

아. 목주교

1.1 교량 현황

1.2 자료수집 및 분석

제1장 개 요

1.1 교량 현황

본 과업의 정밀점검 대상 시설물인 목주교는 충청남도 천안시 목천읍 신계리에 위치한 교량으로써, 2004년 8월에 준공되어 약 10년의 공용기간이 경과되었고, 국도 21호선 상에 위치하고 있다.

교량의 연장은 390.0m의 9경간 1종 시설물로서, 상부구조는 강박스 거더(STB)형식의 4련 박스로 시공되어 있으며, 하부구조는 교각 8기(라멘식)와 교대 2기(역T형)로 구성되어 있다. 설계하중은 DB-24이며, 그 세부내용은 다음과 같다.

1.1.1 일반현황

〈표 1.1.1〉 목주교 일반현황

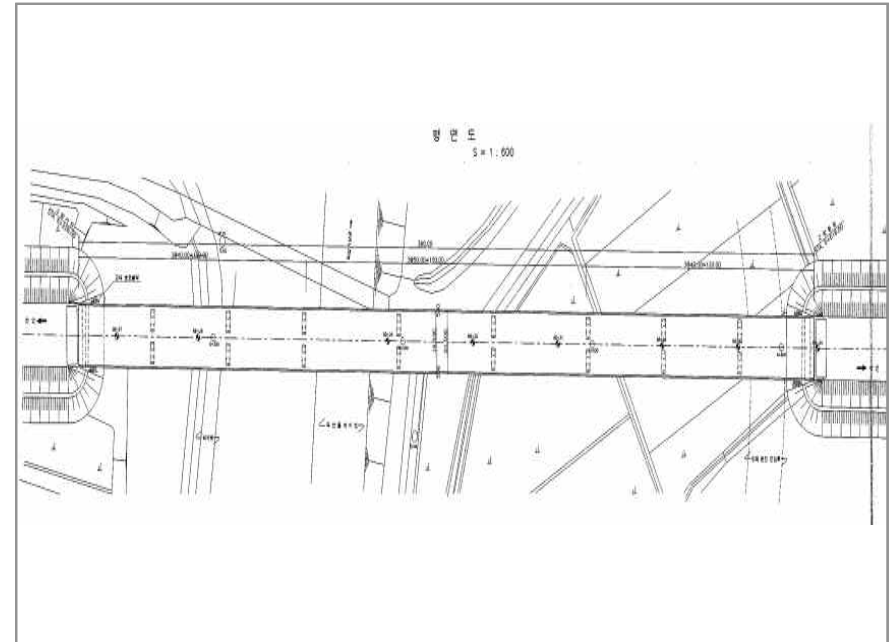
교 량 명		목주교	노선번호	국도 21호선
관리주체		예산국토관리사무소	준공년도	2004. 08. 13
소 재 지		충청남도 천안시 목천읍 신계리	시 공 자	두산중공업(주), 삼부토건(주), 우정건설(주)
시 행 청		대전지방국토관리청	설 계 자	(주)정일기술공사, (주)진로엔지니어링
상 부 구조	형 식	강박스거더교(STB)	교 장	390.0m (3@40.0m+3@50.0+3@40.0m)
	교 폭	20.5m	받침장치	Pot Bearing(포트받침)
	경 간 수	9경간	신축이음장치	Rail Joint
	최대경간장	50.0m	포장	아스콘포장
하부 구조	교 각	라멘식	교 대	역T형
	교각기초	말뚝, 직접기초	교대기초	말뚝기초
설계하중		DB-24	차선수	왕복4차선
종 별		1종	내진설계	적용
기 타		교차시설물 : 톨게이트 진입로		

1.1.2. 전경사진

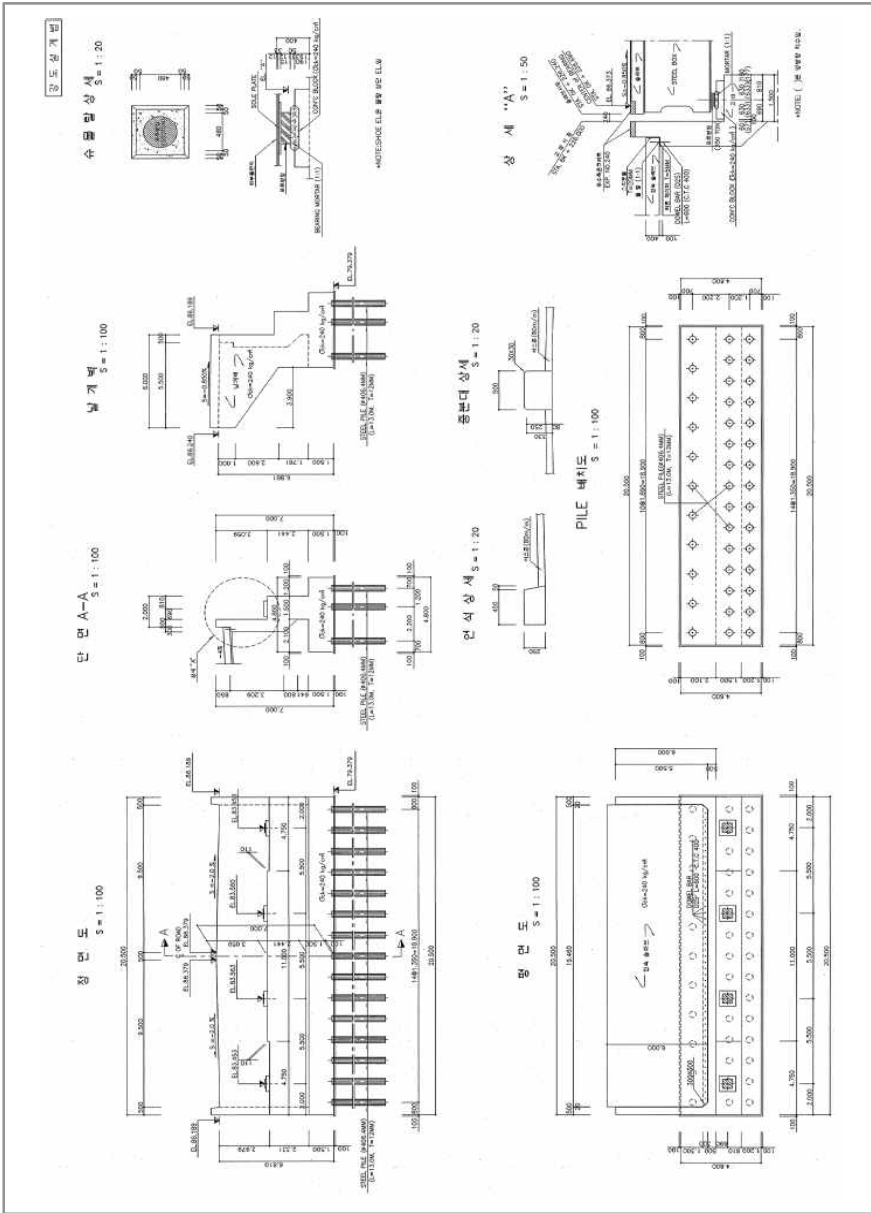


〈그림 1.1.1〉 목주교 전경사진

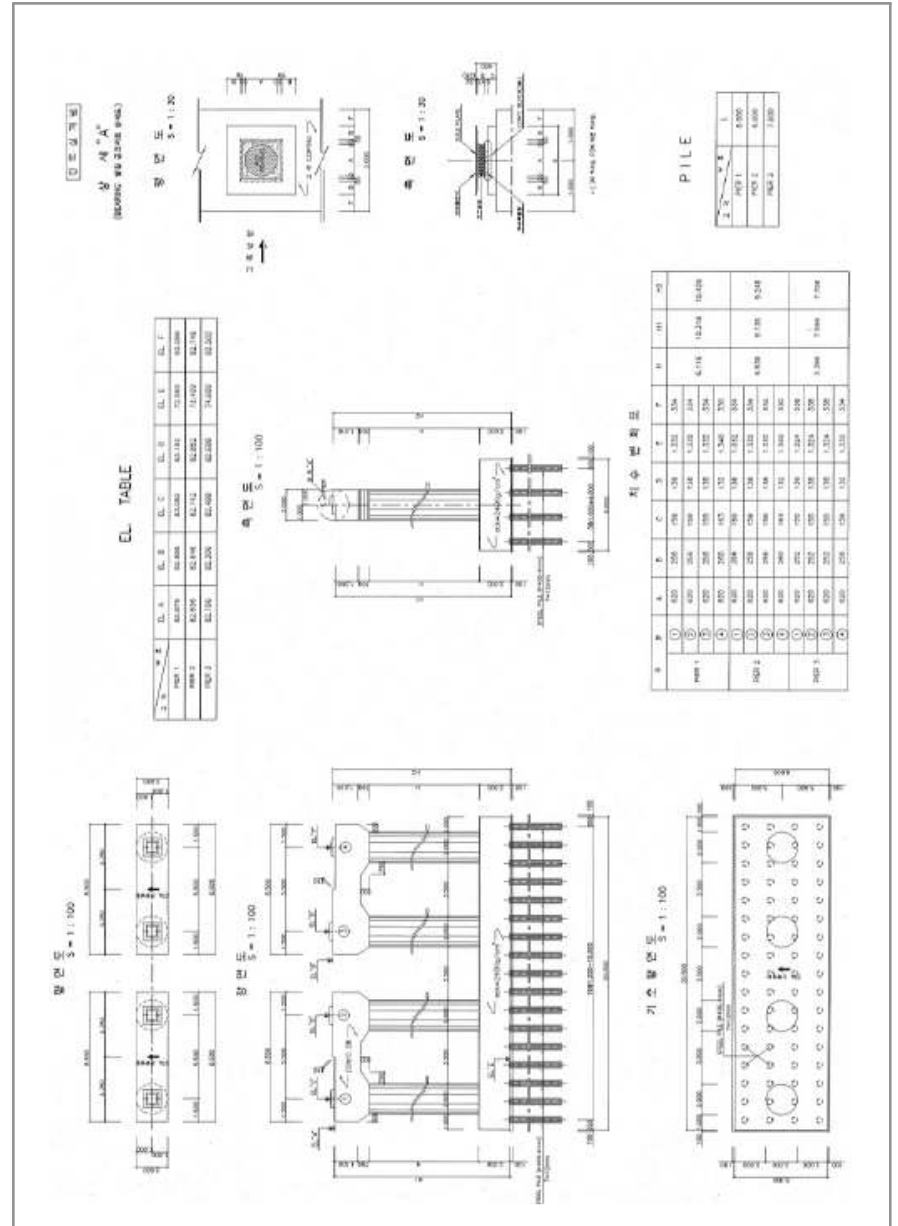
1.1.3. 일반도



〈그림 1.1.2〉 목주교 평면도



〈그림 1.1.6〉 목주교 교대 일반도



〈그림 1.1.7〉 목주교 교각 일반도

1.2 자료수집 및 분석

1.2.1 개 요

대상시설물에 대한 자료조사를 통하여 해당구조물의 설계도서, 기존 점검 및 진단 자료, 보수·보강 등 유지관리이력을 검토하는 것은 현재 결함의 원인과 구조물의 상태를 추정하는데 있어 매우 중요한 과정이다.

따라서 관리주체로 부터 본 과업과 관련된 기존 점검 시 관련 자료를 입수하여 분석하고 이를 바탕으로 사전조사 및 현장조사를 실시하였으며, 적절한 보수·보강공법의 제시 및 유지관리방안을 수립하기 위한 기초자료로 활용하였다.

1.2.2 기존 점검 및 진단이력

목주교의 기 실시한 점검 및 진단 실시이력은 준공이후 정기점검 10회, 정밀점검 5회, 정밀안전진단은 실시하지 않았으며, 그 중 정밀점검 실시이력은 <표 1.2.1>과 같다.

<표 1.2.1> 기존 정밀점검 실시 이력

구분	기 간	안전등급	시행기관	주요 점검·진단 결과
1	2004.4.19 ~ 2004.8.14.	A등급	(주)윤성ENG	-전체적으로 외관적인 특별한 손상이 발견되지 않는 등 대체적으로 양호한 것으로 판단됨.
2	2006.3.22 ~ 2006.5.20.	A등급	비엔티 엔지니어링(주)	-시설물은 대체로 양호한 상태로 국부적인 손상에 대한 보수가 요구됨.
3	2008.5.08 ~ 2008.8.05.	B등급	(주)양지 엔지니어링	-구조적인 안전성에 영향을 미칠만한 손상은 발생하지 않았으며 공용중 경미한 손상과 시공초기 비구조적 결함에 대해 조사되었음.
4	2010.5.13 ~ 2010.8.10.	B등급	(주)한길종합 엔지니어링	-보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나, 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부 보수가 필요한 상태임.
5	2012.3.22 ~ 2012.6.19.	B등급	(주)장맥 엔지니어링	-전반적인 교량의 상태는 양호하나 향후 중장기적인 관점에서 지속적인 점검 등을 통한 유지관리가 필요할 것으로 판단됨.

1.2.3 보수·보강 이력

목주교는 준공이후 교면보수가 실시되었으며, 세부내용은 다음과 같다.

<표 1.2.2> 보수이력

구 분		공사구분	부 위	공사내역	공사금액(천원)	시공자	비고
1	2008.09 ~ 2010.12	보수	교면	소파보수, 차선도색	-	(주)제일건설	발주처제공
2	2008.09 ~ 2010.12	보수	교면	교면포장, 방수	-	(유)대동포장건설	발주처제공

1.2.4 기 실시한 점검자료 분석결과

가장 최근인 2012년 6월에 실시한 정밀점검 결과, 안전등급은 B등급으로 평가되었으며, 조사된 손상들은 비구조적 요인에 의한 것으로써, 대체로 양호한 상태를 유지하고 있는 것으로 검토되었다. 금회 정밀점검 이전 실시한 정밀점검결과 요약은 <표 1.2.2>에 나타내었다.

<표 1.2.2> 2012년 6월 정밀점검 보고서 요약

구 분	정 밀 점 검 결 과	
외 관 조 사	교면포장	교면포장은 아스콘 포장으로 난간부 토사퇴적, 보수부 패임 및 파손(S4, S9, 천안방향), 포장균열(S5, 병천방향) 등의 손상이 발생된 것으로 조사되었다.
	배수시설	배수구는 천안방향 21개소, 병천방향 19개소로 총 40개소 설치된 상태로 공용기간 증가로 인한 전반적인 배수구 막힘, 배수관 파손 1개소가 발생된 것으로 조사되었다.
	난간 및 연석	방호벽은 콘크리트로서 다수의 보수부 재균열, 단면 보수부 망상균열 등의 손상이 발생된 것으로 조사되었다. 중앙분리대에는 가드레일이 설치된 상태로 특별한 손상이 없는 양호한 상태이나, 천안방향 중앙분리대에 피복부족에 의한 철근노출이 일부 발생된 것으로 조사되었다.
	신축이음	신축이음은 Rail Joint 형식으로 2개소(A1, A2)가 설치되어 있으며, 전반적인 유간 토사퇴적이 발생된 상태이나 기능상의 문제는 없는 것으로 조사되었다. 후타제는 시·종점부 모두 0.2mm의 건조수축 및 온도변화에 의한 균열 및 망상균열이 발생된 상태로 콘크리트의 내구성 확보를 위한 보수가 필요할 것으로 판단된다.
	바닥판	바닥판은 일부 DECK PLATE(S3, S4, S9)로 시공된 상태이며, 나머지는 콘크리트로서 기 발생 손상에 대한 보수조치가 이루어진 상태로 특별한 손상이 없는 양호한 상태인 것으로 조사되었다.
	거더	외부 거더는 총 4련이 설치된 상태로 외관조사 결과 외부에는 도장 굽힘 등의 특별한 손상이 없는 양호한 상태인 것으로 조사되었다.
		내부 거더내부에 대한 외관조사 결과 대체로 양호한 상태이나 G2 내부에는 국부적인 부식, 도장불량 및 도장탈락이 일부 발생된 것으로 조사되었다.
	받침장치	교량은 40개의 포트받침이 설치된 상태로 중·횡방향의 과도한 이동 및 기울음 등은 발생되지 않은 대체로 양호한 상태이나, 받침콘크리트 파손, 재료분리 및 균열, 용접부 부식이 일부 발생된 것으로 조사되었다. 또한 교량의 낙교방지를 위한 이동제한장치의 시공오류로 인한 주형과 고정 볼트의 접촉 및 고 정볼트 부식이 일부 발생되어 적절한 조치가 필요할 것으로 판단된다.
	교각	전반적으로 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었다.
	교대	교대의 형식은 역T형이며, 기초형식은 말뚝기초로 시공된 상태로 외관조사 결과 시·종점 교대 흙벽의 기 발생 손상에 대한 보수조치가 이루어진 것으로 조사되었다.
	신축유간 및 연단거리 검토	신축유간에 대한 검토 결과 각 지점의 유간거리는 최소필요 여유량을 확보하고 있어 신축이음의 기능상 문제는 없는 것으로 검토되었다. 연단거리 검토결과 전체적으로 시방기준을 만족하는 것으로 평가되었으며, 코핑 연단부 파손 등의 특별한 손상은 조사되지 않은 상태이다.

〈표 1.2.2〉 2012년 6월 정밀점검 보고서 요약 (계속)

구 분		정밀 점검 결과			
내구성 조사	비파괴 추정압축강도	조 사 결 과			평 가
		측정위치	측정 평균치	평가기준	
		바 닥 판	28.9MPa	27.0MPa	양 호
	탄산화시험	교 각	26.0MPa	24.0MPa	양 호
		교 대	25.5MPa	24.0MPa	양 호
		바 닥 판	3.7mm ⇒ 잔여피복 : 31.6mm	30.0mm	a등급
		교 각	5.5mm ⇒ 잔여피복 : 92.0mm	30.0mm	a등급
		교 대	5.3mm ⇒ 잔여피복 : 96.0mm	30.0mm	a등급
종합평가 및 안전등급 지정		상태평가	안전성 평가	종합평가	
		B	-	B	
		· 외관조사에 따른 상태평가 등급과 안전성 검토에 근거한 안전성평가 등급 중 낮은 등급을 시설물의 종합평가 등급으로 결정 · 종합평가 등급 : B등급			
종합결론		◦목주교의 종합평가에 의한 안전등급은 B등급(양호)으로 보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나, 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태이다. ◦발생된 결함에 대한 긴급 보수 사항은 없으나, 교면포장 포장파손 및 포장균열, 토사 퇴적, 방호벽 보수부 재균열(cw:0.3mm미만) 및 망상균열, 중앙분리대 철근노출, 배수시설 막힘 및 파손, 신축이음 유간 토사퇴적 및 후타재 망상균열, 거터 내부 부식 및 도장불량, 받침장치 받침콘크리트 균열 및 파손, 용접부 부식, 이동제한장치 시공오류, 교각 균열 및 백태 등의 손상은 교량의 내구성 저하를 방지하기 위한 중·단기적 조치가 요망된다.			

제2장 현장조사 및 분석

2.1 외관조사

2.2 내구성조사

2.3 기 점검·진단 결과와의 비교·분석

1.2.5 자료수집 및 분석 결과

자료수집 및 분석결과, 관리주체가 준공 이후 시투법의 규정에 따라 정기점검, 정밀점검을 지속적으로 실시하고 있었으며, 교면 보수 및 포장(2회)등의 보수·보강 이력이 확인되었다.

유지관리를 위해 보존하고 있는 자료로는 준공도서, 기 실시한 점검보고서 등이 있었으며, 시설물정보관리종합시스템(FMS)의 시설물관리대장 검토결과, 대상교량은 내진설계가 적용된 교량으로 확인되었다.

제2장 현장조사 및 분석

2.1 외관조사

2.1.1 개요

본 과업은 대상교량의 물리적, 기능적 결함을 발견하고 안전성 판단을 목적으로 교량부재 전체에 대하여 가능한 한 근접한 상태에서의 육안조사를 원칙으로 하였다. 이를 위해 사전에 현장답사를 실시하여 현장접근에 필요한 사다리, 교량점검차 등 장비를 이용한 접근방법 및 일정, 계획을 수립하여 외관조사를 수행하였다.

외관조사는 『안전점검 및 정밀안전진단 세부지침, 교량편(국토교통부, 한국시설안전공단, 2010. 12)』에 준하여 바닥판, 강박스 거더, 교대·교각, 신축이음 및 받침장치, 교면, 방호벽, 배수시설 등 교량의 주요 구조부재와 부속 시설물 각각에 대하여 현 상태를 조사하였고, 특히 교량의 안전성을 저해할 만한 구조적인 결함의 유무를 확인코자 하였다.

본 장에서는 교량의 구성 부재별로 외관조사 결과를 도표 중심으로 수록하였으며, 이에 따른 외관조사망도는 부록에 수록하여 향후 교량 유지관리에 효율적으로 활용할 수 있도록 하였다.



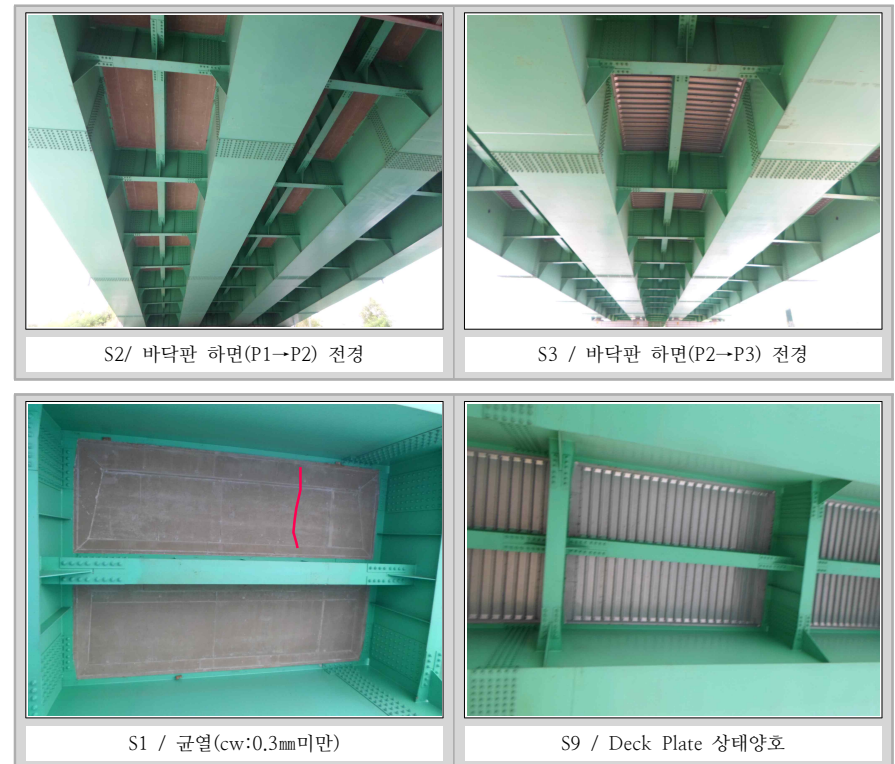
〈그림 2.1.1〉 외관조사 현황

2.1.2 부재별 외관조사 결과

가. 바닥판

바닥판 하면은 9경간으로써 S3, S4, S9는 Deck Plate로 시공되어 있었으며, 그 외 바닥판은 콘크리트로 시공되어 있었다.

외관조사 결과, S1, S2 구간에서 시공초기 건조수축에 의한 균열(cw:0.3mm미만)이 일부 조사되어 향후 내구성확보를 위하여 적절한 보수가 필요하며, Deck Plate는 양호한 상태를 유지하고 있었다.



〈그림 2.1.2〉 바닥판 현황 및 손상사진

〈표 2.1.1〉 바닥판 외관조사 내용

구 분	결합 및 손상내용	수 량	단 위	개 소	발생 원인	비 고
바닥판	균열(cw:0.3mm미만)	9.6	m ²	8	건조수축, 온도변화	

나. 거더(Steel Box)

목주교의 거더는 4련의 Steel Box형식으로 시공되어 있었다. 외관조사 결과, 전반적으로 양호한 상태로 변형, 볼트 긴결상태, 용접불량 등 손상은 확인되지 않았으나, 거더 내부에서 공용기간 증대에 따른 도장들뜸 및 도장불량, 도장탈락, 부식, 스플라이스부 우수유입흔적, 이물질퇴적이 확인되었다.

조사된 손상은 경미한 수준으로, 향후 도장손상부에 대한 채도장과 우수유입 방지를 위한 스플라이스 이음부 실링처리가 필요하다.



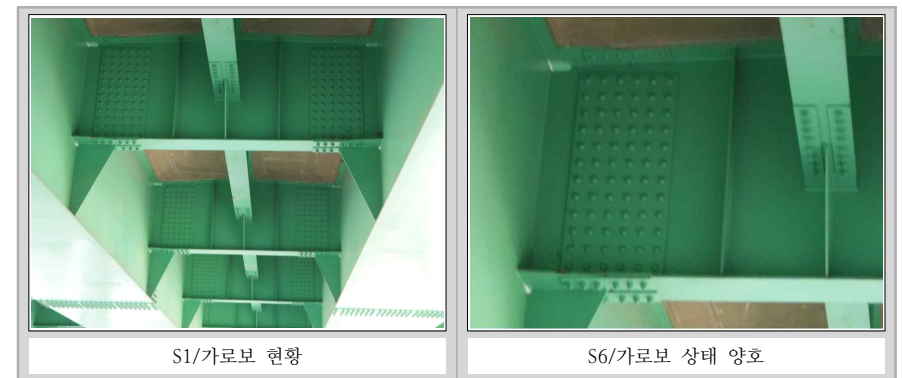
〈그림 2.1.3〉 거더 현황 및 손상사진

〈표 2.1.2〉 거더 외관조사 내용

구 분	결합 및 손상내용	수 량	단 위	개 소	발생 원인	비 고
거더 외부	상태양호	-	-	-	-	
거더 내부	부식	0.12	m ²	1	공용기간증가	
	도장불량	0.81	m ²	17	공용기간증가	
	도장탈락	0.04	m ²	4	공용기간증가	
	우수유입흔적	164	EA	164	우수유입	
	이물질퇴적	14.75	m ²	4	공용기간증가	

다. 가로보

대상교량의 가로보에 대한 외관조사 결과, 부식, 도장들뜸, 볼트연결 불량, 변형 등의 손상은 조사되지 않았으며, 전반적으로 양호한 상태로 조사되었다.



〈그림 2.1.4〉 가로보 현황 및 손상사진

〈표 2.1.3〉 가로보 외관조사 내용

구 분	결합 및 손상내용	수 량	단 위	개 소	발생 원인	비 고
가로보	특이사항 없음	-	-	-	-	

라. 교대

본 교량의 교대는 역T형 구조로 2기가 시공되어 있으며, A1 전면으로는 법면보호를 위한 보호블럭이 시공되어 있다.

외관조사 결과, 전체적으로 양호하나, 일부에서 건조수축에 의한 수직균열(cw:0.1~0.2mm)과 철근노출이 조사되었다. 조사된 손상은 경미한 수준으로 향후 균열부에 대해서는 균열보수와 철근노출부의 방청 및 단면복구가 필요한 상태이다. 교대 좌·우측에 접하여 시공된 날개벽 조사결과, 전도, 배부름, 침하 등은 조사되지 않았으며, 전반적으로 양호한 상태로 확인되었다.



〈그림 2.1.5〉 교대 현황 및 손상사진

〈표 2.1.4〉 교대 외관조사 내용

구 분	결함 및 손상내용	수 량	단 위	개 소	발생 원인	비 고
교대	균열(cw:0.3mm미만)	7.1	m	6	건조수축, 온도변화	
	철근노출	0.08	m ²	1	피복부족	

마. 교각

본 교량의 교각은 라멘식이며, 기초형식은 말뚝기초로 8기가 시공되었으며, P5를 제외한 모든 교각에 점검로가 설치되어 있다.

외관조사 결과, 교각의 안전성에 영향을 미칠만한 침하, 기울음 및 전도 등은 확인되지 않아 전체적으로 양호한 상태이나, 코핑부에서 건조수축에 의한 균열(cw:0.2~0.3mm) 및 망상균열이 다수 발생한 상태이다. 또한, 국부적인 백태 및 파손, 재료분리와 점검로에 새집 및 볼트파손 등이 추가로 조사되었다.

조사된 손상은 건조수축 및 공용기간증가 등 비구조적요인에 의한 것으로 판단되며, 향후 내구성 확보차원의 보수가 필요하다.



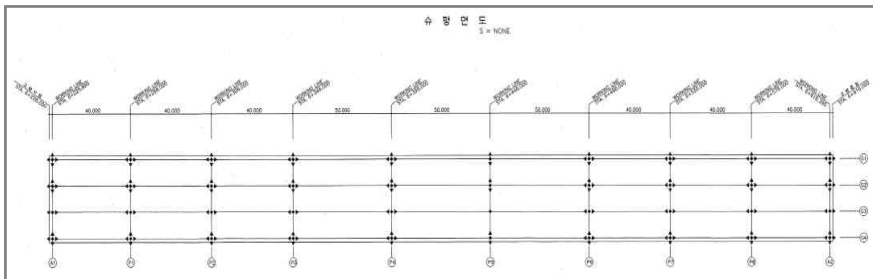
〈그림 2.1.6〉 교대 현황 및 손상사진

〈표 2.1.5〉 교각 외관조사 내용

구 분	결함 및 손상내용	수 량	단 위	개 소	발생 원인	비 고
교각	균열(cw:0.3mm미만)	63.0	m	64	건조수축, 온도변화	
	균열(cw:0.3mm이상)	6.0	m	2	건조수축, 온도변화	
	망상균열	51.78	m ²	18	건조수축, 온도변화	
	백태	0.16	m ²	1	우수유입	
	파손	0.16	m ²	1	외부충격	
	재료분리	0.5	m ²	1	다짐불량	
	점검통로 새집	1	EA	1	공용기간 증가	
	철근노출	0.02	m ²	2	피복부족	
	점검통로 볼트부 파손	1	EA	1	공용기간 증가	
	보수부 재균열(cw:0.3mm이상)	0.2	m	1	건조수축, 온도변화	

바. 받침장치

받침장치는 포트받침으로 A1, A2, P1~P8에 각각 4개소씩 총 40개소에 시공되어 있으며, 고정 지점부는 P5로 그 세부배치현황은 다음 〈그림 2.1.7〉과 같다.



〈그림 2.1.7〉 받침장치 배치도

외관조사 결과, 받침본체 파손, 부식, 편기, 신축기능 불량으로 인한 손상 등 구조적 손상은 조사되지 않았으나, 국부적인 받침물탈 균열(cw:0.3mm미만) 받침콘크리트 파손 및 재료 분리, Plate 부식 등이 조사되었다. 조사된 손상은 건조수축 및 공용기간 증가, 시공오류 등에 의한 영향이 그 원인으로 판단되며, 향후 내구성 확보차원의 보수가 필요하다.

또한, 종방향 이동제한 장치의 시공오류로 인한 횡방향 이동제한 장치 고정볼트의 변형 및 파손이 조사되었으며, 변형된 볼트의 제거가 필요한 것으로 사료된다.

〈표 2.1.6〉 받침장치 외관조사 내용

구 분	결함 및 손상내용	수 량	단 위	개 소	발생 원인	비 고
받침장치	받침콘크리트 균열(cw:0.3mm미만)	0.8	m	3	건조수축, 온도변화	
	받침콘크리트 파손	0.01	m ²	1	공용기간 증가	
	받침콘크리트 재료분리	0.02	m ²	1	다짐불량	
	받침Plate부식	1	EA	1	공용기간 증가	
	이동제한장치 접촉	15	EA	15	시공오류	
	이동제한장치 볼트 부식	28	EA	28	공용기간 증가	
	이동제한장치 볼트 파손	6	EA	6	시공오류	
	받침물탈 균열(cw:0.3mm미만)	0.4	m	2	건조수축, 온도변화	
	용접부 부식	0.12	m ²	2	공용기간 증가	



P1/Sh3 받침 상태양호



P3/Sh2 이동제한장치 접촉



P6/Sh3 이동제한장치 볼트 파손



P7/Sh3 상태양호

〈그림 2.1.8〉 받침장치 현황 및 손상사진

1) 받침장치 이동량 검토

본 받침장치 이동량 검토는 공용 중 온도변화에 의한 상부구조의 신축에 따른 받침장치의 신축유간의 적정성 판단을 위하여 실시하였으며, 그 세부내용은 다음과 같다.

〈표 2.1.7〉 받침장치의 이동량 산정시 온도변화 및 선팽창 계수

교량 종류	온도 변화		선팽창계수
	보통지방	한랭한 지방	
PSC교, RC교	-5℃ ~ +35℃	-15℃ ~ +35℃	1.0×10^{-5}
강교(상로교)	-10℃ ~ +40℃	-20℃ ~ +40℃	1.2×10^{-5}
강교(하로교 및 강바닥판교)	-10℃ ~ +50℃	-20℃ ~ +40℃	1.2×10^{-5}

※ 도로교 설계기준(2010) 제 2장 설계일반사항 표 2.1.17

〈표 2.1.8〉 받침장치의 이동량 산정시 고려 조건

측정일 및 측정시 온도	2014년 8월 5일, 32.2℃		
온도변화	-10℃ ~ +40℃(보통지방)	선팽창 계수(α)	1.2×10^{-5}
온도에 의한 신장량 (ΔL_t)	$\Delta L_t = \Delta T \times \alpha \times L$		

〈표 2.1.9〉 받침장치의 이동량 산정

위 치	신축거더 길이(m)	온도변화(ΔT , °C)		온도변화에 따른 신축량(mm)		받침장치 이동량 산정(mm)	
		늘음	줄음	늘음	줄음	늘음	줄음
A1	40	7.8	42.2	3.74	20.25	3.74	20.25
P1	40	7.8	42.2	3.74	20.25	3.74	20.25
P2	40	7.8	42.2	3.74	20.25	3.74	20.25
P3	50	7.8	42.2	4.68	25.32	4.68	25.32
P4	50	7.8	42.2	4.68	25.32	4.68	25.32
P5(고정)	-	-	-	-	-	-	-
P6	50	7.8	42.2	4.68	25.32	4.68	25.32
P7	40	7.8	42.2	3.74	20.25	3.74	20.25
P8	40	7.8	42.2	3.74	20.25	3.74	20.25
A2	40	7.8	42.2	3.74	20.25	3.74	20.25



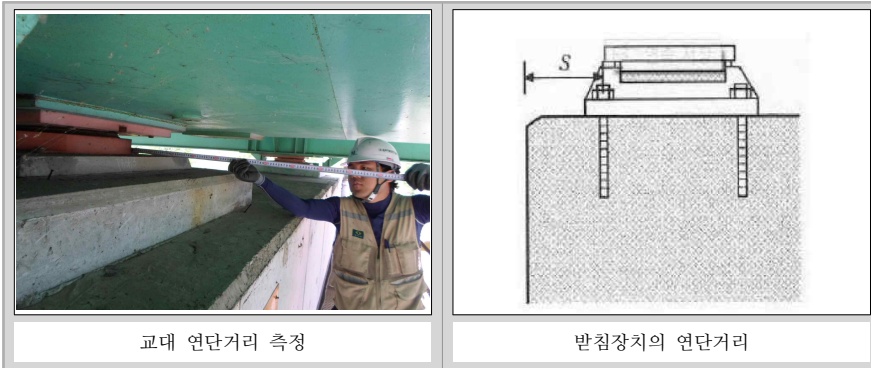
〈그림 2.1.9〉 받침장치 여유량 측정

측정일 현재 온도에 따른 각 받침장치 지점별로 늘임량과 줄임량을 계산하여 현장에서 측정한 지점별 여유량과 비교·분석한 결과, 전구간에서 측정 여유량이 계산된 이동량 이상을 확보하고 있는 것으로 검토되어 받침장치의 온도변화에 따른 신축기능상의 문제는 없는 것으로 판단된다.

〈표 2.1.10〉 받침장치의 이동량 검토 결과

위 치	계산이동량 산정(mm)		측정 여유량(mm)								검토
			Sh1		Sh2		Sh3		Sh4		
	늘음	줄음	늘음	줄음	늘음	줄음	늘음	줄음	늘음	줄음	
A1	3.74	20.25	90	110	170	130	90	110	100	100	O.K
P1	3.74	20.25	140	110	150	100	150	130	130	120	O.K
P2	3.74	20.25	140	110	135	115	140	110	140	110	O.K
P3	4.68	25.32	105	80	120	65	100	85	95	100	O.K
P4	4.68	25.32	115	30	105	30	105	30	100	30	O.K
P5(고정)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P6	4.68	25.32	130	30	120	30	110	30	110	30	O.K
P7	3.74	20.25	160	30	160	30	150	30	140	50	O.K
P8	3.74	20.25	170	60	180	50	185	50	190	40	O.K
A2	3.74	20.25	95	105	80	110	90	110	75	120	O.K

2) 연단거리 측정



〈그림 2.1.10〉 연단거리 측정현황

- 거더의 경간길이 100m 이하 (도로교설계기준 5.4.2절(2010. 9))

$$S = 200 + 5L \text{ (여기서, S는 연단거리(mm), L은 경간길이(m))} \cdots \cdots \text{(식 2.1.1)}$$

목주교의 교대에 위치한 받침장치의 연단거리를 측정하여, 그 최소값을 (식 2.1.1)으로 계산된 소요연단거리에 적용하여 검토한 결과, 측정 연단거리가 소요연단거리 이상을 확보하고 있는 것으로 조사되어 연단거리는 전반적으로 적정한 것으로 검토되었다.

〈표 2.1.11〉 연단거리 검토결과

구 분	경간길이(m)		설계기준(cm)		최소 측정결과(cm)		검 토
	시점측	종점측	시점측	종점측	시점측	종점측	
A1	-	38.25	-	39.1	-	64.0	O.K
P1	38.25	38.0	39.1	39.0	76.0	78.0	O.K
P2	38.0	38.0	39.0	39.0	75.0	78.0	O.K
P3	38.0	48.0	39.0	44.0	76.0	77.0	O.K
P4	48.0	48.0	44.0	44.0	75.0	77.0	O.K
P5	48.0	48.0	44.0	44.0	70.0	69.0	O.K
P6	48.0	48.0	44.0	44.0	78.0	77.0	O.K
P7	48.0	38.0	44.0	39.0	72.0	79.0	O.K
P8	38.0	38.25	39.0	39.1	75.0	77.0	O.K
A2	38.25	-	39.1	-	61.0	-	O.K

사. 신축이음

신축이음은 A1, A2(2개소)에 Rail Joint 형식으로 설치되어 있으며, 점검결과, 다수의 후타재 균열(cw:0.2~0.3mm) 및 국부적인 망상균열이 발생된 상태로 균열관리 및 내구성확보를 위한 보수가 필요하다. 또한, 국부적인 유간부 토사퇴적이 발생하였으나, 신축이음의 기능발휘와 차량 통행에는 영향이 없는 상태로 지속적인 점검과 유간부 청소 등의 유지관리가 필요한 상태이다.



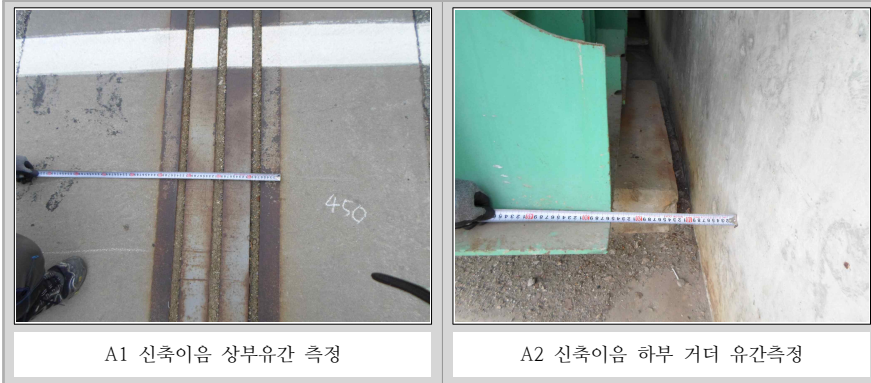
〈그림 2.1.11〉 신축이음 현황 및 손상사진

〈표 2.1.12〉 신축이음 외관조사 내용

구 분	결함 및 손상내용	수 량	단 위	개 소	발생 원인	비 고
신축이음	유간 토사퇴적	1.1	m ²	5	공용기간 증가	
	후타재 균열(cw:0.3mm미만)	7.6	m	14	건조수축, 중차량통행	
	후타재 망상균열	0.48	m ²	2	건조수축, 중차량통행	

1) 유간거리 검토

신축이음의 유간거리 계산은 받침장치 이동량 계산과 동일하며, 온도변화에 의한 상부구조의 늘임량과 신축이음의 측정유간거리와 비교·분석하였다.



〈그림 2.1.12〉 유간거리 조사 현황

〈표 2.1.13〉 신축이음 유간량 산정

위 치	온도변화에 의한 신축량($\Delta T \times a \times l$)			계산신축량 (mm)	신축이음 유간량 산정(mm)
	온도변화(ΔT)	선팅창계수(a)	신축장(l)		
A1	7.8℃	1.2×10^{-5}	220.0m	20.5	20.5
A2	7.8℃	1.2×10^{-5}	170.0m	15.9	15.9

※ 탄성반침의 여유치는 그 이동량 속에 포함되는 것으로 하여 별도로 고려하지 않음. [도로교 설계기준 해설 2.4.1.3 참조]

신축이음부의 교면 및 슬래브, 거더의 유간거리를 측정하여 그 중 최소값인 교면 신축이음의 유간 측정값을 측정치에 적용하여 검토한 결과, 최소 여유량이 24.1mm로 측정유간이 계산된 유간량 이상을 확보하고 있는 것으로 검토되었다.

〈표 2.1.14〉 신축이음 유간거리 검토 결과

위 치	계산유간량 (mm)	실측 유간(mm)			여유량 (mm)	비 고
		상부	슬래브	거더		
A1	20.5	95	220	250	74.5	O.K
A2	15.9	40	150	55	24.1	O.K

아. 교면포장

교면은 9경간 모두 아스콘으로 시공되어 있으며, 외관조사 결과, 아스콘 포장부에서 전회차 정밀점검 대비 아스콘 파손이 다수 증가 되었으며, 아스콘균열은 일부 증가한 것으로 조사되었다. 교면의 좌·우측에서 토사퇴적으로 인한 배수구 막힘이 조사 되어 교면의 원활한 배수와 배수구 막힘 방지를 위하여 청소 등의 유지관리가 필요하다.



〈그림 2.1.13〉 교면포장 현황 및 손상사진

〈표 2.1.15〉 교면포장 외관조사 내용

구 분	결함 및 손상내용	수 량	단 위	개 소	발생 원인	비 고
교면포장	포장 파손	74.44	m ²	8	공용기간증가, 중차량통행	
	아스콘 균열	45.0	m	2	공용기간증가, 중차량통행	
	토사퇴적	383.3	m ²	9	공용기간 증가	

자. 배수시설

배수시설은 강제로 시공되어 있으며, 외관조사 결과, 교면 배수구 막힘 6개소, 배수관 파손 1개소가 조사되었다. 배수구 막힘과 배수관 파손은 교면의 원활한 배수와 하부구조로의 누수를 초래하므로 청소 및 배수관 재설치가 필요하다.



〈그림 2.1.14〉 배수시설 현황 및 손상사진

〈표 2.1.16〉 배수시설 외관조사 내용

구 분	결함 및 손상내용	수 량	단 위	개 소	발생 원인	비 고
배수시설	배수구 막힘	40	EA	40	공용기간 증가	
	배수관 파손	1	EA	1	공용기간 증가, 외부충격	

차. 난간 및 연석

난간은 콘크리트 방호벽으로 교량 좌·우측에 시공되어 있으며, 중앙에는 가드레일로서 중앙분리대가 설치되어 있었다.

외관조사 결과, 방호벽 전구간에 다수의 보수부 재균열 및 신규 균열이 조사되었으며, S8 병천방향의 경우 차량충격에 의한 파손이 조사되었다. 중분대는 특별한 손상이 없는 양호한 상태이나, 피복부족에 의한 철근노출이 일부 발생된 상태이다. 조사된 손상들에 대해서는 향후 내구성확보를 위한 균열 보수 및 단면복구 등의 유지관리가 필요하다.



〈그림 2.1.15〉 난간 및 연석 현황 및 손상사진

〈표 2.1.17〉 난간 및 연석 외관조사 내용

구 분	결함 및 손상내용	수 량	단 위	개 소	발생 원인	비 고
난간 및 연석	보수부 재균열(cw:0.3mm미만)	180.6	m	170	건조수축, 온도변화	
	보수부 재균열(cw:0.3mm이상)	45.6	m	43	건조수축, 온도변화	
	균열(cw:0.3mm미만)	5.4	m	5	건조수축, 온도변화	
	균열(cw:0.3mm이상)	2.4	m	3	건조수축, 온도변화	
	망상균열	2.5	m ²	1	건조수축, 온도변화	
	철근노출	2.52	m ²	126	피복부족	
	파손	3.48	m ²	3	공용기간증가, 외부충격	
	표면부스러짐	1.4	m ²	2	공용기간 증가	

2.2 내구성조사

2.2.1 개 요

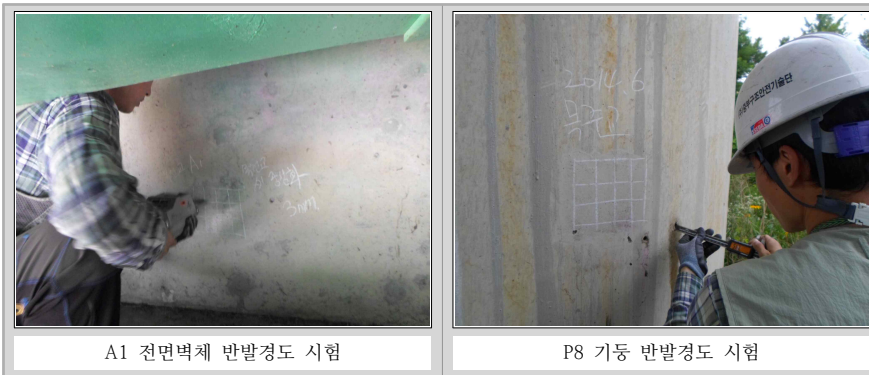
본 내구성조사는 목주교의 주요부재에 대한 콘크리트의 내구성을 평가하기 위하여 반발경도법에 의한 콘크리트 압축강도조사, 1% 페놀프탈레인 용액을 이용한 콘크리트 탄산화시험을 실시하였으며, 각 항목별 시험 및 측정개소는 『안전점검 및 정밀안전진단 세부지침, 교량편(국토해양부, 한국시설안전공단, 2010. 12)』에 의거 구조부재 및 외관상태를 고려하여 다음 표와 같이 조사하였다.

〈표 2.2.1〉 부재별 내구성조사 개소

구 분	세부지침 적용기준		금회 실시수량			비 고
	상부구조	하부구조	상부구조	하부구조	소 계	
반발경도 시험	1개소/50m	1개소/50m	8	8	16	동일부위 측정
탄산화시험	2~3개소 (상부구조에서 최소 1개소 이상 실시)		8	8	16	

2.2.2 콘크리트 압축강도시험

반발경도법은 콘크리트 표면의 요철, 부착물, 분말 등을 제거하고 실시하였으며, 표면에 곰보, 공극, 노출된 자갈 등이 있는 부위들은 측정위치에서 제외했다. 또한, 반발경도값은 각 측정부재에 따라 타격방향, 표면의 건습상태, 재령 등에 의한 보정을 한 후 콘크리트 강도를 산정하였다.



〈그림 2.2.1〉 반발경도시험 현황

목주교의 반발경도법에 의한 콘크리트 압축강도 측정결과, 교대·교각은 24.7~27.0MPa(설계기준강도: 24MPa), 바닥판은 27.2~28.8MPa(설계기준강도: 27MPa)로 측정되어, 측정부재 모두 설계기준강도 대비 90%이상으로써, 콘크리트 압축강도는 양호한 것으로 평가되었다.

〈표 2.2.2〉 콘크리트 비파괴압축강도 시험결과

No.	시험 위치	기준반발 경도(Ro)	재령 보정 계수	압축강도 (MPa)		추정 압축강도 (MPa)	설계 기준강도 (MPa)
				일본재료학회	일본건축학회		
1	S1	47.44	0.63	26.7	27.6	27.2	27.0
2	S2	48.84	0.63	27.8	28.2	28.0	27.0
3	S3	47.44	0.63	26.7	27.6	27.2	27.0
4	S4	48.09	0.63	27.2	27.8	27.5	27.0
5	S5	49.92	0.63	28.7	28.7	28.7	27.0
6	S6	49.17	0.63	28.1	28.3	28.2	27.0
7	S7	49.17	0.63	28.1	28.3	28.2	27.0
8	S8	50.03	0.63	28.8	28.7	28.8	27.0
9	A1 전면	43.60	0.63	23.6	25.8	24.7	24.0
10	P1 코핑	43.90	0.63	23.9	26.0	25.0	24.0
11	P2 코핑	43.80	0.63	23.8	25.9	24.9	24.0
12	P3 코핑	46.80	0.63	26.2	27.3	26.8	24.0
13	P4 기둥	46.30	0.63	25.8	27.0	26.4	24.0
14	P5 기둥	46.30	0.63	25.8	27.0	26.4	24.0
15	P6 기둥	46.60	0.63	26.0	27.2	26.6	24.0
16	P7 기둥	47.20	0.63	26.5	27.4	27.0	24.0

2.2.3 탄산화시험

가. 개요

본 교량의 탄산화시험은 드릴을 이용하여 콘크리트를 천공하고, 천공내부를 깨끗이 한 후 1% 페놀프탈레인 용액을 분무하여 그 변색깊이를 버니어캘리퍼스로 측정한 값과 RC-Radar로 측정한 철근피복두께를 비교·분석하는 방법으로 콘크리트 탄산화깊이를 측정하고 평가하였다.



〈그림 2.2.2〉 탄산화시험 현황

나. 공용연수를 고려한 탄산화 깊이 산정

해당 교량의 공용연수는 10년으로써, 시공시 레미콘의 W/C=60%, 골재는 강모래·강자갈, 혼화제를 쓰지 않은 보통포틀랜드 시멘트라고 추정하였을 경우에 의해 공용연수를 고려

한 탄산화 깊이 $x = \sqrt{\frac{10}{7.2}} = 11.79\text{mm}$ 가 된다.

다. 시험결과

목주교의 탄산화시험 결과에 대한 평가는 공용연수 및 측정피복두께를 고려하였으며, 측정된 탄산화깊이는 1.5~11.5mm의 범위로 측정부재 모두에서 철근 피복두께 측정치(33.0~93.0mm)와 비교시 잔여깊이가 최소 30.0mm 이상으로 측정되어 콘크리트 탄산화에 의한 철근 부식 우려는 없는 것으로 평가되었다.

〈표 2.2.3〉 부재별 콘크리트 탄산화시험 결과

No.	시험위치	탄산화깊이 (mm)	피복두께 (mm)	잔여깊이 (mm)	공용연수를 고려한 탄산화깊이(mm)	평 가
1	S1	2.8	33.0	30.2	11.79	a
2	S2	3.2	35.0	31.8		a
3	S3	2.1	35.0	32.9		a
4	S4	3.5	34.0	30.5		a
5	S5	2.5	33.0	30.5		a
6	S6	1.5	33.0	31.5		a
7	S7	2.2	33.0	30.8		a
8	S8	1.9	35.0	33.1		a
9	A1 전면	7.3	72.0	64.7		a
10	P1 코핑	9.4	85.0	75.6		a
11	P2 코핑	7.3	85.0	77.7		a
12	P3 코핑	4.6	90.0	85.4		a
13	P4 기둥	5.9	90.0	84.1		a
14	P5 기둥	7.5	80.0	72.5		a
15	P6 기둥	8.0	85.0	77.0		a
16	P7 기둥	11.5	93.0	81.5		a

2.3 기 점검·진단 결과와의 비교·분석

2.3.1 부재별 외관조사 결과

금회 정밀점검시 조사된 손상물량 결과와 이전 실시한 정밀점검(2012년 6월)시 조사된 부재별 손상물량을 비교하여, 손상의 진행과 구조물의 열화정도를 판단하기 위하여 외관조사 결과를 정량적으로 비교·분석하였다.

비교·분석 결과, 손상의 수량이 다소 증가한 것으로 검토되었다. 증가된 손상은 공용기간의 증가 및 시공오류, 전회 점검 시 조사 누락 등에 의한 증가로 판단되며, 구조적 손상은 발견되지 않은 상태로써, 각 시설별 적절한 보수조치가 이루어진다면 내구성 및 사용성에는 문제가 없을 것으로 판단된다.

〈표 2.3.1〉 기존 점검결과와의 비교·분석

구 분	손상내용	단위	손상물량			물량비교	
			전회('12)	금회('14)		수량	
			수량	수량	개소		
바닥판	균열(cw:0.3mm미만)	m		9.60	8	↑	9.60
거터 (내부)	부식	m ²	0.12	0.12	1		
	도장불량	m ²	0.38	0.81	17	↑	0.43
	도장탈락	m ²		0.04	4	↑	0.04
	우수유입흔적	m ²		9.20	164	↑	9.20
	이물질퇴적	m ²		14.75	4	↑	14.75
교대 교각	균열(cw:0.3mm미만)	m	14.50	70.10	70	↑	55.60
	균열(cw:0.3mm이상)	m	2.50	6.00	2	↑	3.50
	망상균열	m ²	0.28	51.78	18	↑	51.50
	백태	m ²	0.02	0.16	1	↑	0.14
	파손	m ²		0.16	1	↑	0.16
	재료분리	m ²		0.50	1	↑	0.50
	점검통로 새집	EA		1	1	↑	1
	철근노출	m ²		0.10	3	↑	0.10
	점검통로 볼트부 파손	m ²		0.08	1	↑	0.08
	보수부 재균열(cw:0.3mm이상)	m		0.20	1	↑	0.20
받침 장치	받침콘크리트 균열 (cw:0.3mm미만)	m	0.60	0.60	3		
	받침콘크리트 파손	m ²	0.03	0.01	1	↓	0.02
	받침콘크리트 재료분리	m ²		0.02	1	↑	0.02
	받침 Plate부식	EA	1	1	1		
	이동제한장치 접촉	EA	15	15	15		
	이동제한장치 볼트 부식	EA	28	28	28		
	이동제한장치 볼트 파손	EA	6	6	6		
	받침물탈 균열(cw:0.3mm미만)	m		0.40	2	↑	0.40
	용접부 부식	m ²		0.12	2	↑	0.12

〈표 2.3.1〉 기존 점검결과와의 비교·분석(계속)

구 분	손상내용	단위	손상물량			물량비교	
			전회('12)	금회('14)		수량	
			수량	수량	개소		
신축 이음	유간 토사퇴적	m ²	39.00	1.10	5		
	후타재 망상균열	m ²	38.03	0.48	14	↓	37.55
	후타재 균열(cw:0.3mm미만)	m		7.60	2	↑	7.60
포장	포장 파손	m ²	2.70	74.44	8	↑	71.74
	아스콘 균열	m	40.00	45.00	2	↑	5.00
	토사퇴적	m ²	364.00	383.30	9	↑	19.30
난간 및 연석	보수부 재균열(cw:0.3mm미만)	m	99.40	180.60	170	↑	81.20
	보수부 재균열(cw:0.3mm이상)	m	23.00	45.60	43	↑	22.60
	균열(cw:0.3mm미만)	m		5.40	5	↑	5.40
	균열(cw:0.3mm이상)	m		2.40	3	↑	2.40
	망상균열	m ²	2.50	2.50	1		
	철근노출	m ²	3.66	2.52	126	↓	1.14
	파손	m ²		3.48	3	↑	3.48
	표면부스러짐	m ²		1.40	2	↑	1.40
배수시설	배수구 막힘	EA	40	38	38	↓	2
	배수관 파손	m	1.00	1.00	1		

2.3.2 내구성조사 결과 비교·분석

가. 콘크리트 압축강도 측정결과

전회차 점검결과와 금회 점검결과를 비교하면 아래의 <표 2.3.2>와 같으며, 측정위치, 현장조건 등에 의해 발생된 것으로 추정되는 차이가 다소 있으나, 모두 설계기준강도 대비 90% 이상으로 측정되어 전반적으로 양호한 상태로 조사되었다.

<표 2.3.2> 기존 점검결과와의 비교·분석

위 치		2012년 정밀점검 (MPa)	2014년 금회 정밀점검 (MPa)	설계기준강도 (MPa)
상부구조	바닥판	26.7~30.3	27.2~28.8	27.0
하부구조	교대	24.1~27.9	24.7	24.0
	교각	24.0~27.6	24.9~27.0	24.0

나. 탄산화시험 결과

전회차 점검결과와 금회 점검결과를 비교하면 아래의 <표 2.3.3>와 같으며, 측정위치, 현장조건 등에 의해 발생된 것으로 추정되는 차이가 다소 있으나, 전회차와 비교시 탄산화의 진행은 거의 없는 것으로 확인되었다.

<표 2.3.3> 기존 점검결과와의 비교·분석

위 치		탄산화 잔여 깊이(mm)		비 고
		2012년 정밀점검	2014년 금회 정밀점검	
상부구조	바닥판	28.5 ~ 34.5	30.2 ~ 33.1	
하부구조	교대	88.0 ~ 96.0	64.7	
	교각	88.5 ~ 101.0	72.5 ~ 84.1	

제3장 상태평가 및 안전등급

3.1 상태평가 결과

3.2 안전등급 산정

3.3 기 점검·진단 결과와의 비교·분석

제3장 상태평가 및 안전등급

3.1 상태평가 결과

목주교의 외관조사 및 내구성조사 결과를 바탕으로 『안전점검 및 정밀안전진단 세부지침, 교량편(국토교통부, 한국시설안전공단, 2010. 12)』에 의거 부재별 상태평가를 실시한 결과는 다음과 같다.

〈표 3.1.1〉 목주교 상태평가 결과표

부재의 분류		상부구조		2차 부재	기타부재				받침	하부구조		내구성 요소	
번호	구조형식	바닥판	거더	가로보	포장	배수	난간연석	신축이음	교량받침	하부	기초	탄산화(상)	탄산화(하)
1	강박스교	b	b	a	b	c	c	c	b	b	Q	a	a
2	강박스교	b	b	a	b	c	c	x	b	b	Q	a	a
3	강박스교	a	a	a	c	c	c	x	b	c	Q	a	a
4	강박스교	a	b	a	b	c	c	x	a	c	Q	a	a
5	강박스교	a	a	a	b	c	c	x	a	b	Q	a	a
6	강박스교	a	a	a	b	c	c	x	a	b	Q	a	a
7	강박스교	a	a	a	b	c	c	x	a	c	Q	a	a
8	강박스교	a	b	a	c	c	c	x	a	c	Q	a	a
9	강박스교	a	b	a	c	c	c	x	a	b	Q	Q	Q
10	강박스교	x	x	x	x	x	x	c	b	c	Q	x	x
평균		0.12	0.16	0.10	0.27	0.40	0.40	0.40	0.14	0.30	·	0.10	0.10
가중치		18	20	5	7	3	2	9	9	20	·	4	3
(평균X가중치) /가중치합		0.022	0.032	0.005	0.019	0.012	0.008	0.036	0.013	0.060	·	0.004	0.003
1. 환산결함도 점수 =												0.214	
2. 상태평가 결과 =												B	

〈표 3.1.3〉 목주교 전체 상태평가 결과표

교량명	구조형식	환산결함도점수	상태평가 결과	연장(m)	연장비	환산결함도점수 × 연장비
목주교	강박스교	0.214	B	390	1.000	0.214
환산 결함도						0.214
상태평가 등급						B등급

3.2 안전등급 산정

본 정밀점검 대상시설물인 목주교에 대한 종합평가 결과, 외관조사 및 내구성조사에 의한 상태평가 결과는 B등급, 안전성평가는 정밀점검 용역범위에 해당하지 않아 종합평가 결과는 B등급으로 평가되었다.

상태평가 및 종합평가 결과, 목주교의 안전등급은 『보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나 기능발휘에는 지장이 없으며, 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태』인 “B등급”으로 산정되었다.

〈표 3.2.1〉 안전등급 산정

교량명	상태평가	안전성평가	안전등급	비 고
목주교	B등급	-	B등급	

3.3 기 점검·진단 결과와의 비교·분석

금회 정밀점검결과와 이전에 실시한 정밀점검(2012. 06)결과와의 비교·분석 결과, 안전등급은 B등급으로 동일하였으나, 상부구조 및 하부구조 전반에서 신규손상이 증가되어 상태평가 환산결함도 점수가 증가된 것으로 검토되었으며, 그 세부내용은 다음 <표 3.3.1>과 같다.

<표 3.3.1> 기존 점검결과와의 비교·분석

구 분		2012년 정밀점검	2014년 금회 정밀점검	비 고
상태평가 결과	환산결함도점수	0.178	0.214	
	상태등급	B등급	B등급	
안전성평가 결과		-	-	
종합평가 결과		B등급	B등급	
안전등급		B등급	B등급	

제4장 보수 및 유지관리방안

4.1 보수·보강 우선순위

4.2 부재별 보수·보강방안

4.3 우선순위별 개략공사비

4.4 중점 유지관리방안

제4장 보수 및 유지관리방안

4.1 보수·보강 우선순위

본 구조물에 대한 외관조사 및 내구성조사 결과, 보수가 필요한 것으로 판단되는 각종 결함과 손상이 확인되었으며, 각 손상에 대한 보수의 시기와 우선순위는 해당 부재의 중요도, 2차손상의 유발 가능성, 인접부재로의 손상 전이여부, 구조적 안전성 등을 고려하여 결정되어야 한다. 또한 이와 함께 관리주체의 예산확보 문제와 해당 구조물의 법정 하자담보책임 만료기간 및 미관제고와 구조물을 이용하는 일반인의 불안감 해소 등도 종합적으로 병행하여 보수·보강의 우선순위가 선정되어야 한다.

목주교의 보수·보강 우선순위는 위와 같은 점을 전제로 하여 공사가 단계적으로 이루어질 수 있도록 다음과 같이 세분화하여 정하였다. 이 때, 본 구조물의 하자담보책임 만료기간은 준공 당시의 『건설산업기본법 시행령 제30조 관련, 별표4) 건설공사공사의 종류별 하자담보책임기간』에 의거하였다.

가. 1순위(단기)

- ① 각 손상의 정도가 크지 않아도 특정부재에 여러 손상이 복합적으로 발생되어 추후 단기간 열화 진전에 따른 구조물의 안전에 직접적인 영향을 줄 수 있는 것
- ② 손상발생 규모가 작아도 손상의 크기가 커 철근부식과 같은 해당 구조부재의 유효단면 감소 등으로 내구성과 안전에 영향을 줄 수 있는 것
- ③ 신축이음부 누수와 같이 신축이음 자체 기능에는 이상이 없으나, 하부구조에 누수에 의한 2차 손상을 유발할 수 있는 경우
- ④ 부식이 심하여 단면결손이 발생한 철골 주부재 및 부부재
- ⑤ 교면의 포트홀 및 접속부 단차 등으로 교통사고 유발이 우려되는 손상
- ⑥ 손상의 규모가 작지만 해당 교량이 법정 하자담보책임기간내에 있는 경우

〈표 4.1.1〉 하자담보책임기간

교량명	준공일	하자담보책임기간		비고
목주교	2004. 8. 13	철근콘크리트 또는 철골구조부	2014. 8. 13	만료
		상기외 공종(교면포장·이음부·난간시설 등)	2007. 8. 13	만료

나. 2순위(중·장기)

- ① 발생된 손상이 구조물의 장기적인 내구성에는 영향이 있으나, 단기간에 구조물의 안전성과 사용성에 문제가 없는 경우
- ② 구조물의 안전과 관련이 없는 손상으로써, 규모 또는 정도가 적어 보수에 소요되는 직접비 보다 가설 등의 부대공사비가 과다하게 소요되는 등 비경제적이고, 비합리적인 경우, 중장기적으로 지속적인 주의관찰후 진전유무를 확인하여 선택적 보수만 실시
- ③ 신축이음의 단순한 후타재 균열과 같이 아직 박리, 파손과 같은 손상으로의 진전이 없고 신축이음 기능에 문제가 없을 경우, 중장기적으로 지속적인 주의관찰후 진전유무를 확인하여 선택적 보수만 실시
- ④ 방호벽 하단부 전체 표면부스러짐과 같은 대규모 손상이 발생하였으나, 아직 사용성에는 이상이 없고, 전면 교체시 공사비가 과다하여 관리주체의 예산확보가 별도로 필요한 경우

1, 2순위와 별도로 교면의 토사퇴적, 배수구 막힘, 신축이음부 유간 토사퇴적 등과 같이 공용중 주기적으로 실시하여야 하는 부분은 1, 2순위와 별도로 1순위안에 「주기적」으로 분류하였다.

4.2 부재별 보수·보강방안

손상내용에 따른 적절한 보수·보강방안을 제시하였으며, 우선순위는 부재별, 손상내용별로 중요성과 긴급성 등을 고려하여 1순위(단기), 2순위(중·장기), 주기적으로 구분하였다. 본 교량은 하자담보책임기간이 만료된 교량으로 하자보수는 없는 것으로 확인되었다.

〈표 4.2.1〉 보수방안 및 우선순위

구 분	손상내용	보수 방법	우선순위	비고
바닥판	균열(cw:0.3mm미만)	표면처리공법	2	
거더 (내부)	부식	재도장	2	
	도장불량	재도장	2	
	도장탈락	재도장	2	
	우수유입흔적	이음부실링처리	2	
	이물질퇴적	청소 및 유지관리	2	

〈표 4.2.1〉 보수방안 및 우선순위(계속)

구 분	손상내용	보수 방법	우선순위	비고
교대 교각	균열(cw:0.3mm미만)	표면처리공법	2	
	균열(cw:0.3mm이상)	주입공법	2	
	망상균열	표면처리공법	2	
	백태	표면처리공법	2	
	파손	단면복구공법	2	
	재료분리	단면복구공법	2	
	점검통로 새집	청소 및 유지관리	1	
	철근노출	방청후 단면복구공법	2	
	점검통로 볼트부 파손	볼트재설치	2	
	보수부 재균열(cw:0.3mm이상)	주입공법	2	
	보수부 재균열(cw:0.3mm미만)	표면처리공법	2	
받침 장치	받침콘크리트 파손	단면복구공법	2	
	받침콘크리트 재료분리	단면복구공법	2	
	부식	재도장	2	
	이동제한장치 접촉	앵커볼트 부분절단	1	
	이동제한장치 볼트 부식	지속관찰, 추후보수	2	
	이동제한장치 볼트 파손	앵커볼트 부분절단	1	
	받침물탈 균열(cw:0.3mm미만)	표면처리공법	2	
	용접부 부식	재도장	2	
	용접부 균열(cw:0.3mm미만)	표면처리공법	2	
신축 이음	유간 토사퇴적	청소 및 유지관리	1	주기적
	후타재 망상균열	표면처리공법	2	
	후타재 균열(cw:0.3mm미만)	표면처리공법	2	
포장	포장 파손	포장소파보수	2	
	아스콘 균열	포장균열보수	2	
	토사퇴적	청소 및 유지관리	1	주기적

〈표 4.2.1〉 보수방안 및 우선순위(계속)

구 분	손상내용	보수 방법	우선순위	비고
단간 및 연석	보수부 재균열(cw:0.3mm미만)	표면처리공법	2	
	보수부 재균열(cw:0.3mm이상)	주입공법	2	
	균열(cw:0.3mm미만)	표면처리공법	2	
	균열(cw:0.3mm이상)	주입공법	2	
	망상균열	표면처리공법	2	
	철근노출	방청후 단면복구공법	2	
	파손	단면복구공법	2	
	표면부스러짐	단면복구공법	2	
	배수구 막힘	청소 및 유지관리	1	주기적
	배수관 파손	배수관 설치	1	
배수 시설	배수구 막힘	청소 및 유지관리	1	주기적
	배수관 파손	배수관 설치	1	

4.3 우선순위별 개략공사비

4.3.1 1순위(단기)

〈표 4.3.1〉 1순위 개략공사비

구 분	손상내용	총수량	단위	보수보강방안	단가	개략공사비 (단위: 원)	비고
받침 장치	이동제한장치 접촉 및 볼트 파손	11	EA	앵커볼트 부분절단	80,000	880,000	
포장	토사퇴적	383.30	m²	청소 및 유지관리	-	-	주기적
교각	점검통로 새집	1	EA	청소 및 유지관리	-	-	주기적
신축 이음	유간 토사퇴적	1.1	m²	청소 및 유지관리	-	-	주기적
배수 시설	배수구 막힘	38	EA	청소 및 유지관리	-	-	주기적
	배수관 파손	1.00	m	배수관 설치	120,000	120,000	
직접공사비						1,000,000	
제정비(직접공사비의 50%적용)						500,000	
총 공사비(천단위 이하 절사)						1,500,000	

4.3.2 2순위(중장기)

〈표 4.3.2〉 2순위 개략공사비

구 분	손상내용	총수량	단위	보수보강방안	단가	개략공사비 (단위: 원)	비고
바닥판	균열(cw:0.3mm미만)	9.60	m	표면처리공법	50,000	480,000	
거터 (내부)	부식	0.12	m ²	채도장(내부)	27,000	3,240	
	도장불량	0.81	m ²	채도장(내부)	27,000	21,870	
	도장탈락	0.04	m ²	채도장(내부)	27,000	1,080	
	우수유입흔적	164	EA	이음부실링처리	5,000	820,000	
	이물질퇴적	14.75	m ²	청소 및 유지관리	-	-	
교대 교각	균열(cw:0.3mm미만)	17.52	m ²	표면처리공법	50,000	876,000	
	균열(cw:0.3mm이상)	60.0	m	주입공법	88,000	5,280,000	
	망상균열	51.78	m ²	표면처리공법	50,000	2,589,000	
	백태	0.16	m ²	표면처리공법	50,000	8,000	
	파손	0.16	m ²	단면복구공법	147,000	23,520	
	재료분리	0.50	m ²	단면복구공법	147,000	73,500	
	점검통로 새집	1	EA	청소 및 유지관리	-	-	
	철근노출	0.10	m ²	방청후 단면복구공법	197,000	19,700	
	점검통로 볼트부 파손	1	EA	볼트재설치	5,000	5,000	
	보수부 재균열 (cw:0.3mm이상)	0.20	m	주입공법	88,000	17,600	
	받침콘크리트 균열 (cw:0.3mm미만)	0.15	m ²	표면처리공법	50,000	7,500	
	받침콘크리트 파손	0.01	m ²	단면복구공법	147,000	1,470	
받침 장치	받침콘크리트 재료분리	0.02	m ²	단면복구공법	147,000	2,940	
	받침 Plate부식	0.40	m ²	채도장(외부)	90,000	36,000	
	이동제한장치 볼트 부식	28	EA	지속관찰, 추후보수	-	-	
	받침물탈 균열 (cw:0.3mm미만)	0.10	m ²	표면처리공법	50,000	5,000	
	용접부 부식	0.12	m ²	채도장(외부)	40,000	4,800	

〈표 4.3.2〉 2순위 개략공사비(계속)

구 분	손상내용	총수량	단위	보수·보강방안	단가	개략공사비 (단위: 원)	비고
신축 이음	후타재 균열 (cw:0.3mm미만)	1.9	m ²	표면처리공법	50,000	95,000	
	후타재 망상균열	0.48	m ²	표면처리공법	50,000	24,000	
포장	포 장 파 손	74.44	m ²	포장소파보수	50,000	3,722,000	
	아스콘 균열	45.0	m	포장균열보수	13,000	585,000	
난간 및 연석	보수부 재균열 (cw:0.3mm미만)	45.15	m ²	표면처리공법	50,000	2,257,500	
	보수부 재균열 (cw:0.3mm이상)	45.0	m	주입공법	88,000	3,960,000	
	균열(cw:0.3mm미만)	1.35	m ²	표면처리공법	50,000	67,500	
	균열(cw:0.3mm이상)	2.4	m	주입공법	88,000	211,200	
	망상균열	2.5	m ²	표면처리공법	50,000	125,000	
	철근노출	2.52	m ²	방청후 단면복구공법	197,000	496,440	
	파손	3.48	m ²	단면복구공법	147,000	511,560	
	표면부스러짐	1.4	m ²	단면복구공법	147,000	205,800	
직접공사비						22,537,220	
제경비(직접공사비의 50%적용)						11,268,610	
총 공사비(천단위 이하 절사)						33,805,000	

4.4 중점 유지관리 방안

북주교의 유지관리시 부재별 중점 유지관리 사항은 다음과 같다.

〈표 4.4.1〉 북주교 중점 유지관리 방안

구 분	중 점 점 검 항 목	비 고
바닥판	- 중앙부 및 캔틸레버 단부 콘크리트 균열, 누수 및 백태 등 손상여부	
강재주형 및 가로보	- 볼트 긴결상태, 부식상태, 용접부 균열 등 손상발생 여부 - 볼트 연결부 틈새로 우수 등의 유입 및 부식 여부 - 강박스 내부 보강재 변형여부 - 이동제한장치 접촉여부	중점
교대 및 교각	- 건조수축 균열의 진행여부 및 균열, 박리, 박락 등 발생 여부 - 신축이음부로의 누수로 인한 백태, 오염발생 여부 - 코핑 및 구체 균열 발생 및 진행 여부	중점
받침장치	- 받침 플레이트 부식 등 손상 여부 - 받침의 편기, 신축장애발생 등 손상여부 점검 - 받침물탈 균열, 파손 등 발생 여부	
신축이음	- 후타재 파손 및 균열 발생 및 증가 유무 - 교면과 후타재 단차에 의한 충격음 발생 및 집합부 파손여부 - 본체 유간의 이물질(토사 등) 퇴적 등 청소 및 유지관리 - 우수 등 표면수의 교량 하부로의 누수 여부	
교면포장	- 아스콘 패임 등 발생여부 및 포장상태 점검 - 외측구간 이물질(토사 등) 퇴적여부	중점
방호벽 및 중분대	- 차량 충돌 등에 의한 파손 여부 - 균열 발생 및 손상발생 여부 - 박리, 박락 등 추가 손상 발생유무	중점
배수시설	- 배수구 막힘 점검 등 유지관리 - 배수관 지지상태 등 설치상태 점검	

제5장 결 론

제5장 결 론

5. 결 론

본 정밀점검 대상교량인 목주교는 충청남도 천안시 목천읍 신계리 일원에 위치한 9경간의 강박스거터교(STB)형식으로 2004년 8월에 준공되어 약 10년이 경과되었고, 국도 21호선에 위치하고 있으며, 육안점검에 의한 외관조사와 비파괴 장비를 이용한 콘크리트 내구성 조사를 실시한 정밀점검 결과는 다음과 같다.

1) 외관조사

외관조사 결과, 주요부재인 바닥판, 교대, 교각, 주형 등 구조부재 및 부속 구조물의 상태는 전반적으로 양호한 상태이나, 비구조적 요인 및 공용기간 증가에 따른 아스콘 마모 및 파손, 교대 및 교각 건조수축성 균열(cw:0.3mm미만), 방호벽 보수부 재균열(cw:0.2~0.3mm) 등이 다수 조사되었다.

구조물에 안전성을 저해할 만한 구조적 손상은 확인되지 않았으나, 전회차 정밀점검과 비교시 보수로 인하여 일부 손상물량은 감소하였으나 전반적으로 증가하였다. 또한, 종방향 이동제한 장치의 시공오류로 인한 횡방향 이동제한 장치 고정볼트의 변형 및 파손이 조사되었으며, 변형된 볼트는 제거가 필요한 것으로 사료된다.

2) 내구성 조사

콘크리트압축강도, 탄산화 시험에 의한 내구성 평가 결과, 콘크리트 구조물의 내구성은 양호한 것으로 평가되었다.

목주교의 종합평가에 의한 안전등급은 B등급으로,『보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나 기능발휘에는 지장이 없으며, 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태』로써 내구성, 사용성 및 안전성은 확보하고 있는 것으로 판단되나, 교면 아스콘 포장 손상에 대해서는 향후 적절한 보수와 관리가 필요하다.

금회 점검시 확인된 손상에 대해서는 중·단기적 보수계획에 의거 적절한 보수가 필요하며, 기존손상의 진행 및 신규손상의 발생여부 등에 대한 지속적인 점검과 유지관리가 수반되면 공용 중 내구성 및 안전성을 확보할 수 있을 것으로 판단된다.