

요 약 문

1. 과업의 목적

본 과업은 국도 26호선 성산대교 외 13개교에 대하여 정밀안전진단 및 정밀점검을 실시하여 시설물의 위험요인을 조사하고 안전성을 평가함으로서 교통량 증가에 따른 교량의 점진적 손상을 방지하기 위한 교량보수, 보강공법 그리고 향후 유지관리방안을 제시하여 교량의 효율적인 유지관리와 수명을 연장시키는데 있다.

2. 과업의 범위

- (1) 자료 수집 및 분석
- (2) 현장조사 및 시험
- (3) 상태평가
- (4) 종합평가 및 안전등급 지정
- (5) 보수·보강방안 및 유지관리방안 제시
- (6) 보고서 작성

3. 과업의 기간

2015. 07. 20 ~ 2015. 11. 16 (착수일로부터 120일)

4. 과업대상 시설물 현황

구 분		내 용		구 분		내 용	
교 량 명		성주대교(신)		준공년도		1995년 01월 01일	
관리주체		대구국토관리사무소		교량등급		1등급(DB-24)	
노 선 명		국도 30호선		소 재 지		경북 성주군 선남면 선원리	
설 계 자		(주)건화엔지니어링		시 공 사 감 리 사		극동건설(주) (주)건화엔지니어링	
교 폭		B=9.75m(편도 2차로)					
교 장		L=1,080m(18@60.0m = 1,080m)					
상부구조		PSC Box		교면포장		아스팔트 콘크리트	
하 부 구 조	교 각	구주식		기 초 형 식	교 각	우물통기초	
	교 대	역T형			교 대	강관기초	
받침장치		포트받침, EQS받침		난 간		알루미늄 난간	
신축이음		A1, A2(Rail Joint)					
교차시설		낙동강		교하공간		H=9.0m	



5. 외관조사 결과

5.1 교면포장

교면포장은 아스팔트콘크리트 포장으로 시공되어 있으며 편도2차선으로 되어 있으며, 보수이력 확인결과 준공 후 2008년 교면포장 방수 및 포장이 시행되었다.

교면포장에 대한 외관조사 결과, 교량구간은 망상균열 및 라벨링(3240.0m^2), 아스콘 균열(238.0m), 포트홀(0.07m^2)이 발생되었다. 2013년 전차 점검에 비하여 아스콘 균열이 망상균열로 진전되었다.

망상균열 및 라벨링은 지속적인 차량의 운하중에 의한 손상으로 주행이나 교면포장의 내구성에는 문제없을 것으로 판단되어 직접적인 보수보다는 유지관찰 후 손상 진전 시 전면 재포장 등의 보수를 실시하는 것이 바람직한 것으로 판단된다.

5.2 난간/연석

본 교량의 연석은 철근콘크리트로, 난간은 알루미늄 난간으로 설치되어 있다. 보수이력 확인결과, 준공 후 2007년 난간, 연석, 중앙분리대 부분보수가 실시되었으나, 보수 후 시간의 경과로 보수 흔적은 찾아 볼 수 없는 상태로 확인되었다.

방호벽 및 중앙분리대에 대한 외관조사 결과, cw=0.3mm미만 균열(4.5m) 속도판 볼트 풀림(1ea) 철근노출(0.2m^2), 난간변형(3.0m)가 조사되었다.

2013년 점검 후 보수이력은 확인 되지 않으나, 균열 및 철근노출, 난간변형이 보수되어 물량이 다수 감소 하였다. 0.3mm미만 균열은 온도변화와 건조수축에 의한 균열로 판단되며, 속도판 볼트는 흔들림 정도가 심한 것으로 조사되었다. 향후 유지관리를 위해서는 볼트 조임 및 균열 보수 등의 조치가 요망된다.

5.3 거더 내부

거더 내부 형식은 P.S.C Box Girder 1련으로 시공되어 있다.

거더 내부에 대한 외관조사 결과, cw=0.3mm미만 균열(599.20m), 망상균열(483.63m^2),

재료분리(10.84m^2), 백태(0.28m^2), 박락(0.4m^2)이 발생한 상태이다.

cw=0.3mm미만 균열 및 망상균열은 구조물의 안전성에 영향을 미치지 않는 초기 수화열 및 건조수축 등에 의한 경미한 손상으로 판단되며, 재료분리 및 박락은 시공시의 부주의 및 거푸집 제거시의 부주의에 의해 발생한 손상이며, 백태는 수분의 접촉에 의한 손상으로 판단된다.

5.4 거더 외부

거더 외부 형식은 P.S.C Box Girder 1련으로 시공되어 있다. 보수이력 확인결과, 2001.06.04~2001.09.24 상부 균열 및 박리 보수를 실시한 것으로 조사되었다.

거더 외부에 대한 외관조사 결과, cw=0.3mm미만 균열(1322.6m), cw=0.3mm이상 균열(19.0m), 망상균열(3963.60m^2), 백태(4.67m^2), 박락 및 파손(0.9m^2), 재료분리(6.7m^2)가 발생한 상태이다.

cw=0.3mm미만, 이상 균열, 망상균열은 거더 하면과 측면에서 종방향으로 발생하였고 온도변화와 건조수축(외부구속)에 의한 균열로 판단되며 백태는 우수유입 및 수분의 접촉에 의한 손상으로 판단된다. 재료분리, 박락 및 파손은 거더 표면에 외부 충격 및 시공시 부주의에 의해 발생한 손상으로 판단된다. cw=0.3mm이상 균열에 대해서는 주입보수가 요구되며, 그 외 조사된 결함은 경미한 손상으로 주의관찰 후 손상의 진전 시 보수를 하는 것이 바람직한 것으로 판단된다.

5.5 교대 및 교각

교대는 역T형으로 시공되어 있으며, 교각은 구주식이다.

교대 및 교각에 대한 외관조사 결과, cw=0.3mm미만 균열(177.59m), cw=0.3mm이상 균열(7.7m), 망상균열(297.22m^2), 재료분리 및 표면불량(266.8m^2), 박락, 굽힘 및 파손(1.3m^2)이 발생한 상태이다.

cw=0.3mm미만, 이상 균열은 온도변화 및 건조수축에 의한 내부구속 균열로서 손상

의 진전유무에 대한 지속적인 관리가 요구되며, $cw=0.3\text{mm}$ 이상 균열은 미세균열이 진전되어 발생한 손상으로 주입공법(건식)으로 보수가 요구된다.

재료분리, 표면불량, 박락, 균열, 파손은 시공초기 부주의, 품질불량, 공용연수 증가에 따른 노후화 및 2차적인 충격에 의해 발생한 손상으로 판단되며 조사된 결함은 경미한 손상으로 주의관찰 후 손상의 진전 시 보수를 하는 것이 바람직한 것으로 판단된다.

5.6 받침장치

받침장치는 포트+EQS받침으로 1열 2개소씩 시공되어 있다.

교량받침에 대한 외관조사 결과, $cw=0.3\text{mm}$ 미만 균열(68.5m), $cw=0.3\text{mm}$ 이상 균열(9.6m), 망상균열(1.38m^2), 플레이트 부식(19개소)이 조사되었다.

플레이트 부식은 바람에 날린 우수 및 하천수의 증발과 공용연수 증가에 의해 발생한 손상으로 판단되며, $cw=0.3\text{mm}$ 미만 균열 및 망상균열은 구조적 균열이 아닌 건조수축 및 온도응력 등의 영향으로 발생한 경미한 손상이며, $cw=0.3\text{mm}$ 이상 균열은 미세균열이 진전되어 나타난 손상으로 판단된다.

$cw=0.3\text{mm}$ 이상 균열은 주입공법으로 보수 후 지속적인 관리가 요구되며, 그 외 조사된 결함은 경미한 손상으로 주의관찰 후 손상의 진전 시 보수를 하는 것이 바람직한 것으로 판단된다.

5.7 신축이음장치

신축이음장치는 Rail Joint로서 A1, A2에 2개소가 설치되어 있다.

신축이음장치에 대한 외관조사 결과, 접속부 단차(8.0m), 고무재 파손(0.6m), 신축이음장치 유간 토사퇴적(3.0m)이 조사되었다.

접속도로부에 발생한 단차는 중차량의 통행에 따른 충격에 의하여 발생한 손상으로 단차의 정도가 차량의 안정성이나 교량의 충격을 야기할만한 손상이 아니므로 지속적인 관리가 요구된다.

본체 토사퇴적은 공용기간 증가에 따라 발생하는 자연적인 현상으로 추후 신축거동에 영향을 미칠 수 있으므로 청소가 요구된다. 본체 고무재 파손은 중차량의 충격이나 노후화에 따른 경미한 손상으로 추후 손상의 진전 여부에 대한 지속적인 관리가 요구된다.

5.8 배수시설

배수시설은 전반적으로 양호한 상태이다.

6. 내구성조사 및 시험

구 분	시험 결과			결과 분석	
압 축 강 도 시험 (MPa)				• 반발경도법에 의한 콘크리트 압축강도 추정결과는 시험개소 모두 설계 기준 강도 (상 부 구조:40.0MPa, 하부구조: 24.0MPa)를 상회하는 것으로 분석됨	
	구분	반발경도법	설계강도		
	거 더	41.1 ~ 49.6	40.0		
	교대, 교각	26.9 ~ 32.7	24.0		
탄산화시험 (mm)				• 탄산화에 의한 잔여피복두께는 모두 30mm이상(평가 : a 이상)으로 양호한 상태로 평가됨	
	구 분	탄산화깊이	잔여피복		내구연한
	거 더	7.2 ~ 7.5	32.5 ~ 32.8		100년 이상
	교 대	10.8 ~ 12.6	57.2 ~ 57.4		100년 이상

7. 상태평가

부재의 분류		상부구조		2차	기타부재				받침	하부구조		내구성 요소	
번호	구조 형식	바닥판	거더	부재	포장	배수	난간연석	신축이음	교량받침	하부	기초	탄산화 (상)	탄산화 (하)
S1 (A1)	PSC Box	c	c	c	c	a	b	b	b	c	q	a	a
S2 (P1)	PSC Box	b	c	c	c	a	b	x	b	b	q	x	x
S3 (P2)	PSC Box	b	c	c	c	a	b	x	c	a	q	x	x
S4 (P3)	PSC Box	c	d	c	c	a	a	x	c	b	q	x	x
S5 (P4)	PSC Box	b	d	c	c	a	a	x	b	b	q	x	x
S6 (P5)	PSC Box	b	c	c	c	a	a	x	c	b	q	x	x
S7 (P6)	PSC Box	b	d	c	c	a	a	x	b	c	q	x	x
S8 (P7)	PSC Box	b	c	c	c	a	a	x	c	b	q	x	x
S9 (P8)	PSC Box	b	c	c	c	a	a	x	b	a	q	x	x
S10 (P9)	PSC Box	b	b	c	c	a	a	x	b	c	q	x	x
S11 (P10)	PSC Box	c	b	b	c	a	a	x	b	c	q	x	x
S12 (P11)	PSC Box	b	b	c	c	a	a	x	b	b	q	x	x
S13 (P12)	PSC Box	c	b	c	c	a	a	x	c	c	q	x	x
S14 (P13)	PSC Box	b	b	b	c	a	a	x	b	c	q	x	x

부재의 분류		상부구조		2차	기타부재				받침	하부구조		내구성 요소	
번호	구조 형식	바닥판	거더	부재	포장	배수	난간연석	신축이음	교량받침	하부	기초	탄산화(상)	탄산화(하)
S15 (P14)	PSC Box	b	b	b	c	a	a	x	c	b	q	x	x
S16 (P15)	PSC Box	b	c	c	c	a	a	x	c	b	q	x	x
S17 (P16)	PSC Box	c	c	b	c	a	a	x	b	b	q	x	x
S18 (P17)	PSC Box	c	d	b	c	a	b	x	b	b	q	a	x
A2	-	-	-	-	-	-	-	c	b	c	q	-	x
평균		0.267	0.400	0.344	0.400	0.100	0.122	0.300	0.274	0.263	0.000	0.100	0.100
가중치		20	20	3	7	3	2	9	9	20	0	4	3
(평균×가중치) /가중치합		0.053	0.080	0.010	0.028	0.003	0.002	0.027	0.025	0.053	0.000	0.004	0.003
									환산결함도점수			0.288	
									상태평가결과			C	

8. 종합평가 및 안전등급 지정

대상 구조물의 종합평가는 『안전점검 및 정밀안전진단 세부지침(국토교통부 2013.04.)』에 따라 시설물의 종합평가등급을 결정하였다.

구조적 결함 및 손상은 없는 것으로 조사되었으나 상·하부구조에서 건조수축에 의한 균열, 백태 등 비구조적 요인과 외부충격에 의한 콘크리트 파손 및 굽힘 변형 등이 발생되었으며, 교면포장은 차륜에 의한 영향으로 라벨링 및 망상균열이 발생한 상태이다. 특히, 거더내부에 발생한 누수 및 교면포장에 발생한 라벨링은 구조물의 안전성과 통행차량의 안전성을 위해 보수가 필요하다.

성주대교(신)의 상태평가 및 종합평가 결과, 안전등급은 주요부재에 경미한 결함 또는 보조부재에 광범위한 결함이 발생하였으나 전체적인 시설물의 안전에는 지장이 없으며, 주요부재에 내구성, 기능성 저하 방지를 위한 보수가 필요하거나 보조부재에 간단한 보강이 필요한 상태인 “C(보통)등급”으로 평가되었다.

평가구분	결함지수	평가결과	비 고
상태평가	F = 0.288	C	
안전성평가	-	-	
종합평가	안전등급 : C 등급(보통)		
평 가	· 외관조사 결과, 주요 손상으로는 상·하부구조에서 균열 및 백태, 교면포장 라벨링 및 망상균열, 교량받침 균열 및 플레이트 부식 등이 확인되었으며, 구조적인 손상은 없는 것으로 조사됨 · 내구성조사 결과, 콘크리트 강도, 탄산화시험은 전반적으로 양호한 상태로 유지되고 있는 것으로 조사됨 · 상태평가 및 내구성평가를 종합적으로 분석한 결과, 안전등급은 주요부재에 경미한 결함 또는 보조부재에 광범위한 결함이 발생하였으나 전체적인 시설물의 안전에는 지장이 없으며, 주요부재에 내구성, 기능성 저하 방지를 위한 보수가 필요하거나 보조부재에 간단한 보강이 필요한 상태인 “C(보통)등급”지정됨		

※본 용역에서는 안전성 평가를 실시하지 않음.

9. 보수·보강 방안

구분	손상내용	보수·보강	수량			단가 (원)	공사비 (원)	우선 순위	비고
			손상	보수	단위				
난간/ 연석	철근노출	단면보수	0.2	0.24	m ²	350,000	84,000	1	
교대/ 교각	균열(0.3mm이상)	주입보수	1.93	2.32	m ²	50,000	116,000	1	
	박락, 굽힘, 파손	단면보수	1.3	1.56	m ²	166,000	258,960	1	
받침 장치	균열(0.3mm이상)	주입보수	2.4	2.88	m ²	50,000	144,000	1	
	플레이트 부식	재도장	19	22.8	m ²	35,000	798,000	1	
신축 이음	토사퇴적	청소	1	1.2	ea	10,000	12,000	1	
순공사비		1순위(원)			1,412,960				
부 대 공 (순공사비 30%)		1순위(원)			423,888				
제 경비 (순공사비와 부대공사비 합계의 50%)		1순위(원)			918,424				
총 개략공사비		1순위 (십만단위 절삭)			2,800,000				

10. 종합결론

성주대교(신)는 경상북도 성주군 선남면 선원리에 위치하여 국도30호선상의 연장 1080.0m, 교폭 9.7m, 대구방향의 편도 2차선 교량으로 상부구조는 PSC Box Girder 형식이며 하부구조는 역 T형 교대와 구주식 교각으로 구성되어 있다.

1. 교면포장은 아스팔트콘크리트 포장으로 시공되어 있으며 편도2차선으로 되어 있으며, 보수이력 확인결과 준공 후 2008년 교면포장 방수 및 포장, 2013년 이후 부분재포장이 시행되었다. 교면포장에 대한 외관조사 결과, 교량구간은 망상균열 및 라벨링, 아스콘 균열, 포트홀이 발생되었다. 2013년 전차 점검에 비하여 아스콘 균열이 망상균열로 진전되었다. 망상균열 및 라벨링은 지속적인 차량의 윤회중에 의한 손상으로 주행이나 교면포장의 내구성에는 문제없을 것으로 판단되어 직접적인 보수보다는 유지관찰 후 손상 진전 시 전면 재포장 등의 보수를 실시하는 것이 바람직한 것으로 판단된다.
2. 연석은 철근콘크리트로, 난간은 알루미늄 난간으로 설치되어 있다. 보수이력 확인결과, 준공 후 2007년 난간, 연석, 중앙분리대 부분보수가 실시되었으나, 보수 후 시간의 경과로 보수 흔적은 찾아 볼 수 없는 상태로 확인되었다. 방호벽 및 중앙분리대에 대한 외관조사 결과, cw=0.3mm미만 균열, 속도판 볼트 풀림, 철근노출, 난간변형이 조사되었다. 2013년 점검 후 보수이력은 확인 되지 않으나, 균열 및 철근노출, 난간변형이 보수되어 물량이 다수 감소하였다. 0.3mm미만 균열은 온도변화와 건조수축에 의한 균열로 판단되며, 속도판 볼트는 흔들림 정도가 심한 것으로 조사되었다. 향후 유지관리를 위해서는 볼트 조임 및 균열 보수 등의 조치가 요망된다.
3. 거더내부 형식은 P.S.C Box Girder 1련으로 시공되어 있다. 거더내부에 대한 외관조사 결과, cw=0.3 mm미만 균열, 망상균열, 재료분리, 백태, 박락이 발생한 상태이다. cw=0.3mm미만 균열 및 망상균열은 구조물의 안전성에 영향을 미치지 않는 초기 수화열 및 건조수축 등에 의한 경미한 손상으로 판단되며, 재료분리 및 박락은 시공시의 부주의 및 거푸집 제거시의 부주의에 의해 발생한 손상이며, 백태는 수분의 접촉에 의한 손상으로

로 판단된다.

4. 거더외부 형식은 P.S.C Box Girder 1련으로 시공되어 있다. 보수이력 확인결과, 준공 후 보수이력은 2001.06.04~2001.09.24 상부 균열 및 박리 보수를 실시한 것으로 조사되었다. 거더외부에 대한 외관조사 결과, $cw=0.3\text{mm}$ 미만 균열, $cw=0.3\text{mm}$ 이상 균열, 망상균열, 백태, 박락 및 파손, 재료분리가 발생한 상태이다. $cw=0.3\text{mm}$ 미만, 이상 균열, 망상균열은 거더 하면과 측면에서 종방향으로 발생하였고 온도변화와 건조수축(외부구속)에 의한 균열로 판단되며 백태는 우수유입 및 수분의 접촉에 의한 손상으로 판단된다. 재료분리, 박락 및 파손은 거더 표면에 외부 충격 및 시공시 부주의에 의해 발생한 손상으로 판단된다. $cw=0.3\text{mm}$ 이상 균열에 대해서는 주입보수가 요구되며, 그 외 조사된 결함은 경미한 손상으로 주의관찰 후 손상의 진전시 보수를 하는 것이 바람직한 것으로 판단된다.
5. 교대는 역T형으로 시공되어 있으며, 교각은 구주식이다. 교대 및 교각에 대한 외관조사 결과, $cw=0.3\text{mm}$ 미만 균열, $cw=0.3\text{mm}$ 이상 균열, 망상균열, 재료분리 및 표면불량, 박락, 굽힘 및 파손이 발생한 상태이다. $cw=0.3\text{mm}$ 미만, 이상 균열은 온도변화 및 건조수축에 의한 내부구속 균열로서 손상진전에 대한 지속적인 관리가 요구되며, $cw=0.3\text{mm}$ 이상 균열은 미세균열이 진전되어 발생한 손상으로 주입공법(건식)으로 보수가 요구된다. 재료분리, 표면불량, 박락, 굽힘, 파손은 시공초기 부주의, 품질불량, 공용연수 증가에 따른 노후화 및 2차적인 충격에 의해 발생한 손상으로 판단되며 조사된 결함은 경미한 손상으로 주의관찰 후 손상의 진전 시 보수를 하는 것이 바람직한 것으로 판단된다.
6. 교량의 받침은 포트+EQS받침으로 1열 2개소씩 시공되어 있다. 교량받침에 대한 외관조사 결과, $cw=0.3\text{mm}$ 미만 균열, $cw=0.3\text{mm}$ 이상 균열, 망상균열, 플레이트 부식이 조사되었다. 플레이트 부식은 바람에 날린 우수 및 하천수의 증발과 공용연수 증가에 의해 발생한 손상으로 판단되며, $cw=0.3\text{mm}$ 미만 균열 및 망상균열은 구조적 균열이 아닌 건조수축 및 온도응력 등의 영향으로 발생한 경미한 손상이며, $cw=0.3\text{mm}$ 이상 균열은 미세균열이 진전되어 나타난 손상으로 판단된다. 따라서, $cw=0.3\text{mm}$ 이상 균열은 주입공법으로 보

수후 지속적인 관리가 요구되며, 그 외 조사된 결함은 경미한 손상으로 주의관찰 후 손상의 진전시 보수를 하는 것이 바람직한 것으로 판단된다.

7. 신축이음장치는 Rail Joint로서 A1, A2에 2개소가 설치되어 있으며, 신축이음장치에 대한 외관조사 결과, 접속부 단차, 고무재 파손, 신축이음장치 유간 토사퇴적이 조사되었다. 접속도로부에 발생한 단차는 중차량의 통행에 따른 충격에 의하여 발생한 손상으로 단차의 정도가 차량의 안정성이나 교량의 충격을 야기할만한 손상이 아니므로 지속적인 관리가 요구된다. 본체 토사퇴적은 공용기간 증가에 따라 발생하는 자연적인 현상으로 추후 신축거동에 영향을 미칠 수 있으므로 청소가 요구된다. 본체 고무재 파손은 중차량의 충격이나 노후화에 따른 경미한 손상으로 추후 손상의 진전 여부에 대한 지속적인 관리가 요구된다.

8. 배수시설은 전반적으로 양호한 상태이다.

9. 외관조사 결과 및 내구성조사 결과에 의한 상태평가는 “C”로 평가되어 종합평가를 통한 안전등급 지정결과, 본 시설물은 “C등급(보통)”이다.

10. 본 시설물의 안전등급은 『C등급』으로 평가되었으며, 조사된 손상부위에 대하여 내구성 확보 및 기능유지를 위한 적절한 보수를 실시하고, 금회 정밀점검 결과에 따라 효과적인 유지관리가 이루어진다면 시설물의 공용에는 문제가 없을 것으로 판단된다.

11. 정밀점검 대상 시설물인 성주대교(신)는 활하중 작용 등 외력에 의한 구조적 결함이나 손상이 없는 상태로서 국부적으로 발생한 손상·결함부에 대해 보수를 시행하면 사용재료의 건전성, 구조물의 기능성과 안전성을 더욱 확보할 수 있으므로 현재는 정밀안전진단 및 시설물의 사용제한 등의 필요성이 없으며 향후 “시설물의 안전관리에 관한 특별법”에 의한 정기점검, 정밀점검 등의 시행과 동절기와 해빙기를 전·후하여 특별점검 시행 등 지속적 유지관리를 행하면 설계시 의도한 내구연한을 확보할 수 있을 것으로 판단된다.