



제 5 장 분토교

- 5.1 시설물 현황
- 5.2 자료수집 및 분석
- 5.3 외관조사
- 5.4 내구성조사 및 시험
- 5.5 상태평가
- 5.6 종합평가 및 안전등급 지정
- 5.7 보수보강 및 유지관리방안
- 5.8 종합결론

제 5 장 분토교

5.1 시설물 현황

구 분		내 용		구 분		내 용	
교 량 명		분 토 교		준공년도		1993년 1월	
관리주체		대구국토관리사무소		교량등급		1등급(DB-24)	
노 선 명		국도 5호선		소 재 지		경북 의성군 의성읍 용연리	
설 계 자		삼우기술단		시 공 사 감 리 사		풍림산업	
교 폭		B=19.0m(왕복4차로)					
교 장		L=242.0m(8@30.25m=242.0m)					
상부구조		PSCI BEAM		교면포장		아스팔트	
하 부 구 조	교 각	라멘식		기 초 형 식	교 각	직접기초(추정)	
	교 대	역T형			교 대	직접기초(추정)	
받침장치		탄성받침		난 간		알루미늄	
신축이음		핑거 조인트					
교차시설		남대천		교하공간		7.0m	





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

5.2 자료수집 및 분석

본 교량은 1993년 준공 이후 2013년 정밀점검을 시행하여 안전등급 “C”등급으로 “보통” 상태인 것으로 확인되었다.

번호	구 분	점검/ 진단기간	점검/ 진단기관	주요점검/ 진단결과	상태 등급
1	2000년도 정기 (상반기)	2000/06/09	자체수행	양호	양호
2	2000년도 정기 (하반기)	2000/12/20	자체수행	양호	양호
3	2001년도 정밀 (상반기)	2001/02/15 ~2001/04/14	(주)천혜엔지니어링	양호	A
4	2001년도 정기 (하반기)	2001/10/19	자체수행	양호	양호
5	2002년도 정기 (상반기)	2002/04/30	자체수행	바닥판 하면 및 교대,교각 미세균열이 발생되었으나 지속적인 관찰이 요구됨	양호
6	2002년도 정기 (하반기)	2002/11/23	자체수행	바닥판 하면 및 교대,교각 미세균열이 발생되었으나 지속적인 관찰이 요구됨	양호
7	2003년도 정밀 (상반기)	2003/03/13 ~2003/06/10	(재)한국재난연구원	-	C
8	2004년도 정기 (하반기)	2004/10/22	자체수행	바닥판 하면 및 교대,교각에 미세균열이 발생. 지속적인 관찰이 요구됨.	양호
9	2005년도 정밀 (상반기)	2005/03/29 ~2005/06/26	명도엔지니어링(주)	교량전체 상태등급은 B등급으로 조사됨	B
10	2005년도 정기 (하반기)	2005/11/29	자체수행	전반적으로 양호한 상태 바닥판 하면 및 교대,교각에 미세균열이 발생.	양호
11	2006년도 정기 (상반기)	2006/04/11 ~2006/05/10	자체수행	관찰요함	양호
12	2006년도 정기 (하반기)	2006/09/18 ~2006/09/25	자체수행	관찰요함	양호
13	2007년도 정기 (상반기)	2007/05/21 ~2007/06/08	자체수행	후타재 보수공사중	양호
14	2007년도 정밀 (하반기)	2007/05/30 ~2007/07/28	(주)한국건설안전진단	국부적인 손상이 조사되었으나 안전성에 직접적인 영향없음. 내구성확보차원에서 보수하여 유지관리필요.	B

번호	구 분	점검/ 진단기간	점검/ 진단기관	주요점검/ 진단결과	상태 등급
15	2008년도 정기 (상반기)	2008/05/26 ~2008/06/20	자체수행	지속적 관찰	양호
16	2008년도 정기 (하반기)	2008/10/16 ~2008/11/14	자체수행	지속적 관찰	양호
17	2009년도 정밀 (상반기)	2009/02/20 ~2009/05/20	(주)한국건설 안전진단	일부부재에 국부적인 손상이 조 사되었으나 구조물 안전성에 직 접적인 영향은 없는 것으로 판 단됨	B
18	2009년도 정기 (하반기)	2009/11/03	자체수행	지속적 관찰	양호
19	2010년도 정기 (상반기)	2010/05/10	자체수행	지속적 관찰	양호
20	2010년도 정기 (하반기)	2010/11/02	자체수행	지속적 관찰	양호
21	2011년도 정기 (상반기)	2011/04/22	자체수행	지속적 관찰	양호
22	2011년도 정밀 (하반기)	2011/04/05 ~2011/07/03	(주)한국건설 안전진단	분토교의 금회 정밀점검 결과 상태평가는 B등급으로 평가됨	B
23	2012년도 정기 (상반기)	2012/04/30	자체수행	지속적 관찰	양호
24	2012년도 정기 (하반기)	2012/09/20	자체수행	지속적 관찰	양호
25	2013년도 정기 (상반기)	2013/04/15 ~2013/05/10	자체수행	내구성 및 기능성 저하 방지를 위한 보수 필요	양호
26	2013년도 정밀 (하반기)	2013/04/11 ~2013/06/21	(주)토건테크	주요부재에 대한 철근노출 등에 대하여 보수가 필요한 상태임	C
27	2014년도 정기 (상반기)	2014/04/21 ~2014/05/16	자체수행	내구성 및 기능성 저하 방지를 위한 보수 필요	양호
28	2014년도 정기 (하반기)	2014/09/22 ~2014/10/17	자체수행	내구성 및 기능성 저하 방지를 위한 보수 필요	양호
29	2015년도 정기 (상반기)	-	자체수행	-	-

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

5.2.1 보수공사 이력

1993년 준공이후 기록된 보수·보강 이력은 다음과 같다.

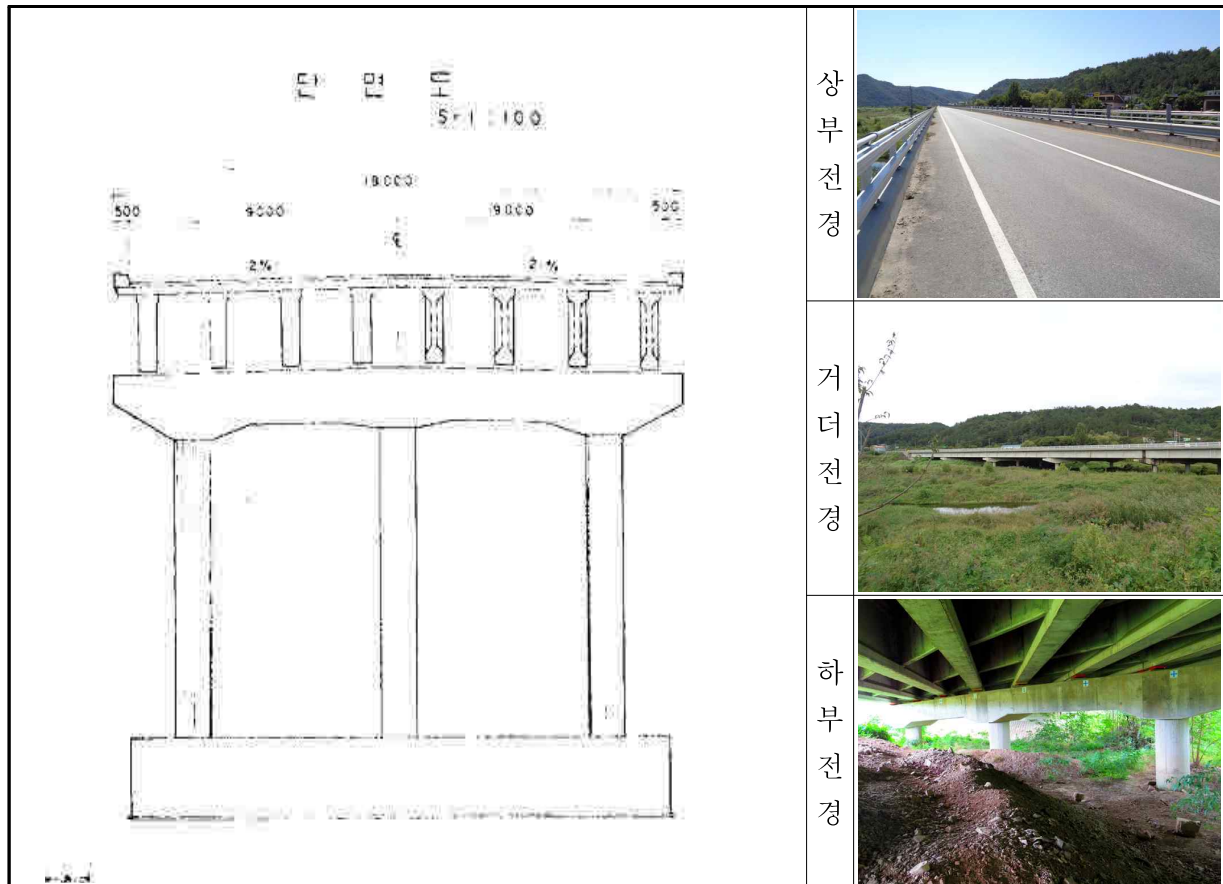
구분	공사기간	설계자	시공자	공사명	보수·보강 공법/내용	공사금액 (천원)
1	07.04.18	-	(주)서영건설	신축이음	부분보수	-
2	07.10.04	-	(주)새롬종합건설	난간,연석,중앙분리대	부분보수	-
3	2010(추정)	-	-	탄성받침	교체시공	-
		-	-	신축이음	교체시공	-
4	2012(추정)	-	-	난간	재설치	-

5.2.2 내진성능 확보 여부

구 분	내진성능 확보 여부
분토교	내진설계가 미적용 되었음

5.3 외관조사

분토교는 왕복2차선의 8경간 PSCI BEAM교로서 이천(지방하천)을 횡단하기 위한 교량으로 외관조사는 각 부재별로 상부구조, 하부구조, 받침장치, 기타부재(교면포장, 난간, 신축이음, 배수시설)로 구분하여 실시하였으며, 그 결과는 다음과 같다.



5.3.1 교면포장

(1) 현황

교면포장은 아스콘포장으로 2013년 정밀점검 당시에는 국부적으로 포장마모에 의한 포트홀이 조사되었고 보수이력 확인결과, 1993년 준공이후 교면포장과 관련된 보수이력은 없는 것으로 확인되었으나 현장조사에서는 포트홀이 보수된 것으로 확인되었다.



교면포장 현황(시점→종점)

교면포장 현황(종점→시점)

(2) 외관조사 내용

교면포장에 대한 외관조사 결과, 기 손상인 포장마모에 의한 포트홀은 보수가 된 양호한 상태로 조사되었다.

5.3.2 난간/연석

(1) 현황

난간은 알루미늄 재질의 차량용 난간으로 설치되어 있으며, 2013년 정밀점검 시 볼트 체결불량, 연석박락, 차광판파손이 조사되었고 보수이력 확인결과, 1993년 준공 이후 난간과 관련된 보수이력은 2007년 10월 04일 난간, 연석, 중앙분리대 부분보수 및 2012년 난간 재설치를 실시한 것으로 확인되었으며, 현장조사 결과 2013년 정밀점검 이후 연석 보수가 실시된 것으로 확인되었다.



차량 난간 현황



차량 난간 현황



연석 현황

(2) 외관조사 내용

난간(차량용) 및 연석에 대한 외관조사 결과, 연석 파손($0.21m^2$)이 조사되었다.

파손은 기존 파손부 보수 미흡으로 인하여 일어난 상태이다.

손상의 적출시기에 따른 추이분석 결과, 2013년 정밀점검 이후 보수를 한 것으로 조사되었으며, 일부 보수 미흡으로 손상이 발생한 것으로 판단된다.

5.3.3 바닥판 하면

(1) 현황

바닥판 하면은 8경간의 PSCI BEAM(G1~G8)과 콘크리트 슬래브가 일체화된 합성 교 형식이다. 2013년 정밀점검 시 망상균열, 균열부 백태가 조사되었고 보수이력 확인결과, 1993년 준공이후 바닥판과 관련된 보수는 없는 것으로 확인되었다.



(2) 외관조사 내용

바닥판 하면에 대한 외관조사 결과, $cw=0.3\text{mm}$ 미만 균열(29.7m), $cw=0.3\text{mm}$ 이상 균열(4.0m), 백태(35.31m^2), 백태/망상균열(77.03m^2), 재료분리(2.5m^2), 철근노출(4.3m^2), 파손(0.84m^2)이 발생한 상태이다.

백태, 백태/망상균열 등은 모두 동일한 원인에 의해 결함이 발생하였으며, 주된 원인은 교면방수 노후에 의한 노면수가 바닥판으로 침투하여 발생한 것으로 판단된다.

또한, 캔틸레버 구간 신축이음 교체시 콘크리트 블록아웃으로 인한 콘크리트 파손 및 철근노출이 국부적으로 조사되었고, 기존 신축이음 교체 시공전 하부로의 누수에 의한 이음부 단부 바닥판에 대한 백태가 다수 조사되었다.

손상의 적출시기에 따른 추이분석 결과, 손상수량은 2013년 점검 시 비교하여 수량이 다소 증가하였다. 이는 전반적으로 콘크리트 표면열화가 진행 중에 있으며, 바닥판하면과 같은 교면의 차량하중을 직접적으로 지지하는 구조의 경우 망상균열부 콘크리트 편칭 등의 손상우려가 있으므로 보수 완료 후 주기적인 관찰이 필요하다.

5.3.4 거더(PSC BEAM)

(1) 현황

거더(P.S.C Beam)는 1경간 당 8본씩 총 64본이 설치되어 있으며, 빔 간격은 2.0m 간격이다. 2013년 정밀점검 시 균열, 재료분리, 백태, 박리 등의 손상이 조사되었고 보수이력 확인결과, 1993년 준공이후 거더에 대한 보수이력은 없는 것으로 확인되었다.



거더 측면전경



거더하부 현황

(2) 외관조사 내용

거더에 대한 외관조사 결과, $cw=0.3\text{mm}$ 미만 균열(25.1m), $cw=0.3\text{mm}$ 이상 균열(20.4m), 백태(0.38m^2), 재료분리(1.52m^2), 철근노출(0.26m^2), 파손 및 박리(0.28m^2)가 발생한 상태이다.

철근노출은 거더 하면의 경우 가외철근 피복두께부족으로 철근이 외기에 노출되거나 거더 측면에서 철근부식 팽창으로 콘크리트 피복이 탈락된 손상이다.

백태는 거더 하면의 경우 균열부로 우수가 침투하여 발생한 것으로 판단된다. 파손은 거더 하면에 인위적인 파취 흔적이고 표면박리는 국부적으로 거더 표면이 팍콘형태로 탈리된 상태로 두 경우모두 손상은 경미하다.

거더외부 손상의 적출시기에 따른 추이분석 결과, 손상수량은 2013년 점검 시 비교하여 수량이 다소 감소하였다. 이는 거더 측면의 균열이 조사결과 손상이 확인되지 않아 수량을 조정하였다.

금회 조사된 결함은 대부분 경미한 결함으로 철근노출 및 $cw=0.3$ 이상 균열은 내구성 확보를 위하여 보수를 실시하고 기타 결함은 주의관찰을 실시하는 것이 바람직하다.

5.3.5 교대 및 교각

(1) 현황

분토교의 교대는 시·종점 모두 역T형식이고 교각은 라멘식으로 시공되어 있다. 2013년 정밀점검 시 재료분리, 단면파손, 균열, 표면오염, 철근노출 등이 조사되었고 보수이력 확인결과, 1993년 준공이후 보수이력은 없는 것으로 확인되었다.



(2) 외관조사 내용

① 교대

교대에 대한 외관조사 결과, $cw=0.3\text{mm}$ 미만 수직균열($0.89\text{m}/4\text{개소}$), 백태($9.0\text{m}^2/3\text{개소}$), 재료분리($0.49\text{m}^2/1\text{개소}$), 들뜸($1.2\text{m}^2/1\text{개소}$), 표면오염 및 누수흔적($15.9\text{m}^2/4\text{개소}$)이 발생한 상태이다.

벽체에 발생한 균열은 온도변화 및 건조수축에 의한 내부구속 균열로 판단되며, 표면오염 및 누수흔적은 연석 덮개미설치로 우수가 홍벽으로 흘러내려 발생한 결함으로 홍벽 누수로 인하여 교대(A1) 벽체 상면에 콘크리트 들뜸 및 재료분리가 발생하였다.

교대 손상의 적출시기에 따른 추이분석 결과, 2013년 점검 시의 손상에 비해 금회 콘크리트 들뜸, 백태 등의 손상이 신규로 발생되어 손상수량이 증가하였다. 따라서 홍벽부 누수에 대한 적절한 조취를 취해 내구성 및 사용성 확보가 필요하고, 주기적인 유지관리에 의한 주의관찰이 필요하다.

② 교각

교각에 대한 외관조사 결과, $cw=0.3\text{mm}$ 미만 균열($25.5\text{m}/32\text{개소}$), $cw=0.3\text{mm}$ 이상 균열($42.7\text{m}/48\text{개소}$), 백태($1.31\text{m}^2/12\text{개소}$), 박리, 박락 및 파손($2.11\text{m}^2/4\text{개소}$), 철근노출($4.74\text{m}^2/66\text{개소}$)이 발생하였다.

교각은 라멘형 구조로서 기둥부 콘크리트 타설후 코핑타설을 실시함에 따라 코핑 상단의 건조수축에 따른 기둥의 구속으로 코핑 상단 인장부 수직균열이 발생한 것으로 조사되었으며, 국부적으로 다짐불량에 의한 재료분리, 피복두께 부족으로 인한 철근노출, 외부 충격에 의한 파손, 우수유입에 의한 백태 등의 손상이 점검되었다.

손상의 적출시기에 따른 추이분석 결과, 2013년 점검 시의 손상과 금회 조사된 손상을 비교한 결과 $cw=0.3\text{mm}$ 미만 및 이상 균열, 재료분리가 추가로 조사되어 손상물량이 소폭 증가하였다. 따라서 수직균열의 경우 균열폭이 다소 크게 나타나고 철근노출의 경우 손상의 진전 우려가 있음에 따라 우선적으로 주입보수 및 단면보수를 실시함이 바람직할 것으로 판단되며, 그 외 손상의 경우 주의관찰 후 손상진전 시 보수를 실시하는 것이 바람직한 것으로 판단된다.

5.3.6 받침장치

(1) 현황

받침장치는 탄성받침으로 각 하부구조 당 8(교대)/16(교각)개소 씩 설치되어 있다. 2013년 정밀점검 시 받침 플레이트 강재부식이 조사되었고 보수이력 확인결과, 1993년 준공이후 보수이력은 2010년 탄성받침 교체시공을 실시한 것으로 확인되었다.



받침장치(가동단) 현황



받침장치(고정단) 현황



받침장치 이동량 조사

(2) 외관조사 내용

교량받침에 대한 외관조사 결과, $cw=0.3\text{mm}$ 미만 몰탈 균열($4.9\text{m}/47\text{개소}$), 받침 플레이트 강재부식이 조사되었다.

몰탈 균열은 이질재(무수축 몰탈, 강재)의 간섭에 의한 균열로 판단된다. 기 손상은 경미하여 주의관찰 후 손상진전 시 보수를 하는 것이 바람직한 것으로 판단된다.

5.3.7 신축이음장치

(1) 현황

신축이음장치는 팽거 조인트로서 총 3개소(A1, P4, A2)가 시공되어져 있으며, 2013년 정밀점검 시 후타재 균열($cw=0.3\text{mm}$ 이상), 골재노출, 토사퇴적 등이 조사되었고 보수이력 확인결과, 1993년 준공이후 보수이력은 2010년 신축이음 교체시공을 실시한 것으로 확인되었다.



Exp.1 신축이음 현황



Exp.3 신축이음 현황



신축이음장치 유간조사

(2) 외관조사 내용

신축이음장치에 대한 외관조사 결과, $cw=0.3\text{mm}$ 이상 후타재 균열($62.9\text{m}/143\text{개소}$), 신축이음장치 유간 토사퇴적($27.3\text{m}/6\text{개소}$)이 조사되었다.

후타재에 발생된 균열($cw=0.3\text{mm}$ 이상)은 온도변화 및 건조수축에 의한 내부구속 균열로 판단된다.

유간토사퇴적은 사용성 확보를 위하여 유간청소를 실시하고, 후타재 균열은 보수(균열부 주입보수) 시 차선통제, 보수효과 등을 감안하면 보수보다는 주의관찰 하고 장기적으로는 신축이음장치 내구수명을 고려하여 교체계획을 수립하는 것이 바람직한 것으로 판단된다.

5.3.8 배수시설

(1) 현황

배수시설은 집수구의 경우 9개씩 총 18개가 설치되어 있으며, 2013년 정밀점검 시 배수시설에 대한 특이손상이 없는 것으로 조사되었고 보수이력 확인결과, 1993년 준공이후 보수이력은 없는 것으로 확인되었으며, 현장조사에서도 보수나 교체흔적은 없는 것으로 확인되었다.



배수구 전경



배수시설 설치현황



배수시설 설치현황

(2) 외관조사 내용

배수시설 외관조사 결과, 집수구 덮개는 전체가 없는 상태이고 관경 또한 일반적인 교량집수구(Ø250mm)에 비해 작아 배수구 주변에 토사가 많이 쌓인 상태이며 일부 배수구는 막힘 현상이 조사되었다.

배수관 길이는 상부구조(PSCI BEAM) 끝단에서부터 5~10cm로서 15cm에 다소 부족하지만 거더 측면에 대한 손상발생 우려가 거의 없음에 따라 주기적으로 육안관찰에 의한 배수구 주변 손상유무에 대하여 유지관리함이 바람직하며 내구성 및 사용성을 위한 지속적인 청소, 정비가 필요하다.

5.3.9 손상수량 집계표

구 분			단위	‘13년 점검	‘15년 점검	증감	비고
				수량/개소	수량/개소		
교면포장	포트홀		m	0.92/2	-	▼ 0.92	손상보수
난간/연석	연석파손		m²	336.21/17	0.21/1	▼ -336.0	난간보수
바닥판 하 면	균열	cw=0.3mm미만	m	29.7/22	29.7/22	-	증감없음
		cw=0.3mm이상	m	-	4.0/2	▲ 4.0	신규손상
	백태/망상균열		m²	77.0/20	77.03/20	▲ 0.03	물량조정
	백태		m²	35.3/43	35.31/43	▲ 0.01	물량조정
	재료분리		m²	2.5/2	2.5/2	-	증감없음
	철근노출		m²	0.7/2	4.3/2	▲ 3.6	신규손상
	파손		m²	0.1/1	0.84/2	▲ 0.74	신규손상
	거 더	균열	cw=0.3mm미만	m	25.2	25.1/23	▼ 0.10
cw=0.3mm이상			m	24.4	20.4/13	▼ 4.00	물량조정
백태		m²	0.36	0.38/3	▲ 0.02	신규손상	
재료분리		m²	1.52	1.52/13	-	증감없음	
철근노출		m²	0.26	0.26/5	-	증감없음	
파손 및 박리		m²	0.28	0.28/5	-	증감없음	
교대, 교각	균열	cw=0.3mm미만	m	27.8	26.39/36	▼ 1.41	신규손상
		cw=0.3mm이상	m	42.2	42.7/48	▲ 0.5	신규손상
	백태		m²	1.75	1.31/15	▼ 0.44	물량조정
	재료분리		m²	2.59	2.74/4	▲ 0.15	신규손상
	박리, 박락, 들뜸		m²	2.23	3.31/5	▲ 1.08	신규손상
	철근노출		m²	4.74	4.74/66	-	증감없음
받침장치	균열	cw=0.3mm미만	m	-	4.9/47	▲ 4.9	신규손상
	플레이트 부식		ea	1	1	-	증감없음
신 축 이 음	균열	cw=0.3mm이상	m	66.9/143	62.9/143	▼ 4.0	물량조정
	유간 토사퇴적		m	13.1/6	27.3/6	▲ 14.2	신규손상
	골재 노출		m²	0.12/1	-	▼ 0.12	물량조정
배수시설	배수구 막힘		개소	-	4	▲ 4.0	신규손상

(1) 손상수량 집계결과 분석

손상집계 결과, 교면포장에 국부적인 포트홀 손상에 대한 보수가 실시되었으며, 난간 및 연석에 발생한 파손에 대한 전반적인 보수가 실시되었다.

기 손상부는 내구성 및 사용성 향상을 위하여 지속적인 유지관리 및 주의관찰을 실시하는 것이 바람직하다.

5.4 내구성조사 및 시험

5.4.1 콘크리트 강도조사

구분	부재	측정 위치	추정강도 (MPa)		평균 (MPa)	설계강도 (MPa)	강도율 (%)	비 고
			일본재료 학회식	일본건축 학회식				
상부 구조	거터	S1	38.5	34.2	36.3	35	103.7	
	바닥판 하면	S2	30.6	29.8	30.2	27.0	111.9	
		S5	30.1	29.5	29.8		110.4	
		S7	29.2	29.0	29.1		107.8	
		S8	27.2	27.9	27.5		101.9	
하부 구조	교대/교각	A1	27.8	28.2	28.0	24.0	116.7	
		P1	23.6	25.8	24.7		102.9	
		P2	22.8	25.4	24.1		100.4	
		P6	21.9	24.9	23.4		103.8	
		P7	26.1	27.3	26.7		113.8	

주) 강도율(%) = (측정강도/설계강도) × 100

반발경도법에 의한 압축강도 추정 결과 상부구조의 강도율은 101.9~111.9%, 하부구조는 100.4~116.7%로 측정되어, 전 구간 모두 설계강도 이상으로 콘크리트의 품질상태는 양호한 것으로 판단된다.

5.4.2 탄산화시험

구분	시험위치		탄산화깊이 (mm)	실측피복 (mm)	잔여피복 (mm)	평가결과
상부 구조	바닥판 하 면	S1	11.5	40.0	28.5	b
		S8	13.2	40.0	26.8	b
하부 구조	교 대	A1	14.2	90.0	75.8	a
		A2	17.6	90.0	72.4	a

주) 상기 실측피복두께 측정값은 설계값 및 기존보고서, 금회 측정값 중 최소값을 사용함

본 구조물의 탄산화깊이 시험결과, 바닥판은 11.5~13.2mm로 측정되었으며, 교대 14.2~17.6mm로 측정되었다. 탄산화진행 정도에 따른 잔여피복두께는 바닥판하면은 “b”로, 교대는 “a”로 평가되었으며 추가적으로 탄산화진행 정도에 따른 콘크리트의 내구수명 예측을 다음과 같이 분석하였다.

5.4.3 내구성조사 및 시험 결과

구 분	시험 결과			결과 분석
압 축 강 도 시험 (MPa)	구 분	반발경도법	설계강도	반발경도법에 의한 콘크리트 압축강도 추정 결과는 시험개소 모두 설계기준강도(상부슬래브:27.0MPa, PSC Beam:35.0MPa, 하부구조:21.0MPa)를 상회하는 것으로 분석됨
	거 더	36.3	35.0	
	바닥판 하면	27.5 ~ 30.2	27.0	
	교대, 교각	24.1 ~ 28.0	24.0	
탄산화 시험 (mm)	구 분	탄산화깊이	잔여피복	탄산화에 의한 잔여피복 두께는 바닥판하면 “b”로, 교대는 “a”로 양호한 상태로 평가됨
	바닥판 하면	11.5 ~ 13.2	26.8 ~ 28.5	
	교 대	14.2 ~ 17.6	72.4 ~ 75.8	
			내구연한	

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

5.5 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)	IPCI	b	c	a	a	a	a	c	a	c	q	b	a
S2(P1)	IPCI	b	b	b	a	a	a	x	a	c	q	x	x
S3(P2)	IPCI	b	b	b	a	b	a	x	a	c	q	x	x
S4(P3)	IPCI	b	d	c	a	a	b	x	a	c	q	x	x
S5(P4)	IPCI	b	a	b	a	a	a	c	a	b	q	x	x
S6(P5)	IPCI	b	b	b	a	b	a	x	a	c	q	x	x
S7(P6)	IPCI	b	c	a	a	b	a	x	b	c	q	x	x
S8(P7)	IPCI	d	c	b	b	a	b	x	a	c	q	b	x
A2	-	-	-	-	-	-	-	c	b	b	q	-	a
평균		0.263	0.325	0.200	0.113	0.138	0.125	0.400	0.122	0.356	0.000	0.200	0.100
가중치		20	18	5	7	3	2	9	9	20	0	4	3
(평균×가중치) /가중치합		0.053	0.059	0.010	0.008	0.004	0.003	0.036	0.011	0.071	0.000	0.008	0.003
									환산결함도점수		0.265		
									상태평가결과		C		

5.5.1 기 점검결과 비교

본 교량의 기 점검 상태평가와 비교·분석한 결과, 상태등급은 “C”를 유지하고 있으며, 2013년 정밀점검 이후 연석 보수를 실시하였고, 그로 인해 전회 정밀점검에 비해 결함도 지수가 다소 상향된 것으로 분석되었다.

구 분	2013년 정밀점검		금회 2015년 정밀점검	
	평가점수	평가결과	평가점수	평가결과
분토교	0.277	C	0.265	C

5.6 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 상·하부구조에서 건조수축으로 인한 균열 및 백태 등 비구조적 요인과 외부충격에 의한 콘크리트 파손, 재료분리, 철근노출 등이 발생되었으며, 교면포장은 차륜에 의한 영향으로 아스콘 포트홀이 발생한 상태이다. 교체된 신축이음은 전반적으로 양호한 상태이나, 후타재 균열 보수 및 토사퇴적 정비가 요망된다. 신축이음장치 및 교량받침은 기능상(유간 및 가동상태) 문제점은 없는 양호한 상태이다.

분토교의 상태평가 및 종합평가 결과, 안전등급은 주요부재에 경미한 결함 또는 보조부재에 광범위한 결함이 발생하였으나 전체적인 시설물의 안전에는 지장이 없으며, 주요부재에 내구성, 기능성 저하 방지를 위한 보수가 필요하거나 보조부재에 간단한 보강이 필요한 상태인 “C(보통)등급”으로 평가되었다.

평가구분	결함지수	평가결과	비 고
상태평가	F = 0.265	C	
안전성평가	-	-	
종합평가	안전등급 : C 등급(보통)		
평 가	· 외관조사 결과, 주요 손상으로는 상·하부구조에서 콘크리트 파손, 재료분리, 철근노출, 교량받침 무수축물탈, 받침콘크리트 균열 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 주요부재에 경미한 결함 또는 보조부재에 광범위한 결함이 발생하였으나 전체적인 시설물의 안전에는 지장이 없으며, 주요부재에 내구성, 기능성 저하 방지를 위한 보수가 필요하거나 보조부재에 간단한 보강이 필요한 상태인 “C(보통)등급”지정됨		

※본 용역에서는 안전성 평가를 실시하지 않음.

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

5.7 보수보강 및 유지관리방안

5.7.1 보수보강 방안

구분	손상내용	보수 · 보강	수량			단가 (원)	공사비 (원)	우선 순위	비고
			손상	보수	단위				
바닥판 하 면	균열(0.3mm이상)	주입보수	1.0	1.20	m ²	50,000	60,000	1	
	철근노출	단면보수	4.3	5.16	m ²	350,000	1,806,000	1	
	파손	단면보수	0.84	1.01	m ²	166,000	167,660	1	
거더	균열(0.3mm이상)	주입보수	5.1	6.12	m ²	50,000	306,000	1	
	철근노출	단면보수	0.26	0.31	m ²	350,000	108,500	1	
교대/ 교각	균열(0.3mm이상)	주입보수	10.68	12.82	m ²	50,000	641,000	1	
	철근노출	단면보수	4.74	5.69	m ²	350,000	1,991,500	1	
신축 이음	유간 토사퇴적	청소	3	3.60	ea	10,000	36,000	1	
순공사비		1순위(원)			5,116,660				
부 대 공 (순공사비 30%)		1순위(원)			1,534,998				
제경비 (순공사비와 부대공사비 합계의 50%)		1순위(원)			3,325,829				
총 개략공사비		1순위 (십만단위 절삭)			28,400,000				

5.7.2 유지관리 방안

(1) 정기점검시 주요 점검사항

금회 점검 시 조사된 주요손상은 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
난간, 연석	연석파손	
바닥판하면	- 균열(0.3mm 미만, 이상) - 백태, 망상균열, 재료분리 - 철근노출, 파손	
거더	- 균열(0.3mm 미만, 이상) - 백태, 재료분리 - 철근노출, 파손 및 박리	
교대, 교각	- 균열(0.3mm 미만, 이상) - 백태, 재료분리 - 박리, 박락, 들뜸, 철근노출	
교량받침	- 균열(0.3mm 미만) - 플레이트 부식	
신축이음	- 후타재균열(0.3mm이상) - 유간 토사퇴적	

(2) 주요 유지관리사항

① 균열 중점 유지관리부

금회 점검에서는 상기에 표기된 $cw=0.3\text{mm}$ 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	
바닥판하면	균열($Cw=0.3\text{mm}$ 미만)	29.7	22	
	균열($Cw=0.3\text{mm}$ 이상)	4.0	2	
거더	균열($Cw=0.3\text{mm}$ 미만)	25.1	23	
	균열($Cw=0.3\text{mm}$ 이상)	20.4	13	
교대, 교각	균열($Cw=0.3\text{mm}$ 미만)	26.39	36	
	균열($Cw=0.3\text{mm}$ 이상)	42.7	48	
받침장치	균열($Cw=0.3\text{mm}$ 미만)	4.9	47	
신축이음	균열($Cw=0.3\text{mm}$ 이상)	62.9	143	



$cw=0.3\text{mm}$ 이상 균열(S8-G8)



$cw=0.3\text{mm}$ 이상 균열(P1)

② 철근노출 중점 유지관리부

금회 진단에서는 상기에 표기된 철근노출 손상에 대해 외관조사망도를 작성하여 부록에 수록하였으며, 향후 이를 토대로 점검 및 정밀안전진단시 철근노출 손상의 보수 실시여부 및 보수상태, 손상 진행여부를 확인하여야 한다.

구분	손상내용	손상		비고
		수량(㎡)	개소	
바닥판하면	철근노출	4.3	2	
거더	철근노출	0.26	5	
교대, 교각	철근노출	4.74	66	



철근노출 및 파손(S8)



철근노출(P7)

③ 배수시설 현황

배수시설은 배수구 막힘 및 위치불량 손상에 대한 지속적인 유지관리가 필요하다.



배수구 막힘(S1)



배수구 막힘(S6)

5.8 종합결론

분토교는 1993년 1월에 준공되어 약 20년의 공용기간이 경과된 시설물로서 경상북도 의성군 의성읍 용연리 국도 5호선에 위치하고 있는 2종 시설물로서 도로교량이다. 총연장은 242.0m이고, 폭은 19.0m로서 설계하중 DB-24인 4경간 연속 PSCI 거더교로 시공되어져 있다.

1. 교면포장은 아스콘포장으로 2013년 정밀점검 당시에는 국부적으로 포장마모에 의한 포트홀이 조사되었고 보수이력 확인결과, 1993년 준공이후 교면포장과 관련된 보수이력은 없는 것으로 확인되었으나 현장조사에서는 포트홀이 보수된 것으로 확인되었다. 교면포장에 대한 외관조사 결과, 기 손상인 포장마모에 의한 포트홀은 보수가 된 양호한 상태로 조사되었다.
2. 난간은 알루미늄 재질의 차량용 난간으로 설치되어 있으며, 2013년 정밀점검 시 볼트 체결불량, 연석박락, 차광판파손이 조사되었고 보수이력 확인결과, 1993년 준공이후 난간과 관련된 보수이력은 2007년 10월 04일 난간, 연석, 중앙분리대 부분보수 및 2012년 난간 재설치를 실시한 것으로 확인되었으며, 현장조사 결과 2013년 정밀점검 이후 연석 보수가 실시된 것으로 확인되었다. 난간(차량용) 및 연석에 대한 외관조사 결과, 연석 파손이 조사되었다. 파손은 기존 파손부 보수 미흡으로 인하여 일어난 상태이다. 손상의 적출시기에 따른 추이분석 결과, 2013년 정밀점검 이후 보수를 한 것으로 조사되었으며, 일부 보수 미흡으로 손상이 발생한 것으로 판단된다.
3. 바닥판 하면은 PSCI BEAM(G1~G8)과 콘크리트 슬래브가 일체화된 합성교 형식의 8경간 연속교이다. 2013년 정밀점검 시 망상균열, 균열부 백태가 조사되었고 보수이력 확인결과, 1993년 준공이후 바닥판과 관련된 보수는 없는 것으로 확인되었다. 바닥판 하면에 대한 외관조사 결과, cw=0.3mm미만 균열, cw=0.3mm이상 균열, 백태, 백태/망상균열, 재료분리, 철근노출, 파손이 발생한 상태이다. 백태, 백태/망상균열 등은 모두 동일한 원인에 의해 결함이 발생하였으며, 주된 원인은 교면방수 노후에 의한 노면수가 바닥판으로 침투하여 발생한 것으로 판단된다. 또한, 캔틸레버 구간 신축이음 교체시 콘크리트 블록

아웃으로 인한 콘크리트 파손 및 철근노출이 국부적으로 조사되었고, 기존 신축이음 교체 시공전 하부로 누수에 의한 이음부 단부 바닥판에 대한 백태가 다수 조사되었다. 손상의 적출시기에 따른 추이분석 결과, 손상수량은 2013년 점검 시 비교하여 수량이 다소 증가하였다. 이는 전반적으로 콘크리트 표면열화가 진행 중에 있으며, 바닥판하면과 같은 교면의 차량하중을 직접적으로 지지하는 구조의 경우 망상균열부 콘크리트 편칭 등의 손상우려가 있으므로 보수 완료 후 주기적인 관찰이 필요하다.

4. 거더(PSCI BEAM)는 1경간 당 8본씩 총 64본이 설치되어 있으며, 빔 간격은 2.0m간격이다. 2013년 정밀점검 시 균열, 재료분리, 백태, 박리 등의 손상이 조사되었고 보수이력 확인결과, 1993년 준공이후 거더에 대한 보수이력은 없는 것으로 확인되었다. 거더에 대한 외관조사 결과, $cw=0.3\text{mm}$ 미만 균열, $cw=0.3\text{mm}$ 이상 균열, 백태, 재료분리, 철근노출, 파손 및 박리가 발생한 상태이다. 거더 손상의 적출시기에 따른 추이분석 결과, 손상수량은 2013년 점검 시 비교하여 수량이 다소 감소하였다. 이는 거더 측면의 균열이 조사결과 손상이 확인되지 않아 수량을 조정하였다. 금회 조사된 결함은 대부분 경미한 결함으로 철근노출 및 $cw=0.3$ 이상 균열은 내구성 확보를 위하여 보수를 실시하고 기타 결함은 주의관찰이 필요하다.

5. 교대는 시·종점 모두 역T형식이고 교각은 라멘식으로 시공되어 있다. 2013년 정밀점검 시 재료분리, 단면파손, 균열, 표면오염, 철근노출 등이 조사되었고 보수이력 확인결과, 1993년 준공이후 보수이력은 없는 것으로 확인되었다. 교대에 대한 외관조사 결과, $cw=0.3\text{mm}$ 미만 수직균열, 백태, 재료분리, 들뜸, 표면오염 및 누수흔적이 발생한 상태이다. 벽체에 발생한 균열은 온도변화 및 건조수축에 의한 내부구속 균열로 판단되며, 표면오염 및 누수흔적은 연석 덮개미설치로 우수가 흉벽으로 흘러내려 발생한 결함으로 흉벽 누수로 인하여 교대(A1) 벽체 상면에 콘크리트 들뜸 및 재료분리가 발생하였다. 교대 손상의 적출시기에 따른 추이분석 결과, 2013년 점검 시의 손상에 비해 금회 콘크리트 들뜸, 백태 등의 손상이 신규로 발생되어 손상수량이 증가하였다. 따라서 흉벽부 누수에 대한 적절한 조치를 취해 내구성 및 사용성 확보가 필요하고, 주기적인 유지관리에 의한

주의관찰이 필요하다.

6. 교각에 대한 외관조사 결과, $cw=0.3mm$ 미만 균열, $cw=0.3mm$ 이상 균열, 백태, 박리, 박락 및 파손, 철근노출이 발생하였다. 교각은 라멘형 구조로서 기둥부 콘크리트 타설후 코핑 타설을 실시함에 따라 코핑 상단의 건조수축에 따른 기둥의 구속으로 코핑 상단 인장부 수직균열이 발생한 것으로 조사되었으며, 국부적으로 다짐불량에 의한 재료분리, 피복두께 부족으로 인한 철근노출, 외부 충격에 의한 파손, 우수유입에 의한 백태 등의 손상이 점검되었다. 손상의 적출시기에 따른 추이분석 결과, 2013년 점검 시의 손상과 금회 조사된 손상을 비교한 결과 $cw=0.3mm$ 미만 및 이상 균열, 재료분리가 추가로 조사되어 손상물량이 소폭 증가하였다. 따라서 수직균열의 경우 균열폭이 다소 크게 나타나고 철근노출의 경우 손상의 진전 우려가 있음에 따라 우선적으로 주입보수 및 단면보수가 필요하며, 그 외 손상의 경우 주의관찰 후 손상진전 시 보수를 실시하는 것이 바람직한 것으로 판단된다.

7. 받침장치는 탄성받침으로 각 하부구조 당 8(교대)/16(교각)개소 씩 설치되어 있다. 2013년 정밀점검 시 받침 플레이트 강재부식이 조사되었고 보수이력 확인결과, 1993년 준공이후 보수이력은 2010년 탄성받침 교체시공을 실시한 것으로 확인되었다. 교량받침에 대한 외관조사 결과, $cw=0.3mm$ 미만 몰탈 균열, 받침 플레이트 강재부식이 조사되었다. 몰탈 균열은 이질재(무수축 몰탈, 강재)의 간섭에 의한 균열로 판단된다. 기 손상은 경미하여 주의관찰 후 손상진전 시 보수를 하는 것이 바람직한 것으로 판단된다.

8. 신축이음장치는 드레인 조인트로서 총 3개소(A1, P4, A2)가 시공되어져 있으며, 2013년 정밀점검 시 후타재 균열($cw=0.3mm$ 이상), 골재노출, 토사퇴적 등이 조사되었고 보수이력 확인결과, 1993년 준공이후 보수이력은 2010년 신축이음 교체시공을 실시한 것으로 확인되었다. 신축이음장치에 대한 외관조사 결과, $cw=0.3mm$ 이상 후타재 균열, 신축이음장치 유간 토사퇴적이 조사되었다. 후타재에 발생한 균열($cw=0.3mm$ 이상)은 온도변화 및 건조수축에 의한 내부구속 균열로 판단된다. 유간토사퇴적은 사용성 확보를 위하여 유간청소를 실시하고, 후타재 균열은 보수(균열부 주입보수) 시 차선통제, 보수효과 등을 감안하

면 보수보다는 주의관찰 하고 장기적으로는 신축이음장치 내구수명을 고려하여 교체계획을 수립하는 것이 바람직한 것으로 판단된다.

9. 배수시설은 집수구의 경우 9개씩 총 18개가 설치되어 있으며, 2013년 정밀점검 시 배수시설에 대한 특이손상이 없는 것으로 조사되었고 보수이력 확인결과, 1993년 준공이후 보수이력은 없는 것으로 확인되었으며, 현장조사에서도 보수나 교체흔적은 없는 것으로 확인되었다. 배수시설 외관조사 결과, 집수구 덮개는 전체가 없는 상태이고 관경 또한 일반적인 교량집수구(Ø250mm)에 비해 작아 배수구 주변에 토사가 많이 쌓인 상태이며 일부 배수구는 막힘 현상이 조사되었다. 배수관 길이는 상부구조(PSCI BEAM) 끝단에서부터 5~10cm로서 15cm에 다소 부족하지만 거더 측면에 대한 손상발생 우려가 거의 없음에 따라 주기적으로 육안관찰에 의한 배수구 주변 손상유무에 대하여 유지관리함이 바람직하며 내구성 및 사용성을 위한 지속적인 청소, 정비가 필요하다.
10. 외관조사 결과 및 내구성조사 결과에 의한 상태평가는 “C”로 평가되어 종합평가를 통한 안전등급 지정결과, 본 시설물은 “C등급(보통)”이다.
11. 본 시설물의 안전등급은 『C등급』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.
12. 정밀점검 대상 시설물인 분토교는 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 지속적인 유지관리를 행하면 설계시 의도한 내구연한을 확보할 수 있을 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

