제 3 장 현장조사 및 시험

3.1 개요

3.2 외관조사 결과

3.3 콘크리트 내구성 조사

제 3 장 현장조사 및 시험

3.1 개 요

본 과업 대상교량인 속사교는 강원도 평창군 용평면 속사리(영동선 인천기점 192.68㎞ 지점)에 위치하고 있으며, 1999년도에 준공되어 약 20년 정도의 공용기간이 경과한 상태이며, 주행왕복 4차로 교량이다.

본 교량의 제원은 인천방향의 경우 총연장 300.0m(4@55.0m+45.0m+35.0m), 총 폭 12.105m인 교량이며, 상부구조는 6경간 연속 Steel Box Girder 형식으로서, 하부구조의 교대는 역T형(2기), 교각은 T형(5기) 구조이고 기초는 교대 및 교각은 직접기초로 시공되어 있다. 강릉방향의 경우 총연장 325.0m(35.0m+45.0m+3@55.0m+45.0m+35.0m), 총 폭 12.105m인 교량이며, 상부구조는 7경간 연속 Steel Box Girder 형식으로서, 하부구조의 교대는 역T형(2기), 교각은 T형(6기) 구조이고 기초는 교대 및 교각은 직접기초로 시공되어 있다.

본 과업은 “시설물의 안전 및 유지관리에 관한 특별법”(이하 ” 시설물안전법 “이라 한다.) 제11조 및 동법 시행령 제8조에 의한 정밀안전점검(시설물의 물리적·기능적 결함과 손상을 조사·측정하고 원인을 분석하여 신속하고 적절한 보수・보강방법 제시) 및 동법 제40조 및 동법 시행령 제28조에 의한 성능평가(시설물에 내재되어 있는 위험요인이나 시설물 기능 및 성능저하, 상태 등을 신속・정확하게 조사・평가하고, 그에 대한 적절한 성능확보를 취하여 재해 및 재난을 예방하며, 시설물의 안전성능 및 내구성능, 사용성능을 보완・보전케 함으로써 시설물의 효용성을 증진)의 시행을 통한 공공의 안전을 확보하는데 그 목적이 있다.

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

현장조사 및 시험에서는 무엇보다 각 부재의 접근방법이 중요하며, 본 교량에서는 다음과 같은 방법으로 전 부재에 대한 근접조사를 수행하였다.

【표 3.1】현장조사시 근접조사 방법 및 접근성

경간번호	지점번호	조사방법 및 접근성	조사기간	비고
S1～S5	A1, A2 P1 ~ P6	도보, 점검차	2019.05.27.～12.27	

교면포장

바닥판하면 전경

점검차를 이용한 근접조사(1)

굴절차를 이용한 근접조사(2)

【사진 3.1】근접조사를 위한 장비 사용 전경

3.2 외관조사 결과

3.2.1 인천방향

가. 바닥판 하면

1) 부재의 개요

- 속사교(인천)는 총 6경간으로 이루어져 있으며, 연장은 L=300.0m 폭 12.105m로 바닥판은 철근콘크리트 및 Deck Plate로 시공되어있다.
- 바닥판 하면에 대한 현장조사는 점검사 및 굴절차를 활용하여 실시하였다.

바닥판 하면 전경#1

바닥판 하면 전경#2

【사진 3.2】바닥판 전경

2) 현장조사 결과

- 캔틸레버 하면에 대한 현장조사 결과, 누수흔적, 표면열화, 백태, 박리 등이 조사되었으며, 금회 일부 구간에서 표면보호제 박락이 추가 발생된 것으로 확인되었다.
- 바닥판 하면 현장조사 결과, Deck Plate의 경우 교면수 유입, 공용기간 증가에 의한 변형, 부식이 조사되었으며, 기 점검 이후 일부 손상에 대한 보수를 실시한 것으로 확인되었다. 철근콘크리트로 시공되어 있는 바닥판 하면의 경우 일부구간 콘크리트 박리 및 철근노출 등의 손상이 조사되었다.

【표 3.2】바닥판하면 현장조사 결과

구분	데크플레이트 부식 (㎡/개소)		데크플레이트 변형 (개소/개소)		백태, 누수흔적 (㎡/개소)		박리 (㎡/개소)		재료분리 (㎡/개소)		철근노출 (㎡/개소)		표면열화 (㎡/개소)		표면보호제 박락 (㎡/개소)	
S1	-	-	-	-	0.5	1	2.0	1	-	-	-	-	19.5	2	-	-
S2	20.84	45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.0	1
S3	12.23	27	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.0	2
S4	20.0	40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.0	1
S5	37.4	74	-	-	-	-	-	-	-	-	0.05	1	-	-	7.0	4
S6	29.35	53	-	-	6.44	3	0.4	1	1.5	1	0.13	2	-	-	-	-
합계	119.82	239	1	1	6.94	4	2.4	2	1.5	1	0.18	3	19.5	2	13.0	8

S1 캔틸레버 박리(0.2m×10.0m)	S3 데크플레이트 부식(0.2m×2.5m)
S5 캔틸레버 표면보호제 박락(1.0m×1.0m)	S6 캔틸레버 백태(5.0m×1.0m)
S6 캔틸레버 철근노출(0.1m×0.25m)	S1 데크플레이트 부식 보수

【사진 3.3】 바닥판 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 바닥판 하면에 대하여 기 점검 결과를 토대로 손상 진전여부를 검토한 결과, 2017년 점검에서 조사된 손상과 유사하게 조사 되었으며, 발생된 손상의 경우 일부 보수를 실시한 것으로 확인되어 손상물량이 소폭 감소한 것으로 조사되었다. 또한, 박리, 박락 및 표면열화 등의 손상이 공용기간 일부 증가 한 것으로 확인되었다.

구 분	단 위	2017년 점검	금회점검	비 고
데크플레이트 부식	㎡	138.45	119.82	▼ 18.63
데크플레이트 변형	EA	1	1	-
백태, 누수흔적	㎡	6.94	6.94	-
박리	㎡	-	2.4	▲ 2.4
재료분리	㎡	1.5	1.5	-
철근노출	㎡	1.38	0.18	▼ 1.2
표면열화	㎡	-	19.5	▲ 19.5
표면보호제 박락	㎡	-	13.0	▲ 13.0

4) 검토의견

- 캔틸레버에 발생된 박리, 백태, 누수흔적, 표면열화, 철근노출 등의 손상은 방호벽과 바닥판 접합부로 침투한 우수가 측면으로 누수가 진행 되면서 발생된 결함으로 판단되며, 손상의 진전 방지 및 내구성 증진을 위한 단면보수, 표면보수, 방청 등의 조치를 취하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.
- 데크플레이트 부식의 경우 교면수 침투, 우수 유입 등에 의한 손상으로 판단되며, 손상의 진전 방지 및 내구성 증진을 위한 재도장 등의 조치가 요망된다.
- 금회 점검시 추가 발생된 것으로 확인된 캔틸레버 표면보호제 박락의 경우 공용기간 증가에 따른 열화, 우수 유입 등에 의한 손상으로 판단되며, 손상의 진전 방지 및 구조물의 내구성 증진을 위한 재도장 등의 조치가 요망된다.

나. Steel Box Girder

1) 부재의 개요

- 바닥판으로부터 전달되는 상부하중을 지지하고 교량받침으로 하중을 전달하는 역할을 하는 Steel Box Girder는 2열로 시공되었으며, 근접육안조사를 위하여 점검차를 이용하여 외관조사를 실시하였다

거더 외부 전경	거더 내부 전경

【사진 3.4】 거더 전경

2) 현장조사 결과

① Steel Box Girder 외부

- 속사교(인천)의 거더 외부에 대한 현장조사 결과 안전성에 영향을 미칠만한 손상은 조사되지 않았으며, 일부구간 경미한 플랜지 변형, 부식 및 백태오염이 조사되었다.

【표 3.3】 거더 외부 외관조사 결과

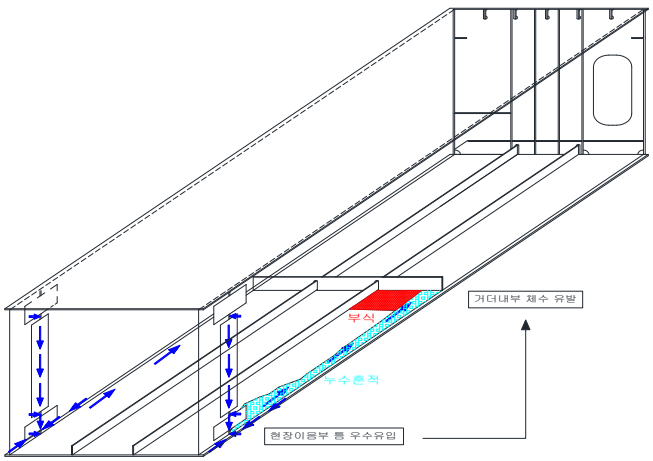
구분		플랜지 변형 (㎡/개소)		부식 (㎡/개소)		백태오염 (㎡/개소)		볼트 부식 (㎡/개소)	
거더 외부	S1	0.14	1	-	-	-	-	-	-
	S2	-	-	-	-	-	-	-	-
	S3	-	-	-	-	-	-	1.25	1
	S4	-	-	-	-	-	-	-	-
	S5	-	-	-	-	-	-	5.0	4
	S6	-	-	0.01	1	0.8	1	2.5	2
	합계	0.14	1	0.01	1	0.8	1	8.75	7

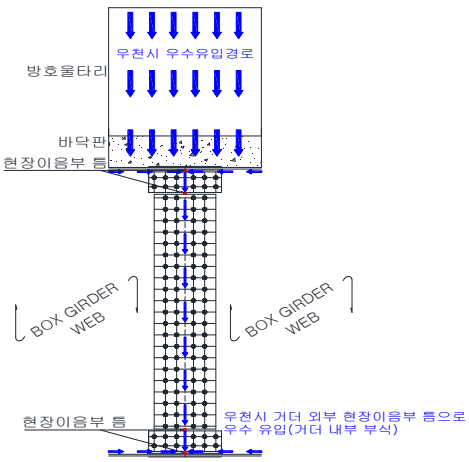
S3-G2 볼트 부식(0.5m×2.5m)	S5-G2 볼트부식(0.5m×2.5m)

【사진 3.5】 거더 외부 손상현황

② Steel Box Girder 내부

- 거더 내부에 대한 현장조사 결과 Splice부 실링재 누락으로 인해 우수유입, 이물질퇴적, 부식 및 도장박락 등의 손상이 발생하였다.
- 강재손상은 접합부의 용접상태와 도장상태는 전반적으로 양호한 상태이며, Splice부 또한 볼트풀림이 없는 양호한 상태로 조사되었다. 다만, 일부구간 Splice부 실링재 누락으로 인한 외부 우수유입으로 인해 강재부식, 백태오염 및 Splice부 볼트부식 등의 손상이 발생된 상태이다.



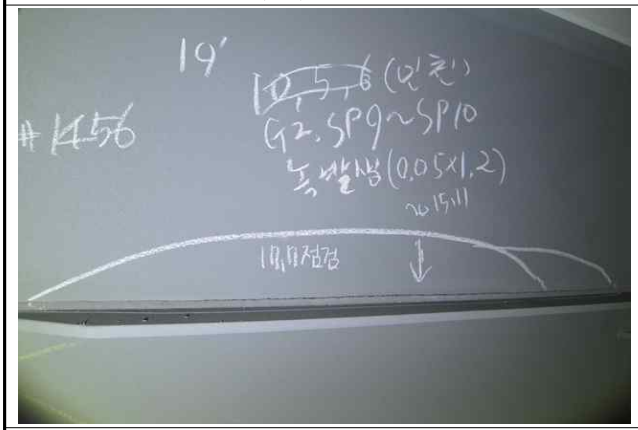


【표 3.4】 거더 내부 외관조사 결과

구분		부식, 도장박락 (㎡/개소)		백태오염 (㎡/개소)		용접불량 (개소/개소)		실런트 미충진 (개소/개소)		볼트부식 (㎡/개소)		우수유입 (개소/개소)	
거더 내부	S1	0.01	1	-	-	1	1	16	16	-	-	16	16
	S2	0.06	1	-	-	1	1	16	16	-	-	12	12
	S3	0.09	2	-	-	-	-	16	16	-	-	13	13
	S4	0.24	1	-	-	1	1	16	16	-	-	19	19
	S5	0.32	2	-	-	-	-	16	16	0.42	2	17	17
	S6	0.09	1	0.09	1	-	-	29	29	0.17	17	3	3
	합계	0.81	8	0.09	1	3	3	109	109	0.59	19	80	80

S1-G1 부식(0.05m×0.2m)

S1-G2 용접불량



S3-G2 녹오염(0.05m×1.2m)

S4-G2 도장박리(0.4m×0.6m)

【사진 3.6】 거더 내부 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 거더에 대하여 기 점검 결과를 토대로 손상 진전여부를 검토한 결과, 일부구간 공용기간 증가, 우수유입에 의한 부식, 도장박락, 볼트 부식, 백태오염 등이 추가 발생된 것으로 확인되었으며, 기존 손상의 진전은 미미한 것으로 조사되었다.

구 분		단 위	2017년 점검	금회점검	비 고
거더 외부	플랜지 변형	㎡	0.14	0.14	-
	부식	㎡	-	0.01	▲ 0.01
	백태오염	㎡	-	0.8	▲ 0.8
	볼트 부식	㎡	-	8.75	▲ 8.75

구 분		단 위	2017년 점검	금회점검	비 고
거더 내부	부식, 도장박락	㎡	-	0.81	▲ 0.81
	백태오염	㎡	-	0.09	▲ 0.09
	용접불량	EA	3	3	-
	실런트 미충진	EA	109	109	-
	볼트부식	㎡	-	0.59	▲ 0.59
	우수유입	EA	80	80	-

4) 검토의견

- 거더 내부에 발생된 우수유입은 현장이음부 틈새에 실런트 주입 이전에 발생된 손상이며 현재 우수가 유입되고 있고, 장기 방치시 강재에 부식이 진행되어 단면손실이 발생되므로 내구성 확보를 위하여 보수가 필요하다. 거더 내부에 발생된 백태오염, 부식, 도장박락, 볼트부식 등의 손상부 역시 외부 우수유입에 의해 발생된 손상으로 손상의 진전 방지를 위한 재도장 등의 조치가 요망된다. 거더 내부 일부에 발생된 용접불량의 경우 시공미흡에 의해 발생된 손상으로 구조물의 내구성에 영향을 미칠만한 손상은 아니므로 주의관찰 하여도 무방하다.
- 거더 외부에 발생된 부식 및 볼트부식의 경우 도장 공사전 전처리미흡, 공용기간 증가에 따른 도장 노후화, 우수접촉 등에 의한 것으로 판단되며 면처리 후 부분 재도장 보수가 요구된다. 그 외 거더 외부에 조사된 손상은 구조물에 영향을 미치는 손상이 아니므로 유지관리하는 것이 바람직하다.

다. 가로보 및 세로보

1) 부재의 개요

- 공용기간 중 주거더의 횡변형 방지와 하중 횡분배 역할을 하는 가로보와 세로보는 강재로 시공되어 있으며, 조사방법은 거더와 동일한 방법으로 점검차를 통한 근접조사를 실시하였다.

가로보 및 세로보 전경#1	가로보 및 세로보 전경#2

【사진 3.7】 가로보 및 세로보 전경

2) 현장조사 결과

- 가로보 및 세로보에 대한 현장조사 결과 일부 경미한 도장들뜸 및 박락이 조사되었다.

【표 3.5】 가로보 및 세로보 현장조사 결과

구분		도장들뜸 및 박락 (㎡/개소)	
가로보 및 세로보	S1	-	-
	S2	-	-
	S3	-	-
	S4	2.0	2
	S5	-	-
	S6	-	-
	합계	2.0	2

S4 가로보 도장들뜸 및 박락(1.0m×1.0m)	S4 가로보 도장들뜸 및 박락(1.0m×1.0m)

【사진 3.8】 가로보 및 세로보 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 가로보 및 세로보에 대하여 기 점검 결과를 토대로 손상 여부를 검토한 결과, 공용기간 증가에 의한 도장들뜸 및 박락이 추가 발생된 것으로 확인되었다.

구 분	단 위	2017년 점검	금회점검	비 고
도장들뜸, 박락	㎡	-	2.0	▲ 2.0

4) 검토의견

- 가로보 및 세로보에 대한 외관조사 결과, 일부구간 경미한 도장들뜸 및 박락이 조사되었으며, 이는 공용기간 증가에 따른 열화에 의해 발생된 것으로 판단된다. 기 발생된 손상부의 경우 손상의 진전 방지를 위한 재도장 등의 조치가 요망된다.
- 그 외 구조물의 내구성에 영향을 미칠만한 손상은 발생되지 않은 것으로 확인되었으며, 추후 주기적인 점검을 통한 손상의 진전 및 추가 손상의 발생 여부 파악등의 유지관리가 필요할 것으로 판단된다.

라. 교대

1) 부재의 개요

- 속사교(인천)의 교대는 역T형으로 시공되어있으며, 기초는 직접기초로, 전면 압성토 사면으로 시공되어있다. 교대에 대한 외관조사는 도보를 이용한 근접조사를 실시하였다.

교대 전경(A1)

교대 전경(A2)

【사진 3.9】교대 전경

2) 현장조사 결과

- 교대 A1, A2에 대한 외관조사 결과 균열(0.3㎜내·외), 망상균열, 박락, 법면 보호블럭 부분탈락 및 침하, 사면보호공 몰탈 박리 및 박락 등의 손상이 발생한 것으로 조사되었다.

【표 3.6】교대 외관조사 결과

구분	균열 0.3㎜미만 (m/개소)		균열 0.3㎜이상 (m/개소)		망상균열 (㎡/개소)		박락 (㎡/개소)		녹오염 (㎡/개소)		체수 (개소/개소)	
A1	1.2	3	3.4	2	-	-	-	-	-	-	1	1
A2	1.4	2	1.0	1	3.58	2	0.05	2	0.09	3	-	-
합계	2.6	5	4.4	3	3.58	2	0.05	2	0.09	3	1	1

구분	이물질퇴적 (㎡/개소)		사면보호공 몰탈 박리 및 박락 (㎡/개소)		사면보호공 몰탈 이격 (m/개소)		보호블럭 부분탈락 (㎡/개소)		보호블럭 침하 (㎡/개소)	
A1	14.0	1	58.9	1	-	-	-	-	15.0	1
A2	5.0	1	0.6	1	2.0	1	38.3	2	-	-
합계	19.0	2	59.5	2	2.0	1	38.3	2	15.0	1

A1 흉벽 균열(0.5㎜/2.1m)	A1 법면 보호블럭 침하, 토사유실(6.0m×2.5m)
A2 구체 균열(1.0㎜/1.0m)	A2 법면 사면보호공 몰탈 이격(L=2.0m)

【사진 3.10】교대 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 교대에 대하여 기 점검 결과를 토대로 손상 진전여부를 검토한 결과, 일부 손상에 대한 보수를 실시하였으며, 이로 인한 물량 감소가 확인되었으며, 균열(0.3㎜이상)의 경우 기존 손상의 진전 등에 의한 물량 증가가 확인되었다.

구 분	단 위	2017년 점검	금회점검	비 고
균열(0.3㎜미만)	m	4.2	2.6	▼ 1.6
균열(0.3㎜이상)	m	2.0	4.4	▲ 2.4
망상균열	㎡	7.58	3.58	▼ 4.0
박락	㎡	0.86	0.05	▼ 0.81
녹오염	㎡	0.09	0.09	-
체수	EA	1	1	-
이물질퇴적	㎡	19.0	19.0	-
사면보호공 박락	㎡	59.5	59.5	-
사면보호공 이격	m	2.0	2.0	-
보호블럭 탈락	㎡	38.3	38.3	-
보호블럭 침하	㎡	15.0	15.0	-

4) 검토의견

- 교대의 구체 및 흉벽 등에서 조사된 균열 및 망상균열은 대부분 시공초기 발생한 온도변화 및 건조수축에 의한 소수의 미세균열(0.3㎜미만)로서 표면보수를 통한 내구성 확보가 바람직할 것으로 판단된다. 또한, 일부구간 발생된 폭 0.3㎜이상 균열의 경우 공용기간 증가에 따른 기존 손상의 진전 및 건조수축 등에 의한 손상으로 판단되며, 손상의 진전 방지 및 구조물의 내구성 증진을 위한 주입보수 등의 조치가 필요할 것으로 판단된다.
- 흉벽 및 구체에서 조사된 박락, 녹오염, 체수 등의 손상은 신축이음 하부 및 외부로부터의 우수유입에 의한 손상으로 판단되며, 손상의 진전 방지를 위한 단면보수, 표면보수 등의 조치가 요망된다.
- 교대 법면에 발생된 사면보호공 박락, 이격 등의 손상은 우수유입에 의한 동결융해, 공용기간 증가에 따른 열화 등에 의해 발생된 것으로 판단되며, 손상의 진전 방지를 위한 주입보수, 단면보수 등의 조치가 요망된다. 특히, 보호블럭에 발생된 부분탈락 및 침하의 경우 우수로 인한 법면 토사유실에 의한 손상으로 판단되며, 주기적인 점검을 통한 유지관리 후 손상의 진전시 등의 조치를 취하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.

마. 교각

1) 부재의 개요

- 속사교(인천)의 교각은 T형 5기로 구성되어 있으며, 교각에 대한 외관조사는 도보조사 및 교량 점검차를 통한 근접조사를 실시하였다.

교각 전경#1

교각 전경#2

【사진 3.11】교각 전경

2) 현장조사 결과

- 교각에 대한 현장조사 결과 폭 0.3㎜미만 균열, 망상균열, 박리 및 박락, 재료분리 등이 국부적으로 조사되었으며, 그 외 손상으로는 철근노출, 표면열화 등이 조사되었다.

【표 3.7】교각 외관조사 결과

구분	균열 0.3㎜미만 (m/개소)		망상균열 (㎡/개소)		박리, 박락 (㎡/개소)		재료분리 (㎡/개소)		긁힘 (㎡/개소)		철근노출 (㎡/개소)		표면열화 및 표면불량 (㎡/개소)	
P1	53.15	38	0.8	1	12.72	4	0.35	1	-	-	0.16	1	-	-
P2	47.6	39	11.64	6	20.53	6	0.76	2	0.3	1	-	-	0.97	2
P3	42.1	40	6.3	1	7.12	7	-	-	-	-	-	-	0.87	3
P4	16.36	18	-	-	4.96	3	-	-	-	-	-	-	7.2	1
P5	38.3	42	0.42	1	1.46	2	0.02	1	0.35	1	-	-	3.0	1
합계	197.51	177	19.16	9	46.79	22	1.13	4	0.65	2	0.16	1	12.04	7

P1 코핑부 박락(0.3m×0.4m)

P5 코핑부 균열(0.2㎜/0.5m)

P2 코핑부 망상균열 보수

P4 코핑부 철근노출 보수

【사진 3.12】교각 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 교각에 대하여 기 점검 결과를 토대로 손상 진전여부를 검토한 결과, 금회 점검에서 기존 손상 물량은 균열(0.3㎜내·외), 망상균열, 박리, 박락, 철근노출, 표면열화가 일부 감소하였으며, 이는 기 점검 이후 실시한 보수로 인한 물량 감소인 것으로 확인되었다.

구 분	단 위	2017년 점검	금회점검	비 고
균열(0.3㎜미만)	m	199.21	197.51	▼ 1.7
균열(0.3㎜이상)	m	35.2	-	▼ 35.2
망상균열	㎡	36.9	19.16	▼ 17.74
박리, 박락	㎡	47.38	46.79	▼ 0.59
재료분리	㎡	1.13	1.13	-
긁힘	㎡	0.65	0.65	-
철근노출	㎡	4.66	0.16	▼ 4.5
표면열화, 표면불량	㎡	12.45	12.04	▼ 0.41

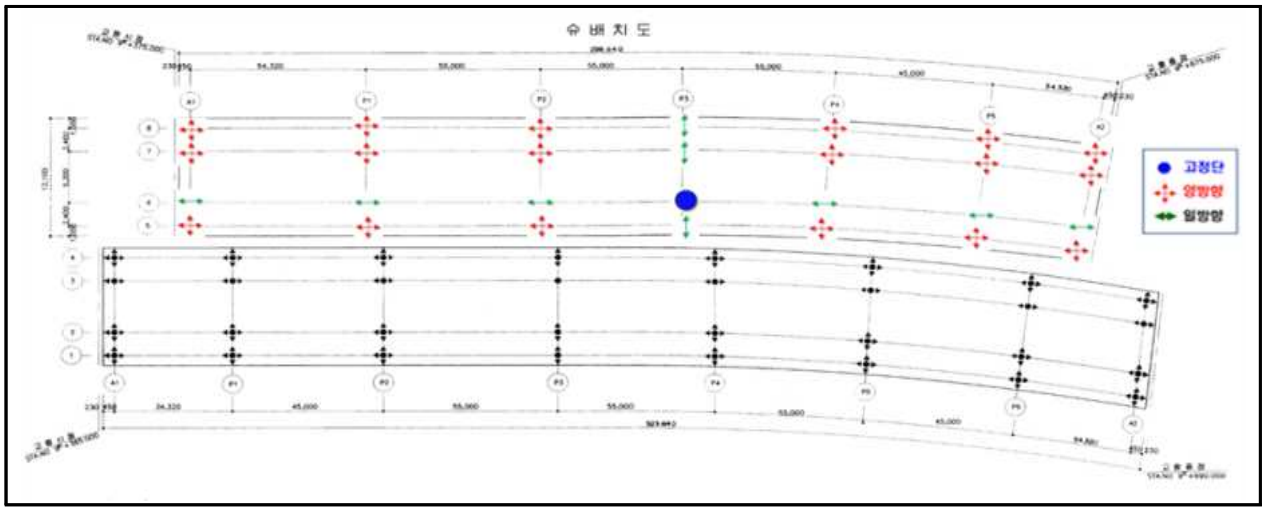
4) 검토의견

- 교각 코핑 및 기둥부에 발생한 폭 0.3㎜내·외 균열, 망상균열은 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형 등의 복합적인 원인에 의한 비구조적 소수의 미세균열로서 폭 0.3㎜미만 균열의 경우 표면보수를, 폭 0.3㎜이상 균열의 경우 주입보수를 실시하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.
- 교각 일부 구간 발생된 박리, 박락, 긁힘, 재료분리, 철근노출 등의 손상은 시공초기 다짐부족, 우수유입에 의한 철근부식, 외부 충격 등에 의해 발생된 손상으로 판단되며, 손상의 진전 방지 및 구조물의 내구성 증진을 위한 단면보수, 방청 등의 조치가 요망된다.
- 교각 코핑부에 주로 발생된 표면열화의 경우 외부 우수유입에 의한 손상으로 판단되며, 손상의 진전방지를 위한 표면보수 등의 조치를 취하는 것이 바람직하다.

바. 교량받침

1) 부재의 개요

- 속사교(인천)의 받침은 포트받침으로 총 28개가 설치되어 있으며, 받침장치의 순번은 한국도로공사 집중점검세부시행 방법에 따라 번호를 부여하여 현장조사를 수행하였다.



【그림 3.1】 교량받침 배치도

포트받침(일방향) 전경	포트받침(양방향) 전경	포트받침(고정단) 전경

【사진 3.13】 교량받침 전경

2) 현장조사 결과

- 현장조사 결과 기능장애 또는 기능저하를 유발할 손상은 발생하지 않은 상태로, 경미한 본체 부식, 도장 박리가 조사되었으며, 교량받침 콘크리트 및 받침몰탈에 폭 0.3㎜ 내·외 균열, 재료분리, 박락이 국부적으로 조사되었다.

【표 3.8】교량받침 외관조사 결과

구분	몰탈균열 0.3㎜미만 (m/개소)		받침콘크리트 균열 0.3㎜미만 (m/개소)		받침콘크리트 균열 0.3㎜이상 (m/개소)		받침몰탈 망상균열 (㎡/개소)		받침콘크리트 박락 (㎡/개소)		받침몰탈 박락 (㎡/개소)		받침콘크리트 재료분리 (㎡/개소)		받침 부식, 도장박리 (㎡/개소)	
A1	-	-	-	-	0.2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	0.48	2
P1	1.2	1	0.1	1	-	-	-	-	0.12	1	-	-	-	-	0.68	2
P2	0.25	1	0.4	2	-	-	0.07	1	-	-	-	-	0.02	1	0.64	1
P3	3.1	13	2.65	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.65	1
P4	0.5	2	0.3	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P5	0.2	2	2.5	8	-	-	-	-	-	-	0.37	2	-	-	1.0	1
A2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.2	4
합계	5.25	19	5.95	23	0.2	1	0.07	1	0.12	1	0.37	2	0.02	1	4.65	11

A1-Sh1 받침 부식(0.3m×0.8m)

P3-Sh1 받침몰탈 균열(0.2㎜/0.2m)

P5-Sh1 받침 부식(1.0m×1.0m)

P5-Sh3 받침몰탈 박락(0.2m×0.1m)

【사진 3.14】교량받침 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 교량받침에 대하여 기 점검 결과를 토대로 손상 진전여부를 검토한 결과, 받침몰탈 균열의 경우 기 점검 이후 일부 보수를 실시하였으며, 이로 인한 물량 감소가 확인되었다. 금회 점검시 추가 발생된 것으로 확인된 받침콘크리트 균열, 박락 및 받침몰탈 박락의 경우 건조수축, 우수유입 등에 의한 손상으로 판단된다.

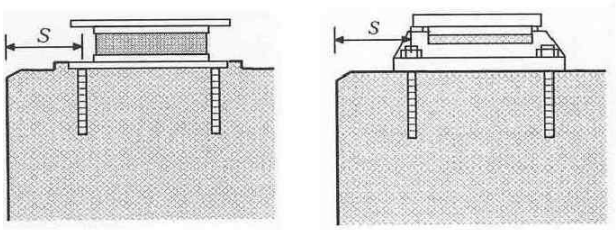
구 분	단 위	2017년 진단	금회점검	비 고
받침몰탈 균열	m	7.8	5.25	▼ 2.55
받침콘크리트 균열	m	5.25	6.15	▲ 0.9
받침몰탈 망상균열	㎡	0.07	0.07	-
받침콘크리트 박락	㎡	0.05	0.12	▲ 0.07
받침몰탈 박락	㎡	-	0.37	▲ 0.37
받침콘크리트 재료분리	㎡	0.02	0.02	-
받침부식, 도장박리	㎡	4.65	4.65	-

4) 검토의견

- 받침본체 외측에서 조사된 본체 부식, 도장박리는 신축이음 외측 단부 누수 및 외부 우수유입에 의한 2차 손상으로 판단되며, 신축이음으로 유입되는 우수차단(하부 물받이설치, 외측 차수덮개 또는 조인트설치)이 선행되어야 하고, 손상부는 유지관리를 위하여 재도장이 필요하다.
- 받침콘크리트 및 받침몰탈에서 조사된 균열은 국부적으로 발생된 폭 0.1~0.3㎜의 미세균열로 현 상태에서 별도의 조치보다는 유지관리 후 손상진전 및 추가 손상 발생 시 일괄 보수하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.
- 받침콘크리트 및 받침몰탈에서 조사된 박락 및 재료분리의 경우 시공초기 다짐부족, 우수유입으로 인한 동결융해, 장기공용에 의한 열화 등에 의해 발생된 손상으로 판단되며, 손상의 진전 방지를 위한 단면보수 등의 조치가 요망된다.

5) 연단거리 검토

- 교대 및 교각의 교좌면은 상부구조로부터 집중하중을 받는 부위이고, 지진시에는 큰 수평력이 작용하는 곳이다. 연단거리가 짧으면 고정단에서는 콘크리트 구체 또는 교량받침이 파손될 수 있고, 가동단에서는 최악의 경우 받침이 벗어나 거더가 낙하할 수도 있다.
- 상부구조의 길이에 따라 '도로교설계기준(2009, 국토교통부)'에서는 최소값을 규정하고 있다.



(a) 고무받침 (b) 강재받침

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

【그림 3.2】 도로교설계기준 연단거리 산출방법

받침장치 연단거리 측정(1)	받침장치 연단거리 측정(2)

【사진 3.15】 교량받침장치 연단거리측정

① 연단거리 산출

- 거더 경간길이(L=35.0m) : 200+5×35.0 = 375(㎜)
- 거더 경간길이(L=45.0m) : 200+5×45.0 = 425(㎜)
- 거더 경간길이(L=55.0m) : 200+5×55.0 = 475(㎜)

【표 3.8】 연단거리 측정 결과

구 분		계산 연단거리 (㎜)	실측 연단거리(㎜)				검토 결과
			Sh1	Sh2	Sh3	Sh4	
A1		475	480	478	480	485	O.K
P1	A1측	475	830	815	820	815	O.K
	A2측	475	850	860	880	850	O.K
P2	A1측	475	825	815	810	820	O.K
	A2측	475	870	860	860	850	O.K
P3	A1측	475	850	850	840	855	O.K
	A2측	475	790	815	790	810	O.K
P4	A1측	475	850	860	790	810	O.K
	A2측	425	860	855	845	870	O.K
P5	A1측	425	850	810	825	830	O.K
	A2측	375	820	850	845	860	O.K
A2		375	420	440	410	400	O.K

② 연단거리 검토의견

- 연단거리 측정 결과, 전 개소 모두 실측 연단거리가 계산 연단거리를 상회하고 있는 것으로 측정되어 설계기준을 만족하고 있는 것으로 검토되었다.

6) 교량받침 신축거동상태 검토

가동받침은 상부구조의 온도변화, 처짐 콘크리트의 크리프 및 건조수축 등에 의해 생기는 이동량에 대해서 여유를 가져야 한다. 단, 대상교량은 준공 후 약 20년이 경과된 구조물로 콘크리트 건조수축 및 크리프에 대한 고려는 하지 않으며, 공용 중 온도에 의한 가동여유량을 검토하였다.

① 설계기준온도(-20℃ ~ 40℃(한랭지방))에 따른 여유량 검토

교량 받침 가동량 측정(1)

교량 받침 가동량 측정(2)

【사진 3.16】 교량받침 이동량 측정

【표 3.9】 교량받침 이동량(설계기준 온도) 산정

구 분	온도변화 (ΔT, ℃)		선팽창 계수 (α)	신축거더길이 (L, m)	온도 변화에 의한 이동량(㎜)		비고
	동절기	하절기			동절기	하절기	
A1	-43.4	16.6	0.000012	165	85.9	32.9	
P1	-43.4	16.6	0.000012	110	57.3	21.9	
P2	-43.4	16.6	0.000012	55	28.6	11.0	
P3	고정단						
P4	-43.4	16.6	0.000012	55	28.6	11.0	
P5	-43.4	16.6	0.000012	100	52.9	19.9	
A2	-43.4	16.6	0.000012	145	75.5	28.9	

1) 조사당시 온도 : 23.4℃(조사일 : 2019년 6월 27일, 평균온도, 강릉)
2) 검토온도 : -20℃ ~ 40℃(한랭지방)

【표 3.10】 교량받침 이동량(설계기준 온도) 검토결과

위치		이동량	측정 가동여유량		계산 가동 이동량		허용변위 (mm)
			수축	신장	최대수축	최대신장	
A1	SH1	10	140	120	85.9	32.9	±130
	SH2	5	135	125			±130
	SH3	5	135	125			±130
	SH4	5	135	125			±130
P1	SH1	0	130	130	57.3	21.9	±130
	SH2	0	130	130			±130
	SH3	0	130	130			±130
	SH4	0	130	130			±130
P2	SH1	-15	65	95	28.6	11.0	±80
	SH2	-15	65	95			±80
	SH3	-15	65	95			±80
	SH4	-15	65	95			±80
P3	고정단						
P4	SH1	15	95	65	28.6	11.0	±80
	SH2	15	95	65			±80
	SH3	15	95	65			±80
	SH4	15	95	65			±80
P5	SH1	15	115	85	52.9	19.9	±100
	SH2	15	115	85			±100
	SH3	15	115	85			±100
	SH4	15	115	85			±100
A2	SH1	4	154	146	75.5	28.9	±150
	SH2	4	154	146			±150
	SH3	4	154	146			±150
	SH4	4	154	146			±150
주) 판정 : 최대 받침 이동량 ≤ 실측 받침 가동여유량 ⇒ O.K							

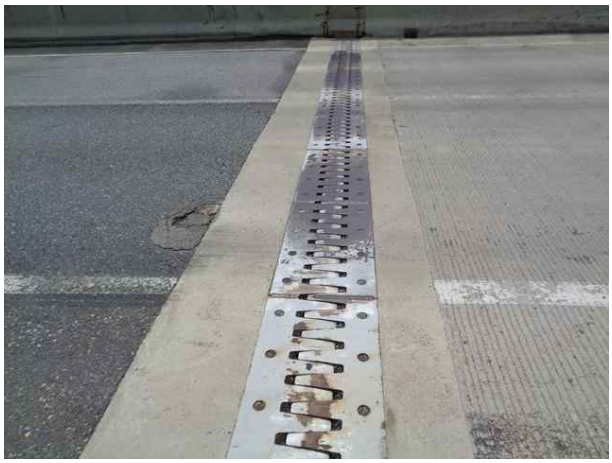
② 교량받침 이동량 검토의견

- 계산여유량과 실측여유량의 비교·검토결과 가동여유량이 충분한 것으로 조사되었으며, 교량받침의 이탈 가능성은 없는 상태로 판단된다.

사. 신축이음장치

1) 부재의 개요

- 본 교량의 신축이음장치는 A1, A2에 시공되어 있으며, 핑거 조인트로 시공된 상태이다. 점검차 조사를 위한 부분 통제시 도보를 통해 근접조사를 실시하였다.

	
EXP.J1(A1) 전경	EXP.J2(A2) 전경

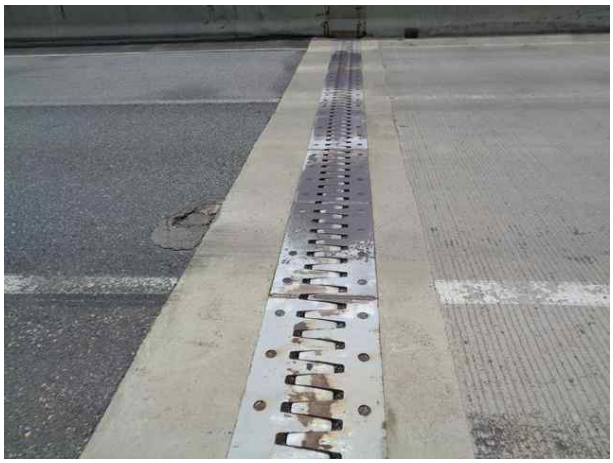
【사진 3.17】 신축이음장치 전경

2) 현장조사 결과

- 신축이음 현장조사 결과 본체 및 후타재의 경우 손상이 없는 양호한 상태인 것으로 조사되었다.

【표 3.11】 신축이음장치 외관조사 결과

구분	상태양호	
A1 (EXP J1)	-	-
A2 (EXP J2)	-	-
합계	-	-

A1 EXP.J1 상태양호	A1 EXP.J1 하부 상태양호
	
A2 EXP.J2 상태양호	A2 EXP.J2 하부 상태양호

【사진 3.18】 신축이음장치 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 금회 점검에서 신축이음에 대하여 기 점검 결과를 토대로 손상 진전여부를 검토한 결과, 기 점검 이후 레일 조인트에서 핑거 조인트로 신축이음 교체 공사를 실시한 것으로 확인되었으며, 추가 발생된 손상은 없는 것으로 조사되었다.

구 분	단 위	2017년 점검	금회점검	비 고
상태양호	-	-	-	-

4) 검토의견

- 신축이음의 경우 기 점검 이후 레일 조인트에서 핑거 조인트로 교체 공사를 실시하였으며, 현재 손상이 없는 양호한 상태이다. 추후 주기적인 점검을 통한 유지관리를 실시하여 현재 상태를 유지하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.

5) 신축이음 거동상태 검토

신축이음장치 신축량의 계산은 온도변화, 건조수축, 활하중에 의한 지점의 회전을 고려하여 계산하여야 하나 본 교량은 20년 이상 공용중에 있는 교량으로 가장 신축량이 크게 발생되는 온도변화에 의한 거동만을 고려하여 평가하였다.

① 설계기준온도(-20℃ ~ 40℃(한랭지방))에 따른 여유량 검토

<table>
<tr><th>구분</th><th>계산방법</th><th>비고</th></tr>
<tr><td>이론
신축량</td><td>• 온도변화에 의한 이동량
▸ Δlt = ΔT · α · L
여기서, Δlt : 온도변화에 의한 이동량
ΔT : 온도변화 범위(기상청 자료참조)
α(강재): 1.2×10-5, α(콘크리트): 1.0×10-5
L : 신축보의 길이(㎜)</td><td> </td></tr>
<tr><td>소요
신축량</td><td>•소요 가동량 산정
조사일 : 2019. 06. 26. 기온 적용: 23.4℃(일평균)
△T(신장시) : 40.0℃-24.4℃ = 15.6℃
△T(수축시) : -20.0℃-(24.4℃) = -44.4℃
△lt(최소필요유간) : △T×α×L
•형식별 온도변화범위(℃)
<table>
<tr><th colspan="2">교량형식</th><th>보통지방</th><th>한랭지방</th><th>선팽창계수α(/℃)</th></tr>
<tr><td rowspan="2">강교</td><td>상로교</td><td>-10～+40</td><td>-20～+40</td><td>1.2×10-5</td></tr>
<tr><td>하로교,
강바닥판교</td><td>-10～+50</td><td>-20～+40</td><td>1.2×10-5</td></tr>
<tr><td colspan="2">RC, PSC교</td><td>-5～+35</td><td>-15～+35</td><td>1.0×10-5</td></tr>
</table></td><td>
 </td></tr>
</table>

【사진 3.19】 신축이음 유간 측정방법

【표 3.12】 신축이음 신축이동량 산정

구 분	온도변화 (ΔT, ℃)		선팽창 계수 (α)	신축거더 길이(L, m)	온도 변화에 의한 이동량(㎜)		비고
	동절기	하절기			동절기	하절기	
A1	-43.4	16.6	0.000012	165	-85.9	32.9	
A2	-43.4	16.6	0.000012	145	-75.5	28.9	

1) 조사당시 온도 : 23.4℃(조사일 : 2019년 6월 27일, 평균온도, 강릉)
2) 검토온도 : -20℃ ~ 40℃(한랭지방)

【표 3.13】 신축이음장치 및 바닥판 단부 가동여유량 검토결과

구 분	계산 이동량(㎜)		점검당시 실측유간(㎜)	허용량(㎜)	신축 여유량(㎜)		검토 결과
	최대 수축시	최대 신장시			최대 수축시	최대 신장시	
A1	-85.9	32.9	40.0	240	114.1	7.1	O.K
A2	-75.5	28.9	35.0	240	129.5	6.1	O.K

주) 판정 : 0.0㎜ ≤ 신축 여유량 ≤ 허용량 ⇒ O.K

6) 신축거동상태 검토의견

- 신축이음장치에 대한 신축유간 측정결과, 측정일 온도는 23.4℃(6월27일)로써 이때 측정유간은 35.0~40.0㎜ 범위로 나타나 설계온도에 대한 충분한 여유량을 확보하고 있는 것으로 평가되었다.

아. 교면포장

1) 부재의 개요

- 속사교(인천)의 바닥판 상면에 위치하여 차량에서 발생하는 진동을 흡수·분산시키고, 외부의 불리한 환경조건에 대해서 바닥판을 보호하는 역할을 하는 교면포장은 L.M.C 포장으로 되어있다.

교면포장 전경	교면포장 점검을 위한 상부 교통통제

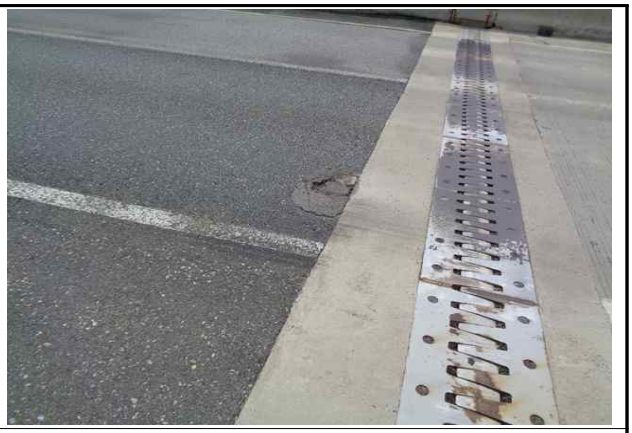
【사진 3.20】교면포장 전경

2) 현장조사 결과

- 현장조사 결과, 교량 교면포장의 경우 손상이 없는 양호한 상태인 것으로 조사되었으며, 접속부의 경우 아스콘 파손이 조사되었다.

【표 3.14】교면포장 외관조사 결과

구분	접속부 아스콘 파손 (㎡/개소)	
S1	-	-
S2	-	-
S3	-	-
S4	-	-
S5	-	-
S6	0.2	1
합계	0.2	1

	
교면포장 상태양호	S6 접속부 아스콘 파손(0.4m×0.5m)

【사진 3.21】교면포장 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 금회 점검에서 교면포장에 대하여 기 점검 결과를 토대로 손상 진전여부를 검토한 결과, 접속부의 경우 공용기간 증가, 중차량 반복 통행 등에 의한 아스콘 파손이 추가 발생된 것으로 확인되었다.

구 분	단 위	2017년 점검	금회점검	비 고
접속부 아스콘 파손	㎡	-	0.2	▲ 0.2

4) 검토의견

- 속사교(인천)의 LMC포장의 경우 2017년 전면 개·보수 작업을 실시한 것으로 확인되었으며, 기 점검 이후 신규 발생된 손상은 없는 것으로 조사되었다.
- 접속부의 경우 공용기간 증가, 중차량 반복 통행 등에 의한 아스콘 파손이 추가 발생된 것으로 확인되었으며, 손상정도가 경미하여 주의관찰 후 손상의 진전 시 적절한 조치를 취하는 것이 바람직 할것으로 판단된다.
- 그 외 차량의 주행성 및 안전성에 영향을 미칠만한 손상은 발생되지 않는 것으로 조사되었으며, 추후 주기적인 점검을 통한 손상의 발생 여부 및 기존 손상의 진전 여부를 파악하는 유지관리가 필요할 것으로 판단된다.

자. 배수시설

1) 부재의 개요

- 속사교(인천)는 교량의 횡단구배 특성에 따라 교량의 좌측 갓길에 배수시설이 설치되어 있다.

배수구 전경	배수관 전경

【사진 3.22】 배수시설 전경

2) 현장조사 결과

- 배수시설에 대한 현장조사 결과 배수구 스틸그레이팅 변형 및 망실, 배수구 막힘이 조사되었다.

【표 3.15】 배수시설 외관조사 결과

구분	배수구 스틸그레이팅 변형 및 망실 (개소/개소)		배수구 막힘 (개소/개소)	
S1	1	1	-	-
S2	1	1	-	-
S3	1	1	-	-
S4	-	-	3	3
S5	-	-	1	1
S6	-	-	-	-
합계	3	3	4	4

배수구 스틸그레이팅 망실(S1)	배수구 스틸그레이팅 변형(S2)

【사진 3.23】 배수시설 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 배수시설에 대하여 기 점검 결과를 토대로 손상 진전여부를 검토한 결과, 기 점검 이후 배수구 막힘의 경우 정비로 인한 손상물량이 감소된 것으로 확인되었다.

구 분	단 위	2017년 진단	금회점검	비 고
배수구 스틸그레이팅 변형, 망실	EA	3	3	-
배수구 막힘	EA	8	4	▼ 4.0

4) 검토의견

- 배수시설에 발생한 배수구 스틸그레이팅 변형 및 망실, 배수구 막힘의 경우 장기공용에 의한 손상으로 구조물의 배수기능 확보를 위한 정비 등의 조치가 요망된다.

차. 방호벽

1) 부재의 개요

- 차량의 차도이탈 방지, 사고시 완충작용 등의 기능을 하는 방호울타리는 철근콘크리트 구조로 설치되어있다.

방호벽 전경#1	방호벽 전경#2

【사진 3.24】 방호벽 및 중앙분리대 전경

2) 현장조사 결과

- 방호벽에 대한 현장조사 결과, 박리 및 박락, 철근노출이 조사되었다.

【표 3.16】 방호벽 및 중앙분리대 외관조사 결과

구분	외측 콘크리트 박리, 박락, 철근노출 (㎡/개소)	
S1	-	-
S2	30.0	1
S3	30.0	1
S4	30.0	1
S5	31.0	2
S6	30.0	1
합계	151.0	6

방호벽 S2 외측 콘크리트 박리,박락,철근노출	방호벽 S4 외측 콘크리트 박리,박락,철근노출

【사진 3.25】 방호벽 및 중앙분리대 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 방호벽 및 중앙분리대에 대하여 기 점검 결과를 토대로 손상 진전여부를 검토한 결과, 공용기간 증가, 동결융해 등에 의한 콘크리트 박리, 박락, 철근노출이 추가 발생된 것으로 확인되었다.

구 분	단 위	2017년 점검	금회점검	비 고
방호벽 외측 박리, 박락, 철근노출	㎡	-	151.0	▲ 151.0

4) 검토의견

- 방호벽 및 중앙분리대에 대한 외관조사 결과, 조사된 방호벽 외측 콘크리트 박리, 박락, 철근노출의 경우 공용기간 증가, 방음벽 설치를 위한 앵커볼트 삽입부 우수유입에 의한 동결융해 등에 의한 손상으로 판단되며, 손상의 진전 방지 및 구조물의 내구성 증진을 위한 단면보수, 방청 등의 조치가 요망된다.

카. 교량 점검시설

1) 부재의 개요

- 속사교(인천)의 점검통로는 교량 상면 갓길을 이용하여 출입가능하며, 교각(P1, P2, P3, P4, P5) 코핑부에 강재+알루미늄 재질의 점검통로가 전·배면 2면에 설치되어 있다.

점검통로 전경#1	점검통로 전경#2

【사진 3.26】 교량 점검시설 전경

2) 현장조사 결과

- 교각에 설치된 점검통로 조사 시 점검발판, 볼트 체결상태, 점검난간, 사다리 등을 중점적으로 조사하였으며, 전반적인 상태는 양호한 상태로 확인되었으나, 일부 구간 볼트 연단거리 부족, 볼트 미체결, 난간 파손이 조사되었다.

【표 3.17】 교량 점검시설 외관조사 결과

구분	볼트 연단거리 부족 (개소/개소)		볼트 미체결 (개소/개소)		난간 파손 (개소/개소)	
P1	1	1	-	-	-	-
P2	-	-	-	-	-	-
P3	-	-	-	-	-	-
P4	-	-	1	1	1	1
P5	-	-	-	-	-	-
합계	1	1	1	1	1	1

P1 점검통로 볼트 연단거리 부족	P4 점검통로 난간 파손

【사진 3.27】 교량 점검시설 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 방호벽 및 중앙분리대에 대하여 기 점검 결과를 토대로 손상 진전여부를 검토한 결과, 일부구간 점검통로 볼트 연단거리 부족, 볼트 미체결, 난간 파손이 추가 발생되어 손상 물량이 증가된 것으로 확인되었다.

구 분	단 위	2017년 점검	금회점검	비 고
점검통로 볼트 연단거리 부족	EA	-	1.0	▲ 1.0
점검통로 볼트 미체결	EA	-	1.0	▲ 1.0
점검통로 난간 파손	EA	-	1.0	▲ 1.0

4) 검토의견

- 점검통로 난간 파손의 경우 공용중 발생된 손상으로 정비가 필요하며, 점검통로 볼트 연단거리 부족 및 볼트 미체결의 경우 시공미흡에 의한 손상으로 점검통로의 안전성 확보를 위한 조치가 필요할 것으로 판단된다.

3.2.2 강릉방향

가. 바닥판 하면

1) 부재의 개요

- 속사교(강릉)는 총 7경간으로 이루어져 있으며, 연장은 L=325.0m 폭 12.105m로 바닥판은 철근콘크리트 및 Deck Plate로 시공되어있다.
- 바닥판하면에 대한 현장조사는 점검사 및 굴절차를 활용하여 실시하였다.

바닥판 하면 전경#1

바닥판 하면 전경#2

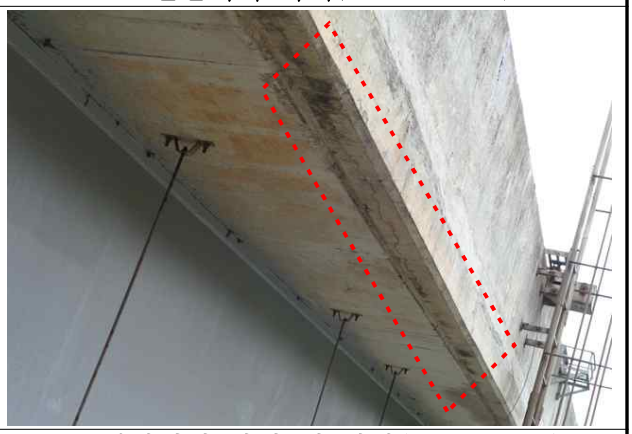
【사진 3.28】바닥판 전경

2) 현장조사 결과

- 캔틸레버 하면에 대한 현장조사 결과, 박리 및 박락, 백태, 철근노출 등의 손상이 조사되었으며, 이는 물끊기 홈 주위 교면수 침투, 외부 우수유입 등에 의한 손상으로 판단된다. 기 점검시 조사된 백태의 경우 일부 보수를 실시한 것으로 확인되었으며, 현재 상태는 양호한 것으로 조사되었다.
- 바닥판 하면 현장조사 결과, Deck Plate의 경우 습기흡착, 공용기간 증가에 의한 부식이 조사되었다.

【표 3.20】바닥판하면 현장조사 결과

구분	균열 0.3㎜미만 (m/개소)		균열/백태 (m/개소)		백태 (㎡/개소)		박리, 박락 (㎡/개소)		데크플레이트 부식 (㎡/개소)		철근노출 (㎡/개소)		표면열화 (㎡/개소)	
S1	-	-	-	-	-	-	4.31	9	31.86	49	0.42	2	39.0	3
S2	2.0	2	-	-	4.0	1	12.62	5	46.02	86	-	-	20.0	1
S3	-	-	-	-	-	-	-	-	12.21	24	-	-	-	-
S4	-	-	-	-	-	-	-	-	2.96	10	-	-	-	-
S5	-	-	-	-	-	-	-	-	39.87	71	-	-	-	-
S6	-	-	-	-	-	-	0.9	1	32.63	49	-	-	-	-
S7	-	-	3.6	3	0.34	2	16.09	8	11.56	14	0.16	2	0.4	1
합계	2.0	2	3.6	3	4.34	3	33.92	23	177.11	303	0.58	4	59.4	5

S1 캔틸레버 철근노출(0.1m×0.2m)	S2 캔틸레버 박리(0.2m×60.0m)
	
S4 데크플레이트 부식(0.1m×2.0m, 3EA)	S6 캔틸레버 박리 및 박락(0.2m×4.5m)
S7 캔틸레버 백태(0.2m×1.0m)	S3 캔틸레버 철근노출(0.25m×0.3m)

【사진 3.29】 바닥판 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 바닥판 하면에 대하여 기 점검 결과를 토대로 손상 진전여부를 검토한 결과, 2017년 점검에서 조사된 손상과 유사하게 조사 되었으며, 백태의 경우 일부 보수를 실시한 것으로 확인되어 손상물량이 감소한 것으로 조사되었다. 박리 및 박락, 데크플레이트 부식의 경우 손상이 공용기간 일부 증가 한 것으로 확인되었다.

구 분	단 위	2017년 점검	금회점검	비 고
균열 0.3㎜미만	m	2.0	2.0	-
균열/백태	m	3.6	3.6	-
백태	㎡	11.68	4.34	▼ 7.34
박리, 박락	㎡	28.37	33.92	▲ 5.55
데크플레이트 부식	㎡	175.47	177.11	▲ 1.64
철근노출	㎡	0.58	0.58	-
표면열화	㎡	59.4	59.4	-

4) 검토의견

- 캔틸레버에 발생된 백태, 표면열화, 박리 및 박락, 철근노출의 손상은 방호벽과 바닥판 접합부로 침투한 우수가 측면으로 누수가 진행 되면서 발생된 결함으로 판단되며, 손상의 진전 방지 및 내구성 증진을 위한 표면보수, 단면보수, 방청 등의 조치를 취하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.
- 데크플레이트 부식의 경우 습기 흡착, 우수 유입 등에 의한 손상으로 판단되며, 손상의 진전 방지 및 내구성 증진을 위한 재도장 등의 조치가 요망된다.

나. Steel Box Girder

1) 부재의 개요

- 바닥판으로부터 전달되는 상부하중을 지지하고 교량받침으로 하중을 전달하는 역할을 하는 Steel Box Girder는 2열로 시공되었으며, 근접육안조사를 위하여 점검차를 이용하여 외관조사를 실시하였다.

거더 외부 전경

거더 내부 전경

【사진 3.30】 거더 전경

2) 현장조사 결과

① Steel Box Girder 외부

- 속사교(강릉)의 거더 외부에 대한 현장조사 결과 안전성에 영향을 미칠만한 손상은 조사되지 않았으며, 일부구간 강재부식 및 점부식, 도장박리, 긁힘, 볼트부식, 누수흔적 등이 조사되었다.

【표 3.21】 거더 외부 외관조사 결과

구분		강재부식, 점부식 (㎡/개소)		도장박리, 긁힘 (㎡/개소)		볼트부식 (㎡/개소)		누수흔적 (㎡/개소)	
거더 외부	S1	0.15	1	-	-	0.04	1	-	-
	S2	-	-	-	-	1.56	2	-	-
	S3	0.78	1	-	-	2.34	3	-	-
	S4	0.96	4	0.14	2	4.16	4	-	-
	S5	5.91	8	0.08	1	6.44	5	-	-
	S6	0.14	3	-	-	0.42	6	-	-
	S7	3.4	2	-	-	2.05	3	0.25	1
	합계	11.34	19	0.22	3	17.01	24	0.25	1

S2-G1 볼트부식(0.3m×2.6m)

S2-G2 볼트부식(0.3m×2.6m)

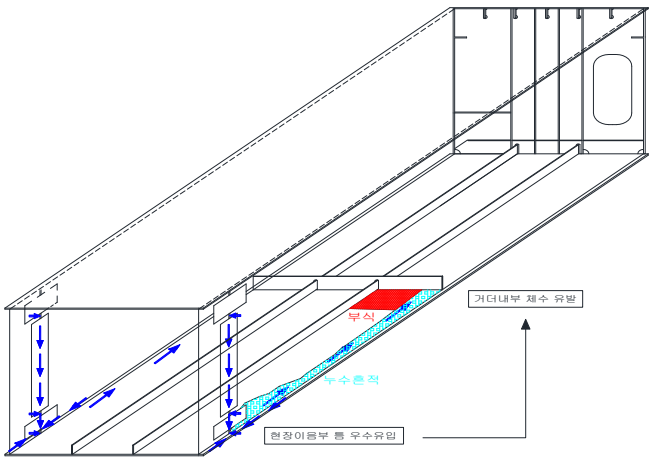
S3-G2 볼트부식(0.3m×2.6m)

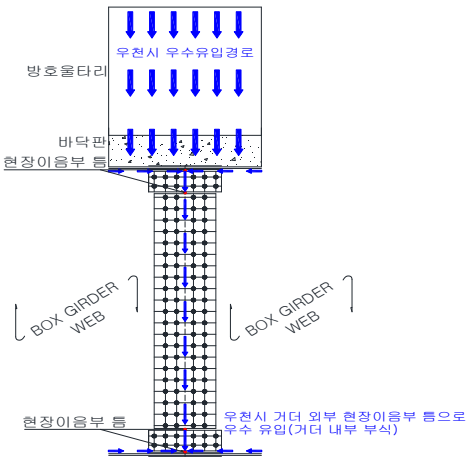
S7-G2 녹오염(0.4m×2.0m)

【사진 3.31】 거더 외부 손상현황

② Steel Box Girder 내부

- 거더 내부에 대한 현장조사 결과 Splice부 실링재 누락으로 인해 우수유입흔적, 이물질퇴적, 점부식 등의 손상이 발생하였다.
- 강재손상은 접합부의 용접상태와 도장상태는 전반적으로 양호한 상태이며, Splice부 또한 볼트풀림이 없는 양호한 상태로 조사되었다. 다만, 일부구간 Splice부 실링재 누락으로 인한 외부 우수유입으로 인해 강재부식, 백태오염 및 Splice부 볼트부식 등의 손상이 발생된 상태이다.





【표 3.22】 거더 내부 외관조사 결과

구분		우수유입 (㎡/개소)		백태오염 (㎡/개소)		이물질퇴적 (㎡/개소)		실런트 미충진 (개소/개소)		강재부식, 점부식 (㎡/개소)		도장박리 (㎡/개소)		볼트부식 (㎡/개소)	
거더내부	S1	2.0	1	0.06	1	-	-	12.0	12	3.9	14	-	-	0.01	1
	S2	4.0	4	0.66	3	-	-	16.0	16	0.01	1	-	-	0.02	2
	S3	-	-	11.07	5	0.42	3	16.0	16	0.43	5	1.03	5	-	-
	S4	36.0	1	0.48	4	-	-	16.0	16	-	-	-	-	-	-
	S5	133.0	2	10.0	3	0.04	1	16.0	16	0.02	2	0.07	1	0.04	4
	S6	108.0	1	-	-	-	-	16.0	16	33.79	13	-	-	0.03	3
	S7	86.0	3	0.96	1	0.76	2	12.0	12	43.16	42	0.44	3	0.01	1
	합계	369.0	12	23.23	17	1.22	6	104.0	104	81.31	77	1.54	9	0.11	11

S2-G2 우수유입(1.0m×1.0m)	S3-G1 이물질퇴적(0.1m×0.1m)
S4-G1 백태오염(0.3m×0.3m)	S7-G1 우수유입(35.0m×2.4m)

【사진 3.32】거더 내부 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 거더에 대하여 기 점검 결과를 토대로 손상 진전여부를 검토한 결과, 일부구간 스플라이스부 우수유입, 공용기간 증가, 습기 흡착 등에 의한 추가 손상이 발생된 것으로 확인되었으며, 기존 손상의 진전은 미미한 것으로 조사되었다.

구 분		단 위	2017년 진단	금회점검	비 고
거더 외부	강재부식, 점부식	㎡	11.34	11.34	-
	도장박리, 긁힘	㎡	0.22	0.22	-
	볼트부식	㎡	15.45	17.01	▲ 1.56
	누수흔적	㎡	0.25	0.25	-

구 분		단 위	2017년 진단	금회점검	비 고
거더 내부	우수유입	㎡	367.0	369.0	▲ 2.0
	백태오염	㎡	23.23	23.23	-
	이물질퇴적	㎡	0.86	1.22	▲ 0.36
	실런트 미충진	EA	104.0	104.0	-
	강재부식, 점부식	㎡	81.31	81.31	-
	도장박리	㎡	1.54	1.54	-
	볼트부식	㎡	0.11	0.11	-

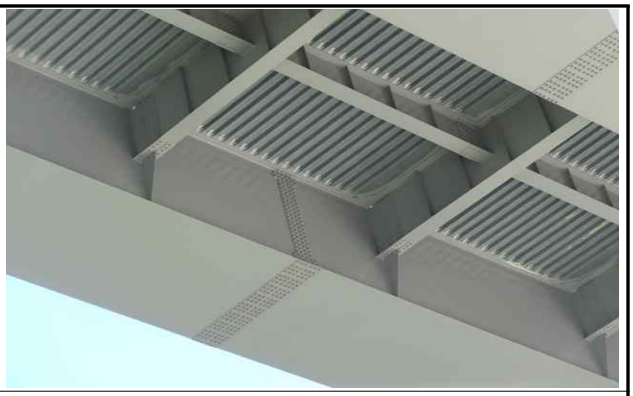
4) 검토의견

- 거더 내부에 발생된 우수유입은 현장이음부 틈새에 실런트 주입 이전에 발생된 손상이며 현재 우수가 유입되고 있고, 장기 방치시 강재에 부식이 진행되어 단면손실이 발생되므로 내구성 확보를 위하여 보수가 필요하다. 거더 내부에 발생된 백태오염, 우수유입, 이물질퇴적, 강재부식, 도장박리 등의 손상부 역시 외부 우수유입에 의해 발생된 손상으로 손상의 진전 방지를 위한 재도장, 정비 등의 조치가 요망된다.
- 거더 외부에 발생된 강재부식, 도장박리 및 긁힘, 볼트부식의 경우 도장 공사전 전처리미흡, 공용기간 증가에 따른 도장 노후화, 습기 흡착 등에 의한 것으로 판단되며 손상의 진전 방지를 위한 재도장 등의 조치가 요망된다. 거더 외부에 발생된 누수흔적의 경우 손상정도가 경미하여 주의관찰 하여도 무방하다.

다. 가로보 및 세로보

1) 부재의 개요

- 공용기간 중 주거더의 횡변형 방지와 하중 횡분배 역할을 하는 가로보와 세로보는 강재로 시공되어 있으며, 조사방법은 거더와 동일한 방법으로 점검차를 통한 근접조사를 실시하였다.

	
가로보 및 세로보 전경#1	가로보 및 세로보 전경#2

【사진 3.33】 가로보 및 세로보 전경

2) 현장조사 결과

- 가로보 및 세로보에 대한 현장조사 결과 손상이 없는 양호한 상태인 것으로 조사되었다.

【표 3.23】 가로보 및 세로보 현장조사 결과

구분	손상현황
S1~S7	상태양호

3) 기 점검 결과 비교

- 가로보 및 세로보에 대하여 기 점검 결과를 토대로 손상 여부를 검토한 결과, 기 점검 이후 추가 발생된 손상은 없는 것으로 확인되었다.

구 분	단 위	2017년 진단	금회점검	비 고
상태양호	-	-	-	-

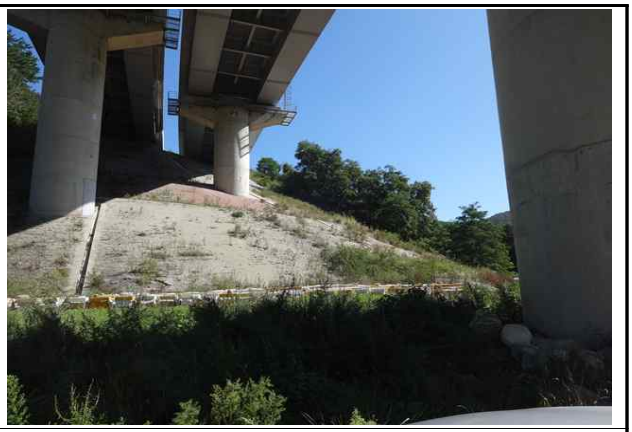
4) 검토의견

- 가로보 및 세로보에 대한 외관조사 결과, 손상이 없는 양호한 상태인 것으로 조사되었으며, 추후 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 파악 등의 유지관리를 실시하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.

라. 교대

1) 부재의 개요

- 속사교(강릉)의 교대는 역T형으로 시공되어있으며, 기초는 확대기초로, 전면 압성토 사면으로 시공되어있다. 교대에 대한 외관조사는 도보를 이용한 근접조사를 실시하였다.

	
교대 전경(A1)	교대 전경(A2)

【사진 3.34】교대 전경

2) 현장조사 결과

- 교대 A1, A2에 대한 외관조사 결과 균열 및 재균열(0.3㎜내·외), 백태, 들뜸, 보수재 박리 및 박락, 체수 등의 손상이 발생한 것으로 조사되었다.
- 교대 법면의 경우 일부 구간 보호블럭 이격 및 부분 탈락, 시공불량, 보호블럭 부분 함몰이 발생된 것으로 조사되었다.

【표 3.24】교대 외관조사 결과

구분	균열 0.3㎜미만 (m/개소)		균열 0.3㎜이상 (m/개소)		망상균열 (㎡/개소)		균열/백태 (m/개소)		백태 (㎡/개소)		박리, 박락, 들뜸 (㎡/개소)		누수흔적, 체수 (㎡/개소)	
A1	-	-	0.4	1	-	-	-	-	0.5	2	0.37	3	2.03	3
A2	2.35	3	1.7	2	19.73	6	1.4	2	0.24	2	0.05	1	0.6	1
합계	2.35	3	2.1	3	19.73	6	1.4	2	0.74	4	0.42	4	2.63	4

구분	실란트 파손 (m/개소)		녹오염 (㎡/개소)		표면열화 (㎡/개소)		이물질퇴적 (㎡/개소)		보호블럭 부분 탈락 (㎡/개소)		보호블럭 부분 함몰 (㎡/개소)		점검계단 파손 (㎡/개소)	
A1	5.0	1	-	-	-	-	1.0	1	-	-	-	-	-	-
A2	-	-	0.01	1	3.08	2	3.0	1	44.0	1	10.0	1	0.4	1
합계	5.0	1	0.01	1	3.08	2	4.0	1	44.0	1	10.0	1	0.4	1

A1 접속부 옹벽 실란트 파손(0.1m×0.3m)	A2 날개벽 보수부 망상균열(1.9m×1.5m)
A2 날개벽 백태(0.2m×1.0m)	A2 점검계단 파손(0.8m×0.5m)
A2 벽체 들뜸(0.1m×0.5m)	A2 흉벽 표면열화(1.0m×3.0m)

【사진 3.35】교대 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 교대에 대하여 기 점검 결과를 토대로 손상 진전여부를 검토한 결과, 망상균열의 경우 일부 손상에 대한 보수 결과 손상이 소폭 감소하였으며, 박리, 박락, 들뜸 및 표면열화의 경우 기 점검 이후 추가 발생된 손상으로 인한 물량이 증가되었다. 기존 조사된 손상의 경우 진전은 미미한 것으로 확인되었다.

구 분	단 위	2017년 진단	금회점검	비 고
균열(0.3㎜미만)	m	2.35	2.35	-
균열(0.3㎜이상)	m	2.1	2.1	-
망상균열	㎡	20.49	19.73	▼ 0.76
균열/백태	m	1.4	1.4	-
백태	㎡	0.74	0.74	-
박리, 박락, 들뜸	㎡	1.8	1.85	▲ 0.05
누수흔적, 체수	㎡	2.63	2.63	-
실란트 파손	m	5.0	5.0	-
녹오염	㎡	0.01	0.01	-
표면열화	㎡	0.08	3.08	▲ 3.0
이물질퇴적	㎡	4.0	4.0	-
보호블럭 부분 탈락	㎡	44.0	44.0	-
보호블럭 부분 함몰	㎡	10.0	10.0	-
점검계단 파손	㎡	0.4	0.4	-

4) 검토의견

- 교대의 구체 및 흉벽 등에서 조사된 균열은 대부분 시공초기 발생한 온도변화 및 건조수축에 의한 소수의 미세균열(0.3㎜내·외)로서 비구조적 손상으로 판단되며, 보수부에 발생된 재균열의 경우 보수시 마감미흡, 보수재와 기존 콘크리트의 수축량 차이 등에 의한 재손상으로 판단된다. 교대에 발생된 균열 및 재균열의 손상부는 표면보수 및 주입보수를 통한 내구성 확보가 바람직하다.
- 흉벽 및 구체에서 조사된 백태, 들뜸, 체수 등의 손상은 신축이음 외측 단부 및 하부 우수유출에 의해 발생한 것으로 신축이음 양 외측 단부 및 하부 유도배수시설 설치를 통한 유입원 차단이 필요한 것으로 판단되며, 발생된 손상부의 경우 표면보수 및 단면보수를 실시하여 유지관리 하여야 할 것으로 판단된다.
- 보수부에 발생된 보수재 박리 및 박락의 경우 보수시 마감미흡, 보수재와 기존 콘크리트의 수축량 차이 등에 의한 재손상으로 판단되며, 손상의 진전 방지를 위한 단면보수 등의 조치가 요망된다.
- 그 외 교대에서 발생된 녹오염, 실란트 파손, 표면열화의 경우 공용기간 증가, 우수유입 등에 의한 손상으로 판단되며, 손상정도가 경미하여 주의관찰 후 손상의 진전 시 적절한 조치를 취하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.
- 교대 법면에서 조사된 보호블럭 부분 탈락 및 부분 함몰의 경우 우수로 인한 주변 토사 유실에 의해 발생된 손상으로 판단되며, 추후 주기적인 점검을 통한 손상의 진전 여부 파악 등의 유지관리 실시 후 보수시기를 결정, 조치를 취하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.

마. 교각

1) 부재의 개요

- 속사교(강릉)의 교각은 T형 6기로 구성되어 있으며, 교각에 대한 외관조사는 도보조사 및 교량 점검차를 통한 근접조사를 실시하였다.

교각 전경#1

교각 전경#2

【사진 3.36】교각 전경

2) 현장조사 결과

- 교각에 대한 현장조사 결과 균열 및 재균열(폭 0.3㎜내·외), 망상균열, 박리 및 박락, 재료분리, 철근노출 등이 국부적으로 조사되었으며, 그 외 손상으로는 표면열화가 조사되었다.

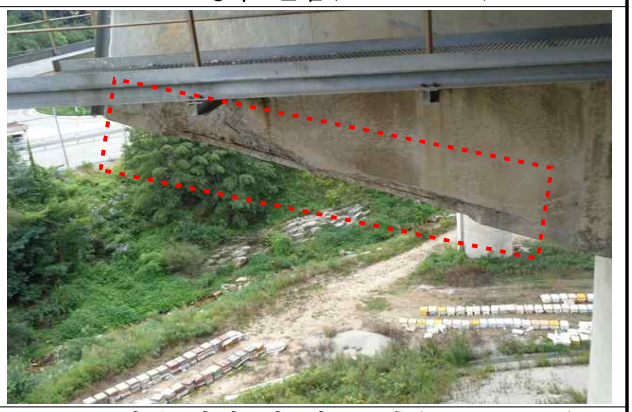
【표 3.25】교각 외관조사 결과

구분	균열 0.3㎜미만 (m/개소)		균열 0.3㎜이상 (m/개소)		망상균열 (㎡/개소)		박리, 박락, 들뜸, 긁힘 (㎡/개소)		재료분리 (㎡/개소)		철근노출 (㎡/개소)		파손 (㎡/개소)		표면열화 (㎡/개소)	
P1	33.9	30	2.0	1	-	-	3.88	5	0.08	1	1.4	1	-	-	2.8	2
P2	54.7	32	-	-	1.44	1	1.08	2	-	-	-	-	-	-	-	-
P3	24.1	21	1.5	1	-	-	6.3	3	-	-	-	-	-	-	2.64	1
P4	11.8	14	2.3	1	-	-	2.28	5	-	-	-	-	-	-	3.5	1
P5	21.6	19	2.3	2	-	-	-	-	0.06	1	-	-	0.04	1	0.6	1
P6	44.9	32	1.0	1	1.0	1	19.0	2	-	-	3.5	1	-	-	1.2	1
합계	191.0	148	9.1	6	2.44	2	32.54	17	0.14	2	4.9	2	0.04	1	10.74	6

P1 코핑부 박락 및 철근노출(0.7m×2.0m)

P2 코핑부 들뜸(1.0m×1.0m)

P3 코핑부 균열(0.3㎜/1.5m)



P6 코핑부 박락 및 철근노출(0.7m×5.0m)

【사진 3.37】교각 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 교각에 대하여 기 점검 결과를 토대로 손상 진전여부를 검토한 결과, 균열(폭 0.3㎜내·외)의 경우 손상물량이 감소하였으며, 이는 기 점검 이후 실시한 보수로 인한 물량 감소인 것으로 확인되었다. 망상균열의 경우 기 점검 이후 추가 발생된 손상으로 인한 물량이 증가하였으며, 박리, 박락, 들뜸, 긁힘의 경우 일부구간 들뜸이 추가 발생되었으나, 기 점검 이후 실시한 보수로 인해 전반적인 물량은 감소된 것으로 확인되었다.

구 분	단 위	2017년 점검	금회점검	비 고
균열 0.3㎜미만	m	195.8	191.0	▼ 4.8
균열 0.3㎜이상	m	25.3	9.1	▼ 16.2
망상균열	㎡	1.44	2.44	▲ 1.0
박리, 박락, 들뜸	㎡	33.78	32.54	▼ 1.24
재료분리	㎡	0.14	0.14	-
철근노출	㎡	4.9	4.9	-
파손	㎡	0.04	0.04	-
표면열화	㎡	10.74	10.74	-

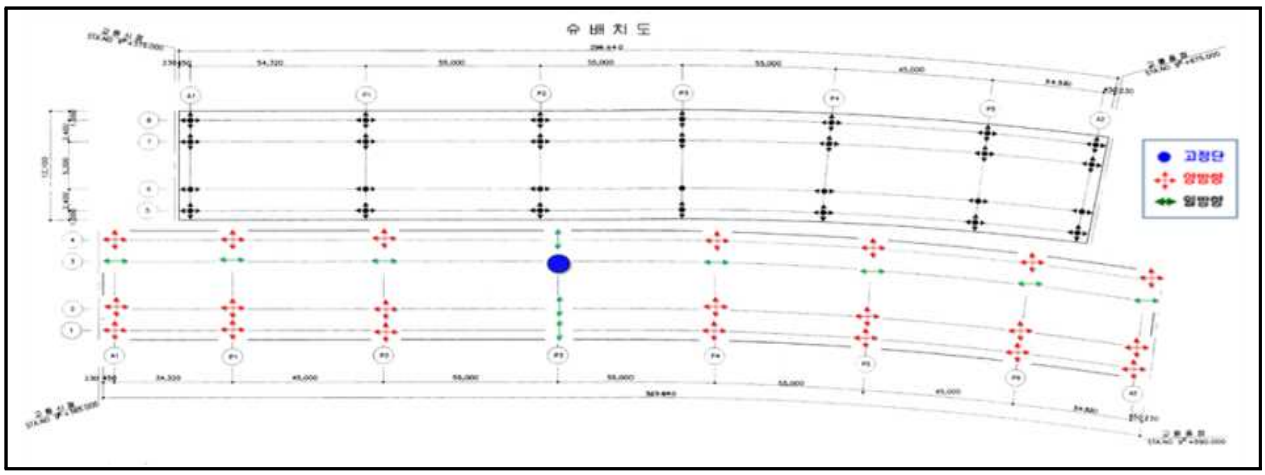
4) 검토의견

- 교각 코핑 및 기둥부에 발생한 폭 0.3㎜내·외 균열 및 재균열, 망상균열은 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형, 보수시 마감미흡, 보수재와 기존 콘크리트의 수축량 차이 등의 복합적인 원인에 의한 비구조적 소수의 미세균열로서 폭 0.3㎜미만 균열의 경우 표면보수를, 폭 0.3㎜이상 균열의 경우 주입보수를 실시하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.
- 교각 일부 구간 발생된 박리, 박락, 긁힘, 들뜸, 재료분리, 파손 등의 손상은 시공초기 다짐부족, 우수유입에 의한 철근부식, 외부 충격 등에 의해 발생된 손상으로 판단되며, 손상의 진전 방지 및 구조물의 내구성 증진을 위한 단면보수, 방청 등의 조치가 요망된다.
- 교각 코핑부에 발생된 철근노출의 경우 우수유입, 동결융해 등에 의한 손상으로 판단되며, 손상의 진전 방지 및 구조물의 내구성 증진을 위한 단면보수, 방청 등의 조치가 요망된다.

바. 교량받침

1) 부재의 개요

- 속사교(강릉)의 받침은 포트받침으로 총 32개가 설치되어 있으며, 받침장치의 순번은 한국도로공사 집중점검세부시행 방법에 따라 번호를 부여하여 현장조사를 수행하였다.



【그림 3.3】 교량받침 배치도

포트받침(일방향) 전경

포트받침(양방향) 전경

포트받침(고정단) 전경

【사진 3.38】 교량받침 전경

2) 현장조사 결과

- 현장조사 결과 기능장애 또는 기능저하를 유발할 손상은 발생하지 않은 상태로, 경미한 본체 부식, 도장 박리 및 박락이 조사되었으며, 교량받침 콘크리트 및 받침몰탈에 폭 0.3㎜내·외 균열, 받침콘크리트 망상균열, 몰탈 들뜸 및 파손, 받침콘크리트 박리 및 박락, 보수재 층분리가 국부적으로 조사되었다.

【표 3.26】교량받침 외관조사 결과

구분	몰탈균열 0.3㎜미만 (m/개소)		받침콘크리트 균열 0.3㎜미만 (m/개소)		받침콘크리트 균열 0.3㎜이상 (m/개소)		받침콘크리트 망상균열 (㎡/개소)		몰탈 들뜸, 파손 (㎡/개소)		받침콘크리트 박리, 박락 (㎡/개소)		받침콘크리트 보수재 층분리 (㎡/개소)		받침 부식, 도장박리 (㎡/개소)	
A1	-	-	0.3	1	-	-	-	-	0.06	1	1.33	10	0.06	1	1.93	5
P1	-	-	1.7	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.25	3
P2	-	-	0.85	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.55	3
P3	0.2	2	3.0	11	0.4	1	0.4	2	-	-	-	-	-	-	0.32	2
P4	0.5	2	1.9	4	-	-	0.08	1	-	-	-	-	-	-	1.71	4
P5	0.7	7	1.2	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.36	4
P6	0.6	3	1.1	4	0.3	1	-	-	0.15	1	-	-	-	-	0.6	4
A2	4.1	3	0.1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.4	4
합계	6.1	17	10.15	35	0.7	2	0.48	3	0.21	2	1.33	10	0.06	1	8.12	29

A1-Sh4 몰탈 파손(2.0m×0.3m)

P2-Sh4 받침 도장박락(0.5m×0.6m)

【사진 3.39】교량받침 손상현황

P3-Sh4 받침콘크리트 망상균열(0.2m×1.5m)	P6-Sh4 몰탈 들뜸(0.3m×0.5m)

【사진 3.39】 교량받침 손상현황(계속)

3) 기 점검 결과 비교

- 교량받침에 대하여 기 점검 결과를 토대로 손상 진전여부를 검토한 결과, 몰탈 들뜸의 경우 기 점검 이후 추가 발생된 손상으로 인한 물량 증가가 확인되었으며, 기 손상부의 경우 손상의 진전은 없는 것으로 확인되었다.

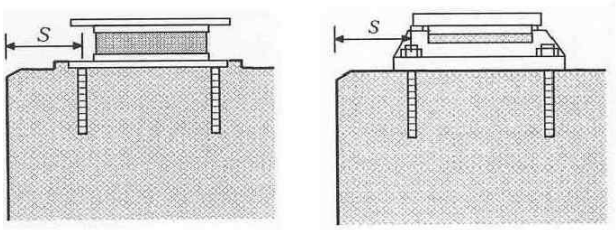
구 분	단 위	2017년 진단	금회점검	비 고
몰탈 균열 0.3㎜미만	m	6.6	6.1	-
받침콘크리트 균열 0.3㎜미만	m	10.15	10.15	-
받침콘크리트 균열 0.3㎜이상	m	0.7	0.7	-
받침콘크리트 망상균열	㎡	0.48	0.48	-
몰탈 들뜸, 파손	㎡	0.06	0.21	▲ 0.15
받침콘크리트 박리, 박락	㎡	1.33	1.33	-
받침콘크리트 보수재 층분리	㎡	0.06	0.06	-
받침 부식, 도장박리	㎡	8.12	8.12	-

4) 검토의견

- 받침본체 외측에서 조사된 본체 부식, 도장박리 및 박락은 신축이음 외측 단부 누수 및 외부 우수유입에 의한 2차 손상으로 판단되며, 신축이음으로 유입되는 우수차단(하부 물받이설치, 외측 차수덮개 또는 조인트설치)이 선행되어야 하고, 손상부는 유지관리를 위하여 재도장이 필요하다.
- 받침콘크리트 및 받침몰탈에서 조사된 균열은 국부적으로 발생된 폭 0.1~0.3㎜의 미세균열로 현 상태에서 별도의 조치보다는 유지관리 후 손상진전 및 추가 손상 발생 시 일괄 보수하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.
- 받침콘크리트 및 받침몰탈에서 조사된 몰탈 들뜸, 파손, 받침콘크리트 박리 및 박락의 경우 공용기간 증가에 의한 손상으로 구조물의 원활한 거동을 위한 단면보수 등의 조치가 요망된다.

5) 연단거리 검토

- 교대 및 교각의 교좌면은 상부구조로부터 집중하중을 받는 부위이고, 지진시에는 큰 수평력이 작용하는 곳이다. 연단거리가 짧으면 고정단에서는 콘크리트 구체 또는 교량받침이 파손될 수 있고, 가동단에서는 최악의 경우 받침이 벗어나 거더가 낙하할 수도 있다.
- 상부구조의 길이에 따라 '도로교설계기준(2009, 국토교통부)'에서는 최소값을 규정하고 있다.



(a) 고무받침 (b) 강재받침

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

【그림 3.4】 도로교설계기준 연단거리 산출방법

받침장치 연단거리 측정(1)

받침장치 연단거리 측정(2)

【사진 3.40】 교량받침장치 연단거리측정

① 연단거리 산출

- 거더 경간길이(L=35.0m) : 200+5×35.0 = 375(㎜)
- 거더 경간길이(L=45.0m) : 200+5×45.0 = 425(㎜)
- 거더 경간길이(L=55.0m) : 200+5×55.0 = 475(㎜)

【표 3.27】 연단거리 측정 결과

구 분		계산 연단거리 (㎜)	실측 연단거리(㎜)				검토 결과
			Sh1	Sh2	Sh3	Sh4	
A1		375	400	410	420	425	O.K
P1	A1측	375	890	900	870	865	O.K
	A2측	425	800	820	810	790	O.K
P2	A1측	425	880	865	850	850	O.K
	A2측	475	830	810	820	830	O.K
P3	A1측	475	770	770	780	790	O.K
	A2측	475	780	790	780	770	O.K
P4	A1측	475	840	790	850	860	O.K
	A2측	475	800	720	790	780	O.K
P5	A1측	475	780	800	850	860	O.K
	A2측	425	870	830	810	800	O.K
P6	A1측	425	880	830	880	870	O.K
	A2측	375	800	790	810	800	O.K
A2		375	510	500	510	490	O.K

② 연단거리 검토의견

▪ 연단거리 측정 결과, 전 개소 모두 실측 연단거리가 계산 연단거리를 상회하고 있는 것으로 측정되어 설계기준을 만족하고 있는 것으로 검토되었다.

6) 교량받침 신축거동상태 검토

가동받침은 상부구조의 온도변화, 처짐 콘크리트의 크리프 및 건조수축 등에 의해 생기는 이동량에 대해서 여유를 가져야 한다. 단, 대상교량은 준공 후 약 20년이 경과된 구조물로 콘크리트 건조수축 및 크리프에 대한 고려는 하지 않으며, 공용 중 온도에 의한 가동여유량을 검토하였다.

① 설계기준온도(-20℃ ~ 40℃(한랭지방))에 따른 여유량 검토

교량 받침 가동량 측정(1)

교량 받침 가동량 측정(2)

【사진 3.41】 교량받침 이동량 측정

【표 3.28】 교량받침 이동량(설계기준 온도) 산정

구 분	온도변화 (ΔT, ℃)		선팽창 계수 (α)	신축거더길이 (L, m)	온도 변화에 의한 이동량(㎜)		비고
	동절기	하절기			동절기	하절기	
A1	-44.1	15.9	0.000012	135	71.4	25.8	
P1	-44.1	15.9	0.000012	100	52.9	19.1	
P2	-44.1	15.9	0.000012	55	29.1	10.5	
P3	고정단						
P4	-44.1	15.9	0.000012	55	29.1	10.5	
P5	-44.1	15.9	0.000012	110	58.2	21.0	
P6	-44.1	15.9	0.000012	155	82.0	29.6	
A2	-44.1	15.9	0.000012	190	100.5	36.3	

1) 조사당시 온도 : 24.1℃(조사일 : 2019년 9월 2일, 평균온도, 강릉)
2) 검토온도 : -20℃ ~ 40℃(한랭지방)

【표 3.29】 교량받침 이동량(설계기준 온도) 검토결과

위치		이동량	측정 가동여유량		계산 가동 이동량		허용변위 (mm)
			수축	신장	최대수축	최대신장	
A1	SH1	10	140	120	71.4	25.8	±130
	SH2	10	140	120			±130
	SH3	10	140	120			±130
	SH4	10	140	120			±130
P1	SH1	20	120	80	52.9	19.1	±100
	SH2	20	120	80			±100
	SH3	25	125	75			±100
	SH4	25	125	75			±100
P2	SH1	0	80	80	29.1	10.5	±80
	SH2	0	80	80			±80
	SH3	0	80	80			±80
	SH4	0	80	80			±80
P3	고정단						
P4	SH1	10	90	70	29.1	10.5	±80
	SH2	10	90	70			±80
	SH3	10	90	70			±80
	SH4	10	90	70			±80
P5	SH1	15	115	85	58.2	21.0	±100
	SH2	15	115	85			±100
	SH3	10	110	90			±100
	SH4	10	110	90			±100
P6	SH1	20	150	110	82.0	29.6	±130
	SH2	20	150	110			±130
	SH3	20	150	110			±130
	SH4	20	150	110			±130
A2	SH1	10	140	120	100.5	36.3	±130
	SH2	10	140	120			±130
	SH3	10	140	120			±130
	SH4	10	140	120			±130
주) 판정 : 최대 받침 이동량 ≤ 실측 받침 가동여유량 ⇒ O.K							

② 교량받침 이동량 검토의견

- 계산여유량과 실측여유량의 비교·검토결과 가동여유량이 충분한 것으로 조사되었으며, 교량받침의 이탈 가능성은 없는 상태로 판단된다.

사. 신축이음장치

1) 부재의 개요

- 본 교량의 신축이음장치는 A1, A2에 시공되어 있으며, 핑거 조인트로 시공된 상태이다. 점검차 조사를 위한 부분 통제시 도보를 통해 근접조사를 실시하였다.

EXP.J1(A1) 전경	EXP.J2(A2) 전경

【사진 3.42】 신축이음장치 전경

2) 현장조사 결과

- 신축이음 현장조사 결과 후타재 마모 및 박리, 유간 이물질퇴적, 하부 부식이 조사되었다.

【표 3.30】 신축이음장치 외관조사 결과

구분	후타재 마모 (㎡/개소)		후타재 박리 (㎡/개소)		유간 이물질퇴적 (㎡/개소)		하부 부식 (㎡/개소)	
A1 (EXP J1)	7.2	1	0.3	1	0.6	1	3.6	1
A2 (EXP J2)	-	-	-	-	-	-	3.6	1
합계	7.2	1	0.3	1	0.6	1	7.2	2

A1 EXP.J1 유간 이물질퇴적(12.0m×0.05m)	A1 EXP.J1 후타재 마모(12.0m×0.3m, 2EA)
A1 EXP.J1 후타재 박리(0.3m×1.0m)	A2 EXP.J2 하부 부식(0.3m×12.0m)

【사진 3.43】 신축이음장치 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 금회 점검에서 신축이음에 대하여 기 점검 결과를 토대로 손상 진전여부를 검토한 결과, 후타재 박리의 경우 기 점검 이후 추가 발생된 손상으로 인해 물량이 증가하였으며, 그 외 기존 손상의 경우 손상의 진전은 없는 것으로 확인되었다.

구 분	단 위	2017년 점검	금회점검	비 고
후타재 마모	㎡	7.2	7.2	-
후타재 박리	㎡	-	0.3	▲ 0.3
유간 이물질퇴적	㎡	0.6	0.6	-
하부 부식	㎡	7.2	7.2	-

4) 검토의견

- 신축이음 본체에서는 차량통행으로 인한 분산먼지 등에 의한 이물질퇴적이 조사되어 청소가 필요하며, 신축부 하부 부식 손상은 현재 신축작용에 문제는 없는 상태로서 주의관찰을 통한 유지관리가 필요하다.
- 후타재에 조사된 마모 및 박리의 경우 공용기간 증가, 차량반복하중에 의하여 발생한 것으로 신축작용에 문제는 없는 상태로서 추후 점검을 통한 유지관리 후 손상의 진전 시 적절한 조치를 취하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.

5) 신축이음 거동상태 검토

신축이음장치 신축량의 계산은 온도변화, 건조수축, 활하중에 의한 지점의 회전을 고려하여 계산하여야 하나 본 교량은 20년 이상 공용중에 있는 교량으로 가장 신축량이 크게 발생되는 온도변화에 의한 거동만을 고려하여 평가하였다.

① 설계기준온도(-20℃ ~ 40℃(한랭지방))에 따른 여유량 검토

<table>
<tr><th>구분</th><th>계산방법</th><th>비고</th></tr>
<tr><td>이론
신축량</td><td>• 온도변화에 의한 이동량
▸ Δlt = ΔT · α · L
여기서, Δlt : 온도변화에 의한 이동량
ΔT : 온도변화 범위(기상청 자료참조)
α(강재): 1.2×10-5, α(콘크리트): 1.0×10-5
L : 신축보의 길이(㎜)</td><td rowspan="2">

 </td></tr>
<tr><td>소요
신축량</td><td>•소요 가동량 산정
조사일 : 2019. 06. 27. 기온 적용: 23.4℃(일평균)
△T(신장시) : 40.0℃-24.4℃ = 15.6℃
△T(수축시) : -20.0℃-(24.4℃) = -44.4℃
△lt(최소필요유간) : △T×α×L
•형식별 온도변화범위(℃)
<table>
<tr><th colspan="2">교량형식</th><th>보통지방</th><th>한랭지방</th><th>선팽창계수α(/℃)</th></tr>
<tr><td rowspan="2">강교</td><td>상로교</td><td>-10～+40</td><td>-20～+40</td><td>1.2×10-5</td></tr>
<tr><td>하로교,
강바닥판교</td><td>-10～+50</td><td>-20～+40</td><td>1.2×10-5</td></tr>
<tr><td colspan="2">RC, PSC교</td><td>-5～+35</td><td>-15～+35</td><td>1.0×10-5</td></tr>
</table></td></tr>
</table>

【사진 3.44】신축이음 유간 측정방법

【표 3.31】 신축이음 신축이동량 산정

구 분	온도변화 (ΔT, ℃)		선팽창 계수 (α)	신축거더 길이(L, m)	온도 변화에 의한 이동량(㎜)		비고
	동절기	하절기			동절기	하절기	
A1	-43.4	16.6	0.000012	135	-70.3	26.9	
A2	-43.4	16.6	0.000012	190	-99.0	37.8	
1) 조사당시 온도 : 23.4℃(조사일 : 2019년 6월 27일, 평균온도, 강릉) 2) 검토온도 : -20℃ ~ 40℃(한랭지방)							

【표 3.32】 신축이음장치 및 바닥판 단부 가동여유량 검토결과

구 분	계산 이동량(㎜)		점검당시 실측유간(㎜)	허용량(㎜)	신축 여유량(㎜)		검토 결과
	최대 수축시	최대 신장시			최대 수축시	최대 신장시	
A1	-70.3	26.9	40.0	240	129.7	13.1	O.K
A2	-99.0	37.8	85.0	240	56.0	47.2	O.K
주) 판정 : 0.0㎜ ≤ 신축 여유량 ≤ 허용량 ⇒ O.K							

6) 신축거동상태 검토의견

- 신축이음장치에 대한 신축유간 측정결과, 측정일 온도는 23.4℃(6월27일)로써 이때 측정유간은 40.0~85.0㎜ 범위로 나타나 설계온도에 대한 충분한 여유량을 확보하고 있는 것으로 평가되었다.

아. 교면포장

1) 부재의 개요

- 속사교(강릉)의 바닥판 상면에 위치하여 차량에서 발생하는 진동을 흡수·분산시키고, 외부의 불리한 환경조건에 대해서 바닥판을 보호하는 역할을 하는 교면포장은 L.M.C 포장으로 되어있다.

교면포장 전경	교면포장 현장조사를 위한 상부 교통통제

【사진 3.45】교면포장 전경

2) 현장조사 결과

- 현장조사 결과 전반적으로 양호한 상태이며, 접속부의 경우 아스콘 들뜸이 조사되었다.

【표 3.33】교면포장 외관조사 결과

구분	접속부 아스콘 들뜸 (㎡/개소)	
S1	-	-
S2	-	-
S3	-	-
S4	-	-
S5	-	-
S6	-	-
S7	0.3	1
합계	0.3	1

교면포장 상태양호	S7 접속부 아스콘 들뜸(0.2m×1.5m)

【사진 3.46】교면포장 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 금회 점검에서 교면포장에 대하여 기 점검 결과를 토대로 손상 진전여부를 검토한 결과, 접속부 아스콘 들뜸의 경우 기 점검 이후 발생된 손상으로 인한 물량이 증가되었다.

구 분	단 위	2017년 점검	금회점검	비 고
접속부 아스콘 들뜸	㎡	-	0.3	▲ 0.3

4) 검토의견

- 교면포장 접속부에 발생된 아스콘 들뜸의 경우 공용기간 증가 및 차량반복하중에 의해 발생된 손상으로 판단된다. 기 손상부의 경우 손상 정도가 경미하며 차량의 주행성에 영향을 미칠만한 손상은 아니므로 주의관찰 후 손상의 진전 시 적절한 조치를 취하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.

자. 배수시설

1) 부재의 개요

- 속사교(강릉)는 교량의 횡단구배 특성에 따라 교량의 좌측 갓길에 배수시설이 설치되어 있다.

배수구 전경	배수관 전경

【사진 3.47】 배수시설 전경

2) 현장조사 결과

- 배수시설에 대한 현장조사 결과 배수구 스틸그레이팅 파손, 변형, 망실, 배수관 길이부족이 조사되었다.

【표 3.34】 배수시설 외관조사 결과

구분	배수구 스틸그레이팅 파손, 변형, 망실 (개소/개소)		배수관 길이부족 (m/개소)	
S1	1.0	1	-	-
S2	3.0	3	1.0	1
S3	1.0	1	-	-
S4	5.0	5	-	-
S5	1.0	1	-	-
S6	3.0	3	-	-
S7	2.0	2	-	-
합계	16.0	16	1.0	1

배수구 스틸그레이팅 파손(S4)	배수구 스틸그레이팅 변형(S7)

【사진 3.48】 배수시설 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 배수시설에 대하여 기 점검 결과를 토대로 손상 진전여부를 검토한 결과, 배수구 스틸그레이팅 파손의 경우 기 점검 이후 추가 발생된 손상으로 인한 물량이 증가하였다.

구 분	단 위	2017년 진단	금회점검	비 고
배수구 스틸그레이팅 파손, 망실, 변형	EA	15.0	16.0	▲ 1.0
배수관 길이부족	m	1.0	1.0	-

4) 검토의견

- 배수시설에 발생한 배수구 스틸그레이팅 파손 및 망실, 변형은 공용기간 증가에 따른 열화, 우수유입에 의한 부식, 외부충격 등에 의해 발생된 것으로 판단되며, 손상의 진전 방지 및 원활한 배수기능 확보를 위한 정비가 필요할 것으로 판단된다. 교각 P2에 발생된 배수관 길이부족의 경우 시공미흡에 의한 손상으로 손상정도가 경미하여 주의관찰 하여도 무방하다.

차. 방호벽

1) 부재의 개요

- 차량의 차도이탈 방지, 사고시 완충작용 등의 기능을 하는 방호울타리는 철근콘크리트 구조로 설치되어있다.

방호벽 전경#1	방호벽 전경#2

【사진 3.49】 방호벽 및 중앙분리대 전경

2) 현장조사 결과

- 방호벽에 대한 현장조사 균열 및 재균열(폭 0.3㎜내·외), 균열부 백태, 백태, 박락 및 파손이 조사되었다.

【표 3.35】 방호벽 및 중앙분리대 외관조사 결과

구분	균열 0.3㎜미만 (m/개소)		균열 0.3㎜이상 (m/개소)		균열부 백태 (㎡/개소)		백태 (㎡/개소)		박락, 파손 (㎡/개소)	
S1	-	-	-	-	-	-	4.5	3	1.8	2
S2	-	-	-	-	-	-	0.3	1	-	-
S3	3.8	2	-	-	-	-	4.8	3	-	-
S4	6.1	5	1.1	1	0.4	2	-	-	9.0	2
S5	-	-	-	-	3.5	24	-	-	-	-
S6	1.5	1	-	-	1.0	8	-	-	-	-
S7	-	-	-	-	2.6	13	-	-	-	-
합계	11.4	8	1.1	1	7.5	47	9.6	7	10.8	4

S1 방호벽 파손(0.3m×5.0m)	S5 중앙분리대 균열부 백태(0.2m×1.0m, 11EA)

【사진 3.50】 방호벽 및 중앙분리대 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 방호벽 및 중앙분리대에 대하여 기 점검 결과를 토대로 손상 진전여부를 검토한 결과, 균열 및 백태의 경우 기 점검 이후 실시된 보수로 인해 물량이 감소된 것으로 확인되었으며, 균열부 백태, 박락 및 파손의 경우 기 점검 이후 추가 발생된 손상으로 인해 물량이 증가되었다.

구 분	단 위	2017년 점검	금회점검	비 고
균열 0.3㎜미만	m	33.55	12.5	▼ 21.05
균열 0.3㎜이상	m			
균열부 백태	㎡	-	7.5	▲ 7.5
백태	㎡	11.1	9.6	▼ 1.5
박락, 파손	㎡	9.31	10.8	▲ 1.49

4) 검토의견

- 방호벽 및 중앙분리대에 발생된 박락, 파손의 경우 공용중 외부 충격, 우수 유입 등에 의해 발생된 손상으로 손상의 진전 방지 및 구조물의 내구성 증진을 위한 단면보수 등의 조치가 필요할 것으로 판단된다.
- 균열 및 균열부 백태, 백태의 경우 건조수축, 균열부 우수유입 등에 의한 손상으로 판단되며, 손상의 진전 방지를 위한 표면보수, 주입보수 등의 조치가 요망된다.

카. 교량 점검시설

1) 부재의 개요

- 속사교(강릉)의 점검통로는 교량 상면 갓길을 이용하여 출입가능하며, 교각(P1, P2, P3, P4, P5, P6) 코핑부에 강재+알루미늄 재질의 점검통로가 전·배면 2면에 설치되어 있다.

점검통로 전경#1	점검통로 전경#2

【사진 3.51】 교량 점검시설 전경

2) 현장조사 결과

- 교각에 설치된 점검통로 조사 시 점검발판, 볼트 체결상태, 점검난간, 사다리 등을 중점적으로 조사하였으며, 손상이 없는 양호한 상태인 것으로 조사되었다.

【표 3.36】 교량 점검시설 외관조사 결과

구분	손상현황
P1~P6	상태양호

3) 기 점검 결과 비교

- 교량 점검시설에 대하여 기 점검 결과를 토대로 손상 여부를 검토한 결과, 기 점검 이후 추가 발생된 손상은 없는 것으로 확인되었다.

구 분	단 위	2017년 점검	금회점검	비 고
상태양호	-	-	-	-

4) 검토의견

- 교량 점검시설에 대한 외관조사 결과, 양호한 상태인 것으로 조사되었으며, 추후 주기적인 점검을 통한 유지관리를 실시하여 현재 상태를 유지하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.

3.2.3 외관조사 총괄표

가. 인천방향

【표 3.18】 손상내용 총괄표

구분		손상 내용	단위	물량	개소	비고
바닥판 하면		데크플레이트 부식	㎡	119.82	239	
		데크플레이트 변형	EA	1.0	1	
		백태, 누수흔적	㎡	6.94	4	
		박리	㎡	2.4	2	
		재료분리	㎡	1.5	1	
		철근노출	㎡	0.18	3	
		표면열화	㎡	19.5	2	
		표면보호제 박락	㎡	13.0	8	
거더	외부	플랜지 변형	㎡	0.14	1	
		부식	㎡	0.01	1	
		백태오염	㎡	0.8	1	
		볼트 부식	㎡	8.75	7	
	내부	부식, 도장박락	㎡	0.81	8	
		백태오염	㎡	0.09	1	
		용접불량	EA	3	3	
		실런트 미충진	EA	109	109	
		볼트부식	㎡	0.59	19	
		우수유입	EA	80	80	
가로보		도장들뜸 및 박락	㎡	2.0	2	
교대		균열(0.3㎜미만)	m	2.6	5	
		균열(0.3㎜이상)	m	4.4	3	
		망상균열	㎡	3.58	2	
		박락	㎡	0.05	2	
		녹오염	㎡	0.09	3	
		체수	EA	1	1	
		이물질퇴적	㎡	19.0	2	
		사면보호공 박락	㎡	59.5	2	
		사면보호공 이격	m	2.0	1	
		보호블럭 탈락	㎡	38.3	2	
		보호블럭 침하	㎡	15.0	1	

【표 3.18】 손상내용 총괄표(계속)

구분	손상 내용	단위	물량	개소	비고
교각	균열(0.3㎜미만)	m	197.51	177	
	망상균열	㎡	19.16	9	
	박리, 박락	㎡	46.79	22	
	재료분리	㎡	1.13	4	
	긁힘	㎡	0.65	2	
	철근노출	㎡	0.16	1	
	표면열화, 표면불량	㎡	12.04	7	
교량받침	받침몰탈 균열	m	5.25	19	
	받침콘크리트 균열	m	6.15	24	
	받침몰탈 망상균열	㎡	0.07	1	
	받침콘크리트 박락	㎡	0.12	1	
	받침몰탈 박락	㎡	0.37	2	
	받침콘크리트 재료분리	㎡	0.02	1	
	받침부식, 도장박리	㎡	4.65	11	
교면포장	접속부 아스콘 파손	㎡	0.2	1	
배수시설	배수구 스틸그레이팅 변형, 망실	EA	3	3	
	배수구 막힘	EA	4	4	
방호벽 및 중앙분리대	방호벽 외측 박리,박락,철근노출	㎡	151.0	6	
점검시설	점검통로 볼트 연단거리 부족	EA	1	1	
	점검통로 볼트 미체결	EA	1	1	
	점검통로 난간 파손	EA	1	1	

나. 강릉방향

【표 3.37】 손상내용 총괄표

구분		손상 내용	단위	물량	개소	비고
바닥판 하면		균열 0.3㎜미만	m	2.0	2	
		균열/백태	m	3.6	3	
		백태	㎡	4.34	3	
		박리, 박락	㎡	33.92	23	
		데크플레이트 부식	㎡	177.11	303	
		철근노출	㎡	0.58	4	
		표면열화	㎡	59.4	5	
거더	거더외부	강재부식, 점부식	㎡	11.34	19	
		도장박리, 긁힘	㎡	0.22	3	
		볼트부식	㎡	17.01	24	
		누수흔적	㎡	0.25	1	
	거더내부	우수유입	㎡	369.0	12	
		백태오염	㎡	23.23	17	
		이물질퇴적	㎡	1.22	6	
		실런트 미충진	EA	104.0	104	
		강재부식, 점부식	㎡	81.31	77	
		도장박리	㎡	1.54	9	
		볼트부식	㎡	0.11	11	
교대		균열(0.3㎜미만)	m	2.35	3	
		균열(0.3㎜이상)	m	2.1	3	
		망상균열	㎡	19.73	6	
		균열/백태	m	1.4	2	
		백태	㎡	0.74	4	
		박리, 박락, 들뜸	㎡	0.42	4	
		누수흔적, 체수	㎡	2.63	4	
		실란트 파손	m	5.0	1	
		녹오염	㎡	0.01	1	
		표면열화	㎡	3.08	2	
		이물질퇴적	㎡	4.0	1	
		보호블럭 부분 탈락	㎡	44.0	1	
		보호블럭 부분 함몰	㎡	10.0	1	
		점검계단 파손	㎡	0.4	1	

【표 3.37】 손상내용 총괄표(계속)

구분	손상 내용	단위	물량	개소	비고
교각	균열 0.3㎜미만	m	191.0	148	
	균열 0.3㎜이상	m	9.1	6	
	망상균열	㎡	2.44	2	
	박리, 박락, 들뜸	㎡	32.54	17	
	재료분리	㎡	0.14	2	
	철근노출	㎡	4.9	2	
	파손	㎡	0.04	1	
	표면열화	㎡	10.74	6	
교량받침	몰탈 균열 0.3㎜미만	m	6.1	17	
	받침콘크리트 균열 0.3㎜미만	m	10.15	35	
	받침콘크리트 균열 0.3㎜이상	m	0.7	2	
	받침콘크리트 망상균열	㎡	0.48	3	
	몰탈 들뜸, 파손	㎡	0.21	2	
	받침콘크리트 박리, 박락	㎡	1.33	10	
	받침콘크리트 보수재 층분리	㎡	0.06	1	
	받침 부식, 도장박리	㎡	8.12	29	
신축이음	후타재 마모	㎡	7.2	1	
	후타재 박리	㎡	0.3	1	
	유간 이물질퇴적	㎡	0.6	1	
	하부 부식	㎡	7.2	2	
교면포장	접속부 아스콘 들뜸	㎡	0.3	1	
배수시설	배수구 스틸그레이팅 파손, 망실, 변형	EA	16.0	16	
	배수관 길이부족	m	1.0	1	
방호벽 및 중분대	균열 0.3㎜미만	m	11.4	8	
	균열 0.3㎜이상	m	1.1	1	
	균열부 백태	㎡	7.5	47	
	백태	㎡	9.6	7	
	박락, 파손	㎡	10.8	4	

3.2.4 전회차 손상물량 비교

가. 인천방향

【표 3.19】 전회차 손상물량 비교

위치		손상내용	단위	2017년 물량	금회 물량	증,감 (▲, ▼)	비고
바닥판 하면		데크플레이트 부식	㎡	138.45	119.82	▼ 18.63	
		데크플레이트 변형	EA	1	1	-	
		백태, 누수흔적	㎡	6.94	6.94	-	
		박리	㎡	-	2.4	▲ 2.4	
		재료분리	㎡	1.5	1.5	-	
		철근노출	㎡	1.38	0.18	▼ 1.2	
		표면열화	㎡	-	19.5	▲ 19.5	
		표면보호제 박락	㎡	-	13.0	▲ 13.0	
거더	외부	플랜지 변형	㎡	0.14	0.14	-	
		부식	㎡	-	0.01	▲ 0.01	
		백태오염	㎡	-	0.8	▲ 0.8	
		볼트 부식	㎡	-	8.75	▲ 8.75	
	내부	부식, 도장박락	㎡	-	0.81	▲ 0.81	
		백태오염	㎡	-	0.09	▲ 0.09	
		용접불량	EA	3	3	-	
		실런트 미충진	EA	109	109	-	
		볼트부식	㎡	-	0.59	▲ 0.59	
		우수유입	EA	80	80	-	
가로보		도장들뜸, 박락	㎡	-	2.0	▲ 2.0	
교대		균열(0.3㎜미만)	m	4.2	2.6	▼ 1.6	
		균열(0.3㎜이상)	m	2.0	4.4	▲ 2.4	
		망상균열	㎡	7.58	3.58	▼ 4.0	
		박락	㎡	0.86	0.05	▼ 0.81	
		녹오염	㎡	0.09	0.09	-	
		체수	EA	1	1	-	
		이물질퇴적	㎡	19.0	19.0	-	
		사면보호공 박락	㎡	59.5	59.5	-	
		사면보호공 이격	m	2.0	2.0	-	
		보호블럭 탈락	㎡	38.3	38.3	-	
		보호블럭 침하	㎡	15.0	15.0	-	

【표 3.19】 전회차 손상물량 비교(계속)

위치	손상내용	단위	2017년	금회	증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	물량		
교각	균열(0.3㎜미만)	m	199.21	197.51	▼ 1.7	
	균열(0.3㎜이상)	m	35.2	-	▼ 35.2	
	망상균열	㎡	36.9	19.16	▼ 17.74	
	박리, 박락	㎡	47.38	46.79	▼ 0.59	
	재료분리	㎡	1.13	1.13	-	
	긁힘	㎡	0.65	0.65	-	
	철근노출	㎡	4.66	0.16	▼ 4.5	
	표면열화, 표면불량	㎡	12.45	12.04	▼ 0.41	
교량받침	받침몰탈 균열	m	7.8	5.25	▼ 2.55	
	받침콘크리트 균열	m	5.25	6.15	▲ 0.9	
	받침몰탈 망상균열	㎡	0.07	0.07	-	
	받침콘크리트 박락	㎡	0.05	0.12	▲ 0.07	
	받침몰탈 박락	㎡	-	0.37	▲ 0.37	
	받침콘크리트 재료분리	㎡	0.02	0.02	-	
	받침부식, 도장박리	㎡	4.65	4.65	-	
교면포장	접속부 아스콘 파손	㎡	-	0.2	▲ 0.2	
배수시설	스틸그레이팅 변형, 망실	EA	3	3	-	
	배수구 막힘	EA	8	4	▼ 4.0	
방호벽	박리, 박락, 철근노출	㎡	-	151.0	▲ 151.0	
점검시설	볼트 연단거리 부족	EA	-	1	▲ 1.0	
	볼트 미체결	EA	-	1	▲ 1.0	
	난간 파손	EA	-	1	▲ 1.0	

나. 강릉방향

【표 3.38】 전회차 손상물량 비교

위치		손상내용	단위	2017년	금회	증,감 (▲, ▼)	비고
				물량	물량		
바닥판 하면		균열 0.3㎜미만	m	2.0	2.0	-	
		균열/백태	m	3.6	3.6	-	
		백태	㎡	11.68	4.34	▼ 7.34	
		박리, 박락	㎡	28.37	33.92	▲ 5.55	
		데크플레이트 부식	㎡	175.47	177.11	▲ 1.64	
		철근노출	㎡	0.58	0.58	-	
		표면열화	㎡	59.4	59.4	-	
거더	외부	강재부식, 점부식	㎡	11.34	11.34	-	
		도장박리, 긁힘	㎡	0.22	0.22	-	
		볼트부식	㎡	15.45	17.01	▲ 1.56	
		누수흔적	㎡	0.25	0.25	-	
	내부	우수유입	㎡	367.0	369.0	▲ 2.0	
		백태오염	㎡	23.23	23.23	-	
		이물질퇴적	㎡	0.86	1.22	▲ 0.36	
		실런트 미충진	EA	104.0	104.0	-	
		강재부식, 점부식	㎡	81.31	81.31	-	
		도장박리	㎡	1.54	1.54	-	
		볼트부식	㎡	0.11	0.11	-	
교대		균열(0.3㎜미만)	m	2.35	2.35	-	
		균열(0.3㎜이상)	m	2.1	2.1	-	
		망상균열	㎡	20.49	19.73	▼ 0.76	
		균열/백태	m	1.4	1.4	-	
		백태	㎡	0.74	0.74	-	
		박리, 박락, 들뜸	㎡	1.8	1.85	▲ 0.05	
		누수흔적, 체수	㎡	2.63	2.63	-	
		실란트 파손	m	5.0	5.0	-	
		녹오염	㎡	0.01	0.01	-	
		표면열화	㎡	0.08	3.08	▲ 3.0	
		이물질퇴적	㎡	4.0	4.0	-	
		보호블럭 부분 탈락	㎡	44.0	44.0	-	
		보호블럭 부분 함몰	㎡	10.0	10.0	-	
		점검계단 파손	㎡	0.4	0.4	-	

【표 3.38】 전회차 손상물량 비교(계속)

위치	손상내용	단위	2017년 물량	금회 물량	증,감 (▲, ▼)	비고
교각	균열 0.3㎜미만	m	195.8	191.0	▼ 4.8	
	균열 0.3㎜이상	m	25.3	9.1	▼ 16.2	
	망상균열	㎡	1.44	2.44	▲ 1.0	
	박리, 박락, 들뜸	㎡	33.78	32.54	▼ 1.24	
	재료분리	㎡	0.14	0.14	-	
	철근노출	㎡	4.9	4.9	-	
	파손	㎡	0.04	0.04	-	
	표면열화	㎡	10.74	10.74	-	
교량받침	몰탈 균열 0.3㎜미만	m	6.6	6.1	-	
	받침콘크리트 균열 0.3㎜미만	m	10.15	10.15	-	
	받침콘크리트 균열 0.3㎜이상	m	0.7	0.7	-	
	받침콘크리트 망상균열	㎡	0.48	0.48	-	
	몰탈 들뜸, 파손	㎡	0.06	0.21	▲ 0.15	
	받침콘크리트 박리, 박락	㎡	1.33	1.33	-	
	받침콘크리트 보수재 층분리	㎡	0.06	0.06	-	
	받침 부식, 도장박리	㎡	8.12	8.12	-	
신축이음	후타재 마모	㎡	7.2	7.2	-	
	후타재 박리	㎡	-	0.3	▲ 0.3	
	유간 이물질퇴적	㎡	0.6	0.6	-	
	하부 부식	㎡	7.2	7.2	-	
교면포장	접속부 아스콘 들뜸	㎡	-	0.3	▲ 0.3	
배수시설	배수구 그레이팅 파손, 망실, 변형	EA	15.0	16.0	▲ 1.0	
	배수관 길이부족	m	1.0	1.0	-	
방호벽 및 중분대	균열 0.3㎜미만	m	33.55	12.5	▼ 21.05	
	균열 0.3㎜이상	m				
	균열부 백태	㎡	-	7.5	▲ 7.5	
	백태	㎡	11.1	9.6	▼ 1.5	
	박락, 파손	㎡	9.31	10.8	▲ 1.49	

3.3 콘크리트 내구성 조사

3.3.1 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(2019. 1, 국토교통부/한국시설안전공단)』에 근거하여 시험방법, 시험빈도 및 평가방법 등을 실시하였다.

나. 조사 현황 및 위치

1) 조사 현황

본 과업에서 콘크리트 내구성조사를 위해 콘크리트 강도시험(반발경도시험), 철근탐사시험, 탄산화깊이 측정을 실시하였으며, 각 부재별 콘크리트 비파괴시험 현황은 다음과 같다.

【표 3.39】 콘크리트 및 강재 비파괴시험 현황(인천)

항 목	기준수량		수 량(개소)				비 고
	상부구조	하부구조	기준		실시		
			상부	하부	상부	하부	
반발경도 시 험	• 철근콘크리트: 1개소/50m	• 철근콘크리트: 1개소/50m	6	6	6	6	
탄산화 깊이 측정	• 5경간 이내: 2~3개소[1)] • 5경간 이상: 3~6개소[2)]		2	3	2	3	

【표 3.40】 콘크리트 및 강재 비파괴시험 현황(강릉)

항 목	기준수량		수 량(개소)				비 고
	상부구조	하부구조	기준		실시		
			상부	하부	상부	하부	
반발경도 시 험	• 철근콘크리트: 1개소/50m	• 철근콘크리트: 1개소/50m	7	7	7	7	
탄산화 깊이 측정	• 5경간 이내: 2~3개소[1)] • 5경간 이상: 3~6개소[2)]		2	3	2	3	

2) 콘크리트 강도시험 위치 선정사유

상부구조는 외관조사 결과 바닥판은 전경간 노출된 상태로 되어 있으며, 내구성시험의 정확한 결과값을 얻기 위하여 접근성이 용이하고 콘크리트표면의 요철 및 곰보자국 등을 피하여 외관상 양호한 곳을 선정하여 내구성 시험을 실시하였다.

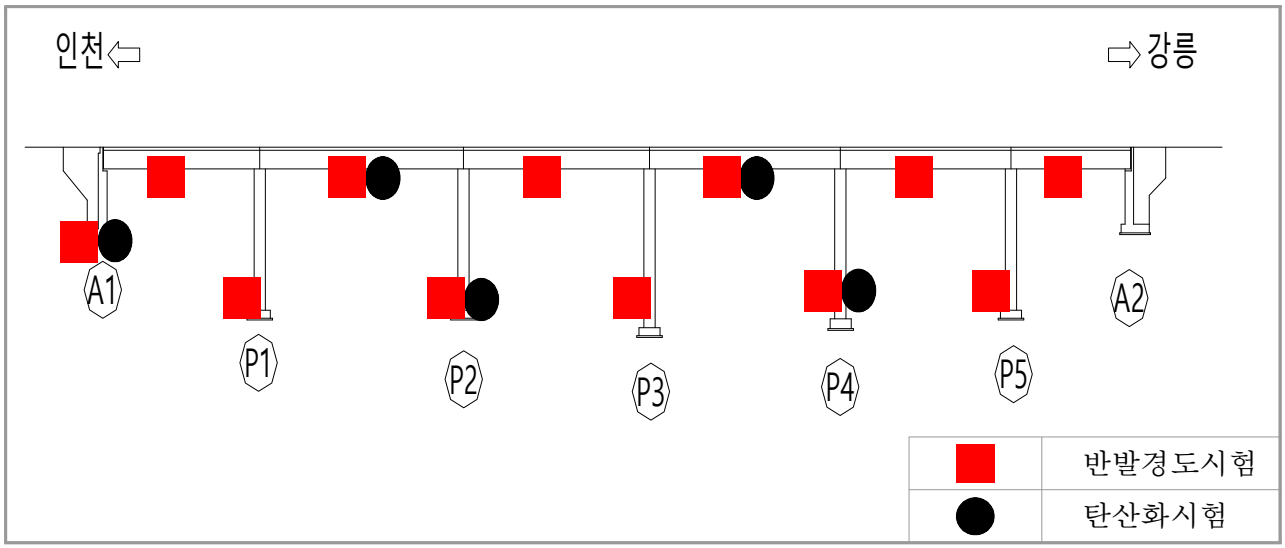
3) 조사 사진

반발경도시험

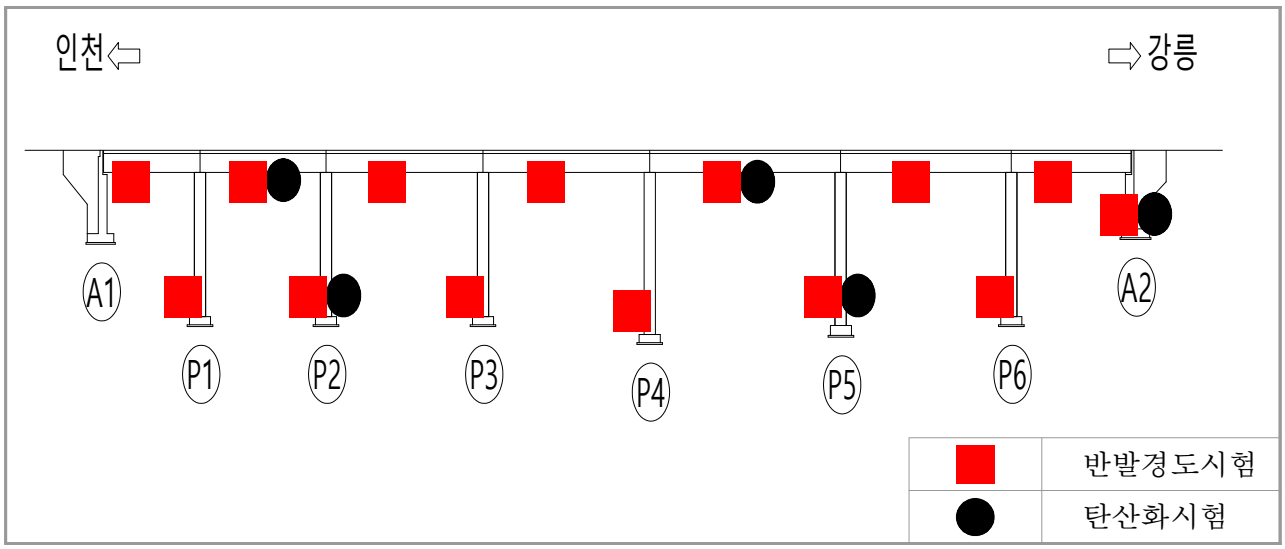
탄산화 깊이 측정

【사진 3.52】 콘크리트 내구성조사 현황

4) 콘크리트 내구성조사 위치도



【그림 3.5】 콘크리트 내구성조사 위치도(인천)



【그림 3.6】 콘크리트 내구성조사 위치도(강릉)

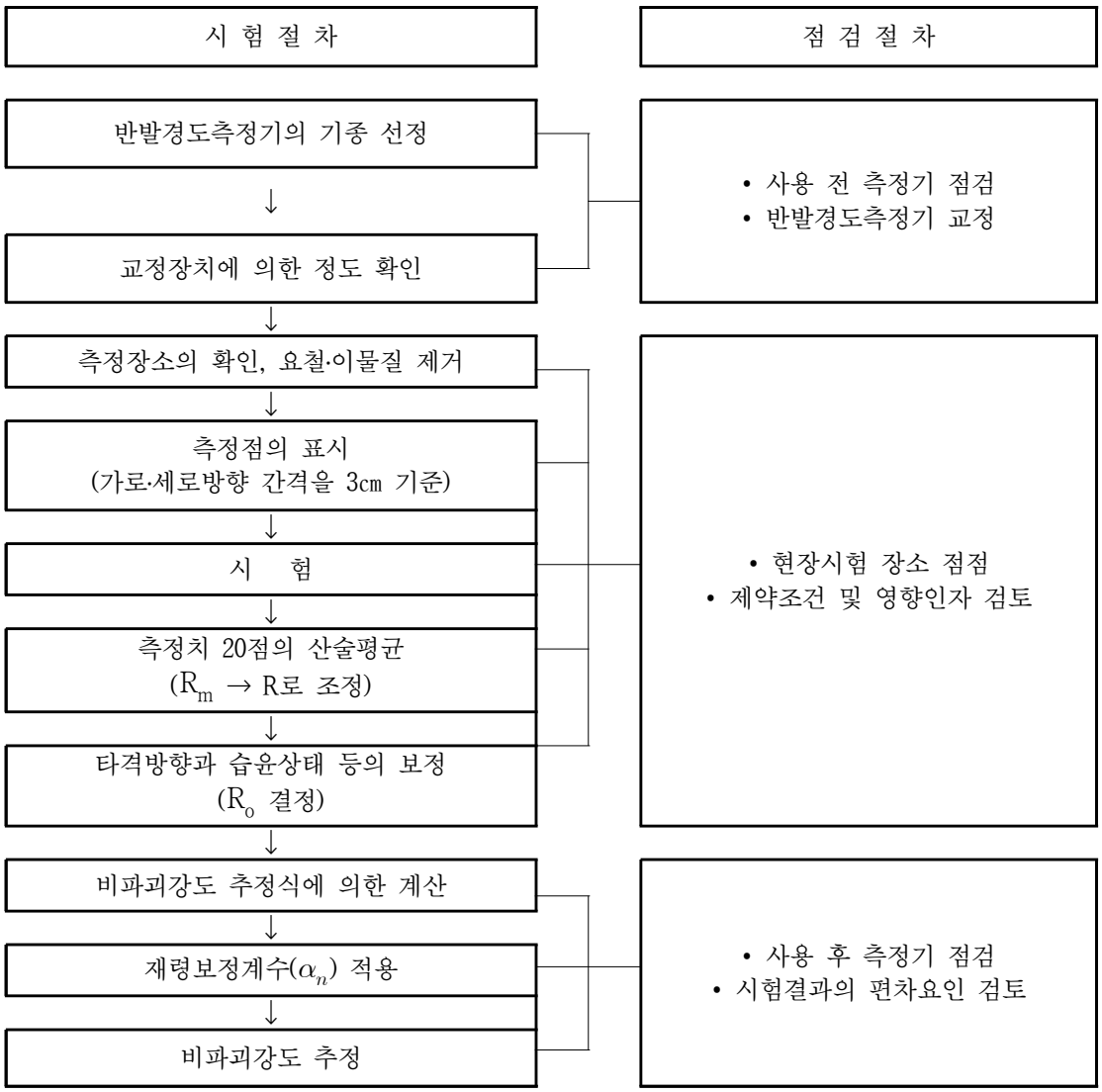
3.3.2 시험내용 및 평가기준

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 3.7】 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 3.40】 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 3.41】 기존의 비파괴강도 추정 제안식(반발경도시험)

구 분	추 정 식(MPa)	비 고
일본재료학회	$F_c = (-184.0 + 13R_o) \times 0.098$	금회 적용
일본건축학회	$F_c = (7.3R_o + 100) \times 0.098$	금회 적용
과학기술부	$F_c = (-112.8 + 15.2R_o) \times 0.098$	-
시설안전공단 제안식	$F_c = 2.304R_o - 38.80$	-
※ 안전점검 및 정밀안전진단 세부지침(2018. 1, 국토교통부/한국시설안전공단)		

④ 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 3.42】와 같으며, 3,000일 이상의 재령에 대해서는 0.63을 적용한다.

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

【표 3.42】 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

나. 탄산화깊이 측정

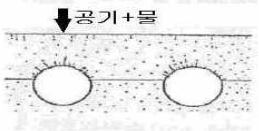
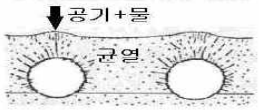
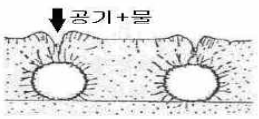
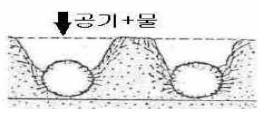
1) 개 요

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 중요하다.

	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 3.8】 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 3.43】 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 ℃ 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.

수명예측(년) = (철근피복 / 탄산화 속도계수)2

잔존수명예측(년) = 수명예측년수 - 경과년수

5) 평가기준

탄산화 상태평가 기준은 다음과 같다.

【표 3.44】 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	-	-

3.3.3 시험결과 및 분석

가. 인천방향

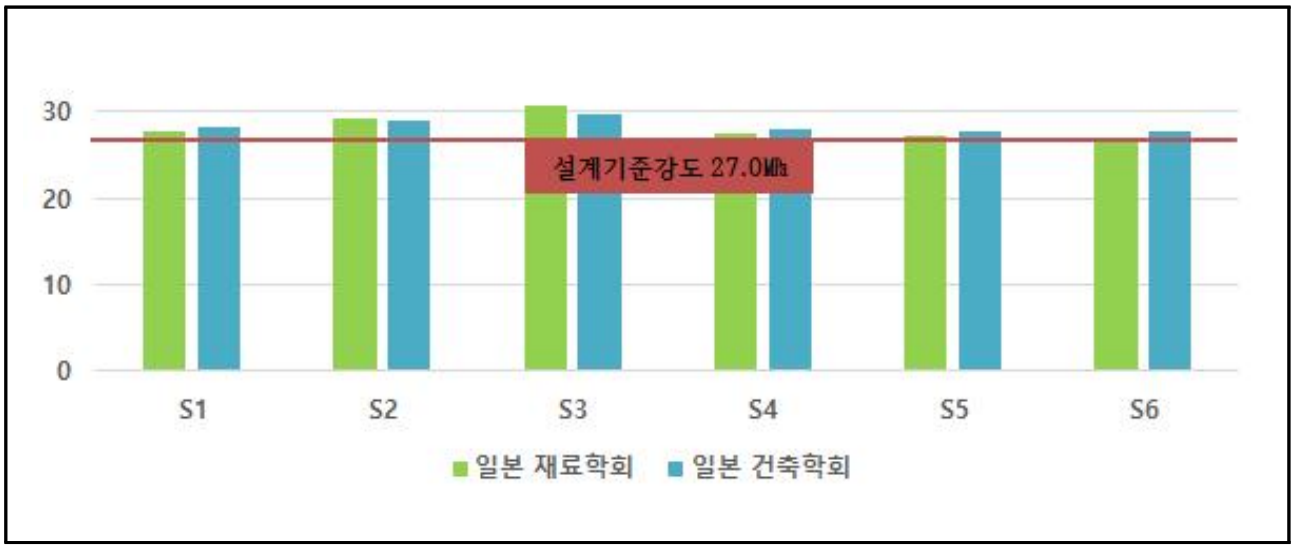
1) 콘크리트 강도시험

속사교(인천)의 콘크리트 비파괴강도시험은 상·하부구조에서 반발경도시험(총 12개소)를 실시하였으며, 검토결과는【표 3.45】, 【표 3.46】와 같다.

① 비파괴강도 시험결과

【표 3.45】 상부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과

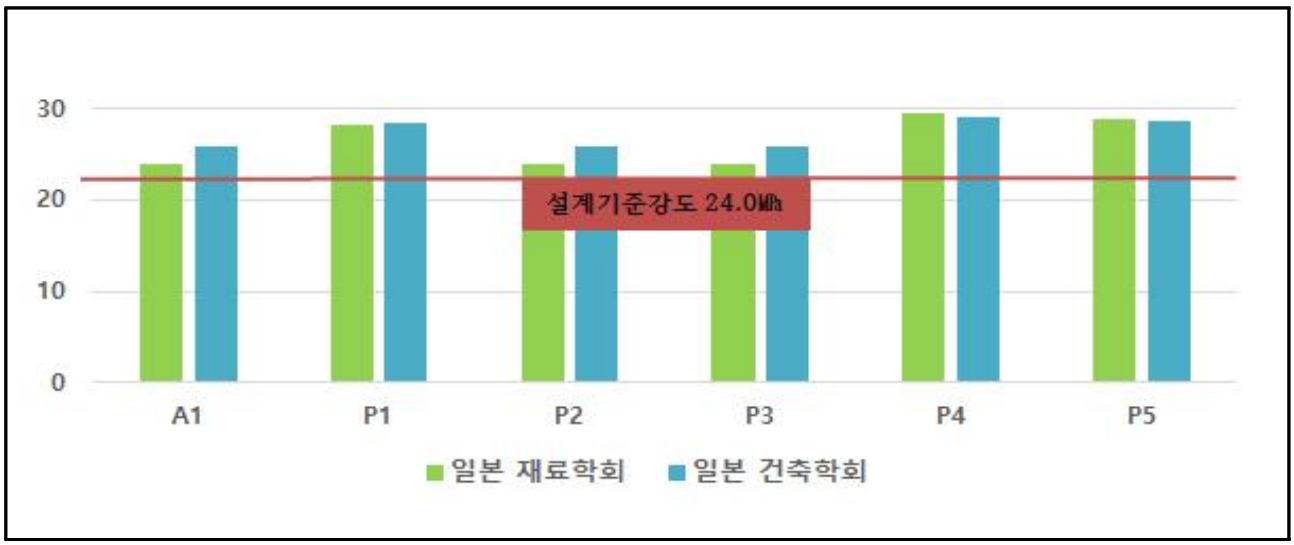
시험위치		반발경도법(MPa)				설계 기준 강도 (MPa)	비고
		반발 경도 (R_o)	일본 재료 학회	일본 건축 학회	재령보정계수		
상부 구조	S1 캔틸레버	48.8	27.8	28.2	0.63	27.0	
	S2 캔틸레버	50.5	29.2	28.9	0.63		
	S3 캔틸레버	52.4	30.7	29.8	0.63		
	S4 캔틸레버	48.3	27.4	27.9	0.63		
	S5 캔틸레버	48.0	27.2	27.8	0.63		
	S6 캔틸레버	47.9	27.1	27.8	0.63		
	평 균	49.3	28.2	28.4	-		



【그림 3.9】 상부구조 평균압축강도 추정결과

【표 3.46】 하부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과

시험위치		반발경도법(MPa)				설계기준강도(MPa)	비고
		반발경도(R_o)	일본재료학회	일본건축학회	재령보정계수		
하부구조	A1 구체	44.0	24.0	26.0	0.63	24.0	
	P1 코핑부	49.3	28.2	28.4	0.63		
	P2 코핑부	44.1	24.0	26.0	0.63		
	P3 코핑부	44.1	24.0	26.0	0.63		
	P4 코핑부	50.9	29.5	29.1	0.63		
	P5 코핑부	50.3	29.0	28.8	0.63		
	평 균	47.1	26.5	27.4	-		



【그림 3.10】 하부구조 평균압축강도 추정결과

- 반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 상부구조 바닥판하면 27.1~30.7MPa, 하부구조 24.0~29.5MPa 로 측정 되었으며, 금회 실시한 속사교(인천)는 모두 설계기준 압축강도(상부: 27.0MPa, 하부: 24.0MPa)를 모두 100% 상회하는 것으로 측정되었다.

【표 3.47】 비파괴강도 시험결과 분석

구 분	부재	평균강도(A)	설계기준강도(B)	A/B×100(%)
상부구조	바닥판 하면	27.1 ~ 30.7	27.0	100.4 ~ 113.7
하부구조	교대 및 교각	24.0 ~ 29.5	24.0	100.0 ~ 122.9

② 기 점검결과와의 비교

【표 3.48】 비파괴강도 기 점검결과와의 비교

구 분		2017년 정밀안전점검	금회 정밀점검	설계기준강도
상부구조	바닥판 하면	28.7 ~ 32.2	27.1 ~ 30.7	27.0
하부구조	교대 및 교각	28.1 ~ 30.9	24.0 ~ 29.5	24.0
검토의견		▪ 기 정밀안전점검(2017년)과 비교·분석한 결과, 측정위치에 따른 편차가 일부 존재하나 전반적으로 공용기간 경과에 따른 콘크리트 구조물에 강도저하는 없는 것으로 판단됨		

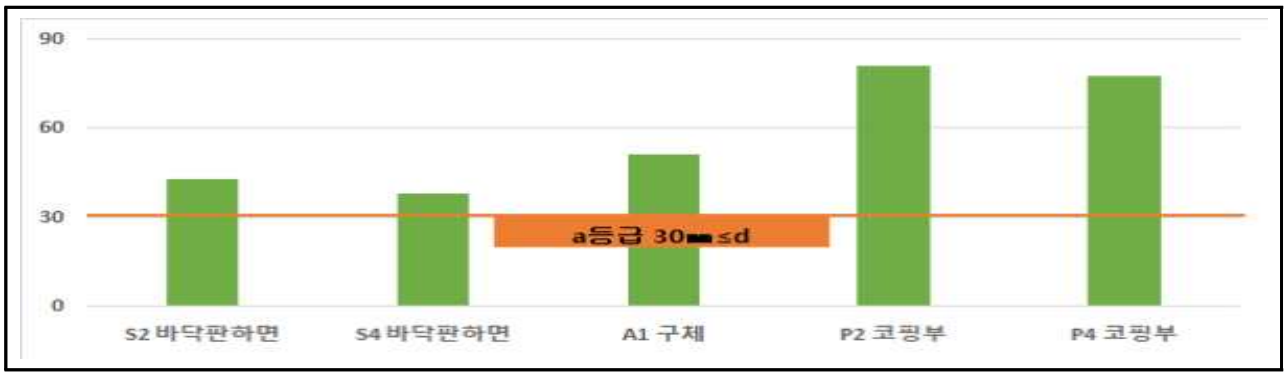
2) 탄산화 깊이 측정

탄산화 깊이 측정은 총 5개소(상부구조 2개소, 하부구조 3개소)에서 실시하였다. 드릴링을 통한 천공 후 지시약을 사용하여 적색으로 변색되는 시점을 탄산화깊이로 정하였으며, 버니어캘리퍼스를 이용하여 그 깊이를 측정하고 철근탐사기를 이용하여 피복두께를 확인하였다.

① 탄산화 깊이 측정결과

【표 3.49】 탄산화 깊이 측정결과 및 평가

시험위치		탄산화 깊이 (㎜)	실측 피복두께 (㎜)	탄산화 잔여깊이 (㎜)	평가 결과	탄산화 속도계수 (A)	잔존 수명 (년)	비 고
상부 구조	S2 바닥판하면	11.5	54.5	43.0	a	2.57	100년이상	
	S4 바닥판하면	11.0	49.2	38.2	a	2.46	100년이상	
하부 구조	A1 구체	13.5	64.6	51.1	a	3.02	100년이상	
	P2 코핑부	12.0	92.8	80.8	a	2.68	100년이상	
	P4 코핑부	15.5	93.3	77.8	a	3.47	100년이상	



【그림 3.11】 탄산화 깊이 측정결과

▪ 상부구조 탄산화깊이는 11.0~11.5㎜, 하부구조 탄산화깊이는 12.0~15.5㎜로 측정되었으며, 잔여깊이가 30㎜이상을 확보하고, 세부지침 지침기준 "a"로 평가 되어 탄산화에 따른 철근의 부식발생 영향은 없는 것으로 판단된다.

【표 3.50】 탄산화 시험결과 분석

구 분	탄산화 깊이(㎜)	잔여깊이(㎜)	비고
상부구조	11.0 ~ 11.5	38.2 ~ 43.0	
하부구조	12.0 ~ 15.5	51.1 ~ 80.8	

② 기 점검결과와의 비교

【표 3.51】 탄산화 깊이 기 점검결과와의 비교

구 분	2017년 정밀안전점검			금회 정밀안전점검			비 고
	탄산화깊이 (㎜)	잔여깊이 (㎜)	평가 결과	탄산화깊이 (㎜)	잔여깊이 (㎜)	평가 결과	
상부구조	10.0 ~ 13.0	37.0 ~ 40.0	a	11.0 ~ 11.5	38.2 ~ 43.0	a	
하부구조	9.0 ~ 13.5	38.0 ~ 89.0	a	12.0 ~ 15.5	51.1 ~ 80.8	a	
검토의견	▪ 기 정밀안전점검(2017년)과 비교·분석한 결과, 측정위치에 따른 편차가 일부 존재하나 탄산화에 따른 철근의 부식발생 영향은 없는 것으로 측정됨						

3) 금회점검 내구성조사 결과요약

【표 3.52】 금회 점검 내구성조사 결과요약

시 험 명	시험부위		시험 결과		비 고
			측정결과	설계기준	
비파괴 강도 (㎫)	상부 구조	바닥판 하면	27.1 ~ 30.7	27.0	■ 설계강도 이상(양호)
	하부 구조	교대 및 교각	24.0 ~ 29.5	24.0	
탄산화 잔여깊이 (㎜)	상부구조		38.2 ~ 43.0	a등급	■ 탄산화 잔여깊이 30㎜이상 ■ 탄산화에 의한 내구성저하 없음
	하부구조		51.1 ~ 80.8	a등급	
종합 평가	• 콘크리트 강도는 설계강도 이상으로 양호한 상태로 평가됨 • 탄산화에 의한 내구성 저하 가능성은 없는 상태임				

4) 기 정밀안전점검(2017년)결과 비교

【표 3.53】 내구성조사 기 정밀안전진단(2017년)결과 비교

시 험 명	시험부위		시험 결과				비 고
			2017년 정밀안전점검		금회 정밀안전점검		
비파괴 강도 (㎫)	상부 구조	바닥판 하면	28.7 ~ 32.2		27.1 ~ 30.7		■ 강도저하 없음
	하부 구조	교대 및 교각	28.1 ~ 30.9		24.0 ~ 29.5		
탄산화 잔여 깊이 (㎜)	상부구조		37.0 ~ 40.0	a	38.2 ~ 43.0	a	■ 탄산화에 의한 내구성 저하 가능성 없음
	하부구조		38.0 ~ 89.0	a	51.1 ~ 80.8	a	
종합 평가	• 기 정밀안전점검결과와 비교 검토한 결과 공용년수 증가에 의한 구조물의 내구성 저하는 발생하지 않은 상태로 평가됨						

나. 강릉방향

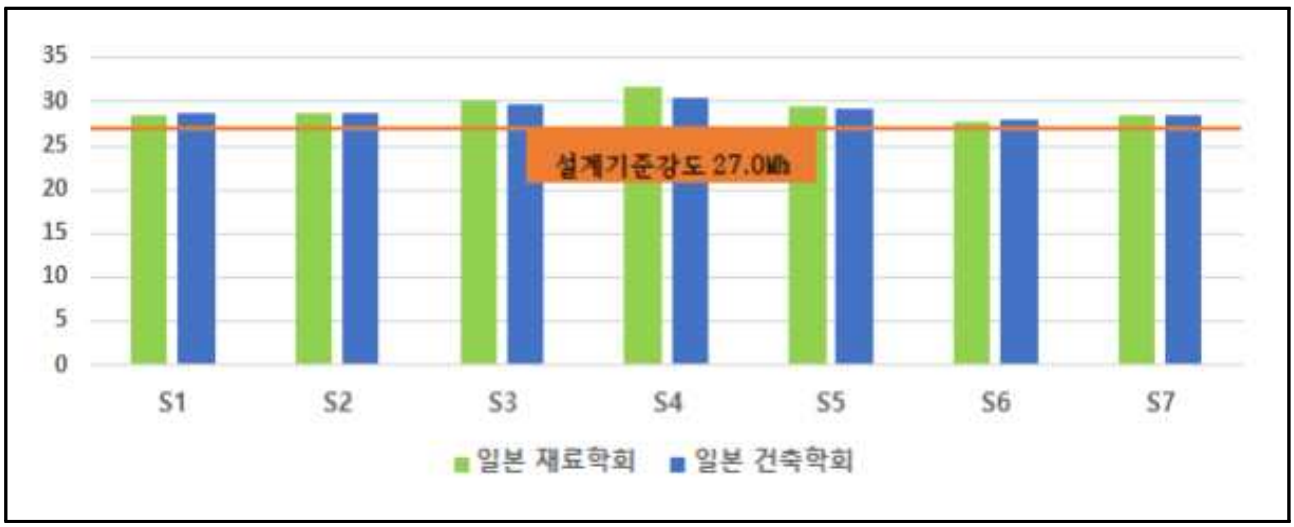
1) 콘크리트 강도시험

속사교(강릉)의 콘크리트 비파괴강도시험은 상·하부구조에서 반발경도시험(총 14개소)를 실시하였으며, 검토결과는【표 3.54】, 【표 3.55】와 같다.

① 비파괴강도 시험결과

【표 3.54】 상부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과

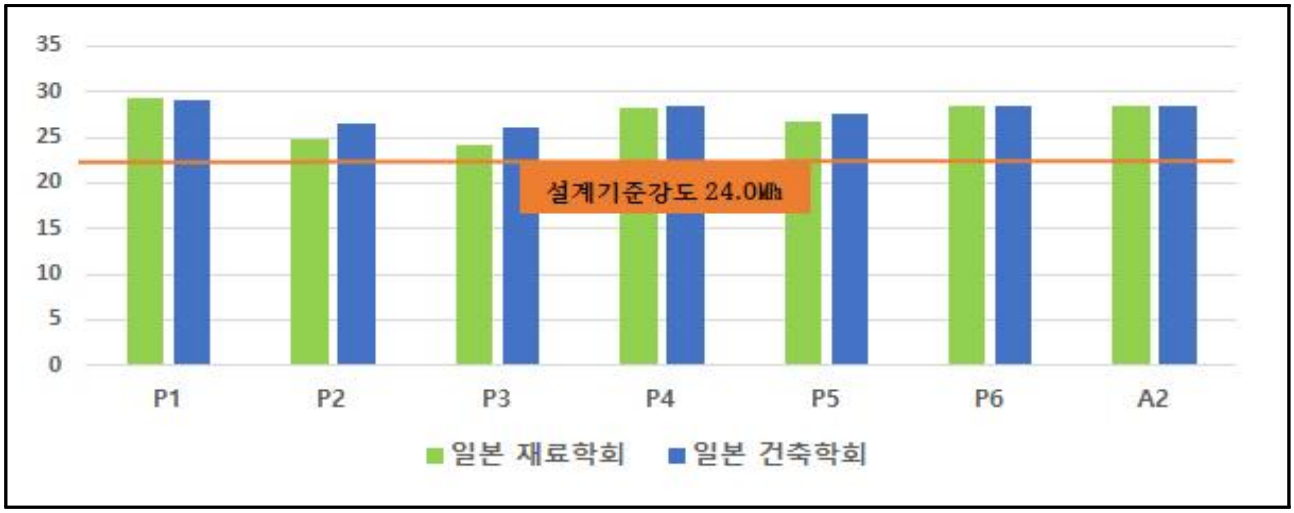
시험위치		반발경도법(MPa)				설계 기준 강도 (MPa)	비고
		반발 경도 (R_o)	일본 재료 학회	일본 건축 학회	재령보정계수		
상부 구조	S1 캔틸레버	49.7	28.5	28.6	0.63	27.0	
	S2 캔틸레버	49.8	28.6	28.6	0.63		
	S3 캔틸레버	51.9	30.3	29.6	0.63		
	S4 캔틸레버	53.7	31.7	30.4	0.63		
	S5 캔틸레버	50.8	29.4	29.1	0.63		
	S6 캔틸레버	48.7	27.7	28.1	0.63		
	S7 캔틸레버	49.5	28.4	28.5	0.63		
	평 균	50.6	29.2	29.0	-		



【그림 3.12】 상부구조 평균압축강도 추정결과

【표 3.55】 하부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과

시험위치		반발경도법(MPa)				설계 기준 강도 (MPa)	비고
		반발 경도 (R_o)	일본 재료 학회	일본 건축 학회	재령보정계수		
하부 구조	P1 코핑부	50.8	29.4	29.1	0.63	24.0	
	P2 코핑부	45.0	24.8	26.5	0.63		
	P3 코핑부	44.2	24.1	26.1	0.63		
	P4 코핑부	49.3	28.2	28.4	0.63		
	P5 코핑부	47.6	26.8	27.6	0.63		
	P6 코핑부	49.5	28.4	28.5	0.63		
	A2 구체	49.7	28.5	28.6	0.63		
	평 균	48.0	27.2	27.8	-		



【그림 3.13】 하부구조 평균압축강도 추정결과

- 반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 상부구조 바닥판하면 27.7~31.7MPa, 하부구조 24.1~29.4MPa 로 측정 되었으며, 금회 실시한 속사교(강릉)는 모두 설계기준 압축강도(상부: 27.0MPa, 하부: 24.0MPa)를 모두 100% 상회하는 것으로 측정되었다.

【표 3.56】 비파괴강도 시험결과 분석

구 분	부재	평균강도(A)	설계기준강도(B)	A/B×100(%)
상부 구조	바닥판 하면	27.7 ~ 31.7	27.0	102.6 ~ 117.4
하부 구조	교대 및 교각	24.1 ~ 29.4	24.0	100.4 ~ 122.5

② 기 점검결과와의 비교

【표 3.57】 비파괴강도 기 점검결과와의 비교

구 분		2017년 정밀안전점검	금회 정밀안전점검	설계기준강도
상부구조	바닥판 하면	30.3 ~ 31.5	27.7 ~ 31.7	27.0
하부구조	교대 및 교각	27.7 ~ 30.6	24.1 ~ 29.4	24.0
검토의견		■ 기 정밀안전점검(2017년)과 비교·분석한 결과, 측정위치에 따른 편차가 일부 존재하나 전반적으로 공용기간 경과에 따른 콘크리트 구조물에 강도저하는 없는 것으로 판단됨		

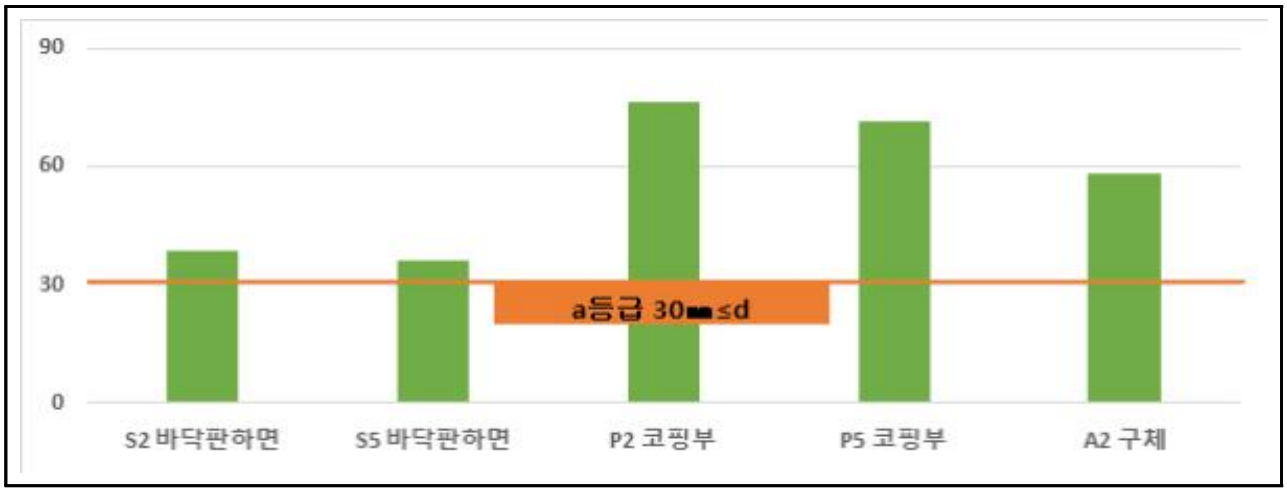
2) 탄산화 깊이 측정

탄산화 깊이 측정은 총 5개소(상부구조 2개소, 하부구조 3개소)에서 실시하였다. 드릴링을 통한 천공 후 지시약을 사용하여 적색으로 변색되는 시점을 탄산화깊이로 정하였으며, 버니어캘리퍼스를 이용하여 그 깊이를 측정하고 철근탐사기를 이용하여 피복두께를 확인하였다.

① 탄산화 깊이 측정결과

【표 3.58】 탄산화 깊이 측정결과 및 평가

시험위치		탄산화 깊이 (㎜)	실측 피복두께 (㎜)	탄산화 잔여깊이 (㎜)	평가 결과	탄산화 속도계수 (A)	잔존 수명 (년)	비 고
상부 구조	S2 바닥판하면	13.5	52.0	38.5	a	3.02	100년이상	
	S5 바닥판하면	11.0	47.0	36.0	a	2.46	100년이상	
하부 구조	P2 코핑부	12.5	89.0	76.5	a	2.80	100년이상	
	P5 코핑부	11.5	83.0	71.5	a	2.57	100년이상	
	A2 구체	13.0	71.0	58.0	a	2.91	100년이상	



【그림 3.14】 탄산화 깊이 측정결과

▪ 상부구조 탄산화깊이는 11.0~13.5㎜, 하부구조 탄산화깊이는 11.5~13.0㎜로 측정되었으며, 잔여깊이가 30㎜이상을 확보하고, 세부지침 지침기준 "a"로 평가 되어 탄산화에 따른 철근의 부식발생 영향은 없는 것으로 판단된다.

【표 3.59】 탄산화 시험결과 분석

구 분	탄산화 깊이(㎜)	잔여깊이(㎜)	비고
상부구조	11.0 ~ 13.5	36.0 ~ 38.5	
하부구조	11.5 ~ 13.0	58.0 ~ 76.5	

② 기 점검결과와의 비교

【표 3.60】 탄산화 깊이 기 점검결과와의 비교

구 분	2017년 정밀안전점검			금회 정밀안전점검			비 고
	탄산화깊이 (㎜)	잔여깊이 (㎜)	평가 결과	탄산화깊이 (㎜)	잔여깊이 (㎜)	평가 결과	
상부구조	8.0 ~ 12.0	38.0 ~ 42.0	a	11.0 ~ 13.5	36.0 ~ 48.5	a	
하부구조	9.0 ~ 13.5	39.0 ~ 91.0	a	11.5 ~ 13.0	58.0 ~ 76.5	a	
검토의견	▪ 기 정밀안전점검(2017년)과 비교·분석한 결과, 측정위치에 따른 편차가 일부 존재하나 전반적으로 공용기간 경과에 따른 내구성저하는 발생하지 않은 것으로 판단됨						

3) 금회점검 내구성조사 결과요약

【표 3.61】 금회 점검 내구성조사 결과요약

시 험 명	시험부위		시험 결과		비 고
			측정결과	설계기준	
비파괴 강도 (㎫)	상부 구조	바닥판 하면	27.7 ~ 31.7	27.0	■ 설계강도 이상(양호)
	하부 구조	교대 및 교각	24.1 ~ 29.4	24.0	
탄산화 잔여깊이 (㎜)	상부구조		36.0 ~ 48.5	a등급	■ 탄산화 잔여깊이 30㎜이상 ■ 탄산화에 의한 내구성저하 없음
	하부구조		58.0 ~ 76.5	a등급	
종합 평가	• 콘크리트 강도는 설계강도 이상으로 양호한 상태로 평가됨 • 철근탐사결과 설계도면과 유사한 상태로 양호한 상태로 평가됨 • 탄산화에 의한 내구성 저하 가능성은 없는 상태임				

4) 기 정밀안전점검(2017년)결과 비교

【표 3.62】 내구성조사 기 정밀안전진단(2017년)결과 비교

시 험 명	시험부위		시험 결과				비 고
			2017년 정밀안전점검		금회 정밀안전점검		
비파괴 강도 (㎫)	상부 구조	바닥판 하면	30.3 ~ 31.5		27.7 ~ 31.7		■ 강도저하 없음
	하부 구조	교대 및 교각	27.7 ~ 30.6		24.1 ~ 29.4		
탄산화 잔여 깊이 (㎜)	상부구조		38.0 ~ 42.0	a	36.0 ~ 48.5	a	■ 탄산화에 의한 내구성 저하 가능성 없음
	하부구조		39.0 ~ 91.0	a	58.0 ~ 76.5	a	
종합 평가	• 기 점검결과와 비교 검토한 결과 공용년수 증가에 의한 구조물의 내구성 저하는 발생하지 않은 상태로 평가됨						