

요 약 문

1. 과업의 목적

본 과업은 국도 26호선 성산대교 외 13개교에 대하여 정밀안전진단 및 정밀점검을 실시하여 시설물의 위험요인을 조사하고 안전성을 평가함으로서 교통량 증가에 따른 교량의 점진적 손상을 방지하기 위한 교량보수, 보강공법 그리고 향후 유지관리방안을 제시하여 교량의 효율적인 유지관리와 수명을 연장시키는데 있다.

2. 과업의 범위

- (1) 자료 수집 및 분석
- (2) 현장조사 및 시험
- (3) 상태평가
- (4) 종합평가 및 안전등급 지정
- (5) 보수·보강방안 및 유지관리방안 제시
- (6) 보고서 작성

3. 과업의 기간

2015. 07. 20 ~ 2015. 11. 16 (착수일로부터 120일)

4. 과업대상 시설물 현황

구 분		내 용		구 분		내 용	
교 량 명		관호IC 2교		준공년도		2003년 12월	
관리주체		대구국토관리사무소		교량등급		1등급(DB-24)	
노 선 명		국도 33호선		소 재 지		경북 칠곡군 약목면 관호리	
설 계 자		(주)서영기술단		시 공 사		삼성물산	
교 폭		B=7.4m(편도 1차로)					
교 장		L=145.0m(45.0 + 55.0 + 45.0 = 145.0m)					
상부구조		STB (강상자형)		교면포장		Asphalt Concrete	
하 부 구 조	교 각	T형		기 초 형 식	교 각	말뚝기초	
	교 대	역T형			교 대	말뚝기초	
받침장치		포트받침		난 간		콘크리트	
신축이음		FINGER JOINT					
교차시설		경부선		교하공간		-	



5. 외관조사 결과

5.1 교면포장

교면포장은 설계도서 검토결과 대상 교폭 7.4m이고, 아스팔트 포장으로 시공되어 있다. 2013년 정밀안전진단 당시에 토사퇴적, 미끄럼방지포장 마모 등의 손상이 확인되었고 보수 이력 확인 결과, 2003년 준공 이후 보수이력은 없는 것이 확인되었다. 금회, 조사시 미끄럼방지 포장이 재포장 되어있는 것이 조사되었다.

교면포장에 대한 외관조사 결과, 미끄럼방지 포장 파손($1.04\text{m}^2/8\text{개소}$), 포장부 토사퇴적 및 체수($0.9\text{m}^2/1\text{개소}$)이 조사되었다.

미끄럼방지 포장 파손은 반복적인 차량 하중, 중차량의 지속적인 통행 및 아스콘의 노후화에 의한 손상으로 판단된다.

5.2 난간/연석

방호벽은 콘크리트 형식으로 교면 양측에 설치되어 있다. 2013년 정밀안전진단 시 균열 및 균열부 우수유입, 백태균열 등이 조사되었고 보수이력 확인결과, 2003년 준공이후 보수이력은 없는 것으로 확인되었으며, 현장조사에서도 보수흔적은 확인되지 않았다.

난간에 대한 외관조사 결과, 방호벽 균열($15.80\text{m}/8\text{개소}$), 균열 및 백태($0.92\text{m}^2/7\text{개소}$), 파손($0.03\text{m}^2/1\text{개소}$), 백태($0.15\text{m}^2/1\text{개소}$), 텔리네이트 파손(10EA) 등이 조사되었다.

방호벽 균열의 경우 건조수축에 의해 발생한 것으로 판단되며, 텔리네이트 파손, 방호벽 파손 등은 외부충격(차량추돌 등) 및 노후화에 의해 발생한 손상으로 판단된다.

손상의 적출시기에 따른 추이분석 결과, 2013년 정밀안전진단 결과와 비교 시 노후화에 따른 손상 증가가 있는 것으로 판단된다.

텔리네이트 파손은 주행차량 안전성 및 시야확보를 위하여 재설치를 하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다. 그 외 손상에 대해서는 주의관찰이 필요할 것으로 판단된다.

5.3 바닥판 하면

바닥판 하면은 테크플레이트로 시공되어 있다. 2013년 정밀안전진단 시 테크플레이트 부식 손상이 조사되었다.

바닥판 하면에 대한 외관조사 결과, 테크플레이트 부식($1.425\text{m}^2/70\text{개소}$)외에 콘크리트 균열, 파손 등의 손상이 없는 전반적으로 양호한 상태인 것으로 판단된다.

5.4 거더 및 가로보

본 교량의 거더는 강상자형으로 공용기간 증가에 의한 부식, 변형상태 등에 중점을 두어 조사를 실시하였다.

2013년 정밀안전진단 시 거더에 발생한 주요 손상은 거더내부 도장박리 및 부식, 거더 외부 도장들뜸, 부식, 단부 여유량 부족 등이 조사되었다. 보수이력 확인결과, 2013년 정밀안전진단 이후 도장손상에 대해 보수가 실시된 것으로 확인되었다.

거더에 대한 외관조사 결과, 도장박리 부식 등의 손상이 없는 양호한 상태인 것으로 조사되었다.

5.5 교대 및 교각

관호IC2교의 교대 형식은 역T형으로 시공되었으며, 교각은 T형 교각이다. 교각은 교량받침을 통해 전달되는 상부구조의 수직하중을 지지하며, 교대는 배면의 토압에 저항하는 역할을 한다.

2013년 정밀안전진단 시 균열, 누수오염, 체수, 망상균열, 파손 등의 손상이 조사되었고 보수이력 확인결과, 2013년 정밀안전진단 이후 일부 보수가 실시된 것으로 확인되었다.

5.5.1 교대

교대에 대한 외관조사 결과, 0.3mm미만 균열(0.2m/1개소), 누수오염(3.85㎡/4개소), 누수흔적(0.45㎡/1개소), 체수(3.25㎡/2개소) 등의 손상이 발생한 상태이다.

발생된 손상은 상부로부터 우수유입에 의해 발생한 기 손상으로 손상의 진전은 미미한 상태이므로 주의관찰이 필요하다.

2013년 정밀안전진단 시의 손상과 금회 조사된 손상을 비교한 결과 콘크리트 균열 손상에 대해서 보수를 실시한 것으로 조사되었다

5.5.2 교각

교각에 대한 외관조사 결과, 콘크리트 균열, 파손, 누수오염 등이 없는 양호한 상태인 것으로 조사되었다.

2013년 정밀안전진단 시의 손상과 금회 조사된 손상을 비교한 결과, 콘크리트 균열 및 파손에 대해 보수가 실시된 상태이다.

5.6 받침장치

교량의 받침은 상부구조에 작용하는 하중을 하부구조에 안전하게 전달하는 기능과 온도변화에 따른 거더의 신축거동을 수용하는 기능을 원활히 할 수 있어야 한다. 본 교량의 받침장치는 포트받침으로 총 6개소 설치되어 있으며, 전단키를 이용한 브라켓 보강이 교축방향, 교축직각방향으로 설치되어 지진시 낙교방지에 대한 내진성능은 확보된 것으로 판단된다. 2013년 정밀안전진단 시 받침몰탈 균열 등의 손상이 조사되었고 보수이력 확인결과, 2003년 준공이후 보수이력은 없는 것으로 확인되었다.

교량받침에 대한 외관조사 결과, 균열, 파손 등의 손상이 없는 양호한 상태로 확인되었다

2013년 정밀안전진단 시의 손상과 금회 조사된 손상을 비교한 결과 무수축몰탈 균열 등의 손상의 보수가 실시된 것으로 판단된다.

5.7 신축이음장치

신축이음장치는 팽거타입으로 A1, A2등 총 2개소가 설치되어 있다. 2013년 정밀안전진단 시 신축이음 누수, 유간 쏠림, 후타재 균열, 마모, 골재노출, 고무재 변형, 본체 파손 등의 손상이 조사되었고 보수이력 확인결과, 2013년 정밀안전진단 이후 신축이음 교체가 실시된 것으로 확인되었다.

신축이음장치에 대한 외관조사 결과, 후타재 균열(11.2m/3개소), 박리(7.78m²/5개소), 본체 토사퇴적(3m/3개소) 등의 손상이 조사되었다.

후타재에 발생된 균열은 건조수축에 의한 균열로 판단되며, 박리는 노후화 및 차량의 반복하중에 의해 발생한 것으로 판단된다.

유간 토사퇴적은 사용성 확보를 위하여 신축유간 청소를 실시하고, 후타재 균열은 손상정도를 감안하면 보수보다는 주의관찰 후 손상진전 시 보수를 실시하는 것이 바람직한 것으로 판단된다.

5.8 배수시설

관호IC 2교 2013년 정밀안전진단 시 상부 이물질 퇴적으로 인한 배수구 막힘 등의 손상이 조사되었고 보수이력 확인결과, 2003년 준공이후 보수이력은 없는 것으로 확인되었다.

배수시설 조사결과 교면상부의 배수구는 국부적인 토사퇴적(4개소) 및 막힘(1개소)이 발생하였다.

2013년 정밀안전진단 시와 비교시 토사퇴적 구간이 증가된 것으로 조사되었다. 토사퇴적 및 막힘은 체수를 유발해 차량의 주행성을 저해하므로 정비가 필요할 것으로 판단된다.

6. 내구성조사 및 시험

구 분	시험 결과			결과 분석
압 축 강 도 시험 (MPa)	구분	반발경도법	설계강도	반발경도법에 의한 콘 크리트 압축강도 추정 결과는 시험개소 모두 설계기준강도(상부구조:27.0MPa, 하부구조:24.0MPa)를 상회하는 것으로 분석됨
	바닥판 하면	27.8 ~ 30.5	27.0	
	교대, 교각	24.5 ~ 27.2	24.0	
탄산화 시험 (mm)	구 분	탄산화깊이	잔여피복	탄산화에 의한 잔여피복 두께는 모두 30mm이상(평가 : a 이상)으로 양호한 상태로 평가됨
	바닥판 하면	8.2 ~ 9.8	30.2 ~ 32.8	
	교 대	11.0 ~ 12.5	77.5 ~ 79.0	

7. 상태평가

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)	STB	b	b	b	b	b	b	c	a	b	q	a	a
S2(P1)	STB	b	b	b	b	c	b	x	a	a	q	-	-
S3(P2)	STB	b	b	b	b	a	b	x	a	a	q	a	-
A2	-	-	-	-	-	-	-	c	a	b	q	-	a
평균		0.200	0.200	0.200	0.200	0.233	0.200	0.400	0.100	0.150	0.000	0.100	0.100
가중치		18	20	5	7	3	2	9	9	20	0	4	3
(평균×가중치) /가중치합		0.036	0.040	0.010	0.014	0.007	0.004	0.036	0.009	0.030	0.000	0.004	0.003
										환산결함도점수		0.193	
										상태평가결과		B	

8. 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 교면포장은 차륜에 의한 영향으로 포장마모, 미끄럼방지재 파손, 토사퇴적이 발생한 상태이고, 방호벽은 텔리네이트 파손, 콘크리트 파손, 균열이 조사되어, 주의관찰 및 보수, 정비가 요망된다. 신축이음장치 및 교량받침은 기능상(유간 및 가동상태) 문제점은 없으나 신축이음 토사퇴적, 후타재 균열 및 박리에 대해서는 주기적인 관찰로 손상의 진전유무에 대한 유지관리가 필요하다.

관호IC 2교의 상태평가 및 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 = 0.193	B	
안전성평가	-	-	
종합평가	안전등급 : B 등급(양호)		
평 가	· 외관조사 결과 교면포장은 차륜에 의한 영향으로 포장마모, 미끄럼방지재 파손, 토사퇴적이 발생한 상태이고, 방호벽은 텔리네이트 파손, 콘크리트 파손, 균열이 조사되어, 주의관찰 및 보수, 정비가 요망된다. 신축이음장치 및 교량받침은 기능상의 문제점은 없으나 신축이음 토사퇴적, 후타재 균열 및 박리에 대해서는 주기적인 관찰로 손상의 진전유무에 대한 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.

9. 보수·보강 방안

구분	손상내용	보수·보강	수량			단가 (원)	공사비 (원)	우선 순위	비고
			손상	보수	단위				
방호벽	콘크리트 파손	단면보수 (t=20mm)	0.03	0.04	m ²	166,000	6,640	1	
	텔리네이트 파손	교체	10	12	ea	12,000	144,000	1	
신축 이음	토사퇴적	청소	3.00	3.60	m ²	10,000	36,000	1	
배수 시설	배수구 막힘 및 토사퇴적	청소	5	5	ea	10,000	50,000	1	
순공사비		1순위(원)			236,640				
부 대 공 (순공사비 30%)		1순위(원)			70,992				
제경비 (순공사비와 부대공사비 합계의 50%)		1순위(원)			153,816				
총 개략공사비		1순위 (십만단위 절삭)			400,000				

10. 종합결론

관호IC 2교는 편도 1차선의 3경간($45.0 + 55.0 + 45.0 = 145.0\text{m}$) Steel Box Girder교로서 외관조사는 각 부재별로 상부구조, 하부구조, 받침장치, 기타부재(교면포장, 난간(연석), 신축이음, 배수시설)로 구분하여 실시하였으며, 그 결과는 다음과 같다.

1. 교면포장은 설계도서 검토결과 대상 교폭 7.4m이고, 아스팔트 포장으로 시공되어 있다. 2013년 정밀안전진단 당시에 토사퇴적, 미끄럼방지포장 마모 등의 손상이 확인되었고 보수 이력 확인 결과, 2003년 준공 이후 보수이력은 없는 것을 확인되었다. 교면포장에 대한 외관조사 결과, 미끄럼방지 포장 파손, 포장부 토사퇴적 및 체수가 조사되었다. 미끄럼방지 포장 파손은 반복적인 차량 하중, 중차량의 지속적인 통행 및 아스콘의 노후화에 의한 손상으로 판단된다.
2. 방호벽은 콘크리트 형식으로 교면 양측에 설치되어 있다. 2013년 정밀안전진단 시 균열 및 균열부 우수유입, 백태균열 등이 조사되었고 보수이력 확인결과, 2003년 준공이후 보수이력은 없는 것으로 확인되었으며, 현장조사에서도 보수흔적은 확인되지 않았다. 난간에 대한 외관조사 결과, 방호벽 균열, 균열 및 백태, 파손, 백태, 텔리네이트 파손 등이 조사되었다. 방호벽 균열의 경우 건조수축에 의해 발생한 것으로 판단되며, 텔리네이트 파손, 방호벽 파손 등은 외부충격(차량추돌 등) 및 노후화에 의해 발생한 손상으로 판단된다. 손상의 적출시기에 따른 추이분석 결과, 2013년 정밀안전진단 결과와 비교 시 노후화에 따른 손상 증가가 있는 것으로 판단된다. 텔리네이트 파손은 주행차량 안전성 및 시야확보를 위하여 재설치를 하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다. 그 외 손상에 대해서는 주의관찰이 필요할 것으로 판단된다.
3. 바닥판 하면은 데크플레이트로 시공되어 있다. 2013년 정밀안전진단 시 데크플레이트 부식 손상이 조사되었다. 바닥판 하면에 대한 외관조사 결과, 데크플레이트 부식 외에 콘크리트 균열, 파손 등의 손상이 없는 전반적으로 양호한 상태인 것으로 판단된다.

4. 본 교량의 거더는 강상자형으로 공용기간 증가에 의한 부식, 변형상태 등에 중점을 두어 조사를 실시하였다. 2013년 정밀안전진단 시 거더에 발생한 주요 손상은 거더내부 도장박리 및 부식, 거더외부 도장들뜸, 부식, 단부 여유량 부족 등이 조사되었다. 보수이력 확인결과, 2013년 정밀안전진단 이후 도장손상에 대해 보수가 실시된 것으로 확인되었다. 거더에 대한 외관조사 결과, 도장박리 부식 등의 손상이 없는 양호한 상태인 것으로 조사되었다.

거더의 신축량과 실측유간을 검토한 결과, A1측 거더 하단의 유간여유량은 하절기 최고 온도(강교 : 40℃)를 적용시 약 10mm가 부족한 것으로 검토되어 하절기에 주의관찰이 요망된다.

5. 교대는 역T형으로 시공되었으며, 교각은 T형 교각이다. 교각은 교량받침을 통해 전달되는 상부구조의 수직하중을 지지하며, 교대는 배면의 토압에 저항하는 역할을 한다. 2013년 정밀안전진단 시 균열, 누수오염, 체수, 망상균열, 파손 등의 손상이 조사되었고 보수이력 확인결과, 2013년 정밀안전진단 이후 일부 보수가 실시된 것으로 확인되었다. 교대에 대한 외관조사 결과, 0.3mm미만 균열, 누수오염, 누수흔적, 체수 등의 손상이 발생한 상태이다. 발생한 손상은 상부로부터 우수유입에 의해 발생한 기 손상으로 손상의 진전은 미미한 상태이므로 주의관찰이 필요하다. 2013년 정밀안전진단 시의 손상과 금회 조사된 손상을 비교한 결과 콘크리트 균열 손상에 대해서 보수를 실시한 것으로 조사되었다. 교각에 대한 외관조사 결과, 콘크리트 균열, 파손, 누수오염 등이 없는 양호한 상태인 것으로 조사되었다. 2013년 정밀안전진단 시의 손상과 금회 조사된 손상을 비교한 결과, 콘크리트 균열 및 파손에 대해 보수가 실시된 상태이다.

6. 교량의 받침은 상부구조에 작용하는 하중을 하부구조에 안전하게 전달하는 기능과 온도변화에 따른 거더의 신축거동을 수용하는 기능을 원활히 할 수 있어야 한다. 본 교량의 받침장치는 포트받침으로 총 6개소 설치되어 있으며, 전단키를 이용한 브라켓 보강이 교축방향, 교축직각방향으로 설치되어 지진시 낙교방지에 대한 내진성능은 확보된 것으로 판단된다. 2013년 정밀안전진단 시 받침몰탈 균열 등의 손상이 조사되었고 보수

이력 확인결과, 2003년 준공이후 보수이력은 없는 것으로 확인되었다. 교량받침에 대한 외관조사 결과, 균열, 파손 등의 손상이 없는 양호한 상태로 확인되었다. 2013년 정밀안전진단 시의 손상과 금회 조사된 손상을 비교한 결과 무수축물탈 균열 등의 손상의 보수가 실시된 것으로 판단된다.

7. 신축이음장치는 팽거타입으로 A1, A2등 총 2개소가 설치되어 있다. 2013년 정밀안전진단 시 신축이음 누수, 유간 쏠림, 후타재 균열, 마모, 골재노출, 고무재 변형, 본체 파손 등의 손상이 조사되었고 보수이력 확인결과, 2013년 정밀안전진단 이후 A1,2 신축이음 교체가 실시된 것으로 확인되었다. 신축이음장치에 대한 외관조사 결과, 후타재 균열, 박리, 본체 토사퇴적 등의 손상이 조사되었다. 후타재에 발생한 균열은 건조수축에 의한 균열로 판단되며, 박리는 노후화 및 차량의 반복하중에 의해 발생한 것으로 판단된다. 유간 토사퇴적은 사용성 확보를 위하여 신축유간 청소를 실시하고, 후타재 균열은 손상정도를 감안하면 보수보다는 주의관찰 후 손상진전 시 보수를 실시하는 것이 바람직한 것으로 판단된다.

8. 관호IC 2교 2013년 정밀안전진단 시 상부 이물질 퇴적으로 인한 배수구 막힘 등의 손상이 조사되었고 보수이력 확인결과, 2003년 준공이후 보수이력은 없는 것으로 확인되었다. 배수시설 조사결과 교면상부의 배수구는 국부적인 토사퇴적 및 막힘이 발생하였다. 2013년 정밀안전진단 시와 비교 시 토사퇴적 구간이 증가된 것으로 조사되었다. 토사퇴적 및 막힘은 체수를 유발해 차량의 주행성을 저해하므로 정비가 필요할 것으로 판단된다.

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 관호IC 2교는 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.