

13RD
P-C05
381-01

S O C 시설물
성능평가기술
개발
기획
최종보고서

2014

국토교통과학기술진흥원
국토교통부

Land Infrastructure and Transport R&D Report

건설교통연구기획사업 기획 최종보고서

13RDPP-C05381-01

SOC시설물 성능평가기술 개발 기획 최종보고서

2014. 4.

주관연구기관 / 한국건설기술연구원
공동연구기관 / 한국시설안전공단

국 토 교 통 부
국토교통과학기술진흥원

제 출 문

국토교통부 장관 귀하

이 보고서를 "SOC 시설물 성능평가기술 개발" 기획과제의 최종 보고서로 제출합니다.

2014. 4.

주관연구기관 한국건설기술연구원
원 장 우 효 섭

-
- 주관연구책임자 / 박기태 연구위원 한국건설기술연구원
 - 주관연구기관 / 이종석 수석연구원
/ 황지현 연구원
/ 이빛나 연구원
 - 공동연구책임자 / 김용수 수석연구원 한국시설안전공단
 - 공동연구기관 / 박광순 수석연구원
/ 이종건 선임연구원
/ 최상호 연구원
-

보고서 요약서

과제고유번호	13RDPP-C 065381-01	해 당 단 계 연 구 기 간	2013.04.01~ 2013.08.31	단 계 구 분	-
연 구 사 업 명	사 업 명	건설교통연구기획사업			
연 구 과 제 명	세부과제명	SOC 시설물 성능평가기술 개발 기획			
연 구 책 임 자		해당단계 참 여 연구원수	총 : 8명 내부 : 8명 외부 : 0명	해당단계 연 구 비	정부 : 50,000천원 계 : 50,000천원
		총연구기간 참 여 연구원수	총 : 8명 내부 : 8명 외부 : 0명	총연구비	정부 : 50,000천원 계 : 50,000천원
연구기관명 및 소 속 부 서 명	한국건설기술연구원 SOC성능연구소		참여기업명	-	
국제공동연구	-				
위 탁 연 구	-				
요약(연구결과를 중심으로 개조식 500자 이내)				보고서면수	274
- 현행 SOC 시설물의 유지관리는 주로 설계·기술기준 등을 근거로 하는 실정으로 손상된 부분의 원상복구나 설계기준 충족 등을 목표로 시행되고 있으나, 파손, 붕괴된 시설물을 보수하기 위한 사고예방형 유지관리에서 시설물 연식, 이용량 등을 분석하는 성능관리형 유지관리로 전환이 요구됨 - 따라서 본 과제는 도로, 철도, 항공, 항만 등 국가기반체계를 구성하는 교량, 터널, 댐 등 국가중요시설의 시설물군별 성능 관리형 유지관리 체계 구축 및 제도화 달성을 위한 연구기획을 목적으로 수행되었음. - 본 기획과제에서는 성능중심 관리를 위한 등급 산정프로세스 구현 및 제도화/정책화와 관련하여 일반과제 형태로 3년 내에 완료하고(1단계), 구현된 산출 프로세스의 신뢰도 및 정확도를 향상시키기 위한 핵심요소기술에 대해서는 전략로드맵에서 제시하는 것으로 하였으며, 주요 요소기술 분야에 대하여 기술수요조사 결과를 반영하여 본 보고서에 수록하였음.					
색 인 어 (각 5개 이상)	한 글	사회기반시설, 성능, 평가, 정량화, 센서			
	영 어	SOC, Performance, Evaluation, Quantification, Sensing			

요 약 문

I. 제목

: SOC 시설물 성능평가기술 개발 기획

II. 기획 목표

: 도로, 철도, 항공, 항만 등 국가기반체계를 구성하는 교량, 터널, 댐 등 국가 중요시설의 시설물군별 성능 관리형 유지관리 체계 구축 및 제도화 달성 분야 기획

III. 기획 대상 분야 필요성

- 현행 SOC 시설물 유지관리는 주로 설계·기술기준 등을 근거로 하는 실정으로 손상된 부분의 원상복구나 설계기준 충족 등을 목표로 시행되고 있으나, 파손, 붕괴된 시설물을 보수하기 위한 사고예방형 유지관리에서 시설물 연식, 이용량 등을 분석하는 성능관리형 유지관리로 전환이 요구됨
- 70년대부터 시작된 인프라 건설로 노후 시설물이 일시에 대규모로 발생할 것으로 예상되나, 현 수준의 유지관리를 지속할 경우, 고령화에 따른 인프라 교체 수요가 급증하여 막대한 재정이 소요될 뿐만 아니라 국민 안전을 침해하고 국가 경제에 장애가 될 우려되므로,
 - 구조적 안전은 물론 성능유지 및 향상, 감가상각 등을 고려하는 종합적 비용편익 분석을 통해 한정된 재정을 효율적으로 투자할 수 있는 근거 확보를 위한 SOC 시설물의 성능평가체계 마련이 시급
- 또한, 이러한 SOC 시설물의 성능평가를 토대로 시설물의 설계단계에서 설정한 사용목적, 기능 및 성능을 반영한 시설물의 현상태를 객관적·정량적으로 평가할 수 있는 방향으로 유도할 수 있는 기술 개발이 필요함

IV. 기획 결과

- 본 보고서에서는 효율적인 기획성과 도출을 위해 국내외 정책 및 시장현황, 기술동향, 연구개발 인프라 등의 분석 결과를 2장에 수록하였으며, 3장에는 기술수요조사 결과 및 예측조사, 그리고 수요조사 결과에 대한 우선순위 도출 내용을 수록하였음. 4장과 5장에는 환경 분석 및 니즈 분석과 관련한 STEEP 분석과 SWOT 분석, Issue Tree, 비전 및 목표, 그리고 본과제 수행시 필요한

중점추진분야 선정 결과를 제시하였음. 6장과 7장에는 향후 본과제 추진을 위한 후보과제 선정 결과와 본 과제 추진체계 및 구성(기술개발에 따른 미래상 포함), 그리고 단계별 및 세부과제별 주요 내용 및 추진전략(기존 연구와의 중복성 및 연계방안, 최종성과물 및 성과지표, 성과물 검증방안, 기술수요처 및 사업화 방안 포함) 등을 제시하였으며, 9장과 10장에는 소요예산 내역(안)과 인력투입계획, 그리고 각 단계별 과제제안요구서(RFP)와 평가기준을 제시하였음.

- 본 기획에서는 당초 제안 RFP 및 현재 국내외 환경조건을 고려하여 1단계에서 SOC 시설물에 대한 성능중심 관리를 위한 성능평가 프로세스 개발 및 제도화/정책화 단계를 3년간 일반과제 형태로 추진하는 것으로 계획하였으며, 2단계에서는 현행 유지관리체계의 문제점 분석을 통하여 전략로드맵을 수립하고 본 로드맵에 성능평가결과의 신뢰도 95% 확보를 도모할 수 있도록 하는 다양한 요소기술 개발내용을 포함하는 것으로 하였음.
- 1단계에서는 각 SOC 유형별로 내구성, 안전성, 사용성 및 기능성 등을 정량화하고, 성능중심 관리를 위한 성능평가 기술과 대표등급 산출 프로세스 기술을 개발하는 것으로 제안하였음.
- 2단계에서는 4개의 세부과제 분야(3T기반 창의형 센서 활용 기술, 고속/정밀 진단 기술, Big Data 기반 고신뢰성 성능저하예측기술, 상태정량화 기반 성능평가체계 기술 등)로 구성하고, 본 기획 수행단계에서 확보한 다양한 기술수요조사 결과를 토대로 핵심요소기술을 제안하여 본 보고서에 수록하였음(2단계에서 수행되는 요소기술 분야는 전략로드맵 수립과정에서 조정 필요).

V. 기대 효과

- 본 기획에서 제시한 바와 같이 SOC 시설물 성능평가기술 개발 분야에 대한 연구가 계획대로 수행된다면, 개발된 SOC 시설물 성능평가체계를 토대로 적정 규모의 예산을 적시에 필요한 인프라에 투입하여 SOC 시설물의 사고를 미연에 방지하고 장수명화를 유지하는데 활용할 수 있을 뿐만 아니라, 시설물 상태평가의 정량화를 기반으로 대상 시설물의 상태등급 판정 결과의 신뢰도 및 정확도를 향상시킴으로써 획기적인 SOC시설물 유지관리 체계 구축이 가능할 것으로 사료됨.

목 차

1장 기획 필요성	1
1절 기획배경	1
1. 기획배경 및 필요성	1
2. 기획범위 및 기술분류	9
2절 기획목적 및 추진방향	14
1. 기획목적	14
2. 기획 추진방향	15
 2장 국내외 동향 및 환경 분석	9
1절 국내외 정책 동향 및 분석	19
1. 국내 정책 동향 및 분석	19
2. 국외 정책 동향 및 분석	32
3. 이슈 및 시사점	41
2절 국내외 시장 현황 및 전망	42
1. 국내 시장 현황	42
2. 국외 시장 현황	60
3. 이슈 및 시사점	66
3절 기술 동향 분석	69
1. 국내 기술 동향	69
2. 국외 기술 동향	79
3. R&D	87
4. 특허 및 논문 분석	96
5. 이슈 및 시사점	120
4절 연구개발 인프라 분석	122
1. 연구 인력	122

2. 연구 시설·장비·기자재	127
3. 국내외 협력기관	132
4. 이슈 및 시사점	140
5절 종합분석	141
1. 미래사회 전망에 따른 SOC 시설물 이슈 반영	141
2. 연구개발 중점 추진분야 설정	144
3장 기술수요 및 예측 조사	145
1절 기술수요조사	145
1. 기술수요조사 개요	145
2. 기술수요조사 결과 분석	146
2절 기술예측조사	166
1. 기술예측조사 개요	166
2. 조사방법론	167
3. 기술예측조사 결과	167
3절 수요조사 결과 우선순위 도출	175
4장 기술개발 방향 정립	181
1절 STEEP 분석	181
1. 분석 개요 및 목적	181
2. 분석 결과	182
2절 SWOT 분석	185
1. 분석 개요 및 목적	185
2. 분석 결과	186
3절 Keyword 도출	187
4절 Issue Tree 작성	188

5장 비전 및 목표 수립 189

1절 비전 및 목표 설정 189

2절 중점추진분야 설정 191

1. 중점추진분야 설정 과정 191

2. 중점추진분야 개념 192

6장 후보과제 선정 및 우선순위 도출 195

1절 Top-down 과제 195

2절 Bottom-up 과제 197

1. 기술개발환경 Needs 도출 197

2. 후보과제 설정 200

3. 후보과제 검토 210

4. 후보과제간 연계성 검토 211

7장 연구개발 과제 구성 및 추진전략 제시 213

1절 과제 추진체계 213

1. 1단계 과제 구성(안) 215

2. 2단계 과제 구성(안) 217

2절 최종비전 및 목표 220

3절 핵심요소기술(CTE) 선정 및 TRL목표 221

4절 기술개발에 따른 미래상 224

1. 단계별 미래상 224

2. 중점분야별 미래상 226

5절 세부과제별 주요내용 및 추진전략 228

1. 1단계 228

2. 2단계 1세세부 234

3. 2단계 2세세부 235

4. 2단계 3세세부	236
5. 2단계 4세세부	237
6절 단계별 및 세부과제별 연계관계	238
8장 사전타당성 검토	239
9장 소요예산 및 인력투입 계획	241
1절 1단계	241
1. 소요예산 총괄	241
2. 소요예산 상세내역	242
3. 인력투입 계획	243
2절 2단계	244
1. 소요예산 총괄	244
2. 소요예산 상세내역	245
3. 인력투입 계획	250
10장 과제 제안요구서 작성 및 평가기준 선정	253
1절 과제 제안요구서(RFP)	253
1. 1단계 과제 제안요구서(RFP)	253
2. 2단계 과제 제안요구서(RFP)	260
2절 평가기준 선정	268
1. 평가 전략	268
2. CTE 기반 평가기준	270
3. 가점 및 감점 기준	271
참고문헌	273

1장 기획 필요성

1절 기획배경

1. 기획배경 및 필요성

(가) 기획배경

□ 시설물의 노후화에 따른 유지관 비용의 증가

- 미국 토목학회(ASCE)의 『Report Card for America's Infrastructure』 (4년 단위조사)를 살펴보면, 2005년을 기준으로 미국 SOC 시설물 평균 등급은 “D”로써 이를 복구하는데 약 2,400조 원이 소요되는 것으로 평가됨. 그러나 2009년, 재조사 결과 평균 등급은 “D”임에도 불구하고 복구 소요비용은 3,300조 원으로 증가된 것으로 나타남. 이는 SOC 시설물의 노후화에 따른 비용 증가로 추정함



(a) 2005년



(c) 2006년

그림 1 미국 토목학회(ASCE) 『Report Card for America's Infrastructure』

- (SOC 고령화) 「시설물의 안전관리에 관한 특별법」에 따른 시설물 중 준공 후 30년 이상 경과한 SOC가 11%(1,898/17,513)에 달하는 실정
- 우리나라의 경우 국토해양부(현 국토교통부) 소관 『시설물 관리주체 안전 및 유지관리 실태조사(2010.11)』 결과, SOC 시설물의 노후화가 진전되고 있으며, 이에 대한 정확한 평가 및 유지관리의 필요성 증대를 언급함
- '70년대부터 시작된 건설 붐으로 30년 이상 고령 시설물이 10년 후 2배 이상으로 급증 5년 후 2,848개(16.3%), 10년 후 4,271개(24.4%)

- [미국] 1920년대 시설이 노후화 되어 위험 노출
- [일본] 1950년대 시설에 대한 불안감 증가

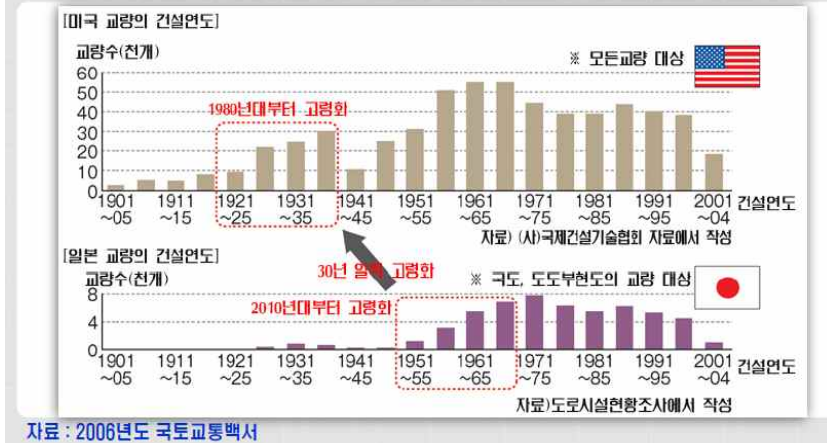


그림 2 시설물 고령화 현황(미국, 일본의 교량 대상)



그림 3 시설물 고령화 예상(한국의 교량 대상)

- (SOC 고령화의 영향) 인프라(SOC)는 국가 경쟁력을 가늠하는 핵심척도로서 인프라 노후화는 국가경제와 국민의 삶을 크게 훼손
 - 세계경제포럼은 글로벌 경쟁력을 행정시스템, 인프라 등 12개 부문으로 평가
 - 낡은 인프라는 국민의 안전을 위협하고 경제활동의 효율을 저하¹⁾
 - 미국 워싱턴 교량('13), 일본 고속도로 터널('12), 경주 저수지('13) 등 노후화로 붕괴
- 1994년 10월 성수대교 붕괴사고를 계기로 정부와 국회에서는 시설물의 안전점검과 적정한 유지관리를 통해 재해 및 재난을 예방하고 시설물의 효용성을 증진시켜 공중의 안전을 확보하고 나아가 국민의 복리증진에 기여함을 목적으로 특별법 제정을 추진

1) (美) 낡은 인프라 개선에 5년간 2,500조 원이 필요하며 현 상태 유지 시 '20년까지 일자리 350만 개, 가계소득 3천만원 감소 예상(ASCE, '13)

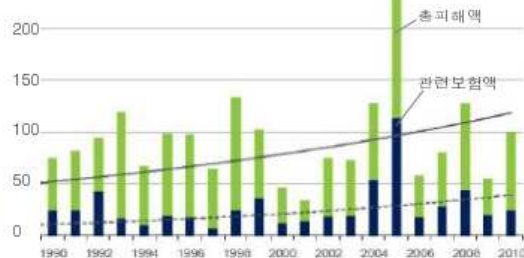
- 1995년 1월 5일, 시설물 붕괴라는 최악의 상황에 대비하기 위해 시설물의 안전점검 및 유지관리에 관한 업무를 체계화하고 진단과 유지관리를 전문적으로 수행할 수 있는 공신력 있는 전문기관을 육성하는 등의 내용을 담아 의원입법으로 「시설물의 안전관리에 관한 특별법」(이하 시특별법)을 제정, 공포함
- 시설물의 안전점검 및 정밀안전진단은 현장조사 및 각종 시험에 의해 시설물의 물리적·기능적 결함과 내재되어 있는 위험요인을 발견하고, 이에 대한 신속하고 적절한 보수·보강 방법 및 조치방안 등을 제시함으로써 시설물의 안전을 확보하는 것을 목적으로 함
- 또한 시특별법 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 고시함(1995년 제정 이후, 18년 동안 8회에 걸쳐 개정)
- 현행, 시설물의 안전점검 및 정밀안전진단 세부지침은 다음과 같은 기술적 한계를 가지고 있는 것으로 보고됨
- 육안점검(또는 목측, Visual inspection)에 기반한 상태평가를 수행하고 있으므로 점검자(기술자)의 경험과 기술수준에 따라 상이한 평가가 수행될 수 있는 가능성이 상존하고 있음
- 상태평가 결과는 정량적으로 도출되도록 설정되어 있으나, 평가 과정상 가중치 설정 등은 정성적인 기준에 기반하고 있는 실정임
- 시설물의 현상태를 반영하기 위한 각종 입력값을 획득하기에는 한계가 있기 때문에 실제 당시 수행한 안정성평가 결과와 차별되지 않는 결과가 도출될 수 있는 가능성이 존재함
- 신종 재난·재해의 발생위험 증가, 재난의 복합화 및 대형화에 효과적 대응을 위한 선제적 기술개발이 요구됨
- 기후변화로 인해 전 세계적으로 대규모 기상재해가 속출하고, 이에 따른 사회·경제적 피해도 급증
 - 우리나라의 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 증가
 - 우리나라의 2002년 이후 기상재해 피해액은 21.2조 원에 달하며, 총 복구액은 33.9조 원 규모이며, 인명피해는 10년간 사망 680명, 이재민 34만 명으로 집계됨
 - 2000년대 들어 기상재해에 따른 재산피해액은 1990년대 대비 3배 이상 증가
 - 미국의 경우 개선된 예·경보 시스템으로 피해를 줄이고 있으나, 매년 기상재해 피해액이 200억 달러를 상회

[국내 기상재해 피해액 추이]



주 : 소방방재청, 제해연보 2011 / 단위 : 백만원

[세계 대형 기상이변 피해액 추이]



자료: Munich Re NatCatSERVICE(2011.6) / 단위: 십억USD

그림 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 필요함
- 이상기후에 직면하고 있는 일본, 대만 등 동북아시아의 국가들도 IT, ICT 기술 등을 융합하여 재난의 전조현상을 사전에 감지하여 재해·재난을 최소화하기 위한 각종 사업을 추진

□ SOC 시설물의 정량적 평가기법 개발 요구 증가

- SOC 시설물의 안전성 평가와 관련한 다양한 연구가 지속적으로 진행되고 있으나, 현장에 적용되는 경우는 극히 드문 것이 현실임
- 이에 관련된 연구를 종합적으로 정리하고, SOC 시설물별 정량화된 안전성 평가를 위해 표준화된 프로세스 개발이 필요

(나) 연구 필요성

- 우리나라의 건설투자 총액 대비 SOC 유지관리 투자율은 14.6%²⁾에 불과한 상황(3.5조 원/24조 원, '12)으로 선진국에 비해 크게 부족
- 서유럽은 '95년 20% → '08년 30% 까지 증가³⁾하고 있으며, 미국 30%, 캐나다 35%, 특히 이탈리아는 50%에 달하는 실정⁴⁾
- 한국에 건설된 주요 시설의 약 90%는 25년 이내에 건설되었으며, 도로, 철도, 수자원 등 관련 시설이 현재 30년 이상을 유지

2) 2012년 시설물 유지관리업 시장규모 통계자료(시설물 유지관리 협회,'13)

3) OECD International Transport Forum, Statistics Brief 2012

4) International Transport Forum, Statistics Brief : Infrastructure Investment, '12.6

구 분	> 15YR		15~25YR		25~35YR		35YR <		Total		기 타
	EA	%	EA	%	EA	%	EA	%	EA	%	
도로교량	1608	54.1	1005	33.8	249	8.4	111	3.7	2973	100	
도로터널	819	86.4	87	9.2	25	2.6	17	1.8	948	100	
철도교량	330	54.2	66	10.8	63	10.3	150	24.6	609	100	
철도터널	459	71.9	99	15.5	44	6.9	36	5.6	638	100	
철도역사	405	69.8	118	20.3	55	9.5	2	0.3	580	100	
항만	124	59.6	39	18.8	35	16.8	10	4.8	208	100	
댐	120	23.0	84	16.1	82	15.7	235	45.1	521	100	
하천시설물	361	42.0	227	26.4	147	17.1	124	14.4	859	100	수문, 제방, 하구둑, 통문
수도시설물	446	48.5	282	30.7	148	16.1	44	4.8	920	100	공업/광역/지방상수도
공공하수처리시설	351	93.9	23	6.1					374	100	

자료 : 한국시설공단, 시설물 관리주체 안전 및 유지관리 실태조사, 2010에서 재편

그림 5 한국의 시설물 경과년수

구 분	A 수량(비율)		B 수량(비율)		C 수량(비율)		D 수량(비율)		E 수량(비율)		Total 수량(비율)	평 균
도로교량	654	(20.2)	2,119	(65.4)	433	(13.5)	28	(0.9)	1	(-)	3,235 (100)	4.05 B
도로터널	533	(53.8)	428	(43.2)	29	(2.4)		0		0	990 (100)	4.50 B
철도교량	255	(47.1)	215	(39.7)	70	(12.9)	1	(0.2)		0	541 (100)	4.34 B
철도터널	174	(28.8)	320	(53)	110	(18.2)		0		0	604 (100)	4.11 B
철도역사	170	(31)	362	(65.9)	17	(3.1)		0		0	549 (100)	4.29 B
항만	121	(6.9)	133	(76.4)	29	(16.7)		0		0	174 (100)	3.90 C
댐	122	(23.9)	202	(39.6)	167	(32.7)	19	(3.7)		0	510 (100)	3.84 C
하천시설	117	(18.5)	443	(69.9)	74	(11.7)		0		0	634 (100)	4.07 B
수도	304	(35.1)	498	(57.6)	61	(7.1)	2	(0.2)		0	865 (100)	4.28 B
공공하수처리	117	(40.3)	169	(59)	2	(0.7)		0		0	288 (100)	4.40 B

자료 : 한국시설공단, 시설물 관리주체 안전 및 유지관리 실태조사, 2010에서 재편

그림 6 한국의 시설물 안전도 평가 결과

- 시설물 유지관리 투자에 대한 경제적 분석과 제도적 기반 미흡
 - 경제적 편익(value) 분석보다는 실링(ceiling)에 의존하고 있으며, 「시특법」은 유지관리 대상을 1·2종 시설물에, 목표는 안전에 한정
- 현행 안전점검 및 정밀안전진단은,
 - 시설물의 외관을 조사하여 결함의 정도를 포함한 시설물에 대한 상태를 평가하고,
 - 현장조사를 통하여 수집된 자료를 기초로 하고 설계도서 및 기존의 안전점검·정밀안전진단 실시결과를 참고하여 시설물의 구조·수리·수문해석 등 안전성을 평가한 후,
 - 상태평가와 안전성평가 결과에 의하여 시설물의 안전상태를 종합적으로 평가하여 시설물의 안전상태를 등급으로 관리하고 있음
 - 반면, 시설물의 사용성 평가는 정밀안전진단에서 선택과업으로 구분되어 시설물의 사용성에 관한 별도의 안전기준은 마련되어 있지 않은 실정임
 - 시설물의 상태평가 등급을 산정하는 기준이 결함지수의 배점범위로 결정되기 때문에 등급 전이 점수범위에 대한 보다 과학적이고 객관적인 검토가 요구됨

□ “시설물 관리주체 안전 및 유지관리 실태조사(2010.11)” 결과, SOC 시설물 노후화가 진전되고 있으며, 이에 대한 정확한 평가 방안 수립 필요

- 이러한 실태조사 결과는 시설물의 유지관리 방향 및 정책 결정과 직접적으로 연관성이 있으므로 객관성 및 신뢰성, 그리고 정확성이 매우 중요

표 1 SOC 시설물 관리주체별 현황 및 등급변화 분석

구분	시설물 수	경과연수	표준점수·등급	등급변화
도로 교량	지자체 1,326개로 전체 44.6% 비중 차지, 도로공사 895개로 30.1% 차지	도로공사 15년 이내 시설물 비중 71.7%로 신규 시설물 비중이 가장 높음. 서울시 25년 초과한 노후 시설물 비중 가장 높음.	최근 교량 등급은 도로공사가 가장 높고 노후화된 교량 관리는 서울시의 등급이 높음	안전등급 향상은 지자체, 국도유지가 우수, 등급 유지까지 감안하면 서울시가 가장 우수
도로 터널	도로공사가 470개로 전체 49.6% 차지, 국도유지 294개로 31.0% 차지	도로공사 15년 이내 시설물 비중 (92.6%) 매우 큼. 서울시는 15년 초과한 시설물 비중 52.6%로 노후 시설물 비중 가장 높음.	서울시는 25~35년 시설물 표준점수가 가장 높아 경과연수가 오래되고 규모가 큰 시설물 비중이 타 관리주체보다 높음	안전등급향상은 서울시가 가장 우수, 등급유지까지 감안하면 국도유지가 우수
철도 교량	철도공사가 393개로 전체 64.5%를 차지함. 광역시 지하철은 22개로 3.6%에 불과함.	철도시설공단 100%가 15년 미만 신규시설물임. 광역시 또한 15년 미만 시설물 68.2% 높은 편임. 철도공사와 서울시 지하철은 15년 이상의 노후시설물 비중이 높음.	평균대가는 철도시설공단>광역시지하철>서울시지하철>철도공사순임. 이는 최근 시설물일 수록 규모가 크기 때문임.	서울시 지하철의 경우 등급을 유지한 철도교량의 비중은 75.0%로 타 관리주체 보다 비중이 높음. 등급향상은 철도시설공단이 높음.
철도 터널	서울시 지하철 263개로 41.2% 차지, 광역시 지하철 204개로 32.0% 차지	철도공사와 서울시 지하철은 25년 이상의 노후화된 시설물 비중 높음.	최근 준공된 터널이 많은 철도시설공단의 터널 96.5%가 A등급임. 철도공사는 C등급 시설물이 46.8%에 달함.	철도시설공단을 제외하고 광역시 지하철이 등급 유지 비중이 65.7%이고 등급 향상도 26.5%로 등급 유지 및 향상 비중이 가장 큼.
항만	항만청이 86개로 41.3% 보유, 항만공사가 67개로 32.2 차지.	기타 관리주체 76.4%가 15년 미만 시설물임. 항만청과 항만공사는 15년 미만 시설물 비중 각각 57.0%, 49.3% 차지	평균점수는 기타(지자체, 국방부 및 컨테이너 부두공단) 관리주체가 높으며 항만청>항만공사 순임.	항만공사 등급 유지한 시설물 비중이 70.2%를 기록, 등급 향상 시설물 비중도 17.5%에 달해, 등급 유지 및 향상 비중이 타관리주체 보다 높음.

구분	시설물 수	경과연수	표준점수·등급	등급변화
댐	농어촌공사가 463개로 88.9% 비중 차지, 수자원공사 25개로 4.8% 차지	농어촌공사 35년 초과한 시설물 비중 48.2% 차지. 수자원공사는 15년 이내 시설물 비중 44.0% 차지해 신규시설물 비중 높음.	평균대가는 수자원공사 288로 가장 높음. 다음으로 지식경제부 산하 공기업 236점, 농어촌공사 202점 기록	농어촌공사 등급을 유지한 시설물의 비중이 96.3%임. 등급하락을 경험한 시설물 비중도 매우 낮음.
하천 시설물	기초지자체 329개로 38.3% 차지, 광역지자체 275개로 32.0% 차지	기초지자체의 경우 15년 이내 시설물 비중 42.0%로 신규시설물 비중 높음. 광역지자체 35년 이상된 시설물 비중 24.4%로 노후 시설물 비중 높음.	기초지자체 A등급 시설물 비중 49.4%로 상태 양호한 시설물 비중 높음.	등급 유지 비중 지자체가 78.6%로 가장 높음. 서울시의 경우 등급 1단계 향상한 비중이 27.7%로 다른 관리주체보다 등급 개선정도가 높음.
수도 시설물	기초지자체가 704개로 76.5% 차지, 광역지자체 88개로 9.6% 차지, 수자원공사 82개로 8.9% 차지	수자원공사 15년 이내 시설물 73.2%로 매우 높음. 35년 초과한 시설물 비중 비교시 기초지자체가 5.4%로 노후시설 비중이 높음.	평균 1일 처리용량을 비교한 결과 수자원공사가 2,154m ³ 로 가장 높음. (광역지자체 481m ³ , 서울시 361m ³ , 기초지자체 98m ³ 기록)	수자원공사와 서울시의 경우 등급이 1단계 하락한 시설물 비중이 각각 44.1% 41.9%로 높은데 반해 기초 지자체와 광역 지자체의 경우 이 비중은 17.9%, 20.0%로 등급 하락 정도가 낮음.
공공 하수 처리 시설물	기초지자체 331개 88.5% 차지, 광역지자체 33개로 8.8% 차지	15년 이내 시설물 비중 기초지자체 94.6% 기록, 서울시의 경우 15~25년 시설물 비중 25.0%로 노후 시설물 비중 높음.	평균 1일 최대 처리 용량 비교시 서울시(1,293m ³)> 광역지자체(198m ³)>기초지자체(37m ³)순임. 표준점수별로도 같은 결과를 도출, 서울시, 광역지자체, 기초지자체 각각 371, 122, 85점 기록.	광역 지자체 등급이 하락한 시설물 비중이 다른 관리주체보다 높은 반면, 등급이 향상된 시설물 비중 또한 높은 편임. 등급유지 및 향상 비중을 모두 더하면 기초지자체(72.8%)의 비중이 광역지자체(62.5%)보다 높음.
건축물	기초 지자체 178개로 50.3% 차지, 광역 지자체 114개로 32.2%, 정부 소속/산하 기관 62개로 17.5% 차지	기초지자체 15년 이내 시설물 비중 65.2% 차지해 타 관리주체에 비해 신규시설물 비중 높음.	대가대비 표준점수 평균을 관리주체별로 살펴본 결과 정부소속/산하기관이 144점, 기초지자체가 138점, 광역지자체가 134점을 기록함.	중앙정부 소속/산하 관리주체가 광역지자체나 기초지자체보다 건축물 보수 및 보장에 더욱 신속히 대응 전반적으로 양호하게 관리를 하는 것으로 판단됨.

- 현재의 안전점검 및 정밀안전진단의 상태평가 방식의 경우,
 - SOC 시설물별 구분된 부재별로 상세한 육안점검을 실시하여 정보를 수집하지만 실제 상태평가를 시행할 경우에는 부재별 가중치를 고려하여 단일의 정량적 등급을 산출함
 - 이 경우, 부재별 손상 정보는 부각되지 않는 경우가 발생할 수 있으므로, 이에 대한 영향을 고려한 평가가 필요하다는 지적이 대두됨
 - 특히, 강교량의 경우에는 콘크리트 교량보다 상태평가 등급을 결정하는 결함지수의 범위 및 손상상태를 판단하는 기준에 대한 개선이 필요한 실정임

- 국내의 도로교량설계기준에서도 기존 설계기법보다 향상된 한계상태설계법(LRFD, Load and Resistance Factor Design)을 제정(2012)하고 3년의 유예기간을 거쳐 시행할 예정임
 - 새로운 설계기법을 적용할 경우, 공용상태 시설물의 안전 및 유지관리와 관련된 기준도 변경되는 것이 타당함

- 따라서 현재의 육안점검 기반의 안전점검 및 정밀안전진단 기술 방식을 신속하고 정확한 첨단기법을 이용한 방식으로 전환함으로써 점검·진단 결과의 신뢰도 확보가 필요함
 - 세계적으로도 시설물의 현상상태를 정확하고 정량적으로 평가하기 위한 분야와 실시간 계측시스템(또는 구조 건전도 모니터링)을 활용하는 연구가 추진되고 있으나, 실시간 계측결과로는 시설물의 현상상태를 반영한 정량적인 안전·유지관리 정보를 제공하는 데 기술적 한계가 존재함

- 따라서 시설물의 설계단계에서 설정한 사용목적, 기능 및 성능을 토대로 시설물의 현상상태를 객관적·정량적으로 평가할 수 있는 기술개발을 토대로 현행 안전점검 및 정밀안전진단 방식에 대한 통합적 개선 유도할 수 있는 기술개발이 필요함
 - 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, 단순 추세분석 수준에서 한 단계 업그레이드하여 재해 및 재난 발생전 SOC 시설물의 상태평가를 실시해 구조물의 통합운용 시스템의 효율화 도모 필요

2. 기획 범위 및 기술 분류

(가) 기획 과제의 정의

- 본 기획과제를 수행함에 있어 ‘SOC 시설물 성능평가기술’이라는 개념을 좀 더 명확하게 규정하기 위해, 먼저 ‘SOC 시설물’ 과 ‘성능평가기술’이라는 단어에 대한 사전적 정의를 살펴본 후에 이를 기반으로 ‘SOC 시설물 성능평가기술’에 대한 구체적인 정의를 수립함

□ ‘SOC 시설물’ 정의

- SOC(Social Overhead Capital, 사회간접자본)⁵⁾: 국가기반시설(행정안전부 재난대책과), 재난 및 안전관리기본법 기준 특정관리대상시설물, 시설물의 안전관리에 관한 특별법 기준 1, 2종 시설물 등이 해당
- 본 기획과제에서 도출한 ‘SOC 시설물’은 사회기반시설 회계처리지침에 명시된 구조물⁶⁾로 정의함

□ ‘성능’의 개념 및 정의

- 성능 : 사용 목적을 수행하기 위해 갖추어야 할 성질 또는 기능
 - 설계 시의 요구 성능

- ① 구조물은 설계 및 설계검증에는 고려하는 모든 하중 또는 하중조합 영향 등에 대하여 안전성능을 확보하여야 한다.
 - ② 구조물(설비 또는 부착물 포함)은 고려되는 하중영향에 대하여 적절한 사용성능을 확보하여야 한다.
 - ③ 구조물은 고려되는 주변환경 하중영향에 대하여 설계수명 동안 적절한 내구성능을 확보하여야 한다.
 - ④ 이 외에도 콘크리트 구조물의 설계에서는 건전성능과 환경성능 등이 고려될 수 있다.

- 요구 성능 : 구조물의 성능에 대한 요구 조건을 의미
 - 안전 성능 (Safety performance) : 어떠한 하중에 대하여 사용자 또는 구조물 주변 사람의 안전을 보장하는 구조물의 성능
 - 사용 성능 (Serviceability performance) : 고려하는 하중에 대하여 사용상의 적절한 편의를 제공하는 구조물의 성능
 - 기능 성능 (Functionality performance) : 대상 시설물의 성격에 부합하는 역할을 수행하는 수준의 구조물 성능
 - 내구 성능 (Durability performance) : 환경하중에 대하여 구조물의 사용수명 동안 요구되는 기능을 유지시키기 위한 구조물의 성능
 - 환경 성능 (Environmental performance) : 콘크리트 구조물 또는 재료 등의 시공 및 제조 과정에서 발생하는 환경영향의 정량적 또는 정성적 정도

□ ‘성능평가기술’ 정의

- 본 기획과제에서 도출한 ‘성능’은 크게 내구적 성능과 구조적 성능, 그리고 사용/기능적 성능으로 분류함
 - 내구적 성능: 중성화, 염해 및 황산염 침식 등 열화메커니즘에 저항하는 성능
 - 구조적 성능: 시설물의 구조적 안전성에 영향을 미치는 요인에 저항하는 성능

5) 다른 다양한 산업활동을 가능하게 하는 기능이나 서비스와, 공공기관에 의해 통제되는 서비스, 그리고 다른 나라에서 제공받을 수 없는 서비스 등을 사회간접자본의 범주에 포함되는 활동이라고 정의(앨버트 O. 허시먼)

6) 도로, 철도, 항만, 댐, 공항, 하천, 상수도, 국가어항 등 8종 시설을 의미함

- 사용/기능적 성능: 시설물의 사용가능수준과 기능역할 수행여부를 판정할 수 있는 성능
- 평가: 일정한 기준이나 판단에 근거하여 좋고 나쁨을 판단하는 지표
- 기존 시설물은 육안점검, 정밀점검으로 평가하고 있으며, 현상태를 정확하게 진단할 수 있는 첨단기법, 향후 시설물의 상태를 예측할 수 있는 모델링 기법 등 다양한 평가방법이 존재
- 향후, 점검·진단에서 SOC 시설물의 성능평가는 콘크리트, 강재, 목재 등 다양한 재료로 구축된 시설물을 대상으로 구분되어야 함
- 예를 들어, 콘크리트 구조물의 내구성 관점으로부터의 사용성 검토에 필요한 항목을 살펴보면 공통적인 조사항목이 많으므로 공통적인 콘크리트 구조물의 내구성에 관한 조사항목과 각 시설물의 설계에서 고려해야 하는 하중과 각 하중이 작용하는 것에 의한 응력, 변위, 변형, 진동 및 방수성, 미관 등에 의한 사용성에 관하여 각각의 구조물의 특성을 고려하여야 함

표 2 SOC 시설물별 일반적인 사용성/기능성 검토항목 사례

사용성 검토 항목	교량	댐	터널
구조안전성(내하성), 변위·변형	○	○	○
내구성(시설물 건전도)	○	○	○
통행량 수준	○	-	○
진동, 소음	○	-	-
수밀성(방수성, 내누수성)	○	○	○
사용자의 편의성(주행성·보행성, 미관)	○	-	○
염해지역 여부	○	○	○

- 따라서 “SOC 시설물 성능평가기술”은 현행 시설물 안전점검 및 정밀안전진단 기술의 한계를 극복하기 위하여, 객관적이고 과학적인 방법에 의하여 관련 업무의 효율화·자동화를 도모
- 기존 기술 고도화, 창의형 미래기술 개발, 계측데이터 기반 고신뢰도 성능저하 예측 기술 개발, 플랫폼형 시설물별 대표상태등급 산정시스템 개발 등

□ ‘성능대표등급’ 정의

- 다양한 인자를 고려한 시설물군 유형별 성능 대표등급을 산정한 결과를 의미하며, 산정결과는 시설물 유지관리 예산 집행 및 정책수립 근거로 활용될 수 있음(국가적 차원의 대표등급 향상 노력)
- 성능대표등급은 단위시설물별 등급, 전문가 평가, 시설물 특성 보정 인자, 기타 인자(경제, 환경, 이슈 등)이 고려된 종합적 등급 산정 결과로써, 성능대표등급 산정을 위한 각종 인자 및 산정 방법 등에 대한 심도있는 연구 필요
- 성능대표등급 산정 프로세스 개발시 우리나라 전체, 도별, 시별 등 다양한 범위에 대하여 산정할 수 있도록 연구개발이 필요할 것으로 사료됨.

□ ‘성능목표수준(Level of Service)’ 정의

- 대상 시설물의 특성 및 현 상태를 고려하여 설정되는 각 성능항목별 최소의 목표수준을 의미하며, 합리적인 유지관리를 실시하기 위한 근거로 활용됨
- 현재는 계획단계에서 설정된 목표성능에 준하여 유지관리를 실시하나, 현실적인 요구성능을 반영하여 보다 합리적인 방향으로 유지관리를 실시하는 것이 타당할 것으로 사료되며, 이에 대한 논리적인 산정 프로세스 개발 필요

□ ‘재해’ 및 ‘재난’의 정의(법률상 기준함)

- 재난: 국민의 생명, 신체, 재산과 국가에 피해를 주거나 줄 수 있는 것으로써 다음의 설명에 해당⁷⁾
- 재해: 태풍, 홍수, 호우, 강풍, 해일, 지진 등 자연현상으로 발생하는 피해
- 화재, 붕괴, 폭발, 교통사고 등 사고로 발생하는 대통령령으로 정하는 규모 이상의 피해
- 에너지, 통신, 금융, 수도 등 국가기반체계의 마비와 감염병 확산 등으로 인한 피해

(나) 기획 과제의 범위

□ 기획 연구를 보다 효과적으로 수행하고 최종목표 달성 가능성을 높이기 위해, 기획대상 SOC 시설물의 범위를 다음과 같이 규정함

- SOC 시설물: ‘SOC 시설물’은 사회기반시설 회계처리지침에 명시된 구조물 8종으로 정의함
- SOC 시설물 성능평가 기술은 SOC 시설물의 구조적·재료적 성능을 기존 육안점검 및 정밀점검에서 나아가 IT+건설 융합을 통해 새로운 평가 기법을 제시

□ SOC 시설물의 성능평가를 위한 기술적 범위로서 다음의 항목에 대한 검증이 필요한 것으로 제시함

- 구조 안전성
 - 구조물 또는 하나의 강체로 고려되는 구조물 일부의 평형상태 상실
 - 구조물 또는 구조물 일부의 지속적인 변형에 의한 파괴, 구조물 또는 구조물 일부(지지점과 기초 포함)의 안정성 상실
 - 피로 또는 시간이력효과에 의한 파괴
 - 소요성능 기준
- 사용성 : 회복가능 사용성과 회복불가능 사용성은 서로 구별되어야 함
 - 외관, 사용자의 편의성, 구조물의 기능에 영향을 주는 변형 또는 비구조 요소 및 마감에 손상을 야기하는 변형
 - 사용자에게 불쾌감을 주거나 또는 구조물의 기능을 제한하는 진동
 - 외관, 내구성 또는 구조물의 기능에 나쁜 영향을 줄 수 있는 손상
- 내구성
 - 예상 환경조건
 - 재료의 조성, 성질 및 성능
- 기능성
 - 구조물의 용도
 - 부재의 형태 및 구조상세

7) 재난및안전관리기본법 제2조(정의)

- 기타항목
 - 작업의 질과 품질관리 수준
 - 특별 방지대책
 - 수명동안의 유지관리 등

(다) “SOC 시설물 성능평가기술 개발” 기술 분류 및 개념

- 본 기획과제에는 표 3과 같이 네 가지 중점분야로 분류하였음
- 분석 결과, 제시된 4대 중점분야를 큰 틀에서 유지하면서도 본 기획연구팀에서 새롭게 정의한 “SOC 시설물 성능평가기술 개발”에 대한 기획을 수행할 수 있을 것으로 파악됨

표 3 “SOC 시설물 성능평가기술” 기술 분류

구분	중점분야
중점분야(안)1	고속/정밀 진단기술 개발
중점분야(안)2	Big Data 기반 고신뢰성 성능 저하 예측 기술 개발
중점분야(안)3	3T 기반 창의형 센서 활용기술 개발
중점분야(안)4	상태(Status) 정량화 기반 성능평가 체계 개발

- 중점분야(안)1: 고속/정밀 진단 기술(응용·실용화 분야)
 - 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
 - 기존에도 진단 관련 기술은 존재하나, 정밀안전진단 세부지침에 규정된 주요점검항목별 육안점검 방식을 대체할 수 있는 기능이 없음. 따라서 진단결과의 정확성/신뢰성/난이성(접근성 등) 등의 현실적 문제를 개선할 수 있는 방향으로 기술 개발 필요
- 중점분야(안)2 : 3T(NT, BT, IT) 기반 창의형 시설물 정보수집 및 활용 기술(창의형 미래기술 분야)
 - Bio-Inspired Technology, 나노 기술, 감성기술(Six-Sense Technology) 등 첨단 기술과의 융합을 통해 시설물 안전점검 및 정밀안전진단 분야의 세계 기술선도가 가능한 미래 기술
 - 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 진단 기술 개발을 통하여 시설물 진단분야에 대한 국가 경쟁력 제고 및 진단/평가 결과의 신뢰도/정확도 향상 필요

- 중점분야(안)3 : 빅 데이터(Big Data)* 기반 고신뢰성 성능저하 예측기술(기초원천/응용·실용화 분야)
 - 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
 - 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
- 중점분야(안)4 : 상태(Status) 정량화 기반 성능평가체계 구축 기술(기초원천/응용·실용화 분야)
 - 교량, 터널, 댐, 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 등을 개발 목표로 함
 - 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(1, 2 세세부 성과) 및 성능저하 예측기술(3 세세부 성과), 그리고 실제 진화되고 있는 설계기준 체제를 반영하여 기존 프로세스보다 개선된 성능중심관리를 수행할 수 있는 대표등급 산출 프로세스 및 평가자동화 시스템 개발 필요

(라) 기술 분류에 따른 예상 목표성과물(안) 및 활용방안

- 예상 성과물 유형: 평가기법 및 자동화 평가 프로그램(소프트웨어), 관련 정책, 진단 기법 등임
- SOC 시설물 성능평가기술의 직접적인 성과는 시책법상 1, 2종 시설물에 대한 안전점검 및 정밀안전진단의 실시방법 및 절차 등에 관한 필요사항을 정하고 있는 세부지침에 반영하여 관련산업 활성화에 기여하고자 함
- SOC 시설물 성능평가기술의 간접적인 성과로는 시설물 안전 및 유지관리 분야의 기술 수준 향상을 도모하고자 함

2절 기획 목적 및 추진방향

1. 기획 목적

(가) 개요

- 연구개발 과제 구성과 운영흐름 전반에 기본적으로 요구되는 전략적 방향성을 제시하고 구체적인 실행 방안을 도출하는 데 목적을 두고 있음
- 관련 분야에서 세계 최고 수준의 기술을 보유한 전문가 및 전문기관과 효율적으로 공동연구를 수행할 수 있는 최적의 구성 체계를 조성하고자 함
- 해당분야 실무 전문가의 사업화 방안 도출을 기반으로 한 구체적인 실용방안 및 운영방안을 도출하고자 함
- 최종적으로, 중점분야별 연구목표, 세부과제 내용, 연구기간, 소요예산, 단계별 추진 전략 등을 포함한 핵심 연구개발 과제를 제시하고자 함

(나) 기획 목적

- 본 과제는 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 토대로 기획 초기에 설정한 목표는 “신뢰받는 SOC 시설물 성능평가기술로 국민의 행복지수 10% 향상으로 정함.



그림 7 SOC 시설물 성능평가기술 개발 기획 초기단계 설정 목표(안)

2. 기획 추진방향

(가) 기획방향

□ 추진방향 도출을 위한 분석방법 및 계획 제시

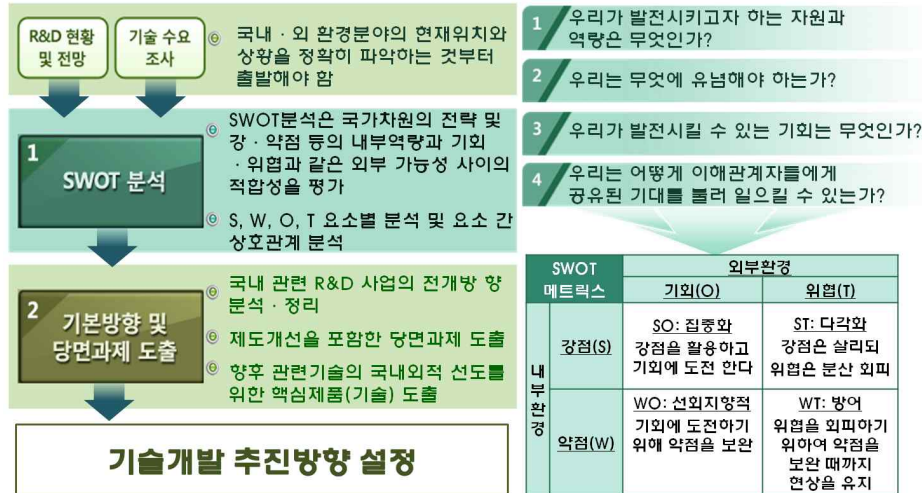


그림 8 SWOT 분석방법 및 계획(예시)

(나) 기획 추진방법

□ 산·학·연이 모두 참여한 기획위원회 구성을 통한 기획 연구수행

- 산(5), 학(9), 연(3)이 모두 참여한 기획위원회 구성을 통한 기초, 응용, 실용화 및 현장 적용 간의 연계성 확보를 최대한 도모함



그림 9 산·학·연 기관위원회 구성

- 단계별/핵심기술별로 다각화된 국내·외 전문가 그룹을 적극 활용
 - 국·내외 관련분야의 저명한 전문가들로 구성된 전문가 그룹을 보다 적극적으로 활용하여 단계별/핵심기술별로 다각화된 연구개발 과제를 도출해내고 상세 기획을 수행하고자 함
 - 사회과학, IT, 공학 등 핵심기술을 보유하고 있는 기관을 대상 및 유사연구 수행기관간 협력 네트워크를 구성하여 보다 고도화된 성과를 도출할 수 있는 기획을 수행하고자 함

- 기존 기획연구 과제 및 유사 연구개발 과제에 대한 철저한 조사/분석/평가를 통한 혁신적인 전략과제 창출
 - 관련된 선행 기획과제 및 연구개발 과제의 성과를 최대한 연계 및 활용하여, 가장 효과적으로 기획의 최종목표를 달성할 수 있는 혁신적인 전략 과제를 창출하고자 함

- 수요자 Needs를 반영한 연구개발 기획
 - 기획위원 및 자문위원에 의해 도출되는 Top-down 방식과 수요자의 Needs가 반영된 기술을 도출하는 Bottom-up 방식을 융합하여 기획을 추진함



그림 10 수요자 Needs를 반영한 연구개발

(다) 1단계 기획연구 추진 절차

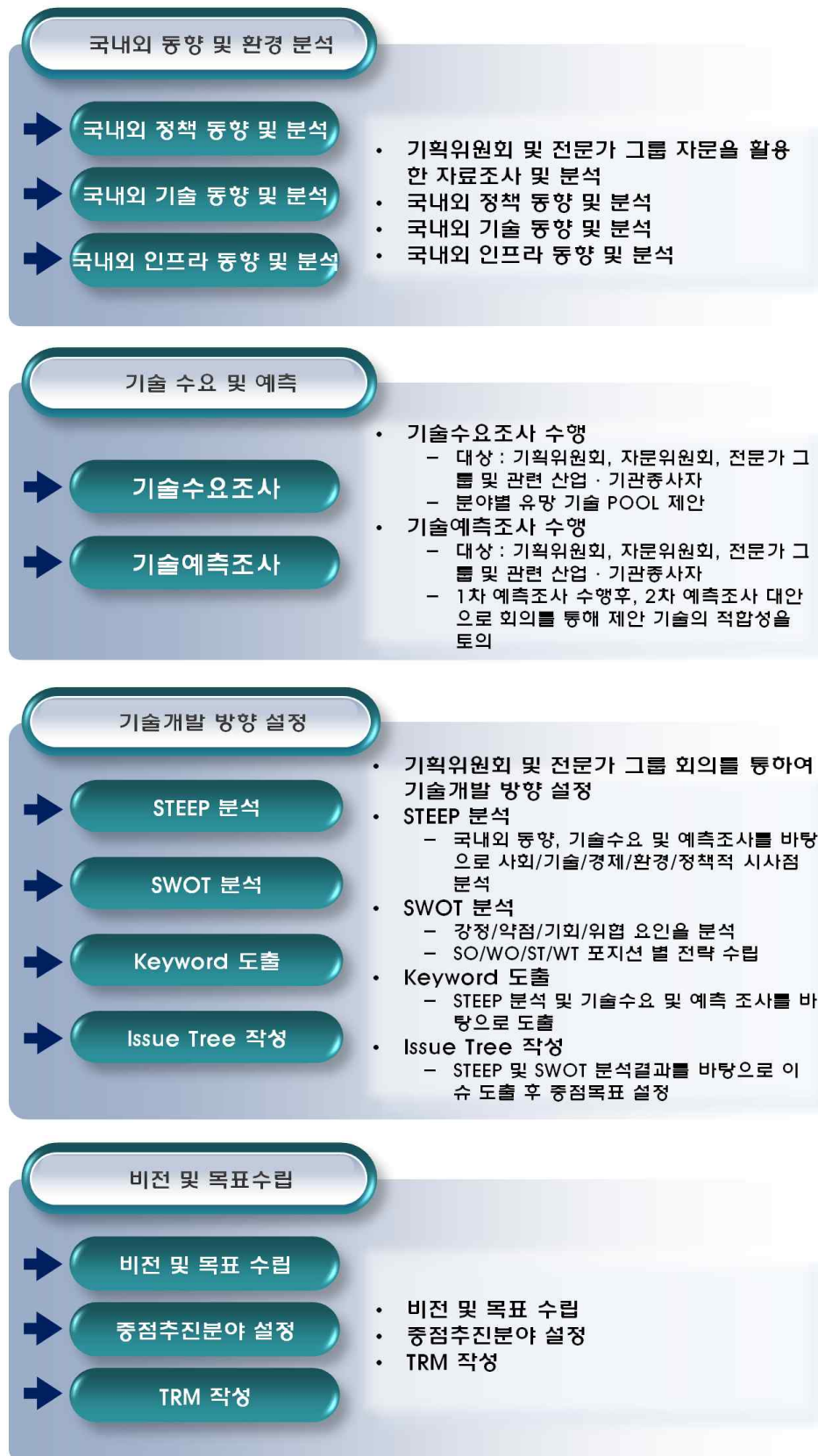


그림 11 기획연구 추진 절차

2장 국내외 동향 및 환경 분석

1절 국내외 정책 동향 및 분석

1. 국내 정책 동향 및 분석

(가) 정부 정책 기조

□ 재난관리 관련 정책 기조

- 2011년 국가과학기술위원회에서 재난·재해 과학기술 지원 특별위원회 구성·운영⁸⁾
 - 범정부 부처가 통합적으로 연구개발과 정부정책 간의 연계를 강화하여 재난·재해에 선제적이고 종합적인 대응체계를 구축하고자 마련
 - 재난·재해 선제 대응을 위한 2012년 중점추진 재난·재해 3대 기술을 선정하고 연구개발 분야에 집중 투자 계획을 수립⁹⁾

□ 이전 정부의 국정 비전 : 선진일류국가 “잘사는 국민”, “따뜻한 사회”, “강한 나라”

- 국정 비전 달성을 위한 5대 국정지표, 20대 국정전략 및 100대 국정과제를 설정
 - 각 국정과제의 실천을 위한 구체적인 Action plan을 포함한 세부실천과제를 수립
- 현정부의 100대 국정과제 중 1대 전략과제 “안심하며 살 수 있는 안전한 나라 만들기 프로그램 개발” 중 16호 과제로 재난관리체계 통합을 선정
 - 국토해양부, 행정안전부, 소방방재청, 산림청 등이 공동으로 추진

□ 현 정부 국정 비전 : 국민행복, 희망의 새 시대

- 국정 비전 달성을 위한 5대 국정목표, 21개 추진전략 및 140개 국정과제를 수립
 - ※ ① 일자리 중심의 창조경제 ② 맞춤형 고용 복지 ③ 창의교육과 문화가 있는 삶 ④ 안전과 통합의 사회 ⑤ 행복한 통일시대의 기반구축

□ 국정목표 4 “안전과 통합의 사회”에서는 재난·재해로부터 국민들의 생명과 재산을 효과적으로 보호하여 안심하고 생업에 종사할 수 있도록 노력을 추진

- 추진전략 15 “재난·재해 예방 및 체계적 관리” 중 총체적인 국가재난관리 체계 강화(국정과제 92) 과제를 추진

□ 상기와 관련하여, 과학기술의 책임과 역할을 확장하여, 신산업을 창출하고 사회 이슈를 해결하는 등 국민행복에 실질적으로 기여 가능한 산업 육성

- 기술·지식 확보가 목표인 현재의 분절형 R&D를 신산업 창출을 위한 일련의 과정을 통섭하는 「/생태계 창조형 R&D」로 변경

8) 국가과학기술위원회 보도자료 : 2011년 6월 2일(연구개발기획과)

9) 국가과학기술위원회 보도자료 : 2011년 6월 29일(연구개발기획과)

(나) 시설물 관련 제도

□ 현행 법체계

- 시설물에서 발생 가능한 재난을 예방하기 위한 사전예방관리체계와 재난 발생 시 복구·수습체제로 구분하여 건설기술 관리법, 시설물의 안전관리에 관한 특별법, 재난 및 안전관리 기본법 등의 법령에 규정
- 범정부 부처가 통합적으로 연구개발과 정부정책 간의 연계를 강화하여 재난·재해에 선제적이고 종합적인 대응체계를 구축하고자 마련
- 재난·재해 선제 대응을 위한 2012년 중점추진 재난·재해 3대 기술을 선정하고 연구개발 분야에 집중 투자 계획을 수립¹⁰⁾

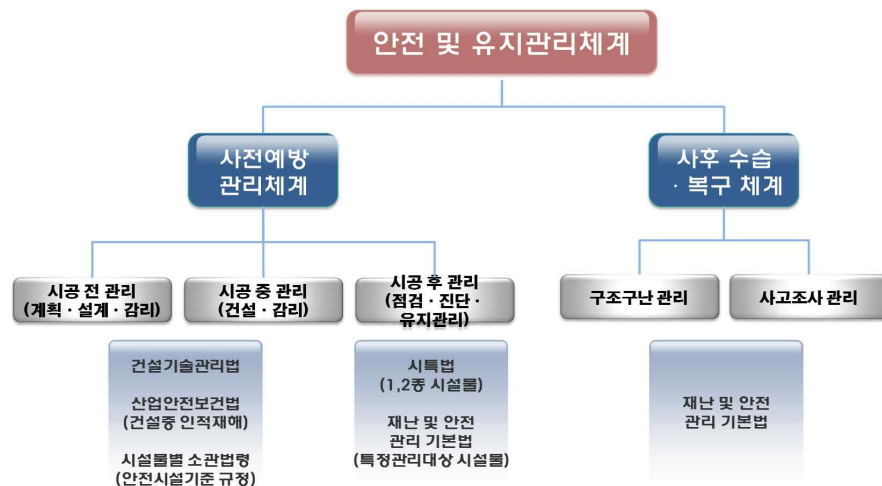


그림 12 시설물 안전 관련 현행 법체계 모식도

□ 현행 법체계 문제점

- 시설물의 종류별로 안전 및 유지관리 체계가 이원화
- 시설물의 정의 및 적용 대상이 상이
 - 시특법 대상 1·2종 시설물, 재난법 대상 특정관리대상시설물(중점관리대상/재난위험시설)¹¹⁾ 및 국가기반체계(국가중요시설) 등
- 안전관련 법령 간에 각각의 입법목적상 차이가 존재하지만, 상호관계가 불분명하고 중복되는 측면도 있어 적용상의 혼선을 초래할 가능성 존재
 - 관련 용어나 기준 설정이 상이하여 법체계의 적용 시 혼선을 초래
- 특히, 기·전설비 및 상·하수도시설물에 대한 점검·진단 실시주기가 개별법에서 별도 규정하고 있어 중복 논란

10) 국가과학기술위원회 보도자료 : 2011년 6월 29일(연구개발기획과)

11) 특정관리대상시설물 집계 시 시특법 대상 1, 2종 시설물은 제외됨

표 4 시설물 안전관리 주요 법령

안전관리 대상	관련법	관계부처
교량	도로법 철도안전법 도시철도법 농어촌 도로정비법	국토교통부 행정안전부
댐	댐건설 및 주변지역 지원 등에 관한 법 하천법	국토교통부
수리시설	하천법 소하천정비법	국토교통부 소방방재청
항만	항만법	국토교통부
공공청사	학교시설사업촉진법 국유재산관리법 지방재정법	교육과학기술부 기획재정부 행정안전부
아파트/대형건물	건축법 주택법	국토교통부
백화점/대형판매시설	건축법 유통산업발전법	국토교통부
호텔	건축법 관광진흥법 공중위생관리법	국토교통부 문화체육관광부 보건복지가족부
극장	공연법 건축법	문화체육관광부
리프트 등	삭도/케도법	국토교통부
유원시설	관광진흥법	문화체육관광부
골프장/스키장	체육시설의 설치/이용에 관한 법률	문화체육관광부

※ 시설물안전관리에 관한 특별법, 건설기술관리법, 건설산업기본법, 재난및안전관리기본법, 소방기본법, 소방시설유지및안전관리에 관한 법률, 소방시설공사업법, 위험물안전관리법은 공통적으로 적용

(다) 부처별 정책 동향

① 국토교통부

- ☐ 국토교통부에서는 시설물의 안전관리에 관한 특별법에 의거하여 5년 단위로 “시설물의 안전 및 유지관리 기본계획”을 수립
 - 제2차 기본계획(2008~2012)
 - 비전 : 안전한 삶을 누릴 수 있는 시설물 안전 확보
 - 3대 목표 : 시설물 무사고 실현, 시설물 안전상태 개선, 부실진단 방지

- (성공) 시설물의 안전 및 유지관리를 위한 제도 정비, 관리주체의 적정 예산기준 마련, 안전·유지관리 기술역량 강화 및 시설물 안전 및 유지관리 기술의 고도화 달성
- (미흡) 관계 부처 간 협의 미흡으로 시설물 안전관리 법체계 정비(안전관리 기본법 제정) 미추진

□ 제3차 기본계획(2013~2017)

- 비전 : 시설안전의 Blue화를 통한 행복사회 구현
 - ※ Blue 의미 : 미래, 새로운 변화, 자발성, 희망, 약속, 신뢰, 소통, 조화, 평화, 안정, 재생
 - ※ 행복사회 : 시설물의 안전·사용능력이 확보되어 국민이 안심하고 유익한 삶을 누리는 복지·안전사회가 결합된 사회
- 3대 목표 : 안전한 시설물, 자연과 함께 하는 시설물, 스마트한 시설물

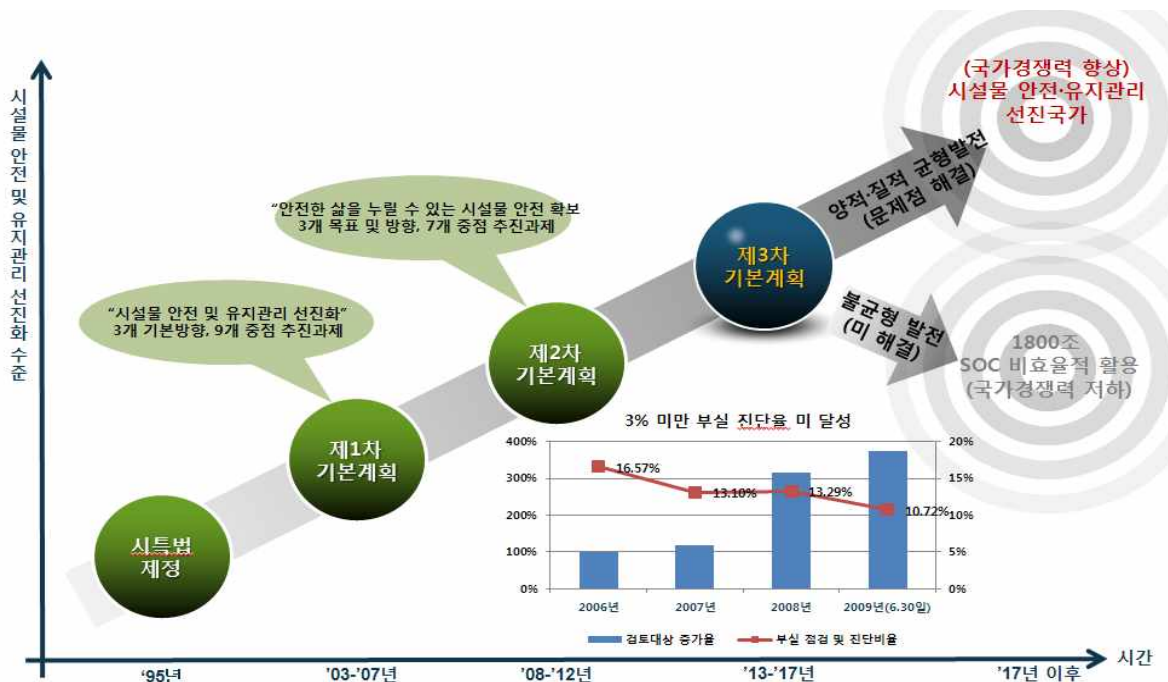


그림 13 시제 3차 시설물의 안전 및 유지관리 기본계획 수립의 기본방향

□ 제3차 기본계획의 추진방향

- 기본 방향
 - 한국사회 15대 메가 트렌드(Mega-Trend) 중 하나가 ‘국민의 삶의 질이 중시되는 복지사회’와 ‘증대되는 안전 위험성으로부터 국민이 적극 보호되는 안전사회’
 - 시설물 유지관리는 국가 주요자산인 SOC 장수명화와 효율적 활용을 유도하여 미래의 경제적 부담 완화
- 성과 지표
 - 시설물 무사고 지속
 - 안전등급 A, B 시설물 비중 95% 유지
 - 시설안전에 대한 국민 불만족률 5%P 개선(22%→17%)
- 시설안전체계의 개선 및 기술개발을 통해 시설물 안전수준은 향상되고 있으나, 복지·안전사회 구현까지는 아직 미흡
 - 국민 안전을 확보하기 위해 3S(Safe, Sustainable, Smart) 시설물로의 전환을 통한 종합적인 시설안전 구현을 목표로 전략과제를 도출

표 5 제3차 기본계획 4대 전략 및 중점 추진과제

4대 전략	중점 과제	세부 추진과제
1. 선진적 안전관리체계 확립	1-1 시트법 체계의 선진화	1-1-1 시설물 안전관리 내실화 1-1-2 시설물 실태조사 체계 구축
	1-2 시장친화형 안전·유지 관리 활성화 및 미래지향적 우수 인력 양성	1-2-1 안전진단 해외시장 진출 지원 및 전문 기관 육성 1-2-2 기술자 역량강화 및 전문인력 육성
2. 국민과 함께 하는 안전관리 실현	2-1 대국민 안전 서비스 확대	2-1-1 국민이 참여하는 시설물 안전문화 확산 2-1-2 소규모 취약시설 안전관리 지원 확대
	2-2 능동형 안전관리 강화	2-2-1 관리주체의 자발적 안전관리 유도 및 기반 구축 2-2-2 민간 시설물의 안전관리 시스템 강화
3. 환경변화 선제 대응형 안전관리로 전환	3-1 자연재해 종합 대응체계 구축	3-1-1 지진재해 대응능력 및 실행력 제고 3-1-2 이상기후 대응 안전관리 강화
	3-2 사용자 친화형 유지관리체계 구축	3-2-1 시설물 성능평가 개선을 통한 이용자 만족도 증진 3-2-2 유지관리 취약요소 발굴 및 Feedback
4. 지능형 기술 촉진 및 효율화	4-1 융·복합형 진단 및 유지관리 핵심기술 개발	4-1-1 ICT 기반 시설물 첨단 진단기술 확보 4-1-2 보수·보강 등 유지관리 기술 선진화
	4-2 시설물 정보 고도화 및 활용 증진	4-2-1 FMS 성능개선 및 활용 확대 4-2-2 유지관리 분야 BIM 도입 기반 마련

- 국토교통부에서는 SOC 시설물의 고령화 대책을 마련하여 추진하도록 내부 방침을 설정
 - 사고예방형 유지관리 ⇒ 성능관리형 유지관리
 - 파손, 붕괴된 시설물을 보수하기 위한 사고예방형 유지관리에서 시설물 연식, 이용량 등을 분석하는 성능관리형 유지관리로 전환
 - 공학적 유지관리 ⇒ 경제학적 유지관리
 - 구조적 안전은 물론 성능유지 및 향상, 감가상각 등을 고려하는 종합적 비용편익 분석을 통한 정된 재정을 효율적으로 투자
 - 유지관리 목표를 구체화할 수 있도록 인프라별 기대성능 설정
 - 인프라 유지관리의 목표와 효과를 경제적으로 분석할 수 있도록 인프라별 용량, 안전성, 사용성 등의 기대성능을 설정
 - 현재 인프라의 효용가치 측정과 유지관리 투자의 타당성을 분석하기 위한 인프라 평가시스템 도입
 - 시공 및 유지관리 투자규모, 기대성능 충족률 등을 감안하여 인프라의 현재 효용가치를 객관적으로 제시
 - 현재능력/기대성능 분석으로 유지관리 방향을 선정하고 유지관리 투자에 따른 효용가치의 변화(B/C)를 분석하여 타당성 검토
 - 국가 차원의 비용과 편익 분석을 통해 효율적인 투자전략 수립
 - 가장 경제적으로 국가 인프라의 효용가치 하락(감가상각)을 최소화할 수 있도록 장기(5년)·단기(1년) 유지관리 추진계획 수립
 - 효율적인 유지관리를 위한 투자 우선순위, 투자규모 등을 제시하고 투자에 따른 국가 인프라의 효용가치 상승효과 등을 예측
 - 인프라 유지관리 총괄 추진체계 운영
 - 중앙부처, 지자체 등 인프라 관리주체의 유지관리 계획을 총괄하고 객관적인 인프라 효용가치 평가 및 경제적 투자전략 수립
 - 총리를 위원장으로 하는 상설 위원회 설치 방안 등을 검토 {(영국) 인프라위원회 설치('10, Infrastructure UK), (호주) 인프라국 설치('08) 등}

② 행정안전부

- 행정안전부에서는 헌법, 재난 및 안전관리기본법에 의거하여 5년 단위로 “국가 안전관리 기본계획”을 수립
 - 각종 재난 및 사고로부터 국민의 생명·신체·재산을 보호하기 위하여 국가의 재난 및 안전관리의 기본방향을 설정하는 최상위 계획임
 - 국무총리실, 방송통신위원회, 금융위원회, 기획재정부, 교육과학기술부, 외교통상부, 통일부, 국방부, 행정안전부, 문화체육관광부, 농림수산식품부, 지식경제부, 보건복지가족부, 환경부, 노동부, 국토해양부, 소방방재청, 산림청, 기상청, 해양경찰청 등 20개 중앙행정기관이 참여

□ 제1차 국가안전관리기본계획(2005년~2009년) 시행 결과

- [재난발생 시 실행력을 가진 국가안전관리계획 수립 필요] 재난 및 안전관리기본법에 의한 국가 안전관리계획은 법적 사무로서 계획 수립하는데 의미를 부여하는 경향이 있으며, 평상시 및 재난현장에서 실제 활용도가 높은 계획으로 수립 필요
- [국가안전관리계획 간의 연계성 확보] 기본계획과 집행계획, 그리고 지역안전관리계획이 내용이 방대하고 상호 연계성이 부족하여, 평상시 및 재난 발생시 계획의 활용도가 낮은 바, 이에 대한 개선 필요
- [재난·안전관리 정책방향 제시 등 계획의 전문성 확보 필요] 기본계획의 경우 집행계획 등 하위 계획 또는 행동매뉴얼을 작성하기 위한, 상위계획으로서의 방향 설정 등 역할이 미흡
- [실효성 있는 재정투자계획 수립 필요] 국가재정법에 의한 국가재정운용계획과의 상호연계를 통하여 계획의 실효성을 확보하고, 매년 예산집행 여부를 확인·평가하는 후속조치가 필요

□ 제2차 국가 안전관리 기본계획(2010년~2014년)

- 비전 : OECD 수준의 안전 선진국 실현
 - 기본계획의 비전인 「안심하고 살 수 있는 안전한 나라」를 달성하기 위해 안전문화, 생활안전, 기업안전, 국가기반체계, 재난관리체계 등 5대 요소를 목표로 설정하고 핵심 키워드로 선정
 - 비전과 목표를 효과적으로 달성하기 위해 9개항의 추진전략을 설정하고 15개 중점추진과제를 도출

표 6 제2차 국가안전관리기본계획의 목표 및 추진전략

5대 목표	9개 추진전략
선진 안전문화 정착 안전한 국가생활환경 보장 재해로부터 기업안전 확보 안정적 국가기반체계 유지 효율적 재난관리체계 운영	국민의 안전의식 제고 안전디자인 개념의 전 영역 확산 예방중심의 국가 재난안전관리 체계 마련 자치단체중심의 자율적 안전관리 체계 마련 기업의 안전관리 참여와 활용역역 확대 능동적인 국가기반체계 관리 신속 정확한 재난상황보고 체계 정립 즉각 대응 및 긴급복구체계 확립 미래 재난 환경변화에 적극 대응

표 7 제2차 국가안전관리기본계획의 중점 추진과제

중점 추진과제	
1. 안전의식 제고를 위한 기반 구축 2. 교육·홍보를 통한 국민 안전의식 강화 3. 민관협력을 통한 자원의 효율적 활용 4. 사회 각 영역에 안전디자인 적용 확대 5. 재난 및 안전관리 기반 확충 6. 재난 취약계층에 대한 생활안전 강화 7. 종합적 안전사고 예방 대책 추진 8. 안전도시 사업 추진	9. 재난으로부터 안전한 기업 경제활동 지원 10. 민간기업의 재난안전관리사업 참여 활성화 11. 국가기반시설 보호와 안정적 관리 12. 통합적·포괄적 상황관리 체계 구축 13. 재난 대응 및 복구의 실효성 확보 14. 기후변화대비 재난안전 강화 15. 재난·안전 평가를 통한 환류

③ 소방방재청

□ 소방방재청에서는 재난 및 안전관리 기본법에 의거하여 5년 단위로 “재난 및 안전 기술개발 중합계획”을 수립

▪ 제1차 기본계획(2008~2012)

- 목표 : 재난·안전분야 기술역량을 선진국 대비 70~100% 확보
- 4대 추진전략 14개 추진과제에 대한 관계부처별 역할 분담에 합의(제14회 과학기술장관회의(2006.3.23)에서 부처별 R&D 역할조정)하였으나, 협의 및 조정이 미흡

▪ 제2차 기본계획(2013~2017)

- 비전 : 창의적 기술개발로 국민이 행복한 안전국가 실현
- 목표 : 재난·안전기술 혁신과 국민체감 활용성 제고(선진국 대비 기술수준 80% 확보, 국민체감 위험대비 대처수준 80% 확보)

□ 제2차 기본계획 전략 및 추진과제

- 맞춤형 기술개발을 통한 주요 재난·재해 저감
- 선제적 기술개발을 통한 신종 재난·재해 관리
- 생활밀착형 기술개발을 통한 국민안전 확보
- 효율적 재난관리를 위한 기술개발 역량 강화
- 재난안전 기술 확산을 위한 활용기반 구축

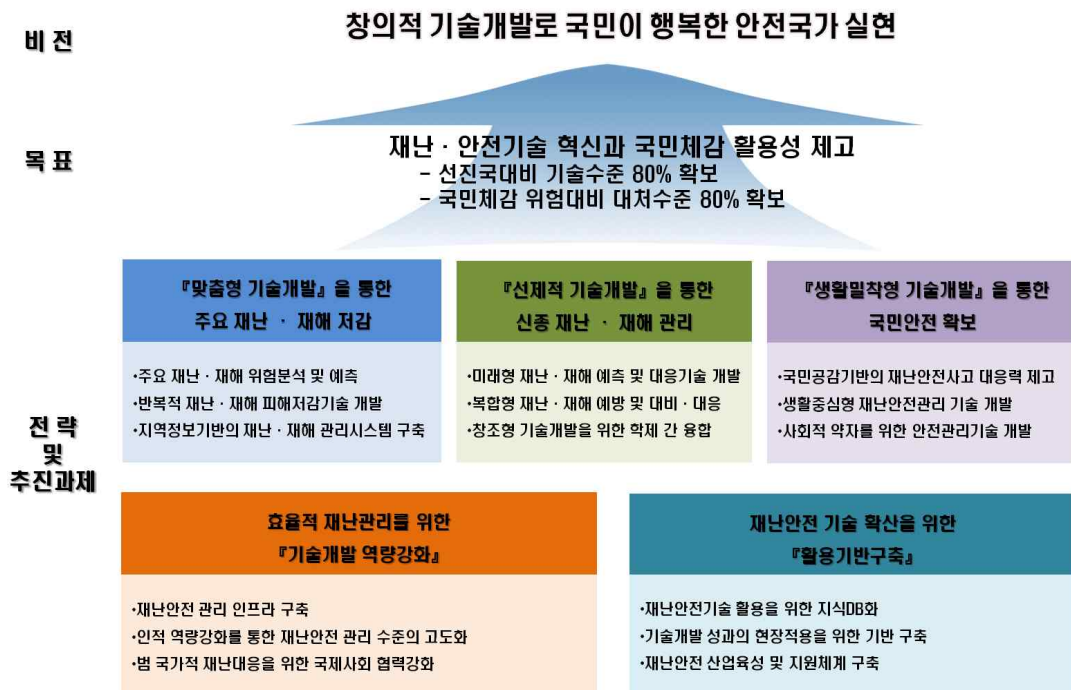


그림 14 제2차 재난 및 안전 기술개발 기본계획의 전략 및 추진과제

④ 미래창조과학부(국가과학기술위원회)

□ 지난 5년간 정부 연구개발 투자방향

- 연구개발 투자성과 및 평가
 - 지속적인 국가연구개발 투자 증가로 세계수준의 과학기술 경쟁력을 확보하였으나 질적 성과 및 지식효과·지식확산은 상대적으로 미흡
 - 주요 정책 추진 및 투자 확대에 따른 성과 창출에도 불구하고 정책 부문별 개선 요구 사항 상존
- 중소·중견기업 육성, 신성장동력 정책 등을 통한 특정 분야 기술·시장 경쟁력 강화에도 불구하고, 신산업 및 일자리 창출 효과 미흡
 - 신성장동력 정책 적극 추진으로 일부 세계 시장을 선도하고 있으나, 신산업 창출 및 고용유발 효과 미흡
 - 중소·중견기업 육성을 위한 투자 확대를 통해 기술경쟁력이 제고되었으나 인력부족 및 대기업·중소기업 격차 해소에는 역부족
 - 과학기술 인재양성 노력에도 불구하고 이공계 우수인재 해외유출 및 과학기술 핵심인재 부족으로 우수인력 확보 곤란
 - 산·학·연 협력연구는 외형상 증가하고 있으나, 공공연구기관의 기술이전·사업화 저조 및 민간기업의 자발적 학·연 협력 부족

□ 현 정부의 정부연구개발투자 방향 및 기준¹²⁾

- 목표 : 과학기술을 통한 국민 삶의 질 향상과 창조경제 구현
 - R&D 중점투자분야 선제 발굴 및 전략적 투자 강화
- 기본 방향
 - 과학기술을 통한 창조산업 육성과 국민행복 구현
 - 정부 R&D 투자의 전략적 확대로 미래 성장기반 마련
 - 정부 R&D 투자 효율성 제고
- 중점 추진 분야
 - 창조경제를 뒷받침하는 R&D
 - 국민행복을 구현하는 R&D
 - 창의적 과학기술 혁신역량 강화
 - 정부 R&D 투자시스템 선진화

(라) 국토교통 R&D 중장기 계획

- 1차 건설교통 R&D 중장기 계획(2008~2012)에서는 건설교통 분야별 대형과제(사업단) 위주로 추진하여 실용적 성과 창출에 주력
 - 제안된 324개 중점과제 중 170개 과제 추진(전체 대비 52%)
 - SOC 시설물 관련하여 전체 제안과제 대비 67%인 49개 추진

12) 정부연구개발투자 방향 및 기준, 국가과학기술위원회, 2013. 4.

- 대형 실용화 과제 중심의 연구개발로 인해 부품과 장비 국산화, 성능 효율화 연구 부족 및 기초·원천기술 발굴·지원 미흡
- 저탄소 녹색성장 지원 Green-up 30 등을 제시한 “국토해양 R&D 발전전략(2010.10)”을 보다 구체화하고 효율적인 투자전략 수립을 위해 후속계획을 마련
- 제2차 국토교통 R&D 중장기 계획(2013~2017) 수립 방향
 - 국토교통 R&D 특성 및 시장/기술/정책 동향 분석을 통해 중점추진분야를 도출하고 목적과 특성에 따른 균형 있는 투자 포트폴리오 마련
 - 미래 지행적인 유망기술 확보를 위한 신규 기술수요 도출 및 투자 우선순위 결정, 기술로드맵, 실행계획 등 마련
 - 국토교통 R&D 추진목적 및 기술특성에 따라 녹색기술, 기초·원천기술, 융복합·창조형 미래기술 등에 대한 투자전략 수립
- 제2차 계획 비전인 “인간중심의 미래가치를 창조하는 건설교통 Smart Leader”를 달성하기 위한 5대 목표 및 9대 연구사업 설정
 - 5대 목표 : 에너지·자원의 효율적 이용, 인간중심사회 및 도시 구현, 미래 경제가치 창출, 융복합 첨단기술 확보, 위험으로부터의 안전한 사회 실현
- 정부부처 R&D 사업과의 차별성
 - 국토교통 기술은 사회·교통 인프라의 효율적·경제적 건설과 운영, 재난·재해 대응 등 공공 인프라적 성격이 강하고, 국민 삶의 질, 안전 및 국가 예산 절감 등과 밀접한 분야
 - 국토교통 관련 산업은 생산체계를 분업화 하되, 생산과정의 일관성 확보 및 비효율을 방지하는 시스템화 된 기술개발이 중요

표 8 제2차 국가안전관리기본계획의 중점 추진과제

구분	국토교통부	지식경제부	교육과학기술부
목적	공공복리 증진 및 경제발전	산업경쟁력 확보	연구역량 제고 및 원천기술 확보
수요자	정부/공공기관/국민	기업체	대학/연구소
성격	시스템 R&D	제품개발 R&D	지식창출 R&D
수행주체	공공기관 위주	기업 위주	학/연 위주

(마) R&D 투자 정책¹³⁾

① 투자규모

- 2011년 국내총생산 대비 연구개발비 비중은 4.03%로 세계 2위권이며, 연구개발비 규모는 세계 6위권(450억 달러) 수준
- 연구개발 투자 규모, GDP 대비 비중, 증가율 모두 세계 상위권 수준이며, 주요 국정·정책과제를 중심으로 정부예산 확대 견지

13) 2014년도 정부연구개발투자 방향 및 기준, 국가과학기술위원회, 2013. 4.

- 미국(4,016, 2009년), 일본(1,788), 중국(1,043), 독일(926), 프랑스(578)에 이어 6위(억 달러, 2010년 기준)

□ 지난 5년(2007~2011)간 연평균 증가율은 12.4%로 매우 높고, GDP 대비 비중 또한 0.82%p 상승

- GDP 대비 연구개발비 비중: (2007)3.21% → (2011)4.03%
- 금융위기 이후 꾸준히 증가한 정부 R&D 투자는 민간투자 유도, 경기침체 예방 및 미래성장역량 확보 역할 수행

※ R&D 예산(억 원) : (2011) 148,902 → (2012) 160,244 → (2013) 168,777 (연평균 6.5% 증)

※ 국가연구개발비 중 민간재원 비중(%): (2007) 73.8 → (2009) 71.2 → (2011) 73.9

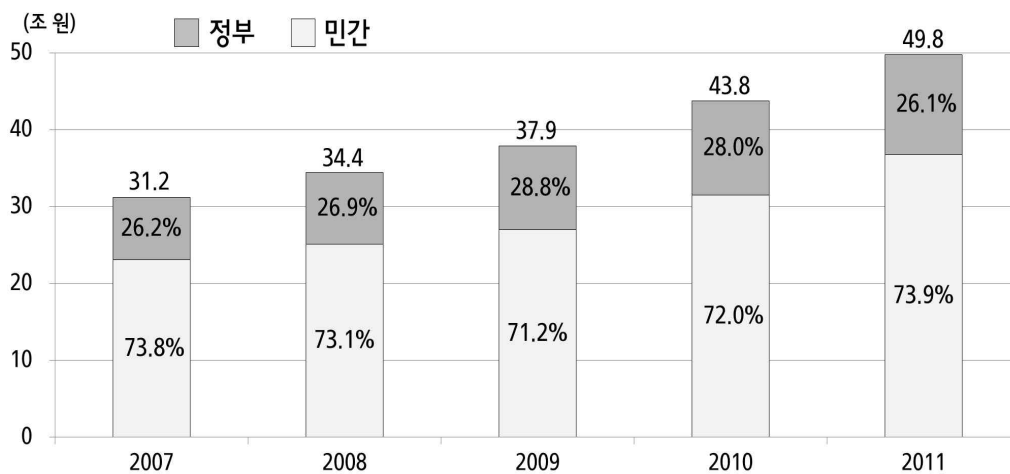


그림 15 우리나라 국가연구개발투자 재원별 추이(2007~2011)

② 정부 중점 투자분야

□ 우리나라 정부는 기초연구, 국민 안전·건강 등 주요 국정과제와 사회문제 해결을 위한 R&D 중심으로 투자 지속 확대

- 주요 국정과제인 기초연구, 녹색·신성장동력 분야를 중심으로 정부연구개발예산 지속 확대

※ 국정과제별 예산 연평균증가율(% , 2009→2013) : (신성장동력) 21.7, (녹색기술) 16.6

※ 정부연구개발 예산 중 기초연구 비중(%): (2009) 29.3 → (2013) 35.4

□ 미래 성장잠재력 확보, 국민 안전·건강 등 사회문제 해결을 위한 R&D에 예산 우선 지원

- 기술혁신형 중소·중견기업 육성, 서비스 R&D 등 미래 성장잠재력 확보 및 원자력 안전, 재난·재해 대응 등 공공기술 R&D 투자 확대

③ 국토교통 R&D 투자 현황¹⁴⁾

□ 전·현 정부의 정책기조에 따라 2004년부터 R&D 투자의 지속 확대, 각 부처 특성에 따라 투자 분야의 다변화

- 과학기술기본계획에 따른 정부 R&D 지원확대는 2003~2007년까지 과거 5년(1998~2002) 투자액(23.1조 원)의 2배 투자, 2012년까지 2008년 투자액(10.8조 원)의 1.5배 투자

□ 건설교통 R&D 투자는 2000년대 중반부터 지원 확대 및 급속 성장

- 건설교통 R&D 예산은 2004년을 기점으로 매년 연평균 28% 증가하여, 2011년에는 4,310억 원의 규모로 확대, 2011년도까지 총 2.1조 원을 투자
- 2007년 건설교통 R&D 예산규모 4,000억 원 달성 이후로 증가율이 점차 둔화되는 추세

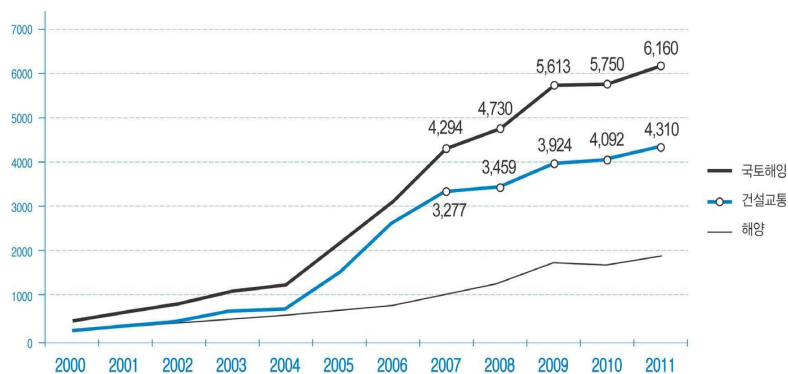


그림 16 건설교통 R&D의 5년간 투자 추이(단위: 억 원)

□ 추진 목적에 따른 투자 전략

- 신성장 동력형 : 건설교통 산업의 부가가치 및 새로운 비즈니스 모델 창출이 가능한 분야로 건설교통 분야 R&D 특성에 맞는 미래 신성장동력 창출에 전략적 투자 강화
- 사회현안해결 : 이상기후 및 지진 등 복합재해의 대형화 및 광역화, 예측하지 못한 자연재해 등 국가, 사회적 대응 방안 마련을 위한 지원체계 확립
- 국산화·자립화를 통한 예산절감 및 해외수출 지원 : 인프라 건설·운영에 필요한 부품, 소재, 기자재 등 국산화·자립화를 통해 예산절감 및 민간의 해외시장 진출 지원 기업연계형 R&D 추진
- 인력양성·시설장비 인프라 : 연구인력, 전문인력 등 인력양성 프로그램, 기술발전을 위한 하부구조인 국가 대형 연구시설·장비, 기자재 구축, 플랜트 인력양성 지원

14) 제2차 건설교통 R&D 중장기 계획(2013~2017), 한국건설교통기술평가원, 2012.

표 9 추진 목적에 따른 투자계획(중복배정으로 표현, 단위: 억 원, %)

추진목적	2012		2017		증감	
	예산	비율	예산	비율	예산	비율
신성장동력	1,189	29	3,878	37	2,689	8
사회현안해결	833	20	4,526	43	3,693	23
국산화/자립화 및 해외수출 지원	1,140	27	4,293	41	3,153	14
인력양성/시설장비 인프라	82	2	481	5	399	3
예산 총액	4,159	-	10,439	-	6,280	-

□ 기술 특성에 따른 투자 전략

- 녹색 실용화 기술 : 건설교통 실용화 기술 중에서도 환경변화를 예측하고, 친환경적인 자원의 활용 및 환경오염물질 배출량 절감, 생태계 복원기술 등 녹색 실용화 기술에 투자를 지속 확대
- 기초·원천기술 지원 확대 : 상대적으로 미흡한 기초·원천 기술력 확보를 통해 독창성·핵심성 기술에 대한 지원을 점진적으로 확대
- 융복합 기술 투자 촉진 : 기술한계 극복 및 고부가가치화를 위해 건설교통 기술과 정보통신, 나노, 바이오 기술 등을 융복합시키는 기술개발로 사업화 능력 제고
- 창의·미래기술 지원체계 구축 : 현재 기술수준으로는 불확실성 및 위험성이 크지만 미래사회에서 기술 우위를 선점하기 위해 필요한 창의적 미래기술 연구의 지원체계 구축

표 10 기술 특성에 따른 투자계획(중복배정으로 표현, 단위: 억 원, %)

추진목적	2012		2017		증감	
	예산	비율	예산	비율	예산	비율
녹색 실용화 기술	2,763	66	8,361	80	5,598	14
기초·원천기술	294	7	2,454	24	2,160	17
융복합 기술	801	19	3,274	31	2,473	12
창의·미래기술	504	12	2,685	26	2,181	14
예산 총액	4,159	-	10,439	-	6,280	-

2. 국외 정책 동향 및 분석

(가) SOC 평가 체계¹⁵⁾

- 미국, 영국, 호주 등에서는 사회기반시설 관리의 효율성 제고와 공공 및 정책 입안자를 위한 정보를 도모하기 위하여 인프라 평가보고서를 발행
 - 미국 국가인프라개선위원회(National Council on Public Works Improvement, 이하 NCPWI)에서 1988년 최초로 인프라 평가보고서를 발행
 - 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
 - 1988년 NCPWI가 폐지된 후 미국토목공학회가 이어 받아 인프라 평가보고서를 발행
 - 캐나다의 인프라 평가보고서는 2012년 캐나다 인프라 평가보고서 프로젝트 운영위원회에 의해 최초로 발행
 - 프로젝트 운영위원회는 캐나다 건설협회, 캐나다 공공사업협회, 캐나다 토목공학회, 캐나다 지자체 연합으로 구성되었으며, 프로젝트를 주도하고 행정 지원 및 재정 조달을 담당
 - 자문위원단은 산·학·연·관이 공동으로 참여함으로써 평가의 신뢰도 및 중립성을 제고
 - 호주의 인프라 평가보고서는 엔지니어 전문가 집단인 호주엔지니어협회에 의해 발행
 - 호주 인프라 평가보고서는 1999년, 2001년, 2005년, 2010년에 걸쳐 총 4회 발행
 - 호주 인프라 평가보고서는 글로벌 트렌드 및 사회적 이슈에 대해 국가 차원에서 어떻게 인프라 개발과 유지관리 업무를 수행해야 하는지 나아갈 방향을 제시
 - 영국의 인프라 평가보고서는 영국토목공학회에 의해 발행
 - 현재까지 2003, 2004, 2005, 2006, 2010년에 발행되었으며, 권역별(잉글랜드 동부, 북서부, 북아일랜드, 스코틀랜드, 웨일즈 등)로 발행된 것까지 포함하면 거의 매년 발간
 - 영국 인프라 평가보고서의 목표는 인프라 정책에 대한 적극적인 토론을 유도하고, 영국 인프라 및 제공 서비스를 개선시키기 위한 주의 및 환기를 위함임
 - 남아공의 인프라 평가보고서는 남아공토목공학회에 의해 발행
 - 보고서에서는 총 10개 분야(물, 위생시설, 폐기물시설, 도로, 공항, 항만, 철도, 전기, 건강시설, 학교)에 대해 평가를 실시
 - 2012년에는 정부에서 인프라 투자의 중요성을 인식하고, 인프라 관련 정책 결정을 위한 대통령 직속기구를 마련
- 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 마련
 - 북미 지역의 미국과 캐나다, 영국을 위시한 호주, 남아프리카공화국의 영연방국가들은 1980년대 후반부터 최근까지 자국의 인프라를 평가하는 체계를 도입하여 운영하고 있음

15) 영미 선진국 인프라 평가 체계의 이해와 국내 도입 방향, 한국건설산업연구원, 2013. 3.

- 선진국의 건설산업계는 인프라 시설물의 집중적인 건설이 이루어진 이후, 적절한 유지관리 예산 확보에 많은 애로를 겪으면서 인프라 시설물에 대한 객관적인 평가 방법 개발이 우선적으로 필요하다고 판단
 - 선진국 인프라 관리 체계는 시설물의 유지관리에서 생성되는 정보가 기획 단계로 공급되고, 다시 예산과 조달로 이어지는 순환의 구조를 형성하고 있음
 - 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 전략임
- 인프라 평가보고서는 국민의 삶에 직접적인 영향을 끼치는 인프라에 대한 장기적인 발전 전략 및 비전을 제시하고, 이를 이행하기 위한 구체적인 방안들을 제시하고 있음
- 국민과 정책 결정자에게 현재 인프라의 상태 및 재정조달 관련 정보를 제공하여 국가 인프라에 대한 관심과 의식을 고취
 - 국가 인프라를 경제적, 사회적, 환경적 관점에서 평가하고, 그 결과에 기반하여 향후 인프라 관련 정책의 방향을 제시
 - 정부나 지자체와 같은 사회기반시설 건설 및 관리 주체들이 국가의 인프라 상태를 개선하기 위해 수행해야 할 역할을 제안



(a) 미국



(b) 캐나다



(c) 호주

그림 17 각국의 인프라 평가보고서

(나) 국가별 시설물 관리 제도

- 각국별로 시설물 유지관리 제도를 마련하여 시행 중임
- 미국의 재해 및 재난관리 관련법의 경우 Stafford 재난지원 및 긴급구호법(Robert T. Stafford disaster Assistance and Emergency Relief Act), 재난피해감소법(2000), 국토안보법(2002), 국토안보 대통령 훈령 제5호(HSPD-5) 등 중심으로 구축
 - 교량 유지관리지침을 1968년에 제정하고 관리조직으로는 중앙정부의 교통성 연방도로국(FHWA)이 있으며, 지방의 경우에는 주정부 지역 사무소(DOT)에서 담당
 - 2년에 1회의 정기점검을 지역사무소 교량조사팀에서 실시하며, 특별한 경우 안전점검 전문업체에 의뢰함

- 영국의 경우 안전에 관한 법률로는 교량 검사지침, 교량 및 시설물 평가지침이 존재
 - 중앙 정부의 교통부 교통국과 지방자치단체의 지역사무소, 도시사무소에서 2년에 1회의 정기점검, 6년에 1회의 정밀안전진단을 실시
 - 점검 및 진단은 지역사무소 및 도시사무소 소속의 기술자가 실시
 - 일본의 경우, 관리주체별, 시설물별 지침을 마련하였으며, 1988년에 국토교통성 토목연구소에서 점검실시 방법을 통일함
 - 중앙정부의 국토교통성 도로국 및 지방정부의 도로별 관리주체(도로공단, 고속도로공단 등)에서 관리하며, 1년에 1회의 정기점검 및 5년에 1회의 정밀안전진단을 실시하며, 필요 시 특별진단을 실시함
 - 점검 및 진단업무는 도로공단, 고속도로공단 소속의 기술자가 담당하며, 필요 시 민간업체에 의뢰함
- 건설 산업은 대형 국책 사업에 영향을 받는 산업이며, 미국과 EU, 일본 등 주요국은 정부 주도 하에 건설 산업에 IT를 접목시키려는 시도를 진행¹⁶⁾
- 미국의 경우, 건설 산업을 6대 국가 전략 산업 중 하나로 선정하여 지원하고 있으며, IT융합을 통해 산업고도화를 추진하고, CMS, CEFR, FIATECH 등 IT+건설 융합 사업을 통해 유지관리/에너지 비용 50% 감소와 생산성 30% 향상, 공해 50% 감소 등의 국가 건설 목표를 설정
 - EU의 경우, 미래의 세계 건설시장에서 경쟁우위를 확보하기 위해 사회기반시설혁신전략을 마련하고 IT와 나노 등 첨단기술과 융합한 건설 신소재 신기술 개발 계획을 추진하기 위하여 2030년까지 400억 유로 투자 계획을 수립
 - 일본의 경우, 기술개발과 전략수립 등 제도에 주력하고 민간은 실질적 기술개발에 투자하며, 국토교통성을 중심으로 공공사업 코스트 절감대책시행, 공사계획, 설계 및 발주 효율화, 규제 완화 등을 추진
- 각국별로 자산관리와 더불어 SOC 시설물 운영상의 목표를 포괄하고 각각 다른 성능지표를 활용하여 SOC 시설물의 성능을 평가 후 관리·운영
- 국가적 수준의 상위계획과 지역별 관리주체 수준의 하위계획까지 일관성을 유지할 수 있도록 자산관리의 계획을 수립
 - SOC 시설물에 대한 자산관리에 대해 법적 구속력이 있도록 제도화 수립. 시설물에 대한 조사를 실시·평가한 후 이를 기초로 중장기 유지관리 전략을 수립시행
 - 조사, 평가, 중장기 전략 수립에 대한 일련의 과정은 기술적인 부분은 민간에 위탁하고, 정부는 예산지원과 전체적 시스템 관리에 집중하도록 운영체계를 마련

16) 전경련, '주요 선진국의 산업 IT 융합정책 비교분석 및 시사점'. 2009. 12. 30. 재구성

표 11 국가별 유지관리시스템 현황(자산관리를 중심으로)

구분	미국		캐나다	영국	뉴질랜드	호주	일본	한국
시스템명	PONTIS	HERS-ST	TIMS	Asset management	RAMM	RAMS	통합 시스템 부재	FMS
운영기관	FHWA 및 DOT	FHWA 및 DOT	AIT	24개 민간주체	Transit NZ	Austroroads		KISTEC
시설물 종류	교량	도로	교량, 포장	교량, 포장	도로, 시설물	도로, 시설물	-	1, 2종
특징	투자우선 순위 집행효과 파악	투자비용 대비 이익 파악	예산의 배분	점검, 유지관리, 자산관리	국가적 통합관리	예산 분배 및 의사결정	지방공공 단체별	보수, 점검자료
DB수준	주정부 형식변환 및 전송	도로, 교통, 시설물, 선형	20개 세부 S/W	고나리주 체별 분산 운영	교통량, 도로시설	도로, 포장, 교량	정기점검 및 건전도 DB	제원, 점검, 보수 기록
입력수준	교량점검 및 비용	70여종	비공개	시스템별 다양	230개	-	-	관리대장
결과활용 수준	보수계획 및 비용 편익 보고서	투자여부 및 유지관리 계획	예산집행에 대한 평가, 유지관리	유지관리 대상 선정 및 평가	투자 및 10년간 관리	광범위한 DB 활용 유지관리	포장관리	현황파악, 열람
장단점	연계성 높음, 세부모듈 변경	환경오염 및 안전성 고려 변수가 많음	전문가시스템 및 IT 접목	관리업무 지방이전 분산화	전략적 투자우선 순위	도로, 교통 통합 관리	-	의사결정 등 분석 미비
비고	네트워크 교량관리	FHWA와 연계, 신규투자 및 예산	대규모 통합 DB 운영	지역별 개별 위탁관리	교통분야 접목	지방별 독자적 시스템	행정 및 법률적 제도화	분석기능 강화 필요

(다) 국가별 정책 동향¹⁷⁾

① 미국

- 미래재해위험 감소를 위한 6대 정책 방향에 대한 국가과학기술위원회(NSTC) 산하 재해저감위원회(SDR, Subcommittee on Disaster Reduction)의 “재난 및 안전관리기술개발 중합계획(2007)” 제출
 - 6대 정책방향 : 1) 자연 및 인적재난 기술의 테러예방 활용, 2) 재해정보 수립과 예측역량강화, 3) 위험평가모델개발 및 의사결정 지원시스템 연계, 4) Hazard 연구의 신속한 현업화, 5) 저감 기술 활동 및 인센티브 증대, 6) 위험의사소통 역량, 공공정보시스템 기법 강화

17) “네트워크 기반 SOC 관리 및 운영 기획 보고서”에서 일부 인용, 한국건설교통기술평가원, 2013. 3.

- 오바마 정부에서는 Map-21(Moving Ahead for Progress in the 21st Century)을 발표하고, SOC 시설물의 안전/유지/재난 관리를 위하여 성능개념의 프로그램을 추진
 - 방재분야를 강화하기 위하여 연방정부 내 국가비상사태 관련 기관으로서 국토안보부(DHS, Department of Homeland Security)와 자연재난 담당기구인 연방재난관리청(Federal Emergency Management Agency : FEMA) 운영
 - 연방정부 : 즉각적인 대응자로, 재난 예산의 후원자로서 재난안전관리의 최고 책임기관의 역할 수행¹⁸⁾
 - 국가대응체계(National Response Framework, NRF), 국가사고관리체계 (National Incident Management System : NIMS), 연방대응계획(Federal Response Plan; FRP), 국가대응계획(National Response Plan; NRP), 국가중요사태(Incident of National Significance; INS) 등에 대한 계획을 수립하여 추진 중
- 2007년 8월에 성립된 미국 경쟁력 법(The America COMPETES Act은 혁신적인 창출을 담당하는 기관의 하나인 NIST에 대한 예산 증액과 NIST 소장이 3개년 계획서를 위원회에 제출(실질적인 미국의 계측분석기술 관련 정책 방침)
 - 2010년 3월 제출된 3개년 계획(2011~2013 년도)에는 ① 계측과학표준분야에 미국이 국제적인 리더로서의 지위를 확보하는 것, ② 중요성이 높은 국가적인 문제 5대처에 중점을 두는 것, ③ 협력 체제를 펼치는 것으로 혁신을 가속시키는 것
 - 이 프로그램은 특히 6개 분야(에너지/환경 기후 변화/IT·사이버 보안/바이오 의료/제조업/인프라)를 설정
 - 한편, 다른 부처(NIH, DOD, NASA 등)에서도 특정 분야의 측정 분석 기술에 관한 연구개발의 실시와 편당을 추진하고, 상무성(DOC) 산하의 국립기준기술연구소(NIST¹⁹⁾)(예산 : 약 10억 달러 [FY2010]²⁰⁾)가 담당

② EU

- 유럽 각국 차원 긴급관리체계 통일화뿐만 아니라, EU 차원에서 복수국간 제휴와 IT를 활용해 방재대책 근대화(EU 정보사회 프로젝트(INSPIRE, Infrastructure for Spatial Information) : 공간, 지리정보, 상호운용성 확보를 위한 인프라 구축)
 - 영국은 2009년 5월 NMO는 전략보고서 “국가 계측 시스템(NMS²¹⁾) 전략 2010-2014”을 발표해, 표준계측 분야의 경쟁력·우위성 향상을 향한 정부의 투자전략을 제시
 - 독일은 연방교육연구부(BMBF²²⁾)을 중심으로 추진하는 ‘첨단기술전략’을 책정하고 있으며, 17의 ‘중점 분야’를 설정하고 고급 기술에 관한 7분야를 ‘주요 기술’이라고 평가하고 있으며, 계측 분석기술은 이러한 ‘중점 분야’와 ‘핵심 기술’로 포함되진 않지만 ‘핵심 기술’에 대해 행동 계획에서 포함하여 추진²³⁾

18) Schwan, Eschelbach and Brower, 2007

19) National Institute of Standards and Technology(NIST)

20) NIST. Budget, Planning and Economic Studies. http://www.nist.gov/public_affairs/budget/

21) National Measurement System(NMS)

22) Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie(BMBF)

23) 例えば、ナノテクの場合、ナノイニシアチブアクションプラン2010の中で、計測技術を、イノベーションを促進する上で必要な技術の一つと位置づけている。

- EU는 미국 NIST에 해당하는 같은 계량·계측에 특화한 정책 담당기관은 존재하지 않으며, 연구 개발을 실시하고 있는 주요 기관은 유럽 국가 계량 표준 연구소 협회(EURAMET²⁴)(2007년 출범 예산 : 약 2 억 유로 [FY2008]²⁵)
 - MERA 실시 프로그램(iMERA²⁶, 2005~2008년)에서 유럽에서 R&D 협력 체제·구조의 고안과 그 기반이 되는 로드맵을 책정. 현재 이 iMERA에서 책정된 유럽의 계측분석기술에 관한 연구개발은 유럽계량연구프로그램(EMRP²⁷)에 의해 실시
 - 대규모 과학 기술 R&D 프로그램인 제7차 유럽연구 개발체제 프로그램(FP7²⁸, 2007~2013년 총 예산 : 505억 유로) 중에도 특정분야 계측분석기술 관련 연구개발이 포함
 - 사회기반 시설물의 헬스모니터링 및 관련 분야 투자 계획인 EU 7th Framework Program(2007-2013) 추진
- 미래 세계 건설시장에 경쟁우위를 확보하기 위해 “사회기반시설 혁신전략”을 마련하고 IT와 나노 등 첨단기술과 융합한 건설 신소재 신기술개발 계획을 수립하였고 2030년까지 2,400유로로 투자계획을 수립
 - 영국은 건설산업의 경쟁력 강화를 위해 ICT, 유지관리, 건설자재, 구조, 전기 등 8개 분야에 R&D를 집중 투자
 - 핀란드 YIT는 “3D 가상건설”기술인 BIM²⁹을 활용하여 기존 2D 설계에 따른 비효율성과 재시공 문제를 해결

③ 일본

- 재해 및 재난관리 관련법의 경우 지진, 화재, 인위적 사고 등에 대비한 재해대책기본법, 무력공격이나 대규모 테러 등의 무력공격사태대처법, 재난발생 시 국가 및 지방자치단체 통합대응을 규정한 국민보호법(2004) 등 운영
 - 1995년 고베지진을 계기로 “건축물의 내진개수 촉진에 관한 법률”을 공포하여 내진 설계 기준을 강화
 - 풍수해대책으로 2001년 “토사재해 방지대책 추진에 관한 법률” 제정 시행
 - 하천홍수예보시스템 확충을 위한 수방법(2001) 개정 시행
 - “지리공간정보활용 추진 기본법(2007년 8월)” 제정을 통한 GIS사업의 체계적 추진
 - “일본방재백서(2010)”에서 과학기술연구, 국토보전, 재해복구 등 방재관련 대책 및 예산 수립 (과학기술연구 약 77억 엔, 재해예방 약 2,165억 엔, 국토보전 약 6,464억 엔, 재해복구 약 2,193억 엔 등)

24) European Association of National Metrology Institutes(EURAMET) 、その目的の一つは、欧州における協調的な計測研究を通じ、「最小の資源(critical mass)」でより大きな効果を達成すること。

25) KÜNE, Michael, Luc ERARD, Andy HENSON. Introduction to EURAMET and the EMRP. <http://www.inm.ro/pdf/2008-2-3-Introduction-to-the-EURAMET-and-the-EMRP.pdf>, p.8.

26) implementing the Metrology in European Research Area(iMERA)

27) European Metrology Research Programme(EMRP) 、研究の重複を避けて効率的にインパクトの強い研究成果につなげることを目指している。

28) FP7 Fact Sheet. http://ec.europa.eu/research/fp7/understanding/fp7inbrief/home_en.html

29) Building Information Modeling

- 일본 재난관리정보시스템의 경우 중앙정부 운영 “방재정보시스템”, 기상청 “기상자료 종합처리 시스템” 및 “지진활동 종합감시시스템”, 국토교통성 “홍수 예·경보시스템”, “토사재해발생 감시 시스템”, 문부과학성 “방사능 정보시스템” 소방청 “긴급지원 정보시스템”과 “위험물정보 등 정보지원시스템”, 지자체별 “종합방재정보시스템” 등 운영
- 대규모 재해 시 총리대신관저, 중앙성청 및 전국의 방재기관 상호의 통신 확보를 위한 정부전용 인공위성 방재무선통신망 (DPRC NetWork, Disaster Prevention Radio Communication NetWork) 운용
- 일본방재예산 중 재난예방, 국토보전분야 등 79%, 재난복구분야 20%로 예방중심의 재난관리에 산 집행
- 산업구조비전 2010을 통해 신성장 전략에서 표명한 정책을 실현하기 위한 100가지 구체적인 행동계획을 명시(이 중, 산업, 사회의 안전 고도화를 지탱하는 정보기술 활성화 전략 마련)³⁰⁾
- 건설성 산하 JACIC는 건설산업에 IT 기술의 융합을 통하여 기존 기술 혁신 및 국제 경쟁력 강화를 추진
- 산업, 지역, 생활 등 사회전반에 ICT를 접목시켜 국가 성장력을 강화하려는 ‘xICT 비전’ 제시 (총무성, 2008. 7)
- 서비스산업, 중소기업 생산성 향상, 세계 최첨단의 ICT국가화 등 ‘성장전략 실행프로그램’ 결정 (내각, 2008. 6)
- 휴대전화, 디지털 TV를 활용하여 신청수단 다양화 및 수수료 전자납부 촉진과 그린 ICT 실현 등 ICT를 전략적으로 활용

(라) 주요 국가별 R&D 투자 정책³¹⁾

① 투자 규모

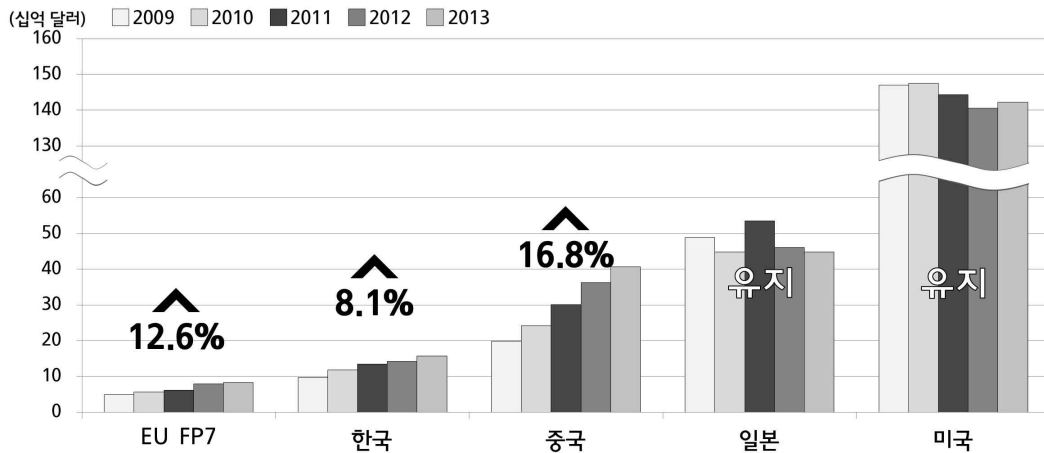
- 세계 각국은 글로벌 경제위기 등 어려운 여건에도 불구하고, 국가 경쟁력 강화를 위하여 과학기술 및 기초과학에 대한 투자 증가세 유지
- 선진국들은 기후변화·에너지 등 전인류적 문제해결 기술과 첨단제조업, 혁신 등 고용창출 및 지속가능 성장분야에 대한 투자 강화
- 악화된 경제 여건 속에서도 다수 국가의 R&D 투자가 확대되었으며, 특히 신흥국가 중심으로 높은 투자증가세 시현
- 선진국들의 2011년 국가연구개발투자는 전년 대비 소폭 증가하였으며, 신흥국들은 대규모 투자로 기술경쟁력 확보 노력
 - 2011년 국가R&D 투자증가율(%): 대만 10.6, 독일 6.3, EU 4.3, 러시아 2.8, 미국 1.6
 - 2009년 이후 중국(2010년 1,782억 달러)은 미국(4,051억 달러)에 이어 세계 제2위 투자규모 유지

30) 주요국의 과학기술정책동향, 교육과학기술부, 2010. 10.

31) 2014년도 정부연구개발투자 방향 및 기준, 국가과학기술위원회, 2013. 4.

□ 경제·사회 상황에 따른 국가별 차이는 있으나 국가연구개발투자 중 정부 재원은 약 30% 내외로 민간 R&D 보완 역할 수행

- 2010년 기준(%): OECD 평균 31.1, EU 35.3, 한국 26.7, 중국 24.0, 미국 32.5



※ 각국 정부 예산을 해당 연도 평균 환율을 적용하여 비교(2013년은 1월 3일자 공시 환율) 단, 연평균 증가율은 각국 화폐단위 기준 예산으로 산출

그림 18 주요국의 정부연구개발 예산 추이(2009~2013)

② 국가별 현황

□ 미국

- 2013년도 미국 정부 과학기술 예산은 5.1% 증가한 1,422억 달러
 - 정부 전체 예산은 0.2% 증가에 그친 반면, 미래 경쟁력 강화를 위한 연구개발 예산은 5.1% 증액
- ※ FY2012~13 부처별 예산 증가율(부처 예산/R&D 예산, %): 에너지부(△14.7/8.0), 국토안전보장부(△8.4/31.7), 교육부(△27.0/1.5), NSF(△9.1/4.6), NASA(1.0/2.2)
- 2013년도 R&D 예산은 고용창출 및 혁신활동 관련 첨단제조업, 청정에너지, 기초연구, 환경 및 천연자원 등에 우선순위를 두고 배정
 - 2014년의 경우 첨단제조업, 청정에너지, 기후변화 대응 등에 투자 확대 전망(2012. 6, OSTP)

□ 일본

- 2013년도 일본 정부 과학기술 관련 예산은 2.6% 감소한 3.58조 엔
 - 후쿠시마 원전사고 이후, 공공·사회안전·에너지 등 특정 분야 예산 확대로 정부전체 예산은 2.9% 증가
- ※ FY2012~13 예산 증가율 : 공공 15.6%, 사회안전 10.4%
- 액션플랜을 통해 부흥·재생·재해로부터의 안전성 향상, Green/Life 혁신, 기초연구·인재육성 강화 등 4대 정책과제를 제시하고 예산 대폭 확대
 - ※ 주요 과제 : 재해 대응, 청정·분산에너지, 선제의료 추진, 첨단의료기술 등
 - ※ 4대 정책과제 관련 예산/시책 수 : (2011) 1,735억 엔/112개 → (2012) 2,359억 엔/147개

- ICT 국제협력, 정보보안기술 등 9개 분야를 '13년도 중점시책패키지로 선정하여 378억 엔 예산 요구
- 2013년도 중점시책패키지 분야: ICT국제협력, 정보보안기술, 희귀원소/대체재료, 안전한 환경, 수질사고 위기관리 등

□ 중국

- 13년도 중국 정부 과학기술예산은 12.4% 증가한 2,530억 위안
- 중점기술개발 프로그램*과 기초과학연구 프로그램 중심으로 정부예산 증가율(11.2%)을 상회하는 예산 지원
- 7대 전략적 신흥산업 제시: 에너지절감 및 환경보호 산업, 차세대 정보기술 산업, 바이오 산업, 첨단장비 제조산업, 대체에너지 산업, 신소재 산업, 차세대 자동차 산업
- ※ FY2012~13 정부 예산(억 위안) : (2012) 61,632 → (2013) 68,560 (11.2% 증)
- 전략적 신산업, 현대적 서비스 산업 및 환경친화적 발전을 위한 신재생에너지·매연 감소 등 강조

□ EU

- 2013년도 EU 과학기술예산은 4.4% 증가한 247억 유로
- 제7차 프레임워크의 협력(56.9억 유로)*, 창의(17억 유로) 외에 경쟁력혁신 프레임워크, 지역 개발사업 등 다각적인 방면으로 연구개발 투자
- ※ FY2012~13 EU 예산(억 유로): (2012) 1,472 → (2013) 1,509 (2.5%증)
- 2014년부터 통합·추진되는 Horizon 2020*을 통해 경쟁력 강화, 경제성장, 고용문제 해결을 위한 핵심적 역할을 과학기술에 부여
- 3대 중점사업 : 유럽과학의 우수성 강화, 산업 리더십 창출 및 경쟁력 제고, 사회적 도전 극복

표 12 주요국 정부연구개발 예산 및 중점분야

국가	FY2013 예산(전년대비 증가율)		중점 투자 분야
	정부 예산	R&D 예산	
미국	3조 8,030억 달러(0.2%)	1,422억 달러(5.1%)	고용창출, 혁신활동, 청정에너지, 기초연구, 환경 및 천연자원 등
일본	70조 3,700억 엔(2.9%)	35,752억 엔(△2.6%)	안전성 향상, Green/Life 혁신, 기초연구·인재육성 등
중국	6조 8,560억 위안 (11.2%)	2,530억 위안(12.4%)	첨단제조업, 신소재, 바이오·소재, 에너지 등
EU	1,509억 유로(2.5%)	246.9억 유로(4.4%)	협력, 창의, 인력양성, 원자력, 기업가 혁신, 지속가능, 에너지 등

3. 이슈 및 시사점

- 재난·재해의 예방 및 저감을 위하여 국가 차원의 지속적인 투자 필요
 - 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 추진
 - 시설물 재난 및 안전관리 분야의 기술 선진국은 건설 산업과 IT기술의 융합을 통한 기술 성장 가능성과 파급효과를 인식하고, 주력산업에 특화된 IT융합 전략을 수립하고 적극적이고 차별화된 지원 실시
- 예방중심의 국가 재난안전관리정책 추진 및 능동적인 국가기반체계 관리 체계 구축 필요
 - 재난·재해 및 안전사고 정책수립 주체는 ‘정부부처 중심’에서 ‘국민, 현장 중심’ 중심으로 전환하고, 정책수립 방향은 기술개발 독립형 체계에서 기술, 정책, 교육, 산업이 결합되는 융합형 체계 및 국제협력 강화 체계로 전환
 - 재난·재해 및 안전사고 관리 프로세스는 ‘대응과 복구’ 중심에서 ‘예방, 대비, 대응, 복구’의 전 단계에 걸친 종합적 관리 프로세스로 전환
- 미래 재난환경 변화에 적극 대응하기 위한 정책 개발이 중요
 - 기후변화로 인한 각종 대형재난 등 미래에 발생할 수 있는 위험요인을 사전 발굴·분석하여 피해를 최소화하기 위한 예방정책을 개발하고, 이에 대한 대비·대응체제 구축을 위한 제도 개선이 우선 필요
 - 기술개발 방향은 선진국과의 기술 격차를 줄이는 것을 목적으로 한 ‘추격형’ 기술개발에서 원천 기술, 기초기술, 핵심기술 등과 같은 ‘선도형’, ‘창조형’ 기술개발로 전환하고, 기술개발의 목적은 ‘현안 문제의 해결’에서 ‘미래 재난·재해 및 안전사고 대비’로 전환
- 국가중요시설의 정량적 성능평가 체계 마련이 시급
 - 기술 선진국에서 시행 중인 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 마련하였음
 - 국가중요시설의 성능평가는 단편적인 평가에서 탈피하여 인프라의 생애주기를 모두 고려한 물리·환경·사회적인 관점의 종합적인 평가가 이루어져야 함
- 기술수준 및 산업구조 변화를 고려한 시설물 관련 정책 요구
 - 중앙정부 주도의 관리 한계를 극복하기 위한 상호 협력의 정책 시행이 필요
 - 정책 변화를 통한 관련산업의 경쟁력 강화를 도모할 수 있는 기반 구축이 필요하며, 장기적 기술축적이 가능하도록 사회시스템 변화를 고려한 정책 수립이 중요

2절 국내외 시장 현황 및 전망

1. 국내 시장 현황

(가) 시장 환경³²⁾

- “제2차 시설물의 안전 및 유지관리 기본계획(2008~2012)”에 근거하여 공공 관리주체를 대상으로 시설물 관리에 대한 투자실태조사를 실시 (2010. 11)³³⁾
- 시특법 대상 1, 2종 시설물을 대상으로 하며, 등급변화는 2000년부터 2008년의 6년 동안 점검·진단의 결과로 부여받은 최초 등급과 최근 등급의 차이를 의미

표 13 SOC 시설물 관리주체별 현황 및 등급변화 분석

구분	시설물 수	경과연수	표준점수 · 등급	등급변화
도로 교량	지자체 1,326개로 전체 44.6% 비중 차지, 도로공사 895개로 30.1% 차지	도로공사 15년 이내 시설물 비중 71.7%로 신규 시설물 비중이 가장 높음. 서울시 25년 초과한 노후 시설물 비중 가장 높음.	최근 교량 등급은 도로공사가 가장 높고 노후화된 교량 관리는 서울시의 등급이 높음	안전등급 향상은 지자체, 국도유지가 우수, 등급 유지까지 감안하면 서울시가 가장 우수
도로 터널	도로공사가 470개로 전체 49.6% 차지, 국도유지 294개로 31.0% 차지	도로공사 15년 이내 시설물 비중 (92.6%) 매우 큼. 서울시는 15년 초과한 시설물 비중 52.6%로 노후 시설물 비중 가장 높음	서울시는 25~35년 시설물 표준점수가 가장 높아 경과연수가 오래되고 규모가 큰 시설물 비중이 타 관리주체보다 높음.	안전등급향상은 서울시가 가장 우수, 등급유지까지 감안하면 국도유지 가 우수
철도 교량	철도공사가 393개로 전체 64.5%를 차지함. 광역시 지하철은 22개로 3.6%에 불과함.	철도시설공단 100%가 15년 미만 신규시설물임. 광역시 또한 15년 미만 시설물 68.2% 높은 편임. 철도공사와 서울시 지하철은 15년 이상의 노후시설물 비중이 높음.	평균대가는 철도시설공단>광역시 지하철>서울시지하철 >철도공사순임. 이는 최근 시설물일 수록 규모가 크기 때문임.	서울시 지하철의 경우 등급을 유지한 철도교량의 비중은 75.0%로 타 관리주체 보다 비중이 높음. 등급향상은 철도시설공단이 높음.
철도 터널	서울시 지하철 263개로 41.2% 차지, 광역시 지하철 204개로 32.0% 차지	철도공사와 서울시 지하철은 25년 이상의 노후화된 시설물 비중 높음.	최근 준공된 터널이 많은 철도시설공단의 터널 96.5%가 A등급임. 철도공사는	철도시설공단을 제외하고 광역시 지하철이 등급 유지 비중이 65.7%이고

32) 네트워크 기반 SOC 관리 및 운영 기획 보고서, 한국건설교통기술평가원, 2012. 3.

33) 시설물 관리주체 안전 및 유지관리 실태조사(한국시설안전공단, 2010. 11.)

구분	시설물 수	경과연수	표준점수 · 등급	등급변화
			C등급 시설물이 46.8%에 달함.	등급 향상도 26.5%로 등급 유지 및 향상 비중이 가장 큼.
항만	항만청이 86개로 41.3% 보유, 항만공사가 67개로 32.2 차지.	기타 관리주체 76.4%가 15년 미만 시설물임. 항만청과 항만공사는 15년 미만 시설물 비중 각각 57.0%, 49.3% 차지	평균점수는 기타(지자체, 국방부 및 컨테이너 부두공단) 관리주체가 높으며 항만청>항만공사 순임.	항만공사 등급 유지한 시설물 비중이 70.2%를 기록, 등급 향상 시설물 비중도 17.5%에 달해, 등급 유지 및 향상 비중이 타관리주체 보다 높음.
댐	농어촌공사가 463개로 88.9% 비중 차지, 수자원공사 25개로 4.8% 차지	농어촌공사 35년 초과한 시설물 비중 48.2%차지. 수자원공사는 15년 이내 시설물 비중 44.0% 차지해 신규시설물 비중 높음.	평균대가는 수자원공사 288로 가장 높음. 다음으로 지식경제부 산하 공기업 236점, 농어촌공사 202점 기록.	농어촌공사 등급을 유지한 시설물의 비중이 96.3%임. 등급하락을 경험한 시설물 비중도 매우 낮음.
하천 시설물	기초지자체 329개로 38.3% 차지, 광역 지자체 275개로 32.0% 차지	기초지자체의 경우 15년 이내 시설물 비중 42.0%로 신규시설물 비중 높음. 광역지자체 35년 이상된 시설물 비중 24.4%로 노후 시설물 비중 높음.	기초지자체 A등급 시설물 비중 49.4%로 상태 양호한 시설물 비중 높음.	등급 유지 비중 지자체가 78.6%로 가장 높음. 서울시의 경우 등급 1단계 향상한 비중이 27.7%로 다른 관리주체 보다 등급 개선정도가 높음.
수도 시설물	기초지자체가 704개로 76.5% 차지, 광역 지자체 88개로 9.6% 차지, 수자원공사 82개로 8.9% 차지	수자원공사 15년 이내 시설물 73.2%로 매우 높음. 35년 초과한 시설물 비중 비교시 기초지자체가 5.4%로 노후시설 비중이 높음.	평균 1일 처리용량을 비교한 결과 수자원공사가 2,154㎥로 가장 높음. (광역지자체 481㎥, 서울시 361㎥, 기초 지자체 98㎥ 기록)	수자원공사와 서울시의 경우 등급이 1단계 하락한 시설물 비중이 각각 44.1% 41.9%로 높은 데 반해 기초 지자체와 광역 지자체의 경우 이 비중은 17.9%, 20.0%로 등급 하락 정도가 낮음.
공공 하수 처리 시설물	기초지자체 331개 88.5% 차지, 광역지자체 33개로 8.8% 차지	15년 이내 시설물 비중 기초지자체 94.6% 기록, 서울시의 경우 15~25년 시설물 비중 25.0%로 노후 시설물 비중 높음.	평균 1일 최대 처리 용량 비교시 서울시(1,293㎥)>광역 지자체(198㎥)>기초지자체(37㎥)순임. 표준점수별로도 같은 결과를 도출, 서울시, 광역지자체,	광역 지자체 등급이 하락한 시설물 비중이 다른 관리주체보다 높은 반면, 등급이 향상된 시설물 비중 또한 높은 편임. 등급유지 및 향상 비중을 모두 더하면

구분	시설물 수	경과연수	표준점수 · 등급	등급변화
			기초지자체 각각 371, 122, 85점 기록.	기초 지자체(72.8%)의 비중이 광역 지자체(62.5%)보다 높음.
건축물	기초 지자체 178개로 50.3% 차지, 광역 지자체 114개로 32.2%, 정부 소속/산하 기관 62개로 17.5% 차지	기초지자체 15년 이내 시설물 비중 65.2% 차지해 타 관리주체에 비해 신규시설물 비중 높음.	대가대비 표준점수 평균을 관리주체별로 살펴본 결과 정부소속/산하기관이 144점, 기초 지자체가 138점, 광역 지자체가 134점을 기록함.	중앙정부 소속/산하 관리주체가 광역 지자체나 기초 지자체보다 건축물 보수 및 보강에 더욱 신속히 대응 전반적으로 양호하게 관리를 하는 것으로 판단됨.

표 14 관리주체의 도로교량 최근 등급분포

구분		A등급	B등급	C등급	D등급	E등급	총합계
지자체	시설물수	159	830	309	26	1	1,325
	비중(%)	12.0	62.6	23.3	2.0	0.1	100.0
국도유지	시설물수	30	486	59	0	0	575
	비중(%)	5.2	84.5	10.3	0.0	0.0	100.0
도로공사	시설물수	395	463	20	0	0	878
	비중(%)	45.0	52.7	2.3	0.0	0.0	100.0
서울시	시설물수	8	140	9	0	0	157
	비중(%)	5.1	89.2	5.7	0.0	0.0	100.0
전체	시설물수	654	2,119	433	28	1	3,235
	비중(%)	20.2	65.4	13.5	0.9	0.0	100.0

표 15 관리주체의 도로터널 최근 등급분포

구분		A등급	B등급	C등급	총합계
지자체	시설물수	90	133	10	233
	비중(%)	38.6	57.1	4.3	100.0
국도유지	시설물수	146	108	6	260
	비중(%)	56.2	41.5	2.3	100.0
도로공사	시설물수	270	128	13	411
	비중(%)	65.7	31.1	3.2	100.0
서울시	시설물수	25	55	0	80
	비중(%)	31.3	68.8	0.0	100.0
기타	시설물수	2	4	0	6
	비중(%)	33.3	66.7	0.0	100.0
전체	시설물수	533	428	29	990
	비중(%)	53.8	43.2	2.9	100.0

표 16 관리주체의 옹벽 최근 등급분포

구분		A등급	B등급	C등급	총합계
철도공사	시설물수	76	68	6	150
	비중(%)	50.7	45.3	4.0	100.0
도로공사	시설물수	81	1	0	82
	비중(%)	98.8	1.2	0.0	100.0
지자체	시설물수	61	42	1	104
	비중(%)	58.7	40.4	1.0	100.0
국도유지	시설물수	12	0	0	12
	비중(%)	100.0	0.0	0.0	100.0
기타	시설물수	12	2	0	14
	비중(%)	85.7	14.3	0.0	100.0
전체	시설물수	227	103	4	334
	비중(%)	68.0	30.8	1.2	100.0

표 17 관리주체의 절토사면 최근 등급분포

구분		A등급	B등급	C등급	D등급	총합계
국토부	시설물수	0	7	3	2	12
	비중(%)	0.0	58.3	25.0	16.7	100.0
도로공사	시설물수	127	9	0	0	136
	비중(%)	93.4	6.6	0.0	0.0	100.0
지자체	시설물수	3	1	1	0	5
	비중(%)	60.0	20.0	20.0	0.0	100.0
전체	시설물수	130	17	4	2	153
	비중(%)	85.0	11.1	2.6	1.3	100.0

표 18 관리주체의 철도교량 최근 등급분포

구분		A등급	B등급	C등급	총합계
철도공사	시설물수	128	174	68	370
	비중(%)	34.8	46.9	18.3	100.0
철도시설공단	시설물수	103	0	0	103
	비중(%)	100.0	0.0	0.0	100.0
서울시 지하철	시설물수	8	32	0	40
	비중(%)	20.0	80.0	0.0	100.0
광역시 지하철	시설물수	14	8	0	22
	비중(%)	63.6	36.4	0.0	100.0
기타	시설물수	3	1	3	7
	비중(%)	42.9	14.3	42.9	100.0
전체	시설물수	255	215	70	540
	비중(%)	47.1	39.7	12.9	100.0

표 19 관리주체의 철도터널 최근 등급분포

구분		A등급	B등급	C등급	총합계
철도공사	시설물수	22	20	37	79
	비중(%)	27.8	25.3	46.8	100.0
철도시설공단	시설물수	55	2	0	57
	비중(%)	96.5	3.5	0.0	100.0
서울시	시설물수	16	178	69	263
	비중(%)	6.1	67.7	26.2	100.0
광역시	시설물수	80	120	4	204
	비중(%)	39.2	58.8	2.0	100.0
기타	시설물수	1	0	0	1
	비중(%)	100.0	0.0	0.0	100.0
전체	시설물수	174	320	110	604
	비중(%)	28.8	53.0	18.2	100.0

표 20 관리주체의 철도역사 최근 등급분포

구분		A등급	B등급	C등급	총합계
철도공사	시설물수	10	55	4	69
	비중(%)	14.5	79.7	5.8	100.0
서울시 지하철	시설물수	30	222	13	265
	비중(%)	11.3	83.8	4.9	100.0
광역시 지하철	시설물수	130	85	0	215
	비중(%)	60.5	39.5	0.0	100.0
전체	시설물수	170	362	17	549
	비중(%)	31.0	65.9	3.1	100.0

표 21 관리주체의 하천 시설물 최근 등급분포

구분		A등급	B등급	C등급	총합계
광역 지자체	시설물수	15	175	28	218
	비중(%)	6.9	80.3	12.8	100.0
기초 지자체	시설물수	83	76	9	168
	비중(%)	49.4	45.2	5.4	100.0
서울시	시설물수	15	186	30	231
	비중(%)	6.5	80.5	13.0	100.0
기타	시설물수	4	6	7	17
	비중(%)	23.5	35.3	41.2	100.0
전체	시설물수	117	443	74	634
	비중(%)	18.5	69.9	11.7	100.0

표 22 관리주체의 수도 시설물 최근 등급분포

구분		A등급	B등급	C등급	D등급	총합계
기초 지자체	시설물수	268	370	32	2	672
	비중(%)	39.9	55.1	4.8	0.3	100.0
광역 지자체	시설물수	13	62	5	0	80
	비중(%)	16.3	77.5	6.3	0.0	100.0
수자원공사	시설물수	13	41	14	0	68
	비중(%)	19.1	60.3	20.6	0.0	100.0
서울시	시설물수	8	25	10	0	43
	비중(%)	18.6	58.1	23.3	0.0	100.0
기타	시설물수	2	0	0	0	2
	비중(%)	100.0	0.0	0.0	0.0	100.0
전체	시설물수	304	498	61	2	865
	비중(%)	35.1	57.6	7.1	0.2	100.0

표 23 관리주체의 항만 최근 등급분포

구분		A등급	B등급	C등급	총합계
항만청	시설물수	1	48	22	71
	비중(%)	1.4	67.6	31.0	100.0
항만공사	시설물수	2	50	5	57
	비중(%)	3.5	87.7	8.8	100.0
기타	시설물수	9	35	2	46
	비중(%)	19.6	76.1	4.3	100.0
전체	시설물수	12	133	29	174
	비중(%)	6.9	76.4	16.7	100.0

표 24 관리주체의 댐 최근 등급분포

구분		A등급	B등급	C등급	D등급	총합계
농어촌공사	시설물수	118	176	145	17	456
	비중(%)	25.9	38.6	31.8	3.7	100.0
수자원공사	시설물수	1	12	8	1	22
	비중(%)	4.5	54.5	36.4	4.5	100.0
지식경제부 산하 공기업·	시설물수	3	6	11	1	21
	비중(%)	14.3	28.6	52.4	4.8	100.0
지자체	시설물수	0	8	3	0	11
	비중(%)	0.0	72.7	27.3	0.0	100.0
전체	시설물수	122	202	167	19	510
	비중(%)	23.9	39.6	32.7	3.7	100.0

표 25 관리주체의 공공하수처리 시설물 최근 등급분포

구분		A등급	B등급	C등급	총합계
광역 지자체	시설물수	5	27	0	32
	비중(%)	15.6	84.4	0.0	100.0
기초 지자체	시설물수	112	138	2	252
	비중(%)	44.4	54.8	0.8	100.0
서울시	시설물수	0	3	0	3
	비중(%)	0.0	100.0	0.0	100.0
기타	시설물수	0	1	0	1
	비중(%)	0.0	100.0	0.0	100.0
전체	시설물수	117	169	2	288
	비중(%)	40.3	59.0	0.7	100.0

표 26 관리주체의 건축물 최근 등급분포

구분		A등급	B등급	C등급	D등급	총합계
광역 지자체	시설물수	19	66	25	1	111
	비중(%)	17.1	59.5	22.5	0.9	100.0
기초지자체	시설물수	27	102	34	2	165
	비중(%)	16.4	61.8	20.6	1.2	100.0
정부 소속/산하 기관	시설물수	10	38	6	0	54
	비중(%)	18.5	70.4	11.1	0.0	100.0
전체	시설물수	56	206	65	3	330
	비중(%)	17.0	62.4	19.7	0.9	100.0

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

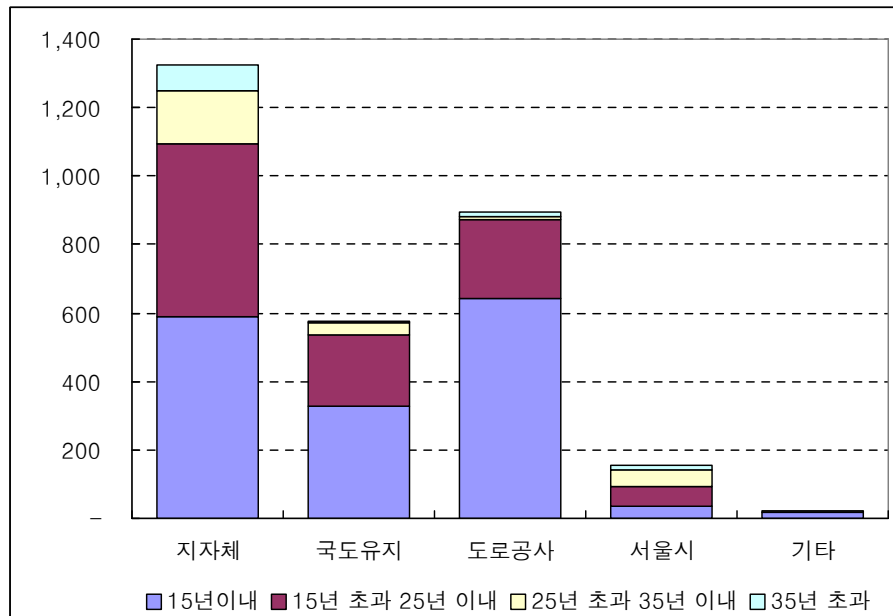


그림 19 관리주체별 도로교량의 경과연수 분포도

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

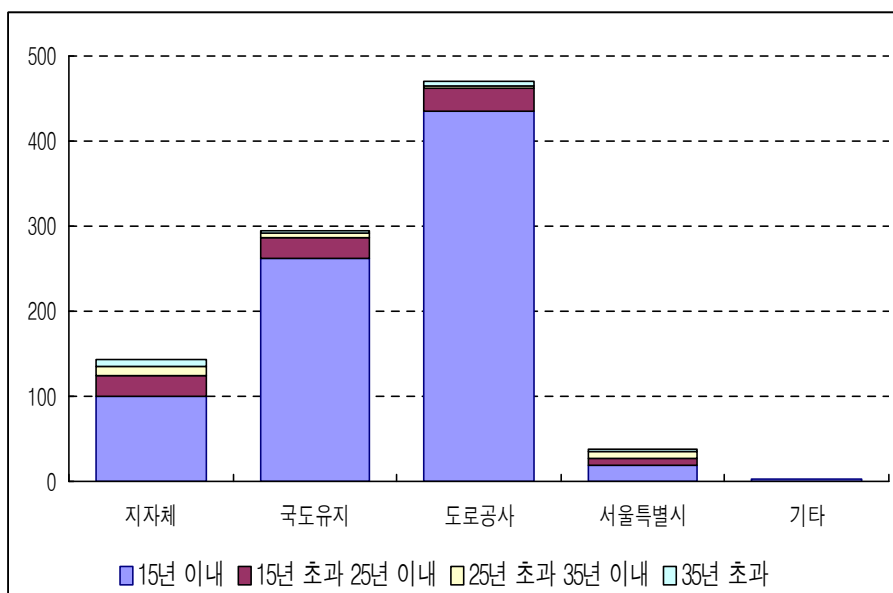


그림 20 관리주체별 도로터널의 경과연수 분포도

- 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 분석됨

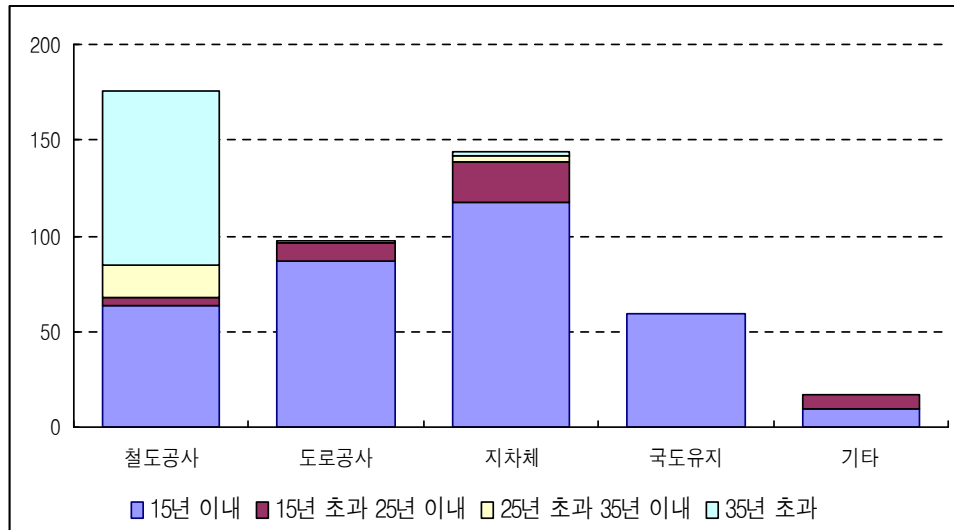


그림 21 관리주체별 옹벽의 경과연수 분포도

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

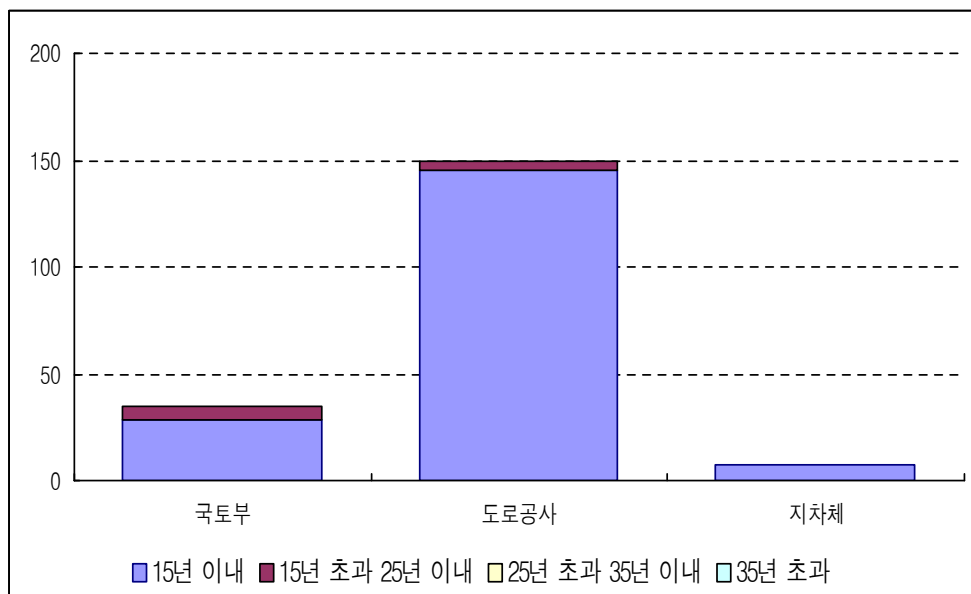


그림 22 관리주체별 절토사면의 경과연수 분포도

- 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 분석됨

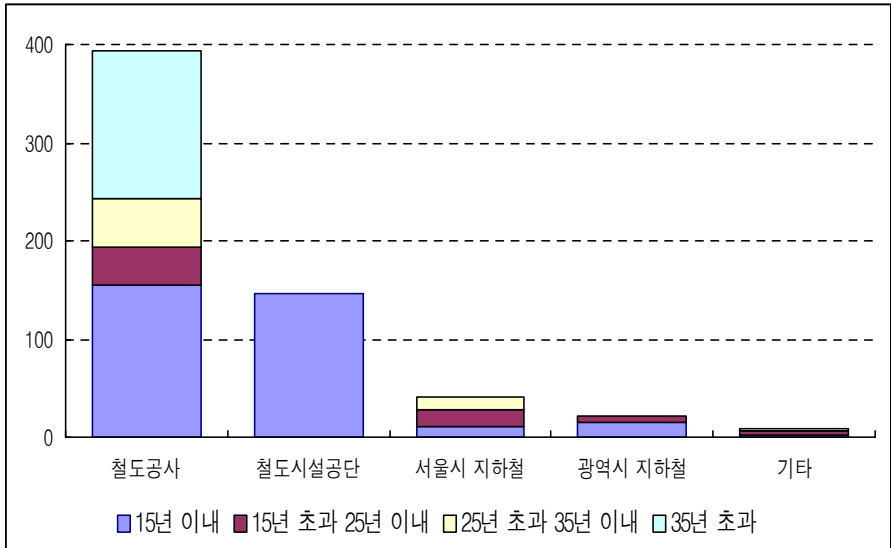


그림 23 관리주체별 철도교량의 경과연수 분포도

- 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 분석됨

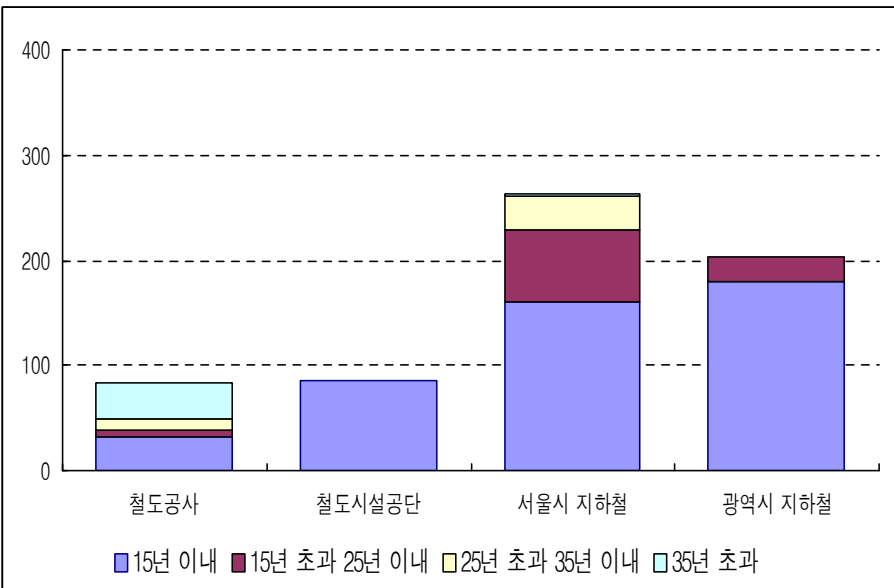


그림 24 관리주체별 철도터널의 경과연수 분포도

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

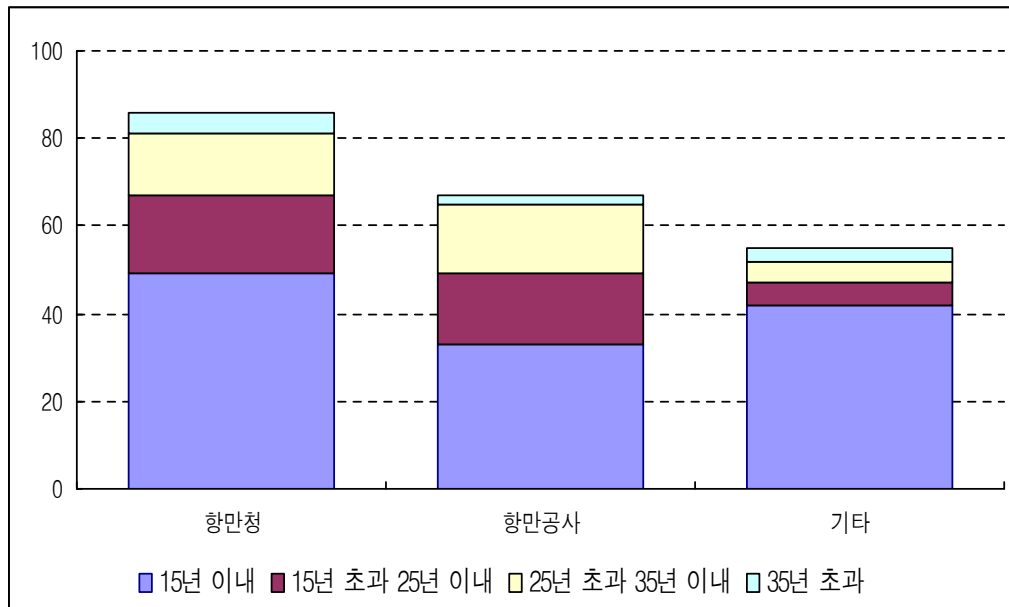


그림 25 관리주체별 항만의 경과연수 분포도

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

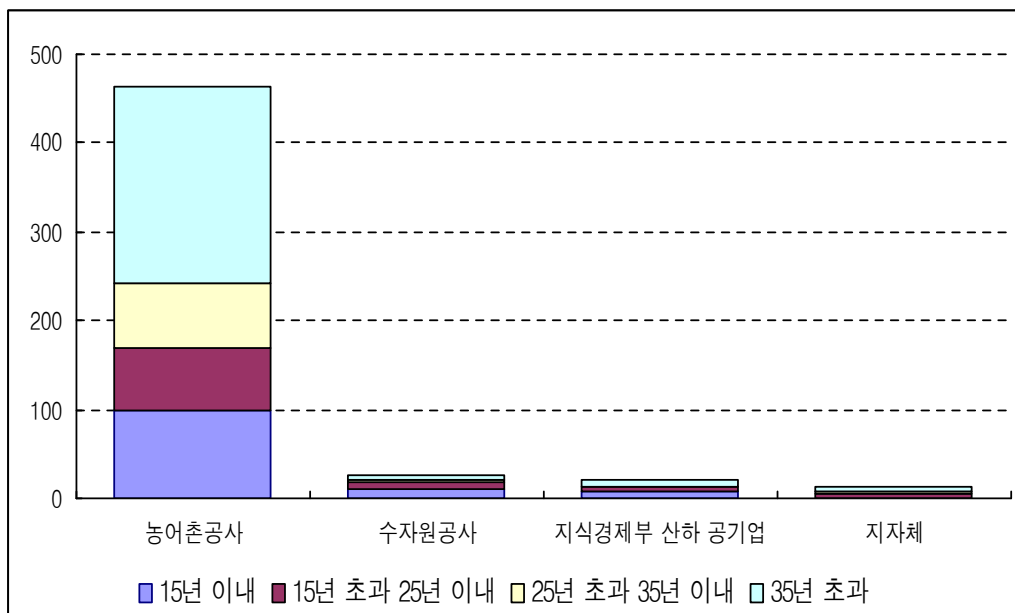


그림 26 관리주체별 댐의 경과연수 분포도

- 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 분석됨.

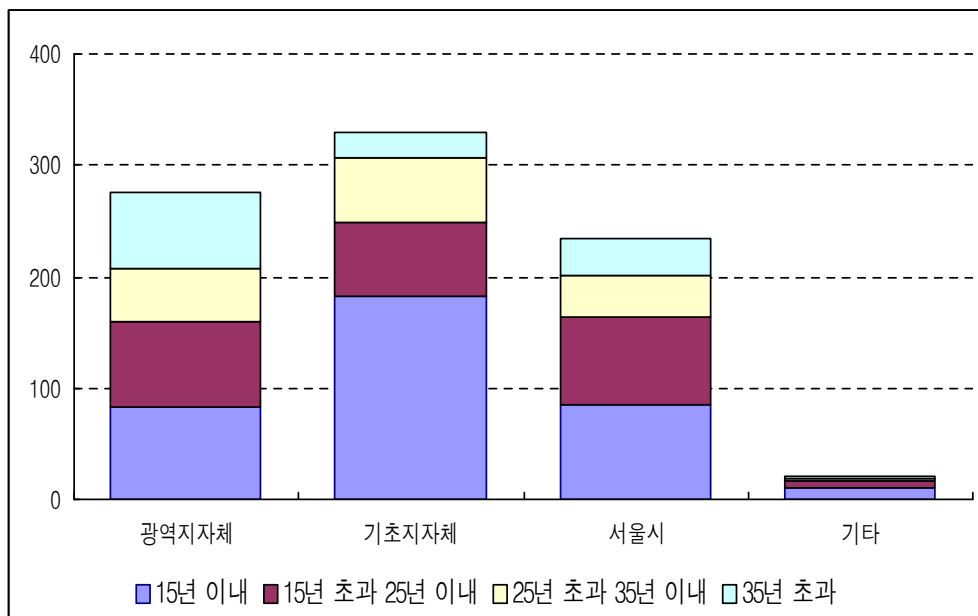


그림 27 관리주체별 하천 시설물의 경과연수 분포도

- 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 분석됨.

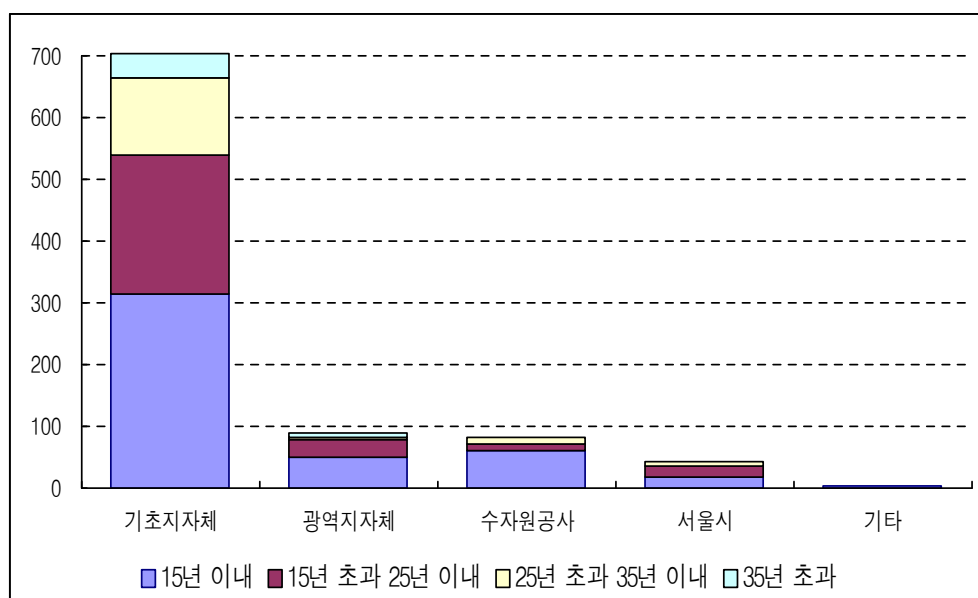


그림 28 관리주체별 수도 시설물의 경과연수 분포도

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

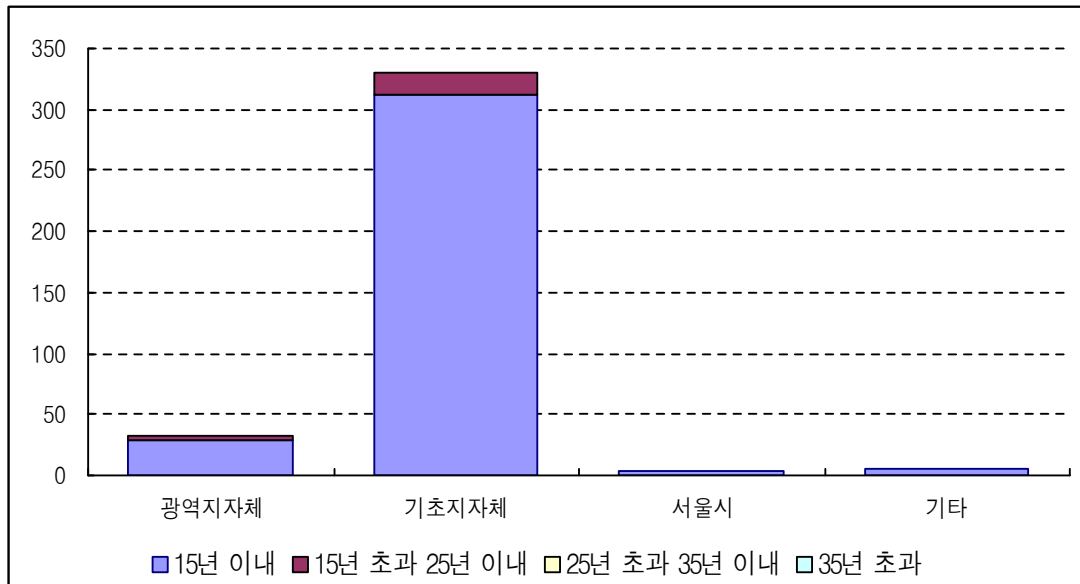


그림 29 관리주체별 공공하수처리 시설물의 경과연수 분포도

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

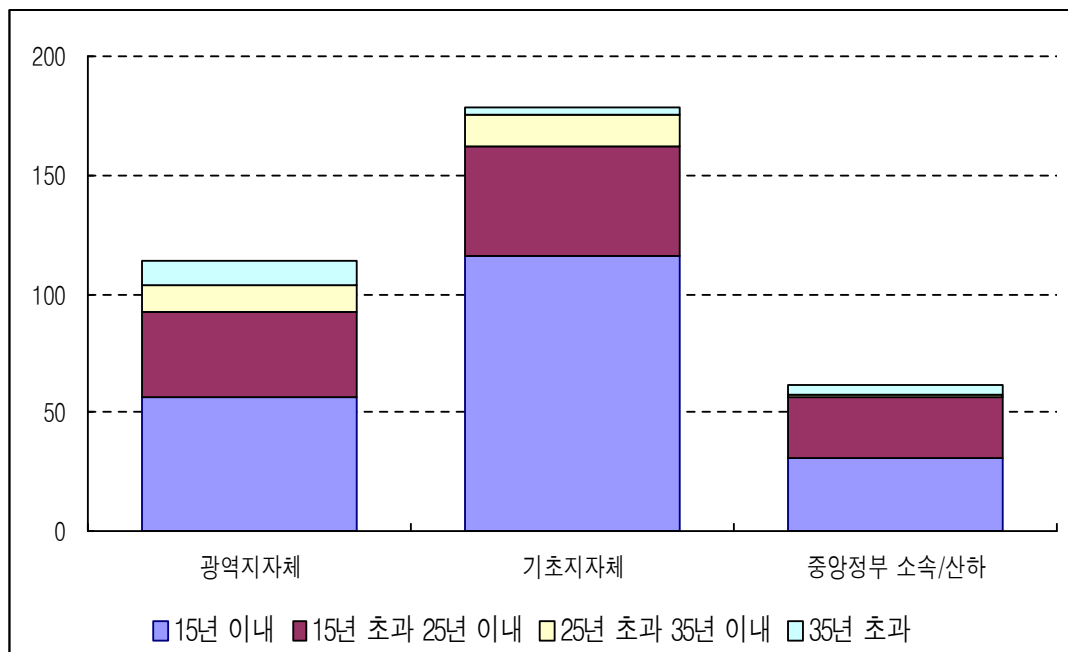


그림 30 관리주체별 건축물의 경과연수 분포도

□ 국가 SOC 분야 중장기 재정소요 및 예산 규모

- 국가 주요사업의 분야별 중장기재정소요분석³⁴⁾에 따르면, 2009년에서 2018년까지 약 90조 1,100억 원 예상
 - 전체 약 94%가 도로, 철도 등 교통 및 물류분야에 집중되어 있으며, 수자원 및 산업단지 등의 지역개발분야의 경우 약 6% 정도로 추정
- 2010회계연도 결산 부처별 분석³⁵⁾ 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% 투입

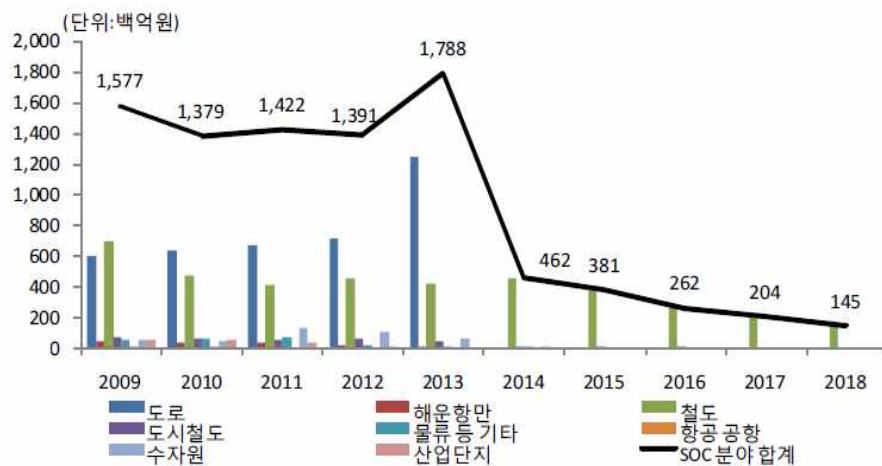


그림 31 SOC 분야 총사업비 예상액(국회예산정책처, 2009)

(나) SOC 시설물 안전 및 유지관리 시장

□ 국가 SOC 시설물 유지관리 예산 규모

- SOC 시설물의 경우 대략 1,800조 원에 달하며, 유지관리투자의 경우시설물 자산가치 대비 0.3%, 신규 건설 대비 8% 정도로, 선진국의 1/3가량으로 추정
- 국토해양부 자료에 의하면, 2004년부터 2008년까지 5년간 도로부문 평균투자액의 경우 약 7조 6천억 원이며, 유지보수 및 관리에 약 10% 수준인 평균 7,691억 원 투자

34) 국회예산정책처, 2010 회계연도 결산 부처별 분석, 2011

35) 국회예산정책처, 국가 주요사업의 분야별 중장기 재정소요분석, 2009



그림 32 도로 투자현황 및 도로관리 비교(국토해양부)

□ 안전점검 및 정밀안전진단 시장규모 정체

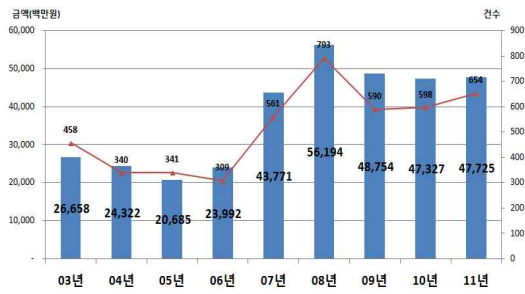
- 최근 10년간 시장규모가 1,000억 원 대에 머물고 있는 보합 추세 지속, 안전진단시장은 양적으로 더 이상 성장하지 않는 한계상황 진입
- 시장규모 : (2008년) 1,200억 원 → (2009년) 1,600억 원 → (2010년) 1,160억 원 → (2011년) 996억 원

□ 안전진단 시장규모 대비 안전진단전문기관의 과다

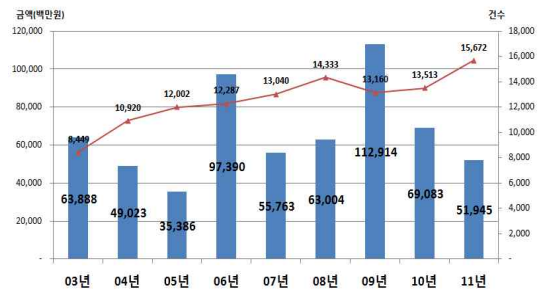
- 안전진단시장의 정체에도 불구하고, 안전진단전문기관은 매년 증가
- 안전진단전문기관: (2008년) 387개 → (2009년) 430개 → (2010년) 473개 → (2011년) 528개
- 안전진단전문기관 중 130개사는 수주실적이 없고, 상위 22개사가 전체의 50% 이상 수주(2012년 기준)
- 안전진단전문기관 중 일부가 동남아, 중동 등 해외시장 진출을 모색하나, 시장개척 비용 등 현실상 많은 어려움 직면

□ 시설물 유지관리시장의 양적 성장에 비해 질적 성장을 위한 노력 미흡

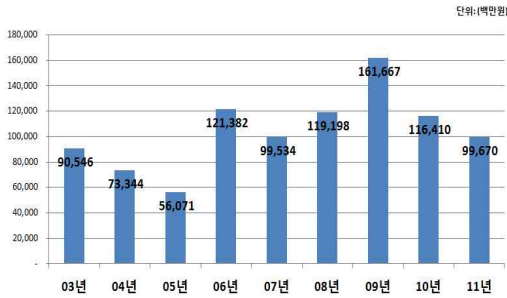
- 시설물 유지관리 시장의 규모와 업체는 지속적으로 증가하고 있으나, 과학적 유지관리 기법의 적용 등 질적 성장을 위한 노력은 미흡
- 시장규모 : (2001) 1.0조 원 → (2010) 2.8조 원, 업체 수 : (2001) 1,982개 → (2010) 4,056개



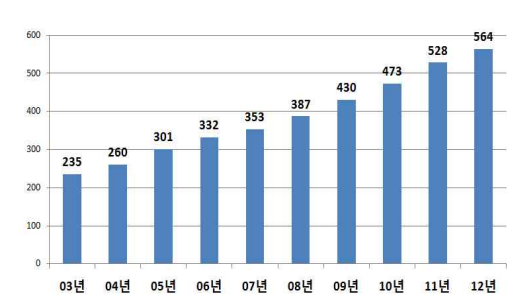
(a) 정밀안전진단 건수 및 금액



(b) 정밀점검 건수 및 금액



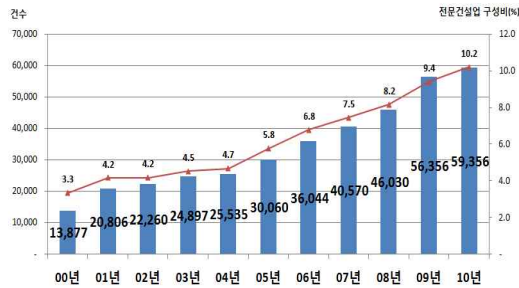
(c) 정밀점검 및 정밀안전진단 금액



(d) 안전진단전문기관

그림 33 SOC 시설물 안전점검 및 정밀안전진단 시장현황

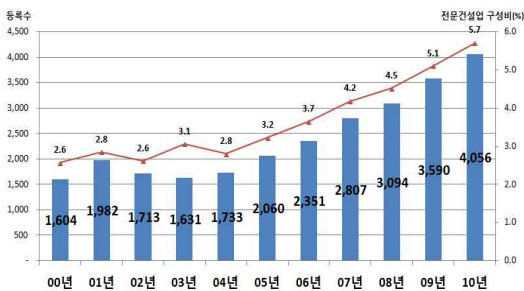
(시설물정보 종합관리시스템 통계자료, 2012. 7. 기준)



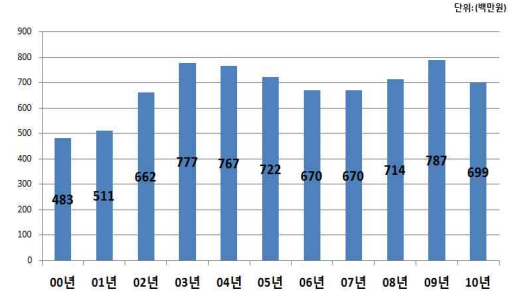
(a) 시설물 유지·보수공사 연간 건수



(b) 시설물 유지·보수공사 연간 시장규모(계약금액)



(c) 시설물 유지관리업체 등록수



(d) 시설물 유지관리업체당 계약금액

그림 34 시설물 유지관리 시장 현황

(대한전문건설협회, 전문건설업 통계연보, 각 년도)

(다) 건설 산업의 기술융합 시장

- 정보통신 기술은 네트워크화, 지능화, 내재화의 특성을 통해 기술 및 산업간 융합화를 촉진하는 역할 수행
 - 건설산업과 IT기술과의 융합을 통해 산업을 고도화, 지능화함으로써 고부가가치 첨단산업으로 진화할 것으로 예측
 - 2015년을 기준으로 국내의 건설+IT 기술 융합 분야는 약 59.5천 억 원 규모로 예상

표 27 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
CAGR(10~12)	26.9	11.8	14.8	5.1	20.9
2012년	29.0	42.5	120.0	116.0	76.0
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 전망(녹색성장을 위한 건설-IT융합 기술/시장 세미나, 2010)
 - 세종도시, 혁신도시 등 약 40개 지자체(50여개 지구)에서 첨단도시 건설을 활발히 추진
 - 우리나라는 세계적으로 u-City를 선도하고 있으며, 건설-IT 융합시장은 향후 가속적인 성장 기대
 - u-City는 유비쿼터스 IT와 건설융합의 대표적인 비즈니스 모델로 산업고도화 및 환경인식 확대에 따른 첨단화, 고급화 및 친환경 측면의 건설수요에 부응을 기대
- 센싱, 모니터링 분야의 직접적인 산업규모는 추정하기가 어려우며, 특히 타 산업분야와의 연계성이 매우 높은 분야임
 - 지능형센서 산업의 경우 미래성장산업으로서 사용분야가 광범위한 고부가가치 복합지식산업임
 - 지능형센서의 경우 선진업체와의 기술격차와 가격경쟁력 차이로 인하여 시제품 개발 수준으로, 상용화 된 MEMS센서 등을 대부분 해외에서 수입하여 센서모듈제작
 - 국내 센서 수출입 현황을 보면, 2006년 센서수입액의 경우 전년 대비 9.2% 증가한 6억 8천만 달러로 당해 수출액의 3배가 넘는 규모이며, 이중 이미지센서가 3억 9천만 달러로 가장 많은 비중 차지
 - 약 150개 센서 관련 기업(통계청, 2008)이 있으나 자체 생산보다는 수입제품의 가공/조립/패키징 생산 위주로 활동
 - 2009년 센서수출의 경우 디텍터, 이미지센서 수출호조로 32%의 성장을 하였으나 수입액의 절반 이하로 대표적인 5.4억 달러 적자 품목

- 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 기대
- RFID 관련 국내 기기산업의 경우 핵심 칩을 수입· 재가공· 단순 조립 수준으로, 삼성전자 13.56MHz 태그칩 및 쓰리에이로직스 13.56MHz 리더용 칩 개발 시판
 - USN 기술의 경우 대기업 위주, 고가 첨단센서 개발 등을 통한 시장 주도의 선진국과 달리 수입 센서칩을 이용 모듈조립, 저가형 단순센서 생산 등 중소기업이 산업 주도

표 28 RFID 국내시장 전망(단위: 억 원)

구분	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	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 시장동향³⁶⁾
 - 2008년 약 9천4백억 원 시장에서 2018년에는 25조 4천7백억 원 정도에 이를 것으로 전망
 - RFID/USN 기기 시장의 경우에는 2008년 약 6천8백억 원 시장에서 2018년에는 6조 4백억 원 정도의 규모를 형성할 것으로 예측
 - RFID/USN 서비스(소프트웨어 포함) 시장의 경우에는 2008년 약 2천6백억 원 규모에서 2018년에는 19조 4천3백억 원 정도에 이를 것으로 예측

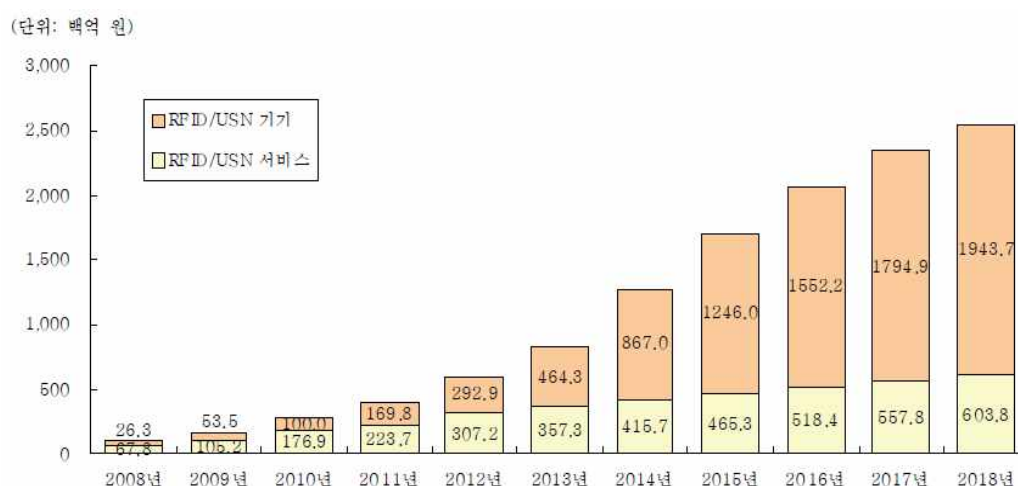


그림 35 국내 RFID/USN 기기 및 서비스 시장 전망

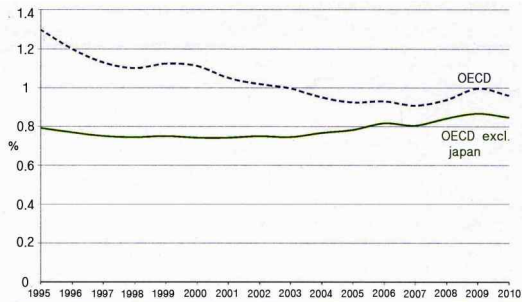
36) 한국 RFID/USN 협회, “2007년도 RFID/USN 산업실태 조사 보고서,” 2008. 1. 자료를 기반으로 ETRI 추정, 2008. 8.

2. 국외 시장 현황

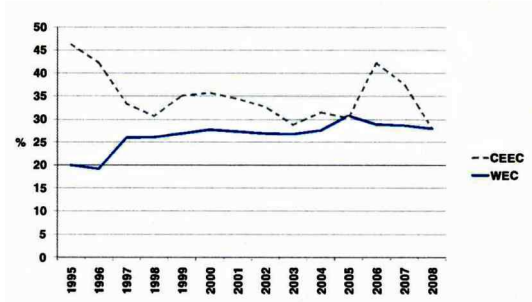
(가) 시장 환경

□ 국내·외 SOC(교통분야) 유지·보수 투자 현황

- OECD 회원국은 GDP의 0.3%를 SOC(교통)의 유지·보수로 투자
 - SOC 투자 : GDP의 1%(신규건설 0.7%, 유지·보수 : 0.3%, 서유럽 기준)



(a) SOC 투자(% of GDP)



(b) SOC 투자 중 유지·보수의 비중

그림 36 OECD 회원국의 SOC(교통) 유지·보수 투자 추이(1995~2010년)

(OECD International Transport Forum, Statistics Brief 2012)

(CEEC : 중앙 및 동유럽 국가, WEC : 서유럽 국가)

- 개발도상국은 GDP의 1.8%를 SOC(교통)의 유지·보수로 투자
 - SOC 투자: GDP의 2.3%(신규건설 0.5%, 유지·보수 1.8%)

표 29 개발도상국의 SOC(교통) 유지·보수 투자 추정(2008~2015년)

지역별 SOC투자(GDP의 %)						형태별 SOC 투자 (GDP의 %)		전체 (GDP의 %)
동아시아	동유럽	라틴 아메리카	북아프리카	남아시아	남아프리카	신규 건설	유지 보수	
1.7	3.1	1.5	3.0	4.0	3.0	0.5	1.8	2.3

※ European Investment Bank, Infrastructure Finance in Developing Countries, 2010

- 한국은 GDP의 0.26%를 SOC(교통)의 유지·보수로 투자

표 30 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

- SOC 투자: GDP의 1.11%(신규건설 0.85%, 유지·보수 0.26%)
- 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 전망됨
- 선진국은 이미 사회기반 시설물에 투자된 규모가 막대하고 대체로 사회가 안정기에 들어서 있으므로, 시설물의 노후화 및 재난에 대응하는 유지관리에 많은 투자 진행
- 일본의 경우 지난 10년간 건설시장의 규모가 10% 정도 감소하였으나 유지관리 관련 시장은 20% 가량 증가
- 일본을 제외한 아시아권 국가들에서는 2000년 기준으로 2016년까지 평균 5.5배까지 성장할 것으로 전망

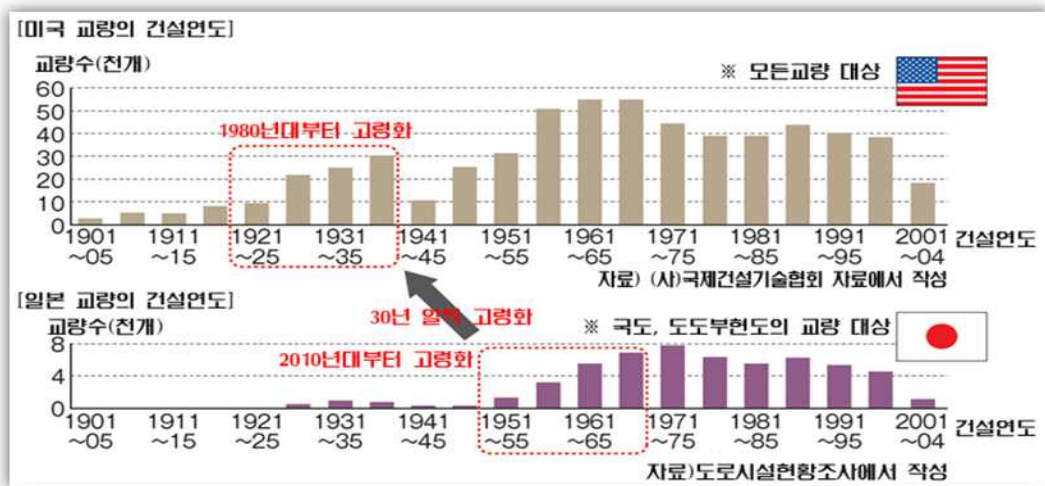


그림 37 미국과 일본의 교량 노후화 현황(일본 국토교통백서, 2006)

- 세계 비파괴 검사 시장의 경우 장치·기기시장과 용역시장으로 나누어볼 수 있으며, 2008년 약 27.77억 달러 수준이던 세계 비파괴검사 장치·기기 시장은 6.0%의 연평균 성장률로 향후 5년 후인 2013년까지 성장하여 약 37.17억 달러 수준으로 성장 예측
- 일본 야노경제연구소에 의하면, 비파괴검사 기술 선진국인 일본의 경우에도 향후 2015년까지의 관련 시장 성장률을 2008년까지의 연평균 성장률인 4%보다 다소 낮은 3% 수준으로 전망



그림 38 일본 비파괴검사 장치 및 기기의 시장규모



그림 39 세계 비파괴검사 장치 및 기기의 시장 규모

- 일본 공업회가 산출한 비파괴 검사 산업분류로는 토목·건축 분야가 19%로 가장 크며, 그 비중이 점차 증가하고 있으며, 석유화학이 18%, 전력 연관이 12%, 원자력이 10% 정도를 차지

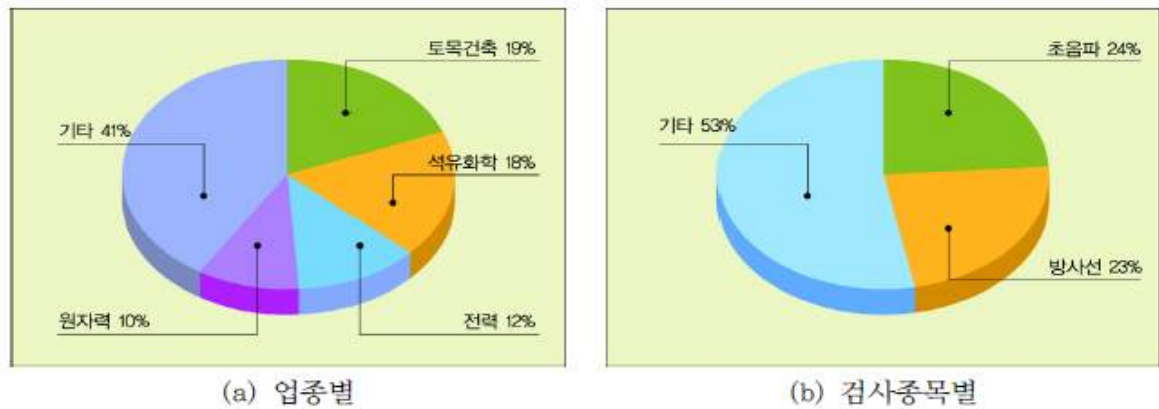


그림 40 일본 비파괴검사 시장 구분

- 미국의 비파괴검사기기 시장은 2005년 2.2억 달러의 시장규모를 형성한 이래 2006~2011년 평균 5.1%의 성장을 보이면서 2011년 3.1억 달러의 시장을 형성할 것으로 예측³⁷⁾

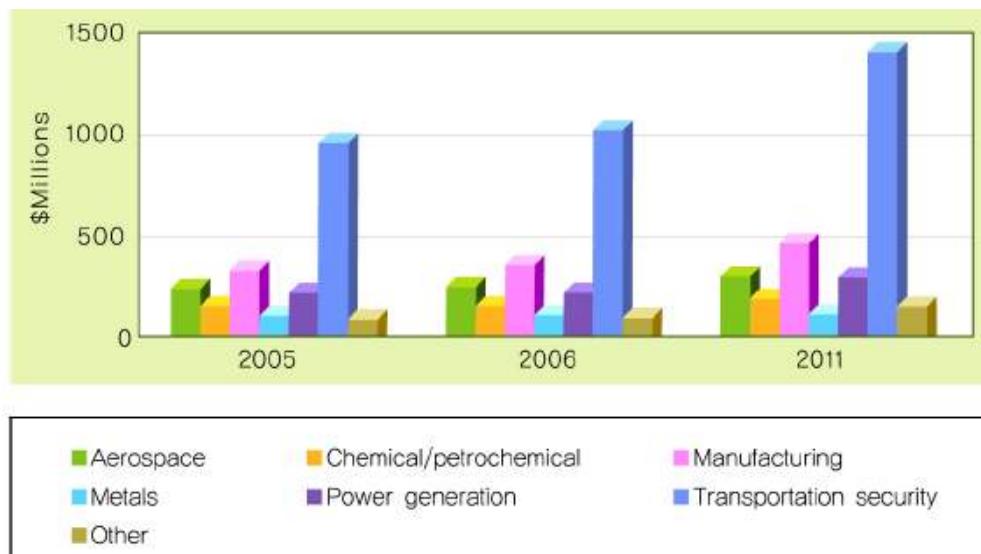


그림 41 미국 비파괴검사 기기의 시장

37) Nondestructive Testing(BCC, 2006)

- 비파괴검사 장치·기기를 활용하는 기술용역을 포함한 부가가치 생산액도 장치·기기 시장 성장과 비례적으로 성장하여 2013년에는 연간 150억 달러를 상회 전망
- Frost & Sullivan에 따르면 검사 타입에 따른 매출비중 변화는 커다란 변화 없이 2012년까지 지속될 것으로 보고 있는데, 2012년을 기준으로 할 때 초음파 방식의 경우 26.9%, X-ray의 경우 25.8% 정도 점유 예측

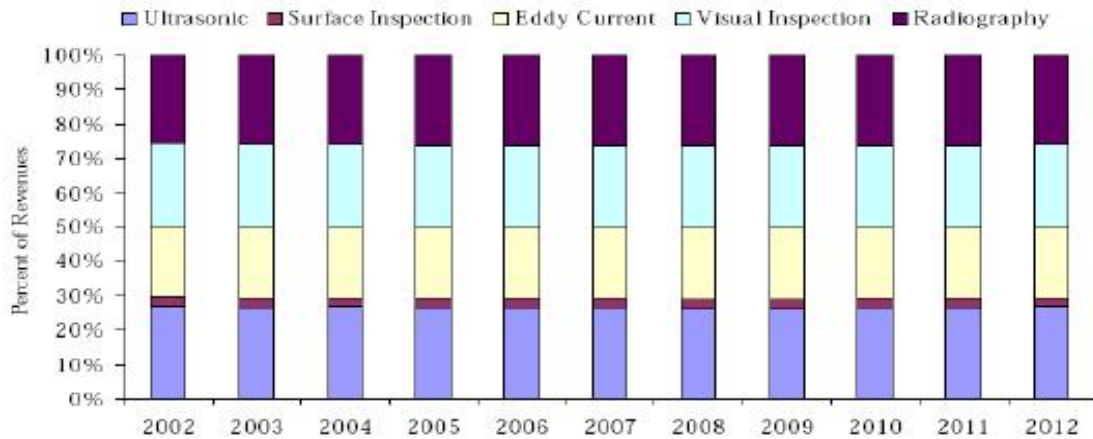


그림 42 세계 비파괴검사 타입에 따른 매출 비중 변화

- 사회가 성숙된 유럽의 경우 주요 15개국의 리모델링 시장 규모는 1997년 2천 5백10억 유로로 추정되며 전체 건설시장에서 차지하는 비중은 평균 35%에 이르고 있음
- 리모델링 사업의 경우 유럽지역에서 매우 중요한 건설사업의 한 영역으로 서유럽 국가의 경우 90년대에도 리모델링 시장의 규모는 지속 상승
- 전체 건설시장에서 리모델링이 차지하는 비중은 15개국 평균 1992년의 33.2%에서 2000년도 35.7%로 상승
- 적정한 보수시기의 선정은 시설의 수명연장과 안전 및 경제성 확보 유리하며, 대규모 보수보다 소규모 보수를 자주하는 것이 효과적

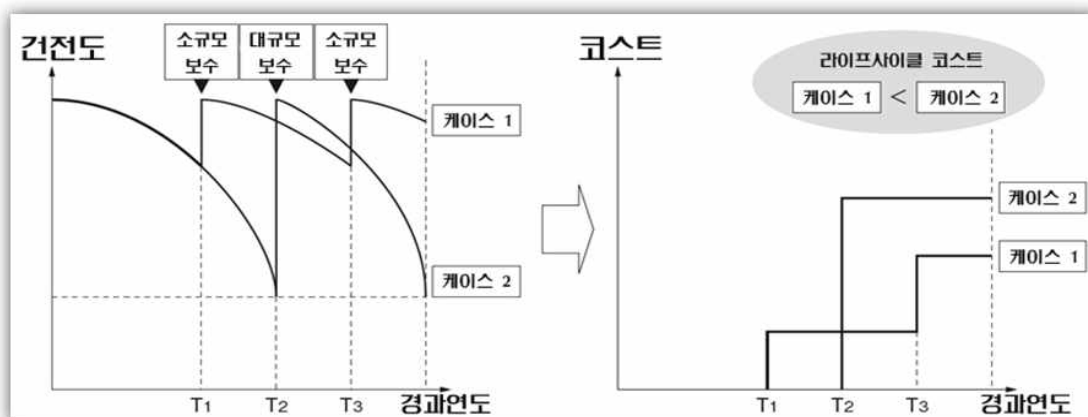


그림 43 예방과 보전에 있어서 시설물의 생애비용 감소 모식도
(미라이 사회환경 포럼 홈페이지(<http://www.mirai-forum.com>))

- 미국의 경우 증강현실안경, 여행객을 위한 ‘투어링 머신’, 군사 및 여행자를 위한 GPS 칩 장착 헤드셋, 복강경 수술 등에, 일본의 경우 마그네틱 센서, CCD 카메라가 부착된 헤드셋, 아바타(분신)를 이용한 증강현실게임 등에 활용

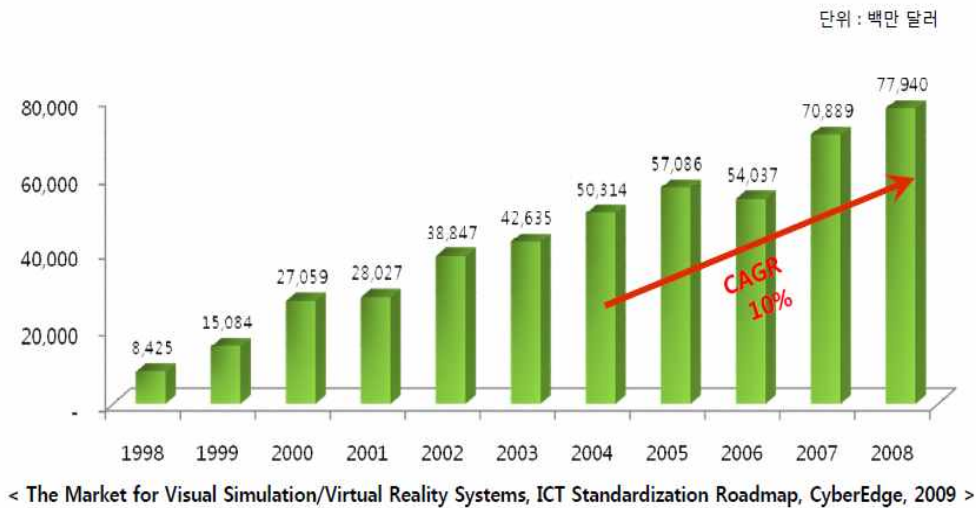


그림 44 증강현실 시장

- 레이저 스캐닝 분야는 첨단 레이저 광학기술과 모터 및 제어기술, 신호처리기술 등의 융합분야로, 독일, 일본, 미국 등이 세계시장 주도
 - 2011년 세계시장의 경우 약 70억 원 및 3천억 원 정도로 매년 약 15% 정도의 성장률 보이고 있으며, 2015년에는 현재 시장규모의 2배 이상으로 성장하게 될 것으로 전망
 - 소프트웨어개발 및 현장적용 속도가 하드웨어 개발속도를 따라가지 못하는 실정으로, 건물, 도로, 교량 등 구조물 측량 및 안전진단과 문화재 복원, 조선, 자동차 및 항공 등 다양한 분야에 적용 가능
- 전 산업에 활용되고 있는 RFID/USN 세계시장은 특히 유통, 물류분야의 성장에 힘입어 2008년 약 103억 달러에서 2018년에는 1,275달러 정도에 이를 것으로 전망³⁸⁾³⁹⁾
 - 일본 정보통신종합연구소 예측한 세계 USN 관련 시장규모의 경우 2005년 약 3,207천억 원, 2010년 8,428천억 원으로 증가하고 기기시장의 경우, 2008년 약 60억 달러에서 2018년에는 약 429억 달러에 이를 것으로 전망
 - 서비스(소프트웨어 포함) 시장의 경우에는 2008년 약 43억 달러에서 2018년에는 846억 달러에 이를 것으로 전망되어 기기 시장보다 서비스 시장이 훨씬 더 커질 것으로 예측

38) IDTechEx, "RFID Forecasts, Players and Opportunities 2008-2018," 2008., VDC, "RFID Printer/Encoders," 2007., BCC, "RFID: Technology, Applications and Market Potential," 2006., Fuji-Keizai, "Comprehensive Analysis of Wireless Sensor Systems Market," 2006. 등의 자료를 기반으로 ETRI 추정, 2008. 8.

39) OnWorld, "802.15.4 & Zigbee Wpans: The Next Generation," 2008. 자료를 기반으로 재정리

(단위: 억 달러)

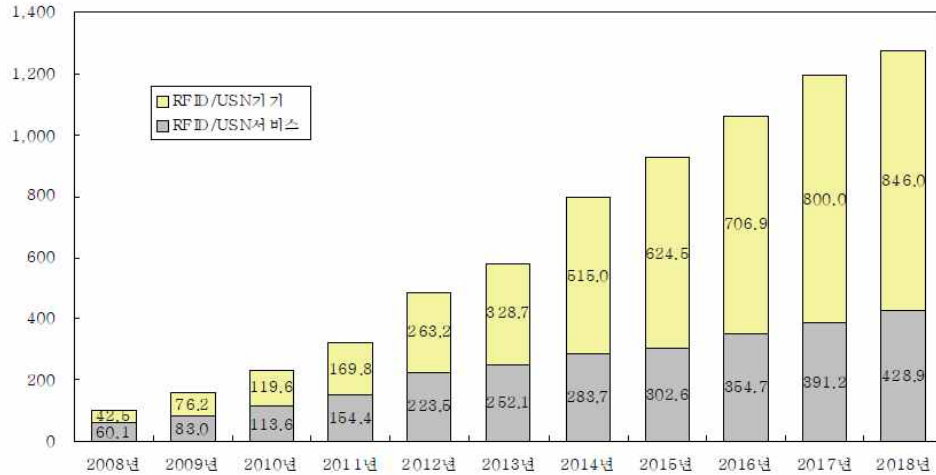


그림 45 세계 RFID/USN 기기 및 서비스 시장 전망

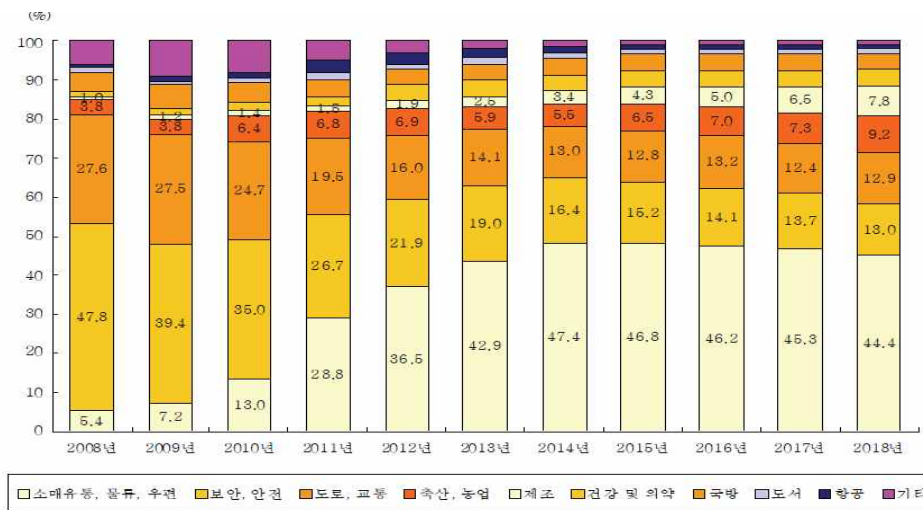


그림 46 세계 RFID 분야별 서비스 시장분포 전망

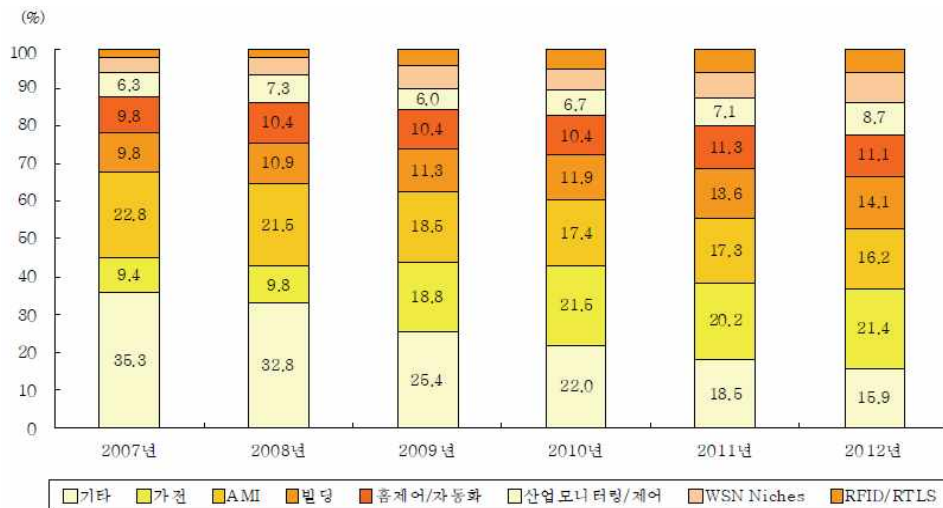


그림 47 세계 USN 분야별 서비스 시장분포 전망

3. 이슈 및 시사점

(가) 산업 및 시장 구조

□ SOC 시설물 안전·유지관리 분야의 취약 구조 개선이 시급

- 건설 분야 내 유지관리 및 안전계측에 대한 인식과 제도의 부족으로 안정적인 시장으로 정착되지 못함
 - 안전점검 및 정밀안전진단 시장규모 정체와 대형 안전진단전문기관의 편중현상 심화로 인하여 新시장 개척 및 공정경쟁의 필요성이 증가
- 국내 시설물은 외국에 비해 공용 연수가 매우 짧으며, 이에 따라 해당 시설물의 설계, 시공, 유지관리 경험과 기술축적이 미흡한 실정이므로 강화가 시급함
 - 현재, 우리나라의 유지관리계측은 엔지니어링 분야에서 상대적으로 낙후된 분야로 수주실적에서도 30위권 밖에 머물고 있음
- 신규건설 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% 수준임
 - 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 수준임

□ SOC 시설물의 특수성에 기인한 전문성 및 기술력 확보를 통한 시장 활성화 필요

- 국내 건설유지관리 분야의 경쟁력 저하는 비단 관련 전문인력의 부족 및 시장의 부재에서만 기인하고 있는 것은 아니며 국가 정책 및 인식의 부족에 따른 것으로 판단됨
 - 국내의 유지관리체계는 1995년 급조된 안전성 확보차원의 시설물관리체계이며, 관련 규정에는 안전성 확보를 위한 최소한의 기준만 정립된 상태이므로 개선이 필요
- 국내 시설물의 평가기술은 도로의 주요시설인 교량 구조물 위주로 개발이 진행되었으며, 최근엔 타 분야에 대한 평가기술개발이 진행
 - 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 필요함
- 일본의 “Innovation 25”의 재해감시를 위한 국토의 감시, 관리기술 자료에 의하면 일본은 ‘안전하고 안심할 수 있는 사회’의 건설이라는 정책을 통해 국가 주도의 재해 방지사업의 하나로 각종 구조물의 실험모형을 이용한 지진파괴거동 시험 및 도로교, 하천구조물의 보수, 보강기법개발 등 유지관리 분야를 중점 육성
 - 이러한 기술 분야의 로드맵에는 지진계측기술은 물론 전자기계측, 초음파 계측, 스마트센서 등을 활용한 안전성계측 및 평가방법의 기반기술개발까지 폭넓게 지원

- 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 예상됨

- 독일의 경우에서 보는 바와 같이, 이미 1930년대에 교량에 관한 안전 및 유지관리 기준인 DIN 1067을 제정한 이후, 수차례 수정·보완을 거쳐 사용하고 있음
- 미국과 일본의 경우, 시설물의 안전 및 유지관리 업무의 토대가 되는 점검, 진단 등의 기준이 시설물의 상태 등에 따라 차별적으로 운영되고 있음

□ 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 7,249개임

- 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 예상
- 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 예상

□ 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 요구됨

- 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·시행이 필요
- 이를 위해서 합리적 시설물 안전상태 평가체계 구축 및 평가결과를 적정히 반영할 수 있는 피드백 체계의 구축도 병행되어야 할 것으로 판단

(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 센서제조 및 연구개발 기반의 부족으로 인한 센서업체의 경쟁력이 취약

- 국내 센서 생산업체의 인력현황은 디지털시대로 접어들면서 자동화기기, 항공, 환경, 자동차 등 수요시장의 규모 확대와 휴대용전화기 및 디지털카메라 등 디지털가전기기에서 센서부품 채용이 증가되면서 센서 사업체수와 함께 종사자수도 증가하고 있는 추세
 - 직종별로 살펴보면 생산인력이 약 75%, 사무행정직이 약 21%, 연구개발직이 약 4%를 차지하는 것으로 나타나 동 산업은 비교적 노동집약적 산업 군에 속함
- 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 초래

- 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 있음
 - 가격경쟁력은 온도, 습도 센서 등 대규모 양산이 필요한 분야에 집중되어 있어 고정밀도가 요구되는 초음파센서, 스마트센서분야에서는 큰 경쟁력 우위를 가지고 있다고 볼 수 없음
 - 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 분석됨
 - 이러한 센서기술 개발력은 품목에 따라 다소 차이가 있지만 평균적으로 볼 때 일본이 앞서가고 있는 것으로 나타나고 다음으로는 독일, 미국 등 순으로 나타났으며, 대만, 중국 등은 원재료 기술, 생산, 설계, 조립, 평가 등 대부분 의 기술력에서 아직까지 낮게 평가되고 있음
 - 원재료기술 및 설계기술의 경우 일본이 130, 125점으로 가장 앞서고 있는 것으로 분석되었고 시험평가, 양산화기술 및 전문인력의 보유정도는 독일과 일본이 우위를 점하고 있음을 알 수 있음
- 건설 산업의 설계, 시공, 유지관리, 서비스 단계에서 첨단화, 지능화를 위한 IT 융합 기술 개발이 향후 건설 기술 경쟁력 확보에 관건이 될 것임
- 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 실정임
 - 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 요구됨

3절 기술 동향 분석

1. 국내 기술 동향

(가) 시특법 대상 1, 2종 시설물 점검 및 정밀안전진단

- 국내 시설물의 유지관리에 관한 상태평가 및 안전성평가 등이 체계적으로 시작된 것은 『시설물의 안전관리에 관한 특별법』(이하 『시특법』이라 함)이 제정('95.1.5)되면서부터 시설물에 대한 유지관리를 법령으로 통제하여 국가 사회기반시설물에 대한 안전성을 확보 추진
 - 일반적으로 『시특법』에 따른 시설물의 점검·진단 실시에서는 구조물의 내하성, 내구성, 사용성, 주변환경의 영향 등을 종합적으로 고려하여 조사한 결과로부터 안전등급을 지정하고 현 상태의 시설물을 평가
 - 현행의 『시특법』에 따른 “안전점검 및 정밀안전진단 세부지침”(이하 ‘세부지침’이라 함) 및 시설물 유지관리 관련 규정 또는 요령 등에서는 시설물의 유지관리를 구조안전성과 내구성 및 내진성 등을 위주로 그 평가기준이 마련
 - 공용 중인 시설물의 구조안전성(내하성), 내구성 등에 관한 상태평가, 구조안전성평가 등은 ‘세부지침’에 따라 시설물평가를 실시하고, 내진성능은 ‘기존 시설물의 내진성능 평가 및 향상요령⁴⁰⁾’이 발간되어 시설물별로 사용
 - 국토해양부 고시 “시설물의 안전점검 및 정밀안전진단 지침”(이하 “지침”이라 함)에서 시설물의 사용성평가는 정밀안전진단(이하 ‘진단’이라 함) 실시에서 선택과업으로 구분되어 시설물의 사용성에 관한 별도의 안전기준은 부재
 - 시설물은 안전함에도 불구하고 진동, 소음 등으로 사용상의 불안감과 불쾌감을 유발시키는 등의 문제로 인해 많은 사회적인 문제를 발생
- 국내에서는 이러한 상태평가 및 안정성평가에 추가하여 시설물의 성능을 고려하는 방안에 대한 연구가 진행
 - 시설물은 건축물 및 교량이 대부분이며, 콘크리트 구조물에 대한 자료 등이 있었으나, 내구성 및 안전성 등 시설물의 자체에 대한 성능평가가 주를 이루고 있으며, 건축의 거주성능 분야에서 사람을 고려하는 평가 기준이 존재하는 것으로 검토
 - 교량의 경우에는 2000년 ‘교량의 진동·처짐에 대한 사용성 측면에서의 평가절차 수립⁴¹⁾’에서 실제 교량의 변위 및 가속도의 진동계측을 통하여 일반 도로교량의 진동·처짐에 대한 진동사용성 평가절차 및 평가기준을 제시하고자 하였으며, 이후 연구에서는 차량에 의한 상부구조의 처짐 및 진동에 대한 사용성 검토가 주를 이룸
 - 한편, 2009년 ‘사회기반 콘크리트 구조물의 성능평가 통합시스템 구축⁴²⁾’ 최종보고서에서는 교량과 건축 시설물에 대해서 ‘사용성 평가지침(안)’을 제시하고 있으며, 2011년 ‘성능중심의 건설

40) 2011.7, 국토해양부, 한국시설안전공단 : 건축물, 교량, 터널

41) 2000.09('99 건설교통기술혁신사업 최종보고서) 건설교통부, 한국건설기술연구원

42) 2009.11 건설교통R&D정책·인프라사업(최종보고서) 국토해양부, 한국건설교통기술평가원

기준 표준화 연구보고서⁴³⁾에서는 성능중심 콘크리트 구조설계기준(안)을 제시 하였으나, 시설물 준공 이후 안전점검과 정밀안전진단(이하‘점검·진단’이라 함) 실시결과 평가에서 적용하는 방법 등에 대한 세부적인 내용이 없는 관계로 이를 그대로 점검·진단 실시결과에 적용하기에는 어려움

표 31 시설물 성능평가 관련 기존 연구개발 결과 사례

연번	보 고 서 명	대상시설	주요 내용	발행처
1	철근콘크리트조 건축물의 내구성 향상기술	건축물	내구성	일본국토개발기술연구센터 (1986)
2	철근콘크리트 건축물의 진단과 보수	건축물	내구성	시설안전기술공단 (1999.12)
3	고층건축물 구조안전성 및 사용성 장기계측 시스템을 이용한 상시 안전진단기술 개발	건축물	안전성·사용성	건설교통부/한국건설기술연구원 (2001.11)
4	건축물 진동에 관한 거주성능 평가지침 동해설	건축물	거주성능	일본건축학회(2004)
5	공동주택의 하자평가 매뉴얼 개발	공동주택	성능	국토해양부/한국시설안전공단 / 한국건설관리학회 (2010.11)
6	주택성능등급 표시제도의 발전방안연구 (매뉴얼)	주택	성능	국토해양부 (2011.05)
7	강교의 피로손상 분석 및 평가	강교량	피로	시설안전기술공단 (1998.12)
8	교량의 진동·처짐에 대한 사용성 측면에서의 평가절차 수립	교량	진동·처짐	건설교통부/한국건설기술연구원(2000.09)
9	콘크리트 균열조사, 보수·보강지침	콘크리트 구조물	균열	일본 콘 크 리 트 공 학 협 회 (2009.06)
10	사회기반 콘크리트 구조물의 성능평가 통합시스템 구축 - 사용성 평가지침(안)	콘크리트 구조물	성능	국토해양부/한국건설교통기술평가원 (2009.11)
11	성능중심의 건설기준 표준화-도로 포장 및 콘크리트 구조물 중심-(3세부과제:성능중심 콘크리트 구조설계기준 개발)연구보고서	콘크리트 구조물	성능	국토해양부/한국건설교통기술평가원(2011.06)
12	이상기후에 대비한 시설기준 강화 연구보고서	공동	재난	국토해양부/한국건설교통기술평가원(2010.06)

43) 2011.11 건설교통R&D정책·인프라사업(최종보고서) 국토해양부, 한국건설교통기술평가원

- 시설물별 설계기준에서 사용성 검토시 고려하여야 하는 사항의 내역을 다음 표와 같으며, 대부분 시설물이 공용 중에 발생 할 수 있는 구조안전성과 관련되는 사용성 검토의 내용으로 진동 부분에서 거주자의 편안함 및 차량의 승차감 등에 관해서는 설계 시에 고려
- 시설물을 이용하는 사람의 편의를 고려하는 직접적인 검토 내용은 없는 것으로 조사되었으며, 댐 설계기준에서는 사용성 관련 내용이 없는 것으로 검토

표 32 시설물별 설계기준의 사용성 검토시 고려사항

시설물	설계기준	균열	처짐	변형	피로	진동	응력
건축	건축구조기준, 2009	○	○		○	○	
	건축구조설계기준, 2005	○	○	○	○	○	
도로교량	도로교량설계기준, 2005	○	○				
	도로교량설계기준, 2010 한계상태설계법, 2012		○	○	○		○
	도로교량설계기준, 2010	○					
철도교량	철도설계기준 노반편, 2011	○	○		○	○	○
	철도설계기준 철도교량편, 2011	○	○		○		○
공동 및 기타	콘크리트구조설계기준, 2007	○	○		○		
	공동구설계기준, 2010	○	○				
	허용응력설계법에 의한 강구조설계기준, 2007		○	○		○	
	Eurocode 2002	○		○			○

- 안전점검 및 정밀안전진단 세부지침 검토
- 세부지침에서 정하고 있는 상태평가 및 안전성평가 내용에서 일반적인 사용성 검토에 필요한 내역을 연구대상 시설물의 내구성과 구조적인 부분을 중심으로 적용된 검토항목을 검토
 - 상태평가는 조사 결과로부터 등급을 산정하여 보수·보강방법을 제시하고 『시설풍령』에 따라 최종적으로 해당시설물의 안전등급을 지정

표 33 시설물별 세부지침에서 검토된 사용성 평가 항목

적용 항목	교량	건축	댐	터널
균열	○	○	○	○
변위·변형	○	○	○	○
누수	○	○	○	○
처짐		○		
기울기		○		
침하	○		○	
제체유실			○	
사면침식			○	

- 상태평가 : 시설물 외관을 조사하여 결함의 정도를 포함한 시설물에 대한 상태를 평가하는 행위
- 안전성평가 : 현장조사를 통하여 수집된 자료를 기초로 하고 설계도서 및 기존의 안전점검 및 정밀안전진단 실시결과를 참고하여 시설물의 구조·수리·수문해석 등 안전성을 평가하는 행위

□ 국내·외 관련 분야 연구 및 기술개발 결과를 토대로 성능 평가를 적용할 수 있는 기존의 성능 기준에 대하여 정리

구분	하중 종류	논 문 명	적용 평가기준
건축	수직 진동	수직진동 사용성 기준을 고려한 바닥판 두께 제안	AIJ (건축물 진동에 관한 거주 성능평가 지침, 일본)
		건축구조물의 슬래브 진동에 의한 사용성 평가 연구	ISO, AIJ
		와플형과 더블티형 프리캐스트 콘크리트 바닥판의 수직진동 사용성 평가	ISO, AIJ
		바닥진동 평가방법에 사용된 평가척도의 비교분석	LRFD, CSA, AISC Design Guide #11, 수정Reiher-Meister곡선, ISO2631, DIN4150, AIJ, Wiss&Parmelee
		기존 아파트 바닥의 수직진동 성능평가	ATC Design Guide 1, AISC Design Guide #11, AIJ
		건물 바닥판 진동의 사용성 규준에 관한 고찰	DIN4150, 수정Reiher-Meister곡선, CSA
	수평 진동	초고층건축물의 공력학적형상변화에 따른 수평진동 사용성 평가	ISO 10137, NBCC
		거주자의 자세에 따른 수평진동체험실험	NBCC
		주거용 건축물과 사무용 건축물의 진동사용성 평가	AIJ
		초고층 건축물의 수평진동 사용성 평가기준	ISO 6897, AIJ, NBCC
		수평진동에 대한 고층건축물의 사용성 평가방법	ISO 6897, AIJ, NBCC
	풍하중	풍하중을 받는 Y자 평면형태 고층건물의 사용성 평가	ISO, AIJ, NBCC, Tentative Guideline
		풍하중에 대한 해외 사용성기준의 현황	ISO 6897, NBCC, AIJ, Eurocode
		풍하중을 받는 고층건물의 사용성 평가 비교 고찰	NBCC, Tentative Guideline
교량	수직 진동	실험적 방법에 의한 콘크리트 사장교의 보행자 중심 진동사용성 평가	수정 Reiher-Meister곡선
		보도교 진동사용성 기준검토 및 TMD 적용성	BS 5400, Eurocode, ISO 10137, Bro 2004
		교량의 진동 사용성 평가	Reiher-Meister곡선
		진동지속시간에 따른 교량구조물의 진동 사용성 평가	ISO 2631
		사장교 진동사용성 평가기준 및 평가절차 연구	ISO 2631, DIN 4150
		공용중인 PSC 거더 교량의 진동사용성 평가	Reiher-Meister곡선, ISO 2631
		PSC I형 단순 철도교량의 동적사용성 평가	UIC 776-1, CTRL, BRDM, Eurocode

(나) 국가 사회기반시설 실사 및 평가⁴⁴⁾

- 2009년 기획재정부가 실시한 ‘사회기반시설 실사 및 평가 방안’은 국가자산의 지속적이고 체계적인 관리를 위한 기반을 마련했다는 점이 높이 평가되며 통합적 인프라 관리를 위한 기반 마련에 기여
 - ‘사회기반시설 실사 및 평가 방안’은 국가 사회기반시설을 재무제표에 자산으로 반영하기 위해 마련
- 국가 사회기반시설을 8개 시설물군(도로, 철도, 항만, 댐, 공항, 상수도, 하천, 어항시설)으로 구분하여 실사를 실시
 - 사회기반시설의 수선·유지 비용, 자본적 지출액 등의 정보 활용을 통해 재정투입 대비 경제적 효과분석이 가능할 것으로 기대
 - 정확한 관리대장의 기록·유지 등을 통해 국가 자산의 지속적·체계적 관리를 위한 기반 마련이 목적

표 34 실사대상 국가 사회기반시설

구분	관련법상 정의	관련법령
도로	· 일반인의 교통을 위한 시설로서 고속국도 및 일반국도 등으로 분류	도로법
철도	· 일반인의 교통을 위한 시설로서 운영자산(역사 등) 및 시설자산(선로 등) 등을 포함	철도사업법
항만	· 선박의 출입, 사람의 승선과 하선, 화물의 하역·보관 및 처리 등을 위한 시설	항만법
댐	· 하천의 흐름을 막아 그 저수를 활용하기 위해 설치한 공작물	댐건설 및 지원법률
공항	· 항공기의 이륙·착륙 및 여객·화물의 운송을 위한 공항시설을 갖춘 공공용 비행장	항공법
상수도	· 관로 그 밖의 공작물을 사용하여 원수나 정수를 공급하는 시설	수도법
하천	· 빗물 등이 모여 흐르는 물길로서 하천구역과 하천시설을 포함	하천법
어항시설	· 천연 또는 인공의 어항시설을 갖춘 수산업 근거지	어촌어항법

(다) R&D

- “국가 주요시설물 안전관리 네트워크 시범구축 및 운영시스템 개발” 연구단 과제
 - 2006년 9월에 선정되어 7개월의 기획연구를 통해 연구과제를 조정한 후 2007년 7월부터 본격적인 연구에 착수하여 2011년 8월에 종료됨
 - 공용 중의 시설물에 첨단 센서를 설치하여 실시간으로 변형, 거동 등을 수집함과 동시에 평가를 수행하여 이상징후를 판단하고 5분 이내에 경보를 전달할 수 있는 통합운영시스템 개발을 최종 목표로 설정함

44) 발생주의 국가회계의 재무제표 반영을 위한 “국가 사회기반시설의 실사 및 평가 방안”, 기획재정부, 2009. 7.

- 이를 위하여 6종의 센서 시작품을 개발하고, 29개소의 다양한 시설물에 안전관리시스템을 시범 구축하였으며, 조기경보와 통합운영이 가능한 시스템을 구축하여 시범운영하였음
- 연구결과를 대상으로 특허 등의 지적재산권을 획득하였으나 연구 성과물을 대상으로 한 기술실시계약 등의 직접적인 실용화/사업화는 달성되지 못함

□ “네트워크 기반 SOC 관리 및 운영 기술 개발” 연구단 과제

- 2013년 4월에 선정되어 6월부터 본격적으로 연구에 착수
- SOC 시설물 재해예방 및 유지관리기술 수준 20% 향상 및 복구비용 50% 저감을 위한 분산정보 공유형 SOC 관리기술 개발을 목표로 제안되었으나, 수리시설물에 한정하여 연구가 추진되도록 대상시설물을 일부 변경함
- 연구 성과물의 최종적인 활용분야는 대상 시설물의 재난관리를 효율적으로 수행하기 위한 기술개발로써 궁극적으로 재해로 인한 복구비용의 절감을 목적으로 함
- 이를 위하여 태풍, 호우 및 지진을 재난 유발 요인으로 설정하고, 빈도와 강도를 변화시킨 시나리오를 기반으로 안전도 평가 및 피해분석을 실시하여 재난패턴에 따른 시설물의 상태평가를 수행하는 연구를 종합적으로 수행함
- 이러한 시나리오 기반의 시설물 관리가 용이하도록 고정밀 공간정보를 활용한 통합 위험도 지도를 구축하고, 피해복구를 위한 의사결정시스템을 탑재하여 운영이 가능하도록 표준 플랫폼을 구축하는 연구를 수행함

표 35 주요 과제 연구목표 및 주요내용

구분	안전관리 네트워크 연구단(종료)	수변구조물 통합안전관리 연구단 [(구)네트워크 기반 SOC 관리 및 운영](진행중)	SOC 시설물 성능평가기술
목표	- 첨단센서 활용기술 개발 - 안전관리시스템 시범구축 및 평가기준 개발 - 조기경보/대응 자동화 - 네트워크 통합운영시스템 구축 및 운영기준 마련	- 수변 구조물을 대상으로 효율적 재난관리 도모 목적 - 태풍, 호우, 지진 등에 대한 시설물의 위험도를 평가 위험도 지도 기반 관리 - 피해 발생 시 복구공법 개발	- 성능중심관리를 위한 성능평가프로세스 개발(1단계) - 객관적이고 과학적인 방법에 의하여 안전점검 및 정밀안전진단 업무의 효율화·자동화를 도모
주요 내용	- 6종 센서 개발 - 상시 계측시스템 시범구축 29개소 - 조기경보/통합운영시스템 - 안전관리 평가/운영 기준	- SOC Risk 정보제공을 위한 감시 및 안전도 확보기술 - Risk Map 기반 SOC 통합 플랫폼 구축기술 - 피해복구를 위한 원스톱 SOC 통합관리기술	- 성능중심 설계 반영 등급화 기술+시설물군별 대표 등급 산정 기술(1단계) - 3T(IT, BT, NT) 기반 창의형 센서 활용기술 - 고속/정밀 진단기술 - Big Data 기반 고신뢰성 성능저하 예측 기술
연구 대상	- 시트법 대상 1, 2종 시설물 - 교량, 터널(지하철), 절토사면, 하천제방, 공항 관제탑	- 수변 구조물로 한정 (하천제방, 보 등)	- 사회기반시설 회계처리 지침에 정의된 8종 시설(도로, 철도, 항만, 댐 등)대상 12종 구조물
활용 방안	- 장비 국산화/상용화 - 안전관리 표준모델	- 수변 구조물 관리주체의 시설물 관리시스템으로 활용	- 시설물별 효율적 유지관리 시 활용

	- 관리주체 보급 - 제도화	- 국가 재난관리시스템과 연계 - 요소기술의 실용화	- 시설물 성능평가 표준모델로 활용
개념적 차이	- 센서 및 통합운영시스템 관련 핵심 요소기술 개발	- 수변구조물 재난 대응형 체계 구축 - 안전관리 네트워크 연구단 성과 필요시 활용 가능 - SOC 시설물 성능평가 기술 성과 필요시 활용 가능	- 신뢰도 있는 정량화/등급화 진단 기술을 기반으로 한 시설물 상태등급 산정 프로세스 제도화/선진화 - 시설물 손상 및 상태 정량화 기술 중심

【SOC 시설물 성능평가기술 기획의 차별성】

1. 검토 대상 과제에서는 실시간 변위, 거동 등의 측정을 위한 센서를 개발하거나 센서 정보를 토대로 실시간 안전도 평가를 위한 신호처리 기술을 개발함 ⇒ 본 기획연구에서는 측정 장비의 내구성 증진을 목적으로 하거나, NDT 등 육안점검의 한계를 극복할 수 있는 고속/정밀의 진단기술 발굴에 주안점을 둠
2. 기존의 연구는 대부분 현상태의 안전도 평가에 초점을 맞추어 연구가 수행됨 ⇒ 본 기획연구에서는 현상태의 정보를 토대로 SOC 시설물의 성능저하를 예측할 수 있는 알고리즘을 개발하고 예측모델을 설정할 수 있는 기술 발굴을 모색함
3. SOC 시설물의 다양한 정보 획득을 위해서는 기계식, 전기식, 광학식 센서 기반의 전통적 기술을 적용함 ⇒ 본 기획연구에서는 전통적 방식의 정보수집 기술개발에서 탈피하여 3T(IT, BT, NT) 기반의 세계 선도형 기술 발굴을 추진하고자 함
4. 현재까지의 연구는 요소기술을 개발하고 이를 통합하는 형태의 연구가 추진되어 왔음 ⇒ 본 기획연구에서는 직접적으로 실무에서 활용할 수 있도록 업무적 관점을 고려한 성능평가 체계를 구축하고 이를 지원하는 제도화를 병행할 수 있는 기술 발굴에 가장 큰 비중을 둠

(라) 관련 기술⁴⁵⁾

- ☐ 소방방재청 자연재해저감기술개발사업단에서 수행하고 있는 “기후변화에 따른 자연재난 환경변화예측 및 방재기준에 미치는 영향연구”에서는 기후변화를 고려한 방재기준 재설정을 위한 가이드라인을 제시하는 것을 목적으로 하고 있음
 - 기후변화를 고려한 확률강우량도, 확률적설하중도, 기존풍속도, 해수면상승예측도 등과 같은 기본하중도를 개발·제공함
- ☐ 국내 비파괴 검사 기술은 적용 범위, 실용화에서 선진국 대비 미흡
 - 콘크리트 재료에 대한 비파괴검사 요소 기술은 다양하게 개발되어 있지만, 검사결과를 전체 구조물의 성능 평가에 반영하는 부분은 회귀분석 등 초보적인 단계에 머물러 있음
- ☐ 이종센서 및 데이터 처리가 가능한 통합 손상 추정 시스템의 부재
 - 한국과학기술원, 부경대학교 등에서는 신경네트워크, 압전센서, 무선 스마트 센서, 레이저 스캐닝 등의 다양한 방법을 통해 구조물의 손상을 추정하는 방법을 개발하는 연구를 수행
 - 다양한 종류의 센서와 그에 따른 계측 데이터를 통합하여 손상을 추정하는 시스템 부재

45) 네트워크 기반 SOC 관리 및 운영 기술 개발 기획 1단계 보고서에서 발췌, 한국건설기술연구원, 2011

(마) 국내 주요 SOC시설물 관리시스템 현황 분석

- 현행 안전점검 및 정밀안전진단 결과는 시설물정보관리종합시스템(FMS)에 등록하여 관리됨
 - FMS에 등록된 자료는 실질적인 데이터가 아닌 보고서 형태의 자료이기 때문에 자료의 공유 및 활발한 사용에는 한계가 있음
 - 현재, FMS 등록 자료를 전산화(데이터화)하여 시스템의 기능 고도화를 추진하고 있으며, 향후 시스템 등록 정보를 상시 공유하여 성능평가 수행에 활용할 수 있을 것으로 기대

한국시설안전공단
FACILITY MANAGEMENT SYSTEM
시설물정보관리 종합시스템 FMS

사실물관리 | 설계도서/보고서 | 관련업계 | 기술정보 | 현황 및 통계 | 전자결재 | 커뮤니티 | 사용자관리

사고사례 | 유지관리기술정보

번호	점검진단기간	점검진단기관명	비용(천원)	주요 점검진단결과	작성일	승인상태	e-보고서
	점검진단구분	책임기술자	안전등급	주요 보수보강(안)	작성자	승인(반려)일	
1	20130610 ~ 20130619	자체수행	0	일부 미세 균열, 도장박리	2013-06-25	승인	
	정기점검	김진호	양호	추적관리	서창환	2013-06-25	
2	20130128 ~ 20130318	(주)호원건설	26,060	교면차도 토사침적, 양상, 조성면형, 신축이음 확대재 균열, 거더 및 2차부재 도장박리, 바닥판하면 표면부식, 교각 하상 구간 침식, 받침장치 도장박리 등 적정한 보수 보강 및 유지관리가 필요함.	2013-06-25	승인	제출 (반려)
	정밀점검	서동진	B등급	조파보수, 표면보수, 단면보수, 난간교체, 배수관교체, 도장보수, 볼트세트 교체, 체결, 청소 및 유지관리 등	김종후	2013-06-25	
3	20121106 ~ 20121112	자체수행	0	일부 미세 균열	2012-11-12	승인	
	정기점검	김진호	양호	현상대 이상없음 계속 추적관리	조일영	2012-11-21	
4	20120401 ~ 20120430	자체수행	0	일부 도장박리 및 균열	2012-05-03	승인	
	정기점검	하영진	보통	05.08~07.06 보수공사 시행	하영진	2012-06-05	
5	20111004 ~ 20111020	자체수행	0	정밀점검 진단 결과와 동일	2011-10-21	승인	
	정기점검	하영진	양호	내년도 예산확보후 보수 보강시행	하영진	2012-06-05	
6	20110508 ~ 20110525	자체수행	0	정밀점검 진단 결과와 동일	2011-05-26	승인	
	정기점검	하영진	양호	내년도 예산확보후 보수 보강	하영진	2011-11-08	
7	20110301 ~ 20110309	(주)해솔엔지니어링	19,800	바닥판의 Deck Plate가 부러진 채 있음, 외부에 노출된 중 형철에 대한 외관조사 결과, 다수의 도장박리로 인하여 부식이 진행됨 상태로 조사되었으며, 일부 강재의 형변형이 발생한 것으로 조사됨, 또한 볼트부식 및 볼트채결 상태가 미비가 몇개소 조사됨, 주철은 다수의 도장박리, 부식 및 침투, 볼트채결 불량 등이 조사됨, 수직, 수평Gracing에 대한 외관조사 결과, 다수의 도장박리가 조사되었으며, 정복사, 볼트채결불량, 볼트부식 등이 조사됨, 교대 및 교각에 대한 외관조사 결과, 일부의 균열 및 Conic 활락이 조사되며, 국부적인 Conic 파손, 바리, 재료분리, 오염, 벽대 등의 손상 이 조사됨, 교량방형은 일부 도장박리 및 도장활락, 볼트부 조임불량, 양상이 조사됨, 신축이음은 관계소에 서 후타재 양상균열이 조사되며, 일부 균열 및 육간부 이물질 적치가 조사됨, 교면포장부는 시점부 ASP포장 소성변형 및 포트홀이 조사되며, 보도부 균열 및 파손 이 일부 조사됨, 배수관 길이는 양호하나 배수구 막힘 현상이 대부분 조사됨, 강재의 부식진행에 대하여 지	2011-04-12	승인	제출

그림 48 시설물정보관리 종합시스템 현황

- 주요 시설물별 데이터베이스 구축 관련 국내 주요 관리시스템은 국토해양부를 중심으로 운용되고 있으며, 주요 시스템 현황은 다음과 같음
 - 교량관리시스템(BMS): 가장 활발하게 진행되고 있는 시스템이며, 국토부, 도로공사, 안행부 각 시별 등 다양한 유형으로 운용중임(성능, 비용 등과 관련된 항목 존재). 또한 매년 교량현황조사서 발간 기능 있음.
 - 터널관리시스템(TMS): 국토부 중심으로 운용중인 국토상 터널 관리시스템임
 - 사면관리시스템(CSMS): 국토상 사면 관리를 위한 모니터링 및 데이터베이스 구축 시스템임
 - 포장관리시스템(PMS): 국토상 포장 점검 결과가 입력되어 있고, 이를 기반으로 유지관리 우선 순위 산정 및 공법 결정 등 구체적인 유지관리 관련 데이터베이스 운용 시스템임
 - 도로통합관리시스템(HMS): 국토상 도로 체계 구축과 관련하여 다양한 도로 정보에 대한 데이터베이스가 구축되어 있는 시스템이며, 매년 도로현황조사서 발간과 관련있음.
 - CALS: 건설사업 정보화와 관련된 시스템이며, 설계, 시공, 유지관리, 기획 등 건설 전반에 걸친 다양한 이력 정보를 관리하고 있음.

□ 운용 시스템 예 1(국토교통부 소관 BMS)

- 교량시설물 열화곡선과 관리목표수준을 설정하고, 해당 목표에 부합되는 방향으로 유지관리를 수행하도록 하고 있으며, 기구축 데이터베이스를 활용하여 손상모델 개발 및 활용하고 있음.



그림 49 교량관리시스템 구성 현황

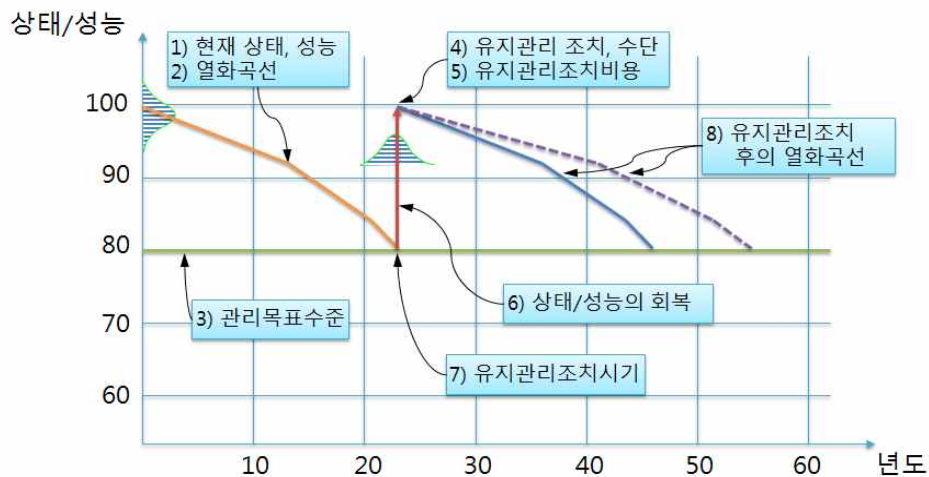


그림 50 교량시설물 관련 성능 모델 예

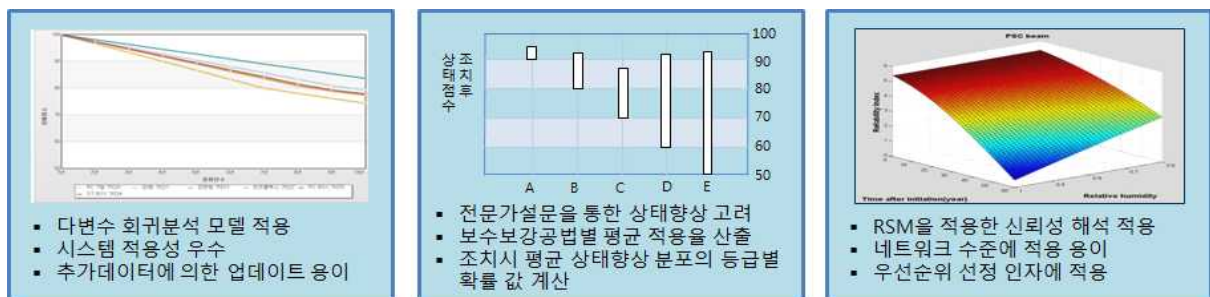


그림 51 상태평가 관련 활용 가능 모델 예

□ 운용 시스템 예 2(국토교통부 소관 TMS)

- 현재 개발이 진행중이며, GIS 위치 정보, 터널 정보, 설계 및 준공도면 관리, 점검 이력, 상태평가 등급, 터널 보수/보강 관리 등의 내용으로 구성되어 있음.
- CALS, FMS 와의 연계 여부는 추후 결정 예정.



그림 52 터널 점검이력 관리 화면 예

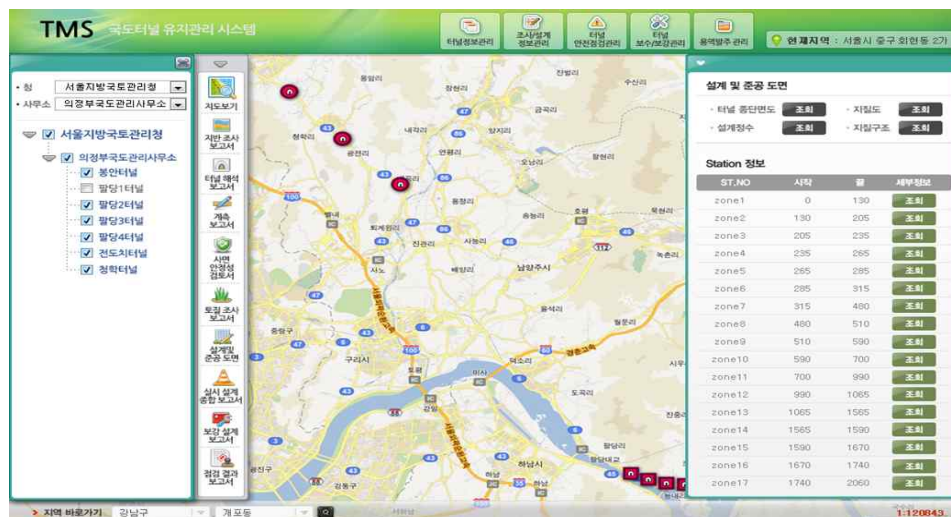


그림 53 설계 및 준공도면 관리 화면 예

2. 국외 기술 동향

(가) 선진국의 SOC 인프라 평가 기술⁴⁶⁾

① 미국

- 미국 국가인프라개선위원회(National Council on Public Works Improvement, 이하 NCPWI)에서 1988년 최초로 인프라 평가보고서를 발행
 - 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
 - 1988년 NCPWI가 폐지된 후 미국토목공학회가 이어 받아 인프라 평가보고서를 발행하고 있음
- 미국토목공학회는 1998년, 2001년, 2003년, 2005년, 2009년에 인프라 평가보고서를 발행
 - 2009년 인프라 평가보고서에는 미국 인프라의 종합적인 상태를 D등급으로 평가하고, 인프라를 만족할 만한 수준으로 개선하기 위해서는 향후 5년 간 약 2조 2,000억 달러(한화 약 2,500조 원)가 투입되어야 한다고 분석
 - 평가 대상 시설물군은 총 15개 시설물군(공항, 댐, 상수, 하수, 에너지, 유해 폐기물, 고형 폐기물, 수로, 제방, 공공 공원, 철도, 도로, 교량, 학교, 운송)이며, 등급 부여는 주로 전문가의 정성적 평가를 바탕으로 함
 - 평가 요소는 용량, 상태, 재정 조달, 미래 수요, 운영 및 유지관리, 공공 안전, 회복력 등

구분	1998	2001	2003*	2005	2009
공항	B-	D	↔	D+	D
댐	-	D	↓	D	C
상수	B-	D	↓	D-	D-
하수	C	D	↓	-	D-
에너지	-	D+	↓	D	D+
유해폐기물	D	D+	↔	D	D
고형폐기물	C-	C+	↔	-	C+
수로	B	D+	↓	D-	D-
제방	-	-	-	-	D-
공원	-	-	-	C-	C-
철도	-	-	-	C-	C-
도로	C+	D+	↓	-	D-
교량	-	C	↔	C	C
학교	-	D-	↔	-	D
운송	C-	C-	↓	-	D
전체등급	-	D+	-	D	D
필요자금	-	\$1.3조	\$1.6조	\$1.6조	\$2.2조

그림 54 미국의 인프라 평가보고서 등급 변화

46) 영미 선진국 인프라 평가 체계의 이해와 국내 도입 방향, 한국건설산업연구원, 2013

- 미국의 인프라 평가보고서는 재정적 요구 및 정책 제안에 가장 적극적이며, 많은 정책 입안자들이 예산 편성의 근거 및 참고 자료로 활용
 - 미국의 하원 의원 밥 필너는 동료 40인과 함께 일자리 창출을 위한 교통투자 프로그램 법안을 의회에 제안하였는데, 추경 예산 요청서에서 미국토목공학회에서 발행한 2009년 인프라 평가보고서의 내용을 인용

② 캐나다

- 캐나다의 인프라 평가보고서는 2012년 캐나다 인프라 평가보고서 프로젝트 운영위원회에 의해 최초로 발행
 - 프로젝트 운영위원회는 캐나다 건설협회, 캐나다 공공사업협회, 캐나다 토목공학회, 캐나다 지자체 연합으로 구성되었으며, 프로젝트를 주도하고 행정 지원 및 재정 조달을 담당
 - 자문위원단은 산·학·연·관이 공동으로 참여함으로써 평가의 신뢰도 및 중립성을 제고
- 4개의 주요 시설물군(① 상수 시스템, ② 하수 시스템, ③ 우수 처리시설, ④ 도로)의 인프라 상태와 인프라 관리 상태에 대한 평가가 이루어졌으며, 전반적으로 양호한 평가 등급이 산정됨
 - 캐나다의 인프라 평가보고서는 인프라 관리 주체로부터 제공된 객관적인 데이터에 근거하여 시설물의 물리적 상태를 평가하였으며, 정책적 제언이나 재정조달 요구에 대한 내용은 가급적 배제
- 데이터 수집은 지자체의 자발적인 설문 참여로 이루어졌으며, 346개 지자체 중 123개가 인프라 평가 분석에 필요한 데이터를 제공
 - 설문에 참여한 지자체는 자산 관리 상태(자산관리 시스템 사용 유무, 감시/검측 및 상태 평가 실행, 시설물의 교체 비용), 시설물군의 물리적 상태, 현재 수요를 충족시키기 위한 인프라 용량 등의 정보를 제공

Infrastructure	Replacement value of all assets (2009-10) (Note 1)	Rating (Note 2)	Assets in very poor and poor physical condition (Note 3)		Assets in fair physical condition (Note 3)	
			%	Replacement value	%	Replacement value
Municipal roads	\$173.1 billion	Fair: requires attention	20.6%	\$ 35.7 billion	32.0%	\$ 55.4 billion
Drinking water	\$171.2 billion	Good: adequate for now	2%	\$ 3.4 billion	13.1%	\$ 22.5 billion
Wastewater	\$121.7 billion	Good: adequate for now	6.3%	\$ 7.7 billion	25.7%	\$ 31.3 billion
Storm water	\$69.1 billion	Very good: fit for the future	5.7%	\$ 3.9 billion	17.2%	\$ 11.9 billion
Total	\$538.1 billion			\$50.7 billion		\$121.1 billion

그림 55 캐나다의 인프라 평가보고서 등급 변화

③ 호주

- 호주의 인프라 평가보고서는 엔지니어 전문가 집단인 호주엔지니어협회에 의해 발행
 - 호주엔지니어협회는 엔지니어링 분야의 발전을 위해 조직된 비영리 단체 포럼으로 각계 엔지니어들로 구성된 비영리 단체
- 호주 인프라 평가보고서는 1999년, 2001년, 2005년, 2010년에 걸쳐 총 4회 발행
 - 호주 인프라 평가보고서는 글로벌 트렌드 및 사회적 이슈에 대해 국가 차원에서 어떻게 인프라 개발과 유지관리 업무를 수행해야 하는지 나아갈 방향을 제시
- 호주의 인프라 평가 프로세스는 미국과 매우 유사한 형태를 띠고 있음.
 - 호주 인프라 평가보고서에서 다루어지는 시설물군은 총 11개(도로, 철도, 공항, 항만, 상수시설, 하수시설, 우수시설, 관개시설, 전기, 가스, 통신) 분야임.
 - 등급은 물리적 상태, 사용 가능성, 신뢰성, 경제적·환경적·사회적 이슈 관점에서의 지속 가능성, 유효성, 효율성 등과 같은 평가 요소를 바탕으로 부여되었음
- 2005년 호주 인프라 평가보고서에 영향을 받아 2008년에는 「호주 인프라법」이 제정
 - 2005년 발행된 호주 인프라 평가보고서에서는 국가 차원의 독립된 인프라 정책 기관이 필요하다고 제안
 - 「호주 인프라법 2008」은 인프라 개발 전략 및 계획 수립을 위한 국가기관인 호주 인프라국의 설립 근거를 제공

infrastructure report card 2010

Australia

Infrastructure Type	Australia 2010	Australia 2005	Australia 2001	Australia 1999	ACT 2010	NSW 2010	NT 2010	QLD 2010	SA 2010	TAS 2010	VIC 2010	WA 2010
Roads overall	C	C		C-	B	C-	C	C-	C-	C-	C+	C+
National roads	C+	C+	C	C		B-	B	C-	C	C+	C+	B-
State/Territory roads	C	C	C-	C-		D+	C-	C-	C	C	C+	B-
Local roads	D+	C-	D	D		D+	D+	C-	D	D	C-	C-
Rail	D+	C-	D-	D-	F	D-	C+	C-	C	F	D	C+
Ports	B-	C+	B			C	C+	B	B-	B-	C+	B-
Airports	B-	B	B			B	B-	B-	B-	B	B	C+
Water overall	C+	C			C+	C+	C	C+	C+	C+	C	C+
Potable water	B-	B-	C	C-	B-	B-	C-	B-	B	B-	C	B-
Wastewater	B-	C+	C-	D-	C+	C+	C-	B-	B-	C	B-	B
Stormwater	C	C-	D		C+	C	B-	C	D	C-	C-	C
Irrigation	C	C-	D-			C		C+	C+	B-	C-	C+
Electricity	C+	C+	B-		B+	C-	C-	C	B-	B-	C-	B-
Gas	B-	C+	C		A-	C	A-	C+	B+	C	C	C+
Telecommunications	C		B		B-	C-	C-	B	C	C+	C	C-
Overall	C+	C+	C	D	B-	C	C+	C+	C+	C	C	C+
Approx Gross State Product					2.1%	32.2%	1.3%	18.8%	6.6%	1.9%	24.3%	12.8%

그림 56 호주의 인프라 평가보고서 등급 변화

④ 영국

- 영국의 인프라 평가보고서는 영국토목공학회에 의해 발행
 - 현재까지 2003, 2004, 2005, 2006, 2010년에 발행되었으며, 권역별(잉글랜드 동부, 북서부, 북아일랜드, 스코틀랜드, 웨일즈 등)로 발행된 것까지 포함하면 거의 매년 발간
- 영국 인프라 평가보고서의 목표는 인프라 정책에 대한 적극적인 토론을 유도하고, 영국 인프라 및 제공 서비스를 개선시키기 위한 주의 및 환기를 위함임
 - 보고서는 각 시설물군에 대해 등급을 개선시키기 위한 세 가지 제안 사항을 제시
- 보고서는 총 6개 분야(에너지, 교통, 지역 교통, 상하수도, 홍수 리스크관리, 폐기물 및 자원 관리)에 대해 평가를 실시
 - 각 시설물군별 상태 등급, 인프라 네트워크의 용량, 회복력, 지속 가능성, 상호 의존성과 같은 평가 요소를 바탕으로 등급이 설정됨
- 영국 정부는 2010년에 재무부 내에 별도 조직으로 영국 인프라위원회를 발족해 영국 인프라를 총괄하는 거버넌스를 구축
 - 인프라위원회는 영국의 장기 인프라 시설물의 계획, 우선 순위, 투자 유치 등에 대한 업무를 수행
 - 영국 인프라 시설물과 관련한 공공 및 민간 부문의 대표들로 구성된 자문회의가 인프라위원회를 지원하는 역할을 담당

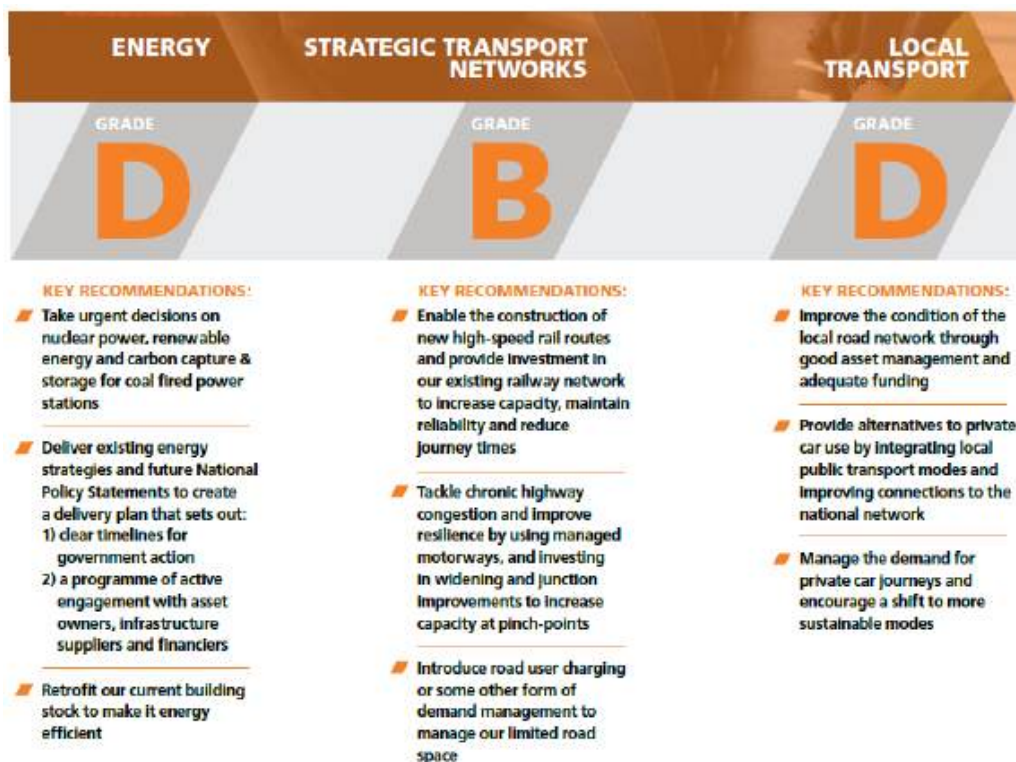


그림 57 영국의 인프라 평가보고서 등급 변화

⑤ 남아프리카공화국

- 남아공의 인프라 평가보고서는 남아공토목공학회에 의해 발행
 - 남아공의 보고서는 전체적인 구성이 영국의 인프라 평가보고서와 매우 유사한 형태
- 보고서에서는 총 10개 분야(물, 위생시설, 폐기물시설, 도로, 공항, 항만, 철도, 전기, 건강시설, 학교)에 대해 평가를 실시
 - 적합성은 인프라의 물리적 상태, 유지관리 수준, 용량, 회복력에 대한 종합적인 평가로 결정
- 2012년에는 정부에서 인프라 투자의 중요성을 인식하고, 인프라 관련 정책 결정을 위한 대통령 직속기구를 마련
 - 2011년 9월 대통령 직속 인프라운영위원회를 구성하고, 주요 장관 및 시장들과 조인트 포럼을 실시

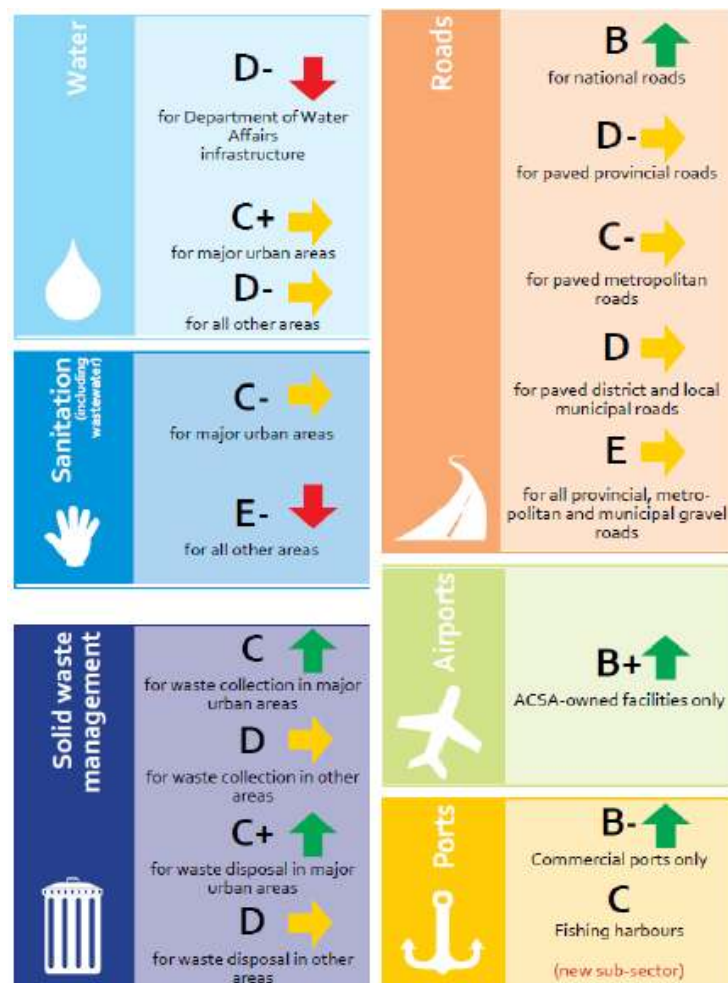


그림 58 남아공의 인프라 평가보고서 등급 변화

⑥ 평가 방법 비교

- 평가 대상은 주로 국가의 모든 사회기반시설을 대부분 포함하고 있으며, 점차 범주가 넓어지고 있는 추세
- 미국의 경우 초기에는 8개의 범주로 시작하여 2009년에는 15개 시설물군으로 평가 대상을 확장
- 캐나다는 2012년 보고서에서 4개의 시설물군만을 대상으로 평가를 수행하였지만, 향후 범주를 점차 확대해 나갈 것을 공표
- 영국의 경우 평가 시설물군의 개수는 감소하였으나, 보다 포괄적인 개념의 시설물군으로 통합한 경우임. 이를테면, 철도, 도로, 항구, 공항과 같이 별도로 평가하던 것을 ‘교통’이라는 상위 수준의 범주로 통합하여 평가 대상으로 설정

□ 평가 요소는 단편적인 관점보다는 인프라의 다양한 측면을 종합적으로 평가할 수 있는 요소들이 포함

- 미국은 물리적 상태, 용량, 재정 조달, 미래 수요, 운영 및 유지관리, 공중 안전, 회복력 등을 평가 요소로 삼고 있음.
- 다른 나라들도 이와 유사한 평가 요소들을 포함하고 있는데, 호주나 영국의 경우 인프라가 국가의 경제, 환경, 사회에 미치는 영향을 거시적으로 평가

□ 국가별 총체적인 평가 보고서의 발행주기는 일반적으로 3~4년 주기

- 다만, 권역별(지자체별) 평가 보고서는 일정한 주기 없이 수시로 발행되는 경우도 존재

표 36 국가별 성능 대표등급 보고서 제도 비교

구분	미국	캐나다	호주	영국	남아공
대상 시설물	15개(공항,담,상수,하수,에너지,유해폐기물,고형폐기물,수로,제방,공원,철도,도로,교량,학교,운송)	4개(상수,하수,우수,도로)	11개(도로,철도,공항,항만,상수,하수,우수,관개,전기,가스,통신)	6개(에너지,교통,지역교통,상하수,홍수관리,폐기물 및 자원관리)	10개(물,위생시설,고형폐기물,도로,공항,항만,철도,전기,병원,학교)
발행처	토목학회(초기정부)	관/산/학/연구구성 위원회(관중심 운영)	엔지니어협회(초기정부)	토목학회	토목학회
개시년도/주기	1988/2~4년	2012/1~2년	1999/4~5년	2003/1~2년	2006/5년
산정 주체	건설분야 전문가그룹	관리담당 공무원+건설분야 전문가그룹	다양한 공학 전문가그룹	건설분야 전문가그룹	건설분야 전문가그룹
고려항목	사용성,안전성,재정조달상태,미래수요,관리능력, 공공안전연계성,내구성	안전성,관리능력	안전성, 지속가능성(경제, 환경, 이슈), 내구성 등	안전성, 사용성, 내구성, 지속가능성, 재정삭감의 영향	안전성,관리능력,사용성,사태발생 대비성

⑦ 평가 사례

- 현재 SOC 시설물 상태와 가용 예산 및 인력 등을 고려하여 적정의 관리목표와 서비스 수준을 결정하며, 이를 위해 정량화할 수 있는 성과지표(Performance Measure)가 필요함
- 성과지표 예시[교량]: 포장의 서비스 수준을 나타낼 수 있는 평탄성과 포트홀 발생 후 평균 복구 시간, 교량의 안전성을 나타내는 상태등급 등

표 37 미국 교량의 주별 주요 관리목표 및 성과지표

DOT	항 목	정 의
California	성과지표: 관리목표:	보수 및 보강이 필요한 교량의 비율 10% 미만
	성과지표: 관리목표:	향후 교체를 요하는 심각한 손상 수준의 교량 비율 5% 미만
Delaware	성과지표:	구조적 손상 교량의 비율
Florida	성과지표: 관리목표:	NBI(National Bridge Inventory) 기준에 따른 구조물 점검 NBI 지수 6 이상의 교량이 90%
Michigan	성과지표:	NBI 기준에 따른 구조물 점검
	관리목표:	NBI 지수 5이상인 고속도로 교량을 95% Good 또는 Fair 등급인 기타 교량을 85%
Virginia	성과지표:	구조적 손상 교량의 비율
	관리목표:	구조적 손상 교량의 비율이 8% 미만

□ 인벤토리 구축

- 가치 지향적 SOC 관리가 가능하도록 각 시설물의 기존 데이터베이스(FMS, BMS, PMS, HMS, CSMS 등)에서 “시설물 기본정보”를 추출하여 인벤토리를 구축함

표 38 기본 제원 부분 데이터베이스 항목(예)

기본 제원		경간 부분	
관리기관	설계활하중	경간번호	교면포장 상태지수
교량명	대표 상부구조형식	경간장	교면포장 면적
시설물 번호	대표 하부구조형식	주형 상태지수	교면포장 형식
위치(주소)	평균 일교통량	주형 구조형식	교면포장 두께
교장	시공회사	주형 개수	바닥판 상태지수
총폭	준공년월일	주형 높이	바닥판 종류
경간수	공사감독관	주형 간격	바닥판 두께
유효폭	감리자	복부두께	바닥판 강도
차로수	조사년도	상부플랜지폭	난간/연석 상태지수
교량 높이	시공비	하부플랜지폭	난간/연석 높이

- 추가적으로, 가치 분석 및 의사결정을 위한 올바른 데이터를 획득하여야 하며, 기본적으로 가치를 평가하기 위한 아래 정보 등 충분한 데이터가 요구됨
- 대체원가, 상태(구조적 상태, 기능적 상태, 잔존 수명)
- 생애주기 유지관리비용 비용 추정, 위험도 분석 등

Component	Element	Sub-element	Condition Grades (%'s)					Remaining Life (years) relates to condition grades (assessed by surveyor)					Useful Life	Quantity	Unit	Unit Replacement Cost	Replacement Cost	Confidence Grades		
			C1	C2	C3	C4	C5	R1	R2	R3	R4	R5						Quantity	Condition	Cost
			Very Good	Good	Moderate	Poor	Very Poor													
External Finishes	External Wall Cladding	Fibrolite Sheeting	100	-	-	-	-	40	-	-	-	-	50	1,458	m ²	74	107,892	B	B	B
		Paint Finish	-	100	-	-	-	-	5	-	-	-	10	1,458	m ²	20	29,160	B	B	B
	Roof	Colour Steel	-	100	-	-	-	-	20	-	-	-	30	2,640	m ²	55	145,200	B	B	B
		Downpipes - PVC	-	100	-	-	-	-	25	-	-	-	35	198	m	36	7,128	B	B	B
		Paint Finish	-	100	-	-	-	-	5	-	-	-	10	733	m ²	21	15,393	B	B	B
		Soffits - Fibrolite	100	-	-	-	-	40	-	-	-	-	50	640	m ²	45	28,800	B	B	B
Internal	Windows & external doors	Spouting - Metal	-	100	-	-	-	-	25	-	-	-	35	312	m	40	12,480	B	B	B
		Alum Frame Glass Doors	-	100	-	-	-	-	40	-	-	-	50	3	no	2,580	7,740	B	B	B
		Aluminium Windows	100	-	-	-	-	40	-	-	-	-	50	466	m ²	420	195,720	B	B	B
		Automatic Opening Doors	100	-	-	-	-	15	-	-	-	-	25	1	no	6,000	6,000	A	B	B
	Ceilings	Suspended Panel	100	-	-	-	-	40	-	-	-	-	50	2,387	m ²	78	186,186	B	A	B
		Timber Lining	100	-	-	-	-	60	-	-	-	-	75	70	m ²	120	8,400	B	A	C
	Floor Finishings	Carpet	38	62	-	-	-	13	5	-	-	-	15	2,700	m ²	60	162,000	B	B	B
		Ceramic tiles	100	-	-	-	-	40	-	-	-	-	50	25	m ²	165	4,125	A	B	B
		Paint Finish	-	-	100	-	-	-	-	2	-	-	10	4	m ²	32	128	B	B	B
		Vinyl	2	79	19	-	-	15	8	2	-	-	20	370	m ²	45	16,650	B	B	B
Mechanical and Electrical	Electrical Services	Cabling / Internal Wiring	100	-	-	-	-	40	-	-	-	-	40	3,450	m ²	20	69,000	C	B	C
		Display Lights	100	-	-	-	-	12	-	-	-	-	15	2	no	100	200	A	B	C
		Exit Signs	-	100	-	-	-	-	7	-	-	-	15	17	no	221	3,757	B	B	B
		Flood Lights	-	100	-	-	-	-	8	-	-	-	15	3	no	200	600	A	B	B
		Fluorescent Lights	100	-	-	-	-	15	-	-	-	-	25	296	no	165	48,840	B	B	B
		Incandescent Lights	-	100	-	-	-	-	10	-	-	-	15	13	no	180	2,340	A	B	B
	HVAC	Main Switch Board	100	-	-	-	-	30	-	-	-	-	40	2	no	9,000	18,000	B	B	C
		Wall Air Conditioners	-	100	-	-	-	-	7	-	-	-	12	1	no	4,200	4,200	A	C	A
		Space Heaters	-	100	-	-	-	-	15	-	-	-	25	17	no	300	5,100	B	C	C
		Split Air Conditioning Units	100	-	-	-	-	10	-	-	-	-	12	1	sum	20,000	20,000	B	B	C
Site Features	Driveway and access	Asphalt / Sealed Areas	-	40	60	-	-	-	4	3	-	-	10	680	m ²	10	6,800	B	B	B
		Carpark marking	-	40	60	-	-	-	3	2	-	-	5	170	m	2	340	B	B	B
		Kerb & Channelling	100	-	-	-	-	40	-	-	-	-	50	135	m	45	6,075	B	B	B

그림 59 인벤토리 구축 사례(IIMM 2011, 뉴질랜드 화카타니시)

□ 최적 유지관리 의사결정

- 전략적 의사결정을 위해서는 다양한 시나리오에 대한 비용효과분석(Benefit-Cost Analysis), 다기준분석(Multi-Criteria Analysis) 등을 수행함
- 유지관리(보수·보강) 대상시설 목록 작성 및 비용 산정
- 보수·보강 우선순위 결정 툴(Tool) 선정 및 분석

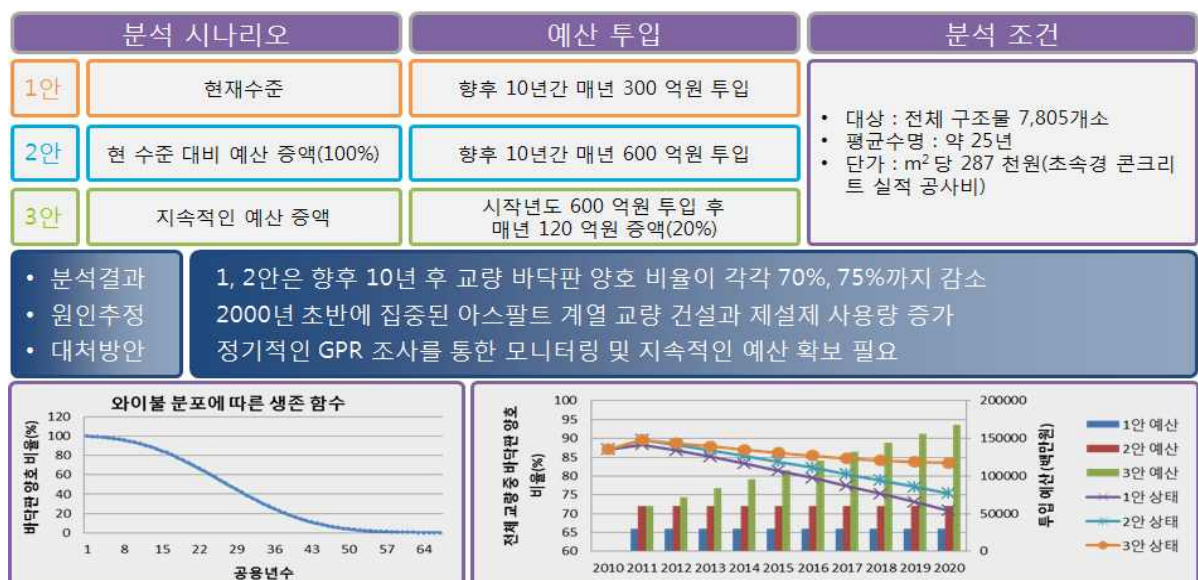


그림 60 교량 바닥판의 향후 성능예측 사례

3. R&D

- 미국의 SOC 시설물 관련 R&D의 추진방향은 다학제적인 학문분야의 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 추진
- 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 둠
 - SDR은 재해예방을 위한 전 재해 접근법의 필요성을 제기하고, 이는 개별 재해별로 감소대책을 수립하기보다 과거의 전통적인 재해예방 기법이 타 재해에 즉시적으로 적용되는 것을 의미
 - SDR은 미래 재해위험 감소를 위해 6개 국가 도전과제를 선정하여 추진
 - ※ 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
- 재난 발생요인에 대한 SOC 시설물의 센싱, 모니터링 및 실시간 안전성 평가 기술과 관련한 미국의 R&D 과제 현황

표 39 SOC 시설물 안전성 평가 관련 R&D 과제 현황

구분	기술명	중심기술
토목구조물 안전성평가	- 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 :	
	- Versatile Onboard Traffic Embedded Roaming Sensors	Supervisory Control and Data Acquisition
	- 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	Building
	- Rapid Post-Earthquake Assessment on Building Condition and Chemical Hazard with a Temperature-Tolerant Monitoring System	
	- Performance Evaluation of Tall Buildings Under Winds: From 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	Ground

구분	기술명	중심기술
	Assessment after Earthquake-Induced Ground Movement	
	- 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	
	- 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	

□ 국토교통성에서는 SOC 시설물의 관리기술을 개발하여 발표(2008.12)⁴⁷⁾

- 대규모 지진 발생 직후 교량 피해를 빠르고 정밀하게 파악하는 기술 (수행기관 : 국가 종합 연구소 위기 관리 기술 센터 지진 방재 연구소, (독립법인)토목 연구소 내진 연구 그룹 내진 팀)
- 토사 재해의 초기 변화를 감지하는 기술(수행기관 : 국가 종합 연구소 위기 관리 기술 연구 센터 사방 연구소, (독립법인)토목 연구소 토사 관리 연구 그룹 화산 파편 팀, (독립법인)토목 연구소 토사 관리 연구 그룹 사태 팀, (독립법인)토목 연구소 재료 지반 연구 그룹 토질 팀)
- 구조물의 손상 변상 정도를 측정하는 기술(수행기관 : (독립법인) 토목 연구소 재료 지반 연구 그룹 토질 팀, 국가 종합 연구소 하천 연구부 하천 연구실, 국가 종합 연구소 하천 연구부 수자원 연구실, 국가 종합 연구소 도로 연구부 도로 구조물 관리 연구소, (독립법인) 토목 연구소 구조물 연구 그룹 교량 팀)
- 현장에서 즉시 정보 검색을 가능하게 하는 기술 (수행기관 : 국가 종합 연구소 고도 정보화 연구 센터 정보 기반 연구실)

□ 일본의 주요 연구개발 추진 계획 및 중점 연구개발 영역

- 방재에 관한 연구개발 기본계획(1981)을 최초로 수립하고 장기적으로 추진해야 할 방재 관련 연구개발의 목표로 설정

표 40 재해에 강한 새로운 방재/감지 기술의 실용화 분야(괄호안 실제 확보 예산)

기술	개발기술	담당성	예산
고기능, 고정도 지진관측기술	도시 지하 지진방재·감재 특별 프로젝트 ① 도시권 주변에서의 Plate 구조조사, 진원단층 모델 구축 등, ③ 광역적 위험관리·감재체제의 구축에 관한 연구	문부과학성	8억엔(11억엔)
	동해·동남해·남해지진의 연동성 평가연구	문부과학성	5억엔(5억엔)
	지진·파랑 관측감시시스템	문부과학성	13억엔(14억엔)
	지진 피해경감을 목표로 한 전략적 관측·조사연구(굴착공 장기모니터링 시스템)	문부과학성	0.06억엔(0.06억엔)
	변형률 집중대의 중점적 조사관측 연구	문부과학성	6억엔(4억엔)
	지진조사 연구추진(중점적 조사관측)	문부과학성	1억엔(1억엔)
	차세대 지진·파랑 관측감시시스템의 개발(지진·파랑 모니터링 시스템 고도화)	문부과학성	0.3억엔(신규)
	차세대 지진·파랑 관측시스템의 개발(실시간 통신기술의 고도화)	문부과학성	0.1억엔(신규)
	관측 데이터 집중화 촉진	문부과학성	2억엔(2억엔)
	활단층 조사의 종합적인 추진	문부과학성 국토교통성	5억엔(2억엔)
	지진, 화산 분화 등에 의한 피해경감을 위한 지대 변동 모니터링 고도화와 예측정도 향상	국토교통성	10억엔(10억엔)
재해감시위성	고정밀도 측위 실험기술	문부과학성	72억엔(69억엔)

47) 국토교통성 종합기술개발 프로젝트 “사회자본 관리기술의 개발 종합보고서”, 2008.12

기술	개별기술	담당성	예산
이용기술	육지 지역 관측기술의 고도화 일부	문부과학성	1억엔(1억엔)
	육지 지역 관측기술 위성 등의 연구개발 일부	문부과학성	9억엔(5억엔)
	육지 지역 관측기술 위성 ALOS의 운용의 일부	문부과학성	20억엔(21억엔)
	고도화 화상처리에 의한 감재를 목적으로 한 국토의 감시기술 개발	국토교통성	0.5억엔(1억엔)
	위성 정보 등을 활용한 강우의 면적 분포정보파악기술	국토교통성	1억엔(1억엔)
효과 조기발현 감재기술	도시 직하 지진방재·감재 특별 프로젝트 ② 도시시설의 내진성 평가·기능확보에 관한 연구, ③ 광역적 위기관리·감재체제의 구축에 관한 연구	문부과학성	8억엔(11억엔)
	실대형 삼차원 진동과피실험시설	문부과학성	18억엔(18억엔)
	대규모 지진시의 위험물시설 등 피해 경감	총무성	0.4억엔 (0.4억엔)
	효과적·효율적인 피난유도, 산사태대책, 제방정비 등을 가능하게 하는 방법 개발 호우·지진에 의한 토사재해 위험도 예측과 피해경감기술 개발, 치수 안전도 향상을 위한 하천제방의 질적 강화기술	국토교통성	1.4억엔 (2억엔)
	소규모 비용으로 큰 효과를 발현시키는 내진·복구 등 기술 대규모 지진에 대한 구조물의 내진화 등 피해경감 기술, 파라에 의한 국소적 현상의 예측·시뮬레이션 기술, 거대 지진등에 의한 초과외력에 대응하는 기술보급형 내진 개수기술	국토교통성	9.3억엔 (10.2억엔)
국토보전 종합관리기술	표사 밸런스 관리기술의 개발에 관한 시책	국토교통성	0.1억엔 (0.4억엔)
	국토의 보전과 토사 수지	국토교통성	9.8억엔 (9.9억엔)
사회 과학융합 감재기술	실시간 지진정보시스템 고도화에 관한 연구개발	문부과학성	0.4억엔(신규)
	재해 리스크 정보 Platform	문부과학성	11억엔(11억엔)
	다양한 재해의 위험도 및 재해 파급의 평가·조화기술	국토교통성	2억엔

표 41 기존 인프라를 활용한 안전하고 조화로운 국토/도시를 실현

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

(가) 관련 기술

□ 미국은 수자원 시설물의 사용성능 지표 개발

- AWWA(American Water Work Association)은 수자원 시설의 성능지표(Water Utility Performance Indicators)를 사용자 요구성능(고객의 불만, 상·하수 비용)을 적극 반영하여 개발
 - 조직 발전, 사용자의 요구성능, 사업성과, 수자원 시설 및 수로의 운영 측면 고려



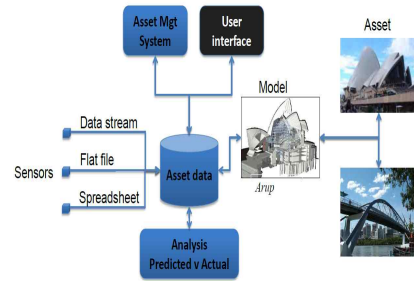
□ 영국은 자산관리 체계 적용 및 전산시스템 개발

- 영국의 교통성, 도로공사, 철도청, 지방자치단체 연합으로 도로시설물 자산관리 가이드라인 작성 및 전산시스템(그림)을 개발하여 실무 적용
 - Guidance Document for Highway Infrastructure Asset valuation (가이드라인)
 - Management of Highway Structure(시행지침)
 - Framework for Highway Asset Mgt.(지자체 매뉴얼)



□ 호주는 지능형 Infrastructure 관리 시스템 개발

- 호주 국립연구센터(National Research Centre)는 BIM(Building Information Modeling) 기법과 센서에 의한 SOC의 관리 시스템을 개발하여 적용
 - IDDS 모델의 개발(설계·시공·유지보수·운영의 통합관리 모델)
 - 센서에 의한 시설물 상태 실시간 모니터링 가능
 - 호주의 상징인 오페라 하우스 시범적용



□ 일본은 기후변화 대응 시설물 관리 대응 매뉴얼 작성

- 일본 국토교통성은 기후변화로 인한 부정적인 영향을 최소화하기 위하여 시설물 기준 및 관리 실무자 매뉴얼을 작성·보급하여 적용
 - 기후변화가 시설물에 미치는 과급효과
 - 기후변화에 대한 시설물 기준 변경
 - 기후변화에 대한 시설물 관리 기준 강화



□ 미국 FIATECH의 건설산업 첨단기술 도입 로드맵⁴⁸⁾

- FIATECH(Fully Integrated and Automated Technology) 컨소시엄은 다양한 건설산업의 주체들을 위한 통합된 파트너십을 제공한다는 목표를 가지고 1999년 미국 CII(Construction Industry Institute)와 NIST(National Institute of Standards and Technology)를 중심으로 CII의 부속 연구단체로 출발
- FIATECH은 건설관련 업체, 대학, 기술개발업체, 발주기관, 연구기관들을 회원사로 하나의 연구단체를 구성하고 건설 산업 정보의 통합화, 자동화의 활성화를 위한 공동의 노력을 추진 중이며 이를 위하여 COTR(Capital Project Technology Roadmap)을 개발하여 추진 중
- 시나리오 기반의 사전 계획, 설계 자동화, 통합/자동화 자원 조달체계
- 지능화/자동화 시공, 지능형/자가보수 시설물, 실시간 프로젝트/시설물 관리
- 새로운 재료/공법/장비 등, 작업자 능력 향상, 생애주기 통합 데이터 관리

48) <http://www.fiatech.org>(2010 건설 기술 동향, 한국건설기술연구원)

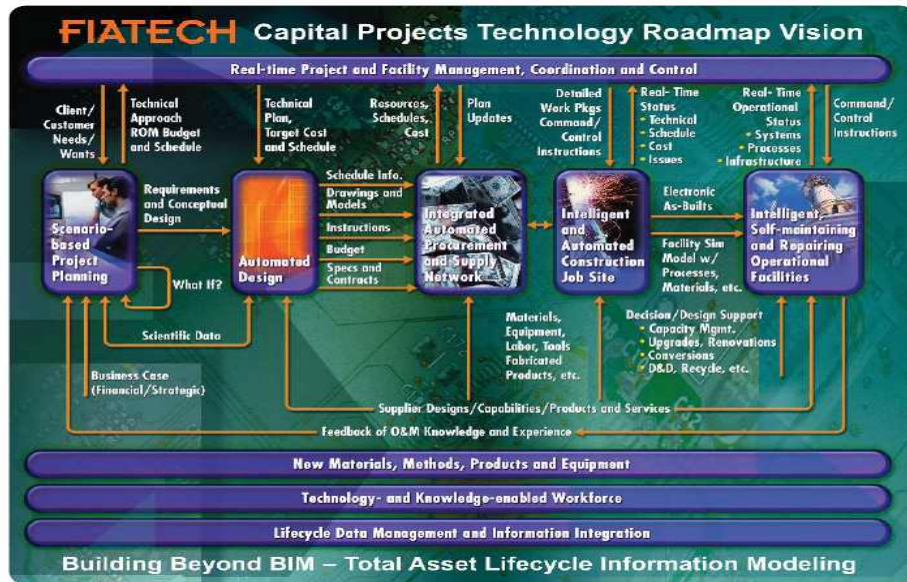


그림 61 미국 FIATECH의 건설산업 첨단기술 도입 로드맵(CPTR)

□ 전력 자립형(Self-powered) 무선 센서⁴⁹⁾

- 미국 Clarkson 대학교에서는 미국 교통연구원(TRB)의 IDEA(Innovations Deserbing Exploratory Analysis) 프로그램의 지원으로 “Self-powered Sensors and Actuators for Bridges(NCHRP-IDEA 117)”라는 프로젝트를 수행하여 무선 센서 기술을 개발(2007. 12 종료)
- 전력 자립형 시스템은 세 가지 주요 구성요소를 기반으로 개발(교량의 진동에너지를 전기적인 에너지로 변환하기 위한 전자기적 에너지 수확장치(Energy harvester), 수확장치에서 저장장치로의 전력 전달을 최대화 할 수 있도록 설계된 에너지 변환 및 저장 회로, 다양한 에너지 수확 조건에서도 안정적으로 작동할 수 있는 무선의 초저전력 센서(Ultra-low power sensor) 플랫폼)

□ 일본 국토교통성의 차세대 하천관리 프로젝트⁵⁰⁾

- 일본 국토교통성은 정보통신 기술과 유비쿼터스 네트워크를 활용하여 차세대 하천관리를 추진 중
- 재해정보와 시설의 실시간, 선, 면적인 상황파악과 신속, 확실한 대응체제의 실현. 수위, 제방 및 시설 등의 위험 개소의 상황, 수질의 상황을 실시간, 선, 면적으로 파악하고 타 기관의 정보도 포함하여 다양한 정보의 네트워크화로 재해정보를 종합적으로 평가할 필요성
- 기술혁신에 의한 효율화 추구로서 IC 태그에 의한 시설관리, 수위, 범람 및 토사재해 예측 등의 고도화와 예측에 의한 댐 조작 등 시설의 효과적인 운영을 실현
- 다양한 주체의 제휴로 지역특성에 적합한 맞춤형 하천관리 실현으로써 하천관리의 이해관계자들이 하천관리에 참여할 수 있도록 평상시부터 거버넌스를 구축

49) <http://www.rfb.org>(2010 건설 기술 동향, 한국건설기술연구원)

50) 일본 국토교통성사회자본정비협의회하천분과회, 2007(2010 건설 기술 동향, 한국건설기술연구원)

- 리모트센싱 기술에 의한 도시 녹지 환경의 모니터링 수법의 구축, 수해 리스크의 평가에 필요한 토지 피복상황 등의 파악수법의 구축, 그랜드툴 데이터를 활용한 토사 이동현상 파악수법의 개발, 위성 데이터의 정밀기하보정, 자동보정 알고리즘의 개발



그림 62 일본 차세대 하천관리의 이미지

4. 특허 및 논문 분석

(가) 특허 분석

□ 특허정보검색서비스(KIPRIS)를 이용하여 분석하였음.

- 논문동향을 분석하기 위하여 SOC 시설물을 크게 7종(도로, 철도, 항만, 공항, 댐, 하천, 상수도)으로 구분하고, 이들 Keyword와 중점분야의 각 세부사항에 대한 Keyword를 조합하여 특허동향을 분석하였음.

표 42 시설물별 Keyword 조합

Keyword(시설물)	Keyword 1	Keyword 2
도로(Road or Highway), 철도(Rail) 항만(Port or Harbor) 댐(Dam or Reservoir or Weir) 공항(Airport) 하천(River or Water Resources), 상수도(Water Supply or Water Pipe)	진단기술 개발 (Inspection)	고속/정밀 (Express/Precise)
	예측기술 개발 (Prediction or Forecaster)	성능저하, 신뢰성 (Performance Decrease, Reliability)
	활용기술 개발 (Utilization)	창의형 센서 (Creative Sensor)
	성능평가 체계 개발 (Performance Evaluation System)	정량화 (Quantification)

□ 분석범위

- 본 분석에서는 2013년 7월까지 출원공개 된 한국, 일본, 유럽 및 미국의 특허를 분석대상으로 선정함.
- 분석대상 특허 검색 DB 및 검색범위 한정
 - 분석대상특허

표 43 검색 DB 및 검색범위

자료구분	국가	검색DB	분석구간
공개, 등록특허 (공개, 등록일 기준)	한국	□ 특허정보검색서비스 □ (KIPRIS)	2013.07 이전
	일본		
	미국		
	유럽		

- 분석대상 기술

표 44 분석대상 기술분류기준

구분	검색개요
고속/정밀 진단기술 개발	시설물 현 상태 평가에 활용되는 주요 점검 항목에 대하여 기존방법보다 신속, 정확하게 진단할 수 있는 기술
Big Data기반 고신뢰성 성능 저하 예측 기술 개발	시설물의 현 상태 정보를 토대로 시간 경과 및 외부 환경 조건 변화 등을 모두 종합하여 성능저하 수준을 예측할 수 있는 기술
3T 기반 창의형 센서 활용기술 개발	첨단 기술과의 융합을 통해 시설물 안전점검 및 정밀안전진단 분야의 세계 기술선도가 가능한 미래 기술
상태(Status) 정량화 기반 성능평가 체계 개발	국가주요시설에 대한 안전점검 및 정밀안전진단 실시결과를 과학적, 정량적으로 평가하여 신뢰도 높은 대표등급을 산출할 수 있는 기술

- 핵심키워드 도출

표 45 기술분류체계에 따른 Keyword 검색식

구분	검색식		국가			
	공통	구분	KR	US	EP	JP
고속/정밀 진단기술 개발	(Road+dam+river+water supply+airport+harbor+rail)	(express+Precise) *(Inspection)	963	66,407	1,2629	2,564
Big Data기반 고신뢰성 성능 저하 예측 기술 개발		(Forecaster+Prediction)*(Performance decrease)*(reliability)	688	38,263	5,983	650
3T 기반 창의형 센서 활용기술 개발		(utilization)*(creative sensor)	1,896	1,758	137	3,500
상태(Status) 정량화 기반 성능평가 체계 개발		(system)*(performance evaluation)*(quantification)*(status +situation)	129	1,8266	2,997	339

- 유효특허 선별 기준 및 결과

표 46 분석대상 기술분류기준

구분	검색개요
고속/정밀 진단기술 개발	시설물 현 상태 평가에 활용되는 주요 점검 항목에 대하여 기존방법보다 신속, 정확하게 진단할 수 있는 기술
Big Data기반 고신뢰성 성능 저하 예측 기술 개발	시설물의 현 상태 정보를 토대로 시간 경과 및 외부 환경 조건 변화 등을 모두 종합하여 성능저하 수준을 예측할 수 있는 기술
3T 기반 창의형 센서 활용기술 개발	첨단 기술과의 융합을 통해 시설물 안전점검 및 정밀안전진단 분야의 세계 기술선도가 가능한 미래 기술
상태(Status) 정량화 기반 성능평가 체계 개발	국가주요시설에 대한 안전점검 및 정밀안전진단 실시결과를 과학적, 정량적으로 평가하여 신뢰도 높은 대표등급을 산출할 수 있는 기술

- 유효특허 선별 결과

표 47 유효특허 선별 결과

Keyword(시설물)	유효데이터 건수				
	KR	US	EP	JP	계
고속/정밀 진단기술 개발	56	208	51	107	422
Big Data기반 고신뢰성 성능 저하 예측 기술 개발	22	223	58	104	407
3T 기반 창의형 센서 활용기술 개발	72	353	43	87	555
상태(Status) 정량화 기반 성능평가 체계 개발	4	225	48	16	293

(나) 연도, 국가별 특허동향

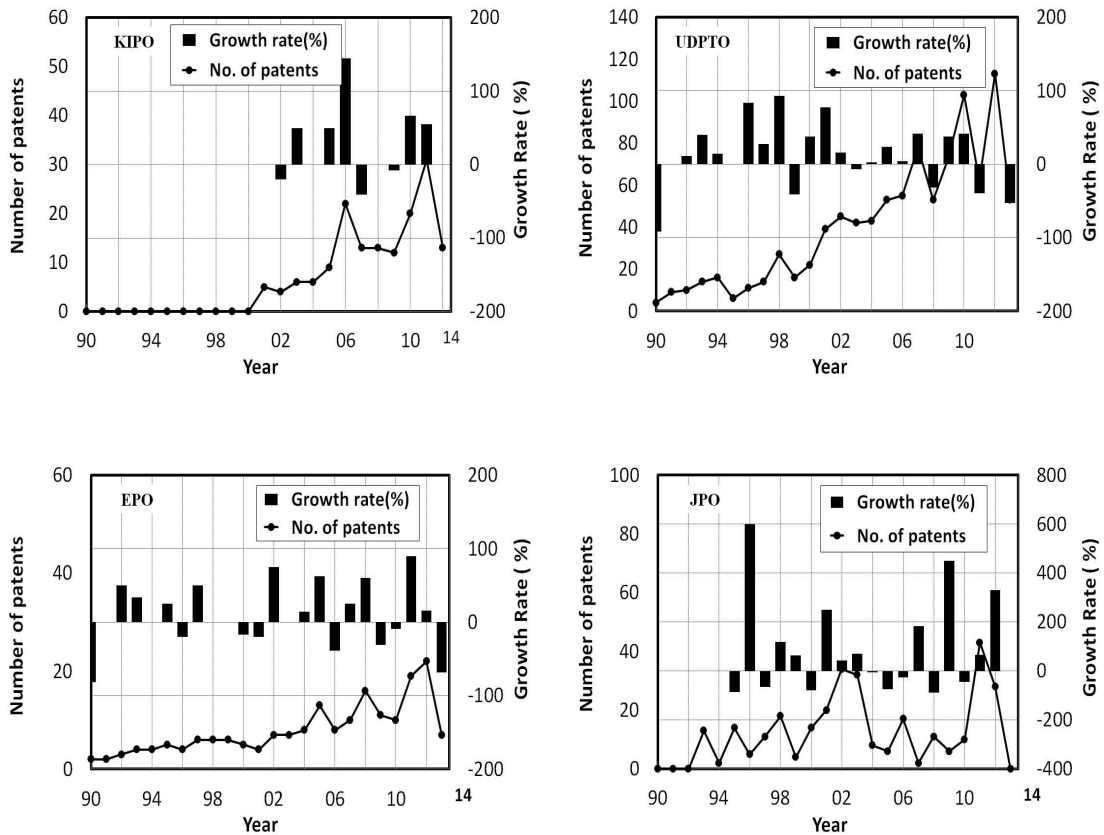


그림 63 연도별, 국가별 특허 동향

- 한국의 특허동향(KIPO)을 살펴보면, 00년대 이전에는 특허출원이 거의 없다가 02년도 이후 점차적으로 특허출원수가 증가하는 것으로 나타났음. 특히, 06년도, 11년도 이후에 급격한 증가율을 보였으며, 대체적으로 00년도 이전에 비해 많은 수의 특허출원이 이루어지고 있음을 알 수 있음.
- 미국의 특허동향(UDPTO)을 살펴보면, 대체적으로 증감을 반복하고 있으나 90년대부터 계속해서 특허출원이 증가하고 있으며, 한국보다 빠른 시기에 관련 특허출원이 이루어졌음을 알 수 있음.
- 유럽의 특허동향(EPO)을 살펴보면, 90년대 이전에도 특허출원이 있었으며 이후에도 가파른 증감은 아니지만 꾸준히 관련 특허출원수가 증가하는 것으로 나타났음. 특히 04년 이후로는 증감을 반복하는 경향을 나타내고 있지만, 특허출원은 대체적으로 증가하는 것으로 보임.
- 일본의 특허동향(JPO)을 살펴보면, 90년대 이전에는 특허출원이 거의 없다가 93년 이후로 증감을 반복하기는 하지만 점차 특허출원이 이루어지는 것으로 나타났음. 특히 02년도에 가장 많은 특허출원수를 나타내었으며, 이후에는 다소 감소하는 경향도 보이고 있음.

(다) 논문 분석

- 논문동향은 Land Mark를 이용하여 분석하였음.
- 논문동향을 분석하기 위하여 SOC 시설물을 크게 7종(도로, 철도, 항만, 공항, 댐, 하천, 상수도)으로 구분하고, 이들 Keyword와 성능(Performance), 평가(Evaluation)의 Keyword를 조합하여 논문동향에 대한 결과를 도출하였음.

표 48 시설물 별 Keyword 조합

Keyword(시설물)	Keyword(성능)	Keyword(평가)
도로(Road or Highway)	Performance	Evaluation
철도(Rail)		
항만(Port or Harbor)		
공항(Airport)		
댐(Dam or Reservoir or Weir)		
하천(River or Water Resources)		
상수도(Water Supply or Water Pipe)		

□ Evaluation & Performance & Road or Highway

- SOC 시설물 중 도로(Road) 또는 고속도로(Highway), 성능(Performance), 평가(Evaluation)를 대상으로 논문을 검색한 결과 2004년부터 2012년까지 논문의 빈도수가 증가하였으며, 2013년 현재까지는 180건 2011년에는 541건으로 최고치를 기록하고 있음.
- 국가별 논문동향에서 빈도수 상위 10개 국가를 추출하여 살펴보면 미국, 중국, 캐나다 순으로 논문빈도가 높은 것으로 나타났으며, 미국이 927건으로 조사되었고, 중국이 538건으로 나타났음. 그 외 캐나다가 183건, 일본이 166건으로 그 뒤를 따랐으며, 한국은 96건으로 상대적으로 논문빈도가 저조하게 분석되었음.

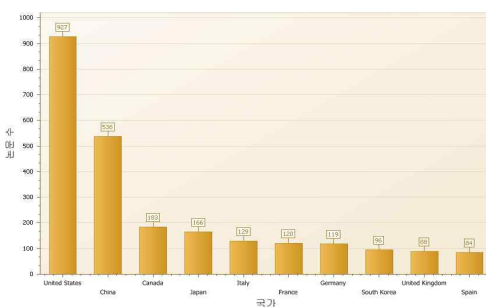
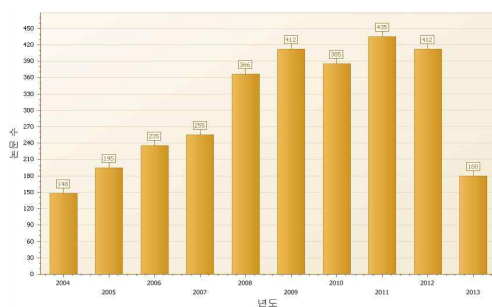


그림 64 연도별 논문 수 (도로분야) 그림 65 국가별 논문 수 (도로분야)

표 49 연도별 국가 논문 수 (도로분야)

국가	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
United States	65	76	94	77	113	136	127	107	89	43
China	9	16	28	31	61	87	68	113	91	34
Canada	10	7	12	13	30	15	36	28	23	9
Japan	10	12	15	19	19	19	20	26	23	3
Italy	6	6	6	11	14	15	13	23	26	9
France	6	6	3	13	17	23	11	18	17	6
Germany	9	10	10	12	15	9	17	19	15	3
South Korea	3	3	7	7	15	13	11	11	14	12
United Kingdom	10	6	6	5	13	12	9	9	15	3
Spain	1	1	1	4	13	8	15	18	13	9

- 연도별 국가 논문 빈도를 나타낸 표를 살펴보면 논문의 빈도수가 가장 많은 미국은 2008년과 2011년 사이 100건 이상의 논문 발표가 있었음. 중국과 한국은 논문 수가 점차 증가하고 있음.
- 본 절에서 검색한 키워드를 바탕으로 각 논문을 국가별로 분류하여 국가별 공동연구 및 연관성을 분석한 결과 미국이 여러 국가와 가장 활발한 연구 활동을 보여 주고 있음. 그 밖에 중국, 일본, 영국, 프랑스, 캐나다, 독일, 이탈리아 등이 주변국가와 활발한 교류가 이루어지며, 연관성을 가지고 있는 것으로 나타났음. 반면에 한국은 미국, 일본, 캐나다, 스페인과 연관성이 있는 것으로 나타났으나, 타 국가에 비해 공동연구 및 연관도가 낮은 것으로 나타났음.

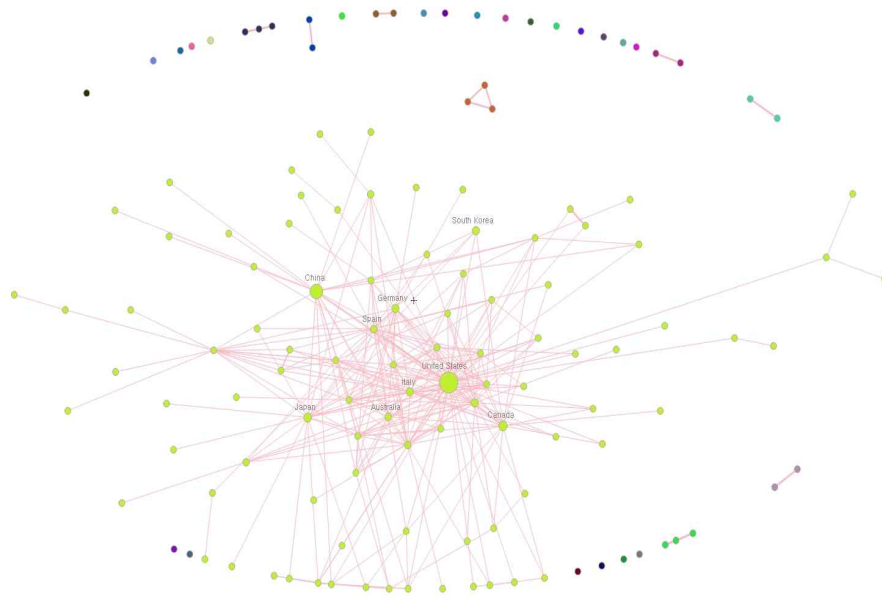


그림 66 국가별 공동연구 및 연관성

- 논문 빈도수 상위 10개 기관을 살펴보면 미국은 University of California에서 높은 논문 수를 나타내고 있으며, 중국은 Chang'an University, Southeast University 등에서 높은 논문 수를 보이고 있음. 주로 미국, 중국 등의 기관에서 많은 논문 수를 보이고 있음.

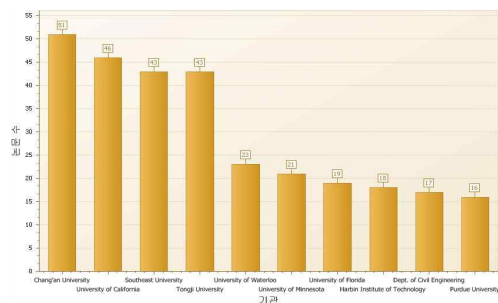


그림 67 기관별 논문 수(도로분야)

표 50 연도, 기관별 논문 수 (도로분야)

기관	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Chang'an University	1	4	0	7	5	6	4	12	9	3
University of California	6	4	8	5	2	8	5	1	2	5
Southeast University	1	0	0	3	9	4	8	5	10	3
Tongji University	0	0	2	3	6	12	6	6	6	2
University of Waterloo	0	1	3	2	3	2	2	5	5	0
University of Minnesota	1	3	4	1	3	1	6	1	1	0
University of Florida	0	1	3	1	2	3	1	3	3	2
Harbin Institute of Technology	1	1	1	0	2	3	1	5	2	2
Dept. of Civil Engineering	3	1	3	2	0	0	2	3	2	1
Purdue University	0	2	0	2	3	4	2	2	0	1

- 기관별 공동 연구에서 미국은 University of California에서의 연구는 활발하나 다른 기관과의 연관성이 없는 것으로 나타났음. 그 외 중국은 Chang'an University를 중심으로 Tongji University, Southeast University 등이 공동연구를 하며 연관성을 가지는 것으로 나타났고, 국내 기관과의 연관성은 확인되지 않았음.

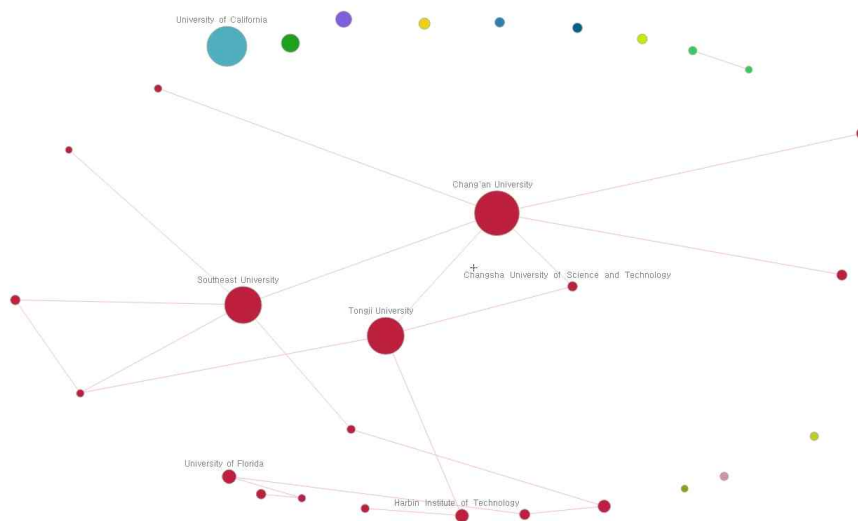


그림 68 기관별 공동연구 및 연관성

□ Evaluation & Performance & Rail

- SOC 시설물 중 철도(Rail), 성능(Performance), 평가(Evaluation)를 대상으로 논문을 검색한 결과 2004년부터 2012년까지 논문의 빈도수가 증가하였으며, 2013년 현재까지는 39건 2009년에는 104건으로 최고치를 기록하고 있음.
- 국가별 논문동향에서 빈도수 상위 10개 국가를 추출하여 살펴보면 중국, 미국, 일본 순으로 논문 수가 많은 것으로 나타났으며, 중국이 140건으로 조사되어 논문의 24.9%, 미국이 121건으로 논문의 21.5%를 차지하고 있음. 그 외 일본이 58건, 한국이 55건으로 중국, 미국에 비해 상대적으로 차이는 나지만 상대적으로 논문 수가 많은 것으로 나타났음.

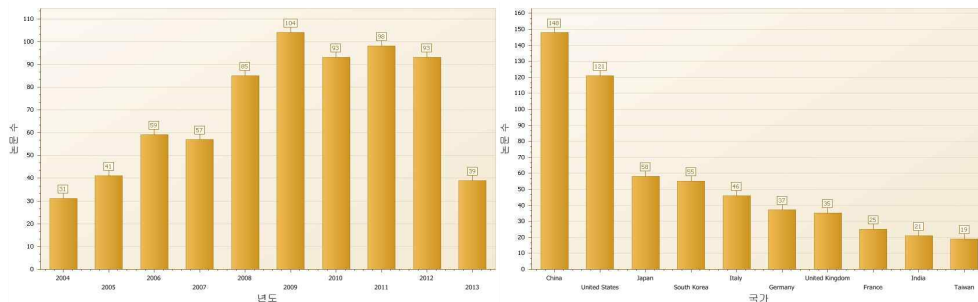


그림 69 연도별 논문 수(철도분야) 그림 70 국가별 논문 수(철도분야)

표 51 연도별 국가 논문 수(철도분야)

국가	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
China	2	4	9	13	14	25	22	33	16	10
United States	14	13	15	9	10	19	17	9	11	4
Japan	3	2	6	6	10	10	10	9	1	1
South Korea	1	2	6	3	7	7	6	7	11	5
Italy	0	2	4	3	9	4	5	4	14	1
Germany	1	5	3	2	9	6	3	1	5	2
United Kingdom	1	2	5	1	4	4	7	2	4	5
France	0	0	3	2	3	9	4	3	1	0
India	0	2	0	1	3	4	3	4	2	2
Taiwan	1	0	2	0	1	2	4	3	4	2

- 연도별 국가 논문 빈도를 나타낸 표를 살펴보면 논문의 빈도수가 가장 많은 중국은 점차 논문 수가 증가하고 있으며, 미국은 중국에 비해 논문 수가 점차 감소하고 있음. 한국과 일본은 연도별 차이는 있으나, 2012년을 제외하고는 거의 비슷한 논문 수를 보이고 있음.
- 본 절에서 검색한 키워드를 바탕으로 각 논문을 국가별로 분류하여 국가별 공동연구 및 연관성을 분석한 결과 미국이 여러 국가와 가장 활발한 연구 활동을 보여 주고 있음. 그 밖에 중국, 일본, 영국, 프랑스, 캐나다, 독일, 이탈리아 등이 주변국가와 활발한 교류가 이루어지며, 연관성을 가지고 있는 것으로 나타났음. 한국 역시 다른 국가들과의 교류가 활발한 것으로 나타났음.

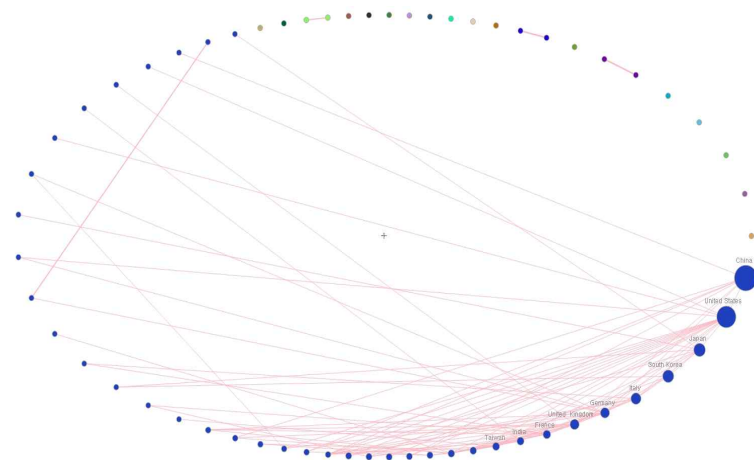


그림 71 국가별 공동연구 및 연관성(철도분야)

- 논문 빈도수 상위 10개 기관을 살펴보면 중국은 Beijing Jiaotong University, Southwest Jiaotong University에서 높은 논문 수를 나타내고 있으며, 미국은 University of Nebraska-Lincoln, Transportation Technology Center 등에서 높은 논문 수를 보이고 있음. 한국은 Korea Railroad Research Institute, Kyungnam University에서 많은 논문 수를 나타내고 있음.

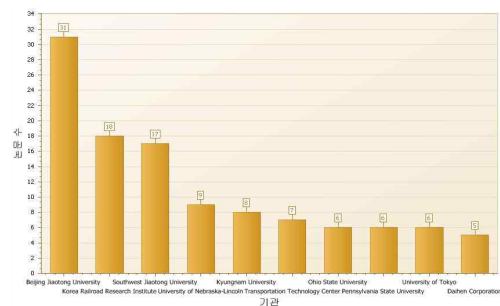


그림 72 기관별 논문 수(철도분야)

표 52 연도, 기관별 논문 수

기관	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Beijing Jiaotong University	0	1	1	3	1	2	7	10	4	2
Korea Railroad Research Institute	1	1	2	3	2	0	1	2	3	3
Southwest Jiaotong University	0	3	1	3	2	4	1	1	1	1
University of Nebraska-Lincoln	2	1	2	1	1	2	0	0	0	0
Kyungnam University	0	0	1	0	2	1	2	2	0	0
Transportation Technology Center	0	0	0	0	1	3	3	0	0	0
Ohio State University	1	0	1	1	0	0	2	0	1	0
Pennsylvania State University	1	0	0	0	2	2	0	0	1	0
University of Tokyo	0	0	2	0	2	0	2	0	0	0
Daihen Corporation	0	0	1	0	1	0	2	1	0	0

- 기관별 공동 연구에서 중국은 Beijing Jiaotong University를 중심으로 다른 기관과의 연관성이 높은 것으로 나타났음. 한국 역시 Korea Railroad Research Institute를 중심으로 다른 기관과의 활발한 교류를 보이고 있으며, 일본은 University of Tokyo를 중심으로 많은 기관들과 연계하고 있는 것으로 나타났음.

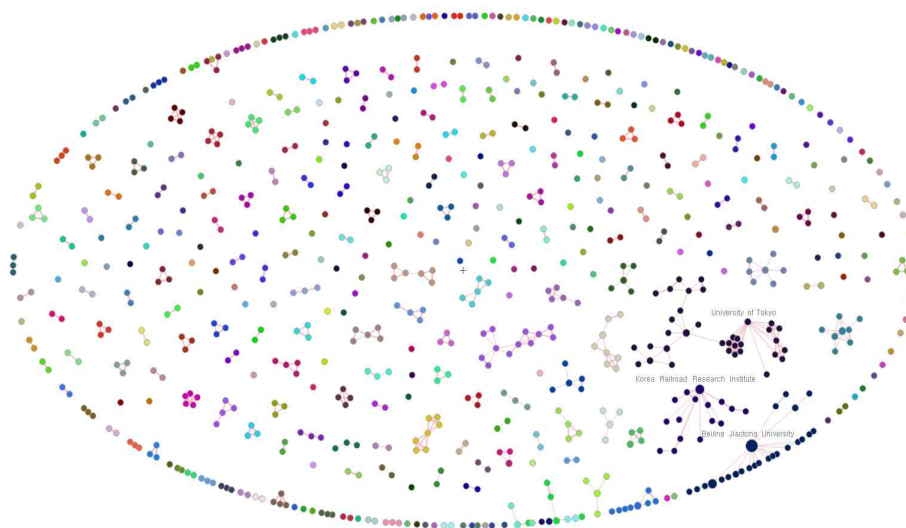


그림 73 기관별 공동연구 및 연관성(철도분야)

□ Evaluation & Performance & Port or Harbor

- SOC 시설물 중 항만(Port or Harbor), 성능(Performance), 평가(Evaluation)를 대상으로 논문을 검색한 결과 2004년부터 2012년까지 논문의 수는 점차 증가하는 추세이며, 2013년 현재까지는 43건 2008년에는 127건으로 최고치를 기록하고 있음.
- 국가별 논문동향에서 빈도수 상위 10개 국가를 추출하여 살펴보면 미국, 중국, 일본 순으로 논문 수가 많은 것으로 나타났으며, 미국이 246건으로 조사되어 논문의 36.4%, 중국이 121건으로 논문의 14.1%를 차지하고 있음. 그 외 일본이 67건, 한국이 47건으로 중국, 미국에 비해 상대적으로 차이는 나지만 상대적으로 논문 수가 많은 것으로 나타났음.

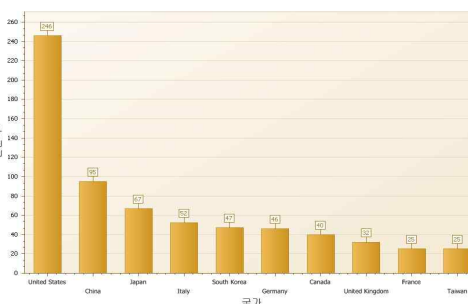
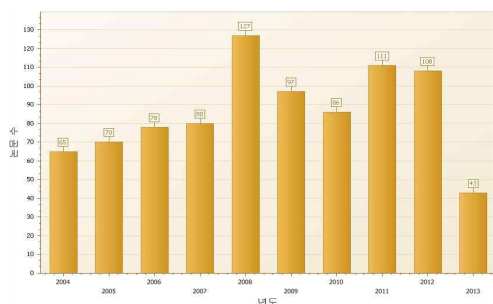


그림 74 연도별 논문 수(항만분야) 그림 75 국가별 논문 수(항만분야)

표 53 연도별 국가 논문 빈도 (항만분야)

국가	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
United States	27	29	18	24	32	35	30	23	23	5
China	4	7	3	6	17	12	12	13	16	5
Japan	8	6	12	5	8	4	7	8	6	3
Italy	4	2	5	3	8	6	9	9	4	2
South Korea	5	6	7	3	7	8	1	3	7	0
Germany	2	4	3	3	6	5	7	10	4	2
Canada	6	4	3	3	7	4	2	4	4	3
United Kingdom	2	2	3	1	4	5	2	5	6	2
France	0	3	3	2	5	2	2	3	4	1
Taiwan	2	1	2	3	1	2	2	1	5	6

- 연도별 국가 논문 빈도를 나타낸 표를 살펴보면 논문의 수가 가장 많은 미국은 매년 논문 수가 거의 비슷하며, 중국은 논문 수가 점차 증가하고 있음. 한국과 이탈리아, 일본은 연도별 차이는 있으나, 거의 비슷한 논문 수를 보이고 있음.
- 본 절에서 검색한 키워드를 바탕으로 각 논문을 국가별로 분류하여 국가별 공동연구 및 연관성을 분석한 결과 미국이 여러 국가와 가장 활발한 연구 활동을 보여 주고 있음. 그 밖에 중국, 일본, 영국, 프랑스, 캐나다, 독일, 이탈리아 등이 주변국가와 활발한 교류가 이루어지며, 연관성을 가지고 있는 것으로 나타났음. 한국 역시 다른 국가들과의 교류가 활발한 것으로 나타났음.

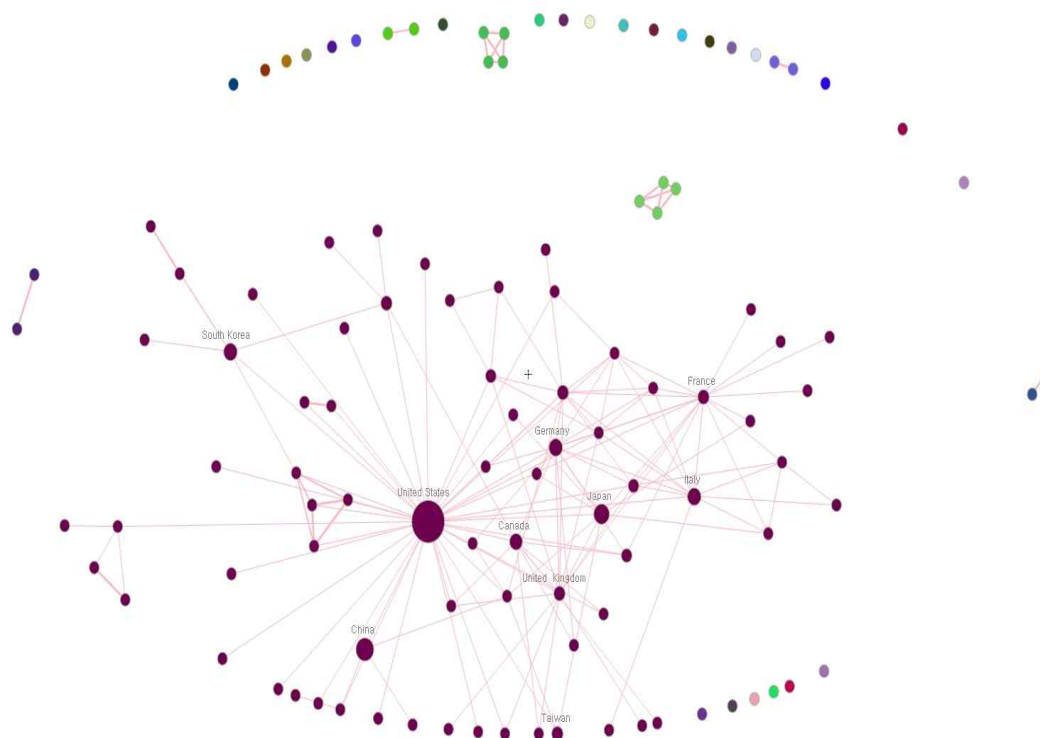


그림 76 국가별 공동연구 및 연관성(항만분야)

- 논문 빈도수 상위 10개 기관을 살펴보면 미국은 Ohio State University, University of California에서, 중국은 University of California에서 많은 논문 수를 보이고 있음. 한국은 Pusan National University에서 많은 논문 수를 보이고 있음.

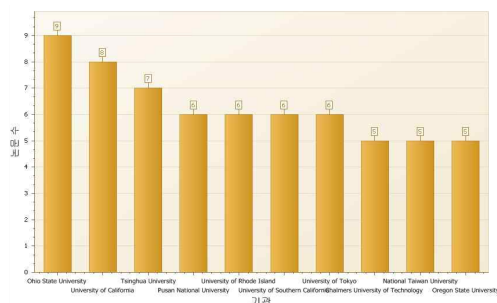


그림 77 기관별 논문 수(항만분야)

표 54 연도, 기관별 논문 수(항만분야)

기관	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Ohio State University	1	0	0	2	3	1	1	1	0	0
University of California	0	0	0	0	2	3	1	2	0	0
Tsinghua University	0	1	1	0	0	2	0	2	1	0
Pusan National University	0	0	2	0	0	2	0	1	1	0
University of Rhode Island	0	2	1	1	1	0	0	0	1	0
University of Southern California	1	1	1	0	1	2	0	0	0	0
University of Tokyo	2	1	2	0	0	1	0	0	0	0
Chalmers University of Technology	0	0	0	0	0	2	1	1	1	0
National Taiwan University	0	0	0	1	1	2	1	0	0	0
Oregon State University	1	0	0	1	1	0	1	0	1	0

- 기관별 공동 연구에서 미국은 Ohio State University, University of California를 중심으로 다른 기관과의 연관성이 높은 것으로 나타났음. 한국은 Pusan National University를 중심으로 다른 기관과의 활발한 교류를 보이고 있는 것으로 나타났음.

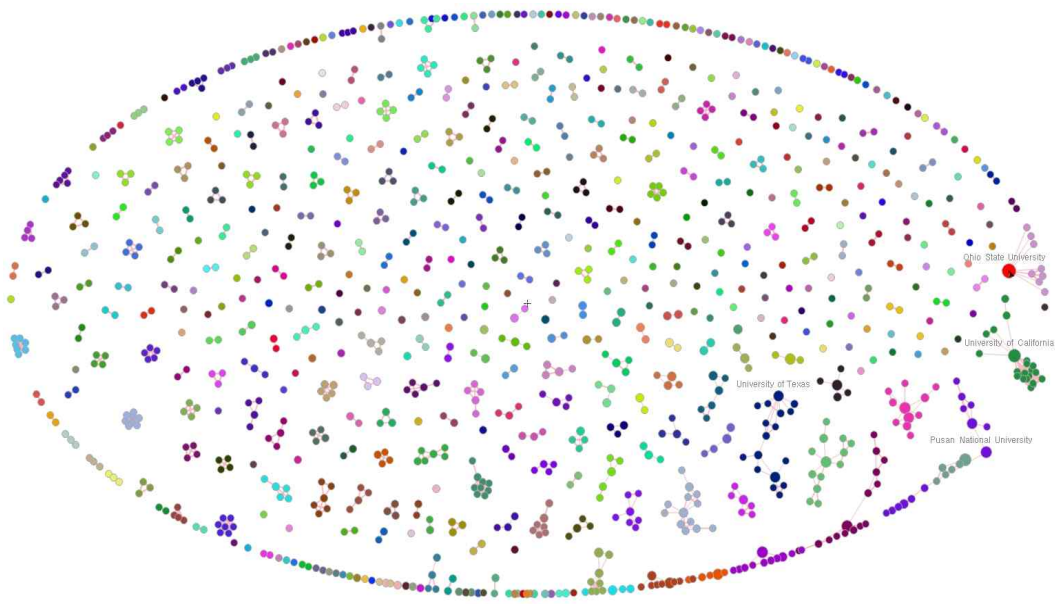


그림 78 기관별 공동연구 및 연관성(항만분야)

□ Evaluation & Performance & Airport

- SOC 시설물 중 공항(Airport), 성능(Performance), 평가(Evaluation)를 대상으로 논문을 검색한 결과 논문의 수는 연도별 차이는 있으나 2011년과 2012년에는 각각 47건, 46건의 많은 논문이 발표된 것으로 나타났음.
- 국가별 논문동향에서 빈도수 상위 20개 국가를 추출하여 살펴보면 미국, 중국, 독일 순으로 논문 수가 많은 것으로 나타났으며, 미국이 118건으로 압도적인 우위에 있고 논문의 42.3%를 차지하고 있으며, 그 다음 중국이 33건으로 논문의 11.8%를 차지하고 있음. 그 외 독일이 27건, 영국이 22건이며 한국은 2건으로 다른 국가들에 비해 논문 수가 저조한 편으로 나타났음.

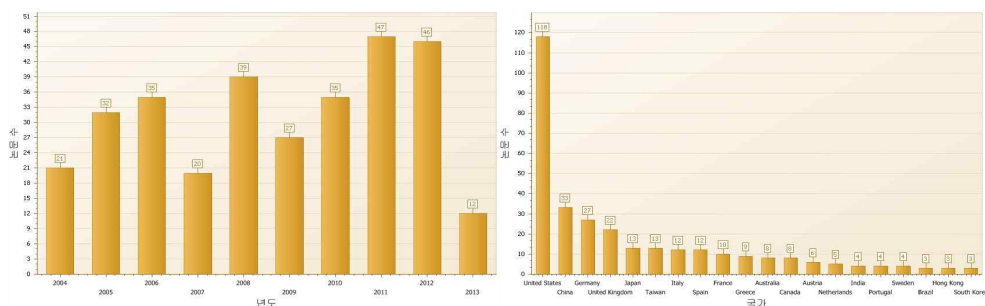


그림 79 연도별 논문 수(공항분야) 그림 80 국가별 논문 수(공항분야)

표 55 연도별 국가 논문 수(공항분야)

국가	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
United States	11	16	19	8	18	8	9	10	17	2
China	1	1	1	1	4	3	3	14	4	1
Germany	1	3	6	4	3	1	2	2	5	0
United Kingdom	0	2	1	1	2	4	6	3	2	1
Japan	2	1	1	0	0	2	1	3	3	0
Taiwan	1	0	1	1	1	1	1	3	2	2
Italy	1	0	0	1	2	1	3	2	2	0
Spain	0	4	1	1	0	3	2	0	1	0
France	1	2	1	1	1	2	1	1	0	0
Greece	1	0	2	0	1	3	0	2	0	0

- 연도별 국가 논문 빈도를 나타낸 표를 살펴보면 논문의 수가 가장 많은 미국은 매년 논문 수가 거의 비슷하며, 중국은 논문 수가 점차 증가하고 있음. 이외 독일, 영국은 거의 비슷한 논문 수를 나타내고 있으며, 한국은 상위 10개 국가에 포함되지 않아 이에 대한 분야의 연구가 저조한 것으로 나타났음.
- 본 절에서 검색한 키워드를 바탕으로 각 논문을 국가별로 분류하여 국가별 공동연구 및 연관성을 분석한 결과 미국이 여러 국가와 가장 활발한 연구 활동을 보여 주고 있음. 그 밖에 중국, 독일, 영국 등이 다른 국가와 연계하여 연구 활동을 하였음을 나타내고 있음.

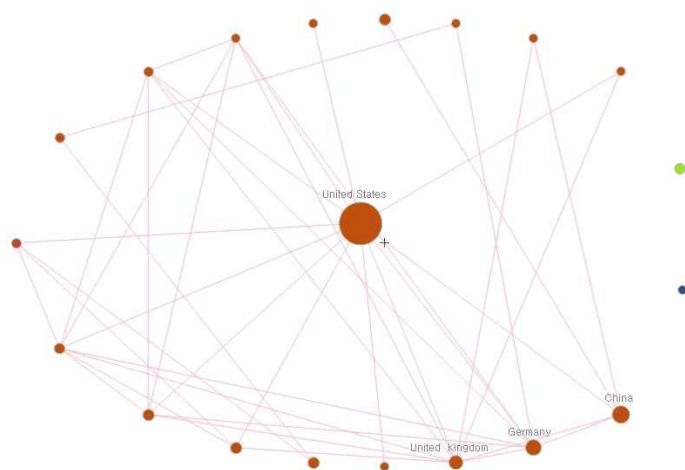


그림 81 국가별 공동연구 및 연관성(공항분야)

- 논문 빈도수 상위 10개 기관을 살펴보면 미국은 Federal Aviation Administration, NASA Langley Research Center, Iowa State University에서, 중국은 Nanjing University of Aeronautics and Astronautics, Civil Aviation University of China 등에서 많은 논문 수를 보이고 있음. 한국은 해당 분야에서의 연구가 저조한 편으로 나타났음.

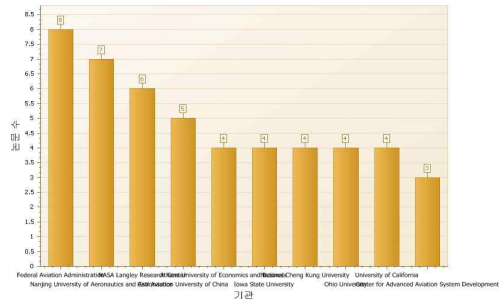


그림 82 기관별 논문 수(공항분야)

표 56 연도, 기관별 논문 수(공항분야)

기관	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Federal Aviation Administration	1	2	1	2	1	0	0	1	0	0
Nanjing University of Aeronautics and Astronautics	0	0	0	0	2	0	2	1	2	0
NASA Langley Research Center	0	3	1	0	1	0	0	0	1	0
Civil Aviation University of China	0	0	0	1	0	0	1	2	1	0
Athens University of Economics and Business	0	0	1	0	0	2	0	1	0	0
Iowa State University	0	0	1	1	2	0	0	0	0	0
National Cheng Kung University	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0
Ohio University	1	0	0	0	1	0	0	1	1	0
University of California	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0
Center for Advanced Aviation System Development	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0

- 기관별 공동 연구에서 미국은 Ohio State University, University of California를 중심으로 다른 기관과의 연관성이 높은 것으로 나타났음. 한국은 Pusan National University를 중심으로 다른 기관과의 활발한 교류를 보이고 있는 것으로 나타났음.

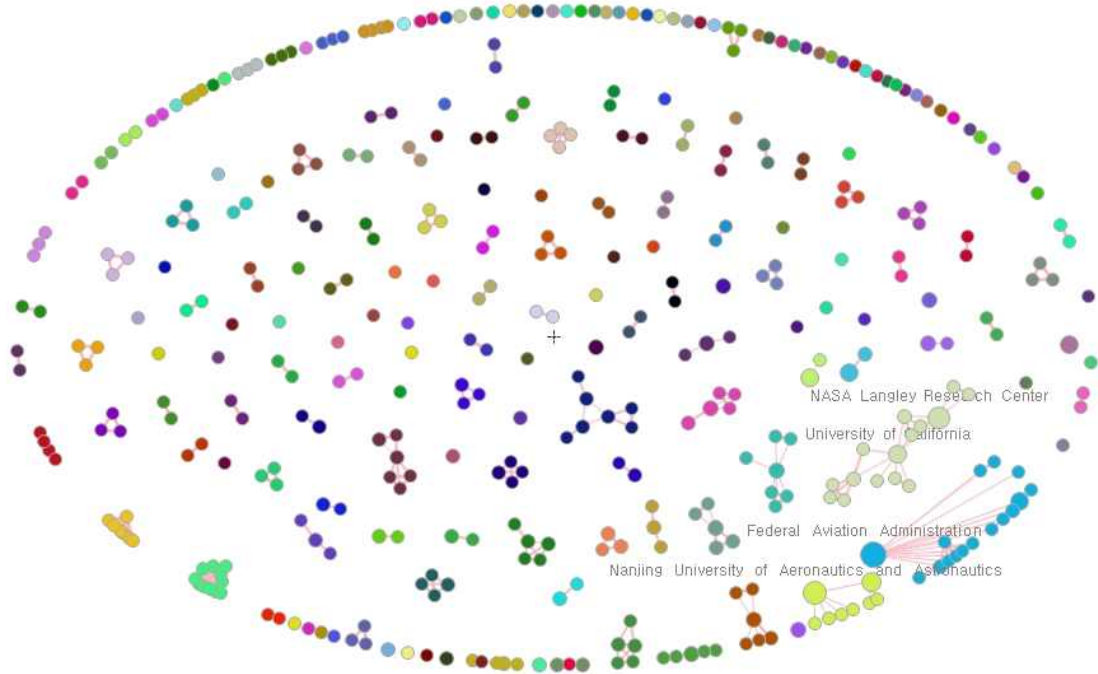


그림 83 기관별 공동연구 및 연관성(공항분야)

□ Evaluation & Performance & Dam or Reservoir or Weir

- SOC 시설물 중 댐(Dam or Reservoir or Weir), 성능(Performance), 평가(Evaluation)를 대상으로 논문을 검색한 결과 논문의 수는 연도마다 점차 증가하는 것으로 나타났다.
- 국가별 논문동향에서 빈도수 상위 30개 국가를 추출하여 살펴보면 미국, 중국, 캐나다 순으로 논문 수가 많은 것으로 나타났으며, 미국이 1337건으로 압도적인 우위에 있고 그 다음 중국이 412건으로 나타났다. 그 외 캐나다, 영국이 비슷한 논문 수를 나타냈으며, 한국은 이들 국가들에 비해 논문 수가 상대적으로 저조한 것으로 나타났다.

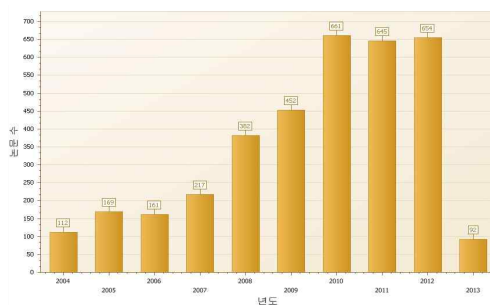


그림 84 연도별 논문 수(댐분야)

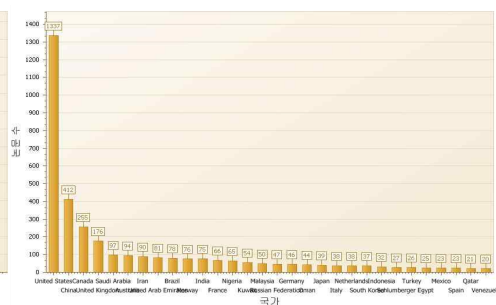


표 57 국가별 연도별 논문 수(댐분야)

국가	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
United States	39	61	48	57	89	202	257	304	266	14
China	21	23	15	17	36	37	81	63	90	29
Canada	7	7	12	8	23	17	65	63	52	1
United Kingdom	7	7	7	7	12	28	42	32	31	3
Saudi Arabia	4	2	2	4	16	16	16	15	19	3
Australia	6	1	2	6	9	19	28	14	9	0
Iran	0	4	1	3	5	10	19	22	21	5
United Arab Emirates	1	3	1	2	8	15	19	7	25	0
Brazil	3	6	8	3	6	6	18	7	17	4
Norway	2	6	5	3	6	18	7	18	9	2

- 본 절에서 검색한 키워드를 바탕으로 각 논문을 국가별로 분류하여 국가별 공동연구 및 연관성을 분석한 결과 미국이 많은 국가들과 가장 활발한 연구 활동을 보여 주고 있음. 이외 중국 또한 다른 국가들과의 교류를 보여주고 있음.

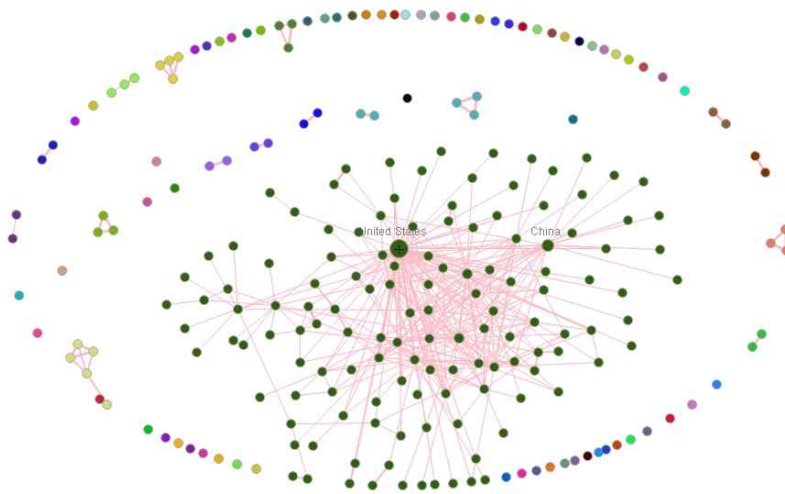


그림 86 기관별 공동연구 및 연관성(댐분야)

- 논문 빈도수 상위 10개 기관을 살펴보면 미국은 SPE, Schlumberger, Texas A and M University 에서, 중국은 China University of Petroleum에서 많은 논문 수를 보이고 있음. 한국은 해당 분야에서의 연구가 저조한 편으로 나타났다.

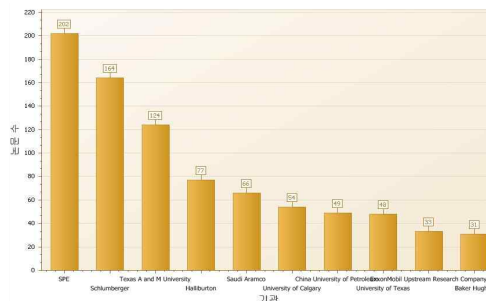


그림 87 기관별 논문 수(댐분야)

표 58 기관별, 연도별 논문 수(댐분야)

기관	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
SPE	14	36	32	30	39	32	10	6	3	0
Schlumberger	1	1	0	0	0	15	47	46	54	0
Texas A and M University	3	0	1	5	15	17	30	38	14	1
Halliburton	0	0	0	1	0	9	27	22	18	0
Saudi Aramco	2	1	1	4	9	11	13	12	13	0
University of Calgary	0	0	1	0	6	3	19	13	12	0
China University of Petroleum	0	1	2	5	9	4	10	8	9	1
University of Texas	0	0	0	1	6	9	13	10	9	0
Exxon Mobil Upstream Research Company	0	0	0	1	1	8	9	7	7	0
Baker Hughes	0	0	1	0	1	4	4	9	12	0

- 기관별 공동 연구에서 상위 30개국을 분석한 결과 미국은 SPE, Texas A and M University 등을 중심으로 다른 기관과의 연관성이 높은 것으로 나타났음. 중국은 China University of Petroleum으로 다른 기관과의 연관성이 높은 것으로 나타났지만, 한국은 이에 대한 연구가 저조한 것으로 나타났음.

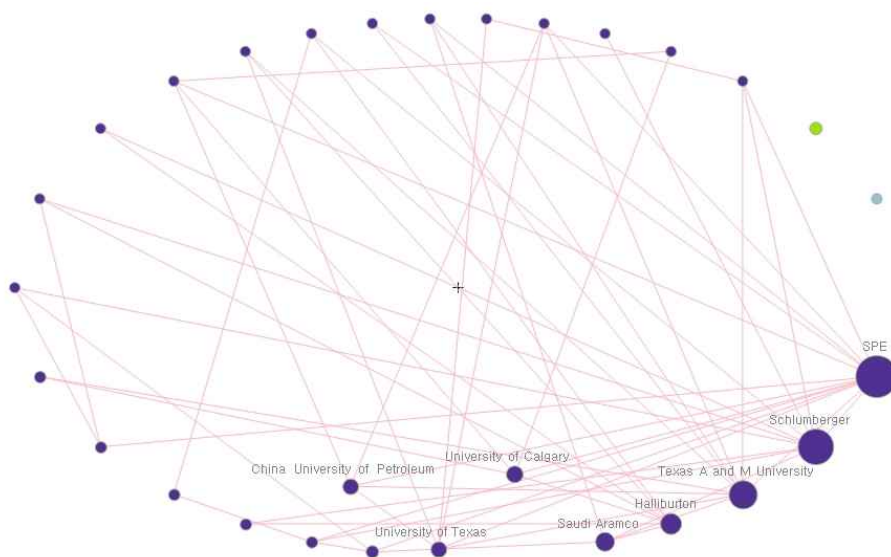


그림 88 기관별 공동연구 및 연관성(댐분야)

□ Evaluation & Performance & River or Water Resources

- SOC 시설물 중 하천(River or Water Resources), 성능(Performance), 평가(Evaluation)를 대상으로 논문을 검색한 결과 논문의 수는 2006년부터 급격하게 증가하여 이후에도 점차 증가하는 것으로 나타났다.
- 국가별 논문동향에서 빈도수 상위 30개 국가를 추출하여 살펴보면 미국, 중국, 캐나다 순으로 논문 수가 많은 것으로 나타났으며, 미국이 434건이고 그 다음으로 중국이 168건으로 나타났다. 그 외 캐나다, 인도가 비슷한 논문 수를 나타냈으며, 한국은 13건으로 이들 국가들에 비해 논문 수가 상대적으로 저조한 것으로 나타났다.

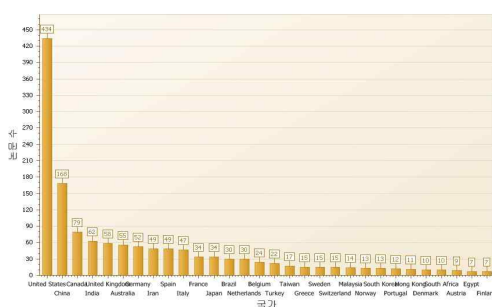
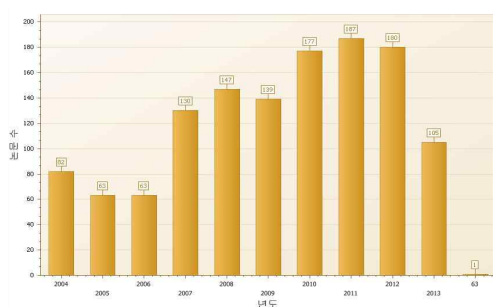


그림 89 연도별 논문 수(하천분야) 그림 90 국가별 논문 수(하천분야)

표 59 국가별 연도별 논문 수(하천분야)

국가	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
United States	33	17	29	48	50	48	70	65	51	23
China	2	4	2	7	14	17	23	42	31	26
Canada	7	4	5	8	8	6	15	10	9	7
India	1	2	3	9	8	5	9	5	10	10
United Kingdom	6	7	7	8	3	5	3	6	10	3
Australia	1	5	0	4	4	11	8	10	9	3
Germany	5	2	2	6	10	8	1	5	8	5
Iran	1	1	1	3	5	5	8	10	10	5
Spain	5	4	2	6	5	4	6	2	10	5
Italy	3	2	3	3	3	8	8	6	6	5
France	2	3	2	2	3	5	5	4	7	1
Japan	2	1	4	6	5	4	1	2	6	3
Brazil	2	6	0	3	5	0	2	2	5	5
Netherlands	1	3	3	3	4	3	2	5	6	0
Belgium	1	2	1	3	2	4	2	3	5	1
Turkey	2	2	1	0	3	0	6	6	2	0
Taiwan	2	0	2	1	1	0	1	4	1	5
Greece	2	0	1	2	1	4	4	0	0	1
Sweden	1	1	0	1	1	4	3	0	0	4
Switzerland	0	0	0	2	1	3	2	5	2	0
Malaysia	0	0	0	0	2	2	1	6	2	1
Norway	0	1	0	1	1	3	2	0	3	2
South Korea	1	0	0	3	2	2	2	0	2	1
Portugal	1	0	2	1	2	1	1	1	2	1
Hong Kong	1	0	1	0	3	1	1	0	3	1
Denmark	1	0	0	4	1	1	1	1	0	1
South Africa	0	0	1	2	0	0	2	1	1	3

- 연도별 국가 논문 빈도를 나타낸 표를 살펴보면 논문의 수가 가장 많은 미국은 매년 논문 수가 거의 비슷하며, 중국은 논문 수가 점차 증가하고 있음. 이외 캐나다와 영국은 거의 비슷한 논문 수를 나타내고 있으며, 한국은 상위 20위권 국가에 포함되어 있어 이에 대한 연구가 저조한 것으로 나타났음.
- 본 절에서 검색한 키워드를 바탕으로 각 논문을 국가별로 분류하여 국가별 공동연구 및 연관성을 분석한 결과 미국이 중심이 되어 중국, 캐나다, 호주 등 많은 국가들과 연관성을 가지고 연구하는 것으로 나타났음.

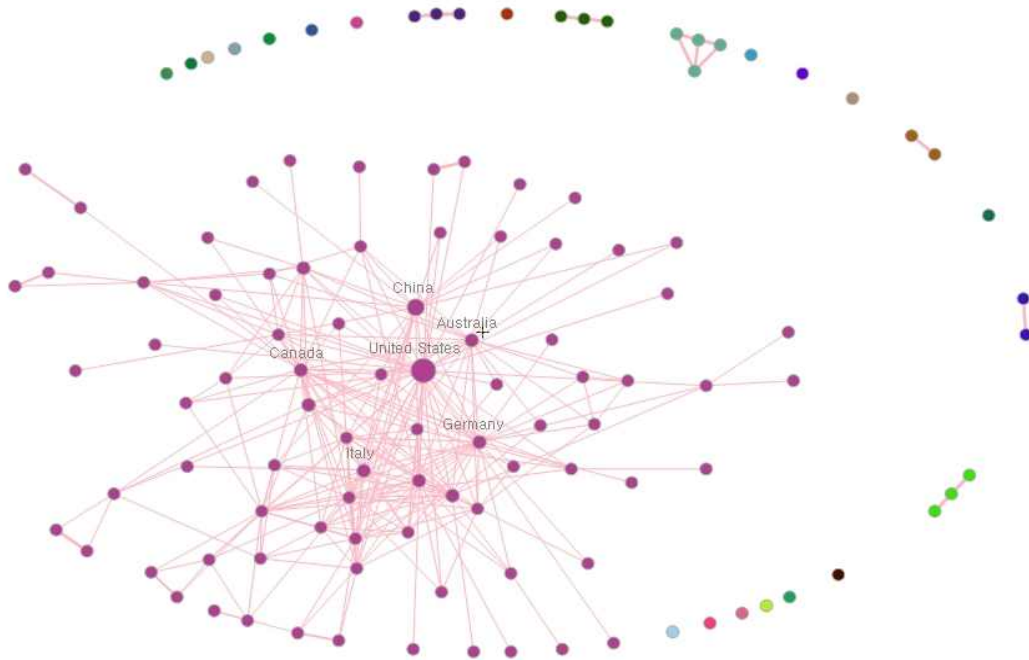


그림 91 국가별 공동연구 및 연관성

- 논문 빈도수 상위 10개 기관을 살펴보면 미국은 University of California, Texas A and M University 에서, 중국은 Beijing Normal University에서 비교적 많은 논문 수를 보이고 있음. 그 밖에 이란의 University of Tehran에서도 많은 논문 수를 보이고 있으며, 한국은 해당 분야에서의 연구가 저조한 편으로 나타났음.

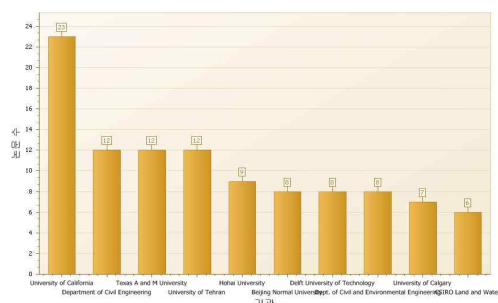


그림 92 기관별 논문 수(하천분야)

표 60 기관별 연도별 논문 수(하천분야)

기관	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
University of California	2	0	4	2	2	2	2	6	2	1
Department of Civil Engineering	1	1	1	0	1	1	2	3	2	0
Texas A and M University	0	0	0	0	2	1	6	2	1	0
University of Tehran	0	1	0	1	2	1	1	1	4	1
Hohai University	1	0	0	0	0	2	0	5	0	1
Beijing Normal University	0	0	0	0	1	0	3	3	1	0
Delft University of Technology	1	2	0	1	2	0	0	2	0	0
Dept. of Civil and Environmental Engineering	0	0	0	0	1	1	3	1	2	0
University of Calgary	0	0	0	0	1	0	5	0	1	0
CSIRO Land and Water	0	0	0	0	1	1	0	1	3	0

- 연도별 국가 논문 빈도를 나타낸 표를 살펴보면 논문의 수가 가장 많은 미국은 매년 논문 수가 거의 비슷하며, 중국은 논문 수가 점차 증가하고 있음. 이외 캐나다와 영국은 거의 비슷한 논문 수를 나타내고 있으며, 한국은 상위 20위권 국가에 포함되어 있어 이에 대한 연구가 저조한 것으로 나타났음.
- 기관별 공동 연구에서 상위 30개국을 분석한 결과 미국의 University of California와 이란의 University of Tehran과의 공동연구가 활발하게 이루어졌던 것으로 나타났으며, 이외 중국의 Beijing Normal University와 미국의 Texas A and M University 등 다른 기관과의 연관성이 높은 것으로 나타났음.

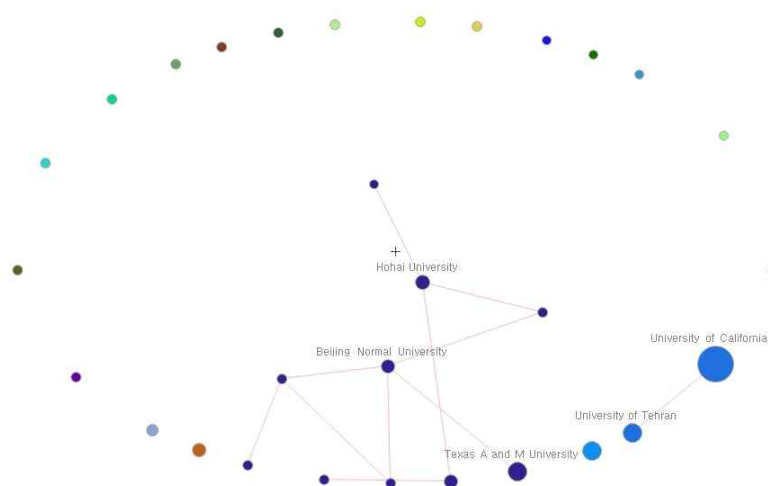


그림 93 기관별 공동연구 및 연계성

□ Evaluation & Performance & water supply or water pipe

- 상수도(Water Supply or Water Pipe), 성능(Performance), 평가(Evaluation)를 대상으로 논문을 검색한 결과 논문의 수는 점차 증가하는 것으로 나타났음.
- 국가별 논문동향에서 빈도수 상위 20개 국가를 추출하여 살펴보면 미국, 중국, 일본 순으로 논문 수가 많은 것으로 나타났으며, 미국이 214건이고 그 다음으로 중국이 72건으로 나타났음. 그 외 일본, 스페인이 비슷한 논문 수를 나타냈으며, 한국은 12건으로 이들 국가들에 비해 논문 수가 상대적으로 저조한 것으로 나타났음.

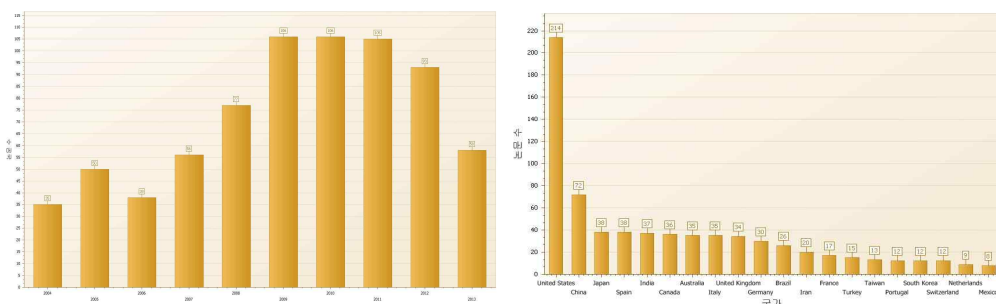


그림 94 연도별 논문 수(상수도분야) 그림 95 국가별 논문 수(상수도분야)

표 61 연도별 국가별 논문 수(상수도분야)

국가	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
United States	10	17	11	25	29	30	27	28	22	15
China	0	0	4	2	6	11	10	16	14	9
Japan	1	3	2	2	4	7	7	7	4	1
Spain	3	1	2	3	5	4	7	4	6	3
India	1	5	1	0	2	11	5	7	4	1
Canada	3	3	3	2	0	3	10	3	6	3
Australia	2	2	1	2	4	2	6	9	4	3
Italy	3	1	2	1	4	8	6	5	4	1
United Kingdom	0	1	3	4	0	8	5	4	4	5
Germany	2	1	2	1	3	2	2	8	5	4
Brazil	2	1	1	2	6	4	2	4	2	2
Iran	0	2	0	3	1	2	2	2	5	3
France	1	4	2	0	1	1	2	0	6	0
Turkey	0	0	1	0	1	3	6	4	0	0
Taiwan	1	0	1	3	1	0	3	1	0	3
Portugal	1	0	0	1	3	3	1	1	0	2
South Korea	0	1	1	2	4	2	0	0	2	0
Switzerland	0	0	0	2	1	1	2	2	0	4
Netherlands	2	1	0	0	0	2	1	1	2	0
Mexico	0	1	0	0	3	0	1	1	1	1

- 연도별 국가 논문 빈도를 나타낸 표를 살펴보면 논문의 수가 가장 많은 미국은 매년 논문 수가 거의 비슷하며, 중국은 논문 수가 점차 증가하고 있음. 일본과 스페인은 거의 비슷한 논문 수를 나타내고 있으며, 한국은 상위 20위권 국가에 포함되어 있어 이에 대한 연구가 저조한 것으로 나타났음.

- 본 절에서 검색한 키워드를 바탕으로 각 논문을 국가별로 분류하여 국가별 공동연구 및 연관성을 분석한 결과 미국을 중심으로 많은 국가들과 연관성을 가지고 연구하는 것으로 나타났음.

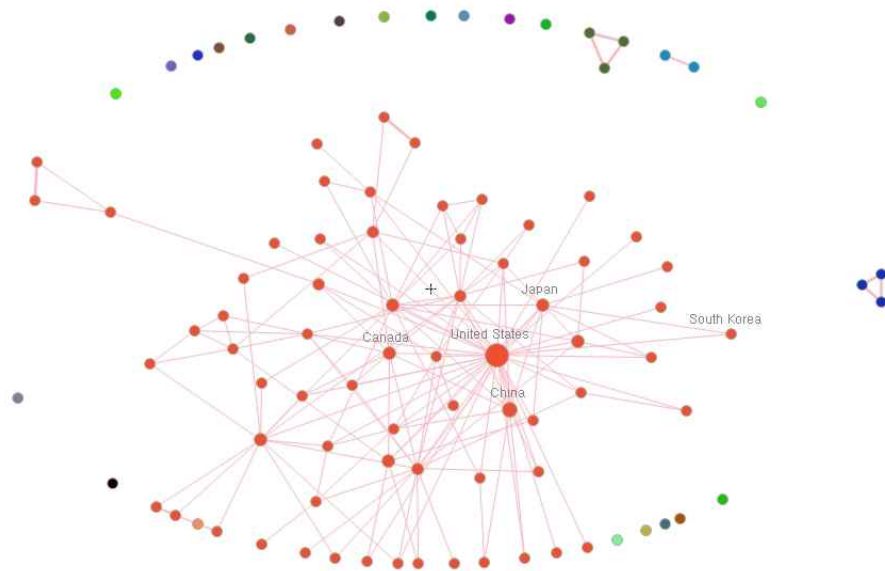


그림 96 국가별 공동연구 및 연관성

- 논문 빈도수 상위 10개 기관을 살펴보면 미국은 University of California, Purdue University 에서, 중국은 Tsinghua University에서 비교적 많은 논문 수를 보이고 있음. 그 밖에 이란의 University of Tehran에서 2012년 4건으로 많은 논문 수를 보이고 있으며, 한국은 해당 분야에서의 연구가 저조한 편으로 나타났음.

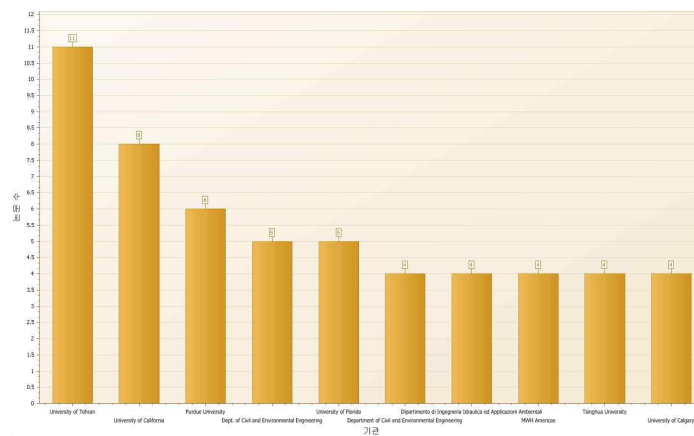


그림 97 기관별 논문 수(상수도분야)

표 62 기관별 연도별 논문 수(상수도분야)

기관	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
University of Tehran	0	1	0	1	1	1	1	0	4	2
University of California	2	0	0	1	1	1	0	0	0	3
Purdue University	0	2	0	0	0	1	0	2	1	0
Dept. of Civil and Environmental Engineering	0	0	1	0	1	0	1	0	2	0
University of Florida	0	1	1	0	0	0	1	0	1	1
Department of Civil and Environmental Engineering	0	0	0	0	0	1	0	0	1	2
Dipartimento di Ingegneria Idraulica ed Applicazioni Ambientali	0	0	0	0	0	3	1	0	0	0
MWH Americas	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0
Tsinghua University	0	0	0	0	2	1	0	0	1	0
University of Calgary	0	0	0	0	0	0	2	0	2	0

- 기관별 공동 연구에서 모든 기관을 분석한 결과 특히 미국의 Purdue University와 이란의 University of Tehran을 중심으로 한 공동연구가 활발하게 이루어졌던 것으로 나타났다. 대체적으로 현재까지는 상호 공동연구가 많이 연계되지 못하고 있는 것으로 보임.

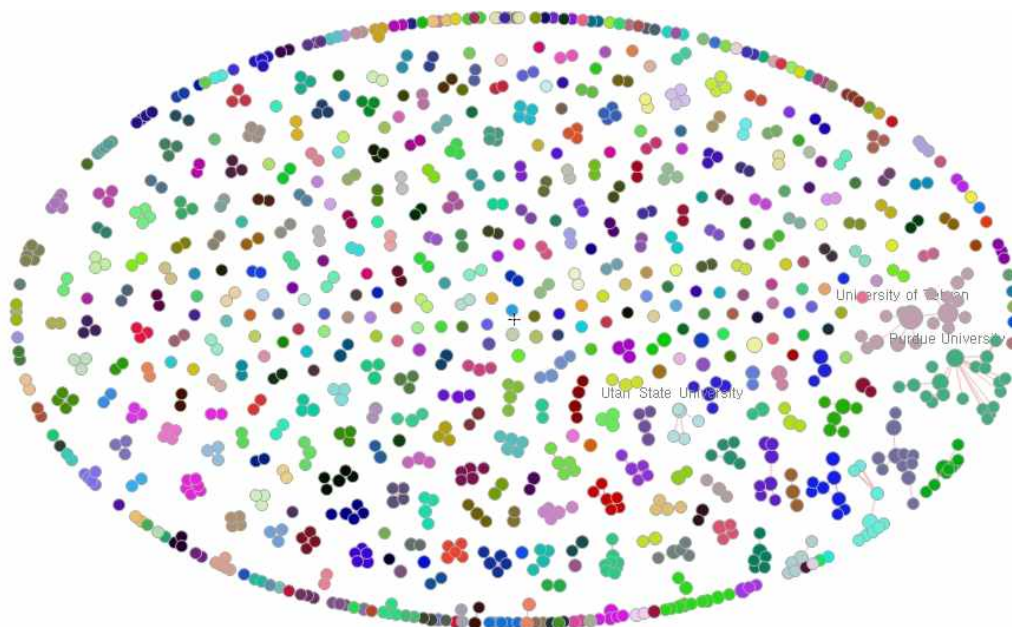


그림 98 기관별 공동연구 및 연계성(상수도분야)

5. 이슈 및 시사점

(가) SOC 시설물 평가기술

- ☐ SOC 시설물 안전 및 유지관리의 효율화 및 최적화를 위하여 종합적이고 지속적인 SOC 성능 평가가 중요
 - 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 상태
- ☐ 시설물 성능평가 기술은 자산관리의 효율성을 제고하는 방향으로 개발되어야 함
 - SOC 시설물 평가를 통해 건설시장의 확대와 같은 직접적인 효과를 기대 하기보다 예방적 차원에서 유지관리를 수행함으로써 궁극적으로는 국가 경제를 강화하고 지속 가능한 발전을 도모해야 함
- ☐ 유지관리 분야에서 생성되는 정보를 정책에 반영하는 순환적인 구조의 생성을 통해 국가의 인프라 자산 관리의 선진화를 도모하여야 함
 - 이를 위하여 SOC 시설물 관리 데이터의 생성·취급·축적 방식의 구조적인 개선 등 다양한 제도적 장치를 먼저 마련해야 할 것임

(나) R&D 성과 확산

- ☐ 지속적인 국토교통연구개발 투자 증가로 전반적인 기술 경쟁력을 확보하였으나 질적 성과 및 성과 확산을 위하여 주요 추진정책의 개선 요구가 필요
 - 정부 예산의 투자 확대로 양적·경제적 연구성과를 창출하였으나 질적 수준 대비 열위에 해당되며, 실용화·사업화 등의 산업 생산성 향상효과도 부족
- ☐ 산·학·연 협력연구 및 국제공동연구가 증가함에 따라 연구성과의 기술이전 및 사업화를 위하여 민간기업의 자발적 참여방안 마련이 중요
 - 산·학·연 협동연구 과제 수 비중(%): (2008) 53.9 → (2009) 75.2 → (2010) 81.9
- ☐ 자가 진단, 자가 치유를 위한 임베디드형 IT 융합 기술 등 창조형 기술에 대한 과감한 투자 필요
 - 진단/치유를 위한 우선적인 정보의 전산화를 통한 데이터베이스화와 장기간에 걸친 자료의 축적 및 공유를 통해 정확한 성능평가가 중요
- ☐ 고효율성, 고부가가치의 기술은 고수익성을 지향하기 때문에 기술 경쟁력 확보를 위한 R&D 수행을 통해 기술수준의 개발과 경쟁력 강화가 필요
 - 향후 SOC 시설물의 품질을 높이고, 핵심기술의 해외 의존도를 감소시켜 저비용/고효율의 SOC 관리가 가능

(다) 기술공백 및 부상기술

- SOC 시설물 성능평가와 관련된 특허 및 논문 동향을 분석한 결과, 기술 선진국에 비해 국내 기술수준이 낮은 것으로 분석되었음
 - 또한, 우리나라는 미국, 일본, 캐나다, 스페인과 연관성이 있는 것으로 나타났으나, 타 국가에 비해 공동연구 및 연관도가 낮은 것으로 검토되었음
- 철도시설의 성능평가 기술 분야에서는 미국, 중국에 비해 상대적인 기술 우위를 나타내는 것으로 분석되었으며, 기술보유 관련국과의 활발한 연구가 추진 중인 것으로 파악됨
- 특허 분석 결과로 분석해 볼 때, “고속/정밀 진단기술”, “3T 기반 창의형 센서 활용기술”은 부상기술로 평가되며 기술집중 및 투자강화가 요구되는 분야인 것으로 파악됨
 - 반면, “Big Data 기반 고신뢰성 성능 저하 예측 기술”과 “상태(Status) 정량화 기반 성능평가 체계” 분야에서는 기술 선진국에 대비하여 상대적 기술 공백이 존재하는 것으로 파악됨

4절 연구개발 인프라 분석

1. 연구 인력

(가) 과학기술 인력 현황⁵¹⁾

- 우리나라의 총 연구개발인력은 2006년 365,794명이며, 이 중에서 상근 연구개발인력은 237,599명으로 집계되어 약 64%에 해당됨
- 2010년을 기준으로 볼 때, 상근 연구개발인력은 335,228명으로 조사되었으며 총 연구개발인력인 500,124명 대비 약 71%로써 점차 증가하는 추세를 나타냄
 - 반면, 미국, 일본 등 주요 7개국을 대상으로 연구인력을 비교한 결과 우리나라의 경우에는 가장 낮은 수치를 나타내고 있는 것으로 조사됨

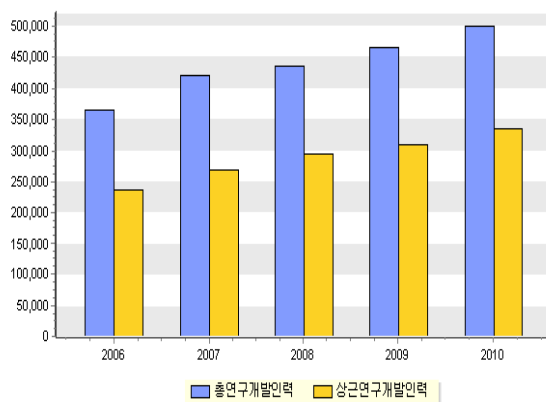


그림 99 우리나라의 연구개발 인력수

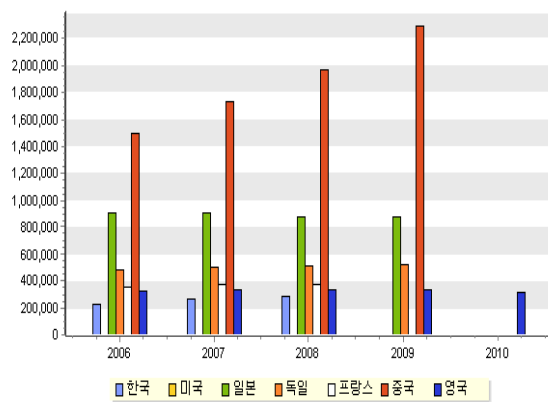


그림 100 주요 7개국의 연구개발 인력수

- 국내 이공계 연구개발인력 중에서 연구원수는 2006년 173,904명으로 집계되었으나, 2010년에는 226,168명으로 증가 추세를 나타냄
- 이 중, 건설업 분야의 연구원수는 2006년 3,838명에서 2010년에는 6,317명으로 전체 인력 증가분보다 큰 증가 추세를 나타냄

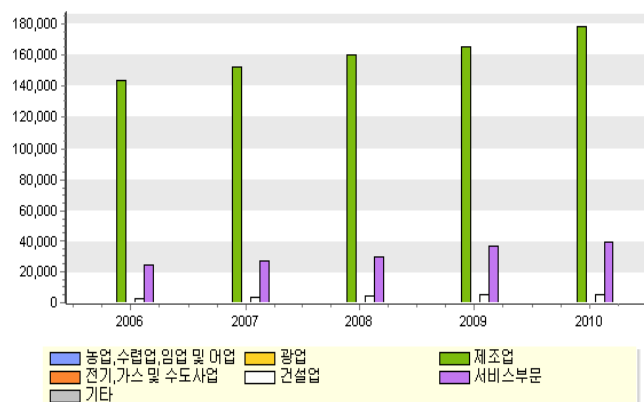


그림 101 산업별 연구원수

51) 교육과학기술부에서 제시한 연구개발활동조사보고서, 2010

- 국내 “기업의 분야별 연구인력”은 전체 23,708명으로 건축/토목이 39.0%(9,241명), 화학공학 48.0%(11,379명), 환경/자원/조선/해양 13.0%(3,088명)로 조사됨. 화학공학분야의 연구인력이 가장 많은 것으로 조사됨
- 국내 “공공연구기관의 분야별 연구인력”은 전체 2,616명으로 건축/토목이 33.4%(874명), 화학공학 30.9%(808명), 환경/자원/조선/해양 35.7%(934명)로 조사됨. 환경/자원/조선/해양분야의 연구인력이 가장 많은 것으로 파악됨
 - 국내 “대학의 분야별 연구인력”은 전체 7,839명으로 건축/토목이 44.5%(3,490명), 화학공학 23.9%(1,872명), 환경/자원/조선/해양 31.6%(2,477명)로 조사됨. 건축/토목분야의 연구인력이 가장 많은 것으로 파악됨

표 63 기관별, 분야별 연구인력현황

구분		전체	건축/토목	화학공학	환경/자원/조선/해양
기업	연구인력수	23,708명	9,241명	11,379명	3,088명
	구성비율	100.0%	39.0%	48.0%	13.0%
공공연구기관	연구인력수	2,616명	874명	808명	934명
	구성비율	100.0%	33.4%	30.9%	35.7%
대학	연구인력수	7,839명	3,490명	1,872명	2,477명
	구성비율	100.0%	44.5%	23.9%	31.6%

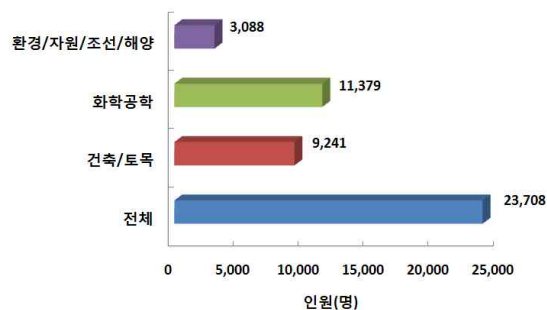


그림 102 기업 분야별 연구인력

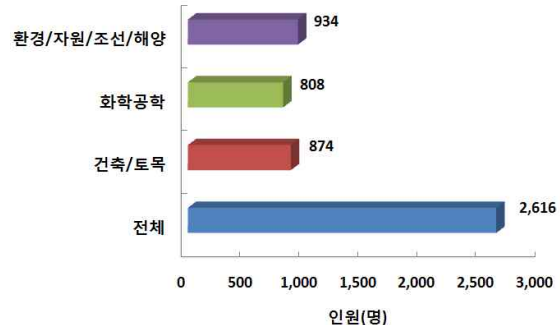


그림 103 공공기관 분야별 연구인력

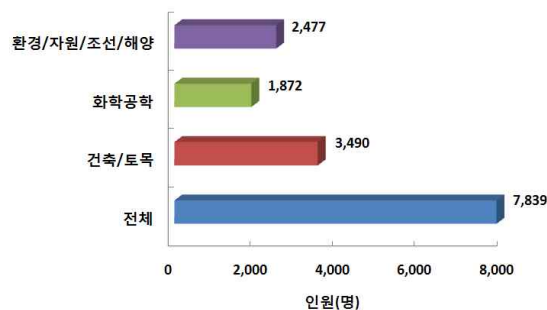


그림 104 대학 분야별 연구인력

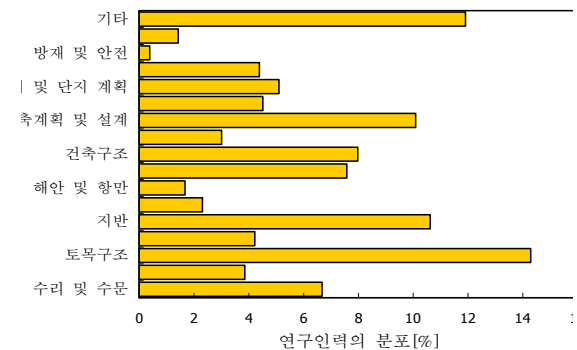


그림 105 건설 연구인력의 기술별 분포

주) 교육과학기술부(2010, 연구개발활동조사보고서) 자료

(나) 건설기술 인력 현황⁵²⁾

- 2012년 06월말 현재 등록된 건설기술인력의 총수는 66만 9,831명이며 2002년과 비교하여 약 38% 증가하였으나, 2007년부터 증가세가 둔화됨
 - 등급별로는 초급 기술자의 비중이 50%이상으로 가장 높으나 점차 감소하고 있으며, 특급 기술자의 경우 20%대를 차지함. 중급과 고급은 각기 10%대임. 감리원의 경우 수석감리사가 55.65%로 가장 높으며, 감리사가 25.14%를 차지함. 수석감리사의 비중은 지속적으로 증가
 - 자격별로는 무자격자가 2012년 6월말 현재 46.79%로 가장 높은 비중을 차지하며, 기술사는 3.75%(2만 5,131명)
 - 연령별로는 20대 인력 수가 지속적으로 감소하여 2002년 24.77%에서 2012년 6월말 현재에는 4.56%로 감소함. 40대 이상 기술자가 63.31%를 차지
 - 학력별로는 2012년 6월말 현재 학사의 비중이 가장 높아 42.46%이며, 지속적으로 증가함. 다음으로는 전문학사로 29.98%임. 학사 및 전문학사가 전체 기술인력의 72.44%를 차지함. 반면, 박사는 0.6%이며, 석사는 5.23%로 늘어나기는 하였으나 여전히 미미함
 - 직무분야별로는 2012년 6월말 현재 건축과 토목이 각각 39.60%와 40.25%로 약 80%로 차지하고 있으며, 2002년 대비 6%p 증가함. 15개 직무분야 중 6개 직무분야(토목, 건축, 기계, 국토개발, 안전관리, 환경) 인력이 전체 인력의 98%를 차지

- 토목 및 건축 전문분야별 기술인력
 - 토목 부문 자격증 보유 인력 및 학·경력 기술인력 양자 모두에서 토목시공 분야 기사와 고급기술자가 각각 3.51명, 2.09명으로 가장 많은 것으로 나타남
 - 철도 분야의 채용률 및 채용계획률은 현재 보유인원 대비 높은 비율을 보이지만, 실제 채용인원 및 채용계획 인원 수 자체는 많지 않음
 - 건축부문의 업체당 기술인력이 많은 분야는 건축시공의 기사(2.78명)와 특급기술자(1.51명), 고급기술자(1.51명)인 것으로 조사됨
 - 건축품질 분야의 기사는 퇴사율이 현재 인력대비 13.8%로 가장 높게 나타났고, 다음으로 건축품질 분야의 중급기술자가 12.5%로 높은 퇴사율을 보임
 - 건축/토목 관련학과 졸업생 추이를 보면 토목공학은 전체적으로 소폭 감소하고, 건축학은 약간씩 증가
 - 그러나 건축·설비공학과와 경우 2006년에 4,172명이었던 졸업생 수가 2011년에는 3,136명으로 약 25% 감소해 ‘건축·설비공학’ 졸업생 수의 감소
 - 졸업생수 대비 국가기술자격 취득자를 비율로 보면, ‘건축학’과 ‘토목공학’에서 전체적으로 국가기술자격의 취득률이 하락하는 추이임.
 - 토목공학의 경우 국가기술자격의 취득률이 2006년 31.32%에 달하기도 하였으나 2011년에는 전체 졸업생의 20.37%만이 취득

52) 건설기술인력 수급 예측시스템 구축 연구, 국토해양부, 2012.12

□ 선진국의 건설기술인력 수급 현황

▪ 일본

- 1990년 버블 붕괴 이후 20여 년 간의 건설업 불황속에서도 기술직 인력은 최근 2~3년간을 제외하고는 지속적으로 증가
- 그러나, 기능직 인력은 큰 폭의 감소세를 보였는데, 이는 기술직의 경우 주임기술자나 감리기술자 등 건설업법에 의해 그 활용이 의무화되어 있는 부분이 있기 때문임
- 건설업의 오랜 불황에 따라 건설업에 진입하고자 하는 신규 청년층 인력이 감소하였을 뿐 아니라 기존 자격증 보유 인력을 중심으로 한 인력 정책의 영향으로 일본 건설 기술자의 경우 고령화가 심각한 수준
- 일본의 감리기술자들을 업종별로 보면 토목이 전체 87만 5,185명의 기술자 중 37.6%를 차지하고 있으며, 건축시공이 16.6%, 건축사가 8.0%로 건축분야가 전체적으로 24.6%로 토목과 건축이 전체 기술자의 62.2%(건축사를 제외할 경우 54.2%)를 차지
- 우리나라의 경우 건축과 토목이 각기 40%내외로 양 분야를 합할 경우, 전체 기술자의 약 80%를 차지하고 있어 일본에 비해서 분야별 편중화가 더욱 심함

▪ 독일

- 최근 EU내 엔지니어의 상호인정을 위해 유럽식 공학인증이 도입됨에 따라 과거 학석사 통합과정으로 운영되던 공학교육을 다른 나라와 같이 학사와 석사를 분리하는 작업이 추진
- 통독이후 독일 지역에 대한 건설투자 확대로 붐을 이루던 건설업이 1997년부터 2005년까지 침체기를 겪다가 이후 다시 회복세로 돌아서면서 현재 건설 엔지니어의 경우 거의 완전고용에 가까운 고용 상태 유지
- 일본과 우리나라 보다는 덜하지만, 독일도 건설기술인력의 고령화가 문제시됨. 세 나라 모두 건설기술인력의 고령화를 우려한다는 점을 감안할 때 국가별로 건설 경기의 일시적인 부침을 떠나 향후 건설산업 자체의 매력도가 낮아졌기 때문일 가능성이 높으므로 중장기적인 관점에서 이에 대한 대응이 필요
- 독일 기술자들의 분야별 비중을 보면 토목과 건축 관련 기술자들이 전체 기술자에서 차지하는 비중이 26.56%(civil 13.8%, 건축 12.76%)에 불과한 것으로 나타나 우리나라의 토목, 건축 편중 현상과 대비
- 여성 기술자의 비중도 전체 기술자 대비 13.4%나 되어 공학 분야에 여성의 진출이 증가하고 있는 것으로 나타났음. 현재 우리나라의 경우 여성 엔지니어의 비중이 5% 내외에 불과하며, 청년층 인력의 진입 감소를 감안할 때 향후 보다 적극적인 여성 엔지니어 활용 방안 모색이 필요
- 독일의 경우 기술자들의 실업 뿐 아니라 공석을 등록하도록 유도함으로써 이를 기술 인력의 수급을 파악하기 위한 기본 데이터로 활용

□ 건설 기술인력 수급 예측

- 2007년 이후 계속되는 글로벌 금융위기에 따라 국내 건설산업은 지속적인 침체에서 벗어나지 못하고 있음. 이에 따라 건설기술인력들의 실업률도 20%대에 진입하는 등 증가세를 보임
- 이러한 상황에서 국내 건설업이 본격적인 성숙기에 접어들어 따라 현재 산업 내에 서는 기술인력의 공급 과잉 등에 대한 우려가 높아지고 있는 상황

- 단기 및 중기적으로는 건설투자가 대폭적으로 증가하지 않는 상태에서 건설관련학과 졸업자도 현재와 같이 배출된다면 기존 인력 및 대졸 신규 인력의 지속적 증가로 실업이 증가할 가능성이 높음
 - 그러나, 건설업 부진의 지속으로 기존 기술 인력들의 건설 산업 이탈이 증가하고, 신규 인력의 진입이 감소한다면 장기적으로는 일본이나 독일과 같이 기술 인력의 부족을 염려해야 하는 상황에 당면할 가능성 존재
 - 향후 기술 인력에 대한 정책은 건설 경기에 따른 실제 인력 수급 변화를 주시하면서 중단기적 정책과 장기적 정책의 구분 추진 필요
- 중단기적으로는 일자리를 확보하고 취업을 활성화시키는 한편, 적정 수의 인력 공급을 위해 업종 전환을 유도하거나 대학 정원을 점진적으로 조정하여 기술 인력 공급을 단계적으로 조정할 필요성 제기
 - 또한, 토목이나 건축 등 특정 직무 및 전문 분야에 편중된 인력의 분야별 조정을 가능하게 하는 방안을 강구하여 수요가 증가하는 분야로의 이동성 제고 필요
 - 산업계가 요구하는 실질적인 역량을 확보하고 글로벌 경쟁력 제고를 위해 교과과정 개편 필요
- 장기적으로는 적정한 신규 기술인력의 공급이 지속적으로 이루어져 건설기술인력이 일정수준으로 유지될 수 있는 정책 요망

2. 연구 시설·장비·기자재

(가) 국가연구시설장비 공동활용서비스⁵³⁾

- ☐ 국가R&D 사업으로 구축한 연구시설·장비 정보를 NTIS에 등록하여 도입단계부터 폐기까지 전 주기적으로 관리할 수 있도록 지원
- 국가R&D사업으로 구축한 연구시설·장비 정보를 범부처 차원에서 통합 수집·관리 및 유통이 가능

표 64 공동활용 장비별 현황(단위: 점수, 백만 원)

연도	시설 장비구분	계측		교육		분석		시험	
		점수	취득금액	점수	취득금액	점수	취득금액	점수	취득금액
2008	개발장비	18	1,848	1	30	13	682	59	13,516
	구매장비	859	69,553	241	12,406	1,663	155,235	2,652	859,460
	연구시설	1	600			7	255	30	6,590
	합계	878	72,001	242	12,436	1,683	156,172	2,741	879,567
2009	개발장비	25	1,049			26	2,801	122	16,287
	구매장비	837	79,566	105	6,202	1,794	166,541	2,052	251,282
	연구시설	4	309	1	20	12	674	39	5,027
	합계	866	80,925	106	6,222	1,832	170,017	2,213	272,596
2010	개발장비	18	1,024	2	100,000,060	13	487,446	93	8,401
	구매장비	726	50,629	119	1,127,653	2,163	222,518,474	1,687	11,916,354
	연구시설	1	22	1	11	14	78,664	28	458,971
	합계	745	51,675	122	101,127,724	2,190	223,084,584	1,808	12,383,726
2011	개발장비	7	415			3	85	7	280
	구매장비	135	11,040	27	1,440	504	142,258	321	1,836,087
	연구시설			1	0	2	80	2	127
	합계	142	11,455	28	1,440	509	142,424	330	1,836,495
합계	합계	2,631	216,056	498	101,147,821	6,214	223,553,197	7,092	15,372,383

표 65 공동활용 보유 기관별 현황(단위 : 점수, 백만 원)

기관유형별	계측		교육		분석		시험	
	점수	취득금액	점수	취득금액	점수	취득금액	점수	취득금액
2년제 국/공립대학			1	40				
2년제 사립대학	18	1,392	108	5,998	16	634	24	1,398
4년제 국/공립대학	204	14,362	127	8,080	748	73,371	329	32,455
4년제 사립대학	409	27,443	142	8,295	1,276	104,735	660	57,394
국/공립 연구기관	146	16,594	9	793	639	61,359	487	64,700
기타	136	8,390	14	345	379	25,808	676	63,895
기타공공기관	152	17,456	29	1,377	139	18,666	410	49,186
민간기업	775	39,898	13	101,116,681	1,186	222,942,952	1,915	13,955,709
시장형 공기업	6	619			16	1,238	50	10,953
정부출연 연구기관	611	76,107	26	3,450	1,247	271,845	1,963	1,057,264
준시장형 공기업	17	364			10	369	11	772
지자체출연 연구기관	142	12,779	28	2,759	497	44,246	553	77,227

53) <http://nfec.ntis.go.kr>

(나) 국가연구시설장비진흥센터⁵⁴⁾

□ 범부처 연구시설 및 장비의 총괄전담기관

- 연구시설·장비의 전략적 투자, 공동활용 촉진, 전문인력 양성, 국가 연구시설·장비의 총괄 운영 관리
 - 장비활용지원사업, 장비운영지원사업, 장비이전지원사업 등 진흥사업을 추진
- 장비이전지원사업의 경우, 국가 R&D 예산으로 구축된 연구장비의 과제종료 후 사양저하 및 활용목적의 상실 등으로 유휴/저활용상태로 방치되는 장비를 수요가 있는 타 기관으로 이전하는 사업

□ 국내 대형연구시설

- 대차동 특성주행시험기, 신타형통합성능시험기(한국철도기술연구원), 충격시험장비((재)울산테크노파크) 등 존재

□ 주요 연구장비집적시설

- 공실관(국립대학공동 실험실습관 26개소)
 - 고가 첨단 분석기기의 활용을 극대화하고 대학의 교육·실험·실습과 연구 환경을 개선
 - 각 지역의 대학과 산업체간 협동 체계를 구축하여 지역 발전에 기여
 - 각 대학의 각종 큰 연구 프로젝트가 공동실험실습관 내 여러 첨단 분석 장비들을 이용
 - 첨단 연구장비에 기반한 대학 연구발전과 지역 기업의 기술 생산 증대 역할수행



그림 106 국립대학 공동실험실습관

54) www.nfec.go.kr

- TP(Techno Park, 18개소)
 - 고가장비를 구축하여, 장비활용, 기술개발 및 지도이전, 사업화, 마케팅 등의 통합지원
 - 기업 공동활용이 가능한 고가 분석·시험 장비 구축·운영
 - 해당분야의 연구개발 수행 및 기업에 대한 기술적 지원 등
- RIC(지역혁신센터 RIC : Regional Innovation Center 101개소)
 - 지역기술혁신 촉진 및 지역산업 진흥을 위해 연구개발·창업보육·시험생산·기업지원.
 - 서비스 기능을 집적하는 거점단지(Hub)를 조성
 - 산업정책과 기술정책의 유기적 연계를 위한 중추기관
 - 지역 균형개발을 위해 지역 내 인적, 물적 자원을 결집할 구심체



그림 107 테크노파크



그림 108 지역혁신센터

(다) 국내 유관시스템 현황

- 정부부처별로 기후변화에 따른 기록적인 폭우 및 폭설, 일본의 대지진 등 예상치 못한 재난으로 인해 피해가 확산되고 있는 실정에서,
- 국민에게 재난정보를 신속하게 제공하여 국민의 재산 및 인명피해를 최소화하기 위해서는 각 부처(청)의 인터넷 등을 통해 재난정보를 제공

표 66 국내 운영 중인 안전 및 유지관리 관련 시스템 현황

기관	운영 시스템	대상 정보
국토 교통부	돌발홍수예측시스템	레이더 및 위성영상의 기상정보, 예측 강수량 산정 정보, 홍수 유출량 산정정보
	통합홍수예보시스템	수문관측정보 및 홍수 예·경보 정보, 수위/우량 관측정보, 댐 정보 및 수문방류 정보, 수위 및 우량관측소 정보
	수문자료공유시스템	홍수예보발령 정보
	홍수지도관리시스템	수리·수문 분석 정보, 범람 홍수해석 정보
	실시간수문자료관리시스템 (HDAPS)	댐유역의 실시간 수문정보
	국가수자원관리종합정보시스템(WAMIS)	대국민 수자원 관련자료 정보(수문기상정보, 유역정보, 하천정보 댐정보, 지하수정보, 이수정보, 수도정보, 환경생태 정보 등)
	시설물정보관리통합시스템	시설물기본정보, 시설물안전관리정보, 시설물 생애주기 비용 정보, 시설물 사고사례 정보, 시설물 관련 업계 정보, 시설물 연계 정보, 시설물 관련 기술 정보
	국토해양 재난정보센터	국토해양재난 신고 정보
	국가교통정보센터	실시간 교통, 사고/통체구간, ITS 지식 정보
	철도안전정보포털	지역별 철도운영 정보, 통계현황, 사고사례 정보
	교통정보	교통안전, 통계, 교통속보, 정체구간 정보
	항공기상청	위성구름정보, 레이더 정보, 지역별 공항 날씨 정보
	부산지방해양항만청 해양/안전/환경	항만정보, VTS정보, 업체정보, 도선정보, 해양안전 예보 정보
	해양안전종합포털 (GICOMS)	선박정보, 해양사고, 항행통보, 항행정보, 해양기상, 통계정보
	한국도로공사 교통정보	교통속보, 교통상황, 지정체구간, 교통안전 정보
	한국공항공사 항공지식	지역 공항정보, 운행정보, 날씨정보
	부산항만공사 재난안전대책	항만운영정보, 물동량정보, 선박 입출항 신고정보
	인천항만공사 정보서비스 메인/인천항포털	공항안내도, 항공운행정보, 관련 교통시설 정보
	울산항만공사 항만운영 정보, 항만운영모니터링	공항안내도, 항공운행정보, 관련 교통시설 정보
	경기평택항만공사 항만정보	공항안내도, 항공운행정보, 관련 교통시설 정보
	인천국제공항공사 안전 보안, 통계정보, 세계날씨	안전보안, 통계정보, 세계날씨 정보

기관	운영 시스템	대상 정보
구, 지식 경제부	재해비상상황관리시스템	비상발령현황, 비상근무인원현황, 인명피해현황, 정전 및 송전현황, 송변전설비 피해현황, 발전설비 피해현황, 배전설비 피해현황, 피해지역 전력공급 지원현황, 피해지역 국내설비점검 지원현황
	가스배관망정보시스템	가스안전관리정보, 가스배관망 정보, 국가기반보호상황실 연계 정보
	신경영정보시스템 (가스피아)	가스안전검사, 가스제품검사관리, 가스안전교육관리
	국가에너지통계 종합정보시스템	에너지 수급, 가격, 경제지표, 지역별 통계 정보 등
	전기재해통계정보시스템	전기화재, 전기재해, 각종 통계, 사고사례 정보 등
	전기안전정보시스템	대국민/공무원 전기안전정보 등
	유가정보 서비스(Opinet)	유가정보, 지역별 주유소 정보, 불법거래업소, 통계 정보 등
	e-Safety민원처리시스템	정전, 누전시 긴급출동 서비스 및 신고 정보 등
	전력통계정보시스템	연료비용, 발전실적, 발전설비, 주요경제지표 정보 등
기상청	종합기상정보시스템 (COMIS)	국내기상정보, 3시간 예보, 산악예보, 기상정보, 기상개황, 특보통보문, AWS 관측자료, 태풍정보, 지진속보, 지진통보, 지진정보, 해일정보, 고속도로 예보, 낙뢰관측
	방재기상정보시스템	기상특보, 기상예보, 지상기후, 해상일기, 일기도(GIS), 위성(GIS), 레이더, 낙뢰, AWS, 고층, 항공, 세계기상
	기상청 황사센터	황사예측, 황사일기도, 영상 정보
	기상청 지진센터	지진정보, 지진해일정보, 관측자료, 대피요령
환경부	대기오염도 실시간공개시스템	미세먼지, 오존, 이산화질소, 일산화탄소, 아황산가스 등 정보
산림청	산사태위험지관리시스템	산사태 발생지 정보, 산사태 위험지 판정 및 산사태 위험지도 정보, 산사태 위험지 공간정보, 산사태 발생지역 자료정보
	산불위험예보시스템	기상정보, 일몰/일출시각, 산불위험지수, 통계 정보
	산불재해위치정보시스템	기상정보, 일몰/일출시각, 산불위험지수, 통계 정보
	국립공원관리공단 웹페이지	지역별 국립공원 시설정보, 대피소 정보
소방 방재청	국가재난관리정보시스템	풍수해, 폭발, 대형화재, 건축물 등 시설재난에 대한 실시간 상황정보, 피해상황정보, 실시간 지역정보
	자동우량경보	전국 145개 지점 주요 계곡에 자동 대피 안내 방송
	지진해일 경보	사이렌 1,612대 설치해 지진해일 예상시 대피 방송
	휴대전화 서비스	재해 위험지역 주민에게 휴대전화 경고메시지 발송

3. 국내외 협력기관

(가) 정부 부처

□ 국가과학기술위원회에서 재난·재해 과학기술 지원 특별위원회 구성·운영⁵⁵⁾

- 범정부 부처가 통합적으로 연구개발과 정부정책 간의 연계를 강화하여 재난·재해에 선제적이고 종합적인 대응체계를 구축하고자 마련

□ 국토교통부에서는 교량, 터널, 사면 등 주요시설의 유지관리를 위한 정부사업을 지속적으로 수행

- BMS, TMS, CSMS 등을 통해 시설물 상태예측 및 유지관리 전략 수립, 시설물 성능 유지를 위한 예산투입 규모 설정 등을 매년 단위로 실시
- 일반국도상 특수교량에 대한 통합유지관리센터를 운영하고 있으며, 권역별로 지역사무소를 설치하여 직접적인 유지관리 업무를 수행
- 또한, 국토해양지킴이, 시설물정보종합관리시스템(FMS), #4949 등을 운영하며 이상징후 조기검지 및 최적 대응을 위한 체계를 구축



그림 109 국토교통부 종합상황관리 시스템 구성도

□ 안전행정부 소방방재청에서는 범정부 재난관리 네트워크 시스템을 구축하여 운영

- 각 부처 및 기타 행정기관 등의 재난감시정보 일부를 연계하며, 재난감시정보는 중앙부처 및 자치단체 등에서 공동 활용하고 실시간으로 자동 생성되는 기초정보들을 연계·제공하는 시스템
- 시군구 재난대응 시스템을 구축하여 시군구 관리시설의 재난정보를 수집, 분석하여 의사결정을 지원하고, 시군구 관리시설 재난발생시 대응조치, 종합보고까지의 역할을 수행하며, 지방도, 지방하천 등 안전행정부(소방방재청) 소관의 재난대응시스템

55) 국가과학기술위원회 보도자료 : 2011년 6월 2일(연구개발기획과)

(나) 민간 업체

- 국내·외 많은 민간 업체에서 SOC 시설물의 관리 업무를 자동화/효율화 하기 위하여 건설기술과 정보통신기술을 융합한 신산업 창출을 시도

표 67 국내 센싱, 모니터링 관련 우수기관 현황

업체명	중점분야 및 능력
동원측량 콘설탄트	터널측량 및 시공관리 시스템, 현황 측량 및 횡단 측량, GPS 해상 측량 시스템, 해상작업선 위치 관리 시스템, 구조물 변위 계측시스템, 3D 레이저 스캐닝
코어포스	하수도 통합관리 시스템(Sims25), 상수도 통합관리 시스템(Wims23)
에이스인스트루 먼트	무선자동계측시스템 [ARF-100]
이제이텍	토목분야(터널, 교량 등) 자동화 계측시스템, FBG 광섬유 센서를 이용한 자동계측시스템, Multi antenna GPS를 통한 사면, 교량 자동화시스템, 사면계측 통합프로그램, 흙막이 통합안전관리 계측프로그램, 교량외관조사 자동화시스템, 막장전방의 선행변위 거동예측을 위한 자동경사계 계측시스템
지오넷	MPI 자동 지중경사시스템, 유비쿼터스를 이용한 터널 자동계측시스템
대건측량토목설 계공사	인공위성(GPS) 해상측량시스템
선일계측시스템	소음/진동 분석 시스템
에이디씨 시스템	TCMS(Train Control & Measurement System) Simulator & 시험기 시스템, 한국형 고속철도(G7) 시운전 주행 제동 모니터링 계측시스템, 고속철도(KTX) 주행 제동 성능 계측 시스템
케이엠티엘	고감도 CCD카메라 스캐닝 장치 이용한 터널 균열상태 mapping, 화상처리 및 인공지능법을 이용한 콘크리트 균열 상태 평가 시스템, 화상인식 및 분석 기술, 화상결과 DB관리 체계 소프트웨어, 화상결과의 3차원 Visual Simulation 시스템, 적외선 열화상을 이용한 터널스캐닝
대경측기	이미지측정시스템
지엠지	지능적 네트워크 카메라시스템, 실시간 사면관리, 실시간계측시스템(Fiber Optic system, Multi-TRS system, VT/W combination system, GTM system)
유니콘스	차량 유동을 고려한 교량 안전성 진단 알고리즘 및 시스템, 유비쿼터스 기반 구조물상시계측 모니터링 시스템
삼화산업	로내 내시경 시스템
코아텍	3D 통합지반정보시스템(3차원분석시스템, Web-GIS 활용시스템, 계측자료 분석시스템)Linux-mounted Chip 내장센서에 의한 계측, 계측결과의 실시간 입력에 의한 데이터베이스 구축, 지반 이상거동 경고 및 장기거동 예측 등의 분석

업체명	중점분야 및 능력
코세코	GeoMos 실시간 모니터링 프로그램, MMS GPS 모니터링 프로그램, 3DMPPro Ⅱ 자동계측변위프로그램
지구환경전문가 그룹	웹기반 자동화 계측시스템, 강우자동경보시스템, 공계측관리 시스템, 홍수위감시관리 시스템, 시화조력발전소 계측관리 시스템, EK Grouting 실시간 모니터링 시스템, 연약지반침하 안정관리 시스템, 터널안정관리 시스템, 낙석감지시스템, 사면안정관리시스템
바노	진동모니터링 시스템
엘텍	철도기술연구원 브레이크 다이نام로 데이터 획득 시스템
새길이엔시	흙막이 터널, 연약지반, 영구구조물, 계측관리 자동화계측 System에 의한 원격계측
화이버트론	Fiber Optic Structural FOS Nerve Safety Monitoring System, 광변위계측시스템
지하정보기술	시추공물리탐사(암반정밀탐사) - 시추공토모그래피(탄성파/전기비저항), 시추공텔레뷰어(영상촬영/초음파), 밀도, 자연감마, 전기검층, PS 속도검층, 지하수탐사/오염대조사, 지하수탐사/오염대조사, 댐/제방 누수조사, 제방단면조사, 지하공동탐사
로텍인스트루먼트	Log-Eyes, ISMS 계측 S/W
동아지반계측토 목계측	지중수평 변위 계측 장비, 지중 경사 측정용 케이싱, 가속도센서 간극 수압 센서, 지중 침하 계측 센서, 구조물 경사 계측 센서 수직, 수평 변위 계측용 전자 빔센서, 토압계와 압력 셀 진동현식 스트레인 게이지, 하중계, 균열 측정 센서, 자동화 계측 시스템 (CR-10 Data Logger), 휴대용 측정기
현대건설	광섬유센서, GPS 등을 이용한 토목분야(교량, 터널, 굴착 등)의 계측시스템
글로벌광통신	온도, 전류, 전압 등의 변화를 실시간 측정하여 화재를 감시하는 광섬유센서시스템(TMFS-150)
아이세스	광섬유센서와 가속도계를 이용하여 건축물의 상태를 감시하는 온라인 상시안전감시시스템
한국유지관리	광섬유, GPS 등을 이용한 상시계측시스템
동아지반계측	철로주변의 침하·뒤트림 계측시스템
바이텍코리아	토목분야의 다양한 상시계측시스템 구축
디시랩	교량 안전계측시스템

표 68 해외 센싱, 모니터링 관련 우수기관 현황

업체명	중점분야 및 능력
Accellent (미국)	- 능동 및 수동 음향방출시스템(AE)을 제공 - 온도감지로 손상을 감지(균열, 박락, 부식 등) - 이상상태에 대한 경보기능을 제공/ 교량의 관리자에게 알람 제공
Advitam (미국)	- 가속도계, 스트레인게이지를 이용한 모니터링 시스템을 제공 - 음향 방출 센서 및 기타 여러 센서에 의한 결함감지 - 교량의 건전성, 단기 및 장기를 모두 모니터링 - 원격기능과 알람기능 제공
Advanced Telemetry International (ATI) (미국)	- 무선모니터링 기능을 제공 - 관리자의 요구에 따라 무선장치에 별도센서 부착. - 특히, 그들은 6 피트 범위 내에서 응력집중을 감지하는 스트레인센서 - 원격경보가 가능한 시스템(센서, 소프트웨어, 제어 장치, 통신)을 제공
Crossbow Technology (미국)	- 무선으로 다양한 센서 네트워크를 제공 - 저전력, 낮은 데이터 속도 어플리케이션 - 전체 시스템 경보 및 원격기능 포함.
Digitexx Data Systems (미국)	- 교량 관리자를 위한 장기 및 단기 모니터링 솔루션을 제공. - 시스템 내 특정응용프로그램에 정의하는 손상감지기능 제공 - 경보 및 원격 통신 기능을 갖춘 완전한 시스템을 제공함 - 필요한 경우 시스템 설치 및 유지보수업무 수행.
Dunegan Engineering (미국)	- 단기 및 장기 모니터링 솔루션을 제공 - 강구조물의 피로 균열을 감지하는 음향방출센서 전문 - AESmart2000 소프트웨어 패키지는 균열 성장과 깊이를 감지 처리.
Engius (미국)	- 콘크리트의 단기 모니터링에 초점을 맞추고 있음 - 시공중 콘크리트 강도를 추정을 위한 임베디드 서미스터 제공. - 원격통신 및 알람 기능 제공.
Excelerate (미국)	- 검사목적을 위한 Automated chain system 제공 - 콘크리트 표면에 박락을 검사하기 위한 음향응답시스템 제공 - 배터리 전원을 이용한 휴대용 장비 구현
Fiberpro (미국)	- 광섬유 센서 전문(스트레인, 온도, 가속도, 그리고 변위 센서) - 장기적인 솔루션을 제공
Futurtec (미국)	- "“First Alert Monitoring System”라는 건전성감시 시스템을 제공 - 변위, 기울기, 진동, 풍속, 온도 등 다양한 요소, 구조 거동의 제공 - 수집된 정보는 인터넷을 통해 구조물의 전반적인 건전도 결정. - 이상 시 진입제한시스템과 연결하실 수 있습니다. - 획득한 데이터는 조건으로 결정을 만드는 "신경 엔진"에 의해 처리 - 위험 교량에 대한 조기 경보 시스템에 적용

업체명	중점분야 및 능력
Geomation (미국)	- 장기 교량 모니터링 솔루션을 제공 - 이러한 사용자 정의 시스템은 스트레인, 온도, 하중, 그리고 변위측정 - 원격 통신 및 경고 기능 등 완전한 시스템을 제공 - 교량의 건전성 평가를 위한 정적 측정에 중점.
Geomedia Research and Development (미국)	- 박락감지시스템(아스팔트, 콘크리트) 제공 - Impact-Echo방법을 사용하여 철근 부식, 열화 모니터링 - 교면포장 콘크리트 또는 아스팔트에 적용 - 소프트웨어, DB구축 및 교육훈련서비스
GSSI (미국)	- 브리지 데크 평가 전문기업. - 휴대용 GPR로 박리, 공동, 철근과 콘크리트 커버 감지 - 장치 및 소프트웨어 제공
Harmonic Footprinting (미국)	- 고조파 Footprinting이에서 발생하는 진동을 결정하기 위해 센서를 사용하여 특정 금속의 관절, 공동 등 검출 - 관리자별 맞춤형 모니터링 시스템제공
HBM (미국)	- 단기 및 장기 모니터링 솔루션 제공. - 교량의 건전성평가를 위한 변위, 변형률, 그리고 진동을 모니터링 - 이러한 사용자 지정시스템은 완벽하게 통합된 통합시스템으로 사용가능 - 원격 통신 및 알람 기능 구현
Impact Echo Instruments (미국)	- Impact-Echo방법을 이용한 Bridge deck와 콘크리트의 검사에 초점 - Bridge deck의 건전성을 평가하는 충격 반향법을 사용
Infrasense (미국)	- 장기, 단기, 및 검사를 포함 한 건전성 모니터링 시스템을 제공 - 이러한 시스템은 GPR 또는 IR (적외선 Thermography)이용한 부식, 박리를 감지하고, 콘크리트 구조물에 debonding을 사용 - Bridge deck전문의 데이터 처리를 위한 소프트웨어 제공.
Instantel (미국)	- 교량 진동을 모니터링하기위한 시스템을 제공 - 움직임이 있는 같은 다리 주변 조건에서 시스템 액세스 가능 - 경고, 알람기능제공 - 교육훈련 및 장비, 소프트웨어 및 하드웨어 업그레이드 제공
Invocon, Inc. (미국)	- 항공 우주에 대한 무선 건전성모니터링 시스템 전문 - 가속도, 변형, 습도, 온도, 압력, 또는 전기 저항을 기반으로 센서로부터 측정 - DIDS 시스템 음향 방출을 사용하여 충돌에 대한 모니터 및 영향평가 - 소프트웨어와 교육 등 다양한 사용자에게 서비스 제공
LifeSpan Technologies (미국)	- 장기 및 단기 모니터링 솔루션을 제공 - 각종 거동 모니터링 센서군을 사용하여 가속도, 온도 및 변위 계측 - 원격 및 경고 기능을 모두 가지고 완벽한 시스템을 제공함 - 강구조 및 콘크리트 교량에 다양한 사용가능.
MALA (미국)	- GPR을 이용한 브리지 데크 검사 시스템을 제공 - 부식으로 인한 delaminations 및 공동검사

업체명	중점분야 및 능력
	- 휴대용 시스템은 다리에 있는 콘크리트의 상태를 조사하기 위해 실시간으로 데크 이미지를 표시.
Matech (미국)	- Electrochemical Fatigue Sensor(EFS)를 이용한 금속재료 검사 - 균열 개시/전파를 감지하기 위한 금속부재 건전성 검사기술 제공 - 특별히 고안된 프로그램은 균열지표 찾기 위한 데이터를 분석제공.
Omnisens USA (미국)	- 고유한 시스템을 통해 브릿지 데크의 얼룩 및 온도 측정 - 광섬유 스트레인과 온도 센서를 사용하여 교량 원격 모니터링 가능 - 소프트웨어 및 데이터를 처리, 저장시스템 제공 - 센서 배치, 설치를 위한 설계 및 훈련 제공.
Osmos USA (미국)	- 교량 주요부재의 상태감시를 통한 교량 건전성 모니터링 시스템을 제공 - 광섬유 센서에 의한 교량의 정적 및 동적 변위 모니터링 - 아날로그 센서는 또한 틸트 및 진동 등 다양한 장소에서 다리의 다른 거동을 측정하기 위해 구현가능. - Weigh-in-Motion에 의한 활하중모니터링 제공
Physical Acoustics Corporation (PAC) (미국)	- 장기 및 단기 모니터링 시스템 제공 - 솔루션뿐만 아니라 검사장비 추천(주로 음향방출센서전문) - AE는 (균열, 파열 또는 철근의 파괴)등 붕괴징후를 감지 - 경보 및 원격 통신 기능 제공.
Pinnacle Technologies (미국)	- 장기 및 단기 모니터링 시스템 제공 - 실시간으로 교량 응답을 모니터링 하는 GPS를 사용 - 원격 통신 및 알람 기능 제공
Practical Technologies LLC (미국)	- 설계 및 붕괴 모니터링 시스템 제조 - 교량의 실제 붕괴에 대한 모니터링 수행 - 광섬유 케이블의 파손감지를 통한 붕괴예측 -> 교량통제업무수행
Roctest Group / Smartec (미국)	- 다양한 종류의 센서를 사용하는 건전성 모니터링 시스템을 제공 - 균열 형성과 성장, 스트레인, 글로벌 변위, 회전, 가속, 온도, 하중, 수위, 틸트, 부식 및 진동 모니터링이 가능 - 원격 모니터링 소프트웨어는 교량의 형식에 맞게 제공 - 현장 서비스 및 지원, 데이터 분석, 및 교육 세션
S + R Sensortec GmbH (미국)	- 콘크리트 구조물의 부식 모니터링 전문 - Macrocell 부식 속도 모니터링 기술을 사용하여 부식 속도를 측정 - 부식정도, 위치를 제공하기 위해 여러 깊이에서 센서를 사용 - 시스템의 디자인과 수집된 데이터의 평가 지원.
Sensors & Software, Inc (미국)	- GPR 장치의 제조 전문, 센서 및 소프트웨어 포함 - 콘크리트 내에 손상감지를 위한 시스템 일체를 제공 - 현장에서 수집된 GPR 데이터를 저장하고 후처리를 제공할 수 소프트웨어가 포함 - 시스템의 사용에 대한 교육 제공

업체명	중점분야 및 능력
Strainstall (미국)	- 장기 모니터링에 사용되는 건전성 모니터링 시스템을 제공 - 용접의 피로 조기 경보(시공중, 공용중 모두 사용가능)
Structural Monitoring Systems Ltd (미국)	- 콘크리트의 균열검지를 위한 comparative vacuum monitoring system - 균열의 개시, 성장, 전파 등 모든 과정을 모니터링함 - 균열의 발생 경고 가능 포함
Vienna Consulting Engineers (미국)	- 완벽한 맞춤형 모니터링시스템을 제공 - 진동 모니터링, 스트레인, 변위, 하중 및 환경 조건을 포함하여 시스템에 사용하기 위해 센서의 다양한 제공 - 시스템은 인터넷 문자 메시지 또는 이메일을 통해 경보를 전송할 수 있는 알람 기능을 프로그래밍 - 소프트웨어, 교육, 시스템 설계 및 설치기술 제공.
Virginia Technologies Inc (미국)	- 특별히 고안된 모니터 Corrosion 센서를 제공 - 선형 편광 저항을 사용하여 콘크리트의 부식 속도를 측정하는 철근 콘크리트 구조물의 부식 모니터링시스템 제공 - 센서는 저항, 염화물 함량 및 콘크리트의 Potential을 측정하는 기능
MEMSIC (미국)	- 다양한 종류의 무선센서를 개발, 판매 - Imote2, LOTUS, IRIS, MICAz, MICA2, TelosB, Cricket 센서 판매 - 사회기반 시설물 모니터링뿐만 아니라 다양한 분야에 무선센서 적용
MicroStrain (미국)	- 소형계측기기 개발 및 판매 회사 - 개발센서의 경우 의료, 토목구조물, 상품제조, 자동차, 군사용 등 다양한 분야 적용
(주)Cambridge Systematics와 (주)Optima (미국)	- Markov 모델을 이용한 상태 분석한 Pontis 개발 - AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials) 현장 적용 - 미국 내 45개 주 이상, 지방자치체 외에 헝가리, 캐나다, 이탈리아 등에 사용되는 세계적으로 유명한 BMS
TAISEI (일본)	- 일본 고층 건축물 시공 선두주자 - 초고강도콘크리트 활용 자국 건설업계 1위 - 실시간 지진정보처리, 지진동 예측 - 구조물 통합관리시스템 - 구조물 면진 및 진동대응보강
HITACHI (일본)	- 재해검지(감시) 장치 및 시스템 - 재해통보 및 재해복구대응시스템 제공(피난유도, 전력공급 등) - 휴대단말기를 이용한 재해정보수집시스템 - 방재행정무선시스템 구축
TOSHIBA (일본)	- 방재정보시스템 및 방재정보제공 프로그램 구축 - 마이크로파 다중무선회선 및 위성회선 안테나 구축 - 통신수단을 이용한 재해 피난유도시스템 구축 - 하천관리시설 감시제어 시스템 구축

업체명	중점분야 및 능력
IBM (미국)	- 위기자동경보시스템 - Erdas Imagine, Socket set 등과 같은 다양한 RS 및 사진측량 소프트웨어 제 공 - 항공사진기, LiDAR GPS 등 생산 - 지진, 해일 탐지방법, 등급별 경고 시스템
NEC (일본)	- 위험도 평가 장치 보유 - 재해대응통신시스템, 무선기지국 장치, 무선제어장치, 휴대 단말 및 이재자 단 말 정보 DB 보유 - 피난자유도시스템, 피난자 유도 방법, 피난자 유도 프로그램 구축
RTRI (일본)	- 선로이상 감시, 지진피해정보 네트워크 운영 - 구조물 건전도 평가/진단 방법 제시 - 고가교 실시간 지진피해 추정, 터널계측, 교량세굴 등
MATSUSHITA ELECTRIC (일본)	- 지진경보, 긴급통보 - 구조물 비파괴 검사 - 피난유도장치
SHIMIZU (일본)	- 재해시 안부확인시스템 - 구조물 건전성 판정 및 보강방법 - 먼진/제진 장치 및 시스템, 지진피해평가 시스템 - 지진피해 예측시스템 및 해저드 레벨 평가 방법
KAJIMA (일본)	- 지진 진도예측 및 조기경보 시스템 - 도시형수해예측해석 시스템 구축 - 구조물 내진성능평가 및 지하구조물 안전도 평가 - 구조물 진동제어, 구조물 복구공법
MITSUBISHI ELECTRIC (일본)	- 위기 관리 시스템 - 재해 정보 축적 장치 및 재해 정보 처리 시스템 - 관리설비 원격감시제어 시스템 구축 - 피난경로정보 생성 장치, 휴대 단말, 피난경로유도 방법, 피난경로정보생성 프 로그램, 피난경로정보 출력 프로그램 - 재해 행동지원시스템 및 시나리오 작성 프로그램
NTT (일본)	- 재해용 전언서비스 실시 - 재해에 강한 통신 네트워크 및 통신설비 구축 - 재해 발생시 구조·복구에 필요한 긴급통화 확보 - 통신서비스의 빠른 복구를 위한 이동전원차, 포터블 위성장치, 이동형 무선기 지국차 보유
TAKENAKA KOMUTEN (일본)	- 먼진구조물기술(다층, 부체고상식) - 시설물 피해예측시스템, 내진성능평가시스템 - 지진재해 복구지원시스템 - 지진방재정보시스템(DIS) 구축 - 지진리스크 간이평가 시스템 「TRAIN®」 구축
FUJITSU (일본)	- 휴대 전화망 재해대처시스템 - 긴급지진속보 보조장치 - 긴급지령지도 작성 및 시스템

업체명	중점분야 및 능력
MITSUBISHI HEAVY IND (일본)	- 지진 등의 재해검지 및 구조물 검사장치 - 재해관리, 보상시스템/방재관리시스템

4. 이슈 및 시사점

- 연구 인력의 경우, 인구감소 및 건설업 회피 현상과 기존 기술 인력의 고령화 심화가 주로 응답되어, 공급의 기본적인 양적 문제와 이로 인한 기존 인력의 고령화 등이 가장 이슈가 될 것으로 나타남.
 - 특히, 중소기업의 산업체로의 기술인력 유입이 둔화되는 실정으로 향후 산학연 구도의 공동연구 추진 등에 애로사항이 존재할 것으로 예상됨
 - 대학 간의 국제협력은 비교적 활발한 편이나, 기업 간 또는 연구기관 간의 국제공동연구 등에 대한 기반이 부족함
- 연구시설·장비·기자재 등 연구기반 인프라의 경우 정부출연기관 또는 정부기관 중심으로 구축되어 있으며, IT관련 인프라의 경우 민간기업을 중심으로 구축되어 있으며, 고가의 장비의 경우 예산부족으로 인해 다소 부족함
 - 국가연구시설장비 공동활용서비스 및 국가연구시설장비진흥센터가 설립되어 운영 중이나 SOC 관련 기자재의 특성 상 단독활용 기자재가 많아 범용적으로 활용되기에는 한계가 존재함
- SOC 시설물과 관련된 R&D의 경우, 장기간에 걸쳐 실제 실물실험을 통한 검증이 필수적이나 공용 중인 시설물을 연구기자재화 하는 데에는 한계가 존재함
 - 따라서, R&D 수행 단계에서 실시한 현장 실험 등은 장기적으로 연구인프라로 활용할 수 있도록 제도적 보완이 필요
- SOC 시설물의 지속적인 노후화 진전에 따라 안전 및 유지관리를 위한 첨단기술에 대한 기술이전 수요는 클 것으로 기대
 - 반면, 한정된 시장이 형성됨으로 인해 실질적인 자본 투입은 한계가 존재

5절 종합분석

1. 미래사회 전망에 따른 SOC 시설물 이슈 반영

- 안전 위험성 증대, 국민의 삶을 중시하는 복지사회, 기후변화가 시설안전 분야에서 가장 중요한 메가트렌드로 부각될 전망⁵⁶⁾
- 향후 10년 시설안전 분야에 영향을 미칠 주요 메가 트렌드(건설연구 설문조사, 2011)
 - 안전 위험성 증대(35%), 국민의 삶을 중시하는 복지사회(19%), 기후변화(18%), 기술의 융·복합화(15%), 양극화(12%) 등

표 69 미래 트렌드를 반영한 SOC 시설물 관련 이슈

구분	메가트렌드	시설안전 관련 이슈
사회 (Social)	양극화	· 노후 소규모 시설물 및 민간 시설물의 안전 취약 현상 심화 · 대형 안전진단전문기관, 유지관리업체 위주로 시장 및 기술력 편중 · 고학력자의 3D업종 기피로 인한 안전진단 및 유지관리 우수인력 부족
기술 (Technological)	기술의 융·복합화	· 시설물 손상 및 자기치유 기술 부각 · 유비쿼터스 개념에 의한 실시간 구조물 모니터링 기술 및 정보시스템 고도화 · BIM(Building Information Modelling) 안전진단 및 유지관리 업무 접목 가속
환경 (Ecological)	기후변화	· 이상기후 선제대응 시설안전 요구증대 (자연재해에 대한 시설물 평가기준 등) · 저탄소·친환경형 보수·보강재료 및 신공법 개발 · 시설물의 장수명화 기술 개발 촉진
경제 (Economic)	국민의 삶을 중시하는 복지사회	· 높은 수준의 시설물 사용성능 요구 · 복지재원으로 인한 신규 SOC 건설 저조 · 공공 시설물 유지관리 중요성 대비 투자 미흡 · 자산관리를 통한 안전·사용성능 확보
정치 (Political)	안전 위험성 증대	· 노후화로 인한 안전관리 필요 시설물 및 사회적 불안감 증가 · 환경변화에 따른 시설안전관리체계 정비 · 시설안전 운영시스템 테러대응방안 강구

56) 제3차 시설물의 안전 및 유지관리 기본계획, 국토해양부, 2012

□ 인구의 고령화 대비 기술개발 요구

- 기술인력과 관련하여 향후 10년간 중요한 이슈로는 인구감소 및 건설업 회피 현상과 기존 기술 인력의 고령화 심화가 주로 응답되어, 공급의 기본적인 양적 문제와 이로 인한 기존 인력의 고령화 등이 가장 이슈가 될 것으로 나타남.
- 따라서, 시설물 안전 및 유지관리 분야에서 관리자의 업무 효율성을 극대화 시키고, 기술수준을 유지할 수 있는 과학적/객관적 평가 체계의 구축이 요구됨

□ X 이벤트와 복합재난에 대응하는 최적화 시스템의 개발 필요

- 미래사회에서는 재난의 발생 가능성은 낮으나, 일단 한 번 발생하면 엄청난 파급력을 가진 극단적 사건인 X 이벤트의 출현이 예상되지만, 극한 기상재해에 대응할 수 있는 구조적 대책과 비구조적 대책을 망라한 보다 통합적인 대책을 실현할 수 있는 기술개발이 요구됨
- 기후변화, 지구 온난화에 의한 기상이변 등으로 인해 전 세계적으로 자연재난의 발생건수 및 피해규모가 지속적으로 증가하게 될 것으로 예상되므로 재해 예측 및 사전경보 시스템 건설 등 기존 SOC의 성능 향상 및 X-event에 대응하기 위한 안전기술 적용 증가가 필요함
- 특히, SOC 운영 비용의 절감과 효율성 증대를 위한 IT 기술의 융합이 필수적이므로 네트워크 재해로 인한 2차 사회적 재난을 경감시키기 위한 보안 기술이 강화될 것이며, 재난대응 안전도시의 필수 요소로써 안보/안전 확보 기술이 적용되어야 함

□ 정책 수립 및 집행을 지원하는 기술개발 필요

- 기술적 측면의 연구보다는 국가적 방재차원의 재해대책 수립에 대한 연구에 초점이 맞춰져 있어 기술적인 대안이 필요함
- 안전 기준, 위험도 및 피해도를 종합적으로 판단할 수 있는 시설물의 정량적인 상태기준, 성능과 악 및 예측 등을 위한 기술개발 필요

□ 국내의 유지관리체계는 1995년에 제정된 안전성 확보차원의 시설물관리체계이며, 관련 규정에는 안전성 확보를 위한 최소한의 기준만 정립된 상태임

- 국내 SOC 시설물은 외국에 비해 공용 연수가 매우 짧으며, 이에 따라 해당 시설물의 설계, 시공, 유지관리 경험과 기술축적을 중요함

□ 국내 시설물의 평가기술은 도로의 주요시설인 교량 구조물 위주로 개발이 진행되었으며, 최근에는 타 분야에 대한 평가기술개발이 진행되고 있음. 특히, 시설물의 평가기술은 선진국과 약 10년 정도 기술격차가 있는 것으로 평가되므로 이를 극복할 수 있는 기술개발이 요구됨

- 기획재정부가 실시한 ‘사회기반시설 실사 및 평가 방안’은 사회 기반시설의 재산적 가치(건설 원가 또는 취득 원가)에 대한 평가에 초점
- 국토교통부에서 실시하고 있는 ‘시설물의 안전 및 유지관리 기본계획’은 시설물의 안전성과 안전 관련 요소 기술 수준을 높이는 성과를 보이므로 보다 확장된 인프라 관리로의 패러다임 전환이 필요

- 우리나라는 인프라 관리 주체 및 관련 법령이 파편적으로 산재되어 있으며, 국가 인프라 전체를 총괄하여 정책 방향을 제시할 수 있는 거버넌스 및 평가 체계 구축이 필요함
- 가까운 미래에 새로운 모습으로 나타나는 IT융합 시장에 맞춰 고객의 니즈를 적시에 반영할 수 있는 기획과 설계능력을 고려한 기술 개발이 중요함
 - 수요기업과 IT기업 간 협력 필요성에 대한 인식과 협력기반의 강화가 요구되며, 특히 건설과 IT의 경우 산업간 인식 부족, 제도 마련 등으로 국내 시장을 형성하여야 함
 - 융합의 성격상 부처 간 긴밀한 협력이 필요하나 연계가 부족하여 성과창출이 미흡하므로 급변하는 시장상황을 만족하는 제도 및 융합 신제품에 대한 시험·인증 테스트, 테스트베드, 표준, 통계 등 융합 인프라를 마련하여 융합기술의 상용화에 한계를 극복할 수 있는 기술개발이 필요함
- SOC 시설물 관리주체별로 관리·운영 중인 시설물의 유지관리 효율성 증진을 위한 각종 기술개발이 추진 중이며, 한국도로공사, 한국철도공사 등은 생애주기비용에 근거한 별도의 시설물 자산 관리 시스템을 구축하여 운영 중
- 현행 시특법 대상 시설물의 정보는 국토해양부에서 운영하는 시설물정보종합관리시스템에 등록하도록 제도화되어 있으나 대부분의 정보가 파일로 등록됨에 따라 공학적 판단을 위한 정보는 데이터베이스화 되어 있지 않은 실정
- 기술간 융합이 가속화되면서, 정보통신산업, 제어계측산업, 로봇산업, 나노기술 등과 건설산업 간의 융합화가 시도되고 있으나, 대부분 실용화에 근접되는 기술은 계측센서를 이용한 무인 상시 계측시스템 설치·운용이 대부분인 것으로 파악됨
- 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 실정임
- SOC 시설물이 구조화, 대형화됨에 따라 동일한 요소기술이라 하더라도 수요자 요구, 목적, 시설물 위치, 형식 등에 따라 적용에 한계성을 보이며 규격화, 표준화에 어려움이 존재함
- SOC 시설물 관리 및 운용의 측면으로 볼 때 실증연구를 포함하여 기술 완성에 이르기까지의 기간과 개발기술에 대한 수요 측면에서 막대한 투자에 비해 투자비 회수에까지 장기간이 소요될 것으로 예상되는 바 자립기술로 형성되는데 애로사항이 존재함

2. 연구개발 중점 추진분야 설정

- SOC 시설물 성능평가를 위한 합리적인 평가 방법론 개발이 요구됨
 - SOC 시설물의 안전뿐만 아니라 성능, 사용성 등 종합적인 기능과 역할 및 편익까지 고려한 인프라의 가치 평가방법 개발이 중요함
 - SOC 시설물의 기대성능 설정과 현재 성능 분석방법, 현재 SOC 시설물의 가치측정과 유지관리 투자에 따른 편익분석 방법을 개발하고 시스템화가 요구됨
 - SOC 시설물의 상태를 일일이 체크해야 하므로 쉽고 객관적인 평가 매뉴얼 개발을 위한 핵심 기술이 필요
- SOC 관련 기관뿐만 아니라 경제연구소 등 경제전문가 합동으로 추진하고 International Infrastructure Management Manual(INGENIUM) 등 해외사례 벤치마킹이 요구됨
- SOC 시설물 유지관리 지원과 모니터링을 위한 정보시스템 구축
 - SOC 시설물 평가, 투자타당성 분석 등에 필요한 다양한 데이터를 효과적으로 입력, 관리할 수 있는 정보시스템 구축기반이 마련되어야 함
 - 기존의 “시설물 관리시스템(FMS)” 등이 관리 중인 시설물 구조에 관한 데이터(위치, 제원, 구조적 상태, 보수보강 이력 등) 뿐만 아니라, SOC 시설물의 성능(속도, 이용량 등), 수요(이용량, 대체인프라 개수 등), 사용성(진동, 소음, 민원 등), 투자이력 등 인프라의 가치를 가늠하는 데에 필요한 모든 정보를 관리할 수 있는 시스템 필요함
- 특허 분석 결과로 분석해 볼 때, “고속/정밀 진단기술”, “3T 기반 창의형 센서 활용기술”은 부상기술로 평가되며 기술집중 및 투자강화가 요구되는 분야인 것으로 파악됨
 - 반면, “Big Data기반 고신뢰성 성능 저하 예측 기술”과 “상태(Status) 정량화 기반 성능평가 체계” 분야에서는 기술 선진국에 대비하여 상대적 기술 공백이 존재하는 것으로 파악됨

3장 기술 수요 및 예측 조사

1절 기술수요조사

1. 기술수요조사 개요

(가) 개요

- 기술수요조사는 국가적 차원에서 정책 준비가 시급한 SOC 시설물의 성능중심관리를 위한 성능평가체계 구축(Top-Down 과제로 설정)에 대한 내용을 제외한 분야에 대하여 기술수요조사를 실시하였으며, 기술수요조사 수행결과를 요약하면 다음과 같음

표 70 기술수요조사의 개요

구분	내용
조사기간	13.04.26 ~ 13.05.22
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
건수	총 61건
조사방법	이메일을 통한 설문조사
조사항목	제안기술의 개요(중점추진분야분류, 연구수행기관, 기술개발단계), 연구개발목표 및 내용, 연구개발필요성, 제안기술관련 국내외 시장/기술/정책 동향

(나) 목적

- 기술수요조사의 목적은 미래에 국가 및 기업에서 필요성이 높을 것으로 예상되는 기술을 세부과제 또는 요소기술 수준에서 도출하는 것임
- 기술수요조사는 기술개발 우선순위를 파악하고 기술개발과제 간 효율적인 자원배분 방안을 마련하기 위한 기획연구의 사전조사에 해당함

(다) 절차

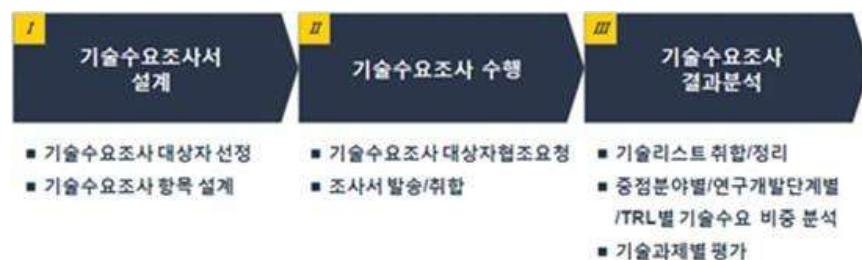


그림 110 기술수요조사 절차

(라) 결과의 활용

- ☐ 향후 진행될 중점추진분야 선정 및 후보과제 선정에 활용되며, 중점추진분야별 유망기술 발굴의 pool로 활용

2. 기술수요조사 결과 분석

(가) 기술수요조사 결과 분류

- ☐ 전체 기술수요조사 결과를 연구진들에 의한 검토를 통해 중복되거나 통합, 분리가 가능한 기술을 정리하였으며, 그 결과는 다음과 같음

표 71 기술수요조사의 결과 분류

No.	수요조사 용 중점 추진분야	제안기술명	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 응력 상태 및 가시화 기술 개발 • 응력 집중 및 균열 진행에 대한 정량화 및 규격화 평가 기술 개발
3		20,000uw 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	철도교의 실시간 상태평가 기술	• 통과톤수 측정을 통한 레일의 효율적인 교체주기 산정

No.	수요조사 용 중점 추진분야	제안기술명	연구개발목표	연구개발내용
		상태평가 기술		· 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 유지관리 기법과 안전성 제고	· 교량의 건정성에 표출방안 기술개발 · 건정성 표출 항목 선정
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 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
10		응력에 민감한 발광 입자로	ML 센서 입자로	· Ball-milling을 통해

No.	수요조사 용 중점 추진분야	제안기술명	연구개발목표	연구개발내용
		충진된 Electrospun Nanofiber Sensor 기술	충진된 electrospun nanofiber 센서 제조 기술 개발	ML 센서 나노 사이즈의 powder의 제작 • Single fiber의 응력 발광 특성화 • 응력발광 미케니즘의 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 메카니즘별 내구적 수명종결 상태 정의 • 시설물별 기능성에 따른 수명종결 상태 정의 • 시설물별 기타조건에 따른 수명종결 상태 정의
12		시특법시설물의 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 • 시특법 시설물의 상대평가 기준 재정립
13		콘크리트 시설물의 상태평가의 첨단화/정밀화를 위한 쥘쥘쥘(thin-section) 이미지 기반 열화손상의 표준화 기술	쥘쥘쥘(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 이미지 기반 표준화 매뉴얼 개발

No.	수요조사 용 중점 추진분야	제안기술명	연구개발목표	연구개발내용
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 손상 위치 추정
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	· 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
17		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 매커니즘 파악 · 기존의 레이저를 활용한 excitation 및 sensor 개발현황 조사 및 비교를 통한 발전 방향 모색 · 레이저 가진 및 계측 장치의 개발

No.	수요조사 용 중점 추진분야	제안기술명	연구개발목표	연구개발내용
				개발된 시스템의 모의실험 및 실험 데이터 처리기법 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 상태평가기술	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 객관성 확보문제 해결을 위한 이미지프로세싱 방식의 손상정보 패턴분석 기술	신뢰도 90%이상의 자동 손상패턴 분석기술의 개발	- 손상유형별 표준이미지의 설정기술개발 - Mopology 영상분석 기술을 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 손상원인별 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	- 콘크리트의 정적 응력 계측용 초음파 계측 시스템 개발 - 정적 응력 상태의 고 민감도 센싱이 가능한 초음파 모드 계측 방법

No.	수요조사 용 중점 추진분야	제안기술명	연구개발목표	연구개발내용
			및 계측 데이터 가시화 기법 개발	- 법 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 대안최적화기법을 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 기기선정을 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 - 램파 다중센서 탐측자 시스템 기술개발 및 집속화 - 신호해석 기술개발 및 적용
25		재해(태풍, 지진 등)시 시설물 안전을 위한 SOC 시설물 정밀 해석기술	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
26		운영 하중상태와	균열 등의 손상정보	공용상태에서의 시설

No.	수요조사 용 중점 추진분야	제안기술명	연구개발목표	연구개발내용
		환경변화에 의한 시설물 손상 문제 해결을 위해 시설물별 손상패턴과 성능 분석기술 및 예측기술	패턴분석 기술개발로 시설물의 새로운 상태 평가 기술 개발	물별 손상평가 기술의 정량화/표준화 · 기후/풍속 등의 환경 조건 및 구조물 손상 패턴 분석 기술 개발 · 공용조건별/환경조건 별 시설물 평가시스템 및 관리시스템 개발
27		육안점검의 비효율성 문제 해결을 위한 이미지 프로세싱 방식의 육안점검 보조 장비 개발 기술	균열폭 0.1mm 수준의 균열자동 검지 기술과 촬영위치 정보를 취득할 수 있는 휴대용 균열점검 장비 개발	· 균열폭 0.1mm 수준 의 균열자동 검지 기 술 · 균열 및 촬영위치 정 보 연동 기술 개발 · 휴대용 균열점검 H/W 개발 · 휴대용 균열점검 장 비를 통해 취득된 이 미지의 후처리 S/W 개발
28		WIM(Weigh-In-Motion) 시스템을 활용한 도로 및 교량의 하중모형 구축 및 상태평가 기술	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 사용 성 및 안전성 평가를 위한 실시간 하중모형 구축 기술 개발 · 하중모형 데이터를 활용한 도로 및 교량 의 성능평가 알고리즘 구축
29		강 교량 연결부의 볼트풀림 감지를 위한 자체 전원공급 임피던스 센서노드 및 스마트 계면판 기술	임피던스 응답을 이용하는 센서노드 기반으로 강 교량 연결부의 볼트풀림 감지 시스템 개발	· 강 교량 볼트연결부 의 특성 및 계면판의 임피던스 응답 특성 분석 · 스마트 계면판의 제 원 설계 및 볼트풀림 감지 성능 평가 · 저전력/저주파/저출력 /다채널 임피던스 센 서노드 제작 및 볼트 풀림모니터링 시스템 개발 · 임피던스 신호처리 및 볼트풀림 모니터 링의 자동화 체계 개 발 · Test-Bed 실험 및 개발 시스템의 제품화
30		풍수해 취약 지반지지구조 붕괴위험 탐지를 위한	풍수해 취약 연약지반 지지구조의 내부 토압	· 지반지지구조 앵커부 의 특성 및 스마트앵

No.	수요조사 용 중점 추진분야	제안기술명	연구개발목표	연구개발내용
		스마트 앵커 기술	상승으로 인한 지지구조 붕괴 위험성을 사전 탐지할 수 있는 스마트 앵커 기술 개발	- 커의 임피던스 응답 특성 분석 - 스마트 앵커의 체원 설계 및 긴장력 변화 감지 성능 평가 - 저전력/저주파/저출력 임피던스 센서노드 제 작 및 긴장력 모니터 링 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 적합 한 강체 진동모드특성 추출 알고리즘 개발 - 진동 특성과 GA- 기반 SID를 적용한 2-D 간략 모델의 성 능 검증 - 하천 보의 상시진동응 답을 이용하는 극미세 진동 모니터링 기법
32	매립/ 내장형 센서 기반 시설물 안전성 평가기술	볼트연결부 200m 이내, 볼트 장력 10% 내외 감소 모니터링을 위한 강교량 볼트연결부 지능형 안전관리 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 - 강교의 볼트 풀림 특 성에 대한 연구 - 기존 지능형 볼트의 성능 검증 실험(정밀 도, 적용성, 내구성, 경제성) - 기존 지능형 볼트의 장·단점 및 개선방안 도출(정밀도, 적용성, 내구성, 경제성) - 실시간 자가 진단/자 가 치유 볼트를 적용 한 최적의 볼트연결부 안전관리 시스템 개발 - 스마트 연결시스템 및 관리시스템에 대한 현장 검증실험
33		교량 부재 거동 100% 감시를 위한 핵심 부재별 이상상태 검출 기술	누락된 모니터링 부재 계측 방안 마련, 경제적/효율적 센싱 시스템 개발	누락된 교량 모니터 링 부재의 합리적 분 류 (붕괴 유발 부재, 볼트 접합 부위, PS

No.	수요조사 용 중점 추진분야	제안기술명	연구개발목표	연구개발내용
				긴장재 현재 응력 계측 등) · 누락된 부재의 모니터링을 위한 센싱 시스템 개발 · 스마트 부재 개발 · Test-bed 구축을 통한 성능 검증
34		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
35		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 제작 기술 개발 및 상용화 · 스마트 베어링의 성능검증기준 정립 · 지점부의 반력응답을 이용한 교량의 고정하중 산정 및 차량 통행 특성 분석
36		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
37		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
38		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 핵심 부재별 손상 자가진단기술 개발	· 셀프센싱기반 다중모드계측 기법을 통한 교량 부재별 손상검색 기술 · 자가진단용 스마트 스킨 교량 부재 기술 · 지능형 볼트 집합부 강교량 부재 기술
39	신개념 센서	콘크리트의 시공 안전성	20회 이상 재사용	· 콘크리트 강도 추정

No.	수요조사 용 중점 추진분야	제안기술명	연구개발목표	연구개발내용
40		문제 해결을 위한 착탈식 압전 센서 방식의 실시간 강도 계측 기술	가능한 착탈식 센서 개발, $\pm 3\text{MPa}$ 이내의 콘크리트 강도 추정 신뢰성 확보	을 위한 지능형 착탈 식 센서 개발 · 콘크리트 강도 모니 터링 알고리즘 개발 · 통합 무선 계측 모듈 의 제작
		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 붕 괴 징후 여부 판단 기 술 개발 · 가속도계 기반 전체 이상 거동 감지를 위 한 핸디메터 기술 · Test Bed 구축
		시스템 및 계측 데이터 활용 진단/ 평가기술	Transmitter - 입력 : IEPE 가속도센서($\pm 10\text{v}$, 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	· 센서(가속도) 출력 신 호를 저 노이즈 레벨 및 고해상도로 디지털 화 하는 기술 · 전력 소모량 최소화 로거 알고리즘 및 저 전력 회로 기술
42		부식된 콘크리트 교량 슬래브의 성능 예측 기술	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	· Full-scale bridge deck 제작 · 성능 평가를 위한 구 조 실험 · Dynamic actuator를 이용한 교량 하중의 실험 · 기초재료상수의 공간 적 분포를 고려한 추 계학적 유한요소 모델 개발

No.	수요조사 용 중점 추진분야	제안기술명	연구개발목표	연구개발내용
			기계적 상수(탄성 계수, 압축, 인장 강도, Bond강도, 철근 단면 손실)의 상관관계 정립	· 공간 내 재료상수 분포 예측을 위한 모델 업데이트 방법 개발
43		SOC 구조물 성능평가를 위한 (신개념 센싱 데이터 기반) 수치해석모델 개선 기술	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
44		성능기반 시설물 평가 기법 및 유지관리 방안 기술	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
45		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
46		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
47		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 환경조건(충격하중, 지진, 바람, 온도, 등) 및 표면 상태를	· 기존의 레이저를 활용한 측정 센서 개발 현황 조사 및 비교를 통한 발전방향 모색 · 기준점 보완을 위한 레이저 측정시스템의 알고리즘 개발 · 안정화된 레이저 변

No.	수요조사 용 중점 추진분야	제안기술명	연구개발목표	연구개발내용
			극복할 수 있는 안정화된 측정·진단 시스템 개발	- 위 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
48		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
49		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 - 설정된 항목에 대한 검증방안 연구 - 프로그램 개발 및 검증
50		신뢰도 80% 이상의 3차원 수치해석모델을 통한 현상태 기반 성능평가 기술	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
51		구조물의 계측 데이터를 활용한 이상 상태 감지를 위한 관리 기준 기술	교량, 댐 등 주요 구조물별 계측 관리 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 관리기준 항목 선정 - 통계적 방법과 물리적 현상을 반영한 이상 거동 평가 기법 개발 - 관리기준 산정을 위한 임계값 추출 기법 개발
52		폭발 및 충격 하중에 대응하는 교량의 등급 평가 기술	교량의 등급별 폭발 및 충격에 대한 대응 성능 평가 지표 구축,	폭발 및 충격에 대한 교량의 손상 평가 기법 개발

No.	수요조사 용 중점 추진분야	제안기술명	연구개발목표	연구개발내용
			폭발 및 충격 하중에 대응하는 교량의 성능 평가 프로그램 개발, 폭발 및 충격 하중에 대응하는 교량의 보수/보강 기법 개발	· 교량의 중요도를 고 려한 성능 등급 지표 개발 · 폭발 및 충격 하중에 대응하는 교량의 성능 평가 프로그램 개발
53		기존 시설물의 계측 데이터 전송 성능 저하 문제 해결을 위한 무선 채널 흐핑 방식의 고신뢰성 센서 네트워킹 기술	재해확산 예측을 위한 다기능 USN 센싱기술 및 수집된 데이터의 통합 분석기술 개발	· 시설물 환경을 고려 한 장거리 전송 복합 센서노드 · 시설물 환경을 고려 한 신뢰성 있는 라우 팅 프로토콜 · 다양한 이중망을 통 한 재해 상황 전달을 위한 중계기
54		돌발재해 대응 실시간 예·경보 자동 전파 체계 기술	돌발재해 징후 및 감지 예·경보 기준치 연구 개발, 돌발재해 경보 신뢰성 확보 기술, 대응 시나리오 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 신뢰 성 확보 기술 · 센서-네트워크를 이 용한 돌발재해 예측 플랫폼 개발 · 경보 대상자 실시간 선별 및 인지 여부 확 인 기술 · 대응 시나리오 포함 형 실시간 경보 전파 기술 개발
55		지진전후 교량구조물의 성능저하 예측시스템 기술	신뢰도 90% 이상의 지진전후 교량구조물의 피해유무확인기술 개발	· 점검차 탑재형 등 간 편 신호수집 시스템 개발 · 응답소성률에 의한 지진재해도 판정 S/W 개발 · 모형부재 시험을 통 한 지진재해판정시스 템의 검증
56		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	· 기존 유지관리시스템 분석 및 개선방향 수 립 · 국가 교통망시설물 성능평가 자동화 플랫 폼 구축 · 데이터베이스 정보처 리 모듈 개발 기술

No.	수요조사 용 중점 추진분야	제안기술명	연구개발목표	연구개발내용
57		환경조건을 고려한 데이터 통합형 성능수준 평가 기술	시스템 구축 기술 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 개 발 및 검증 · 시설물 성능평가 계 량화기법 개발
58		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 알고 리즘 개발 · 잔존수명 예측을 위 한 교량모니터링 시스 템 개발 · Test Bed 구축
59		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 system개발	· 초음파를 이용한 내구 성능 평가 및 센서 개 발 (시멘트 모르타르) · 초음파를 이용한 내 구성능 평가 및 무선 콘트롤 기법 개발 (콘 크리트) · 확률론을 고려한 현 장 적용성 평가 및 3 차원 측정/Mapping기 법 개발
60	시설물 노후화 예측기술	시설물의 성능 저하도를 예측하기 위한 자연 환경조건의 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 옥외노출 시험을 통한 열악 환 경에서의 정량적 성능 저하도 분석 · 열화 메카니즘별 환 경기반 성능저하 예측 모델 개발
61		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, 복구 성 등을 고려한 노후 도 평가 기술 개발 · 요구성능 및 성능등 급 체계화 연구 · 성능평가 항목 및 평 가결과 등급 기준 체 계화 연구 · 성능평가 방법 및 절 차 체계화 연구

- 기술분류체계별 수요조사 결과를 정리하면 다음과 같음. 대부분이 시설물 상태평가 정량화 기술 분야와 신개념 센서시스템 및 계측데이터 활용 진단/평가기술 분야에 집중되어 있으므로(전체 수요조사 결과의 83%) 수요조사 결과를 토대로 향후 SOC시설물 성능평가기술 개발 분야의 집중연구분야를 재정립하는 것으로 하였음

표 72 수요조사용 기술분류체계별 수요조사 결과

대분류	중분류	소분류	수요조사 결과
A. 시설물 상태 평가 정량화 기술 (총 31건)	1. 손상 정량화 및 측정 방법 표준화 기술	디지털 이미지 프로세싱 기술	비접촉식 레이저 초음파를 이용한 강구조물 및 PIPE의 진단 및 수명예측 기술
			광범위 구조물 안전 진단 상태 평가 영상화 진단 기술
			문제해결을 위한 레이저스캔 방식의 3차원 손상추정 기술
		시설물 성능지표 정량화 기술	시설물 상태에 따른 수명종결 상태 정의 기술
			시트법시설물의 상태평가 민감도 분석 및 개선
			하천 보 구조시스템의 안정성 평가를 위한 상시 진동기반 모니터링 기법
		비파괴검사정보획 득자동화기술	콘크리트 슬래브의 손상평가를 위한 비접촉 충격공진시험을 이용한 자동화 진단 및 평가기술
		부식측정용 센싱 패키지 및 측정시스템 기술	FSM(Field Signature Method)을 이용한 실시간 교량 손상탐지 기술
		균열 등 이상상태 검지 기술	스트레스 형광물질을 이용한 균열감지 0.1mm/스트레스 분해능
			5Mpa 이내급 비주열 방식의 교량손상 탐지기술
			지반지지 슬래브 구조물의 처짐을 복원하기 위한 그라우팅 충전시공의 비파괴 탄성과 기법에 의한 품질평가 기술
			콘크리트 터널벽체의 구조적 건전도 상태를 연속적으로 평가하기 위한 비파괴 탄성과 기법 및 이동형 하드웨어 시스템 기술
			전도성 콘크리트를 이용한 콘크리트 내부 손상 평가 기술
			운영 하중상태와 환경변화에 의한 시설물 손상문제 해결을 위해 시설물별 손상패턴과 성능분석 기술 및 예측기술
			강 교량 연결부의 볼트풀림 감지를 위한 자체 전원공급 임피던스 센서노드 및 스마트 계면판 기술
		정량화 장비 및 하드웨어 기술	-
		손상정보 패턴분석 기술	구조물 육안점검 객관성 확보 문제해결을 위한 이미지 프로세싱 방식의 손상정보 패턴분석 기술
		나노-마이크로 이미지 분석 기술	콘크리트 시설물의 상태평가의 첨단화/정밀화를 위한 쥘섹션(thin-section) 이미지 기반 열화손상의 표준화 기술
		측정항목별 측정 데이터 표준화 기술	-
		센서 및 데이터 로거 기술	Bio-inspired Smart Photonic Coating을 이용한 구조물의 이상상태 감지기술
			응력에 민감한 발광 입자로 충전된 Electrospun

대분류	중분류	소분류	수요조사 결과
			Nanofiber Sensor 개발
		기타	-
	2. 간이적 정량화 평가 기술	육안점검 보조장비 기술	육안점검의 비효율성 문제 해결을 위한 이미지 프로세싱 방식의 육안점검 보조장비 개발 기술
		모바일 장비 활용 기술	-
		국부응력 가시화기술	건축 구조물의 균열 진행 문제해결을 위한 탈부착방식을 이용한 빛 감지형 응력 센싱 기술
			건전성(상태등급)을 시각적으로 표현할 수 있는 능동적 교량 상태 감지기술
		스마트장비를이용 한상태평가 기술	-
		기타	-
	3. 시설물 정밀 점검 기술	휴대용 정밀 계측 기술	-
		정밀해석 기술	프리스트레스 구조물의 Duct내 Tendon의 계면상태 및 건전성 평가를 위한 Laser를 이용한 비파괴 진단기법
		SI기반 평가 기술	오차율 10% 미만의 철도교 측중량 측정장치 및 이를 이용한 교량의 실시간 상태평가 기술
			명확하고 신뢰성 높은 상태평가를 위한 시설물의 하중입력-응답출력 입출력관계 규명을 통한 시설물 상태평가기술
		점검차를 활용한 통합 정밀점검 기술	-
		3차원정보기반 손상관리기술	플랜트 원격 진단의 접근성 문제 해결을 위한 레이저 스캔 방식의 3차원 손상 추정 기술
		비파괴 계측기술	콘크리트 구조물의 정적 응력상태 비파괴 계측기술 및 이를 이용한 국부응력 상태 가시화 기술
		데이터 영상화 기술	-
		기타	-
	4. 시설물 환경변화 정량화 측정 기술 (설계당 시 대비)	확률 및 통계 처리 기술	-
		하중조건(설계하중 , 평가하중 등) 정량화 기술(운용중, 지진/태풍 등의 재해시 등)	재해(태풍, 지진 등)시 시설물 안전을 위한 SOC 시설물 정밀 해석기술
			WIM(Weigh-In-Motion) 시스템을 활용한 도로 및 교량의 하중모형 구축 및 상태평가 기술
			풍수해 취약 지반지지구조 붕괴위험 탐지를 위한 스마트 앵커 기술
		극한지 등의 특수 지역 환경 측정 기술	-
		기상센서를 활용한 환경영향등급 산정기술	-
		환경변화대응 손상제어기술	-
		기후/풍속 변화 정량화 기술	-
		기타	장기 모니터링용 센서 및 계측장비의 의 내구성

대분류	중분류	소분류	수요조사 결과
	5. 계측 기기 기술		확보를 위한 고 신뢰성 패키징 기술
		유무선 혼합형 DAQ 기술	-
		계측기 슬림화 및 모듈화 기술	20,000uw 측정범위를 가지는 광섬유센서 기반 외피 케이블 장력측정 기술
		센서 및 계측기 내구성 향상 기술	-
		데이터 취득 및 전송기술	-
		계측기기 표준화 기술	무선센서 현장적용성 문제해결을 위한 대안 최적화 기법을 적용한 계측기기 표준화기술
		계측기기 검교정 기술	-
B. 매립/ 내장형 센서 기반 시설물 안전성 평가 기술 (총 6건)	1. 센서 매립/ 내장형 콘크리트 부재 설계 및 시공기술	기타	-
		매립형 센서 활용 기술	-
		표준화된 센서 매립형 구조부재 설계 기술	-
		표준화된 센서 내장 부속장치 기술	스마트 베어링을 이용한 B-WIM(Bridge Weigh In Motion) System 기술
		표준화된 센서 내장형 콘크리트 시설물 설계 및 시공기술	전도성 콘크리트를 이용한 변형률 측정 기술
		매립/내장형 센서 외피 기술	-
	2. 센서 매립/ 내장형 강재 부재 설계 및 시공기술	기타	-
		매립형 센서 활용 기술	-
		센서 매립형 구조부재 설계 기술	Sensor embedded 보강재(reber, 강연선, 강봉) 기술
		센서 내장 용접부 상태 감지기술	-
		센서 내장형 강재거더 기술	-
		센서 내장 부속장치 기술	-
		센서 내장형 강재 시설물 설계 및 시공기술	-
		센서 내장 볼트풀림 감지 기술	볼트연결부 200m 이내, 볼트 장력 10% 내외 감소 모니터링을 위한 강교량 볼트연결부 지능형 안전관리 기술
		기타	강교의 안전성 증대와 유지관리 효율화를 위한 볼트연결부의 안전관리 시스템 기술
	3. 센서	매립형 센서 활용 기술	-
			교량 부재 거동 100% 감시를 위한 핵심 부재별 이상상태 검출 기술

대분류	중분류	소분류	수요조사 결과
	매립/ 내장형 지반 시설물 설계 및 시공기술	센서 지반 매립 기술	-
		센서 내장형 지반 시설물 설계 및 시공기술	-
		센서 내장 부속장치 기술	-
		기타	-
C. 신개념 센서 시스템 및 계측 데이터 활용 진단/ 평가 기술 (총 18건)	1. 재난 전후 또는 환경조건 변화시 시설물 성능저하 예측기술	재난전후 성능저하 예측용 계측 기술	재난전후 또는 환경조건 변화시 시설물 성능저하 예측기술 -재난전후 성능저하 예측용 계측기술 지진전후 교량구조물의 성능저하 예측시스템 기술
		환경조건 변화시 성능 변화 예측용 계측기술	상태정량화 기반 플랫폼형 성능평가체계 기술 환경조건을 고려한 데이터 통합형 성능수준 평가기술
		시설물별거동분석 시뮬레이션 기술	-
	1. 재난 전후 또는 환경조건 변화시 시설물 성능저하 예측기술	첨단센서 기반 시설물 정밀안전진단 기술	-
		장기 데이터 추세/패턴 추정 평가 기술	-
		환경조건에 따른 거동 분석 시뮬레이션 기술	-
		기타	-
		착탈식 센서 및 reusable 센서 기술	콘크리트의 시공 안전성 문제 해결을 위한 착탈식 압전 센서 방식의 실시간 강도 계측 기술
	2. 신개념 센서 기술	센서 모듈화 및 신속교체 가능 기술	-
		장기간 데이터 수집이 가능한 독립형 센서노드 기술	-
		재난 환경 모니터링을 위한 센서 네트워킹 기술	점검차량을 이용한 교량 건전성 평가 기존시설물의 계측데이터 전송성능 저하문제 해결을 위한 무선 채널 hopping 방식의 고신뢰성 센서 네트워킹 기술
		재난 환경 데이터의 유.무선 이중망 전송 기술	기존 유선계측장치 문제 해결을 위한 유.무선 혼합 방식의 T/R Pairing 기술
		최신 센서 개발성과 활용기술	취약부분 대상 감지범위 1m 이상 오인식률 5% 이내 스마트 센서 기반의 100% 국산화 교량부재별 자가진단 기술 내구수명 10년 이상을 확보할 수 있는 첨단센서 기반 정밀도 10mm(교장 100m당) 미만의 교량 3차원 글로벌 거동 측정 기술
		기타	강구조 및 콘크리트 구조물의 기준점 변위를 보정한 레이저 변위 측정 시스템 구축 및 자동화 유지관리

대분류	중분류	소분류	수요조사 결과
	3. 데이터 프로세스 기술	자가진단 의사결정 기술	시스템 기술
		내장형 센서 데이터 활용 기술	-
		고정확도/고신뢰성 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	부식된 콘크리트 교량 슬래브의 성능 예측 기술 SOC구조물 성능평가를 위한 (신개념 센싱데이터 기반) 수치해석모델 개선기술
			진동 계측데이터 기반 SOC시설물의 현상태 평가 기술 개발/사용성 확장 및 기술 표준화
		데이터를 활용한 현상태 기반 성능평가 기술	신뢰도 80% 이상의 3차원 수치해석모델을 통한 현상태 기반 성능평가 기술
			구조물의 계측 데이터를 활용한 이상 상태 감지를 위한 관리 기준 기술
		신뢰도 기반 성능평가 기술	성능기반 시설물 평가 기법 및 유지관리 기술
		기타	-
	5. 사용자 중심 사용성/기능성 평가기술	시설물 사용시 만족도 평가 기술	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)	폭발 및 충격 하중에 대응하는 교량의 등급 평가 기술
		기타	돌발재해 대응 실시간 예·경보 자동 전파 체계 기술
D. 시설물 노후화 예측 기술 (총 4건)	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	-

대분류	중분류	소분류	수요조사 결과
		시설물별 안전도 예측기술 (예)-A건물은 규모3의 지진에 대해서는 A등급 -A건물은 60m/s의 바람에 대해서는 C등급	
		기타	-
	2. 노후화 수준 판정 기술	시설물별 정량적 수명예측 기술	-
		잔존수명예측결과 신뢰도향상 기술	교량잔존수명 3년 이내 추정오차율을 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	시설물의 성능 저하도를 예측하기 위한 자연 환경조건의 특성별 콘크리트 시설물의 노후화 예측 기술
		기타	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	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	-

2절 기술예측조사

1. 기술예측조사 개요

(가) 개요

표 73 기술예측조사의 개요

구분	내용
조사시기	기술수요조사 결과를 대상으로 진행된 2차 기획위원회(2013년 5월 24일(금), 장소 : 한국시설안전공단 대회의실)에서 기획위원을 대상으로 1차 실시하였으며, 2차 조사는 이메일을 통하여 실시
응답자수	총 30명(산 : 7명(23%), 학 : 7명(23%), 연 : 16명(54%))
조사항목	기술의 중요도, 기술적/사회경제적 실현시기, 기술획득 방식, 정부개입의 필요성, 국내기술수준
조사방법	Mini-Delphi

(나) 목적

- ☐ 일반적으로 기술예측조사는 기술의 실현시기, 기술특성의 변화속도를 정량적으로 평가하여 미래의 기술개발계획을 수립하기 위한 기초자료로 활용하는 데 목적을 두고 있음
- ☐ 전략프로젝트 및 중점과제에 대한 기술개발 전략을 수립하는데 있어서 필요한 기초자료를 제공하기 위해 중점과제 후보군에 대해 기술예측 및 기술수준 조사를 실시

(다) 결과의 활용

- ☐ 기술적/사회경제적 실현시기, 기술획득 방식, 정부개입의 필요성 항목의 조사결과를 본 과제 연구기획에 연계시키는 분야에 활용
- ☐ 각 항목은 본 과제에서 수행할 중점연구분야 및 세부과제 선정, 연구개발계획의 수행일정 수립, 도출된 세부과제의 투자우선순위 선정에 적용될 수 있음
 - ‘기술적 실현시기’는 해당과제가 기술적으로 개발되는 시기를 의미하며, 해당과제에 대한 목표 달성연도 설정에 활용
 - ‘사회적 실현시기’는 사회·경제적으로 현장에 적용되는 시기를 가리키며, 해당과제의 실용화시기를 설정하는 데 활용
- ☐ ‘기술적 실현시기’에 대한 세계 시기와 국내 시기와의 격차는 기술수준에 대한 격차로 해석할 수 있으며, 이는 해당과제에 대한 추진전략 설정에 활용
- ☐ ‘기술적 실현시기’와 ‘사회경제적 실현시기’와의 격차는 실용화 능력 혹은 사회적 수용성에 대한 대리지표로 활용할 수 있음
- ☐ ‘기술획득 방식’은 해당과제의 기술개발 추진전략 및 추진체제 설정 등에 활용
- ☐ ‘정부개입의 필요성’은 해당과제를 개발하는 데 있어서 정부가 개입할 필요성 혹은 그 정도를 의미하며, 이는 투자 우선순위 설정에 활용

(라) 조사대상기술의 선정

- 기술예측조사에는 연구진이 전문가에게 기술예측과제명을 제공하는 것이 필요하며, 본 조사에서는 수요조사 결과로 도출된 59개 과제를 대상으로 진행하였음

2. 조사방법론

(가) Mini-Delphi 방법론

- 기술예측조사는 해당 분야 전문가를 대상으로 실시되었음
- 실현시기는 하나의 시점(single point in time), 기간(time span), 또는 어느 시점까지(by)로 나타낼 수 있음
 - 본 조사에서는 실현시기를 각 예측기술이 기술적으로 개발되는 시기와 사회·경제적 목적으로 실제 적용되는 시기를 각각 국내와 세계로 구분하여 조사함
- 기술획득 방식은 기술을 자체적으로 개발하느냐 또는 외부에서 도입하느냐를 선택토록 하는 항목임
- 정부개입의 필요성은 각 예측기술의 개발과 경쟁력 확보를 위해 정부가 개입할 필요성의 정도를 의미

3. 기술예측조사 결과

(가) 기술예측조사 통계

- 연구진 및 기획위원 포함 전문가 30인을 대상으로 실시된 기술예측조사 결과는 다음과 같음
- 기술적 실현시기 및 사회경제적 실현시기, 기술획득 방식, 정부지원의 필요성 등에 대하여 전문가 조사 결과에 대한 평균값 도출

표 74 미니 델파이 조사 결과

번호	기술명(수요조사 결과)	실현시기 (연도단위)				기술획득 방식				정부개입의 필요성 (1점:(낮음) ~5점(높음))
		기술적 실현		사회 경제적 실현		자체개발			기술 도입 및 국제 협력	
		세계	국내	세계	국내	민간 주도	정부 주도	정부 민간 공동		
A-1	스트레스 형광물질을 이용한 균열감지 0.1mm/스트레스 분해능 5Mpa 이내 급 비주열 방식의 교량 손상 탐지 기술	19	21	22	24	16.7%	0.0%	66.7%	16.7%	2.90
A-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
A-3	20,000ue 측정범위를 가지는 광섬유센서 기반 외피 케이블 장력측정 기술	17	17	19	20	58.3%	0.0%	41.7%	0.0%	2.10

번호	기술명(수요조사 결과)	실현시기 (연도단위)				기술획득 방식				정부개입의 필요성 (1점:(낮음) ~5점(높음))
		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		
A-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
A-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
A-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
A-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
A-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
A-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
A-10	응력에 민감한 발광 입자로 충전된 Electrospun Nanofiber Sensor 기술	20	21	23	25	50.0%	16.7%	25.0%	8.3%	2.50
A-11	시설물 상태에 따른 수명종결 상태 정의 기술	17	18	19	20	0.0%	58.3%	41.7%	0.0%	3.90
A-12	시트법시설물의 상태평가 민감도 분석 및 개선	18	18	19	21	0.0%	58.3%	41.7%	0.0%	4.30
A-13	콘크리트 시설물의 상태평가의 점진화/정밀화를 위한 섹션(thin-section) 이미지 기반 열화손상의 표준화 기술	18	20	20	22	16.7%	0.0%	83.3%	0.0%	2.80
A-14	전도성 콘크리트를 이용한 콘크리트 내부 손상 평가 기술	19	20	21	23	33.3%	0.0%	58.3%	8.3%	2.80
A-15	플래트 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
A-16	비접촉식 레이저 조음파를 이용한 강구조물 및 PIPE의 진단 및 수명예측 기술	17	18	19	20	41.7%	0.0%	58.3%	0.0%	2.50
A-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
A-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
A-19	명확하고 신뢰성 높은 상태평가를 위한 시설물의 하중입력-응답출력 입출력관계 규명을 통한 시설물 상태평가기술	18	20	21	23	16.7%	8.3%	75.0%	0.0%	3.20
A-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
A-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
A-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
A-23	무선센서 현장작용성 문제 해결을 위한 대안최적화기법을 적용한 계측기기 표준화기술	18	19	22	23	33.3%	16.7%	50.0%	0.0%	3.20
A-24	광범위 구조물 안전진단 상태 평가 영상화 진단 기술	18	20	22	24	41.7%	0.0%	58.3%	0.0%	2.40
A-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
A-26	운영 하중상태와 환경변화에 의한 시설물 손상	20	21	23	25	0.0%	16.7%	83.3%	0.0%	3.60

번호	기술명(수요조사 결과)	실행시기 (연도단위)				기술획득 방식				정부개입의 필요성 (1점:(낮음) ~5점:(높음))
		기술 적 실행		사회 경제 적 실행		자체개발			기술 도입 및 국제 협력	
		세 계	국 내	세 계	국 내	민간 주도	정부 주도	정부 민간 공동		
	문제 해결을 위해 시설별별 손상패턴과 성능 분석기술 및 예측기술									
A-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
A-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
A-29	강 교량 연결부의 볼트풀립 감지를 위한 자체 전원공급 임피던스 센서노드 및 스마트 계면판 기술	18	21	21	24	41.7%	0.0%	58.3%	0.0%	2.40
A-30	풍수해 취약 지반지지구조 붕괴위험 탐지를 위한 스마트 앵커 기술	18	20	20	22	25.0%	16.7%	58.3%	0.0%	3.20
A-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
B-1	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
B-2	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
B-3	전도성 콘크리트를 이용한 변형률 측정 기술	18	20	21	23	50.0%	8.3%	25.0%	16.7%	2.40
B-4	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
B-5	Sensor embedded 보강재(reber, 강연선, 강봉) 기술	18	19	21	22	41.7%	8.3%	41.7%	8.3%	2.50
B-6	강교의 안전성 증대와 유지관리 효율화를 위한 볼트연결부의 안전관리 시스템 기술	18	20	21	22	33.3%	8.3%	50.0%	8.3%	2.50
C-1	취약부분 대상 감지범위 1m 이상 오인식률 5% 이내 스마트 센서 기반의 100% 국산화 교량부재별 자가진단 기술	19	21	23	24	8.3%	16.7%	75.0%	0.0%	3.30
C-2	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
C-3	내구수명 10년 이상을 확보할 수 있는 첨단센서 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
C-4	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
C-5	부식된 콘크리트 교량 슬래브의 성능 예측기술	18	20	21	22	33.3%	0.0%	58.3%	8.3%	2.70
C-6	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
C-7	성능기반 시설물 평가 기법 및 유지관리 기술	17	18	19	20	0.0%	66.7%	33.3%	0.0%	4.20
C-8	점검차량을 이용한 교량 건전성 평가 기술	17	18	19	20	16.7%	8.3%	75.0%	0.0%	3.50
C-9	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
C-10	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
C-11	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
C-12	사용자 중심의 만족도 평가를 위한 사용성	18	19	20	21	16.7%	58.3%	25.0%	0.0%	3.70

번호	기술명(수요조사 결과)	실현시기 (연도단위)				기술획득 방식				정부개입의 필요성 (1점:(낮음) ~5점(높음))
		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		
	정량화 기술(기획연구)									
C-13	신뢰도 80% 이상의 3차원 수치해석모델을 통한 현상태 기반 성능평가 기술	18	20	22	24	25.0%	8.3%	66.7%	0.0%	3.40
C-14	구조물의 계측 데이터를 활용한 이상 상태 감지를 위한 관리 기준 기술	17	18	19	20	8.3%	41.7%	41.7%	8.3%	3.60
C-15	폭발 및 충격하중에 대응하는 교량의 등급평가 기술	19	20	21	23	0.0%	33.3%	58.3%	8.3%	3.60
C-16	기존 시설물의 계측 데이터 전송 성능저하 문제해결을 위한 무선 채널 hopping 방식의 고신뢰성 센서 네트워크 기술	17	18	19	20	25.0%	0.0%	66.7%	8.3%	2.90
C-17	돌발재해 대응 실시간 예·경보 자동 전파 체계기술	17	18	19	20	16.7%	16.7%	58.3%	8.3%	3.40
C-18	지진전후 교량구조물의 성능저하 예측시스템 기술	17	18	19	20	8.3%	8.3%	83.3%	0.0%	3.60
C-19	상태 정량화 기반 플랫폼형 성능평가체계 기술	18	19	21	23	16.7%	33.3%	50.0%	0.0%	4.00
C-20	환경조건을 고려한 데이터 통합형 성능수준 평가 기술	17	19	20	22	50.0%	8.3%	25.0%	16.7%	3.30
D-1	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
D-2	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
D-3	시설물의 성능 저하도를 예측하기 위한 자연환경조건에 특성별 콘크리트 시설물의 노후화 예측기술	19	21	21	23	0.0%	8.3%	91.7%	0.0%	3.40
D-4	성능 수준 판정 기술	18	20	20	23	8.3%	33.3%	58.3%	0.0%	3.80

- * 전반적으로 정부와 민간이 공동으로 연구를 진행하여야 한다는 과제가 전체의 70% 이상을 차지하였으며, 진단 분야의 특성이 반영된 기술 분야의 경우는 민간 주도로 연구가 진행되어야 한다는 의견도 일부 존재하였음
- * 본 시설물 성능평가 분야의 성공을 위해서는 제도적 뒷받침이 우선해야 한다는 인식 하에 기술수요조사에서 정책 또는 제도 분야와 관련된 제안도 있었으며, 이 분야의 경우는 정부 주도로 진행되어야 한다는 의견이 있었음

(나) 기술적/사회경제적 실현시기

□ 조사대상이 되었던 기술들의 국내외 기술적 실현시기 및 사회경제적 실현시기가 연도별로 어떻게 분포되고 있는지 비교하고, 이에 대한 설명을 기술함

표 75 기술적 실현시기

기술적 실현시기			2014년	2015년	2016년	2017년	2018년	2019년	2020년 이후
시설물 상태평가 정량화 분야	국내	과제 수	0	0	0	2	6	5	18
		비중	0%	0%	0%	6.5%	19.4%	16.1%	58.1%
	해외	과제 수	0	0	1	7	16	3	4
		비중	0%	0%	3.2%	22.6%	51.6%	9.7%	12.9%
매립/내장형 센서 기반 시설물 안전성 평가 분야	국내	과제 수	0	0	0	0	0	3	3
		비중	0%	0%	0%	0%	0%	50.0%	50.0%
	해외	과제 수	0	0	0	0	5	1	0
		비중	0%	0%	0%	0%	83.3%	16.7%	0%
신개념 센서시스템 및 계측데이터 활용 진단/평가 분야	국내	과제 수	0	0	0	3	6	5	6
		비중	0%	0%	0%	15.0%	30.0%	25.0%	30.0%
	해외	과제 수	0	0	0	10	7	3	0
		비중	0%	0%	0%	50.0%	35.0%	15.0%	0%
시설물 노후화 예측 분야	국내	과제 수	0	0	0	0	0	1	3
		비중	0%	0%	0%	0%	0%	25.0%	75.0%
	해외	과제 수	0	0	0	0	2	1	1
		비중	0%	0%	0%	0%	50.0%	25.0%	25.0%
총계	국내	과제 수	0	0	0	5	12	14	30
		비중	0%	0%	0%	8.2%	19.7%	23.0%	49.2%
	해외	과제 수	0	0	1	17	30	8	5
		비중	0%	0%	1.6%	27.9%	49.2%	13.1%	8.2%

표 76 사회경제적 실현시기

사회경제적 실현시기			2014년	2015년	2016년	2017년	2018년	2019년	2020년 이후
시설물 상태평가 정량화 분야	국내	과제 수	0	0	0	0	0	1	30
		비중	0%	0%	0%	0%	0%	3.2%	96.8%
	해외	과제 수	0	0	0	0	0	8	23
		비중	0%	0%	0%	0%	0%	25.8%	74.2%
매립/내장형 센서 기반 시설물 안전성 평가 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	0	6
		비중	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100.0%
신개념 센서시스템 및 계측데이터 활용 진단/평가 분야	국내	과제 수	0	0	0	0	0	3	17
		비중	0%	0%	0%	0%	0%	15.0%	85.0%
	해외	과제 수	0	0	0	0	1	8	11
		비중	0%	0%	0%	0%	5.0%	40.0%	55.0%
시설물 노후화 예측 분야	국내	과제 수	0	0	0	0	0	0	4
		비중	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100.0%
	해외	과제 수	0	0	0	0	0	0	4
		비중	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100.0%
총계	국내	과제 수	0	0	0	0	0	4	57
		비중	0%	0%	0%	0%	0.0%	6.6%	93.4%
	해외	과제 수	0	0	0	0	1	16	44
		비중	0%	0%	0%	0%	1.6%	26.2%	72.1%

※ 기술적 실현시기

- 기술 실현시기를 살펴보면 기술적 국내실현의 경우 전체 61개 과제 중 2020년 이후에 실현될 것이라고 예측된 기술이 30개(49%)로 가장 많았음
- 기술적 해외실현의 경우 전체 61개 과제 중 2018년에 실현될 것이라고 예측된 기술이 30개(49%)로 가장 많았음. 따라서 해당과제에 대한 정부의 적극적 예산지원을 통해 해외 실현시기보다 국내 실현시기를 앞당길 필요성이 있다고 판단됨

※ 사회경제적 실현시기

- 사회경제적 국내실현의 경우 전체 61개 과제 중 2020년 이후에 실현될 것이라고 예측된 기술이 57개(93.4%)로 가장 많았음
- 사회경제적 해외실현의 경우 전체 61개 과제 중 2020년 이후에 실현될 것이라고 예측된 기술이 44개(72.1%)로 가장 많았으며, 다음으로 2019년이 14개(22.9%)로 나타남
- 사회경제적 실현시기가 전반적으로 2020년 이후로 나타난 바, 본 과제 수행기간을 2014년부터 5년을 감안할 때, 어느 정도 타당한 조사 결과라고 판단됨

(다) 실현시기 격차

- 국내외 기술의 실현시기를 기술적/사회경제적 실현시기로 구분하여 연도별로 비중을 도식화하고 설명함

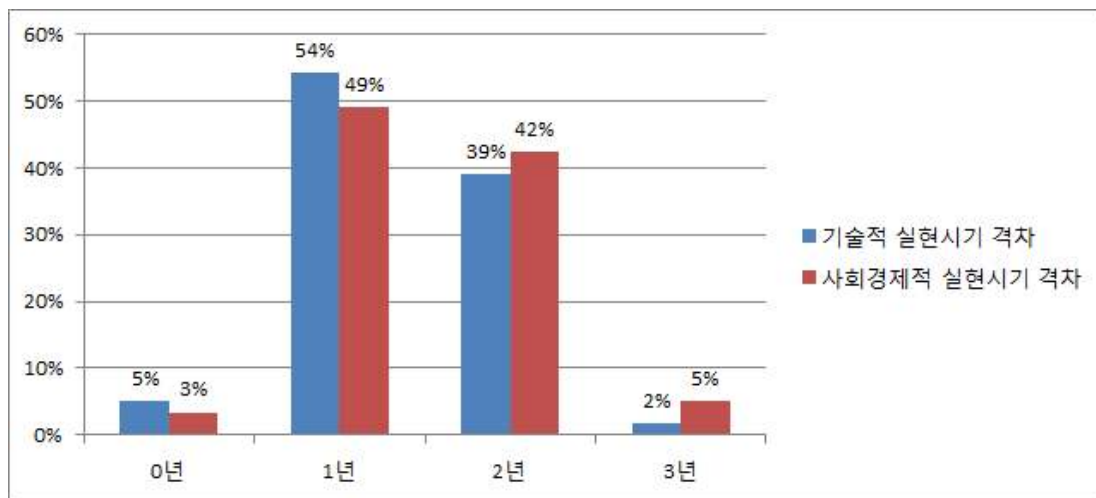


그림 111 기술실현시기 격차 분석 예

※ 국내외 세계의 실현시기 격차

- 기술적 그리고 사회경제적 실현시기에 있어서는 전체 61개 과제 중 1년의 격차를 보인 기술이 각각 32개(52%)와 29개(47.5%)로 가장 많았으며, 다음으로 2년의 격차를 보인 기술이 각각 23개(37.7%)와 25개(41%)로 나타남

(라) 정부개입의 필요성

- 5점 척도로 측정된 대상기술의 정부개입필요성의 전체평균, 중점연구분야별 평균, 대상기술별 정부개입필요성 점수를 도식화하여 삽입하고 이에 대한 설명을 기술하였음

※ 정부개입의 필요성

- 정부개입의 필요성을 5점 척도로 측정한 결과, 평균이 2.98로 나타났으며, ‘신개념 센서시스템 및 계측데이터 활용 진단/평가기술’분야의 경우 3.29로 정부개입의 필요성이 가장 높은 것으로 조사됨
- 대부분은 전체 평균에 가까운 정부개입의 필요성을 보였으나, ‘매립/내장형 센서 기반 시설물 안전성 평가기술’분야의 경우 2.5로 매우 낮아, 민간 차원에서의 수행을 검토할 필요성이 있을 것으로 사료됨
- 정부개입의 필요성을 전략 프로젝트별로 살펴보면, ‘신개념 센서시스템 및 계측데이터 활용 진단/평가기술’분야의 경우 3.29로 가장 높으며, ‘시설물 노후화 예측기술’분야(3.23), ‘시설물 상태평가 정량화 기술’분야(2.91), ‘매립/내장형 센서 기반 시설물 안전성 평가기술’분야(2.5) 순으로 나타남



그림 112 정부개입의 필요성

(마) 기술획득 방식

- 기술획득 방식 항목에서 자체개발/기술도입 및 국제협력별로 선택된 과제에 비중을 도식화하여 설명
- 자체개발로 수행하는 것이 바람직하다고 선택된 과제를 민간주도/정부주도/정부민간공동으로 세분화하여 각각의 비중을 도식화하여 설명함
- 기술획득 방식 비중을 기술의 중점연구분야별로 세분화하여 도식화하고 이를 설명하였으며, 각 기술을 선택된 기술획득 방식이 높은 비중 순으로 나열하여 제시하였음

※ 기술획득 방식

- 기술획득 방식에 있어서는 민간 또는 정부에서 수행하는 연구개발이 약 97%로 나타났으며 외부도입, 즉 ‘기술도입 및 국제협력’이 3%로 조사되었으나, 선진기술의 도입 필요성을 감안할 때 일부 과제 유형의 경우 적극적인 국제협력이 필요할 것으로 사료됨
 - 정부민간공동의 경우, 가장 높게 나타난 전략 프로젝트는 ‘시설물 노후화 예측기술’분야(75%), ‘신개념 센서시스템 및 계측데이터 활용 진단/평가기술’분야(61.11%) 등의 순임
 - 민간 주도의 경우에는 ‘매립/내장형 센서 기반 시설물 안전성 평가기술’분야(43.06%), ‘시설물 상태평가 정량화 기술’분야(29.30%) 등의 순으로 나타남
 - 정부 주도의 경우에는 ‘신개념 센서시스템 및 계측데이터 활용 진단/평가기술’분야(17.13%), ‘시설물 노후화 예측기술’분야(10.42%) 등의 순으로 나타남
 - 기술도입 및 국제협력의 상대적 필요성의 경우에는 ‘매립/내장형 센서 기반 시설물 안전성 평가기술’분야(5.56%), ‘신개념 센서시스템 및 계측데이터 활용 진단/평가기술’분야(3.70%), ‘시설물 상태평가 정량화 기술’분야(2.15%) 등의 순으로 나타남

표 77 기술획득 방식

전략프로젝트	기술획득 방식			
	민간주도	정부주도	정부민간공동	기술도입 및 국제협력
시설물 상태평가 정량화 기술 분야	29.30%	10.22%	58.33%	2.15%
매립/내장형 센서 기반 시설물 안전성 평가기술 분야	43.06%	5.56%	45.83%	5.56%
신개념 센서시스템 및 계측데이터 활용 진단/평가기술 분야	18.06%	17.13%	61.11%	3.70%
시설물 노후화 예측기술 분야	12.50%	10.42%	75.00%	2.08%
평균	26.13%	11.86%	59.04%	2.97%

3절 수요조사 결과 우선순위 도출

- ☐ 수요조사 결과에 대하여 국책사업의 타당성(5점), 시장니즈(5점), 시장규모(5점), 목표달성 가능성(5점), 신시장 창출 가능성(5점), RFP 부합성(10점), 범용성(5점) 등 총 40점 만점으로 기획위원 및 전문가 24인을 대상으로 실시하였음
- ☐ 여기에서 범용성이란, 해당 기술이 특정 시설군이 아닌, 전체 시설군에 공통으로 활용될 수 있는지 여부를 의미함
- ☐ 각 전문가가 평가한 점수가 높은 과제가 우선순위가 높은 것으로 정의하였음
- ☐ 후보과제에 대한 평가결과는 다음과 같음

Social 사회적 이슈	국책사업 타당성	정부가 비전/목표를 가지고 육성하거나 중소기업 등 약자 보호차원에서 또는 시장 실패를 보정하기 위하여 해당 기술개발 프로그램을 정부연구개발사업으로 추진해야 하는 정도
Technological 기술적 이슈	시장 니즈	본 프로그램을 통해 개발하는 기술 또는 제품에 대한 업체(사용자) 또는 수혜자의 예상 수요
Ecological 환경적 이슈	시장 규모	프로그램을 개발하는 기술 또는 제품의 실용화/상용화 이후 5년간 전 세계의 누적 시장 규모
Economic 경제적 이슈	목표달성 가능성	프로그램에서 제시한 최종 기술개발 목표를 연구기간 내에 달성할 수 있는 가능성 정도
Political 정책적 이슈	신시장 창출 가능성	프로그램을 통해 개발하는 기술 또는 제품이 새로운 시장을 창출하거나 기존 시장을 크게 변화시킬 수 있는 정도

평가 척도	매우낮다	낮다	보통이다	높다	매우높다
점 수	1	2	3	4	5

그림 113 우선순위 산정 평가지표 예

표 78 우선순위 산정 평가표

순위	수요조사 기술설명	평가내용							합계 (40점 만점, RFP 부합성은 가중치 2 적용)
	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)	R F P 부 합 성 (5)	범 용 성 (5)	
1	내구수명 10년 이상을 확보할 수 있는 침단센서 기반 정밀도 10mm(교장 100m 당) 미만의 교량 3차원 글로벌 거동 측 정 기술	3.92	5.92	3.46	3.42	3.08	3.58	3.00	29.96
2	전도성 콘크리트를 이용한 콘크리트 내 부 손상 평가 기술	3.96	3.58	3.58	3.71	3.54	3.98	3.38	29.71
3	상태정량화 기반 플랫폼형 성능평가체 계 기술	3.88	3.46	3.38	3.71	3.42	3.63	3.58	28.67

순 위	수요조사 기술설명	평가내용							합계 (40점 만점, RFP 부합성은 가중치 2 적용)
	과제명	국책 사업 의 타당 성 (5)	시장 니즈 (5)	시장 규모 (5)	목표 달성 가능 성 (5)	신시 장창 출 가능 성 (5)	RF P 부 합 성 (5)	범 용 성 (5)	
4	콘크리트 시설물의 상태평가의 첨단화/정밀화를 위한 썬섹션(thin-section) 이미징 기반 열화손상의 표준화 기술	3.71	3.33	3.63	3.75	3.58	3.60	3.33	28.54
5	시트법시설물의 상태평가 민감도 분석 및 개선 기술	3.88	3.46	3.17	3.42	3.08	3.79	3.46	28.04
6	재난전후 또는 환경조건 변화시 시설물 성능저하 예측기술-재난전후 성능저하 예측용 계측기술	3.88	3.21	3.25	3.54	2.92	3.85	3.25	27.75
7	볼트연결부 200m 이내, 볼트 장력 10% 내외 감소 모니터링을 위한 강교량 볼트 연결부 지능형 안전관리 기술	3.25	3.42	3.13	3.58	3.67	3.73	3.21	27.71
8	성능 수준 판정 기술	3.96	3.46	3.29	3.29	3.08	3.65	3.29	27.67
9	구조물 육안점검 객관성 확보문제 해결을 위한 이미지프로세싱 방식의 손상정보 패턴분석 기술	3.54	3.63	3.50	3.71	3.38	3.44	3.04	27.67
10	성능기반 시설물 평가 기법 및 유지관리 기술	3.75	3.21	3.33	3.29	3.00	3.67	3.58	27.50
11	Bio-inspired Smart Photonic Coating을 이용한 구조물의 이상상태 감지 기술	3.58	3.42	3.46	3.42	3.63	3.40	3.13	27.42
12	시설물의 성능 저하도를 예측하기 위한 자연 환경조건의 특성별 콘크리트 시설물의 노후화 예측 기술	3.92	3.17	3.17	3.33	3.04	3.00	3.08	27.13
13	SOC구조물 성능평가를 위한 (신개념센싱데이터기반)수치해석 모델 개선기술	3.71	3.29	3.17	3.46	3.17	3.42	3.46	27.08
14	사용자 중심의 만족도 평가를 위한 사용성 정량화 기술(기획연구)	3.67	3.17	3.17	3.58	3.17	3.31	3.67	27.04
15	전도성 콘크리트를 이용한 변형률 측정 기술	3.25	3.33	2.96	3.29	3.63	3.60	3.29	26.96
16	환경조건을 고려한 데이터 통합협 성능 수준 평가 기술	3.71	3.17	3.00	3.46	3.17	3.38	3.46	26.71
17	콘크리트의 시공 안전성 문제 해결을 위한 착탈식 압전 센서 방식의 실시간 강도 계측 기술	3.04	3.13	3.00	3.13	2.71	2.96	2.96	26.17
18	Sensor embedded 보강재(reber, 강연선, 강봉)기술	3.33	3.00	3.13	3.29	3.17	3.23	3.25	26.08
19	프리스트레스구조물의 Duct내 Tendon의 계면 상태 및 건전성평가를 위한 Laser를 이용한 비파괴 진단기법	3.21	3.29	3.29	3.67	3.25	3.23	3.00	26.04
20	비접촉식 레이저 초음파를 이용한 강구조물 및 PIPE의 진단 및 수명예측기술	3.33	2.79	2.79	3.75	2.83	3.08	3.21	26.04
21	FSM(Field Signature Method)을 이용한 실시간 교량 손상탐지 기술	4.00	3.33	3.08	3.17	2.83	3.25	2.92	26.00
22	신뢰도 80% 이상의 3차원 수치해석모델을 통한 현 상태 기반 성능평가 기술	3.00	3.33	2.96	3.67	2.92	3.02	3.21	26.00
23	부식된 콘크리트 교량 슬래브의 성능 예측 기술	3.04	3.29	3.42	3.42	3.17	3.02	2.71	26.00

순 위	수요조사 기술설명	평가내용							합계 (40점 만점, RFP 부합성은 가중치 2 적용)
	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)	RF P 부 합 성 (5)	범 용 성 (5)	
24	재해(태풍, 지진 등)시 시설물 안전을 위한 SOC 시설물 정밀 해석기술	2.92	3.17	2.83	3.42	3.13	3.31	3.04	25.96
25	육안점검의 비효율성 문제 해결을 위한 이미지 프로세싱 방식의 육안점검 보조 장비 개발 기술	3.00	3.08	3.08	3.42	3.13	3.35	3.50	25.92
26	지진전후 교량구조물의 성능저하 예측시스템 기술	3.33	3.25	3.00	3.50	2.79	3.04	3.29	25.83
27	무선센서 현장적용성 문제해결을 위한 대안 최적화기법을 적용한 계측기기 표준화기술	3.33	3.42	3.17	3.46	3.17	3.08	3.13	25.83
28	기존유선계측장치문제해결을위한유.무선 혼합방식의 T/RPairing기술	3.08	3.29	3.21	3.38	3.29	3.23	3.13	25.83
29	진동 계측데이터 기반 SOC시설물의 현 상태 평가 기술 개발/사용성 확장 및 기술 표준화	3.63	3.25	2.88	3.50	3.13	3.25	2.96	25.83
30	시설물 상태에 따른 수명종결 상태 정의 기술	3.46	3.38	3.00	3.29	2.63	3.27	3.46	25.75
31	기존 시설물의 계측 데이터 전송 성능 저하 문제 해결을 위한 무선 채널 hopping 방식의 고신뢰성 센서 네트워킹 기술	3.29	3.04	2.96	3.33	3.08	3.35	3.29	25.71
32	돌발재해 대응 실시간 예·경보 자동전과 체계 기술	3.04	3.25	3.08	3.46	3.21	3.08	2.92	25.71
33	취약부분 대상 감지범위 1m 이상 오인 식률 5% 이내 스마트 센서 기반의 100% 국산화 교량부채별 자가진단 기술	3.08	3.00	2.88	3.25	3.08	3.35	2.88	25.67
34	스트레스 형광물질을 이용한 균열감지 0.1mm/스트레스 분해능 5Mpa 이내 급 비주얼 방식의 교량 손상 탐지 기술	3.33	3.38	3.25	2.88	3.29	3.21	3.08	25.63
35	콘크리트 구조물의 정적 응력 상태 비파괴 계측 기술 및 이를 이용한 국부 응력 상태 가시화 기술	3.17	2.92	3.08	3.04	2.83	3.23	3.50	25.63
36	콘크리트 터널벽체의 구조적 건전도 상태를 연속적으로 평가하기 위한 비파괴 탄성과 기법 및 이동형 하드웨어 시스템	3.29	3.13	3.17	3.38	2.96	3.25	3.17	25.58
37	응력에 민감한 발광 입자로 충전된 Electrospun Nanofiber Sensor	3.33	3.04	2.96	2.96	3.46	3.25	3.08	25.33
38	풍수해 취약 지반지지구조 붕괴위험 탐지를 위한 스마트 앵커 기술	3.63	3.04	3.04	3.13	2.88	3.65	3.00	25.33
39	구조물의 계측 데이터를 활용한 이상 상태 감지를 위한 관리 기준 기술	3.25	3.50	3.25	3.38	3.25	3.19	3.08	25.25
40	장기 모니터링용 센서 및 계측장비의 외 내구성 확보를 위한 고 신뢰성 패키징 기술	3.17	3.25	3.29	3.38	3.13	2.92	3.21	25.25
41	운영 하중상태와 환경변화에 의한 시설물 손상 문제 해결을 위해 시설물별 손상패턴과 성능 분석기술 및 예측기술	3.46	3.17	2.88	3.04	3.17	3.21	3.08	25.21

순 위	수요조사 기술설명	평가내용							합계 (40점 만점, RFP 부합성은 가중치 2 적용)
	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)	RF P 부 합 성 (5)	범 용 성 (5)	
42	20,000ue 측정범위를 가지는 광섬유센서 기반 외피 케이블 장력측정 기술	3.38	3.38	3.08	3.21	3.04	3.35	3.21	25.13
43	스마트 베어링을 이용한 B-WIM(Bridge Weigh In Motion) System 기술	3.54	3.21	2.92	3.38	3.04	3.35	3.21	25.13
44	명확하고 신뢰성 높은 상태평가를 위한 시설물의 하중입력-응답출력 입출력관계 규명을 통한 시설물 상태평가기술	3.38	2.96	2.92	2.96	3.00	3.38	3.17	25.13
45	지반지지 슬래브 구조물의 처짐을 복원하기 위한 그라우팅 충전시공의 비파괴 탄성과 기법에 의한 품질평가기술	3.04	2.79	3.08	3.21	2.96	3.06	2.79	25.13
46	플랜트 원격 진단의 접근성 문제 해결을 위한 레이저 스캔 방식의 3차원 손상 추정 기술	3.33	3.13	3.00	3.50	3.21	3.38	2.75	25.08
47	교량 부재 거동 100% 감시를 위한 핵심 부재별 이상상태 검출 기술	3.33	3.08	2.96	3.71	3.13	3.06	3.00	25.00
48	교량잔존수명 3년 이내 추정 오차율을 확보하기 위한 알고리즘 및 데이터 분석 기술	3.33	2.96	2.71	3.38	2.92	2.92	2.92	25.00
49	강 교량 연결부의 볼트풀림 감지를 위한 자체 전원공급 임피던스 센서노드 및 스마트 계면판 기술	3.29	3.54	3.42	3.38	2.96	3.25	2.96	24.88
50	점검차량을 이용한 교량 건전성 평가 기술	3.63	3.29	3.08	3.50	3.04	3.15	3.13	24.88
51	강교의 안전성 증대와 유지관리 효율화를 위한 볼트연결부의 안전관리 시스템 기술	3.33	3.17	3.08	3.04	3.08	3.19	2.79	24.88
52	광범위 구조물 안전 진단 상태 평가 영상화 진단기술	3.29	3.04	2.83	3.25	2.92	3.04	2.79	24.88
53	오차율 10% 미만의 철도교 축중량 측정 장치 및 이를 이용한 교량의 실시간 상태평가 기술	3.25	3.00	2.96	3.21	3.04	3.19	2.92	24.75
54	건전성(상태등급)을 시각적으로 표현할 수 있는 능동적 교량상태 감지기술	3.63	3.13	2.83	3.25	2.71	3.29	2.88	24.63
55	콘크리트 슬래브의 손상평가를 위한 비접촉 충격공진시험을 이용한 자동화 진단 및 평가기술	3.17	3.13	3.04	3.17	3.00	3.13	2.88	24.21
56	하천 보 구조시스템의 안정성 평가를 위한 상시 진동기반 모니터링 기법	3.25	3.38	3.13	3.58	3.08	3.27	3.08	24.04
57	강구조 및 콘크리트 구조물의 기준점 변위를 보정한 레이저 변위 측정 시스템 구축 및 자동화 유지관리 시스템 기술	2.92	3.04	2.88	2.79	3.13	3.06	2.96	24.00
58	초음파탐상법(Ultra-Sonic)을 이용한 RC 구조물의 내구성능 모델링 및 정량적 평가를 위한 센서 시스템 기술	3.29	3.00	2.79	3.17	2.75	3.02	2.88	23.92

순 위	수요조사 기술설명	평가내용							합계 (40점 만점, RFP 부합성은 가중치 2 적용)
	과제명	국책 사업 의 타당 성 (5)	시장 니즈 (5)	시장 규모 (5)	목표 달성 가능 성 (5)	신시 장창 출 가능 성 (5)	RF P 부 합 성 (5)	범 용 성 (5)	
59	WIM(Weigh-In-Motion) 시스템을 활용한 도로 및 교량의 하중모형 구축 및 상태평가 기술	3.92	3.17	2.88	3.46	3.08	3.69	3.25	23.88
60	건축구조물의 균열진행 문제 해결을 위한 탈부착 방식을 이용한 빛 감지형 응력 센싱 기술	3.04	3.21	2.83	3.25	3.13	3.31	2.79	23.83
61	폭발 및 충격 하중에 대응하는 교량의 등급 평가 기술	3.54	2.50	2.38	3.08	2.46	2.75	2.88	22.33

4장 기술개발 방향 정립

- 동향조사 및 기술수요·예측조사 결과를 STEEP, SWOT 분석을 통해 Keyword, Issue Tree를 작성, 이를 통해 기술 개발 방향을 설정함

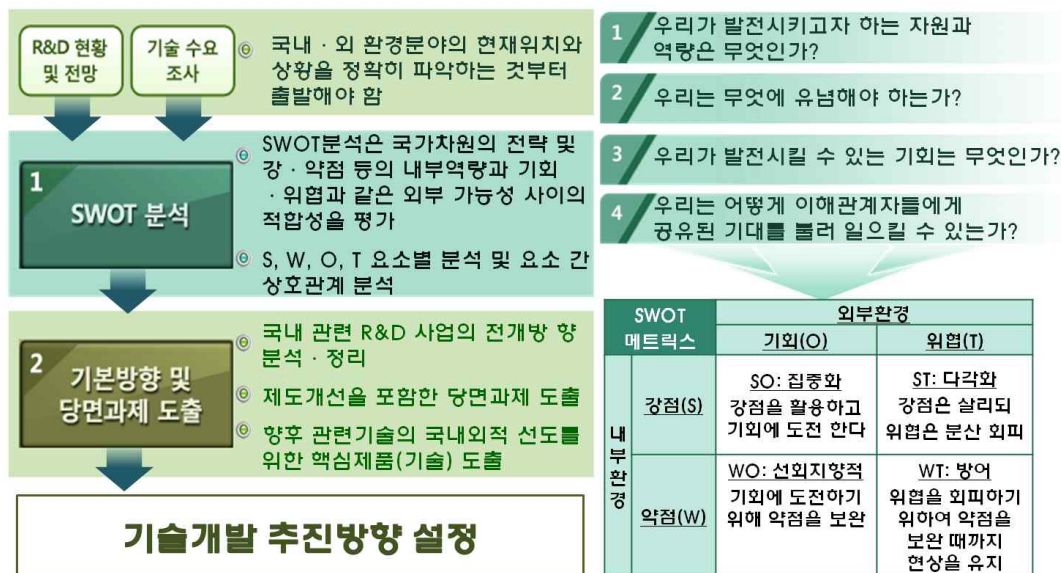


그림 114 기술개발 방향 설정 프로세스

1절 STEEP 분석

1. 분석 개요 및 목적

- STEEP 분석을 통해 사회/문화(Social), 기술/정보(Technological), 생태학적 환경(Ecological), 거시/미시(Economic), 정책/법규(Political/Legal)인 측면에서 거시환경을 분석하였음
- STEEP 분석을 통해 Keyword 및 SWOT 분석의 강점/약점/기회/위협 요소를 파악하는 데 활용됨. 각 중점분야(안)별로 STEEP 분석을 실시, 분석된 시사점 및 전략을 바탕으로 대분류 수준으로 STEEP 분석 실시



그림 115 기술개발 방향 설정 절차

2. 분석 결과

□ 사회문화적(Social) 시사점

- IT기반 융합기술은 전 세계적으로 새로운 트렌드로 자리 잡고 있으며 이의 경제 및 사회적 영향이 지대할 것으로 전망됨
- 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 편의 증대를 기대할 수 있음
- 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 추세임을 알림
- 건설 프로젝트의 핵심적인 고려사항이었던 경제성의 기준이 시공경비에서 유지관리와 교체에 이르는 LCC(Life Cycle Cost) 비용으로 확대됨
- 노후화되는 기존 시설물들의 정량적인 성능평가와 최저비용으로 최고의 안전을 보장할 수 있는 유지관리 필요성이 증대
- 미국 공학한림원에서 14개의“공학적으로 도전해야 할 과제” 중 ‘국가적으로 중요한 기반시설물의 복구 및 개량 분야’가 선정
- 미국 토목학회(ASCE)의 『Report Card for America's Infrastructure』(4년 단위조사)를 살펴보면, 2005년을 기준으로 미국 SOC 시설물 평균 등급은 ‘D’로써 이를 복구하는 데 약 2,400조 원이 소요되는 것으로 평가됨 그러나 2009년, 재조사 결과 평균 등급은 ‘D’임에도 불구하고 복구 소요비용은 3,300조 원으로 증가된 것으로 나타남. 이는 SOC 시설물의 노후화에

따른 비용 증가로 추정함

- 일본의 경우에도 대응방식의 유지관리를 시행할 경우, 약 1.6조 엔의 비용이 투입되어야 하는 반면, 사전예방형 관리를 실시할 경우 약 0.5조 엔으로, 약 30년 동안에 약 1.1조 엔의 비용 감축이 되는 것으로 추정하고 있음. 이에 따라 일본의 건설업연합회의 2010년 보고 자료에 의하면, ‘선택’과 ‘집중’에 의한 사회 인프라의 정비를 최우선 과제로 제시
- 국내 SOC 시설물의 경과년수 대비 안전 등급의 조사 결과, 시트법 대상 시설물의 경우 D등급 이하의 시설물 비중이 극히 미약하나, 태풍, 집중호우 등 기후변화로 인한 위험요인 발생빈도가 높아짐에 따라 관리 및 운영의 형태 변화가 요구됨

□ 기술적(Technological) 시사점

- SOC 시설물에 대한 새로운 신기술은 기술순환이 매우 느리며 이는 그동안 제안된 신기술이 기존공법의 틀 속에서 약간의 변경기술이 접목된 정도로서 신기술의 개발이 어려움
- 이러한 여건에서는 약간의 기술진보보다 더 효과적인 것이 IT 기술과의 접목을 통한 첨단 및 자동화로서 기술 및 산업의 시너지 효과를 가질 수 있음
- 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 있음
- 시설물 상태의 실시간 진단 및 평가기술에 필요한 각종 센서 등 하드웨어적인 인프라는 수입에 의존하므로 국내 기술로 하드웨어적 인프라 확충이 가능하도록 국내기술 개발이 요구됨
- 토목분야에 대한 표준 데이터 모델의 필요성 인식이 확산되고 있음
- 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 있음
- 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 중
- SOC 시설물 관리주체별로 관리·운영 중인 시설물의 유지관리 효율성 증진을 위한 각종 기술개발이 추진 중
- 현행 시트법 대상 시설물의 정보는 국토교통부에서 운영하는 시설물정보종합관리시스템에 등록하도록 제도화되어 있으나 대부분의 정보가 파일로 등록됨에 따라 공학적 판단을 위한 정보는 데이터베이스화되어 있지 않은 실정
 - 미국의 경우, 약 60만 개의 교량 데이터베이스 구축을 위해 20년에 걸친 장기간 프로젝트인 LTBP(Long Term Bridge Performance Program)를 시행 중
- 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 파악됨
- 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 실정임

- SOC 시설물이 구조화, 대형화됨에 따라 동일한 요소기술이라 하더라도 수요자 요구, 목적, 시설물 위치, 형식 등에 따라 적용에 한계성을 보이며 규격화, 표준화에 어려움이 존재함
- 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 함

□ 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 것임
- 건설 강국인 미국, 유럽, 일본 등 국가들에서는 시설물에 기존의 재료보다 성능이 우수한 재료를 적용하여 고품질화 및 고내구성을 지향하고 있으며 이것은 유지관리 비용을 줄이려는 노력으로 해석됨
- 40여 개 지자체에서 첨단도시 건설을 활발하게 추진 중이며, 우리나라는 세계적으로 u-City를 선도하고 있으며 첨단 SOC 시설물 관리 프로세스에 관한 시장은 향후 지속적인 성장이 기대됨
- 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 절실함

□ 환경적(Environmental) 시사점

- 세계적으로 시설물 상태평가 기술은 IT, 전자 및 건설기술을 융합한 상시 모니터링 기술에 집중하고 있으며, 고부가가치의 SOC 기술로 변화하는 추세임
- 시설물 안전성 평가, 모니터링 및 재해대응 분야의 전문가 및 인프라가 부족함
- 최근의 기상이변에 따른 재해발생 가능성이 지속적으로 급증하고 있으며 이에 대한 체계화된 평가 및 대응방안이 요구됨
- 적절하고 체계적인 시설물의 유지관리를 통하여 통상적인 사용수명을 연장하여 사회적 비용을 감축시킬 필요가 있으며, 재해발생에 따른 시설물의 체계적 안정성 확보 및 수명 유지 방안이 요구됨

□ 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 상태임
- SOC 시설물의 노후화에 따른 유지관리 급증에 따른 선제적 대응이 필요
- 다양한 인적오류를 포함한 정기적 검사를 통한 시설물 유지관리 체계는 격변하는 첨단시대의 흐름에 따라 시기적절한 손상감지, 인적오류를 배제할 수 있는 체계, 통합 플랫폼형 평가체계 등이 요구됨
- 우리나라의 재난관리 업무는 국토교통부가 국가기반시설을 담당하며 유관부처들은 관할시설을 맡고 행정안전부는 시군구 관할시설 및 범정부 재난관리 네트워크 시스템을 관리함
- 재난 및 안전관리 기술은 국가과학기술위원회에서 특별위원회를 구성하여 운영하며 범부처가 연

구개발과 정부정책 간의 연계를 강화하는 체제로 변화 중

- 국가 안전관리 기본계획을 중심으로 시트법 대상 SOC 시설물의 경우에는 시설물 안전 및 유지 관리 기본계획을 마련하여 관리 운영하도록 제도화하고 있음

2절 SWOT 분석

1. 분석 개요 및 목적

- ☐ 내부 및 외부환경 요인을 명확히 분석하여 기술개발전략을 수립하기 위한 방향 제시를 목적으로 실시함
- ☐ 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 실시함
- ☐ 강점(Strength) 및 약점(Weakness) 요인 분석
 - 타 국가 및 조직과 비교하여 상대적으로 우수하거나 부족한 부분을 제시함
 - 강점 및 약점은 '2장 동향 및 환경 분석'에서 기술/특허/논문/인프라 분석결과를 내/외부 요인으로 구분하고 내부요인을 강점과 약점으로 다시 구분하여 키워드를 작성하는 방법으로 구성함
 - SWOT 분석을 통한 전략의 도출은 비전 및 목표, 중점연구분야와 연계성이 확보되는 것이 필요하므로 강점 및 약점 요인은 기술분류체계에서 대분류 수준으로 작성하는 것이 필요함
- ☐ 기회(Opportunity) 및 위협(Threat) 요인 분석
 - 대외 환경변화로 인하여 새롭게 발생하는 기회요인 및 불안요인 등을 제시함
 - 기회 및 위협요인은 '2장 동향 및 환경 분석'에서 정책/시장/기술동향 분석결과를 내/외부 요인으로 구분하고 외부요인을 기회와 위협요인으로 구분하여 정리할 수 있음
 - 기회요인 및 위협요인은 국가별 기술의 융합추세, 해외 주요국 대비 정책적 장려정도, 국내의 기술수요 차이, 국가별 시장 성장의 차이, 해외 주요국의 기술개발 전략 등의 관점에서 정리될 수 있음
 - SWOT 분석을 통한 전략의 도출은 비전 및 목표, 중점연구분야와 연계성이 확보되는 것이 필요하므로 기회 및 위협 요인은 기술분류체계에서 대분류 수준(중점추진분야)으로 작성하는 것이 필요함
- ☐ 포지션별 전략 수립
 - SO/WO/ST/WT의 포지션별 전략을 수립하여 주제를 개조식으로 요약 후, 아래 서식에 기입하고 각 전략별 세부내용을 설명함
 - 포지션별 전략은 기획 연구진의 브레인스토밍을 통하여 작성하는 것이 필요
 - SOC 시설물 성능평가기술 분야의 SWOT 분석 및 포지션별 전략 수립 결과는 다음과 같음

2. 분석 결과

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 애로 사항 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 보수성에 의한 새로운 표준제시 어려움 · 자국내 기술개발 필요성에 대한 인식 부족 · Big Data 경험 부족 · 우리나라 고유의 기초 환경자료 부족	
	【 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 상태평가는 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 패키지화를 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 기술 융합체계 구축 · 기술우위 핵심기술의 조기 자립화를 실시 · 해외 기술대비 취약분야 중점 개발	WT 전략	· 지적재산권의 해외 주요국 등록 · SOC 관리주체별 지속 활용을 위한 예산 투자우선순위 제도화 · 개발도상국으로의 기술 지원 및 진출을 추진 · 관산학연 연계성 강화에 의한 조기에 기술 경쟁력 확보 · 점검, 진단, SHM 등의 유지관리 시장 모니터링 및 지속적 정책지원시스템 구축

3절 Keyword 도출

□ Keyword 도출 개요 및 활용

- 기획대상 및 중점추진분야 기술에 관련하여 사회, 기술, 경제, 환경, 정책 등으로 분류하여 Keyword를 도출하였으며, 국내외 동향 및 환경 분석, 기술수요조사 및 예측조사, 기술자문위원회 면담을 통해 1차 분류하였으며, 과제 연구진 및 총괄위원회 워크숍을 통해 최종 도출하였음
- 정책, 경제, 기술개발, 인프라 및 기반 동향조사, 기술 수요 및 예측 조사 등의 분석 결과를 대표하는 Keyword를 도출하여 전략수립 방향제시에 활용
- 도출된 Keyword는 과제기획 및 중점분야 도출을 위한 주요배경으로 활용되며, 관련 Keyword가 연계되어 Issue Tree로 도출됨

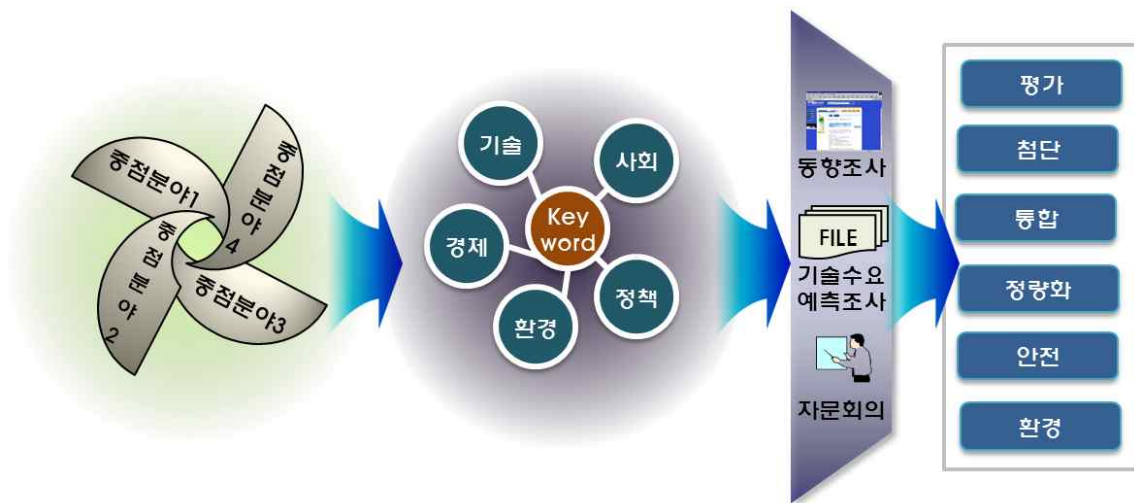


그림 116 Keyword 도출

4절 Issue Tree 작성

- 참여연구진의 분석된 초안을 토대로 기획회의를 통해 도출된 키워드를 종합하여 이슈도출, 기술니즈 도출, 중점목표 도출 순으로 진행
- 기존 통합분석 결과와 이슈(6개), 기술니즈(19개), 그리고 취합된 기술수요조사 결과를 토대로 4개의 중점 목표 설정

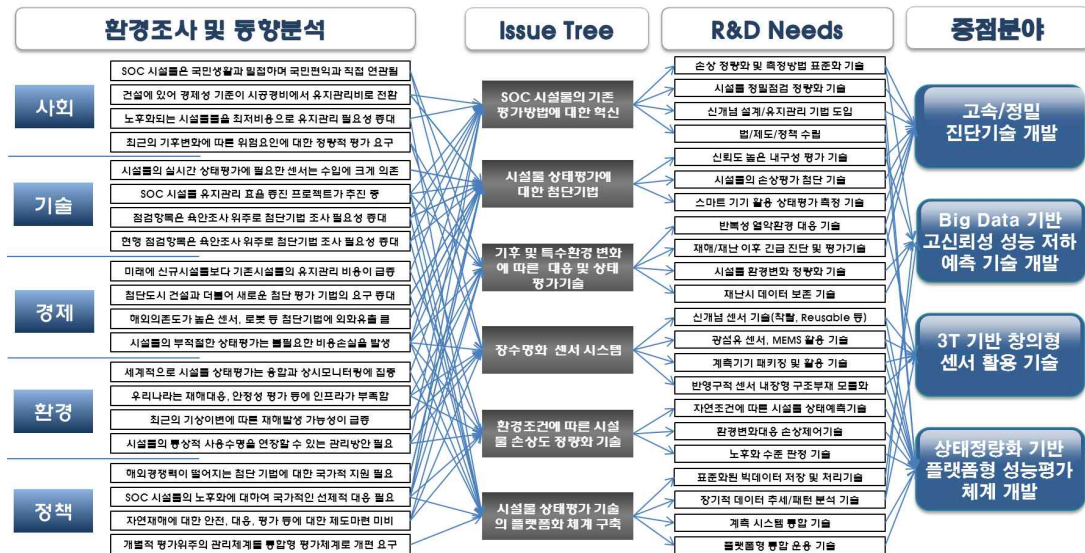


그림 117 ISSUE TREE

5장 비전 및 목표 수립

1절 비전 및 목표 설정

□ 비전 및 목표 수립 절차

- 비전 및 목표 수립에는 국내외 동향 조사 및 환경 분석, 기술수요·예측조사를 바탕으로 한 STEEP 분석 및 SWOT 분석을 수행하여 본 기획의 기술개발 방향을 설정하였음
- 비전 및 목표 수립에는 참여연구진 및 전문가위원회의 의견이 반영될 수 있도록 함
 - 비전 및 목표 후보는 중점추진분야별 연구진의 의견을 취합하고, 주관 연구책임자가 다수의 의견을 제시하여 작성
 - 내부연구진의 평가 및 브레인스토밍을 통한 목표 수정/확정을 위해서 워크숍 실시

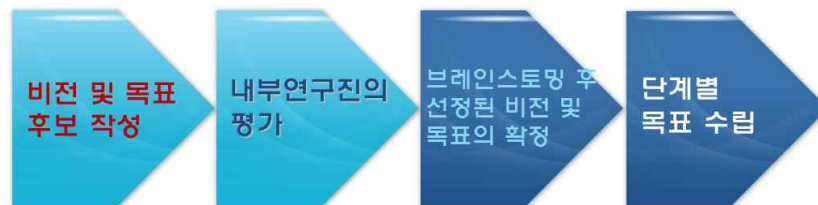


그림 118 비전 및 목표 수립 절차

□ 기획연구의 범위와 내용을 고려하여 선언적인 비전 및 목표 설정

- 비전과 목표 수립은 기술개발 추진전략 정립 시, 수행되는 SWOT 분석 결과 도출되는 포지션별 전략과의 연계성이 드러나게 도식화하여 작성함
 - 수립된 비전과 목표는 기술, 시장, 정책 환경 및 과제 수행기관의 내부 역량을 고려하여 도전적으로 제시
 - 비전과 목표 수립의 근거는 ‘동향조사 및 환경 분석’에 제시된 것을 반영
 - 기획연구의 비전은 목표시점에서 도달하고자 하는 모습을 반영하였으며, 내외부 시각에서 구체성을 띄도록 수립
- 비전 및 목표는 1차 기획위원회에서 각각 10개의 후보 안건이 제시되었으며, 이를 토대로 ‘동향조사 및 환경 분석’ 실시

비전 후보

- 행복한 복지안전을 창조하는 기반시설 성능평가기술 구현
- 국민행복을 추구하는 창의적 SOC 시설물 성능평가기술 구현
- 행복한 복지안전 기반시스템 유지기술 2020 구현
- 국가 안전과 국민 행복을 추구하는 차세대 스마트 성능평가기술 구현
- 창조국토 실현을 위한 미래형 SOC 시설물 성능평가기술 구현
- 국민의 삶의 질 향상을 위한 SOC 시설물 성능평가기술 구현
- 행복한 복지안전을 창조하는 기반시설 성능평가기술 구현
- 창조경제 구현을 위한 안전한 SOC 시설물 구현
- 국가경쟁력 강화를 위한 SOC 시설물 성능평가기술

목표 후보

- 신뢰받는 SOC 시설물 성능평가기술로 국민의 행복지수 10% 향상
- 100년 사용성능을 보장하는 안전한 SOC 시설물 반영구화 사용기술 개발
- 8대 시설군의 상태평가 정량화 기술 세계 선도
- 재난으로부터 국민의 안전을 지키고 국민 삶의 질 25% 향상
- SOC 시설물 재난에 대한 국민의 안전 수준 및 삶의 질 25% 향상
- 신뢰받는 SOC 시설물의 성능평가기술로 국민의 안심도 10% 향상
- 신뢰도 80%이상의 SOC 시설물의 성능평가기술로 국민 행복 구현
- 유지관리비용 10% 절감 및 SOC 시설물의 안전수명 25% 향상
- SOC 시설물 성능평가기술 향상을 통한 국민 삶의 질 또는 안심도 향상

그림 119 비전 및 목표 후보

2절 중점추진분야 설정

1. 중점추진분야 설정 과정

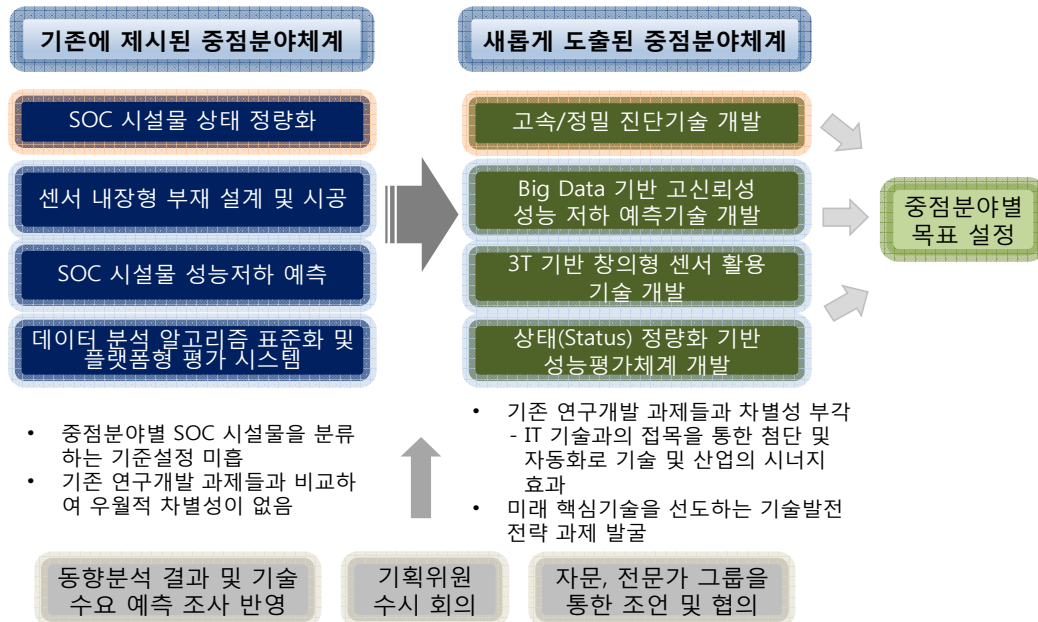


그림 120 중점추진분야 설정 과정

- 기획조치단계에서 공고문의 RFP에 제시된 4개의 중점추진 분야에 따라 중점추진 분야(안)을 설정하여 기획을 수행하였으나, 다음과 같은 문제점이 존재하였음
 - 중점분야별 SOC 시설물을 분류하는 기준 설정 미흡
 - ‘SOC 시설물’ 및 ‘성능평가기술’의 정의가 불분명했음
 - 제시된 중점분야는 기존 과제와 유사하였음
 - 신성장 동력을 위한 방향성이 결여되어 있음
- 기획위원회 및 전문가·자문가 그룹의 적극 활용을 통해, SOC 시설물 성능평가기술의 재정의, 이를 위한 동향 분석 및 기술수요·예측조사 실시함

2. 중점추진분야 개념

표 79 성능중심관리를 위한 성능평가기술(1단계)

배경	현행 SOC 유지관리는 주로 설계·기술기준 등을 근거로 하는 실정으로 손상된 부분의 원상복구나 설계기준 충족 등을 목표로 시행되고 있으나 파손, 붕괴된 시설물을 보수하기 위한 사고예방형 유지관리에서 시설물 연식, 이용량 등을 분석하는 성능관리형 유지관리로의 전환 필요
개념	• 주요 국가중요시설의 내구성, 안전성, 등급화 및 성능중심 관리를 위한 시설물 성능평가 기술 • 종합 여건을 고려한 대표등급 산출 프로세스 및 자동화 플랫폼 기술
주요 내용	수요조사 결과 분석(Bottom-Up)을 중심으로 선정하되, 필요시 Top-Down 방식을 조합하여 최종 결정 예정(하단 주요 분야는 향후 기획 방향에 따라 변동 가능) • 주요 분야(안) ✓ SOC 시설물의 성능중심관리를 위한 시설물 성능평가 기술 분야 ✓ 종합적 데이터를 고려한 국가중요시설의 대표등급 산출을 위한 자동화 알고리즘 개발기술 분야

표 80 3T 기반 창의형 센서활용 기술(2단계-중점분야 1)

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 기술 선도가 가능한 미래 기술
주요 내용	수요조사 결과 분석(Bottom-Up)을 중심으로 선정하되, 필요시 Top-Down 방식을 조합하여 최종 결정 예정(하단 주요 분야는 향후 기획 방향에 따라 변동 가능) • 주요 분야(안) ✓ 콘크리트 Thin Section 기술 분야 ✓ 전도성 콘크리트 기반 콘크리트 내부 손상 평가기술 분야 ✓ 센서 내장형 첨단 부재장치 기술 분야 ✓ Bio Inspired Smart Coating을 이용한 구조물 이상상태 감지기술 분야 ✓ 착탈식 센서 기반 실시간 강도 계측기술 분야 등

표 81 고속/정밀진단 기술(2단계-중점분야 2)

배경	기존에도 진단 관련 기술은 존재하나, 정밀안전진단 세부지침에 규정된 주요 점검항목별 육안점검 방식을 대체할 수 있는 기능이 없음. 따라서 진단결과의 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
주요 내용	수요조사 결과 분석(Bottom-Up)을 중심으로 선정하되, 필요시 Top-Down 방식을 조합하여 최종 결정 예정(하단 주요 분야는 향후 기획 방향에 따라 변동 가능) • 주요 분야(안) ✓ FSM(Field Signature Method) 기반 부식검출기술 분야 ✓ 초고속 고정밀 이미지 기반 균열 검출기술 분야 ✓ 볼트 연결부 진단기술 분야 ✓ PSC 구조물 건전성 평가기술 분야 등 ✓ 레이저 기반 강구조물 및 파이프 건전도 평가기술

표 82 Big Data 기반 고신뢰성 성능저하 예측기술(2단계-중점분야 3)

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
주요 내용	수요조사 결과 분석(Bottom-Up)을 중심으로 선정하되, 필요시 Top-Down 방식을 조합하여 최종 결정 예정(하단 주요 분야는 향후 기획 방향에 따라 변동 가능) • 주요 분야(안) ✓ 계측데이터 기반 고정밀도 성능저하 예측기술 분야 ✓ 수치해석 모델 개선기술 분야 ✓ 환경조건을 고려한 데이터 통합형 성능수준 평가기술 분야 등

표 83 상태정량화 기반 성능평가체계 기술(2단계-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
주요 내용	수요조사 결과 분석(Bottom-Up)을 중심으로 선정하되, 필요시 Top-Down 방식을 조합하여 최종 결정 예정(하단 주요 분야는 향후 기획 방향에 따라 변동 가능) • 주요 분야(안) ✓ 국가 교통망시설물 성능중심 평가체계 및 대표등급 산정 프로세스 연계기술 개발 ✓ 물처리/공급시설 성능중심 평가체계 및 대표등급 산정 프로세스 연계기술 개발 ✓ 해안항만시설 성능중심 평가체계 및 대표등급 산정 프로세스 연계기술 개발 ✓ 건축물/옹벽 성능중심 평가체계 및 대표등급 산정 프로세스 연계기술 개발 ✓ 제도개선 및 정책 개발 분야 등

6장 후보과제 선정 및 우선순위 도출

1절 Top-down 과제

- Top-down 과제는 미국, 영국, 호주, 캐나다 등 해외 선진국들의 성능평가보고서(Report Card)를 통한 인프라 평가체계 추세의 중요성과 필요성을 인식하여 시설물 안전성, 내구성, 기능성, 사용성, 경제성을 연계한 성능평가체계를 도입하기 위하여 다음과 같이 과제를 설정함

(가) 과제 설정 및 기술개발 단계 설정

표 84 Top-down 대상과제 설정 예

연번	후보과제	단계설정		
		기초·원천	응용·개발	상용화
1	SOC시설물 유지관리 방법론 분석 및 개선방안 정립		○	
2	SOC시설물의 내구성/사용성/기능성 등급화 기술 개발		○	
3	주요 SOC시설물별 성능평가 프로세스 개발		○	
4	주요 SOC시설물 대표등급 산정기준 개발		○	

(나) 대상과제별 기술개발 목표 및 최종성과물 설정

표 85 대상과제별 기술개발 목표 및 최종성과물

연 번	대상과제	기술개발목표	최종성과물
1	SOC 시설물 유지관리 방법론 분석 및 개선방안 정립	• 시설물 유지관리 체계 조사 및 문제점 분석(관리주체별, 시설물 유형별 등) • 시설물 유지관리 체계 개선 방안 확립 • 성능평가 체계 개선을 위한 DB 확보 및 구축 방안 확립 • SOC시설물 유지관리 및 성능평가 체계 선진화 전략로드맵 수립	• 시설물 유지관리체계 분석서 • 전략로드맵
2	SOC시설물의 내구성/사용성/기 능성 등급화 기술 개발	• 기존 유지·관리 DB 기반 국내 SOC시설물 성능저하 패턴 분석 및 내구이력 추정 기술 개발 • 환경조건을 고려한 내구성 등급화 프로세스 기술 개발 • 사용성 및 기능성 정량화 프로세스 기술 개발	• 열화 메커니즘별 내구성 등급 • 지역환경별 대표 내구성 등급 • 기구축 DB 기반 국내 콘크리트 구조물 내구 및 열화 이력 추정 기술 • 시설물 유형별 내구성 등급화 프로세스 • 사회기반시설별 사용성 및 기능성 정량화 프로세스 기술
3	주요 SOC시설물별 성능평가 프로세스 개발	• 시설물 유형별 성능평가를 위한 지표 및 가중치 도출 • 주요 지표(안전성/내구성/사용성/기능성)를 고려한 성능등급 산정 프로세스 개발 • 시설물별 성능목표수준(Level of Service)설정 방법론 개발 • 시설물별 현재 성능, 수요변화, 목표성능을 고려한 투자우선순위 의사결정 모델 개발 • 관리주체별 시범적용 및 보완	• 성능중심관리용 성능등급 산정기법 • 시설물별 성능목표수준 설정 방법론 • 투자우선순위 의사결정 모델 • 개발 성과 제도화 및 활용 기술
4	주요 SOC시설물 대표등급 산정기준 개발	• SOC시설물별 대표등급 산출 프로세스(안) 개발(지표, 가중치 결정 등 포함) • SOC시설물별/목표범위별 대표등급 산출 프로세스 및 소프트웨어 개발 • 관리주체별 시범적용을 통한 현장 적용성 검증	• 시설물별/목표 범위별 대표등급 산출 프로세스 • 대표등급 산출 프로세스 활용 기술 • 종합 데이터를 고려한 대표등급 산출 알고리즘 및 소프트웨어

2절 Bottom-up 과제

- 후보과제 우선순위는 QFD(Quality Function Deployment) 방법론을 이용하여 다음의 프로세스로 추진하였음

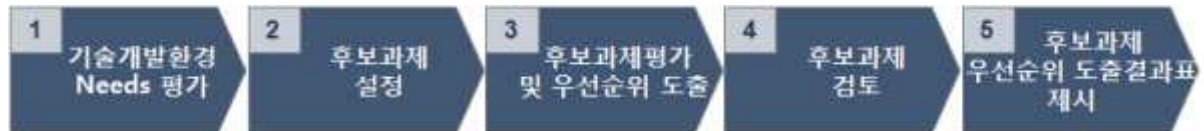


그림 121 Bottom-up 프로세스

1. 기술개발환경 Needs 도출

(가) 기술개발환경 Needs 도출

- 앞서 수행한 STEEP분석, SWOT 분석을 바탕으로 기획위원들 및 참여연구진들의 논의를 통하여 기술개발환경 Needs를 다음과 같이 총 20개 도출함

표 86 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)
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)
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)
환경적 측면	세계적으로 시설물 상태평가는 융합과 상시모니터링에 집중	(융복합 기술 활용도)

구분	기술개발환경 Needs	
	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)
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)

(나) 기술개발환경 Needs에 대한 평가항목 및 가중치 설정

- ☐ 기술개발환경 Needs에 대한 평가항목은 기획연구원들 및 참여연구진의 논의를 통하여 기술의 시급성, 정부지원 필요성, 기술개발 성공가능성, 정책기여도, R&D과제 추진필요성으로 설정함
- ☐ 평가항목에 대한 가중치 설정은 다음과 같음

표 87 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

(다) 기술개발 환경 Needs 평가

- ☐ 도출된 15개의 기술개발환경 Needs를 6개 평가항목에 따라 평가하여 가중치를 고려한 점수를 산정함
- ☐ 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 나타남

표 88 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	7
	건설에 있어 경제성 기준이 시공경비에서 유지관리비로 전환	4.0	4.0	4.0	4.2	4.1	4.3	100.1	6
	미래에 신규시설물보다 기존시설물의 유지관리 비용이 급증	3.8	4.0	4.0	4.0	3.9	4.0	96.4	13
	시설물의 부적절한 상태평가는 불필요한 비용손실을 발생	4.3	4.1	3.8	3.9	3.8	4.1	97.6	10
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	15
	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	8
환경적 측면	세계적으로 시설물 상태평가는 융합과 상시모니터링에 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	14
	시설물의 통상적 사용수명을 연장할 수 있는 관리방안 필요	3.7	4.3	3.9	4.2	3.9	3.9	97.0	11
정책적 측면	SOC 시설물의 노후화에 대하여 국가적인 선제적 대응 필요	4.2	4.3	3.8	3.8	4.1	4.0	98.4	9
	자연재해에 대한 안전, 대응, 평가 등에 대한 제도 마련 미비	3.7	4.3	3.6	3.9	4.4	3.9	96.7	12
	개별적 평가위주의 관리체계를 통합형 평가체계로 개편 요구	4.4	4.3	4.0	4.1	4.5	4.3	104.1	2

2. 후보과제 설정

(가) 후보과제 설정 및 기술개발 단계설정

- ☐ 61개의 후보과제에 대하여 기술의 단계를 기초·원천, 응용·개발, 실용화 및 실증화-test bed형의 4단계로 구분하여 다음과 같이 제시함

표 89 후보과제 설정 및 기술개발 단계설정

연번	후보과제	단계설정			
		기초 · 원천	응용 · 개발	실용화	실증화- test bed형
1	스트레스 형광물질을 이용한 균열감지 0.1mm/스트레스 분해능 5Mpa 이내 급 비주얼 방식의 교량 손상 탐지 기술			○	
2	건축구조물의 균열진행 문제 해결을 위한 탈부착 방식을 이용한 빛 감지형 응력 센싱 기술		○		
3	20,000ue 측정범위를 가지는 광섬유센서 기반 외파 케이블 장력측정 기술			○	
4	오차율 10% 미만의 철도교 축중량 측정장치 및 이를 이용한 교량의 실시간 상태평가 기술			○	
5	건전성(상태등급)을 시각적으로 표현할 수 있는 능동적 교량상태 감지기술 개발		○		
6	FSM(Field Signature Method)을 이용한 실시간 교량 손상탐지 기술			○	
7	지반지지 슬래브 구조물의 처짐을 복원하기 위한 그라우팅 충전시공의 비파괴 탄성과 기법에 의한 품질평가기술			○	
8	콘크리트 터널벽체의 구조적 건전도 상태를 연속적으로 평가하기 위한 비파괴 탄성과 기법 및 이동형 하드웨어 시스템 기술			○	
9	Bio-inspired Smart Photonic Coating을 이용한 구조물의 이상상태 감지 기술			○	○
10	응력에 민감한 발광 입자로 충전된 Electrospun Nanofiber Sensor 기술			○	○
11	시설물 상태에 따른 수명종결 상태 정의 기술		○		
12	시트법시설물의 상태평가 민감도 분석 및 개선기술			○	

연번	후보과제	단계설정			
		기초 · 원천	응용 · 개발	실용화	실증화- test bed형
13	콘크리트 시설물의 상태평가의 첨단화/정밀화를 위한 썬섹션(thin-section) 이미지 기반 열화손상의 표준화 기술			○	
14	전도성 콘크리트를 이용한 콘크리트 내부 손상평가 기술	○	○		
15	플랜트 원격 진단의 접근성 문제 해결을 위한 레이저 스캔 방식의 3차원 손상 추정 기술			○	
16	비접촉식 레이저 초음파를 이용한 강구조물 및 PIPE의 진단 및 수명예측 기술	○			
17	프리스트레스 구조물의 Duct내 Tendon의 계면상태 및 건전성 평가를 위한 Laser를 이용한 비파괴 진단기법	○	○		
18	콘크리트 슬래브의 손상평가를 위한 비접촉 충격 공진시험을 이용한 자동화 진단 및 평가기술			○	
19	명확하고 신뢰성 높은 상태평가를 위한 시설물의 하중입력-응답출력 입출력관계 규명을 통한 시설물 상태평가기술	○			
20	구조물 육안점검 객관성 확보문제 해결을 위한 이미지프로세싱 방식의 손상정보 패턴분석 기술			○	
21	장기 모니터링용 센서 및 계측장비의 외 내구성 확보를 위한 고 신뢰성 패키징 기술			○	
22	콘크리트 구조물의 정적 응력 상태 비파괴 계측 기술 및 이를 이용한 국부 응력 상태 가시화 기술	○	○		
23	무선센서 현장적용성 문제 해결을 위한 대안최적화기법을 적용한 계측기기 표준화기술		○		
24	광범위 구조물 안전 진단 상태 평가 영상화 진단기술		○		
25	재해(태풍, 지진 등)시 시설물 안전을 위한 SOC 시설물 정밀 해석기술			○	
26	운영 하중상태와 환경변화에 의한 시설물 손상 문제 해결을 위해 시설물별 손상패턴과 성능 분석기술 및 예측기술		○		
27	육안점검의 비효율성 문제 해결을 위한 이미지 프로세싱 방식의 육안점검 보조장비 개발 기술			○	

연번	후보과제	단계설정			
		기초 · 원천	응용 · 개발	실용화	실증화- test bed형
28	WIM(Weigh-In-Motion) 시스템을 활용한 도로 및 교량의 하중모형 구축 및 상태평가 기술			○	
29	강 교량 연결부의 볼트풀림 감지를 위한 자체 전원공급 임피던스 센서노드 및 스마트 계면판 기술				○
30	풍수해 취약 지반지지구조 붕괴위험 탐지를 위한 스마트 앵커 기술				○
31	하천 보 구조시스템의 안정성 평가를 위한 상시 진동기반 모니터링 기법				○
32	상태정량화 기반 플랫폼형 성능평가체계 기술			○	
33	환경조건을 고려한 데이터 통합협 성능수준 평가 기술			○	
34	볼트연결부 200m 이내, 볼트 장력 10% 내외 감소 모니터링을 위한 강교량 볼트연결부 지능형 안전관리 기술			○	
35	교량 부재 거동 100% 감시를 위한 핵심 부재별 이상상태 검출 기술	○			
36	전도성 콘크리트를 이용한 변형률 측정 기술	○	○		
37	스마트 베어링을 이용한 B-WIM(Bridge Weigh In Motion) System 기술			○	
38	Sensor embedded 보강재(reber, 강연선, 강봉)기술		○		
39	강교의 안전성 증대와 유지관리 효율화를 위한 볼트연결부의 안전관리 시스템 기술			○	
40	취약부분 대상 감지범위 1m 이상 오인식률 5% 이내 스마트 센서 기반의 100% 국산화 교량부재별 자가진단 기술			○	
41	콘크리트의 시공 안전성 문제 해결을 위한 착탈식 압전 센서 방식의 실시간 강도 계측 기술			○	
42	내구수명 10년 이상을 확보할 수 있는 첨단센서 기반 정밀도 10mm(교장 100m당) 미만의 교량 3차원 글로벌 거동 측정 기술		○		○
43	기존 유선 계측장치 문제해결을 위한 유·무선 혼합방식의 T/R Pairing 기술			○	
44	부식된 콘크리트 교량 슬래브의 성능 예측 기술			○	○

연번	후보과제	단계설정			
		기초 · 원천	응용 · 개발	실용화	실증화- test bed형
45	SOC 구조물 성능평가를 위한 (신개념 센싱 데이터 기반) 수치해석모델 개선 기술		○		
46	성능기반 시설물 평가 기법 및 유지관리 기술	○			
47	점검차량을 이용한 교량 건전성 평가 기술			○	
48	진동계측 데이터 기반 SOC 시설물의 현상태 평가 기술 개발/사용성 확장 및 기술 표준화			○	
49	강구조 및 콘크리트 구조물의 기준점 변위를 보정한 레이저 변위 측정 시스템 구축 및 자동화 유지관리 시스템 기술	○			
50	재난전후 또는 환경조건 변화시 시설물 성능저하 예측기술-재난전후 성능저하 예측용 계측기술			○	
51	사용자 중심의 만족도 평가를 위한 사용성 정량화 기술(기획연구)			○	
52	신뢰도 80% 이상의 3차원 수치해석모델을 통한 현 상태 기반 성능평가 기술			○	
53	구조물의 계측 데이터를 활용한 이상 상태 감지를 위한 관리 기준 기술		○		
54	폭발 및 충격 하중에 대응하는 교량의 등급 평가 기술		○		
55	기존 시설물의 계측 데이터 전송 성능저하 문제 해결을 위한 무선 채널 hopping 방식의 고신뢰성 센서 네트워킹 기술		○		
56	돌발재해 대응 실시간 예·경보 자동 전파 기술			○	
57	지진전후 교량구조물의 성능저하 예측시스템 기술			○	
58	교량잔존수명 3년 이내 추정 오차율을 확보하기 위한 알고리즘 및 데이터 분석 기술				○
59	초음파 탐상법(Ultra-Sonic)을 이용한 RC 구조물의 내구성능 모델링 및 정량적 평가를 위한 센서 시스템 기술		○		
60	시설물의 성능 저하도를 예측하기 위한 자연 환경조건의 특성별 콘크리트 시설물의 노후화 예측 기술		○		
61	성능 수준 판정 기술			○	

- ☐ 9개의 과제는 기초·원천기술에 해당되는 것으로 구분됨
- ☐ 응용·개발기술은 실용화 혹은 상용화 이전단계로 18과제가 해당됨
- ☐ 34개 기술은 기존기술의 개선, 성능향상, 일부 대체 기술로 실용화 대상으로 구분됨
- ☐ 8개 기술은 실증화-test bed형 단계로 구분됨
- ☐ 다만, 상기 과제 중 8개 기술은 2개의 단계에 걸쳐서 해당되는 과제로 구분됨
- ☐ 상기 기술개발 Needs 평가 및 기술예측조사 결과에서의 우선순위 선정 결과에 따라 상위 21개 과제에 대하여 후보과제로 선정함

(나) 후보과제별 기술개발 목표 및 최종성과물 설정

- ☐ 도출된 후보과제는 아래와 같이 우선순위별로 나열하였으며, 통합, 제외 등을 수행한 결과는 다음과 같음
- ☐ 21개 후보과제별 기술개발 목표 및 최종성과물을 다음과 같이 제안함

표 90 후보과제별 기술개발 목표 및 최종성과물

우 선 순 위	후보과제	기술개발 목표	최종성과물	비고
1	내구수명 10년 이상을 확보할 수 있는 침단센서 기반 정밀도 10mm(교장 100m당) 미만의 교량 3차원 글로벌 거동 측정 기술	광섬유 센서 및 가속도계 센서 기반 교량 붕괴징후 여부 판단 기술	• 광섬유 기반 교량 붕괴 징후 여부 판단기술 • 가속도계 기반 전체 이상 거동 감지를 위한 핸디메터 기술	유사과제 다수 존재로 제외
2	전도성 콘크리트를 이용한 콘크리트 내부 손상평가 기술	전도성 콘크리트의 내부 손상과 전기적 특성 사이의 관련성 평가 및 이를 활용한 내부 손상의 정량적 평가 기술 개발	• 다양한 범위의 전기 저항을 갖는 전도성 콘크리트 • 전도성 콘크리트의 내부 손상과 전기적 특성 사이의 관계식 • 손상 평가 측정 장비	
3	상태정량화 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	• 물처리/공급시설 성능평가 자동화 플랫폼(데이터베이스 포함) • 해안항만시설 성능평가 자동화 플랫폼(데이터베이스 포함) • 건축물 및 옹벽 성능평가 자동화 플랫폼(데이터베이스 포함) • 연구성과에 대한 정책 제안 • 표준화 플랫폼 구축 지침서 • 대용량 자료 처리 기술	1단계에서 분리

우 선 순 위	후보과제	기술개발 목표	최종성과물	비고
4	콘크리트 시설물의 상태평가의 침단화/정밀화를 위한 썬섹션(thin-section) 이미지 기반 열화손상의 표준화 기술	Thin-section 기술을 활용한 마이크로-메소 레벨 이미지 분석 기술 개발 및 표준화된 이미지 체계 구축	- Thin-section 제작 및 검증기술 - 시멘트 매트릭스의 수화 및 열화물질 검출 기법 - 사용중 콘크리트 시설물의 물-시멘트비 추정 기술 - Thin-section 미세구조 이미지를 활용한 시멘트 매트릭스의 내구성 분석 기법 - 시설물 상태평가용 열화 이미지 기반 라이브러리 - Thin-section을 활용한 시설물 상태평가 매뉴얼	3위와 통합, 12위와 통합
5	시트법시설물의 상태평가 민감도 분석 및 개선 기술	각 평가단계별 민감도를 분석하여 최적의 민감도를 갖도록 설계함과 동시에 민감도로 해결되기 어려운 부분에 대한 보완책 도출	- 개별부재 및 부재그룹 평가 단계 민감도 개선 방안 - 시설물 평가에 대한 민감도 개선 방안	
6	재난전후 또는 환경조건 변화시 시설물 성능저하 예측기술-재난전 후 성능저하 예측용 예측기술	90% 이상의 신뢰도를 갖는 교량구조물의 지진에 대한 손상도 판정기법 및 센싱시스템 개발	- 지진피해 판정 센싱시스템 및 원격송수신 장치 - 지진에 대한 교량구조물의 손상도 판정 알고리즘 - 지진재해도 판정 예측기법	3위와 통합, 12위와 통합
7	강 교량 연결부의 볼트풀림 감지를 위한 자체 전원공급 임피던스 센서노드 및 스마트 계면판 기술	임피던스 응답을 이용하는 센서노드 기반으로 강 교량 연결부의 볼트풀림 감지 시스템 개발	국내외 학술논문 10건, 특허 2건	

우 선 순 위	후보과제	기술개발 목표	최종성과물	비고
8	성능 수준 판정 기술	안전성, 사용성, 복구성 등을 고려한 노후도 평가기술 개발 및 성능등급 체계화	• 노후도 평가 기술 • 요구 성능별 성능등급 표준 체계	3위와 통합
9	구조물 육안점검 객관성 확보문제 해결을 위한 이미지프로세싱 방식의 손상정보 패턴분석 기술	신뢰도 90% 이상의 자동 손상패턴 분석기술의 개발	• 손상유형별 Classification 기준, Mopology 영상분석기반 자동손상분석 S/W, 휴대용 영상수집장치	
10	성능기반 시설물 평가 기법 및 유지관리 기술	성능 기반 시설물 평가 기법 개발 및 이를 이용한 유지관리 기법 개발	• 성능기반 시설물 평가 기법 • 다양한 조건 및 형식의 시설물의 예제집 및 지침서	3위와 통합
11	Bio-inspired Smart Photonic Coating을 이용한 구조물의 이상상태 감지 기술	일반 구조물의 토목/건축 구조물 변형률 범위(1 마이크로 스트레인 - 2,000 마이크로 스트레인)의 측정이 가능한 저가의 응력 변색 Coating 개발	• 응력변색 센서의 제품 Prototype • 실험에 따른 성적표 및 기존 센서와의 비교결과 • 측정 장비 및 표준화된 제조 방법 매뉴얼 • 특허 5건 • SCI(E) 저널 6편 및 관련학회 발표 5회	1단계에서 실시
12	시설물의 성능저하도를 예측하기 위한 자연 환경조건의 특성별 콘크리트 시설물의 노후화 예측 기술	국내 자연환경에서의 콘크리트 시설물 성능저하 표준화	• SOC 시설물의 성능저하환경별 기반자료 • 염해 및 동해에 대한 내구환경 상세지도 • 열화 메카니즘별 환경기반 성능저하 예측 모델	
13	SOC 시설물 성능평가를 위한(신개념 센싱 데이터 기반) 수치해석 모델 개선 기술	신개념 센서시스템과 계측 데이터들의 도입과 기존의 신호분석 처리기법들을 활용하여 SOC 시설물의 수치해석 모델 신뢰도 향상을 위한 수치해석 모델 개선의 체계화	• 수치해석모델 개선기술 및 평가기법에 관한 학술논문 • 비접촉식 센서시스템 응용에 관한 학술논문 • 변위응답 추정을 위한 신호처리 기술관련 학술논문 • SOC 시설물 수치해석모델 개선 및 평가 절차서(안) • SOC 시설물 성능평가를 위한 기술 가이드라인(안)	

우 선 순 위	후보과제	기술개발 목표	최종성과물	비고
14	사용자 중심의 만족도 평가를 위한 사용성 정량화 연구(기획연구)	시설물의 사용성을 사용자의 입장에서 평가하고 그에 따라 사용성 및 기능성을 정량화하여 평가할 수 있는 기술 개발	• 사용성 평가 체계 • 시설물에 대한 사용자 평가 프로그램	
15	전도성 콘크리트를 이용한 변형률 측정 기술	콘크리트에 첨가한 전도성재료의 전기적 특성을 콘크리트의 변형률과의 상관관계로서 규명	• 콘크리트의 전기 전도성 제어 기술 • 전도성 콘크리트의 변형률 측정 기술 • 변형률 측정을 위한 전기적 특성 측정 장비	2위와 통합
16	환경조건을 고려한 데이터 통합형 성능수준 평가 기술	SOC 시설물 성능에 영향을 미치는 환경조건을 고려한 시설물 성능수준 평가 기술개발과 다양한 환경조건을 고려한 데이터 기반의 성능평가 지수(data-driven performance index) 개발	• 환경조건을 고려한 SOC 시설물 성능평가 알고리즘 개발을 통한 알고리즘 • 시설물 성능평가 방법 및 정책 • 시설물성능 자동산출 프로그램	-
17	콘크리트의 시공 안전성 문제 해결을 위한 착탈식 압전 센서 방식의 실시간 강도 계측 기술	착탈식 센서를 사용한 실시간 양생 강도 계측 기반 콘크리트 품질관리 의사결정 시스템 개발	• 반영구적으로 재사용 가능한 콘크리트 양생강도 계측용 착탈식 센서 • 추정 가능 최소 강도 7MPa 이하이면서, $\pm 3\text{MPa}$ 이내의 신뢰성을 확보한 콘크리트 양생강도 추정 알고리즘 • 오차범위 3% 이내의 계측 재현성 확보한 고주파 동적응답 계측용 무선 계측 모듈 개발 • 데이터베이스 기반의 콘크리트 품질확보를 위한 의사결정 프로그램 • 양생건전성 판단 Expert 시스템 및 양생조건 피드백 매뉴얼	-

우 선 순 위	후보과제	기술개발 목표	최종성과물	비고
18	Sensor embedded 보강재(reber, 강연선, 강봉)기술	Sensor 일체형 스마트 보강재(reber, 강연선, 강봉) 기술개발	• 보강재용 FBG 소자 • FBG embedded & attachable rebar • FBG embedded & attachable 강연선 • FBG embedded & attachable 강봉 • 건설구조물 전용의 센서 노출 부착장치	-
19	프리스트레스 구조물의 Duct 내 Tendon의 계면상태 및 건전성 평가를 위한 Laser를 이용한 비파괴 진단기법	Duct 내의 공극 및 강선에 대한 건전성 모니터링을 위한 비접촉 방식의 LASER를 이용한 자동화 진단 및 평가 시스템 개발	• PSC 구조의 내부 손상 메커니즘 원인 규명 • 비접촉 기법을 통한 PSC 구조물 NDT 자동화 장비 개발	-
20	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	• 비접촉식 상시 구조물 건전성 진단 시스템(S/W 및 센서)	-
21	FSM(Field Signature Method)을 이용한 실시간 교량 손상탐지 기술	FSM을 이용한 부식 및 균열 등의 구조물 국부손상 예측 및 실시간 탐지·평가 시스템 개발	• 신기술 : FSM 기반의 구조물 취약부재 실시간 균열 및 부식 손상 탐지 시스템 • 관련 특허 : 4건 • 관련 논문 : 5건(SCI 급 2건, 국내 3건)	-

3. 후보과제 검토

(가) 후보과제와 기술개발 전략과의 부합성 검토

- ☐ 전반적으로 주요 중점연구 분야별 성격에 적합한 기술개발 목표와 부합하는 형상을 나타내고 있음. 또한 기술개발 전략 중, 경제성/정확성/효율성 30% 이상 향상된 진단기술 개발 분야 및 개발기술 시설물 현장 적용 및 상용화 달성이 가장 많이 부합되는 것으로 나타남

표 91 후보과제와 기술개발 전략과의 부합성 검토 예

기술개발 전략		과제번호(우선순위)																				
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
1	경제성/정확성/효율성 30% 이상 향상된 진단기술 개발	✓	✓		✓	✓		✓		✓		✓		✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
2	SOC 시설물 평가를 위한 Big Data 활용기술 개발						✓		✓	✓	✓		✓	✓			✓					
3	신개념 IT 기반 센서를 활용한 SOC 시설물 진단기술 개발	✓	✓				✓	✓				✓		✓		✓		✓	✓	✓	✓	✓
4	개발기술 시설물 현장 적용 및 상용화 달성	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓		✓	✓				✓
5	국내 시설물 진단 및 평가 체계 선진화(표준화 및 정책 반영)			✓		✓			✓		✓				✓							

4. 후보과제간 연계성 검토

- ☐ 21개의 후보과제 중 상호 보완·의존적인 과제를 검토함
- ☐ 2, 4, 11, 15, 17, 18 과제는 연계 가능성 또는 상호 보완·의존적인 것으로 나타났으며, 특히 **2와 15 과제**는 상호 보완·의존적으로 것으로 나타났으며, 이 기술들은 구조물의 내부적 손상을 센서를 활용하거나 기타 첨단기술을 활용하여 검출해내는 분야로 파악됨
- ☐ 7, 9, 19, 20 및 21 과제가 연계 가능성이 있는 것으로 나타났으며, 특히 **19와 20 과제**는 연계성이 강하여 상호 보완적이었으며, 이 기술들은 빠르고 정밀하게 시설물의 상태를 진단할 수 있는 분야로 파악됨
- ☐ 12, 13 및 16번 과제가 연계 가능성이 있는 것으로 나타났으며, **12번과 13번 과제**는 상호 보완·의존적인 과제로 파악되었고, 이 기술들은 Big Data를 기반으로 하여 신뢰성이 높게 시설물의 성능저하를 예측할 수 있도록 하는 기술분야로 파악됨
- ☐ **3, 5 및 8번** 그리고 10번 과제는 연계가능성이 있으며, 특히 3번에 대하여 5번과 8번 과제는 의존적인 과제로 파악되었으며, 이 기술들은 상태 정량화를 위한 성능평가체계를 이루기 위한 기술로 파악됨
- ☐ 이상의 기술군들을 종합해 볼 때 크게 4개의 기술군으로 나눌 수 있으며, 각 기술군의 명칭을 다음과 같이 정리하였음
 - ① 3T 기반 창의형 센서활용 기술
 - ② 고속/정밀진단 기술
 - ③ Big Data 기반 고신뢰성 성능저하 예측기술
 - ④ 상태 정량화 기반 성능평가체계 기술

연번	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
21							●		●										●	●	
20							●		●										●		
19							●		●												
18		●		●							●						●				
17		●		●							●										
16												●	●								
15																					
14																					
13												●									
12																					
11		●		●																	
10			○		○			○													
9							●														
8			○		●																
7																					
6																					
5			○																		
4		●																			
3																					
2																					
1																					

●: 상호 보완·의존적
 ○: 연계가능성 있음

7장 연구개발 과제 구성 및 추진전략 제시

1절 과제 추진체계

- 본 과제는 연구내용이 SOC 시설물의 진단기술 개발부터 성능저하 예측 및 성능평가 방법 개발 까지 광범위하므로 연구 우선순위를 도출하여 단계별 추진 필요(그림 122 참조)
- RFP 내용을 준수하는 사항보다는 국가적 차원의 SOC 시설물 성능평가체계 선진화 기술이 더 중요하다고 판단되어, RFP 내용에 준하는 연구내용은 2단계에 후속 추진하는 것으로 가정함

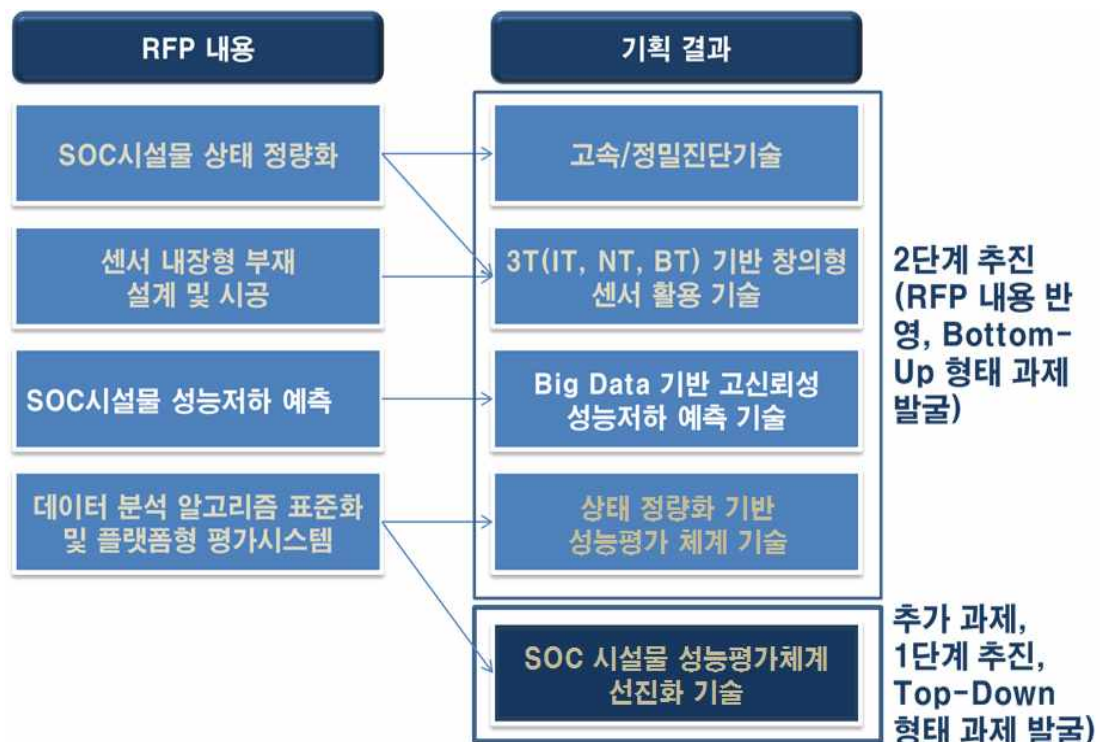


그림 122 기획단계에서의 RFP 내용 반영사항



그림 123 단계별 과제 추진 로드맵(거시)

- 본 기획과제에서 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, 기간 및 예산 미정)로 구분되며, 각 단계별로 제안하는 과제 추진체계를 요약 정리하면 다음과 같음

표 92 단계별 과제 추진체계

구분	1단계	2단계	비고
분야명	한국형 SOC 시설물 대표등급 산정기술 개발	SOC시설물 평가체계 선진화를 위한 요소기술 개발	-
연구기간	3년	미정	-
연구비 (정출금 기준)	54억 원	미정	1단계 예산은 기확보 상태
목표	성능중심관리를 위한 평가 프로세스 개선 및 제도정착	SOC시설물 성능평가체계 선진화 달성	-
추진방식	일반과제	연구단	-

- 1단계의 주요 목표인 제도 정착을 달성하기 위한 연차별 수행 연구내용 개념은 다음과 같음

표 93 연차별 계획(안)

구분	주요 계획
1단계: 제도정착 (Frame 구축)	1~2년차 (2014.5~ 2016.4) 시설물 성능 대표등급 산정기법 및 프로세스 개발 (성능중심 관리개념 반영)
	3년차 (2016.5~ 2017.4) 시범적용 및 보완+제도 정착 (시범적용은 국토부시설물중 일부 대상, 예: 대전청 산하 시설물 등)

- 1단계의 경우, 연구단 과제로 추진하기에는 달성하고자 하는 분야가 협소하므로 연구단 형태보다는 목표 조기 달성에 적합한 일반과제 형태가 타당한 것으로 사료됨. 또한 당초 RFP에서 5년으로 제시되어 있던 연구기간은 연구 분야에서 추구하고자 하는 개선된 SOC 시설물 성능평가 프로세스를 조기에 정착시키고, 산정 결과의 신뢰도를 향상시키기 위한 2단계 연구과제와의 신속한 연계를 위해 3년으로 단축시키고자 함(RPF상 5년 → 기획결과 3년)

1. 1단계 과제 구성(안)

- 1단계 추진 과제의 주요 내용 및 로드맵은 다음과 같음

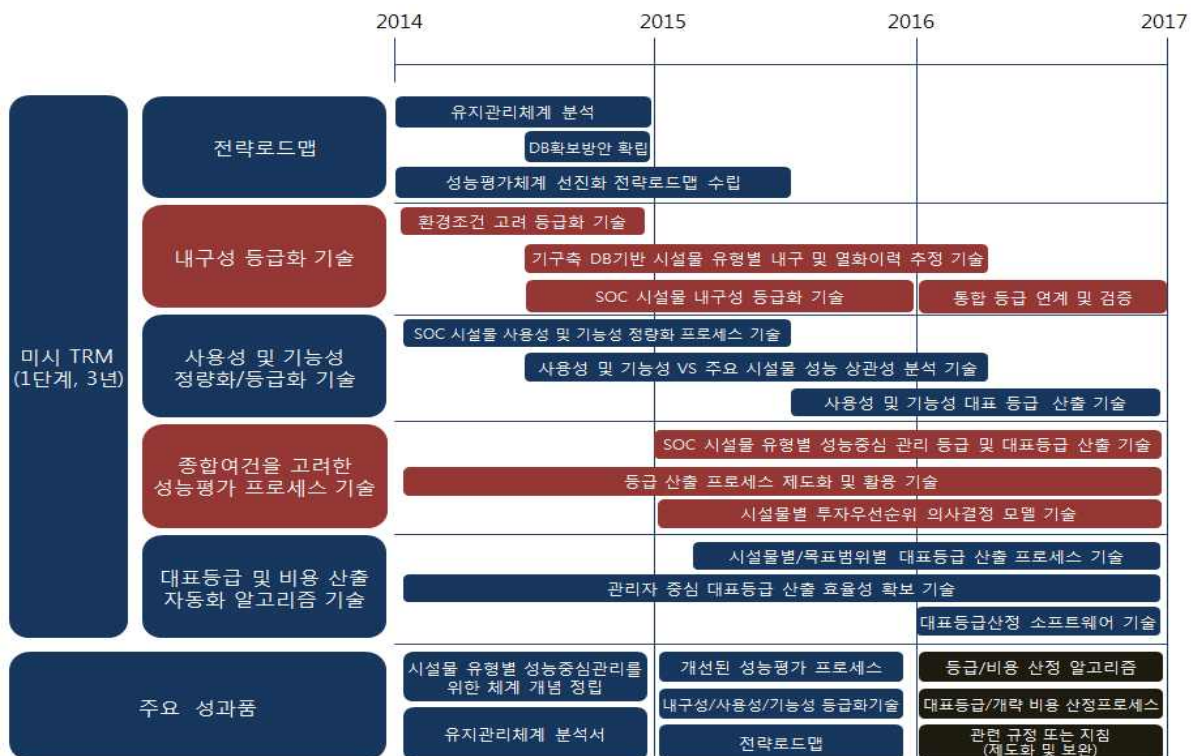


그림 124 1단계 연구 내용 및 로드맵

- 1단계 성과의 효율적 보급 및 확산을 위해서는 성능대표등급 평가의 의무화·제도화를 정부주도로 우선시행하고, 성능 중심관리를 위한 단위 시설물 성능평가기술은 민간으로 기술이전을 조속히 시행하여, 궁극적으로 SOC 시설물 관리주체로 하여금 개발기술을 활용할 수 있도록 하는 것이 적절하다고 판단됨
- 1단계 과제는 다양한 시설물(8개 유형 시설물군)에 대한 연구가 진행되는 바, 연구 진행의 효율성을 위해 다음과 같이 세 가지 형태의 구성 체제를 제안하고자 함
- 또한, 1단계에서는 내구성, 사용성, 기능성 등을 모두 포괄하는 시설물 성능평가기법 개발을 주목표로 하고, 보다 상세한 성능별 평가지침 개발은 개선 시설물 성능평가체계가 정착된 이후 별도 검토가 필요할 것으로 사료됨

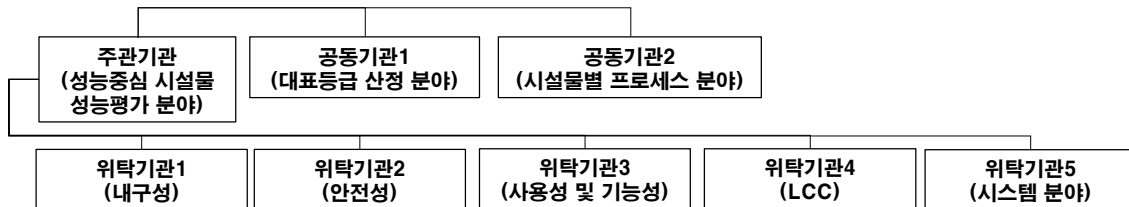
□ 1단계 일반과제 구성(안)은 다음과 같이 세 가지 안으로 제안하고자 함

① 1안(주관 1, 공동 1, 위탁 5)



- 시설물 유형별 프로세스 분야는 전문가 활용으로 추진하며, 이에 대한 총괄 감독 역할은 주관기관에서 담당
- 평가항목별 핵심기술군에 대해서는 위탁기관에서 진행하며, 2차년도부터 진행하는 것으로 함(1차년도는 주관 및 공동기관에서 성능평가체계 개념 구상)
- 본 과제는 국내 주요 SOC 시설물군에 대한 성능평가 프로세스 분야 정책을 수립하기 위한 과제로서, 관/연/학/산 순의 적극적인 참여가 필요할 것으로 사료되며, 주관, 공동 그리고 위탁기관 외의 다양한 전문가 위원회 운용을 통한 국가적 차원의 내실 있는 성과를 도출하여야 할 것으로 사료됨

② 2안(주관 1, 공동 2, 위탁 5)



- 위 1안과 동일함. 단, 공동기관을 1개 추가하여, 8개 시설물별 성능평가등급 산정 프로세스를 총괄적으로 담당하는 것으로 함. 등급 산정 프로세스의 경우 학계에서 담당하는 것이 연구 효율적인 측면에서 타당하므로 종합적으로 관리할 수 있는 학회가 참여하는 것이 효과적일 것으로 사료됨

③ 3안(주관 1, 공동 1, 위탁 8)



- 위 2안과 동일함. 단, 시설물별 프로세스를 담당하는 공동기관 대신에 각 시설물 유형별로 등급 산정 프로세스를 담당하는 학계를 지정하여 연구 진행

④ 각 안별 장단점 분석

구분	1안	2안	3안
참여 기관수	7	8	14
장점	참여기관수가 7개로써, 조직 슬림화 및 과제 진행 효율성 극대화 가능	1안의 내용과 유사할 뿐만 아니라 각 시설물별 전문가가 포함된 학회 형태의 공동연구기관 참여	특화영역에 대한 전문가 참여가 공식적인 조직으로 존재
단점	각 시설물 영역별로 전문가 참여형태로써, 이에 대한 관리 철저 필요	학회 참여형태의 경우, 연구성과에 대한 질적 우수성에 집중하기에는 한계가 있으므로 관리 철저 필요	너무 많은 위탁기관으로 구성되어 산만한 연구 운영이 가능하므로 이에 대한 관리 철저 필요

2. 2단계 과제 구성(안)

- 2단계 과제는 1단계에서 수행한 전략로드맵을 기반으로 진행되는 연구단급 또는 사업단급 과제로서, 3개 또는 4개의 세부과제 형태로 구성되어 추진하는 것이 바람직하고, 세부과제 분야별 주요 내용(안)을 개략적으로 제시하면 다음과 같으며, 아래 그림과 같이 세부과제를 구성할 수 있음(구체적인 2단계 과제 구성(안)은 1단계에서 제안한 전략로드맵에서 제시하는 것으로 함)

- 세부과제 1 : 3T(IT, NT, BT) 기반 창의형 센서활용 기술
- 세부과제 2 : 고속/정밀진단 기술
- 세부과제 3 : Big Data 기반 고신뢰성 성능저하 예측기술
- 세부과제 4 : 상태 정량화 기반 성능평가체계 기술



(a) 1안(세부과제 4개로 구성)
그림 125 2단계 과제 구성(안) (계속)



* 1안의 세부과제 2는 세부과제1에 포함하여 추진

(b) 2안(세부과제 3개로 구성)
그림 125 2단계 과제 구성(안)

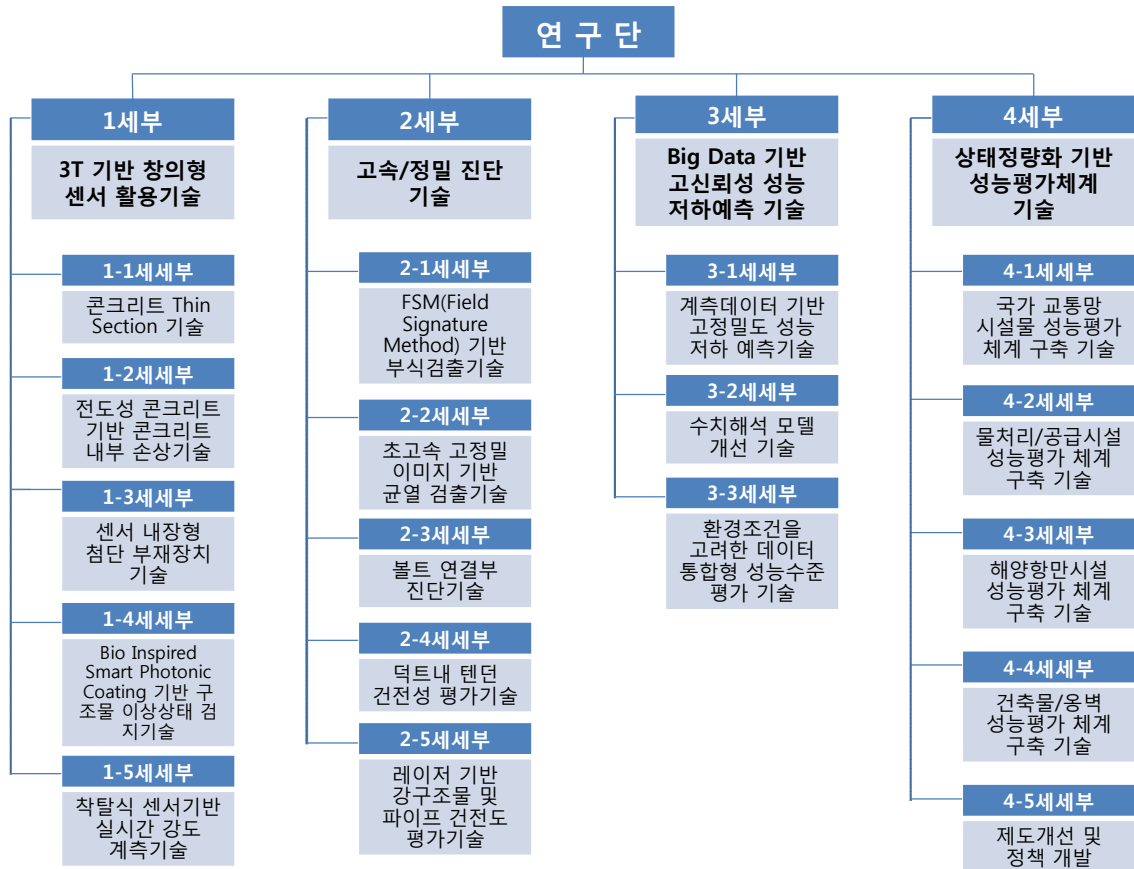


그림 126 세부과제별 개발 필요 핵심요소기술 리스트(안)

- 위 세부과제 1과 2는 현장에서 수행하는 진단 결과에 대한 신뢰도를 향상시키고, 편리성 및 작업 효율성을 증대시키기 위한 분야이고, 세부과제 3은 세부과제 1과 2, 그리고 기존 진단시스템 데이터들을 활용하여 유용한 데이터 형태로 전환시키기 위한 일종의 알고리즘 개발 분야임
- 세부과제 4는 개발된 장치 및 데이터 프로세스를 1단계에서 개발된 SOC 시설물 대표등급 산정 시스템에 연계시키기 위한 분야라고 할 수 있으며, 2단계 로드맵은 다음과 같음

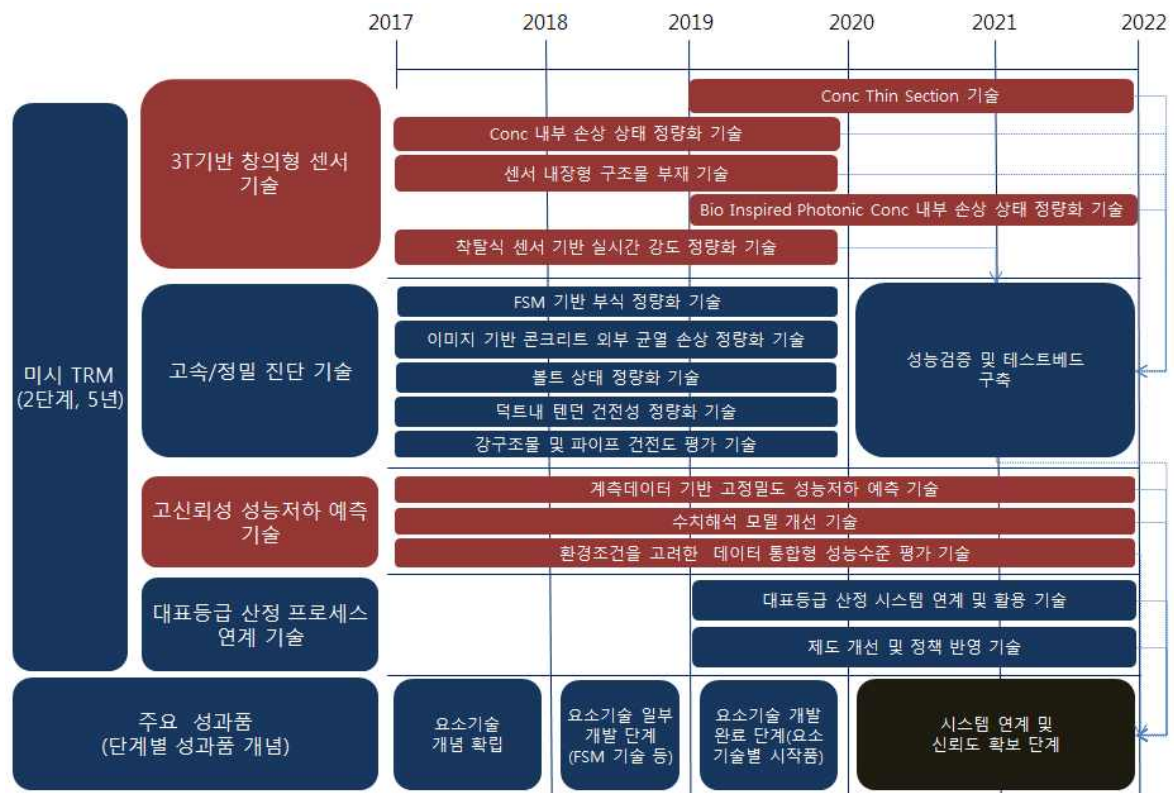


그림 127 2단계 연구 내용 및 로드맵

2절 최종 비전 및 목표

- 기획과정에서 분석된 최종 비전 및 목표는 1단계와 2단계의 범위와 내용을 고려하여 설정
- 각 최종 목표 및 전략은 다음과 같음

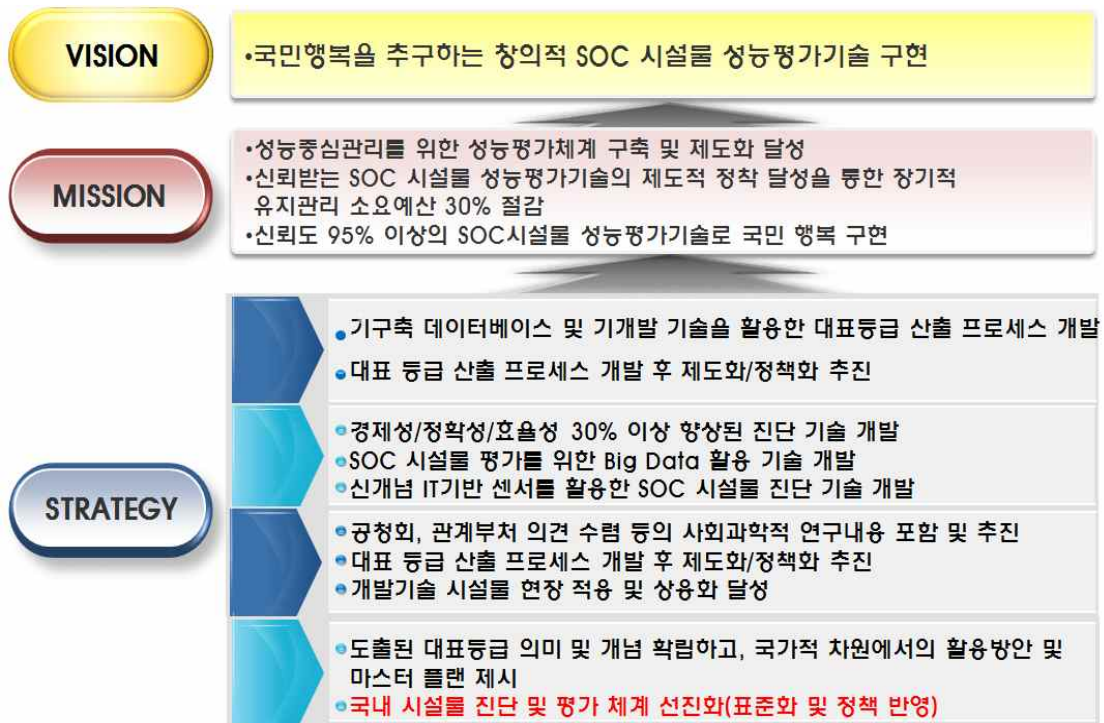


그림 128 최종 비전 및 목표

3절 핵심기술요소(CTE) 선정 및 TRL 목표

□ 핵심기술요소(CTE) 선정

핵심기술요소(CTE) 후보		1*	2*	3*	4*	5*	6*	CTE 선정 여부
SOC시설물 유지관리 방법론 분석 및 개선방안 정립	성능평가 및 유지관리 관련 DB 수집·처리 기술	○						
	SOC시설물 관리주체별 및 유형별 유지관리 체계 분석기술	○						
	SOC시설물별 성능평가 기법 분석기술	○						
	선진화 성능평가/유지관리 체계 개선 전략로드맵 수립을 위한 로직 분석 및 구성 기술	○		○		○	○	○
SOC시설물의 내구성/사용성/ 기능성 등급화 기술 개발	기존 유지관리 DB 기반 SOC시설물 성능저하 패턴 분석기술	○				○	○	
	SOC시설물 내구이력 추정기술	○				○		
	성능지표별 영향인자 설정 및 상관성 분석기술	○				○	○	
	성능평가 모델 분석 및 검증 기술	○				○		
	환경조건을 고려한 내구성 등급화 기술	○		○		○	○	○
	사용성 및 기능성 정량화 기술	○		○		○	○	
주요 SOC시설물별 성능평가 프로세스 개발 및 시범 적용	성능지표 상관성 모델링 및 분석기술	○		○			○	
	평가항목 가중치 설정 기술	○		○				
	SOC시설물별 성능 분석 및 목표수준 설정 기술	○		○			○	
	SOC시설물별 현재 성능, 수요변화, 목표성능을 고려한 투자우선순위 의사결정 기법	○		○		○	○	
	SOC시설물별 성능등급 산정 기술	○		○			○	○
	주요 관리주체별 시범적용 기술	○		○		○	○	

핵심기술요소(CTE) 후보		1*	2*	3*	4*	5*	6*	CTE 선정 여부
SOC시설물 대표 성능등급 산정기준 개발 및 현장 적용성 검증	평가항목 설정 기술	○		○		○		
	가중치 및 보정 Factor 설정 기술	○		○				
	SOC시설물별 대표 성능등급 산정 기술	○		○			○	○
	SOC시설물별 · 목표범위별 대표 성능등급 산출을 위한 자동화 알고리즘 S/W 기술	○		○			○	
	주요 관리주체별 시범적용 기술	○		○		○	○	
비고		반드시 충족	하나 이상 충족					

1* 이 기술이 사용 요구조건, 비용, 일정 등에 직접적으로 영향을 미치는가?

2* 해당 기술을 개발하거나 시연하는데 중대한(실패) 위험이 예상되는가?

3* 해당 기술이 새롭거나 독창적인가?

4* 기존에 성공적으로 적용된 이후에, 이번에 개발시 변경된 기술인가?

5* 해당 기술이 유사환경에서 실현되도록 재개발되는가?

6* 이 기술이 임의의 환경에서 작동할 것으로 기대되거나 당초의 설계의도 혹은 규정된 성능을 뛰어넘는 성능을 달성할 것으로 기대되는가?

☐ 핵심기술요소(CTE) 개발목표

CTE	유형	현 TRL	목표 TRL
선진화 성능평가/유지관리 체계 개선 전략로드맵 수립을 위한 로직 분석 및 구성 기술	공법 · 기법	2	6
SOC시설물 유형별/지표별 등급화 기술	공법 · 기법	4	8
SOC시설물별 성능등급 산정 기술	공법 · 기법	4	8
SOC시설물별 대표 성능등급 산정 기술	공법 · 기법	2	7

□ 핵심기술요소(CTE) 연차별 개발목표

CTE	1차년 TRL	2차년 TRL	3차년 TRL
선진화 성능평가/유지관리 체계 개선 전략로드맵 수립을 위한 로직 분석 및 구성 기술	4	6	-
SOC시설물 유형별/지표별 등급화 기술	5	6	8
SOC시설물별 성능등급 산정 기술	5	6	8
SOC시설물별 대표 성능등급 산정 기술	3	5	7

4절 기술개발에 따른 미래상

1. 단계별 미래상

- 본 기획과제에서 제안하는 연구과제 구성은 크게 2단계로 구성되어 있으며, 1단계는 한국형 SOC시설물 대표등급 산정기술 개발 및 제도 정착, 2단계는 성능평가결과의 신뢰도 95% 확보를 위한 요소기술 개발 및 성능평가 체계 선진화 제도 정착을 목적으로 설정하였음
- 본 과제의 성공적인 달성이 실현되면, 범국가적 차원의 시설물 유지관리 효율화 도모, LCC 개념이 도입된 합리적인 예산 배분, 성능평가 기술 표준화 등의 효과가 발생할 수 있을 것으로 기대됨
- 각 단계별 현재(As-Is)와 미래(To-Be)의 개념도는 다음과 같음

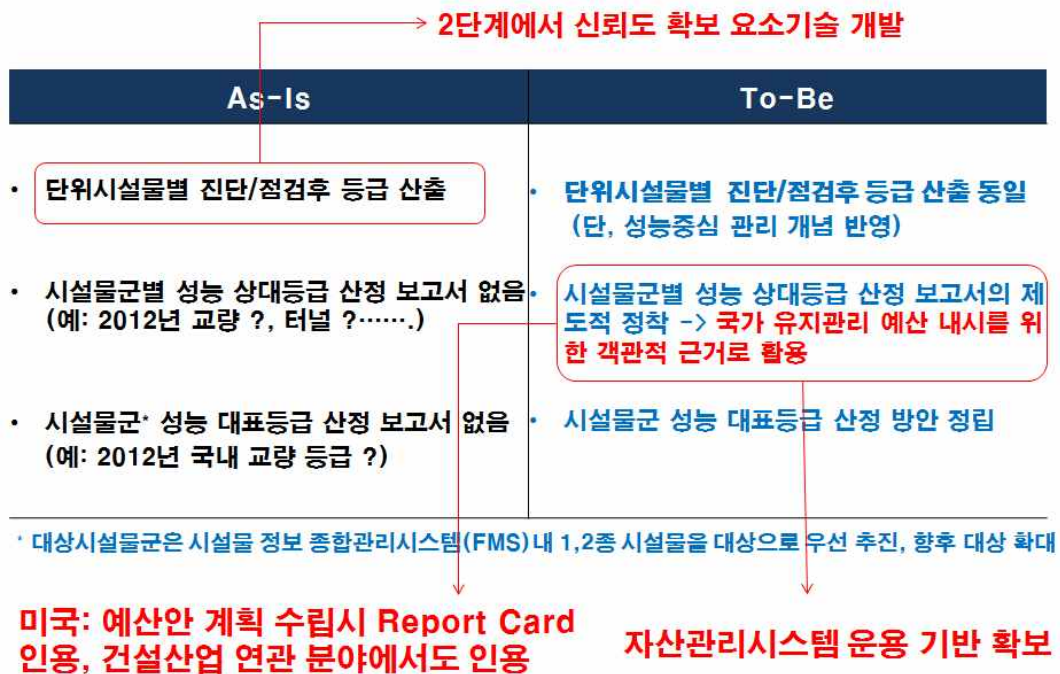


그림 129 기술개발에 따른 미래상

- 본 기획을 통해 제시된 미래상을 달성하기 위해서는 현행 SOC 시설물 유지관리 체계에서 운용되는 상태평가 및 안정성 평가 방법, 그리고 관련 데이터를 활용하여야 하며,
 - 추가되는 사용성, 기능성, 내구성, 기타 항목 등에 대해서도 기존에 확보된 FMS, MS 데이터를 필수적으로 활용하여 기존 방식과의 연계된 고도화 추진 필요

표 92 1단계의 현재와 미래

As-Is	To-Be
• 시설물군별 대표등급 산정 프로세스 없음 • 시설물군별 절대 평가 • 시설물군별 순위 결정이 없으므로 통합형 예산 배정 근거 미약 • 불필요한 예산 투자 가능성 높음 • 표준화된 평가 프로세스 부재 • 시설물군별 기능성 및 사용성 미반영	• 시설물군별 대표등급 산정 가능(제도화) • 시설물군별 상대 평가 • 시설물군별 순위 결정을 통한 통합형 예산 배정 근거 확보 • 예산 투자의 타당성 확보 • 표준화된 평가 프로세스 확보 • 시설물군별 기능성 및 사용성 반영

표 93 2단계의 현재와 미래

As-Is	To-Be
• 육안점검에 의존한 평가 • 내구성 평가 결과 신뢰도 낮음 • 진단장치 현장적용성 및 속도 수준 낮음 • 단위 시설물군별 수동 평가	• 정량적 지표로 시설물 상대 표현 가능 • 정량적 내구성 평가를 통한 신뢰도 향상 • 진단장치 현장적용성 및 속도 수준 높음 • 진단 및 평가 자동화

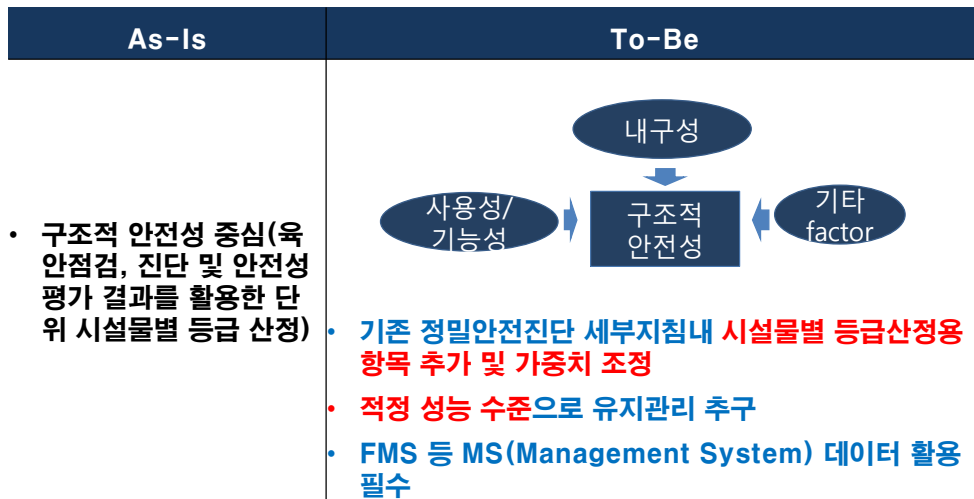


그림 130 성능중심 관리형 유지관리 개념(안)

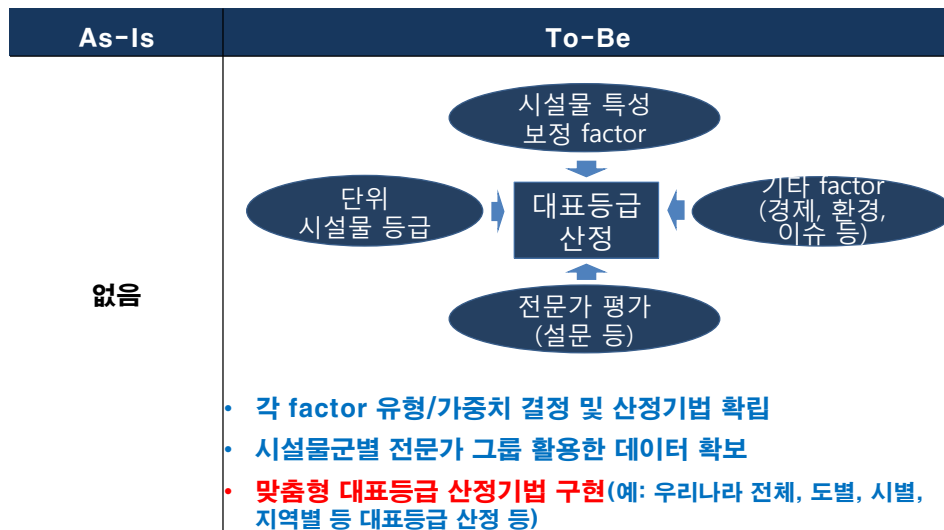


그림 131 성능 대표등급 산정 방안 개념(안)

2. 중점분야별 미래상

(a) 중점 분야 1 : 차세대 미래형 진단기술(3T기반 창의형 센서 활용 기술)

As-Is	To-Be
- 기존 센싱방식(전위차, 초음파, 광섬유/전기저항식/진동현식 등)활용 - 첨단 융합 기반 융합형 진단기술 전무	- IT, NT, BT[필요시 감성기술(Six-Sense Technology)] 등의 첨단기술을 활용한 정량화/등급화 유도 진단기술 구현 - 정밀도/정확도/신뢰도 향상 도모 - 시설물 진단분야 세계기술 선도

그림 132 중점분야별 기획 수행 내용(계속)

(b) 중점분야 2 : 고속/정밀 진단기술

As-Is	To-Be
- 육안점검 의존 평가방식(정밀안전진단 세부지침) - 진단결과와 정확성/신뢰성/난이성(접근성) 해결 어려움	- 주요 점검항목(부식, 균열, 연결부, 텐더, 콘크리트 강도 등)의 정량화/등급화 달성 - 점검/진단 기능 자동화 - 정보 수집/평가/등급화 동시성 확보 - 정보수집장비, 기존 기술 고도화

(c) 중점 분야 3 : Big Data 기반 진단기술

As-Is	To-Be
- 단순 계측 데이터 활용 평가 - 평가 결과 등급화 구현 없음 - 신뢰도/정확도 낮음	- 시설물 중심의 Big Data[환경(온도, 습도), 거동(변형, 변위), 교통량, 유지관리 이력 등] 전체를 종합적으로 활용한 성능저하 진단 및 정량화/등급화 기술 구현 - 고신뢰도/고정확도 기술

(d) 중점 분야 4 : 플랫폼형 진단기술(우선 추진, 3년)

As-Is	To-Be
- 육안점검 결과 위주 대표 등급 산출 - 시설물 설계 개념 변화 추세 미반영	- 본 과제 개발 정량화/등급화 기술을 반영한 고신뢰도/고정확도 성능 대표등급 산출 프로세스 및 시스템 구현(표준화 반영) - 성능중심 관리 개념을 반영한 대표 등급 산출 - 미국은 Report Card 개념 도입 - 정밀안전진단 세부지침 선진화

그림 132 중점분야별 기획 수행 내용

□ 제도 정착 후 유형별 역할(안)은 다음과 같음

표 94 제도 정착 후 유형별 역할(안)

구분	As-Is	To-Be
진단업체	단위시설물별 진단/점검 업무	현행 단위시설물별 진단/점검 업무 동일 (단, 성능중심 개념 도입을 통한 지침 일부 개정 반영 결과 활용)
정부	시설물군별 유지관리 예산 요구내역 검토 및 예산 내시	예산요구내역+성능 대표등급 산정 결과를 반영한 예산 내시(논리적/과학적 근거 확보)

5절 세부과제별 주요내용 및 추진전략

1. 1단계

(가) 연구개발 목표

세부과제의 개념	국내 주요 인프라 시설의 성능을 평가하는 지표를 제시하고, 그 프로세스에 맞추어 각 시설물군별 등급화를 구현하며, 그 결과를 바탕으로 예산을 배정할 수 있도록 하는 제도적 장치를 마련하기 위한 것임
세부과제의 범위	연구대상은 교량, 터널, 항만 등 사회기반시설 회계처리지침에서 규정하는 8종 시설물로 한정하고, 각 시설물군별 성능평가 등급산정 프로세스와 제도 정착, 그리고 2단계 연구추진을 위한 전략로드맵 작성까지로 본 과제의 범위를 한정함
기술개발 목표	도로, 철도, 항공, 항만 등 국가기반체계를 구성하는 교량, 터널, 댐 등 SOC 시설물의 시설물군별 성능 관리형 유지관리 체계 구축을 위한 개선된 성능평가 체계 산출 프로세스 구현 및 제도화 달성

(나) 연구개발 필요성 및 정부지원 필요성

- 현행 유지관리체계 분석을 통한 미래지향적 SOC성능평가분야 전략로드맵 작성 필요
- 파손, 붕괴된 시설물을 보수하기 위한 사고예방형 유지관리에서 시설물 연식, 이용량 등을 분석하는 성능관리형 유지관리로의 전환 요구
- 구조적 안전은 물론 성능유지 및 향상, 감가상각 등을 고려하는 종합적 비용편익 분석을 통해 한정된 재정을 효율적으로 투자할 수 있는 SOC 시설물에 대한 개선된 성능평가체계 구축 우선 필요
- 한정된 국가 재정을 효율적으로 분배하기 위한 정책 및 제도적 기반 구축 필요

- ☐ 현행 SOC 시설물 유지관리는 주로 설계·기술기준 등을 근거로 하는 실정으로 손상된 부분의 원상복구나 설계기준 충족 등을 목표로 시행되고 있으나, 파손, 붕괴된 시설물을 보수하기 위한 사고예방형 유지관리에서 시설물 연식, 이용량 등을 분석하는 성능관리형 유지관리로 전환이 요구됨
- ☐ 70년대부터 시작된 인프라 건설로 노후 시설물도 일시에 대규모로 발생할 것으로 예상되나, 현 수준의 유지관리를 지속할 경우, 고령화에 따른 인프라 교체 수요가 급증하여 막대한 재정이 소요될 뿐만 아니라 국민 안전을 침해하고 국가 경제에 장애가 될 우려되므로, 구조적 안전은 물론 성능유지 및 향상, 감가상각 등을 고려하는 종합적 비용편익 분석을 통해 한정된 재정을 효율적으로 투자할 수 있는 SOC 시설물의 성능평가체계 구축이 우선 필요함
- ☐ 자산관리 측면에서 구조적 안전보다는 성능 유지 및 향상, 감가상각 등을 고려하는 종합적 비용편익 분석을 통해 한정된 국가 재정을 효율적으로 분배하기 위한 정책 및 제도적 기반 구축 필요
- ☐ 본 연구는 교량, 터널, 댐 등 국가적으로 중요한 SOC 시설물에 대한 유지관리 체계를 고도화하고, 국가 예산의 효율적 집행을 도모하기 위한 공공부문의 과제로서 정부 지원을 바탕으로 공공기관 주도의 연구추진이 요구되므로 정부출연금으로만 수행되는 것이 타당할 것으로 사료됨

(다) 기존 연구와의 중복성 및 연계방안

[중복도 평가 기준 : 0 ← 중복성 없음 《 평가점수 》 중복성 존재 → 5]

세세부과제	기존 연구과제		검토결과		
	과제명	주요연구내용	중복도	차별성	연계방안
[1단계] 한국형 SOC 시설물 대표등급 산정 기술 개발	국토해양 정보자원 통합재해복구센터 구축을 위한 정보화전략계획(ISP) 수립	국토해양분야 정보자원에 대한 합재해복구센터 구축을 위한 마스터플랜 수립을 위한 체계적이고 효과적인 사업추진	2	- 유지관리 자료가 아닌 재해정보만을 대상으로 함 - 재해 시 자료복구에 대한 관점에서 수립한 정보화 전략임	범 부처별 정보자원 및 운영현황 조사·분석결과를 자료구조의표준화 수립 전 도입 활용
	이상기후 대비 시설기준 연구단	- 건축물의 풍하중 및 풍진동 설계기준 정비 및 개발 - 교량 및 도로부속시설물의 내풍 설계기준 정비 및 개발	0	건축물, 교량 및 도로부속시설물에 국한한 연구범위임	
	사회기반 콘크리트 구조물 성능평가 통합시스템 구축	- 사회기반 시설물별 잔존수명 예측 평가시스템 구축 - 대상 시설물별 잔존수명 예측 기법 개발 - 시설물 특성을 고려한 관리지침 개발	2	- 구조물 자체성능에 국한한 장존수명을 예측 또는 평가함 - 외부 위험요인이 아닌 환경에 의한 시설물의 자체의 열화와 연관된 연구와 통합시스템임	통합시스템 구축을 위한 조사·분석결과 활용
	GIS 기반 분포형 소하천 홍수범람모형 및 위험도 분석시스템 개발	- 소하천의 홍수시 범람을 수치모형화하는 기법개발 - 홍수에 의한 위험도분석 기법의 개발	1	- 홍수범람에 의한 위험도에 국한된 연구임 - 위험등급이 아닌 위험지수로 정량화 정도의 개념까지 확장되지 못함	위험도 분석 알고리즘 분석 후 타당한 로직의 경우 일부적용 가능
	지진 및 지진해일피해저감기 술 사업단	- 지진 시 사면붕괴 등 지반피해 예측기술 개발 - 지진재해로 인한 사회 경제적 피해 예측 모델 개발 - 지진해일에 의한 구조물 피해분석 기술 개발	3	재난발생요인을 지진 또는 해일에만 국한함	재난발생 시 피해예측모델의 분석 후 타당한 로직의 경우 일부적용 가능

세세부과제	기존 연구과제		검토결과		
	과제명	주요연구내용	중복도	차별성	연계방안
	산악지 도로 선형/배수 설계 및 재해예측지도 개발	- 고속도로 토석류 피해 DB 구축 및 대책적용기준 개발 - 산지하천도로 재해 예측지도 S/W 개발	3	- 재난발생요인을 토속류에만 국한함 - 대상시설을 산지하천도로를 중심으로 연구됨	재해 예측지도 일부 적용 가능
	강원지역 폭우 및 폭설에 대비한 재해피해 저감 및 복구기술 개발 기획연구	- 긴급재해복구를 위한 설계기준 수립 - 재해피해 발생 구조물의 진단 평가 프로그램 개발 - 기후 및 지형여건에 따른 지반유실 예측모델 개발	3	- 재난발생요인을 지진 또는 해일에만 국한함 - 대상을 지반구조물에 국한하여 연구됨	재해피해 발생 구조물의 진단 평가 프로그램 일부적용 가능
	무선통신 기반의 지능형 계측시스템 개발 및 대형 교량의 효율적 유지관리 체계 실용화	- 무선 센서 및 데이터로거 모듈 개발 - 인터넷을 이용한 실시간 구조물 모니터링 환경 개발 - 실시간 모니터링을 위한 계측 자료의 DB표준화 - 구조물의 안전성 확보를 위한 부가기술 개발	1	교량 계측시스템 연구 개발이기 때문에 교량, 댐 등 대다수의 SOC 시설을 포함하는 본 과제와 적용 범위 및 목적이 다름	센싱 및 모니터링 관련 기초 연구자료로 활용 가능함

※ 「안전관리 네트워크 구축」, 「네트워크 기반 SOC 관리 및 운영」 과제와의 차별성은 표 35에 기술하였음

(라) 연구개발 주요내용

기술개발 목표	도로, 철도, 항공, 항만 등 국가기반체계를 구성하는 교량, 터널, 댐 등 국가 중요시설의 시설물군별 성능 관리형 유지관리 체계 구축을 위한 성능평가 체계 구축 및 제도화 달성
주요연구 개발내용	- SOC 시설물 유지관리 및 성능평가체계 선진화 전략로드맵 수립 - SOC 시설물의 성능중심 유지관리를 등급화 기술 개발 - SOC 시설물의 내구성/사용성/기능성 등급화 기술 개발 - SOC 시설물의 안전성 등급화 기술 개발 - SOC 시설물의 성능중심관리를 위한 성능등급 산정기술 개발 - 종합적 데이터를 고려한 국가중요시설의 대표등급 산출을 위한 자동화 알고리즘 개발 - 종합 여건을 고려한 대표등급 산출 프로세스 개발 - 대표등급 산출 자동화 알고리즘 및 소프트웨어 개발

(마) 최종성과물 및 성과지표

□ 국가연구개발사업 및 국토교통부 소관 연구개발사업 관련 규정에서 제시하고 있는 표준성과지표에 기준하여 과제별 지표를 설정

과제	성과목표	성과지표	측정방법	단위	목표치	가중치(0~1)	목표치 설정근거
1단계	논문	1 국내·외 SCI(E)급 논문 게재 건수	국내·외 SCI(E)급 논문게재 건수 제시	건	3	0.15	평가기법에 대해 학술지 게재를 통해 기술수준 인증
		2 국내외 학술회의 발표 건수	국내·외 학술회의에 참석하여 발표한 건수	건	11	0.1	
	연구성과 확산 노력	3 연구개발 관련 홍보건수 및 기술확산을 위한 상호 교류 건수	세미나, 워크숍, 박람회, 공청회 등의 개최 또는 정기간행물 발간, 게재 건수	건	8	0.1	연구 성과에 대한 다양한 홍보를 통해 성과수혜자의견수렴 및 반영
	표준화 활동기반 구축	4 표준 제정/개정 건수 또는 정책 반영 건수	표준 제정/개정 건수 및 기술기준, 법제도, 정책지원 건수	건	6	0.4	연구개발 성과물 실용화 추진
	공공기반 기술개발	5 재해·재난 관련 기술개발 건수	재해·재난 부분의 기술개발 건수 및 기여건수	건	1	0.05	민간에서 수행하기 어려운 분야의 연구개발 추진
	지적 재산권	6 특허/소프트웨어 등 등록 건수	해당 사업을 통해 산출된 특허/소프트웨어 등록 건수	건	0	0	-
	연구시설 활용	7 주요 연구시설 활용도	연구시설, 연구장비 등의 이용시간, 이용건수(활용빈도), 이용인원	건	6	0.05	대상 SOC 시설물의 정보에 대한 공유 및 실제 적용

과제	성과목표	성과지표	측정방법	단위	목표치	가중치(0~1)	목표치 설정근거
	인력양성	8 석·박사 학위 취득 건수	해당 사업을 통해 양성된 인력의 전공분야별 배출 실적 (학위별로 구분)	명	0	0	-
		9 기술인력 연수지원 건수 및 지원액	해당 사업을 통한 기술인력 지원건수 및 지원액	명 (원)	2	0.05	실무 활용성 증대를 위한 현업기술자 역량 강화
	전략 로드맵 작성	10 전략로드맵	전략로드맵 타당성	건	1	0.1	향후 제도 선진화를 위한 기반 확립 여부
	소개					1	

(바) 성과물 검증방안

과제	성과목표	성과지표	측정방법	검증방법		
				1차년도	2차년도	3차년도
1단계	논문	1 국내·외 SCI(E)급 논문 게재 건수	국내·외 SCI(E)급 논문게재 건수 제시	-	논문게재 증명서	논문게재 증명서
		2 국내외 학술회의 발표 건수	국내·외 학술회의에 참석하여 발표한 건수	참가 증명 및 발표 논문	참가 증명 및 발표 논문	참가 증명 및 발표 논문
	연구성과 확산 노력	3 연구개발 관련 홍보건수 및 기술확산을 위한 상호 교류 건수	세미나, 워크숍, 박람회, 공청회 등의 개최 또는 정기간행물 발간, 게재 건수	홍보자료	홍보자료	홍보자료
	표준화 활동기반 구축	4 표준 제정/개정 건수 또는 정책 반영 건수	표준 제정/개정 건수 및 기술기준, 법제도, 정책지원 건수	-	정책제안 건수	정책 반영 건수
	공공기반 기술개발	5 재해·재난 관련 기술개발 건수	재해·재난 부분의 기술개발 건수 및 기여건수	협약서	-	-
	지적 재산권	6 특허/소프트웨어 등 등록 건수	해당 사업을 통해 산출된 특허/소프트웨어 등록 건수	해당사항 없음	-	-
	연구시설 활용	7 주요 연구시설 활용도	연구시설, 연구장비 등의 이용시간, 이용건수(활용빈도), 이용인원	연구시설 사용 관련 신청공문 및 제증명 서류	연구시설 사용 관련 신청공문 및 제증명 서류	연구시설 사용 관련 신청공문 및 제증명 서류

	인력양성	8	석·박사 학위 취득 건수	해당 사업을 통해 양성된 인력의 전공분야별 배출 실적 (학위별로 구분)	해당사항 없음	-	-
		9	기술인력 연수지원 건수 및 지원액	해당 사업을 통한 기술인력 지원건수 및 지원액	연수신청서 및 확인서	연수신청서 및 확인서	연수신청서 및 확인서
	전략 로드맵 작성	10	전략로드맵	전략로드맵 타당성	-	전략로드맵 제시	-

(사) 기술수요처 및 사업화 방안

목표성과물	기술수요처	실용화 방안
• 환경 조건을 고려한 내구성 등급화 기술 • 기구축 DB 기반 국내 콘크리트 구조물 내구 및 열화 이력 추정 기술 • 시설물 유형별 내구성 및 안전성 등급화 프로세스 기술	• 국교부, 안행부, 지자체 등 시설물 재난관리 책임기관	• 개선된 SOC 시설물 성능평가체계를 토대로 적정한 규모의 예산을 적시에 필요한 인프라에 투입하여 SOC 시설물의 사고를 미연에 방지하고 장수명화를 유지하는데 활용 • 개별 성능항목(내구성, 사용성, 기능성, 안정성 등)은 각 시설물의 유지관리용 지표로 활용
• 대표등급 산출 결과 활용 기술 • 설계 성능 회복을 위한 재원 산출 기술 • 대표등급 산출 프로세스 제도화 및 정책화 기술 • 전략로드맵		

2. 2단계 1세세부

- 2단계 세세부별 「기존 연구와의 중복성 및 연계방안」, 「연구개발 주요 내용」, 「최종성과물 및 성과지표」, 「성과물 검증방안」, 「기술수요처 및 사업화 방안」은 1단계 수행과정에서 구체화 하는 것으로 함

(가) 연구개발 목표

세부과제의 개념	- Thin-Section 시편제작 및 분석 기술 개발 - 내부손상 상태 정량화를 위한 침단기법 개발 - 구조물 부재 상태 정량화를 위한 센서 내장형 초소형 부재 기술 개발 - 응력변색 센서용 원천 소재 기술 개발 - 콘크리트 강도 추정용 지능형 착탈식 센서 개발
세부과제의 범위	- 연구대상으로 하는 SOC 시설물의 범위 : 교량시설, 터널시설, 항만시설(갑문/계류 시설), 수리시설(댐/저수지), 옹벽 및 절토사면 등 12종 - 세부과제의 구성 - 콘크리트 Thin-Section 기술 개발 - 전도성 콘크리트 기반 콘크리트 내부 손상 기술 개발 - 센서 내장형 구조 부재 기술 개발 - Bio Inspired Smart Photonic Coating 기반 구조물 이상상태 검지기술 - 착탈식 센서 기반 실시간 강도계측 기술 개발
기술개발 목표	미래형 침단 기술(IT, NT, BT)을 활용한 Report Card 등급 산정 프로세스 결과의 신뢰도 향상을 위한 핵심 요소 기술 개발

(나) 연구개발 필요성 및 정부지원 필요성

- 현행 SOC 시설물의 안전점검 및 정밀안전진단 세부지침은 육안점검에 기반한 것으로 여러 가지 기술적 한계를 가지고 있는 것으로 보고됨
- 현재의 육안점검 기반의 안전점검 및 정밀안전진단 기술 방식을 신속하고 정확한 침단기법을 이용한 방식으로 전환함으로써 점검·진단 결과의 신뢰도 확보가 필요함
- 시설물의 설계단계에서 설정한 사용목적, 기능 및 성능을 토대로 시설물의 현 상태를 객관적·정량적으로 평가할 수 있는 방향으로 현행 안전점검 및 정밀안전진단 방식에 대한 통합적 개선 유도할 수 있는 기술개발이 필요함
- 공공성이 강한 SOC 시설물의 점검에 활용될 수 있는 침단 조사기법으로서 이 연구의 결과물은 우리나라의 국가적 표준이 되어 현장에 적용될 수 있으므로 국가적 차원의 지원이 필요함

3. 2단계 2세세부

(가) 연구개발 목표

세부과제의 개념	• 환경적응형 구조물 부식 및 손상 예측 기법 개발 • 콘크리트 발생 균열의 침단기법 기반 고속/정밀화 진단 기술 개발 • 강구조물 연결부 체결력 진단 기술 개발 • 텐던 손상 표준 정량화 및 디지털 이미지화 기법 개발 • 파이프 건전도 수준 정량화 기술 개발
세부과제의 범위	• 연구대상으로 하는 SOC 시설물의 범위 : 교량시설, 터널시설, 항만시설(갑문/계류 시설), 수리시설(댐/저수지), 옹벽 및 절토사면 등 12종 • 세부과제의 구성 - FSM(Field Signature Method) 기반 부식 검출기술 개발 - 초고속 고정밀 이미지 기반 균열 검출 기술 개발 - 볼트 연결부 진단기술 개발 - 덕트내 텐던 건전성 평가기술 개발 - 레이저 기반 강구조물 및 파이프 건전도 평가기술 개발
기술개발 목표	• 기존 진단 기술을 속도 측면 및 신뢰도 측면을 업그레이드하기 위한 기술로써, 강구조물 및 콘크리트 구조물의 진단신뢰도 향상 기술 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 침단기법을 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
- 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

4. 2단계 3세세부

(가) 연구개발 목표

세부과제의 개념	• 건전성 평가 알고리즘 라이브러리 구축 • 수치해석모델 개선에 의한 수치해석모델의 정확도 평가 방안 마련 • 환경조건을 고려한 데이터 통합형 시설물 성능평가 알고리즘 개발 및 검증
세부과제의 범위	• 연구대상으로 하는 SOC 시설물의 범위 : 교량시설, 터널시설, 항만시설(갑문/계류 시설), 수리시설(댐/저수지), 옹벽 및 절토사면 • 세부과제의 구성 - 계측데이터 기반 고정밀도 성능저하 예측 기술 개발 - 수치해석 모델 개선 기술 개발 - 환경조건을 고려한 데이터 통합형 성능 수준 평가기술 개발
기술개발 목표	• 시설물과 관련된 환경, 계측데이터, 이력 등의 다수의 데이터를 활용한 고신뢰성 시설물 성능 정량화 기술 개발

(나) 연구개발 필요성 및 정부지원 필요성

- 시설물의 설계단계에서 설정한 사용목적, 기능 및 성능을 토대로 시설물의 현상태를 객관적·정량적으로 평가할 수 있는 방향으로 현행 안전점검 및 정밀안전진단 방식에 대한 통합적 개선 유도할 수 있는 기술개발이 필요함
 - 해외 의존도가 높은 관련 진단 기술의 국산화 및 기술선도를 통한 국제적 경쟁력 확보와 경제성 및 신뢰성, 그리고 정확성 측면에서 기존 기술을 고도화할 수 있는 SOC 시설물 점검·진단 향상기술의 개발이 필요함

5. 2단계 4세세부

(가). 연구개발 목표

세부과제의 개념	- 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 - SOC 시설물의 자동화된 성능평가를 위해 개발되는 표준 플랫폼의 적용·운용과 관련하여, 업무 기준, 시스템 운영 및 유지관리 기준, 자원 확보 방안 등의 내용을 포함하는 제반 기준의 마련
세부과제의 범위	- 국가기반체계(국가중요시설), 재난 및 안전관리기본법 기준 특정관리대상시설물, 시설물의 안전관리에 관한 특별법 기준 1, 2종 시설물인 교량, 터널 및 절토사면, 수리시설(댐, 제방, 보, 수로터널 등), 하천수도시설 및 오폐수처리시설, 계류시설, 갑문, 수문 및 해저송유시설, 건축물 및 옹벽 - 세부과제의 구성 - 국가 교통망시설물 성능중심 평가체계 및 대표등급 산정 프로세스 연계기술 개발 - 물처리/공급시설 성능중심 평가체계 및 대표등급 산정 프로세스 연계기술 개발 - 해안항만시설 성능중심 평가체계 및 대표등급 산정 프로세스 연계기술 개발 - 건축물/옹벽 성능중심 평가체계 및 대표등급 산정 프로세스 연계기술 개발 - 제도 개선 및 정책 개발
기술개발 목표	1~3세부과제에서 개발된 핵심요소기술을 성능평가결과의 신뢰도 향상을 위한 등급 프로세스로의 흡수, 통합 등 플랫폼화된 시설물군별 상태정량화 시스템 개발 및 정책/제도화 달성

(나) 연구개발 필요성 및 정부지원 필요성

- 현행, 시설물의 안전점검 및 정밀안전진단 세부지침은 다음과 같은 기술적 한계를 가지고 있는 것으로 보고됨
 - 육안점검(또는 목측, Visual inspection)에 기반한 상태평가를 수행하고 있으므로 점검자(기술자)의 경험과 기술수준에 따라 상이한 평가가 수행될 수 있는 가능성이 상존하고 있음
- 현재의 육안점검 기반의 안전점검 및 정밀안전진단 기술 방식을 신속하고 정확한 첨단기법을 이용한 방식으로 전환함으로써 점검·진단 결과의 신뢰도 확보가 필요함
 - 세계적으로도 시설물의 현상태를 정확하고 정량적으로 평가하기 위하여 다양한 연구가 추진되고 있으나, 실시간 예측결과로는 시설물의 현상태를 반영한 정량적인 안전·유지관리 정보를 제공하는 데 기술적 한계가 존재함
- 시설물의 설계단계에서 설정한 사용목적, 기능 및 성능을 토대로 시설물의 현상태를 객관적·정량적으로 평가할 수 있는 방향으로 현행 안전점검 및 정밀안전진단 방식에 대한 통합적 개선 유도할 수 있는 기술개발이 필요함
 - 해외 의존도가 높은 관련 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 향상기술의 개발이 필요함

6절 단계별 및 세부과제별 연계관계

- 단계별 및 세부과제별 연계관계는 다음 그림과 같음
- 1단계에서는 SOC 시설물 성능평가체계 선진화 기반 구축을 위하여 유지관리체계 문제점 분석 및 전략로드맵 작성, 내구성, 안전성, 사용성 및 기능성, 기타 인자들을 고려하여 성능중심관리를 고려한 상태 평가기술 및 성능 대표등급 산정 기법 연구를 수행하고, 2단계에서는 SOC 시설물 성능평가결과의 신뢰도 확보를 위한 다양한 정량화 기술과 평가체계 선진화 제도 정착을 포함하는 세부과제로 구성되어 연구가 진행되는 것이 효과적일 것으로 사료됨
- 2단계에서 세부과제 1, 2의 경우는 1단계에서 수행된 대표등급 산출 프로세스상의 내구성(콘크리트 건전도, 열화수준 등) 및 안전성 분야(균열 정량화, 부식 정량화 등)의 정량화 파트로 반영되며, 세부과제 3은 세부과제 1, 2에서 제시된 핵심요소기술로부터 도출되는 데이터와 기존 진단장치를 이용한 데이터의 효율적 활용 방안에 대한 연구를 진행하여야 함
- 세부과제 4는 세부과제 1, 2, 3에서 제시된 다양한 요소기술을 1단계에서 개발된 자동화 플랫폼 시스템에 연계시키기 위한 핵심 인터페이스 기술에 대한 연구를 진행하는 것이 타당함
- 1단계에서는 SOC 시설물 성능평가체계 선진화 기반 구축 및 정착, 2단계에서는 신뢰도 확보를 위한 핵심요소기술 개발을 완료함으로써, 1단계 종료시점인 2017년에는 SOC 성능평가체계 선진화 기반 구축이 완료되어야 하며, 2단계 진행과정에서 도출되는 다양한 핵심요소기술들은 SOC 성능평가 항목별로 신뢰도 및 정확도를 향상시키는 방향으로 반영되어야 함

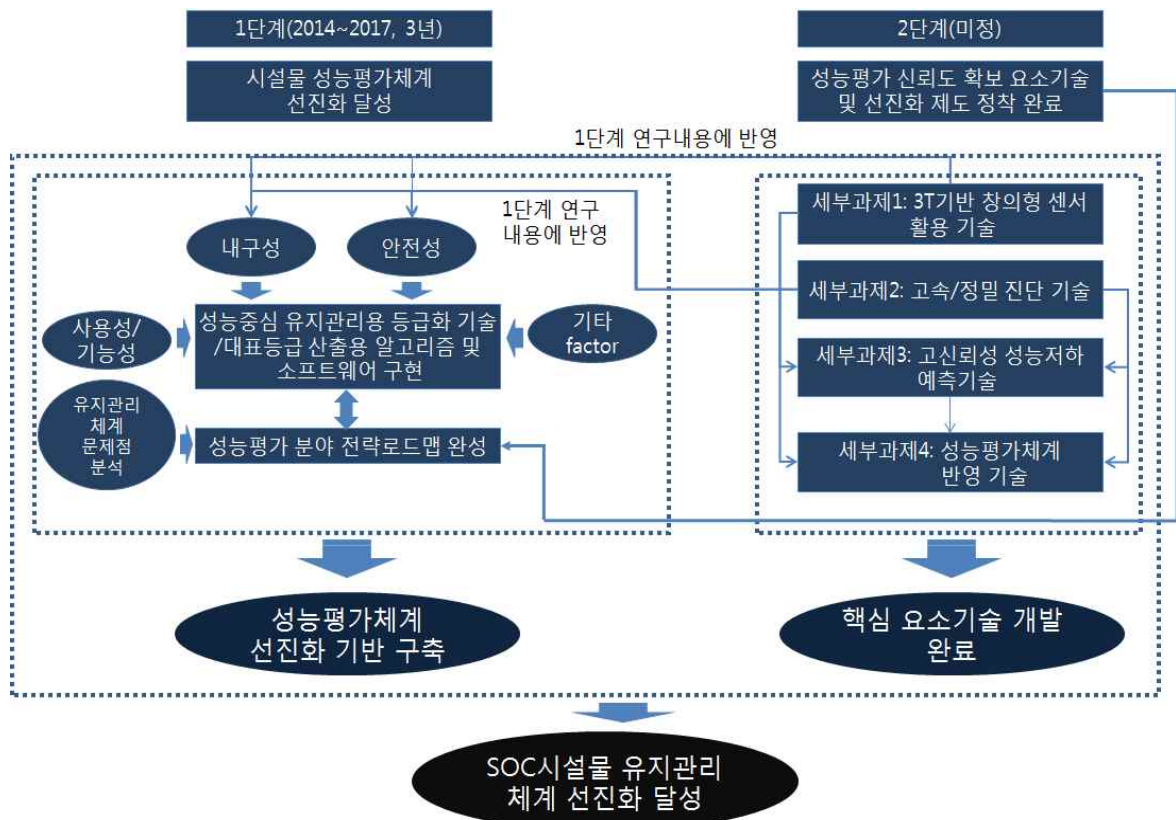


그림 133 단계별 및 세부과제별 연계관계

8장 사전타당성 검토

- 2단계 과제가 500억 원 이상의 대형 사업단 사업으로 구성될 경우 사전타당성 검토가 필요하며, 1단계는 사전타당성 검토 필요 없음.

9장 소요예산 및 인력투입 계획

□ 과제별 예산 산정을 위한 기준은 다음과 같음

- 인건비는 각 과제별로 산정도나 적정 투입 인력을 학술연구용역 원가계산 방식으로 계상함
- 직접비는 과제별 특성을 고려하여 개략적으로 산정함
- 간접비는 인건비와 직접비의 17% 이내에서 산정함
- 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

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

1절 1단계

1. 소요예산 총괄

구 분	1차 년도	2차 년도	3차 년도	계
SOC 시설물 유지관리 방법론 분석 및 개선방안 정립	0.5	3	-	3.5
SOC 시설물의 내구성/사용성/기능성 등급화 기술 개발 분야	1	5	7	13
주요 SOC시설물별 성능평가 프로세스 개발 및 시범 적용 분야	0.5	7	9	16.5
주요 SOC시설물 대표등급 산출을 위한 프로세스 개발 분야	1	10	10	21
계(억 원)	3	25	26	54

2. 소요예산 상세내역

구분			1차년도	2차년도	3차년도
총괄	직접비	책임연구원	21,456,317	178,802,640	185,954,746
		연구원	42,912,634	357,605,280	371,909,491
		연구보조원	42,912,634	357,605,280	371,909,491
		보조원	42,912,634	357,605,280	371,909,491
		인건비계	150,194,218	1,251,618,480	1,301,683,219
		연구장비/재료비	19,000,000	155,000,000	175,000,000
		연구활동비/연구과제추진비	53,000,000	429,000,000	432,000,000
		연구수당	30,038,844	250,323,696	260,336,644
		소계	252,233,061	2,085,942,176	2,169,019,863
		간접비	50,446,612	417,188,435	433,803,973
		총계(원)	302,679,673	2,503,130,611	2,602,823,836
SOC 시설물 유지관리 방법론 분석 및 개선방안 정립	직접비	책임연구원	3,576,053	21,456,317	-
		연구원	7,152,106	42,912,634	-
		연구보조원	7,152,106	42,912,634	-
		보조원	7,152,106	42,912,634	-
		인건비계	25,032,370	150,194,218	-
		연구장비/재료비	2,000,000	15,000,000	-
		연구활동비/연구과제추진비	10,000,000	55,000,000	-
		연구수당	5,006,474	30,038,844	-
		소계	42,038,844	250,233,061	-
		간접비	8,407,769	50,046,612	-
		총계(원)	50,446,612	300,279,673	-
SOC 시설물의 내구성/사용 성/기능성 등급화 기술 개발 분야	직접비	책임연구원	7,152,106	35,760,528	50,064,739
		연구원	14,304,211	71,521,056	100,129,478
		연구보조원	14,304,211	71,521,056	100,129,478
		보조원	14,304,211	71,521,056	100,129,478
		인건비계	50,064,739	250,323,696	350,453,174
		연구장비/재료비	10,000,000	30,000,000	50,000,000
		연구활동비/연구과제추진비	14,000,000	87,000,000	113,000,000
		연구수당	10,012,948	50,064,739	70,090,635
		소계	84,077,687	417,388,435	583,543,809
		간접비	16,815,537	83,477,687	116,708,762
		총계(원)	100,893,224	500,866,122	700,252,571
주요 SOC시설물 별 성능평가 프로세스 개발 및 시험 적용 분야	직접비	책임연구원	3,576,053	50,064,739	64,368,951
		연구원	7,152,106	100,129,478	128,737,901
		연구보조원	7,152,106	100,129,478	128,737,901
		보조원	7,152,106	100,129,478	128,737,901
		인건비계	25,032,370	350,453,174	450,582,653
		연구장비/재료비	3,000,000	5,000,000	65,000,000
		연구활동비/연구과제추진비	9,000,000	113,000,000	145,000,000
		연구수당	5,006,474	70,090,635	90,116,531
		소계	42,038,844	583,543,809	750,699,183
		간접비	8,407,769	116,708,762	150,139,836
		총계(원)	50,446,612	700,252,571	900,839,020
주요 SOC시설물 대표등급 산출을 위한 프로세스 개발 분야	직접비	책임연구원	7,152,106	71,521,056	71,521,056
		연구원	14,304,211	143,042,112	143,042,112
		연구보조원	14,304,211	143,042,112	143,042,112
		보조원	14,304,211	143,042,112	143,042,112
		인건비계	50,064,739	500,647,392	500,647,392
		연구장비/재료비	4,000,000	60,000,000	60,000,000
		연구활동비/연구과제추진비	20,000,000	174,000,000	174,000,000
		연구수당	10,012,948	100,129,478	100,129,478
		소계	34,012,948	334,129,478	334,129,478
		간접비	16,815,537	166,955,374	166,955,374
		총계(원)	100,893,224	1,001,732,244	1,001,732,244

3. 인력투입 계획

구분		1차년도	2차년도	3차년도	계
SOC 시설물 유지관리 방법론 분석 및 개선방안 정립	책임연구원	0.1	1	-	1.1
	연구원	0.2	2	-	2.2
	연구보조원	0.2	2	-	2.2
	보조원	0.2	2	-	2.2
SOC 시설물의 내구성/사용성/기능성 등급화 기술 개발 분야	책임연구원	0.2	1.4	1.4	3
	연구원	0.4	2.8	2.8	6
	연구보조원	0.4	2.8	2.8	6
	보조원	0.4	2.8	2.8	6
주요 SOC시설물별 성능평가 프로세스 개발 및 시범 적용 분야	책임연구원	0.1	0.6	1.8	2.5
	연구원	0.2	1.2	3.6	5
	연구보조원	0.2	1.2	3.6	5
	보조원	0.2	1.2	3.6	5
주요 SOC시설물 대표등급 산출을 위한 프로세스 개발 분야	책임연구원	0.2	2	2	4.2
	연구원	0.4	4	4	8.4
	연구보조원	0.4	4	4	8.4
	보조원	0.4	4	4	8.4
총계	책임연구원	0.6	5	5.2	10.8
	연구원	1.2	10	10.4	21.6
	연구보조원	1.2	10	10.4	21.6
	보조원	1.2	10	10.4	21.6

2절 2단계

1. 소요예산 총괄

구분		1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	계
1세부	3T기반 창의형 센서 활용 기술						
1-1세세부	콘크리트 Thin Section 기술 분야	-	-	2	9	9	20
1-2세세부	전도성 콘크리트 기반 콘크리트 내부 손상 평가기술 분야	3	6	6	-	-	15
1-3세세부	센서 내장형 첨단 부재장치 기술 분야	2	7	7	-	-	16
1-4세세부	Bio Inspired Smart Coating을 이용한 구조물 이상상태 감지기술 분야	-	-	2	3	3	8
1-5세세부	착탈식 센서 기반 실시간 강도 계측기술 분야	2	4	4	-	-	10
소계		7	17	21	12	12	69
2세부	고속/정밀진단기술						
2-1세세부	FSM(Field Signature Method) 기반 부식검출기술 분야	2	3	3	-	-	8
2-2세세부	초고속 고정밀 이미지 기반 균열 검출기술 분야	2	4	4	-	-	10
2-3세세부	볼트 연결부 진단기술 분야	2	5	5	-	-	12
2-4세세부	PSC 구조물 건전성 평가기술 분야	2	3	3	-	-	8
2-5세세부	레이저 기반 강구조물 및 파이프 건전도 평가기술 분야	2	5	5	-	-	12
소계		10	20	20	0	0	50
3세부	Big Data 기반 고신뢰성 성능저하 예측기술						
3-1세세부	계측데이터 기반 고정밀도 성능저하 예측기술 분야	1	1	2	2	2	8
3-2세세부	수치해석 모델 개선기술 분야	1	3	2	2	2	10
3-3세세부	환경조건을 고려한 데이터 통합형 성능수준 평가기술 분야	1	3	2	2	2	10
소계		3	7	6	6	6	28
4세부	상대 정량화 기반 플랫폼형 성능평가체계 기술						
4-1세세부	국가 교통망시설물 성능중심 평가체계 및 대표등급 산정 프로세스 연계기술 개발	-	-	1	2	2	5
4-2세세부	물처리/공급시설 성능중심 평가체계 및 대표등급 산정 프로세스 연계기술 개발	-	-	1	2	2	5
4-3세세부	해안항만시설 성능중심 평가체계 및 대표등급 산정 프로세스 연계기술 개발	-	-	1	2	2	5
4-4세세부	건축물/옹벽 성능중심 평가체계 및 대표등급 산정 프로세스 연계기술 개발	-	-	1	2	2	5
4-5세세부	제도개선 및 정책 개발	-	-	1	1	1	3
소계		-	-	5	9	9	23
총계(억 원)		20	44	52	27	27	170

2. 소요예산 상세내역

① 세부과제 1

구분			1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도
세부 과제 1 총괄	직 접 비	책임연구원	50,064,739	121,585,795	150,194,218	85,825,267	85,825,267
		연구원	100,129,478	243,171,590	300,388,435	171,650,534	171,650,534
		연구보조원	100,129,478	243,171,590	300,388,435	171,650,534	171,650,534
		보조원	100,129,478	243,171,590	300,388,435	171,650,534	71,650,534
		인건비계	350,453,174	851,100,566	1,051,359,523	600,776,870	600,776,870
		연구장비/재료비	115,000,000	305,000,000	365,000,000	230,000,000	230,000,000
		연구활동비/ 연구과제추진비	49,000,000	91,500,000	125,500,000	50,000,000	50,000,000
		연구수당	70,090,635	170,220,113	210,271,905	120,155,374	120,155,374
		소계	584,543,809	1,417,820,680	1,752,131,428	1,000,932,244	1,000,932,244
		간접비	116,908,762	283,564,136	350,426,286	200,186,449	200,186,449
		총계(원)	701,452,571	1,701,384,816	2,102,557,713	1,201,118,693	1,201,118,693
1-1 과제	직 접 비	책임연구원	-	-	14,304,211	64,368,950	64,368,950
		연구원	-	-	28,608,422	128,737,901	128,737,901
		연구보조원	-	-	28,608,422	128,737,901	128,737,901
		보조원	-	-	28,608,422	128,737,901	128,737,901
		인건비계	-	-	100,129,478	450,582,653	450,582,653
		연구장비/재료비	-	-	30,000,000	180,000,000	180,000,000
		연구활동비/ 연구과제추진비	-	-	17,000,000	30,000,000	30,000,000
		연구수당	-	-	20,025,896	90,116,531	90,116,531
		소계	-	-	167,155,374	750,699,183	750,699,183
		간접비	-	-	33,431,075	150,139,837	150,139,837
		총계(원)	-	-	200,586,449	900,839,020	900,839,020
1-2 과제	직 접 비	책임연구원	21,456,317	42,912,634	42,912,634	-	-
		연구원	42,912,634	85,825,267	85,825,267	-	-
		연구보조원	42,912,634	85,825,267	85,825,267	-	-
		보조원	42,912,634	85,825,267	85,825,267	-	-
		인건비계	150,194,218	300,388,435	300,388,435	-	-
		연구장비/재료비	50,000,000	110,000,000	110,000,000	-	-
		연구활동비/ 연구과제추진비	20,000,000	30,000,000	30,000,000	-	-
		연구수당	30,038,844	60,077,687	60,077,687	-	-
		소계	250,233,061	500,466,122	500,466,122	-	-
		간접비	50,046,612	100,093,224	100,093,224	-	-
		총계(원)	300,279,673	600,559,347	600,559,347	-	-
1-3 과제	직 접 비	책임연구원	14,304,211	50,064,739	50,064,739	-	-
		연구원	28,608,422	100,129,478	100,129,478	-	-
		연구보조원	28,608,422	100,129,478	100,129,478	-	-
		보조원	28,608,422	100,129,478	100,129,478	-	-
		인건비계	100,129,478	350,453,174	350,453,174	-	-
		연구장비/재료비	30,000,000	130,000,000	130,000,000	-	-
		연구활동비/ 연구과제추진비	17,000,000	33,000,000	33,000,000	-	-
		연구수당	20,025,896	70,090,635	70,090,635	-	-
		소계	167,155,374	583,543,809	583,543,809	-	-
		간접비	33,431,075	116,708,762	116,708,762	-	-
		총계(원)	200,586,449	700,252,571	700,252,571	-	-

구분			1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도
1-4 과제	직 접 비	책임연구원	-	-	14,304,211	21,456,317	21,456,317
		연구원	-	-	28,608,422	42,912,634	42,912,634
		연구보조원	-	-	28,608,422	42,912,634	42,912,634
		보조원	-	-	28,608,422	42,912,634	42,912,634
		인건비계	-	-	100,129,478	150,194,218	150,194,218
		연구장비/재료비	-	-	30,000,000	50,000,000	50,000,000
		연구활동비/ 연구과제추진비	-	-	17,000,000	20,000,000	20,000,000
		연구수당	-	-	20,025,896	30,038,844	30,038,844
		소계	-	-	167,155,374	250,233,061	250,233,061
		간접비	-	-	33,431,075	50,046,612	50,046,612
총계(원)		-	-	200,586,449	300,279,673	300,279,673	
1-5 과제	직 접 비	책임연구원	14,304,211	28,608,422	28,608,422	-	-
		연구원	28,608,422	57,216,845	57,216,845	-	-
		연구보조원	28,608,422	57,216,845	57,216,845	-	-
		보조원	28,608,422	57,216,845	57,216,845	-	-
		인건비계	100,129,478	200,258,957	200,258,957	-	-
		연구장비/재료비	35,000,000	65,000,000	65,000,000	-	-
		연구활동비/ 연구과제추진비	12,000,000	28,500,000	28,500,000	-	-
		연구수당	20,025,896	40,051,791	40,051,791	-	-
		소계	167,155,374	333,810,748	333,810,748	-	-
		간접비	33,431,075	66,762,150	66,762,150	-	-
총계(원)		200,586,449	400,572,898	400,572,898	-	-	

② 세부과제 2

구분			1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	
세부 과제 2 총괄	직 접 비	인	책임연구원	71,521,056	143,042,112	143,042,112	-	-
		연구원	143,042,112	286,084,224	286,084,224	-	-	
		연구보조원	143,042,112	286,084,224	286,084,224	-	-	
		보조원	143,042,112	286,084,224	286,084,224	-	-	
		인건비계	500,647,392	1,001,294,784	1,001,294,784	-	-	
		연구장비/재료비	150,000,000	315,000,000	315,000,000	-	-	
		연구활동비/ 연구과제추진비	85,000,000	151,500,000	151,500,000	-	-	
		연구수당	100,129,478	200,258,957	200,258,957	-	-	
		소계	835,776,870	1,668,053,741	1,668,053,741	-	-	
		간접비	167,155,374	333,610,748	333,610,748	-	-	
총계(원)			1,002,932,244	2,001,664,489	2,001,664,489	-	-	
2-1 과제	직 접 비	인	책임연구원	14,304,211	21,456,317	21,456,317	-	-
		연구원	28,608,422	42,912,634	42,912,634	-	-	
		연구보조원	28,608,422	42,912,634	42,912,634	-	-	
		보조원	28,608,422	42,912,634	42,912,634	-	-	
		인건비계	100,129,478	150,194,218	150,194,218	-	-	
		연구장비/재료비	30,000,000	45,000,000	45,000,000	-	-	
		연구활동비/ 연구과제추진비	17,000,000	25,000,000	25,000,000	-	-	
		연구수당	20,025,896	30,038,844	30,038,844	-	-	
		소계	167,155,374	250,233,061	250,233,061	-	-	
		간접비	33,431,075	50,046,612	50,046,612	-	-	
총계(원)			200,586,449	300,279,673	300,279,673	-	-	

구분				1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도
2-2 과제	직 접 비	인 건 비	책임연구원	14,304,211	28,608,422	28,608,422	-	-
			연구원	28,608,422	57,216,845	57,216,845	-	-
			연구보조원	28,608,422	57,216,845	57,216,845	-	-
			보조원	28,608,422	57,216,845	57,216,845	-	-
			인건비계	100,129,478	200,258,957	200,258,957	-	-
		연구장비/재료비	30,000,000	65,000,000	65,000,000	-	-	
		연구활동비/ 연구과제추진비	17,000,000	28,500,000	28,500,000	-	-	
		연구수당	20,025,896	40,051,791	40,051,791	-	-	
		소계	167,155,374	333,810,748	333,810,748	-	-	
	간접비		33,431,075	66,762,150	66,762,150	-	-	
	총계(원)		200,586,449	400,572,898	400,572,898	-	-	
2-3 과제	직 접 비	인 건 비	책임연구원	14,304,211	35,760,528	35,760,528	-	-
			연구원	28,608,422	71,521,056	71,521,056	-	-
			연구보조원	28,608,422	71,521,056	71,521,056	-	-
			보조원	28,608,422	71,521,056	71,521,056	-	-
			인건비계	100,129,478	250,323,696	250,323,696	-	-
		연구장비/재료비	30,000,000	80,000,000	80,000,000	-	-	
		연구활동비/ 연구과제추진비	17,000,000	36,500,000	36,500,000	-	-	
		연구수당	20,025,896	50,064,739	50,064,739	-	-	
		소계	167,155,374	416,888,435	416,888,435	-	-	
	간접비		33,431,075	83,377,687	83,377,687	-	-	
	총계(원)		200,586,449	500,266,122	500,266,122	-	-	
2-4 과제	직 접 비	인 건 비	책임연구원	14,304,211	21,456,317	21,456,317	-	-
			연구원	28,608,422	42,912,634	42,912,634	-	-
			연구보조원	28,608,422	42,912,634	42,912,634	-	-
			보조원	28,608,422	42,912,634	42,912,634	-	-
			인건비계	100,129,478	150,194,218	150,194,218	-	-
		연구장비/재료비	30,000,000	45,000,000	45,000,000	-	-	
		연구활동비/ 연구과제추진비	17,000,000	25,000,000	25,000,000	-	-	
		연구수당	20,025,896	30,038,844	30,038,844	-	-	
		소계	167,155,374	250,233,061	250,233,061	-	-	
	간접비		33,431,075	50,046,612	50,046,612	-	-	
	총계(원)		200,586,449	300,279,673	300,279,673	-	-	
2-5 과제	직 접 비	인 건 비	책임연구원	14,304,211	35,760,528	35,760,528	-	-
			연구원	28,608,422	71,521,056	71,521,056	-	-
			연구보조원	28,608,422	71,521,056	71,521,056	-	-
			보조원	28,608,422	71,521,056	71,521,056	-	-
			인건비계	100,129,478	250,323,696	250,323,696	-	-
		연구장비/재료비	30,000,000	80,000,000	80,000,000	-	-	
		연구활동비/ 연구과제추진비	17,000,000	36,500,000	36,500,000	-	-	
		연구수당	20,025,896	50,064,739	50,064,739	-	-	
		소계	167,155,374	416,888,435	416,888,435	-	-	
	간접비		33,431,075	83,377,687	83,377,687	-	-	
	총계(원)		200,586,449	500,266,122	500,266,122	-	-	

③ 세부과제 3

구분			1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도
세부 과제 3 총괄	직 접 비	책임연구원	21,456,317	50,064,739	42,912,634	42,912,634	42,912,634
		연구원	42,912,634	100,129,478	85,825,267	85,825,267	85,825,267
		연구보조원	42,912,634	100,129,478	85,825,267	85,825,267	85,825,267
		보조원	42,912,634	100,129,478	85,825,267	85,825,267	85,825,267
		인건비계	150,194,218	350,453,174	300,388,435	300,388,435	300,388,435
		연구장비/재료비	45,000,000	115,000,000	105,000,000	105,000,000	105,000,000
		연구활동비/ 연구과제추진비	25,500,000	48,500,000	36,000,000	36,000,000	36,000,000
		연구수당	30,038,844	70,090,635	60,077,687	60,077,687	60,077,687
		소계	250,733,061	584,043,809	501,466,122	501,466,122	501,466,122
	간접비		50,146,612	116,808,762	100,293,224	100,293,224	100,293,224
	총계(원)		300,879,673	700,852,571	601,759,347	601,759,347	601,759,347
3-1 과제	직 접 비	책임연구원	7,152,106	7,152,106	14,304,211	14,304,211	14,304,211
		연구원	14,304,211	14,304,211	28,608,422	28,608,422	28,608,422
		연구보조원	14,304,211	14,304,211	28,608,422	28,608,422	28,608,422
		보조원	14,304,211	14,304,211	28,608,422	28,608,422	28,608,422
		인건비계	50,064,739	50,064,739	100,129,478	100,129,478	100,129,478
		연구장비/재료비	15,000,000	15,000,000	35,000,000	35,000,000	35,000,000
		연구활동비/ 연구과제추진비	8,500,000	8,500,000	12,000,000	12,000,000	12,000,000
		연구수당	10,012,948	10,012,948	20,025,896	20,025,896	20,025,896
		소계	83,577,687	83,577,687	167,155,374	167,155,374	167,155,374
	간접비		16,715,537	16,715,537	33,431,075	33,431,075	33,431,075
	총계(원)		100,293,224	100,293,224	200,586,449	200,586,449	200,586,449
3-2 과제	직 접 비	책임연구원	7,152,106	21,456,317	14,304,211	14,304,211	14,304,211
		연구원	14,304,211	42,912,634	28,608,422	28,608,422	28,608,422
		연구보조원	14,304,211	42,912,634	28,608,422	28,608,422	28,608,422
		보조원	14,304,211	42,912,634	28,608,422	28,608,422	28,608,422
		인건비계	50,064,739	150,194,218	100,129,478	100,129,478	100,129,478
		연구장비/재료비	15,000,000	50,000,000	35,000,000	35,000,000	35,000,000
		연구활동비/ 연구과제추진비	8,500,000	20,000,000	12,000,000	12,000,000	12,000,000
		연구수당	10,012,948	30,038,844	20,025,896	20,025,896	20,025,896
		소계	83,577,687	250,233,061	167,155,374	167,155,374	167,155,374
	간접비		16,715,537	50,046,612	33,431,075	33,431,075	33,431,075
	총계(원)		100,293,224	300,279,673	200,586,449	200,586,449	200,586,449
3-3 과제	직 접 비	책임연구원	7,152,106	21,456,317	14,304,211	14,304,211	14,304,211
		연구원	14,304,211	42,912,634	28,608,422	28,608,422	28,608,422
		연구보조원	14,304,211	42,912,634	28,608,422	28,608,422	28,608,422
		보조원	14,304,211	42,912,634	28,608,422	28,608,422	28,608,422
		인건비계	50,064,739	150,194,218	100,129,478	100,129,478	100,129,478
		연구장비/재료비	15,000,000	50,000,000	35,000,000	35,000,000	35,000,000
		연구활동비/ 연구과제추진비	8,500,000	20,000,000	12,000,000	12,000,000	12,000,000
		연구수당	10,012,948	30,038,844	20,025,896	20,025,896	20,025,896
		소계	83,577,687	250,233,061	167,155,374	167,155,374	167,155,374
	간접비		16,715,537	50,046,612	33,431,075	33,431,075	33,431,075
	총계(원)		100,293,224	300,279,673	200,586,449	200,586,449	200,586,449

④ 세부과제 4

구분			1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도
세부 과제 4 총괄	직 접 비	책임연구원	-	-	35,760,528	64,368,950	64,368,950
		인 연구원	-	-	71,521,056	128,737,901	128,737,901
		건 연구보조원	-	-	71,521,056	128,737,901	128,737,901
		비 보조원	-	-	71,521,056	128,737,901	128,737,901
		인건비계	-	-	250,323,696	450,582,653	450,582,653
		연구장비/재료비	-	-	75,000,000	155,000,000	155,000,000
		연구활동비/ 연구과제추진비	-	-	42,500,000	56,500,000	56,500,000
		연구수당	-	-	50,064,739	90,116,531	90,116,531
		소계	-	-	417,888,435	752,199,183	752,199,183
	간접비		-	-	83,577,687	150,439,837	150,439,837
	총계(원)		-	-	501,466,122	902,639,020	902,639,020
4-1 과제	직 접 비	책임연구원	-	-	7,152,106	14,304,211	14,304,211
		인 연구원	-	-	14,304,211	28,608,422	28,608,422
		건 연구보조원	-	-	14,304,211	28,608,422	28,608,422
		비 보조원	-	-	14,304,211	28,608,422	28,608,422
		인건비계	-	-	50,064,739	100,129,478	100,129,478
		연구장비/재료비	-	-	15,000,000	35,000,000	35,000,000
		연구활동비/ 연구과제추진비	-	-	8,500,000	12,000,000	12,000,000
		연구수당	-	-	10,012,948	20,025,896	20,025,896
		소계	-	-	83,577,687	167,155,374	167,155,374
	간접비		-	-	16,715,537	33,431,075	33,431,075
	총계(원)		-	-	100,293,224	200,586,449	200,586,449
4-2 과제	직 접 비	책임연구원	-	-	7,152,106	14,304,211	14,304,211
		인 연구원	-	-	14,304,211	28,608,422	28,608,422
		건 연구보조원	-	-	14,304,211	28,608,422	28,608,422
		비 보조원	-	-	14,304,211	28,608,422	28,608,422
		인건비계	-	-	50,064,739	100,129,478	100,129,478
		연구장비/재료비	-	-	15,000,000	35,000,000	35,000,000
		연구활동비/ 연구과제추진비	-	-	8,500,000	12,000,000	12,000,000
		연구수당	-	-	10,012,948	20,025,896	20,025,896
		소계	-	-	83,577,687	167,155,374	167,155,374
	간접비		-	-	16,715,537	33,431,075	33,431,075
	총계(원)		-	-	100,293,224	200,586,449	200,586,449
4-3 과제	직 접 비	책임연구원	-	-	7,152,106	14,304,211	14,304,211
		인 연구원	-	-	14,304,211	28,608,422	28,608,422
		건 연구보조원	-	-	14,304,211	28,608,422	28,608,422
		비 보조원	-	-	14,304,211	28,608,422	28,608,422
		인건비계	-	-	50,064,739	100,129,478	100,129,478
		연구장비/재료비	-	-	15,000,000	35,000,000	35,000,000
		연구활동비/ 연구과제추진비	-	-	8,500,000	12,000,000	12,000,000
		연구수당	-	-	10,012,948	20,025,896	20,025,896
		소계	-	-	83,577,687	167,155,374	167,155,374
	간접비		-	-	16,715,537	33,431,075	33,431,075
	총계(원)		-	-	100,293,224	200,586,449	200,586,449

구분			1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도
4-4 과제	직 접 비	책임연구원	-	-	7,152,106	14,304,211	14,304,211
		연구원	-	-	14,304,211	28,608,422	28,608,422
		연구보조원	-	-	14,304,211	28,608,422	28,608,422
		보조원	-	-	14,304,211	28,608,422	28,608,422
		인건비계	-	-	50,064,739	100,129,478	100,129,478
		연구장비/재료비	-	-	15,000,000	35,000,000	35,000,000
		연구활동비/ 연구과제추진비	-	-	8,500,000	12,000,000	12,000,000
		연구수당	-	-	10,012,948	20,025,896	20,025,896
		소계	-	-	83,577,687	167,155,374	167,155,374
	간접비		-	-	16,715,537	33,431,075	33,431,075
	총계(원)		-	-	100,293,224	200,586,449	200,586,449
4-5 과제	직 접 비	책임연구원	-	-	7,152,106	7,152,106	7,152,106
		연구원	-	-	14,304,211	14,304,211	14,304,211
		연구보조원	-	-	14,304,211	14,304,211	14,304,211
		보조원	-	-	14,304,211	14,304,211	14,304,211
		인건비계	-	-	50,064,739	50,064,739	50,064,739
		연구장비/재료비	-	-	15,000,000	15,000,000	15,000,000
		연구활동비/ 연구과제추진비	-	-	8,500,000	8,500,000	8,500,000
		연구수당	-	-	10,012,948	10,012,948	10,012,948
		소계	-	-	83,577,687	83,577,687	83,577,687
	간접비		-	-	16,715,537	16,715,537	16,715,537
	총계(원)		-	-	100,293,224	100,293,224	100,293,224

3. 인력투입 계획

① 세부과제 통합

구분			1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	계
1세 세 부	3T 기반 창의형 센서활용 기술	책임연구원	1.4	3.4	4.2	2.4	2.4	13.8
		연구원	2.8	6.8	8.4	4.8	4.8	27.6
		연구보조원	2.8	6.8	8.4	4.8	4.8	27.6
		보조원	2.8	6.8	8.4	4.8	4.8	27.6
2세 세 부	고속/정밀진단 기술	책임연구원	2	4	4	0	0	10
		연구원	4	8	8	0	0	20
		연구보조원	4	8	8	0	0	20
		보조원	4	8	8	0	0	20
3세 세 부	Big Data 기반 고신뢰성 성능저하 예측기술	책임연구원	0.6	1.4	1.2	1.2	1.2	5.6
		연구원	1.2	2.8	2.4	2.4	2.4	11.2
		연구보조원	1.2	2.8	2.4	2.4	2.4	11.2
		보조원	1.2	2.8	2.4	2.4	2.4	11.2
4세 세 부	상태 정량화 기반 플랫폼형 성능평가체계 기술	책임연구원	0	0	1	1.8	1.8	4.6
		연구원	0	0	2	3.6	3.6	9.2
		연구보조원	0	0	2	3.6	3.6	9.2
		보조원	0	0	2	3.6	3.6	9.2
세 부과제 총계		책임연구원	4	8.8	10.4	5.4	5.4	34
		연구원	8	17.6	20.8	10.8	10.8	68
		연구보조원	8	17.6	20.8	10.8	10.8	68
		보조원	8	17.6	20.8	10.8	10.8	68

② 1세세부

구분			1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	계
1세세부	3T 기반 창의형 센서활용 기술	책임연구원	1.4	3.4	4.2	2.4	2.4	13.8
		연구원	2.8	6.8	8.4	4.8	4.8	27.6
		연구보조원	2.8	6.8	8.4	4.8	4.8	27.6
		보조원	2.8	6.8	8.4	4.8	4.8	27.6
1-1 세세부	콘크리트 Thin Section 기술	책임연구원	0	0	0.4	1.8	1.8	4
		연구원	0	0	0.8	3.6	3.6	8
		연구보조원	0	0	0.8	3.6	3.6	8
		보조원	0	0	0.8	3.6	3.6	8
1-2 세세부	전도성 콘크리트 기반 콘크리트 내부 손상 평가기술 개발	책임연구원	0.6	1.2	1.2	0	0	3
		연구원	1.2	2.4	2.4	0	0	6
		연구보조원	1.2	2.4	2.4	0	0	6
		보조원	1.2	2.4	2.4	0	0	6
1-3 세세부	센서 내장형 첨단 부재장치 기술	책임연구원	0.4	1.4	1.4	0	0	3.2
		연구원	0.8	2.8	2.8	0	0	6.4
		연구보조원	0.8	2.8	2.8	0	0	6.4
		보조원	0.8	2.8	2.8	0	0	6.4
1-4 세세부	Bio-inspired Smart Coating을 이용한 구조물 이상상태 검지기술	책임연구원	0	0	0.4	0.6	0.6	1.6
		연구원	0	0	0.8	1.2	1.2	3.2
		연구보조원	0	0	0.8	1.2	1.2	3.2
		보조원	0	0	0.8	1.2	1.2	3.2
1-5 세세부	착탈식 센서 기반 실시간 강도 예측기술	책임연구원	0.4	0.8	0.8	0	0	2
		연구원	0.8	1.6	1.6	0	0	4
		연구보조원	0.8	1.6	1.6	0	0	4
		보조원	0.8	1.6	1.6	0	0	4

③ 2세세부

구분			1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	계
2세세부	고속/정밀진단 기술	책임연구원	2	4	4	0	0	10
		연구원	4	8	8	0	0	20
		연구보조원	4	8	8	0	0	20
		보조원	4	8	8	0	0	20
2-1 세세부	FSM(Field Signature Method) 기반 부식검출기술	책임연구원	0.4	0.6	0.6	0	0	1.6
		연구원	0.8	1.2	1.2	0	0	3.2
		연구보조원	0.8	1.2	1.2	0	0	3.2
		보조원	0.8	1.2	1.2	0	0	3.2
2-2 세세부	초고속 고정밀 이미지 기반 균열 검출기술	책임연구원	0.4	0.8	0.8	0	0	2
		연구원	0.8	1.6	1.6	0	0	4
		연구보조원	0.8	1.6	1.6	0	0	4
		보조원	0.8	1.6	1.6	0	0	4
2-3 세세부	볼트 연결부 진단기술	책임연구원	0.4	1	1	0	0	2.4
		연구원	0.8	2	2	0	0	4.8
		연구보조원	0.8	2	2	0	0	4.8
		보조원	0.8	2	2	0	0	4.8
2-4 세세부	PSC 구조물 건전성 평가기술	책임연구원	0.4	0.6	0.6	0	0	1.6
		연구원	0.8	1.2	1.2	0	0	3.2
		연구보조원	0.8	1.2	1.2	0	0	3.2
		보조원	0.8	1.2	1.2	0	0	3.2
2-5 세세부	레이저 기반 강구조물 및 파이프 건전도 평가기술	책임연구원	0.4	1	1	0	0	2.4
		연구원	0.8	2	2	0	0	4.8
		연구보조원	0.8	2	2	0	0	4.8
		보조원	0.8	2	2	0	0	4.8

④ 3세세부

구분			1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	계
3세세부	Big Data 기반 고신뢰성 성능저하 예측기술	책임연구원	0.6	1.4	1.2	1.2	1.2	5.6
		연구원	1.2	2.8	2.4	2.4	2.4	11.2
		연구보조원	1.2	2.8	2.4	2.4	2.4	11.2
		보조원	1.2	2.8	2.4	2.4	2.4	11.2
3-1 세세부	계측데이터 기반 고정밀도 성능저하 예측기술	책임연구원	0.2	0.2	0.4	0.4	0.4	1.6
		연구원	0.4	0.4	0.8	0.8	0.8	3.2
		연구보조원	0.4	0.4	0.8	0.8	0.8	3.2
		보조원	0.4	0.4	0.8	0.8	0.8	3.2
3-2 세세부	수치해석 모델 개선기술	책임연구원	0.2	0.6	0.4	0.4	0.4	2
		연구원	0.4	1.2	0.8	0.8	0.8	4
		연구보조원	0.4	1.2	0.8	0.8	0.8	4
		보조원	0.4	1.2	0.8	0.8	0.8	4
3-3 세세부	환경조건을 고려한 데이터 통합형 성능수준 평가기술	책임연구원	0.2	0.6	0.4	0.4	0.4	2
		연구원	0.4	1.2	0.8	0.8	0.8	4
		연구보조원	0.4	1.2	0.8	0.8	0.8	4
		보조원	0.4	1.2	0.8	0.8	0.8	4

⑤ 4세세부

구분			1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	계
4세세 부	상태 정량화 기반 성능평가체계 기술	책임연구원	0	0	1	1.8	1.8	4.6
		연구원	0	0	2	3.6	3.6	9.2
		연구보조원	0	0	2	3.6	3.6	9.2
		보조원	0	0	2	3.6	3.6	9.2
4-1 세세부	국가 교통망시설물 성능 중심 평가체계 및 대표 등급 산정 프로세스 연계기술 개발	책임연구원	0	0	0.2	0.4	0.4	1
		연구원	0	0	0.4	0.8	0.8	2
		연구보조원	0	0	0.4	0.8	0.8	2
		보조원	0	0	0.4	0.8	0.8	2
4-2 세세부	물처리/공급시설 성능 중심 평가체계 및 대표 등급 산정 프로세스 연계기술 개발	책임연구원	0	0	0.2	0.4	0.4	1
		연구원	0	0	0.4	0.8	0.8	2
		연구보조원	0	0	0.4	0.8	0.8	2
		보조원	0	0	0.4	0.8	0.8	2
4-3 세세부	해안항만시설 성능 중심 평가체계 및 대표 등급 산정 프로세스 연계기술 개발	책임연구원	0	0	0.2	0.4	0.4	1
		연구원	0	0	0.4	0.8	0.8	2
		연구보조원	0	0	0.4	0.8	0.8	2
		보조원	0	0	0.4	0.8	0.8	2
4-4 세세부	건축물/옹벽 성능 중심 평가체계 및 대표 등급 산정 프로세스 연계기술 개발	책임연구원	0	0	0.2	0.4	0.4	1
		연구원	0	0	0.4	0.8	0.8	2
		연구보조원	0	0	0.4	0.8	0.8	2
		보조원	0	0	0.4	0.8	0.8	2
4-5 세세부	제도개선 및 정책 개발	책임연구원	0	0	0.2	0.2	0.2	0.6
		연구원	0	0	0.4	0.4	0.4	1.2
		연구보조원	0	0	0.4	0.4	0.4	1.2
		보조원	0	0	0.4	0.4	0.4	1.2

10장 과제 제안요구서 작성 및 평가기준 선정

1절 과제 제안요구서(RFP)

1. 1단계 과제 제안요구서(RFP)

연구개발과제명	사회기반시설(SOC)의 성능중심 관리·운영을 위한 한국형 대표 성능등급 산정기술 개발
1. 연구개발 목표	○ 단위 SOC 시설물별 성능중심 관리를 위한 성능평가 프로세스 개발 및 전체 시설물별 대표등급 산정 방안 제시 ○ 8종* 사회기반시설(SOC)의 성능중심 관리·운영을 위한 단위 시설물별 성능평가 프로세스 개발 및 전체 시설물별 대표 성능등급 산정기준 제시 * 사회기반시설 회계처리지침에 정의된 사회기반시설 8종 : 도로, 철도, 항만, 댐, 공항, 하천, 상수도, 국가어항
2. 연구개발의 필요성 및 기술동향	☐ 연구개발의 필요성 ○ 현행 사회기반시설(SOC)의 유지관리는 주로 설계기술기준 등을 근거로 하는 실정으로 손상부의 원상복구나 설계기준 충족 등을 목표로 시행되고 있으나, 파손, 붕괴된 시설물 보수를 위한 사고예방형 유지관리에서 시설물 연식, 이용량 등을 분석하는 성능관리형 유지관리로 전환 요구 ○ 70년대부터 시작된 SOC 건설로 노후 시설물도 일시에 대규모로 발생할 것으로 예상되나, 현 수준의 유지관리를 지속할 경우, 고령화에 따른 SOC 교체 수요가 급증하여 막대한 재정이 소요될 뿐만 아니라 국민 안전을 침해하고 국가 경제에 장애가 될 우려되므로, 구조적 안전은 물론 성능유지 및 향상, 감가상각 등을 고려하는 종합적 비용편익 분석을 통해 한정된 재정을 효율적으로 투자할 수 있는 SOC 시설물 유지관리 체계로의 전환 필요 ○ 구조적 안전 검토를 기반으로 성능 유지 및 향상, 감가상각 등 자산 관리 개념을 고려하는 종합적 비용/편익 분석 등을 통해 한정된 국가 재정을 효율적으로 분배하고 집행할 수 있는 정책 및 제도적 기반 구축 필요

□ 기술동향 ○ 기술 동향

- 2013년 미국 인프라의 전체 평균 등급은 D+로서 '20년까지 인프라 개선에 4천조 원의 투자가 필요한 것으로 분석됨
- 특히, 미국의 교량 61만개가 건설된지 평균 42년이 경과하였으며, 9개 중 1개의 교량이 구조적 결함이 있는 것으로 조사
- 미국을 비롯하여, 캐나다, 호주, 영국, 남아공 등의 국가에서는 SOC 시설물에 대한 성능평가보고서(Report Card)를 정기적으로 발간하고 있으며, 평가 요소는 단편적인 관점 보다는 SOC 시설물의 다양한 측면을 종합적으로 평가할 수 있는 요소들이 포함되어 있음
- 선진국은 이미 사회기반 시설물에 투자된 규모가 막대하고 대체로 사회가 안정기에 들어서 있으므로, 시설물의 노후화 및 재난에 대응하는 유지관리에 많은 투자 진행

○ 시장동향

- 국내 SOC 시설물의 자산가치는 대략 1,800조 원에 달하며, 유지관리 투자의 경우시설물 자산가치 대비 0.3%, 신규 건설 대비 8% 정도로, 선진국의 1/3 수준으로 추정
- 국토교통부 자료에 의하면, 2004년부터 2008년까지 5년간 도로부문 평균투자액의 경우 약 7조 6천억 원이며, 유지보수 및 관리에 약 10% 수준인 평균 7,691억 원 투자
- 시설물 유지관리 시장의 규모와 업체는 지속적으로 증가하고 있으나, 과학적 유지관리 기법의 적용 등 질적 성장을 위한 노력은 미흡
- 시특법 제정 후 약 17년이 경과된 시설안전체계를 기술적·사회적 트렌드를 반영하여 자발적 안전/유지관리, 전문성 강화 등의 방향으로 재검토 필요
- 시특법 대상 1, 2종 시설물의 경우, 준공 후 30년이 지난 시설물을 65세 이상 노인으로 가정할 때, 현재는 약 7% 정도가 고령화 시설물이며 10년 후에는 약 20% 이상이 초고령 시대에 도래될 것으로 예상됨

○ 정책 동향

- 시공 및 유지관리 투자규모, 기대성능 충족률 등을 감안하여 SOC 시설물의 현재 성능을 객관적으로 제시함으로써, 현재능력/기대성능 분석으로 유지관리 방향을 선정하고 유지관리 투자에 따른 효용가치 변화(B/C)를 분석하는 기초자료로 활용할 필요성이 큼

- 또한, 이러한 SOC 시설물의 설계단계에서 설정한 사용목적, 기능 및 성능을 토대로 시설물의 현 상태를 객관적·정량적으로 평가할 수 있는 방향으로 개선 유도할 수 있는 기술개발이 필요함	
3. 연구개발내용	
□ 세부과제별 연구내용	○ SOC시설물 유지관리 방법론 분석 및 개선방안 정립 - SOC시설물 유지관리 체계 조사 및 문제점 분석(관리주체별, 시설물 유형별 등) - SOC시설물 유지관리 체계 개선방안 정립 및 주요 성능평가요소 도출 - SOC시설물 유지관리 및 성능평가 체계 선진화 마스터플랜(기술, 정책, 시장 등) 수립 ※ 선진화 마스터플랜 상에 본 과제의 연구목적·범위 구체화 필요 ○ 주요 SOC시설물별 성능평가 프로세스 개발 및 시범 적용 - 기존 유지관리 DB 기반 국내 SOC시설물 성능저하 패턴 분석 및 내구이력 추정 기술 개발 - 시설물 유형별 각 성능평가요소를 산출하기 위한 세부지표 및 가중치 도출 - 주요 성능평가요소(안전성/내구성/사용성/기능성 등)를 고려한 성능등급 산정 프로세스 개발 - 시설물 유형별 성능평가요소를 고려한 성능등급 산정 프로그램 개발 - 관리주체별 시범적용 및 보완을 통한 실무활용 적정성 검증 ○ 주요 SOC시설물별 성능목표수준 설정 및 투자우선순위 의사결정 모델 개발 - SOC시설물별 성능목표수준(Level of Service) 설정 방법론 개발 - SOC시설물별 현재 성능, 수요변화, 목표성능을 고려한 투자 우선순위 의사결정 프로그램 개발 - 관리주체별 시범적용 및 보완을 통한 실무활용 적정성 검증 ○ SOC시설물 대표 성능등급 산정기준 개발 및 현장 적용성 검증 - SOC시설물별 대표 성능등급 산정기준(안) 개발 - SOC시설물별/목표범위별 대표 성능등급 산출 프로그램 개발 - 관리주체별 시범적용을 통한 현장 적용성 검증 ※ 대상 SOC시설물은 사회기반시설 회계처리지침에 정의된 사회기반시설 8종(도로, 철도, 항만, 댐, 공항, 하천, 상수도, 국가어항)으로 정의
4. 연구개발 추진방법	
□ 추진전략	○ 연구성과의 제도화 성공률 극대화를 위한 전략 수립 - 연구내용, 개발기술, 성과물간 연계가 표출되는 기술개발 및 성과 로드맵 수립

- 개발기술의 현장적용을 통한 검증 강화 및 적용사례 확보
- 정부(지자체) 및 관련 기업·공사 등 기술수요처와의 유기적 협조체제 구축
 - 연구성과를 현장에 적용시킬 수 있도록 관련 기술수요처 의견수렴
 - 현장 애로사항 및 의견을 연구개발에 반영
 - 다양한 방법에 의한 기술수요처의 연구 참여를 적극적으로 고려
- 연구 종료 후 개발결과물의 지속적인 활용을 위하여 이해당사자가 아닌 정부(지자체) 또는 위탁기관에서 시스템을 지속적으로 운영 및 관리할 수 있는 방안을 제시
- 현재 활용중인 시설물 평가 체계에 대한 획기적인 업그레이드를 위한 과제로써, 주요 사회기반시설에 대하여 사용성, 기능성, 안전성, LCC 개념 등을 모두 종합한 성능등급을 산출하는 프로세스를 개발한 후, 제도화/정책화 추진
- 관련부처의 공감대 형성을 통한 추진력 확보를 위하여 공청회, 관계부처 의견수렴 등의 사회과학적 연구와 연구기간 중 관련 기관에 대한 교육 등을 필요시 포함하여 추진(전략로드맵 내용 검토 포함)
- 주요 시설물군별 전문가로 구성하여 연구를 추진하고, 시설물 관리주체 (국토부, 지자체 등) 소속의 전문가를 참여할 수 있도록 하며, 새로운 기술 개발 측면보다는 기 구축 데이터베이스 및 기 개발 기술을 활용하여 성능등급을 산출하는 프로세스 개발을 우선적으로 추진
- 개발된 프로세스를 통해 도출된 대표등급의 의미 및 개념을 명확히 확립하고, 국가적 유지관리정책 차원에서의 활용방안 및 마스터플랜을 구체적으로 제시

- 추진체계
- 국내·외 시설물별 상태등급 산정, 내구성 평가, 사용성 및 기능성 평가 전문가를 활용한 체계적인 진행을 통하여 최종적으로 SOC 시설물 성능평가 프로세스 제도 정착 추진
 - 출연연, 대학, 기업(필요시) 등이 참여하여 SOC 시설물 성능등급 산정을 위한 기반기술, 검증, 제도화 까지 연계되는 추진체계 구성
 - 필요시 외국 전문가 또는 외국기관 활용
 - 각계 전문가 자문단을 구성하여, 연구개발의 기술적·정책적·경제적 보완 사항에 대한 자문
 - 연구신청자는 과도한 기관수의 참여 및 연구계획 편성으로 인한 추진 체계의 비효율성을 최대한 지양하고, 반드시 필요한 기관으로만 구성하여

연구추진의 효율성을 도모할 것

- 본 공모과제는 제도화가 뒷받침 되어야 하므로 제도실현에 필요한 관련 정부기관, 수요기관, 운영기관 등과 연계 협력체계 구축이 필요

5. 최종성과물

□ 주요

최종성과물

CTE연차별성과목표	1차년	2차년	3차년	평가방법	최종성과물
성능평가 체계 선진화 마스터플랜	3	5	-	① 주요 관리주체별 대상 시스템 분석 여부 ② 전략로드맵의 완결성 및 시행가능성	성능평가 선진화 전략로드맵(안)
대상시설물 유형별/부재별 등급화 기법	5	7	8	① CTE별 기술개발 로드맵 충족 여부 ② 대상 시설물 등급산출 및 표준화 여부	시설물 유형별 성능등급 산정 매뉴얼/지침(안)
시설물 유형별 통합형 성능등급 산정 기법	5	7	8	③ 성능중심 관리형 지침 제도화 및 정책화 기술 개발 여부 ④ 시설물 등급산출기법 타당성 여부	
대표등급 산출기법 및 자동화 알고리즘	3	6	8	① CTE별 기술개발로드맵 충족 여부 ② 대표등급 산정기술 활용 가능성 여부 ③ 성능평가 체계 전문가 평가 여부	대표등급 산출 프로그램(S/W)

6. 활용방안 및 기대효과

- SOC 시설물 유지관리와 관련된 기존 제도를 개선하고 국토부, 안행부, 지자체 등 시설물 재난관리 책임기관에서 개발 기술을 활용할 수 있는 체계 구축

□ 활용방안

- SOC 시설물 성능평가 프로세스를 토대로 적정한 규모의 예산을 적시에 필요한 인프라에 투입하여 SOC 시설물의 사고를 미연에 방지하고 장수명화를 유지하는 데 활용
- 성능중심 평가 및 대표등급 산정 분야에 대한 국토부 정책 지원

□ 기대효과

- 사회경제적 관점
 - SOC 시설물 성능평가를 통해 건설시장의 확대와 같은 직접적인 효과를 기대하기보다 예방적인 차원에서 유지관리를 수행함으로써 궁극적으로는 국가 경제를 강화하고 지속 가능한 발전 도모 가능
 - SOC 시설물의 고령화 시대 진입에 앞서 사전에 SOC 시설물을 안전하게 관리·운영할 수 있는 기술을 마련하여 사회적 비용발생을 억제 가능
- 기술적 관점

	- SOC시설물 성능등급 산출 프로세스 정립을 통하여 보다 과학적이고 체계적인 사회기반시설물 유지관리기술 개발의 토대 마련 - 국내에서는 기존에 수행되었던 연구가 없으며, 국외에 유사 연구사례도 미약한 실정이므로 본 연구개발 수행시 해당 분야의 기술적 우위 확보 가능 ○ 정책적 관점 - 본 과제는 핵심요소기술 개발에 그치지 않고, 실제 연구성과를 현재 수행중인 주요 SOC 시설물 점검 및 평가 체계에 반영하여야 하므로 관련 기술의 선진화 정책 반영에 기여 가능 - 본 연구성과를 토대로 향후 SOC 시설물 진단 분야의 추가적인 신뢰성 확보 정책 유도 가능 - 전략로드맵 수립을 통한 SOC 시설물 성능평가 선진화 분야의 체계적이고 지속가능한 연구개발 가능 - 국가적 차원의 유지관리 예산 절감 및 예산의 효율적 배분을 위한 기본 방향 제시
7. 연구개발기간 및 소요예산	○ 총 연구개발기간(예정) : 2014. 6. ~ 2017. 6.(3년) - 1차년도 연구개발기간(예정) : 2014. 6. ~ 2015. 2.(8개월) ○ 총 정부출연금 : 5,190백만원 이내 - 1차년도 정부출연금 : 288백만원 이내 ※ 정부출연금은 향후 선정평가 결과 또는 정부예산사정 등에 따라 조정될 수 있음 ※ 본 과제가 SOC 시설물 성능평가 제도 정착을 위한 프로세스 개발을 목표로 추진되는 특성을 감안할 때 정부출연금을 총 연구개발비의 100%까지 지원 가능 ※ 연구비에 대한 구체적 산정내역을 제시해야 하며, 예산산정 근거가 불명확하거나 타당성이 부족할 경우 축소 조정 가능
8. 기 타	○ 본 과제의 보안등급은 “일반 과제”임 ○ 연구개발계획서는 과제제안요구서(RFP)에 제시된 연구내용을 참고하여 작성하되, 과제 목적 달성을 위해 반드시 필요하다고 판단되는 경우에는 일부 세부내용을 가감할 수 있으나, 그 사유와 근거를 명확히 제시하여야 함 ○ 기 수행하였거나 현재 수행중인 유사과제와 연구내용이 중복되지 않도록 연구개발계획서를 작성하여야 함 ※ www.kaia.re.kr 열린정보, http://rndgate.ntis.go.kr의 유사과제목록 참조 - 공모과제와 관련하여 기 수행되었거나 현재 수행중인 과제의 연구개

- 발결과물과의 구체적인 연계·통합 및 활용방안을 연구계획에 포함
 - 제안된 연구내용이 타 유사과제와 연구방법이나 목표 등에서 차별화되는 경우에는 포함하여도 무방하되, 그 근거를 명확히 해야 함
 - ※ 연구개발 수행 도중 과제의 중복성이 사후에 발견되거나 연구개발목표가 다른 연구개발에 의하여 성취되어 연구개발을 계속할 필요성이 없어진 때에는 협약을 해약할 수 있음
- 연구 착수시점 현황과 개발종료 후의 대비가 가능하도록 As-Is와 To-Be를 구체화·가시화하여 제시
- 연구개발계획서에 공동연구과제간 연구내용 및 성과의 연계/활용을 위한 전략 제시
 - 기획보고서에서 제시한 기술개발 TRM을 기반으로 전체 개발기술과 성과물간의 유기적 연계를 파악할 수 있는 체계 제시
 - ※ (예시) 개발기술 상호간, 성과물 상호간, 개발기술-성과물간 연계성
 - 과학기술적 성과물을 포함하여 최종성과물을 구체화하여 제시
- 연구신청자는 연구개발 성과목표(성과지표/달성목표치/가중치) 및 사업 수행(일정)계획과 이에 대한 관리계획 등을 연구개발계획서에 제시
 - 개발된 기술 및 성과물의 목표수준 달성도를 확인할 수 있는 구체적인 방안을 제시해야 함
 - ※ 과제선정 후 해당 연구책임자(기관)에 대한 진도점검·관리 및 성과평가 등의 근거 자료로 활용
 - 제시한 성과지표는 사전검토, 선정평가를 통해 조정(추가) 가능
- 국제공동연구 또는 전문가 활용방안
 - 필요시 관련 기술 해외 선도기관과의 공동연구 추진방안 및 전문가 활용계획을 연구계획에 포함
- 추후 연구개발계획 등은 수정·보완될 수 있으며, 이에 따라 과제내 특정 기술개발에 대한 추진방식 등이 변경될 수 있음
 - 본 과제의 연구기간은 추후 협약시 변경될 수 있음
 - 전문기관은 필요시 선정된 주관기관(연구책임자)과 협의를 거쳐 연구개발계획서의 수정·보완(연구목표, 내용 및 범위 등을 구체화·명확화)할 수 있음
 - 연구추진과정에서 관련기술 환경변화에 따라 연구내용(연구비 포함)이 조정될 수 있음
- 연구수행과정에서 실험이 필요한 경우, 「분산공유형 건설연구 인프라 구축」 과제결과로 구축된 “분산공유 6대 실험시설” 우선 활용

2. 2단계 과제 제안요구서(RFP)

연구개발과제명 (연구단)	SOC 시설물 성능평가결과와 신뢰도 확보를 위한 평가 정량화 기술 개발 ※ 본 RFP는 전략로드맵에서 재검토 예정
1. 연구개발 목표	
	○ 첨단 ICT 기술 및 데이터 프로세스 기술 기반 초고속/고정밀/고효율 시설물 진단기술 개발 및 실용화(경제성/정확성/효율성 30% 이상 향상)
2. 연구개발의 필요성 및 기술동향	
☐ 연구개발의 필요성	○ 현행, 시설물의 안전점검 및 정밀안전진단 세부지침은 다음과 같은 기술적 한계를 가지고 있는 것으로 보고됨 - 육안점검(또는 목측, Visual inspection)에 기반한 상태평가를 수행하고 있으므로 점검자(기술자)의 경험과 기술수준에 따라 상이한 평가가 수행될 수 있는 가능성이 상존하고 있음 ○ 현재의 육안점검 기반의 안전점검 및 정밀안전진단 기술 방식을 신속하고 정확한 첨단기법을 이용한 방식으로 전환함으로써 점검·진단 결과의 신뢰도 확보가 필요함 - 세계적으로도 시설물의 현상태를 정확하고 정량적으로 평가하기 위하여 다양한 연구가 추진되고 있으나, 실시간 예측결과로는 시설물의 현상태를 반영한 정량적인 안전·유지관리 정보를 제공하는데 기술적 한계가 존재함 ○ 시설물의 설계단계에서 설정한 사용목적, 기능 및 성능을 토대로 시설물의 현상태를 객관적·정량적으로 평가할 수 있는 방향으로 현행 안전점검 및 정밀안전진단 방식에 대한 통합적 개선 유도할 수 있는 기술개발이 필요함 - 해외 의존도가 높은 관련 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 향상기술의 개발이 필요함 ○ 정부지원 필요성 - 교량, 터널 등 주요 SOC시설물에 대한 육안점검 기반의 안전점검 및 정밀안전진단 기술 방식을 신속하고 정확한 첨단기법을 이용한 방식

으로 전환함으로써 점검·진단 결과의 신뢰도 확보를 달성하기 위한 과제임

- 본 과제의 내용은 주요 SOC시설물의 점검 및 진단 방식을 획기적으로 전환하기 위한 과제로써 공공무문에 해당

○ 성장동력 가능성

- 본 과제는 기존 육안점검 위주의 점검·진단 방식으로부터 신뢰도 및 객관성을 높일 수 있는 새로운 기술을 개발하기 위한 것으로써, 기존 사업분야 확장 및 시장 확보 가능

○ 개발기술의 해외 도입시 비교

- 본 과제에서 수행하는 주요 연구내용은 기수행되었던 연구내용과는 다른 새로운 분야에 대한 연구로써 국외에 유사 연구사례는 미약한 상태임. 따라서 해외로부터 도입할 기술은 없는 것으로 사료되며, 연구개발 수행시 해당 분야의 기술적 우위 확보 가능

□ 기술동향 ○ 국내 산업/시장/기술 동향

- SOC 시설물의 자산가치는 대략 1,800조 원에 달하며, 유지관리투자의 경우시설물 자산가치 대비 0.3%, 신규 건설 대비 8% 정도로, 선진국의 1/3가량으로 추정
- 국토교통부 자료에 의하면, 2004년부터 2008년까지 5년간 도로부문 평균투자액의 경우 약 7조 6천억 원이며, 유지보수 및 관리에 약 10% 수준인 평균 7,691억 원 투자
- 시설물 유지관리 시장의 규모와 업체는 지속적으로 증가하고 있으나, 과학적 유지관리 기법의 적용 등 질적 성장을 위한 노력은 미흡
- 시설탁법 제정 후 약 17년이 경과된 시설안전체계를 기술적·사회적 트렌드를 반영하여 자발적 안전/유지관리, 전문성 강화 등의 방향으로 재검토가 필요
- 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 필요함

○ 해외 산업/시장/기술 동향

- 한국건설산업연구원의 건설산업동향 리포트에 따르면, 세계 건설시장의 총 규모는 2007년 1월 기준으로 약 4조 5천억 달러로 추산되며, 연평균 5~6%의 성장세가 당분간 지속될 것이라고 전망됨
- 선진국은 이미 사회기반 시설물에 투자된 규모가 막대하고 대체로 사회가 안정기에 들어서 있으므로, 시설물의 노후화 및 재난에 대응하는 유지관리에 많은 투자 진행

- 미국, 영국, 호주 등 선진국은 SOC의 장수명화와 관리의 효율성을 모색하기 위하여 환경변화에 선제 대응하는 정책 및 기술 개발을 추진
- 일본의 경우 지난 10년간 건설시장의 규모가 10% 정도 감소하였으나 유지관리 관련 시장은 20% 가량 증가
- 일본을 제외한 아시아권 국가들에서는 2000년 기준으로 2016년까지 평균 5.5배까지 성장할 것으로 전망
- 세계 비파괴 검사 시장의 경우 장치·기기시장과 용역시장으로 나누어 볼 수 있으며, 2008년 약 27.77억 달러 수준이던 세계 비파괴검사 장치·기기 시장은 6.0%의 연평균 성장률로 향후 5년 후인 2013년까지 성장하여 약 37.17억 달러 수준으로 성장 예측

3. 연구개발내용

1세부	3T 기반 창의형 센서 활용 기술
1-1	콘크리트 Thin-Section 기술 개발
	- 시멘트 매트릭스 이미지 분석 기법 개발
	- Thin-Section 시편제작 및 분석 기술 개발
	- 시간이력에 따른 주요 내부구조 물성 변화 평가기술 개발
1-2	전도성 콘크리트 기반 콘크리트 내부 손상 기술 개발
	- 내부손상 상태 정량화를 위한 첨단기법 개발
	- 첨단기법 도입 콘크리트 구조 성능 향상 기술 개발
	- 콘크리트 내부 손상상태 정량화 시스템 및 진단 고속/정밀화 기술 개발
1-3	센서 내장형 구조 부재 기술 개발
	- 구조물 부재 상태 정량화를 위한 센서 내장형 초소형 부재 기술 개발
	- 내장 초소형 부재 데이터를 활용한 대상 시설물 상태 평가 기술 개발
	- 진단 프로세스의 고속/정밀화 및 센서 내장형 구조부재 기반 상태 정량화 기술 개발
1-4	Bio Inspired Smart Photonic Coating 기반 구조물 이상상태 감지기술
	- 응력변색 센서용 원천 소재 기술 개발
	- 재료실험을 통한 성능평가기술 개발
	- 응력 변색 센서를 이용한 구조물 안전성 평가 알고리즘 개발
1-5	착탈식 센서 기반 실시간 강도계측 기술 개발
	- 콘크리트 강도 추정용 지능형 착탈식 센서 개발
	- 콘크리트 강도 모니터링 알고리즘 개발
	- 실시간 강도 데이터 기반 콘크리트 품질관리 전문가 의사결정시스템 개발
2세부	고속/정밀진단 기술
2-1	FSM(Field Signature Method) 기반 부식 검출기술 개발
	- 환경적응형 구조물 부식 및 손상 예측 기법 개발
	- FSM 기반 구조물 손상 실시간 탐지 및 평가시스템 기술 개발
2-2	초고속 고정밀 이미지 기반 균열 검출 기술 개발
	- 콘크리트 발생 균열의 첨단기법 기반 고속/정밀화 진단 기술 개발
	- 진단 결과를 활용한 콘크리트 상태 정량화 기술 개발
	- 콘크리트 균열 손상 상태 표준화 기술 개발
2-3	볼트 연결부 진단기술 개발
	- 강구조물 연결부 체결력 진단 기술 개발
	- 진단 결과를 활용한 강구조물 상태 정량화 평가 기술 개발

	- 진단 프로세스의 고속/정밀화 기술 개발
2-4	덕트내 텐던 건전성 평가기술 개발
	- 건전성 평가를 위한 가진 시뮬레이션 및 계측장치 개발
	- 실험데이터 처리기법 개발
	- 텐던 손상 표준 정량화 및 디지털 이미지화 기법 개발
2-5	레이저 기반 강구조물 및 파이프 건전도 평가기술 개발
	- 강구조물 형상 모사용 프리프로세스 기술 개발
	- 강구조물 손상 정량화 기술 개발
	- 파이프 건전도 수준 정량화 기술 개발
3세부	Big Data 기반 고신뢰성 성능 저하 예측 기술
3-1	계측데이터 기반 고정밀도 성능저하 예측 기술 개발
	- 계측데이터를 활용한 상태평가방법 모듈 개발
	- 시설물별 상태평가 방식을 고려한 알고리즘 표준화 기술 개발
	- 진동 데이터를 이용한 상태평가 프로세스 개발
3-2	수치해석 모델 개선 기술 개발
	- 센서시스템을 활용한 현장적용성 확보 기술 개발
	- 성능평가용 수치해석 모델 개선 기술 개발
	- 수치해석 모델 민감도 분석 기술 개발
3-3	환경조건을 고려한 데이터 통합형 성능 수준 평가기술 개발
	- 환경조건(온도, 습도 등) 및 진단/계측데이터 융합 활용 기술 개발
	- 시공간적 매핑기술 개발
	- 시설물 성능평가 계량화 기법 개발
4세부	상태정량화 기반 성능평가체계 기술
4-1	국가교통망 시설물 성능중심 평가체계 및 대표등급 산정 프로세스 연계기술 개발
	- 국가교통망 시설물 상태 정량화 프로세스 개발
	- 국가교통망 시설물 상태평가시스템 개발
	- 개발 성과의 시설물 진단 현장 적용 및 상용화 기반 구축
4-2	물처리/공급시설물 성능중심 평가체계 및 대표등급 산정 프로세스 연계기술 개발
	- 물처리/공급시설물 상태 정량화 프로세스 개발
	- 물처리/공급시설물 상태평가시스템 개발
	- 개발 성과의 시설물 진단 현장 적용 및 상용화 기반 구축
4-3	해양항만시설물 성능중심 평가체계 및 대표등급 산정 프로세스 연계기술 개발
	- 해양항만시설물 상태 정량화 프로세스 개발
	- 해양항만시설물 상태평가시스템 개발
	- 개발 성과의 시설물 진단 현장 적용 및 상용화 기반 구축
4-4	건축물/옹벽시설물 성능중심 평가체계 및 대표등급 산정 프로세스 연계기술 개발
	- 건축물/옹벽시설물 상태 정량화 프로세스 개발
	- 건축물/옹벽시설물 상태평가시스템 개발
	- 개발 성과의 시설물 진단 현장 적용 및 상용화 기반 구축
4-5	제도 개선 및 정책 개발
	- 1단계 연구성과와의 연계방안 확립
	- 2단계 연구성과를 활용한 성능평가 대표등급 산정 및 예산 내시용 정책구현 완료
4. 연구개발 추진방법	
□ 추진전략 ○ 1단계에서 수행한 “SOC 시설물 성능평가체계 선진화”분야와 긴밀한	

연계를 통하여 정착된 제도에 적극 흡수되는 방향으로 추진

- 현재 활용중인 시설물 진단체계에 대한 획기적인 업그레이드를 위한 과제로써, 기존 육안점검에 의존하는 시설물 진단방식을 정량화된 신개념 진단방식으로서의 개선을 기본으로 하여 기존 진단 방식 대비 고속/정밀/경제성 30% 이상 증진 확보, 새로운 첨단 IT기술과의 융합 추진, 환경조건을 고려한 계측 및 진단 데이터 통합형 분석 기술, 사용자 중심의 편의성을 극대화한 플랫폼형 시설물 유형별 진단체계 확립 등을 목표로 연구 추진(필요시 제안 예산을 고려하여, 점검/진단 장비 개발 분야까지 포함)
 - 적용 첨단센서 분야는 콘크리트 구조물 또는 강재구조물의 손상 상태를 정량화 등급으로 표현할 수 있는 방식으로 진행하며, 단순 원천기술 연구 수준이 아닌 현장 적용 가능한 수준의 첨단기법을 도입하여 연구 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 등 이므로 해당 수행 주체의 요구조건을 만족시킬 수 있는 기술적 수준 및 시스템 운용 방식 등을 고려한 연구성과가 도출되도록 추진
- 개발 예정 핵심요소기술은 국내뿐만 아니라 해외 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 개발기술 실용화를 위한 조직 구성(관을 중심으로 한 자문 위원단 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 유 경험 인적 네트워크의 구성

5. 최종성과물

□ 주요

최종성과물

- 세부과제 1
 - 콘크리트 내부 손상 추정밀 평가기술용 알고리즘/소프트웨어/하드웨어
 - 콘크리트 내부 손상을 콘크리트 재료 및 손상 평가 알고리즘/소프트웨어/하드웨어
 - 환경감지를 위한 초소형 센서 내장형 구조부재 장치
 - 응력 변색을 활용한 바이오 기반 구조물 이상상태 감지용 알고리즘/소프트웨어/하드웨어
 - 콘크리트 표면 착탈식이 가능한 실시간 강도 계측용 알고리즘/소프트웨어/하드웨어
- 세부과제 2
 - 강구조물 부식 및 손상 정량화 알고리즘/소프트웨어/하드웨어
 - 초고속 고정밀 이미지 기반 균열 정량화 및 등급화 알고리즘/소프트웨어/하드웨어
 - 강구조물 볼트 연결부 풀림 검출 알고리즘/소프트웨어/하드웨어
 - PS 덕트 내 텐던 건전성 평가를 위한 알고리즘/소프트웨어/하드웨어
 - 레이저 기반 강구조물 및 파이프 건전도 등급화 알고리즘/하드웨어/소프트웨어
- 세부과제 3
 - 계측 데이터 기반 고정밀도 성능저하 수준 정량화 알고리즘/소프트웨어
 - 수치해석 모델 개선을 통한 시설물 성능평가 알고리즘/소프트웨어
 - 환경조건이 고려된 데이터 통합형 성능평가 알고리즘/소프트웨어
- 세부과제 4
 - 국가교통망 시설물 상태평가 및 성능 대표등급 산정프로세스 연계 알고리즘
 - 물처리/공급시설물 상태평가 및 성능 대표등급 산정프로세스 연계 알고리즘
 - 해양항만시설물 상태평가 및 성능 대표등급 산정프로세스 연계 알고리즘
 - 건축물/옹벽시설물 상태평가 및 성능 대표등급 산정프로세스 연계 알고리즘
 - 성능평가결과의 및 신뢰도 향상용 요소기술의 제도화 및 정책화

6. 활용방안 및 기대효과	
□ 활용방안	○ SOC 시설물의 안전진단 기술 방식을 신속·정확한 첨단기법을 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 첨단기법을 통해 객관적·정량적으로 평가하여 적정한 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 첨단기술을 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 첨단기법을 이용한 방식으로 전환함으로써 SOC 시설물 진단 분야의 신뢰성 확보 정책 유도 가능
7. 연구개발기간 및 소요예산	
	○ 총 연구기간 : 2018. 5~2023. 4(5년) ○ 추정 총 연구비 : 정부출연금 기준 170억 원(기업부담금은 1단계 2차년도에 재제시 예정)
8. 기 타	
	○ 연구개발계획서는 과제 제안요구서(RFP)에 제시된 연구내용을 100%

반영하여 작성하되, 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

2절 평가기준 선정

1. 평가 전략

[총점은 100점이며, 총점의 60% 미만일 경우에는 탈락 처리]

기준항목		세부항목
연구개발 목표 (15점)		- 최종목표 및 연차별 달성목표의 명확성·타당성(5점) - 성과목표·지표설정의 명확성 및 적정성(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 적정성 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 적정성(5점)
기타	부합성 평가	평가위원 과반수이상이 연구개발계획서가 과제 제안요구서(RFP)와 부합되지 않는다고 판정 시 탈락조치
	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 제시
- ☐ 연구과제별 목표 및 활용방안은 최대한 정량적으로 설정하며 국토교통부 소관 연구개발사업 관련규정에서 제시하고 있는 성과지표에 부합하도록 명확하게 설정하고 이에 대한 평가지표 및 척도를 제시

② 연구개발 내용

- ☐ 기술개발 최종목표의 실현을 위해 체계적이고 실천적인 과제 구성이 필요함
- ☐ 기획과제에서 제시한 연구목표 및 기술 개발 요청 사항에 대하여 제안과제가 적절하게 제시되었

는지, 상향된 목표를 제시하였는지 평가

- ☐ 최종 목표 달성을 위한 각 과제간 연계가 이루어졌는가 및 과제간 개발 사항이 중복되지 않고 차별되는가의 적정성 평가

③ 추진전략 및 계획

- ☐ 지원한 기관 및 연구진은 기초/원천기술, 응용기술, 실용화기술 등 과제 성격에 따른 성과물을 얻을 수 있는 기관 및 연구진인가
- ☐ 기술 개발의 성공적 수행을 위한 산·학·연의 기관이 적정하게 구성되었는가 또한 상호 연계되었는가
- ☐ 과제의 단계별 추진 사항이 연구목표 달성을 위해 타당한가를 평가하고 연구개발 사항과 이를 위한 구체적 추진방안이 수립되었는가
- ☐ 과제의 목표달성을 위한 연구기간의 단계설정과 연구개발비가 적정하게 편성되었는가

④ 연구성과물 활용계획의 구체성 및 달성 가능성

- ☐ 연구기관 또는 참여기관을 통한 개발기술의 실용화 방안이 성과지표의 구체적 항목으로 제시되었는가
- ☐ 개발되는 과제 결과는 실험실 내의 제한된 범위와 조건과는 달리 현장의 여건과 환경을 고려한 실질적이고 실현가능한 기술인가
- ☐ 개발기술의 경제적 기대성과로서 투자 및 파급효과 등에 대한 평가방안이 구체적으로 제시되었는가

⑤ 연구진 구성의 전문성

- ☐ 연구책임자는 과제 내의 세부과제 및 세세부과제 간에 유기적인 결합이 원활하게 추진되도록 할 필요가 있음
- ☐ 연구책임자는 각 과제의 연구기관과의 협조체제 구축은 물론 과제 내에서 진행되는 과제 관리, 대외기술협력 등 해당 사업의 원활한 추진을 위한 역할을 수행해야 함
- ☐ 참여연구진은 해당분야의 전문성을 확보하고 있는가 또한 관련분야의 국가연구개발사업을 수행한 경험이 풍부한 책임자로 구성하였는가

2. CTE 기반 평가기준

☐ CTE 기반 평가기준

CTE연차별성과목표	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 평가
- ☐ 도출된 시설물별 등급산정용 항목 및 가중치의 적합성 평가
- ☐ 정부, 설계 및 시공사, 유지관리 전문업체, 학계가 참여한 설문 및 공청회 개최 필요
- ☐ 연구개발된 세부항목의 전문가 심의를 통한 지침 및 법제화 가능성 타진

② 대표등급 산정 프로세스 개발결과의 향후 제도화 가능성 확인을 위한 평가

- ☐ 대표등급 산출을 위한 인자 및 가중치의 적합성 평가
- ☐ 시설물 유형간 대표등급 분포 결정 방안의 적절성 평가
- ☐ 해당 분야 선진국 대비 개발된 유지관리기법의 우수성 및 국내 도입 적절성 평가 필요
- ☐ 기존 관리기법 대비 성능관리형 유지관리기법 도입의 경제성 평가 필요
- ☐ 정부, 설계 및 시공사, 유지관리 전문업체, 학계가 참여한 설문 및 공청회 개최 필요
- ☐ 연구개발된 세부항목의 전문가 심의를 통한 지침 및 법제화 가능성 타진

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 부여
- ☐ 가점 및 감점은 평가위원회 개최 전까지 제출된 자료를 근거로 평가위원회의 종합평가점수에 합산하되, 60점 미만인 과제에 대하여는 부여하지 않음

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 지침에 의함
- ☐ 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 가점

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 중소기업이 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 중소기업이 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)

참 고 문 헌

- 시설물 유지관리 협회, 2012년 시설물 유지관리업 시장규모 통계자료, 2013.
- 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.
- 국토교통성 종합기술개발 프로젝트, 사회자본 관리기술의 개발 종합보고서, 2008.12.
- 국토해양부, 건설기술인력 수급 예측시스템 구축 연구, 2012.12
- 국토해양부, 제3차 시설물의 안전 및 유지관리 기본계획, 2012.
- 국회예산정책처, 국가 주요사업의 분야별 중장기 재정소요분석, 2009
- 국회예산정책처, 2010년도 SOC 예산 및 국가재정운용계획(안), 2009
- 국회예산정책처, 2010 회계연도 결산 부처별 분석, 2011
- 기획재정부, 국가 사회기반시설의 실사 및 평가 방안, 2009.07.
- 전경련, '주요 선진국의 산업 IT 융합정책 비교분석 및 시사점'. 2009.12.
- 일본 국토교통성사회자본정비협의회하천분과회, 2007(2010 건설 기술 동향, 한국건설기술 연구원)
- 일본 국토교통백서, 2006
- 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.
- 한국시설안전공단, 시설물 관리주체 안전 및 유지관리 실태조사, 2010.11.
- 한국 RFID/USN 협회, 2007년도 RFID/USN 산업실태 조사 보고서, 2008.

BCC, RFID: Technology, Applications and Market Potential, 2006.

European Association of National Metrology Institutes(EURAMET) 、その目的の一つは、欧州における協調的な計測研究を通じ、「最小の資源(critical mass) 」でより大きな効果を達成すること.

European Metrology Research Programme(EMRP) 、研究の重複を避けて効率的にインパクトの強い研究成果につなげることを目指している.

European Investment Bank, Infrastructure Finance in Developing Countries, 2010

Fuji-Keizai, Comprehensive Analysis of Wireless Sensor Systems Market, 2006.

IDTechEx, RFID Forecasts, Players and Opportunities 2008-2018, 2008.

International Transport Forum, Statistics Brief : Infrastructure Investment, '12.6

KÜNE, Michael, Luc ERARD, Andy HENSON. Introduction to EURAMET and the EMRP.

NIST. Budget, Planning and Economic Studies (http://www.nist.gov/public_affairs/budget/)

Nondestructive Testing(BCC, 2006)

OECD International Transport Forum, Statistics Brief 2012

OnWorld, “802.15.4 & Zigbee Wpans: The Next Generation,” 2008.

Schwan, Eschelbach and Brower, 2007

VDC, RFID Printer/Encoders, 2007.

例えば、ナノテクの場合、ナノイニシアチブアクションプラン2010の中で、計測技術を、イノベーションを促進する上で必要な技術の一つと位置づけている

http://ec.europa.eu/research/fp7/understanding/fp7inbrief/home_en.html

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

<http://www.fiatech.org>

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

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

<http://www.rfb.org>

주 의

1. 이 보고서는 국토교통부에서 시행한 건설교통연구기획사업의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표하는 때에는 반드시 국토교통양부에서 시행한 건설교통연구기획사업의 연구결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니됩니다.