

과업요약문

1. 과업의 목적

본 용역은 『시설물의 안전관리에 관한 특별법』 제6조 1항에 따라 실시하는 정밀점검 용역으로써 시설물에 내재되어 있는 위험요인이나 시설물의 상태 등을 정확하게 검사, 평가하고 그에 대하여 적절하게 조치함으로써 시설물의 효용성을 증진시킴과 더불어 체계적인 구조물 관리를 도모코자 함.

2. 시설물 개요

가. 과업명 : 2017년 서울춘천고속도로 정밀점검용역(미사대교 등 29개 시설물)

나. 과업기간 : 2017년 09월 22일 ~ 2017년 12월 29일

다. 대상시설물 개요

<표 2.1> 대상시설물 개요

교량명	노선명	위 치	연장 (m)	총 폭 (m)	형 식		설계 하중	준공 년도	비고
					상부	하부			
서종대교 (서울)	서울춘천고속도로 이정 18.5km	양평군 서종면 문호리	980.0	13.0	PSC Box Girder	역T형 타원형	DB-24 DL-24	2009	편도 2차선
서종대교 (양양)	서울춘천고속도로 이정 18.5km	양평군 서종면 문호리	980.0	13.0	PSC Box Girder	역T형 타원형	DB-24 DL-24	2009	편도 2차선

3. 과업의 범위 및 내용

3.1 과업범위

- 가. 자료수집 및 분석 (준공도면, 기 점검보고서, 보수자료 등) 검토
- 나. 현장조사 (외관조사)
- 다. 비파괴시험
- 라. 점검결과 검토 및 분석
- 마. 시설물 상태평가
- 바. 보수·보강 방안(공법, 우선순위 및 시기) 제시
- 사. 시설물의 효율적인 유지관리방안 제시
- 아. 종합보고서 작성 전산입력(FMS)

3.2 과업의 세부내용

가. 자료수집 및 분석

- 준공도면, 구조계산서, 특별시방서, 수리·수문계산서
- 구조·수리·수문 계산(계산서가 없는 경우)
- 실측도면 작성(도면이 없는 경우)
- 시공·보수·보강도면, 제작 및 작업도면
- 재료증명서, 품질시험기록, 재하시험 자료, 계측자료
- 시설물관리대장
- 기존 안전점검·정밀안전진단 실시결과
- 보수·보강이력

나. 현장조사

- 외관조사 및 외관조사망도 작성
- ※ 작성대상부재는 감독원의 지시에 따른다.

- 콘크리트 구조물 : 균열, 누수, 박리, 박락, 층분리, 백태, 철근노출 등
- 강재 구조물 : 균열, 도장상태, 부식상태 등
- 시설물조사에 필요한 임시접근로, 가설물의 안전시설 설치·해체 등
- 조사용 접근장비 운용
- 조사부위 표면청소
- 마감재의 해체 및 복구

다. 비파괴시험

- 기타 관리주체의 추가 요구 및 안전성평가 등에 필요한 조사·시험
- 간단한 현장 재료시험 등
 - 콘크리트 비파괴강도(반발경도시험)
 - 콘크리트 탄산화 깊이 측정
 - 철근탐사시험(선택적 항목), 용접부 결함검사(선택적 항목)

라. 점검결과 검토 및 분석

마. 시설물 상태평가

- 외관조사 결과 분석
- 시설물의 부재별 외관조사 및 점검결과에 따른 상태평가 실시

단, 상태평가 산정은 『시설물의 안전점검 및 정밀안전진단 세부지침』
및 시설안전기술공단의 상태평가 산정프로그램에 의한다.
- 시설물의 결함부위 진단 및 결함원인 분석
- 필요시 안전성 평가에 대한 내하력 평가시 구조해석 실시
- 구조해석은 시공상태를 기준으로 분석하고, 상부구조 및 하부구조를 포함
- 현장 재료시험 결과 분석
- 대상 시설물(부재)에 대한 상태평가
- 시설물 전체의 상태평가 결과에 대한 책임기술자의 소견(안전등급 지정)

바. 보수·보강 방안(공법, 우선순위 및 시기) 제시

- 보수·보강 방법 제시
- 보수시기, 보수 우선순위 및 보수대책은 고속도로상 작업여건을 감안, 이용객의 불편을 최소화할 수 있는 방안으로 각 시설물별로 작성
- 보수·보강대책은 시설물의 전면보수 시까지 구조물의 기능을 유지하기 위하여 필요한 사항(보수대상, 적정공법, 소요예산 등)을 선정 제시

사. 시설물의 효율적인 유지관리방안 제시

- 시설물의 효율적인 유지관리방안 제시
본 과업수행 중 파악한 유지관리상의 문제점에 대한 적절한 보안대책을 작성, 유지관리 개선사항으로 제시

아. 종합보고서 작성 전산입력(FMS)

- 시설안전기술공단 『시설물정보 통합관리시스템(FMS)』
- 한국도로공사 『구조물 외관조사망도시스템(SDMS)』

4. 서종대교(서울) 정밀점검 결과

4.1 외관조사결과

1) 교면포장

서종대교 교면포장은 고강도 콘크리트이며, 별도의 방수층이 필요 없는 HPC(High Performance Concrete)공법으로 시공된 상태이다. 외관조사 결과 건조수축, 공용년수 증가, 반복적인 통행차량 운하중 등으로 인해 발생한 균열, 망상균열, 파손 등이 조사되었다. 기 점검과 비교시 파손부위에 대해 일부 보수를 실시하여 양호한 상태이다. 미보수된 기 손상부는 주의관찰 후 손상의 진전시 적절한 조치를 취하는 것이 바람직 할 것으로 판단 된다.

2) 방호벽

방호벽은 구조적인 중요도는 낮으나, 차량충돌에 의한 콘크리트 파손 및 재료적인 열화가 발생될 경우 주행차량의 불안감 및 차량충돌시 안전성 미확보가 우려되므로 면밀하게 점검을 실시하였다.

본 교량의 방호벽은 철근콘크리트로 시공되어 있으며, 좌측 방호벽 상단에는 방음벽(H=2.5m)이 설치되어 있다. 외관조사 결과 건조수축, 온도변화 및 환경적요인에 의한 균열, 백태, 국부파손 및 들뜸, 철근노출, 들뜸, 방음벽 파손이 조사되었다. 손상들에 대해 기 실시된 정밀점검(2016.08)과 비교시 균열 및 백태 손상이 일부구간 추가 발생된 것으로 비교·검토되었으며 향후, 부재의 특성상 지속적인 우수유입 및 동결기 동결융해의 반복에 의한 손상이 발생될 수 있으므로 표면처리, 단면보수 등의 조치가 필요할 것으로 판단된다.

3) 배수시설

배수시설은 좌측 방호울타리 측에 설치되어 있으며, 외관조사 결과 토사퇴적, 외부충격, 시공미흡 등으로 인해 배수구 막힘, 그레이팅 파손, 연장배수관 이음부 이격,파손, 탈락 등이며 기 점검이후 배수관 막힘에 의한 월류, 배수관 탈락이 추가 조사되어 손상현황에 따라 적절한 보수조치가 필요한 것으로 판단된다.

4) 신축이음

신축이음은 대기 온도변화에 의한 교량 상부구조의 수축과 팽창, 콘크리트의 재령에 의한 CREEP, 건조수축 및 활하중에 의한 이동과 회전등의 변위 및 변형을 원활하게 하

여 2차응력을 줄이고, 교면의 평탄성을 유지시켜 주는 중요한 부재로서, 본 교량에 설치된 신축이음은 A1, A2에 Finger Joint로 시공되어 있으며 신축이음 단부 방호벽에는 우수 유입을 방지하기 위한 차수판(BWP)이 설치되어 있는 것으로 확인되었다.

외관조사 결과 본체는 시공미흡, 공용년수 경과로 인해 하부 물받이 탈락, 상부 토사퇴적이 조사되어 물받이 재설치 및 주기적인 청소가 필요하며, 후타재의 경우 차량의 반복적인 윤하중에 따른 후타재 균열(폭0.3mm미만) 및 박락이 조사된 바, 손상현황에 따라 적절한 보수가 필요한 것으로 판단된다.

서종대교(서울)의 각 신축이음별 신축량 및 유간거리를 검토한 결과 각 신축이음은 하절기 온도상승 및 동절기 온도하강시 신축여유량을 충분히 확보하고 있는 것으로 검토되었다.

5) 바닥판

바닥판은 상부로부터 전달되는 차량의 윤하중을 거더로 직접 전달하는 역할을 하는 부재로서 박스 거더 좌·우측 캔틸레버 구간을 대상으로 하며 외관조사결과, 일부 손상에 대해 보수를 실시하였으나 미보수된 폭0.3mm미만 균열, 파손 및 들뜸이 조사되었으며, 기점검과 비교시 일부구간 파손이 추가 확인되었다. 기 발생한 손상은 구조물의 안전성에 영향을 미칠만한 수준은 아닌 것으로 판단되나, 내구성 저하 방지를 위해 각 손상현황에 따라 적절한 보수가 필요한 것으로 판단된다.

6) 거더

거더에 대한 외관조사 결과 이상 처짐, 변형 및 지점부(정착부) 파손과 같은 특이할만한 결함 및 손상은 없는 상태이다. 다만 거더 내·외부 및 격벽 일부구간에서 폭 0.3mm내·외의 균열 및 망상균열, 콘크리트 들뜸, 백태, 등이 발생한 상태이고, 기 정밀점검과 비교시 일부 손상에 대해 보수를 실시하였으며, 균열 손상이 다소 증가 한 것으로 확인되었다. 조사된 균열의 경우 일반적으로 PSC 상자형교에서 강선 긴장시 발생하는 국부적인 응력 집중 현상과 가설공법 특성과 같은 시공환경 영향, 건조수축, 수화열, 온도변화 등 복합적인 요인에 의해 발생한 초기결함으로, 구조물의 안전성에 영향을 미칠만한 수준은 아닌 것으로 판단되나, 기타 손상과 더불어 내구성 확보차원의 적절한 보수가 필요한 것으로 판단된다.

7) 교량받침

교량받침은 상·하부구조 접속부에 있는 교량 부속물로서 교량의 구조 중 기계적 요소가 가장 강하며, 하중의 전달과 완충의 기능을 갖고 있어 하중전달을 위해 견고하게 연결

되어야 한다.

본 교량의 받침은 Hydampot 받침(기초분리장치)으로 고정 분리장치(P10), 가동 분리장치(P5~P9, P11), 횡방향 분리장치(A1~P4, P12~A2)로 시공되어 있다.

받침장치에 대한 조사 결과 일부 손상에 대해 보수를 실시하였으나, 미보수된 솔플레이트 부식과 시공미흡으로 판단되는 미끄럼판 변형, 받침물탈 균열/박락, 받침콘크리트 균열/재료분리 등이 조사되어, 각 손상들에 대해 적절한 보수가 필요하며, 특히 P16 받침 미끄럼판 변형의 경우 원활한 기능 향상을 위해 교체를 실시하는 것이 바람직하다고 판단된다.

교대 및 교각의 교량받침에 대한 연단거리 측정결과 현장 실측치가 허용치를 상회하는 것으로 조사되어 본 과업대상인 서종대교(서울)는 충분한 연단거리를 확보하고 있는 것으로 검토되었다.

또한, 기 실시한 정밀점검(2016.08)과 비교시 측정오류 및 연단거리의 차이는 없는 것으로 측정·검토되었다.

대상 교량 받침장치의 대기온도 변화를 고려하여 상부 바닥판의 신축 변화량을 산정하고 각 지점에서 측정된 받침장치 가동량을 측정 비교·검토하였다.

본 교량의 가동받침의 이동량 산정시 온도변화는 보통지방을 고려하여 $-5^{\circ}\text{C} \sim +35^{\circ}\text{C}$ 설계하였으며 설계시 고려한 온도를 기준으로 교량받침 여유량 검토결과 온도변화에 따른 여유량을 충분히 확보하고 있는 것으로 측정/확인 되었다.

8) 교대 및 교각

교대 및 교각은 교량 상부구조의 하중을 지반으로 전달하며, 교량 전체 구조의 안전성을 위해 중요한 역할을 수행하는 구조부재이며, 교대는 역T형(직접기초), 교각은 중공타원형(직접+Pile기초)으로 시공되어있다.

교대에 대한 외관조사결과 기존 손상인 균열, 재료분리, 철근노출 등에 대한 손상들에 대해 전반적으로 보수를 실시하였으며 양호한 상태인 것으로 조사되었다. 일부 미 보수된 손상부는 내구성 증진을 위한 표면처리, 주입보수 등의 조치가 필요할 것으로 판단된다.

교각에 대한 외관조사 결과, 기존 손상인 균열 및 망상균열 등에 대해 일부 보수를 실시한 것으로 조사되었으나, 미보수된 국부파손, 폭0.3mm내·외의 균열 등이 확인되었으며, 내구성 확보를 위한 적절한 보수가 필요하다.

4.2 비파괴시험 결과

가. 비파괴시험에 의한 압축강도측정 결과

<표 4.1> 압축강도 측정결과

[단위 : MPa]

부재 \ 종류		시험압축강도 (A)	설계기준강도 (B)	(A/B)×100 (%)
상부구조	거더	42.4 ~ 44.8	40.0	106 ~ 112
하부구조	교대	26.5	24.0	110
	교각	27.4 ~ 28.5	27.0	101 ~ 105

콘크리트 비파괴 시험결과 상부구조 거더 추정 비파괴 강도는 42.4~44.8MPa, 하부구조 교대 추정 비파괴 강도는 26.5MPa, 교각 추정 비파괴강도는 27.4~28.5MPa로서 설계기준강도(거더 : 40.0MPa, 교대 : 24.0MPa, 교각 : 27.0MPa) 이상을 확보하고 있는 것으로 측정·검토 되었다.

나. 탄산화 깊이 측정 결과

<표 4.2> 탄산화깊이 측정결과

[단위 : mm]

시험위치	탄산화 깊이(mm) (C)	공용년수 (t)	탄산화 속도계수 (A)	탄산화 잔여깊이 (mm)	잔존수명 (t_d)	비고
거더내부 S3	5.5	8	1.94	44.5	100년이상	
거더외부 S8	4.2	8	1.48	45.8		
거더외부 S12	3.8	8	1.34	56.2		
교대 A1	10.0	8	3.54	90.0		
교각 P6	5.5	8	1.94	94.5		
교각 P12	6.0	8	2.12	94.0		

탄산화 깊이 측정은 총 6개소(상부구조 3개소, 하부구조 3개소)에서 실시하였으며 탄산화에 의한 수명 평가는 경과년수와 탄산화깊이와의 관계를 통해 탄산화 속도계수를 역추적하여 탄산화가 철근에 도달하는 시간을 계산하였다. 앞서 언급한 식 $C=A\sqrt{t}$ 에서 준공 후 현재까지의 경과년수 t 는 설계도로부터 구할 수 있고 탄산화 깊이 C 는

현장조사를 통하여 얻을 수 있으므로 탄산화 속도계수 A를 계산할 수 있다. 측정결과 모든 측정부재에서 현재로부터 탄산화가 철근에 도달하는데 걸리는 시간을 추정한 결과 100년 이상으로 탄산화에 의한 철근부식은 없을 것으로 판단된다.

4.3 상태평가 결과

<표 4.3> 상태평가 결과

개별교량명	서종대교(서울)						
구분	탄산화 결함도점수	상태평가 등급	연장(m)	차선	길이 ×차선	연장비	탄산화결함도점수 ×연장비
서종대교(서울)	0.198	B	980.0	2	1,960	1.00	0.198
합계(Σ)			980.0		1,960	1.00	0.198
1. 평가지수 =						0.198	
2. 상태평가 결과 =						B 등급	

본 서종대교(서울)의 상태평가 결과 보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나 기능발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 "B등급"의 상태로 평가 되었다.

4.4 안전등급 지정

<표 4.4> 안전등급 지정

구 분	상태평가		안전성평가	
	평가지수	평가기준	평가지수	평가기준
평가결과	0.198	B	미 실시 (정밀안전진단 과업)	
안전등급 지 정	상태평가 B 안전성평가 (미 실시) - 안전등급 B			

안전등급은 상태평가 결과와 안전성평가 결과 중 낮은 등급을 안전등급으로 지정하나 금회 실시한 정밀점검에서는 안전성평가(정밀안전진단 과업)를 실시하지 않아 안전등급은 B등급“보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나, 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부 보수가 필요한 상태”로 지정되었다.

4.5 보수·보강 방안

점검부위		결함 및 손상내용	보수물량		보수·보강(안) 공법	개략공사비 (천원)	순위	비고
교면포장		균열(폭 0.3mm미만)	1.25	m²	주의관찰	-	-	
		균열(폭 0.3mm이상)	286.0	m	주의관찰	-	-	
		망상균열	20.0	m²	주의관찰	-	-	
		파손	0.68	m²	주의관찰	-	-	
방호벽		균열(폭 0.3mm미만)	24.2	m²	표면처리	1,089	3	
		균열(폭 0.3mm이상)	3.2	m	주입보수	384	2	
		백태	15.3	m²	표면처리	689	2	
		파손, 들뜸	0.08	m²	단면보수	16	2	
		철근노출	6.46	m²	단면보수+방청	1,292	2	
		방음벽 파손	2.4	m²	주의관찰	-	-	
배수시설		배수구 막힘	14	EA	청소	42	1	
		배수관 이음부 이격	2	EA	주의관찰	-	-	
		연장배수관 파손	1	EA	주의관찰	-	-	
		연장배수관 탈락	11.0	m	주의관찰	-	-	
신축이음		물받이 탈락	1.0	m	주의관찰	-	-	
		토사퇴적	3.0	m²	청소	9	1	
		후타재균열(폭0.3미만)	2.2	m²	표면처리	99	2	
		후타재 박락	0.4	m²	단면보수	80	2	
바닥판		균열(폭0.3mm미만)	1.35	m²	표면처리	61	2	하자
		파손 및 들뜸	0.04	m²	단면보수	8	2	하자
거더	외부	균열(폭0.3mm미만)	247.7	m²	표면처리	11,147	2	하자
		균열(폭0.3mm이상)	2.0	m	주입보수	240	1	하자
	내부	균열(폭0.3mm미만)	49.7	m²	표면처리	2,237	2	하자
		백태, 녹발생	0.2	m²	표면처리	9	2	하자
		주입구 노출	1.44	m²	주의관찰	-	-	
		조류배설물 퇴적	16	EA	청소	48	3	
교량받침		미끄럼판 변형	2	EA	교체	6,900	2	하자
		슬플레이트 부식	36	EA	재도장	2,520	2	하자
		몰탈 균열(폭0.3미만)	1.4	m²	표면처리	63	2	하자
		재료분리	0.74	m²	단면보수	148	3	하자
		받침콘크리트 파손	0.1	m²	단면보수	20	2	하자
교대		균열(폭 0.3mm미만)	1.0	m²	표면처리	45	2	하자
		균열(폭 0.3mm이상)	1.5	m	주입보수	180	1	하자
교각		균열(폭0.3mm미만)	11.6	m²	표면처리	522	2	하자
		균열(폭0.3mm이상)	0.3	m	주입보수	36	1	하자
		망상균열	29.2	m²	표면처리	1,314	2	하자
		긋힘	6.4	m²	단면보수	1,280	2	하자
순 공사비						30,478		
제경비(순공사비×0.5)						15,239		
총 공사비						45,717		

※ 면적환산 = 균열보수(0.3mm미만) : L(길이) × 0.25m(폭)

※ 상기 개략공사비는 실시설계시 공법선정, 단가변동 및 현장여건상 변동될 수 있음.

4.6 종합결론

서종대교(서울)는 준공 후 8년이 경과된 PSC BOX Girder 형식의 교량으로 교면포장 균열, 방호벽 균열, 신축이음 후타재 균열, 거더 및 바닥판 균열, 백태, 교량받침 몰탈 및 받침콘크리트 박리/균열, 미끄럼판 변형, 하부구조 균열 등이 조사되어 "B등급"(양호)으로 평가 되었으며, 금회 점검시 조사된 손상·결함부에 대하여 보수를 시행한다면 공용상의 문제는 없을 것으로 판단된다. 또한, 하자보수를 실시한 보수부의 점검을 통한 재손상 여부를 판단하여 이에 대한 적절한 조치를 취하여야 할 것이다.

5. 서종대교(양양) 정밀점검 결과

5.1 외관조사결과

1) 교면포장

서종대교 교면포장은 고강도 콘크리트이며, 별도의 방수층이 필요 없는 HPC(High Performance Concrete)공법으로 시공된 상태이다. 외관조사 결과 건조수축, 공용년수 증가, 반복적인 통행차량 윤하중 등으로 인해 발생한 균열, 파손 및 들뜸 등이 조사되었다. 기 점검과 비교시 일부 손상에 대해 보수를 실시하였으며, 미보수된 손상들은 주기적인 점검을 통한 손상의 진전 여부 파악 후 적절한 조치를 취하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.

2) 방호벽

방호벽은 구조적인 중요도는 낮으나, 차량충돌에 의한 콘크리트 파손 및 재료적인 열화가 발생할 경우 주행차량의 불안감 및 차량충돌시 안전성 미확보가 우려되므로 면밀하게 점검을 실시하였다.

본 교량의 방호벽은 철근콘크리트로 시공되어 있으며, 좌측 방호벽 상단에는 방음벽(H=2.5m)이 설치되어 있다. 외관조사 결과 건조수축, 외부충격, 국부적인 피복부족, 시공미흡 등으로 인해 균열, 백태, 철근노출, 굽힘, 방음벽 파손이 조사되어 손상현황에 따라 적절한 보수조치가 필요한 것으로 판단된다.

3) 배수시설

배수시설은 좌측 방호울타리 측에 설치되어 있으며, 외관조사 결과 전회 점검시 조사된 그레이팅 파손, 배수관 연결불량 등에 대해 일부 보수를 실시한 상태이다. 다만 미보수된 배수관 이음부 누수, 배수구 막힘 등에 대해서는 원활한 배수기능 회복을 위해 주기적인 청소 등을 실시하는 것이 바람직하다.

4) 신축이음

신축이음은 대기 온도변화에 의한 교량 상부구조의 수축과 팽창, 콘크리트의 재령에 의한 CREEP, 건조수축 및 활하중에 의한 이동과 회전등의 변위 및 변형을 원활하게 하여 2차응력을 줄이고, 교면의 평탄성을 유지시켜 주는 중요한 부재로서, 본 교량에 설치된 신축이음은 A1, A2에 Finger Joint로 시공되어 있으며 신축이음 단부 방호벽에는 우수

유입을 방지하기 위한 차수판(BWP)이 설치되어 있는 것으로 확인되었다.

외관조사 결과 본체는 공용년수 증가, 외부충격으로 인한 차수판 파손, 하부 물받이 탈락, 상부 토사퇴적이 조사되어 재설치 및 주기적인 청소가 필요하며, 후타재의 경우 차량의 반복적인 윤하중에 따른 후타재 균열(폭0.3mm미만) 및 박락이 조사된 바, 손상현황에 따라 적절한 보수가 필요한 것으로 판단된다.

서중대교(양양)의 각 신축이음별 신축량 및 유간거리를 검토한 결과 각 신축이음은 하절기 온도상승 및 동절기 온도하강시 신축여유량을 충분히 확보하고 있는 것으로 검토되었다.

5) 바닥판

바닥판은 상부로부터 전달되는 차량의 윤하중을 거더로 직접 전달하는 역할을 하는 부재로서 박스 거더 좌·우측 켄틸레버 구간을 대상으로 하며 외관조사결과, 일부 손상에 대해 보수를 실시하였으나 미보수된 폭0.3mm미만 균열 및 백태, 콘크리트 파손/들뜸 등이 조사되었다. 기 발생한 손상은 구조물의 안전성에 영향을 미칠만한 수준은 아닌 것으로 판단되나, 내구성 저하 방지를 위해 각 손상현황에 따라 적절한 보수가 필요하다.

6) 거더

거더에 대한 외관조사 결과 이상 처짐, 변형 및 지점부(정착부) 파손과 같은 특이할만한 결함 및 손상은 없는 상태이다. 다만 거더 내·외부 및 격벽 일부구간에서 폭 0.3mm내·외의 균열 및 망상균열, 콘크리트 파손/들뜸, 백태 등이 발생한 상태이다. 기 점검과 비교시 일부 손상에 대해 보수를 실시하였으나, 일부 구간 균열 손상이 추가 발생한 것으로 확인되었다. 조사된 균열의 경우 일반적으로 PSC 상자형교에서 강선 긴장시 발생하는 국부적인 응력집중 현상과 가설공법 특성과 같은 시공환경 영향, 건조수축, 수화열, 온도변화 등 복합적인 요인에 의해 발생한 초기결함으로, 구조물의 안전성에 영향을 미칠만한 수준은 아닌 것으로 판단되나, 기타 손상과 더불어 내구성 확보차원의 적절한 보수가 필요한 것으로 판단된다.

7) 교량받침

교량받침은 상·하부구조 접속부에 있는 교량 부속물로서 교량의 구조 중 기계적 요소가 가장 강하며, 하중의 전달과 완충의 기능을 갖고 있어 하중전달을 위해 견고하게 연결되어야 한다.

본 교량의 받침은 Hydampot 받침(기초분리장치)으로 고정 분리장치(P10), 가동 분리장치(P5~P9, P11), 횡방향 분리장치(A1~P4, P12~A2)로 시공되어 있다.

받침장치에 대한 조사 결과 일부 손상에 대해 보수를 실시하였으나, 미보수된 솔플레이트 부식과 시공미흡으로 판단되는 미끄럼판 변형, 받침물탈 균열/박락, 받침콘크리트 균열/재료분리 등이 조사되어, 각 손상들에 대해 적절한 보수가 필요며, 특히 P15 받침 미끄럼판 변형의 경우 원활한 기능 향상을 위해 교체를 실시하는 것이 바람직하다고 판단된다.

교대 및 교각의 교량받침에 대한 연단거리 측정결과 현장 실측치가 허용치를 상회하는 것으로 조사되어 본 과업대상인 서종대교(양양)는 충분한 연단거리를 확보하고 있는 것으로 검토되었다.

또한, 기 실시한 정밀점검(2016.08)과 비교시 측정오류 및 연단거리의 차이는 없는 것으로 측정·검토되었다.

대상 교량 받침장치의 대기온도 변화를 고려하여 상부 바닥판의 신축 변화량을 산정하고 각 지점에서 측정된 받침장치 가동량을 측정 비교·검토하였다.

본 교량의 가동받침의 이동량 산정시 온도변화는 보통지방을 고려하여 $-5^{\circ}\text{C} \sim +35^{\circ}\text{C}$ 설계하였으며 설계시 고려한 온도를 기준으로 교량받침 여유량 검토결과 온도변화에 따른 여유량을 충분히 확보하고 있는 것으로 측정/확인 되었다.

8) 교대 및 교각

교대 및 교각은 교량 상부구조의 하중을 지반으로 전달하며, 교량 전체 구조의 안전성을 위해 중요한 역할을 수행하는 구조부재이며, 교대는 역T형(직접기초), 교각은 중공타원형(직접+Pile기초)으로 시공되어있다.

교대에 대한 외관조사결과 기존 손상인 균열, 박락, 철근노출 등 일부 손상들에 대해 보수를 실시하여 양호한 상태인 것으로 조사되었다. 다만 미보수된 손상인 균열, 박리 및 박락이 확인되었으며, 내구성 확보차원의 적절한 보수가 필요하다.

교각에 대한 외관조사 결과, 균열을 포함한 일부 손상에 대해 보수를 실시한 것으로 조사되었으나, 미보수된 균열, 망상균열, 국부파손 등이 확인되었으며, 내구성 확보를 위한 적절한 보수가 필요하다.

5.2 비파괴시험 결과

가. 비파괴시험에 의한 압축강도측정 결과

<표 5.1> 압축강도 측정결과

[단위 : MPa]

부재 \ 종류		시험압축강도 (A)	설계기준강도 (B)	(A/B)×100 (%)
상부구조	거더	46.4 ~ 48.9	40.0	116 ~ 122
하부구조	교대	27.7	24.0	115
	교각	28.7 ~ 29.8	27.0	106 ~ 110

콘크리트 비파괴 시험결과 상부구조 거더 추정 비파괴 강도는 46.4~48.9MPa, 하부구조 교대 추정 비파괴 강도는 27.7MPa, 교각 추정 비파괴강도는 28.7~29.8MPa로서 설계기준강도(거더 : 40.0MPa, 교대 : 24.0MPa, 교각 : 27.0MPa) 이상을 확보하고 있는 것으로 측정·검토 되었다.

나. 탄산화 깊이 측정 결과

<표 5.2> 탄산화깊이 측정결과

[단위 : mm]

시 험 위 치	탄산화 깊이(mm) (C)	공용년수 (t)	탄산화 속도계수 (A)	탄산화 잔여깊이 (mm)	잔존수명 (t _d)	비고
거더내부 S3	5.2	8	1.84	44.8	100년 이상	
거더외부 S8	4.0	8	1.41	46.0		
거더외부 S12	4.0	8	1.41	46.0		
교대 A1	8.5	8	3.01	91.5		
교각 P6	6.0	8	2.12	94.0		
교각 P12	5.8	8	2.05	94.2		

탄산화 깊이 측정은 총 6개소(상부구조 3개소, 하부구조 3개소)에서 실시하였으며 탄산화에 의한 수명 평가는 경과년수와 탄산화깊이와의 관계를 통해 탄산화 속도계수를 역추적하여 탄산화가 철근에 도달하는 시간을 계산하였다. 앞서 언급한 식 $C=A\sqrt{t}$ 에서 준공 후 현재까지의 경과년수 t 는 설계도로부터 구할 수 있고 탄산화 깊이 C 는 현장조사를 통하여 얻을 수 있으므로 탄산화 속도계수 A 를 계산할 수 있다. 측정결과 모든 측정부재에서 현재로부터 탄산화가 철근에 도달하는데 걸리는 시간을 추정한 결과 100년 이상으로 탄산화에 의한 철근부식은 없을 것으로 판단된다.

5.3 상태평가 결과

<표 5.3> 상태평가 결과

개별교량명	서중대교(양양)						
구분	환산 결함도점수	상태평가 등급	연장(m)	차선	길이 ×차선	연장비	환산결함도점수 ×연장비
서중대교(양양)	0.207	B	980.0	2	1,960	1.00	0.207
합계(Σ)			980.0		1,960	1.00	0.207
1. 평가지수 =						0.207	
2. 상태평가 결과 =						B 등급	

본 서중대교(양양)의 상태평가 결과 보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나 기능발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 "B등급"의 상태로 평가 되었다.

5.4 안전등급 지정

<표 5.4> 안전등급 지정

구 분	상태평가		안전성평가	
	평가지수	평가기준	평가지수	평가기준
평가결과	0.207	B	미 실시 (정밀안전진단 과업)	
안전등급 지 정	상태평가 B 안전성평가 (미 실시) - 안전등급 B			

안전등급은 상태평가 결과와 안전성평가 결과 중 낮은 등급을 안전등급으로 지정하나 금회 실시한 정밀점검에서는 안전성평가(정밀안전진단 과업)를 실시하지 않아 안전등급은 B등급“보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나, 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부 보수가 필요한 상태”로 지정되었다.

5.5 보수·보강 방안

점검부위		결합 및 손상내용	보수물량	보수·보강(안) 공법	개략공사비 (천원)	순위	비고
교면포장		균열(폭0.3mm이상)	336.4 m	주의관찰	-	-	
		파손, 들뜸	1.04 m ²	주의관찰	-	-	
방호벽		균열(폭0.3mm미만)	0.4 m ²	표면처리	18	3	
		균열(폭0.3mm이상)	0.3 m	주입보수	36	2	
		백태	0.41 m ²	표면처리	18	2	
		들뜸 및 철근노출	38.42 m ²	단면보수+방청	11,142	2	
		굽힘	5.0 m ²	단면보수	1,000	3	
		방음벽 파손	2.4 m	주의관찰	-	-	
배수시설		배수구 막힘	7 EA	청소	21	1	
		배수관 연결불량	1 EA	주의관찰	-	-	
신축이음		물받이 탈락	10.0 m	교체	300	2	
		유간토사퇴적	3.4 m ²	청소	10	1	
		후타재균열(폭0.3미만)	0.8 m ²	표면처리	36	2	
		후타재 들뜸, 파손	0.41 m ²	단면보수	82	2	
바닥판		균열(폭0.3mm미만)	0.9 m ²	표면처리	41	2	하자
		균열부 백태	0.2 m ²	표면처리	9	2	하자
		파손 및 들뜸	0.02 m ²	단면보수	4	2	하자
거 더	외부	균열(폭0.3mm미만)	217.2 m ²	표면처리	9,774	2	하자
		망상균열	3 m ²	표면처리	135	2	하자
	내부	균열(폭0.3mm미만)	46.3 m ²	표면처리	2,084	2	하자
		균열(폭0.3mm이상)	12.5 m	주입보수	1,500	1	하자
		백태, 녹발생	1.0 m ²	표면처리	45	2	하자
		주입구 노출	13 EA	주의관찰	-	-	
교량 받침		미끄럼판 변형	1 EA	교체	4,100	2	하자
		슬플레이트 부식	36 EA	채도장	2,520	2	하자
		균열(폭0.3mm미만)	0.8 m ²	표면처리	36	2	하자
		박락, 재료분리, 파손	1.02 m ²	단면보수	204	2	하자
		재료분리 및 철근노출	0.02 m ²	단면보수+방청	6	2	하자
교대		균열(폭0.3mm미만)	1.7 m ²	표면처리	77	2	하자
		박리 및 박락	2.4 m ²	단면보수	480	2	하자
교각		균열(폭0.3mm미만)	21.9 m ²	표면처리	986	2	하자
		균열(폭0.3mm이상)	19.6 m	주입보수	2,352	1	하자
		망상균열	8.0 m ²	표면처리	360	2	하자
		재료분리	3.0 m ²	단면보수	600	3	하자
순 공사비					37,976		
제경비(순공사비×0.5)					18,988		
총 공사비					56,964		

※ 면적환산 = 균열보수(0.3mm미만) : L(길이) × 0.25m(폭)

※ 상기 개략공사비는 실시설계시 공법선정, 단가변동 및 현장여건상 변동될 수 있음.

5.6 종합결론

서종대교(양양)는 준공 후 8년이 경과된 PSC BOX Girder 형식의 교량으로 교면포장 균열, 방호벽 균열, 신축이음 후타재 균열, 거더 및 바닥판 균열, 백태, 교량받침 몰탈 및 받침콘크리트 박리/균열, 미끄럼판 변형, 하부구조 균열 등이 조사되어 "B등급“(양호)으로 평가 되었으며, 금회 점검시 조사된 손상·결함부에 대하여 보수를 시행한다면 공용상의 문제는 없을 것으로 판단된다. 또한, 하자보수를 실시한 보수부의 점검을 통한 재손상 여부를 판단하여 이에 대한 적절한 조치를 취하여야 할 것이다.