점검이 어려운 Box형 교량 점검여건 개선방안

제공처 : 한국도로공사 구조물처

출처 : 2012년도 고속도로 설계 실무자료집(2013, 한국도로공사)

1. 일반현황

(1) 내 · 외부 점검이 필요하며 일반교량에 비해 점검이 어려운 BOX형 교량에 대한 점검여건 개선 추진

(2) 효율적 점검수행을 위한 BOX형 교량의 설계 개선방안 모색

2. 현황 및 문제점

2.1 교량 관리현황

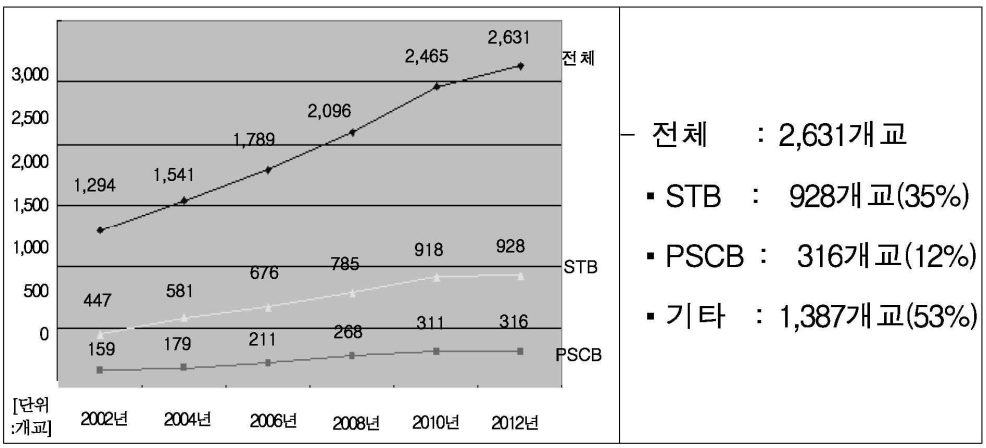
(1) 연장별

(단위 : 개교)

구분	전체	100m미만	100m이상~500m미만	500m이상~1,000m미만	1,000m이상	비고
계	8,018 (100%)	5,387 (67%)	2,306 (29%)	272 (3%)	53 (1%)	
STB	1,475 (18%)	547	809	97	22	BOX형
PSCB	326 (4%)	10	170	119	27	BOX형
기타	6,217 (78%)	4,830	1,327	56	4	

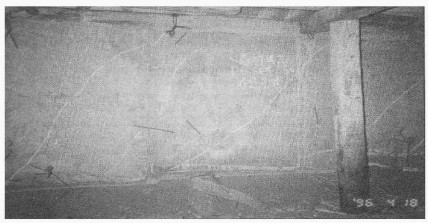
※ BOX형 교량(STB,PSCB)은 전체의 22%에 불과하나, 교량연장이 길어질수록 적용비율이 높음 [500m 이상 : 약82% 차지]

(2) 장대교량(L=100m 이상) 연도별 증가 추이



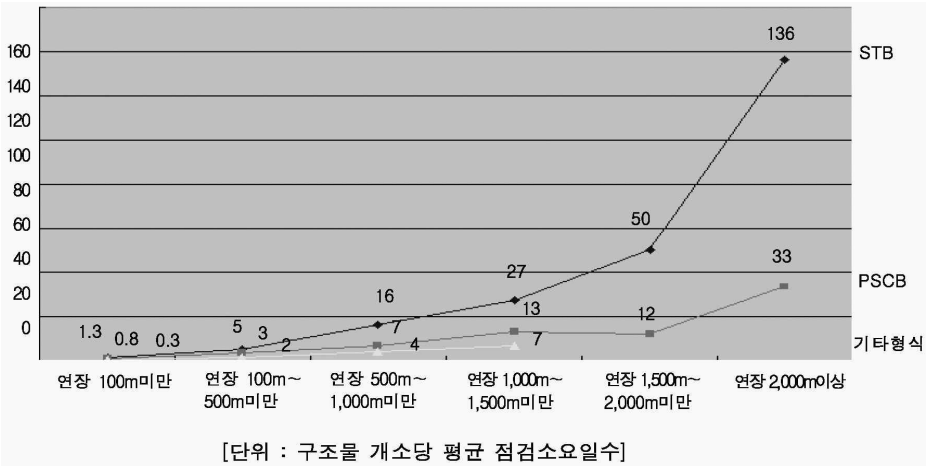
2.2 BOX 교량 점검상 문제점

(1) 구조물 손상은 다양한 원인에 의해 발생되고 있으며, BOX형 구조물의 경우 정확한 상태 파악을 위해 BOX 내·외부의 체계적 점검 관리 필요

	
우수침투에 의한 강박스 내부 녹 발생	콘크리트 BOX 내부 전단균열 발생

(2) 내외부 점검이 필요하여, 일반교량에 비해 점검시간 과다소요

(2.1) 상부형식별 평균점검 소요일수[정기점검 수준]



[단위 : 구조물 개소당 평균 점검소요일수]

(2.1.1) 강BOX 교량의 경우 타형식 교량보다 점검시간 과다소요

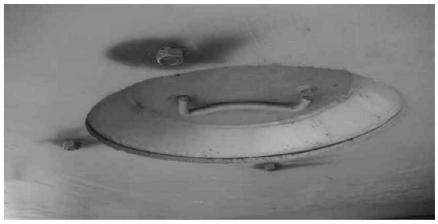
(2.1.2) 내부점검 필요 및 슬라브를 지지하는 거더열수가 타형식보다 많음

- 점검 소요일수 산정[2011. 3, 구조물담당자 점검건 설문조사]

· 형식별 점검소요시간 : STB(2.0~5.0hr), PSCB(1.7~4.0hr), 기타(1.1~2.8hr)

(3) 교량형식별 점검여건

(3.1) 강BOX형 교량

	
점검구 협소 및 접근이 어려움	점검구 뚜껑 재질이 무거움
	
점검위치 식별표지가 없음	시건장치가 한쪽에서만 개방가능

(3.2) 콘크리트 BOX형(FCM) 교량

	
콘크리트 BOX 교량 내부 형고가 높은 경우 상세점검 곤란(최대 약10m)	

3. 개선내용

(1) 개선 방향



3.1 점검여건 개선

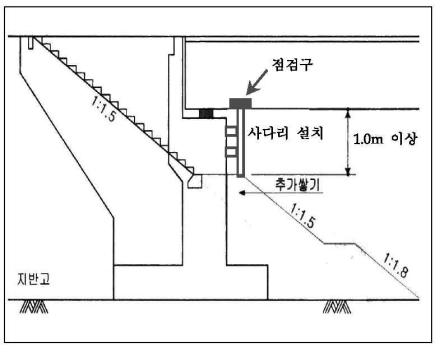
(1) 교량하부 점검구 진출입 시설 설치

(1.1) 위치 : 교대부측 점검구 하부(측면 점검구가 없는 구간)

(1.2) 대상 : 교대 앞성토부~점검구까지 1.0m이상 이격된 구간

(1.3) 설치시설

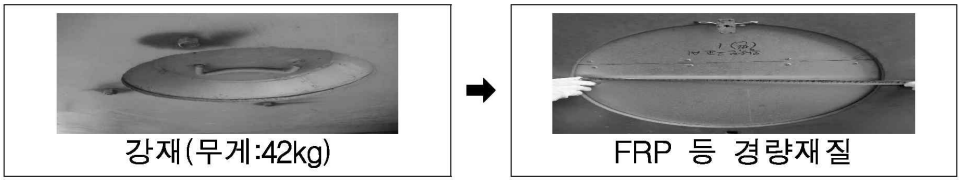
(1.3.1) 점검용 사다리, 콘크리트 블럭 등(도난우려가 적은 재질 사용)



(2) 하부 점검구 재질 개선

(2.1) 대상 : 내부점검시 활용도가 높은 점검구

(2.2) 내용 : 점검시 개폐가 용이하도록 경량재질로 교체



(3) BOX 내부위치 식별표지 제작 · 설치



※ G : 거더, D : 다이아프램

- 설치위치 : 다이아프램 상단 중앙
- 설치규격 : 20×10cm
- 설치간격 : 1개/다이아프램당
- 재 질 : 자석재질 코팅지

(4) 시건장치 개선 → 효율적 점검동선 확보

외부에서만 개폐가능		내·외부에서 개폐가능	
점검구 점검구 점검구 점검구		점검구 점검구 점검구 점검구	

(5) 점검시행 확인 체계 강화

(5.1) 문제점

(5.1.1) 구조물 점검이 정확이 이루어 졌는지 확인 곤란

(5.1.2) 점검과 시스템 등록 시기가 상이한 경우가 많아 정확한 구조물 손상 이력 파악이 어려움

(5.2) 개선방안 : 점검용 모바일기기 활용 점검기록 자동 등록(→Hi-유지관리시스템)

현 행	개 선
손상내용 및 사진 전송 (-)	손상내용 및 사진 전송 (촬영 일자/시간 포함)

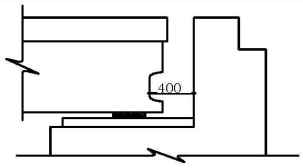
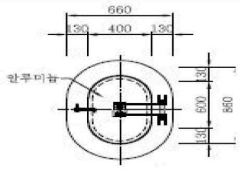
3.2 유지관리를 고려한 교량설계 개선

(1) 장대교 설계시 강BOX형 교량 설계 지양

(1.1) I형 거더 등 내부점검이 불필요한 형식으로 설계 개선

	
BOX형 거더	I형 거더 등

(2) 강BOX 교량 내부 점검구 규격 확대 : 점검자 통행 고려

측면 점검구	하부점검구
	

(2.1) 점검구 설치 : 불가피한 경우를 제외하고 측면에 설치

(2.1.1) 불가피하게 하부점검구 설치시 경량재질로 설계

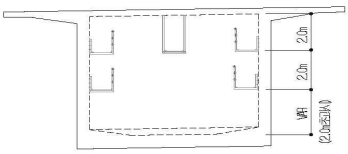
(2.2) 점검구 폭원 확대 : 최소폭 400mm → 600mm 이상 확보

(2.2.1) 한국인 인체 치수조사 참조 : 가슴너비 최대값(391mm)

(3) 강박스 내부 식별 표지 및 내 · 외부 동시 개폐용 시건장치 반영

(4) FCM 교량 내부 고소부 점검을 위한 점검시설 확충

(4.1) 대상 : 박스내부 형고가 4m 이상인 구간



단면도(횡방향)



목포광양간 설치(예시)

(4.1.1) FCM 내부점검시설 설치기준[설계구-1021-111,(2004. 4. 8)] 참조

4. 결론

(1) 공용구간 점검시설 개선

2012년	2013년
▪ 점검구 진출입 시설 설치 ▪ 내부 식별표지 제작· 설치	▪ 점검구 재질 개선 및 시건장치 교체

※ 소요예산 : 도로보수비 활용

(2) 모바일기기 성능 개선 추진 (정보처 합동) : 2012. 12월

(3) 교량 설계 개선 : 설계중 노선부터 반영

5. 기타

5.1 교량 점검 소요시간 산출

(1) 산출기준[2011. 3월, 구조물담당자 점검여건 설문조사]

(1.1) 일일 점검가능시간 : 2.48hr[8hr×0.31(설문결과 점검업무비중)]

(1.2) 점검 소요시간 : 차로수별 연장100m당 정기점검 소요시간

(1.3) 점검수행방법 : 2인1조

(단위 : hr)

차로수	BOX형식 교량		기타형식	비고
	STB	PSCB		
1차로	2.0	1.7	1.1	
2차로	2.7	2.3	1.6	
3차로	3.9	3.1	2.2	
4차로	5.0	4.0	2.8	

(2) 500m이상 장대교량 정기점검 소요시간

구분	상부형식								비고
	전체		STB		PSCB		기타형식		
	개소	점검일수	개소	점검일수	개소	점검일수	개소	점검일수	
계	325	3,974 (13)	119	2,560 (22)	146	1,173 (8)	60	241 (4)	( ) : 개소당 평균
500m이상~ 1,000m미만	272	2,602 (9)	97	1,579 (16)	119	809 (7)	56	214 (4)	
1,000m이상~ 1,500m미만	33	577 (17)	12	324 (27)	17	226 (13)	4	27 (7)	
1,500m이상~ 2,000m미만	11	321 (29)	5	249 (50)	6	72 (12)	0	0	
2,000m이상	9	474 (95)	5	408 (136)	4	66 (33)	0	0	

5.2 F.C.M 내부점검시설 설치기준

5.2.1 검토목적

F.C.M 교량은 내부단면 변화가 크고 특히 주두부측 형고가 높아 육안점검의 어려움이 있어 효율적인 점검을 위한 내부점검시설 설치기준을 마련하고자 함

5.2.2 추진경위

(1) '03.5.19 : 감사통보사항(감사행12108-30122호)

(1.1) 주두부측 박스내부 형고가 높아 도보나 사다리 이용으로 육안점검이 어려운 교량 내부점검시설에 대한 설치기준을 검토 조치

(2) '04.2.24 : 관련기관 의견조회(설계구 10201-30095호)

(2.1) 17개 기관(부서)에서 의견 제출

5.2.3 F.C.M 교량 특성

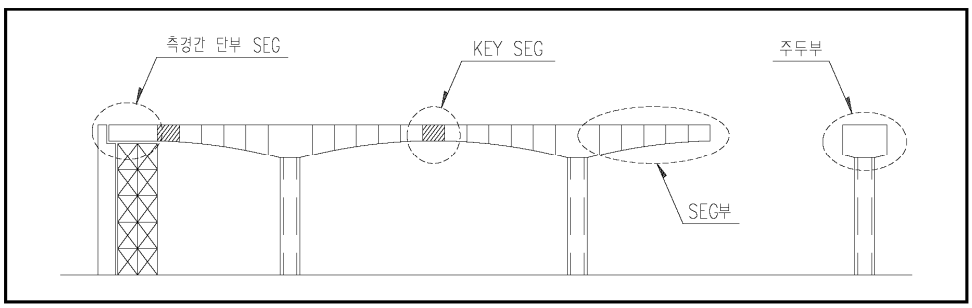
5.2.3.1 시공성

(1) 깊은 계곡이나 하천, 해상부, 교통량이 많은 위치 적용

(2) 세그먼트 제작장비를 갖춘 이동식 작업차를 이용한 시공으로 장대교량 시공이 가능

(3) 변단면 시공 및 오차수정 가능

5.2.3.2 구조적 특징



(1) 측경간 단부 세그먼트 : FCM 공법은 사하중에 의한 변위가 시공중 반영되므로 공용시 활하중에 의한 교대부 부반력에 대한 저항을 고려하여 측경간 단부

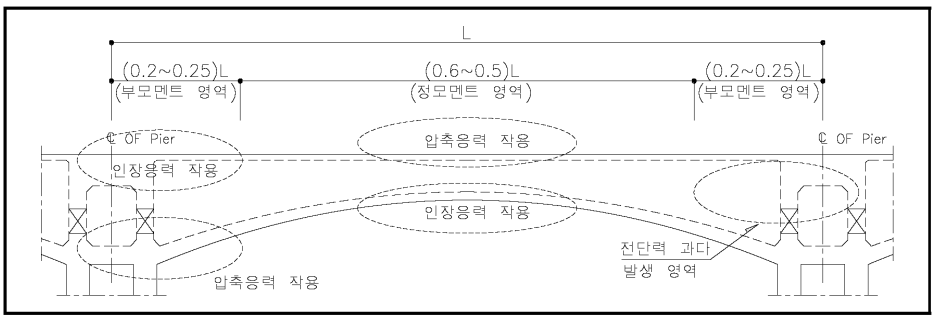
SEG를 FULL STAGING 공법으로 시공함

(2) 주두부 : FORM TRAVELLER를 조립하기 위하여 교각위에 최소한의 교량 상부구조를 미리 제작하게 되는데 이를 주두부라 하며 가설하중이 제일 크게 작용하므로 단면이 큼

(3) 세그먼트부 : 형고가 변화되는 구간으로 2차 포물선 형태를 취함

(4) KEY 세그먼트 : 2개의 교각에서 연결되어 오는 SEG가 최종적으로 연결되는 SEG로 연결완료후 준공 통행시에 가장 취약한 부위

(5) 주두부측 상부에 인장응력, 하부에 압축응력이 발생하며 KEY 세그먼트(중앙부) 상하부에 인장과 압축응력 집중



5.2.3.3 유지관리(도로관리규정)

(1) 구조물 점검종류 및 방법

점검종류		시 기	대 상 교 량	실 시 방 법	비 고
정기점검		전반기	전 구조물	지사장 책임하에 실시	
		후반기	"	"	
정밀점검		년 중	1,2종: 2년에1회(짝수해) 기타 : 2년에1회(홀수해)	지역본부장 책임하에 실시	지사장에게도 통보
긴급점검	손상	필요시	당해 구조물	지역본부장 또는 지사장 책임하에 실시	주요사항
	특별	필요시(해빙기, 우기, 결함 발견시 등)	주요구조물		필요시 보고
		1회/월(지사) 1회/분기(본부)	재난위험시설물	지역본부장 및 지사장 책임하에 실시	
정밀안전진단		5년마다 1회이상	완공후 10년 경과된 1종 구조물	총괄책임자	
		필요시	기타 정밀안전진단이 필요한 구조물	지역본부장 → 총괄책임자	

(2) 위치별 주요 결함 발생내용

위 치	결함 발생 내용	비 고
상부슬래브	·주두부 부모멘트에 의한 휨인장균열 ·종방향 균열 ·우수침투로 인한 백태 ·철근 노출 ·박리, 박락 등	점검시설 필요
벽체부	·전단균열 ·철근 노출 ·박리, 박락 등	점검시설 필요
하부슬래브	·휨인장균열 ·철근 노출 ·박리, 박락 등	조사 가능

5.2.4 내부점검시설 설치 검토내용

5.2.4.1 필요성

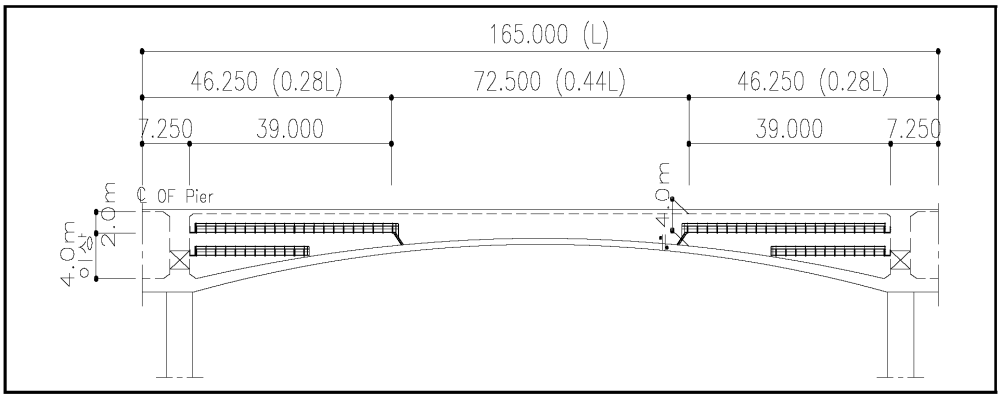
(1) 상시 점검시 육안으로 균열발생 확인이 가능하여야 하므로 점검시설 설치는 필요한 것으로 판단됨

(2) 다만, 측경간 단부 및 KEY 세그먼트부는 교량 내부 형고가 낮아 별도의 점검시설 설치 불필요

(3) 주두부 및 박스내부 형고가 높은 세그먼트부는 사다리등을 이용하여 점검하여야 하는 실정으로 애로사항 발생

(4) 따라서 주두부 및 박스내부의 형고가 높은 세그먼트부의 원활한 점검을 위한 점검시설 설치 필요

5.2.4.2 서해대교 설치 사례



(1) 주두부 및 박스내부 형고가 높은 세그먼트부에 내부점검시설 설치

(2) 박스내부 형고 H≒4.0m 정도에서 내부 점검시설을 설치함

(3) 점검시설과 하부 슬래브까지의 높이가 H≒4.0m 이상이 되는 경우 2단의 점검시설을 설치함

(4) 첫째단 점검시설과 상부 슬래브와의 높이는 H=2.0m임

5.2.5 관리기관 의견

기 관 명	설치기준(안)에 대한 의견	비 고
구조물처	상부슬래브 점검시설과 박스내부 형고에 따라 벽체점검시설(상단의 높이는 상부슬래브에서 2m, 상하단 점검시설 높이차는 2m) 설치	
중부본부	박스내부 형고에 따라 벽체점검시설 설치하되, 횡방향 상부슬래브 점검이 가능토록 종방향 점검시설을 일정간격 연결 설치	
충청본부	상부슬래브 점검시설과 벽체 점검시설 1단 설치	
강원본부	내부점검시설이 오히려 보수·보강에 장애요소가 될 수 있어 시설설치 규모를 최소화하는 방향으로 추진	
경북본부	박스내부 형고에 따라 벽체점검시설 설치하되, 상부슬라브 및 점검의 효율성을 위한 일정간격의 횡방향 점검로 설치	
경남본부	박스내부 형고에 따라 벽체점검시설 설치하되, 종방향 중간정도 지점에 좌,우 벽체를 이동할 수 있는 이동시설을 설치	

5.2.6 검토결론

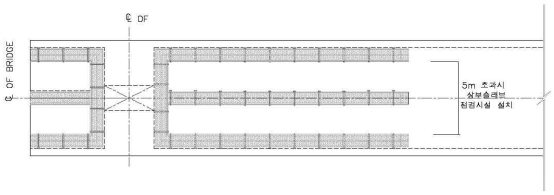
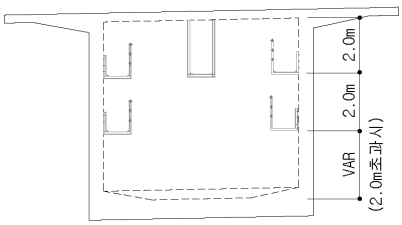
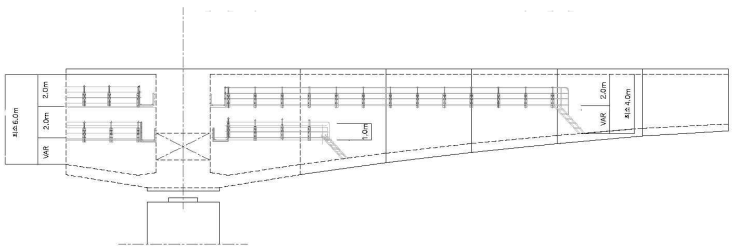
(1) 가시거리에 따른 점검시설의 기능성을 고려하고 서해대교 설치 예를 감안할 때 H=4.0m 이상의 박스내부 형고를 갖는 F.C.M 교량에서는 내부점검시설의 설치가 필요한 것으로 판단됨

(2) 박스내부 형고가 4m이상인 지점부터 1단을 설치하되, 6.0m이상인 지점부터 점검시설간 높이는 2.0m를 유지하여 2단 설치

(3) 상부슬래브 점검시설은 좌,우 벽체 점검시설 간격이 5.0m 초과하는 경우에 설치

(4) 점검시설에 대한 설계기준(구조, 규격 및 재질)은 설계구10201-153호 (‘03.6.3) 「교량 점검시설 설치기준 개선」을 적용

<내부점검시설 설치도>

평면도	
횡단면도 1	
횡단면도 2	

5.2.7 적용방안

(1) 실시설계 및 계획중인 노선 : 설계반영

(2) 공사중 또는 운영중인 노선 : 해당 주관부서에서 판단