

요 약 문

1. 과업의 목적

본 과업은 현 상태에서 대상 시설물에 대한 물리적, 기능적 결함을 발견하고 그에 대한 신속하고 적절한 조치를 취하기 위하여 구조적 안전성 및 결함의 원인 등을 검토·분석·평가함과 더불어 적절한 보수·보강방법을 제시하고자 시설물의 안전관리에 관한 특별법에 준하여 정밀점검을 실시하는데 그 목적이 있다.

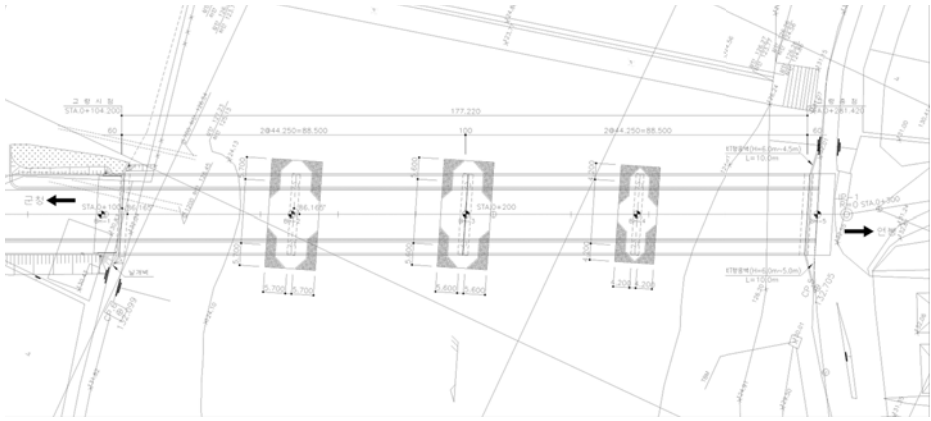
2. 과업시설물 관려도서 검토 및 계획수립

- (1) 시설물 관려도서 검토 및 계획수립
- (2) 현장조사
- (3) 제반 관련시험 및 측정
- (4) 부재별, 시설물별 조사결과 검토
- (5) 상태평가 및 상태평가등급 산정
- (6) 종합평가 및 종합평가등급 산정
- (7) 보수·보강공법 제시 및 보수·보강 실시설계(필요시)
- (8) 보고서 작성

3. 과업의 기간

2015. 10. 27 ~ 2015. 12. 05 (착수일로부터 40일)

4. 과업대상 시설물 현황

구 분		내 용		
시설물명		갈마곡교	준공년도	2009년 07월 22일
관리주체		홍천군청	시설물번호	BR2009-0000421
위 치		강원도 홍천군 홍천읍 갈마곡리		
설계하중		DB-24 / DL-24		
제 원	연 장	L= 177.0 m (44.25m+ 44.25m+ 44.20m+ 44.30m)		
	폭	B = 20.90m (보도 : 6.9m, 차도: 14.0m)		
구 조 형 식	상 부	(PC빔교)PCI		
	하 부	교대 : 역T형(말뚝기초) 교각 : 라멘식(직접기초)		
포장형식		아스콘 포장		
교 량 받 칩		탄성고무받침	신 축 이 음	레일 조인트
교차시설물		홍천강	교차하천 최고 수심	3.0m
평면현황				
전경사진				

5. 외관조사 결과

5.1 교면포장

교면포장은 아스팔트 포장으로 보수이력 확인결과, 보수이력은 없는 것으로 확인되었다. 교면포장의 주요 손상은 장기공용 및 중차량 운행에 의한 아스콘 균열이 발생하였다. 현재 교면포장 상태에 대한 외관조사 결과, 아스콘 균열(95.0m, 21개소)이 발생되었다. 포장부의 손상은 반복적인 차량 하중, 중차량의 지속적인 통행 및 아스콘의 노후화에 의한 손상으로 판단되며, 기 손상부는 지속적인 관찰 후 손상의 진전시 아스콘 패칭 등의 조치가 필요하다.

5.2 연석/난간

연석/난간에 대한 보수이력 확인결과, 보수 이력은 확인되지 않은 상태이다. 연석/난간의 주요 손상은 보도부 포장 들뜸이 조사되었다. 포장부 들뜸(4m²)은 장기간 공용으로 인한 손상으로 손상부는 국부적으로 발생한 손상으로 기 손상에 대한 지속적인 관찰이 필요하다.

5.3 바닥판 하면

바닥판하면에 대한 보수이력 확인결과, 보수 이력은 확인되지 않은 상태이다. 바닥판 하면의 외관조사 결과, 0.3mm미만 균열(73.0m), 망상균열(2.5m²), 백태(38.9m²)이 조사되었다. 기 손상부는 초기 건조수축 및 공용중 열화로 인한 손상으로 현재 손상부가 미미하므로, 지속적인 관찰 후 진전지 표면처리 등의 조치가 필요하며, 바닥판하면 백태 구간은 현재 손상이 미미하나, 진전될 우려가 존재하므로 상부 재포장시 방수층의 정밀 시공이 필요할 것으로 사료된다.

5.4 거더

거더에 대한 보수이력 확인결과, 보수 이력은 확인되지 않은 상태이다. 거더에 대한 외관조사 결과, 파손(0.13m²), 들뜸(0.24m²)이 조사되었다. 기 손상부는 외부충격 및 시공불량에 의한 손상으로 현재 손상의 정도는 미미하므로 지속적인 관찰 후 진전시 단면보수 등의 조치가 필요하다.

5.5 교대 및 교각

5.5.1 교대

교대 외관조사 결과, 백태(3.2㎡), 재료분리(0.25㎡), 누수흔적(3.5㎡), cw=0.3mm 미만 균열(2.0m) 등이 조사되었다. 기 발생한 손상은 초기 건조수축 및 장기 공용으로 인한 손상으로 현재 손상의 정도는 미미하므로 지속적인 관찰 후 진전시 표면처리, 단면보수 등의 조치가 요구된다. 누수흔적, 백태 구간은 하부 신축이음에 유도배수관을 설치하여 손상의 원인이 되는 우수유입의 차단이 필요 할 것으로 판단된다.

5.5.2 교각

교각은 망상균열(2.0㎡), 누수흔적(6.0㎡), 박리(2.06㎡), 0.3mm이상 균열(4.36㎡), 백태(2.0㎡)이 조사되었다. 0.3mm미만 균열 및 망상균열은 길이가 1.0m미만의 소규모로 표면 건조수축균열로 판단되며, 손상정도가 경미하여 유지관찰 후 손상 진전 시 보수를 실시하는 것이 바람직 할 것으로 판단되며, P2에 발생한 누수흔적 및 박리, 백태 구간은 하부 신축이음에 유도배수관을 설치하여 손상의 원인이 되는 우수유입의 차단 후 표면처리, 단면보수 등의 조치가 필요 할 것으로 판단된다.

5.6 받침장치

갈마곡교의 받침장치 형식은 탄성고무받침 형식으로 보수이력 확인결과, 보수 이력은 확인되지 않은 상태이다. 교량받침은 부식(40ea), 받침콘크리트 균열(2.0m), 무수축물탈 균열(16.6m), 거푸집 미세거 등이 조사되었다. 받침 균열부는 초기 건조수축에 의한 폭 0.3mm미만의 균열로 현재 손상이 미미한 상태이므로 지속적 관찰 후 표면처리 등의 조치가 필요하다. 받침 부식은 신축이음 하부 우수유입으로 인한 손상으로 하부에 유도배수관을 설치하여 손상의 원인을 제거함과 동시에 채도장 등의 조치가 요구된다.

각 지점별 받침에 대한 연단거리를 측정한 결과, 450~550mm로 측정되었으며, 도로교 설계기준의 최소연단거리(423mm)에 만족하는 것으로 조사되었으며, 받침장치의 이동량 검토결과, 모든 받침에서 여유량을 확보하고 있는 것으로 검토되었다.

5.7 신축이음장치

갈마곡교의 신축이음장치는 Rail Joint 형식으로 총3기(A1, P2, A2)가 설치되어 있다. 신축이음의 전반적으로 양호한 상태이나, 건조수축에 의한 후타재 균열(38.4m), 국부적인 후타재 파손(0.09m²), 이물질퇴적(54.0m³), 하부 누수(3개소) 등이 발생한 상태이며, 신축이음 하부 누수는 교량받침 및 교대/교각에 손상을 가할 우려가 있으므로 신축이음 하부 유도배수관 설치 등의 조치가 필요하며, 기 손상부는 지속적인 관찰 후 진전시 보수가 필요하다.

온도변화에 의한 신축이음부 여유량은 측정 조사일(2015년 11월 2일) 외기온도를 기준으로 하절기 최고온도(콘크리트교 : 35℃)를 적용하였다. 신축이음의 계산신축량과 실측유간을 검토한 결과, 여유량에 이상이 없는 양호한 상태로 측정되었다.

5.8 배수시설

배수구 외관조사 결과, 38개소 중 14개소가 배수구 막힘이 조사되었고, 청소 등의 정비가 요망된다.

5.9 부대시설

갈마곡교의 부대시설로는 점검통로와 가로등, 조형시서물이 설치되어 있으며, 점검통로 설치목적은 교량이 설치되어 있는 주변의 지형 또는 공간적 여건 등으로 인하여 별도의 장비 없이는 접근이 어려운 주요 교량부재에 접근시설을 설치하여 근접점검과 유지관리를 용이하게 하기 위함이다. 따라서 작업자 및 점검자의 안전을 위하여 점검통로 설치상태와 고정 상태를 중점 조사하였으며, 앵카볼트 고정상태, 볼트 연결상태, 용접상태 등을 확인결과 탈락이나 파단이 없는 양호한 상태이며, 가로등 및 조형시설물도 양호한 상태이다.

6. 내구성조사 및 시험

6.1 콘크리트 내구성조사 및 시험 결과 분석

구 분	시험부위 및 결과				책임기술자 의견	
압 축 강 도 시험 (MPa)	구분	부재명	반발경도범(MPa)	설계강도(MPa)	• 콘크리트 강도조사 결과, 모두 설계기준강도(상부구조 : 27.0MPa, 40.0MPa, 하부구조 : 24.0MPa)를 상회하는 것으로 분석됨	
	상부	바닥판	27.6~28.9	27.0		
		거 더	40.2~43.2	40.0		
	하부	교대 및 교각	24.3~28.9	24.0		
탄산화 시험 (mm)	구분	부재명	탄산화깊이	잔여피복	• 탄산화에 의한 잔여피복두께는 상부구조(평가 : a), 하부구조(평가 : a)으로 보통 및 양호한 상태로 평가됨	
	상부	바닥판	3.0~5.0	37.0~42.0		50년 이상
	하부	교대, 교각	2.0~3.0	84.0~88.0		50년 이상

7. 상태평가

7.1 교량 상태평가 결과

부재의 분류		상부구조		2차 부재	기타부재				받침	하부구조		내구성 요소	
번호	구조 형식	바닥판	거더	가로보	포장	배수	난간 연석	신축 이음	교량 받침	하부	기초	탄산화 (상)	탄산화 (하)
S1(A1)	PCI	b	b	a	b	a	b	b	b	a	q	a	a
S2(P1)	PCI	b	b	a	a	a	a	x	b	b	q	x	x
S3(P2)	PCI	b	b	a	b	a	a	b	b	b	q	x	x
S4(P3)	PCI	a	b	a	b	a	a	x	b	b	q	a	x
A2	PCI	-	-	-	-	-	-	b	b	b	q	-	a
평균		0.175	0.200	0.100	0.175	0.100	0.125	0.120	0.200	0.180	0.000	0.100	0.100
가중치		18	20	5	7	3	2	9	9	20	0	4	3
(평균×가중치)/가중치합		0.032	0.040	0.005	0.012	0.003	0.003	0.011	0.018	0.036	0.000	0.004	0.003
환산결함도점수											0.166		
상태평가결과											B		

갈마곡교 상태평가 결과, 환산결함도 점수는 0.166으로 산출되어 상태평가는 "B"로 평가되었다.

7.2 기 점검·진단결과 비교

본 구조물의 기 점검 상태평가 결과를 비교·분석한 결과, 상태등급은 “A”에서 “B”로 하향되었다. 교대 및 교각, 바닥판하면 및 거더 구간의 유지 보수가 시행되면 기존 등급인 “A”상태로 상향 가능할 것으로 판단된다.

구 분	2011년 정밀점검		금회 2015년 정밀점검	
	평가점수	평가결과	평가점수	평가결과
갈마곡교	0.126	A	0.166	B

8. 종합평가

갈마곡교의 상태평가 및 종합평가 결과, 안전등급은 “보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태”인 “B(양호)등급”으로 평가되었다.

평가구분	결합지수	평가등급	비 고
상태평가	F = 0.166	B	
안전성평가	-	-	
종합평가 등급	안전등급 : B 등급(양호)		
평 가	· 현장조사 결과, 장기공용에 의한 국부손상은 다소 증가하고 있으나, 파손, 박리 등 구조물의 내구성에 저해되는 손상은 지속적인 유지보수를 실시하여, 손상확대 및 2차 손상으로의 진전을 예방하고 있는 것으로 분석되었으며, 신축이음 누수 구간은 유도배수관 설치 등의 조치가 필요함 · 내구성 조사결과, 콘크리트 강도 및 탄산화 시험 등 전반적으로 양호한 상태로 것으로 조사됨 · 상태평가 및 현장조사를 종합적으로 분석한 결과, 보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태인 “B등급(양호)”으로 지정됨		

※본 용역에서는 안전성 평가를 실시하지 않음.

9. 보수·보강 방안

9.1 개략공사비

◆ 1순위 개략공사비 (1년 이내 보수 필요)

부 재	손상 내용	보수방안	손상물량	단위	보수물량	단위	단가 (천원)	공사비 (천원)
받침장치	플레이트 부식	재도장	40	ea	12.5	m²	77	963
신축이음	하부 누수	유도배수관 설치	3	ea	66.0	m²	100	6,600
순공사비								7,563
부대공 (순공사비 10% 이상)								756
제경비 (순공사비 50% 이상)								3,782
총공사비 (순공사비+부대공+제경비)								12,100

*주) 보수물량은 손상물량의 할증 25%적용 = 위험할증15%+유해할증10%

◆ 2순위 개략공사비 (진전시 or 시설물등급 상향시)

부 재	손상 내용	보수방안	손상물량	단위	보수물량	단위	단가 (천원)	공사비 (천원)
포장부	아스콘균열	아스콘팻칭	95	m	118.75	m	60	7,125
배수시설	망상균열	표면처리	2.5	m²	3.13	m²	32	100
	0.3mm미만 균열	표면처리	73	m	22.81	m	32	730
	백태	표면처리	38.9	m²	48.63	m²	32	1,556
거더	파손	단면보수(t=20)	0.13	m²	0.16	m²	212	34
	들뜸	단면보수(t=20)	0.24	m²	0.30	m²	212	64
교대 및 교각	백태	표면처리	3.2	m²	4.00	m²	32	128
	재료분리	단면보수(t=10)	0.25	m²	0.31	m²	150	47
	누수흔적	표면처리	3.5	m²	4.38	m²	32	140
	0.3mm미만 균열	표면처리	2	m	0.63	m	32	20
	망상균열	표면처리	2	m²	2.50	m²	32	80
	누수흔적	표면처리	6	m²	7.50	m²	32	240
	박리	단면보수(t=20)	2	m²	2.50	m²	212	530
	백태	표면처리	2	m²	2.50	m²	32	80
	0.3mm미만 균열	표면처리	16.55	m	5.17	m	32	166
받침장치	0.3mm미만 받침균열	표면처리	2	m	0.63	m	32	20
	0.3mm미만 무수축균열	표면처리	0.6	m	0.19	m	32	6
	이물질퇴적	청소	54	m²	67.50	m²	10	675
신축이음	후타재균열	표면처리	38.4	m	12.00	m	32	384
	후타재-연석 이격	실란트충진	2	ea	2.00	ea	50	100
	후타재파손	단면보수(t=10)	0.09	m²	0.11	m²	150	17
배수시설	배수구 막힘	청소	16	ea	16	ea	10	160
순공사비								12,402
부대공 (순공사비 10% 이상)								1,240
제경비 (순공사비 50% 이상)								6,210
총공사비 (순공사비+부대공+제경비)								19,800

*주) 보수물량은 손상물량의 할증 25%적용 = 위험할증15%+유해할증10%

- 균열(표면처리) = 손상물량 × 1.25 × 0.25

◆ 3순위 개략공사비 (지속적 관찰)

부 재	손상 내용	보수방안	손상물량	단위	보수물량	단위	단가 (천원)	공사비 (천원)
연석	보도부 미끄럼 방지판 들뜸	주의관찰	5	m ²	-	m ²	-	-
순공사비		-						
부대공 (순공사비 10% 이상)		-						
제경비 (순공사비 50% 이상)		-						
총공사비 (순공사비+부대공+제경비)		-						

◆ 개략공사비 합계

구 분	순공사비 (천원)	부대공 (천원)	제경비 (천원)	총공사비 (천원)
1순위	7,563	756	3,782	12,100
2순위	12,402	1,240	6,210	19,800
3순위	-	-	-	-
합 계	19,965	1,996	9,992	31,600

갈마곡교에 발생된 손상에 대하여 개략공사비를 1,2,3 순위로 산정하였고, 1순위는 1년 이내 보수가 필요한 상태이며, 2순위는 지속적인 관찰 후 손상의 진전시 보수가 필요하나, 2순위 보수 시 시설물의 등급이 B등급→A등급으로 상향이 가능하므로 유지관리 차원에서 보수가 필요하다. 2순위는 주의관찰로 차기 점검 후 진전시 보수가 필요할 것으로 사료된다.

10. 종합결론

갈마곡교는 강원도 홍천군 홍천읍 갈마곡리에 위치한 교량으로 2009년에 준공되어 6년 이상 공용중이며, 연장 177.0m, 폭 20.9m의 PC빔(PCI)교 형식으로 시공되었다.

과업수행계획에 따라 외관조사, 내구성 조사를 수행하였으며, 현장조사 자료를 바탕으로 상태평가를 산정하고 보수·보강 및 유지관리방안을 제시하였으며, 본 장에서는 그 결과를 정리, 수록하였다.

1. 외관조사 결과, 상·하부구조에서 건조수축 등 비구조적 요인과 시공미흡(다짐불량)에 의한 폭 0.1~0.2mm 균열, 국부적인 파손 및 들뜸이 발생되었으며 교면포장은 차륜에 의한 영향으로 아스콘 균열이 발생한 상태이다. 교량받침은 신축이음부를 통한 누수로 플레이트가 부식되었고 건조수축 및 교량진동에 의해 폭 0.1~0.2mm의 받침물탈 균열 등이 발생한 상태이다. 신축이음장치 및 교량받침은 기능상(유간 및 가동상태(A2제외)) 문제점은 없는 상태이고, 교각은 건조수축에 의한 0.1~0.2mm의 균열이 발생하였다. 신축이음에서 발생한 하부 누수는 교대 및 교각의 박리 및 교량받침의 플레이트 부식을 진전시킬 우려가 있으므로, 신축이음 하부 전구간에 유도배수관 설치 등의 조치가 필요하며, 플레이트 부식 또한 내구성 향상을 위해 재도장 등의 조치가 필요하다. 기존 손상부인 파손 및 들뜸, 미세균열은 지속적인 관찰 후 진전시 조치가 필요하나, 보수 시 시설물등급이 B등급에서 A등급으로 상향 가능할 것으로 판단된다.
2. 콘크리트에 대한 내구성 조사 결과, 콘크리트 강도는 설계기준 강도를 상회하는 양호한 상태이다. 콘크리트 탄산화 깊이 시험 결과, 상바닥판하면 및 거더는 3.0~5.0mm로 측정되었으며, 교대는 2.0~3.0mm로 측정되었다. 탄산화진행 정도에 따른 잔여피복두께는 상·하부 구조는 모두 30.0mm 이상으로 양호한 상태(평가 : a)로 평가되며, 상·하부 구조 모두 탄산화에 의한 철근부식의 우려는 없는 것으로 판단되나, 향후 안전진단 및 정밀점검 시 지속적으로 시험을 실시하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

3. 외관조사 결과 및 내구성조사를 토대로 한 시설물의 상태평가 결과에 의하여 종합평가를 실시한 결과, 보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태로 평가되어 안전등급은 “B등급”으로 지정하였다.

- 상태평가 결과 : $X = 0.166$ [B]

4. 갈마곡교의 신축이음 누수에 대해서는 주요 유지관리사항으로 신축이음 하부 유도배수관 설치 및 누수로 인한 받침 부식 구간 재도장 등이 필요한 상태이며, 지속적인 유지관리 및 주의관찰이 필요한 것으로 판단된다.

5. 본 시설물의 안전등급은 『B등급』으로 평가되었으며, 결함점수는 다소 하향된 것으로 분석되었다. 따라서 금회 정밀점검 결과에 따라 효과적인 유지관리가 이루어진다면 시설물의 공용에는 문제가 없을 것으로 판단된다.