Land Infrastructure and Transport
R&D Report

일반과제 / 공개
국토교통연구기획사업 최종보고서

발간등록번호 : 11-1613000-001585-01

R&D / 14RDPP-C090824-01

건설교통 기술·제품의 성능평가 검인증을 위한 실험절차 표준화기획 [별권1] 동향조사보고서

2015. 11. 22

주관연구기관 / 건설연구인프라운영원

국 토 교 통 부
국토교통과학기술진흥원

목 차

제1장 실험절차 표준화 동향 조사 ····· 1

1. 표준화 관련 환경 분석 ····· 1

1.1 정책적 측면 ····· 1

1.2 시장적 측면 ····· 20

1.3 기술적 측면 ····· 34

2. 실험절차 사례 및 동향 조사 ····· 53

2.1 건설교통 R&D 성능 평가 검.인증 부문 ····· 53

2.2 신기술 인증 부문 ····· 73

3. 성능평가 인증기관 현황 분석 ····· 85

3.1 품질시험인증기관 현황 ····· 85

제2장 실험절차 표준화 타당성 분석 ····· 102

1. 타당성 분석 ····· 103

1.1 정책적 타당성 분석 ····· 103

1.2 경제적 타당성 분석 ····· 114

1.3 기술적 타당성 분석 ····· 129

[Appendix 1] 국토교통 R&D 성능평가 사례 분석 ····· 138

[Appendix 2] 신기술 인증 사례 분석 ····· 184

제 1 장 실험절차 표준화 동향 조사

1. 표준화 관련 환경 분석

1.1 정책적 측면

■ 국내 표준화 정책 현황

○ 【국내 표준 체계】 우리나라는 국가표준기본법, 산업표준화법을 기반으로, 임의표준(산업표준 및 방송통신표준) 21,000여종과 강제표준(기술기준) 22,000여종을 운용 중에 있으며, 표준 개발 및 제정에 있어 정부 주도의 집중형 체계를 보이고 있음

- 우리나라는 국가표준기본법을 중심으로 법정임의표준을 규정하는 산업표준법과 강제표준을 규정하는 부처별 기술기준의 법령 체계를 가지고 있음
  - 임의표준과 강제표준은 강제성의 유무에 의해 구분될 수 있는데, 임의표준은 사용자가 자율적인 판단에 의해 선택적으로 표준의 획득 여부를 결정할 수 있는 반면, 강제표준은 법에 의해 강제되어 의무적으로 획득해야만 함

<표 1.1.1> 우리나라의 주요 표준 관련 법

구분	주요 내용	세부 내용
국가표준 기본법	국가표준제도의 확립을 위한 기본적인 사항 규명	• 정부로 하여금 5년 단위로 국가표준기본계획을 수립하도록 하고 동 계획에 포함되어야 할 세부 사항을 정함 • 정부의 법정계량제도 확립과 산업표준의 제정 및 보급 의무를 정함 • 정부의 국가표준에 대한 체계적·효율적 운영 및 관리 의무를 정함
산업 표준화법	산업구조의 고도화를 위한 한국산업표준의 기본사항 규명	• 한국산업표준의 제·개정 절차 및 주관기관을 정함 • 한국산업표준의 표시지정 및 심사기준 심의회 구성에 대한 사항을 정함 • 한국산업표준 표시품 관련 정부 지원사항을 정함 • 단체표준의 제정 및 활용에 대한 사항을 정함
기술규정	국방·환경·식품·철도 등 특정 분야에서 준수해야 하는 의무 기술기준 규명	• 20여개의 각 부처별로 86개 법령에 따라 기업 또는 사용자가 준수해야하는 강제표준을 정함

- 우리나라는 2013년 12월을 기준으로 국가기술표준원이 20,482개의 산업표준을, 방송통신위원회가 631종의 방송통신표준을, 20여개의 정부 부처가 22,199종의 기술기준을 운용하고 있음
  - 한국산업표준(KS)는 산업표준화법에 의거 산업표준심의회 심의를 거쳐 국가기술표준원장이 고시하여 확정되는 국가표준으로, 총 21개 분야에 대해 표준의 성격에 따라 제품표준, 방법표준, 전달표준으로 구분하여 관리함
  - 방송통신표준(KCS)은 방송통신사업자, 제조자, 연구소, 정부부처 등 국가 전체에 영향을 주는 방송통신 분야의 표준으로 방송통신위원회 국립전파연구원에서 제정·고시함

. 기술기준은 상품의 특성·공정·생산·유통·폐기 및 서비스의 제공·절차 등에 관한 기준으로, 각 부처가 자기 소관에 대한 표준을 제정하여 사용하고 있으며 그 준수가 법령·조례·규칙에 따라 강제됨

<그림 1.1.1> 우리나라의 표준 현황

(출처: 국가기술표준원, 2013 국가기술표준백서, 2014)

▮ 우리나라의 표준 체계는 국가 표준 중심의 집중형[1] 특징을 갖고 있으나 민간 중심의 단체표준도 다수인 변형 집중형의 형태를 나타냄

. 집중형 표준 체계는 중앙 정부가 표준 개발의 주도적 역할을 수행하고, 단체표준보다는 국가표준 위주의 표준화가 이루어지는 특징을 가지며, 대표적인 국가는 독일임

. 분산형 표준 체계는 민간의 다양한 이해관계자에게서 개발된 단체표준을 국가표준으로 채택·도입하는 특징을 가지며, 대표적인 국가로 국가표준의 개발을 별도로 하지 않는 미국을 들 수 있음

. 변형 집중형 체계는 국가의 표준화는 국가표준을 중심으로 수행되나 단체표준을 통한 민간의 표준개발 또한 동시에 활발한 특징을 보이며, 대표적인 국가는 한국과 일본임

. 단, 단체표준이 국가표준으로 채택되는 사례가 드물다는 점에서 일본의 변형 집중형 체계와는 차이가 있음

<표 1.1.2> 주요국과 우리나라의 표준 체계 비교 (2013.12.31.기준)

구분		한국	독일	미국	일본
ISO 국제표준 경쟁력[2]		9위	1위	2위	3위
보유 표준 종수	국가 (임의+강제)	21,122종	33,419종	10,144종	10,399종
	단체	약 13,000종	약 5,000종	약 100,000종	약 5,000종
	총	약 34,000종	약 39,000종	약 110,000종	약 15,000종
국가표준 대비 단체표준 비율[3]		52%	15%	1,000%	50%
표준 개발 및 제정 주체		정부 (KATS)[4]	민간 (DIN)	민간 (ANSI)	민·관 협력 (JISC)
단체 표준의 국가표준 채택 제도화 여부		가능	불명확	채택 후 단체표준도 유지	채택 후 단체표준은 폐지
표준 연계 유형		(변형)집중형	집중형	분산형	(변형)집중형

※ 출처 : 한국형 단체표준의 현황과 과제, 한국표준협회, 2013, 재구성

1) 집중형 및 분산형은 행정이나 제도 체제를 분류하는 일반적 기준으로, 집중형 표준체계는 표준의 개발·관리를 정부의 기관이 전담하는 반면 분산형은 표준 활동이 민·관의 여러 기관에 분산되어 각 기관의 업무수행에 필요한 표준을 자체적으로 개발·관리한다는 차이가 있음

○ [국내 표준 체계 이슈] 현재 국내 표준 체계는 기술인증 업무에 대한 총괄관리시스템 부재로 인해 부처별 기술기준과 표준이 다수 중복되거나 모순되게 나타나는 경향이 있으며, 표준 제정 과정에서의 미약한 민간참여로 인해 효과적으로 산업 발전을 추진하는데 한계가 있음

- 국가표준이 산업표준(KS)와 각 부처 기술기준으로 각각 별도로 운용되어 기업이 지켜야 할 유사 규제들이 증가하고 있으며, 다수·중복된 표준 및 인증제도로 인해 기술발전이 저해되고 산업의 비효율이 초래됨

<표 1.1.3> 유사·중복 표준-기술기준 운용 사례

유사·중복 유형	사례
표준-기술기준간	환경부(기술기준) vs 기표원(KS) 제품/기술 유사규격 148종 운영 국토부(기술기준) vs 기표원(KS) 제품/기술 유사규격 22종 운영
기술기준-기술기준간	정보기기 국제표준 25종을 기표원 및 방통위 기술기준으로 중복 운영 등

※ 출처 : 유관부처, 국가경쟁력강화를 위한 국가표준·인증제도 선진화 방안, 2012

- 기술인증 업무에 대한 총괄관리시스템 부재로 각 행정부처별로 시대적 환경변화의 필요에 따라 유사한 법률이 대중적으로 만들어져 부처별 기술기준과 표준 간 상호중복되거나 모순이 발생하는 사례가 나타남

<표 1.1.4> KS와 위생안전기준 간의 중복인증 사례

▶ 공업용·수도용 밸브에 대한 인증 과정에서 기술표준원이 주관하는 KS의 유해물질 용출허용기준과 환경부에서 개정한 수도법 위생안전기준의 유해물질 종류와 시험항목이 유사하지만 허용기준 차이로 인해 두 가지 인증을 각각 취득해야 하는 번거로움 존재

	KS (기술표준원)	위생안전기준 (환경부)
유해물질 종류	30	30+14 (총 44종)
허용기준치	국제음수 기준치	국제기준*1/10 (10배 강화)

※ 출처 : 국가 기술인증제도 개선 방안, 산업통상자원부, 2014

- 국가 주도의 집중형 표준체계로 인해 표준의 개발 및 제정에 대한 의사결정 범위 및 속도가 제한적이므로, 산업현장의 요구에 기민하게 대응하기 어려움
  . 정부가 주도하는 국가표준 위주의 집중형 표준 체계는 핵심 산업에 대한 체계적 접근과 세계표준과의 일관성 및 공리성을 가질 수 있다는 장점이 있으나, 제정 절차가 복잡해 표준화까지 소요되는 시간이 길고, 제정 주체가 한정적으로 다양한 산업의 의견을 반영하는데 한계가 있다는 단점이 있음

2) ISO 간사국 수임수, 정회원 가입수, 분담금 규모 등 기준
3) 단체표준 종수/국가표준 종수
4) 단, 표준개발은 KATS에 지정받은 64개의 표준개발협력기관(COSD)를 통해 민간주체의 참여가 가능

<표 1.1.5> 집중형과 분산형 표준체계의 장·단점 비교

구분	집중형	분산형
소비자(산업) 반영도	低 (정부에서 주도)	高 (시장에서 주도)
공리성 반영도	高 (시장이 형성되지 않더라도 공공의 목적에 부합할 시 개발)	低 (시장이 형성되지 않는 분야의 개발의지 미약)
표준화 범위	低 (핵심 산업 위주로 접근)	高 (다양한 산업의 주체들이 표준화에 참여)
표준화 기간	高 (다양한 이해관계자의 검토 필요)	低 (분야별로 세분화 되어 있으므로 상대적으로 이해관계자가 적음)
글로벌성	高 (시작 단계에서 국제 표준을 염두에 두고 개발 가능)	低 (해외진출을 고려하지 않을 시 국제표준에 부합할 필요 적음)

※ 출처 : 한국표준협회, 미국의 분산형 표준체계의 특성과 한국 표준정책에 주는 시사점, 2013, 재구성

○ **【국내의 국제표준화 활동 현황】 우리나라는 다양한 국제표준화기구에 가입하여 활동하고 있으며, 건설교통 분야에서도 기술위원회 참여를 확대하며 표준에 대한 국내의 의견을 국제규격에 반영하기 위해 노력 중임**

- 우리나라는 1963년 ISO, IEC를 시작으로 현재 총 6개의 국제표준화기구에 가입하여 국제표준화 활동을 진행하고 있으며, 국가기술표준원은 ISO 및 IEC, PASC의 국가대표기관으로 활동하고 있음

<표 1.1.6> 우리나라의 표준관련 주요 국제기구 가입현황 (2013.12.31. 기준)

국제기구별		설립년도	설립목적	가입년도
ISO (국제표준화기구)		1947.02	• 지적, 과학, 기술, 경제 등 일반분야 국제표준 제정·보급 • 상품 및 서비스의 국제적 교환	1963.06
IEC (국제전기기술위원회)		1906.06	• 전기전자분야 국제표준의 제정 및 보급	1963.05
IECQ	CMC (검증관리위원회)	1976.05	• IEC 전자부품·품질인증제도(IECQ)의 운영 및 관리	1979.01
	ICC (검사조절위원회)	1978.01	• 국제검사기관의 인증 • 품질인증과 검증 시행 • 규제의 균등한 적용	1984.01
IECEE (국제전기기기인증제도)		1985.09	• 전기전자 제품의 상호인정을 통한 국제 무역 촉진	1987.12
IECEx Scheme (방폭전기기기 국제인증제도)		1997.10	• 폭발위험 상황에서 사용되는 전기기기의 적합한 안전수준 유지 및 상호인정 등	1997.12
PASC (태평양지역표준회의)		1973.02	• 유럽연합의 국제표준화 활동 대응 • 태평양국가들의 상호이익 증진	1973.02

※ 출처 : 국가기술표준원, 2013 국가기술표준백서, 2014

▮ 가장 대표적인 표준화 기구인 ISO 및 IEC에서의 국제 표준화 활동 평가의 주요 지표에는 정책위원회 활동 현황, 분담금 납부 실적, 기술위원회 및 분과위원회 가입률, 국제간사 및 의장 수임 현황이 있으며, 세계 5위 ~ 10위권을 유지하고 있음

. 우리나라는 ISO 이사회(ISO Council, 총 20개국) 및 IEC 이사회(총 15개국)에 각각 1998년과 2000년부터 꾸준히 참여하는 등 활발한 정책위원회 활동을 보여주고 있음

. 분담금 또한 ISO와 IEC에서 각각 세계 10위권 규모를 납부하고 있음

. 기술위원회(Technical Committe)의 정회원 가입은 국제규격 안에 대한 투표권을 보유하게 되는 중요한 활동으로, 우리나라는 2013년 기준 ISO는 세계 5위, IEC는 세계 10위 수준의 가입률을 보이고 있음

<표 1.1.7> 국가별 ISO/IEC의 TC 가입률 현황 (2013.12.31. 기준)

ISO (총 743개)				IEC (총 175개)			
순위	국가	정회원(개)	가입률(%)	순위	국가	정회원(개)	가입률(%)
1	영국	701	94.3	1	중국	177	99.4
2	일본	697	93.8	2	일본	175	98.3
3	독일	692	93.1	2	독일	175	98.3
4	중국	664	89.4	4	핀란드	173	97.2
5	한국	619	83.3	5	프랑스	172	96.6
5	프랑스	619	83.3	6	영국	171	96.1
7	미국	588	79.1	7	이탈리아	165	92.7
8	러시아	555	74.7	8	미국	163	91.6
9	이탈리아	552	74.3	9	러시아	153	86.0
10	네덜란드	456	61.4	10	한국	143	80.3

※ 출처 : 국가기술표준원, 국가기술표준원 통계, 2014

. 현재 ISO 및 IEC에 진출한 의장 및 간사는 총 149명이며, 간사국 순위에서 한국은 ISO에서 10위, IEC에서 8위 수준을 유지하고 있음

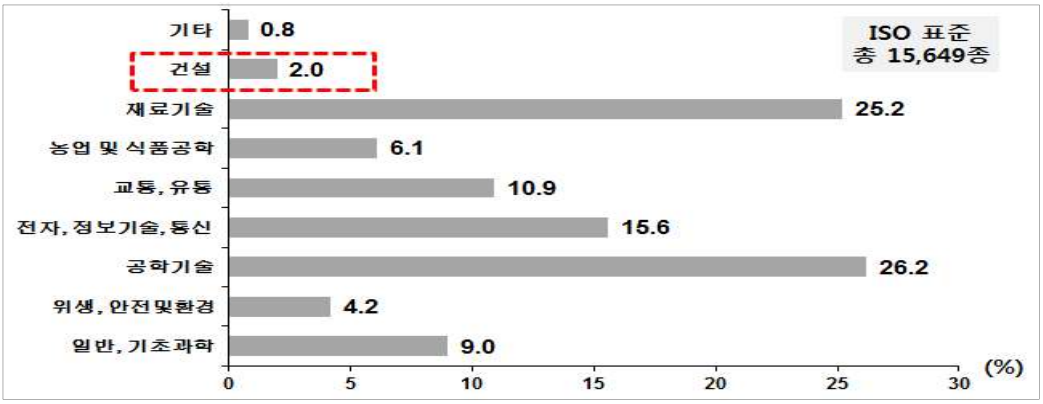
<표 1.1.8> ISO/IEC 기술위원회 의장·간사 수임현황 (2014.04.30 기준)

구분	국제의장	국제간사	컨비너	합계
ISO	15명	21명	81명	117명
IEC	1명	4명	26명	32명
합계	**16명**	**25명**	**107명**	**149명**

※ 출처 : 국가기술표준원, 국가기술표준원 통계, 2014

▮ 국내 건설교통 분야에서도 국제 표준화에 대한 시도는 끊임없이 진행되고 있어, 국제표준분류체계 중 건설과 관련된 2개 분야, ISO 370여종과 관련된 TC(기술위원회) 중 12개 TC와 30여개 SC에 국제표준을 시도하고 있고, 8개 TC에서 13명의 한국인이 의장, 간사, 컨비너를 맡아 활동하고 있음

. 국제표준분류체계(ICS, International Classification for Standardization)에 따른 건설분야의 ISO 표준 분류는 2가지로 구성되어 있어 다른 분야에 비해 적은 편이나, 건축 및 건설자재 표준 14개 분야, 토목 11개 분야로 구성됨



<그림 1.1.2> 국제표준분류체계에 따른 건설분야의 ISO 국제규격 분류 비중
(출처: 건설연구인프라운영원, 구조성능평가 표준화 보고서, 2013)

. 건설교통 분야 ISO 관련 표준 약 370여종 中 건축, 화재안전 분야 표준 수가 많고 지반공학, 건축재료 분야가 활발한 편이며, 국내는 TC10을 비롯한 12개 TC, SC8을 비롯한 30여개 SC를 중심으로 표준화 활동을 추진함

. 총 200여개 ISO 기술위원회 중 구조, 건설재료, 환경수자원, 지반, 시공관리 등 건설 관련 기술위원회에서 한국측 의장 1명, 간사 2명, 컨비너 10명이 활동 중임

<표 1.1.9> 건설분야 기술위원회 분류별 한국 전문가 활동 현황

분야	기술위원회 (TC)	명칭	한국측 의장, 간사, 컨비너
구조	TC 71	Concrete, reinforced concrete and pre-stressed concrete	신수봉(인하대) SC7 간사 오상근(서울과기대) SC7 WG3 컨비너
	TC 98	Bases for design of structures	
	TC 108	Mehanical vibration, shock and condition monitoring	이상국(전력연구원) SC5 WG16 컨비너 김광준(KAIST) WG29 컨비너
	TC 135	Non-destructive testing	이승석(표준과학연구원) SC8 의장 최만용(표준과학연구원) SC8 간사 김원태(공주대) SC8 WG1 컨비너
	TC 138	Plastics pipes, fittings and valves for the transport of fluids	최선웅(한남대) SC5 WG17 컨비너
	TC 165	Timber structures	
	TC 167	Steel and aluminium stractures	
건설재료	TC 17	Steel	
	TC 74	Cement an lime	
	TC 77	Products in fibre reinforced cement	
	TC 156	Corrosion of metals and alloys	김종집(표준과학연구원) WG14 컨비너
	TC 164	Mechanical testing of metals	허용학(표준과학연구원) SC5 WG13 컨비너
환경 수자원	TC 146	Air quality	
	TC 147	Water quality	
	TC 190	Soil quality	이군택(서울대) SC3 WG11 컨비너

			김계훈(서울시립대) SC7 WG9 컨비너
	TC 207	Environmental management	오대균(에너지관리공단) SC7 WG2 컨비너
	TC 224	Service activities relating to drinking water supply systems and wastewater systems	
	TC 253	Project committee : Treated wastewater re-use for irrigation	
지반	TC 182	Geotechnics	
시공관리	TC 59	Buildings and civil engineering works	
	TC 176	Quality management and quality assurance	
	TC 251	Project committee : Asset management	

※ 출처 : 건설연구인프라운영원, 구조성능평가 표준화 보고서, 2013

○ **【국내 국제표준화 활동의 이슈】 현재 국제기구 활동 등의 참여를 확대하고 있음에도 불구하고, 선진국에 비해 국제표준 신규제안 건수가 부족해 국제표준 경쟁에 대한 대응력이 약화되고 있으며, 중소기업의 참여가 매우 부진한 편임**

- 국제표준제안은 꾸준한 증가추세를 보이고 있으나 IT분야 등 특정분야에 편중되어 있으며, ISO/IEC 표준 2만여 종[5] 중 우리기술이 반영된 표준은 300여 건에 불과해 국가표준 대응에 대한 체계적인 전략이 필요함

<표 1.1.10> 우리나라의 국제표준 신규제안 건수 추이

구분	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014.04
ISO	51	51	48	44	42	43	39	12
IEC	10	12	30	19	18	15	16	2
합계	61	63	78	63	60	58	55	14
누적 합계	186	249	327	390	450	508	563	577

※ 출처 : 국가기술표준원, 국가기술표준원 통계, 2014

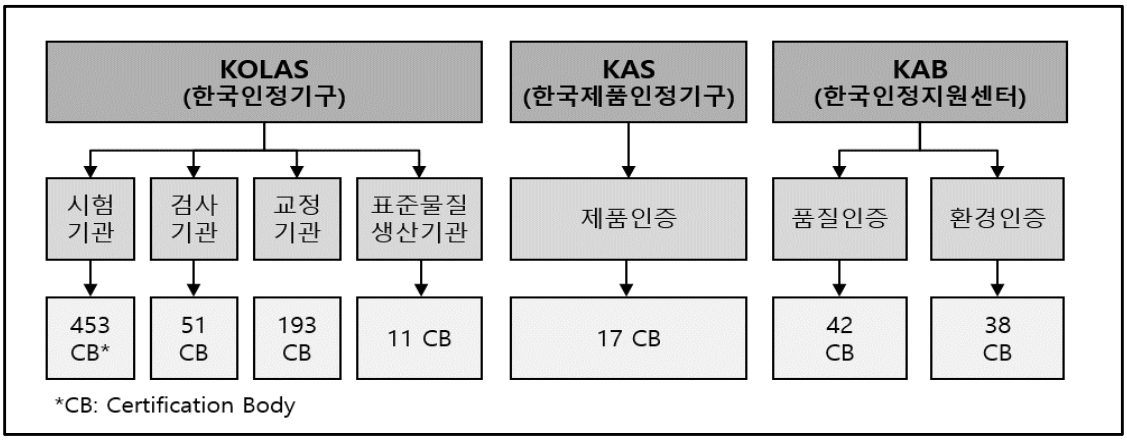
- 한편, 해외 선진국들이 중소기업을 표준화 사업에 활발하게 참여하게 함으로써 새로운 시장을 개척하고 있는데 반해, 국내에서는 산업의 90%를 차지하고 있는 중소기업의 표준화 활동에 현실적인 제약이 큰 편이므로, 중소기업의 표준화 활동 참여 촉진을 위한 정책 마련이 시급함
  - 유럽위원회에 따르면, 유럽통합 정책의 일환으로 표준화 프로젝트를 추진하는 과정에서 중소기업들의 참여가 매우 부진하고 의견이 반영되지 못한다는 사실을 인지하여 이에 대한 문제점을 해결하고 중소기업의 표준화 참여 촉진을 위해 많은 노력한 결과로 중소기업의 국제표준 선점 및 시장규모를 확장하여 기술 개발을 촉진함
  - 국내의 경우, 중소기업은 국제표준에 대한 인식과 경쟁력이 약해 국내외 시장을 선점하는 효과가 매우 낮은 편이며, 정부 산하 표준화 관련 기관인 기술표준원에서 '중소기업

5) ISO 표준 누계: 19,977종 / IEC 표준 누계: 6,939종 (2013.12.31. 기준)

을 위한 국제표준 무료교육' 사업을 통해 무료 세미나 및 자문 서비스 등을 제공하고 있으나, 관련 인력, 장비 및 비용 등을 갖추고 있어야 하는 까다로운 절차로 인하여 표준화 활동의 현실적인 제약이 존재함

○ **【국내의 적합성 평가 체계】 우리나라는 인정 및 인증 분야에 따라 관·민의 여러 기관에서 적합성 평가를 나누어 담당하는 다원화된 추진 체계를 가지고 있음**

- 우리나라는 현재 국제기준에 따라 시험인증, 제품인증, 품질·환경경영시스템인증의 3개 분야별 인정제도를 각각 운영하고 있으며, 정부기관인 국가기술표준원이 한국인정기구(KOLAS) 및 한국제품인정기구(KAS)를 통해 시험 및 제품 분야를, 민간기관인 한국인정지원센터(KAB)에서 품질 및 환경, 경영시스템 분야를 전담하고 있음



<그림 1.1.3> 우리나라의 적합성 평가 체계 (2013.12.31. 기준) (출처: 각 기관 홈페이지 발췌)

. KOLAS는 국내 시험·검사·교정기관들의 시험·측정능력을 향상시켜 KOLAS 공인 성적서의 국내·외 수용을 확대하고, 산업체를 효과적으로 지원하여, 향후 정부간 상호인정협정(MRA)을 원활히 추진하고 이행할 수 있도록 적합성 평가에 대한 국제화된 기본체제를 구축·운영하고 있음

. KAS는 민간 제품인증업무를 수행하는 신청기관에 대하여 자격 있는 평가사로 하여금 정해진 기준(KS A ISO Guide 65)과 IAF에서 정한 지침문서, 국내법 및 관련지침 등에 따라 해당제품에 관리수행 능력이 있다는 것을 공식적으로 평가·승인해주고 있음

. KAB는 품질 및 환경경영시스템 인증제도에 대한 정부의 민간 운영 방침에 따라, 국제규격에 근거해 경영시스템 인증기관 및 자격인증에 대한 인정·사후관리 인정업무와 국제적 통용성 제고를 위한 MRA 활동을 수행하고 있음

구분	KOLAS	KAS	KAB
도입년도	1992년	2001년	1995년
인증영역	시험,검사,교정, 표준물질	제품	품질 및 환경 경영시스템
인정업체	723개[6]	17개	46개[7]
수행주체	기술표준원	기술표준원	(재)한국인정지원센터
가입국제기구	ILAC[8]	IAF[9]	IAF

※ 출처 : 국가기술표준원, 2013 국가기술표준백서, 2014, 재구성

▮ 우리나라의 인증 제도는 2013년 말 기준으로 305개 인증제도가 운용중이며 법적근거와 인증 주체 등에 따라 법정(의무·임의)인증, 지자체 인증 및 민간인증으로 구분함

. 법정의무인증은 각 부처에서 관리하는 기술기준에 근거하여 강제성을 가짐

. 법정임의인증은 법으로서 인증, 형식승인, 검정 등의 사항을 정하고 있지만 민간인증은 자율적으로 시행한다는 점에서 차이가 있음

<표 1.1.12> 우리나라의 인증 제도 현황

구분	법정의무인증	법정임의인증	지자체인증	민간인증
인증제도	46개	90개	86개	83개
소관부처 (기관)	11개 부처	22개 부처	71개 지자체	69개 기관
인증기관	44개	71개	83개	72개
관련법률	37개 법령	68개 법령	-	-

※ 출처 : 국가기술표준원, 2013 국가기술표준백서, 2014

○ **【국내 적합성 평가 체계의 이슈】 인정제도의 경우 적합성 평가 기준이 국제 기준에 부합하지 못하며, 인증제도는 다중·중복이 많아 비효율이 초래됨**

▮ 국내의 법정시험기관이나 검사기관의 지정은 개별 법령에 의해 각 부처에서 별도로 정한 기준에 따라 시행되고 있으나 지정기준은 장비, 인력보유 등 일반적인 사항만을 규정하고 기술요소가 누락되어 있으며, 지정행위 또한 국제기준을 따르지 않고 있어 각 기관의 시험 및 검사능력의 신뢰성을 국제적 수준으로 배양하기 어려움

<표 1.1.13> 국내 시험기관지정과 국제 공인기관 인정제도의 비교

구분	법정 시험기관 지정제도	국제 공인기관 인정제도 (KOLAS 인정제도)
목적	• 규제목적을 위한 시험결과 취득 (안전, 소비자보호 등)	• 규제분야를 포함한 시험결과 신뢰성 향상 및 국제통용
근거	• 개별법	• 국제기준적용(ISO/IEC 17025, 17020 등 30여개 국제기준) • 국가표준기본법
인정요건	• 조직, 기술인력, 시험시설, 시험장비 등 (10개 항목 이내)	• 품질시스템, 조직, 경영, 기술인력, 시험장비, 샘플링 절차, 측정의 소급성 유지 등 (27개 항목)
시험분야	• 개별규제 분야	• 환경, 통신, 식품, 의학, 건축 등 시험·검사 분야의 규제 및 비규제 망라
시험결과의 효력	• 규제부처에 통용	• 국내 KOLAS인정 시험기관 및 비인정기관도 시험결과 수용 • MRA가입국간 국제적으로 통용

※ 출처 : 국가기술표준원, 2013 국가기술표준백서, 2014, 재구성

6) 시험·검사·교정·표준물질 인정기관 중 중복되는 기관은 한 번만 계산함
7) 품질·환경경영시스템 인정기관 중 중복되는 기관은 한 번만 계산함
8) ILAC, International Laboratory Accreditation Cooperation
9) IAF, International Accreditation Forum

- 법정강제인증과 법정의무인증 간에는 245개의 제품이, 임의인증 간에도 약 300개의 제품이 중복인증의 문제가 발생하고 있으며 인증제도에서 포괄적으로 수행하는 시험 또한 중복되어 기업의 부담을 가중시키고 있음

<표 1.1.14> 주요 중복 인증제도 운영 사례

	법정 의무 인증	법정 임의 인증	민간 인증
중복 인증	공산품안전인증 (품질경영 및 공산품안전관리법)	한국산업표시인증 (KS마크)	K 마크
	내화구조 (건축법)	-	건마크 (건자재)

※ 출처 : 고려대학교 산업개발 연구소, 단일인정기구 출범에 따른 KOLAS 중심의 통합인정제도의 효율화 연구, 2012

<표 1.1.15> 주요 복수 인증제도 운영 사례

	품목	인증 종류
복수 인증	가정용 가스 보일러	에너지효율등급표시, KS인증, 우수디자인, 신기술, 환경마크, 고효율기자재
	전자식안정기	KS인증, 신뢰성인증, 환경마크, 고효율기자재

※ 출처 : 고려대학교 산업개발 연구소, 단일인정기구 출범에 따른 KOLAS 중심의 통합인정제도의 효율화 연구, 2012

■ 국내 건설교통기술 정책 현황

○ **[건설교통기술 표준화 관련 법규] 우리나라는 건설기술 개발 활성화를 위한 법규로 건설산업기본법과 건설기술진흥법을 두고, 교통기술의 진흥을 위하여 국가통합교통체계효율화법을 두어 건설과 교통 기술에 대한 표준화 계획을 수립·시행하도록 규정하고 있음**

- 건설산업진흥법의 제6조 건설산업진흥 기본계획의 수립 조항 중 동법 시행령 제2조에 의해 계획에 포함되어야 할 사항으로 건설자재의 품질향상 및 규격표준화 대책을 정하고 있으며, 건설기술진흥법은 제43조 설계 등의 표준화 및 제44조 설계 및 시공기준을 통해 건설자재·부재의 치수 및 시공방법의 표준화를 직접적으로 규정하고 있음
- 국가통합교통체계효율화법에서는 제96조 교통기술의 표준화 부문에서 교통기술의 호환성과 연동성을 확보하고 이용자가 이를 쉽게 이용할 수 있도록 하기 위해 교통기술에 관한 표준을 정하여 고시하도록 하고, 교통기술에 관한 표준 보급 촉진을 위한 표준 활용이나 장비 제조를 권고할 수 있도록 하며, 필요 시 전담기관을 지정하여 운영하도록 규정함

<표 1.1.16> 국내 건설교통기술 표준화 관련 법

구분	주요 내용	새부내용
건설산업 기본법	건설공사의 조사·설계·시공·유지관리·기술관리 등에 관한 기본적인 사항을 규명함	• 정부로 하여금 5년 단위로 건설산업진흥 기본계획을 수립하도록 하고 동 계획에 포함되어야 할 세부 사항을 정함 • 건설업자 및 유관기관의 건설기술 개발을 권장함

건설기술 진흥법	건설기술의 연구·개발을 촉진하여 건설기술 수준을 향상시키기 위한 사항을 규명함	• 정부로 하여금 5년 단위로 건설기술진흥 기본계획을 수립하도록 하고 동 계획에 포함되어야 할 세부 사항을 정함 • 건설기술의 연구·개발에 대한 지원사항을 정함 • 설계의 표준화, 품질관리 등 건설공사의 효과적 관리를 위한 사항을 정함 • 공사 현장의 안전관리에 대한 의무사항을 정함
국가통합 교통체계 효율화법	교통기술의 호환성과 연동성을 확보하고 이용자가 이를 쉽게 이용할 수 있도록 하기 위해 표준 관련 사항을 규정함	• 정부로 하여금 5년 단위로 국가교통기술개발계획을 수립하도록 하고 동 계획에 포함되어야 할 세부 사항을 정함 • 교통기술의 연구·개발에 대한 지원사항을 정함 • 국가교통기술개발 시행계획 수립, 교통기술 표준화 등 교통기술개발의 효율적 추진을 위한 사항들을 정함

○ **[건설교통 신기술 인증제도 관련 법규] 건설기술진흥법과 국가통합교통체계효율화법에서 건설교통 신기술 지정 및 평가와 관련된 제도를 정하여 시행함**

- 건설기술진흥법 제14조와 제15조에서 건설 신기술 지정·활용·취소 관련해 규정하고 있으며, 동법 시행령 제31조~제35조, 동법 시행규칙 제7조~제11조에서 지정제도에 대해 상세히 정함
- 특히 신기술의 심사와 관련해서는『건설기술진흥법제14조 및 같은법 시행령제32조 제5항』에 따라 <신기술의 평가기준 및 평가절차 등에 관한 규정>에서 정하고, 국토교통부 훈령에 따라 신기술 현장적용기준과 기술사용료 적용기준 등을 규정함

<표 1.1.17> 국내 건설 신기술 지정 및 평가 관련 조항

구분	주요 내용
건설기술 진흥법	***제14조 ①항*** 국토교통부장관은 국내에서 최초로 특정 건설기술을 개발하거나 기존 건설기술을 개량한 자의 신청을 받아 그 기술을 평가하여 신규성·진보성 및 현장 적용성이 있을 경우 그 기술을 새로운 건설기술(이하 "신기술"이라 한다)로 지정·고시할 수 있다. ***제14조 ④항*** 국토교통부장관은 발주청에 신기술과 관련된 신기술장비 등의 성능시험이나 시공방법 등의 시험시공을 권고할 수 있으며, ***성능시험 및 시험시공의 결과가 우수하면 신기술의 활용·촉진을 위하여 발주청이 시행하는 건설공사에 신기술을 우선 적용***하게 할 수 있다.
신기술의 평가기준 및 평가절차 등에 관한 규정	***제4조 ①항*** 건설기술진흥법(이하 "법"이라 한다) 제14조제1항의 규정에 의한 신기술 지정의 심사기준은 다음 각 호와 같다. 1. 1차심사위원회 심사기준 : 신규성, 진보성, 경제성 2. 2차심사위원회 심사기준 : 현장적용성, 보급성 ***제4조 ②항*** 시행령 제35조제2항의 규정에 의한 신기술 보호기간 연장의 심사기준은 다음 각 호와 같다. 품질검증, 기술의 우수성, 활용실적, 기타

- 국가통합교통체계효율화법 제102조와 제103조에서 교통 신기술 지정·활용·취소 관련해 규정하고 있으며, 동법 시행령 제96조~제101조 및 제114조에서 교통신기술 지정 신청

및 절차, 보호 및 활용에 대해, 동법 시행규칙 제42조~제47조에서 심사비용 산출기준, 시험시공 결과 제출 등과 관련된 방법과 기준을 규정함

<표 1.1.18> 국내 교통 신기술 지정 및 평가 관련 조항

구분	주요 내용
국가통합교통체계효율화법	*제102조 ①항* 국토교통부장관은 국내에서 최초로 개발한 교통기술 또는 외국에서 도입하여 소화·개량한 기술이 국내에서 신규성·진보성 등이 있다고 판단되고 그 기술을 국가교통체계에 보급·활용할 필요가 있다고 인정되는 경우로서 그 기술을 개발한 자(이하 "기술개발자"라 한다)가 요청하는 경우에는 그 기술을 새로운 교통기술(이하 "교통신기술"이라 한다)로 지정할 수 있다. 다만, 다른 법령에 따라 신기술로 지정된 경우에는 해당 법령에서 정하는 바에 따른다.
동법 시행령	*제96조 ②항* 법 제102조제1항에 따라 교통신기술의 지정을 신청하려는 자는 다음 각 호의 서류를 첨부하여 국토교통부장관에게 교통신기술의 지정을 신청하여야 한다. 1. 교통신기술의 명칭·범위 및 개발배경을 기술한 서류 2. 교통신기술의 내용(교통신기술의 요지 및 교통신기술의 신규성·진보성·안전성 등에 관한 구체적인 내용을 포함한다)을 기술한 서류 3. 국내외 시장에서의 활용전망 및 보급가능성을 기술한 서류 4. 교통신기술의 설계도 또는 운영설명서 5. 그 밖에 국내외의 특허 또는 안전성 등의 시험성적서 등 교통신기술을 심사하는 데에 필요하다고 인정되는 서류 *제96조 ③항* 제2항에 따라 교통신기술의 지정을 신청하려는 자는 국토교통부령으로 정하는 심사에 드는 비용을 납부하여야 한다.

○ **[건설기술 전략 동향] 건설기술의 고도화 방안으로 성능 중심의 설계·시공기준 개편과 건설관리 인프라 수준 향상, 신기술의 개발 및 활용의 활성화를 촉진하고 있음**

- 제4차 건설산업기본계획(2013 ~ 2017)에서는 건설산업의 경쟁력 제고를 위한 'Soft 기술[10]'역량 강화 및 국내 건설사의 해외건설 시장 진출을 촉진시키기 위한 기술경쟁력 강화를 추진하고 있음
  - 'Soft 기술'의 경쟁력을 제고하기 위한 방안으로 기술력 중심의 기술제안입찰 활성화와 사양중심의 설계·시공기준을 성능중심으로 개편하는 방향이 제시됨
  - 제5차 건설산업진흥기본계획(2013 ~ 2017)에서는 성능중심의 설계·시공평가 도입을 촉진하기 위한 구체적 방안으로 설계·시공기준을 코드화하고 발주청·업체 등이 기준연혁, 연계되는 기준 등의 열람 서비스 제공과 함께 50여개 건설공사기준의 취약점, 미비점 도출 재평가를 계획·실행 중에 있음
  - 해외건설시장 개척을 위한 방법으로 핵심기술의 해외의존도를 낮추고, 법제, 금융조달 기법, 해외인력 노무관리 등 건설관리를 위한 인프라 분야의 연구 확대를 추진함

- 기업의 기술 개발 의욕을 고취하기 위해 국토교통부에서는 1989년부터 건설신기술 지정제도를 운영중에 있으며, 2013년도부터 각 부처의 신기술과 관련된 인증제도가 정비되어

10) 'Soft 기술'이란 기존 토목·건축 위주의 단순 시공영역인 'Hard 기술'과 대비되는 개념이며, 건설 엔지니어링 등 첨단 기술력을 바탕으로 한 설계 분야를 통칭함

KOLAS의 신기술(NET) 인증제도로 통합됨

. 신기술인증의 신청대상은 이론으로 정립된 기술을 시작품 등으로 제작하여 시험 또는 운영함으로써 정량적 평가지표를 확보한 개발완료기술로서 인증일을 기준으로 향후 2년 이내에 상용화가 가능한 기술 또는 향후 기존 제품의 성능, 생산성이나 품질을 현저히 향상시킬 수 있는 기술임

. 신기술 심사 시 심사기준은 크게 4가지로, ①기술 수준의 우수성 여부 및 상용화 가능 여부, ②기술적·경제적 파급효과의 정도, ③제품의 성능을 유지할 수 있는 품질경영체계의 보유 여부, ④신기술 인증에 따른 지원의 효과 및 필요성 여부 등임

. 현재 국토교통부는 신기술 개발을 촉진하기 위해 신기술 품셈을 지속적으로 확충하고, R&D 연구자를 대상으로 신기술 제도 이해 증진을 위한 교육 실시 및 신기술 지정효과에 대한 홍보를 강화하고 있음

. 신기술·신공법의 현장적용 활성화를 위해서는 공사 규모 등에 따른 유연한 기준적용 및 실증 없이 우선 현장에 적용한 후 추후 정식기준 도입 여부를 결정하는 '잠정기준제도'를 도입함

○ **[건설기술 전략의 이슈] 성능 평가 중요성을 강조하면서도 성능 평가를 위한 시험 및 인증제도가 부족하며, 실험에 대한 지원도 하드웨어에만 편중되어 있어 표준시험방법과 절차에 대한 고려가 미흡함**

- 성능 중심의 설계 및 시공평가가 효과적으로 수행되기 위해서는 다양한 구조·부재 등의 성능에 대한 표준화된 시험방법 및 인증제도의 필요성이 강조됨
  . 현행 국가시험기준은 대부분 산업제품에 기반하고 있어, 점점 시스템화 되고 있는 건설기술·공법·제품들에 대한 성능평가에는 적용하기 어려움
- 건설업체의 해외진출에 중요한 인프라 중 하나인 국제기준에 적합한 성능평가 및 시·실험에 대한 지원은 실험 장비 및 시설과 같은 하드웨어 측면에서만 이루어지고 있으며, 표준시험방법과 절차 등 소프트웨어 측면의 고려가 이루어지지 않음

<표 1.1.19> 실험 장비 및 시설 인프라 강화 R&D 과제 현황 (예시적)

분야	과제명
운영	• 중소기업 보유 유망기술 인·검증을 위한 연구장비 활용연구 지원 • 건설연구인프라 운영 고도화 과제
구축	• 1단계 건설연구인프라 실험시설 및 장비 업그레이드 • 극한상태 구조특성 실험시설 구축 과제 • 기후변화 대응 다환경 대형 실험시설 구축 과제 • 도로주행 시뮬레이터 실험시설 구축 과제 • 종합도로시험장 실험시설 구축 과제 • 대형 수리모형 실험시설 구축 과제 • 종합 터널화재안전 실증시험장 구축 과제 • 결빙풍동 실험시설 구축과제

- 현재 국토교통부가 계획·실행 중인 2013 ~ 2017 건설교통 R&D 중장기 계획에서는 계 및 시공 기준에 대한 표준화만이 강조되고 건설기술 및 성과에 대해 평가할 수 있는 연구 및 표준개발은 부족한 상황임

<표 1.1.20> SOC 분야 건설기술 표준화 관련 R&D 과제 현황

분야	과제명
설계·시공 기준	• 고성능 강재의 건설구조 적용을 위한 휨재 및 압축재의 LRFD 설계기준 표준화 • 글로벌 녹색 건축표준 설계기준 및 시방서 개발 연구 • 상수도관 동파방지를 위한 설계·시공기준 개선안 수립 • 성능평가 기능을 갖춘 건축설비 설계기준 개발 • 성능기반 강·콘크리트 합성구조 설계기준 개발 • 표준화를 위한 구조물기초 설계기준의 정비 • 섬유보강 콘크리트 설계기준 정리에 관한 연구
재료	• 고성능 재료기술을 반영한 프리캐스트 및 프리스트레스트 콘크리트의 성능향상 기술 개발 및 표준화
성능 평가 절차 (기준 및 실험 방법 등)	• 건물에너지 성능 평가모델 및 성능개선 프로세스 표준화 • 구조성능평가 실험 프로세스 표준화

○ [건설교통 신기술 인증제도 현황 및 이슈] 국토교통부에서 건설교통 신기술 인증제도를 통해 정책적으로 신기술을 지원함으로써 기업의 기술개발 의욕을 고취하고 있으나, 신기술 신청 건수는 감소하고 있으며, 신기술과 관련된 장비, 공법 등 성능시험과 시공방법에 대한 체계적 성능 검인증 방안은 미흡한 실정임

- 신기술 개발 및 활용 활성화 정책에도 불구하고 신기술 신청·지정 건수는 1999년 147건에서 2011년 86건으로 감소함

<표 1.1.21> 신기술 지정 및 신청 추이

구분	1999	2002	2008	2011
신기술 신청	147	114	68	86
신기술 지정	77	37	19	23

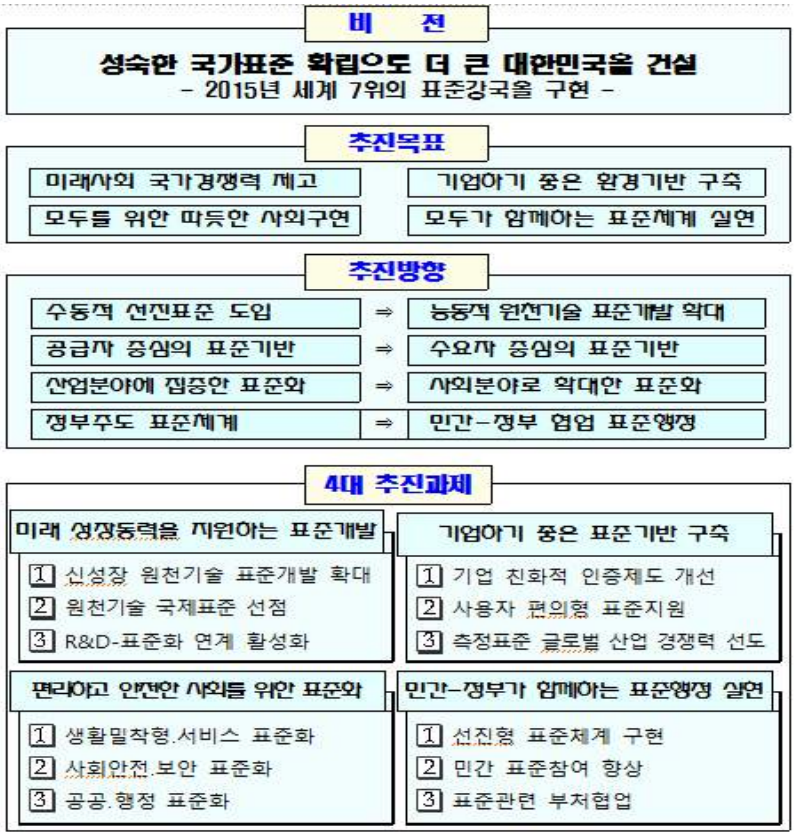
※ 출처 : 국토해양부, 제5차 건설기술진흥기본계획, 2012

- 이는 신기술 인증을 위해 필요한 실험검증과 현장적용에 막대한 비용과 기간이 소요될 뿐 아니라, 현장에서 실적을 통해 충분히 입증되지 않으면 신기술·신공법의 사용을 꺼리는 경향이 나타나기 때문임
  . 2011년 기준 기업이 보유한 신기술 202건 중 사용되고 있는 것은 131건(65%)뿐이며 나머지 71건은 현장적용 실적이 전무함
- 또한 신기술 신청 시, KOLAS 인정 기관에서 공식적 인증기관을 통해 수행한 시험 평가 결과를 입증할 수 있는 시험성적서를 요구하고 있으나, 대부분 신기술은 표준화되어 있는 제품이 아니므로, KS 규격 등 시험기준에 따른 성적서 발행이 제한적이어서, 신기술 인증을 위한 실험 절차와 방법에 대한 표준화 방안 검토가 필요함

■ 타 부처의 표준화 정책 비교

○ [제3차 국가표준기본계획 기반으로 부처별 시행계획 수립] 국가표준기본법을 기반으로 수립한 국가표준기본계획은 미래사회 국가경쟁력 제고, 기업하기 좋은 환경기반 구축, 모두를 위한 따뜻한 사회구현, 모두가 함께하는 표준체계 실현을 목표로 하며, 각 부처에서는 이를 기반으로 표준화 관련 시행계획을 수립해 추진함

- 국가표준기본법 제7조 및 같은법 시행령 제7조 (국가표준기본계획 및 국가표준시행계획의 공고)의 규정에 따라 제3차 국가표준기본계획('11~'15)을 수립해 추진함으로써, 국내외 주요 환경변화에 대응할 수 있는 표준관련 기본계획을 수립하고, 국가차원에서 표준에 대한 종합적이고 체계적인 계획을 제시하여 미래사회 성장동력 등 정부 정책방향과 연계하여 국가표준이 나아갈 전략을 수립하고자 함
- 신성장 동력 등 미래대응을 위한 원천기술을 통한 국가경쟁력 제고, 녹색성장과 에너지·자원 공급원 다변화, 친환경을 위한 기술육성, 기업하기 좋은 환경 구축을 위해 표준기반 확보가 필요하며, 편리하고 안전한 사회를 구축하고 글로벌 경쟁력을 강화하며, 산업간 협업체계 확산을 통한 기술의 융·복합 활성화를 위해서도 표준에 대한 인식증대와 표준 개발이 요구됨
- 성숙한 국가표준 확립으로 더 큰 대한민국을 건설하겠다는 비전을 달성하기 위한 4대 추진과제로 미래 성장동력을 지원하는 표준개발, 기업하기 좋은 표준기반 구축, 편리하고 안전한 사회를 위한 표준화, 민간-정부가 함께하는 표준행정 실현을 수립하고 이를 위해 전 부처가 공통적으로 표준화 시행계획을 수립해 추진 중임



<그림 1.1.4> 제3차 국가표준기본계획 ('11~'15)

○ [추진과제 중심의 부처별 시행계획 비교] 표준 시행계획을 통해 국내표준역량을 높이고, 국제표준화 시장에서 경쟁력 제고를 위한 방향을 제시함

- 국가표준기본법 제7조 및 같은법 시행령 제7조 (국가표준기본계획 및 국가표준시행계획의 공고)의 규정에 따라 제3차 국가표준기본계획('11~'15)을 수립해 추진함으로써, 국내외 주요 환경변화에 대응할 수 있는 표준관련 기본계획을 수립하고, 국가차원에서 표준에 대한 종합적이고 체계적인 계획을 제시하여 미래사회 성장동력 등 정부 정책방향과 연계하여 국가표준이 나아갈 전략을 수립하고자 함

- 산업통상자원부와 환경부는 국가표준기본계획 추진과제별 세부 추진항목에 부합하는 과제를 다수 추진하는 반면, 국토교통부는 원천기술 표준개발 확대와 공공 행정 표준화를 위한 계획만 제시하고 있어 기업하기 좋은 표준기반 마련이나 민간-정부가 함께하는 표준행정 실현 등을 위한 표준화 활성화 방안 마련이 시급함
  - 특히 시험인증산업 경쟁력 강화 및 사회안전 보안 표준화, 선진형 표준체계 구현 등을 위한 계획이 필요하며, 이러한 취지에서 건설교통 기술 성능 평가를 위한 실험절차 표준화 방안을 적극 추진할 필요가 있음

<표 1.1.22> 부처별 주요 표준화 정책(시행계획) 비교

4대 추진과제		국토교통부 ('13)	산업통상자원부 ('14)	환경부 ('14)
미래 성장동력 지원하는 표준개발	①신성장 원천기술 표준개발 확대	• 교통정보 고급화를 위한 ITS 표준화 사업, 국가물류 표준 종합시스템 개발	• 신성장 동력분야 표준개발 연계확대, 에너지 저감·신재생에너지 표준개발 등 6개 과제 추진	• 화학물질관리제도 이행을 위한 전산화시스템 구축(화평법 포탈시스템) • LCI DB 및 탄소배출계수 구축(10종) 등
	②국제 표준 선정		• 국가표준코디네이터 지원체계 구축, 국제표준 인프라 협력 추진 등 5개 과제 추진	• 수질·토양·대기분야 국제표준 제정 활동 추진 • RoHS, WEEE 및 ELV 제도 관련 정보화시스템 개발·보급
	③R&D-표준화 연계 활성화		• 특허-표준과의 연계를 위한 지원체계 활성화, 국가R&D 표준화 연계 강화 추진	
기업하기 좋은 표준기반 구축	①기업 친화적 인증제도		• 법정의무·임의인증제도 개선, 국내 시험인증산업의 경쟁력 강화 등 8개 과제 추진	• 환경표지 대상품목 확대 및 환경성적표지 인증기준 개정 • 환경분야 시험·검사기관 관리체계를 인정제도로 통합하기 위한 관련법 및 규정 개정
	②사용자 편의형 표준지원		• 주요 교역국과의 TBT 협력채널 확대, 중소·중견기업 TBT 지원 시스템 제고	
	③측정표준 글로벌 산업경쟁력 선도		• 국가(상용)표준물질의 전략적 개발 확대	• 실내공기질 및 악취분야 유기물질 2항목 표준물질 개발 • 환경분야 참조표준의 세부 기술 평가 기준 마련 등

편리하고 안전한 사회를 위한 표준화	①생활밀착 서비스 표준화		• 소비자·업계 모두 만족하는 의류치수 개선·보급·정착 등 5개 과제 추진	• 서비스 분야 환경성 표준 구축・확대
	②사회안전 보안 표준화		• 사회적 책임에 관한 CSR 가이드라인 운영체계 구축 및 표준화 등 4개 과제 추진	• 글로벌시장 선도 에코라벨링 표준화 필요성 분석을 통한 표준화 품목 도출 및 특성화 시험방법 개발 • 제품 환경성 시험방법 표준 개발 등
	③공공 행정 표준화	• 공공・민간 공동 활용을 위한 국가공간정보 표준화 기반마련 • 공간객체 등록번호 구축으로 국가공간정보 표준 ID를 구축하여 기관별 상호연계를 통해 정보화 사회에 공간정보 콘텐츠 및 융복합서비스 활용에 기여	• “함께 사는 세상과 표준” 접근성 설계의 표준반영 확대	
민간-정부 함께하는 표준행정 실현	①선진형 표준체계 구현		• 표준개발협력기관(COSD) 지정 민간 이양 확대	
	②민간 표준참여 향상		• 표준인력양성	• 에코디자인 인력 양성 • 중소기업 대상 에코디자인 현장 진단·지도 등
	③표준관련 부처협업		• 정부부처 표준관련 부처협업 활성화 추진 등	

※ RoHS(Restriting the use of Hazardous Substances) 유해물질사용제한지침
WEEE(Waste Electrical and Electronic Equipment) 폐전기전자제품처리지침
ELV(End-of-Life Vehicle) 폐차처리지침

■ 표준화 정책 이슈 해결을 위한 전략적 방향성

○ [건설교통기술 성능 평가 체계 마련 지원] 성능 중심 설계·시공 기준 도입을 촉진하기 위한 체계적인 성능평가 절차 마련이 가능하도록 제도적 지원이 필요함

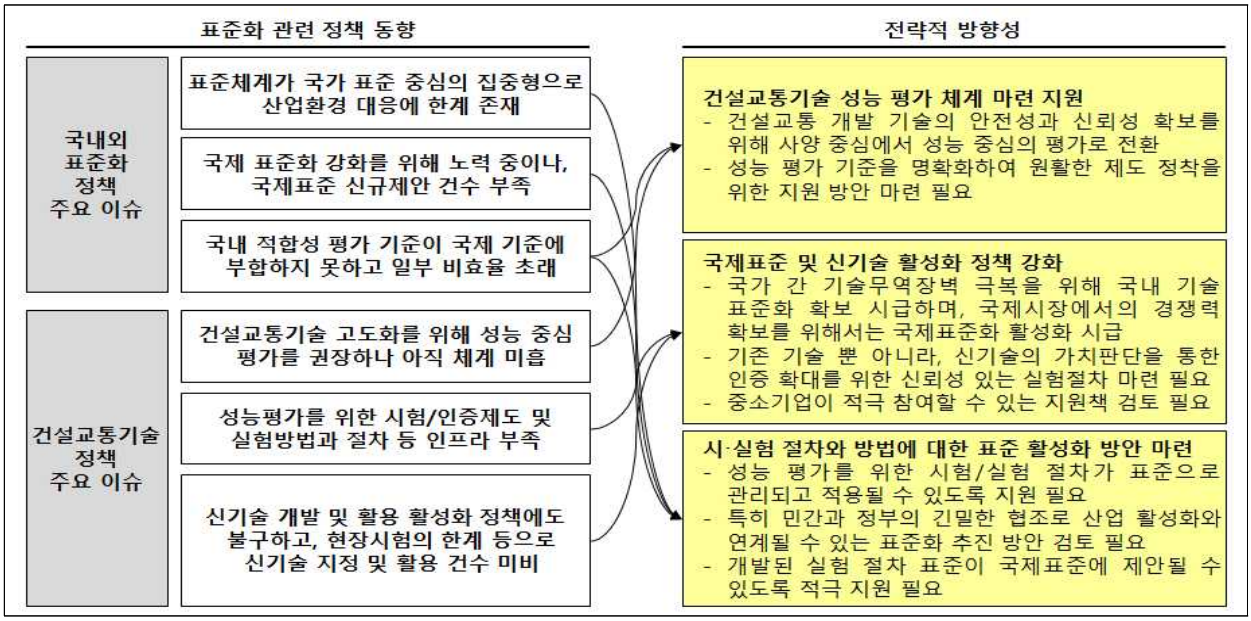
- 국토교통분야의 기술·제품은 국민의 이익 및 안전과 직결되는 국가 기반시설물의 중요 요소로서 체계적인 성능 평가 및 검증이 필수적임
- 현재 국내 시설물에 대한 설계 및 시공 기준이 사양중심에서 성능중심으로 변화하고 있으나 평가 기준이 모호해 원활한 정착을 위한 제도적 지원이 필요함
  . 측정 및 평가가 비교적 원활한 사양중심의 설계·시공 기준과 달리 성능중심의 평가는 검사 및 실험의 방법, 평가기관 등 환경에 따라서 결과가 매번 달라질 가능성이 매우 높으므로 체계적인 성능평가 기준 및 방법의 도출이 필요함

○ [국제표준 및 신기술 활성화 정책 강화] 국제표준에 부합할 수 있고 신기술에 적용할 수 있는 정교한 성능 평가가 가능한 시험 및 실험평가 능력을 강화하기 위한 지원책 마련이 시급함

- 국가 간 기술무역장벽이 높아지고 표준경쟁이 치열한 현재의 무역환경에서 기술 표준화가 효과적으로 추진되지 못한다면 전반적인 산업의 성장 동력이 저해될 위협이 있음
  . 현재 국토교통분야의 기술 및 제품에 대한 성능검증실험은 표준화된 실험절차에 대한 규정이 마련되지 않아 성능검증실험 결과의 신뢰성이 떨어지는 등 시급한 해결을 요하는 산업환경의 이슈에 적절하게 대처하지 못하고 있음
  . 건설 기업의 원활한 해외 진출을 돕기 위해 건설기술의 무역장벽을 극복하고 시공·설계 및 공정이 원활하게 이루어질 수 있도록 국제적으로 통용 가능한 수준의 시·실험 역량의 확보가 필요함
  . 이 과정에서 국내 산업의 90%를 차지하고 있는 중소기업이 신기술 개발 및 국내외 기술 표준화에 적극 참여하여 성과를 나타낼 수 있도록 정책적 지원 방안이 요구됨
- 신기술의 경우 기존기술과 동일한 검사, 실험 방법을 적용하면 왜곡된 성능평가 결과가 도출될 수 있어 신기술만의 성능 및 가치를 정확하게 판단할 수 있는 차별화된 시·실험 방법 및 기준이 필요함

○ [시·실험 절차와 방법에 대한 표준 활성화 방안 마련] 건설기술 검·인증 및 시·실험 절차가 변화하는 기술 개발 환경에 민첩하게 부응할 수 있도록 단체표준의 활성화 지원이 요구됨

- 성능 평가를 위한 시·실험 절차는 연구 결과의 원활한 보급 및 전파를 위해 표준으로서 관리되고 적용되어야 함
  . 정책적 효과를 극대화하기 위해서는 건설교통 전 분야의 시험 및 실험 방법이 동일하게 구성되어 기술 및 성능의 객관적인 비교와 평가가 이루어져야하므로 표준화를 통한 기준이 확립되어야함
- 현재 표준 개발 및 제정에 있어 정부에 대한 의존도가 지나치게 높아 다양한 산업분야에서 필요로 하는 표준 인프라 및 지원책을 효과적으로 적시에 제공하기 어려우므로 민간과 정부의 긴밀한 협조를 통한 시험절차의 표준 개발 및 제정이 필요함
  . 표준 제정의 신속성을 확보하기 위해 연구과제의 산출물을 단체표준으로 제정한 뒤, 국제표준기준과의 적합성 및 강제성의 필요 유무를 검토해 국가표준으로 전환하여 보급하는 방법을 고려할 수 있음



<그림 1.1.5> 표준화 정책 이슈 극복을 위한 전략적 방향성

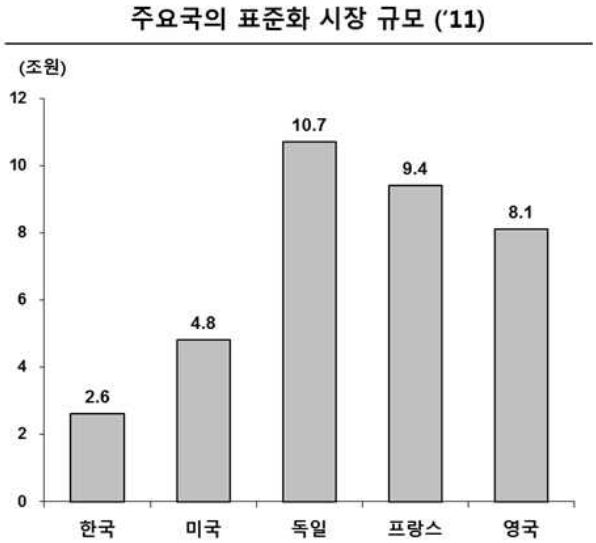
1.2 시장적 측면

■ 국내외 표준화 사업 시장

○ **【시장규모】 표준화 수요가 증가하고 국제교역에서도 시험인증이 확대되면서 독립적인 전문 서비스 산업으로 자리 잡고 있으나 국내 시장의 규모는 미비한 실정임**

- 표준화 사업이 과거에 생산 업무를 단순 보조해주는 인프라적인 성격으로만 여겨 왔지만 보건·안전·환경 등의 중요성이 부각되면서 인증 수요가 증가함
- 표준화 사업은 시험·인증기관을 인정하고, 대외적으로는 상호인정 정책을 총괄하는 대표기구 성격을 가짐
- 국내 시험인증을 서비스하는 기관은 1,600여개로 이들 기관의 2012년 매출은 2조 6,000억 원, 종업원은 4만 1,800여명이며, 500억 원 이상의 대형기관은 7개에 불과하며 대다수가 영세 소기업으로 종업원 50명 미만이 전체의 90% 이상을 차지함
- 주요국들의 표준화 시장 규모를 비교한 결과 미국, 독일, 프랑스, 영국 순으로 표준화 산업이 전문 서비스 산업으로 자리 잡고 있으며, 국내 시장 규모는 상대적으로 미비한 실정임

<표 1.2.1> 주요국의 표준화 시장 규모 비교

주요국 표준화 시장규모 분석	- 미국은 10.7 조원(135억 달러) 규모로 세계 최대시장이고, 유럽은 EU의 시장 규모는 52 조원(477억 달러)이고 독일, 프랑스, 영국이 최대 시장 규모를 보유함 - 한국의 경우 시장 규모는 주요국에 비해 상대적으로 낮음
국가별 시장규모	

※ 출처 : 기술표준원, 산업연구원 실태조사(2011. 6.), Eurostat, U.S. Census Bureau 등(주요국 및 한국의 표준화 시장 규모 재해석)

- 국내 시험인증사업의 전체 비용은 2010년에 2조 6,469억 원 규모이고, 이 중에 해외유출 인증비용 규모는 1조 3,320억 원 규모로 약 50.3%의 높은 비중을 차지하였으며, 이는 2009년 보다 1.3% 상승한 비율임

<표 1.2.2> 국내 제조업 대상 표준화 시장 규모 추정 (단위: 백만원, %)

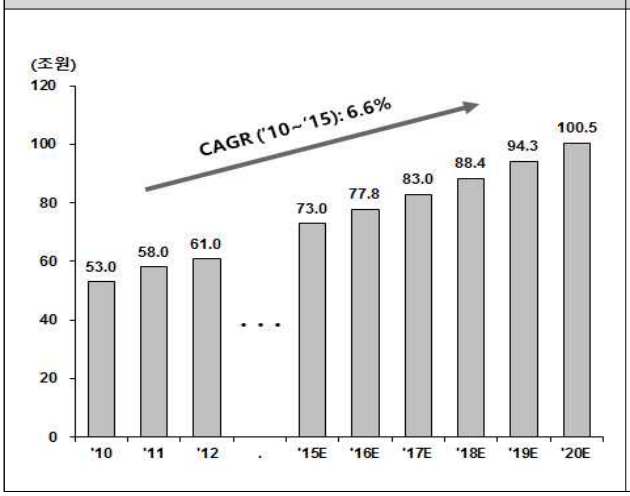
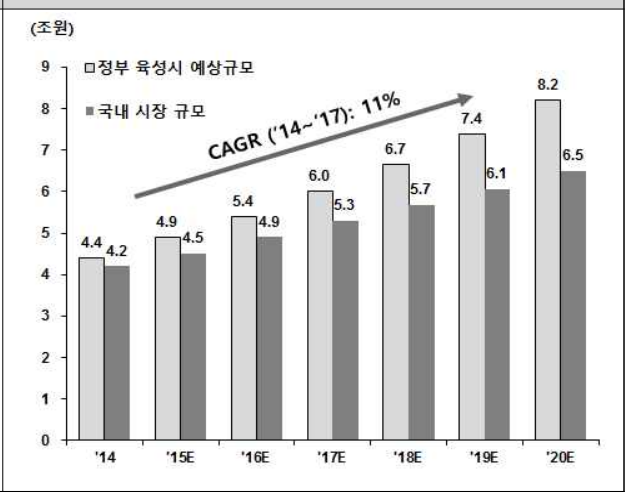
		2009			2010		
		제조업체 시험인증 비용	전체 시험인증 비용	비중	제조업체 시험인증 비용	전체 시험인증 비용	비중
국내시험인증기관		734,494	1,145,599	51.0	855,179	1,317,687	49.7
해외 유출	해외 시험인증기관 국내지사	681,925	1,050,732	46.7	831,033	1,280,482	48.3
	해외 현지 시험인증기관 (국내 미진출)	52,104	52,104	2.3	51,512	1,331,994	1.9
	소계	734,029	1,102,836	49.0	882,545	1,331,994	50.3
전체 시험인증비용		1,425,419	2,248,425	100	1,737,724	2,649,681	100

※ 출처 : 기술표준원, 산업연구원 실태조사(제조업체), 2011

○ 【표준화 시장 성장가능성】 국가별 소득수준 향상과 품질, 보건, 안전, 환경, 사회적 책임 등과 관련한 기술규제 증대와 글로벌 교역 증대로 표준화 시장의 고성장을 기대함

- 기술규제 및 글로벌 교역의 증가로 글로벌 표준화 시장 규모는 2010년에 53조 원 이후 연평균 6.6%씩 성장하여 2020년에는 100조 원에 도달할 것으로 전망함
- 국내 시험인증사업의 비용은 2014년 4조 4천억 원 규모이고, 정부 육성 시 글로벌 표준화 시장 성장률보다 높은 11%의 성장률 추정치를 보여 2020년 8조 2천억원에 달할 것으로 보임

<표 1.2.3> 표준화 사업 시장 전망 (그림 변경)

표준화 사업 글로벌 시장 전망('10-'20)	표준화 사업 국내 시장 전망('14-'20)
	

※ 출처 : Dt&C, "시험인증산업 경쟁력 강화 방안"자료 기반 시장예측, Global Industry Analysis 활용

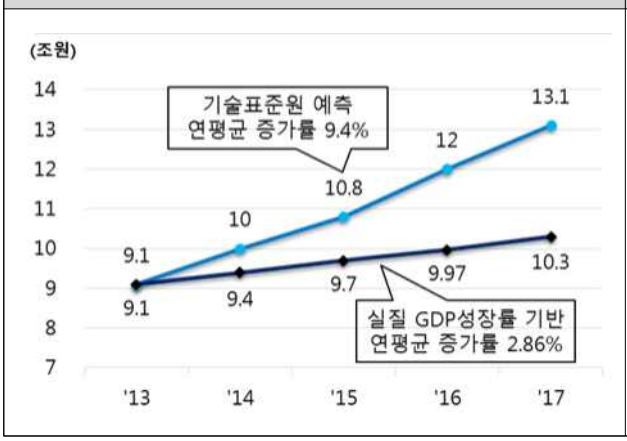
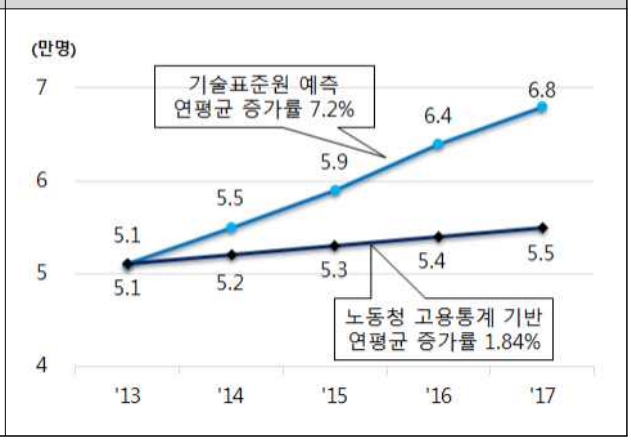
- 표준화 산업은 시험인증 수요의 증가로 신시장을 꾸준히 창출하고 있으며, 인프라 구축 후 반복적 사업이 가능하여 변동비가 낮기 때문에 지속적인 고수익성 유지할 수 있는 고부가가치 산업임
  . [경제관계장관회의] '시험인증산업 경쟁력 강화 방안'에서 표준화 시장 고성장의 사회적 효과로 ①고급 이공계 일자리 창출, ②국내 기업의 해외진출 활성화를 제시함

▮ 국내 표준화 산업 성장을 통해 시험·검사·교정·인증 등을 직접 수행하거나 이와 연관된 컨설팅 교육사업 등 다양한 서비스를 제공하는 신시장 창출 및 일자리 창출 효과를 예측할 때, '17년 10.3조~13.1조원의 시장 규모 확대와 5.5만명~6.8만명의 고용 창출을 기대할 수 있음

. 낙관적 시나리오에 기반한 기술표준원 예측치에 따르면 연평균 9.4%씩 성장하여, '17년 13.1조원에 이르고, 이에 따른 일자리 창출효과 또한 매년 7.2% 증가하여 6.8만명의 고용 창출이 가능할 것으로 나타남

. 다만, 현실에 기반한 보수적 시나리오를 적용할 때 시장 창출은 최근 3개년 ('12~'14) 실질 GDP 성장률 평균인 2.86%씩 성장하여 '17년 10.3조원에 이르고, 노동청 고용통계 기반 연평균 1.84% 증가한다고 가정할 때 5.5만명의 고용 창출이 가능할 것으로 보임

<표 1.2.4> 국내 표준화 시장의 기대효과

국내 표준화 신시장 창출('13-'17)	국내 일자리 창출('13-'17)
	

※ 출처 : 기술표준원, 시험인증산업 경쟁력 강화 방안(2013)

▮ 정부는 시험인증 서비스산업화의 경쟁력 강화를 위해 2014년에 '16대 유망 시험인증서비스 대표 사례'를 지정하였으며, 건설교통 분야에서는 안전한 삶 부문에서 철도관련 시험인증이 선정되어 해당 기술 분야의 시험인증 서비스산업 성장성이 기대됨

<표 1.2.5> 국내 '16대 유망 시험인증서비스의 대표 사례' 주요 내용

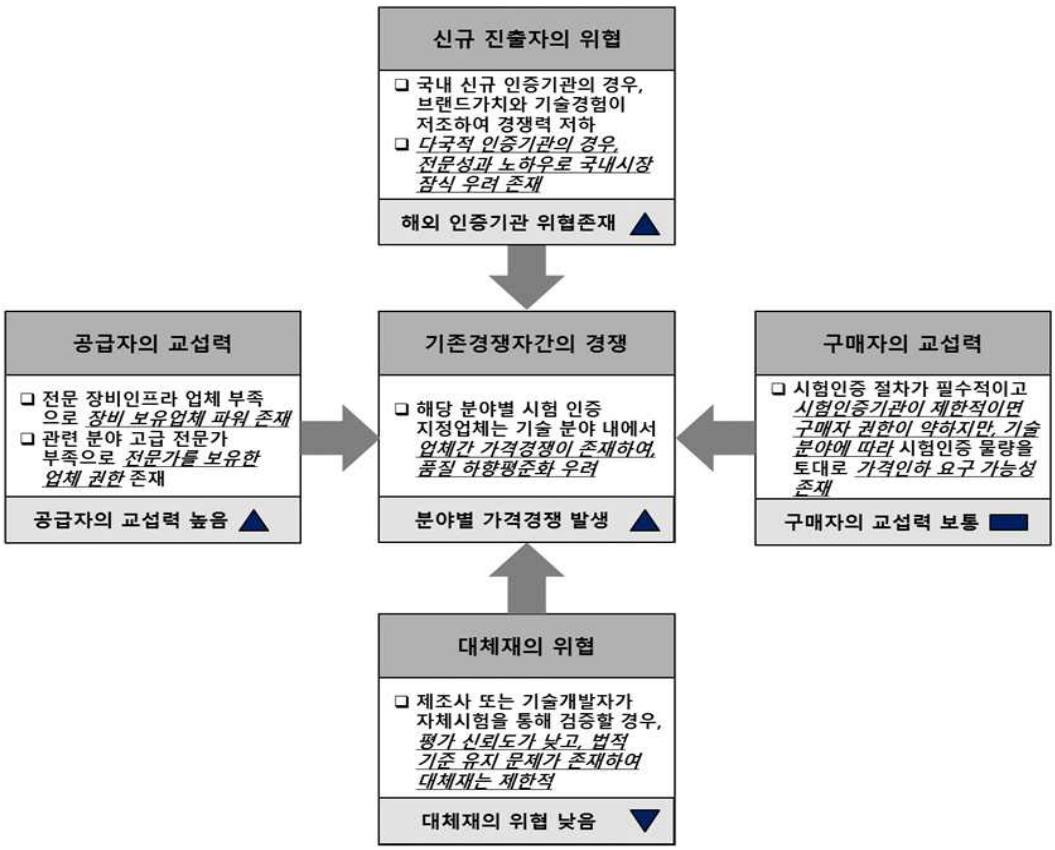
시험인증 서비스 구분	내용
안전한 삶	자동차 기능안전성 시험, 스마트워치 인체접촉 안전성 시험, 에너지저장장치 과충전 시험, **철도부품 충격강도 시험**
국민의 건강	인공심장 생체적합성 시험, 자동차주행 배출가스 시험, 카페인 중독평가, 인공조명 빛공해 유발 시험
주력산업경쟁력	스마트폰 충전효율성 시험, 친환경빌딩 에너지효율 시험, 튜닝자동차 부품성능 시험, 극지운행선박 초저온 시험
융합신산업 활성화	바이오소재 인체유해성 시험, 사물통신 보안성 평가, 3D 프린팅 의족 안전성 시험, 그래핀소재 전기전도도 시험

※ 출처 : 산업통상자원부, 유망 시험인증서비스 전략로드맵 발표, 2014

■ 표준화 산업 환경 분석

○ 【5 Force Model 분석】 표준화 산업은 공급자와 구매자의 교섭력이 낮고 해외 시험인증 기관의 위협이 존재함

- 표준화 시장은 시험기관과 시험의뢰자간의 이해관계에 따라 암묵적 카르텔이 형성될 수 있는 취약점이 내재되어 있으며, 동시에 지정시험기관의 지대추구 현상이 발생할 수 있는 영역이므로 정부의 표준화 시장에 대한 엄격한 사후관리가 매우 중요함
  - 일반적으로 표준화 산업에서 시험기관은 소비자의 이익을 위해 제조자가 시험 의뢰한 제품에 엄격한 기준을 적용하며, 의뢰자의 제품이 시장에서 생존하여야 시험기관도 생존할 수 있기 때문에 공생 방법을 추구함
  - 시험기관은 경쟁관계에서 다른 시험기관의 동향을 파악하여 유사한 수준이나 다소 낮은 수준의 시험기준을 채택할 것이며, 부적절한 제품이 시장이 진입하면서 사회적 비용 증가
- 표준화 사업의 일반 특성을 고려한 후, 5 Force Model 분석을 통하여 5가지 경쟁 세력이 산업구조와 시장 수익률을 결정함을 가정하고, 표준화 산업의 특성을 분석하여 기회 및 장애요소 파악함



<표 1.2.1> 표준화 산업 5 Force Model 분석

- 기존 경쟁자간 경쟁 (rivalry among existing firms) : 시험·인증기관이 지정되어 있어 품질경쟁이 아닌 가격경쟁이 일어날 가능성 높음 → 경쟁자간 가격경쟁이 다소 존재함
  - 현재 지정시험시장의 경우 지정 시험기관이 발급하는 시험성적서의 품질은 어느 정도 표준화되어 있음
  - 한정된 시험물량을 두고 품질경쟁이 아닌 가격경쟁으로 인해 최저 품질 기준만 만족시

키는 품질하향화의 부작용 초래함

. 분야별 시험인증 및 평가 지정업체의 수가 상이하여 가격경쟁 정도가 ~~또한~~ 다양함

- 신규 진출자의 위험 (threat of new entrants) : 국내 신규 진출자의 경우 경쟁력이 낮은 반면, 해외 기관의 국내 시장 진출 시 위협이 증대됨
  . 초기에 장비 인프라와 고급 이공계 인력을 갖추고 진입하였으나, 시험 경력이 없어 품질 및 브랜드 측면에서는 경쟁력이 매우 낮음
  . 국내 표준화 산업에 다국적 시험인증기관 진입 시 우수한 기술 경력과 브랜드로 기존 국내 고객들을 잠식할 가능성이 매우 높음
- 구매자의 교섭력 (bargaining power of buyers) : 기술분야별로 차이가 존재하여 시험인증을 위한 업체가 다수 존재하는 경우에는 구매자가 가격 인하를 요구할 수도 있겠으나, 인증 업체가 제한적인 경우에는 구매자 권한이 약함
  . 인증이 반드시 필요함에도 불구하고, 이를 시험 인증할 수 있는 기관이 제한적인 경우에는 구매자인 R&D 기관이나 수입 판매자 교섭권이 약함
  . 다만, 지정시험기관이 다수이고 업체별 품질간 차별성이 적으며 구매자가 대량 시험물량을 구매하는 경우에는 가격 인하 요구와 같은 교섭권 행사가 가능함
- 대체재의 위협 (threat of substitute products) : 표준화 시험 및 인증을 받고자 하는 업체에서 자체등록을 할 수 있는 방법이 법으로 규제되므로 위협이 적은 상황임
  . 제조·수입업체 자체 시험 및 인증 제도가 확대되면 제조사 및 수입업체 자체 시험으로 대체될 수 있으나, 법적인 강제성을 띄는 분야이기 때문에 가능성 낮음
  . 현재 자기적합등록제를 대체할 수 있는 방법이 존재하지 않으나 적용이 되어 확산되면 일부 품목에 대하여 부분적 영향을 미칠 것으로 예상됨
- 공급자의 교섭력 (bargaining power of suppliers) : 장비인프라 제작업체가 제한적이고 고급 이공계 인력이 부족하여 전문 장비업체와 전문인력의 교섭력은 높은 편임
  . 시험, 검사를 실행하기 위한 장비 인프라를 판매하는 업체가 제한적이므로 업체의 희소성으로 인해 공급자 권한을 지님
  . 시험, 검사를 진행하는 고급 이공계 인력이 한정되어 있어 인력 확보의 어려움을 겪기 때문에 전문인력은 교섭력을 보유함

○ **【5 Force Model 분석 결과】 표준화 산업 환경의 요인들을 고려할 때, 국내 표준화 산업 경쟁력 향상을 위해서는 기술력과 브랜드 가치 제고, 품질 경쟁 구도 확립, 인프라 구축을 통해 환경 조성이 필요함**

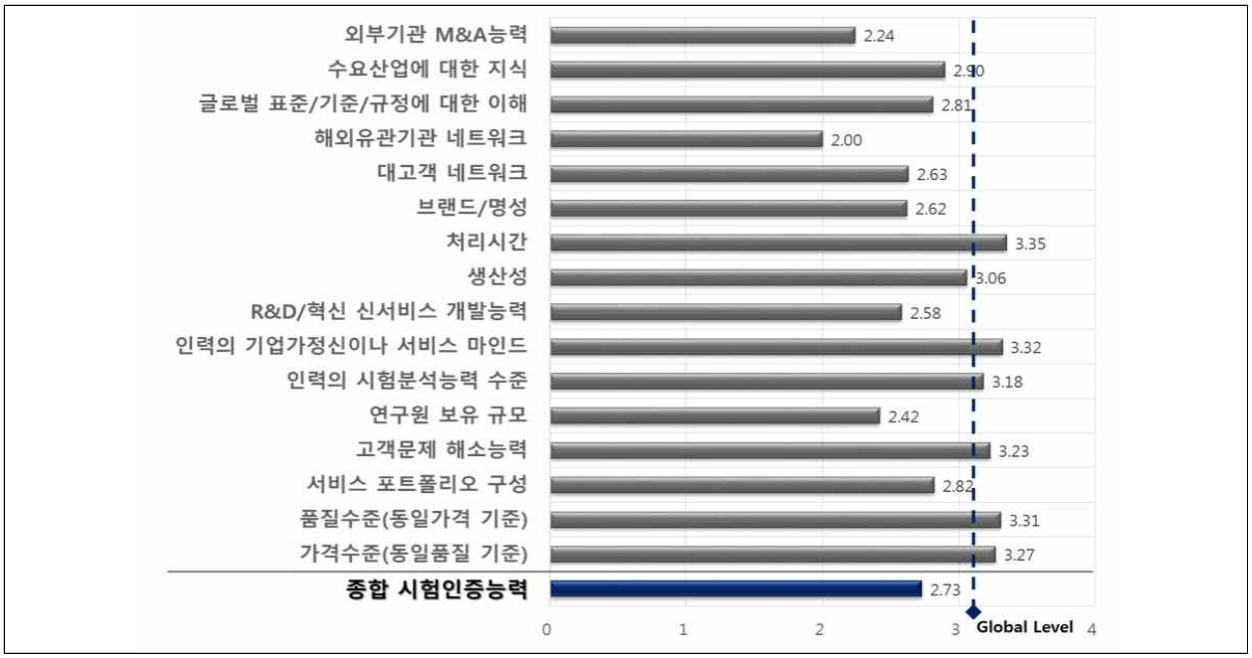
- 종합해보면 기존 경쟁자간 경쟁이 존재하고 다국적 인증기업 신규 진출 위협이 높으며, 공급자와 구매자의 교섭력도 일부 존재해 다소 까다로운 시장이나, 대체재의 위협이 없어 필수적이고 성장 가능성이 존재하는 산업임
- 신규 진출자 측면에서 해외의 다국적 시험인증기관 대비 경쟁 우위를 점하기 위한 국내 기관들의 기술력, 브랜드 등의 가치 제고가 필요함
- 가격경쟁력으로 인한 품질 하향평준화를 예방하기 위한 분야별 지정업체 수 조정 및 품질 경쟁 구도 확립이 필요함
- 다양한 분야의 전문성을 확보하고 빠르게 변화하는 기술력에 대응을 위해서 표준 시장은 민간이 자체적으로 주도하는 것이 효과적이나, 공급자와 구매자의 낮은 교섭력을 상충하기 위한 장비 인프라 구축, 고급 이공계 인력 양성 등의 인프라 제공 측면에서 국가 차원의 관리가 요구됨

■ 국내 표준화 사업의 당면과제

○ **【시험인증절차 비효율성】 표준화 절차 측면에서 국내 시험인증기관의 자체적 경쟁력이 떨어져 비효율성을 야기함**

- 국내 시험인증업체의 경우 글로벌 시험인증업체에 비해 규모는 물론 전문성, 기술력 등에서 전반적으로 열위에 있으며, SGS, BV[11] 와 같은 다국적 시험인증기업 대비 국내 시험인증기관의 경쟁력을 4점 척도로 측정한 결과, 종합 시험인증능력 점수가 2.73으로 글로벌 시장 수준에 비해 떨어지며, 특히 외부기관 M&A능력(2.24), 해외유관기관네트워크(2.00), R&D/혁신 신서비스 개발능력(2.58), 연구원 보유 규모(2.42) 등이 열위임

<표 1.2.5> 글로벌 시장에서 국내 시험인증업체의 경쟁력 수준 (4점 척도)



※ 출처 : 기술표준원, 시험인증산업 경쟁력 강화 방안(2011)

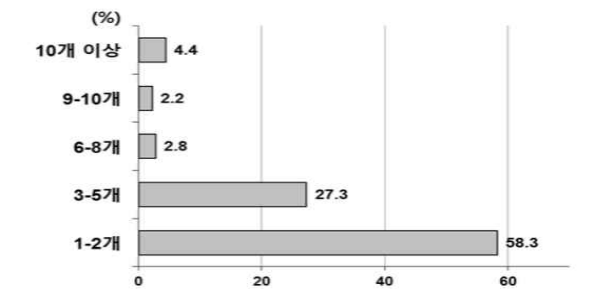
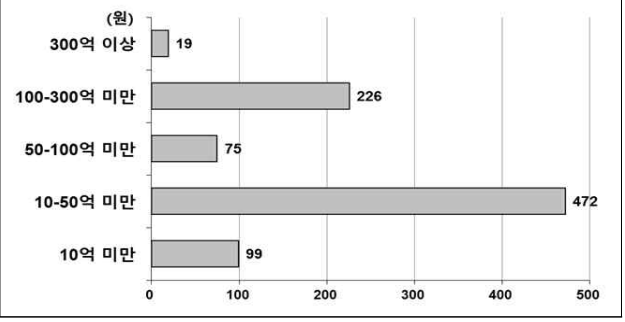
- 신제품에 대한 인증절차가 없는 경우 절차상의 문제로 인하여 융합신제품에 대한 인증절차가 여전히 부재한 상황이며, 기존 제도로는 산업융합신제품에 대한 인증에 한계가 존재함
- 표준화 산업의 경우 표준이나 인증제도 또는 적합성평가제도 등 시험인증산업 관련 지적기반의 선진화 정도가 전체 시험인증산업의 경쟁력을 좌우하는데, 국내 시험인증산업과 관련한 지적기반(표준, 인증제도, 적합성평가제도)은 EU 등 주요 선진국에 비해 낙후되어 있음

○ **【중소기업 기술사업화 부진】 중소기업 R&D 성과물의 기술사업화 단계에서 표준화 절차의 문제점으로 인해 상용화의 어려움을 겪음**

- 중소기업의 경우, 제품 이미지 향상 및 공신력 확보 등의 이유로 취득절차에 대한 전문성이 부족하여 중소기업의 절반이 1~3개의 인증만을 보유하고 있는 것으로 조사됨
- 중소기업의 수출에 장애가 되고 있는 각종 강제인증제도의 현황을 악하여 효과적인 대응 방안을 수립해야 할 필요성이 증가함
- 인증의 취득 과정에서도 중소기업은 연평균 3천만 원(제조원가의 약 3.1%를 차지함)의 비용과 6개월의 기간 소요됨에 따라, 인증비용, 복잡한 인증절차, 유사인증 다수 존재 등의 애로요인이 있는 것으로 나타남

11) 다양한 분야별 전문가들을 바탕으로, 제품 적합성에 대한 검증, 검사, 시험 및 인증 서비스를 하는 세계적으로 공신력 있는 대표적 다국적 기업

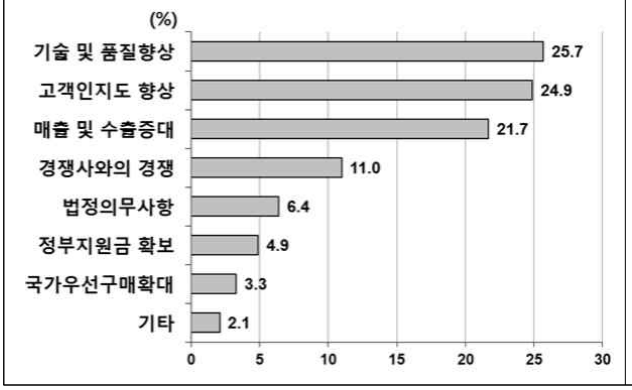
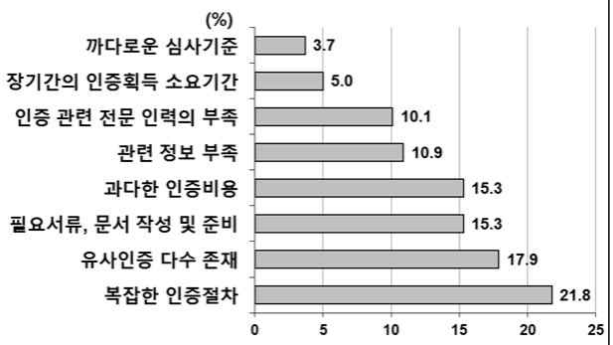
<표 1.2.6> 중소기업 인증 취득 현황

중소기업 인증보유 현황	중소기업 매출액별 인증취득 현황
	

※ 출처 : 인천상공회의소, 중소기업의 각종 인증에 관한 애로실태 기업인 의견조사(2011)

- 중소기업들은 어렵게 신제품을 개발한 후에도 인증취득의 어려움으로 인해 시장진입이 거의 불가능한 경우가 있음

<표 1.2.7> 중소기업 인증 취득 분석

중소기업 인증취득 필요성	중소기업 인증취득 문제점
	

※ 출처 : 혁신전문기업실용학회, 인증제도로 인한 중소기업 현장 애로사항 분석 연구(2012)

○ 【해외 시장 공략 가능성 저해】 시장의 국제화, 기술의 융합화 등에 따라 자국기술의 해외 시장 선점을 위해 표준화 절차 및 제도에 대한 주도권 확보 경쟁이 심화됨

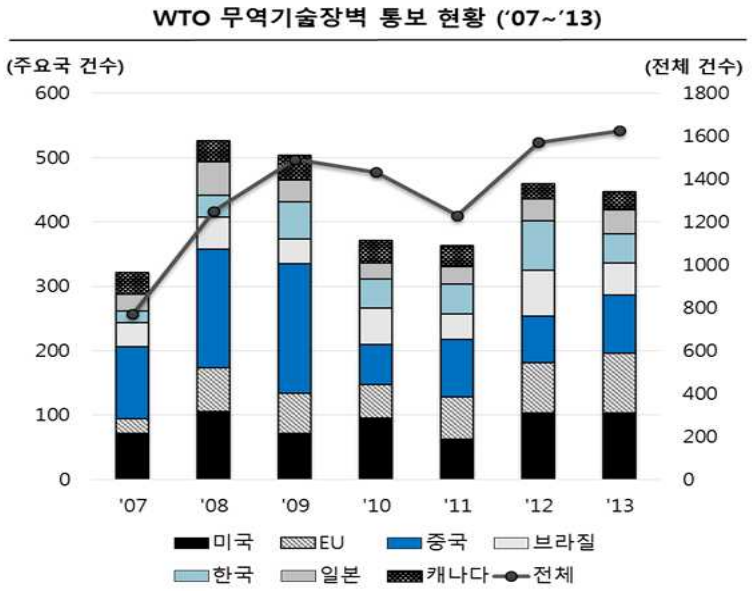
- 표준화 시장이 빠른 속도로 성장함에 따라 표준화 시장을 둘러싼 국가 간, 그리고 기업 간 경쟁도 갈수록 격화되고, 자국의 표준화 시장 경쟁력에 크게 영향을 미치는 국제표준을 선점하기 위한 경쟁이 국가 간 치열하게 전개됨
- 특정 국가가 각종 기술규정, 표준 및 적합성평가 절차 등을 자국의 시장보호를 위해 까다롭게 운영할 경우, 이러한 국가로 상품을 수출하는 여타 국가는 수출대상국의 기술규정, 표준에 부합하도록 별도 생산설비를 갖추거나 복잡하고 엄격한 절차를 거치는데 막대한 비용과 시간이 소요되므로 이는 무역을 제한하는 무역기술장벽으로 작용함

※ 무역기술장벽(TBT; Technical Barriers to Trade) : 무역상대국간에 기술규정(Technical Regulation)과 표준(Standard), 적합성평가절차(Conformity Assessment Procedure) 등을 상이하게 채택 · 적용함으로써 국가 간 상품의 자유로운 이동을 저해하는 제반 장애요소를 의미함

- WTO. FTA 등을 통해 관세장벽은 낮아지는데 반해, 시험인증 등 비관세조치를 통한 무역장벽이 높아져 수출기업 부담으로 작용하며, 해외 시장 선점을 위한 표준인증인프라 체계는 미흡함

. 무역기술장벽(TBT)은 업종에 따라 6~30% 관세율에 해당함(Ecorys, 2009)

<표 1.2.8> WTO 무역기술장벽(TBT) 현황 분석

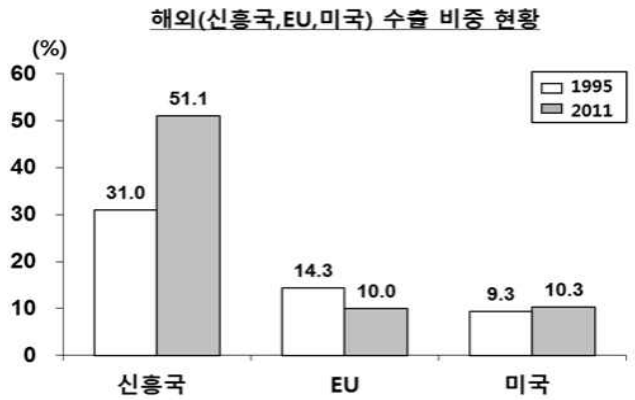
무역기술장벽 현황 분석	- 무역상대국간에 표준화 절차를 상이하게 적용시키는 무역기술장벽(TBT)의 통보가 꾸준히 증가하는 추세임 - 중국의 통보문 수는 '09년 201건을 정점으로 '13년도 90건까지 줄어 들고 있지만 중국에 대한 수출증가에 따라 그 영향력은 더욱 증가함 - 글로벌 금융위기 이후 각국은 자국 산업 보호를 위해 표준을 기반으로 기술규제 및 인증제도를 강화하여 무역기술장벽(TBT)으로 활용함
무역기술장벽 주요국 및 전체 추이	

※ 출처 : 기술표준원, 무역기술장벽(TBT)동향 및 대응전략(2014)

▮ 국내 표준화 시장의 확대 및 해외 시장 선점을 위한 표준 주도권 확보를 위해 우리나라는 국제표준화 활동이 필요함

. 중남미, 아프리카 등의 신흥국 수출 비중 증가로 인하여 글로벌 표준 산업에 적극적인 진출의 필요성이 증대함

<표 1.2.9> 국내기업의 해외 신흥시장 진출 장애요인 분석

해외 시장 진출 장애요인 분석	- 한국의 해외 수출 비중에서 신흥국이 차지하는 비중이 증가함 - 중남미, 아프리카 등 표준체계 부재(미비)로 우리 기업이 시장 진입·확대에 어려움을 겪는 신흥국에 우리 표준·인증체계 보급 필요함
해외수출 비중 변화	

※ 출처 : 기술표준원, 국가표준 및 인증제도 개선방안(2012)

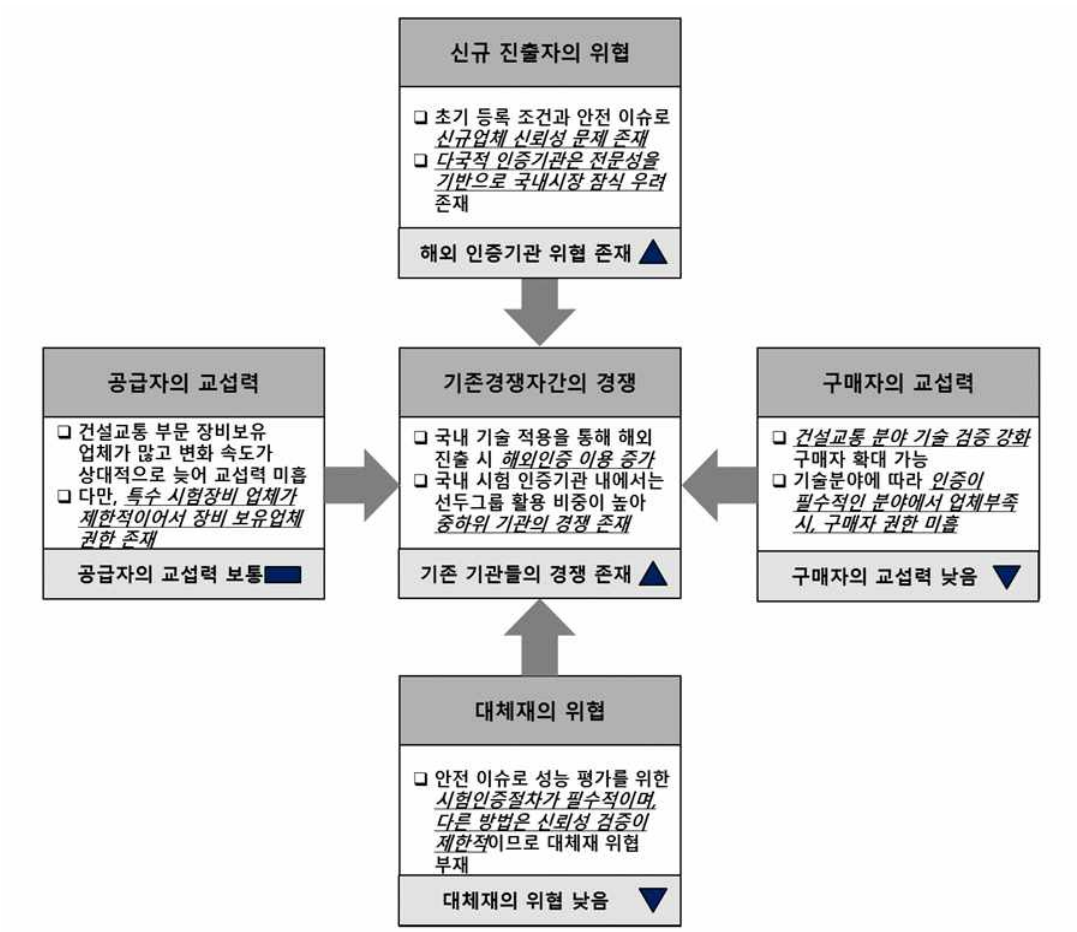
■ 건설교통 분야 시험인증 표준화 시장

○ **【건설교통 부문 표준화 산업의 5 Force 분석】 건설교통 부문의 표준화 산업은 기존 경쟁자 간 경쟁요소가 존재하고 다국적 인증기관 등 신규진출자의 위협이 높은 편이나, 공급자와 구매자 교섭력은 기술 분야별로 차이가 존재하는 편이며, 기술 정책 강화에 따라 발전 가능성이 높고 대체재가 존재하지 않아 기술개발이 필요한 산업임**

- 표준화 산업 분석과 동일한 방식으로 마이클 포터의 5 Force Model을 활용하여 건설교통 부문의 표준화 산업에 대한 특성과 기회 및 장애요소를 파악함
- 기존 경쟁자간 경쟁 (rivalry among existing firms) : 건설교통 부문의 표준화 산업은기존 업체들간 경쟁이 존재하고 있으며, 특히 해외인증기관 및 국내 선두그룹 기관 활용 비중이 월등히 높아 중하위 기관의 경쟁 우위 확보가 시급한 상황임
  - 건설교통의 해외 진출 사업을 고려하여 시험 품질이 높고 권위있는 해외 인증기관에 대한 이용이 높은 편임
  - 국내업체에서는 선두그룹과 중하위 그룹의 비중 간 차이가 상당히 커서 중하위 기관들의 경쟁이 매우 치열한 상황임
- 신규 진출자의 위험 (threat of new entrants) : 국내 신규 진출을 위한 등록 조건이 까다롭고 안전 이슈로 인한 신뢰성 문제가 존재하여 신규 업체 진출이 쉽지 않은 반면, 우수 해외 인증기관의 유입이 늘어남아 따라 신규 진출자 위협은 증대됨
  - 초기 등록을 위해서는 전문 기술사 보유 및 시험실과 시험장비 기준 등 까다로운 조건을 만족시켜야 하므로 신규 진입이 어려움
  - 다만, 건설교통 부문에서도 우수한 기술 경력과 브랜드를 보유한 다국적 시험인증기관 진입으로 인한 국내 고객 잠식 위협은 상존하고 있음
- 구매자의 교섭력 (bargaining power of buyers) : 건설교통 기술 특성상 기술 검증이 강화되고 있어 구매자 확대 가능성이 높고, 기술 분야별로 인증이 필요함에도 불구하고 시험인증 업체가 부족하여 구매자 교섭권 사용이 어려운 경우가 존재함
  - 최근 5년간 신기술 인증 신청건수는 연평균 약 40건으로 많지 않은 편이나, 건설교통 분야 기술의 안전성과 신뢰성 요구 증가 및 해외 진출 증가에 따라 구매자 확대 가능성이 존재함
  - 아직까지 기술개발에 따른 성능평가나 검·인증 기관이 충분하지 않고, 특히 내진/내풍, 수자원/해양항만과 같이 시험 인증기관이 부족한 경우에는 구매자의 교섭력 발휘가 어려움
- 대체재의 위협 (threat of substitute products) : 건설교통 부문 표준화 시험 및 인증을 대체할 다른 방법은 부재하므로, 대체재 위협은 적음
  - 안전성과 신뢰성이 중요한 SOC와의 밀접성을 가진 건설교통 기술은 시험평가 외에 상용화할 다른 방법이 부재하기 때문에 대체재 위협 가능성은 상대적으로 낮음
  - 특히 건설교통 기술의 상용화를 위해 반드시 시험 성능 평가 절차가 요구되고, 현장시공시 시험성적서의 제출이 요구되는데 반해, 이를 대체할 만한 방안이 부족하므로 건설교통 시험인증분야의 성장성 및 경쟁력은 높은 편임
- 공급자의 교섭력 (bargaining power of suppliers) : 주요 시험 항목에 대한 일반장비 관련 교섭력은 낮은 반면, 특수 시험장비를 보유한 공급자는 매우 제한적이므로 교섭력이 높은 편으로 편차가 존재하므로, 공급자 교섭력은 보통으로 판단함

. SOC 관련 분야에서 주요 시험 항목에 대한 장비 공급 제작업체는 다수 존재하고, 장비의 규모가 크며 기술 변화가 비교적 적기 때문에 상대적으로 교섭력이 낮음
. 다만, 특수 시험장비를 보유한 국내 업체는 극히 제한적어서, 해외업체에 대한 의존성이 높기 때문에 특수 시험 항목 장비의 교섭력은 높음

▮ 이를 종합해 볼 때 건설교통 부문 표준화 산업은 신규 해외 인증기관의 국내 진출 위협이 크고 기존에 산업을 선도하고 있는 선두그룹 업체들에 의한 경쟁이 존재하며, 특수 시험장비업체의 교섭력이 높아 산업 매력도가 다소 떨어지는 것으로 볼 수 있으나, 기술에 대한 성능평가와 검·인증이 강화됨에 따라 구매자 확대 가능성이 높고 시험인증을 대체할 수 있는 대체 방안이 부재하기 때문에 향후 산업 활성화 및 경쟁력 확보가 필수적인 산업임
. 이에 국내 건설교통 부문 시험인증의 기술력 및 경쟁력 활성화를 통해 다국적 시험인증기관 대비 경쟁 우위를 점하기 위한 기술력, 해외에서도 인정받을 수 있는 브랜드 가치 향상과 인프라 구축 방안이 시급히 요구됨



<그림 1.2.2> 건설교통 부문 표준화 산업 5 Force Model 분석

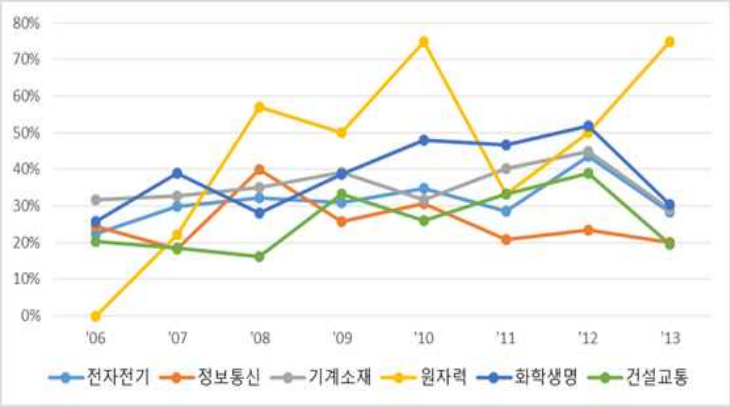
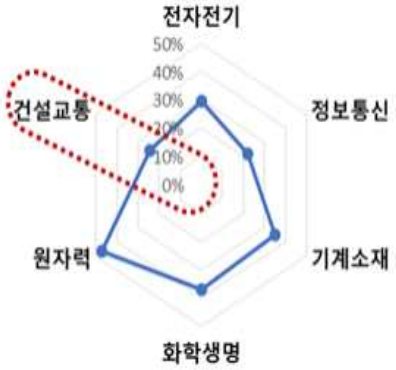
○ **【해당 분야 시장 특성】 건설교통 부문 표준화 시장에서 새롭게 개발된 기술의 안전성 추구 및 복합적 성격으로 인해 신기술 인증 통과 비율이 낮아 시험인증 표준화 시장 경쟁력이 약함**

▮ 건설 분야의 신기술 인증 절차는 시장의 특성상 건설구조물이라는 종합산물을 생산하기 위한 상호 유기체적인 기술 특성을 갖기 때문에 안전성을 우선시하고, 인증 절차의 규모

가 크며 복합적인 성격으로 인해 건설·교통 분야의 시험인증 표준화 시장의 경쟁력 향상의 어려움이 존재함

. 건설분야의 신기술을 상대적으로 타 분야에 비해 인증절차가 복잡하며, 인증 신청대비 통과비율도 평균 24.5%로 적은 편임

<표 1.2.10> 기술 분야별 신기술 인증 통과 추이

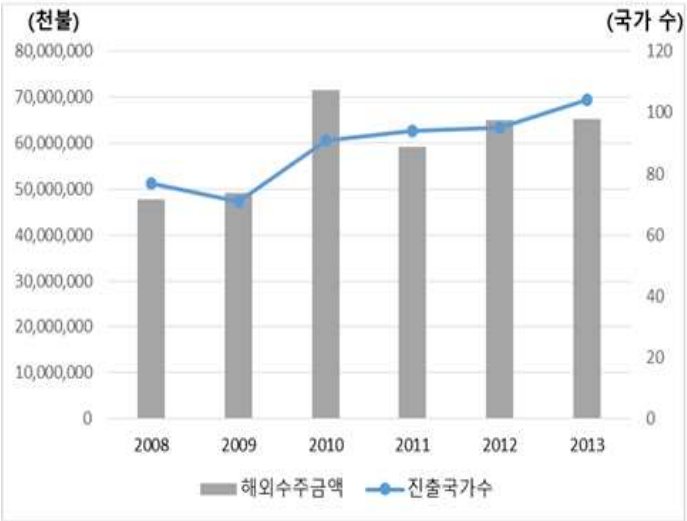
연도별 추이	기술 분야별 비교
	

※ 출처 : 신기술 인증 센터, 통계 분석 자료 2014

○ **【높은 해외의존도】 건설교통 분야의 해외 사업진출 시 국내 시험인증 표준화 기관의 낮은 경쟁력으로 인해 표준화 시장에서 해외 의존도가 높음**

▮ 건설업계의 활발한 해외 사업진출로 인해 해외 진출 국가의 수는 114개국 까지 증가했고 과거 6년간 평균 해외수주 금액은 600억 달러로 매우 큰 시장인데 반해, 해외 사업 진출 시 국내 기술을 도입하는데 있어 현지화 단계에서 시험인증 표준화 단계의 어려움으로 일부 정체되고 있음

<표 1.2.11> 국내 건설업체의 해외 사업진출 현황



※ 출처 : 해외건설협회, 해외건설수주통계('08~'13)

▮ 국내 표준화 시장 매출 중, 해외 인증업체가 2.6조 원인 60%를 잠식하고 있으며, 해외 시공이 많은 건설교통업계의 경우 해외 인증업체의 의존도가 더욱 높음

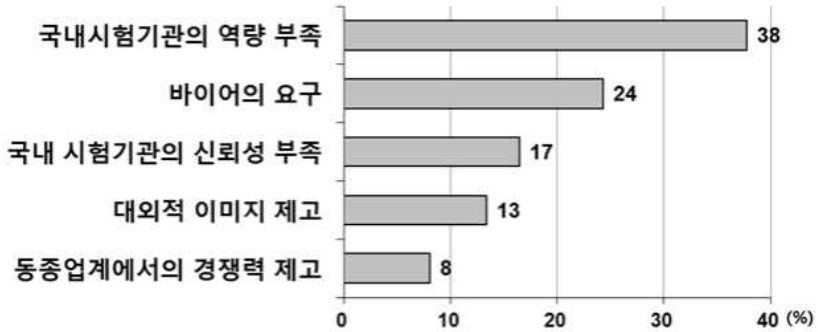
<표 1.2.12> 국내 전체, 건설교통 업계의 시험인증기관 시장 점유율

국내 표준화 시장 점유율	건설교통 업계 표준화 시장 점유율

※ 출처 : 한국산업기술시험원, 국내 시험인증 시장 현황

- 글로벌 시험인증 시장에서 4.2%를 점유하고 있는 국내 인증업체의 시험성적서를 인정해 주지 않아, 건설교통 업계의 해외 사업진출 시 해외 인증기관에서 받은 인증서를 제출해야 하는 중복 인증 사례가 발생함
  - 국내 석회석 가공업체의 중국 수출 과정에서 수입업체가 SGS(스위스 인증업체)에서 발행한 시험성적서를 요구하였으며, 중복 인증으로 인하여 수천만 원의 비용을 추가로 부담하였음
  - 글로벌 시험인증 시장에서 세계 주요국이 경쟁력 확보를 위해 치열한 경쟁을 벌이고 있지만, 국내 업체의 경쟁력 부족으로 인하여 해외 진출 시 해외 시험인증기관에 의뢰함

<표 1.2.13> 국내 제조업체의 해외 시험인증기관 의뢰 이유

국내외 시험인증업체 경쟁력 분석	- 글로벌 시장에서 국내 시험인증기관의 기술력, 브랜드 가치 등의 인지도가 낮아 해외 업체에 의뢰를 함 - 해외 시험인증 결과서는 전 세계에서 바이어에게 기술경쟁력과 이미지를 인정받기 때문에 중복 인증이 필요 없으며, 전 세계에서 비즈니스를 할 수 있는 장점이 존재함
국내 제조업체의 해외 시험인증기관 의뢰 이유	

※ 출처 : 기술표준원, 시험인증산업 경쟁력 강화 방안(2011)

■ 표준화 사업 활성화를 위한 전략적 방향성

○ **【시장 생태계 기반 조성】 글로벌 경쟁력이 미약한 국내 시험인증산업을 일자리 및 고부가가치를 창출하고 세계 시장을 리드하는 서비스산업으로 육성이 필요함**

- 국내의 작은 내수시장 규모를 고려할 때 표준화 산업 성장을 위해서는 업체의 적극적인 해외진출이 이루어져야 하나 국내 시험인증업체의 글로벌 경쟁력 취약에 따라 해외진출이 저조하고, 시험·인증기관의 시장형성 및 성장과 관련하여 국가 차원의 표준화 제정과 관련 기관의 지원 인프라도 취약하여 표준화 시장 생태계 기반 조성이 필요함
  - 국내 시험인증기관의 규모영세, 전문인력 부족, 시장확보 애로 등으로 우리나라 시장 2조 6천억 원의 60%를 글로벌 기관이 점유하고 있으며, 특히 건설교통 부문에서의 해외 시험인증기관 점유율이 더욱 높음
  - 민간 시험·인증기관이 합리적인 표준화 시장을 형성하여 선순환 체계를 구성할 수 있도록 국가의 지원 및 관리가 요구됨
- 국내 건설교통 부문 표준화 산업의 높은 성장성을 기반으로 시장의 규모를 확대하며, 해외 시험인증기관 대비 경쟁우위를 확보함으로써 고부가가치 서비스산업으로 육성함과 동시에 국내 일자리 창출이 가능하도록 유도할 필요가 있음
  - 국내 표준화 산업 성장을 통한 신시장 창출과 일자리 창출 효과를 예측할 때, '17년 10.3조~13.1조원의 시장 규모와 5.5만명~6.8만명의 고용 창출을 기대할 수 있음
- 글로벌 시험인증 시장에서 4.2%를 점유하고 있는 국내 인증업체의 시험성적서를 인정해 주지 않아, 건설교통 업계의 해외 사업진출 시 해외 인증기관에서 받은 인증서를 제출해야 하는 중복 인증 사례가 발생함
  - 국내 석회석 가공업체의 중국 수출 과정에서 수입업체가 SGS(스위스 인증업체)에서 발행한 시험성적서를 요구하였으며, 중복 인증으로 인하여 수천만 원의 비용을 추가로 부담하였음
  - 글로벌 시험인증 시장에서 세계 주요국이 경쟁력 확보를 위해 치열한 경쟁을 벌이고 있지만, 국내 업체의 경쟁력 부족으로 인하여 해외 진출 시 해외 시험인증기관에 의뢰함

<표 1.2.14> 주요 다국적 및 국내 시험인증업체 현황('09)

기관명	매출	종업원 수	배수*		해외지사 수
			매출액	인력	
다국적 A사	5.2조원	5만 9천명	17	21	1,000여개
다국적 B사	4.8조원	4만명	16	14	900여개
다국적 C사	3.5조원	3만 2천명	11	10	600여개
국내 7대 시험인증기관	0.5조원	2천 8백명	1	1	7개
국내 1,600개 시험인증기관	1.3조원	3만 7천명	4	13	-

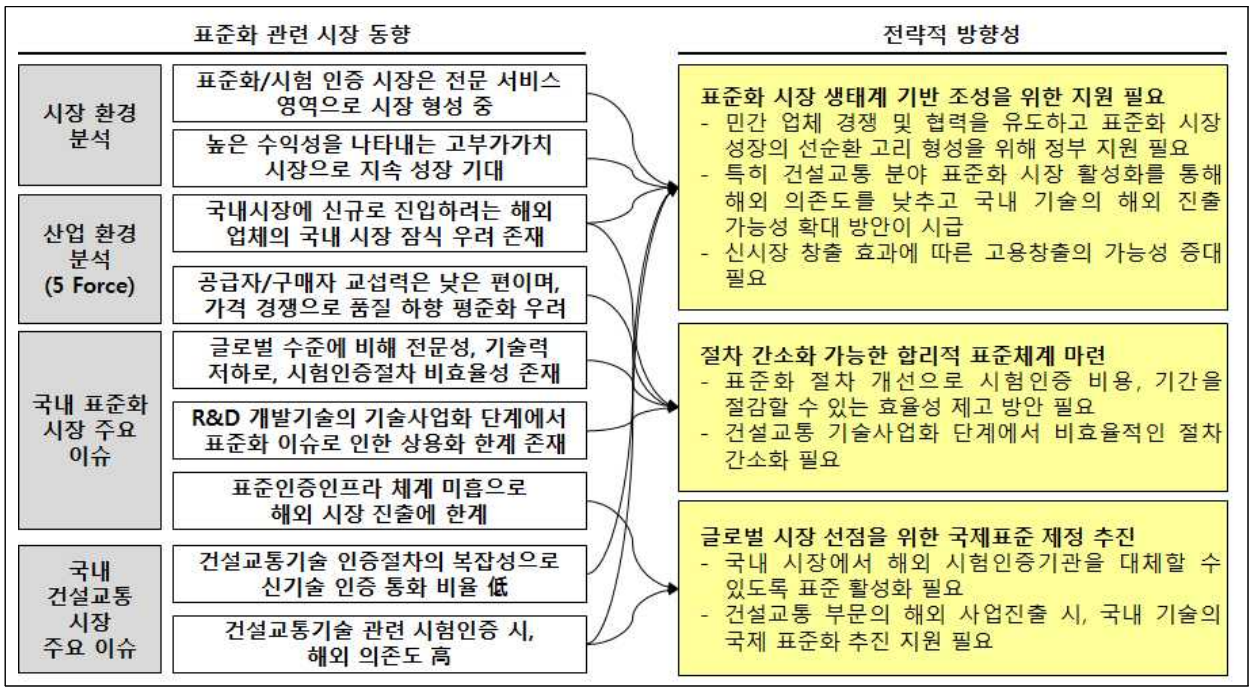
※ 출처 : 지식경제부, 국내 7대 시험인증기관 매출액 및 인력 대비 배수, 2009

○ 【표준화 절차 효율성 제고】 인증제도의 중복성 및 비합리성을 조사·발굴하여 중복해소, 인증 기간 및 비용 단축 그리고 규제 합리화 추진 필요함

- 기업이 인증 받는데 연간 4조원을 쓰고 있으며(국내외 통합), 특히 중소기업이 인증을 취득. 유지하는데 연간 상당한 비용 및 시간을 소요함으로써 제품을 시장에 출시하기 까지 혼란 및 부담이 가중되기 때문에 효율적인 표준화 체계가 요구됨
  - 중복적/불합리한 인증규제 4대 유형(①중복해소, ②기간 단축, ③비용 경감, ④규제합리화)
  - 표준·인증제도의 선진화를 통해 직접적인 비용 절감, 기술개발 사업화 단계 간소화 및 합리적인 표준화 체계를 기반으로 경제적 성장을 야기함

○ 【국제표준 제정 추진】 국내 기술의 해외시장 선점과 활용을 위해 글로벌 표준화 시장에서 국가 차원의 적극적·능동적 표준화 제정 추진

- 우수한 국내 건설교통 기술을 개발해도 글로벌 시장에서 인정받지 못하면 무의미하므로 국제표준 제정을 통한 시장선점이 매우 중요할 뿐만 아니라, 최근 EU.미국 등 선진국을 포함하여 중국, 동남아 및 신흥국 등도 신규 시험인증제도를 도입하는 추세 때문에, 국내 건설교통 업계의 해외사업 진출에 부담 증가되므로 국제표준 제정을 위한 적극적인 방안이 필요함
  - 글로벌 시장에서 반드시 준수해야 할 국제규범으로 작용하는 국제표준.인증을 우리가 주도하는 생태계 조성과 국내 표준화 시장의 국내 기관 점유율 증대가 필요함
  - 국제기구는 국제표준을 활용한 경영인증체계를 확대하고 기업과 시험인증기관이 준수해야 할 국제규범을 강화하는 추세로 국내 기술의 경제적 파급효과를 극대화하기 위해 적극적으로 국제 표준 제정을 추진하여 해외사업 진출 시 국내 기술의 도입을 원활히 함



<그림 1.2.3> 표준화 사업 활성화를 위한 전략적 방향성

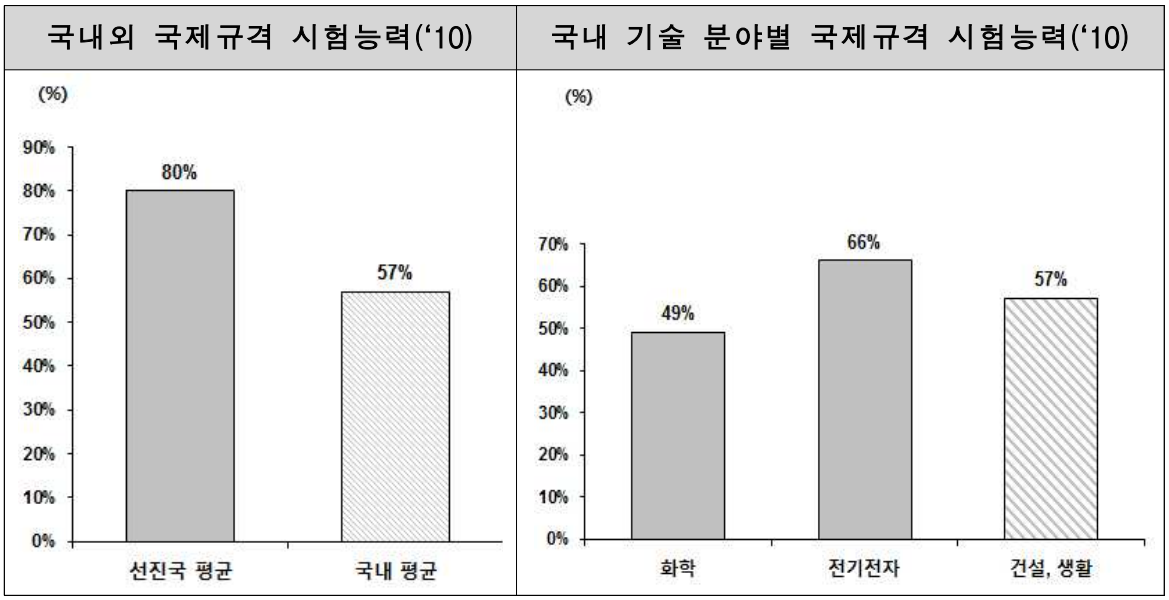
1.3 기술적 측면

■ 국내외 표준화 관련 기술 현황

○ 【국내외 시험인증 기술 수준】 국내 시험 인증 능력이 평균 50~60% 수준으로 글로벌 시장에 비해 경쟁력이 미약함

- 국제규격(ISO, IEC) 시험 능력은 미국, 유럽 등 선진국 시험기관 수준이 80%인데 반해 국내 기관 수준이 평균 50~60%에 불과하고, 특히 건설 관련 부문은 57% 수준을 차지하고 있어 개선이 필요함

<표 1.3.1> 국제규격(ISO, IEC) 시험 능력 수준



※ 출처 : 지식경제부 보도자료 (2010.03)

○ 【해외 시험 인증 의존 증가】 개발기술에 대한 공신력을 인증 받는 과정에서 해외 기관을 통한 시험 인증 의존도가 높아 기술유출 우려가 존재함

- 미국과 유럽(스위스, 프랑스, 독일, 영국, 노르웨이 등)이 표준화 시험인증 강국으로 세계 시장 점유율이 높아 기술규제로 악용하는 사례가 증가함
- 특히 국내는 대규모 장비 시설의 표준화가 미흡하여 조선 분야의 경우 우리나라가 세계 우위를 점하고 있으면서도 시험인증은 90% 이상을 해외에 의존하고 있는 실정으로, 인증 과정 중에 공개되는 핵심 기술에 대해 유출 우려가 있음
- 한편 국내 환경과 상이한 면이 존재하여, 시험인증을 받은 후에 국내에 적용할 경우 이질적인 환경으로 인한 차이가 나타나는 경우가 있음

※ 출처 : 헤럴드 경제, 국내 시험인증 취약-해외로 돈, 기술 다 샌다 (2013.10.17)

■ TRL 단계 기반 성능 평가 요구사항

○ **【TRL(Technology Readiness Level) 추진 전략】 TRL 적용을 통해 R&D 연구 단계별 성과를 체계적으로 관리하고 성과를 확대하고자 함**

- TRL에서 의미하는 기술 성숙은 기술이 얼마만큼의 능력을 보유하고 있는가를 의미하는 것이 아니라, 기술이 응용되어 활용할 수 있기까지 어느 정도 준비가 되어 있는지를 의미함
- R&D 성과물의 기술성숙도를 판단하는 TRL을 중심으로 R&D 평가모델을 개발하고, TRL 단계별로 달성하고자 하는 목적을 명확하게 하여 대상 R&D의 명확한 목표 설정이 가능함
- 나아가 TRL 기반 평가체계를 통해 R&D 사업 기획에서부터 종료까지 주체적으로 성과에 대한 추적관리를 수행하고 요구 성능을 달성했는지 확인함으로써, 실용화 달성율을 높일 수 있도록 함

○ **【TRL 단계별 특징】 TRL 체계는 3개 카테고리에 근거에 9개 단계로 구성되며, 연구 결과물 특징에 따라 다양한 환경에 적합한 기술구현 수준 확인이 필요하여, 대체로 4단계~9단계에 성능 평가를 위한 구체적인 실험과 검증이 요구됨**

- TRL은 연구개발의 결과물(Physical articles), 연구개발 환경(Environment), 기술구현 수준(Realization) 등 3가지 카테고리 별 요소 조합에 따라 단계별 정의가 만들어지며, 문헌조사를 통해 이론적으로 기술구현이 가능할 것이라고 판단되는 TRL 1단계부터 완제품으로 실제 환경에서 모든 요구성능이 충족되고 검증까지 완료된 상태를 의미하는 9단계까지 구성됨
- 해당 평가체계 활용을 통해 R&D 성과를 극대화하기 위해서는 TRL 단계별로 요구되는 성능 평가에 대한 검증과 인증의 원활한 수행이 필수적으로 요구됨
  - 대체로 4단계부터 유효성 검증을 위한 성능 및 신뢰성 시험이 요구되며, 9단계 요구 성능 충족과 검증을 위한 현장적용 시험까지 다양한 환경에서의 실험을 통한 검증 방법이 요구됨
  - 각 구성요소에 대한 유효성 검증, 시제품을 통한 시연, 완제품을 활용한 요구 성능 검증을 위해 실험실 실험, 유사환경 시험, 실제환경 시험을 수행함
  - 개발 기술이 상용화에 성공하기 위해서는 해당 기술에 대한 신뢰성과 안전성이 확보되어야 하므로, 각 단계별 시험 기준과 규격, 시험 방법과 절차 표준화에 따른 체계적 검증이 필수적임

<표 1.3.2> R&D 유형별 TRL 단계별 특징

TRL 단계	기능 구현	결과물	환경	단계별 정의
TRL 1	기초 이론	-	문헌	• **기초이론 정립** 단계
TRL 2	개념 정립			• **기술개발 개념 정립 및 적용분야 확립** • 아이디어에 대한 특허 출원 단계
TRL 3	개념 검증	기능적 형태	실험실	• 실험실 환경에서 실험 또는 전산 시뮬레이션을 통해 **기술개념과 기본성능이 검증**될 수 있는 단계 • 개발하려는 부품 또는 시스템의 기본 설계도면을 확보하는 단계 등
TRL 4	유효성 검증	구성 요소		• **연구실 환경에서 Working Model을 개발하고 시험샘플을 제작하여 핵심성능에 대한 평가가 완료**된 단계 • 3단계에서 도출된 다양한 결과 중에서 최적의 결과를 선택하는 단계
TRL 5			유사 환경	• 확정된 공법/재료/시스템의 실험실 시제품 제작 및 성능 평가가 완료된 단계 • **유사환경에서 Working Model을 검증**하는 단계
TRL 6	시연	시제품		• 파일럿 규모(양산규모의 1/10 정도)의 시제품 제작 및 평가가 완료된 단계 • **유사 환경에서의 프로토타입 개발**로 자체 현장테스트를 실시하여 목표성능을 만족시킨 단계 • **성능평가 결과에 대해 가능하면 공인인증 기관의 성적서 확보**
TRL 7			실제 환경	• **실제 환경에서 시제품 데모를 통해 성능 검증**이 이루어지는 단계 • 장치 및 재료개발의 경우 수요업체에서 직접 파일롯 시제품을 현장 평가(성능뿐만 아니라 신뢰성에 대해 평가) • 가능하면 **KOLAS 인증기관 등의 신뢰성 평가 결과 제출** 등
TRL 8	요구성능 충족	완제품		• 실제환경에서 **상용제품 시험평가 및 신뢰성 검증** 단계 • 표준화 및 인허가 취득 단계
TRL 9	요구성능 검증			• 본격적인 양산 및 **사업화 단계**

※ 출처 : 건설교통 R&D 기술단계별 실용화 추진전략 수립에 관한 연구 (2012), 2012 국토교통 R&D사업 성과 조사 분석 보고서 (2013.06), 재해석

○ **【건설· 교통 R&D 사업 유형별 TRL(Technology Readiness Level)】 건설· 교통 R&D 사업의 성과는 5가지로 유형화하여 TRL 단계를 정의할 수 있으며, 어떤 유형이든지 유효성 검증이나 요구 성능 검증을 위한 내부실험, 유사환경 시험, 현장적용 시험을 거쳐야 함**

- TRL은 산업 및 기술 특성에 따라 변형해 사용 가능하며, 건설. 교통 분야의 경우, 공법/기법, 재료/자재, 소프트웨어, 장비/장치, 시스템 등 5가지로 유형화할 수 있으며, 각 유형별 특성을 반영하여 TRL 단계를 정의할 수 있음

▮ 유형에 따라 세부 방법은 일부 상이하나, 내부실험, 유사환경 시험, 현장적용 시험 등의 환경을 거쳐 유효성 검증, 시연, 요구 성능 검증을 구현해야 하는 과정은 유사함

<표 1.3.3> 건설교통 R&D 유형별 TRL 단계별 정의

TRL (Technology Readiness Level, 기술성숙도)						
구분	TRL	공법/기법	재료/자재	소프트웨어	장비/장치	시스템
개념정립	1	현장문제인식 선행연구/사례 조사	현장문제인식 선행연구/사례 조사	현장문제인식 선행연구/사례 조사	현장문제인식 선행연구/사례 조사	현장문제인식 선행연구/사례 조사
	2	목표성능 설정 대안선정	목표성능 설정 최적 재료 도출	목표성능 설정 소프트웨어 구현	목표성능 설정 장비/장치 정의	목표성능 설정 대안선정
내부실험	3	Bench Scale 모델 규모의 제작	테스트용 샘플 제작	알고리즘 제작	연구 시제품 모델 제작	구성시스템 개발
	4	성능시험, 신뢰성시험	성능시험	성능시험(시뮬레이션, 연구실 규모 현장)	성능시험 신뢰성시험	하위시스템/ 구성시스템 성능시험
유사환경 시험	5	Bench Scale 모델 유사현장 테스트	테스트용 샘플 유사현장 테스트	S/W 핵심기능 중심의 유사현장 테스트	연구 시제품 모델 유사현장 테스트	시스템 장치선정 및 유사현장 테스트
	6	프로토타입 모델 유사현장 테스트, 특허출원	프로토타입 모델 유사환경 테스트, 특허출원	프로토타입 모델 유사환경 테스트, 개별모듈통합, 특허출원	프로토타입 모델 유사환경 테스트, 특허출원	프로토타입 모델 유사환경 테스트, 개별모듈통합, 특허출원
현장적용 시험	7	현장적용 기준검토, 현장적용을 위한 완제품 제작	현장적용 기준검토, 현장적용을 위한 완제품 제작	인터페이스 시험, 현장적용을 위한 완제품 제작	현장적용 기준검토, 현장적용을 위한 완제품 제작	현장적용 기준검토, 현장적용을 위한 완제품 제작
	8	완제품 설치, 신뢰성 시험, 현장 성능 시험	완제품 설치, 신뢰성 시험, 현장 성능 시험	최종 S/W 오류검출, 사용성 시험, 현장 성능 시험	완제품 설치, 신뢰성 시험, 현장 성능 시험	완제품 설치, 신뢰성 시험, 현장 성능 시험
	9	최종시험	최종시험	최종시험	최종시험	최종시험

※ 출처 : 건설교통 R&D 기술제고조사 및 활용방안 수립 (2011)에서 발췌

○ **【TRL 단계별 주요 평가 포인트】 연구 결과물의 실질적 성능을 효과적/효율적으로 평가하기 위한 TRA에 기반한 TRL 단계별 체크리스트 활용이 필요함**

▮ 건설. 교통 분야 R&D는 실용화를 목적으로 하기 때문에 해당 연구가 이론적으로 타당한가의 여부를 평가하는 학술적 방법과 달리, 실질적인 성능을 평가할 수 있는 평가 방안이 필요하므로, 기술 성숙도 평가(TRA, Technology Readiness Assessment)를 적용할 필요가 있음

- 기술 성숙도 평가는 건설. 교통 R&D 사업에서 기술적으로 중요한 핵심기술요소(CTE, Critical Techonolgy Elements)가 무엇인지 판단하고, 각 CTE별 TRL 평가를 통해 해당 프로젝트의 TRL을 판정하여 '계속 진행 여부'나 '투자 의사'를 결정하기 위한 근거자료로 이용함
- TRL 평가를 위한 체크리스트는 각 CTE가 연구 결과물을 어떠한 환경에서 구현했는지 평가하는 질문들로 구성되어 해당 기술의 성능 및 신뢰성을 평가하고 사용 가능성을 증명할 수 있도록 구성됨

<표 1.3.4> TRL 단계별 주요 평가 포인트

TRL	정의	주요 평가 포인트
1	기본적인 과학 원리 관찰 및 파악	• 새로운 기술에 적용되는 법칙과 가정이 정의되었는가? • 연구 가설이 수립되었는가? • 원칙과 절차에 대한 기본적 아이디어를 보유하고 있는가?
2	기술적 응용개념 또는 아이디어 형성	• 예상되는 연구개발 성과가 어떻게 활용될 수 있을지 파악되었는가? • 이론적 혹은 실험적 설계방법을 알고 있는가? • 어떤 실험을 수행해야 하는지 파악하였는가?
3	해석적 연구와 실험적 연구를 통한 개별 요소의 기능과 특성 정립	• 실험실 실험으로 기술활용 실현 가능성을 입증했는가? • 기술개발에 대한 측정 기준이 확립되었는가? • 기술에 대한 과학적 타당성이 증명되었는가?
4	실험실 환경에서 장비/장치 모델 또는 시작품의 성능 및 신뢰성 평가	• 최종 사용자의 기술활용 요구조건이 확인되었는가? • 실험실 환경에서 대략적 엔지니어링이 완성되었는가? • **실험실 환경에서 개별 구성요소 시험이 이뤄졌는가?**
5	유사 환경에서 장비/장치 모델 또는 시작품의 성능평가 및 신뢰성 시험	• 실제 운영환경과 유사하게 실험실 환경을 수정했는가? • **실제와 유사한 환경이나 모의환경에서 적용할 수 있을 정도로 실험이 충실히 수행되었는가?**
6	유사 환경에서 장비/장치 프로토타입 모델의 성능 및 신뢰성 평가	• 최종 기술에 대한 실제운용 환경을 파악했는가? • 실제 운영환경에서 이뤄지는 시스템 성능 예측을 위해 모델링과 시뮬레이션을 사용하였는가? • **실험실 외부에 실제와 유사한 운용환경을 구축하고 테스트 했는가?**
7	장비/장치 프로토타입 모델의 실제현장 사용가능성 증명	• 기술시연을 위한 대부분 기능이 모의 운용환경에서 구현되었는가? • **실제 또는 모의 운용환경에서 모든 통합이 이뤄진 프로토타입을 시연하였는가?**
8	장비/장치 완제품의 제한된 실제 현장 사용가능성 증명	• 모의 운용환경에서 모든 기능이 시연되었는가? • **실제 상황에서 시험평가를 통해 기술 품질이 검증되었는가?** • 사용성 평가가 완료되었으며, 시스템이 모든 요구사항을 충족하는가?
9	장비/장치 완제품의 실제현장에서 사용 적합성 증명	• 실제 환경에 대한 모든 시연이 이뤄졌는가? • **성공적 운용을 통해 전 현장에 적용 가능함을 검증하였는가?**

※ 출처 : 건설교통 R&D 기술단계별 실용화 추진전략 수립에 관한 연구 (2012)에서 발췌

○ 【건설· 교통 분야 TRL 단계별 성능 평가 관련 Issue】 TRL 단계별로 요구되는 연구개발 결과물의 실험과 검증을 위한 표준화 방안이 요구되나, ① 시간, 공간, 비용 등 자원 투입의 한계, ② 시험평가 환경과 실제 환경과의 차이 존재, ③ 유사 기술 간 연계를 통한 복합적 실험 및 검증 필요 발생 등으로 표준화된 성능 평가 방법과 절차 개발이 어려움

▮ ① 건설. 교통 분야 R&D는 사회기반시설에 활용된다는 측면에서 일반제조업에 비해 성능, 신뢰성, 안전성에 대한 요구가 커서 다수의 현장시험과 추적조사가 이뤄져야 하고, 실제 건설 환경과 유사한 장소 확보가 가능해야 하며, 이를 추진할 수 있는 비용이 확보되지 못할 경우 충분한 성능 평가가 이뤄졌다고 판단하는 데 한계가 있음

. 일례로, 기존에 다짐말뚝 공법으로 진행된 기반개량공법의 성능적, 기능적 단점을 보완하고 건설폐기물 증가로 인해 발생하는 건설폐재료 중 콘크리트용 순환골재를 재활용해 개발한 친환경 지반개량공법은 불충분한 현장시험으로 안전성 이슈를 극복하지 못하고 관련기관의 승인을 받지 못해 사장됨

<표 1.3.5> (예시) 순환골재를 재활용한 친환경 지반개량공법 개발 상용화 실패 사례

구분	주요 내용	이슈
아이디어 도출 및 대안선정	• 국내 외 지반개량 공법의 문제점과 한계점 분석 및 대안 도출 • 기존 다짐말뚝공법 대응책 제시 • 순환골재를 사용한 다공질 콘크리트말뚝공법 개발 및 요소기술 분석	• R&D 기획 단계에서 '안전성 중심'이라는 건설시장 특성 고려가 미비하여 ***현장시험에 대한 구체적 계획 부족***
실내시험	• 순환골재 재료적 적용성 평가 : 실내모형토조 제작 (예비시험 12회, 실내 모형실험 144회) • 순환골재 다공질 콘크리트말뚝과 혼합재료를 배합한 다짐말뚝의 지반개량 효과 검증	-
현장시험	• 장비 적용성 및 타설용이성 검토를 위한 현장시험시공 (무다짐공 2공, 다짐공 1공) - 인천 송도국제도시 OO공구 - 전남 영암 OO부지 조성공사 • 순환골재 다공질 콘크리트말뚝공법 시험시공 (4개 구간 64공 타설)	• ***현장시험 횟수/기간 한계*** → 현장시험 1회 단기간 실시로, 기술 신뢰성 확보 미흡 → 현장시험시공 최소 5회 이상, 현장시험 1회당 최소 1년 필요 • ***현장시험 공간 부적절*** → 현장시험 관련 기관 허가 미승인 → 이에 위탁기관을 통해 산업단지 조성사업 구간 중 녹지 구간으로 다른 건물 등이 들어서지 않는 구간에서 현장시험이 시행되어 추적조사 불가능
제품화 준비	• 개발공법에 대한 단가산출 및 기존 다짐공법과 경제성 비교 • 순환골재 다공질 콘크리트말뚝공법의 최적 설계 프로그램 개발 • 다공질 콘크리트말뚝공법 시방서 및 단가산출서 제시	• 신기술 성능 및 안전성 검증을 위한 기술 홍보 기회 부재 • 실용화 추진 단계에서 필요한 ***설계예제 부재***

. 한편 국내 상습결빙구간에서 표지판과 모래주머니를 활용한 전통적인 소극적 방식을 벗어나 도로의 위험등급에 따른 정확하고 체계적인 안전관리 방안을 마련하기 위해 추진된 <교량구간 동절기 안전관리 기술개발> 과제의 경우에는 동절기 사습결빙구간의 도로안전시설 설치방안을 정립하고 노면결빙안내시스템과 염화물 자동분사 시스템 등을 개발했으나, 도로 안전상의 문제로 도로관리청의 승인을 받지 못해 현장시험 자체를 추진하지 못함

<표 1.3.6> (예시) 교량구간 동절기 안전관리 기술개발 현장시험 실패 사례

구분	주요 내용	이슈
아이디어 도출 및 장비개발	• 동절기 상습결빙구간의 안전관리를 위한 기술 조사 및 최적 대안 도출 • 도로안전관리 수준별 안전시설 설치 방안 정립 • 노면결빙안내시스템 및 염화물 자동분사 시스템 개발 • 네트워크 기반의 관리 시스템 설계	• R&D 기획 단계에서 시장 형성 시기 예측의 어려움
실내시험	• 노면결빙안내시스템 시험운영 - 시범시스템 제작 및 설치 (주차장) • 염화물 자동분사 시범시스템 시험운영 • 두 시스템 연계 운영을 위한 시험운영	-
현장시험	• 실제 도로현장 시험 불가 (도로관리청 미승인)	• ***현장시험 실패*** → 도로 안전상 문제로 실제 도로현장 시험 불가 → 장비/장치 성과의 경우 기존 시스템의 안전성 저해 위험으로 현장시험 허가 자체가 난관 봉착
제품화 준비	• 노면결빙안내시스템과 염화물 자동분사 시스템 경제성 분석 • 신제품 인증제도 확보 노력	• 경제성 분석 실효성이 낮고, 활용 매뉴얼 부재

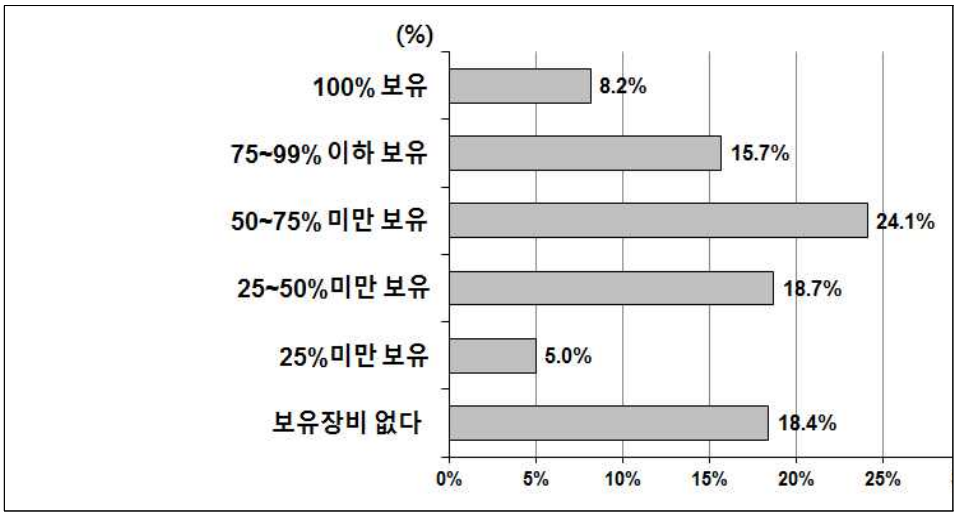
② 건설. 교통 분야 R&D는 지형이나 기후의 영향을 많이 받을 수 있기 때문에 연구를 통해 개발된 기술이 적용될 현장과 유사한 환경을 조성하여 시험하기도 어려울 뿐 아니라, 수차례 시험을 통해 검증한 경우에도 실제 현실에서는 다른 환경에 처하게 될 우려가 큼

. 기준 실험결과로 확률론적 분포 특성을 입수하여 현장에 적용하는데 일부 한계가 있으므로, 이를 고려하여 성능 평가 방안을 고려해야 함

. 특히 내진이나 내풍과 같이 실험 장비의 크기와 기류 조건 등이 영향을 미쳐 현실에서 변수가 큰 분야의 경우, 실험방법과 절차에 대한 가이드라인이 미흡하여 신뢰도 높은 실험 결과를 도출하지 못하고 있으므로, 실내실험이나 유사환경시험을 통해 균질한 품질의 실험 결과를 도출할 수 있는 구체적 실험방법을 검토할 필요가 있음

. 그러나 실내실험이나 유사환경시험을 위한 시험·검사장비 보유가 미흡하고, 특히 중소기업의 경우 필요한 '시험·검사장비를 100% 보유한 기업'은 8.2%, '보유장비가 전혀 없다'는 기업이 18.4%, '50~75%를 보유하고 있다'는 기업이 24.1%로 나타나 전반적으로 장비 확보 또는 표준화된 시설을 통한 시험·검증 방안 마련이 시급함

<표 1.3.7> 중소기업 시험·검사장비 보유현황



※ 출처 : 중소기업중앙회, 2014년 중소기업 기술통계조사보고서

③ 건설. 교통 분야는 전문분야를 구분하여 R&D를 추진하고 있으나, 개발기술 분류가 다수 분야에 연계된 경우가 나타나 성능 평가 시 영향을 미칠 수 있는 분야간 실험 장비와 방법을 종합적으로 적용할 수 있는 대안 마련이 요구됨

. 일례로 교량 받침 기술의 경우, 구조 분야와 재료 분야에서 모두 교량의 하위 분류로 포함될 수 있고, 콘크리트 포장 기술의 경우, 재료 분야와 도로 분야의 하위 분류로 포함될 수 있음

. 기술 분야 간 연계가 필요한 경우에는 성능에 영향을 미치는 요소들을 복합적으로 고려하여 실험과 검증 방안을 마련해야 함

. 한편 국가과학기술표준분류, 국가기술지도분류, 신기술 분류 등 건설교통 부문 내에서도 활용 목적이 무엇인지에 따라 분류체계가 상이하므로, 실험절차 표준화 마련 시에 해당 분류체계와의 연계를 고려하여 향후 일관성 있는 체계적 관리가 이뤄질 수 있도록 분류체계를 정비할 필요가 있음

<표 1.3.8> 건설교통 부문 기술분류체계

<table>
<tr><th>구분</th><th>주요 내용</th></tr>
<tr><td>국가과학기술표준분류</td><td>과학기술기본법 제27조에 의거 (舊)국가과학기술위원회에서 확정한 과학기술표준분류('08년 재편)의 19개 대분류 및 160개 중분류 기준을 적용하며, 건설/교통 부문은 13개 분류로 구성됨
<table>
<tr><th>기술분류</th><th>중분류명</th></tr>
<tr><td>건설/교통</td><td>국토정책/계획, 국토공간개발기술, 시설물설계/해석기술, 건설시공재료, 시설물 안전/유지관리, 건설환경 설비기술,도로교통, 철도교통, 항공교통, 해양안전/교통, 수공시스템, 물류기술 등 13개 분류</td></tr>
</table></td></tr>
<tr><td>국가기술지도(NTRM) 분류</td><td>(舊)국가과학기술위원회에서 확정한 국가기술지도(NTRM)분류에 따라 5대 비전, 49개 전략제품・기능별로 구분하며 건설교통 유관분야를 표기함</td></tr>
</table>

기술분류	중분류명
기반 주력산업 가치창출	건설정보화 기술, 인간친화형 고기능 건축기술, 지능형 교통시스템(ITS) 기술, 첨단 SOC 인프라 건설기술, 통합 물류수송 시스템 구축기술, 한국형 고속전철 및 첨단경전철 기술 등
국가안전 및 위상제고	무인비행체 및 시스템 기술 등

국토교통 신기술 분류

건설신기술과 교통신기술 관련 신기술유사기술분류표('14.05.31)를 마련하여 신기술정보마당(ct.kaia.re.kr)에 매월 업데이트하여 관리함

건설신기술 지정분야

대분류	중분류	소분류
A. 토목	01. 도로	도로 구조 설계, 콘크리트 포장 및 유지보수, 아스팔트 포장 및 유지보수, 교면포장, 도로안전시설, 방음벽, 도로 경계석, 맨홀 등
	02. 철도	철도궤도 설계, 궤도, 철도시스템운영, 신호 및 제어, 철도 유지보수보강, 철도 차량 등
	03. 항만·해양	준설 및 매립, 항만 및 해안 구조물, 수중 수중 구조물, 항만 시설물 유지보수, 방파제 등
	04. 상하수도	관로 설계 및 프로그램, 상/하수도 관로 설치 및 유지보수 상/하수 처리 등
	05. 수자원	수자원 설계 및 프로그램, 호안조성, 댐, 보, 하천 수질 정화, 지하수 및 관리 등
	06. 교량	교량 설계 및 구조, 교량 상부구조물, 교량 받침, 교량 거더, 교량 유지보수 등
	07. 터널	터널 구조 및 설계, 터널 보강, 터널 굴착(발파), 터널방수, 터널환기시설 등
	08. 토질·기초	지반환경 조사 및 측정, 지반 개량 및 보강, 지반 굴착, 말뚝, 흙물막이공, 옹벽 등
	09. 조경	사면녹화, 식재조성, 수목지지 등
	10. 측량	수치지도, 하천측량 등
	11. 토목구조물 보수보강	토목 콘크리트 보수보강/방식 등
B. 건축	01. 건축계획관리	설계 및 프로그램, 기타 건축계획 등
	02. 가설시설물	안전가시설, 기타 가설물 등
	03. 조경	옥상녹화, 기타 조경
	04. 기초	기초다짐 및 지정, 기초 보강, 기타 기초
	05. 철근콘크리트	콘크리트 제조 타설, 철근 가공 및 조립, 거푸집, 철근콘크리트 골조, 복합 구조체 등
	06. 철골	철골 가공 및 조립, 테크플레이트, 철골 내화 피복뿜칠/방식, 복합 구조체, 철골계단 등
	07. 조적	벽돌, 블록, 기타 조적
	08. 마감	석공, 타일, 목공, 금속, 유리, 지붕홈통, 미장, 창호, 도장, 수장, 단열, 건축물세척, 기타 마감
	09. 방수	일반방수, 복합방수, 구체 방수 및 지하외방수
	10. 특수 건축물	초고층 건축물, 쉘/돔/아치형 구조물, 비정형구조물, 복합구조물, 내진구조물, 친환경건축물 등
	11. 해체	발파식 해체, 기계식 해체, 기타 해체
	12. 보수보강	건축 보수보강, 콘크리트구조물 보수보강 등
C. 기계설비	01. 건축기계	건축기계설비, 공기조화/냉난방설비, 소방설비, 배관설비, 파쇄설비, 순환골재 제조설비

	02. 플랜트	신산업플랜트설비, 복합플랜트설비 등
	03. 통신전자 및 제어설비	계측 및 제어설비, 자동화 시스템설비, 기타 통신전자 및 제어설비
	04. 환경기계설비	환경기계설비, 폐기물처리설비 등

교통신기술 지정분야

대분류	중분류	소분류
A. 교통수단	01. 자동차	승용차, 승합차, 대중교통수단, 화물자동차, 환경친화적 차량, 첨단지능형차량, 수륙양용교통수단, 수중교통수단 등
	02. 철도차량	고속철도차량, 도시철도차량, 일반철도차량, 신궤도교통수단, 자기부상차량, Combi-Road, Double stack train, 전기·축전지 겸용 기관차 등
	03. 항공기	사업용 항공기, 개인용 항공기, 특수목적 항공기, 실험용 항공기, 초령량비행장치 등
	04. 선박	여객선, 화객선, 일반화물선, 컨테이너서, 살물선, 광석운반선, 목재운반선, 냉장화물선, 원유운반선, 초고석선, 초대형선 등
B. 교통시설	01. 도로	교차로, 도로표지, 주차장, 노면표시, 안전표지, 주차시설, 도로시설, 기타도로구조물, 보행자 보호시설, 터미널, 화물터미널, 도로 물류시설 등
	02. 철도	궤도, 건널목, 차량기지, 부대시설, 여객터미널, 선로구조물, 선로보수기지, 차량정비기지 및 차량유치시설, 전철전력시설, 송·변전시설 등
	03. 공항	활주로, 유도로, 계류장, 착륙대, 항행안전시설, 통신관제시설, 하역보관시설, 공항보안시설 등
	04. 항만	컨테이너부두, 냉장 냉동창고, 건하물부두, 재래부두, 항만장비, 하역장비, 항만물류시설 등
C. 운영 및 관리	01. 도로운영	시설물관리, 신호체계관리, 통행제어, 대중교통운영관리, 교통류분석 및 시뮬레이션, 교통관리 최적화, 여행자정보고급화, 도로의 첨단화 등
	02. 철도운영	철도운영정보시스템, 철도관제시스템, 승차권예약발매시스템, 철도산업안전보건시스템 등
	03. 항공운영	운행정보, 관제시스템, 급유 및 정비시스템, 기타 항행조시스템, 안전검사 등
	04. 항만운영	항만운영시스템, 수문관리시스템, 항만하역시스템, 해상시설물관리, u-port 시스템 등

■ 건설교통 부문 실험절차 표준화 관련 기술 동향

○ **【국내외 건설· 교통 분야 기술 현황】 건설· 교통 분야 기술은 미국이 주도하고 있으며, 우리나라는 아직까지 기술을 추격하는 단계로 기술수준 향상이 요구됨**

- 우리나라는 현재까지 최고기술은 없고, 최고기술 대비 80~99% 수준에 속하는 선도그룹에 있는 기술이 4개, 최고기술 대비 60~79% 수준에 속하는 추격그룹에 있는 기술이 12개임
- 우리나라는 최고기술 보유국 대비 기술수준 평균 77.3%, 기술격차는 3.7년으로 보임

<표 1.3.9> 주요 5개국 건설·교통 분야 전략기술(16개) 기술수준('12)

국가	최고 (100%)	선도그룹 (80~99%)	추격그룹 (60~79%)	후발그룹 (40~59%)	낙후그룹 (1~39%)	기술수준 평균
한국	0	4	12	0	0	77.3
중국	0	0	13	3	0	72.3
일본	5	11	0	0	0	97.3
미국	9	6	1	0	0	100.0
EU	2	14	0	0	0	96.4

출처 : KISTEP('13), 2012년 기술수준평가 본보고서 ; KAIA('13), 국토교통 기술경쟁력 총괄보고서

- 기술 경쟁력 제고를 위해서는 개발된 기술에 대한 체계적인 시험과 검증을 통해 이슈에 대해 면밀하게 파악하고 피드백을 민첩하게 반영할 수 있는 성능 평가를 위한 실험절차 표준화 구축이 필요함

○ **【건설· 교통 기술 분야별 실험절차 표준화 현황】 건설 교통 관련 10개 분야 성능 평가를 위한 시험기준, 시험규격, 실험방법, 실험절차 등을 검토한 결과, 일부 프로세스를 갖춘 경우가 있으나 체계적인 기법과 절차는 미비한 편임**

- **(① 구조 분야) 건설 구조 성능 실험에 대한 기준과 부재 단위 시험규격이 미흡하고 규격화된 실험절차가 미비하여, 성능검증시험 결과에 대한 신뢰성 확보 방안이 시급함**
  - 동일한 부재 또는 실험체에 대한 성능실험 수행 연구자, 활용 연구시설 및 장비, 실험방법 차이에 따른 상이한 실험 결과가 도출되어 신뢰성이 부족함
  - 정량적이고 객관적인 성능 정보를 확보하고, 향후 국내외 설계기준 기초자료로 활용할 수 있도록 구조성능실험 프로세스와 시스템 표준 정립이 시급히 요구됨

<표 1.3.10> 구조 분야 시험 표준 현황 및 향후 과제

구분		시험기준 및 시험규격	실험방법 및 실험절차
현황	국내	• 재료 단위 시험 규격과 건자재 시험기준 有 • 구조성능 실험에 대한 기준 無 • 부재 단위 시험규격 제한적	• 규격화된 실험절차 제한적 (예) → 교량바닥판 휨성능 평가실험 (KS인증) → 교량바닥판 피로성능 평가실험 無
	해외	• 일부 구조부재에 대한 표준실험방법(Standard method)를 제시하고 있음 • 표준실험방법이 없는 경우, Standard test 또는 Standard guide 제시 (예) Eurocode-4, Annex B Standard tests, ASTM E529-04 등	
과제		• 교량, 건축물 등 부재의 성능검증실험절차 필요	

(② 내진 분야) 구조적 성능과 관련된 실험방법과 절차는 일부 존재하나 비구조요소에 적용 가능한 구체적 실험방법은 해외에서도 미흡한 상황이어서, 비구조요소 내진성능 시험기준과 절차를 개발할 경우 글로벌 표준으로 각광받을 수 있는 가능성이 존재함

. 구조적 성능 외에 비구조요소가 수행하는 기능이 존재하고, 특히 비구조요소 기능은 지진 후에도 연속성이 보장될 필요가 있음에도 불구하고, 현재 국내에서 비구조요소 관련 시험 기준과 방법은 전무한 상황임

. 해외에서 비구조요소 내진성능 시험규격이 존재하나 아직까지 표준화되지 못한 상태로, 비구조요소 관련 시험기준과 실험절차 등을 개발할 경우, 국제 표준화할 수 있는 가능성이 높음

<표 1.3.11> 내진 분야 시험 표준 현황 및 향후 과제

구분		시험기준 및 시험규격	실험방법 및 실험절차
현황	국내	• 구조요소 내진성능 시험규격 有 • 구조계 내진성능 시험규격 미흡 • 비구조요소 내진성능 시험규격 無	• 구조요소의 내진성능을 평가할 수 있는 정, 동적 시험규격 有 • 구조계 동적실험을 위한 축소모형 제작 등 내진성능 실험절차 미흡 • 비구조요소에 적용 가능한 구체적 실험방법 無 → 전기(방송)통신설비의 내진실험 방법이 제정되어 일부 전기 기기에 대한 제한적 시험이 가능하나, 각종 기계설비 내진시험 방법 미흡
	해외	• 비구조요소 내진성능 시험규격이 존재하나, 적용 분야 및 판단조건이 모호하여 지속적 연구 중 (예) 미국 ICC Evaluation Service에서 민간규격인 AC156 (Acceptance Criteria for Seismic Certification by Shaking-Table Testing of Nonstructural Components)	
과제		• 비구조요소에 대한 내진성능 실험방법 필요 (해외 관심도 높은 편) → 시험 적용 대상 범위, 시험 지진파 규정, 시험 대상설비 설치 방법, 내진성능 실험방법, 내진성능 판단 조건 규정, 시험결과 보고 방법 등	

(③ 재료 분야) 국가 표준 인증기관을 통한 표준 규격이 존재하고 시험방법에 있어서도 일부 KS 인증을 확보하고 있으나, 신기술 개발에 따라 기존 실험방법과 절차의 개선이 요구되며, 해외 표준의 국내 적합성 검토가 요구됨

. 국내 건설. 교통 기술 분야 중 시험규격과 방법에 대한 표준화가 잘 갖춰져 있는 분야로, KOLAS를 통해 인증된 표준규격이 존재하나, 재료 분야 신기술 개발에 따른 품질기준 대응이 요구됨

. 실험방법과 절차에 있어서도 초고강도 콘크리트 분야, 무시멘트 콘크리트 내구성 관련 분야 KS 표준을 보유하고 있으나, 초고강도 콘크리트 개발과 친환경 무시멘트 결합재 개발 등으로 신뢰성 확보를 위한 표준 시험법 개선이 필요함

. 나아가 현재 국내 적용 성능 평가 방법 중 외국 표준 기반으로 시행하는 경우, 국내 적합성 검토를 통한 표준화 실행이 필요함

<표 1.3.12> 재료 분야 시험 표준 현황 및 향후 과제

구분		시험기준 및 시험규격	실험방법 및 실험절차
현황	국내	• 시멘트 및 관련제품, 토질 및 관련제품, 건설 및 건자재, 철도 차량 및 관련제품, 철강 등 토목/건축 분야 규격 표준 127건 有 (KOLAS 인정) • 재료 분야 신기술 개발에 따른 품질 기준 대응 필요	• 초고강도 콘크리트 분야 시험방법이 존재하나, **신기술 개발에 따라 기존 시험방법 개선 필요** (예) 일축응력 → 다축응력, 보통강도 → 초고강도 적용 등 • 무시멘트 콘크리트 내구성 관련 시험방법이 존재하나, OPC 콘크리트와 **반응거동 차이로 시험방법 개선이 필요하고, 친환경 무시멘트 결합재 개발 대응을 위한 실험 절차 필요** • 콘크리트 단면 보수제 관련 시험방법 無 → 해외 표준을 기반 성능 평가 시행으로, **국내 적합성 검토 필요**
	해외	• 세부 분야별 Standard Test Method를 다수 보유 (ASTM(미국) 중심으로, AASHTO(미국), EN(유럽), JIS(일본) 등 단체표준이나 지역표준으로 인증)	
과제		• 기존 국내 시험방법 표준 개선 및 성능 평가 표준 마련 → 시험 적용 대상 범위, 실험체 제작, 실험 방법 및 절차, 실험 장치 요구조건, 시험결과 보고 방법 등	

(④ 건축환경 및 설비 분야) 실내 공기 환경, 층간 소음, 결로 등 주거 공간 환경과 설비 분야 관련 기술의 성능 시험 및 검. 인증 방법을 체계화할 필요가 있음

. 최근 층간소음을 비롯해 실내 공기 환경, 결로, 누수 등 주거 공간에서 자주 발생하는 건축환경 및 설비 이슈를 해결할 수 있는 기술의 품질 성능에 대한 평가를 체계화하는데 의미가 있음

. 관리 주체가 국토교통부로 이관됨에 따라 현재까지 KS F, KS L등으로 분산되어 있는 기술 분류체계를 KOLAS 운영 체계와 부합할 수 있도록 정비하고, 개발 기술 성능 시험 및 검증 방법을 구체화할 필요가 있음

<표 1.3.13> 건축환경 및 설비 분야 시험 표준 현황 및 향후 과제

구분		시험규격 및 실험방법
현황	국내	• 자연환기설비의 환기성능 시험방법, 창호의 기밀성능시험방법 존재하고, 단열건물 기밀성 측정 - 팬 가압법은 국제표준 획득 • 단, 주택 성능 관련 기술별 구체화된 시험 기준 및 방법은 미흡
	해외	• 기밀성능시험 방법 및 측정기술에 대한 요구사항, 주변조건, 측정 방법, 오차 계산, 보고서 작성 등과 관련된 시험 절차 마련
과제		• KOLAS 운영체계와 부합하는 기술 분류 체계 정비 • 주택 성능 (내풍압, 수밀, 기밀, 단열, 차음, 내화 등) 시험 방법을 중심으로 건축환경 및 설비 분야 품질 성능 검인증 체계화 필요

(⑤ 지반 및 기초 분야) 토질 및 관련 분야의 일부 지반 물성 시험 규격, 구조물의 지진 작용과 구조물 동적 재하 시험 방법이 일부 규격화되어 있으나, 다양한 모형지반 조성방법과 실제 현장과 동일한 응력조건 내에서의 지진모사 실험, 하중재하 및 구조물 거동특성 평가 기법이 보완될 필요가 있으며, 특히 현장예측 및 평가를 위한 축소모형 시험과 진보된 방법인 원심모형 시험에 대한 규격이 매우 부족하므로, 이에 대한 표준화된 시험 방법과 절차 개발이 요구됨

. 흙과 지반의 다양한 물성에 대한 시험규격이 있으나, 원심모형실험을 이용한 인플라잇 상태에서의 지반 물성평가 관련 시험 규격이 미비함

. 구조물의 지진작용에 대한 KS 규격은 있으나, 실제 현장과 동일한 응력조건 내에서 동적원심모형실험을 이용한 지반/건축/해양 구조물의 동적거동특성 및 내진 성능 평가 방법이 요구됨

. 현재 구조물 침하 측정, 말뚝의 동적재하 시험방법이 규격화되어 있으나, 원심중력장 내에서 신뢰할 수 있는 정적/동적 하중재하 및 구조물 거동특성 평가 기법이 필요함

<표 1.3.14> 지반 분야 시험 표준 현황 및 향후 과제

구분		시험규격 및 실험방법
현황	국내	• 흙과 지반의 다양한 물성에 대한 시험규격 미흡 → 흙의 간극수압 및 압밀, 삼축압축시험에서의 점성토 강도 등 시험 규격 有 → 원심중력장 내 인플라잇 상태에서의 지반물성 시험 규격 無 • 구조물의 동적거동특성 및 내진성능관련 시험규격 → 기계진동 및 충격, 건물 진동 및 영향, 구조물 지진작용 등 표준 규격 有 → 실제 현장과 동일한 응력조건 내에서의 축소모형시험 규격 無 • 구조물 하중 재하 및 성능 평가 관련 시험규격 → 구조물 침하 측정, 말뚝의 동적재하 시험방법 有 → 원심중력장 내에서의 정적/동적 하중재하 및 구조물 거동특성 평가 無
	해외	• ASTM(미국) 에서 원심모형실험과 같은 축소모형실험을 이용한 실험절차 가이드를 제시하고 있으나 적용 가능한 상세 절차 제시가 미흡
과제		• 기존 방법의 세기, 강도, 횟수 조정으로 신뢰성 있는 시험방법 마련 → 모형 구조물 제작, 설치, 교정, 평가기법 구체화 필요

(⑥ 수자원 분야) 수리모형실험의 경우는 타분야와 달리 사안별 특성에 맞게 맞춤형 설계가 필요한 실험으로 표준화된 실험절차 마련이 어렵지만, 실험결과에 대한 품질관리가 가능할 수 있도록 표준화된 요소 가이드라인 마련이 요구됨

. 강우, 하천수리, 수공 구조물, 하천 생태 기술과 관련하여, 국내에서는 표준화된 요소 가이드라인이 전무한 실정이며, 해외 학회 등에서 제시하는 가이드라인을 부분 차용하여 적용함

. 표준화된 가이드라인 미비로 수행기관별, 실험내용별 실험품질 차이가 상이하므로, 단계별 표준화된 실험절차 정립이 필요함

<표 1.3.15> 수자원 분야 시험 표준 현황 및 향후 과제

구분		시험규격 및 실험방법
현황	국내	• 관련 규격 無
	해외	• ASTM(미국)은 침식방지, 호안구조물 관련 실험방법과 실험과정 일부 제시 • ISO(유럽), NF(프랑스)에서 위어를 이용한 흐름측정 실험방법 일부 제시 • 기타 학회 등을 통해 일부 가이드라인을 제시하나, 표준화된 실험절차는 미흡
과제		• 수리모형실험은 맞춤형 실험이 필수적이므로, 단일 표준 방법과 절차 마련은 어려우나, 실험분야별 / 단계별 표준화된 실험절차 정립 필요

(⑦ 해안항만 분야) 항만구조물의 설계 및 건설 단계에서 구조물의 안정성과 경제성을 좌우할 수 있는 수리모형실험이 필수적이나, 국내에서 해안 및 항만 분야 수리모형실험을 수행하기 위한 기준과 방법은 매우 미흡한 상황임

. 국내 해안 및 항만분야 실험은 실험장비의 성능수준 및 규격, 실험기법, 계측방법 등의 기준이 미비하여 실험기관 별로 실험 진행자의 경험에 의거하여 진행하고 있으나, 유럽에서는 HydraLAB과 같은 네트워크 구성으로 실험장비, 기법 등의 표준화를 시도하고 있는 상황임

. 해안 및 항만 구조물의 해안수리특성 실험, 안정성 실험, 연안 침퇴적 평가 실험 등의 기준, 방법, 절차 마련이 요구됨

<표 1.3.16> 해안항만 분야 시험 표준 현황 및 향후 과제

구분		시험규격 및 실험방법
현황	국내	• 관련 규격 無
	해외	• HydraLAB과 같은 네트워크 구성으로 실험장비, 기법 표준화 시도했으나, 표준화된 실험 기법이나 절차 제시는 미흡
과제		• 해안 및 항만 구조물의 해안수리특성을 파악하거나 안정성을 평가할 수 있는 실험기준 및 방법 검토 필요

(⑧ 내풍 분야) 현재 풍동실험은 대부분 국가별 설계지침에서 요구하는 최소 기준 범위 내에서 실험 형태로 진행되며, 국내에서는 단일 창호에 대한 내풍압 시험방법이 규정되어 있으나 균질한 품질의 실험 결과 도출에 제한적임

. 내풍분야는 풍환경모델, 공탄성해석, 풍동시험(모형실험과 전산해석 포함), 진동제어등으로 나누어 볼 수 있으며, 국내기술 자립성이 부족하여 해외기술 의존도 높음

. 풍동시험과 관련해서는 단일 창호에 대한 내풍압 시험 방법이 규정되어 있으나, 알루미늄새시와 같은 틀재의 성능 평가에 국한해 적용되고 있으며, 해당 시험을 통화하여 시공된 경우에도 건축 외장재가 최대 순간 풍압 계수 등을 적절히 산정하지 못해 태풍 등에 의한 피해가 발생하므로, 이를 합리적으로 평가하기 위한 규격 제시가 요구됨

. 외장재 설계를 위한 풍동시험 규격, 교량 거더의 풍동시험에 대한 실험 풍속 및 실험

절차 가이드라인은 거의 전무하여 균질한 품질의 실험 결과를 위한 표준화 방안 마련이 시급함

<표 1.3.17> 내풍 분야 시험 표준 현황 및 향후 과제

구분		시험규격 및 실험방법
현황	국내	• 케이블강교량설계지침, 도로교설계기준, 건축구조설계기준 등에 시방서 형태의 가이드라인은 제시되어 있으나, 시험/실험 절차 기준은 미흡 • 단일 창호에 대한 내풍압시험 방법 有 (알류미늄새시 및 같은 틀재 중심) • 외장재 설계를 위한 풍동설계 및 교량 거더 풍동실험 無
	해외	• 국가별 설계지침에서 요구하는 최소 기준 범위 내에서 실험 수행 일본도로협회 도로교시방서, 내풍설계기준(일본), EuroCode(유럽), ASCE7, ANSI(미국) 등에 풍하중의 전반적 사항 제시
과제		• 교량 거더 2차원 부분모형 공기력 측정 모형 제작 및 실험 • 외장재 설계를 위한 풍압실험 모형 제작 및 실험 등

(⑨ 도로 및 교통 분야) 도로 및 교통 부문에서 재료에 대한 규격 및 도로안전시설의 성능시험은 비교적 표준화되어 있으나, 다양한 재료 개발로 인한 기존 표준 개선 및 세부 기술 별 실험방법 및 절차 정교화가 필요하며, 다양한 이해관계자도로교통정보항목 표준화가 시급히 요구됨

. 도로 및 교통 관련 분야는 안전시설, 포장 등을 주축으로 구성되며, 포장 재료에 대한 참조규격은 KS를 사용하므로 이미 표준화되어 있고, 도로시설의 설계 및 성능 기준은 국토교통부의 '도로의 구조시설기준에 관한 규칙', '도로안전시설 설치 및 관리지침', '도로표지제작설치관리지침' 등을 통해 가이드라인을 제공함

. 도로에서 제품성능시험, 재료시험 등이 시행되는 부문은 주로 도로안전시설로, 노면표시, 충격흡수시설, 방호울타리, 현광방지시설, 시선유도시설, 도로표지 및 신호설비, 긴급제동시설 등임

. 또한 교통안전표지의 성능기준 및 시험방법, 노면표시용 도료의 반사성능기준 등은 경찰청 교통안전표지설치관리 매뉴얼, 교통노면표시 설치관리매뉴얼을 통해 잘 규정됨

. 이와 같이 시설물 설치 시에는 검증된 제품이나 규격만을 사용하도록 규정하고 있으나, 시설 성능 저하 시 시설물 철거 또는 재설치 판정을 위한 표준 시험절차, 기준 등이 필요함

. 특히 야간이나 악천후(우천, 안개, 폭설 등) 시 교통사고가 빈발하며, 사고발생 시 대형사고로 이어질 가능성이 높으므로 이러한 상황에서의 시설성능표준이 확립되어야 할 필요가 있음

. 최근 도로의 안전성을 강화하기 위해 다양한 비정규시설(발광형 노면표시, 컬러레인, 졸음방지용 경보기, 노변경광등)이 도입되었거나 도입 준비 중인데 설치조건, 위치, 색상, 모양, 실험방법 및 절차, 성능기준 등에 대한 구체적인 표준이 마련되어 있지 않음

. 도로 및 교통 정보와 관련하여 도로관리기관, 교통정보 제공기관 등 정보 관리 기관마다 자체적으로 정보항목을 구성하여 시스템 간 연계 및 통합이 어려우므로, 향후 국가통합데이터베이스 구축을 도모할 수 있는 데이터 항목 표준화가 필요함

. 최근 전자, 통신 기술이 결합된 ITS 설비 개발이 진행되어, 이에 대한 성능평가 및 인

증기준 수립이 필요하나 국토교통부 기준에 의해 성능기준 및 실험방법이 규정되어 있고, 한국지능형교통체계협회, 건설기술연구원, 도로공사 등 3개 기관에서 공인인증 중이므로 본 연구의 검토대상에서 제외함

<표 1.3.18> 도로 및 교통 분야 시험 표준 현황 및 향후 과제

구분		시험규격 및 시험기준	실험방법 및 실험절차
현황	국내	• 노면, 포장 재료 관련하여 KS 참조 규격 有 • 시설 설계 및 성능기준 관련하여 국토교통부 관련 지침을 통해 가이드라인 제공 • ITS 관련 기술기준과 단체표준 有	• 다양한 성능 재료 개발로 인한 기존 표준 개선 및 세부 기준 측정 방법 제시 필요 • 도로안전시설 성능시험방법과 절차 및 도로교통정보항목 관련 검증방법 미흡
	해외	• 도로포장 관련하여 ASTM(미국)은 전반적인 실험절차 가이드가 제시되어 있으나, 실제 적용 가능한 구체적 절차 보완 필요 • 안내표지 관련하여 EN(유럽)은 성능 평가 기준 및 절차를 제시하고 있으나, 다양한 상황에서 성능 유지가 가능한 실험방법 및 실험절차 제시 미흡	
과제		• 도로 포장 및 안내표지 관련 성능 평가 방법 및 절차 정교화 • 공용 중인 도로시설에 대한 철거 및 유지보수 판단 기준과 이에 대한 실험절차 가이드라인 검토 • 야간 및 악천후 시 도로안전시설의 성능표준 수립 • 도로교통정보항목 표준화 필요	

(⑩ 철도 분야) 철도 교량 설계기준, 궤도 부재/재료 단위 시험규격은 명확하나, 신형식 철도교량 개발 및 다양한 조합 조건별 적합성 성능평가 및 절차 가이드라인이 요구됨

. 철도 교량의 고유진동수 및 감쇠비에 대한 설계기준이 제시되어 있고, 궤도 부재/재료 단위 실험에 대한 국내외 시험규격은 명확함

. 구조체와 지지체 조합 조건에 따른 성능 평가 기준이 부재하며, 조합 조건별로 적합한 성능평가와 실험 규격은 부재한 상황임

. 최근 신형식 철도교량에 대한 실험 수요 증가로, 이에 대응하기 위한 표준 실험 가이드가 필요함

<표 1.3.19> 철도 분야 시험 표준 현황 및 향후 과제

구분		시험규격 및 시험기준	실험방법 및 실험절차
현황	국내	• 철도교량 고유진동수 및 감쇠비 설계기준 有 • 궤도 부재/재료 단위 실험 규격 有 • 구조체와 지지체(노반, 교량) 조합 조건에 따른 성능 평가 기준 無	• 철도교량 설계기준 수립 시, 표준화된 실험절차 부재 • 신형식 철도교량에 대한 표준 실험 가이드 필요
과제		• 철도 교량 거더 부재 등록성 실험과 궤도구조체 실대형 실험 등 (실험체 제작, 실험 방법 및 절차, 성능평가 방법 등)	

■ 표준화 기술 역량 강화를 위한 전략적 방향성

○ **【기술별/기능별 정교한 실험방법과 절차 표준화 필요】 현장시험을 대체할 수 있는 실내실험과 유사환경 실험의 구체적인 실험방법과 절차 마련을 검토하고, 기술별/기능별 응용 가능한 가이드라인을 개발함**

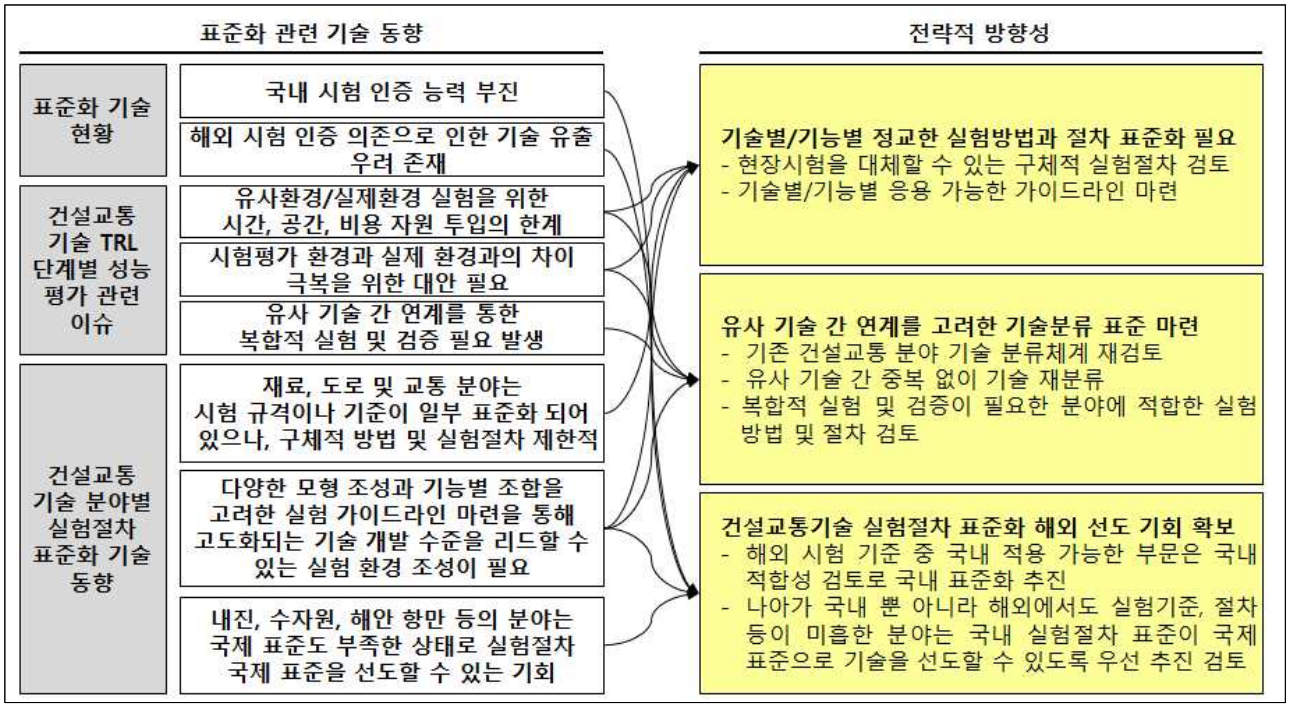
- 건설교통 기술 특성 상, 실제 환경에서의 안전성과 신뢰성 이슈로 인해 현장시험 진행시에 시험 시간과 장소 등에 규제가 많고, 비용 투입에 대한 부담도 크기 때문에 현장시험을 대체할 수 있는 구체적이고 정교한 실험방법과 절차 마련이 시급함
- 이 때 다양한 모형 조성이나 기능별 조합 등을 고려한 실험 가이드라인을 마련하여 기술별/기능별로 응용 가능한 가이드라인을 개발하는 것이 필요함

○ **【유사 기술 간 연계를 고려한 기술분류 표준 마련】 유사 기술 간 중복으로 일한 불합리를 예방하고, 실제 환경을 고려해 복합적 실험을 통한 검증이 필요한 분야에 적합한 실험방법과 절차를 마련할 수 있도록 유사 기술 간 연계를 고려한 기술분류 표준이 요구됨**

- 현재 건설교통 부문은 국가표준분류, 국토교통 R&D 분류, 신기술 분류 등 활용 목적에 따라 분류체계 구성 방법과 내용이 모두 상이하므로, 유사 기술 간 중복이나 혼란 없이 체계화할 수 있도록 기술분류를 재검토가 필요함
- 시험평가 환경과 실제 환경과의 차이를 극복할 수 있도록 최대한 실제 환경의 다양한 변수들을 고려하고, 필요한 경우 유사 기술 간 연계를 통한 복합적 실험이 가능하도록 기술분류 표준을 마련하여 실험방법과 절차를 마련함

○ **【건설교통 기술 실험절차 표준화 해외 선도 기회 확보】 국내 뿐 아니라 해외에서도 실험기준, 전차 등이 미흡한 분야의 경우 국내 실험절차 표준이 국제 표준으로 기술을 선도할 수 있도록 우선 추진 검토가 필요함**

- 국내 기술로 시험 인증 능력이 선진국에 비해 부진하여, 해외 시험 인증 의존으로 인한 기술 유출이 우려되는 상황이므로, 국내 개발 기술의 성능 평가를 위한 실험 절차 마련이 시급함
- 이에 해외 표준 중 국내 적합성 검토를 통해 국내 표준화 가능한 여부를 민첩하게 검토하여 적용함
- 나아가 국내 뿐 아니라 해외에서도 미흡한 기술 분야의 실험기준과 절차 등은 우선적으로 개발하여 국제 표준으로 제정하여 해당 분야의 실험방법과 절차를 선도할 수 있도록 적극 검토가 요구됨



<그림 1.3.1> 표준화 기술 역량 강화를 위한 전략적 방향성

2. 실험절차 사례 및 동향 조사

2.1 건설교통 R&D 성능 평가 검.인증 부문

■ 실험사례 보고서 리스트 수집 대상 및 선정 방법

○ 실험사례 분석을 위해 최근 20여년 간 국토교통과학기술진흥원에서 연구 총괄하여 완료된 최종보고서 중 실내실험, 유사환경실험, 현장시험 등이 포함된 연구 과제 60건을 수집함

- 수집 대상 : 국토교통과학기술진흥원에서 연구 총괄하여 완료된 최종보고서
- 대상 기간 : 1992년 07월 ~ 2015년 01월
- 수집 방법 : 국토교통과학기술진흥원 홈페이지 (www.kaia.re.kr) 內 지식정보 시스템 중 주요연구성과 부문에서 개발 기술 중심으로 리서치

○ 이 중 금번 연구 대상인 **10개 분야(구조, 내진, 재료, 건축환경 및 설비, 지반, 수자원, 해안·항만, 내풍, 도로, 철도) 별 분석을 위해 분야 별 1건~4건 과제를 선정하여 최대한 누락되는 분야가 없도록 하였으며, 동일 분야 내에서는 가급적 유사 실험체 및 유사 실험 방법이 포함되어 있는지 검토하여 과제를 선정함**

- 특정 분야에 치중하거나 누락되지 않게 분야별 균형을 고려하여 선정함
- 동일 분야 내에서 유사 실험체 및 유사 실험 방법 수행 여부를 확인하여 선정함

■ 실험사례 분석 대상 리스트

○ **건설교통 R&D 성능 평가를 위한 실험절차 사례 분석을 위해 최종 선정된 과제는 25개임**

- 세부 분야별로 최대 4건 내에서 선정하였으며, 동일 분야 내에서도 비교 분석이 가능하도록 가급적 2~3건을 선정함

<표 2.1.1> 세부 분야별 과제 수집 및 선정 현황

구분	수집 건수	선정 건수	구분	수집 건수	선정 건수
구조	20건	4건	**수자원**	4건	2건
내진	3건	2건	**해안·항만**	2건	2건
재료	6건	2건	**내풍**	3건	2건
건축환경	4건	2건	**도로**	7건	4건
지반	6건	3건	**철도**	5건	2건

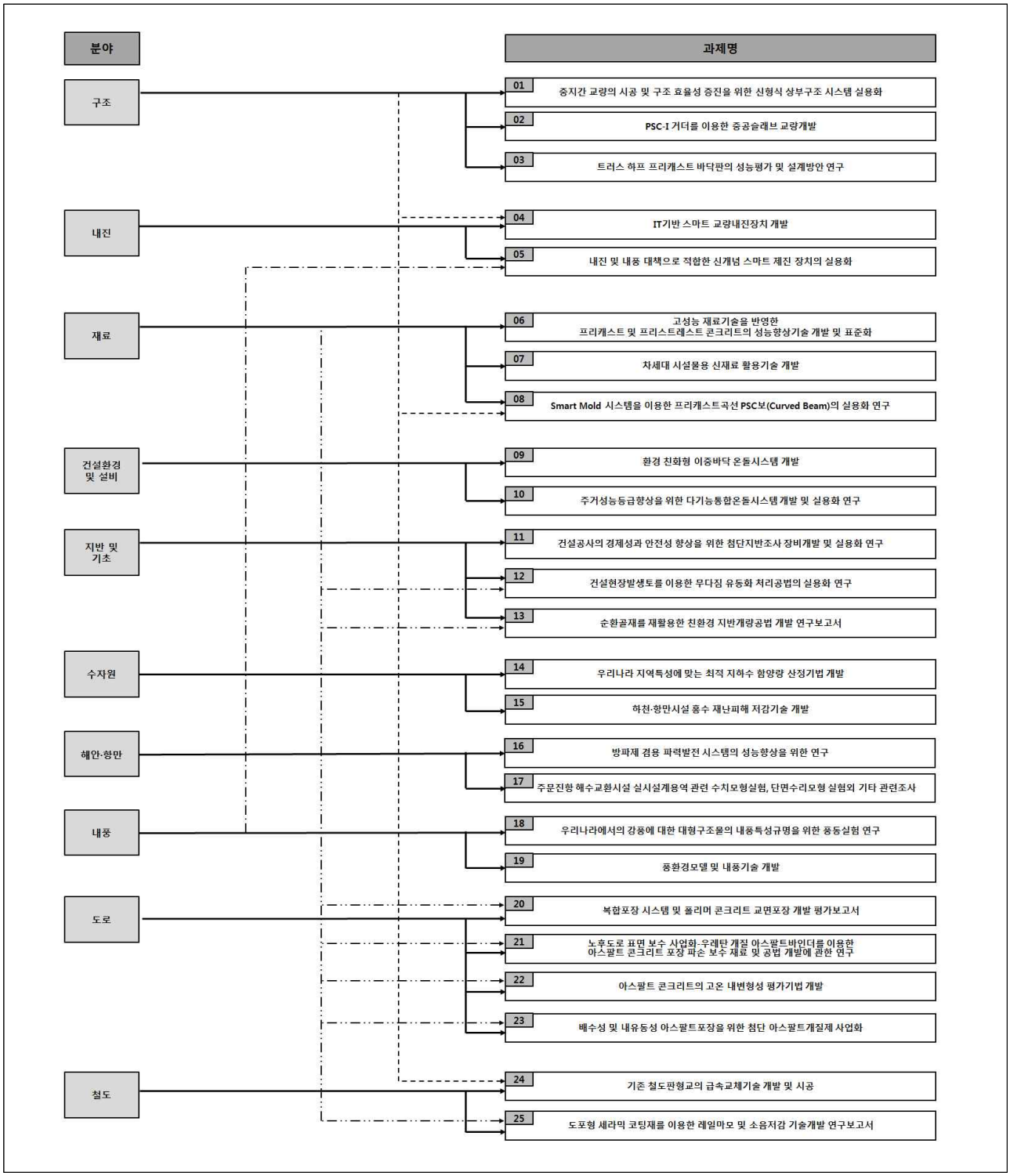
※ 분야가 중복되는 과제의 경우, 연구 개발 목적과 결과물을 검토하여 비중이 더 큰 분야로 배치하였으며, 내진과 내풍은 유사 과제가 포함되어 분야를 통합하여 분석함

- 선정 과제는 2010년 이후가 64%, 이전이 36%로 구성됨

<표 2.1.2> 선정 과제 연도별 분포 현황

연도	1992	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	총합
건수	1	1	0	0	1	6	0	5	2	3	3	2	1	25

- 과제는 주요 분야 중심으로 검토하되, 필요한 경우 연관 분야를 고려함



<그림 2.1.1> 분석 대상 보고서 분야별 리스트

■ 실험사례 보고서의 실험사례 개요

<표 2.1.3> 실험사례 보고서 세부 현황

과제명	시험방법		시험수행기관		시험 성적서 /결과서 첨부 여부
	표준 시험	자체 시험	기관명	KOLAS 인증 여부	
PSC-I 거더를 이용한 중공슬래브 교량개발		○	자체수행	X	X
Smart Mold 시스템을 이용한 프리캐스트곡선 PSC보(Curved Beam)의 실용화 연구		○	자체수행	X	X
트러스 하프 프리캐스트 바닥판의 성능평가 및 설계방안 연구		○	자체수행	X	X
중지간 교량의 시공 및 구조 효율성 증진을 위한 신형식 상부구조 시스템 실용화		○	한국철도기술 연구원	○	X
IT기반 스마트 교량내진장치 개발		○	자체수행	X	X
내진 및 내풍 대책으로 적합한 신개념 스마트 제진 장치의 실용화		○	자체수행	X	X
고성능 재료기술을 반영한 프리캐스트 및 프리스트레스트 콘크리트의 성능향상기술 개발 및 표준화	△	○	자체수행	X	X
차세대 시설물용 신재료 활용기술 개발	○	○	한국화학시험 연구원	○	○
환경 친화형 이중바닥 온돌시스템 개발	○		한국건설기술 연구원 (자체수행)	○	○
주거성능등급향상을 위한 다기능통합온돌시스템 개발 및 실용화 연구	○	△	자체수행	X	X
건설공사의 경제성과 안전성 향상을 위한 첨단지반조사 장비개발 및 실용화 연구	△	○	한국건설기술 연구원 (자체수행)	○	X
건설현장발생토를 이용한 무다짐 유동화 처리공법의 실용화 연구	△	○	자체수행	X	X
순환골재를 재활용한 친환경 지반개량공법 개발 연구보고서	△	○	한국건자재 시험 연구원	○	X
우리나라 지역특성에 맞는 최적 지하수 함양량 산정기법 개발		○	한국건설기술 연구원 (자체수행)	○	X
하천·항만시설 홍수 재난피해 저감기술 개발		○	자체수행	X	X

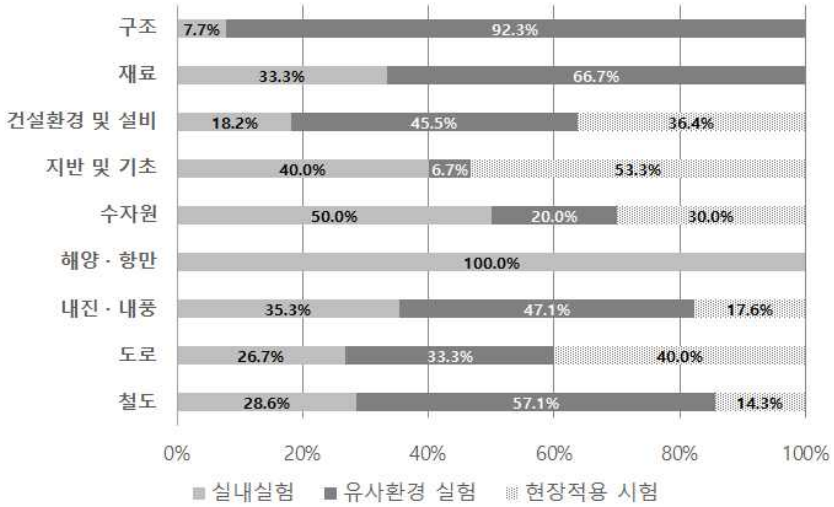
방파제 겸용 파력발전 시스템의 성능향상을 위한 연구		○	자체수행	X	X
주문진항 해수교환시설 실시설계용역 관련 수치모형실험, 단면수리모형 실험외 기타 관련조사		○	자체수행	X	X
우리나라에서의 강풍에 대한 대형구조물의 내풍특성규명을 위한 풍동실험 연구		○	자체수행	X	X
풍환경모델 및 내풍기술 개발		○	자체수행	X	X
복합포장 시스템 및 폴리머 콘크리트 교면포장 개발 평가보고서		○	자체수행	X	X
노후도로 표면 보수 사업화-우레탄 개질 아스팔트바인더를 이용한 아스팔트 콘크리트 포장 파손 보수 재료 및 공법 개발에 관한 연구	△	○	자체수행	X	X
아스팔트 콘크리트의 고온 내변형성 평가기법 개발	○	○	자체수행	X	X
배수성 및 내유동성 아스팔트포장을 위한 첨단 아스팔트개질제 사업화	○	○	한국건자재 시험 연구원	○	X
기존 철도판형교의 급속교체기술 개발 및 시공		○	한국철도기술 연구원	○	X
도포형 세라믹 코팅재를 이용한 레일마모 및 소음저감 기술개발 연구보고서	○	○	한국화학융합 시험 연구원	○	X

※ 범례 : ○는 해당, △는 일부 해당, X는 해당 없음으로 표기함

■ 건설교통 R&D 분야별 일반적 실험 특징

○ 【실험 단계별 비중】 기술 분야별로 실내실험, 유사환경 실험, 현장적용 시험 단계별 비중이 상이한 편임

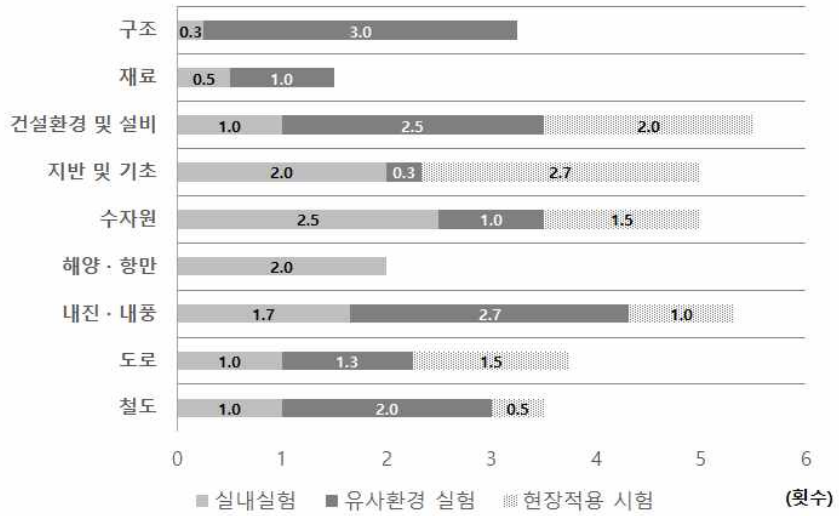
- 구조, 재료 분야의 경우 유사환경 실험에 대한 비중이 높으며, 지반 및 기초와 수자원분야의 경우 유사환경 실험 보다는 실내실험과 현장적용 시험 중심으로 구성됨
- 내진·내풍 분야와 도로 분야의 경우 실내실험, 유사환경 실험, 현장적용 시험의 비중이고르게 분포된 반면, 해양 항만 분야는 실내실험에 대한 의존도가 매우 높음



<그림 2.1.2> 기술 분야별 실험 단계별 비중

○ 【실험 횟수】 기술 분야 별 실험 횟수는 전체 평균 3.85회이며, 실험 단계별 평균으로는 실내실험 1.3회, 유사환경 실험 1.5회, 현장적용 시험 1.1회로 나타남

- 건설환경 및 설비, 내진·내풍 분야의 경우 평균 6회로 실험 횟수가 가장 많은 편이며, 지반 및 기초와 수자원 분야의 경우 실험 횟수는 평균 5회로 높은 편임
- 재료의 경우 평균 1.5회로 실험 횟수가 가장 적은 편임



<그림 2.1.3> 기술 분야별 실험 단계별 횟수

■ 분야 별 사례 분석

○ 【구조】 구조 분야는 각 실험에 적용 가능한 부재 관련 규격과 기준이 미흡하며, 유사 실험 내용의 경우에도 각각 다른 실험 방법과 절차를 적용하는 경향이 있음

- 구조 분야의 과제에 적용 가능한 규격과 기준이 미흡하여, 타 분야의 규격을 참고 및 혼합해 구성함으로써 신뢰성과 성능을 검증하는데 한계가 있음
  - 실험 절차에서 장비 인프라의 활용은 명확한 반면, 실험 규격의 부재로 인해 연구자의 주관에 의거해 기준을 제시하고 실험을 수행함

<표 2.1.4> 구조 분야 실험 시, 실험 방법 및 표준 규격 적용 여부 비교

구분 / 과제	실험 단계	실험 방법 및 규격 적용 여부	
Smart Mold 시스템을 이용한 프리캐스트곡선 PSC보(Curved Beam)의 실용화 연구	실내 실험	거더의 수에 따른 거동 해석	규격 無
		하중재하 위치에 따른 거동 해석	규격 無
		프리스트레스 도입량에 따른 거동 해석	규격 無
		외측 거더의 프리스트레스 도입량 변화에 따른 거동 해석	규격 無
		단면변화에 따른 거동 해석	규격 無
	유사환경 실험	동적 구조실험	규격 無
PSC-I 거더를 이용한 중공슬래브 교량개발	유사환경 실험	정·동적 재하실험	규격 無
		접속슬래브의 연결방법에 대한 성능실험	규격 無
		교대부 연결부위의 상세 성능실험	규격 無
트러스 하프 프리캐스트 바닥판의 성능평가 및 설계방안 연구	유사환경 실험	재하실험	규격 無
		장기 변형 측정 실험	규격 無
		공칭 저항 모멘트 이상의 성능평가	규격 無
		트러스 하프 프리캐스트 바닥판 실험	규격 無
중지간 교량의 시공 및 구조 효율성 증진을 위한 신형식 상부구조 시스템 실용화	유사환경 실험	재하실험	규격 無
		가진실험	규격 無
		휨강성시험	규격 無
		연결재파괴	규격 有[1]
		콘크리트 슬래브파괴	규격 有[2]
		철도하중 동특성 검토	규격 有[3]

※ 규격 1) 도로교설계기준, LRFD, EC-4, PCI, ACI
※ 규격 2) 도로교설계기준, LRFD, EC-4, PCI, ACI
※ 규격 3) 국유철도건설규칙, 철도설계기준, BRDM, UIC CODE, EURO CODE, CTRL, ERRI 보고서

- 또한 구조 분야 연구에서는 재하실험이 자주 포함되는데, 실험 목적과 취지가 유사함에도 불구하고, 과제 별로 실험 단계 및 실험 기준과 방법을 각각 다르게 적용함

<표 2.1.5> 과제 별 재하실험 방법 비교

과제 / 구분	중지간 교량의 시공 및 구조 효율성 증진을 위한 신형식 상부구조 시스템 실용화	Smart Mold 시스템을 이용한 프리캐스트곡선 PSC보(Curved Beam)의 실용화 연구	PSC-I 거더를 이용한 중공슬래브 교량개발
실험 개요	콘크리트 복합 교량의 실용화 과제로, 1차 유사환경 실험에서 재하실험이 이루어짐	PSC보의 성능검증이 진행된 과제로, 실내실험 단계에서 재하실험이 이루어짐	중공슬래브 교량의 개발 과제로, 1차 유사환경 실험에서 재하 실험을 진행됨
실험 구성	<1차 유사환경 실험> ↓ <2차 유사환경 실험> ↓ <3차 유사환경 실험> ↓ <4차 유사환경 실험>	<실내실험> ↓ <유사환경 실험>	<1차 유사환경 실험> ↓ <2차 유사환경 실험> ↓ <3차 유사환경 실험>
실험 방법	<1차 유사환경 실험 中> 재하 실험 실물 모형 DIANA 프로그램	<실내실험 中> 재하 실험 DIANA 프로그램	<1차 유사환경 실험 中> 재하 실험 실물 모형

- 과제 별로 성능 검증을 위한 실내 실험과 유사환경 실험 기준과 횟수를 자체적으로 구성하여 진행하기 때문에 적절성과 타당성을 판단하기 어려움

<표 2.1.6> 실험 단계 구성 비교

과제 / 구분	Smart Mold 시스템을 이용한 프리캐스트곡선 PSC보(Curved Beam)의 실용화 연구	트러스 하프 프리캐스트 바닥판의 성능평가 및 설계방안 연구
실험 개요	PSC보의 성능검증이 진행된 과제로, 정교한 실내 실험 이후, 유사환경 실험 1회를 통해 검증	트러스 하프 프리캐스트 바닥판 시스템의 성능검증으로 4회 유사환경 실험이 이루어짐
실험 구성	<실내실험> ↓ <유사환경 실험> • 실내 실험에서 각 요인들에 대한 다양한 실험 방법이 적용된 후, 유사환경 실험이 이루어짐	<1차 유사환경 실험> ↓ <2차 유사환경 실험> ↓ <3차 유사환경 실험> ↓ <4차 유사환경 실험> • 실내 실험 없이 4회의 유사환경 실험이 이루어짐

○ 【내진 및 내풍】 내진 및 내풍 분야는 실험 단계별 절차 기준이 미흡하고, 실험 방법 별 규격과 기준도 전무한 실정이며, 유사 환경 실험과 현장적용 시험의 가이드라인이 부재함

- 내진 및 내풍 분야의 각 과제의 적용 가능한 규격이 부재하여, 성능 평가시 지역적 특성을 고려한 자체기준을 정립하여 실험을 수행함
  - 내풍 분야에서 실내실험은 2차원 부분모형 진동실험, 3차원 전교모형 풍동실험 등을 통해 진행되나 현재 표준규격은 부재한 상태이며, 구조물에 대한 바람의 작용과 관련해 'KS F ISO 4354' 표준이 존재하나, 구조물에 대한 풍하중 측정에 관한 시방서 형태로 일부 내용을 담고 있으며, 이를 일부 활용해 보완이 필요함 (※ KS F ISO 4354 적용한 과제 제공 시 추가 분석 가능)

<표 2.1.7> 내진 및 내풍 분야 실험 시, 실험 방법 및 표준 규격 적용 여부 비교

구분 / 과제	실험 단계	실험 방법 및 규격 적용 여부	
IT기반 스마트 교량내진장치 개발	실내 실험	가력시간-힘변위 성능실험	규격 無
		정밀 성능실험	규격 無
	유사환경 실험	장기노출시험	규격 無
		스트로크의 동적 시험	규격 無
내진 및 내풍 대책으로 적합한 신개념 스마트 제진 장치의 실용화	실내 실험	스마트 제진 장치의 제진 성능 평가	규격 無
		진동대 실험	규격 無
	유사환경 실험	제진 장치의 제진 성능 평가	규격 無
		제진 장치의 제진 성능 평가	규격 無
		대형 풍동 실험	규격 無
풍환경모델 및 내풍기술 개발	실내 실험	3차원 풍동실험	규격 無
	유사환경 실험	케이블 가진 로봇의 성능평가	규격 無
		댐퍼 감쇠 성능 평가	규격 無
		스트로크의 동적 움직임 관찰	규격 無
	현장적용 시험	등반성능 검증	규격 無
		케이블 댐퍼에 대한 성능평가	규격 無
		가진시스템 제품 성능 검증 실험	규격 無
우리나라에서의 강풍에 대한 대형구조물의 내풍특성규명을 위한 풍동실험 연구	실내 실험	Velocity-Amplitude (V-A) 측정	규격 無
		정적압력측정	규격 無
		비정상압력 측정	규격 無

- 유사 환경 실험 가이드라인이 없어, 연구자의 주관적 판단에 의해 실험 기준이 적용되므로, 실험 결과 신뢰성에 대한 이슈 제기 우려가 큼
  - 'IT기반 교량내진장치 개발' 연구는 장기노출시험 절차를 마련해 자체 추진하였으나, 장기노출의 환경 및 실험 기간 적절성을 판단할 수 있는 기준이 전무함

<표 2.1.8> 유사환경 실험 (장기노출실험) 수행 환경 및 수행 기간

과제 / 구분	IT기반 스마트 교량내진장치 개발
실험 개요	IT 내진장치 성능평가 과제로, 2회의 실내실험 이후, 2차 유사환경 실험을 통해 검증
실험 기준 및 규격	표준 규격 無
실험 구성	1차 실내실험 → 2차 실내실험 → 1차 유사환경 실험 → 2차 유사환경 실험 • 장기노출 시 성능 검증을 위한 1차 유사환경 실험을 위해 연구 장소 주변 공간에 환경을 조성하여 (건국대학교 연구실에서 20m 반경 內, 영하 15도), 10일간 연구를 수행함

- 현장적용 시험 단계에서 성능을 검증하기 위해서는 시험 기간이 다년간 소요될 뿐 아니라, 대형 장비 적용으로 인해 투자되는 비용 규모도 큰 편이므로, 유사환경 실험을 통해 성능 입증이 가능한 절차 혹은 가이드라인 구성을 검토할 필요가 있음
  - ‘풍환경모델 및 내풍기술 개발’연구는 1년 간의 유사환경 실험을 거쳐 3년간 3회에 걸친 현장적용 시험을 추진함

<표 2.1.9> 현장적용 시험 구성 및 실험 기간

과제 / 구분	풍환경모델 및 내풍기술 개발
실험 개요	내풍해석 및 케이블교량 설계기법 개발 과제로, 실내실험 이후 3회의 유사환경 실험과 현장적용 시험을 수행하여 검증함
실험 구성	<실내실험> ↓ <1차 유사환경 실험> ↓ <2차 유사환경 실험> ↓ <3차 유사환경 실험> ↓ <1차 현장적용 시험> ↓ <2차 현장적용 시험> ↓ <3차 현장적용 시험> 총 소요기간 1년 총 소요기간 3년 • 3회 현장적용 시험에서 대규모 장비를 설치하고 시험을 수행하는데 각 단계별로 약 6개월~1년 정도가 소요됨

- 현장적용 시험 단계에서도 일부 대상 교량에 작용하는 풍속과 풍하중 계측 데이터 수집을 통해 기존 실내 풍동실험에 대한 검증을 위한 시험 절차 마련이 필요하며, 특히 풍동실험을 완료한 건설구조물(빌딩, 교량 등)에 대한 검증 및 피드백이 부재하여 이에 대한 검증 방법 마련이 시급히 요구됨

○ 【재료】 재료 분야는 비교적 실험 규격 표준이 마련되어 있는 편이나, 고성능 재료와 같은 신기술 개발 실험 시 기준이 미흡하고, 재료 활용을 위한 연구 단계에 적합한 실험 절차가 부족함

- 신기술 연구를 통해 개발된 고성능 재료의 성능 평가에 적합한 규격이 부재하여 자체 기준을 정립하여 실험을 수행함으로써, 기존 규격이 고성능 재료 기술을 과대, 과소 평가할 우려가 상존하여 정확한 성능 평가를 수행이 어렵고, 원하는 결과를 도출하는데 한계가 있음

<표 2.1.10> 고성능 재료 성능 평가 실험 구성 및 결과

<table>
<tr><th>과제
구분</th><th colspan="2">고성능 재료기술을 반영한 프리캐스트 및 프리스트레스트 콘크리트의 성능향상기술 개발 및 표준화</th></tr>
<tr><td>실험
개요</td><td colspan="2">고성능 재료의 성능과 이를 적용한 구조물의 성능에 대한 과제로, 실내실험과 유사환경 실험으로 절차가 구성되어 있음</td></tr>
<tr><td>실험
구성</td><td><실내실험>
<table><tr><th>시험내용</th><th>규격</th></tr><tr><td>고성능 재료의 성능 분석</td><td>無</td></tr></table>• 고성능 재료의 강도를 고려한 규격의 부재</td><td><유사환경 실험>
<table><tr><th>시험내용</th><th>규격</th></tr><tr><td>구조물의 성능 실험</td><td>ACI</td></tr></table>• 구조물의 성능을 ACI규격으로 실험한 결과, 규격이 적절치 않아 결과 도출 실패</td></tr>
</table>

- 연구를 통해 개발된 재료 자체에 대한 성능 검증 시에는 표준 규격 적용이 가능하나, 최종 연구개발 목표인 신재료의 시설물 적용 검증을 위한 성능 평가 시험 절차와 방법에 대한 가이드라인이 미흡함

<표 2.1.11> 신재료 활용 가능성에 대한 성능 평가 시험 방법

<table>
<tr><th>과제
구분</th><th colspan="2">차세대 시설물용 신재료 활용기술 개발</th></tr>
<tr><td>실험
개요</td><td colspan="2">시설물에 적용 가능한 신재료를 개발하는 과제로, 실내실험, 현장적용 시험 없이 유사환경 실험 1회 실시</td></tr>
<tr><td>실험
구성</td><td>재료 특성 평가
• 신재료 자체의 특성을 평가하기 위한 유사환경 실험에서 표준 규격을 적용하여 수행
<유사환경 실험>
<table><tr><th>시험내용</th><th>규격</th></tr><tr><td>용접균열감수성 조성(Pcm) 평가 결과</td><td>KS D 0001</td></tr><tr><td>강도성능 평가 결과</td><td>KS B 0801
KS B 0802</td></tr><tr><td>충격인성 평가 결과</td><td>KS B 0809
KS B 0810</td></tr></table></td><td>재료 적용 가능성 평가
• 시설물(교량, 도로 등)에 적용되는 신재료의 성능을 평가하기 위한 실험 내용 및 방법 부재
<유사환경 실험, 현장적용 시험>
<table><tr><th>시험내용</th><th>규격</th></tr><tr><td>無</td><td>無</td></tr></table></td></tr>
</table>

○ 【건축환경 및 설비】 건축환경 및 설비 분야는 세부 실험 방법에 대해서는 타 분야에 비해 표준 규격이나 기준이 정비되어 있는 편이나 일부 기술에 국한되어 있으며, 실험구성이나 절차에 대한 기준은 제시되지 않아 성능 평가를 위한 검증 방법에 대한 지속적 보완이 요구됨

- 개발 기술 성능 평가를 위한 실험 구성 기준이 미흡하여, 실험 단계에 따른 실험의 순서, 실험 횟수를 연구자 주관에 의거하여 진행함에 따라 적절성을 판단하기 어려움
  - ‘환경친화형 이중바닥 온돌시스템 개발’ 연구는 유사환경 시험을 2회 수행한 후 실내실험과 1차의 유사환경 시험을 추가 진행하고 현장적용 시험을 추진함
  - 성능 검증에 대한 신뢰도를 확보하면서 효율적으로 진행 가능한 실험 절차 및 방법에 대한 표준화가 필요함

<표 2.1.12> ‘환경친화형 이중바닥 온돌시스템 개발’ 실험구성 및 방법 검토

실험 구성	1차 유사환경 시험 →	2차 유사환경 시험 →	1차 실내실험 →	3차 유사환경 시험 →	1차 현장적용 시험 →	2차 현장적용 시험
주요 실험 내용 및 규격	<1차 유사환경시험> 시험내용 / 규격 경량충격음 시험 / KS F 2810-1 중량충격음 시험 / KS F 2810-2	<2차 유사환경시험> 시험내용 / 규격 열관류율 시험 / KS F 2299, KS F 2297	<3차 유사환경시험> 시험내용 / 규격 전열성능 시험 / 無			

- 주요 실험 내용을 위한 세부 실험 방법과 관련 규격은 표준을 보유하고 있는 편이나, 유사 실험체의 경우에도 성능을 평가하는 실험절차는 상이하므로, 이를 타당성 있게 평가하기 위한 시험 방법과 절차를 마련해 표준화하려는 지속적 보완이 요구됨

<표 2.1.13> 건축환경 분야 과제 별 실험 구성 및 절차 비교

과제 / 구분	환경친화형 이중바닥 온돌시스템 개발	주거성능등급향상을 위한 다기능통합온돌시스템 개발 및 실용화
실험 개요	이중바닥 온돌시스템을 구성하고 있는 각 구성품에 대한 물성 분석 및 시스템화될 수 있는 공법개발을 통해 시작품제작 및 현장시공을 통한 종합적인 성능확인을 수행함	주거성능 향상을 위한 보급형 다기능 온돌시스템의 주요부품 및 개발성능기준에 따른 프로토타입을 도출하여 실내시험, 2차 유사환경 실험, 2차 현장 실험을 수행함
실험 구성	<1차 유사환경 시험 (충격음)> ↓ <2차 유사환경 시험 (단열성능)> ↓ <1차 실내실험 (전열성능)> ↓ <3차 유사환경 시험 (열성능비교)> ↓ <1차 현장적용 시험> ↓ <2차 현장적용 시험>	<1차 실내실험 (열환경)> ↓ <1차 유사환경 시험 (열환경)> ↓ <2차 유사환경 시험 (공기환경)> ↓ <1차 현장적용 시험 (소음환경)> ↓ <2차 현장적용 시험>

○ 【수자원】 수자원 분야는 아직 기술 개발 단계가 낮고, 기술 특징에 적합한 실험 내용과 방법을 일관성 있게 표준화하는데 한계가 있어 연구자 주관과 상황에 따른 실험 방식과 절차가 진행됨

- 개발 기술의 특징에 따라 필요한 변수와 적합성 검토 방식이 상이하기 때문에 필요한 실험을 모두 동일한 방식으로 표준화하기는 어렵지만, 유사 실험내용이 진행되는 경우, 기준이 될 수 있는 기본적인 가이드라인 검토가 요구됨
  - 수자원 분야에서 자주 활용되는 수리모형실험의 경우 대부분 통일된 방식 없이 각 시안별 특성에 맞는 논문, 국외 가이드라인 등을 인용해 적용함
  - 특히 '우리나라 지역 특성에 맞는 최적 지하우 함양량 산정기법 개발' 연구의 경우, 실험 구성에서 3차의 실내실험 후에 유사환경 실험 없이 바로 현장적용시험을 수행하여 연구 결과에 따른 성능을 충분히 평가하지 못하고 현장에 적용하게 되는 상황이 초래됨

<표 2.1.14> 수자원 분야 실험구성 및 실험내용 별 표준 규격 적용 여부

과제 / 구분	우리나라 지역특성에 맞는 최적 지하수 함양량 산정기법 개발
실험 구성	1차 실내실험 → 2차 실내실험 → 3차 실내실험 → 유사환경 시험 → 1차 현장적용 시험 → 2차 현장적용 시험
주요 실험 내용 및 규격	<1~3차 실내실험>

시험내용	규격
수치모의시험	無
영향요인검토	無
적합성검토	無

<1~2차 현장적용 시험>

시험내용	규격
토질구분	無
강우량측정	無

- 홍수 재난피해 저감기술 성능 평가 시, 실험과 관련된 기준과 규격이 부재하여 과제 내에서 자체적으로 실험 방법을 설계해 적용하고 시사점을 도출함으로써 신뢰성 확보 기준이 미흡한 편임

<표 2.1.15> 실험 설계 구성 및 방법

과제 / 구분	하천·항만시설 홍수 재난피해 저감기술 개발				
실험 구성	1차 유사환경실험 →	2차 유사환경실험 →	1차 실내실험 →	2차 실내실험 →	현장시험
실험 방법	자체설계 직선수로 공급유량 0.3~0.6m²/s 일 때 관측	자체설계 만곡수로 공급유량 0.3~0.6m²/s 일 때 관측	자체설계 직선수로 사석크리별 2차원 유속분포파악	자체설계 만곡수로 사석크리별 2차원 유속분포파악	자체설계 사석크기 1/10 축척으로 실험 → 국부유속 고려한 재설계 필요

○ **【해양 항만】 해양 항만 분야 기술 성능 평가를 위한 실험은 유사환경 실험이나 현장시험 없이 주로 실내시험을 중심으로 진행되며, 실험 절차나 방법에 대한 기준이 미흡하여 연구자 주관에 따른 실험방법을 개발하여 적용함**

- 해양 항만 기술은 실제 환경에서 적용하기 어려운 현실 때문에 주로 실내에서 모형실험을 중심으로 진행되는 경향이 있음

<표 2.1.16> 해양 항만 분야 과제 별 실험 구성 및 절차 비교

과제 / 구분	방파제 겸용 파력발전 시스템 성능향상을 위한 연구	주문진항 해수교환시설 실시설계용역 관련 수치모형실험, 단면수리모형실험
실험 개요	방파제 겸용 파력발전 시스템 유입 및 수평판 형상 설계와 방파제 겸용 하이브리드 발전 시스템을 개발하고 최적 설계안을 제시하기 위해 3차에 걸친 실내실험을 진행함	주문진항 수질 개선을 위해 신형 해수교환방파제를 실시 설계함에 있어 단면의 적정규모 결정을 통한 해수유입 성능을 파악하기 위해 수리모형실험을 실시함
실험 구성 및 특징	<1차 실내실험 (유입구 형상)> ↓ <2차 실내실험 (수평판 형상)> ↓ <3차 실내실험> (하이브리드 발전 시스템) 1~2차 실험은 방파제 파력발전 시스템 모형실험으로 구성되고, 3차 실험은 태양광 및 파력 발전 장치가 설치된 부이에서의 실제 측정데이터 기반 실험으로 수행함	<1차 실내실험> 월류제 안정성 검토 유압유속 측정 단면수리모형 실험을 통해 월류제 안정성을 검토하고 유압유속을 측정하여 유입유량 추정 경험식을 도출함

- 실험 구성 및 세부 실험 방법에 대해 기준이 되는 방법이 국내 뿐 아니라 해외에서도 미흡하기 때문에 연구자 주관에 따라 실험절차와 방법이 자율적으로 구성되어 신뢰성 있는 결과를 도출하는데 한계가 있음

○ **【지반】 지반 분야에서는 세부 실험내용 별 실험 방법과 기준은 비교적 잘 마련되어 있는 편이나, 실험 목적에 맞는 실험 구성과 절차 기준이 미흡하여 연구 과제별로 상이하게 진행되고 있으며, 모형시험 기준은 전혀 마련되어 있지 않음**

- 성능 및 안전성 검증을 위한 현장적용 시험 절차와 기준이 미흡하며, 과제 별로 0회 ~ 7회까지 편차가 큰 편임
  - . 너무 적은 수준의 현장검증은 결과에 대한 신뢰성을 보장받지 못하며, 지나치게 많은 수준의 현장검증은 비용과 시간의 비효율을 초래할 수 있음
  - . 장비, 재료 및 공법이라는 결과물의 차이를 감안하더라도 적정하고 충분한 수준의 현장검증 횟수가 정의될 필요가 있음

<표 2.1.17> 지반 분야 과제 별 실험 구성 및 절차 비교

과제 / 구분	건설공사의 경제성과 안전성 향상을 위한 첨단지반조사 장비개발 및 실용화 연구	건설현장발생토를 이용한 무다짐 유동화 처리공법의 연구	순환골재를 재활용한 친환경 지반개량공법 개발 연구
실험 개요	지반조사 장비가 결과물인 과제로, 흙의 물성평가와 시료의 종류에 따른 장비의 성능을 실내에서 검증한 후, 7차에 걸친 현장 적용실험을 진행함	재료와 공법의 개발과 보급계획이 망라된 과제로, 재료(흙)의 물성 및 안정성, 성능평가를 모두 실내실험을 통해 진행한 후 바로 현장에 적용함	재료와 공법이 결과물인 과제로, 시험물(말뚝)과 흙의 물성평가를 1차 실내실험에서, 시험물의 성능평가를 모형을 이용해 2차 및 3차 실내실험에서 진행한 후 현장적용 실험을 통해 검증함
실험 구성	<1차 실내실험> ↓ <유사환경 실험> ↓ <1차 현장적용 실험> ⋮ <7차 현장적용 실험>	<1차 실내실험> ↓ <2차 실내실험> ↓ <3차 실내실험>	<1차 실내실험> ↓ <2차 실내실험> ↓ <3차 실내실험> ↓ <1차 현장적용 실험>

- 동일한 실험체에 대한 실험 시에도 서로 다른 실험 기준과 방법을 적용함
  - 일례로 동일 소재(흙)에 대한 물성 평가 과정에서 수행된 일축압축시험 및 삼축압축시험은 한국표준(KS)에 의해 정의된 규격이 존재함에도 불구하고, 적용하지 않거나 해외의 다른 규격을 적용하는 등 상이한 다른 방법을 적용하고 있음

<표 2.1.18> 동일한 실험체 실험 기준 및 방법 비교

과제 / 구분	건설공사의 경제성과 안전성 향상을 위한 첨단지반조사 장비개발 및 실용화 연구	건설현장발생토를 이용한 무다짐 유동화 처리공법의 연구	순환골재를 재활용한 친환경 지반개량공법 개발 연구
주요 실험 내용 및 규격	**<1차 실내실험>** 표준압밀시험 Rowe cell 압밀시험 일축압축시험 삼축압축시험 실험내용 / 규격 일축압축시험 / **미적용** 삼축압축시험 / **미적용**	**<3차 실내실험>** 일축압축시험 삼축압축시험 CBR 시험 pH 시험 어독성 시험 실험내용 / 규격 일축압축시험 / KS F 2314 **삼축압축시험** / UU test KS F 2346	**<1차 현장적용실험>** 흙의 입도 시험 흙의 함수비 시험 흙의 밀도 시험 일축압축시험 삼축압축시험 실험내용 / 규격 일축압축시험 / KS F 2314 삼축압축시험 / KS F 2346

- 나아가 일축압축시험, 삼축압축시험을 포함해 지층의 물성 및 역학시험과 관련된 실험 내용 별 세부 방법과 표준 규격은 비교적 잘 마련되어 있으나, 축소모형실험 규격과 기준은 전무한 상황임

<표 2.1.19> 실험 단계별 실험내용 및 표준 규격 적용 여부

<table>
<tr><th>과제
구분</th><th colspan="3">순환골재를 재활용한 친환경 지반개량공법 개발 연구</th></tr>
<tr><th>실험
구성</th><th>1차 실내실험</th><th>2~3차 실내실험
(모형시험)</th><th>1차 현장시험</th></tr>
<tr><td>주요
실험
내용
및
규격</td><td><table><tr><th>실험내용</th><th>규격</th></tr><tr><td>일축압축
시험</td><td>KS F 2405</td></tr><tr><td>주도 시험</td><td>KS L 5108</td></tr><tr><td>플로우 시험</td><td>KS L 5111</td></tr><tr><td>슬럼프 시험</td><td>KS F 2402</td></tr><tr><td>정탄성 계수</td><td>KS F 2438</td></tr><tr><td>삼축압축
시험</td><td>KS F 2346</td></tr></table></td><td><table><tr><th>실험내용</th><th>규격</th></tr><tr><td>실내원형
토조
압밀실험</td><td>無</td></tr><tr><td>실내모형
토조실험</td><td>無</td></tr></table></td><td><table><tr><th>실험내용</th><th>규격</th></tr><tr><td>표준관입
시험</td><td>KS F 2307</td></tr><tr><td>현장베인
시험</td><td>KS F 2342</td></tr><tr><td>콘관입시험</td><td>ASTM 344</td></tr><tr><td>자연시료
채취</td><td>KS F 2317</td></tr><tr><td>지층의
물성 및
역학시험</td><td>KS F
2302·2306·
2308·2314·
2346</td></tr></table></td></tr>
</table>

○ **【도로】 도로 분야는 현장적용 시험이 많은 분야임에도 불구하고 이에 대한 절차와 구성에 대한 기준이 미흡하여 개발자에 의한 임의 평가로 객관성 확보가 어려우며, 동일 실험체에 대한 규격도 일부 다르게 적용되는 경우가 나타남**

- 연구개발 유형이나 연구 목적에 따른 실험 절차와 구성에 대한 표준이나 가이드라인이 부재하여, 현장적용 시험 방법이나 횟수를 자체적으로 적용함으로써 타당성과 신뢰성이 미약함
  . 포장 보수와 포장 개발에 대한 유사 기술 분야임에도 불구하고, 현장적용 시험 횟수는 0~3회로 다양하고, 적용 방법도 상이함
  . 포장 보수와 포장 개발 흐름도는 크게 재료에 대한 실내평가 및 현장적용성 평가로 구분되나 유사 기술 분야임에도 불구하고, 실내평가항목 및 현장적용성 평가 시 평가되는 시험항목 및 시험 횟수가 표준이나 가이드라인의 부재로 개발자 또는 기관별 상이한 항목 및 방법으로 적용되고 있음.

<표 2.1.20> 도로 분야 유사환경 및 현장적용 시험 구성 및 절차 비교

과제 / 구분	노후도로 표면 보수 사업화-우레탄 개질 아스팔트바인더를 이용한 아스팔트 콘크리트 포장 파손 보수 재료 및 공법 개발에 관한 연구	복합포장 시스템 및 폴리머 콘크리트 교면포장 개발 연구
실험 개요	재료와 공법 개발이 동시에 진행된 과제로, 사전에 재료 성능에 대한 3차 현장적용 실험 후, 2차 유사환경 실험을 통해 검증	복합포장 선정단면의 포장가속시험으로 2차 실내실험, 2차 유사환경 실험 후, 현장적용 실험을 통해 검증
실험 기준 및 규격	표준 규격 無	표준 규격 無
실험 구성	재료: <1차 현장적용 시험> → <2차 현장적용 시험> → <3차 현장적용 시험> 공법: <1차 유사환경 실험> → <2차 유사환경 실험> • 3회 현장적용 시험에서 유사한 시험 내용을 다수 지역에 반복 적용하였으나, 3회 적용 횟수에 대한 기준이 부재함 • 공법 개발 후에는 현장적용 시험을 배제함	<1차 실내실험> → <2차 실내실험> → <1차 유사환경 실험> → <2차 유사환경 실험> → <현장적용 시험> • 현장적용 시험을 1회만 적용함

- 동일 과제 내에서도 실험내용에 따른 순서나 절차 기준이 부재하여, 실험 단계마다 상이하게 적용되는 경향이 있음
  - ‘복합포장 시스템 및 폴리모 콘크리트 교면포장 개발’ 연구에서 진행된 실내실험과 유사환경 실험 내용으로, 각 실험 단계에서 공용성 평가와 포장가속시험 순서가 바뀌어 진행됨
  - 나아가 포장 보수와 포장 개발의 실험 단계에서 수행되는 공용성 평가와 포장가속시험 자체에 표준이나 가이드라인 부재로 보수재 및 공법개발 평가 시 동일조건으로 이루어지지 않는 경우에 시험과정, 내용 및 결과에 있어 타당성과 신뢰성이 부족함.

<표 2.1.21> ‘복합포장 시스템 및 폴리머 콘크리트 교면포장 개발’ 연구 실험 내용

실내실험		유사환경 실험		현장적용 실험
1차	2차	1차	2차	실험내용
실내 **공용성 평가** →	**포장가속시험** 적용성 예비시험	복합 **포장가속시험** →	복합포장의 포장가속시험 **공용성 평가**	혼합물 생산 및 시공

- 또한 동일한 실험 단계 및 실험 내용에서도 표준 규격이 다르게 적용됨
  - ‘아스팔트 콘크리트’ 관련 마샬안정도 평가 시, ‘배수성 및 내유동성 아스팔트 포장을 위한 첨단 아스팔트 개질제 사업화’ 연구에서는 국내 표준(KS)을 적용하여 적합하다고 판단하였고, ‘아스팔트 콘크리트의 고온 내변형성 평가기법 개발’ 연구에서는 기존 표준이 부적절하다고 평가하여 적절성 판단이 어려움

<표 2.1.22> 동일 실험 내용에 대한 표준 규격 적용 여부 비교

구분 \ 과제	배수성 및 내유동성 아스팔트포장을 위한 첨단 아스팔트 개질제 사업화	아스팔트 콘크리트의 고온 내변형성 평가기법 개발
실험 개요	도포형 세라믹 코팅재/부설 공법 개발 과제로 실내실험, 현장실험이 각각 1회씩 이루어짐	고온 내변형성 평가기법을 개발하는 과제로, 실내실험, 현장적용 시험, 유사환경 실험으로 각각 1회씩 이루어짐
실험 구성	<실내실험> ↓ <현장적용 시험>	<실내실험> ↓ <현장적용 시험> ↓ <유사환경 실험>
실험 기준 및 규격	공극퍼센트 표준 규격 無 투구계수 표준 규격 無 마샬안정도 KS F 2337 휠트랙킹 시험 표준 규격 無 침입도시험 표준 규격 無 연화점 시험 표준 규격 無 점도 시험 표준 규격 無 터프니스와 터내시티시험 표준 규격 無 인하점 시험 표준 규격 無 칸타블로 시험 표준 규격 無	마샬안정도 표준 규격 無 휠트래킹 시험 표준 규격 無

○ **【철도】 철도 분야는 세부적인 기능을 평가하는 시험 방법과 규격이 일부 표준화 되어 있으나, 전체적인 성능을 검증하기 위한 절차와 규격은 보완이 필요하며, 세부 기능과 관련된 시험 규격도 정교화할 필요가 있음**

- 실험 내용에 대한 구성이 비교적 체계적으로 구성된 듯 하나, 표준 방법과 규격이 미흡한 경우가 많음
  - ‘기존 철도판형교의 급속교체기술 개발 및 시공’ 연구에서 4차에 걸친 유사환경시험 중 동적안정성 시험을 제외하고 표준 규격이 부재함
  - 또한 부분적 기능에 대한 성능 평가 방법 외에 전체적인 성능 검증과 관련된 실험 절차를 표준화하여 신뢰성을 제고할 필요가 있음

<표 2.1.23> 철도 분야 시험 구성 및 실험 내용 별 표준 적용 여부

구분 \ 과제	기존 철도판형교의 급속교체기술 개발 및 시공
실험 개요	이동식 크레인 차량을 이용한 판형교 교체 공법이 결과물인 과제로, 실내실험 및 현장적용시험 없이 4회의 유사환경시험으로만 절차가 구성되어 있음
실험 구성	실내 실험 → 1차 유사환경시험 → 2차 유사환경시험 → 3차 유사환경시험 → 4차 유사환경시험 → 현장 시험

주요 실험 내용 및 규격

<1차 유사환경 시험>

시험내용	규격
이동식 크레인 차량 변위 측정시험	無
이동식 크레인 차량 변형률 측정	無

<2차 유사환경 시험>

시험내용	규격
동적안정성 시험	철도 설계 기준

<3차 유사환경 시험>

시험내용	규격
정적강도시험	無
동적물성치 시험	無
주파수별 가진시험	無

<4차 유사환경 시험>

시험내용	규격
높이조절 성능평가시험	無
사용하중 재하시험	無
극한하중재하 시험	無

▮ 철도 분야 시험 내용과 관련해 국내 산업표준이 존재하나, 아직 표준 규격이 충분하지 않아 자의적인 실험 방법을 적용하는 경우가 빈번함

. ‘도포형 세라믹 코팅재를 이용한 레일 마모 및 소음저감 기술’ 연구의 1차 실내실험 중 내마모 시험 시, 유사 표준 규격은 있으나 해당 연구에 적용하지 못하고 자체 시험 방법을 적용하여 육안을 통한 관찰, 표면 스크래치의 깊이, 시험체의 중량 등 탐색적인 방법을 동원했기 때문에 성능 평가에 대한 검증에 한계가 있음

<표 2.1.24> 시험 내용 별 표준 규격 적용 여부

시험 내용	표준 규격	표준 규격 적용 여부
경도시험	KS F 0811 (금속 재료의 비커스 경도 시험 방법)	○
인장시험	KS F 0802 (금속재료 인장 시험 방법)	○
내마모시험	**KS D 0284 (강관 코팅재의 내마모시험방법)**	**X (자체 시험방법 적용)**

■ 공통적 이슈 및 시사점

○ **【축소모형 실험 기준의 부재】 현재 분석 대상인 25건의 과제 실험절차 사례에서 축소모형을 제외한 실내 모의실험과 축소모형 실험의 표준 기준과 규격 적용 여부를 검토한 결과, 축소모형 실험에 적용 가능한 표준화된 기준과 규격은 전무한 상황임**

▮ 실내에서 진행되는 모의실험의 경우 표준 규격이 5건 존재한데 반해, 실내 또는 유사환경에서 진행되는 축소모형 실험에서는 표준 규격과 기준이 존재하지 않는 상황으로, 건설교통 R&D의 특징에 맞는 축소모형 실험 방법과 절차 마련이 시급함

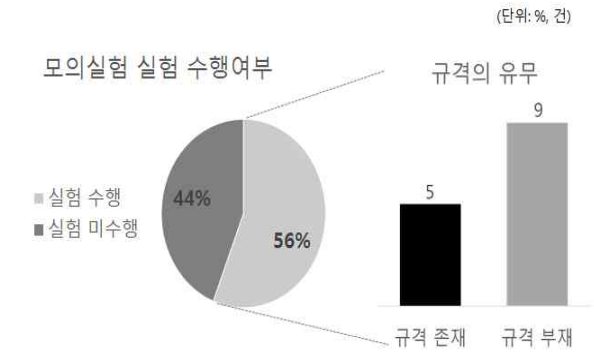
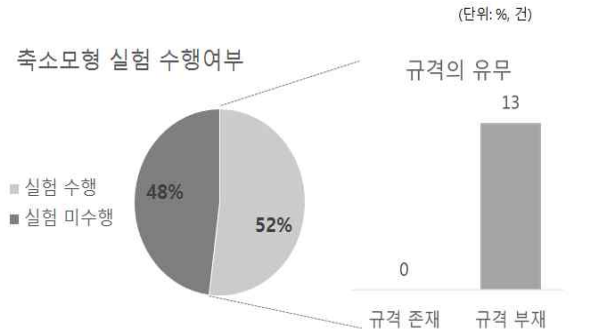
<표 2.1.25> 모의실험 및 축소모형 실험수행 및 규격 현황

과제명	모의실험※		축소모형 실험			
			실내		유사환경	
	수행 여부	기준 규격	수행 여부	기준 규격	수행 여부	기준 규격
PSC-I 거더를 이용한 중공슬래브 교량개발	X	·	X	·	○	無
Smart Mold 시스템을 이용한 프리캐스트곡선 PSC보(Curved Beam)의 실용화 연구	○	無	X	·	○	無
트러스 하프 프리캐스트 바닥판의 성능평가 및 설계방안 연구	X	·	X	·	○	無
중지간 교량의 시공 및 구조 효율성 증진을 위한 신형식 상부구조 시스템 실용화	X	·	X	·	○	無
IT기반 스마트 교량내진장치 개발	X	·	○	無	○	無
내진 및 내풍 대책으로 적합한 신개념 스마트 제진 장치의 실용화	○	無	○	無	○	無
고성능 재료기술을 반영한 프리캐스트 및 프리스트레스트 콘크리트의 성능향상기술 개발 및 표준화	○	無	X	·	X	·
차세대 시설물용 신재료 활용기술 개발	X	·	X	·	X	·

환경 친화형 이중바닥 온돌시스템 개발	○	KS	X	·	X	·
주거성능등급향상을 위한 다기능통합온돌시스템 개발 및 실용화 연구	○	無	X	·	○	無
건설공사의 경제성과 안전성 향상을 위한 첨단지반조사 장비개발 및 실용화 연구	○	無	X	·	X	·
건설현장발생토를 이용한 무다짐 유동화 처리공법의 실용화 연구	○	KS 外 3개	X	·	X	·
순환골재를 재활용한 친환경 지반개량공법 개발 연구보고서	○	KS	○	無	X	·
우리나라 지역특성에 맞는 최적 지하수 함양량 산정기법 개발	○	無	X	·	X	·
하천·항만시설 홍수 재난피해 저감기술 개발	○	無	X	·	X	·
방파제 겸용 파력발전 시스템의 성능향상을 위한 연구	X	·	○	無	X	·
주문진항 해수교환시설 실시설계용역 관련 수치모형실험, 단면수리모형 실험외 기타 관련조사	X	·	○	無	X	·
우리나라에서의 강풍에 대한 대형구조물의 내풍특성규명을 위한 풍동실험 연구	X	·	○	無	X	·
풍환경모델 및 내풍기술 개발	X	·	○	無	X	·
복합포장 시스템 및 폴리머 콘크리트 교면포장 개발 평가보고서	○	無	X	·	X	·
노후도로 표면 보수 사업화-우레탄 개질 아스팔트바인더를 이용한 아스팔트 콘크리트 포장 파손 보수 재료 및 공법 개발에 관한 연구	X	·	X	·	X	·
아스팔트 콘크리트의 고온 내변형성 평가기법 개발	○	無	X	·	X	·
배수성 및 내유동성 아스팔트포장을 위한 첨단 아스팔트개질제 사업화	○	KS	X	·	X	·
기존 철도판형교의 급속교체기술 개발 및 시공	X	·	X	·	○	無
도포형 세라믹 코팅재를 이용한 레일마모 및 소음저감 기술개발 연구보고서	○	KS	X	·	X	·

※ 모의실험: 축소모형 실험을 제외한 프로그램 해석, 강도 및 물질 특성 실험 등의 실내실험

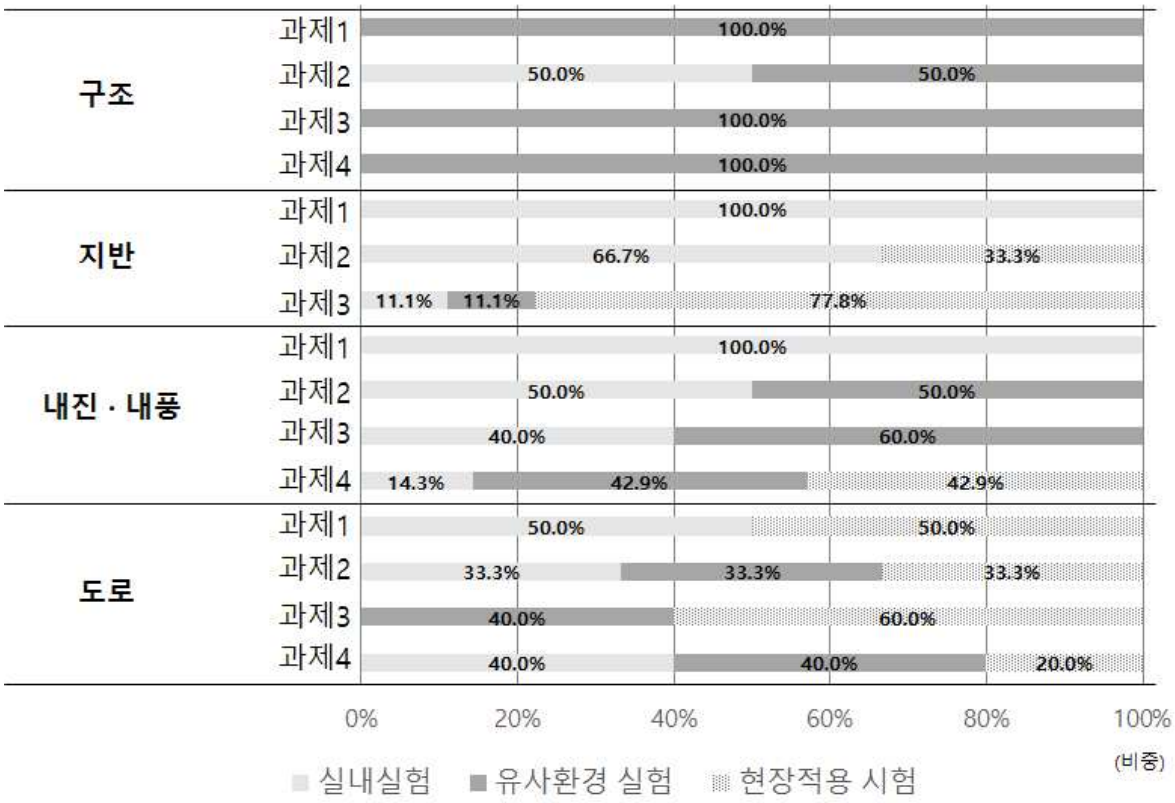
- 모의실험과 축소모형실험 수행 비중은 각각 56%와 52%이며, 이 중 모의실험에 적용 가능한 표준 규격은 36% 존재하는데 반해, 축소모형실험에 적용 가능한 표준 규격은 전무한 상황임

모의실험	축소모형실험
	
• 모의실험은 56%(14건) 수행되었으며 적용 가능한 표준 규격 36%(5건) 존재함	• 축소모형실험은 52%(13건) 수행되었으며 적용 가능한 표준 규격이 0%(0건)임

<그림 2.1.3> 모의실험 및 축소모형 실험의 비중 및 표준 규격 적용 현황 (그림 변경)

○ **【동일 기술 분야 내 실험 방법 적용 기준 상이】 실험 과제가** 3개 이상인 기술 분야 내에서 과제 별 실험 단계 진행 방법을 검토한 결과, 구조와 도로 분야는 유사한 패턴을 나타나는 반면, 지반과 내진·내풍 분야는 상이한 패턴을 나타냄

- 구조 분야에서 실험 단계가 유사환경 실험으로 대부분 구성되어 있으며, 도로의 경우 마지막 단계로 현장적용 시험을 일관성 있게 적용하여 수행함



<그림 2.1.4> 주요 기술 분야의 과제 별 실험 비중

2.2 신기술 인증 부문

■ 신기술 인증 관련 실험사례 보고서 리스트 수집 대상 및 선정 방법

○ 실험사례 분석을 위해 최근 15여년 간 국토교통과학기술진흥원에서 신기술 인증을 받은 기술 중 금번 분석 대상인 10개 분야별로 구분되면서 비교 분석 가능한 기술 관련 보고서 74건을 수집함

- 수집 대상 : 국토교통과학기술진흥원에서 연구 총괄하여 신기술 인증을 받은 기술
- 대상 기간 : 1999년 07월 ~ 2014년 12월
- 수집 방법 : 국토교통과학기술진흥원 홈페이지 (www.kaia.re.kr) 內 지식정보 시스템 중 건설 및 교통 신기술에서 리서치 진행

○ 이 중 금번 연구 대상인 10개 분야(구조, 내진, 재료, 건축환경 및 설비, 지반, 수자원, 해안·항만, 내풍, 도로, 철도) 별 분석을 위해 분야별 1건~4건 과제를 선정하여 최대한 누락되는 분야가 없도록 하였으며, 동일 분야 내에서는 가급적 유사 실험체 및 유사 실험 방법이 포함되어 있는지 검토하여 과제를 선정함

- 특정 분야에 치중하거나 누락되지 않게 분야별 균형을 고려하여 선정함
  ※ 단, 기술 분야가 중복될 경우 통합하였으며, 내진과 내풍 분야는 수집된 건이 각 1건이어서 해당 과제를 채택함
- 동일 분야 내에서 유사 실험체 및 유사 실험 방법 수행 여부를 확인하여 선정함

■ 실험사례 분석 대상 리스트

○ **건설교통 신기술 성능 평가를 위한 실험사례 분석을 위해 최종 20개 과제가 선정됨**

- 본 과제 기준이 되는 10개 분야에 교통 분야를 추가하여 분야별로 사례를 분석하되, 내진/내풍과 같이 관련 기술이 중복되거나 해당 기술 내에서 분야 구분이 어려운 유관분야는 통합하여 분석함
- 구조/재료의 경우 신기술 인증 건수가 상대적으로 많고 유사 기술 간 비교가 가능할 수 있으므로 6개 과제를 선정하고, 다른 분야는 동일하게 2건씩 선정함

<표 2.2.1> 세부 분야별 과제 수집 및 선정 현황

구분	수집 건수	선정 건수	구분	수집 건수	선정 건수
구조/재료	14건	6건	수자원/해안·항만	4건	2건
건축환경 및 설비	4건	2건	내진/내풍	2건	2건
지반 및 기초	6건	2건	도로	10건	2건
철도	10건	2건	교통	24건	2건

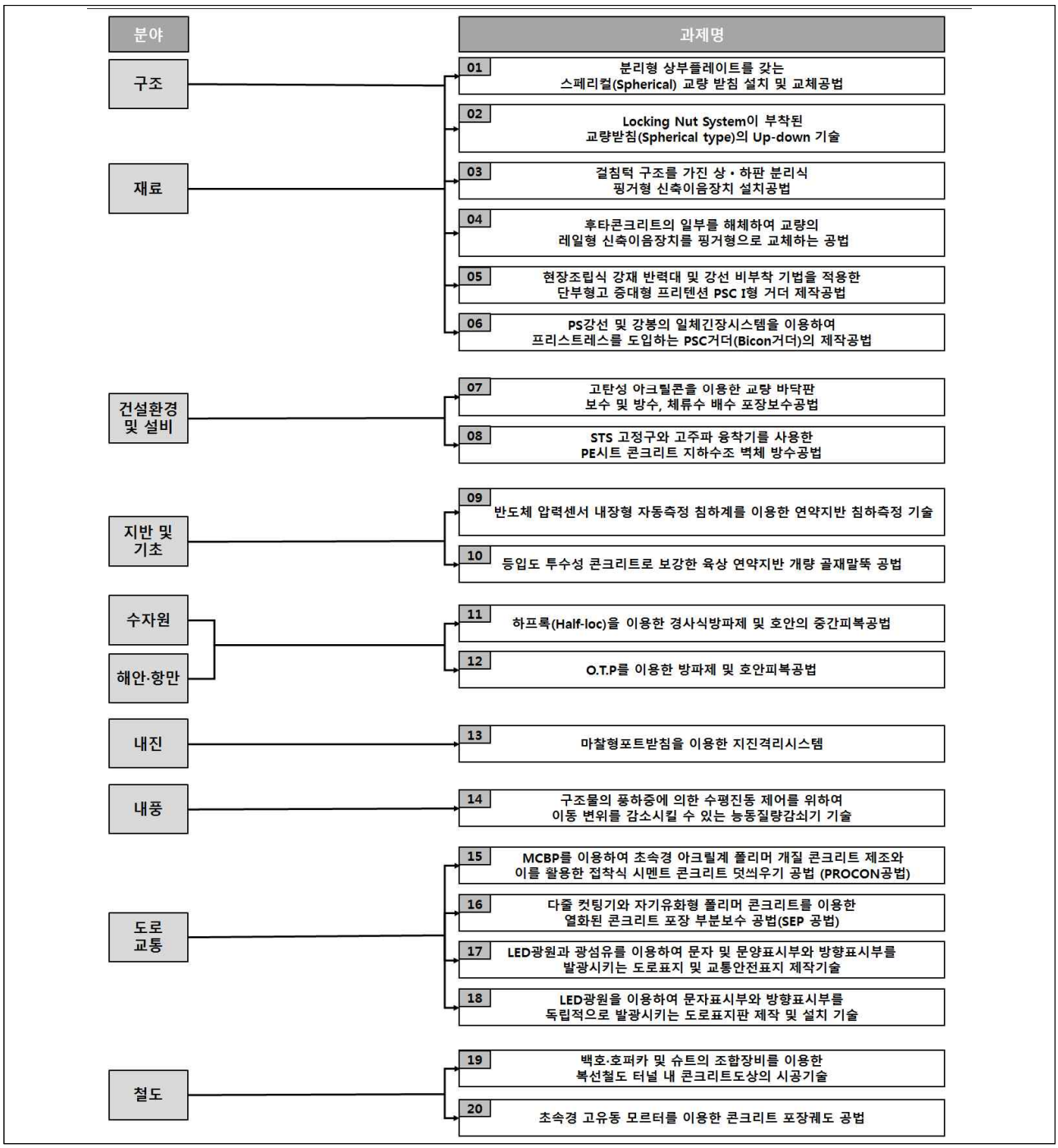
※ 분야가 중복되는 과제의 경우, 중복 분야를 통합하여 선정 및 분석하였음

- 선정 과제는 2010년 이후가 55%, 이전이 45%로 구성됨

<표 2.2.2> 선정 과제 연도별 분포 현황

연도	'99	'00	'01	'02	'03	'04	'05	'06	'07	'08	'09	'10	'11	'12	'13	'14	'15	총합
건수	2	1	0	0	1	0	0	0	3	1	1	4	3	0	2	2	0	20

- 과제는 2.1에서 분석한 기존 건설교통 R&D 부문과 동일하게 주요 분야 중심으로 검토하되, 필요한 경우 연관 분야를 고려함



<그림 2.2.1> 분석 대상 보고서 분야별 리스트

■ 실험사례 보고서의 실험사례 개요

<표 2.2.3> 실험사례 보고서 세부 현황

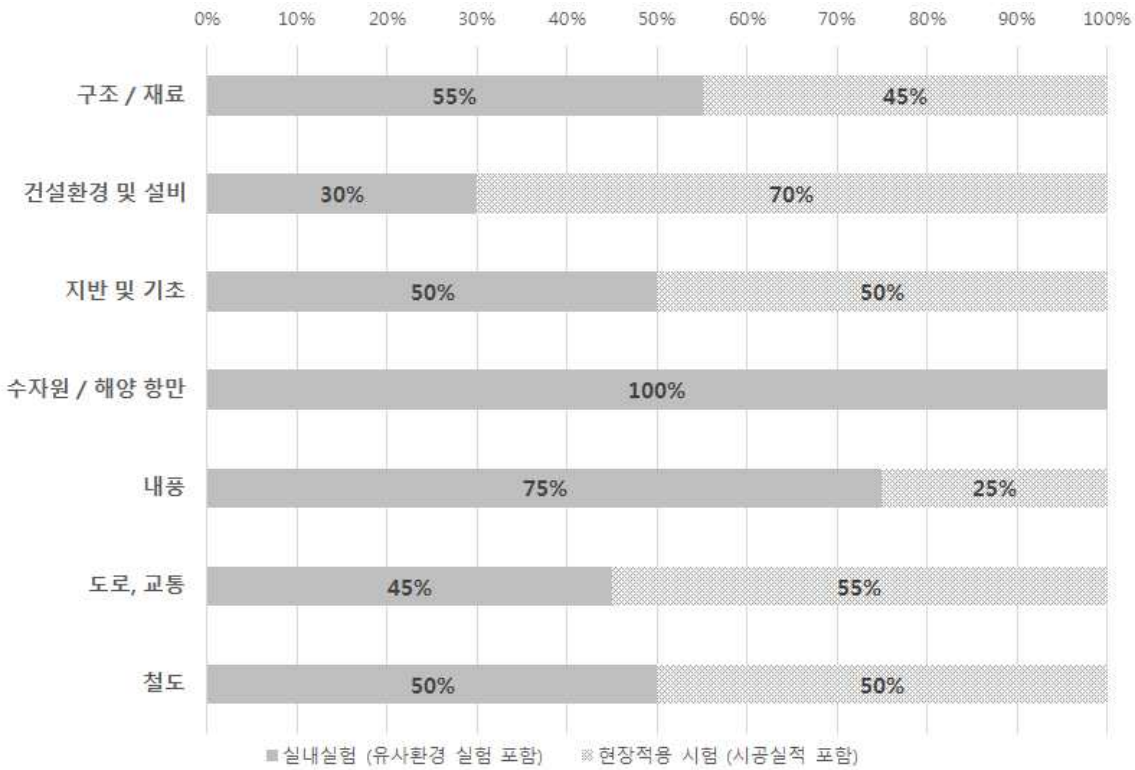
과제명	시험방법		시험수행기관		시험 성적서 /결과서 첨부 여부
	표준 시험	자체 시험	기관명	KOLAS 인증 여부	
분리형 상부플레이트를 갖는 스페리컬(Spherical) 교량 받침 설치 및 교체공법	△	○	한국건설품질 시험원 외 2개	X	○
Locking Nut System이 부착된 교량받침(Spherical type)의 Up-down 기술	△	○	한국건설기술연 구원 외 1개	△	○
걸침턱 구조를 가진 상・하판 분리식 핑거형 신축이음장치 설치공법	△	○	한국도로공사 외 2개	△	○
후타콘크리트의 일부를 해체하여 교량의 레일형 신축이음장치를 핑거형으로 교체하는 공법	△	○	한국화학시험 연구원 외 1개	△	○
현장조립식 강재 반력대 및 강선 비부착기법을 적용한 단부형고 증대형 프리텐션 PSC I형 거더 제작공법	△	○	충청대학 국제 시험공인시험연 구원 외 1개	△	○
PS강선 및 강봉의 일체긴장시스템을 이용하여 프리 스트레스를 도입하는 PSC거더(Bicon거더) 제작공법	△	○	포항산업과학 연구원	△	○
반도체 압력센서 내장형 자동측정 침하계를 이용한 연약지반 침하측정 기술	△	○	산업기술시험원 외 1개	△	○
등입도 투수성 콘크리트로 보강한 육상 연약지반 개량 골재말뚝 공법	△	○	농업기반공사 외 1개	△	○
고탄성 아크릴콘을 이용한 교량 바닥판 보수 및 방수, 체류수 배수 포장보수공법	△	○	자체수행	X	○
STS 고정구와 고주파 융착기를 사용한 PE시트 콘크리트 지하수조 벽체 방수공법	△	○	한국건자재시험 연구원	X	○
하프록(Half-loc)을 이용한 경사식방파제 및 호안의 중간피복공법		○	자체수행	X	○
O.T.P를 이용한 방파제 및 호안피복공법		○	자체수행	X	○
마찰형포트받침을 이용한 지진격리시스템	△	○	MCEER (뉴욕주립대실험)	X	○
구조물 풍하중에 의한 수평진동 제어를 위해 이동 변위를 감소시킬 수 있는 능동질량감쇠기 기술	△	○	한국건설교통기 술평가원	X	○
MCBP를 이용하여 초속경 아크릴계 폴리머 개질 콘크리트 제조와 이를 활용한 접착식 시멘트 콘크리트 덧씌우기 공법 (PROCON공법)	○		에스지에스 건설시험연구원 외 3개	○	○
다줄 컷팅기와 자기유화형 폴리머 콘크리트를 이용한 열화된 콘크리트 포장 부분보수 공법	△	○	한국도로공사 외 2개	△	○
백호·호퍼카 및 슈트의 조합장비를 이용한 복선철도 터널 내 콘크리트도상의 시공기술	△	○	한국철도기술 연구원	○	○
초속경 고유동 모르터를 이용한 콘크리트 포장궤도 공법	△	○	서울메트로 외 2개	X	○
LED광원과 광섬유를 이용하여 문자 및 문양표시부와 방향표시부를 발광시키는 도로표지 및 교통안전표지 제작기술	○		한국산업기술원 외 1개	△	○
LED광원을 이용하여 문자표시부와 방향표시부를 독립적으로 발광시키는 도로표지판 제작/설치기술	△	○	한국조명연구원 외 1개	△	○

※ 범례 : ○는 해당, △는 일부 해당, X는 해당 없음으로 표기함

■ 건설교통 신기술 인증 기술 분야별 일반적 실험 특징

○ 【실험 단계별 비중】 기술 분야별로 실내실험 (유사환경 실험 포함)과 현장적용 시험 (시공실적 포함) 단계별 비중이 상이함

- 실내실험과 현장적용 시험의 비중은 평균 52% vs 48%로 나타난 반면, 수자원, 해양 항만 분야는 실내실험 비중이 100%로 구성됨
  - 금번 분석 대상인 20개 신기술 보고서 중 실험 진행 단계와 시기가 비교적 상세하게 제시된 16개 보고서를 중심으로 실험단계별 횟수 및 비중을 분석한 결과, 기술 상용화 비중이 비교적 높은 건설환경 및 설비, 도로/교통 분야는 실내실험 보다 현장적용 시험 비중이 높고, 현장 환경 조성이 어려운 수자원/해양·항만과 내진/내풍 분야는 실내 모형 실험을 중심으로 구성되는 경향이 나타남



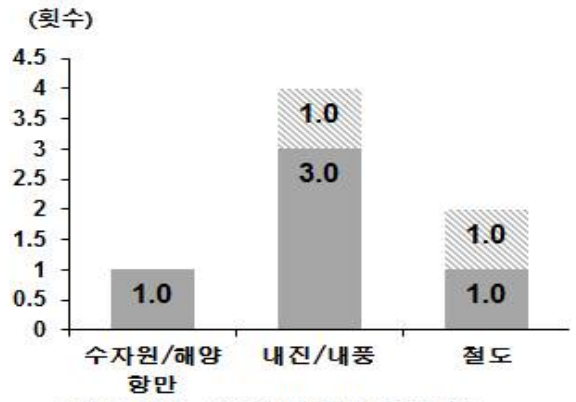
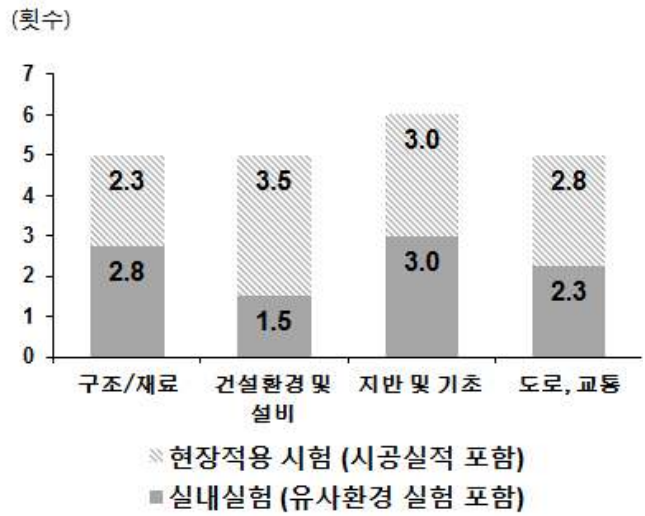
※ 단계별 비중이 명확하게 표기된 "분리형 상부플레이트를 갖는 스페리컬(Spherical) 교량 받침 설치 및 교체공법"과제 외 15건을 대상으로 분석함

<그림 2.2.2> 기술 분야별 실험 단계별 비중

○ 【실험 횟수】 건설교통 분야에서 신기술 인증을 받기까지 성능 평가를 위한 실험단계 횟수는 전체 평균 4회이며, 실험 단계별로는 유사환경을 포함한 실내실험이 평균 2.1회, 시공실적을 포함한 현장적용시험이 평균 1.9회로 나타남

- 신기술 인증을 받은 기술이라 하더라도, 기술 분야에 따라 실험절차와 인프라 구축 정도가 다르기 때문에 인증을 위한 시험평가 시 시험구성과 항목 수는 격차를 보임
  - 기술 분야별로 평균 실험구성과 항목 수를 비교한 결과 구조 및 재료, 지반 및 기초, 건설환경 및 설비 분야는 세부 실험단계까지 상세하게 구성한 반면, 수자원, 해양 항만과 철도 분야의 실험단계는 단조로운 패턴을 보이고 있음

<표 2.2.4> 기술 분야별 실험 단계별 횟수

5회 미만	5회 이상
	

<표 2.2.5> 기술 분야별 실험 단계별 횟수

기술분야 / 실험단계	구조/ 재료	건설환경 및 설비	지반 및 기초	수자원/ 해양·항만	내진/ 내풍	도로, 교통	철도
실내실험 (유사환경 실험 포함)	2.8회	1.5회	3.0회	1.0회	3.0회	2.3회	1.0회
현장적용 시험 (시공실적 포함)	2.3회	3.5회	3.0회	0.0회	1.0회	2.8회	1.0회

■ 분야별 사례 분석

○ 【구조/재료】 구조 및 재료 분야는 신기술 인증을 획득하는 과정에 필요한 현장시험 기간이 길고, 다음단계 실험과정까지 소요되는 기간도 길며, 실험 단계별 표준의 적용이 미흡한 경향이 있음

- 구조/재료 신기술의 현장시험 기간은 8개월에서 3년 이상까지로 기술 특징에 따라 상이하나 대체로 긴 편임

<표 2.2.6> 과제별 현장시험 기간

걸침턱 구조를 가진 상・하판 분리식 핑거형 신축이음장치 설치공법		PS강선 및 강봉의 일체긴장시스템을 이용하여 프리스트레스를 도입하는 PSC거더(Bicon거더)의 제작공법	
실내실험	'05.06-'08.10	실내실험	'07.04-'08.02
현장시험	'07.05-'10.11 (42M)	현장시험	'09.03-'09.11 (8M)

- 구조 후 신기술 인증을 위해 필수 단계인 현장시험까지 소요기간이 각 과제별로 대략 1년 이상이 소요됨

<표 2.2.7> 과제별 실내실험과 현장시험 간 준비기간

분리형 상부플레이트를 갖는 스페리컬(Spherical) 교량 받침 설치 및 교체공법		PS강선 및 강봉의 일체긴장시스템을 이용하여 프리스트레스를 도입하는 PSC거더(Bicon거더)의 제작공법	
실내실험	'05.11-12	실내실험	'07.04-'08.02
준비기	(14M)	준비기	(13M)
현장시험	'07.02-	현장시험	'09.03-'09.11

- 현장시험 수행시 자체 기준에 의해 수행하는 경우가 많으며, 실내실험의 경우에도 표준 적용이 다소 미흡하거나 자체 실험 기준을 이용하는 경우가 나타남

<표 2.2.8> 과제별 표준 미적용 및 자체시험

분리형 상부플레이트를 갖는 스페리컬(Spherical) 교량 받침 설치 및 교체공법	걸침턱 구조를 가진 상・하판 분리식 핑거형 신축이음장치 설치공법	PS강선 및 강봉의 일체긴장시스템을 이용하여 프리스트레스를 도입하는 PSC거더(Bicon거더)의 제작공법

○ 【지반 및 기초】 실내실험 이후 현장시험 및 시공실적에 대한 절차로 인하여 전체적으로 신기술 인증까지 소요되는 기간이 길고, 이에 따라 상용화가 지연됨

- 현장시험 뿐 아니라 시공 실적에 대한 증빙 요구가 많아 신기술 인증 기간이 길어지는 경향이 있음
  - 신기술 인증 단계에서 시공 실적을 충족시키기 위한 계약 및 시공 절차가 복잡하고 까다로워 기간이 다소 길어짐

<표 2.2.9> 과제별 신기술 인증까지 소요기간

반도체 압력센서 내장형 자동측정 침하계를 이용한 연약지반 침하측정 기술		등입도 투수성 콘크리트로 보강한 육상 연약지반 개량 골재말뚝 공법	
실내실험	'00.07-'00.09	실내실험	'05.12-'07.06
현장시험	'00.06-'00.07	현장시험	'07.01-'07.06
시공실적	'04.04-'07.01	시공실적	'07.01-'07.06
총 소요기간	78M	총 소요기간	19M

○ 【건설환경 및 설비】 실내실험 단계에서 적용 가능한 표준은 존재하나, 현장시험에 대한 표준이 미비하여 현장시험 단계 절차 보완이 필요함

- 실험 단계 중 실내실험에 대한 표준이 잘 구성되어 있어 다수의 시험 항목에 대하여 체계적으로 수행 가능하나, 현장시험의 경우 표준의 부재로 인하여 자체 실험 기준에 의하여 수행됨

<표 2.2.10> 과제별 실험단계별 실험 구성 및 표준 적용 여부

고탄성 아크릴콘을 이용한 교량 바닥판 보수 및 방수, 체류수 배수 포장보수공법

구분	시험 평가 구성 및 항목		적용 표준	시험 기관
실내 실험	콘크리트 상판 보수 및 방수에 적합한 고탄성 MMA 수지	압축강도 시험, 휨강도 및 변형률	KS F 2405 외	자체수행
	최적 고탄성 MMA 수지 선정 및 배합비율	강도 시험, 압축강도 및 변형률	KS M 2303	자체수행
	실내 실험을 통한 부착강도 특성	직접인장 시험	KS F 2503	자체수행
현장 시험	모의시공 3차		없음	자체수행
	시험시공 3차		없음	자체수행

STS 고정구와 고주파 융착기를 사용한 PE시트 콘크리트 지하수조 벽체 방수공법

구분	시험 평가 구성 및 항목		적용 표준	시험 기관
실내 실험	항균 방수시트의 물리, 화학, 내구성	강도 및 신장률 실험 외 8건	KS M 6518	한국건자재시험연구원
	방수층 성능평가 시험	수밀성 실험 외 5건	KS F 2622	한국건자재시험연구원
	구조체, 항균방수시트, 앵커볼트 상호간의 접합부 부착 및 박리성능	착용 앵커 인발성능 외 2건	KS F 4911	한국건자재시험연구원
	균방수시트에 대한 음용수 유해물질 용출성능	용출성능 시험	KS F 4911	한국건자재시험연구원
	항균방수시트의 항균력	항균성능 시험	JIS	한국건자재시험연구원
현장 시험	작업장 포집공기 성능시험		없음	한국건자재시험연구원

○ 【수자원/해양·항만】 표준의 부재와 현장 적용을 위한 환경 조성이 제한적이므로 축소모형 시험만으로 신기술 인증을 받는 경향이 있음

- 시험 적용을 위한 환경 조성이 어려워 현장시험이나 시공을 진행하는데 많은 제약 조건이 존재하는 분야로 축소모형 시험만으로 신기술 인증을 받았으나, 적용가능한 표준 절차와 방법이 부재하여 시급히 표준화된 기준 마련이 요구됨

<표 2.2.11> 과제별 실험단계 구성

하프록(Half-loc)을 이용한 경사식방파제 및 호안의 중간피복공법	O.T.P를 이용한 방파제 및 호안피복공법

○ 【내진/내풍】 실험 단계별 적용가능한 표준이 부재하고, 실험 가능한 기관이 적어 신기술 인증의 절차의 한계가 존재하며, 이에 따라 신기술 인증까지 소요되는 기간이 긴 편임

- 국내의 신기술 인증을 위한 시험 방법이 부족한 분야로 해외 기준이나 시험 기관을 제한적으로 활용함
  - 해당 기술 분야의 실험 절차 및 단계가 미흡하여 규격화된 표준의 적용이 힘들며, 유사한 표준을 활용하여 실험을 수행함

<표 2.2.12> 과제별 실험단계 구성 및 표준 적용 여부

마찰형포트받침을 이용한 지진격리시스템	구조물의 풍하중에 의한 수평진동 제어를 위하여 이동 변위를 감소시킬 수 있는 능동질량감쇠기 기술

- 내풍 분야의 신기술 인증 획득을 위해 필요한 실내실험, 현장시험, 시공실적을 확보하기까지 총 3년이 초과되는 기간이 소요됨

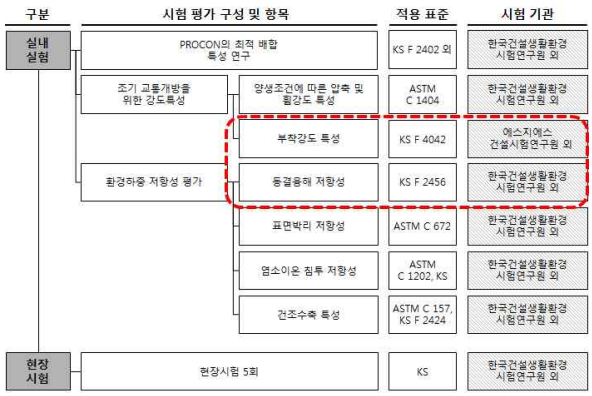
<표 2.2.13> 내풍 분야 신기술 인증 획득을 위한 성능 평가 소요기간

구조물의 풍하중에 의한 수평진동 제어를 위하여 이동 변위를 감소시킬 수 있는 능동질량감쇠기 기술	
실내실험	'10.05-'11.11
현장시험	'11.11-'12.05
시공실적	'12.05-'13.06
총 소요기간	37M

○ 【도로/교통】 동일한 시험 항목에 대하여 시험 기관에 따라 적용 표준이나 절차가 다소 다르며, 신기술 인증을 위한 총 소요기간이 타 분야에 비해 상대적으로 길어 상용화 단계까지의 기간이 다소 긴 편임

- 실험 단계 중 유사환경 실험의 동일한 항목이 있으나, 해당 실험의 절차 및 방법이 상이하고 수행 기관 및 적용 표준이 다른 구성을 보임
  - 동결융해 후 부착강도 특성에 대하여 시험 수행 기관이 다르며, 이에 따라 적용 표준 및 실험구성의 차이를 보임

<표 2.2.14> 과제별 동일한 실험항목의 실험방법 차이

MCBP를 이용하여 초속경 아크릴계 폴리머 개질 콘크리트 제조와 이를 활용한 접착식 시멘트 콘크리트 덧씌우기 공법 (PROCON공법)	다줄 컷팅기와 자기유화형 폴리머 콘크리트를 이용한 열화된 콘크리트 포장 부분보수 공법(SEP 공법)
	

구분	시험 평가 구성 및 항목		적용 표준	시험 기관
실내 실험	PROCON의 최적 배합 특성 연구		KS F 2402 외	한국건설생활환경 시험연구원 외
	조기 교통개방을 위한 강도특성	양생조건에 따른 압축 및 휨강도 특성	ASTM C 1404	한국건설생활환경 시험연구원 외
		부착강도 특성	KS F 4042	에스지에스 건설시험연구원 외
	환경하중 저항성 평가	동결융해 저항성	KS F 2456	한국건설생활환경 시험연구원 외
		표면박리 저항성	ASTM C 672	한국건설생활환경 시험연구원 외
		염소이온 침투 저항성	ASTM C 1202, KS	한국건설생활환경 시험연구원 외
		건조수축 특성	ASTM C 157, KS F 2424	한국건설생활환경 시험연구원 외
현장 시험	현장시험 5회		KS	한국건설생활환경 시험연구원 외

구분	시험 평가 구성 및 항목	적용 표준	시험 기관
실내 실험	압축강도 및 휨강도	KS F 2405 외	한국건자재시험연구원
	동결-융해 후 부착강도 및 흡수율	없음	한국건자재시험연구원
	자외선 노출에 따른 표면 황상 및 화학물질 침치 후 마모감량	KS F 2405 외	한국건자재시험연구원
	길이변화율 및 중성화 깊이	KS F 2405 외	한국건자재시험연구원
	화학약품 노출에 따른 중량변화율	KS F 2438	에스지에스 건설시험연구원
시공 실적	현장적용성 평가 5회	KS	한국도로공사

- 교통 기술 분야의 동일한 시험 항목에 적용가능한 표준이 모호하여 과제별로 각각 다른 기준을 적용하여 실험을 수행함
  - 교통 분야 두 과제의 동일한 시험항목에 따라 KS를 직접 적용한 경우와 경찰청이 고시한 '조명식 및 발광형 교통안전표지 표준지침'에 근거하여 검증 기준을 설정한 경우로 분류되어 각각 다른 실험절차를 구성함

<표 2.2.15> 과제별 동일한 실험항목의 실험방법 차이

LED광원과 광섬유를 이용하여 문자 및 문양표시부와 방향표시부를 발광시키는 도로표지 및 교통안전표지 제작기술	LED광원을 이용하여 문자표시부와 방향표시부를 독립적으로 발광시키는 도로표지판 제작 및 설치 기술

- 기술 분야 및 시험 항목의 특성을 고려해보면, 신기술 인증을 위한 소요기간이 상대적으로 길어 해당 분야에서 실질적으로 상용화되기까지 오랜 기간이 걸림
  - 해당 기술에 대한 시험 절차의 각 기간 소요뿐 아니라 전체적인 소요 기간이 길어 실질적인 신기술 인증이 더딤

<표 2.2.16> 과제별 신기술 인증 획득을 위한 성능 평가 소요기간

LED광원과 광섬유를 이용하여 문자 및 문양표시부와 방향표시부를 발광시키는 도로표지 및 교통안전표지 제작기술		LED광원을 이용하여 문자표시부와 방향표시부를 독립적으로 발광시키는 도로표지판 제작 및 설치 기술	
실내실험	'05.07	실내실험	'08.12-'11.06
현장시험	'10.01	현장시험	-
적용실적	'11.03	적용실적	-
총 소요기간	69M	총 계	31M

○ 【철도】 구조 분야는 각 실험에 적용 가능한 부재 관련 규격과 기준이 미흡하며, 유사 실험 내용의 경우에도 각각 다른 실험 방법과 절차를 적용하는 경향이 있음

- 철도 분야의 실험은 실질적인 문제해결을 위한 목적이 있어 각 실험의 총 소요기간은 보통 2년 이내로 적절히 구성되어 있음

<표 2.2.17> 과제별 신기술 인증 획득을 위한 성능 평가 소요기간

백호·호퍼카 및 슈트의 조합장비를 이용한 복선철도 터널 내 콘크리트도상의 시공기술		초속경 고유동 모르터를 이용한 콘크리트 포장궤도 공법	
실내실험	'13년	실내실험	'06.01-07.07
현장시험	'12.02-'13.03	현장시험	'07.01-'07.12
총 소요기간	13M	총 계	24M

- 실험 단계별 구성에 따라 표준 적용이 대체로 가능하나, 부분적으로 미흡한 부분은 보완이 필요함

<표 2.2.18> 과제별 실험항목 및 표준 적용

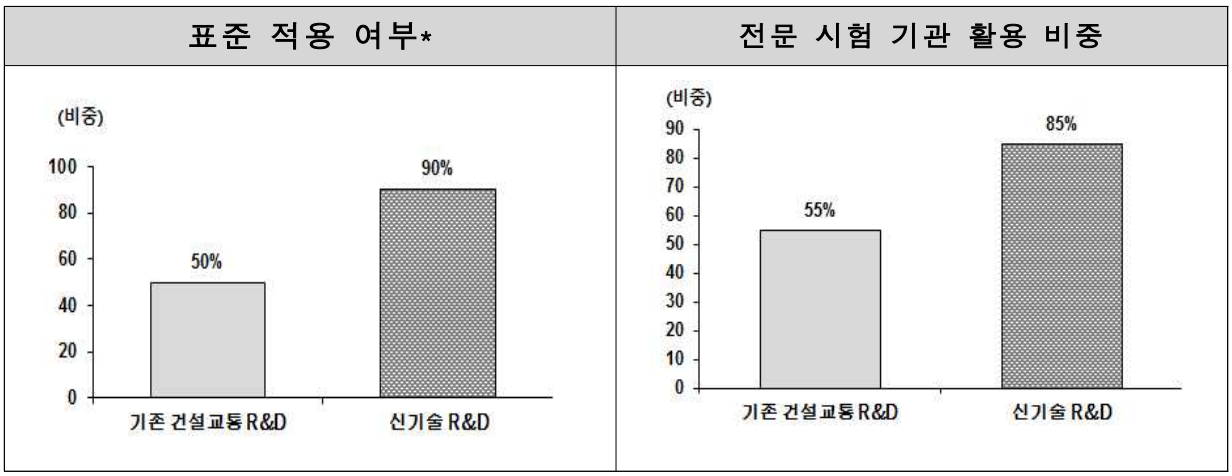
<table>
<tr><th>백호·호퍼카 및 슈트의 조합장비를 이용한 복선철도 터널 내 콘크리트도상의 시공기술</th><th>초속경 고유동 모르터를 이용한 콘크리트 포장궤도 공법</th></tr>
<tr><td>
<table>
<tr><th>구분</th><th>시험 평가 구성 및 항목</th><th>적용 표준</th><th>시험 기관</th></tr>
<tr><td rowspan="2">실내 실험</td><td>콘크리트 타설의 시공 성능</td><td>없음</td><td>한국철도기술연구원</td></tr>
<tr><td>장비의 기계적 성능</td><td>없음</td><td>한국철도기술연구원</td></tr>
<tr><td rowspan="2">현장 시험</td><td>콘크리트도상의 품질 — 도상 콘크리트의 품질성능</td><td>KS F 2402 외</td><td>한국철도기술연구원</td></tr>
<tr><td>콘크리트도상의 품질 — 도상 콘크리트의 균열저감 성능</td><td>KS F 2409 외</td><td>한국철도기술연구원</td></tr>
</table>
</td><td>
<table>
<tr><th>구분</th><th>시험 평가 구성 및 항목</th><th>적용 표준</th><th>시험 기관</th></tr>
<tr><td rowspan="3">실내 실험</td><td>재료실험 — 몰드시험, 현장주입시험</td><td>KS L 5105 외</td><td>한국건설품질시험원</td></tr>
<tr><td>설계 검증 — 포장궤도의 성능, 동적성능</td><td>KS L 4042 외</td><td>한국건설품질시험원</td></tr>
<tr><td>실내 성능 시험 — 반복재하시험, 정적재하시험, 동적재하시험</td><td>KS F 2405 외</td><td>한국건설품질시험원</td></tr>
<tr><td rowspan="2">현장 시험</td><td>조기 교통개방을 위한 강도특성 — 선로선형 및 슬래브/하부 기층의 건전도 검증</td><td>없음</td><td>서울메트로, 부산지하철공사</td></tr>
<tr><td>조기 교통개방을 위한 강도특성 — 궤도 응답계측</td><td>없음</td><td>서울메트로, 부산지하철공사</td></tr>
</table>
</td></tr>
</table>

■ 기존 기술과 신기술 인증 부문 실험 사례 비교 분석

○ **【표준 적용 및 인증기관 평가 비중】 건설교통 부문에서 신기술 인증을 받은 기술의 성능 평가 단계에서는 기존 건설교통 R&D 성능 평가 방식에 비해 표준 적용 비중과 KOLAS 인증기관 수행 비중이 높은 편임**

- 기존 건설교통 R&D 시험 평가를 위한 실험 단계에서는 표준의 규격 및 기준 적용 비중이 평균 50%인데 반해, 신기술 인증을 획득한 기술의 시험 평가를 위한 실험단계에서는 표준 규격 및 기준을 일부라도 적용하여 진행한 비중이 90%에 달함
- 기존 건설교통 R&D 시험 평가에서 전문 시험 기관을 통한 실험 수행 비중이 55%인데 반해, 신기술 인증을 획득한 기술의 실험 단계에서는 전문 기관에서 수행한 비중이 85%에 달하며, 이 중 KOLAS 인증기관 활용 비중도 70.5%로 높은 편임

<표 2.2.19> 기존 건설교통 R&D 성능 평가와 신기술 인증을 위한 성능 평가 비교

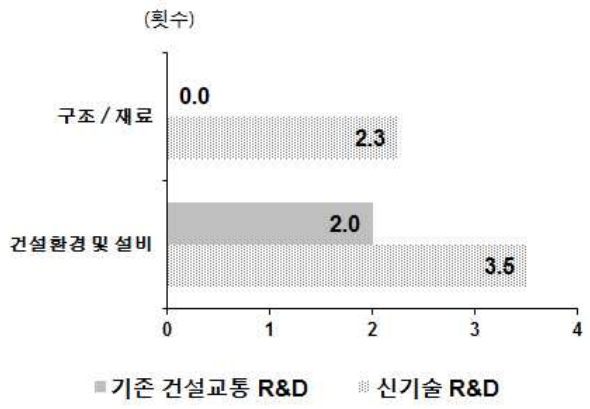
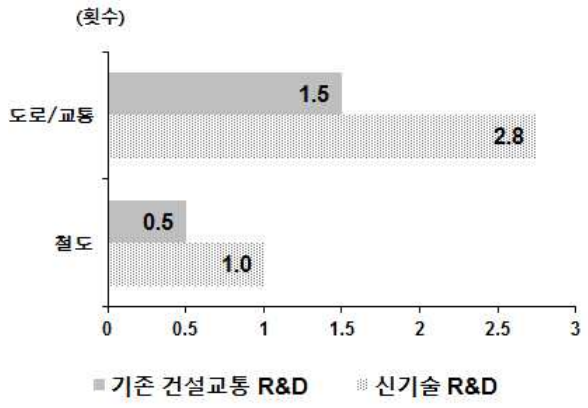


·※ 표준 적용 여부의 경우, 실험 단계 중 일부 표준 규격이나 표준 기준을 적용한 경우 포함

○ 【현장시험 및 시공실적 비중】 다만, 일부 분야에서 기존 건설교통 R&D에 비해 신기술 인증을 위한 시험 평가 시, 현장시험 및 시공실적에 대한 요구가 높아 투자 기간과 비용에 대한 부담이 큰 것으로 보임

- 구조 및 재료 분야의 경우, 기존 R&D에서는 실내실험과 유사환경 실험 중심으로 진행된 반면, 신기술 인증을 위해서는 평균 2.3회의 현장시험 및 시공실적이 요구됨
- 도로 및 교통과 철도 분야에서도 기존 R&D에서는 현장시험 및 시공 횟수가 각각 평균 1.5회, 0.5회인데 반해, 신기술 인증을 위해서는 각각 평균 2.8회, 1회 이상의 실적이 요구되는 것으로 나타남

<표 2.2.20> 기존 R&D와 신기술 인증 시, 시공실적을 포함한 현장시험 횟수

건설 부문	교통 부문
	

3. 성능평가 인증기관 현황 분석

3.1 품질시험인증기관 현황

■ 품질시험인증기관 개요

○ **【관련 법령】 건설교통 분야의 기술의 성능평가를 위해 발주자(또는 시공사)의 의뢰에 의한 품질시험 또는 검사의 대행 기관을 건설기술진흥법에 의거하여 규정함**

- 건설기술진흥법 시행령에 따라 기술을 분류하고 국 · 공립, 민간의 품질시험기관을 등록하여 운영함

<표 3.2.1> 건설교통 분야 품질검사인증기관 등록현황

계	국립 · 공립시험기관			품질검사용역업자		
	소계	소속기관,지자체, 조달청,중소기업청등	국 · 공립 대학교	소 계	정부투자 기관 등	민간기관 등
186	총 41	서울지방국토관리청 등 26	서울과기대 등 15	총 145 종합 : 1 일반 : 12 토목 : 43 건축 : 6 특수 : 83	한국토지주택 공사 등 14 종합 : 0 일반 : 3 토목 : 6 건축 : 0 특수 : 5	한국건설생활환경 시험연구원 등 131 종합 : 1 일반 : 9 토목 : 37 건축 : 6 특수 : 78

※ 출처: 국토교통부 시험기관 등록자료 (2014.12.31.기준)

- 건설기술진흥법 시행령에 따르면, 일반, 토목, 건축, 특수분야와 종합분야로 총 5가지 기술 분야로 나뉘며, 해당 분야의 요건을 갖춘 업체를 대상으로 품질시험인증 대행 기관으로 인정함

<표 3.2.2> 기술 분야별 등록기준

구 분	기 술 인 력	시 험 실	시 험 장 비
1. 일반분야	토목·건축품질시험기술사 등 7인	200㎡이상	만능시험기 등 75종
2. 토목분야	토목품질시험기술사 등 3인	150㎡이상	만능시험기 등 69종
3. 건축분야	건축품질시험기술사 등 3인	150㎡이상	만능시험기 등 37종
4. 특수분야(7)	건설재료시험기사 등 2인 (골재분야 경우)	100㎡이상	항온항습장치 등 12종 (골재분야 경우)

※ 출처: 건설기술진흥법 기술 분야별 등록 기준 자료

※ 특수분야(7) : 골재, 레디믹스트콘크리트, 아스팔트콘크리트, 철강재, 섬유, 용접(방사선, 초음파, 자기, 침투), 말뚝재하

<표 3.2.3> 국공립 · 품질검사용역업자 등록현황

계	국립 · 공립시험기관			품질검사용역업자		
	소계	소속기관,지자체, 조달청,중소기업청등	국 · 공립 대학교	소 계	정부투자 기관 등	민간기관 등
186	총 41	서울지방국토관리청 등 26	서울과기대 등 15	총 145 종합 : 1 일반 : 12 토목 : 43 건축 : 6 특수 : 83	한국토지주택 공사 등 14 종합 : 0 일반 : 3 토목 : 6 건축 : 0 특수 : 5	한국건설생활환경 시험연구원 등 131 종합 : 1 일반 : 9 토목 : 37 건축 : 6 특수 : 78

※ 출처: 국토교통부 시험기관 등록자료

○ **【관련 정책】 제5차 건설기술진흥기본계획(2013-2017)에 따르면, 건설교통 R&D 또는 신기술로 개발된 기술이 사장되지 않고 현장적용 등 실용화가 촉진되도록 실험 인프라를 구축하도록 지원함**

- 건설교통기술의 대형 실험 인프라를 구축하여 R&D 신기술 시험분야에 공동으로 활용할 수 있도록 지원함
  . 건설연구인프라운영원의 '분산공유형 실험시설 구축 사업(R&D)' 및 'SOC실증연구센터(건설기술연구원, 연천)' 추진
- 민간이 개발한 기술의 사업화를 촉진(타당성평가, 추가기술개발 등)하기 위해 "국토해양 기술사업화 예산" 확대함
  . 기술 사업화 예산 확보계획안 : ('12) 40억 원 → ('14) 50억 원 → ('16) 60억 원
- 신기술 공사비(공사원가) 에 대한 신뢰 부족으로 발주처의 사용 기피를 해소하기 위해 정부주도로 신기술 품셈을 지속 확충함
  . '13부터 '신기술 품셈 관리기관(건설기술연구원)'을 통해 지속적 . 체계적으로 관리
- R&D 연구자를 대상으로 신기술 제도 이해 증진을 위한 교육실시 및 신기술 지정효과 등에 대한 홍보를 강화함
  . 신기술제도 설명회.토론회 개최(연 1회 이상), 교육 . 홍보자료 배포 등

■ 품질시험인증기관 구성

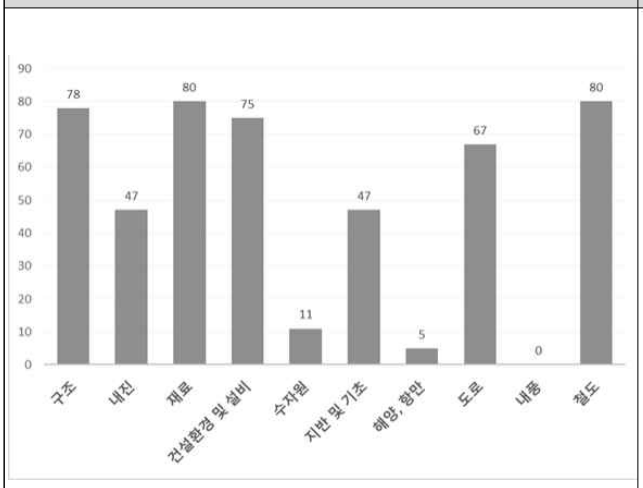
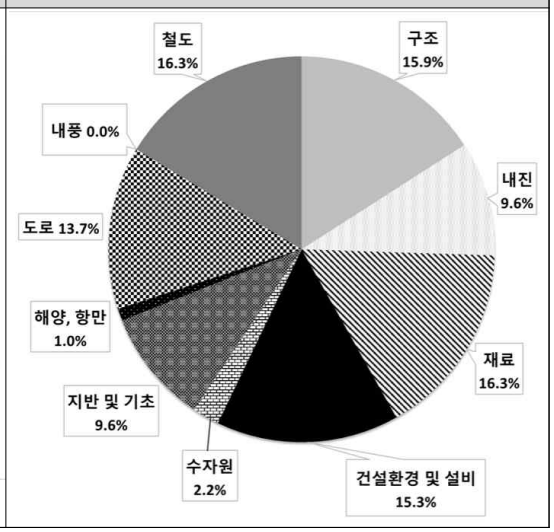
○ **【품질시험인증기관 체계】 건설교통기술 분야의 시험인증기관은 국 · 공립 기관과 민간 용역업체로 구성되어 있으며, 총 5가지 분야로 등록됨**

- 국 · 공립시험기관은 기술표준원을 비롯한 총 42개 기관이며, 민간 용역업체로는 한국건설산업품질연구원을 비롯하여 총145개의 기관이 등록되어 있음
  . 건설교통 기술은 종합, 일반, 토목, 건축, 특수분야의 총 5가지 기술분야로 분류되어 관리되고 있음

○ 【기술 분야별 현황】 건설교통 기술 분야의 10가지 기술 분류로 적용한 결과, 시험인증기관이 기술 분류에 따라 편차가 존재함

- 건설교통기술 품질시험인증기관의 기술 분류별 분포 현황에 따르면 대부분의 기관들이 철도, 구조, 도로, 재료 등 품질시험인증기관이 평이하게 분류되어 있는 반면, 수자원, 항만, 내풍 등의 분야에서는 시험인증기관이 거의 부재함

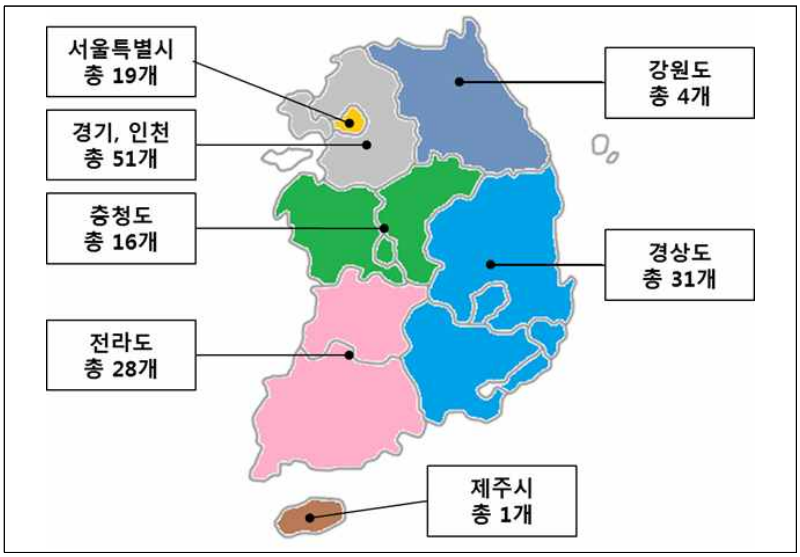
<표 3.2.4> 건설교통 기술 분야별 등록현황

기술 분야별 등록현황 막대그래프	기술 분야별 등록현황 원형그래프
	

※ 출처: 국토교통부, 품질검사용역업자 현황

○ 【지역별 분포 현황】 품질시험기관들은 전국 시도별로 분포하고 있으며, 지역별로 위치하고 있는 기관의 수에 다소 차이를 보임

- 건설교통 기술 품질시험기관의 지역별 분포 현황을 분석한 결과, 경기 · 인천에 가장 많은 기관이 있으며, 제주시와 강원도에는 가장 적게 위치하고 있음



<그림 3.2.1> 품질시험기관 지역별 분포

■ 주요 업체 현황

○ 【주요 품질시험기관 선정 개요】 건설교통 기술의 각 분야별로 시험 및 검사를 활발히 수행하고 있는 기관들을 선정하여 간략히 정리하고 분석함

- 해당 기술 분야의 품질시험기관 중 실험을 보다 체계적으로 수행하고 있으며, 이행실적이 우수한 업체를 선정하여 간략한 정보를 소개하고 비교함

<표 3.2.5> 기술 분야별 등록기준

기관명	소개 및 특징	시험실 위치	시험장비
서울특별시 품질시험소	재료, 지반 등의 분야에서 품질검사를 진행하는 공인시험기관	서울시	총 87
한국건설자재 시험연구원	건설현장에서 쓰이는 자재에 대한 시험 · 검사 업무를 주로 하는 민간 품질검사 전문기관	경기 안산	총 34
한국철도시설공단	철도기술 품질기준 및 규격에 적합한지 시험을 진행하는 기관으로, 체계적으로 기술 분류별 시험수행	충북 청원	총 138
건설기술원	토목시설물의 품질검사를 진행하며, 해당 분야의 구체적 시험절차를 제시함	경북 칠곡	총 409
한국농어촌공사	농어촌 용수 및 시설물의 품질검사를 위한 기관으로, 수자원, 지반 등의 분야에서 전문성을 보임	경기 안산	총 156
한국에스지에스 건설시험연구원	해외 시험인증기관으로써, 다양한 기술 분야에서 전문성을 가지고 품질검사를 수행함	경기 평택	·
인천지방해양항만청 인천항건설사무소	해양 · 항만공사에 대한 시험·품질관리 및 검사기관으로, 장비와 인력의 지원이 부족함	인천시	총 61

○ 【서울특별시 품질시험소】 건설기술 공인시험기관으로써 4분야의 시험 및 검사를 시행하며, 토질 및 화학 등 재료 분야에 장비 비중이 높음

- 건설자재의 시험, 건설공사의 품질관리 확인, 건설관계자의 품질관리교육, 각종 계량기의 검정 및 검사, 계량기 제작업의 등록, 도로포장 수준향상을 위한 연구·기술지원 및 조사·분석 등에 관한 업무를 수행함
  . ‘14년도 서울특별시 품질시험소의 시험 수행 실적은 111건으로 집계됨
- 시험업무를 수행하기 위한 장비는 총 87대로 서울특별시 품질시험소의 KOLAS 인증 시험절차에 따라 적용됨
  . 도로포장의 시험 종목의 보유 장비는 2대로 가장 적고, 토질재료 시험 종목은 42대로 가장 많이 비중을 차지하고 있음

<표 3.2.6> 서울특별시 품질시험소의 장비 현황

구분	계량기검정과	도로포장연구센터	토질재료시험과	화학시험과
주요 장비	측정 장비	거리측정기	일축압축시험기 휨강도시험기	열전도율측정기 만능재료시험기
총 대수	16	2	42	27

※ 출처 : 서울특별시 품질시험소 자료 기준

○ 【한국건설자재시험연구원】 건설자재 분야(토질, 골재, 콘크리트 등)에 대한 품질시험을 수행하는 기관이며, 건설재료에 중점적으로 실내시험을 수행함

- 총 11개의 기술 분야로 분류한 기준에 따라 건설자재 시험업무를 수행하고 있으며, 기술 분류에 해당하는 시험 항목으로 각각 구성되어 있음

<표 3.2.7> 한국건설자재시험연구원 품질시험종목

구분	상세 시험항목
토질조사 / 지내력시험	현장밀도 시험 외 7개
토질시험	소성한계 시험 외 13개
골재시험	함수량시험 및 비중시험 외 13개
시멘트시험	압축강도 시험 외 9개
콘크리트시험	비파괴 시험 외 12개
아스팔트 및 아스팔트콘크리트시험	아스콘 비중 및 밀도 시험 외 19개
압축/인장/휨 시험	고무합성수지 시험 외 12개
친환경 시험	폼알데하이드 시험 외 4개
난연성 시험	내화 성능 시험 외 3개
도료 시험	내마모성 시험 외 11개
기타 건설자재시험	박막가열 시험 외 16개

※ 출처 : 한국건설자재시험연구원 자료 기준

- 건설자재 기술 분야에 11개 품질시험종목에 필요한 장비는 총 34대가 있으며, 모두 실내실험 단계를 수행하는 장비로 구성되어 있음
  . 스크래치경도계, 내피로성능시험기, 만능재료시험기 등

○ 【한국철도시설공단】 철도에 관련된 기술에 대하여 관련 장비를 이용해 시험을 수행하며, 해당 분야의 이행 실적은 감소하고 있음

- 철도 기술에 관련된 각 시험 종목에 대하여 품질기준 및 규격에 적합한 지를 판단하기 위한 장비를 총 138대 보유하고 있음

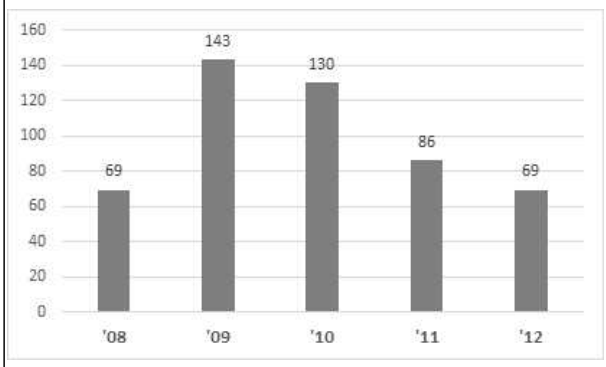
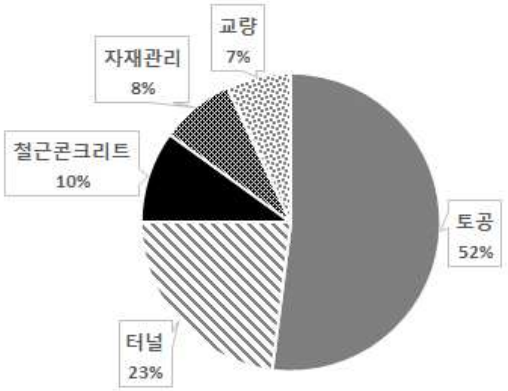
<표 3.2.8> 철도관련 시험 종목별 장비 보유현황

구분	보유 현황
압축, 인장, 휨시험	철근굽힘시험기 외 7대
골재시험 장비	항온항습장치 외 22대
토질조사 장비	오거보링기계 외 7대
토질시험	입도시험기 외 20대
시멘트 시험장비	몰탈믹서 외 11대
콘크리트 시험장비	슬럼프시험용기구 외 11대
아스팔트 시험장비	신도시험기 외 5대
아스팔트 콘크리트 시험장비	마샬안정도시험기 외 9대
환경 시험장비	열전도율시험기 외 2대
기타	이동시험차 외 1대
고무	고무경도계
궤도 시험장비	레일초음파검사기 외 8대
점검 및 공통장비	공업용내시경 외 22대

※ 출처: 한국철도시설공단 시험장비 보유현황 자료

- '09년 이후로 연간 품질시험검사의 이행 실적이 꾸준히 감소하고 있으며, 해당 기관의 시험분야는 토공이 절반이상으로 구성되어 있음

<표 3.2.9> 한국철도시설공단 이행 실적

연도별 시험 수행 실적 추이	기술 분야별 시험 비중
	

※ 출처: 한국철도시설공단 이행 실적 자료

○ 【건설기술원】 토목 분야의 시험검사의 이행 실적은 증가하고 있으며, 해당 규격에 맞추어 각 해당 분야의 실험 절차에 따라 이루어짐

- 건설교통 분류 중 토목 분야에서 시험검사를 진행하는 기관으로, 재하시험, 지반조사, 현장타설말뚝, 계측, 고정도표면파검사 등의 분야를 중점적으로 시험 및 검사 수행을 진행함

<표 3.2.10> 건설기술원 품질시험종목

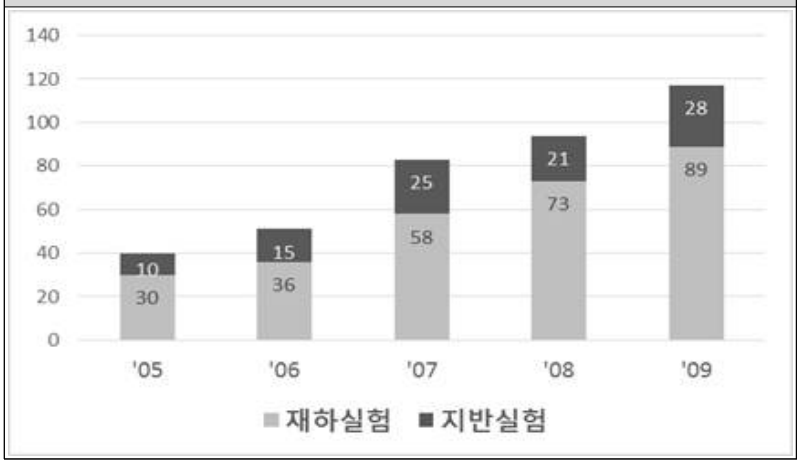
구분	품질시험종목
재하시험	동재하, 정재하, 평판재하, 수평재하, 인발재하, 용접부비파괴
지반조사	사면조사, 시추조사, 물리탐사, 물리검층
현장타설말뚝	건전도, 동재하, 정재하, 수평재하, 양방향재하
계측	터널계측, 가시설계측, 교량계측
고정도표면파검사	고정도표면파검사

※ 출처 : 건설기술원 자료 기준

- 건설기술원의 '05-'09년도의 재하시험과 지반조사의 품질시험 이행실적은 꾸준히 증가하고 있으며, 재하시험의 비중이 약 3배정도 더 높음

<표 3.2.11> 건설기술원 이행 실적

재하시험과 지반실험의 5년간 이행 실적



※ 출처: 건설기술원 이행 실적 자료

- 재하시험 분야의 품질시험종목 중 수평재하시험 절차를 살펴본 결과, 건설공사를 위한 시험으로써 ASTM D 3966규격을 이용하여 수행함
  . 재하방법은 일반적으로 압축재하시험 방법과 거의 동일하며, 본 현장적용 시험에서는 표준재하시험방법(Standard Loading Procedure) ASTM D 3966에 준하여 수행함

<표 3.2.12> 건설기술원 수평재하시험 절차

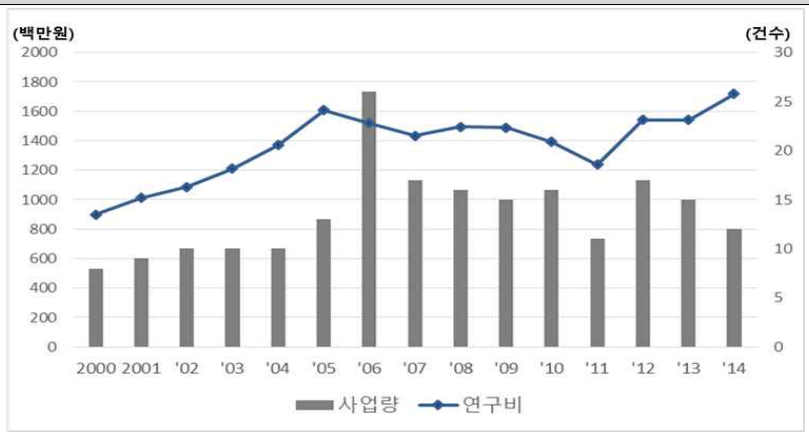
구분	내용
실험 개요	말뚝의 수평재하시험은 시험말뚝 부근에 사하중 또는 중장비를 동원, 이를 반력으로 하여 유압으로 하중을 가하거나, 기 시공된 말뚝을 반력말뚝으로 동시에 시험하는 방법이 있음
실험 기준 및 규격	ASTM D 3966
장비 목록	유압 및 JACK 및 PUMP, 재하 FRAME, Load Cell, TDS - 601, Dial Gauge, LVDT, Magnetic Holder
실험 구성 및 장비	실내실험 → 유사환경 실험 → 현장적용 시험 • 말뚝에 발생하는 휨응력이 말뚝재료의 허용휨응력 확인 • 말뚝머리의 변위량 휨방향 변위량 이 상부구조에서 정해지는 허용 변위량 확인

○ **【한국농어촌공사】 농어촌에 필요한 건설기술에 대한 표준화 제정 작업 및 시설물 시험검사를 해당 시험종목의 절차에 맞추어 진행하고 있으며, 한 개 연구당 비용은 소폭 상승함**

- 재해예방 및 설계의 표준화를 위한 농촌개발사업계획 기준을 제정하고 농어촌용수 및 시설물관리를 위한 기술에 대한 시험검사를 수행하고 있으며, 해당 분야의 시험연구에 관한 연구비는 다소 상승하였고 사업량은 최근 소폭 감소하여, 연구당 비용은 증가하는 추세를 보임
  . 2014년 농촌개발시험연구사업 추진계획에 따르면 수자원, 농업기반시설 등 농업에 필요한 시험기술을 개발하고 있음

<표 3.2.13> 한국농어촌공사 시험연구사업

한국농어촌공사 연도별 시험연구사업 연구비 및 사업실적



※ 출처: 한국농어촌공사 실적 자료

- 한국농어촌공사의 10개 지역본부 중 가장 체계적으로 관리 중인 전북지역본부의 기술분야는 크게 지반환경과 시설구조로 구성되어 있으며, 해당 분야별로 품질시험종목이 분류되어 있음

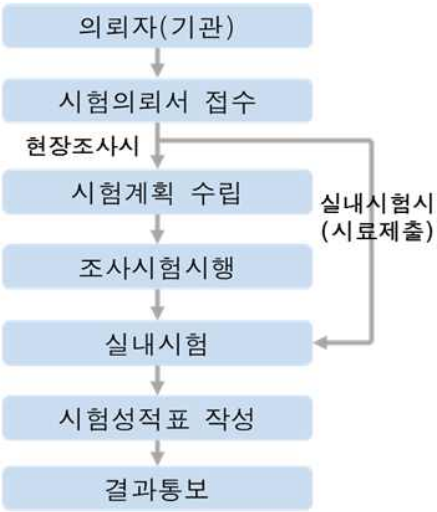
. 농어촌 수자원 관리 및 기반시설 확충을 위한 시험 위주로 구성되어 있음

<표 3.2.14> 한국농어촌공사 전북지역본부 품질시험종목

구분	상세구분	품질시험종목
지반환경	토질시험	흙의 물리성 시험, 삼축압축시험(UU,CU,CD), 압밀시험, 다짐시험, 직접전단시험, 일축압축시험 등
	기초지반조사	더치콘시험(화란식이중콘), 동적콘관입시험, 휴대형콘관입시험, 표준관입시험, 현장밀도시험, CBR시험
시설구조	건설자재	콘크리트 압축강도시험, 콘크리트용 재료(골재,시멘트), 콘크리트 2차제품, 아스팔트 콘크리트
	콘크리트	현장타설 콘크리트(서중/한중), 2차제품 콘크리트(수로관 등), 양생온도 이력검사
	신제품개발	폴리머 콘크리트개거 개발보급 (곡선부,산악지,저습지,제한공기 해결)

※ 출처 : 한국농어촌공사 전북지역본부 자료 기준

- 품질시험종목 및 해당 기술에 따라 실내시험 또는 현장적용 시험으로 나뉘어 수행됨
  . 실내시험만으로 가능한 기술 분야일 경우 시료제출로 검사를 진행하는 반면, 현장조사 및 현장적용 시험이 필요한 경우 시험계획을 수립하여 진행함



<그림 3.2.2> 한국농어촌공사의 시험·검사 절차

○ **【한국에스지에스 건설시험연구원】 해외 품질시험인증기관으로써 건설기술의 다양한 분야를 다루고 있으며, 국내 기관들에 비해 상세 시험항목 및 절차를 기반으로 수행함**

- 건설기술 해외시험인증기관으로 건설시험의 분야 중 재료, 장비 및 기계, 시설 관리 등 다양한 분야에서 시험 검사를 진행하며, 국내 기관들이 포함하지 않는 건설기술과 관련된 상세 기술 분야까지 포함하고 있음

<표 3.2.15> 한국에스지에스 건설시험연구원 품질시험종목

구분	상세구분
재료	재료시험, 도로 건설 서비스, 재료시험 성적서, 건설자재 기술 컨설팅 분야 등
기계 및 장비	비파괴테스트, 장비 최적화 분야 등
공급망 관련	QA 및 QC, 제품 적합성 검사 분야 등
시설 관리 및 검사	포장도로 엔지니어링, 건축물 점검 및 인증 분야 등
품질, 건강, 안전 및 환경	품질, 위험 평가 및 관리, 제품 안전성 분야 등

※ 출처 한국에스지에스 건설시험연구원 자료 기준

- 건설기술 분야의 품질시험 항목이 대부분 명확히 분류되어 있고, 이에 따라 시험인증 절차가 진행되고 있음
  . 국내 시험인증기관에 비해 보다 상세한 시험항목을 제시하고 있으며, 특히 콘크리트와 골재 시험 항목이 자세히 제시되어 있음

<표 3.2.16> 한국에스지에스 건설시험연구원 상세 시험항목 분야

콘크리트 테스트 항목	골재 테스트 항목
• 미경화 콘크리트 샘플링 및 현장 슬럼프 테스트 • 현장 및 SGS 연구소에서 테스트 샘플 제작 및 양생 • 압축 및 휨 테스트 • 몰드 샘플 및 경화 콘크리트 코어에 대한 압축 테스트 • 경화 콘크리트에 대한 단위 체적당 질량 테스트 • 경화 콘크리트의 코어 확보 및 테스트 • 경화 콘크리트의 휨 강도 및 인성(toughness) • 그라우트 단위 질량당 압축 강도 테스트 • 물 흡수 및 투수성 공극 테스트 (생략..)	• 부피 밀도 • 연마 골재 마찰값 • 입자 밀도 및 물 흡수 • 체 분석 • 75 im\ 보다 입자가 고운 재료 • 입자 형태 • 박리 지수 • 경사도 수치 • 고운 입자 크기 분포 (생략...)

○ 【인천지방해양항만청 인천항건설사무소】 해양 · 항만 분야의 품질시험 인력 부족 및 장비 노후의 문제점으로 인하여 품질 시험 기준의 미충족의 가능성이 존재함

- 해당 분야의 기술 인력과 장비 인프라의 부족으로 인하여 품질시험검사기관으로써의 역할을 수행하는데 문제가 발생할 가능성이 높음
  - 구조조정으로 인한 전문 이공계 인력 부족 및 예산 부족으로 인한 장비 노후화 문제가 발생함

<표 3.2.17> 인천지방해양항만청 인천항건설사무소 보유 장비 현황

구분	장비 대수	주요 장비 구입년도
골재 및 콘크리트	총 23대	만능재료시험기('98), 소형콘크리트 혼합기('80), 콘크리트 휨강도장치('85)
토 질	총 13대	흙자동다짐시험기('93), 상대밀도시험기('97), 평판재하시험기('77)
아스팔트	총 6대	아스팔트 다짐몰드('81), 아스팔트 혼합기('80), 마샬안정도시험기('77)
석재 및 공통	총 19대	철근탐지기('95년), 석재절단기('91), 석재 캠핑기('83)

※ 출처 : 인천지방해양항만청 인천항건설사무소 자료 기준

○ 【주요 품질시험인증기관 비교분석】 건설교통 주요 품질시험기관의 비교분석 결과, 실험 단계별 장비의 불균형 및 시험 분야의 특징 등을 알 수 있음

<표 3.2.18> 주요 시험인증기관 특징 비교

기관명	KOLAS 인증	보유 장비 여부 (단계별)		시험 분야	기술 분야
		실내 유사환경	현장적용		
서울특별시 품질시험소	○	有	有	재료, 토질, 화학 분야	재료, 지반
한국건설자재 시험연구원	X	有	無	토질조사 / 지내력시험 외 10개 분야	재료
한국철도시설공단	○	有	有	압축, 인장, 휨시험 외 12개 분야	철도, 구조
건설기술원	X	有	有	재하시험 외 4개 분야	지반, 내진
한국농어촌공사	○	有	有	지반환경 및 시설구조	수자원, 지반 등
한국에스지에스 건설시험연구원	○	·	·	재료, 장비 등	구조, 재료 등
인천지방해양항만청 인천항건설사무소	X	有	有	해양 · 항만	해양 항만

■ 타 기술 분야 운영 현황

○ 【식품·의약 분야】 식품의약품안전처의 품질시험을 위한 기술 분류는 상대적으로 명확하며, 시험절차에 대한 구성이 명확히 이루어져 있음

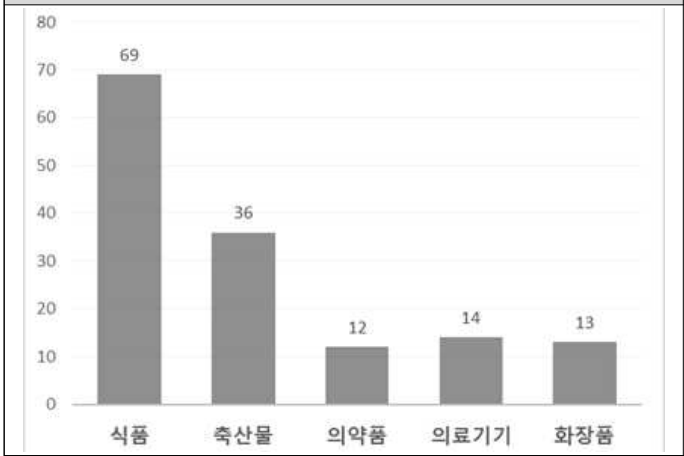
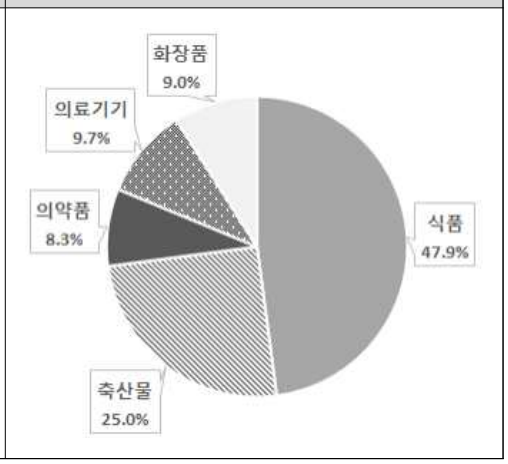
- 식품 · 의약 분야에서 식품, 축산물, 의약품, 의료기기, 화장품으로 총 5가지 기술 분류로 나뉘어 품질시험 및 인증이 이루어지며, 식품 분야에 가장 많은 시험인증기관이 분포하여 있음

<표 3.2.19> 식품·의약 분야별 등록현황

지정 기술분야	기 관 수
식품	한국식품연구원 외 14개소
	㈜한국시험분석연구원 외 53개소
축산물	축산물위해요소중점관리기준원 외 35개소
의약품	산업안전보건연구원 외 3개소
	한국식품산업협회 부설 한국식품연구소 외 7개소
의료기기	한국기계전기전자시험연구원 외 13개소
화장품	한국화학융합시험연구원 외 12개소

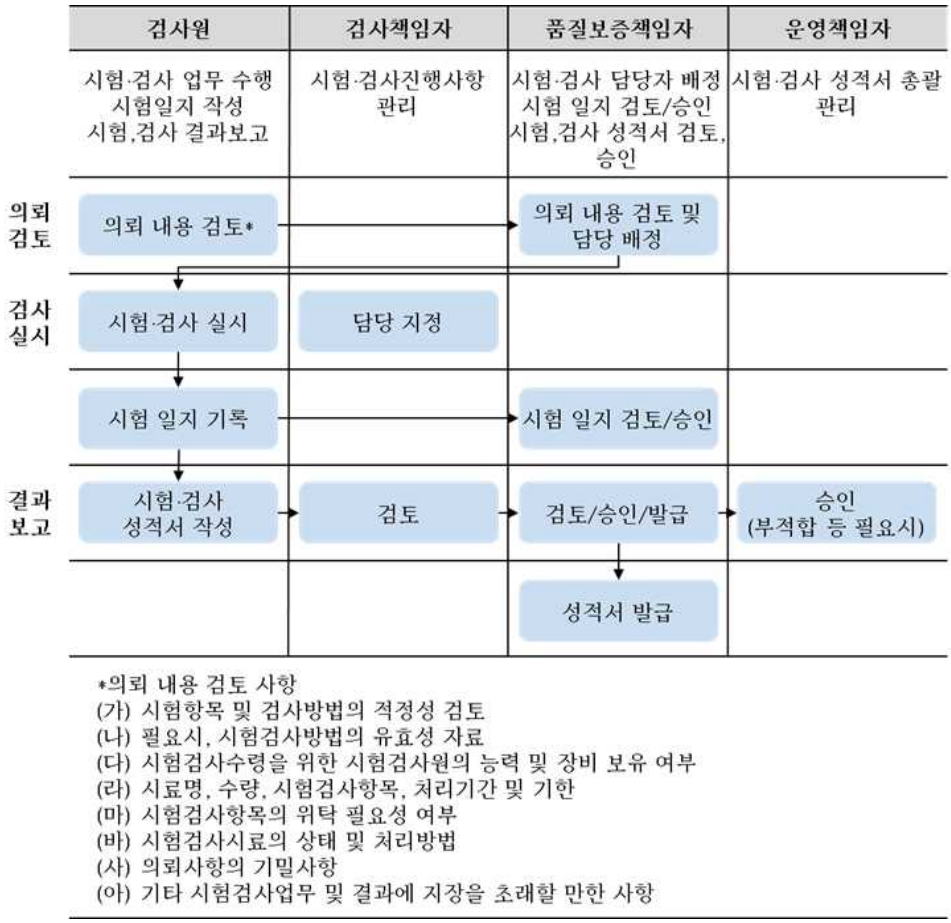
※ 출처: 식품의약안전처, 시험·검사기관 지정 현황

<표 3.2.20> 식품·의약 기술 분야별 등록현황

기술 분야별 등록현황 막대그래프	기술 분야별 등록현황 원형그래프
	

※ 출처: 식품의약안전처, 시험·검사기관 지정 현황

- 식품 · 의약 분야의 시험, 검사 절차는 각 단계별 순서와 업무에 따른 책임이 명확하게 분류되어 있으며, 해당 절차에 대한 검토사항이 제시되어 있어 시험을 일관되게 진행할 수 있는 방안을 제시하고 있음



<그림 3.2.3> 식품·의약 분야의 시험· 검사 절차

○ 【환경 분야】 환경 분야의 품질시험을 위한 기술은 상세히 분류되어 있으며, 해당 시험인증기관의 개수는 기술 분야에 따라 큰 차이를 보임

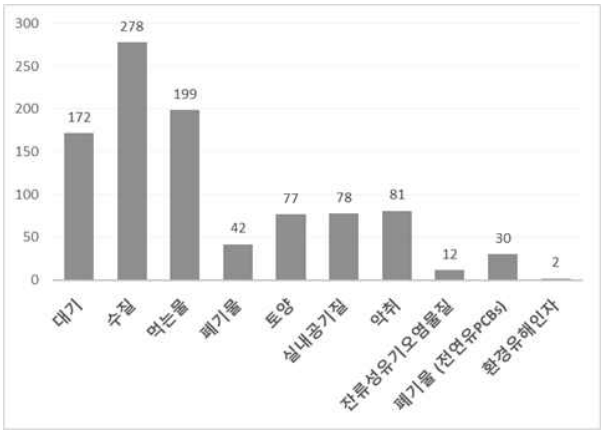
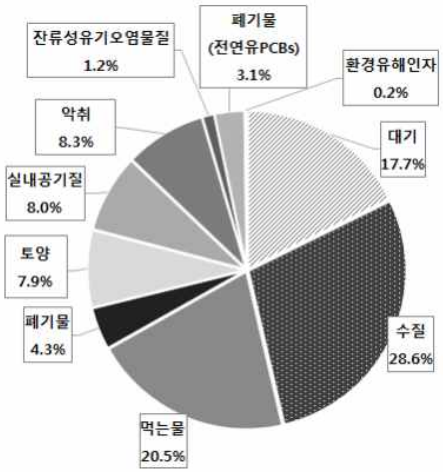
- 총 10개의 기술 분야별로 시험검사기관이 지정되어 있으며, 다른 분야에 비해 대기, 수질, 먹는물 분야에 기관이 밀집되어 있음

<표 3.2.21> 환경 분야별 등록현황

지정 기술분야	기 관 수
대기	한국산업기술시험원 외 171개소
수질	한국환경수도연구원 외 277개소
먹는물	한국환경수도연구원 외 198개소
폐기물	한국환경공단 환경분석처 외 41개소
토양	서울특별시보건환경연구원 외 76개소
실내공기질	대한산업보건협회 외 77개소
악취	FITI시험연구원(오창분원) 외 80개소
잔류성유기오염물질	서울특별시보건환경연구원 외 11개소
폐기물 (전연유PCBs)	(주)산업공해연구소 외 29개소
환경유해인자	한국환경산업기술원 외 1개소

※출처: 환경부, 시험·검사기관 지정 현황

<표 3.2.22> 환경 기술 분야별 등록현황

기술 분야별 등록현황 막대그래프	기술 분야별 등록현황 원형그래프
	

※출처: 환경부, 시험·검사기관 지정 현황

■ 품질시험인증기관 주요 이슈

○ **【기술 분류체계 불일치】 기술 분류체계가 품질시험인증기관마다 다르게 적용되고 있어 상호 연계성을 떨어뜨리므로 절차상의 비효율성을 초래할 수 있음**

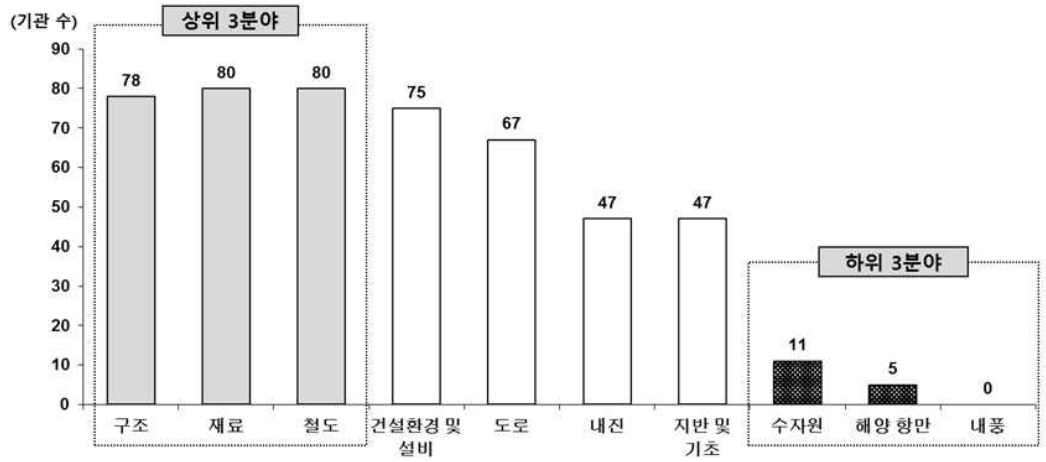
- 건설교통 기술 분류의 기준이 타 기술 분야와 같이 명확히 분리되지 않아, 해당 업체가 수행하는 기술의 분야가 모호하여 시험 및 검사의 수행에서 혼선이 나타날 가능성이 높음
- 건설교통 기술은 다양한 분야의 상호 유기체적인 복합기술 특성을 감안하더라도, 기술 분류에 대한 기준이 기관마다 상이하여 업무 진행이 비효율적임

○ **【기술 분야별 기관 분포 불균형】 품질시험기관이 건설교통 기술 분야에서 일부 기술에 치중되어 있어 편중된 서비스를 제공할 가능성이 높음**

- 앞서 제시된 건설교통 기술 10개 분야의 품질시험인증기관이 주로 구조, 재료, 철도 등에 집중된 분포를 보이는 반면, 수자원, 내풍, 해양 · 항만 등의 분야에 기관은 거의 존재하지 않아 불균형을 초래함
- 상위 3개 분야의 기술 개발 시험인증의 수요가 많아 해당 분야 업체의 쏠림현상을 감안하더라도, 하위 3개 분야의 기술개발 건수가 적어 업체의 존속이 어려울 경우 건설교통 기술의 불균형적인 기관 구성을 야기함
  . 구조, 재료, 철도 분야에 품질시험인증기관은 약 80개로 많은 수로 구성되어 있으나, 수자원, 해양 항만, 내풍 분야에서는 기관이 적거나 거의 존재하지 않음

<표 3.2.23> 기술분야별 품질시험인증기관 분포 편차

건설교통 기술 분야의 기관분포 현황



※ 출처: 국토교통부, 품질검사용역업자 현황

○ **【기술시험 전문 시험기관 부족】 건설교통 기술의 시험을 수행하는 기관이 개발된 기술에 대한 시험인증 역할 보다 건설공사 품질시험관리 업무에 치중되어 있음**

- 대부분의 국내 품질시험인증기관들이 기술의 시험보다 건설공사의 품질 시험 및 검사에 집중되어 있어, 건설교통 기술의 시험 역량을 갖춘 전문적 기관이 부족함
- 새로 개발된 기술이 상용화 되는데 필수적인 시험인증 절차를 수행하는 기관이 제한적이므로 일부 기관에 몰리는 현상이 나타날 가능성이 높음

○ **【실험절차의 비체계성】 기술 분야별로 시험 및 검사에 필요한 장비나 기준들이 제시되어 있으나 명확한 실험절차가 제시된 경우가 제한적임**

- 해당 분야의 실험에 대한 장비나 규격이 제시되어 있는 반면, 이에 대한 구체적이고 통일성 있는 실험절차가 제시되어 있지 않아 명확한 결과를 얻기 어려움
- 동일한 기술 분야의 경우 시험명, 장비 및 기준의 일관성이 있는 반면, 이를 시행하는 기관에 따라 각각 다른 실험 절차를 수행할 가능성이 높아 해당 결과에 신뢰성이 낮아질 가능성이 존재함

○ **【시험인증기관 경쟁력 약화】 일부 품질시험인증기관의 장비 및 인력의 부족으로 인하여 경쟁력 약화되어 시험인증 역할 수행의 어려움을 겪음**

- 일부 품질시험인증기관의 경우 전문 인력 부족 및 장비노후화로 인하여 시험 및 검사 역량이 부족함
  - . 인천지방해양항만청 인천항건설사무소의 경우, 구조조정으로 인한 전문인력의 부족, 시험 · 검사 장비의 구입년도가 평균 80년대 후반으로 매우 노후되어 체계적인 시험인증 서비스를 제공하기 힘든 상황임
- 장비 및 인력의 인프라 부족으로 인하여 기술의 성능평가를 할 수 있는 기술력이 낮아 개발된 기술에 대한 신뢰도 및 안전성을 확보하기 어려움

■ 품질시험인증기관의 체계화를 위한 전략적 방향성

○ **【기술 분류체계 일관성 확보】 기관마다 각각 상이한 기술 분류체계로 인하여 비효율성을 야기할 수 있으므로 일관된 기술 분류체계 구축 필요함**

- 품질시험인증기관 마다 기술 분류체계가 다르고 기준이 모호하여 업무 수행을 하는데 있어 상호 호환성 및 연계성이 매우 떨어지므로 유기적인 업무 흐름을 위해 분류체계의 일관성이 요구됨
- 건설교통 분야의 복합적 기술 특성을 고려하여 일관된 기준으로 구분하여 기관마다 상이한 기술 분류체계의 비효율성을 해결할 수 있는 해당 기술 분야의 분류 기준이 함께 제시될 필요성 높음

○ **【기술 분야별 기관 분포 균형화】 기술 분야별로 치중되어 있는 품질시험인증기관 현황을 고려하여 균형있는 기술 개발의 활성화를 위한 지원이 필요함**

- 기술 분야별 시험인증 수요에 따라 기관 분포가 치중되어 일부 기술 분야의 시험인증기관이 거의 존재하지 않기 때문에 이를 개선하기 위해 기술 분야별 품질시험의 편중된 서비스 수준을 개선해야함
  . 기존 강점을 가진 기술 분야의 체계화 및 미약한 기술 분야에 지원을 통하여 각 기술 분야의 균형있는 품질시험인증기관의 운영이 요구됨
  . 기술 분야별로 수요의 차이를 보이므로 기술 분야별 쏠림현상이 나타날 수 있으나, 기술 개발의 균형적 발전을 위해 모든 분야의 기관에 체계화된 지원이 요구됨

○ **【기술시험 전문 시험기관 육성】 건설교통 분야의 품질시험인증기관의 전문적 육성을 통해 해당 분야의 개발된 기술 현장적용 및 실용화 촉진이 필요함**

- 건설공사에 대한 품질시험 뿐만 아니라 개발된 기술의 상용화 촉진을 위해 건설교통 기술의 시험 역량을 갖춘 전문적 기관의 경쟁력 확보를 통한 체계적인 육성 방안이 필요함
  . 전문 시험인증기관의 육성을 위해 '10년 6개의 시험 연구원을 3개 전문 시험인증기관(한국건설생활환경시험연구원, 한국화학융합시험연구원, 한국기계전기전자시험연구원)으로 통합되어 전문적으로 운영하는 모범 사례 존재
  . 대부분의 시험인증기관들이 건설교통 공사의 품질시험관리 업무를 주로 수행하는 현황이며, 기술에 대한 시험수행을 전문적으로 진행할 수 있는 기관이 제한적이므로 기술 실험에 전문 역량을 갖춘 기관의 육성이 요구됨

○ **【실험절차의 명확화】 기술 분야의 실험에 대한 장비 및 규격을 포함하여 각 실험별로 동일하게 적용할 수 있는 명확한 실험절차가 요구됨**

- 실험을 수행하는데 있어 동일한 장비나 규격을 이용하더라도 실험 절차의 작은 차이로 인해 각 기관마다 다른 결과를 얻을 수 있기 때문에, 절차에 대한 명확성을 확보하는 방안이 필요함
- 동일한 실험을 진행할 경우 명확한 실험절차의 적용하여 신뢰성을 향상시킬 수 있도록 각각의 실험마다 실험절차의 구체성을 높일 필요가 있음

○ **【지속적 관리 지원 필요】 일부 품질시험인증기관의 경쟁력 약화를 해결하기 위하여 지**

속적인 관리 및 지원이 이루어져야 함

- 일부 품질시험인증기관의 시험 및 검사 역량이 부족하기 때문에 해당 분야에서의 기술력 수준 확보를 위하여 전문인력 고용 및 중장기적으로 체계적인 지원 및 관리를 할 필요가 있음
  - 시험인증에 필요한 장비 및 전문 이공계 인력의 확충을 통해 품질시험인증기관의 서비스 수준 확보 필요

품질시험인증기관 주요 이슈	전략적 방향성
기관별 기술 분류체계 불일치	**기술 분류체계 일관성 확보 필요** - 기관별 상이한 기술 분류체계 기준의 명확화
기술 분야별 기관 분포 불균형	**기술 분야별 기관 분포 균형화** - 기술 분야별 시험인증 서비스의 균형적 발전 추구
건설공사 품질시험관리에 집중되어 기술시험 전문 시험기관 부족	**기술시험 전문 시험기관 육성** - 개발 기술의 실용화 촉구를 위한 기관 경쟁력 향상
실험에 필요한 장비나 규격은 제시되어 있으나 해당 실험절차의 비체계성 및 불명확성	**동일하게 적용 가능한 실험절차의 명확화** - 실험마다 규격 및 장비의 동일한 절차 구성 필요
장비 노후화 및 인력 부족으로 인한 시험인증기관 경쟁력 약화	**기술 수준 확보를 위한 지속적 관리 지원 필요** - 시험인증에 필요한 장비 및 인력의 체계적인 지원

<그림 3.2.2> 품질시험기관 체계적 육성을 위한 전략적 방향성

제 2 장 실험절차 표준화 타당성 분석

■ 타당성 분석 개요

○ **【실험절차 표준화 타당성 분석 방법】 건설교통 부문 기술 성능평가를 위한 실험절차 표준화 개발 필요성을 정책적/경제적/기술적 측면에서 분석하여 제시할 것임**

- 정책적 타당성을 분석하기 위해 국가 전략적 중요성, 상위 계획과의 부합성, 사업 추진 상 위험요인과 대응 방안, 사업 추진 의지 등 4가지 항목을 검토하고, 경제적 타당성 측면에서 경제적 효과, 파급효과, 기술 부문별 효과 등 3가지 항목을 검토하며, 기술적 타당성은 기술적 필요성, 기존 사업과의 중복성, 기술 수준 및 성공 가능성 등 3가지 항목을 기준으로 분석할 것임

<표4.1.1> 타당성 분석 방법

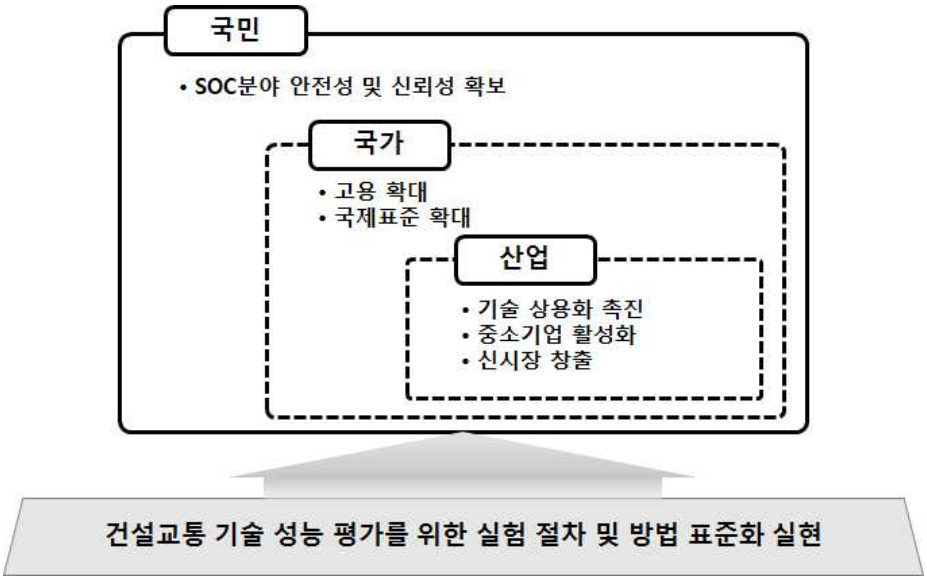
구분	분석 항목	분석 내용	분석 방법
정책적 타당성	전략적 중요성	▪ 국가 차원에서의 필요성 ▪ 정부 지원의 타당성	▪ 정책/시장/기술 측면의 환경 및 현황분석 기반으로 전략방향 검토
	상위 계획과의 부합성	▪ 국가 상위 계획과의 부합성 ▪ 국토교통 정책과의 적합성	▪ 상위 추진 계획과 해당 사업과의 연계성 분석
	사업 추진 상 장애요인과 대응 방안	▪ 법/제도 측면 장애요인 및 대응 방안 ▪ 자원 배분 측면 장애요인 및 대응 방안	▪ 표준화 관련 이슈 도출을 통한 극복 방안 제시
경제적 타당성	직접 효과	▪ 건설교통 국내외 표준증대 ▪ 기술상용화 증대 ▪ 신기술 인증기간 단축 ▪ 신기술 활용을 통한 비용절감 ▪ 국내시험인증기관 수입대체 및 해외매출 증대	▪ 추세분석 등 계량분석 ▪ 델파이 기법을 활용한 시나리오 분석 ▪ 비용-효과분석
	간접 효과	▪ 건설교통 표준화 관련 시장 확대 효과 ▪ 고용창출효과	▪ 시나리오 분석 및 산업연관분석
	파급 효과	▪ 생산/부가가치 유발효과 ▪ GDP 상승	▪ 산업연관분석 등
기술적 타당성	기술적 필요성	▪ 건설교통 기술 수준 현황 ▪ 기술 분야별 표준화 현황 ▪ 건설교통 전략기술 개발현황	▪ 통계 기반 국내외 비교분석
	기존 사업과의 중복성	▪ 타 부처 사업과의 중복성 ▪ 부처 내 사업과의 중복성	▪ 타 부처 및 부처 내 비교분석 및 연관성 분석
	기술적 성공 가능성	▪ 기술적 이슈 및 극복 방안	▪ 통계 기반 이슈 분석

1. 타당성 분석

1.1 정책적 타당성 분석

■ 국가 전략적 중요성

○【국가 차원에서의 필요성】 건설교통 기술 성능 평가를 위한 실험절차와 방법의 표준화 실현은 산업적/국가적/국민적 측면에서 전략적 의미를 지님



<그림 4.1.1> 국가 차원에서의 실험절차 표준화 필요성

건설교통 기술 실험절차 표준화 실현을 통해 산업 측면에서 ① 인증 취득의 비효율성 제거를 통한 기술 상용화 촉진 ② 중소기업의 표준화 시장 참여 활성화 ③ 표준화 시장 확대 및 신시장 창출을 기대함

① 기술 상용화는 정부의 연구개발성과를 사업화 하는 측면에서 국가 경제에 공헌하는 바가 큼에도 불구하고, 건설교통 분야 기술의 경우 상용화 수준이 미약하기 때문에 기술 성능 평가 실험절차 표준화 실현으로 인증취득의 비효율성을 제거하여 기술 상용화를 촉진해야 함

<표 4.1.2> 실험절차 표준화를 통한 기술 상용화 촉진 필요성

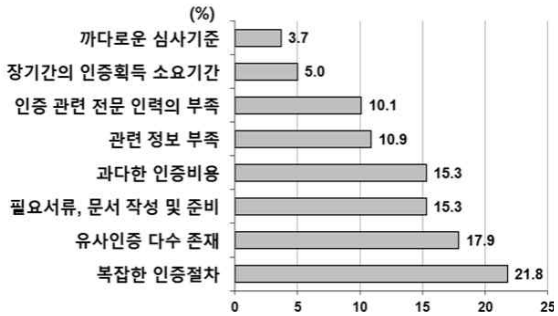
구분	내용
기술 상용화의 필요성	• 연구개발성과 사업화 지원 강화 흐름과 부합 - 정부는 최근 기술 수준에 비해 활용·확산이 저조한 문제를 해결하고자 연구개발성과의 이전 사업화 촉진을 위한 지원 체계를 강화
관련 이슈 (건설교통 분야)	• 건설교통 분야 기술의 미약한 상용화 수준 - 건설교통 기술이 SOC분야와 밀접하여 대규모 투자를 필요로 하기 때문에 상용화 단계에서 다수의 제약요건 발생 - 안전성·신뢰성 확보를 위한 성능평가 체계 미흡

실험절차 표준화 기대효과	• **상용화 과정에서 효율성 제고 및 신기술 인증 성공률 제고** - 합리적 실험 방법 확립으로 비용 절감 및 성능 평가 기간 단축 - 품질인증검사기관의 성능 평가 품질 제고로 인해 신기술 인증에 필요한 시험성적서 발행이 용이해져 신기술 인증 성공률 제고

※출처: 과학기술정책연구원, 기술의 효율적 상용화 지원정책에 관한 연구('05), 미래창조과학부, 상상.도전.융합을 통해 미래를 여는 창조경제('14.02.17), 성균관대학교 산학협력단/한미글로벌주식회사, 건설교통 R&D 기술단계별 실용화 추진전략 수립에 관한 연구('12.06.11)

② 국내 99.9%를 차지하는 중소기업이 기술경쟁력을 강화하기 위해 복잡하고 까다로운 인증 절차 개선이 필수적이며, 이를 통해 중소기업의 표준화 시장 참여 확대로 국내외 경쟁력 확보를 기대함

<표 4.1.3> 실험절차 표준화를 통한 중소기업 활성화 필요성

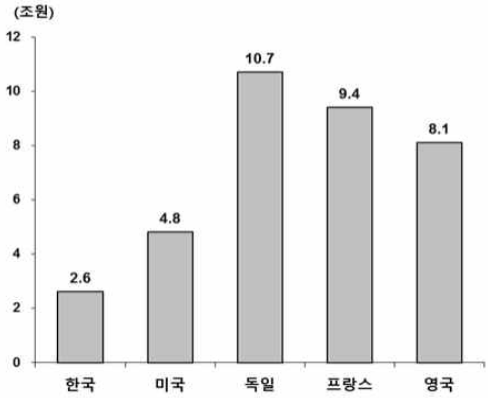
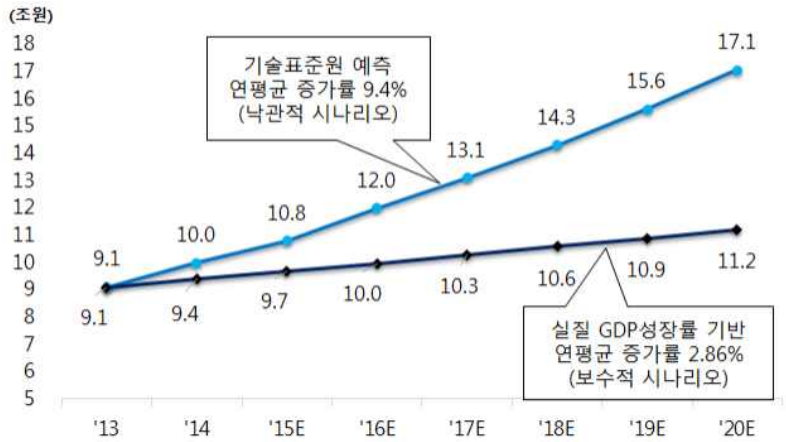
구분	내용
중소기업 활성화의 필요성	• **국내 산업에서 높은 비중 차지** - 국내 총 사업체 수 기준 99.9%를 차지하는 중소기업의 기술경쟁력을 강화하여 국가 경제 발전에 이바지
관련 이슈	• **중소기업 인증 취득에 문제점 존재** - 기술경쟁력 강화를 위해 기술 인증 취득이 필요하나, 복잡한 인증 절차, 과다한 인증 비용 등의 문제점 존재 **중소기업 인증 취득 애로사항** 
실험절차 표준화 기대효과	• **중소기업 기술사업화 및 해외시장 진출 증대** - 복잡하고 중복되는 인증 절차를 개선하여 중소기업의 기술사업화 성공률 향상 예) 유럽 표준화 프로젝트 시 중소기업 참여를 장려해 중소기업 국제표준 선점 및 시장규모 확장을 이룬 것과 같은 활성화 실현

※출처: 중소기업청, 중소기업현황(2012), 혁신전문기업실용학회, 인증제도로 인한 중소기업 현장 애로사항 분석 연구(2012)

③ 새로운 고부가가치 서비스산업으로 육성할 수 있는 동시에 국내 일자리 창출이 가능하다는 측면에서 표준화 산업 확대 및 신시장 창출의 필요성을 가지나, 아직까지 현재 국내 표준화 시장 규모가 상대적으로 작기 때문에 기술 성능 평가 실험절차 표준화를 통

해 표준화 시장 규모를 확대해 나갈 필요가 있음

<표 4.1.4> 실험절차 표준화를 통한 표준화 시장 확대 및 신시장 창출 필요성

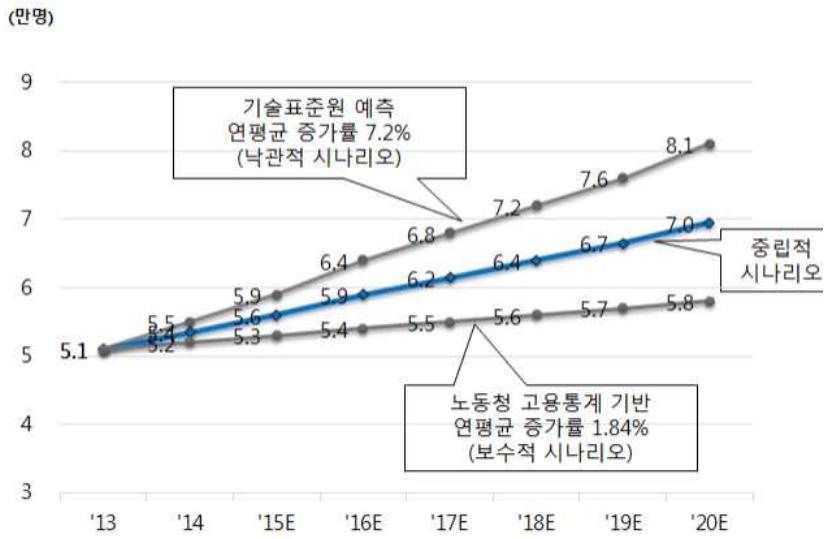
구분	내용
표준화 시장 확대 및 신시장 창출의 필요성	• **고부가가치 서비스산업으로 일자리 창출 가능** - 표준화 시장을 한국의 새로운 고부가가치 서비스산업으로 육성함으로써 규모 확대에 따른 일자리 창출 증대
관련 이슈	• **주요국에 비해 낮은 표준화 시장 규모** - 한국 표준화 시장은 주요국에 비해 작은 2.6조원 규모 **주요국 표준화 시장 규모 비교 ('11)** 
실험절차 표준화 기대효과	• **국내 표준화 시장 규모 확대 및 신시장 창출 기대** - 건설교통 분야 기술 평가 실험절차 표준화를 추진할 경우 전체 국내 표준화 시장이 함께 활성화 되어 규모가 확대되는 효과를 기대 - 국내 표준화 시장은 정부 육성 시 연평균 11% 성장률을 기대할 수 있으며, 표준화 관련 컨설팅 및 교육 산업 등을 포함한 신시장 창출을 고려할 때, 낙관적 시나리오 기반 연평균 9.4% 성장률로 '20년 17.1조원 규모, 보수적 시나리오 기반 연평균 2.86% 성장률로 '20년 11.2조원 규모를 기대함 **국내 표준화 신시장 창출 ('13-'20)** 

※출처: 중소기업청, 중소기업현황(2012), 기술표준원, 산업연구원 실태조사(2011. 6.), Eurostat, U.S. Census Bureau 등(주요국 및 한국의 표준화 시장 규모 재해석), 기술표준원, 시험인증산업 경쟁력 강화 방안(2013, 2014)

▮ 국가 차원에서 건설교통 기술 실험 절차 표준화로 표준화 시장이 성장하면 ① 고용 확대, ② 국제 표준 확대를 기대할 수 있으며, 이로 인해 국가적 위상이 제고될 것임

① 고용 확대는 경제 성장과 국가 발전의 토대이며 현 정부가 공공 4대 개혁 과제를 통해 강력히 추진 중이라는 측면에서 필요성을 가지나, 고용률이 상대적으로 낮은 수준에 머물러 있기 때문에 기술 성능 평가 실험절차 표준화 실현으로 표준화 시장이 성장하면 고급 이공계 인력 등의 고용 확대가 가능할 것임

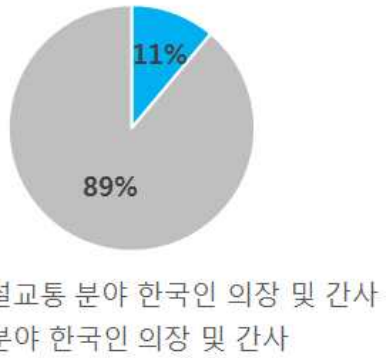
<표 4.1.5> 실험절차 표준화를 통한 고용 확대 필요성

구분	내용
고용 확대의 필요성	• **경제 성장·국가 발전의 토대** - 지속적인 경제 성장과 국가 발전을 이루는 토대 • **정부 정책 방향성과 부합** - 공공 4대 개혁 과제를 통해 고용 확대를 강력히 추진 중
관련 이슈	• **OECD 국가들에 비해 낮은 고용률** - 2012년 기준 59.4%로 중하위권인 20위를 차지
실험절차 표준화 기대효과	• **국내 표준화 시장 성장을 통해 고용 창출 효과 기대** - 낙관적 시나리오와 보수적 시나리오로 각각 분석한 결과 '20년 5.8만명~8.1만명의 고용 창출 기대 표준화 사업 고용창출 전망 ('13-'20) 

※출처: e-나라지표, 고용률, 기술표준원, 시험인증산업 경쟁력 강화 방안(2013)

② 국제 표준 확대는 해외시장 선점 및 활용을 통한 국가 위상 제고의 측면에서 필요성을 가지나, 현재 표준화 시장에 대한 높은 참여율에 비해 국제적 영향력이 낮다는 문제가 있기 때문에 실험절차 표준화 실현으로 참여자 수 및 국제표준 신규 제안 건수 확대를 통해 한국의 영향력을 넓혀 해외시장을 선점·활용함으로써 국가 위상 제고를 도모해야 함

<표 4.1.6> 실험절차 표준화를 통한 국제 표준 확대 필요성

구분	내용
국제 표준 확대의 필요성	• **국가 위상 제고** - 국제 표준 확대를 통한 해외시장 선점 및 활용으로 국가 위상 제고 가능
관련 이슈	• **국제 표준화 활동 전문가 참여율에 비해 실적 미흡** - 가장 대표적인 표준화 기구 ISO의 기술위원회(Technical Committee)에 참여하는 전체 전문가(TC Participants) 중 한국인은 731명(2.75%)로 163개국 중 5위이며 이 중 의장 및 간사는 117명이며, 총 의장 및 간사 중 건설교통 분야는 13명으로 11% 차지 ISO TC 한국인 의장 및 간사 중 건설교통 분야 비중  - 그러나 ISO/IEC 표준 2만여 종[12] 중 우리 기술이 반영된 표준은 300여 건으로 1.5%에 불과
실험절차 표준화 기대효과	• **국제 표준화 실적 제고 및 영향력 향상** - 국제 표준화 시장에서 건설교통 분야의 한국인 참여자 수를 늘리고 국제표준 신규 제안 건수를 확대하여 건설교통 분야 표준 시장에서 한국의 영향력을 넓히는 동시에 해외시장을 선점·활용함으로써 국가 위상 제고

※출처: ISO 공식 사이트(http://www.iso.org/iso/home/about/iso_members.htm, '13)

▮ 국민 차원에서 건설교통 기술 실험 절차 표준화 실현을 통한 기술 신뢰성 제고로 SOC에 대한 안전성과 신뢰성 확보를 기대함

12) ISO 표준 누계: 19,977종 / IEC 표준 누계: 6,939종 (2013.12.31. 기준)

<표 4.1.7> 실험절차 표준화를 통한 SOC에 대한 안전성과 신뢰성 확보 필요성

구분	내용
안전성 및 신뢰성 확보의 필요성	• **건설교통 분야는 국민 생활 편의 및 안전과 밀접하게 연관** - 건설교통 분야는 대규모 국가기반 시설물(SOC), 일반 건축물 및 주택, 이동을 위한 필수 수단으로 일상생활에 밀접
관련 이슈	• **건설교통 안전에 대한 낮은 신뢰도** - 최근 송파 싱크홀 발생, KTX의 잦은 사고 등 주요 시설물 안전사고로 인해 건설교통 기술에 대한 신뢰성 저하
실험절차 표준화 기대효과	• **기술 신뢰성 제고를 통한 SOC 및 건설교통 분야의 안전성·신뢰성의 확보** - 실험절차 표준화를 통한 합리적 실험 방법 확립으로 실험 완성도를 높여 기술 신뢰성 제고 - 특히 건설교통 기술 특성 상 시행이 비교적 어려운 현장시험을 대체할 수 있는 내부 실험과 유사환경 시험의 경우 표준화를 통해 도출되는 균질한 품질의 실험 결과로 기술 신뢰성 제고 가능 - 제고된 기술의 신뢰성으로 SOC 및 건설교통 분야에서 안전성과 신뢰성의 충분한 확보 기대

○ **【정부 지원의 타당성】 건설교통 실험절차 표준화의 전략적 중요도를 고려할 때, 국가차원에서 육성은 필수적이며, 이를 위해 표준화 시장에서 중소기업을 포함한 민간 기업들이 활발한 활동을 펼칠 수 있도록 정부가 선순환 고리 형성을 위한 생태계 구축을 적극 지원해야 함**

- 건설교통 분야의 실험절차 표준화는 전략적으로 중요함에도 불구하고 대체재가 존재하지 않기 때문에 육성 지원이 필수적임
  - 건설교통 기술은 안전성과 신뢰성이 중요한 SOC와 밀접성을 가지고 있기 때문에 실험절차 표준화를 통한 안전성 및 신뢰성 확보가 매우 중요함
  - 건설교통 기술의 상용화를 위해 반드시 요구되는 시험 성능 평가 절차와 현장 시공 시 요구되는 시험성적서의 제출을 대체할 수단이 없음
- 그러나 신규 기관 등록 조건이 까다로워 초기 투자 부담이 크고 인증 수준이 높은 다국적 시험인증기관이 국내 시장에서 이미 큰 비중을 차지하고 있어 투자 대비 조기 성과를 기대하기 어렵기 때문에 민간에게 시장 매력도가 낮음
  - 신규 시험인증기관 등록을 위해 전문 기술사 보유 및 시험실과 시험장비 기준 등 까다로운 조건을 만족시켜야 함
  - 국내 시장에서 이미 큰 비중(2010년 기준 50.3%)을 차지하고 있는 다국적 시험인증기관의 인증 수준이 높음에 따라 경쟁력을 위해 높은 인증 수준을 갖춰야 함
- 이에 민간의 주도적 역할을 기대하기 어려우며, 시험인증 품질을 갖추지 못한 민간 기업의 무작위 진출을 제어하고 안정적 생태계를 조성할 필요성이 있으므로 국가 주도의 표준화 기술 개발 및 시장 확대가 필요함

■ 상위 계획과의 부합성

○ **【국가 상위 계획과의 부합성】 국가재정운용계획, 과학기술기본계획, 국가연구개발사업 중장기 발전전략과 제3차 국가표준기본계획에서 안전성, 표준 인프라 구축 및 국제 경쟁력 강화를 강조하고 있어 실험절차 표준화 추진 방향성에 부합함**

- 국가재정운용계획에서 SOC분야 전체 재원지출은 감소 추세지만 시설 안전과 유지보수 및 안정성과 관련한 도로, 철도 및 항공 부분에 투자를 확대할 예정이며, 특히 인증·표준화·진단 등 안전시스템 지원 사업을 강화할 계획임
- 제3차 국가표준기본계획에서 R&D-표준화 연계 활성화와 국가표준 R&D 투자효율성 제고 등을 통해 원천표준 개발을 위한 기반을 확보하고, 인증제도 간의 중복 해소로 기업하기 좋은 표준기반을 구축할 계획을 세움으로써 표준 인프라 구축을 강조함
- 제3차 과학기술기본계획에서 국내 원천기술의 국제경쟁력 확보를 위해 국제표준 선점을 강조하고, 국가연구개발사업 중장기 발전전략에서 신기술 분야 기술표준 경쟁력 확보를 위한 세계적 표준 선점의 중요성이 증대되고 있으며, 제3차 국가표준기본계획에서 신성장 원천기술 표준개발 확대 및 원천기술 국제표준 선점을 통해 미래 성장동력을 지원하는 표준을 개발하는 목표를 세움으로써 표준시장 국제 경쟁력 강화를 강조함

<표 4.1.8> 실험절차 표준화와 국가 및 산업 차원 계획과의 부합 내용

구분	부합 내용
2014-2018 국가재정운용계획 ('14.09)	• **안전한 사회 구현을 위해 안전투자를 지속적으로 확대** - SOC분야 전체 재원지출은 감소할 전망이지만 시설 안전 및 유지보수 투자는 확대하고 재해를 예방하기 위한 SOC 시설의 위험요인 개선 노력 지속 • **인증 · 표준화 · 진단 등의 사업추진 강조** - 안전예산에 포함되는 안전시스템 지원·보완은 안전 인증·표준화·진단 등 각종 안전시스템을 후방에서 지원하는 사업
제3차 과학기술기본계획 ('13.07)	• **표준특허 및 국제표준 확보** - 연구개발-IP-표준 연계체제 구축을 통한 표준특허 창출 지원 - 국제 표준화기구 활동 대응 강화 - 민간표준화 역량 강화하여 지역표준으로 채택된 후 국제표준으로 승격하는 전략 추진
국가연구개발사업 중장기 발전전략 ('08.07)	• **표준과 지식재산권을 통한 기술 패권주의 강화** - 신기술 분야에 기술표준 경쟁이 치열해져 표준 및 지식재산권을 통한 기술패권주의가 더욱 부각될 전망 - 글로벌화의 가속으로 소수의 세계적 표준만이 생존하는 시대로 변화하므로 글로벌 표준선점, 시장규모 확대 및 원천기술 경쟁력 확보의 중요성 증대
제3차 국가표준기본계획 ('10.12)	• **미래 성장동력을 지원하는 표준개발** - 원천 표준개발을 확대하여 국가경쟁력 강화를 지원하는 표준개발 정책 추진 - 개발된 원천표준을 국제표준으로 제안하기 위한 체계적인 전략을 마련하여 우리나라 표준의 글로벌 경쟁력을 제고 - R&D-표준화 연계 지원, 국가표준 R&D 투자효율성 제고 등을 통해 원천표준 개발 활성화를 위한 기반 확보 • **기업하기 좋은 표준기반 구축** - 인증제도 간의 중복해소로 기업의 인증기간·비용 절감을 유도하고 적합성평가제도 글로벌화를 통한 기업인증지원 강화

○ **【국토교통 정책과의 부합성】 국토교통부 정책에서 신뢰도 및 안전성, 실험 인프라 구축, 표준시장 국제 경쟁력 강화를 강조하고 있으므로 실험절차 표준화 추진 방향성에 부합함**

- 건설교통R&D중장기계획에서 건설교통 기술은 대규모 공공발주 사업에 적용되는 특성에 따라 R&D 기술의 신뢰도 및 안정성에 대한 검증이 필수적임을 밝히고, 제3차 국가교통기술개발계획에서 안전성 확보를 위해 원천기술이 국제표준에 부합해야 하고 원천기술에 대한 국가표준이 정비되어야 함을 밝힘으로써 신뢰도 및 안전성을 강조함
- 제4차 건설산업진흥기본계획에서 건설교통기술 대형 실험 인프라 구축을 통해 수요기반을 확충하여 건설산업 성장동력을 강화할 계획을 세우며, 건설교통R&D중장기계획에서 건설교통 대형 실험시설·장비 확충 및 운영관리 선진화 방안 마련을 추진함으로써 실험 인프라 구축을 강조함
- 제5차 건설기술진흥기본계획에서 국제 경제가 FTA 등으로 인해 경제권 블록화가 진행됨에 따라 글로벌 스탠다드 및 기술 표준화가 중요 이슈로 부각할 것으로 예측함으로써 표준시장 국제 경쟁력 강화를 강조함

<표 4.1.9> 시험절차 표준화와 관련 부처 정책 목표 및 계획과의 부합 내용

구분	부합 내용
제5차 건설기술진흥 기본계획 ('12.12)	• **글로벌스탠다드 및 기술표준화 강조** - 향후 10년 건설산업에 영향을 미친 주요 동인 중 국제 경제 부분과 관련해 FTA, 경제권 블록화로 인해 글로벌스탠다드, 기술표준화 중요성 증대에 따라 대안 마련 강조
제4차 건설산업진흥 기본계획 ('13.02)	• **부가가치 제고를 위한 건설기술 R&D 활성화 지원** - 건설교통기술 대형 실험 인프라를 구축하여 R&D-신기술 시험 분야에 공동으로 활용할 수 있도록 지원
건설교통R&D 중장기계획 ('14.02)	• **기술검증을 위한 장비 및 시설 인프라 강화** - 건설교통 기술은 대규모 공공발주 사업에 적용되는 특성에 따라 R&D 기술의 신뢰도 및 안정성에 대한 검증이 필수적이나, 기술에 대한 실규모 검증을 위한 대규모 연구시설이 부족하므로 건설교통 대형 실험시설·장비 확충 및 운영관리 선진화 방안 마련 추진
제3차 국가교통기술 개발계획 ('14.07)	• **국가교통 연구개발 기술 실용화 확대** - 사업화 및 실용화를 위해서 기술 평가 신뢰성을 제고해야 함 • **국가교통기술개발 과학 기술적 기대효과** - 국제표준 부합 및 국가표준 정비로 교통부문의 안전 확보 및 국내 생산기반과 기술력 향상

■ 사업 추진 상 장애 요인과 극복 방안

○ **【국내 법/제도 측면 요인 및 극복 방안】 표준화 관련법은 건설교통 기술 실험절차 표준화 방향에 부합하지만, 건설교통 관련 세부 법규나 시행령의 경우 시험단계에서 마찰이 발생할 우려가 있으므로 이를 고려한 시험기준 제정이 필요함**

- 국내 표준관련 법규의 해당 조항들은 시험·검사기관 인정제도의 선진화, 표준화 관련 적합성 평가기술 개발·보급 및 확산, 건설교통기술에 관한 표준 보급 촉진 등을 위한 기준과 방법을 제시하고 있어 건설교통 기술 실험절차 표준화에 당위성을 부여함

<표 4.1.10> 국내 법/제도 상 건설교통 분야 실험 표준화 관련 조항

구분	관련 내용
국가표준 기본법	*제21조 ①항* 정부는 **적합성평가체제의 인정 및 인증사업을 추진**하고 적합성 평가절차를 국제가이드 및 국제표준(이하 "국제기준"이라 한다)과 일치시키기 위하여 노력하여야 한다. *제23조 ①항* 정부는 제21조에 따른 적합성평가체제를 구축하기 위하여 **시험·검사기관 인정제도의 선진화**에 필요한 조치를 마련하여야 한다.
산업 표준화법	*제17조 ①항* 인증기관은 제15조제1항 또는 제16조제1항에 따른 인증을 하는 때에는 그 제품 또는 서비스가 **한국산업표준 및 산업통상자원부령으로 정하는 인증심사기준(이하 "인증심사기준"이라 한다)에 적합한지 여부를 심사**(이하 "인증심사"라 한다)하여야 한다. *제17조 ②항* 인증심사기준에는 다음 각 호의 구분에 따른 품질보증 관련 사항이 포함되어야 한다. 1. 제품의 인증: 제조설비, 검사설비, **검사방법**, 품질관리방법 등 제품의 품질보증에 필요한 사항 2. 서비스의 인증: 서비스 제공 절차·방법, 서비스 운영체계, 인력관리, 시설·장비 관리, 품질 관리방법 등 서비스의 품질보증에 필요한 사항
산업기술 혁신촉진법	*제24조* 산업통상자원부장관은 산업기술의 개발·이전·확산과 사업화 촉진 및 관련 기술 간의 호환성 확보 등을 위하여 산업기술 표준화에 관한 다음 각 호의 시책을 수립·추진할 수 있다. 1. 산업기술의 표준 개발·보급 및 확산 2. **산업기술 표준화 관련 적합성 평가기술 개발·보급 및 확산** 3. 산업기술 표준화에 관한 국제협력 4. 그 밖에 산업기술의 표준화에 관하여 대통령령으로 정하는 사항
국가통합 교통체계 효율화법	*제96조 ①항* 국토교통부장관은 교통기술의 호환성과 연동성을 확보하고 이용자가 이를 쉽게 이용할 수 있도록 하기 위하여 관계중앙행정기관의 장과 협의하여 **교통기술에 관한 표준을 정하여 고시**할 수 있다. 다만, 다음 각 호의 표준에 대하여는 해당 법률에서 정하는 바에 따른다. 1. 「산업표준화법」 제12조에 따른 한국산업표준 2. 「정보통신산업 진흥법」 제13조에 따른 정보통신표준 3. 「전기통신기본법」 제29조에 따른 전기통신의 표준 4. 「전파법」 제63조에 따른 전파이용 기술의 표준 *제96조 ②항* 국토교통부장관은 제1항에 따른 **교통기술에 관한 표준의 보급을 촉진**하기 위하여 공공기관 및 교통기술 관련 사업자에게 교통기술에 관한 표준을 활용할 수 있도록 하거나 이와 관련된 장비를 제조하도록 요청·권고할 수 있다.

건설기술 진흥법	*제11조 ①항* 정부는 건설기술 연구·개발 사업을 효율적으로 지원하기 위하여 기술평가기관을 설립할 수 있다. *제11조 ④항* 기술평가기관은 다음 각 호의 사업을 한다. 1. 건설기술 연구·개발 사업에 대한 평가·관리 2. 건설기술 연구·개발 사업에 대한 수요조사, 기획 및 기술 예측 3. **건설 분야의 새로운 기술의 심사**·관리 4. 다른 법령에 따라 기술평가기관의 업무로 지정된 사업 5. 그 밖에 건설기술의 개발·활용에 관한 사업으로서 대통령령으로 정하는 사업

- 다만, 건설교통 세부 법규나 시행령의 경우 실제 현장시험 단계에서 시행 장애 요인으로 작용하는 경우가 있으므로 발생 가능한 제도적 장애 요인을 회피할 수 있는 기준을 세우며, 장애 요인이 작용하는 현장시험을 내부 실험과 유사환경 시험으로 대체함으로써 극복해야 함

<표 4.1.11> (예시) 교량구간 동절기 안전관리 기술개발 현장시험 실패 사례

구분	주요 내용	이슈
아이디어 도출 및 장비개발	• 동절기 상습결빙구간의 안전관리를 위한 기술 조사 및 최적 대안 도출 • 도로안전관리 수준별 안전시설 설치 방안 정립 • 노면결빙안내시스템 및 염화물 자동분사 시스템 개발 • 네트워크 기반의 관리 시스템 설계	• R&D 기획 단계에서 시장 형성 시기 예측의 어려움
실내시험	• 노면결빙안내시스템 시험운영 - 시범시스템 제작 및 설치 (주차장) • 염화물 자동분사 시범시스템 시험운영 • 두 시스템 연계 운영을 위한 시험운영	-
현장시험	• 실제 도로현장 시험 불가 (도로관리청 미승인)	• ***현장시험 실패*** → **도로 안전상 문제**로 실제 도로현장 시험 불가 → 장비/장치 성과의 경우 기존 시스템의 안전성 저해 위험으로 **현장시험 허가 자체가 난관 봉착**
제품화 준비	• 노면결빙안내시스템과 염화물 자동분사 시스템 경제성 분석 • 신제품 인증제도 확보 노력	• 경제성 분석 실효성이 낮고, 활용 매뉴얼 부재

○ **【자원 배분 측면 요인 및 극복 방안】 건설교통 분야 기술 실험절차 표준화 사업 추진을 위해서는 초기 투자비용 및 전문 인력이 필요하여 표준·인증 제도의 선진화를 통한 비용 절감과 고급 이공계 인력 양성을 통해 극복할 수 있음**

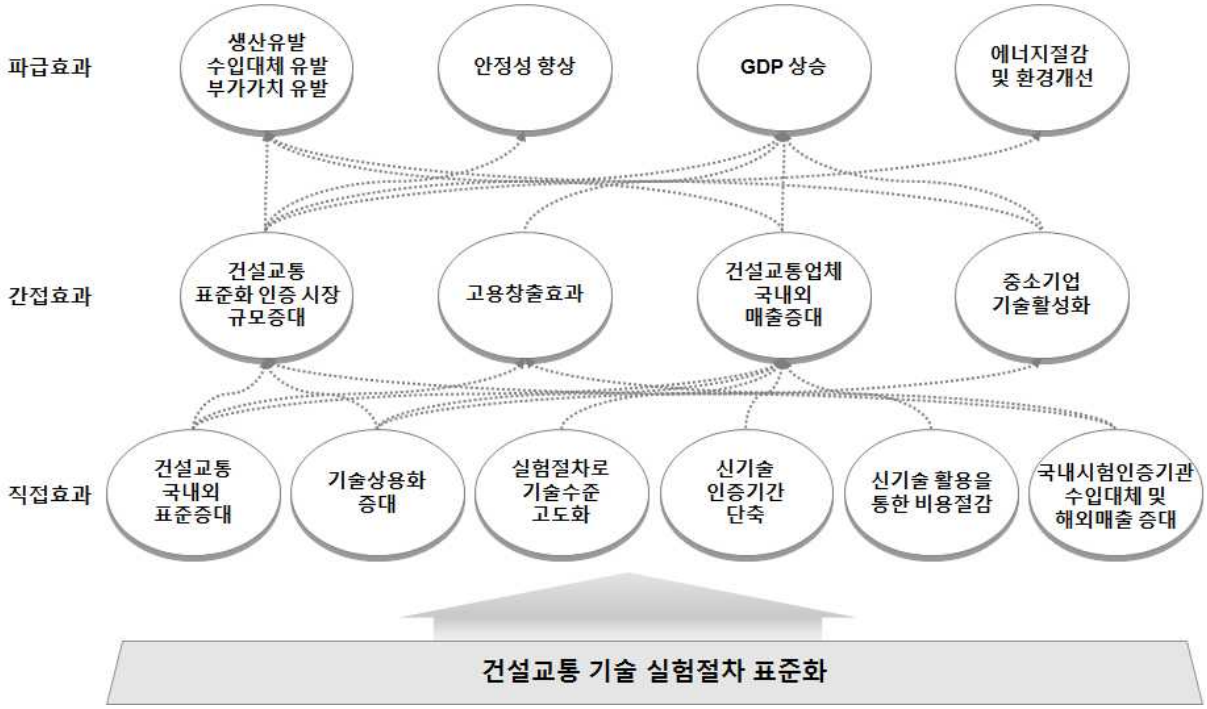
- 건설교통 실험절차 표준화를 위해서는 실험절차 과정에서 필요한 재료 및 장비와 같은 인프라 구축, 다양한 시험 방법 검토를 통한 최적의 방안 도출 과정에서 대규모 초기 투자비용이 발생하고, 이를 추진해 나갈 표준 전문 인력의 확보가 어려움
  - 표준화된 실험 절차를 발굴하기 위해서는 다양한 실험 장비, 실험 재료 및 물품, 실험 현장 확보를 위한 비용 투입이 필요하고, 최적의 실험 방법을 도출하기 위한 다각도의 반복적 실험과정에서 발생하는 막대한 자원 투입이 발생할 수 있음
  - 신규 시험인증기관 등록을 위해 전문 기술사 및 시험실과 시험장비 보유 등의 까다로운 조건을 만족시켜야하기 때문에 막대한 초기 투자비용이 소요됨
  - 나아가 지금까지 표준화에 대한 인식 및 수요 부족으로 시험·검사를 진행하는 표준 전문 인력이 한정됨
- 이러한 표준화 사업 추진의 장애 요인을 극복하기 위해서는 우선순위를 고려한 단계적 추진 계획 및 비용 절감 방안을 검토하고, 인력 확보 및 양성을 위한 다양한 방안을 검토하여 추진해 나갈 필요가 있음
  - 건설교통 분야 내에서 실험절차의 중요도와 실행 가능성을 고려한 우선순위를 검토하여 단계적 추진 계획을 수립하고, 표준 기술과 시장의 균형있는 성장을 도모하여 실험절차 표준화에 따른 시장 환경 조성으로 선순환 구조를 조기 확보하여 비용을 최소화 할 수 있는 방안을 고려해야함
  - 실험절차 표준화를 위해 필요한 인력은 대학연계 프로그램이나 유관 연구원과의 협력 프로그램 등으로 확보하고 국가 차원에서 인력 양성 인프라를 제공하는 방안 등을 다각도로 검토할 필요가 있으며, 이는 제3차 국가표준기본계획에 따르면 국내 시험·검사기관 전문인력 확충 및 글로벌화 계획 추진에도 부합할 것으로 보임

1.2 경제적 타당성 분석

■ 경제적 타당성 분석 방법

○ **【실험절차 표준화의 사회·경제적 효과 검토】 건설교통 부문 성능평가를 위한 실험절차 표준화가 미치는 경제적 효과를 직접, 간접, 파급효과로 구분하여 검토함**

- 직접 효과는 건설교통 분야의 기술과 표준화 시장에 관련한 효과이고, 간접 효과는 건설교통 시장 범위에서의 효과이며, 이에 따른 파급 효과로 국가적 차원에 대한 확장된 범위 내에서 검토함
- 건설교통 기술의 실험절차 표준화의 직접효과로는 건설교통 국내외 표준증대, 기술상용화 증대, 신기술 인증기간 단축, 실험절차로 기술수준 고도화 등을 검토하고, 간접효과로는 건설교통 표준화인증 시장 규모증대, 국내기관 수입대체 및 해외매출 증대, 건설교통업계 국내외 매출증대, 신기술 활용 비용절감, 중소기업 기술 활성화 등을 고려할 수 있으며, 파급효과로는 유발효과, 고용창출효과, GDP 상승, 안전성 향상, 에너지절감 및 환경개선 등이 있음



<그림 4.2.1> 실험절차 표준화의 사회·경제적 효과

○ 【사회·경제적 효과 명확화】 실험절차 표준화를 통해 나타날 수 있는 사회·경제적 효과에 대한 내용을 명확화하고, 계량 비계량 여부를 검토함

<표 4.2.1> 사회·경제적 효과에 대한 상세 내용 및 지표성격

구분	사회·경제적 효과	내용 명확화	지표성격 (계량/비계량)
직접	건설교통 국내외 표준증대	건설교통 기술 실험절차 표준화 사업 추진시 국내외 예상 확대 수	계량
	기술상용화 증대	개발된 기술의 시험·검증 관련 이슈 해결로 인한 기술사업화 성공률	계량
	실험절차로 기술수준 고도화	명확한 실험절차 표준화로 인한 기술수준 기여도	비계량
	신기술 인증기간 단축	실험절차 제정으로 인한 신기술 인증기간의 단축 효과	계량
	신기술 활용을 통한 비용절감	기존 기술 활용 대비 신기술 활용시 기존 공사비의 절감효과	계량
	국내시험인증기관 수입대체 및 해외매출 증대	국내기관의 해외기관 대체 효과 및 해외시장점유율 확대 비중	계량
간접	건설교통 표준화인증 및 유관시장 규모증대	건설교통 기술의 표준화 인증 시장 및 유관시장의 규모 성장률	계량
	고용창출효과	매출증대 및 시장확대로 인한 고용창출효과	계량
	건설교통업계 국내외 매출증대	건설교통 업체들의 국내매출액 및 해외수주액	비계량
	중소기업 기술 활성화	실험절차 표준화로 인하여 중소기업의 기술사업화 증가폭	계량
파급	생산/부가가치 유발효과	실험절차 표준화의 산업 연관성을 고려한 파급효과	계량
	GDP 상승	건설교통 업계 활성화가 GDP상승에 기여하는 비율	계량
	안전성 향상	표준화된 실험절차로 인해 향상되는 건설교통 기술 안전 효과	비계량
	에너지절감 및 환경개선	기술상용화로 인한 에너지효율성 향상 및 환경개선 효과	비계량

○ 【주요 효과 지표 선정】 다양한 사회·경제적 효과 중 계량적으로 측정 가능하고 측정 방법이 명확하며 근거 확보가 가능한 9개 지표를 선정함

- 각 사회·경제적 효과의 내용에 맞는 측정 방법을 검토하고, 해당 측정 방법 적용을 위한 근거자료 확보 가능성을 고려하여 실제 데이터이거나 타 연구 활용을 통해 검증된 데이터 활용이 가능한 효과들을 우선적으로 선정

<표 4.2.2> 핵심 효과 선정

구분	사회·경제적 효과	측정 방법	근거
직접	건설교통 국내외 표준증대	• 현재 기술 분야별 국내외 표준유무 비교분석	• 10개 기술 분야의 국내외 표준현황
	기술상용화 증대	• 연구개발 대비 기술상용화 비중의 개선효과 분석	• 국토부 기술 과제 중 사업화 성공률
	실험절차로 기술수준 고도화	• 실험절차의 체계화로 인해 향상된 기술수준 및 가치	• 제한적 정량지표
	신기술 인증기간 단축	• 신기술 인증기간 단축 효과 분석	• 각 실험단계별 기간
	신기술 활용을 통한 비용절감	• 기존 기술 적용시 공사비와 신기술 적용시 공사비 비교 • 현 신기술 인증횟수 및 기간 평균치를 반영한 통계분석	• 신기술 활용 공사비 금액 • 일반공사비 금액
	국내시험인증기관 수입대체 및 해외매출증대	• 현재 해외인증기관으로 유출되는 비용 중 국내인증으로 대체가능한 비용 절감 및 확대 가능한 해외시장점유율 분석	• 해외유출인증 비용 및 시장점유율
간접	건설교통 표준화인증시장 및 유관시장 규모증대	• 중립적 시나리오 기반 건설교통 표준화 시장 및 유관시장 규모 도출	• 건설교통 GDP비중 • 표준화 시장 성장예측치
	고용창출효과	• 표준화 시장 확대로 창출 가능한 고용인력 연관분석	• 한국은행 2012년 유발계수
	건설교통업계 국내외 매출증대	• 실험절차 표준화로 인해 확대 가능한 건설교통 업체들의 예상 매출액 분석	• 제한적 정량지표
	중소기업 기술 활성화	• 실험절차 표준화로 인해 확대 가능한 중소기업의 개발기술 사업화 규모 분석	• 제한적 정량지표
파급	생산/부가가치 유발효과	• 산업연관분석	• 한국은행 2012년 유발계수
	GDP 상승	• KS시행으로 일반 기업과 인증업체의 연간 순현재편익 활용 및 GDP기여도 분석	• 40개 기업대상 KS A,F 규격의 편익
	안전성 향상	• 실험절차 표준화를 통해 상용화된 기술의 안전기여도	• 제한적 정량지표
	에너지절감 및 환경개선	• 실험절차 표준화를 통해 상용화된 기술의 에너지효율 및 환경 개선 기여도	• 제한적 정량지표

■ 경제적 직접 효과

○ 【① 건설교통 국내외 표준 증대】 기술 분야별 국내외 실험절차 표준현황을 비교한 결과, 현재 국내 표준이 전체 표준의 평균 39.8%를 차지하고 있으며, 향후 실험절차 표준화 사업 추진을 통해 2025년 전체 표준의 59.8% 수준까지 확대될 것으로 기대함

- 2015년 현재 국내 건설교통 분야 중 본 사업 범위인 10개 분야의 실험절차 표준은 총 179개로 해외 표준 현황 대비 약 39.8%임
- 기술 분야별로는 건설환경 및 설비, 지반 및 기초, 도로 분야가 50%이상으로 높은 비중을 차지하고 있으며, 수자원, 해양 항만, 내풍 분야에서는 국내표준이 없거나 25%미만으로 비중이 매우 낮음

<표 4.2.3> 건설교통 기술 분야별 국내외 실험절차 표준 비교

기술 분류	해외 표준 현황	국내 표준 현황	국내 표준 수준(%)
구조	71	54	43.2
내진	12	11	47.8
재료	51	27	34.6
건설환경 및 설비	4?	30	88.2
지반 및 기초	30	35	53.8
수자원	9	0 (설계기준만 있음)	0.0
해양 항만	0	0	0.0
내풍	11	3	21.4
도로	8?	14	63.6
철도	6	5	45.5
합계	202	179	-
총 평균	20.2	17.9	39.8

※ 출처 : 기술분야별 표준화대상 리스트

- 현재 국내 실험절차 표준은 평균 40%미만으로 해외 수준과의 격차를 축소하기 위해 국내 실험절차 표준의 확대가 필요함
- 10년 후 해외 수준을 역전하고 국내 표준이 우위를 차지한다는 것을 목표로 분야별 실험절차 표준을 확대해 나간다고 가정할 때, 국내 표준은 5년 후 10%, 10년 후 20%의 단계적 성장을 기대할 수 있음

<표 4.2.4> 기술 분야별 국내외 표준 특성 및 방향

기술 분류	표준 현황 특성 및 방향성	표준 확대 목표 (%)		
		2015	2020	2025
구조	**(현황)** 실험 일부에는 표준이 있으나, 구조부재에 대한 상세한 실험절차서가 적음 **(방향성)** 일부 부족한 시험 규격 및 기준을 마련하고 상세한 실험절차를 개발함	43.2	53.2	63.2
내진	**(현황)** 건축물의 비구조요소와 관련한 실험 및 연구가 활발히 진행되고 있으나 체계적인 시험방법이 제시되고 있지는 않음 **(방향성)** 비구조요소과 같이 미흡한 분야부터 시험방법을 정립함	47.8	57.8	67.8
재료	**(현황)** 표준규격이 다수 존재하나, 포함되지 않는 범위 포함 및 정량화된 지표 필요함 **(방향성)** 정량화된 지표와 실험절차의 개발함	34.6	44.6	54.6
건설환경 및 설비	**(현황)** 국내 시험 규격이 다수 존재하며, 해외 국제 규격과 차이가 다소 존재함 **(방향성)** 해외 시장 진출 및 국제화를 위한 규격의 차이 완화가 필요함	88.2	98.2	-
지반 및 기초	**(현황)** 지반의 시험방법이 규격화되어 있으나 엄밀한 조건에서 모형구조물에 대한 평가기법이 부족함 **(방향성)** 상세한 규격을 정립하여 축소 모형실험에 대한 평가방법을 개발함	53.8	63.8	73.8
수자원	**(현황)** 국내 및 전 세계적으로 수자원 관련 표준화된 실험 기법 및 기준이 없음 **(방향성)** 세부 기술 분야의 특성을 고려하여 정립 가능한 표준 개발로 국제표준 시장을 선점함	0.0	10.0	20.0
해양 항만	**(현황)** 항만 및 해양 관련 표준화된 실험 기법 또는 기준이 국내 및 전 세계적으로 없음 **(방향성)** 세부 기술 분야의 특성을 고려하여 정립 가능한 표준 개발로 국제표준 시장을 선점함	0.0	10.0	20.0
내풍	**(현황)** 시험/실험 절차에 대한 기준은 일부에만 존재함 **(방향성)** 규격이 없는 기술 부문에 대하여 실험절차를 정립함	21.4	31.4	41.4
도로	**(현황)** 전반적으로 KS 규격에서 제시된 실험 방법이 제시되고 있으나, 상세 절차가 부족함 **(방향성)** 다양한 상황에서 성능유지가 가능하고 실제 적용 가능한 구체적 절차보완이 필요함	63.6	73.6	83.6
철도	**(현황)** 일괄적으로 시험항목과 판정기준을 규정하기 어려운 측면이 존재함 **(방향성)** 동일하게 규격을 적용시킬 수 있는 분야와 모호한 부분을 분류하여 실험 절차 정립함	45.5	55.5	65.5
표준의 비중 증대		39.8	49.8	59.8

※ 출처 : “기술분야별 표준화대상 리스트“의 전문가 분석의견

○ 【② 기술상용화 증대】 실험절차의 표준화로 시험인증의 효율적 수행을 통하여 개발된 기술상용화의 장애요인을 약 26% 개선하여 기술사업화 성공률을 향상시킬 수 있음

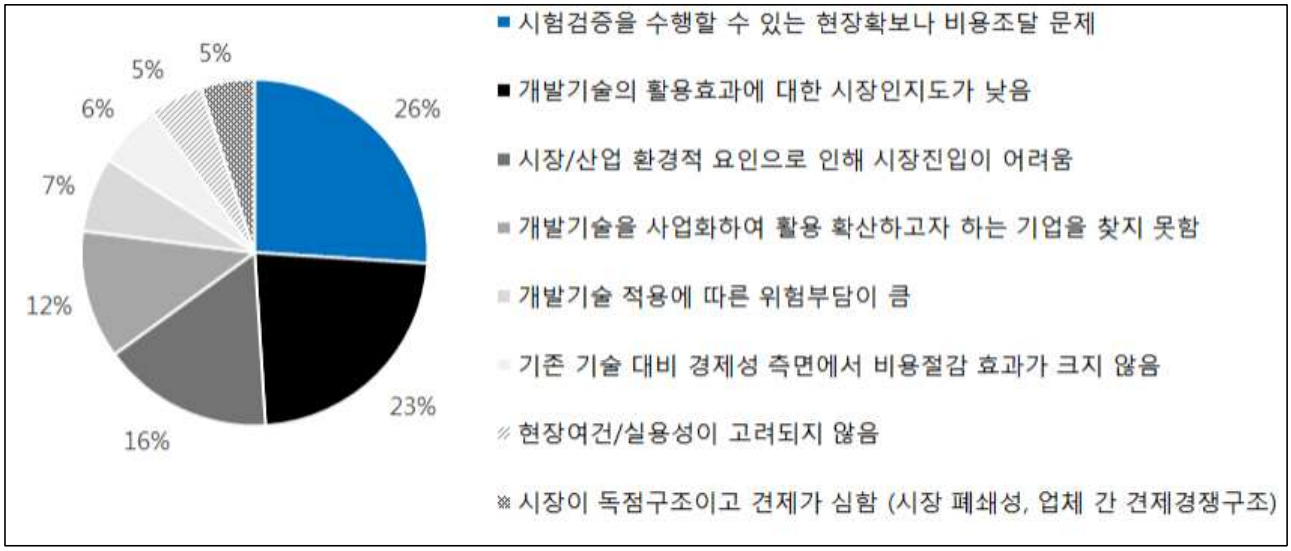
- 국토교통부 연구과제 및 보유기술의 사업화 과제의 2010~2012년 추이를 살펴본 결과, 사업과 단계에서 성공한 과제의 비중은 59%로 타부처에 비해 높음
  - 기술사업화에 필요한 자금 연계와 중소기업 전용 R&D지원(국토교통기술 사업화 지원 사업)을 통한 정책 추진 중임

<표 4.2.5> 국토교통부 종료과제 대비 기술사업화 성공률

기술 분류	2010	2011	2012	합계	성공률
종료과제 (개)	14	11	14	39	59%
사업화 성공과제 (개)	9	6	8	23	

※ 출처 : 국가과학기술심의회, 제5차 기술이전 및 사업화 촉진 계획

- 현재 국토교통 R&D 성과를 활용하는데 있어서 산업적 측면에서의 장애요인 분석 결과, '시험검증을 수행할 수 있는 현장확보나 비용조달 문제'가 26%의 비중으로 가장 높음
- 시험검증 수행의 문제를 해결한다고 가정하면, 기술사업화 장애요인을 26% 감소시켜 실험절차 문제로 인한 사업화 실패를 낮추고 성공률을 향상시킬 것으로 보임



<그림 4.2.2> 국토교통부 R&D 성과활용 장애요인 분석

※ 국토교통과학기술진흥원, 2012 국토교통 R&D사업 성과총람

- R&D 성과를 활용한 기술상용화 단계에서 시험검증 수행의 문제를 해결하여 국토교통부의 기술사업화의 성공률을 향상시킬 수 있음
  - 시험검증 부문의 문제 해결로 인하여 26%의 문제 해결 효과가 기대됨

○ 【③ 신기술 인증기간 단축】 신기술 인증을 위해 필요한 실내 및 유사 환경 실험을 고도화하여 높은 비용이 소요되는 현장시험의 횟수를 감소한다고 가정할 때 현장시험 1회 당 4.9M 기간 단축이 가능하고, 최소 1회만 진행한다고 가정했을 때 현재 소요기간 대비 72.6% 빠르게 신기술 인증을 확보할 수 있음

- 신기술 인증 실험절차의 실내 실험(유사환경 포함)과 현장 시험(시공 실적 표함)의 기간을 산정한 결과, 각각 19.5M, 18.5M이며, 각각 평균 횟수는 4.75번, 3.75번으로 나타남
  . 해당 실험 절차 및 기간이 명확히 나타난 신기술 인증 과제를 선정하여 도출함

<표 4.2.6> 신기술 인증 과제 실험절차 도출

구분	과제명	실내 실험 (유사환경 포함)		현장 시험 (시공실적 포함)	
		기간 (개월)	횟수	기간	횟수
구조, 재료	걸침턱 구조를 가진 상・하판 분리식 핑거형 신축이음장치 설치공법	40	3	42	3
	PS강선 및 강봉의 일체긴장시스템을 이용하여 프리스트레스를 도입하는 PSC거더(Bicon거더)의 제작공법	9	4	8	4
지반 및 기초	반도체 압력센서 내장형 자동측정 침하계를 이용한 연약지반 침하측정 기술	3	5	33	3
건설환경 및 설비	고탄성 아크릴콘을 이용한 교량 바닥판 보수 및 방수, 체류수 배수 포장보수공법	34	5	17	6
도로	MCBP를 이용하여 초속경 아크릴계 폴리머 개질 콘크리트 제조와 이를 활용한 접착식 시멘트 콘크리트 덧씌우기 공법 (PROCON공법)	20	7	11	5
	다줄 컷팅기와 자기유화형 폴리머 콘크리트를 이용한 열화된 콘크리트 포장 부분보수 공법(SEP 공법)	20	5	13	5
철도	백호·호퍼카 및 슈트의 조합장비를 이용한 복선철도 터널 내 콘크리트도상의 시공기술	12	2	13	2
	초속경 고유동 모르터를 이용한 콘크리트 포장궤도 공법	18	7	11	2
과제 총 평균		19.5	4.75	18.5	3.75

- 현장 시험의 경우 상대적으로 높은 비용이 들어가므로, 실내 실험 단계의 고도화를 통해 현장 시험의 기간 및 비용의 단축 효과를 기대할 수 있음
  . 현장에 적용을 위한 실물을 제작하고 시험하는데 높은 비용과 평균 18.5M의 현장 시험 기간에 대한 효율성을 높여 총 기간 및 비용을 감소시킬 필요가 있음
- 현장 시험의 횟수를 1회 감소시켰을 때 4.9M씩 시험기간의 단축이 가능하며, 현장 시험의 횟수를 평균 1회일 경우에 시험기간이 약 5.06M로 신기술 인증에 걸리는 현장 시험 기간이 3.65배 단축되는 결과를 보임

<표 4.2.7> 신기술 인증기간 및 단축 효과 분석

<table>
<tr><td>신기술
인증기간
현황</td><td>

• **신기술 인증기간 및 횟수**

- 신기술 인증기간의 실험단계별 평균값, 최대· 최소값을 도출한 결과, 실내 실험에서 평균 19.5M, 현장 시험에서 평균 18.5M의 비슷한 소요기간을 기대함
- 실내실험의 실험 횟수는 4.75회, 현장 시험에서 3.75회로 나타남

<table>
<tr><th rowspan="2">구 분</th><th colspan="2">실내 실험
(유사환경 포함)</th><th colspan="2">현장 시험
(시공실적 포함)</th></tr>
<tr><th>기간</th><th>횟수</th><th>기간</th><th>횟수</th></tr>
<tr><td>최소</td><td>3M</td><td>2</td><td>8M</td><td>2</td></tr>
<tr><td>최대</td><td>40M</td><td>7</td><td>42M</td><td>6</td></tr>
<tr><td>총 평균</td><td>19.5M</td><td>4.75</td><td>18.5M</td><td>3.75</td></tr>
</table>

</td></tr>
<tr><td>신기술
인증기간
단축 및
효과산정</td><td>

• **시험 횟수에 따른 기간 단축**

- 실내 실험의 평균 횟수가 4.75번이므로, 1회 실험시 약 4.1M이 소요됨
- 현장 시험의 평균 횟수가 3.75번이므로, 1회 실험시 약 4.9M이 소요됨

<table>
<tr><th>구 분</th><th>실내 실험
(유사환경 포함)</th><th>현장 시험
(시공실적 포함)</th></tr>
<tr><td>평균 기간</td><td>19.5M</td><td>18.5M</td></tr>
<tr><td>평균 횟수</td><td>4.75</td><td>3.75</td></tr>
<tr><td>기간 / 횟수</td><td>4.1</td><td>4.9</td></tr>
</table>

• **현장 시험횟수 단축 효과**

- 비용 절감 폭이 큰 현장 시험의 횟수를 1회씩 감소시킬 때, 인증을 받기까지의 총 소요기간이 약 4.9M씩 감소함
- 현장시험 횟수 평균을 1번으로 최대 단축 시켰을 때, 5.06M로 기간이 단축되어 비용절감 폭이 매우 큼

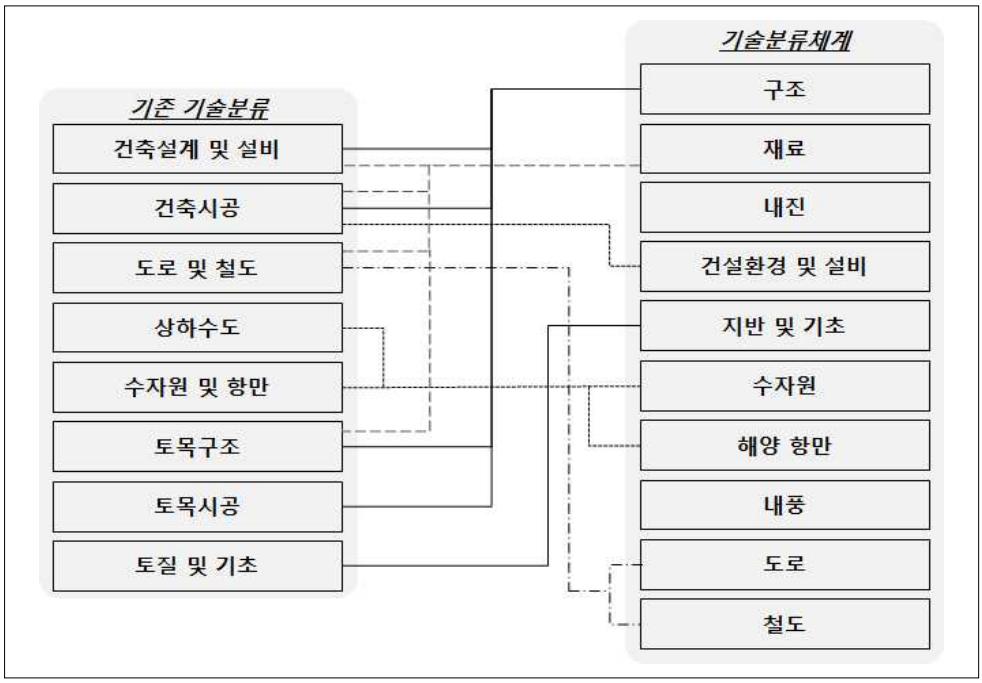
<table>
<tr><th>구분</th><th colspan="4">단축 효과</th></tr>
<tr><td>현장시험 횟수</td><td>3.75</td><td>2.75</td><td>1.75</td><td>1</td></tr>
<tr><td>소요기간 (개월)</td><td>18.5</td><td>13.6</td><td>8.7</td><td>5.06</td></tr>
</table>

- 현장시험 횟수를 평균에서 1회로 단축시켰을 때, 소요기간이 72.6% 단축되는 효과가 존재함

</td></tr>
</table>

○ **【④ 신기술 활용을 통한 비용절감】 실험절차 표준화를 통해 건설교통 실험절차 간소화에 따라 신기술을 활용한 기존 공사비용 보다 현장시험 1회 절감될 때마다 약 5,160억원의 비용 절감 효과가 있음**

- **(근거 및 가정)** 실험절차의 표준화로 인하여 건설교통 분야의 신기술 인증비율이 향상하여 기술상용화의 성공률이 증가됨으로써, 기존의 공사비용이 절감되는 효과가 있음
  - 기존 건설교통부문 기술분류를 금번 과제에서 선정한 10개 기술분류체계에 매칭하여 자료의 타당성을 제고함



<그림 4.2.3> 기술분류체계 조정

- **(도출 방법)** 기존의 일반 공사비용에서 신기술을 적용하였을 때, 절감되는 비용의 차액을 구하여 신기술 활용을 통한 평균 절감 비율 및 기술 분야별 절감비율을 산정함

※ 공사비절감액 = (일반공사비 - 신기술공사비)
일반공사비 = 신기술 공사비 + 공사비절감액
= 신기술 공사비 + (절감비율 × 일반공사비)
= 신기술 공사비 / (1-절감비율)

- **(결과)** 건설교통 분야의 신기술을 건설현장에 적용하여 총 5,536억원 비용절감효과를 나타내며, 이에 따라 기존의 공사비용 대비 31.23%의 절감비율을 나타냄
- 실험절차의 표준화의 효과에 현장시험의 횟수 및 기간의 감소로 인하여 기존 공사비용 절감효과를 도출한 결과, 35.4%의 비용 절감 효과를 도출함

<표 4.2.8> 인증기술 적용으로 인한 비용절감 효과

<table>
<tr><td>인증기술 적용
현장 비용
절감 효과</td><td>

• 현장 시공비용 절감

- 신기술 활용을 통한 일반 공사 비용 절감비율을 도출
- 신기술공사비(신기술활용금액 누적)는 2009년 12월 말 기준으로 한국건설신기술협회에 집계된 자료를 활용
- 건설교통 분야의 신기술 활용으로 인하여 일반 공사비용 대비 절감비율이 31.23%로 도출됨

<table>
<tr><th colspan="2">구 분</th><th>절감비율 (%)</th><th>신기술 활용금액 (천원)</th><th>일반공사비 금액 (천원)</th></tr>
<tr><td rowspan="5">건설 교통 분야</td><td>구조, 재료</td><td>32.54</td><td>673,011,057</td><td>997,671,902</td></tr>
<tr><td>건설환경 및 설비</td><td>30.35</td><td>113,646,993</td><td>163,158,663</td></tr>
<tr><td>지반 및 기초</td><td>24.72</td><td>180,808,522</td><td>240,180,052</td></tr>
<tr><td>수자원, 해양 항만</td><td>35.68</td><td>129,447,522</td><td>201,246,331</td></tr>
<tr><td>도로 및 철도</td><td>28.34</td><td>122,046,777</td><td>170,324,961</td></tr>
<tr><td colspan="2">총계</td><td>31.23</td><td>1,218,960,870</td><td>1,772,581,910</td></tr>
</table>

</td></tr>
<tr><td>실험절차 표준화로 인한 단계별 비용절감 효과</td><td>

• 비용절감 효과 도출

- 실험절차 표준화로 인하여 현장 시험 단계에서의 기간을 단축한 분석 결과 횟수가 1회씩 감소할 때의 개선 효과 도출함
- 향후 표준화를 통해 신기술 인증이 확대되는 규모 예측치를 반영하여 공사비 절감효과를 도출한 결과, 1회씩 단축시킬 때마다 공사비가 약 20% 절감되는 효과가 나타남
- 현장시험의 횟수를 감소시켜 기간의 절감비율에 비례하게 공사비의 비용 절감 효과는 횟수의 감소에 따라 공사비도 감소함
- 현장시험 횟수의 단축효과를 토대로 공사비 절감을 도출한 결과, 26.48%부터 72.64%의 공사 비용의 절감 효과를 도출함
- 현장시험 1회 절감시 약 5,160억원의 비용절감 효과를 나타냄

<table>
<tr><th>현장시험 횟수</th><th>기간 절감비율 (%)</th><th>공사비(천원)</th></tr>
<tr><td>3.75</td><td>0</td><td>1,772,581,910</td></tr>
<tr><td>2.75</td><td>26.48</td><td>1,042,170,815</td></tr>
<tr><td>1.75</td><td>52.97</td><td>573,277,297</td></tr>
<tr><td>1</td><td>72.64</td><td>224,254,017</td></tr>
</table>

</td></tr>
</table>

※ 출처: 건설신기술의 경제적 파급 효과분석, 2011, EON Analysis

▮ 건설교통분야 신기술과 R&D 연구개발 사업 ROI도출 결과 8.38, 5.92로 도출되었으며, 타 기술 분야의 3.56보다 비용대비 효과가 높음

. 공사비절감액 및 건설R&D성과의 현장적용으로 인한 비용절감 효과를 화폐단위로 환산하여 도출함

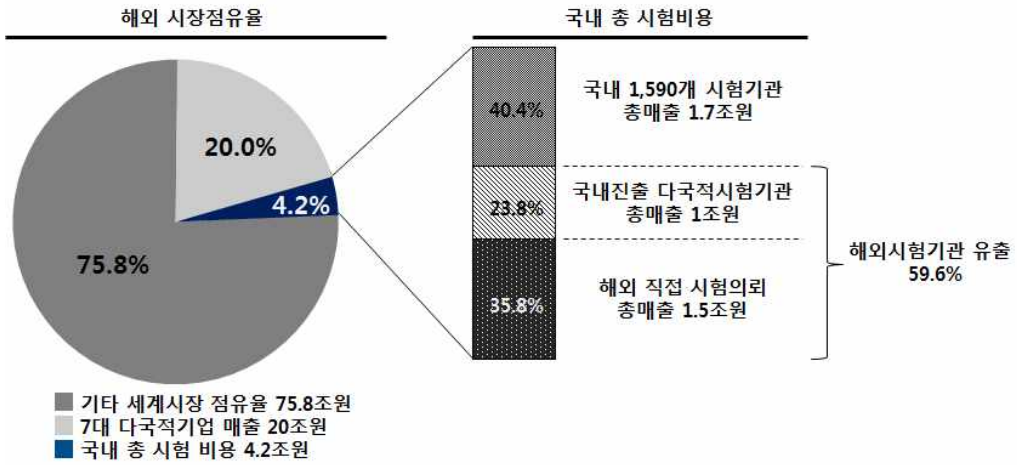
<표 4.2.9> 건설교통 및 타분야 산업 ROI 도출

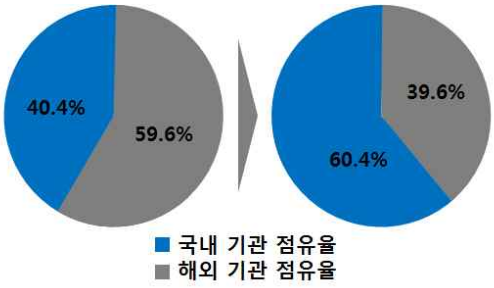
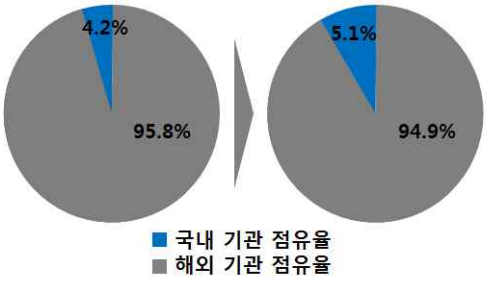
구분	지표	ROI	출처
건설교통	건설교통 신기술	8.38	건설신기술의경제적 파급효과분석 (2011)
	건설교통 R&D사업	5.92	건설R&D 성과의 사회경제적 파급효과분석 (2008)
타분야 산업 기술	정부투입 대비 경제적 성과분석	3.56	산업기술 지원산업 성과분석-산업기술 기반 조성산업 (2005)
	민간투입 대비 경제적 성과분석	3.63	

○ **【⑤ 국내시험인증기관 수입대체 및 해외매출 증대】 국내 실험절차 표준화를 통하여 현재 국내 시장의 해외 기관의 시장점유율을 감소시키고, 해외 시장 진출을 통해 향후 10년간 국내의 비용유출의 8,000억 절감 효과가 기대됨**

- 국내기관의 국내외 표준화 시장 점유율을 향상시켜, 국내의 해외인증기업의 대체를 통한 수입대체효과 및 해외인증 비용 감소효과를 산출함
- 표준화 수 증대를 통하여 국내 시험인증기관의 해외시장에서의 비중이 현재 4.2%에서 10년 후 6%까지 향상되며, 국내 시장에서 해외시험기관으로의 시험·인증비용 유출을 감소시켜 국내 기관이 약 60%까지 시장점유율을 증대할 것으로 보임
- 국내 시험비용의 해외유출은 현재 2.5조원 규모에서 향후 국내 기관의 성장으로 인하여 10년 후 약 8,000억원의 비용절감 효과가 존재함

<표 4.2.10> 국내기관 매출 점유율 향상

구분	내용
As-Is	• **현재 표준화 시장점유율 현황** - 7대 다국적 시험기관(SGS, BV, Dekra, TUV, Intertek, DNV, Applus+)이 세계시장의 20%를 점유하고 있으나, 1,590개에 달하는 우리나라 시험인증기관의 시장점유율은 4.2%임 ('09년 기준) - 해외 시험기관에 직접의뢰 1.5조원, 국내 진출 다국적시험기관 의뢰 1조원 등 총 2.5조원이 해외유출됨 (총 국내시장 4.2조원의 60% 상당) 

	국내 시장	해외 시장
2025 To-Be	- 국내 건설교통 기술의 표준 수 증대 예측치를 토대로 향후 10년 후, 2025년 국내 시장에서 국내 기관들의 시장 점유율은 약 60%까지 증대됨 - 해외시험기관 유출 비용을 약 20% 절감시켜 8000억원이 비용 절감 효과 존재함 	- 건설교통 분야의 표준수 증대로 인해 국내 시험기관의 해외 진출로 인하여 향후 2025년에 5.1%까지 시장점유율 증대됨 

※ 출처 : 지식경제부, 국내·외 시험인증기관 현황, 2010

■ 경제적 간접 효과

○ **【⑥ 건설교통 표준화인증시장 규모증대】 건설교통 표준화 시장규모에 중립적 시나리오를 반영한 예측치에 따르면 1조 213억 원으로 전망됨**

- **(도출 방법)** 현재 국내 표준화 시장의 기술표준원의 낙관적 시나리오 기반 예측 성장률인 9.4%와 실질 GDP성장률의 보수적 전망을 기반으로 한 성장률인 2.86%을 비교하였으며, 중립적인 성장률인 6.13%의 시나리오를 반영하여 예측함
- **(도출 방법)** 국내총생산 중 건설교통 분야의 비중을 토대로 표준화 시장의 규모를 추산하여 성장률 추이를 대입하여 시장 규모를 추정함

  ※통계청, 국가R&D 투자 비중, 국토교통부 예산안 등을 토대로 도출한 결과, GDP 중 건설교통산업 비중 7.4%
- **(도출 방법)** 건설교통 분야 표준화 및 유관분야 시장 규모를 예측하기 위하여 중립적 시나리오 기반 성장률을 기반으로 2020년 시장규모를 도출함

<표4.2.11> 시나리오 별 특징 비교

시나리오 분류	내용
낙관적	기술표준원의 분석 결과에 따르면, 성능평가를 위한 실험절차의 표준화의 효과로 인하여 표준화 시장과 관련 산업 시장의 성장률 9.4% 예측함
중립적	낙관적, 보수적 시나리오의 평균값인 6.13%를 기반으로 예측함
보수적	실질 GDP성장률을 반영하여 분석한 결과, 성능평가를 위한 실험절차의 표준화의 효과로 인하여 표준화 시장과 관련 산업 시장의 성장률 2.86% 예측함

- **(결과)** 건설교통 표준화 및 유관시장의 예측치에 따르면 향후 2020년의 시장규모는 1조 213억 원으로 전망되며, 낙관적 시나리오에서 2020년의 시장규모 예측치가 1조 2,623억 원, 보수적 시나리오에서는 8,295억 원으로 도출됨

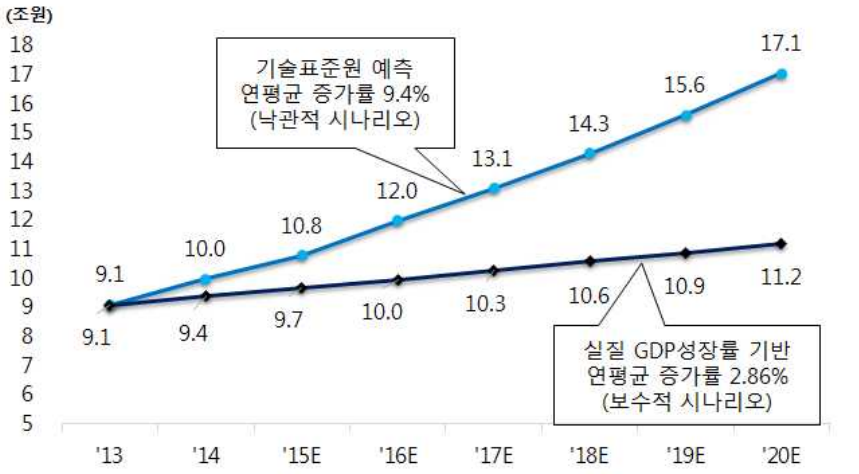
<표 4.2.12> 표준화 사업 시장 전망

<table>
<tr>
<td>국내 표준화 및 유관시장 규모 예측</td>
<td>

• **건설교통 표준화 시장규모 전망**

- 국내 표준화 시장규모의 2020년 예측치를 기반으로 낙관적, 중립적, 보수적 시나리오 중 중립적 시나리오 반영을 통한 시장 예측치를 도출

국내 표준화 및 유관시장 규모 예측 ('13~'20)



</td>
</tr>
<tr>
<td>국내 건설교통 분야 표준화 및 유관시장 규모 추정</td>
<td>

• **건설교통 분야의 규모 추정**

- 건설교통 분야의 산업 비중을 4개 출처의 평균값을 기반으로 산출한 결과 7.4%로 나타남

기관	통계청	국토부 보고서	예산안	국가 R&D	평균
비중 (%)	4.9	14	6.5	4.2	7.4

- 2013년 건설교통 분야의 표준화 및 유관시장규모를 추정한 결과, 6,734억 원으로 도출됨

2013년 건설교통 분야 표준화 및 유관시장 규모
9.1조 원 × 7.4% = <u>6,734억 원</u>

</td>
</tr>
<tr>
<td>시나리오별 시장 규모 도출</td>
<td>

• **건설교통 분야의 시나리오 별 규모 추정**

- 건설교통 분야 표준화 및 유관시장 규모를 중립적 시나리오 기반으로 도출한 결과, 2020년 1조 213억 원 규모의 시장을 형성할 것으로 예측됨

(단위: 억원)

시나리오 반영	'13	'14	'15	'16	'17	'18	'19	'20
낙관적	6,734	7,400	7,992	8,880	9,694	10,586	11,560	12,623
중립적	6,734	7,147	7,585	8,050	8,543	9,067	9,623	10,213
보수적	6,734	6,956	7,178	7,378	7,622	7,840	8,064	8,295

</td>
</tr>
</table>

※ 출처 : 통계청, 국토교통부, KAIA, 예산처, 기술표준원 등

○ 【⑦ 고용창출 효과】 건설교통 표준화 및 유관시장규모 예측치를 기반으로 고용창출 효과를 산출한 결과, 2020년에 10,826명의 고용창출 효과가 가능함

- 국내 건설교통 분야의 표준화 시장과 관련 시장의 성장에 따라 2020년 시장 규모에 고용창출 파급효과 계수를 대입하여 산출한 결과, 총 10,826명의 고용이 창출될 것으로 기대됨
  - 건설교통 표준화 및 유관시장 × 고용창출 파급효과계수 = 고용창출 효과

<표 4.2.13> 표준화 및 유관시장의 고용창출 효과

표준화 및 유관시장 2020년 예측규모(억원)	고용창출 산업연관 계수 (건설부문)	고용창출 효과(명)
10,213	10.6명/ 10억원	10,826

※ 출처 : 한국은행, 2012년 산업연관표

■ 경제적 파급 효과

○ 【⑧ 생산/부가가치 유발효과】 생산파급, 수입대체파급, 부가가치파급 효과를 표준화 시장의 규모를 토대로 도출한 결과, 파급액 규모가 총 3조 2,722억 원으로 매우 높음

- 국내 건설교통 분야 표준화 및 유관시장 규모는 2020년 약 1조 213억원에 따라 타 산업 및 국가차원에서 파급되는 효과를 분석하여 생산파급, 수입대체 파급, 부가가치 파급효과를 도출한 결과 3조 2,722억 원의 총 파급 효과가 가능함
  - 건설교통 분야에서의 생산파급액은 약 2조 2,703억원, 수입대체파급액은 약 2,911억원, 부가가치파급액은 약 7,108억원으로 나타남

<표 4.2.14> 표준화 사업 파급효과

파급효과	표준화 및 유관시장 2020년 예측규모 (억원)	구분			합계
		생산파급 (계수 2.223)	수입대체 파급 (계수 0.285)	부가가치 파급 (계수 0.696)	
금액 (억원)	10,213	22,703	2,911	7,108	32,722

※ 출처 : 한국은행, 2012년 산업연관표

○ 【⑨ GDP 상승 효과】 KS획득으로 인한 일반 기업과 인증업체의 경제적 효과를 GDP성장률에 도입한 결과, GDP에 0.245%의 경제적 효과를 미치며, 1년에 약 35억 원의 GDP 향상 효과가 존재함

- 국내 KS A, F 인증업체 및 기업 중 무작위로 40개 업체를 선정하여 설문조사 및 정량적 분석을 통해 KS이행에 따른 경제적 효과를 산출한 결과, 할인율 4.5%에서 GDP 대비 0.245%의 비중을 나타냄
  - 개별 기업 및 인증업체에 대하여 인증을 받음으로써 창출되는 인증 건당 편익을 순현재가치로 산출함으로써 할인율 변화에 따른 GDP 대비 비중을 확인함
- 국내 2014년 기준 GDP에서 KS이행으로 인한 상승효과 도출 결과, 1년에 약 35억 원 이상 증대됨

<표 4.2.15> KS이행으로 GDP상승 효과 도출

<table>
<tr><td>KS이행에 따른 미시적, 거시적 경제적 효과</td><td>

• 경제적 효과 산출
- KS 이행으로 인한 편익 발생기간을 5년으로 산정하여 비용 대비 편익을 도출한 결과, 할인율 4.5%일 때 GDP대비 0.245%로 나타남
- 40개 조사 대상 기업의 연간 순편익 합은 262.3억원이며, 인증 건수 합은 57.2건으로 기업이 인증을 받음으로써 창출되는 인증 건당 편익은 262.3억원/57.2건=4.58억 원으로 산정됨

<table>
<tr><th rowspan="2">구 분
(KS A, F)</th><th colspan="3">할 인 율</th></tr>
<tr><th>3%</th><th>4.5%</th><th>8%</th></tr>
<tr><td>개별 기업의 연간 순현재편익(억원/년)</td><td>6.190</td><td>6.045</td><td>5.653</td></tr>
<tr><td>인증업체에 대한 순현재편익(조원/년)</td><td>1.50</td><td>1.46</td><td>1.37</td></tr>
<tr><td>GDP 대비</td><td>0.251%</td><td>0.245%</td><td>0.230%</td></tr>
</table>

✓ 비용 요인으로는 KS규격으로 사용된 비용, 관련 고용 및 확충 비용이 있으며, 이에 따른 편익으로는 KS이행으로 인한 시험인증 업무의 개선, KS규격 적용으로 인한 판매증대 및 제도적 이익 등이 있음

</td></tr>
<tr><td>실제 GDP 증대 예측</td><td>

• GDP 증대 예측치
- 국내 GDP는 2014년 기준 1조 4,495억 원으로 향후 KS이행으로 인한 GDP 증대효과는 1년에 약 35억 원 이상으로 추정됨
※ 1조 4,495억 원 × 0.245% = 35억 5,127만 원

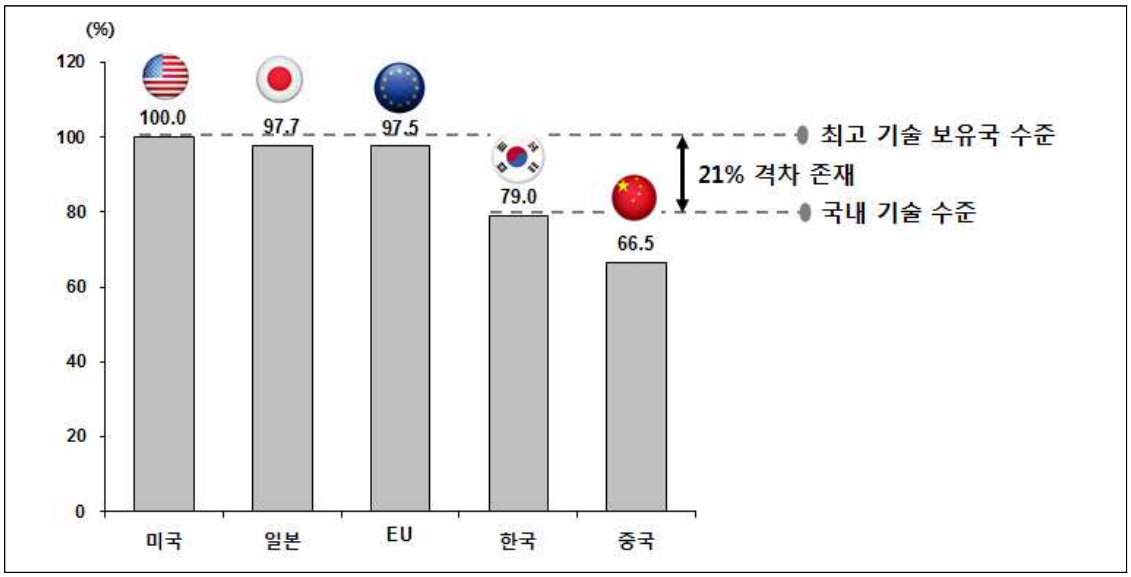
</td></tr>
</table>

1.3 기술적 타당성 분석

■ 기술적 필요성

○ **【건설교통 기술 수준 현황】 국내 건설교통 분야 기술 신뢰성·안전성 확보를 위해 각 단계별로 실험절차 표준화를 체계화하여 TRL 기반의 성능 평가가 필요함**

- 현재 국내 건설교통 분야 기술 수준은 최고 기술 보유국 대비 79%로 주요 5개국 중 4위를 차지하고 있어 상대적으로 기술개발 단계가 체계화된 선진국에 비해 부족한 수준임



※ 출처 : KISTEP, 2012년 기술수준평가 본보고서(2013)

<그림 4.3.1> 건설·교통 분야 주요 5개국 기술수준 (2012 기준)

- 기술 수준 제고를 위해서는 연구개발 투자 확대, 전문 인력 양성 및 인프라 구축이 필요하며, 특히 기술 수준과 인프라 구축 수준에 상관관계가 있다는 연구 결과에 따라 인프라 구축의 필요성이 강조되고 있음

  ※ 출처: 국가과학기술심의회 운영위원회, 2012년도 기술수준평가 결과('13.07.30)

- 인프라 구축과 관련하여 현재 실험 장비·시설과 같은 하드웨어 측면은 지원 대상이지만 표준 시험방법·절차와 같은 소프트웨어 측면은 상대적으로 중요성이 낮게 평가된다는 문제점이 있으므로, 소프트웨어 측면에서 실험절차 표준화 실현을 통해 균형적인 인프라 형성 및 구축을 추진하여 건설교통 기술 수준 제고를 기대함
- 기술의 개발 이후 상용화 단계의 성공률을 향상시키기 위해서는 해당 기술에 대한 신뢰성과 안전성이 확보되어야 하므로, 기술이 응용 및 활용될 수 있는 준비 정도를 단계별로 보여주는 TRL(Technology Readiness Level) 기반 성능평가를 실시해야 함
- 성능평가 시 각 단계별 시험 기준과 규격, 시험 방법과 절차 표준화에 따른 체계적 검증이 기술 신뢰성·안전성 확보에 필수적이나, 현재 성능평가를 위한 체계적인 절차가 미흡한 상황이므로 각 단계별 실험절차 표준화 촉진이 요구됨

<표 4.3.1> TRL 단계별 주요 평가 포인트

TRL	정의	주요 평가 포인트
1	기본적인 과학 원리 관찰 및 파악	• 새로운 기술에 적용되는 법칙과 가정이 정의되었는가? • 연구 가설이 수립되었는가? • 원칙과 절차에 대한 기본적 아이디어를 보유하고 있는가?
2	기술적 응용개념 또는 아이디어 형성	• 예상되는 연구개발 성과가 어떻게 활용될 수 있을지 파악되었는가? • 이론적 혹은 실험적 설계방법을 알고 있는가? • 어떤 실험을 수행해야 하는지 파악하였는가?
3	해석적 연구와 실험적 연구를 통한 개별 요소의 기능과 특성 정립	• 실험실 실험으로 기술활용 실현 가능성을 입증했는가? • 기술개발에 대한 측정 기준이 확립되었는가? • 기술에 대한 과학적 타당성이 증명되었는가?
4	실험실 환경에서 장비/장치 모델 또는 시작품의 성능 및 신뢰성 평가	• 최종 사용자의 기술활용 요구조건이 확인되었는가? • 실험실 환경에서 대략적 엔지니어링이 완성되었는가? • **실험실 환경에서 개별 구성요소 시험이 이뤄졌는가?**
5	유사 환경에서 장비/장치 모델 또는 시작품의 성능평가 및 신뢰성 시험	• 실제 운영환경과 유사하게 실험실 환경을 수정했는가? • **실제와 유사한 환경이나 모의환경에서 적용할 수 있을 정도로 실험이 충실히 수행되었는가?**
6	유사 환경에서 장비/장치 프로토타입 모델의 성능 및 신뢰성 평가	• 최종 기술에 대한 실제운용 환경을 파악했는가? • 실제 운영환경에서 이뤄지는 시스템 성능 예측을 위해 모델링과 시뮬레이션을 사용하였는가? • **실험실 외부에 실제와 유사한 운용환경을 구축하고 테스트 했는가?**
7	장비/장치 프로토타입 모델의 실제현장 사용가능성 증명	• 기술시연을 위한 대부분 기능이 모의 운용환경에서 구현되었는가? • **실제 또는 모의 운용환경에서 모든 통합이 이뤄진 프로토타입을 시연하였는가?**
8	장비/장치 완제품의 제한된 실제 현장 사용가능성 증명	• 모의 운용환경에서 모든 기능이 시연되었는가? • **실제 상황에서 시험평가를 통해 기술 품질이 검증되었는가?** • 사용성 평가가 완료되었으며, 시스템이 모든 요구사항을 충족하는가?
9	장비/장치 완제품의 실제현장에서 사용 적합성 증명	• 실제 환경에 대한 모든 시연이 이뤄졌는가? • **성공적 운용을 통해 전 현장에 적용 가능함을 검증하였는가?**

※ 출처 : 건설교통 R&D 기술단계별 실용화 추진전략 수립에 관한 연구 (2012)에서 발췌

○ **【기술 분야별 현황】 기술 분야별 실험절차 표준화의 국내외 현황을 분석한 결과, 재료, 도로 등 일부 분야의 국내 수준은 상대적으로 체계적으로 구성되어 있는 반면, 수자원, 해안항만 등 다수 분야에서 표준화가 미비한 상태임**

- 건설교통 분야의 실험절차 표준화 현황을 해외 대비 국내 비중을 통하여 상대적 표준화 수준을 분석한 결과, 기술 분야별로 해외 대비 국내 수준이 상이하여 일부 기술 분야에서는 비교적 체계적인 실험절차 표준화 단계를 구성하고 있으나, 그 외의 기술 분야에서는 표준화가 매우 미흡함
- 재료 분야는 초고강도 콘크리트, 무시멘트 콘크리트 내구성 관련 분야와 같은 일부 분야 실험방법 및 절차에 있어 KS 인증을 확보하고 있고, 도로 및 교통 분야는 도로안전시설의 성능시험이 비교적 표준화되어 있으며, 철도 분야는 철도 교량 설계기준, 궤도 부재/재료

단위 시험규격이 명확하여 실험절차 표준화가 타 분야에 비해 비교적 체계적으로 평가됨

- 구조 분야는 성능 실험에 대한 기준 및 부재 단위 시험규격과 규격화된 실험절차가 미비하고, 내진 분야는 구조적 성능과 관련된 실험방법과 절차는 일부 존재하나 비구조요소에 대한 구체적 실험방법이 미흡하고, 건축 환경 및 설비 분야는 주거 공간 환경 및 설비 분야 관련 기술의 검·인증 방법을 체계화할 필요가 있으며, 지반 및 기초 분야는 일부 시험방법만 규격화되어 있어 실험절차 표준화가 일부 정착되어 있다고 평가됨
  - 내진 분야의 비구조요소 실험방법의 경우 해외에서도 미흡한 상황이기 때문에 비구조요소 관련 시험기준과 실험절차 등을 개발할 경우 국제 표준화할 수 있는 가능성이 높음
- 수자원 분야, 해안항만 분야, 내풍 분야는 국내뿐만 아니라 전세계적으로 실험절차 표준화가 미비하거나 전무한 상태임

<표 4.3.2> 표준화 수준 산정 기준

	○	◔	◑	◕	●
전체 표준 수[13]	10개 이하	11～20개	21～30개	31～40개	41개 이상
국내 표준 비중	20% 이하	21～40%	41～60%	61～80%	81～100%

※본 보고서 <표. 기술 분야별 국내외 표준 비교 활용>

<표 4.3.3> 10개 기술 분야별 실험절차 표준화 현황

구분	실험절차 표준화 관련 현황	상대적 표준화 수준	
		전체	국내[14]
구조	• 재료 단위 시험 규격과 건자재 시험기준 有 • 구조성능 실험에 대한 기준 無 • 부재 단위 시험규격 제한적 • 초고강도 콘크리트 분야, 무시멘트 콘크리트 내구성 관련 분야 실험방법 및 절차 KS 표준 有 • 규격화된 실험절차 제한적	●	◑
내진	• 구조요소 내진성능 시험규격 有 • 구조계 내진성능 시험규격 미흡 • 비구조요소 내진성능 시험규격 無 • 구조요소의 내진성능을 평가할 수 있는 정, 동적 시험규격 有 • 구조계 동적실험을 위한 축소모형 제작 등 내진성능 실험 절차 미흡 • 비구조요소에 적용 가능한 구체적 실험방법 無	◑	◑
재료	• 시멘트 및 관련제품, 토질 및 관련제품, 건설 및 건자재, 철도차량 및 관련제품, 철강 등 토목/건축 분야 규격 표준 127건 有 (KOLAS 인정) • 재료 분야 신기술 개발에 따른 품질 기준 대응 필요 • 초고강도 콘크리트 분야 시험방법이 존재하나, 신기술 개발에 따라 기존 시험방법 개선 필요 • 무시멘트 콘크리트 내구성 관련 시험방법이 존재하나, OPC 콘크리트와 반응거동 차이로 시험방법 개선이 필요하고, 친환경 무시멘트 결합재 개발 대응을 위한 실험절차 필요	●	◕

13) 기술 분야별로 전문가 자문을 통한 국내외 표준자료 기반으로 표준 수를 산정함

	• 콘크리트 단면 보수제 관련 시험방법 無		
건축환경 및 설비	• 자연환기설비의 환기성능 시험방법, 창호의 기밀성능시험방법 존재하고, 단열 건물 기밀성 측정 - 팬 가압법은 국제표준 획득 • 단, 주택 성능 관련 기술별 구체화된 시험 기준 및 방법은 미흡	◕	●
지반 및 기초	• 흙과 지반의 다양한 물성에 대한 시험규격 미흡 • 구조물의 동적거동특성 및 내진성능관련 시험규격 → 기계진동 및 충격, 건물 진동 및 영향, 구조물 지진작용 등 표준 규격 有 → 실제 현장과 동일한 응력조건 내에서의 축소모형시험 규격 無 • 구조물 하중 재하 및 성능 평가 관련 시험규격 → 구조물 침하 측정, 말뚝의 동적재하 시험방법 有 → 원심중력장 내에서의 정적/동적 하중재하 및 구조물 거동특성 평가 無	●	◑
수자원	• 관련 방법/절차 無	○	○
해안항만	• 관련 방법/절차 無	○	○
내풍	• 케이블강교량설계지침, 도로교설계기준, 건축구조설계기준 등에 시방서 형태의 가이드라인은 제시되어 있으나, 시험/실험 절차 기준은 미흡 • 단일 창호에 대한 내풍압시험 방법 有 (알류미늄새시 및 같은 틀재 중심) • 외장재 설계를 위한 풍동설계 및 교량 거더 풍동실험 無	◔	◔
도로 및 교통	• 노면, 포장 재료 관련하여 KS 참조 규격 有 • 시설 설계 및 성능기준 관련하여 국토교통부 관련 지침을 통해 가이드라인 제공 • ITS 관련 기술기준과 단체표준 有 • 다양한 성능 재료 개발로 인한 기존 표준 개선 및 세부 기준 측정 방법 제시 필요 • 도로안전시설 성능시험방법과 절차 및 도로교통정보항목 관련 검증방법 미흡	◑	◕
철도	• 철도교량 고유진동수 및 감쇠비 설계 기준 有 • 궤도 부재/재료 단위 실험 규격 有 • 구조체와 지지체(노반, 교량)조합 조건에 따른 성능 평가 기준 無 • 철도교량 설계기준 수립 시, 표준화된 실험절차 부재 • 신형식 철도교량에 대한 표준 실험 가이드 필요	◔	◑

※출처: 기술분야별 표준화대상 리스트

○ **【건설교통 전략기술 개발현황】 국내 건설교통 전략기술 대상으로 기술수준 및 표준화수준을 분석한 결과, 기술의 개발뿐만 아니라 해당 기술의 성능평가를 위한 실험절차 및 인프라 구축을 통해 기술 개발 속도에 따른 실용화 및 현장적용을 촉진하여 기술발전 초기 단계부터 해당 분야의 선도적인 역할을 가능하게끔 지원이 요구됨**

▮ 건설교통 분야의 국내 전략기술 16개 중 기술분류가 명확한 4개 기술을 선정하여 국내 기술 수준을 비교한 결과 '슈퍼 건설재료 및 자재기술'이 가장 높은 기술 수준으로 나타났으며,

14) 전체 표준 수 중 국내 표준이 차지하는 비중으로 상대적인 표준화 수준을 나타냄

‘해양공간 개발기술’은 상대적으로 낮은 기술수준을 보유함

. 주요국(미국, 일본, EU, 중국)을 대상으로 최고기술 보유국을 100%으로 놓았을 때, 국내 기술 수준을 평가함

<표 4.3.4> 건설교통 전략기술 선정

전략기술	기술분류	기술내용	국내 기술수준 (%)	전 세계적 기술발전 단계 (%)
해양공간 개발기술	해양 항만	해상공간 개발을 위한 제반 건설기술	72.6	도입기 (34%)
초고층 건물 건설기술	구조, 내진, 재료, 내풍	미래형 첨단 초고층 빌딩 기술	75.0	성장기 (54%)
슈퍼 건설재료 및 자재기술	재료	유해물질 저감 및 극한 성능의 건설재료 및 자재	83.0	성장기 (44%)
첨단철도기술	철도	친환경, 저비용의 철도 수송시스템	76.8	성장기 (50%)

※출처: KISTEP, 2012년 기술수준평가 보고서(2013)

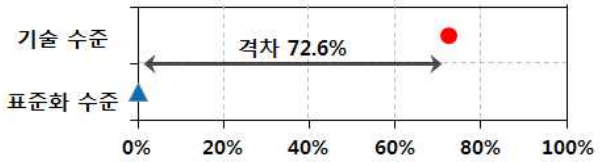
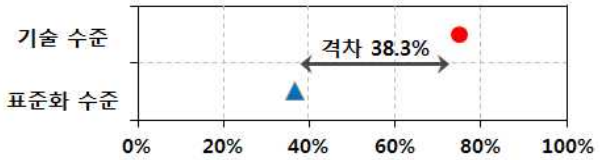
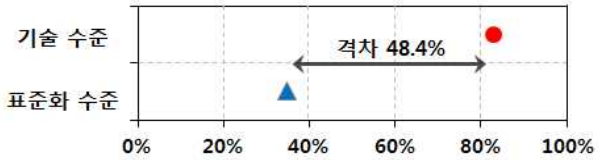
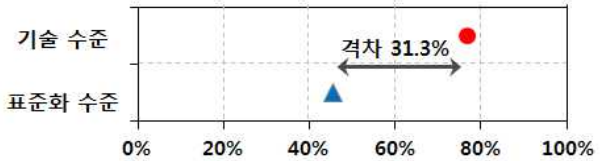
- 4개 전략 기술의 자체 기술수준과 해당 기술 분야의 표준화 수준을 분석할 결과, 기술의 개발에 따른 성능평가 수준이 미흡하며 개발된 기술의 현장적용 및 실용화가 신속히 이루어지지 않아 해당 분야의 기술 선도를 위한 단계별 지원이 필요함
  . 해양 분야의 표준화 수준이 매우 낮아 기술개발에 따른 성능평가가 국내 기술로 불가능하기 때문에 해외 시험인증기관에 의존성이 높아지며, 이에 따른 기술 유출의 가능성이 존재함
- 해당 전략기술의 전 세계 기술발전단계에 따라 기술-표준화 수준 격차가 감소하는 경향을 보이며, 이는 기술발전 초기 단계에서는 개발된 기술에 대한 성능평가 기술에 상대적으로 덜 집중하는 추세를 보임
  . 기술개발 단계에서 표준화된 실험절차가 있을 시 보다 신속한 기술개발 및 성능평가가 이루어져 해당 기술에 대한 선도그룹에 포함될 가능성이 높음

<표 4.3.5> 건설교통 전략기술의 개발에 따른 성능평가 개발의 필요성

<table>
<tr><td>전략기술별
기술수준과
표준화수준 격차
비교분석</td><td>

• **기술수준과 표준화수준의 격차**

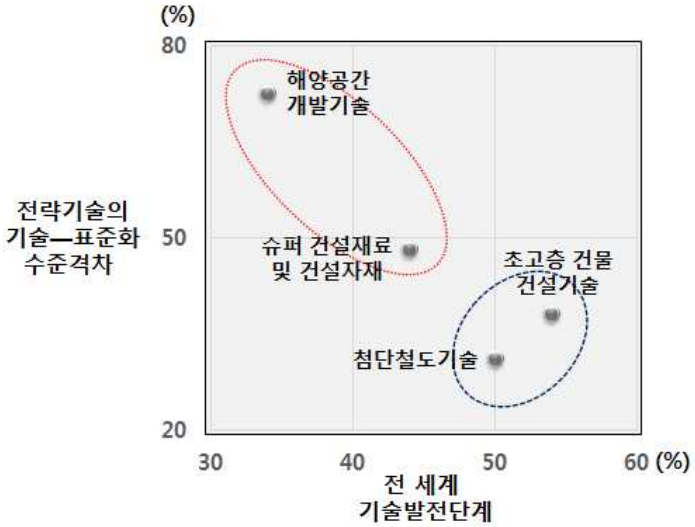
- 4개 과제별로 기술수준과 표준화 수준의 격차를 도출
- '해양공간 개발기술'의 경우 72.6%로 가장 큰 격차를 보였으며, '첨단철도기술'의 경우 31.3%의 가장 적은 차이를 나타냄

<table>
<tr><th>전략기술</th><th>기술수준과 표준화수준의 격차</th></tr>
<tr><td>해양공간
개발기술</td><td> 
</td></tr>
<tr><td>초고층 건물
건설기술</td><td> 
</td></tr>
<tr><td>슈퍼 건설재료
및 자재기술</td><td> 
</td></tr>
<tr><td>첨단철도기술</td><td> 
</td></tr>
</table>

</td></tr>
<tr><td>전 세계 기술발전
단계에 따른 국내
격차 분석</td><td>

• **기술발전 단계별 격차 도출**

- 4개 전략기술의 기술-표준화 수준 격차와 전 세계 기술발전단계를 비교 결과, 기술발전단계가 50%수준 이전과 이후에서 격차가 발생함
- 기술발전의 초기 단계에서는 기술발전에만 집중한 형태로 나타나며, 개발된 기술에 대한 성능평가는 발전단계 50% 이후에 나타남



</td></tr>
</table>

※출처: KISTEP, 2012년 기술수준평가 보고서(2013), 기술분야별 표준화대상 리스트

■ 기존 사업과의 중복성

○ **【타 부처 사업과의 중복성】 부처별로 국가표준기획과 관련된 사업의 중복성을 살펴본 결과, 미래창조과학부, 산업통상부, 환경부 등 타부처의 관련 사업은 건설교통 분야 기술 실험절차 표준화 사업과 중복되는 부문이 존재하지 않음**

- 미래창조과학부, 산업통상부, 환경부는 각각 방송통신기자재 적합성평가제도 선진화 사업, 국내 시험인증산업 경쟁력 강화 사업, 환경분야 시험·검사기관의 국제적 적합성 확보 사업을 통해 관련 분야의 표준화를 위한 사업을 추진하고 있음
- 건설교통 분야 기술 실험절차 표준화의 사업 범위는 타부처의 국가표준기획에 관련된 사업과 중복되는 부분이 없으며, 개발된 기술에 대한 실험절차 표준화에 관련한 사업 내용은 존재하지 않음
  - 미래창조과학부의 방송통신기자재 적합성평가제도 선진화 사업은 방송통신기자재에 한정되어 있음
  - 산업통상부의 국내 시험인증산업 경쟁력 강화 사업은 실험절차보다 시험인증산업 전체에 초점을 맞추고 있음
  - 환경부의 환경분야 시험·검사기관의 국제적 적합성 확보 사업은 환경 분야에 한정되어 있으며, 실험절차에 관련된 내용이 아님

<표 4.3.6> 실험절차 표준화와 타 부처 사업과의 중복성 여부

구분	관련 사업 내용	중복 여부
미래창조과학부	• **방송통신기자재 적합성평가제도 선진화** - 기업들의 적합성평가제도 합리화 요구를 해소하고, 시험 및 인증 등 적합성 평가운영체계를 국제적 수준에 맞춤 - 방송통신기자재 적합성평가제도의 선진화 및 국가간 상호 인정협정 확대로 기업 제품의 시장 경쟁력 강화	X
산업통상자원부	• **국내 시험인증산업의 경쟁력 강화** - 시험인증산업을 세계수준의 고부가 서비스산업으로 육성 - 국내 시험인증기관의 국제경쟁력 확보 및 해외시장 진출 촉진	X
환경부	• **환경분야 시험·검사기관의 국제적 적합성 확보** - 환경분야 시험·검사기관의 관리체계를 선진화하여 국제적 적합성 및 동등성을 위한 제도 정비 및 조직 구성	X

○ **【부처 내 사업과의 중복성】 국가표준기획과 관련하여 국토교통부에서 수행 중인 다양한 사업은 모두 건설교통 분야 기술 실험절차 표준화 사업과 중복성이 없음**

- 지능형 교통체계(ITS)분야 표준화 사업, 국가물류 표준 종합시스템 개발 사업, 국가공간정보 표준화 사업, 공간객체 등록번호 구축 사업은 관련 분야의 표준화 사업의 연계성은 존재하나, 기술 실험절차 표준화와는 중복되는 부분이 없음

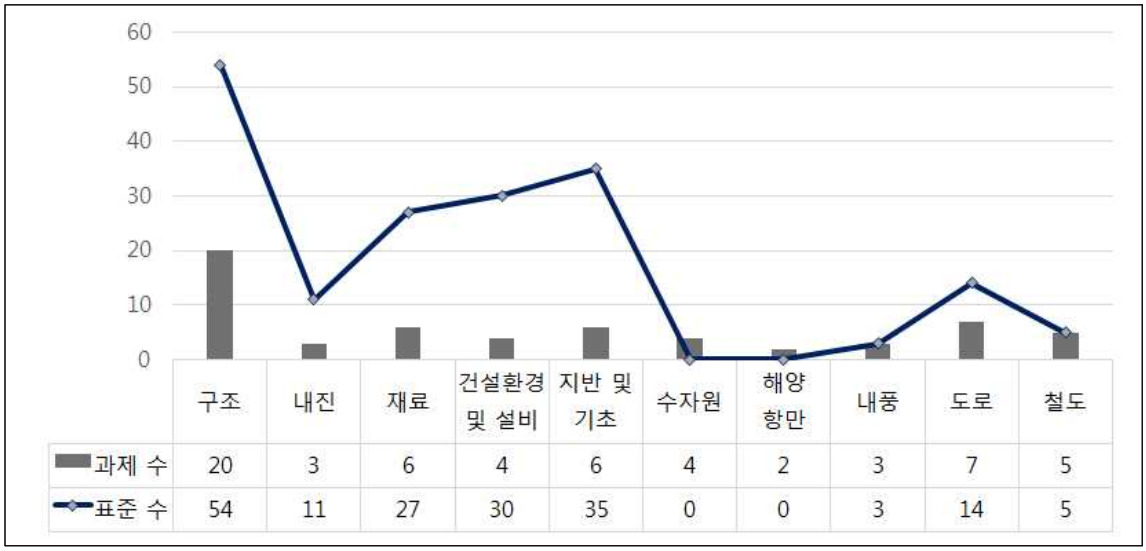
<표 4.3.7> 실험절차 표준화와 부처 내 사업과의 중복성 여부

구분	내용	중복 여부
지능형 교통체계(ITS) 분야 표준화	• ITS 사업의 중복투자 및 예산낭비 방지를 위한 표준 제정 및 표준화업무의 효율적 추진 • ITS 사업 현장에 적합한 표준을 개발하고 보급·정착을 위한 정보제공, 기술교류와 국제표준화 추진	X
국가물류 표준 종합시스템 개발	• 일관수송시스템 구축을 통한 물류비용 절감 • IT기술을 활용한 물류정보 표준체계 구축 • 물류표준화 기반 조성	X
국가공간정보 표준화	• 정부와 민간의 공간정보가 상호 공유되고 다양한 분야에 활용되도록 구축·활용·유통에 관한 표준 환경조성 • 국내 산업의 해외진출 경쟁력을 갖추도록 국제표준화 활동을 강화하여 선도 분야의 국제표준화 선점 등 기반마련	X
공간객체 등록번호 구축	• 국가공간정보 표준 ID를 구축하여 기관별 상호연계를 통해 정보화 사회에 공간정보 콘텐츠 및 융복합서비스 활용에 기여	X

■ 기술적 성공 가능성

○ **【주요 이슈 및 대응 방안】 건설교통 기술 분야별 균형 잡힌 발전을 위해 각 분야별 실험절차 표준화 수준, 시행 과제 수 및 인증기관에 대한 포트폴리오 개선이 필요함**

- 건설교통 기술 10개 분야별로 실험절차 표준화 수준과 시행되는 과제 수가 불균형적이므로 분야별 포트폴리오를 구성해 상대적으로 발전되어 있는 부분은 계속해서 추진하되 미흡한 부분의 보완·육성을 통해 균형적인 발전을 추구해야 함
  - 실험절차 표준화와 관련하여 재료, 도로 및 교통, 철도 분야는 비교적 국내에서 체계화된 부분이며, 구조, 내진, 건축 환경 및 설비, 지반 및 기초 분야는 일부 구성되어 있는 반면, 수자원, 해안항만, 내풍 분야의 실험절차 표준화는 아직 미비한 수준임



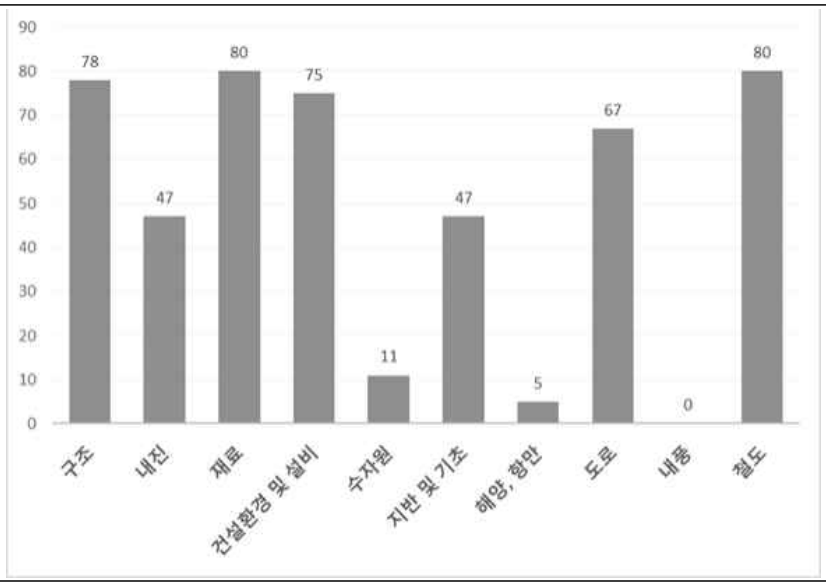
	구조	내진	재료	건설환경 및 설비	지반 및 기초	수자원	해양 항만	내풍	도로	철도
과제 수	20	3	6	4	6	4	2	3	7	5
표준 수	54	11	27	30	35	0	0	3	14	5

※출처: 국토교통과학기술진흥원 홈페이지 內 지식정보 시스템 중 주요연구성과 부문

<그림 4.3.2> 세부 분야별 표준 수 및 과제 수 현황

▮ 건설교통 기술 시험인증기관의 분포도를 살펴보면 기술 분야별로 편중되어 있으므로 균형적인 발전을 위해 인증기관 수가 적은 분야에 대한 보완 및 대체할 수 있는 기관의 체계적 구성이 요구됨

. 구조, 재료, 건설환경 및 설비와 철도 분야의 시험인증기관은 비교적 많지만 수자원, 해양·항만과 내풍 분야의 시험인증기관은 그 수가 적음



※출처: 국토교통부, 품질검사용역업자 현황

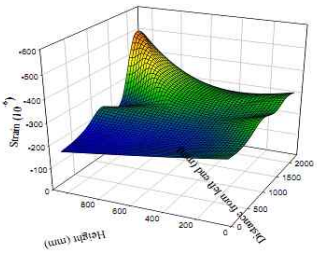
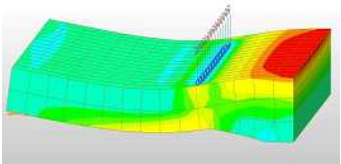
<그림 4.3.3> 건설교통 기술 분야별 시험인증기관 등록현황

[Appendix 1] 국토교통 R&D 성능평가 사례 분석

[1] 국토교통 R&D 성능평가 검· 인증 부문 사례 분석 대상 List

No	분야	제목
1	구조(교량)	PSC-I 거더를 이용한 중공슬래브 교량 개발_20141031
2	구조(교량)	Smart Mold시스템을이용한프리캐스트곡선PSC보(Curved Beam)의실용화연
3	구조(교량)	트러스 하프 프리캐스트 바닥판의 성능평가 및 설계방안 연구
4	구조	중지간 교량의 시공 및 구조 효율성 증진을 위한 신형식 상부구조 시스템 실용화
5	내진(교량)	IT기반스마트교량내진장치개발_20111228
6	내진, 내풍	내진 및 내풍대책으로 적합한 신개념 스마트 제진 장치의 실용화
7	재료	고성능재료기술을반영한프리캐스트및프리스트레스트콘크리트의성능향상기술 개발 및 표준화
8	재료	차세대 시설물용 신재료 활용 기술개발
9	건축환경	환경친화형 이중바닥 온돌시스템 개발
10	건축환경	주거성능등급향상을 위한 다기능통합온돌시스템 개발 및 실용화 연구
11	지반	건설공사의 경제성과 안전성 향상을 위한 첨단지반조사 장비개발 및 실용화 연구
12	지반(재료)	건설현장 발생토를 이용한 무다짐 유동화 처리공법의 실용화 연구
13	지반	순환골재를 재활용한 친환경 지반개량공법 개발 연구보고서
14	수자원	우리나라 지역특성에 맞는 최적 지하수 함양량 산정기법 개발
15	수자원	하천·항만시설 홍수 재난피해 저감기술 개발
16	해양 항만	방파제 겸용 파력발전 시스템의 성능향상을 위한 연구
17	해양 항만	주문진항 해수교환시설 실시설계용역 관련 수치모형실험, 단면수리모형 실험외 기타 관련조사
18	내풍	우리나라에서의 강풍에 대한 대형구조물의 내풍특성규명을 위한 풍동실험 연구
19	내풍	풍환경모델 및 내풍기술 개발
20	도로(재료)	복합포장 시스템 및 폴리머 콘크리트 교면포장 개발_최종보고서
21	도로(재료)	노후도로표면보수사업화-우레탄개질아스팔트바인더를이용한아스팔트콘크리트 포장파손보수재료및공법개발에관한연구
22	구조	내화구조의 내구성 평가 및 유지관리 지침 개발
23	도로(재료)	배수성 및 내유동성 아스팔트포장을 위한 첨단 아스팔트 개질제 사업화
24	철도	기존 철도판형교의 급속교체기술 개발 및 시공
25	철도	도포형 세라믹 코팅재를 이용한 레일마모 및 소음저감 기술

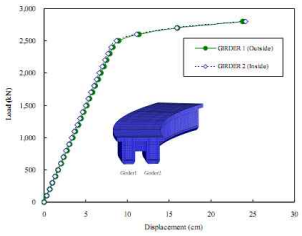
<표 1.1.1> PSC-I 거더를 이용한 중공슬래브 교량개발

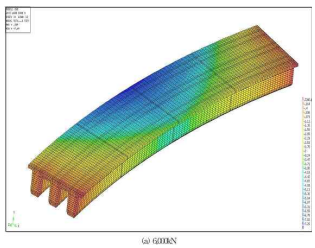
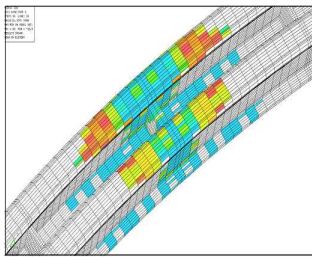
분야	구조(교량)
기술명	PSC-I 거더를 이용한 중공슬래브 교량개발
특징	• 프리캐스트 공법 및 모듈화로 공기단축과 품질향상, 그리고 시공성을 획기적으로 개선할 수 있도록 기존의 PSC-I 거더의 상하부 플랜지부분을 개선하여 최적단면을 결정 (자체 성능시험기준 정립 후 적용) • 기존의 PSC-I 거더를 개선하여 중공부를 효과적으로 형성시키는 조립식 중공슬래브 교량개발을 목표
아이디어 도출 및 대안선정	• PSC-I 거더를 이용한 중공슬래브 교량의 해석 및 설계기술개발 • PSC-I 거더를 이용한 중공슬래브 교량의 제작 및 시공기술 개발
유사환경 실험 (재하실험)	• 조립식 중공 슬래브 교량에 대한 실물모형 실험체를 제작하고 정·동적 재하실험을 실시 • **종방향 긴장력을 도입하는 과정에서 PSC I-거더의 중앙부 단면에서 뒤틀림이 발생하여** 플랜지 단면의 일부에 변형률이 크게 증가하는 거동이 발생 • 두 개의 PSC I-거더에 균등한 하중을 가력하면서 실험체의 거동을 검토한 결과, **실험체의 휨강성은 설계 단계에서 예측한 것에 비해 작음** • **실험체의 휨강도는 설계 단계에서 예측한 휨강도에 비해 큼** • 실험 예측치와 실험체 결과의 약간의 오차 존재  <하중 재하 단계, 종방향 긴장에 의한 종방향 변형률의 단면 내 분포>
유사환경 실험 (구조상세)	• PCB-Slab교량 형식의 적용성과 보급성을 증대하기 위한 일환으로 emi-integral(반일체식) 교량으로의 적용을 위하여 접속슬래브의 연결방법에 대한 성능실험을 실시 • **미국 PCI 설계기준에서 hinge 형식을 선호하고 있으나, 지속적인 균열 폭의 확대가 발생가능성으로 인해** 불완전하다고 봄 • 실험 결과, 실험체의 연결철근의 배근방법과 수량에 대하여 각 연결방법은 충분한 구조 안정성을 보유  <실험체 제작, 휨실험체 구조해석 결과>
유사환경 실험 (일체식 교량)	• L형 흉벽과 중공슬래브의 교대부 연결부위의 상세 성능실험을 위해 실시 • **실제 교량에서는 실험체와 달리 L형 흉벽 하단에 교좌장치가 위치하여** 거더의 교축방향과 일체로 거동하며, 주하중은 온도하중으로 예상 • 전체적으로 연결철근의 강도는 본 구조물인 거더와 비교해도 일체로 거동할 수 있는 충분한 강성을 확보한 것으로 평가 • **일부과다 배치된 연결상세 철근은 제거하고**

	<u>효과적인 배치를 통해</u> 최적의 성능 구현 필요	 <Static Actuator 설치, 인장실험 전경>

※ 출처 : ㈜에이스이엔씨, PSC-I 거더를 이용한 중공슬래브 교량개발 (2015, 01)

<표 1.1.2> Smart Mold 시스템을 이용한 프리캐스트곡선 PSC보(Curved Beam)의 실용화 연구

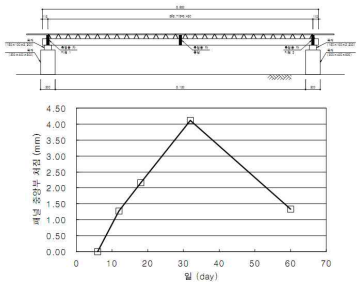
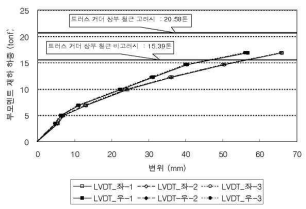
<table>
<tr><td>분야</td><td>구조(교량), 재료</td></tr>
<tr><td>기술명</td><td>Smart Mold 시스템을 이용한 프리캐스트곡선 PSC보(Curved Beam)의 실용화 연구</td></tr>
<tr><td>특징</td><td>• 곡선 PSC교량의 설계기법 유효성 검토 및 제작성을 고려한 최적단면 산정하고, 효율적인 시공을 위한 Smart Mold 시스템의 구축
• 이를 적용한 2주형 40m 실물교량의 정적 휨 파괴 실험을 통하여 안전성을 확인 (자체 성능시험기준 정립 후 적용)</td></tr>
<tr><td>아이디어 도출 및 대안선정</td><td>• 곡선교 구간의 발생이 증가로 프리캐스트 곡선 PSC빔인 Curved Beam(곡선거더)을 효율적으로 제작할 수 있는 Smart Mold 시스템을 개발
• 곡선 PSC 보의 구조모형 실험 및 해석을 통한 성능 검증 및 구체적 방법 제시</td></tr>
<tr><td>실내 시험</td><td>• 구조성능평가 실험의 경향을 예측하기 위해 유한요소 해석프로그램인 DIANA를 이용한 예측 구조해석을 수행
<table>
<tr><th>요인별 구조해석</th></tr>
<tr><td>1. 거더의 수에 따른 거동 해석</td></tr>
<tr><td>-3주형 거더가 2주형보다 우수하지만, 처짐을 비교하였을 때 <u>내외측의 편차가 하중재하 초기부터 응력편차로 인해 발생</u></td></tr>
<tr><td>2.하중재하 위치에 따른 거동 해석</td></tr>
<tr><td>-곡선반경이 큰 외측거더(G1)에 하중을 가하였을 경우 내측거더(G2)에 하중을 가하였을 경우보다 성능이 낮게 평가
-탄성범위인 1000kN에서 부터는 <u>내외측 거더의 편차가 약 2cm나타나 안전성에 심각한 문제 발생가능</u></td></tr>
<tr><td>3. 프리스트레스 도입량에 따른 거동 해석</td></tr>
<tr><td>-PS 긴장력 증가에 따라 균열범위가 확산되는 경향을 보이고 있으나 전체적인 균열패턴은 유사</td></tr>
<tr><td>4. 외측 거더의 프리스트레스 도입량 변화에 따른 거동 해석</td></tr>
<tr><td>-PS 도입량에 의해 비례하여 성능이 증가으로 나타났으며 내외측 거더 모두에서 하중저항력이 증가</td></tr>
<tr><td>5. 단면변화에 따른 거동 해석</td></tr>
<tr><td>-파괴하중이 3100kN으로 성능이 향상
-단면변화에 의한 <u>성능향상은 현장조건에 따라 형고의 제한 등에 의한 제약 존재</u></td></tr>
</table>
• <u>실험 시 가력위치와 지점조건 등에 의해 발생하는 편심 때문에</u>, 해석결과가 실험 결과보다 약간 낮은 강성을 가짐
• 전체적인 거동은 유사하게 나타나는 것으로 나타났으며, 균열형상 또한 실험결과와 일치
 

<2주형곡선PSC 거더>
 
<3주형곡선PSC 거더교의 처짐분포도>
 
<내측거더에 재하시></td></tr>
</table>

유사환경 시험	• 제작된 콘크리트 곡선교는 도로교로의 적용성을 확인하기 위해 정적 구조실험을 통하여 성능검증 • 사용하중 상태에서는 PSC 곡선교의 사용성과 안전성이 확보되는 것으로 판단 • 동적 구조실험을 통해 PSC 곡선 거더교 교량의 1차 교유진동수는 2.36Hz로 측정되어 만족되며, 평균 감쇠비는 0.78%로 이동하중 해석의 모델로 활용 가능	 <곡선PSC 거더실험체의전경, 고유진동수측정장비 및 전경>

※ 출처 : 브릿지테크놀러지, Smart Mold 시스템을 이용한 프리캐스트 곡선 PSC 보 (Curved Beam)의 실용화 연구 (2013, 5)

<표 1.1.3> 트러스 하프 프리캐스트 바닥판의 성능평가 및 설계방안 연구

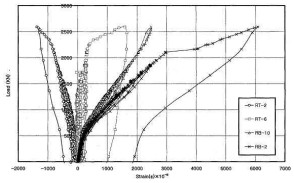
분야	구조(교량)
기술명	트러스 하프 프리캐스트 바닥판의 성능평가 및 설계방안 연구
특징	• 패널들을 서로 조적으로 연속화 시키는 방법으로 캔틸레버부에 별도의 지보공 없이도 상부공 작업을 할 수 있도록 하는 패널간 연결구조 기술을 이용 (자체 성능시험기준 정립 후 적용)
아이디어 도출 및 대안선정	• 바닥판의 두께를 증가시키지 않고 장지간 바닥판 시공에 적용할 수 있는 트러스 하프 프리캐스트 바닥판 시스템의 실용성 검토 • 트러스 하프 프리캐스트 패널 시험체 설계, 제작 및 시험
유사환경 실험 (분야1)	• 트러스 하프 프리캐스트 바닥판의 가설 단계에서 교축직각 방향 이음구조가 실제 시공 가능여부를 실험 • 2단계에서, 변위가 상향으로 발생한 것은 **H-beam을 패널 위에 거치시키는 과정에서 패널에 약간의 충격이 가해졌기 때문** • 교축방향 이음부를 타설한 구조계가 가설 하중에 의한 하중에 대하여 탄성거동 확인 <캔틸레버부 프리캐스트 패널 자중 재하 실험 광경, >
유사환경 실험 (분야2)	• 크리프 등에 의하여 변형이 발생할 수 있기 때문에 2개월 정도 야외에 적치시킨 상태에서 변형량을 측정 • **실험 중간에 지점2에 부착한 측정용 자가 시험체에서 박리되어 60일차의 지점2의 값은 측정하지 못함** • 장기 변형은 프리스트레싱 긴장력에 의한 **크리프 처짐의 영향이 우세하다고 판단되므로 60일차의 실험값은 신뢰할 수 없다고 판단**  <중앙부 프리캐스트 패널 장기 변형 측정 실험 개요, 중앙부 프리캐스트 패널의 장기 변형>
유사환경 실험 (분야3)	• 교축방향 이음부가 있는 트러스 하프 프리캐스트 바닥판 실험 • 트러스 거더 상부 철근을 무시하는 경우에 대한 단면 공칭 저항 모멘트 이상의 성능을 발휘함 • 교축방향 이음부가 있는 시험체임에도 불구하고 좌측 캔틸레버부, 중앙부, 우측 캔틸레버부 모두에서 교축방향으로 떨어져 있는 3개 위치 변위값이 거의 동일하게 발생 (시험체가 일체로 거동) <대칭 단면 지점 모델링, 계측 장비>
유사환경 실험 (분야4)	• 교축방향 이음부가 없는 트러스 하프 프리캐스트 바닥판 실험 • 캔틸레버부 패널을 한쪽만 거치하였을 경우에 대하여 중앙부 패널의 수평이동량을 측정 • **중앙부 LVDT 2가 계측 범위를 일부 벗어났으나, 계측 범위 내에서 유사한 값을** 

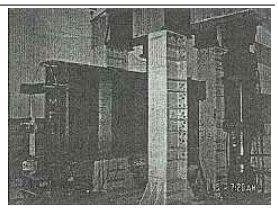
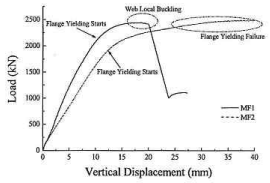
	<u>갖음</u> • 트러스 거더 상부 철근을 무시하는 경우에 대한 단면 공칭 저항 모멘트 이상의 성능을 발휘	 <재하-하중 변위 곡선, 정모멘트 재하부 처짐계 설치>

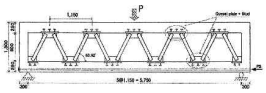
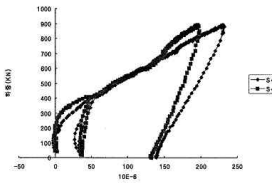
※ 출처 : (주)지아이에프, 트러스 하프 프리캐스트 바닥판의 성능평가 및 설계방안 연구 (2010, 05)

<표 1.1.4> 중지간 교량의 시공 및 구조 효율성 증진을 위한 신형식 상부구조 시스템

<table>
<tr><th>분야</th><th>구조(교량), 철도</th></tr>
<tr><td>기술명</td><td>중지간 교량의 시공 및 구조 효율성 증진을 위한 신형식 상부구조 시스템 실용화</td></tr>
<tr><td>특징</td><td>• 상부구조 자중경감을 통한 지간 증대와 시공 효율성 향상, 급속 시공
• 중지간 교량 형식의 복합교량을 실용화하기 위한 기반기술확보
• 강재복부와 콘크리트 플랜지의 접합부 전단연결재 개발 및 설계식 도출 (국내외 기준을 기반으로 한 자체 성능시험기준 적용)</td></tr>
<tr><td>아이디어 도출 및 대안선정</td><td>• 복부 트러스 구조, 복부 파형간판 구조, 복부 강재 구조의 프리스트레스트 콘크리트(PCS) 복합 교량의 실용화 제안
• Perfobond 연결재를 사용하는 대안을 제시함</td></tr>
<tr><td>유사환경 실험 (복부트러스)</td><td>• 복부 트러스 복합 철도교에 극한강도 및 사용성을 검증하기 위해, 20m 지간을 갖는 실험체를 제작하여 재하실험 및 가진실험 실시
• 실험 전에 DIANA프로그램으로 모델링하여 항복하중 및 텐던의 응력을 예측하기 위한 구조해석 실시
• 현대건설 기술개발원에서 공개실험을 실시하여 아래 3가지 분석 실험이 이루어짐
<table>
<tr><th>구분</th><th>내용</th></tr>
<tr><td>복부트러스 복합교량의 거동 분석</td><td>전체적인 거동을 살펴볼 때, 선형탄성 구간 안에서 충분히 사용성을 만족</td></tr>
<tr><td>중앙단면의 변형률</td><td>연성파괴에 의한 전형적인 휨 거동으로 복부트러스 복합철도교가 휨 부재로 적절</td></tr>
<tr><td>사재의 변형률</td><td>철근이나 콘크리트 보다 매우 작은 응력을 받고 있으므로, 극한상태에서 콘크리트나 철근에 비해 보다 더 큰 안전율을 확보</td></tr>
</table>

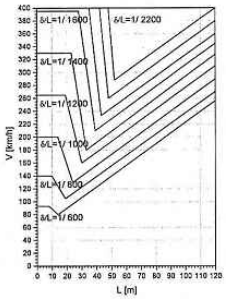


<실험체 제작, 중앙단면의 철근변형률, 현대건설 공개실험></td></tr>
<tr><td>유사환경 실험 (파형강판)</td><td>• 복부 파형강판 복합교량의 전단 실험 결과를 이용하여 휨강성 및 사용성 검토
• 실험체 마다 8개의 LVDT를 설치하여 수평처짐 및 복부판의 면외 방향 변위를 측정
• <u>초기 강성은 제안된 식과 잘 일치 하였으나, 하중이 증가할수록 이론식과 실험 결과의 차이 발생</u>
• 파형간판과 콘크리트 슬라브의 접합 방식에 따라 서로 다른 거동을 나타내며, <u>충분히 연결부를 보강하는 것이 필요</u>



<실험체 전경, 하중-처짐 그래프></td></tr>
<tr><td>유사환경 실험 (연결부)</td><td>• 연결부의 설계를 파괴모드에 따라 적절한 설계 기준을 설정하고 검토
• 적용 가능한 설계기준을 항목별로 제시

 </td></tr>
</table>

<table>
<tr>
<td></td>
<td>
<table>
<tr><th>파괴모드</th><th>전단파괴</th><th>인장파괴</th><th>조합하중</th><th>상세검토</th></tr>
<tr><td>연결재
파괴</td><td>도로교설
계기준
LRFD
EC-4
PCI</td><td>ACI
PCI</td><td>ACI
PCI</td><td rowspan="2">도로교설
계기준
LRFD
EC-4</td></tr>
<tr><td>콘크리트
슬래브</td><td>도로교설
계기준
ACI
PCI</td><td>ACI
PCI</td><td>ACI
PCI</td></tr>
</table>
• 보 실험의 결과, 절곡 스터드와 직선형 스터드 연결재의 국부거동에는 큰 차이가 없음
• 스터드 파단의 파괴모드 평가방법에서 93%수준으로 설계되었지만 상당히 안전측의 평가

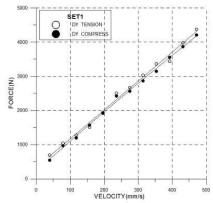
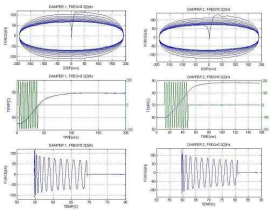
<복합트러스 거더 실험체, 스터드 전단연결재 변형율>
</td>
</tr>
<tr>
<td>유사환경
실험
(철도교)</td>
<td>
• 철도하중의 특성을 고려하여 LUSAS프로그램을 이용한 동특성 검토
• 철도교 설계기준을 따라 설계된 20m 경간의 실물 복합트러스 거더를 제작하여 고유진동수와 감쇠비 등의 모달 변수를 추출해내기 위한 동적 실험 수행
• 국내 기준으로 국유철도건설규칙, 철도설계기준, BRDM, 국외 기준으로 UIC CODE, EURO CODE, CTRL과 ERRI 보고서 관련 기준을 기반으로 함
• 일반열차의 경우 동적성능 기준치 만족하나, <u>**고속열차의 경우 충격계수와 단부꺾임각의 기준치를 만족시키지 못하고, 복합트러스 철도교의 경우에는 충격계수, 단부꺾임각, 상판 연직가속도의 기준치를 불만족**</u>
• 휨 강성이 충분치 못하므로 복합트러스 거더를 고속열차에 적용하기 위해 휨 강성을 증가시킬 필요



<단순교 수직처짐 비, 자유진동현상>
</td>
</tr>
</table>

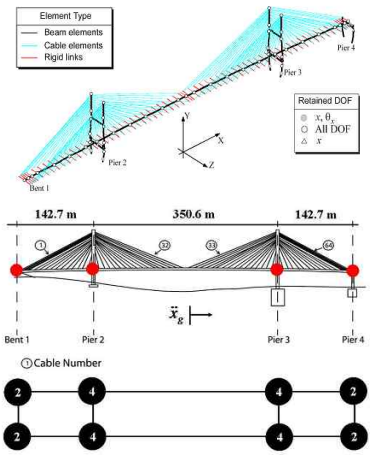
※ 출처 : 현대건설(주), 중지간 교량의 시공 및 구조 효율성 증진을 위한 신형식 상부구조 시스템 실용화 (2008, 08)

<표 1.1.5> IT기반 스마트 교량내진장치 개발

분야	구조(교량), 내진
기술명	IT기반 스마트 교량내진장치 개발
특징	• 구조물의 원격모니터링과 안전제어가 가능한 IT기반 스마트 내진장치 (자체 성능시험기준 정립 후 적용) • 구직하중 및 수평변위 계측이 가능한 IT 내진장치로 지진시 응답 및 교통 시스템과 연계 운용
아이디어 도출 및 대안선정	• IT기술 접목으로 시공단계, 공용중인 교량의 응답을 모니터링하는 스마트 내진장치의 개발 • 스마트 복합감쇠기와 IT기반 받침 형 내진장치 개발, 압전센서를 이용한 모니터링 시스템 구축하여 스마트 댐퍼 제안
실내 1차 시험	• 제작사의 시험장비를 이용해 성능을 확인 • <u>1단계 실험</u>에서, 주파수별 스마트 댐퍼(소형)에 가해진 가력시간이력과 이에 따른 댐퍼의 힘 변위 관계로 성능 시험 • <u>감쇠기가 수직 설치되어 재실험이 필요했지만,</u> 제작사의 시간문제로 추가로 명지대 실험실 이용 • <u>2단계 정밀 성능실험</u>에서, 실제 감쇠정수를 중점 분석 • 오일의 냉각이 필요하지만 <u>설비 사용계약의 문제로</u>, 결과값이 고온으로 인한 감쇠력 저하  <속도에 따른 소형댐퍼의 최대감쇠력 곡선>
실내 2차 시험	• <u>스마트 댐퍼(대형 3.5kN)의 크기로 인해 제작사가 아닌 명지대 실험실 이용</u> • <u>계약기간의 문제로</u> 1차 시험과 유사하게 감쇠력 저하 • <u>실내 1차 시험과 약간의 차이 존재함</u>(제작오차와 실험장비의 장기간 사용) • 온도의 문제, 시험장비 장기간 사용 등의 문제를 제외하고 작동은 정상적 • 비선형을 가정하고 수치해석을 실시한 결과, 동적응답특성을 정확하게 묘사  <변위-감쇠력, 시간-온도 온도-감쇠력 그래프, 스마트 댐퍼>
유사환경 실험 (장기노출 시험)	• 장기노출시험을 위해 교량축소모델을 제작하고 동적하중을 가하여 신호를 얻어 분석 • 10일간 장기변위 데이터에서 제로노이드와 유사한 경향을 안정적인 작동 확인 <시스템 옥외폭로시험>
유사환경 실험 (축소교량 모형시험)	• 스트로크의 동적 움직임을 관찰 • 센서 노드의 1시간 마다 계측데이터를 통하여 시스템은 극한상태(-15°C)에서 성능 유지 확인 <교량축소모형의 동적실험>

※ 출처 : 건국대학교, IT기반 스마트 교량내진장치 개발 (2011, 12)

<표 1.1.6> 내진 및 내풍 대책으로 적합한 신개념 스마트 제진 장치의 실용화

<table>
<tr><td>분야</td><td>내진, 내풍</td></tr>
<tr><td>기술명</td><td>내진 및 내풍 대책으로 적합한 신개념 스마트 제진 장치의 실용화</td></tr>
<tr><td>특징</td><td>• 수치모의실험을 통한 신개념 스마트 제진장치의 제진성능 평가 (자체 성능시험기준 정립 후 적용)
• 대형 진동대 실험, 실규모 철골 구조물, 사장 케이블을 이용한 제진 장치의 제진 성능 평가</td></tr>
<tr><td>아이디어 도출 및 대안선정</td><td>• 유지관리와 경제성 면에서 획기적인 장점 보유하고 제진 성능 우수한 전자기유도부가 있는 MR 감쇠기를 제품화
• 신개념 스마트 제진 장치에 변위확대 기구를 결합하여 최적의 제진성능을 갖는 내진 및 내풍 시스템 개발</td></tr>
<tr><td>실내
1차 시험</td><td>• 수치모의실험을 통한 신개념 스마트 제진 장치의 제진 성능 평가댐퍼(소형)에 가해진 가력시간이력과 이에 따른 댐퍼의 힘 변위 관계로 성능 시험
<table>
<tr><th>수치해석대상</th><th>내용</th></tr>
<tr><td>면진 건물 수치해석</td><td>신개념 스마트 제진 시스템은 기존 스마트 제진 시스템 보다 전반적으로 좀 더 나은 성능</td></tr>
<tr><td>면진 교량에 대한 수치해석</td><td>복잡한 제어 시스템이 고려되었음에도 불구하고, <u>단순한 신개념 스마트 제진 시스템보다 성능이 크게 좋지 않음</u></td></tr>
<tr><td>사장 케이블 수치해석</td><td><u>수동형 제어 시스템은 하중 강도의 변화에 대해 적응성이 매우 부족함을 보인 반면</u>에, 반능동 제어 알고리즘을 사용한 스마트 제진 시스템은 하중 강도의 변화에 대한 우수한 적응성</td></tr>
<tr><td>사장교에 대한 수치해석</td><td>신개념 스마트 제진 장치는 Passive-on 그리고 -off 시스템의 경우보다는 훨씬 뛰어난 성능</td></tr>
</table>


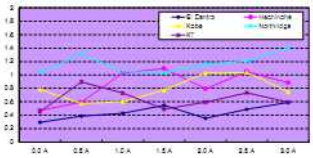
<속도에 따른 소형댐퍼의 최대감쇠력 곡선, 스마트 제진 장치 설치 위치 및 갯수></td></tr>
<tr><td>실내
2차 시험</td><td>• 진동대 실험을 통한 제진 장치의 내진 성능 평가
<table>
<tr><th>구분</th><th>내용</th></tr>
<tr><td>축소건물모형을 이용한 신개념 스마트 제진장치의 내진 성능평가</td><td>축소 건물 모델을 가지고 다양한 지진 하중에 대하여 수치해석을 하였고, 이를 통해 신개념 스마트 제진 장치의 효용성을 검증</td></tr>
<tr><td>축소교량모형을 이용한</td><td>-스마트 제진 장치는 교</td></tr>
</table>
</td></tr>
</table>

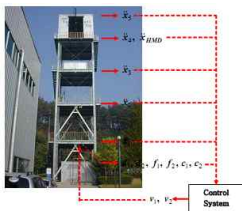
	신개념 스마트 제진장치의 내진 성능평가	량의 상대변위를 상당히 감소시킴을 확인 -상대변위는 비슷하거나 대체적으로 훌륭한 결과를 제시했고, 가속도의 경우 월등한 성능

<설치된 EMI시스템, MR감쇠기>

유사환경 실험 (철골)

- 실규모 철골 구조물을 이용한 제진 장치의 제진 성능 평가
- Clipped-optimal 제어 시스템이나 Lyapunov 제어 시스템의 성능이 가속도나 변위를 동시에 줄이는데 있어선 가장 효율적인 제어 시스템
- 신경망 제어 시스템은 가속도 응답을 줄이는데 있어서, MEDA, MHF, Passive-optimal 제어 시스템은 변위 응답을 줄이는데 있어 뛰어난 성능



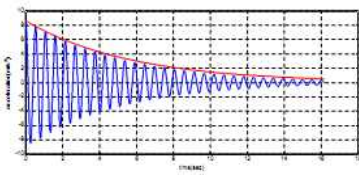


<실규모 철골 구조물 제진실험의 계측 시스템>

유사환경 실험 (케이블)

- 사장 케이블을 이용한 제진 장치의 제진 성능 평가

구분	내용
44.7 m 사장 케이블에 대한 MR 댐퍼 기반 스마트 제진시스템 성능평가	모든 passive case가 제어 하지 않았을 때보다 성능이 좋은 것을 확인
100 m 사장케이블에 대한 MR 댐퍼 기반 스마트제진시스템 성능평가	**<u>passive-off 이후에 1V에서 가장 좋은 성능을 나타냈었기 때문에 좀 더 새밀하게 입력 전압을 나누어 추가 실험을 수행해야 할 것</u>**
44.7 m 사장케이블에 대한 신개념 스마트 제진장치 성능평가	기존의 제진장치보다 장점인 자체적인 전원공급 외에도 감쇠 성능에서도 뛰어난 것은 신개념 제진장치의 성능이 뛰어남

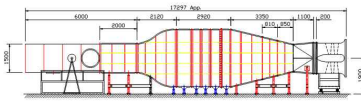


<신개념 제진장치, 시간이력곡선>

유사환경 실험 (풍동)

- 대형 풍동 실험을 통한 제진 장치의 내풍 성능 평가

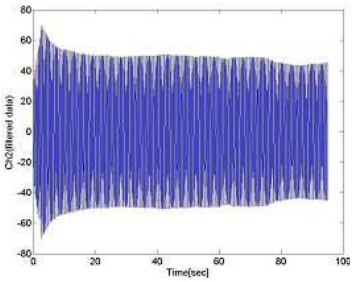
구분	내용
케이블 강체모형실험 (Sectional model test)	중심간격 3D의 경우 무차원풍속(Ur) 60 부근에서 진동이 발생하며 본격



<단면모형실험 전용풍동>

	적인 웨이크갤로핑은 무차원풍속 110정도에서 발생
케이블 탄성체모형실험 (Aeroelastic model test)	중심간격 3D의 경우 무차원풍속(Ur) 30 부근에서 웨이크갤로핑이 발생
스마트 제진장치를 이용한 케이블 제진실험	**모든 풍속에서 입력전압이 0V(Passive-off)인 경우에 감쇠비가 최대가 되는 것으로 나타나 제진장치에 전압을 입력/제어하는 전자기유도부(electromagnetic induction (EMI) system)는 적용할 필요가 없는 것**

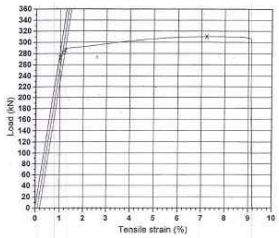
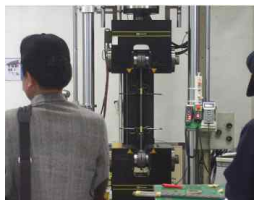
<제진실험 Set-up>



< MR-Damper >

※ 출처 : 세종대학교 산학협력단, “내진 및 내풍 대책으로 적합한 신개념 스마트 제진 장치의 실용화 (2008. 08)

<표 1.1.7> 고성능 재료기술을 반영한 프리캐스트 및 프리스트레스트 콘크리트의 성능향상기술 개발 및 표준화

분야	재료
기술명	고성능 재료기술을 반영한 프리캐스트 및 프리스트레스트 콘크리트의 성능향상기술 개발 및 표준화
특징	• 신소재의 규격 및 성능 비표준화, 신소재 적용시 체계화된 구조물 성능 검증 부족 등의 문제를 해결하기 위한 실험 목적 (ACI 규격기준 적용) • 개발된 고성능 재료의 성능을 표준화하고 이를 관련 설계기준, 규격, 시방서에 일관성 있게 반영
아이디어 도출 및 대안선정	• 국제 기준(Global standard)에 부합하도록 고성능 재료(콘크리트, 철근, 강연선) 기술을 반영한 프리캐스트 및 프리스트레스트 콘크리트의 설계 기준을 개발 • 실험을 통하여 고성능 재료의 성능과 이를 적용한 구조물의 성능에 대한 데이터를 얻고 이로부터 성능표준을 제시
실내 시험	• 고성능 재료의 성능 분석을 위해 고강도 강연선의 역학적 성능의 특성값 분석 • 1단계 실험에서, 모든 강연선에 대해서 특성값은 규정을 만족하였으나 2400MPa급 15.2mm 고강도 강연선의 경우 **규정값 이하의 실험결과가 관찰되어 추가 검증 필요** • 2단계 실험에서, 탄성계수는 1,860 MPa급 강연선의 한 케이스를 제외하고 모두 200 GPa을 초과하여 성능 확인   <하중-변형률 그래프, 실험장비>
유사환경 시험	• 고성능 재료를 적용한 구조물의 성능 실험을 위해, 압축 강도가 다른 콘크리트로 16가지 단순지지보에 대해 실험을 수행 • 1단계, 주요 변수는 단면 형상을 총 7가지로 구성하고, 콘크리트 단면크기가 같다면 **콘크리트 강도가 커지면 수직전단강도가 커진다는 것인데 실험 결과는 다름** • 2단계, 주요 변수는 횡철근 유무로 총 3가지 경우이고, ACI 기준으로 예상한 강도(234kN)보다 낮은데 이것은 **ACI 기준이 고강도 콘크리트에 대한 과대평가** • 3단계, 주요 변수는 전단 경간비이고, 실험체에서 수직전단강도가 **예상강도보다 30%이상 크게 도출되어 현 기준이 미끄러짐 전단을 과소평가** • <콘크리트 깊이-전단강도 그래프, 1단계 파괴 형상>

※ 출처 : 한국콘크리트학회, 고성능 재료기술을 반영한 프리캐스트 및 프리스트레스트 콘크리트의 성능향상기술 개발 및 표준화 (2012, 7)

<표 1.1.8> 차세대 시설물용 신재료 활용기술 개발

<table>
<tr><th>분야</th><th>재료</th></tr>
<tr><td>기술명</td><td>차세대 시설물용 신재료 활용기술 개발</td></tr>
<tr><td>특징</td><td>• 건설재료의 고성능화를 통한 사회기반시설물 총비용 절감기술 구현
• 신재료를 적용한 시설물 개발시 표준화/제품화를 유도하여 제작업체 및 건설업체의 생산성 제고 및 균일한 품질관리 (KS인증 규격 적용)</td></tr>
<tr><td>아이디어 도출 및 대안선정</td><td>• FRP · FRC의 교량 활용기술 개발 및 친환경 신공간 창출용 재료 개발
• 신재료의 KS 규격화 및 시설물 적용기술 관련 설계기준/시방서 제 · 개정 추진</td></tr>
<tr><td>유사환경 실험</td><td>

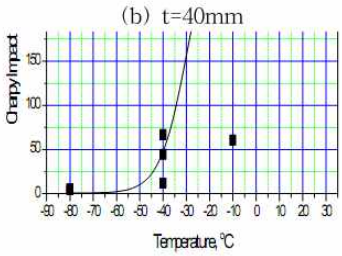
• 고성능 강재 개발 및 구조물 활용기술의 시제품을 생산하여 <u>KS인증 기준을 토대로 평가</u>

<table>
<tr><th>소재 성능</th><th>KS규격</th><th>특징</th></tr>
<tr><td>용접균열감수성 조성(Pcm) 평가 결과</td><td>KS D 0001</td><td>용접예열 작업이 필요 없는 0.23 이하로 평가</td></tr>
<tr><td>강도성능 평가 결과</td><td>KS B 0801, KS B 0802</td><td>전 두께의 제품에서 규격을 만족</td></tr>
<tr><td>충격인성 평가 결과</td><td>KS B 0809, KS B 0810</td><td>전 두께의 제품에서 규격을 만족</td></tr>
</table>

• HSB600 소재 성능을 한국화학시험연구원에 의뢰하여 KS규격기준으로 평가한 결과, 인장강도는 610～646MPa, 항복강도가 457～499MPa로서 모두 기준값을 상회 <u>(시험인증서 하단 첨부)</u>

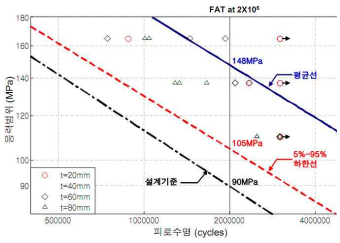
• HSB500 용접부 피로강도 평가를 위해 포항산업과학연구원(RIST)에서 FTM(Fatigue Testing Machine)이용

• 모든 판두께(t=20～80mm)에 걸쳐 현행 피로설계기준인 C등급(2백만회 피로강도 : 90MPa)을 만족하는 것으로 평가



<시제품의 판두께별 연성-취성 천이 곡선>

<용접시공시험용 시험체 제작>



<시제품 현장맞대기 용접이음부 S-N선도>

</td></tr>
</table>

※ 출처 : 포항산업과학연구원, 차세대 시설물용 신재료 활용기술 개발(2010, 10)

KTR
한국화학시험연구원

시 험 성 적 서

주 306-130 대전광역시 대덕구 정촌동 506-3 TEL [illegible] FAX [illegible]

접수번호 : TAC-[illegible]
대표자 : [illegible]
업자명 : [illegible]
주 소 : [illegible]

접수 일자 : 2008년 [illegible]
시험완료일자 : 2008년 [illegible]

시료명 : [illegible] (HPS-[illegible] BIT LONGITUDINAL DIRECTION : [illegible])

시험결과

시험항목	단위	시험구분	실제치	시험방법
충격시험(시료지름수에너지, -20℃)	J		31	KS B [illegible] : 2003(*)
충격시험(시료지름수에너지, -20℃)	J		[illegible]	KS B [illegible] : 2003(*)
충격시험(시료지름수에너지, -20℃)	J		[illegible]	KS B [illegible] : 2003(*)

*Specimen Size(V-Notched) : 10mm × 10mm × 55mm

용 도 : [illegible]

비 고 : 1. 이 성적서는 [illegible] 시험 및 시료명으로 시험한 결과로서 [illegible]
2. 이 성적서는 당 시험연구원의 사전 서면동의 없이 홍보, 선전, 광고 및 소송용으로 사용될 수 없으며, 또한 이의과 사본을 변경 나타.

Moon-Seok Park
[illegible]
Tel : [illegible]

Sung-Jin Park
[illegible]
[illegible]

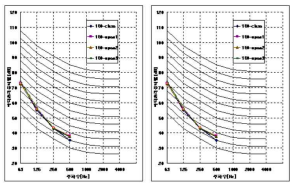
2008년 [illegible]

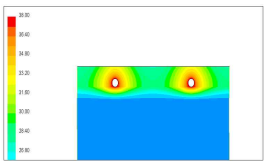
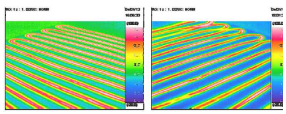
한국화학시험연구원장

[illegible]

<표 1.1.9> 환경친화형 이중바닥 온돌시스템 개발

<table>
<tr><th>분야</th><th>건축환경</th></tr>
<tr><td>기술명</td><td>환경친화형 이중바닥 온돌시스템 개발</td></tr>
<tr><td>특징</td><td>• 온돌 난방시스템은 실내의 난방열을 공급하는 역할을 할 뿐 아니라 아래층으로 전달되는 층간소음을 차단시켜 주는 역할을 수행
• 기존 온돌 구조 대비 바닥슬래브 두께를 약 30% 이상 줄이면서 중량바닥충격음(아이들이 뛰노는 정도의 소리)을 6dB 이상 저감 (KS 및 건설교통부 규격에 의거 및 적용)</td></tr>
<tr><td>아이디어 도출 및 대안선정</td><td>• 이중바닥 온돌시스템(EO2 System)을 구성하고 있는 각 구성품에 대한 물성 분석 및 디테일구조 개발
• 시스템화될 수 있는 공법개발을 통해 시작품제작 및 현장시공을 통한 종합적인 성능확인</td></tr>
<tr><td>유사환경 시험 (충격음)</td><td>• 충격음 차단성능 측정 및 평가방법으로 다양한 형태의 단위패널을 제작하고 이에 대한 바닥충격음 성능의 저감량을 비교
<table>
<tr><th>구분</th><th>경량충격음</th><th>중량충격음</th></tr>
<tr><td>측정방법</td><td>KS F 2810-1, "바닥충격음 현장측정방법, 제 1부 : 표준 경량 충격원에 의한 방법</td><td>KS F 2810-2, "바닥충격음 현장측정방법, 제 1부 : 표준 중량 충격원에 의한 방법</td></tr>
<tr><td>평가방법</td><td colspan="2">충격음 차단성능 기준곡선(역 A특성 곡선)</td></tr>
</table>


<바닥충격음 측정장면, EO2-150 System에 대한 바닥충격음 측정결과(슬래브)></td></tr>
<tr><td>유사환경 시험 (단열성능)</td><td>• 열전도율시험기(Model RAPID-k, Holometrix Co.)를 이용하여 단열성능 시험을 실시
<table>
<tr><th>구분</th><th>열관류율 시험</th></tr>
<tr><td>측정방법</td><td>-KS F 2299 건축물 부재의 정상상태에서의 단열성능 시험방법
-KS F 2297 창호의 단열성 시험방법</td></tr>
</table>
• 열관류율 시험 결과, 0.74 W/㎡・K로 기준치인 0.81 W/㎡・K를 충분히 만족

<열관류율 시험장치></td></tr>
<tr><td>실내 시험 (전열성능)</td><td>• 전열성능 시험을 위해 Fluent 기류해석프로그램을 이용하여 온돌 단면구조의 전열 특성을 분석
• 연구에서 개발한 이중바닥온돌시스템인 CASE5는 6개의 분석모델중에 가장 열적 효율이 높음

<바닥단면구조별 온도분포></td></tr>
<tr><td>유사환경 시험 (열성능비교)</td><td>• 이중바닥 온돌시스템에 대하여 일반 습식온돌과의 난방 성능을 비교 분석하기 위해 실물실험실을 구축하여 비교실험을 실시
• 이중바닥시스템이 설치된 바닥표면온도가 습식온돌시스템보다 균일한 온도분포로 온열환경 상대적으로 우수

<일반습식온돌과 최종개발모델 비교></td></tr>
</table>

현장적용 시험	1차	• 건설기술연구원에 있는 표준온돌실험동에서의 실험시공으로 이중바닥온돌스템은 고유동의 자기수평모르터의 시공이 충분히 가능하다는 것이 확인 **(시험인증서 하단 참조)** • **패널과 벽체마무리를 위해 고안된 둘레패널에 대한 수정보완이 이루어지면** 전체적으로 안정된 시스템으로써 적용가능	 <온돌마루 시공단계>
	2차	• 아파트현장에서의 샘플시공 및 4개월 이상 관찰 결과, 변위, 변형 및 균열발생 없음 • **수평조절기능 능력 범위를 초과하는 경우도 발생하여** 돌출된 오차만큼 공간 높이 추가 조정 과정이 필요	 <이중패널의 상단에 난방 설치단계>

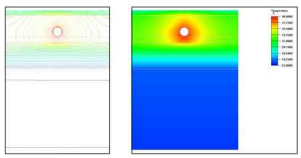
※ 출처 : 한국건설기술연구원, 환경친화형 이중바닥 온돌시스템 개발 (2004, 12)

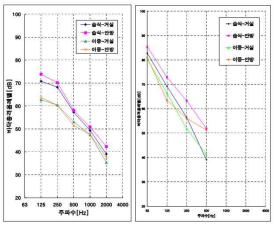
KICT

바닥(경량)충격음 차단구조 성능인정서

한국건설기술연구원장

<표 1.1.9> 주거성능등급향상을 위한 다기능통합온돌시스템 개발 및 실용화 연구

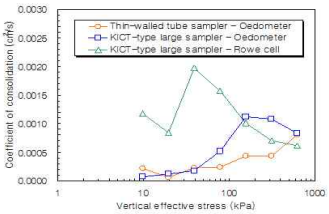
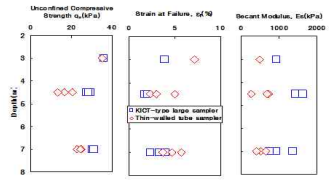
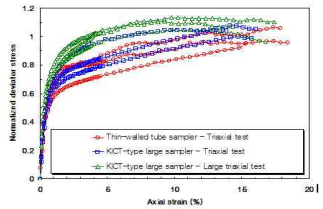
분야	건축환경		
기술명	주거성능등급향상을 위한 다기능통합온돌시스템 개발 및 실용화 연구		
특징	• 주거성능등급 표시제 시행에 따른 주거성능 향상을 위한 다기능 통합 온돌시스템 • EO2 System, XO2 System 및 보급형 다기능온돌시스템의 주요부품 및 개발성능기준에 따른 프로토타입 도출		
아이디어 도출 및 대안선정	• 거주자의 생활환경(열환경, 음환경, 공기환경) 측면에서 에너지 효율적이고, 층간소음을 저감시킬 수 있으며, 쾌적한 공기환경을 제공 • 수평배관 및 네트워크 통신배선이 자유로운 바닥구조 개발		
실내 시험 (열환경)	• 시뮬레이션에 대한 조건은 표준바닥구조와 동일하게 설정하여 상부 방열량 및 하부 열손실량을 산출함 • 다기능 온돌시스템의 경우 6~6.4 W/㎡로 나타나 표준바닥구조보다 하부 열손실량이 40% 정도 감소함		 <XO2 System의 온도분포>
유사환경 시험	1차 (열환경 실물실험)	• 공동주택 형태의 시험동 2층에 거실을 구현한 실물실험실에서 2차년도에 개발된 XO2시스템을 실험시공하고 동계 난방조건에서 실험을 수행함 • 실험실의 바닥표면온도 분포를 상세하게 분석하기 위하여 적외선 카메라를 이용하여 바닥온도분포를 촬영함 • 거실의 발코니측 및 주방측 모두 바닥표면온도 편차가 1.5K 내외로 균일한 바닥온도 분포를 보임	 <실물실험실의 다기능 온돌시스템 (XO2) 시공장면>
	2차 (공기환경 실물실험)	• 환기 성능 평가를 위하여 추적가스농도 실험 및 주요지점에서의 기류속도 및 온도가 측정하여 위치별 공기령(Ai)과 환기효율(Ei)을 산출함 • 실내로 유입되는 공기의 온도가 실내온도 이상으로 유지됨으로써 cold draft현상도 차단할 수 있는 것으로 판단 • 자연환기의 경우 실내외 온도차 뿐만 아니라 외풍의 변화에 큰 영향을 받는 것으로 분석함	 <실험주택 전경 및 단위세대내 측정 장면>
현장실험 (소음환경)	1차	• 태핑머신을 이용한 경량충격음 실험과 뱅머신을 이용한 중량충격음에 대한 실험을 실시함 • 실험은 150mm 구조체가 설치된 아파트 조건에서 단위세대에 대한 마감공사가 이루어지기 이전의 상태(온돌마루 및 내장마감 설치 안 됨)에서 실시함 • 150mm 바닥구조체의 조건에서도 기준치 50dB를 충분히 만족함	 <충격음 시험장면>

<table>
<tr><td></td><td></td><td>
<table>
<tr><th></th><th>경량충격음</th><th>중량충격음</th></tr>
<tr><td>기준</td><td>KS F 2810-1, 바닥충격음 현장측정방법</td><td>KS F 2810-2, 바닥충격음 현장측정방법</td></tr>
<tr><td>방법</td><td colspan="2">충격음 차단성능 기준곡선(역 A특성 곡선)</td></tr>
</table>
</td></tr>
<tr><td></td><td>2차</td><td>
• 마감공사가 이루어진 이후에 상태에서의 격음 차단성능 측정결과, 경량충격음 차단 성능 평가함
• 주파수 대역별로도 전체적으로 일정한 차이를 나타내고 있어 성능 만족함


<바닥충격음 차단성능 비교(2차 실험)>
</td></tr>
</table>

※ 출처 : 한국건설기술연구원, 주거성능등급향상을 위한 다기능통합온돌시스템 개발 및 실용화 연구 (2008, 8)

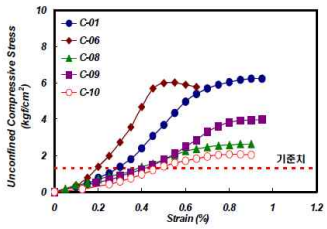
<표 1.1.11> 건설공사의 경제성과 안전성 향상을 위한 첨단지반조사 장비개발 및 실용화

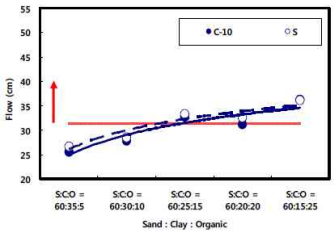
분야	지반
기술명	건설공사의 경제성과 안전성 향상을 위한 첨단지반조사 장비개발 및 실용화 연구
특징	• 기존 KICT형 대구경 샘플러의 일부를 MC Nylon으로 재구성하고 강재로 구성된 샘플러 내부 부품을 합금으로 교체함 • KICT형 대구경 샘플러와 기존의 수압실 피스톤 샘플러로 동시에 같은 시료를 채취하여 시험시의 교란율을 점검함(자체 시험 기준 사용)
아이디어 도출 및 대안선정	• 한국 지형에 맞는 첨단지반 조사장비(대구경 샘플러) 개발 • 채취한 시료를 합리적으로 시험·평가할 수 있는 기법 연구
실내실험	• 강도 평가 방법은 일축압축시험과 삼축압축시험으로, 압밀시험의 경우 표준압밀시험과 자체실험(Rowe cell 압밀시험)을 실시하였으며, 시험을 추가적으로 실시함 • 교란율의 경우 논문을 참조해 자체적으로 계산법을 도출함 • 압밀시험의 경우 논문(Tsuchida and Koboyashi, 1989)에서 제시한 압밀응력과 압축지수의 관계를 이용해 교란도를 평가함 • 일축압축시험의 경우 일반적으로 판단되는 기준인 일축압축강도와 50%변형시의 탄성계수, 극한강도 시의 변형률을 사용함 • 삼축압축시험의 경우 측차응력-변형률 관계를 이용하였으나 **매우 제한된 수의 특정 흙에 대한 시험만을 실시해 일반화하기 어렵다고 언급함** • 모든 시험결과 대구경 샘플러 시료가 교란이 더 작은 것으로 나타남   <압밀계수 측정 결과>  <일축압축시험 결과> <삼축압축시험에서 측차응력-변형률 관계>
현장실험	• **시제품 성능평가는 실시하였으나, 기계 자체의 구조적 결함과 주요 기능의 작동여부만 평가하여 보고서에서는 생략함** • 현장실험에서는 총 7차에 걸쳐 다양한 현장 및 지반조건에서 개발 장비의 적용성을 평가함 • **적용성 평가 방법은 동일한 깊이의 시료를 채취하는데 필요한 타격횟수가 적을수록 성능이 우수한 것으로 자체 설정함** • 평가결과 모든 지반에서 개발 장비의 성능이 우수했으며, 특히 모래층에서는 약 3배, 자갈층에서는 1.5 ~ 2배의 효과를 보임 <1차 적용성 평가 현장> <7차 적용성 평가 현장>

※ 출처 : 한국건설기술연구원, 건설공사의 경제성과 안전성 향상을 위한 첨단지반조사 장비개발 및 실용화 연구

<표 1.1.12> 건설현장발생토를 이용한 무다짐 유동화 처리공법의 실용화 연구

<table>
<tr><th>분야</th><th>재료, 지반</th></tr>
<tr><td>기술명</td><td>건설현장발생토를 이용한 무다짐 유동화 처리공법의 실용화 연구</td></tr>
<tr><td>특징</td><td>• 친환경 고화재를 이용한 무다짐 공법의 개발 및 시공기준 정립을 통한 품질 및 안정성 향상, 설계 및 시공 제반 기준 확립
• 현장 시험시공을 통한 적용성 평가 실시
(KS 및 해외 표준 시험 방법을 활용하여 자체적으로 실험 절차 구성)</td></tr>
<tr><td>아이디어 도출 및 대안선정</td><td>• 기존의 다짐공법과 유동성 채움재가 가지고 있는 경제성, 안정성, 환경오염 등의 문제를 해결한 친환경 고화재 발굴</td></tr>
<tr><td>실내실험</td><td>• 고성능 채움재를 제조하기 위해 실제 현장 지반에서 채취된 시료를 고화재와 혼합하여 강도, 투수성, 유동성 등의 실험을 통해 최적 고화재 및 배합비 도출
• 채움재의 <u>성능평가를 위한 실험 절차는 국외사례를 바탕으로 자체적으로 시험을 추가하여 보완</u>
• <u>각 실험 방법의 경우 KS나 국외 표준 규격을 준용</u>
<table>
<tr><th>분류</th><th colspan="2">시험방법</th><th>KS 규격</th></tr>
<tr><td rowspan="4">흙의 물리적 특성</td><td colspan="2">흙의 입도시험</td><td>KS F 2309
KS F 2302</td></tr>
<tr><td colspan="2">흙의 액·소성한계 시험</td><td>KS F 2303
KS F 2304</td></tr>
<tr><td colspan="2">흙의 비중시험</td><td>KS F 2308</td></tr>
<tr><td colspan="2">흙의 함수비시험</td><td>KS F 2306</td></tr>
<tr><td rowspan="6">경화 전 특성</td><td rowspan="2">응결</td><td>관입저항침에 의한 응결시간 측정시험</td><td>KS F 2436</td></tr>
<tr><td rowspan="2">유동성</td><td>슬럼프 콘을 이용한 유동성 시험</td><td>KS F 2402</td></tr>
<tr><td>실린더를 이용한 유동성 시험</td><td>ASTM D 6103
JHS A 313</td></tr>
<tr><td>재료분리 저항</td><td>블리딩 시험</td><td>KS F 2433</td></tr>
<tr><td>공기량</td><td>공기 함유량 측정시험</td><td>KS F 2421</td></tr>
<tr><td>단위용적 중량</td><td>단위용적중량시험</td><td>KS F 2409</td></tr>
<tr><td rowspan="5">경화 후 특성</td><td colspan="2">일축압축시험</td><td>KS F 2314</td></tr>
<tr><td colspan="2">삼축압축시험</td><td>UU Test
KS F2346</td></tr>
<tr><td colspan="2">CBR 시험</td><td>KS F 2320</td></tr>
<tr><td colspan="2">pH 시험</td><td>KS F 2103</td></tr>
<tr><td colspan="2">어독성 시험</td><td>KS M 0111</td></tr>
</table>

<일축압축시험 시험 전경>


<고화재에 따른 재령 4시간 일축압축강도>


<Soil=60%, W/C-233.33% 조건의 ASTM에 의한 유동성>
• <u>실험기준의 경우</u> 유동성은 <u>다른 재료(콘크리트)의 KS 기준을 준용</u>하고, 일축압축강도의 경우 <u>일본 유동화 기술</u></td></tr>
</table>

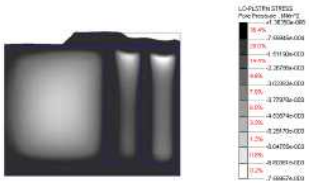
	위원회의 기준을 준용했으며, 나머지 시험의 경우는 자체적으로 기준을 설정함 • 고화재 유동성을 자체적으로 시험한 결과, 11개의 실험조건 중 6개의 고화재가 기준 유동성을 만족함 • 고화재 강도특성을 자체적으로 실험한 결과, 11개의 실험조건 중 5종류의 고화재만이 재령 4시간 압축강도 조건을 만족(1.3kg/㎠ 이상)하였으며, 재령 28일 압축강도 조건((5.6kg/㎠ 이하)은 모두 만족시키지 못하였으나 이는 실험조건에서 고화재와 시료, W/C의 비율을 임의값으로 고정시켰기 때문에 유발되는 결과로 판단함

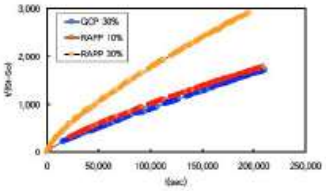
※ 출처 : ㈜삼안, 건설현장발생토를 이용한 무다짐 유동화 처리공법의 실용화 연구 (2008, 12)

<표 1.1.13> 순환골재를 재활용한 친환경 지반개량공법 개발 연구보고서

<table>
<tr><td>분야</td><td>지반, 재료</td></tr>
<tr><td>기술명</td><td>순환골재를 재활용한 친환경 지반개량공법 개발 연구</td></tr>
<tr><td>특징</td><td>• 폐콘크리트로 대표되는 건설폐기물이 늘어남에 따라 자원재활용의 필요성이 늘어남
• 폐콘크리트를 가공해 얻을 수 있는 순환골재를 통해 연약지반개량의 재료로 적용하는 기술을 개발하고 실현함
(재료의 물성평가 및 성능평가에 사용되는 실험은 KS 기준을 준용함)
• 개발 재료 및 공법의 성능검증에 더해 향후 품질관리 기준을 확립함
(KS의 재료 기준 및 시험항목, 시험방법을 준용함)</td></tr>
<tr><td>아이디어 도출 및 대안선정</td><td>• 순환골재를 활용한 다짐말뚝 건설재료 개발 및 실용화
• 순환골재를 활용한 다공질 콘크리트말뚝공법 개발</td></tr>
<tr><td>1차 실내실험</td><td>• 순환골재를 사용하여 배합설계에 따른 다공질 콘크리트의 강도특성 및 투수특성을 분석하였으며, 강도의 경우 KS의 시험방법을 준용하였으며 투수성은 자체적인 시험방법을 고안함
• 최적배합비를 도출하기 위해 여러 공시체를 제작하여 비교하였으며, 사전실험, 예비실험, 본실험에 걸친 실험절차의 도입으로 오차를 최대한 줄임
<table><tr><th>시험 내용</th><th>KS 규격</th></tr><tr><td>시험체의 압축강도</td><td>KS F 2405
(콘크리트의 압축강도시험)</td></tr><tr><td>주도시험</td><td>KS L 5108
(시멘트의 응결시험)</td></tr><tr><td>플로우 시험</td><td>KS L 5111</td></tr><tr><td>슬럼프 시험</td><td>KS F 2402</td></tr><tr><td>정탄성계수</td><td>KS F 2438</td></tr></table>
<일축압축시험 전경>
• 순활골재의 품질기준 및 시험방법을 KS기준을 준용하여 규정함
<table><tr><th>구분</th><th>규격 및 시험 방법</th><th>KS 규격</th></tr><tr><td rowspan="2">기준</td><td>투입 콘크리트의 입도</td><td>KS F 2526</td></tr><tr><td>유기이물질 함유량</td><td>KS F 2576</td></tr><tr><td rowspan="9">시험 및 검사 방법</td><td>입도</td><td>KS F 2502</td></tr><tr><td>절대건조밀도</td><td rowspan="2">KS F 2503</td></tr><tr><td>흡수율</td></tr><tr><td>마모감량</td><td>KS F 2508</td></tr><tr><td>입자모양 판정실적율</td><td>KS F 2527</td></tr><tr><td>0.08mm체 통과 시험 손실량</td><td>KS F 2511</td></tr><tr><td>점토 덩어리양</td><td>KS F 2512</td></tr><tr><td>알카리 골재반응</td><td>KS F 2545</td></tr><tr><td>안정성</td><td>KS F 2507</td></tr></table>
<투수성시험 전경>
• 개발재료의 안정성을 평가하기 위해 일반적으로 쓰이는 모래말뚝과 다공질 콘크리트말뚝의</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td></td><td>지지력을 삼축압축시험을 시행함
• 실험결과 순환골재-점토 복합토의 전단강도에서 치환율이 증가함에 따라 강도정수값도 증가하였으며, 기존말뚝보다 지반강도 증가효과가 뛰어난 것으로 도출됨</td></tr>
<tr><td>2차
실내실험</td><td>• 장기간에 걸쳐 개량지반의 압밀거동과 변현거동을 계측하고 순활골재를 활용한 다공질 콘크리트말뚝 공법의 안정성을 평가함
• 실내모형토조를 제작해 재하시험을 시행하였으며, 자체적으로 실험절차를 도입함
• 치환율에 따라 차이는 있지만 수평변위에 대한 저감효과가 뚜렷하게 드러나 공법으로 인한 측방유동 저항 효과가 확실한 것으로 나타남

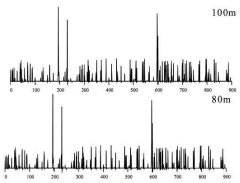
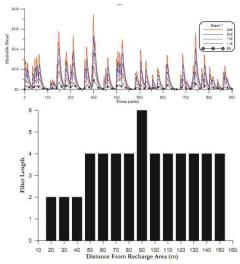
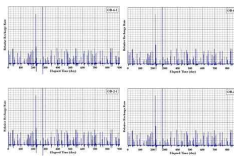
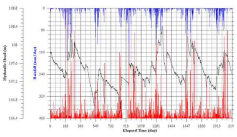
<모형 토조 부설 전경>
 
<시간경과에 따른 모형토조의 간극수압 분포></td></tr>
<tr><td>현장실험</td><td>• 시험시공을 통해 장비적용성 및 타설 용이성을 검토하고, 타설 안정성을 확보하기 위한 현장실험을 시행함
• 현장실험 역시 마찬가지로 KS의 규정을 준용하였으며, 없는 경우 해외의 규격을 따름
<table><tr><th>시험 내용</th><th>규격</th></tr><tr><td>표준관입시험</td><td>KS F 2307</td></tr><tr><td>현장베인시험</td><td>KS F 2342</td></tr><tr><td>콘관입시험</td><td>ASTM 344</td></tr><tr><td>자연시료 채취</td><td>KS F 2317</td></tr><tr><td>지층의 실내물성시험</td><td>KS F 2306
KS F 2308
KS F 2302</td></tr><tr><td>지층의 실내역학시험</td><td>KS F 2314
KS F 2346</td></tr></table>

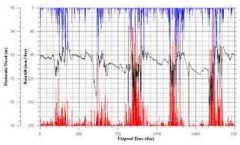
<다공질 콘크리트말뚝 타설 전경>
 

<쌍곡선법을 활용한 공법간 침하량 예측>
• 타설 후 계측기를 통해 결과를 분석한 결과, 기존공법에 비해 응력분담비 및 안정성, 침하 저항이 모두 우월한 것으로 드러남</td></tr>
</table>

※ 출처 : ㈜평원엔지니어링, 순환골재를 재활용한 친환경 지반개량공법 개발 연구

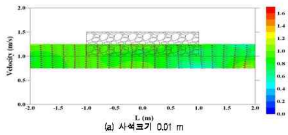
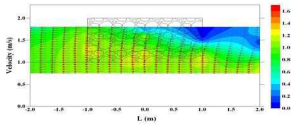
<표 1.1.14> 우리나라 지역특성에 맞는 최적 지하수 함양량 산정기법 개발

분야	수자원		
기술명	우리나라 지역특성에 맞는 최적 지하수 함양량 산정기법 개발		
특징	• 지하수 관리를 위해서는 지하수가 부존하는 대수층으로 배출되는 양을 정량적으로 추정할 수 있는 기술이 필요함 • 대부분 방식들은 지하수 함양량의 시·공간적인 변동성을 파악하기 어려움 • 토지이용 및 토양조건, 기후조건 등 유역의 비균질성을 고려한 자연 지하수 함양량을 월, 계절별로 산정하는 기법을 확립 (자체 성능시험기준 적용)		
아이디어 도출 및 대안선정	• 유역단위 분포형 지표수-지하수 결합모형을 이용하여 시공간적으로 분포된 지하수 함양량을 산정하는 기법을 개발 • 지표수-지하수 연계해석 모형 (SWAT-MODFLOW 모형) (공간적 특성) • 지하수 함양량 시계열법 추정법 (MED 모형: 상대 함양량의 시계열을 추정하는 방법) (시간적 특성) • 함양량 산정을 위해 물 순환모형 적용 (SWAT 모형, HELP 모형)		
실내시험	1단계	• 모델의 성능 검증 및 최적화(수치 모의시험): 수치 모의 결과로 도출된 지하수위의 변동의 시계열 자료를 이용하여 MED를 적용 - 입력자료: 기상, 지형, 토양, 토지이용과 관리, 대수층 구조, 하도정보 등 - 실제 지하수위 시계열에 맞게 함양의 최적 시계열 도출 • 1단계에서, **<u>균질한 경우와 불균질한 경우의 적용성 차이가 가시적으로 나타나지 않아 세부적 검토 단계 필요</u>**	 <MED추정값에 따른 대수층 구조>
	2단계	• 실제 현장에서 발생 가능한 다양한 영향요인 3가지에 대해 실용적 검토 ① 관측 센서가 지하수위를 기록하는 시간간격과 방법: 기록방법에 따라 그 특성이 조금씩 달라짐 ② 지하수위 관측지점과 함양량의 거리에 따른 적용성: 함양지와 관측지 간의 **<u>공간적 분포 관계가 MED의 적용에 어떤 영향을 미치는 지 검토 필요</u>** ③ 발생가능한 관측상의 오차에 따른 적용성: 관측상의 오차는 MED의 적용에 큰 문제점이 되지 않음	 <지하수위의 변동, 추정필터길이>
	3단계	• 다양한 수치모의를 통한 적용성 검토 후 현장 적용성 검토를 통한 절대값 도출 • 수치모델링을 통해 얻어진 지하수위에 MED 기법을 적용하여 얻어진 상대지하수 함양량의 적합성을 검토하기 • MED 기법을 이용하여 3차원적 자료를 이용하여 지하수 함양량을 추정하고자 할 때, 그 **<u>적용성의 확장 가능성과 한계성을 동시에 가짐</u>**	 <지하수 함양량 변수의 최적값 결과>
현장적용 시험	1차	• 개발 기법 대상 적용 지역 선정 (안성천 유역) • 입력 데이터 수집, 현장조사 (대상 유역 하천정보의 적정성 검토) • 관측지하수위와 실험지하수위 비교 (모델의	 <신모산 관측소의

		신뢰성 확보) • 주단위, 월단위의 장기적인 지하수 함양량의 시간적 변화를 추정하는 것이 더욱 바람직할 것으로 판단	추정자료>
	2차	• 개발 기법 대상 적용 지역 선정 (미호천 유역) -case 1 : 대소 충적/암반, 강내 충적/암반 -case 2 : 증평 충적/암반, 미원 -case 3 : 진천, 수신 충적/암반, 연기 충적/암반 • 지하수위 관측 지점 인근의 강수량 관측소의 일강수량 관측 결과와 상호 비교하여, 추정 결과의 적절성을 검토 • 케이스에 따른 MED의 추정 결과는 현저히 다른 양상이므로, 현장 적용을 위해서는 충적/암반 등 관측정의 지하 심도 보다는 개별적인 강우사상에 대한 지하수위 변동의 즉각성이 보다 중요	 <케이스별 MED의 추정값>

※ 출처 : 한국건설기술연구원, 우리나라 지역특성에 맞는 최적 지하수 함양량 산정기법 개발 (2007, 06)

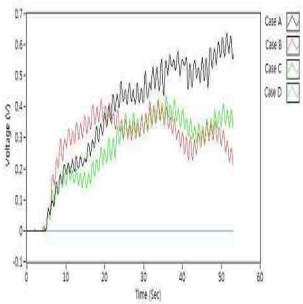
<표 1.1.15> 하천·항만시설 홍수 재난피해 저감기술 개발

분야	수자원		
기술명	하천·항만시설 홍수 재난피해 저감기술 개발		
특징	• 하천시설물 조성에 따라 흐름 및 하상병동을 예측할 수 있는 통합설계 프로그램과 실험연구 결과를 바탕으로 제방 침식 방지를 위한 호안의 정량적 설계기법		
아이디어 도출 및 대안선정	• 하천 흐름특성 및 하상변동 현상을 파악하기 위하여 하천시설물 설계 프로그램 개발과 실험실증 연구를 통한 호안의 정량적 설계기법 개발 • 국내의 매년 홍수시 반복되는 제방 및 호안붕괴를 저감시키고 안전성 평가를 통해 보다 구조적으로 적합한 호안의 정량적 설계기법을 개발		
유사환경 실험	1차 (직선수로)	• 직선수로에서 공급유량 0.3, 0.4, 0.5, 0.6 m^2/s일 때 비탈면에 설치되어 이탈 여부 관측함 • 하도내 유량 공급시 하류수위조절수문의 조절을 통해 발생되는 흐름현상과 유속증가에 따라 제방 비탈면에 설치된 호안재료 붕괴를 재현함으로써 이탈현상을 관측 • 재료간의 특성차이로 인해, 사석호안의 경우 안전성이 오래 지속된 반면, **블록호안의 경우 상대적으로 맞물림 효과가 작아 붕괴도달 시간이 짧음**	 <직선수로 사석호안 붕괴, 블록호안 붕괴>
	2차 (만곡수로)	• 만곡수로에서 공급유량 0.3, 0.4, 0.5, 0.6 m^2/s일 때 비탈면에 설치되어 이탈 여부 관측함 • 직선 호안 수리실험과의 비교분석을 통해 만곡에 의한 흐름현상 및 세굴영향을 파악함 • 붕괴현상은 직선수로결과와 유사하나, **모난 사석호안의 특유 맞물림 효과로 구조물 안전성이 보다 지속됨**	 <수리실험시 만곡수로내 사석호안 붕괴 현황>
실내실험	1차 (직선수로)	• 유속과 수심을 측정하여 흐름현상과 유속분포를 파악하고, 호안재료 이탈에 주된 영향을 미치는 인자를 분석함 • 사석크기가 증가할수록 유속분포도 증가하여, **사석호안 이탈을 위해 크기별 무게에 해당하는 의력이 필요함**	 <직선수로 사석크기별 2차원 유속분포>
	2차 (만곡수로)	• 유속과 수심을 측정하여 흐름현상과 유속분포를 파악하고, 호안재료 이탈에 주된 영향을 미치는 인자를 분석함	

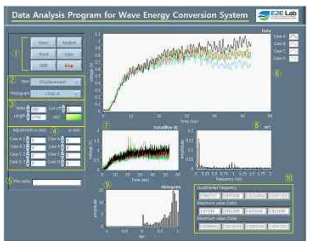
		• 사석크기가 증가할수록 유속분포도 증가하여, **사석호안 이탈을 위해 크기별 무게에 해당하는 최소유속 확보가 필요함**	<만곡수로 사석크기별 2차원 유속분포>
현장시험	• 실무에서 적용하고 있는 타원형 돌망태 규격과 망태내 충전되는 사석크기를 고려하여 1:10 축척으로 제작 및 실험 수행 • 돌망태공을 이탈시키기 위한 의력으로 필요한 필요유속이 상대적으로 작은 공급유량에서는 확보하기 어려움 • 따라서, 실질적으로 돌망태공을 이탈시키는데 주된 영향을 미치는 국부유속을 고려함으로써 보다 적합한 돌망태공 설계를 할 필요가 있음		 <실험수로 전경>

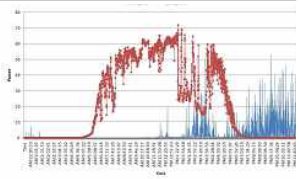
※ 출처 : 한국건설기술연구원, 하천·항만시설 홍수 재난피해 저감기술 개발, (2012, 12)

<표 1.1.16> 방파제 겸용 파력발전 시스템의 성능향상을 위한 연구

<table>
<tr><th>분야</th><th colspan="2">해양 항만</th></tr>
<tr><td>기술명</td><td colspan="2">방파제 겸용 파력발전 시스템의 성능향상을 위한 연구</td></tr>
<tr><td>특징</td><td colspan="2">• 방파제 겸용 파력발전 시스템의 유입구 형상을 변경하고, 2가지 이상의 발전 시스템과 파력발전 시스템을 연계한 하이브리드 발전 시스템</td></tr>
<tr><td>아이디어 도출 및 대안선정</td><td colspan="2">• 방파제 겸용 파력발전 시스템 유입구 및 수평판 형상 설계 및 방파제 겸용 하이브리드 발전 시스템 개발
• 조파수조 실험을 통한 유입구 형상별 에너지 효율 변화 분석 및 최적 설계안 제시</td></tr>
<tr><td rowspan="3">실내 시험</td><td>1차
(유입구 형상)</td><td>• 유입구 형상에 따른 파력발전 시스템의 전력특성 분석을 위해 모형실험은 파고 0.13m, 파주기 2sec, 수심 0.7m의 조건으로 2차원 조파수조에서 수행함
<table><tr><th>모형실형 특성</th></tr><tr><td>웰스터빈의 회전 속도</td></tr><tr><td>횡류터빈의 회전 속도</td></tr><tr><td>발전기 출력 전압</td></tr><tr><td>진동수주 내부 수위변화</td></tr></table>• 진동수주 내부 수위변화 결과, 모든 케이스에서 진동수주 내부의 파고가 입사파의 파고보다 높게 나타나는데 이는 공진현상에 의한 것임
 

<Case별 웰스터빈의 전압파형></td></tr>
<tr><td>2차
(수평판 형상)</td><td>• 수평판 위치에 따른 파력발전 시스템의 전력특성 분석을 위해 모형실험은 파고 0.13m 파주기 2sec, 수심 0.7m의 조건으로 2차원 조파수조에서 수행함
<table><tr><th>모형실형 특성</th></tr><tr><td>웰스터빈의 회전 속도</td></tr><tr><td>횡류터빈의 회전 속도</td></tr><tr><td>발전기 출력 전압</td></tr><tr><td>진동수주 내부 수위변화</td></tr></table>• 웰스터빈의 회전 속도 결과, 모든 케이스에서 진동수주 내부의 파고가 입사파의 파고보다 높게 나타나는데 이는 공진현상에 의한 것임

<모형에 설치된 수평판, 데이터 분석 프로그램></td></tr>
<tr><td>3차
(하이브리드 발전시스템)</td><td>• 방파제 파력발전 시스템 모형에서의 생산 전력량은 매우 적기 때문에 다중레벨 하이브리드 전력 시스템 실험을 위하여 태양광 및 파력 발전 장치가 설치된 부이에서의 실제 측정데이터 기반 실험을 수행함
• 전기적 특성을 파악하기 위하여 프로그래머블 직류전원 장치를 이용, 다중 레벨 실험 장치를 구성하고 출력
 
 </td></tr>
</table>

		특성을 파악함 • 맑은 날씨의 경우 태양광과 파력 발전 시스템이 모두 적정 수준으로 기동하고 있을 때, 기존의 방식을 사용하는 경우보다 약 5% 많은 전력이 출력되고 있으며, 충전 가능한 시간은 약 58% 정도 늘어난 것을 확인함	<등부표에서의 발전 시스템, 다중 레벨 실험을 위한 하드웨어>

※ 출처 : 한국해양대학교, 방파제 겸용 파력발전 시스템의 성능향상을 위한 연구, (2013, 11)

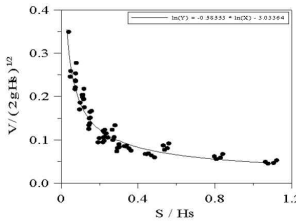
<표 1.1.17> 주문진항 해수교환시설 실시설계용역 관련 수치모형실험, 단면수리모형 실험

분야	해양 항만
기술명	주문진항 해수교환시설 실시설계용역 관련 수치모형실험, 단면수리모형 실험외 기타 관련조사
특징	• 주문진항의 수질을 개선하기 위하여 신형 해수교환방파제를 실시설계함에 있어 단면의 적정규모 결정을 통한 해수유입 성능을 파악 • 설치에 따른 수질 개선 효과를 예측하며 향후 설치효과의 평가를 위해 생물자료의 확보
아이디어 도출 및 대안선정	• 수리모형실험으로 주문진항 방파제의 기부측에 유수실 내장 경사식 해수교환방파제를 설치하고 이의 전면 해역에 월류제를 설치함 • 월류제와 해수교환 방파제 사이에 형성되는 유수지 내의 수위 상승을 이용하여 외해수를 유입하는 신형 해수유입구조물의 실시 설계
실내 시험	• 단면 수리모형을 실시하여 월류제의 안정성을 검토하여 적정 단면을 작성하며, 해수교환방파제 단면 제원의 변화에 따른 유입유량을 측정함 • 월류제의 안전성 결과, 해수교환방파제의 사면은 설계파에 안정하며, 최초안에서 전면 T.T.P.의 안정성이 결여되어 부분의 표고를 변화시킴 • 유입유량을 추정하는 경험식 결과, 유입구의 개구율은 유입량에 큰 영향을 미침

요인별 측정 및 해석
1. 월류제의 안정성
-월류제의 안정성 검토는 수심 5.0m와 7.0m로 구분하여 수행하였으며 해수교환방파제전사면의 안정성을 검토함
2. 유압유속 측정
-유압유속은 수심5m인 조건에서 파를 6분간 작용하며 이 중 5분(현장 25분) 동아나 관측함 -실험은 해수교환방파제의 전면벽 유입구의 개구율과 도수파이프의 개구율을 변화시키며 수행함
3. 유입유량 추정할 경험식
-무차원 평균유속은 파의 주기에 따라 주목할 만큼 변하지 않음을 확인함

<월류제의 안정성 평가 실험장>

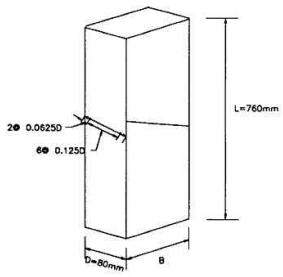
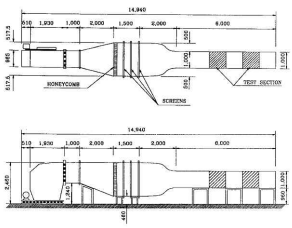
<해수교환방파제로의 해수 유입 장면>



<유입유량을 추정할 경험식>

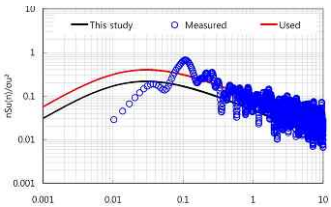
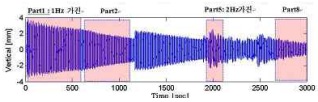
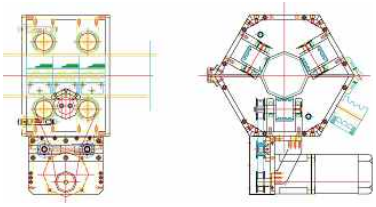
※ 출처 : 한국해양대학교, 주문진항 해수교환시설 실시설계용역 관련 수치모형실험, 단면수리모형 실험외 기타 관련조사, (2013, 11)

<표 1.1.18> 우리나라에서의 강풍에 대한 대형구조물의 내풍특성규명을 위한 풍동실험

분야	내풍
기술명	우리나라에서의 강풍에 대한 대형구조물의 내풍특성규명을 위한 풍동실험 연구
특징	• 현수교, 사장교와 같은 장대교량의 내풍특성을 파악하기 위하여 대표적인 단면형상을 모형화하여 내풍특성을 파악함 • 국내 장대교량의 대표적인 주형형상을 대상으로 풍하중에 의해 발생할 수 있는 동적거동을 풍동실험을 통하여 검토하고 공기 역학적 진동현상이 발생할 경우, 이를 제어할 수 있는 방법 도출함
아이디어 도출 및 대안선정	• 보다 장대화, 다양화, 고급화 되는 국내 구조물의 내품설계과정에서 풍동실험과 데이터해석을 통한 한국적 요소를 감안해 내풍설계기법 개발
실내 시험	• 한국과학기술원 토목공학과의 Eiffel형 흡출식 풍동으로 0.5-17.4m/s의 범위내에서 사각형 모형을 대상으로 실험을 수행 **요인별 측정 및 해석** 1. Velocity-Amplitude (V-A) 측정 -사각형 구조물의 heaving mode와 torsinal mode의 진동현상을 측정함 -풍속은 piot tube를 통하여 digital manometer로 전달된 수치를 읽어 온도 등 실험시 조건을 고려하여 보정함 2.정적압력측정 -사각형 구조물의 B/D변화에 따른 공기력계수를 측정하기 위하여 각각의 모형을 기류에 대하여 평행하게 설치하여 정상압을 측정함 -정사각형 단면의 영각에 따른 공기력계수의 변화를 측정함 3. 비정상압력 측정 -진동발생시 구조물 주위의 비정상압을 파악하기 위하여 torsional mode가 발생하기 시작하는 B/D=2.5의 사각형 단면에 대하여 진동중의 압력치인 비정산압력을 측정함 • heaving mode의 V-A평가 결과, galloping 발생원인인 모서리에서의 기류박리를 최대한 억제하는 것이 필요함 • 정적압력 측정 결과, 정사각형 단면은 -(12°-15°)<α<+(12°-15°)의 범위에서 galloping 현상에 대하여 불안정함 • 비정상압력 측정 결과, 0.5-2.0의 사각형 구조물에서는 torsional flutter가 발생하지 않았으며, B/D가 3.0이 이상의 단면에서 불안정함  <사각형 모형의 제원>  <풍동실험기 설계 도면>

※ 출처 : 한국과학기술원, 우리나라에서의 강풍에 대한 대형구조물의 내풍특성규명을 위한 풍동실험 연구, (1992, 7)

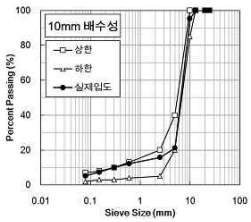
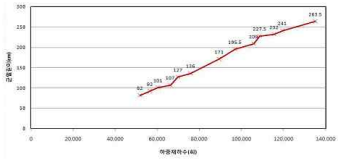
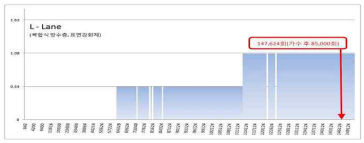
<표 1.1.19> 풍환경모델 및 내풍기술 개발

분야	내풍
기술명	풍환경모델 및 내풍기술 개발
특징	• 장기 풍관측자료 및 현장풍관측자료를 이용한 교량현장의 풍환경평가와 설계기준풍속산정으로 장대교량 내풍설계 및 시공 시 활용 • 서남해안 풍환경 정립 및 내풍 설계기준에 적용 (자체 성능시험기준 정립 후 적용)
아이디어 도출 및 대안선정	• 서남권 풍환경모델을 정립하고 장대 해상교량 및 유연구조물의 내풍해석 및 케이블교량 설계기법을 개발 • 태풍의 피해를 최소화하고 시설물 풍재해와 서남해역 침수에 대한 방재대책을 제시
실내 1차 시험	• 내풍안정화 케이블 설치 안에 대하여 3차원 풍동실험을 수행 • 버페팅 해석과 모형실험 결과를 비교・분석함으로써 공탄성해석 기술과 내풍안정화 케이블 설계법의 적정성을 평가 • 목표 난류강도와 측정 난류강도에 차이가 있으며, 이는 **경계층 평가시 열선풍속계의 초기화 과정에서의 오류로 인한 것** • 오류를 버페팅 해석의 입력시 난류스펙트럼을 보정하여 해결 • 비교 검증은 충분한 시간을 갖고 검증을 수행한 것으로서 내풍안정화케이블 설계의 적정성을 뒷받침  <경사 내풍케이블, 기류진행 방향>
유사환경 실험 (1차)	• 사장교 케이블에서 매우 우려되는 진동이 발생되는 것이 내풍사용성 향상의 주요기술 • 케이블 가진 로봇의 성능평가를 위해 도로교통연구원 야외실험장의 길이 100m 케이블에 대해서 실험 • 케이블 응답 계측을 위하여 가속도 및 변위 응답 계측  <1차 시작품, 변위 응답>
유사환경 실험 (2차 시작품)	• 댐퍼 설치 및 댐퍼 감쇠 성능 평가 • 도로교통연구원 야외실험장의 길이 100m MS(multi-strand) 케이블에 대해서 실험 • 실험결과, **좌우 가진추 사이 거리 축소 필요함** (좌우 가진추 운동의 미소 위상차에 의한 빈틈 최소화) <도로교통연구원 야외시험장>
유사환경 실험 (3차 시작품)	• 스트로크의 동적 움직임을 관찰 • 1, 2차 실험에서 가진장치를 정사각형구조로 설계했었지만, **바람의 영향을 적게 받기 위하여 6각형 구조로 설계** • **가진시 비틈에 대한 안정성을 향상시키기 위하여** 우측 그림과 같이 가진장치를 수정  <개선된 3차 가진장치 도면>

현장적용 실험 (1차 시작품)	• 인천대교에 대한 1차 등반성능, 고정성능, 가진성능 검증 실험 실시	 <등반장비 설치>
현장적용 실험 (2차 시작품)	• 인천대교 완공이후, 케이블 댐퍼에 대한 성능평가 (포장 타설 및 케이블 댐퍼 설치 후) • 직경 151mm 케이블 에 대한 이동, 고정, 가진 성능 실험 (이동거리 40m)	 <성능 실험>
현장적용 실험(가진 시스템)	• 1단계, 제2진도대교에서 중소형 사장케이블에 대한 가진시스템 제품 성능 검증 실험 실시 • 직경 87mm 케이블에 대한 제2진도대교 등반성능, 고정성능 검증 실험 (이동거리 30m) • 2단계, 제1진도대교에서 성능 검증 실험 실시 • **케이블 가진위치의 변경에 따라 가진되는 주요모드가 달라짐을 확인** • **가진 후 10초 내외에 큰 진동을 발생** • 향후, 케이블 감쇠비의 실시간 산정 SW 개발을 통해 개선 필요	 <일체화된 케이블 등반-가진 장치>

※ 출처 : 목포대학교 산학협력단, 풍환경모델 및 내풍기술 개발 (2010, 08)

<표 1.1.20> 복합포장 시스템 및 폴리머 콘크리트 교면포장 개발 평가보고서

분야	도로, 재료
기술명	복합포장 시스템 및 폴리머 콘크리트 교면포장 개발 평가보고서
특징	• 도로환경에 따른 최적의 포장형식, 재료, 시공기술을 선정하고, 적용성에 따른 기술 (자체 성능시험기준 정립 후 적용) • 포장 두께를 최소화 하여 교량하중을 감소시켜 궁극적으로는 교량 전체의 건설비용을 낮추면서도 신속한 시공이 가능한 신재료 및 공법
아이디어 도출 및 대안선정	• 토공부 표층의 배수성 포장용 아스팔트 개질제 및 혼합물 개발 • 복합포장 선정단면의 포장가속시험을 통한 공용성 평가 및 복합포장 선정 단면의 현장시험시공
실내 1차 시험	• 배수성 아스팔트 혼합물의 실내 공용성 평가를 진행 • 실내 공용성 시험 결과, 소성변형에 대한 저항성은 매우 뛰어나 고속도로용 표층 재료로서 적합 • 아스팔트 최적 함량을 4.5%로 적용하는 것이 바람직한 것으로 판단 • 기존에 개발된 SMART 4에 비해서도 소성변형 저항성이 11% 개선 • 하지만, **배수성 아스팔트 혼합물의 균열저항성에 관한 품질기준이 마련되어 있지 않아 기준마련이 필요**  <배수성 아스팔트 혼합물의 골재 입도곡선, 휠트래킹시험>
실내 2차 시험	• 복합포장에 대한 포장가속시험 적용성을 판단하기 위한 예비시험을 시행 • 반사균열의 발생과정을 모사하기위해 한양대 포장가속시험기를 이용하여 복합포장에 대한 공용성 평가를 실시 • **52,000회 하중 적용 후 처음 확인되었으며, 대부분의 균열이 줄눈부에서 발생함을 확인**  <공법별 균열 길이 변화, 하중 적용 후 표면사진>
유사환경 실험 (1차)	• 신설포장보다 좋지 않은 조건에서 복합포장의 공용성을 평가하기 위해서 복합포장 포장가속시험 (CRCP 기층) 실시 • **균열이 발생한 지점에 균열 유도 장치가 하부에 있고, 균열이 발생함에 따른 처짐이 크게 발생** • **철근에 의해 균열 발생 이후에도 처짐 크기가 발생 전과 비슷하게 증가하는 추세** • 접착식 방수층, MMA, 표면강화제, Tack Coating순으로 수침상태에서 접착력이 좋음 • **31만회 이상의 반복하중재하와 가수시험으로 인해 아스팔트 표층과 방수층 사이의 부착력이 현저히 떨어진 탓**으로 판단  <시스템 옥외폭로시험, 하중재하에 따른 가수시험 진행 및 균열발생 시기>

유사환경 실험 (2차)	• 복합포장의 포장가속시험 공용성 평가 • 소성변형 위치의 코아시편을 관찰한 결과 **배수성 표층에서 소성변형이 발생된 것을 알 수 있었고** 개질 매스틱 중간층의 두께변화는 발생하지 않음 • 부착실험에서 두개의 실험 모두 접착층과 린사이에서 부착면이 떨어졌으며, **이는 중간층 개질 매스틱의 부착강도는 측정된 강도보다 크고 접착층의 부착력이 떨어짐**	 <포장 가속동과 포장가속기>
현장적용 실험	• 복합포장 시스템의 내구성 및 현장 적용성을 검증하기 위하여 영동고속도로 갈-호법 확포장 구간어세 시험시공을 실시 • 현장적용에 따른 혼합물 생산 및 시공을 통하여 시공성을 평가한 결과, 기존 공법에 비하여 시공성이 월등히 향상 • 복합포장이 101.7dB(A)로 가장 적은 소음도를 나타냈고, 아스팔트 포장보다 4.2dB(A)가 낮고 콘크리트 포장보다 5.8dB(A)이 조용	 <표면 이물질 제거 및 면 마무리>

※ 출처 : 한국도로공사, 복합포장 시스템 및 폴리머 콘크리트 교면포장 개발 평가보고서 (2012, 01)

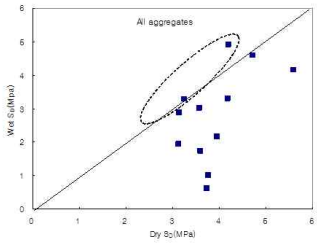
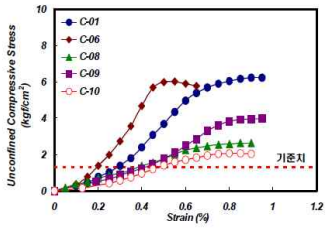
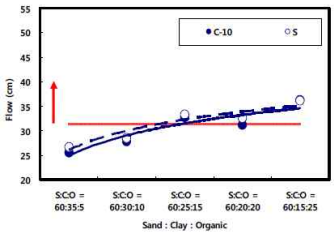
<표 1.1.21> 노후도로 표면 보수 사업화-우레탄 개질 아스팔트바인더를 이용한 아스팔트 콘크리트 포장 파손 보수 재료 및 공법 개발에 관한 연구

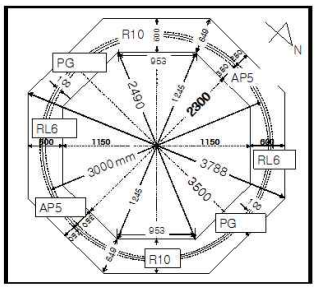
분야	도로, 재료
기술명	노후도로 표면 보수 사업화-우레탄 개질 아스팔트바인더를 이용한 아스팔트 콘크리트 포장 파손 보수 재료 및 공법 개발에 관한 연구
특징	• 상온에서 시공이 가능하기 때문에 특수 장비를 사용하지 않으므로 도로 균열 보수를 비숙련자도 수행가능 (자체 성능시험기준 정립 후 적용) • 바인더 스프레이 및 골재 살포기 장비, 골재 혼합기는 간편한 자동화 시스템으로 장비가 구축되어져 있어 1-2명만으로도 간단한 시공 가능
아이디어 도출 및 대안선정	• 2액형 우레탄 개질 아스팔트 시공 장비 개발 및 개선 • 우레탄 개질 아스팔트 바인더와 혼합물을 적용할 수 있는 칩실 및 슬러리실 시공장비를 제작하였음
현장적용 시험(1차)	• 우레탄 개질 아스팔트 칩 실 시험 및 평가를 위해 경기도 하남시에서 시공을 진행 • **첫 시공으로 작업자의 숙련도 부족으로 바인더 포설 두께가 골고루 살포되지 않았으며, 골재 살포가 부적절했으나,** 2명의 작업자가 뒤따르며 골재 정리해 품질 유지 • LFWD(포장 상태 조사)결과, 청소상태가 양호하지 않아 다소 측정 오파 발생 • 미끄럽저항성 측정 결과, 위험도2로 우수함 • 평탄성시험 결과, **본 시험포장전 폐도의 IRI를 측정하지 않아서 유지되거나 개선한 정도를 알 수 없었음** <시험 시공 및 온도 점검>
현장적용 시험(2차)	• 우레탄 개질 아스팔트 슬러리 실 2차 시험 및 검증을 위해 영동군 경부고속도로에서 진행 • LFWD결과, **아스팔트 바인더의 반응 시간의 차이로 인해 상이한 결과를 보임** • 미끄럼저항시험 결과, 만족할만한 결과 도출 • 평탄성시험 결과, 영점구간을 설정하지 않은 것보다 안정 <2차 시험 평탄성 시험>
현장적용 시험(3차)	• 우레탄 개질 아스팔트 슬러리 실 3차 시험 및 평가를 위해 경기도 의왕역 삼거리에서 시행 • LFWD시험 결과, **교통통제가 되지 않은 상황에서 기상악화로 인해 노면이 젖은 상태에서 측정** • 피로균열 지점이 육안상 정장 지점보다 처짐 현상 발생 • 미끄럼저항시험 결과, 만족할 만한 결과 도출 • 평탄성시험 결과, **시공하지 않은 경우보다 시험 포장 구간의 IRI가 나쁘게 나온 이유로 시험포장 중 시공 불량의 IRI값의 영향(인력포설방법 개설 필요)** <슬러리 실 공법 적용>

유사환경 실험 (1차)	• 우레탄 개질 아스팔트 바인더 균열 실링 시험 시공을 진행 • 1단계, 실링 보수 재료의 균열은 바인더의 건조 수축보다 동절기 아스팔트 콘크리트 포장 표층의 수축에 의한 것 • 2단계, **실링재가 하부로 흘러 균열 범위를 넘어섰으며, 경화재를 추가로 제공할 필요** • 3단계, 완전경화가 이루어졌으며 제품 물성에서도 만족할 만한 강도	 <테이프 마킹 후 바인더 주입>
유사환경 실험 (2차)	• 우레탄 개질 아스팔트 혼합물 포트홀 유지보수 시험 시공 • 의왕시 도로 2곳에서 파손부의 절삭 후 청소 시행 후 다짐을 수행 결과 확인	

※ 출처 : ㈜에이알앤씨, 노후도로 표면 보수 사업화-우레탄 개질 아스팔트바인더를 이용한 아스팔트 콘크리트 포장 파손 보수 재료 및 공법 개발에 관한 연구 (2014, 07)

<표 1.1.22> 아스팔트 콘크리트의 고온 내변형성 평가기법 개발

분야	재료/도로
기술명	아스팔트 콘크리트의 고온 내변형성 평가기법 개발
특징	• 아스팔트 혼합물의 변형강도 측정법을 개발·정립함 • 시험법의 타당성을 타 시험법 및 현장 공용성과의 상관성 평가를 통해 표준화된 소성변형 추정방법으로 제시함
아이디어 도출 및 대안선정	• 기존 아스팔트 혼합물의 소성변형 저항성 평가방법인 동적 재하시험의 단점인 고가의 장비와 고난도의 시험방법 및 해석의 어려움을 극복하기 위한 실용성있는 시험방법의 개발 • 기존 아스팔트 혼합물의 강도관련 특성치와 실제 강도간의 낮은 상관성
실내실험	• 기존 실험 방법(마샬 배합설계)의 수분취약성 판정 방법을 응용하여 새로운 시험방법에 적용하였으나 일반적으로 기대되는 결과(48시간 수침 시 건조상태보다 강도가 떨어질 것)과 반대되는 결과가 도출됨 • 변형강도에 의한 수분취약성 시험의 실제 적용이 보류됨 • 아스팔트 혼합물에 변형강도 시험 방법의 적용가능성을 분석하기 위해 동일한 조건에서 변형강도 시험 방법과 기존의 시험 방법인 반복주행 시험의 표준 시험 방법(KS 2374, 2000)을 비교함 • 반복주행 시험법의 결과와 변형강도 시험법의 결과 간 상관성이 높은 것으로 도출됨 • 단, 특정 혼합물(SMA 혼합물)의 경우 변형강도 시험법으로 판단하기 어려움  <48시간 수침 전 후의 변형강도의 치의 분포>  <고화재에 따른 재령 4시간 일축압축강도>  <Soil=60%, W/C-233.33% 조건의 ASTM에 의한 유동성>
현장실험	• 9개 시험포장 지역(주로 신호대기 지역)을 선정, 실제 도로에 혼합물 및 일반 아스팔트를 시험 포설함 • 3년동안 주기적으로 각 지역의 코어를 채취하여 현장 소성변형 깊이와 변형강도 측정치 간의 상관성을 분석함 • 분석결과 도로현장에서 채취된 코어의 변형강도와 그 지점의 소성변형 깊이는 상당한 상관관계(R2은 0.71 이상)를 보이는 것으로 나타남 그림 3.44 현진에버빌 앞 (홍천방향) 코어채취 <현장 코어 채취>

유사환경 실험	• 현장모의주행시험기용 시험 피트를 8구간으로 구분하여 부설, 다양한 혼합물에 대한 침하깊이를 측정함 • 총 3차에 걸쳐 측정, 각 혼합물의 종류별로 차이를 보였으나 표면온도를 조절하지 못해 측정값이 고르지 못함 • 그러나 변형 강도와 침하 깊이 간의 상관성은 높기 때문에(R2 > 0.78) 효과적인 시험법으로 결론을 내림  <1차 현장원형주행 시험기 설계>

※ 출처 : 강원대학교, 아스팔트 콘크리트의 고온 내변형성 평가기법 개발

<표 1.1.23> 배수성 및 내유동성 아스팔트포장을 위한 첨단 아스팔트개질제 사업화

<table>
<tr><th>분야</th><th>도로, 재료</th></tr>
<tr><td>기술명</td><td>배수성 및 내유동성 아스팔트포장을 위한 첨단 아스팔트 개질제 사업화</td></tr>
<tr><td>특징</td><td>• 배수성 및 내유동성 개질제의 물성실험을 통한 배합설계 방안 마련
• 생산 제품의 시험포장 건설 및 제품 검증
(공정 설비 준비 및 생산연구 내용을 더해 건설신기술 신청, 시험기준은 일본의 기준 적용, 시험방법은 KS가 있는 경우 준용하고 없는 경우 자체 시험방법 사용)</td></tr>
<tr><td>아이디어 도출 및 대안선정</td><td>• 배수성 및 내유동성 개질제 제품의 시제품 제조 및 물성시험을 통한 혼합물 배합설계기술 확립
• 생산제품의 시험포장 건설 및 제품 검증</td></tr>
<tr><td>실내실험</td><td>• <u>국내의 배수성포장을 위한 개질아스팔트 규정은 매우 낮아 배수성을 효과적으로 측정할 수 없기 때문에 때문에 일본의 기준 사용</u>(공극 퍼센트, 투구계수, 마샬안정도, 소성변형 동적안정도의 기준치를 제시함)
• 해당 기준을 만족여부를 시험할 수 있는 방법으로 침입도시험, 연화점 시험, 점도 시험, 터프니스와 터내시티 시험, 신도 및 인하점시험을 자체적으로 마련하고 이를 건자재시험연구소에 시험을 의뢰함
• <u>시험방법에는 KS 기준시험이 있는 경우 이를 준용하고</u>(마샬안정도 시험,KS F 2337), <u>신기술에만 적용되는 실험(칸타블로 시험) 등을 추가적으로 실시</u>함
• 측정결과 점도 기준인 20,000Pa.s를 크게 상회하는 500,000pa.s로 나타나 배수성을 위한 강도가 매우 안정적으로 유지되는 것으로 나타남

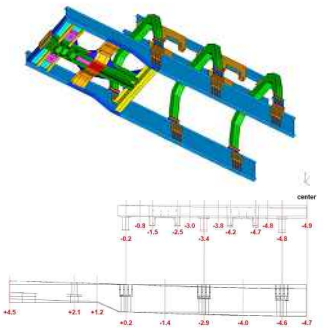
<table>
<tr><th>항목</th><th>일본 표준</th><th>일본 사례</th><th>당사</th><th>A</th><th>B</th></tr>
<tr><td>침입도(25℃, 1/10mm)</td><td>40<</td><td>43</td><td>42</td><td>45</td><td>42</td></tr>
<tr><td>연화 점(℃)</td><td>80<</td><td>88.3</td><td>102</td><td>84</td><td>68</td></tr>
<tr><td>점도(60℃, 10⁶Pa.S)</td><td>2<</td><td>36.9</td><td>50.8</td><td>4</td><td>0.8</td></tr>
<tr><td>터프니스(Nm)</td><td>20<</td><td>24.2</td><td>34.5</td><td>26</td><td>18</td></tr>
<tr><td>터내시티(Nm)</td><td>15<</td><td>18.3</td><td>26.5</td><td>21</td><td>14</td></tr>
<tr><td>신도(15℃, cm)</td><td>50<</td><td>101</td><td>22</td><td>120</td><td>86</td></tr>
<tr><td>인화점(℃)</td><td>250<</td><td>260</td><td>31.5</td><td>280</td><td>280</td></tr>
</table>
<타제품과의 물성 비교 결과></td></tr>
<tr><td>현장실험</td><td>• 배수성 및 내유동성 아스팔트포장을 각각 두 곳에서 시행함
• 배수성 포장은 문제가 발견되지 않았고 <u>내유동성의 경우 중앙차선에 냉각조인트가 발견되었으나 이는 재료의 문제가 아닌 시공 시 조인트부분의 다짐에 문제가 있었던 것으로 판단</u>함

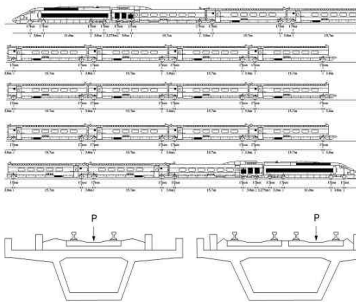
<배수성 포장 건설>

<내유동성 아스콘 포설></td></tr>
</table>

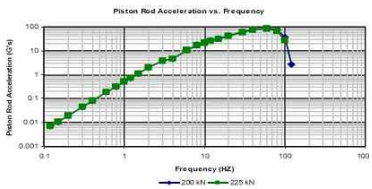
※ 출처 : ㈜뉴페이브, 건설교통 R&D 정책·인프라에 관한 연구

<표 1.1.24> 기존 철도판형교의 급속교체기술 개발 및 시공

<table>
<tr><td>분야</td><td>철도, 교량</td></tr>
<tr><td>기술명</td><td>기존 철도판형교의 급속교체기술 개발 및 시공</td></tr>
<tr><td>특징</td><td>• 이동식 크레인 차량을 이용한 판형교의 교체는 기존의 급속교체 효과를 그대로 유지하면서 현장작업 최소화 (철도차량 안전기준에 관한 지침, 철도설계기준 노반편 2013 적용)</td></tr>
<tr><td>아이디어 도출 및 대안선정</td><td>• 기존 철도판형교의 급속교체 공법 및 이를 위한 상부구조와 교량받침을 개발
• 성능이 향상된 상부구조, 급속교체를 위한 이동식 크레인 차량, 수직방향 급속교체용 교량받침 개발</td></tr>
<tr><td>유사환경 실험 (분야1)</td><td>• 급속교체 판형교 실험체를 이용하여 제작된 이동식 크레인 차량의 실험을 수행
• 판형교 실험체 운반 및 시공시 차량의 처짐 및 변형률의 산출과 기존 공법과 비교하여 단축된 시간을 측정
• <u>구조 해석 프로그램 내의 차량 해석 시 경계 조건과 실제 시험 운행 시 차량의 경계 조건의 차이로 인해</u> 변위 해석 값과 측정값 사이에 오차가 발생
 

<T2 Car 구조해석 모델, 하중 적용 시 지점별 변위 변화량></td></tr>
<tr><td>유사환경 실험 (분야2)</td><td>• 일정간격으로 반복되는 열차의 축하중으로 인한 교량의 동적안정성에 대한 검토
• EURO Code를 기반으로 한 철도설계기준(노반편) 2013의 교량 운행한계기준의 주행안전성 및 승차감 평가에 대한 해석 방법 및 절차를 준용
• 화물열차의 실제 운행속도를 최대 150km/h로 예상할 때 공진의 위험성 없음
• 단지간의 교량의 특성상 높은 고유진동수를 확보하고 있어 공진이 발생되지 않음
 

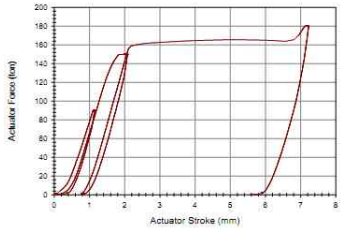
<KTX 하중선도, 하중재하점></td></tr>
<tr><td>유사환경 실험 (분야3)</td><td>• 급속교체용 상부구조로 12m 실물로 제작되어 성능시험
• 슬래브가 포함된 철도판형교 급속교체용 상부구조를 대상으로 동적안정성 분석 시험 및 정・동적 물성치 산출
• 주파수별 동적응답 특성을 검토하기 위한 정적강도시험, 동적물성치 시험, 가진시험으로 구분하여 수행

<table><tr><th>구분</th><th>시험방법</th><th>측정항목</th></tr><tr><td>정적강도시험</td><td>하중-변위 관계를 분석</td><td>중앙부 변위계, 단부 양측 축방향</td></tr><tr><td>동적물성치 시험</td><td>자유진동구간의 진동가속도 데이터를 분석</td><td>중앙부 변위계 가속도계</td></tr><tr><td>주파수별</td><td>시험체의 처짐, 가</td><td>중앙부 변위계</td></tr></table></td></tr>
</table>

<table>
<tr>
<td></td>
<td>
<table>
<tr><td>가진시험</td><td>속도 응답 분석</td><td>가속도계</td></tr>
</table>
• 고유진동수 산출결과는 시험별 가진력의 차이에 따라 다소 차이를 보이나 10.94Hz～11.13Hz로 분석
• 시험방법에 따라 다소 분포를 보이나 1.0%～1.3%의 감쇠비분포를 나타냄
• 앞서 분석된 고유진동수 11Hz와 일치하는 주파수 영역에서 최대 응답이 발생됨에 따라 공진 현상을 확인

<시험체 크레인 연결, 실대형 통합성능실험동, 액츄에이터 성능 곡선>
</td>
</tr>
<tr>
<td>유사환경 실험 (분야4)</td>
<td>
• 높낮이 조절 및 하중계측 기능 실험 및 분석을 명지대학교 하이브리드실험센터에서 진행
<table>
<tr><th>시험방법</th><th>내용</th></tr>
<tr><td>높이조절 성능평가시험</td><td>기기의 최저 높이와 최대 높이의 차이를 측정</td></tr>
<tr><td>사용하중 재하시험</td><td>일정한 하중을 2분간 유지하였고 이 때 횡방향으로 발생하는 분력을 측정</td></tr>
<tr><td>극한하중 재하시험</td><td>하중 단계별로 일정한 하중으로 각각 10분씩 유지</td></tr>
</table>
• 식을 통한 이론값과 계측된 수평하중이 거의 일치
• 계측 값을 통하여 계산되는 연직하중과 실제 가해진 연직 하중은 큰 오차 없이 일치
• 측정된 변위는 하중이 증가함에 따라 조금씩 증가하였으며 그 크기는 2mm 정도로 작은 편

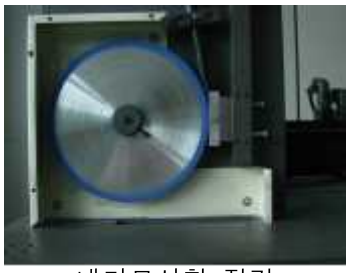


<높이조절 성능 평가를 위한 시험체 설치, 하중-변위 곡선>
</td>
</tr>
</table>

※ 출처 : 홍익대학교 산학협력단, 기존 철도판형교의 급속교체기술 개발 및 시공 (2014, 06)

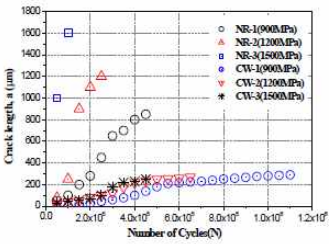
<표 1.1.25> 도포형 세라믹 코팅재를 이용한 레일마모 및 소음저감 기술개발 연구보고서

<table>
<tr><th>분야</th><th>철도/재료</th></tr>
<tr><td>기술명</td><td>도포형 세라믹 코팅재를 이용한 레일 마모 및 소음저감 기술</td></tr>
<tr><td>특징</td><td>• 레일과 차륜간 인터페이스의 마모 및 소음 문제의 효과적 해결방안 필요성이 커짐
• 레일의 마모와 소음을 경제적이고 친환경적인 방법으로 해결할 수 있는 레일 코팅재료와 시공시스템을 개발함
• 기존의 레일마모와 소음저감기술 대비 향상된 성능을 입증하고 현장 적용성을 검토함
• 위탁연구기관으로 KOLAS 시험기관인 한국화학융합시험연구원이 참여함</td></tr>
<tr><td>아이디어 도출 및 대안선정</td><td>• 도포형 세라믹 코팅재를 이용한 레일 취약부 보강용 보수재
• 도포형 세라믹 코팅재를 이용한 레일마모 및 소음저감 코팅재</td></tr>
<tr><td>1차 실내실험</td><td>• 개발된 도표형 세라믹 코팅재의 성능 조건을 높은 수준의 접촉압력, 고빈도 충격하중에 대한 저항성능, 구름접촉 마모성능 및 구름접촉피로성능으로 설정함
• 성능 검증을 위한 시험으로는 비커스 경도, 내마모, 인장 및 굽힘 시험을 선택함
• 시험방법은 KS규격이 있는 경우 준용하였으나, 내마모 시험의 경우 시험기까지 규정되어 있어 가장 보편적으로 쓰이는 해외(ASTM)의 규격을 적용함

<비커스 경도 시험 전경>
<table><tr><th>시험 내용</th><th>KS 규격</th></tr><tr><td>비커스 경도 시험</td><td>KS B 0811 : 2003</td></tr><tr><td>내마모 시험</td><td>ASTM G-65</td></tr><tr><td>인장 및 인장피로시험</td><td>KS B 0802 : 1998</td></tr></table> 
<내마모시험 전경>
• 차륜과 같은 경도에서 열처리 레일 대비 7배의 내마모 성능을 확보하였으며, 인장강도도 모재부의 약 90% 이상으루 부착수준도 양호한 것으로 나타남
• 단, 기존 레일의 경도대비 내마모 성능 예측식이 코팅레일의 내마모 성능을 약 22.5% 과소평가하는 것으로 나타나 이를 보정함</td></tr>
<tr><td>2차 실내실험</td><td>• 코팅레일의 장기 내구성을 평가하기 위해 구름접촉피로시험을 시행하였으며, 시험기 및 시험 방법은 자체적으로 구성함
• 접촉압력은 900, 1200, 1500MPa로 달리하며, 최종 반복횟수는 4.5X10^{5}회로 설정하였으며,
<구름접촉피로시험 전경>
<일반레일과 코팅레일의 접촉압력 및 반복횟수에</td></tr>
</table>

광학현미경을 통해 총 9개의 시편에 대한 레일표면의 손상 발생특성을 육안으로 판단함

- 검토 결과 일반 및 열처리 레일의 경우 차륜과 레일 시편의 손상이 동시에 이루어져 표면손상이 심하게 나타나지만, 코팅레일의 경우 표면상태가 일정하게 유지됨
- 구름접축피로하중에 따른 접촉표면 경도의 변화 추이를 위해 비커스 경도 시험, 구름접촉 피로균열 검토를 위해 SEM시험법을 사용함
- 접촉압력에 따른 마모량 변화를 실험적으로 검증하기 위해 일정 반복횟수에 도달한 차륜과 레일 시편 각각의 중량을 미세전자저울을 이용해 중량변화를 측정함
- 결과적으로 코팅레일은 접촉압력 변화에 따른 마모진전속도의 변화가 매우 적으며 열처리 레일 대비 구름접촉피로 마모진전속도가 약 21배 이상 우수한 것으로 나타남



따른 피로균열길이 변화 비교>

현장실험

- 코팅레일의 기계 및 화학적 성능과 구름접촉피로 성능측면에서 실내실험과의 비교, 분석을 위해 현장성능시험을 수행함
- 성능검증 항목 및 방법은 자체적으로 설정함

성능검증 항목	성능검증 방법
내마모 성능	마모깊이 및 마모중량 측정
비커스 경도	레일 표면 비커스 경도 측정 (KS B 0811 : 2003)
요철 진전량	요철측정기를 이용한 모니터링
차륜과의 접촉표면상태	광학현미경을 이용한 주기적 측정
소음저감효과	코팅레일 시공 전, 후 및 시간경과에 따른 소음변화의 주기적 측정

- 측정결과 요철 진전은 일반레일 대비 통과톤수 14백만톤 기준 36.96%~38.88% 수준으로 나타났으며, 평균 마모율 또한 2배 이상 차이가 나는 것으로 나타남

<현장부설 시험전경>

<레일두부 표면요철 측정 전경>

※ 출처 : 서울과학기술대학교 산학협력단, 도포형 세라믹 코팅재를 이용한 레일마모 및 소음저감 기술개발

[Appendix 2] 신기술 인증 사례 분석

[2] 신기술 인증 부문 사례 분석 대상 List

No.	분야	과제명
1	구조, 재료	분리형 상부플레이트를 갖는 스페리컬(Spherical) 교량 받침 설치 및 교체공법
2	구조, 재료	Locking Nut System이 부착된 교량받침(Spherical type)의 Up-down 기술
3	구조, 재료	걸침턱 구조를 가진 상・하판 분리식 핑거형 신축이음장치 설치공법
4	구조, 재료	후타콘크리트의 일부를 해체하여 교량의 레일형 신축이음장치를 핑거형으로 교체하는 공법
5	구조, 재료	현장조립식 강재 반력대 및 강선 비부착 기법을 적용한 단부형고 증대형 프리텐션 PSC I형 거더 제작공법
6	구조, 재료	PS강선 및 강봉의 일체긴장시스템을 이용하여 프리스트레스를 도입하는 PSC거더(Bicon거더)의 제작공법
7	지반	반도체 압력센서 내장형 자동측정 침하계를 이용한 연약지반 침하측정 기술
8	지반	등입도 투수성 콘크리트로 보강한 육상 연약지반 개량 골재말뚝 공법
9	건설환경 및 설비	고탄성 아크릴콘을 이용한 교량 바닥판 보수 및 방수, 체류수 배수 포장보수공법
10	건설환경 및 설비	STS 고정구와 고주파 융착기를 사용한 PE시트 콘크리트 지하수조 벽체 방수공법
11	수자원, 해양 · 항만	하프록(Half-loc)을 이용한 경사식방파제 및 호안의 중간피복공법
12	수자원, 해양 · 항만	O.T.P를 이용한 방파제 및 호안피복공법
13	내진	마찰형포트받침을 이용한 지진격리시스템
14	내풍	구조물의 풍하중에 의한 수평진동 제어를 위하여 이동 변위를 감소시킬 수 있는 능동질량감쇠기 기술
15	도로	MCBP를 이용하여 초속경 아크릴계 폴리머 개질 콘크리트 제조와 이를 활용한 접착식 시멘트 콘크리트 덧씌우기 공법 (PROCON공법)
16	도로	다줄 컷팅기와 자기유화형 폴리머 콘크리트를 이용한 열화된 콘크리트 포장 부분보수 공법(SEP 공법)
17	교통	LED광원과 광섬유를 이용하여 문자 및 문양표시부와 방향표시부를 발광시키는 도로표지 및 교통안전표지 제작기술
18	교통	LED광원을 이용하여 문자표시부와 방향표시부를 독립적으로 발광시키는 도로표지판 제작 및 설치 기술
19	철도	백호·호퍼카 및 슈트의 조합장비를 이용한 복선철도 터널 내 콘크리트도상의 시공기술
20	철도	초속경 고유동 모르터를 이용한 콘크리트 포장궤도 공법

■ 신기술 인증 관련 실험 사례 분석 방법

○ 신기술 인증 관련 실험 사례 분석은 신기술 인증 시 실험 구성과 절차가 적절하게 구성되어 있는지, 인증 시험기관을 통해 성능 평가의 객관성과 타당성을 충분히 확보하고 있는지 검토할 수 있도록 진행함

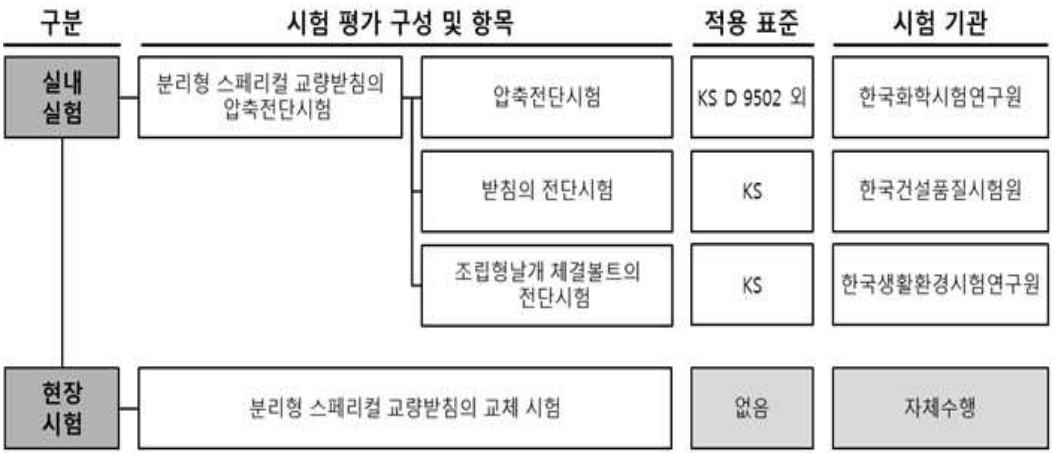
- 신기술 인증을 위한 실험 절차 분석을 위해 신기술 개요 검토 후, 실험구성을 분류하고, 세부 실험 항목을 구분하여 각 항목별 표준 적용 여부와 시험 기관을 검토함
- 기술 특징에 따라 시험 구성이 세분화된 경우와 포괄적인 경우로 구분될 수 있으며, 각 평가 항목별 적용 표준 여부와 인증 시험 기관 활용 여부를 확인할 수 있도록 구분하여 표기함

<표 2.1.0> 신기술 인증 관련 실험 절차 분석

<table>
<tr><td rowspan="2">분석 방법</td><td>① 신기술 개요 검토</td><td>② 실험구성 분류</td><td>③ 세부 실험 항목 구분</td><td>④ 표준 적용 여부 검토</td></tr>
<tr><td>• 신기술별 분야, 기술특징, 실험특징 등에 대해 검토</td><td>• 실험구성을 실내실험, 유사환경실험, 현장시험, 시공실적 4가지 단계로 분류</td><td>• 해당 실험에 필요한 세부 실험항목 정리</td><td>• 실험항목별로 적용한 표준 여부와 기관을 정리</td></tr>
<tr><td rowspan="2">구성 예시</td><td colspan="2">세분화된 시험 구성</td><td colspan="2">포괄적 시험 구성</td></tr>
<tr><td colspan="2">
<table>
<tr><th>구분</th><th>시험 평가 구성 및 항목</th><th></th><th>적용 표준</th><th>시험 기관</th></tr>
<tr><td rowspan="4">실내 실험</td><td rowspan="3">재료실험</td><td>몰드시험, 현장주입시험</td><td>KS</td><td>한국철도기술연구원(자체)</td></tr>
<tr><td>설계 검증</td><td>포장궤도의 성능, 동적성능</td><td>KS</td><td>한국철도기술연구원(자체)</td></tr>
<tr><td>실내 성능 시험</td><td>반복재하시험, 정적재하시험, 동적재하시험</td><td>KS</td><td>한국철도기술연구원(자체)</td></tr>
<tr><td rowspan="2">현장 시험</td><td rowspan="2">조기 교통개방을 위한 강도특성</td><td>선로선형 및 슬래브/하부 기층의 건전도 검증</td><td>없음</td><td>자체수행</td></tr>
<tr><td>궤도 응답계측</td><td>없음</td><td>서울메트로, 부산지하철공사</td></tr>
</table>
• 기술의 범위가 넓고, 해당 기술 성능 평가 시험을 2개 이상 필요로 하는 경우
</td><td colspan="2">
<table>
<tr><th>구분</th><th>시험 평가 구성 및 항목</th><th>적용 표준</th><th>시험 기관</th></tr>
<tr><td rowspan="3">실내 실험</td><td>절연저항시험, 교류 내전압시험, 조도감응시험, 휘도시험 외 3건</td><td>KS</td><td>한국산업기술원</td></tr>
<tr><td>내후성시험, 내수성시험, 먼지 · 진동 · 충격 시험 외 2건</td><td>KS</td><td>도로교통안전관리공단</td></tr>
<tr><td>내후성시험, 내수성시험, 먼지 · 진동 · 충격 시험 외 2건</td><td>없음</td><td>자체수행</td></tr>
<tr><td>현장 실험</td><td>절연저항시험, 교류 내전압시험, 조도감응시험, 휘도시험 외 3건</td><td>KS</td><td>한국산업기술원</td></tr>
</table>
• 기술의 범위가 좁거나, 분류가 필요 없거나 간소하게 진행된 경우
</td></tr>
<tr><td>표기 방법</td><td colspan="4">• 시험 평가 구성 및 항목별 적용 표준이 부재하거나 별도 시험 기관 없이 자체 수행한 경우 ▭ 로 별도 표기
• 시험 평가 구성 및 항목별 시험 기관이 KOLAS 인증기관인 경우, ▨ 로 구분 표기</td></tr>
</table>

■ 신기술 인증 관련 실험 사례 분석

<표 2.1.1> 분리형 상부플레이트를 갖는 스페리컬(Spherical) 교량받침 설치 및 교체공법

분야	구조 · 재료	
신기술명	분리형 상부플레이트를 갖는 스페리컬(Spherical) 교량 받침 설치 및 교체공법	
기술 특징	• 교량의 유지보수시 교량 상판의 인상을 최소로 하여 교량받침을 교체할 수 있도록 개발된 분리형 상부 플레이트를 갖는 스페리컬 교량받침 설치 및 교체공법	
실험 특징	• <u>실내실험과 현장실험</u>으로 이루어졌으며, <u>실내실험 단계에서 분리형받침 자체 및 수평력 재하시험 2단계</u>이고, 하위 3가지의 시험 항목으로 구성됨 • 실내실험에서는 시험 항목별로 KS 표준을 적용해 수행하였으나, 현장시험은 자체적으로 수행하였으며, 표준을 적용하지 않음	
실험 구성	• ‘05.11	• 분리형받침 자체 재하시험
	• ‘05.12	• 분리형받침 수평력 재하시험
	• ‘07.02	• 경북선 평천천교 분리형받침 교체시험
		
시험 성적서 및 인증서	시험성적서, 한국화학시험연구원 (2007)	품질시험 검사성적서, 한국건설품질시험원 (2007)

품질시험 검사성적서, 한국생활환경시험연구원 (2007)

※ 출처 : 광원산업, 수성엔지니어링, 분리형 상부플레이트를 갖는 스페리컬(Spherical) 교량받침 설치 및 교체공법, (2007.11)

<표 2.1.2> Locking Nut System이 부착된 교량받침(Spherical type)의 Up-down 기술

분야	구조 · 재료
신기술명	Locking Nut System이 부착된 교량받침(Spherical type)의 Up-down 기술
기술 특징	• 기존에 사용 중인 교량의 지점부의 단차가 발생하거나 하중이 불균일한 경우 노후된 노후받침을 교체하여 기능을 회복함
실험 특징	• **실내실험과 현장시험으로 구성**되어 있으며, 각각의 세부 시험항목으로 수행됨 • 실험에서 실내와 현장의 각각 1회 실험에서 시험기관이 수행하고 **대체로 자체 수행**하였으며, **표준은 총 정적하중 시험에서만 적용**됨
실험 구성	구분 / 시험 평가 구성 및 항목 / 적용 표준 / 시험 기관 실내 실험 — 최대 수직 정적하중 시험 — KS D 3515 외 — 한국건설기술연구원 실내 실험 — 구조해석 — 없음 — 자체수행 현장 시험 — 교량의 거동 계측 — 없음 — 한국도로공사 현장 시험 — 주행시험 — 없음 — 자체수행 현장 시험 — 교량의 진동 특성 — 없음 — 자체수행

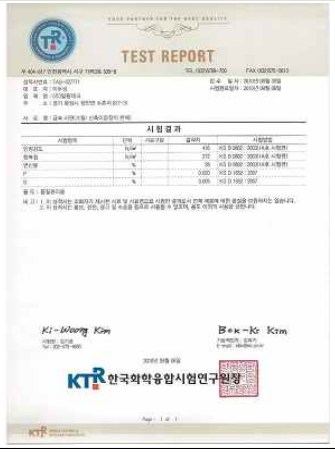
※ 출처 : 동일기술공사, 케이알, Locking Nut System이 부착된 교량받침(Spherical type)의 Up-down 기술, (2003. 10)

<표 2.1.3> 걸침턱 구조를 가진 상、하판 분리식 핑거형 신축이음장치 설치공법

분야	구조 · 재료	
신기술명	걸침턱 구조를 가진 상·하판 분리식 핑거형 신축이음장치 설치공법	
기술 특징	• 교량이나 고가도로 등의 분할된 상판부의 대면하는 양단부에 상호 걸침턱 구조로 맞물림 결합하도록 설치되는 신축이음장치에 관한 기술	
실험 특징	• <u>실내실험 3단계와 현장시험 3회로 구성</u>되어 있으며, 현장실험은 동일한 실험방법을 3개 다른 지역에서 시험시공을 통해 수행함 • <u>실험 항목마다 수행 시험 기관이 다르며</u>, FEM구조해석 항목을 제외하고 대체로 <u>표준이 적용</u>됨	
실험 구성	• '05.06-'05.11	• 신축이음장치의 거동분석 및 안전성 평가
	• '07.04-'07.07	• 걸침턱·비걸침턱 신축이음장치의 볼트풀림 피로비교
	• '08.10	• 볼트부 응력감소형 및 일반형 교량 신축이음장치의 구조검토 및 해석
	• '07.05-'10.11	• 신축이음 설치공법 현장적용

구분	시험 평가 구성 및 항목	적용 표준	시험 기관
실내 실험	수축신장시험, 피로반복시험, FEM 구조해석	KS F 4425	한국건설기술연구원
	피로반복시험	KS F 4425	한국화학융합시험연구원
	FEM 구조해석	없음	동국대학교
현장 시험	현장 시험시공 3회	LMJ-6G 외	한국도로공사

시험 성적서 및 인증서	Test Report, 한국화학융합시험연구원 (2010)



※ 출처 : 일원테크, 한국종합기술, 동부엔지니어링, 걸침턱 구조를 가진 상·하판 분리식 핑거형 신축이음장치 설치공법, (2011. 07)

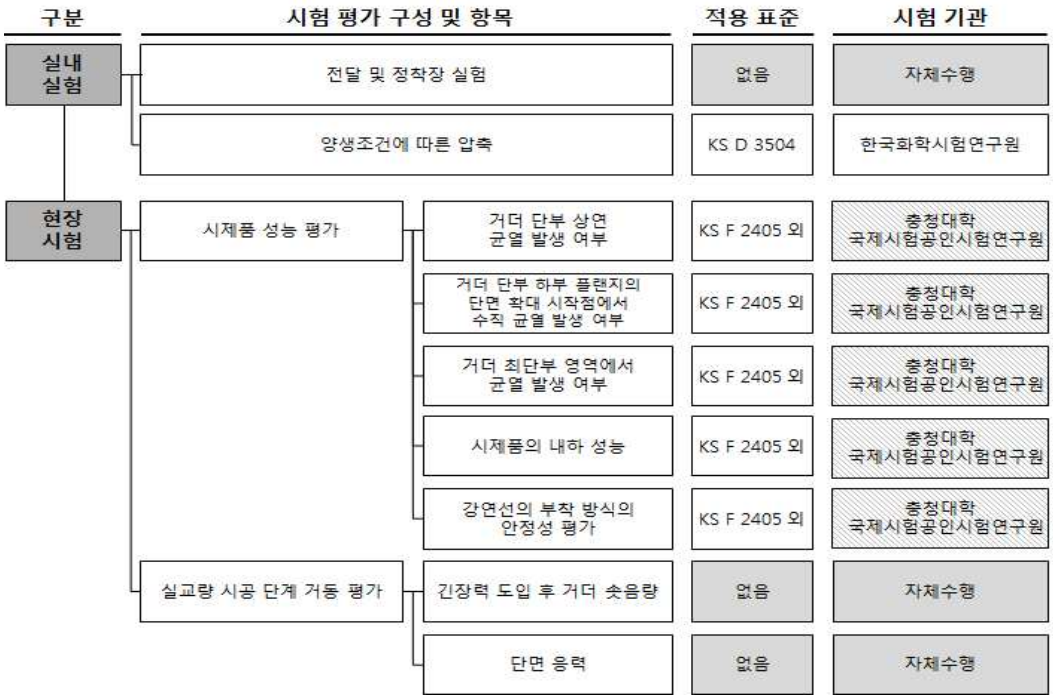
<표 2.1.4> 후타콘크리트의 일부를 해체하여 교량의 레일형 신축이음장치를 핑거형으로 교체하는 공법

분야	구조 · 재료
신기술명	후타콘크리트의 일부를 해체하여 교량의 레일형 신축이음장치를 핑거형으로 교체하는 공법
기술 특징	• 파손된 신축이음장치의 중간레일을 분할 해체하고, 정착형강(앵글) 또는 수평부재상단까지만 콘크리트를 제거하며, 단부의 정착형강(앵글)에 용저 고정되어 노출된 에지레일을 제거
실험 특징	• <u>실내실험과 현장시험</u>로 이루어져 있으며, <u>실내실험 하위에 각각 세분화된 실험 항목이 적용</u>됨 • 실내실험에서는 시험 기관에 의해 표준이 적용되었으며, <u>현장시험에서는 시험 기관이 표준 적용 없이 수행</u>함
실험 구성	구분 / 시험 평가 구성 및 항목 / 적용 표준 / 시험 기관 실내 실험 — 신축이음장치용 고무 특성 — 인장강도, 신장률, 경도, 노화시험, 압축영구줄음률 — KS M 6518 — 한국화학시험연구원 실내 실험 — 용접구조용 압연강재 — 인장강도, 항복점, 연신율, 충격시험, 원소 함유율 — KS B 0802 외 — 한국화학시험연구원 현장 시험 — 소음도 측정 및 분석 — 없음 — 도로공사 인천지사 현장 시험 — 시공 기술 측면 분석 — 후타보존형 핑거조인트 — 없음 — 도로공사 인천지사
시험 성적서 및 인증서	시험성적서, 한국화학시험연구원 (2007)

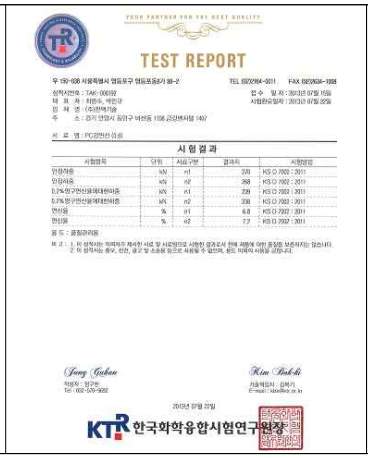
※ 출처 : 매크로드, 수성엔지니어링, 후타콘크리트의 일부를 해체하여 교량의 레일형 신축이음장치를 핑거형으로 교체하는 공법, (2008.04)

<표 2.1.5> 현장조립식 강재 반력대 및 강선 비부착 기법을 적용한 단부형고 증대형 프리텐션 PSC I형 거더 제작공법

분야	구조 · 재료		
신기술명	현장조립식 강재 반력대 및 강선 비부착 기법을 적용한 단부형고 증대형 프리텐션 PSC I형 거더 제작공법		
기술 특징	• 기존 포스트텐션 방식의 PSC 거더에 비하여 경제성이 10~20% 우수하고, 단면 변화로 구조적 문제점을 해결		
실험 특징	• **실내실험 2단계, 현장실험 2단계**로 이루어지며, **각 실험 단계에서 세부적인 실험항목에 대한 수행**이 이루어짐 • 전체실험 항목에서 **일부분만 시험 기관이 표준을 적용하여 수행**하였으며, 나머지는 **표준없이 자체적으로 시방서 기준에 따라 수행**함		
실험 구성	• '12.11	• 전달 및 정착장 실험	
	• '12.12	• 부분 비부착모형 파괴 모드 실험	
	• '13.07	• 거더 시제품 성능 평가	
	• '13.10	• 현장 시험 시공	



시험 성적서 및 인증서	시험성적서, 국토부 분산공유형 실험실, (2013)	Test Report, 한국화학융합시험연구원 (2013)	시험성적서, 충청대학 국제공인시험연구원, (2013)



※ 출처 : 한맥기술, 장헌산업, 현장조립식 강재 반력대 및 강선 비부착 기법을 적용한 단부형고 증대형 프리텐션 PSC I형 거더 제작공법, (2014.12)

<표 2.1.6> PS강선 및 강봉의 일체긴장시스템을 이용하여 프리스트레스를 도입하는 PSC거더(Bicon거더)의 제작공법

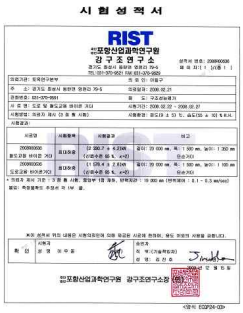
분야	구조 · 재료
신기술명	PS강선 및 강봉의 일체긴장시스템을 이용하여 프리스트레스를 도입하는 PSC거더(Bicon거더)의 제작공법
기술 특징	• PSC거더의 제약조건인 거더 상연의 압축 응력 초과 문제를 해결할 수 있으며, 다단계 긴장을 배제하고 1회 긴장에 의해 제작될 뿐 아니라 중립축이 낮아 가설시 전도위험이 있는 시공이 용이함
실험 특징	• <u>실내실험 3단계, 현장실험 1회, 시공실적 3회 단계</u>로 구성되어 있으며 <u>유사환경 실험에서만 시험기관이 수행</u>하였음 • 실내실험에서 PTI 기준의 적용을 제외하고 대체로 <u>적용된 표준이 부재</u>함

실험 구성

• '07.04	• 개선된 일체긴장 연결구 상세실험
• '07.06	• 일체긴장 시스템을 적용한 일체긴장보 시험체 제작 및 구조성능실험
• '07.12-'08.02	• 20m도로교 및 철도교용 일체긴장 PSC거더 시험체 제작성 평가 및 정독/적 구조성능실험
• '09.03-'09.11	• 현장적용 시험 3회
• '09.04-'09.11	• 현장 계측 시험 (시공 단계별 계측 평가, 실교량 현장재하실험)

구분	시험 평가 구성 및 항목	적용 표준	시험 기관
실내 실험	일체긴장 연결구 하중재하실험	PTI	자체수행
유사환경 실험	일체긴장 보구조실험	없음	포항산업과학연구원
	Bicon거더 구조실험	없음	포항산업과학연구원
	Bicon2거더 철도교 구조실험	없음	포항산업과학연구원
현장 시험	현장 재하 시험	없음	자체수행
시공 실적	우금리-저수지간 도로개설공사	없음	
	의정부시 우회도로 건설공사	없음	
	수원시관내 우회도로 건설공사	없음	

시험 성적서 및 인증서

시험성적서, 포항산업과학연구원 (2009)	건설공사 하도급 변경 계약서(시공실적), 삼현피에프 (2009)
	

※ 출처 : 삼현피에프 외, PS강선 및 강봉의 일체긴장시스템을 이용하여 프리스트레스를 도입하는 PSC거더(Bicon거더)의 제작공법, (2010. 05)

<표 2.1.7> 반도체 압력센서 내장형 자동측정 침하계를 이용한 연약지반 침하측정 기술

분야	지반	
신기술명	반도체 압력센서 내장형 자동측정 침하계를 이용한 연약지반 침하측정 기술	
기술 특징	• 밀도 및 안정성이 뛰어난 반도체방식을 채택함으로써 Data의 신뢰도를 제고하였으며, 건설현장에서의 설치와 유지관리가 용이하도록 시공효율성과 내구성을 향상	
실험 특징	• **실내실험 2단계**로 구성되어 있으며, **부분별 세부특성을 평가하기 위한 세부실험이 나뉘어 진행**됨 • 적용가능한 표준이 부재한 경우를 제외하고 **각 시험기관에서 표준 규격을 적용**시켜 수행함	
실험 구성	• '00.07-'00.09	• 대기압 보정에 대한 보완 연구 및 시험
	• '00.06-'00.07	• 자체시험 및 현장 적용성 검토
	• '04.04-'07.01	• 시험 시공

구분	시험 평가 구성 및 항목		적용 표준	시험 기관
실내 실험	실내 작동 시험		없음	자체수행
	작동 정밀도 시험		KS C IEC 60529	산업기술시험원
	부분별 특성 평가	센서본체 압축시험	없음	한국건자재시험연구원
		기준수조 튜브 내열, 내한성 시험	KS M 6622	한국건자재시험연구원
		일체형튜브 인장 및 내열, 내한성 시험	KS M 6518	한국건자재시험연구원
		액체형튜브 인장, 신장율 및 내열, 내한성 시험	KS M 6522	한국건자재시험연구원
현장 시험	시공 실적 3회		없음	자체수행

시험 성적서 및 인증서	시험성적서, 한국건자재시험연구원 (2006)	시험성적서, 한국산업기술시험원 (2007)

※ 출처 : 동성엔지니어링, 스마텍지앤씨, 반도체 압력센서 내장형 자동측정 침하계를 이용한 연약지반 침하측정 기술, (2007. 09)

<표 2.1.8> 등입도 투수성 콘크리트로 보강한 육상 연약지반 개량 골재말뚝 공법

분야	지반
신기술명	등입도 투수성 콘크리트로 보강한 육상 연약지반 개량 골재말뚝 공법
기술 특징	• 기존 연약지반 개량공법인 골재다짐말뚝의 지지력에 직접적으로 영향을 주는 파괴인자인 팽창파괴를 구속압이 큰 하부지반으로 유도하여, 골재다짐말뚝의 지지력을 향상시키고 침하량을 감소시키는 공법
실험 특징	• 실내실험 2회, 현장시험 2회, 시공실적 1회 단계로 구성되어 있음 • 실내실험은 60% 이상 표준을 적용하여 수행하였으나, 40%는 표준 없이 자체 수행함 • 현장시험 시, ASTM 해외규격을 활용하여 수행함

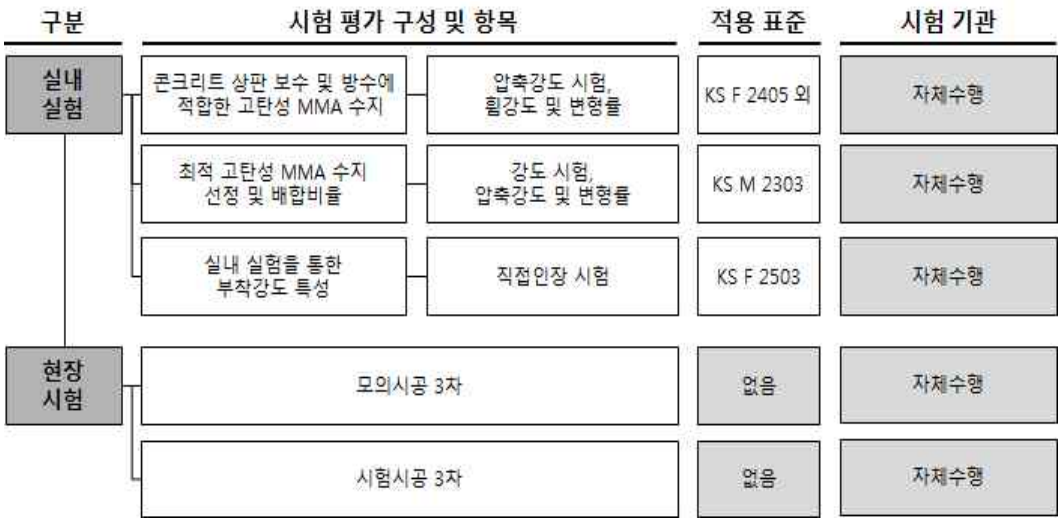
실험 구성		
	• '05.12	• 보강재 선정 및 배합비에 따른 강도특성 평가
	• '06.01	• 공법의 시스템 결정 및 대형 삼축압축시험을통한 거동특성 평가
	• '07.06	• 공법에 대한 지지력 증대 및 침하감소 효과 평가
	• '07.02	• 제안기술 및 비교안에 대한 현장시험시공
	• '07.03	• 실제규모 크기의 신청공법 및 일반 공법에 대한 정재하 실험

구분	시험 평가 구성 및 항목	적용 표준	시험 기관
실내 실험	보강체의 강도	KS F 2405	농업기반공사
	보강체의 투수성	KS F 2405	농업기반공사
	대형삼축시험	KS F 2405	농업기반공사
	수치해석	없음	자체수행
	설계기법	없음	자체수행
현장 시험	현장 시험 시공	없음	동아지질
	현장 정재하 시험	ASTM D-1143	동아지질
시공 실적	경전선 및 부산신항 노반건설	없음	

※ 출처 : 고려개발 외, 등입도 투수성 콘크리트로 보강한 육상 연약지반 개량 골재말뚝 공법, (2013. 06)

<표 2.1.9> 고탄성 아크릴콘을 이용한 교량 바닥판 보수 및 방수, 체류수 배수 포장보수공법

분야	건설환경 및 설비
신기술명	고탄성 아크릴콘을 이용한 교량 바닥판 보수 및 방수, 체류수 배수 포장보수공법
기술 특징	• 단면보수 및 방수, 포장층을 단일재료 및 단일 층으로 구성할 수 있어 높은 내구성 확보 가능한 기술
실험 특징	• 실내실험 2단계와 현장시험 중 모의시공과 시공시험이 각각 3회씩 구성되어 있음 • 실내실험에서는 모두 표준을 적용하였으나, 현장시험에서는 적용된 표준이 없으며, 별도의 시험기관 없이 모두 자체 수행함
실험 구성	• '05.07-'06.07 • 고탄성MMA 수지 몰탈의 물리적 특성 평가 • '07.09-'08.05 • 고탄성 MMA 몰탈 모의시공 • '06.05-'07-10 • 현장 적용성 평가 (시험시공)



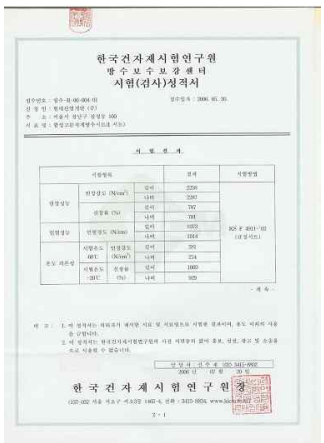
※ 출처 : 세종대학교 산학협력단, 고탄성 아크릴콘을 이용한 교량 바닥판 보수 및 방수, 체류수 배수 포장보수공법, (2008. 11)

<표 2.1.10> STS 고정구와 고주파 융착기를 사용한 PE시트 콘크리트 지하수조 벽체 방수공법

분야	건설환경 및 설비
신기술명	STS 고정구와 고주파 융착기를 사용한 PE시트 콘크리트 지하수조 벽체 방수공법
기술 특징	• 항균필름이 일면에 접합된 LLDPE와 EVA 수지 혼합 시트를 이용한 지하수조 벽체 방수공법
실험 특징	• 실내실험 단계에서 각각 세부 시험항목으로 구성되어 있으며, 현장실험은 1단계로 이루어짐 • 실내실험에서는 모두 표준이 적용되었으며, 부재한 경우 JIS표준을 도입하여 평가함 • 현장실험에서는 표준이 부재하여 실내질기준을 토대로 비교 평가함
실험 구성	• '01년 • 물성시험 • '02년 • 현장에서의 품질성능 및 경제성 검토

구분	시험 평가 구성 및 항목		적용 표준	시험 기관
실내 실험	항균 방수시트의 물리, 화학, 내구성	강도 및 신장률 실험 외 8건	KS M 6518	한국건자재시험연구원
	방수층 성능평가 시험	수밀성 실험 외 5건	KS F 2622	한국건자재시험연구원
	구조체, 항균방수시트, 앵커볼트 상호간의 접합부 부착 및 박리성능	착용 앵커 인발성능 외 2건	KS F 4911	한국건자재시험연구원
	균방수시트에 대한 음용수 유해물질 용출성능	용출성능 시험	KS F 4911	한국건자재시험연구원
	항균방수시트의 항균력	항균성능 시험	JIS	한국건자재시험연구원
현장 시험	작업장 포집공기 성능시험		없음	한국건자재시험연구원

시험 성적서 및 인증서	시험성적서, 한국건자재시험연구원 (2006)


한국건자재시험연구원
방수보수강재팀
시험(검사)성적서

※ 출처 : 현대산업개발, STS 고정구와 고주파 융착기를 사용한 PE시트 콘크리트 지하수조 벽체 방수공법, (2007. 01)

<표 2.1.11>하프록(Half-loc)을 이용한 경사식방파제 및 호안의 중간피복공법

분야	수자원, 해양 · 항만
신기술명	하프록(Half-loc)을 이용한 경사식방파제 및 호안의 중간피복공법
기술 특징	• 큰 파랑에 대응하는 경사식 방파제 및 호안의 축조를 가능하게 했고, 시공을 기계적으로 할 수 있도록 하여 공기단축을 가능하게 함
실험 특징	• **실내 모형실험으로 구성**되어 각각 세부 시험항목에 관하여 수행됨 • 적용가능한 표준의 부재로 인하여 자체적인 수리모형실험으로 성능 평가를 수행함
실험 구성	• '98.01-09 • 한국해양연구소에서 중간 피복블럭의 성능 실험

구분	시험 평가 구성 및 항목		적용 표준	시험 기관
실내실험 (모형)	노출안전성	모형의 피해율	없음	자체수행
	Tetrapod의 중간 피복블럭과의 적정 중량비에 대한 안전성검토	단면의 안전성	없음	자체수행

※ 출처 : 한국해양연구소, 하프록(Half-loc)을 이용한 경사식방파제 및 호안의 중간피복공법, (1999. 07)

<표 2.1.12> O.T.P를 이용한 방파제 및 호안피복공법

분야	수자원, 해양 · 항만
신기술명	O.T.P를 이용한 방파제 및 호안피복공법
기술 특징	• 방파제 및 호안의 피복소파블럭인 T.T.P의 기능을 가지면서 보다 안전성을 높이고 경제성을 갖는 피복블록을 개발함
실험 특징	• **실내 모형실험**으로 구성됨 • **적용가능한 표준의 부재**로 인하여 자체적인 수리모형실험으로 구조 안전성에 대한 부분을 성능 평가함
실험 구성	

구분	시험 평가 구성 및 항목	적용 표준	시험 기관
실내실험 (모형)	구조 안전성	없음	자체수행

※ 출처 : 해건개발, O.T.P를 이용한 방파제 및 호안피복공법, (1999. 07)

<표 2.1.13> 마찰형포트받침을 이용한 지진격리시스템

분야	내진
신기술명	마찰형포트받침을 이용한 지진격리시스템
기술 특징	• 일반 포트받침과 마찰형 포트받침을 조합하여 마찰계수를 조절하고 중앙부의 세 교각에 복원장치를 실시하는 시스템
실험 특징	• **실내실험단계의 세부 실험항목으로 동적특성실험과 유한요소해석 실험**이 이루어졌으며, **축소교량모형의 진동대 실험인 유사환경 실험이 수행**됨 • **실내실험의 표준 규격없이 자체수행**되었으며, 유사환경 실험은 해외 실험실에서 표준이 적용되어 진행됨
실험 구성	

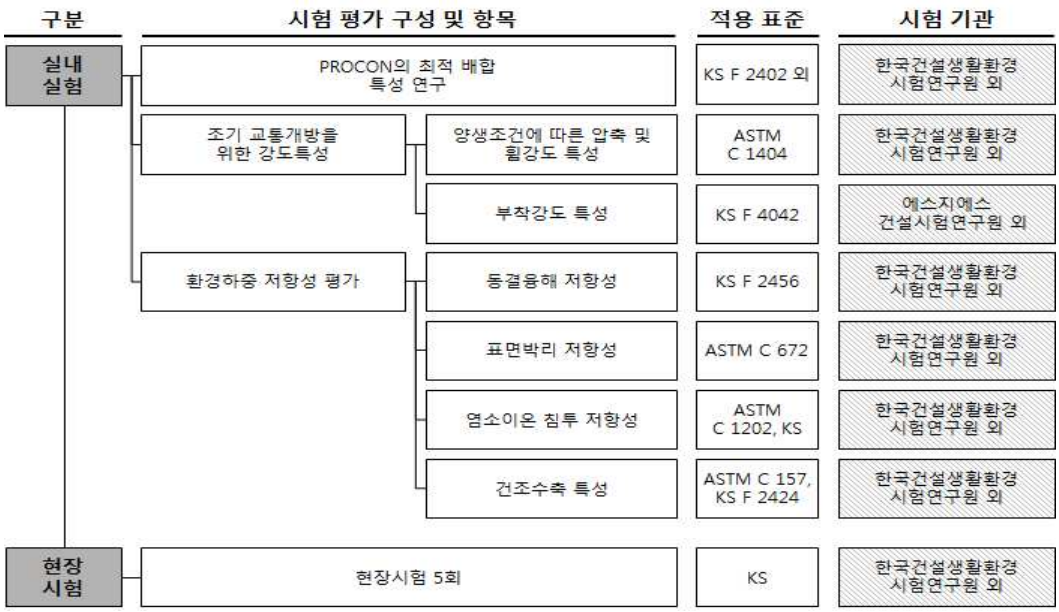
※ 출처 : 금호산업, 유니슨산업, 마찰형포트받침을 이용한 지진격리시스템, (2000.07)

<표 2.1.14> 구조물의 풍하중에 의한 수평진동 제어를 위하여 이동 변위를 감소시킬 수 있는 능동질량감쇠기 기술

분야	내풍	
신기술명	구조물의 풍하중에 의한 수평진동 제어를 위하여 이동 변위를 감소시킬 수 있는 능동질량감쇠기 기술	
기술 특징	• 신기술은 풍하중 등에 의해 고층건축물에 발생하는 진동에 따른 사용성 저해 방지를 위한 능동형 제진장치 (AMD)를 설계/ 제작 기술	
실험 특징	• **실내실험 3단계, 현장실험 1단계로 구성**되었으며, **실내실험에서는 세분화된 시험 항목에 따라 시험이 구성**됨 • 실내실험 중 일부를 한국건설교통기술평가원에서 수행하였으며 표준이 있는 경우 적용함 • **현장실험에서는 건축구조기준에 따라 자체수행**함	
실험 구성	• '10.05	• 개발기술에 따른 하이브리드 제진장치 시제품 제작 및 성능검토
	• '11.11	• 제진장치 적용 건축물 (테크노마트)풍동실험
	• '12.05	• 제진장치 수직/ 수평방향 제어성능실험
	• '13.06	• 제진장치 현장튜닝 및 성능실험

※ 출처 : 단국대학교 산학협력단, 구조물의 풍하중에 의한 수평진동 제어를 위하여 이동 변위를 감소시킬 수 있는 능동질량감쇠기 기술, (2014. 09)

<표 2.1.15> MCBP를 이용하여 초속경 아크릴계 폴리머 개질 콘크리트 제조와 이를 활용한 접착식 시멘트 콘크리트 덧씌우기 공법 (PROCON공법)

분야	도로		
신기술명	MCBP를 이용하여 초속경 아크릴계 폴리머 개질 콘크리트 제조와 이를 활용한 접착식 시멘트 콘크리트 덧씌우기 공법 (PROCON공법)		
기술 특징	• 콘크리트 덧씌우기의 단점으로 지적되고 있는 장기간 교통제한 해소와 경제성을 확보하고, 조기강도 발현이 가능하며, 별도의 습윤 양생을 필요로 하지 않는 대기양생으로 1회에 줄눈절삭 시공까지 완료할 수 있는 PROCON 공법		
실험 특징	• <u>실내실험과 현장시험</u>으로 이루어지며 <u>각 분야에 필요한 시험 항목이 세분화</u> 되어 구성됨 • <u>실내실험 뿐 아니라 현장시험 5회 모두 적용 가능한 표준을 이용하여 각 시험 기관들이 수행</u>하였음		
실험 구성	• '09.02-'10.10	• 성능 검증을 위한 실내실험	
	• '09.12-'10.11	• 현장시험 수행	
			
시험	품질시험검사성적서,	시험성적서,	품질시험검사성적서,

	건설품질평가원 (2011)	한국건설생활환경시험 연구원 (2011)	에스지에스 건설시험연구원 (2011)
성적서 및 인증서			

※ 출처 : 금영토건 외, MCBP를 이용하여 초속경 아크릴계 폴리머 개질 콘크리트 제조와 이를 활용한 접착식 시멘트 콘크리트 덧씌우기 공법 (PROCON공법) , (2011. 11)

<표 2.1.16> 다줄 컷팅기와 자기유화형 폴리머 콘크리트를 이용한 열화된 콘크리트 포장 부분보수 공법(SEP공법)

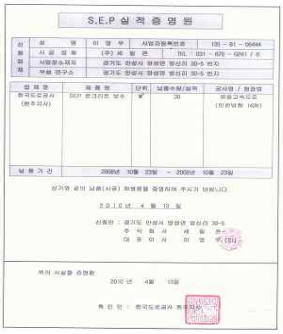
분야	도로
신기술명	다줄 컷팅기와 자기유화형 폴리머 콘크리트를 이용한 열화된 콘크리트 포장 부분보수 공법(SEP 공법)
기술 특징	• 열화된 콘크리트 포장의 단면을 보수하는 기술로서 다줄컨팅기를 사용하여 손상된 도로 포장면을 신속하게 제거하고, 통기성 및 부착성이 향상된 자기유화영 폴리머(SEP) 콘크리트 개발
실험 특징	• <u>실내실험 단계의 재료 평가와 현장실험 5회로 구성</u>되어 있음 • 실내실험의 1개 시험 항목을 제외하고 모두 표준을 적용하였으며, 각각 시험항목에 대하여 시험기관이 수행을 함

실험 구성

• '07.10-'09.06	• 재료 평가
• '08.11-'09.12	• 현장 적용성 평가

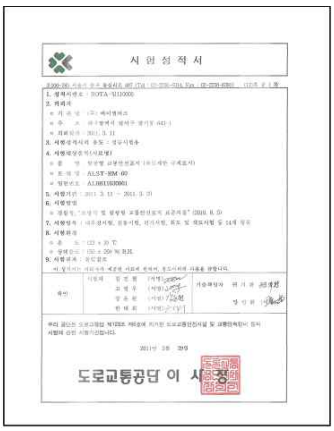
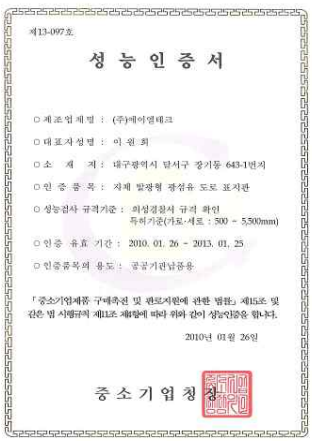
구분	시험 평가 구성 및 항목	적용 표준	시험 기관
실내 실험	압축강도 및 휨강도	KS F 2405 외	한국건자재시험연구원
	동결-융해 후 부착강도 및 흡수율	없음	한국건자재시험연구원
	자외선 노출에 따른 표면 향상 및 화학물질 침치 후 마모감량	KS F 2405 외	한국건자재시험연구원
	길이변화율 및 중성화 깊이	KS F 2405 외	한국건자재시험연구원
	화학약품 노출에 따른 중량변화율	KS F 2438	에스지에스 건설시험연구원
시공 실적	현장적용성 평가 5회	KS	한국도로공사

시험 성적서 및 인증서

시험성적서, 한국건자재시험연구원 (2010)	품질시험검사성적서, 에스지에스 건설시험연구원 (2010)	SEP 실적증명원 (시공실적), 세일콘 (2010)
		

※ 출처 : 세일콘 외, 다줄 컷팅기와 자기유화형 폴리머 콘크리트를 이용한 열화된 콘크리트 포장 부분보수 공법(SEP 공법), (2010. 11)

<표 2.1.17> LED광원과 광섬유를 이용하여 문자 및 문양표시부와 방향표시부를 발광시키는 도로표지 및 교통안전표지 제작기술

분야	교통	
신기술명	LED광원과 광섬유를 이용하여 문자 및 문양표시부와 방향표시부를 발광시키는 도로표지 및 교통안전표지 제작기술	
기술 특징	• 제품 내부에 위치한 LED광원으로부터 표지판 표면에 설치된 광섬유 끝단으로의 광전송을 통해 표지판 정보 일체를 발광 표현하는 기술	
실험 특징	• <u>실내실험 2단계로 구성</u>되어 있으며, 각각 세분화된 시험 항목을 기관별로 평가가 구성됨 • 모든 시험 항목에 표준을 적용하여 각각의 시험기관이 수행함	
실험 구성	• '09.10	• 한국산업기술시험(KTL) 성능 시험
	• '11.03	• 도로교통공단 성능 시험
	• '10.01	• 중소기업청 활용 성능 인증
	구분 / 시험 평가 구성 및 항목 / 적용 표준 / 시험 기관 실내 실험: 절연저항시험, 교류 내전압시험, 조도감응시험, 휘도시험 외 3건 / KS C 7612 외 / 한국산업기술원 실내 실험: 내후성시험, 내수성시험, 먼지 · 진동 · 충격 시험 외 2건 / KS A 0006 외 / 도로교통안전관리공단 현장 시험: 활용 성능 평가 / 없음 / 중소기업청	
시험 성적서 및 인증서	시험성적서, 도로교통공단,	
		

※ 출처 : 에이엘테크, LED광원과 광섬유를 이용하여 문자 및 문양표시부와 방향표시부를 발광시키는 도로표지 및 교통안전표지 제작기술, (2013. 11)

<표 2.1.18> LED광원을 이용하여 문자표시부와 방향표시부를 독립적으로 발광시키는 도로표지판 제작 및 설치 기술

분야	교통	
신기술명	LED광원을 이용하여 문자표시부와 방향표시부를 독립적으로 발광시키는 도로표지판 제작 및 설치 기술	
기술 특징	• 야간, 안개, 우천우등 악천후시 시인성, 판독성이 높아 방어운전예방 효과를 높이며, 저전력 소모로 별도의 전원설치가 필요없이 태양광으로도 운영하는 기술	
실험 특징	• 실내실험 4단계에서 각각의 세분화된 시험항목으로 구성되어 수행됨 • 일부 시험 항목을 제외하고 시험기관에서 KS 및 교통안전 지침에 따라 표준을 적용시켜 성능평가를 수행함	
실험 구성	• '08.12-'09.01	• 빛의 균일성 테스트
	• '09.01-'10.08	• 도로표지제작·설치 및 관리지침에 맞는 각종 샘플제작 테스트
	• '10.08-'11.06	• 전광속, 광휘도 시험(한국조명연구원)
	• '11.06	• 내후성시험등 8개항목시험(도로교통공단)

구분	시험 평가 구성 및 항목		적용 표준	시험 기관
실내 실험	LED도로표지	시인각검사, 판독성검사	없음	자체수행
		전광석 · 광휘도 검사	교통안전 지침 (KS 기반)	한국조명연구원
		내후성시험, 진동시험 외 4건	교통안전 지침 (KS 기반)	도로교통공단
		색도, 휘도율 시험	KS A 0068 외	도로교통공단

시험 성적서 및 인증서	시험성적서, 한국조명연구원 (2010)

KILT Korea Institute of Lighting Technology 한국조명연구원

시 험 성 적 서
TEST REPORT

2010. 09. 01

한국조명연구원장

※ 출처 : 기동안전, LED광원을 이용하여 문자표시부와 방향표시부를 독립적으로 발광시키는 도로표지판 제작 및 설치 기술, (2011. 07)

<표 2.1.19> 백호·호퍼카 및 슈트의 조합장비를 이용한 복선철도 터널 내 콘크리트도상의 시공기술

분야	철도	
신기술명	백호·호퍼카 및 슈트의 조합장비를 이용한 복선철도 터널 내 콘크리트도상의 시공기술	
기술 특징	• 복선철도 콘크리트도상 궤도의 도상 타설에 있어 레미콘 차량이 직접 진입하지 못하는 경우 레미콘 운반장치(호퍼카)와 백호를 이용하여 현장에 직접 콘크리트 타설이 가능하게 하는 기술	
실험 특징	• <u>실내실험과 현장실험로 구성</u>되어 있으며 각각 <u>세분화된 실험으로 추가 구성</u>됨 • 한국철도기술연구원에서 시험을 수행하였으며, <u>현장시험에서만 표준이 적용되어 수행</u>됨	
실험 구성	• '13년	• 장비의 성능검증
	• '12.02-'13.03	• 현장 적용성 시험

시험 성적서 및 인증서	시험성적서, 한국철도기술연구원 (2013)

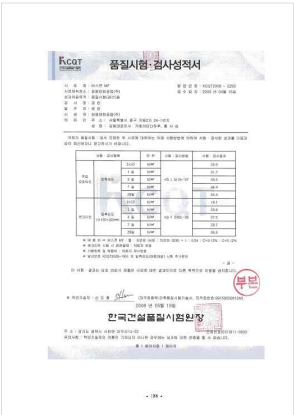
※ 출처 : 케이알이씨, 백호·호퍼카 및 슈트의 조합장비를 이용한 복선철도 터널 내 콘크리트도상의 시공기술, (2014. 01)

<표 2.1.20> 초속경 고유동 모르터를 이용한 콘크리트 포장궤도 공법

분야	철도
신기술명	초속경 고유동 모르터를 이용한 콘크리트 포장궤도 공법
기술 특징	• 기존선 자갈도상궤도를 유지보수 합리화 등의 목적으로 콘크리트 궤도로 개량하고자 할 때 적용되는 궤도기술
실험 특징	• **실내실험과 현장실험으로 구성**되어 있으며, **각각 세분화된 시험 평가 방법에 따라 평가가 수행**됨 • 실내실험과 현장실험 별로 시험기관이 구성되어 있으며, **실내시험에서만 표준이 적용**되어 수행됨
실험 구성	• '06.01-07.07 • 구성품 및 시스템 실내성능시험, 현장 적용성 향상 • '07.01-'07.12 • 현장시험 시공

구분	시험 평가 구성 및 항목		적용 표준	시험 기관
실내 실험	재료실험	몰드시험, 현장주입시험	KS L 5105 외	한국건설품질시험원
	설계 검증	포장궤도의 성능, 동적성능	KS L 4042 외	한국건설품질시험원
	실내 성능 시험	반복재하시험, 정적재하시험, 동적재하시험	KS F 2405 외	한국건설품질시험원
현장 시험	조기 교통개방을 위한 강도특성	선로선형 및 슬래브/하부 기층의 건전도 검증	없음	서울메트로, 부산지하철공사
		궤도 응답계측	없음	서울메트로, 부산지하철공사

시험 성적서 및 인증서	품질시험검사성적서, 한국건설품질시험원 (2008)



※ 출처 : 쌍용양회, 한국철도기술연구원, 화성궤도, 초속경 고유동 모르터를 이용한 콘크리트 포장궤도 공법, (2009. 04)