제 3장 현장조사 및 시험

3.1 외관조사 개요

3.2 외관조사 결과(내서방향)

3.3 외관조사 결과(여주방향)

3.4 콘크리트 내구성조사

3.5 현장조사 결과요약

제 3장 현장조사 및 시험

3.1 개 요

옥성대교(내서, 여주)는 설계하중 DB-24(DL-24)의 고속국도 교량으로서 2001년에 준공되어 약 15년 정도의 공용기간이 경과한 상태이며, 위치상으로 경상북도 구미시 옥성면 대원리(중부내륙선 130.8km 지점)에 있는 방향별 편도2차로 교량이다.

본 교량의 제원은 방향별 총폭 12.6m, 총연장 690.6m(30.0m+40.0m+11@50.0m+ 40.0m+ 30.0m)이며, 상부구조가 15경간 연속 PSC Box Girder(I.L.M공법 시공) 형식으로서 하부구조의 교대는 역T형, 교각은 중공형 구주식이고 기초는 확대기초로 시공되어져 있다.

본 시설물에 대한 외관조사는 대상교량의 물리적, 기능적 결함을 발견하고 안전성을 판단함을 목적으로 교량부재 전체에 대하여 가능한 한 근접한 상태에서 육안조사를 실시함을 원칙으로 하였다. 따라서, 사전 현장답사를 통해 주변 여건을 파악하여 현장 접근에 필요한 접근방법 및 장비 동원과 그에 따른 일정계획을 수립하고, 기초자료의 수집 및 분석을 통한 주요 손상을 파악하는 등의 사전검토를 통하여 주요 손상을 파악한 후 『안전점검 및 정밀안전진단 세부지침_교량편(2010.12, 국토해양부/한국시설안전공단)』의 실시요령에 따라 시설물에 내재되어 있는 위험요인이나 시설물의 기능 및 성능 저하, 상태 등을 신속·정확하게 검사·평가하는 데 주안점을 두고 외관조사 방향을 결정하였다.

본 교량의 외관조사시 상부구조는 교통통제 후 교량점검차를 이용하였으며 하부구조는 점검로 및 고소점검차를 이용하여 수행하였다.

본 장에서는 외관조사 결과 확인된 결함과 손상 상태에 대하여 교량의 구성 부재별로 사진을 첨부하여 설명하고 발생 원인을 분석하여 보수·보강 및 유지관리 방안을 마련하는데 참고할 수 있도록 하였으며, 전체 부재에 대한 외관조사망도를 작성하여 향후 교량의 점검 및 유지관리시 효율적으로 활용할 수 있도록 하였다.

【표 3.1】 부재별 조사항목

구 분		조 사 항 목	비 고
상부 구조	바닥판	• 콘크리트 균열, 철근부식, 철근노출, 박락, 파손, 재료분리 • 누수, 백태, 표면오염	
	PSC 거더	• 균열(중앙부 횡방향 균열, 복부 사인장 균열 등) • 받침부 부스러짐 • 박리, 박락, 층분리, 파손, 철근노출, 재료분리, 백태	
하부 구조	교대	• 콘크리트 균열, 철근부식, 철근노출, 누수, 백태, 박락, 파손, 재료분리 • 교대의 이동 및 회전 유무 • 거더 또는 바닥판과 협착 유무	
	교각	• 콘크리트 균열, 철근부식, 철근노출, 박락, 파손, 재료분리	
	기초	• 세굴, 침하, 파손, 침식	
교면포장		• 균열, 요철, 단차, 포트홀, 물고임(체수)	
배수시설		• 파손, 배수관 길이 부족, 배수관 주변 및 연결부 누수, 배수구 위치불량	
연석 및 난간		• 균열, 철근부식, 철근노출, 박락, 파손, 백태	
교량 받침	강재 받침	• 균열, 부식, 변형, 파손	
	기타	• 유간 부족, 편기, 수평불량, 가동불량, 교량받침 설치오류, 앵커볼트 파손	
신축이음		• 본체의 파손, 부식, 누수, 이상음 및 진동, 유간 부족 • 후타재의 균열, 파손, 단차 • 후타재와 포장면 사이 이격	

교량점검차를 이용한 조사

고소점검차를 이용한 조사

【사진 3.1】 교량점검차 및 고소점검차 등을 이용한 근접 육안조사

3.2 외관조사 결과(내서방향)

3.2.1 상부구조

가. 바닥판

1) 부재의 개요

- PSC Box Girder교의 경우 상·하부 플랜지와 복부판이 일체로 거동하지만 상태평가시 활하중을 직접 받는 상부플랜지는 바닥판으로 분류하여 평가하므로 금회 진단 시 에는 상부플랜지를 바닥판으로 분류하였다.
- 바닥판의 외관조사시 거더내부 상부플랜지는 도보점검을 실시하였고 거더외부의 캔틸레버부는 교량점검차를 이용하여 근접 외관조사를 수행하였다.

거더내부 상부플랜지 전경(S5)	거더외부 캔틸레버 전경(S13)

【사진 3.2】 바닥판 전경(내서)

2) 외관조사 결과

- 바닥판(거더외부 : 좌·우 캔틸레버, 거더내부 : 상부플랜지)에 대한 외관조사 결과, 구조적인 균열 등의 손상은 없는 상태이나 일부개소 거더내부(상부플랜지) 폭 0.1이하㎜의 종방향 균열 및 거더외부(좌·우 캔틸레버) 폭 0.1㎜이하의 균열, 캔틸레버 최외측 철근부식 및 백태, 종점 거더 단부의 보수부 박락 등이 조사되었다.
- 거더내부(상부플랜지)의 종방향 균열은 기 진단(2012년)시 관측된 손상이 전반적으로 보수된 상태로 확인되었으며 일부 균열이 추가 조사되었다.
- 거더외부(좌·우 캔틸레버)의 균열 및 균열부 백태 등은 기 진단(2012년)시 관측된 손상이 보수 공사시 누락된 것으로 추정되며 금회 철근노출 및 백태, 보수부 박락 등의 손상이 추가 조사되었다.

【표 3.2】 바닥판하면 외관조사 결과(내서)

구 분	거더내부(상부플랜지)		거더외부(캔틸레버)					
	균열(0.2㎜이하)(m/개소)		균열(0.2㎜이하)(m/개소)		균열부 백태(m/개소)		철근부식 및 박락(㎡/개소)	
	′12진단	′16진단	′12진단	′16진단	′12진단	′16진단	′12진단	′16진단
S1	11.4/16	–	–	–	–	–	–	–
S2	22.3/28	–	–	–	–	–	–	–
S3	67.3/57	–	0.5/1	0.50/1	0.3/1	0.30/1	–	–
S4	15.0/19	–	–	–	–	–	–	–
S5	27.9/22	–	–	–	–	–	–	–
S6	37.4/30	–	–	–	–	–	–	–
S7	40.0/30	–	–	–	–	–	–	–
S8	15.4/14	–	–	–	–	–	–	–
S9	11.5/14	–	–	–	–	–	–	–
S10	42.9/41	–	–	–	–	–	–	–
S11	20.5/23	0.70/1	–	–	–	–	–	–
S12	38.1/40	–	–	–	–	–	–	–
S13	29.4/30	–	–	–	–	–	–	–
S14	31.7/34	–	–	–	–	–	–	–
S15	61.1/66	0.30/1	8.3/12	–	–	–	0.70/2	–
합 계	471.9/464	1.00/2	8.8/13	0.50/1	0.3/1	0.30/1	0.70/2	–

【표 3.2】 바닥판하면 외관조사 결과(내서) (계속)

구 분	거더외부(캔틸레버)							
	백태(㎡/개소)		보수부 박락(㎡/개소)		철근부식 및 백태(㎡/개소)		철물노출(㎡/개소)	
	′12진단	′16진단	′12진단	′16진단	′12진단	′16진단	′12진단	′16진단
S1	–	–	–	–	–	–	–	–
S2	–	–	–	–	–	–	–	–
S3	–	–	–	–	–	–	–	–
S4	–	–	–	–	–	–	–	0.01/1
S5	–	–	–	–	–	–	–	–
S6	–	–	–	–	–	–	–	–
S7	–	–	–	–	–	–	–	–
S8	–	–	–	–	–	–	–	–
S9	–	1.25/2	–	–	–	0.60/1	–	–
S10	–	0.75/1	–	–	–	–	–	–
S11	–	–	–	–	–	–	–	–
S12	–	–	–	–	–	–	–	–
S13	–	–	–	–	–	–	–	–
S14	–	0.15/1	–	–	–	–	–	–
S15	–	–	–	0.30/1	–	–	–	–
합 계	–	2.15/4	–	0.30/1	–	0.60/1	–	0.01/1

폭 0.1mm이하 균열(S11 거더내부)	폭 0.1mm이하 균열(S3 거더외부)
균열 보수현황(S15 거더내부)	철근부식 및 백태(S9 거더외부)
철물노출(S4 거더외부)	균열부 백태(S3 거더외부)

【사진 3.3】 바닥판 손상현황(내서)

백태(S9 거더외부)	보수부 박락(S15 거더외부)

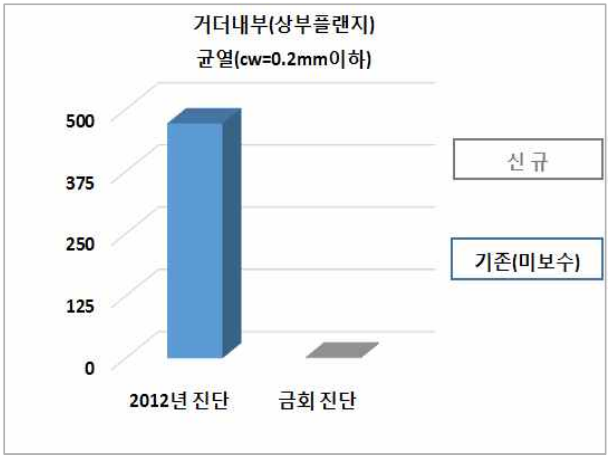
【사진 3.3】 바닥판 손상현황(내서) (계속)

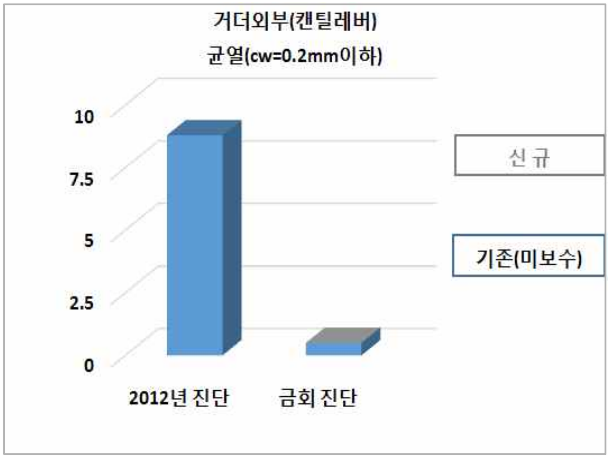
3) 기 진단(2012년) 결과와 비교

- 바닥판에 조사된 주요 손상에 대하여 기 진단 결과를 토대로 손상 진전여부를 검토한 결과, 기 진단시 조사된 내부(상부플랜지) 및 외부(캔틸레버)에 발생된 균열은 전반적으로 보수된 상태로 금회 일부 균열이 추가 조사되었다.
- 외부(캔틸레버)에 발생된 균열부 백태 등은 미보수 된 것으로 확인되었으며 금회 철근부식 및 백태, 보수부 박락 등의 손상이 추가 조사되었다.
- 금회 점검시 추가적인 균열은 기 진단시 일부 조사가 누락된 것으로 추정되며 거더외부(캔틸레버)에 발생된 손상은 일부구간 미보수 및 부분적인 조사 누락 등에 의한 것으로 판단된다.

【표 3.3】 바닥판 하면 기 진단 결과 비교(내서)

구 분		2012년 진단	금회 진단			비 고
			미보수	보수부 재손상	신규	
내부(상부플랜지)	균열(m)	471.9	-	-	1.8	
외부(캔틸레버부)	균열(m)	8.8	0.5	-	-	



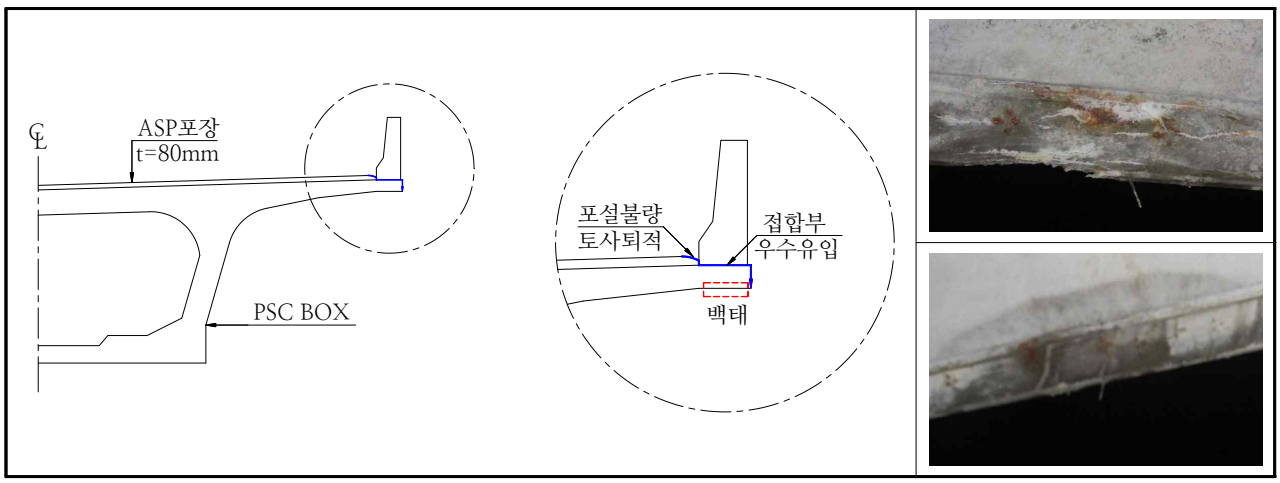


【그림 3.1】 바닥판 하면 기 진단결과 비교(내서)

4) 검토의견

① 거더외부 철근부식 및 백태

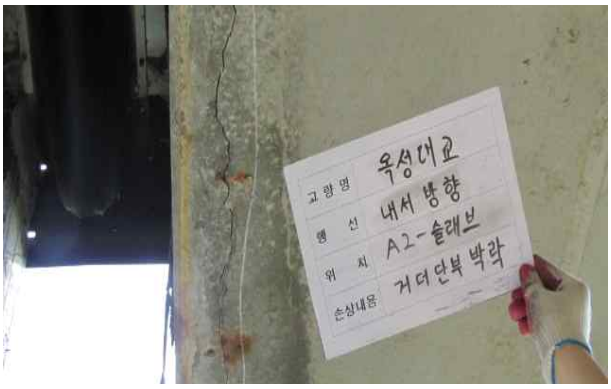
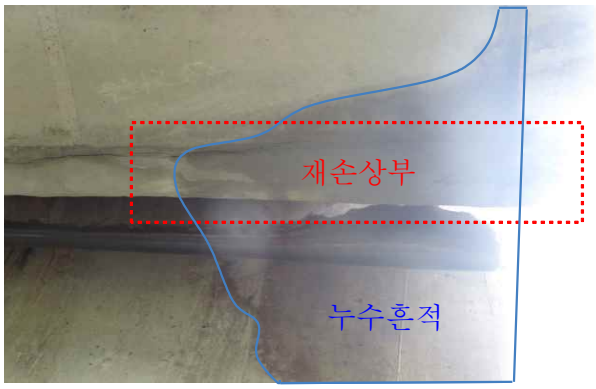
- 거더외부 하면에 발생한 철근노출 및 백태의 경우 포장단부의 시공품질 불량시 포장두께 결손에 의한 집수단면 형성, 바닥판과 방호벽의 시공이음부를 통한 노면수의 유입, 습윤 지속시간의 장기화에 의해 발생된 손상으로 판단된다.



- 시간경과에 따른 손상규모 확대시 박리·박락 등의 단면손실로 내구성 저하가 발생할수 있으므로 일부구간 보수조치가 필요한 것으로 판단된다.

② 보수부 박락

- 거더외부(우측 캔틸레버) 종점단부 보수부 박락의 경우 기 진단시 조사된 손상(철근부식 및 박락)에 대해 단면보수를 시행하였으나 신축이음부 노면수 유입에 따른 재손상이 진행중인 것으로 관측되었다.

'12진단	'16진단
	

- 점검일 현재 거더단부 및 교대 흉벽부의 수분침투 흔적을 고려할 때 신축이음 물받이 경사 또는 연결부 씰링을 통해 노면수 유입경로 차단시 보수부 재손상 진행을 억제할수 있을 것으로 판단된다.

나. PSC Box거더

1) 부재의 개요

- 옥성대교(내서)의 거더는 PSC Box를 교대 또는 제1교각의 후방에 설치한 제작장에서 1세그먼트씩 제작하여 교량의 경간을 통과할수 있는 평형압축력을 포스트텐션 방식에 의하여 제작된 세그먼트에 도입시켜 미리 제작된 주형과 일체화 시킨후 압출장치에 의해 거더를 교축방향으로 밀어내는 I.L.M 공법으로 시공되었다.
- PSC Box 거더는 좌,우측 복부(WEB)와 하부 플랜지를 거더부재로 분류하였으며 내부는 도보를 통해, 외부는 교량점검차를 이용하여 근접 접근하여 조사하였다.

거더내부 전경(S2)	거더외부 전경(S9)

【사진 3.4】 PSC Box 거더 전경(내서)

2) 외관조사 결과

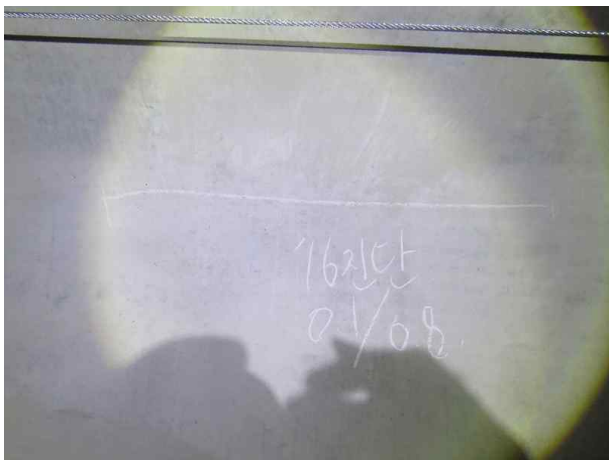
- PSC Box 거더내부 및 거더외부에 대한 외관조사 결과 거더내부 폭 0.1mm이하의 종방향균열, 철물노출, 보수부 재균열 및 거더외부 폭 0.1mm이하의 종·사방향균열, 철물노출, 백태 등이 조사되었다.
- 거더내부의 균열 및 철물노출 등은 기 진단(2012년)시 관측된 사항이 전반적으로 보수된 상태로 부분적으로 미보수부가 조사되었다.
- 거더외부의 균열, 철물노출, 백태 등은 기 진단(2012년)시 관측된 사항이 일부 보수된 상태로 미보수부와 신규손상이 추가 조사되었다.
- 거더외부에서 조사된 균열은 폭 0.1㎜이하의 미세균열이며 시공이음부 및 복부정착단 주변에서 발생한 것으로 조사되었다.

【표 3.4】 PSC Box 거더(내부) 외관조사 결과(내서)

구 분	균열(0.2㎜이하)(m/개소)		잡철물 노출(㎡/개소)		보수부 재균열(m/개소)	
	'12진단	'16진단	'12진단	'16진단	'12진단	'16진단
S1	1.4/3	0.70/1	–	–	–	–
S2	1.5/4	–	0.04/1	0.04/1	–	–
S3	9.9/19	–	–	–	–	–
S4	–	–	–	–	–	–
S5	13.1/30	–	–	–	–	–
S6	34.1/56	–	–	–	–	–
S7	51.8/70	0.80/1	–	–	–	–
S8	15.5/27	0.30/1	–	–	–	–
S9	22.8/36	–	–	–	–	–
S10	57.1/77	0.60/1	–	–	–	–
S11	43.9/66	1.00/2	–	–	–	–
S12	86.5/161	–	–	–	–	–
S13	131.3/207	–	–	–	–	–
S14	27.0/39	0.5/1	–	–	–	1.00/1
S15	12.2/15	3.40/8	–	–	–	–
합 계	508.1/810	7.3/15	0.04/1	0.04/1	–	1.00/1

【표 3.5】 PSC Box 거더(외부) 외관조사 결과(내서)

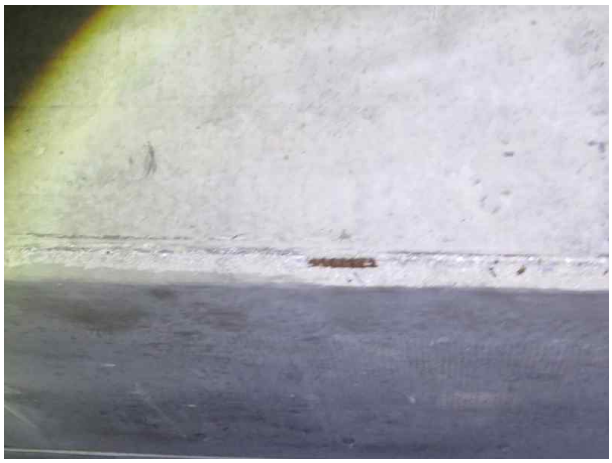
구 분	균열(0.2㎜이하)(m/개소)		잡철물 노출(㎡/개소)		백태(㎡/개소)	
	'12진단	'16진단	'12진단	'16진단	'12진단	'16진단
S1	3.1/5	1.10/1	-	-	-	-
S2	1.0/1	1.00/1	-	-	-	-
S3	1.3/4	2.00/5	0.03/1	0.03/1	-	-
S4	1.0/1	1.20/2	-	-	-	-
S5	0.9/3	1.70/5	-	-	-	-
S6	2.7/6	3.00/7	-	-	-	-
S7	1.2/2	2.70/5	-	-	-	-
S8	1.2/1	6.80/11	-	0.01/1	-	-
S9	1.9/5	4.50/12	-	-	-	-
S10	19.7/36	25.90/48	-	-	-	0.05/1
S11	3.8/10	6.80/19	-	-	-	-
S12	4.9/11	9.00/19	-	-	-	-
S13	5.2/7	4.50/7	-	-	-	-
S14	4.6/6	2.50/5	-	-	-	-
S15	0.8/2	3.10/4	-	-	-	-
합 계	53.3/100	75.80/151	0.03/1	0.04/2	-	0.05/1



폭 0.1mm이하 종방향균열(S7-LW 내부)

폭 0.1mm이하 종방향균열(S8-RW 내부)

【사진 3.5】 거더 손상사진(내서)

폭 0.1mm이하 사방향균열(S10-LW 외부)	폭 0.1mm이하 종방향균열(S13-RW 외부)
	
철물노출(S8-RW 외부)	폭 0.1mm이하 종방향균열(S10-LF 외부)

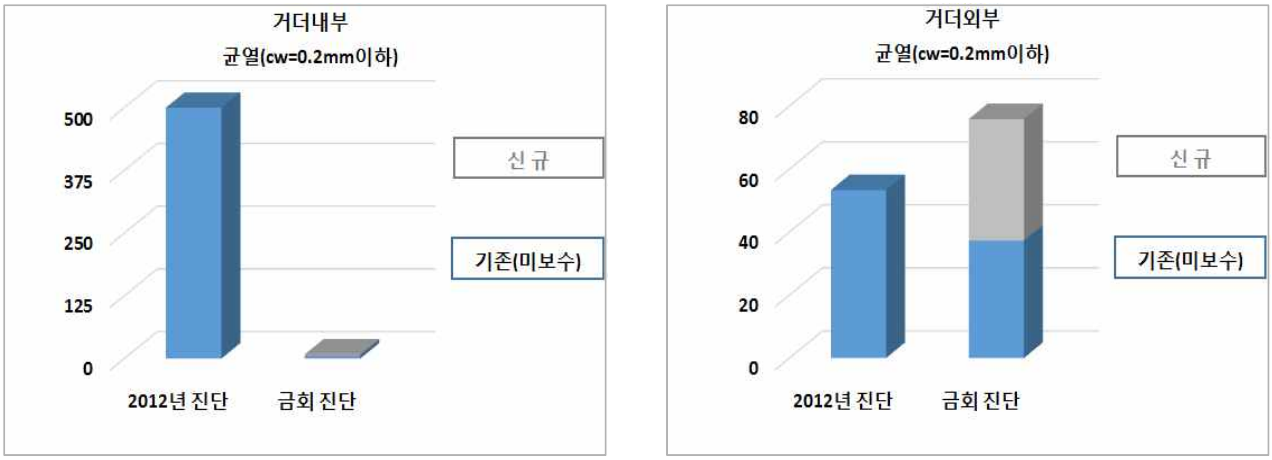
【사진 3.5】 거더 손상사진(내서, 계속)

3) 기 진단(2012년) 결과와 비교

- PSC Box 거더에 조사된 주요 손상에 대하여 기 진단 결과를 토대로 손상 진전여부를 검토하였으며 검토결과 거더내부는 전반적으로 보수된 상태이며 거더외부는 부분적으로 보수되어 미보수 및 추가적인 신규손상이 확인되었다. 이는 신규발생 균열이 아닌 기 점검과 진단시 손상이 경미하여 누락되거나 외관조사망도 작성상의 오류로 인한 누락 등이 원인으로 분석되었다.

【표 3.6】 PSC Box거더 기 진단 결과 비교(내서)

구 분		2012년 진단	금회 진단			비 고
			미보수	보수부 재손상	신규	
거더내부	균열(m)	508.1	6.1	1	1.2	
거더외부	균열(m)	53.3	37.3	-	38.5	

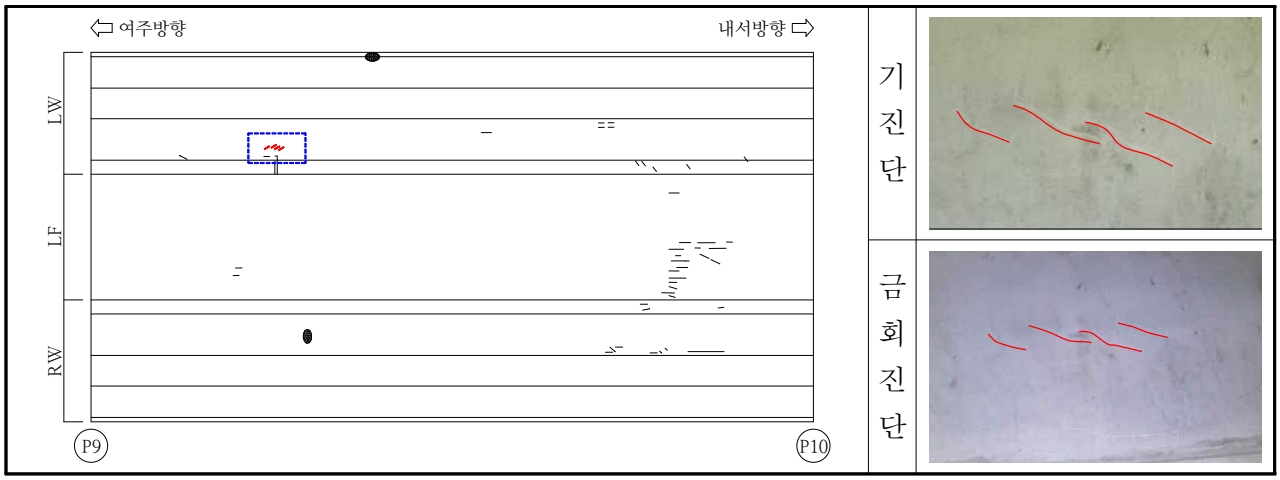


【그림 3.2】 거더 내·외부 기 진단결과 비교(내서)

4) 검토의견

① 사방향 균열

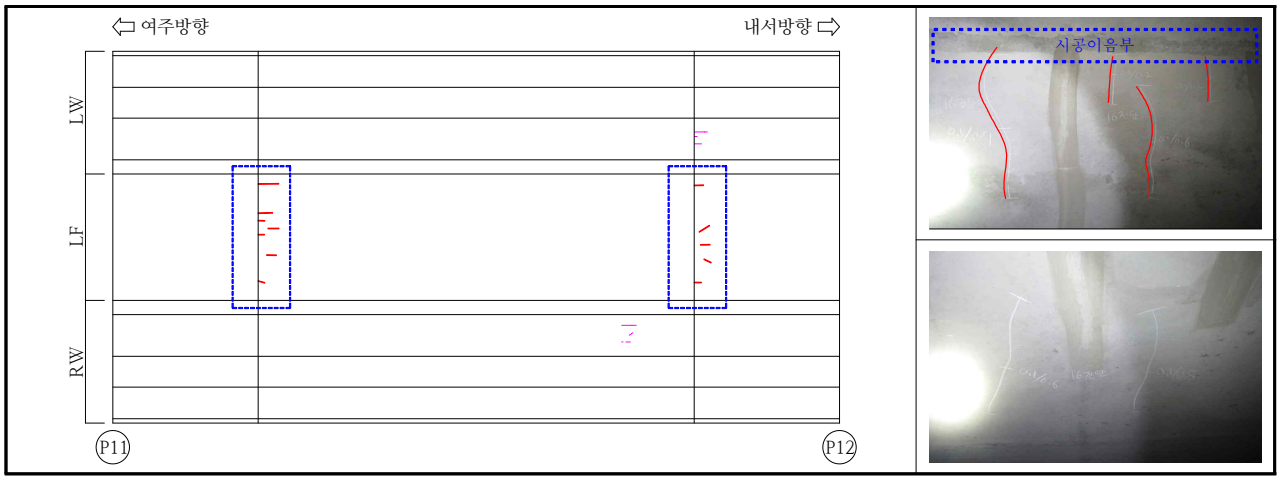
- 거더외부 복부에 발생한 사방향 균열은 기 진단시부터 조사된 균열로 복부 정착단 주변에서 발생하였으며 이는 프리스트레스 도입초기 긴장력과 시공초기 압출시 또는 압출완료 후에 발생한 시공초기 균열로 판단된다.



- 기 진단(2012년) 이후 균열폭 및 손상규모의 추가적인 진전은 없으므로 별도의 보수조치보다 지속적인 주의관찰을 실시하여 관리하는 것이 바람직한 것으로 판단된다.

② 종방향 균열

- 거더외부 하부플랜지에 주요손상인 종방향 균열은 시공이음부에 집중되어 있으며 이는 시공초기 콘크리트 내·외부의 온도차이로 인한 부등건조수축과 세그먼트 이어치기시 선타설 콘크리트에 구속되어 발생한 것으로 판단된다.



- 조사된 종방향 균열은 균열폭(0.1mm이하) 등을 감안할때 별도의 보수조치보다 지속적인 주의관찰을 실시하여 관리하는 것이 바람직한 것으로 판단된다.

다. 격벽

1) 개요

- 격벽은 각 Span의 시·종점부(교대 및 교각 지점부) 총 16개소가 설치되어 있다.

격벽 전경(S2-P2)

격벽 전경(S3-P3)

【사진 3.6】 격벽 전경(내서)

2) 외관조사 결과

- 격벽에 대한 외관조사 결과, 전반적으로 양호한 상태이며 일부개소 균열폭 0.2mm이하의 균열이 조사되었다.

【표 3.7】 격벽 외관조사 결과(내서)

구 분	균열(0.2㎜이하)(m/개소)		망상균열(0.2㎜이하)(㎡/개소)		잡철물 노출(㎡/개소)	
	'12진단	'16진단	'12진단	'16진단	'12진단	'16진단
S1	13.0/30	1.30/2	-	-	-	-
S2	8.5/19	-	-	-	0.04/1	-
S3	7.3/15	-	-	-	-	-
S4	8.3/21	0.40/2	0.18/1	-	-	-
S5	4.3/11	0.30/2	-	-	-	-
S6	9.0/20	0.40/2	-	-	-	-
S7	6.9/11	0.10/1	-	-	-	-
S8	7.2/16	0.20/1	-	-	-	-
S9	2.9/8	0.20/1	-	-	-	-
S10	6.3/14	0.40/2	0.54/2	-	-	-
S11	9.7/17	0.30/1	-	-	-	-
S12	8.1/18	0.60/2	-	-	-	-
S13	4.3/12	0.50/2	-	-	-	-
S14	8.4/24	0.30/1	-	-	-	-
S15	13.6/30	-	-	-	-	-
합 계	117.8/266	5.00/19	0.72/3	-	0.04/1	-

폭 0.2mm이하 균열(S1-P1)

폭 0.2mm이하 균열(S13-P12)

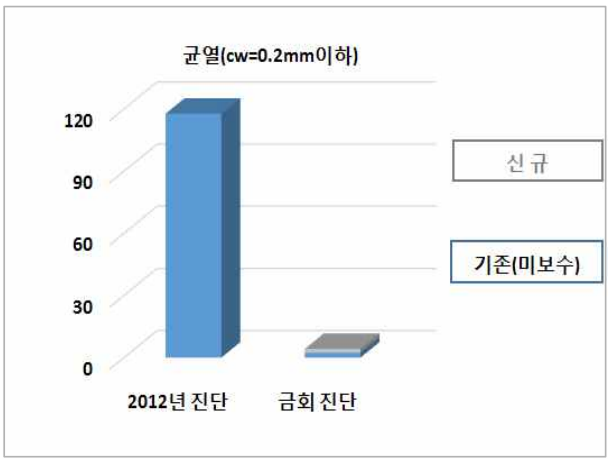
【사진 3.7】 격벽 손상현황(내서)

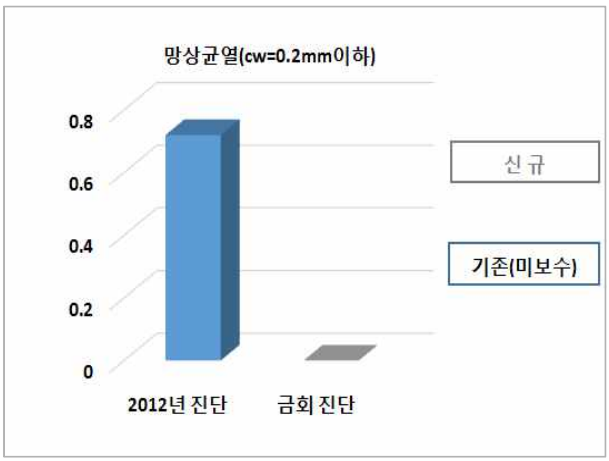
3) 기 진단(2012년) 결과와 비교

- 격벽에 조사된 주요 손상에 대하여 기 진단 결과를 토대로 손상 진전여부를 검토하였으며 검토결과 격벽은 전반적으로 보수된 상태이며 일부 미보수 및 신규손상이 추가 확인되었다. 이는 신규발생 손상이 아닌 기 점검과 진단시 손상이 경미하여 누락되거나 외관조사망도 작성상의 오류로 인한 누락 등이 원인으로 분석되었다.

【표 3.8】 격벽 기 진단 결과 비교(내서)

구 분	2012년 진단	금회 진단			비 고
		미보수	보수부 재손상	신규	
균열(m)	117.8	2.4	-	1.8	
망상균열(m2)	0.72	-	-	-	





【그림 3.3】 격벽 기 진단결과 비교(내서)

4) 검토의견

- 격벽에 신규로 조사된 균열은 균열의 발생형태 및 균열폭 등을 감안할 때 추가적인 손상진전이 아닌 기 진단시 손상이 일부 누락된 것으로 판단된다.
- 발생한 균열은 대부분 폭 0.2㎜이하 균열로서 시공초기 건조수축과 Massive한 콘크리트에서 높은 온도의 내부 수화열이 소산되면서 발생하는 수축작용이 선 시공된 거더에 구속되어 발생한 비구조적인 균열로 판단되므로 별도의 보수조치보다 지속적인 주의관찰을 실시하여 관리하는 것이 바람직한 것으로 판단된다.

3.2.2 하부구조

가. 부재의 개요

- 옥성대교(내서)의 교대는 역 T형 철근콘크리트 구조로서 기초는 직접기초이며 교대 배면에서 거더내부로 진입 할 수 있는 점검구가 시·종점 교대에 설치되어 있다.
- 옥성대교(내서)의 교각은 중공형 구주식이고 기초는 직접기초로 시공되어 있다.

교대 전경(A2)	교각 전경(P6)

【사진 3.8】 하부 전경 (내서)

2) 외관조사 결과

- 하부구조에 대한 외관조사결과 하부구조의 이상변위 등은 발생하지 않았으며 균열, 망상균열, 파손, 재료분리, 표면오염, 균열부 백태, 토사유실 등의 손상이 조사되었다.
- 교대에 발생한 균열은 대부분 폭 0.2㎜이하로 수직균열 형태를 띄고 있으며 폭 0.3㎜ 이상 균열은 A1 벽체전면에 1개소 조사되었다.
- 교각에 발생한 균열은 폭 0.2mm이하로 기둥 상·하단에 주로 분포되어 있으며 폭 0.3mm이상 균열은 P14 하단부에 2개소 조사되었다.
- 점검일 현재 하부구조에 발생된 손상에 대해서는 부분적으로 보수가 이루어진 상태로 보수상태는 전반적으로 양호한 것으로 확인되었다.

【표 3.9】 교대 및 교각 외관조사 결과(내서)

구 분	균열(0.2㎜이하)(m/개소)		균열(0.3㎜이상)(m/개소)		망상균열(0.2㎜이하)(㎡/개소)		박락(㎡/개소)	
	'12진단	'16진단	'12진단	'16진단	'12진단	'16진단	'12진단	'16진단
A1	12.6/30	7.30/21	0.8/2	-	0.30/1	0.30/1	0.09/1	-
P1	15.2/26	4.50/2	-	-	-	-	-	-
P2	15.5/32	1.20/2	-	-	-	-	-	-
P3	5.8/16	-	-	-	-	-	-	-
P4	6.0/14	-	-	-	0.78/2	-	-	-
P5	8.0/20	2.30/5	-	-	0.96/2	-	-	-
P6	12.4/20	2.90/4	-	-	0.60/1	-	-	-
P7	24.4/46	10.5/22	-	-	0.36/1	-	-	-
P8	21.1/55	9.10/23	-	-	1.47/3	-	-	-
P9	22.7/41	15.3/23	-	-	3.36/9	0.21/4	-	-
P10	19.3/43	4.60/10	-	-	1.00/2	-	-	-
P11	19.6/46	6.70/12	-	-	6.40/3	0.80/3	-	-
P12	56.3/92	5.20/7	-	-	1.34/3	-	-	-
P13	37.0/49	8.70/8	0.8/1	-	1.68/5	0.06/1	-	-
P14	15.9/35	1.20/4	2.0/2	2.00/2	0.96/2	-	-	-
A2	1.5/4	0.30/1	1.3/2	0.30/1	-	-	-	-
합 계	293.3/569	79.80/144	4.9/7	2.30/3	19.21/34	1.37/9	0.09/1	-

【표 3.9】 교대 및 교각 외관조사 결과(내서,계속)

구 분	파손(㎡/개소)		잡철물 노출(㎡/개소)		재료분리(㎡/개소)		표면오염(㎡/개소)	
	'12진단	'16진단	'12진단	'16진단	'12진단	'16진단	'12진단	'16진단
A1	-	-	-	-	-	-	-	-
P1	-	-	-	-	-	-	-	-
P2	0.05/2	0.05/2	-	-	-	-	-	-
P3	-	-	-	-	-	1.20/1	-	-
P4	-	-	-	-	-	-	-	-
P5	-	-	-	-	-	-	-	-
P6	-	-	-	-	-	-	-	-
P7	-	-	-	-	1.20/1	0.12/1	-	-
P8	-	-	0.82/2	-	0.30/1	0.30/1	-	-
P9	0.16/2	0.16/2	-	-	-	-	-	-
P10	-	-	-	-	-	-	-	-
P11	-	-	-	-	-	0.70/1	-	-
P12	-	-	-	-	-	-	-	-
P13	-	-	-	-	-	-	-	-
P14	-	-	-	-	-	-	-	-
A2	1.44/1	-	0.02/1	-	-	-	3.90/3	3.90/3
합 계	1.65/5	0.21/4	0.84/3	-	1.50/2	2.32/4	3.90/3	3.90/3

【표 3.9】 교대 및 교각 외관조사 결과(내서,계속)

구 분	균열부 백태(m/개소)		보수부 재균열(0.3㎜이상)(m/개소)		보수부 재균열(0.2㎜이하)(m/개소)		토사유실(개소)	
	'12진단	'16진단	'12진단	'16진단	'12진단	'16진단	'12진단	'16진단
A1	-	-	-	2.40/1	-	-	-	-
P1	-	-	-	-	-	-	-	-
P2	-	-	-	-	-	-	-	-
P3	-	-	-	-	-	-	-	-
P4	-	-	-	-	-	-	-	-
P5	-	-	-	-	-	-	-	-
P6	-	-	-	-	-	-	-	-
P7	-	-	-	-	-	-	-	-
P8	-	-	-	-	-	-	-	-
P9	-	-	-	-	-	-	-	-
P10	-	-	-	-	-	-	-	-
P11	-	-	-	-	-	-	-	-
P12	-	-	-	-	-	-	-	-
P13	-	-	-	-	-	0.50/1	-	-
P14	-	-	-	-	-	-	-	-
A2	-	0.40/2	-	2.50/1	-	-	1	1
합 계	**-**	**0.40/2**	**-**	**4.90/2**	**-**	**0.50/1**	**1**	**1**

【표 3.10】 교대 점검구 외관조사 결과(내서)

구 분	균열(0.2㎜이하)(m/개소)		망상균열(0.2㎜이하)(㎡/개소)		균열부 백태(m/개소)		백태(㎡/개소)	
	'12진단	'16진단	'12진단	'16진단	'12진단	'16진단	'12진단	'16진단
A1	1.8/6	-	-	-	-	-	0.07/1	-
A2	3.5/12	-	4.00/1	-	1.5/1	-	-	-
합 계	5.3/18	-	4.00/1	-	1.5/1	-	0.07/1	-

폭 0.2mm 균열(A1 벽체 상단)	표면오염(A2 흉벽 좌측전면)
균열부 백태(A2 흉벽 좌측전면)	보수부 재균열(A2 Lateral Guide 전면)
폭 0.1mm이하 균열(P6 전면)	폭 0.2㎜이하 망상균열(P11 배면)

【사진 3.9】 교대 및 교각 손상현황(내서)

기둥하단부 파손(P2 전면)	보수부 재균열(P13 우측면)

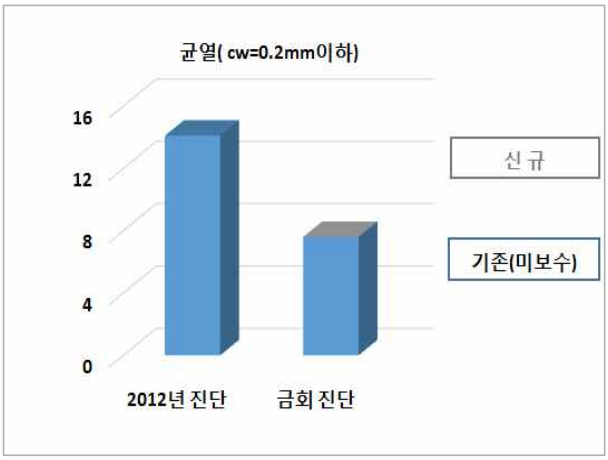
【사진 3.9】 교대 및 교각 손상현황(내서, 계속)

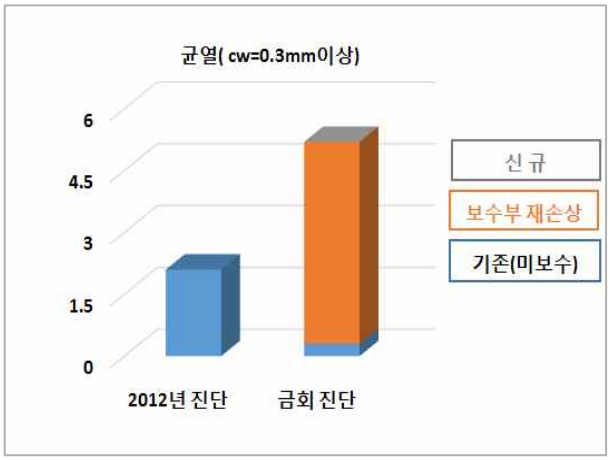
3) 기 진단(2012년) 결과와 비교

- 교대 및 교각에 조사된 주요 손상에 대하여 기 진단 결과를 토대로 손상 진전여부를 검토하였으며, 기 진단(2012년) 이후 부분적인 보수가 이루어진 상태이나 일부구간 미보수 및 보수부 재균열이 발생한 것으로 확인되었다.

【표 3.11】 교대 기 진단 결과 비교(내서)

구 분	2012년 진단	금회 진단			비 고
		미보수	보수부 재손상	신규	
균열 0.2mm이하(m)	14.1	7.6	-	-	
균열 0.3mm이상(m)	2.1	0.3	4.9	-	

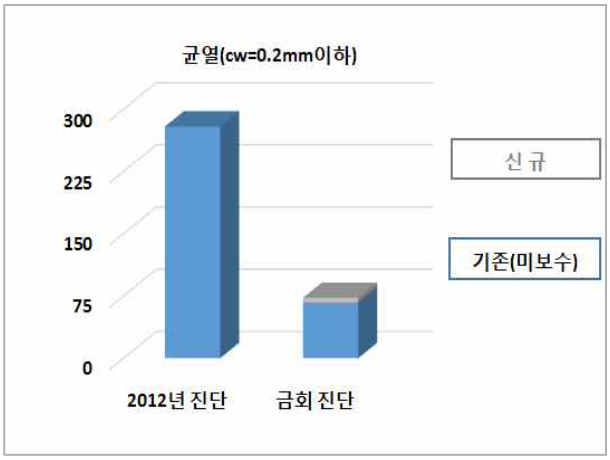


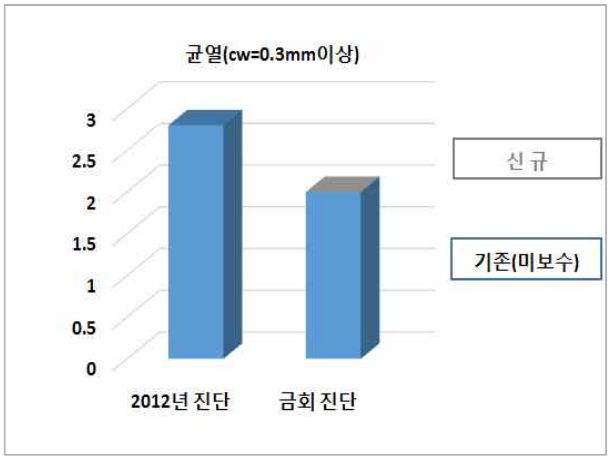


【그림 3.4】 교대 기 진단결과 비교(내서)

【표 3.12】 교각 기 진단 결과 비교(내서)

구 분	2012년 진단	금회 진단			비 고
		미보수	보수부 재손상	신규	
균열 0.2mm이하(m)	279.2	66.8	0.5	5.4	
균열 0.3mm이상(m)	2.8	2	-	-	





【그림 3.5】 교각 기 진단결과 비교(내서)

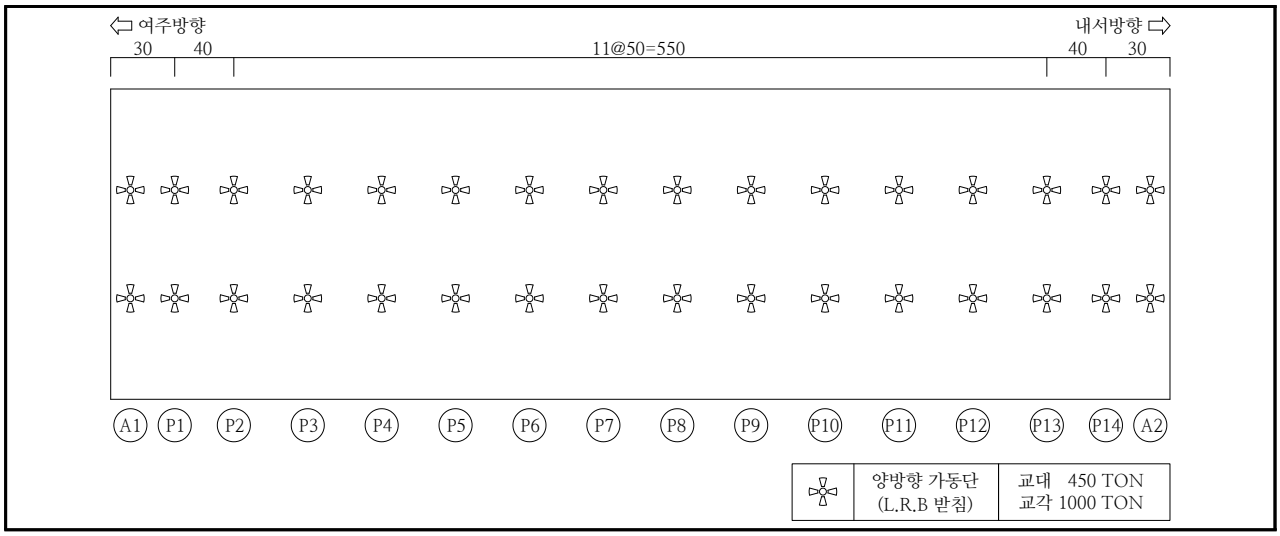
4) 검토의견

- 하부구조에 발생한 균열은 대부분 균열폭 0.2㎜이하로 수직균열의 형태를 보이고 있는 것으로 조사되었으며 균열의 형상, 방향성, 발생 위치 등을 고려해 볼 때 콘크리트 재료적 특성인 시공초기 건조수축에 의해 발생한 것으로 판단된다. 균열폭 0.2mm이하 균열은 지속적인 주의관찰을 실시하고 폭 0.3mm이상 균열에 대해서는 내구성 확보를 위해 주입보수를 실시하는 것이 바람직한 것으로 판단된다.
- 그 외 파손, 재료분리, 균열부 백태 등의 손상은 발생정도가 경미하고 구조물에 안전성에 영향이 없는 비구조적 손상으로 별도의 보수조치보다 지속적인 주의관찰을 실시하여 관리하는 것이 바람직한 것으로 판단된다.
- A2 점검계단 하부의 토사유실은 우수침투에 의한 손상의 발생범위가 확대될수 있으므로 토사채움 등의 보수가 필요한 것으로 판단된다.
- P14 주변 성토사면의 경우 점검일 현재 우수에 의한 수로형성과 토사유실이 발생된 상태로 발생범위는 국부적이나 향후 법면보호공 등의 설치에 의한 사면보호는 필요한 것으로 판단된다.

3.2.3 교량받침

가. 부재의 개요

- 본 교량의 교량받침은 면진받침(L.R.B) 교대 및 교각당 2개소씩 총 32개소가 시공되어 있다.



【그림 3.6】 교량받침 배치도(내서)

A1 Sh1 전경	P8 Sh1 전경	A2 Sh1 전경

【사진 3.10】 교량받침 전경(내서)

나. 외관조사 결과

- 교량 받침장치는 상부구조에서 발생된 하중을 하부구조로 전달하고 상부구조의 신축 및 회전에 능동적으로 대응하는 부재이며 본 조사에서는 과반력 및 부반력 발생 여부, 온도변화 및 활하중에 의한 신축거동 여부 뿐만 아니라 강재 부식, 콘크리트 손상 여부 등 내구성, 기능성, 사용성 등에 대한 현장조사를 시행하였으며 그 결과는 다음 【표 3.12】와 같다.

- 교량받침에 대한 외관상태는 전반적으로 양호한 상태이며 가동상태도 대부분 적정한 것으로 조사되었다.
- 받침장치의 외관조사 결과 받침본체 부식 및 도장박리, 무수축몰탈의 균열, 파손 등의 손상이 조사되었다.
- 조사된 손상은 대부분 기 진단시(2012년) 발생된 손상으로 부분적인 보수가 이루어진 상태이나 일부 미보수 및 추가손상이 발생한 것으로 조사되었다.

【표 3.13】 교량받침 외관조사 결과(내서)

구 분	받침본체					
	플레이트 도장박리(㎡/개소)		부식(㎡/개소)		이동표지바 탈락(개소)	
	′12진단	′16진단	′12진단	′16진단	′12진단	′16진단
A1	0.37/3	0.37/3	0.16/1	0.56/2	2	2
P1	0.05/5	0.05/5	–	–	–	–
P2	–	–	–	–	–	–
P3	–	–	–	–	–	–
P4	0.01/1	0.01/1	–	–	–	–
P5	–	–	–	–	–	–
P6	–	–	–	–	–	–
P7	–	–	–	–	–	–
P8	–	–	–	–	–	–
P9	–	–	–	–	–	–
P10	–	–	–	–	–	–
P11	–	–	–	–	–	–
P12	–	–	–	0.80/2	–	–
P13	–	–	–	0.80/2	–	–
P14	0.01/1	–	–	–	–	–
A2	–	–	1.30/3	2.30/3	1	1
합 계	0.44/10	0.43/9	1.46/4	4.46/9	3	3

【표 3.13】 교량받침 외관조사 결과(내서,계속)

구 분	받침콘크리트		무수축몰탈			
	균열(0.2㎜이하)(m/개소)		균열(0.2㎜이하)(m/개소)		파손(㎡/개소)	
	'12진단	'16진단	'12진단	'16진단	'12진단	'16진단
A1	–	–	0.4/4	–	–	–
P1	–	–	0.5/5	–	–	–
P2	0.1/1	–	0.9/9	–	–	–
P3	–	–	1.9/19	–	–	–
P4	–	–	2.1/21	–	–	–
P5	–	–	2.2/22	–	–	–
P6	–	–	1.8/18	–	–	–
P7	–	–	0.7/7	0.20/2	0.06/2	–
P8	–	–	0.4/4	–	–	–
P9	–	–	0.6/6	–	–	–
P10	–	–	0.7/7	–	0.01/1	–
P11	–	–	1.0/10	–	–	–
P12	–	–	1.4/14	–	0.01/1	0.01/1
P13	–	–	1.0/7	–	–	–
P14	–	–	1.0/5	–	–	–
A2	–	–	0.6/6	0.60/6	–	–
합 계	0.1/1	–	17.2/164	0.80/8	0.08/4	0.01/1

받침본체 부식(A1-Sh1)

이동표지바 탈락(A2-Sh1)

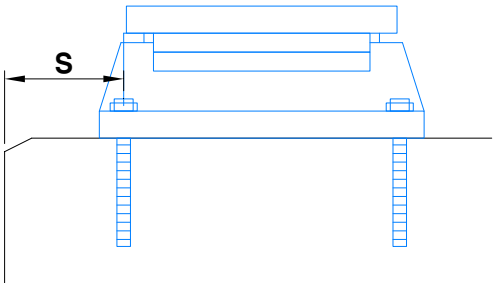
【사진 3.11】 교량받침 손상현황(내서)

무수축몰탈 균열(P7-Sh1)	무수축몰탈 파손(P12-Sh1)

【사진 3.11】 교량받침 손상현황(내서,계속)

다. 연단거리 검토

- 교대 및 교각의 교량받침면은 상부구조로부터 집중하중을 받는 부위이고, 지진시에는 큰 수평력이 작용하는 곳이다. 연단거리가 짧으면 고정단에서는 콘크리트 구체 또는 교량받침이 파손될 수 있고, 가동단에서는 받침이 벗어나 거더가 낙하할 수도 있다.
- 상부구조의 길이에 따라 '도로교설계기준(2010, 국토해양부)' 에서는 최소값을 규정하고 있다.



< 포트받침 >

- 거더의 경간길이 100m 이하
  : S(㎜) = 200 + 5L
- 거더의 경간길이 100m 이상
  : S(㎜) = 300 + 4L
  여기서, L은 경간길이(m)

【그림 3.7】 도로교설계기준 연단거리 산출방법

1) 연단거리 산출

- 거더 경간길이(L=30.0m) : 200+5×30.0 = 350(㎜)
- 거더 경간길이(L=40.0m) : 200+5×40.0 = 400(㎜)
- 거더 경간길이(L=50.0m) : 200+5×50.0 = 450(㎜)

2) 연단거리 측정 결과

- 연단거리 측정 결과, 실측 연단거리가 계산 연단거리를 상회하고 있는 것으로 측정되어 시방규정을 만족하고 있는 것으로 검토되었다.

연단거리 측정 전경(교대)	연단거리 측정 전경(교각)

【사진 3.12】 연단거리 측정 전경(내서)

【표 3.14】 연단거리 측정 결과(내서)

구 분		계산 연단거리 (㎜)	실측 연단거리(㎜)		검토 결과
			Sh1	Sh2	
A1		350	350	370	O.K
P1	A1측	350	1180	1180	O.K
	A2측	400	1120	1120	O.K
P2	A1측	400	1180	1180	O.K
	A2측	450	1130	1130	O.K
P3	A1측	450	1160	1140	O.K
	A2측	450	1170	1190	O.K
P4	A1측	450	1180	1120	O.K
	A2측	450	1120	1180	O.K
P5	A1측	450	1170	1200	O.K
	A2측	450	1140	1100	O.K
P6	A1측	450	1070	1100	O.K
	A2측	450	1200	1200	O.K

【표 3.14】 연단거리 측정 결과(내서, 계속)

구 분		계산 연단거리 (㎜)	실측 연단거리(㎜)		검토 결과
			Sh1	Sh2	
P7	A1측	450	1150	1110	O.K
	A2측	450	1150	1180	O.K
P8	A1측	450	1120	1100	O.K
	A2측	450	1180	1200	O.K
P9	A1측	450	1100	1100	O.K
	A2측	450	1200	1200	O.K
P10	A1측	450	1140	1120	O.K
	A2측	450	1160	1180	O.K
P11	A1측	450	1100	1130	O.K
	A2측	450	1200	1170	O.K
P12	A1측	450	1110	1150	O.K
	A2측	450	1190	1150	O.K
P13	A1측	450	1160	1160	O.K
	A2측	400	1140	1140	O.K
P14	A1측	400	1160	1210	O.K
	A2측	350	1140	1090	O.K
A2		350	600	650	O.K

라. 교량받침 신축거동상태 검토

1) 온도변화에 따른 가동상태 검토

- 교량받침은 면진받침으로 현재 여유량을 실측함으로써 온도 변화와 활하중에 의한 거더의 처짐에 따른 신축시 이동량 부족으로 인한 받침의 기능 저하 여부를 검토하고자 하였다.
- 교량받침의 이동량은 2회(1차:18.9℃(9월), 2차:15.2℃(10월))에 걸쳐 측정하였으며, 온도 변화에 따른 변동량 측정결과 이론 변동량과 전반적으로 유사한 것으로 나타나 전반적으로 양호한 거동상태를 보이고 있는 것으로 평가되었다.

【표 3.15】 교량받침 가동상태 검토결과(내서)

위 치		실측 이동량(㎜)		변동량(㎜)		비 고
		1차	2차	실측치	이론치	
A1	Sh1	20.0(A2)	25.0(A2)	5.0	12.8	
	Sh2	20.0(A2)	25.0(A2)	5.0		
P1	Sh1	20.0(A2)	30.0(A2)	10.0	11.7	
	Sh2	20.0(A2)	30.0(A2)	10.0		
P2	Sh1	15.0(A2)	20.0(A2)	5.0	10.2	
	Sh2	15.0(A2)	20.0(A2)	5.0		
P3	Sh1	20.0(A2)	35.0(A2)	15.0	8.3	
	Sh2	30.0(A2)	40.0(A2)	10.0		
P4	Sh1	30.0(A2)	35.0(A2)	5.0	6.5	
	Sh2	30.0(A2)	25.0(A2)	5.0		
P5	Sh1	20.0(A2)	25.0(A2)	5.0	4.6	
	Sh2	20.0(A2)	30.0(A2)	10.0		
P6	Sh1	20.0(A2)	25.0(A2)	5.0	2.8	
	Sh2	20.0(A2)	25.0(A2)	5.0		
P7	Sh1	10.0(A2)	15.0(A2)	5.0	0.9	
	Sh2	10.0(A2)	15.0(A2)	5.0		
P8	Sh1	10.0(A1)	15.0(A1)	5.0	0.9	
	Sh2	10.0(A1)	15.0(A1)	5.0		
P9	Sh1	10.0(A1)	15.0(A1)	5.0	2.8	
	Sh2	20.0(A1)	25.0(A1)	5.0		
P10	Sh1	20.0(A1)	30.0(A1)	10.0	4.6	
	Sh2	20.0(A1)	30.0(A1)	10.0		
P11	Sh1	20.0(A1)	30.0(A1)	10.0	6.5	
	Sh2	40.0(A1)	30.0(A1)	10.0		
P12	Sh1	20.0(A1)	30.0(A1)	10.0	8.3	
	Sh2	30.0(A1)	40.0(A1)	10.0		
P13	Sh1	25.0(A1)	40.0(A1)	15.0	10.2	
	Sh2	30.0(A1)	50.0(A1)	20.0		
P14	Sh1	60.0(A1)	80.0(A1)	20.0	11.7	
	Sh2	70.0(A1)	95.0(A1)	25.0		
A2	Sh1	20.0(A1)	30.0(A1)	10.0	12.8	
	Sh2	30.0(A1)	40.0(A1)	10.0		

교량받침 가동량 측정(교대 A1)

교량받침 가동량 측정(교각 P13)

【사진 3.13】 교량받침 가동량 측정 전경(내서)

- 교량받침의 이동량을 검토한 결과, 전 개소에서 충분한 가동여유량을 확보하고 있는 것으로 평가되었다.

2) 설계기준온도(−10℃ ~ 40℃(보통지방))에 따른 여유량 검토

- 교량받침의 이동량을 검토한 결과, 전구간 충분한 가동여유량을 확보하고 있는 것으로 평가되었다.

【표 3.16】 교량받침 이동량(설계기준 온도) 산정(내서)①

구 분	온도변화 (⊿T, ℃)		선팽창 계수 (α)	신축거더길이 (L, m)	온도 변화에 의한 이동량(㎜)		활하중에 의한 거더의 처짐에 의한 이동량 (㎜)	최대 받침 이동량(㎜)	
	동절기	하절기			동절기	하절기		동절기 (최대 수축시)	하절기 (최대 신장시)
A1	28.9	21.1	1.0×10^{-5}	345	99.7	72.8	5.3	99.7	78.1
P1	28.9	21.1	1.0×10^{-5}	315	91.0	66.5	−	91.0	66.5
P2	28.9	21.1	1.0×10^{-5}	275	79.5	58.0	−	79.5	58.0
P3	28.9	21.1	1.0×10^{-5}	225	65.0	47.5	−	65.0	47.5
P4	28.9	21.1	1.0×10^{-5}	175	50.6	36.9	−	50.6	36.9
P5	28.9	21.1	1.0×10^{-5}	125	36.1	26.4	−	36.1	26.4
P6	28.9	21.1	1.0×10^{-5}	75	21.7	15.8	−	21.7	15.8
P7	28.9	21.1	1.0×10^{-5}	25	7.2	5.3	−	7.2	5.3
P8	28.9	21.1	1.0×10^{-5}	25	7.2	5.3	−	7.2	5.3

【표 3.16】 교량받침 이동량(설계기준 온도) 산정(내서, 계속)①

구 분	온도변화 (⊿T, ℃)		선팽창 계수 (α)	신축거더길이 (L, m)	온도 변화에 의한 이동량(㎜)		활하중에 의한 거더의 처짐에 의한 이동량 (㎜)	최대 받침 이동량(㎜)	
	동절기	하절기			동절기	하절기		동절기 (최대 수축시)	하절기 (최대 신장시)
P9	28.9	21.1	1.0×10^{-5}	75	21.7	15.8	-	21.7	15.8
P10	28.9	21.1	1.0×10^{-5}	125	36.1	26.4	-	36.1	26.4
P11	28.9	21.1	1.0×10^{-5}	175	50.6	36.9	-	50.6	36.9
P12	28.9	21.1	1.0×10^{-5}	225	65.0	47.5	-	65.0	47.5
P13	28.9	21.1	1.0×10^{-5}	275	79.5	58.0	-	79.5	58.0
P14	28.9	21.1	1.0×10^{-5}	315	91.0	66.5	-	91.0	66.5
A2	28.9	21.1	1.0×10^{-5}	345	99.7	72.8	5.3	99.7	78.1

1) 조사당시 온도 : 18.9℃(조사일 : 2016년 9월 07일, 평균온도)
2) 검토온도 : -10℃ ~ 40℃(보통지방)
3) 신축장 100m 이상 교량의 경우 신장시에만 고려(도로설계요령, 2009)

【표 3.17】 교량받침 이동량(설계기준 온도) 검토결과(내서)②

구 분		점검당시 실측이동량(㎜)	최대 받침 이동량(㎜)		실측 받침 가동여유량(㎜)		받침용량 (㎜)	검토 결과
			최대 수축 이동량	최대 신장 이동량	수축 여유량	신장 여유량		
A1	Sh1	20(A2)	99.7	78.1	220	180	200	OK
	Sh2	20(A2)			220	180	200	OK
P1	Sh1	20(A2)	91.0	66.5	170	130	150	OK
	Sh2	20(A2)			170	130	150	OK
P2	Sh1	15(A2)	79.5	58.0	165	135	150	OK
	Sh2	15(A2)			165	135	150	OK
P3	Sh1	20(A2)	65.0	47.5	170	130	150	OK
	Sh2	30(A2)			180	120	150	OK
P4	Sh1	30(A2)	50.6	36.9	180	120	150	OK
	Sh2	30(A2)			180	120	150	OK
P5	Sh1	20(A2)	36.1	26.4	170	130	150	OK
	Sh2	20(A2)			170	130	150	OK
P6	Sh1	20(A2)	21.7	15.8	170	130	150	OK
	Sh2	20(A2)			170	130	150	OK

【표 3.17】 교량받침 이동량(설계기준 온도) 검토결과(내서, 계속)②

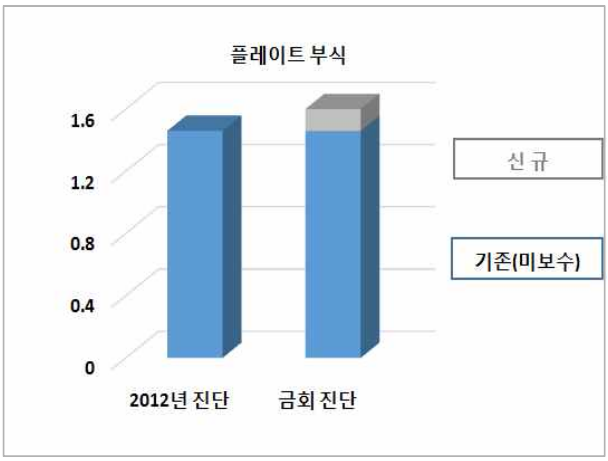
구 분		점검당시 실측이동량(㎜)	최대 받침 이동량(㎜)		실측 받침 가동여유량(㎜)		받침용량 (㎜)	검토 결과
			최대 수축 이동량	최대 신장 이동량	수축 여유량	신장 여유량		
P7	Sh1	10(A2)	7.2	5.3	160	140	150	OK
	Sh2	10(A2)			160	140	150	OK
P8	Sh1	10(A1)	7.2	5.3	160	140	150	OK
	Sh2	10(A1)			160	140	150	OK
P9	Sh1	10(A1)	21.7	15.8	160	140	150	OK
	Sh2	20(A1)			170	130	150	OK
P10	Sh1	20(A1)	36.1	26.4	170	130	150	OK
	Sh2	20(A1)			170	130	150	OK
P11	Sh1	20(A1)	50.6	36.9	170	130	150	OK
	Sh2	40(A1)			190	110	150	OK
P12	Sh1	20(A1)	65.0	47.5	170	130	150	OK
	Sh2	30(A1)			180	120	150	OK
P13	Sh1	25(A1)	79.5	58.0	175	125	150	OK
	Sh2	30(A1)			180	120	150	OK
P14	Sh1	60(A1)	91.0	66.5	210	90	150	OK
	Sh2	70(A1)			220	80	150	OK
A2	Sh1	20(A1)	99.7	78.1	220	180	200	OK
	Sh2	30(A1)			230	170	200	OK
주) 판정 : 최대 받침 이동량 ≤ 실측 받침 가동여유량 ⇒ O.K								

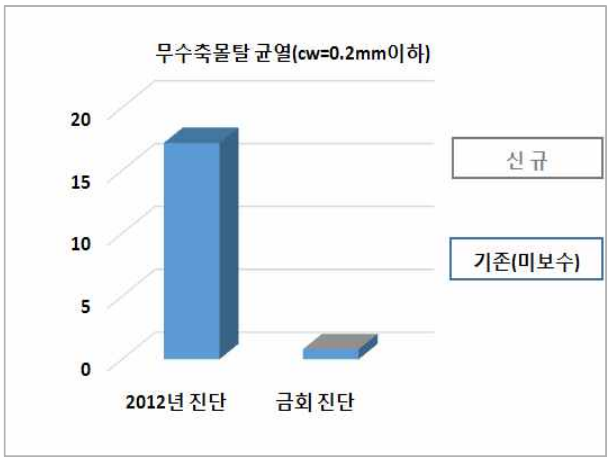
바. 기 진단(2012년) 결과와 비교

- 받침장치에 조사된 받침무수축몰탈 균열과 받침부식에 대하여 기 진단 결과를 토대로 손상 진전여부를 검토하였으며 검토결과 기 진단(2012년) 이후 균열부에 대한 부분적인 보수가 이루어진 상태이나 일부 미보수 및 신규손상이 추가 발생된 것으로 확인되었다.
- 신규로 조사된 주요손상은 교량받침 본체 부식으로 A2 표면오염 등의 누수흔적을 고려할 때 신축이음부 노면수 유입에 의한 손상으로 판단된다.

【표 3.18】 교량받침 기 진단 결과 비교(내서)

구 분	2009년 진단	금회 진단			비 고
		미보수	보수부 재손상	신규	
받침부식(㎡)	1.46	1.46	-	3.0	
무수축몰탈 균열(m)	17.2	0.8	-	-	





【그림 3.8】 교량받침 기 진단결과 비교(내서)

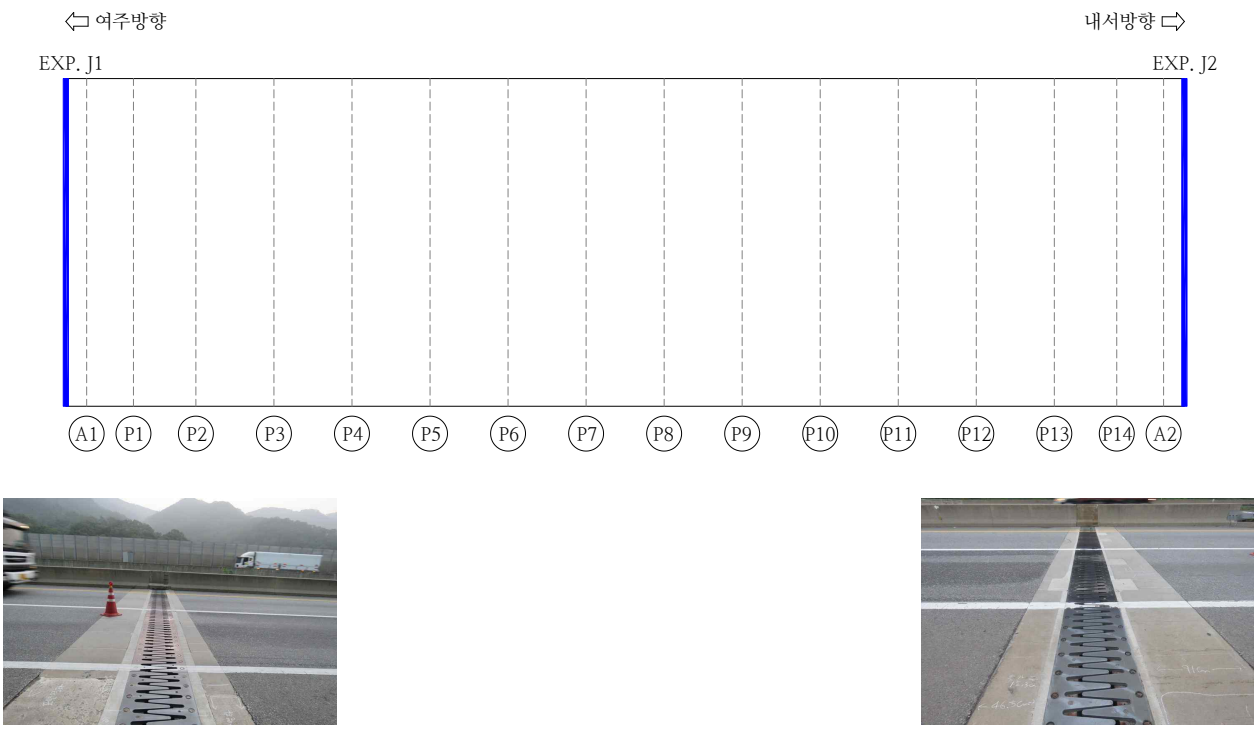
사. 검토의견

- 받침본체 도장박리 및 부식은 신축이음부 노면수 유입 등에 의한 도장열화로 추정되며 온도변화에 따른 신축거동을 저해할수 있으므로 녹발생부 제거 및 재도장이 요구된다.
- 무수축몰탈 균열은 시공초기 건조수축에 의한 것으로 판단되며 무수축몰탈 파손은 시공시 또는 유지관리시 외부충격에 의한 것으로 추정된다. 상기 손상은 손상정도가 경미하여 별도의 보수조치보다 지속적인 주의관찰을 실시하여 관리하는 것이 바람직한 것으로 판단된다.

3.2.4 신축이음장치

가. 부재의 개요

- 본 교량의 신축이음장치는 Finger Joint로 A1, A2에 각 1개소씩 총 2개소에 시공되어 있다.



<EXP.J1(A1) 전경 >

< EXP.J2(A2) 전경 >

【그림 3.9】 신축이음장치 전경 및 배치도(내서)

나. 외관조사 결과

- 신축이음장치에 대한 외관조사 결과, 신축거동에 이상이 없는 양호한 상태이나 본체부식, 후타재균열 및 열화, 박리, 파손 등이 조사되었다.

【표 3.19】 신축이음장치 외관조사 결과(내서)

구 분	신축이음장치 본체		후타재			
	본체 부식(㎡/개소)		이물질 퇴적(㎡/개소)		파손(㎡/개소)	
	'12진단	'16진단	'12진단	'16진단	'12진단	'16진단
A1	1.00/2	1.00/2	0.60/1	0.60/1	5	9
A2	0.84/2	0.84/2	0.60/1	2.40/1	7	8
합 계	1.84/4	1.84/4	1.20/2	3.00/2	12	17

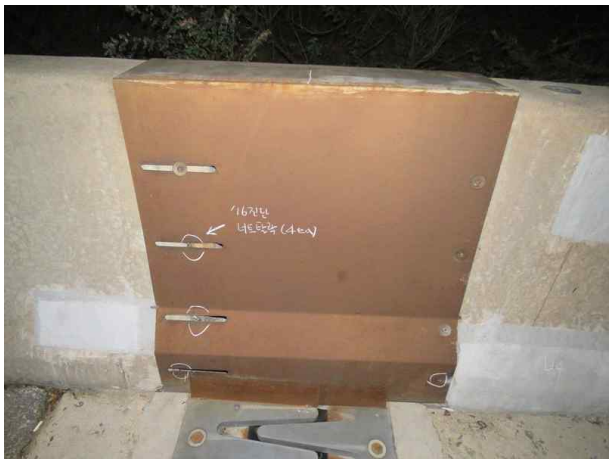
【표 3.19】 신축이음장치 외관조사 결과(내서, 계속)

구 분	후타재							
	표면열화(㎡/개소)		균열(0.2㎜이하)(m/개소)		균열(0.3㎜이상)(m/개소)		망상균열(0.2㎜이하)(㎡/개소)	
	′12진단	′16진단	′12진단	′16진단	′12진단	′16진단	′12진단	′16진단
A1	–	3.50/2	6.0/12	–	6.7/7	20.0/20	2.50/1	–
A2	–	–	3.9/7	0.50/1	0.5/1	6.00/11	0.12/1	7.47/3
합 계	–	3.50/2	9.9/19	0.50/1	7.2/8	26.0/31	2.62/2	7.47/3

【표 3.19】 신축이음장치 외관조사 결과(내서, 계속)

구 분	후타재							
	망상균열(0.3㎜이상)(㎡/개소)		보수부 재균열(0.2㎜이하)(㎡/개소)		박리(㎡/개소)		파손(㎡/개소)	
	′12진단	′16진단	′12진단	′16진단	′12진단	′16진단	′12진단	′16진단
A1	–	–	–	10.40/80	–	–	0.01/1	–
A2	–	0.35/1	–	–	–	0.30/1	–	–
합 계	–	0.35/1	–	10.40/80	–	0.30/1	0.01/1	–

본체부식(EXP J2)



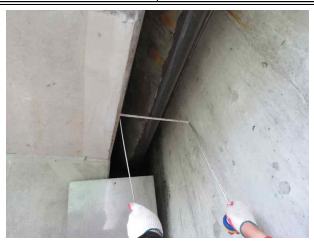
차수덮개판 볼트·너트 탈락(A1 우측)

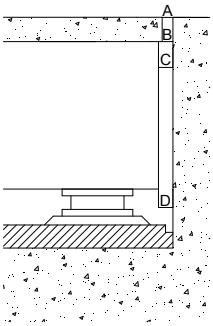
【사진 3.14】 신축이음장치 손상현황(내서)

다. 신축이음 신축거동상태 검토

1) 온도변화에 따른 가동상태 검토

- 본 교량의 신축거동상태를 확인하기 위해 2회(1차:18.9℃(9월), 2차:15.2℃(10월))에 걸쳐 신축이음장치, 바닥판 거더 상·하부에 대한 유간을 측정하였고, 이론 변동량과의 비교를 통해 신축거동상태를 검토하였다. 또한, 측정된 유간으로부터 최대 온도 상승시 신장량과 최저 온도 하강시 수축량을 계산하여 유간확보 여부를 검토하였다.

신축이음장치 유간(A)	바닥판 유간(B)	거더 상부 유간(C)	거더 하부 유간(D)
			



< 측정 개요도 >

【그림 3.10】 신축이음 유간 측정방법(내서)

【표 3.20】 신축이음 유간 측정결과(내서)

측정위치	측 정 값(㎜)								비 고
	신축이음장치(A)		바닥판(B)		거더 상부(C)		거더 하부(D)		
	1차	2차	1차	2차	1차	2차	1차	2차	
EXP.J1(A1)	132	167	580	625	570	610	580	610	Finger Joint (No.320)
EXP.J2(A2)	126	160	500	535	490	535	480	530	Finger Joint (No.320)

- 9월(18.9℃)과 10월(15.2℃)의 온도 변화에 따른 변동량 측정결과, 이론 변동량과 미미한 차이는 있으나 교량의 신축거동상태는 전반적으로 양호한 것으로 판단된다.

【표 3.21】 신축이음장치 및 바닥판 단부 가동상태 검토결과(내서)

측정위치		측정유간(㎜)		변동량(㎜)		비 고
		1차	2차	실측치	이론치	
EXP.J1(A1)	신축이음장치	132	167	35	12.8	
	바닥판 단부	580	625	45		
EXP.J2(A2)	신축이음장치	126	160	34	12.8	
	바닥판 단부	500	535	35		

2) 설계기준온도(-10℃ ~ 40℃(보통지방))에 따른 여유량 검토

- 신축이음 유간을 각각 측정한 결과, 신장 및 수축시 여유량을 확보하고 있는 것으로 검토되었다.

【표 3.22】 신축이음 신축이동량(설계기준 온도) 산정(내서)

구 분	온도변화 (⊿T, ℃)		선팽창 계수 (α)	신축거더 길이(L, m)	온도 변화에 의한 이동량(㎜)		활하중에 의한 거더의 처짐에 의한 이동량 (㎜)	계산 이동량(㎜)	
	동절기	하절기			동절기	하절기		동절기 (최대 수축시)	하절기 (최대 신장시)
EXP.J1 (A1)	28.9	21.1	1.0×10^{-5}	345	99.7	72.8	5.3	99.7	78.1
EXP.J2 (A2)	28.9	21.1	1.0×10^{-5}	345	99.7	72.8	5.3	99.7	78.1

1) 조사당시 온도 : 18.9℃(조사일 : 2016년 9월 07일, 평균온도)
2) 검토온도 : -10℃ ~ 40℃(보통지방)
3) 신축장 100m 이상 교량의 경우 신장시에만 고려(도로설계요령, 2009)

【표 3.23】 신축이음장치 및 바닥판 단부 가동여유량(설계기준 온도) 검토결과(내서)

구 분		계산 이동량(㎜)		점검당시 실측유간(㎜) ③	허용량(㎜) ④	신축 여유량(㎜)		검토 결과
		최대 수축시 ①	최대 신장시 ②			최대 수축시 ④-(①+③)	최대 신장시 ③-②	
EXP.J1 (A1)	신축이음장치	99.7	78.1	132	300	68.3	53.9	O.K
	바닥판 단부			580			501.6	O.K
EXP.J2 (A2)	신축이음	99.7	78.1	126	300	74.3	47.9	O.K
	바닥판 단부			500			421.6	O.K

주) 판정 : 0.0㎜ ≤ 신축 여유량 ≤ 허용량 ⇒ O.K

마. 검토의견

- 본체부식의 경우 노면수 유입 등에 의한 손상으로 점검일 현재 신축거동에 이상이 없는 상태로 현상태에서 보수는 필요하지 않은 것으로 판단된다.
- 후타재 균열 등의 손상은 시공초기 건조수축, 공용 중 차량의 반복하중 및 충격에 의한 손상으로 일반적인 보수가 필요하나, 후타재의 손상은 반복된 차량의 통행으로 보수효과가 적으므로 보수보다는 후타재의 손상 진전시 재시공이 적절할 것으로 판단된다.

3.2.5 교면포장

가. 부재의 개요

- 본 교량의 교면포장은 아스팔트 포장으로 시공되어 있다.

교면포장 전경(시점부)	교면포장 전경(종점부)

【사진 3.15】 교면포장 전경(내서)

나. 외관조사 결과

- 교면포장의 외관조사 결과 주행차량의 안전을 저해하는 손상은 없는 상태로 일부구간 균열, 망상균열, 패임 등이 조사되었다.

【표 3.24】 교면포장 외관조사 결과(내서)

구 분	균열(m/개소)		망상균열(㎡/개소)		소성변형(㎡/개소)		골재분리(㎡/개소)		패임(㎡/개소)	
	'12진단	'16진단	'12진단	'16진단	'12진단	'16진단	'12진단	'16진단	'12진단	'16진단
S1	5.8/6	5.00/3	2.00/1	2.00/1	-	-	-	-	0.03/1	0.48/3
S2	-	-	-	4.20/1	-	-	-	-	-	-
S3	-	-	-	7.20/2	-	-	-	-	0.01/1	-
S4	-	3.50/2	-	-	15.00/1	-	-	-	-	-
S5	-	-	-	-	7.50/1	-	-	-	-	-
S6	-	4.00/2	-	-	-	-	-	-	-	-
S7	-	1.00/1	-	4.20/1	-	-	-	-	-	-
S8	-	-	-	29.4/2	-	-	-	-	-	0.07/1
S9	-	13.2/6	-	7.00/1	10.00/1	-	-	-	-	-
S10	1.4/3	3.80/4	-	-	-	-	-	-	-	-
S11	-	1.00/1	-	-	-	-	-	-	-	-
S12	7.6/5	15.8/14	1.00/1	2.00/1	-	-	-	-	-	-
S13	7.5/5	10.7/12	5.00/1	5.00/1	-	-	0.28/1	0.50/1	-	-
S14	1.0/1	1.00/1	-	-	-	-	-	-	-	-
S15	-	-	-	-	-	-	-	0.15/1	0.08/1	0.08/1
합 계	23.3/20	59/46	8.00/3	61/10	32.50/3	-	0.28/1	0.65/2	0.12/3	0.63/5

이방향 균열(S3 1차로)

일방향 균열(S13 1차로)

【사진 3.16】 교면포장손상현황(내서)

다. 검토의견

- 본 교량의 교면포장은 차량 반복하중 및 경년열화에 의한 손상이 증가되었으나 차량의 주행성 및 안전에 지장을 초래할 만한 손상은 관측되지 않았으며 현상태에서 보수는 필요치 않은 것으로 판단된다.

3.2.6 기타부재

가. 배수시설

1) 부재의 개요

- 본 교량의 종단경사는 시점에서 종점으로 -1.295%, 횡단경사는 좌측에서 우측으로 +3.00%로 배수시설은 좌측 캔틸레버부에 경간당 1~5개소씩 총51개소 시공되어 있다.

배수시설 전경(S4~S5)

배수시설 전경(S6)

【사진 3.17】 배수구 및 배수관 전경(내서)

2) 외관조사 결과

- 배수시설에 대한 외관조사 결과, 배수관 상태는 전반적으로 양호하나 배수구 점검결과 이물질 퇴적이 조사되었다.

【표 3.25】 배수구 및 배수관 결과(내서)

구 분	배수구 막힘(개소)		구 분	배수구 막힘(개소)	
	'12진단	'16진단		'12진단	'16진단
S1	-	-	S9	-	-
S2	2	2	S10	-	-
S3	5	5	S11	-	-
S4	5	5	S12	-	-
S5	4	4	S13	1	-
S6	2	2	S14	-	-
S7	2	2	S15	-	-
S8	-	-	합 계	21	20

배수구 이물질퇴적(S2)	배수구 이물질퇴적(S10)

【사진 3.18】 배수시설 손상현황(내서)

3) 검토의견

- 배수구 이물질퇴적은 원활한 교면배수를 통한 주행차량의 안전 및 노면수 유입에 의한 2차손상을 방지하기 위해 주기적인 청소가 요구된다.

라. 난간 및 연석(방호벽)

1) 부재의 개요

- 자동차의 차도 이탈방지, 사고 시 완충작용 등의 역할을 하는 방호벽은 철근콘크리트 구조로 시공되어 있다.

차량방호벽 전경(S1)	차량방호벽 전경(S8)

【사진 3.19】 방호벽 전경(내서)

2) 외관조사 결과

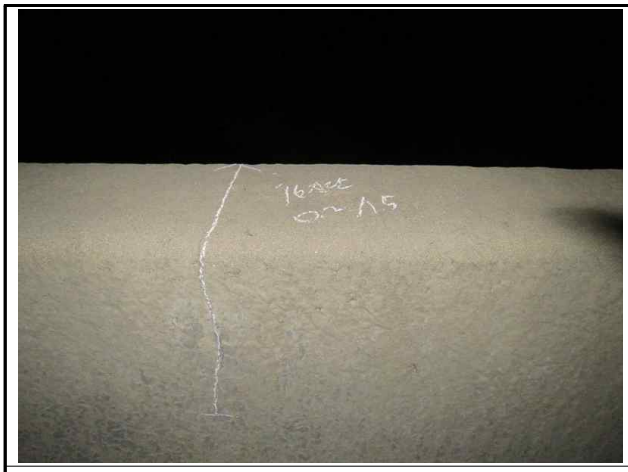
- 방호벽에 대한 외관조사 결과, 균열, 박리, 층분리 등이 발생된 것으로 조사되었다.

【표 3.26】 난간 및 연석 외관조사 결과(내서)

구분	균열(0.2㎜이하)(m/개소)		균열(0.3㎜이상)(m/개소)		파손(㎡/개소)	
	'12진단	'16진단	'12진단	'16진단	'12진단	'16진단
S1	0.6/2	-	-	-	0.12/1	-
S2	-	-	-	-	-	-
S3	-	-	-	-	-	-
S4	-	-	-	-	-	-
S5	0.3/1	-	-	-	-	-
S6	-	1.5/1	-	-	-	-
S7	-	-	-	-	-	-
S8	1.0/1	0.20/1	-	-	-	-
S9	-	-	-	-	-	-
S10	-	-	-	-	-	-
S11	-	-	-	-	-	-
S12	-	-	-	0.60/1	-	-
S13	0.5/1	-	-	-	-	-
S14	-	-	-	-	-	-
S15	-	1.10/1	-	-	-	-
합계	2.4/5	2.8/3	-	0.60/1	0.12/1	-

【표 3.26】 난간 및 연석 외관조사 결과(내서, 계속)

구분	점검로 진입발판 파손(개소)		박리(㎡/개소)		층분리(m/개소)	
	'12진단	'16진단	'12진단	'16진단	'12진단	'16진단
S1	-	-	-	-	-	60.0/2
S2	2	2	-	-	-	80.0/2
S3	-	-	-	-	-	100.0/2
S4	-	-	-	-	-	100.0/2
S5	-	-	-	-	-	100.0/2
S6	-	-	-	-	-	100.0/2
S7	-	-	-	-	-	100.0/2
S8	-	-	-	-	-	100.0/2
S9	-	-	-	0.02/2	-	100.0/2
S10	-	-	-	-	-	100.0/2
S11	-	-	-	-	-	100.0/2
S12	-	-	-	0.01/1	-	100.0/2
S13	-	-	-	-	-	100.0/2
S14	1	1	-	-	-	80.0/2
S15	-	-	-	-	-	60.0/2
합계	3	3	-	0.03/3	-	1380/30

	
폭 0.2mm균열(S6 우측방호벽)	폭 0.3mm균열(S12 좌측방호벽)
점검로 진입발판 파손(S14 우측방호벽)	층분리(S4~S5 좌측방호벽)

【사진 3.20】 난간 및 연석 손상현황(내서)

3) 검토의견

- 방호벽에 발생된 균열은 건조수축 및 온도변화에 의한 것으로 추정되며 방호벽 배면의 층분리의 경우 시공초기 콘크리트 타설 지연에 따른 이음부의 층 형성으로 지속적인 우수유입에 따른 열화가 진행된 것으로 판단된다.
- 방호벽에 발생된 손상은 현상태에서 보수조치 보다는 지속적인 주의관찰을 통한 유지관리가 바람직한 것으로 판단된다.

3.3 외관조사 결과(여주방향)

3.3.1 상부구조

가. 바닥판

1) 부재의 개요

- PSC Box Girder교의 경우 상·하부 플랜지와 복부판이 일체로 거동을 하지만 상태평가 시 활하중을 직접 받는 상부플랜지는 바닥판으로 분류하여 평가하므로 금회 진단시에는 상부플랜지를 바닥판으로 분류하였다.
- 바닥판의 외관조사시 거더내부 상부플랜지는 도보점검을 실시하였고 거더외부의 캔틸레버부는 교량점검차를 이용하여 근접 외관조사를 수행하였다.

거더내부 상부플랜지 전경(S2)	거더외부 캔틸레버 전경(S3)

【사진 3.21】 바닥판 전경(여주)

2) 외관조사 결과

- 바닥판(거더외부 : 좌·우 캔틸레버, 거더내부 : 상부플랜지)에 대한 외관조사 결과, 구조적인 균열 등의 손상은 없는 상태이나 일부개소 거더내부(상부플랜지) 폭 0.1㎜이하의 종방향 균열 및 거더외부(좌·우 캔틸레버) 철물노출, 균열부백태, 백태, 박리 등이 조사되었다.
- 거더내부(상부플랜지)의 종방향 균열은 기 진단(2012년)시 관측된 손상이 전반적으로 보수된 상태로 확인되었으며 일부 균열이 추가 조사되었다.
- 거더외부(좌·우 캔틸레버)의 철근노출, 백태 등은 기 진단(2012년)시 관측된 손상이 보수 공사시 누락된 것으로 추정되며 금회 철물노출, 백태, 균열부 백태 등의 손상이 추가 조사되었다.

【표 3.27】 바닥판하면 외관조사 결과(여주)

구 분	거더내부(상부플랜지)				거더외부(캔틸레버)			
	균열(0.2㎜이하)(m/개소)		망상균열(0.2㎜이하)(㎡/개소)		균열(0.2㎜이하)(m/개소)		균열(0.3㎜이상)(m/개소)	
	′12진단	′16진단	′12진단	′16진단	′12진단	′16진단	′12진단	′16진단
S1	4.9/9	–	–	–	3.0/3	–	1.2/1	–
S2	7.8/18	–	–	–	–	–	–	–
S3	26.5/41	–	0.42/1	–	–	–	–	–
S4	18.7/22	–	–	–	–	–	–	–
S5	25.5/29	–	–	–	–	–	–	–
S6	71.1/100	–	–	–	–	–	–	–
S7	74.5/72	–	–	–	–	–	–	–
S8	56.0/55	–	–	–	–	–	–	–
S9	29.8/32	–	–	–	–	–	–	–
S10	57.7/56	–	–	–	–	–	–	–
S11	100.7/56	–	–	–	–	–	–	–
S12	56.3/54	–	–	–	–	–	–	–
S13	34.6/59	11.20/4	–	–	–	–	–	–
S14	60.1/48	2.20/1	–	–	–	–	–	–
S15	135.1/152	–	–	–	1.0/1	–	1.2/1	–
합 계	759.3/803	13.40/5	0.42/1	–	4.0/4	–	2.4/2	–

【표 3.27】 바닥판하면 외관조사 결과(여주) (계속)

구 분	거더외부(캔틸레버)							
	철근부식 및 박락(㎡/개소)		철근노출(㎡/개소)		누수 및 백태(㎡/개소)		시공마감 미흡 및 누수(㎡/개소)	
	′12진단	′16진단	′12진단	′16진단	′12진단	′16진단	′12진단	′16진단
S1	–	–	–	–	–	–	–	–
S2	–	–	–	–	–	–	–	–
S3	–	–	–	–	–	–	–	–
S4	–	–	–	0.05/2	–	–	–	–
S5	–	–	–	–	–	–	–	–
S6	–	–	–	–	–	–	–	–
S7	–	–	–	–	–	–	–	–
S8	–	–	–	–	–	–	–	–
S9	–	–	–	–	0.12/1	0.20/1	–	–
S10	–	–	–	–	–	–	–	–
S11	–	–	–	–	–	–	–	–
S12	–	–	–	–	–	–	–	–
S13	–	–	–	–	–	–	–	–
S14	–	–	0.04/1	0.04/1	–	0.48/1	–	–
S15	0.45/1	–	–	–	–	–	0.01/1	–
합 계	0.45/1	–	0.04/1	0.09/3	0.12/1	0.68/2	0.01/1	–

【표 3.27】 바닥판하면 외관조사 결과(여주) (계속)

구 분	거더외부(캔틸레버)					
	표면오염(㎡/개소)		균열부 백태(m/개소)		박리(㎡/개소)	
	'12진단	'16진단	'12진단	'16진단	'12진단	'16진단
S1	–	–	–	–	–	–
S2	–	–	–	1.50/1	–	–
S3	–	–	–	–	–	–
S4	–	–	–	–	–	–
S5	–	–	–	–	–	–
S6	–	–	–	–	–	–
S7	–	–	–	–	–	–
S8	–	–	–	–	–	–
S9	–	–	–	–	–	–
S10	–	–	–	–	–	–
S11	–	–	–	–	–	–
S12	–	–	–	–	–	–
S13	–	–	–	–	–	–
S14	–	–	–	–	–	0.20/1
S15	1.20/1	2.40/2	–	–	–	–
합 계	1.20/1	2.40/2	–	1.50/1	–	0.20/1

【표 3.27】 바닥판하면 외관조사 결과(여주) (계속)

구 분	거더외부(캔틸레버)					
	보수부 백태(㎡/개소)		백태(㎡/개소)		철물노출	
	'12진단	'16진단	'12진단	'16진단	'12진단	'16진단
S1	–	–	–	–	–	–
S2	–	–	–	–	–	–
S3	–	–	–	0.05/1	–	–
S4	–	–	–	0.05/1	–	–
S5	–	–	–	0.75/1	–	–
S6	–	–	–	3.66/5	–	0.03/2
S7	–	–	–	38.24/3	–	–
S8	–	–	–	–	–	0.01/1
S9	–	–	–	1.00/1	–	–
S10	–	–	–	–	–	–
S11	–	–	–	–	–	–
S12	–	–	–	–	–	–
S13	–	–	–	–	–	–
S14	–	–	–	–	–	–
S15	–	0.50/1	–	1.00/1	–	–
합 계	–	0.50/1	–	44.75/13	–	0.04/3

폭 0.1mm이하 균열(S14 거더내부)	철물노출(S4 거더외부)
백태(S3 거더외부)	균열 보수현황(S3 거더내부)
균열 보수현황(S1 거더외부)	표면오염(S15 거더외부)

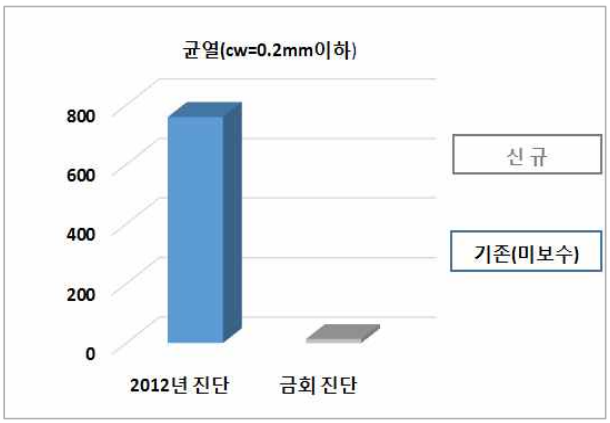
【사진 3.22】 바닥판 손상현황(여주)

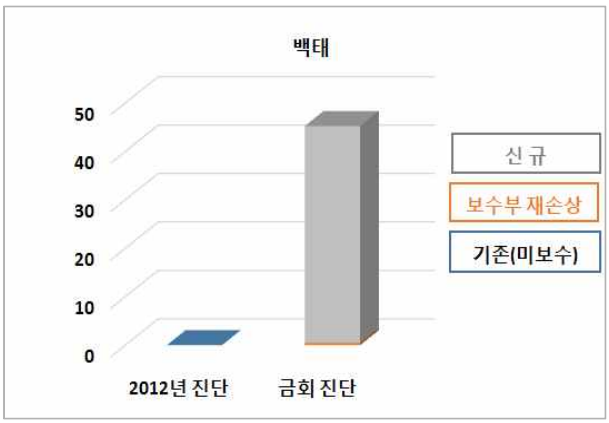
3) 기 진단(2012년) 결과와 비교

- 바닥판에 조사된 주요 손상에 대하여 기 진단 결과를 토대로 손상 진전여부를 검토한 결과, 기 진단시 조사된 내부(상부플랜지) 및 외부(캔틸레버)에 발생된 균열은 전반적으로 보수된 상태로 금회 일부 균열이 추가 조사되었다.
- 외부(캔틸레버)에 발생된 표면오염, 철물노출 등은 미보수 된 것으로 확인되었으며 금회 철근노출, 백태 등의 손상이 추가 조사되었다.
- 금회 점검시 추가적인 균열은 기 진단시 일부 조사가 누락된 것으로 추정되며, 거더외부(캔틸레버)에 발생된 손상은 일부구간 미보수 및 손상범위 확대 등에 의한 것으로 판단된다.

【표 3.28】 바닥판하면 기 진단 결과 비교(여주)

구 분		2012년 진단	금회 진단			비 고
			미보수	보수부 재손상	신규	
내부(상부플랜지)	균열(m)	759.3	1.2	-	12.2	
외부(캔틸레버부)	백태(m2)	-	-	0.5	44.75	



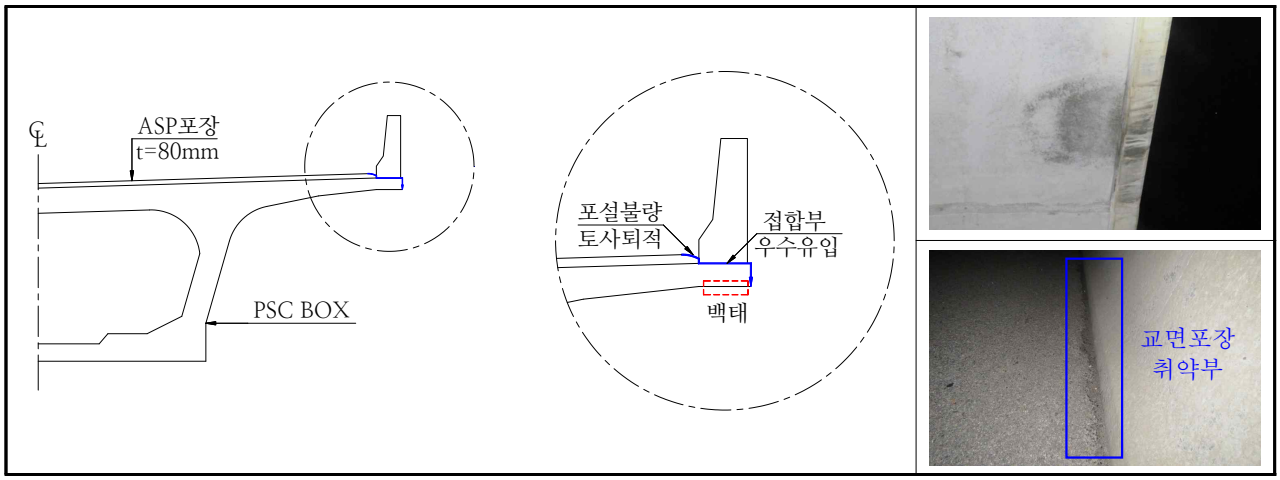


【그림 3.11】 바닥판 하면 기 진단결과 비교(여주)

4) 검토의견

① 거더외부 백태

- 거더외부(우측 캔틸레버) 하면에 발생한 백태의 경우 횡단경사가 높은 위치인 우측 캔틸레버부에 발생된 손상으로 노면수로 인한 열화에 대해 좌측 캔틸레버 보다 상대적으로 유리하나 포장단부의 시공품질 불량시 포장두께 결손에 의한 집수단면 형성, 바닥판과 방호벽의 시공이음부를 통한 노면수의 유입, 습윤 지속시간의 장기화에 의해 발생된 손상으로 판단된다.



- 시간경과에 따른 손상규모 확대시 박리·박락 등의 단면손실로 내구성 저하가 발생할수 있으므로 일부구간 보수조치가 필요한 것으로 판단된다.

나. PSC Box거더

1) 부재의 개요

- 옥성대교(여주)의 거더는 PSC Box를 교대 또는 제1교각의 후방에 설치한 제작장에서 1세그먼트씩 제작하여 교량의 경간을 통과할수 있는 평형압축력을 포스트텐션 방식에 의하여 제작된 세그먼트에 도입시켜 미리 제작된 주형과 일체화 시킨후 압출장치에 의해 거더를 교축방향으로 밀어내는 I.L.M(Incremental Launching Method)공법으로 시공되었다.
- PSC Box 거더는 좌,우측 복부(WEB)와 하부 플랜지를 거더부재로 분류하였으며 내부는 도보를 통해 외부는 교량점검차를 이용하여 근접 접근하여 조사하였다.

거더내부 전경(S6)	거더외부 전경(S8)

【사진 3.23】 PSC Box 거더 전경(여주)

2) 외관조사 결과

- PSC Box 거더내부 및 거더외부에 대한 외관조사 결과 거더내부 폭 0.1이하의 종방향 균열, 망상균열, 층분리 및 거더외부 폭 0.1~0.2mm의 종·사방향균열, 재료분리, 철근노출, 백태 등이 조사되었다.
- 거더내부의 균열 및 층분리 등은 기 진단(2012년)시 관측된 사항이 전반적으로 보수된 상태로 부분적으로 미보수부 및 신규손상이 추가 조사되었다.
- 거더외부의 균열, 재료분리, 철근노출, 백태 등은 기 진단(2012년)시 관측된 사항이 일부 보수된 상태로 미보수부와 신규손상이 추가 조사되었다.
- 거더외부에서 조사된 균열은 폭 0.1㎜이하의 미세균열이며 시공이음부 및 복부정착단 주변에서 발생한 것으로 조사되었다.

【표 3.29】 PSC Box 거더(내부) 외관조사 결과(여주)

구 분	균열(0.2㎜이하)(m/개소)		망상균열(0.2㎜이하)(㎡/개소)		백태(㎡/개소)	
	'12진단	'16진단	'12진단	'16진단	'12진단	'16진단
S1	–	–	–	–	–	–
S2	9.9/21	–	–	–	–	–
S3	7.4/20	–	–	0.28/1	–	–
S4	13.7/22	–	–	–	–	–
S5	6.1/14	0.40/2	–	–	–	–
S6	31.7/56	0.40/1	–	–	0.10/1	–
S7	35.9/57	0.40/1	–	–	–	–
S8	35.4/47	3.50/7	–	–	–	–
S9	15.8/20	1.5/4	–	0.88/2	–	–
S10	11.0/15	5.6/11	–	0.48/1	–	–
S11	54.9/114	9.4/19	–	0.54/1	–	–
S12	52.4/102	1.3/3	0.30/1	–	–	–
S13	51.7/97	1.3/2	0.06/1	–	–	–
S14	46.3/92	0.5/1	–	–	–	–
S15	17.6/24	1.0/1	–	–	–	–
합 계	389.8/701	25.3/52	0.36/2	2.18/5	0.10/1	–

【표 3.29】 PSC Box 거더(내부) 외관조사 결과(여주, 계속)

구 분	철근노출(㎡/개소)		보수부 재균열(0.2㎜이하)(m/개소)		층분리(m/개소)	
	'12진단	'16진단	'12진단	'16진단	'12진단	'16진단
S1	–	–	–	–	–	–
S2	–	–	–	–	–	–
S3	–	–	–	–	–	–
S4	–	–	–	–	–	–
S5	0.03/3	–	–	–	–	–
S6	–	–	–	–	–	0.40/1
S7	–	–	–	–	–	0.40/1
S8	–	–	–	–	–	0.40/1
S9	–	–	–	2.00/2	–	0.80/2
S10	–	–	–	2.30/5	–	0.70/2
S11	–	–	–	–	–	0.80/2
S12	–	–	–	–	–	0.60/2
S13	–	–	–	–	–	0.90/3
S14	–	–	–	–	–	0.60/3
S15	–	–	–	–	–	–
합 계	0.03/3	–	–	4.30/7	–	5.60/17

【표 3.30】 PSC Box 거더(외부) 외관조사 결과(여주)

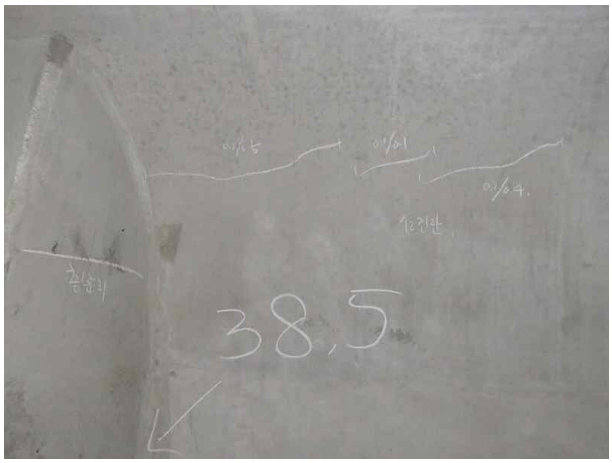
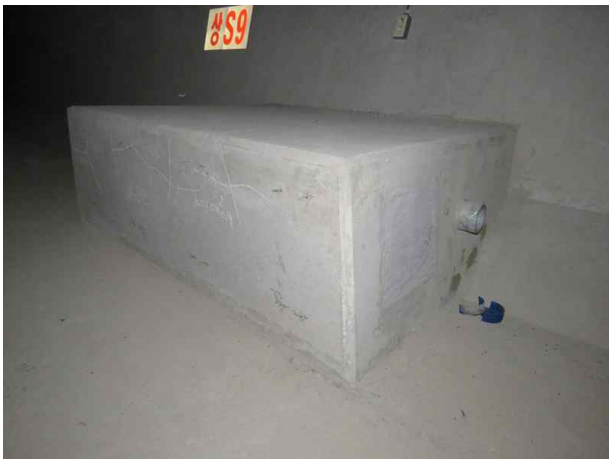
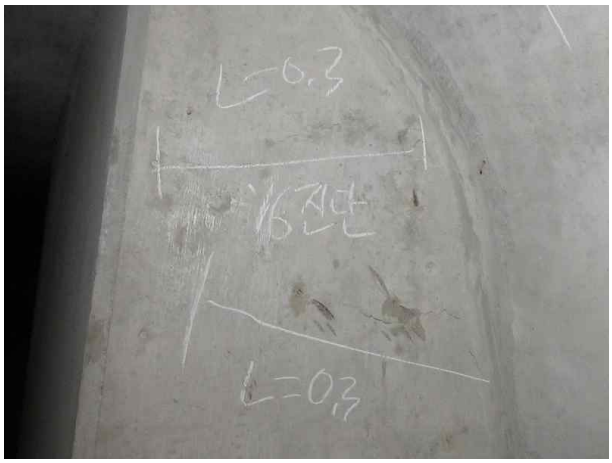
구 분	균열(0.2㎜이하)(m/개소)		파손 및 박락(m/개소)		재료분리(㎡/개소)		재료분리 및 철근노출(㎡/개소)	
	'12진단	'16진단	'12진단	'16진단	'12진단	'16진단	'12진단	'16진단
S1	3.7/10	0.60/2	–	–	–	–	–	–
S2	6.6/7	7.30/7	–	–	0.09/1	0.09/1	–	–
S3	5.8/4	6.10/4	–	–	–	–	–	–
S4	9.2/10	9.20/10	–	–	0.18/1	0.18/1	0.60/1	0.60/1
S5	4.0/3	6.00/4	–	–	–	–	–	–
S6	2.9/4	2.90/4	–	–	–	0.09/1	–	–
S7	15.3/17	16.00/18	–	–	–	–	–	–
S8	8.0/16	11.40/20	–	–	–	–	–	–
S9	17.1/23	19.40/27	–	–	–	–	–	–
S10	10.5/19	9.40/14	–	–	–	–	–	–
S11	21.3/19	15.90/7	–	–	–	–	–	–
S12	–	–	–	–	–	–	–	–
S13	6.5/20	6.50/20	–	–	–	–	–	–
S14	2.3/3	1.20/1	0.12/1	–	–	–	–	–
S15	0.4/1	–	0.20/1	–	–	–	–	–
합 계	113.6/156	111.9/138	0.32/2	–	0.27/2	0.36/3	0.60/1	0.60/1

【표 3.30】 PSC Box 거더(외부) 외관조사 결과(여주, 계속)

구 분	박리(㎡/개소)		백태(㎡/개소)		철물노출(㎡/개소)	
	'12진단	'16진단	'12진단	'16진단	'12진단	'16진단
S1	–	–	–	–	–	–
S2	–	–	–	–	–	–
S3	–	0.06/1	–	–	–	–
S4	–	–	–	0.06/1	–	0.04/1
S5	–	–	–	–	–	–
S6	–	–	–	–	–	–
S7	–	–	–	0.20/1	–	–
S8	–	–	–	–	–	–
S9	–	–	–	0.03/1	–	–
S10	–	–	–	0.14/1	–	–
S11	–	–	–	0.12/2	–	–
S12	–	–	–	0.40/1	–	–
S13	–	–	–	0.05/1	–	–
S14	–	0.06/1	–	–	–	–
S15	–	–	–	–	–	–
합 계	–	0.12/2	–	1.00/8	–	0.04/1

【표 3.30】 PSC Box 거더(외부) 외관조사 결과(여주, 계속)

구 분	표면오염(㎡/개소)		들뜸(㎡/개소)		철근노출(㎡/개소)	
	'12진단	'16진단	'12진단	'16진단	'12진단	'16진단
S1	–	–	–	–	–	–
S2	–	–	–	–	–	–
S3	–	–	0.06/1	–	–	–
S4	–	–	–	–	0.04/1	–
S5	–	–	–	–	–	–
S6	–	–	–	–	–	–
S7	–	–	–	–	–	–
S8	–	–	–	–	–	–
S9	–	–	–	–	–	–
S10	–	–	–	–	–	–
S11	–	–	–	–	–	–
S12	–	–	–	–	–	–
S13	–	–	–	–	–	–
S14	–	–	–	–	–	–
S15	0.12/1	–	–	–	0.02/1	–
합 계	0.12/1	–	0.06/1	–	0.06/2	–

	
폭 0.1mm이하 종방향균열(S11-LF 내부)	망상균열(S9-deviation블럭 내부)
	
층분리(S13-LW 내부)	폭 0.1mm이하 사방향균열(S10-RW 외부)
재료분리 및 철근노출(S4-LF 외부)	폭 0.1mm이하 종방향균열(S4-LF 외부)

【사진 3.24】 거더 손상사진(여주)

백태(S13-LW 외부)	균열 보수현황(S11-LF 외부)

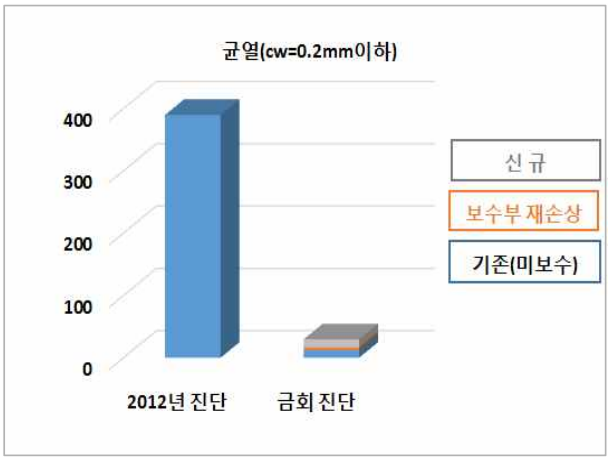
【사진 3.24】 거더 손상사진(여주, 계속)

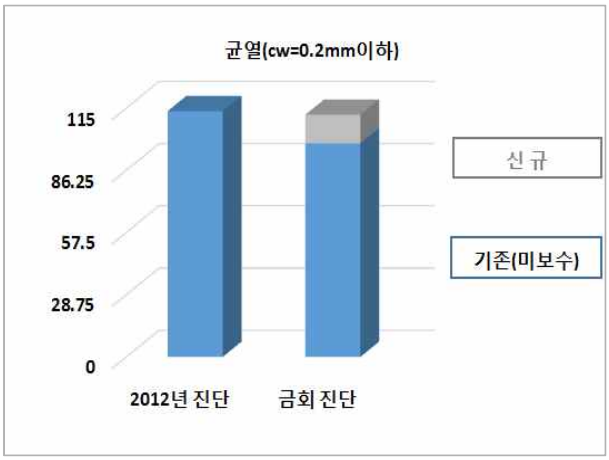
3) 기 진단(2012년) 결과와 비교

- PSC Box 거더에 조사된 주요 손상에 대하여 기 진단 결과를 토대로 손상 진전여부를 검토하였으며, 검토결과 거더내부는 전반적으로 보수된 상태이며 거더외부는 부분적으로 보수되어 미보수 및 추가적인 신규손상이 확인되었다. 이는 신규발생 균열이 아닌 기 점검과 진단시 손상이 경미하여 누락되거나 외관조사망도 작성상의 오류로 인한 누락 등이 원인으로 분석되었다.

【표 3.31】 PSC Box거더 기 진단 결과 비교(여주)

구 분		2012년 진단	금회 진단			비 고
			미보수	보수부 재손상	신규	
거더내부	균열(m)	389.8	12.4	4.3	12.9	
거더외부	균열(m)	113.6	98.7	-	13.2	



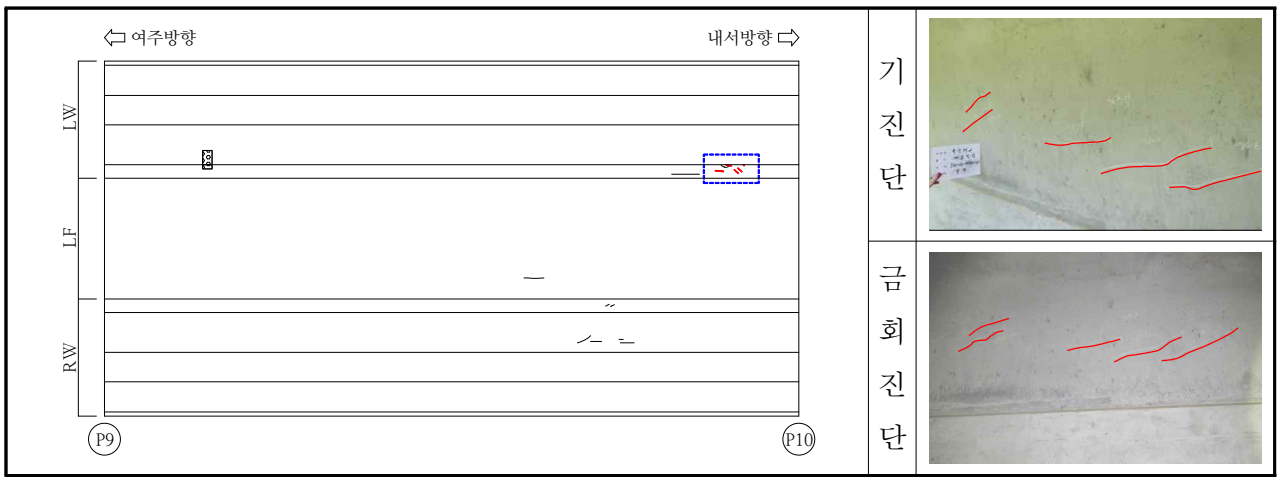


【그림 3.12】 거더 내·외부 기 진단결과 비교(여주)

4) 검토의견

① 사방향 균열

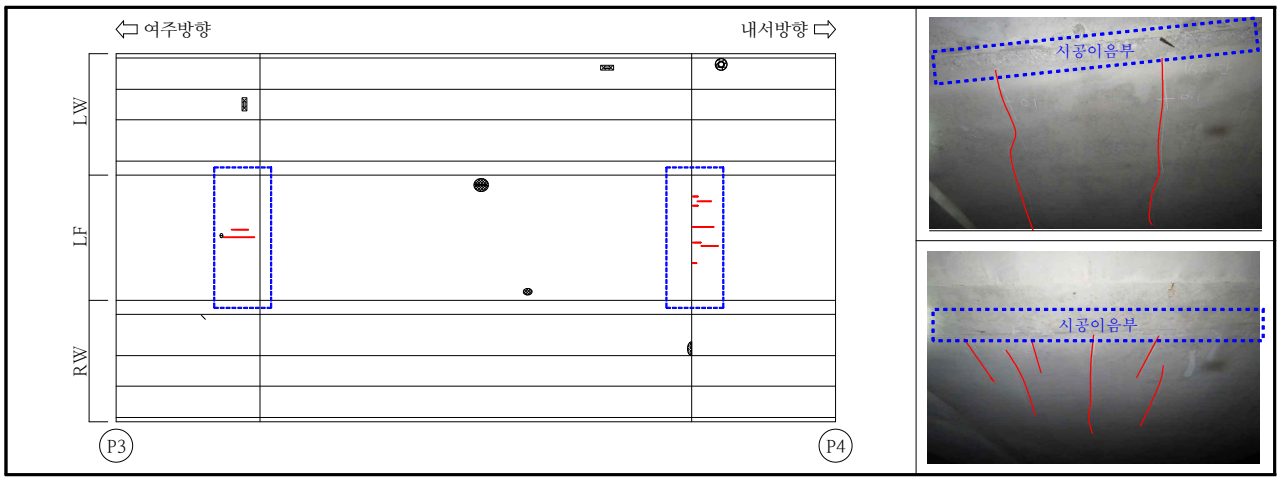
- 거더외부 복부에 발생한 사방향 균열은 기 진단시부터 조사된 균열로 복부 정착단 주변에서 발생하였으며 이는 프리스트레스 도입초기 긴장력과 시공초기 압출시 또는 압출완료 후에 발생한 시공초기 균열로 판단된다.



- 기 진단(2012년) 이후 균열폭 및 손상규모의 추가적인 진전은 없으므로 별도의 보수조치보다 지속적인 주의관찰을 실시하여 관리하는 것이 바람직한 것으로 판단된다.

② 종방향 균열

- 거더외부 하부플랜지에 주요손상인 종방향 균열은 시공이음부에 집중되어 있으며 이는 시공초기 콘크리트 내·외부의 온도차이로 인한 부등건조수축과 세그먼트 이어치기시 선타설 콘크리트에 구속되어 발생한 것으로 판단된다.

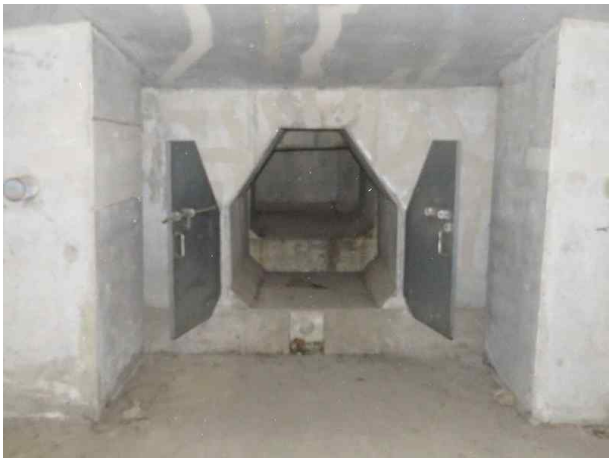


- 조사된 종방향 균열은 균열폭(0.1mm이하) 등을 감안할때 별도의 보수조치보다 지속적인 주의관찰을 실시하여 관리하는 것이 바람직한 것으로 판단된다.

다. 격벽

1) 개요

- 격벽은 각 Span의 시·종점부(교대 및 교각 지점부) 총 16개소가 설치되어 있다.

	
격벽 전경(S1-P1)	격벽 전경(S15-A2)

【사진 3.25】 격벽 전경(여주)

2) 외관조사 결과

- 격벽에 대한 외관조사 결과, 전반적으로 양호한 상태이며 균열, 망상균열, 보수부 재균열 등이 조사되었다.

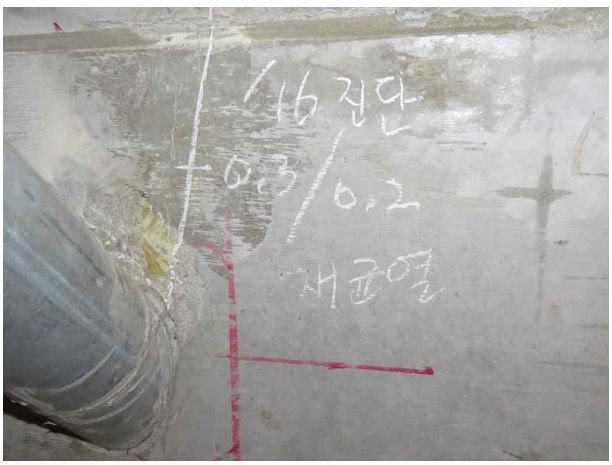
【표 3.32】 격벽 외관조사 결과(여주)

구 분	균열(0.2㎜이하)(m/개소)		균열(0.3㎜이상)(m/개소)		망상균열(0.2㎜이하)(㎡/개소)		철근노출(㎡/개소)	
	'12진단	'16진단	'12진단	'16진단	'12진단	'16진단	'12진단	'16진단
S1	9.7/20	-	1.0/1	-	-	-	-	-
S2	16.1/29	-	4.0/4	-	-	-	-	-
S3	11.1/32	-	3.9/4	-	-	-	-	-
S4	15.6/34	0.30/1	2.2/3	-	1.50/1	-	-	-
S5	11.4/28	0.10/1	0.5/3	-	-	-	-	-
S6	10.5/23	-	0.3/2	0.40/2	-	-	-	-
S7	10.5/25	0.20/1	0.7/1	-	0.48/1	-	-	-
S8	10.3/18	0.80/2	-	0.70/2	0.90/2	0.42/2	-	-
S9	9.7/20	1.70/4	1.6/2	-	2.00/2	0.30/1	-	-
S10	12.8/26	0.40/2	-	-	-	-	-	-
S11	13.4/31	-	1.6/3	-	-	-	-	-
S12	14.7/37	-	2.1/3	-	-	-	-	-
S13	19.6/46	1.40/3	1.4/2	-	0.80/2	-	0.01/1	-
S14	15.7/43	-	0.6/1	-	0.24/1	-	-	-
S15	30.8/80	-	1.8/2	-	0.52/1	-	-	-
합 계	211.9/492	4.90/14	21.7/31	1.10/4	6.44/10	0.72/3	0.01/1	-

【표 3.32】 격벽 외관조사 결과(여주, 계속)

구 분	보수부 재균열(0.2㎜이하)(m/개소)		보수부 재균열(0.3㎜이상)(m/개소)		보수부 박리(㎡/개소)	
	'12진단	'16진단	'12진단	'16진단	'12진단	'16진단
S1	–	–	–	–	–	–
S2	–	–	–	–	–	–
S3	–	–	–	–	–	–
S4	–	–	–	–	–	–
S5	–	2.20/2	–	–	–	–
S6	–	2.50/2	–	–	–	0.05/1
S7	–	4.90/4	–	–	–	–
S8	–	2.00/1	–	0.30/1	–	–
S9	–	2.20/2	–	–	–	–
S10	–	–	–	0.20/1	–	–
S11	–	–	–	–	–	–
S12	–	–	–	–	–	–
S13	–	–	–	–	–	–
S14	–	0.60/1	–	–	–	–
S15	–	–	–	–	–	–
합 계	–	14.40/12	–	0.50/2	–	0.05/1

폭 0.2mm이하 균열(S15-P14)



보수부 재균열(S10-P10)

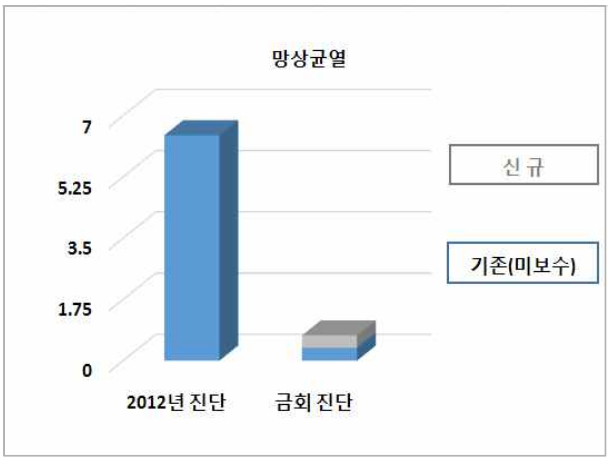
【사진 3.26】 격벽 손상현황(여주)

3) 기 진단(2012년) 결과와 비교

- 격벽에 조사된 주요 손상에 대하여 기 진단 결과를 토대로 손상 진전여부를 검토하였으며, 검토결과 격벽은 전반적으로 보수된 상태이며 일부 미보수 및 신규손상이 추가 확인되었다. 이는 신규발생 손상이 아닌 기 점검과 진단시 손상이 경미하여 누락되거나 외관조사망도 작성상의 오류로 인한 누락 등이 원인으로 분석되었다.

【표 3.33】 격벽 기 진단 결과 비교(여주)

구 분	2012년 진단	금회 진단			비 고
		미보수	보수부 재손상	신규	
균열 0.2mm이하(m)	211.9	0.4	14.4	4.5	
망상균열(m2)	6.44	0.37	-	0.35	



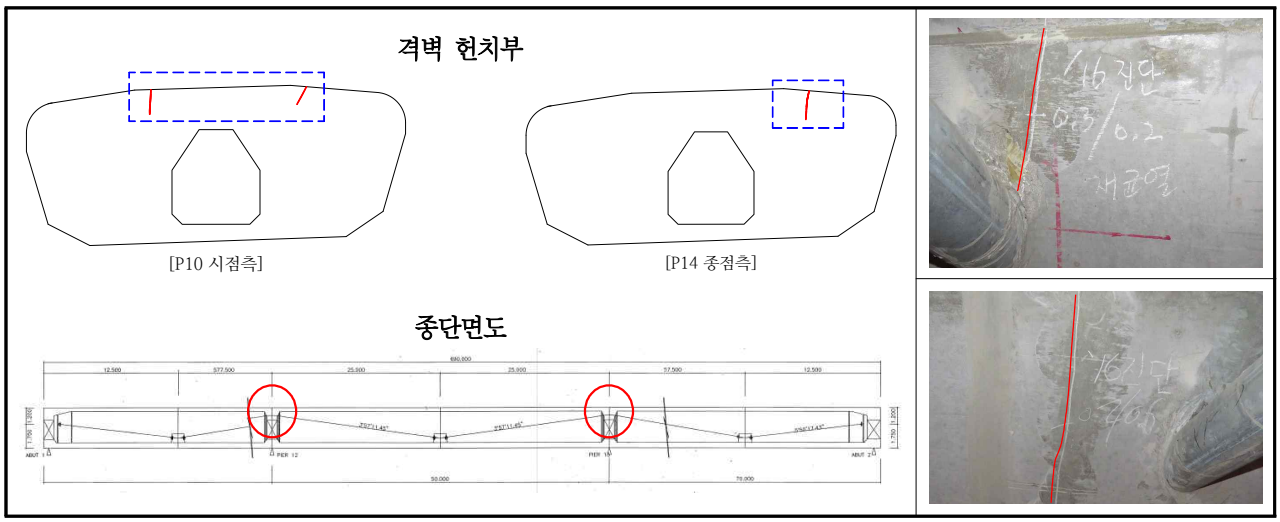
【그림 3.13】 격벽 기 진단결과 비교(여주)

4) 검토의견

- 격벽에 신규로 조사된 균열은 균열의 발생형태 및 균열폭 등을 감안할 때 추가적인 손상진전이 아닌 기 진단시 손상이 일부 누락된 것으로 판단된다.
- 발생한 균열은 대부분 폭 0.2㎜이하 균열로서 시공초기 건조수축과 Massive한 콘크리트에서 높은 온도의 내부 수화열이 소산되면서 발생하는 수축작용이 선 시공된 거더에 구속되어 발생한 비구조적인 균열로 판단되므로 별도의 보수조치보다 지속적인 주의관찰을 실시하여 관리하는 것이 바람직한 것으로 판단된다.

① 거더내부 종균열

- 거더 내부의 상부플랜지 하면에 발생한 종방향 균열은 시공초기 콘크리트 재료특성상 발생한 균열로 판단되며, 지점부 상부플랜지 헌치부에 발생된 균열은 유지보수용 External tendon 개구부의 국부적인 응력집중에 따른 균열로 판단된다.



- 거더 내부의 균열은 발생개소 및 손상규모가 경미하므로 별도의 보수조치보다 지속적인 주의관찰을 실시하여 관리하는 것이 바람직한 것으로 판단된다.

3.3.2 하부구조

가. 부재의 개요

- 옥성대교(여주)의 교대는 역 T형 철근콘크리트 구조로서 기초는 매스기초이며 교대 배면에서 거더내부로 진입 할 수 있는 점검구가 시·종점 교대에 설치되어 있다.
- 옥성대교(여주)의 교각은 중공형 구주식이고 기초는 직접기초로 시공되어 있다.

교대 전경(A1)

교각 전경(P11)

【사진 3.27】 하부 전경 (여주)

2) 외관조사 결과

- 하부구조에 대한 외관조사결과 하부구조의 이상변위 등은 발생하지 않았으며 균열, 망상균열, 파손, 재료분리, 표면오염, 균열부 백태, 토사유실 등의 손상이 조사되었다.
- 교대에 발생한 균열은 대부분 폭 0.2㎜이하로 수직균열 형태를 띄고 있으며 폭 0.3㎜ 이상 균열은 A2에 1개소 조사되었다.
- 교각에 발생한 균열은 대부분 폭 0.2mm이하로 기둥 상단에 주로 분포되어 있으며 폭 0.3mm이상 균열은 P6과 P10에 각각 1개소 조사되었다.
- 점검일 현재 하부구조에 발생된 손상에 대해서는 부분적으로 보수가 이루어진 상태로 보수상태는 전반적으로 양호한 것으로 확인되었다.

【표 3.34】 교대 및 교각 외관조사 결과(여주)

구 분	균열(0.2㎜이하)(m/개소)		균열(0.3㎜이상)(m/개소)		망상균열(0.2㎜이하)(㎡/개소)		백태(㎡/개소)	
	'12진단	'16진단	'12진단	'16진단	'12진단	'16진단	'12진단	'16진단
A1	3.6/6	3.00/4	0.6/1	-	0.20/1	0.20/1	-	-
P1	20.4/53	3.40/9	-	-	0.32/1	-	-	-
P2	7.1/15	1.90/2	0.3/1		0.52/3	1.62/2	-	-
P3	17.1/41	17.3/42	-	-	0.09/1	0.09/1	-	-
P4	13.8/40	12.90/31	-	-	0.59/2	0.59/2	-	-
P5	4.7/14	5.60/16	-	-	0.40/1	0.40/1	-	-
P6	34.9/90	31.7/75	1.0/1	1.00/1	0.68/2	0.92/3	-	-
P7	28.3/49	6.40/14	-	-	1.30/5	0.48/1	-	-
P8	4.3/8	3.40/6	-	-	14.20/11	10.84/9	-	-
P9	32.9/43	29.5/33	-	-	4.60/3	1.10/2	-	-
P10	34.3/55	11.3/17	0.3/1	0.30/1	0.40/1	-	-	-
P11	25.7/52	13.0/20	-	-	-	0.63/1	-	-
P12	34.3/59	1.8/2	-	-	5.26/5	-	0.02/1	-
P13	13.9/34	-	-	-	1.18/3	-	-	-
P14	25.1/56	2.70/5	-	-	1.60/2	-	-	-
A2	7.1/13	6.00/11	3.4/4	0.80/2	-	2.80/3	-	-
합 계	307.5/628	149.9/287	5.6/8	2.10/4	31.34/41	19.67/26	0.02/1	-

【표 3.34】 교대 및 교각 외관조사 결과(여주, 계속)

구 분	파손(㎡/개소)		철근노출(㎡/개소)		표면오염(㎡/개소)		식생(㎡/개소)	
	'12진단	'16진단	'12진단	'16진단	'12진단	'16진단	'12진단	'16진단
A1	–	0.01/1	–	–	0.48/2	0.48/2	–	–
P1	–	–	0.01/1	–	–	–	–	–
P2	–	–	–	–	–	–	300.00/1	300.00/1
P3	–	–	–	–	–	–	–	–
P4	–	–	–	–	–	–	–	–
P5	–	–	–	–	–	–	–	–
P6	–	–	0.01/1	0.01/1	–	–	–	–
P7	–	–	–	–	–	8.40/1	–	–
P8	–	–	–	–	–	–	–	–
P9	–	–	–	–	–	–	–	–
P10	–	–	–	–	–	–	–	–
P11	–	–	–	–	–	–	–	–
P12	0.09/2	0.09/2	–	–	–	–	–	–
P13	–	–	–	–	–	–	–	–
P14	–	–	–	–	–	–	–	–
A2	–	–	–	–	1.50/1	2.02/2	–	–
합 계	0.09/2	0.10/3	0.02/2	0.01/1	1.98/3	10.9/5	300.00/1	300.00/1

【표 3.34】 교대 및 교각 외관조사 결과(여주, 계속)

구 분	체수(㎡/개소)		잡철물 노출(㎡/개소)		법면보호공 침하(㎡/개소)		마감처리미흡(㎡/개소)	
	'12진단	'16진단	'12진단	'16진단	'12진단	'16진단	'12진단	'16진단
A1	4.00/2	4.00/2	–	–	–	1.50/1	–	–
P1	–	–	–	–	–	–	–	–
P2	–	–	–	–	–	–	–	3.30/1
P3	–	–	–	–	–	–	–	–
P4	–	–	–	–	–	–	–	–
P5	–	–	–	0.01/1	–	–	–	–
P6	–	–	–	–	–	–	–	–
P7	–	–	–	–	–	–	–	–
P8	–	–	0.01/1	0.01/1	–	–	–	–
P9	–	–	–	–	–	–	–	–
P10	–	–	–	–	–	–	–	–
P11	–	–	–	–	–	–	–	–
P12	–	–	–	–	–	–	–	–
P13	–	–	–	–	–	–	–	–
P14	–	–	–	–	–	–	–	–
A2	–	–	–	–	–	–	–	–
합 계	4.00/2	4.00/2	0.01/1	0.02/2	–	1.50/1	–	3.30/1

【표 3.34】 교대 및 교각 외관조사 결과(여주, 계속)

구 분	박락(㎡/개소)		재료분리(㎡/개소)		토사유실(개소)	
	'12진단	'16진단	'12진단	'16진단	'12진단	'16진단
A1	-	0.02/1	-	0.30/1	-	-
P1	-	-	-	-	-	-
P2	-	-	-	-	-	-
P3	-	-	-	-	-	-
P4	-	-	-	-	-	-
P5	-	-	-	-	-	-
P6	-	-	-	-	-	-
P7	-	-	-	-	-	-
P8	-	-	-	-	-	-
P9	-	-	-	-	-	-
P10	-	-	-	-	-	-
P11	-	-	-	2.25/1	-	-
P12	-	-	-	-	-	-
P13	-	-	-	-	-	-
P14	-	-	-	-	-	-
A2	-	-	-	0.90/1	1	1
합 계	-	0.02/1	-	3.45/3	1	1

【표 3.34】 교대 및 교각 외관조사 결과(여주, 계속)

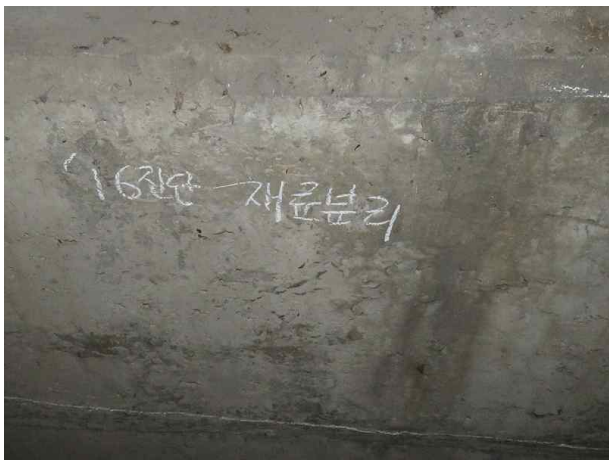
구 분	보수부 재균열(0.2㎜이하)(m/개소)		보수부 재균열(0.3㎜이상)(m/개소)		교각번호판 탈락(개소)	
	'12진단	'16진단	'12진단	'16진단	'12진단	'16진단
A1	-	-	-	-	-	-
P1	-	0.20/2	-	-	-	-
P2	-	-	-	-	-	-
P3	-	-	-	-	-	-
P4	-	-	-	-	-	-
P5	-	-	-	-	-	-
P6	-	-	-	-	-	-
P7	-	-	-	-	-	1
P8	-	-	-	-	-	-
P9	-	-	-	-	-	-
P10	-	-	-	-	-	-
P11	-	-	-	-	-	-
P12	-	0.40/2	-	-	-	-
P13	-	-	-	-	-	-
P14	-	-	-	-	-	-
A2	-	1.00/1	-	1.20/1	-	-
합 계	-	1.60/5	-	1.20/1	-	1

【표 3.35】 교대 점검구 외관조사 결과(여주)

구 분	균열(0.2㎜이하)(m/개소)		백태(㎡/개소)	
	'12진단	'16진단	'12진단	'16진단
A1	3.4/12	-	0.36/1	-
A2	4.0/14	-	0.36/2	-
합 계	7.4/26	-	0.72/3	-

폭 0.2mm 균열(A1 벽체 상단)

망상균열(A2 우측 날개벽)



재료분리(A2 흉벽 전면)

보수부 재균열(A2 벽체 전면)

【사진 3.28】 교대 및 교각 손상현황(여주)

폭 0.1mm이하 균열(P3 전면)	망상균열(P8 전면)
기둥하단부 파손(P12 좌측면)	식생(P2)

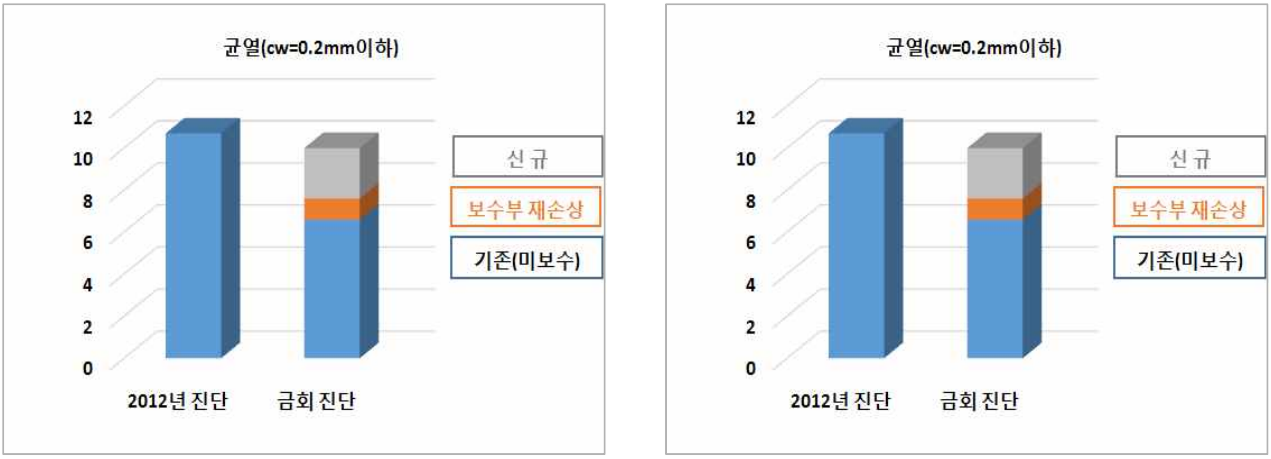
【사진 3.28】 교대 및 교각 손상현황(여주, 계속)

3) 기 진단(2012년) 결과와 비교

- 교대 및 교각에 조사된 주요 손상에 대하여 기 진단 결과를 토대로 손상 진전여부를 검토하였으며, 기 진단(2012년) 이후 부분적인 보수가 이루어진 상태이나 일부구간 미보수 및 보수부 재균열이 발생한 것으로 확인되었다.

【표 3.36】 교대 기 진단 결과 비교(여주)

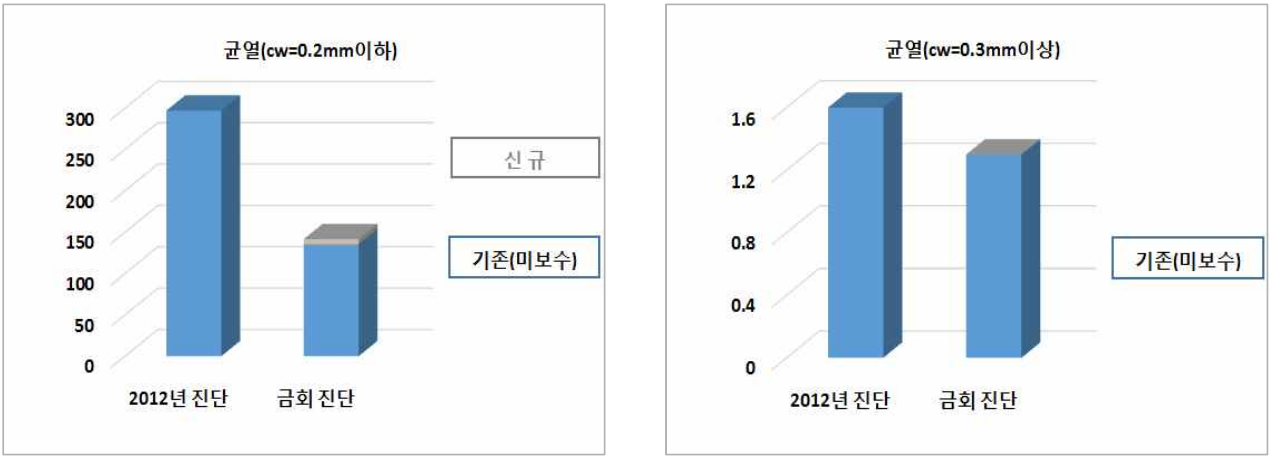
구 분	2012년 진단	금회 진단			비 고
		미보수	보수부 재손상	신규	
균열 0.2mm이하(m)	10.7	6.6	1.0	2.4	
균열 0.3mm이상(m)	4.0	0.2	1.2	0.6	



【그림 3.14】 교대 기 진단결과 비교(여주)

【표 3.37】 교각 기 진단 결과 비교(여주)

구 분	2012년 진단	금회 진단			비 고
		미보수	보수부 재손상	신규	
균열 0.2mm이하(m)	296.8	134.8	0.6	6.1	
균열 0.3mm이상(m)	1.6	1.3	–	–	



【그림 3.15】 교각 기 진단결과 비교(여주)

4) 검토의견

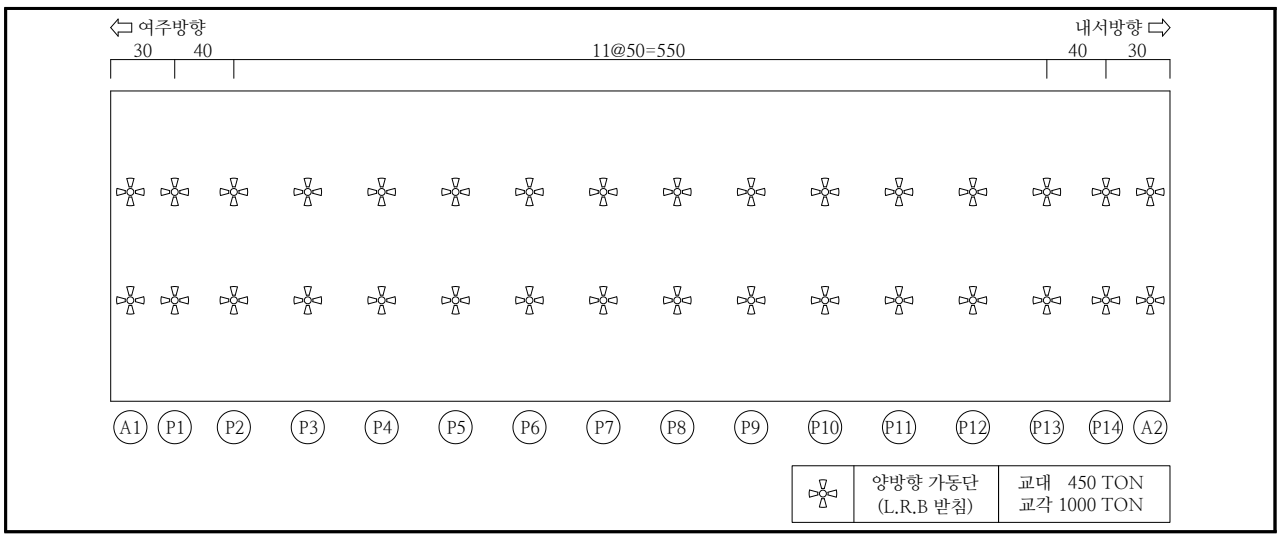
- 하부구조에 발생한 균열은 대부분 균열폭 0.2㎜이하로 수직균열의 형태를 보이고 있는 것으로 조사되었으며, 균열의 형상, 방향성, 발생 위치 등을 고려해 볼 때, 콘크리트 재료적 특성인 시공초기 건조수축에 의해 발생한 것으로 판단된다. 균열폭 0.2mm이하 균열은 지속적인 주의관찰을 실시하고, 폭 0.3mm이상 균열에 대해서는 내구성 확보를 위해 주입보수를 실시하는 것이 바람직한 것으로 판단된다.

- 그 외 파손, 재료분리, 균열부 백태 등의 손상은 발생정도가 경미하고 구조물에 안전성에 영향이 없는 비구조적 손상으로 별도의 보수조치보다 지속적인 주의관찰을 실시하여 관리하는 것이 바람직한 것으로 판단된다.
- A2 점검계단 하부의 토사유실은 우수침투에 의한 손상의 발생범위가 확대될수 있으므로 토사채움 등의 보수가 필요한 것으로 판단된다.
- A2 주변 성토사면의 경우 사면 유실에 대한 지속적인 주의관찰은 필요하다.

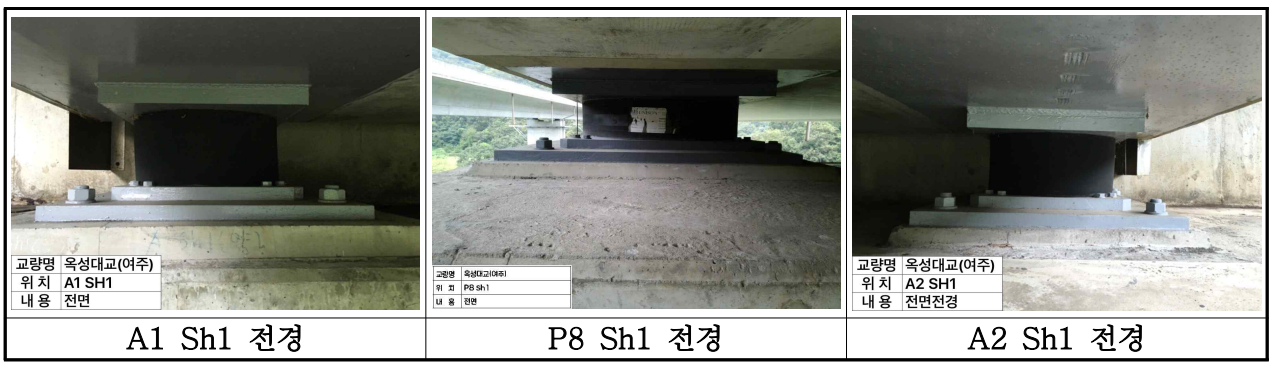
3.3.3 교량받침

가. 부재의 개요

- 본 교량의 교량받침은 면진받침(L.R.B) 교대 및 교각당 2개소씩 총 32개소가 시공되어 있다.



【그림 3.16】 교량받침 배치도(여주)



A1 Sh1 전경	P8 Sh1 전경	A2 Sh1 전경

【사진 3.29】 교량받침 전경(여주)

나. 외관조사 결과

- 교량 받침장치는 상부구조에서 발생된 하중을 하부구조로 전달하고 상부구조의 신축 및 회전에 능동적으로 대응하는 부재이며 본 조사에서는 과반력 및 부반력 발생 여부, 온도변화 및 활하중에 의한 신축거동 여부 뿐만 아니라 강재 부식, 콘크리트 손상 여부 등 내구성, 기능성, 사용성 등에 대한 현장조사를 시행하였으며 그 결과는 다음 【표 3.37】과 같다.
- 교량받침에 대한 외관상태는 전반적으로 양호한 상태이며 가동상태도 대부분 적정한 것으로 조사되었다.
- 받침장치의 외관조사 결과 받침본체 부식 및 도장박리, 무수축몰탈의 균열, 파손 등의 손상이 조사되었다.
- 조사된 손상은 대부분 기 진단시(2012년) 발생된 손상으로 일부 보수가 이루어진 상태이나 미보수 및 추가손상이 발생한 것으로 조사되었다.

【표 3.38】 교량받침 외관조사 결과(여주)

구 분	받침본체					
	플레이트 도장박리 및 부식(㎡/개소)		플레이트 도장열화 및 부식(㎡/개소)		이동표지바 탈락(개소)	
	′12진단	′16진단	′12진단	′16진단	′12진단	′16진단
A1	–	–	–	–	–	1
P1	0.01/1	0.71/2	0.70/1	–	–	–
P2	–	–	–	–	–	–
P3	–	–	–	–	–	–
P4	–	–	–	–	–	–
P5	–	–	–	–	–	–
P6	0.01/1	0.01/1	–	–	–	–
P7	–	–	–	–	–	–
P8	–	–	–	–	–	–
P9	–	–	–	–	–	–
P10	–	–	–	–	–	–
P11	–	–	–	–	–	–
P12	–	–	–	–	–	–
P13	–	–	–	–	–	–
P14	–	0.12/1	–	–	–	–
A2	0.90/2	0.90/2	–	–	1	1
합 계	0.92/4	1.74/6	0.70/1	–	1	2

【표 3.38】 교량받침 외관조사 결과(여주,계속)

구 분	무수축몰탈					
	균열(0.2㎜이하)(m/개소)		파손(㎡/개소)		보수부 재균열(0.2㎜이하)(m/개소)	
	'12진단	'16진단	'12진단	'16진단	'12진단	'16진단
A1	0.4/4	0.60/4	0.01/1	-	-	-
P1	1.4/14	1.40/14	-	-	-	-
P2	0.1/1	-	-	-	-	-
P3	-	0.20/2	-	-	-	-
P4	0.9/9	1.00/10	-	-	-	-
P5	1.2/12	1.20/12	-	-	-	-
P6	1.6/16	1.60/16	-	-	-	-
P7	1.7/17	1.70/17	0.02/2	0.02/2	-	-
P8	0.4/4	0.20/2	0.03/3	-	-	0.10/1
P9	-	-	-	-	-	-
P10	0.5/5	-	-	-	-	-
P11	-	-	-	-	-	-
P12	0.2/2	-	0.01/1	0.01/1	-	-
P13	0.3/3	0.10/1	-	-	-	-
P14	-	-	-	-	-	-
A2	-	-	-	-	-	-
합 계	8.7/87	8.00/78	0.07/7	0.03/3	-	0.10/1

받침본체 부식(A2-Sh1)

이동표지바 탈락(A1-Sh1)

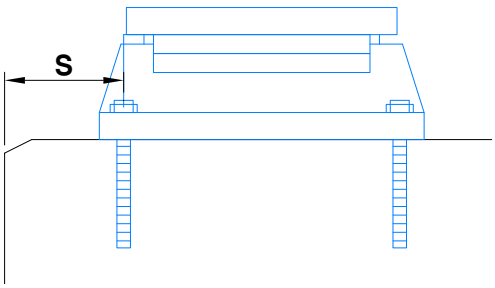
【사진 3.30】 교량받침 손상현황(여주)

무수축몰탈 균열(A1-Sh1)	무수축몰탈 보수부 재균열(P8-Sh2)

【사진 3.30】 교량받침 손상현황(여주, 계속)

다. 연단거리 검토

- 교대 및 교각의 교량받침면은 상부구조로부터 집중하중을 받는 부위이고, 지진시에는 큰 수평력이 작용하는 곳이다. 연단거리가 짧으면 고정단에서는 콘크리트 구체 또는 교량받침이 파손될 수 있고, 가동단에서는 받침이 벗어나 거더가 낙하할 수도 있다.
- 상부구조의 길이에 따라 '도로교설계기준(2010, 국토해양부)' 에서는 최소값을 규정하고 있다.



< 포트받침 >

- 거더의 경간길이 100m 이하
  : S(㎜) = 200 + 5L
- 거더의 경간길이 100m 이상
  : S(㎜) = 300 + 4L
  여기서, L은 경간길이(m)

【그림 3.17】 도로교설계기준 연단거리 산출방법

1) 연단거리 산출

- 거더 경간길이(L=30.0m) : 200+5×30.0 = 350(㎜)
- 거더 경간길이(L=40.0m) : 200+5×40.0 = 400(㎜)
- 거더 경간길이(L=50.0m) : 200+5×50.0 = 450(㎜)

2) 연단거리 측정 결과

- 연단거리 측정 결과, 실측 연단거리가 계산 연단거리를 상회하고 있는 것으로 측정되어 시방규정을 만족하고 있는 것으로 검토되었다.

연단거리 측정 전경(교대)	연단거리 측정 전경(교각)

【사진 3.31】 연단거리 측정 전경(여주)

【표 3.39】 연단거리 측정 결과(여주)

구 분		계산 연단거리 (㎜)	실측 연단거리(㎜)		검토 결과
			Sh1	Sh2	
A1		350	380	380	O.K
P1	A1측	350	1150	1150	O.K
	A2측	400	1150	1150	O.K
P2	A1측	400	1150	1150	O.K
	A2측	450	1150	1150	O.K
P3	A1측	450	1120	1180	O.K
	A2측	450	1140	1160	O.K
P4	A1측	450	1130	1170	O.K
	A2측	450	1120	1180	O.K
P5	A1측	450	1150	1150	O.K
	A2측	450	1170	1130	O.K
P6	A1측	450	1180	1120	O.K
	A2측	450	1200	110	O.K

【표 3.39】 연단거리 측정 결과(여주, 계속)

구 분		계산 연단거리 (㎜)	실측 연단거리(㎜)		검토 결과
			Sh1	Sh2	
P7	A1측	450	1120	1180	O.K
	A2측	450	1160	1140	O.K
P8	A1측	450	1180	1120	O.K
	A2측	450	1160	1140	O.K
P9	A1측	450	1100	1200	O.K
	A2측	450	1150	1215	O.K
P10	A1측	450	1140	1160	O.K
	A2측	450	1150	1150	O.K
P11	A1측	450	1150	1150	O.K
	A2측	450	1110	1190	O.K
P12	A1측	450	1130	1170	O.K
	A2측	450	1150	1150	O.K
P13	A1측	450	1140	1160	O.K
	A2측	400	1140	1160	O.K
P14	A1측	400	1140	1160	O.K
	A2측	350	1140	1160	O.K
A2		350	500	500	O.K

라. 교량받침 신축거동상태 검토

1) 온도변화에 따른 가동상태 검토

- 교량받침은 면진받침으로 현재 여유량을 실측함으로써 온도 변화와 활하중에 의한 거더의 처짐에 따른 신축시 이동량 부족으로 인한 받침의 기능 저하 여부를 검토하고자 하였다.
- 교량받침의 이동량은 2회(1차:18.9℃(9월), 2차:15.2℃(10월))에 걸쳐 측정하였으며, 온도 변화에 따른 변동량 측정결과 이론 변동량과 전반적으로 유사한 것으로 나타나 전반적으로 양호한 거동상태를 보이고 있는 것으로 평가되었다.

【표 3.40】 교량받침 가동상태 검토결과(여주)

위 치		실측 이동량(㎜)		변동량(㎜)		비 고
		1차	2차	실측치	이론치	
A1	Sh1	10.0(A2)	25.0(A2)	15.0	12.8	
	Sh2	10.0(A2)	25.0(A2)	15.0		
P1	Sh1	20.0(A2)	25.0(A2)	5.0	11.7	
	Sh2	20.0(A2)	25.0(A2)	5.0		
P2	Sh1	15.0(A2)	20.0(A2)	5.0	10.2	
	Sh2	20.0(A2)	25.0(A2)	5.0		
P3	Sh1	20.0(A2)	25.0(A2)	5.0	8.3	
	Sh2	20.0(A2)	25.0(A2)	5.0		
P4	Sh1	20.0(A2)	30.0(A2)	10.0	6.5	
	Sh2	20.0(A2)	40.0(A2)	20.0		
P5	Sh1	20.0(A2)	30.0(A2)	10.0	4.6	
	Sh2	20.0(A2)	30.0(A2)	10.0		
P6	Sh1	20.0(A2)	30.0(A2)	10.0	2.8	
	Sh2	30.0(A2)	35.0(A2)	5.0		
P7	Sh1	20.0(A2)	25.0(A2)	5.0	0.9	
	Sh2	20.0(A2)	30.0(A2)	10.0		
P8	Sh1	10.0(A1)	15.0(A1)	5.0	0.9	
	Sh2	10.0(A1)	20.0(A1)	10.0		
P9	Sh1	20.0(A1)	30.0(A1)	10.0	2.8	
	Sh2	10.0(A1)	20.0(A1)	10.0		
P10	Sh1	20.0(A1)	30.0(A1)	10.0	4.6	
	Sh2	20.0(A1)	30.0(A1)	10.0		
P11	Sh1	30.0(A1)	35.0(A1)	5.0	6.5	
	Sh2	20.0(A1)	25.0(A1)	5.0		
P12	Sh1	25.0(A1)	30.0(A1)	5.0	8.3	
	Sh2	20.0(A1)	30.0(A1)	10.0		
P13	Sh1	20.0(A1)	30.0(A1)	10.0	10.2	
	Sh2	30.0(A1)	40.0(A1)	10.0		
P14	Sh1	50.0(A1)	70.0(A1)	20.0	11.7	
	Sh2	55.0(A1)	80.0(A1)	20.0		
A2	Sh1	15.0(A1)	25.0(A1)	10.0	12.8	
	Sh2	15.0(A1)	25.0(A1)	10.0		

교량받침 가동량 측정(교대 A1)

교량받침 가동량 측정(교각 P13)

【사진 3.32】 교량받침 가동량 측정 전경(여주)

- 교량받침의 이동량을 검토한 결과, 전 개소에서 충분한 가동여유량을 확보하고 있는 것으로 평가되었다.

2) 설계기준온도(−10℃ ~ 40℃(보통지방))에 따른 여유량 검토

- 교량받침의 이동량을 검토한 결과, 전구간 충분한 가동여유량을 확보하고 있는 것으로 평가되었다.

【표 3.41】 교량받침 이동량(설계기준 온도) 산정(여주)①

구 분	온도변화 (⊿T, ℃)		선팽창 계수 (α)	신축거더길이 (L, m)	온도 변화에 의한 이동량(㎜)		활하중에 의한 거더의 처짐에 의한 이동량 (㎜)	최대 받침 이동량(㎜)	
	동절기	하절기			동절기	하절기		동절기 (최대 수축시)	하절기 (최대 신장시)
A1	28.9	21.1	1.0×10^{-5}	345	99.7	72.8	5.3	99.7	78.1
P1	28.9	21.1	1.0×10^{-5}	315	91.0	66.5	−	91.0	66.5
P2	28.9	21.1	1.0×10^{-5}	275	79.5	58.0	−	79.5	58.0
P3	28.9	21.1	1.0×10^{-5}	225	65.0	47.5	−	65.0	47.5
P4	28.9	21.1	1.0×10^{-5}	175	50.6	36.9	−	50.6	36.9
P5	28.9	21.1	1.0×10^{-5}	125	36.1	26.4	−	36.1	26.4
P6	28.9	21.1	1.0×10^{-5}	75	21.7	15.8	−	21.7	15.8
P7	28.9	21.1	1.0×10^{-5}	25	7.2	5.3	−	7.2	5.3
P8	28.9	21.1	1.0×10^{-5}	25	7.2	5.3	−	7.2	5.3

【표 3.41】 교량받침 이동량(설계기준 온도) 산정(여주, 계속)①

구 분	온도변화 (⊿T, ℃)		선팽창 계수 (α)	신축거더길이 (L, m)	온도 변화에 의한 이동량(㎜)		활하중에 의한 거더의 처짐에 의한 이동량 (㎜)	최대 받침 이동량(㎜)	
	동절기	하절기			동절기	하절기		동절기 (최대 수축시)	하절기 (최대 신장시)
P9	28.9	21.1	1.0×10^{-5}	75	21.7	15.8	-	21.7	15.8
P10	28.9	21.1	1.0×10^{-5}	125	36.1	26.4	-	36.1	26.4
P11	28.9	21.1	1.0×10^{-5}	175	50.6	36.9	-	50.6	36.9
P12	28.9	21.1	1.0×10^{-5}	225	65.0	47.5	-	65.0	47.5
P13	28.9	21.1	1.0×10^{-5}	275	79.5	58.0	-	79.5	58.0
P14	28.9	21.1	1.0×10^{-5}	315	91.0	66.5	-	91.0	66.5
A2	28.9	21.1	1.0×10^{-5}	345	99.7	72.8	5.3	99.7	78.1

1) 조사당시 온도 : 18.9℃(조사일 : 2016년 9월 07일, 평균온도)
2) 검토온도 : -10℃ ~ 40℃(보통지방)
3) 신축장 100m 이상 교량의 경우 신장시에만 고려(도로설계요령, 2009)

【표 3.42】 교량받침 이동량(설계기준 온도) 검토결과(여주)②

구 분		점검당시 실측이동량(㎜)	최대 받침 이동량(㎜)		실측 받침 가동여유량(㎜)		받침용량 (㎜)	검토 결과
			최대 수축 이동량	최대 신장 이동량	수축 여유량	신장 여유량		
A1	Sh1	10(A2)	99.7	78.1	210	190	200	OK
	Sh2	10(A2)			210	190	200	OK
P1	Sh1	20(A2)	91.0	66.5	170	130	150	OK
	Sh2	20(A2)			170	130	150	OK
P2	Sh1	15(A2)	79.5	58.0	165	135	150	OK
	Sh2	20(A2)			170	130	150	OK
P3	Sh1	20(A2)	65.0	47.5	170	130	150	OK
	Sh2	20(A2)			170	130	150	OK
P4	Sh1	20(A2)	50.6	36.9	170	130	150	OK
	Sh2	20(A2)			170	130	150	OK
P5	Sh1	20(A2)	36.1	26.4	170	130	150	OK
	Sh2	20(A2)			170	130	150	OK
P6	Sh1	20(A2)	21.7	15.8	170	130	150	OK
	Sh2	30(A2)			180	120	150	OK

【표 3.42】 교량받침 이동량(설계기준 온도) 검토결과(여주, 계속)②

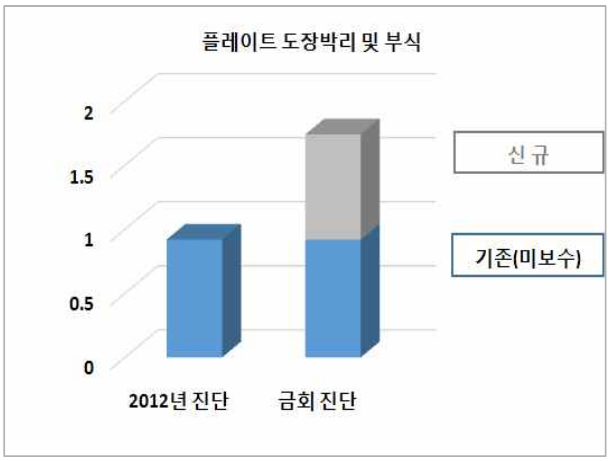
구 분		점검당시 실측이동량(㎜)	최대 받침 이동량(㎜)		실측 받침 가동여유량(㎜)		받침용량 (㎜)	검토 결과
			최대 수축 이동량	최대 신장 이동량	수축 여유량	신장 여유량		
P7	Sh1	20(A2)	7.2	5.3	170	130	150	OK
	Sh2	20(A2)			170	130	150	OK
P8	Sh1	10(A1)	7.2	5.3	160	140	150	OK
	Sh2	10(A1)			160	140	150	OK
P9	Sh1	20(A1)	21.7	15.8	170	130	150	OK
	Sh2	10(A1)			160	140	150	OK
P10	Sh1	20(A1)	36.1	26.4	170	130	150	OK
	Sh2	20(A1)			170	130	150	OK
P11	Sh1	30(A1)	50.6	36.9	180	120	150	OK
	Sh2	20(A1)			170	130	150	OK
P12	Sh1	25(A1)	65.0	47.5	175	125	150	OK
	Sh2	20(A1)			170	130	150	OK
P13	Sh1	20(A1)	79.5	58.0	170	130	150	OK
	Sh2	30(A1)			180	120	150	OK
P14	Sh1	50(A1)	91.0	66.5	200	100	150	OK
	Sh2	55(A1)			205	95	150	OK
A2	Sh1	15(A1)	99.7	78.1	215	185	200	OK
	Sh2	15(A1)			215	185	200	OK
주) 판정 : 최대 받침 이동량 ≤ 실측 받침 가동여유량 ⇒ O.K								

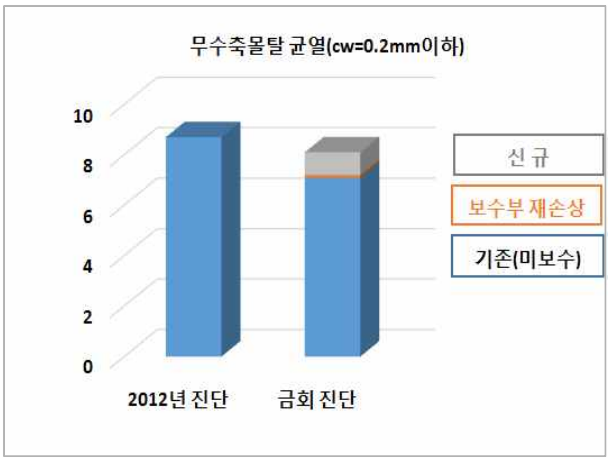
바. 기 진단(2012년) 결과와 비교

- 받침장치에 조사된 받침무수축몰탈 균열과 받침부식에 대하여 기 진단 결과를 토대로 손상 진전여부를 검토하였으며, 검토결과 기 진단(2012년) 이후 균열부에 대한 부분적인 보수가 이루어진 상태이나 일부 미보수 및 신규손상이 추가 발생된 것으로 확인되었다.
- 신규로 조사된 주요손상은 교량받침 본체 부식으로 A2 표면오염 등의 누수흔적을 고려할 때 신축이음부 노면수 유입에 의한 손상으로 판단된다.

【표 3.43】 교량받침 기 진단 결과 비교(여주)

구 분	2009년 진단	금회 진단			비 고
		미보수	보수부 재손상	신규	
받침부식(㎡)	0.92	0.92	-	0.82	
무수축몰탈 균열(m)	8.7	7.1	0.1	0.9	





【그림 3.18】 교량받침 기 진단결과 비교(여주)

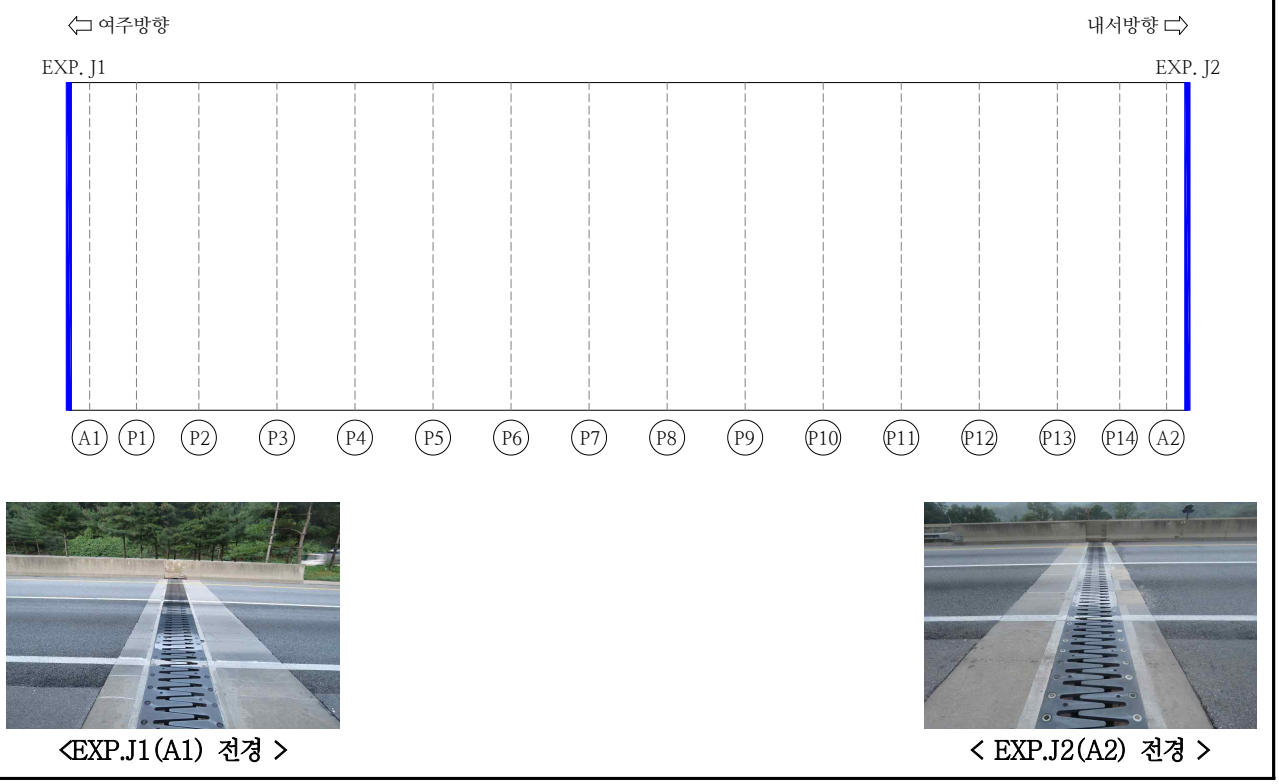
사. 검토의견

- 받침본체 도장박리 및 부식은 신축이음부 노면수 유입 등에 의한 도장열화로 추정되며 온도변화에 따른 신축거동을 저해할수 있으므로 녹발생부 제거 및 재도장이 요구된다.
- 무수축몰탈 균열은 시공초기 건조수축에 의한 것으로 판단되며 무수축몰탈 파손은 시공시 또는 유지관리시 외부충격에 의한 것으로 추정된다. 상기 손상은 손상정도가 경미하여 별도의 보수조치보다 지속적인 주의관찰을 실시하여 관리하는 것이 바람직한 것으로 판단된다.

3.3.4 신축이음장치

가. 부재의 개요

- 본 교량의 신축이음장치는 Finger Joint로 A1, A2에 각 1개소씩 총 2개소에 시공되어 있다.



【그림 3.19】 신축이음장치 전경 및 배치도(여주)

나. 외관조사 결과

- 신축이음장치에 대한 외관조사 결과, 신축거동에 이상이 없는 양호한 상태이나 본체부식, 후타재균열 및 열화, 박리, 파손 등이 조사되었다.

【표 3.44】 신축이음장치 외관조사 결과(여주)

구 분	신축이음장치 본체				후타재			
	강판 부식(㎡/개소)		이물질 퇴적(㎡/개소)		균열(0.2㎜이하)(m/개소)		균열(0.3㎜이상)(m/개소)	
	'12진단	'16진단	'12진단	'16진단	'12진단	'16진단	'12진단	'16진단
A1	0.72/2	0.72/2	1.00/1	-	13.6/19	14.40/21	-	-
A2	1.00/4	-	1.00/1	0.45/1	9.8/13	1.50/4	-	7.80/16
합 계	1.72/6	0.72/2	2.00/2	0.45/1	23.4/32	15.90/25	-	7.80/16

【표 3.44】 신축이음장치 외관조사 결과(여주, 계속)

구 분	후타재					
	망상균열(0.2㎜이하)(㎡/개소)		파손(㎡/개소)		망상균열(0.3㎜이상)(㎡/개소)	
	'12진단	'16진단	'12진단	'16진단	'12진단	'16진단
A1	-	-	-	0.06/4	-	-
A2	1.35/1	3.07/2	-	-	-	6.30/1
합 계	1.35/1	3.07/2	-	0.06/4	-	6.30/1

【표 3.44】 신축이음장치 외관조사 결과(여주, 계속)

구 분	후타재					
	박리(㎡/개소)		차수덮개판 볼트 탈락(개소)		신축이음부 누수(m/개소)	
	'12진단	'16진단	'12진단	'16진단	'12진단	'16진단
A1	-	-	3	8	3.00/5	-
A2	-	0.02/1	8	6	-	-
합 계	-	0.02/1	11	14	3.00/5	-

본체부식(EXP J1)

후타재 균열(EXP J1)

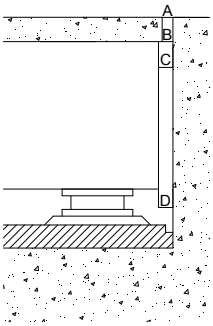
【사진 3.33】 신축이음장치 손상현황(여주)

다. 신축이음 신축거동상태 검토

1) 온도변화에 따른 가동상태 검토

- 본 교량의 신축거동상태를 확인하기 위해 2회(1차:18.9℃(9월), 2차:15.2℃(10월))에 걸쳐 신축이음장치, 바닥판 거더 상·하부에 대한 유간을 측정하였고, 이론 변동량과의 비교를 통해 신축거동상태를 검토하였다. 또한, 측정된 유간으로부터 최대 온도 상승시 신장량과 최저 온도 하강시 수축량을 계산하여 유간확보 여부를 검토하였다.

신축이음장치 유간(A)	바닥판 유간(B)	거더 상부 유간(C)	거더 하부 유간(D)



< 측정 개요도 >

【그림 3.20】 신축이음 유간 측정방법(여주)

【표 3.45】 신축이음 유간 측정결과(여주)

측정위치	측 정 값(㎜)								비 고
	신축이음장치(A)		바닥판(B)		거더 상부(C)		거더 하부(D)		
	1차	2차	1차	2차	1차	2차	1차	2차	
EXP.J1(A1)	130	155	480	540	480	510	480	505	Finger Joint (No.320)
EXP.J2(A2)	255	182	500	540	500	530	500	525	Finger Joint (No.320)

- 9월(18.9℃)과 10월(15.2℃)의 온도 변화에 따른 변동량 측정결과, 이론 변동량과 미미한 차이는 있으나 교량의 신축거동상태는 전반적으로 양호한 것으로 판단된다.

【표 3.46】 신축이음장치 및 바닥판 단부 가동상태 검토결과(여주)

측정위치		측정유간(㎜)		변동량(㎜)		비 고
		1차	2차	실측치	이론치	
EXP.J1(A1)	신축이음장치	130	155	25	12.8	
	바닥판 단부	480	540	60		
EXP.J2(A2)	신축이음장치	255	182	73	12.8	
	바닥판 단부	500	540	40		

2) 설계기준온도(-10℃ ~ 40℃(보통지방))에 따른 여유량 검토

- 신축이음 유간을 각각 측정한 결과, 신장 및 수축시 여유량을 확보하고 있는 것으로 검토되었다.

【표 3.47】 신축이음 신축이동량(설계기준 온도) 산정(여주)

구 분	온도변화 (⊿T, ℃)		선팽창 계수 (α)	신축거더 길이(L, m)	온도 변화에 의한 이동량(㎜)		활하중에 의한 거더의 처짐에 의한 이동량 (㎜)	계산 이동량(㎜)	
	동절기	하절기			동절기	하절기		동절기 (최대 수축시)	하절기 (최대 신장시)
EXP.J1 (A1)	28.9	21.1	1.0×10^{-5}	345	99.7	72.8	5.3	99.7	78.1
EXP.J2 (A2)	28.9	21.1	1.0×10^{-5}	345	99.7	72.8	5.3	99.7	78.1

1) 조사당시 온도 : 18.9℃(조사일 : 2016년 9월 07일, 평균온도)
2) 검토온도 : -10℃ ~ 40℃(보통지방)
3) 신축장 100m 이상 교량의 경우 신장시에만 고려(도로설계요령, 2009)

【표 3.48】 신축이음장치 및 바닥판 단부 가동여유량(설계기준 온도) 검토결과(여주)

구 분		계산 이동량(㎜)		점검당시 실측유간(㎜) ③	허용량(㎜) ④	신축 여유량(㎜)		검토 결과
		최대 수축시 ①	최대 신장시 ②			최대 수축시 ④-(①+③)	최대 신장시 ③-②	
EXP.J1 (A1)	신축이음장치	99.7	78.1	130	300	70.3	51.9	O.K
	바닥판 단부			480			401.9	O.K
EXP.J2 (A2)	신축이음	99.7	78.1	155	300	45.3	76.9	O.K
	바닥판 단부			500			421.9	O.K

주) 판정 : 0.0㎜ ≤ 신축 여유량 ≤ 허용량 ⇒ O.K

마. 검토의견

- 본체부식의 경우 노면수 유입 등에 의한 손상으로 점검일 현재 신축거동에 이상이 없는 상태로 현상태에서 보수는 필요하지 않은 것으로 판단된다.
- 후타재 균열 등의 손상은 시공초기 건조수축, 공용 중 차량의 반복하중 및 충격에 의한 손상으로 일반적인 보수가 필요하나, 후타재의 손상은 반복된 차량의 통행으로 보수효과가 적으므로 보수보다는 후타재의 손상 진전시 재시공이 적절할 것으로 판단된다.

3.3.5 교면포장

가. 부재의 개요

- 본 교량의 교면포장은 아스팔트 포장으로 시공되어 있다.

교면포장 전경(시점부)	교면포장 전경(종점부)

【사진 3.34】 교면포장 전경(여주)

나. 외관조사 결과

- 교면포장의 외관조사 결과 주행차량의 안전을 저해하는 손상은 없는 상태로 일부구간 균열, 망상균열, 패임 등이 조사되었다.

【표 3.49】 교면포장 외관조사 결과(여주)

구 분	아스콘 패임(㎡/개소)		철물노출(㎡/개소)		망상균열(㎡/개소)	
	'12진단	'16진단	'12진단	'16진단	'12진단	'16진단
S1	–	0.05/1	–	–	–	–
S2	–	–	–	–	–	–
S3	–	–	–	–	–	–
S4	–	–	–	–	–	–
S5	–	–	–	–	–	–
S6	–	–	–	–	–	–
S7	–	–	–	–	–	40.00/1
S8	–	–	–	–	–	–
S9	0.01/1	–	–	–	–	2.50/1
S10	–	–	–	–	–	–
S11	–	–	–	–	–	7.00/1
S12	–	–	–	–	–	–
S13	–	–	–	0.04/1	–	–
S14	–	0.40/1	–	–	–	–
S15	0.03/1	–	–	–	–	–
합 계	0.04/2	0.45/2	–	0.04/1	–	49.50/3

【표 3.49】 교면포장 외관조사 결과(여주, 계속)

구 분	균열(m/개소)		포트홀(㎡/개소)		박리(㎡/개소)	
	'12진단	'16진단	'12진단	'16진단	'12진단	'16진단
S1	–	–	–	0.05/1	–	0.01/1
S2	–	–	–	–	–	–
S3	–	–	–	–	–	–
S4	–	–	–	–	–	–
S5	–	–	–	–	–	–
S6	–	–	–	–	–	–
S7	–	–	–	–	–	–
S8	–	0.80/2	–	–	–	–
S9	–	1.60/4	–	0.01/1	–	–
S10	–	2.70/3	–	–	–	–
S11	–	6.60/2	–	–	–	–
S12	–	1.00/1	–	–	–	–
S13	–	1.00/1	–	–	–	–
S14	–	–	–	0.01/1	–	–
S15	–	1.00/1	–	0.07/3	–	–
합 계	–	14.7/14	–	0.09/5	–	0.01/1

이방향 균열(S7 갓길)	일방향 균열(S11 갓길)

【사진 3.35】 교면포장 손상현황(여주)

다. 검토의견

- 본 교량의 교면포장은 차량 반복하중 및 경년열화에 의한 손상이 증가되었으나 차량의 주행성 및 안전에 지장을 초래할 만한 손상은 관측되지 않았으며 현상태에서 보수는 필요치 않은 것으로 판단된다.

3.3.6 기타부재

가. 배수시설

1) 부재의 개요

- 본 교량의 종단경사는 시점에서 종점으로 −1.295%, 횡단경사는 좌측에서 우측으로 +3.00%로 배수시설은 좌측 캔틸레버부에 경간당 1~5개소씩 총51개소 시공되어 있다.

배수시설 전경(S5~S6)	배수시설 전경(S7)

【사진 3.36】 배수구 및 배수관 전경(여주)

2) 외관조사 결과

- 배수시설에 대한 외관조사 결과, 그레이팅 탈락 및 배수관 고정철물 탈락이 조사되었다.

【표 3.50】 배수구 및 배수관 결과(여주)

구 분	배수구 막힘(개소)		그레이팅 망실(개소)		배수홈통 이물질 퇴적(개소)		배수구 고정철물 탈락(개소)	
	'12진단	'16진단	'12진단	'16진단	'12진단	'16진단	'12진단	'16진단
S1	1	-	-	-	1	1	-	-
S2	-	-	-	-	-	-	-	-
S3	1	-	-	-	-	-	-	-
S4	2	-	-	-	-	-	-	-
S5	1	-	-	-	-	-	-	-
S6	-	-	-	-	-	-	-	-
S7	-	-	-	-	-	-	-	4
S8	2	-	-	-	-	-	-	-
S9	1	-	1	1	-	-	-	-
S10	1	-	-	-	-	-	-	-
S11	1	-	-	-	-	-	-	-
S12	2	-	-	-	-	-	-	-
S13	1	-	-	-	-	-	-	-
S14	2	-	-	-	-	-	-	-
S15	2	-	-	-	-	-	-	-
합 계	17	-	1	1	1	1	-	4

신축이음 물받이 이물질퇴적(A1)

배수관 고정철물 탈락(S7)

【사진 3.37】 배수시설 손상현황(여주)

3) 검토의견

- 신축이음 물받이 이물질퇴적은 노면수의 배수불량시 교대부, 교량받침으로 유입되어 2차손상을 유발하므로 주기적인 청소가 요구된다.

라. 난간 및 연석(방호벽)

1) 부재의 개요

- 자동차의 차도 이탈방지, 사고 시 완충작용 등의 역할을 하는 방호벽은 철근콘크리트 구조로 시공되어 있다.

차량방호벽 전경(S4)	차량방호벽 전경(S7)

【사진 3.38】 방호벽 전경(여주)

2) 외관조사 결과

- 방호벽에 대한 외관조사 결과, 균열, 긁힘, 박리, 점검로 출입문 부식 등이 발생된 것으로 조사되었다.

【표 3.51】 난간 및 연석 외관조사 결과(여주)

구 분	균열(0.2㎜이하)(m/개소)		균열(0.3㎜이상)(m/개소)		긁힘 및 박리(㎡/개소)		균열부 백태(m/개소)	
	'12진단	'16진단	'12진단	'16진단	'12진단	'16진단	'12진단	'16진단
S1	0.80/1	0.80/1	0.50/1	0.50/1	-	-	-	-
S2	-	-	-	-	-	-	-	-
S3	-	3.60/5	-	-	-	-	-	-
S4	-	3.20/5	-	2.40/1	-	-	-	-
S5	0.50/1	1.00/2	3.00/2	6.30/3	-	-	-	-
S6	-	-	1.50/1	4.80/2	-	-	0.80/1	0.80/1

구 분	균열(0.2㎜이하)(m/개소)		균열(0.3㎜이상)(m/개소)		긁힘 및 박리(㎡/개소)		균열부 백태(m/개소)	
	'12진단	'16진단	'12진단	'16진단	'12진단	'16진단	'12진단	'16진단
S7	–	0.40/1	3.60/2	4.20/2	–	–	–	–
S8	–	–	5.40/3	5.80/3	–	–	–	–
S9	4.00/3	–	–	1.10/1	–	–	–	0.10/1
S10	1.00/1	–	–	2.40/1	–	–	–	–
S11	–	–	1.80/1	–	–	–	–	–
S12	–	–	1.80/1	4.80/2	–	–	–	–
S13	4.00/6	7.50/9	8.40/5	–	–	–	–	–
S14	1.00/2	0.70/1	1.00/1	–	–	–	–	–
S15	2.00/2	3.20/5	–	–	–	0.64/1	–	1.00/2
합 계	13.3/16	20.4/29	27.0/17	32.3/16	–	0.64/1	0.80/1	1.90/4

【표 3.51】 난간 및 연석 외관조사 결과(여주, 계속)

구 분	박리(㎡/개소)		방음벽 파손(㎡/개소)		점검로 출입문 부식(㎡/개소)	
	'12진단	'16진단	'12진단	'16진단	'12진단	'16진단
S1	–	–	–	–	0.09/1	0.36/1
S2	–	0.08/1	–	–	0.13/2	0.05/1
S3	–	–	–	–	0.07/2	0.36/1
S4	–	–	–	–	0.20/1	0.08/1
S5	–	0.06/1	–	–	0.09/1	0.36/1
S6	–	–	–	0.03/1	–	0.36/1
S7	–	–	–	–	–	–
S8	–	–	–	–	–	–
S9	–	0.04/1	–	–	–	–
S10	–	–	–	–	–	–
S11	–	–	–	–	–	–
S12	–	–	–	–	–	–
S13	–	–	–	–	–	–
S14	–	0.06/1	–	–	–	–
S15	–	–	–	–	–	–
합계	–	0.24/4	–	0.03/1	0.58/7	1.57/6

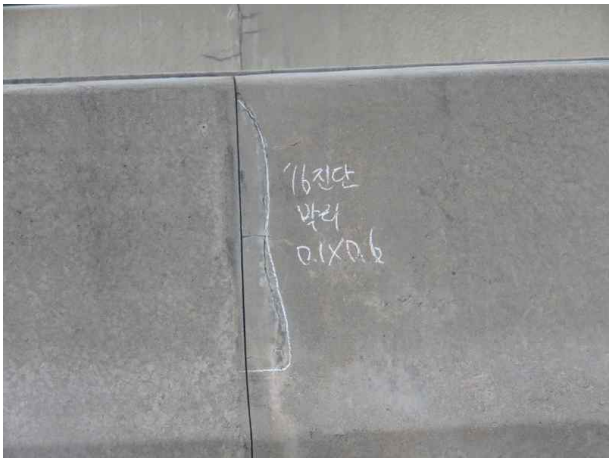
【표 3.51】 난간 및 연석 외관조사 결과(여주, 계속)

구분	파손(㎡/개소)		철물노출(㎡/개소)		층분리(m/개소)	
	'11점검	'16진단	'12진단	'16진단	'12진단	'16진단
S1	–	–	–	–	–	60.00/2
S2	–	–	–	–	–	80.00/2
S3	–	–	–	–	–	100.00/2
S4	–	–	–	–	–	100.00/2
S5	–	–	–	–	–	100.00/2
S6	–	–	–	–	–	100.00/2
S7	–	–	–	–	–	100.00/2
S8	–	–	–	–	–	100.00/2
S9	–	–	–	–	–	100.00/2
S10	–	–	–	–	–	100.40/3
S11	–	–	–	–	–	100.70/3
S12	–	–	–	0.01/1	–	100.00/2
S13	–	–	–	–	–	100.00/2
S14	–	0.01/1	–	0.01/1	–	80.00/2
S15	–	–	–	–	–	60.00/2
합계	–	0.01/1	–	0.02/2	–	1381.1/32

폭 0.3mm 균열(S4 우측방호벽)

긁힘(S15 좌측방호벽)

【사진 3.39】 난간 및 연석 손상현황(여주)

	
점검로 출입문 부식(P1 좌측 출입문)	박리(S14 우측 방호벽)

【사진 3.39】 난간 및 연석 손상현황(여주, 계속)

3) 검토의견

- 방호벽에 발생된 균열은 건조수축 및 온도변화에 의한 것으로 추정되며 긁힘 및 박리는 차량충돌에 의한 외부충격이 원인인 것으로 판단된다.
- 방호벽에 발생된 손상은 현상태에서 보수조치 보다는 지속적인 주의관찰을 통한 유지관리가 바람직한 것으로 판단된다.

3.3.7 결함의 중요도

1) 내서방향

【표 3.52】 부재별 결함의 중요도(내서)

구 분		조사결과 및 분석	원인분석	보수 · 보강 수준	결함의 중요도
주부재	바닥판	• 균열(0.2mm이하)	비구조적	주의관찰	주의관찰
		• 균열부 백태	비구조적	•내구성 확보 – 주입보수	Ⅱ
		• 백태	비구조적	•내구성 확보 – 표면처리	Ⅱ
		• 보수부 박락	비구조적	•내구성 확보 – 단면보수	Ⅱ
		• 철근부식 및 백태	비구조적	•내구성 확보 – 단면보수(방청)	Ⅱ
		• 철물노출	비구조적	주의관찰	주의관찰
	BOX거더	• 균열(0.2mm이하)	비구조적	주의관찰	주의관찰
		• 잡철물 노출	비구조적	주의관찰	주의관찰
		• 보수부 재균열(0.2mm이하)	비구조적	주의관찰	주의관찰
		• 백태	비구조적	•내구성 확보 – 표면처리	Ⅱ
	격벽	• 균열(0.2mm이하)	비구조적	주의관찰	주의관찰
	하부구조	• 균열(0.2mm이하)	비구조적	주의관찰	주의관찰
		• 균열(0.3mm이상)	비구조적	•내구성 확보 – 주입보수	Ⅱ
		• 망상균열(0.2mm이하)	비구조적	주의관찰	주의관찰
		• 파손	비구조적	•내구성 확보 – 단면보수	Ⅲ
		• 재료분리	비구조적	•내구성 확보 – 단면보수	Ⅲ
		• 표면오염	비구조적	주의관찰	주의관찰
		• 점검계단 하부 토사유실	비구조적	•기능성 확보 – 재정비	Ⅲ
		• 균열부 백태	비구조적	•내구성 확보 – 주입보수	Ⅲ
		• 보수부 재균열(0.3mm이상)	비구조적	•내구성 확보 – 주입보수	Ⅲ
		• 보수부 재균열(0.2mm이하)	비구조적	주의관찰	주의관찰

【표 3.52】 부재별 결함의 중요도(내서, 계속)

구 분		조사결과 및 분석	원인분석	보수·보강 수준	결함의 중요도
주부재	교량받침	• 도장박리	비구조적	•내구성 확보 – 바탕처리 및 재도장	Ⅱ
		• 부식	비구조적	•내구성 확보 – 바탕처리 및 재도장	Ⅱ
		• 이동표시바 탈락	비구조적	•기능성 확보 – 재설치	Ⅲ
		• 무수축몰탈 균열(0.2mm이하)	비구조적	주의관찰	주의관찰
		• 무수축몰탈 파손	비구조적	주의관찰	주의관찰
기타부재	신축이음	• 부식	비구조적	주의관찰	주의관찰
		• 이물질 퇴적	비구조적	•기능성 확보 – 청소	Ⅲ
		• 후타재 균열(0.2mm이하)	비구조적	주의관찰	주의관찰
		• 후타재 균열(0.3mm이상)	비구조적	주의관찰	주의관찰
		• 후타재 망상균열(0.2mm이하)	비구조적	주의관찰	주의관찰
		• 후타재 망상균열(0.3mm이상)	비구조적	주의관찰	주의관찰
		• 차수덮개판 볼트 탈락	비구조적	•기능성 확보 – 재설치	Ⅲ
		• 후타재 표면열화	비구조적	주의관찰	주의관찰
		• 후타재 보수부 재균열(0.2mm이하)	비구조적	주의관찰	주의관찰
		• 박리	비구조적	주의관찰	주의관찰
	교면포장	• 균열	비구조적	주의관찰	주의관찰
		• 망상균열	비구조적	•내구성 확보 – 팻칭보수	Ⅱ
		• 골재분리	비구조적	주의관찰	주의관찰
		• 패임	비구조적	주의관찰	주의관찰
	배수시설	• 배수구 막힘	비구조적	•배수기능 확보 – 청소	Ⅲ
	방호벽	• 균열(0.2mm이하)	비구조적	주의관찰	주의관찰
		• 균열(0.3mm이상)	비구조적	•내구성 확보 – 주입보수	Ⅲ
		• 점검로 진입발판 파손	비구조적	•기능성 확보 – 재설치	Ⅲ
		• 박리	비구조적	주의관찰	주의관찰
		• 층분리	비구조적	•내구성 확보 – 표면처리	Ⅲ

2) 여주방향

【표 3.53】 부재별 결함의 중요도(여주)

구 분		조사결과 및 분석	원인분석	보수 · 보강 수준	결함의 중요도
주부재	바닥판	• 균열(0.2mm이하)	비구조적	주의관찰	주의관찰
		• 백태	비구조적	•내구성 확보 – 표면처리	Ⅱ
		• 보수부 백태	비구조적	•내구성 확보 – 표면처리	Ⅱ
		• 박리	비구조적	•내구성 확보 – 단면보수	Ⅱ
		• 철근노출	비구조적	•내구성 확보 – 단면보수(방청)	Ⅱ
		• 누수 및 백태	비구조적	•내구성 확보 – 표면보수+주입보수	Ⅱ
		• 균열부 백태	비구조적	•내구성 확보 – 주입보수	Ⅱ
		• 표면오염	비구조적	주의관찰	주의관찰
		• 철물노출	비구조적	주의관찰	주의관찰
	BOX거더	• 균열(0.2mm이하)	비구조적	주의관찰	주의관찰
		• 망상균열(0.2mm이하)	비구조적	주의관찰	주의관찰
		• 보수부 재균열(0.2mm이하)	비구조적	주의관찰	주의관찰
		• 층분리	비구조적	•내구성 확보 – 표면처리	Ⅱ
		• 박리	비구조적	•내구성 확보 – 단면보수	Ⅱ
		• 재료분리	비구조적	•내구성 확보 – 단면보수	Ⅱ
		• 재료분리 및 철근노출	비구조적	•내구성 확보 – 단면보수(방청)	Ⅱ
		• 백태	비구조적	•내구성 확보 – 표면처리	Ⅱ
		• 철물노출	비구조적	주의관찰	주의관찰
	격벽	• 균열(0.2mm이하)	비구조적	주의관찰	주의관찰
		• 균열(0.3mm이상)	비구조적	•내구성 확보 – 주입보수	Ⅱ
		• 망상균열(0.2mm이하)	비구조적	주의관찰	주의관찰

【표 3.53】 부재별 결함의 중요도(여주, 계속)

구 분		조사결과 및 분석	원인분석	보수·보강 수준	결함의 중요도
주부재	격벽	• 보수부 재균열(0.2mm이하)	비구조적	주의관찰	주의관찰
		• 보수부 재균열(0.3mm이상)	비구조적	•내구성 확보 – 주입보수	Ⅱ
		• 보수부 박리	비구조적	•내구성 확보 – 단면보수	Ⅱ
	하부구조	• 균열(0.2mm이하)	비구조적	주의관찰	주의관찰
		• 균열(0.3mm이상)	비구조적	•내구성 확보 – 주입보수	Ⅱ
		• 망상균열(0.2mm이하)	비구조적	주의관찰	주의관찰
		• 파손	비구조적	•내구성 확보 – 단면보수	Ⅲ
		• 철근노출	비구조적	•내구성 확보 – 단면보수(방청)	Ⅱ
		• 표면오염	비구조적	주의관찰	주의관찰
		• 식생	비구조적	•기능성 확보 – 제거	Ⅲ
		• 체수	비구조적	주의관찰	주의관찰
		• 잡철물 노출	비구조적	주의관찰	주의관찰
		• 법면보호공침하	비구조적	주의관찰	주의관찰
		• 마감처리미흡	비구조적	주의관찰	주의관찰
		• 박락	비구조적	•내구성 확보 – 단면보수	Ⅲ
		• 재료분리	비구조적	•내구성 확보 – 단면보수	Ⅲ
		• 토사유실	비구조적	•안정성 확보 – 재정비	Ⅲ
		• 보수부 재균열(0.2mm이하)	비구조적	주의관찰	주의관찰
		• 보수부 재균열(0.3mm이상)	비구조적	•내구성 확보 – 주입보수	Ⅱ
		• 교각번호판탈락	비구조적	•기능성 확보 – 재설치	Ⅲ
	교량받침	• 도장박리 및 부식	비구조적	•내구성 확보 – 바탕처리 및 재도장	Ⅱ
		• 이동표시바 탈락	비구조적	•기능성 확보 – 재설치	Ⅲ
		• 무수축몰탈 균열(0.2mm이하)	비구조적	주의관찰	주의관찰
		• 무수축몰탈 보수부 재균열(0.2mm이하)	비구조적	주의관찰	주의관찰
		• 무수축몰탈 파손	비구조적	주의관찰	주의관찰

【표 3.53】 부재별 결함의 중요도(여주, 계속)

구 분		조사결과 및 분석	원인분석	보수·보강 수준	결함의 중요도
기타부재	신축이음	• 강판부식	비구조적	주의관찰	주의관찰
		• 이물질 퇴적	비구조적	•기능성 확보 – 청소	Ⅲ
		• 후타재 균열(0.2mm이하)	비구조적	주의관찰	주의관찰
		• 후타재 균열(0.3mm이상)	비구조적	주의관찰	주의관찰
		• 후타재 망상균열(0.2mm이하)	비구조적	주의관찰	주의관찰
		• 후타재 망상균열(0.3mm이상)	비구조적	주의관찰	주의관찰
		• 파손	비구조적	주의관찰	주의관찰
		• 후타재 박리	비구조적	주의관찰	주의관찰
		• 차수덮개판 볼트 탈락	비구조적	•기능성 확보 – 재설치	Ⅲ
	교면포장	• 아스콘 패임	비구조적	주의관찰	주의관찰
		• 철물노출	비구조적	주의관찰	주의관찰
		• 망상균열	비구조적	•내구성 확보 – 팻칭보수	Ⅱ
		• 균열	비구조적	주의관찰	주의관찰
		• 포트홀	비구조적	주의관찰	주의관찰
		• 박리	비구조적	주의관찰	주의관찰
	배수시설	• 그레이팅 망실	비구조적	•기능성 확보 – 재설치	Ⅲ
		• 배수홈통 이물질 퇴적	비구조적	•배수기능 확보 – 청소	Ⅲ
		• 배수구 고정철물 탈락	비구조적	•기능성 확보 – 재설치	Ⅲ
	방호벽	• 균열(0.2mm이하)	비구조적	주의관찰	주의관찰
		• 균열(0.3mm이상)	비구조적	•내구성 확보 – 주입보수	Ⅲ
		• 긁힘 및 박리	비구조적	주의관찰	주의관찰
		• 균열부 백태	비구조적	주의관찰	주의관찰
		• 박리	비구조적	주의관찰	주의관찰
		• 방음벽 파손	비구조적	주의관찰	주의관찰
		• 점검로 출입문 부식	비구조적	•기능성 확보 – 바탕처리 및 재도장	Ⅲ
		• 파손	비구조적	주의관찰	주의관찰
		• 철물노출	비구조적	주의관찰	주의관찰
		• 층분리	비구조적	•내구성 확보 – 표면처리	Ⅲ

3.4 콘크리트 내구성조사

3.4.1 개 요

가. 개 요

콘크리트 내구성조사는 구조물에 열화손상이 이미 현저하게 진행되었을 경우 열화의 정도 및 그 원인 관계를 조사하고 보수·보강 여부를 판정하며, 아직 열화손상이 없거나 경미한 구조물은 내구성조사에 의해서 향후 열화 경향을 예측하고 예방보전을 검토하기 위한 자료를 수집하는 것을 목적으로 한다.

본 과업의 내구성조사는 『안전점검 및 정밀안전진단 세부지침(2010. 12, 국토해양부/한국시설안전공단)』에 근거하여 시험방법, 시험빈도 및 평가방법 등을 실시하였다.

나. 시험현황

1) 조사 현황

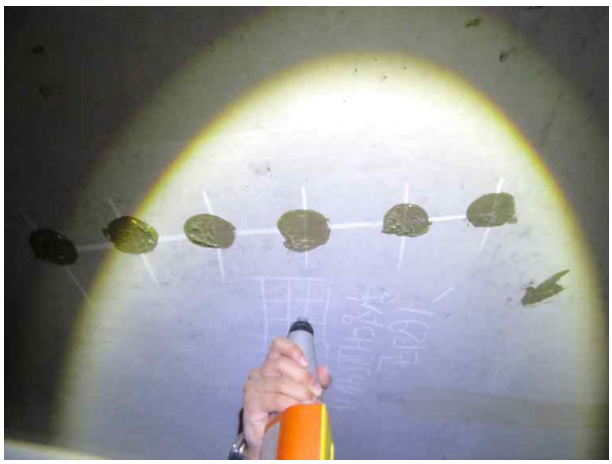
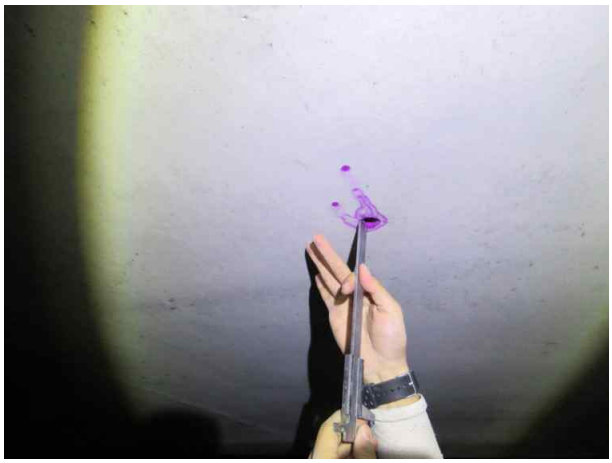
본 과업에서 콘크리트 내구성조사를 위해 콘크리트 강도시험(반발경도시험, 초음파전달속도시험), 철근탐사시험, 탄산화깊이 측정, 염화물함유량시험, 균열깊이 조사를 실시하였으며, 각 부재별 콘크리트 비파괴시험 현황은 다음과 같다.

【표 3.54】 콘크리트 비파괴시험 현황

항 목	기준수량		수 량(개소)						비 고
	상부구조	하부구조	기준		내서방향		여주방향		
			상부	하부	상부	하부	하부	하부	
반발경도 시 험	• 철근콘크리트: 2개소/50 • 강합성교: 1개소/50m	• 1개소/연장50m • 교대, 교각 개소수 (경간장 50m이상)	28	14	30	16	30	16	동일부위 시험
초음파 전달속도시험	• 철근콘크리트:2개소/50m • 강합성교: 1개소/50m	• 1개소/연장50m • 교대, 교각 개소수 (경간장 50m이상)	28	14	30	16	30	16	
철근탐사 시 험	• 철근콘크리트:2개소/50m • 강합성교: 1개소/50m	• 1개소/연장50m • 교대, 교각 개소수 (경간장 50m이상)	28	14	30	16	30	16	
탄산화 깊이 측정	• 5경간 이내: 4~6개소[1)] • 5경간 이상: 6~9개소[2)]		6~9		5	5	5	5	
염화물 함유량시험	• 3개소 이상[3)]		3		1	2	1	2	
균열깊이 조 사	• 부재의 중요도를 고려하여 책임기술자의 판단에 따라 수량 결정		–		–	2	–	2	C_w=0.3㎜이상 균열
철근부식도시험	• 과업 내용에 의해 조사 및 수량 결정		–		–	1	–	1	

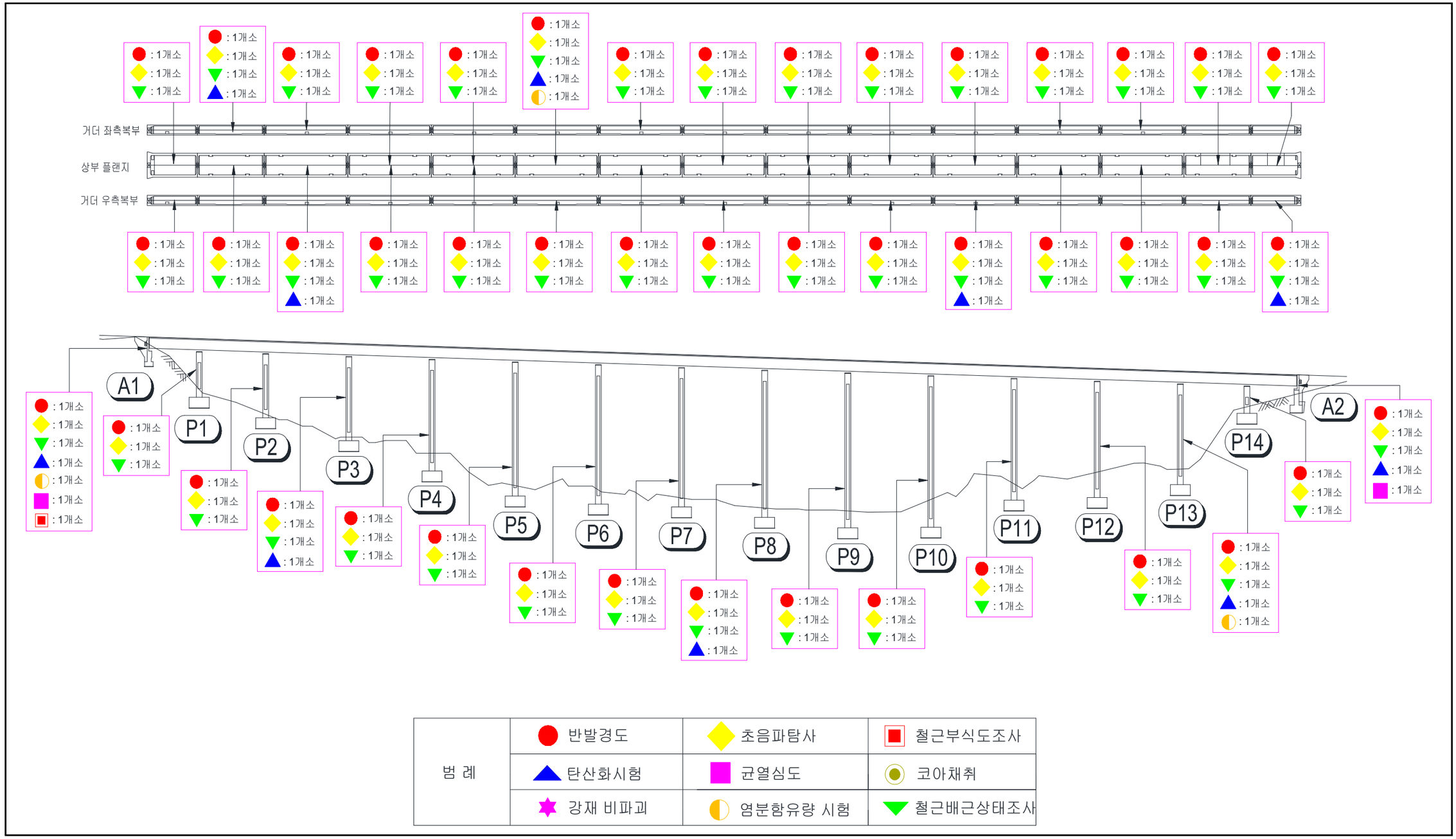
주1) 철근콘크리트 상부구조에서 최소 2개소 이상 실시
주2) 철근콘크리트 상부구조에서 최소 3개소 이상 실시
주3) 철근콘크리트 상부구조에서 최소 1개소 이상 실시

3) 조사 사진

	
반발경도시험	초음파전달속도 시험
	
탄산화깊이 측정	철근탐사시험

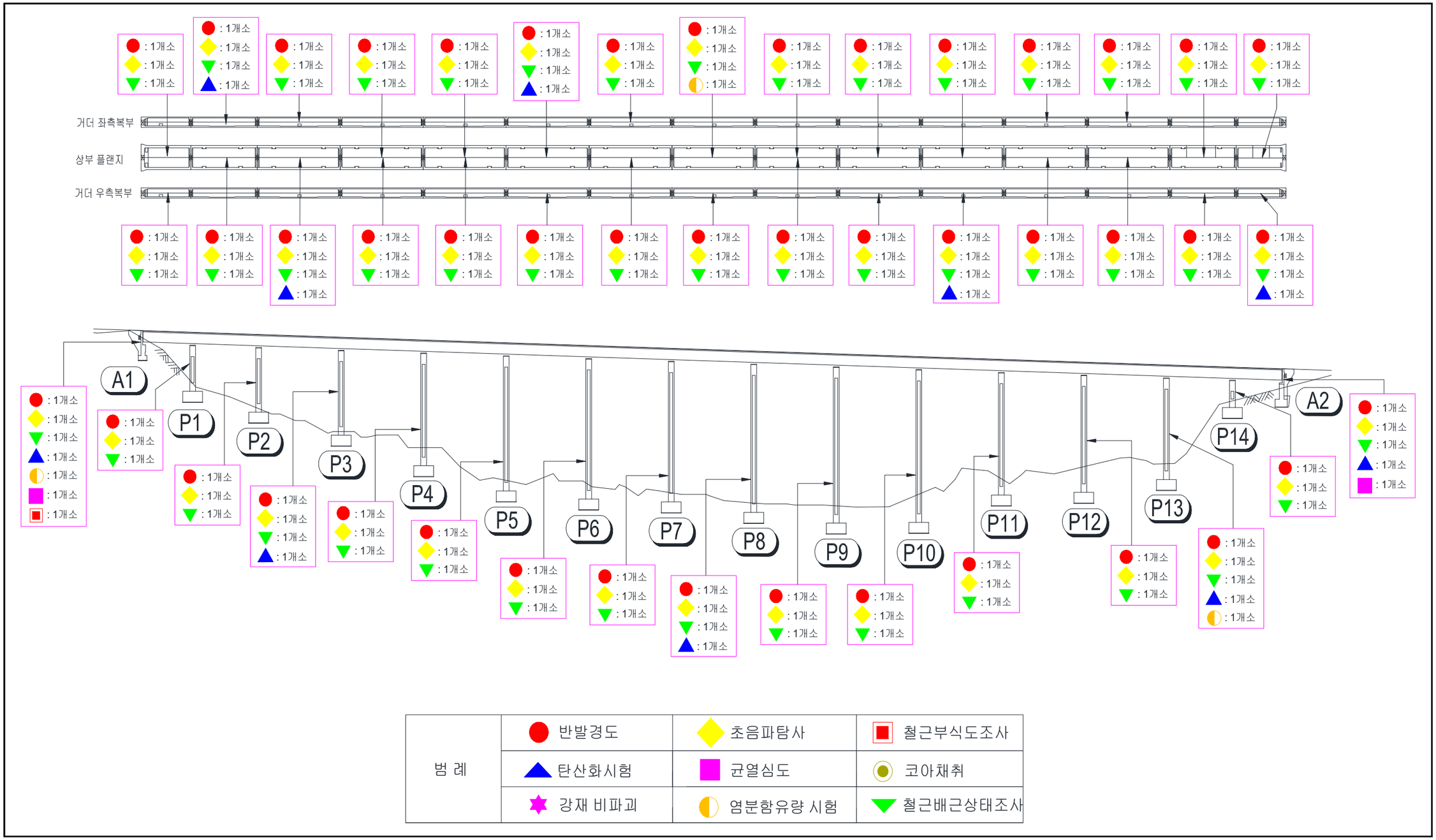
【사진 3.40】 콘크리트 내구성 조사 전경

4) 콘크리트 내구성조사 위치도(내서)



【그림 3.21】 콘크리트 내구성 조사 위치도(내서)

5) 콘크리트 내구성조사 위치도(여주)



【그림 3.22】 콘크리트 내구성조사 위치도(여주)

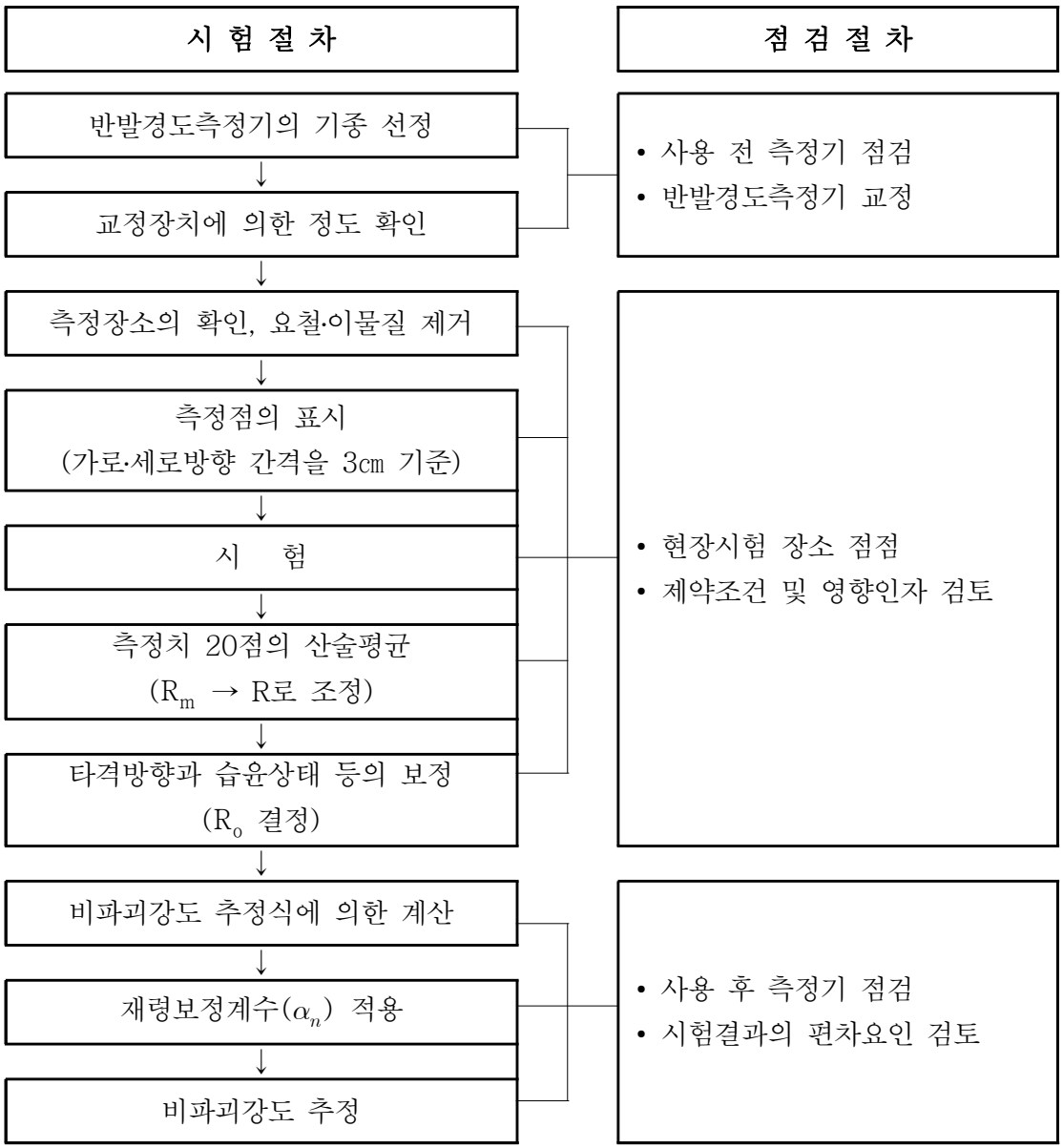
3.4.2 시험내용 및 평가기준

가. 콘크리트 강도시험

1) 반발경도시험

콘크리트의 표면 경도를 측정하여, 이 측정치로부터 콘크리트의 압축강도를 비파괴로 추정하는 검사방법이다. 반발경도를 구하는 방법으로는 슈미트 해머(Schmidt Hammer)법이 가장 널리 사용된다. 슈미트 해머로 경화된 콘크리트 표면을 타격시, 반발경도(R)와 콘크리트의 압축강도(F_c)와의 사이에 특정 상관관계가 있다는 실험적 경험을 기초로 한다.

① 반발경도시험 및 측정기 점검 등의 절차



【그림 3.23】 반발경도시험 및 측정기 점검 등의 절차

외관조사 결과에 의해 결정된 측정개소에 대해서 타격점 상호간의 간격은 3㎝를 표준으로 종으로 5열, 횡으로 4열의 선을 그어 직교되는 20점을 타격하여 반발경도 값의 산술평균값(R_m)을 구한다. 산술평균값(R_m)에 대해서는 릴렘(RILEM) 규정에 따라 각 반발경도의 값이 $R_m \pm 20\%$의 범위를 벗어나는 값들은 제외시키고 나머지 값들을 다시 산술평균하여 반발경도 R을 결정한다.

② 보정반발경도(R_o)

【표 3.55】 보정반발경도(R_o)

◈ 보정반발경도 : $R_o = R + \Delta R_1 + \Delta R_2$

여기서, R : 반발경도

ΔR_1 : 타격방향에 따른 보정값

ΔR_2 : 콘크리트의 습윤상태에 따른 보정값

㉠ 타격방향에 따른 보정값(ΔR_1)

- 수평방향의 타격에 의한 측정치가 안정된 값을 나타내지만 타격방향이 다른 경우에는 반발치를 보정해 주어야 함
  - ⇒ 하향 타격(−90°)의 경우 : (+)값으로 보정
    상향 타격(+90°)의 경우 : (−)값으로 보정

R \ α	보 정 값			
	+90°	+45°	−45°	−90°
10	−	−	+2.4	+3.2
20	−5.4	−3.5	+2.5	+3.4
30	−4.7	−3.1	+2.3	+3.1
40	−3.9	−2.6	+2.0	+2.7
50	−3.1	−2.1	+1.5	+2.2
60	−2.2	−1.6	+1.3	+1.7

㉡ 콘크리트의 습윤상태에 따른 보정값(ΔR_2)

- 콘크리트는 함수율이 증가함에 따라 반발경도가 저하됨
  - ⇒ 측정위치가 습하고 타격의 흔적이 보이는 경우 : ΔR_2 = +3으로 보정
    측정위치가 완전히 젖어 있는 경우 : ΔR_2 = +5로 보정

③ 압축강도의 추정

보정반발경도(R_o)로부터 압축강도(F_c)의 상관관계를 도출한 제안식들은 다음과 같으며, 제안식의 적용은 시험방법 및 조건에 맞는 제안식을 선정하는 것이 중요하다.

【표 3.56】 기존의 비파괴강도 추정 제안식(반발경도시험)

구 분	추 정 식(MPa)	비 고
일본재료학회	$F_c = -18.0 + 1.27R_o$	금회 적용
동경 건축재료 검사소	$F_c = (10R_o - 110) \times 0.098$	-
일본건축학회	$F_c = (7.3R_o + 100) \times 0.098$	금회 적용
U.S Army	$F_c = (-120.6 + 8.0R_o + 0.0932R_o^2) \times 0.098$	-

※ 안전점검 및 정밀안전진단 세부지침(2010. 12, 국토해양부/한국시설안전공단)

④ 고강도압축강도 추정

고강도콘크리트(40MPa이상)는 아래에 제시한 고강도 압축강도 추정식을 참고하여 평가하였다. 여기서, 과학기술부 $R_o = R \times a$ (a=6.36/t+0.7, t:28일보다 큰 재령일수)

【표 3.57】 고강도 압축강도 추정식

연구자	추정 제안식(MPa)	비고
과학기술부	Fc=(15.2Ro-112.8)×0.098	금회적용
고속철도 현장식	Fc=(17.2Ro-214)×0.098	금회적용

* 콘크리트 및 강재 비파괴시험 매뉴얼(한국시설안전공단, 2006)

⑤ 28일 강도의 추정

시일이 경과할수록 콘크리트 구조물은 표면경도가 높아지므로 아래 식과 같이 재령 28일 강도(F_{28}')로 환산하여 압축강도를 추정한다. 콘크리트의 재령에 따른 압축강도 보정계수 α는 아래【표 3.58】와 같으며, 3000일 이상의 재령에 대해서는 0.63을 적용한다.

$$F_{28}' = \alpha \cdot F_c$$

【표 3.58】 재령계수 α값

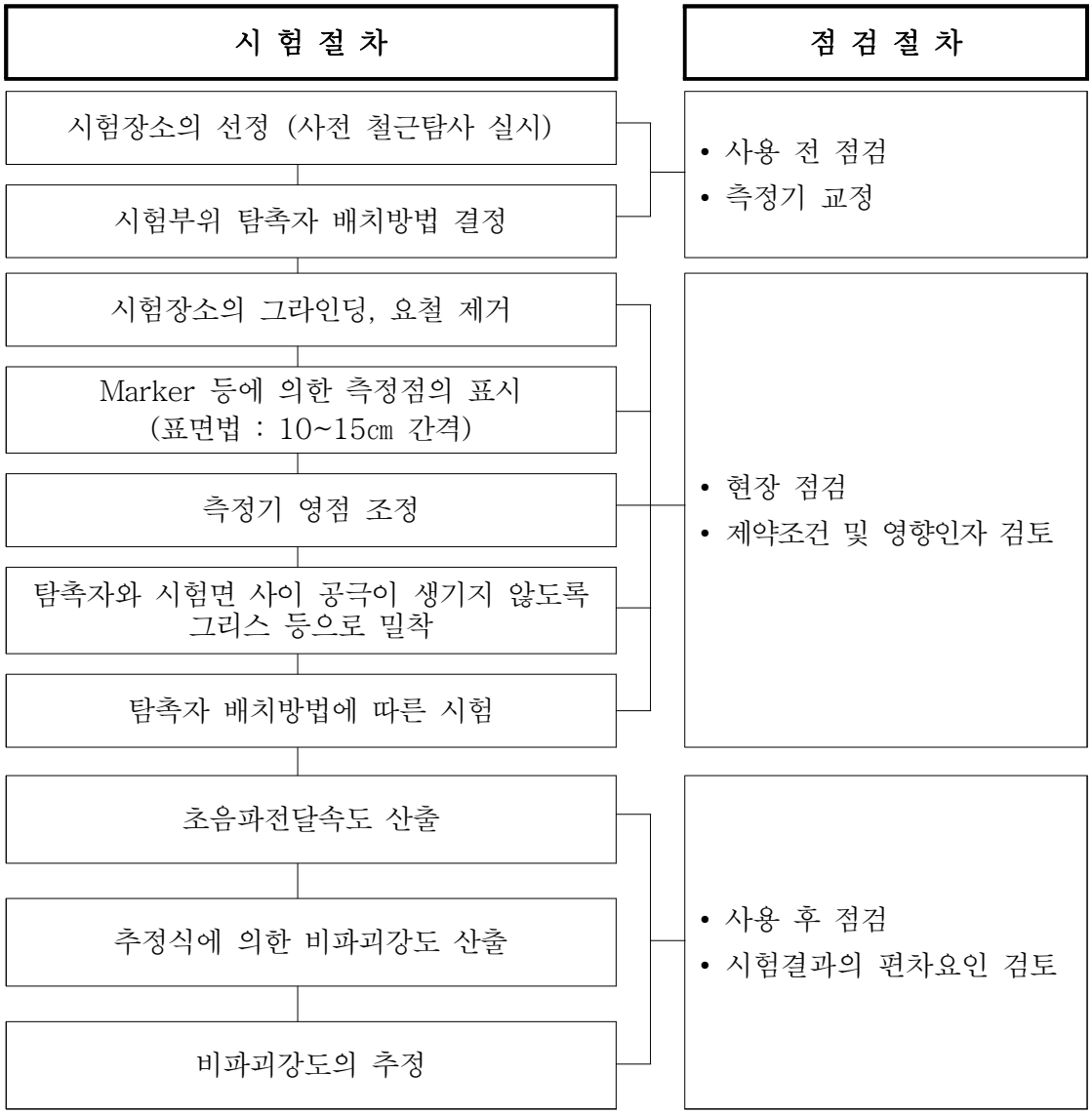
재령(일)	10	20	28	50	100	150	200	300	500	1000	3000
α	1.55	1.12	1.00	0.87	0.78	0.74	0.72	0.70	0.67	0.65	0.63

2) 초음파전달속도시험

초음파의 투과속도가 콘크리트의 밀도 및 탄성계수에 따라서 변화하는 것을 이용하며, 이 투과속도로부터 콘크리트의 동적 특성, 강도, 균열상태 등을 추정하는 방법이다. 그러나, 강도 추정의 정확도는 높지 않으며, 일반적으로 콘크리트의 강도 및 품질 비교 또는 균열깊이를 판정하는 수단으로서 이 방법을 사용하고 있다.

본 과업에서는 콘크리트 강도 및 균열깊이 조사에 대해서 시험을 실시하였다.

① 초음파전달속도시험 및 측정기 점검 등의 절차



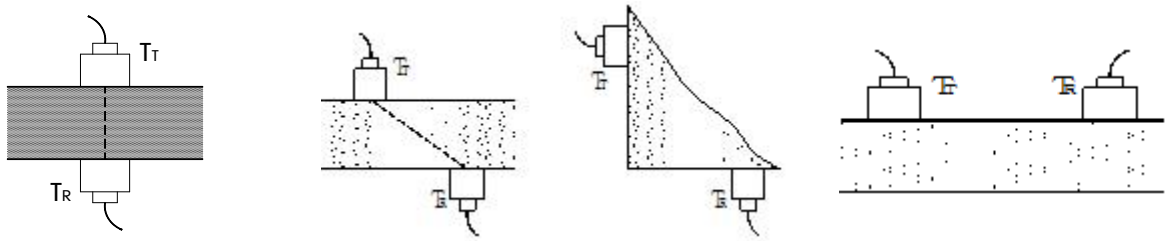
【그림 3.24】 초음파전달속도시험 및 측정기 점검 등의 절차

② 초음파전달속도시험에 의한 전달속도 분석

초음파전달속도를 결정하기 위해서는 재료에서 초음파가 전달되는 거리를 미리 측정하고 장비상에 나타난 초음파 전달시간을 측정한 후 아래 식에 의해서 구한다.

$$\text{전달속도(Velocity)} = \frac{\text{전달길이(Path Length)}}{\text{전달시간(Transit Time)}}$$

초음파전달속도시험을 위한 탐촉자의 배치방법으로는 직접법, 간접법 및 표면법이 있다.



(a)직접법 (b)간접법 (C)표면법

【그림 3.25】 초음파전달속도시험을 위한 탐촉자 배치방법

표면법과 직접법에서 구한 초음파전달속도는 근사적으로 아래 식과 같은 관계가 있다.

$V_d \approx 1.05 V_i$

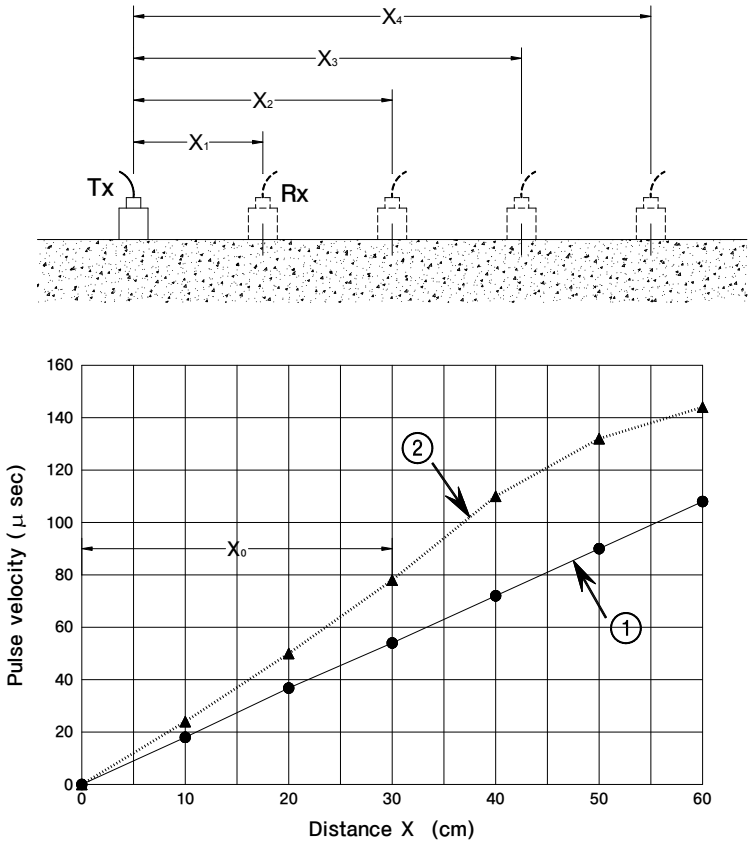
여기서, V_d : 직접법에 의한 초음파 속도

V_i : 표면법에 의한 초음파 속도

직접법과 표면법의 초음파전달속도는 재료의 종류, 배합, 함수율 등 여러 가지 원인으로 변동을 나타내고 있으며, 보편적으로 현장 콘크리트의 초음파전달속도 관계는 $V_d \approx 1.05 \sim 1.15 V_i$의 사이에 있다고 경험적으로 보고되고 있다.

보다 정확한 직접법과 표면법의 초음파전달속도의 관계를 파악하기 위해서는 표면법을 수행한 동일 조건의 구조물이나, 동일한 부위에서 채취한 코어의 종파(직접법) 속도를 측정하여 상관관계에 의해 환산하여 이용하는 방법이 바람직하다.

표면법은 등간격(100~150㎜)으로 5점 이상의 측점을 정하고 초음파의 전달거리(X_i)에 따른 전달시간(T_i)을 측정하고, 최소자승법에 의해서 회귀직선식을 구하여 그 기울기를 전달속도(V_i)로 한다.



【그림 3.26】 표면법에 의한 초음파전달속도의 측정

회귀직선의 적정성 여부를 판단하기 위해서 회귀직선의 유의성(有意性)검정에 사용되는 결정계수(Coefficient of determination)를 다음 식에 의해서 계산한다.

$$r^2 = \frac{SSR}{SST} = \frac{(\Sigma(X_i - \overline{X})(T_i - \overline{T}))^2}{\Sigma(X_i - \overline{X})^2 \Sigma(T_i - \overline{T})^2}$$

여기서, $\overline{X}$, $\overline{T}$는 거리 및 전달시간의 평균값

③ 비파괴강도의 추정

본 과업에서는 r^2값이 99% 이상이 되는 회귀직선식만을 사용하여 전달속도 V_i를 계산하였다. 전달속도에 따른 콘크리트 압축강도의 추정을 위하여 초음파전달속도와 압축강도의 상관관계를 도출한 다음 식을 사용하였다.

【표 3.59】 기존의 비파괴강도 추정 제안식(초음파전달속도시험)

구 분	추 정 식(㎫)	비 고
일본건축학회	$F_c = (215\,V_d - 620) \times 0.098$	금회 적용
일본재료학회	$F_c = (102\,V_d - 117) \times 0.098$	-
한전기술연구원	$F_c = (339.1\,V_d - 1107) \times 0.098$	금회 적용
谷川의 제안식	$F_c = (172.5\,V_d - 499.6) \times 0.098$	-

※ V_d : 직접법에 의한 초음파전달속도()

※ 안전점검 및 정밀안전진단 세부지침(2010. 12, 국토해양부/한국시설안전공단) 참조

※ 콘크리트 및 강재 비파괴시험 매뉴얼(2006. 12, 한국시설안전기술공단) 참조

나. 철근탐사시험

1) 개 요

본 시험은 전자파레이더를 이용한 철근탐사 시험기(RC Radar)를 활용하여 철근콘크리트 구조물에 배근된 철근간격, 콘크리트 피복을 측정하기 위해 실시한다.

철근콘크리트 구조물의 부재 내부에 배근되어 있는 철근의 피복두께가 지나치게 작은 경우에는 콘크리트의 탄산화 등에 따른 열화손상에 대한 저항성이 저하되어 내구성이 감소할 가능성이 있으며, 피복두께가 지나치게 큰 경우에는 강도감소 등을 수반할 우려가 있으므로 철근탐사는 설계 당시와 같이 콘크리트 내에 배근되어 있는 철근의 배근상태 및 피복두께를 파악하기 위하여 실시한다.

2) 측정원리

전자파레이더의 원리는 현재 널리 사용되고 있는 레이더와 동일하다. 즉, 콘크리트용 전자파레이더는 임펄스 상의 전자파를 송신안테나로부터 콘크리트 내로 방사하면 그 전자파가 콘크리트와 전기적 성질(비유전율, 도전율)이 다른 물체(철근, 매설관, 공동 등)와의 경계에서 반사한다. 이를 수신안테나로 수신하고, 그에 소요되는 왕복전파시간으로부터 반사물체까지의 거리를 계산하면 그 위치를 구할 수 있다. 원리를 아래 【그림 3.27】에 나타내었고, 콘크리트 중의 전자파 속도는 다음 식과 같다.

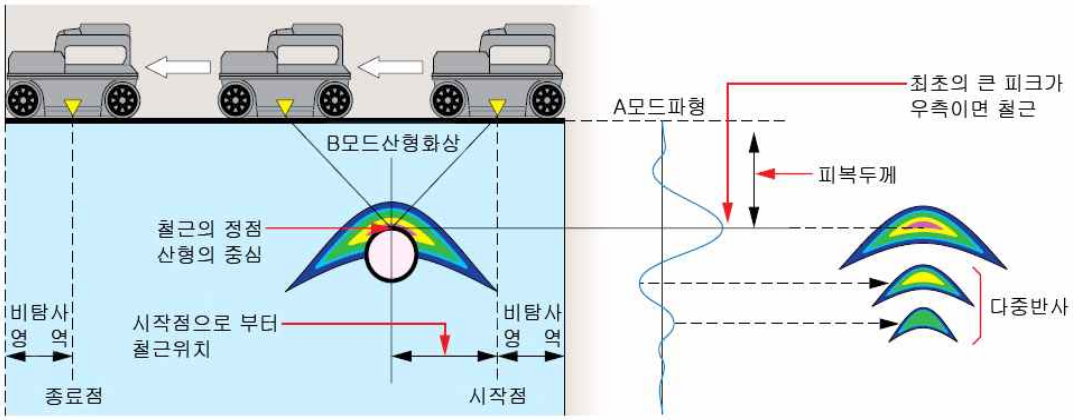
$$V = \frac{C}{\sqrt{\varepsilon_r}} \quad (m/sec)$$

여기서, C : 진공 중에서 전자파의 속도(3×10^8 m/sec)

ε_r : 콘크리트의 상대유전율(6~10)

또한, 반사물체까지의 거리(D)는 송신 시각으로부터 수신 시각까지의 시간차(T)의 측정치와 콘크리트 내부의 전파속도(V)로부터 구할 수 있다.

$$D = \frac{1}{2} V T \quad (m)$$



【그림 3.27】 철근탐사 측정원리

3) 철근탐사시험 및 장비 점검 등의 절차

철근탐사시험 방법에 대한 절차는 KS F 2734 및 KS F 2735의 규정에 준한다.

탐 사 절 차	점 검 절 차
탐사장소의 선정	• 사용 전 점검 • 탐사기 교정
탐사 철근종류의 결정	
탐사장소의 요철 제거	• 현장 점검 • 제약조건 및 영향인자 검토
탐사대상의 유전율 파악 (레이다방식 장비)	
SCAN	
Marker 등에 의한 철근 탐사위치 표시	
철근 배근상태 표시 및 기록	• 사용 후 점검

【그림 3.28】 철근탐사시험 및 장비 점검 등의 절차

4) 탐사조건 및 적용한계(RC Radar의 경우)

① 탐사조건

- 적용 가능한 조건
  - 탐사심도 200㎜이내
  - 탐사대상 철근지름이 ϕ6㎜이상
  - 콘크리트의 질이 균일한 곳
  - 철근이 안테나 진행방향과 직교인 경우
- 적용 곤란한 조건
  - 표면에 금속 등 전파를 반사하는 것이 있고, 그 밑의 철근 등을 탐사하는 경우
  - 100㎜이하의 피치로 배근되어 있는 경우
  - 철근이 안테나의 진행방향과 평행인 경우

② 적용한계

- 탐사대상 물체의 표면에 금속 등 전파를 반사하는 것이 있고, 그 밑의 철근 등을 탐사하는 경우
- 철근이 안테나의 진행방향과 평행인 경우
- 비유전율에 따라 피복두께의 차이가 있으므로 탐사 대상물의 비유전율을 추정하기 어려움
- 철근직경과 복철근 및 경사철근의 판독 불가능
- 탐사대상 표면에 요철이 많은 장소는 탐사결과의 신뢰성 저하
- 안테나의 사용으로 좁고, 짧은 위치의 탐사 불편

다. 탄산화깊이 측정

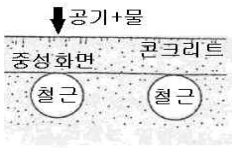
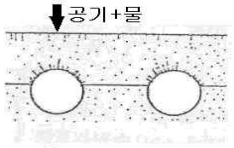
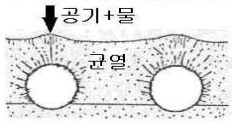
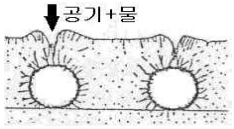
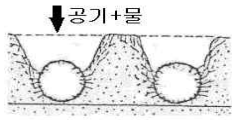
1) 개 요

탄산화란 콘크리트의 탄산화(Carbonation) 과정에서 나타나는 현상으로 탄산화에 의해서 문제가 발생되는 것은 콘크리트 자체에서 생기는 것이 아니고, 콘크리트 중의 철근에 녹이 발생함으로써 문제를 일으키는 것이다.

$$\underset{\text{수산화칼슘}}{Ca(OH)_2} + \underset{\text{탄산가스}}{CO_2} \rightarrow \underset{\text{탄산칼슘}}{CaCo_3} + \underset{\text{물}}{H_2O}$$

(pH 12~13) (대기 중에 존재) (pH 8.5~10)

탄산화가 일어나는 메카니즘을 보면 시멘트의 수화반응에서 생성되는 수산화칼슘($Ca(OH)_2$)은 pH 12~13정도의 강알칼리성을 나타내지만 대기 중에 포함되어 있는 약산성의 탄산가스(약 0.03%)와 접촉하면 탄산칼슘과 물로 변화하고 탄산칼슘으로 변화한 부분의 pH가 8.5~10 정도로 낮아지게 된다. 따라서, 콘크리트의 탄산화는 일반환경 하에서도 확실하게 진행되기 때문에 매입된 철근의 부식에 따른 문제가 가장 기본적이며 중요하다. 콘크리트 내부의 pH가 11이상에서 철근은 표면에 1×10^{-6}㎜ 두께의 수산화물($\gamma-Fe_2O_3\cdot nH_2O$) 부동태막을 형성하므로 산소 침입을 막아 철근의 부식을 방지하지만 탄산화에 의하여 pH가 11보다 낮아지면 부동태막이 파괴되면서 철근에 녹이 발생하게 된다. 이러한 녹은 원래 부피의 약 2.5배에서 최대 7배까지 팽창하고 녹의 팽창압력에 의해 콘크리트 내부에는 균열이 발생하게 되며 철근의 부착강도 저하, 피복 콘크리트의 탈락, 철근 단면적의 감소 등 구조물의 내구성 저하를 초래하게 된다. 이러한 원인으로 녹의 진행과 함께 콘크리트 구조물의 내구성면에서 탄산화를 파악하는 것이 중성하다.

	STEP 1 • 정상, 재료 및 강도상의 변화는 거의 없음 (약간의 건조수축에 의한 균열)
	STEP 2 • 녹의 발생에 의한 팽창압이 콘크리트 내부에 발생하여 미세한 균열이 발생
	STEP 3 • 철근의 윗면이 팽창함 • 균열이 표면까지 연장되어 공기와 수분의 침입이 격화되어 동해 등의 다른 열화도 유발시키며 녹물이 보임
	STEP 4 • 철근 윗면의 피복이 떨어지고, 철근의 노출이 시작됨 • 철근단면적이 감소함
	STEP 5 • 철근 윗면이 거의 없어지고 철근은 공기 중에 직접 노출됨 • 내구성능은 없음

【그림 3.29】 탄산화에 의한 콘크리트 성능저하

2) 탄산화 속도에 영향을 미치는 요인

탄산화 속도에 영향을 미치는 요인으로는 환경조건(대기 중의 탄산가스 농도, 온도, 습도, 마감재 등)을 주원인으로 하는 외적요인 및 콘크리트 자체의 성능·품질(함수율, 강도, 시멘트의 종류, 배합조건, 시공조건 등)을 주원인으로 하는 내적요인에 의해 복합적인 영향을 받는 것으로 알려져 있다. 대표적인 원인을 정리하면 다음과 같다.

【표 3.60】 탄산화 속도에 영향을 미치는 요인

구분	영향인자	탄산화 속도
내적 요인	시멘트의 종류	• 수화반응이 느릴수록 탄산화 속도가 빠름 • 조강 포틀랜드시멘트 < 보통 포틀랜드시멘트 < 중용열 포틀랜드시멘트
	골재의 종류	• 투기성이 큰 골재일수록 탄산화 속도가 빠름
	계면활성제 종류	• 동일 물-시멘트비, 동일 슬럼프라면 탄산화 속도와 무관함
	압축강도	• 압축강도가 낮을수록 탄산화 속도가 빠름
	물-시멘트비	• 물-시멘트비가 증가하면 탄산화 속도가 빠름
	시공 정밀도	• 다짐이 불충분할수록 탄산화 속도가 빠름
	콘크리트 결함부	• 균열부위, 이음부, 손상부위 등에서 탄산화 속도가 빠름
외적 요인	온도	• 온도 상승시 탄산화 속도가 빠름 • 20~50°C 사이에서는 영향이 크지 않음
	이산화탄소 농도	• 농도가 클수록 탄산화 속도가 빠름 • 탄산가스 농도 3~10% 사이에서 상승비율이 큼
	습도	• 상대습도 50~70% 에서 탄산화 속도가 최대
	실내, 실외	• 실내의 탄산화 속도가 빠름

3) 탄산화깊이의 측정

본 과업에서는 일반적으로 현장에서 간편하게 이용되는 페놀프탈레인법(페놀프탈레인은 pH 지시약의 일종으로 1% 알칼리용액)을 이용하여 콘크리트의 탄산화 진행 정도를 측정한다.

콘크리트 파단면에 1% 페놀프탈레인 용액을 도포한 후 색의 변화를 관찰하는 방법으로 강알칼리성일수록 짙은 보라색을 띠며 pH 9이하에서는 무색을 나타낸다. 탄산화 진행 깊이의 측정은 콘크리트 표면에서 발색점까지의 깊이를 버니어캘리퍼스 등으로 측정한다.

4) 탄산화를 고려한 잔존수명 예측

탄산화 속도는 경과시간(t)의 평방근에 비례하여 진행한다고 하는 $\sqrt{t}$법으로 표현된다. 탄산화(C)는 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$C = A \times \sqrt{t}$$

여기서, C : 탄산화깊이(㎜)

A : 탄산화 속도계수(㎜/ $\sqrt{년}$)

t : 재령(년)

여기서 구해진 탄산화 속도계수(A)를 실제 탄산화깊이와 경과년수를 이용하여 역추적으로 구한 후 탄산화가 철근에 도달하는 시간을 계산하면 콘크리트의 탄산화에 의한 잔존수명을 예측할 수 있다.

5) 평가기준

탄산화 상태평가 기준은 다음과 같다.

【표 3.61】 탄산화 상태평가 기준

기 준	탄산화 잔여 깊이	철근부식의 가능성
a	• 30㎜이상	• 탄산화에 의한 부식발생 우려 없음
b	• 10㎜이상 ~ 30㎜미만	• 향후 탄산화에 의한 부식발생 가능성 있음
c	• 0㎜이상 ~ 10㎜미만	• 탄산화에 의한 부식발생 가능성 높음
d	• 0㎜미만	• 철근부식 발생
e	–	–

라. 염화물함유량시험

1) 콘크리트 속의 염분에 대한 일반적 사항

염화물의 콘크리트 침투를 구분해 보면 일반적으로 두가지로 크게 구분할 수 있다.

하나는 이미 건립된 구조물에 해풍, 해수 및 염화물을 함유한 외부 환경조건에 의해 염화물이 침투 축적되는 경우이고, 다른 하나는 방동대책으로서 염화칼슘($CaCl_2$)과 염화나트륨(NaCl)의 살포에 의해 염화물이 침투하는 경우이다.

다음은 콘크리트 제조시에 배합재료로부터 직접 콘크리트에 침투하는 경우, 특히 아직 굳지 않은 프레쉬 상태일 때 혼입하는 경우인데 이의 예로서는 ① 깨끗이 세척하지 않은 바다 모래의 사용, ② 경화 촉진제로서 염화칼슘($CaCl_2$)의 사용, ③ 염화칼슘($CaCl_2$)을 주체로 한 조강형 AE제의 사용, ④ 혼화수로서 해수의 사용 등을 들 수 있다. 이 중 미세정 바다모래에 의한 염분(염화나트륨(NaCl)을 주로 함유한 것)의 혼입에 의한 것이 염해 원인의 대부분을 차지하고 있다.

콘크리트 중에 함유하는 염화물은 ① 가용성 염화물(수용성 염화물), ② 전 염화물(산용해성 염화물)의 2종류로 분류할 수 있다. ①의 가용성 염화물로는 콘크리트에서 물에 의해 유출되는 염화물이고, ②의 전 염화물은 콘크리트를 강한 산으로 용해함으로써 유출되는 염화물이다. 가용성 염화물의 측정은 콘크리트의 세공용액 속에 용해되어 있는 유리 염화물의 양을 구하는 경우로 측정할 수 있고 유출온도 등 시험방법의 자세한 내용은 제안되고 있는 각 방법에 따라 약간 차이가 있다. 일본 콘크리트공학협회(JCI)에서는 가용성 염화물을 「경화콘크리트 중에 함유된 50℃의 온수에 녹는 염화물」이라 정의하여 측정방법을 정하고 있다.

전 염화물량과 가용성 염화물량과의 차이는 시멘트 수화물에 고정되어 있는 염화물로써 판정되어진다.

강재 위치에 대한 염화물 이온의 강재 부식발생 한계농도는 콘크리트 단위용적당 양으로서 0.3~1.2kg/m³ 정도이고 이 값은 구조물의 설치 환경조건이나 강재부식 허용량 등의 조건에 따라서 다르다. 예를 들면, 미리 염화물을 혼입한 공시체에 의한 촉진시험 등에서는 0.3~0.6kg/m³ 정도이고 실제 환경의 노출실험에서는 1.2~2.4kg/m³ 정도로 되어 있다. 촉진시험과 실제 환경에서 얻어지는 한계농도의 차이는 시험 공시체와 실제 구조물의 덮개나 물-시멘트비의 차이 그리고 촉진시험 시에 설정되는 고온환경 등 온도의 영향이라고 생각된다.

안전점검 및 정밀안전진단 세부지침(2010.12) 및 콘크리트 표준시방서 내구성조사편에서는 경화콘크리트의 경우 전염화물 기준으로 실제 환경의 노출실험 결과 하한치인 1.2kg/m³ 을 강재 부식발생 한계농도로서 정하고 있다. 비록, 부식환경에 따른 전염화물량이 1.2kg/m³ 를 넘더라도 부식이 발생하지 않을 가능성이 있지만 잠재적으로 부식 가능성이 높을 것으로 평가되므로 부식방지를 위한 조치가 검토되어야 할 것이다.

2) 평가기준

① 국내 콘크리트 표준시방서 기준

굳지않은 콘크리트의 경우는 철근의 부식을 방지하기 위하여 0.3kg/㎥이하로 규정하며, 책임기술자의 승인이 있는 경우 0.6kg/㎥까지 허용

② 콘크리트 구조설계기준(2007년)

【표 3.62】 염화물 평가기준(콘크리트 구조설계기준(2007))

부재의 종류	최대 수용성 염소이온(Cl-), 시멘트의 중량에 대한 비(%)
프리스트레스트 콘크리트	0.06
염화물에 노출된 철근콘크리트	0.15
건조상태 또는 습기로부터 차단된 철근콘크리트	1.00
기타 철근콘크리트	0.30

③ 안전점검 및 정밀안전진단 세부지침(2010. 12)

【표 3.63】 염화물 상태평가 기준(안전점검 및 정밀안전진단 세부지침(2010.12))

기 준	전염화물 이온량(kg/m³)	철근부식의 가능성
a	• 염화물 < 0.3kg/m³	• 염화물에 의한 부식이 발생할 우려 없음
b	• 0.3kg/m³ < 염화물 ≤ 0.2kg/m³	• 염화물이 함유되어 있으나, 부식발생 가능성 낮음
c	• 1.2kg/m³ < 염화물 ≤ 2.5kg/m³	• 향후 염화물에 의한 부식발생 가능성 높음
d	• 염화물 ≥ 2.5kg/m³	• 철근 부식발생
e	–	–

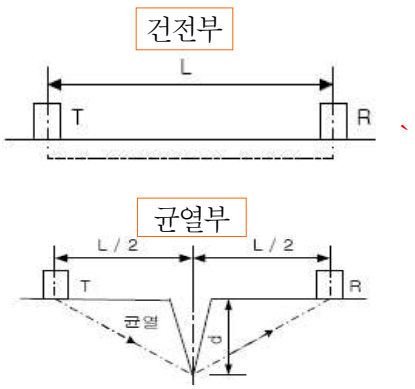
마. 균열깊이 조사

콘크리트 표면의 균열깊이는 일반적으로 T_c-T_o법으로 구한다.

T_c-T_o법은 콘크리트 부재의 균열부와 건전부에서 아래【그림 3.30】과 같이 각각 측정하고, 양자의 데이터 비교에 의해 균열깊이를 산출하는 것이다. 본 방법에서는 균열부분을 중심으로 하여 송신탐촉자와 수신탐촉자를 등간격으로 배치한다. 송신탐촉자(T)로부터 발신된 종파초음파가 그림 중의 점선과 같이 콘크리트 내를 전파하고 균열 선단부를 경유해서 수신탐촉자(R)에 도달하기까지의 시간 T_c를 구한다.

비교용으로서 같은 콘크리트 부재에서 균열이 없는 부분을 대상으로 송신탐촉자와 수신탐촉자의 거리 L과 초음파가 전파하는 시간 T_o를 구해 다음 식을 적용하여 균열깊이를 구한다. 본 과업에서는 X=10㎝를 적용하였다.

$$d = \frac{L}{2}\sqrt{\frac{(T_c^2)}{(T_o^2)}-1}$$



< 균열깊이 조사 개요도 >

< 균열깊이 조사현황 >

【그림 3.30】 T_c-T_o법에 의한 탐촉자 배치 및 균열깊이 측정방법

바. 철근부식도 조사

1) 개 요

철근콘크리트에서 철근이 부식되면 부피 팽창으로 인해 콘크리트 피복에 균열을 발생시키고 균열을 통한 수분 및 산소의 공급으로 인해 부식이 더욱 촉진된다. 따라서 철근부식상태 또는 부식도에 대한 조사는 우선 외관조사에서 나타난 열화손상사항을 파악한 후 철근을 일부 노출시켜 철근의 부식상태를 육안으로 확인하고, 노출시킨 철근주변의 일정구간에 대해 자연전극전위법을 이용하여 매입철근의 부식도를 측정하였다.

2) 작동원리

가장 널리 이용되는 콘크리트속의 철근부식진단법의 하나는 자연전위측정이며, 그 원리는 다음과 같다. 정상적인 콘크리트는 강알칼리성을 나타내어 철근은 부동태화하고 있으며 그 전위는 -100~200㎷를 나타내지만, 염화물의 침투와 탄산화로 철근이 활성태로 되어 부식이 진행하면 그 전위는 -(負)방향으로 변화한다. 이러한 철근의 전위는 철근 부식 장소의 검출과 부식상태 진단에 효과적이다.

3) 시험방법

철근의 전위측정방법은 철근과 조합전극을 도선으로 전압계의 단자에 접속하고 콘크리트 표면에 따라 조합전극을 이동시켜 다수의 점에서 철근의 전위를 측정한다.

4) 평가방법

전위차를 이용한 부식평가기준은 아래 [표 3.64]와 같이 3단계로 부식성 평가를 한다.

【표 3.64】 철근부식 유무의 판정기준(자연전위 : CSE기준)

부식등급	KS F2712 규격	
	자연전위 E(㎷)	부식확률 P(%)
Ⅰ	E > -200	90% 이상의 확률로 부식 없음
Ⅱ	-200 ≥ E > -350	불명확
Ⅲ	-350 ≥ E	90% 이상의 확률로 부식 있음

3.4.3 시험결과 및 분석(내서방향)

가. 상부구조 비파괴강도 시험결과

본 교량의 상부구조의 콘크리트 비파괴강도시험(반발경도시험, 초음파전달속도시험)은 총 30개소(PSC 거더 30개소)에서 실시하였으며 검토결과, 전 개소에서 설계기준강도를 상회하는 양호한 상태로 나타났다.

본 과업에서 대상 구조물의 콘크리트 비파괴강도를 평가하기 위하여 반발경도시험과 초음파전달속도시험에 의해 산출된 콘크리트 비파괴 압축강도 결과를 【표 3.65】, 【표 3.66】와 같이 나타내었다.

【표 3.65】 상부구조 반발경도 측정결과(MPa) (내서)

측정위치		평균치 (R)	보정치 (ΔR)	보정 경도 (R_o)	각도 (°)	재령 계수	보정압축강도		평균 강도 (MPa)	설계 강도 (MPa)
							과학 기술부	고속철도 현장식		
상부구조	S1-G1-LF (외부)	54.4	-2.8	51.6	90	0.63	41.5	41.6	41.5	40.0
	S1-G1-RW (내부)	54.0	0.0	54.0	0	0.63	43.7	44.1	43.9	
	S2-G1-LF (외부)	53.5	-2.8	50.6	90	0.63	40.5	40.5	40.5	
	S2-G1-LW (내부)	52.5	0.0	52.5	0	0.63	42.3	42.5	42.4	
	S3-G1-LF (외부)	53.9	-2.8	51.1	90	0.63	41.0	41.1	41.0	
	S3-G1-LW (내부)	53.3	0.0	53.3	0	0.63	43.1	43.4	43.2	
	S4-G1-LF (외부)	53.7	-2.8	50.8	90	0.63	40.7	40.8	40.8	
	S4-G1-UF (내부)	54.3	-2.8	51.5	90	0.63	41.4	41.5	41.4	
	S5-G1-LF (외부)	53.5	-2.8	50.7	90	0.63	40.6	40.6	40.6	
	S5-G1-UF (내부)	54.0	-2.8	51.2	90	0.63	41.1	41.2	41.1	
	S6-G1-LF (외부)	54.9	-2.7	52.1	90	0.63	42.0	42.2	42.1	
	S6-G1-RW (내부)	53.8	0.0	53.8	0	0.63	43.5	43.9	43.7	
	S7-G1-LF (외부)	54.6	-2.7	51.8	90	0.63	41.7	41.8	41.7	
	S7-G1-LW (내부)	53.5	0.0	53.5	0	0.63	43.2	43.5	43.4	
	S8-G1-LF (외부)	54.5	-2.7	51.8	90	0.63	41.6	41.8	41.7	
	S8-G1-RW (내부)	53.8	0.0	53.8	0	0.63	43.5	43.9	43.7	
	S9-G1-LF (외부)	53.3	-2.8	50.4	90	0.63	40.3	40.3	40.3	
	S9-G1-UF (내부)	53.7	-2.8	50.9	90	0.63	40.8	40.8	40.8	
	S10-G1-LF (외부)	53.1	90	-2.9	50.2	0.63	40.1	40.1	40.1	
	S10-G1-RW (내부)	55.1	0.0	55.1	0	0.63	44.7	45.3	45.0	

【표 3.65】 상부구조 반발경도 측정결과(MPa) (내서,계속)

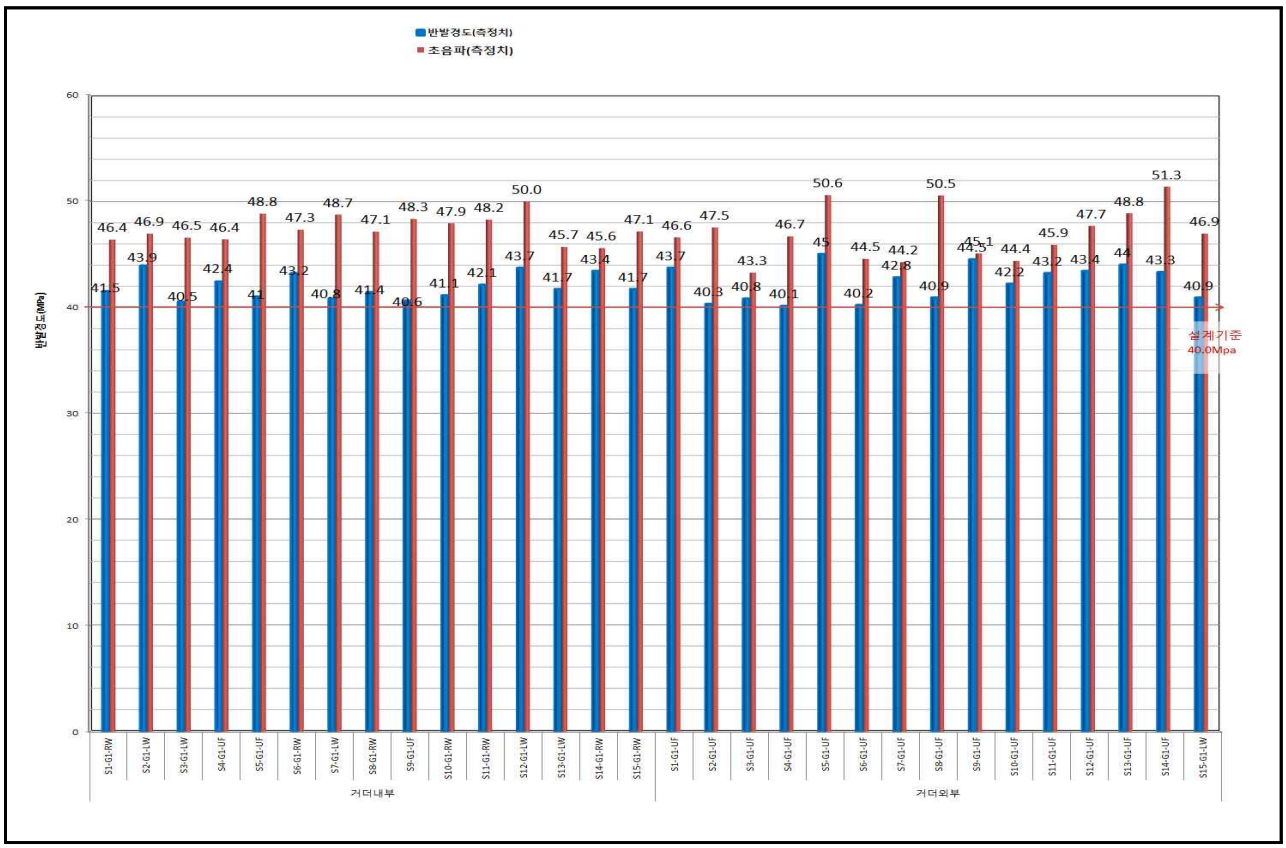
측정위치		평균치 (R)	보정치 (ΔR)	보정 경도 (R_o)	각도 (°)	재령 계수	보정압축강도		평균 강도 (MPa)	설계 강도 (MPa)
							과학 기술부	고속철도 현장식		
상부구조	S11-G1-LF (외부)	53.1	-2.9	50.2	90	0.63	40.2	40.1	40.2	40.0
	S11-G1-RW (내부)	52.9	0.0	52.9	0	0.63	42.6	42.9	42.8	
	S12-G1-LF (외부)	53.8	-2.8	51.0	90	0.63	40.8	40.9	40.9	
	S12-G1-LW (내부)	54.6	0.0	54.6	0	0.63	44.3	44.8	44.5	
	S13-G1-LF (외부)	55.0	-2.7	52.3	90	0.63	42.1	42.3	42.2	
	S13-G1-LW (내부)	53.3	0.0	53.3	0	0.63	43.0	43.3	43.2	
	S14-G1-LF (외부)	56.1	-2.6	53.4	90	0.63	43.2	43.5	43.4	
	S14-G1-RW (내부)	54.1	0.0	54.1	0	0.63	43.8	44.2	44.0	
	S15-G1-LW (외부)	53.3	0.0	53.3	0	0.63	43.9	43.0	43.3	
	S15-G1-RW (내부)	51.0	0.0	51.0	0	0.63	41.7	40.9	40.9	

【표 3.66】 상부구조 초음파 측정결과(MPa) (내서)

측 정 위 치		초음파		압축강도(MPa)		평균 강도 (MPa)	설계 강도 (MPa)
		속도 (V_i)	보정속도 (V_d)	건축 학회	한전 기술		
상부구조	S1-G1-LF (외부)	4.594	4.824	40.9	51.8	46.4	40
	S1-G1-RW (내부)	4.614	4.845	41.3	52.5	46.9	
	S2-G1-LF (외부)	4.601	4.831	41.0	52.1	46.5	
	S2-G1-LW (내부)	4.596	4.825	40.9	51.9	46.4	
	S3-G1-LF (외부)	4.680	4.914	42.8	54.8	48.8	
	S3-G1-LW (내부)	4.627	4.858	41.6	53.0	47.3	
	S4-G1-LF (외부)	4.677	4.911	42.7	54.7	48.7	
	S4-G1-UF (내부)	4.621	4.852	41.5	52.7	47.1	
	S5-G1-LF (외부)	4.663	4.896	42.4	54.2	48.3	
	S5-G1-UF (내부)	4.648	4.881	42.1	53.7	47.9	
	S6-G1-LF (외부)	4.661	4.894	42.4	54.1	48.2	
	S6-G1-RW (내부)	4.721	4.957	43.7	56.2	50.0	
	S7-G1-LF (외부)	4.571	4.799	40.4	51.0	45.7	
	S7-G1-LW (내부)	4.567	4.795	40.3	50.9	45.6	
	S8-G1-LF (외부)	4.622	4.853	41.5	52.8	47.1	
	S8-G1-RW (내부)	4.602	4.832	41.1	52.1	46.6	
	S9-G1-LF (외부)	4.635	4.867	41.8	53.2	47.5	
	S9-G1-UF (내부)	4.486	4.710	38.5	48.0	43.3	
	S10-G1-LF (외부)	4.605	4.836	41.1	52.2	46.7	
	S10-G1-RW (내부)	4.742	4.979	44.1	57.0	50.6	

【표 3.66】 상부구조 초음파 측정결과(MPa) (내서,계속)

측 정 위 치		초음파		압축강도(MPa)		평균 강도 (MPa)	설계 강도 (MPa)
		속도 (V_i)	보정속도 (V_d)	건축 학회	한전 기술		
상부구조	S11-G1-LF (외부)	4.531	4.757	39.5	49.6	44.5	40.0
	S11-G1-RW (내부)	4.520	4.746	39.2	49.2	44.2	
	S12-G1-LF (외부)	4.740	4.977	44.1	56.9	50.5	
	S12-G1-LW (내부)	4.549	4.777	39.9	50.3	45.1	
	S13-G1-LF (외부)	4.524	4.750	39.3	49.4	44.4	
	S13-G1-LW (내부)	4.577	4.806	40.5	51.2	45.9	
	S14-G1-LF (외부)	4.640	4.872	41.9	53.4	47.7	
	S14-G1-RW (내부)	4.682	4.916	42.8	54.9	48.8	
	S15-G1-LW (외부)	4.769	5.008	44.8	57.9	51.3	
	S15-G1-RW (내부)	4.614	4.845	41.3	52.5	46.9	



【그림 3.31】 각 비파괴 시험방법에 의한 압축강도 추정결과(상부구조, 내서)

나. 하부구조 비파괴강도 시험결과

본 교량의 하부구조의 콘크리트 비파괴강도시험(반발경도시험, 초음파전달속도시험)은 총 16개소에서 실시하였으며 검토결과, 전 개소에서 설계기준강도를 상회하는 양호한 상태로 나타났다.

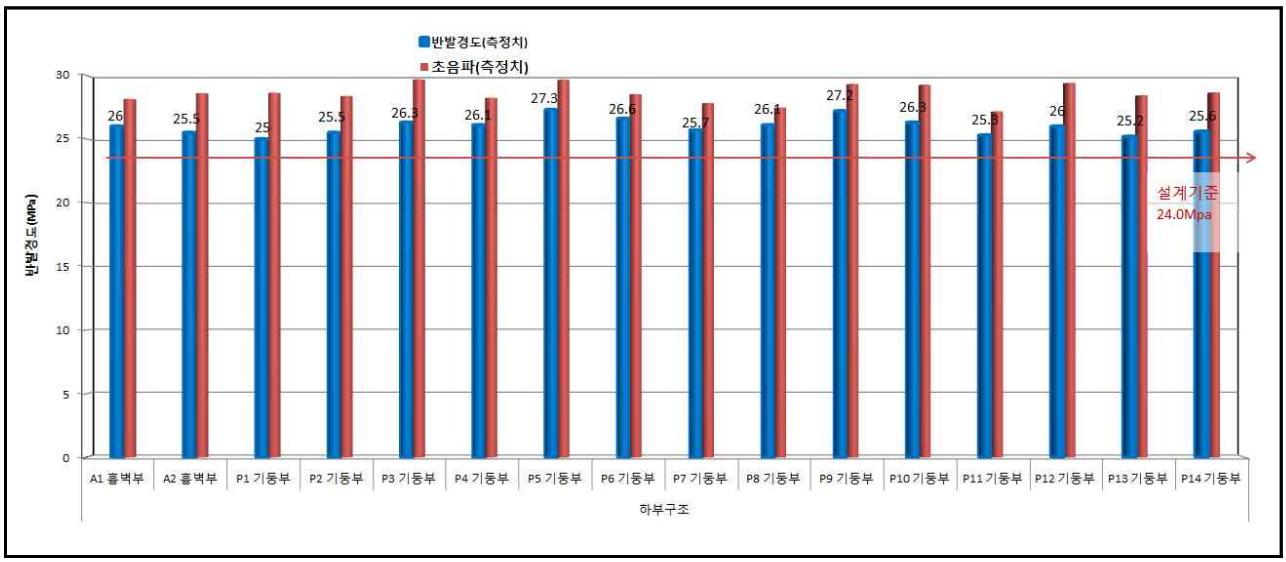
본 과업에서 대상 구조물의 콘크리트 비파괴강도를 평가하기 위하여 반발경도시험과 초음파전달속도시험에 의해 산출된 콘크리트 비파괴 압축강도 결과를 【표 3.67】, 【표 3.68】와 같이 나타내었다.

【표 3.67】 하부구조 반발경도 측정결과(MPa) (내서)

측정위치		평균치 (R)	보정치 (ΔR)	보정경도 (R_o)	각도 (°)	재령계수	보정압축강도		평균강도 (MPa)	설계강도 (MPa)
							재료학회	건축학회		
하부구조	A1 흉벽부	45.7	0.0	45.7	0	0.63	25.2	26.7	26.0	24.0
	A2 흉벽부	44.9	0.0	44.9	0	0.63	24.6	26.4	25.5	
	P1 기둥부	44.2	0.0	44.2	0	0.63	24.0	26.1	25.0	
	P2 기둥부	45.0	0.0	45.0	0	0.63	24.6	26.4	25.5	
	P3 기둥부	46.2	0.0	46.2	0	0.63	25.6	27.0	26.3	
	P4 기둥부	45.8	0.0	45.8	0	0.63	25.3	26.8	26.1	
	P5 기둥부	47.8	0.0	47.8	0	0.63	26.9	27.7	27.3	
	P6 기둥부	46.7	0.0	46.7	0	0.63	26.0	27.2	26.6	
	P7 기둥부	45.2	0.0	45.2	0	0.63	24.8	26.5	25.7	
	P8 기둥부	45.9	0.0	45.9	0	0.63	25.4	26.9	26.1	
	P9 기둥부	47.7	0.0	47.7	0	0.63	26.8	27.7	27.2	
	P10 기둥부	46.3	0.0	46.3	0	0.63	25.7	27.0	26.3	
	P11 기둥부	44.6	0.0	44.6	0	0.63	24.3	26.3	25.3	
	P12 기둥부	45.7	0.0	45.7	0	0.63	25.2	26.8	26.0	
	P13 기둥부	44.4	0.0	44.4	0	0.63	24.2	26.2	25.2	
	P14 기둥부	45.1	0.0	45.1	0	0.63	24.7	26.5	25.6	

【표 3.68】 하부구조 초음파 측정결과(MPa) (내서)

측 정 위 치		초음파		압축강도(MPa)		평균 강도 (MPa)	설계 강도 (MPa)
		속도 (V_i)	보정속도 (V_d)	건축 학회	한전 기술		
하부구조	A1 흉벽부	3.955	4.153	26.7	29.5	28.1	24.0
	A2 흉벽부	3.971	4.170	27.1	30.1	28.6	
	P1 기둥부	3.972	4.171	27.1	30.1	28.6	
	P2 기둥부	3.963	4.162	26.9	29.8	28.4	
	P3 기둥부	4.009	4.210	27.9	31.4	29.7	
	P4 기둥부	3.959	4.157	26.8	29.6	28.2	
	P5 기둥부	4.008	4.209	27.9	31.4	29.7	
	P6 기둥부	3.969	4.167	27.0	30.0	28.5	
	P7 기둥부	3.944	4.141	26.5	29.1	27.8	
	P8 기둥부	3.932	4.128	26.2	28.7	27.5	
	P9 기둥부	3.996	4.196	27.7	31.0	29.3	
	P10 기둥부	3.994	4.194	27.6	30.9	29.3	
	P11 기둥부	3.921	4.117	26.0	28.3	27.2	
	P12 기둥부	3.999	4.199	27.7	31.1	29.4	
	P13 기둥부	3.966	4.164	27.0	29.9	28.4	
	P14 기둥부	3.973	4.172	27.1	30.2	28.6	



【그림 3.32】 각 비파괴 시험방법에 의한 압축강도 추정결과(하부구조, 내서)

【표 3.69】 비파괴강도시험에 의한 압축강도 추정결과 분석(MPa) (내서)

구 분	시험방법	평균강도(A)	설계기준강도(B)	A/B×100(%)
상부 구조	반발경도시험	40.1~45.0	40.0	100~113
	초음파전달속도시험	43.3~51.3		108~128
하부 구조	반발경도시험	25.0~27.3	24.0	104~114
	초음파전달속도시험	27.2~29.7		115~126

다. 철근탐사시험 결과

철근탐사기(RC-Radar)를 이용한 철근탐사시험은 총 46개소(상부구조 30개소, 하부구조 16개소)에서 실시하였으며, 철근탐사시험 결과, 측정된 배근간격 및 피복두께는 미소한 차이는 있으나 전반적으로 설계도면과 근사하는 것으로 확인되었다.

【표 3.70】 철근탐사시험 결과(내서)

시험위치		철근종류	측정값(㎜)		설계값(㎜)		비 고
			배근간격	피복두께	배근간격	피복두께	
상부 구조	S1-G1-LF (외부)	주철근	125	40~45	125	40.5	
		배력철근	100	75~80	100	59.5	
	S1-G1-RW (내부)	주철근	125	45~50	125	37.5	
		배력철근	200	75~80	200	62.5	
	S2-G1-LF (외부)	주철근	125	35~40	125	40.5	
		배력철근	95	75~80	100	59.5	
	S2-G1-LW (내부)	주철근	125	55~60	125	37.5	
		배력철근	200	85~90	200	62.5	
	S3-G1-LF (외부)	주철근	120	40~45	125	40.5	
		배력철근	100	65~70	100	59.5	
	S3-G1-LW (내부)	주철근	120	65~70	125	37.5	
		배력철근	200	80~85	200	62.5	
	S4-G1-LF (외부)	주철근	120	35~40	125	40.5	
		배력철근	105	65~70	100	59.5	
	S4-G1-UF (내부)	주철근	125	65~70	125	40.5	
		배력철근	200	80~85	200	59.5	
	S5-G1-LF (외부)	주철근	120	40~45	125	40.5	
		배력철근	105	60~65	100	59.5	
	S5-G1-UF (내부)	주철근	120	60~65	125	40.5	
		배력철근	200	80~85	200	59.5	
	S6-G1-LF (외부)	주철근	125	35~40	125	40.5	
		배력철근	200	55~60	200	59.5	
	S6-G1-RW (내부)	주철근	120	45~50	125	37.5	
		배력철근	200	80~85	200	62.5	

【표 3.70】 철근탐사시험 결과(내서) (계속)

시험위치		철근종류	측정값(㎜)		설계값(㎜)		비 고
			배근간격	피복두께	배근간격	피복두께	
상부 구조	S7-G1-LF (외부)	주철근	120	40~45	125	40.5	
		배력철근	100	65~70	100	59.5	
	S7-G1-LW (내부)	주철근	130	65~70	125	37.5	
		배력철근	200	85~90	200	62.5	
	S8-G1-LF (외부)	주철근	125	40~45	125	40.5	
		배력철근	100	65~70	100	59.5	
	S8-G1-RW (내부)	주철근	125	45~50	125	37.5	
		배력철근	200	75~80	200	62.5	
	S9-G1-LF (외부)	주철근	125	40~45	125	40.5	
		배력철근	100	70~75	100	59.5	
	S9-G1-UF (내부)	주철근	120	40~45	125	40.5	
		배력철근	200	75~80	200	59.5	
	S10-G1-LF (외부)	주철근	125	40~45	125	40.5	
		배력철근	100	60~65	100	59.5	
	S10-G1-RW (내부)	주철근	120	65~70	125	37.5	
		배력철근	200	85~90	200	62.5	
	S11-G1-LF (외부)	주철근	120	40~45	125	40.5	
		배력철근	200	60~65	200	59.5	
	S11-G1-RW (내부)	주철근	120	45~50	125	37.5	
		배력철근	200	70~75	200	62.5	
	S12-G1-LF (외부)	주철근	125	40~45	125	40.5	
		배력철근	200	65~70	200	59.5	
	S12-G1-LW (내부)	주철근	120	40~45	125	37.5	
		배력철근	200	65~70	200	62.5	
	S13-G1-LF (외부)	주철근	125	40~45	125	40.5	
		배력철근	195	60~65	200	59.5	
	S13-G1-LW (내부)	주철근	125	40~45	125	37.5	
		배력철근	200	75~80	200	62.5	
	S14-G1-LF (외부)	주철근	120	40~45	125	40.5	
		배력철근	200	60~65	200	59.5	
	S14-G1-RW (내부)	주철근	120	50~55	125	37.5	
		배력철근	200	75~80	200	62.5	
	S15-G1-LW (외부)	주철근	120	40~45	125	40.5	
		배력철근	200	65~70	200	59.5	
	S15-G1-RW (내부)	주철근	120	50~55	125	37.5	
		배력철근	200	85~90	200	62.5	

【표 3.70】 철근탐사시험 결과(내서) (계속)

시험위치		철근종류	측정값(㎜)		설계값(㎜)		비 고
			배근간격	피복두께	배근간격	피복두께	
하부 구조	A1 흉벽부	수직철근	200	45~50	200	40.5	
		수평철근	95	85~90	100	59.5	
	A2 흉벽부	수직철근	200	50~55	200	40.5	
		수직철근	95	75~80	100	59.5	
	P1 기둥부	수직철근	120	105~110	125	85.5	
		띠철근	150	70~75	150	66.5	
	P2 기둥부	수직철근	125	80~85	125	85.5	
		띠철근	150	60~65	150	66.5	
	P3 기둥부	수직철근	120	95~100	125	85.5	
		띠철근	150	70~75	150	66.5	
	P4 기둥부	수직철근	130	110~115	125	85.5	
		띠철근	150	85~90	150	66.5	
	P5 기둥부	수직철근	120	100~105	125	85.5	
		띠철근	150	75~80	150	66.5	
	P6 기둥부	수직철근	120	95~100	125	85.5	
		띠철근	150	65~70	150	66.5	
	P7 기둥부	수직철근	120	80~85	125	85.5	
		띠철근	150	60~65	150	66.5	
	P8 기둥부	수직철근	125	85~90	125	85.5	
		띠철근	150	65~70	150	66.5	
	P9 기둥부	수직철근	120	95	125	85.5	
		띠철근	150	60~65	150	66.5	
	P10 기둥부	수직철근	125	80~85	125	85.5	
		띠철근	150	60~65	150	66.5	
	P11 기둥부	수직철근	125	80~85	125	85.5	
		띠철근	150	55~60	150	66.5	
	P12 기둥부	수직철근	130	70~80	125	85.5	
		띠철근	150	60~65	150	66.5	
	P13 기둥부	수직철근	120	80~85	125	85.5	
		띠철근	150	55~60	150	66.5	
	P14 기둥부	수직철근	120	85~90	125	85.5	
		띠철근	150	55~60	150	66.5	

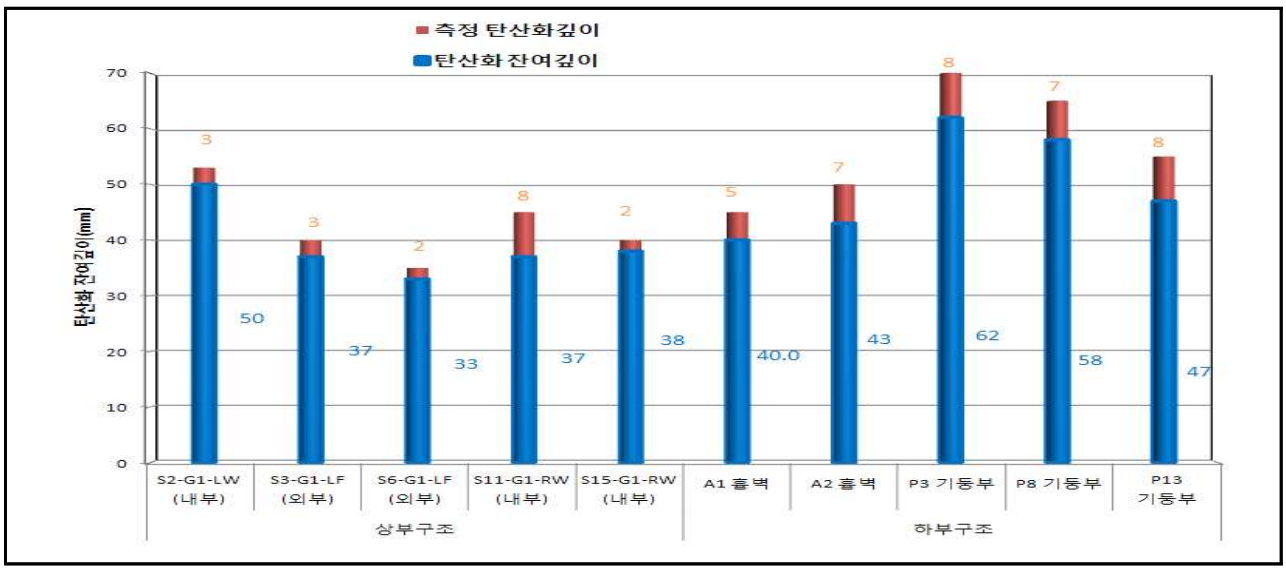
라. 탄산화 깊이 측정결과

탄산화 깊이 측정은 총 10개소(상부구조 5개소, 하부구조 5개소)에서 실시하였다. 실측한 최소 피복두께와 탄산화 깊이를 비교한 결과, 전 개소의 탄산화 잔여깊이가 30.0㎜ 이상을 초과한 상태로 측정되어 상태평가 “a” 로 평가되었다.

철근까지의 탄산화 도달시간은 시험개소 모두 100년 이상으로 측정되어 탄산화로 인한 내구성 저하 가능성이 없는 양호한 상태로 분석되었다. 탄산화 깊이 측정결과는 아래의 표와 같다.

【표 3.71】 탄산화 깊이 측정결과 및 평가(내서)

시험위치		탄산화 깊이 (㎜)	실측 피복두께 (㎜)	탄산화 잔여깊이 (㎜)	탄산화 속도계수 (A)	상태 평가	잔존수명
상부 구조	S2-G1-LW (내부)	5	55	50.0	1.29	a	100년이상
	S3-G1-LF (외부)	3	40	37.0	0.77	a	100년이상
	S6-G1-LF (외부)	2	35	33.0	0.52	a	100년이상
	S11-G1-RW (내부)	8	45	37.0	2.07	a	100년이상
	S15-G1-RW (내부)	2	40	38.0	0.52	a	100년이상
하부 구조	A1 흉벽부	5	45	40.0	1.29	a	100년이상
	A2 흉벽부	7	50	43.0	1.81	a	100년이상
	P3 기둥부	8	70	62.0	2.07	a	100년이상
	P8 기둥부	7	65	58.0	1.81	a	100년이상
	P13 기둥부	8	55	47.0	2.07	a	100년이상



【그림 3.33】 탄산화 깊이 측정결과(내서)

마. 염화물 함유량 시험결과

염화물 함유량 시험은 총 3개소(상부구조 1개소, 하부구조 2개소)에서 실시하였다. 염화물 함유량 시험결과, 염화물함유량은 0.101~0.143㎏/㎥로 조사되어 상태평가 "a" (기준 0.300 ㎏/㎥이하)로 평가되었으며, 염화물에 의한 부식이 발생할 우려가 없는 상태이다.

염화물 함유량 시험결과는 아래 표와 같다.

【표 3.72】 염화물 함유량 시험결과(내서)

시험위치		전 염화물 함유량 (%)	환산 염화물 함유량 (kg/m^3)	상태평가	비 고
S6-G1-LF (외부)	0~10㎜	0.0048	0.113	a	
	10~30㎜	0.0043	0.101	a	
A1	0~10㎜	0.0059	0.139	a	
	10~30㎜	0.0052	0.122	a	
P13	0~10㎜	0.0061	0.143	a	
	10~30㎜	0.0057	0.134	a	

※ 콘크리트 환산 염화물 함유량(㎏/㎥) = 전 염화물 함유량(Cl^-)% / 100 × 콘크리트 단위중량(2,300㎏/㎥)

바. 균열깊이 측정결과

외관조사시 국부적으로 발생된 폭 0.3㎜이상 균열 중 임의로 대표손상을 선정하였으며, 초음파속도를 이용하여 균열깊이 측정을 실시하였다.

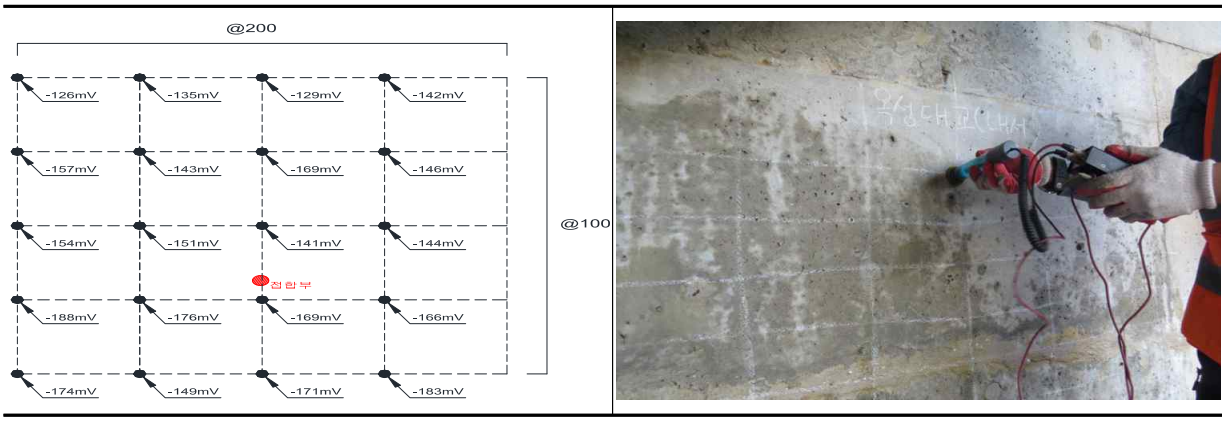
균열깊이 측정결과, 전반적으로 철근덮개 이내의 표면에 위치한 표면균열로 측정되었으나 내구성확보를 위한 균열폭에 따른 적정한 보수가 필요한 것으로 판단된다.

【표 3.73】 균열깊이 시험결과(내서)

측정위치	균열 형상	전달 거리 (㎜)	균열부 (T_c)	건전부 (T_o)	균열폭 (㎜)	균열 깊이 (㎜)	실측 피복두께 (㎜)
A1 흉벽부	수직균열	300	59.5	60.9	0.3	32.7	45.0
A2 흉벽부	수직균열	300	62.3	64.	0.3	38.3	50.0

사. 철근부식도 측정결과

대상 교량의 철근부식도 조사는 교대 A1 흉벽을 대상으로 일부구간 철근을 노출시킨 뒤 자연전극전위법을 이용하여 철근의 부식여부를 파악하였으며, 조사결과는 【그림 3.34】와 같다.



【그림 3.34】 자연전극전위법에 의한 철근부식도 조사결과

위의 그림에서 알 수 있는 바와 같이 철근부식도 조사결과 각각의 측정개소에서 나타난 전위값이 KS F 2712 에서 규정한 -200mV 미만으로 교대의 경우 -126mV~ −188mV 값을 나타내고 있어 90% 이상의 확률로서 철근부식의 영향은 없는 것으로 표본 조사결과 나타났다.

3.4.4 시험결과 및 분석(여주방향)

가. 상부구조 비파괴강도 시험결과

본 교량의 상부구조의 콘크리트 비파괴강도시험(반발경도시험, 초음파전달속도시험)은 총 30개소(PSC 거더 30개소)에서 실시하였으며 검토결과, 전 개소에서 설계기준강도를 상회하는 양호한 상태로 나타났다.

본 과업에서 대상 구조물의 콘크리트 비파괴강도를 평가하기 위하여 반발경도시험과 초음파전달속도시험에 의해 산출된 콘크리트 비파괴 압축강도 결과를 【표 3.74】, 【표 3.75】와 같이 나타내었다.

【표 3.74】 상부구조 반발경도 측정결과(MPa) (여주)

측정위치		평균치 (R)	보정치 (ΔR)	보정경도 (R_o)	각도 (°)	재령계수	보정압축강도		평균강도 (MPa)	설계강도 (MPa)
							과학기술부	고속철도 현장식		
상부구조	S1-G1-LF (외부)	53.3	-2.8	50.5	90	0.63	40.4	40.4	40.4	40.0
	S1-G1-RW (내부)	51.6	0.0	51.6	0	0.63	41.4	41.5	41.5	
	S2-G1-LF (외부)	55.3	-2.7	52.6	90	0.63	42.4	42.7	42.5	
	S2-G1-LW (내부)	52.3	0.0	52.3	0	0.63	42.1	42.3	42.2	
	S3-G1-LF (외부)	53.8	-2.8	51.0	90	0.63	40.9	41.0	40.9	
	S3-G1-LW (내부)	52.3	0.0	52.3	0	0.63	42.1	42.3	42.2	
	S4-G1-LF (외부)	53.3	-2.8	50.4	90	0.63	40.3	40.3	40.3	
	S4-G1-UF (내부)	51.4	0.0	51.4	0	0.63	41.3	41.4	41.3	
	S5-G1-LF (외부)	53.5	-2.8	50.6	90	0.63	40.5	40.5	40.5	
	S5-G1-UF (내부)	51.5	0.0	51.5	0	0.63	41.3	41.4	41.4	
	S6-G1-LF (외부)	58.0	-2.5	55.5	90	0.63	45.1	45.7	45.4	
	S6-G1-RW (내부)	51.6	0.0	51.6	0	0.63	41.5	41.6	41.5	
	S7-G1-LF (외부)	53.3	-2.8	50.5	90	0.63	40.4	40.4	40.4	
	S7-G1-LW (내부)	52.1	0.0	52.1	0	0.63	41.9	42.1	42.0	
	S8-G1-LF (외부)	53.1	-2.9	50.2	90	0.63	40.2	40.1	40.2	
	S8-G1-RW (내부)	50.7	0.0	50.7	0	0.63	40.6	40.6	40.6	
	S9-G1-LF (외부)	53.7	-2.8	50.8	90	0.63	40.7	40.8	40.8	
	S9-G1-UF (내부)	52.1	0.0	52.1	0	0.63	41.9	42.1	42.0	
	S10-G1-LF (외부)	55.2	-2.7	52.5	90	0.63	42.3	42.5	42.4	
	S10-G1-RW (내부)	51.5	0.0	51.5	0	0.63	41.3	41.4	41.4	

【표 3.74】 상부구조 반발경도 측정결과(MPa) (여주,계속)

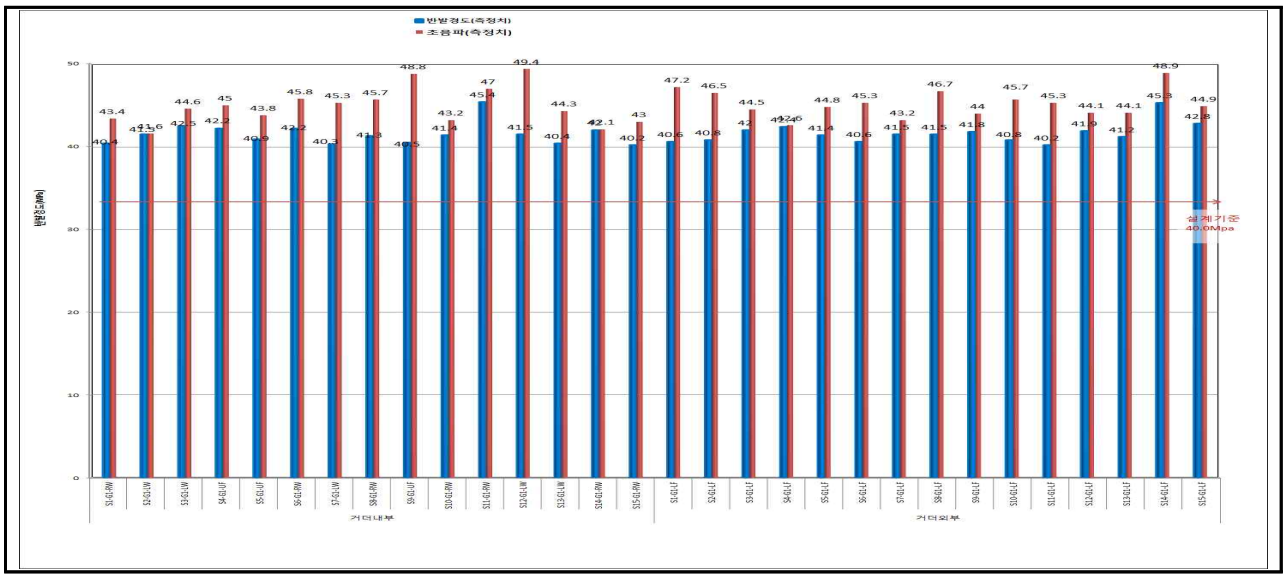
측정위치		평균치 (R)	보정치 (ΔR)	보정 경도 (R_o)	각도 (°)	재령 계수	보정압축강도		평균 강도 (MPa)	설계 강도 (MPa)
							과학 기술부	고속철도 현장식		
상부구조	S11-G1-LF (외부)	53.5	-2.8	50.7	90	0.63	40.6	40.6	40.6	40.0
	S11-G1-RW (내부)	51.6	0.0	51.6	0	0.63	41.5	41.6	41.5	
	S12-G1-LF (외부)	54.3	-2.8	51.5	90	0.63	41.4	41.5	41.5	
	S12-G1-LW (내부)	51.9	0.0	51.9	0	0.63	41.7	41.8	41.8	
	S13-G1-LF (외부)	53.7	-2.8	50.8	90	0.63	40.7	40.8	40.8	
	S13-G1-LW (내부)	50.3	0.0	50.3	0	0.63	40.2	40.1	40.2	
	S14-G1-LF (외부)	54.7	-2.7	52.0	90	0.63	41.8	42.0	41.9	
	S14-G1-RW (내부)	51.3	0.0	51.3	0	0.63	41.1	41.2	41.2	
	S15-G1-LF (외부)	57.9	-2.5	55.4	90	0.63	45.0	45.6	45.3	
	S15-G1-RW (내부)	52.9	0.0	52.9	0	0.63	42.7	43.0	42.8	

【표 3.75】 상부구조 초음파 측정결과(MPa) (여주)

측 정 위 치		초음파		압축강도(MPa)		평균 강도 (MPa)	설계 강도 (MPa)
		속도 (V_i)	보정속도 (V_d)	건축 학회	한전 기술		
상부구조	S1-G1-LF (외부)	4.492	4.717	38.6	48.3	43.4	40.0
	S1-G1-RW (내부)	4.429	4.650	37.2	46.1	41.6	
	S2-G1-LF (외부)	4.534	4.761	39.5	49.7	44.6	
	S2-G1-LW (내부)	4.546	4.773	39.8	50.1	45.0	
	S3-G1-LF (외부)	4.505	4.731	38.9	48.7	43.8	
	S3-G1-LW (내부)	4.575	4.803	40.4	51.1	45.8	
	S4-G1-LF (외부)	4.559	4.787	40.1	50.6	45.3	
	S4-G1-UF (내부)	4.571	4.800	40.4	51.0	45.7	
	S5-G1-LF (외부)	4.680	4.914	42.8	54.8	48.8	
	S5-G1-UF (내부)	4.484	4.708	38.4	48.0	43.2	
	S6-G1-LF (외부)	4.618	4.848	41.4	52.6	47.0	
	S6-G1-RW (내부)	4.700	4.935	43.2	55.5	49.4	
	S7-G1-LF (외부)	4.524	4.750	39.3	49.4	44.3	
	S7-G1-LW (내부)	4.444	4.666	37.5	46.6	42.1	
	S8-G1-LF (외부)	4.476	4.699	38.3	47.7	43.0	
	S8-G1-RW (내부)	4.623	4.855	41.5	52.8	47.2	
	S9-G1-LF (외부)	4.601	4.831	41.0	52.1	46.5	
	S9-G1-UF (내부)	4.531	4.758	39.5	49.6	44.5	
	S10-G1-LF (외부)	4.461	4.684	37.9	47.2	42.6	
	S10-G1-RW (내부)	4.540	4.767	39.7	49.9	44.8	

【표 3.75】 상부구조 초음파 측정결과(MPa) (여주,계속)

측 정 위 치		초음파		압축강도(MPa)		평균 강도 (MPa)	설계 강도 (MPa)
		속도 (V_i)	보정속도 (V_d)	건축 학회	한전 기술		
상부구조	S11-G1-LF (외부)	4.558	4.786	40.1	50.6	45.3	40.0
	S11-G1-RW (내부)	4.482	4.706	38.4	47.9	43.2	
	S12-G1-LF (외부)	4.606	4.836	41.1	52.2	46.7	
	S12-G1-LW (내부)	4.511	4.736	39.0	48.9	44.0	
	S13-G1-LF (외부)	4.572	4.801	40.4	51.0	45.7	
	S13-G1-LW (내부)	4.559	4.787	40.1	50.6	45.3	
	S14-G1-LF (외부)	4.514	4.740	39.1	49.0	44.1	
	S14-G1-RW (내부)	4.516	4.742	39.2	49.1	44.1	
	S15-G1-LF (외부)	4.683	4.917	42.8	54.9	48.9	
	S15-G1-RW (내부)	4.542	4.769	39.7	50.0	44.9	



【그림 3.35】 각 비파괴 시험방법에 의한 압축강도 추정결과(상부구조, 여주)

나. 하부구조 비파괴강도 시험결과

본 교량의 하부구조의 콘크리트 비파괴강도시험(반발경도시험, 초음파전달속도시험)은 총 16개소에서 실시하였으며 검토결과, 전 개소에서 설계기준강도를 상회하는 양호한 상태로 나타났다.

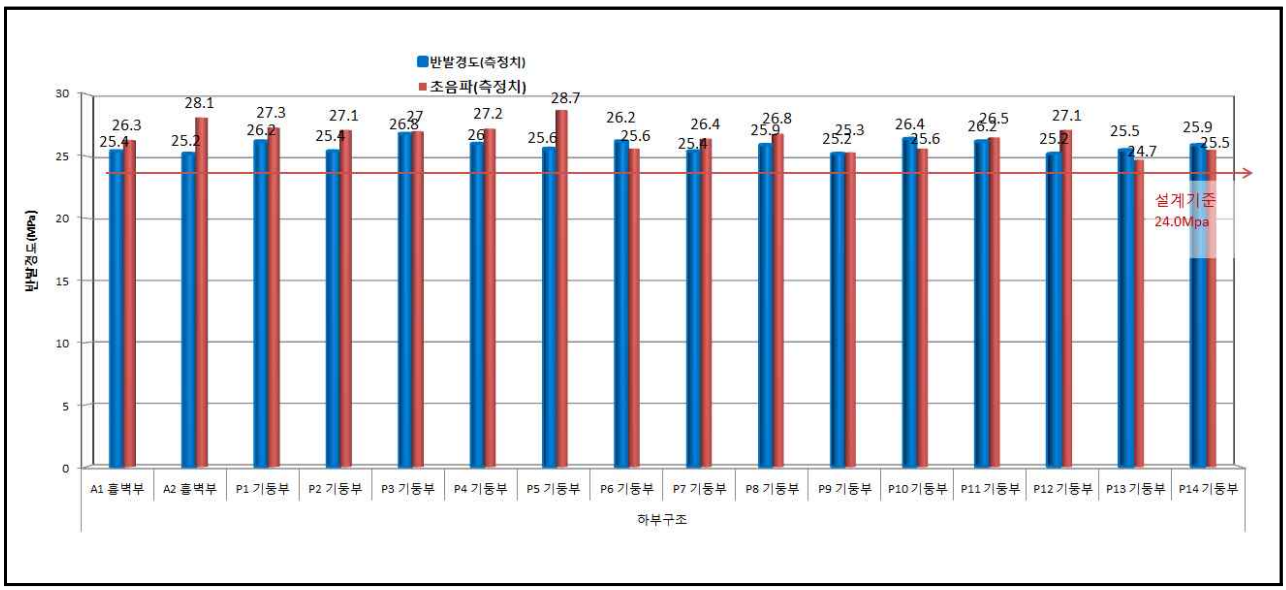
본 과업에서 대상 구조물의 콘크리트 비파괴강도를 평가하기 위하여 반발경도시험과 초음파전달속도시험에 의해 산출된 콘크리트 비파괴 압축강도 결과를 【표 3.76】, 【표 3.77】와 같이 나타내었다.

【표 3.76】 하부구조 반발경도 측정결과(MPa) (여주)

측정위치		평균치 (R)	보정치 (ΔR)	보정경도 (R_o)	각도 (°)	재령계수	보정압축강도		평균강도 (MPa)	설계강도 (MPa)
							재료학회	건축학회		
하부구조	A1 흉벽부	44.7	0.0	44.7	0	0.63	24.4	26.3	25.4	24.0
	A2 흉벽부	44.5	0.0	44.5	0	0.63	24.2	26.2	25.2	
	P1 기둥부	46.1	0.0	46.1	0	0.63	25.5	26.9	26.2	
	P2 기둥부	44.8	0.0	44.8	0	0.63	24.5	26.4	25.4	
	P3 기둥부	47.0	0.0	47.0	0	0.63	26.2	27.3	26.8	
	P4 기둥부	45.7	0.0	45.7	0	0.63	25.2	26.8	26.0	
	P5 기둥부	45.0	0.0	45.0	0	0.63	24.7	26.5	25.6	
	P6 기둥부	46.0	0.0	46.0	0	0.63	25.5	26.9	26.2	
	P7 기둥부	44.8	0.0	44.8	0	0.63	24.5	26.3	25.4	
	P8 기둥부	45.6	0.0	45.6	0	0.63	25.1	26.7	25.9	
	P9 기둥부	44.4	0.0	44.4	0	0.63	24.1	26.2	25.2	
	P10 기둥부	46.4	0.0	46.4	0	0.63	25.8	27.1	26.4	
	P11 기둥부	46.0	0.0	46.0	0	0.63	25.4	26.9	26.2	
	P12 기둥부	44.5	0.0	44.5	0	0.63	24.3	26.2	25.2	
	P13 기둥부	44.9	0.0	44.9	0	0.63	24.5	26.4	25.5	
	P14 기둥부	45.6	0.0	45.6	0	0.63	25.1	26.7	25.9	

【표 3.77】 하부구조 초음파 측정결과(MPa) (여주)

측 정 위 치		초음파		압축강도(MPa)		평균 강도 (MPa)	설계 강도 (MPa)
		속도 (V_i)	보정속도 (V_d)	건축 학회	한전 기술		
하부구조	A1 흉벽부	3.892	4.086	25.3	27.3	26.3	24.0
	A2 흉벽부	3.953	4.151	26.7	29.5	28.1	
	P1 기둥부	3.925	4.121	26.1	28.5	27.3	
	P2 기둥부	3.919	4.115	25.9	28.3	27.1	
	P3 기둥부	3.916	4.111	25.9	28.1	27.0	
	P4 기둥부	3.923	4.119	26.0	28.4	27.2	
	P5 기둥부	3.975	4.174	27.2	30.2	28.7	
	P6 기둥부	3.866	4.059	24.8	26.4	25.6	
	P7 기둥부	3.895	4.090	25.4	27.4	26.4	
	P8 기둥부	3.908	4.104	25.7	27.9	26.8	
	P9 기둥부	3.856	4.049	24.5	26.1	25.3	
	P10 기둥부	3.865	4.058	24.7	26.4	25.6	
	P11 기둥부	3.898	4.093	25.5	27.5	26.5	
	P12 기둥부	3.920	4.116	26.0	28.3	27.1	
	P13 기둥부	3.834	4.025	24.1	25.3	24.7	
	P14 기둥부	3.862	4.055	24.7	26.3	25.5	



【그림 3.36】 각 비파괴 시험방법에 의한 압축강도 추정결과(하부구조, 여주)

【표 3.78】 비파괴강도시험에 의한 압축강도 추정결과 분석(MPa) (여주)

구 분	시험방법	평균강도(A)	설계기준강도(B)	A/B×100(%)
상부 구조	반발경도시험	40.2~45.4	40.0	101~114
	초음파전달속도시험	41.6~49.4		104~124
하부 구조	반발경도시험	25.2~26.8	24.0	105~112
	초음파전달속도시험	24.7~28.7		103~120

다. 철근탐사시험 결과

철근탐사기(RC-Radar)를 이용한 철근탐사시험은 총 46개소(상부구조 30개소, 하부구조 16개소)에서 실시하였으며, 철근탐사시험 결과, 측정된 배근간격 및 피복두께는 미소한 차이는 있으나 전반적으로 설계도면과 근사하는 것으로 확인되었다.

【표 3.79】 철근탐사시험 결과(여주)

시험위치		철근종류	측정값(㎜)		설계값(㎜)		비 고
			배근간격	피복두께	배근간격	피복두께	
상부 구조	S1-G1-LF (외부)	주철근	125	40~45	125	40.5	
		배력철근	100	60~65	100	59.5	
	S1-G1-RW (내부)	수직철근	125	55~60	125	37.5	
		수평철근	200	70~75	200	62.5	
	S2-G1-LF (외부)	주철근	125	40~45	125	40.5	
		배력철근	95	60~65	100	59.5	
	S2-G1-LW (내부)	수직철근	120	40~45	125	37.5	
		수평철근	200	75~80	200	62.5	
	S3-G1-LF (외부)	주철근	125	40~45	125	40.5	
		배력철근	100	60~65	100	59.5	
	S3-G1-LW (내부)	수직철근	120	60~65	125	37.5	
		수평철근	195	75~80	200	62.5	
	S4-G1-LF (외부)	주철근	125	40~45	125	40.5	
		배력철근	100	70~75	100	59.5	
	S4-G1-UF (내부)	주철근	120	60~65	125	40.5	
		배력철근	200	80~85	200	59.5	
	S5-G1-LF (외부)	주철근	125	35~40	125	40.5	
		배력철근	95	70~75	100	59.5	
	S5-G1-UF (내부)	주철근	125	75~80	125	40.5	
		배력철근	200	95~100	200	59.5	
	S6-G1-LF (외부)	주철근	125	40~45	125	40.5	
		배력철근	100	70~75	100	59.5	
	S6-G1-RW (내부)	수직철근	125	65~70	125	37.5	
		수평철근	200	85~90	200	62.5	

【표 3.79】 철근탐사시험 결과(여주) (계속)

시험위치		철근종류	측정값(㎜)		설계값(㎜)		비 고
			배근간격	피복두께	배근간격	피복두께	
상부 구조	S7-G1-LF (외부)	주철근	120	85~90	125	40.5	
		배력철근	95	40~45	100	59.5	
	S7-G1-LW (내부)	수직철근	120	70~75	125	37.5	
		수평철근	200	85~90	200	62.5	
	S8-G1-LF (외부)	주철근	125	40~45	125	40.5	
		배력철근	105	60~65	100	59.5	
	S8-G1-RW (내부)	수직철근	120	65~70	125	37.5	
		수평철근	200	80~85	200	62.5	
	S9-G1-LF (외부)	주철근	120	60~65	125	40.5	
		배력철근	200	85~90	200	59.5	
	S9-G1-UF (내부)	주철근	125	40~45	125	40.5	
		배력철근	100	60~65	100	59.5	
	S10-G1-LF (외부)	주철근	125	40~45	125	40.5	
		배력철근	100	60~65	100	59.5	
	S10-G1-RW (내부)	수직철근	125	45~50	125	37.5	
		수평철근	200	80~85	200	62.5	
	S11-G1-LF (외부)	주철근	125	40~45	125	40.5	
		배력철근	110	60~65	100	59.5	
	S11-G1-RW (내부)	수직철근	125	60~65	125	37.5	
		수평철근	200	85~90	200	62.5	
	S12-G1-LF (외부)	주철근	120	40~45	125	40.5	
		배력철근	100	60~65	100	59.5	
	S12-G1-LW (내부)	수직철근	125	50~55	125	37.5	
		수평철근	200	75~80	200	62.5	
	S13-G1-LF (외부)	주철근	125	40~45	125	40.5	
		배력철근	95	65~70	100	59.5	
	S13-G1-LW (내부)	수직철근	120	50~55	125	37.5	
		수평철근	200	80~85	200	62.5	
	S14-G1-LF (외부)	주철근	125	40~45	125	40.5	
		배력철근	100	60~65	100	59.5	
	S14-G1-RW (내부)	수직철근	125	75~80	125	37.5	
		수평철근	200	95~100	200	62.5	
	S15-G1-LF (외부)	수직철근	125	40~45	125	40.5	
		수평철근	100	65~70	100	59.5	
	S15-G1-RW (내부)	수직철근	125	45~50	125	37.5	
		수평철근	200	80~85	200	62.5	

【표 3.79】 철근탐사시험 결과(여주) (계속)

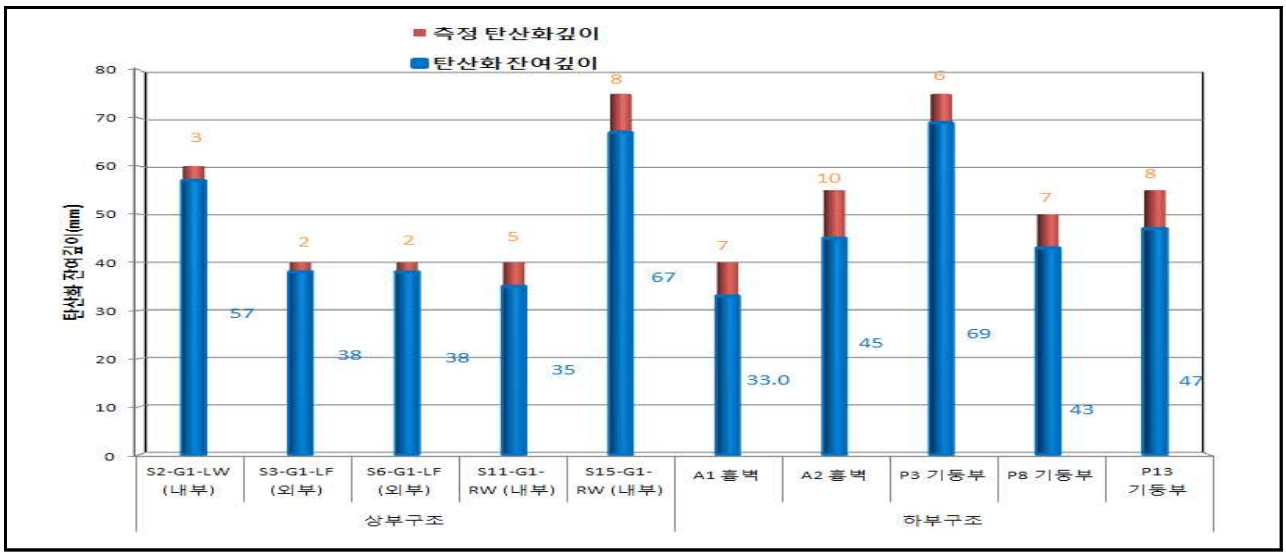
시험위치		철근종류	측정값(㎜)		설계값(㎜)		비 고
			배근간격	피복두께	배근간격	피복두께	
하부 구조	A1 흉벽부	수직철근	200	40~45	200	40.5	
		수평철근	100	75~80	100	59.5	
	A2 흉벽부	수직철근	200	55~60	200	40.5	
		수직철근	95	85~90	100	59.5	
	P1 기둥부	수직철근	125	80~85	125	85.5	
		띠철근	150	45~50	150	66.5	
	P2 기둥부	수직철근	125	80~85	125	85.5	
		띠철근	150	50~55	150	66.5	
	P3 기둥부	수직철근	125	80~85	125	85.5	
		띠철근	150	50~55	150	66.5	
	P4 기둥부	수직철근	125	85~90	125	85.5	
		띠철근	160	60~65	150	66.5	
	P5 기둥부	수직철근	120	95~100	125	85.5	
		띠철근	155	60~65	150	66.5	
	P6 기둥부	수직철근	120	85~90	125	85.5	
		띠철근	155	60~65	150	66.5	
	P7 기둥부	수직철근	125	95~100	125	85.5	
		띠철근	150	75~80	150	66.5	
	P8 기둥부	수직철근	120	100~105	125	85.5	
		띠철근	150	55~60	150	66.5	
	P9 기둥부	수직철근	120	80~85	125	85.5	
		띠철근	145	60~65	150	66.5	
	P10 기둥부	수직철근	120	95~100	125	85.5	
		띠철근	150	60~65	150	66.5	
	P11 기둥부	수직철근	125	100~105	125	85.5	
		띠철근	155	65~70	150	66.5	
	P12 기둥부	수직철근	125	100~105	125	85.5	
		띠철근	150	80~85	150	66.5	
	P13 기둥부	수직철근	125	85~90	125	85.5	
		띠철근	150	50~55	150	66.5	
	P14 기둥부	수직철근	125	85~90	125	85.5	
		띠철근	150	55~60	150	66.5	

라. 탄산화 깊이 측정결과

탄산화 깊이 측정은 총 10개소(상부구조 5개소, 하부구조 5개소)에서 실시하였다. 실측한 최소 피복두께와 탄산화 깊이를 비교한 결과, 하부구조의 탄산화 잔여깊이가 30.0㎜ 이상을 초과한 상태로 측정되어 상태평가 “a” 로 평가되었다. 철근까지의 탄산화 도달시간은 시험개소 모두 100년 이상으로 측정되어 탄산화로 인한 내구성 저하 가능성이 없는 양호한 상태로 분석되었다. 탄산화 깊이 측정 결과는 아래 표와 같다.

【표 3.80】 탄산화 깊이 측정결과 및 평가(여주)

시험위치		탄산화 깊이 (㎜)	실측 피복두께 (㎜)	탄산화 잔여깊이 (㎜)	탄산화 속도계수 (A)	상태 평가	잔존수명
상부 구조	S2-G1-LW (내부)	3	60	57.0	0.77	a	100년이상
	S3-G1-LF (외부)	2	40	38.0	0.52	a	100년이상
	S6-G1-LF (외부)	2	40	38.0	0.52	a	100년이상
	S11-G1-RW (내부)	5	40	35.0	1.29	a	100년이상
	S15-G1-RW (내부)	8	75	67.0	2.07	a	100년이상
하부 구조	A1 흉벽부	7	40	33.0	1.81	a	100년이상
	A2 흉벽부	10	55	45.0	2.58	a	100년이상
	P3 기둥부	6	75	69.0	1.55	a	100년이상
	P8 기둥부	7	50	43.0	1.81	a	100년이상
	P13 기둥부	8	55	47.0	2.07	a	100년이상



【그림 3.37】 탄산화 깊이 측정결과(여주)

마. 염화물 함유량 시험결과

염화물 함유량 시험은 총 3개소(상부구조 1개소, 하부구조 2개소)에서 실시하였다. 염화물 함유량 시험결과, 염화물함유량은 0.118~0.167㎏/㎥로 조사되어 상태평가 "a"(기준 0.300 ㎏/㎥이하)로 평가되었으며, 염화물에 의한 부식이 발생할 우려가 없는 상태이다.

염화물 함유량 시험결과는 아래 표와 같다.

【표 3.81】 염화물 함유량 시험결과(여주)

시험위치		전 염화물 함유량 (%)	환산 염화물 함유량 (kg/m^3)	상태평가	비 고
S8-G1-LF (외부)	표면~1.0㎝	0.0055	0.129	a	
	1.0~3.0㎝	0.0050	0.118	a	
A1	표면~1.0㎝	0.0063	0.148	a	
	1.0~3.0㎝	0.0059	0.139	a	
P13	표면~2.0㎝	0.0071	0.167	a	
	1.0~3.0㎝	0.0065	0.153	a	

m※ 콘크리트 환산 염화물 함유량(㎏/㎥) = 전 염화물 함유량(Cl^-)% / 100 × 콘크리트 단위중량(2,300㎏/㎥)

바. 균열깊이 측정결과

외관조사시 국부적으로 발생된 폭 0.3㎜이상 균열 중 임의로 대표손상을 선정하였으며, 초음파속도를 이용하여 균열깊이 측정을 실시하였다.

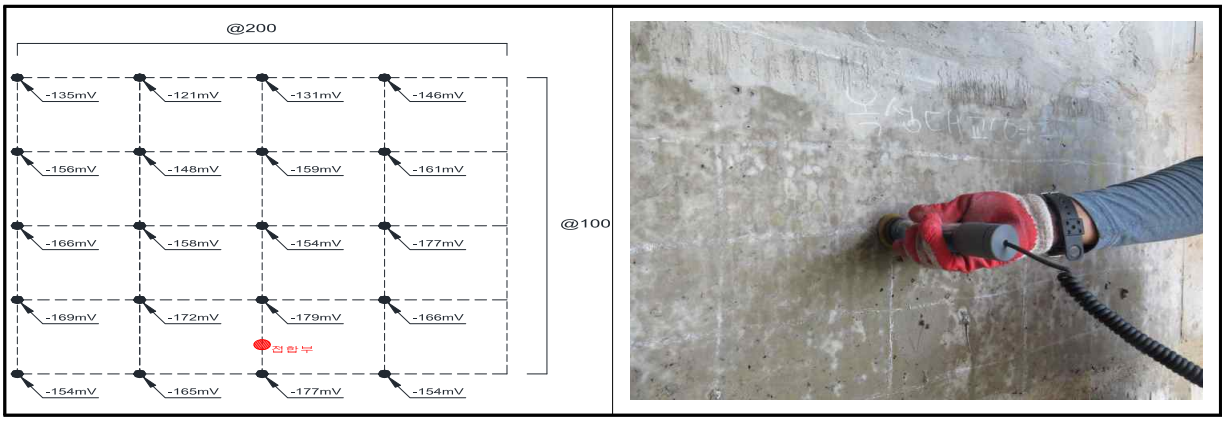
균열깊이 측정결과, 전반적으로 철근덮개 이내의 표면에 위치한 표면균열로 측정되었으나 내구성확보를 위한 균열폭에 따른 적정한 보수가 필요한 것으로 판단된다.

【표 3.82】 균열깊이 시험결과(여주)

측정위치	균열 형상	전달 거리 (㎜)	균열부 (T_c)	건전부 (T_o)	균열폭 (㎜)	균열 깊이 (㎜)	실측 피복두께 (㎜)
A1 흉벽부	수직균열	300	63.6	62.3	0.3	30.8	40
A2 흉벽부	수직균열	300	60.4	58.2	0.3	41.6	55

사. 철근부식도 측정결과

대상 교량의 철근부식도 조사는 교대 A1 흉벽을 대상으로 일부구간 철근을 노출시킨 뒤 자연전극전위법을 이용하여 철근의 부식여부를 파악하였으며, 조사결과는 【그림 3.38】과 같다.



【그림 3.38】 자연전극전위법에 의한 철근부식도 조사결과

위의 그림에서 알 수 있는 바와 같이 철근부식도 조사결과 각각의 측정개소에서 나타난 전위값이 KS F 2712 에서 규정한 -200mV 미만으로 교대의 경우 -121mV~ −179mV 값을 나타내고 있어 90% 이상의 확률로서 철근부식의 영향은 없는 것으로 표본 조사결과 나타났다.

3.5 종단측량

3.5.1 옥성대교(내서)

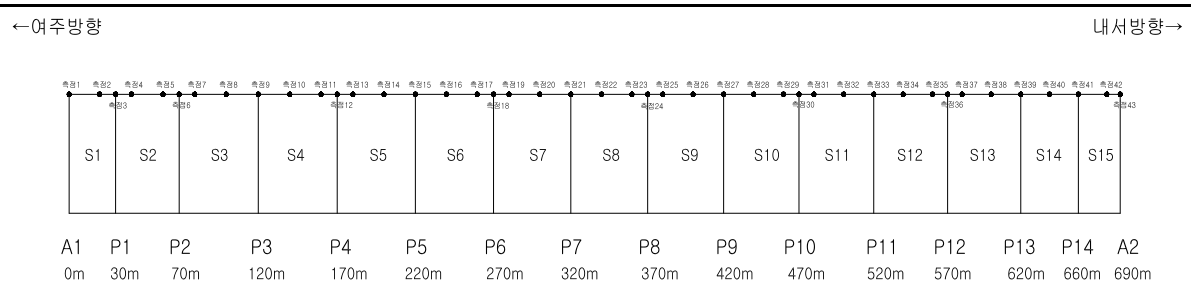
가. 개 요

교량의 이상처짐 등 시공상태를 파악하기 위해 교량 시점 갓길부에 측량장비를 설치하고 교면포장에 타겟을 【사진 3.41】과 같이 설치하여 종단측량을 실시하였으며, 측점은 시점 갓길을 기준으로 측정하였다.

【사진 3.41】 종단측량 실시현황(내서)

나. 측량방법

교량의 종단선형 분석을 위해 【그림 3.39】와 같이 시점에서 종점으로 20.0m 간격으로 분할고 각 교각에서는 추가적으로 실시하였으며 통행차량에 의한 진동영향이 최소화되는 조건에서 측량을 실시하였다.



【그림 3.39】 종단측량 측정위치(내서)

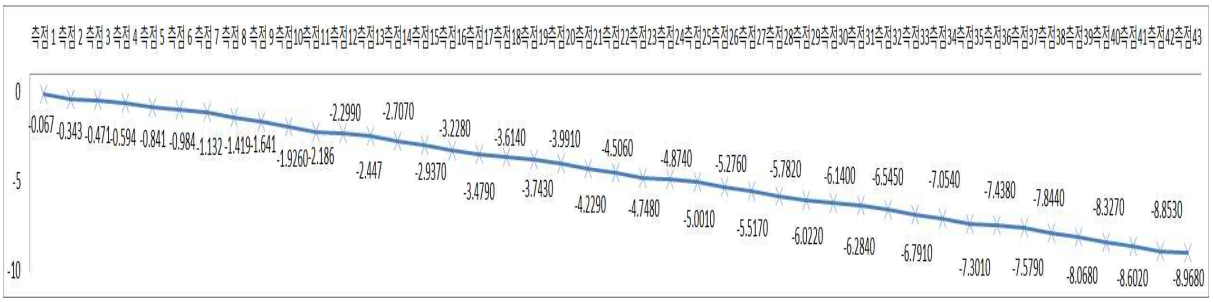
다. 측량결과

교량상면에서 실시된 측량결과는 【표 3.83】과 같다. 종단상의 측량결과 시점값을 기준으로 한 수직변위는 -0.41~ -191.80mm로 측정되었으며, 측정된 측량자료는 향후 점검시 지속적으로 비교·분석을 실시하여 이상처짐에 대한 유지관리 기초자료로 활용할 필요가 있을 것으로 사료된다.

【표 3.83】 종단측량 측정결과(내서)

측 점	x	y	z	수직(z)변위 (mm)	비 고
측점 1	−667.5844	188.3213	−8.968	−	기준 값
측점 2	−659.1339	184.0370	−8.853	−0.41	
측점 3	−641.2462	175.2130	−8.602	−0.88	
측점 4	−623.0487	166.4917	−8.327	−1.48	
측점 5	−604.9637	158.0888	−8.068	−2.32	
측점 6	−586.3525	149.6824	−7.844	−3.30	
측점 7	−568.0563	141.6563	−7.579	−4.43	
측점 8	−558.9264	137.7135	−7.438	−5.85	
측점 9	−549.3889	133.7053	−7.301	−7.49	
측점 10	−530.9487	126.1221	−7.054	−9.42	
측점 11	−512.4255	118.7005	−6.791	−11.60	
측점 12	−493.4559	111.3658	−6.545	−13.90	
측점 13	−474.7430	104.3491	−6.284	−16.35	
측점 14	−465.3487	100.9599	−6.140	−19.06	
측점 15	−455.5784	97.4893	−6.022	−21.99	
측점 16	−436.8235	90.9728	−5.782	−25.22	
측점 17	−417.8968	84.5756	−5.517	−28.70	
측점 18	−398.6865	78.3098	−5.276	−32.32	
측점 19	−379.5795	72.3892	−5.001	−36.06	
측점 20	−370.0951	69.5128	−4.874	−40.05	
측점 21	−360.1666	66.5827	−4.748	−44.28	
측점 22	−341.0430	61.0853	−4.506	−48.78	
측점 23	−321.7102	55.7469	−4.229	−53.53	
측점 24	−302.0867	50.5058	−3.991	−58.41	
측점 25	−282.7947	45.6869	−3.743	−63.41	
측점 26	−273.0593	43.3047	−3.614	−68.68	
측점 27	−262.7904	40.8830	−3.479	−74.20	
측점 28	−243.3915	36.4506	−3.228	−79.98	
측점 29	−223.8709	32.2182	−2.937	−86.00	
측점 30	−204.0899	28.1627	−2.707	−92.14	
측점 31	−184.5147	24.3797	−2.447	−98.43	
측점 32	−174.6589	22.5708	−2.299	−104.97	
측점 33	−164.4701	20.7725	−2.186	−111.76	
측점 34	−144.7728	17.3952	−1.926	−118.82	
측점 35	−124.9679	14.2333	−1.641	−126.12	
측점 36	−104.7855	11.2817	−1.419	−133.56	
측점 37	−84.9543	8.5644	−1.132	−141.14	
측점 38	−75.1544	7.3067	−0.984	−148.98	

측 점	x	y	z	수직(z)변위 (mm)	비 고
측점 39	−64.9711	6.0708	−0.841	−157.05	
측점 40	−45.0966	3.7807	−0.594	−165.38	
측점 41	−35.1294	2.7661	−0.471	−173.98	
측점 42	−25.0261	1.7196	−0.343	−182.83	
측점 43	−5.9022	0.0144	−0.067	−191.80	



3.5.2 옥성대교(여주)

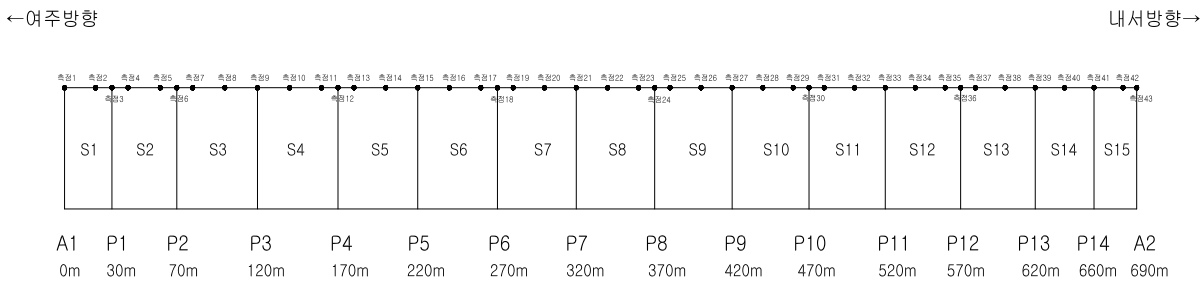
가. 개 요

교량의 이상처짐 등 시공상태를 파악하기 위해 교량 시점 갓길부에 측량장비를 설치하고 교면포장에 타겟을 【사진 3.42】과 같이 설치하여 종단측량을 실시하였으며, 측점은 시점 갓길을 기준으로 측정하였다.

【사진 3.42】 종단측량 실시현황(여주)

나. 측량방법

교량의 종단선형 분석을 위해 【그림 3.40】과 같이 시점에서 종점으로 20.0m 간격으로 분할고 각 교각에서는 추가적으로 실시하였으며 통행차량에 의한 진동영향이 최소화되는 조건에서 측량을 실시하였다.



【그림 3.40】 종단측량 측정위치(여주)

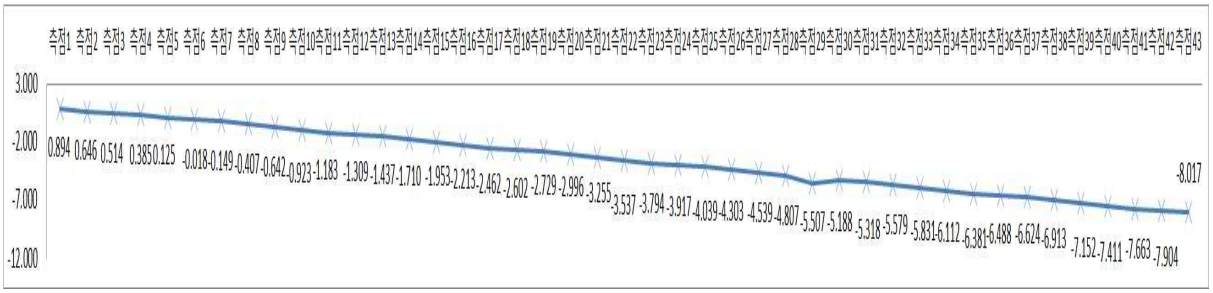
다. 측량결과

교량상면에서 실시된 측량결과는 【표 3.84】와 같다. 종단상의 측량결과 종점값을 기준으로 한 수직변위는 1.54 ~ −150.40mm로 측정되었으며, 측정된 측량자료는 향후 점검시 지속적으로 비교·분석을 실시하여 이상처짐에 대한 유지관리 기초자료로 활용할 필요가 있을 것으로 사료된다.

【표 3.84】 종단측량 측정결과(여주)

측 점	x	y	z	수직(z)변위 (mm)	비 고
측점 1	0.0000	-71.8467	0.894	-	기준 값
측점 2	0.0310	-52.2394	0.646	1.54	
측점 3	-0.0591	-42.1322	0.514	2.05	
측점 4	-0.2121	-32.0474	0.385	2.44	
측점 5	-0.6157	-11.7148	0.125	2.56	
측점 6	-0.9241	-1.6693	-0.018	2.55	
측점 7	-1.2621	8.6335	-0.149	2.40	
측점 8	-2.1345	28.8089	-0.407	1.99	
측점 9	-3.2427	48.9518	-0.642	1.35	
측점 10	-4.5763	68.9007	-0.923	0.43	
측점 11	-6.1047	88.8626	-1.183	-0.76	
측점 12	-6.9548	98.7767	-1.309	-2.07	
측점 13	-7.0637	108.7301	-1.437	-3.5	
측점 14	-9.6425	128.6368	-1.710	-5.21	
측점 15	-11.6974	148.5753	-1.953	-7.17	
측점 16	-13.9966	168.4443	-2.213	-9.38	
측점 17	-16.4896	188.2726	-2.462	-11.84	
측점 18	-17.8389	198.3014	-2.602	-14.44	
측점 19	-19.2201	208.0830	-2.729	-17.17	
측점 20	-22.1673	227.6887	-2.996	-20.17	
측점 21	-25.3218	247.2778	-3.255	-23.42	
측점 22	-28.6498	266.7311	-3.537	-26.96	
측점 23	-32.2584	286.2012	-3.794	-30.76	
측점 24	-34.1412	295.9669	-3.917	-34.67	
측점 25	-36.0506	305.6336	-4.039	-38.71	
측점 26	-40.0646	325.0292	-4.303	-43.01	
측점 27	-44.4571	344.2424	-4.539	-47.55	
측점 28	-49.0927	363.5214	-4.807	-52.36	
측점 29	-53.9050	382.5603	-5.057	-57.87	
측점 30	-56.3968	392.0968	-5.188	-63.06	
측점 31	-58.9611	401.7016	-5.318	-68.37	
측점 32	-64.2106	420.7414	-5.579	-73.95	
측점 33	-69.7676	439.9344	-5.831	-79.78	
측점 34	-75.4765	459.0457	-6.112	-85.90	
측점 35	-81.4331	478.0858	-6.381	-92.28	
측점 36	-84.4767	487.4853	-6.488	-98.76	
측점 37	-87.5637	496.9329	-6.624	-105.39	

측 점	x	y	z	수직(z)변위 (mm)	비 고
측점 38	−93.9468	515.9684	−6.913	−112.3	
측점 39	−100.5699	534.7935	−7.152	−119.45	
측점 40	−107.0994	553.4783	−7.411	−126.86	
측점 41	−113.8689	572.0686	−7.663	−134.53	
측점 42	−120.8182	590.4913	−7.904	−142.43	
측점 43	−123.5936	597.7607	−8.017	−150.45	



3.6 현장조사 결과요약

3.6.1 외관조사 결과요약

가. 내서방향

【표 3.85】 금회 진단 외관조사 결과요약(내서)

구 분	주요결함 및 외관조사 결과	검토의견
바닥판	• 구조적인 손상이 없는 전반적으로 양호한 상태이며, 상부플랜지(내부)에 종방향 균열(폭 0.1㎜이하) • S3경간 캔틸레버(외부)에 사방향 균열(폭 0.1㎜이하) • S9경간 캔틸레버 단부(외부)에 철근부식 및 박락	• 세그먼트 이어치기시 신·구 콘크리트의 구속응력과 시공초기 콘크리트 내·외부의 온도차이로 인한 부등건조수축 등에 의한 것으로 지속적인 주의관찰 실시 ⇒ 상부구조의 횡방향 구조검토 결과, 구조적인 안전성 확보 • 시공초기 건조수축과 온도신축에 의한 것으로 지속적인 주의관찰 실시 • 바닥판과 방호벽의 시공이음부로 노면수가 유입하여 철근의 부식 및 팽창을 유발 ⇒ 내구성 저하 방지를 위해 단면보수(방청) 필요
PSC BOX 거더	• 구조적인 손상이 없는 전반적으로 양호한 상태이며, 복부에 사방향 균열(폭 0.1㎜이하) • 복부의 종방향 균열(폭 0.2㎜이하)과 하부플랜지(외부)에 종방향 균열(폭 0.1㎜이하)	• 복부에 발생한 사방향 균열은 복부 정착단에서 프리스트레스 도입 초기 긴장력과 시공초기 압출시 및 압출완료 후에 발생한 시공초기 균열로 지속적인 주의관찰 실시 ⇒ 상부구조의 종방향 구조검토 결과, 구조적인 안전성 확보 • 시공초기 콘크리트 타설순서에 따라 신 · 구 콘크리트 간 구속응력 및 건조수축과 내 · 외부의 온도차이로 인한 부등건조수축에 의한 것으로 지속적인 주의관찰 실시
격벽	• 균열 (폭 0.2㎜이하)	• 시공초기 건조수축 및 수화열에 의한 것으로 지속적인 주의관찰 실시
하부구조	• 전반적으로 양호한 상태이며, A1과 A2 구체 및 흉벽부에 균열 및 망상균열 • 교각에 균열 및 망상균열(폭 0.3㎜이하)	• 대부분 미세균열(폭 0.2㎜이하)이며. 시공초기 건조수축에 의한 것으로 폭 0.2㎜이하 균열은 지속적인 주의관찰, 폭 0.3㎜이상 균열은 주입보수 실시 • 대부분 미세균열(폭 0.2㎜이하)이며. 폭 0.3㎜이상 균열은 주로 교각 상단의 단면변화부에 일부 발생. 상기 손상은 시공초기 건조수축 및 콘크리트 내 · 외부의 온도차, 모서리의 응력집중 등에 의한 것으로 폭 0.2㎜이하 균열은 지속적인 주의관찰, 폭 0.3㎜이상 균열은 주입보수 실시

【표 3.85】 금회 진단 외관조사 결과 요약(내서) (계속)

구 분	주요결함 및 외관조사 결과	검토의견
하부구조	• 파손(P2, P9, 보조장치 작업대(A2측)) • A2측 우측 점검계단 하부 토사유실 • P3, P7, P8, P11에 재료분리 • P14 주변에 법면보호공이 미설치	• 시공미흡과 외부 충격에 의한 것으로 손상 정도가 경미하므로 현상유지 • 재정비 실시 • 손상정도가 경미하여 주의관찰 • 사면의 유실 우려가 있으므로 지속적인 주의관찰 실시
교량받침	• 외관 및 가동상태는 전반적으로 양호한 상태이며, 받침본체 도장박리 • A1에 받침본체 부식 • A1과 A2에 이동표지바 탈락 • 무수축몰탈 균열(폭 0.2㎜이하)	• 시공미흡과 도장열화에 의한 것으로 재도장 실시 • 도장열화와 신축이음부를 통한 노면수 유입 및 접촉에 의한 것으로 부식부위 제거 후 재도장 • 재설치 • 손상정도가 경미하여 주의관찰
신축이음장치	• EXP.J1과 J2의 양끝단(갓길 구간)에 본체 및 하부 강판 부식 • EXP.J1과 J2의 양끝단(갓길 구간)에 이물질 퇴적 • 후타재 균열 및 망상균열 • EXP.J2에 후타재 박리 • 차수덮개판 볼트 탈락	• 경년열화, 우수와 노면수의 유입 및 접촉 등에 의한 것으로 손상 정도가 경미하여 지속적인 주의관찰 실시 • 정기적인 청소 필요 • 건조수축, 차량의 반복하중 및 충격에 의한 것으로 폭 0.2㎜이하 균열은 지속적인 주의관찰, 폭 0.3㎜이상 균열은 주입보수 실시 • 손상정도가 경미하여 주의관찰 • 재설치
교면포장	• 균열 및 망상균열은 주로 갓길에 발생 • S13(갓길)에 골재분리 • S1, S8, S15 갓길에 아스콘 패임	• 차량의 반복하중 및 아스콘 노후화에 의한 것으로 현상유지 후 추후에 교면 재포장 실시 • 아스콘 노후화와 균열면의 우수 유입에 의한 것으로 손상 정도가 경미하므로 현상유지 • 교면 포장시 시공불량에 의한 것으로 손상 정도가 경미하므로 현상유지
배수시설	• 전반적으로 양호한 상태이며, 배수구 막힘 다수 발생	• 청소
난간 및 연석	• 방호벽(S6, S8)에 균열(폭 0.2㎜이하) • 방호벽(S12)에 균열(폭 0.3㎜이하) • 우측 방호벽(S2)에 점검계단 일부 파손	• 손상정도가 경미하여 주의관찰 • 폭 0.3㎜이상 균열은 주입보수 실시 • 재설치

나. 여주방향

【표 3.86】 금회 진단 외관조사 결과요약(여주)

구 분	주요결함 및 외관조사 결과	검토의견
바닥판	• 구조적인 손상이 없는 전반적으로 양호한 상태이며, 상부플랜지(내부)에 종방향 균열(폭 0.1㎜이하)	• 세그먼트 이어치기시 신·구 콘크리트의 구속응력과 시공초기 콘크리트 내·외부의 온도차이로 인한 부등건조수축 등에 의한 것으로 지속적인 주의관찰 실시 ⇒ 상부구조의 횡방향 구조검토 결과, 구조적인 안전성 확보
	• S9경간 상부플랜지(외부)에 누수 및 백태	• 물끊기홈 외측으로 공용 중 우수, 바닥판과 방호벽 시공이음부로의 노면수 유입에 의한 것으로 내구성 저하 방지를 위해 단면보수+씰링재 주입 필요
	• S15경간 상부플랜지(외부)에 표면오염	• 시공미흡 및 누수에 의한 것으로 강관 절단 및 단면보수 필요
	• S4,S14경간 상부플랜지(외부)에 철근노출	• 피복두께 확보를 위한 단면보수 필요
PSC BOX 거더	• 구조적인 손상이 없는 전반적으로 양호한 상태이며, 복부에 사방향 균열(폭 0.1㎜이하)	• 복부에 발생한 사방향 균열은 복부 정착단에서 프리스트레스 도입 초기 긴장력과 시공초기 압출시 및 압출완료 후에 발생한 시공초기 균열로 지속적인 주의관찰 실시 ⇒ 상부구조의 종방향 구조검토 결과, 구조적인 안전성 확보
	• 복부의 종방향 균열(폭 0.1~0.2㎜)과 하부플랜지(외부)에 종방향 균열(폭 0.1㎜이하)	• 대부분 폭 0.1㎜이하 균열로 시공초기 콘크리트 타설순서에 따라 신 · 구 콘크리트 간 구속응력 및 건조수축과 내 · 외부의 온도차이로 인한 부등건조수축에 의한 것으로 지속적인 주의관찰 실시
	• 복부 정착단의 정착구 마감몰탈에 균열 및 망상균열(폭 0.2㎜이하), 백태	• 균열은 건조수축에 의해, 백태는 시공초기 콘크리트 내부 수분에 의한 것으로 손상 정도가 경미하므로 현상유지
	• S4경간의 하부플랜지(외부)에 철근노출	• 시공미흡에 의한 것으로 단면보수(방청) 필요
	• 파손 및 박락, 재료분리, 재료분리 및 철근노출, 철근노출 일부 발생	• 시공시 다짐불량 및 피복부족에 의한 것으로 단면보수 필요
격벽	• 균열 및 망상균열(폭 0.3㎜이하)	• 대부분 폭 0.2㎜이하 균열로 시공초기 건조수축 및 수화열에 의한 것으로 폭 0.2㎜이하 균열은 지속적인 주의관찰, 폭 0.3㎜이상 균열은 주입보수 실시
	• P13 시점측에 철근노출	• 피복두께 확보를 위한 단면보수 필요

【표 3.86】 금회 진단 외관조사 결과요약(여주) (계속)

구 분	주요결함 및 외관조사 결과	검토의견
하부구조	• 전반적으로 양호한 상태이며, A1과 A2 구체 및 흉벽부에 균열 및 망상균열(폭 0.3㎜이하), 압출 보조장치 작업대(A2측)에 몰탈마감재 망상균열 • 교각에 균열 및 망상균열(폭 0.2㎜이하) • A1 구체부 체수 • 철근노출(P6상면), 잡철물 노출(P5, P8 상면), 파손(P12) • A2측 좌측 점검계단 하부 토사유실 • A2 주변에 법면보호공이 미설치	• 대부분 미세균열(폭 0.2㎜이하)이며. 시공초기 건조수축에 의한 것으로 폭 0.2㎜이하 균열은 지속적인 주의관찰, 폭 0.3㎜이상 균열은 주입보수 실시 • 대부분 미세균열(폭 0.2㎜이하)이며. 폭 0.3㎜이상 균열은 주로 교각 상단의 단면변화부에 일부 발생. 상기 손상은 시공초기 건조수축 및 콘크리트 내·외부의 온도차, 모서리의 응력집중 등에 의한 것으로 폭 0.2㎜이하 균열은 지속적인 주의관찰, 폭 0.3㎜이상 균열은 주입보수 실시 • 신축이음부를 통한 노면수 유입 및 구체 상면 경사불량에 의한 것으로 물받이 접합부에 씰링보수 • 시공미흡과 외부 충격에 의한 것으로 손상 정도가 경미하므로 현상유지 • 우수에 의한 것으로 재정비 및 신축이음(A2) 물받이측면 수직배수관 설치 • 사면의 유실 우려가 있으므로 지속적인 주의관찰 실시
교량받침	• 외관 및 가동상태는 전반적으로 양호한 상태이며, 받침본체 도장박리 및 부식 • A1, A2에 이동표지바 탈락 • 무수축몰탈 균열(폭 0.2㎜이하) 및 파손	• 시공미흡과 도장열화, 신축이음부를 통한 노면수 유입 및 접촉(A2-Sh1, Sh2의 경우)에 의한 것으로 부식부위 제거 후 재도장 • 재설치 • 지속적인 주의관찰 실시
신축이음장치	• EXP. J1의 신축이음장치 하부 강판 부식 • EXP. J2의 양끝단(갓길 구간)에 이물질 퇴적 • EXP. J1, J2에 후타재 균열 및 망상균열 • EXP. J1에 경미한 파손 • EXP.J1과 J2의 차수덮개판 볼트 탈락	• 경년열화, 우수와 노면수의 유입 및 접촉 등에 의한 것으로 손상 정도가 경미하여 지속적인 주의관찰, EXP.J2 좌측 끝단의 손상부위는 부식이 심화되어 강판 일부가 소실된 상태이므로 부식부위 제거 후 강판 재설치 • 정기적인 청소 필요 • 건조수축, 차량의 반복하중 및 충격에 의한 것으로 지속적인 주의관찰 실시 • 보수미흡, 차량의 반복하중 및 충격에 의한 것으로 단면보수 필요 • 재설치
교면포장	• S1와 S14에 아스콘 패임	• 교면 포장시 시공불량에 의한 것으로 손상 정도가 경미하므로 현상유지
배수시설	• 배수구(S9) 그레이팅 탈락 • 배수관 연결부(S1) 배수홈통 이물질 퇴적 • S7 배수관 고정철물 탈락	• 이물질 유입방지를 위해 재설치 • 원활한 배수를 위해 청소 • 연결부 파손등의 손상을 방지하기 위해 재설치

【표 3.86】 금회 진단 외관조사 결과요약(여주) (계속)

구 분	주요결함 및 외관조사 결과	검토의견
난간 및 연석	• 방호벽(S1, S3~5, S7, S13~15)에 균열(폭 0.2㎜이하) • 방호벽(S1, S4~10, S12)에 균열(폭 0.3㎜이하) • 점검로 출입문 부식(S1~6)	• 손상정도가 경미하여 주의관찰 • 폭 0.3㎜이상 균열은 주입보수 실시 • 재도장

나. 기 점검결과 비교

1) 내서방향

【표 3.87】 기 점검결과 비교표(내서)

구 분		손상내용	손상물량		비고
			'12년 정밀안전진단	금회 정밀안전진단	
바닥판		• 균열(0.2㎜이하)	8.8/13	0.50/1	(m/개소)
		• 균열부 백태	0.3/1	0.30/1	(m/개소)
		• 철근부식 및 박락	0.70/2	–	(㎡/개소)
		• 백태	–	2.15/4	(㎡/개소)
		• 보수부 박락	–	0.30/1	(㎡/개소)
		• 철근부식 및 백태	–	0.60/1	(㎡/개소)
		• 철물노출	–	0.01/1	(㎡/개소)
거더	내부	• 균열(0.2㎜이하)	508.1/810	7.3/15	(m/개소)
		• 철물노출	0.04/1	0.04/1	(㎡/개소)
		• 보수부 재균열	–	1.00/1	(m/개소)
	외부	• 균열(0.2㎜이하)	53.3/100	75.80/151	(m/개소)
		• 철물노출	0.03/1	0.04/2	(㎡/개소)
		• 백태	–	0.05/1	(㎡/개소)
격벽		• 균열(0.2㎜이하)	117.8/266	5.00/19	(m/개소)
		• 망상균열(0.2㎜이하)	0.72/3	–	(㎡/개소)
		• 잡철물 노출	0.04/1	–	(㎡/개소)
하부구조		• 균열(0.2㎜이하)	293.3/569	79.80/144	(m/개소)
		• 균열(0.3㎜이상)	4.9/7	2.30/3	(m/개소)
		• 망상균열(0.2㎜이하)	19.21/34	1.37/9	(㎡/개소)
		• 박락	0.09/1	–	(㎡/개소)
		• 파손	1.65/5	0.21/4	(㎡/개소)
		• 잡철물 노출	0.84/3	–	(㎡/개소)
		• 재료분리	1.50/2	2.32/4	(㎡/개소)
		• 표면오염	3.90/3	3.90/3	(㎡/개소)

【표 3.87】 기 점검결과 비교표(내서) (계속)

구 분	손상내용	손상물량		비고
		'12년 정밀안전진단	금회 정밀안전진단	
교량받침	• 도장박리	0.44/10	0.43/9	(㎡/개소)
	• 부식	1.46/4	4.46/9	(㎡/개소)
	• 이동표시바 탈락	3	3	(개소)
	• 받침콘크리트 균열(0.2㎜이하)	0.1/1	–	(m/개소)
	• 무수축몰탈 균열(0.2㎜이하)	17.2/164	0.80/8	(m/개소)
	• 무수축몰탈 파손	0.08/4	0.01/1	(㎡/개소)
신축이음장치	• 부식	1.84/4	1.84/4	(㎡/개소)
	• 이물질 퇴적	1.20/2	3.00/2	(㎡/개소)
	• 후타재 파손	12	17	(㎡/개소)
	• 후타재 표면열화	–	3.50/2	(㎡/개소)
	• 후타재 균열(0.2㎜이하)	9.9/19	0.50/1	(m/개소)
	• 후타재 균열(0.3㎜이상)	7.2/8	26.0/31	(m/개소)
	• 후타재 망상균열(0.2㎜이하)	2.62/2	7.47/3	(㎡/개소)
	• 후타재 망상균열(0.3㎜이상)	–	0.35/1	(㎡/개소)
	• 후타재 보수부재균열(0.2㎜이하)	–	10.40/80	(m/개소)
	• 후타재 박리	–	0.30/1	(㎡/개소)
	• 후타재 파손	0.01/1	–	(㎡/개소)
교면포장	• 균열	23.3/20	59/46	(m/개소)
	• 망상균열	8.00/3	61/10	(㎡/개소)
	• 소성변형	32.50/3	–	(㎡/개소)
	• 골재분리	0.28/1	0.65/2	(㎡/개소)
	• 패임	0.12/3	0.63/5	(㎡/개소)
배수시설	• 배수구 막힘	21	20	(개소)
난간	• 균열(0.2㎜이하)	2.4/5	2.8/3	(m/개소)
	• 균열(0.3㎜이상)	–	0.60/1	(m/개소)
	• 파손	0.12/1	–	(㎡/개소)
	• 점검로 진입발판 파손	3	3	(㎡/개소)
	• 박리	–	0.03/3	(㎡/개소)
	• 층분리	–	1380/30	(m/개소)
진단의견	• 기점검('12년 정밀안전진단)과 비교하여 기점검시 미확인된 신규 손상이 조사되었으며, 전반적인 보수가 실시되어 손상물량은 감소된 것으로 조사되었다. • 기 손상부는 일부 보수부를 제외한 전반적인 손상이 금회 진단결과와 근사한 것으로 확인되었다.			

2) 여주방향

【표 3.88】 기 점검결과 비교표(여주)

구 분		손상내용	손상물량		비고
			'12년 정밀안전진단	금회 정밀안전진단	
바닥판	상부 플랜지	• 균열(0.2㎜이하)	759.3/803	13.40/5	(m/개소)
		• 망상균열(0.2㎜이하)	0.42/1	–	(㎡/개소)
	캔틸레버	• 균열(0.2㎜이하)	4.0/4	–	(m/개소)
		• 균열(0.3㎜이상)	2.4/2	–	(m/개소)
		• 철근부식 및 박락	0.45/1	–	(㎡/개소)
		• 철근노출	0.04/1	0.09/3	(㎡/개소)
		• 누수 및 백태	0.12/1	0.68/2	(㎡/개소)
		• 시공마감 미흡 및 누수	0.01/1	–	(㎡/개소)
		• 표면오염	1.20/1	2.40/2	(㎡/개소)
		• 균열부 백태	–	1.50/1	(m/개소)
		• 박리	–	0.20/1	(㎡/개소)
		• 보수부 백태	–	0.50/1	(㎡/개소)
		• 백태	–	44.75/13	(㎡/개소)
		• 철물노출	–	0.04/3	(㎡/개소)
거더	내부	• 균열(0.2㎜이하)	389.8/701	25.3/52	(m/개소)
		• 망상균열(0.2㎜이하)	0.36/2	2.18/5	(㎡/개소)
		• 백태	0.10/1	–	(㎡/개소)
		• 철근노출	0.03/3	–	(m/개소)
		• 보수부 재균열(0.2㎜이하)	–	4.30/7	(m/개소)
		• 층분리	–	5.60/17	(m/개소)
	외부	• 균열(0.2㎜이하)	113.6/156	111.9/138	(m/개소)
		• 파손 및 박락	0.32/2	–	(㎡/개소)
		• 재료분리	0.27/2	0.36/3	(㎡/개소)
		• 재료분리 및 철근노출	0.60/1	0.60/1	(㎡/개소)
		• 박리	–	0.12/2	(㎡/개소)
		• 백태	–	1.00/8	(㎡/개소)
		• 철물노출	–	0.04/1	(㎡/개소)
		• 표면오염	0.12/1	–	(㎡/개소)
		• 들뜸	0.06/1	–	(㎡/개소)
		• 철근노출	0.06/2	–	(m/개소)
격벽		• 균열(0.2㎜이하)	211.9/492	4.90/14	(m/개소)
		• 균열(0.3㎜이상)	21.7/31	1.10/4	(m/개소)
		• 망상균열(0.2㎜이하)	6.44/10	0.72/3	(㎡/개소)
		• 철근노출	0.01/1	–	(m/개소)
		• 보수부 재균열(0.2㎜이하)	–	14.40/12	(m/개소)
		• 보수부 재균열(0.3㎜이상)	–	0.50/2	(m/개소)
		• 보수부 박리	–	0.05/1	(㎡/개소)

【표 3.88】 기 점검결과 비교표(여주) (계속)

구 분		손상내용	손상물량		비고
			'12년 정밀안전진단	금회 정밀안전진단	
하부구조		• 균열(0.2㎜이하)	307.5/628	149.9/287	(m/개소)
		• 균열(0.3㎜이상)	5.6/8	2.10/4	(m/개소)
		• 망상균열(0.2㎜이하)	31.34/41	19.67/26	(㎡/개소)
		• 백태	0.02/1	-	(㎡/개소)
		• 파손	0.09/2	0.10/3	(㎡/개소)
		• 철근노출	0.02/2	0.01/1	(m/개소)
		• 표면오염	1.98/3	10.9/5	(㎡/개소)
		• 식생	300.00/1	300.00/1	(㎡/개소)
		• 체수	4.00/2	4.00/2	(㎡/개소)
		• 잡철물 노출	0.01/1	0.02/2	(㎡/개소)
		• 법면보호공 침하	-	1.50/1	(㎡/개소)
		• 마감처리 미흡	-	3.30/1	(㎡/개소)
		• 박락	-	0.02/1	(㎡/개소)
		• 재료분리	-	3.45/3	(㎡/개소)
		• 토사유실	1	1	(개소)
		• 보수부 재균열(0.2㎜이하)	-	1.60/5	(m/개소)
		• 보수부 재균열(0.3㎜이상)	-	1.20/1	(m/개소)
		• 교각번호판 탈락	-	1	(개소)
교량받침		• 도장박리 및 부식	0.92/4	1.74/6	(㎡/개소)
		• 도장열화 및 부식	0.70/1	-	(㎡/개소)
		• 이동표시바 탈락	1	2	(개소)
		• 균열(0.2㎜이하)	8.7/87	8.00/78	(m/개소)
		• 파손	0.07/7	0.03/3	(㎡/개소)
		• 보수부 재균열(0.2㎜이하)	-	0.10/1	(m/개소)
신축이음장치	본체	• 부식	1.72/6	0.72/2	(㎡/개소)
		• 이물질 퇴적	2.00/2	0.45/1	(㎡/개소)
	후타재	• 후타재 균열(0.2㎜이하)	23.4/32	15.90/25	(m/개소)
		• 후타재 균열(0.3㎜이상)	-	7.80/16	(m/개소)
		• 후타재 망상균열(0.2㎜이하)	1.35/1	3.07/2	(㎡/개소)
		• 후타재 파손	-	0.06/4	(㎡/개소)
		• 후타재 망상균열(0.3㎜이상)	-	6.30/1	(㎡/개소)
		• 후타재 박리	-	0.02/1	(㎡/개소)
		• 차수덮개판 볼트 탈락	11	14	(개소)
		• 신축이음부 누수	3.00/5	-	(m/개소)

【표 3.88】 기 점검결과 비교표(여주) (계속)

구 분	손상내용	손상물량		비고
		'12년 정밀안전진단	금회 정밀안전진단	
교면포장	• 아스콘 패임	0.04/2	0.45/2	(㎡/개소)
	• 철물노출	–	0.04/1	(㎡/개소)
	• 망상균열	–	49.50/3	(㎡/개소)
	• 균열	–	14.7/14	(m/개소)
	• 포트홀	–	0.09/5	(㎡/개소)
	• 박리	–	0.01/1	(㎡/개소)
배수시설	• 배수구 막힘	17	–	(개소)
	• 그레이팅 망실	1	1	(개소)
	• 배수홈통 이물질 퇴적	1	1	(개소)
	• 배수구 고정철물 탈락	–	4	(개소)
난간	• 균열(0.2㎜이하)	13.3/16	20.4/29	(m/개소)
	• 균열(0.3㎜이상)	27.0/17	32.3/16	(m/개소)
	• 긁힘 및 박리	–	0.64/1	(㎡/개소)
	• 균열부 백태	0.80/1	1.90/4	(m/개소)
	• 박리	–	0.24/4	(㎡/개소)
	• 방음벽 파손	–	0.03/1	(㎡/개소)
	• 점검로 출입문 부식	0.58/7	1.57/6	(㎡/개소)
	• 파손	–	0.01/1	(㎡/개소)
	• 철물노출	–	0.02/2	(㎡/개소)
	• 층분리	–	1381.1/32	(m/개소)
점검구	• 균열(0.2㎜이하)	7.4/26	–	(m/개소)
	• 백태	0.72/3	–	(㎡/개소)
진단의견	• 기점검('12년 정밀안전진단)과 비교하여 기점검시 미확인된 신규 손상이 조사되었으며, 전반적인 보수가 실시되어 일부 손상물량은 감소되었으나 교면포장 등은 신규 손상이 증가한 것으로 조사되었다. • 기 손상부는 일부 보수부를 제외한 전반적인 손상이 금회 진단결과와 근사한 것으로 확인되었다.			

3.6.2 내구성 결과요약

가. 내서방향

【표 3.89】 내구성조사 결과 요약(내서)

시 험 명		시험부위		시험 결과		비 고
				'12년 정밀안전진단	금회 정밀안전진단	
콘크리트	비파괴 강도 (㎫)	거더	반발경도	40.6~48.1	40.1~45.0	■설계기준강도를 상회함.
			초음파	45.2~52.7	43.3~51.3	
		하부	반발경도	25.4~29.0	25.0~27.3	
			초음파	27.0~31.5	27.2~29.7	
	철근탐사 (㎜)	거더	배근간격	120.0~125.0	120.0~130.0	■전반적으로 설계값과 근사함.
			피복두께	41.0~47.0	35.0~70.0	
		교대	배근간격	190.0~200.0	200.0	
			피복두께	44.0~64.0	45.0~55.0	
		교각	배근간격	112.0~125.0	120.0~130.0	
			피복두께	78.0~92.0	70.0~115.0	
	탄산화 잔여깊이 (㎜)	상부 구조		38.5~47.5	33.0~50.0	■상태평가 a
		하부 구조		39.0~59.0	40.0~62.0	■상태평가 a
	염화물 함유량시험 (kg/㎥)	상부 구조		0.092~0.138	0.101~0.113	■상태평가 a
		하부 구조		0.046~0.115	0.122~0.139	
	균열깊이 (㎜)	A1 흉벽부		44.0(피복두께)	45.0(피복두께)	■철근덮개 미만으로 측정
				68.8(균열깊이)	32.7(균열깊이)	
		A2 흉벽부		–	50.0(피복두께)	
				–	38.3(균열깊이)	
	철근부식도 (㎷)	A1 흉벽		–	126~188	■90% 이상의 확률로 철근부식의 영향 없음.
종합 평가	■비파괴강도 측정결과, 측정값은 설계기준강도를 상회하는 것으로 조사되었으며, 기 점검과의 비교·분석 결과, 구조물의 강도저하는 없는 것으로 평가됨. ■탄산화 깊이 측정결과, 전 개소에서 철근부식 우려가 없는 상태평가 기준 "a" 로 검토됨. ■균열깊이 측정결과, 철근덮개 미만으로 측정 ■금회 진단결과 콘크리트의 비파괴강도, 철근배근상태, 탄산화 깊이 측정결과 전 부재에서 양호한 상태로 조사됨.					

나. 여주방향

【표 3.90】 내구성조사 결과 요약(여주)

시 험 명		시험부위		시험 결과		비 고
				'12년 정밀안전진단	금회 정밀안전진단	
콘크리트	비파괴 강도 (㎫)	거더	반발경도	41.0~51.4	40.2~45.4	■ 설계기준강도를 상회함.
			초음파	46.5~51.8	41.6~49.4	
		하부	반발경도	25.4~31.2	25.2~26.8	
			초음파	25.4~30.7	24.7~28.7	
	철근탐사 (㎜)	거더	배근간격	121.0~125.0	120.0~125.0	■ 전반적으로 설계값과 근사함.
			피복두께	41.0~49.0	35.0~90.0	
		교대	배근간격	195.0~200.0	200.0	
			피복두께	44.0~64.0	40.0~60.0	
		교각	배근간격	120.0~125.0	120.0~125.0	
			피복두께	78.0~92.0	80.0~105.0	
	탄산화 잔여깊이 (㎜)	상부 구조		34.0~46.0	35.0~67.0	■ 상태평가 a
		하부 구조		32.0~61.5	33.0~69.0	■ 상태평가 a
	염화물 함유량시험 (kg/㎥)	상부 구조		0.092~0.138	0.118~0.129	■ 상태평가 a
		하부 구조		0.046~0.115	0.139~0.167	
	균열깊이 (㎜)	S15 코핑부		42.0(피복두께)	-	■ 철근덮개 미만으로 측정
				76.1(균열깊이)	-	
		A1 흉벽부		44.0(피복두께)	40.0(피복두께)	
				67.6(균열깊이)	30.8(균열깊이)	
		A2 흉벽부		-	55.0(피복두께)	
				-	41.6(균열깊이)	
	철근부식도 (㎷)	A1 흉벽		-	121~179	■ 90% 이상의 확률로 철근부식의 영향 없음.
종합 평가	■ 비파괴강도 측정결과, 측정값은 설계기준강도를 상회하는 것으로 조사되었으며, 기 점검과의 비교·분석 결과, 구조물의 강도저하는 없는 것으로 평가됨. ■ 탄산화 깊이 측정결과, 전 개소에서 철근부식 우려가 없는 상태평가 기준 "a" 로 검토됨. ■ 균열깊이 측정결과, 철근덮개 미만으로 측정 ■ 금회 진단결과 콘크리트의 비파괴강도, 철근배근상태, 탄산화 깊이 측정결과 전 부재에서 양호한 상태로 조사됨.					