

제 10 장 종합결론

10.1 개 요

10.2 점검결과

10.3 종합결론 및 건의사항

제10장 종합결론

10.1 개 요

물곡2교(상, 청평방향)는 국도 37호선에 위치한 총 연장 150.0m (47.5m+55.0m+47.5m), 폭 10.49m의 1종 도로교량으로서, 행정구역상 경기도 가평군 상면 읍길리에 위치하며, 2010년 12월에 준공되어 약 10년 동안 공용 중이다. 상부구조는 Steel Box Girder 형식이고, 하부구조는 역T형인 교대와 T형 교각으로 구성되어 있다.

10.2 점검결과

10.2.1 외관조사 결과

물곡2교(상, 청평방향) 외관조사 결과 발생 손상 및 물량, 보수방안은 다음과 같다.

구 분		결함 및 손상현황	손상물량	대 책 방 안	보 수 우선순위
교면포장		아스콘 망상균열	150.00㎡	재포장	3
난간/연석		박리 및 박락	6.00㎡	단면보수	3
		들뜸	2.25㎡	단면보수	3
		폭 0.3mm 이상 균열	62.40m	주입보수	3
		균열부 백태	0.75㎡	백태보수	3
		강재난간 굽힘	0.50m	주의관찰	-
		강재난간 변형	2개소	교체	3
		교명판 망실	2개소	주의관찰	-
		반사판 파손	4개소	주의관찰	-
배수시설		배수구 막힘	15개소	정비	3
		배수관 연결부 누수	3개소	주의관찰	-
		배수관 고정볼량	1개소	주의관찰	-
		배수관 길이부족	2개소	주의관찰	-
신축이음		폭 0.3mm미만 균열(m)	16.85m	주의관찰	-
		유간 토사퇴적	20.40m	정비	3
		신축이음 부식	2개소	주의관찰	-
		차수관 볼트탈락	2개소	주의관찰	-
바닥판하면		폭 0.3mm미만 균열	7.00m	표면처리	3
거더	내부	이물질 적치	1.18㎡	주의관찰	-
		토사퇴적	150.00m	주의관찰	-
		부식	2.20㎡	재도장	3
		도장박리,박락	0.17㎡	재도장	3
		우수유입	10.00m	주의관찰	-
	외부	도장박리,박락	0.35㎡	재도장	3
		부식	1.93㎡	재도장	3

<표 10.1> 외관조사 결과

구 분	결합 및 손상현황	손상물량	대 책 방 안	보 수 우선순위
받침장치	받침콘크리트 박락	0.02㎡	단면보수	3
	전단키 설치	1식	전단키 설치	3
하부구조	0.3mm 미만 균열	1.90m	표면처리	3
	채수	4.25㎡	주의관찰	-
	범면 파손	2.75㎡	주의관찰	-
	범면 균열	1.00m	주의관찰	-
	범면 유실 및 블럭침하	116.00㎡	주의관찰	-

<표 10.1> 외관조사 결과 (계속)

10.2.2 외관조사 결과분석

가. 교면포장 및 보도부

2차로~갓길에 대해서 재포장이 실시되었고, 기 손상인 아스콘 균열이 장기 공용에 따른 열화로 인해 망상균열로 진전된 상태이며, 손상부는 재포장 등의 유지관리가 필요할 것으로 사료된다.

나. 난간 및 연석

기 손상인 방호벽 박리 및 박락, 난간 굽힘, 변형, 교명판 파손, 반사판 파손이 확인되었고, 급회 정밀조사로 인한 들뜸, 폭 0.3mm 이상 균열, 균열부백태 등의 손상이 신규 조사되었다. 상기 손상은 방호벽은 구조물 공용기간 경과 및 외부 충격, 제설제에 의한 열화 등의 원인으로 인해 발생한 손상으로 단면보수, 주입보수 백태보수 등의 유지관리를 실시하는 것이 바람직할 것으로 판단된다. 강재난간 굽힘 및 변형은 차량에 의한 외부충격으로 발생한 손상이며 변형은 현재 강재난간의 역할수행이 어려울 것으로 판단되므로 교체시공이 필요하다. 기타 반사판 파손, 교명판 망실 등은 보수보다는 유지관찰을 실시하는 것이 적절할 것으로 판단된다.

다. 배수시설

기 손상인 배수구 막힘, 연결부 누수, 고정불량, 길이부족 등이 조사되었다. 배수구 막힘은 전구간에 걸쳐 발생한 손상으로, 공용 중 반복적인 통행 차량에 의한 토사(이물질)퇴적으로 인해 발생하였으며, 이는 우천시 채수를 유발하여 차량 주행성 및 사용성에 문제가 될 수 있으므로 주기적인 배수구 청소가 필요한 상태이다. 배수관 고정불량 구간은 부재의 사용성 확보 차원의 정비 등의 유지관리가 필요하며, 연결부 누수, 길이부족의 경우 유지관리가 요구된다.

라. 신축이음장치

후타재 균열, 본체 부식, 본체 유간부 토사퇴적, 차수판 볼트 탈락 등이 발생한 상태로 조사되었다. 후타재 균열은 건조수축 및 차량반복하중에 의하여 발생한 것으로 즉각보수보다는 주의관찰 후 진전시 표면보수를 실시하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다. 본체에 발생한 본체에서는 차량통행으로 인한 분산먼지 등에 의한 이물질퇴적이 조사되어 청소가 필요하며, 신축부 부식 손상은 현재 신축작용에 문제는 없는 상태로 서 주의관찰을 통한 유지관리가 필요하다.

유간(신축이음, 슬래브, 거더) 측정결과를 토대로 온도변화에 따른 유간 변화량 검토 결과, 하절기 최대신장시 유간여유량이 충분한 상태였으며, 동절기 최대수축시 역시 허용이동량 범위 내로 유간에 따른 교량의 안전성의 문제는 없을 것으로 판단된다.

마. 바닥판

기 손상인 폭 0.3mm미만 균열이 조사되었고, 일부 구간 보수가 실시되었다. 폭 0.3mm미만 균열은 시공초기 건조수축 및 온도변화에 의해 발생한 균열로 지속적인 관찰 후 진전시 표면처리보수를 실시하는 것이 유지관리에 효율적일 것으로 판단된다.

바. 거더

거더내부에 도장박리, 박락, 부식, 토사 및 이물질퇴적 등의 손상이 조사되었고, 거더외부 도장 박리, 박락, 긁힘, 부식 등의 손상이 조사되었다. 기 점검과의 비교시 스플라이스부 쉘링 보수를 실시하였고, 일부구간에서 도장손상이 신규 조사되었다. 일부 구간에서 도장손상이 신규 조사되었다. 도장손상(도장박리, 박락, 부식 등)은 시공미흡 및 외부충격에 의한 손상으로 지속적인 관찰 후 진전시 재도장이 필요하며, 거더내부에 발생한 우수유입 및 이물질퇴적은 청소(정비)가 필요하다.

사. 가로보

가로보는 손상이 없는 양호한 상태로 확인되었고, 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.

아. 받침장치

본체 파손, 편기 등의 구조적인 손상은 없는 상태이다. 받침콘크리트 박락 신규 조사되었고, 파손 및 재료분리에 대해 보수를 실시한 것이 확인되었다. 받침콘크리트 박락은 초기 시공시 발생한 손상으로 단면보수 등의 조치가 필요하다.

받침장치의 이동량 검토결과 모든 받침에서 여유량을 확보하고 있는 것으로 검토되었다.

연단거리 분석결과 전 구간 모두 실측 연단거리가 도로교 설계기준 최소 연단거리 이상으로 측정되어, 연단거리에 따른 구조물의 안전성의 문제는 없을 것으로 판단된다.

자. 교대 및 교각

하부구조 정밀조사로 인한 체수, 법면 파손, 균열, 침하 등의 손상이 조사되었다. 기 점검과의 비교시 폭 0.3mm미만 균열 일부 보수 및 망상균열 보수재 들뜸, 재료분리가 전구간 보수되었다. 교대에서 일부 손상이 조사되어 증가하였다. 균열의 경우 시공초기 건조수축에 의한 비구조적 균열로 추정되나, 하자보수 만료전 표면처리 등의 보수가 필요하며, 법면에 발생한 법면 블록침하, 법면유실의 경우 하행선 교대 배수관에서 흘러나온 우수에 의한 손상으로 유도 배수관 설치 등의 유지관리가 필요하며, 손상부는 주의관찰이 요구된다.

차. 부대시설

부대시설 현황으로는 점검로가 A1, P1, P2 3개소에 설치되었고, 점검사다리는 A1 1개소가 설치되었다. P1, P2의 경우 하행선을 통해 진입이 가능하다. 외관조사결과 손상이 없는 양호한 상태로 확인되었고, 금회 점검로 안전표지판 설치를 실시하였다.

10.2.3 내구성시험 결과

구 분	내구성 조사 결과						평가의견
콘크리트 압축 강도	시험 종류		측정결과 (MPa)				· 설계기준강도 상회
			상부구조		하부구조		
			재료학회	건축학회	재료학회	건축학회	
	반발경도		25.9~27.8	27.2~28.2	22.5~25.0	25.2~26.7	
	초음파 강도		29.7~30.3	26.0~27.4	28.2~29.2	22.8~24.9	
	설계기준강도		27.0		24.0		
철근 탐사	철근종류		측정 (mm)		설계 (mm)		· 배근간격은 설계간격과 유사 설계간격 대비 상부:98%~104%(평균:101%) 하부:91%~148%(평균:110%) · 피복두께는 설계피복과 유사 설계피복 대비 82%~228%(평균:127%)
			배근	피복	배근	피복	
	바닥판 하면	주철근	120~126	36~44	125	40	
		배력근	240~255	86~91	250	40	
	교 대	수평근	216~220	81~93	200	100	
		수직근	134~165	91~149	150	100	
	교 각	주철근	190~192	82~84	200	100	
		배력근	135~147	112~124	200	100	
탄산화 시험	부 재		탄산화깊이 (mm)	실측피복두께 (mm)	탄산화 잔여깊이(mm)		· a등급으로 탄산화에 의한 부식 발생 우려 없음
	상부구조		6.0~6.5	37.0~44.0	31.0~37.5		
	하부구조		6.0~11.5	81.0~93.0	71.0~85.4		
염화물 함유량 시험	부 재		측정결과 (kgf/m³)		평가기준(kgf/m³)		· a등급 6개소 염화물에 의한 부식이 발생할 우려 없음
	상부구조		0.048~0.177		a등급 염화물≤0.3kg/m³		
	하부구조		0.066~0.192				
균열깊이	부 재		균열 깊이 (mm)	피복두께 (mm)	균열폭 (mm)		· 균열 깊이가 피복두께 이하로 측정되어 양호함
	S2 바닥판		11.4	37.0	0.2		
도장두께 측정	경간		외부 측정치 평균(μm)	내부 측정치 평균(μm)	판정		· 도장 두께가 시방서 도장 기준을 상회하는 것으로 조사되어 부식 발생 우려 없음
	S1		281	183	OK		
	S2		277	187	OK		
	S3		274	186	OK		
강재초음파 탐상	부 재		검사개소		등급		· 1등급으로 양호함
	거더내부		12		I		

10.2.4 상태평가 결과

0	보수 불필요	0.13	부분 보수	0.26	보수	0.49	보강	0.79	재가설
A(최상)		B(양호)		C(보통)		D(불량)		E(위험)	
B등급 (0.190)				금회 정밀안전진단 상태평가 등급					
B등급 (0.198)				전회(2019년 정밀안전점검) 상태평가 등급					

본 과업대상 구조물의 상태평가 등급 산정결과 보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나, 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부 보수가 필요한 상태인 “B”(결함도 지수:0.190)인 상태로 평가되었다.

전회(2019년) 정밀안전점검 결과(결함도 지수:0.198)와 비교시 일부 부재에서 보수가 실시되어 결함도 점수가 다소 하향된 것으로 평가되었다.

10.2.5 구조해석 및 안전성평가 결과

부 재	SF(안전율)	등 급
강 거 더	1.644	A
콘크리트 바닥판	1.186	A

강박스 거더 형식의 물곡2교(상, 청평방향)에 대한 구조검토 및 내하력 평가 결과, 전 부재에서 설계활하중 DB-24에 대한 안전성을 확보하고 있으며 재하시험 결과를 고려한 기본 및 공용 내하력도 측정된 전 부재에서 설계 기준인 DB-24이상을 확보하고 있는 것으로 검토되었다.

10.2.6 내진성능평가 결과

■ 교대 1 받침부 내진성능평가 결과

구분	교축직각방향			
	공급역량	소요역량	판정	
앵커볼트-콘크리트파괴	617	894	0.690	N.G
앵커볼트-프라이아웃파괴	735	894	0.823	N.G

■ 교대 2 받침부 내진성능평가 결과

구분	교축직각방향			
	공급역량	소요역량	판정	
앵커볼트-콘크리트파괴	629	746	0.844	N.G
앵커볼트-프라이아웃파괴	735	746	0.986	N.G

■ 교각 2 받침부 내진성능평가 결과

구분	교축직각방향			
	공급역량	소요역량	판정	
앵커볼트-콘크리트파괴	995	1,283	0.776	N.G

물곡2교(상, 청평방향)의 경우 상부형식은 Steel Box Girder, 하부형식은 T형 형식의 콘크리트 교각으로 구성되어 있으며, 상부 구조와 하부 구조물의 연결구조의 경우 포트받침 형태로 적용되어 있다. 내진성능평가 결과 받침부 교축직각방향에서 내진성능이 부족한 것으로 나타났으며, 이에 따라 보강 안을 제시하고자 한다.

- 받침기능을 보완하여 내진보강을 확보할 수 있는 “1안-받침형 전단키”
- 시설물 유지 및 내진보강 방안을 동시에 진행할 수 있는 “2안-탄성받침”

“교량 내진보강 실시설계” 시 해당 구조물의 상태와 여건을 종합적으로 판단하여 공법을 선정하였고, “1안-받침형 전단키” 보강설계를 진행하는 것이 적절할 것으로 판단된다.

10.2.7 종합평가 및 안전등급 지정

구분	상태평가		안전성평가	
	평가지수	결과	안전율	결과
	0.190	B	1.186	A
종합평가 결과	1. 종합평가 결과 = Min(상태평가 결과, 안전성평가 결과) 2. 시설물의 종합평가 등급은 상태평가 등급과 안전성 검토에 근거한 안전성 평가등급 중 낮은 등급을 시설물의 종합평가 등급으로 결정한다. 종합평가 결과 : B등급			

10.3 종합결론 및 건의사항

물곡2교(상, 청평방향)는 2010년 준공 후 지금까지 약 10년 동안 공용중인 구조물로써, 주요 손상으로는 교면포장 아스콘 망상균열, 배수시설 배수구 막힘, 신축이음 본체 부식, 거더 내·외부 도장박리, 부식, 받침콘크리트 박락, 하부구조 균열, 법면 블럭침하 등이 확인되었으며, 구조적인 손상은 없는 것으로 조사되었다.

금회 외관조사 및 내구성조사 결과를 기초한 상태평가의 B등급과 안전성평가 A등급으로 종합평가는 “본 시설물은 현재 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 안전등급 B등급”으로 지정되었다. 손상에 대한 보수 및 유지관리가 지속된다면 시설물의 기능을 유지하는데 문제가 없을 것으로 판단된다.

내진성능평가 결과, 받침부(P2, A1, A2) 교축직각방향에서 내진성능이 부족한 것으로 나타났다으며, 제시한 보강 등의 조치가 필요할 것으로 판단되며, 물곡2교(상, 청평방향)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 정기안전점검, 정밀안전점검 등의 시행과 동절기와 해빙기를 전·후하여 특별점검 시행 등 지속적 유지관리를 행하면 설계시 의도한 내구연한을 확보할 수 있을 것으로 판단된다.