



제 10 장 농소IC교

- 10.1 시설물 현황
- 10.2 자료수집 및 분석
- 10.3 외관조사
- 10.4 내구성조사 및 시험
- 10.5 상태평가
- 10.6 종합평가 및 안전등급 지정
- 10.7 보수보강 및 유지관리방안
- 10.8 종합결론

제 10 장 농소IC교

10.1 시설물 현황

구 분		내 용		구 분		내 용	
교 량 명		농소IC교		준공년도		2012년 12월 31일	
관리주체		대구국토관리사무소		교량등급		1등급(DB-24)	
노 선 명		국도 3호선		소 재 지		경상북도 김천시 농소면 월곡리	
설 계 자		(주)도우엔지니어즈 (주)한국종합기술		시 공 사 감 리 사		SK건설 (주)한국종합기술	
교 폭		B=20.9m(왕복4차로)					
교 장		L=130.0m(40.0m+50.0m+40.0m = 130.0m)					
상부구조		강박스거더교(STB)		교면포장		아스팔트	
하 부 구 조	교 각	T형		기 초 형 식	교 각	강관말뚝기초	
	교 대	역T형			교 대	강관말뚝기초	
받침장치		포트받침		난 간		알루미늄	
신축이음		강 FINGER JOINT					
교차시설		국도4호선(영남대로)		교하공간		5.1m	



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

10.2 자료수집 및 분석

10.2.1 설계도 확인결과

구 분	제 원	구 분	제 원						
연 장	130.0m	교 폭	20.9m						
난간	h = 1.100m	포 장	아스팔트(t=80mm)						
바닥판	t = 240mm	거 더	b 2.64m, h 1.8-2.5m						
교 대	역T형식	교각	T형식						
콘크리트 강도	상부 27.0MPa 하부 24.0MPa	철근배근 상태	바닥판 125mm(피복:40mm) 교 각 100mm(피복:100mm)						
교명판	유	설명판	유						
시공사	SK건설	설계사	(주)도우엔지니어즈 (주)한국종합기술						
적용시방	<table> <tr> <th>구 분</th> <th>내 용</th> </tr> <tr> <td>재료강도</td> <td> - 콘크리트 : 설계기준강도=27MPa(상부), 24MPa(하부) - 철 근 : fy=400MPa(상부), fy=300MPa(하부) - 강 재 : 주부재 허용응력=190MPa, 전단 =110MPa 부부재 허용응력=140MPa, 전단 =80MPa </td> </tr> <tr> <td>탄성계수</td> <td> - 콘크리트(Ec) = 24,000MPa - 철근(Es) = 200,000MPa </td> </tr> </table>			구 분	내 용	재료강도	- 콘크리트 : 설계기준강도=27MPa(상부), 24MPa(하부) - 철 근 : fy=400MPa(상부), fy=300MPa(하부) - 강 재 : 주부재 허용응력=190MPa, 전단 =110MPa 부부재 허용응력=140MPa, 전단 =80MPa	탄성계수	- 콘크리트(Ec) = 24,000MPa - 철근(Es) = 200,000MPa
	구 분	내 용							
	재료강도	- 콘크리트 : 설계기준강도=27MPa(상부), 24MPa(하부) - 철 근 : fy=400MPa(상부), fy=300MPa(하부) - 강 재 : 주부재 허용응력=190MPa, 전단 =110MPa 부부재 허용응력=140MPa, 전단 =80MPa							
탄성계수	- 콘크리트(Ec) = 24,000MPa - 철근(Es) = 200,000MPa								
공사명	김천시 관내 구도대체 우회도로(양천~월곡) 건설공사								

10.2.2 구조계산서 결과 요약

구분

김천시 관내국도 대체우회도로(양천~월곡)건설공사

바닥판

☑ 단면 휨 설계

단면위치	Req.As (㎟)	폭 b (mm)	깊이 d (mm)	피복 d' (mm)	사용철근량(Use.As) (㎟)	비고
캔틸레버 (방호벽)	1524.4	1,000	230	60	H 16 @ 100 = 1986.0	O.K
캔틸레버 (중분대)	894.0	1,000	230	60	H 16 @ 100 = 1986.0	O.K
중간슬래브					H 16 @ 200 = 993	경험적설계법
캔틸레버단부	2286.6	1,000	230	60	H 19 @ 100 = 2865.0	O.K
캔틸레버단부 (중분대)	1788.1	1,000	230	60	H 19 @ 100 = 2865.0	O.K

☑ 배력철근량(온도철근량) 산정

단면위치		Req.As (㎟)	사용철근량(Use.As) (㎟)	비고
캔틸레버	방호벽	766.0	H 16 @ 250 = 794.4	O.K
	중분대	599.0	H 16 @ 250 = 794.4	O.K
중간슬래브			H 16 @ 250 = 794	경험적설계법
캔틸레버	방호벽	1532.0	H 16 @ 125 = 1588.0	O.K
	중분대	1198.0	H 16 @ 125 = 1588.0	O.K

강BOX 거더 응력 검토

☑ 단면5

※ (+) : 인장, (-) : 압축

구 분		합성전(MPa)			설계하중 작용시(MPa)		
		거더응력	허용응력	비 고	거더응력	허용응력	비 고
강재	상연	-57.66	190.00	O.K	-100.25	190.00	O.K
	하연	52.73	190.00	O.K	123.49	190.00	O.K
철근	상연				-53.32	160.00	O.K
	하연				-46.13	160.00	O.K

☑ SPLICE -1

※ (+) : 인장, (-) : 압축

구 분		합성전(MPa)			설계하중 작용시(MPa)		
		거더응력	허용응력	비 고	거더응력	허용응력	비 고
강재	상연	55.63	153.60	O.K	73.98	176.64	O.K
	하연	-60.51	190.00	O.K	-127.31	190.00	O.K
슬래브	상연				2.56	10.80	O.K
	하연				1.64	10.80	O.K

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

10.2.3 기 점검 및 진단 자료 분석

본 교량은 2013년 준공 이후 4회의 정기점검을 통해 양호한 상태인 것으로 확인되었다.

번호	구 분	점검/ 진단기간	점검/ 진단기관	주요점검/ 진단결과	상태 등급
1	2013년도 정기 (상반기)	2013/04/16	자체수행	대체로 양호	양호
2	2013년도 정기 (하반기)	2013/10/10	자체수행	대체로 양호	양호
3	2014년도 정기 (상반기)	2014/05/16	자체수행	대체로 양호	양호
4	2014년도 정기 (하반기)	2014/10/17	자체수행	대체로 양호	양호
5	2015년도 정기 (상반기)	2015/05/15	자체수행	대체로 양호	양호

10.2.4 보수공사 이력

2012년 준공이후 보수·보강 이력은 없으며, 구조물에 대한 용도변경, 구조변경 및 하중 변경은 없는 것으로 분석되었다.

구분	공사기간	설계자	시공자	공사명	보수·보강 공법/내용	공사금액 (천원)
				보수이력 없음		

10.2.5 내진성능 확보 여부

구 분	내진성능 확보 여부					
농소IC교	내진 1등급 지역으로 내진설계가 고려되어 적용 설계되었음					
	-. 지진구역계수(Z) : 0.11					
	-. 위험도계수(I) : 1.4 (재현주기 1000년)					
	-. 가속도계수(A) : 0.154					
	-. 지반계수(S) : 1.2 (지반종류 II)					
	-. 내진해석방법 : 복합모드 스펙트럼 해석법					
	☑ 하중조합					
			교축 방향		교축직각 방향	
구분			전단력 (kN)	모멘트 (kN.m)	전단력 (kN)	모멘트 (kN.m)
직교 지진력 조합	하중 1	P1	95.419	569.111	92.496	903.441
		P2	745.445	5430.990	73.153	643.835
	하중 2	P1	60.030	172.299	294.767	2983.427
		P2	244.183	1639.959	232.583	2116.999

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

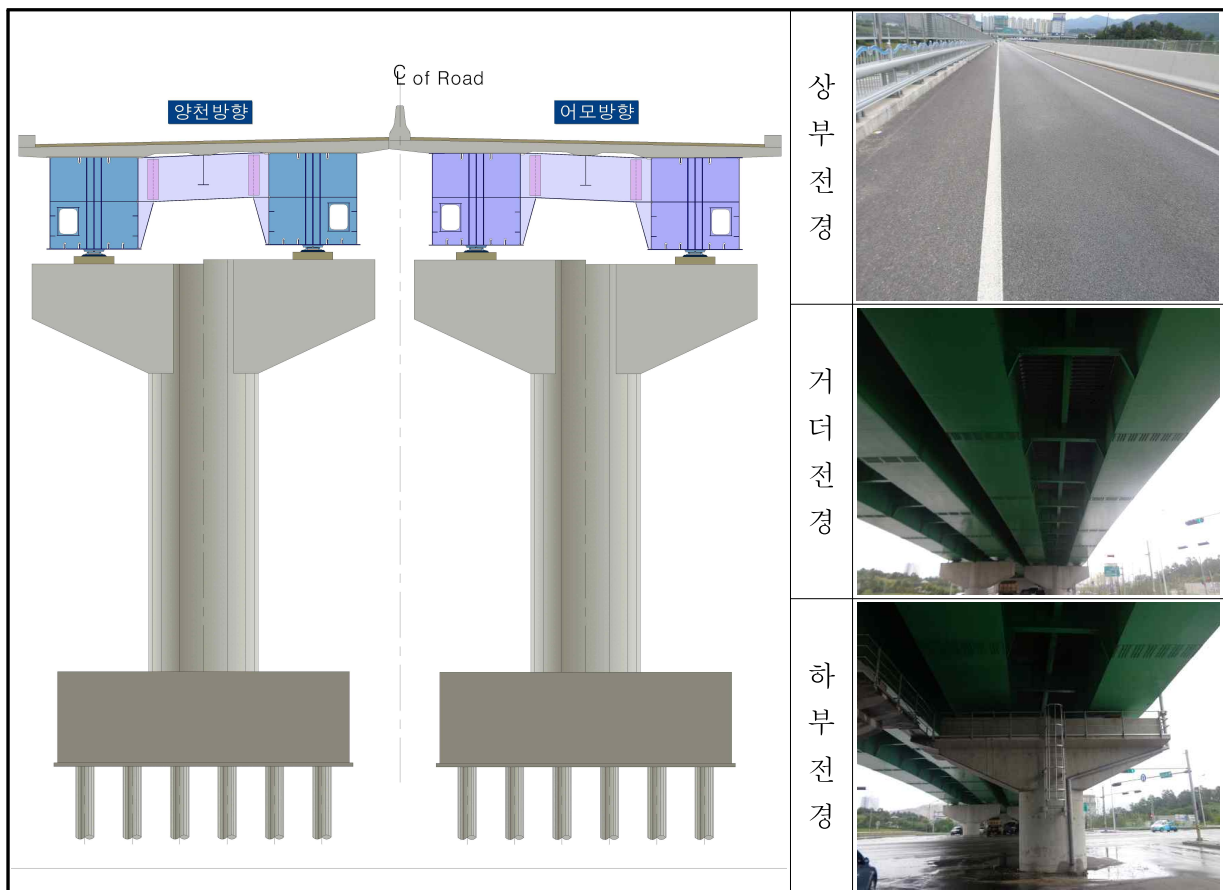
제 12 장

제 13 장

제 14 장

10.3 외관조사

농소IC교는 상·하행 분리형 3경간연속 STEEL BOX GIRDER교로서 기존 국도4호선(영남대로)와 교차하기 위한 교량으로 외관조사는 각 부재별로 상부구조, 하부구조, 받침장치, 기타부재(교면포장, 방호벽, 신축이음, 배수시설)로 구분하여 실시하였으며, 그 결과는 다음과 같다.



10.3.1 교면포장

(1) 현황

교면포장은 아스콘포장(T=80mm)으로 보수이력 확인결과, 2012년 준공 후 금회 최초로 실시하는 정밀점검으로 보수이력은 없는 것으로 조사되었다.



양천방향 교면포장 현황



어모방향 교면포장 현황



중앙분리대 시공이음부 현황

(2) 외관조사 내용

교면포장에 대한 외관조사 결과, 양천방향은 특이손상이 없는 양호한 상태이고 어모방향에서 국부적으로 소성변형(0.25m^2 , 1개소), 노면수 유출(0.84m^2 , 2개소)과 신축이음장치와 양천방향 교대 날개벽이 접하는 끝부분 공동(0.16m^2 , 1개소)이 발생한 상태이다.

소성변형의 발생원인은 아스팔트랑 과다, 혼합물입도불량, 다짐불량, 과적차량 및 교통정체, 포장두께부족, 온도관리 불량, 동상 및 온도변화에 따른 수축팽창 등 다양한 원인이 있으며, 소성변형 발생위치가 갓길과 접하는 2차선 가장자리에 위치하여 아스팔트랑 과다, 혼합물입도불량, 온도관리 불량 등 국부적인 시공미흡에 기인한 손상으로 추정된다. 노면수 유출은 조사시기가 비온 다음날로 우천 시 스며든 노면수가 미세 공극이 발생한 지점에서 유출되는 것으로 판단된다. 공동은 S3경간(어모방향) 중앙분리대 끝부분 신축이음장치 끝 지점이다. 준공도면을 검토한 결과 해당지점은 교대A2(양천방향) 날개벽, S3경간(어모방향)상부슬래브, 교대A2(어모방향) 흥벽이 만나는 지점으로 신축을 위한 상부슬래브와 교대 흥벽 사이 유간을 신축이음장치를 설치하여 공극을 없애야하나 신축이음장치가 200mm가량 짧게 시공되어 공극이 발생한 것으로 판단된다.

금회 조사된 소성변형과 노면수 유출은 주행이나 교면포장의 내구성에는 문제없을 것으로 판단되므로 직접적인 보수보다는 유지관찰 후 손상 진전 시 보수를 실시하는 것이 바람직한 것으로 판단된다. 다만 공동은 결함부를 통하여 노면수가 하부 구조로 흘러내리는 경향이 있으므로 시급한 보수가 필요하다. 또한 상·하행 분리구간으로 우수가 흘러내리고 있어 향후 교면 재포장 시에는 유공관을 포장면 하단에 설치하여 신축이음부로 유도배수를 시키면 유지관리에 용이할 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

10.3.2 방호벽/중앙분리대

(1) 현황

교량의 외측은 알루미늄 난간(차량용 H=1.0m)과 투석방지망(H=2.1m)이 이중으로 설치되어 있으며, 상·하행 분리구간에는 콘크리트 중앙분리대(H=1,250 mm)가 설치되어 있다. 보수이력 확인결과, 2012년 준공 후 금회 최초로 실시하는 정밀점검으로 보수이력은 없는 것으로 조사되었다.



차량용 난간 및 투석방지망



중앙분리대 현황



연석 현황

(2) 외관조사 내용

난간 및 중앙분리대에 대한 외관조사 결과, $cw=0.3\text{mm}$ 이상 균열(2.40m, 2개소)과 $cw=0.3\text{mm}$ 미만 균열(4.00m, 6개소), 박리(0.15m^2 , 1개소)가 조사되었으며, 차량용 난간과 투석방지망 등은 특이손상이 없는 양호한 상태이다.

$cw=0.3\text{mm}$ 이상 균열 및 $cw=0.3\text{mm}$ 미만 균열은 온도변화와 건조수축에 의한 균열로 판단되며, 박리는 신축이음부 덮개설치과정에서 충격에 의해 발생한 결함으로 판단된다. $cw=0.3\text{mm}$ 이상 균열과 콘크리트 박리는 내부철근부식 방지 및 미관을 고려하여 하자보수를 실시하고 $cw=0.3\text{mm}$ 미만 균열은 경미한 손상으로 주의관찰 후 하자만료 전 일괄보수를 하는 것이 바람직한 것으로 판단된다.

10.3.3 바닥판 하면

(1) 현황

바닥판 하면은 강재거더(G1~G4)와 콘크리트 슬래브가 일체화된 강합성교 형식의 3경간 연속교로서 국도4호선이 통과하는 S2경간은 캔틸레버를 제외한 거더와 거더

사이는 테크플레이트로 마감되어 있다. 보수이력 확인결과, 2012년 준공 후 금회 최초로 실시하는 정밀점검으로 보수이력은 없는 것으로 조사되었다.



내측 바닥판하면 현황



S2경간 테크플레이트 마감



내측 캔틸레버 현황

(2) 외관조사 내용

바닥판 하면에 대한 외관조사 결과, $cw=0.3\text{mm}$ 미만 균열(4.50m/8개소), 망상균열(21.25m²/4개소), 백태(0.02m²/2개소), 누수(0.09m²/1개소)가 발생한 상태이다.

$cw=0.3\text{mm}$ 미만 균열은 거더와 거더사이 내측슬래브에서 발생하였고 균열방향이 불규칙하며 비교적 손상 길이가 짧은 형태로 온도변화와 건조수축에 의한 균열로 판단된다. 망상균열은 콘크리트 양생 시 표면건조에 의한 균열로 판단되며, 백태는 물끊기 홈(NOTCH) 주위에서 결함부 우수유입으로 발생하였고, 누수는 외측 캔틸레버 신축이음 덮개사이로 노면수가 유입되어 발생한 결함으로 판단된다.

금회 조사된 결함은 경미한 손상으로 주의관찰 후 하자만료 전 일괄보수를 하는 것이 바람직한 것으로 판단된다.

10.3.4 거더(Steel Box Girder)

(1) 현황

거더(내공:B=2.40, H=2.00~2.50)는 상·하행선 모두 각 폭 6.0m간격으로 2개소씩 설치되어 있으며, 거더와 거더사이에는 스트링거(Stringer)와 5.0m간격으로 가로보가 설치되어 있다. 보수이력 확인결과, 2012년 준공 후 금회 최초로 실시하는 정밀점검으로 보수이력은 없는 것으로 조사되었다.

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



거더외부 현황



가로보 및 스트링거 현황



거더내부 현황

(2) 외관조사 내용

① 거더 외부

거더 외부에 대한 외관조사 결과, 강재변형, 도장불량(박리, 박락, 긁힘)등 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었다.

② 거더 내부

거더 내부에 대한 외관조사 결과, 상부 플랜지에 도장 열손상($0.01\text{m}^2/1\text{개소}$), 현장이음부 누수흔적($0.06\text{m}^2/6\text{개소}$), 용접부 기공(11개소)이 발생한 상태이다.

도장 열손상은 상부플랜지 가장자리에 그을린 형태로 발생하였으며, 플랜지 상부(콘크리트와 접하는 면) 용접 시 용접 열에 의해 발생한 것으로 판단되며, 누수흔적은 현장이음부 틈에서 미세하게 확인되었으며, 누수흔적 지점의 표면은 건조(점검당일 종일 비움)한 상태로 누수흔적 규모가 매우 작아 단기간 한시적으로 발생한 것으로 판단되어 바닥판 콘크리트 양생 중 콘크리트 속 수분이 틈으로 흘러나와 발생한 현상으로 판단된다. 기공은 용접부의 페인트, 녹, 기름, 습기 등이 열에 의해 분해되면서 용착금속 내부로 침투하여 발생하는 현상으로 발생한 기공이 $d=0.5\text{mm}$ 미만(필렛 용접부 허용기준: $d \leq 0.5\text{mm}$ 1.0m에 3개 이내, 연속해서 있으면 안됨)으로 허용기준에 만족하는 것으로 조사되었다. 또한 외측거더 현장이음부는 우수유입을 방지하기 위하여 실런트로 틈을 메운 것으로 확인되었다. 금회 조사된 결함은 경미한 손상으로 지속적인 주의관찰이 필요하다.

10.3.5 교대 및 교각

(1) 현황

농소IC교의 교대는 시·종점 모두 역T형 교대로 시공되어 있으며, 교각은 T형으로 시공되었다. 보수이력 확인결과, 2012년 준공 후 금회 최초로 실시하는 정밀점검으로 보수이력은 없는 것으로 조사되었다.



교대 현황(A1)



교각 현황(P1)



교각 현황(P2)

(2) 외관조사 내용

① 교대

교대에 대한 외관조사 결과, $cw=0.3\text{mm}$ 미만 수직균열(17.20m/11개소), 철근노출($0.01\text{m}^2/1$ 개소), 받침면 체수($3.36\text{m}^2/2$ 개소), 누수흔적($36.50\text{m}^2/7$ 개소), 이물질 적치($0.25\text{m}^2/1$ 개소)가 발생한 상태이다.

$cw=0.3\text{mm}$ 미만 수직균열은 온도변화 및 건조수축에 의한 외부구속 균열로 판단되며, 철근노출은 가외철근 설치미흡으로 일부 노출된 상태이고, 종점측 교면포장 공동에 의한 이물질 적치(아스콘)와 체수, 누수가 발생한 상태이다. 따라서 노면수 차단을 위한 교면포장 보수와 작업이 비교적 간단한 이물질 적치 청소와 가외철근 노출부 절단을 실시하고 기타 $cw=0.3\text{mm}$ 미만 수직균열, 누수흔적 등은 경미한 손상으로 주의관찰 후 균열에 대해서는 하자만료 전 일괄보수를 실시하는 것이 바람직한 것으로 판단된다.

② 교각

교각에 대한 외관조사 결과, 코핑부 및 기둥에 $cw=0.3\text{mm}$ 미만 균열($26.70\text{m}/28\text{개소}$)과 망상균열($2.00\text{m}^2/1\text{개소}$)이 발생하였다.

코핑부 $cw=0.3\text{mm}$ 미만 균열은 주로 기둥과 코핑부가 만나는 단면 변화부에서 수직으로 $L=1.0\sim 2.0\text{m}$ 가량 발생 하였으며, 이는 온도변화와 건조수축(최대 체적의 0.05% 까지 수축)시 콘크리트 내·외부 수축량 차이에서 발생하는 내부구속 균열로 판단되며, 이 외의 표면건조와 내부구속으로 인한 기둥부 망상균열과 $cw=0.3\text{mm}$ 미만 균열이 발생 하였다. 금회 조사된 결함은 경미한 손상으로 주의관찰 후 하자만료 전 일괄보수를 하는 것이 바람직한 것으로 판단된다.

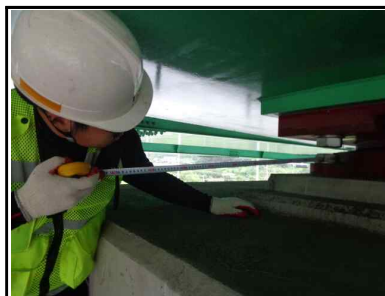
10.3.6 받침장치

(1) 현황

받침장치는 Pot Bearing으로 각 하부구조 당 2개소 씩 설치되어 있다. 보수이력 확인결과, 2012년 준공 후 금회 최초로 실시하는 정밀점검으로 보수이력은 없는 것으로 조사되었다.



받침장치 현황



받침장치 연단거리 조사



받침장치 이동량 조사

(2) 외관조사 내용

교량받침에 대한 외관조사 결과, $cw=0.3\text{mm}$ 미만 몰탈균열($2.70\text{m}/27\text{개소}$)외에 특이손상은 없는 것으로 조사되었다.

무수축몰탈 $cw=0.1\text{mm}$ 수직균열은 이질재(철판 + 무수축 콘크리트)의 간섭에 의한 결함으로 결함이 경미하여 주의관찰 후 하자만료 전 일괄보수를 하는 것이 바람직한 것으로 판단된다.

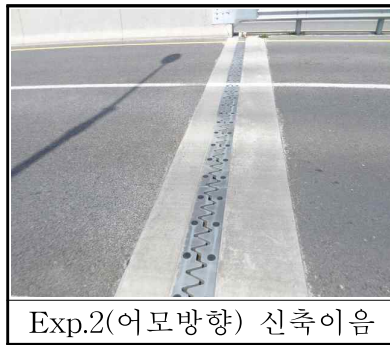
10.3.7 신축이음장치

(1) 현황

신축이음장치는 팽거타입으로 양방향 총 4개소가 설치되어 있으며, 보수이력 확인결과, 2012년 준공 후 금회 최초로 실시하는 정밀점검으로 보수이력은 없는 것으로 조사되었다.



Exp.1(양천방향) 신축이음



Exp.2(어모방향) 신축이음



신축이음장치 유간조사

(2) 외관조사 내용

신축이음장치에 대한 외관조사 결과, cw=0.3mm미만 후타재 균열(16.73m/43개소) 신축이음장치 유간 토사퇴적(2.0m/1개소), 연석용 신축이음 덮개 탈락(1개소), 어모방향 Exp.2신축이음장치 후타재와 토공구간 사이 B=10mm가량 전체적인 이격이 조사되었다.

후타재에 발생된 cw=0.3mm미만 균열은 건조수축에 의한 균열로 판단되며, 어모방향 Exp.2신축이음장치 후타재와 토공구간 이격은 접속슬래브 상단부 포장층(T=350 mm)이 일부 고르지 못하여 발생된 것으로 판단된다.

이물질퇴적과 연속용 신축이음 덮개 탈락, 접속부 이격은 사용성 확보를 위하여 청소 및 덮개위치조정, 실링보수를 실시하고, 후타재 균열은 손상이 경미하여 주의 관찰 한다.

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

10.3.8 배수시설

(1) 현황

배수시설은 집수구의 경우 양방향 모두 1, 3경간 3개, 2경간 2개 등 총 8개소씩 설치되어 있으며, 교량하부에 도로가 지나가는 것을 감안하여 육교용으로 설치되어 있다. 보수이력 확인결과, 2012년 준공 후 금회 최초로 실시하는 정밀점검으로 보수 이력은 없는 것으로 조사되었다.



집수구 설치현황



배수시설 설치현황



배수시설 설치현황

(2) 외관조사 내용

배수시설 외관조사 결과, 배수구 막힘(8개소)이 조사되었으며, 전반적인 외관은 양호한 상태이다.

배수구 막힘은 청소를 실시하면 공용에는 문제없을 것으로 판단된다.

10.3.9 손상수량 집계표

구 분			단위	'15년 점검	증감	비고
				수량/개소		
교 면 포 장	소성변형		m²	0.25/1	-	
	노면수유출		m²	0.84/2	-	
	공 동		m²	0.16/1	-	
난간/ 중앙분리대	균열	cw=0.3mm이상	m	4.00/6	-	
		cw=0.3mm미만	m	2.40/2	-	
	박리		m²	0.15/1	-	
바닥판 하 면	균열	cw=0.3mm미만	m	4.50/8	-	
	망상균열		m²	21.25/4	-	
	백 태		m²	0.02/2	-	
	누 수		m²	0.09/1	-	
거 더 내 부	도장 열손상		m²	0.01/1	-	
	누수흔적		m²	0.06/6	-	
	기 공		ea	11	-	
교대, 교각	균열	cw=0.3mm미만	m	43.90/39	-	
	철근노출		m²	0.01/1	-	
	누수흔적		m²	36.50/6	-	
	체 수		m²	3.36/2	-	
	망상균열		m²	2.00/1	-	
	이물질적치		m²	0.25/1	-	
받침장치	균열	cw=0.3mm미만	m	2.70/27	-	
신 축 이 음	균열	cw=0.3mm미만	m	16.73/43	-	
	유간토사퇴적		m	2.00/1	-	
	신축이음 덮개탈락		ea	1	-	연석용
	접속부 이격		m	10.00/1	-	
배수시설	배수구 막힘		ea	8	-	

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 교면포장의 경우 국부적으로 발생된 소성변형, 노면수 유출, 공동과 바닥판 및 하부구조 등 콘크리트 구조물에 발생된 온도변화 및 건조수축 등에 의한 $cw=0.3\text{mm}$ 이상(중양분리대)균열 및 $cw=0.3\text{mm}$ 미만균열, 망상균열, 후타재 $cw=0.3\text{mm}$ 미만균열, 충격에 의한 박리(중양분리대), 신축이음 덮개(중양분리대)탈락이 발생하였다. 콘크리트 면에 발생된 결함은 대부분 경미한 손상으로 주의관찰 후 일괄보수 하는 것이 바람직한 것으로 판단된다. 그러나 교면포장부 공동, 중양분리대 박락 $cw=0.3\text{mm}$ 이상 균열, 신축이음 덮개탈락, 배수구 막힘 등은 손상확대, 사용성 및 내구성 확보를 위하여 보수가 필요하다.

10.4 내구성조사 및 시험

10.4.1 콘크리트 강도조사

구분	부재	측정 위치	추정강도 (MPa)		평균 (MPa)	설계강도 (MPa)	강도율 (%)	비 고
			일본재료 학회식	일본건축 학회식				
상부 구조	양천방향 바닥판	S1	28.8	29.2	29.0	27.0	107.4	
		S3	30.2	30.0	30.1		111.5	
	어모방향 바닥판	S1	28.5	29.0	28.7		106.3	
		S3	27.5	28.5	28.0		103.7	
하부 구조	양천방향 교대/교각	A1	28.0	28.7	28.3	24.0	117.9	
		P1	26.4	27.8	27.1		112.9	
	어모방향 교대/교각	P1	27.6	28.5	28.0		116.7	
		P2	27.0	28.2	27.6		115.0	
		A2	27.2	28.3	27.7		115.4	

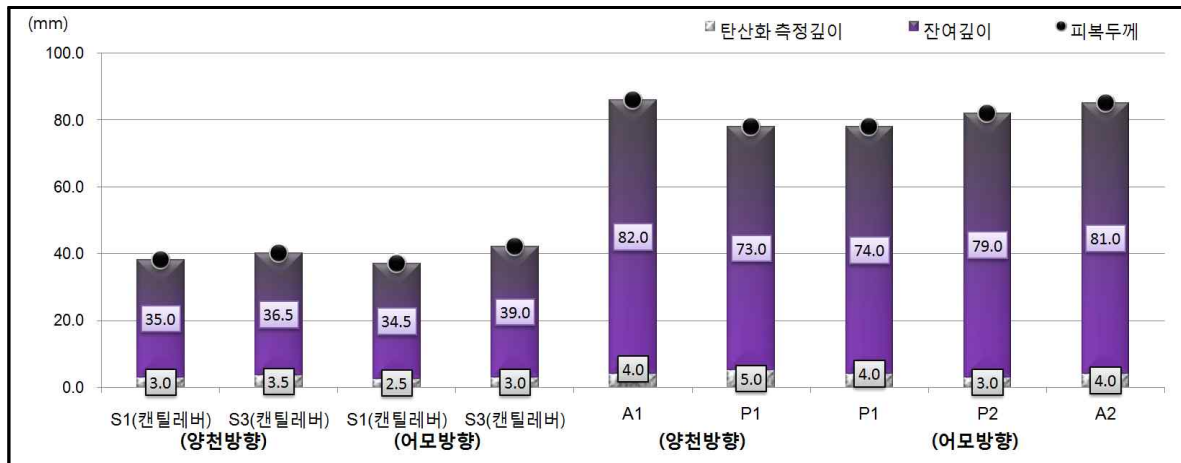
주) 강도율(%) = (측정강도/설계강도) × 100

반발경도법에 의한 압축강도 추정 결과 상부구조의 강도율은 103.7~111.5%, 하부구조는 112.9~117.9%로 측정되어, 전 구간 모두 설계강도 이상으로 콘크리트의 품질상태는 양호한 것으로 판단된다.

10.4.2 탄산화시험

구분	시험위치		탄산화 깊이(mm)	실측피복 (mm)	잔여피복 (mm)	평가 결과
상부 구조	양천방향 바닥판	S1 캔틸레버	3.0	38	35.0	a
		S3 캔틸레버	3.5	40	36.5	a
	어모방향 바닥판	S1 캔틸레버	2.5	37	34.5	a
		S3 캔틸레버	3.0	42	39.0	a
하부 구조	양천방향 교대/교각	A01	4.0	86	82.0	a
		P01	5.0	78	73.0	a
	어모방향 교대/교각	P01	4.0	78	74.0	a
		P02	3.0	82	79.0	a
		A02	4.0	85	81.0	a

주) 상기 피복두께 측정값은 콘크리트 표면으로부터 최외측 철근의 가장 바깥면까지 두께를 적용함.



본 구조물의 탄산화깊이 시험결과, 바닥판은 2.5~3.5mm로 측정되었으며, 교대, 교각은 3.0~5.0mm로 측정되었다. 탄산화진행 정도에 따른 잔여피복두께는 측정부위 모두 30.0mm 이상으로 양호한 상태(평가 : a)로 평가되었으며 추가적으로 탄산화진행 정도에 따른 콘크리트의 내구수명 예측을 다음과 같이 분석하였다.

10.4.3 내구성조사 및 시험 결과

구 분	시험 결과				결과 분석	
압 축 강 도 시험 (MPa)	구분	부재명	반발경도법	설계강도	• 반발경도법에 의한 콘크리트 압축강도 추정 결과는 모두 설계기준 강도 (상 부 바 닥 판 : 27.0MPa, 교대, 교각: 24.0MPa)를 상회하는 것으로 분석됨	
	양천방향	바닥판	29.0~30.1	27.0		
		교대, 교각	27.1~28.3	24.0		
	어모방향	바닥판	28.0~28.7	27.0		
		교대, 교각	27.6~28.0	24.0		
탄 산 화 시험 (mm)	구분	부재명	탄산화깊이	잔여피복	내구연한	• 탄산화에 의한 잔여피복 두께는 모두 30mm이상(평가:a 이상)으로 양호한 상태로 평가됨
	양천방향	바닥판	3.0~3.5	30.0~36.5	100년 이상	
		교대, 교각	4.0~5.0	73.0~82.0	100년 이상	
	어모방향	바닥판	2.5~3.0	34.5~39.0	100년 이상	
		교대, 교각	3.0~4.0	79.0~81.0	100년 이상	

10.5 상태평가

10.5.1 양천방향 상태평가

부재의 분류		상부구조		2차 부재	기타부재				받침	하부구조		내구성 요소			
번호	구조 형식	바닥 판	거더	가로 보	포장	배수	난간, 연석	신축 이음	교량 받침	하부	기초	탄산 화 (상)	탄산 화 (하)	염화 물 (상)	염화 물 (하)
S1(A1)	STB	b	b	a	a	a	b	b	a	a	q	a	a	x	x
S2(P1)	STB	a	a	a	a	b	a	x	b	b	q	-	a	x	x
S3(P2)	STB	b	a	a	a	b	a	x	b	b	q	a	-	x	x
A2	STB	-	-	-	-	-	-	b	b	b	q	-	-	x	x
평균		0.167	0.133	0.100	0.100	0.167	0.133	0.200	0.175	0.175	-	0.100	0.100	0.000	0.000
가중치		18	20	5	7	3	2	9	9	20	-	4	3	0	0
(평균×가중치) /가중치합		0.030	0.027	0.005	0.007	0.005	0.003	0.018	0.016	0.035	-	0.004	0.003	0.000	0.000
환산결함도점수												0.152			
상태평가결과												B			

10.5.2 어모방향 상태평가

부재의 분류		상부구조		2차 부재	기타부재				받침	하부구조		내구성 요소			
번호	구조 형식	바닥 판	거더	가로 보	포장	배수	난간, 연석	신축 이음	교량 받침	하부	기초	탄산 화 (상)	탄산 화 (하)	염화 물 (상)	염화 물 (하)
S1(A1)	STB	b	a	a	b	a	a	b	b	b	q	a	-	x	x
S2(P1)	STB	a	a	a	b	b	a	x	b	b	q	-	a	x	x
S3(P2)	STB	b	a	a	a	b	c	x	b	b	q	a	a	x	x
A2	STB	-	-	-	-	-	-	b	b	b	q	-	a	x	x
평균		0.167	0.100	0.100	0.167	0.167	0.200	0.200	0.200	0.200	-	0.100	0.100	0.000	0.000
가중치		18	20	5	7	3	2	9	9	20	-	4	3	0	0
(평균×가중치) /가중치합		0.030	0.020	0.005	0.012	0.005	0.004	0.018	0.018	0.040	-	0.004	0.003	0.000	0.000
환산결함도점수												0.159			
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

10.5.3 전 체 구 간 상 태 평 가

구 분	구조형식	환산 결함도점수	상태평가 결과	연장(m)	차선	길이×차선	연장비	환산결함도점 수 ×연장비
양천방 향	STB	0.152	B	130.0	2	260.0	0.500	0.076
어모방 향	STB	0.159	B	130.0	2	260.0	0.500	0.076
합계(Σ)					4	520.0	1	0.155
1. 환산결함도 점수 =								0.155
2. 상태평가 결과 =								B

10.5.4 기 점 검 결 과 비 교

농소IC교는 2012년 준공이 후 최초점검으로 상태등급은 “B” 로 평가되었다. 외관조사 결과 발생한 손상은 대부분 경미한 손상으로 지속적인 주의관찰 후 하자만료 전 일괄보수가 필요하다. 다만 교면포장부 공동, 중앙분리대 박락 $cw=0.3\text{mm}$ 이상 균열, 신축이음 덮개탈락, 배수구 막힘 등은 손상확대, 사용성 및 내구성 확보를 위하여 보수가 필요하다.

구 분	금회 2015년 정밀점검	
	평가점수	평가결과
농소IC교	0.155	B

10.6 종합평가 및 안전등급 지정

대상 구조물의 종합평가는 『안전점검 및 정밀안전진단 세부지침(국토교통부 2010. 12.)』에 따라 시설물의 종합평가등급을 결정하였다.

교면포장은 양천방향 교대 날개벽이 접하는 끝부분에 공동이 발생한 상태로 노면수가 하부로 유입되므로 시급한 보수가 필요하다. 바닥판하면에 발생한 손상은 $cw=0.3mm$ 미만 균열 망상균열, 백태, 누수 등으로 손상의 규모가 경미하므로 주의관찰 후 하자만료 전 일괄보수를 하는 것이 바람직한 것으로 판단된다.

거더내부에 그을림, 현장이음부 누수흔적, 용접부 기공 등으로 조사된 손상이 경미하여 주의관찰이 필요하다. 종점측 교대받침 면에 발생한 이물질적치와 체수 및 누수손상은 교면포장 공동을 통한 노면수 유입에 의한 손상으로 공동부 손상에 대한 보수를 실시한 후 받침면 청소가 필요하다.

농소IC교의 상태평가는 “B”로 평가되었으며, 본 시설물의 종합평가 결과, 안전등급은 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태인 “B(양호)등급”으로 평가되었다.

평가구분	결합지수	평가결과	비 고
상태평가	F = 0.155	B	
안전성평가	-	-	
종합평가	안전등급 : B 등급(양호)		
평 가	· 외관조사 결과, 주요 손상으로는 양천방향 교대 날개벽이 접하는 끝부분에 공동, 바닥판하면에 균열, 백태, 망상균열, 거더내부 그을림, 누수흔적, 기공, 종점측 교대받침 면에 이물질적치, 교각에 수직균열 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 보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나, 기능 발휘에는 지장이 없으며, 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태인 “B등급(양호)”지정됨		

※본 용역에서는 안전성 평가를 실시하지 않음.

10.7 보수보강 및 유지관리방안

10.7.1 보수보강 방안

【표 1】 보수·보강 대책 및 개략공사비

구분	손상내용	보수·보강	물량			단가 (원)	공사비 (원)	우선 순위	비고
			손상	보수	단위				
교면포장	공 동	콘크리트채움	0.16	0.19	m²	31,000	5,952	1	
신축이음	유간 토사퇴적	청소	0.60	0.72	m²	10,000	7,200	1	
배수시설	배수구막힘	청소	8	8	ea	10,000	80,000	1	
순공사비						93,152			
부대공 (순공사비 30%)						27,945			
제경비 (순공사비와 부대공사비 합계의 50%)						60,548			
개략공사비 (만단위 절삭)						100,000			

*주) 2순위, 3순위는 차기점검 후 손상진전 상태를 확인 후 보수계획 수립함.

【표 2】 하자 보수·보강 대책 및 개략공사비

구분	손상내용	보수·보강	물량			단가 (원)	공사비 (원)	우선 순위	비고
			손상	보수	단위				
중분대	균열(0.3mm이상)	주입보수	4.00	4.00	m	120,000	480,000	2	
	균열(0.3mm미만)	표면보수	0.60	0.72	m²	45,000	32,400	3	
	박리	단면보수(t=20mm)	0.15	0.18	m²	166,000	29,880	3	
바닥판	균열(0.3mm미만)	표면보수	1.13	1.36	m²	45,000	61,020	3	
	망상균열	표면보수	21.25	25.50	m²	45,000	1,147,500	3	
	백 태	표면보수	0.02	0.02	m²	45,000	1,080	3	
교대/교각	균열(0.3mm미만)	표면보수	10.98	13.18	m²	45,000	592,920	3	
	철근노출	단면보수(t=20mm)	0.01	0.01	m²	45,000	540	3	
	망상균열	표면보수	2.00	2.40	m²	45,000	108,000	3	
받침장치	균열(0.3mm미만)	표면보수	0.68	0.82	m²	45,000	36,720	3	
하자 순공사비 (만단위 절삭)						2,400,000			

10.7.2 유지관리 방안

(1) 정기점검시 주요 점검사항

금회 점검 시 조사된 주요 손상은 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	소성변형, 공동	
방호벽, 중분대	- 균열(cw=0.3mm미만), 균열(cw=0.3mm이상) - 박리	
바닥판	- 균열(cw=0.3mm미만), 망상균열 - 백태, 누수	
거더내부	누수흔적	
교대, 교각	- 균열(cw=0.3mm미만), 망상균열 - 철근노출, 체수	
교량받침	몰탈균열(cw=0.3mm미만)	
신축이음	- 후타재균열(cw=0.3mm미만) - 덮개탈락, 접속부 이격	
배수시설	배수구 막힘	

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

(2) 주요 유지관리사항

① 균열 중점 유지관리부

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

구분	손상내용	손상		비고
		수량(m)	개소	
중분대	균열($Cw=0.3\text{mm}$ 이상)	4.00	6	
신축이음	균열($Cw=0.3\text{mm}$ 미만)	16.73	43	
중분대	균열($Cw=0.3\text{mm}$ 미만)	2.40	2	
바닥판	균열($Cw=0.3\text{mm}$ 미만)	4.50	8	
교대,교각	균열($Cw=0.3\text{mm}$ 미만)	43.90	39	
받침장치	균열($Cw=0.3\text{mm}$ 미만)	2.7	27	



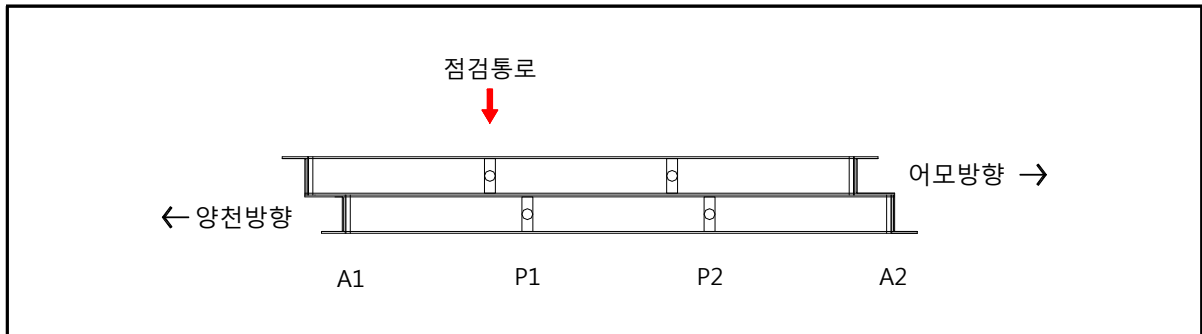
$cw=0.4\text{mm}$ 수직균열 (S3:어모방향)



기둥부 $cw=0.3\text{mm}$ 미만균열(P2:양천방향)

② 점검로 현황

농소IC교의 점검로는 교각(P1)에 1개소 설치되어있으며, 양호한 상태이다.



교각 P1 점검로 현황

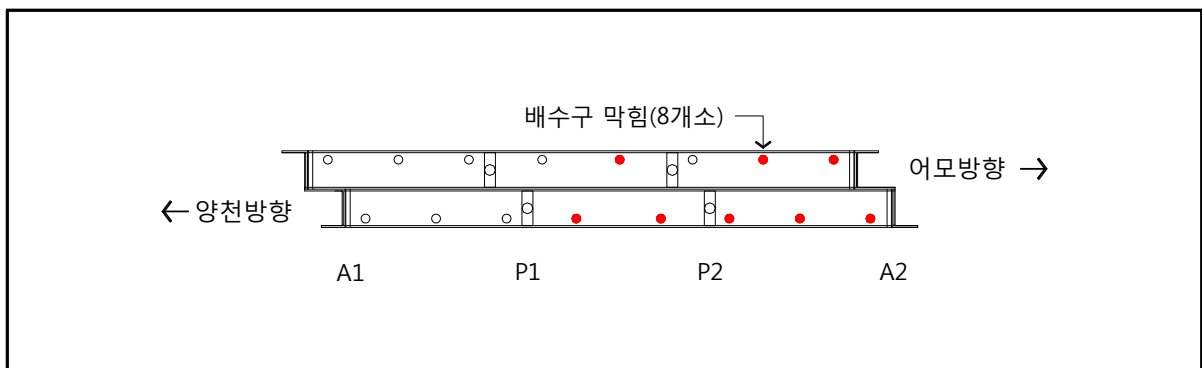


교각 P1 점검로 현황

③ 배수시설 현황

농소IC교의 배수시설은 총 16개소가 설치되었으며, 배수구 막힘이 8개소로서 유지관리가 필요하다.

배수시설 현황은 다음과 같다.



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



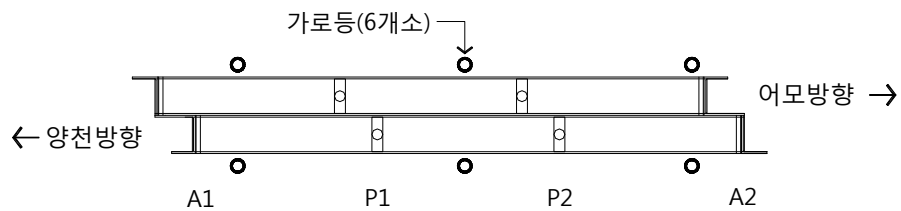
배수구 막힘(S2)



배수구 막힘(S3)

④ 교량 부속시설 현황

교량의 부속시설로 가로등(6개소)이 설치되어있다.



가로등



가로등

10.8 종합결론

농소IC교는 기존 김천 시내를 관통하는 국도3호선을 우회시킬 목적으로 시공된 대체도로와 국도 4호선과 교차하는 지점인 경상북도 김천시 농소면 월곡리(농소교차로)에 위치한 상·하행 분리형 3경간의 STEEL BOX GIRDER교로서 교량하부에 국도 4호선(영남대로)을 횡단하고 있으며, 2012년 12월31일에 준공된 교량이다.

과업 수행계획에 따라 외관조사, 내구성 조사 및 시험을 수행하였으며, 현장조사 자료를 바탕으로 종합적으로 평가(상태평가)하여 안전등급을 지정하고 보수·보강 및 유지관리방안을 제시하였으며, 본 장에서는 그 결과를 정리, 수록하였다.

1. 교면포장은 양천방향은 특이손상이 없는 양호한 상태이고, 어모방향에서 국부적으로 소성변형, 노면수 유출과 신축이음장치와 양천방향 교대 날개벽이 접하는 끝부분 공동이 발생한 상태로 소성변형과 노면수 유출은 주의관찰을 통한 유지관리 후 일괄보수가 필요하고 공동은 결함부를 통하여 노면수가 하부로 유입되므로 시급한 보수가 필요하다. 또한 상·하행 분리구간으로 우수가 흘러내리고 있어 향후 교면 재포장 시에는 유공관을 포장면 하단에 설치하여 신축이음부로 유도배수를 시키면 유지관리에 용이할 것으로 판단된다.
2. 바닥판하면에 발생한 손상은 $cw=0.3mm$ 미만 균열, 망상균열, 백태, 누수 등으로 균열과 망상균열은 온도변화, 건조수축에 의한 손상이며, 백태는 물끓기 홈 부분의 시공미흡에 의한 손상으로 조사된 결함은 경미한 손상으로 주의관찰 후 하자만료 전 일괄보수를 하는 것이 바람직한 것으로 판단된다.
3. 거더외부는 양호한 상태이고, 거더내부는 용접에 의한 그을림, 현장이음부 누수흔적, 용접부 기공 등으로 손상규모가 작고 경미한 손상으로 지속적인 주의관찰이 필요하다.
4. 교대에 발생한 손상은 $cw=0.3mm$ 미만 수직균열, 철근노출, 받침면 체수, 누수흔적, 이물

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

질 적치가 발생된 상태로 균열은 건조수축에 의한 손상이며, 종점측은 교면포장면 공동에 의한 노면수 유입으로 받침면에 이물질 적치(아스콘)와 체수 및 누수손상이 조사되어 교면포장 공동부 손상에 대한 보수를 실시한 후 받침면 청소가 필요하다.

5. 교각의 기둥과 코핑부가 만나는 단면변화부에 발생된 균열은 온도변화 및 건조수축에 의한 손상으로 판단되며, 표면건조와 내부구속에 의한 기둥부 망상균열은 경미한 손상으로 주의관찰 후 하자만료 전 일괄적인 보수가 필요하다.
6. 콘크리트에 대한 내구성 조사 결과, 콘크리트 강도, 탄산화 깊이 등은 전반적으로 양호한 것으로 조사되었다.
7. 외관조사 결과 및 내구성조사 결과에 의한 상태평가는 “B”로 평가되어 종합평가를 통한 안전등급 지정결과, 본 시설물은 “B등급(양호)”이다.
8. 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.
9. 정밀점검 대상 시설물인 농소IC교는 외력에 의한 구조적 결함이나 손상이 없는 상태에서 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.