어
자체구동롤러의 시제품
자체구동롤러의 성능시험성적서
ZPA(Zero Pressure Accumulation) 기술
테스트 컨베이어의 시제품 및 테스트 분석서</td></tr>
<tr><td colspan="2">활용방안</td><td colspan="5">택배, 유통물류센터 등의 다양한 컨베이어 시스템에 활용 가능, 화물의 이동이 많은 공장, 병원 등에도 적용 가능</td></tr>
<tr><td rowspan="8">연구개발
과제의 규모</td><td colspan="2">구분</td><td>1차연도</td><td>2차연도</td><td>3차연도</td><td>4차연도</td><td>5차연도</td></tr>
<tr><td rowspan="2">연차별
연구비
(백만원)</td><td>정부</td><td>550</td><td>490</td><td>-</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>민간</td><td>183</td><td>163</td><td>-</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">합 계</td><td>733</td><td>653</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="3">총
연구비
(백만원)</td><td>정부</td><td colspan="2">1,040</td><td rowspan="3">총
연구기간</td><td colspan="2" rowspan="3">2 년</td></tr>
<tr><td>민간</td><td colspan="2">347</td></tr>
<tr><td>총합계</td><td colspan="2">1,387</td></tr>
<tr><td>기대효과
및 파급효과</td><td colspan="7">○ 기존 운영비용 대비 30% 에너지 비용 절감과 물류설비 및 장비의 적은 마모 및 손실로 인한 유지보수 비용 절감
○ 자체구동롤러 국산기술력 및 가격 경쟁력 확보(외산 대비 70% 절감 목표)
○ 물류센터 설치공간의 절감(50%)과 작업 생산성 및 화물의 안전성 증가</td></tr>
</table>

1. 과제명	에너지 사용량 예측·평가를 통한 물류인프라 능동적 에너지 제어 및 관리기술
사업구분	물류활동 기반 능동적 에너지 제어 및 관리기술
2. 과제 개요	
연구개발목표	○ 물류센터의 유형에 따라 에너지 사용량을 계산할 수 있는 평가시스템 개발 ○ 물류시설 유형별 에너지 등급 기준 수립 ○ 물류활동 기반의 설비 운영 정보 분석 및 에너지 운영 정보 분석으로 실제 에너지 사용량을 모니터링하고 절감할 수 있는 요소 발견 후 능동적으로 제어 관리하여 에너지를 절감하는데 기여
기술개발 및 산업/시장 동향	○ 영국, 독일, 프랑스, 덴마크 등 유럽연합국가에서는 2002년부터 건축물부문의 통일된 에너지성능지침(EPBD)과 온실가스 감축목표를 설정하고 이를 달성하기 위한 구체적인 실행계획을 수립해 진행하고 있음 ○ 냉난방, 공조 에너지 최적화를 위해 ASHRAE (American Society of Heating, Refreigerating and Air-Conditioning Engineers)에서는 2005년에 자체적으로 전략기술연구계획을 수립하여 Energy and Resources / Indoor Environmental Quality / Tools and Applications / Equipment, Components and Materials / Education and Outreach 분야에 대한 연구과제의 발굴 및 지원을 수행하고 있음. ○ 에너지 성능 예측 및 평가를 위해 현재 다양한 툴들이 활용되고 있으며, 대표적인 시뮬레이션 프로그램으로는 미국 Department of Energy 지원 하에 Lawrence Berkely Lab.에서 개발한 DOE-2, EU에서 공인한 ESP-r(Environmental System Performance-reference) 등이 있음. ○ University of California at Berkeley의 David Culler 교수가 주도하는 LoCal 프로젝트에서 전자공학과 건물인 Cory Hall에 연간 20%, 특정달에는 30%의 에너지를 절감한 사례가 있음.
주요 연구내용	○ 물류센터 내 에너지 흐름/분석 배분 ○ 물류센터 내 에너지 추이 분석 ○ 물류센터의 에너지 사용량 산정 방법론 개발 ○ 물류센터 유형별 에너지 세부평가기준 개발 ○ 물류활동기반의 에너지 비상대응 기초자료 수집 ○ 물류활동기반의 에너지 비상대응 기술구축 ○ 물류설비•장비 및 물류활동을 고려한 시뮬레이션 방법론 구축 ○ 에너지 운영 정보 모니터링 ○ 에너지 설비 운영 정보 분석 ○ 에너지 Map 정보 분석 ○ 물류설비 및 에너지 사용량에 대한 실시간 모니터링 및 분석 ICT 시스템 구축

<table>
<tr><td>기술개발
필요성</td><td colspan="7">○ 최근 선진 각국은 건축물 에너지성능과 관련된 모든 법들을 자발적 권장제도에서 의무적으로 지켜야 하는 강제규정의 성격으로 전환했음. 일례로 2008년 말부터 자동차의 연비등급과 같이 모든 건축물에 에너지효율등급 인증서 발급을 의무화해 건축물에서 소비되는 에너지를 소비자가 파악할 수 있도록 함
○ 에너지효율등급 인증서를 첨부해야만 허가, 매매, 임대 등의 부동산 거래도 가능할 정도이며 이러한 제도는 결국 에너지 성능이 높은 건축물의 확대를 기대할 수 있음</td></tr>
<tr><td>정부지원의
타당성</td><td colspan="7">정부차원의 물류시설 에너지 소비량에 대한 기준 수립이 요구되며, 실제로 에너지를 절감하는 알고리듬 및 시스템 개발은 에너지 위기의 현 상황에서 정부에서 지원해야 마땅함</td></tr>
<tr><td rowspan="2">기술개발
최종성과물</td><td colspan="2">최종성과물</td><td colspan="5">물류센터 에너지 사용량 산정 방법론
물류센터 에너지 유형별 세부 평가 기술 분석서
물류활동기반 에너지 대응평가 및 관리 기술 분석서
물류설비•장비 및 물류활동을 고려한 시뮬레이션 방법론
에너지 운영 정보 모니터링 방법론
에너지 설비 운영 정보 분석 방법론
에너지 Map 정보 분석서
물류설비 및 에너지 사용량에 대한 실시간 모니터링 및 분석 ICT 시스템</td></tr>
<tr><td colspan="2">활용방안</td><td colspan="5">국내에 운영되고 있는 물류시설에 적용 및 보급</td></tr>
<tr><td rowspan="6">연구개발
과제의 규모</td><td colspan="2">구분</td><td>1차연도</td><td>2차연도</td><td>3차연도</td><td>4차연도</td><td>5차연도</td></tr>
<tr><td rowspan="2">연차별
연구비
(백만원)</td><td>정부</td><td>660</td><td>718</td><td>568</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>민간</td><td>221</td><td>241</td><td>189</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">합 계</td><td>880</td><td>957</td><td>757</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="3">총
연구비
(백만원)</td><td>정부</td><td colspan="2">1,946</td><td rowspan="3">총
연구기간</td><td colspan="2" rowspan="3">3 년</td></tr>
<tr><td>민간</td><td colspan="2">650</td></tr>
<tr><td>총합계</td><td colspan="2">2,596</td></tr>
<tr><td>기대효과
및 파급효과</td><td colspan="7">○ 기존 건축물과 특성이 상이한 물류시설에 특화된 에너지 사용량 계산 및 평가 시스템 개발을 통한 체계적인 에너지 사용량 운영 및 관리
○ 물류시설의 체계적인 에너지 사용량 운영 및 관리를 통한 국가 에너지 절감 노력에 기여
○ 물류시설 유형별 에너지 등급 기준 수립을 통한 높은 에너지 성능의 물류시설 확대
○ 기존 건축물과 특성이 상이한 물류시설에 특화된 체계적인 능동적 에너지 관리 및 제어 시스템 구축으로 국가 에너지 절감에 큰 기여</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td>1. 과제명</td><td colspan="7">물류센터 에너지 절감을 위한 현장사례 및 신기술 조사와 시범사업</td></tr>
<tr><td>사업구분</td><td colspan="7">물류센터 에너지 절감을 위한 현장사례 및 신기술 조사와 시범사업</td></tr>
<tr><td colspan="8">2. 과제 개요</td></tr>
<tr><td>연구개발목표</td><td colspan="7">○ 본 사업에서 제안하는 에너지 절감형 물류기술(화물의 자중을 이용한 파워레스 수직하강 반송기, 인터롤 이용 분류/피킹 설비 기술, 입출고 도크 온도관리 설비 기술, 지열원 열펌프 시스템 도입을 통한 냉난방 설비 기술, 물류활동기반 에너지 효율평가 기술 구축, 물류활동기반 에너지 사용량 모니터링 및 관리 기술)을 적용한 테스트베드 구축</td></tr>
<tr><td>기술개발 및 산업/시장 동향</td><td colspan="7">○ 에너지 절감을 위한 건축물에 대한 기술 개발은 많은 국가산업, 기업연구를 통해 수행되고 있으나, 물류시설은 사람이 아닌 화물을 취급하는 건축물로 그 기능 및 역할이 달라서 기 개발된 건축물 관련 기술이 물류시설에 적응하는 것이 적합한지 또는 물류센터에 적합한 건축기술이 있는지에 대한 연구는 미미한 실정임</td></tr>
<tr><td>주요 연구내용</td><td colspan="7">○ 에너지 절감을 위한 현장사례 조사
○ 물류센터 에너지 절감을 위한 신기술 조사 분석
○ 테스트베드 물류시설로 활용 가능한 부지분석
○ 각 기술별 테스트베드 적용 기술 분석
○ 테스트베드 적용 기술 통합 내지 부분 통합 제어 기술 분석</td></tr>
<tr><td>기술개발 필요성</td><td colspan="7">○ 에너지 절감 기술 개발은 국가의 중요 정책이며, 기업이 개발한 기술 및 제품의 사전 검증기반이 취약하여 해외시장 진출에 큰 장애요인이었던 부문이 상당히 해소될 것으로 테스트 베드 구축은 기술개발에 꼭 뒤따라야 함</td></tr>
<tr><td>정부지원의 타당성</td><td colspan="7">○ 국가 에너지 절감 정책의 일환으로 테스트베드 구축을 통해 에너지 절감형 물류센터 홍보 및 표준화된 에너지 절감형 물류시설의 보급 가능</td></tr>
<tr><td rowspan="2">기술개발 최종성과물</td><td>최종성과물</td><td colspan="6">에너지 절감형 물류시설 테스트 베드 구축</td></tr>
<tr><td>활용방안</td><td colspan="6">에너지 절감형 표준물류시설 구축 가능</td></tr>
<tr><td rowspan="7">연구개발 과제의 규모</td><td colspan="2">구분</td><td>1차연도</td><td>2차연도</td><td>3차연도</td><td>4차연도</td><td>5차연도</td></tr>
<tr><td rowspan="2">연차별 연구비 (백만원)</td><td>정부</td><td>150</td><td>120</td><td>530</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>민간</td><td>50</td><td>40</td><td>177</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">합 계</td><td>200</td><td>160</td><td>703</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="3">총 연구비 (백만원)</td><td>정부</td><td colspan="2">800</td><td rowspan="3">총 연구기간</td><td colspan="2" rowspan="3">3 년</td></tr>
<tr><td>민간</td><td colspan="2">266</td></tr>
<tr><td>총합계</td><td colspan="2">1,066</td></tr>
<tr><td>기대효과 및 파급효과</td><td colspan="7">○ 관련기업의 부품·소재 및 제품의 국산화
○ 수출산업화 및 제품경쟁력이 크게 제고 될 것으로 전망
○ 국내 에너지 절감 물류시설 표준화 선도</td></tr>
</table>

제3절 인력투입 계획 및 소요예산 산정

1. 전체사업 인력투입 계획

○ 3개 주제 및 에너지 절감기술의 현장적용 및 보급의 전체사업 인력투입계획을 살펴본 결과 55.47의 M/Y가 필요한 것으로 판단됨

○ 1주제인 물류센터 고효율 온도관리 기술 개발에 13.68의 M/Y가 필요한 것으로, 2주제인 에너지 고효율 물류기기 및 설비기술 개발에 10.95의 M/Y가 필요한 것으로, 3주제인 물류활동 기반 능동적 에너지 제어 및 관리기술 개발에 24.35 M/Y이 필요한 것으로 사료됨

○ 마지막으로 에너지 절감기술의 현장적용 및 보급에는 6.49 M/Y이 필요함

[표 5-6] 전체사업 인력투입계획

(단위 : M/Y)

구분	인력
총괄	55.47
1주제 : 물류센터 고효율 온도관리 기술	13.68
고효율 입출고 도크 온도관리 설비 기술	4.41
냉동/냉장창고용 온·습도관리 저속 순환 팬 시스템 기술	9.27
2주제 : 에너지 고효율 물류기기 및 설비기술	10.95
물류센터 컨베이어용 자체구동롤러 기술	10.95
3주제 : 물류활동 기반 능동적 에너지 제어 및 관리기술	24.35
물류활동 기반 능동적 에너지 제어 및 관리기술	24.35
에너지 절감기술의 현장적용 및 보급	6.49

2. 주제별 인력투입 계획

가. 물류센터 고효율 온도관리 기술 개발

○ 1주제인 고효율 온도관리 기술 개발은 2개의 기술개발과제로 구성되며, 1기술개발과제인 고효율 도크 온도관리 설비 기술에는 4.41 M/Y가 필요할 것으로 보이며, 2기술개발과제인 냉장/냉동창고용 온·습도관리 저속 순환 팬 시스템 기술에는 9.27 M/Y가 필요할 것으로 보임

○ 각 기술개발과제의 중점연구내용별 인력투입계획은 다음과 같음

[표 5-7] 제1주제 인력투입계획

(단위 : M/Y)

기술개발과제	중점연구내용	인력
고효율 입출고 도크 온도관리 설비 기술	국내 물류시설 유형별 특성 조사 및 분석	0.58
	국내 도크 온도관리 설비특성 검토	0.51
	국내 물류시설 유형에 따른 도크 온도관리 요소설계기술 개발	0.68
	국내 물류시설 유형별 고효율 온도관리 도크 설비 설계기술 개발	0.44
	표준규모 물류시설 특성을 감안한 고효율 도크쉘터 모형실험을 통한 성능 검증	0.42
	고효율 온도관리 도크 설비 축소 시작품 제작	1.45
	고효율 온도관리 도크 설비 사양서 제작	0.33
냉동/냉장창고용 온·습도관리 저속 순환 팬 시스템 기술	대류 열전달 촉진을 위한 무정압 팬 설계 요소기술 개발	0.67
	대공간 저속 순환팬 활용 HAVC 설계 기법 개발	0.85
	대상 체적 최적화 팬 용량 산출 및 팬 모듈 설계	0.86
	저속 순환팬 제작을 위한 설계도 작성(팬 모듈 상세 설계)	0.88
	적용대상 물류시설 및 팬 모듈 축소모형 제작(1/20-1/50)	1.32
	프로토타입 제작 및 성능/안전 검증(기계적/열유동 특성 등)	1.72
	실규모 팬 시제품 제작 및 성능실험	2.12
	현장 테스트베드 구축 및 전체 통합 제어시험을 통한 성능검증 및 표준설계 매뉴얼 작성	0.85
합 계		13.68

나. 에너지 고효율 물류기기 및 설비 기술

○ 2주제인 에너지 고효율 물류기기 및 설비 기술 개발은 1개의 기술개발과제로 구성되며, 1기술개발과제인 물류센터 컨베이어용 자체구동롤러 기술에는 10.95 M/Y가 필요할 것으로 보임

○ 중점연구내용별 인력투입계획은 다음과 같음

[표 5-8] 제2주제 인력투입계획

(단위 : M/Y)

기술개발과제	중점연구내용	인력
에너지 고효율 물류기기 기술개발	요구사항 분석 및 기술요소 정의	0.39
	자체구동롤러 요소기술 개발	2.48
	운영소프트웨어 개발	2.48
	자체구동롤러 시제품 제작	2.52
	시험운영 및 성능평가	0.33
	ZPA(Zero Pressure Accumulation) 기술개발	1.22
	테스트 컨베이어 시제품 제작	1.53
합 계		10.95

다. 에너지 운영 및 관리비용 절감을 위한 능동적 에너지 제어 기술 개발

○ 3주제인 물류활동 기반 능동적 에너지 제어 및 관리 기술 개발 역시 에너지 사용량 예측·평가를 통한 물류인프라 능동적 에너지 제어 및 관리기술의 1개의 기술개발과제로 구성되며, 24.35 M/Y가 필요할 것으로 보임

○ 중점연구내용별 인력투입계획은 다음과 같음

[표 5-9] 제3주제 인력투입계획

(단위 : M/Y)

기술개발과제	중점연구내용	인력
에너지 사용량 예측·평가를 통한 물류인프라 능동적 에너지 제어 및 관리기술	물류시설의 에너지 흐름/분석 배분	0.60
	물류시설의 에너지 추이 분석	0.62
	물류시설의 에너지 사용량 산정 방법론 개발	0.98
	물류활동기반의 에너지 비상대응 기초자료 수집	1.98
	물류활동기반의 에너지 비상대응 기술구축	1.88
	물류센터 유형별 에너지 등급기준 개발 및 세부평가기준 개발	1.85
	시설의 물리적인 특성을 고려한 시뮬레이션 방법론 구축	1.42
	물류활동을 고려한 시뮬레이션 방법론 구축	1.52
	에너지 운영 정보 모니터링	1.72
	에너지 설비 운영 정보 분석	1.68
	에너지 Map 정보 분석	2.88
	물류설비 및 에너지 사용량에 대한 실시간 모니터링 및 분석 ICT 시스템 구축	7.22
합 계		24.35

라. 물류센터 에너지 절감을 위한 현장사례 및 신기술 조사와 시범사업

○ 에너지 절감 기술의 현장 적용 및 보급에는 6.49 M/Y가 필요할 것으로 판단됨

3. 전체사업 소요예산

○ 3개 주제 및 시범사업 구축의 전체사업 소요예산을 도출해본 결과, 정부 출연금 5,326백만원을 포함하여 총 7,102백만원이 필요한 것으로 나타났음

○ 1주제인 물류센터 고효율 온도관리 기술 개발에 총 2,053백만원이 필요한 것으로 나타났고, 2주제인 에너지 고효율 물류기기 및 설비기술 개발에는 총 1,387백만원이 필요한 것으로 나타났으며, 3주제인 물류활동 기반 능동적 에너지 제어 및 관리 기술 개발에는 총 2,596백만원이 필요할 것으로 예상됨

○ 마지막으로 에너지 절감기술의 현장적용 및 보급에는 1,066백만원이 필요할 것으로 보임

[표 5-10] 전체사업 소요예산

(단위 : 백만원)

구분		1차 년도		2차 년도		3차 년도		합계		계
		정부	민간	정부	민간	정부	민간	정부	민간	
총괄		1,820	607	1,878	628	1,628	542	5,326	1,776	7,102
1주제		460	153	550	184	530	176	1,540	513	2,053
	1기술개발 과제	180	60	100	34	180	60	460	154	614
	2기술개발 과제	280	93	450	150	350	116	1,080	359	1,439
2주제		550	183	490	163	-	-	1,040	347	1,387
	1기술개발 과제	550	183	490	163	-	-	1,040	347	1,387
3주제		660	221	718	241	568	189	1,946	650	2,596
	1기술개발 과제	660	221	718	241	568	189	1,946	650	2,596
시범사업		150	50	120	40	530	177	800	266	1,066

4. 주제별 소요예산

가. 제1주제 : 물류센터 고효율 온도관리 기술

(1) 1기술개발과제 : 입출고 도크 온도관리 설비 기술

[표 5-11] 제1주제 1기술개발과제 소요예산

(단위 : 백만원)

	1차년도		2차년도		3차년도		계		합 계
	정부	민간	정부	민간	정부	민간	정부	민간	
국내 물류시설 유형별 특성 조사 및 분석	60	20					60	20	80
국내 도크 온도관리 설비특성 검토	50	17					50	17	67
국내 물류시설 유형에 따른 도크 온도관리 요소설계기술 개발	70	23					70	23	93
국내 물류시설 유형별 고효율 온도관리 도크 설비 설계기술 개발			50	17			50	17	67
표준규모 물류시설 특성을 감안한 고효율 도크쉘터 모형실험을 통한 성능 검증			50	17			50	17	67
고효율 온도관리 도크 설비 축소 시작품 제작					150	50	150	50	200
고효율 온도관리 도크 설비 사양서 제작					30	10	30	10	40
합 계	180	60	100	34	180	60	460	154	614

(2) 2기술개발과제 : 냉동/냉장창고용 온·습도관리 저속 순환 팬 시스템 기술

[표 5-12] 제1주제 2기술개발과제 소요예산

(단위 : 백만원)

	1차년도		2차년도		3차년도		계		합 계
	정부	민간	정부	민간	정부	민간	정부	민간	
대류 열전달 촉진을 위한 무정압 팬 설계 요소기술 개발	80	27					80	27	107
대공간 저속 순환팬 활용 HAVC 설계 기법 개발	100	33					100	33	133
대상 체적 최적화 팬 용량 산출 및 팬 모듈 설계	100	33					100	33	133
저속 순환팬 제작을 위한 설계도 작성(팬 모듈 상세 설계)			100	33			100	33	133
적용대상 물류시설 및 팬 모듈 축소모형 제작(1/20-1/50)			150	50			150	50	200
프로토타입 제작 및 성능/안전 검증(기계적/열유동 특성 등)			200	67			200	67	267
실규모 팬 시제품 제작 및 성능실험					250	83	250	83	333
현장 테스트베드 구축 및 전체 통합 제어시험을 통한 성능검증 및 표준설계 매뉴얼 작성					100	33	100	33	133
합 계	280	93	450	150	350	116	1,080	359	1,439

나. 제2주제 : 에너지 고효율 물류기기 및 설비 기술

(1) 1기술개발과제 : 물류센터 컨베이어용 자체구동롤러 기술

[표 5-13] 제2주제 1기술개발과제 소요예산

(단위 : 백만원)

	1차년도		2차년도		3차년도		계		합 계
	정부	민간	정부	민간	정부	민간	정부	민간	
요구사항 분석 및 기술요소 정의	20	7	19	6			39	13	51
자체구동롤러 요소기술 개발	120	40	111	37			231	77	308
운영소프트웨어 개발	120	40	111	37			231	77	308
자체구동롤러 시제품 제작	120	40	111	37			231	77	308
시험운영 및 성능평가	20	7	19	6			39	13	51
ZPA(Zero Pressure Accumulation) 기술개발	60	20	60	20			120	40	160
테스트 컨베이어 시제품 제작	90	30	60	20			150	50	200
합 계	550	183	490	163			1,040	347	1,387

다. 제3주제 : 물류활동 기반 능동적 에너지 제어 및 관리 기술

(1) 1기술개발과제 : 에너지 사용량 예측·평가를 통한 물류인프라 능동적 에너지 제어 및 관리기술

[표 5-14] 제3주제 1기술개발과제 소요예산

(단위 : 백만원)

	1차년도		2차년도		3차년도		계		합 계
	정부	민간	정부	민간	정부	민간	정부	민간	
물류시설의 에너지 흐름/분석 배분	60	20					60	20	80
물류시설의 에너지 추이 분석	60	20					60	20	80
물류시설의 에너지 사용량 산정 방법론 개발	80	27					80	27	107
물류활동기반의 에너지 비상대응 기초자료 수집	110	37	30	10			140	47	187
물류활동기반의 에너지 비상대응 기술구축	70	23	80	27			150	50	200
물류센터 유형별 에너지 등급기준 개발 및 세부평가기준 개발	100	33	100	33			200	67	267
시설의 물리적인 특성을 고려한 시뮬레이션 방법론 구축			135	45			135	45	180
물류활동을 고려한 시뮬레이션 방법론 구축			135	45			135	45	180
에너지 운영 정보 모니터링	50	17	50	17			100	33	133
에너지 설비 운영 정보 분석	50	17	50	17			100	33	133
에너지 Map 정보 분석	80	27	138	46			218	73	291
물류설비 및 에너지 사용량에 대한 실시간 모니터링 및 분석 ICT 시스템 구축					568	189	568	189	757
합 계	660	220	718	239	568	189	1,946	648	2,594

라. 물류센터 에너지 절감을 위한 현장사례 및 신기술 조사와 시범사업

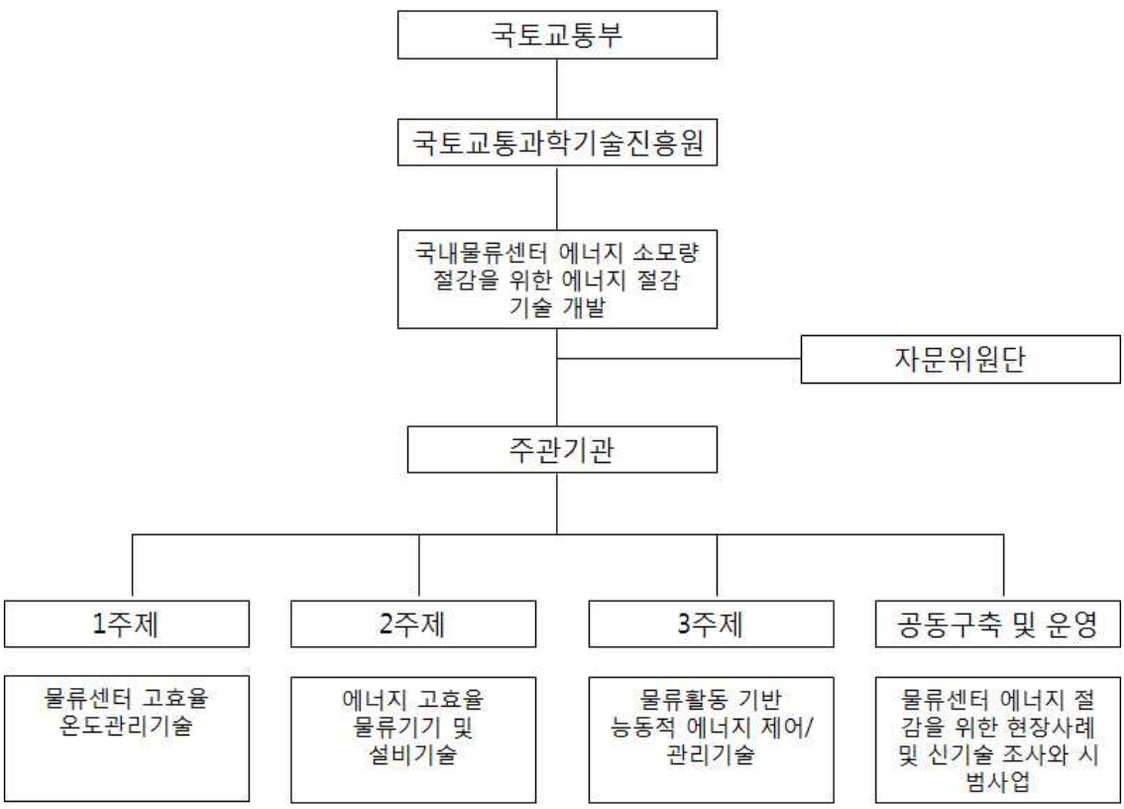
[표 5-15] 물류센터 에너지 절감을 위한 현장사례 및 신기술 조사와 시범사업 소요예산

(단위 : 백만원)

	1차년도		2차년도		3차년도		계		합 계
	정부	민간	정부	민간	정부	민간	정부	민간	
에너지 절감기술의 현장 적용 및 보급	50	17	50	17	50	17	150	50	200
에너지 신기술 물류센터 적용성 검토	100	33					100	33	133
테스트 베드 설계			70	23			70	23	93
테스트베드 구축 및 시험운영					480	160	480	160	640
합 계	150	50	120	40	530	177	800	266	1,066

제4절 연구수행체계 제안

○ 본 과제에서 연구수행체계는 일반사업의 수행체계로서 다음과 같이 제안함



[그림 5-4] 연구수행체계 제안

○ 본 과제는 3개의 주제로 구성되며, 일반사업의 형태로서 주관기관의 연구책임하에 각 주제에 대해서 주관기관과 공동연구기관이 참여할 수 있음
- 주관기관은 기술개발과 함께 연구일정 및 내용을 체계적으로 관리할 수 있어야 하며, 이를 반영하여 본과제 수행시 연구수행체계를 합리적으로 구성해야 함

○ 각 주제에서 필요한 위탁연구나 용역은 주관연구기관이 일괄발주 및 관리토록 함

○ 주관 및 공동연구기관으로 참여하고자하는 기관은 수행예정 주제를 직접 수행할 수 있는 기술인력이나 관련장비 및 시설을 보유하고 있어야 함

제5절 과제제안요구서(RFP)

연구과제명	물류센터의 전기에너지 절감을 위한 물류설비(도크 및 팬시스템, 자체구동롤러) 및 능동형 에너지 제어 시스템 기술개발
1. 연구개발 목표	

○ 국내 물류센터의 전기에너지 절감을 위한 물류센터용 에너지 절감 기술 개발

- 물류센터용 선진 에너지 절감기술 확보
- 수입되는 에너지 절감형 물류설비의 국산화 및 해외시장 진출기반 확보
- 물류센터 에너지 비용절감으로 물류경쟁력 강화에 기여

○ 정성적 목표 : 물류센터의 에너지 절감기술 개발을 통해 물류기업의 에너지 비용 절감과 국산화 기술 확보를 목표로 함

- 물류센터 고효율 온도관리 기술 : 냉동/냉장창고의 도크온도관리 및 저속 순환 팬시스템 기술을 개발하여 에너지 비용 및 유지보수비용 절감과 국산화 기술 확보
- 에너지 고효율 물류기기 및 설비기술 : 한국형 자체구동롤러의 개발을 통해 에너지 절감과 더불어 해외시장 진출 기반 확보
- 물류활동 기반 능동적 에너지 제어 및 관리기술 : 체계적이고 효율적인 시스템을 통해 능동적으로 에너지를 제어·관리하여 물류센터의 에너지 절감에 기여

○ 정량적 목표 : 다음과 같은 정량적 목표를 만족시켜야 함

(1) 물류센터 고효율 온도관리 기술

- 입출고 도크 온도관리 설비기술

· 외산 대비 에너지 소모율이 같거나 더 절감 가능한 수준으로 가격은 80% 이내로 개발
· 차량이 도크에 정확히 접속하였는지 여부를 파악할 수 있는 부대장치를 포함

항 목	목표사양
작동온도범위	−25℃ ~ 40℃
Motor	1.5HP 이하

- 냉동/냉장창고용 온·습도관리 저속 순환 팬시스템 기술

· 팬 설치시 15% 에너지 절감

· 외산대비 가격 85% 이내

· 최종 시제품 목표 사양

항 목	목표사양	비 고
Motor	1.5 HP 이하	
작동온도범위	−25℃ ~ 40℃	
허용소음도	최대 62dBA	팬 중심으로부터 6m 이격지점

※ 작동온도하한선은 냉동수산물 일부(참치등)을 제외하면, −20℃ 정도이며, 해외 제작사양에서도 최저온도는 −25℃정도임

※ 화재대책은 배연설비 목적으로 사용하는 경우에는, 국가화재안전기준(NFSC)에서 250℃에서 1시간이 규정되어 있으나, 본 개발제품의 경우에는 해당이 없다고 판단됨. 단, 연구과정에서 스프링클러설비와의 연계성 등을 고려하여 설치시공사양을 정할 필요성은 있음

(2) 에너지 고효율 물류기기 및 설비기술

- 물류센터 컨베이어용 자체구동롤러 기술

· 기존 컨베이어 제품대비 30% 에너지 절감

· 자체구동롤러에 대한 최종 목표 성능의 70%까지 1차년도에 개발하며, 2차년도에 최종 목표 성능 달성

· 개발제품가격은 외산제품 대비 가격 70% 이내

· 기준 : 24V DC, 직경 50㎜

· 최종 시제품 목표 사양(연구개발 과정에 기술동향조사하여 필요시 상향조정)

항목	목표 사양	
속도 (무부하시)	최소 15m/min	최대 47m/min
30kg 대상화물 기준 최대속도 (부하시)	35m/min	
토크 (무부하시)	기동 (구동시) 3.5Nm	정격 (구동중) 0.9Nm

(3) 물류활동 기반 능동적 에너지 제어 및 관리기술

- 물류활동 기반 능동적 에너지 제어 및 관리기술
  - · 시스템 도입시 10% 에너지 절감
  - · 30개 이상의 실증사이트 운영데이터 비교에 의한 에너지 소비 예측 데이터와 실측 데이터와의 오차율 15% 이내로 함
  - · 물류활동별 에너지 베이스라인 선정과 에너지 실사용량 사이의 갭 분석을 통한 에너지 절감 알고리듬 개발
  - · 물류활동별 에너지 사용량 모니터링 및 제어관리가 되어야 함
  - · 고급형 및 보급형 등으로 구분하여 경제성 있는 사업화 모델을 제시

2. 연구개발 필요성 및 기술동향

연구개발의 필요성

○ 우리나라는 소비에너지의 83.4%이상을 수입에 의존하는 에너지 부존량 절대 빈국으로서, 2011. 9월 수도권의 대규모 정전으로 인한 피해를 겪는 등 국가적 에너지 위기에 봉착해 있음

○ 국내 물류센터에서 사용하고 있는 대부분의 에너지는 전기이며, 기반설비, 물류설비, 물류장비 순으로 에너지를 사용하고 있는 것으로 파악됨

○ 국내 물류기업들은 지속적인 전기료 상승으로 운영환경이 악화되고 있음

- 냉동/냉장창고의 경우 매출액의 약9%가 전기료이며 이는 판매관리비의 약 10%로서 경영압박의 요인으로 작용
- 실제 창고업 등록제 기준 바닥면적 1,000㎡ 이상 184개 물류 센터 조사

	결과 월평균 약 720만원의 전기료를 납부하고 있으며 이 중 약29%가 월평균 천만원 이상의 전기료를 납부하고 있음 - 창고업 등록제 대상 물류센터 전체에 적용할 경우 월평균 547억원의 전기료를 납부하고 있는 것으로 추정 ○ 또한 물류설비의 자동화 및 첨단화에 따라 에너지 사용량은 증가하고 있는 반면 물류현장의 에너지 절감을 위한 시설투자 및 기술개발과 의지는 전무한 것으로 파악됨 - 184개의 물류센터 조사결과 70%이상이 에너지 절감을 위한 노력을 한 적도, 계획도 없는 것으로 파악 - 30%는 기본적인 수준의 에너지 절약을 하고 있는 것으로 파악 ○ 따라서 국내 물류센터의 에너지 소비현황에 대한 광범위한 조사를 통해 에너지 절감기술을 개발, 보급할 필요가 있으며, 이는 국가적인 에너지 절감정책에 적극적으로 부응하는 방안임은 물론 기업에도 에너지 비용절감을 통한 경쟁력 향상 필요
기술동향	○ 물류센터의 에너지 절감을 위한 기술개발이 이루어지고 있음 - RITEHITE(미국), Crawford(미국)는 에너지 절감 기술개발을 통한 고효율 입출고 도크 설비를 제작 ○ 고층빌딩의 아트리움, 대형공간으로 구성된 건축물과 축사와 같은 부분에서 사용되고 있는 HVLS(High Volume Low Speed)팬은 물류센터에도 적용할 수 있음 ○ HVLS(High Volume Low Speed) 팬의 주요 제작사는 미국의 'BigAssFANS' 이 대표적이며, 기타 업체로는 KELLEY(미국, 캐나다), RITEHITE(미국), BLADETECFANS(미국) AIRMOTIONSCIENCES(미국) 등이 있음 ○ 자체구동롤러는 주로 식품 가공, 항공 물류, 우편 서비스, 배송 분야를 비롯한 다양한 산업부문에서 사용되고 있는데, INTERROLL(스위스), ITOH-DENKI(일본), KYOWA(일본) 등이 주요 생산업체임 ○ 유럽연합국가에서는 2002년부터 건축물부문의 통일된 에너지성능지침(EPBD)과 온실가스 감축목표를 설정하고 이를 달성하기 위한 구체적인 실행계획을 수립해 진행하고 있음

○ University of California at Berkeley의 David Culler 교수가 주도하는 LoCal 프로젝트에서 전자공학과 건물인 Cory Hall에 연간 20%, 특정달에는 30%의 에너지를 절감한 사례가 있음

3. 연구개발내용

□ 물류센터 고효율 온도관리 기술 개발

○ 입출고 도크 온도관리 설비기술

- 국내 물류센터 유형별 도크 특성 조사 및 분석
- 국내 도크 온도관리 설비특성 검토
- 국내 물류센터 유형에 따른 도크 온도관리 요소설계기술 개발
  - · 기밀성능이 우수한 고효율 도크 쉘터 설계기술
  - · 도크 레벨러 실링기술
  - · 물류 입출고시 완충성 및 안전장치 기술
  - · 외부기류 차단장치 기술
- 국내 물류센터 유형별 고효율 온도관리 도크 설비 설계기술 개발
- 표준규모 물류센터 특성을 감안한 고효율 도크 쉘터 모형실험을 통한 성능 검증
- 고효율 온도관리 도크 설비 축소 시작품 제작
- 고효율 온도관리 도크 설비 사양서 제작

○ 냉동/냉장창고용 온·습도관리 저속 순환 팬시스템 기술

- 물류센터 대류 특성 분석 및 팬 모듈 설계
  - · 대류 열전달 촉진을 위한 무정압 팬 설계 요소기술 개발
  - · 대공간 저속 순환팬 활용 HAVC 설계 기법 개발
  - · 대상 체적 최적화 팬 용량 산출 및 팬 모듈 설계
- 프로토타입 제작 및 성능/안전 검증 시험
  - · 저속 순환팬 제작을 위한 설계도 작성(팬 모듈 상세 설계)
  - · 적용대상 물류센터 선정 및 팬 모듈 축소모형 제작(1/20-1/50)

· 프로토타입 제작 및 성능/안전 검증 (기계적/열유동 특성 등)

- 실규모 시제품 제작 및 테스트베드 구축

□ 에너지 고효율 물류기기 및 설비기술 개발

○ 물류센터 컨베이어용 자체구동롤러 기술

- 자체구동롤러 하드웨어(컨베이어 롤러, 드림모터, 아이들러 폴리) 개발
- 자체구동롤러 소프트웨어(24V DC구동장치, Roller Drive 및 드럼 모터용 컨트롤러) 개발
- ZPA(Zero Pressure Accumulation) 기술 개발
- 실규모 시제품 제작 및 테스트베드 구축

□ 물류활동 기반 능동적 에너지 제어 및 관리기술 개발

○ 물류활동 기반 능동적 에너지 제어 및 관리기술

- 물류센터 내 에너지 흐름/분석 배분
- 물류센터 내 에너지 추이 분석
- 물류센터의 에너지 사용량 산정 방법론 개발
- 물류센터 유형별 에너지 세부평가기준 개발
- 물류활동기반의 에너지 비상대응 기초자료 수집
- 물류활동기반의 에너지 비상대응 기술구축
- 물류설비•장비 및 물류활동을 고려한 시뮬레이션 방법론 구축
- 에너지 운영 정보 모니터링
- 에너지 설비 운영 정보 분석
- 에너지 Map 정보 분석
- 물류설비 및 에너지 사용량에 대한 실시간 모니터링 및 분석 ICT 시스템 구축

	□ **물류센터 에너지 절감을 위한 현장사례 및 신기술 조사와 시범사업** ○ 에너지 절감을 위한 현장사례 조사 ○ 물류센터 에너지 절감을 위한 신기술 조사 분석 ○ 시범사업
4. 연구개발 추진방법	
추진전략	○ 수요자 중심 기술개발: 개발 기술의 최종 수요 기업이 핵심 기술 개발 설계 단계부터 참여하여 기술 검토 및 성과 활용 연계 ○ 단계별 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 국외 기술 동향

	조사 등) ○ 물류장비 제조업체/자동화 장비 제조업체, 적용대상 기업을 포함하는 컨소시엄 구성 ○ 연구신청자는 과다한 기관수의 참여 및 연구계획 편성으로 인한 추진체계의 비효율성을 최대한 지양하고, 반드시 필요한 기관으로만 구성하여 연구추진의 효율성을 도모
5. 최종성과물	
주요 최종성과물	□ 물류센터 고효율 온도관리 기술 개발 ○ 물류센터 유형별 고효율 입출고 도크 온도관리 설비 표준 설계기술, 사양서 및 유지관리 매뉴얼 ○ 고효율 온도관리 도크설비 시작품 ○ 저속 순환팬 시제품 및 설계서/사양서 ○ 저속 순환팬 부대 시설 및 부품(모터 및 제어기 등) ○ 물류센터 표준 설계적용 및 유지관리 매뉴얼 □ 에너지 고효율 물류기기 및 설비기술 개발 ○ 자체구동롤러의 구조설계 사양서, 도면, 분석서 ○ 자체구동롤러의 제어부 설계서 ○ 자체구동롤러의 운용 소프트웨어 ○ 자체구동롤러의 시제품 ○ ZPA(Zero Pressure Accumulation) 기술 ○ 테스트 컨베이어의 시제품 및 테스트 분석서 □ 물류활동 기반 능동적 에너지 제어 및 관리기술 개발 ○ 물류센터 에너지 사용량 산정 방법론

○ 물류센터 에너지 유형별 세부 평가 기술 분석서

○ 물류활동기반 에너지 대응평가 및 관리 기술 분석서

○ 물류설비•장비 및 물류활동을 고려한 시뮬레이션 방법론

○ 에너지 운영 정보 모니터링 방법론

○ 에너지 설비 운영 정보 분석 방법론

○ 에너지 Map 정보 분석서

○ 물류설비 및 에너지 사용량에 대한 실시간 모니터링 및 분석 ICT 시스템

6. 기대효과 및 파급효과

○ 기술적 기대효과

- 도크쉘터의 에너지 절감기술 확보 및 국산화
- 온·습도 조절용 저속 순환 팬시스템 선진국 수준의 기술 확보 및 보급
- 자체구동롤러의 하드웨어 및 소프트웨어 기술 확보 및 보급
- 능동적 에너지 제어시스템 기술 확보 및 보급

○ 경제적 기대효과

- 물류센터의 에너지 비용 절감으로 인한 물류비 감소를 통한 물류경쟁력 강화
- 물류센터용 에너지 절감기술의 국산화로 수출 기대

○ 정책적 기대효과

- 물류센터의 에너지 절감으로 전력의 효율적 사용 및 물류부문 경쟁력 제고

7. 연구개발기간 및 소요예산

○ 총 연구기간 : 2013. 10 ~ 2016. 10 (3년)

- 1차년도 : 2013. 10 ~ 2014. 10 (12개월)

○ 총 정부출연금 : 5,326 백만원 이내

- 1차년도 정부출연금 : 1,820 백만원 이내

※ 1차년도 이후 연차별 연구개발비는 제시된 총 정부출연금 범위 내에서 편성

※ 정부출연금은 향후 선정평가 결과 또는 정부 예산 사정에 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 축소조정 가능

8. 기 타	

○ 1차년도 연구 성과에 대한 중간평가 결과에 따라 2차년도 계속지원 여부 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 조정가능

○ 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

- 주기적 특허 및 시장 동향 조사 실시
- 총 연구기간 중 최소 2회(중간/종료 단계) 이상의 연구성과 점검 및 파급효과 분석을 실시(별도 보고서 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 활용 계획을 연구계획에 포함

○ 연구개발 계획서에는 구체적 연구방법론이 반드시 제시되어야 함

○ 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.kr의 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

제6장 물류센터 에너지 절감기술 개발효과

제1절 에너지 절감기술 적용대상 창고 수 추정

○ 본 기획연구에서 제시하고 있는 물류센터의 에너지 절감기술의 효과를 추정하기 위해서는 먼저 기술이 적용될 수 있는 물류센터의 개수를 파악해야 함

○ 2009년 기준 국내 물류창고는 20,184개이며, 이중 84.6%가 농산물 창고이며, 일반창고 7.3%, 냉장 및 냉동창고 3.5%, 위험물 창고 4.3%, 기타 창고 0.4% 등임.

○ 농산물창고는 대다수가 소규모로서 농산물의 단순보관용이기 때문에 에너지 절감기술의 적용이 어려우며, 실제 물류창고에서 에너지인 전기를 이용하여 물류활동이 이루어지는 일반창고와 냉장 및 냉동창고가 에너지 절감기술의 적용대상이 될 것이며, 2009년 기준으로 해당 물류창고는 약 2,180개소로 추정됨

○ 에너지 절감기술의 적용대상 물류창고수를 추정하기 위해서 국내 물류창고에 대한 실사자료인 창고업등록제 자료를 이용할 수 있음

○ 창고업등록제는 전체 바닥면적의 합계가 1,000㎡이상인 보관시설과 전체면적의 합계가 4,500㎡이상인 보관장소를 대상으로 하는데, 2011년 상반기에 창고업등록제가 시행되어 일정규모 이상의 물류창고(센터)에 대한 관리가 이루어질 수 있는 기반이 구축되었지만 본 기획과제가 수행되는 기간 동안에는 해당자료의 이용이 어려워 이를 활용할 수 없었음

○ 결국 국내 물류창고에 대한 자료는 통계청의 발표자료가 공식적이기 때문에 이를 이용할 수 밖에 없으며, 통계청에서 관리하고 있는 물류창고는 2009년 기준 총 1,286개소이며, 이중 창고업등록대상 규모인 1,000㎡이상인 일반창고 및 냉동/냉장창고는 346개소임

[표 6-1] 국내 창고업체수 현황(2009)

산업별	보유창고 규모별	기업체수 (개소)	면적 (㎡)	창고 (㎡)	개소당 평균면적(㎡)	개소당 평균창고(㎡)
창고업	계	494	16,741,103	10,072,318	34,589	20,811
	1,000～5,000㎡	244	565,128	479,484	2,355	1,998
	5,000㎡ 이상	250	15,785,896	9,210,413	64,696	37,748
일반 창고업	계	163	8,606,683	2,593,111	52,802	15,909
	1,000～5,000㎡	54	154,202	127,777	2,856	2,366
	5,000㎡ 이상	109	8,440,747	2,453,926	77,438	22,513
냉장 및 냉동 창고업	계	183	2,284,297	2,120,190	12,482	11,586
	1,000～5,000㎡	87	203,242	173,229	2,336	1,991
	5,000㎡ 이상	96	2,050,952	1,918,391	21,364	19,983
농산물 창고업	계	95	4,926,822	4,819,672	51,861	50,733
	1,000～5,000㎡	83	156,073	142,924	1,880	1,722
	5,000㎡ 이상	12	4,422,509	4,334,307	368,542	361,192
위험물품 보관업	계	33	544,994	477,612	16,515	14,473
	1,000～5,000㎡	12	39,976	29,372	3,331	2,448
	5,000㎡ 이상	21	505,016	448,238	24,048	21,345
기타 창고업	계	10	378,307	61,733	37,831	6,173
	1,000～5,000㎡	4	11,635	6,182	2,909	1,546
	5,000㎡ 이상	6	366,672	55,551	61,112	9,259
기타 창고업	계	10	378,307	61,733	37,831	6,173
	1,000～5,000㎡	4	11,635	6,182	2,909	1,546
	5,000㎡ 이상	6	366,672	55,551	61,112	9,259

○ 위 통계청 자료에 의하면 창고업등록제 대상규모의 물류창고는 1,286개소 중 346개소로 26.9%에 이르며, 이를 국내 전체 일반창고 및 냉동/냉장창고 2,180개소에 적용하면 창고업등록대상 일반창고 및 냉동/냉장창고는 587개소로 추정됨

○ 이중 일반창고는 277개소, 냉동/냉장창고는 310개소로 추정되며, 규모별로는 1,000 ~ 5,000㎡인 일반창고가 92개소, 5,000㎡이상인 일반창고가 185개소로 추정되며, 1,000 ~ 5,000㎡인 냉동/냉장창고가 147개소, 5,000㎡이상인 냉동/냉장창고가 163개소로 추정됨

제2절 물류센터의 에너지 원단위 추정

○ 184개 물류센터를 대상으로 한 에너지 현황 설문조사 결과를 통해 물류센터의 센터면적 대비 에너지 사용량으로 에너지 원단위를 추정한 결과는 다음의 표와 같음[6)]

[표 6-2] 국내 물류센터의 종류별/규모별 에너지 원단위 추정

	규모	에너지 원단위 (kwh/㎡-year)	평균 규모 (㎡)
일반창고	1,000~5,000㎡	122.19	2,619
	5,000㎡초과	69.08	11,163
냉동/냉장창고	1,000~5,000㎡	362.74	2,372
	5,000㎡초과	210.08	11,195

○ 본 기획과제에서 대상으로 하는 물류창고 587개소에서 사용하는 전기량을 추정한 결과 연간 에너지 사용량은 1,105Gwh/year로 추정됨

- 우리나라의 연간 산업용 전기사용량은 252,252Gwh로 추정되며[7)], 국내 물류센터 587개소의 전기에너지 연간사용량 비중을 추정한 결과 전체 연간 산업용 전기사용량의 0.44%로 추정됨
- 국내 587개의 물류센터에서 사용하는 연간 전기료는 1kw당 100원의 단가 적용시 1,105억원으로 추정되며, 이는 1개 물류센터당 연간 1억 8,800만원이며, 월간 1,569만원 정도인 것으로 추정됨

6) 상세 내역은 부록의 설문조사결과를 참조하며, 설문조사 결과를 통계청기준에 맞춰서 본 연구진이 에너지 원단위를 추정한 것임
7) 국내 산업용 전력의 연간사용량은 2011.1월의 월간 사용량을 연간으로 환산한 값임

[표 6-3] 국내 물류센터의 종류별/규모별 에너지 사용량 추정

	규모	추정 물류센터수	평균 규모 (㎡)	에너지 원단위 (kwh/㎡-year)	연간에너지 사용량 (Mwh/year)
일반창고	1,000~5,000㎡	92	2,366	122.19	26,597
	5,000㎡초과	185	22,513	69.08	287,712
냉동/냉장창고	1,000~5,000㎡	147	1,991	362.74	106,166
	5,000㎡초과	163	19,983	210.08	684,279

제3절 물류센터 에너지 절감기술 적용시 효과 추정

○ 본 기획과제에서 제시한 에너지 절감기술 적용대상 물류센터는 총 587개로서 개발기술을 대상 물류센터에 전부 적용할 경우 연간 에너지비용 절감액을 추정함

○ 방법론으로서는 대상 물류센터 중 가장 효율적으로 운용되고 있는 상위 5개 물류센터에 대한 에너지진단을 통해 획득된 분야별 에너지 절감율을 기준으로 하여 효과를 추정하였음

○ 국내 대표적인 5개 물류센터에 대한 에너지진단을 통해 물류시설별 에너지 사용비율을 조사한 결과 일반창고는 조명과 운반기기 등 일반동력에서 61%를 사용하고 있으며, 공조는 15%, 기타 24%의 비율로 에너지인 전기를 사용하고 있음

○ 또한 냉동/냉장창고의 경우에는 냉동 및 냉장에 58%의 에너지를 사용하고 있으며 이에 따른 펌프와 팬 가동 등에 19%의 에너지를 사용함으로써 냉동/냉장분야에 77%의 에너지를 사용하고 있는 것으로 파악됨

[표 6-4] 국내 물류센터의 종류별/규모별/시설별 에너지 사용비율

	규모	조명	냉동/냉장	공조	펌프/팬	일반동력	기타
일반창고	1,000~5,000㎡	30.0%		15.0%		31.0%	24.0%
	5,000㎡초과	30.0%		15.0%		31.0%	24.0%
냉동/냉장창고	1,000~5,000㎡	16.0%	58.0%		19.0%	7.0%	
	5,000㎡초과	16.0%	58.0%		19.0%	7.0%	

○ 에너지진단 결과 에너지 절감기술 개발로 인한 에너지 절감률은 일반창고의 경우 조명 12.4%, 공조 3%의 절감률을 보일 것으로 추정되며, 냉동/냉장창고의 경우에는 조명 11.6%, 냉동/냉장 12.6%, 펌프/팬 6.5%의 절감률을 보일 것으로 추정됨

[표 6-5] 에너지절감기술 개발로 인한 시설별 에너지 절감률 추정

	규모	조명	냉동/냉장	공조	펌프, 팬
일반창고	1,000～5,000㎡	12.40%	-	3%	
	5,000㎡초과	12.40%	-	3%	
냉동/냉장창고	1,000～5,000㎡	11.60%	12.60%		6.50%
	5,000㎡초과	11.60%	12.60%		6.50%

[표 6-6] 에너지절감기술 개발로 인한 시설별 에너지 절감량 추정

(단위 : Mwh/year)

	규모	조명	냉동/냉장	공조	펌프, 팬
일반창고	1,000～5,000㎡	989	-	120	
	5,000㎡초과	10,703	-	1,295	
냉동/냉장창고	1,000～5,000㎡	1,970	7,759		1,311
	5,000㎡초과	12,700	50,007		8,451

○ 위 에너지 절감량을 통해 대상 물류센터의 에너지 절감비용을 추정한 결과 1kw당 100원의 단가 적용시 연간 95억 3천만의 에너지 비용이 절약될 것으로 추정되며, 형태별로 보면 일반창고 13억 1천만원, 냉동/냉장창고 82억 2천만원의 에너지 비용이 절약될 것으로 추정됨

○ 본 기획과제에서 제시된 기술개발의 경제적 효과를 추정하기 위해 먼저 국내 수요를 추정하였는데, '12. 8월말 기준 창고업등록 3,612개 창고 중 연간 587개 창고가 시설교체를 할 것으로 예상

- 기업의 일반자산 내구년한을 5년으로 간주하고 4~6년 사이의 기간을 감가상각으로 설정하는 추세에 따라 본 연구에서 개발된 제품의 수요량 추정시 전체 대상 창고의 1/6이 시설교체를 단행하는 것으로 가정
- 또한 통계청의 공식통계자료를 활용하여 연간 587개 창고를 대상으로 선정함

[표 6-7] 에너지 절감기술 개발로 인한 국내 수요량 추정

제품명(가안)	물류센터수	센터당 필요대수	연간수요량
한국형 에너지 절감형 도크설비 1set	310	6	1,860
냉동/냉장창고용 온·습도관리 저속 순환 팬 시스템	310	2	620
물류센터 컨베이어용 자체구동롤러	277	150	41,550
물류활동기반 능동적 에너지 제어 및 관리시스템	587	1	587

- 세부항목별 추정

주제명	개발과제명	비용1)	편익2)	예상 생산액	생산 유발액	부가가치 유발액	취업유발인원	B/C
물류센터 고효율 온도관리기술	고효율 입출도 도크 온도관리 설비 기술	900만원	2,845만원	167억원	279억원	150억원	296명	2.12
	물류센터 온·습도관리 저속 순환 팬 시스템 기술	1,600만원	2,845만원	99억원	165억원	89억원	176명	
에너지 고효율 물류기기 및 설비기술	에너지 절감형 자체구동롤러 기술개발	2,700만원	6,033만원	75억원	155억원	47억원	81명	
물류활동 기반 능동적 에너지제어 및 관리기술	물류활동 기반 능동적 에너지 제어 및 관리기술	3,000만원	5,675만원	176억원	356억원	115억원	213명	

1) 비용 : 투입되는 연구개발비와 생산비용을 고려하여 제품1단위당 생산단가 산정
2) 편익 : 본 연구에서의 개발품을 물류센터에 적용시 절감되는 연간 물류센터당 에너지 비용으로서 5년간 절감액의 현재가치
3) 개발품의 내구년한은 5년으로 가정하고 감가상각은 없는 것으로 가정함
4) 할인율은 예비타당성 지침에 따른 사회적 할인율 5.5%를 적용함

부록 1. 국내 물류센터 에너지 사용량 설문지

통계법 13조(비밀의 보호)에 의거 본 조사에서 개인의 비밀에 속하는 사항은 엄격히 보호됩니다.

ID				

국내 물류센터의 에너지 사용 현황 조사

안녕하십니까?

한국철도기술연구원에서는 국토해양부의 『에너지 절감형 물류시설 기술개발 기획』사업의 일환으로 국내 물류센터 운영업체들의 에너지 사용현황을 조사하고 있습니다. 조사를 통하여 얻어진 각 기업의 정보는 어떠한 경우에도 공개하지 않음을 약속 드립니다. 응답해 주신 자료는 우리나라 물류센터의 에너지 절감형 물류시설 기술개발 계획 수립에 큰 도움이 될 것입니다. 가급적 물류센터 관리자께서 직접 작성해 주시길 부탁 드립니다.

2012년 4월

한국철도기술연구원

조사책임: 유재균 박사(031-460-5472)

☞ [조사원] 정확한 현황 파악을 위하여 물류센터의 관리자 및 책임자에게 응답을 받아주세요.

물류센터 일반 현황

문1] 귀 물류센터 및 응답자 개요

※ 거점이 많은 경우 대표적인 **물류센터에** 대해 작성 부탁드립니다.

※냉동/냉장' 및 '일반상온' 창고를 모두 운영하시는 경우 각 유형별 대표적 거점에 대해 작성 부탁드립니다.(냉동/냉장 1부, 일반 1부)

[1] 업체명		[2] 전체 운영물류센터의 수 ____개
[3] 응답대상 물류센터명		
[4] 물류센터 주소		시(도) 구(시/군) 동(읍/면)
[5]물류센터 운영형태 및 규모	[5-1] 유 형	① 냉동창고 ② 냉장창고 ③ 일반상온창고
	[5-2] 기 능	① TC(Transfer Center) ② DC(Distribution Center) ③ 복합센터(CC) ※ Transfer Center : 물류센터에 입고 후 보관없이 바로 분류하여 배송하는 방식 ※ Distribution Center : 보관위주의 물류센터로서 부가서비스 및 배송도 수행 ※ 복합센터 : 두 센터의 기능을 모두 수행
	[5-3] 규 모	□ 물류센터 전체 규모 ____㎡(연면적), ____㎡(건축바닥면적) □ 물류센터내 상시 근로자 수 ; ____명 □ 물류센터 건축(open)년도 ; ____년
	[5-4] 2011년 총매출액	____원
[6] 응답자		□ 성 명 : □ 소속부서 : □ 전화번호 : □ 직 위 : □ e-mail : □ FAX :

문2] 응답 물류센터 세부 시설 이용현황

※ 냉장창고는 보관을 위한 시설이고 콜드존은 분류 및 피킹을 위한 공간입니다.

※ 소터는 슈트 혹은 소팅머신을 의미합니다.

※ AS/RS는 스태커크레인 등으로 파렛트 등을 자동으로 저장/반출하는 자동창고시스템입니다.

구 분	소유형태	보관 및 취급품목 (대표품목 2개)	에너지를 사용하는 도입설비 및 장비	면 적
[1] 일반상온	① 자가 ② 임대	(　　) (　　)	①수직반송기 ②전동핸드자키 ③소터 ④지게차 ⑤AS/RS ⑥컨베이어 ⑦기타(　　)	㎡
[2] 콜드존 (분류/ 피킹장)	① 자가 ② 임대	(　　) (　　)	①수직반송기 ②전동핸드자키 ③소터 ④지게차 ⑤AS/RS ⑥컨베이어 ⑦기타(　　)	㎡
[3] 냉장창고	① 자가 ② 임대	(　　) (　　)	①수직반송기 ②전동핸드자키 ③소터 ④지게차 ⑤AS/RS ⑥컨베이어 ⑦기타(　　)	㎡
[4] 냉동창고	① 자가 ② 임대	(　　) (　　)	①수직반송기 ②전동핸드자키 ③소터 ④지게차 ⑤AS/RS ⑥컨베이어 ⑦기타(　　)	㎡
[5] 기 타 (_____)	① 자가 ② 임대	(　　) (　　)		㎡

문2-1] 위에서 응답하신 에너지를 사용하는 도입설비 및 장비 외에 추가적으로 있는 경우 아래에 기입해주세요.

(_____)

문3] 응답 물류센터의 에너지 사용량

※ 번거로우시더라도 전기요금 청구서등의 자료를 확인 후 월별 전기 사용료 및 사용량 전체를 기입해 주시기 바랍니다.

구 분	1월	2월	3월	4월	5월	6월
사용량(단위 : kwh)						
사용료(단위: 천원)						
구 분	7월	8월	9월	10월	11월	12월
사용량(단위 : kwh)						
사용료(단위: 천원)						

문3-1] 만일, 월별 자료가 없는 경우는 연간 전체 전기 사용량과 사용료를 기입해 주시기 바랍니다.

① 2011년 연간 사용량 _____kwh

① 2011년 연간 사용료 _____원

문4] 귀사에서 사용중인 전력과 향후 사용하기를 희망하는 전력의 종류

※ **산업용 전력 적용대상 산업은 제조업으로 한정**되어 있으며, 기타 산업은 제한적으로 열거된 산업에 한해서만 산업용 전력 사용이 가능합니다.

☞ 산업용 전력 적용대상 기타산업 예시(Kepco 전력정보FAQ)

· 물류정책기본법에 의한 물류터미널

· 물류시설의 개발 및 운영에 관한 법률에 의하여 설치된 유통단지 내 물류시설

문4-1] 현재 사용중인 전력 : ① 일반용 전기 ② 산업용 전기 ③ 지식서비스용
문4-2] 향후 사용 희망 전력 : ① 일반용 전기 ② 산업용 전기 ③ 지식서비스용

문5] 응답 물류센터 내의 전기에너지 소비 현황

※ 우선 순위는 전기에너지 사용량이 많은 항목 순으로 순위를 적어 주시고 비중란에는 전기에너지 용도별 사용 비중을 적어 주십시오.
※ 전기에너지 사용 비중의 합계는 100.0%가 되어야 합니다.
※ 보기는 참조이며 물류센터의 전기에너지 사용 용도가 보기에 없는 항목은 기타의 ( ) 안에 용도를 기재하여 응답해 주시기 바랍니다.

응답 물류센터의 전력 사용 용도	우선 순위	비 중
① 창고 냉/난방	(_____)순위	(_____)%
② 사무실 (온도관리,OA)	(_____)순위	(_____)%
③ 물류설비 (컨베이어/소팅머신 등)	(_____)순위	(_____)%
④ 내/외부 조명	(_____)순위	(_____)%
⑤ 지게차 충전	(_____)순위	(_____)%
⑥ 기타 1 (_____)	(_____)순위	(_____)%
⑦ 기타 2 (_____)	(_____)순위	(_____)%
⑧ 기타 3 (_____)	(_____)순위	(_____)%
합 계		100.0%

문6] 전기 외에 물류센터에서 사용하고 있는 기타 에너지를 기입해 주시기 바랍니다.

① LPG (지게차용) ② 경유(지게차용) ③ 지열(냉난방용)
④ 난방유 ⑤ 기 타 1 (_____) ⑥ 기 타 2 (_____)
⑤ 없음

문7] 귀사 센터에 에너지 절감을 위해 도입한 기술/시설을 기입해 주시기 바랍니다.

① 저전력 소터기 ② 물류센터 고효율 단열재 ③ 태양광/태양열설비
④ 고효율 냉각방식 ⑤ Air curtain(에어커튼) ⑥ 폐에너지 리사이클
⑦ 기 타 1 (_____) ⑧ 기 타 2 (_____) ⑨ 없음

문8] 향후, 물류센터 에너지 절감을 위하여 도입을 계획(희망)하는 기술/시설을 기입해 주시기 바랍니다.

① Frictionless(프릭션리스) 소팅머신 ② 고효율 단열재 ③ 고효율 냉각방식
④ 고효율 조명설비 (LED등) ⑤ Air curtain(에어커튼 ⑥ 기타 1 (_____)
⑦ 기 타 2 (_____) ⑧ 없음

= 끝까지 응답해 주셔서 대단히 감사합니다. =