

보안 과제(), 일반 과제(○) / 공개(○), 비공개()
건설기술연구사업 최종보고서

사회기반시설의 성능중심 관리·운영을 위한
한국형 성능등급 산정기술 개발

R&D /
16SCIP-C079146-03

[부록 1] 선진화 마스터플랜 수립 및 파급효과 분석 보고서

2017. 6

주관연구기관 / 한국건설기술연구원
공동연구기관 / 한국시설안전공단
대한토목학회
(주)토탈페이브시스템

국 토 교 통 부
국토교통과학기술진흥원

- 목 차 -

1. 마스터플랜 개요	1
1.1 마스터플랜 수립 배경 및 필요성	1
1.1.1 마스터플랜 수립 배경	1
1.1.2 마스터플랜 수립의 필요성	5
1.2 마스터플랜 수립 목적 및 추진방향	6
1.2.1 마스터플랜 수립 목적	6
1.2.2 마스터플랜 추진방향	7
2. 국내외 기술 및 시장 동향 분석	8
2.1 국내외 기술 동향	8
2.1.1 국내 기술 동향	8
2.1.2 국외 기술 동향	19
2.2 국내외 시장 현황	44
2.2.1 국내 시장 현황	44
2.2.2 국외 시장 현황	56
2.3 시사점 도출	66
2.3.1 국내외 기술 동향	66
2.3.2 국내외 시장 현황	67
3. 기술개발 방향 정립	70
3.1 비전 및 목표 수립	71
3.2 STEEP 및 SWOT 분석	72
3.2.1 STEEP 분석	72
3.2.2 SWOT 분석	76
3.3 기술개발환경 Needs 도출	78
3.3.1 기술개발환경 Needs에 대한 평가항목 및 가중치 설정	79

3.3.2 기술개발환경 Needs 평가	79
3.4 Keyword 도출	81
3.5 Issue Tree 작성	82
3.6 중점추진분야 설정	83
3.6.1 중점추진분야 설정 개요	83
3.6.2 중점추진분야 내용	84
3.7 기술수요조사 및 기술예측 조사	86
3.7.1 기술수요조사	86
3.7.2 기술예측조사	115
 4. 유지관리체계 선진화를 위한 과제 제안	 126
4.1 선진화 유지관리체계 분야별 과제 제안	126
4.2 선진화 성능평가 분야별 과제 제안	149
4.2.1 제안 과제 개요	150
4.2.2 제안 과제 목표 및 내용	151
 5. 과제 중복성 검토 및 분석	 157
5.1 기존 유사과제 내용요약	159
5.2 유사과제의 중복성 검토결과	165
5.3 최종 과제 도출	168
5.4 우선순위 도출	194
5.5 과제 연계성 검토	202
 6. 최종 과제구성	 204
6.1 추진체계	204
6.2 과제구성(안)	206
6.3 비전 및 목표 수립	207

6.4 과제별 추진전략	208
6.4.1 1세부(유지관리 체계 신뢰도 확보 기술 개발)	208
6.4.2 2세부(기후변화를 대비한 예방적 개변의 시설물 자산관리 체계 개발)	209
6.4.3 3세부(유지관리 의사결정 시스템 고도화)	210
6.5 소요예산 및 인력투입 계획	211
6.5.1 소요예산 총괄	211
6.5.2 인력투입 계획	213
 7. 과제 제안요구서 작성 및 평가기준 선정	 214
7.1 과제 제안요구서(RFP) 작성	214
7.2 평가기준 선정	220
7.2.1 평가전략	220
7.2.2 평가기준	222
7.2.3 가점 및 감점 기준	223
 8. 선진화 마스터플랜 파급효과 조사 및 분석	 225
8.1 정책/기술/경제적 파급효과 조사 및 분석	225
8.2 파급효과 조사 및 분석 결과	228
8.2.1 정책적 파급효과	232
8.2.2 기술적 파급효과	241
8.2.3 경제적 파급효과	251
8.3 파급효과 요약	262
 참고문헌	 263

1. 마스터플랜 개요

1.1 마스터플랜 수립 배경 및 필요성

1.1.1 마스터플랜 수립 배경

최근 전 세계적으로 노후화된 시설물로 인한 유지관리 비용이 계속 증가하는 추세이다. 미국 토목학회(American Society of Civil Engineers, ASCE)의 『Report Card for America's Infrastructure』(4년 단위조사)를 살펴보면, 2013년 대비 2017년 기준으로 미국 SOC 시설물 평균 등급은 “D+”로써 이를 복구하는데 약 1,120조 원이 소요되는 것으로 나타났다. 그러나 평균 등급은 “D+”임에도 불구하고 복구 소요비용이 증가된 것은 SOC 시설물의 노후화에 따른 비용 증가로 추정된다.

2017
INFRASTRUCTURE
REPORT CARD

CATEGORY	1988*	1998	2001	2005	2009	2013	2017
Aviation	B-	C-	D	D+	D	D	D
Bridges	-	C-	C	C	C	C+	C+
Dams	-	D	D	D+	D	D	D
Drinking Water	B-	D	D	D-	D-	D	D
Energy	-	-	D+	D	D+	D+	D+
Hazardous Waste	D	D-	D+	D	D	D	D+
Inland Waterways	B-	-	D+	D-	D-	D-	D
Levees	-	-	-	-	D-	D-	D
Ports	-	-	-	-	-	C	C+
Public Parks & Recreation	-	-	-	C-	C-	C-	D+
Rail	-	-	-	C-	C-	C+	B
Roads	C+	D-	D+	D	D-	D	D
Schools	D	F	D-	D	D	D	D+
Solid Waste	C-	C-	C+	C+	C+	B-	C+
Transit	C-	C-	C-	D+	D	D	D-
Wastewater	C	D+	D	D-	D-	D	D+
GPA	C	D	D+	D	D	D+	D+
Cost to Improve**	-	-	\$1.3T	\$1.6T	\$2.2T	\$3.6T	\$4.59T

그림 1.1 미국 토목학회(ASCE) 『Report Card for America's Infrastructure』(1988~2017)

국내의 경우, 「시설물의 안전관리에 관한 특별법」에 따른 시설물 중 준공 후 30년 이상 경과한 SOC가 11%(1,898/17,513)에 달하는 실정이다. 국토해양부(현 국토교통부) 소관 『시설물 관리주체 안전 및 유지관리 실태조사(2010.11)』에 따르면, SOC 시설물의 노후화가 진전되고 있으며, 이에 대한 정확한 평가 및 유지관리의 필요성 증대를 언급하고 있다. 1970년대부터 시작된 건설 붐으로 30년 이상 고령 시설물이 10년 후 2배 이상으로 급증하였고, 5년 후 2,848개(16.3%), 10년 후 4,271개(24.4%)으로 증가하는 것으로 나타났다.

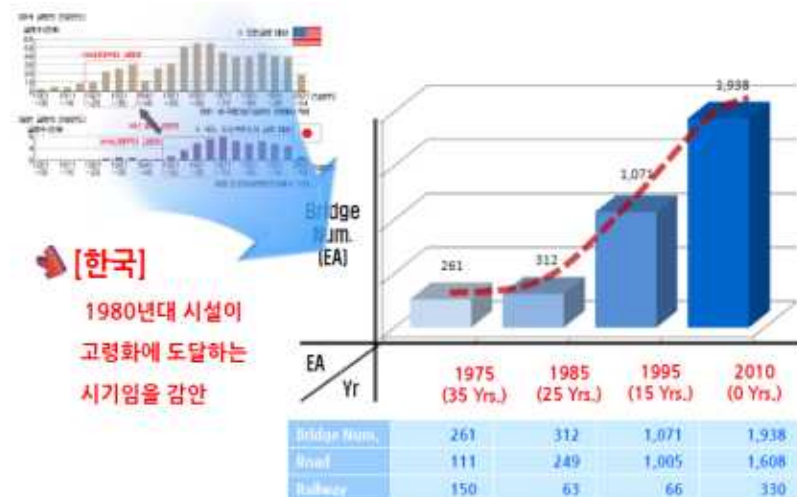


그림 1.2 시설물 고령화 예상(한국의 교량 대상)

▶ 건설 후 50년 이상 경과된 사회인프라의 비율

년도	도로교량	하천관리시설 (수문 등)	하수도시설	항만부두
2010년	약 8%	약 23%	약 2%	약 5%
2020년	약 26%	약 37%	약 7%	약 25%
2030년	약 53%	약 60%	약 19%	약 53%

그림 1.3 일본 인프라 시설물 고령화 현황(국토교통백서, 2012)

일본은 1960년대의 고도 경제 성장기 때 상당수의 사회 인프라를 구축하였으며 그 시간이 50년을 넘어 이제는 재건축의 시기를 맞았다고 볼 수 있다. 2012년 국토교통백서에 따르면 2030년에는 도로, 교량의 53%, 하천관리시설의 60%, 항만부두의 53%가 건설 후 50년 이상을 경과하게 된다. 즉 이러한 사회인프라의 노령화 비율이 20년 후에는 2건에 1건이나 되는 결과이다. 이렇듯 일본에서는 인구 노령화의 문제 뒤편에서, 사회 인프라의 고령화 문제도 빠른 속도로 진행되고 있다.

인프라(SOC)는 국가 경쟁력을 가늠하는 핵심척도로서 인프라 노후화는 국가경제와 국민의 삶을 크게 훼손시킬 수 있다. 세계경제포럼은 글로벌 경쟁력을 행정시스템, 인프라 등 12개 부문으로 평가하고 있다. 낡은 인프라는 국민의 안전을 위협하고 경제활동의 효율을 저하로 이어지고 있으며, 최근 국내외에서 노후화로 인한 사고가 빈번하게 일어나고 있다. 미국 워싱턴 교량('13), 일본 고속도로 터널('12), 경주 저수지('13) 등이 대표적인 사례이다.

1994년 10월 성수대교 붕괴사고를 계기로 정부와 국회에서는 시설물의 안전점검과 적절한 유지관리를 통해 재해 및 재난을 예방하고 시설물의 효용성을 증진시켜 공중의 안전을 확보하고 나아가 국민의 복리증진에 기여함을 목적으로 특별법 제정을 추진하였다.

1995년 1월 5일에는 시설물 붕괴라는 최악의 상황에 대비하기 위해 시설물의 안전점검 및 유지관리에 관한 업무를 체계화하고 진단과 유지관리를 전문적으로 수행할 수 있는 공신력 있는 전문기관을 육성하는 등의 내용을 담아 의원입법으로 「시설물의 안전관리에 관한 특별법」(이하 시특법)을 제정, 공포하였다.

시설물의 안전점검 및 정밀안전진단은 현장조사 및 각종 시험에 의해 시설물의 물리적·기능적 결함과 내재되어 있는 위험요인을 발견하고, 이에 대한 신속하고 적절한 보수·보강 방법 및 조치 방안 등을 제시함으로써 시설물의 안전을 확보하는 것을 목적으로 하고 있다. 또한, 시특법 및 동법 시행령에 따라 시설물의 안전점검 및 정밀안전진단의 실시방법·절차 등에 관한 필요사항을 정하여, 이에 따른 안전점검 및 정밀안전진단을 실시하기 위하여, 「시설물의 안전점검 및 정밀안전진단 지침」을 고시하였고, (1995년 제정 이후, 18년 동안 8회에 걸쳐 개정) 현행, 시설물의 안전점검 및 정밀안전진단 세부지침은 다음과 같은 기술적 한계를 가지고 있는 것으로 보고되었다.

- 육안점검(또는 목측, Visual inspection)에 기반한 상태평가를 수행하고 있으므로 점검자(기술자)의 경험과 기술수준에 따라 상이한 평가가 수행될 수 있는 가능성이 상존
- 상태평가 결과는 정량적으로 도출되도록 설정되어 있으나, 평가 과정상 가중치 설정 등은 정성적인 기준에 기반하고 있는 실정
- 시설물의 현상태를 반영하기 위한 각종 입력값을 획득하기에는 한계가 있기 때문에 설계 당시 수행한 안정성평가 결과와 차별되지 않는 결과가 도출될 수 있는 가능성이 존재

또한, 최근 시특법에 대한 개정안이 국무회의를 통과하여 공표될 예정이다. 이번에 개정되는 시특법은 시설물 안전관리를 강화하고 더불어 지속가능한 유지관리 체계를 도입하기 위해서 개정될 예정이다. 또한, 법률 제명은 '시설물의 안전 및 유지관리에 관한 특별법'으로 변경된다. 앞으로는 대형과 중형시설 뿐 아니라 소형시설물까지 전문가가 안전관리하게 되며, SOC시설이 노후화하는 것을 막기 위해 안전진단에 내구성과 사용성 등의 항목도 추가될 예정이다.

기존에는 시설물을 규모와 중요도에 따라 1·2종으로 구분했지만 소규모 시설물을 3종으로 신설

된다. 재난위험이 높거나 재난예방 등 관리가 필요한 시설을 중앙 행정기관 장이나 지방자치단체 장이 3종 시설물로 지정할 수 있도록 하며, 관리주체에게 시설물 관리계획을 수립하고 안전점검을 의무화하도록 한다. 시설물의 기초에 중대한 결함이 발견돼 긴급조치가 필요한 경우 관리주체가 사용제한이나 금지, 철거, 주민대피 등 안전조치를 취해야 한다.

신종 재난·재해의 발생위험 증가, 재난의 복합화 및 대형화에 효과적 대응을 위한 선제적 기술개발이 요구됨에 따라 최근 일본, 호주, 미국 등은 예방적 자산관리체계를 도입하였으며, 기후변화로 인해 전 세계적으로 대규모 기상재해가 속출하고, 이에 따른 사회·경제적 피해도 급증하고 있어 이에 대한 대비 방안을 강구 하고 있는 추세이다.

우리나라 경우, 최근 10년간 연평균 강수량(1,400mm)은 1970년대 대비 200mm 이상 증가, 집중호우(시간당 30mm 이상)도 1.7배 증가하는 등 폭우, 폭설, 폭염 현상 크게 증가하였고, 2002년 이후 기상재해 피해액은 21.2조 원에 달하며, 총 복구액은 33.9조 원 규모이며, 인명피해는 10년간 사망 680명, 이재민 34만 명으로 집계되었다. 2000년대 들어 기상재해에 따른 재산피해액은 1990년대 대비 3배 이상 증가하였다.

미국의 경우 개선된 예·경보 시스템으로 피해를 줄이고 있으나, 매년 기상재해 피해액이 200억 달러를 상회하고 있다.



그림 1.4 이상기후로 인한 피해

이상기후의 다양화, 대형화 추세로 국민의 생명과 재산을 보호하기 위해 사후 복구가 아닌 사전 예측기반의 대응체계를 구축하기 위해 IT 첨단 기술을 활용한 실시간 모니터링 및 신뢰도 높은 핵심요소기술이 필요하다. 이상기후에 직면하고 있는 일본, 대만 등 동북아시아의 국가들도 IT, ICT 기술 등을 융합하여 재난의 전조현상을 사전에 감지하여 재해·재난을 최소화하기 위한 각종 사업을 추진하고 있다.

현재 국내외 기술 환경변화에 따라 대응형 유지관리기술에서 선제적·예방적 유지관리기술로 전환되고 있다. 이는 공학적 유지관리에서 성능중심·경제학적 유지관리기술로 전환되는 것을 의미한다. 국외의 경우, 예방적 유지관리를 위해 내구성 평가방법 및 예측방법을 도입하고, 생애주기비

용을 절감하는 유지관리 전략으로 활용하고 있다. 또한, 효율적인 시설물 유지관리 투자를 위해 유지관리 의사결정 지원체계 고도화 연구를 진행 중에 있다. 특히, 미국에서는 시설물 안전성, 서비스 성능, 내구성 등을 고려할 뿐만 아니라 도로 네트워크 기반의 중요도와 같은 전략적 중요성, 유지보수시간에 따른 영향 등과 같은 사회경제적 영향, SOC 시설물의 이용량과 관련된 가치 등을 종합적으로 평가한 의사결정시스템을 개발하였다. 이러한 경향을 바탕으로 기술 선진국 등에서는 신규 시설물의 건설보다 시설물의 노후화에 대응하는 유지관리에 많은 투자를 진행 중에 있다.

1.1.2 마스터플랜 수립의 필요성

우리나라의 건설투자 총액 대비 SOC 유지관리 투자율은 14.6%에 불과한 상황(3.5조 원/24조 원, '12)으로 선진국에 비해 크게 부족한 상황이다. 건설된 주요 시설의 약 90%는 25년 이내에 건설되었으며, 도로, 철도, 수자원 등 관련시설이 현재 30년 이상을 유지되고 있다.

현재 시설물 유지관리 투자에 대한 경제적 분석과 제도적 기반 미흡한 상황이다. 경제적 편익(value) 분석보다는 실링(ceiling)에 의존하고 있으며, 「시특법」은 유지관리 대상을 1·2종 시설물에, 목표는 안전성에 한정하고 있다. 따라서, 본 과제를 통해 SOC 시설물에 대한 성능중심형 유지관리 및 평가방법이 도출되었지만, 새롭게 제시된 지표 및 평가 기준에 대한 근거마련과 유지관리 현장에서의 효과적인 관리를 위한 장비의 신뢰도 및 정확도의 확보를 위해 추가적인 연구가 필요한 상황이다.

1.1.1절에서 서술한바와 같이 SOC 시설물의 노후화에 대응하기 위한 예방적 유지관리와 효율적인 예산투자를 위해 유지관리를 위한 자산관리체계 조기 도입 및 유지관리 의사결정 지원 체계에 대한 고도화된 연구가 진행되어야 한다. 또한, SOC 시설물 유지관리 신시장 확대 및 경쟁력 확보를 위해 제반 연구 및 유지관리 기술의 고도화가 추진되어야 한다.

현재 세계적으로 시설물의 현상태를 정확하고 정량적으로 평가하기 위한 분야와 실시간 계측시스템(또는 구조 건전도 모니터링)을 활용하는 연구가 추진되고 있으나, 실시간 계측결과로는 시설물의 현 상태를 반영한 정량적인 안전·유지관리 정보를 제공하는 데 기술적 한계가 존재한다. 따라서 시설물의 설계단계에서 설정한 사용목적, 기능 및 성능을 토대로 시설물의 현상태를 객관적·정량적으로 평가할 수 있는 기술개발을 토대로 현행 안전점검 및 정밀안전진단 방식에 대한 통합적 개선 유도할 수 있는 기술개발이 필요하다. 또한, 해외 의존도가 높은 부품의 개발이나 관련기술의 국산화 및 기술선도를 통한 국제적 경쟁력 확보와 경제성 및 신뢰성, 그리고 정확성 측면에서 기존 기술을 고도화 할 수 있는 SOC 시설물 점검·진단 기술의 개발이 필요하며, 유지관리 분야의 무인화 및 자동화 단계의 정착을 위해 IoT 융합기술 기반 확보가 필요하다.

1.2 마스터플랜 수립 목적 및 추진방향

1.2.1 마스터플랜 수립 목적

본 마스터플랜은 연구개발 과제 구성과 운영흐름 전반에 기본적으로 요구되는 전략적 방향성을 제시하고 구체적인 실행 방안을 도출하는 데 목적을 두고 있다.

관련 분야에서 세계 최고 수준의 기술을 보유한 전문가 및 전문기관과 효율적으로 공동연구를 수행할 수 있는 최적의 구성 체계를 조성하고자 하고, 해당분야 실무 전문가의 사업화 방안 도출을 기반으로 한 구체적인 실용방안 및 운영방안을 도출하고자 하며, 최종적으로 중점분야별 연구 목표, 세부과제 내용, 연구기간, 소요예산, 단계별 추진 전략 등을 포함한 핵심 연구개발 과제를 제시하고자 한다.

본 마스터플랜의 목표는 2014년도에 기획한 “SOC시설물 성능평가기술 개발”에서 설정한 목표와 현재 연구가 완료된 본 과제 결과, 시특법 개정안을 바탕으로 아래 그림과 같이 다섯 가지의 주된 연구를 바탕으로 첨단 IT 기술 및 데이터 프로세스 기술 기반 SOC 시설물 초고속·고정밀·고효율 진단기술 개발 및 실용화에 목적을 두고 있으며, 이를 바탕으로 “신뢰받는 SOC 시설물 성능평가기술로 국민의 행복지수 10% 향상으로 정하였다.



그림 1.5 SOC 시설물 성능평가기술 개발 기획 초기단계 설정 목표(안)

1.2.2 마스터플랜 추진방향

본 연구는 산·학·연이 모두 참여한 위원회 구성을 통해 연구를 수행하였다. 그 구성은 산, 학, 연이 모두 참여한 위원회 구성을 통한 기초, 응용, 실용화 및 현장 적용 간의 연계성 확보를 최대한 도모하고자 하였다.



그림 1.6 산·학·연 기관위원회 구성(안)

국·내외 관련분야의 저명한 전문가들로 구성된 전문가 그룹을 보다 적극적으로 활용하여 단계별/핵심기술별로 다각화된 연구개발 과제를 도출해내고 상세 기획을 수행하고자 하였다. 또한, 사회 과학, IT, 공학 등 핵심기술을 보유하고 있는 기관을 대상 및 유사연구 수행기관간 협력 네트워크를 구성하여 보다 고도화된 성과를 도출할 수 있는 기획을 수행하고자 하였다.

본 마스터플랜의 추진방향은 2014년도에 선행되었던 “SOC시설물 성능평가기술 개발” 기획과제와 현재 완료된 본 과제, 마스터플랜과 연관성이 있는 현재 시트법 개정안을 근거로 진행중인 IoT 기반 건설인프라 구축관련 기획¹⁾ 및 건설자동화 관련 기획과제²⁾ 등 관련된 선행 기획과제 및 연구개발 과제의 성과를 최대한 연계 및 활용하여, 가장 효과적으로 기획의 최종목표를 달성할 수 있는 혁신적인 전략 과제를 창출하고자 하였다.

수요자의 Needs가 반영된 기술을 도출하는 Bottom-up 방식과 본 연구를 진행하고 있는 연구자들에 의해 도출되는 Top-down 방식을 융합하여 연구를 수행하였다.

1) IoT 기반 건설 인프라 연구사업 기획, 2016. 8~2017. 11, 한국건설기술연구원

2) 스마트 SOC 건설자동화 기술개발사업 기획, 2016. 7~2017. 11, 국토교통과학기술진흥원

2. 국내외 기술 및 시장 동향 분석

2.1 국내외 기술 동향

2.1.1 국내 기술 동향

(1) 시특법 대상 점검 및 정밀안전진단

1994년 10월 성수대교 붕괴 이후 시설물의 안전한 사용을 위해 1995년 “시설물 안전관리에 관한 특별법(이하 ‘시특법’)”을 제정·공포한 바 있다. 후속조치로서, 1995년 7월 시특법 13조에 의거 “안전점검 및 정밀안전진단지침”이 작성되었으며, 1996년 11개 시설물에 대한 “안전점검 및 정밀안전진단 세부지침(교량, 터널, 댐, 항만, 수문, 제방, 하구둑, 수도, 하수처리시설, 건축물, 폐기물매립시설)”을 제정하여 시설물 기능 및 안전점검 및 정밀안전진단의 실시방법 및 절차 등에 관한 필요사항을 시설물별로 보다 상세히 제시하여 시설물로 인한 재난을 방지하고, 시설물의 안전성 및 기능성 확보가 가능하게 되었다.

이후 세부지침은 2003년 및 2009~2010년에 각각 전면 개정된 바 있으며, 신규 시설물(항만 외곽시설, 공동구, 배수펌프장)을 포함하여 2017년에 개정되었다. 이와 같은 시특법은 시설물의 붕괴, 전도 등 안전사고에 대한 대비 및 예방을 목적으로 제정되었으며, 현행 “시설물의 안전점검 및 정밀안전진단 세부지침”에 의한 유지관리체계는 정기적인 시설물의 점검·진단 실시로부터 구조물의 상태를 파악하고 구조적인 안전성 확보 여부에 따라 안전등급을 지정하여 그 결과에 따라 보수보강을 수행하는 체계이다. 이에 의해 지난 20여 년 간 시특법에 의해 관리되는 1, 2종 시설물에서는 붕괴 등 안전성과 결부된 사고가 발생하지 않았다. 그러나, 최근 한정된 재원의 효율적 활용과 시설물 사용자들의 니즈를 충족시키는 체계로의 전환이 요구되고 있다. 이에 2013년에는 “사용성능을 고려한 시설물 안전기준 마련 방안 연구”를 통해 시설물의 안전성 뿐만 아니라 진동, 소음 등 사용상 불안감과 불쾌감에 대한 안전기준 마련을 위해 사람의 편의를 고려하는 사용성 평가 검토항목을 마련하는 등 관련 연구를 수행한 바 있다.



그림 2.1 시특법에 의한 유지관리 체계(국토교통부/한국시설안전공단, 2017)

또한, 시특법에 따른 유지관리체계는 정밀안전진단 등을 근거로 개별 시설물에 대해 안전등급을 지정하고 있으며, 이 외에도 국내 시설물 안전 및 유지관리는 시설물별로 소관법에 따라 수행되고 있다. 따라서, 이러한 체제 하에서는 시설물 군별 유지관리 현황을 종합적으로 제시할 수 있는 대표등급은 산정이 어려운 측면이 있다. 즉, 시설물 군별로 통합된 예산 배정을 위한 근거로 활용하기에는 한계가 있다. 또한, 현행과 같이 시설물의 안전상태 평가 및 개선에 초점을 맞춘 유지관리 체계에서는 SOC 노후화에 따른 유지보수 수요 예측이 어렵고, 향후 SOC 노후화에 대비한 효율적 투자우선순위, 투자규모 제시 등 경제적 관점의 고려가 어렵다.

한편, 시특법 제3조에 의거하여 5년 주기로 '시설물의 안전 및 유지관리 기본계획'이 수립·시행되고 있다. 이는 국내 시설물 안전 및 유지관리 분야의 국가기본계획을 완성하기 위함이며, 정책의 선진화 방안 제시 및 추구를 위해 국가 시책과 비전을 제시하고, 정책의 기본방향을 설정하고 하는데 의의가 있다. 현재는 제3차 기본계획('13~'17)에 제시된 로드맵에 따라 시설물의 안전 및 유지관리에 관한 정책이 운영되고 있다.



그림 2.2 제3차 시설물의 안전 및 유지관리 기본계획 비전 및 목표

현재는 '18년부터 시행될 제4차 기본계획 수립에 관한 연구가 진행 중이며, '사회기반시설 안전 및 유지관리 성과와 향후 발전방안 연구(2)-제4차 시설물의 안전 및 유지관리 기본계획을 위한 전략방안 수립(한국시설안전공단, 2015)'에서는 3차 기본계획 수립 시 기반영되어 있는 메가트렌드 및 '2040 국토교통 메가트렌드' 중 시설물 안전 및 유지관리 관련 사항을 포함하여 미래사회 여건변화를 분석·도출한 사례를 다음 그림과 같이 제시하였다. 이에 따르면, 3차 기본계획 수립 시 도출된 미래사회 메가트렌드와 비교하면 3차 기본계획의 미래사회 메가트렌드는 모두 포괄하면서 저출산 고령화사회, 도시인구의 증가, 나노기술의 발달, 로봇기술의 발달, 세계시장의 통합, 인력이동의 글로벌화, 물식량부족의 심화, 한반도통일시대 세부 트렌드가 새롭게 추가되었다. 즉, 제4차 기본계획에는 새롭게 추가된 세부 트렌드 하위의 관련 이슈로서 다음과 같은 사항의 포함 여부를 검토해야 할 것으로 판단된다.

- 경제인구 감소로 인한 재원확보 및 유지관리 전문인력 확보의 어려움
- 인구밀집지역 시설물 안전 강조
- 시설물 이용객 급증으로 시설물 성능 급속저하
- Big Data, Cloud 등 IT 기반 정보관리 시스템 발달
- 무인비행체 기술 활성화 및 로봇기반 시설물 진단 점검 기술 도입
- 나노소재/자기치유 및 고강도 소재 기술 발달
- 내식성/무오염 나노소재 표면처리 기술 발달
- 나노 메타물질 활용 교량기초 미세손상 감지
- 상수관로 균열로 인한 수자원 유실 최소화
- 시설물 유지관리 시장 글로벌화
- 다국적 연구진 공동연구 활발 및 외국인 유지관리 전문인력 유입 전망
- 북한 기존 시설물 성능향상을 통한 통일비용 최소화

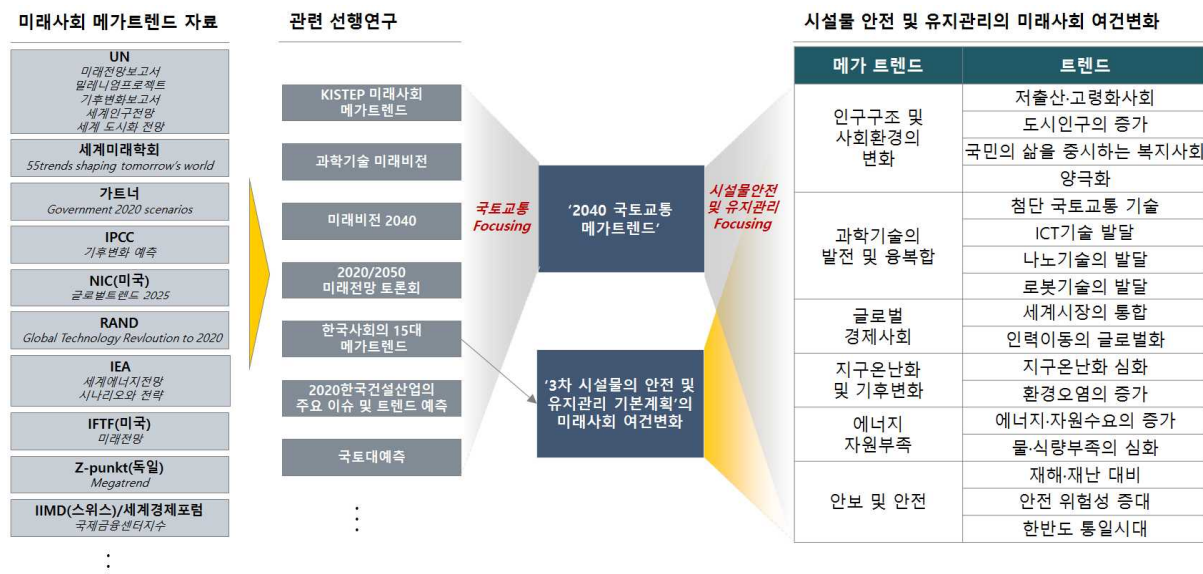


그림 2.3 시설물 안전 및 유지관리의 메가트렌드 및 미래사회 여건변화(한국시설안전공단, 2015)

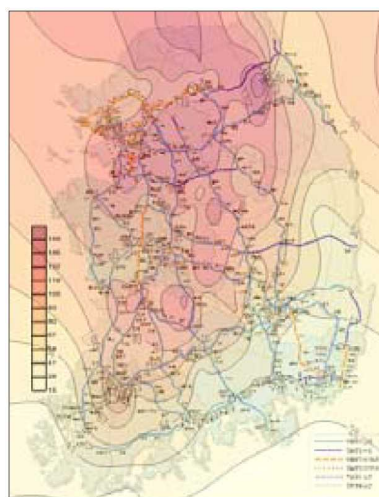
(2) 주요 SOC시설물별 성능평가 프로세스 및 시범적용 기술 개발 분야

1994년 성수대교 붕괴, 1995년 삼풍백화점 붕괴 사고 발생 후, 구조물 진단·관리·보수·보강 분야가 재조명되면서 관련 연구가 활발하게 진행되기 시작하였다. 2010년 시특법 제11조의3(정밀점검 및 정밀안전진단 실시결과에 대한 평가)을 비롯한 다수의 규정 및 지침 등이 개정되었고, 이후 주요 구조물 안전에 관한 평가가 의무적으로 이루어지고 있는 상태이며, 관련 연구도 활발히 진행되었다.

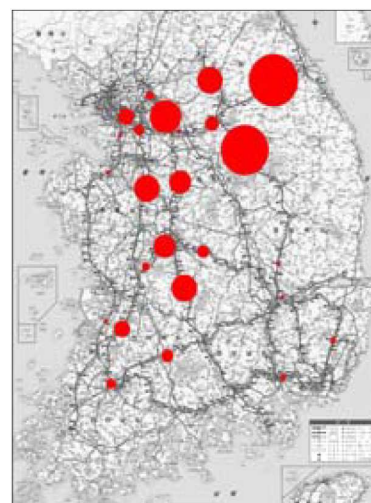
연구개발 사례로서 2004년 국내 콘크리트 표준시방서에 일본의 설계 파라미터를 인용한 내구성 설계 개념이 도입되었다. 서해대교, 영종대교의 경우 시방서 작성을 근거로 내염 대책을 수립·시행하였으며, 광안대교의 경우 3성분계 시멘트를 적용하는 등의 내구성 설계가 수행되었다. 그러나 표준시방서와는 달리 내구성 설계 시 일본, 유럽 등과 국내의 지리조건 및 환경조건이 상이하

기 때문에 설계변수(예: 염분 확산계수) 등의 확률분포 특성 등에 따라 수명예측 결과에 매우 큰 차이가 발생할 수 있다는 문제점이 있는 것도 사실이다. 주요 건설재료인 콘크리트의 경우 주변 환경요인(기후, 습도, 염분 등)에 의해 비교적 큰 영향을 받게 된다. 해안지역 혹은 주요 도로 인근에 건설되는 시설물의 경우 비래염분, 제빙제 사용 등에 의하여 콘크리트 내부로 염화물이 침투할 확률이 매우 높으며, 이는 구조물 내부 보강재인 철근을 부식 환경에 노출시킴으로써 콘크리트의 급격한 내구성 저하를 유발하게 되는 것이다. 강원도 지역과 같은 한랭지의 경우, 동결융해 및 건조습윤 상태가 반복되는 탄산화환경에 의해 타 지역에 비해 내구성 저하 속도가 매우 빠르게 진행된다. 이와 같은 사항을 고려했을 때, SOC 시설물의 열화로 인한 문제를 저감하기 위해서는 내구성 저하 유발 인자의 개별/복합적 분석 및 시설물 위치에서의 환경인자를 통합적으로 고려한 정량적인 평가 프로세스의 개발이 필요하다. 또한 내구성 저하가 안전성, 사용성, 기능성에 미치는 상호 상관성을 분석할 필요가 있다. 이로부터 구조물의 진단 및 관리를 위한 등급체계가 구축되어야 하지만 현재까지 이와 같은 복합적 연구가 진행되지는 않고 있는 것으로 나타났다.

또한, 최근에 제설제의 사용이 많아짐에 따라 교량 바닥판 등이 염해에 노출되는 경우가 많으며, 더욱이 제설제는 겨울에 사용되기 때문에 동해가 같이 발생하게 되어 복합적인 열화현상으로 바닥판의 성능저하 속도가 더욱 빨라지게 된다. 즉, 동해로 약해진 표면 피복부 콘크리트를 통하여 제설제에 포함된 염화물이 더욱 쉽게 침투하여 내구성 저하의 속도가 훨씬 빠르게 나타나게 되는 것이다. 이것은 하나의 열화 메커니즘만이 존재하는 경우보다 두 개 이상의 열화 요인이 동시에 발생할 경우 더욱 열악한 상황이 발생하는 것으로 복합적인 열화를 평가할 수 있는 연구적 뒷받침이 우선되고 이를 토대로 복합열화를 평가할 수 있는 체계가 필요할 것으로 판단된다. 다만, 복합열화의 진행은 매우 복잡한 메커니즘으로서 아직까지 연구가 많이 진행되지 못하고 있는 현실을 감안할 때 국내에서 복합열화에 대한 기초적인 연구가 선행되어야 할 것이다.



(a) 동해 손상위험도



(b) 바닥판 손상개소

그림 2.4 국내 콘크리트 구조물 동결융해 손상위험 분석 결과(정해문, 2013)

현재 국내의 경우 공해 증가로 인하여 산성비, 황사 등 환경여건의 변화가 가속화됨에 따라 강 구조물에 대한 상태점검 및 방식 필요성이 대폭 증대되고 있다. 예로서, 최근 중국의 산업화로 인해 산성비, 황사, 분진 등 공해물질이 증가하고 있으며 염해입자, 자외선 등 기상환경 인자의 영

향이 증가하고 있는 상태이다. 1999년부터 2012년까지 강우의 pH 변동조사 결과에 의하면, 10년간 평균 pH는 5.1이며 도시지역의 경우 pH가 지속적인 감소추세를 보이고 있어 산성비의 영향이 계속적으로 심해지고 있음을 알 수 있다(국립환경과학원, 2016). 이에 따라 강구조물의 열화발생 및 수명이 단축되어 막대한 경제적 피해가 발생하고 있으며, 이에 대한 조사결과에 의하면 GNP의 약 5%인 26조의 경제적 손해가 추정되고 있다(지식경제부 기술표준원, 2012).

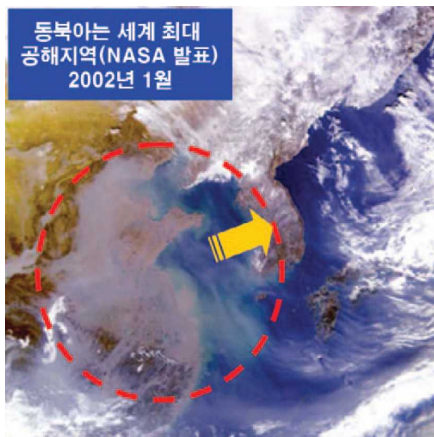


그림 2.5 대기 오염도

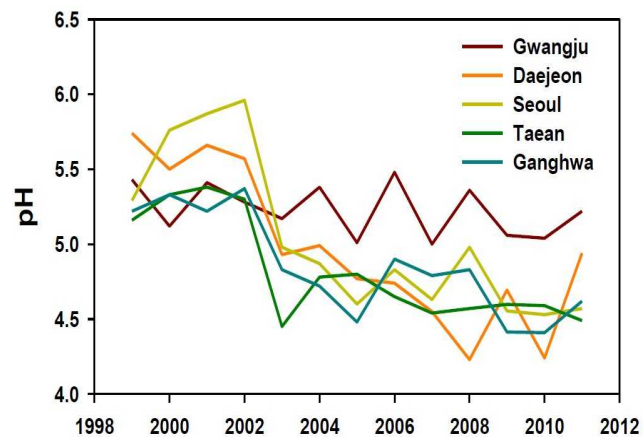


그림 2.6 강우 pH 장기변동 조사

대기오염 등 환경변화에 의한 부식환경의 영향도가 증가하는 것에 대한 대응책으로, 정기적인 시설물 점검 및 유지보수 외에도 방식에 의한 적극적인 예방이 필요하다. 그러나, 현재 국내의 부식 방지 기술 전문업체는 중소기업이 대다수이므로 독자적인 연구개발 및 관련 기술의 표준화에 애로사항이 많은 상태이다. 이에 대한 조사결과에 의하면, 해외표준을 주로 활용하고 있는 상태이며, 시험 및 검사를 외국에 의뢰하는 경우도 있는 것으로 보고 되고 있다(지식경제부 기술표준원, 2012) 표 2.1은 주요 방식기술별 우리나라 기술수준을 나타낸 것이다.

표 2.1 주요 방식기술별 우리나라 기술수준(지식경제부 기술표준원, 2012)

방식기술	기술단계	최고기술�대비 우리기술 수준(%)	최고기술�대비 우리기술 격차(년)
도금 및 표면처리	기술성숙기	80	7
순환용수 시스템 관련 부식 방지제	기술성숙기	80	7
전기방식용 양극 개발	기술성숙기	70	7
고기능성 도료 배합	기술성숙기	50	10

국내의 경우, 강재 및 강구조 시설물에 대한 내구성 평가방법과 관련 된 연구로서 교량 부재 부식감지기술, 교량구조물의 결함 및 노화도 평가 기술, 부식 손상된 강구조물의 잔존 내하성능 평가에 관한 기술 등이 연구개발된 바 있다. 대부분 콘크리트 구조물의 철근 부식 감지기술에 대한 연구에 집중되어 있고, 강교량 등 강구조 시설물에 대한 도장열화 및 부식발생에 대한 평가방법 및 감지 기술에 대한 연구는 미흡한 실정이다. 또한, 강재의 열화 단계별로 도장의 열화 및 부식

발생 인자의 정량화에 대한 연구는 체계적으로 진행된 바가 거의 없는 상태이며, 정량화 기술을 기반으로 한 점검 및 평가방법, 등급분류기준에 대한 연구는 전무한 실정이다. 아래의 표 2.2에는 국내의 주요 기술개발 현황을 요약하여 정리하였다.

표 2.2 장애 내구성 평가 관련 주요 연구개발 현황

과제명	주관(수행)기관	주요 연구개발 내용
교량 원격 모니터링을 위한 교량부재 부식감지기술 개발	한국도로공사 도로연구소	교량 구조물의 모니터링시스템 구축을 위한 연구로서, 철근 및 프리스트레싱 텐던의 염화물로 인한 부식 감지기술 개발을 목적으로 함
RC구조물 내구성 유지관리를 위한 비파괴/실시간 철근부식 진단 system 개발	한국구조물 진단학회	염분에 의한 철근 부식을 진단할 수 있는 센서 개발 및 검증실험을 주된 내용으로 하고 있음
교량구조물의 결함 및 노화도 평가 기술 개발	한국표준과학 연구원	음향기술 이용 콘크리트 교량 구조물의 균열 및 손상 진단, 결함이 있는 교량 부재의 거동평가 등을 주 연구내용으로 함고 있음.
강구조물의 부식감시 및 방지기술 개발	한국가스공사 연구개발원	부식환경별 위험성 인자에 대한 문헌조사 및 대표인자 제시, 부식 감시를 위한 센서개발을 주된 연구개발 내용의 하나로 하고 있으며, 개발된 부식감지 센서의 활용방안으로서 압력용기, 강 및 콘크리트 구조물의 부식감시 방안 검토를 주된 연구내용으로 하고 있음.
부식 손상된 강구조물의 잔존내하성능 평가에 관한 기초적 연구	부산대학교	부식 손상이 있는 시편 및 시험체에 대해 인장 및 피로실험, 단순압축실험, 지압실험, 전단좌굴실험 등을 실시하였으며, 잔존강도 추정법을 제안하였음.

현행 안전점검 및 정밀안전진단은 시설물의 외관을 조사하여 물리적 결함의 정도를 포함한 시설물에 대한 상태를 평가하고, 정밀안전진단 실시결과와 구조·수리·수문해석 등을 통해, 시설물의 안전 상태에 초점을 맞추어 관리하고 있다. 반면 시설물의 사용성 평가는 정밀안전진단에서 선택 과업으로 구분되어, 해당 성능에 대한 개념설정이나 독자적인 평가체계 그리고 지표설정에 대한 별도의 기준은 마련되지 않은 실정이다. 그간 수행된 서비스 성능 분야 관련 연구의 경우도 주로 도로의 포장 상태 그리고 고층빌딩이나 기반시설의 변위 측정에 국한되어 수행되었다. 최근 여러 가지 센서를 활용한 IoT기반의 시설물 관리 시스템 관련 연구들이 진행되고 있지만, 이러한 모니터링 기술은 효율적인 유지관리나 안전성 증대를 위해 주로 활용되고 있으며 서비스 성능과 관련된 연구는 미흡한 편이다. 따라서 향후 실시간 사용자로부터 획득한 다양한 정보의 수집과 분석을 통해 사용자의 만족도 증대 및 편의 개선에 기여하는 연구가 필요할 것으로 판단된다. IoT 기반 시설물 관리 시스템 관련 연구개발 현황을 표 2.3에 정리하여 나타내었다.

표 2.3 IoT 시설물 관리 시스템 관련 연구개발 현황

구분	제목	연구내용
연구과제	IoT기반 도시 지하매설물 모니터링 및 관리시스템 기술	도시지하공간상황 및 지하공간상황을 실시간으로 모니터 하여 수집된 정보의 종합적인 분석을 통한 이상 징후의 예측 및 대응
연구과제	IoT기반 항만구조물 안전성 평가 플랫폼 개발	IoT기반 항만구조물 안정성 평가 플랫폼 Web개발을 통해 효율적인 유지관리 및 안정성 증대
연구과제	M2M기반 지하공간 재난대응 대화형 스마트 네트워크(IoT)시스템 개발	IoT기반 지하철 역사공간의 재난대응 시스템 개발
연구과제	IoT기반 철도시설물 연계 통합 플랫폼 개발 및 정보제공시스템 현장 시범운영	IoT기반 철도 이용객 정보의 표준화를 통한 철도시설물 정보시스템 구축



그림 2.7 교량관리시스템 체계(<http://bti.kict.re.kr/bti/>)

한편, SOC 시설물과 관련하여 유지관리시스템 개발 및 운영 현황을 검토해 보면, 현재 한국도로공사에서 운영 중인 국내 교량관리시스템(Bridge Management System, BMS)은 일반국도상의 교량을 관리하는 KOBMS와 고속국도상의 교량을 관리하는 HBMS로 구분할 수 있으며, 1996년 건설교통부가 각 지방 국토관리청과 국도유지 건설 사무소를 연결하는 전산망을 구축하면서 본격적인 운영을 시작하였다. 연 2회 실시되는 정기점검 이력데이터가 기록되어 있으며, 개별 교량 상태를 계량화하여 교량의 현 상태를 계량적인 지표로 보여주고 있다. 그러나 구조물 수명과 밀접한 관련이 있는 열화에 대한 고찰이 부족하며, 관련 DB가 미흡한 것이 개선되어야 할 사항으로 지적되고 있다. 또한, 국토교통부는 효율적인 도로 유지관리 업무를 지원하기 위한 각종

도로관련 시스템(교량관리시스템, 도로대장전산화, 포장관리시스템, 교통량조사시스템)을 통합·연계하는 도로관리통합시스템(Highway Management System, HMS)을 구축·운영하고 있다. 그러나 기존의 독립된 시스템간의 호환성에 초점을 두어 통합적인 유기적 시스템으로는 발전하지 못하고 있는 것이 사실이다. 또 다른 예로서, 국민의 안전과 밀접한 관련이 있는 원전 시설물의 경우 설계·시공·유지관리 단계에서 발생하는 각종 이력사항을 체계적으로 관리하기 위하여 원전 구조물 수명관리시스템(Structural Life Management System, SLMS)을 개발하여 운영하고 있다. SLMS는 원전 시설물별 통합 DB를 기반으로 구조물의 현 상태를 정량적으로 평가할 수 있는 구조 건전성 평가기법, 평가결과에 따른 보수·보강법 등을 제안하며, 원전 구조물의 실질적인 수명관리체계를 갖추어 나가고 있다.

(3) SOC시설물별 목표성능등급 설정 기술 개발 분야

사회기반시설물들은 파손 및 붕괴 등이 발생 하였을 시 인명, 물적 피해의 규모가 크고, 이는 곧 사회 경제적인 파급효과로 이어지기 때문에 국가적인 차원에서의 유지관리의 중요성이 점점 강조되고 있다. 국내의 경우 급격한 산업화를 통해 사회 인프라시설이 특정 시기에 주로 발전이 되었기 때문에, 사회기반시설물들의 노후화에 따른 유지보수 수요와 재건축 수요는 일정한 주기를 가지고 특정 시기에 집중될 것으로 예상되고 있다. 따라서 사회기반시설물의 유지관리 예산의 효율적인 관리 및 운영을 통하여 미래의 유지보수 수요를 합리적으로 대처할 수 있어야 한다.

사회기반시설물의 노후화의 증가와 이에 대한 유지관리 예산의 부족을 느낀 미국 및 유럽 등 선진국에서는 사회기반시설물의 유지보수에 필요한 예산의 효율적인 관리 및 운영을 위해 자산관리 개념을 도입하여 운영 중에 있다. 국내에서도 교량 및 도로 등의 사회기반 시설물의 자산관리에 대한 연구가 최근 들어 주목되고 있으나, 보수대상 시설물들의 우선순위 의사결정에 필요한 성능 평가에 대한 연구는 부족한 상태이다.

국내에서 진행 중인 성능평가에 대한 연구는 상태등급이나 내하력 등의 성능척도를 제시하고 있지만 이는 평가되어야 하는 사용자의 요구 중 일부이며, 안전성, 내구성, 사용성, 기능성을 포함한 성능평가를 위해서는 다양한 지표 등에 고찰을 통해 기준을 개선시켜야 한다. 시설물의 사용환경을 반영하여 보유성능을 평가하고, 목표하는 안전수준 및 관리수준에 기반하여 요구성능을 분석함으로써 투자우선순위 의사결정에 합리적으로 반영하기 위하여 향후 목표성능등급을 설정하는 기술의 개발이 필요한 상태이다. 표 2.4는 목표성능 관련 국내 연구개발 현황을 요약하여 나타낸 것이다.

표 2.4 목표성능등급 설정 분야 국내 연구개발 현황

구분	관련 연구명	연구수행 내용 및 결과
1	교량의 성능 및 사용효율 증대를 위한 자산관리 기법 개발	▪ 다양한 공공시설물의 자산관리 체계에 적합하도록 교량의 특성이 반영된 교량 자산관리 방법 및 절차 정립 ▪ 교량 관리주체의 비용을 고려한 효율적인 다양한 의사결정 지원
2	선진구조물자산관리체계연구	▪ 전체 구조물에 대하여 선진 자산관리방법론에 입각하여 개선된 유지관리 방법론을 제시 ▪ 확률적인 개념을 도입하여 구조물에 대한 상태를 예측하고 이에 따른 예산 추정
3	도로교통시설 자산관리시스템 구축을 위한 기초연구	▪ 도로교통 부분 자산관리시스템을 구축하기 위한 기초 연구 ▪ 기존 국내외 연구현황 정리
4	생애주기비용에 기초한 시설물 최적 유지관리 시스템 개발	▪ 국가 기반시설물에 대한 예방적 유지관리체계 구축을 위한 시설물 최적 유지관리시스템 개발 연구 ▪ 효율적이며 선진화된 시설물 최적 유지관리 시스템 도입 검토 ▪ 시설물 유지관리를 위한 자산관리기법을 도입하기 위해 기반시설물의 자산관리에 대한 타당성 조사 및 체계 도입을 위한 제도적인 연구 필요요함
5	콘크리트의 피로균열 성장에 미치는 강도의 효과	▪ 피로균열 성장에 관한 연구로 다양한 피로 균열 모델 소개 ▪ 기존 피로균열 모델을 설명하는 형식으로 되어 있으며, 피로실험 방법이나 결과에 대한 정리
6	산성비에 의한 콘크리트 열화의 메카니즘에 대한 고찰	▪ 산성비가 콘크리트 구조물에 미치는 영향 분석 ▪ 국내의 산성비 현황과 산성비가 콘크리트 열화에 미치는 영향 고찰
7	동결융해와 염해에 따른 복합열화를 고려한 콘크리트의 내구수명 예측	▪ 동결융해와 염해를 동시에 받는 콘크리트의 염소이온 확산계수를 도출하고 내구수명을 정략적으로 예측 ▪ 철근콘크리트구조물의 고내구화 및 장수명화를 구축하기 위한 데이터베이스화
8	탄산화를 고려한 콘크리트 구조물의 내구성능 설계	▪ 다양한 구조물의 열화요인 중 탄산화를 대상으로 한 콘크리트 구조물의 내구성능 설계수법 연구

(4) 주요 SOC시설물별 투자우선순위 의사결정 모델 기술 분야

국내의 시설물 유지관리 연구는 단일 시설물(프로젝트 레벨)에 대한 생애주기비용 부분에 치중하여 있으며, 우선순위산정 및 의사결정 분석기법과 관련된 연구는 미미한 실정으로서, 현재 LCC 분석방법은 절차상 복잡성과 많은 입력변수로 인해 모든 시설물을 평가하기에는 불가능한 상태이다. 특히, 공학적 관점에서의 성능평가 및 공용성 예측 모델 개발에 관련된 연구가 활발히 이루어졌으며, 이는 개별 시설물의 보수·보강 등 유지관리조치 시기와 방법 선정에 대한 내용이다.

2000년대 이후 자산관리개념을 입각한 다수 시설물 대상의 의사결정 관련 연구가 진행되어 이론적 개념이 적립되고 프레임워크 개발이 이루어졌지만 아직 시험 단계로 실제 업무에는 적용되지 않고 있는 상태이다. 또한, 대부분의 의사결정 기준은 현재 MS 데이터베이스 상으로 파악할 수 있는 시설물 상태 정보에 입각하여 설정되고 있다.

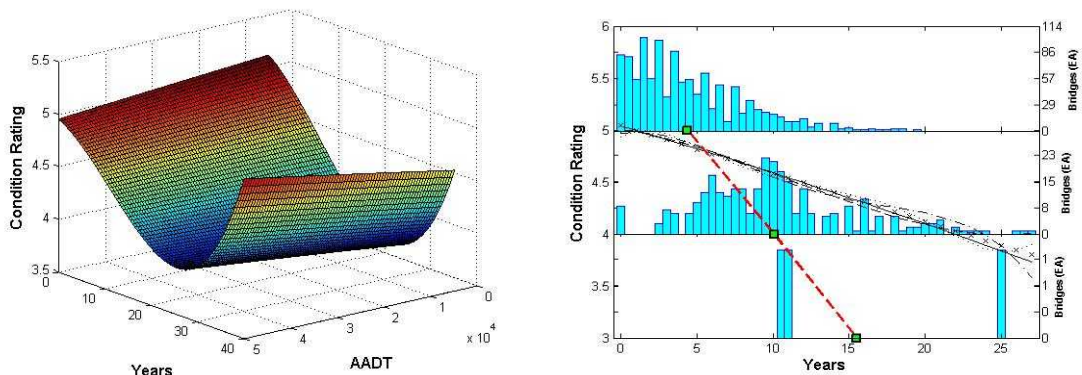


그림 2.7 PSCI 단경간 거더 상태등급 변화모델 및 회귀함수

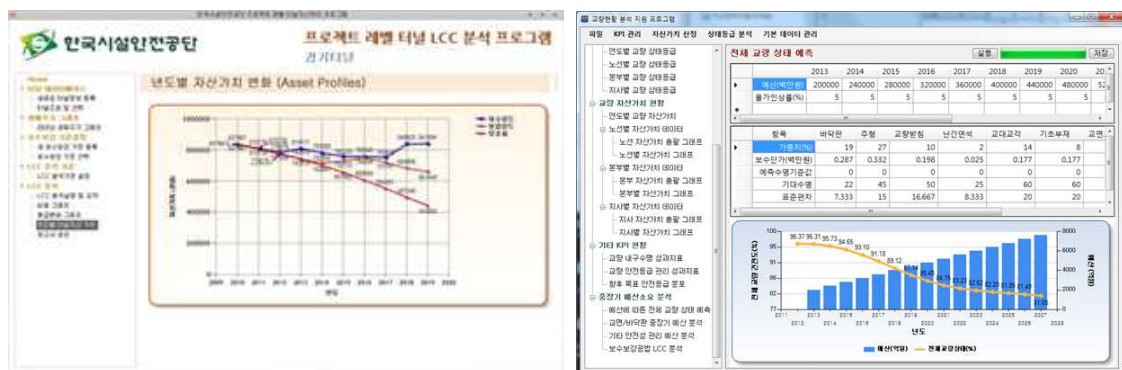


그림 2.8 유지관리 의사결정 지원 프로그램(좌: 한국시설안전공단, 우: 한국도로공사)

도로교량 등 일부 시설물은 의사결정 모델이 개발되어 시스템에 탑재되어 있지만 널리 이용되고 있지는 않고 있으며, 이는 알고리즘상으로는 상당한 발전이 이루어졌지만 현실적 제약이 있어 실무적으로는 의사결정시 주로 참고자료 정도로 활용되고 있다. 다음 교량, 포장, 사면, 항만 시설물에서 활용하고 있는 보수보강 의사결정 알고리즘으로 각 시설물 특성과 파손 기준에 따라 개별 시설물의 우선순위를 평가하고 이를 통해 시설물의 보수/보강(MR&R: Maintenance,

Rehabilitation and Replacement) 조치를 결정하도록 하는 기본 골격을 유지하고 있다.

국내 의사결정 알고리즘에서 활용하고 있는 평가지표는 본 연구에서 수행하고 있는 성능평가 항목 및 체계와 상이한 부분이 있어 직접적인 활용이 어려우나 전문가 검토를 통해 일부 반영할 수 있는 부분은 네트워크 레벨 평가항목에 반영하였다.

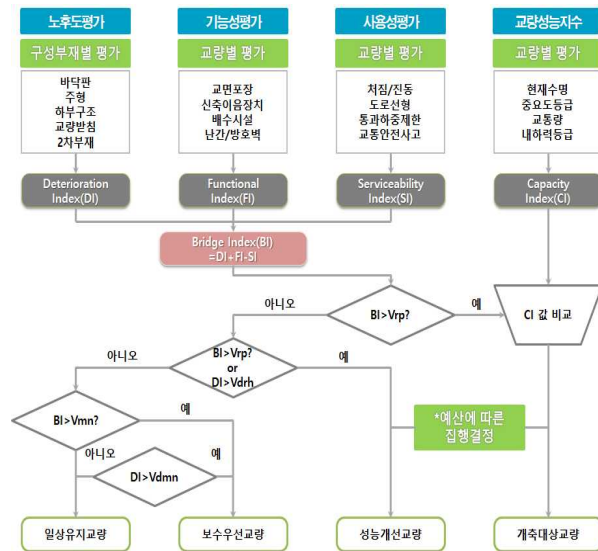


그림 2.9 도로교량 의사결정 알고리즘(HBMS)

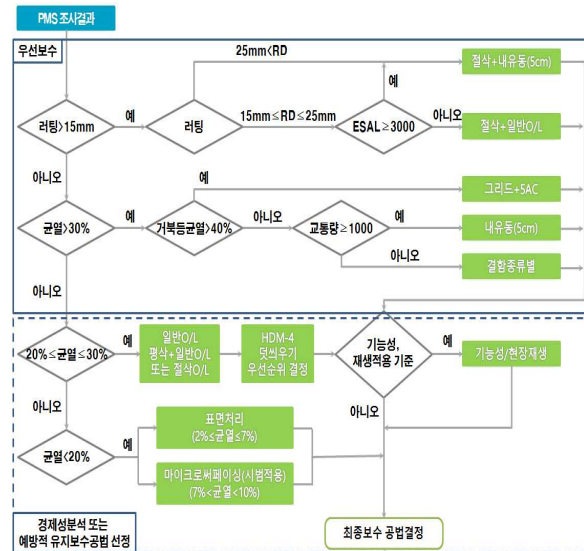


그림 2.10 도로포장 의사결정 알고리즘(국도PMS)

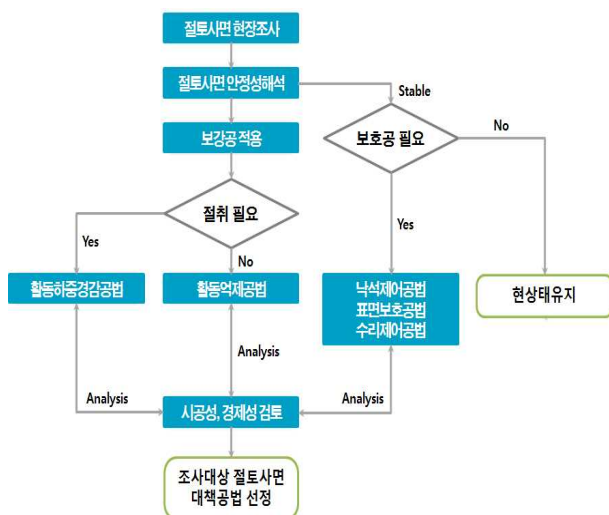


그림 2.11 사면 보강 의사결정 알고리즘(CSMS)

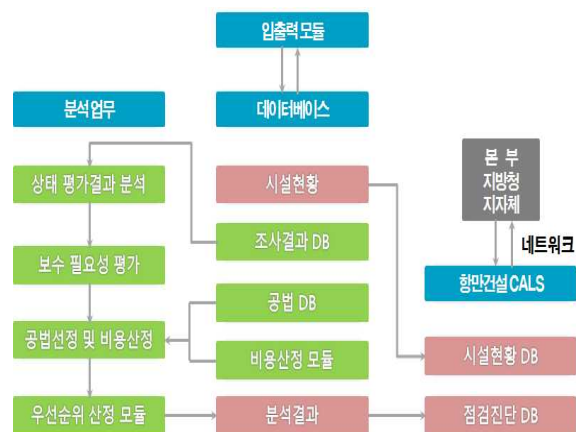


그림 2.12 항만 유지관리 의사결정 알고리즘(POMS)

2.2.2 국외 기술 동향

(1) 유지관리체계 선진화 방안 개발 분야

미국의 SOC시설물 관련 R&D의 추진방향은 다학제적인 학문 분야의 특성을 반영하여 다양한 학문 및 기술 분야의 전문가를 통해 연구개발을 추진하며, 연구개발 주체는 매우 광범위하고, 대학, 연구소 등 각 분야에서 최고의 역량을 갖춘 주체가 선정하여 센터 방식으로 추진되고 있다.

예를 들어, 미국 국가과학기술위원회(NSTC) 산하의 SDR(Subcommittee on Disaster Reduction)은 재해 취약성을 감소시키기 위하여 장기간의 과학기술전략을 개발하고, 이는 Hazard 검증, 예상, 위험 평가, 저감, 위험 의사소통 등을 위한 기초적인 연구개발과 응용개발의 조정과 우선순위 선정에 초점을 두고 있다. SDR은 재해예방을 위한 전 재해 접근법의 필요성을 제기하고, 이는 개별 재해별로 감소대책을 수립하기보다 과거의 전통적인 재해예방 기법이 타 재해에 즉시적으로 적용되는 것을 의미한다. 미래 재해위험 감소를 위해 6개 국가 도전과제를 선정하여 추진하고 있으며, 구체적인 항목은 아래와 같다. 표 2.5는 재난 발생요인에 대한 SOC시설물의 센싱, 모니터링 및 실시간 안전성 평가기술과 관련한 미국의 R&D 과제 현황을 나타낸 것이다.

- 기존의 자연재해 및 인위재난에 대한 지식을 테러예방에 활용
- 재해 정보수집과 예측 역량 강화
- 위험평가 모델의 개발 및 확산과 의사결정 지원시스템으로의 연계
- Hazard 연구의 신속한 현업화
- 저감 활동 및 인센티브의 증대
- 위험 의사소통 역량, 특히 공공 경보시스템과 기법의 강화

표 2.5 SOC시설물 안전성 평가 관련 R&D 과제 현황

구분	기술명	중심기술
토목구조물 안전성 평가	- Automated Non-destructive Evaluation and Rehabilitation System	Bridge
	- Development of Rapid, Reliable, and Economical Methods for Inspection and Monitoring of Highway Bridges	
	- Self Powered Wireless Sensor Network For Structural Bridge Health Prognosis	
	- Building U.S. Strategic Metals Competitiveness Through Integration of Advanced Sensor Technologies	
	- Developing Bridge Weigh-in-Motion (B-WIM) Health Monitoring Systems for Bridge Infrastructure Safety	
	- Civil Infrastructure Inspection and Monitoring Using Unmanned Air Vehicles	Civil Infrastructure
	- Cyber-Enabled Wireless Monitoring Systems for the Protection of Deteriorating National Infrastructure Systems	
	- Distributed Fiber-Optic Sensing Technology For Civil Infrastructure Management	

구분	기술명	중심기술
센싱, 모니터링 시스템	- Robotic Rehabilitation of Aging Water Pipelines	
	- Simulation of Integrated Urban Infrastructure Systems using Component-based Modeling	
	- Workshops on Distributed Infrastructure for Security Monitoring and Intelligence Extraction	
	- Preventing Imminent Failures of Pipeline Networks via Real Time Damage Detection and Location System	
	- Next Generation SCADA for Prevention and Mitigation of Water System Infrastructure Disaster	Supervisory Control and Data Acquisition
	- Versatile Onboard Traffic Embedded Roaming Sensors	
	- Efficient Multi-Vehicle Coordination for Distributed Sensing and Estimation	
	- Airborne Video Sensor Networks for Surveillance and Emergency Response	
	- Information-driven distributed coordination of mobile sensor networks in dynamic scenarios	
	- Couplings, Network Dynamics, and Stability of Multi-Agent Systems	
	- Data in Disaster: Socio-technical Change in Response Agency & Public Communications	
	- Measurement & Characterization of Hurricane Wind Loads on Structures Using a Wireless Sensing Networking System	
	- Zero-Power Radio Frequency Identification (RFID) Sensing Tags	
	- Small Satellite Communications and Sensor Networking System	Design, Analysis, and Proof of Concept
	- An Icosahedral Robotic Motion Cell	
	- Adaptive Data Preservation in Intermittently Connected Sensor Networks	
	- Efficient Multi-Vehicle Coordination for Distributed Sensing and Estimation	
	- A Framework for Cooperative Active Sensing in Wireless Structure Health Monitoring	
	- Design and Monitoring of Cooperative, Distributed Control Systems for Nonlinear Processes	
	- Rapid Post-Earthquake Assessment on Building Condition and Chemical Hazard with a Temperature-Tolerant Monitoring System	Building
	- Performance Evaluation of Tall Buildings Under Winds: From	

구분	기술명	중심기술
	Predictive Methods to Laboratory and Full-Scale Measurements	
	- Soil Sensors and their Wireless Underground Network for Precision Farming and Environmental Management	
	- Fiber Optic Method for Buried Pipelines Health Assessment after Earthquake-Induced Ground Movement	Ground
	- Wireless Underground Sensor Network for In-Situ Monitoring of Soil Parameters, Soil-Structure Interaction Behavior, and Buried Utilities	
	- Exploratory Research into Ultra Energy Efficiency in Wireless Mesh and Sensor Networks for Hazardous Environments	Energy Efficiency
	- Resonant Wireless Sensor Nets for Civil Infrastructure Health Monitoring	Wireless Sensor
	- Remote detection using micro-cantilever based sensor	
	- Ultra-sensitive Magnetic Sensors Integrating the Giant Magnetoelectric Effect with MEMs and Advanced Microelectronics	MEMs
	- Optimization of Test and Diagnosis Infrastructure for Multicore Chips	
	- Statistical Algorithms for Threat Detection via Sensor Networks	Sensor Networks
	- Development and Evaluation of Self-Powered Piezo-Floating-Gate Sensor Chipsets for Embedded and Implantable Structural Health Monitoring	
	- Development of Open-access Photonic Networked Sensors	
	- High Resolution Interferometry Based Surface Stress Sensors for Chemical and Biological Species Detection	
	- Distributed Detection Algorithms and Stochastic Modeling for Large Monitoring Sensor Networks	
재난요인 평가	- Development of a Quantitative Model for Measuring Regional Economic Resilience to Hurricanes	Hurricane
	- A Wireless AdHoc and Sensor Network Cyber-infrastructure for Emergency Response	Multi-hazard & Disaster
	- Inter-organizational Decision Making and Organization Design for Improved ICT Coordination in Disaster Relief	
	- Self-Sustainable Networking of Survivability-Heterogeneous Sensors	
	- Automating Emergency Data and Meta-data Management to Support Effective Short Term and Long Term Disaster Recovery Efforts	

구분	기술명	중심기술
	- Multi-hazard Progressive Collapse Analysis of Structures	
	- Fusion of Multi-scale Sensing and Simulations for Bridge Scour Risk Management: An Integrated Research and Educational Plan	

또한, 일본의 주요 연구개발 추진 계획 및 중점 연구개발 영역을 검토해 보면, 방재에 관한 연구개발 기본계획(1981)을 최초로 수립하고, 이를 장기적으로 추진해야 할 방재 관련 연구개발의 목표로 설정하고 있다. 표 2.6은 재해에 강한 새로운 방재 및 방재 감지기술의 실용화 연구개발 분야를 나타낸 것이고, 표 2.7은 기존 인프라를 활용한 안전하고 조화로운 국토/도시 실현과 관련된 연구개발 분야를 요약하여 나타낸 것이다.

표 2.6 재해에 강한 새로운 방재/감지 기술의 실용화 분야(괄호 안 실제 확보 예산)

기술	개별기술	담당성	예산
고기능, 고정도 지진관측기술	도시 직하 지진방재·감재 특별 프로젝트 ① 도시권 주변에서의 Plate 구조조사, 진원단층 모델 구축 등, ③ 광역적 위험관리·감재체제의 구축에 관한 연구	문부과학성	8억 엔(11억 엔)
	동해·동남해·남해지진의 연동성 평가 연구	문부과학성	5억 엔(5억 엔)
	지진·파랑 관측감시시스템	문부과학성	13억 엔(14억 엔)
	지진 피해경감을 목표로 한 전략적 관측·조사 연구(굴착공 장기모니터링 시스템)	문부과학성	0.06억 엔(0.06억 엔)
	변형률 집중대의 중점적 조사관측 연구	문부과학성	6억 엔(4억 엔)
	지진조사 연구추진(중점적 조사관측)	문부과학성	1억 엔(1억 엔)
	차세대 지진·파랑 관측감시시스템의 개발(지진·파랑 모니터링 시스템 고도화)	문부과학성	0.3억 엔(신규)
	차세대 지진·파랑 관측시스템의 개발(실시간 통신기술의 고도화)	문부과학성	0.1억 엔(신규)
	관측 데이터 집중화 촉진	문부과학성	2억 엔(2억 엔)
	활단층 조사의 종합적인 추진	문부과학성 국토교통성	5억 엔(2억 엔)
	지진, 화산 분화 등에 의한 피해경감을 위한 시대 변동 모니터링 고도화와 예측정도 향상	국토교통성	10억 엔(10억 엔)
재해감시위성 이용기술	고정밀도 측위 실험기술	문부과학성	72억 엔(69억 엔)
	육지 지역 관측기술의 고도화 일부	문부과학성	1억 엔(1억 엔)
	육지 지역 관측기술 위성 등의 연구개발 일부	문부과학성	9억 엔(5억 엔)
	육지 지역 관측기술 위성 ALOS의 운용의 일부	문부과학성	20억 엔(21억 엔)
	고도화 화상처리에 의한 감재를 목적으로 한 국토의 감시기술 개발	국토교통성	0.5억 엔(1억 엔)

기술	개별기술	담당성	예산
	위성 정보 등을 활용한 강우의 면적 분포정보 파악기술	국토교통성	1억 엔(1억 엔)
효과 조기발현 감재기술	도시 직하 지진방재·감재 특별 프로젝트 ② 도시시설의 내진성 평가·기능확보에 관한 연구, ③ 광역적 위기관리·감재체제의 구축에 관한 연구	문부과학성	8억 엔(11억 엔)
	실대형 삼차원 진동파괴실험시설	문부과학성	18억 엔(18억 엔)
	대규모 지진시의 위험물시설 등 피해 경감	총무성	0.4억 엔(0.4억 엔)
	효과적·효율적인 피난유도, 산사태대책, 제방정비 등을 가능하게 하는 방법 개발과 호우·지진에 의한 토사재해 위험도 예측과 피해경감기술 개발, 치수 안전도 향상을 위한 하천제방의 질적 강화기술	국토교통성	1.4억 엔(2억 엔)
	소규모 비용으로 큰 효과를 발현시키는 내진·복구 등 기술로 대규모 지진에 대한 구조물의 내진화 등 피해경감 기술, 파라에 의한 국소적 현상의 예측·시뮬레이션 기술, 거대 지진등에 의한 초과외력에 대응하는 기술보급형 내진 개수기술	국토교통성	9.3억 엔(10.2억 엔)
국토보전 종합관리기술	표사 밸런스 관리기술의 개발에 관한 시책	국토교통성	0.1억 엔(0.4억 엔)
	국토의 보전과 토사 수지	국토교통성	9.8억 엔(9.9억 엔)
사회 과학융합 감재기술	실시간 지진정보시스템 고도화에 관한 연구개발	문부과학성	0.4억 엔(신규)
	재해 리스크 정보 Platform	문부과학성	11억 엔(11억 엔)
	다양한 재해의 위험도 및 재해 파급의 평가·조화기술	국토교통성	2억 엔

표 2.7 기존 인프라를 활용한 안전하고 조화로운 국토/도시 실현

기술	개별기술	담당성	예산
사회자본 관리 혁신기술	다세대 이용형 초장기 주택 및 주택의 형성·관리기술의 개발	국토교통성	0.6억 엔(1.3억 엔)
	구조물의 점검·진단과 건전도의 평가·예측기술	국토교통성	8억 엔(9억 엔)
	사회자본 등의 관리 고도화와 라이프사이클코스트 저감	국토교통성	1.3억 엔(1.2억 엔)
	사회자본 등의 라이프사이클코스트 저감기술	국토교통성	8억 엔(9억 엔)
	작용·성능의 경시변화를 고려한 사회자본시설의 관리수준의 개선에 관한 연구	국토교통성	0.1억 엔(신규)
도시환경 재생기술	저탄소·수소 에너지 활용사회를 향한 도시 시스템 기술 개발	국토교통성	1억 엔(신규)
	인구감소·소자고령화 사회에 있어서 유지 가능한 도시·건축물의 재편·재구축기술	국토교통성	20억 엔(20억 엔)
	지속가능한 도시구조로의 재편·재구축기술의 개발	국토교통성	0.2억 엔(0.2억 엔)
	기존 Stock의 재생 및 활용기술	국토교통성	20억 엔(20억 엔)
	주택·건축물에 있어 사고 리스크 평가와 안전·안심 성능의 향상을 위한 기술 개발	국토교통성	20억 엔(20억 엔)

(2) SOC시설물별 성능평가 프로세스 개발 및 시범적용 기술 개발 분야

1945년 2차 세계대전 종료 후 전후 복구를 위해 많은 구조물들이 일시에 유럽, 미국, 동아시아 등을 중심으로 건설되기 시작하였으며 따라서 현재 50년 이상의 구조물들이 기하급수적으로 증가하고 있는 상황이다. 노후화 구조물이 급격히 증가함에 따라 각 국에서는 구조물 신규 건설보다는 기존 구조물의 유지관리 비용에 보다 많은 예산을 투입하고 있으며, 이에 따라 구조물 내구성 진단 및 평가에 관한 연구가 활발하게 진행되고 있다. 특히 일반 구조물 대비 염해 및 반복적 동결융해 환경에 노출된 구조물의 경우 내구성이 현저하게 감소하며, 따라서 염해 및 동결융해에 의한 내구성 저하 요인 분석 및 대처·보강 기법이 구조물 안전과 관련된 매우 중요한 이슈 중 하나로 나타났다. 예를 들어, 겨울철 도로, 공항 활주로의 경우 제설 작업을 위해 용빙제를 살포하는데, 이는 다공성 재료인 콘크리트 내부로 침투하여 보강재인 철근의 부식을 유발하는데, 제설작업이 도로 구조물 성능 저하에 미치는 영향에 관한 다수의 연구가 수행되고 있음을 알 수 있다(Jang, J. W. et al., 1995). 또한, 해수 환경에 노출된 구조물의 경우 건설시 시멘트 경화제가 구조물 성능에 큰 영향을 미치게 된다. 그러나 시멘트 경화제의 성능은 유해이온과 반응하는 시멘트 수화물 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 의 양에 의해 좌우되며, $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 는 시멘트 성분 중 실리케이트비(C3S/C2S)에 일조하여 심각한 영향을 초래할 수 있다는 내용이 보고되고 있다.

미국은 1987년 콘크리트 구조물의 수명에 관한 연구 및 보고를 수행하기 위하여 ACI

Committee 365(Service Life Prediction)가 신설되었으며, 이외에도 FHWA 산하에 자산관리국(AASHTO, 2012), AASHTO 산하(AASHT, 2006)에 시설물에 대한 특별전문위원회가 신설되는 등 구조물 안전 관리에 관한 국가적 차원의 연구 개발 및 검토가 시작되는 등 유지관리, 보수·보강 등에 소요되는 막대한 재정 부담을 줄이고 효율적으로 예산을 수립·집행하기 위한 시설물 유지관리 체계를 구축하였다(Ehlen, M. A. et al., 2009). ACI Committee 365는 2000년 「Service Life Prediction - State of the Art Report」를 발간하였으며, 콘크리트 구조물의 성능저하에 영향을 미치는 인자를 분석·조사하고, 각 인자의 진단법 및 잔존수명 예측방법 등을 제시하였다. 또한, 미국 ACI, ASTM, NIST에서 주관한 콘크리트 내구성 위원회 프로젝트에서 개발된 RC 구조물의 염해 내구성 평가 설계프로그램인 LIFE 365는 염해 환경에 노출된 콘크리트 구조물의 부식방지를 위한 전략을 제공하고 있으며, 수명예측을 통해 생애주기 비용분석을 수행하였다. 그러나 염해를 제외한 중성화, 동해, 철근부식 등과 같은 열화인자에 대한 평가는 고려하지 않았다.

또한, 2012년 미국은 Moving Ahead for Progress in 21st Century Act(MAP-21)을 작성하여 공포하였다(<http://www.fhwa.dot.gov/map21>). MAP-21을 통하여 국가 교통 인프라 개발과 발전을 위한 투자 프레임워크와 정책 마일스톤을 제시하였으며, 이는 간소화된 성능중심의 복합적 프로그램이다. 또한, MAP-21은 기존의 교통국의 업무 구조 전체를 개선하였는데, 성능 프로그램, 교통프로그램, 정체완화 및 공기오염 절감 프로그램 등으로 성능 성과 중심으로 프로그램을 개편한 것이다.

한편, 미국에서의 교량 시설물에 대한 점검체계를 예로 들면, 미연방도로국(FHWA)에서 국가의 교량 점검 프로그램을 주관하고 있으며, 교량 점검은 NBIS (National Bridge Inspection Standards)로 불리는 연방법에 따라 점검절차, 점검주기, 점검자 자격, 점검 보고서, 교량의 유지관리의 5가지에 대한 요구를 하고 있다. 상기 NBIS의 요구를 충족하기 위하여 각 주별로 대상 구조물 목록과 평가 데이터의 총괄자료인 NBI (National Bridge Inventory)가 필요하며, 이를 사용하기 쉽게 하기 위하여 NBIP (National Bridge Inventory Program)를 개발하였다. NBIS는 1971년에 최초로 만들어졌으며, NBIS의 목표를 성공적으로 마무리하기 위하여 아래와 같은 3가지의 매뉴얼이 개발되었다.

- ① 점검자교육을 위한 Bridge Inspector's Training Manual 70(Manual 70, 미연방도로국)
- ② 점검절차를 비롯한 정책의 통일성 확보를 위한 Manual for Maintenance Inspection of Bridges (AASHTO)
- ③ 교량에 대한 평가와 데이터 입력에 관한 매뉴얼인 Recording and Coding Guide for the Structure Inventory and Appraisal of the Nation's Bridges (Coding Guide, 미연방도로국)

이 중 교량점검자들에게 주요 실무 매뉴얼이 되는 BIRM (Bridge Inspector's Reference Manual)은 총 16장에 걸쳐 교량의 점검에 관하여 기술하고 있으며, 현행 최신 BIRM의 Chapter 9에는 11가지 종류의 교량 형식에 대한 점검과 평가에 관한 내용을 기술하고 있다. 이 매뉴얼에서 제시하고 있는 점검 항목은 교량 형식에 따라 다르지만, 일례를 들면 균열, 박리/박락, 스케일링, 염화물 침투, 동결융해, 백태, 알칼리골재반응, 에트링가이트 형성, 허니콤, 팍아

웃, 마모, 충돌, 과하중, 내부철근 부식, 탄산화 등이 대상이며, 이 중 내구성 항목으로는 염화물 침투, 동결융해, 탄산화 및 알칼리골재반응이 해당된다. 다만, 알칼리골재반응은 반응성 골재를 사용한 경우에만 발생하는 것으로 우리나라에서는 거의 발생하지 않은 항목이기 때문에 기존의 점검체계와 새로운 성능중심 평가체계에서도 고려하지 않는 항목이다. 또한, 이러한 항목들을 점검하기 위한 시험방법으로는 다양한 방법을 제시하고 있으나, 다소 선언적인 문구로 나열되어 있으며, 점검절차 등 상세설명은 되어 있지 않다. 점검 결과에 대한 평가는 아래와 같은 2가지 방법을 적용하고 있으며, 매뉴얼에 따라 0~9등급 혹은 1~4등급으로 구분하여 평가를 실시하고 있다.

- ① NBI(National Bridge Inventory) “Component Condition Rating Guidelines”, “Recording and Coding Guide for the Structural Inventory and Appraisal of the Nation’s Bridges” (FHWA)
 - : 각 콤포넌트별(상기 슬래브 교량의 경우, 데크 콤포넌트와 상부구조 콤포넌트로 구분됨)로 평가 범위를 0~9까지 설정하고 있으며, 9점이 가장 좋은 점수임
- ② AASHTO의 “Element Level Condition” _ 부재 레벨에서의 상태평가를 위한 “Guide Manual for Bridge Element Inspection”
 - : AASHTO의 “National Bridge Elements(NBEs)와 Bridge Management Elements(BMEs)로 구분됨
 - : 각 부재별로 평가를 실시하며, 1~4까지의 평가 등급 체계를 가지며, 1등급이 가장 좋은 등급임
 - : 한편, AASHTO의 “Bridge Element Inspection Manual”에는 환경영향 평가를 실시하도록 규정하고 있으며, 4등급 체계로 구성됨(매우 좋음, 좋음, 보통, 열악)
 - : 주요 평가 환경 중 콘크리트 내구성과 관련한 환경은 물, 염분 및 기타 부식을 유발시키는 물질 환경, 방수 등 구조물이 보호될 수 있는 환경, 자연환경적 혹은 인위적인 급격한 온도변화 환경으로 구분함

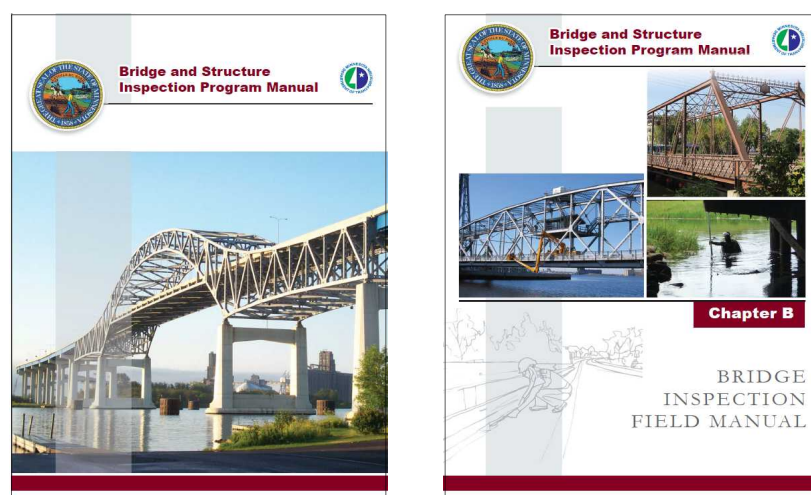


그림 2.13 Bridge and Structure Inspection Program Manual

유럽에서는 1970년 후반부터 콘크리트 구조물의 내구성에 관한 연구를 수행하였으며, Durable Concrete Structures(1989) 등 다수의 내구성 관련 보고서를 발행하였다(CEB, 1997). CEB-FIP는 「Durability of Concrete Structures」와 「Strategies for Testing and Assessment of Concrete Structures」 등의 보고서를 통해 내구성 설계 및 콘크리트 열화 평가법을 제시하였다. 유럽연합은 산학연 프로젝트를 통해 내구성 설계에 초점을 맞춘 DURACRETE 모델을 개발하였으며(European Union, 2000), 처음에는 가이드북 형태로 제공되었으나 현재는 PC용 프로그램으로 개선되었다. 전반적으로 미국의 LIFE 365와 계산 원리는 동일하나, 환경조건(염해 등)만 고려하여 중성화, 동해, 철근부식 등과 같은 열화인자 평가는 불가능하다. 영국의 경우 2004년에 PAS 55 - Optimal management of physical assets 표준을 개발하였으며 2010년에는 ISO Project Committee 251(PC251)의 설립 및 ISO 표준화를 추진한 바 있다. 또한, 2014년에는 ISO 55000, 55001, 55002가 완성되어 자산관리의 표준이 만들어졌다. 여기서의 자산관리는 성능을 중심으로 한 전략적 유지관리를 의미한다.

일본의 경우 1960년대 동경 올림픽을 전후로 콘크리트 구조물의 내구성에 관한 연구가 진행되기 시작하였으며, 1980년 일본 건설성의 「건축물의 내구성 향상 기술 개발」 연구가 관련 연구의 기폭제가 되었다. 일본 정부는 1995년부터 기존 시방서의 개정을 시작하였는데, 1999년에 제정된 「시공에 대한 콘크리트 표준시방서 성능규정형 내구성」 편을 흡수하여 일본 콘크리트 표준시방서(2002)에 내구성 설계 개념이 도입되었다. 일본 콘크리트학회에 의해 개발된 LECCA2(Life time Evaluation program for Concrete structure by Computational Analysis)는 콘크리트 구조물의 장기 성능 시뮬레이션 프로그램으로, 염해·중성화 등에 의한 초기 균열 발생 모델링, 세공 구조 및 수화 생성물의 영향을 고려한 콘크리트 내부로의 염화물 이온 침투 예측, 부식 진행 등을 정량적으로 평가할 수 있다.

미국 Bridge and Structure Inspection Program Manual(BSIPM)에 의하면 National Bridge Inventory(NBI) 상태등급, 구조부재 상태등급, 기타 항목에 대한 내용을 정의하고 있으며, 교량 및 암거 구조물에 대한 조사방법과 대상 구조물의 물리적 상태에 대한 평가방법에 대해 설명하고 있다. 강재의 내구성을 평가하는 관점에서 등급분류기준을 검토해 보면, 국내의 경우 2~3가지의 지표(부식, 도장박리)로 등급을 산정하고 있으나 미국의 경우는 부식, 부품, 변색, 백아화 등 열화수준 및 특성에 따라 다양한 지표로 강재 내구성을 평가하고 있다. 강재 부재의 단면 손실과 같이 안전성에 관련된 지표와 박리/부품/백아화 등 내구성에 관련된 지표에 대한 조사결과를 종합적으로 검토하여 상태등급을 정의하고 있다. 부식을 평가함에 있어 단면손실을 유발하는 부식수준은 물론 표면부식 및 점녹과 같이 안전성에는 영향이 없으나 내구성에 연관된 부분을 평가하고 있다.

일반적인 강부재 외에 부재의 위치 및 종류에 따라 별도의 등급분류기준을 제시하고 있어 사용 환경을 고려하고 있음을 알 수 있다. 예를 들어, 신축이음부를 기준으로 7ft 이내에 위치한 상부 구조물의 도장 상태를 별도로 평가하고 있다. 평가는 육안조사를 통해 이뤄지며, 이음부를 기준으로 7ft 이내에 위치한 상부 구조물의 도장열화 면적비율로 평가한다. 대상 부재로는 강 거더, 보, 트러스, 아치, 가로보, 세로보 등 바닥판 아래 또는 비탈대 지역의 바닥판 위에 위치한 부재를 포함하며, 이외 다른 부재도 포함될 수 있다.

표 2.8 도장 강재의 상태등급 평가기준

Condition State 1	▫ 도장 강재 부재의 열화가 거의 또는 전혀 없음 ▫ 약간의 변색, 백악화, 비례염분이 있지만 부식은 전혀 없음 ▫ 채도장 구역을 포함하여 단면 손실이 전혀 없음
Condition State 2	▫ 도장 강재 부재의 열화가 약간 있음 ▫ 어느 정도의 백악화, 박리, 부품 등이 발생하였지만 표면 노출은 적음 ▫ 표면 부식(점녹)은 존재하나 녹 조각은 전혀 없음 ▫ 채도장 구역의 경우 약간의 단면 손실이 있음 ▫ 모든 연결부는 정상 상태(부재가 적절한 위치에 정렬된 상태)
Condition State 3	▫ 도장 강재 부재의 열화가 어느 정도 있음 ▫ 도막 열화는 광범위하게 진행 ▫ 표면 부식(점녹)이 넓게 분포하며, 녹 조각이 있을 수 있음(약간의 단면 손실) ▫ 구조적으로 중요하지 않은 위치에서 약간의 단면 손실이 발생함 ▫ 연결부에는 약간의 결함이 있음(부재가 약간 어긋난 상태)
Condition State 4	▫ 도장 강재 부재의 열화가 넓게 진행되고 있음 ▫ 유지보수가 요구되지만 부재의 내하력은 크게 감소하지 않음 ▫ 많은 양의 녹 조각이 존재하는 심각한 부식 상태 ▫ 상당한 단면 손실이 있지만 구조 해석이 요구되지 않음 ▫ 단면 손실이 유효 단면의 10%를 넘지 않는 수준 ▫ 연결부가 느슨해지기 시작함(부재가 많이 어긋난 상태)
Condition State 5	▫ 도장 강재 부재의 열화가 아주 심각한 상태 ▫ 내하력이 크게 감소함 ▫ 구조 해석 또는 빠른 보수 작업이 요구됨 ▫ 단면 손실이 유효 단면의 10%를 초과하는 수준 ▫ 심각한 충격손상을 초래할 수 있음. ▫ 부재는 심각하게 손상되거나 절단된 상태이며 심하게 어긋난 상태(연결부 파괴)

해외의 국가별 SOC시설물 성능평가 대상 및 고려 지표를 살펴보면 서비스성능 평가는 별도로 이루어지지 않고 있으며, 다만 수요 및 용량에 대한 개념(기능성)을 적용하는 정도이다. 호주의 경우에는 도로, 교량, 상수도시설, 우수시설에 대하여 서비스성능 평가를 실시하고 있으나, 해당 지표들이 시설물의 유지관리와 관련된 지표가 대부분으로 사용자의 만족도와는 거리가 있다. 또한, 성능평가의 대부분이 정량적 평가 보다는 정성적인 평가에 기반하고 있고, 평가의 목적은 시설물의 실제상태 파악보다는 유지관리 실태조사나 투자예산 확보를 위하여 활용되고 있다.

(3) SOC시설물별 목표성능등급 설정 기술 개발 분야

해외 각국의 경우 대부분 서비스수준(Level of Service, 이하 LOS) 개념에 의한 성능목표를 적용하고 있다. 미국의 경우, LOS와 상응하는 개념으로 성능목표(performance target), 성능척도(performance measure)를 사용하여 정량적인 목표의 설정을 제시하고 있다. NCHRP Report 632(2009)에서는 NCHRP Report 551(2006)을 참조하여 Interstate Highway System(IHS)에 대해 보존, 이동성, 안전, 환경의 카테고리로 구성된 성능척도를 제안하고 있다. NCHRP Report 677(2010)에서는 IHS에 대한 LOS를 기존의 report보다 명확하게 정의 하였고, 해당보고서에서는 도로시설물 전반에 대해 LOS를 평가하기 위한 등급을 규정하고 정량적으로 계량화하기 위한 Indicator, Measure를 정의하고 있다. 표 2.9는 주요 연구개발 현황을 요약하여 놓은 것이다.

표 2.9 목표성능등급 설정 분야 국외 연구개발 현황

구분	관련 연구명	연구수행 내용 및 결과
1	Highway and Rail Transit Tunnel Inspection Manual	- 터널에 대한 상태평가 방법 기준 제안 - 터널의 구조적 평가를 포함하여 터널 안에서의 신호, 통신체계 등에 대해 평가기준 정립
2	Highway Bridge Type and Performance Patterns	Some evidence of high traffic densities, determining structural deficiency rates 결정하여 요구성능 결정(NBI, FHWA 자료 활용)
3	Long Term Bridge Monitoring to Support Bridge Technology Innovations	- Non-intrusive load capacity의 경우 bridge load testing을 이용하며, Fatigue and vulnerability의 경우 acoustic emission(AE)을 이용(NBI, FHWA 자료 활용) - 위 두가지 방법 모두 경제성이 높지 않은 관계로 smart bridge bearing을 이용하기도 함
4	Risk Management Strategy for Bridges and Structures	- 상태등급, 내하력 등 직접적인 기능에만 국한된 위험도분석 연구를 간접적인 기능까지 위험요소로 확장하여 적용 - Business Plan Network(BPN)라는 도로분류 지표와 상태등급을 묶어서 범주 구성 - BPN과 상태등급을 결합하여 위험도지수를 산정하는 방법 제시
5	Bridge element guide inspection guide manual	교량을 구성하는 부재들의 상태평가 방법 제안
6	Corrosion fatigue effects on life estimation of deteriorated bridges under vehicle impacts	- 동적 차량 하중효과로 인하여 발생하는 피로 및 부식효과가 교량에 어떠한 영향을 미치는지 평가 - 교량을 구성하는 여러 부재 각각의 부식속도와 차량의 종류 및 속도 등을 고려하여 피로수명 평가 - 차량운행에 대한 동적모델링을 통해 임의의 차량 하중과 부식에 대한 교량의 안정성 평가 방법 제시

구분	관련 연구명	연구수행 내용 및 결과
7	Reliability-Based Modeling of Bridge Deterioration Hazards under vehicle impacts	- 교량에 발생할 수 있는 다양한 열화조건에 대해 분석하여 교량에 직접적으로 영향을 주는 열화 패턴 도출 - 태풍 및 강풍들의 영향에 대한 함수화된 열화모델 개발 - 개발된 모델을 바탕으로 신뢰성분석을 통하여 교량의 자산가치 평가

독일의 경우, 구간 노선별 일일 통행 빈도, 구간 노선별 최대/평균 속도, 구간 노선별 최소 환승 횟수 등의 인자를 바탕으로 승객 입장에서 철도시설의 서비스 수준을 평가하고 있다. 다음은 철도시설의 서비스 수준 평가의 순서를 요약한 것이다.

- ① 유럽 전역에 걸쳐 연결망 구성
- ② 일일 열차 대수와 빈도를 조사하여 A~F, 0등급으로 분류
- ③ 구간별 최대속도 조사하여 표시
- ④ 광역도시간을 이동할 때 소요되는 최소 환승 횟수를 계산하여 표시
- ⑤ ②~④ 항의 조사한 자료들을 기반으로 최종 서비스 수준을 계산

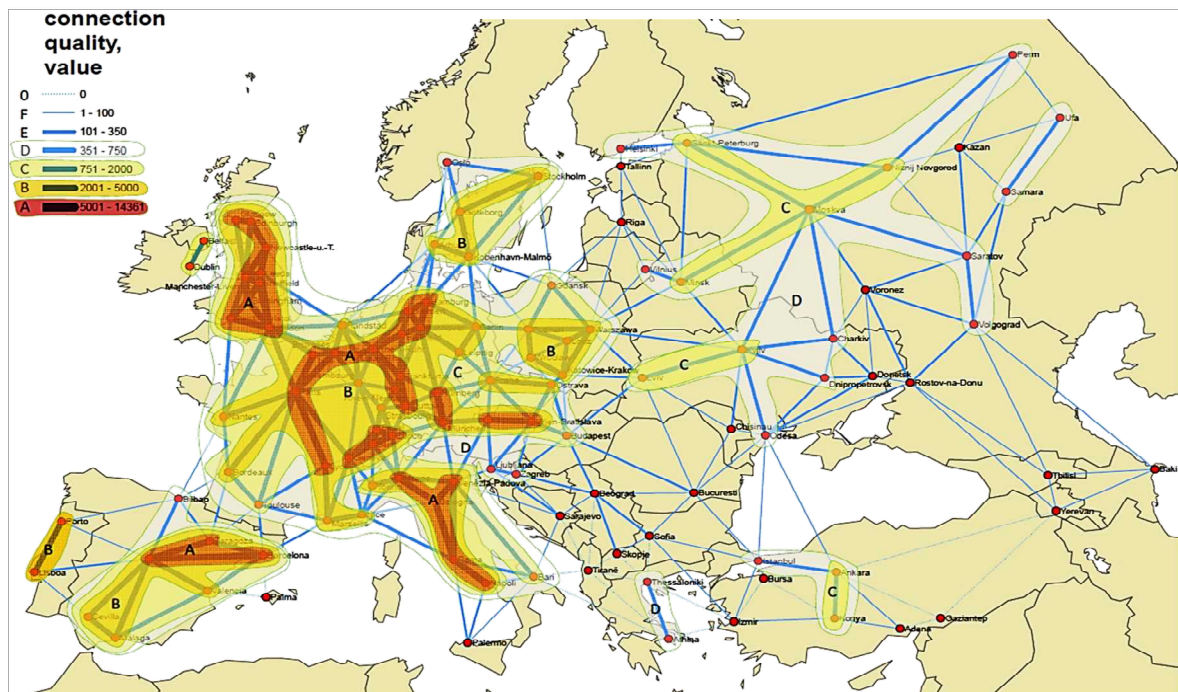


그림 2.14 유럽 전체의 서비스 등급별 분포

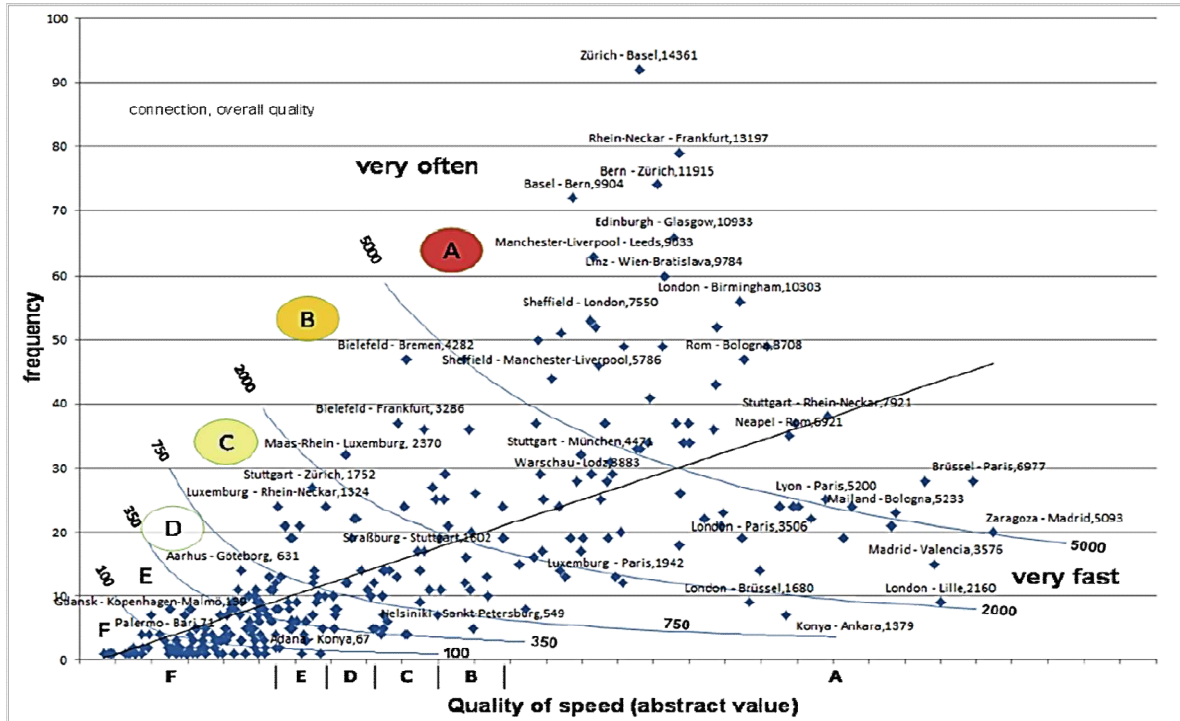


그림 2.15 Quality of speed, Frequency 축으로 한 서비스 등급별 분포

미국에서는 2013년 미국토목학회에서 발간한 Report Card를 통해서 미국의 SOC 시설물의 평균 상태를 D+ 등급으로 평가하여, 천문학적인 예산 투입이 이루어지지 않을 경우 다양한 영역에서 시설물의 기능 상실이 발생할 것으로 예측한 바가 있다. 현재 미국 SOC 시설물의 평균 연령은 60세 전후로 이는 미국의 경제발전이 급속히 이루어지던 2차 대전 이후 약 20년간에 걸쳐서 대부분의 시설물들이 건설되었기 때문이다. 이와 같은 선진국의 사례는 미국뿐만 아니라, 캐나다, 호주, 뉴질랜드 등에서도 발생한 바가 있으며, 선진국들은 2000년 이후로 방치해둔 시설물의 유지관리를 수행하고 기능을 확장하는데 막대한 예산을 투입하고 있는 실정이다. 선진국들은 뉴질랜드를 시작으로 자산관리(Asset Management)라는 명칭으로 유지관리 체계를 개선해 나가기 시작했으며, 호주, 캐나다, 미국, 영국, 일본의 순서로 자산관리 개념을 받아들여 유지관리 방법론에 혁신을 추구했다.

최근 호주 및 캐나다에서는 우리나라의 국토교통부와 기획재정부 예산실의 기능을 합쳐놓은 Infrastructure Australia와 Infrastructure Canada라는 정부 부처를 신설하고 법령을 제정하여 매년 수백억 달러 규모의 예산을 투입하여 기존 SOC 시설물의 성능 개량 사업을 추진하고 있다. 미국에서는 두 나라의 선례를 참고하여 2013년에 MAP-21(Moving Ahead for Progress in the 21st Century Act)라는 법안을 입안하여 연방정부 교통부(Department of Transportation)에서 매년 1,000억 달러의 예산을 투입하여 전국의 도로 및 교통 분야 SOC 시설물의 성능 개량 사업을 추진하고 있다. 선진국들이 이와 같이 정부부처를 신설하고 천문학적 수준의 예산을 투입할 수밖에 없는 이유는 과거에 노후화된 시설물의 유지관리에 대한 적정 재정투입이 이루어지지 않았기 때문이다. 이 과정에서 자산관리라는 개념은 SOC 시설물의 성능과 신설, 확장 및 유지관리 예산을 연계하는 개념으로 활용하여 성능에 기반을 둔 투자 우선순위 결정을 도출하는 도구로 활용되고 있다.



그림 2.16 인프라성능 지속관리체계 시범사업 및 시스템 구축 기획연구

미국의 미네소타 주에서는 모든 교통시설물에 대한 성능(performance)을 평가하고 이에 대한 향후 관리 목표(target) 등을 매년 정리해오고 있다(Annual Minnesota Transportation Performance Report, 2014). 이는 교통시설물의 원활한 성능을 유지하여 사회의 경제력, 삶의 질 그리고 적정한 업무 환경을 강화하고자 함이 목표이고, 이러한 성능분야 보고서에서 다루고 있는 주제는 사용자의 안전(traveler safety), 포장상태(pavement condition), 교량상태(bridge condition), 제설 및 제빙(snow and ice control), 항공(air transportation) 및 미네소타 주도 대중교통망(Twin cities Metro Area Transit Ridership) 등이 있다.

특히 공항분야에서는 청사 및 활주로 등의 시설물도 관리하지만, 자동차 이동의 차량이동거리(vehicle miles traveled)와 유사한 개념의 가능항공좌석이동거리(available seat miles)개념을 도입하여 항공 서비스의 성능을 평가하고 있다.

공항 활주로의 경우, 미국 연방항공청(FAA(Federal Aviation Administration))에서 제시하는 PCI(Pavement Condition Index) 지수를 활용하여 성능관리를 하고 있다. 이 PCI 지수는 활주로 포장 표면의 결함 상태를 정량화하기 위한 방법으로 미국 공병단(U.S. Army Corps of Engineers, COE)에서 개발하였으며, 현재 FAA 등 전 세계적으로 사용되는 공항포장의 포장상태지수이다.

2014 Minnesota Transportation Results Scorecard

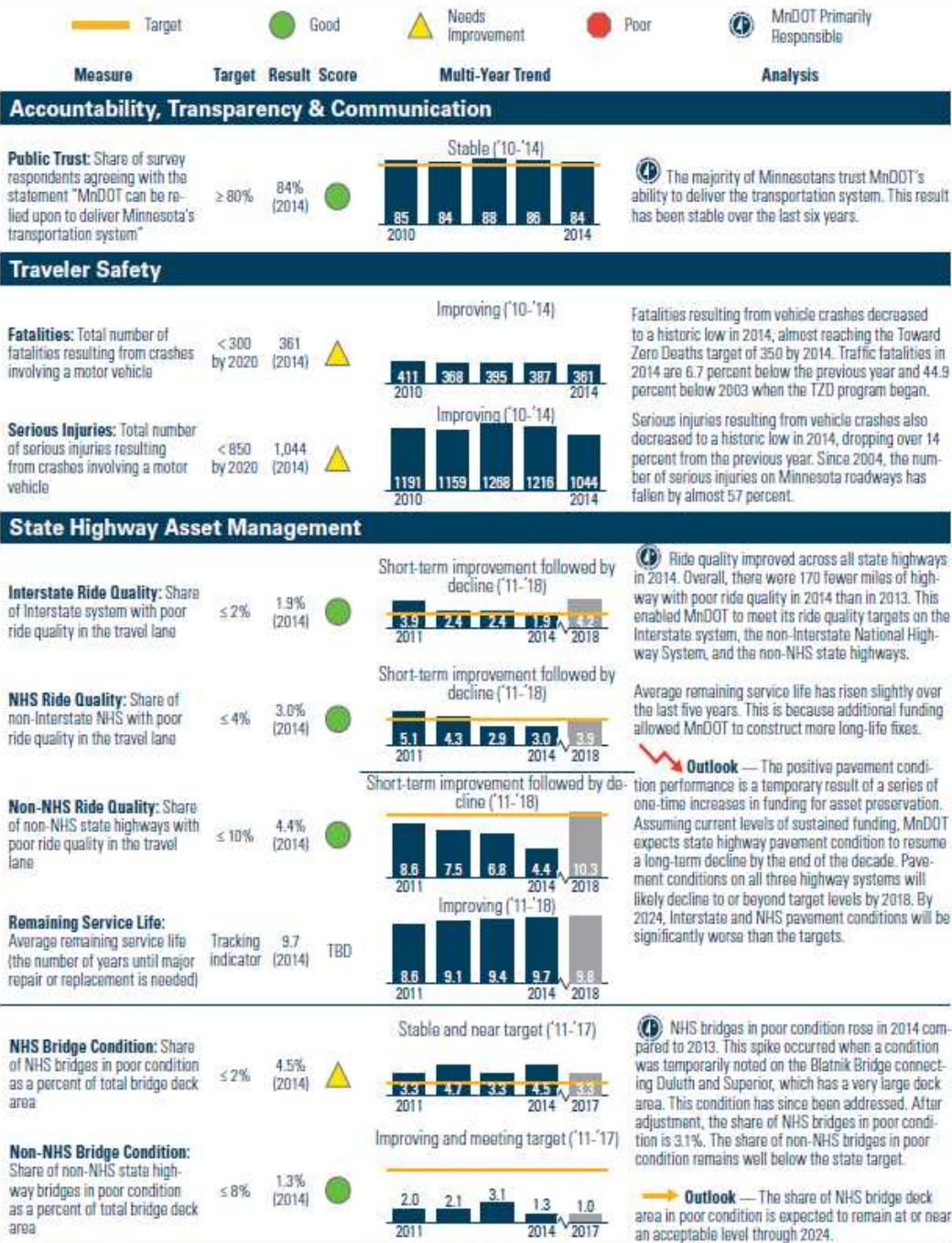


그림 2.17 미국 미네소타 주의 교통시설물 성능보고서 예시

Air Transportation

Critical Connections

Measure explanation:

Comparable to vehicle miles traveled, one available seat mile is defined as one aircraft seat flown a distance of one mile. Three variables influence ASM totals: service frequency, aircraft capacity and flight distance.

System definition:

Scheduled service flights out of Minneapolis-St. Paul International Airport.

Why this is important:

ASM out of MSP is a measure of the access Minnesotans have to efficient and convenient air travel. It is also an indication of the state's international significance and its connection to the global marketplace.

Learn more

MnDOT Office of Aeronautics

www.dot.state.mn.us/aero/

State Aviation System Plan

www.dot.state.mn.us/aero/planning/sasp.html

Federal Aviation Administration

www.faa.gov/

Metropolitan Airports Commission

<http://metroairports.org>



Source: MnDOT

Number of available seat miles offered on scheduled service nonstop flights from Minneapolis-St. Paul International Airport (in billions)



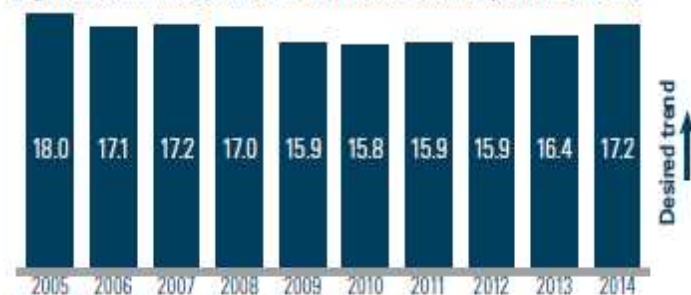
Source: U.S. Bureau of Transportation Statistics T-100 segment data

The supply of air service out of Minneapolis-St. Paul International Airport, typically measured in terms of available seat miles, increased by almost 4 percent in 2013 and another 3 percent in 2014, reversing an 8-year declining trend since 2004 that was due to a combination of airline financial circumstances and broader economic conditions. Likewise, demand for air service, typically measured in terms of revenue passenger miles, increased by approximately 3 percent in 2013 and 5 percent in 2014 after a similar decline. Both the Federal Aviation Commission and the Metropolitan Airports Commission project continued moderate growth in passenger capacity.

Airlines have tightened passenger capacity considerably since the high of 23.2 million ASM in 2004 in an effort to hold down costs, resulting in fuller planes on average. In 2014, 84 percent of available seat miles out of MSP were occupied by a passenger compared to 75 percent in 2004. Unfortunately, fuller planes mean airlines have less incentive to offer discounted seats.

Scheduled air service is also offered at eight airports in Greater Minnesota: Bemidji, Brainerd, Duluth, International Falls, Range Regional Airport at Hibbing, Rochester, St. Cloud, and Thief River Falls. These airports supported approximately 193 million available seat miles in 2014, down 1 percent from 2013 but 21 percent above the 2011 recent low of 160 million ASM. Duluth and Rochester airports continued to carry the bulk of Greater Minnesota's ASM, although other airports saw considerable growth primarily because of expansion of scheduled air service to St. Cloud in late 2012. Unfortunately, this expanded service to St. Cloud was discontinued in the first half of 2015. Due to small volume, annual

Number of revenue passenger miles on scheduled service nonstop flights from Minneapolis-St. Paul International Airport (in billions)



Source: U.S. Bureau of Transportation Statistics T-100 segment data

그림 2.18 미국 미네소타 주의 항공교통 성능 평가 예시

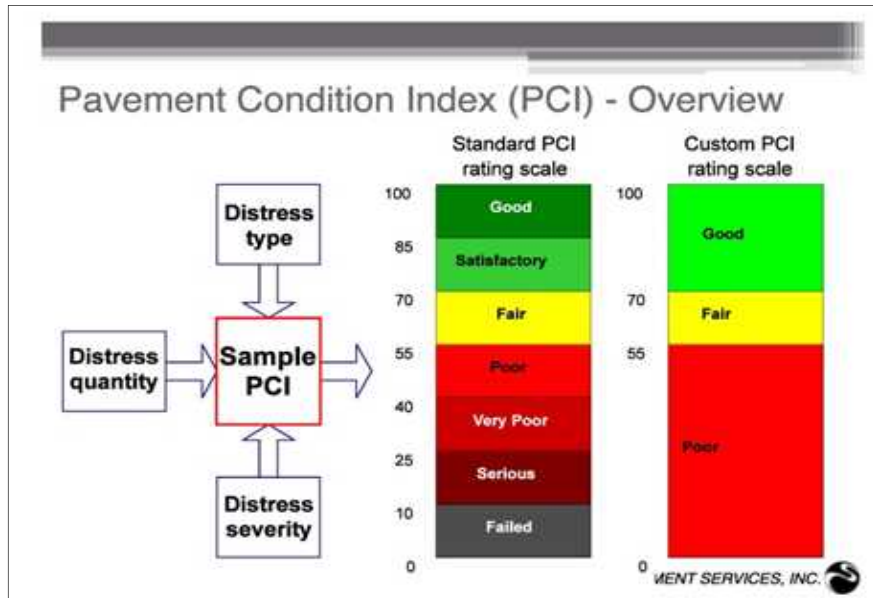


그림 2.19 FAA PCI 적용 방법 예시
(ASTM D 5340 (Standard Test Method for Airport Pavement Condition Index Surveys), 2012)

(4) 주요 SOC시설물별 투자우선순위 의사결정 모델 기술 개발 분야

(가) 미국

미국은 도로, 철도 등 사회기반시설이 상당 수 노후화되어 1980년대부터 고령화 시대에 진입하고, 유지관리비용도 비약적으로 증가하고 있다. 미국토목학회에서 5년마다 발간하는 Infrastructure Report Card에 의하면 5년간 필요한 유지관리 예산은 2001년 약 1.3조\$에서 2013년은 3.6조\$ 약 3배가량 늘어났다. 이에 따라 예산 확보 차원에서 2012년 P.L. 112-141호(Moving Ahead for Progress in 21st Century Act, MAP-21)를 비준하였다. 이 법안은 미국의 부족해지는 유지관리 예산을 대비하여 도로시설물에 적극적 예산 투입과 전략적인 유지관리를 의무화하는 법안을 공포한 것이다.



그림 2.20 Moving Ahead for Progress in 21st Century Act, MAP-21 항목

기존의 DOT의 프로그램(업무 체계)은 MAP-21으로 전면적으로 재편되는데 이전에 설명된 바와 같이 성능기반의 전략적 유지관리로의 재편성이다. 기존의 프로그램은 시설물의 종류별, 위치

별 단순 분류의 특징을 갖지만, 새롭게 편성된 프로그램은 성능 및 결과 (outcome)위주로 변경이 되었음을 볼 수 있다. 즉 예를 들면, 기존에는 도로, 교량 등으로 분류되어있던 프로그램이, 결과적으로 고속도로 안전을 감소시키는 프로그램, 공기 오염을 절감 시키는 프로그램으로 변경이 되었음을 볼 수 있다. 이것은 MAP-21이 지향하는 성능기반, 결과 중심으로의 변경과 그 축을 같이 한다.

표 2.10 MAP-21 프로그램 재편

기존	MAP-21
• 국가고속도로 시스템 • 고속도로유지관리 프로그램 • 교량프로그램 • 아팔라치산맥도로 시스템 프로그램	• 고속도로성능 프로그램(NHPP) • 지상 교통프로그램(STP) • 정체 완화및 공기 오염 절감 프로그램(CMAQ) • 고속도로안전 프로그램 (HSIP) • 철도 도로교차 지역 관리 프로그램(set-aside from HSIP) • 대도시계획 프로그램

모든 업무 프로세스 변화는 적절한 조직과 자원의 분배가 있어야하기 때문에 MAP-21의 자원 배분은 기존의 프로그램별 공식을 버리고 새로운 프로그램에 따른 새로운 공식에 따라 정해지는데, 다음과 같이 크게 세 단계로 이루어져 있다.

- Step1: 각각의 MAP-21프로그램별 Lump Sum 예산요구
- Step2: 각 주(State)는 전체 예산의 기존 비율만큼 배정을 함
- Step3: Metropolitan Planning과 CMAQ프로그램을 우선 배정 후 NHPP, STP, HSIP 프로그램에 각각 64.7%, 29.3%, 7% 씩 배정하며 각 주 (state)는 50% 까지 프로그램 간 교차 배분 가능

MAP-21의 프로그램들을 운영하는데 가장 큰 부분을 차지하는 것이 HTF(Highway Trust Fund)인데, 이 예산은 Highway Account와 Mass Transit Account로 구성되어 있다. 연방 유류세가 HTF 수익의 대부분을 차지하며, MAP-21의 대규모 전략 변화는 많은 예산을 필요로 하며 미래의 위험요소로 자리 잡고 있다. 성능 기반 및 성과 중심의 관리(Performance and Outcome-based management)는 MAP-21의 가장 핵심이 되는 지향점이다. 각 주정부 교통부는 국가적 성능 목표에 부합하는 주정부 차원의 성능 목표를 수립해야 한다. MAP-21이 제시하는 연방정부의 성능 목표 프로그램은 다음과 같다.

- Safety: 모든 도로에서 인명 사망이 발생하는 교통사고 혁신적 감소
- Infrastructure Condition: 고속도로 자산 시스템의 적절한 수준 유지
- Congestion Reduction: 국가 고속도로 시스템 (NHS)의 교통 체증 혁신적 감소
- System Reliability: 지상 교통/운송 시스템의 효율성 증대
- Freight Movement and Economic Vitality: 국가 운송 시스템의 성능 증대를 통한 시골 지역 및 지방 경제 활성화
- Environmental Sustainability: 교통시스템의 성능을 증대시키면서 환경 보호를 동시에 달성함
- Reduced Project Delivery Delays: 법제도 개선 및 기관의 업무 프로세스 개선을 통하여 프로젝트 개발 및 조달 방식을 개선함으로써 프로젝트 비용 절감, 일자리 창출, 경제 개선 등을 추구함

각 기관마다 지역적 특성을 반영한 산정공식을 갖고 있는데, 다음은 North Carolina주의 개략적인 예산 배분 공식이다. 일반적으로 다음과 같은 공식에 따라서 예산을 분류하기도 한다.

- Maintenance (90% Mileage + 10% Population);
- Contract Resurfacing (50% Needs + 37.5% Mileage + 12.5% Population);
- Secondary Road Construction (County Mileage/Statewide Population);
- Powell Bill (75% Population + 25% Mileage)

Strategic Mobility Formula (전략적 운송수단 공식)에 따라서 예산을 분배하기도 하는데 크게 (1) Division Needs; (2) Regional Impact; (3) Statewide Mobility로 구분하며 각각의 카테고리는 하위 카테고리로 분배하는 형태로 예산이 분배된다. 여기서 Division Needs는 지역의 유지관리사무소에서 필요로 하는 수요로서 전체 예산의 30%를 배정하는데, 이는 모든 지역사무소에 균등 배분한다. 배분된 예산 안에서 평가를 하는 경우에도 지역사무소의 의견을 지역별 수요(Local Ranking)라는 평가항목에 50%의 가중치를 배분하며 나머지 계량적 평가항목에 50% 가중치를 배정한다. 지역별 수요는 14개의 지역 유지관리사무소와 MPO 및 RPO(Rural Planning Organization)에서 결정한다. Regional Impact는 지역 내에서 우선순위를 평가하는 예산으로 전체 예산의 30%가 배정된다. 이 부분에서는 지역별 수요 평가항목이 30%의 가중치를 가지며, 4가지 계량적 평가항목이 70%의 가중치를 가진다. 마지막으로 Statewide Mobility 항목은 전체 예산의 40%를 배정받는데, 여기서는 전체 예산 평가를 다섯 가지 계량지표만으로 하도록 규정하고 있다. 이는 자산관리 체계의 도입 초기에 의사결정 모델이 불확실할 경우에 균등분배와 차등분배를 조합하여 예산을 배분하는 좋은 사례로 판단된다. 초기부터 모든 예산을 정보시스템 및 평가체계에 의하여 배분할 경우 익숙하지 않은 지역사무소는 예산 배정에 큰 차질을 빚을 수 있고, 이는 특정지역의 유지관리 공백상태를 초래할 수 있다.

표 2.11 North Carolina주 교통부 예산의 전략적 운송수단 예산 분배 공식

예산 분야	평가 항목	가중치
지역사무소 수요 (균등배분 예산) Division Needs (30%)	지역별 수요(Local Ranking)	50%
	교통정체(Congestion)	20%
	비용효과(Benefit/Cost)	20%
	안전(Safety)	10%
지역에 미치는 영향 (지역내 우선순위 평가) Regional Impact (30%)	지역별 수요(Local Ranking)	30%
	교통정체(Congestion)	25%
	비용효과(Benefit/Cost)	25%
	안전(Safety)	10%
	접근성/연결성(Accessibility/Connectivity)	10%
주영역내의 이동성 (주정부 전체에서 평가) Statewide Mobility (40%)	교통정체(Congestion)	30%
	비용효과(Benefit/Cost)	30%
	경제학적 경쟁력(Economic Competitiveness)	10%
	안전(Safety)	10%
	Multimodal, Freight and Military	20%

미국의 경우 시설물 투자우선순위는 건전지수(Health Index)와 NBI(National Bridge Index)로 산출되는 상태지표를 바탕으로 이루어지고 있다. 그러나, 우선순위 관련 연구가 지속적으로 이루어진 캘리포니아와 델라웨어 주의 경우는 상태와 더불어 기능성, 비용편익, 외부환경 등을 고려하여 산정하고 있다. 캘리포니아 주의 경우 NCHRP 12-67 보고서에서 제시하는 교량유지관리시스템의 다중목적 최적화 (Multiple-Objective Optimization for Bridge Management Systems) 방식을 적용하고 있으며, 주요 인자인 상태, 위험도 등에 대해서는 효용 함수(Utility Function)를 활용하여 범위 및 가중치를 선정하였다. 표 2.12는 미국 교량시설물의 투자우선순위 사례를 요약하여 나타낸 것이다. 본 연구에서도 의사결정 시 다중목적 함수를 일부 차용하여 의사결정에 활용하였다.

표 2.12 미국 교량시설물의 투자우선순위 사례

구 분	우선순위지표
캘리포니아	- 건전지수(<65/100) - 다중목적 최적화: Pontis 분석과 효용함수를 결합
텔라웨어	- 교량 취약도 공식: 건전지수, 비용편익 분석, 구조적 취약도, 침식 취약도, 하중 용량, 기능적 구분, 우회 연장, 연평균일일교통량, 기능적 노후도, 파괴 취약상태, 역사적 중요도
뉴욕	- 부재지수 및 13개 구조 교량 항목 상태등급의 가중 평균
오하이오	- 개략구조물평가, 표면침식, 홍수상태 및 도장상태에 대한 조직적 성과
플로리다	- NBI 상태 등급 및 구조적 취약도
미시간	- NBI 상태 등급 교량신축: NBI 상태등급 4 이하 성능개선: NBI 상태등급 4 및 5 예방보수: NBI 상태등급 5 및 6
오레곤	- NBI 상태 등급 위험: NBI 상태등급 3 이하 긴급: NBI 상태등급 4
버지니아	- NBI 상태등급, 충분도 등급, 일평균교통량, 우회 연장, 구조적 취약도, 파괴 취약도 등
워싱턴	- NBI 상태등급 및 구조적 취약도
위스콘신	- NBI 상태등급, 구조적 취약도, 도장상태 등

(나) 호주

호주 정부는 2008년 'Infrastructure Australia'를 설립하고 Infrastructure Australia는 'Infrastructure Australia Act 2008' 법안에 근거하며, 인프라 지속가능성(Infrastructure Sustainable, IS)을 평가하고 유지관리 의사결정에 활용하고 있다. 2014년 3월에 발표된 평가 틀 version 1은 크게 6개의 테마로 나뉘고, 각 테마별로 1~4개의 카테고리를 가지며, 각 카테고리별로 평가 항목과 점수가 배정되는 형태로 구성되어 있다. 점수의 배정은 구체적인 평가 지표(Performance measure)가 개발되어 시설물별 상태가 평가되는 형태로 구성이 된다. 우선적으로 6개의 주제는 (1) Management & Governance (관리 체계); (2) Using Resource (소요 비용 및 에너지); (3) Emissions, Pollution & Waste (오염 방출 및 쓰레기); (4) Ecology (생태); (5) People & Place (지역 주민); (6) Innovation (혁신) 등으로 나뉘어 있어 단기 간의 소요 비용 보다는 장기적인 관점에서의 시설물의 지속가능성을 지향하는 지표를 만드는 것임을 알 수 있다. Financial and asset management reforms 프로그램의 사례는 주정부별로 사례들을 취합하고 565개에 달하는 주정부, 지방정부 및 각 독립기관들 관리자들 간의 컨퍼런스

를 통하여 성공사례 벤치마킹 사례를 공유하며 혁신을 계속해 간다. 국내에서도 유지관리 성공 사례들을 정기적인 워크숍을 통해 공유하는 사례가 있다. 호주/뉴질랜드 자산관리를 담당하고 있는 기관(Institute of Public Works Engineering Australia, IPWEA)에서는 보다 정확한 재정관리를 효과적으로 수행할 수 있는 지침서를 발간하여 시설물에 큰 도움을 주고 있다.

표 2.13 도로 관련 성능지표 사례

서비스	성능지표
일반	• 투자수익율(ROI). • 연결당 또는 망 길이(km)당 비용. • 제공된 서비스에 대한 사용자 만족도. • 즉시 대응 능력. • 서비스 또는 공급 이용가능성
도로	• 미끄럼 저항. • 인구 100만명 당 연간 사고 횟수 • 주행시간/교차로 지연 시간. • 상태점검 빈도. • 최저 조명수준 (x)룩스. • 잡초의 키가 (x)mm 초과할 때 도로주변 잡초 제거. • 기준 시내 루트에서 평균 차량 주행 속도-침두 또는 비침두 시간대. • 일상적인 안전점검 과정에서 발견된, 성능미달 표지판 비율(%)

(다) 기타 국가 사례

2014년 캐나다 재무부에서 발표한 2014-2015년 재무계획에는 인프라 시설 자산관리 관련 예산 계획이 수립되어 있다. 예산 계획의 목적은 필요한 예산을 예측함으로써 미리 세율을 변경하여 예산을 미리 확보해 놓기 위함이다. Reports on Plans and Priorities (RPP)를 통해 각 부처별 지출계획을 파악하고 프로그램, 계획, 예측, 결과 등을 기반으로 전체적인 예산에 대한 의사결정을 집행한다. 인프라시설의 예산은 DPR (Departmental Performance Report)을 기반으로 이루어지며 각 분야별 RPP를 이루게 된다. 교통부분의 예산은 캐나다 교통국(CTA, Canadian Transportation Agency)의 Canada Transportation Act 법에 의해서 정해지며, 2014-2015 예산계획에는 0.243억 달러가 배정되었다. 2014-2015 예산은 전년도 대비하여 크게 변화된 점은 없으나, 다음의 3가지의 전략 기획에 따라 움직인다.

- Service Excellence: CTA는 고객만족을 위한 혁신과 우수성으로 인식되기 위하여 노력
- Regulatory Effectiveness: 국민의 니즈에 부합하고 국가 교통시스템의 경쟁력과 접근성을 향상시키기 위하여 제도적으로 개선
- High-Performance Organization: 본 부처는 기술력과 지식을 갖춘 직원에게 효과적이고 효율적인 시스템과 서비스를 지원할 것을 보증

Infrastructure Canada 부의 업무 성과 보고에는 향후 분야별 예산 분배 계획을 보여주고 있는데, 교통에 가장 큰 35%, 대중교통에 22% 등을 분배하고 있다. 여기서 교통은 철도, 항공,

항만, 파이프 수송 등을 포함하는 것으로 대중교통과는 구분하여 분류하고 있다.

Target Funding by Major Category*

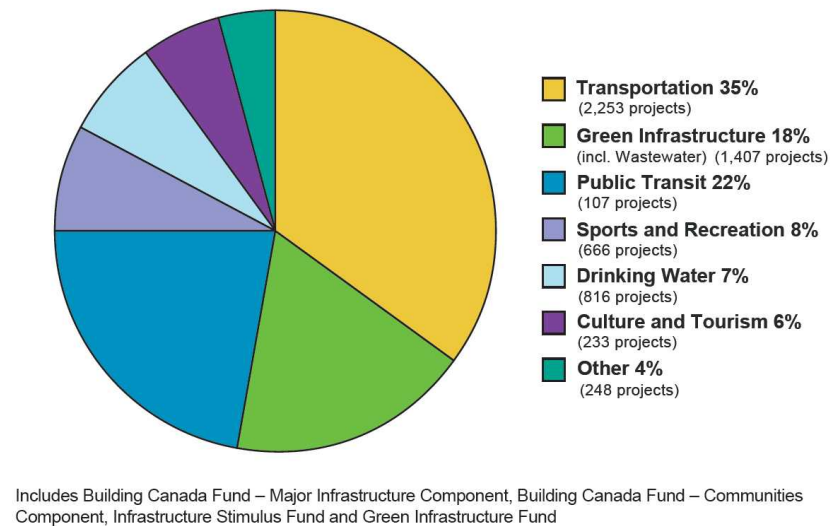


그림 2.21 캐나다 인프라 부서의 예산 배분 계획

시설물에 대한 주요한 예산 배정은 최종적으로 자산관리 위원회(인프라기술자문위원회, 자본인프라위원회 등)를 통해 이루어진다. 자산관리 위원회에서는 외부 이해당사자를 포함하여 투명성을 증진시키며, 장기 재무계획(Long Range Financial Plan)의 재정적 한계 내에서, 유지관리 및 우선조치대상 선정 등을 지원하는 관리 도구와 절차를 개발하고 수행한다. 또한 이를 감독하기 위해, 인프라청(Office of Infrastructure)이 창설하였으며, 각 시설물 성능을 평가할 수 있는 지표표를 통해 예산 분배시 활용하고 있다.

일본은 크고 작은 자연재해가 끊이지 않는 만큼, 대규모 지진재해 등 자연재해로 인한 국민의 생명과 재산을 보호하기 위하여 ‘자연재해에 강한 차세대 사회기반시설 정비’에 주력하고 있다. 캐나다나 호주와 같은 인프라를 위한 별도의 단체나 법안이 운영되고 있지는 않지만 종래의 사회기반시설과 ICT(Information Communication Technology) 인프라를 연계하여 시설물 정보의 통합 관리 및 운용이 가능하도록 ‘차세대 인프라’를 정비하여 고효율·고기능화를 진행하고 있다.

예를 들어 시설물의 노후도를 균열, 박락, 들뜸, 표면상태, 누수흔적, 이상체감, 중성화 등 세분화된 평가기준을 도입하여 명확하게 판단하고 이에 따라 각 지자체별로 예산 규모를 책정하고 있으며, 지방자치화가 체계적으로 정비되어 지자체 특성별로 유지관리가 적절하게 운영되고 있다.

(5) SOC시설물 대표 성능등급 산정 방안 제시 분야

미국, 영국, 호주 등에서는 사회기반시설 관리의 효율성 제고와 공공 및 정책 입안자를 위한 홍보를 도모하기 위하여 인프라 평가보고서를 발행하고 있다. 이들 국가중 예를 들어 미국의 경우 국가인프라개선위원회(National Council on Public Works Improvement, 이하 NCPWI)에서 1988년 최초로 인프라 평가보고서를 발행하였으며, NCPWI는 시설물군을 8개 분야(① 도로, ② 운송, ③ 공항, ④ 수자원, ⑤ 상수도, ⑥ 하수도, ⑦ 고형 폐기물, ⑧ 유해 폐기물)로 구분하고, 각 시설물군을 대상으로 현재 시설물의 물리적인 상태와 재정 조달 상태에 대한 평가를 수행

하였다. 1988년 NCPWI가 폐지된 후, 현재는 미국토목공학회가 이어 받아 인프라 평가보고서를 발행하고 있다. 캐나다의 인프라 평가보고서는 2012년 캐나다 인프라 평가보고서 프로젝트 운영 위원회에 의해 최초로 발행되었다. 프로젝트 운영위원회는 캐나다 건설협회, 캐나다 공공사업협회, 캐나다 토목공학회, 캐나다 지자체 연합으로 구성되었으며, 프로젝트를 주도하고 행정 지원 및 재정 조달을 담당한다. 자문위원단은 산·학·연·관이 공동으로 참여함으로써 평가의 신뢰도 및 중립성을 제고한다.

또한, 호주의 인프라 평가보고서는 엔지니어 전문가 집단인 호주엔지니어협회에 의해 발행되고 있다. 호주 인프라 평가보고서는 1999년, 2001년, 2005년, 2010년에 걸쳐 총 4회 발행된 바 있다. 호주 인프라 평가보고서는 글로벌 트렌드 및 사회적 이슈에 대해 국가 차원에서 어떻게 인프라 개발과 유지관리 업무를 수행해야 하는지 등의 향후 나아갈 방향을 제시하고 있다. 영국의 인프라 평가보고서는 영국 토목공학회에 의해 발행되고 있다. 현재까지 2003, 2004, 2005, 2006, 2010년에 발행되었으며, 권역별(잉글랜드 동부, 북서부, 북아일랜드, 스코틀랜드, 웨일즈 등)로 발행된 것까지 포함하면 거의 매년 발간된 것이다. 영국 인프라 평가보고서의 목표는 인프라 정책에 대한 적극적인 토론을 유도하고, 영국 인프라 및 제공 서비스를 개선시키기 위한 주의 및 환기를 위한 것이다. 남아공의 인프라 평가보고서는 남아공토목공학회에 의해 발행되고 있다. 보고서에 의하면 총 10개 분야(물, 위생시설, 폐기물시설, 도로, 공항, 항만, 철도, 전기, 건강시설, 학교)에 대해 평가가 실시된다. 2012년에는 정부에서 인프라 투자의 중요성을 인식하고, 인프라 관련 정책 결정을 위한 대통령 직속기구를 마련한 바도 있다.

위에서 검토된 바와 같이, 인프라 평가보고서는 국가 및 산업 차원에서 인프라 유지관리가 매우 중요하다는 사실을 인식한 것에서 시작했으며, 몇몇 국가들은 인프라 유지관리의 효율성을 제고하기 위하여 체계적인 관리 전략과 계획 수립이 가능한 기반을 마련하였다. 북미 지역의 미국과 캐나다, 영국을 위시한 호주, 남아프리카공화국의 영연방국가들은 1980년대 후반부터 최근까지 자국의 인프라를 평가하는 체계를 도입하여 운영하고 있다.

선진국의 건설산업계는 인프라 시설물의 집중적인 건설이 이루어진 이후, 적정한 유지관리 예산 확보에 많은 애로를 겪으면서 인프라 시설물에 대한 객관적인 평가 방법 개발이 우선적으로 필요하다고 판단하였다. 따라서, 인프라 관리 체계를 시설물의 유지관리에서 생성되는 정보가 기획 단계로 공급되고, 다시 예산과 조달로 이어지는 순환의 구조로 형성시켰다. 또한, 인프라 시설물을 건설하고 사용하는 다양한 이해 당사자가 참여하는 자문위원회가 구성되고, 이들이 인프라 평가보고서를 작성하는 전 과정에 참여하는 것은 다양한 관점과 시각을 반영할 뿐만 아니라 보고서 발간 후 평가 결과에 대한 부정적인 의견을 최소화할 수 있는 전략이다.

인프라 평가보고서는 국민의 삶에 직접적인 영향을 미치는 인프라에 대한 장기적인 발전 전략 및 비전을 제시하고, 이를 이행하기 위한 구체적인 방안들을 제시하고 있다. 국민과 정책 결정자에게 현재 인프라의 상태 및 재정조달 관련 정보를 제공하여 국가 인프라에 대한 관심과 의식을 고취하고 있으며, 국가 인프라를 경제적, 사회적, 환경적 관점에서 평가하고, 그 결과에 기반하여 향후 인프라 관련 정책의 방향을 제시하고 있고, 정부나 지자체와 같은 사회기반시설 건설 및 관리 주체들이 국가의 인프라 상태를 개선하기 위해 수행해야 할 역할을 제안하고 있다.



(a) 미국 (b) 캐나다 (c) 호주
 그림 2.22 각국의 인프라 평가보고서(예)

2.2 국내외 시장 현황

2.2.1 국내 시장 현황

(1) 시장 환경

“제2차 시설물의 안전 및 유지관리 기본계획(2008~2012)”에 근거하여 공공 관리주체를 대상으로 시설물 관리에 대한 투자실태조사를 실시한 바 있다(한국시설안전공단, 2010), 대상 시설물은 시특법 대상 1, 2종이며, 등급변화는 2000년부터 2008년의 6년 동안 점검·진단의 결과로 부여받은 최초 등급과 최근 등급의 차이를 의미한다(한국건설교통기술평가원, 2012).

시설물 유지·관리에 있어 가장 영향이 큰 변수인 경과연수 분포를 분석한 결과 관리주체별로 관리하고 있는 시설물의 특징이 다른 것으로 나타났다. 예를 들어, 도로교량 전체 시설물 중 54.1%가 경과연수 15년 이내로 나타났으며, 특히 국도유지와 도로공사 시설물 중 15년 이내 시설물 비중이 큰 것으로 나타났다.

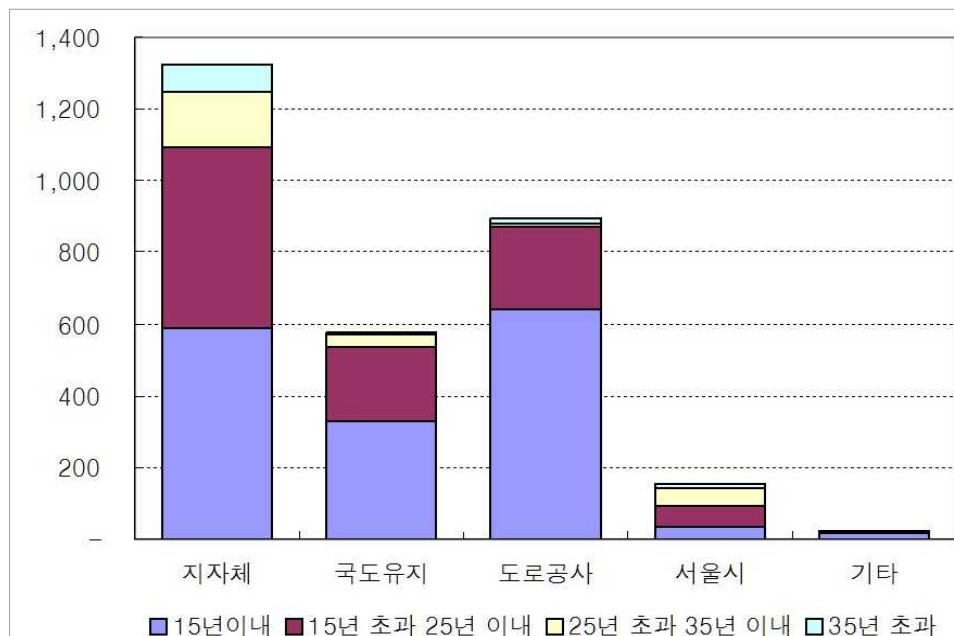


그림 2.23 관리주체별 도로교량의 경과연수 분포도

도로터널 전체 시설물 중 86.4%가 경과연수 15년 이내로 나타났으며, 특히 도로공사 시설물 중 15년 이내 시설물 비중이 큰(92.6%) 것으로 나타났다.

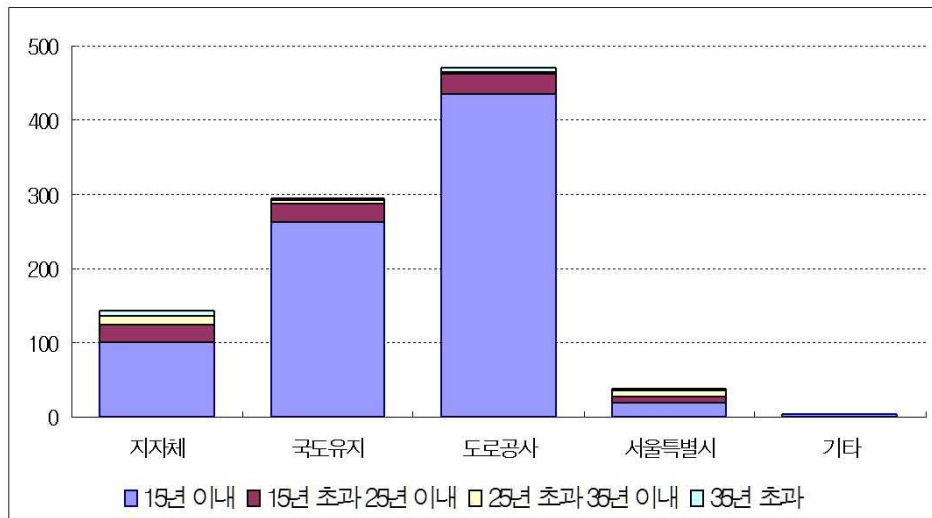


그림 2.24 관리주체별 도로터널의 경과연수 분포도

옹벽 시설물에 대한 경과연수 분포를 분석한 결과 철도공사의 경우 35년 이상된 노후화된 옹벽이 대부분인 반면, 나머지 관리주체는 15년 이하의 신규 옹벽 시설물이 대부분을 차지하는 것으로 분석되었다.

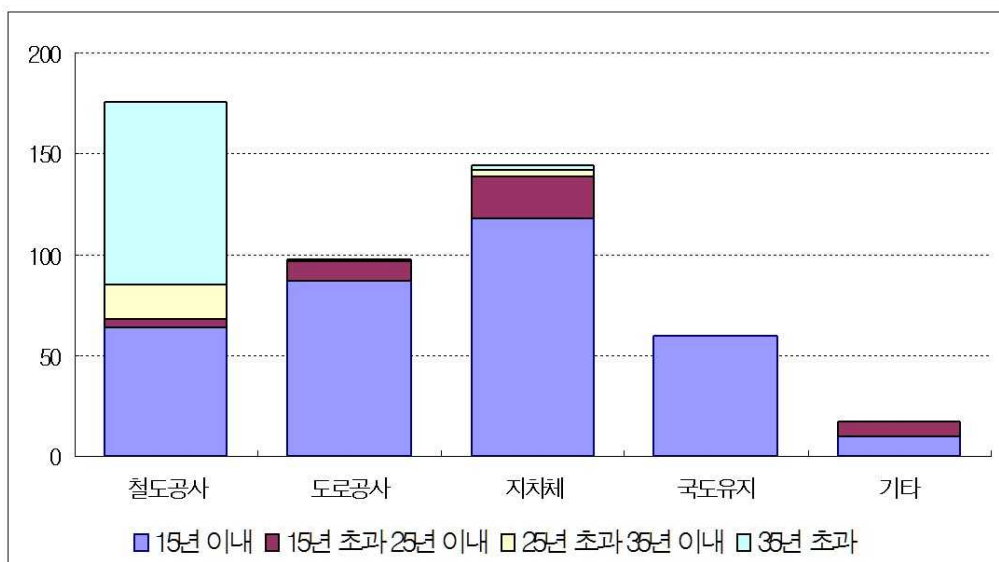


그림 2.25 관리주체별 옹벽의 경과연수 분포도

국토교통부 산하 관리주체의 경우 절토사면의 20%가 경과연수 15~25년에 해당, 타 관리주체와 비교했을 때 상대적으로 노후화된 시설물 비중이 높은 것으로 분석되었다.

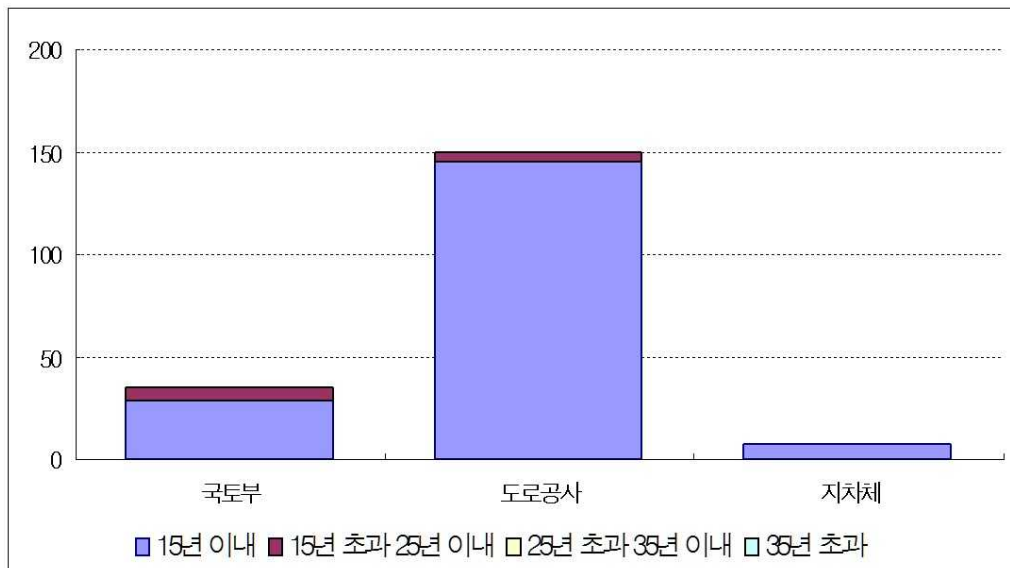


그림 2.26 관리주체별 절토사면의 경과연수 분포도

철도교량에 대한 경과연수 분포를 분석한 결과 철도공사와 서울시 지하철은 25년 이상의 노후화된 시설물의 비중이 높은 반면, 철도시설공단과 광역시 지하철의 경우는 15년 미만의 최근 시설물 비중이 높은 것으로 분석되었다.

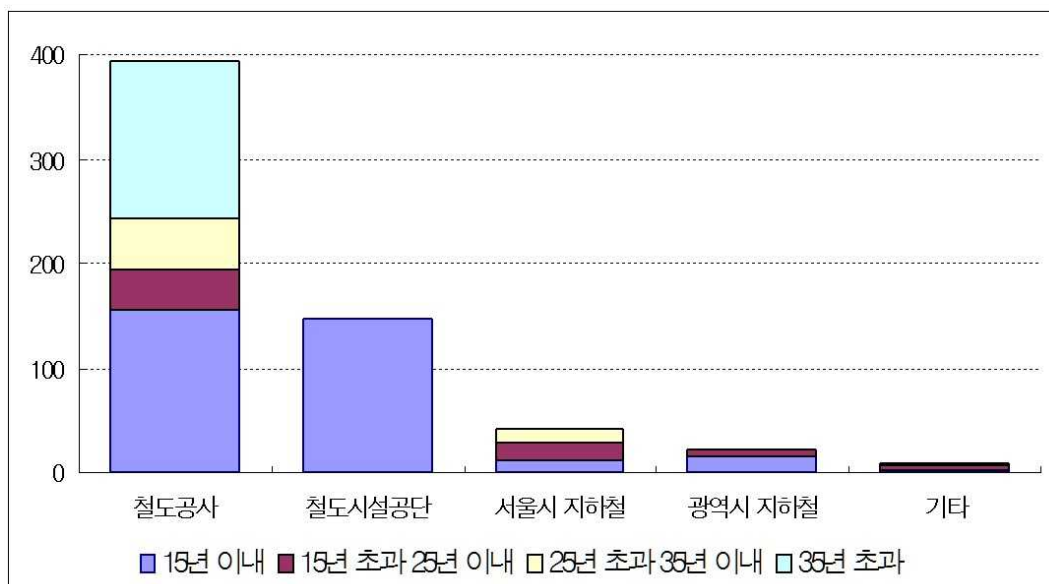


그림 2.27 관리주체별 철도교량의 경과연수 분포도

철도터널에 대한 경과연수 분포를 분석한 결과 철도공사와 서울시 지하철은 25년 이상의 노후화된 시설물의 비중이 높은 반면, 철도시설공단과 광역시 지하철의 경우는 15년 미만의 최근 시설물 비중이 높은 것으로 분석되었다.

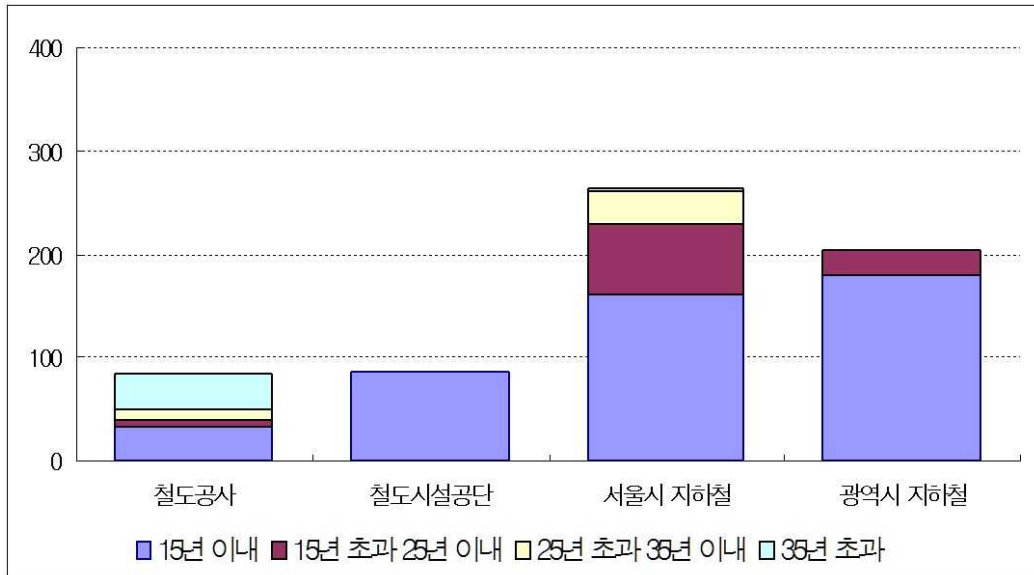


그림 2.28 관리주체별 철도터널의 경과연수 분포도

관리주체별 항만 시설물에 대한 경과연수 분포를 분석한 결과 15년 이내 건설된 신규 시설물이 대략 절반(59.6%) 정도인 것으로 나타났다.

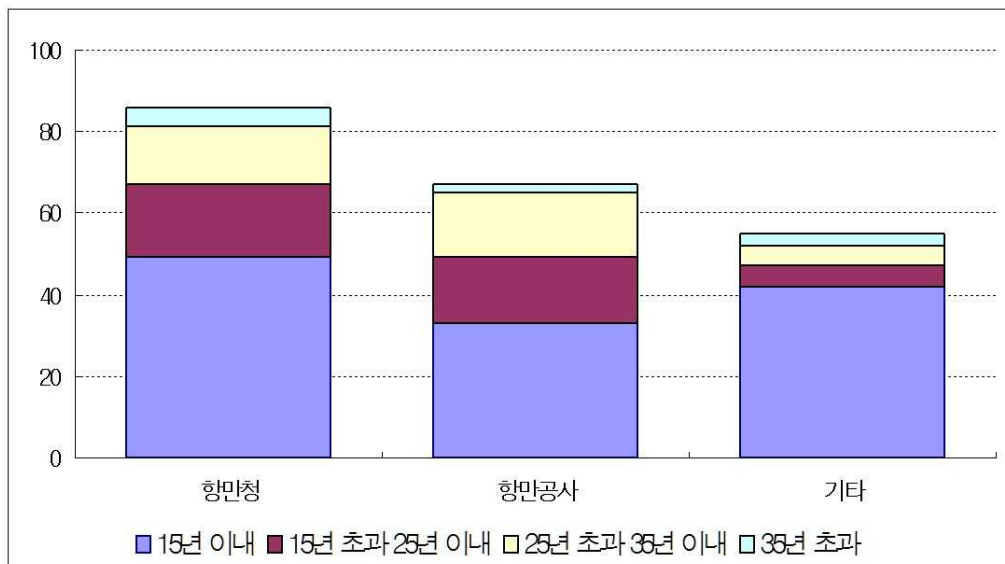


그림 2.29 관리주체별 항만의 경과연수 분포도

댐 시설물에 대한 경과연수 분포를 분석한 결과 35년 초과한 시설물이 45.7%로 가장 많은 비중을 차지하고 있다. 특히, 농어촌공사의 경우 노후된 시설물의 비중이 높은 것으로 분석되며, 수자원공사는 다른 관리주체에 비해 신규시설물 비중이 높은 것으로 분석되었다.

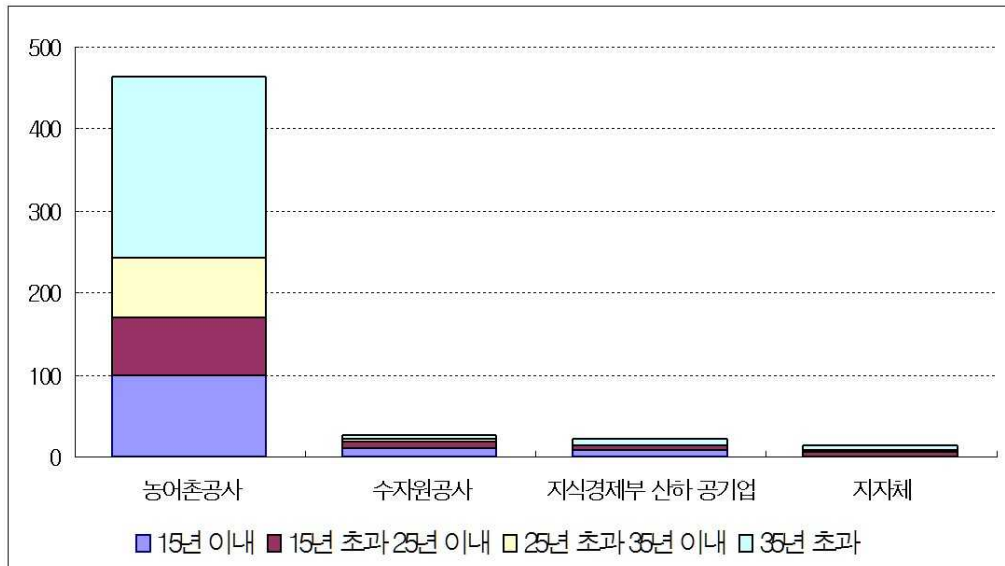


그림 2.30 관리주체별 댐의 경과연수 분포도

하천 시설물에 대한 경과연수 분포를 분석한 결과 15년 이내의 신규시설물 비중이 42.0%로 가장 높으며, 다음으로 15~25년 시설물(26.4%)의 비중이 높은 것으로 분석되었다.

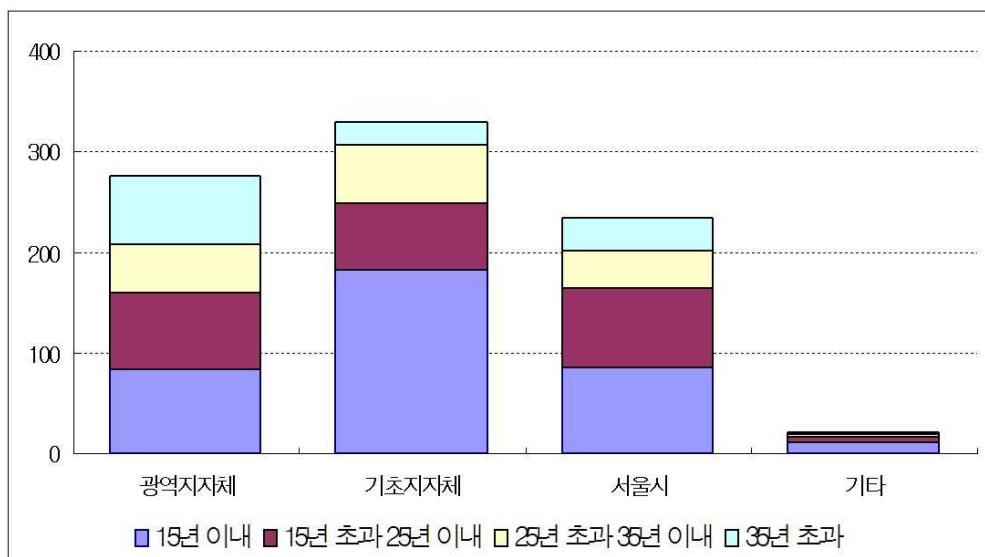


그림 2.31 관리주체별 하천 시설물의 경과연수 분포도

관리주체별 수도 시설물에 대한 경과연수 분포를 분석한 결과 15년 이내의 신규시설물 비중이 44.9%로 가장 높으며, 다음으로 15~25년 시설물(30.7%)의 비중이 높은 것으로 분석되었다.

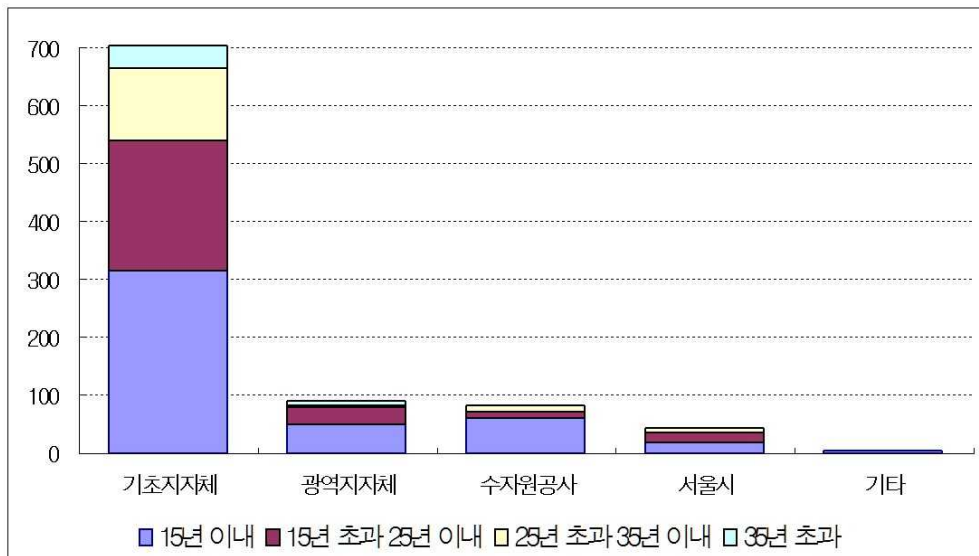


그림 2.32 관리주체별 수도 시설물의 경과연수 분포도

공공하수처리 시설물에 대한 경과연수 분포를 분석한 결과 공공하수처리 시설물의 경우 26년 이상의 시설물은 없으며, 15년 이내 시설물이 대부분(93.9%)인 것으로 분석되었다.

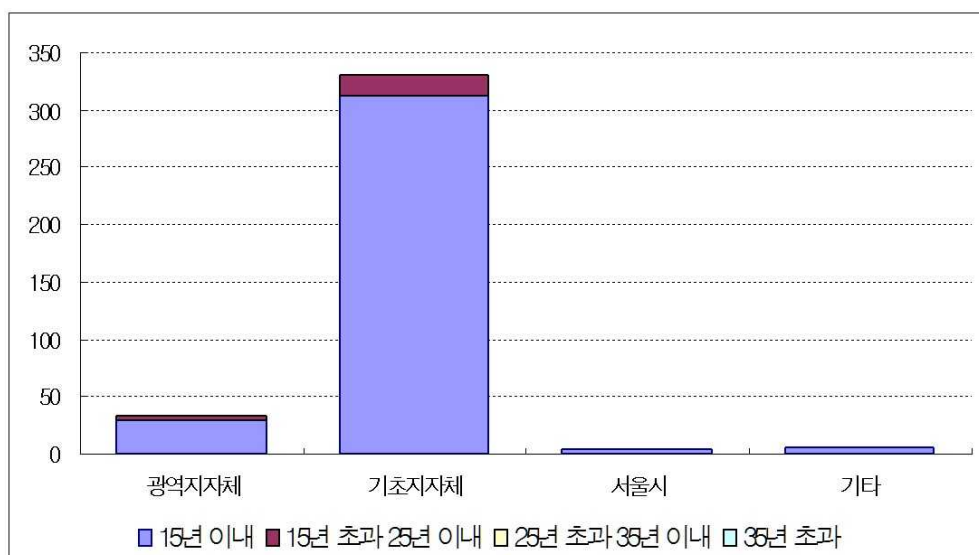


그림 2.33 관리주체별 공공하수처리 시설물의 경과연수 분포도

건축물에 대한 경과연수 분포를 분석한 결과 건축물의 경우 15년 이내 건축물 비중이 57.3%를 차지하고 있으며 15~25년 건축물이 30.2%의 비중을 차지하여, 대부분의 건축물이 경과연수가 25년 이내인 것으로 분석되었다.

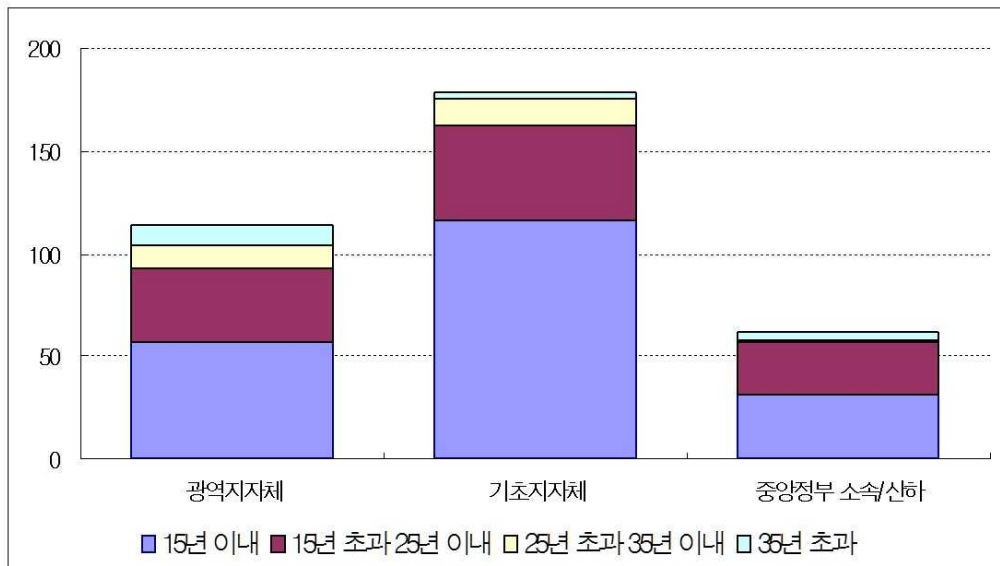


그림 2.34 관리주체별 건축물의 경과연수 분포도

(2) SOC시설물 안전 및 유지관리 시장

국가 주요사업의 분야별 중장기재정소요분석에 따르면, 2009년에서 2018년까지 약 90조 1,100억 원이 SOC 분야 중장기 소요 재정으로 예상되고 있다(국회예산정책처, 2011). 이중 약 94%가 도로, 철도 등 교통 및 물류 분야에 치중되어 있으며, 수자원 및 산업단지 등의 지역개발 분야의 경우 약 6% 정도로 추정된다. 2010회계연도 결산 부처별 분석 결과, 2011년도 SOC 부문 예산의 경우 약 25조 1,106억 원 정도로, 도로, 철도, 해운·항만, 항공·공항, 수자원 등 교통 및 물류 분야 80%, 나머지 분야 20% 정도가 투입되었다(국회예산정책처, 2009).

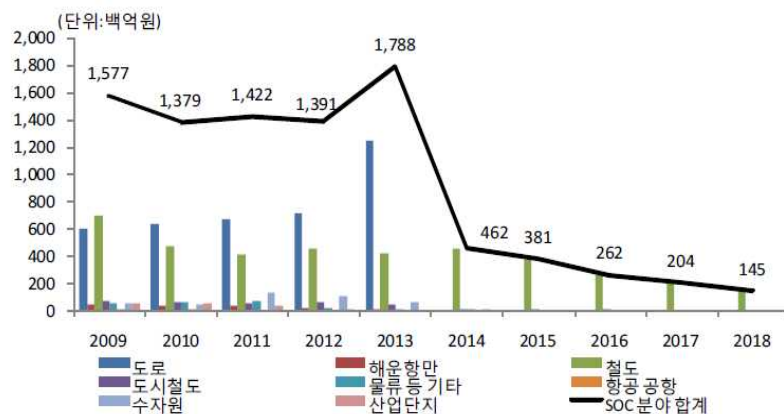


그림 2.35 SOC분야 총사업비 예상액(국회예산정책처, 2009)

국가 SOC시설물 유지관리 예산 규모를 검토해 보면, SOC시설물의 경우 대략 1,800조 원에 달하며, 유지관리투자의 경우 시설물 자산가치 대비 0.3%, 신규 건설 대비 8% 정도로, 선진국의 1/3 가량으로 추정된다. 또한, 국토해양부 자료에 의하면, 2004년부터 2008년까지 5년간 도로부문 평균투자액의 경우 약 7조 6천억 원이며, 유지보수 및 관리에 약 10% 수준인 평균 7,691억 원이 투자되었다.



그림 2.36 도로 투자현황 및 도로관리 비교(국토해양부, 2010)

현재 국내 도로의 유지보수비는 도로법 제23조, 제87조 및 도로의 유지보수 등에 관한 규칙 제3조에 의거 각 도로관리청으로부터 도로 현황자료를 제출 받아 작성되고 있다. 이에 의하면, 2014년 도로 유지보수비는 2.3조원 규모로 일반국도, 특별 및 광역시도, 그리고 고속국도 순으로 높은 비용을 지출하고 있는 것으로 나타났으며, 고속국도가 도로 유지보수비의 14%인 3,234억원을, 일반국도가 35.7%인 8,210억원을 각각 집행한 것으로 분석되었다. 또한, 특별 및 광역시도는 도로 유지보수비의 18.7%인 4,309억원을, 지방도, 시도, 군도의 유지보수비는 전체 도로 유지보수비의 각각 10.5%, 14.6%, 6.4%를 차지하고 있다.

도로 유지보수비는 1994년 성수대교 붕괴 사고 이후에 ‘시설물 안전관리에 관한 특별법’을 제정 1, 2종 시설물에 대한 안전관리를 강화하면서 유지보수 예산이 1993년 4,707억원에서 1995년 9,343억원으로 급격히 증가하였고, 2014년에는 2.3조원으로 약 2조원 가까이 증가된 것으로 나타났다. 도로 투자비 대비 도로 유지보수비의 비중을 검토해 보면, 성수대교 사고가 있기 전 1991~1994년까지는 대략 20% 미만 수준이었으나, 1995년 27.7%로 급격히 상승한 이후 등락을 반복하다가 2010년 ~ 2014년까지 최근 5년간 평균 비중은 약 28.8%를 차지하고 있는 것으로 분석되었다. 향후 SOC 예산 감소로 신규 투자가 감소한다면, 이 비중은 점차적으로 증가할 것으로 예상되고 있다.

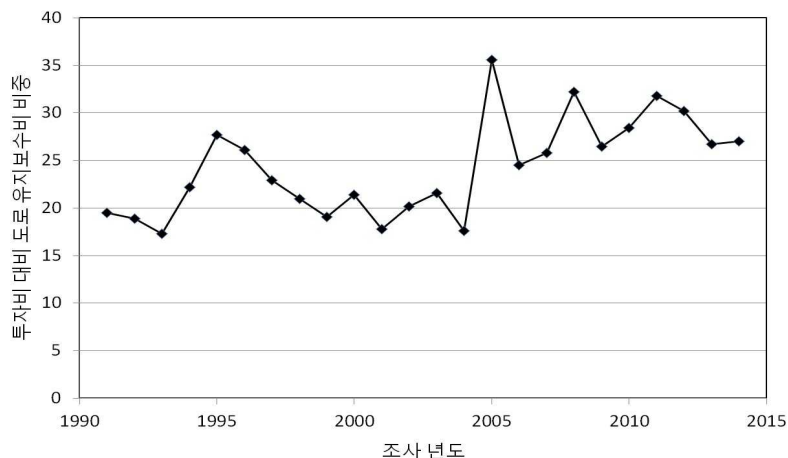


그림 2.37 도로 투자비 대비 유지보수비 비중(국토교통부, 2015)

철도 유지보수비는 2009년 1.2조원 규모를 나타냈으며, 2014년에는 1.35조원으로 5년 간 대략 12.5%의 증가 추세를 보였다. 일반철도는 2009년 5,391억원에서 2014년 6,196억원으로 4.5% 증가하였고, 고속철도는 788억원에서 1,474억원으로 87.1% 증가, 도시철도는 5,295억원에서 5,844억원으로 10.4% 증가하였다. 철도 부문의 투자 대비 유지보수비 비중은 전체 철도 투자를 기준으로 할 경우 대략 20%인 것으로 분석되고 있다. 단, 도시철도 부문의 국고 투자 금액의 비중이 낮기 때문에 일반 및 고속철도 위주로 유지보수 투자 비중을 재계산하면 약 12~17% 정도이다. 철도 시설물의 경우 최근 들어와 신규투자가 증가한 영향으로 인하여 유지보수 투자 비중은 2010년을 정점으로 점차 낮아지는 추세를 보이고 있다.

표 2.14 철도 유지보수비 현황

구분	2009	2010	2011	2012	2013	2014
일반철도	593.1	619.4	613.7	601.6	601.4	619.6
고속철도	78.8	96.6	108.9	138.0	143.7	147.4
도시철도	529.5	519.2	433.9	491.9	531.5	584.4
합계	1,024.4	1,235.2	1,156.5	1,231.5	1,276.6	1,351.4

2014년 일반철도와 고속철도의 유지관리 예산은 7,670억원이며, 이 중 일상적인 유지관리 예산을 제외한 실제 선로시설물, 부대시설 등의 개량을 위해 소요된 예산은 3,049억원으로 추산되었다. 예산 추세를 검토해 보면, 2010년 1,211억원에서 점차 증가하여 2015년에는 4,691억원을 기록하였다. 실제로 노후된 철도 시설물을 개량하는 데 소요되는 비용은 점차 증가하고 있는 것으로 분석되며, 세부적으로 전기설비, 재해 예방시설, 선로시설과 건축물 개량의 예산이 높은 비중을 차지하고 있다. 일반철도의 경우는 시설물 개량 관련 예산규모 상승이 고속철도 보다 높으며, 전기설비, 재해 예방시설, 그리고 선로시설과 건축물 개량의 순으로 높은 비중을 차지하고 있는 것으로 분석되었다.

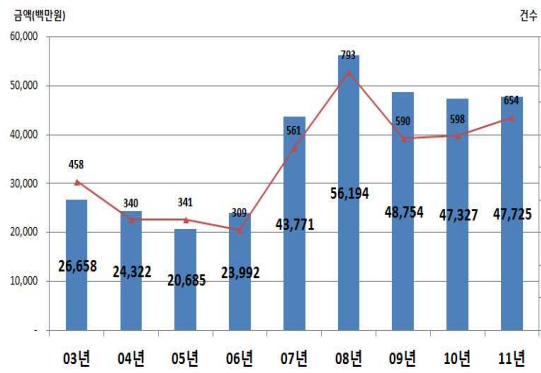
표 2.15 철도 시설물 개량 비용(일상 유지보수 제외, 단위: 십억원/%)

구분	2010년	2011년	2012년	2013년	2014년	2015년	합계
(1) 고속철도 교량	0.0	0.0	40.0	48.8	45.0	50.0	183.8
- 전기설비	0.0	0.0	30.2	32.2	21.0	19.3	102.7
- 건축물 개량	0.0	0.0	9.8	14.6	22.5	28.2	75.1
- 하자 관리	0.0	0.0	0.0	2.0	1.5	2.5	6.0
(2) 일반철도 교량	121.1	133.3	190.0	284.2	259.9	419.1	1,407.6
- 전기설비	16.0	10.8	18.9	57.7	41.3	86.0	230.7
- 재해예방시설	18.6	39.5	28.5	29.9	41.3	69.7	227.5
- 선로시설	0.0	0.0	20.8	40.9	29.1	54.8	145.6
- 건축물 개량	24.2	7.8	11.8	31.1	25.6	39.1	139.6

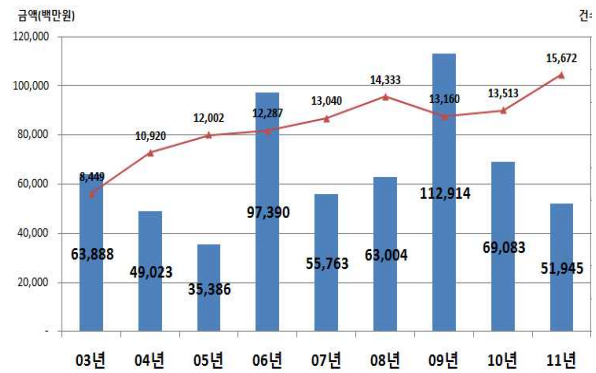
- 승강장 안전시설	0.0	11.1	7.4	26.7	29.6	42.9	117.7
- 내진 보강	4.6	4.0	23.6	24.1	16.7	14.7	87.7
- 소방시설	12.0	9.5	20.3	8.0	14.1	21.8	85.7
- 기타	45.7	50.6	58.7	65.8	62.2	90.1	373.1
합계 (1) + (2)	121.1	133.3	230.0	333.0	304.9	469.1	1,591.4
예산 비중	16.9	18.4	31.1	44.7	39.8	-	-

안전점검 및 정밀안전진단 시장 규모를 조사한 결과, 최근 10년간 시장 규모가 1,000억 원에 머물고 있는 보합 추세가 지속되고 있어, 안전진단시장은 양적으로 더 이상 성장하지 않는 한계상황에 진입하고 있는 것으로 나타났다(2008년 1,200억 원, 2009년 1,600억 원, 2010년 1,160억 원, 2011년 996억 원). 이와 같은 상황에서도 안전진단전문기관은 매년 증가하고 있어서 2008년 387개, 2009년 430개, 2010년 473개, 2011년 528개 등이다. 이중 130개사는 수주실적이 없고, 상위 22개사가 전체의 50% 이상을 수주하고 있는 것으로 나타났다.

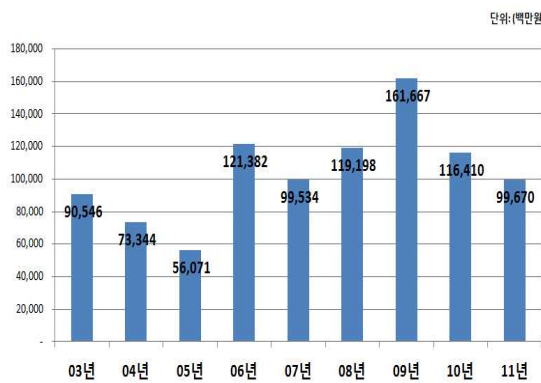
안전진단전문기관 중 일부가 동남아, 중동 등 해외시장 진출을 모색하고는 있으나, 시장개척 비용 등 현실상 많은 어려움에 직면하고 있는 상황이다. 이와 같은 상황에 대한 검토 결과, 시설물 유지관리 시장의 규모와 업체는 지속적으로 증가하고 있으나, 과학적 유지관리 기법의 적용 등 질적 성장을 위한 노력은 미흡한 것이 하나의 원인으로 추정할 수 있다(시장 규모: (2001) 1.0조 원 → (2010) 2.8조 원, 업체 수: (2001) 1,982개 → (2010) 4,056개).



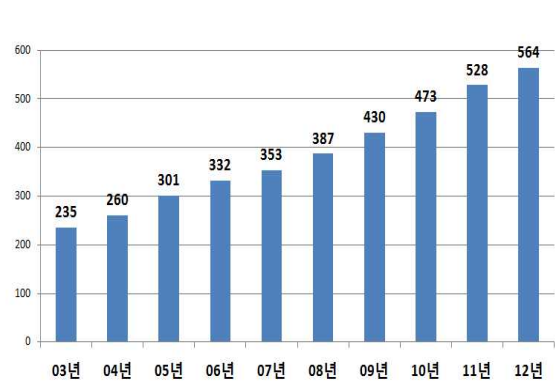
(a) 정밀안전진단 건수 및 금액



(b) 정밀점검 건수 및 금액

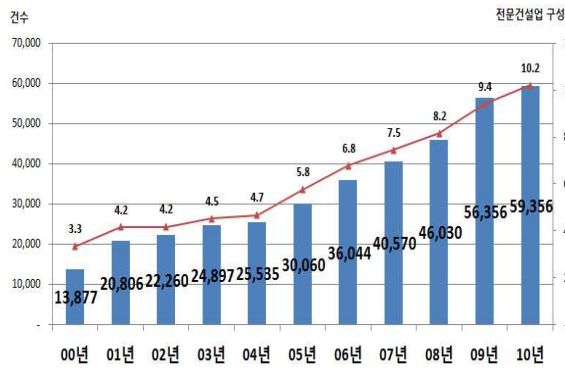


(c) 정밀점검 및 정밀안전진단 금액

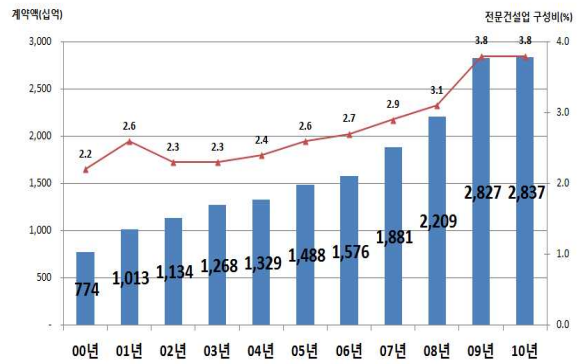


(d) 안전진단전문기관

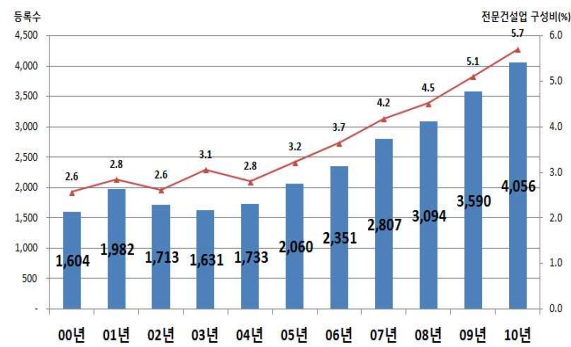
그림 2.38 안전점검 및 정밀안전진단 시장현황(한국시설안전공단, 2012)



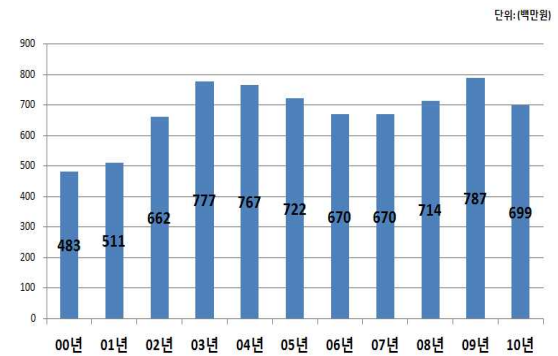
(a) 시설물 유지·보수공사 연간 건수



(b) 시설물 유지·보수공사 연간 시장 규모(계약금액)



(c) 시설물 유지관리업체 등록수



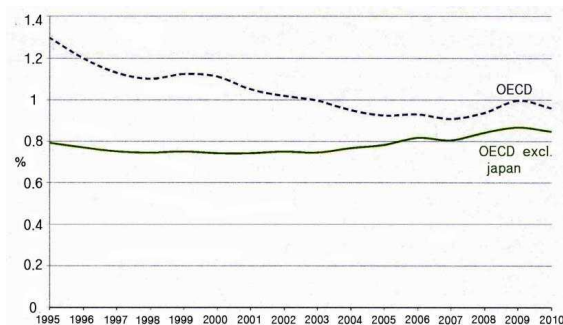
(d) 시설물 유지관리업체당 계약금액

그림 2.39 시설물 유지관리 시장 현황

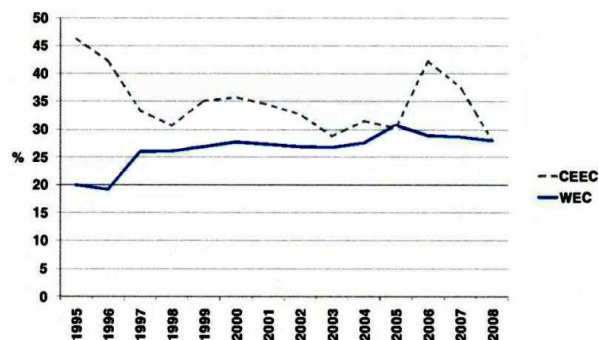
2.2.2 국외 시장 현황

(1) 유지관리 투자규모 및 진단기술 시장

국내·외 SOC(교통 분야) 유지·보수 투자 현황을 검토해 보면, OECD 회원국은 GDP의 약 0.3%를 SOC(교통)의 유지·보수로 투자하고 있는 것으로 나타났다. 서유럽의 예를 조사해 보면, 신규건설에 0.7%, 유지보수에 0.3%로 GDP의 약 1%를 SOC 분야에 투자하고 있음을 알 수 있다.



(a) SOC 투자(% of GDP)



(b) SOC 투자 중 유지·보수의 비중

그림 2.40 OECD 회원국의 SOC(교통) 유지·보수 투자 추이(1995~2010년);

CEEC: 중앙 및 동유럽 국가, WEC: 서유럽 국가(OECD International Transport Forum, 2012)

개발도상국의 경우 GDP의 1.8%를 SOC(교통)의 유지·보수로 투자하고 있다. 전체로 보면 신규건설 분야에 0.5%, 유지보수 분야에 1.8%로서 GDP의 2.3%에 해당하는 예산을 SOC에 투자하고 있다.

표 2.16 개발도상국의 SOC(교통) 유지·보수 투자 추정(2008~2015년)

지역별 SOC투자(GDP의 %)						형태별 SOC 투자 (GDP의 %)		전체 (GDP의 %)
동아시아	동유럽	라틴아메리카	북아프리카	남아시아	남아프리카	신규건설	유지보수	
1.7	3.1	1.5	3.0	4.0	3.0	0.5	1.8	2.3

(European Investment Bank, 2010)

이에 비해 한국은 GDP의 0.26%를 SOC(교통)의 유지·보수로 투자하고 있는 것으로 나타났다. 전체로 보면 신규건설 분야에 0.85%, 유지·보수 분야에 0.26%로서 이는 GDP의 1.11%에 해당하는 예산이다. 표 2.2.16는 우리나라 교통분야의 유지보수 투자 규모를 나타낸 것이다.

표 2.17 우리나라의 SOC(교통) 유지·보수 투자 추정(2008~2015년)

구분	GDP	도로			철도			합계		
		신규 건설	유지 보수	전체	신규 건설	유지 보수	전체	신규 건설	유지 보수	전체
투자액(조원)	1,173	5.60	2.21	7.81	4.40	0.81	5.21	10.00	3.02	13.02
GDP의 %	100.00	0.48	0.19	0.67	0.38	0.07	0.44	0.85	0.26	1.11

※ 전 체: 국회예산정책처, 2010년도 SOC 예산 및 국가재정운용계획(안) 참조

유지보수: 국토해양부의 2010 도로보수현황, 한국철도공사 연도별 시설업무자료(고속철 포함), 서울메트로, 서울도시철도공사, 대전·대구·광주·부산 도시철도공사 경영공시 자료 참조

신규건설: 전체 투자액에서 유지·보수 투자액을 차감한 금액

한국건설산업연구원의 건설산업동향 리포트에 따르면, 세계 건설시장의 총 규모는 2007년 1월 기준으로 약 4조 5천억 달러로 추산되며, 연 평균 5~6%의 성장세가 당분간 지속될 것이라고 전망되고 있다. 선진국은 이미 사회기반 시설물에 투자된 규모가 막대하고 대체로 사회가 안정기에 들어서 있으므로, 시설물의 노후화 및 재난에 대응하는 유지관리에 많은 투자가 진행되고 있다. 예를 들어, 일본의 경우 지난 10년간 건설시장의 규모가 10% 정도 감소하였으나 유지관리 관련 시장은 20% 가량 증가하고 있는 것으로 나타났다. 일본을 제외한 아시아권 국가들에서는 2000년 기준으로 2016년까지 평균 5.5배까지 성장할 것으로 전망되고 있다.

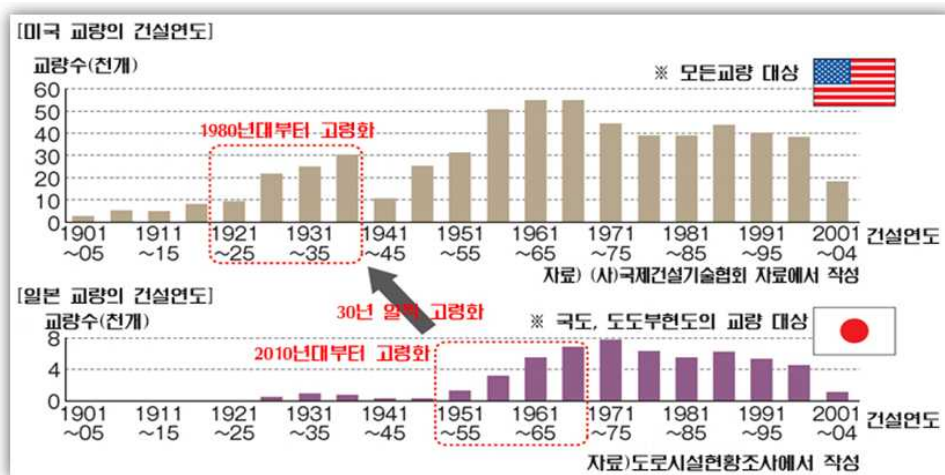


그림 2.41 미국과 일본 교량 노후화현황(일본 국토교통백서, 2006)

미국 토목학회가 발표한 인프라 평가 보고서(Report Card)에 의하면, 2001년 당시 연간 필요 예산은 약 2,600억 달러였으나, 2013년 보고서에서는 173% 증가된 약 4,500억 달러가 매년 투자되어야 한다고 보고되고 있다. 미국의 경우 이미 2003년부터 교통 및 수자원 인프라의 운영 및 관리예산이 신규건설 예산을 초과하기 시작하였다. 예로서, 2003년부터 2014년까지 신규건설 예산은 23% 감소한 반면, 운영 및 관리예산은 6% 증가하였다. 교통시설의 노후화가 진행될수록

주정부의 운영 및 관리 예산의 비중이 더 높아질 것으로 전망되고 있으며, 2030년까지 도로부문은 연평균 1,459억 달러의 예산이, 대중교통부문은 연평균 245억 달러 규모의 유지보수 비용이 소요될 것으로 보고 있다(한국교통연구원, 2015).

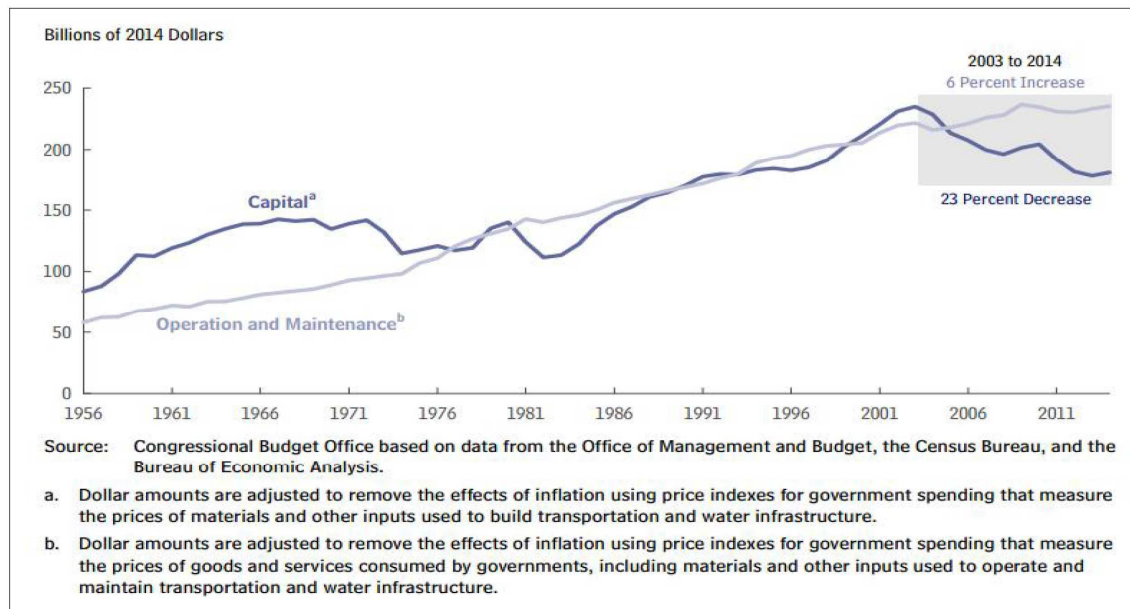


그림 2.42 미국 교통 및 수자원 인프라 공공지출 추이(~2014년)

미국 시설물 신규투자 및 운영비 추이를 살펴보면 신규투자 보다 운영 및 유지관리에 소요되는 지출의 비중이 대략 53~58%를 차지하고 있는 것으로 분석되고 있다. 도로 예산만 보면 1995년 운영 및 유지관리 항목이 50%를 넘어섰으며, 2000년 이후부터는 대략 신규예산과 운영 및 유지보수 예산이 5:5에서 5.5:4.5 정도의 비율을 유지하고 있는 것으로 나타나고 있다(한국건설산업연구원, 2016).

표 2.18 미국 시설물 신규투자 및 운영비 추이(단위: 억 달러, %)(US BTS, 2014)

구분		1995년	2000년	2005년	2009년	2010년	2012년
모든 시설	계	1,430	1,864	2,445	3,108	3,173	3,198
	자본지출(신규)	602	863	1,048	1,356	1,459	1,388
	운영 및 유지관리	828	1,002	1,397	1,753	1,714	1,811
	운영 및 유지관리 비율	57.9	53.7	57.1	56.4	54.0	56.6
도로	계	900.8	1199.1	1473.4	1930.2	2035.6	2062.5
	자본지출(신규)	447.6	628.9	751.3	1017.5	1131.2	1101.9
	운영 및 유지관리	453.2	570.2	722.0	912.7	904.5	960.6
	운영 및 유지관리 비율	50.3	47.6	49.0	47.3	44.4	46.6

표 2.19 미국 시설물 투자규모 추이(GDP 대비 비중, 단위: %)

구분	2006년	2007년	2008년	2009년	2010년	2011년	2012년
시설물 투자 및 운영	1.8	1.9	2.0	2.2	2.1	2.0	2.0
시설물 운영 및 유지보수	1.1	1.1	1.2	1.2	1.1	1.1	1.1
공공예산 (중앙정부)	19.1	19.0	20.3	24.4	23.0	22.9	21.8
SOC 예산 (중앙정부)	1.0	0.7	0.7	0.8	0.8	0.8	0.8

일본의 인프라 장수명화계획(2014~2020년)은 개별 시설물별 장수명화계획을 단계적으로 수립하는 것으로, 개별 시설계획 중 도로 시설물에 적용할 새로운 법령과 기준 및 매뉴얼이 2014년에 개발 및 운용되고 있으며, 국토교통성은 이를 5년마다 개정할 계획을 세우고 있다. 강화된 노후 인프라 정책으로 인하여 고베시의 경우 도로 예산 부족에 따라 법으로 규정한 5년 주기의 점검 및 보수를 제대로 시행할 수 없었으나, 2014년 이후 지자체 인프라 시설물의 점검 및 성능개선에 필요한 소요 예산의 55%를 중앙정부가 지원함에 따라 이를 본격적으로 시행하게 되었다. 일본이 2013년도 인프라 노후화에 대응하기 위해 사용한 유지관리 및 갱신 비용은 약 3.6조 엔 정도이다. 전체 SOC 예산이 10.1조 엔인 것을 감안하면, SOC 예산의 35% 정도 수준을 노후 인프라와 관련된 비용으로 소요한 것이다. 또한, 같은 해 GDP가 480조 엔인 것을 감안하면 대략 GDP 대비 0.7% 수준의 금액을 인프라 노후화에 대응한 유지관리 및 갱신 비용으로 사용한 것이다. 한편, 일본 정부는 이 비용이 2023년에 4.3조 ~ 5.1조 엔 수준으로, 2033년에는 4.6조 ~ 5.5조 엔으로 크게 증가할 것으로 전망하고 있다.

표 2.20 일본의 장래 유지관리 및 갱신 비용 추계(단위: 조 엔, %)

구분	2013년	2023년	2033년
유지관리 및 갱신 비용	3.6	4.3 ~ 5.1	4.6 ~ 5.5
GDP 대비 비중	0.75	-	-

표 2.21 일본 SOC 예산 및 GDP 대비 비중 추이

구분	2009년	2010년	2011년	2012년	2013년
SOC 예산	10.1	9.3	9.1	9.1	10.1
GDP 대비 SOC 예산 비중	2.1	1.9	1.9	1.9	2.1

세계 비파괴 검사 시장의 경우 장치·기기시장과 용역시장으로 나뉘며, 2008년 약 27.77억 달러 수준이던 세계 비파괴검사 장치 및 기기 시장은 6.0%의 연평균 성장률로 향후 5년 후인 2013년까지 성장하여 약 37.17억 달러 수준으로 성장할 것이 예측되었다. 일본 야노경제연구소에 의하면, 비파괴검사 기술 선진국인 일본의 경우에도 향후 2015년까지의 관련 시장 성장률을 2008년까지의 연평균 성장률인 4%보다 다소 낮은 3% 수준으로 전망하였다. 일본 공업회가 산

출한 비파괴 검사 산업분류로는 토목·건축 분야가 19%로 가장 크며, 그 비중이 점차 증가하고 있으며, 석유화학이 18%, 전력 연관이 12%, 원자력이 10% 정도 차지하는 것으로 나타났다.



자료 : “비파괴검사시장의 현황과 장래 전망”, 야노경제연구소(2006 참고로 재구성)

그림 2.43 일본 비파괴검사 장치 및 기기의 시장 규모



자료 : “비파괴검사기술 진흥계획”, 교육과학기술부 외(2006.12, 참고로 재구성)

그림 2.44 세계 비파괴검사 장치 및 기기의 시장 규모

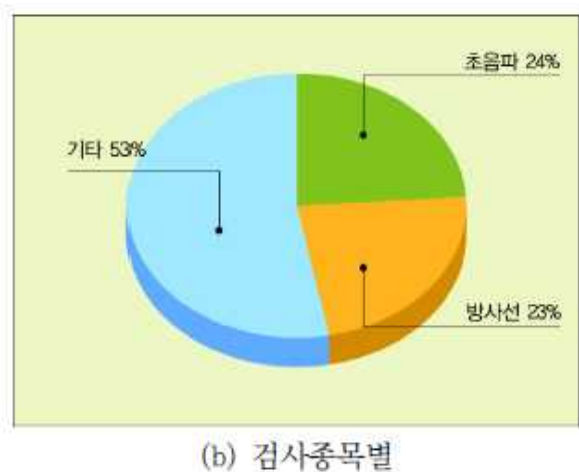
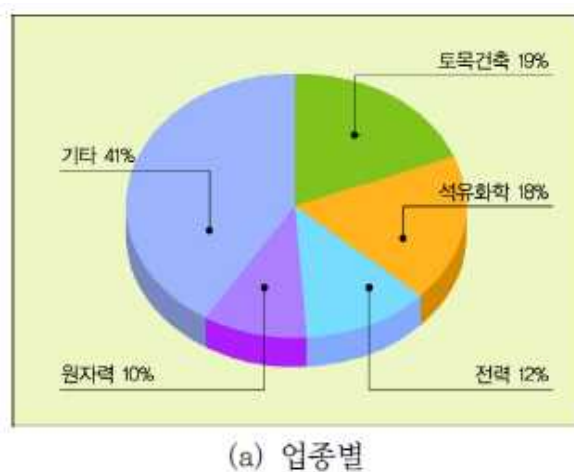


그림 2.45 일본 비파괴검사 시장 구분

미국의 비파괴검사기기 시장은 2005년 2.2억 달러의 시장 규모를 형성한 이래 2006~2011년 평균 5.1%의 성장을 보이면서 2011년 3.1억 달러의 시장을 형성할 것으로 예측된바 있다 (BCC, 2006). 비파괴검사 장치·기기를 활용하는 기술용역을 포함한 부가가치 생산액도 장치 및 기기 시장 성장과 비례적으로 성장하여 2013년에는 연간 150억 달러를 상회하는 것으로 전망된 바 있다. Frost & Sullivan에 따르면 검사 타입에 따른 매출비중 변화는 커다란 변화가 없이 2012년까지 지속될 것으로 보았는데, 2012년을 기준으로 할 때 초음파 방식의 경우 26.9%, X-ray의 경우 25.8% 정도의 점유를 예측한 바 있다.

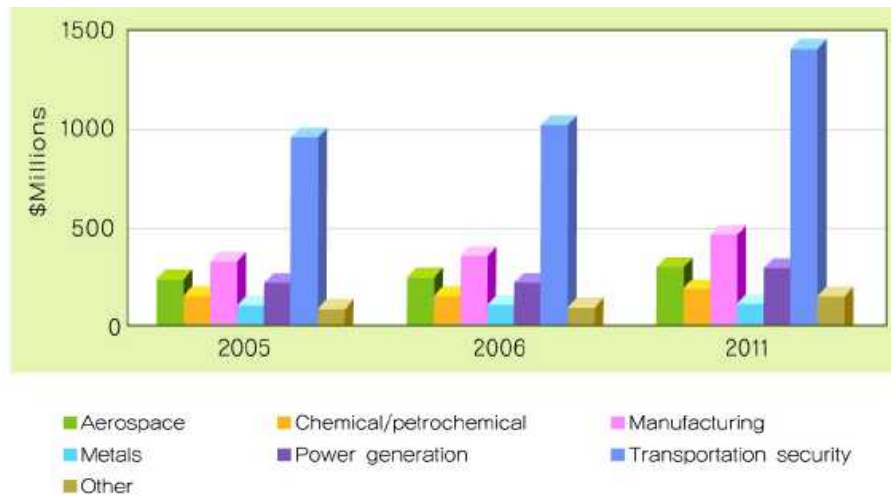


그림 2.46 미국 비파괴검사 기기의 시장

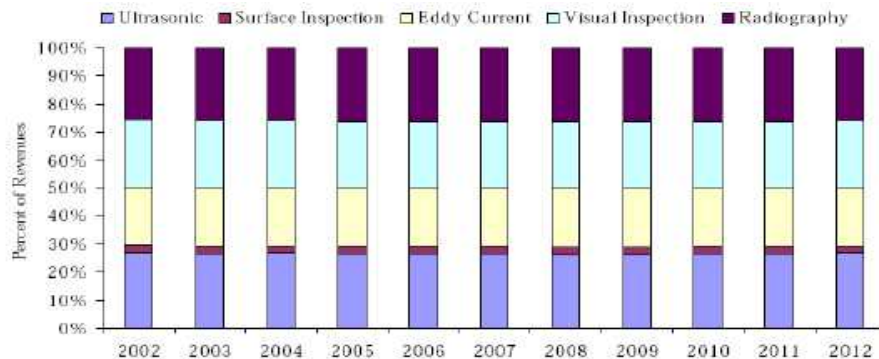


그림 2.47 세계 비파괴검사 타입에 따른 매출 비중 변화

전반적으로 사회가 안정화된 유럽의 경우 주요 15개국의 리모델링 시장 규모는 1997년 2천 5백10억 유로로 추정되며 전체 건설시장에서 차지하는 비중은 평균 35%에 이르고 있는 것으로 나타났다. 리모델링 사업의 경우 유럽지역에서 매우 중요한 건설사업의 한 영역으로 서유럽 국가의 경우 90년대에도 리모델링 시장의 규모는 지속 상승한 바 있다. 전체 건설시장에서 리모델링이 차지하는 비중은 15개국 평균으로 1992년의 33.2%에서 2000년도 35.7%로 상승하였다.

(2) 유지관리 예산 및 의사결정에 대한 동향

시설물 노후화가 진행된 선진국들은 우리나라와는 예산의 요청과 배정이 다른 순서를 갖는데, 지자체는 물론이고 정부부처별로 예산 운용이 독립적으로 운영되며 예산 운영에 실패를 하면 파산도 할 수 있다. 부처나 지자체 재정의 파산은 정치적으로 치명적인 결과를 낳기 때문에 정부와 지자체는 건전한 예산 유지를 위한 충분한 동기가 있다.

국내의 경우 주어진 예산을 사용할 수가 없기 때문에 근본적으로 파산이 불가능한 형태를 갖는다. 즉, 국내의 경우 부처 및 지자체는 예산의 확보가 중요하고 일단 확보된 예산은 최대한 소진을 하는 것이 일반적이다. 즉, 차년도 예산 확보에 연계되어 있기 때문에 예산 절약이라는 동기 부여가 충분하지 않은 반면, 독립적 예산을 계획하고 운영하는 선진국의 예산 체계 방식은 예산 절약에 대한 이유가 매우 높다는 점이 국내 여건과 큰 차이점이다.

표 2.22 국내외 시설물 예산 배분 방식 차이점

구분	우리나라	미국, 호주 등 영연방 국가
차이점	- 정부가 부처별 지자체별 예산 배정 - 배정 받은 비용 이상 지출 불가능함	- 지자체별, 부처별 독립적 예산 운영 - 필요한 부분에 우선적으로 집행을 하고 차후 보전 받을 수 있음
특징	- 예산의 효율적, 신속 집행을 목표로 함 - 예산 집행을 정당성, 투명성 유지가 중요 - 미집행 예산의 경우 차년도 예산 삭감의 원인이 됨 - 따라서 예산의 절약보다는 예산의 완전한 집행이 목표임 - 주무부처에서 평가 후 일괄 배분하며, 과거 집행 실적에 의존 - 각 시설물의 성능이나 상태를 정량화할 수 있는 지표가 부족함	- 선지출후 정산 형태로 운영 - 예산 운영 주체는 항상 지급불능(파산)의 위험성이 있음 - 관리주체의 책임이 높음 - 각 시설물별로 성과지표 및 분배비율이 명확하게 규정화되어 있음 - 주무부처나 위원회를 통해 각 시설물별 성과지표 달성도에 따라 평가하고 차년도 예산 배분시 활용

사회기반시설물의 유지보수 및 교체, 개축 등의 문제는 많은 공공예산을 필요로 한다. 그러나 공공예산의 지출은 분야별로 제한되어 있기 때문에 지속적으로 늘어나고 있는 사회기반시설물들의 유지관리 비용을 한정된 예산에서 지속적으로 지출할 수 없는 실정이다. OECD 관련 보고서는 이러한 문제를 해결하기 위하여 세수의 다양화와 확장을 주요 전략으로 꼽고 있다. 다음 그림은 세계 주요 국가들의 사회기반시설물 시장 성숙도변화를 분석한 그림이다. 주로 개발도상국가들인 아시아 및 남미 국가들은 사회기반시설물의 국가소유권 행사 등에 대한 인식이 낮기 때문에 상대적으로 유지관리 분야에 대한 관심도가 낮다. 반면, 북미, 호주, 남유럽 등 사회발전이 안정화 단계에 접어든 선진국들에서는 사회기반시설물에 대한 국가의 관리권한의 인식이 높기 때문에 운영 및 유지관리 분야에 관심이 높다. 이와 같은 선진국들에서는 국가 예산 구성 시에 사회기반시설물들에 대한 유지관리 비용투입을 국가 예산차원에서 기본적으로 고려하고 있다.

선진 국가의 SOC 시설물 유지관리 분야에 자산관리라는 개념이 적용되고 있다. 특히, 미국에서는 이미 1990년대 초반부터 자산관리에 대한 개념적인 연구를 시작하였고, 1994년에 미연방도로청 산하에 자산관리과(Department of Asset Management)를 만들어 업무의 전문화를 시도하였다. 이외에도 유럽과 뉴질랜드, 호주 등 다양한 선진국들이 자산관리의 개념을 국가 기간시설의 유지관리에 적용하고 있다. 표준화된 절차에 의해 각 주별 시설물 자산가치를 평가하고 이를 중앙 정부에 보고하는 내용을 포함하는 업무 지침을 법규화 하였고, 미국의 경우는 단일 부처(FHWA)에서 1991년부터 1999년까지 정책적 관점에서 단계적으로 추진함으로써 체계적인 시스템을 구축할 수 있었다. 현재 미국의 자산관리 개념을 도입한 영역은 교량 및 터널 시설물을 포함한 도로 및 철도, 지하철 및 경전철 같은 대중교통 시스템, 내륙 주운(운하 및 하천) 시스템 등이 있지만 시설물간의 관리 방법이 상이하고 상태평가 기준이 달라 아직까지는 개별적으로 자산관리를 수행한다. 예를 들면 도로의 자산관리를 위하여 필요한 포장관리시스템과 교량관리시스템 간에 연동 되지 않아 교량 및 터널 자산관리 프로그램을 외부에서 별도로 운영하고 분석 결과를 받아들이는(Import) 형태로 운영하고 있다.

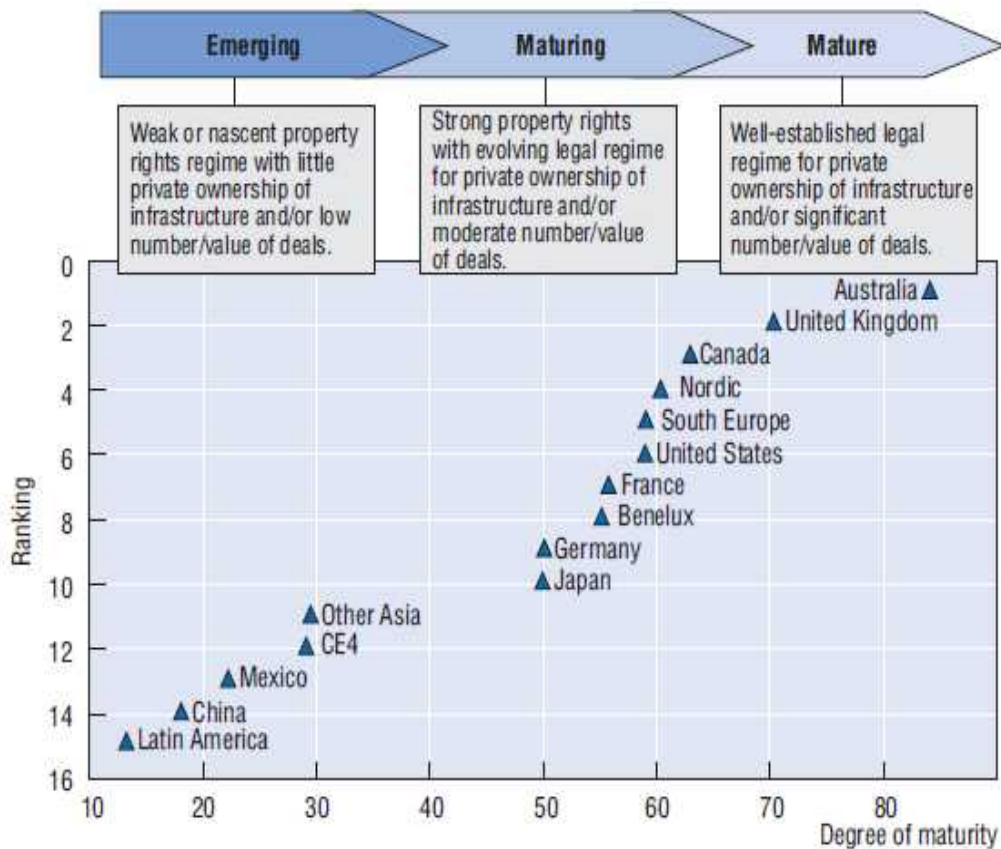


그림 2.48 세계 주요 국가들의 사회기반시설물 시장 성숙도의 변화



그림 2.49 자산관리 시스템을 통한 시설물 유지관리 예산 배분 과정

호주의 경우도 Financial and asset management reforms 프로그램을 통해 주정부별로 자산관리 사례들을 취합하고 565개에 달하는 주정부, 지방정부 및 각 독립기관들 관리자 간의 컨퍼런스를 통하여 성공사례 벤치마킹 사례를 공유하며 혁신을 유도하였다. 국내에서도 유지관리 성공 사례들을 정기적인 워크숍을 통해 공유하는 사례가 있으며, 해상교량 시공과 유지관리 기술 향상 세미나, 한국시설안전공단 정기 발표회, 한국도로공사 정기 워크샵 등이 이에 해당된다. 성능평가에 대한 공정회 및 교육 과정에서도 관리 사례 중 중요도가 높은 사례를 취합하고, 정기적인 워크숍을 통해 공유할 수 있다면 유지관리 선진화에 크게 도움이 될 것으로 판단된다.

여러 선진국의 경우 전문적인 단체에서 인프라 유지관리 업무를 수행한다는 점이 우리나라와 가장 큰 차이점이며, 적합한 예산을 배정받기 위해 인프라 시설물에 대한 정량적인 평가와 지표를 개발하여 이를 기반으로 하여 과학적 관리 체계를 구축하고 있다. 성능평가 기반의 관리체계에서

도 기존의 시설물 관리에서 얻어진 데이터를 전략적으로 분석하고 최소한의 비용으로 최대의 관리 효과를 얻을 수 있는 방식으로 LCC 분석, 성능 평가 및 예측을 포함하고 리스크 관리, B/C(비용편익) 분석과 최적화된 의사결정(ODM, Operational Decision Management))을 수행할 수 있는 시스템을 구축하는 것이 바람직하다.

다. 국내외 시장 예측 및 발전 전망

10여년 후 한국은 시설물 고령화 시대에 진입으로 안전사고에 대한 위험노출 및 이로 인한 사회적 불안감이 증가할 것으로 예상되며, 유지보수 투자의 지연은 SOC시설 노후화와 서비스 수준 저하를 유발하여 성능보완 및 수명연장을 위한 경제적 부담의 증가를 초래할 것으로 추정되고 있다. 국내 SOC시설물의 총액은 약 1,800조 원 수준으로, 특히 최근 10년간의 신규건설 투자는 기존 투자금액에 달하는 매우 큰 규모로 향후 이 시설들이 노후화될 시기에 유지관리 수요는 더욱더 증가될 것으로 예상된다. 현재 유지관리투자의 경우 시설물 자산가치 대비 0.3%, 신규건설 대비 8% 정도로 선진국의 1/3 수준으로 추정되고 있다.

표 2.23 교통부문 SOC 유지보수 투자 추정(국토해양부, 2012)

구분	도로			철도			합계		
	신규 건설	유지 보수	전체	신규 건설	유지 보수	전체	신규 건설	유지 보수	전체
투자액(조원)	5.60	2.21	7.81	4.40	0.81	5.21	10.00	3.02	13.02

국토해양부 자료에 의하면 2004년부터 2008년까지 도로 부문 유지보수 및 관리에 약 7,691억 원이 투자되었으며, 이는 총 투자액의 10% 수준이다. 한국건설산업연구원은 2011년을 기준으로 2060년까지 국내 시설물의 유지관리시장은 매년 10% 이상 증가할 것으로 예측하고 있으며, 또한 노후 시설물의 증가로 인하여 시설물의 유지관리 수요도 향후 40년 이상 지속적으로 높은 비율로 증가할 것으로 예측되고 있다. 이처럼 국내의 시설물 유지 관리 사업의 규모가 날이 갈수록 커지고 있고 이에 투입되는 예산의 규모 역시 시간이 지날수록 막대하게 증가할 것을 쉽게 예상할 수 있는 바, 효율적인 관리 체계와 합리적인 보수·보강방법에 대한 적합성 판단 기준과 실시 방안이 필요시 된다.

표 2.24 향후 시설물 유지관리 시장의 증가율 전망

연도	2006 ~ 2010년	2011 ~ 2020년	2021 ~ 2030년	2031 ~ 2040년	2041 ~ 2050년	2051 ~ 2060년	2061년 ~
연평균 증가율	7~10%	9~12%	12~15%	14~17%	12~15%	9~12%	6% 내외

국외의 상황을 검토해 보면 선진국일수록 SOC시설물 유지관리에 투자되는 자금의 규모가 크며, 유지관리 분야에 보다 많은 관심을 보이고 있는 것으로 나타났다. 미국은 이미 80년대에 SOC시설물의 고령화 진입 및 적정 대처 실패로 사회적 불안감이 커지고, 당시 5년간 소요되어야

할 유지보수 투자비가 2.2조 달러에 달할 정도로 경제적 부담이 크게 증가되었다.

국내외 GDP 대비 SOC(교통부문) 유지보수비 비율을 보면 OECD 회원국 평균은 0.3% 이며, 한국은 GDP의 0.26%를 SOC의 유지보수비로 투자하고 있다. 개발도상국의 경우 유지보수비 비율은 GDP의 1.8%에 달해 적정한 유지보수 미실시로 인하여 선진국보다 경제적 부담이 큰 상황이다. 선진국의 SOC시설물 관리 체계는 시설물의 유지관리에서 생성되는 정보가 기획 단계에서 공급되고, 다시 예산과 조달로 이어지는 순환의 구조를 형성하고 있다는 사실은 국내 유지관리 분야에 시사하는 바가 크다 할 수 있다.

SOC시설물 대표 성능등급 평가 관련 분야는 외국의 사례를 보면 처음에는 교통 및 도로 분야 SOC에서 평가를 시작해서 점점 사회 모든 SOC 분야로 확장되었다. 국내에서도 일단은 과업지시서에 포함된 “국가 사회기반시설의 실사 및 평가 방안”에서 제시하는 8종 SOC시설물에서 최초의 SOC 대표 성능등급의 산정이 시작될 것이며, 이후에는 외국의 사례와 마찬가지로 전력, 가스, 하수처리장, 송유관, 국방시설, 임대주택 등 모든 SOC시설물의 분야로 확장될 것으로 예상된다.

2.3 시사점 도출

2.3.1 국내외 기술 동향

(가) SOC 시설물 평가기술

SOC 시설물 안전 및 유지관리의 효율화 및 최적화를 위하여 종합적이고 지속적인 SOC 성능 평가가 중요하다. SOC 시설물은 국가 경제에 막대한 영향을 끼치는 만큼 종합적이고 장기적인 유지보수 계획에 따라 관리되어야 하나, 우리나라에는 이런 계획을 뒷받침해줄 수 있는 정량적인 시설물 상태정보가 부족한 상태이다.

시설물 성능평가 기술은 자산관리의 효율성을 제고하는 방향으로 개발되어야 한다. SOC 시설물 평가를 통해 건설시장의 확대와 같은 직접적인 효과를 기대 하기보다 예방적 차원에서 유지관리를 수행함으로써 궁극적으로는 국가 경제를 강화하고 지속 가능한 발전을 도모해야 한다. 유지관리 분야에서 생성되는 정보를 정책에 반영하는 순환적인 구조의 생성을 통해 국가의 인프라 자산 관리의 선진화를 도모하여야 한다. 이를 위하여 SOC 시설물 관리 데이터의 생성·취급·축적 방식의 구조적인 개선 등 다양한 제도적 장치를 먼저 마련해야 할 것이다.

(나) R&D 성과 확산

지속적인 국토교통연구개발 투자 증가로 전반적인 기술 경쟁력을 확보하였으나 질적 성과 및 성과 확산을 위하여 주요 추진정책의 개선 요구가 필요하다. 정부 예산의 투자 확대로 양적·경제적 연구성과를 창출하였으나 질적 수준 대비 열위에 해당되며, 실용화·사업화 등의 산업 생산성 향상효과도 부족하다.

산·학·연 협력연구 및 국제공동연구가 증가함에 따라 연구성과의 기술이전 및 사업화를 위하여 민간기업의 자발적 참여방안 마련이 중요하다. 산·학·연 협동연구 과제 수 비중(%)은 (2008) 53.9 → (2009) 75.2 → (2010) 81.9으로 계속 증가하고 있는 추세이다.

자가 진단, 자가 치유를 위한 임베디드형 IT 융합 기술 등 창조형 기술에 대한 과감한 투자 필요하다. 진단/치유를 위한 우선적인 정보의 전산화를 통한 데이터베이스화와 장기간에 걸친 자료의 축적 및 공유를 통해 정확한 성능평가가 중요하다.

고효율성, 고부가가치의 기술은 고수익성을 지향하기 때문에 기술 경쟁력 확보를 위한 R&D 수행을 통해 기술수준의 개발과 경쟁력 강화가 필요하다. 향후 SOC 시설물의 품질을 높이고, 핵심기술의 해외 의존도를 감소시켜 저비용/고효율의 SOC 관리가 가능할 것으로 보인다.

(다) 기술공백 및 부상기술

SOC 시설물 성능평가와 관련된 특허 및 논문 동향을 분석한 결과, 기술 선진국에 비해 국내

기술수준이 낮은 것으로 분석되었다. 또한, 우리나라는 미국, 일본, 캐나다, 스페인과 연관성이 있는 것으로 나타났으나, 타 국가에 비해 공동연구 및 연관도가 낮은 것으로 검토되었다. 철도시설의 성능평가 기술 분야에서는 미국, 중국에 비해 상대적인 기술 우위를 나타내는 것으로 분석되었으며, 기술보유 관련국과의 활발한 연구가 추진 중인 것으로 파악되었다. 특히 분석 결과로 분석해 볼 때, “고속/정밀 진단기술”, “3T 기반 창의형 센서 활용기술”은 부상기술로 평가되며 기술 집중 및 투자강화가 요구되는 분야인 것으로 파악되었다. 반면, “Big Data 기반 고신뢰성 성능저하 예측 기술”과 “상태(Status) 정량화 기반 성능평가 체계” 분야에서는 기술 선진국에 대비하여 상대적 기술 공백이 존재하는 것으로 파악되었다.

2.3.2 국내외 시장 현황

(가) 산업 및 시장 구조

SOC 시설물 안전·유지관리 분야의 취약 구조 개선이 시급하다. 건설 분야 내 유지관리 및 안전계획에 대한 인식과 제도의 부족으로 안정적인 시장으로 정착되지 못하고 있다. 안전점검 및 정밀안전진단 시장규모 정체와 대형 안전진단전문기관의 편중현상 심화로 인하여 신시장 개척 및 공정경쟁의 필요성이 증가하고 있다.

국내 시설물은 외국에 비해 공용 연수가 매우 짧으며, 이에 따라 해당 시설물의 설계, 시공, 유지관리 경험과 기술축적이 미흡한 실정임으로 강화가 시급하다. 현재, 우리나라의 유지관리체계는 엔지니어링 분야에서 상대적으로 낙후된 분야로 수주실적에서도 30위권 밖에 머물고 있다. 신규 건설 대비 유지관리 투자가 57%가 넘는 이탈리아의 7분의 1수준에 불과하고 38%인 영국의 4분의 1수준, 26%인 독일의 3분의 1수준이며, EU국가 중 유지관리 투자비율이 가장 낮은 프랑스와 비교하더라도 80% 수준이다. 국내의 경우, 시설물 자산가치 대비 유지관리 투자는 외국 1.0%의 1/3 수준인 0.3% 정도로서, 이를 근거로 국내 유지관리 투자실태를 추산하면 신규건설의 약 8% 수준으로 신규건설 대비 유지관리 투자가 21.7%인 일본의 약 3분의1 수준이다.

SOC 시설물의 특수성에 기인한 전문성 및 기술력 확보를 통한 시장 활성화가 필요하다. 국내 건설유지관리 분야의 경쟁력 저하는 비단 관련 전문인력의 부족 및 시장의 부재에서만 기인하고 있는 것은 아니며 국가 정책 및 인식의 부족에 따른 것으로 판단된다. 국내의 유지관리체계는 1995년 급조된 안전성 확보차원의 시설물관리체계이며, 관련 규정에는 안전성 확보를 위한 최소한의 기준만 정립된 상태이므로 개선이 필요하다. 국내 시설물의 평가기술은 도로의 주요시설인 교량 구조물 위주로 개발이 진행되었으며, 최근에 타 분야에 대한 평가기술개발이 진행되고 있다.

시설물의 평가기술은 선진국과 약 10년 정도 기술격차가 있는 것으로 평가되므로 유지관리 부문의 기술수준을 강화하여 문제점 해결이 중요하고, 시설물 유지관리 시장의 양적 성장 지속, 치열한 수주경쟁과 업체의 영세성으로 인한 취약한 기술역량의 조속한 강화가 필요하다.

일본의 “Innovation 25”의 재해감시를 위한 국토의 감시, 관리기술 자료에 의하면 일본은 ‘안

전하고 안심할 수 있는 사회'의 건설이라는 정책을 통해 국가 주도의 재해 방지사업의 하나로 각종 구조물의 실물모형을 이용한 지진과과거동 시험 및 도로교, 하천구조물의 보수, 보강기법개발 등 유지관리 분야를 중점적으로 육성하고 있다. 이러한 기술 분야의 로드맵에는 지진계측기술은 물론 전자기계측, 초음파 계측, 스마트센서 등을 활용한 안전성계측 및 평가방법의 기반기술개발 까지 폭넓게 지원하고 있다.

우리나라도 향후 선진국 수준으로 유지관리 비중이 점차 증가할 경우, 정부와 지방자치단체 등 주요 관리주체들이 SOC 시설물의 안전 및 유지관리 업무를 외부기관에 위탁하고, 일상적인 안전 및 유지관리 업무보다는 시설물 안전과 효율적 사용, 위탁기관의 관리 등을 위한 정책수립과 안전 및 유지관리 기준과 지침의 개발 등의 연구개발 기능에 보다 치중하는 방향으로 시장이 변화될 것으로 예상된다.

독일의 경우에서 보는 바와 같이, 이미 1930년대에 교량에 관한 안전 및 유지관리 기준인 DIN 1067을 제정한 이후, 수차례 수정·보완을 거쳐 사용하고 있다.

미국과 일본의 경우, 시설물의 안전 및 유지관리 업무의 토대가 되는 점검, 진단 등의 기준이 시설물의 상태 등에 따라 차별적으로 운영되고 있다.

국토교통부가 관리하고 있는 11,148개 고속도로 및 일반국도 교량 중 30년 이상 경과된 교량은 242개소이며, 20~30년 경과된 교량은 628개, 10~20년 경과된 교량은 3,028개, 10년 미만인 교량은 7,249개이다. 즉, 경과년수 10년 미만의 교량이 전체 교량의 50% 이상을 차지하고 있어 향후 대표적 시설물 중의 하나인 교량의 안전 및 유지관리 수요는 2020년대 이후부터 수요가 더욱 급증할 것으로 예상된다. 또한, 1990년 말에 집중적으로 건설된 교량시설물이 노후화 되어 교량의 보수 및 교체 수요가 증가할 것으로 예상되며, 이에 대한 기술·경제적으로 적정성을 확보할 수 없다면 해당 시설물의 안전상 문제점이 발생할 수 있을 것으로 예상된다.

시장 변화를 고려할 때, 현행 시설물의 안전 및 유지관리 기준을 시설물의 상태 등에 따라 보다 차별화하고, 지침, 매뉴얼 등의 연구개발을 지속하여 그 결과를 관리주체 및 유관기관에 보급하는 것이 우선적으로 요구된다. SOC 시설물의 장수명화를 위해, 안전진단전문기관, 시설물 유지관리 업체 등의 기술수준이 발전하기 위하여 시설물 안전 및 유지관리 분야의 신기술 개발기능을 지속적으로 강화하여야 할뿐만 아니라, 연구개발 결과를 체계적으로 보급하여 활용도를 제고하는 방안의 수립·시행이 필요하다. 이를 위해서 합리적 시설물 안전상태 평가체계 구축 및 평가결과를 적정히 반영할 수 있는 피드백 체계의 구축도 병행되어야 할 것으로 판단된다.

(나) 건설 산업의 기술융합

계측기기(특히 센서) 분야의 기술은 매우 학제적이고 복잡적이라 미개척분야가 많은 지식 집약적 첨단기술이며, 현대의 모든 산업 및 연구분야에 사용되는 핵심기반기술이나, 건설계측 용 센서 제조 및 연구개발 기반의 부족으로 인한 센서 업체의 경쟁력이 취약하다. 국내 센서 생산업체의

인력현황은 디지털시대로 접어들면서 자동화기기, 항공, 환경, 자동차 등 수요시장의 규모 확대와 휴대용전화기 및 디지털카메라 등 디지털가전기기에서 센서부품 채용이 증가되면서 센서 사업체 수와 함께 종사자수도 증가하고 있는 추세이다. 직종별로 살펴보면 생산인력이 약 75%, 사무행정직이 약 21%, 연구개발직이 약 4%를 차지하는 것으로 나타나 동 산업은 비교적 노동집약적 산업 군에 속한다. 이러한 추세는 새로운 센서의 개발이나 경쟁력 있는 센서의 생산을 목표로 하고 있는 일본, 대만, 미국, 유럽의 추세와는 반하는 방향으로 후발업체인 중국에 비해서도 가격경쟁력이 떨어지는 현상을 초래한다. 가격경쟁력지수를 100으로 볼 때, 독일의 가격경쟁력지수가 80으로 가장 낮게 나타났으며, 미국의 지수가 85, 일본의 지수가 90으로 나타나 선진국에 비해 가격경쟁력은 있는 것으로 나타났으나 중국은 130으로 우리나라보다 우위를 점하고 있음을 알 수 있다. 가격경쟁력은 온도, 습도 센서 등 대규모 양산이 필요한 분야에 집중되어 있어 고정밀도가 요구되는 초음파센서, 스마트센서분야에서는 큰 경쟁력 우위를 가지고 있다고 볼 수 없다.

우리나라의 경우 첨단 센서분야의 기술개발 능력 부족(핵심소자, 렌즈기술 특허권 부재)와 센서 업체들의 연구개발 노력 부족, 전문 기술인력 양성 소홀 및 전문가 부재 그리고 세계적인 국산 자체 브랜드 부재가 약점으로 작용하고 있는 것으로 분석된다. 이러한 센서기술 개발력은 품목에 따라 다소 차이가 있지만 평균적으로 볼 때 일본이 앞서가고 있는 것으로 나타나 다음으로는 독일, 미국 등 순으로 나타났으며, 대만, 중국 등은 원재료 기술, 생산, 설계, 조립, 평가 등 대부분의 기술력에서 아직까지 낮게 평가되고 있다.

원재료기술 및 설계기술의 경우 일본이 130, 125점으로 가장 앞서고 있는 것으로 분석되었고 시험평가, 양산화기술 및 전문인력의 보유정도는 독일과 일본이 우위를 점하고 있음을 알 수 있다. 건설 산업의 설계, 시공, 유지관리, 서비스 단계에서 첨단화, 지능화를 위한 IT 융합 기술 개발이 향후 건설 기술 경쟁력 확보에 관건이 될 것이다.

첨단 IBS 빌딩을 중심으로 구조물 관리에 유무선 네트워크, 환경 및 에너지 센서, 에너지 관리 시스템 등 첨단 IT 기술 개발에 대한 국내·외 업체 간 기술 개발 경쟁이 더욱 가속화 될 전망이다. 지능형 능동 SOC 시설물 분야에서는 인프라 네트워크의 융합센서, 핵심부품 등은 선진국의 기술력을 뒤따르는 추세이며, 센서를 건설 인프라에 융합하는 분야는 세계적으로 아직 보편화되고 있지 않은 실정이다. u-Eco City 등을 중심으로 국토/도시의 다양한 인프라에 대한 감시, 보안, 안전 관리를 위한 통합 관제 서비스가 광범위하게 적용될 것이므로 IT 업체와 건설 업체 간의 긴밀한 기술개발 체계가 요구된다.

3. 기술개발 방향 정립

본 마스터플랜은 현재 국내외 환경조건을 고려하여 SOC 시설물에 대한 성능중심 관리를 위한 성능평가 프로세스 개발 및 제도화/정책화 단계를 추진하는 것으로, 현행 유지관리체계의 문제점 분석을 통하여 전략로드맵을 수립하고 본 로드맵에 성능평가결과의 신뢰도 95% 확보를 도모할 수 있도록 다양한 요소기술 개발내용을 포함하는 것으로 하고 있다. 또한, 마스터플랜 수립을 통한 SOC시설물 성능평가체계 선진화 분야 장단기 계획 수립하고 미래의 SOC 평가체계를 구성하기 위한 기획의 일환이다.

현재 성능평가 분야의 선진화 내용이 반영되어 미래의 프로세스 선진화를 아래의 그림 3.1과 같이 구현하고자 한다.

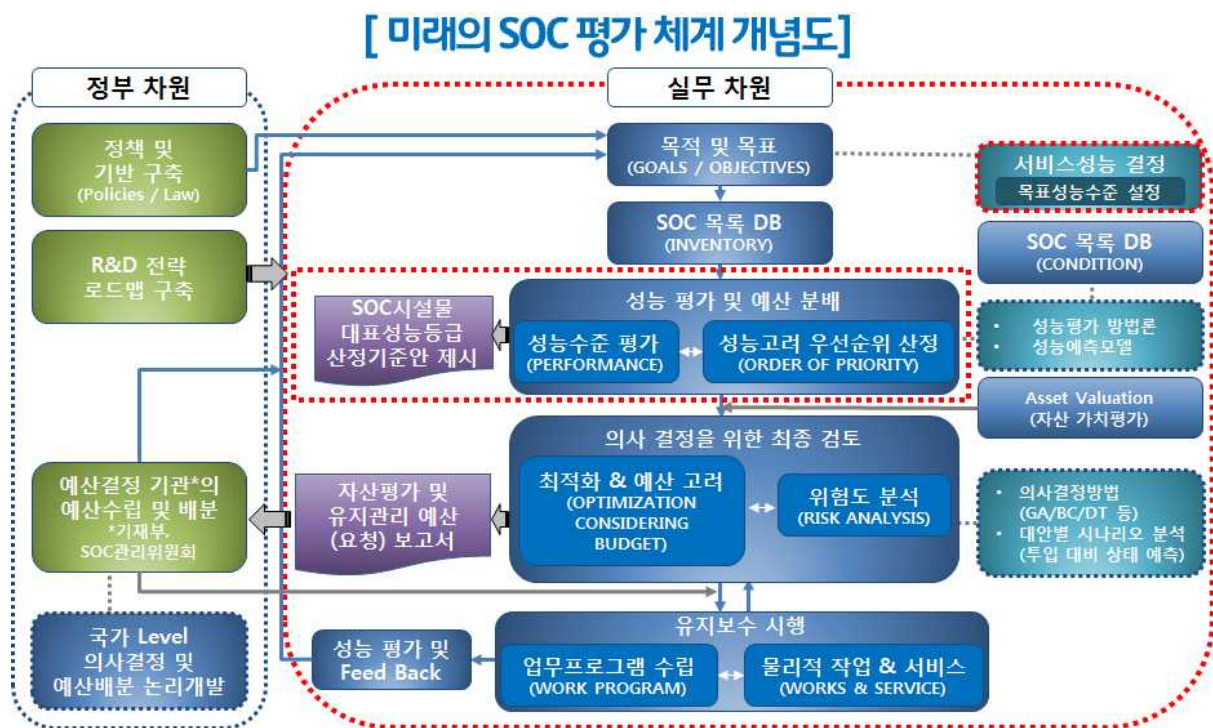


그림 3.1 미래의 SOC 평가 체계 개념도

3.1 비전 및 목표 수립

비전 및 목표 수립은 국내외 동향 조사 및 환경 분석을 바탕으로 STEEP 분석 및 SWOT 분석을 수행하여 기술개발 방향을 설정하였다. 비전 및 목표 수립에는 참여연구진 및 전문가위원회의 의견이 반영될 수 있도록 하였다.



그림 3.2 비전 및 목표 수립 절차

비전과 목표 수립은 본 연구진이 수행한 “SOC 시설물 성능평가기술 개발 기획 최종보고서 (2014)”의 연구결과를 반영하여 제시하였고, 수행되는 SWOT 분석 결과 도출되는 분야별 전략과의 연계성이 나타나도록 작성하였으며, 수립된 비전과 목표는 기술, 시장, 정책 환경 및 과제 수행기관의 내부 역량을 고려하여 도전적으로 제시하였다.

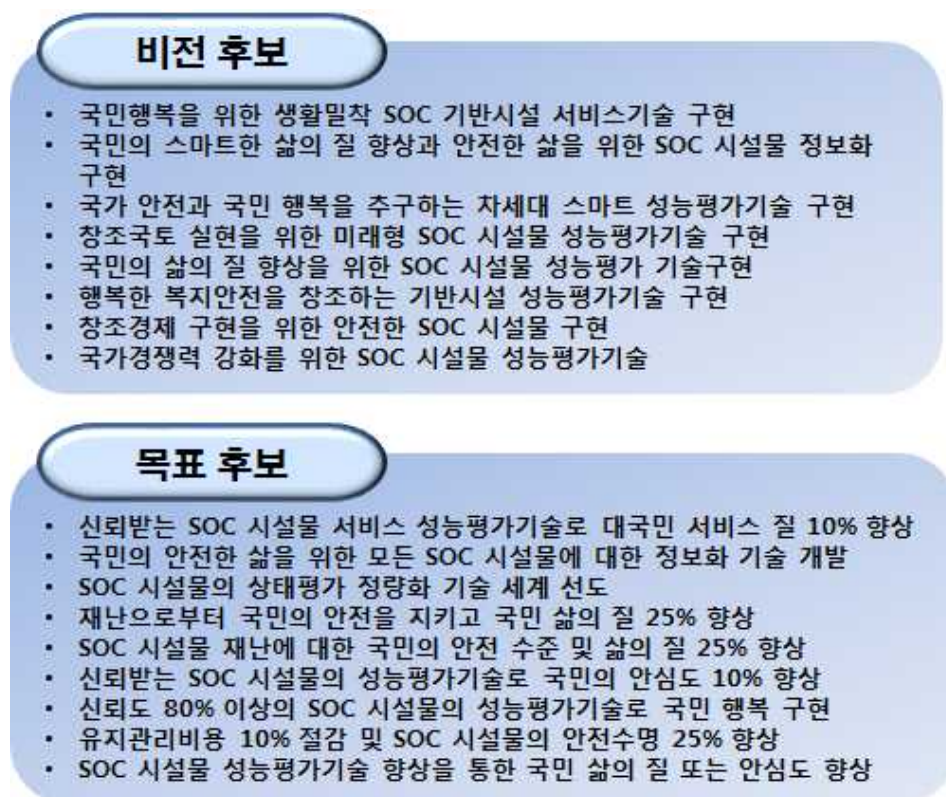


그림 3.3 비전 및 목표 후보

3.2 STEEP 및 SWOT 분석

동향조사 결과를 STEEP, SWOT 분석을 통해 Keyword, Issue Tree를 작성, 이를 통해 기술 개발 방향을 그림 3.4와 같이 설정하였다.

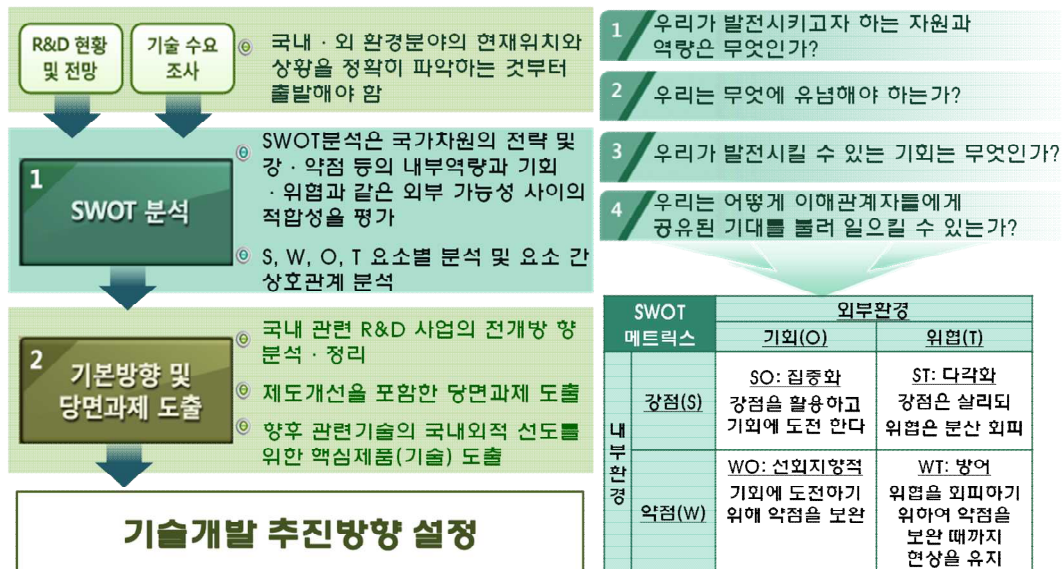


그림 3.4 기술개발 방향 설정 프로세스

3.2.1 STEEP 분석

STEPP 분석에서는 사회/문화(Social), 기술/정보(Technological), 생태학적 환경(Ecological), 거시/미시(Economic), 정책/법규(Political/Legal)인 측면에서 거시환경을 분석하였다.

STEPP 분석을 통해 Keyword 및 SWOT 분석의 강점/약점/기회/위협 요소를 파악하는 데 활용하였으며, 각 중점분야(안)별로 STEEP 분석을 실시, 분석된 시사점 및 전략을 바탕으로 대분류 수준으로 STEEP 분석을 실시하였다. 분석 결과는 다음과 같다.



그림 3.5 기술개발 방향 설정 절차

(1) 사회문화적(Social) 시사점

분석 결과, 기반 융합기술은 전 세계적으로 새로운 트렌드로 자리 잡고 있으며 이의 경제 및 사회적 영향이 지대할 것으로 전망되었다.

SOC 시설물은 국민 생활과 밀접한 관련이 있으므로 시설물의 붕괴 사고를 미연에 방지하는 모니터링, 자가진단, 평가 기술 등 시설물의 첨단 상태평가 기술을 통해 국가 경쟁력 강화 및 국민 편익 증대를 기대할 수 있는 것으로 나타났다.

교육과학기술부에서 선정 발표한 100대 유망분야 중 건설·교통 분야에 대형 구조물 안정성을 포함하고 있으며, 재해·재난으로부터 사회기반 중요 시설물들의 보호를 위한 보다 심화된 구조물 안전성 확보 필요성이 증가하는 추세이며, 건설 프로젝트의 핵심적인 고려사항이었던 경제성의 기준이 시공경비에서 유지관리와 교체에 이르는 LCC(Life Cycle Cost) 비용으로 확대되었다.

노후화되는 기존 시설물들의 정량적인 성능평가와 최저비용으로 최고의 안전을 보장할 수 있는 유지관리 필요성을 확인하였다.

국내 SOC 시설물의 경과년수 대비 안전 등급의 조사 결과, 시특법 대상 시설물의 경우 D등급 이하의 시설물 비중이 극히 미약하나, 태풍, 집중호우 등 기후변화로 인한 위험요인 발생빈도가 높아짐에 따라 관리 및 운영의 형태 변화가 요구된다.

(2) 기술적(Technological) 시사점

SOC 시설물에 대한 새로운 신기술은 기술순환이 매우 느리며 이는 그동안 제안된 신기술이 기존공법의 틀 속에서 약간의 변경기술이 접목된 정도로서 신기술의 개발이 어려움이 있다. 이러한 여건에서는 약간의 기술진보보다 더 효과적인 것이 IT 기술과의 접목을 통한 첨단 및 자동화로서 기술 및 산업의 시너지 효과를 가질 수 있다.

건설, IT 및 전자기술 분야가 융합된 시설물 모니터링은 국내 각 대학, 기업 및 정부출연연 등의 연구 인력이 해당 기술 분야에 연구 인프라를 구축하고 있으나, 상호 관련분야에 대한 이해와 기술적 교류가 좀 더 확대될 필요성이 있다.

시설물 상태의 실시간 진단 및 평가기술에 필요한 각종 센서 등 하드웨어적인 인프라는 수입에 의존하므로 국내 기술로 하드웨어적 인프라 확충이 가능하도록 국내기술 개발이 요구된다.

토목분야에 대한 표준 데이터 모델의 필요성 인식이 확산되고 있는 것으로 확인되었다. 센싱, 점검 및 유지관리 기술은 초기에 대학 및 연구기관 중심에서 현재 산학연 연계 실용화 연구가 진행되고 있으며, 유지관리 기술 간의 융복합을 통한 차별화된 기술 개발에 대한 역량을 보유하고 있다.

정부의 『국가안전관리기본계획』 및 『재난 및 안전관리 기본계획』에 의거하여 다수의 R&D 사업이 추진 중이며, 특히, 국토부 『시설물 안전 및 유지관리 기본계획』에 따라 향후 5년간의 전문 R&D 및 용역 추진 중에 있으며, SOC 시설물 관리주체별로 관리·운영 중인 시설물의 유지관리 효율성 증진을 위한 각종 기술개발이 추진 중에 있다.

현행 시특법 대상 시설물의 정보는 국토교통부에서 운영하는 시설물정보종합관리시스템에 등록하도록 제도화되어 있으나 대부분의 정보가 파일로 등록됨에 따라 공학적 판단을 위한 정보는 데이터베이스화되어 있지 않은 실정이다.

미국의 경우, 약 60만 개의 교량 데이터베이스 구축을 위해 20년에 걸친 장기간 프로젝트인 LTBP(Long Term Bridge Performance Program)를 시행 중에 있다.

기술간 융합이 가속화되면서 정보통신산업, 제어계측산업, 로봇산업, 나노기술 등과 건설산업 간의 융합화가 시도되고 있으나, 실용화에 근접되는 기술은 계측센서를 이용한 무인 상시 계측시스템 설치·운용이 대부분인 것으로 파악된다.

현재의 건설산업과 ICT 기술이 융합된 기술은 H/W 개발 및 적용성 입증 측면에서는 선진국 기술과 큰 격차를 보이지 않는 것으로 파악되나, 측정된 정보를 토대로 시설물 성능의 평가를 위한 이론정립 및 적용 S/W 개발 측면에서는 기술수준이 일부 부족한 실정이다. 또한, SOC 시설물이 구조화, 대형화됨에 따라 동일한 요소기술이라 하더라도 수요자 요구, 목적, 시설물 위치, 형식 등에 따라 적용에 한계성을 보이며 규격화, 표준화에 어려움이 존재한다.

SOC 시설물 유지관리 및 운용의 측면으로 볼 때 실증연구를 포함하여 기술 완성에 이르기까지의 기간과 개발기술에 대한 수요 측면에서 막대한 투자에 비해 투자비 회수에까지 장기간이 소요되는 것을 감안해야 할 것이다.

(3) 경제적(Economic) 시사점

현재에도 유지관리에 대한 비용이 큰 폭으로 증가하고 있으며 미래에는 신규 시설물보다 기존 시설물의 유지관리 비용이 천문학적으로 급증할 것이며, 정량적인 상태평가는 불필요한 유지관리 비용을 줄이는 데 가장 효과적인 방안으로 대두될 것이다.

우리나라는 세계적으로 u-City를 선도하고 있으며 첨단 SOC 시설물 관리 프로세스에 관한 시장은 향후 지속적인 성장이 기대된다.

센서, NDT, 로봇 등의 첨단 유지관리에 대한 국내시장 규모는 점점 커지는 반면 해외의존도가 매우 높으며 국외와의 기술격차가 좁혀지지 않아 국가적인 적극적 R&D를 통한 기술 국산화를 통한 국제적 경쟁력 확보가 절실하다.

(4) 환경적(Environmental) 시사점

세계적으로 시설물 상태평가 기술은 IT, 전자 및 건설기술을 융합한 상시 모니터링 기술에 집중하고 있으며, 고부가가치의 SOC 기술로 변화하는 추세이지만 시설물 안전성 평가, 모니터링 및 재해대응 분야의 전문가 및 인프라가 부족한 현실이다.

최근의 기상이변에 따른 재해발생 가능성이 지속적으로 급증하고 있으며 이에 대한 체계화된 평가 및 대응방안이 요구된다. 적절하고 체계적인 시설물의 유지관리를 통하여 통상적인 사용수명을 연장하여 사회적 비용을 감축시킬 필요가 있으며, 재해발생에 따른 시설물의 체계적 안정성 확보 및 수명 유지 방안이 요구된다.

(5) 정책적/법적(Political) 시사점

시설물의 안전관리와 관련된 다양한 법령은 제시되어 있으나, 자연재해에 따른 안전유무, 대응방안, 전달체계 등 전주기적 프로세스에 대한 규정 및 제도 마련이 미비한 상태이다. 따라서, SOC 시설물의 노후화에 따른 유지관리 급증에 따른 선제적 대응이 필요하다.

다양한 인적오류를 포함한 정기적 검사를 통한 시설물 유지관리 체계는 격변하는 첨단시대의 흐름에 따라 시기적절한 손상감지, 인적오류를 배제할 수 있는 체계, 통합 플랫폼형 평가체계 등이 요구되고 있다.

우리나라의 재난관리 업무는 국토교통부가 국가기반시설을 담당하며 유관부처들은 관할시설을 맡고 행정안전부는 시군구 관할시설 및 범정부 재난관리 네트워크 시스템을 관리하고 있다.

재난 및 안전관리 기술은 국가과학기술위원회에서 특별위원회를 구성하여 운영하며 범부처가 연구개발과 정부정책 간의 연계를 강화하는 체제로 변화 중에 있다. 또한, 국가 안전관리 기본계획을 중심으로 시특법 대상 SOC 시설물의 경우에는 시설물 안전 및 유지관리 기본계획을 마련하여 관리 운영하도록 제도화하고 있다.

3.2.2 SWOT 분석

SWOT 분석은 내부 및 외부환경 요인을 명확히 분석하여 기술개발전략을 수립하기 위한 방향 제시를 목적으로 수행하였다.

SWOT 분석을 통한 전략의 도출은 비전 및 목표, 중점연구분야와 연계성이 확보되는 것이 필요하므로 각 중점분야별로 SWOT 분석을 실시하고, 분석된 시사점 및 전략을 바탕으로 대분류 수준으로 SWOT 분석을 수행하였다.

(1) 강점(Strength) 및 약점(Weakness) 요인 분석

타 국가 및 조직과 비교하여 상대적으로 우수하거나 부족한 부분을 제시하였다. 강점 및 약점은 ‘국내외 기술/시장 동향 분석서’에서 기술/시장동향 분석결과를 내/외부 요인으로 구분하고 내부요인을 강점과 약점으로 다시 구분하여 키워드를 작성하는 방법으로 구성하였다.

SWOT 분석을 통한 전략의 도출은 비전 및 목표, 중점연구분야와 연계성이 확보되는 것이 필요하므로 강점 및 약점 요인은 기술분류체계에서 대분류 수준으로 작성하는 것이 필요하다.

(2) 기회(Opportunity) 및 위협(Threat) 요인 분석

대외 환경변화로 인하여 새롭게 발생하는 기회요인 및 불안요인 등을 제시하였다. 기회 및 위협요인은 ‘국내외 기술/시장 동향 분석서’에서 기술/시장 동향 분석결과를 내/외부 요인으로 구분하고 외부요인을 기회와 위협요인으로 구분하여 정리할 수 있다. 기회요인 및 위협요인은 국가별 기술의 융합추세, 해외 주요국 대비 정책적 장려 정도, 국내외 기술수요 차이, 국가별 시장 성장의 차이, 해외 주요국의 기술개발 전략 등의 관점에서 정리될 수 있다.

SWOT 분석을 통한 전략의 도출은 비전 및 목표, 중점연구분야와 연계성이 확보되는 것이 필요하므로 기회 및 위협 요인은 기술분류체계에서 대분류 수준(중점추진분야)으로 작성하는 것이 필요하다.

(3) 포지션별 전략 수립

SO/WO/ST/WT의 포지션별 전략을 수립하여 주제를 개조식으로 요약 후, 아래 표에 작성하고 각 전략별 세부내용을 설명하였다. 포지션별 전략은 기획 연구진의 브레인스토밍을 통하여 작성하는 것이 필요하다.

SOC 시설물 성능평가기술 분야의 SWOT 분석 및 포지션별 전략 수립 결과는 다음과 같다.

내부 환경 분석	【 강 점(S) 】 · 세계적 수준의 정보기술 및 통신관련 인프라 보유 · u-City, u-Eco City 테스트베드 구축사업을 통한 건설+IT융합 노하우 축적 · 정부 정책 지원, 시설물 안전 및 유지관리 관련 법령 존재 및 부처별 구체적 실천전략 제도화 추진 등 적극적 지원 · 연구성과물 성격상 수요처(수혜자)가 지정되어 실용화 가능성 측면에서 유리 · 업무 효율화를 통한 비용의 절감 및 재투자자를 통한 관련산업 활성화 유도 가능 · 시설물 관리·운영과 관련된 다수의 요소기술과 시범사업을 수행한 실적 보유 · 구조물별 맞춤형 DB 구축 가능	【 약 점(W) 】 · 기술 실용화를 위한 부처별 제도, 기준, 시스템 간의 상호 연계성 미흡 · 기술표준 주도의 한계, 해외 선진 기술표준 수용 필요 · 원천기술의 기초 및 차세대 첨단제품 기술 부족으로 인한 선진국 의존성 존재 · 기술 완성도와 자립성이 장기간에 걸쳐 발현하는 특성상 기술 수요처(수혜자)의 실용화 애로사항 존재 · 장기간 수행된 센싱, 모니터링 정보에 대한 평가, 분석 기술 등 운영기술 부족 등 연관 기술 간 기술 불균형 · 기존에 운영하던 평가지수의 고수 및 제도적 보상에 의한 새로운 표준제시 어려움 · 자국내 기술개발 필요성에 대한 인식 부족 · Big Data 경험 부족 · 우리나라 고유의 기초 환경자료 부족
외부 환경 분석	【 기 회(O) 】 · 재난 최소화를 위한 정부의 적극적 정책 및 투자 확대 · 신규 건설시장 수요는 감소하는 반면 기존 시설물 유지관리 시장은 확대 예상 · 무인, 실시간, 자동화 등 편리성·효율성 증강을 위한 IT+건설 산업간 융합 수요 급증 · 시설물에서 얻어진 빅데이터의 정량적 상태평가 선진국에서도 초기상태이므로 기술적 우위 선점 가능성 · 환경적 영향인자 등을 분석할 수 있는 기반 인프라 보유 · 환경 및 기후변화에 따른 재해/재난 규정 및 이에 대한 대응 기술 개발 필요성 증대	【 위 험(T) 】 · 기술 경쟁력 측면에서는 미국 등 선진국, 가격 경쟁력 측면에서는 중국, 동남아 등이 비교 우위 선점 · 피해 방지(저감)를 통해 시설물 기능의 연장, 업무 효율화 의지가 낮음 · 수주·매출·이익 규모 위주의 성과 판단기준이 우선하는 산업 풍토 · SOC 관리주체별로 설치 및 운영을 위한 예산 확보 어려움 · 새로운 기술 수용에 대한 유연성 부족 · 사업화나 실용화까지 많은 시간이 소요됨 · IT+건설 산업간 융합기술자 교육 부재 · 국외 SOC 시설물 요구 성능 수준 차이로 인한 성능 평가 기술 범용성 확보 문제 · 사업화, 실용화의 필요성이 부족(미국, 일본 등에 비해 지진, 테러 등의 재난발생국이 아님)
SO 전략	· 핵심 요소기술의 조기상용화 기반구축 · 관리주체별 독자적 운영 방식에서 정보연계를 통한 복합적 운영 체계로 전환 · 시설물별 핵심 유지관리 정보 취득을 위한 융합기술 개발 · 기존 업무의 애로사항을 극복함으로써 업무효율성을 증진하는 기술 개발	WO 전략 · 개발성과의 기술 자립을 위한 정부지원으로 실용화 지원제도 우선 구축 · 국내·외 전문가(기관) 협조 및 공동연구를 통한 기술이전 및 협력체계 구축 · 장기간에 걸친 기술검증을 통해 시설물 안전 확보를 위한 정량적 평가기술 정립 · 개발 요소기술의 패키지를 시도하고 기술의 적용성 확보를 위한 연계 추진
ST 전략	· 기술 수요처와의 협력 및 공동연구 시행 · 기술 선진국(기관) 연구협력 체계구축으로 기술 세계화 대비 · 전문연구인력 보완 및 타 연구분야 기술융합체계 구축 · 기술우위 핵심기술의 조기 자립화를 실시 · 해외 기술대비 취약분야 중점 개발	WT 전략 · 지적재산권의 해외 주요국 등록 · SOC 관리주체별 지속 활용을 위한 예산투자우선순위 제도화 · 개발도상국으로의 기술 지원 및 진출을 추진 · 관产学研 연계성 강화에 의한 초기에 기술경쟁력 확보 · 점검, 진단, SHM 등의 유지관리 시장 모니터링 및 지속적 정책지원시스템 구축

3.3 기술개발환경 Needs 도출

앞 소절에서 수행한 STEEP분석, SWOT 분석을 바탕으로 각 분야 전문가 및 본 연구의 참여 연구진들의 논의를 통하여 기술개발환경 Needs를 표 3.1 같이 총 25개를 도출하였다.

표 3.1 기술개발환경 Needs 도출

구분	기술개발환경 Needs	
사회적 측면	SOC 시설물은 국민생활과 밀접하며 국민편익과 직접 연관됨	(국민 편익 증대 기여도)
	건설에 있어 경제성 기준이 시공경비에서 유지관리 비로 전환	(현장상황 반영도)
	노후화되는 시설물들을 최저비용으로 유지관리 필요성 증대	(예산 절감 기여도)
	최근의 기후변화에 따른 위험요인에 대한 정량적 평가 요구	(효율적 유지관리 기여도)
	위험요소(노후화, 유해환경노출 등) 증가에 따라 인접 시설물에 대한 불안 요소	(국민 불안감 해소 기여도)
기술적 측면	시설물의 실시간상태평가에 필요한 센서는 수입에 크게 의존	(첨단기술 국산화 기여도)
	SOC 시설물 유지관리 효율 증진 프로젝트가 추진 중	(효율적 유지관리 기여도)
	점검항목은 육안조사 위주로 첨단기법 조사 필요성 증대	(첨단 기술 개발 기여도)
	현행 시설물의 상태 평가는 인적오류가 반영될 가능성이 큼	(정량적 시설물 평가 기여도)
	SOC의 다양성과 정확성(신뢰성)등을 고려한 상태평가 기술 개발 필요	(전문적 상태평가 기여도)
경제적 측면	미래에 신규시설물보다 기존시설물의 유지관리 비용이 급증	(신시장 창출 기여도)
	첨단도시 건설과 더불어 새로운 첨단 평가 기법의 요구 증대	(세계 일류 가능성)
	해외의존도가 높은 센서, 로봇 등 첨단기법에 외화 유출 큼	(첨단기술 국산화 기여도)
	시설물의 부적절한 상태평가는 불필요한 비용손실을 발생	(예산 절감 기여도)
	국가 인프라 시설물 안전확보와 더불어 사용에서 자산관리 개념 도입 필요	(효율적 자산관리 기여도)
환경적 측면	세계적으로 시설물 상태평가는 융합과 상시모니터링에 집중	(융복합 기술 활용도)
	우리나라는 재해대응, 안정성 평가 등에 인프라가 부족함	(신시장 창출 기여도)
	최근의 기상이변에 따른 재해발생 가능성이 급증	(기상이변 대응성)
	시설물의 통상적 사용수명을 연장할 수 있는 관리방안 필요	(수명 연장 기여도)
	새로운 재난상황에 대해 선제대응형 모니터링/유지관리 기능 체계 필요	(효율적 유지관리 기여도)

구분	기술개발환경 Needs	
정책적 측면	해외경쟁력이 떨어지는 첨단 기법에 대한 국가적 지원 필요	(첨단 기술 개발 기여도)
	SOC 시설물의 노후화에 대하여 국가적인 선제적 대응 필요	(정부 정책 반영도)
	자연재해에 대한 안전, 대응, 평가 등에 대한 제도마련 미비	(정부 정책 반영도)
	개별적 평가위주의 관리체계를 통합형 평가체계로 개편 요구	(통합형 평가체계 창출 기여도)
	노후시설물 관리비용 투자 확대, 관련 분야의 인력 및 예산지원 필요	(정부 정책 반영도)

3.3.1 기술개발환경 Needs에 대한 평가항목 및 가중치 설정

기술개발환경 Needs에 대한 평가항목은 기획단계에 참여했던 연구원들 및 본 과제 참여연구진의 논의를 통하여 기술의 시급성, 정부지원 필요성, 기술개발 성공가능성, 정책기여도, R&D과제 추진필요성으로 설정하였다. 평가항목에 대한 가중치 설정은 다음과 같다.

표 3.2 평가항목 및 가중치

구분	기술의 시급성	정부지원 필요성	기술개발 성공 가능성	경제적 파급효과	녹색정책 기여도	R&D과제 추진 필요성
가중치	4.0	3.7	4.3	4.0	4.0	4.4

3.3.2 기술개발환경 Needs 평가

도출된 20개의 기술개발환경 Needs를 6개 평가항목에 따라 평가하여 가중치를 고려한 점수를 산정하였다.

기술적 측면에서는 “점검항목은 육안조사 위주로 첨단기법 조사 필요성 증대”, 정책적 측면에서는 “개별적 평가위주의 관리체계를 통합형 평가체계로 개편 요구”, 환경적 측면에서 “세계적으로 시설물 상태평가는 융합과 상시모니터링에 집중”, 사회·경제적 측면에서는 “건설에 있어 경제성 기준이 시공경비에서 유지관리비로 전환” 등이 높은 순위로 나타났다. 표 3.3에서는 10위까지 음영처리로 나타내었다.

표 3.3 기술개발 환경 Needs 평가

구분		기술의 시급성	정부 지원 필요성	기술 개발 성공 가능성	경제 적 파급 효과	녹색 정책 기여도	R&D 과제 추진 필요성	점수	순위
사회 · 경제적 측면	SOC 시설물은 국민생활과 밀접하며 국민편익과 직접 연관됨	3.9	4.2	3.9	4.2	4.2	4.2	100.0	9
	건설에 있어 경제성 기준이 시공경비에서 유지관리비로 전환	4.0	4.0	4.0	4.2	4.1	4.3	100.1	8
	미래에 신규시설물보다 기존시설물의 유지관리 비용이 급증	3.8	4.0	4.0	4.0	3.9	4.0	96.4	17
	시설물의 부적절한 상태평가는 불필요한 비용손실을 발생	4.3	4.1	3.8	3.9	3.8	4.1	97.6	13
	국가 인프라 시설물 안전확보와 더불어 사용에서 자산관리 개념 도입 필요	4.1	4.0	3.9	4.0	3.9	4.1	97.6	13
기술적 측면	시설물의 실시간상태 평가에 필요한 센서는 수입에 크게 의존	4.3	3.9	4.3	4.4	4.1	4.5	103.8	4
	SOC 시설물 유지관리 효율증진 프로젝트가 추진 중	3.7	4.1	3.8	4.0	3.9	4.1	96.0	19
	점검항목은 육안조사 위주로 첨단기법 조사 필요성 증대	4.3	4.3	4.2	4.4	4.5	4.4	106.2	1
	현행 시설물의 상태평가는 인적오류가 반영될 가능성이 큼	4.2	4.3	3.8	3.7	4.1	4.3	99.3	10
	SOC의 다양성과 정확성(신뢰성)등을 고려한 상태평가 기술개발 필요	4.3	4.1	3.9	4.2	4.3	4.2	101.6	6
환경적 측면	세계적으로 시설물 상태평가는 융합과 상시 모니터링에 집중	4.2	4.3	4.2	4.3	4.3	4.3	104.1	3
	우리나라는 재해대응, 안정성 평가 등에 인프라가 부족함	4.2	4.3	4.2	3.9	4.4	4.4	103.4	5
	최근의 기상이변에 따른 재해발생 가능성이 급증	3.7	4.3	3.7	3.6	4.4	3.9	96.0	18
	시설물의 통상적 사용수명을 연장할 수 있는 관리방안 필요	3.7	4.3	3.9	4.2	3.9	3.9	97.0	15
	새로운 재난상황에 대해 선제대응형 모	3.6	4.4	4.0	4.0	4.1	4.0	97.9	12

구분		기술의 시급성	정부 지원 필요성	기술 개발 성공 가능성	경제 적 파급 효과	녹색 정책 기여도	R&D 과제 추진 필요성	점수	순위
	니터링/유지관리 기능 체계 필요								
정책적 측면	SOC 시설물의 노후화에 대하여 국가적인 선제적 대응 필요	4.2	4.3	3.8	3.8	4.1	4.0	98.4	11
	자연재해에 대한 안전, 대응, 평가 등에 대한 제도 마련 미비	3.7	4.3	3.6	3.9	4.4	3.9	96.7	16
	개별적 평가위주의 관리체계를 통합형 평가체계로 개편 요구	4.4	4.3	4.0	4.1	4.5	4.3	104.1	2
	노후시설물 관리비용 투자 확대, 관련 분야의 인력 및 예산지원 필요	4.3	4.1	4.1	4.2	4.3	3.9	101.2	7

3.4 Keyword 도출

Keyword 도출은 중점추진분야 기술과 관련하여 사회, 기술, 경제, 환경, 정책 등으로 구분하고, 국내외 동향 및 환경 분석을 통해 1차 분류하였으며, 과제 연구진 워크숍을 통해 최종 도출하였다.

정책, 경제, 기술개발, 인프라 및 기반 동향조사, 기술 수요 및 예측 조사 등의 분석 결과를 대표하는 Keyword를 도출하여 전략수립 방향제시에 활용하였다. 도출된 Keyword는 중점분야 도출을 위한 주요배경으로 활용되며, 관련 Keyword가 연계되어 Issue Tree로 도출하였다.

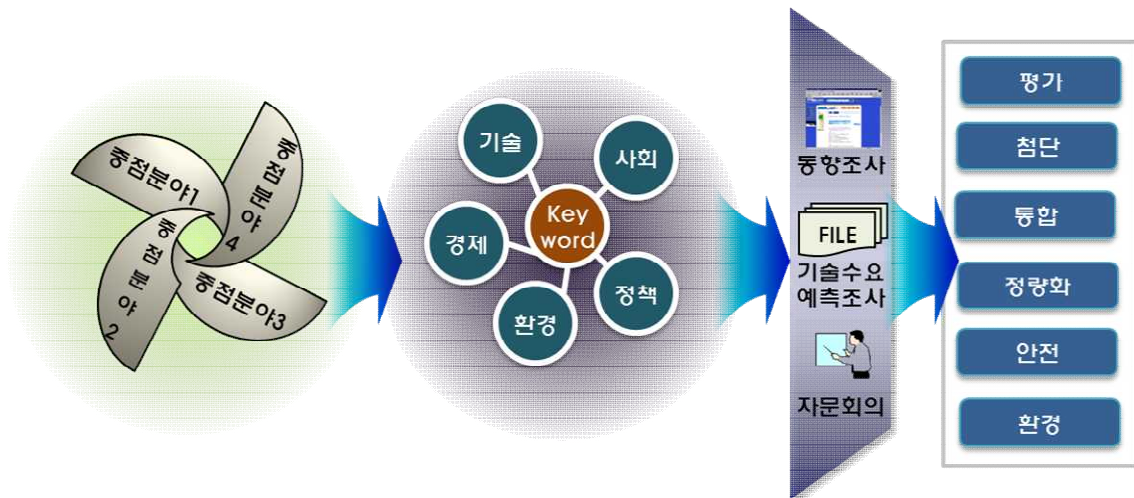


그림 3.6 Keyword 도출

3.5 Issue Tree 작성

Issue Tree 작성은 참여연구진의 분석된 초안을 토대로 기획회의를 통해 도출된 키워드를 종합하여 이슈도출, 기술 니즈 도출, 중점목표 도출 순으로 진행하였다.

기존 통합분석 결과와 이슈(7개), 기술니즈(25개), 그리고 취합된 기술수요조사 결과를 바탕으로 그림 3.7과 같이 5개의 중점 목표를 설정하였다.

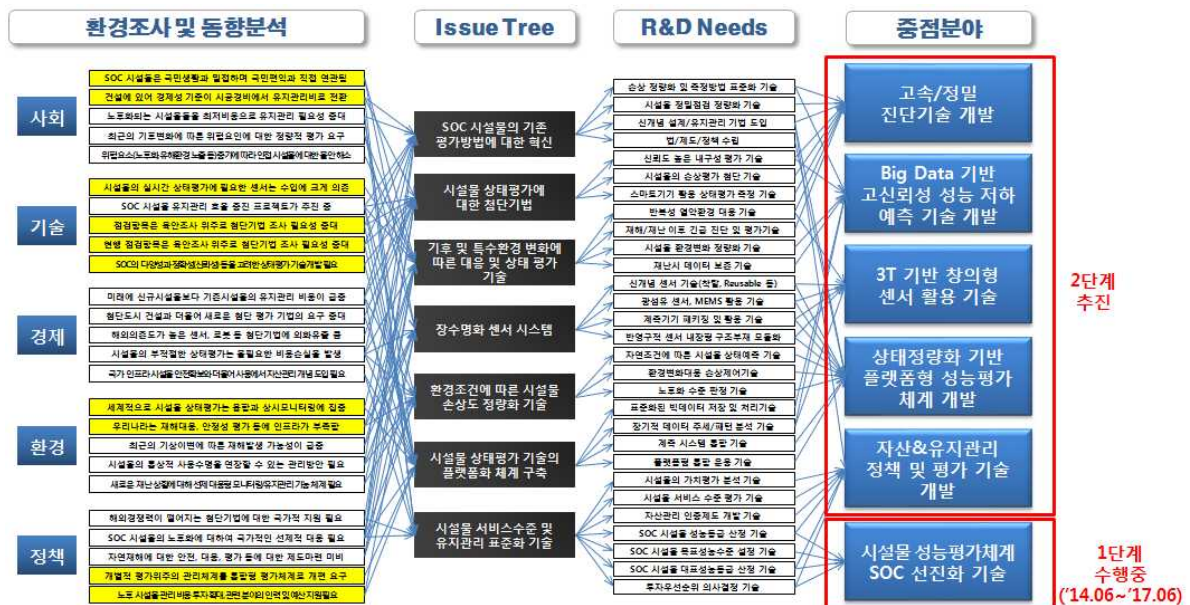


그림 3.7 ISSUE TREE

3.6 중점추진분야 설정

3.6.1 중점추진분야 설정 개요

기획위원회 및 전문가·자문가 그룹의 적극 활용을 통해, 중점추진분야 도출 후 동향 분석 및 기술수요·예측조사를 실시하였다. 중점추진분야의 설정과정을 그림 3.8에 나타내었다.

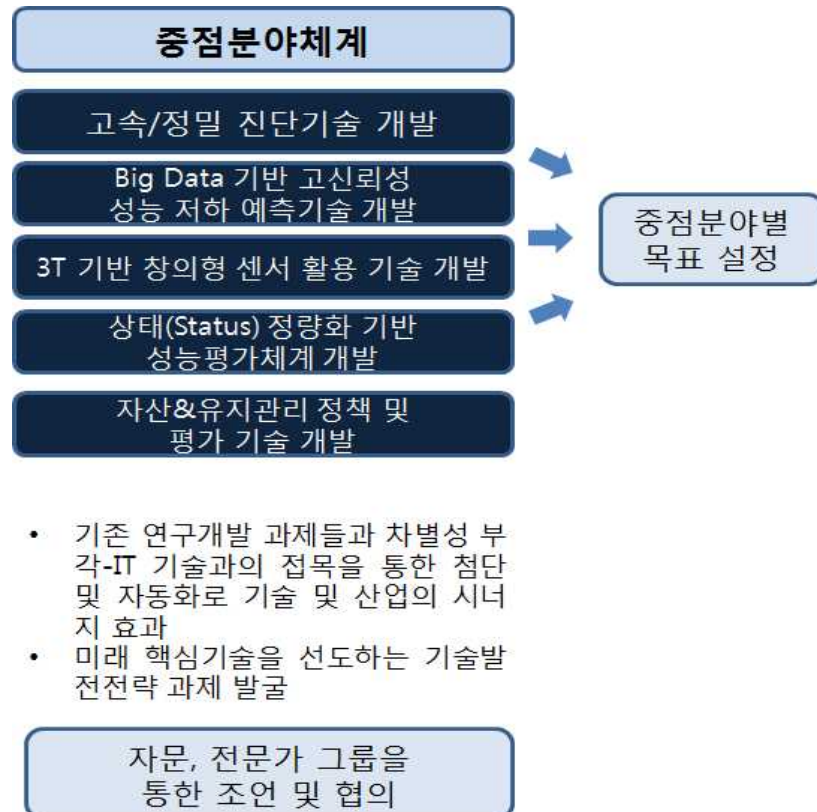


그림 3.8 중점추진분야 설정 과정

3.6.2 중점추진분야 내용

중점추진분야는 총 5가지로 설정하였으며, 기본 배경 및 개념은 표 3.4~3.8에 정리하여 나타내었다.

표 3.4 고속/정밀 진단기술(중점분야 1)

배경	기존에도 진단 관련 기술은 존재하나, 정밀안전진단 세부지침에 규정된 주요 점검항목별 육안점검 방식을 대체할 수 있는 기능이 없음. 따라서 진단결과와 정확성/신뢰성/난이성(접근성 등) 등의 현실적 문제를 개선할 수 있는 방향으로 기술 개발 필요
개념	• 시설물 현상태 평가에 활용되는 주요 점검 항목(부식, 균열, 연결부(볼트, 연결재 등), 텐던, 콘크리트 강도 등)에 대하여 기존 방법보다 빠르고 정확하게 진단할 수 있는 기술 • 점검/진단의 기능을 자동화·정량화하여 정보의 수집과 수집된 정보의 분석·평가의 동시성을 확보하는 기술 • 정보수집 장비, 기존기술 고도화 등을 개발 목표로 함

표 3.5 Big Data 기반 고신뢰성 성능저하 예측기술(중점분야 2)

배경	빅 데이터란, 시설물을 중심으로 산출되는 거동데이터(변형, 변위 등), 환경데이터(온도, 습도 등), 교통량, 유지관리이력 등 무수히 많은 유형의 데이터를 의미함. 현재는 단순 계측 데이터를 활용한 평가를 수행하는 단계(신뢰도 및 정확도 낮음)인 바, 기존 프로세스를 탈피하여 종합적인 데이터 활용을 기반으로 한 정확도 및 신뢰도 높은 성능저하 예측 프로세스 개발 필요
개념	• 시설물의 현상태 정보를 토대로 시간 경과 및 외부 환경 조건(기후, 교통량 등) 변화 등을 모두 종합하여 성능저하 수준을 예측할 수 있는 기술 • 평가기법, 평가 자동화 프로그램 등을 개발 목표로 함

표 3.6 3T 기반 창의형 센서 활용 기술(중점분야 3)

배경	기존 진단기술은 전위차, 초음파, 광섬유/전기저항식/진동현식 센싱 방식 등을 이용하고 있는 실정임. 최근 첨단 기술(NT, BT, IT 분야 등)과의 융복합형 센싱기술 등 차세대 미래형 진단기술 개발을 통하여 시설물 진단분야에 대한 국가 경쟁력 제고 및 진단/평가 결과의 신뢰도/정확도 향상 필요
개념	• Bio-Inspired Technology, 나노 기술, 감성기술(Six-Sense Technology) 등 첨단 기술과의 융합을 통해 시설물 안전점검 및 정밀안전진단 분야의 세계 기술선도가 가능한 미래 기술

표 3.7 상태정량화 기반 플랫폼형 성능평가 체계개발 기술(중점분야 4)

배경	기존에도 시설물별 대표등급 산출 프로세스가 존재하나, 대부분이 육안점검에 의존하는 수준이며, 현재 변화하고 있는 시설물별 설계기준 체제(예: 교량의 경우 한계상태설계법으로 변화 추세 등)를 반영하고 있지 않은 것이 현실임. 따라서 개발되는 주요 진단기술(중점분야 1, 2) 및 성능저하 예측기술(중점분야 3), 그리고 실제 진화되고 있는 설계기준 체제를 반영하여 기존 프로세스보다 개선된 대표등급 산출 프로세스 연계 및 평가자동화 시스템 개발 필요
개념	• 교량, 터널, 댐, 상하수도, 절토사면 등 국가주요시설에 대한 안전점검 및 정밀안전진단 실시결과를 과학적·정량적으로 평가하여 신뢰도 높은 대표등급을 산출할 수 있는 기술 • 현장의 점검/진단 실시와 동시에 시설물별 성능평가가 가능하고 그 결과를 DB화하여 기록 관리할 수 있도록 하며, 기존 시설물정보관리종합시스템에 연계 가능한 표준 플랫폼 구축 기술 • 평가기법, 알고리즘, 평가 자동화 프로그램, 플랫폼 시스템 등을 개발 목표로 함

표 3.8 자산&유지관리 정책 및 평가 기술(중점분야 5)

배경	SOC 시설물을 자산&유지관리 측면에서 현재 제공하는 서비스수준의 평가방법이 없는 실정임. 모든 국가기간시설물의 특성을 반영하고 미래지향적인 유지관리 체계의 개발이 필요함. 따라서 개발되는 상태정량화 기반 성능평가체계 기술(중점분야 4)를 반영하여 SOC 시설물의 자산관리 보고서를 작성하고, 업무절차를 표준화하여 자산관리 업무 수행 주체의 기술수준을 평가하는 인증절차의 개발이 필요
개념	• 국가기간시설물에 대한 미래 지향적인 유지관리를 위한 평가지표 개발 기술 • 예산 집행 및 예산 기획, R&D(보수/보강) 계획, 최적의사결정 등을 포함한 성능중심 유지관리 표준 보고서 개발 기술 • ISO55000에 상응하는 국내 자산관리 표준 업무 절차 및 절차서 개발을 목표로 함

3.7 기술수요조사 및 기술예측 조사

3.7.1 기술수요조사

기술수요조사의 목적은 미래에 국가 및 기업에서 필요성이 높을 것으로 예상되는 기술을 세부 과제 또는 요소기술 수준에서 도출하는 것이다. 기술수요조사는 선진화 마스터플랜을 실현하기 위해 기술개발 우선순위를 파악하고 기술개발과제 간 효율적인 자원배분 방안을 마련하기 위한 사전조사에 해당한다. 이러한 기술수요조사는 중점추진분야의 후보과제 선정에 활용되며, 중점추진 분야별 유망기술 발굴의 pool로 활용하였다.



그림 3.9 기술수요조사 절차

기술수요조사는 2차례에 걸쳐 진행하였다. 1차 기술수요조사는 본 과제의 기획연구단계에서 수행하였고, 2차 기술수요조사는 본 연구의 2차년도 국내·외 동향 조사 및 환경분석을 바탕으로 도출된 중점추진분야에 대해서 실시하였다. 1차와 2차 기술수요조사 수행결과를 요약하여 표 3.10에 정리하여 나타내었다. 표 3.10에서 수요조사결과를 기술분류체계별로 정리하였으며, 기술분류체계는 대분류, 중분류 소분류로 나누었으며, 대분류 수준은 중점추진분야로 정하였고, 중분류와 소분류는 기술의 세분화에 따라 정하였다.

기술분류체계별 수요조사 결과를 살펴보면 대부분이 시설물 상태평가 정량화 기술 분야와 신개념 센서시스템 및 계측데이터 활용 진단/평가기술 분야에 집중되어 있는 것으로 나타났다.

표 3.9 기술수요조사의 개요

구분	내용	
조사기간	13.04.26 ~ 13.05.22	15.09.16 ~ 15.10.20
조사대상	조사대상 기관: 참여연구진, 산((주)에이티맥스, (주)카이센 등)·학(KAIST, 중앙대, 성균관대 등)·연(ETRI, KRRI 등) 주요 기관 등 응답현황 - 시설물 상태평가 정량화 기술 분야 : 31건 - 매립/내장형 센서 기반 시설물 안전성 평가기술 분야 : 6건 - 신개념 센서시스템 및 계측데이터 활용 진단/평가기술 분야 : 20건 - 시설물 노후화 예측기술 분야 : 4건	조사대상 기관: 참여연구진, 산((주)에이티맥스, (주)카이센 등)·학(KAIST, 중앙대, 성균관대 등)·연(ETRI, KRRI 등) 주요 기관 등 응답현황 - 고속/정밀 진단기술 개발 분야 : 35건 - Big data 기반 고신뢰성 성능 저하 예측 기술 개발 분야 : 8건 - 3T기반 창의형 센서 활용 기술 분야 : 25건 - 상태정량화 기반 플랫폼형 성능평가 체계 개발 분야 : 6건 - 자산&유지관리 정책 및 평가 기술 개발 분야 : 15건
건수	총 61건	총 89건
조사방법	이메일을 통한 설문조사	이메일을 통한 설문조사
조사항목	제안기술의 개요(중점추진분야분류, 연구수행기관, 기술개발단계), 연구개발목표 및 내용, 연구개발필요성, 제안기술관련 국내외 시장/기술/정책 동향	제안기술의 개요(중점추진분야분류, 연구수행기관, 기술개발단계), 연구개발목표 및 내용, 연구개발필요성, 제안기술관련 국내외 시장/기술/정책 동향

표 3.10 수요조사용 기술분류체계별 수요조사 결과

대분류	중분류	소분류	수요조사 결과
A. 고속/정밀 진단 기술 (총 35건)	1. 손상 정량화 및 측정 방법 표준화 기술	디지털 이미지 프로세싱 기술	1. 비접촉식 레이저 초음파를 이용한 강구조물 및 PIPE의 진단 및 수명예측 기술 2. 광범위 구조물 안전 진단 상태 평가 영상화 진단 기술
		시설물 성능지표 정량화 기술	3. 시설물 상태에 따른 수명종결 상태 정의 기술 4. 시트법시설물의 상태평가 민감도 분석 및 개선 5. 하천 보 구조시스템의 안정성 평가를 위한 상시 진동기반 모니터링 기법
		비파괴검사정 보 획득자동화 기술	6. 콘크리트 슬래브의 손상평가를 위한 비접촉 충격공진시험을 이용한 자동화 진단 및 평가기술
		부식측정용 센싱 패키지 및 측정시스템 기술	7. FSM(Field Signature Method)을 이용한 실시간 교량 손상탐지 기술
		균열 등 이상상태 감지 기술	8. 스트레스 형광물질을 이용한 균열감지 0.1mm/스트레스 분해능 5MPa 이내급 비주얼 방식의 교량손상 탐지기술
			9. 지반지지 슬래브 구조물의 처짐을 복원하기 위한 그라우팅 충전시공의 비파괴 탄성과 기법에 의한 품질평가 기술
			10. 콘크리트 터널벽체의 구조적 건전도 상태를 연속적으로 평가하기 위한 비파괴 탄성과 기법 및 이동형 하드웨어 시스템 기술
			11. 전도성 콘크리트를 이용한 콘크리트 내부 손상 평가 기술
			12. 운영 하중상태와 환경변화에 의한 시설물 손상문제 해결을 위해 시설물별 손상패턴과 성능분석 기술 및 예측기술
			13. 강 교량 연결부의 볼트풀림 감지를 위한 자체 전원공급 임피던스 센서노드 및 스마트 계면관 기술
		정량화 장비 및 하드웨어 기술	-
		손상정보 패턴분석 기술	14. 구조물 육안점검 객관성 확보 문제해결을 위한 이미지 프로세싱 방식의 손상정보 패턴분석 기술
		나노-마이크로 이미지 분석 기술	15. 콘크리트 시설물의 상태평가의 침단화/정밀화를 위한 썬섹션(thin-section) 이미지 기반 열화손상의 표준화 기술
		측정항목별 측정 데이터 표준화 기술	-
		센서 및 데이터 로거 기술	16. Bio-inspired Smart Photonic Coating을 이용한 구조물의 이상상태 감지기술
			17. 응력에 민감한 발광 입자로 충전된 Electrospun Nanofiber Sensor 개발
		기타	-
		육안점검	18. 육안점검의 비효율성 문제 해결을 위한 이미지

대분류	중분류	소분류	수요조사 결과
	2. 간이적 정량화 평가 기술	보조장비 기술	프로세싱 방식의 육안점검 보조장비 개발 기술
		모바일 장비 활용 기술	-
		국부응력 가시화기술	19. 건축 구조물의 균열 진행 문제해결을 위한 탈부착방식을 이용한 빛 감지형 응력 센싱 기술
			20. 건전성(상태등급)을 시각적으로 표현할 수 있는 능동적 교량 상태 감지기술
		스마트장비를 이용한상태평 가 기술	-
		기타	-
	3. 시설물 정밀 점검 기술	휴대용 정밀 계측 기술	-
		정밀해석 기술	21. 프리스트레스 구조물의 Duct내 Tendon의 계면상태 및 건전성 평가를 위한 Laser를 이용한 비파괴 진단기법
		SI기반 평가 기술	22. 오차율 10% 미만의 철도교 축중량 측정장치 및 이를 이용한 교량의 실시간 상태평가 기술
			23. 명확하고 신뢰성 높은 상태평가를 위한 시설물의 하중입력-응답출력 입출력관계 규명을 통한 시설물 상태평가기술
		점검차를 활용한 통합 정밀점검 기술	-
		3차원정보기반 손상관리기술	24. 플랜트 원격 진단의 접근성 문제 해결을 위한 레이저 스캔 방식의 3차원 손상 추정 기술
		비파괴 계측기술	25. 콘크리트 구조물의 정적 응력상태 비파괴 계측기술 및 이를 이용한 국부응력 상태 가시화 기술
		데이터 영상화 기술	-
		기타	26. 무인 장비를 활용한 대형구조물 진단 기술 개발 기술
	4. 시설물 환경변화 정량화 측정 기술 (설계당시 대비)	확률 및 통계 처리 기술	27. 기후변화 대비 댐 및 하천시설물 설계홍수량 산정 기술
		하중조건(설계 하중, 평가하중 등) 정량화 기술(운용중, 지진/태풍 등의 재해시 등)	28. 재해(태풍, 지진 등)시 시설물 안전을 위한 SOC 시설물 정밀 해4.1.3석기술
			29. WIM(Weigh-In-Motion) 시스템을 활용한 도로 및 교량의 하중모형 구축 및 상태평가 기술
			30. 풍수해 취약 지반지지구조 붕괴위험 탐지를 위한 스마트 앵커 기술
			31. 주행속도 증가에 대한 철도교 마찰교좌장치 안정성 평가기술
		극한지 등의 특수 지역 환경 측정 기술	-
		기상센서를 활용한 환경영향등급 산정기술	-

대분류	중분류	소분류	수요조사 결과
		환경변화대응 손상제어기술	-
		기후/풍속 변화 정량화 기술	-
		기타	32. 장기 모니터링용 센서 및 계측장비의 내구성 확보를 위한 고 신뢰성 패키징 기술
			33. 지하구조물 라이닝 장기 내구성 평가 기술 및 보수/보강 가이드라인 제시 기술
	5. 계측 기기 기술	유무선 혼합형 DAQ 기술	-
		계측기 슬림화 및 모듈화 기술	34. 20,000 $\mu\epsilon$ 측정범위를 가지는 광섬유 센서 기반 외피 케이블 장력측정 기술
		센서 및 계측기 내구성 향상 기술	-
		데이터 취득 및 전송기술	-
		계측기기 표준화 기술	35. 무선센서 현장적용성 문제해결을 위한 대안 최적화 기법을 적용한 계측기기 표준화기술
		계측기기 검교정 기술	-
		기타	-
	B. 3T기반 창의형 센서 활용 기술 (총 8건)	매립형 센서 활용 기술	-
		표준화된 센서 매립형 구조부재 설계 기술	-
		표준화된 센서 내장 부속장치 기술	36. 스마트 베어링을 이용한 B-WIM(Bridge Weigh In Motion) System 기술
		표준화된 센서 내장형 콘크리트 시설물 설계 및 시공기술	37. 전도성 콘크리트를 이용한 변형률 측정 기술
		매립/내장형 센서 외피 기술	-
		기타	-
	2. 센서 매립/ 내장형 강재 부재 설계 및 시공기술	매립형 센서 활용 기술	38. 광섬유 센서를 매립한 비탈면 배수시설의 상태측정 기술
		센서 매립형 구조부재 설계 기술	39. 도심지 지반재해피해저감을 위한 매립식 리프트형 토사재해 제어시설 개발 기술
		40. Sensor embedded 보강재(reber, 강연선, 강봉) 기술	
		센서 내장 용접부 상태 감지기술	-

대분류	중분류	소분류	수요조사 결과
C. Big data 기반 고신뢰성 성능 저하 예측 기술 개발 (총 25건)		센서 내장형 강재거더 기술	-
		센서 내장 부속장치 기술	-
		센서 내장형 강재 시설물 설계 및 시공기술	-
		센서 내장 볼트풀림 감지 기술	41. 볼트연결부 200m 이내, 볼트 장력 10% 내외 감소 모니터링을 위한 강교량 볼트연결부 지능형 안전관리 기술
			42. 강교의 안전성 증대와 유지관리 효율화를 위한 볼트연결부의 안전관리 시스템 기술
		기타	43. 교량 부재 거동 100% 감시를 위한 핵심 부재별 이상상태 검출 기술
	3. 센서 매립/내장형 지반 시설물 설계 및 시공기술	매립형 센서 활용 기술	-
		센서 지반 매립 기술	-
		센서 내장형 지반 시설물 설계 및 시공기술	-
		센서 내장 부속장치 기술	-
		기타	-
	1. 재난 전후 또는 환경조건 변화시 시설물 성능저하 예측기술	재난전후 성능저하 예측용 계측 기술	44. 재난전후 또는 환경조건 변화시 시설물 성능저하 예측기술 -재난전후 성능저하 예측용 계측기술
			45. 지진전후 교량구조물의 성능저하 예측시스템 기술
		환경조건 변화시 성능 변화 예측용 계측기술	46. 상태정량화 기반 플랫폼형 성능평가체계 기술
			47. 환경조건을 고려한 데이터 통합형 성능수준 평가기술
			48. 온도영향을 배제한 데이터를 사용한 구조물 성능변화 추정 기법 개발
		시설물별거동 분석시물레이션 기술	-
		첨단센서 기반 시설물 정밀안전진단 기술	-
		장기 데이터 추세/패턴 추정 평가 기술	-
		환경조건에 따른 거동 분석 시물레이션 기술	-

대분류	중분류	소분류	수요조사 결과
	2. 신개념 센서 기술	기타	-
		착탈식 센서 및 reusable 센서 기술	49. 콘크리트의 시공 안전성 문제 해결을 위한 착탈식 압전 센서 방식의 실시간 강도 예측 기술
		센서 모듈화 및 신속교체 가능 기술	-
		장기간 데이터 수집이 가능한 독립형 센서노드 기술	-
		재난 환경 모니터링을 위한 센서 네트워킹 기술	50. 점검차량을 이용한 교량 건전성 평가
			51. 기존시설물의 계측데이터 전송성능 저하문제 해결을 위한 무선 채널 hopping 방식의 고신뢰성 센서 네트워킹 기술
		재난 환경 데이터의 유.무선 이중망 전송 기술	52. 기존 유선계측장치 문제 해결을 위한 유.무선 혼합 방식의 T/R Pairing 기술
		최신 센서 개발성과 활용기술	53. 취약부분 대상 감지범위 1m 이상 오인식률 5% 이내 스마트 센서 기반의 100% 국산화 교량부재별 자가진단 기술
			54. 내구수명 10년 이상을 확보할 수 있는 첨단센서 기반 정밀도 10mm(교장 100m당) 미만의 교량 3차원 글로벌 거동 측정 기술
		기타	55. 강구조 및 콘크리트 구조물의 기준점 변위를 보정한 레이저 변위 측정 시스템 구축 및 자동화 유지관리 시스템 기술
	3. 데이터 프로세스 기술	자가진단 의사결정 기술	-
		내장형 센서 데이터 활용 기술	-
		고정확도/고신 뢰성 안전성 평가 알고리즘 기술	-
		데이터 프로세스 기반 안전성 및 건전도 평가 기술	-
		기타	-
	4. 성능 기반 시설물 평가기술	목표성능에 따른 계측/모니터링 기술	-
		데이터를 활용한 현상태 기반 성능 평가기술	56. 부식된 콘크리트 교량 슬래브의 성능 예측 기술
			57. SOC구조물 성능평가를 위한 (신개념 센싱데이터 기반) 수치해석모델 개선기술

대분류	중분류	소분류	수요조사 결과
			58. 계측데이터를 이용한 구조물 수치해석모델 개선 자동화 프로그램 개발 기술
			59. 진동 계측데이터 기반 SOC시설물의 현상태 평가 기술 개발/사용성 확장 및 기술 표준화
			60. 신뢰도 80% 이상의 3차원 수치해석모델을 통한 현상태 기반 성능평가 기술
			61. 구조물의 계측 데이터를 활용한 이상 상태 감지를 위한 관리 기준 기술
			62. 구조물 이상상태 감지를 위한 계측데이터 관리기준치 설정법 개발 기술
			63. 영상을 이용한 사회간접시설물의 건전도 모니터링을 위한 시스템 및 해석기법
		신뢰도 기반 성능평가 기술	64. 성능기반 시설물 평가 기법 및 유지관리 기술
		기타	65. 신뢰도 기반 내하력평가 기술 개발 및 검증
	5. 사용자 중심 사용성/기능성 평가기술	시설물 사용시 만족도 평가 기술	66. 사용자 중심의 만족도 평가를 위한 사용성 정량화 기술(기획연구)
		시설물별 요구성능 만족 여부 평가 기술-평상시	-
		시설물별 요구성능 만족 여부 평가 기술-재난시	-
		돌발재해시 대응 성능 등급평가기술(토석류, 홍수, 강풍 등)	67. 폭발 및 충격 하중에 대응하는 교량의 등급 평가 기술
		기타	68. 돌발재해 대응 실시간 예·경보 자동 전파 체계 기술
D. 상태정량화 기반 플랫폼형 성능평가 체계 개발 기술 (총 6건)	1. 플랫폼형 통합 운용기술	GIS/BIM 기반 통합관리 제어 기술	-
		노후화 예측 모델을 이용한 시설물별 상태 예측 기술	-
		시설물 상태 종합 판단 기술	-
		환경조건에 따른 시설물별 안전도 예측기술 (예)-A건물은 규모3의 지진에 대해서는 A등급	-

대분류	중분류	소분류	수요조사 결과
		-A건물은 60m/s의 바람에 대해서는 C등급	
		기타	-
	2. 노후화 수준 판정 기술	시설물별 정량적 수명예측 기술	69. 차량 하중 및 통행 빈도수에 의한 공용중 교량의 피로성능 평가방법 및 매뉴얼 개발 기술 70. 보수·보강공 수명예측을 위한 표준형 평가기술 개발
		잔존수명예측 결과신뢰도향상 기술	71. 교량잔존수명 3년 이내 추정오차를 확보하기 위한 알고리즘 및 데이터 분석 기술
		누적 외력 정량화 및 활용기술(예: 철도레일, 포장, 교량 등)	-
		failure mode 및 리스크 분석 기술	-
		환경조건에 따른 시설물의 성능 저하도 예측 기술	72. 시설물의 성능 저하도를 예측하기 위한 자연 환경조건의 특성별 콘크리트 시설물의 노후화 예측 기술
		기타	73. 성능 수준 판정 기술
	3. 내구성 평가 기술	중성화 측정결과 신뢰도 향상 기술	-
		염해 측정결과 신뢰도 향상 기술	-
		환경적 영향에 의한 내구성 저하 모니터링 기술	74. 초음파 탐상법(Ultra-Sonic)을 이용한 RC 구조물의 내구성능 모델링 및 정량적 평가를 위한 센서시스템 기술
		내구성능지수 표준화 기술	-
		내구성에 영향을 미치는 환경인자 정량화 기술	-
		기타	-
E 자산&유지 관리정책 및 평가기술 (총 15건)	1. 자산관리 정책 개발	자산관리 도입을 위한 법령, 조직, 운영 방안 도출	75. 국내 사회기반시설 자산관리 인증제도 개발
		자산관리 표준 절차 개발	

대분류	중분류	소분류	수요조사 결과
		자산관리 보고서 표준안 도출	76. SOC 시설물 중장기 예산 분석에 적용 가능한 시나리오분석기법 표준안 개발 77. 국내 사회기반시설 성능중심 유지관리 표준 보고서 개발
		자산관리 제도 정착을 위한 홍보 및 교육 프로그램 개발	78. 국내 사회기반시설 성능지속유지관리 교육 및 홍보 프로그램 개발
		기타	-
	2. 자산관리 요소 기술 개발	시설물 군별 제원 및 유지관리 데이터 획득 및 DB 정립 기술	- -
		시설물 군별 서비스 수준 및 성능지표 결정 기술	79. SOC시설물의 자산관리 적용을 위한 서비스수준의 정의 및 적용 방안 제시
			80. 도로시설물의 평가를 위한 자료 수집 및 분석을 통한 서비스수준 평가 방법 개발
			81. 철도시설물 평가를 위한 자료 수집 및 분석을 통한 서비스수준 평가 방법 개발
			82. 공항시설물 평가를 위한 자료 수집 및 분석을 통한 서비스수준 평가 방법 개발
			83. 수리시설물(댐 항만 포함)의 평가를 위한 자료 수집 및 분석을 통한 서비스수준 평가 방법 개발
			84. 상하수도시설물의 평가를 위한 자료 수집 및 분석을 통한 서비스수준 평가 방법 개발
		시설물 종별 성능평가 기술	-
		시설물 종별 자산가치 평가 정량화 기술	85. 시설물의 가치 산정을 위한 대체원가 기반 가치평가 기준 개발
		시설물 종별 성능예측 모델 개발	86. 국내 도로시설물의 자산관리 체계 적용을 위한 시스템 개발
		유지관리 비용 예측 모델 개발	87. SOC 시설물에 적용 가능한 성능예측모델 표준안 개발
			88. SOC시설물의 예산 배정에 필요한 의사결정모델 표준안 개발 연구
		시설물 종별 Risk 분석 기법 개발	89. SOC 시설물의 위험도 분석 기술 표준안 개발
		네트워크 레벨 경제성 평가 기법 개발	-
		시설물 종별 의사결정 모델 개발	-
		기타	-
	3. 자산관리	교통 분야 시범 사업	-

대분류	중분류	소분류	수요조사 결과
	시스템 구축 시범사업 시험 운영	수자원 분야 시범 사업	-
		항만 분야 시범 사업	-
		공공 건축물 분야 시범 사업	-
		기타	-

기술수요조사 결과는 중점추진분야별로 분류하여 정리하면 표 3.11과 같이 나타낼 수 있다. 또한, 표 3.11에 수요기술조사 결과의 연구목표와 연구개발내용을 정리하여 나타내었다.

표 3.11 기술수요조사의 결과 분류

No.	중점 추진분야	기술명	연구개발목표	연구개발내용
1	시설물 상태평가 정량화 기술 분야	스트레스 형광물질을 이용한 균열감지 0.1mm/스트레스 분해능 5MPa 이내 급 비주열 방식의 교량 손상 탐지 기술	교량의 안전 진단을 위한 스트레스 비전 센서를 이용한 검사 시스템 개발(균열 감지폭 0.1mm 이내/분해능 5MPa 이내)	• 스트레스 비전 센서 개발 • 스트레스 감시 화상 센서 노드 시스템 설계 • 건축/대형구조물 안정성 평가시스템 알고리즘 • 스트레스 비전센서 기반 구조물 건전도 평가 시스템 개발
2		건축구조물의 균열진행 문제 해결을 위한 탈부착 방식을 이용한 빛 감지형 응력 센싱 기술	빛 감지형 센싱 필름을 이용한 구조물의 상태 안전성 평가 기술 개발	• 광변색성 염료를 이용한 응력 발광 필름 제조 • 센싱 필름을 이용한 구조물의 응력상태 및 가시화 기술 개발 • 응력 집중 및 균열 진행에 대한 정량화 및 규격화 평가 기술 개발
3		20,000 $\mu\epsilon$ 측정범위를 가지는 광섬유센서 기반 외피 케이블 장력측정 기술	광섬유센서 기반 교량의 케이블 장력 측정 기술개발과 모니터링 기술개발	• 현장에서 취급 및 변형이 용이한 스마트 텐던 개발 • 광섬유센서 멀티어레이 기반 경사 또는 벤딩센서를 이용한 교량 처짐 측정기술 개발
4		오차율 10% 미만의 철도교 축중량 측정장치 및 이를 이용한 교량의 실시간 상태평가 기술	철도교의 실시간 상태 평가 기술	• 통과톤수 측정을 통한 레일의 효율적인 교체주기 산정 • 하중-응답 상관성 분석을 통한 교량의 실시간 상태 평가가 가능한 기술 개발
5		건전성(상태등급)을 시각적으로 표현할 수 있는 능동적 교량 상태 감지기술	공공시설물의 건전성을 일반 이용자가 알 수 있도록 공개함으로써 투명한 시설물 유	• 교량의 건전성에 표출방안 기술개발 • 건전성 표출 항목 선정

No.	중점 추진분야	기술명	연구개발목표	연구개발내용
			지관리 기법과 안전성 제고	
6		FSM(Field Signature Method)을 이용한 실시간 교량 손상탐지 기술	부식 및 균열 등의 구조물 손상 실시간 탐지 및 평가	- FSM을 이용한 구조물 손상 실시간 탐지 및 평가 알고리즘 개발 - FSM을 이용한 구조물 손상 실시간 탐지 및 평가 시스템 개발
7		지반지지 슬래브 구조물의 처짐을 복원하기 위한 그라우팅 충전시공의 비파괴 탄성과 기법에 의한 품질평가기술	그라우팅 충전 품질을 효과적으로 평가할 수 있는 기법 개발과 실용화	- 요소기술의 개발 - 실용화를 위한 검증과 현장적용 - 상시 유지관리 시스템으로서 활용을 위한 시스템의 고급화
8		콘크리트 터널벽체의 구조적 건전도 상태를 연속적으로 평가하기 위한 비파괴 탄성과 기법 및 이동형 하드웨어 시스템 기술	콘크리트 강도 및 내부건전도 상태를 효과적으로 평가할 수 있는 기법 개발과 실용화	- 요소기술의 개발 - 실용화를 위한 검증과 현장적용 - 상시 유지 관리 시스템으로서 활용을 위한 시스템의 고급화
9		Bio-inspired Smart Photonic Coating을 이용한 구조물의 이상상태 감지 기술	모듈화된 저가의 현장용 Optical probe 개발	- 다양한 colloidal particle 과 고분자 재료의 혼합물 합성에 대한 문헌 조사 - Submicron 크기의 미세 colloidal particle 구조적 배열을 지닌 박막 코팅 제조 기술 개발 - 제조된 Photonic coating 을 적용한 구조적 변색 범위 측정 및 특성화 - 모듈화된 Optical probe 개발 - 이론 및 Calibration 기술 개발 - 광학측정 장치 개발 및 실외 실험 검증
10		응력에 민감한 발광 입자로 충전된 Electrospun Nanofiber Sensor 기술	ML 센서 입자로 충전된 electrospun nanofiber 센서 제조 기술 개발	- Ball-milling을 통해 ML 센서 나노 사이즈의 powder의 제작 - Single fiber의 응력발광 특성화 - 응력발광 미커니즘의 이해를 바탕으로 한 예측 모델 개발 - 센서 제작 및 실내 실험 검증 - 광학측정 장치 개발 및 실외 실험 검증
11		시설물 상태에 따른 수명종결 상태 정의 기술	시설물 상태에 대한 최종적인 수명종결 상태의 정의	시설물에 발생하는 열화 메커니즘별 내구적 수명종결 상태 정의

No.	중점 추진분야	기술명	연구개발목표	연구개발내용
				· 시설물별 기능성에 따른 수명종결 상태 정의 · 시설물별 기타조건에 따른 수명종결 상태 정의
12		시트법시설물의 상태평가 민감도 분석 및 개선 기술	각 평가단계별 민감도를 분석하여 최적의 민감도를 갖도록 설계함과 동시에 민감도로 해결되기 어려운 부분에 대한 보완책 도출	· 개별부재 평가 단계의 민감도 분석 · 부재그룹 평가 단계의 민감도 분석 · 시설물 평가 단계의 민감도 분석 및 최적의 민감도 확보 · 시트법 시설물의 상대평가 기준 재정립
13		콘크리트 시설물의 상태평가의 첨단화/정밀화를 위한 썬섹션(thin-section) 이미지 기반 열화손상의 표준화 기술	썬섹션(Thin-section) 분석기술을 활용한 마이크로-메소 레벨 이미지 분석 기술 개발 및 표준화된 이미지 체계 구축	· 시멘트계 광물질의 마이크로 이미지 분석 기술 개발 · 경화된 콘크리트의 마이크로 이미지 분석 기술 개발 · 시멘트계 재료의 복합공극구조 이미지 분석 기법 개발 · 마이크로 이미지를 활용한 콘크리트 구조물의 물-시멘트비 추정 기술 개발 · 콘크리트 시설물 상태평가용 열화 이미지 기반 D/B 구축 · 재료 특성 평가를 위한 멀티스케일 이미지기반 표준화 매뉴얼 개발
14		전도성 콘크리트를 이용한 콘크리트 내부 손상 평가 기술	다양한 전도성 첨가제를 이용한 콘크리트의 전기 전도도 제어 기술 개발	· 콘크리트의 전기 전도성 제어 기술 개발 · 전도성 콘크리트의 내부 손상평가 기술 개발 · 전도성 콘크리트의 구조적 성능 평가 · 손상 평가를 위한 전기적 특성 측정 장비 개발
15		플랜트 원격 진단의 접근성 문제 해결을 위한 레이저 스캔 방식의 3차원 손상 추정 기술	비스캔 면에서의 손상을 유발하는 알고리즘 개발	· TLS(Terrestrial Laser Scanning) 레이저 기반 플랜트 배관의 3차원 형상 정보를 획득 · 초음파 전파 영상에 3차원 형상 정보를 반영하여 초음파 전파 영상 map 구축 · 인공 신경망 및 SVM 기법 등의 확률론적 패턴인식 기법을 적용하여

No.	중점 추진분야	기술명	연구개발목표	연구개발내용
16		비접촉식 레이저 초음파를 이용한 강구조물 및 PIPE의 진단 및 수명예측 기술	기존 비파괴검사의 한계점을 극복한 탄성파를 이용한 강구조물 및 PIPE의 진단 및 수명예측 시스템 구축	손상 위치 추정 - 강구조물 형상을 묘사할 수 있는 Preprocessor 개발 - 병렬 프로세싱을 통한 수치해석 연산속도 향상 - 실험/수치해석 결과의 비교를 통한 손상 정량화 - 실제 구조물의 경우를 묘사한 실험/수치해석 조건을 고려하여 현장 적용가능성 향상 - 실제 구조물에 대한 실험을 통하여 해석결과와 비교
17		프리스트레스 구조물의 Duct내 Tendon의 계면 상태 및 건전성 평가를 위한 Laser를 이용한 비파괴 진단기법	PSC 구조물 건전성 평가를 위한 레이저 가진(excitation) 및 계측(sensing) 장치 개발	- PSC 콘크리트 구조물의 손상 메커니즘 파악 - 기존의 레이저를 활용한 excitation 및 sensor 개발현황 조사 및 비교를 통한 발전방향 모색 - 레이저 가진 및 계측 장치의 개발 - 개발된 시스템의 모의실험 및 실험 데이터 처리 기법 개발
18		콘크리트 슬래브의 손상평가를 위한 비접촉 충격공진시험을 이용한 자동화 진단 및 평가기술	비접촉 센서 및 자동 충격장치 개발	- 철근 콘크리트 구조물의 손상 메커니즘 파악 - 기존의 비접촉 센서 및 자동 충격장치의 조사 및 비교를 통한 발전방향 모색 - 비접촉 센서 및 자동 충격장치의 개발
19		명확하고 신뢰성 높은 상태평가를 위한 시설물의 하중입력-응답출력 입출력관계 규명을 통한 시설물 상태평가 기술	각 시설물별 하중입력/응답출력 계측치에 기반한 유한요소모델 개선 및 이를 이용한 상태평가기술	- 각 시설물별 입력하중/응답출력 계측 물리량의 선정 - 각 시설물별 입력하중/응답출력 계측기술 개발 - 계측된 입력하중/응답출력을 이용한 유한요소모델 개선기술 - 개선된 유한요소모델을 이용한 상태평가기술 - 실제 시설물에 적용하여 개발된 기술의 검증/개선
20		구조물 육안점검 객관	신뢰도 90%이상의 자	손상유형별 표준이미지

No.	중점 추진분야	기술명	연구개발목표	연구개발내용
		성 확보문제 해결을 위한 이미지프로세싱 방식의 손상정보 패턴분석 기술	동 손상패턴 분석기술의 개발	- 의 설정기술개발 - Mopology 영상분석기술을 활용한 손상분석 S/W개발 - 영상수집장치 일체형 모바일 손상분석시스템 개발
21		장기 모니터링용 센서 및 계측장비의 내구성 확보를 위한 고 신뢰성 패키징 기술	8년 이상의 내구수명을 갖는 노이즈차폐형 고신뢰성 센서 및 계측장비 패키징 기술	- 센서 및 계측장비 손상 원인별 보호기구 설계기술개발 - 장기내구성 확보를 위한 접촉, 비접촉센서 및 계측장비의 설치운영 매뉴얼 개발 - 센서 및 계측장비의 내구성 평가방법 개발
22		콘크리트 구조물의 정적 응력 상태 비파괴 계측 기술 및 이를 이용한 국부 응력 상태 가시화 기술	콘크리트 부재의 국부 정적 응력 상태를 1MPa 해상도로 가시화할 수 있는 초음파 기반 정적 응력 상태 계측 방법 및 계측 데이터 가시화 기법 개발	- 콘크리트의 정적 응력 계측용 초음파 계측 시스템 개발 - 정적 응력 상태의 고민감도 센싱이 가능한 초음파 모드 계측 방법 개발 - 콘크리트의 재료적 특성을 고려한 초음파-응력 변환 모델 개발 - 주응력 방향 및 크기를 결정할 수 있는 초음파 기반 Rosette 테스트 방법 개발
23		무선센서 현장적용성 문제 해결을 위한 대안 최적화기법을 적용한 계측기기 표준화기술	계측요소의 특징을 고려한 계측인자 DB를 도출, 계측기법의 효율성, 정확도, 사용성 개선 및 표준화	- 대상 계측요소별 계측기준 및 계측 type 정성화 분석 - SOC 적용대상의 유무선 계측장비 Performance 정량화 분석 - 계측기기와 계측요소 간의 관계형 네트워크 모델 개발 - 최적의 계측방법과 기기 선정을 위한 의사결정기반 최적화기법 - 실험을 통한 계측기기 최적화 검증
24		광범위 구조물 안전 진단 상태 평가 영상화 진단 기술	초기결함 및 초기손상 부위의 정량적 사이즈 및 형상의 영상화 기술 개발	- 재료손상 영상화 알고리즘의 개발 - 램과 다중센서 탐촉자 시스템 기술개발 및 집속화 - 신호해석 기술개발 및 적용

No.	중점 추진분야	기술명	연구개발목표	연구개발내용
25		재해(태풍, 지진 등)시 시설물 안전을 위한 SOC 시설물 정밀 해석 기술	재해발생시 SOC 시설 물의 정밀 해석기술 개발, 구조해석을 통한 재해발생시 풍력, 진동 등 하중 정량화 기술, 내재해 SOC 시설물 설계법 개발	· 재해발생 시 SOC 시설 물에 가해지는 풍력, 진 동 등을 통계학적으로 분석하여 이를 하중으로 정량화 · 슈퍼컴퓨터를 활용하여 표준 SOC 시설물에 대 한 3D 정밀해석 모델 개발 · 개발 모델에 재해시의 하중을 적용하여 SOC 시설물별 재해발생시 파 손 형태 시뮬레이션 및 현장 시험을 통한 검증 · 시뮬레이션 결과를 바탕 으로 재해발생 시 시설물 에 적용되는 하중 정량화
26		운영 하중상태와 환경 변화에 의한 시설물 손 상 문제 해결을 위해 시설물별 손상패턴과 성능 분석기술 및 예측 기술	균열 등의 손상정보 패턴분석 기술개발로 시설물의 새로운 상태 평가 기술 개발	· 공용상태에서의 시설물 별 손상평가 기술의 정 량화/표준화 · 기후/풍속 등의 환경조 건 및 구조물 손상패턴 분석 기술 개발 · 공용조건별/환경조건별 시설물 평가시스템 및 관리시스템 개발
27		육안점검의 비효율성 문제 해결을 위한 이미 지 프로세싱 방식의 육 안점검 보조 장비 개발 기술	균열폭 0.1mm 수준의 균열자동 감지 기술과 촬영위치 정보를 취득 할 수 있는 휴대용 균 열점검 장비 개발	· 균열폭 0.1mm 수준의 균열자동 감지 기술 · 균열 및 촬영위치 정보 연동 기술 개발 · 휴대용 균열점검 H/W 개발 · 휴대용 균열점검 장비를 통해 취득된 이미지의 후처리 S/W 개발
28		WIM(Weigh-In-Motio n) 시스템을 활용한 도 로 및 교량의 하중모형 구축 및 상태평가 기술	국내 도로 및 교량의 설치환경을 고려한 WIM 시스템 구축, 도 로 및 교량의 사용성 및 안전성 평가를 위 한 실시간 하중모형 구축 기술 개발, 하중 모형 데이터를 활용한 도로 및 교량의 성능 평가 알고리즘 구축	· 국내 도로 및 교량의 설 치환경을 고려한 WIM 시스템 구축 · 도로 및 교량의 사용성 및 안전성 평가를 위 한 실시간 하중모형 구축 기술 개발 · 하중모형 데이터를 활 용한 도로 및 교량의 성능 평가 알고리즘 구축
29		강 교량 연결부의 볼트 풀림 감지를 위한 자체 전원공급 임피던스 센 서노드 및 스마트 계면	임피던스 응답을 이용 하는 센서노드 기반으 로 강 교량 연결부의 볼트풀림 감지 시스템	· 강 교량 볼트연결부의 특성 및 계면판의 임피 던스 응답 특성 분석 · 스마트 계면판의 제원

No.	중점 추진분야	기술명	연구개발목표	연구개발내용
		관 기술	개발	- 설계 및 볼트풀립 감지 성능 평가 - 저전력/저주파/저출력/다채널 임피던스 센서노드 제작 및 볼트풀립모니터링 시스템 개발 - 임피던스 신호처리 및 볼트풀립 모니터링의 자동화 체계 개발 - Test-Bed 실험 및 개발 시스템의 제품화
30		풍수해 취약 지반지구조 붕괴위험 탐지를 위한 스마트 앵커 기술	풍수해 취약 연약지반 지구조의 내부 토압 상승으로 인한 지구조 붕괴 위험성을 사전 탐지할 수 있는 스마트 앵커 기술 개발	- 지반지구조 앵커부의 특성 및 스마트앵커의 임피던스 응답 특성 분석 - 스마트 앵커의 제원 설계 및 긴장력 변화 감지 성능 평가 - 저전력/저주파/저출력 임피던스 센서노드 제작 및 긴장력 모니터링 시스템 개발 - 임피던스 신호처리 및 긴장력 모니터링의 자동화 체계 개발 - Test-Bed 실험 및 개발 시스템의 제품화
31		하천 보 구조시스템의 안정성 평가를 위한 상시 진동기반 모니터링 기법	하천 보 구조시스템의 안정성 평가를 위한 상시 진동기반 모니터링 기술 개발	- 하천 보 구조-지반 시스템의 2-D 간략 모델 개발 2-D 간략 모델에 적합한 강체 진동모드특성 추출 알고리즘 개발 - 진동 특성치와 GA-기반 SID를 적용한 2-D 간략 모델의 성능 검증 - 하천 보의 상시진동응답을 이용하는 극미세 진동 모니터링 기법
32		무인 장비를 활용한 대형구조물 진단 기술 개발	무인 점검 장비를 활용한 대형 구조물의 점검 및 진단 기술 개발 연구	- 무인 비행체 검사장비 구성 및 신뢰도 향상 기술 개발 - 대형구조물 점검 및 진단을 위한 로봇-NDT 융합기술 개발 - 이미지 프로세싱 기법-무인체(무인비행체, 로봇 등) 검사장비 연계 기술 개발 - 수집정보의 정합을 위한

No.	중점 추진분야	기술명	연구개발목표	연구개발내용
33				위치 기반 매핑 기술 개발
		기후변화 대비 댐 및 하천시설물 설계 홍수량 산정 기술	기후변화로 인한 이상 기후에 대비하여 댐 시설물의 대규모 홍수 방어 능력제고	· 현재까지 수문자료를 활용한 비정상성 경향성 평가 · 기후변화시나리오에 따른 미래 수문량 변동성 분석 · 기후변화 적응 설계수문량 산정 기법 적용 및 평가 · 기후변화를 고려한 설계변수(강우강도, 홍수량 등)미래 기간별 보정계수 도출) · 기후변화를 고려한 수문학적 안전성 평가 분석
		지하구조물 라이닝 장기 내구성 평가 기술 및 보수/보강 가이드라인 제시	환경별 지하구조물 라이닝의 장기 내구성 평가에 있어 열화에 의한 손상영역의 정량적 평가 방안 제시	· 지하구조물 라이닝의 열화에 영향을 미치는 유해가스·이온을 고려한 열화 촉진 실험에 의한 열화 심도 평가 모델 개발 · X-ray CT법을 이용한 열화에 의한 콘크리트 내부 미세구조 분석 기법 개발 · 열화에 의한 지하구조물 라이닝의 수명 예측 및 보수/보강 범위 결정 가이드 라인 제시
35		주행속도 증가에 대한 철도교 마찰교좌장치 안정성 평가기술	장기모니터링을 통한 주변온도변화에 대한 마찰거동과 주행속도 증가에 대한 동적거동을 반영한 활하중에 의한 거동을 표준화	· 장기 마찰실험법 및 실험장비 개발 · 교좌장치별 마찰판 요구 성능 한계 기준 수립 · 정량적 교좌장치별 내구성 평가기준 정립
36	매립/내장형 센서 기반 시설물 안전성 평가기술	볼트연결부 200m 이내, 볼트 장력 10% 내외 감소 모니터링을 위한 강교량 볼트연결부 지능형 안전관리 기술	자가진단 또는 자가चे결 기능을 가진 지능형 볼트의 강교에 대한 적용성과 내구성 및 경제성 분석을 통한 지능형 볼트의 적용 방안 확립	· 강교의 형식별 발생 진동에 대한 연구 · 강교의 볼트 풀림 특성에 대한 연구 · 기존 지능형 볼트의 성능 검증 실험(정밀도, 적용성, 내구성, 경제성) · 기존 지능형 볼트의 장·단점 및 개선방안 도출(정밀도, 적용성, 내구성, 경제성) · 실시간 자가 진단/자가치유 볼트를 적용한 최

No.	중점 추진분야	기술명	연구개발목표	연구개발내용
				적의 볼트연결부 안전관리 시스템 개발 · 스마트 연결시스템 및 관리시스템에 대한 현장 검증실험
37		교량 부재 거동 100% 감시를 위한 핵심 부재별 이상상태 검출 기술	누락된 모니터링 부재 계측 방안 마련, 경제적/효율적 센싱 시스템 개발	· 누락된 교량 모니터링 부재의 합리적 분류 (붕괴 유발 부재, 볼트 접합 부위, PS 긴장재 현재 응력 계측 등) · 누락된 부재의 모니터링을 위한 센싱 시스템 개발 · 스마트 부재 개발 · Test-bed 구축을 통한 성능 검증
38		전도성 콘크리트를 이용한 변형률 측정 기술	다양한 전도성 첨가제를 이용한 콘크리트의 전기 전도도 제어 기술 개발	· 콘크리트의 전기 전도성 제어 기술 개발 · 전도성 콘크리트의 변형률 측정 기술 및 신뢰도 향상 · 전도성 콘크리트의 구조적 성능 평가 · 변형률 측정을 위한 전기적 특성 측정 장비 개발
39		스마트 베어링을 이용한 B-WIM(Bridge Weigh In Motion) System 기술	기존의 교량받침 및 면진시스템에 하중센서, 변위센서를 적용하여 면진시스템의 상태를 상시 파악할 수 있는 스마트 베어링 및 면진시스템 개발	· 스마트 베어링 제작기술 개발 및 상용화 · 스마트 베어링의 성능검증기준 정립 · 지점부의 반력응답을 이용한 교량의 고정하중 산정 및 차량 통행특성 분석
40		Sensor embedded 보강재(reber, 강연선, 강봉) 기술	Sensor 일체형 스마트 보강재(reber, 강연선, 강봉) 기술개발	· 보강재용 FBG 소자 원천기술 개발 · FBG embedded rebar 기술개발 · FBG embedded 강연선, 강봉 기술개발 · 센서 노출 부속장치 기술개발
41		강교의 안전성 증대와 유지관리 효율화를 위한 볼트연결부의 안전관리 시스템 기술	자가진단 또는 자가체결 기능을 가진 지능형 볼트의 강교에 대한 적용성과 내구성 및 경제성 분석을 통한 지능형 볼트의 적용 방안 확립	· 강교의 형식별 발생 진동에 대한 연구
42		광섬유 센서를 매립한 비탈면 배수시설의 상	콘크리트 배수시설에서 감지되는 광섬유센서	· 광섬유센서의 선정 · 고나섬유센서를 매립한

No.	중점 추진분야	기술명	연구개발목표	연구개발내용
		태측정 기술 개발	신호를 분석하여 지반 및 배수시설의 상태를 측정하고 기능상의 문제를 사전에 감지하여 배수문제로 인해 비탈면에서 생길 수 있는 붕괴를 예방함	콘크리트 배수시설의 설계 및 시공 범위 검토 · 실내 검증을 위한 축소 모형 제작 · 광섬유센서의 응답특성을 이용한 균열 및 변형 검출 방안 검토 · 현장적용 결과를 반영한 설계 및 시방서, 유지관리 매뉴얼 작성
43		도심지 지반재해 피해저감을 위한 매립식 리프트형 토사재해 센서 활용 기술	국내 도심지에서 발생한 산사태, 토석류 등과 같은 토사재해의 발생규모와 SOC 시설물이 위치한 도심지의 경관을 고려하여, 토사재해 방어 지점별 발생규모의 120%를 방어할 수 있는 가변 매립식 리프트형 제어시설 개발	· 제어시설의 요구성능 및 감응방식 선정 · 제어시설의 핵심부품 축소모형 제작 및 실내검증 실험 · 실물 성능 검증 및 연구성과 활용방안 수립
44		취약부분 대상 감지범위 1m 이상 오인식률 5% 이내 스마트 센서 기반의 100% 국산화 교량부재별 자가진단 기술	상시계측 기반 감지범위 1m 이상 오인식률 5% 이내의 교량 핵심부재별 손상 자가진단 기술 개발	· 셀프센싱기반 다중모드 계측 기법을 통한 교량부재별 손상검색기술 · 자가진단용 스마트 스킨 교량 부재 기술 · 지능형 볼트 접합부 강교량 부재 기술
45		콘크리트의 시공 안전성 문제 해결을 위한 착탈식 압전 센서 방식의 실시간 강도 계측 기술	20회 이상 재사용 가능한 착탈식 센서 개발, $\pm 3\text{MPa}$ 이내의 콘크리트 강도 추정 신뢰성 확보	· 콘크리트 강도 추정을 위한 지능형 착탈식 센서 개발 · 콘크리트 강도 모니터링 알고리즘 개발 · 통합 무선 계측 모듈의 제작
46	신개념 센서 시스템 및 계측 데이터 활용 진단/ 평가기술	내구수명 10년 이상을 확보할 수 있는 침단센서 기반 정밀도 10mm(교장 100m당) 미만의 교량 3차원 글로벌 거동 측정 기술	광섬유센서 및 가속도계 센서 기반 교량 붕괴징후 여부 판단 기술 개발	· 광센서 기반 교량 붕괴징후 여부 판단 기술 개발 · 가속도계 기반 전체 이상 거동 감지를 위한 핸디미터 기술 · Test Bed 구축
47		기존 유선계측장치 문제 해결을 위한 유.무선 혼합 방식의 T/R Pairing 기술	Transmitter - 입력 : IEPE 가속도 센서($\pm 10\text{v}$, 100mv/g) - 목표 성능 : Max 10kSPS, 16bit A/D 변환, S/N:120dB - 특징 : 실시간 데이터 전송, 버퍼메모리 이용	· 센서(가속도) 출력 신호를 저 노이즈 레벨 및 고해상도로 디지털화 하는 기술 · 전력 소모량 최소화 로거 알고리즘 및 저전력 회로 기술

No.	중점 추진분야	기술명	연구개발목표	연구개발내용
			30초 데이터 저장, 리튬 폴리머 배터리 사용 Receiver - 입력 : 블루투스 (921600bps) - 목표 성능 : Max 10kSPS, 16bit D/A 변 환, S/N:120dB - 출력 : 전압출력 (+-10V 원신호 대비 오 차율 1% 이하) - 특징 : PC와 시리얼 통신을 이용하여 로거 설정 및 로거 연결	
48		부식된 콘크리트 교량 슬래브의 성능 예측 기 술	콘크리트 교량의 Deck 시스템을 설계하여 부 식/실내 구조 실험을 수행, 추계학적 (Stochastic) 다물리 (Multiphysics) 시뮬레 이션을 통한 환경조건 (습도, 온도, Chloride, 화학반응 속도, 등)과 콘크리트 재료의 기초 재료 및 기계적 상수 (탄성 계수, 압축, 인 장 강도, Bond강도, 철 근 단면 손실)의 상관 관계 정립	• Full-scale bridge deck 제작 • 성능 평가를 위한 구조 실험 • Dynamic actuator를 이 용한 교통 하중의 실험 • 기초재료상수의 공간적 분포를 고려한 추계학적 유한요소 모델 개발 • 공간 내 재료상수 분포 예측을 위한 모델 업데 이팅 방법 개발
49		SOC 구조물 성능평가 를 위한 (신개념 센싱 데이터 기 반) 수치해석모델 개선 기술	신개념 센서시스템과 계측 데이터들의 도입 과 기존의 신호분석 처리기법들을 활용하 여 SOC 수치해석 모 델의 신뢰도 향상을 위한 수치해석 모델 개선의 체계화	• 신개념 센서시스템들의 적용성 및 정밀도를 검 토하고 현장 여건에 맞 는 신개념 센서시스템의 결정 • 도입된 센서시스템을 활 용한 현장 적용성 실험 및 계측자료 확보 • 수치해석 모델의 민감도 분석을 통한 수치해석 모델 개선에 사용될 요 소 결정 방법 제시
50		성능기반 시설물 평가 기 법 및 유지관리 방안 기술	교량의 요구 성능 및 보유성능을 기반으로 하는 교량 유지관리기 법을 개발하여 유지관 리비용을 최소화할 수 있는 합리적인 유지관 리방안 수립	• 요구성능 영향인자 분석 및 평가 기법 개발 • 성능기반 시설물 평가 기법 개발 • 성능기반 유지관리계획 수립 기법 개발 • 다양한 조건 및 형식의 교량에 적용한 예제집 및 지침서 개발

No.	중점 추진분야	기술명	연구개발목표	연구개발내용
51		점검차량을 이용한 교량 건전성 평가 기술	점검 주기 축소, 점검 비용 30% 절감, 교량의 성능 정보를 업데이트하기 위한 데이터 수집 빈도 증가, 정밀안전진단 수준의 데이터 확보를 통해 교량의 일상 안전 수준 향상	· 교량 상시 모니터링 시스템 구축 · 교량 점검용 전용 차량 개발 및 운용
52		진동 계측데이터 기반 SOC시설물의 현상태 평가 기술 개발/사용성 확장 및 기술 표준화	계측데이터 기반 SOC 시설물의 현상태 평가 기술을 개발/사용성 확장하고, 대상 시설물 별 기술 표준화	· 적용 대상 구조물 확장 · 사용 가능 S/W 확장 · 코드 패킷/모듈화 · 사용성 향상 · 기술 표준화
53		강구조 및 콘크리트 구조물의 기준점 변위를 보정한 레이저 변위 측정 시스템 구축 및 자동화 유지관리 시스템 기술	강구조 및 콘크리트 구조물에 대한 기준점 보정을 통한 향상된 레이저 변위 측정 시스템 개발, 외부 환경 조건(충격하중, 지진, 바람, 온도, 등) 및 표면 상태를 극복할 수 있는 안정화된 측정·진단 시스템 개발	· 기존의 레이저를 활용한 측정 센서 개발현황 조사 및 비교를 통한 발전 방향 모색 · 기준점 보완을 위한 레이저 측정시스템의 알고리즘 개발 · 안정화된 레이저 변위 측정 장치의 개발 · 개발된 시스템의 모의실험 및 데이터 처리기법 개발 · 실제 사용 중인 강구조 및 콘크리트 구조물에 개발된 계측 시스템 및 분석기법의 적용 및 검증
54		재난전후 또는 환경조건 변화시 시설물 성능저하 예측기술-재난전후 성능저하 예측용 계측기술	90% 이상의 신뢰도를 갖는 교량구조물의 지진에 따른 손상도 판정기법 및 센싱시스템의 개발	· 교각의 지진피해 정도를 판정할 수 있는 센싱시스템 및 원격송수신 장치의 개발 · 지진 전후의 교량구조물의 손상도 판정을 위한 알고리즘의 개발 · 지진재해 전후의 재해도 판정을 위한 신뢰성 기반의 계측기법 개발
55		사용자 중심의 만족도 평가를 위한 사용성 정량화 기술(기획연구)	전문가가 아닌 일반인의 판단으로 시설물의 사용성 평가, 시설물의 사용성을 5가지 등급(A~E)으로 나누어 최종 평가, 시설물별로 각각의 문항을 만들어 평가의 신뢰성 높임	· 개발 프로그램에서 다룰 대상 시설물 설정 · 사용성 평가 항목 설정 · 설정한 항목에 대한 검증방안 연구 · 프로그램 개발 및 검증
56		신뢰도 80% 이상의 3	계측된 데이터를 기반	· 계측 데이터 기반 해석

No.	중점 추진분야	기술명	연구개발목표	연구개발내용
		차원 수치해석모델을 통한 현상태 기반 성능 평가 기술	으로 시설물의 환경조 건에 따른 안전도 예 측기술 개발	모델 구축 기술 · 외부 환경조건 구현 기 술 · 해석 및 평가에 따른 검 증방안 연구
57		구조물의 계측 데이터 를 활용한 이상 상태 감지를 위한 관리 기준 기술	교량, 댐 등 주요 구조 물별 계측 관리 기준 항목 선정, 항목별 자 동계측 관리기준 산정 방법 개발, 구조물의 자동계측 관리기준 산 정 프로그램 개발, 구 조물의 자동계측 관리 기준 적용 계측 센서 개발	· 구조물별 자동 계측 시 스템 운용을 위한 효과 적인 계측 관리기준 항 목 선정 · 통계적 방법과 물리적 현상을 반영한 이상 거 동 평가 기법 개발 · 관리기준 산정을 위한 임계값 추출 기법 개발
58		폭발 및 충격 하중에 대응하는 교량의 등급 평가 기술	교량의 등급별 폭발 및 충격에 대한 대응 성능 평가 지표 구축, 폭발 및 충격 하중에 대응하는 교량의 성능 평가 프로그램 개발, 폭발 및 충격 하중에 대응하는 교량의 보수 /보강 기법 개발	· 폭발 및 충격에 대한 교 량의 손상 평가 기법 개 발 · 교량의 중요도를 고려한 성능 등급 지표 개발 · 폭발 및 충격 하중에 대 응하는 교량의 성능 평 가 프로그램 개발
59		기존 시설물의 계측 데 이터 전송 성능 저하 문제 해결을 위한 무 선 채널 hopping 방식의 고신뢰성 센서 네트워 킹 기술	재해확산 예측을 위한 다기능 USN 센싱기술 및 수집된 데이터의 통합 분석기술 개발	· 시설물 환경을 고려한 장거리 전송 복합센서노 드 · 시설물 환경을 고려한 신뢰성 있는 라우팅 프 로토콜 · 다양한 이종망을 통한 재해 상황 전달을 위한 중계기
60		돌발재해 대응 실시간 예·경보 자동 전파 체 계 기술	돌발재해 징후 및 감 지 예·경보 기준치 연구 개발, 돌발재해 경보 신뢰성 확보 기 술, 대응 시나리오 포 함형 실시간 경보 전 파 기술 개발, 경보 대 상자 실시간 선별 및 인지 여부 확인 기술	· 재해 징후 및 감지 최적 계측 체계 설계 기술 · 돌발재해 경보 신뢰성 확보 기술 · 센서-네트워크를 이용한 돌발재해 예측 플랫폼 개발 · 경보 대상자 실시간 선 별 및 인지 여부 확인 기술 · 대응 시나리오 포함형 실시간 경보 전파 기술 개발
61		지진전후 교량구조물의 성능저하 예측시스템 기술	신뢰도 90% 이상의 지진전후 교량구조물 의 피해유무확인기술 개발	· 점검차 탐재형 등 간편 신호수집 시스템 개발 · 응답소성률에 의한 지진 재해도 판정 S/W개발

No.	중점 추진분야	기술명	연구개발목표	연구개발내용
				· 모형부재 시험을 통한 지진 재해 판정 시스템의 검증
62		상태 정량화 기반 플랫폼형 성능평가체계 기술	연구대상 시설물에 대하여 기존의 상태평가, 안전성평가 내용을 포함하면서 구조적/비구조적 안전성을 고려한 시설물별 성능평가가 실시간 자동화 프로그램에 의하여 수행될 수 있도록 표준화 플랫폼 형태의 시스템 구축 기술	· 기존 유지관리시스템 분석 및 개선방향 수립 · 국가 교통망시설물 성능평가 자동화 플랫폼 구축 · 데이터베이스 정보처리 모듈 개발 기술
63		환경조건을 고려한 데이터 통합형 성능수준평가 기술	SOC 시설물 성능에 영향을 미치는 환경조건을 고려한 시설물 성능수준평가 기술개발과 다양한 환경조건을 고려한 데이터 기반의 성능평가 지수 (data-driven performance index) 개발	· 환경조건이 시설물의 거동에 미치는 영향에 대해 컴퓨터 시뮬레이션 및 실험을 통한 분석 · 환경조건을 고려한 데이터 통합형 시설물 성능평가 알고리즘 개발 및 검증 · 시설물 성능평가 계량화 기법 개발
64		온도영향을 배제한 데이터를 사용한 구조물 성능변화 추정 기법 개발	계측된 데이터에서 온도에 따른 변화를 제외한 순수 하중에 의한 거동만을 추정하고, 이를 활용하여 이벤트가 발생한 전후 구조물의 성능이 어떻게 변화하는지를 평가하는 기술을 개발	· 계측데이터에서 온도영향을 배제하는 알고리즘의 개발 · 기준데이터로 구조물의 확률통계적 데이터모델 설정법 개발 · 이벤트 전후 데이터를 활용한 구조물 성능저하 평가기법 개발 · 실 구조물의 장기 계측 데이터를 활용하여 개발된 기법의 검증
65		구조물의 이상상태 감지를 위한 계측데이터 관리기준치 설정법 개발	구조물에 설치된 센서별 계측되는 데이터를 활용하여 데이터의 거동 패턴을 분석하고 이를 통해 데이터의 관리기준치를 통계적 분석을 통해 재설정하여 이상 상태가 발생할 경우 감지할 수 있는 기술을 개발	· 기존 구조물 계측데이터의 관리기준치 설정법 조사 및 분석 · 기존 계측데이터의 패턴 분석 · 새로운 관리기준치 재설정 기법의 제시 · 이상 상태 감지기법 개발
66		신뢰도 기반 교량 내하력평가 기술 개발 및 검증	현행 교량에 대한 정밀 안전진단시 적용하는 보정계수를 활용한 결정론적 개념의 내하율 및 내	· 평가를 위한 재료 특성치 결정법 및 하중모델의 제시 · 교량의 해석모델 업데이트

No.	중점 추진분야	기술명	연구개발목표	연구개발내용
			하력 계산법을 선진국에서 적용하고 있는 설계와 평가에 대한 목표신뢰도의 차등을 인정하는 신뢰도 기반 내하율 및 내하력 계산법으로 개선	· 텅 기법 개발 · 현장실험을 통해 제시되는 신뢰도 기반 내하율의 적합성 검증 · 현행 교량 정밀안전진단 세부지침의 내하율 및 내하력 공식 수정
67		계측데이터를 사용한 구조물 수치해석모델 개선 자동화 프로그램 개발	진단회사 등 실무에서 어려움을 겪고 있는 구조물 수치해석모델 개선 작업을 그들이 사용하고 있는 사용프로그램에 용이하게 할 수 있도록 자동화 프로그램을 개발하고 실용화시키고자 함	· 구조물 수치해석모델 개선을 위한 System Identification 알고리즘을 정립하고 개발 · 현장실험을 통한 개발된 알고리즘의 적합성 검증 · 기존 사용프로그램에 개발된 알고리즘을 적용
68		영상을 이용한 사회간접시설물의 건전도 모니터링을 위한 시스템 및 해석기법	구조물의 모든 지점에 대한 변위응답과 변형률응답을 영상을 이용하여 측정, 사회간접시설물의 동특성을 추출할 수 있는 기법을 이용하여 건전도 평가 방법을 향상	· 영상을 이용한 구조물의 다중 변위응답 측정기법 및 고해상도화 · 영상을 이용한 변형률응답 측정기법 개발 및 동특성 추정기법 · 계측 및 추정된 응답으로부터 구조물의 수치해석모델 개선
69		교량잔존수명 3년 이내 추정 오차율을 확보하기 위한 알고리즘 및 데이터 분석 기술	교량 잔존수명 예측 정확도 90% 이상 달성을 위한 계측데이터 분석 알고리즘 기술 및 활용기술 개발	· 잔존수명 예측 알고리즘 개발 · 잔존수명 예측을 위한 교량모니터링 시스템 개발 · Test Bed 구축
70	시설물 노후화 예측기술	초음파 탐상법(Ultra-Sonic)을 이용한 RC 구조물의 내구성능 모델링 및 정량적 평가를 위한 센서시스템 기술	초음파 속도에 따른 콘크리트의 정량적 내구성능 평가 및 모델링, 초음파속도 측정 장치 및 window-based system 개발	· 초음파를 이용한 내구성능 평가 및 센서 개발 (시멘트 모르타르) · 초음파를 이용한 내구성능 평가 및 무선 콘트롤 기법 개발 (콘크리트) · 확률론을 고려한 현장 적용성 평가 및 3차원 측정/Mapping 기법 개발
71		시설물의 성능 저하도를 예측하기 위한 자연환경조건의 특성별 콘크리트 시설물의 노후화 예측 기술	국내 자연환경에서의 콘크리트 시설물 성능저하 표준화	· SOC시설물의 성능저하 환경 기반자료 구축 · 염해 및 동해에 대한 내구환경 상세지도 개발 · 지역거점별 옥외노출시험을 통한 열악 환경에서의 정량적 성능저하도 분석 · 열화 메카니즘별 환경기반 성능저하 예측 모델 개발

No.	중점 추진분야	기술명	연구개발목표	연구개발내용
72		성능 수준 판정 기술	안전성, 사용성, 복구성 등을 고려한 노후도 평가 기술 개발, 요구성능 및 성능등급 체계화 연구, 성능평가 항목 및 평가결과 등급 기준 체계화 연구, 성능평가 방법 및 절차 체계화 연구	- 안전성, 사용성, 복구성 등을 고려한 노후도 평가 기술 개발 - 요구성능 및 성능등급 체계화 연구 - 성능평가 항목 및 평가결과 등급 기준 체계화 연구 - 성능평가 방법 및 절차 체계화 연구
73		차량 하중 및 통행 빈도수에 의한 공용중 강교량의 피로성능 평가 방법 및 매뉴얼 개발	차량 하중 및 통행 빈도수에 의한 공용중 강교량의 피로성능 예측 및 이에 기반한 성능중심 평가방법과 등급분류 기준 개발	- 점검 교량의 상태 및 통행하중 분포/빈도수에 따른 피로성능 평가 기술 개발 - 강교량 피로에 대한 성능중심 평가방법 및 등급분류 기준 개발 - 성능중심 평가 및 등급 산정 매뉴얼 개발
74		보수·보강공 수명예측을 위한 표준형 평가기술 개발	개발된 평가매뉴얼을 통하여 공용중인 시설물에 적용되는 보수보강 주기를 최적화함으로써 유지관리에산을 기존 대비 20%이상 감축하는 것	- 보수·보강공의 요구성능 및 관리지표 도출에 의한 성능평가 매뉴얼(안) 도출 - 실증 test-bed를 활용한 성과검증 및 연구성과 확대방안 수립
75	시설물 자산관리 효율화 기술	SOC 시설물의 자산관리 적용을 위한 서비스 수준의 정의 및 적용 방안제시	SCO 시설물의 군별 다양성을 고려하는 포괄적인 서비스 수준의 평가 방안의 부재에 따라 이를 정량적으로 분석하고 시설물의 관리자 및 예산결정권자에게 정보 제공	- SOC 시설물 군별 특성을 반영한 성능지표의 개발 - 관리자 및 예산 결정권자의 시각에서의 성능지표의 개발 - 대상 시설물에 적용 및 피드백 활용 개발 모델의 민감도 분석 - 현장 적용 및 관리자 드 모델의 완성
76		SOC 시설물에 적용 가능한 성능예측모델 표준안 개발	다양한 성능예측모델의 민감도 분석 및 표준 절차 제시로 국내 여건에 적합한 성능예측모델 구축 기술 확보	- 시설물별 성능예측모델의 수준(Level of Detail) 결정 방법론 정립 - 성능지표별 적합한 모델 선정 논리 정립 - 보수 보강 공법별 성능향상 수준 결정 논리 개발 - 성능예측모델 종류별 실제 사례 적용 예제 개발
77		SOC 시설물의 예산 배정에 필요한 의사결정	시설물군이 보유한 다양한 세부 시설물간	시설물별 의사결정에 필요한 성능지표 선정 방

No.	중점 추진분야	기술명	연구개발목표	연구개발내용
		모델 표준안 개발 연구	예산 배분 trade-off 분석 논리 개발 및 의 사결정 모델 표준안과 예제 제시	법론 정립(설문조사 포 함) · 표준 trade-off 분석 모 델 개발 · 시설물 별 의사결정모델 결정 표준 절차 정립 · 의사결정모델 적용 예제 개발
78		SOC 시설물 중장기 예 산 분석에 적용 가능한 시나리오분석기법 표준 안 개발	다양한 유지보수 예산 규모에 따라 변화하는 시설물의 미래 상태를 예측하여 적정한 유지 보수 비용의 제시가 가능한 논리 개발	· 시나리오 분석 표준 절 차 정립 · Multi-variate constrained optimization 방법론 정립 · 중장기 유지보수 예산 분석 표준 절차 정립 · 시설물 종류별 시나리오 분석 적용 예제 개발
79		시설물의 가치 산정을 위한 대체원가 기반 가 치평가 기준 개발	시설물 별로 대체원가 산정 기준 정립 및 감 가 기준 정립, 향후 비 용효과분석 도입에 요한 기초 DB 구축	· 다양한 국가별로 적용하 고 있는 SOC 시설물의 가치평가 기준과 감가상 각 논리를 분석하고 장단 점을 검토하여 국내 적용 에 적합한 기준 정립 · 현재 시행되는 시설물별 보수 및 보강공법의 특 성을 파악하고 정량화하 여 공법 적용이후 가치 향상에 대한 평가를 정 량화 · 현행 국유재산관리를 담 당하는 d-Brain과 연계 방법 검토
80		도로시설물의 평가를 위한 자료 수집 및 분 석을 통한 서비스수준 평가 방법개발	도로시설물의 서비스 수준 (Level of Service, LOS)의 결정 및 유지관리 공법, 단 가 데이터 확보와 자 료의 DB화를 통한 지 속적 관리 방안 개발	· 자산관리 기법 적용을 위한 성능지표 활용 가 능한 자료의 종류 결정 · 국내의 도로시설물의 사 용환경, 국민의 요구수 준 및 가용예산 등의 변 수를 고려한 적용 가능 한 자료군의 정리 및 성 능지표의 정립 · 기존 MS계열의 자료 DB와 연동되도록 축적 된 자료의 DB 화 체계 의 정립
81		철도시설물의 평가를 위한 자료 수집 및 분 석을 통한 서비스수준	미래지향적인 유지관 리 체계의 일환으로 개발하고자 하는 자산	· 자산관리 기법 적용을 위한 성능지표 활용 가 능한 자료의 종류 결정

No.	중점 추진분야	기술명	연구개발목표	연구개발내용
		평가 방법개발	관리 기법 적용을 위한 기초 자료 (Data) 확보 및 정리, 철도시설물의 유지관리 공법 및 단가 데이터 확보	· 제시된 서비스수준 (Level of Service, LOS)의 민감도 분석 및 적용방안 제시 · 활용가능 유지관리 공법 및 단가데이터의 확보
82		공항시설물의 평가를 위한 자료 수집 및 분석을 통한 서비스수준 평가 방법개발	공항시설물의 서비스 수준 (Level of Service, LOS)의 결정, 유지관리 공법 및 단가 데이터 확보	· 자산관리 기법 적용을 위한 성능지표 활용 가능한 자료의 종류 결정 · 성능지표(Performance Measure)결정을 위한 자료 항목의 분류체계 정립 (대분류, 중분류, 소분류 군) · 공항시설물의 평가지표를 활용한 서비스수준 평가 적용 및 문제점 개선
83		수리시설물(댐 항만 포함)의 평가를 위한 자료 수집 및 분석을 통한 서비스수준 평가 방법 개발	수리시설물의 서비스 수준 (Level of Service, LOS)의 결정, 유지관리 공법 및 단가 데이터 확보	· 국내의 수리시설물의 사용환경, 국민의 요구수준 및 가용예산 등의 변수를 고려한 적용 가능한 자료군의 정리 및 성능지표의 정립 · 수리시설물의 평가지표를 활용한 서비스수준 평가 적용 및 문제점 개선
84		상하수도시설물의 평가를 위한 자료 수집 및 분석을 통한 서비스수준 평가 방법 개발	상하수도시설물의 상태평가를 포함하는 평가지표 (Performance Measure) 개발	· 국내의 상하수도시설물의 사용환경, 국민의 요구수준 및 가용예산 등의 변수를 고려한 적용 가능한 자료군의 정리 및 성능지표의 정립 · 상하수도시설물의 평가지표를 활용한 서비스수준 평가 적용 및 문제점 개선
85		국내 도로시설물의 자산관리 체계 적용을 위한 시스템 개발	상위 단계의 의사결정을 지원하기 위한 국내 도로시설물의 통합 자산관리 시스템 개발	· 국내외 개발 시스템 결과물 및 국내 시설물 예산산정 및 배정 절차, 예산 계정, 관련 법규, 개별 유지관리 시스템 결과 등의 검토를 통한 시스템 설계 · 도로시설물의 상위 자산관리 시스템 개발 · 상위 자산관리 시스템 시범운영

No.	중점 추진분야	기술명	연구개발목표	연구개발내용
86		국내 사회기반시설 성능중심 유지관리 표준 보고서 개발	시설물 관리 주체별, 시설물별 연간 표준 자산관리 보고서 개발	· 시설물 관리 주체별, 지자체별 자산관리를 시험 적용 및 수행 함으로써 자산관리 연간 보고서를 개발함 · 표준 보고서 시험 적용 및 개선 및 지속적인 개선 프로그램 개발
87		국내 사회기반시설 자산관리 인증제도 개발	ISO55000에 상응하는 국내 자산관리 표준 업무 절차 및 절차서 개발	· 자산관리 수행 주체를 자산 소유 기관, 관리 대행 기관, 컨설팅 용역 업체 등으로 구분하고 각 기관별 자산관리 수행을 위한 표준 업무 절차, 업무수준 평가 방안을 개발 · 자산관리 확산 및 전문가 양성을 위한 교육 프로그램을 개발
88		SOC 시설물의 위험도 분석 기술 표준안 개발	위험의 종류에 따라서 발생시 시설물의 성능 손상을 정량화할 수 있는 표준 모델 개발	· SOC 시설물에서 발생 가능한 모든 위험의 종류를 식별 · 위험의 발생에 따라서 성능의 손상 여부와 심각성을 검토할 수 있는 Risk Assessment 표준 모델 개발 · 시설물 유지관리에 위험도를 포함 여부를 결정하는 논리 개발
89		국내 사회기반시설 성능지속유지관리 교육 및 홍보 프로그램 개발	안전진단업체 및 전문 용역업체 임직원 대상 교육 프로그램 개발, 대국민 대정부 홍보를 위한 홍보 계획 수립 및 홍보 자료 개발	· IIMM 2011, TAMG 2011, ISO55000 등 외국의 표준을 비교 검토하여 국내 교육프로그램 및 매뉴얼 개발을 위해서 벤치마킹 · 국내 실정에 적합한 유지관리 매뉴얼 작성 및 기본 교육 프로그램 개발 · 학회 및 포럼을 활용한 홍보 자료 및 프로그램 개발

3.7.2 기술예측조사

일반적으로 기술예측조사는 기술의 실현시기, 기술특성의 변화속도를 정량적으로 평가하여 미래의 기술개발계획을 수립하기 위한 기초'자료로 활용하는 데 목적을 두고 있다.

전략프로젝트 및 중점과제에 대한 기술개발 전략을 수립하는데 있어서 필요한 기초자료를 제공하기 위해 중점과제 후보군에 대해 기술예측 및 기술수준 조사를 실시하였다.

기술예측조사는 기술적/사회경제적 실현시기, 기술획득 방식, 정부개입의 필요성 항목의 조사결과를 본 과제 연구기획에 연계시키는 분야에 활용하였으며, 각 항목은 마스터플랜에서 수행할 중점연구분야 및 세부과제 선정, 연구개발계획의 수행일정 수립, 도출된 세부과제의 투자우선순위 선정에 적용하였다.

'기술적 실현시기'는 해당과제가 기술적으로 개발되는 시기를 의미하며, 해당과제에 대한 목표 달성연도 설정에 활용하였다. '사회적 실현시기'는 사회·경제적으로 현장에 적용되는 시기를 가리키며, 해당과제의 실용화시기를 설정하는 데 활용하였으며, '기술적 실현시기'에 대한 세계 시기와 국내 시기와의 격차는 기술수준에 대한 격차로 해석할 수 있으며, 이는 해당과제에 대한 추진전략 설정에 활용하였다. '기술적 실현시기'와 '사회경제적 실현시기'와의 격차는 실용화 능력 혹은 사회적 수용성에 대한 대리지표로 활용하였다. '기술획득 방식'은 해당과제의 기술개발 추진전략 및 추진체계 설정 등에 적용하였고, '정부개입의 필요성'은 해당과제를 개발하는 데 있어서 정부가 개입할 필요성 혹은 그 정도를 의미하며, 이는 투자 우선순위 설정에 활용하였다.

기술예측조사에는 연구진이 전문가에게 기술예측 과제명을 제공하는 것이 필요하며, 본 조사에서는 수요조사 결과로 도출된 89개 과제를 대상으로 진행하였다. 기술예측조사는 Mini-Delphi 방법론을 이용하여 수행하였다.

연구진 및 각 분야 전문가를 대상으로 실시된 기술예측조사 결과는 다음과 같으며, 기술적 실현시기 및 사회경제적 실현시기, 기술획득 방식, 정부지원의 필요성 등에 대하여 전문가 조사 결과에 대한 평균값 도출하였다.

표 3.12 Mini-Delphi 조사 결과

중점 분야명	기술명(수요조사 결과)	실현시기 (연도단위)				기술획득 방식				정부개입의 필요성 (1점:(낮음) ~5점:(높음))
		기술적 실현		사회경제적 실현		자체개발			기술도입 및 국제협력	
		세계	국내	세계	국내	민간주도	정부주도	정부민간공동		
시설물 상태평가 정량화 기술	1. 스트레스 형광물질을 이용한 균열감지 0.1mm/스트레스 분해능 5Mpa 이내 급 비주얼 방식의 교량 손상 탐지 기술	19	21	22	24	16.7%	0.0%	66.7%	16.7%	2.90
	2. 건축구조물의 균열진행 문제 해결을 위한 탈부착 방식을 이용한 빛 감지형 응력 센싱 기술	18	20	22	24	66.7%	0.0%	25.0%	8.3%	1.80
	3. 20,000μϵ 측정범위를 가지는 광섬유 센서 기반 외피 케이블 장력측정 기술	17	17	19	20	58.3%	0.0%	41.7%	0.0%	2.10
	4. 오차율 10% 미만의 철도교 축중량 측정장치 및 이를 이용한 교량의 실시간 상태평가 기술	17	18	19	20	0.0%	8.3%	91.7%	0.0%	3.50
	5. 건전성(상태등급)을 시각적으로 표현할 수 있는 능동적 교량 상태 감지기술 개발	19	20	22	23	16.7%	16.7%	66.7%	0.0%	2.90
	6. FSM(Field Signature Method)을 이용한 실시간 교량 손상탐지 기술	18	20	20	22	25.0%	0.0%	75.0%	0.0%	2.60
	7. 지반지지 슬래브 구조물의 처짐을 복원하기 위한 그라우팅 충전시공의 비파괴 탄성과 기법에 의한 품질평가기술	17	18	19	20	58.3%	0.0%	33.3%	8.3%	2.20
	8. 콘크리트 터널벽체의 구조적 건전도 상태를 연속적으로 평가하기 위한 비파괴 탄성과 기법 및 이동형 하드웨어 시스템 기술	17	19	20	22	25.0%	8.3%	58.3%	8.3%	2.90
	9. Bio-inspired Smart Photonic Coating을 이용한 구조물의 이상상태 감지 기술	20	22	24	26	25.0%	16.7%	50.0%	8.3%	2.90
	10. 1응력에 민감한 발광 입자로 충전된 Electrospun Nanofiber Sensor 기술	20	21	23	25	50.0%	16.7%	25.0%	8.3%	2.50
	11. 시설물 상태에 따른 수명종결 상태 정의 기술	17	18	19	20	0.0%	58.3%	41.7%	0.0%	3.90
	12. 시트법시설물의 상태평가 민감도 분석 및 개선	18	18	19	21	0.0%	58.3%	41.7%	0.0%	4.30
	13. 콘크리트 시설물의 상태평가의 첨단화/정밀화를 위한 썬섹션(thin-section) 이미지 기반 열화손상의 표준화 기술	18	20	20	22	16.7%	0.0%	83.3%	0.0%	2.80
	14. 전도성 콘크리트를 이용한 콘크리트 내부 손상 평가 기술	19	20	21	23	33.3%	0.0%	58.3%	8.3%	2.80
	15. 플랜트 원격 진단의 접근성 문제 해결을 위한 레이저 스캔 방식의 3차원 손상 추정 기술	16	17	19	19	41.7%	16.7%	41.7%	0.0%	2.90
	16. 비접촉식 레이저 초음파를 이용한 강 구조물 및 PIPE의 진단 및 수명예측 기술	17	18	19	20	41.7%	0.0%	58.3%	0.0%	2.50

중점 분야명	기술명(수요조사 결과)	실현시기 (연도단위)				기술획득 방식				정부개 입의 필요성 (1점:(낮 음) ~5점(높 음))
		기술 적 실현		사회 경제 적 실현		자체개발			기술 도입 및 국제 협력	
		세 계	국 내	세 계	국 내	민간 주도	정부 주도	정부 민간 공동		
	17. 프리스트레스 구조물의 Duct내 Tendon의 계면상태 및 건전성 평가를 위한 Laser를 이용한 비파괴 진단기법	18	20	21	22	33.3%	0.0%	66.7%	0.0%	2.50
	18. 콘크리트 슬래브의 손상평가를 위한 비접촉 충격공진시험을 이용한 자동화 진단 및 평가기술	18	20	21	22	25.0%	0.0%	75.0%	0.0%	2.40
	19. 명확하고 신뢰성 높은 상태평가를 위한 시설물의 하중입력-응답출력 입출력관계 규명을 통한 시설물 상태평가 기술	18	20	21	23	16.7%	8.3%	75.0%	0.0%	3.20
	20. 구조물 육안점검 객관성 확보문제 해결을 위한 이미지프로세싱 방식의 손상정보 패턴분석 기술	18	19	20	22	33.3%	16.7%	50.0%	0.0%	2.90
	21. 장기 모니터링용 센서 및 계측장비의 내구성 확보를 위한 고 신뢰성 패키징 기술	17	18	19	21	58.3%	0.0%	41.7%	0.0%	3.00
	22. 콘크리트 구조물의 정적 응력상태 비파괴 계측기술 및 이를 이용한 국부응력 상태 가시화 기술	18	20	22	24	50.0%	8.3%	41.7%	0.0%	2.70
	23. 무선센서 현장적용성 문제 해결을 위한 대안최적화기법을 적용한 계측기기 표준화기술	18	19	22	23	33.3%	16.7%	50.0%	0.0%	3.20
	24. 광범위 구조물 안전진단 상태 평가 영상화 진단 기술	18	20	22	24	41.7%	0.0%	58.3%	0.0%	2.40
	25. 재해(태풍, 지진 등)시 시설물 안전을 위한 SOC 시설물 정밀 해석기술	20	21	23	24	8.3%	8.3%	83.3%	0.0%	3.70
	26. 운영 하중상태와 환경변화에 의한 시설물 손상 문제 해결을 위해 시설물별 손상패턴과 성능 분석기술 및 예측기술	20	21	23	25	0.0%	16.7%	83.3%	0.0%	3.60
	27. 육안점검의 비효율성 문제 해결을 위한 이미지 프로세싱 방식의 육안점검 보조장비 개발 기술	18	19	21	22	33.3%	8.3%	58.3%	0.0%	3.00
	28. WIM(Weigh-In-Motion) 시스템을 활용한 도로 및 교량의 하중모형 구축 및 상태평가 기술	18	20	20	22	33.3%	16.7%	50.0%	0.0%	3.10
	29. 강 교량 연결부의 볼트풀림 감지를 위한 자체 전원공급 임피던스 센서노드 및 스마트 계면판 기술	18	21	21	24	41.7%	0.0%	58.3%	0.0%	2.40
	30. 풍수해 취약 지반지구조 붕괴위험 탐지를 위한 스마트 앵커 기술	18	20	20	22	25.0%	16.7%	58.3%	0.0%	3.20
	31. 하천 보 구조시스템의 안정성 평가를 위한 상시 진동기반 모니터링 기법	18	19	21	22	0.0%	0.0%	100.0%	0.0%	3.30
	32. 무인 장비를 활용한 대형구조물 진단 기술 개발 기술	17	18	19	21	30.0%	39.3%	30.7%	0.0%	3.10

중점 분야명	기술명(수요조사 결과)	실현시기 (연도단위)				기술획득 방식				정부개입의 필요성 (1점:(낮음) ~5점:(높음))
		기술적 실현		사회경제적 실현		자체개발			기술도입 및 국제협력	
		세계	국내	세계	국내	민간 주도	정부 주도	정부 민간 공동		
	33. 기후변화 대비 댐 및 하천시설물 설계 홍수량 산정 기술	18	21	20	23	0.0%	0.0%	100.0%	0.0%	3.30
	34. 지하구조물 라이닝 장기 내구성평가 기술 및 보수/보강 가이드라인 제시 기술	19	20	20	22	33.0%	8.0%	59.0%	0.0%	2.70
	35. 주행속도 증가에 대한 철도교 마찰교좌장치 안정성 평가기술	17	20	19	21	66.7%	0.0%	33.3%	0.0%	2.40
매립/ 내장형 센서 기반 시설물 안전성 평가 기술	36. 볼트연결부 200m 이내, 볼트 장력 10% 내외 감소 모니터링을 위한 강교량 볼트연결부 지능형 안전관리 기술	18	19	21	22	58.3%	0.0%	41.7%	0.0%	2.30
	37. 교량 부재 거동 100% 감시를 위한 핵심 부재별 이상상태 검출 기술	19	20	21	23	33.3%	0.0%	66.7%	0.0%	2.80
	38. 전도성 콘크리트를 이용한 변형률 측정 기술	18	20	21	23	50.0%	8.3%	25.0%	16.7%	2.40
	39. 스마트 베어링을 이용한 B-WIM(Bridge Weigh In Motion) System 기술	18	19	21	22	41.7%	8.3%	50.0%	0.0%	2.50
	40. Sensor embedded 보강재(reber, 강연선, 강봉) 기술	18	19	21	22	41.7%	8.3%	41.7%	8.3%	2.50
	41. 강교의 안전성 증대와 유지관리 효율화를 위한 볼트연결부의 안전관리 시스템 기술	18	20	21	22	33.3%	8.3%	50.0%	8.3%	2.50
	42. 광섬유 센서를 매립한 비탈면 배수시설의 상태측정 기술	17	18	19	21	58.0%	0.0%	42.0%	0.0%	2.80
	43. 도심지 기반재해피해저감을 위한 매립식 리프트형 토사재해 제어시설 개발 기술	18	19	20	22	33.3%	8.3%	58.3%	0.0%	3.00
신개념 센서 시스템 및 계측 데이터 활용 진단/ 평가 기술	44. 취약부분 대상 감지범위 1m 이상 인식률 5% 이내 스마트 센서 기반의 100% 국산화 교량부재별 자가진단 기술	19	21	23	24	8.3%	16.7%	75.0%	0.0%	3.30
	45. 콘크리트의 시공 안전성 문제 해결을 위한 착탈식 압전 센서 방식의 실시간 강도 계측 기술	17	19	20	22	33.3%	0.0%	58.3%	8.3%	2.70
	46. 내구수명 10년 이상을 확보할 수 있는 침단센서 기반 정밀도 10mm(교장 100m당) 미만의 교량 3차원 글로벌 거동 측정 기술	19	20	22	23	8.3%	0.0%	91.7%	0.0%	3.00
	47. 기존 유선계측장치 문제 해결을 위한 유·무선 혼합 방식의 T/R Pairing 기술	17	17	18	19	66.7%	0.0%	33.3%	0.0%	2.40
	48. 부식된 콘크리트 교량 슬래브의 성능 예측기술	18	20	21	22	33.3%	0.0%	58.3%	8.3%	2.70
	49. SOC 구조물 성능평가를 위한 (신개념 센싱 데이터 기반) 수치해석모델 개선 기술	18	19	20	22	16.7%	8.3%	66.7%	8.3%	3.30

중점 분야명	기술명(수요조사 결과)	실현시기 (연도단위)				기술획득 방식				정부개 입의 필요성 (1점:(낮 음) ~5점:(높 음))
		기술 적 실현		사회 경제 적 실현		자체개발			기술 도입 및 국제 협력	
		세 계	국 내	세 계	국 내	민간 주도	정부 주도	정부 민간 공동		
	50. 성능기반 시설물 평가 기법 및 유지관리 기술	17	18	19	20	0.0%	66.7%	33.3%	0.0%	4.20
	51. 점검차량을 이용한 교량 건전성 평가 기술	17	18	19	20	16.7%	8.3%	75.0%	0.0%	3.50
	52. 진동 계측데이터 기반 SOC시설물의 현상태 평가 기술 개발/사용성 확장 및 기술 표준화	18	19	21	21	0.0%	16.7%	83.3%	0.0%	3.80
	53. 강구조 및 콘크리트 구조물의 기준점 변위를 보정한 레이저 변위 측정 시스템 구축 및 자동화 유지관리 시스템 기술	18	19	21	22	41.7%	0.0%	58.3%	0.0%	2.50
	54. 재난전후 또는 환경조건 변화시 시설물 성능저하 예측기술-재난전후 성능저하 예측용 계측기술	18	20	21	24	0.0%	25.0%	66.7%	8.3%	3.70
	55. 사용자 중심의 만족도 평가를 위한 사용성 정량화 기술(기획연구)	18	19	20	21	16.7%	58.3%	25.0%	0.0%	3.70
	56. 신뢰도 80% 이상의 3차원 수치해석모델을 통한 현상태 기반 성능평가 기술	18	20	22	24	25.0%	8.3%	66.7%	0.0%	3.40
	57. 구조물의 계측 데이터를 활용한 이상상태 감지를 위한 관리 기준 기술	17	18	19	20	8.3%	41.7%	41.7%	8.3%	3.60
	58. 폭발 및 충격하중에 대응하는 교량의 등급평가 기술	19	20	21	23	0.0%	33.3%	58.3%	8.3%	3.60
	59. 기존 시설물의 계측 데이터 전송 성능저하 문제해결을 위한 무선 채널 hopping 방식의 고신뢰성 센서 네트워킹 기술	17	18	19	20	25.0%	0.0%	66.7%	8.3%	2.90
	60. 돌발재해 대응 실시간 예·경보 자동전파 체계기술	17	18	19	20	16.7%	16.7%	58.3%	8.3%	3.40
	61. 지진전후 교량구조물의 성능저하 예측시스템 기술	17	18	19	20	8.3%	8.3%	83.3%	0.0%	3.60
	62. 상태 정량화 기반 플랫폼형 성능평가 체계 기술	18	19	21	23	16.7%	33.3%	50.0%	0.0%	4.00
	63. 환경조건을 고려한 데이터 통합형 성능수준 평가 기술	17	19	20	22	50.0%	8.3%	25.0%	16.7%	3.30
	64. 온도영향을 배제한 데이터를 사용한 구조물 성능변화 추정 기법 개발 기술	17	18	19	20	25.0%	8.3%	66.7%	0.0%	3.10
	65. 구조물의 이상상태 감지를 위한 계측데이터 관리기준치 설정법 개발 기술	19	20	21	23	18.5%	8.5%	73%	0.0%	3.30
	66. 신뢰도 기반 교량 내하력평가 기술 개발 및 검증 기술	17	18	19	21	30.0%	5.3%	64.7%	0.0%	2.90
	67. 계측데이터를 사용한 구조물 수치해석모델 개선 자동화 프로그램 개발 기술	17	17	18	19	8.3%	0.0%	91.7%	0.0%	2.70
	68. 영상을 이용한 사회간접시설물의 건전	18	20	21	22	33.3%	0.0%	58.3%	0.0%	3.10

중점 분야명	기술명(수요조사 결과)	실현시기 (연도단위)				기술획득 방식				정부개입의 필요성 (1점:(낮음) ~5점:(높음))
		기술적 실현		사회경제적 실현		자체개발			기술도입 및 국제협력	
		세계	국내	세계	국내	민간 주도	정부 주도	정부 민간 공동		
	도 모니터링을 위한 시스템 및 해석기법 기술									
시설물노후 화 예측 기술	69. 교량잔존수명 3년 이내 추정 오차율을 확보하기 위한 알고리즘 및 데이터 분석 기술	20	22	23	25	8.3%	0.0%	91.7%	0.0%	3.10
	70. 초음파 탐상법(Ultra-Sonic)을 이용한 RC 구조물의 내구성능 모델링 및 정량적 평가를 위한 센서 시스템 기술	18	19	20	21	33.3%	0.0%	58.3%	8.3%	2.60
	71. 시설물의 성능 저하도를 예측하기 위한 자연환경조건의 특성별 콘크리트 시설물의 노후화 예측기술	19	21	21	23	0.0%	8.3%	91.7%	0.0%	3.40
	72. 성능 수준 판정 기술	18	20	20	23	8.3%	33.3%	58.3%	0.0%	3.80
	73. 차량 하중 및 통행 빈도수에 의한 공용중 교량의 피로성능 평가방법 및 매뉴얼 개발 기술	17	18	19	20	53%	34.7%	60%	0.0%	3.00
	74. 보수·보강공 수명예측을 위한 표준형 평가 기술	19	21	21	23	0.0%	9.7%	90.3%	0.0%	3.40
시설물 자산관리 효율화 기술	75. SOC 시설물의 자산관리 적용을 위한 서비스수준의 정의 및 적용 방안제시 기술	17	18	19	21	10.0%	20.3%	61.4%	8.3%	3.00
	76. SOC 시설물에 적용 가능한 성능예측 모델 표준안 개발 기술	17	18	20	21	17.5%	15.5%	67.0%	0.0%	2.50
	77. SOC 시설물의 예산 배정에 필요한 의사결정모델 표준안 개발 기술	18	20	22	23	8.3%	8.3%	83.4%	0.0%	3.10
	78. SOC 시설물 중장기 예산 분석에 적용 가능한 시나리오분석기법 표준안 개발 기술	18	20	21	23	0.0%	25.0%	66.7%	8.3%	2.80
	79. 시설물의 가치 산정을 위한 대체원가 기반 가치평가 기준 개발 기술	18	19	21	21	0.0%	16.7%	83.3%	0.0%	2.70
	80. 도로시설물의 평가를 위한 자료 수집 및 분석을 통한 서비스수준 평가 방법 개발 기술	17	19	20	21	0.0%	0.0%	100%	0.0%	3.00
	81. 철도시설물의 평가를 위한 자료 수집 및 분석을 통한 서비스수준 평가 방법 개발 기술	17	19	20	21	0.0%	0.0%	100%	0.0%	3.00
	82. 공항시설물의 평가를 위한 자료 수집 및 분석을 통한 서비스수준 평가 방법 개발 기술	18	20	21	22	0.0%	0.0%	100%	0.0%	3.00
	83. 수리시설물(댐 항만 포함)의 평가를 위한 자료 수집 및 분석을 통한 서비스수준 평가 방법개발 기술	17	19	20	21	0.0%	0.0%	100%	0.0%	3.00
	84. 상하수도시설물의 평가를 위한 자료 수집 및 분석을 통한 서비스수준 평가 방법개발 기술	17	19	20	21	0.0%	0.0%	100%	0.0%	3.00
	85. 국내 도로시설물의 자산관리 체계 적용을 위한 시스템 개발 기술	17	18	19	20	16.7%	8.3%	75.0%	0.0%	3.20

중점 분야명	기술명(수요조사 결과)	실현시기 (연도단위)				기술획득 방식				정부개입의 필요성 (1점:(낮음) ~5점(높음))
		기술적 실현		사회경제적 실현		자체개발			기술도입 및 국제협력	
		세계	국내	세계	국내	민간 주도	정부 주도	정부 민간 공동		
	86. 국내 사회기반시설 성능중심 유지관리 표준 보고서 개발 기술	18	20	21	22	15.7%	8.3%	67.7%	8.3%	2.70
	87. 국내 사회기반시설 자산관리 인증제도 개발	18	19	20	22	16.7%	33.3%	50.0%	0.0%	4.00
	88. SOC 시설물의 위험도 분석 기술 표준안 개발	18	20	20	21	10.0%	58.3%	31.7%	0.0%	3.00
	89. 국내 사회기반시설 성능지속유지관리 교육 및 홍보 프로그램 개발	19	21	21	23	0.0%	66.7%	8.3%	0.0%	3.40

조사대상이 되었던 기술들의 국내외 기술적 실현시기 및 사회경제적 실현시기에 대해 연도별로 분석하여 표 3.13에 나타내었다.

표 3.13 기술적 실현시기

기술적 실현시기			2014년	2015년	2016년	2017년	2018년	2019년	2020년 이후
고속/정밀 진단기술 개발 분야	국내	과제 수	0	0	0	2	7	5	21
		비중	0%	0%	0%	5.7%	20.0%	14.3%	60%
	해외	과제 수	0	0	1	9	17	4	4
		비중	0%	0%	2.9%	25.7%	48.6%	11.4%	11.4%
Big data 기반 고신뢰성 성능 저하 예측 기술 개발 분야	국내	과제 수	0	0	0	0	1	4	3
		비중	0%	0%	0%	0%	12.5%	50.0%	37.5%
	해외	과제 수	0	0	0	1	6	1	0
		비중	0%	0%	0%	12.5%	75.0%	12.5%	0%
3T 기반 창의형 센서 활용 기술 분야	국내	과제 수	0	0	0	2	8	7	8
		비중	0%	0%	0%	8.0%	32.0%	28.0%	32.0%
	해외	과제 수	0	0	0	12	9	4	0
		비중	0%	0%	0%	48.0%	36.0%	16.0%	0%
상태정량화 기반 플랫폼형 성능평가 체계 개발 분야	국내	과제 수	0	0	0	0	1	1	4
		비중	0%	0%	0%	0%	16.7%	16.7%	66.6%
	해외	과제 수	0	0	0	1	2	2	1
		비중	0%	0%	0%	16.7%	33.3%	33.3%	16.7%
자산&유지관리 정책 및 평가 기술 개발 분야	국내	과제 수	0	0	0	0	3	6	6
		비중	0%	0%	0%	0%	20.0%	40.0%	40.0%
	해외	과제 수	0	0	0	7	7	1	0
		비중	0%	0%	0%	46.7%	46.7%	6.6%	0%
총계	국내	과제 수	0	0	0	4	20	23	42
		비중	0%	0%	0%	4.5%	22.5%	25.8%	47.2%
	해외	과제 수	0	0	1	30	41	12	5
		비중	0%	0%	1.1%	33.7%	46.1%	13.5%	5.6%

국내외 기술의 실현시기를 기술적/사회경제적 실현시기로 구분하여 연도별로 비중을 다음 표 3.14에 나타내었다.

표 3.14 사회경제적 실현시기

사회경제적 실현시기			2014년	2015년	2016년	2017년	2018년	2019년	2020년 이후
고속/정밀 진단기술 개발 분야	국내	과제 수	0	0	0	0	0	1	34
		비중	0%	0%	0%	0%	0%	2.9%	97.1%
	해외	과제 수	0	0	0	0	0	10	25
		비중	0%	0%	0%	0%	0%	28.6%	71.4%
Big data 기반 고신뢰성 성능 저하 예측 기술 개발 분야	국내	과제 수	0	0	0	0	0	0	8
		비중	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100.0%
	해외	과제 수	0	0	0	0	0	1	7
		비중	0%	0%	0%	0%	0%	12.5%	87.5%
3T 기반 창의형 센서 활용 기술 분야	국내	과제 수	0	0	0	0	0	2	23
		비중	0%	0%	0%	0%	0%	8.0%	92.0%
	해외	과제 수	0	0	0	0	2	8	15
		비중	0%	0%	0%	0%	8.0%	32.0%	60.0%
상태정량화 기반 플랫폼형 성능평가 체계 개발 분야	국내	과제 수	0	0	0	0	0	0	6
		비중	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100.0%
	해외	과제 수	0	0	0	0	0	1	5
		비중	0%	0%	0%	0%	0%	16.7%	83.3%
자산&유지관리 정책 및 평가 기술 개발 분야	국내	과제 수	0	0	0	0	0	0	15
		비중	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%
	해외	과제 수	0	0	0	0	0	2	13
		비중	0%	0%	0%	0%	0%	13.3%	86.7%
총계	국내	과제 수	0	0	0	0	0	3	86
		비중	0%	0%	0%	0%	0%	3.4%	96.6%
	해외	과제 수	0	0	0	0	2	22	65
		비중	0%	0%	0%	0%	2.3%	24.7%	73.0%

※ 기술적 실현시기

※ 기술 실현시기를 살펴보면 기술적 국내실현의 경우 전체 89개 과제 중 2020년 이후에 실현될 것이라고 예측된 기술이 42개(47.9%)로 가장 많았음

※ 기술적 해외실현의 경우 전체 89개 과제 중 2018년에 실현될 것이라고 예측된 기술이 41개 (46.1%)로 가장 많았음. 따라서 해당과제에 대한 정부의 적극적 예산지원을 통해 해외 실현시기보다 국내 실현시기를 앞당길 필요성이 있다고 판단됨

※ 사회경제적 실현시기

- 사회경제적 국내실현의 경우 전체 89개 과제 중 2020년 이후에 실현될 것이라고 예측된 기술이 86개(96.6%)로 가장 많았음
- 사회경제적 해외실현의 경우 전체 89개 과제 중 2020년 이후에 실현될 것이라고 예측된 기술이 65개(73.0%)로 가장 많았으며, 다음으로 2019년이 22개(24.7%)로 나타남
- 사회경제적 실현시기가 전반적으로 2020년 이후로 나타난 바, 본 과제 수행기간을 2014년부터 5년을 감안할 때, 어느 정도 타당한 조사 결과라고 판단됨

※ 국내외 세계의 실현시기 격차

- 기술적 그리고 사회경제적 실현시기에 있어서는 전체 89개 과제 중 1년의 격차를 보인 기술이 각각 48개(53.9%)와 43개(48.3%)로 가장 많았으며, 다음으로 2년의 격차를 보인 기술이 각각 36개(39.4%)와 39개(43.8%)로 나타남

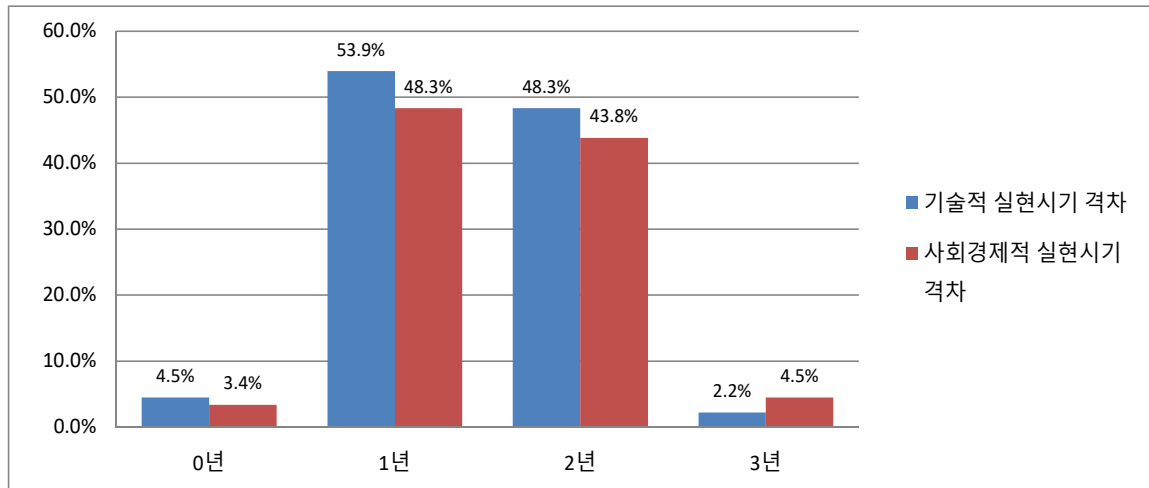


그림 3.10 기술실현시기 격차 분석 예

5점 척도로 측정된 대상기술의 정부개입필요성의 전체평균, 중점연구분야별 평균, 대상기술별 정부개입필요성 점수를 도식화하여 삽입하고 이에 대한 설명은 다음과 같다.

※ 정부개입의 필요성

- 정부개입의 필요성을 5점 척도로 측정한 결과, 평균이 3.02로 나타났으며, ‘3T기반 창의형 센서 활용 기술’분야의 경우 3.27로 정부개입의 필요성이 가장 높은 것으로 조사됨
 - 대부분은 전체 평균에 가까운 정부개입의 필요성을 보였으나, ‘Big data 기반 고신뢰성 성능 저하 예측 기술’분야의 경우 2.6으로 매우 낮아, 민간 차원에서의 수행을 검토할 필요성이 있을 것으로 사료됨
- 정부개입의 필요성을 전략 프로젝트별로 살펴보면, ‘3T기반 창의형센서 활용 기술’분야의 경우 3.27로 가장 높으며, ‘상태정량화 기반 플랫폼형 성능평가 체계 개발 기술’분야(3.21), ‘자산&유지관리 정책 및 평가기술’분야(3.04), ‘고속/정밀 진단기술’분야(2.90), ‘Big data 기반 고신뢰성 성능저하 예측 기술’분야(2.60) 순으로 나타남

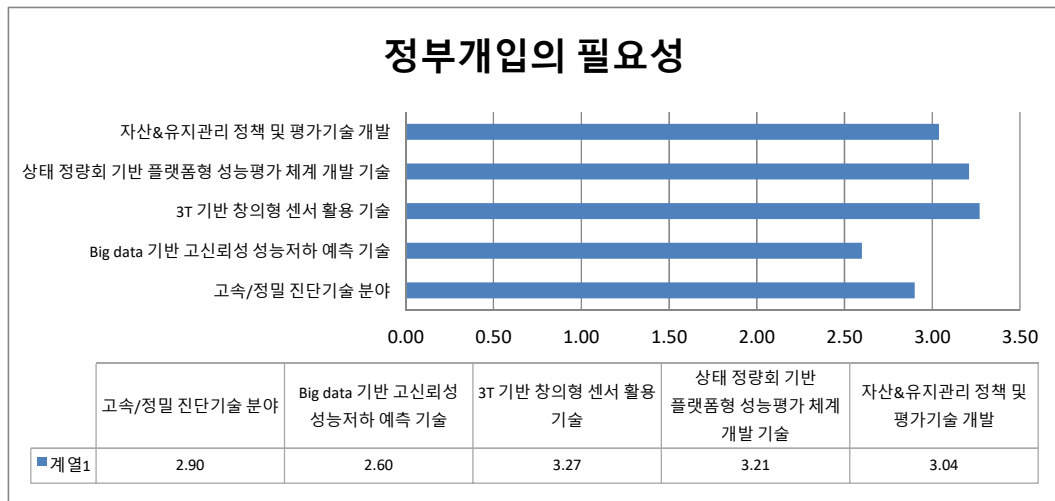


그림 3.11 정부개입의 필요성

기술획득 방식 비중을 기술의 중점연구분야별로 세분화하여 이를 설명하였으며, 각 기술을 선택된 기술획득 방식이 높은 비중 순으로 나열하여 다음 표 3.15에 제시하였다.

※ 기술획득 방식

- 기술획득 방식에 있어서는 민간 또는 정부에서 수행하는 연구개발이 약 98%로 나타났으며 외부도입, 즉 ‘기술도입 및 국제협력’이 약 2%로 조사되었으나, 선진기술의 도입 필요성을 감안할 때 일부 과제 유형의 경우 적극적인 국제협력이 필요할 것으로 사료됨
- 정부민간공동의 경우, 가장 높게 나타난 전략 프로젝트는 ‘상태정량화 기반 플랫폼형 성능평가체계 개발 기술’분야(75.05%), ‘자산&유지관리 정책 및 평가 기술’분야(72.97%), ‘3T 기반 창의형 센서 활용 기술’분야(61.17%) 등의 순임
- 민간 주도의 경우에는 ‘Big data 기반 고신뢰성 성능 저하 예측 기술’분야(43.70%), ‘고속/정밀 진단기술’분야(29.66%) 등의 순으로 나타남
- 정부 주도의 경우에는 ‘자산&유지관리 정책 및 평가 기술’분야(17.38%), ‘3T 기반 창의형 센서 활용 기술’분야(14.88%) 등의 순으로 나타남
- 기술도입 및 국제협력의 상대적 필요성의 경우에는 ‘Big data 기반 고신뢰성 성능 저하 예측 기술’분야(4.16%), ‘3T 기반 창의형 센서 활용 기술’분야(3.32%), ‘고속/정밀 진단기술’분야(1.90%) 등의 순으로 나타남

표 3.15 기술획득 방식

전략프로젝트	기술획득 방식			
	민간주도	정부주도	정부민간공동	기술도입 및 국제협력
고속/정밀 진단기술 분야	29.66%	10.40%	58.04%	1.90%
Big data 기반 고신뢰성 성능저하 예측 기술 분야	43.70%	5.19%	46.93%	4.16%
3T 기반 창의형 센서 활용 기술 분야	20.27%	14.88%	61.17%	3.32%
상태정량화 기반 플랫폼형 성능평가 체계 개발 기술 분야	17.15%	14.33%	75.05%	1.38%
자산&유지관리 정책 및 평가 기술 분야	6.33%	17.38%	72.97%	1.66%
평균	23.51%	12.63%	61.58%	2.43%

4. 유지관리체계 선진화를 위한 과제 제안

본 장에서는 유지관리체계 선진화를 수립할 수 있도록 본 연구를 수행중인 연구진들에게 제안된 과제들을 유지관리체계 선진화 평가체계 항목에 따라 분류하여 나타내었다. 연구진들에게 제안된 과제는 기술수요조사로부터 도출된 89개의 기술과 융합되어 최종 제안과제를 도출하는데 필요한 기초자료로 활용하였다.

4.1 선진화 유지관리체계 분야별 기술수요조사결과 분석

유지관리 선진화를 위한 체계는 3장의 그림 3.1과 같이 나타낼 수 있으며, 유지관리 선진화 평가체계를 수립하기 위한 항목은 11개로 나뉜다(표 4.1 참조). 기술수요조사로부터 도출된 89개의 기술들을 유지관리 선진화 평가체계 항목별로 분류하여 표 4.2에 제시하였다. 또한, 유지관리 선진화 평가체계 항목과 중점 연구분야와의 연관성을 그림 4.1에 나타내었다.

표 4.1 유지관리 선진화 평가체계 항목

연번	유지관리 선진화 평가체계 항목
1	서비스 성능결정
2	SOC 목록 DB
3	성능평가 방법론 및 성능 예측모델
4	안전성 평가기술
5	자산 가치평가
6	의사결정방법 및 대안별 시나리오 분석
7	의사결정을 위한 위험도 분석
8	의사결정을 위한 최적화
9	예산결정 기관의 예산수립 및 배분
10	유지보수 작업 & 서비스
11	유지보수 업무프로그램 수립

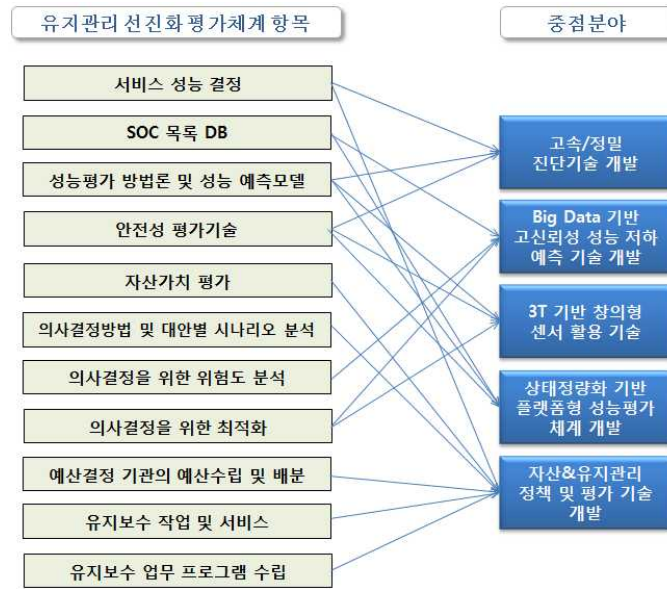


그림 4.1 유지관리 선진화 평가체계 항목과 중점연구분야의 연관성

표 4.2 유지관리 선진화 평가체계 항목별 기술수요조사결과 분류

구 분	기술수요조사결과
서비스 성능결정	1. 도로시설물의 평가를 위한 자료 수집 및 분석을 통한 서비스수준 평가 방법개발
	2. 철도시설물의 평가를 위한 자료 수집 및 분석을 통한 서비스수준 평가 방법개발
	3. 공항시설물의 평가를 위한 자료 수집 및 분석을 통한 서비스수준 평가 방법개발
	4. 수리시설물(댐 항만 포함)의 평가를 위한 자료 수집 및 분석을 통한 서비스수준 평가 방법개발
	5. 상하수도시설물의 평가를 위한 자료 수집 및 분석을 통한 서비스수준 평가 방법개발
	6. 국내 도로시설물의 자산관리 체계 적용을 위한 시스템 개발
	7. SOC 시설물의 자산관리 적용을 위한 서비스수준의 정의 및 적용 방안 개발
성능평가 방법론 및 성능 예측모델	8. SOC 시설물에 적용 가능한 성능예측모델 표준안 개발
	9. 교량잔존수명 3년 이내 추정 오차율을 확보하기 위한 알고리즘 및 데이터 분석 기술 개발
	10. 시설물의 성능 저하도를 예측하기 위한 자연 환경조건의 특성별 콘크리트 시설물의 노후화 예측 기술 개발
	11. 차량 하중 및 통행 빈도수에 의한 공용중 강교량의 피로성능 평가방법 및 매뉴얼 개발
	12. 보수·보강공 수명예측을 위한 표준형 평가 기술 개발
	13. SOC 시설물 성능 수준 판정 기술 개발
	14. 스트레스 형광물질을 이용한 균열감지 0.1mm/스트레스 분해능 5MPa 이내 급 비주얼 방식의 교량 손상 탐지 기술 개발
	15. 건축구조물의 균열진행 문제 해결을 위한 탈부착 방식을 이용한 빔 감지형 응력 센싱 기술 개발
	16. 20,000uw 측정범위를 가지는 광섬유센서 기반 외피 케이블 장력측정 기술 개발
	17. 오차율 10% 미만의 철도교 축중량 측정장치 및 이를 이용한 교량의 실시간 상태평가 기술 개발
	18. 건전성(상태등급)을 시각적으로 표현할 수 있는 능동적 교량 상태 감지기술 개발

구 분	기술수요조사결과
	19. FSM(Field Signature Method)을 이용한 실시간 교량 손상탐지 기술 개발
	20. 지반지지 슬래브 구조물의 처짐을 복원하기 위한 그라우팅 충전시공의 비파괴 탄성과 기법에 의한 품질평가기술 개발
	21. 콘크리트 터널벽체의 구조적 건전도 상태를 연속적으로 평가하기 위한 비파괴 탄성과 기법 및 이동형 하드웨어 시스템 기술 개발
	22. Bio-inspired Smart Photonic Coating을 이용한 구조물의 이상상태 감지 기술 개발
	23. 응력에 민감한 발광 입자로 충전된 Electrospun Nanofiber Sensor 기술 개발
	24. 시설물 상태에 따른 수명종결 상태 정의 기술 개발
	25. 시트법시설물의 상태평가 민감도 분석 및 개선 기술 개발
	26. 콘크리트 시설물의 상태평가의 첨단화/정밀화를 위한 썬섹션(thin-section) 이미지 기반 열화손상의 표준화 기술 개발
	27. 전도성 콘크리트를 이용한 콘크리트 내부 손상 평가 기술 개발
	28. 플랜트 원격 진단의 접근성 문제 해결을 위한 레이저 스캔 방식의 3차원 손상 추정 기술 개발
	29. 비접촉식 레이저 초음파를 이용한 강구조물 및 PIPE의 진단 및 수명 예측 기술 개발
	30. 프리스트레스 구조물의 Duct내 Tendon의 계면상태 및 건전성 평가를 위한 Laser를 이용한 비파괴 진단기법 개발
	31. 콘크리트 슬래브의 손상평가를 위한 비접촉 충격공진시험을 이용한 자동화 진단 및 평가기술 개발
	32. 명확하고 신뢰성 높은 상태평가를 위한 시설물의 하중입력-응답출력 입출력관계 규명을 통한 시설물 상태평가기술 개발
	33. 구조물 육안점검 객관성 확보문제 해결을 위한 이미지프로세싱 방식의 손상정보 패턴분석 기술 개발
	34. 장기 모니터링용 센서 및 계측장비의 의 내구성 확보를 위한 고 신뢰성 패키징 기술 개발
	35. 콘크리트 구조물의 정적 응력 상태 비파괴 계측 기술 및 이를 이용한 국부 응력 상태 가시화 기술 개발
	36. 무선센서 현장적용성 문제 해결을 위한 대안 최적화기법을 적용한 계측기기 표준화기술 개발
	37. 광범위 구조물 안전 진단 상태 평가 영상화 진단 기술 개발
	38. 재해(태풍, 지진 등)시 시설물 안전을 위한 SOC 시설물 정밀 해석기술 개발
	39. 운영 하중상태와 환경변화에 의한 시설물 손상 문제 해결을 위해 시설물별 손상패턴과 성능 분석기술 및 예측기술 개발
	40. 육안점검의 비효율성 문제 해결을 위한 이미지 프로세싱 방식의 육안점검 보조 장비 개발 기술 개발
	41. WIM(Weigh-In-Motion) 시스템을 활용한 도로 및 교량의 하중모형 구축 및 상태평가 기술 개발
	42. 강 교량 연결부의 볼트풀립 감지를 위한 자체 전원공급 임피던스 센서 노드 및 스마트 계면판 기술 개발
	43. 풍수해 취약 지반지지구조 붕괴위험 탐지를 위한 스마트 앵커 기술 개발
	44. 하천 보 구조시스템의 안정성 평가를 위한 상시 진동기반 모니터링 기법 개발
	45. 무인 장비를 활용한 대형구조물 진단 기술 개발
	46. 기후변화 대비 댐 및 하천시설물 설계 홍수량 산정 기술 개발
	47. 지하구조물 라이닝 장기 내구성 평가 기술 및 보수/보강 가이드라인 개발

구 분	기술수요조사결과
	48. 주행속도 증가에 대한 철도교 마찰교좌장치 안정성 평가기술 개발
	49. 취약부분 대상 감지범위 1m 이상 오인식률 5% 이내 스마트 센서 기반의 100% 국산화 교량부재별 자가진단 기술 개발
	50. 콘크리트의 시공 안전성 문제 해결을 위한 착탈식 압전 센서 방식의 실시간 강도 계측 기술 개발
	51. 내구수명 10년 이상을 확보할 수 있는 침단센서 기반 정밀도 10mm(교장 100m당) 미만의 교량 3차원 글로벌 거동 측정 기술 개발
	52. 기존 유선계측장치 문제 해결을 위한 유·무선 혼합 방식의 T/R Pairing 기술 개발
	53. 부식된 콘크리트 교량 슬래브의 성능 예측 기술 개발
	54. SOC 구조물 성능평가를 위한(신개념 센싱 데이터 기반) 수치해석모델 개선 기술 개발
	55. 성능기반 시설물 평가 기법 및 유지관리 방안 기술 개발
	56. 점검차량을 이용한 교량 건전성 평가 기술 개발
	57. 진동 계측데이터 기반 SOC시설물의 현상태 평가 기술 개발/사용성 확장 및 기술 표준화
	58. 강구조 및 콘크리트 구조물의 기준점 변위를 보정한 레이저 변위 측정 시스템 구축 및 자동화 유지관리 시스템 기술 개발
	59. 재난전후 또는 환경조건 변화시 시설물 성능저하 예측기술-재난전후 성능저하 예측용 계측기술 개발
	60. 사용자 중심의 만족도 평가를 위한 사용성 정량화 기술(기획연구) 개발
	61. 신뢰도 80% 이상의 3차원 수치해석모델을 통한 현상태 기반 성능평가 기술 개발
	62. 구조물의 계측 데이터를 활용한 이상 상태 감지를 위한 관리 기준 기술 개발
	63. 폭발 및 충격 하중에 대응하는 교량의 등급 평가 기술 개발
	64. 기존 시설물의 계측 데이터 전송 성능 저하 문제 해결을 위한 무선 채널 hopping 방식의 고신뢰성 센서 네트워킹 기술 개발
	65. 돌발재해 대응 실시간 예·경보 자동 전파 체계 기술 개발
	66. 지진전후 교량구조물의 성능저하 예측시스템 기술 개발
	67. 상태 정량화 기반 플랫폼형 성능평가체계 기술 개발
	68. 환경조건을 고려한 데이터 통합형 성능수준 평가 기술 개발
	69. 온도영향을 배제한 데이터를 사용한 구조물 성능변화 추정 기법 개발
	70. 구조물의 이상상태 감지를 위한 계측데이터 관리기준치 설정법 개발
	71. 신뢰도 기반 교량 내하력평가 기술 개발
	72. 계측데이터를 사용한 구조물 수치해석모델 개선 자동화 프로그램 개발
	73. 영상을 이용한 사회간접시설물의 건전도 모니터링을 위한 시스템 및 해석기법 개발
안전성 평가기술	74. 볼트연결부 200m 이내, 볼트 장력 10% 내외 감소 모니터링을 위한 강교량 볼트연결부 지능형 안전관리 기술 개발
	75. 교량 부재 거동 100% 감시를 위한 핵심 부재별 이상상태 검출 기술 개발
	76. 스마트 베어링을 이용한 B-WIM(Bridge Weigh In Motion) System 기술 개발
	77. Sensor embedded 보강재(reber, 강연선, 강봉) 기술 개발
	78. 강교의 안전성 증대와 유지관리 효율화를 위한 볼트연결부의 안전관리 시스템 기술 개발
	79. 광섬유 센서를 매립한 비탈면 배수시설의 상태측정 기술 개발
자산 가치평가	80. 도심지 기반재해 피해저감을 위한 매립식 리프트형 토사재해 센서 활용 기술 개발
	81. 시설물의 가치 산정을 위한 대체원가 기반 가치평가 기준 개발

구 분	기술수요조사결과
	82. 국내 사회기반시설 자산관리 인증제도 개발
	83. 국내 사회기반시설 성능중심 유지관리 표준 보고서 개발
의사결정방법 및 대안별 시나리오 분석	84. SOC 시설물 증장기 예산 분석에 적용 가능한 시나리오분석기법 표준안 개발
의사결정을 위한 위험도 분석	85. SOC 시설물의 위험도 분석 기술 표준안 개발
의사결정을 위한 최적화	86. SOC 종합성능평가 의사결정체계 개선 연구
예산결정 기관의 예산수립 및 배분	87. SOC 시설물의 예산 배정에 필요한 의사결정모델 표준안 개발 연구
	88. 시설물의 자산가치를 반영한 시설물 우선투자순위 체계 구축
유지보수 업무프로그램 수립	89. 국내 사회기반시설 성능지속유지관리 교육 및 홍보 프로그램 개발

유지관리 선진화 체계의 항목별 목표를 표 4.3에 정리하여 나타내었다. 항목별 목표를 중심으로 기술수요조사결과의 연구목표 내용을 표 4.4에 정리하여 나타내었다. 또한, 표 4.4에 기술수요조사결과를 기초·원천기술, 응용·개발기술, 실용화, 실증화-test bed형으로 구분하여 정의하였다.

표 4.3 유지관리 선진화 평가체계 항목별 목표

구 분	항목별 목표
서비스 성능결정	SOC 시설물에 대한 서비스 수준의 평가방법을 개발하고 각 시설물의 서비스성능을 개선하고자 함
SOC 목록 DB	다원화된 SOC 시설물에 대한 정보를 통합하여 효과적인 유지관리 체계를 수립하고자 함
성능평가 방법론 및 성능 예측모델	SOC 시설물별 효과적인 성능평가를 위해 기법 및 기술을 개발하고자 함
안전성 평가기술	SOC 시설물의 안전성 평가를 위한 진단기술을 개발하여 안전성능 확보하고자 함
자산 가치평가	시설물별 원가산정과 감가기준 분 등을 통하여 자산관리 표준을 개발하고자 함
의사결정방법 및 대안별 시나리오 분석	다양한 환경에 따라 요구되어 지는 시나리오에 대해 효과적인 의사결정을 할 수 있는 논리 개발
의사결정을 위한 위험도 분석	시설물에 발생할 수 있는 위험요소를 조사 분석하여 효과적인 의사결정을 할 수 있는 논리 개발
의사결정을 위한 최적화	관리자가 효과적인 의사결정을 할 수 있도록 체계를 개선하고 다양한 요소를 고려한 유지관리 방안 개발
예산결정 기관의 예산수립 및 배분	시설물의 자산가치를 판정하고 의사결정을 할 수 있는 표준화 모델 개발
유지보수 작업 & 서비스	한국시설안전공단에서 “SOC 평가 시스템” 개발 중 (2017년 12월 예정)
유지보수 업무프로그램 수립	

표 4.4 기술수요조사결과 개요 및 과제유형

구 분	기술수요조사결과	연구목표	연구내용	과제유형
서비스 성능결정	1. 도로시설물의 평가를 위한 자료 수집 및 분석을 통한 서비스수준 평가 방법개발	도로시설물의 서비스수준 (Level of Service, LOS)의 결정 및 유지관리 공법, 단가 데이터 확보와 자료의 DB화를 통한 지속적 관리 방안 개발	- 자산관리 기법 적용을 위한 성능지표 활용 가능한 자료의 종류 결정 - 국내의 도로시설물의 사용환경, 국민의 요구수준 및 가용예산 등의 변수를 고려한 적용 가능한 자료군의 정리 및 성능지표의 정립 - 기존 MS계열의 자료 DB와 연동되도록 축적된 자료의 DB 체계의 정립	응용·개발
	2. 철도시설물의 평가를 위한 자료 수집 및 분석을 통한 서비스수준 평가 방법개발	미래지향적인 유지관리 체계의 일환으로 개발하고자 하는 자산관리 기법 적용을 위한 기초 자료 (Data) 확보 및 정리, 철도시설물의 유지관리 공법 및 단가 데이터 확보	- 자산관리 기법 적용을 위한 성능지표 활용 가능한 자료의 종류 결정 - 제시된 서비스수준(Level of Service, LOS)의 민감도 분석 및 적용방안 제시 - 활용가능 유지관리 공법 및 단가데이터의 확보	응용·개발
	3. 공항시설물의 평가를 위한 자료 수집 및 분석을 통한 서비스수준 평가 방법개발	공항시설물의 서비스수준 (Level of Service, LOS)의 결정, 유지관리 공법 및 단가 데이터 확보	- 자산관리 기법 적용을 위한 성능지표 활용 가능한 자료의 종류 결정 - 성능지표(Performance Measure)결정을 위한 자료 항목의 분류체계 정립 (대분류, 중분류, 소분류 군) - 공항시설물의 평가지표를 활용한 서비스수준 평가 적용 및 문제점 개선	응용·개발
	4. 수 리 시 설 물 (댐항만 포함)의 평가를 위한 자료 수집 및 분석을 통한 서비스수준 평가 방법개발	수리시설물의 서비스수준 (Level of Service, LOS)의 결정, 유지관리 공법 및 단가 데이터 확보	- 국내의 수리시설물의 사용환경, 국민의 요구수준 및 가용예산 등의 변수를 고려한 적용 가능한 자료군의 정리 및 성능지표의 정립 - 수리시설물의 평가지표를 활용한 서비스수준 평가 적용 및 문제점 개선	응용·개발
	5. 상하수도시설물의 평가를 위한 자료 수집 및 분석을 통한 서비스수준 평가 방법개발	상하수도시설물의 상태평가를 포함하는 평가지표 (Performance Measure) 개발	- 국내의 상하수도시설물의 사용환경, 국민의 요구수준 및 가용예산 등의 변수를 고려한 적용 가능한 자료군의 정리 및 성능지표의 정립 - 상하수도시설물의 평가지표를 활용한 서비스수준 평가 적용 및 문제점 개선	응용·개발
	6. 국내 도로시설물의 자산관리 체계	상위 단계의 의사결정을 지원하기 위한 국내 도로시설물의 통합 자산관리	국내의 개발 시스템 결과물 및 국내 시설물 예산산정 및 배정 절차, 예산 계정, 관련 법규, 개별 유지관리 시스템 결과 등의	응용·개발 및

구 분	기술수요조사결과	연구목표	연구내용	과제유형
	적용을 위한 시스템 개발	시스템 개발	- 검토를 통한 시스템 설계 - 도로시설물의 상위 자산관리 시스템 개발 - 상위 자산관리 시스템 시범운영	실용화
	7. SOC 시설물의 자산관리 적용을 위한 서비스수준의 정의 및 적용 방안 개발	SOC 시설물별 다양성을 고려하는 포괄적인 서비스 수준의 평가 방안을 부재에 따라 정량적으로 분석하고 시설물의 관리자 및 예산결정권자에게 정보 제공	- SOC 시설물별 특성을 반영한 성능지표의 개발 - 관리자 및 예산 결정권자의 시각에서의 성능지표의 개발 - 대상 시설물에 적용 및 피드백 활용 개발 모델의 민감도 분석 - 현장 적용 및 관리자 모델의 완성	실용화
성능평가 방법론 및 성능 예측모델	8. SOC 시설물에 적용 가능한 성능예측모델 표준안 개발	다양한 성능예측모델의 민감도 분석 및 표준 절차 제시로 국내 여건에 적합한 성능예측모델 구축 기술 확보	- 시설물별 성능예측모델의 수준(Level of Detail) 결정 방법론 정립 - 성능지표별 적합한 모델 선정 논리 정립 - 보수 보강 공법별 성능 향상 수준 결정 논리 개발 - 성능예측모델 종류별 실제 사례 적용 예제 개발	응용·개발
	9. 교량잔존수명 3년 이내 추정 오차를 확보하기 위한 알고리즘 및 데이터 분석 기술 개발	교량 잔존수명 예측 정확도 90% 이상 달성을 위한 계측데이터 분석 알고리즘 기술 및 활용기술 개발	- 잔존수명 예측 알고리즘 개발 - 잔존수명 예측을 위한 교량모니터링 시스템 개발 - Test Bed 구축	실증화-test bed형
	10. 시설물의 성능저하도를 예측하기 위한 자연환경조건의 특성별 콘크리트 시설물의 노후화 예측 기술 개발	국내 자연환경에서의 콘크리트 시설물 성능저하 표준화	- SOC시설물의 성능저하환경 기반자료 구축 - 염해 및 동해에 대한 내구환경 상세지도 개발 - 지역거점별 옥외노출시험을 통한 열악 환경에서의 정량적 성능저하도 분석 - 열화 메카니즘별 환경기반 성능저하 예측 모델 개발	응용·개발
	11. 차량 하중 및 통행 빈도수에 의한 공용중 강교량의 피로성능 평가방법 및 매뉴얼 개발	차량 하중 및 통행 빈도수에 의한 공용중 강교량의 피로성능 예측 및 이에 기반한 성능중심 평가방법과 등급분류 기준 개발	- 점검 교량의 상태 및 통행하중 분포/빈도수에 따른 피로성능 평가 기술 개발 - 강교량 피로에 대한 성능중심 평가방법 및 등급분류 기준 개발 - 성능중심 평가 및 등급산정 매뉴얼 개발	실용화

구 분	기술수요조사결과	연구목표	연구내용	과제유형
	12. 보수·보강공 수명예측을 위한 표준형 평가 기술 개발	개발된 평가매뉴얼을 통하여 공용중인 시설물에 적용되는 보수보강 주기를 최적화함으로써 유지관리에산을 기존 대비 20%이상 감축하는 것	- 보수·보강공의 요구성능 및 관리지표 도출에 의한 성능평가 매뉴얼(안) 도출 - 실증 test-bed를 활용한 성과검증 및 연구성과 확대방안 수립	실용화
	13. SOC 시설물 성능 수준 판정 기술 개발	SOC 시설에 대해 안전성, 사용성, 복구성 등을 고려한 노후도 평가 기술 개발, 요구성능 및 성능등급 체계화 연구, 성능평가 항목 및 평가결과 등급 기준 체계화 연구, 성능평가 방법 및 절차 체계화 연구 확립	- 안전성, 사용성, 복구성 등을 고려한 노후도 평가 기술 개발 - 요구성능 및 성능등급 체계화 연구 - 성능평가 항목 및 평가결과 등급 기준 체계화 연구 - 성능평가 방법 및 절차 체계화 연구	실용화
	14. 스트레스 형광 물질을 이용한 균열 감지 0.1mm/스트레스 분해능 5MPa 이내 급 비주얼 방식의 교량 손상 탐지 기술 개발	교량의 안전 진단을 위한 스트레스 비전 센서를 이용한 검사 시스템 개발(균열 감지폭 0.1mm 이내/분해능 5MPa 이내)	- 스트레스 비전 센서 개발 - 스트레스 감시 화상 센서 노드 시스템 설계 - 건축/대형구조물 안정성 평가시스템 알고리즘 - 스트레스 비전 센서 기반 구조물 건전도 평가 시스템 개발	실용화
	15. 건축 구조물의 균열진행 문제 해결을 위한 탈 부착 방식을 이용한 빛 감지형 응력 센싱 기술 개발	빛 감지형 센싱 필름을 이용한 구조물의 상태 안전성 평가 기술 개발	- 광변색성 염료를 이용한 응력 발광 필름 제조 - 센싱 필름을 이용한 구조물의 응력상태 및 가시화 기술 개발 - 응력 집중 및 균열 진행에 대한 정량화 및 규격화 평가 기술 개발	응용·개발
	16. 20,000uw 측정 범위를 가지는 광섬유센서 기반 외피 케이블 장력측정 기술 개발	광섬유센서 기반 교량의 케이블 장력 측정 기술개발과 모니터링 기술개발	- 현장에서 취급 및 변형이 용이한 스마트 텐던 개발 - 광섬유센서 멀티어레이 기반 경사 또는 벤딩센서를 이용한 교량 처짐 측정기술 개발	실용화

구 분	기술수요조사결과	연구목표	연구내용	과제유형
	17. 오차율 10% 미만의 철도교 측량 측정장치 및 이를 이용한 교량의 실시간 상태평가 기술 개발	철도교의 실시간 상태평가 기술	- 통과톤수 측정을 통한 레일의 효율적인 교체주기 산정 - 하중-응답 상관성 분석을 통한 교량의 실시간 상태 평가가 가능한 기술 개발	실용화
	18. 건전성(상태등급)을 시각적으로 표현할 수 있는 능동적 교량 상태 감지기술 개발	공공시설물의 건전성을 일반 이용자가 알 수 있도록 공개함으로써 투명한 시설물 유지관리 기법과 안전성 제고	- 교량의 건전성 표출방안 기술개발 - 건전성 표출 항목 선정	응용·개발
	19. FSM(Field Signature Method)을 이용한 실시간 교량 손상탐지 기술 개발	부식 및 균열 등의 구조물 손상 실시간 탐지 및 평가	- FSM을 이용한 구조물 손상 실시간 탐지 및 평가 알고리즘 개발 - FSM을 이용한 구조물 손상 실시간 탐지 및 평가 시스템 개발	실용화
	20. 지반지지 슬래브 구조물의 처짐을 복원하기 위한 그라우팅 충전시공의 비파괴 탄성과 기법에 의한 품질 평가기술 개발	그라우팅 충전 품질을 효과적으로 평가할 수 있는 기법 개발과 실용화	- 요소기술의 개발 - 실용화를 위한 검증과 현장적용 - 상시 유지관리 시스템으로서 활용을 위한 시스템의 고급화	실용화
	21. 콘크리트 터널 벽체의 구조적 건전도 상태를 연속적으로 평가하기 위한 비파괴 탄성과 기	콘크리트 강도 및 내부건전도 상태를 효과적으로 평가할 수 있는 기법 개발과 실용화	- 요소기술의 개발 - 실용화를 위한 검증과 현장적용 - 상시 유지 관리 시스템으로서 활용을 위한 시스템의 고급화	실용화

구 분	기술수요조사결과	연구목표	연구내용	과제유형
	법 및 이동형 하드웨어 시스템 기술 개발			
	22. Bio-inspired Smart Photonic Coating을 이용한 구조물의 이상상태 감지 기술 개발	모듈화된 저가의 현장용 Optical probe 개발	- 다양한 colloidal particle과 고분자 재료의 혼합물 합성에 대한 문헌 조사 - Submicron 크기의 미세 colloidal particle 구조적 배열을 지닌 박막 코팅 제조 기술 개발 - 제조된 Photonic coating을 적용한 구조적 변색범위 측정 및 특성화 - 모듈화된 Optical probe 개발 - 이론 및 Calibration 기술 개발 - 광학측정 장치 개발 및 실외 실험 검증	실용화 및 실증화-test bed형
	23. 응력에 민감한 발광 입자로 충전된 Electrospun Nanofiber Sensor 기술 개발	ML 센서 입자로 충전된 electrospun nanofiber 센서 제조 기술 개발	- Ball-milling을 통해 ML 센서 나노 사이즈의 powder의 제작 - Single fiber의 응력발광 특성화 - 응력발광 미케니즘의 이해를 바탕으로 한 예측 모델 개발 - 센서 제작 및 실내 실험 검증 - 광학측정 장치 개발 및 실외 실험 검증	실용화 및 실증화-test bed형
	24. 시설물 상태에 따른 수명종결 상태 정의 기술 개발	시설물 상태에 대한 최종적인 수명종결 상태의 정의	- 시설물에 발생하는 열화 메카니즘별 내구적 수명종결 상태 정의 - 시설물별 기능성에 따른 수명종결 상태 정의 - 시설물별 기타조건에 따른 수명종결 상태 정의	응용·개발
	25. 시트법시설물의 상태평가 민감도 분석 및 개선 기술 개발	각 평가단계별 민감도를 분석하여 최적의 민감도를 갖도록 설계함과 동시에 민감도로 해결되기 어려운 부분에 대한 보완책 도출	- 개별부재 평가 단계의 민감도 분석 - 부재그룹 평가 단계의 민감도 분석 - 시설물 평가 단계의 민감도 분석 및 최적의 민감도 확보 - 시트법 시설물의 상태평가 기준 재정립	실용화
	26. 콘크리트 시설물의 상태평가의 첨단화/정밀화를 위한 썬섹션(thin-section) 이미지 기반 열	썬섹션(Thin-section) 분석기술을 활용한 마이크로-메소 레벨 이미지 분석 기술 개발 및 표준화된 이미지 체계 구축	- 시멘트계 광물질의 마이크로 이미지 분석 기술 개발 - 경화된 콘크리트의 마이크로 이미지 분석 기술 개발 - 시멘트계 재료의 복합공극구조 이미지 분석 기법 개발 - 마이크로 이미지를 활용한 콘크리트 구조물의 물-시멘트비 추정 기술 개발 - 콘크리트 시설물 상태평가용 열화 이미지 기반 D/B 구축	실용화

구 분	기술수요조사결과	연구목표	연구내용	과제유형
	화손상의 표준화 기술 개발		재료 특성 평가를 위한 멀티스케일 이미지기반 표준화 매뉴얼 개발	
27.	전도성 콘크리트를 이용한 콘크리트 내부 손상 평가 기술 개발	다양한 전도성 첨가제를 이용한 콘크리트의 전기 전도도 제어 기술 개발	- 콘크리트의 전기 전도성 제어 기술 개발 - 전도성 콘크리트의 내부 손상평가 기술 개발 - 전도성 콘크리트의 구조적 성능 평가 - 손상 평가를 위한 전기적 특성 측정 장비 개발	기초·원천 및 응용·개발
28.	플랜트 원격 진단의 접근성 문제 해결을 위한 레이저 스캔 방식의 3차원 손상 추정 기술 개발	비스캔 면에서의 손상을 유발하는 알고리즘 개발	- TLS(Terrestrial Laser Scanning) 레이저 기반 플랜트 배관의 3차원 형상 정보를 획득 - 초음파 전파 영상에 3차원 형상 정보를 반영하여 초음파 전파 영상 map 구축 - 인공 신경망 및 SVM 기법 등의 확률론적 패턴인식 기법을 적용하여 손상 위치 추정	실용화
29.	비접촉식 레이저 초음파를 이용한 강구조물 및 PIPE의 진단 및 수명예측 기술 개발	기존 비파괴검사의 한계점을 극복한 탄성파를 이용한 강구조물 및 PIPE의 진단 및 수명예측 시스템 구축	- 강구조물 형상을 묘사할 수 있는 Preprocessor 개발 - 병렬 프로세싱을 통한 수치해석 연산속도 향상 - 실험/수치해석 결과의 비교를 통한 손상 정량화 - 실제 구조물의 경우를 모사한 실험/수치해석 조건을 고려하여 현장 적용가능성 향상 - 실제 구조물에 대한 실험을 통하여 해석결과와 비교	기초·원천
30.	프리스트레스 구조물의 Duct 내 Tendon의 계면상태 및 건전성 평가를 위한 Laser를 이용한 비파괴 진단기법 개발	PSC 구조물 건전성 평가를 위한 레이저 가진(excitation) 및 계측(sensing) 장치 개발	- PSC 콘크리트 구조물의 손상 메커니즘 파악 - 기존의 레이저를 활용한 excitation 및 sensor 개발현황 조사 및 비교를 통한 발전방향 모색 - 레이저 가진 및 계측 장치의 개발 - 개발된 시스템의 모의실험 및 실험 데이터 처리기법 개발	기초·원천 및 응용·개발
31.	콘크리트 슬래브의 손상평가를 위한 비접촉 충격공진시험을 이용한 자동화	비접촉 센서 및 자동 충격장치 개발	- 철근 콘크리트 구조물의 손상 메커니즘 파악 - 기존의 비접촉 센서 및 자동 충격장치의 조사 및 비교를 통한 발전방향 모색 - 비접촉 센서 및 자동 충격장치의 개발	실용화

구 분	기술수요조사결과	연구목표	연구내용	과제유형
	진단 및 평가기술 개발			
	32. 명확하고 신뢰성 높은 상태평가를 위한 시설물의 하중입력-응답출력 입출력관계 규명을 통한 시설물 상태평가기술 개발	각 시설물별 하중입력/응답출력 계측치에 기반한 유한요소모델 개선 및 이를 이용한 상태평가기술	■ 각 시설물별 입력하중/응답출력 계측 물리량 선정 ■ 각 시설물별 입력하중/응답출력 계측기술 개발 ■ 계측된 입력하중/응답출력을 이용한 유한요소모델 개선기술 ■ 개선된 유한요소모델을 이용한 상태평가기술 ■ 실제 시설물에 적용하여 개발된 기술의 검증/개선	기초·원천
	33. 구조물 육안점검 객관성 확보 문제 해결을 위한 이미지프로세싱 방식의 손상정보 패턴 분석 기술 개발	신뢰도 90%이상의 자동 손상패턴 분석기술의 개발	■ 손상유형별 표준이미지의 설정기술개발 ■ Mopology 영상분석기술을 활용한 손상분석 S/W개발 ■ 영상수집장치 일체형 모바일 손상분석시스템 개발	실용화
	34. 장기 모니터링용 센서 및 계측장비의 내구성 확보를 위한 고 신뢰성 패키징 기술 개발	8년 이상의 내구수명을 갖는 노이즈 차폐형 고신뢰성 센서 및 계측장비 패키징 기술	■ 센서 및 계측장비 손상원인별 보호기구 설계기술개발 ■ 장기내구성 확보를 위한 접촉, 비접촉센서 및 계측장비의 설치운영 매뉴얼 개발 ■ 센서 및 계측장비의 내구성 평가방법 개발	실용화
	35. 콘크리트 구조물의 정적 응력 상태 비파괴 계측 기술 및 이를 이용한 국부 응력 상태 가시화 기술 개발	콘크리트 부재의 국부 정적 응력 상태를 1MPa 해상도로 가시화할 수 있는 초음파 기반 정적 응력 상태 계측 방법 및 계측 데이터 가시화 기법 개발	■ 콘크리트의 정적 응력 계측용 초음파 계측 시스템 개발 ■ 정적 응력 상태의 고민감도 센싱이 가능한 초음파 모드 계측 방법 개발 ■ 콘크리트의 재료적 특성을 고려한 초음파-응력 변환 모델 개발 ■ 주응력 방향 및 크기를 결정할 수 있는 초음파 기반 Rosette 테스트 방법 개발	기초·원천 및 응용·개발

구 분	기술수요조사결과	연구목표	연구내용	과제유형
	36. 무선센서 현장 적용성 문제 해결을 위한 대안 최적화 기법을 적용한 계측기기 표준화기술 개발	계측요소의 특징을 고려한 계측인자 DB를 도출, 계측기법의 효율성, 정확도, 사용성 개선 및 표준화	- 대상 계측요소별 계측기준 및 계측 type 정성화 분석 - SOC 적용대상의 유무선 계측장비 Performance 정량화 분석 - 계측기기와 계측요소 간의 관계형 네트워크 모델 개발 - 최적의 계측방법과 기기선정을 위한 의사결정기반 최적화기법 - 실험을 통한 계측기기 최적화 검증	응용·개발
	37. 광범위 구조물 안전 진단 상태 평가 영상화 진단 기술 개발	초기결함 및 초기손상 부위의 정량적 사이즈 및 형상의 영상화 기술 개발	- 재료손상 영상화 알고리즘의 개발 - 램과 다중센서 탐촉자 시스템 기술개발 및 집속화 - 신호해석 기술개발 및 적용	응용·개발
	38. 재해(태풍, 지진 등)시 시설물 안전을 위한 SOC 시설물 정밀 해석기술 개발	재해발생시 SOC 시설물의 정밀 해석 기술 개발, 구조해석을 통한 재해발생시 풍력, 진동 등 하중 정량화 기술, 내재해 SOC 시설물 설계법 개발	- 재해발생 시 SOC 시설물에 가해지는 풍력, 진동 등을 통계학적으로 분석하여 이를 하중으로 정량화 - 슈퍼컴퓨터를 활용하여 표준 SOC 시설물에 대한 3D 정밀해석 모델 개발 - 개발 모델에 재해시의 하중을 적용하여 SOC 시설물별 재해발생시 파손 형태 시뮬레이션 및 현장 시험을 통한 검증 - 시뮬레이션 결과를 바탕으로 재해발생 시 시설물에 적용되는 하중 정량화	실용화
	39. 운영 하중상태와 환경변화에 의한 시설물 손상 문제 해결을 위해 시설물별 손상패턴과 성능 분석기술 및 예측기술 개발	균열 등의 손상정보 패턴분석 기술개발로 시설물의 새로운 상태 평가 기술 개발	- 공용상태에서의 시설물별 손상평가 기술의 정량화/표준화 - 기후/풍속 등의 환경조건 및 구조물 손상패턴 분석 기술 개발 - 공용조건별/환경조건별 시설물 평가시스템 및 관리시스템 개발	응용·개발
	40. 육안점검의 비효율성 문제 해결을 위한 이미지 프로세싱 방식의 육안점검 보조 장비 개발 기술 개발	균열폭 0.1mm 수준의 균열자동 검지 기술과 촬영위치 정보를 취득할 수 있는 휴대용 균열점검 장비 개발	- 균열폭 0.1mm 수준의 균열자동 검지 기술 - 균열 및 촬영위치 정보 연동 기술 개발 - 휴대용 균열점검 H/W 개발 - 휴대용 균열점검 장비를 통해 취득된 이미지의 후처리 S/W 개발	실용화

구 분	기술수요조사결과	연구목표	연구내용	과제유형
	41. WIM(Weigh-In-Motion) 시스템을 활용한 도로 및 교량의 하중모형 구축 및 상태평가 기술 개발	국내 도로 및 교량의 설치환경을 고려한 WIM 시스템 구축, 도로 및 교량의 사용성 및 안전성 평가를 위한 실시간 하중모형 구축 기술 개발, 하중모형 데이터를 활용한 도로 및 교량의 성능평가 알고리즘 구축	- 국내 도로 및 교량의 설치환경을 고려한 WIM 시스템 구축 - 도로 및 교량의 사용성 및 안전성 평가를 위한 실시간 하중모형 구축 기술 개발 - 하중모형 데이터를 활용한 도로 및 교량의 성능평가 알고리즘 구축	실용화
	42. 강 교량 연결부의 볼트풀림 감지를 위한 자체 전원공급 임피던스 센서노드 및 스마트 계면판 기술 개발	임피던스 응답을 이용하는 센서노드 기반으로 강 교량 연결부의 볼트풀림 감지 시스템 개발	- 강 교량 볼트연결부의 특성 및 계면판의 임피던스 응답 특성 분석 - 스마트 계면판의 제원 설계 및 볼트풀림 감지 성능 평가 - 저전력/저주파/저출력/다채널 임피던스 센서노드 제작 및 볼트풀림모니터링 시스템 개발 - 임피던스 신호처리 및 볼트풀림 모니터링의 자동화 체계 개발 - Test-Bed 실험 및 개발 시스템의 제품화	실증화-test bed형
	43. 풍수해 취약 지반지구조 붕괴위험 탐지를 위한 스마트 앵커 기술 개발	풍수해 취약 연약지반 지반구조의 내부 토압 상승으로 인한 지반구조 붕괴 위험성을 사전 탐지할 수 있는 스마트 앵커 기술 개발	- 지반지구조 앵커부의 특성 및 스마트앵커의 임피던스 응답 특성 분석 - 스마트 앵커의 제원 설계 및 긴장력 변화 감지 성능 평가 - 저전력/저주파/저출력 임피던스 센서노드 제작 및 긴장력 모니터링 시스템 개발 - 임피던스 신호처리 및 긴장력 모니터링의 자동화 체계 개발 - Test-Bed 실험 및 개발 시스템의 제품화	실증화-test bed형
	44. 하천 보 구조시스템의 안정성 평가를 위한 상시 진동기반 모니터링 기법 개발	하천 보 구조시스템의 안정성 평가를 위한 상시 진동기반 모니터링 기술 개발	- 하천 보 구조-지반 시스템의 2-D 간략 모델 개발 2-D 간략 모델에 적합한 강체 진동모드특성 추출 알고리즘 개발 - 진동 특성치와 GA-기반 SID를 적용한 2-D 간략 모델의 성능 검증 - 하천 보의 상시진동응답을 이용하는 극미세 진동 모니터링 기법	실증화-test bed형
	45. 무인 장비를 활용한 대형구조물 진단 기술 개발	무인 점검 장비를 활용한 대형 구조물의 점검 및 진단 기술 개발 연구	- 무인 비행체 검사장비 구성 및 신뢰도 향상 기술 개발 - 대형구조물 점검 및 진단을 위한 로봇-NDT 융합기술 개발 - 이미지 프로세싱 기법-무인체(무인비행체, 로봇 등) 검사장비 연계 기술 개발 - 수집정보의 정합을 위한 위치 기반 매핑 기술 개발	실용화

구 분	기술수요조사결과	연구목표	연구내용	과제유형
	46. 기후변화 대비 댐 및 하천시설 물 설계 홍수량 산정 기술 개발	기후변화로 인한 이상기후에 대비하 여 댐 시설물의 대규모 홍수방어 능 력제고	■ 현재까지 수문자료를 활용한 비정상성 경향성 평가 ■ 기후변화시나리오에 따른 미래 수문량 변동성 분석 ■ 기후변화 적응 설계수문량 산정 기법 적용 및 평가 ■ 기후변화를 고려한 설계변수(강우강도, 홍수량 등)미래 기간 별 보정계수 도출) ■ 기후변화를 고려한 수문학적 안전성 평가 분석	응용·개발
	47. 지하구조물 라이 닝 장기 내구 성 평가 기술 및 보수/보강 가이드라인 개 발	환경별 지하구조물 라이닝의 장기 내 구성 평가에 있어 열화에 의한 손상 영역의 정량적 평가 방안 제시	■ 지하구조물 라이닝의 열화에 영향을 미치는 유해가스·이온을 고려한 열화 촉진 실험에 의한 열화 심도 평가 모델 개발 ■ X-ray CT법을 이용한 열화에 의한 콘크리트 내부 미세구조 분석 기법 개발 ■ 열화에 의한 지하구조물 라이닝의 수명 예측 및 보수/보강 범위 결정 가이드 라인 제시	실용화
	48. 주행속도 증가 에 대한 철도교 마찰교좌장치 안정성 평가기 술 개발	장기모니터링을 통한 주변온도변화에 대한 마찰거동과 주행속도 증가에 대 한 동적거동을 반영한 활하중에 의한 거동을 표준화	■ 장기 마찰실험법 및 실험장비 개발 ■ 교좌장치별 마찰판 요구성능 한계 기준 수립 ■ 정량적 교좌장치별 내구성 평가기준 정립	기초·원천
	49. 취약부분 대상 감지범위 1m 이상 오인식률 5% 이내 스마 트 센서 기반의 100% 국산화 교량부재별 자 가진단 기술 개 발	상시계측 기반 감지범위 1m 이상 오 인식률 5% 이내의 교량 핵심 부재별 손상 자가진단기술 개발	■ 셀프센싱기반 다중모드계측 기법을 통한 교량 부재별 손상검 색기술 ■ 자가진단용 스마트 스킨 교량 부재 기술 ■ 지능형 볼트 접합부 강교량 부재 기술	실용화
	50. 콘크리트의 시 공 안전성 문제 해결을 위한 착 탈식 압전 센서 방식의 실시간 강도 계측 기술 개발	20회 이상 재사용 가능한 착탈식 센 서 개발, $\pm 3\text{MPa}$ 이내의 콘크리트 강도 추정 신뢰성 확보	■ 콘크리트 강도 추정을 위한 지능형 착탈식 센서 개발 ■ 콘크리트 강도 모니터링 알고리즘 개발 ■ 통합 무선 계측 모듈의 제작	실용화

구 분	기술수요조사결과	연구목표	연구내용	과제유형
	51. 내구수명 10년 이상을 확보할 수 있는 침단센서 기반 정밀도 10mm(교장 100m당) 미만의 교량 3차원 글로벌 거동 측정 기술 개발	광섬유센서 및 가속도계 센서 기반 교량 붕괴징후 여부 판단 기술 개발	- 광센서 기반 교량 붕괴 징후 여부 판단 기술 개발 - 가속도계 기반 전체 이상 거동 감지를 위한 핸디메터 기술 - Test Bed 구축	응용·개발 및 실증화-test bed형
	52. 기존 유선계측 장치 문제 해결을 위한 유·무선 혼합 방식의 T/R Pairing 기술 개발	Transmitter - 입력 : IEPE 가속도센서(+/-10v, 100mv/g) - 목표 성능 : Max 10kSPS, 16bit A/D 변환, S/N:120dB - 특징 : 실시간 데이터 전송, 버퍼 메모리 이용 30초 데이터 저장, 리튬폴리머 배터리 사용 Receiver - 입력 : 블루투스(921600bps) - 목표 성능 : Max 10kSPS, 16bit D/A 변환, S/N:120dB - 출력 : 전압출력(+/-10V 원신호 대비 오차율 1% 이하) - 특징 : PC와 시리얼 통신을 이용하여 로거 설정 및 로거 연결	- 센서(가속도) 출력 신호를 저 노이즈 레벨 및 고해상도로 디지털화 하는 기술 - 전력 소모량 최소화 로거 알고리즘 및 저전력 회로 기술	실용화
	53. 부식된 콘크리트 교량 슬래브의 성능 예측 기술 개발	콘크리트 교량의 Deck 시스템을 설계하여 부식/실내 구조 실험을 수행, 추계학적(Stochastic) 다물리(Multiphysics) 시뮬레이션을 통한 환경조건(습도, 온도, Chloride, 화학반응 속도, 등)과 콘크리트 재료의 기초 재료 및 기계적 상수(탄성 계수, 압축, 인장 강도, Bond강도, 철근 단면 손실)의 상관관계 정립	- Full-scale bridge deck 제작 - 성능 평가를 위한 구조 실험 - Dynamic actuator를 이용한 교통 하중의 실험 - 기초재료상수의 공간적 분포를 고려한 추계학적 유한요소 모델 개발 - 공간 내 재료상수 분포 예측을 위한 모델 업데이트 방법 개발	실용화 및 실증화-test bed형

구 분	기술수요조사결과	연구목표	연구내용	과제유형
	54. SOC 구조물 성능평가를 위한 (신개념 센싱 데이터 기반) 수치해석 모델 개선 기술 개발	신개념 센서시스템과 계측 데이터들의 도입과 기존의 신호분석 처리기법들을 활용하여 SOC 수치해석 모델의 신뢰도 향상을 위한 수치해석 모델 개선의 체계화	- 신개념 센서시스템들의 적용성 및 정밀도를 검토하고 현장 여건에 맞는 신개념 센서시스템의 결정 - 도입된 센서시스템을 활용한 현장 적용성 실험 및 계측자료 확보 - 수치해석 모델의 민감도 분석을 통한 수치해석 모델 개선에 사용될 요소 결정 방법 제시	응용·개발
	55. 성능기반 시설물 평가 기법 및 유지관리 방안 기술 개발	교량의 요구 성능 및 보유성능을 기반으로 하는 교량 유지관리기법을 개발하여 유지관리비용을 최소화할 수 있는 합리적인 유지관리방안 수립	- 요구성능 영향인자 분석 및 평가 기법 개발 - 성능기반 시설물 평가 기법 개발 - 성능기반 유지관리계획 수립 기법 개발 - 다양한 조건 및 형식의 교량에 적용한 예제집 및 지침서 개발	기초·원천
	56. 점검차량을 이용한 교량 건전성 평가 기술 개발	점검 주기 축소, 점검 비용 30% 절감, 교량의 성능 정보를 업데이트하기 위한 데이터 수집 빈도 증가, 정밀안전진단 수준의 데이터 확보를 통해 교량의 일상 안전 수준 향상	- 교량 상시 모니터링 시스템 구축 - 교량 점검용 전용 차량 개발 및 운용	실용화
	57. 진동 계측데이터 기반 SOC 시설물의 현상태 평가 기술 개발/사용성 확장 및 기술 표준화	계측데이터 기반 SOC 시설물의 현상태 평가 기술을 개발/사용성 확장하고, 대상 시설물별 기술 표준화	- 적용 대상 구조물 확장 - 사용 가능 S/W 확장 - 코드 패킷/모듈화 - 사용성 향상 - 기술 표준화	실용화
	58. 강구조 및 콘크리트 구조물의 기준점 변위를 보정한 레이저 변위 측정 시스템 구축 및 자동화 유지관리 시스템 기술 개발	강구조 및 콘크리트 구조물에 대한 기준점 보정을 통한 향상된 레이저 변위 측정 시스템 개발, 외부 환경조건(충격하중, 지진, 바람, 온도, 등) 및 표면 상태를 극복할 수 있는 안정화된 측정·진단 시스템 개발	- 기존의 레이저를 활용한 측정 센서 개발현황 조사 및 비교를 통한 발전방향 모색 - 기준점 보완을 위한 레이저 측정시스템의 알고리즘 개발 - 안정화된 레이저 변위 측정 장치의 개발 - 개발된 시스템의 모의실험 및 데이터 처리기법 개발 - 실제 사용 중인 강구조 및 콘크리트 구조물에 개발된 계측 시스템 및 분석기법의 적용 및 검증	기초·원천
	59. 재난전후 또는 환경조건 변화 시 시설물 성능	90% 이상의 신뢰도를 갖는 교량구조물의 지진에 따른 손상도 판정기법 및 센싱시스템의 개발	- 교각의 지진피해 정도를 판정할 수 있는 센싱시스템 및 원격 송수신 장치의 개발 - 지진 전후의 교량구조물의 손상도 판정을 위한 알고리즘의 개발	실용화

구 분	기술수요조사결과	연구목표	연구내용	과제유형
	저하 예측기술- 재난전후 성능 저하 예측용 계 측기술 개발		지진재해 전후의 재해도 판정을 위한 신뢰성 기반의 계측기법 개발	
	60. 사용자 중심의 만족도 평가를 위한 사용성 정 량화 기술(기획 연구) 개발	전문가가 아닌 일반인의 판단으로 시 설물의 사용성 평가, 시설물의 사용 성을 5가지 등급(A~E)으로 나누어 최종 평가, 시설물별로 각각의 문항 을 만들어 평가의 신뢰성 높임	- 개발 프로그램에서 다룰 대상 시설물 설정 - 사용성 평가 항목 설정 - 설정된 항목에 대한 검증방안 연구 - 프로그램 개발 및 검증	실용화
	61. 신뢰도 80% 이 상의 3차원 수 치 해석 모델 을 통한 현상 태 기반 성능 평가 기술 개발	계측된 데이터를 기반으로 시설물의 환경조건에 따른 안전도 예측기술 개발	- 계측 데이터 기반 해석모델 구축 기술 - 외부 환경조건 구현 기술 - 해석 및 평가에 따른 검증방안 연구	실용화
	62. 구조물의 계측 데이터를 활용 한 이상 상태 감지를 위한 관 리 기준 기술 개발	교량, 댐 등 주요 구조물별 계측 관 리 기준항목 선정, 항목별 자동계측 관리기준 산정 방법 개발, 구조물의 자동계측 관리기준 산정 프로그램 개발, 구조물의 자동계측 관리기준 적용 계측 센서 개발	- 구조물별 자동 계측 시스템 운용을 위한 효과적인 계측 관리 기준 항목 선정 - 통계적 방법과 물리적 현상을 반영한 이상 거동 평가 기법 개발 - 관리기준 산정을 위한 임계값 추출 기법 개발	응용·개발
	63. 폭발 및 충격 하중에 대응하 는 교량의 등급 평가 기술 개발	교량의 등급별 폭발 및 충격에 대한 대응 성능 평가 지표 구축, 폭발 및 충격 하중에 대응하는 교량의 성능 평가 프로그램 개발, 폭발 및 충격 하중에 대응하는 교량의 보수/보강 기법 개발	- 폭발 및 충격에 대한 교량의 손상 평가 기법 개발 - 교량의 중요도를 고려한 성능 등급 지표 개발 - 폭발 및 충격 하중에 대응하는 교량의 성능 평 가 프로그램 개발	응용·개발
	64. 기존 시설물의 계측 데이터 전 송 성능 저하 문제 해결을 위 한 무선 채널 협평 방식의 고	재해확산 예측을 위한 다기능 USN 센싱기술 및 수집된 데이터의 통합 분석기술 개발	- 시설물 환경을 고려한 장거리 전송 복합센서노드 - 시설물 환경을 고려한 신뢰성 있는 라우팅 프로토콜 - 다양한 이중망을 통한 재해 상황 전달을 위한 중계기	응용·개발

구 분	기술수요조사결과	연구목표	연구내용	과제유형
	신뢰성 센서 네트워크 기술 개발			
	65. 돌발재해 대응 실시간 예·경보 자동 전파 체계 기술 개발	돌발재해 징후 및 감지 예·경보 기준치 연구 개발, 돌발재해 경보 신뢰성 확보 기술, 대응 시나리오 포함형 실시간 정보 전파 기술 개발, 정보 대상자 실시간 선별 및 인지 여부 확인 기술	- 재해 징후 및 감지 최적 계측 체계 설계 기술 - 돌발재해 경보 신뢰성 확보 기술 - 센서-네트워크를 이용한 돌발재해 예측 플랫폼 개발 - 정보 대상자 실시간 선별 및 인지 여부 확인 기술 - 대응 시나리오 포함형 실시간 정보 전파 기술 개발	실용화
	66. 지진전후 교량 구조물의 성능 저하 예측시스템 기술 개발	신뢰도 90% 이상의 지진전후 교량구조물의 피해유무확인기술 개발	- 점검차 탐재형 등 간편 신호수집 시스템 개발 - 응답소성률에 의한 지진재해도 판정 S/W개발 - 모형부재 시험을 통한 지진재해판정시스템의 검증	실용화
	67. 상태 정량화 기반 플랫폼형 성능평가체계 기술 개발	연구대상 시설물에 대하여 기존의 상태평가, 안전성평가 내용을 포함하면서 구조적/비구조적 안전성을 고려한 시설물별 성능평가가 실시간 자동화 프로그램에 의하여 수행될 수 있도록 표준화 플랫폼 형태의 시스템 구축 기술	- 기존 유지관리시스템 분석 및 개선방향 수립 - 국가 교통망시설물 성능평가 자동화 플랫폼 구축 - 데이터베이스 정보처리 모듈 개발 기술	실용화
	68. 환경조건을 고려한 데이터 통합형 성능수준평가 기술 개발	SOC 시설물 성능에 영향을 미치는 환경조건을 고려한 시설물 성능수준평가 기술개발과 다양한 환경조건을 고려한 데이터 기반의 성능평가 지수(data-driven performance index) 개발	- 환경조건이 시설물의 거동에 미치는 영향에 대해 컴퓨터 시뮬레이션 및 실험을 통한 분석 - 환경조건을 고려한 데이터 통합형 시설물 성능평가 알고리즘 개발 및 검증 - 시설물 성능평가 계량화기법 개발	실용화
	69. 온도영향을 배제한 데이터를 사용한 구조물 성능변화 추정 기법 개발	계측된 데이터에서 온도에 따른 변화를 제외한 순수 하중에 의한 거동만을 추정하고, 이를 활용하여 이벤트가 발생한 전후 구조물의 성능이 어떻게 변화하는지를 평가하는 기술을 개발	- 계측데이터에서 온도영향을 배제하는 알고리즘의 개발 - 기준데이터로 구조물의 확률통계적 데이터모델 설정법 개발 - 이벤트 전후 데이터를 활용한 구조물 성능저하 평가기법 개발 - 실 구조물의 장기 계측 데이터를 활용하여 개발된 기법의 검증	실용화
	70. 구조물의 이상 상태 감지를 위	구조물에 설치된 센서별 계측되는 데이터를 활용하여 데이터의 거동 패턴	- 기존 구조물 계측데이터의 관리기준치 설정법 조사 및 분석 - 기존 계측데이터의 패턴 분석	실증화-test bed형

구 분	기술수요조사결과	연구목표	연구내용	과제유형
	한 계측데이터 관리기준치 설 정법 개발	을 분석하고 이를 통해 데이터의 관 리기준치를 통계적 분석을 통해 재설 정하여 이상 상태가 발생할 경우 감 지할 수 있는 기술을 개발	- 새로운 관리기준치 재설정 기법의 제시 - 이상 상태 감지기법 개발	
	71. 신뢰도 기반 교 량 내하력평가 기술 개발	현행 교량에 대한 정밀안전진단시 적 용하는 보정계수를 활용한 결정론적 개념의 내하율 및 내하력 계산법을 선진국에서 적용하고 있는 설계와 평 가에 대한 목표신뢰도의 차등을 인정 하는 신뢰도 기반 내하율 및 내하력 계산법으로 개선	- 평가를 위한 재료 특성치 결정법 및 하중모델의 제시 - 교량의 해석모델 업데이트 기법 개발 - 현장실험을 통해 제시되는 신뢰도 기반 내하율의 적합성 검증 - 현행 교량 정밀안전진단세부지침의 내하율 및 내하력 공식 수정	실증화-test st bed형
	72. 계 측 데 이 터 를 사용한 구조물 수 치 해 석 모 델 개선 자동화 프 로그램 개발	진단회사 등 실무에서 어려움을 겪고 있는 구조물 수치해석모델 개선 작업 을 그들이 사용하고 있는 사용프로그 램에 용이하게 할 수 있도록 자동화 프로그램을 개발하고 실용화시키고자 함	- 구조물 수치해석모델 개선을 위한 System Identification 알 고리즘을 정립하고 개발 - 현장실험을 통한 개발된 알고리즘의 적합성 검증 - 기존 사용프로그램에 개발된 알고리즘을 적용	실용화
	73. 영상을 이용한 사회간접시설물 의 건전도 모니 터링을 위한 시 스템 및 해석기 법 개발	구조물의 모든 지점에 대한 변위응답 과 변형률응답을 영상을 이용하여 측 정, 사회간접시설물의 동특성을 추출 할 수 있는 기법을 이용하여 건전도 평가 방법을 향상	- 영상을 이용한 구조물의 다중 변위응답 측정기법 및 고해상 도화 - 영상을 이용한 변형률응답 측정기법 개발 및 동특성 추정기법 - 계측 및 추정된 응답으로부터 구조물의 수치해석모델 개선	응용·개발
안전성 평가기술	74. 볼 트 연 결 부 200m 이내, 볼 트 장력 10% 내외 감소 모니 터링을 위한 강 교량 볼트연결 부 지능형 안전 관리 기술 개발	자가진단 또는 자가체결 기능을 가진 지능형 볼트의 강교에 대한 적용성과 내구성 및 경제성 분석을 통한 지능 형 볼트의 적용 방안 확립	- 강교의 형식별 발생 진동에 대한 연구 - 강교의 볼트 풀림 특성에 대한 연구 - 기존 지능형 볼트의 성능 검증 실험(정밀도, 적용성, 내구성, 경제성) - 기존 지능형 볼트의 장·단점 및 개선방안 도출(정밀도, 적용 성, 내구성, 경제성) - 실시간 자가 진단/자가 치유 볼트를 적용한 최적의 볼트연결 부 안전관리 시스템 개발 - 스마트 연결시스템 및 관리시스템에 대한 현장 검증실험	실용화

구 분	기술수요조사결과	연구목표	연구내용	과제유형
	75. 교량 부재 거동 100% 감시를 위한 핵심 부재별 이상상태 검출 기술 개발	누락된 모니터링 부재 계측 방안 마련, 경제적/효율적 센싱 시스템 개발	■ 누락된 교량 모니터링 부재의 합리적 분류 (붕괴 유발 부재, 볼트 접합 부위, PS 긴장재 현재 응력 계측 등) ■ 누락된 부재의 모니터링을 위한 센싱 시스템 개발 ■ 스마트 부재 개발 ■ Test-bed 구축을 통한 성능 검증	기초·원천
	76. 스마트 베어링을 이용한 B-WIM(Bridge Weigh In Motion) System 기술 개발	기존의 교량받침 및 면진시스템에 하중센서, 변위센서를 적용하여 면진시스템의 상태를 상시 파악할 수 있는 스마트 베어링 및 면진시스템 개발	■ 스마트 베어링 제작기술 개발 및 상용화 ■ 스마트 베어링의 성능검증기준 정립 ■ 지점부의 반력응답을 이용한 교량의 고정하중 산정 및 차량통행특성 분석	실용화
	77. Sensor embedded 보강재(rebar, 강연선, 강봉) 기술 개발	Sensor 일체형 스마트 보강재(rebar, 강연선, 강봉) 기술개발	■ 보강재용 FBG 소자 원천기술 개발 ■ FBG embedded rebar 기술개발 ■ FBG embedded 강연선, 강봉 기술개발 ■ 센서 노출 부속장치 기술개발	응용·개발
	78. 강교의 안전성 증대와 유지관리 효율화를 위한 볼트연결부의 안전관리 시스템 기술 개발	자가진단 또는 자가체결 기능을 가진 지능형 볼트의 강교에 대한 적용성과 내구성 및 경제성 분석을 통한 지능형 볼트의 적용 방안 확립	■ 강교의 형식별 발생 진동에 대한 연구	실용화
	79. 광섬유 센서를 매립한 비탈면 배수시설의 상태측정 기술 개발	콘크리트 배수시설에서 감지되는 광섬유센서 신호를 분석하여 지반 및 배수시설의 상태를 측정하고 기능상의 문제를 사전에 감지하여 배수문제로 인해 비탈면에서 생길 수 있는 붕괴를 예방함	■ 광섬유센서의 선정 ■ 광섬유센서를 매립한 콘크리트 배수시설의 설계 및 시공 범위 검토 ■ 실내 검증을 위한 축소모형 제작 ■ 광섬유센서의 응답특성을 이용한 균열 및 변형 검출 방안 검토 ■ 현장적용 결과를 반영한 설계 및 시방서, 유지관리 매뉴얼 작성	실용화
	80. 도심지 지반재해 피해저감을	국내 도심지에서 발생한 산사태, 토석류 등과 같은 토사재해의 발생규모	■ 제어시설의 요구성능 및 감응방식 선정 ■ 제어시설의 핵심부재 축소모형 제작 및 실내검증 실험	실용화

구 분	기술수요조사결과	연구목표	연구내용	과제유형
	위한 매립식 리프트형 토사재해 센서 활용 기술 개발	와 SOC 시설물이 위치한 도심지의 경관을 고려하여, 토사재해 방어 지점별 발생규모의 120%를 방어할 수 있는 가변 매립식 리프트형 제어시설 개발	■ 실물 성능 검증 및 연구성과 활용방안 수립	
자산 가치평가	81. 시설물의 가치 산정을 위한 대체원가 기반 가치평가 기준 개발	시설물 별로 대체원가 산정 기준 정립 및 감가 기준 정립, 향후 비용효과분석 도입에 필요한 기초 DB 구축	■ 다양한 국가별로 적용하고 있는 SOC 시설물의 가치평가 기준과 감가상각 논리를 분석하고 장단점을 검토하여 국내 적용에 적합한 기준 정립 ■ 현재 시행되는 시설물별 보수 및 보강공법의 특성을 파악하고 정량화하여 공법 적용이후 가치 향상에 대한 평가를 정량화 ■ 현행 국유재산관리를 담당하는 d-Brain과 연계 방법 검토	응용·개발
	82. 국내 사회기반시설 자산관리 인증제도 개발	ISO55000에 상응하는 국내 자산관리 표준 업무 절차 및 절차서 개발	■ 자산관리 수행 주체를 자산 소유 기관, 관리 대행 기관, 컨설팅 용역업체 등으로 구분하고 각 기관별 자산관리 수행을 위한 표준 업무 절차, 업무수준 평가 방안을 개발 ■ 자산관리 확산 및 전문가 양성을 위한 교육 프로그램 개발	응용·개발 및 실용화
	83. 국내 사회기반시설 성능중심 유지관리 표준 보고서 개발	시설물 관리 주체별, 시설물별 연간 표준 자산관리 보고서 개발	■ 시설물 관리 주체별, 지자체별 자산관리를 시험 적용 및 수행함으로써 자산관리 연간 보고서를 개발함 ■ 표준 보고서 시험적용 및 개선 및 지속적인 개선 프로그램 개발	응용·개발 및 실용화
의사결정 방법 및 대안별 시나리오 분석	84. SOC 시설물 중장기 예산 분석에 적용 가능한 시나리오분석기법 표준안 개발	다양한 유지보수 예산 규모에 따라 변화하는 시설물의 미래 상태를 예측하여 적정한 유지보수 비용의 제시가 가능한 논리 개발	■ 시나리오 분석 표준 절차 정립 ■ Multi-variate constrained optimization 방법론 정립 ■ 중장기 유지보수 예산 분석 표준 절차 정립 ■ 시설물 종류별 시나리오분석 적용 예제 개발	실용화
의사결정을 위한 위험도 분석	85. SOC 시설물의 위험도 분석 기술 표준안 개발	위험의 종류에 따라서 발생시 시설물의 성능 손상을 정량화할 수 있는 표준 모델 개발	■ SOC 시설물에서 발생 가능한 모든 위험의 종류를 식별 ■ 위험의 발생에 따라서 성능의 손상 여부와 심각성을 검토할 수 있는 Risk Assessment 표준 모델 개발 ■ 시설물 유지관리에 위험도를 포함 여부를 결정하는 논리 개발	응용·개발
의사결정을 위한	86. SOC 종합성능평가 의사결정	SOC 시설물에 재한 종합성능평가 기준을 마련하여 스마트기법을 도입한	■ 종합성능평가 평가인자 및 가중치 결정기법 개선 연구 ■ 사회, 경제, 환경적 요인을 고려한 성능평가 선진화 연구	응용·개발

구 분	기술수요조사결과	연구목표	연구내용	과제유형
최적화	체계 개선 연구	유지관리 기법 개발	■ 종합성능평가 스마트기법 유지관리 연계방안 연구 ■ 시설물별 의사결정에 필요한 성능지표 선정 방법론 정립(설문조사 포함) ■ 표준 trade-off 분석 모델 개발 ■ 시설물 별 의사결정모델 결정 표준 절차 정립 ■ 의사결정모델 적용 예제 개발	응용·개발 및 실용화
예산결정 기관의 예산수립 및 배분	87. SOC 시설물의 예산 배정에 필요한 의사결정 모델 표준안 개발 연구	시설물이 보유한 다양한 세부 시설물 간 예산 배분 trade-off 분석 논리 개발 및 의사결정 모델 표준안과 예제 제시	■ 기존 시설물 자산가치 평가 기법 분석 ■ 시설물 환경지표(지역적, 사회적, 유지관리)를 반영한 최적 자산가치 평가 기법 개발 ■ 시설물 자산가치 평가기법(안)표준화/제도화 방안 구축(시특법, 성능평가 지침 등) ■ SOC 시설물 자산가치 평가기법 시범적용 검토 ■ 시설물 자산가치를 반영한 시설물 우선투자순위 체계 구축	응용·개발
유지보수 작업 & 서비스	한국시설안전공단에서 “SOC 평가 시스템” 개발 중(2017년 12월 예정)			
유지보수 업무프로 그램 수립	89. 국내 사회기반 시설 성능지속 유지관리 교육 및 홍보 프로그램 개발	안전진단업체 및 전문 용역업체 임직원 대상 교육 프로그램 개발, 대국민 대정부 홍보를 위한 홍보 계획 수립 및 홍보 자료 개발	■ IIMM 2011, TAMG 2011, ISO55000 등 외국의 표준을 비교 검토하여 국내 교육프로그램 및 매뉴얼 개발을 위해서 벤치마킹 ■ 국내 실정에 적합한 유지관리 매뉴얼 작성 및 기본 교육 프로그램 개발 ■ 학회 및 포럼을 활용한 홍보 자료 및 프로그램 개발	응용·개발
한국시설안전공단에서 “SOC 평가 시스템” 개발 중(2017년 12월 예정)				

4.2 선진화 성능평가 체계 분야별 과제 제안

4.1절에 나타난 유지관리 평가체계에서 “성능 평가 및 예산 분배” 항목에 해당하는 성능평가 선진화 프로세스 방안을 그림 4.2에 나타내었다. 성능평가 선진화 프로세스 방안에서 항목은 SOC DB 구축, 의사결정, 성능평가, 목표성능수준, 종합성능 평가, 투자우선순위, 자산관리체계 구축 등으로 구분하였으며, 성능평가 항목은 안전성, 내구성, 서비스성능으로 구분하였다. 각 항목은 표 4.5에 정리하여 나타내었다.

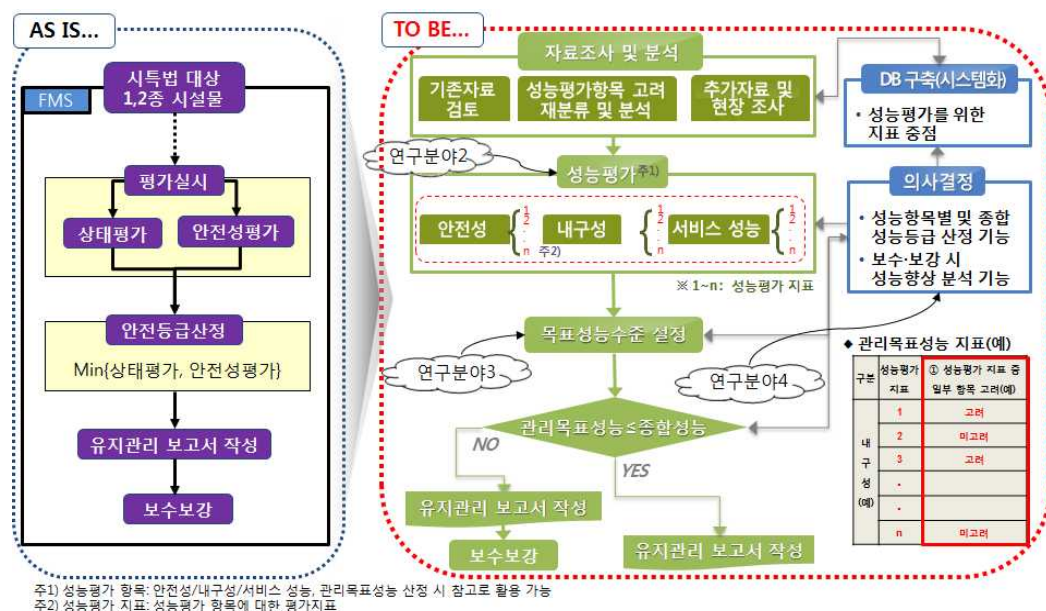


그림 4.2 성능평가 프로세스 선진화 방안

표 4.5 선진화 성능평가 프로세스 항목

연 번	구 분
1	SOC DB 구축
2	의사결정
3	성능평가(서비스성능, 내구성, 안전성)
4	목표성능수준
5	종합성능 평가
6	투자우선순위
7	자산관리체계 구축

4.2.1 제안 과제 개요

성능평가 선진화 프로세스를 수립하기 위해 본 연구를 수행중인 연구진들이 표 4.5의 항목에 부합하는 과제를 제안하였다. 제안된 과제는 총 29개이며, SOC DB 구축 분야 2개, 의사결정 분야 3개, 성능평가 분야 18개, 목표성능 분야 2개, 투자우선순위 분야 2개, 자산관리체계 구축 분야 2개로 이루어져 있다. 항목별 제안 과제는 표 4.6에 정리하여 나타내었다.

표 4.6 성능평가 선진화 프로세스 항목별 제안 과제

구 분	제안 과제
SOC DB 구축	1. SOC 시설물 통합관리 시스템 개발
	2. SOC 시설물 빅데이터 센터 구축
의사결정	3. 도시 네트워크 기반의 효율적 유지관리 의사결정 시스템
	4. 도로망 기반의 도로시설물 전략적 중요성 정량화 기술
	5. 사회기반시설물 사용에 따른 기능적 중요도 정량화 기술
성능수준 평가 (안전성)	6. 안전성능 평가지표 측정을 위한 정량화 연구
	7. 위험도 기반 시설물 이상 징후 예·경보 기준 설정 기술
	8. ICT 융합기술 기반 고신뢰도 시설물 성능 실시간 모니터링 체계 구축 기술
성능수준 평가 (강제 내구성)	9. 강재 부식 성능분야 평가 기준개선 연구
	10. SOC 시설물별 강재 열화환경 평가기준 개선 연구
	11. 공항/상수도 시설물 도장 열화모델 개발 및 평가기준 개선 연구
	12. 시설물별 대표적인 도장에 대한 열화인자별 열화속도 조사 연구
	13. 강재 내구성(부식) 예측 및 설치환경별 한계 내구성지표 제안
성능수준 평가 (콘크리트 내구성)	14. 제설제에 의한 염해환경 데이터베이스 구축
	15. 성능중심 내구성 평가방식의 선택과업 체계 구축
	16. 첨단 이미지 기반 콘크리트 시설물의 내구성 손상 표준화 기술
	17. 접근이 어려운 시설물 및 부재의 내구성 평가 체계 개발
	18. 시설물 상태에 따른 수명종결 상태 정의 기술
	19. 동해와 염해의 복합열화를 받는 교량 바닥판의 내구성 평가기법 개발
	20. 피복 콘크리트의 내구성능저하도에 대한 정량적 판정기법 연구
	21. 대기중 염분의 콘크리트 침투 특성 조사연구
	22. 기후변화 대응형 내구성 평가 체계 구축
성능수준 평가 (서비스 성능)	23. 신규 서비스성능 평가 결과에 대한 신뢰도 확보기술 연구
목표성능 수준 설정	24. 목표성능등급 차등화 기술 개발
	25. 목표성능수준 설정 방법 개선 연구
투자우선순위	26. 빅데이터 기반 시설물 유형별 수명예측시스템 및 활용기술 개발
	27. 이상기후 확대에 따른 향후 시설물별 투자소요예산 산출 기술
자산관리체계 구축	28. 집중호우, 지진, 강설 상황을 대비한 예방적 자산관리 기술
	29. 환경변화에 대응한 중장기 정책 수립 표준화 기술

4.2.2 제안 과제 목표 및 내용

성능평가 선진화 프로세스의 제안 과제 목표 및 내용은 선진화 유지관리 체계를 수립할 수 있도록 정하였으며, 그 내용을 표 4.7에 정리하여 나타내었다. 또한, 제안 과제들은 선진화 유지관리 체계의 제안 과제와 동일하게 기초·원천기술, 응용·개발기술, 실용화, 실증화-test bed형 대상으로 제안하였다.

표 4.7 성능평가 선진화 프로세스 항목별 제안 과제와 목표 및 내용

구 분	목 표	내 용	과제유형
1. SOC 시설물 통합관리 시스템 개발	시득법 및 재난법으로 이원화 되어 있는 SOC 시설물에 대한 안전관리를 효율적으로 관리하기 위한 통합관리 시스템 구축	- 정보자원 현황의 조사 및 분석 - 개선된 시설물의 안전 및 유지관리 정보체계 마련 - 데이터 이관 실행계획 및 품질향상 이행방안 - 시설물정보일원화 시스템 구축전략 및 세부계획 수립 - 시설물정보일원화 시스템 운영 계획 수립 - 타기관 관리시스템의 연계방안 수립	실용화
2. SOC 시설물 빅데이터 센터 구축	시설물 통합관리 시스템을 비롯한 각종 유지관리 프로그램의 가동 현황 및 정보를 확인할 수 있는 운영센터 공간 마련 시설물 통합관리 시스템의 핵심 성과물에 대한 관계자 및 일반인 대상의 효율적 공유 채널로 활용	- 시설물 통합관리 시스템의 운영 - 시설물 통합관리 시스템 및 각 유지관리 프로그램 시험가동 - 시설물 통합관리 시스템 및 센터 내 시스템간의 네트워크 연동 등 현장 테스트 - 시설물 통합관리 시스템 비상상황 발생 시 현장 대응 조치	실용화 및 실증화-test bed형
3. 도시 네트워크 기반의 효율적 유지관리 의사결정 시스템	SOC 시설물의 효과적인 유지관리를 위한 도시 네트워크 기반의 의사결정 시스템 마련	- 도시간 네트워크 형성 - 도시 기반망 네트워크 분석 - 유지관리 의사결정 체계 구축 - 유지관리를 위한 의사결정 시스템화	실용화 및 실증화-test bed형
4. 도로망 기반의 도로시설물 전략적 중요성 정량화 기술	국내에 형성되어 있는 도로망을 활용하여 도로시설물(교량 및 터널 등)에 대한 중요성을 부여하고 효과적인 유지관리 의사결정에 대한 신뢰성 향상 도모	- 국내 도로망 현황 조사 및 분석 - 국내 도로시설물 현황조사 및 분석 - 도로시설물의 중요도 결정 기술 개발	실용화 및 실증화-test bed형
5. 사회기반시설물 사용에 따른 기능적 중요도 정량화 기술	사회기반시설의 기능에 따른 중요도를 부여하고 효과적인 유지관리 의사결정에 대한 신뢰성 향상 도모	- 사회기반시설의 현황 조사 및 분석 - 사회기반시설의 기능적 요건에 따른 분류 - 사회기반시설의 중요도 결정 기술 개발	실용화 및 실증화-test bed형
6. 안전성능 평가지표 측정을 위한 정량화 연구	SOC 시설물에 대한 안전성을 평가지표에 따라 정량적으로 평가하여 신뢰성 향상 기대	- 안전성 평가지표 및 타당성 조사 - 평가지표에 따른 안전성 조사 방법 및 측정 기술 개발 - 정량화 지표 및 평가 지표 설정	실용화
7. 위험도 기반 시설물 이상 징후 예·경보 기준 설정 기술	위험도 기반 시설물의 이상 징후 예·경보를 통하여 예방적 유지관리 기	- 확률통계학적의 위험도 개념 확립 - 기존의 예·경보 시스템 조사	성능향상

구 분	목 표	내 용	과제유형
	술의 발전을 도모	■ 자연재해에 따른 구조물 이상 징후 예·경보 시스템 조사 및 분석 ■ 위험도 기반의 효과적인 예·경보 시스템 개발	
8. ICT 융합기술 기반 고신뢰도 시설물 성능 실시간 모니터링 체계 구축 기술	시설물에 대해 ICT 기술과 실시간 모니터링 체계를 융합하여 안전성능 평가에 활용	■ ICT 기술 기반 시설물 안전성 평가 시스템 개발 ■ ICT 기술 기반 안전성 평가 가이드 라인 제시 ■ 실시간 모니터링 기술 조사 및 분석 ■ ICT 기반 실시간 모니터링 기술 개발	응용·개발
9. 강재 부식 성능분야 평가 기준 개선 연구	강재 부식수준 기반 내구성능-안전성능 분야 부식지표 평가 기준 보완을 통한 부식평가 결과의 신뢰도 향상 도모	■ 부식성능분야 열화모델 개발 ■ 강재 부식 수치해석모델 개발 ■ 수치해석 및 실험결과를 통한 강재 부식한계 설정 ■ 현행 부식성능 평가기준 개선방안 제시	성능향상
10. SOC 시설물별 강재 열화환경 평가기준 개선 연구	SOC 시설물별 특성적 열화환경의 측정 및 분석을 통한 환경인자별 정량적 평가방법 및 등급분류기준의 신뢰도 향상 도모	■ SOC시설물별 공용중 사용환경 조사 및 측정(시설물별/지역별/계절별) ■ 사용환경에 따른 부식영향도 분석을 위한 시편 설치 및 모니터링 결과 분석 ■ 현장 열화특성 모사 가능 실내시험 방안 도출 및 상관관계 도출 방안 제시 ■ 실환경 및 실내시험 결과를 기반으로 한 부식속도 제시 ■ 부식속도 기반 열화모델 제시 및 등급분류기준 개선	응용·개발
11. 공항/상수도 시설물 도장 열화모델 개발 및 평가기준 개선 연구	교량 등 일반 토목구조물과 상이한 공항 및 상수도 시설물 도장에 대해 열화모델을 도출하고 관련 등급분류기준의 신뢰도 향상 도모	■ 실내외 도장 열화시험 및 결과분석 ■ 현장데이터 조사 및 분석 ■ 인자별 정량화 및 등급화 ■ 시설물별 열화모델 도출 ■ 시설물별 등급분류기준 개선	응용·개발
12. 시설물별 대표적인 도장에 대한 열화인자별 열화속도 조사 연구	시설물별 대표적으로 사용하는 도장의 종류를 조사하고 열화인자에 따른 도장별 열화속도를 조사하여 각 도장별 열화등급 분류에 대한 근거를 마련	■ 시설물별 대표적으로 사용하는 도장의 종류 및 특성 조사 ■ 각 도장별 열화인자에 대한 민감도 분석 ■ 각 도장별 열화인자에 대한 도장열화 및 부식 속도 조사 ■ 시설물별 각 도장의 열화인자에 따른 도장열화 및 부식속도 예측 모델 개발	응용·개발

구 분	목 표	내 용	과제유형
		■ 각 도장별 대표적인 열화인자 및 열화 속도에 따른 열화 등급 분류 기준 마련 ■ 시설물별 도장 종류에 따른 열화 등급 체계 개선	
13. 강재 내구성(부식) 예측 및 설치 환경별 한계 내구성지표 제안	강구조물 설치환경별 발생할 수 있는 강재 내구부식수준 예측과 향후 발생할 수 있는 한계 부식수준 평가법을 제안하여 구조물 유지관리 단계에서 열화상태를 파악할 수 있는 방법 제안	■ 설치환경별 부식손상 예측 방법 개발 ■ 구조물 및 현장조건에 따른 현장 모니터링 기법 적용안 제시 ■ 공용수명 기간에 따른 한계 및 안전성 확보 수준관련 내구성능 기준 제시 ■ 부식성능 평가기준 개선방안 제시	응용·개발
14. 제설제에 의한 염해환경 데이터 베이스 구축	도로시설물(교량, 옹벽, 터널 등)에서 제설제에 의한 염해환경을 시설물별로 측정하여 국가기반 데이터를 확보하고 제설제에 의한 염화물 침투량을 분석하여 ‘제설제 환경 vs. 내구성 저하’의 관계를 도출하여 내구성 평가에 반영	■ 도로교량, 옹벽, 터널에서의 제설제에 의한 대기중의 염분량 조사 ■ 제설제 염해환경이 콘크리트 내구성에 미치는 영향 분석 ■ 제설제에 의한 염해 내구성 평가 모듈 개발	실용화
15. 성능중심 내구성 평가방식의 선택과업 체계 구축	현행 성능중심 내구성 평가에 대하여 기본과업 외에 선택과업 항목을 설정하고 이에 대한 판정기준과 근거를 개발하여 성능중심 평가의 수준과 적용범위를 넓힘	■ 선택과업 후보기술 선정 ■ 후보기술별 평가절차 및 기준 근거 마련 ■ 기본과업과 선택과업의 통합 평가체계 구축	실용화 및 응용·개발
16. 첨단 이미지 기반 콘크리트 시설물의 내구성 손상 표준화 기술	콘크리트 시설물의 상태평가의 첨단화/정밀화를 위한 썬섹션(Thin-section) 이미지 분석 기술 활용	■ 썬섹션(Thin-section)을 활용한 마이크로-메소 레벨 이미지 분석 기술 개발 ■ 내구성 평가 표준화 이미지 체계 구축	실용화 및 응용·개발
17. 접근이 어려운 시설물 및 부재의 내구성 평가 체계 개발	인력이 접근하기 어려운 지점에 있는 부재는 무거운 장비를 사용하는 재료검사를 실시하기 어려워 내구성 평가의 사각지대에 놓이게 되므로 이를 평가할 수 있는 기술을 개발하고자 함	■ 열화환경을 고려한 시설물 내구성 평가기법 개발 ■ 인근 부재의 재료검사 결과를 활용하는 평가기술 개발 ■ 로컬환경의 변화에 따른 내구성 변화 추이 분석 ■ 내구성 평가 사각지대의 내구성 평가 기법 개발(90% 신뢰도)	응용·개발
18. 시설물 상태에 따른 수명종결 상	시설물의 내구성을 평가함에 있어	■ 시설물별 사용 수명에 영향을 미치는 인자 조사 및 분석	기초·원천

구 분	목 표	내 용	과제유형
태 정의 기술	시설물의 사용 수명 종결에 대한 시점을 시설물별로 정확히 정의하여 공용중 시설물의 사용종료 혹은 계속사용 등을 결정할 수 있는 체계 확립	- 수명 종결에 미치는 크리티컬 포인트 설정 및 평가 체계 구축 - 시설물별 특성을 고려한 사용수명의 종결상태 정의	
19. 동해와 염해의 복합열화를 받는 교량 바닥판의 내구성 평가기법 개발	교량 부재에서 제설제에 대한 내구성이 가장 취약하지만 점검하기 조차 어려운 바닥판을 대상으로 제설제에 의한 염해와 동해가 동시에 발생하는 열악한 환경에서의 맞춤형 내구성 평가 기법 개발	- 동해와 염해의 복합열화로 손상되는 교량 바닥판 현황 조사 - 동해와 염해의 상호 작용에 의한 내구성 저하 가속화 모델 개발 - 복합열화(동해, 염해)를 받는 교량 바닥판의 내구성 평가 기법 개발 - 복합열화로 손상되는 노후 바닥판의 유지관리 지침서 개발	기초·원천
20. 피복 콘크리트의 내구성능저하도에 대한 정량적 판정기법 연구	철근콘크리트 시설물의 표면부의 품질은 구조물의 내구성에 가장 큰 영향을 미치는 부위로서 표면부 혹은 피복콘크리트의 품질을 파괴 혹은 비파괴적 방법으로 정량적으로 판정할 수 있는 기법 개발	- 콘크리트 표면 거칠기에 활용한 동해 내구성 저하도 평가 기술 - 콘크리트 표면 타격에 의한 내구성 저하도 평가 기술 - 콘크리트 표면 변색과 내구성 저하도 상관관계 도출 - 피복 콘크리트의 공극분포를 고려한 내구성 평가 기술 - 피복 콘크리트의 내구성을 활용한 시설물 내구성능 평가 기술 개발	응용·개발
21. 대기중 염분의 콘크리트 침투 특성 조사연구	해안 대기중 염분이나 도로상의 제설제 염분이 주변 구조물에 침투하여 시설물의 내구성 저하를 일으키지만 일반 염해와 달리 “기건 상태에서의 염분 침투”에 의한 염해는 침투 특성이 규명되지 못하여 평가에 어려움이 따름	- 기건 상태에서의 염분침투 모사환경 구축 - 장기 옥외노출 시험체 제작 및 실험 - 비래염분과 제설제 염분의 콘크리트 침투 특성 및 열화속도 규명 - 대기중 염분의 콘크리트 침투에 따른 내구성 평가 기술 개발	응용·개발 및 실증화-test bed형
22. 기후변화 대응형 내구성 평가 체계 구축	최근 우리나라의 기후변화에 따라서 발생할 수 있는 콘크리트 시설물들의 달라지는 열화환경을 추적하여 내구성 평가에 반영할 수 있는 방안 도출	- 시설물의 내구성에 영향을 미치는 기후변화 요인 도출 - 기후변화 추이에 따른 내구성 변화 이력 체계 구축 - 기후변화와 시설물의 내구성 상관관계 도출 - 기후변화에 대응하는 내구성 평가 체계 개발	응용·개발
23. 서비스성능 평가 결과에 대한 신	유지관리 체계에서 새롭게 도입되는	시설물별 서비스 성능을 평가하기 위한 요인 도출	기초·원천

구 분	목 표	내 용	과제유형
외도 확보기술 연구	서비스 성능 평가 분야에 대해서 정량적으로 평가하여 신뢰성 향상을 도모	- 평가지표에 따른 정량적 평가 방법 제안 - 평가지표를 활용한 서비스 수준 구축	
24. 목표성능등급 차등화 기술 개발	시설물 중요도 및 사용기간에 따른 목표성능등급 차등화(Leveling) 방안 제시 및 검증	시설물의 중요도, 평가등급, 사용한 연한에 따른 목표성능등급 차등화(Leveling) 관리 방법론 개발	기초·원천
25. 목표성능수준 설정 방법 개선 연구	시설물별 항목별 성능저하 요인 보완 및 성능저하에 미치는 영향의 분석을 통한 목표성능수준 설정의 신뢰도 향상 도모	- 성능평가 내구성 평가 중 개발 예정인 강재 열화모델을 활용한 성능저하와 목표성능의 연계성 분석 - 성능평가 내구성 평가 중 콘크리트 열화모델을 활용한 성능저하와 목표성능의 연계성 분석	응용·개발
26. 빅데이터 기반 시설물 유형별 수명예측시스템 및 활용기술 개발	전체 시설물 유형별 수명예측을 위한 빅데이터 기반 DB 구축	- 시설물 수명예측을 위한 유형별 DB 구축 및 시스템화 기술 개발 - 시설물 열화모델 관련 DB센터 구축 및 활용기술 개발 - 열화 모델 및 구축 DB기반 미래 소요 유지보수비용 산정 자동화 기술 개발	응용·개발
27. 이상기후 확대에 따른 향후 시설물별 투자소요예산 산출 기술	이상기후에 따른 시설물별 위험도를 고려한 투자소요예산 산출 방안 제시	- 기존 시설물 위험도 평가 방법 분석 - 시설물 환경지표(지역적, 사회적, 유지관리)를 반영한 위험도 평가 기법 개발 - SOC 시설물 위험도 평가기법 시범적용 검토 - 위험도를 고려한 시설물 우선투자소요예산 산출 기법 개발	응용·개발
28. 집중호우, 지진, 강설 상황을 대비한 예방적 자산관리 기술	SOC 시설물의 자산관리체계 구축 기반을 마련하고 예방적 자산관리 기술을 마련	- 자연재해에 의한 기존 시설물 피해 조사 및 분석 - 시설물 환경지표를 반영한 최적 자산관리 기술 개발 - SOC 시설물 자산관리 기법 시범적용 - 시설물별 자산관리 기법을 반영한 시설물 예방적 자산관리 체계 구축	응용·개발
29. 환경변화에 대응한 중장기 정책 수립 표준화 기술	SOC 시설물의 자산관리체계 구축 기반을 마련하기 위한 정책 표준화 및 제도화 추진	시설물 자산관리체계 구축기법(안)표준화/제도화 방안 제시(시특법, 성능평가 지침 등)	응용·개발

5. 과제 중복성 검토 및 분석

이 장에서는 4장에서 제안된 과제들에 대해 유사한 기 수행되었던 과제와 현재 수행중인 과제와의 중복성을 검토하기 위해 유사과제를 조사하고 최종 과제를 도출하기 위하여 유사과제와의 중복성을 검토하였다. 먼저, 선진화 유지관리체계의 제안 과제와 선진화 성능평가체계의 제안 과제는 총 118개이며 이 중 유사한 과제는 12개로 조사되었다. 유사한 과제 조사 결과는 표 5.1에 정리하여 나타내었다.

표 5.1 유지관리 선진화평가체계 제안 과제별 유사과제

제안 과제	유사과제 (괄호안은 기관, 책임자, 기간 순임)
1. 20,000 $\mu\epsilon$ 측정범위를 가지는 광섬유센서 기반 외피 케이블 장력측정 기술 개발	- 광섬유센서 기반 교량의 개선된 내하력 평가 시스템 개발 (카이센, 이규완, 11.11~12.10) - 광섬유센서 기반 도시인프라 구조물 건전성 통합 모니터링 시스템 개발(엘에스웨어(주), 김민수, 09.05~10.04) - 광섬유센서 매립형 텐던을 이용한 앵커의 하중전이 특성 연구(전남대학, 김영상, 10.09~13.08)
2. FSM(Field Signature Method)을 이용한 실시간 교량 손상탐지 기술 개발	- 대형구조물 실시간 안정성 모니터링시스템 개발 (세종대학, 배태석, 12.05~15.04) - 생산품 품질관리 및 산업 구조물 실시간 모니터링을 위한 비접촉식 검사 시스템 개발(나우, 이재호, 15.11~18.10)
3. 콘크리트 터널벽체의 구조적 건전도 상태를 연속적으로 평가하기 위한 비파괴 탄성파 기법 및 이동형 하드웨어 시스템 기술 개발	초고층 콘크리트 구조물에 대한 비파괴 콘크리트 강도평가 (인하공업전문대학, 고훈범, 15.07~17.06)
4. 비접촉식 레이저 초음파를 이용한 강구조물 및 PIPE의 진단 및 수명예측 기술 개발	- 원전 배관 내부 결함의 안전 검사를 위한 원격 레이저 초음파와 전단간섭계의 통합 시스템 개발 (엘이디팩, 이길동, 13.12~16.09) - 레이저 초음파를 이용한 배관부 결함 검출 및 감육 측정에 관한 연구(전북대학, 강영준, 12.06~13.05)
5. 프리스트레스 구조물의 Duct내 Tendon의 계면상태 및 건전성 평가를 위한 Laser를 이용한 비파괴 진단기법 개발	초기열화 진단을 위한 극초단 레이저 초음파 기술개발 (한국원자력연구원, 백성훈, 08.07~11.05)
6. 콘크리트 슬래브의 손상평가를 위한 비접촉 충격공진 시험을 이용한 자동화 진단 및 평가기술 개발	구조물 건전성 모니터링을 위한 비접촉 센서 네트워크 토모그래프 기술 개발(부산대학, 김용권, 10.09~11.08)
7. 무선센서 현장적용성 문제 해결을 위한 대안 최적화기법을 적용한 계측기기 표준화기술 개발	- 구조안전성 상시 감시를 위한 무선센서 시스템 개발(인하대학, 정성훈, 13.06~14.05) - 구조물 특성을 고려한 무선센서 네트워크의 통신 신뢰성 분석에 관한 연구(영남대학, 장원석, 10.09~13.08)
8. 기후변화 대비 댐 및 하천 시설물 설계 홍수량 산정 기술 개발	RCP 기후변화시나리오 기반의 기후변화를 고려한 설계 강우량 및 홍수량 산정 기법 개발(강원대학, 김병식, 12.05~15.04)

제안 과제	유사과제 (괄호안은 기관, 책임자, 기간 순임)
9. SOC 구조물 성능평가를 위한(신개념 센싱 데이터 기반) 수치해석모델 개선 기술 개발	■ 구조안전성 상시 감시를 위한 무선센서 시스템 개발(인하대학, 정성훈, 13.06~14.05)
10. 돌발재해 대응 실시간 예·경보 자동 전파 체계 기술 개발	■ 센서-네트워크 기술을 활용한 농업·농촌시설의 돌발재해 조기 예·경보체계 개발 (서울대학, 배원길, 13.09~16.09)
11. 국내 사회기반시설 자산관리 인증제도 개발	■ 사회기반시설물의 위험도 기반 자산관리 인력양성사업팀 (충남대학, 김윤용, 13.09~20.08) ■ 사회기반시설의 자산관리 기반구축 및 촉진방안 연구(연세대학, 박경수, 14.08~16.08) ■ 도시 인프라 자산관리 플랫폼과 서비스 모델 개발(승화기술정책연구소, 박미연, 13.06~16.05) ■ IoT 기반 교량 자산관리 시스템 개발(한양대학, 조병완, 15.11~16.10)
12. SOC 시설물의 위험도 분석 기술 표준안 개발	■ GIS 기반의 확률론적 해석 기법과 지질공학적 사면 모델을 활용한 산사태 위험도 분석 기법 연구(세종대학, 박혁진, 13.11~16.10) ■ 풍수해 위험도가 반영된 개별 보험 요율산정 및 지도개발 / 풍수해 위험도 분석 및 위험지도 작성 (공주대학, 정상만, 13.05~18.04) ■ 국도상 교량의 화재위험도 분석기술 및 대응체계 개발(강원대학, 박철우, 15.12~17.06) ■ 풍해 · 설해 위험도 분석 및 위험지도 제작(공주대학, 정상만, 13.05~18.04)

5.1 기존 유사과제 내용 요약

이 절에서는 4장에서 제안된 과제들과 유사한 기 수행되었던 과제와 현재 수행중인 과제를 조사하였다. 기존 유사과제 조사는 국가과학기술지식정보서비스(www. ntis.go.kr)를 통해 키워드를 중심으로 조사하였으며, 조사된 내용은 다음과 같다.

(1) 광섬유센서 기반 교량의 개선된 내하력 평가 시스템 개발(카이센, 이규완, 11.11~12.10)

이 과제는 광섬유센서 기반 교량의 개선된 내하력 평가 시스템 개발에 관한 것으로, 차량의 통제없이 상시 교통하중에 의하여 교량의 정량적인 내하력 평가가 가능하고, 교량용 FBG 광섬유 가속도를 개발하여 계측 준비시간을 기존대비 절반이상 단축시킬 수 있다. 또한, 하나의 시스템으로 교량의 정밀한 충격계수 산정이 가능하여 추정된 공용내하력의 신뢰도를 크게 향상시킬 수 있을 뿐만 아니라, 구조물의 고유진동수 및 모드형상을 추출해내는 동적신호처리 프로그램과 FEM 구조해석 모델 최적화 프로그램의 보급화를 통하여 누구나 손쉽게 상시진동에 의한 교량의 내하력을 평가할 수 있는 시스템을 개발하는 것이 이 과제의 목적이다.

(2) 광섬유센서 기반 도시인프라 구조물 건전성 통합 모니터링 시스템 개발(엘에스웨어(주), 김민수, 09.05~10.04)

이 과제는 이벤트 발생 시 도시인프라 구조물의 변형, 가속도, 기울기 등의 상황을 리얼타임으로 모니터링 할 수 있는 통합모니터링 시스템 구축하고, 고내구성 및 고감도 광섬유각도센서 및 광섬유변형율센서 개발과 열환경 변화에 대응하는 열팽창계수를 고려한 광섬유 센서 헤드 및 간편 포설용 센서 하우징 개발을 목적으로 두고 있다. 주요 연구내용은 도시인프라 구조물부에 대한 통합 실시간 모니터링 및 위험 정보체계 구축을 위해 도시 인프라 건전성 관리 포털 시스템 구축하고, 개발된 포털시스템은 도시인프라 구조물에 대한 상시, 비상시 구조물의 건전성 및 현황을 판단하기 위해 광섬유센서로부터 전달받은 센서계측 정보를 계측데이터 처리모듈에서 실시간으로 처리하여 시설물의 안전성을 리얼타임으로 평가하고 주의/위험 등의 이상 징후 발견시 도시인프라 통합관리본부 관리자에게 SMS로 전달하고, 관리자(혹은 자동으로)는 PC와 PDA를 통해 시설물의 센서계측정보를 실시간으로 조회하는 시스템이다. 또한, 도시의 성장 및 변화에 대응하기 위한 확장 가능형 도시인프라 건전성 관리 시스템이며, 이벤트 발생시 도시인프라 시설물의 거동을 정확히 예측하기 위해 필수적인 요소인 고내구성 및 고강도 광섬유센서를 개발하는 것이다.

(3) 광섬유센서 매립형 텐던을 이용한 앵커의 하중전이 특성 연구(전남대학, 김영상, 10.09~13.08)

이 과제에서는 광섬유센서를 매립한 특수한 텐던과 광섬유 센서를 이용하여 실내 모형 인발실

험으로부터 지반의 종류와 특성에 따라 다르게 발현되는 하중전이 특성을 규명하는 것이 목적이다. 주요 연구 내용은 광섬유 센서 매립형 텐던을 이용한 암반에서의 앵커 하중전이 특성 연구, 광섬유 센서 매립형 텐던을 이용한 토사지반에서의 앵커 하중전이 특성 연구, 광섬유 센서 매립형 실물 앵커의 현장인발실험결과를 바탕으로 제안된 하중전이 특성의 현장 적용성 연구가 있다.

(4) 대형구조물 실시간 안정성 모니터링시스템 개발 (세종대학, 배태석, 12.05~15.04)

이 연구는 수신간격이 매우 짧은 GPS 자료를 이용하여 댐, 교량, 고층빌딩 등 대형구조물의 3차원 변위를 자동으로 취득하는 것을 목표로 한다. 이를 위해 단기선에서의 GPS 기선처리를 통해 대상물의 좌표를 결정하는 소프트웨어의 개발과 더불어 저가의 GPS 수신칩을 이용한 자체 수신기 시제품을 제작하여 실제 환경에서 테스트한다. 이를 통해 GPS 분야 기반산업의 확대와 더불어 새로운 성장동력을 창출할 수 있으며, 실시간으로 대형구조물의 안전을 모니터링으로 국가 재난을 방지할 수 있는 기반 기술을 마련한다. 또한 이 연구에서는 개발된 성과를 확대발전하면 향후 과학 및 우주측지 기술의 발전의 토대를 구축하는 것을 목적으로 두고 있다. 이 연구과제는 GPS 기선처리 소프트웨어의 개발 뿐 아니라 저가의 GPS 수신칩을 이용하여 대형구조물 모니터링을 위해 특화된 시제품 수신기를 제작하여 자동화된 토털 솔루션을 제공하기 위하여 다음과 같이 3단계에 걸쳐 추진하고자 하였다. 1차년도에서는 단기선에 대한 GPS 기선처리 소프트웨어를 제작한다. 대형구조물 안전성 모니터링을 위해서는 GPS 데이터의 수신간격이 1Hz 이상이 되어야 하므로, 수신기의 안정성 및 소프트웨어 성능 검증을 위해 많이 활용되는 영기선(zero-baseline) 자료를 이용하여 테스트한다. 2차년도에서는 저가의 GPS 수신칩을 이용한 자체 수신기를 제작하여 실제 환경에서 데이터 수신이 가능한지 테스트한다. 3차년도에서는 1, 2차년도의 성과를 바탕으로 자체 제작한 수신기를 이용하여 자료를 취득하고, 동시에 이를 1차년도에 개발한 엔진을 이용하여 처리함으로써 대형구조물 변위 모니터링 가능성을 확인한다.

(5) 생산품 품질관리 및 산업 구조물 실시간 모니터링을 위한 비접촉식 검사 시스템 개발(나우, 이재호, 15.11~18.10)

이 과제에서는 공기 결합 트랜스듀서를 이용하여 구조물의 손상을 비접촉식으로 검사할 수 있는 검사 시스템을 개발하고자 하였다. 개발될 검사 시스템은 ① 비접촉식으로 초음파를 생성하고 ② 비접촉식으로 초음파를 측정한 후 ③ 손상에 의한 비선형 초음파 성분을 추출하여 자동으로 손상 여부를 판단한다. 이 시스템은 신호 계측부터 결과 분석까지 자동으로 처리할 수 있도록 전체 검사 시스템을 동기화/일체화/자동화 할 것이다. 이 연구의 주요 내용은 공기 결합 트랜스듀서를 이용한 비접촉식 검사시스템을 개발하기 위해서는 손상 감지 알고리즘, 검사시스템 하드웨어/소프트웨어, 검사시스템 기계부등이 구현되어야하며 현장에 적합하도록 특화 후 현장 성능 평가를

진행한다. 평가결과를 바탕으로 최적화된 검사 시스템을 제작한다. 세부 연구 내용은 크게 아래와 같이 다섯 가지로 나뉜다. ① 시스템 스펙 결정 (1차년도) ② 손상 감지 알고리즘 개발(1차년도) ③ 검사 시스템 설계(1차년도) ④ 검사 시스템 제작(2차년도) ⑤ 현장 성능 평가(2차년도 ~ 3차년도) 및 최적화된 검사시스템 제작하는 것이다.

(6) 초고층 콘크리트 구조물에 대한 비파괴 콘크리트 강도평가(인하공업전문대학, 고훈범, 15.07~17.06)

이 연구에서는 기존인발법의 약점을 보완하면서 경제적이고 친환경적인 인발부품 및 인발시험 장치 개발을 통하여 현장에서 쉽고 간편하게 초고층 콘크리트 구조물에 사용되고 있는 초고강도 콘크리트를 포함한 다양한 콘크리트 강도를 평가할 수 있는 한국형 인발시험법에 대한 녹색환경 기술을 선점하는 것을 목표로 하고 있다. 이 과제 연구내용은 핵심요소기술 개발 경량 및 보통 콘크리트 강도용 핵심요소기술 개발 및 구조물에 대한 비파괴 강도평가, 응용요소기술 개발 고강도 및 초고강도 콘크리트 강도용 응용요소기술 개발 및 구조물에 대한 비파괴 강도평가, 핵심 및 응용요소기술 적용 친환경 인발법을 통한 실구조물 강도성능 평가 및 사용지침 제안이 있다.

(7) 원전 배관 내부 결함의 안전 검사를 위한 원격 레이저 초음파와 전단간섭계의 통합 시스템 개발(엘이디팩, 이길동, 13.12~16.09)

이 연구에서는 두 가지 레이저 검사 시스템을 통합한 모듈화/소형화 장비 개발, 광섬유 전송 방식을 적용한 원격 레이저 초음파 실험 수행 및 검증, 전단간섭계를 이용한 배관 순환 시스템 모의 실험을 목표로 과제를 수행하였다.

(8) 레이저 초음파를 이용한 배관부 결함 검출 및 감육 측정에 관한 연구(전북대학, 강영준, 12.06~13.05)

이 연구의 목표는 레이저 초음파를 이용한 비파괴 검사 방법으로 배관부 결함 검출 및 감육(thinning) 측정을 최종 목표로 하였다. 배관부 결함 및 감육 측정을 위한 광대역 레이저 초음파 발생장치를 개발하고 초음파 신호를 획득하는데 효율적인 간섭계를 적용하였다. 초음파 신호에 따른 오차 요인을 분석하고, 자체적인 알고리즘을 개발하여 신뢰도를 향상시킴으로서 레이저 초음파 비파괴 검사 방법의 통합적이고 기초적인 틀을 갖추어 나아가자 하였다.

(9) 초기열화 진단을 위한 극초단 레이저 초음파 기술개발(한국원자력연구원, 백성훈, 08.07~11.05)

이 과제의 목표는 표면열화 측정을 위한 여기-탐사 방식의 극초단 레이저 초음파 진단기술 개발하고, 100 펨토초 이하의 극초단 레이저를 사용하는 여기-탐사 방식의 레이저 초음파 검사기술

개발하여 극초단 레이저 초음파 장치를 사용하여 열화의 시작 단계인 표면 산화필름 형성의 비접촉 실시간 측정 기술을 실증하는 것이다.

(10) 구조물 특성을 고려한 무선센서 네트워크의 통신 신뢰성 분석에 관한 연구(영남대학, 장원석, 10.09~13.08)

이 연구의 목표는 건설 자재, 가시설, 구조물 등 건설현장에서 이용되는 다양한 건설 자원의 형상학적 크기와 배치, 물리적/유전체 특성 등의 건설환경을 고려하여, 무선센서 네트워크의 통신 성능을 실험 및 해석기법으로 분석하고, 최적의 네트워크 토폴로지를 구현할 수 있는 액티브맵 모델개발을 통해 무선센서 네트워크의 신뢰성 및 사용성 평가를 수행하고자 하였다.

(11) RCP 기후변화시나리오 기반의 기후변화를 고려한 설계 강우량 및 홍수량 산정 기법 개발(강원대학, 김병식, 12.05~15.04)

이 연구에서는 구형필스모형과 분해기술을 이용한 시간단위 이하 극한강우량 발생기법을 개발하고 이를 통해 기후변화가 홍수위험성에 미치는 영향을 정량화하고자 하였다.

(12) 센서-네트워크 기술을 활용한 농업·농촌시설의 돌발재해 조기 예·경보체계 개발 (서울대학, 배원길, 13.09~16.09)

이 과제의 최종 목표는 농업·농촌 지역의 대표적인 돌발재해인 돌발홍수, 산사태 및 토석류에 대비하여 수리·농업시설 및 주택 등을 포함한 농업·농촌시설의 안전성 제고를 위해 1) 농업·농촌시설의 돌발재해 피해 위험잠재능 평가 및 예방대책 개선방안 마련, 2) 초단기예보를 활용한 예보 플랫폼 구축, 3)센서-네트워크 기술을 활용한 조기경보시스템 구축, 4) 시범지구 적용(10개 지구 이상), 5) 돌발재해 대응 정책 및 규정(안)을 마련하는 등 돌발재해 안전망(Green-Safety) 통합기반기술을 개발함으로써 농업·농촌시설의 안심(ANSIM, ANti-risk System of abrupt natural disasters as an Integrated Model) 체계를 구축하는 데 있다.

(13) 사회기반시설물의 위험도 기반 자산관리 인력양성사업팀(충남대학, 김운용, 13.09~20.08)

최종적인 과제 목표는 사회기반시설물에 대한 위험도 기반 자산관리기술의 학습과 연구를 통하여 우수한 전문 인력을 양성하여 사회기반시설물을 보다 안전하고 효율적으로 유지관리하는 미래 지향적 국가 발전에 기여하는데 있다.

위험도 분석은 사회기반시설물에 대한 위험도 분석은 평상시의 유지관리 문제뿐만 아니라, 폭발물 테러나 지진, 화재 등의 극단상황이 위협을 동시에 고려한 유지관리 기법을 의미한다. 이러한 위험도를 완하시킬 수 있는 새로운 건설 재료를 개발하고, 상황별로 상이한 재료 특성을 도출하여 각각의 위협에 대하여 진보된 해석 기법을 개발한다.

위험도 기반 자산관리는 위험도 분석 기법을 활용하여 시설물의 위험도 기반 자산 관리기술과 체계적이고 합리적인 의사결정 지원시스템을 구축한다.

(14) 사회기반시설의 자산관리 기반구축 및 추진방안 연구(연세대학, 박경수, 14.08~16.08)

본 연구의 최종목표는 최근 건설산업분야의 새로운 기술 패러다임으로 부상한 사회기반시설에 대해 공학적 지식을 활용하여 똑똑(Smart)하고, 안전(Safe)하며, 경제적(Economic)으로 사회 공공자산을 효과적으로 관리하는 요소기술을 연구하는 것에 있다. 이를 위하여 첫째, 사회기반시설의 자산관리에 대한 정책 제도 등의 선진사례를 조사분석하고, 둘째, 사회기반시설 자산관리를 위한 범용적 매뉴얼 구성틀을 제시하며, 셋째, BIM과 연계한 사회기반시설자산관리 프레임워크 제시를 통해 21세기형 새로운 시설물 자산관리체계가 확립되고 관련기술들의 개발이 촉진될 수 있는 방법을 연구한다.

(15) 도시 인프라 자산관리 플랫폼과 서비스 모델 개발(승화기술정책연구소, 박미연, 13.06~16.05)

이 연구의 최종 목표는 도로, 교량, 공공건축물 자산관리 표준플랫폼(기반) 프로세스와 표준화 개발, 인프라자산관리 개발 구축, 성능/상태/노후화예측 및 서비스수준 모델개발, 자산관리 사업화 경쟁력강화이다.

(16) IoT 기반 교량 자산관리 시스템 개발(한양대학, 조병완, 15.11~16.10)

사물인터넷 기술을 융합하여, 사회기반시설(교량)의 자산관리 체계에 적합하도록 교량의 특성이 반영된 자산관리 방법 및 절차를 정립하고, 교량의 관리주체의 비용-효율적인 의사결정을 지원하는 IoT기반 교량 자산관리 프로그램 개발하는데 목적이 있다.

(17) GIS 기반의 확률론적 해석 기법과 지질공학적 사면 모델을 활용한 산사태 위험도 분석 기법 연구(세종대학, 박혁진, 13.11~16.10)

이 연구는 이러한 자료 수의 제한이나 지질공학적 특성의 공간적 변동성에 의해 유발되는 불확실성을 효율적으로 정량화하기 위하여 확률론적 해석 기법을 적용하여 GIS 기반의 확률론적 산사태 위험도 분석기법을 제안하고자 한다.

(18) 풍수해 위험도가 반영된 개별 보험 요율산정 및 지도개발 / 풍수해 위험도 분석 및 위험 지도 작성 (공주대학, 정상만, 13.05~18.04)

(19) 국도상 교량의 화재위험도 분석기술 및 대응체계 개발(강원대학, 박철우, 15.12~17.06)

이 연구는 기반시설물의 사회적 역할인 국민의 인명 안전성(Life Safety), 국가 및 국민 재산 보호(Property Protection) 및 사회적 불안요소 저감(Social Security)의 큰 틀 안에서 교량 구조물의 화재위험도를 평가하고 이를 기초로 적정 수준의 대응체계 개발에 목적이 있다.

(20) 풍해 · 설해 위험도 분석 및 위험지도 제작(공주대학, 정상만, 13.05~18.04)

이 연구의 목적은 대구, 강원, 경북 풍해·설해 위험도 분석 및 위험지도 작성, 울산시 풍해 설해 위험지도 보완, 대구/강원/경북의 풍해·설해 위험도 분석 및 위험지도 작성, 대구/강원/경북 풍해·설해 위험도 분석 및 위험지도 작성하는데 있다.

5.2 유사과제의 중복성 검토 결과

본 마스터플랜에서 제안하고자 하는 과제와 기 수행 또는 수행중인 과제와의 중복성 검토결과를 표 5.2에 정리하여 나타내었다. 표 5.2에서는 유사과제와의 차별성을 조사·분석하였고, 최종 제안 과제 도출에 제외 여부를 판단하였다.

표 5.2 유지관리 선진화평가체계 세부과제별 연구내용

제안 과제 (기술수요조사결과)	유사과제 (괄호안은 기관, 책임자, 기간 순임)	중복성 검토 결과 및 차별성	제외 여부
20,000 $\mu\epsilon$ 측정범위를 가지는 광섬유센서 기반 외피 케이블 장력측정 기술 개발	광섬유센서 기반 교량의 개선된 내하력 평가 시스템 개발(카이센, 이규완, 11.11~12.10)	광섬유센서를 이용하여 교량의 내하력을 평가하는 목적이 유사하지만 유사과제의 경우 교량의 내하력을 구하는데 중점을 두었음.	-
	광섬유센서 기반 도시인프라 구조물 건전성 통합 모니터링 시스템 개발(엘에스웨어(주), 김민수, 09.05~10.04)	광섬유센서를 이용한 기술은 유사하지만 유사과제의 경우 모니터링기법 개발에 더 가까운 기술임.	-
	광섬유센서 매립형 텐던을 이용한 앵커의 하중전이 특성 연구(전남대학, 김영상, 10.09~13.08)	광섬유센서를 이용한 긴장재에 대한 연구내용은 유사하지만 유사과제는 지반의 매립형 텐던 연구에 국한되어 있음.	-
FSM(Field Signature Method)을 이용한 실시간 교량 손상탐지 기술 개발	대형구조물 실시간 안정성 모니터링시스템 개발(세종대학, 배태석, 12.05~15.04)	구조물에 대한 실시간 모니터링에 대한 기술은 유사하지만 유사과제는 GPS를 이용하며 연관된 프로그램 개발과 장비개발에 목적이 있음.	-
	생산품 품질관리 및 산업 구조물 실시간 모니터링을 위한 비접촉식 검사 시스템 개발(나우, 이재호, 15.11~18.10)	유사과제의 경우 공기결합 트랜스듀서를 사용하여 비 접촉식 건사 시스템을 개발하는데 목적이 있지만 제안과제의 경우 FMS를 이용한 교량 손상탐지 기술에 한정되어 있어 유사성이 비교적 작은 것으로 판단됨.	-
콘크리트 터널벽체의 구조적 건전도 상태를 연속적으로 평가하기 위한 비파괴 탄성과 기법 및 이동형 하드웨어	초고층 콘크리트 구조물에 대한 비파괴 콘크리트 강도평가 (인하공업전문대학, 고훈범, 15.07~17.06)	유사과제와 비파괴 건전도 상태 평가 기술 개발 목적은 유사하지만 유사과제의 경우 단순 인발시험법을 개발	-

제안 과제 (기술수요조사결과)	유사과제 (팔호안은 기관, 책임자, 기간 순임)	중복성 검토 결과 및 차별성	제외 여부
시스템 기술 개발		하여 적용하는 과제 이 므로 유사성이 미미한 것으로 판단됨.	
비접촉식 레이저 초음파를 이용한 강구조물 및 PIPE의 진단 및 수명예측 기술 개발	원전 배관 내부 결함의 안전 검사를 위한 원격 레이저 초음파와 전단간 접계의 통합 시스템 개 발 (엘이디팩, 이길동, 13.12~16.09)	강재 배관의 안전진단 에 사용되는 원격 레이 저 초음파에 대한 연구 내용이 중복됨	제외
프리스트레스 구조물의 Duct내 Tendon의 계면상태 및 건전성 평가를 위한 Laser를 이용한 비파괴 진단기법 개발	초기열화 진단을 위한 극초단 레이저 초음파 기술개발 (한국원자력연 구원, 백성훈, 08.07~11.05)	초음파 레이저를 이용 한다는 측면에서는 유 사성이 있으나, 유사과 제는 배관에 대해 한정 되어 있음	-
콘크리트 슬래브의 손상평가를 위한 비접촉 충격공진시험을 이용한 자동화 진단 및 평가기술 개발	구조물 건전성 모니터링을 위한 비접촉 센서 네트워 크 토모그래프 기술 개발 (부산대학, 김용권, 10.09~11.08)	비접촉 센서를 이용한 구 조물의 건전성을 진단하 는 내용에 대해 유사성이 있으나 제안 과제의 경우 충격공진시험을 적용하는 것에 차이가 있음.	-
무선센서 현장적용성 문제 해결을 위한 대안 최적화기법을 적용한 계측기기 표준화기술 개발	구조물 특성을 고려한 무선센서 네트워크의 통 신 신뢰성 분석에 관한 연구(영남대학, 장원석, 10.09~13.08)	두 과제 모두 무선 센 서와 시스템을 개발하 고 네트워크 통신의 신 뢰성 검증과 최적화하 는데 목적이 있음. 연구 내용 또한 중복됨.	제외
기후변화 대비 댐 및 하천시설물 설계 홍수량 산정 기술 개발	RCP 기후변화시나리오 기 반의 기후변화를 고려한 설계 강수량 및 홍수량 산 정 기법 개발(강원대학, 김병식, 12.05~15.04)	설계 강수량 및 홍수량 산정기법 개발에 연구 목적과 연구내용이 중 복됨.	제외
SOC 구조물 성능평가를 위한(신개념 센싱 데이터 기반) 수치해석모델 개선 기술 개발	구조안전성 상시 감시를 위한 무선센서 시스템 개발(인하대학, 정성훈, 13.06~14.05)	유사과제는 무선센서 연구 측면에서 중복성 이 있으나 유사기술은 센서 개발이 주된 목적 임	-
돌발재해 대응 실시간 예·경보 자동 전파 체계 기술 개발	센서-네트워크 기술을 활용한 농업·농촌시설의 돌발재해 조기 예·경보체 계 개발 (서울대학, 배원 길, 13.09~16.09)	돌발재해 대응 예·경보 체계 개발이라는 연구 목적과 내용이 유사하 나 유사과제의 경우 홍 수, 산사태, 토석류에 대해서만 고려함.	-
국내 사회기반시설 자산관리 인증제도 개발	사회기반시설물의 위험 도 기반 자산관리 인력 양성사업팀(충남대학, 김 윤용, 13.09~20.08)	유사과제와 자산관리 연 력을 양성하는 목적은 유사하나 제안 과제의 주된 목적은 표준 업무 절차서 개발에 있음	-
	사회기반시설의 자산관 리 기반구축 및 촉진방	유사과제는 정책적인 측면에서 자산관리 기	-

제안 과제 (기술수요조사결과)	유사과제 (팔호안은 기관, 책임자, 기간 순임)	중복성 검토 결과 및 차별성	제외 여부
	안 연구(연세대학, 박경수, 14.08~16.08)	반 구축을 목적으로 하고 있고 제안 과제는 실용화 할 수 있는 인증제도를 개발하는데 목적이 있음.	
	도시 인프라 자산관리 플랫폼과 서비스 모델 개발(승화기술정책연구소, 박미연, 13.06~16.05)	유사과제는 자산관리 프로세스를 개발하여 대상지역에 대해 적용하기 위한 연구임. 하지만 제안 연구는 실용화 전단계인 인증제도를 개발하는데 목적이 있기 때문에 중복성은 없는 것으로 판단됨	-
	IoT 기반 교량 자산관리 시스템 개발(한양대학, 조병완, 15.11~16.10)	유사과제는 IoT기반으로 교량에 한정되어 자산관리 시스템을 개발하는데 목적이 있음 제안과제와 중복성이 미미함	-
SOC 시설물의 위험도 분석 기술 표준안 개발	GIS 기반의 확률론적 해석 기법과 지질공학적 사면 모델을 활용한 산사태 위험도 분석 기법 연구(세종대학, 박혁진, 13.11~16.10)	유사과제의 경우 사면에 대한 지질공학적 측면으로 위험도를 분석하는 기법 개발을 목적으로 두고 있음. 제안 과제의 경우 SOC 시설물에 대한 위험도 분석 기술 개발을 목적으로 하기 때문에 중복성이 없음.	-
	풍수해 위험도가 반영된 개별 보험 요율산정 및 지도개발 / 풍수해 위험도 분석 및 위험지도 작성 (공주대학, 정상만, 13.05~18.04)	유사과제의 경우 풍수해에 대한 위험도 분석 및 위험지도 제작에 제한을 두었음 따라서 중복성 없음.	-
	국도상 교량의 화재위험도 분석기술 및 대응체계 개발(강원대학, 박철우, 15.12~17.06)	유사과제의 경우 위험요소 중 하나인 화재위험에 연구범위를 한정하였음. 따라서 중복성 없음.	-
	풍해 · 설해 위험도 분석 및 위험지도 제작(공주대학, 정상만, 13.05~18.04)	유사과제는 풍해·설해에 대해 위험지도 작성 이 주된 목적이며 제안 과제와는 중복성이 없음.	-

5.3 최종 과제 도출

선진화 유지관리체계를 구현할 수 있는 최종 과제를 표 5.3에 정리하여 나타내었다. 표 5.3은 유지관리체계 선진화를 위한 기술수요조사결과와 성능평가 체계 선진화 프로세스 구현을 위해 필요하다고 제안된 과제에 대하여 중복성 검토후 중복된 과제를 제외하고 최종적으로 정리하여 총 115개의 과제를 제안하였다.

표 5.3 최종 제안 과제

구 분	제안 과제	연구목표	연구내용	비 고 (현재 진행 중 과제)
서비스 성능결정	1. 도로시설물의 평가를 위한 자료 수집 및 분석을 통한 서비스수준 평가 방법개발	도로시설물의 서비스수준 (Level of Service, LOS)의 결정 및 유지관리 공법, 단가 데이터 확보와 자료의 DB화를 통한 지속적 관리 방안 개발	- 자산관리 기법 적용을 위한 성능지표 활용 가능한 자료의 종류 결정 - 국내의 도로시설물의 사용환경, 국민의 요구수준 및 가용예산 등의 변수를 고려한 적용 가능한 자료군의 정리 및 성능지표의 정립 - 기존 MS계열의 자료 DB와 연동되도록 축적된 자료의 DB 화 체계의 정립	- 도로/철도/하천/댐 서비스 성능 등급산정 매뉴얼 작성 - 현장검증 및 시범사업 반영한 매뉴얼 최종안 개발 - 등급기준 및 산정 절차 개발(공항/항만/어항/상수도) - 서비스 등급 산정 매뉴얼 개발(공항/항만/어항/상수도)
	2. 철도시설물의 평가를 위한 자료 수집 및 분석을 통한 서비스수준 평가 방법개발	미래지향적인 유지관리 체계의 일환으로 개발하고자 하는 자산관리 기법 적용을 위한 기초 자료 (Data) 확보 및 정리, 철도시설물의 유지관리 공법 및 단가 데이터 확보	- 자산관리 기법 적용을 위한 성능지표 활용 가능한 자료의 종류 결정 - 제시된 서비스수준(Level of Service, LOS)의 민감도 분석 및 적용방안 제시 - 활용가능 유지관리 공법 및 단가데이터의 확보	
	3. 공항시설물의 평가를 위한 자료 수집 및 분석을 통한 서비스수준 평가 방법개발	공항시설물의 서비스수준 (Level of Service, LOS)의 결정, 유지관리 공법 및 단가 데이터 확보	- 자산관리 기법 적용을 위한 성능지표 활용 가능한 자료의 종류 결정 - 성능지표(Performance Measure)결정을 위한 자료 항목의 분류체계 정립 (대분류, 중분류, 소분류 군) - 공항시설물의 평가지표를 활용한 서비스수준 평가 적용 및 문제점 개선	
	4. 수리시설물(댐 항만 포함)의 평가를 위한 자료 수집 및 분석을 통한 서비스수준 평가 방법개발	수리시설물의 서비스수준 (Level of Service, LOS)의 결정, 유지관리 공법 및 단가 데이터 확보	- 국내의 수리시설물의 사용환경, 국민의 요구수준 및 가용예산 등의 변수를 고려한 적용 가능한 자료군의 정리 및 성능지표의 정립 - 수리시설물의 평가지표를 활용한 서비스수준 평가 적용 및 문제점 개선	
	5. 상하수도시설물의 평가를 위한 자료	상하수도시설물의 상태평가를 포함하는 평가지표 (Performance	국내의 상하수도시설물의 사용환경, 국민의 요구수준 및 가용예산 등의 변수를 고려한 적용	

구 분	제안 과제	연구목표	연구내용	비 고 (현재 진행 중 과제)
	수집 및 분석을 통한 서비스수준 평가 방법개발	Measure) 개발	가능한 자료군의 정리 및 성능지표의 정립 상하수도시설물의 평가지표를 활용한 서비스수준 평가 적용 및 문제점 개선	
	6. 국내 도로시설물의 자산관리 체계 적용을 위한 시스템 개발	상위 단계의 의사결정을 지원하기 위한 국내 도로시설물의 통합 자산관리 시스템 개발	- 국내외 개발 시스템 결과물 및 국내 시설물 예산산정 및 배정 절차, 예산 계정, 관련 법규, 개별 유지관리 시스템 결과 등의 검토를 통한 시스템 설계 - 도로시설물의 상위 자산관리 시스템 개발 - 상위 자산관리 시스템 시범운영	
	7. SOC 시설물의 자산관리 적용을 위한 서비스수준의 정의 및 적용 방안 개발	SOC 시설물별 다양성을 고려하는 포괄적인 서비스 수준의 평가 방안을 부재에 따라 정량적으로 분석하고 시설물의 관리자 및 예산결정권자에게 정보 제공	- SOC 시설물별 특성을 반영한 성능지표의 개발 - 관리자 및 예산 결정권자의 시각에서의 성능지표의 개발 - 대상 시설물에 적용 및 피드백 활용 개발 모델의 민감도 분석 - 현장 적용 및 관리자 모델의 완성	없음
	8. 서비스성능 평가 결과에 대한 신뢰도 확보기술 연구	유지관리 체계에서 새롭게 도입되는 서비스 성능 평가 분야에 대해서 정량적으로 평가하여 신뢰성 향상을 도모	- 시설물별 서비스 성능을 평가하기 위한 요인 도출 - 평가지표에 따른 정량적 평가 방법 제안 - 평가지표를 활용한 서비스 수준 구축	없음
목표성능 수준 설정	9. 목표성능등급 차등화 기술 개발	시설물 중요도 및 사용기간에 따른 목표성능등급 차등화(Leveling) 방안 제시 및 검증	시설물의 중요도, 평가등급, 사용한 연한에 따른 목표성능등급 차등화(Leveling) 관리 방법론 개발	- 공 항/항만 및 어 항/상수도시설에 대한 등급 분류 - 관리기준 및 요구성능 분석 - 시설물별 주요평가항목 선정 - 시설물별 목표성능등급 설정기법 개발
	10. 목표성능수준 설정 방법 개선 연구	시설물별 항목별 성능저하 요인 보완 및 성능저하에 미치는 영향의 분석을 통한 목표성능수준 설정의 신뢰도 향상 도모	- 성능평가 내구성 평가 중 개발 예정인 강재 열화모델을 활용한 성능저하와 목표성능의 연계성 분석 - 성능평가 내구성 평가 중 콘크리트 열화모델을 활용한 성능저하와 목표성능의 연계성 분석	
SOC 목록 DB	11. SOC 시설물 통합관리 시스템 개발	시특법 및 재난법으로 이원화 되어 있는 SOC 시설물에 대한 안전관리를 효율적으로 관리하기 위한 통합관리 시스템 구축	- 정보자원 현황의 조사 및 분석 - 개선된 시설물의 안전 및 유지관리 정보체계 마련 - 데이터 이관 실행계획 및 품질향상 이행방안 - 시설물정보일원화 시스템 구축전략 및 세부계획 수립	없음

구 분	제안 과제	연구목표	연구내용	비 고 (현재 진행 중 과제)
			■ 시설물정보일원화 시스템 운영 계획 수립 ■ 타기관 관리시스템의 연계방안 수립	
	12. SOC 시설물 빅데이터 센터 구축	■ 시설물 통합관리 시스템을 비롯한 각종 유지관리 프로그램의 가동 현황 및 정보를 확인할 수 있는 운영센터 공간 마련 ■ 시설물 통합관리 시스템의 핵심 성과물에 대한 관계자 및 일반인 대상의 효율적 공유 채널로 활용	■ 시설물 통합관리 시스템의 운영 ■ 시설물 통합관리 시스템 및 각 유지관리 프로그램 시험가동 ■ 시설물 통합관리 시스템 및 센터 내 시스템간의 네트워크 연동 등 현장 테스트 ■ 시설물 통합관리 시스템 비상상황 발생 시 현장 대응조치	■ 없음
성능평가 방법론 및 성능 예측모델	13. SOC 시설물에 적용 가능한 성능예측모델 표준안 개발	■ 다양한 성능예측모델의 민감도 분석 및 표준 절차 제시로 국내 여건에 적합한 성능예측모델 구축 기술 확보	■ 시설물별 성능예측모델의 수준(Level of Detail) 결정 방법론 정립 ■ 성능지표별 적합한 모델 선정 논리 정립 ■ 보수 보강 공법별 성능 향상 수준 결정 논리 개발 ■ 성능예측모델 종류별 실제 사례 적용 예제 개발	■ 없음
	14. 20,000 $\mu\epsilon$ 측정범위를 가지는 광섬유센서 기반 외피 케이블 장력측정 기술	■ 광섬유센서 기반 교량의 케이블 장력 측정 기술개발과 모니터링 기술개발	■ 현장에서 취급 및 변형이 용이한 스마트 텐던 개발 ■ 광섬유센서 멀티어레이 기반 경사 또는 벤딩센서를 이용한 교량 처짐 측정기술 개발	■ 없음
	15. FSM (Field Signature Method)을 이용한 실시간 교량 손상탐지 기술	■ 부식 및 균열 등의 구조물 손상 실시간 탐지 및 평가	■ FSM을 이용한 구조물 손상 실시간 탐지 및 평가 알고리즘 개발 ■ FSM을 이용한 구조물 손상 실시간 탐지 및 평가 시스템 개발	■ 없음
	16. 교량잔존수명 3년 이내 추정 오차율을 확보하기 위한 알고리즘 및 데이터 분석 기술 개발	■ 교량 잔존수명 예측 정확도 90% 이상 달성을 위한 계측데이터 분석 알고리즘 기술 및 활용기술 개발	■ 잔존수명 예측 알고리즘 개발 ■ 잔존수명 예측을 위한 교량모니터링 시스템 개발 ■ Test Bed 구축	■ 없음
	17. 콘크리트 터널벽체의 구조적 건	■ 콘크리트 강도 및 내부건전도 상태를 효과적으로 평가할 수 있는	■ 요소기술의 개발 ■ 실용화를 위한 검증과 현장적용	■ 없음

구 분	제안 과제	연구목표	연구내용	비 고 (현재 진행 중 과제)
	전도 상태를 연속적으로 평가하기 위한 비파괴 탄성과 기법 및 이동형 하드웨어 시스템 기술	기법 개발과 실용화	상시 유지 관리 시스템으로서 활용을 위한 시스템의 고급화	
	18. 시설물의 성능저하도를 예측하기 위한 자연 환경조건의 특성별 콘크리트 시설물의 노후화 예측 기술 개발	국내 자연환경에서의 콘크리트 시설물 성능저하 표준화	- SOC시설물의 성능저하환경 기반자료 구축 - 염해 및 동해에 대한 내구환경 상세지도 개발 - 지역거점별 옥외노출시험을 통한 열악 환경에서의 정량적 성능저하도 분석 - 열화 메커니즘별 환경기반 성능저하 예측 모델 개발	없음
	19. 프리스트레스 구조물의 Duct내 Tendon의 계면상태 및 건전성 평가를 위한 Laser를 이용한 비파괴 진단기법	PSC 구조물 건전성 평가를 위한 레이저 가진(excitation) 및 계측(sensing) 장치 개발	- PSC 콘크리트 구조물의 손상 메커니즘 파악 - 기존의 레이저를 활용한 excitation 및 sensor 개발현황 조사 및 비교를 통한 발전방향 모색 - 레이저 가진 및 계측 장치의 개발 - 개발된 시스템의 모의실험 및 실험 데이터 처리기법 개발	없음
	20. 차량 하중 및 통행 빈도수에 의한 공용중 강교량의 피로성능 평가방법 및 매뉴얼 개발	차량 하중 및 통행 빈도수에 의한 공용중 강교량의 피로성능 예측 및 이에 기반한 성능중심 평가방법과 등급분류 기준 개발	- 점검 교량의 상태 및 통행하중 분포/빈도수에 따른 피로성능 평가 기술 개발 - 강교량 피로에 대한 성능중심 평가방법 및 등급분류 기준 개발 - 성능중심 평가 및 등급산정 매뉴얼 개발	없음
	21. 보수·보강공 수명예측을 위한 표준형 평가 기술 개발	개발된 평가매뉴얼을 통하여 공용중인 시설물에 적용되는 보수보강 주기를 최적화함으로써 유지관리예산을 기존 대비 20%이상 감축하는 것	- 보수·보강공의 요구성능 및 관리지표 도출에 의한 성능평가 매뉴얼(안) 도출 - 실증 test-bed를 활용한 성과검증 및 연구성과 확대방안 수립	없음
	22. 콘크리트 슬래브	비접촉 센서 및 자동 충격장치	철근 콘크리트 구조물의 손상 메커니즘 파악	없음

구 분	제안 과제	연구목표	연구내용	비 고 (현재 진행 중 과제)
	의 손상평가를 위한 비접촉 충격공진시험을 이용한 자동화 진단 및 평가기술	개발	- 기존의 비접촉 센서 및 자동 충격장치의 조사 및 비교를 통한 발전방향 모색 - 비접촉 센서 및 자동 충격장치의 개발	
	23. SOC 시설물 성능 수준 판정 기술 개발	SOC 시설에 대해 안전성, 사용성, 복구성 등을 고려한 노후도 평가 기술 개발, 요구성능 및 성능등급 체계화 연구, 성능평가 항목 및 평가결과 등급 기준 체계화 연구, 성능평가 방법 및 절차 체계화 연구 확립	- 안전성, 사용성, 복구성 등을 고려한 노후도 평가 기술 개발 - 요구성능 및 성능등급 체계화 연구 - 성능평가 항목 및 평가결과 등급 기준 체계화 연구 - 성능평가 방법 및 절차 체계화 연구	없음
	24. 스트레스 형광물질을 이용한 균열감지 0.1mm/스트레스 분해능 5MPa 이내 급 비주열 방식의 교량 손상 탐지 기술 개발	교량의 안전 진단을 위한 스트레스 비전 센서를 이용한 검사 시스템 개발(균열 감지폭 0.1mm 이내/분해능 5MPa 이내)	- 스트레스 비전 센서 개발 - 스트레스 감시 화상 센서 노드 시스템 설계 - 건축/대형구조물 안정성 평가시스템 알고리즘 - 스트레스 비전 센서 기반 구조물 건전도 평가 시스템 개발	없음
	25. 건축구조물의 균열진행 문제 해결을 위한 탈부착 방식을 이용한 빛 감지형 응력 센싱 기술 개발	빛 감지형 센싱 필름을 이용한 구조물의 상태 안전성 평가 기술 개발	- 광변색성 염료를 이용한 응력 발광 필름 제조 - 센싱 필름을 이용한 구조물의 응력상태 및 가시화 기술 개발 - 응력 집중 및 균열 진행에 대한 정량화 및 규격화 평가 기술 개발	없음
	26. SOC 구조물 성능평가를 위한 (신개념 센싱 데이터 기반) 수치	신개념 센서시스템과 계측 데이터들의 도입과 기존의 신호분석 처리기법들을 활용하여 SOC 수치해석 모델의 신뢰도 향상을 위	- 신개념 센서시스템들의 적용성 및 정밀도를 검토하고 현장 여건에 맞는 신개념 센서시스템의 결정 - 도입된 센서시스템을 활용한 현장 적용성 실험	없음

구 분	제안 과제	연구목표	연구내용	비 고 (현재 진행 중 과제)
	해석모델 개선 기술	한 수치해석 모델 개선의 체계화	■ 및 계측자료 확보 ■ 수치해석 모델의 민감도 분석을 통한 수치해석 모델 개선에 사용될 요소 결정 방법 제시	
	27. 오차율 10% 미만의 철도교 축중량 측정장치 및 이를 이용한 교량의 실시간 상태평가 기술 개발	■ 철도교의 실시간 상태평가 기술	■ 통과톤수 측정을 통한 레일의 효율적인 교체주기 산정 ■ 하중-응답 상관성 분석을 통한 교량의 실시간 상태 평가가 가능한 기술 개발	■ 없음
	28. 건전성(상태등급)을 시각적으로 표현할 수 있는 능동적 교량 상태검지기 기술 개발	■ 공공시설물의 건전성을 일반 이용자가 알 수 있도록 공개함으로써 투명한 시설물 유지관리 기법과 안전성 제고	■ 교량의 건전성 표출방안 기술개발 ■ 건전성 표출 항목 선정	■ 없음
	29. 지반지지 슬래브 구조물의 처짐을 복원하기 위한 그라우팅 충전시공의 비파괴 탄성과 기법에 의한 품질평가기술 개발	■ 그라우팅 충전 품질을 효과적으로 평가할 수 있는 기법 개발과 실용화	■ 요소기술의 개발 ■ 실용화를 위한 검증과 현장적용 ■ 상시 유지관리 시스템으로서 활용을 위한 시스템의 고급화	■ 없음
	30. Bio-inspired Smart Photonic Coating을 이용한 구조물의 이상상태 감지 기술 개발	■ 모듈화된 저가의 현장용 Optical probe 개발	■ 다양한 colloidal particle과 고분자 재료의 혼합물 합성에 대한 문헌 조사 ■ Submicron 크기의 미세 colloidal particle 구조적 배열을 지닌 박막 코팅 제조 기술 개발 ■ 제조된 Photonic coating을 적용한 구조적 변색범위 측정 및 특성화 ■ 모듈화된 Optical probe 개발 ■ 이론 및 Calibration 기술 개발 ■ 광학측정 장치 개발 및 실외 실험 검증	■ 없음

구 분	제안 과제	연구목표	연구내용	비 고 (현재 진행 중 과제)
	31. 응력에 민감한 발광 입자로 충전된 Electrospun Nanofiber Sensor 기술 개발	ML 센서 입자로 충전된 electrospun nanofiber 센서 제조 기술 개발	- Ball-milling을 통해 ML 센서 나노 사이즈의 powder의 제작 - Single fiber의 응력발광 특성화 - 응력발광 미케니즘의 이해를 바탕으로 한 예측 모델 개발 - 센서 제작 및 실내 실험 검증 - 광학측정 장치 개발 및 실외 실험 검증	없음
	32. 시설물 상태에 따른 수명종결 상태 정의 기술 개발	시설물 상태에 대한 최종적인 수명종결 상태의 정의	- 시설물에 발생하는 열화 메카니즘별 내구적 수명종결 상태 정의 - 시설물별 기능성에 따른 수명종결 상태 정의 - 시설물별 기타조건에 따른 수명종결 상태 정의	없음
	33. 시트법 시설물의 상태평가 민감도 분석 및 개선 기술 개발	각 평가단계별 민감도를 분석하여 최적의 민감도를 갖도록 설계함과 동시에 민감도로 해결되기 어려운 부분에 대한 보완책 도출	- 개별부재 평가 단계의 민감도 분석 - 부재그룹 평가 단계의 민감도 분석 - 시설물 평가 단계의 민감도 분석 및 최적의 민감도 확보 - 시트법 시설물의 상대평가 기준 재정립	없음
	34. 콘크리트 시설물의 상태평가의 첨단화/정밀화를 위한 썬섹션(thin-section) 이미지 기반 열화손상의 표준화 기술 개발	썬섹션(Thin-section) 분석기술을 활용한 마이크로-메소 레벨 이미지 분석 기술 개발 및 표준화된 이미지 체계 구축	- 시멘트계 광물질의 마이크로 이미지 분석 기술 개발 - 경화된 콘크리트의 마이크로 이미지 분석 기술 개발 - 시멘트계 재료의 복합공극구조 이미지 분석 기법 개발 - 마이크로 이미지를 활용한 콘크리트 구조물의 물-시멘트비 추정 기술 개발 - 콘크리트 시설물 상태평가용 열화 이미지 기반 D/B 구축 - 재료 특성 평가를 위한 멀티스케일 이미지기반 표준화 매뉴얼 개발	없음
	35. 전도성 콘크리트를 이용한 콘크리트의 전기 전도도 제어 기	다양한 전도성 첨가제를 이용한 콘크리트의 전기 전도도 제어 기	- 콘크리트의 전기 전도성 제어 기술 개발 - 전도성 콘크리트의 내부 손상평가 기술 개발	없음

구 분	제안 과제	연구목표	연구내용	비 고 (현재 진행 중 과제)
	리트 내부 손상 평가 기술 개발	술 개발	- 전도성 콘크리트의 구조적 성능 평가 - 손상 평가를 위한 전기적 특성 측정 장비 개발	
	36. 플랜트 원격 진 단의 접근성 문 제 해결을 위한 레이저 스캔 방 식의 3차원 손상 추정 기술 개발	비스캔 면에서의 손상을 유발하 는 알고리즘 개발	- TLS(Terrestrial Laser Scanning) 레이저 기반 플랜트 배관의 3차원 형상 정보를 획득 - 초음파 전파 영상에 3차원 형상 정보를 반영하 여 초음파 전파 영상 map 구축 - 인공 신경망 및 SVM 기법 등의 확률론적 패 턴인식 기법을 적용하여 손상 위치 추정	없음
	37. 명확하고 신뢰성 높은 상태평가를 위한 시설물의 하중입력-응답출 력 입출력관계 규명을 통한 시 설물 상태평가기 술 개발	각 시설물별 하중입력/응답출력 계측치에 기반한 유한요소모델 개 선 및 이를 이용한 상태평가기술	- 각 시설물별 입력하중/응답출력 계측 물리량 선정 - 각 시설물별 입력하중/응답출력 계측기술 개발 - 계측된 입력하중/응답출력을 이용한 유한요소 모델 개선기술 - 개선된 유한요소모델을 이용한 상태평가기술 - 실제 시설물에 적용하여 개발된 기술의 검증/ 개선	없음
	38. 돌발재해 대응 실 시간 예·경보 자 동 전파 체계 기술	돌발재해 징후 및 감지 예·경보 기준치 연구 개발, 돌발재해 경 보 신뢰성 확보 기술, 대응 시나 리오 포함형 실시간 경보 전파 기술 개발, 경보 대상자 실시간 선별 및 인지 여부 확인 기술	- 재해 징후 및 감지 최적 계측 체계 설계 기술 - 돌발재해 경보 신뢰성 확보 기술 - 센서-네트워크를 이용한 돌발재해 예측 플랫폼 개발 - 경보 대상자 실시간 선별 및 인지 여부 확인 기술 - 대응 시나리오 포함형 실시간 경보 전파 기술 개발	없음
	39. 구조물 육안점검 객관성 확보문제 해결을 위한 이미 지프로세싱 방식 의 손상정보 패 턴분석 기술 개발	신뢰도 90%이상의 자동 손상패 턴 분석기술의 개발	- 손상유형별 표준이미지의 설정기술개발 - Mopology 영상분석기술을 활용한 손상분석 S/W개발 - 영상수집장치 일체형 모바일 손상분석시스템 개발	없음

구 분	제안 과제	연구목표	연구내용	비 고 (현재 진행 중 과제)
	40. 장기 모니터링용 센서 및 계측장 비의 내구성 확보를 위한 고 신뢰성 패키징 기술 개발	8년 이상의 내구수명을 갖는 노이즈차폐형 고신뢰성 센서 및 계측장비 패키징 기술	- 센서 및 계측장비 손상원인별 보호기구 설계기술개발 - 장기내구성 확보를 위한 접촉, 비접촉센서 및 계측장비의 설치운영 매뉴얼 개발 - 센서 및 계측장비의 내구성 평가방법 개발	없음
	41. 콘크리트 구조물 의 정적 응력 상 태 비파괴 계측 기술 및 이를 이 용한 국부 응력 상태 가시화 기 술 개발	콘크리트 부재의 국부 정적 응력 상태를 1MPa 해상도로 가시화할 수 있는 초음파 기반 정적 응력 상태 계측 방법 및 계측 데이터 가시화 기법 개발	- 콘크리트의 정적 응력 계측용 초음파 계측 시스템 개발 - 정적 응력 상태의 고민감도 센싱이 가능한 초음파 모드 계측 방법 개발 - 콘크리트의 재료적 특성을 고려한 초음파-응력 변환 모델 개발 - 주응력 방향 및 크기를 결정할 수 있는 초음파 기반 Rosette 테스트 방법 개발	없음
	42. 광범위 구조물 안전 진단 상태 평가 영상화 진 단 기술 개발	초기결함 및 초기손상 부위의 정량적 사이즈 및 형상의 영상화 기술 개발	- 재료손상 영상화 알고리즘의 개발 - 램파 다중센서 탐촉자 시스템 기술개발 및 집속화 - 신호해석 기술개발 및 적용	없음
	43. 재해(태풍, 지진 등)시 시설물 안 전을 위한 SOC 시설물 정밀 해 석기술 개발	재해발생시 SOC 시설물의 정밀 해석기술 개발, 구조해석을 통한 재해발생시 풍력, 진동 등 하중 정량화 기술, 내재해 SOC 시설물 설계법 개발	- 재해발생 시 SOC 시설물에 가해지는 풍력, 진동 등을 통계학적으로 분석하여 이를 하중으로 정량화 - 슈퍼컴퓨터를 활용하여 표준 SOC 시설물에 대한 3D 정밀해석 모델 개발 - 개발 모델에 재해시의 하중을 적용하여 SOC 시설물별 재해발생시 파손 형태 시뮬레이션 및 현장 시험을 통한 검증 - 시뮬레이션 결과를 바탕으로 재해발생 시 시설물에 적용되는 하중 정량화	없음
	44. 운영 하중상태와 환경변화에 의한	균열 등의 손상정보 패턴분석 기술개발로 시설물의 새로운 상태	공용상태에서의 시설물별 손상평가 기술의 정량화/표준화	없음

구 분	제안 과제	연구목표	연구내용	비 고 (현재 진행 중 과제)
	시설물 손상 문제 해결을 위해 시설물별 손상패턴과 성능 분석 기술 및 예측기술 개발	평가 기술 개발	- 기후/풍속 등의 환경조건 및 구조물 손상패턴 분석 기술 개발 - 공용조건별/환경조건별 시설물 평가시스템 및 관리시스템 개발	
	45. 육안점검의 비효율성 문제 해결을 위한 이미지 프로세싱 방식의 육안점검 보조 장비 개발 기술 개발	균열폭 0.1mm 수준의 균열자동 검지 기술과 촬영위치 정보를 취득할 수 있는 휴대용 균열점검 장비 개발	- 균열폭 0.1mm 수준의 균열자동 검지 기술 - 균열 및 촬영위치 정보 연동 기술 개발 - 휴대용 균열점검 H/W 개발 - 휴대용 균열점검 장비를 통해 취득된 이미지의 후처리 S/W 개발	없음
	46. WIM(Weigh-In-Motion) 시스템을 활용한 도로 및 교량의 하중모형 구축 및 상태평가 기술 개발	국내 도로 및 교량의 설치환경을 고려한 WIM 시스템 구축, 도로 및 교량의 사용성 및 안전성 평가를 위한 실시간 하중모형 구축 기술 개발, 하중모형 데이터를 활용한 도로 및 교량의 성능평가 알고리즘 구축	- 국내 도로 및 교량의 설치환경을 고려한 WIM 시스템 구축 - 도로 및 교량의 사용성 및 안전성 평가를 위한 실시간 하중모형 구축 기술 개발 - 하중모형 데이터를 활용한 도로 및 교량의 성능평가 알고리즘 구축	없음
	47. 강 교량 연결부의 볼트풀림 감지를 위한 자체 전원공급 임피던스 센서노드 및 스마트 계면판 기술 개발	임피던스 응답을 이용하는 센서노드 기반으로 강 교량 연결부의 볼트풀림 감지 시스템 개발	- 강 교량 볼트연결부의 특성 및 계면판의 임피던스 응답 특성 분석 - 스마트 계면판의 제원 설계 및 볼트풀림 감지 성능 평가 - 저전력/저주파/저출력/다채널 임피던스 센서노드 제작 및 볼트풀림모니터링 시스템 개발 - 임피던스 신호처리 및 볼트풀림 모니터링의 자동화 체계 개발 - Test-Bed 실험 및 개발 시스템의 제품화	없음

구 분	제안 과제	연구목표	연구내용	비 고 (현재 진행 중 과제)
	48. 풍수해 취약 지반지구조 붕괴 위험 탐지를 위한 스마트 앵커 기술 개발	■ 풍수해 취약 연약지반 지구조의 내부 토압 상승으로 인한 지구조 붕괴 위험성을 사전 탐지할 수 있는 스마트 앵커 기술 개발	■ 지반지구조 앵커부의 특성 및 스마트앵커의 임피던스 응답 특성 분석 ■ 스마트 앵커의 제원 설계 및 긴장력 변화 감지 성능 평가 ■ 저전력/저주파/저출력 임피던스 센서노드 제작 및 긴장력 모니터링 시스템 개발 ■ 임피던스 신호처리 및 긴장력 모니터링의 자동화 체계 개발 ■ Test-Bed 실험 및 개발 시스템의 제품화	■ 없음
	49. 하천 보 구조시스템의 안정성 평가를 위한 상시 진동기반 모니터링 기법 개발	■ 하천 보 구조시스템의 안정성 평가를 위한 상시 진동기반 모니터링 기술 개발	■ 하천 보 구조-지반 시스템의 2-D 간략 모델 개발 ■ 2-D 간략 모델에 적합한 강체 진동모드특성 추출 알고리즘 개발 ■ 진동 특성치와 GA-기반 SID를 적용한 2-D 간략 모델의 성능 검증 ■ 하천 보의 상시진동응답을 이용하는 극미세 진동 모니터링 기법	■ 없음
	50. 무인 장비를 활용한 대형구조물 진단 기술 개발	■ 무인 점검 장비를 활용한 대형구조물의 점검 및 진단 기술 개발 연구	■ 무인 비행체 검사장비 구성 및 신뢰도 향상 기술 개발 ■ 대형구조물 점검 및 진단을 위한 로봇-NDT 융합기술 개발 ■ 이미지 프로세싱 기법-무인체(무인비행체, 로봇 등) 검사장비 연계 기술 개발 ■ 수집정보의 정합을 위한 위치 기반 매핑 기술 개발	■ 없음
	51. 지하구조물 라이닝 장기 내구성 평가 기술 및 보수/보강 가이드 라인 개발	■ 환경별 지하구조물 라이닝의 장기 내구성 평가에 있어 열화에 의한 손상영역의 정량적 평가 방안 제시	■ 지하구조물 라이닝의 열화에 영향을 미치는 유해가스·이온을 고려한 열화 촉진 실험에 의한 열화 심도 평가 모델 개발 ■ X-ray CT법을 이용한 열화에 의한 콘크리트 내부 미세구조 분석 기법 개발 ■ 열화에 의한 지하구조물 라이닝의 수명 예측	■ 없음

구 분	제안 과제	연구목표	연구내용	비 고 (현재 진행 중 과제)
			및 보수/보강 범위 결정 가이드 라인 제시	
	52. 주행속도 증가에 대한 철도교 마찰 교좌장치 안정성 평가기술 개발	장기모니터링을 통한 주변온도변화에 대한 마찰거동과 주행속도 증가에 대한 동적거동을 반영한 활하중에 의한 거동을 표준화	- 장기 마찰실험법 및 실험장비 개발 - 교좌장치별 마찰판 요구성능 한계 기준 수립 - 정량적 교좌장치별 내구성 평가기준 정립	없음
	53. 취약부분 대상 감지범위 1m 이상 오인식률 5% 이내 스마트 센서 기반의 100% 국산화 교량부재별 자가진단 기술 개발	상시계측 기반 감지범위 1m 이상 오인식률 5% 이내의 교량 핵심 부재별 손상 자가진단기술 개발	- 셀프센싱기반 다중모드계측 기법을 통한 교량 부재별 손상검색기술 - 자가진단용 스마트 스킨 교량 부재 기술 - 지능형 볼트 접합부 강교량 부재 기술	없음
	54. 콘크리트의 시공 안전성 문제 해결을 위한 착탈식 압전 센서 방식의 실시간 강도 계측 기술 개발	20회 이상 재사용 가능한 착탈식 센서 개발, $\pm 3\text{MPa}$ 이내의 콘크리트 강도 추정 신뢰성 확보	- 콘크리트 강도 추정을 위한 지능형 착탈식 센서 개발 - 콘크리트 강도 모니터링 알고리즘 개발 - 통합 무선 계측 모듈의 제작	없음
	55. 내구수명 10년 이상을 확보할 수 있는 침단센서 기반 정밀도 10mm (교장 100m당) 미만의 교량 3차원 글로벌 거동 측정 기술 개발	광섬유센서 및 가속도계 센서 기반 교량 붕괴징후 여부 판단 기술 개발	- 광센서 기반 교량 붕괴 징후 여부 판단 기술 개발 - 가속도계 기반 전체 이상 거동 감지를 위한 헨디미터 기술 - Test Bed 구축	없음
	56. 기존 유선계측장치 문제 해결을	Transmitter - 입력 : IEPE 가속도센서	센서(가속도) 출력 신호를 저 노이즈 레벨 및 고해상도로 디지털화 하는 기술	없음

구 분	제안 과제	연구목표	연구내용	비 고 (현재 진행 중 과제)
	위한 유.무선 혼합 방식의 T/R Pairing 기술 개발	($\pm 10\text{V}$, 100mV/g) - 목표 성능 : Max 10kSPS, 16bit A/D 변환, S/N:120dB - 특징 : 실시간 데이터 전송, 버퍼메모리 이용 30초 데이터 저장, 리튬폴리머 배터리 사용 ▪ Receiver - 입력 : 블루투스(921600bps) - 목표 성능 : Max 10kSPS, 16bit D/A 변환, S/N:120dB - 출력 : 전압출력($\pm 10\text{V}$ 원신호 대비 오차율 1% 이하) - 특징 : PC와 시리얼 통신을 이용하여 로거 설정 및 로거 연결	▪ 전력 소모량 최소화 로거 알고리즘 및 저전력 회로 기술	
	57. 부식된 콘크리트 교량 슬래브의 성능 예측 기술 개발	▪ 콘크리트 교량의 Deck 시스템을 설계하여 부식/실내 구조 실험을 수행, 추계학적(Stochastic) 다물리(Multiphysics) 시뮬레이션을 통한 환경조건(습도, 온도, Chloride, 화학반응 속도, 등)과 콘크리트 재료의 기초 재료 및 기계적 상수(탄성 계수, 압축, 인장 강도, Bond강도, 철근 단면손실)의 상관관계 정립	▪ Full-scale bridge deck 제작 ▪ 성능 평가를 위한 구조 실험 ▪ Dynamic actuator를 이용한 교통 하중의 실험 ▪ 기초재료상수의 공간적 분포를 고려한 추계학적 유한요소 모델 개발 ▪ 공간 내 재료상수 분포 예측을 위한 모델 업데이트 방법 개발	▪ 없음
	58. 성능기반 시설물 평가 기법 및 유지관리 방안 기술 개발	▪ 교량의 요구 성능 및 보유성능을 기반으로 하는 교량 유지관리기법을 개발하여 유지관리비용을 최소화할 수 있는 합리적인 유지관리방안 수립	▪ 요구성능 영향인자 분석 및 평가 기법 개발 ▪ 성능기반 시설물 평가 기법 개발 ▪ 성능기반 유지관리계획 수립 기법 개발 ▪ 다양한 조건 및 형식의 교량에 적용한 예제집 및 지침서 개발	▪ 없음

구 분	제안 과제	연구목표	연구내용	비 고 (현재 진행 중 과제)
	59. 점검차량을 이용한 교량 건전성 평가 기술 개발	점검 주기 축소, 점검 비용 30% 절감, 교량의 성능 정보를 업데이트하기 위한 데이터 수집 빈도 증가, 정밀안전진단 수준의 데이터 확보를 통해 교량의 일상 안전 수준 향상	- 교량 상시 모니터링 시스템 구축 - 교량 점검용 전용 차량 개발 및 운용	없음
	60. 진동 계측데이터 기반 SOC시설물의 현상태 평가 기술 개발/사용성 확장 및 기술 표준화	계측데이터 기반 SOC 시설물의 현상태 평가 기술을 개발/사용성 확장하고, 대상 시설물별 기술 표준화	- 적용 대상 구조물 확장 - 사용 가능 S/W 확장 - 코드 패킷/모듈화 - 사용성 향상 - 기술 표준화	없음
	61. 강구조 및 콘크리트 구조물의 기준점 변위를 보정한 레이저 변위 측정 시스템 구축 및 자동화 유지관리 시스템 기술 개발	강구조 및 콘크리트 구조물에 대한 기준점 보정을 통한 향상된 레이저 변위 측정 시스템 개발, 외부 환경조건(충격하중, 지진, 바람, 온도, 등) 및 표면 상태를 극복할 수 있는 안정화된 측정·진단 시스템 개발	- 기존의 레이저를 활용한 측정 센서 개발현황 조사 및 비교를 통한 발전방향 모색 - 기준점 보완을 위한 레이저 측정시스템의 알고리즘 개발 - 안정화된 레이저 변위 측정 장치의 개발 - 개발된 시스템의 모의실험 및 데이터 처리기법 개발 - 실제 사용 중인 강구조 및 콘크리트 구조물에 개발된 계측 시스템 및 분석기법의 적용 및 검증	없음
	62. 재난전후 또는 환경조건 변화시 시설물 성능저하 예측기술-재난전후 성능저하 예측용 계측기술 개발	90% 이상의 신뢰도를 갖는 교량 구조물의 지진에 따른 손상도 판정기법 및 센싱시스템의 개발	- 교각의 지진피해 정도를 판정할 수 있는 센싱 시스템 및 원격송수신 장치의 개발 - 지진 전후의 교량구조물의 손상도 판정을 위한 알고리즘의 개발 - 지진재해 전후의 재해도 판정을 위한 신뢰성 기반의 계측기법 개발	없음
	63. 사용자 중심의 만족도 평가를	전문가가 아닌 일반인의 판단으로 시설물의 사용성 평가, 시설	- 개발 프로그램에서 다룰 대상 시설물 설정 - 사용성 평가 항목 설정	없음

구 분	제안 과제	연구목표	연구내용	비 고 (현재 진행 중 과제)
	위한 사용성 정량화 기술(기획연구) 개발	물의 사용성을 5가지 등급(A~E)으로 나누어 최종 평가, 시설물별로 각각의 문항을 만들어 평가의 신뢰성 높임	■ 설정한 항목에 대한 검증방안 연구 ■ 프로그램 개발 및 검증	
	64. 신뢰도 80% 이상의 3차원 수치해석모델을 통한 현상상태 기반 성능평가 기술 개발	■ 계측된 데이터를 기반으로 시설물의 환경조건에 따른 안전도 예측기술 개발	■ 계측 데이터 기반 해석모델 구축 기술 ■ 외부 환경조건 구현 기술 ■ 해석 및 평가에 따른 검증방안 연구	■ 없음
	65. 구조물의 계측 데이터를 활용한 이상 상태 감지를 위한 관리 기준 기술 개발	■ 교량, 댐 등 주요 구조물별 계측 관리 기준항목 선정, 항목별 자동 계측 관리기준 산정 방법 개발, 구조물의 자동계측 관리기준 산정 프로그램 개발, 구조물의 자동계측 관리기준 적용 계측 센서 개발	■ 구조물별 자동 계측 시스템 운용을 위한 효과적인 계측 관리기준 항목 선정 ■ 통계적 방법과 물리적 현상을 반영한 이상 거동 평가 기법 개발 ■ 관리기준 산정을 위한 임계값 추출 기법 개발	■ 없음
	66. 폭발 및 충격 하중에 대응하는 교량의 등급 평가 기술 개발	■ 교량의 등급별 폭발 및 충격에 대한 대응 성능 평가 지표 구축, 폭발 및 충격 하중에 대응하는 교량의 성능 평가 프로그램 개발, 폭발 및 충격 하중에 대응하는 교량의 보수/보강 기법 개발	■ 폭발 및 충격에 대한 교량의 손상 평가 기법 개발 ■ 교량의 중요도를 고려한 성능 등급 지표 개발 ■ 폭발 및 충격 하중에 대응하는 교량의 성능 평가 프로그램 개발	■ 없음
	67. 기존 시설물의 계측 데이터 전송 성능 저하 문제 해결을 위한 무선 채널 hopping 방식의 고신뢰성 센서 네트워킹 기술 개발	■ 재해확산 예측을 위한 다기능 USN 센싱기술 및 수집된 데이터의 통합 분석기술 개발	■ 시설물 환경을 고려한 장거리 전송 복합센서노드 ■ 시설물 환경을 고려한 신뢰성 있는 라우팅 프로토콜 ■ 다양한 이종망을 통한 재해 상황 전달을 위한 중계기	■ 없음

구 분	제안 과제	연구목표	연구내용	비 고 (현재 진행 중 과제)
	68. 지진전후 교량구조물의 성능저하 예측시스템 기술 개발	신뢰도 90% 이상의 지진전후 교량구조물의 피해유무확인기술 개발	- 점검차 탑재형 등 간편 신호수집 시스템 개발 - 응답소성률에 의한 지진재해도 판정 S/W개발 - 모형부재 시험을 통한 지진재해판정시스템의 검증	없음
	69. 상태 정량화 기반 플랫폼형 성능평가체계 기술 개발	연구대상 시설물에 대하여 기존의 상태평가, 안전성평가 내용을 포함하면서 구조적/비구조적 안전성을 고려한 시설물별 성능평가가 실시간 자동화 프로그램에 의하여 수행될 수 있도록 표준화 플랫폼 형태의 시스템 구축 기술	- 기존 유지관리시스템 분석 및 개선방향 수립 - 국가 교통망시설물 성능평가 자동화 플랫폼 구축 - 데이터베이스 정보처리 모듈 개발 기술	없음
	70. 환경조건을 고려한 데이터 통합형 성능수준 평가 기술 개발	SOC 시설물 성능에 영향을 미치는 환경조건을 고려한 시설물 성능수준 평가 기술개발과 다양한 환경조건을 고려한 데이터 기반의 성능평가 지수 (data-driven performance index) 개발	- 환경조건이 시설물의 거동에 미치는 영향에 대해 컴퓨터 시뮬레이션 및 실험을 통한 분석 - 환경조건을 고려한 데이터 통합형 시설물 성능평가 알고리즘 개발 및 검증 - 시설물 성능평가 계량화기법 개발	없음
	71. 온도영향을 배제한 데이터를 사용한 구조물 성능변화 추정 기법 개발	계측된 데이터에서 온도에 따른 변화를 제외한 순수 하중에 의한 거동만을 추정하고, 이를 활용하여 이벤트가 발생한 전후 구조물의 성능이 어떻게 변화하는지를 평가하는 기술을 개발	- 계측데이터에서 온도영향을 배제하는 알고리즘의 개발 - 기준데이터로 구조물의 확률통계적 데이터모델 설정법 개발 - 이벤트 전후 데이터를 활용한 구조물 성능저하 평가기법 개발 - 실 구조물의 장기 계측 데이터를 활용하여 개발된 기법의 검증	없음
	72. 구조물의 이상상태 감지를 위한	구조물에 설치된 센서별 계측되는 데이터를 활용하여 데이터의	기존 구조물 계측데이터의 관리기준치 설정법 조사 및 분석	없음

구 분	제안 과제	연구목표	연구내용	비 고 (현재 진행 중 과제)
	계측데이터 관리 기준치 설정법 개발	거동 패턴을 분석하고 이를 통해 데이터의 관리기준치를 통계적 분석을 통해 재설정하여 이상 상 태가 발생할 경우 감지할 수 있 는 기술을 개발	- 기존 계측데이터의 패턴 분석 - 새로운 관리기준치 재설정 기법의 제시 - 이상 상태 감지기법 개발	
	73. 신뢰도 기반 교 량 내하력평가 기술 개발	현행 교량에 대한 정밀안전진단 시 적용하는 보정계수를 활용한 결정론적 개념의 내하율 및 내하 력 계산법을 선진국에서 적용하 고 있는 설계와 평가에 대한 목 표신뢰도의 차등을 인정하는 신 뢰도 기반 내하율 및 내하력 계 산법으로 개선	- 평가를 위한 재료 특성치 결정법 및 하중모델 의 제시 - 교량의 해석모델 업데이트 기법 개발 - 현장실험을 통해 제시되는 신뢰도 기반 내하율 의 적합성 검증 - 현행 교량 정밀안전진단세부지침의 내하율 및 내하력 공식 수정	없음
	74. 계측데이터를 사 용한 구조물 수 치해석모델 개선 자동화 프로그램 개발	진단회사 등 실무에서 어려움을 겪고 있는 구조물 수치해석모델 개선 작업을 그들이 사용하고 있 는 사용프로그램에 용이하게 할 수 있도록 자동화 프로그램을 개 발하고 실용화시키고자 함	- 구조물 수치해석모델 개선을 위한 System Identification 알고리즘을 정립하고 개발 - 현장실험을 통한 개발된 알고리즘의 적합성 검증 - 기존 사용프로그램에 개발된 알고리즘을 적용	없음
	75. 영상을 이용한 사회간접시설물 의 건전도 모니터 링을 위한 시 스템 및 해석기 법 개발	구조물의 모든 지점에 대한 변위 응답과 변형률응답을 영상을 이 용하여 측정, 사회간접시설물의 동 특성을 추출할 수 있는 기법을 이 용하여 건전도 평가 방법을 향상	- 영상을 이용한 구조물의 다중 변위응답 측정기 법 및 고해상도화 - 영상을 이용한 변형률응답 측정기법 개발 및 동특성 추정기법 - 계측 및 추정된 응답으로부터 구조물의 수치해 석모델 개선	없음
성능수준 평가 (강재 내구성)	76. 강재 부식 성능 분야 평가 기준 개선 연구	강재 부식수준 기반 내구성능-안 전성능 분야 부식지표 평가 기준 보완을 통한 부식평가 결과의 신 뢰도 향상 도모	- 부식성능분야 열화모델 개발 - 강재 부식 수치해석모델 개발 - 수치해석 및 실험결과를 통한 강재 부식한계 설정 - 현행 부식성능 평가기준 개선방안 제시	- 강재 내구성 평가방 법 및 등급화 기법 개발 - 시설물 특성 및 사용 조건에 따른 평가지

구 분	제안 과제	연구목표	연구내용	비 고 (현재 진행 중 과제)
	77. SOC 시설물별 강제 열화환경 평가기준 개선 연구	SOC 시설물별 특성적 열화환경의 측정 및 분석을 통한 환경인자별 정량적 평가방법 및 등급분류기준의 신뢰도 향상 도모	- SOC시설물별 공용중 사용환경 조사 및 측정 (시설물별/지역별/계절별) - 사용환경에 따른 부식영향도 분석을 위한 시편 설치 및 모니터링 결과 분석 - 현장 열화특성 모사 가능 실내시험 방안 도출 및 상관관계 도출 방안 제시 - 실환경 및 실내시험 결과를 기반으로 한 부식 속도 제시 - 부식속도 기반 열화모델 제시 및 등급분류기준 개선	표 선정 - 등급분류 기준 및 가중치 설정 - 내구성 평가 매뉴얼 개발 및 시범적용에 의한 활용성 검증
	78. 공항/상수도 시설물 도장 열화 모델 개발 및 평가기준 개선 연구	교량 등 일반 토목구조물과 상이한 공항 및 상수도 시설물 도장에 대해 열화모델을 도출하고 관련 등급분류기준의 신뢰도 향상 도모	- 실내외 도장 열화시험 및 결과분석 - 현장데이터 조사 및 분석 - 인자별 정량화 및 등급화 - 시설물별 열화모델 도출 - 시설물별 등급분류기준 개선	
	79. 시설물별 대표적인 도장에 대한 열화인자별 열화속도 조사 연구	시설물별 대표적으로 사용하는 도장의 종류를 조사하고 열화인자에 따른 도장별 열화속도를 조사하여 각 도장별 열화등급 분류에 대한 근거를 마련	- 시설물별 대표적으로 사용하는 도장의 종류 및 특성 조사 - 각 도장별 열화인자에 대한 민감도 분석 - 각 도장별 열화인자에 대한 도장열화 및 부식 속도 조사 - 시설물별 각 도장의 열화인자에 따른 도장열화 및 부식속도 예측 모델 개발 - 각 도장별 대표적인 열화인자 및 열화 속도에 따른 열화 등급 분류 기준 마련 - 시설물별 도장 종류에 따른 열화 등급 체계 개선	
	80. 강제 내구성(부식) 예측 및 설치환경별 한계 내구성지표 제안	강구조물 설치환경별 발생할 수 있는 강제 내구부식수준 예측과 향후 발생할 수 있는 한계 부식수준 평가법을 제안하여 구조물 유지관리 단계에서 열화상태를 파악할 수 있는 방법 제안	- 설치환경별 부식손상 예측 방법 개발 - 구조물 및 현장조건에 따른 현장 모니터링 기법 적용 안 제시 - 공용수명 기간에 따른 한계 및 안전성 확보 수준관련 내구성능 기준 제시 - 부식성능 평가기준 개선방안 제시	

구 분	제안 과제	연구목표	연구내용	비 고 (현재 진행 중 과제)
성능수준 평가 (콘크리트 내구성)	81. 제설제에 의한 염해환경 데이터 베이스 구축	도로시설물(교량, 옹벽, 터널 등)에서 제설제에 의한 염해환경을 시설물별로 측정하여 국가기반데이터를 확보하고 제설제에 의한 염화물 침투량을 분석하여 ‘제설제 환경 vs. 내구성 저하’의 관계를 도출하여 내구성 평가에 반영	- 도로교량, 옹벽, 터널에서의 제설제에 의한 대기중의 염분량 조사 - 제설제 염해환경이 콘크리트 내구성에 미치는 영향 분석 - 제설제에 의한 염해 내구성 평가 모듈 개발	- 콘크리트 시설물 내구성 등급 산정 매뉴얼 개발 - 피복콘크리트 품질 등급 산정근거 마련 - 염화물 침투량 등급 산정기준 개정
	82. 성능중심 내구성 평가방식의 선택 과업 체계 구축	현행 성능중심 내구성 평가에 대하여 기본과업 외에 선택과업 항목을 설정하고 이에 대한 판정기준과 근거를 개발하여 성능중심 평가의 수준과 적용범위를 넓힘	- 선택과업 후보기술 선정 - 후보기술별 평가절차 및 기준 근거 마련 - 기본과업과 선택과업의 통합 평가체계 구축	
	83. 첨단 이미지 기반 콘크리트 시설물 의 내구성 손상 표준화 기술	콘크리트 시설물의 상태평가의 첨단화/정밀화를 위한 썬섹션(Thin-section) 이미지 분석 기술 활용	- 썬섹션(Thin-section)을 활용한 마이크로-메소 레벨 이미지 분석 기술 개발 - 내구성 평가 표준화 이미지 체계 구축	
	84. 접근이 어려운 시설물 및 부재 의 내구성 평가 체계 개발	인력이 접근하기 어려운 지점에 있는 부재는 무거운 장비를 사용하는 재료검사를 실시하기 어려워 내구성 평가의 사각지대에 놓이게 되므로 이를 평가할 수 있는 기술을 개발하고자 함	- 열화환경을 고려한 시설물 내구성 평가기법 개발 - 인근 부재의 재료검사 결과를 활용하는 평가기술 개발 - 로컬환경의 변화에 따른 내구성 변화 추이 분석 - 내구성 평가 사각지대의 내구성 평가 기법 개발(90% 신뢰도)	
	85. 시설물 상태에 따른 수명종결 상태 정의 기술	시설물의 내구성을 평가함에 있어 시설물의 사용 수명 종결에 대한 시점을 시설물별로 정확히 정의하여 공용중 시설물의 사용종료 혹은 계속사용 등을 결정할 수 있는 체계 확립	- 시설물별 사용 수명에 영향을 미치는 인자 조사 및 분석 - 수명 종결에 미치는 크리티컬 포인트 설정 및 평가 체계 구축 - 시설물별 특성을 고려한 사용수명의 종결상태 정의	
	86. 동해와 염해의 복합열화를 받는	교량 부재에서 제설제에 대한 내구성이 가장 취약하지만 점검하	동해와 염해의 복합열화로 손상되는 교량 바닥판 현황 조사	

구 분	제안 과제	연구목표	연구내용	비 고 (현재 진행 중 과제)
	교량 바닥판의 내구성 평가기법 개발	기 조차 어려운 바닥판을 대상으로 제설제에 의한 염해와 동해가 동시에 발생하는 열악한 환경에서의 맞춤형 내구성 평가 기법 개발	- 동해와 염해의 상호 작용에 의한 내구성 저하 가속화 모델 개발 - 복합열화(동해, 염해)를 받는 교량 바닥판의 내구성 평가 기법 개발 - 복합열화로 손상되는 노후 바닥판의 유지관리 지침서 개발	
	87. 피복 콘크리트의 내구성능 저하도에 대한 정량적 판정기법 연구	철근콘크리트 시설물의 표면부의 품질은 구조물의 내구성에 가장 큰 영향을 미치는 부위로서 표면부 혹은 피복콘크리트의 품질을 파괴 혹은 비파괴적 방법으로 정량적으로 판정할 수 있는 기법 개발	- 콘크리트 표면 거칠기에 활용한 동해 내구성 저하도 평가 기술 - 콘크리트 표면 타격에 의한 내구성 저하도 평가 기술 - 콘크리트 표면 변색과 내구성 저하도 상관관계 도출 - 피복 콘크리트의 공극분포를 고려한 내구성 평가 기술 - 피복 콘크리트의 내구성을 활용한 시설물 내구성능 평가 기술 개발	
	88. 대기중 염분의 콘크리트 침투 특성 조사연구	해안 대기중 염분이나 도로상의 제설제 염분이 주변 구조물에 침투하여 시설물의 내구성 저하를 일으키지만 일반 염해와 달리 “기건 상태에서의 염분 침투”에 의한 염해는 침투특성이 규명되지 못하여 평가에 어려움이 따름	- 기건 상태에서의 염분침투 모사환경 구축 - 장기 옥외노출 시험체 제작 및 실험 - 비래염분과 제설제 염분의 콘크리트 침투 특성 및 열화속도 규명 - 대기중 염분의 콘크리트 침투에 따른 내구성 평가 기술 개발	
	89. 기후변화 대응형 내구성 평가 체계 구축	최근 우리나라의 기후변화에 따라서 발생할 수 있는 콘크리트 시설물들의 달라지는 열화환경을 추적하여 내구성 평가에 반영할 수 있는 방안 도출	- 시설물의 내구성에 영향을 미치는 기후변화 요인 도출 - 기후변화 추이에 따른 내구성 변화 이력 체계 구축 - 기후변화와 시설물의 내구성 상관관계 도출 - 기후변화에 대응하는 내구성 평가 체계 개발	
안전성	90. 볼 트 연결 부	자가진단 또는 자가체결 기능을	강교의 형식별 발생 진동에 대한 연구	없음

구 분	제안 과제	연구목표	연구내용	비 고 (현재 진행 중 과제)
평가기술	200m 이내, 볼트 장력 10% 내외 감소 모니터링을 위한 강교량 볼트연결부 지능형 안전관리 기술 개발	가진 지능형 볼트의 강교에 대한 적용성과 내구성 및 경제성 분석을 통한 지능형 볼트의 적용 방안 확립	- 강교의 볼트 풀림 특성에 대한 연구 - 기존 지능형 볼트의 성능 검증 실험(정밀도, 적용성, 내구성, 경제성) - 기존 지능형 볼트의 장·단점 및 개선방안 도출(정밀도, 적용성, 내구성, 경제성) - 실시간 자가 진단/자가 치유 볼트를 적용한 최적의 볼트연결부 안전관리 시스템 개발 - 스마트 연결시스템 및 관리시스템에 대한 현장 검증실험	
	91. 교량 부재 거동 100% 감시를 위한 핵심 부재별 이상상태 검출 기술 개발	누락된 모니터링 부재 계측 방안 마련, 경제적/효율적 센싱 시스템 개발	- 누락된 교량 모니터링 부재의 합리적 분류 (붕괴 유발 부재, 볼트 접합 부위, PS 긴장재 현재 응력 계측 등) - 누락된 부재의 모니터링을 위한 센싱 시스템 개발 - 스마트 부재 개발 - Test-bed 구축을 통한 성능 검증	■ 없음
	92. 스마트 베어링을 이용한 B-WIM(Bridge Weigh In Motion) System 기술 개발	기존의 교량반침 및 면진시스템에 하중센서, 변위센서를 적용하여 면진시스템의 상태를 상시 파악할 수 있는 스마트 베어링 및 면진시스템 개발	- 스마트 베어링 제작기술 개발 및 상용화 - 스마트 베어링의 성능검증기준 정립 - 지점부의 반력응답을 이용한 교량의 고정하중 산정 및 차량 통행특성 분석	■ 없음
	93. S e n s o r embedded 보강재(reber, 강연선, 강봉) 기술 개발	Sensor 일체형 스마트 보강재(reber, 강연선, 강봉) 기술개발	- 보강재용 FBG 소자 원천기술 개발 - FBG embedded rebar 기술개발 - FBG embedded 강연선, 강봉 기술개발 - 센서 노출 부속장치 기술개발	■ 없음
	94. 강교의 안전성 증대와 유지관리 효율화를 위한 볼트연결부의 안전관리 시스템	자가진단 또는 자가체결 기능을 가진 지능형 볼트의 강교에 대한 적용성과 내구성 및 경제성 분석을 통한 지능형 볼트의 적용 방안 확립	강교의 형식별 발생 진동에 대한 연구	■ 없음

구 분	제안 과제	연구목표	연구내용	비 고 (현재 진행 중 과제)
	기술 개발			
	95. 광섬유 센서를 매립한 비탈면 배수시설의 상태 측정 기술 개발	콘크리트 배수시설에서 감지되는 광섬유센서 신호를 분석하여 지반 및 배수시설의 상태를 측정하고 기능상의 문제를 사전에 감지하여 배수문제로 인해 비탈면에서 생길 수 있는 붕괴를 예방함	- 광섬유센서의 선정 - 광섬유센서를 매립한 콘크리트 배수시설의 설계 및 시공 범위 검토 - 실내 검증을 위한 축소모형 제작 - 광섬유센서의 응답특성을 이용한 균열 및 변형 검출 방안 검토 - 현장적용 결과를 반영한 설계 및 시방서, 유지관리 매뉴얼 작성	없음
	96. 도심지 지반재해 피해저감을 위한 매립식 리프트형 토사재해 센서 활용 기술 개발	국내 도심지에서 발생한 산사태, 토석류 등과 같은 토사재해의 발생규모와 SOC 시설물이 위치한 도심지의 경관을 고려하여, 토사재해 방어 지점별 발생규모의 120%를 방어할 수 있는 가변 매립식 리프트형 제어시설 개발	- 제어시설의 요구성능 및 감응방식 선정 - 제어시설의 핵심부재 축소모형 제작 및 실내검증 실험 - 실물 성능 검증 및 연구성과 활용방안 수립	없음
	97. 안전성능 평가지표 측정을 위한 정량화 연구	SOC 시설물에 대한 안전성을 평가지표에 따라 정량적으로 평가하여 신뢰성 향상 기대	- 안전성 평가지표 및 타당성 조사 - 평가지표에 따른 안전성 조사 방법 및 측정 기술 개발 - 정량화 지표 및 평가 지표 설정	없음
	98. 위험도 기반 시설물 이상 징후 예·경보 기준 설정 기술	위험도 기반 시설물의 이상 징후 예·경보를 통하여 예방적 유지관리 기술의 발전을 도모	- 확률통계학적의 위험도 개념 확립 - 기존의 예·경보 시스템 조사 - 자연재해에 따른 구조물 이상 징후 예·경보 시스템 조사 및 분석 - 위험도 기반의 효과적인 예·경보 시스템 개발	없음
	99. ICT 융합기술 기반 고신뢰도 시설물 성능 실시간 모니터링 체계 구축 기술	시설물에 대해 ICT 기술과 실시간 모니터링 체계를 융합하여 안전성능 평가에 활용	- ICT 기술 기반 시설물 안전성 평가 시스템 개발 - ICT 기술 기반 안전성 평가 가이드 라인 제시 - 실시간 모니터링 기술 조사 및 분석 - ICT 기반 실시간 모니터링 기술 개발	없음
자산 가치평가	100. 시설물의 가치 산정을 위한 대	시설물 별로 대체원가 산정 기준 정립 및 감가 기준 정립, 향후	다양한 국가별로 적용하고 있는 SOC 시설물의 가치평가 기준과 감가상각 논리를 분석하고 장	없음

구 분	제안 과제	연구목표	연구내용	비 고 (현재 진행 중 과제)
	체원가 기반 가치평가 기준 개발	비용효과분석 도입에 필요한 기초 DB 구축	- 단점을 검토하여 국내 적용에 적합한 기준 정립 - 현재 시행되는 시설물별 보수 및 보강공법의 특성을 파악하고 정량화하여 공법 적용이후 가치 향상에 대한 평가를 정량화 - 현행 국유재산관리를 담당하는 d-Brain과 연계 방법 검토	
	101. 국내 사회기반 시설 자산관리 인증제도 개발	ISO55000에 상응하는 국내 자산관리 표준 업무 절차 및 절차서 개발	- 자산관리 수행 주체를 자산 소유 기관, 관리대행 기관, 컨설팅 용역업체 등으로 구분하고 각 기관별 자산관리 수행을 위한 표준 업무 절차, 업무수준 평가 방안을 개발 - 자산관리 확산 및 전문가 양성을 위한 교육 프로그램 개발	없음
	102. 국내 사회기반 시설 성능중심 유지관리 표준 보고서 개발	시설물 관리 주체별, 시설물별 연간 표준 자산관리 보고서 개발	- 시설물 관리 주체별, 지자체별 자산관리를 시험 적용 및 수행함으로써 자산관리 연간 보고서를 개발함 - 표준 보고서 시험적용 및 개선 및 지속적인 개선 프로그램 개발	없음
의사결정 방법 및 대안별 시나리오 분석	103. SOC 시설물 중장기 예산 분석에 적용 가능한 시나리오분석기법 표준안 개발	다양한 유지보수 예산 규모에 따라 변화하는 시설물의 미래 상태를 예측하여 적정한 유지보수 비용의 제시가 가능한 논리 개발	- 시나리오 분석 표준 절차 정립 - Multi-variate constrained optimization 방법론 정립 - 중장기 유지보수 예산 분석 표준 절차 정립 - 시설물 종류별 시나리오분석 적용 예제 개발	없음
자산관리 체계 구축	104. 집중호우, 지진, 강설 상황을 대비한 예방적 자산관리 기술	SOC 시설물의 자산관리체계 구축 기반을 마련하고 예방적 자산관리 기술을 마련	- 자연재해에 의한 기존 시설물 피해 조사 및 분석 - 시설물 환경지표를 반영한 최적 자산관리 기술 개발 - SOC 시설물 자산관리 기법 시범적용 - 시설물별 자산관리 기법을 반영한 시설물 예방적 자산관리 체계 구축	없음
	105. 환경변화에 대응한 중장기 정책 수립 표준화 기술	SOC 시설물의 자산관리체계 구축 기반을 마련하기 위한 정책 표준화 및 제도화 추진	시설물 자산관리체계 구축기법(안)표준화/제도화 방안 제시(시특법, 성능평가 지침 등)	없음

구 분	제안 과제	연구목표	연구내용	비 고 (현재 진행 중 과제)
의사결정 을 위한 위험도 분석	106. SOC 시설물의 위험도 분석 기 술 표준안 개발	위험의 종류에 따라서 발생시 시 설물의 성능 손상을 정량화할 수 있는 표준 모델 개발	- SOC 시설물에서 발생 가능한 모든 위험의 종 류를 식별 - 위험의 발생에 따라서 성능의 손상 여부와 심 각성을 검토할 수 있는 Risk Assessment 표준 모델 개발 - 시설물 유지관리에 위험도를 포함 여부를 결정 하는 논리 개발	없음
의사결정 을 위한 최적화	107. SOC 종합성능 평가 의사결정 체계 개선 연구	SOC 시설물에 재한 종합성능평 가 기준을 마련하여 스마트기법 을 도입한 유지관리 기법 개발	- 종합성능평가 평가인자 및 가중치 결정기법 개선 연구 - 사회, 경제, 환경적 요인을 고려한 성능평가 선 진화 연구 - 종합성능평가 스마트기법 유지관리 연계방안 연구	없음
	108. 도시 네트워크 기반의 효율적 유지관리 의사 결정 시스템	SOC 시설물의 효과적인 유지관 리를 위한 도시 네트워크 기반의 의사결정 시스템 마련	- 도시간 네트워크 형성 - 도시 기반망 네트워크 분석 - 유지관리 의사결정 체계 구축 - 유지관리를 위한 의사결정 시스템화	없음
	109. 도로망 기반의 도로시설물 전 략적 중요성 정 량화 기술	국내에 형성되어 있는 도로망을 활용하여 도로시설물(교량 및 터 널 등)에 대한 중요성을 부여하 고 효과적인 유지관리 의사결정 에 대한 신뢰성 향상 도모	- 국내 도로망 현황 조사 및 분석 - 국내 도로시설물 현황조사 및 분석 - 도로시설물의 중요도 결정 기술 개발	없음
	110. 사회기반시설물 사용에 따른 기 능적 중요도 정 량화 기술	사회기반시설의 기능에 따른 중 요도를 부여하고 효과적인 유지 관리 의사결정에 대한 신뢰성 향 상 도모	- 사회기반시설의 현황 조사 및 분석 - 사회기반시설의 기능적 요건에 따른 분류 - 사회기반시설의 중요도 결정 기술 개발	없음
예산결정 기관의 예산수립 및 배분	111. SOC 시설물의 예산 배정에 필 요한 의사결정 모델 표준안 개 발 연구	시설물이 보유한 다양한 세부 시 설물간 예산 배분 trade-off 분석 논리 개발 및 의사결정 모델 표 준안과 예제 제시	- 시설물별 의사결정에 필요한 성능지표 선정 방 법론 정립(설문조사 포함) - 표준 trade-off 분석 모델 개발 - 시설물 별 의사결정모델 결정 표준 절차 정립 - 의사결정모델 적용 예제 개발	없음
	112. 시설물의 자산 가치를 반영한	SOC 시설물의 자산가치를 평가 기반을 마련하고 이를 표준화 및	- 기존 시설물 자산가치 평가 기법 분석 - 시설물 환경지표(지역적, 사회적, 유지관리)를	없음

구 분	제안 과제	연구목표	연구내용	비 고 (현재 진행 중 과제)
	시설물 우선투 자순위 체계 구 축	제도화 하여 시설물의 우선투자 순위를 구축	반영한 최적 자산가치 평가 기법 개발 ▪ 시설물 자산가치 평가기법(안)표준화/제도화 방 안 구축(시특법, 성능평가 지침 등) ▪ SOC 시설물 자산가치 평가기법 시범적용 검토 ▪ 시설물 자산가치를 반영한 시설물 우선투자순 위 체계 구축	
	113. 빅데이터 기반 시설물 유형별 수명예측시스템 및 활용기술 개 발	- 전체 시설물 유형별 수명예측을 위한 빅데이터 기반 DB 구축 - 빅데이터 기반 DB활용을 통한 시설물 유형별 95%수준 정확도 수명예측시스템 기술 개발 - 시설물 열화모델 관련 DB센터 구축 및 사업화 전략 수립을 통한 자립화 도모	- 시설물 수명예측을 위한 유형별 DB 구축 및 시스템화 기술 개발 - 시설물 열화모델 관련 DB센터 구축 및 활용기 술 개발 - 열화 모델 및 구축 DB기반 미래 소요 유지보 수비용 산정 자동화 기술 개발	▪ 없음
	114. 이상기후 확대 에 따른 향후 시설물별 투자 소요예산 산출 기술	이상기후에 따른 시설물별 위험 도를 고려한 투자소요예산 산출 방안 제시	- 기존 시설물 위험도 평가 방법 분석 - 시설물 환경지표(지역적, 사회적, 유지관리)를 반영한 위험도 평가 기법 개발 - SOC 시설물 위험도 평가기법 시범적용 검토 - 위험도를 고려한 시설물 우선투자소요예산 산 출 기법 개발	▪ 없음
유지보수 작업 & 서비스	한국시설안전공단에서 “SOC 평가 시스템” 개발 중(2017년 12월 예정)			
유지보수 업무프로 그램 수립	115. 국내 사회기반 시설 성능지속 유지관리 교육 및 홍보 프로그 램 개발	안전진단업체 및 전문 용역업체 임직원 대상 교육 프로그램 개 발, 대국민 대정부 홍보를 위한 홍보 계획 수립 및 홍보 자료 개 발	- IIMM 2011, TAMG 2011, ISO55000 등 외국의 표준을 비교 검토하여 국내 교육프로그램 및 매뉴얼 개발을 위해서 벤치마킹 - 국내 실정에 적합한 유지관리 매뉴얼 작성 및 기본 교육 프로그램 개발 - 학회 및 포럼을 활용한 홍보 자료 및 프로그램 개발	▪ 없음
	한국시설안전공단에서 “SOC 평가 시스템” 개발 중(2017년 12월 예정)			

5.4 우선순위 도출

앞에서 조사된 기술수요조사에 대해 국책사업의 타당성(5점), 시장니즈(5점), 시장규모(5점), 목표달성 가능성(5점), 신시장 창출 가능성(5점), 범용성(5점) 등 총 30점 만점으로 기획위원 및 전문가들을 대상으로 우선순위 설문을 실시하였다. 여기에서 범용성이란, 해당 기술이 특정 시설군이 아닌, 전체 시설군에 공통으로 활용될 수 있는지 여부를 의미한다. 각 전문가가 평가한 점수가 높은 과제가 우선순위가 높은 것으로 정의하였으며, 도출된 최종 과제 115개 중 선진화 성능평가 체계를 구축하기 위해 제안된 29개 과제를 반드시 수행하여야 하는 과제로 고려하였고, 기술수요조사결과로 도출된 과제에 대해서만 우선순위를 산정하였다. 우선순위 산정 결과는 표 5.4에 정리하여 나타내었다.

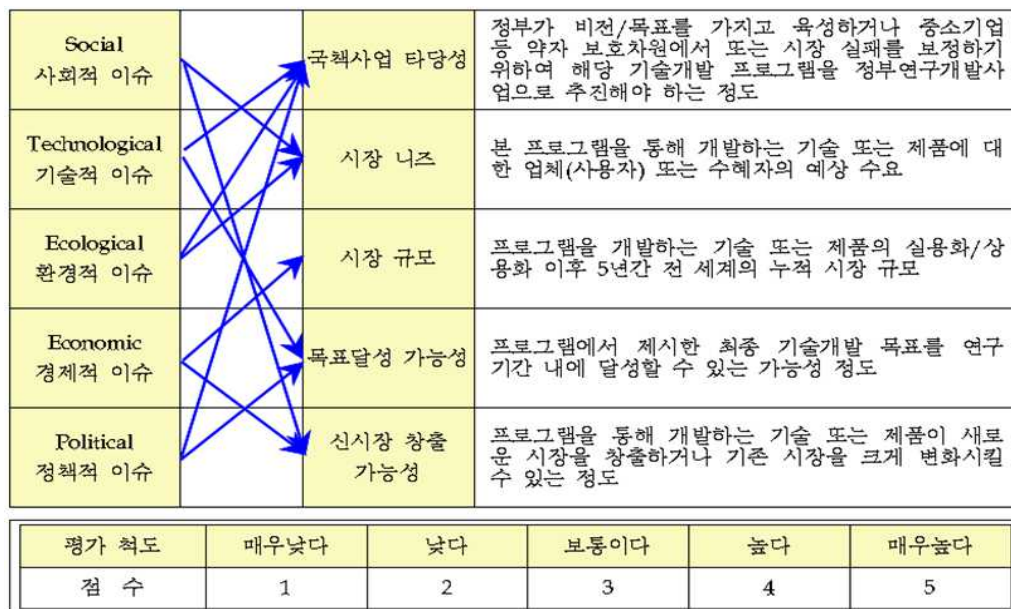


그림 5.1 우선순위 산정 평가지표 예

표 5.4 우선순위 산정 평가표

순위	수요조사 기술설명	평가내용						합계 (30)
	과제명	국책 사업의 타당성 (5)	시장 니즈 (5)	시장 규모 (5)	목표 달성 가능성 (5)	신시장 창출 가능성 (5)	범 용 성 (5)	
1	시설물의 자산가치를 반영한 시설물 우선투자순위 체계 구축	4.21	3.66	3.62	3.66	3.55	4	22.68
2	SOC 시설물 성능 수준 판정 기술 개발	4.21	3.5	3.36	3.54	3.54	4	22.62
3	SOC 시설물의 자산관리 적용을 위한 서비스수준의 정의 및 적용 방안 개발	4.29	3.5	3.54	3.86	3.61	4	22.30
4	성능기반 시설물 평가 기법 개발	4.19	3.59	3.59	3.7	3.26	4	22.17

순 위	수요조사 기술설명	평가내용						합계 (30)
	과제명	국책 사업의 타당성 (5)	시장 니즈 (5)	시장 규모 (5)	목표 달성 가능성 (5)	신시장 창출 가능성 (5)	범 용 성 (5)	
5	국내 도로시설물의 자산관리 체계 적용을 위한 시스템 개발	4.36	3.61	3.5	3.75	3.39	4	22.14
6	보수·보강공 수명예측을 위한 표준형 평가 기술 개발	4.04	3.68	3.54	3.36	3.39	4	22.06
7	기후변화 대비 댐 및 하천시설물 설계홍수량 산정 기술	4.39	3.89	3.28	3.72	3.56	3.17	22.00
8	재해(태풍, 지진 등)시 시설물 안전을 위한 SOC 시설물 정밀 해석기술 개발	3.81	3.37	3.26	3.44	3.41	4	21.69
9	도로시설물의 평가를 위한 자료 수집 및 분석을 통한 서비스수준 평가 방법개발	4.25	3.61	3.32	3.96	3.29	4	21.54
10	구조물 육안점검 객관성 확보문제 해결을 위한 이미지프로세싱 방식의 손상정보 패턴분석 기술 개발	3.63	3.59	3.44	3.63	3.44	3	21.50
11	SOC 시설물의 예산 배정에 필요한 의사결정모델 표준안 개발 연구	4	3.36	3.32	3.64	3.29	3	21.47
12	SOC 시설물에 적용 가능한 성능예측모델 표준안 개발	3.68	3.5	3.32	3.46	3.36	4	21.43
13	재난전후 또는 환경조건 변화시 시설물 성능저하 예측기술-재난전후 성능저하 예측용 계측기술 개발	3.96	3.54	3.29	3.39	3.36	3	21.22
14	WIM(Weigh-In-Motion) 시스템을 활용한 도로 및 교량의 하중모형 구축 및 상태평가 기술 개발	3.67	3.33	3.37	3.59	3.26	3	21.14
15	철도시설물의 평가를 위한 자료 수집 및 분석을 통한 서비스수준 평가 방법개발	4.25	3.43	3	3.96	3.39	3	21.08
16	상하수도시설물의 평가를 위한 자료 수집 및 분석을 통한 서비스수준 평가 방법개발	4.14	3.71	3.32	3.61	3.21	3	21.03
17	환경조건을 고려한 데이터 통합형 성능수준 평가 기술 개발	3.78	3.37	3.22	3.52	3.41	3	20.97
18	구조물의 계측 데이터를 활용한 이상 상태 감지를 위한 관리 기준 기술 개발	4.04	3.46	3.21	3.46	3.21	3	20.95
19	상태 정량화 기반 플랫폼형 성능평가체계 기술 개발	3.74	3.22	3.3	3.26	3.33	3	20.94
20	SOC 시설물의 위험도 분석 기술 표준안 개발	3.71	3.36	3.18	3.57	3.29	3	20.92

순 위	수요조사 기술설명	평가내용						합계 (30)
	과제명	국책 사업의 타당성 (5)	시장 니즈 (5)	시장 규모 (5)	목표 달성 가능성 (5)	신시장 창출 가능성 (5)	범 용 성 (5)	
21	수리시설물(댐 항만 포함)의 평가를 위한 자료 수집 및 분석을 통한 서비스수준 평가 방법개발	4.25	3.39	3.18	3.75	3.18	3	20.83
22	시설물의 성능 저하도를 예측하기 위한 자연 환경조건의 특성별 콘크리트 시설물의 노후화 예측 기술 개발	3.68	3.32	3.46	3.43	3.36	4	20.81
23	SOC 시설물 중장기 예산 분석에 적용 가능한 시나리오분석기법 표준안 개발	4	3.31	3.17	3.41	3.24	3	20.81
24	차량 하중 및 통행 빈도수에 의한 공용중 강교량의 피로성능 평가방법 및 매뉴얼 개발	3.7	3.37	3.22	3.67	3.33	3	20.77
25	SOC 종합성능평가 의사결정체계 개선 연구	3.89	3.18	3.14	3.64	3.18	3	20.75
26	FSM(Field Signature Method)을 이용한 실시간 교량 손상탐지 기술	3.44	3.48	3.3	3.44	3.52	3	20.74
27	부식된 콘크리트 교량 슬래브의 성능 예측 기술 개발	3.56	3.33	3.48	3.59	3.22	3	20.71
28	지진전후 교량구조물의 성능저하 예측시스템 기술 개발	3.78	3.26	3.22	3.48	3.3	3	20.63
29	프리스트레스 구조물의 Duct내 Tendon의 계면상태 및 건전성 평가를 위한 Laser를 이용한 비파괴 진단기법	3.26	3.48	3.48	3.26	3.48	3	20.60
30	콘크리트 터널벽체의 구조적 건전도 상태를 연속적으로 평가하기 위한 비파괴 탄성과 기법 및 이동형 하드웨어 시스템 기술	3.33	3.3	3.41	3.56	3.3	3	20.50
31	공항시설물의 평가를 위한 자료 수집 및 분석을 통한 서비스수준 평가 방법개발	4.07	3.29	2.93	3.82	3.29	3	20.39
32	운영 하중상태와 환경변화에 의한 시설물 손상 문제 해결을 위해 시설물별 손상패턴과 성능 분석기술 및 예측기술 개발	3.44	3.26	3.26	3.22	3.3	3	20.39
33	하천 보 구조시스템의 안정성 평가를 위한 상시 진동기반 모니터링 기법 개발	3.64	3.29	3.25	3.46	3.32	3	20.36
34	진동계측데이터기반 SOC시설물의 현상태평가기술 개발/사용성 확장 및 기술표준화	3.48	3.3	3.3	3.48	3.33	3	20.31

순 위	수요조사 기술설명	평가내용						합계 (30)
	과제명	국책 사업의 타당성 (5)	시장 니즈 (5)	시장 규모 (5)	목표 달성 가능성 (5)	신시장 창출 가능성 (5)	범 용 성 (5)	
35	영상을 이용한 사회간접시설물의 건전도 모니터링을 위한 시스템 및 해석기법 개발	3.33	3.15	3.26	3.37	3.41	3	20.29
36	육안점검의 비효율성 문제 해결을 위한 이미지 프로세싱 방식의 육안점검 보조 장비 개발 기술 개발	3.32	3.25	3.21	3.25	3.25	3	20.19
37	구조물의 이상상태 감지를 위한 계측데이터 관리기준치 설정법 개발	3.63	3.44	3	3.44	3.3	3	20.17
38	풍수해 취약 지반지지구조 붕괴위험 탐지를 위한 스마트 앵커 기술 개발	3.63	3.33	3.22	3.41	3.3	3	20.14
39	신뢰도 기반 교량내하력 평가기술 개발	3.63	3.3	3.22	3.37	3.19	3	20.14
40	오차율 10% 미만의 철도교 축중량 측정장치 및 이를 이용한 교량의 실시간 상태평가 기술 개발	3.37	3.22	3.15	3.74	3.41	3	20.11
41	SOC 구조물 성능평가를 위한(신개념 센싱 데이터 기반) 수치해석모델 개선 기술	3.39	3.04	2.89	3.46	3.36	3	20.03
42	시설물 상태에 따른 수명종결 상태 정의 기술 개발	3.86	3.04	2.96	3.39	2.96	3	19.95
43	계측데이터를 사용한 구조물 수치해석모델 개선 자동화 프로그램 개발	3.19	3.11	3.19	3.37	2.96	3	19.89
44	건전성(상태등급)을 시각적으로 표현할 수 있는 능동적 교량 상태 감지기술 개발	3.33	3.07	3.04	3.56	3.26	3	19.89
45	점검차량을 이용한 교량 건전성 평가 기술 개발	3.52	3.22	3.11	3.48	3.19	3	19.86
46	스마트 베어링을 이용한 B-WIM(Bridge Weigh In Motion) System 기술 개발	3.19	3.26	3.19	3.44	3.11	3	19.86
47	지하구조물 라이닝 장기 내구성 평가 기술 및 보수/보강 가이드라인 개발	3.44	3.22	3.04	3.22	3.22	3	19.81
48	시트법 시설물의 상태평가 민감도 분석 및 개선 기술 개발	3.67	3.19	2.96	3.48	2.85	3	19.72
49	무선센서 현장적용성 문제해결을 위한 대안 최적화기법을 적용한 계측기기 표준화기술	3.33	3.42	3.17	3.46	3.17	3.13	19.68

순 위	수요조사 기술설명	평가내용						합계 (30)
	과제명	국책 사업의 타당성 (5)	시장 니즈 (5)	시장 규모 (5)	목표 달성 가능성 (5)	신시장 창출 가능성 (5)	범 용 성 (5)	
50	명확하고 신뢰성 높은 상태평가를 위한 시설물의 하중입력-응답출력 입출력관계 규명을 통한 시설물 상태평가기술 개발	3.11	3.11	3.22	3.41	3.22	3	19.64
51	돌발재해 대응 실시간 예·경보 자동 전파 체계 기술	3.29	2.93	2.82	3.11	2.96	3	19.62
52	강 교량 연결부의 볼트풀림 감지를 위한 자체 전원공급 임피던스 센서노드 및 스마트 계면판 기술 개발	3.15	3.19	3.19	3.52	3.15	3	19.60
53	콘크리트 시설물의 상태평가의 첨단화/정밀화를 위한 썬섹션(thin-section) 이미지 기반 열화손상의 표준화 기술 개발	3.3	3.19	3	3.41	3.44	3	19.54
54	광섬유 센서를 매립한 비탈면 배수시설의 상태측정 기술 개발	3.33	3.19	3.15	3.22	3.19	3	19.53
55	강구조 및 콘크리트 구조물의 기준점 변위를 보정한 레이저 변위 측정 시스템 구축 및 자동화 유지관리 시스템 기술 개발	3.41	3.3	3.15	3.37	3.3	3	19.51
56	장기 모니터링용 센서 및 계측장비의 내구성 확보를 위한 고 신뢰성 패키징 기술 개발	3	3.11	3.11	3.48	3.19	3	19.47
57	교량부재 거동 100%감시를 위한 핵심부재별 이상상태검출 기술 개발	3.52	3.19	2.96	3.3	3.11	3	19.46
58	도심지 기반재해 피해저감을 위한 매립식 리프트형 토사재해 센서 활용 기술 개발	3.22	3.04	3.26	3.22	3.07	3	19.42
59	Sensor embedded 보강재(rebar, 강연선, 강봉) 기술 개발	3.15	2.89	3.07	3.33	3.07	3	19.34
60	기존 시설물의 계측 데이터 전송 성능 저하 문제 해결을 위한 무선 채널 hopping 방식의 고신뢰성 센서 네트워킹 기술 개발	3.15	3.11	2.93	3.15	3.19	3	19.29
61	신뢰도80%이상의 3차원 수치해석모델을 통한 현상태 기반 성능평가 기술개발	3.33	2.89	2.96	3.07	2.93	3	19.22
62	국내 사회기반시설 자산관리 인증제도 개발	3.56	2.93	2.78	3.33	2.81	3	19.22

순 위	수요조사 기술설명	평가내용						합 계 (30)
	과제명	국 책 사 업 의 타 당 성 (5)	시 장 니 즈 (5)	시 장 규 모 (5)	목 표 달 성 가 능 성 (5)	신 시 장 창 출 가 능 성 (5)	범 용 성 (5)	
63	20000μe 측정범위를 가지는 광섬유센서 기반 외피 케이블 장력측정 기술	2.7	3.22	2.96	3.67	3.26	3	19.14
64	폭발 및 충격 하중에 대응하는 교량의 등급 평가 기술 개발	3.67	2.89	2.93	3.44	3.04	3	19.11
65	강교의 안전성 증대와 유지관리 효율화를 위한 볼트연결부의 안전관리 시스템 기술 개발	3.19	3.07	3.15	3.41	3	3	19.11
66	광범위 구조물 안전 진단 상태 평가 영상화 진단 기술 개발	3.21	3.11	3.18	3.14	3.14	3	19.08
67	교량잔존수명 3년 이내 추정 오차율을 확보하기 위한 알고리즘 및 데이터 분석 기술 개발	3.3	2.96	3.15	3.15	2.96	3	18.97
68	내구수명 10년 이상을 확보할 수 있는 첨단센서 기반 정밀도 10mm(교장 100m당) 미만의 교량 3차원 글로벌 거동 측정 기술 개발	3.15	3.11	2.96	3.15	3.19	3	18.97
69	플랜트 원격 진단의 접근성 문제 해결을 위한 레이저 스캔 방식의 3차원 손상 추정 기술 개발	3.07	3	2.96	3.07	3.22	3	18.94
70	무인 장비를 활용한 대형구조물 진단 기술 개발	2.96	2.81	2.74	2.89	2.7	3	18.92
71	국내 사회기반시설 성능지속유지관리 교육 및 홍보 프로그램 개발	3.07	2.93	2.64	3.32	2.71	3	18.89
72	스트레스 형광물질을 이용한 균열감지 0.1mm/스트레스 분해능 5MPa 이내 급 비주얼 방식의 교량 손상 탐지 기술 개발	3.04	3	3.07	3.15	3.22	3	18.80
73	비접촉식 레이저 초음파를 이용한 강구조물 및 PIPE의 진단 및 수명예측 기술	3.33	2.79	2.79	3.75	2.83	3.21	18.70
74	기존 유선계측장치 문제 해결을 위한 유.무선 혼합 방식의 T/R Pairing 기술 개발	2.78	2.93	2.93	3.22	3.11	3	18.63
75	콘크리트 슬래브의 손상평가를 위한 비접촉 충격공진시험을 이용한 자동화 진단 및 평가 기술	3.04	2.78	3.07	3.11	3	3	18.57

순 위	수요조사 기술설명	평가내용						합계 (30)
	과제명	국책 사업의 타당성 (5)	시장 니즈 (5)	시장 규모 (5)	목표 달성 가능성 (5)	신시장 창출 가능성 (5)	범 용 성 (5)	
76	볼트연결부 200m 이내, 볼트 장력 10% 내외 감소 모니터링을 위한 강교량 볼트연결부 지능형 안전관리 기술 개발	3.04	3.07	2.85	3.22	2.85	3	18.51
77	온도영향을 배제한 데이터를 사용한 구조물 성능변화 추정 기법 개발	3.22	3.15	2.81	3.19	3	3	18.44
78	주행속도 증가에 대한 철도교 마찰교좌장치 안정성 평가기술 개발	3.04	3.07	2.81	3.3	3.04	3	18.40
79	사용자 중심의 만족도 평가를 위한 사용성 정량화 기술(기획연구) 개발	3.44	2.74	2.7	3.19	3.11	3	18.40
80	지반지시 슬래브 구조물의 처짐을 복원하기 위한 그라우팅 충전시공의 비파괴 탄성과 기법에 의한 품질평가기술 개발	3.04	3.07	2.81	3.3	3.3	3	18.36
81	콘크리트구조물의 정적응력상태 비파괴계측기술 및 이를 이용한 국부응력상태 가시화 기술개발	2.93	2.96	3	3.26	3.22	3	18.33
82	전도성 콘크리트를 이용한 콘크리트내부 손상 평가기술 개발	3.07	3.04	2.93	3.19	2.85	3	18.31
83	건축구조물의 균열진행 문제 해결을 위한 탈부착 방식을 이용한 빛 감지형 응력 센싱 기술 개발	3.07	2.81	3	3.19	3.11	3	18.29
84	콘크리트의 시공 안전성 문제 해결을 위한 착탈식 압전 센서 방식의 실시간 강도 계측 기술 개발	2.89	2.96	2.93	3.07	3	3	18.26
85	시설물의 가치 산정을 위한 대체원가 기반 가치평가 기준 개발	3.19	2.7	2.56	3.04	2.7	3	18.25
86	취약부분 대상 감지범위 1m 이상 오인식률 5% 이내 스마트 센서 기반의 100% 국산화 교량부재별 자가진단 기술 개발	2.89	2.93	2.78	3.15	2.81	3	18.09
87	성능중심 내구성 평가방식의 선택과업 체계 구축	3.07	2.7	2.7	2.89	2.63	3	18.03
88	Bio-inspired Smart Photonic Coating을 이용한 구조물의 이상상태 감지 기술 개발	2.7	2.74	2.7	3.07	2.85	3	17.40
89	응력에 민감한 발광 입자로 충전된 Electrospun Nanofiber Sensor 기술 개발	3.07	2.63	2.63	2.96	2.93	3	17.29

기술수요조사 결과(89개)에 대한 우선순위 산정 결과, 시설물의 자산관리 체계구축 및 유지관리 예산과 관련한 투자우선순위 등이 우선적으로 수행이 필요한 분야로 도출되었다. 우선순위 산정 결과를 고려하여 10위 이내의 과제에 대해 6장의 최종 수행 과제 구성 내용에 반영하는 것으로 하였으며, 10위 이내의 과제 목록은 표 5.5에 나타내었다. 특히, 상위 10개 과제 중 기 수행되었다고 판단되는 과제(성능기반 시설물 평가 기법 개발, 4위)는 제외하였다.

5.5 과제 연계성 검토

기술수요조사결과 중 우선순위 상위 10개 과제와 성능평가 체계 선진화를 위해 반드시 필요한 29개 과제를 표 5.5에 나타내었고, 현재 국토교통과학기술진흥원에서 진행 중인 대형 사업 기획 과제와의 연관성을 제시하였다.

우선순위 도출에 따른 89개 과제 중 1~10위 까지 과제와 “4.2.1 제안 과제 개요”에서 나타낸 29개 과제에 대하여 방법론적으로 유사한 과제들을 통합하고, 표 5.5에서 유관 사업기획에서 반영 될 것으로 예상되는 과제들은 본 성능평가체계 선진화를 위한 최종 과제 구성에서는 제외하였다.

표 5.5 과제 연계성 도출을 위한 대상과제 선정

연번	과제명	*유관 사업기획과제 와의 연관성		선정근거
		높음	낮음	
1	시설물의 자산가치를 반영한 시설물 우선투자순위 체계 구축	○		수요조사 결과 상위 10개 과제
2	SOC 시설물 성능 수준 판정 기술 개발		○	
3	SOC 시설물의 자산관리 적용을 위한 서비스수준의 정의 및 적용 방안 개발		○	
4	국내 도로시설물의 자산관리 체계 적용을 위한 시스템 개발		○	
5	보수·보강공 수명예측을 위한 표준형 평가 기술 개발	○		
6	기후변화 대비 댐 및 하천시설물 설계홍수량 산정 기술		○	
7	재해(태풍, 지진 등)시 시설물 안전을 위한 SOC 시설물 정밀 해석기술 개발	○		
8	환경조건을 고려한 데이터 통합형 성능수준 평가 기술 개발		○	
9	구조물의 계측 데이터를 활용한 이상 상태 감지를 위한 관리 기준 기술 개발		○	
10	SOC 시설물의 예산 배정에 필요한 의사결정모델 표준안 개발 연구		○	
11	SOC 시설물 통합관리 시스템 개발	○		Top Down 과제로 제시된 29개 과제
12	SOC 시설물 빅데이터 센터 구축	○		
13	도시 네트워크 기반의 효율적 유지관리 의사결정 시스템		○	
14	도로망 기반의 도로시설물 전략적 중요성 정량화 기술		○	
15	사회기반시설물 사용에 따른 기능적 중요도 정량화 기술		○	
16	안전성능 평가지표 측정을 위한 정량화 연구		○	
17	위험도 기반 시설물 이상 징후 예·경보 기준 설정 기술		○	
18	ICT 융합기술 기반 고신뢰도 시설물 성능 실시간 모니터링 체계 구축 기술		○	
19	강제 부식 성능분야 평가 기준개선 연구		○	
20	SOC 시설물별 강제 열화환경 평가기준 개선 연구		○	
21	공항/상수도 시설물 도장 열화모델 개발 및 평가기준 개선 연구		○	
22	시설물별 대표적인 도장에 대한 열화인자별 열화속도 조사 연구		○	

연번	과 제 명	*유관 사업기획과제 와의 연관성		선정근거
		높음	낮음	
23	강제 내구성(부식) 예측 및 설치환경별 한계 내구성지표 제안		○	
24	제설제에 의한 염해환경 데이터베이스 구축	○		
25	성능중심 내구성 평가방식의 선택과업 체계 구축		○	
26	첨단 이미지 기반 콘크리트 시설물의 내구성 손상 표준화 기술	○		
27	접근이 어려운 시설물 및 부재의 내구성 평가 체계 개발	○		
28	시설물 상태에 따른 수명종결 상태 정의 기술	○		
29	동해와 염해의 복합열화를 받는 교량 바닥판의 내구성 평가 기법 개발		○	
30	피복 콘크리트의 내구성능 저하도에 대한 정량적 판정기법 연 구	○		
31	대기중 염분의 콘크리트 침투 특성 조사연구	○		
32	기후변화 대응형 내구성 평가 체계 구축		○	
33	신규 서비스성능 평가 결과에 대한 신뢰도 확보기술 연구		○	
34	목표성능등급 차등화 기술 개발	○		
35	목표성능수준 설정 방법 개선 연구	○		
36	빅데이터 기반 시설물 유형별 수명예측시스템 및 활용기술 개 발	○		
37	이상기후 확대에 따른 향후 시설물별 투자소요예산 산출 기술		○	
38	집중호우, 지진, 강설 상황을 대비한 예방적 자산관리 기술		○	
39	환경변화에 대응한 중장기 정책 수립 표준화 기술		○	

* IoT 기반 건설 인프라 연구사업 기획, 2016. 8~2017. 11, 한국건설기술연구원
스마트 SOC 건설자동화 기술개발사업 기획, 2016. 7~2017. 11, 국토교통과학기술진흥원

6. 최종 과제 구성

6.1 추진체계

본 마스터플랜에서는 선진화 마스터플랜을 수립하기 위해 국내외 동향조사 및 환경분석을 수행하고, 기술개발 방향을 정립하였다. 또한, 기술수요조사를 수행하였으며, 그 결과와 유지관리 선진화 평가체계를 수립할 수 있도록 제시한 과제에 대해 중복성 검토를 수행하여 최종 과제를 제안하였다. 1 장에서 언급한 바와 같이 서비스성능 및 내구성 등을 고려한 성능중심 유지관리 체계와 관련된 시트법 개정이 2017년 1월에 추진되었다. 본 과제에서 성능 평가 중심의 SOC 시설물 유지관리체계를 개편하여 제시 하였지만, 시트법 개정에 대응할 수 있는 고도화된 연구가 필요한 상황이다.

따라서, 그림 6.1과 같이 5대 중점분야를 중심으로 SOC 시설물 성능평가체계 선진화를 이룰 수 있도록 연구를 추진하여야 한다. 그러나 5대 중점분야에서 “고속/정밀 안전진단 기술”, “3T(IT, NT, BT) 기반 창의형 센서 활용 기술”, “Big Data 기반 고신뢰성 성능 저하 예측 기술” 분야는 현재 진행되고 있는 “IoT 기반 건설인프라 연구사업 기획” 과제와 “스마트 SOC 건설 자동화 기술개발 사업 기획” 과제에서 다루고 있는 것으로 판단되어 최종 과제 구성에서는 제외하였고, 1단계 과제 수행결과의 신뢰성 향상과 시트법 개정안에 대응하기 위한 최종 과제 구성은 “상태 정량화 기반 플랫폼형 성능평가 체계 기술”, “자산&유지관리 정책 및 평가 기술” 분야를 그림 6.1과 같이 “성능중심 유지관리 체계 신뢰도 확보 기술 개발”, “예방적 개념의 시설물 자산관리체계 기술 개발”, “효율적 유지관리 의사결정 시스템 고도화 연구”로 분류하여 최종과제를 구성하였다.

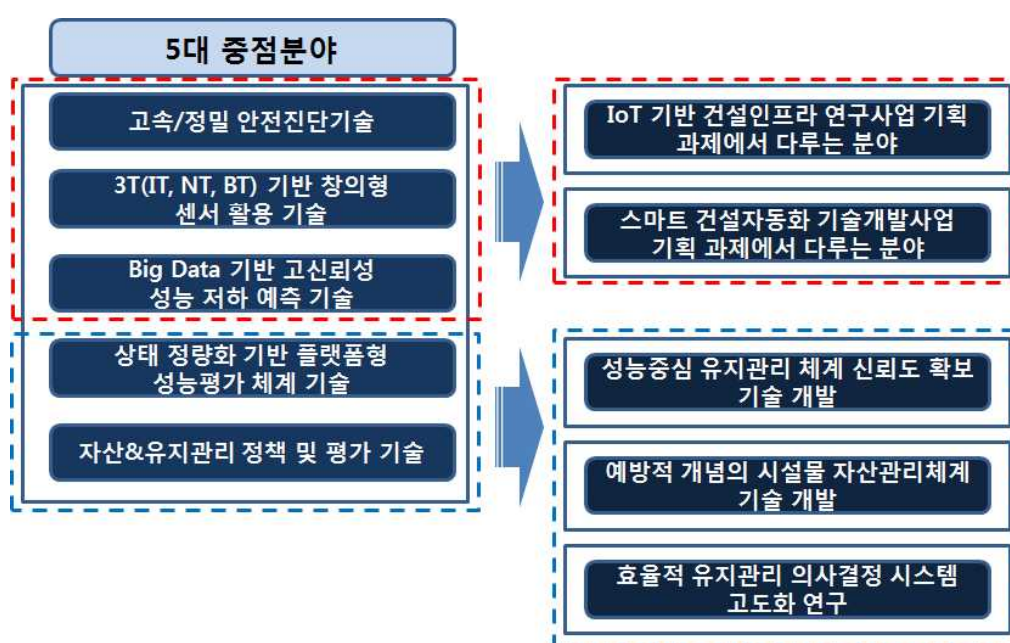


그림 6.1 5대 중점분야 및 최종 과제 추진체계

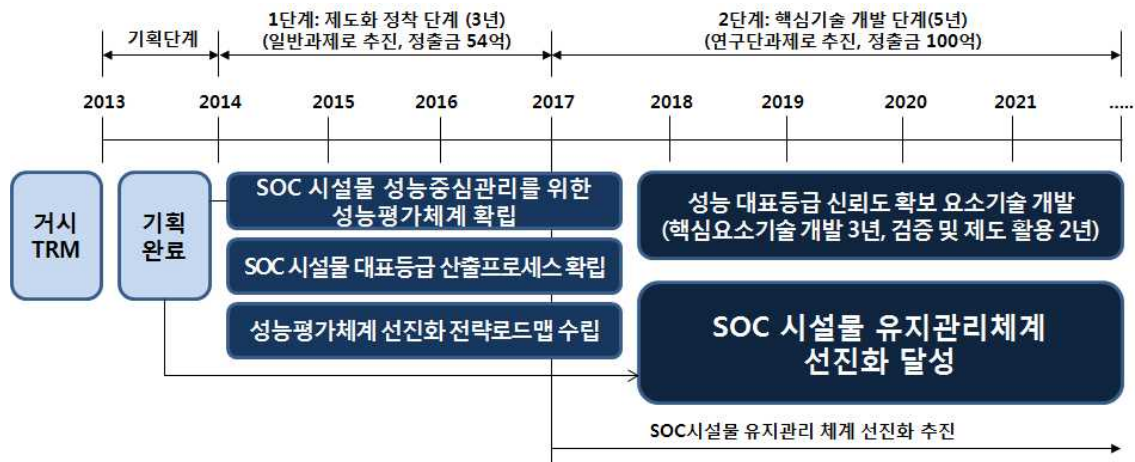


그림 6.2 거시적 단계별 과제 추진 로드맵

본 연구의 기획단계에서 제안하는 총괄 과제명은 “SOC 시설물 성능평가기술 개발” 분야로써, 상세 분야는 크게 한국형 SOC 시설물 대표등급 산정기술 개발(1단계, 3년, 정출금 54억 원), 그리고 SOC 시설물 평가체계 선진화를 위한 요소기술 개발(2단계, 5년, 정출금 100억원)로 구분되며, 각 단계별로 제안하는 과제 추진체계를 요약 정리하면 표 6.1과 같다.

표 6.1 단계별 과제 추진체계

구분	1단계(현재 진행 중인 과제)	2단계(마스터플랜 수립에 따른 과제)	비고
분야명	한국형 SOC 시설물 대표등급 산정기술 개발	SOC시설물 평가체계 선진화를 위한 요소기술 개발	-
연구기간	3년	5년	-
연구비 (정출금 기준)	54억 원	100억 원	1단계 2017년 완료
목표	성능중심관리를 위한 평가 프로세스 개선 및 제도정착	SOC시설물 성능평가체계 선진화 달성	-
추진방식	일반과제	연구단	-

6.2 과제구성(안)

2단계 과제는 1단계에서 수행한 전략로드맵을 기반으로 진행되는 연구단급 또는 사업단급 과제로서, 5개의 세부과제 형태로 구성되어 추진하는 것이 바람직하고, 세부과제 분야별 주요 내용(안)을 개략적으로 제시하면 다음과 같으며, 아래 그림 6.3과 같이 세부과제를 구성할 수 있다. 이때 표 5.5에서 제시한 총 39개 과제 중 현재 진행 중인 유관 사업 기획과제에서 다루는 분야의 과제는 제외 하였고, 유사하다고 판단되는 과제는 통합하여 총 18개 과제로 구성하였다.

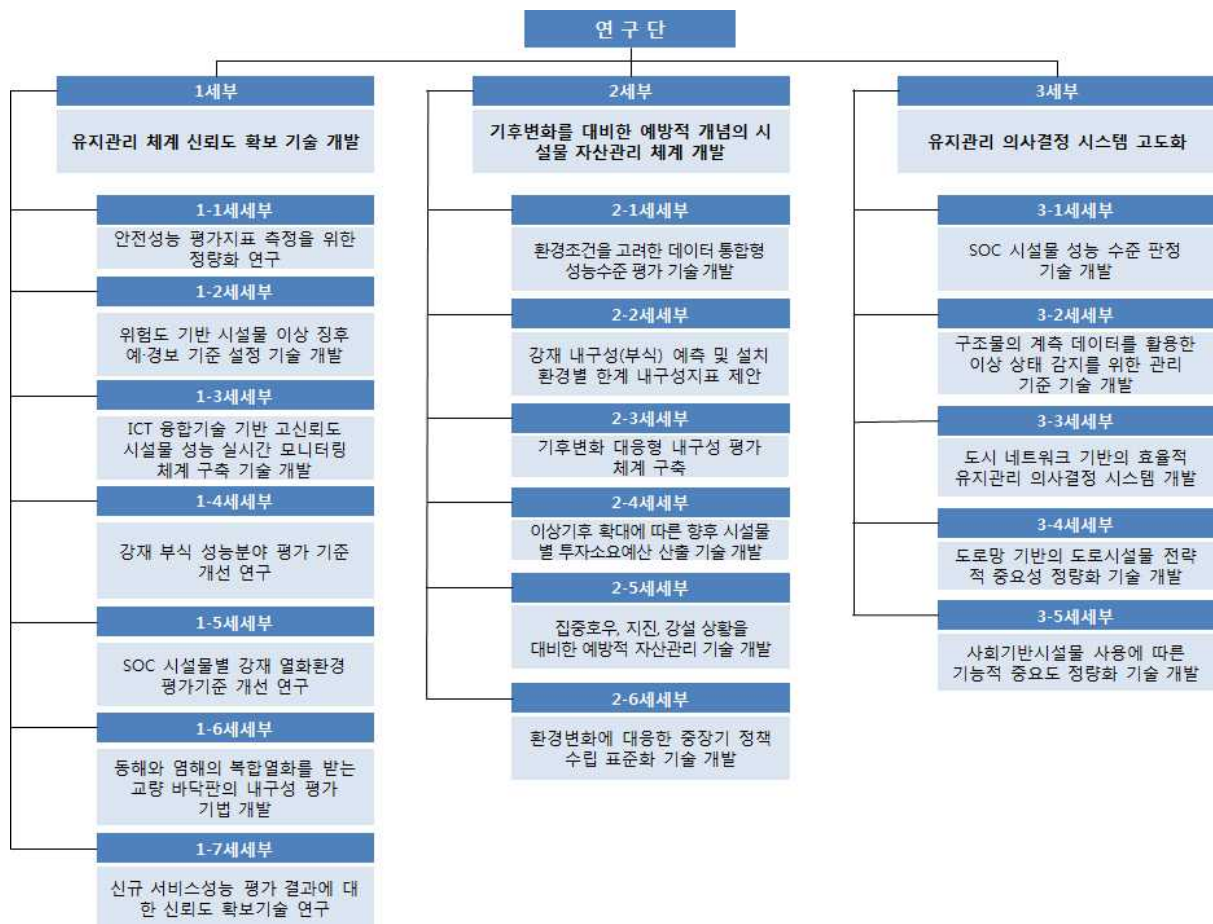


그림 6.3 세부과제별 개발 필요 핵심요소기술 리스트(안)

위 세부과제 1은 내구성 및 서비스 성능, 안전성능의 지표를 평가하여 유지관리 체계의 신뢰성을 확보시키는 분야이고, 세부과제 2는 기후변화에 대비한 예방적 개념의 시설물 자산관리 체계 기술을 개발하는 분야이다. 세부과제 3은 도시 네트워크 기반의 효율적 유지관리 의사결정 시스템을 고도화 하는 분야이다.

6.3 비전 및 목표 수립

최종 비전 및 목표는 1단계와 2단계의 범위와 내용을 고려하여 설정하였으며, 각 최종 목표 및 전략은 다음과 같다.

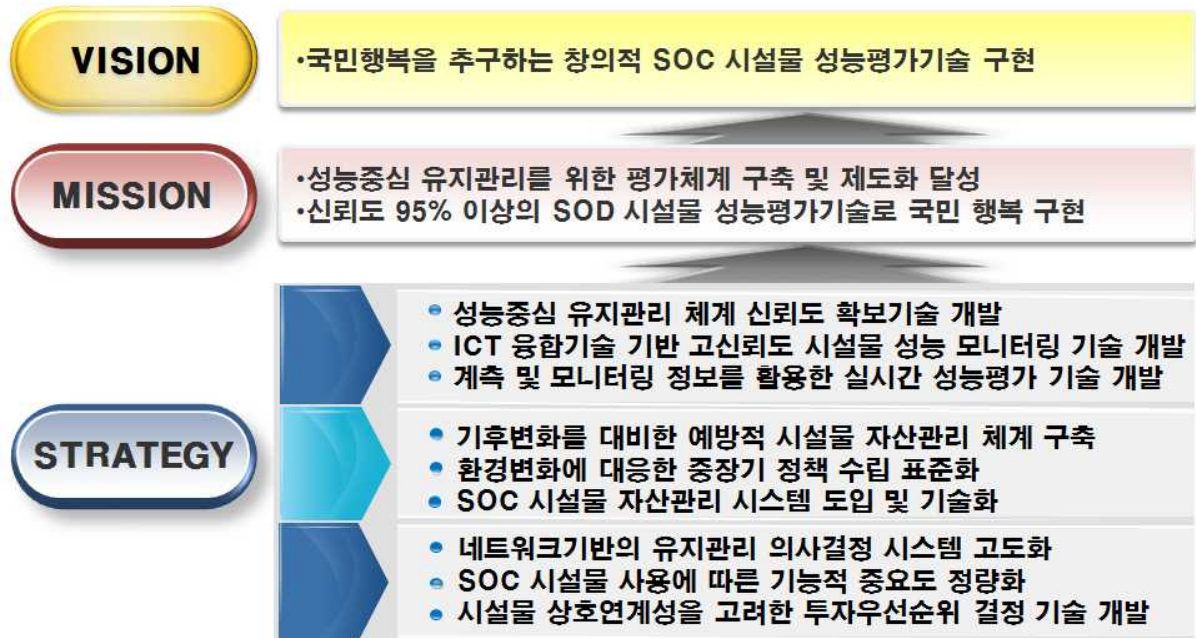


그림 6.4 최종 비전 및 목표

6.4 과제별 추진전략

과제별 추진전략은 그림 6.3에서 제시한 과제구성에서 세부과제별로 구분하여 세부과제의 개념, 범위, 기술개발 목표를 제시하였다.

6.4.1 1세부(유지관리 체계 신뢰도 확보 기술 개발)

(가) 연구개발 목표

세부과제의 개념	• 성능중심 유지관리 체계 신뢰도 확보기술 개발 • 내구성 및 서비스성능 지표 평가기술 개발 • 복합 열화 기반 내구성 평가기술 개발 • 기후변화 대응형 내구성 평가체계 구축기술 개발 • 안전성능 평가 지표 측정 정량화 기술 확보
세부과제의 범위	• 세부과제의 구성 - 안전성능 평가지표 측정을 위한 정량화 연구 - 위험도 기반 시설물 이상 징후 예·경보 기준 설정 기술 개발 - ICT 융합기술 기반 고신뢰도 시설물 성능 실시간 모니터링 체계 구축 기술 개발 - 강재 부식 성능분야 평가 기준 개선 연구 - SOC 시설물별 강재 열화환경 평가기준 개선 연구 - 동해와 염해의 복합열화를 받는 교량 바닥판의 내구성 평가 기법 개발 - 신규 서비스성능 평가 결과에 대한 신뢰성 확보기술 연구
기술개발 목표	• 기존 진단 기술을 속도 측면 및 신뢰도 측면을 업그레이드하기 위한 기술로써, 구조물의 진단신뢰도 향상 기술 개발 • 내구성 및 서비스성능 평가 도입을 위한 평가체계 구축 개발

(나) 연구개발 필요성 및 정부지원 필요성

- 현행 시설물의 안전점검 및 정밀안전진단 세부지침은 다음과 같은 기술적 한계를 가지고 있는 것으로 보고됨
- 현재의 육안점검 기반의 안전점검 및 정밀안전진단 기술 방식을 신속하고 정확한 첨단기법을 이용한 방식으로 전환함으로써 점검·진단 결과의 신뢰도 확보가 필요함
- 국가의 사회간접자본의 유지관리는 국민의 재산을 보호하는 정부의 의무중 하나이며 이를 효율적으로 수행하기 위한 제도, 기술의 개발 보급에는 정부예산의 지원은 반드시 필요함
- 기술개발의 결과는 도로, 철도시설은 물론 민간 건축구조물에 이르기까지 활용범위가 광범위하고 이를 이용한 효율적이고 객관적인 손상정보의 수집은 유지관리 예산의 절감에도 크게 기여할 수 있으므로 수혜자 투자원칙에 의한다면 정부의 지원은 타당함

6.4.2 2세부(기후변화를 대비한 예방적 개념의 시설물 자산관리 체계 개발)

(가) 연구개발 목표

세부과제의 개념	- 기후변화를 대비한 예방적 시설물 자산관리 체계 개발 - 예산 집행 및 예산 기획, R&D(보수/보강) 계획, 최적의사결정 등을 포함한 성능중심 유지관리 표준화 기술 개발 - 국내 자산관리 표준 업무 절차 및 절차서 개발을 목표로 함
세부과제의 범위	- 세부과제의 구성 - 환경조건을 고려한 데이터 통합형 성능수준 평가 기술 개발 - 강제 내구성 예측 및 설치 환경별 한계 내구성지표 개발 - 기후변화 대응형 내구성 평가 체계 구축 - 이상기후 확대에 따른 향후 시설물별 투자소요예산 산출 기법 개발 - 집중호우, 지진, 강설 상황을 대비한 예방적 자산관리 기술 - 환경변화에 대응한 중장기 정책 수립 표준화 기술
기술개발 목표	SOC 시설물의 자산가치 평가 기반 마련 및 표준화·제도화와 시설물의 투자우선순위 개념 정립

(나) 연구개발 필요성 및 정부지원 필요성

- 최근 기후변화에 의한 자연재해의 증가는 국민의 불안을 조성하고, 시설물 유지관리에 대한 불신으로 이어질 수 있으므로 신뢰도 높은 손상정보 수집을 통한 시설물을 정비함으로써 선제적 재난대응이 가능해지므로 정부주도의 연구개발 사업으로 진행하는 것이 바람직함
- SOC 시설물을 자산&유지관리 측면에서 현재 제공하는 서비스수준의 평가방법이 없는 실정임. 모든 국가기간시설물의 특성을 반영하고 미래지향적인 유지관리 체계의 개발이 필요함. 따라서 개발되는 성능평가체계 기술을 반영하여 SOC 시설물의 자산관리 보고서를 작성하고, 업무절차를 표준화하여 자산관리 업무 수행 주체의 기술수준을 평가하는 인증절차의 개발이 필요함.

6.4.3 3세부(유지관리 의사결정 시스템 고도화)

(가) 연구개발 목표

세부과제의 개념	• 국가기간시설물에 대한 미래 지향적인 유지관리 의사결정 시스템 개발 • SOC 시설물의 투자우선순위 결정에 필요한 의사결정 모델 표준안 개발 • 시설물 상호 연계성을 고려한 최적 투자우선순위 결정 기술 개발
세부과제의 범위	• 세부과제의 구성 - SOC 시설물 성능 수준 판정 기술 개발 - 구조물의 계측데이터를 활용한 이상상태 감지를 위한 관리기준 기술 개발 - 도시 네트워크 기반의 효율적 유지관리 의사결정 시스템 - 도로망 기반의 도로시설물 전략적 중요성 정량화 기술 - 사회기반시설물 사용에 따른 기능적 중요도 정량화 기술
기술개발 목표	• SOC 시설물의 자산가치를 평가 기반을 마련하고 이를 바탕으로 효율적인 유지관리 의사결정 시스템 개발

(나) 연구개발 필요성 및 정부지원 필요성

- 인력점검의 한계를 극복하고 무인계측 등 자동화 기술의 연착륙을 유도할 수 있는 연계 기술확보가 필요함에 따라 적극적인 정부의 지원이 필요함
- 유지관리용 계측장비 요구성능 기준 부재, 수집 Data 분석·평가 기술 미흡 등 유지관리 분야의 무인화/자동화 단계의 정착을 위한 IoT 융합기술 기반 확보 필요
- 시설물 노후화에 대한 대응으로 예방보전과 고효율적인 예산투자를 위한 자산관리 조기 도입 및 유지관리 의사결정 지원 체계 고도화 연구가 지속적으로 필요

6.5 소요예산 및 인력투입 계획

6.5.1 소요예산 총괄

과제별 예산 산정을 위한 기준에서 인건비는 각 과제별로 산정된 적정 투입 인력을 학술연구용역 원가계산 방식으로 계상하고, 직접비는 과제별 특성을 고려하여 개략적으로 산정하였다. 간접비는 인건비와 직접비의 17% 이내에서 산정하였다. 인건비에서 각 직급별 월 인건비 기준은 다음과 같다. 또한 소요예산 총괄은 표 6.3에 정리하여 나타내었다.

- 책임연구원 : 학술연구용역을 지휘·감독하며 결론을 도출하는 역할을 수행하는 자를 말하며, 대학교수 수준의 기능을 보유하고 있어야 함. 이 경우 책임연구원은 1인을 원칙으로 하되, 당해 용역의 성격상 다수의 책임자가 필요한 경우에는 그러하지 아니함
- 연구원 : 책임연구원을 보조하는 자로서 대학 조교수 수준의 기능을 보유하고 있어야 함
- 연구보조원 : 통계처리, 번역 등의 역할을 수행하는 자로서 당해 연구분야에 대해 조교 정도의 전문지식을 가진 자를 말함
- 보조원 : 타자, 계산, 원고정리 등 단순한 업무처리를 수행하는 자를 말함

표 6.2 직급별 월 인건비

구 분	월 인건비(원)
책임연구원	2,980,044
연구원	2,285,056
연구보조원	1,527,485
보조원	1,145,653

표 6.3 소요예산 총괄

구분		1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	계
1세부	유지관리 체계 신뢰도 확보 기술 개발						
1-1세 세부	안전성능 평가지표 측정을 위한 정량화 연구	1	2	2	-	-	5
1-2세 세부	위험도 기반 시설물 이상 징후 예·정보 기준 설정 기술	1	2	2	-	-	5
1-3세 세부	ICT 융합기술 기반 고신뢰도 시설물 성능 실시간 모니터링 체계 구축 기술	1	2	2	-	-	5
1-4세 세부	강제 부식 성능분야 평가 기준 개선 연구	1	2	2	-	-	5
1-5세 세부	SOC 시설물별 강제 열화환경 평가기준 개선 연구	1	2	2	-	-	5
1-6세 세부	동해와 염해의 복합열화를 받는 교량 바닥판의 내구성 평가 기법 개발	1	2	2	-	-	5
1-7세 세부	신규 서비스성능 평가 결과에 대한 신뢰성 확보기술 연구	1	2	2	-	-	5
소계(억 원)		7	14	14	0	0	35
2세부	기후변화를 대비한 예방적 개념의 시설물 자산관리 체계 개발						
2-1세 세부	환경조건을 고려한 데이터 통합형 성능수준 평가 기술 개발	1	2	2	-	-	5
2-2세 세부	강제 내구성 예측 및 설치 환경별 한계 내구성지표 개발	1	2	2	-	-	5
2-3세 세부	기후변화 대응형 내구성 평가 체계 구축	1	2	2	-	-	5
2-4세 세부	이상기후 확대에 따른 향후 시설물별 투자소요예산 산출 기법 개발	1	1	1	1	1	5
2-5세 세부	집중호우, 지진, 강설 상황을 대비한 예방적 자산관리 기술	1	1	1	1	1	5
2-6세 세부	환경변화에 대응한 중장기 정책 수립 표준화 기술	1	2	2	-	-	5
소계(억 원)		6	10	10	2	2	30
3세부	유지관리 의사결정 시스템 고도화						
3-1세 세부	SOC 시설물 성능 수준 판정 기술 개발	2	2	2	-	-	6
3-2세 세부	구조물의 계측데이터를 활용한 이상상태 감지를 위한 관리기준 기술 개발	2	2	2	-	-	6
3-3세 세부	도시 네트워크 기반의 효율적 유지관리 의사결정 시스템	1	1	2	2	2	8
3-4세 세부	도로망 기반의 도로시설물 전략적 중요성 정량화 기술	1	1	2	2	2	8
3-5세 세부	사회기반시설물 사용에 따른 기능적 중요도 정량화 기술	1	1	1	2	2	7
소계(억 원)		7	7	9	6	6	35
총계(억 원)		20	31	33	8	8	100

6.5.2 인력투입 계획

구분			1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	계
1세세부	유지관리 체계 신뢰도 확보 기술 개발	책임연구원	2	4	4	0	0	
		연구원	4	8	8	0	0	
		연구보조원	4	8	8	0	0	
		보조원	4	8	8	0	0	
2세세부	기후변화를 대비한 예방적 개념의 시설물 자산관리 체계 개발	책임연구원	2	4	4	1	1	
		연구원	4	8	8	1	1	
		연구보조원	4	8	8	2	2	
		보조원	4	8	8	2	2	
3세세부	유지관리 의사결정 시스템 고도화	책임연구원	2	3	2	1	1	
		연구원	4	4	3	1	1	
		연구보조원	4	4	3	2	2	
		보조원	4	5	4	2	2	
세부과제 총계		책임연구원	6	11	10	2	2	31
		연구원	12	20	19	2	2	55
		연구보조원	12	20	19	4	4	59
		보조원	12	21	20	4	4	61

7. 과제 제안요구서 작성 및 평가기준 선정

7.1 과제 제안요구서(RFP) 작성

연구개발과제명 (연구단)	SOC 시설물 유지관리체계 선진화 연구
1. 연구개발 목표	○ 기존 진단 기술을 속도 측면 및 신뢰도 측면을 업그레이드하기 위한 기술로써, 구조물의 진단신뢰도 향상 기술 개발 ○ 내구성 및 서비스성능 평가 도입을 위한 평가체계 구축 개발 ○ SOC 시설물의 자산가치 평가 기반 마련 및 표준화·제도화와 시설물의 투자 우선순위 개념 정립 ○ SOC 시설물의 자산가치를 평가 기반을 마련하고 이를 바탕으로 효율적인 유지관리 의사결정 시스템 개발
2. 연구개발의 필요성 및 기술동향	□ 연구개발의 필요성 ○ 시설물 성능중심형 유지관리 및 평가방법이 국가R&D를 통해 제시되었으나 (17년 1단계 과제 완료), 새롭게 제시된 지표 및 평가 기준에 대한 근거 마련 및 현장에서의 효과적인 관리를 위한 관련 장비의 신뢰도 및 정확도 확보를 위한 추가연구 진행 필요 ○ 해외의 사례와 같이 시설물 고령화에 대처하기 위한 예방 보전과 고효율적인 예산투자를 위한 자산관리체계 조기 도입 및 유지관리 의사결정 지원 체계 고도화 연구 지속 필요 - 정부의 시설물 안전관리체계 일원화로 관리대상 시설물 확대에 따라 소규모 취약시설 관리기술 고도화·효율화 마련 필요 ○ 유지관리 분야의 시설물의 안전을 확보하고, 장수명화를 위한 성능 평가 분야 신산업 창출을 위한 제반 연구 및 해외시장 개척을 위한 경쟁력 확보 차원의 유지관리 기술 고도화 연구 필요 ○ 인력점검의 한계를 극복하고 무인계측 등 자동화 기술의 연착륙을 유도할 수 있는 연계기술 확보를 위한 연구 진행 필요 - 일본의 경우, 100년 공용 교량 목표로 내구성능 예측 및 평가기법 도입

□ 기술동향

- 국내 SOC시설물은 고령화가 급속히 진행됨에 따라 시설물 유지관리비로 막대한 국가 재정이 소요될 것으로 예상됨
 - 30년 이상 시설물 2015년 2,862개소(4%) → 2030년 26,209개소(37%) 예상
 - 국회에서 “노후 사회기반 시설 관리 기본법(안)”을 작성하여 법제화 추진
 - 인프라 노후화에 대비하고 유지관리 사각지대를 방지하기 위해 실태 평가에 기반한 중장기 계획 수립, 재원 확보 방안 마련 필요
- 시특법 개정안에 따라 성능 평가 중심으로 SOC 시설물 유지관리체계 개편을 진행하고 있음
 - 현재 시설물 서비스성능, 내구성 등을 고려한 평가 체계 도입 노력
- 일본, 호주, 미국 등은 예방적 자산관리체계를 도입하였으며, 환경 및 기후 영향에 대한 요소를 강화하는 방향으로 개선 중
 - 미국의 경우 기후환경과 고령화에 대한 대처부족으로 막대한 재정 필요 (5년간 필요한 유지관리 예산: '01년(\$1.3조)→'13년(\$3.6조)→'17년(\$4.6조))
- 대응형 유지관리기술에서 선제적·예방적 유지관리기술로 전환, 공학적 유지관리기술에서 성능중심·경제학적 유지관리기술로 전환
- 국외의 경우 예방적 유지관리를 위해 내구성 예측 및 평가방법을 도입하고 생애주기비용을 절감하는 유지관리 전략으로 활용
 - 일본의 경우, 100년 공용 교량 목표로 내구성 예측 및 평가기법 도입
- 국외의 경우 효율적인 시설물 유지관리 투자를 위해 유지관리 의사결정 지원 체계 고도화 연구를 지속적으로 진행 중
 - 미국의 경우, 시설물 안전성, 서비스 성능, 내구성 등의 고려 뿐만 아니라 도로 네트워크 기반의 중요도와 같은 전략적 중요성, 보수시간에 의한 영향 등과 같은 사회경제적 영향, 사회기반시설물의 이용량과 관련된 가치 등을 종합적으로 평가한 의사결정시스템을 개발
- 이상기후 선제대응 등 높은 수준의 시설물 사용성능 요구 증대
 - 높은 수준의 시설물 서비스수준을 관리하기 위해 개선된 성능중심의 유지관리 체계 정착 노력 필요
- 선진국은 사회기반 시설물에 투자된 규모가 막대하고 대체로 사회가 안정기에 들어서 있으므로, 신규 시설물 건설보다는 시설물의 노후화에 대응하는 유지관리에 많은 투자 진행 중
 - 일본의 경우 10년간 건설시장 규모가 10% 감소하였으나, 유지관리 시장은 20% 가량 증가

3. 연구개발내용

1세부	유지관리 체계 신뢰도 확보 기술 개발
1-1	안전성능 평가지표 측정을 위한 정량화 연구
	- 안전성 평가지표 및 타당성 조사
	- 평가지표에 따른 안전성 조사 방법 및 측정 기술 개발
	- 정량화 지표 및 평가 지표 설정
1-2	위험도 기반 시설물 이상 징후 예·경보 기준 설정 기술
	- 확률통계학적의 위험도 개념 확립
	- 기존의 예·경보 시스템 조사
	- 자연재해에 따른 구조물 이상 징후 예·경보 시스템 조사 및 분석
	- 위험도 기반의 효과적인 예·경보 시스템 개발
1-3	ICT 융합기술 기반 고신뢰도 시설물 성능 실시간 모니터링 체계 구축 기술
	- ICT 기술 기반 시설물 안전성 평가 시스템 개발
	- ICT 기술 기반 안전성 평가 가이드 라인 제시
	- 실시간 모니터링 기술 조사 및 분석
	- ICT 기반 실시간 모니터링 기술 개발
1-4	강제 부식 성능분야 평가기준 개선 연구
	- 부식성능분야 열화모델 개발
	- 강제 부식 수치해석모델 개발
	- 수치해석 및 실험결과를 통한 강제 부식한계 설정
	- 현행 부식성능 평가기준 개선방안 제시
1-5	SOC 시설물별 강제 열화환경 평가기술 개선 연구
	- SOC시설물별 공용중 사용환경 조사 및 측정(시설물별/지역별/계절별)
	- 사용환경에 따른 부식영향도 분석을 위한 시편 설치 및 모니터링 결과 분석
	- 현장 열화특성 모사 가능 실내시험 방안 도출 및 상관관계 도출 방안 제시
	- 실환경 및 실내시험 결과를 기반으로 한 부식속도 제시
	- 부식속도 기반 열화모델 제시 및 등급분류기준 개선
1-6	동해와 염해의 복합열화를 받는 교량 바닥판의 내구성 평가 기법 개발
	- 동해와 염해의 복합열화로 손상되는 교량 바닥판 현황 조사
	- 동해와 염해의 상호 작용에 의한 내구성 저하 가속화 모델 개발
	- 복합열화(동해, 염해)를 받는 교량 바닥판의 내구성 평가 기법 개발
	- 복합열화로 손상되는 노후 바닥판의 유지관리 지침서 개발
1-7	신규 서비스성능 평가 결과에 대한 신뢰도 확보기술 연구
	- 시설물별 서비스 성능을 평가하기 위한 요인 도출
	- 평가지표에 따른 정량적 평가 방법 제안
	- 평가지표를 활용한 서비스 수준 구축
2세부	기후변화를 대비한 예방적 개념의 시설물 자산관리 체계 개발
2-1	환경조건을 고려한 데이터 통합형 성능수준 평가 기술 개발
	- 환경조건이 시설물의 거동에 미치는 영향에 대해 컴퓨터 시뮬레이션 및 실험
	- 환경조건을 고려한 데이터 통합형 시설물 성능평가 알고리즘 개발 및 검증
	- 시설물 성능평가 계량화기법 개발
2-2	강제 내구성(부식) 예측 및 설치 환경별 한계 내구성 지표 제안
	- 설치환경별 부식손상 예측 방법 개발
	- 구조물 및 현장조건에 따른 현장 모니터링 기법 적용 안 제시
	- 공용수명 기간에 따른 한계 및 안전성 확보 수준관련 내구성능 기준 제시
	- 부식성능 평가기준 개선방안 제시
2-3	기후변화 대응형 내구설 평가 체계 구축
	- 시설물의 내구성에 영향을 미치는 기후변화 요인 도출
	- 기후변화 추이에 따른 내구성 변화 이력 체계 구축
	- 기후변화와 시설물의 내구성 상관관계 도출
	- 기후변화와 시설물의 내구성 상관관계 도출

2-4	이상기후 확대에 따른 향후 시설물별 투자소요예산 산출 기술
	- 기존 시설물 위험도 평가 방법 분석
	- 시설물 환경지표(지역적, 사회적, 유지관리)를 반영한 위험도 평가 기법 개발
	- SOC 시설물 위험도 평가기법 시범적용 검토
2-5	위험도를 고려한 시설물 우선투자소요예산 산출 기법 개발
	집중호우, 지진, 강설 상황을 대비한 예방적 자산관리 기술
	- 자연재해에 의한 기존 시설물 피해 조사 및 분석
	- 시설물 환경지표를 반영한 최적 자산관리 기술 개발
2-6	- SOC 시설물 자산관리 기법 시범적용
	- 시설물별 자산관리 기법을 반영한 시설물 예방적 자산관리 체계 구축
	환경변화에 대응한 중장기 정책 수립 표준화 기술
	- 시설물 자산관리체계 구축기법(안)표준화/제도화 방안 제시(시특법, 성능평가 지침 등)
3세부	유지관리 의사결정 시스템 고도화
3-1	SOC 시설물 성능 수준 판정 기술 개발
	- 안전성, 사용성, 복구성 등을 고려한 노후도 평가 기술 개발
	- 요구성능 및 성능등급 체계화 연구
	- 성능평가 항목 및 평가결과 등급 기준 체계화 연구
3-2	- 성능평가 방법 및 절차 체계화 연구
	구조물의 계측 데이터를 활용한 이상 상태 감지를 위한 관리기준 기술 개발
	- 구조물별 자동 계측 시스템 운용을 위한 효과적인 계측 관리기준 항목 선정
	- 통계적 방법과 물리적 현상을 반영한 이상 거동 평가 기법 개발
3-3	- 관리기준 산정을 위한 임계값 추출 기법 개발
	도시 네트워크 기반의 효율적 유지관리 의사결정 시스템 개발
	- 도시간 네트워크 형성
	- 도시 기반망 네트워크 분석
3-4	- 유지관리 의사결정 체계 구축
	- 유지관리를 위한 의사결정 시스템화
	도로망 기반의 도로시설물 전략적 중요성 정량화 기술
	- 국내 도로망 현황 조사 및 분석
3-5	- 국내 도로시설물 현황조사 및 분석
	- 도로시설물의 중요도 결정 기술 개발
	사회기반시설물 사용에 따른 기능적 중요도 정량화 기술
	- 사회기반시설의 현황 조사 및 분석
3-5	- 사회기반시설의 기능적 요건에 따른 분류
	- 사회기반시설의 중요도 결정 기술 개발

4. 연구개발 추진방법

□ 추진전략

- 1단계에서 수행한 “SOC 시설물 성능평가체계 선진화”분야와 긴밀한 연계를 통하여 정착된 제도에 적극 흡수되는 방향으로 추진
- 본 연구에서 개발하고자 하는 핵심요소기술은 모두 시설물의 안전점검 및 정밀안전진단 세부지침에 규정되어 있는 상태등급을 정량적으로 표현할 수 있는 방향으로 개발 예정(법령, 기준, 지침, 요령, 매뉴얼 등 도출)이므로, 상태등급별 정의를 명확히 하기 위한 다양한 성능검증실험을 수행할 계획임. 성능검증실험은 공인된 인증기관을 대상으로 인증서를 획득함으로써 정량적 상태등급 평가 결과에 대한 신뢰도 확보 추진
- 실제 본 연구성과를 활용하는 주체는 정부, 지자체 및 공공기관 등이므로 해당 수행 주체의 요구조건을 만족시킬 수 있는 기술적 수준 및 시스템 운용 방식 등을 고려한 연구성과가 도출되도록 추진

	○ 개발 예정 핵심요소기술은 국내뿐만 아니라 국외 수출을 목표로 하는 바, 개발 내용에 대한 표준화를 연구 초기단계에서부터 검토하고, 기설정된 국제 표준코드를 반영하도록 하며, 표준화 제정이 되어 있지 않은 부분에 대해서는 국제표준화를 유도하여 국제적인 기술 선도가 이루어지도록 수행되어야 함 ○ 본 연구는 원천기술과 실용화/상용화 기술의 융합과제인 바, 산학연을 중심으로 컨소시엄을 구성하여 과제를 진행하되, 국제적으로 우수한 기술 개발 가능성이 있는 분야에 대해서는 국제공동연구 형태의 추진이 필요하며, 관 중심의 자문위원단이 병행되어 운영되어야 함
□ 추진체계	○ 정부, 정부출연기관, 대학, 민간기업 등 유기적인 산·학·연 협력 체계 구축 및 개발 기술 실용화를 위한 조직 구성(관을 중심으로 한 자문위원단 구성 필수) ○ 특히 진단기술 성과의 객관적 평가 및 증빙, 그리고 제도적 정착을 위한 정부출연기관, 첨단기술을 기반으로 한 실용화 기법 개발을 위한 기업도 참여하여 실증적 연구결과를 낼 수 있도록 추진체계 구성 ○ 실용화 측면, 국외 기술 수출 등의 실현을 위하여 관련 기술 수행 유경험 인적 네트워크의 구성
5. 최종성과물	
□ 주요 최종성과물	○ 세부과제 1 - 안전성 성능평가 지표 및 평가결과 등급 기준 체계 - 위험도 기반 시설물 예·경보 시스템 - ICT 기반 실시간 모니터링 시스템 - 강재 내구성능 성능평가 지표 및 평가결과 등급 기준 체계 - 복합열화를 받는 교량 바닥판의 내구성 평가 기법 - 서비스 성능평가 지표 및 평가결과 등급 기준 체계 ○ 세부과제 2 - 환경조건을 고려한 데이터 통합관리 시스템 알고리즘/소프트웨어/하드웨어 - 강재 내구성 예측 방법 및 환경별 내구성 지표 - 기후변화 대응형 내구성 평가 체계 - 이상기후에 따른 시설물별 투자소요예산 산출 프로그램 - 자연재해에 대응할 수 있는 예방적 자산관리 시스템 - 환경변화에 대응한 중장기 대책 수립을 위한 표준화 수립 ○ 세부과제 3 - SOC 시설물별 성능 수준 판단 기술 장비 및 프로그램 개발 - 이상상태 감지를 위한 센서 - 도시 네트워크 기반 유지관리 의사결정 시스템 알고리즘/소프트웨어/하드웨어 - 도로망 기반의 도로시설물 정량적 상태평가 기술 - SOC 시설물의 기능에 따른 정량적 상태평가 기술

6. 활용방안 및 기대효과	
□ 활용방안	○ SOC 시설물의 안전진단 기술 방식을 신속·정확한 침단기법을 이용한 방식으로 전환함으로써 시설물의 현 상태를 객관적·정량적으로 평가하는 데 활용 ○ SOC 시설물 진단 기술의 국산화 및 기술선도를 통한 국제적 경쟁력 확보와 경제성 및 신뢰성, 그리고 정확성 측면에서 기존 기술을 고도화 할 수 있는 SOC 시설물 점검·진단 향상기술 구축
□ 기대효과	○ 사회경제 분야 - SOC 시설물의 현 상태를 침단기법을 통해 객관적·정량적으로 평가하여 적절한 규모의 예산을 적시에 필요한 인프라에 투입함으로써 SOC 시설물의 사고를 미연에 방지하고 장수명화를 유지할 수 있으며 궁극적으로 사회적 비용 발생을 최소화 할 수 있음 ○ 기술 분야 - 본 과제에서 수행하는 주요 연구내용은 기 수행되었던 연구내용과는 다른 새로운 분야에 대한 연구로써 국외에 유사 연구사례는 미약한 상태임. 따라서 연구개발 수행 시 해당 분야의 기술적 우위 확보 가능 - 본 과제는 기존 육안점검 위주의 점검·진단 방식으로부터 신뢰도 및 객관성을 높일 수 있는 새로운 침단기술을 개발하기 위한 것으로써, 기존 사업 분야 확장 및 시장 확보가 가능할 것으로 기대됨 ○ 정책 분야 - 교량, 터널 등 주요 SOC시설물에 대한 기존의 육안점검 기반의 정밀안전진단 기술 방식을 신속하고 정확한 침단기법을 이용한 방식으로 전환함으로써 SOC 시설물 진단 분야의 신뢰성 확보 정책 유도 가능
7. 연구개발기간 및 소요예산	
	○ 총 연구기간 : 2018. 1~2022. 12(5년) ○ 추정 총 연구비 : 정부출연금 기준 100억 원
8. 기 타	
	○ 연구개발계획서는 과제 제안요구서(RFP)에 제시된 연구내용을 100% 반영하여 작성 하되, 과제목적 달성을 위해 반드시 필요하다고 판단되는 경우에는 일부 세부내용을 가감할 수 있으나, 그 사유와 근거를 명확히 제시하여야 함 ○ 연구내용, 연구기간 및 연구비는 전략로드맵에 따라 결정 예정 ○ 연차별 지원예산을 제시된 총 정부출연금 범위 내에서 편성 ○ 본 과제가 성능평가제도의 신뢰도 확보를 목적으로 추진되는 것을 감안할 때 반드시 연구계획서에 1단계에서 수행한 연구내용에 대한 연계성을 제시하여야 함

7.2 평가기준 선정

7.2.1 평가전략

[총점은 100점이며, 총점의 60% 미만일 경우에는 탈락 처리]

기준항목		세부항목
연구개발 목표 (15점)		- 최종목표 및 연차별 달성목표의 명확성·타당성(5점) - 성과목표·지표설정의 명확성 및 적절성(10점)
연구개발 내용 (25점)		- 과제(연구단 또는 일반과제) 연구 목표와의 부합성(5점) - 세부과제(또는 공동연구과제) 연구개발내용과의 상호연계성(5점) - 연구개발내용의 실현 가능성(10점) - 연구개발내용의 차별성 및 창의성(5점)
추진전략 및 계획 (20점)		- 연구추진전략·체계의 구체성 및 타당성(5점) - 연구인프라 및 연구지원시스템의 적절성(5점) - 연구기간 및 연구개발비 편성의 적절성(5점) - 전문가활용계획의 적절성 및 타당성(5점)
연구성과물 활용 계획의 구체성 및 달성가능성(25점)		- 연구성과물 활용방안의 구체성 및 적절성(10점) - 연구성과물의 실용화(법·제도화, 사업화 등) 가능성(10점) - 연구성과물의 기대성과(정책·사회·경제적 파급효과 등)(5점)
연구진 구성의 전문성(15점)		- 연구책임자 전문성 및 해당분야 실적(10점) - 연구진 전문성 및 구성의 적절성(5점)
기타	부합성 평가	평가위원 과반수 이상이 연구개발계획서가 과제 제안요구서(RFP)와 부합되지 않는다고 판정 시 탈락 조치
	중복성 평가	평가위원 과반수 이상이 기 수행되었거나 수행중인 과제와 중복되는 것으로 판정 시 탈락 조치

① 연구개발 목표

성능평가체계 선진화 개발을 위한 1단계 과제, 그리고 성능평가 결과의 신뢰성 향상을 위한 2단계 과제 등 각 단계별 기술개발 최종목표에 부합하도록 각 과제의 구성과 연차별 목표 및 최종 목표를 설정하여 제시하였다. 연구과제별 목표 및 활용방안은 최대한 정량적으로 설정하며 국토교통부 소관 연구개발사업 관련규정에서 제시하고 있는 성과지표에 부합하도록 명확하게 설정하고 이에 대한 평가지표 및 척도를 제시하였다.

② 연구개발 내용

기술개발 최종목표의 실현을 위해 체계적이고 실천적인 과제 구성이 필요하다. 기획과제에서 제시한 연구목표 및 기술 개발 요청 사항에 대하여 제안과제가 적절하게 제시되었는지, 상향된 목표

를 제시하였는지를 평가한다.

최종 목표 달성을 위한 각 과제간 연계가 이루어졌는가 및 과제간 개발 사항이 중복되지 않고 차별되는가의 적정성을 평가한다.

③ 추진전략 및 계획

지원한 기관 및 연구진은 기초/원천기술, 응용기술, 실용화기술 등 과제 성격에 따른 성과물을 얻을 수 있는 기관 및 연구진이어야 한다. 기술 개발의 성공적 수행을 위한 산·학·연의 기관이 적정하게 구성되어야하며 서로 연계가 가능하여야 한다.

과제의 단계별 추진 사항이 연구목표 달성을 위해 타당한가를 평가하고 연구개발 사항과 이를 위한 구체적 추진방안이 수립되고, 과제의 목표달성을 위한 연구기간의 단계설정과 연구개발비가 적정하게 편성되었는지를 평가한다.

④ 연구성과물 활용계획의 구체성 및 달성 가능성

연구기관 또는 참여기관을 통한 개발기술의 실용화 방안이 성과지표의 구체적 항목으로 제시하여야한다. 개발되는 과제 결과는 실험실 내의 제한된 범위와 조건과는 달리 현장의 여건과 환경을 고려한 실질적이고 실현가능한 기술이어야 한다. 개발기술의 경제적 기대성과로서 투자 및 파급효과 등에 대한 평가방안이 구체적으로 제시되어야 한다.

⑤ 연구진 구성의 전문성

연구책임자는 과제 내의 세부과제 및 세세부과제 간에 유기적인 결합이 원활하게 추진되도록 할 필요가 있다. 연구책임자는 각 과제의 연구기관과의 협조체제 구축은 물론 과제 내에서 진행되는 과제 관리, 대외기술협력 등 해당 사업의 원활한 추진을 위한 역할을 수행해야 한다.

참여연구진은 해당분야의 전문성을 확보하고 있으며, 관련분야의 국가연구개발사업을 수행한 경험이 풍부한 책임자로 구성하였는지를 확인하여야 한다.

7.2.2 평가기준

□ CTE 기반 평가기준 예

CTE 연차별성과목표	1차년	2차년	3차년	평가방법
선진화 성능평가/유지관리 체계 개선 전략로드맵 수립을 위한 로직 분석 및 구성 기술 개발	4	6	-	① 주요 관리주체 및 관리시스템 대상 분석 여부 ② 전략로드맵 시행가능성 여부
SOC시설물 유형별/지표별 등급화 기술 개발	5	6	8	① 대상 시설물 등급산출 가능성 여부 ② 성능중심 관리형 지침 제도화 및 정책화 가능 여부
SOC시설물별 성능등급 산정 기술 개발	5	6	8	③ 시설물 등급 산정기법 타당성에 대한 전문가 평가 여부
SOC시설물별 대표 성능등급 산정 기술 개발	3	5	7	① 대표등급 산정기술 활용 가능성 여부 ③ 성능평가 체계에 대한 전문가 평가 여부

① 시설물 유형별/지표별 등급 산정 프로세스 개발결과의 향후 제도화 가능성 확인을 위한 평가

사고예방형 유지관리에서 시설물 성능관리형 유지관리로의 전환을 위한 시설물 등급산출 프로세스의 적합성 평가한다. 도출된 시설물별 등급산정용 항목 및 가중치의 적합성을 평가하며 정부, 설계 및 시공사, 유지관리 전문업체, 학계가 참여한 설문 및 공청회를 개최하여야 한다. 연구개발된 세부항목의 전문가 심의를 통한 지침 및 법제화 가능성 타진한다.

② 대표등급 산정 프로세스 개발결과의 향후 제도화 가능성 확인을 위한 평가

대표등급 산출을 위한 인자 및 가중치의 적합성 평가하고, 시설물 유형간 대표등급 분포 결정방안의 적절성을 평가하며, 해당 분야 선진국 대비 개발된 유지관리기법의 우수성 및 국내 도입적절성 평가가 필요하다.

7.2.3 가점 및 감점 기준

① 가점 및 감점 기준

「국토교통기술 연구개발사업 관리지침」 제17조에 따라 과제 선정평가 시 ± 5 점을 넘지 않는 범위 내에서 가점 및 감점을 부여한다. 가점 및 감점은 평가위원회 개최 전까지 제출된 자료를 근거로 평가위원회의 종합평가점수에 합산하되, 60점 미만인 과제에 대하여는 부여하지 않는다.

② 기업의 연구수행 형태에 따른 가점

※ 기획과제는 동 항목 미적용

□ 대기업이 주관연구기관으로서

- 중견·중소기업이 참여하지 않는 경우 : 1점
- 중견기업은 참여하고 중소기업이 참여하지 않는 경우 : 1.5점
- 중소기업이 참여하는 경우 : 2점

□ 중견기업이 주관연구기관으로서

- 중소기업이 참여하지 않는 경우 : 1.5점
- 중소기업이 참여하는 경우 : 2점

□ 중소기업이 주관연구기관인 경우 : 2점

□ 기업 이외의 기관이 주관연구기관이고, 참여기업이 있는 경우 : 1점

③ 평가결과 등에 따른 가점 및 감점

국토교통기술 연구개발사업 관리지침 제17조의 가점 및 감점 기준에 따르되, 동 지침 시행 이전에 협약 체결된 과제의 최종평가 및 추적평가 결과에 따른 가점 및 감점은 종전 지침을 준용한다. 최종평가 결과,

- 최우수등급(상대평가 시 최상위 10%, 절대평가 시 만점의 90% 이상)인 연구개발과제의 주관연구책임자가 새로운 연구개발과제를 신청하는 경우 최종평가 후 2년간 2점 가점
- 최하위등급(상대평가 시 하위 10%, 절대평가 시 만점의 50% 이하)인 연구개발과제의 주관연구책임자가 새로운 연구개발과제를 신청하는 경우 최종평가 후(연구개발 참여제한에 해당되는 경우에는 참여제한 기간 만료 후) 2년간 2점 감점
- 하위등급(상대평가 시 하위 30%, 절대평가 시 만점의 60% 이하)인 연구개발과제의 주관연구책임자가 새로운 연구개발과제를 신청하는 경우 최종평가 후 2년간 선정 평가점수의 1점 감점

추적평가 결과, 최우수등급(상대평가 시 만점의 80% 이상으로서 최상위 10%, 절대평가 시 만점의 90% 이상)인 연구개발과제의 주관연구책임자가 새로운 연구개발과제를 신청하는 경우 추적평가 후 2년간 2점 가점한다.

④ 기타

- ☐ 최근 3년 이내에 우수 논문(임팩트팩터 15 이상) 실적이 있는 주관연구책임자가 신규과제를 신청할 경우 가점 1점
- ☐ 최근 3년 이내에 협약한 연구개발과제로서 협약 시 보안과제로 분류된 연구개발과제의 연구책임자가 신규과제 연구책임자로 신청할 경우 가점 1점
- ☐ 최근 3년 이내에 기술실시계약을 체결하여 징수한 기술료 총액이 2천만 원 이상이거나, 같은 기간 내에 2건 이상의 기술이전 실적이 있는 연구책임자가 신규과제 주관연구책임자로 신청하는 경우 가점 1점
- ☐ 최근 3년 이내에 공동관리규정 제17조제9항에 따라 국가과학기술위원회로부터 우수한 연구성과로 포상을 받은 연구자가 신규과제 주관연구책임자로 신청하는 경우 가점 1점
- ☐ 국토해양연구개발 결과를 활용하여 최근 2년 이내에 R&D사업 연구결과로 건설·교통신기술을 받은 중소·중견기업이 관련분야의 신규 신기술 지정분야와 동일한 기술분야의 연구개발과제를 신청하는 경우 가점 1점(단, 참여기업 또는 위탁연구기관으로 참여하는 경우는 제외하고, 기술분야 분류는 전문기관의 장이 별도로 정한다.)
- ☐ 최근 2년 이내에 「저탄소 녹색성장 기본법 시행령」 제19조에 따른 녹색인증을 받은 중소·중견기업이 연구개발과제를 신청하는 경우 가점 1점
- ☐ 최근 3년 이내에 운영규정 제55조제1항 각 호의 연구부정행위를 한 경우 4점 감점
- ☐ 연구개발과제 선정 후 협약을 포기하거나, 연구수행 도중 연구를 포기한 경력이 있는 주관 또는 협동연구책임자나 기업의 경우, 향후 3년간 2점 감점
- ☐ 여성연구자가 신규과제 주관연구책임자로 참여시 가점 1점
- ☐ 최근 3년 이내에 조기성공 실적이 있는 연구자가 신규과제 주관연구책임자로 신청 시 가점 0.5점
- ☐ 「하도급거래 공정화에 관한 법률」을 최근 3년 이내에 상습적으로 위반한 기업이 연구개발과제를 신청한 경우에 그러한 위반 사실이 같은 법 제26조에 따른 공정거래위원회로부터 관계 행정기관의 장에의 통보 등을 통하여 확인될 경우, 2점 감점
- ☐ 금번 공고 시 '총 연구비에 대한 연구신청기관의 연구비 부담비율에 따른 가점'은 적용하지 않음(단, 종합평가점수가 동점일 경우, 선정 우선순위 결정에 적용)

8. 선진화 마스터플랜 파급효과 조사 및 분석

8.1 정책/기술/경제적 파급효과 조사 및 분석

(1) 개요

선진화 마스터플랜의 성과 활용특성에 따라 파급효과를 구분하면 정책적 파급효과, 기술적 파급효과, 경제적 파급효과로 분류될 수 있다. 마스터플랜 수립에 따른 직/간접적으로 산업이 얻게 되는 효용은 경제적 파급효과로 나타나고, 국가적 투자에 따른 비용절감 등 국민/사회가 누리는 효용은 정책적 파급효과로 나타난다. 또한, 기술 경쟁력 향상 등은 기술적 파급효과로 나타나게 된다. 각 파급효과 유형별 정의 및 핵심 성과요소를 표 8.1에 정리하여 나타내었다.

표 8.1 파급효과 유형별 정의 및 핵심 성과요소(국가연구개발사업의 파급효과 추정방안에 대한 제언, 2009)

파급효과 유형	정의 및 세부 내용
정책적 파급효과	- 사업추진으로 국민/국가 차원에서 누리게 되는 파급효과 - 핵심 성과요소 : 표준, 산업규제, 지침 등의 제/개정을 통한 사회복지증진(사회적 비용절감 등)
기술적 파급효과	- 과제추진으로 실현 또는 기대되는 과학/기술경쟁력 향상과 관련된 파급효과 - 핵심 성과요소 : 논문, 산업재산권(특허 등), 기술지도, 교육/세미나 및 이들로부터 파생되는 제2, 3의 파생물 및 국가기술역량 향상 효과
경제적 파급효과	- 사업추진으로 산업차원에서 실현/기대되는 경제적 측면의 파급효과 - 핵심 성과요소 : 경제적 효과를 창출하는 기본이 되는 시제품 및 이로 사업화로 인한 매출(수출, 수입대체 등), 비용절감(공정개선, 생산성 향상, 원가절감 등), 신규 서비스 및 신시장 창출규모 등

(2) 파급효과 조사 및 분석 방법론

선진화 마스터플랜의 성과에 따른 정책/기술/경제적 측면의 파급효과를 조사하기 위한 방법은 기존 문헌 조사, 전문가 자문, 사례분석, 설문조사 등이 있다. 이러한 파급효과 조사를 위한 방법론들 중에서 본 연구에서는 직·간접적으로 파급효과를 조사 및 분석할 수 있도록 기존 문헌 조사와 파급효과를 정량적·정성적으로 평가할 수 있는 설문조사를 통해 각 유형별 파급효과에 대한 조사를 하였고, 분석하였다. 설문조사는 전문가 43명에 대해 2017년 04월 10~2017년 04월 16일까지 실시하였다. 표 8.2와 표 8.3은 일반적인 국가연구개발사업의 파급효과에 대한 조사 및 분석을 위한 방법과 객관성 중요도를 나타내었다. 표 8.3에서와 같이 본 연구에서 진행하는 설문조사에 의한 조사는 객관성이 높은 것으로 나타났다.

표 8.2 일반적인 국가연구개발사업의 파급효과 조사 및 분석요소 및 조사 및 분석방법론
(국가연구개발사업의 파급효과 추정방안에 대한 제언, 2009)

파급효과 유형	파급효과 조사 및 분석요소	조사 및 분석방법
정책적 파급효과	- 법제정 및 표준 및 기여도 - 국가 경제성장 기여도(GDP기여도 등) - 부가가치 유발효과	- 정책 기여도 달성정도와 우수성 분석 - 해독함수접근법(기회가치), CVM, MAUT) - 설문조사에 의한 정성적 파급효과 - 기술 거래가치 평가모형 분석(비용, 시장, 소득접근법)
특징	* 매우 다양한 방법론이 적용되어 객관성 확보에 어려움이 있음	
기술적 파급효과	- 논문(SCI, 일반, 학술발표) - 특허(출원/등록), SW, 실용, 의장 등록 - 기술력 증진 효과	- 산출 양 및 시계열 분석 - 1억원당, 과제 당, 규모 - 조사표에 의한 비교분석 - 설문조사에 의한 정성적 파급효과
특징	* 국가연구개발사업 조사·분석·평가, 부처별 사업의 성과분석, 신사업타당성평가 등 대부분의 사업에서 활용되며, 단순한 양적 수준 제시	
경제적 파급효과	- 사업화 추진상태 비율 - 기술이전(기술료, 건수/기관수) - 관련 매출액, 수출액, 수입대책액 등 - 신시장 개척규모	- 과제별 성과조사 결과의 합 - 기대효과보다는 실현효과 중심 분석에 초점 - 설문조사에 의한 정성적 파급효과
특징	* 국가연구개발사업 조사·분석·평가, 부처별 사업의 성과분석, 신사업타당성평가 등 대부분의 사업에서 활용되었으며, 매출액 위주로 제시	

표 8.3 파급효과 분석 방법론의 장단점 및 객관화 가능성(국가연구개발사업의 파급효과 추정방안에 대한 제언, 2009)

방법론	장점	단점	객관화 가능성
전문가 검토	- 단순하고, 직관적 검토	- 주관적, 정보왜곡 가능 - 기술의 사회/경제적 효과 간과	낮음
설문조사	- 정량+정성 효과분석 가능 - 결과비교 용이	- 응답자의 적절성 논란 - 인과관계 분석 곤란	높음
과학기술 지표분석	- 논문/특허 등 개별지표별 산업별, 국가별 분석용이 - 정량적 수준비교 용이	- 사업전체 효과 파악 곤란 - 성과의 질적수준 판단 어려움 - 투자와 효과간의 시점차이 존재	높음
사례분석	- 투자성과 파악 용이 - 개별사례별 심층분석 가능	- 평가자 주관개입 - 분석결과의 일반화 곤란	낮음
기술경제성 분석	- 기술거래등 문제해결 유용 - 기술변화 및 진보확인 유용	- 사업전체 효과 파악 곤란 - 기술단위 적용으로 관련정보 획득 매우 어려움	보통
산업연관 분석	- 타 산업에의 영향도 분석 - 객관적 자료를 기반한 분석	- 투입규모 의존적인 파급효과 - 의미해석 및 전달의 어려움	보통
조건부가치 평가법	- 정성적 요소 고려 가능 - 비시장적 재화에 대한 분석	- 주관개입 가능 - 의미해석 및 전달의 어려움	보통
거시경제 성장모형	- 국가 및 산업의 파급효과 계산 용이	- 자료수집 어려움, - 의미해석 및 전달의 어려움	보통
비용편익 등 계량분석	- 경제적/화폐적 가치 표현 - 의미해석 및 전달이 용이하여 실제 적용이 활발함	- 다양한 요인에 따른 효과변화 및 요인 관련 정보획득 어려움 - 많은 시간 소요 및 복잡	높음

8.2 파급효과 조사 및 분석 결과

본 마스터플랜 수립과 실행에 따른 유형별 파급효과를 분석하기 위해 먼저 기존 문헌 조사와 설문조사를 수행하였다. 유형별 파급효과 조사 및 분석은 당초 유지관리 분야 전반에 대한 STEEP 분석을 통해 도출되었던 5개 중점연구분야를 고려하여 수행하였다(그림 3.8 참조).

정책적 파급효과 조사에서는 2017년 현재 가장 이슈화되고 있는 시특법 개정안을 중심으로 검토되었으며, 총 115개 과제에 대해 시특법 개정안과의 연관성을 분석하였다. 기술적 측면에서는 유지관리 분야 관련 기 수행 또는 수행중인 기술동향에 대해 조사하였고, 경제적 측면은 현재 유지관리 시장 현황에 대하여 조사하였다.

설문조사는 그림 8.1과 같은 방법으로 수행하였으며, 표 8.3에 나타난 바와 같이 정성적인 분석과 정량적인 분석을 동시에 수행할 수 있어 효용가치가 크다. 또한, 결과비교가 비교적 쉽고 객관성이 높다. 따라서, 본 연구에서는 설문을 통해 파급효과 조사를 하였으며, 효과적인 설문조사를 위해 각 파급효과 유형별 평가지표는 표 8.4와 같이 선정하였다. 지표별 점수는 “매우 높음=5~매우 낮음=1”까지로 정하였고, 각 파급효과 유형별 평가지표와 점수는 표 8.4와 표 8.5에 정리하여 나타내었다.



그림 8.1 유형별 파급효과의 조사 절차

표 8.4 파급효과 유형별 평가지표

정책적 파급효과 지표						기술적 파급효과 지표						경제적 파급효과 지표					
SOC 노후시설 투자 확대	국민의 안전한 생활 보장	통합적 평가 체계로 개편	노후 시설에 대한 국가적 대응 확충	효과 적인 유지관 리 예산 배분	국가 인증 절차 개발	유지 관리 기술역 량 제고	산업 체력 기술 강화	융합 산업 기술 역량 강화	기술 국제 경쟁 력 강화	유지관 리 신기술 촉진	국민 편익 증대	관련 시스템 수출 효과	유지 관리 비용 축소	산업 체적 성과 창출	고용 창출 효과	유지 관리 산업 육성	

표 8.5 파급효과 분석을 위한 평가지표 점수

파급효과 지표 점수				
매우 높음	높음	보통	낮음	매우 낮음
5	4	3	2	1

설문조사에 의한 유형별 파급효과 분석은 정책/기술/경제적 측면에 대해 실시한 설문조사결과를 바탕으로 수행하였으며, 각각의 유형별 파급효과는 5대 중점분야에 대해 그림 8.2~8.7과 같이 분석하여 나타내었다. 분석결과에 대한 내용은 8.2.1절에서 8.2.3절에 정리하여 나타내었다.

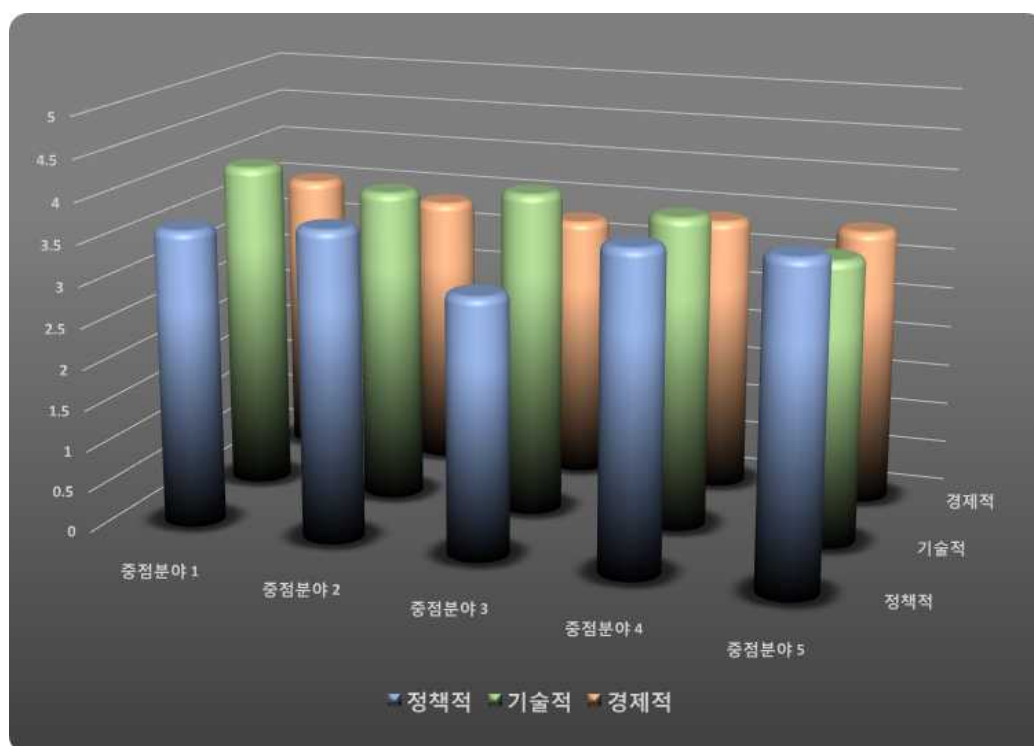


그림 8.2 5대 중점분야에 대한 파급효과 유형분석

고속/정밀 안전진단 기술(중점분야 1)

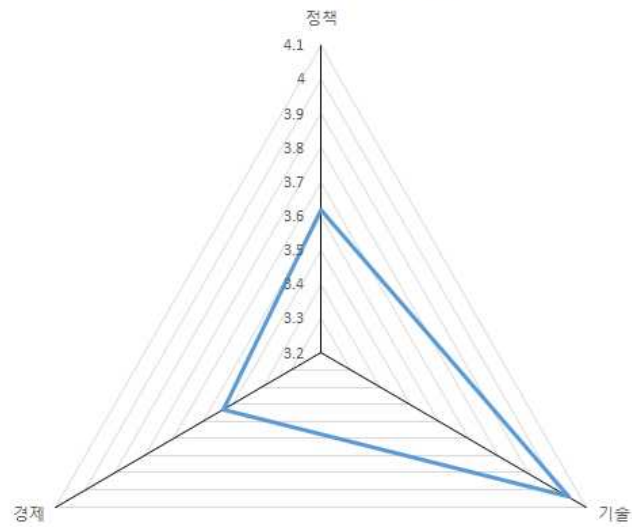


그림 8.3 고속 및 정밀안전진단기술(중점분야 1)에 대한 파급효과 유형분석

Big Data 기반 고신뢰성 성능저하 예측기술(중점분야 2)

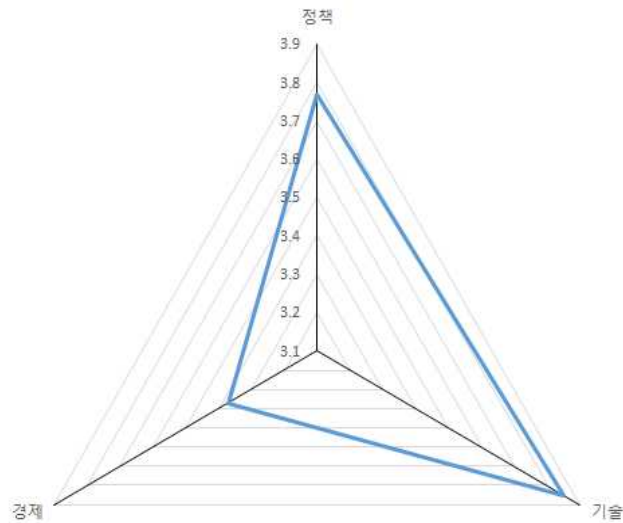


그림 8.4 Big Data 기반 고신뢰성 성능저하 예측기술(중점분야 2)에 대한 파급효과 유형분석

3T 기반 창의형 센서 활용 기술(중점분야 3)

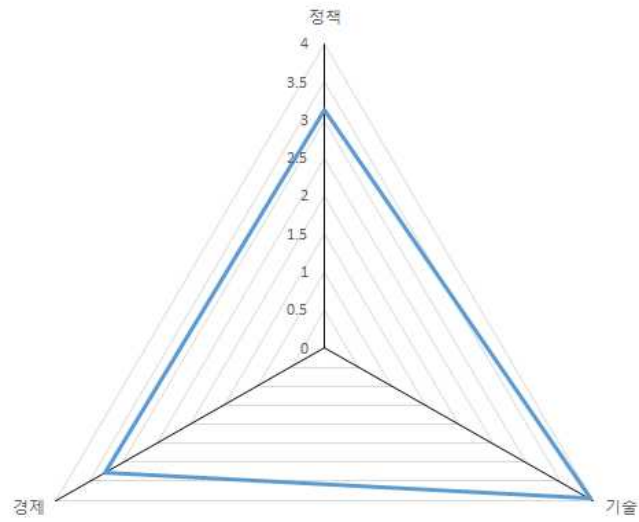


그림 8.5 3T 기반 창의형 센서 활용 기술(중점분야 3)에 대한 파급효과 유형분석

상태정량화 기반 플랫폼형 성능평가 체계개발 기술(중점분야 4)

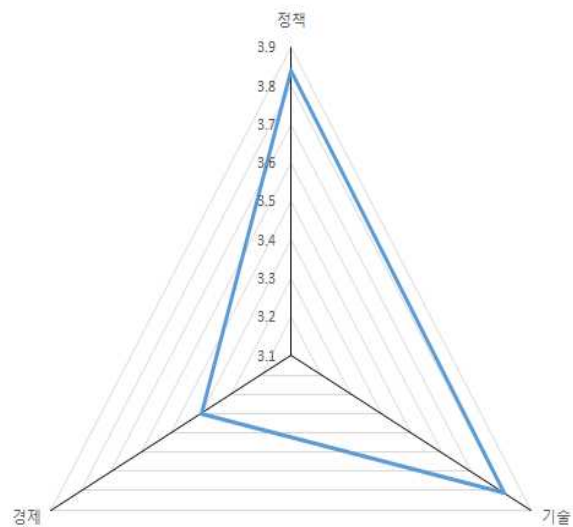


그림 8.6 상태정량화 기반 플랫폼형 성능평가 체계개발 기술(중점분야 4)에 대한 파급효과 유형분석

자산&유지관리 정책 및 평가 기술(중점분야5)

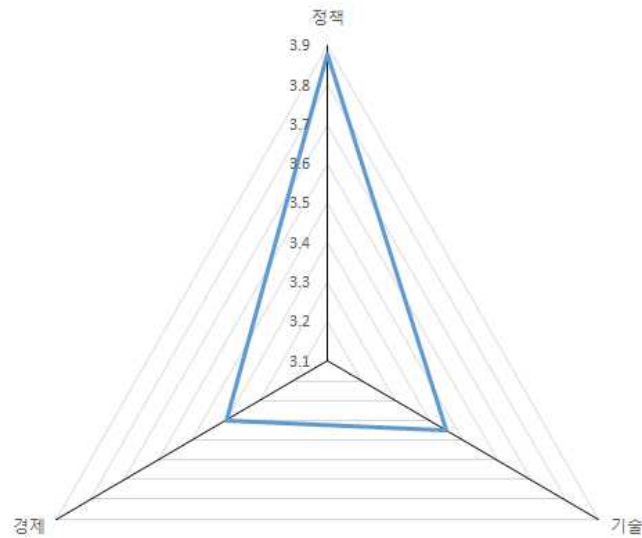


그림 8.7 자산&유지관리 정책 및 평가 기술(중점분야 5)에 대한 파급효과 유형분석

그림 8.2에서 보이는 바와 같이 기술적, 경제적인 측면은 중점분야 1인 “고속/정밀 진단기술”에서 가장 높은 파급효과가 미칠 것으로 조사되었다. 또한 정책적 측면은 “자산&유지관리 정책 및 평가기술”에서 가장 큰 것으로 나타났다. 이는 각 중점분야에 속한 과제들의 성격이 반영된 것으로 판단된다. 또한, 그림 8.3~8.7에서 보여지는 바와 같이 중점분야 1에서는 기술적 측면이 큰 것으로 나타났고, 중점분야 2와 중점분야 4에서는 정책적 측면과 기술적 측면의 파급효과가 큰 것으로 나타났다. 중점분야 3은 정책, 기술, 경제적 측면이 균등하게 조사되었고, 중점분야 5는 정책적 측면의 파급효과가 큰 것으로 나타났다. 이는 중점분야의 과제들의 목적이나 연구내용이 파급효과 유형에 부합되어 나타나는 현상으로 판단된다.

8.2.1 정책적 파급효과

(1) 조사내용

1) 시트법 개정안 주요 내용 조사

정책적 파급효과를 분석하기 위해 현재 본 마스터플랜 내용과 연관성이 높다고 판단되는 개정된 시트법 항목(시설물의 범위, 안전 및 유지관리계획의 수립, 안전 및 유지관리계획의 수립 시행 보고, 안전점검 및 정밀안전진단 실시시기, 책임기술자의 자격, 내진성능평가, 시설물의 안전등급 지정근거, 정밀점검 또는 정밀안전진단 실시결과에 대한 평가, 시설물정보관리종합시스템)에 대해 다음과 같이 조사하였다.

※ 시설물의 범위

- 지하차도에서 기존에 ‘연장’으로 표기되어 있던 것을 1·2종 시설물의 범위를 명확히 하기 위해 ‘터널구간’으로 개정함.
- ‘터널구간’이란 지하차도 중 진입부를 제외한 박스(암거)구간을 말함.
- 「철도건설법」 개정에 따라 ‘광역전철’을 ‘광역철도’로 개정함.
- 1종시설물 중 댐의 종류에 홍수전용댐을 추가함.
- 「하천법」 개정에 따라 ‘지방 1·2급 하천’을 ‘지방하천’으로 개정함.
- 기존의 ‘하수처리장’을 「하수도법」 제2조(정의)에 따라 ‘공공하수처리시설’로 명확히 규정함. 다만 비교적 소규모 시설물(일 처리용량 500톤 미만)은 제외함.
- 옹벽 높이 5미터 이상으로서 연장 100미터 이상인 옹벽으로 정의할 경우 연장내 극히 일부구간에서 높이 5미터를 충족하지 못하는 경우에 적용할 명백한 규정이 없어 기존 옹벽의 범위를 명확하게 정의함.

※ 안전 및 유지관리계획의 수립

- 공동주택의 경우 한 개의 동이 하나의 시설물이므로 개별 동별로 안전 및 유지관리계획을 수립하도록 되어 있었으나 현실적으로 관리주체에서 동일한 안전 및 유지관리계획을 수립하여 개별 동을 관리하고 있는 점을 감안하여 공동주택의 경우에 「조직, 인원 및 장비 확보와 긴급상황 발생 시 조치체계에 관한 사항」은 관리주체 단위로 안전 및 유지관리계획을 수립할 수 있도록 하는 단서 신설

※ 안전 및 유지관리계획의 수립 시행 보고

- 공공관리주체의 경우 ‘주무부처의 장’에 대한 의미를 명확히 하고자 중앙행정기관의 소속 기관이거나 감독을 받는 기관과 그 외의 기관으로 구분하여 안전 및 유지관리계획 제출 처를 달리하도록 함
- 민간관리주체의 경우 안전 및 유지관리계획의 제출 처를 기존의 시장·군수·구청장에서 특별자치도지사를 추가함

※ 안전점검 및 정밀안전진단 실시시기

- 기존에는 일률적으로 점검 또는 진단 실시시기가 정하여져 있었으나 시설물의 안전 상태에 따른 합리적인 안전관리를 위해 시설물의 안전등급에 따라 점검 또는 진단의 실시시기를 차등화하기 위함

※ 책임기술자의 자격

- 학·경력 기술자격의 폐지에 따라 「건설기술관리법」 건설기술자(특급·고급·중급·초급 기술자)의 범위에 맞추어 책임기술자의 범위를 개정

※ 내진성능평가 등

- 대형시설물의 내진성능에 대한 중요성이 부각됨에 따라 1종 시설물에 대한 정밀안전진단

을 실시하는 경우 내진성능평가를 실시할 수 있도록 하는 근거를 법에 신설함

※ 시설물의 안전등급 지정근거

- 시설물의 안전등급을 시행령에 규정함으로써 정밀점검 및 정밀안전진단의 실시주기를 달리 할 수 있는 근거 마련
- 정밀점검 및 정밀안전진단 실시결과의 평가에 따라 안전등급을 변경할 수 있는 근거조항 마련

안전등급 기준(제11조의5 관련)

안전등급	시설물의 상태
A (우수)	문제점이 없는 최상의 상태
B (양호)	보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태
C (보통)	주요부재에 경미한 결함 또는 보조부재에 광범위한 결함이 발생하였으나 전체적인 시설물의 안전에는 지장이 없으며, 주요부재에 내구성, 기능성 저하 방지를 위한 보수가 필요하거나 보조부재에 간단한 보강이 필요한 상태
D (미흡)	주요부재에 결함이 발생하여 긴급한 보수·보강이 필요하며 사용제한 여부를 결정하여야 하는 상태
E (불량)	주요부재에 발생한 심각한 결함으로 인하여 시설물의 안전에 위험이 있어 즉각 사용을 금지하고 보강 또는 개축을 하여야 하는 상태

※ 정밀점검 또는 정밀안전진단 실시결과에 대한 평가

- 정밀점검에 대한 부실점검 방지와 객관적이고 공정한 안전등급의 지정을 유도하기 위하여 평가결과를 안전등급 지정에 반영할 수 있도록 하여 실효성 있는 평가제도 확보
- 점검·진단 평가 대상에 시설물 주요부재에 대한 결함, 손상 등으로 안전상 위험이 발생할 우려가 있는 경우를 신설함.

※ 시설물정보관리종합시스템(FMS)

- 점검·진단·유지관리 등의 실적 제출을 위주로 운영하던 것을 그 외에도 시특법에 따른 각종 보고, 통보, 제출 등을 FMS를 통해 할 수 있도록 함
- FMS의 관리·운영 등에 관한 상세한 사항은 별도 고시토록 함

2) 설문조사 실시

정책적 파급효과에 대한 설문조사는 우선순위 설문을 통해 결정된 1위~50위까지의 과제에 대해서 중점추진분야별로 분류하여 진행하였으며, 정책적 파급효과 지표는 현재 정책적인 기술동향을 기반으로 정하였다.

(2) 분석결과

1) 기존 문헌 조사에 따른 파급효과 분석

기존 문헌조사에 따른 정책적 파급효과 분석은 시특법 개정된 내용을 조사하고, 우선순위에서 도출된 과제와의 연관성을 분석하였다. 그 결과를 정리하여 표 8.6에 나타내었다.

표 8.6 시특법 개정 내용과 도출된 과제와의 연관성

시특법 개정 항목	과 제	연 관 성
시설물의 범위	공항/상수도 시설물 도장 열화모델 개발 및 평가 기준 개선 연구	개정된 시특법에서 정의하는 시설물에 대한 고려 필요
	국내 도로시설물의 자산관리 체계 적용을 위한 시 스템 개발	
	철도시설물의 평가를 위한 자료 수집 및 분석을 통한 서비스수준 평가 방법개발	
	상하수도시설물의 평가를 위한 자료 수집 및 분석 을 통한 서비스수준 평가 방법개발	
	수리시설물(댐 항만 포함)의 평가를 위한 자료 수 집 및 분석을 통한 서비스수준 평가 방법개발	
	공항시설물의 평가를 위한 자료 수집 및 분석을 통한 서비스수준 평가 방법개발	
	도로망 기반의 도로시설물 전략적 중요성 정량화 기술	
	도로시설물 상호 연계성을 고려한 최적 투자우선 순위 결정 기술	
내진성능평가	재해(태풍, 지진 등)시 시설물 안전을 위한 SOC 시설물 정밀 해석기술 개발	본 기획과제에는 지진 및 자연 재해에 따른 성능평가 기술 개 발
	지진전후 교량구조물의 성능저하 예측시스템 기술 개발	
	이상기후 확대에 따른 향후 시설물별 투자소요 예산 산출 기술	
	집중호우, 지진, 강설 상황을 대비한 예방적 자산 관리 기술	
	환경변화에 대응한 중장기 정책 수립 표준화 기술 개발	
시설물의 안전 등급 지정 근거	SOC 시설물 성능 수준 판정 기술 개발	개정된 시특법에서는 성능중심 유지관리를 위한 방법론 제시 가 필요하며, SOC 시설물별 성 능등급기준 마련을 위한 다양 한 과제를 수요조사를 통해 제 안하였음.
	안전성능 평가지표 측정을 위한 정량화 연구	
	위험도 기반 시설물 이상 징후 예·경보 기준 설정 기술	
	ICT 융합기술 기반 고신뢰도 시설물 성능 실시간 모니터링 체계 구축 기술	
	신규 서비스성능 평가 결과에 대한 신뢰도 확보 기술 연구	
	성능기반 시설물 평가 기법 및 유지관리 방안 기 술 개발	

시특법 개정 항목	과 제	연관성
	강제 부식 성능분야 평가 기준개선 연구 환경조건을 고려한 데이터 통합형 성능수준 평가 기술 개발 공항/상수도 시설물 도장 열화모델 개발 및 평가 기준 개선 연구 SOC 시설물별 강제 열화환경 평가기준 개선 연구 강제 내구성(부식) 예측 및 설치환경별 한계 내구 성지표 제안	
정밀점검 또는 정밀안전진단 실시결과에 대 한 평가	접근이 어려운 시설물 및 부재의 내구성 평가 체 계 개발 재해(태풍, 지진 등)시 시설물 안전을 위한 SOC 시설물 정밀 해석기술 개발 구조물 육안점검 객관성 확보문제 해결을 위한 이 미지프로세싱 방식의 손상정보 패턴분석 기술 개발 동해와 염해의 복합열화를 받는 교량 바닥판의 내 구성 평가기법 개발	정밀점검의 평가결과를 안전등 급 지정에 반영할 수 있도록 하여 실효성 있는 평가제도 확 보가 필요. 따라서, 정밀점검 또 는 정밀안전진단 결과를 반영 한 안전등급 평가 기법 개발 필요
시설물정보관 리통합시스 템(FMS)	제설제에 의한 염해환경 데이터베이스 구축 SOC 시설물 통합관리 시스템 개발 SOC 시설물 빅데이터 센터 구축 빅데이터 기반 시설물 유형별 수명예측시스템 및 활용기술 개발	현재 FMS에서는 1, 2종 시설 물에 대한 점검·진단·유지관 리 등의 실적 제출을 위주로 운영하였음. 본 마스터플랜의 기획과제에서는 빅데이터와 시 설물의 이력을 통합관리할 수 있는 통합DB 구축과 시스템을 개발하고자 함.

표 8.6과 같이 시특법이 개정된 내용에 부합되는 마스터플랜의 기획과제를 수행 한다면 추후 유지관리 분야에 대해 정책적으로 큰 파급효과를 얻을 수 있을 것이라 판단된다.

2) 설문조사 분석

마스터플랜의 활용을 통해 예상되는 정책적 파급효과 조사 및 분석을 위해 관련된 산·학·연 전문가 대상으로 설문조사를 수행하였고, 이를 바탕으로 정책적 파급효과 분석을 하였다.

설문은 8.1.1절에 나타난 바와 같이 정책적 파급효과에 관련된 6가지의 지표로 구성하였으며, 전문가들은 각 문항에 대해 ‘매우 낮음’의 경우 1점, ‘매우 높음’의 경우 5점을 체크하는 1 내지 5 스케일 방식으로 정성적 응답을 실시하였다.

설문조사결과, 유관 기획과제와의 중복성과 관련하여 최종 과제 구성에서 제외 하였던 고속/정

밀안전진단기술 (중점분야 1)에서는 “국민의 안전한 생활 보장” 항목이 4.0점으로 가장 높게 응답하였으며, Big Data 기반 고신뢰성 성능저하 예측기술 (중점분야 2)에서는 “통합적 평가 체계 개편”, 4.19점 순으로 응답하였다. 설문조사에 대한 결과는 그림 8.8~8.12에 정리하여 나타내었다.



그림 8.8 고속/정밀 안전진단 기술(중점분야 1)에 대한 정책적 파급효과 설문조사 결과



그림 8.9 Big Data 기반 고신뢰성 성능저하 예측기술(중점분야 2)에 대한 정책적 파급효과 설문조사 결과

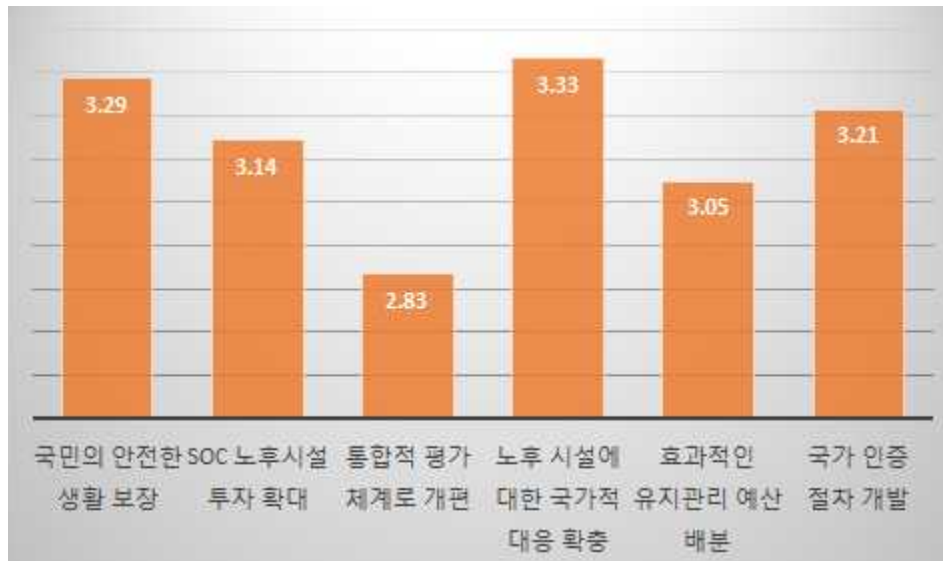


그림 8.10 3T 기반 창의형 센서 활용 기술(중점분야 3)에 대한 정책적 과금효과 설문조사 결과



그림 8.11 상태정량화 기반 플랫폼형 성능평가 체계개발 기술(중점분야 4)에 대한 정책적 과금효과 설문조사 결과



그림 8.12 자산&유지관리 정책 및 평가 기술(중점분야 5)에 대한 정책적 파급효과 설문조사 결과

위 설문조사 결과 중 중점연구 분야별 가장 높은 점수를 획득한 지표에 해당하는 과제는 다음 표 8.7과 같으며 이와 같은 과제를 수행한다면 유지관리 분야에 대해 정책적으로 큰 파급효과를 얻을 수 있을 것이라 판단된다.

표 8.7 정책적 파급효과 설문조사에 따른 중점분야별 과제

중점분야	지표	과 제	평가 점수
고속/정밀 안전진단 기술(중점분야 1)	국민의 안전한 생활 보장	1. 재해(태풍, 지진 등)시 시설물 안전을 위한 SOC 시설물 정밀 해석기술 개발	4.00
		2. 기후변화 대응형 내구성 평가 체계 구축	
		3. FSM(Field Signature Method)을 이용한 실시간 교량 손상탐지 기술	
		4. 위험도 기반 시설물 이상 징후 예·경보 기준 설정 기술	
		5. 환경변화에 대응한 중장기 정책 수립 표준화 기술	
		6. ICT 융합기술 기반 고신뢰도 시설물 성능 실시간 모니터링 체계 구축 기술	
Big Data 기반 고신뢰성 성능저하 예측기술(중점분야 2)	통합적 평가체계로 개편	7. SOC 시설물 통합관리 시스템 개발	4.19
		8. SOC 시설물 빅데이터 센터 구축	
		9. 빅데이터 기반 시설물 유형별 수명예측시스템 및 활용기술 개발	
3T 기반 창의형 센서 활용 기술(중점분야 3)	노후 시설에 대한 국가적 대응 확충	- 해당과제는 상위 1~50위 안에는 속해 있지 않으나 후순위에 존재함.	3.33

중점분야	지표	과 제	평가 점수
상태정량화 기반 플랫폼형 성능평가 체계개발 기술(중점분야 4)	통합적 평가체계로 개편	10. SOC 시설물 성능 수준 판정 기술 개발	4.21
		11. 성능기반 시설물 평가 기법 및 유지관리 방 안 기술 개발	
		12. 상태 정량화 기반 플랫폼형 성능평가체계 기 술 개발	
		13. 도로망 기반의 도로시설물 전략적 중요성 정 량화 기술	
		14. 사회기반시설물 사용에 따른 기능적 중요도 정량화 기술	
		15. 안전성능 평가지표 측정을 위한 정량화 연구	
		16. 신규 서비스성능 평가 결과에 대한 신뢰도 확보기술 연구	
자산&유지관리 정책 및 평가 기술(중점분야 5)	효과적인 유지관리 예산 배분	17. SOC 시설물의 예산 배정에 필요한 의사결정 모델 표준안 개발 연구	4.40
		18. SOC 시설물의 자산관리 적용을 위한 서비스 수준의 정의 및 적용 방안 개발	
		19. 시설물의 자산가치를 반영한 시설물 우선투 자순위 체계 구축	
		20. 도시 네트워크 기반의 효율적 유지관리 의사 결정 시스템	
		21. 이상기후 확대에 따른 향후 시설물별 투자소 요예산 산출 기술	
		22. 집중호우, 지진, 강설 상황을 대비한 예방적 자산관리 기술	

(3) 시사점

SOC 시설물은 국가 경제에 막대한 영향을 끼치는 만큼 종합적이고 장기적인 유지보수 계획에 따라 관리되어야 하나, 우리나라에는 이런 계획을 뒷받침해줄 수 있는 정량적인 시설물 상태정보가 부족한 상태이다.

시설물 성능평가 기술은 자산관리의 효율성을 제고하는 방향으로 개발되어야 하며, SOC 시설물 평가를 통해 건설시장의 확대와 같은 직접적인 효과를 기대 보다 예방적 차원에서 유지관리를 수행함으로써 궁극적으로는 국가 기술 경제력을 강화하고 지속 가능한 발전을 도모해야 할 것이다.

유지관리 분야에서 생성되는 정보를 정책에 반영하는 순환적인 구조의 생성을 통해 국가의 인프라 자산관리의 선진화를 도모하여야 한다. 이를 위하여 SOC 시설물 관리 데이터의 생성·취급·축적 방식의 구조적인 개선 등 다양한 제도적 장치를 먼저 마련해야 할 것이다.

시설물 성능평가 기술은 자산관리의 효율성을 제고하는 방향으로 개발되어야 하며, 표 8.21에서 나타난 바와 같이 SOC 시설물 평가를 통해 건설시장의 확대와 같은 직접적인 효과를 기대보다 예방적 차원에서 유지관리를 수행함으로써 궁극적으로는 국가 기술 경제력을 강화하고 지속 가능한 발전을 도모해야 할 것이다.

8.2.2 기술적 파급효과

(1) 조사내용

1) 기존 문헌 조사

기존 문헌을 통한 기술적 파급효과 조사는 최근 5년간 기 수행 또는 수행중인 시설물 유지관리 관련 과제를 “국가과학기술지식서비스”를 이용하여 조사하여 본 연구에서 제시하고 있는 중점분야로 분류하였다. 분류된 중점분야들에 대해 산술적으로 분석을 하여 기술적 파급효과를 조사하였다. 국가과학기술지식서비스를 통해 조사된 시설물 유지관리 관련 기 수행 또는 수행중인 과제는 표 8.8에 정리하여 나타내었다.

표 8.8 시설물 유지관리 관련 기 수행 또는 수행중인 과제(국가과학기술지식서비스)

연 도	과 제	정부연구비 (백만)
2015	1. 안전한 학교시설물을 위한 유지관리비용 데이터 웨어하우스 구축	51
2015	2. 예방적 유지관리를 위한 지능형 친환경 통합 관리 기술 개발	1,605
2015	3. 통합형 Test Bed 사업 지원 및 IT기반 유지관리기술	350
2015	4. 아스팔트 포장도로의 포트홀(Pothole) 및 맨홀(Manhole)의 효율적 유지관리를 위한 도로보수장비 및 공법 개발	256
2015	5. 5만kL급 이하 플랜트탱크구조물의 설계, 제작, 유지관리를 위한 해석기술 및 설계기준 개발	200
2015	6. 열화된 하수 구조물의 성능 극대화를 위한 통합유지관리 시스템 개발	72
2015	7. 건축 유지관리 단계의 3D/BIM 기반 통합 의사결정 및 정보관리 시스템 개발	101
2015	8. 비접촉 모니터링 기술과 IFC 모델 기준에 따른 정보체계 구축을 통한 첨단 교량 유지관리 시스템	102
2015	9. 플랜트 및 대형구조물 지하시설의 효율적 자산관리를 위한 성능 및 노후화 예측형 유지관리 기반 개발(에너지 생산 및 공급 플랜트 중심)	500
2015	10. 초고해상도(2MHz급 이상)의 소나 개발을 통한 수중구조물 무인 안전진단 시스템 개발	300
2015	11. 구조물 안전진단을 위한 MEMS 기반의 3D 유도초음파 영상화 기술 개발	50
2015	12. 강구조물의 손상 유형별 성능저하도 평가 및 최적의 손상탐지기법 개발	44

연 도	과 제	정부연구비 (백만)
2015	13. 도로교통시설물의 내부결함을 검출하기 위한 이동형 비접촉 고정밀 투과영상 탐지시스템 개발	1,700
2015	14. 노후(철거)교량의 성능평가를 통한 공용중 교량의 장수명화 연구기반 구축	90
2015	15. 대규모 용수공급 관로의 비파괴 정밀진단, 성능평가와 운영감시시스템 개발 기획	80
2015	16. 철골 구조물의 내화피복재 내구연한 연장을 위한 에폭시계 도료 개발 및 성능평가 연구	47
2015	17. 영상기반계측시스템을 이용한 사회간접시설물의 건전도 모니터링	50
2015	18. 열피로를 받는 시설물의 건전도 모니터링 기법 개발	102
2015	19. 수중 항만시설물 점검용 ROV 장비 기술 개발	200
2015	20. 항만시설물 점검용 장비 기술 개발	122
2015	21. 항만시설물 점검용 핵심플랫폼 개발	95
2015	22. 항만시설물 진단 기법 분석	10
2014	23. 기존시설물의 내진성능향상을 위한 구조물의 위험도 및 상태 평가 기법 개발	193
2014	24. 건설구조물의 안전 확보를 위한 생체구조 원리 기반의 무선 통합유지관리 시스템	141
2014	25. 강교량의 지능형 센서기반 차세대 유지관리 솔루션 개발	34
2014	26. 도장이 없는 내후성장교량 박스거더 내부 최적방식기술 및 유지관리지침(안) 개발	180
2014	27. 지속가능 콘크리트 구조물 유지관리 성능평가 시스템 개발	101
2014	28. 화재피해를 입은 콘크리트구조물의 유지관리방법에 관한 표준기술개발	80
2014	29. 분산형 시뮬레이션 기반 시설물 재난 대응 및 관리시스템 구축	100
2014	30. 플랜트·인프라 시설물 설계정보체계 및 건설시뮬레이터 개발 기획연구	100
2014	31. 선형기반 인프라시설물을 위한 Flexible BIM 시스템	89
2014	32. 건축 BIM을 기반으로 한 시설물 유지관리 연동 시스템 연구개발	48
2013	33. 구조성능평가 실험 프로세스 표준화	308
2012	34. NFC기반 건축물 유지관리 시스템	67
2012	35. 국내 무도장 내후성장 교량의 방식 기준 및 유지관리 지침 개발을 통한 국내 환경 대응형 방식기술 개발	99

2) 설문조사 실시

기술적 파급효과에 대한 설문조사는 5대 중점추진분야에 대해 진행하였으며, 기술적 파급효과 지표는 마스터플랜 수립에 따른 유지관리 분야의 기술적 파급효과가 발생할 것으로 판단되는 항목을 정하여 지표로 선정하였다.

(2) 분석결과

1) 기존 문헌 조사에 따른 파급효과 분석

기존 문헌조사를 바탕으로 수행한 마스터플랜 수립에 따른 기술적 파급효과 분석은 국가과학기술지식서비스를 통해 최근 5년간 기 수행 또는 수행되고 있는 유지관리 관련 과제들을 조사한 후 표 8.9와 같이 5대 중점분야로 분류하였다. 또한, 그림 8.13에 기 수행 또는 수행중인 과제에 대해 각 중점분야별 분포도를 나타내었다.

표 8.9 시설물 유지관리 관련 기 수행 또는 수행중인 과제(국가과학기술지식서비스)

중점분야	과 제	분포도
고속/정밀 진단기술	1. 구조물 안전진단을 위한 MEMS 기반의 3D 유도초음파 영상화 기술 개발	31%
	2. 강구조물의 손상 유형별 성능저하도 평가 및 최적의 손상탐지기법 개발	
	3. 도로교통시설물의 내부결함을 검출하기 위한 이동형 비접촉 고정밀 투과영상 탐지시스템 개발	
	4. 초고해상(2MHz급 이상)의 소나 개발을 통한 수중구조물 무인 안전진단 시스템 개발	
	5. 대규모 용수공급 관로의 비파괴 정밀진단, 성능평가와 운영감시시스템 개발 기획	
	6. 영상기반계측시스템을 이용한 사회간접시설물의 건전도 모니터링	
	7. 열피로를 받는 시설물의 건전도 모니터링 기법 개발	
	8. 수중 항만시설물 점검용 ROV 장비 기술 개발	
	9. 항만시설물 점검용 장비 기술 개발	
	10. 강교량의 지능형 센서기반 차세대 유지관리 솔루션 개발	
	11. 비접촉 모니터링 기술과 IFC 모델 기준에 따른 정보체계 구축을 통한 첨단 교량 유지관리 시스템	
Big Data 기반 고신뢰성 성능저하 예측기술	12. 예방적 유지관리를 위한 지능형 친환경 통합 관리 기술 개발	11%
	13. 안전한 학교시설물을 위한 유지관리비용 데이터 웨어하우스 구축	
	14. 플랜트·인프라 시설물 설계정보체계 및 건설시물레이터 개발 기획연구	

중점분야	과 제	분포도
	15. 플랜트 및 대형구조물 지하시설의 효율적 자산관리를 위한 성능 및 노후화 예측형 유지관리 기반 개발(에너지 생산 및 공급 플랜트 중심)	
3T 기반 창의형 센서 활용 기술	16. 통합형 Test Bed 사업 지원 및 IT기반 유지관리기술	3%
상태정량화 기반 플랫폼형 성능평가 체계개발 기술	17. 5만kL급 이하 플랜트탱크구조물의 설계, 제작, 유지관리를 위한 해석기술 및 설계기준 개발	46%
	18. 열화된 하수 구조물의 성능 극대화를 위한 통합유지관리 시스템 개발	
	19. 건축 유지관리 단계의 3D/BIM 기반 통합 의사결정 및 정보관리 시스템 개발	
	20. 노후(철거)교량의 성능평가를 통한 공용중 교량의 장수명화 연구기반 구축	
	21. 철골 구조물의 내화피복재 내구연한 연장을 위한 예폭 시계 도료개발 및 성능평가 연구	
	22. 항만시설물 점검용 핵심플랫폼 개발	
	23. 항만시설물 진단 기법 분석	
	24. 기존시설물의 내진성능향상을 위한 구조물의 위험도 및 상태 평가 기법 개발	
	25. 건설구조물의 안전 확보를 위한 생체구조 원리 기반의 무선 통합유지관리 시스템	
	26. 지속가능 콘크리트 구조물 유지관리 성능평가 시스템 개발	
	27. 분산형 시뮬레이션 기반 시설물 재난 대응 및 관리시스템 구축	
	28. 선형기반 인프라시설물을 위한 Flexible BIM 시스템	
	29. 건축 BIM을 기반으로 한 시설물 유지관리 연동 시스템 연구개발	
	30. 구조성능평가 실험 프로세스 표준화	
	31. NFC기반 건축물 유지관리 시스템	
	32. 아스팔트 포장도로의 포트홀(Pothole) 및 맨홀(Manhole)의 효율적 유지관리를 위한 도로보수장비 및 공법 개발	
자산&유지관리 정책 및 평가 기술	33. 도장이 없는 내후성장교량 박스거더 내부 최적방식기술 및 유지관리지침(안) 개발	9%
	34. 화재피해를 입은 콘크리트구조물의 유지관리방법에 관한 표준기술개발	
	35. 국내 무도장 내후성장 교량의 방식 기준 및 유지관리 지침 개발을 통한 국내 환경 대응형 방식기술 개발	

표 8.9에서 보이는 바와 같이 유지관리 분야 관련 기 수행 또는 수행중인 과제에서 “고속/정밀 진단 기술”은 11건(조사건수 대비 31%), “Big Data 기반 고신뢰성 성능저하 예측 기술” 4건(조사건수 대비 11%), “3T 기반 창의형 센서 활용 기술” 1건(조사건수 대비 3%), “상태정량화 기반 플랫폼형 성능평가 체계개발 기술” 16건(조사건수 대비 46%), “자산&유지관리 정책 및 평가 기술” 3건(조사건수 대비 9%)로 조사되었다.

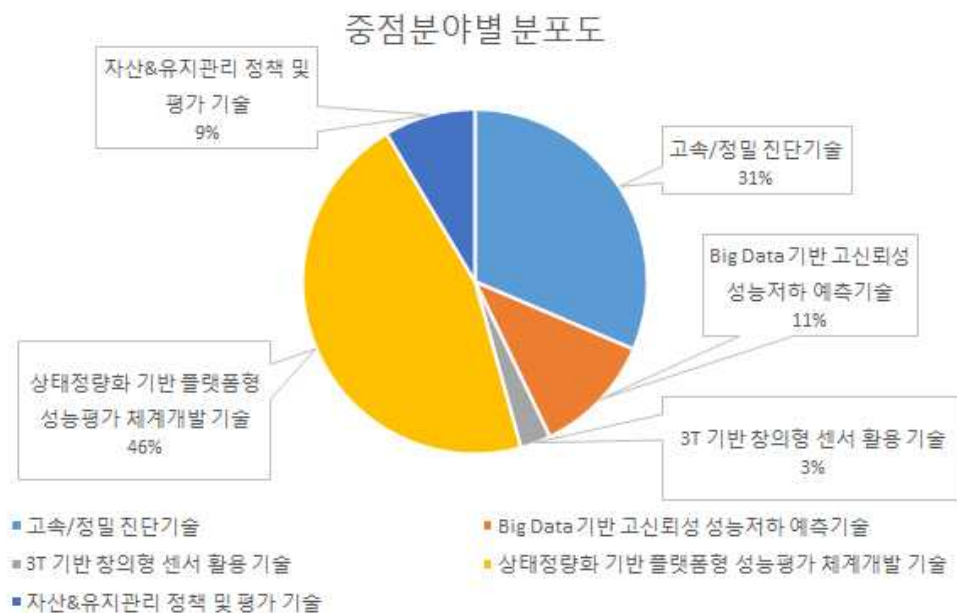


그림 8.13 기 수행 또는 수행중인 유지관리 관련 과제 중점분야별 분포도

2) 설문조사 분석

마스터플랜의 활용을 통해 예상되는 기술적 파급효과를 관련된 산·학·연 전문가를 대상으로 설문조사 실시하여 파급효과 분석을 위한 기초 데이터를 수집하였다.

설문은 8.1.1절에 나타난 바와 같이 기술적 파급효과 5문항 구성되었으며, 5대 중점분야와 도출된 105개 과제에 대하여 전문가들은 각 문항에 대해 ‘매우 낮음’의 경우 1점, ‘매우 높음’의 경우 5점을 체크하는 1 내지 5 스케일 방식으로 정성적 응답을 실시하였다. 전문가들은 마스터플랜 성과 활용을 통한 정책적 파급효과를 고속 및 정밀안전진단기술(중점분야 1)에서는 “유지관리 기술역량 제고”항목이 4.50점으로 가장 높게 응답하였으며, “산업체 기술력 강화”, 4.14점 순으로 응답하였다. 설문조사에 대한 결과는 그림 8.14~8.18에 정리하여 나타내었다.



그림 8.14 고속 및 정밀안전진단기술(중점분야 1)에 대한 기술적 과급효과 설문조사 결과

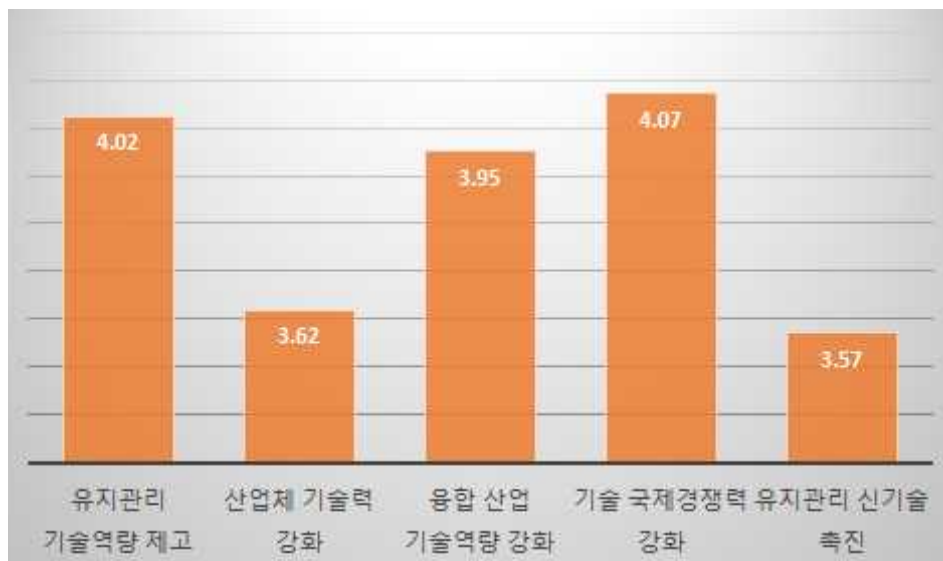


그림 8.15 Big Data 기반 고신뢰성 성능저하 예측기술(중점분야 2)에 대한 기술적 과급효과 설문조사 결과

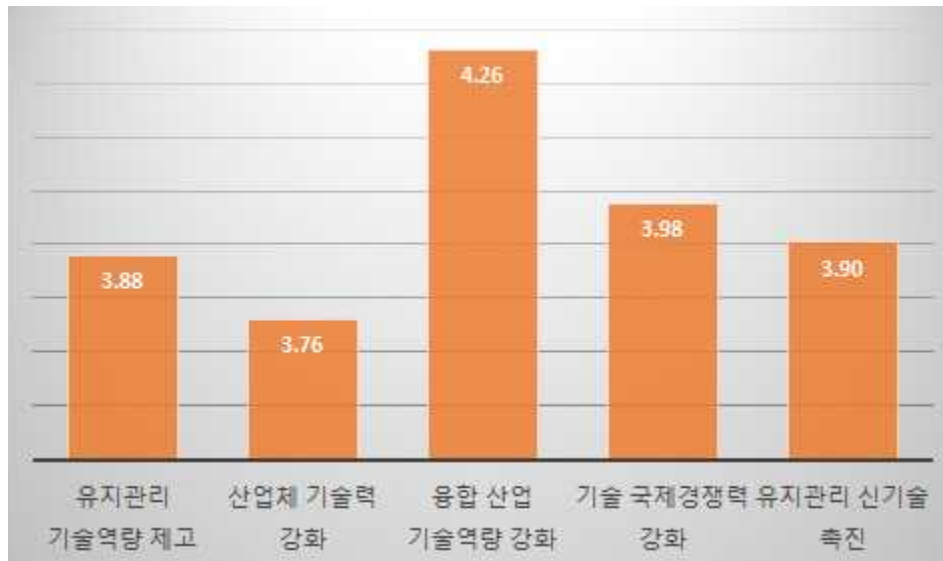


그림 8.16 3T 기반 창의형 센서 활용 기술(중점분야 3)에 대한 기술적 과급효과 설문조사 결과



그림 8.17 상태정량화 기반 플랫폼형 성능평가 체계개발 기술(중점분야 4)에 대한 기술적 과급효과 설문조사 결과

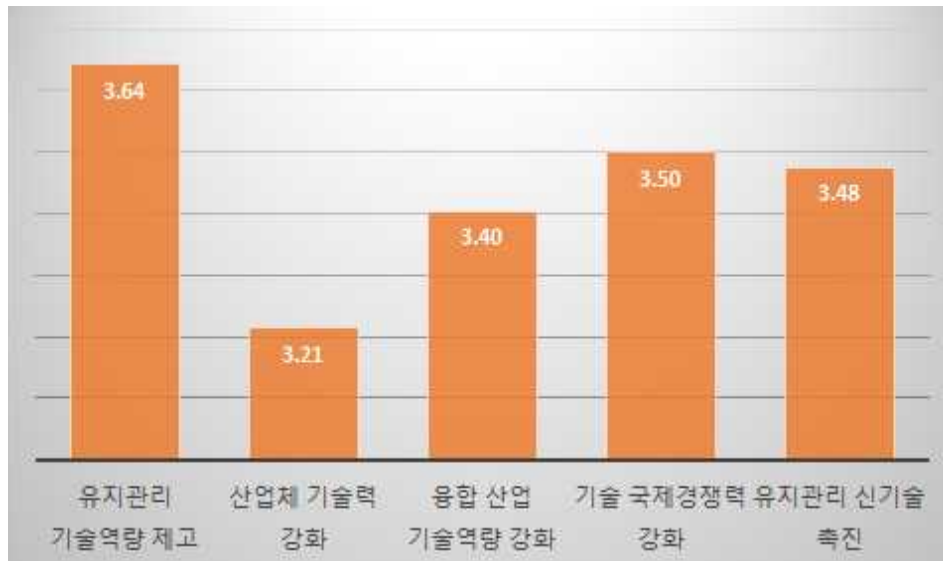


그림 8.18 자산&유지관리 정책 및 평가 기술(중점분야 5)에 대한 기술적 파급효과 설문조사 결과

위 설문조사 결과 중 중점연구 분야별 가장 높은 점수를 획득한 지표에 해당하는 과제는 다음 표 8.10과 같으며 이와 같은 과제를 수행한다면 유지관리 분야에 대해 기술적으로 큰 파급효과를 얻을 수 있을 것이라 판단된다.

표 8.10 기술적 파급효과 설문조사에 따른 중점분야별 과제

중점분야	지표	과 제	평가 점수
고속/정밀 안전진단 기술(중점분야 1)	유지관리 기술역량 제고	1. 재해(태풍, 지진 등)시 시설물 안전을 위한 SOC 시설물 정밀 해석기술 개발	4.50
		2. 구조물 육안점검 객관성 확보문제 해결을 위한 이미지프로세싱 방식의 손상정보 패턴분석 기술 개발	
		3. WIM(Weigh-In-Motion) 시스템을 활용한 도로 및 교량의 하중모형 구축 및 상태평가 기술 개발	
		4. FSM(Field Signature Method)을 이용한 실시간 교량 손상탐지 기술	
		5. 시설물 상태에 따른 수명종결 상태 정의 기술	
		6. 프리스트레스 구조물의 Duct내 Tendon의 계면상태 및 건전성 평가를 위한 Laser를 이용한 비파괴 진단기법	
		7. 콘크리트 터널벽체의 구조적 건전도 상태를 연속적으로 평가하기 위한 비파괴 탄성과 기법 및 이동형 하드웨어 시스템 기술	
		8. 운영 하중상태와 환경변화에 의한 시설물 손상 문제 해결을 위해 시설물별 손상패턴과 성능 분석기술 및 예측기술 개발	

중점분야	지표	과 제	평가 점수
		9. 하천 보 구조시스템의 안정성 평가를 위한 상 시 진동기반 모니터링 기법 개발 10. 위험도 기반 시설물 이상 징후 예·경보 기준 설정 기술 11. ICT 융합기술 기반 고신뢰도 시설물 성능 실 시간 모니터링 체계 구축 기술 1 12. 환경변화에 대응한 중장기 정책 수립 표준화 기술	
Big Data 기반 고신뢰성 성능저하 예측기술(중점분야 2)	기술 국제경쟁력 강화	13. SOC 시설물 통합관리 시스템 개발 14. SOC 시설물 빅데이터 센터 구축 15. 빅데이터 기반 시설물 유형별 수명예측시스 템 및 활용기술 개발	4.07
3T 기반 창의형 센서 활용 기술(중점분야 3)	융합 산업 기술역량 강화	- 해당과제는 상위 1~50위 안에는 속해 있지 않 으나 후순위에 존재함.	4.26
상태정량화 기반 플랫폼형 성능평가 체계개발 기술(중점분야 4)	유지관리 기술역량 제고	16. SOC 시설물 성능 수준 판정 기술 개발 17. 성능기반 시설물 평가 기법 및 유지관리 방 안 기술 개발 18. 상태 정량화 기반 플랫폼형 성능평가체계 기 술 개발 19. 환경조건을 고려한 데이터 통합형 성능수준 평가 기술 개발 20. 구조물의 계측 데이터를 활용한 이상 상태 감지를 위한 관리 기준 기술 개발 21. 진동계측데이터기반 SOC시설물의 현상태평 가 기술 개발/사용성 확장 및 기술표준화 22. 도로망 기반의 도로시설물 전략적 중요성 정 량화 기술 23. 사회기반시설물 사용에 따른 기능적 중요도 정량화 기술 24. 안전성능 평가지표 측정을 위한 정량화 연구 25. 신규 서비스성능 평가 결과에 대한 신뢰도 확보기술 연구	4.10
자산&유지관리 정책 및 평가 기술(중점분야 5)	유지관리 기술역량 제고	26. SOC 시설물의 위험도 분석 기술 표준안 개발 27. SOC 시설물 중장기 예산 분석에 적용 가능 한 시나리오분석 기법 표준안 개발 28. SOC 시설물에 적용 가능한 성능예측모델 표 준안 개발 29. 도시 네트워크 기반의 효율적 유지관리 의사 결정 시스템 30. 이상기후 확대에 따른 향후 시설물별 투자소 요예산 산출 기술 31. 집중호우, 지진, 강설 상황을 대비한 예방적 자산관리 기술	3.64

(3) 시사점

마스터플랜 수립에 따른 정책적 파급효과를 극대화하기 위해서는 재난·재해의 예방 및 저감을 위하여 국가 차원의 지속적인 투자와 SOC 시설물에 대한 통합적 관리 체계가 필요하다.

이미 미국, EU, 일본 등 선진국은 재해·재난 관리체계에 관한 국가차원의 관심과 투자를 지속적으로 추진해오고 있으며, 특히, 방재 및 시설물 관리 분야 등에 IT시스템을 적극 활용하여 취약성 보강을 추진하고 있다. 하지만 국내에서는 아직 부족한 실정이다. 따라서, 시설물 재난 및 안전관리 분야의 기술 선진국은 건설 산업과 IT기술의 융합을 통한 기술 성장 가능성과 파급효과를 인식하고, 주력산업에 특화된 IT융합 전략을 수립하고 적극적이고 차별화 된 지원 실시하여야 할 것이다.

표 8.12에서 보이듯이 재난·재해 및 안전사고 정책수립 주체는 ‘정부부처 중심’에서 ‘국민’ 중심으로 전환하고, 정책수립 방향은 기술개발 독립형 체계에서 기술, 정책, 교육, 산업이 결합되는 융합형 체계 및 국제협력 강화 체계로 전환하여야 할 것이다.

8.2.3 경제적 파급효과

(1) 조사내용

1) 기존 문헌 조사

본 마스터플랜 수립으로 인해 발생하는 경제적 파급효과 조사는 기존의 국내 국가 SOC 분야 중장기 재정소요 및 예산 규모, SOC 시설물 안전 및 유지관리 시장, 건설 산업의 기술융합시장 등을 조사하고, 기술적 파급효과 분석에서 도출된 결과를 도입하여 기존 투자비용 및 시장성 대비 발생하는 경제적 파급효과에 대해 분석하였다. 경제적 측면에서의 기존 문헌 조사내용은 다음과 같다.

① 국가 SOC 분야 중장기 재정소요 및 예산 규모

국가 주요사업의 분야별 중장기재정소요분석에 따르면, 2009년에서 2018년까지 약 90조 1,100억 원 예상하고 있다. 전체 약 94%가 도로, 철도 등 교통 및 물류분야에 치중되어 있으며, 수자원 및 산업단지 등의 지역개발분야의 경우 약 6% 정도로 추정되고 있다. 2010회계연도 결산 부처별 분석 결과, 2011년도 SOC 부문 예산의 경우 약 25조 1,106억 원 정도로, 도로, 철도, 해운·항만, 항공·공항, 수자원 등 교통 및 물류 분야 80%, 나머지 분야 20%가 투입되고 있다.

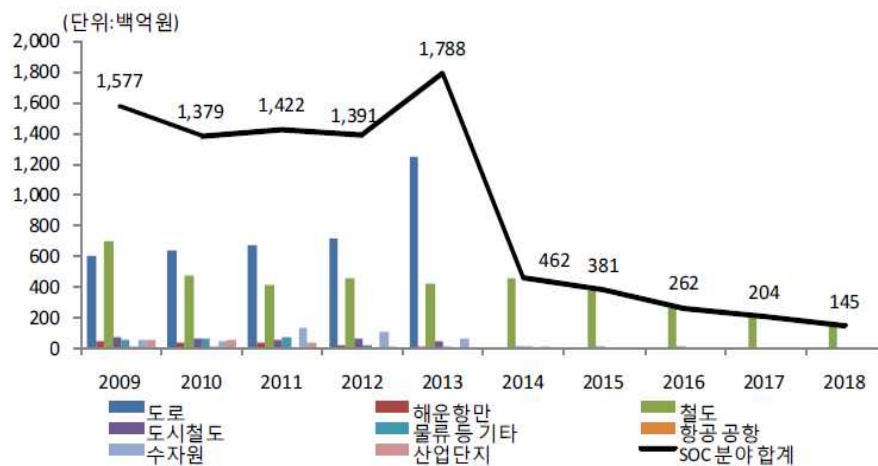


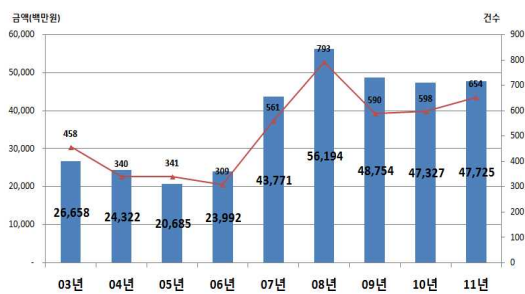
그림 8.19 SOC 분야 총사업비 예상액(국회예산정책처, 2009)

② 안전점검 및 정밀안전진단 시장규모

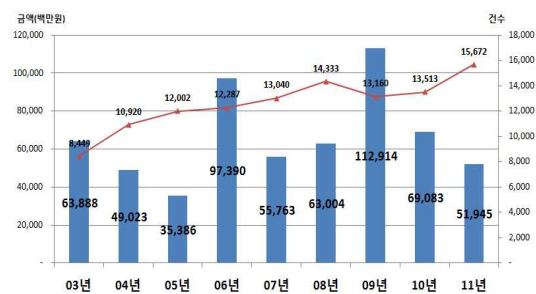
최근 10년간 시장규모가 1,000억 원 대에 머물고 있으며, 안전진단시장은 양적으로 더 이상 성장하지 않는 한계상황 진입하였다.

시장규모는 (2008년) 1,200억 원 → (2009년) 1,600억 원 → (2010년) 1,160억 원 → (2011년) 996억 원으로 줄어들고 있으며, 안전진단시장의 정체에도 불구하고, 안전진단전문기관

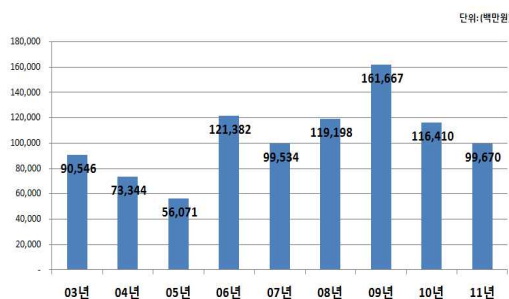
은 매년 증가하고 있다. 최근 현황을 보면 안전진단전문기관은 (2008년) 387개 → (2009년) 430개 → (2010년) 473개 → (2011년) 528개로 늘어나고 있으며, 이들 안전진단전문기관 중 130개사는 수주실적이 없고, 상위 22개사가 전체의 50% 이상만이 수주(2012년 기준)하고 있는 실정이다. 이러한 상황에서 안전진단전문기관 중 일부가 동남아, 중동 등 해외시장 진출을 모색하나, 시장개척 비용 등 현실상 많은 어려움 많다. 시설물 유지관리 시장의 규모와 업체는 지속적으로 증가하고 있으나, 과학적 유지관리 기법의 적용 등 질적 성장을 위한 노력은 미흡한 것이 현실이다. 시장규모는 2001년 1.0조 원에서 2010년 2.8조 원으로 약 2.8배 늘어났고, 업체 수는 2001년 1,982개에서 2010년에는 4,056개로 늘어났다.



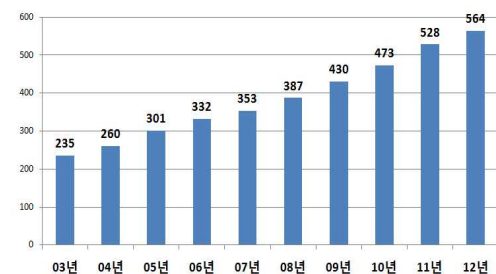
(a) 정밀안전진단 건수 및 금액



(b) 정밀점검 건수 및 금액

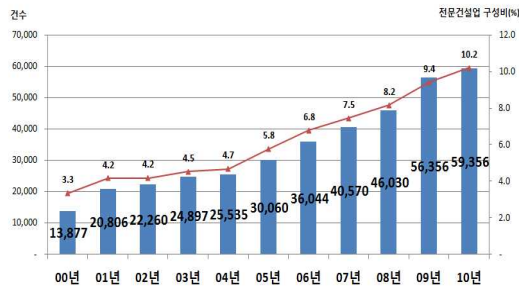


(c) 정밀점검 및 정밀안전진단 금액



(d) 안전진단전문기관

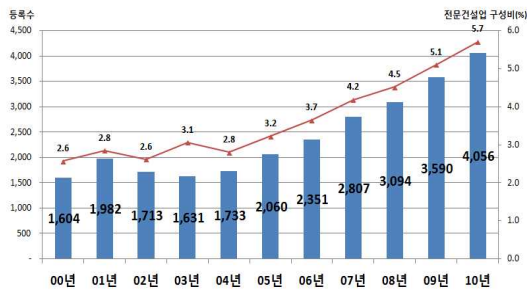
그림 8.20 SOC 시설물 안전점검 및 정밀안전진단 시장현황 (시설물정보 종합관리시스템 통계자료, 2012. 7. 기준)



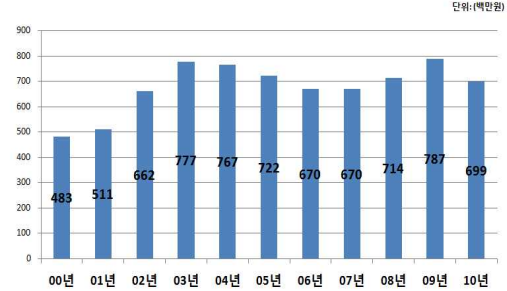
(a) 시설물 유지·보수공사 연간 건수



(b) 시설물 유지·보수공사 연간 시장규모(계약금액)



(c) 시설물 유지관리업체 등록수



(d) 시설물 유지관리업체당 계약금액

그림 8.21 시설물 유지관리 시장 현황 (대한전문건설협회, 전문건설업 통계연보, 각 년도)

③ 건설 산업의 기술융합 시장

정보통신 기술은 네트워크화, 지능화, 내재화의 특성을 통해 기술 및 산업간 융합화를 촉진하는 역할 수행하고 있으며, 건설산업과 IT기술과의 융합을 통해 산업을 고도화, 지능화함으로써 고부가가치 첨단산업으로 진화할 것으로 예측하고 있다. 이에 따라 2015년을 기준으로 국내의 건설+IT 기술 융합 분야는 약 59.5천 억 원 규모로 형성되어 있다.

표 8.11 국내 IT융합시장 규모(단위: 천억 원)

구분	자동차+IT	건설+IT	기계+IT	에너지+IT	국방+IT
2010년	18.0	34.0	91.0	105.0	52.0
연평균 증가율 CAGR(10~12)	26.9	11.8	14.8	5.1	20.9
2012년	29.0	42.5	120.0	116.0	76.0
연평균 증가율 CAGR(12~15)	11.3	11.9	15.1	5.2	30.3
2015년	40.0	59.5	183.0	135.0	168.0

한편으로는 건설 IT융합 국내시장은 2010년 3.4조 원에서 2015년 약 6조 원에 도달할 것으로 전망하였다(녹색성장을 위한 건설-IT융합 기술/시장 세미나, 2010).

우리나라는 세계적으로 U-City를 선도하고 있으며, 건설-IT 융합시장은 향후 가속적인 성장

기대하고 있다. U-City는 유비쿼터스 IT와 건설융합의 대표적인 비즈니스 모델로 산업고도화 및 환경인식 확대에 따른 첨단화, 고급화 및 친환경 측면의 건설수요에 부응을 기대하고 있다.

IT분야와 접목되는 분야 중 센싱, 모니터링 분야의 경우 직접적인 산업규모는 추정하기가 어려우며, 특히 타 산업분야와의 연계성이 매우 높은 분야이다. 특히, 지능형센서 산업의 경우 미래성장산업으로서 사용분야가 광범위한 고부가가치 복합지식산업이다. 지능형센서의 경우 선진업체와의 기술격차와 가격경쟁력 차이로 인하여 시제품 개발 수준으로, 상용화 된 MEMS 센서 등을 대부분 해외에서 수입하여 센서 모듈제조를 하고 있다.

국내 센서 수출입 현황을 보면, 2006년 센서 수입액의 경우 전년 대비 9.2% 증가한 6억 8천만 달러로 당해 수출액의 3배가 넘는 규모이며, 이중 이미지센서가 3억 9천만 달러로 가장 많은 비중 차지하고 있다. 약 150개 센서 관련 기업(통계청, 2008)이 있으나 자체 생산보다는 수입제품의 가공/조립/패키징 생산 위주로 활동하고 있다.

유비쿼터스 컴퓨팅 기반기술의 센싱기술인 RFID의 경우 각국 정부의 지속적인 지원 하에 인식을 제고, 국가 간/기기 간 표준화, 다른 정보통신기기와의 연동가능성 등 지속적인 기술보완으로 향후 고성장 기대하고 있다. RFID 관련 국내 기기산업의 경우 핵심 칩을 수입·재가공·단순 조립 수준으로, 삼성전자 13.56MHz 태그칩 및 쓰리에이로직스 13.56MHz 리더용 칩 개발 시판하고 있다.

USN 기술의 경우 대기업 위주, 고가 첨단센서 개발 등을 통한 시장 주도의 선진국과 달리 수입 센서칩을 이용 모듈조립, 저가형 단순센서 생산 등 중소기업이 산업을 주도하고 있다.

표 8.12 RFID 국내시장 전망(단위: 억 원)

구분	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	연평균 증가율 (CAGR)
태그	317	408	504	672	912	1224	1704	33.5%
리더기	165	213	262	350	475	637	888	33.5%
S/W&Service	178	229	284	378	513	689	958	33.6%
합계	660	850	1050	1400	1900	2550	3550	33.5%

※ 자료 : 세계시장의 5%로 국내시장 추정

국내 RFID/USN 시장은 2008년 약 9천4백억 원 시장에서 2018년에는 25조 4천7백억 원 정도에 이를 것으로 전망하고 있다. RFID/USN 기기 시장의 경우에는 2008년 약 6천8백억 원 시장에서 2018년에는 6조 4백억 원 정도의 규모를 형성할 것으로 예측하고 있으며, RFID/USN 서비스(소프트웨어 포함) 시장의 경우에는 2008년 약 2천6백억 원 규모에서 2018년에는 19조 4천3백억 원 정도에 이를 것으로 예측하고 있다.



그림 8.22 국내 RFID/USN 기기 및 서비스 시장 전망

2) 설문조사 실시

경제적 파급효과에 대한 설문조사는 5대 중점추진분야에 대해 진행하였으며, 경제적 파급효과 평가지표는 현재 유지관리 시장에서의 트렌드를 기반으로 정하였다.

(2) 분석결과

1) 기존 문헌 조사에 따른 파급효과 분석

기존 문헌조사를 바탕으로 수행한 마스터플랜 수립에 따른 경제적 파급효과 분석은 기존의 국내 국가 SOC 분야 중장기 재정소요 및 예산 규모, SOC 시설물 안전 및 유지관리 시장, 건설 산업의 기술융합시장 등을 조사하였고, 마스터플랜 수립에 따른 경제적 파급효과를 표 8.13과 같이 5%~20%까지 절감액을 예상하여 파급효과를 분석하였다.

표 8.13 마스터플랜 수립에 따른 경제적 파급효과

조사 분야	산출 근거	증감액			
		5%	10%	15%	20%
국가 SOC 분야 중장기 재정소요 및 예산 규모	- 2018년 까지 국가 SOC 총 약 90조 1,100억원 소요 예상(국회예산정책처, 2010 회계연도 결산 부처별 분석, 2011) - 마스터플랜 수립에 따른 5%~20% 증감액 발생 예상	약 4.5조 절감 예상	약 9조 절감 예상	약 13.5조 절감 예상	약 18조 절감 예상
안전점검 및 정밀안전진단 시장	- 2015년 SOC 유지관리 시장 총 약 3조 7,000억원 예상(대한전문건설협회, 전문 건설업 통계연보) - 마스터플랜 수립에 따른 5%~20% 증감액 발생 예상	약 185억 증가 예상	약 370억 증가 예상	약 555억 증가 예상	약 740억 증가 예상
건설 산업의 기술융합 시장	- 2015년 기준 건설 IT 융합 분야 총 약 5조 9,000억원 예상(녹색성장을 위한 건설-IT융합 기술/시장 세미나, 2010) - 마스터플랜 수립에 따른 5%~20% 증감액 발생 예상	약 300억 증가 예상	약 600억 증가 예상	약 890억 증가 예상	약 1,200억 증가 예상

2) 설문조사 분석

마스터플랜의 활용을 통해 예상되는 경제적 파급효과를 관련된 산·학·연 전문가를 대상으로 설문조사 실시하여 파급효과 분석을 위한 기초 데이터를 수집하였다.

설문은 8.1.1절에 나타낸 바와 같이 경제적 파급효과 지표는 6문항으로 구성되었으며, 전문가들은 각 문항에 대해 ‘매우 낮음’의 경우 1점, ‘매우 높음’의 경우 5점을 체크하는 1 내지 5 스케일 방식으로 정성적 응답을 실시하였다. 전문가들은 마스터플랜 성과 활용을 통한 경제적 파급효과를 고속/정밀 안전진단 기술(중점분야 1)에서는 “유지관리 산업 육성”이 3.83점으로 가장 높게 응답하였으며, “산업체 경제적 성과창출” 3.74점 순으로 응답하였다. 설문조사에 대한 결과는 그림 8.23~8.27에 정리하여 나타내었다.



그림 8.23 고속/정밀 안전진단 기술(중점분야 1)에 대한 경제적 파급효과 설문조사 결과



그림 8.24 Big Data 기반 고신뢰성 성능저하 예측기술(중점분야 2)에 대한 경제적 파급효과 설문조사 결과



그림 8.25 3T 기반 창의형 센서 활용 기술(중점분야 3)에 대한 경제적 과급효과 설문조사 결과



그림 8.26 상태정량화 기반 플랫폼형 성능평가 체계개발 기술(중점분야 4)에 대한 경제적 과급효과 설문조사 결과



그림 8.27 자산&유지관리 정책 및 평가 기술(중점분야 5)에 대한 경제적 파급효과 설문조사 결과

위 설문조사 결과 중 중점연구 분야별 가장 높은 점수를 획득한 지표에 해당하는 과제는 다음 표 8.14와 같으며 이와 같은 과제를 수행한다면 기술적으로 큰 파급효과를 얻을 수 있을 것이라 판단된다.

표 8.14 경제적 파급효과 설문조사에 따른 중점분야별 과제

중점분야	지표	과제	평가점수
고속/정밀 안전진단 기술(중점분야 1)	유지관리 산업 육성	1. 재해(태풍, 지진 등)시 시설물 안전을 위한 SOC 시설물 정밀 해석기술 개발 2. 구조물 육안점검 객관성 확보문제 해결을 위한 이미지프로세싱 방식의 손상정보 패턴분석 기술 개발 3. WIM(Weigh-In-Motion) 시스템을 활용한 도로 및 교량의 하중모형 구축 및 상태평가 기술 개발 4. FSM(Field Signature Method)을 이용한 실시간 교량 손상탐지 기술 5. 시설물 상태에 따른 수명종결 상태 정의 기술 6. 프리스트레스 구조물의 Duct내 Tendon의 계면상태 및 건전성 평가를 위한 Laser를 이용한 비파괴 진단기법 7. 콘크리트 터널벽체의 구조적 건전도 상태를 연속적으로 평가하기 위한 비파괴 탄성과 기법 및 이동형 하드웨어 시스템 기술 8. 운영 하중상태와 환경변화에 의한 시설물 손상 문제 해결을 위해 시설물별 손상패턴과 성능 분석기술 및 예측기술 개발 9. 하천 보 구조시스템의 안정성 평가를 위한 상시 진동기반 모니터링 기법 개발	3.83

중점분야	지표	과 제	평가 점수
		10. 위험도 기반 시설물 이상 징후 예·경보 기준 설정 기술 11. ICT 융합기술 기반 고신뢰도 시설물 성능 실시간 모니터링 체계 구축 기술 12. 환경변화에 대응한 중장기 정책 수립 표준화 기술	
Big Data 기반 고신뢰성 성능저하 예측기술(중점분야 2)	유지관리 비용 축소	13. SOC 시설물 통합관리 시스템 개발 14. SOC 시설물 빅데이터 센터 구축 15. 빅데이터 기반 시설물 유형별 수명예측시스템 및 활용기술 개발 16. 보수·보강공 수명예측을 위한 표준형 평가 기술 개발	3.79
3T 기반 창의형 센서 활용 기술(중점분야 3)	관련 시스템 수출효과	- 해당과제는 상위 1~50위 안에는 속해 있지 않으나 후순위에 존재함.	3.64
상태정량화 기반 플랫폼형 성능평가 체계개발 기술(중점분야 4)	유지관리 산업 육성	17. SOC 시설물 성능 수준 판정 기술 개발 18. 성능기반 시설물 평가 기법 및 유지관리 방안 기술 개발 19. 상태 정량화 기반 플랫폼형 성능평가체계 기술 개발 20. 환경조건을 고려한 데이터 통합형 성능수준 평가 기술 개발 21. 구조물의 계측 데이터를 활용한 이상 상태 감지를 위한 관리 기준 기술 개발 22. 진동계측데이터 기반 SOC시설물의 현상태평가 기술 개발/사용성 확장 및 기술표준화 23. 도로망 기반의 도로시설물 전략적 중요성 정량화 기술 24. 사회기반시설물 사용에 따른 기능적 중요도 정량화 기술 25. 안전성능 평가지표 측정을 위한 정량화 연구 26. 신규 서비스성능 평가 결과에 대한 신뢰도 확보기술 연구	3.79
자산&유지관리 정책 및 평가 기술(중점분야 5)	유지관리 비용 축소	27. SOC 시설물의 위험도 분석 기술 표준안 개발 28. 시설물의 자산가치를 반영한 시설물 우선투자순위 체계 구축 29. SOC 시설물 중장기 예산 분석에 적용 가능한 시나리오분석 기법 표준안 개발 30. SOC 시설물에 적용 가능한 성능예측모델 표준안 개발	3.79

중점분야	지표	과 제	평가 점수
		31. 국내 도로시설물의 자산관리 체계 적용을 위한 시스템 개발	
		32. SOC 시설물의 예산 배정에 필요한 의사결정 모델 표준안 개발 연구	
		33. 이상기후 확대에 따른 향후 시설물별 투자 소요예산 산출 기술	
		34. 집중호우, 지진, 강설 상황을 대비한 예방적 자산관리 기술	
		35. 환경변화에 대응한 중장기 정책 수립 표준화 기술	

(3) 시사점

건설 분야 내 유지관리 및 안전계측에 대한 인식과 제도의 부족으로 안정적인 시장으로 정착되지 못하고 있는 실정이다.

국내 시설물은 외국에 비해 공용 연수가 매우 짧으며, 이에 따라 해당 시설물의 설계, 시공, 유지관리 경험과 기술축적이 미흡한 실정이므로 강화가 시급하다.

SOC 시설물의 특수성에 기인한 전문성 및 기술력 확보를 통한 시장 활성화가 필요하며, 평가 기술은 선진국과 약 10년 정도 기술격차가 있는 것으로 평가되므로 유지관리 부문의 기술수준을 강화하여 문제점 해결이 중요하고, 시설물 유지관리 시장의 양적 성장 지속, 치열한 수주경쟁과 업체의 영세성으로 인한 취약한 기술역량의 조속한 강화가 필요하다.

향후 선진국 수준으로 유지관리 비중이 점차 증가할 경우, 정부와 지방자치단체 등 주요 관리주체들이 SOC 시설물의 안전 및 유지관리 업무를 외부기관에 위탁하고, 일상적인 안전 및 유지관리 업무보다는 시설물 안전과 효율적 사용, 위탁기관의 관리 등을 위한 정책수립과 안전 및 유지관리 기준과 지침의 개발 등의 연구개발 기능에 보다 치중하는 방향으로 시장이 변화될 것으로 예상된다.

시장 변화를 고려할 때, 현행 시설물의 안전 및 유지관리 기준을 시설물의 상태 등에 따라 보다 차별화하고, 지침, 매뉴얼 등의 연구개발을 지속하여 그 결과를 관리주체 및 유관기관에 보급하는 것이 우선적으로 요구된다.

SOC 시설물의 장수명화를 위해 안전진단전문기관, 시설물 유지관리업체 등의 기술수준이 발전하기 위하여 시설물 안전 및 유지관리 분야의 신기술 개발기능을 지속적으로 강화하여야 할뿐만 아니라, 연구개발 결과를 체계적으로 보급하여 활용도를 제고하는 방안의 수립 및 시행이 필요하다.

8.3 파급효과 요약

본 마스터플랜 기획에서는 마스터플랜수립에 따른 정책, 기술, 경제측면에서의 파급효과에 대해 조사 및 분석을 하였다. 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

(1) 정책적 파급효과

정책적 파급효과 조사 및 분석은 먼저, 시특법 개정된 내용을 조사하고, 우선순위에서 도출된 과제와의 연관성을 분석하였다. 분석결과, 시특법이 개정된 내용에 부합되는 마스터플랜의 기획과제를 수행 한다면 추후 유지관리 분야에 대해 정책적으로 큰 파급효과를 얻을 수 있을 것이라 판단된다. 설문조사에 의한 정책적 파급효과 분석 결과는 중점분야 5(자산&유지관리 정책 및 평가 기술)에서 가장 높은 점수가 나타났으며, 이러한 결과는 미래 유지관리 정책 수립시 효과적으로 활용가능 할 것이라고 판단된다.

(2) 기술적 파급효과

기술적 파급효과 조사 및 분석은 최근 5년간 기 수행 또는 수행중인 시설물 유지관리 관련 과제를 조사하였으며, 조사된 과제들을 본 연구에서 제시하고 있는 중점분야로 분류하였다. 분류된 중점분야들에 대해 산술적으로 분석을 하여 기술적 파급효과를 조사하였다. 설문조사에 의한 기술적 파급효과 분석 결과는 중점분야 1(고속/정밀 안전진단 기술)에서 가장 높은 점수가 나타났으며, 이러한 결과는 표준화된 안전진단 기술을 통하여 시설물 유지관리가 가능하고, 관련 시스템 및 기술을 해외 수출로 연계할 수 있을 것이라고 판단된다.

(3) 경제적 파급효과

경제적 파급효과 조사 및 분석은 기존의 국내 국가 SOC 분야 중장기 재정소요 및 예산 규모, SOC 시설물 안전 및 유지관리 시장, 건설 산업의 기술융합시장 등을 조사하였으며, 기술적 파급효과의 결과를 도입하여 경제적 파급효과를 산술적으로 분석 하였다. 그 결과 예산 규모는 약 18조가 절감될 것으로 보이며, 유지관리 시장 및 기술융합시장은 각각 약 740억, 약 1,200억 원이 증가 될 것으로 분석되었다. 설문조사에 의한 경제적 파급효과 분석 결과는 중점분야 1(고속/정밀 안전진단 기술)에서 가장 높은 점수가 나타났으며, 이러한 결과는 빅데이터 활용 및 IT 융합 기술들의 활용에 따라 유지관리 분야에 있어서 4차산업 혁명 도입 촉진을 유도할 수 있을 것이라고 판단된다.

참 고 문 헌

- 국토교통부/한국시설안전공단, 시트법에 의한 유지관리 체계, 2017
- 교육과학기술부, 주요국의 과학기술정책동향, 2010.10.
- 교육과학기술부, 연구개발활동조사보고서, 2010.
- 국가과학기술위원회, 연구개발기획과 보도자료, 2011.06.02.
- 국가과학기술위원회, 연구개발기획과 보도자료, 2011.06.29.
- 국가과학기술위원회, 2014년도 정부연구개발투자 방향 및 기준, 2013.04.
- 국내 지역별 콘크리트 구조물의 동결융해 손상 위험도 제안, 정해문, 콘크리트학회 논문집, 대한콘크리트학회, 2013
- 국립환경과학원(2016), 대기오염과 산성비
- 국토교통성 종합기술개발 프로젝트, 사회자본 관리기술의 개발 종합보고서, 2008.12.
- 국토해양부, 건설기술인력 수급 예측시스템 구축 연구, 2012.12
- 국토해양부, 제3차 시설물의 안전 및 유지관리 기본계획, 2010
- 국회예산정책처, 국가 주요사업의 분야별 중장기 재정소요분석, 2009
- 국회예산정책처, 2010년도 SOC 예산 및 국가재정운용계획(안), 2011
- 기획재정부, 국가 사회기반시설의 실사 및 평가 방안, 2009.07.
- 시설물 유지관리 협회, 2012년 시설물 유지관리업 시장규모 통계자료, 2013.
- 일본 국토교통성, 국토교통백서, 2006
- 지식경제부 기술표준원(2012), 국내외 부식방식 표준화 동향, KATS 기술보고서.
- 전경련, ‘주요 선진국의 산업 IT 융합정책 비교분석 및 시사점’. 2009.12.
- 한국과학기술기획평가원, 국가연구개발사업의 파급효과 추정방안에 대한 제언, 2009
- 한국건설교통기술평가원, 네트워크 기반 SOC 관리 및 운영 기술 개발 기획 1단계 보고서, 2011.
- 한국건설교통기술평가원, 제2차 건설교통 R&D 중장기 계획(2013~2017), 2012.
- 한국건설교통기술평가원, 네트워크 기반 SOC 관리 및 운영 기획 보고서, 2013.03.
- 한국건설산업연구원, 영미 선진국 인프라 평가 체계의 이해와 국내 도입 방향, 2013.
- 한국건설산업연구원(2016) 국내 교통 인프라 유지보수 투자의 향후 변화 추이
- 한국교통연구원(2015) 교통 SOC 유지관리 투자 현황 및 소요 재원 전망
- 한국시설안전공단, 시설물 관리주체 안전 및 유지관리 실태조사, 2010.11.
- 한국시설안전공단, 시설물 안전 및 유지관리의 메가트렌드 및 미래사회 여건변화, 2015
- 한국 RFID/USN 협회, 2007년도 RFID/USN 산업실태 조사 보고서, 2008.

국토교통과학기술진흥원, SOC시설물 성능평가기술 개발 기획 최종보고서, 2014

ASTM D 5340 (Standard Test Method for Airport Pavement Condition Index Surveys), 2012)

<http://bti.kict.re.kr/bti>.

<http://www.ntis.go.kr>

<http://www.mirai-forum.com>

주의

1. 이 최종보고서는 국토교통부에서 시행한 건설기술연구사업의 연구보고서입니다.
2. 이 최종보고서 내용을 발표하는 때에는 반드시 국토교통부에서 시행한 사업의 연구개발성과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀 유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 안 됩니다.

비매품무료

93530



9 791187 770138

ISBN 979-11-87770-13-8