교량 고정식 점검시설 확충방안

1 목 적

접근 곤란교량의 사각지대 해소를 위한 **점검시설 확충 방안 검토** 및 **점검시설 설치기준의 미비점***을 개선코자 함

* 2016년 「구조물 유지관리실태 성과감사」 지적사항

2 현 황

□ 교량별 접근방법

(2017. 6 기준)

구 분	계	도보	점검시설		교량 점검차	고소 작업차	폴카메라	점검곤란
			고정식	종방향, 이동식				
교량수	9,016 (100%)	2,003 (22%)	2,713 (30%)		687 (7%)	995 (11%)	2,274 (25%)	344 (5%)
부재수	40,338 (100%)	11,674 (29%)	16,487 (41%)	83 (0%)	3,156 (8%)	2,534 (6%)	5,401 (13%)	1,003 (3%)

□ 점검곤란 교량현황

(단위: 개소)

구분		고소차 적용 곤란 사유				
		계	하천	진입곤란	하부점용	도로, 철도
계		344	111	119	17	97
굴절차 적용 곤란 사유	지장물간섭*	230	67	93	12	58
	진출입로	26	10	7	2	7
	형하공간부족	26	11	6	3	6
	교통지정체	55	21	9	-	25
	강풍 및 종단경사	7	2	4	-	1

* 지장물 간섭: 방음벽, 차폐시설, 가로등, 방풍벽 등

3 현실태 및 문제점

□ 건설공사시 고정식 점검시설 미설치로 사각지대 발생

o 최근 10년간 준공노선의 점검시설 미설치율 : 5.6% [붙임1]

* 대전당진선(공주·부여, 09년준공) 100m이상 교량중 58%(53/91개교) 누락

o **'13년 이후 적정 반영되는 추세 → '14~'16년 미설치율 0%**

- 준공전 점검시설 적정성 사전점검 시행(준공 2년전, 6개월전)

* 관련근거 : 교량점검시설 누락방지방안(구조물처-1738, '12. 8)

□ 시설확충 및 장비운영을 위한 유지관리비용 지속투입

o 최근 5개년 점검시설 설치비용 : 133억원(연평균 27억원)

구 분	계	2013년	2014년	2015년	2016년	2017년
교량수(개교)	100	0	2	37	33	28
금액(백만원)	13,333	0	3	3,197	5,536	4,597

- **향후 확충필요 : 281억원(316개교/905개소)**

o 점검장비 운영비, 교통차단비 등 비용발생

* 장비임차비(굴절차 2백만원/일), 교통차단비(1차로차단 1.5백만원/일)

□ 설치기준 불합리로 점검여건 미흡 ('16년 감사지적 사항)

o 현 설치기준 : 1열받침(3면통로), 2열받침(4면통로)

o 미폐합 단부에서 **반대편 부재 점검곤란** 및 **위험성 상존**

- 점검통로 미폐합(3면이하 통로) : 28%(4,045개교/14,517개소)

* 점검통로 미폐합 구간중 장비접근 곤란 : 47%(1,919개교/4,045개소)



2면 설치



3면 설치

4 확충 및 개선방안

□ 점검시설 확충계획

o 교량 손상패턴 및 점검장비 접근성을 고려하여 **우선순위 선정**

* 교량대표 손상패턴중 신축이음 관련 67% (도교연, '15년) [붙임2]

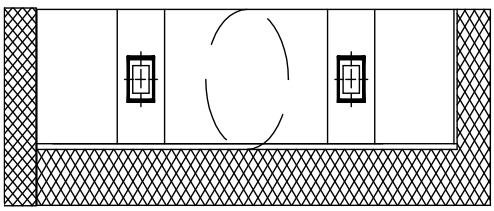
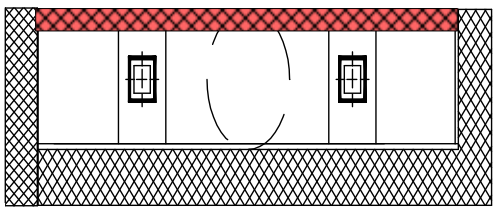
- 확충대상 : 316개교(905개 교대·교각)

순 위	대 상	교량 / 부재	소요예산 (억원)	연 도
계		316 / 905	281	
1순위	• 장비접근 불가구간	118 / 343	193	'18~'19
	• 신축이음부에 점검시설 미설치된 교량	85 / 277		
2순위	• 장비접근 곤란구간 * 차단시 교통혼잡 및 안전사고 우려 구간 등	113 / 285	88	'20

※ '17년 확충대상 예산 기반영 (28개교/98개 부재, 46억원)

□ 설치기준 개선

o **1열받침 : 3면 통로 → 4면 통로** (2열받침 : 4면통로 현행유지)

당초(1열받침 3면통로)	개선(1열받침 4면통로)
	

o 설치기준 개선에 따른 시설보완 : 4,045개소(소요예산 414억) [붙임3]

☞ **점검시설 확충완료 후 연차적**으로 **사업계획** 반영예정

※ 개선기준 적용시 공사비 : 증 10백만원/개소(12 × 2.5 코핑기준)

5 향 후 계 획

□ 점검시설 설치기준 개선(4면통로) 적용

o (설계중) 개선기준 적용

o (공사중) ‘2018년 준공 노선부터 적용

* 단, ‘17년 준공예정인 부산외곽선은 현장여건 고려하여 반영

o (공용중) 점검시설 확충 및 기준개선 연차예산 반영

[붙 임]

1. 최근 준공노선 고정식 점검시설 반영현황
2. 고속도로 교량 대표 열화패턴
3. 설치기준 개선에 따른 시설보완
4. 기관별 확충대상 현황

준공노선 점검시설 미설치현황

□ 준공노선 교량현황

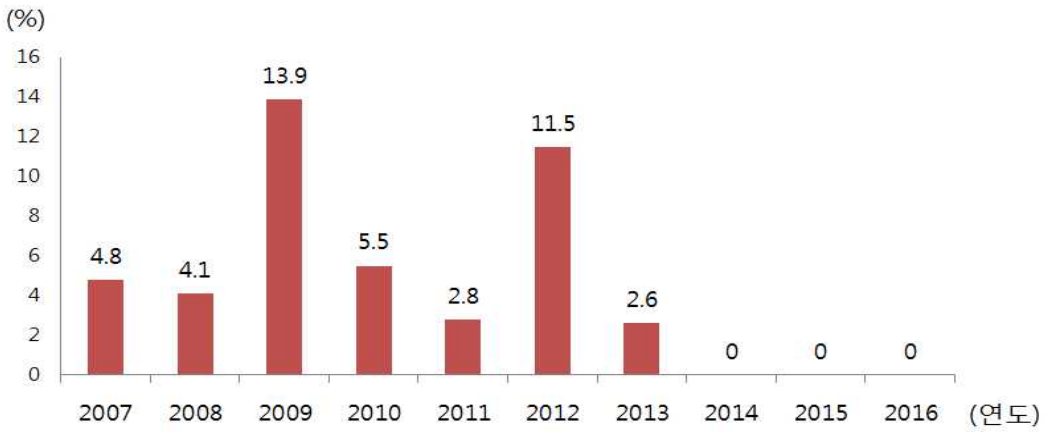
o 대　　상 : 최근 10년 준공노선 3,315개 교량

o 연도별 현황

구 분	계	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
교량수 (A)	3,315	563	241	647	273	320	261	114	151	464	281
부재수	15,255	3,021	1,010	3,356	1,084	1,295	1,256	528	660	1,740	1,305

□ 점검시설 미설치 교량 현황

구 분	계	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
미설치교량수 (B)	184	27	10	90	15	9	30	3	0	0	0
미설치부재수	598	78	45	286	58	17	100	14	0	0	0
미설치율(%) (B/A)	5.6	4.8	4.1	13.9	5.5	2.8	11.5	2.6	0	0	0



붙임 2

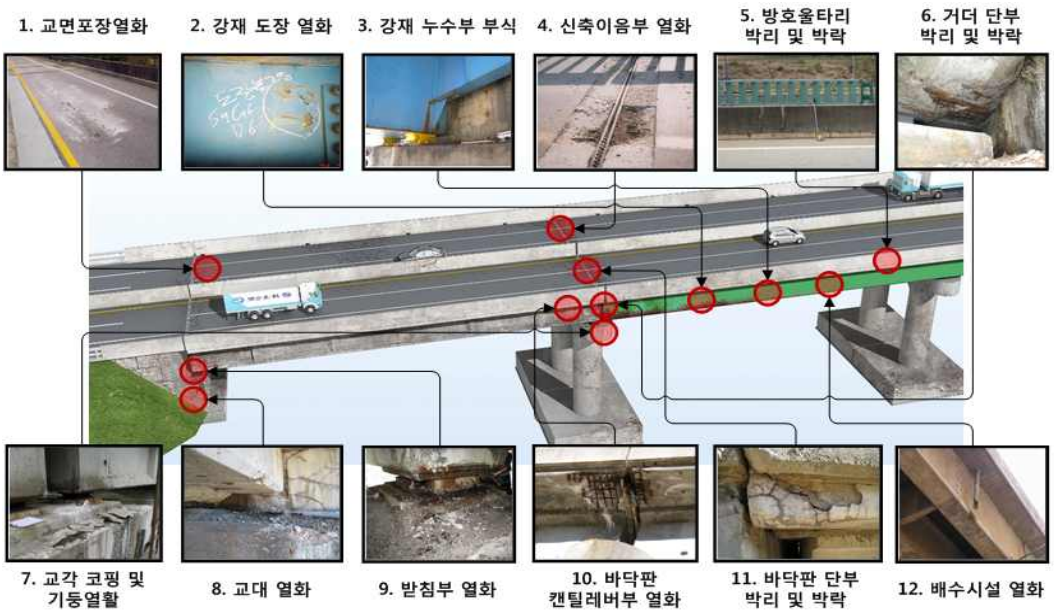
고속도로 교량 대표 열화패턴

□ 고속도로 열화패턴 분석

o 교량 대표 열화패턴중 신축이음부와 연관 67%(8/12개)

부 재	열 화 패 턴(12개)	신축이음 연관여부
바닥판	- 단부 박리 및 박락 - 캔틸레버부 열화	○ △
주 형	- 강재도장 열화 - 거더단부 박리 및 박락 - 강재누수부 부식	- ○ ○
교대 및 교각	- 교대열화 - 교각 코핑 및 기둥열화	○ ○
신축이음장치	- 신축이음부 열화	○
교량받침	- 받침부 열화	○
교면포장	- 교면포장 열화	-
난 간	- 방호울타리 박리 및 박락	-
배수시설	- 배수시설 열화	-

※ 고속도로 교량 대표 열화패턴(도로교통연구원, 2015년)



붙임 3

개선기준 적용시 공사비 현황

□ 공용중인 구간

○ 이동통로 미폐합 현황 : 4,045개소

구분	점검시설 이동통로 현황			
	계	4면	3면	2면 이하
계	14,519 (100%)	10,474 (72%)	3,288 (23%)	757 (5%)

- 보완설치 소요비용 : 414억

구분	계	1열받침		2열받침	
		1면추가 설치	2면추가 설치	1면추가 설치	2면추가 설치
부재(교량수)	4,045(916)	1,032(277)	454(122)	2,256(520)	303(76)
평균공사비 (백만원)		9.9	11.8	9.9	11.8
소요비용	41,402	10,193	5,355	22,282	3,574

※ 평균공사비(3개업체 견적평균)

(단위 : 백만원)

구분	평균공사비	A업체	B업체	C업체
1면 추가설치	9.9	12.0	8.6	9.0
2면 추가설치	11.8	13.7	10.1	11.6

□ 공사중인 구간(부산외곽선, 17년준공)

○ 이동통로 미폐합 현황 : 180개소(3면통로)

구분	점검시설 이동통로 현황			
	계	4면	3면	2면 이하
계	396 (100%)	216 (55%)	180 (45%)	- (0%)

- 보완설치 소요비용 : 18억 (180개소×9.9백만원)

동재하시험 시행방법 개선 검토

설계처-3112
(2017.09.06)

1 검 토 목 적

□ 말뚝 재하시험 중 기성말뚝에 대해 시행하는 **재항타동재하시험**(Restrike test, 이하 "재항타 시험") **시행방법에 대한 적정성** 검토

□ 국토교통부 **감사지적*(재항타 확인·분석 부적정)에 따른 개선방안 마련**

* 2017년 부실시공실태 특정감사 결과 [국토부 감사담당관-3934 (2017. 6.)]

2 추 진 경 위

□ **2012. 7** : 말뚝기초 설계 최적화 방안 (설계처-1883)

o 시간경과 효과를 고려한 **재항타(Restrike) 시험 추가 실시**

구 분		행선별 기초(footing)별 말뚝 본수		
		1~80본까지	81~160본까지	161본 이상
시험 횟수	당초	E.O.I.D 2회	E.O.I.D 3회	E.O.I.D 4회
	추가	**Restrike 2회**	**Restrike 3회**	**Restrike 4회**

* E.O.I.D : 시공중 초기 동재하 시험
Restrike : 재항타 동재하 시험 (시공 후 일정기간 경과 후 시행)

o 신뢰도 향상을 위해 **재하시험 결과에 대한 「확인·분석*」 실시**

* 전문기술사(토질및기초, 토목구조 각 1인)가 수행토록 규정

□ **2015. 4** : 말뚝기초 재하시험 기준 개선 (설계처-1123)

o 「구조물기초 설계기준(2014 개정)」을 반영하여 **기성말뚝의 정재하시험 삭제**(단, 필요시 현장별 수행), **동재하 시험은 기존 기준 유지**

o 동재하시험 **전문인력**(기술사 등) **투입 및 관리 강화**

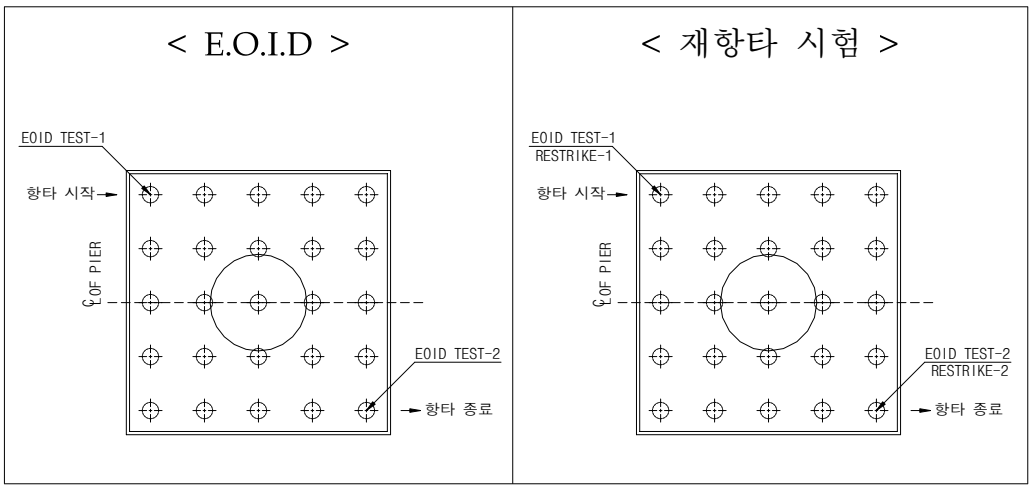
3 현 실태 및 문제점

1 재항타 시험 시행방법

o “E.O.I.D 시행 말뚝”에 대하여 동일 횟수*의 재항타 시험 시행

* 시간경과에 따른 지지력변화를 확인하기 위해서 E.O.I.D를 시행한 말뚝에 대하여 재항타 시험을 시행 [※ 붙임 #1 : 기성말뚝 동재하시험 관련기준]

** 시험방법(예시)



➡ ① E.O.I.D 시행말뚝 이외, **본 시공 말뚝에 대한 “품질확인” 필요**

*「구조물기초 설계기준」: 2014년 개정 시, 품질확인 목적으로 재항타 시험 시행토록 규정

② E.O.I.D 시험결과 설계지지력의 100%이상 확보된 경우, **재항타 시험 횟수 조정***(“2~4회” → “1~2회”) 필요

* Relaxation(시간경과에 따른 지지력 감소) 현상은 판상형 풍화암과 포화된 세립토 지반에서 간혹 나타나므로, 1~2회 시험으로 판단 가능

2 재항타 시험결과의 활용

o 말뚝 재하시험 비용은 상당*한 반면, **시험결과의 활용은 미흡**

- 주로 **"지지력 확인" 목적으로 시행**, 자료분석·관리 및 활용 미흡

* [◎ 공구] 말뚝시공비(2,122백만원), 시험비(315백만원) ☞ 시험비 비율 15%
[▣ 공구] 말뚝시공비(2,387백만원), 시험비(459백만원) ☞ 시험비 비율 19%

o 설계지지력이 확보되었다는 사유로, 재항타 시험결과에 대한 **"확인·분석" 미시행**

- 대부분의 현장에서 선단지지력(E.O.I.D 시험)만으로 설계지지력을 만족하고 있어, **現 지지력 산정방식에 대한 신뢰성 개선* 필요**

* 현 말뚝설계는 예비설계단계로서 지반여건이 반영되는 설계가 아님에도, 재하시험결과와 연계 및 FeedBack 과정 없이 일률적으로 사용되고 있음

- "확인·분석"에 대한 과업내용서 부재, 현장별로 일관된 결과 도출 곤란

➡ 신뢰도 확보가 가능한 방식의 재항타 시험 "확인·분석" 시행으로 국내 지반여건에 맞는 지지력 공식 개발 등 개선 필요

3 재항타 시험 설계단가

o "설계금액(표준품셈)" 대비 "실 소요금액(견적)"의 차이 발생

구 분	설계가 (1회) (Ⓐ)	견적가*(Ⓑ)		
		A사	B사	C사
00-00선 "◉"공구	2,207천원	2,605천원	2,805천원	2,875천원
	(= Ⓑ / Ⓐ)	1.18	1.27	1.30

* 견적내용 : "이동식 항타장비", "하이드로크레인", "동재하시험(Restrike)"

➡ 실제 투입되는 시험장비(이동식 항타장비 등)를 반영하여, 재하시험비 설계단가 산출 필요

4 개 선 방 안

1 재항타 시험 시행방법 개선, **말뚝 품질수준 향상 도모**

o E.O.I.D 시행말뚝의 지지력이 설계지지력의 **100%이상**인 경우

재항타시험(횟수 조정) + **품질확인用 동재하시험**(조정횟수만큼 추가)

구 분	시험방법 및 횟수	
	현 기준	개 선
행선별 기초(footing)별 말뚝본수 1~80본까지	E.O.I.D 2회	E.O.I.D 2회
	재항타 2회	**재항타 1회** **품질확인用 시험 1회**
행선별 기초(footing)별 말뚝본수 81~160본까지	E.O.I.D 3회	E.O.I.D 3회
	재항타 3회	**재항타 2회** **품질확인用 시험 1회**
행선별 기초(footing)별 말뚝본수 161~200본까지	E.O.I.D 4회	E.O.I.D 4회
	재항타 4회	**재항타 2회** **품질확인用 시험 2회**

* **E.O.I.D** : 대각선 상이나 감독원 지정위치 / **품질확인用 시험** : 감독원 지정위치

o E.O.I.D 시행말뚝의 지지력이 **모두** 설계지지력의 **80%이상 100%미만** 인 경우

E.O.I.D 시행말뚝 모두 재항타* 시험 시행 ("현 기준" 대로 시행)

* 재항타 시험에서 지지력 미확보 시, 추가시험(정재하 등)을 통한 지지력 확인

⇨ 최종 지지력 확보가 곤란한 것으로 판단된 경우 지지력 향상방안 검토 조치

* 재항타 시험 시행방법 : "붙임 #2" 참조

2 "재항타시험 **확인·분석" 시행기준 정립**

o "확인·분석" 시행 **가이드라인 마련 연구용역 시행**

- 시행목적 : "재항타 시험 확인·분석" 시행 절차 및 과업내용에 대한 "가이드라인" 마련과 "표준보고서" 작성
- 기간/소요예산 : '17. 10 ~ '18. 3 [5개월] / 20백만원 (VAT별도)
- 시행방법 : 양평-이천 실시설계용역에 특별과업*으로 설계변경

  * 국토부 감사지적 후속조치 필요로 조속한 결과도출 필요

o **국내 지반여건에 맞는 지지력 공식 개발**

- 일정기간 데이터 축적 후 국내 지반여건에 맞는 지지력 공식* 개발

  * 연구용역 추진 (추진단계에서 별도계획 수립)

3 재항타 시험비용 합리적 설계 적용

o 설계단계에서 최소 **"2개 이상"의 견적을 받아 평균가격 반영**

- 견적조건 : 이동식 항타장비, 하이드로크레인, 재항타시험비용
- 시행방법 : 관련방침[견적단가 설계적용방안 검토(2015. 7, 설계처)] 절차 준수

5 적 용 방 안

□ 설계 중 노선 : 본 방침 적용

□ 공사 중 노선

o 재항타 시험 확인·분석 : **"확인·분석" 가이드라인 수립 이후 시공되는 말뚝**기초부터 적용

  * 재항타 **확인·분석을 미시행한 한 경우,** 해당비용 **설계변경 "감액"** 조치

o 그 외 항목 : 공사주관(시행)부서에서 적용여부 판단

붙임 #1 기성말뚝에 대한 동재하시험 기준

□ 우리공사 지침

o 고속도로 전문시방서(2012)

구 분	행선별 기초(footing)별 말뚝 본수		
	1~80본까지	81~160본까지	161본 이상
시험 횟수	E.O.I.D 2회	E.O.I.D 3회	E.O.I.D 4회

* 2012년 이후 시방서 개정이 없어, 리스트라이크 내용이 반영되지 않음

o 말뚝기초 설계 최적화 방안(2012, 설계처)

구 분	행선별 기초(footing)별 말뚝 본수		
	1~80본까지	81~160본까지	161본 이상
시험 횟수	E.O.I.D 2회	E.O.I.D 3회	E.O.I.D 4회
	Restrike 2회	Restrike 3회	Restrike 4회

□ 구조물기초 설계기준(2016)

① 시공중 동재하 시험(E.O.I.D)

: 지반조건에 큰 변화가 없는 경우, 전체 말뚝의 1%이상 실시 (말뚝이 100개 미만인 경우에도 최소 1개)

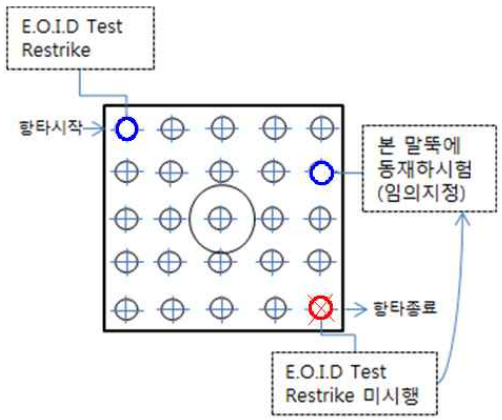
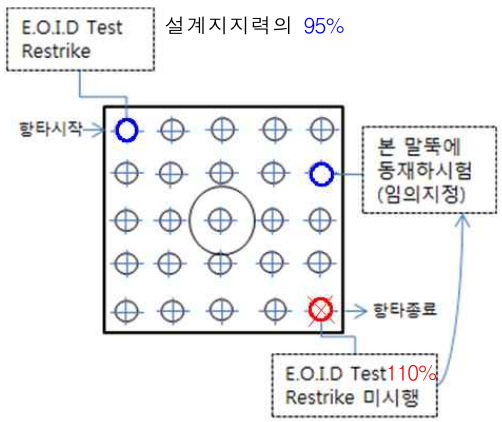
② 재항타 동재하시험(Restrike Test)

: 시간경과효과 확인을 위하여 지반조건에 따라 시공 후 일정한 시간이 경과한 후 재항타 동재하 시험을 실시, **시험빈도는 "①" 항에서 정한 수량**으로 함

③ **본시공 말뚝에 대한 품질확인 목적의 재항타동재하 시험**

: 시공이 완료되면 본시공 말뚝에 대해서 품질확인 목적으로 재항타동재하 시험을 실시하여야 하며, **시험빈도는 "①"항에서 정한 수량**으로 함

붙임 #2 재항타 동재하시험 시행방법 (예시)

구 분	시행방법
① E.O.I.D 대상 말뚝이 모두 설계지지력의 100%이상인 경우	
② E.O.I.D 대상 말뚝 중 일부만 설계지지력의 100%이상인 경우	
③ E.O.I.D 대상 말뚝이 모두 설계지지력의 80%이상 100%미만인 경우	