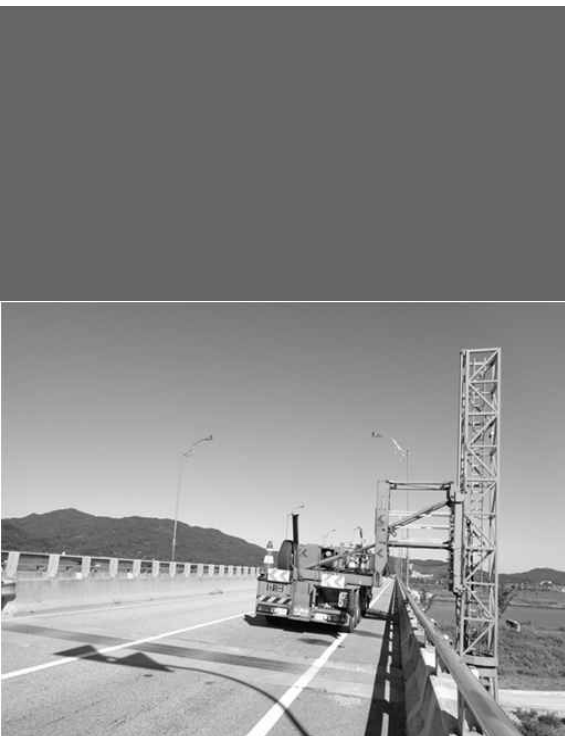




제 4 장 낙단대교

- 4.1 시설물 현황
- 4.2 자료수집 및 분석
- 4.3 외관조사
- 4.4 내구성조사 및 시험
- 4.5 상태평가
- 4.6 종합평가 및 안전등급 지정
- 4.7 보수보강 및 유지관리방안
- 4.8 종합결론

제 4 장 낙단대교

4.1 시설물 현황

구 분		내 용		구 분		내 용	
교 량 명		낙단대교		준공년도		2003년 12월 19일	
관리주체		부산지방국토관리청 대구국토관리사무소		교량등급		1등급(DB-24)	
노 선 명		국도 25호선		소 재 지		경상북도 상주시 낙동면 낙동리	
설 계 자		(주)동우기술공사 (주)삼영기술공사 (주)효원엔지니어링		시 공 사 감 리 사		현대건설(주)	
교 폭		B=19.5m(왕복 4차로)					
교 장		L=693.4m(40.7m+12@51.0m+40.7m=693.4m)					
상부구조		PSC Box		교면포장		아스콘	
하 부 구 조	교 각	1주식 중공트랙형		기 초 형 식	교 각	케이슨기초, 파일기초	
	교 대	역T형			교 대	파일기초	
받침장치		납면진받침(L.R.B)		난 간		알루미늄 난간(H=1.1m)	
신축이음		A1, A2(Rail Joint)					
교차시설		낙동강		교하공간		H=4.8m	



제 1 장
제 2 장
제 3 장
제 4 장
제 5 장
제 6 장
제 7 장
제 8 장
제 9 장
제 10 장
제 11 장
제 12 장
제 13 장
제 14 장

4.2 자료수집 및 분석

본 교량은 2003년 준공 이후 2005년 최초 정밀점검을 시행하여 2013년 정밀안전진단 결과 안전등급 “B”등급으로 양호한 상태인 것으로 확인되었다.

번호	구 분	점검/ 진단기간	점검/ 진단기관	주요점검/ 진단결과	상태 등급
1	2004년도 정기 (하반기)	2004/10/21	자체수행	양호	양호
2	2005년도 정기 (상반기)	2005/04/22	자체수행	양호	양호
3	2005년도 정밀 (하반기)	2005/11/01 ~2005/11/30	자체수행	지속적관찰	A
4	2006년도 정기 (상반기)	2006/04/10 ~2006/05/10	자체수행	양호	양호
5	2006년도 정기 (하반기)	2006/09/18 ~2006/09/25	자체수행	양호	양호
6	2007년도 정기 (상반기)	2007/05/21 ~2007/06/08	자체수행	양호	양호
7	2007년도 정밀 (하반기)	2007/10/08 ~2007/10/19	자체수행	양호	A
8	2008년도 정기 (상반기)	2008/05/26 ~2008/06/20	자체수행	양호	양호
9	2008년도 정기 (하반기)	2008/10/16 ~2008/11/14	자체수행	양호	양호
10	2009년도 정밀 (상반기)	2009/02/20 ~2009/05/21	(주)한국건설 안전진단	PSC BOX 내부 균열 발생. 아 스콘 소성변형, 신축이음 본체 토사퇴적, 하부구조 균열발생.	B
11	2009년도 정기 (하반기)	2009/11/04	자체수행	교면포장 균열 및 노후	양호
12	2010년도 정기 (상반기)	2010/05/13	자체수행	교면포장 균열 및 노후	양호
13	2010년도 정기 (하반기)	2010/11/09	자체수행	대체로 양호	양호
14	2011년도 정기 (상반기)	2011/05/03	자체수행	대체로 양호	양호
15	2011년도 정기 (하반기)	2011/09/19 ~2011/10/14	자체수행	대체로 양호	양호

16	2012년도 정밀 (상반기)	2012/03/21 ~2012/06/18	(주)한도엔지니어링	교면포장 소성변형 및 포트홀, 차량방호울타리 균열, 파손, 박스 내외부 균열, 교대 및 교각 균열, 망상균열, 받침 Plate 부식 및 도장박리	B
17	2012년도 정기 (하반기)	2012/09/17 ~2012/10/12	자체수행	대체로 양호	양호
18	2013년도 정기 (상반기)	2013/04/15 ~2013/05/10	자체수행	대체로 양호	양호
19	2013년도 진단 (하반기)	2013/05/08 ~2013/09/04	(주)한도엔지니어링	소성변형 및 포트홀, 방호벽 표면열화 및 알루미늄 난간 파손 균열, 받침 부식	B
20	2014년도 정기 (상반기)	2014/04/21 ~2014/05/16	자체수행	대체로 양호	양호
21	2014년도 정기 (하반기)	2014/09/22 ~2014/10/17	자체수행	대체로 양호	양호
22	2015년도 정기 (상반기)	2015/04/20 ~2015/05/15	자체수행	대체로 양호	양호

4.2.1 보수공사 이력

2003년 준공이후 기록된 보수·보강 이력은 다음과 같다.

구분	공사기간	보수·보강 주요내역	시공업체	비 고
1	2010.09.10 ~ 2010.12.08	· 국도 25호선 당곡교에 14개교 보수공사 -교면포장 (A=1,530m ²)	(주)대주건설	
2	2012.05.14 ~ 2012.06.25	· 국도 25호선 낙단대교외 1개교 보수공사 -교면포장 (A=3,467m ²)	(주)혜성건설	
3	2012.04.21 ~ 2012.05.31	· 낙단대교 가설공사 -난간 교체 -PSC Box 내·외부 균열 보수 -교대 및 교각 균열 보수 -받침장치 도장 보수	(주)현대건설	하자보수

4.2.2 내진성능 확보 여부

구 분	내진성능 확보 여부
낙단대교	적용

제 1 장
제 2 장
제 3 장
제 4 장
제 5 장
제 6 장
제 7 장
제 8 장
제 9 장
제 10 장
제 11 장
제 12 장
제 13 장
제 14 장

4.3 외관조사

낙단대교는 왕복 4차선의 14경간($40.7 + 12 @ 51.0 + 40.7 = 693.4\text{m}$) PSC BOX 교로서 낙동강을 횡단하기 위한 교량으로 외관조사는 각 부재별로 상부구조, 하부구조, 받침장치, 기타부재(교면포장, 난간(연석), 신축이음, 배수시설)로 구분하여 실시하였으며, 그 결과는 다음과 같다.

상부전경	거더전경
하부전경	신축이음(A1)전경

4.3.1 교면포장

(1) 현황

교면포장은 왕복 4차선으로, 아스콘 포장($T=80\text{mm}$)으로 시공되어져 있다.

대구방향 교면포장 현황	상주방향 교면포장 현황	교면포장 마모

(2) 외관조사 내용

교면포장에 대한 외관조사 결과, 전구간에 걸쳐 아스콘 마모가 발생하였고, 일부 구간 소성변형 및 패임이 조사되었다.

교면포장의 아스콘 마모는 차량의 지속적인 운하중 및 배수구 막힘으로 인한 배수불량으로 체수로 인한 손상으로 추정되며, 금회 조사된 결함은 주행이나 교면포장의 내구성에는 문제없을 것으로 판단되어 직접적인 보수보다는 유지관찰 후 손상 진전 시 보수를 실시하는 것이 바람직한 것으로 판단된다.

4.3.2 방호벽/중앙분리대

(1) 현황

방호벽은 콘크리트 방호벽(H=780mm)와 상부에 알루미늄 난간(H=400mm)이 설치되어 있다.



방호벽 전경



난간 전경



중앙분리대 차광판 전경

(2) 외관조사 내용

방호벽 및 중앙분리대에 대한 외관조사 결과, 주요 손상으로 콘크리트 표면열화, 철근노출, 난간 파손 및 중앙분리대 상부 차광판 파손이 조사되었다.

방호벽에 발생한 콘크리트 표면열화는 현 시점에서의 보수보다는 정기적인 주의관찰로 유지관리 후 손상의 진전이 있을 시 단면보수 등의 보수가 필요하며, 충격에 의해 발생한 난간 및 차광판 파손은 진행 차량의 안정성을 위해 정비가 요망된다.

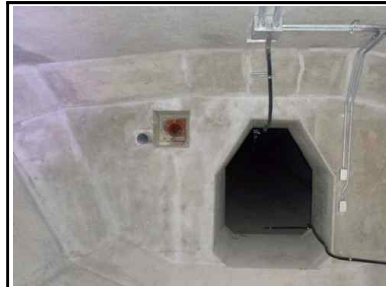
4.3.3 거더 내부

(1) 현황

본 교량은 14경간의 P.S.C Box Girder 교로서 거더 내부는 2런 Box로 13개의 격벽(T=1,500mm)이 설치되어 있다.



거더 내부 1런



거더 내부 격벽



거더 내부 2런

(2) 외관조사 내용

거더 내부에 대한 외관조사 결과, 거더내부 균열(폭 0.3mm 미만)이 상면에 종방향으로 발생하였고, 일부 벽체에서 사방향 균열이 조사되었다. 국부적인 0.3mm 이상의 균열이 2개소에서 발생하였다.

4.3.4 거더 외부(P.S.C Box Girder)

(1) 현황

본 교량은 철근콘크리트 시공되어져 있고, 교폭 19.5m, 높이 3.105m이고, 양측 캔틸레버는 각각 4.35m이다.



거더외부 하면 현황



거더외부 측면 현황



거더외부 배수관 현황

(2) 외관조사 내용

거더 외부에 대한 외관조사 결과, 거더 외부 하면과 측면에 폭 0.3mm미만 균열 및 망상균열, 국부적인 콘크리트 들뜸 및 박락이 발생된 상태이다.

손상부는 온도변화와 건조수축(외부구속)에 의한 균열로 판단되고 파손은 거더 표면에 외부 충격으로 표면이 긁힌 상태이다. 조사된 결함은 경미한 손상으로 주의 관찰 후 손상의 진전 시 보수를 하는 것이 바람직한 것으로 판단된다.

4.3.5 교대 및 교각

(1) 현황

낙단대교의 교대 및 교각 형식은 교대 역T형, 교각 1주식 중공트랙형으로 시공되어 있으며, 기초는 교대 파일기초, 교각 케이슨기초 및 파일기초로 시공되어 있다.



교대 현황



교각 현황

(2) 외관조사 내용

① 교대

교대에 대한 외관조사 결과, 누수흔적, 보호블럭 파손이 조사되었다. 보호블럭 파손은 우수유입에 의해 내부토사 유실이 의심되며, 손상의 진전이 일어날 가능성이 있으므로 보수가 필요하다.

② 교각

교각에 대한 외관조사 결과, 균열 및 망상균열, 콘크리트 박락, 굽힘, 누수흔적 등의 손상이 발생하였다. 폭 0.3mm미만 균열은 코핑부 상면에서 발생 하였으며, 이는 온도변화와 건조수축(최대 체적의 0.05%까지 수축)시 콘크리트 내·외부 수축량 차이에서 발생하는 내부구속 균열로 판단되며, 금회 조사된 결함은 경미한 손상으로 주의관찰 후 손상의 진전 시 보수를 하는 것이 바람직한 것으로 판단된다.

4.3.6 받침장치

(1) 현황

받침장치는 납면진받침(L.R.B)으로 하부구조 당 3개소씩 설치되어 있다.



받침장치 현황



받침장치 연단거리 조사



받침장치 이동량 조사

(2) 외관조사 내용

교량받침에 대한 외관조사 결과, 일부 받침 플레이트 녹발생, 도장박리, 받침물탈 균열 및 파손, 본체 고무재 들뜸이 조사되었다.

Sole Plate부식은 외부 우수유입 및 노후화에 따른 손상으로 손상확대방지 및 내구성 저하 방지를 위해 보수를 실시하는 것이 바람직한 것으로 판단된다. 받침콘크리트 균열 및 박리는 건조수축 및 외부 충격에 의한 것으로 판단되며, 폭 0.3mm이상 균열 및 박리에 대해서는 보수가 필요하다.

4.3.7 신축이음장치

(1) 현황

본 교량은 14경간 연속교로 신축이음 장치는 Rail Joint 형식으로 A1, A2에 설치되어 있다.



Exp.1 신축이음



Exp.2 신축이음



신축이음장치 유간조사

(2) 외관조사 내용

신축이음장치에 대한 외관조사 결과, 후타재 파손 및 본체 이물질퇴적, 하부 볼트 탈락, 베어링 밀림, 녹발생이 조사되었다.

신축이음 이물질퇴적은 교량의 원활한 신축거동을 저해하는 요인으로 정비 및 유지관리가 필요하며, 신축이음 하부 볼트 탈락 및 베어링 밀림은 볼트 재체결 및 정비가 요망된다.

4.3.8 배수시설

(1) 현황

배수시설은 강관파이프로 시공된 상태이며, A1~P2 및 P11~A1 구간은 $\Phi 150\text{mm}$ (58개소), P2~P11 구간은 $\Phi 300\text{mm}$ (82개소)으로 경간 당 4~6개소씩 각각의 방향으로 70개소, 전체 140개의 배수구가 설치되어 있는 것으로 조사되었다.



집수구 설치현황



배수시설 설치현황

(2) 외관조사 내용

배수시설 외관조사 결과, 배수구 토사퇴적, 그레이팅 망실 및 파손, 배수관 길이 부족이 조사되었고, 전반적인 외관은 양호한 상태이다.

배수구 막힘은 교면포장 체수를 유발하고, 차량통행에 안정성을 저해하므로 정비 및 유지관리가 요망된다. S3 하부에 공원길이 조성되어 있고, 배수관은 산악형으로 낙수가 되어 사람의 통행에 불편을 가하므로 육교형으로 교체가 필요하다.

4.3.9 손상수량 집계표

구 분		단위	‘13년 점검	‘15년 점검	증감	비고
			수량/개소	수량/개소		
교 면 포 장	아스콘 마모	m ²	6,388	6,388/14	- 0	증감없음
	소성변형, 포트홀	m ²	10.25	5.06/4	▼ 5.19	보분보수
방호벽/ 중앙분리대	표면열화	m ²	70.6	69.0/9	▼ 1.6	물량조절
	철근노출	m ²	-	0.4/1	▲ 0.4	신규손상
	난간 및 차광판 파손	ea	/1	/5	▲ 4	신규손상
거 더 내 부	균열 0.3mm 미만	m	54.1	80.6/37	▲ 26.5	신규손상
	균열 0.3mm 이상	m	0.6	1.6/2	▲ 1	신규손상
	백태	m ²	0.25	0	▼ 0.25	보수
거 더 외 부	폭 0.3mm미만 균열	m	79.8	63.4/38	▼ 16.4	부분보수
	폭 0.3mm이상 균열	m	0.3	0	▼ 0.3	물량조절
	망상균열	m ²	0.5	0.75/2	▲ 0.25	신규손상
	들뜸, 박락	m ²	0.29	1.77/9	▲ 1.48	신규손상
교 대 교 각	누수흔적	m ²	0.5	2.0/2	▲ 1.5	신규손상
	보호블럭파손	m ²	5.25	5.25/2	- 0	증감없음
	토사퇴적	m ²	0	1.41/2	▲ 1.41	신규손상
	폭 0.3mm미만 균열	m	7.7	12.5/15	▲ 4.8	신규손상
	폭 0.3mm이상 균열	m	13.9	15.5/17	▲ 1.6	신규손상
	망상균열	m ²	0.45	0.95/2	▲ 0.5	신규손상
	박리, 굽힘	m ²	0.04	0.07/3	▲ 0.03	신규손상
받 침 장 치	폭 0.3mm미만 균열	m	1.5	6.1/30	▲ 4.6	신규손상
	폭 0.3mm이상 균열	m	0	2.6/6	▲ 2.6	신규손상
	물탈 파손	m ²	0.08	0.1/4	▲ 0.02	신규손상
	녹발생	ea	0	/18	▲ 18	손상분류
	도장박리	m ²	31.29	0.11/3	▼ 31.18	손상분류
	본체 고무재 들뜸	ea	0	/2	▲ 2	신규손상
신 축 이 음	후타재 파손	m ²	0	0.18/2	▲ 0.18	신규손상
	하부 볼트탈락	ea	12	/8	▼ 4	채손상
	베어링 밀립	ea	0	/3	▲ 3	신규손상
	하부 볼트 녹발생	ea	0	/18	▲ 18	신규손상
	이물질 퇴적	m	6.0	6.0/3	- 0	증감없음
배 수 시 설	배수구 토사퇴적	ea	18	19	▲ 1	신규손상
	그레이팅 망실, 파손	ea	0	3	▲ 3	신규손상
	배수관 길이부족	ea	1	1	- 0	증감없음

제 1 장
제 2 장
제 3 장
제 4 장
제 5 장
제 6 장
제 7 장
제 8 장
제 9 장
제 10 장
제 11 장
제 12 장
제 13 장
제 14 장

(1) 손상수량 집계결과 분석

손상집계 결과, 발생결함은 크게 온도변화 및 건조수축 등에 의한 폭 0.3mm미만의 균열 및 작업이나 공용 중 충격 등에 의한 콘크리트 파손, 박리, 거더에 발생된 콘크리트 균열 및 백태, 박락, 신축이음 후타재 파손, 하부 볼트 탈락 및 베어링 밀림, 배수관 토사퇴적 및 길이부족, 하부구조 받침장치 Plate 녹발생 및 도장박리, 균열, 몰탈 파손, 본체 고무재 들뜸, 교대 및 교각 균열, 박리, 보호블럭 파손 등이 발생하였다. 콘크리트 면에 발생된 결함은 대부분 경미한 손상으로 주의관찰 후 손상의 진전 시 보수가 필요하다. 그러나 일부 폭 0.3mm이상의 균열, 콘크리트 파손, 신축이음 하부 볼트탈락 및 베어링 밀림은 손상확대 및 교량의 2차 손상 발생 가능성이 있으므로 보수가 필요하다.

4.4 내구성조사 및 시험

4.4.1 콘크리트 강도조사

구분	부재	측정 위치	추정강도(MPa)		평균 (MPa)	설계강도 (MPa)	강도율 (%)	비 고
			일본재료 학회식	일본건축 학회식				
상부 구조	PSC BOX 거더	S1 1런 벽체	48.1	39.7	43.9	40.0	109.8	
		S2 1런 벽체	49.5	40.5	45.0		112.5	
		S3 외부 하면	48.7	40.0	44.3		112.5	
		S4 외부 하면	49.2	40.3	44.7		113.5	
		S5 외부 하면	49.3	40.4	44.9		113.8	
		S6 1런 벽체	48.3	39.8	44.1		110.3	
		S7 1런 벽체	49.5	40.5	45.0		112.5	
		S8 2런 벽체	50.9	41.3	46.1		115.3	
		S9 2런 벽체	49.0	40.2	44.6		111.5	
		S10 2런 벽체	47.8	39.5	43.6		109.0	
		S11 2런 벽체	48.6	39.9	44.3		110.8	
		S12 2런 벽체	57.5	45.0	51.3		128.3	
		S13 2런 벽체	57.8	45.1	51.5		128.8	
		S14 2런 벽체	53.2	42.5	47.9		119.8	
하부 구조	교대/교각	A1	30.6	29.8	30.2	24.0	125.8	
		P1 기둥	29.4	29.1	29.3		122.1	
		P2 코핑	29.0	28.9	29.0		120.8	
		P3 코핑	27.6	28.1	27.8		115.8	
		P4 코핑	24.1	26.1	25.1		104.6	
		P5 코핑	25.5	27.0	26.2		109.2	
		P6 코핑	25.6	27.0	26.3		109.6	
		P7 코핑	26.0	27.2	26.6		110.8	
		P8 코핑	26.2	27.3	26.7		111.3	
		P9 코핑	24.3	26.3	25.3		105.4	
		P10 코핑	30.6	29.8	30.2		125.8	
		P11 코핑	29.4	29.1	29.3		122.1	
		P12 코핑	25.6	27.0	26.3		109.6	
		P13 기둥	26.0	27.2	26.6		110.8	

주) 강도율(%) = (측정강도/설계강도) × 100

반발경도법에 의한 압축강도 추정 결과 상부구조의 강도율은 109.0~128.8%, 하부구조는 104.6~125.8%로 측정되어, 전 구간 모두 설계강도 이상으로 콘크리트의 품질상태는 양호한 것으로 판단된다.

제 1 장
제 2 장
제 3 장
제 4 장
제 5 장
제 6 장
제 7 장
제 8 장
제 9 장
제 10 장
제 11 장
제 12 장
제 13 장
제 14 장

4.4.2 탄산화시험

구분	시험위치		탄산화 깊이(mm)	실측피복 (mm)	잔여피복 (mm)	평가결과
상부 구조	거 더	S1	5.5	50.0	44.5	a
		S14	4.4	50.0	45.6	a
하부 구조	교 대	A1	7.5	100.0	92.5	a
		A2	7.1	100.0	92.9	a

주) 상기 실측피복두께 측정값은 설계값 및 기존보고서, 금회 측정값 중 최소값을 사용함

본 구조물의 탄산화깊이 시험결과, 거더는 4.4~5.5mm로 측정되었으며, 교대 7.1~7.5mm로 측정되었다. 탄산화진행 정도에 따른 잔여피복두께는 측정부위 모두 30.0mm 이상으로 양호한 상태(평가 : a)로 평가되었다.

4.4.3 내구성조사 및 시험 결과

구 분	시험 결과			결과 분석	
압 축 강 도 시 험 (MPa)				반발경도법에 의한 콘크리트 압축강도 추정 결과는 모두 설계기준 강도(PSC Box Girder : 40.0MPa, 교대, 교각: 24.0MPa)를 상회하는 것으로 분석됨	
	구분	반발경도법	설계강도		
	거 더	43.6 ~ 51.5	40.0		
	교대, 교각	25.1 ~ 30.2	24.0		
탄 산 화 시 험 (mm)				탄산화에 의한 잔여피복 두께는 모두 30mm이상(평가:a 이상)으로 양호한 상태로 평가됨	
	구 분	탄산화깊이	잔여피복		내구연한
	거 더	4.4 ~ 5.5	44.5 ~ 45.6		100년 이상
	교 대	7.1 ~ 7.5	92.5 ~ 92.9		100년 이상

4.5 상태평가

4.5.1 상태평가 산정

부재의 분류		상부구조		2차	기타부재				받침	하부구조		내구성 요소	
번호	구조 형식	바닥판	거더	부재	포장	배수	난간 연석	신축 이음	교량 받침	하부	기초	탄산화 (상)	탄산화 (하)
S1 (A1)	PSC Box	a	a	c	c	c	a	c	b	b	q	a	a
S2 (P1)	PSC Box	a	a	d	c	c	a	x	b	a	q	x	x
S3 (P2)	PSC Box	b	b	b	c	c	b	x	c	c	q	x	x
S4 (P3)	PSC Box	c	b	a	c	a	b	x	a	c	q	x	x
S5 (P4)	PSC Box	c	c	a	c	c	b	x	b	a	q	x	x
S6 (P5)	PSC Box	b	b	a	c	a	b	x	b	b	q	x	x
S7 (P6)	PSC Box	c	c	a	c	a	b	x	b	a	q	x	x
S8 (P7)	PSC Box	a	b	a	c	c	a	x	b	b	q	x	x
S9 (P8)	PSC Box	b	b	a	c	a	a	x	b	c	q	x	x
S10 (P9)	PSC Box	b	b	a	c	c	b	x	b	c	q	x	x
S11 (P10)	PSC Box	b	b	b	c	a	b	x	b	b	q	x	x
S12 (P11)	PSC Box	a	a	a	c	c	b	x	b	b	q	x	x
S13 (P12)	PSC Box	a	a	d	c	c	b	x	a	a	q	x	x
S14 (P13)	PSC Box	b	a	a	c	c	a	x	a	b	q	a	x
A2	-	-	-	-	-	-	-	c	b	b	q	-	a
평균		0.207	0.193	0.221	0.400	0.293	0.164	0.400	0.193	0.227	0.000	0.100	0.100
가중치		20	20	3	7	3	2	9	9	20	0	4	3
(평균×가중치) /가중치합		0.041	0.039	0.007	0.028	0.009	0.003	0.036	0.017	0.045	0.000	0.004	0.003
환산결함도점수										0.232			
상태평가결과										B			

제 1 장
제 2 장
제 3 장
제 4 장
제 5 장
제 6 장
제 7 장
제 8 장
제 9 장
제 10 장
제 11 장
제 12 장
제 13 장
제 14 장

4.5.2 기 점검결과 비교

낙단대교의 기 점검 상태평가와 비교·분석한 결과, 상태등급은 “B”를 유지하고 있으며, 2013년 정밀점검 이후 교량받침 및 신축이음 손상이 신규 발생하여, 2013년 정밀점검에 비해 결함도 지수가 다소 하향된 것으로 분석되었다.

구 분	2013년 정밀점검		금회 2015년 정밀점검	
	평가점수	평가결과	평가점수	평가결과
낙단대교	0.182	B	0.232	B

4.6 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 아스콘 마모, 소성변형, 패임이 발생한 상태이다. 또한 방호벽은 표면열화 및 난간 파손, 차광판 파손이 조사되었으며, 교량받침은 무수축물탈, 받침콘크리트 균열 및 플레이트 도장박리가 발생하였다. 신축이음장치 및 교량받침은 기능상(유간 및 가동상태) 문제점은 없는 양호한 상태이다. 본 교량은 상·하부 구조에 대해 손상의 진전유무에 대한 관찰을 실시하는 유지관리가 필요하다.

낙단대교의 상태평가 및 종합평가 결과, 안전등급은 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태인 “B(양호)등급”으로 평가되었다.

평가구분	결함지수	평가결과	비 고
상태평가	F = 0.232	B	
안전성평가	-	-	
종합평가	안전등급 : B 등급(양호)		
평 가	· 외관조사 결과, 상·하부구조에서 건조수축에 의한 균열, 백태 등 비구조적 요인과 외부충격에 의한 콘크리트 파손 및 굽힘 변형 등이 발생되었다. 상·하부 구조에 대해 손상의 진전유무에 대한 관찰을 실시하는 유지관리가 필요함. · 내구성조사 결과, 콘크리트 강도, 탄산화시험은 전반적으로 양호한 상태로 유지되고 있는 것으로 조사됨 · 상태평가 및 내구성평가를 종합적으로 분석한 결과, 안전등급은 보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나, 기능 발휘에는 지장이 없으며, 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태인 “B등급(양호)”지정됨		

※본 용역에서는 안전성 평가를 실시하지 않음.

4.7 보수보강 및 유지관리방안

4.7.1 보수보강 방안

구분	손상내용	보수 · 보강	수량			단가 (원)	공사비 (원)	우선 순위	비고
			손상	보수	단위				
방호벽	철근노출	단면보수(t=50mm)	0.4	0.48	ea	350,000	168,000	1	
거 더 내 부	균열 0.3mm 이상	주입보수	1.6	1.92	m ²	50,000	96,000	1	
교대/교 각	균열 0.3mm 이상	주입보수	15.5	4.65	m ²	50,000	232,500	1	
받 침 장 치	균열 0.3mm 이상	주입보수	2.6	0.78	m ²	50,000	39,000	1	
신 축 이 음	후타재 파손	단면보수(t=20mm)	0.18	0.216	m ²	166,000	35,856	1	
	하부 볼트탈락	교 체	8	9.6	m ²	-	50,400,000	1	
	베어링 밀림		3	3.6	m ²				
	하부 볼트 녹발생		18	21.6	m ²				
	이물질 퇴적	정비	6.0	7.2	m ²	10,000	72,000	1	
배 수 시 설	배수구 토사퇴적	정비	19	19	ea	10,000	190,000	1	
	그레이팅 망실, 파손	교 체	3	3	ea	10,000	30,000	1	
순공사비		1순위(원)			51,263,356				
부 대 공 (순공사비 30%)		1순위(원)			15,379,007				
제경비 (순공사비와 부대공사비 합계의 50%)		1순위(원)			33,321,181				
총 개략공사비		1순위 (십만단위 절삭)			99,900,000				

제 1 장
제 2 장
제 3 장
제 4 장
제 5 장
제 6 장
제 7 장
제 8 장
제 9 장
제 10 장
제 11 장
제 12 장
제 13 장
제 14 장

4.7.2 유지관리 방안

(1) 정기점검시 주요 점검사항

금회 점검 시 조사된 주요손상은 보수가 필요한 상태이며, 향후 동일 손상이 재발생할 수 있으므로 다음 표에 명시된 위치 및 손상에 유의하며, 본 교량의 점검을 실시하여야 할 것이다.

구분	점검사항	비고
교면포장	■ 아스콘 마모 및 포트홀	
방호벽, 중분대	■ 방호벽 표면 열화 및 철근노출	
거더 내부	■ 0.3mm 이상 균열 ■ 들뜸, 박락	
거더 외부	■ 균열, 들뜸, 박락	
교대, 교각	■ 0.3mm 이상 균열	
교량받침	■ 물탈균열	
신축이음	■ 하부 베어링 밀림 및 볼트 손상) ■ 후타재 파손, 신축이음 누수	
배수시설	■ 배수구 토사퇴적	

(2) 주요 유지관리사항

① 균열 중점 유지관리부

금회 점검에서는 상기에 표기된 $cw=0.3\text{mm}$ 이상 균열 균열에 대해 외관조사망도를 작성하여 부록에 수록하였으며, 향후 이를 토대로 점검시 균열의 보수 실시여부 및 보수상태, 균열 진행여부를 확인하여야 한다.

구분	손상내용	손상		비고
		수량(m)	개소	
거더 외부	균열($Cw=0.3\text{mm}$ 이상)	1.6	2	

	
격벽 폭 0.3mm 균열(S13-G2)	하면 폭 0.3mm미만 균열(S6-G2)

② 철근노출 및 파손 유지관리부

금회 점검에서는 상기에 표기된 철근노출 및 파손에 대해 외관조사망도를 작성하여 부록에 수록하였으며, 향후 이를 토대로 점검시 철근노출, 파손의 보수 실시여부 및 보수상태, 손상 진행여부를 확인하여야 한다.

구분	손상내용	손상		비고
		수량(m^2)	개소	
방호벽	철근 노출	0.4	1	
신축이음	후타재 파손	0.18	2	

제 1 장
제 2 장
제 3 장
제 4 장
제 5 장
제 6 장
제 7 장
제 8 장
제 9 장
제 10 장
제 11 장
제 12 장
제 13 장
제 14 장



방호벽 철근노출(S4상주방향)



Exp.2 후타재 파손

③ 신축이음 중점 유지관리부

금회 진단에서는 상기에 표기된 신축이음 베어링 밀림 및 볼트 탈락에 대해 외관조사망도를 작성하여 부록에 수록하였으며, 향후 이를 토대로 점검시 밀림 정비 및 볼트 체결 등의 보수 실시여부 및 보수상태, 손상 진행여부를 확인하여야 한다.

구분	손상내용	손상		비고
		수량(㎡)	개소	
거더	후타재 파손	0.18	2	
	하부 볼트탈락	-	8	
	베어링 밀림	-	3	
	하부 볼트 녹발생	-	18	
	이물질 퇴적	6.0	3	



Exp.2 하부 볼트탈락



Exp.1 하부 베어링 밀림

4.8 종합결론

낙단대교는 왕복 4차선의 14경간($40.7 + 12 @ 51.0 + 40.7 = 693.4\text{m}$) PSC BOX 교로서 낙동강을 횡단하기 위한 교량으로 외관조사는 각 부재별로 상부구조, 하부구조, 받침장치, 기타부재(교면포장, 난간(연석), 신축이음, 배수시설)로 구분하여 실시하였으며, 그 결과는 다음과 같다.

1. 교면포장은 왕복 4차선으로, 아스콘 포장($T=80\text{mm}$)으로 시공되어져 있다. 교면포장에 대한 외관조사 결과, 전구간에 걸쳐 아스콘 마모가 발생하였고, 일부구간 소성변형 및 패임이 조사되었다. 교면포장의 아스콘 마모는 차량의 지속적인 운하중 및 배수구 막힘으로 인한 배수불량으로 체수로 인한 손상으로 추정되며, 금회 조사된 결함은 주행이나 교면포장의 내구성에는 문제없을 것으로 판단되어 직접적인 보수보다는 유지관찰 후 손상 진전 시 보수를 실시하는 것이 바람직한 것으로 판단된다.
2. 방호벽은 콘크리트 방호벽($H=780\text{mm}$)와 상부에 알루미늄 난간($H=400\text{mm}$)이 설치되어 있다. 방호벽 및 중앙분리대에 대한 외관조사 결과, 주요 손상으로 콘크리트 표면열화, 철근노출, 난간 파손 및 중앙분리대 상부 차광판 파손이 조사되었다. 방호벽에 발생한 콘크리트 표면열화는 현 시점에서의 보수보다는 정기적인 주의관찰로 유지관리 후 손상의 진전이 있을 시 단면보수 등의 보수가 필요하며, 충격에 의해 발생한 난간 및 차광판 파손은 진행 차량의 안정성을 위해 정비가 요망된다.
3. 본 교량은 14경간의 P.S.C Box교로서 거더내부는 2련 Box로 13개의 격벽($T=1,500\text{mm}$)이 설치되어 있다. 거더 내부에 대한 외관조사 결과, 거더내부 균열(폭 0.3mm 미만)이 상면에 종방향으로 발생하였고, 일부 벽체에서 사방향 균열이 조사되었다. 국부적인 0.3mm 이상의 균열이 2개소에서 발생하였다.
4. 본 교량은 철근콘크리트 시공되어져 있고, 교폭 19.5m , 높이 3.105m 이고, 양측 캔틸레버는 각각 4.35m 이다. 거더 외부에 대한 외관조사 결과, 거더하면과 측면에 폭 0.3mm

제 1 장
제 2 장
제 3 장
제 4 장
제 5 장
제 6 장
제 7 장
제 8 장
제 9 장
제 10 장
제 11 장
제 12 장
제 13 장
제 14 장

미만 균열 및 망상균열, 국부적인 콘크리트 들뜸 및 박락이 발생된 상태이다. 손상부는 온도변화와 건조수축(외부구속)에 의한 균열로 판단되고 파손은 거더 표면에 외부 충격으로 표면이 긁힌 상태이다. 조사된 결함은 경미한 손상으로 주의관찰 후 손상의 진전시 보수를 하는 것이 바람직한 것으로 판단된다.

5. 낙단대교의 교대 및 교각 형식은 교대 역T형, 교각 1주식 중공트랙형으로 시공되어 있으며, 기초는 교대 파일기초, 교각 케이슨기초 및 파일기초로 시공되어 있다. 교대에 대한 외관조사 결과, 누수흔적, 보호블럭 파손이 조사되었다. 보호블럭 파손은 우수유입에 의해 내부토사 유실이 의심되며, 손상의 진전이 일어날 가능성이 있으므로 보수가 필요하다. 교각에 대한 외관조사 결과, 균열 및 망상균열, 콘크리트 박락, 굽힘, 누수흔적 등의 손상이 발생하였다. 폭 0.3mm미만 균열은 코핑부 상면에서 발생 하였으며, 이는 온도변화와 건조수축(최대 체적의 0.05%까지 수축)시 콘크리트 내·외부 수축량 차이에서 발생하는 내부구속 균열로 판단되며, 금회 조사된 결함은 경미한 손상으로 주의관찰 후 손상의 진전시 보수를 하는 것이 바람직한 것으로 판단된다.

6. 받침장치는 납면진받침(L.R.B)으로 하부구조 당 3개소씩 설치되어 있다. 교량받침에 대한 외관조사 결과, 일부 받침 플레이트 녹발생, 도장박리, 받침몰탈 균열 및 파손, 본체 고무재 들뜸이 조사되었다. Sole Plate부식은 외부 우수유입 및 노후화에 따른 손상으로 손상확대방지 및 내구성 저하 방지를 위해 보수를 실시하는 것이 바람직한 것으로 판단된다. 받침콘크리트 균열 및 박리는 건조수축 및 외부 충격에 의한 것으로 판단되며, 폭 0.3mm이상 균열 및 박리에 대해서는 보수가 필요하다.

7. 본 교량은 14경간 연속교로 신축이음 장치는 Rail Joint 형식으로 A1, A2에 설치되어 있다. 신축이음장치에 대한 외관조사 결과, 후타재 파손 및 본체 이물질퇴적, 하부 볼트 탈락, 베어링 밀림, 녹발생이 조사되었다. 신축이음 이물질퇴적은 교량의 원활한 신축거동을 저해하는 요인으로 정비 및 유지관리가 필요하며, 신축이음 하부 볼트 탈락 및 베어링 밀림은 볼트 재체결 및 정비가 요망된다. 온도변화에 의한 신축이음부의 신축량과

실측유간을 검토한 결과, 실측유간이 온도신장 량 및 온도수축 량보다 여유가 있는 것으로 검토되어 신축이음장치의 유간확보 및 적정성에는 문제가 없는 것으로 판단된다.

8. 배수시설은 강관파이프로 시공된 상태이며, A1~P2 및 P11~A1 구간은 $\Phi 150\text{mm}$ (58개소), P2~P11 구간은 $\Phi 300\text{mm}$ (82개소)으로 경간 당 4~6개소씩 각각의 방향으로 70개소, 전체 140개의 배수구가 설치되어 있는 것으로 조사되었다. 배수시설 외관조사 결과, 배수구 토사퇴적, 그레이팅 망실 및 파손, 배수관 길이부족이 조사되었고, 전반적인 외관은 양호한 상태이다. 배수구 막힘은 교면포장 체수를 유발하고, 차량통행에 안정성을 저해하므로 정비 및 유지관리가 요망된다. S3 하부에 공원길이 조성되어 있고, 배수관은 산악형으로 낙수가 되어 사람의 통행에 불편을 가하므로 육교형으로 교체가 필요하다.
9. 외관조사 결과 및 내구성조사 결과에 의한 상태평가는 “B”로 평가되어 종합평가를 통한 안전등급 지정결과, 본 시설물은 “B등급(양호)”이다.
10. 본 시설물의 안전등급은 『B등급』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 낙단대교는 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.

제 1 장

제 2 장

제 3 장

제 4 장

제 5 장

제 6 장

제 7 장

제 8 장

제 9 장

제 10 장

제 11 장

제 12 장

제 13 장

제 14 장

