30. 용소천교(울산)

30.1 시설물 개요
30.2 자료수집 및 분석
30.3 현장조사
30.4 콘크리트 내구성조사
30.5 상태평가
30.6 종합평가 및 안전등급 지정
30.7 보수·보강 및 유지관리 방안
30.8 종합결론

30. 용소천교(울산)

30.1 시설물의 개요

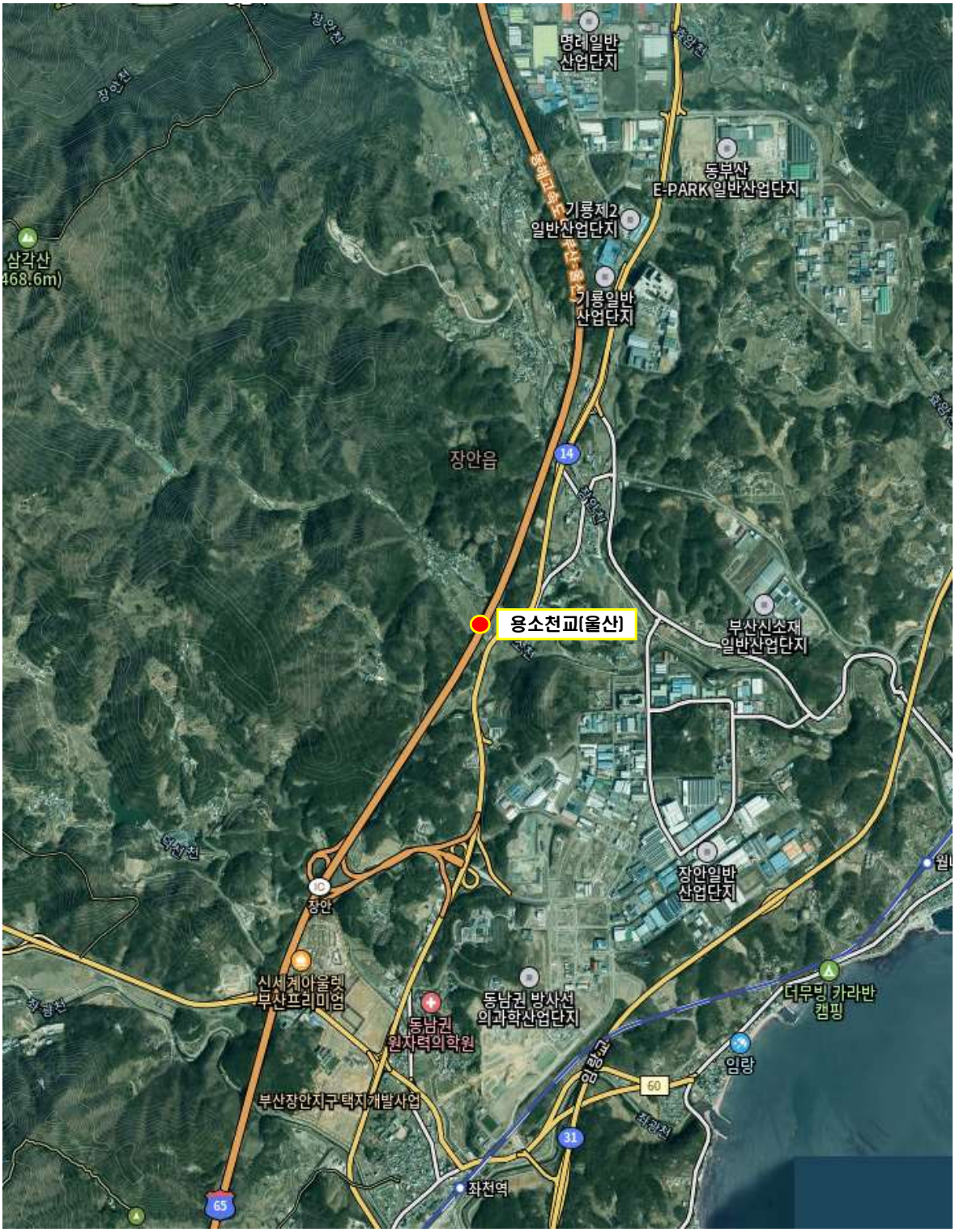
본 시설물은 부산광역시 기장군 장안읍 용소리에 위치한 교량으로 총 연장 300.0m, 폭 15.75m로 시공되어 있다.

30.1.1 일반사항

【표 30.1.1】용소천교(울산) 일반사항

<table>
<tr><th colspan="2">구 분</th><th>내 용</th><th colspan="2">구 분</th><th colspan="2">내 용</th></tr>
<tr><td colspan="2">시설물번호</td><td>BR2008-0000974</td><td colspan="2">관리번호</td><td colspan="2">-</td></tr>
<tr><td colspan="2">시설물위치</td><td>부산광역시 기장군 장안읍 용소리</td><td colspan="2">준공년월일</td><td colspan="2">2008년 12월 31일</td></tr>
<tr><td colspan="2">관리이정</td><td>21.00km</td><td colspan="2">공사이정</td><td colspan="2">-</td></tr>
<tr><td colspan="2">설계하중</td><td>DB-24/DL-24</td><td colspan="2">노 선 명</td><td colspan="2">부산울산고속도로</td></tr>
<tr><td rowspan="2">제원</td><td>연장</td><td colspan="5">L = 300.0m, 2@30.0+2(3@30.0)+2@30.0</td></tr>
<tr><td>폭</td><td colspan="5">B=15.75m(편도 3차선)</td></tr>
<tr><td rowspan="2">구조
형식</td><td>상부</td><td>PSC Beam</td><td rowspan="2">기초
형식</td><td>교대</td><td>강관파일 기초</td></tr>
<tr><td>하부</td><td>교대 : 역T형, 교각 : π형</td><td>교각</td><td>직접기초</td></tr>
<tr><td colspan="2">교량받침</td><td>탄성받침</td><td colspan="2">신축이음</td><td colspan="2">Monocell Joint</td></tr>
<tr><td colspan="2">교차시설물</td><td>용소천, 용소길</td><td colspan="2">통과높이</td><td colspan="2">28.0m</td></tr>
<tr><td colspan="2">부착시설내용</td><td colspan="5">점검통로 등</td></tr>
<tr><td colspan="2">시 공 자</td><td>경남기업(주)</td><td colspan="2">관리주체</td><td colspan="2">부산울산고속도로(주)</td></tr>
</table>

30.1.2 위치도 및 전경사진



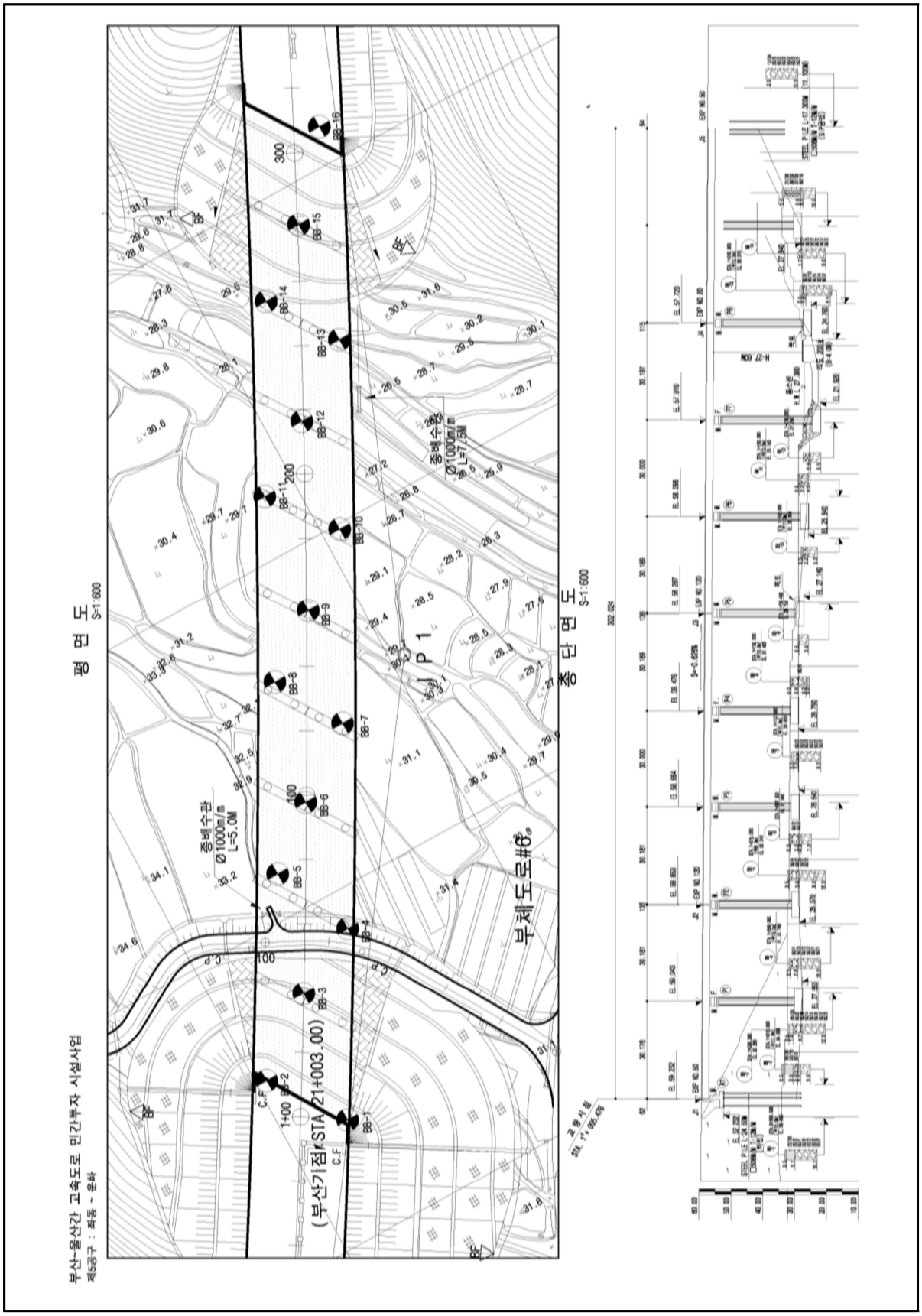
Span번호	조사방법 및 접근성	조사기간	비고
S1~S10	도보 및 굴절작업차	2025.03.24.~2025.12.17.	

【그림 30.1.1】 위치도

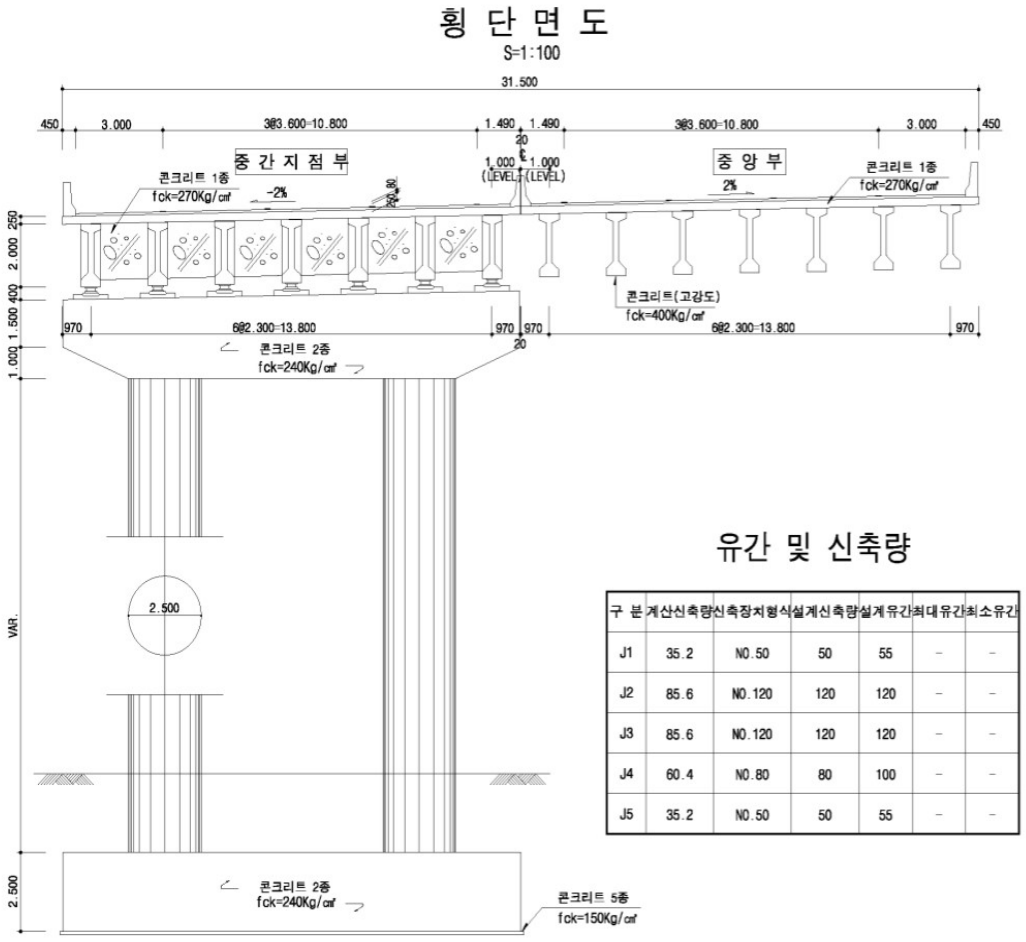
교면포장 전경	신축이음 전경
거더 전경	바닥판하면 전경
교대 전경	교각 전경

【사진 30.1.1】 부재별 현황

30.1.3 시설물 일반도



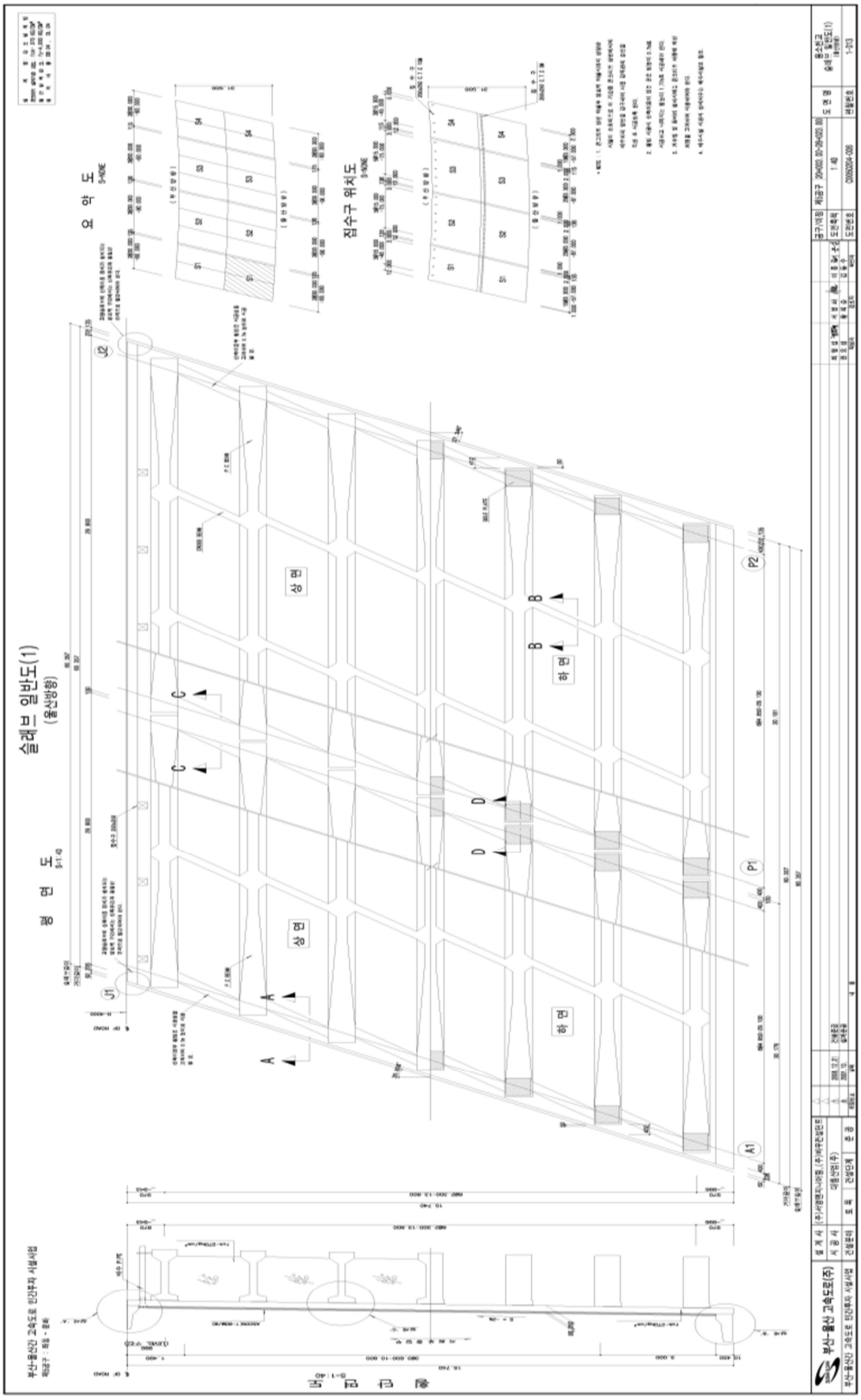
【그림 30.1.2】 평면 및 종평면도



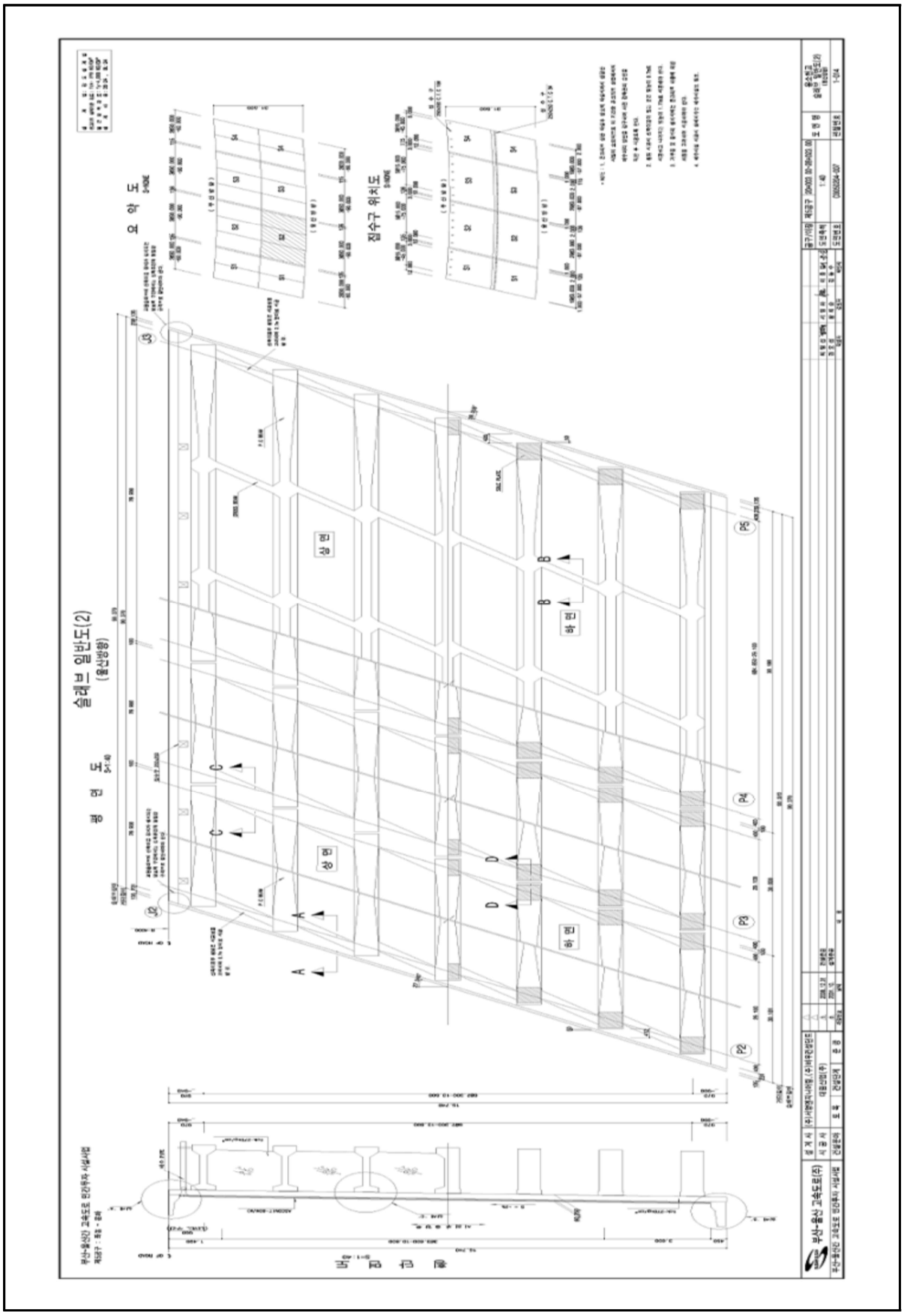
유간 및 신축량

구 분	계산신축량	신축장치형식	설계신축량	설계유간	최대유간	최소유간
J1	35.2	N0.50	50	55	-	-
J2	85.6	N0.120	120	120	-	-
J3	85.6	N0.120	120	120	-	-
J4	60.4	N0.80	80	100	-	-
J5	35.2	N0.50	50	55	-	-

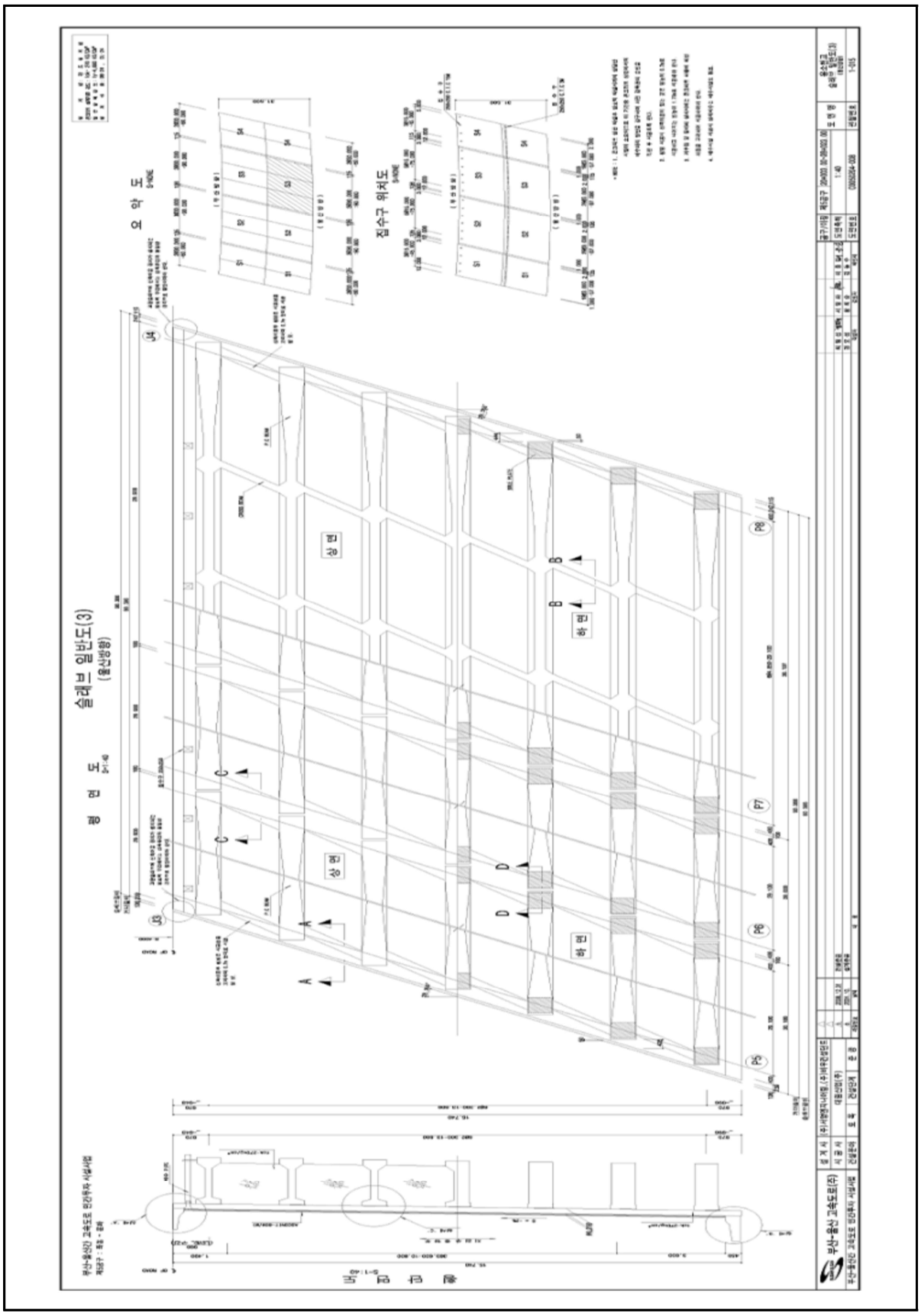
【그림 30.1.3】 횡단면도



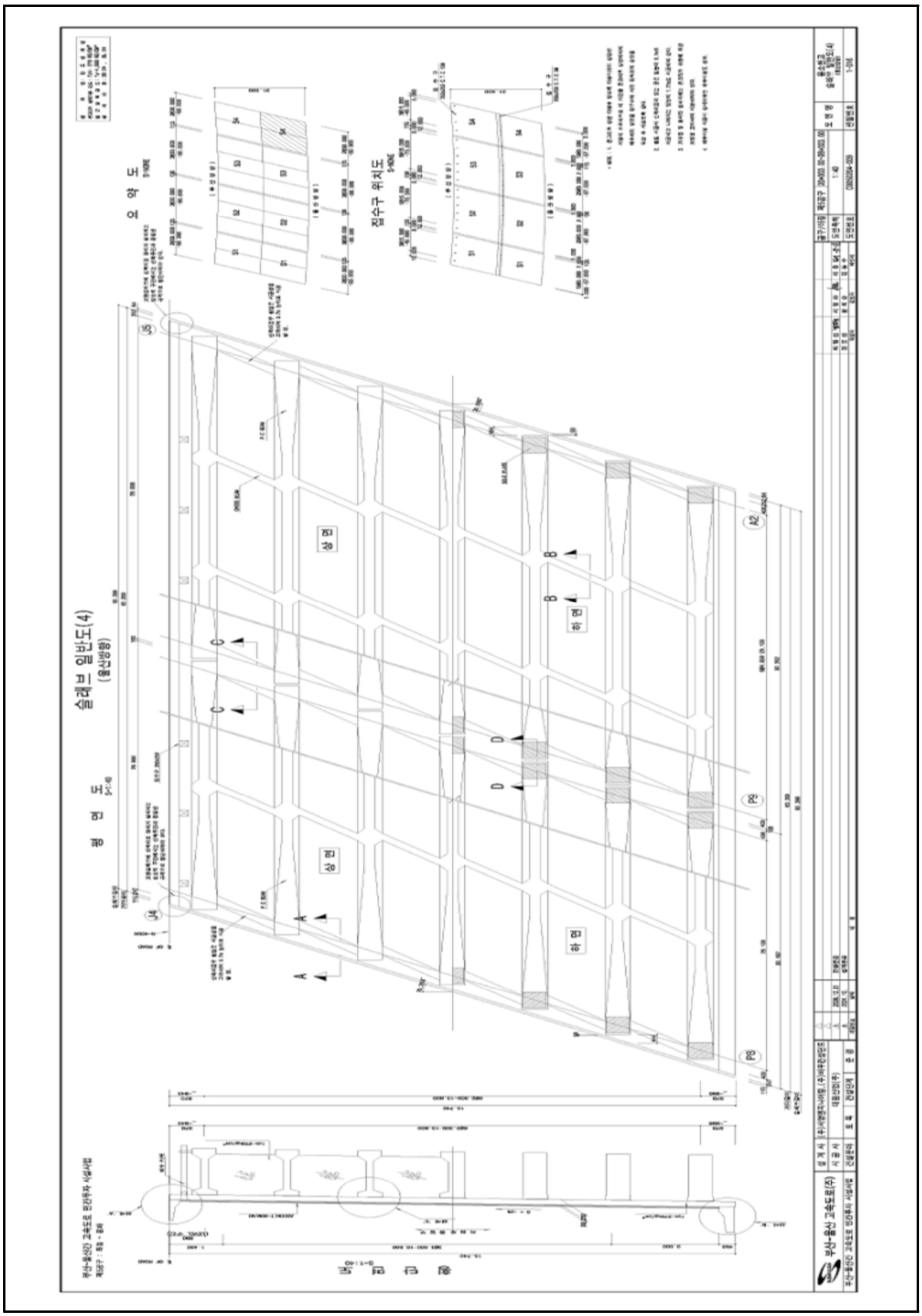
【그림 30.1.4】 슬래브 일반도(1)

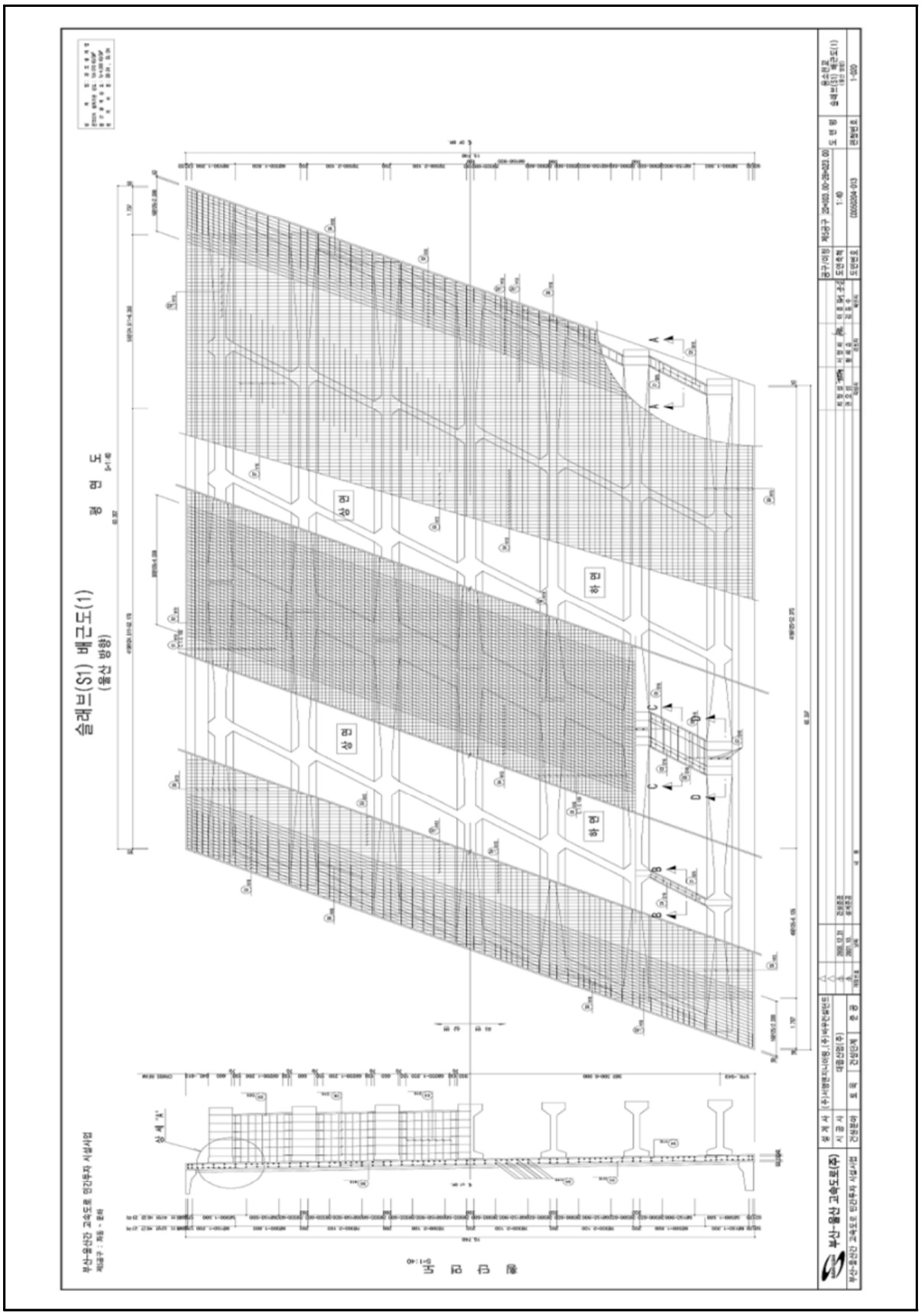


【그림 30.1.5】 슬래브 일반도(2)

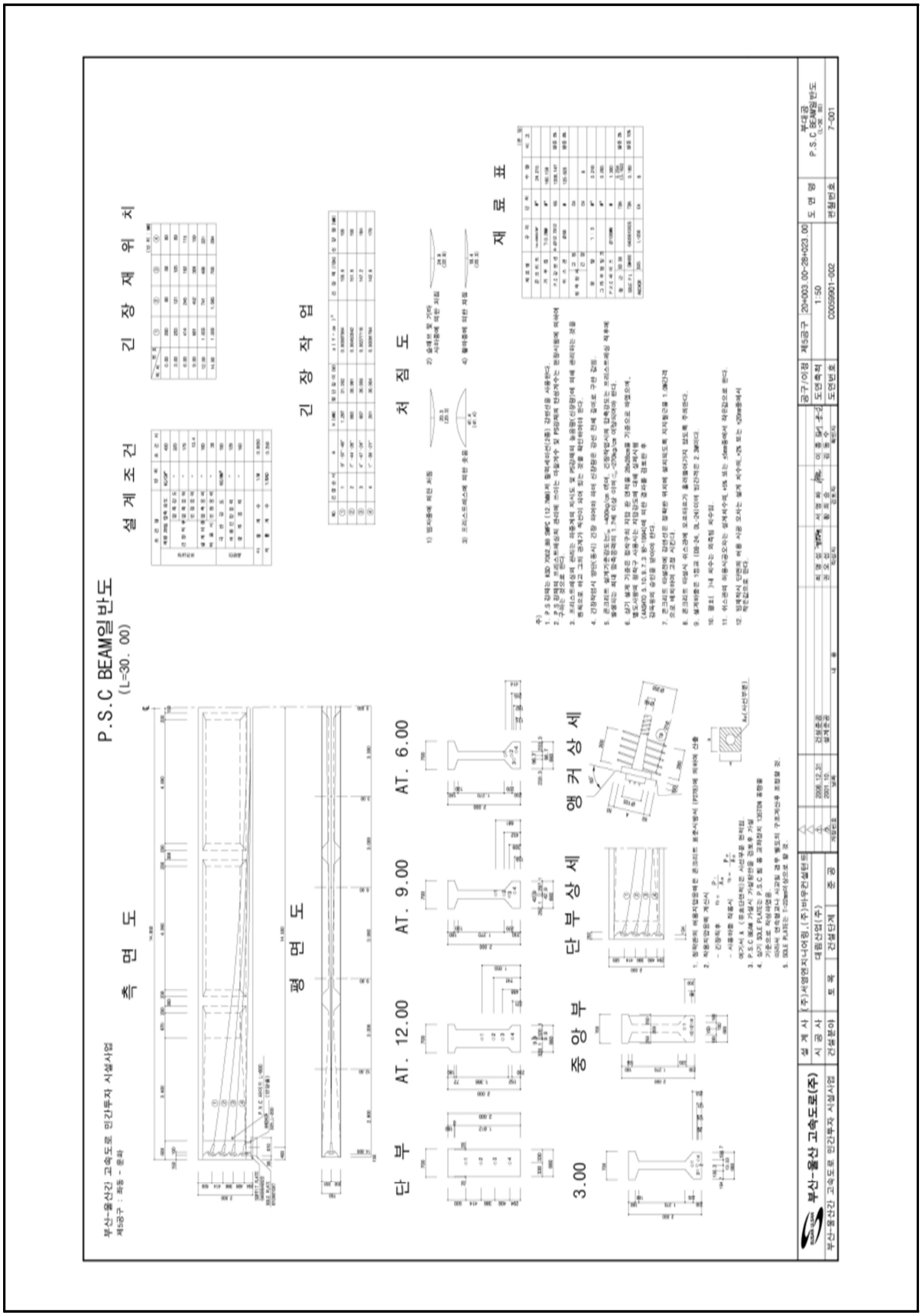


【그림 30.1.6】 슬래브 일반도(3)

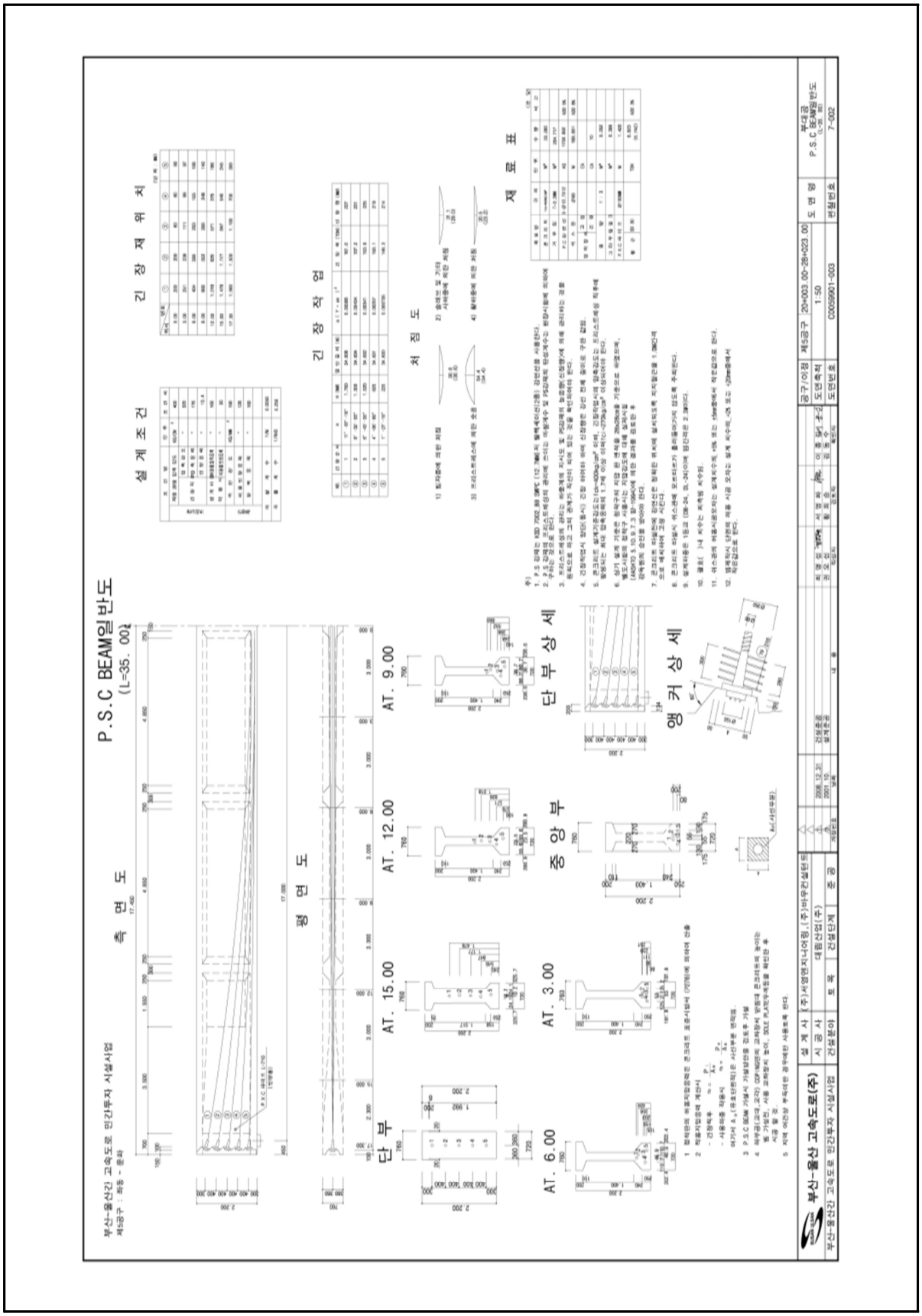

슬래브 일반도(4)
(울산방향)
평 면 도
S=1:40
상 면
하 면
A
B
C
D
A1
A2
P6
P7
P8
P9
J4
J5
종 단 면 도
S=1:40
오 약 도
S=NONE
접수구 위치도
S=NONE
부산-울산간 고속도로 민간투자 사업시행
계획구 : 용소 - 삼동
부산-울산 고속도로(주)
대림산업(주)
1:40
2025-12-03
2025-12-03
2025-12-03



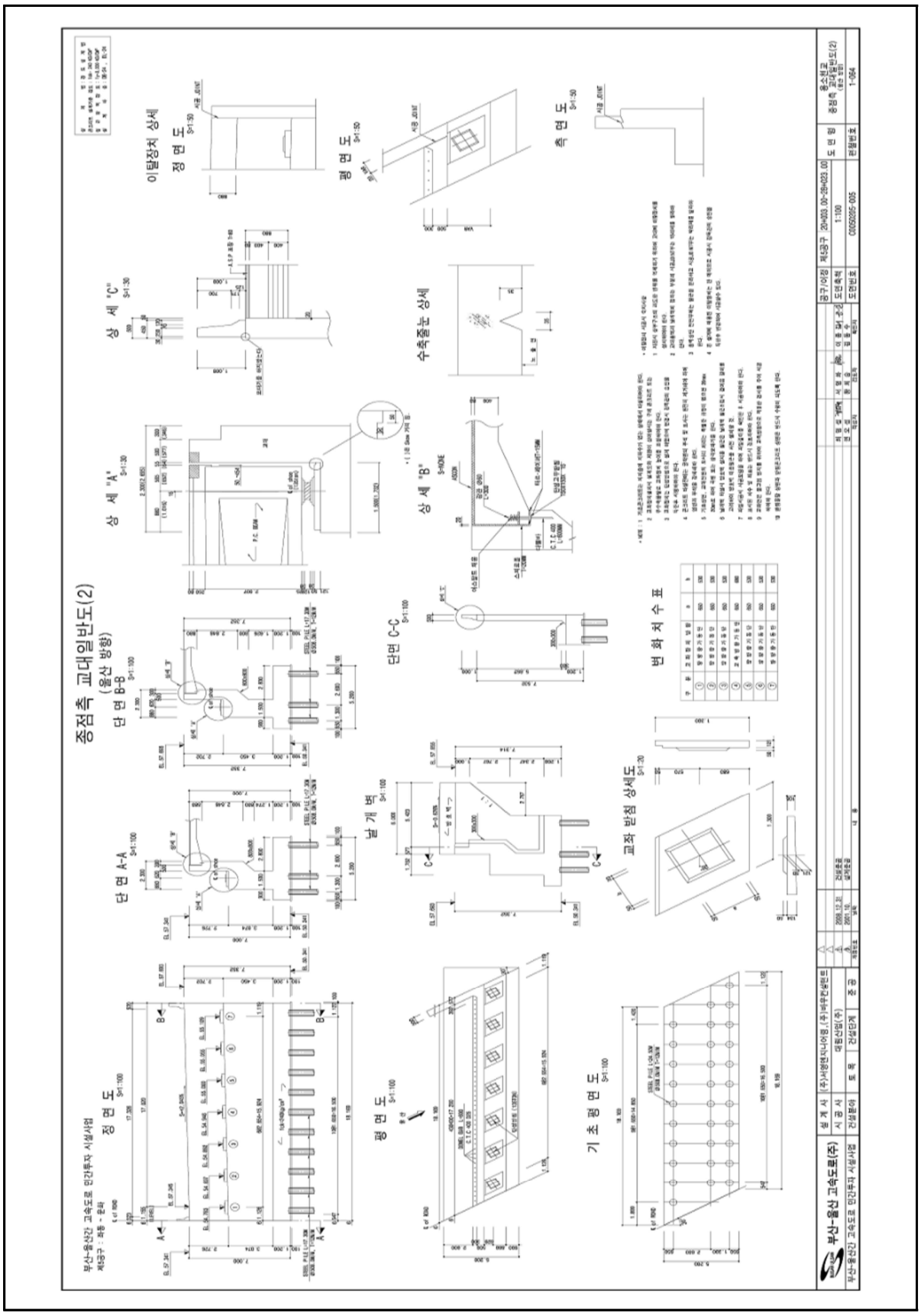
【그림 30.1.8】 슬래브 배근도



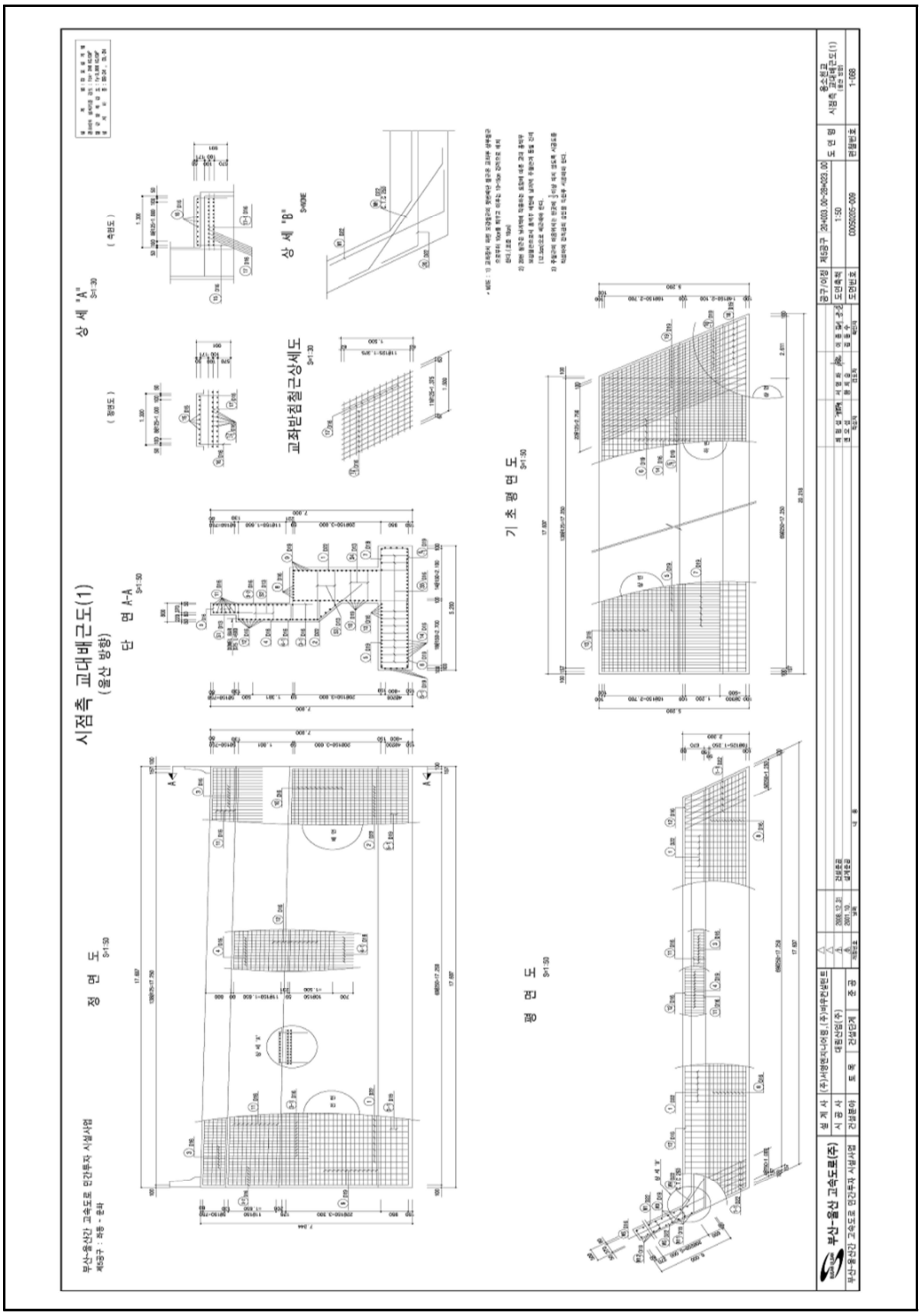
【그림 30.1.9】 거더 일반도(1)



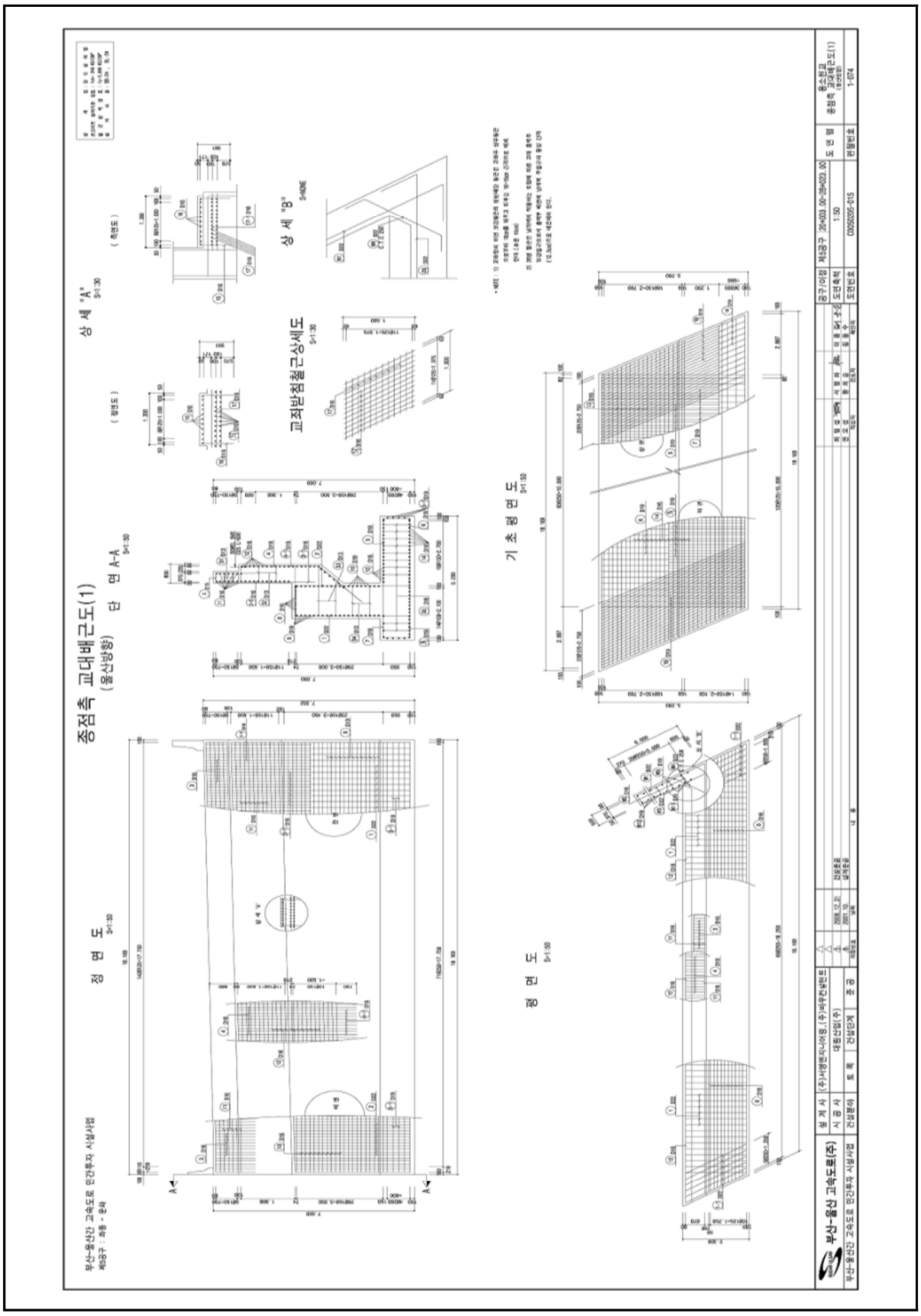
【그림 30.1.10】 거더 일반도(2)



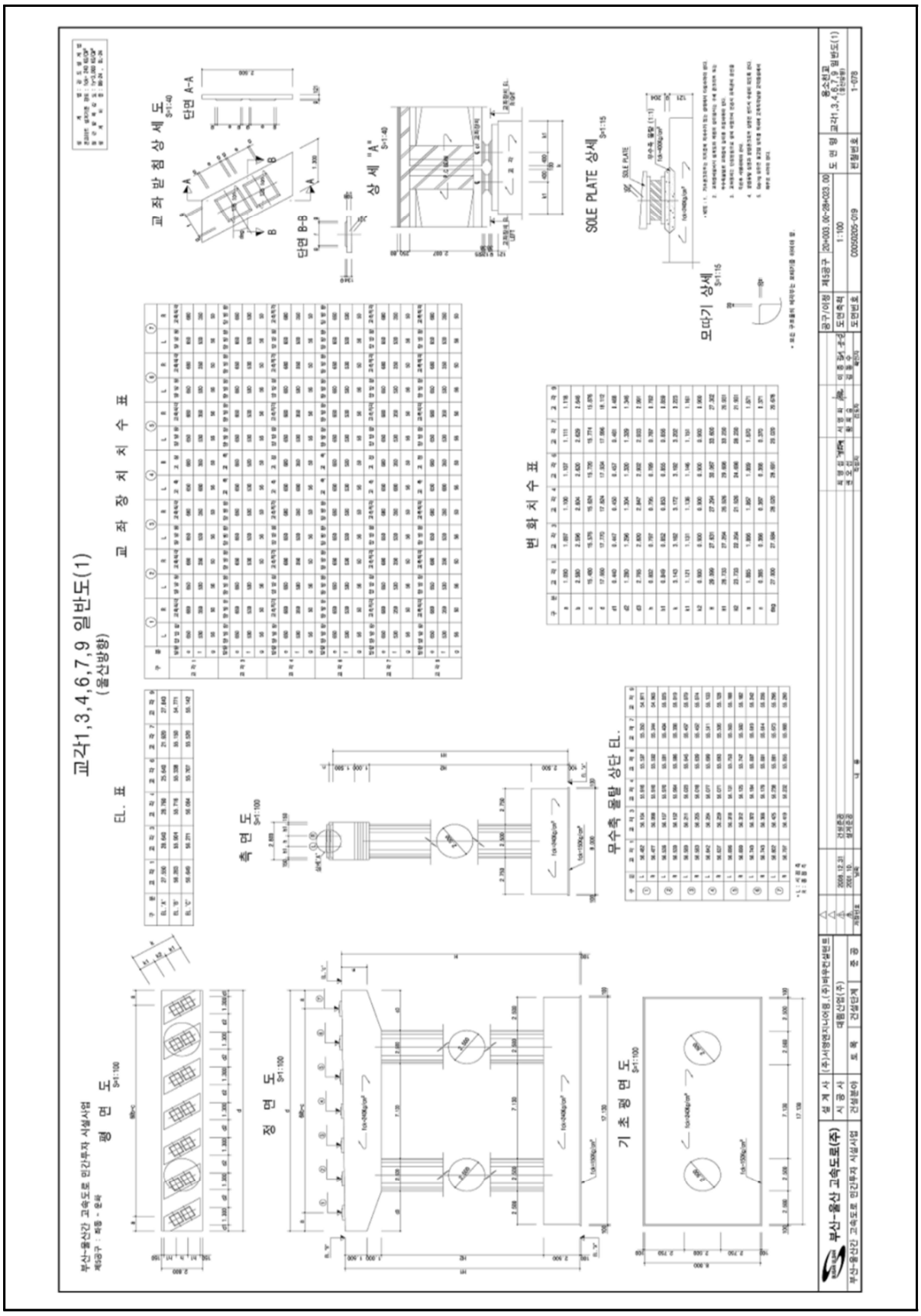
【그림 30.1.11】 교대 A1 일반도



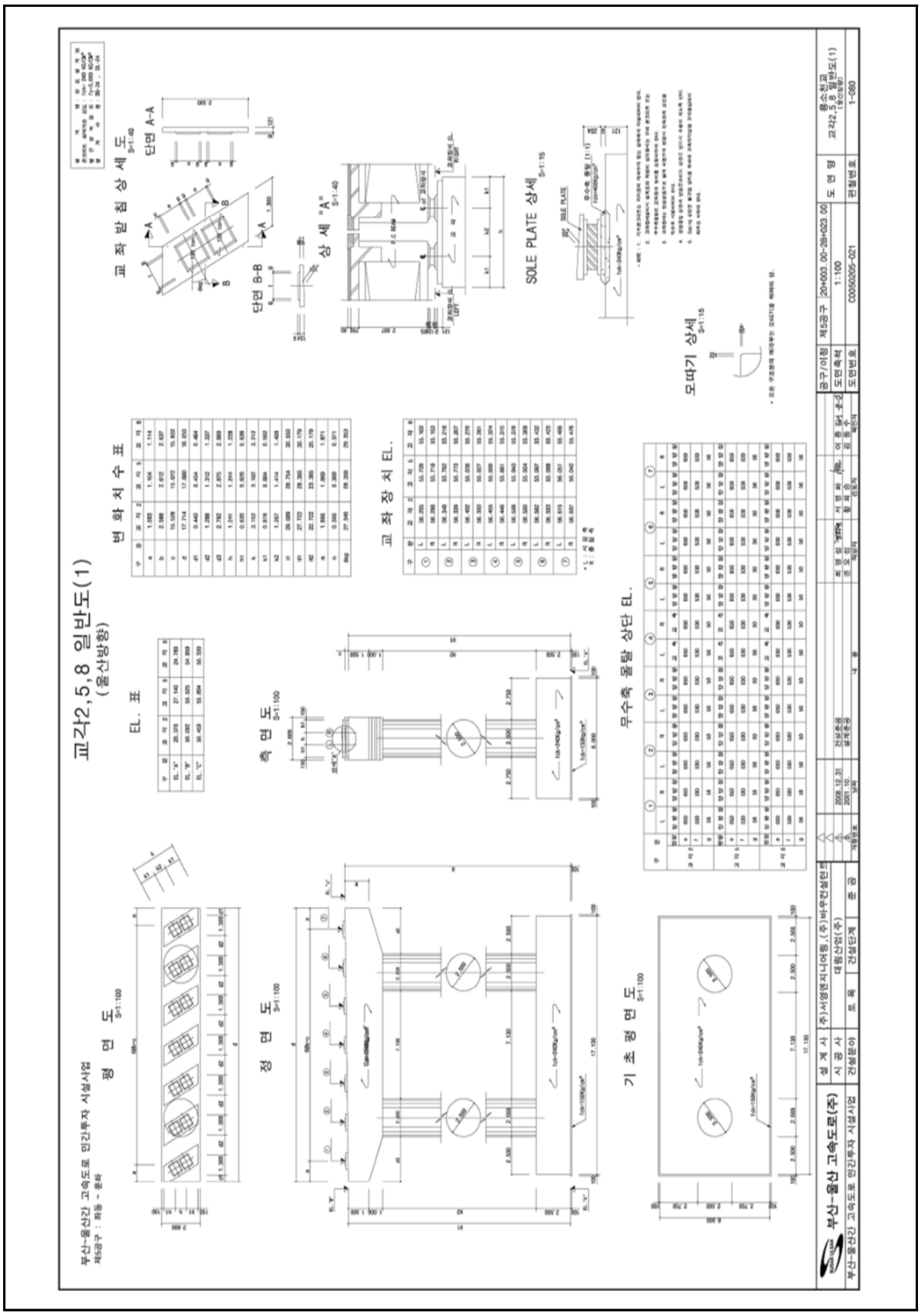
【그림 30.1.12】 교대 A1 배근도



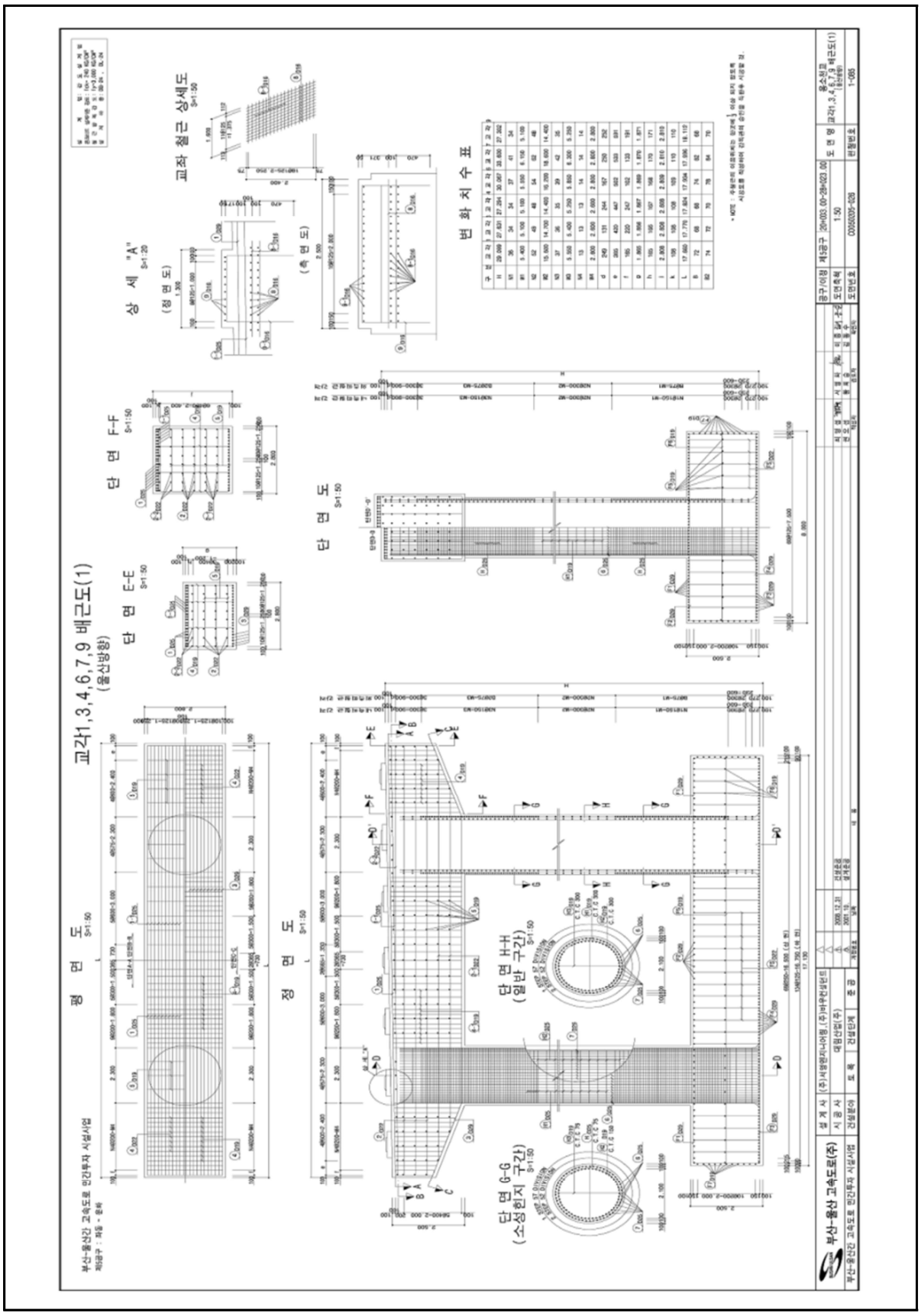
【그림 30.1.13】 교대 A2 배근도



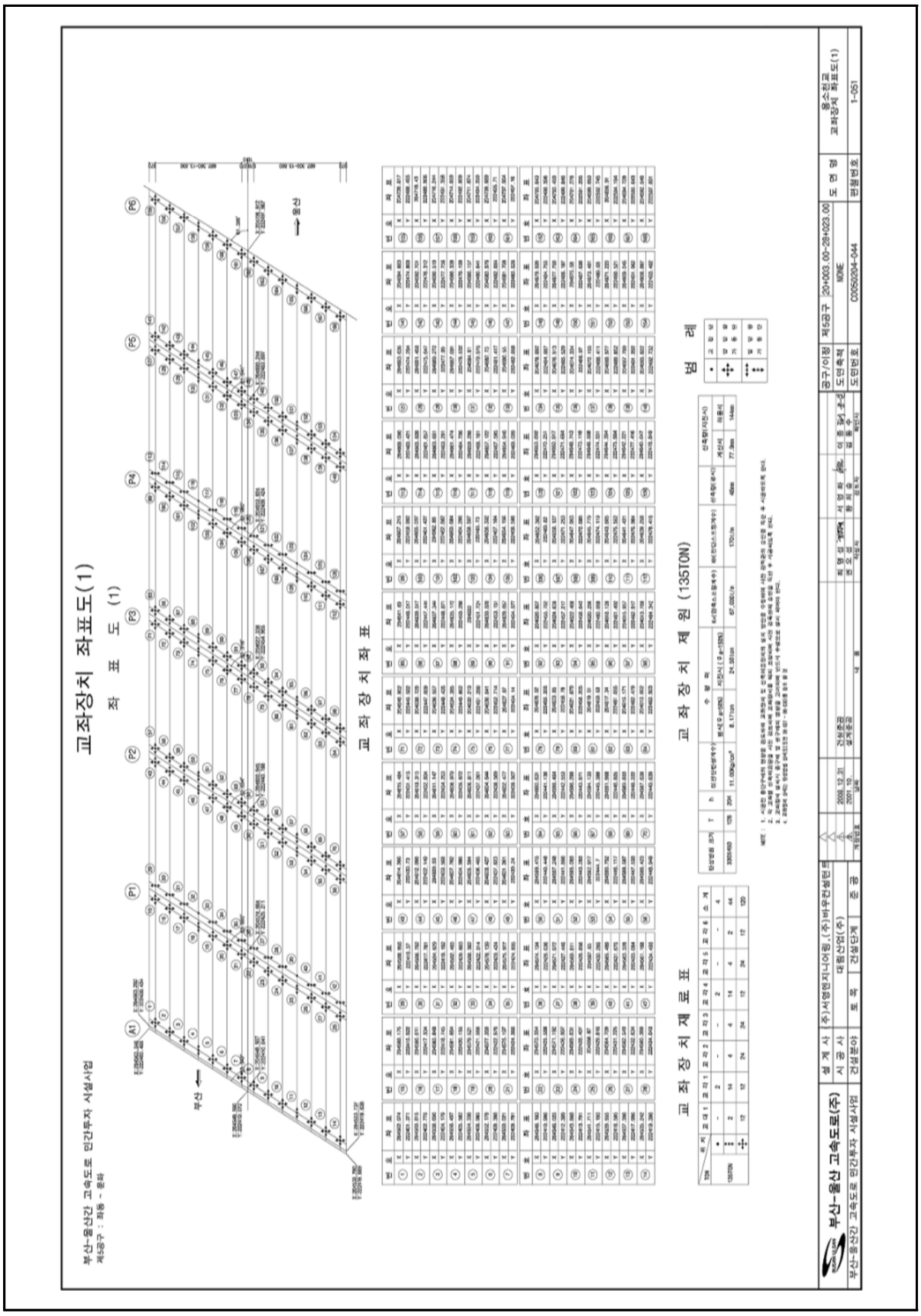
【그림 30.1.14】 교각 일반도(1)



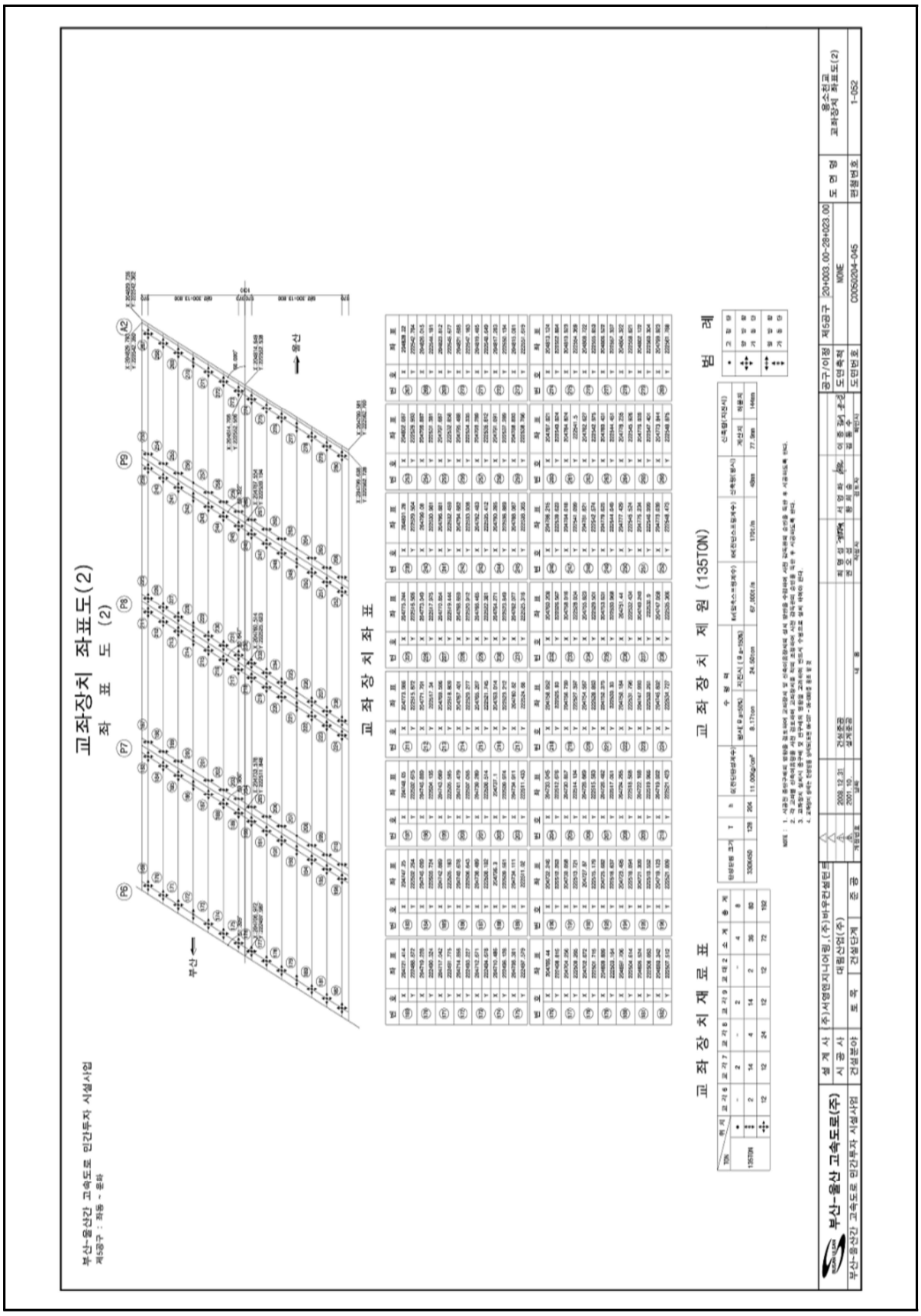
【그림 30.1.15】 교각 일반도(2)



【그림 30.1.16】 교각 배근도



【그림 30.1.17】 교량받침 배치도(1)



【그림 30.1.18】 교량받침 배치도(2)

30.2 자료수집 및 분석

본 과업대상 구조물의 건설당시 주요 현황을 파악하기 위해 “부산-울산간 고속도로 민간투자 시설사업”의 설계 및 준공도서, 각종계산서 등을 검토하여 주요 현황을 요약하여 수록하였다.

30.2.1 자료수집 현황

【표 30.2.1】 자료수집 목록

보존대상 목록		보유현황	관리주체 보유현황
설계도서	◦공통 - 준공내역서 - 공사시방서 - 각종계산서 - 토질 및 지반조사 보고서 - 기타 특이사항 보고서	◎	◦부산-울산간 고속도로 민간투자 시설사업 - 일반보고서(2008.12) - 토질조사보고서(2008.12) - 준공내역서(2008.12) - 준공도면(2008.12) ◦부산울산고속도로~동부산관광단지 연결도로 건설공사 구조 및 수리계산서(2008.12)
	◦설계도면 - 위치도, 평면도, 표준단면도, 일반도, 구조도 등		
시설물 관리대장	◦기본현황 및 상세제원 ◦점검 및 진단 이력 ◦보수·보강 및 유지관리 이력	◎	◦시설물정보관리 종합시스템(FMS)
시공관련 자료	◦시공관련 자료 ◦품질관리 관련자료 - 재료증명서 - 품질시험기록 - 관리 및 선정시험 기록 등 각종 시험 기록 - 시설물의 주요 구조 부위에 대한 계측자료 ◦사고기록	◎	◦부산-울산간 고속도로 민간투자 시설사업 시공기록보고서(2008.12) - 감리보고서(2008.12) - 품질시험계획서(2008.12) - 관리 및 선정시험 기록 등 각종 시험 기록
안전점검 및 정밀안전진단 자료		◎	◦시설물정보관리 종합시스템(FMS) (2009년 ~ 2024년 정기안전점검, 정밀안전점검, 정밀안전진단) ◦2022년 정밀안전점검 ◦2023년 정밀안전진단
보수·보강 관련자료		◎	◦ 보수·보강 이력사항

30.2.2 설계자료 검토

가. 구조물 현황 및 특성

구 분	구조물 현황 및 제원
상부구조	◉ 교량형식 : PSC Beam ◉ 시공방법 : 크레인 ◉ 기하학적 형상 - 평면선형 : 곡선(R=4000) - 종단기울기 : (-)0.626% - 편 경 사 : (±)2.000% ◉ 상부구조 제원 - 경간구성 : L = 300.0m (2@30.0m+3@30.0m+3@30.0m+2@30.0m) - 폭원구성 : B = 15.75m, 편도 3차선 - 포 장 : 아스콘(T=80.0㎜) - 바 닥 판 : T=250㎜, 캔틸레버 길이 : 좌 0.996~0.970m/우 0.943~970m - 거더제원(B×H) : (0.66m×2.00m)
하부구조	◉ 교대형식 : 역T형 A1(H=6.656~7.000m), A2(H=6.648~7.000m) ◉ 교각형식 : π형 - 기둥형상 : 원형(D=2.5m) - 교각높이 : H=26.6~32.9m ◉ 기초형식 - 교대(A1) : 강관파일기초(L=24.50m, Φ508x12t) - 교대(A2) : 강관파일기초(L=10.90m, Φ508x12t) - 교각(P1~P9) : 직접기초(B=17.13m, L=8.00m)
기 타	◉ 교량받침 : 탄성받침 ◉ 신축이음 : Monocell Joint(A1, P2, P5, P8, A2) ◉ 난간연석 : 좌·우 - 방호벽(H=1.08m) + 방음벽(H=1.10m) ◉ 배수시설 : 알루미늄 배수관(육교형) ◉ 점 검 로 : 교각 점검로 설치(P1~P9)

나. 구조계산서(2008.12) 검토결과

<table>
<tr><th>구 분</th><th>내 용</th></tr>
<tr><td>설계기준</td><td>■ 도로교 표준시방서(1996, 건설교통부)
■ 콘크리트 표준 시방서(1996, 건설교통부)
■ 도로 설계 요령(1996, 한국도로공사)</td></tr>
<tr><td>설계방법</td><td>■ P.S.C BEAM 바닥판 : 강도 설계법(USD)
■ P.S.C BEAM GIRDER : 허용응력 설계법(WSD)
■ 하부구조 : 강도 설계법(USD)
■ 적용 설계법
– 강도 설계법(USD) : 설계하중이 작용하여 부재가 파괴될때에 콘크리트 압축응력 분포를 알아내어 이에 맞도록 하중계수 (LOAD FACTOR)를 갖고 설계하는 방법
– 허용응력 설계법(WSD) : 철근콘크리트를 탄성체로 보고 재료에 적합한 안전율을 고려한 허용응력을 사용하여 설계하는 방법</td></tr>
<tr><td>하중조건</td><td>■ 강도 설계법
– 극한 하중을 적용
■ 허용응력 설계법
– 사용 하중을 적용
– 사하중, 크리프, 활하중, 지지점의 부등침하, 온도변화, 풍하중, 건조수축, 지진하중 등</td></tr>
<tr><td>사용재료</td><td>
<table>
<tr><th rowspan="2">하중조건</th><th colspan="2">사용재료</th></tr>
<tr><th>상부구조</th><th>하부구조</th></tr>
<tr><td rowspan="2">■ 사하중
– 철근콘크리트 : 2.50 t/㎥
– A S C O N : 2.30 t/㎥

■ 활하중
– DB-24, DL-24</td><td>■ 콘크리트
– fck : 270kg/㎠ (바닥판)
– fck : 400kg/㎠ (주 형)

■ 철 근
– fy : 4,000kg/㎠</td><td>■ 콘크리트
– fck : 240kg/㎠

■ 철 근
– fy : 3,000kg/㎠</td></tr>
<tr><td colspan="2">■ 콘크리트 탄성계수 : 244,738 kgf/㎠
■ 철 근 탄성계수 : 2,040,000 kgf/㎠</td></tr>
</table>
</td></tr>
</table>

구 분	내 용

상부구조 결과요약

■ 바닥판

구 분	단면력 M_u (t·m)	부재치수 h (cm)	부재치수 d (cm)	소요철근량 (cm^2)	사용철근량 (cm^2)	공칭모멘트 ϕM_n (t·m)
켄틸레버부	3.643	25	19	6.65	H13@125 (10.14)	6.246
중 앙 부	5.188	25	21	7.50	H13@125 (10.14)	6.935
연속지점부 (2@30.0)	185.210	202	188.5	39.06	H19@100-2단 (57.30)	357.507
연속지점부 (3@30.0)	155.469	202	188.5	37.70	H19@100-2단 (57.30)	357.507

■ 사용성 검토

구 분	응력검토 (kg/cm^2)	균열검토 (mm)
켄 틸 레 버 부	σ_s = 1545 kg/cm^2 < σ_{sa} = 2400 kg/cm^2	ω = 0.226 mm < ω_a = 0.267 mm
중 앙 부	σ_s = 1286 kg/cm^2 < σ_{sa} = 2400 kg/cm^2	ω = 0.215 mm < ω_a = 0.167 mm

■ PSC Beam 처짐

(단위 : cm)

Load	Interior	Exterior	Remarks
Prestress	-4.137	-4.137	
Beam Load	2.029	2.029	
Slab & Cross Beam	1.825	1.623	
Asphalt	0.665	0.665	
Live Load	1.836	2.033	
Total	2.218	2.212	

부호 : +하향

■ PSC Beam 응력

- 내측보

(Xm : 지지점(Shoe)에서 떨어진 거리) (단위 : kg/cm^2)

Distance (X:m)		Just After Prestress			At Service Load		
		Prestress	Beam	Total	Prestress	Load	Total
1.819	T	31.63	16.59	48.23	27.86	36.02	63.88
	B	112.36	-15.47	96.89	98.95	-41.70	57.25
3.638	T	7.78	28.68	36.47	6.85	65.27	72.13
	B	135.18	-26.91	108.27	119.06	-75.76	43.30
5.456	T	-12.66	40.15	57.48	-11.15	91.09	79.93
	B	154.97	-37.87	117.10	136.48	-105.22	31.26
7.275	T	-29.64	49.18	19.54	-26.10	111.30	85.19
	B	171.56	-46.60	124.96	151.09	-128.23	22.86
9.094	T	-43.04	56.46	13.42	-37.90	127.46	89.56
	B	184.74	-53.68	131.06	162.70	-146.29	16.41
10.913	T	-52.73	61.59	8.87	-46.44	138.59	92.16
	B	194.33	-58.70	135.62	171.14	-158.81	12.33
12.731	T	-58.59	64.69	6.10	-51.60	145.22	93.62
	B	200.15	-61.75	138.40	176.27	-166.19	10.08
14.550	T	-60.56	65.90	5.34	-53.33	147.84	94.51
	B	202.11	-62.93	139.17	177.99	-168.74	9.25

구 분	내 용

상부구조 결과요약

■ PSC Beam 응력

– 외측보

(Xm : 지지점(Shoe)에서 떨어진 거리) (단위 : kg/cm²)

Distance (X:m)		Just After Prestress			At Service Load		
		Prestress	Beam	Total	Prestress	Load	Total
1.819	T	31.63	16.59	48.23	27.74	35.38	63.13
	B	112.36	-15.47	96.89	98.57	-41.67	56.87
3.638	T	7.78	28.68	36.47	6.82	63.83	70.65
	B	135.18	-26.91	108.27	118.56	-75.36	43.20
5.456	T	-12.66	40.15	27.48	-11.11	88.94	77.83
	B	154.97	-37.87	117.10	135.92	-104.54	31.38
7.275	T	-29.64	49.18	19.54	-26.00	108.74	82.74
	B	171.56	-46.60	124.96	150.46	-127.45	23.01
9.094	T	-43.04	56.46	13.42	-37.75	124.37	86.62
	B	184.74	-53.68	131.06	162.03	-145.23	16.79
10.913	T	-52.73	61.59	8.87	-46.24	135.27	89.03
	B	194.33	-58.70	135.62	170.43	-157.70	12.74
12.731	T	-58.59	64.69	6.10	-51.39	141.76	90.37
	B	200.15	-61.75	138.40	175.54	-165.03	10.51
14.550	T	-60.56	65.90	5.34	-53.11	144.09	90.98
	B	202.11	-62.93	139.17	177.26	-167.33	9.93

* T : P.C Beam의 상면응력, B : P.C Beam의 하면응력

교대 (시점측) 결과요약

■ Pile 지지력 검토

Load case	말뚝선단 허용지지력(t)	수평 허용지지력(t)	최대 연직반력(t)	최대 수평반력(t)	비고
상 시	113.500	59.735	92.871	12.741	
지 진 시	170.250	106.013	90.407	16.080	

■ Pile 본체응력 검토

Load Case	말뚝머리의 변위 (cm)	말뚝본체의 응력 (kg/cm²)	이음부설계			
			수직지압응력 (kg/cm²)	수평지압응력 (kg/cm²)	수직압발응력 (kg/cm²)	수평압발응력 (kg/cm²)
상 시	0.32	1165	45.800	31.700	1.700	2.700
지 진 시	0.23	1073				

■ 철근량 검토

위 치		단면력		단면치수		철근배근량				공칭 모멘트
		M_u (t·m)	S_u (t)	h (cm)	d (cm)	소요철근량(cm²) 휨	소요철근량(cm²) 전단	사용철근량(cm²) 휨	사용철근량(cm²) 전단	ϕM_n (t·m)
연직벽		50.716	21.589	150	140	28.000	–	D22@125 (30.97)	–	108.758
뒷 굽		37.915	23.136	120	110	22.000	–	D19@125 (22.90)	–	63.306
앞 굽		17.730	–	120	105	21.000	–	D19@125 (22.90)	–	60.383
흉 벽		17.279	9.191	80	72	14.400	–	D16@125 (15.90)	–	28.697
날개벽	a-b	27.218	13.491	50	42	26.658	–	D22@125 (30.97)	–	31.369
	b-c	16.136	14.420	50	[illegible]	19.600	2.917	D19@125 (22.90)	D16-2EA (3.972)	23.562
	c-d	18.844	16.840	50	42	19.600	2.917	D19@125 (22.90)	D16-2EA (3.972)	23.562
	e-f	5.861	5.595	50	42	8.400	–	D22@125 (30.97)	–	31.326

구 분	내 용

교대 (종점측) 결과요약

■ Pile 지지력 검토

Load case	말뚝선단 허용지지력(t)	수평 허용지지력(t)	최대 연직반력(t)	최대 수평반력(t)	비고
상 시	90.700	59.735	75.821	10.445	
지 진 시	136.050	106.013	74.353	13.200	

■ Pile 본체응력 검토

Load Case	말뚝머리의 변위 (cm)	말뚝본체의 응력 (kg/cm²)	이음부설계			
			수직지압응력 (kg/cm²)	수평지압응력 (kg/cm²)	수직압발응력 (kg/cm²)	수평압발응력 (kg/cm²)
상 시	0.26	977	37.400	26.000	1.400	2.200
지 진 시	0.19	910				

■ 철근량 검토

위 치		단면력		단면치수		철근배근량				공칭모멘트
		M_u (t·m)	S_u (t)	h (cm)	d (cm)	소요철근량(cm²) 휨	소요철근량(cm²) 전단	사용철근량(cm²) 휨	사용철근량(cm²) 전단	ϕM_n (t·m)
연직벽		50.278	21.431	150	140	28.000	-	D22@125 (30.97)	-	108.758
뒷 굽		38.764	23.530	120	110	22.000	-	D19@125 (22.90)	-	63.306
앞 굽		17.548	-	120	105	21.000	-	D19@125 (22.90)	-	60.383
흉 벽		17.141	9.156	80	72	14.400	-	D16@125 (15.90)	-	28.697
날개벽	a-b	26.886	13.296	50	42	26.658	-	D22@125 (30.97)	-	31.369
	b-c	16.796	14.542	50	42	19.600	2.917	D19@125 (22.90)	D16-2EA (3.972)	23.562
	c-d	19.774	17.121	50	42	19.600	2.917	D19@125 (22.90)	D16-2EA (3.972)	23.562
	e-f	5.392	5.313	50	42	8.400	-	D22@125 (30.97)	-	31.369

교각 결과요약

■ Coping 검토

구 분	단면력		주인장 철근량		전단철근량			비고
	M_u (t·m)	S_u (t)	필요철근량 (cm²)	사용철근량 (cm²)	필요철근량 (cm²)	사용 수평철근량 (cm²)	사용 수직철근량 (cm²)	
중앙부	379.82	-	134.40	D29-22EA (141.33)	-	D22-8EA (31.00)	D19-4EA (11.46)	Deep Beam 적용
중앙부지점	1152.49	525.26	210.560	D25-22EA -2단 (222.95)	28.0/8.40 (수평/수직)	D22-8EA (31.00)	D19-4EA (11.46)	Deep Beam 적용
내민보	1269.35	676.81	210.560	D25-22EA -2단 (222.95)	111.609	D22-8EA (31.00)	D19-4EA (11.46)	Corbel 적용

구 분	내 용
교각 결과요약	

■ 기둥 검토

구 분		Load Case	P_u (ton)	M_{ux} (t·m)	M_{uy} (t·m)	필요철근량 (cm^2)	사용철근량 (cm^2)	비고
상 시	최소축력시	13 (4)	862.857	313.276	112.299	490.874	502.303	
	최대모멘트시	15 (6)	907.923	24.677	549.614	490.874	502.303	
지진시	최소축력시	16 (7)	978.536	373.724	-	490.874	502.303	
	최대모멘트시	17 (8)	955.708	25.976	850.655	490.874	502.303	

■ Footing 검토

구 분		극한단면력		설계단면력		휨 철 근 량		전단철근량		비 고
		M_u (t·m)	S_u (ton)	ϕM_n (t·m)	ϕS_n (ton)	필 요 철근량 (cm^2)	사 용 철근량 (cm^2)	필 요 철근량 (cm^2)	사 용 철근량 (cm^2)	
교축직각 방 향	중앙부	109.00	-	309.61	157.65	48.00	D29@125 (51.40)	-	-	
	지점부	170.17	115.84	309.61	157.65	48.00	D29@125 (51.40)	-	-	
교 축 방 향		173.66	78.29	309.61	157.65	48.00	D29@125 (51.40)	-	-	

■ 지지력 검토

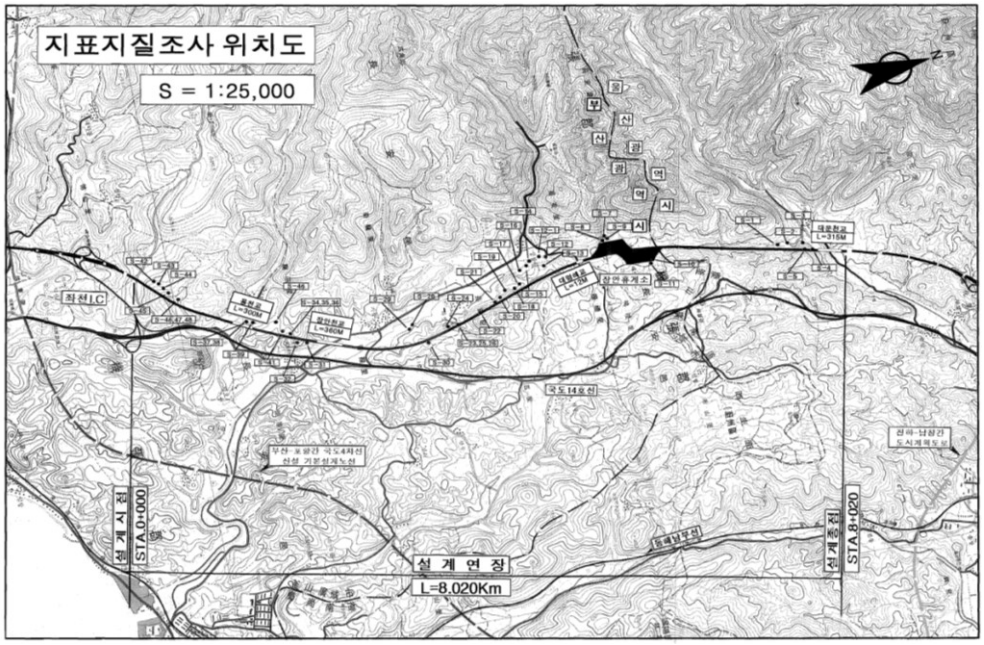
구 분		지 지 력 (t/m^2)		비 고
		상 시	지 진 시	
교축직각방향	허 용 력	50.0	75.0	
	작 용 력	45.7 (29.0)	46.3 (29.6)	( )은 P7에서의 값임.
교 축 방 향	허 용 력	50.0	75.0	
	작 용 력	46.4 (29.7)	60.5 (43.8)	( )은 P7에서의 값임.

다. 토질 및 지반조사 자료검토

본 교량의 설계 당시 17개소에 대한 시추조사를 실시하였으며 지표로부터 표토층, 매립토층, 붕적토층, 풍화암층, 연암층, 경암층 순으로 구성되어 있는 것으로 조사되었으며, 지반조사보고서(부산~울산간 고속도로 민간투자 시설사업 지반조사보고서(제5공구 좌동~운화), 2008.12)를 검토한 결과를 요약하면 다음과 같다.

1) 시추조사(2008.12) 위치

조사번호	조사위치	지반고(EL.m)	비고
BB-1	0K+999.5(우15.0m)	33.03	
BB-2	1K+010.0(좌11.0m)	34.06	
BB-3	1K+038.3(중앙)	32.28	
BB-4	1K+059.0(우13.0m)	31.76	
BB-5	1K+075.0(좌9.0m)	32.31	
BB-6	1K+097.5(중앙)	31.80	
BB-7	1K+122.0(우11.0m)	30.82	
BB-8	1K+135.2(좌10.0m)	31.40	
BB-9	1K+157.4(중앙)	29.15	
BB-10	1K+183.0(우11.0m)	28.95	
BB-11	1K+193.0(좌13.0m)	29.15	
BB-12	1K+216.0(중앙)	27.26	
BB-13	1K+242.0(우12.0m)	28.31	
BB-14	1K+253.0(좌11.0m)	29.27	
BB-15	1K+277.0(중앙)	33.96	
BB-16	1K+308.0(우8.0m)	39.52	
BB-17	-	-	시추불가



2) 시추조사(2008.12) 결과 요약

구 분	지 층 특 성
표토층 (Top Soil)	· 본 지층은 시추공 BB-16 지역의 최상부인 지표면에서 0.5m 정도의 두께로 확인되고 있다. · 본 층은 실트질 모래로 구성되어 있으며, 색깔은 황갈색을 띠고 있다.
매립토층 (Fill)	· 본 지층은 인위적으로 형성된 지층으로서 시추공 BB-16 제외한 전역에서 최상부인 지표면에서 0.3~3.0m 정도의 두께로 확인되고 있다. · 본 층의 상부는 현재 전답토로 이용되며, 주로 실트질 점토로 구성되어 있으며, 하부는 점토질 실트, 실트질 점토, 모래질 섞인 실트, 실트질 모래섞인 자갈로 구성되며, 통일분류법에 의하면 ML, CL 등으로 분류된다. · 또한 표준관입시험에 의한 N치는 26/30~50/2(회/㎝) 정도로 매우굳음 내지 견고한 연경도, 매우조밀한 상대밀도를 나타내나, 부분적으로 자갈에 의해 과대저항치를 나타내고 있다. · 색깔은 갈색, 황갈색, 회갈색 등을 띠고 있다.
붕적토층 (Colluvial Soil)	· 본 지층은 시추공 BB-9, 14 지역을 제외한 전역에서 매립토층, 표토층 하부 심도 0.5~3.0m에서 0.6~5.3m 정도의 두께로 분포하고 있다. · 본 층은 실트질 점토, 자갈섞인 점토질 모래, 실트질 모래, 실트질 모래섞인 자갈 및 전석, 실트섞인 전석 등으로 구성되며, 통일분류법에 의해 CL, SM, SC 등으로 분류된다. · 또한, 표준관입시험에 의한 N치는 12/30~50/1(회/㎝) 정도로 매우굳음 내지 견고한 연경도, 매우조밀한 상대밀도를 나타내나, 부분적으로 자갈 및 전석에 의한 과대저항치를 나타낸다. · 색깔은 황갈색, 갈색, 녹갈색 등을 띠고 있다.
풍화암층 (Weathered Rock)	· 본 지층은 기반암이 풍화되어 형성된 지층으로서 시추공 BB-9~12을 제외한 전역에서 지표면하 1.6~7.7m 정도에서 확인되고 있다. · 시추시 암편, 암편섞인 모래질 실트, 실트질 모래, 세립~조립의 모래로 분해된 상태이며, 표준관입시험에 의한 N치는 50/10~50/1(회/㎝) 정도로 매우조밀한 상대밀도를 나타낸다. · 색깔은 갈색, 녹갈색, 회갈색, 암갈색, 청회색, 황갈색 등을 띠고 있다.
연암층 (Soft Rock)	· 본 지층은 기반암이 부분적으로 풍화되어 형성된 지층으로서 시추공 BB-1, 3, 4, 7, 14, 16을 제외한 전역에서 지표면하 0.5~4.0m 정도에서 확인되고 있다. · 풍화정도는 보통풍화 내지 약간풍화(M.W~S.W)에 속하며 균열 및 절리가 매우 발달되어 있다. 시추작업시 코아회수는 T.C.R : 28~100%, R.Q.D : 0~12% 정도이고 연 · 경의 교호로 매우 저조한 상태이다. · 색깔은 녹갈색, 녹회색, 청회색, 갈색, 회갈색 등을 띠고 있다.
경암층 (Hard Rock)	· 본 지층은 기반암이 부분적으로 풍화되어 형성된 지층으로서 시추공 BB-8, 11 지역에서 지표면하 1.0m 정도에서 확인되고 있다. · 풍화정도는 약간풍화(S.W)에 속하며 시추작업시 코아회수는 T.C.R : 100%, R.Q.D : 38% 정도로 저조한 상태이다. · 색깔은 청회색, 회갈색 등을 띠고 있다.

30.2.3 시설물 점검이력

대상시설물은 2종 시설물로서 2008년 12월 31일 준공 이후 정기적으로 안전점검이 시행되었으며 그 결과에 의한 유지관리가 실시되고 있는 상태이다.

【표 30.2.2】 용소천교(울산) 점검이력사항

구분		점검기간	점검 기관	상태 등급	주요점검· 진단내용
1	정기안전점검	2025-03-03~ 2025-06-30	한국도로공사	양호	· 교면포장유공관매설부패임,시공이음부균열등 · 배수시설배수관연결부막힘,배수관유출부막힘등 · 난간방호벽균열,균열부백태,긁힘,파손등 · 신축이음후타콘크리트균열,유간토사퇴적,차수판볼트탈락,하부누수흔적등 · 교량받침플레이트도장박리,탄성받침고무패드들뜸등 · 바닥판균열부누수,종방향이음부누수백태고드름,열화박락우려등 · 거더지점부파손,거푸집미제거등 · 2차부재/가로보철근노출등 · 교대구체균열,표면오염,균열부백태,청소상태미흡등 · 교각코핑부균열등 · 점검시설점검로출입문연결부파손등
2	정기안전점검	2024-09-01~ 2024-12-30	한국도로공사	양호	거더:파손 바닥판:균열,백태,배부름,표면오염 교량받침:플레이트부식,받침콘크리트균열,받침몰탈파손,탄성패드들뜸 교대:균열,박락,체수흔적,표면오염 교각:균열,망상균열,파손,박락,체수흔적,표면오염,명판탈락 신축이음:후타콘크리트균열,하부누수,유간토사퇴적,차수판탈락 교면포장:균열,패임,파손,뒤채움부균열 배수시설:배수관연결부막힘,배수관유출부막힘,배수관연결부누수 난간및연석:균열,백태,긁힘,파손 2차부재:가로보들뜸,박락 점검시설:상태양호
3	정기안전점검	2024-03-01~ 2024-06-30	한국도로공사	양호	교면포장균열,패임등 배수시설배수관막힘,유출부막힘,연결부누수등 난간중분대균열,백태,긁힘,파손등 신축이음후타콘크리트균열,하부누수,유간토사퇴적,차수판변형등 교량받침플레이트부식,받침콘크리트균열,스토퍼밀착등 바닥판균열,백태,배부름,표면오염,유공관길이부족등 거더파손등 교대균열,박락,체수흔적,표면오염등 교각균열,망상균열,긁힘,파손,박리,단면불량등

【표 30.2.2】 용소천교(울산) 점검이력사항(계속)

구분		점검기간	점검 기관	상태 등급	주요점검· 진단내용
4	정기안전점검	2024-03-01~ 2024-06-21	자체수행	보통	교면포장ASP포장패임,시공이음부균열등 배수시설배수관막힘,배수관유출부막힘등 난간중분대균열,긁힘,파손등 신축이음후타콘크리트균열,하부누수,유간토사퇴적등 교량받침플레이트부식,받침콘크리트균열,스토퍼밀착등 바닥판누수,백태,캔틸레버열화등 거더지점부파손,인양홀주변콘크리트파손등 교대흉벽균열,흉벽표면오염,구체교좌부체수흔적등 교각코핑부균열,코핑부교명판탈락,코핑부표면오염등
5	정밀안전점검	2023-02-20~ 2023-12-22	(주)엠케이에스이	B등급	-교면포장아스콘균열및패임,긁힘,접속부균열 -방호벽균열(0.3㎜미만,0.3㎜이상),백태,긁힘,파손 -배수시설배수관연결부막힘및누수,유출부막힘,유도배수관탈락 -신축이음후타재균열(0.3㎜미만),하부누수,유간토사퇴적,차수판변형및탈락 -바닥판균열(0.3㎜미만),백태,배부름,표면오염 -거더파손 -가로보들뜸및박락 -교량받침Plate부식,균열(0.3㎜미만),몰탈파손,스토퍼밀착,탄성패드들뜸(롤오버) -교대/교각균열(0.3㎜미만),망상균열,파손(긁힘),박리,박락,체수흔적,표면오염
6	정기안전점검	2023-03-06~ 2023-06-08	자체수행	양호	· 교면포장 ASP포장 균열 및 패임 등 · 난간중분대 균열(cw=0.3㎜ 미만, 이상), 백태, 긁힘, 파손 등 · 배수시설 배수관 막힘, 유출부 막힘, 연결부 누수 등 · 신축이음 후타재 균열(cw=0.3㎜미만), 하부누수, 유간토사퇴적, 차수판 변형 등 · 바닥판 균열(cw=0.3㎜표미만), 백태, 배부름, 표면오염, 유공관 길이 부족 등 · 거더 파손 등 · 교량받침 플레이트 부식, 받침콘크리트 균열(cw=0.3㎜,미만), 스토퍼 밀착 등 · 하부구조 교대 균열(cw=0.3㎜미만), 박락, 체수흔적, 표면오염 등 · 하부구조 교각 균열(cw=0.3㎜미만), 망상균열, 긁힘, 파손, 박리, 단면불량 등
7	정기안전점검	2022-07-25~ 2022-08-12	자체수행	양호	전반적으로 상태가 양호함 등 세부결과 보고서 참고
8	정기안전점검	2022-05-16~ 2022-06-15	자체수행	양호	전반적으로 상태가 양호함, 세부결과 보고서 참고

【표 30.2.2】 용소천교(울산) 점검이력사항(계속)

구분		점검기간	점검 기관	상태 등급	주요점검· 진단내용
9	정밀안전점검	2021-03-03~ 2021-12-22	(주)엠케이에스이	B등급	-교면포장아스콘균열및패임 -방호벽균열(0.3㎜미만,0.3㎜이상),백태,긁힘,파손 -배수시설배수관막힘,유출부막힘,연결부누수 -신축이음후타재균열(0.3㎜미만),하부누수,유간토사퇴적,차수판변형및탈락 -바닥판균열(0.3㎜미만),백태,배부름,표면오염,유공관길이부족 -거더파손 -교량받침Plate부식,콘크리트균열(0.3㎜미만),스토퍼밀착 -교대/교각균열(0.3㎜미만),망상균열,긁힘,파손,박리,박락,체수흔적,표면오염
10	정기안전점검	2021-06-28~ 2021-06-28	자체수행	양호	· 바닥판:균열(cw=0.3㎜미만),백태,배부름 · 교량받침:받침콘크리트균열(cw=0.3㎜미만)및재료분리,받침플레이트도장불량및탈리,부식,쇄기판간섭 · 하부구조(교대):균열(cw=0.3㎜미만),체수 · 하부구조(교각):균열(cw=0.3㎜미만),망상균열,박리,표면체수,체수,단면불량,지장물적치,파손,긁힘 · 신축이음:차수판변형,차수판볼트탈락 · 교면포장:ASP긁힘및패임,포토홀 · 난간연석:균열(cw=0.3㎜미만,이상)긁힘,백태 · 배수시설:배수관길이부족,배수관유출부막힘
11	정기안전점검	2020-07-28~ 2020-07-28	자체수행	양호	· 교량받침플레이트부식및받침콘크리트균열 · 신축이음후태재균열및유간토사퇴적,차수판변형
12	정기안전점검	2020-07-15~ 2020-07-15	자체수행	양호	· 교량받침스토퍼협착및받침몰탈균열 · 신축이음유간토사퇴적
13	정기안전점검	2020-06-30~ 2020-06-30	자체수행	양호	양호함
14	정밀안전점검	2019-03-19~ 2019-12-22	한국시설기술단(주)	B등급	-바닥판:균열(폭0.3㎜미만),백태,배부름 -PSCI거더:파손 -콘크리트가로보:재료분리 -교 대 : 균열(폭 0.3㎜미만, 이상), 들뜸 -교 각 : 균열(폭 0.3㎜미만), 망상균열, 박리, 파손, 긁힘, 단면불량, 녹발생, 표면오염 등 -교량받침:받침부식,도장불량,받침콘크리트균열,스토퍼밀착 -신축이음:유간토사토적,신축이음누수,후타재균열,차수판연결불량,탈락,변형등 -교면포장:아스콘균열,아스콘긁힘 -배수시설:배수관막힘,길이부족,유출부막힘,유도배수관탈락 -방호벽및중앙분리대:균열(폭0.3㎜미만,이상),균열부백태,백태,파손,긁힘 -점검시설:연단거리부족,앵커볼트절단흔적,노출길이부족등

【표 30.2.2】 용소천교(울산) 점검이력사항(계속)

구분		점검기간	점검 기관	상태 등급	주요점검 · 진단내용
15	2종성능평가	2019-03-19~ 2019-12-22	한국시설기술단(주)	B등급	-바닥판의균열,백태,배부름,거더의파손,가로보의재료분리,교대및교각의균열,망상균열,들뜸,박리,파손,긁힘,교량받침의부식,도장불량,받침콘크리트균열,스토퍼밀착,신축이음의유간토사퇴적,누수,후타재균열,차수판연결불량,교면포장의아스콘균열,긁힘,배수시설의배수관막힘,길이부족,방호벽의균열,균열부백태,파손,점검시설의연단거리부족등이조사됨. -내구성시험결과,내구성저하요인은조사되지않았으며,구조해석검토결과,안전성을확보하고있음. -안전성능평가결과(B),내구성능평가결과(A),사용성능평가결과(B) -종합평가결과 "일부부재에경미한결함이나내구성저하가능성이조사되었으며,외부환경조건등을고려하여진행여부를지속관찰하고보수여부를결정하여야하는성능수준" 인 "B등급" 으로평가됨.
16	정기안전점검	2019-04-29~ 2019-04-29	자체수행	양호	신축이음 유간 토사퇴적
17	정기안전점검	2018-07-30~ 2018-07-30	자체수행	양호	- 양호함
18	정기안전점검	2018-04-10~ 2018-04-10	자체수행	양호	- 양호함
19	정밀안전점검	2017-10-16~ 2017-12-22	자체수행	B등급	· 바닥판균열,백태,배부름 · 하부구조균열및망상균열,박리,박락,단면불량,표면오염 · 교량받침Plate부식,받침콘크리트균열및재료분리 · 신축이음유간토사퇴적,차수판변형및연결불량 · 교면포장ASP긁힘,패임,포트홀 · 방호벽균열,파손,백태 · 배수시설배수관유출부막힘,유공배수관탈락
20	정기안전점검	2017-11-28~ 2017-11-28	자체수행	양호	- 양호함
21	정기안전점검	2017-06-30~ 2017-06-30	자체수행	양호	- 양호함
22	정기안전점검	2016-08-23~ 2016-08-23	자체수행	양호	- 양호함
23	정기안전점검	2016-05-04~ 2016-05-04	자체수행	양호	- 양호함

【표 30.2.2】 용소천교(울산) 점검이력사항(계속)

구분		점검기간	점검 기관	상태 등급	주요점검 · 진단내용
24	정밀안전점검	2015-05-27~ 2015-12-22	(재)한국재난 연구원	B등급	바닥판하면:균열(cw=0.3mm미만),백태,배부름/거더 :상태양호/가로보: 상태양호/교대 및 교각 : 균열(cw=0.3mm미만), 망상균열, 박리, 파손, 긁힘, 단면불량, 표면오염 등/신축이음 : 유간토사퇴적, 차수판변형, 차수판볼트파손, 차수판볼트탈락, 차수판연결불량/방호벽 : 균열(cw=0.3mm미만), 균열(cw=0.3mm이상), 긁힘, 백태/배수시설 : 배수관 길이부족, 배수관유출부막힘, 유도배수관탈락/교량받침 : 받침몰탈균열, 받침대 균열, 박락, Plate부식, 도장탈리, 도장불량, 쐐기판간섭 등
25	정기안전점검	2015-03-31~ 2015-03-31	자체수행	양호	- 양호
26	정기안전점검	2014-07-23~ 2014-07-23	자체수행	양호	양호
27	정기안전점검	2014-05-21~ 2014-05-21	자체수행	양호	양호
28	정밀안전점검	2013-10-01~ 2013-12-03	자체수행	A등급	벽체균열
29	정기안전점검	2013-05-28~ 2013-05-28	자체수행	양호	양호
30	정기안전점검	2012-08-20~ 2012-08-21	자체수행	양호	양호
31	정기안전점검	2012-04-17~ 2012-04-17	자체수행	양호	양호
32	정기안전점검	2011-11-14~ 2011-11-17	자체수행	양호	양호
33	정기안전점검	2011-04-20~ 2011-04-21	자체수행	양호	이상없음
34	정기안전점검	2010-07-07~ 2010-12-08	자체수행	양호	양호함
35	정밀안전점검	2010-03-10~ 2010-05-09	자체수행	A등급	교대벽체 일부 초기균열
36	정기안전점검	2009-08-04~ 2009-11-25	자체수행	양호	이상없음
37	정기안전점검	2009-03-06~ 2009-06-30		양호	이상없음
38	초기안전점검	2008-08-01~ 2008-12-31	원공엔지니어링(주)	A등급	구조물 상태가 양호하고 최상의 상태임.

30.2.4 전차 정밀안전점검 실시결과(2023년12월)

가. 외관조사결과

구분	정밀안전점검 결과	비고
교면포장	◦교면포장에 대한 외관조사 결과, 아스콘 균열 및 패임, 파손(긁힘), 접속부 균열이 발생한 것으로 조사되었다.	
방호벽	◦방호벽에 대한 외관조사 결과, 균열(0.3㎜미만, 0.3㎜이상), 백태, 긁힘, 파손이 발생한 것으로 조사되었다.	
배수시설	◦배수시설에 대한 외관조사결과, 배수관 연결부 막힘 및 누수, 배수관 유출부 막힘, 유도배수관 탈락이 발생한 것으로 조사되었다.	
신축이음	◦신축이음에 대한 외관조사 결과, 본체 고무재 열화 및 파손이 발생하여 하부 누수가 조사되었으며, 후타재 균열(0.3㎜미만) 및 파손, 유간 토사퇴적, 차수판 볼트탈락이 발생한 것으로 조사되었다. ◦신축이음 유간검토 신축이음 유간을 각 지점에서 측정한 결과 온도변화에 따른 가동량은 이론치와 유사한 것으로 조사되어 원활한 신축거동을 하고 있는 것으로 평가되고, 신축여유량을 충분히 확보하고 있는 것으로 검토되었다.	
바닥판	◦바닥판에 대한 외관조사결과, 캔틸레버부에 백태 및 표면오염이 발생한 것으로 조사되었다.	
거더	◦거더에 대한 외관조사 결과, 인양홀 주변 파손 및 지점부 하면 파손이 발생한 것으로 조사되었다.	
가로보	◦가로보에 대한 외관조사 결과, 들뜸 및 박락이 발생한 것으로 조사되었다.	
교량받침	◦교량받침에 대한 외관조사결과, Plate 부식, 받침 콘크리트 및 몰탈 균열(0.3㎜미만), 몰탈 파손, 탄성패드 들뜸, 스토퍼 밀착이 발생한 것으로 조사되었다. ◦연단거리 평가 본 교량의 교량받침에 대한 연단거리 측정결과 현장 실측치가 허용치(350.0㎜)를 상회하는 것으로 조사되어 충분한 연단거리를 확보하고 있는 것으로 검토되었다. ◦이동량 평가 본 교량의 가동받침의 이동량 산정시 온도변화는 보통지방을 고려하여 -5℃~+35℃ 설계하였으며 설계 시 고려한 온도를 기준으로 교량받침 여유량 검토결과 온도변화에 따른 가동여유량을 확보하고 있는 것으로 측정・검토되었다.	
교대	◦교대에 대한 외관조사 결과, 신축이음(A1, A2) 하부누수로 체수흔적 및 표면오염이 발생하였으며, 균열(0.3㎜미만), 박락이 조사되었다.	
교각	◦교각에 대한 외관조사 결과, 균열(0.3㎜미만), 망상균열, 파손, 표면열화, 박락, 체수흔적, 표면오염, 명판 탈락이 발생한 것으로 조사되었다.	
기초	◦용소천교(울산)의 설계도서 검토결과, 기초형식은 강관파일기초(A1, A2), 직접기초(P1~P9)로 시공된 것으로 검토되었으며, 점검일 현재 기초는 노출 없이 매립되어 외관조사는 불가한 것으로 조사되었다.	

구분	정밀안전진단 결과	비고
공중이 이용하는 부위	◦추락방지시설(교량 점검시설) 교량 점검시설에 대한 외관조사 결과, 출입시설(수직형) 및 점검통로에 대한 보강(브라켓 및 앵커볼트)을 시행한 것으로 확인되었다.	
	◦교면포장은 아스팔트 포장으로 S1~S10 경간에 시공되어 있으며, 포장 균열 및 패임, 파손(긁힘), 접속부 균열이 조사되었으며, 차량에 직접적인 파손을 유발할 정도는 아닌 것으로 검토되었다. 금회 조사된 손상은 경미한 상태이고 중대한 결함은 발생하지 않은 것으로 검토되었다.	
	◦신축이음은 Monocell Joint(A1, P2, P5, P8, A2)가 설치되어 있으며, 후타재 균열, 유간토사퇴적, 하부누수 등이 조사되었다. 또한 신축이음 유간을 각 지점에서 측정한 결과 가동량은 이론치와 유사한 것으로 조사되어 원활한 신축거동을 하고 있는 것으로 검토되었으며, 금회 점검시 중대한 결함은 발생하지 않은 것으로 검토되었다.	

나. 내구성 조사 및 시험결과

시 험 명	시험부위		시험 결과	비 고
비파괴강도 (MPa)	상부구조		27.8 ~ 28.6	·설계강도 이상을 확보 – 바닥판: 27.0MPa – 교대, 교각: 24.0MPa
	하부구조		26.0 ~ 27.3	
탄산화시험 (㎜)	상부 구조	탄산화깊이	2.2 ~ 2.5	·탄산화 등급은 상부구조 “a” 등급 ·탄산화 등급은 하부구조 “a” 등급
		잔여깊이	30.5 ~ 35.8	
	하부 구조	탄산화깊이	5.8 ~ 6.9	
		잔여깊이	65.1 ~ 92.9	
종합평가	·비파괴강도 측정결과, 설계기준강도를 상회하는 것으로 측정·검토됨. 건전부와 비건전부 비교결과 비건전부의 강도저하는 있으나 설계기준강도 100%이상으로 강도부족에 의한 내구성저하는 없는 것으로 분석됨. ·탄산화시험결과, 상부구조 및 하부구조는 탄산화 잔여깊이는 30㎜이상으로 상태평가 기준 “a” 등급으로 조사되어 탄산화에 대한 철근부식 발생 우려는 없는 것으로 판단됨.			

다. 종합평가 및 안전등급 지정

구조물명	상태평가 결과		안전성평가 결과		종합평가 결과
	환산결함도점수	기준	S·F	기준	
용소천교(울산)	0.205	B	-	-	B
종합평가	•본 용소천교(울산)의 상태평가 결과 "보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나 기능발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한" 「B등급」의 상태로 평가되었다.				

라. 안전등급 지정

안전등급은 상태평가 결과와 안전성평가 결과 중 낮은 등급을 안전등급으로 지정하나 금회 실시한 정밀안전점검에서는 안전성평가(정밀안전진단 과업)를 실시하지 않아 안전등급은 B등급 "보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나, 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부 보수가 필요한 상태"로 지정되었다.

마. 보수·보강 방안 및 개략공사비

점검부위	결함 및 손상내용	손상물량	보수물량	단위	보수·보강(안) 공법	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위	비고
교면포장	아스콘 균열	10.50	15.75	m	ASP 실링	80	1,260	2	
	아스콘 패임	0.49	1.00	㎡	소파보수	120	120	2	
방호벽	균열(0.3㎜미만)	67.20	16.80	m/㎡	표면보수	120	2,016	3	
	균열(0.3㎜이상)	7.50	7.50	m	주입보수	80	600	1	
	백태	0.22	1.00	㎡	표면보수	65	65	3	
	파손	0.12	1.00	㎡	단면보수	240	240	2	
배수시설	배수관 연결부 막힘	2	2	EA	청소	300	600	1	
	배수관 유출부 막힘	2	2	EA	유출부 주변 정비	500	1,000	2	
	배수관 연결부 누수	2	2	EA	청소	300	600	1	
	유도배수관 탈락	1	1	EA	유도배수관 재설치	200	200	2	
신축이음	후타재 균열	6.50	78.75m (L=15.75m, 5EA)	m	신축이음 교체	-	-	1	
	하부 누수	54.00		m	L=31.50m A1, A2(No. 50)	1,200	37,800		
	유간토사 퇴적	0.80		㎡					
	차수판 변형, 탈락	2		EA	L=31.50m P2, P5(No. 120)	2,000	63,000		
	차수판 연결불량	2.40		m					
	차수판 볼트 변형, 탈락	4		EA	L=15.75m P8(No. 80)	1,400	22,050		
바닥판	균열(0.3㎜미만)	5.50	1.38	m/㎡	표면보수	65	89	3	
	백태	0.08	1.00	㎡	표면보수	65	65	3	
거더	파손	0.06	1.00	㎡	단면보수	240	240	2	
가로보	들뜸, 박락	0.19	1.00	㎡	제거 및 단면보수	240	240	2	
교량받침	Plate 부식	60	60	EA	재도장	80	4,800	2	
	몰탈 파손	0.01	1.00	㎡	단면보수	240	240	2	
교대	균열(0.3㎜미만)	8.20	2.05	m/㎡	표면보수	65	133	3	
	박락	0.05	1.00	㎡	단면보수	240	240	2	
교각	균열(0.3㎜미만)	125.40	31.35	m/㎡	표면보수	65	2,037	3	
	망상균열	54.00	81.00	㎡	표면보수	65	5,265	3	
	긁힘, 파손	0.09	1.00	㎡	단면보수	240	240	2	
	박리	1.50	2.25	㎡	단면보수	240	540	2	
	명판 탈락	1	1	EA	명판 재설치	50	50	3	
순 공 사 비							143,730		
제경비(순공사비×0.5)							71,865		
총 공 사 비							215,595		

※ 상기 개략공사비는 실시설계시 공법선정, 단가변동 및 현장여건 상 변동될 수 있음.

바. 종합결론

1) 용소천교(울산)는 준공 후 15년이 경과된 PSC Bema 교량으로 금회 정밀안전점검결과 상부구조(바닥판, 거더)는 균열(0.3㎜미만), 백태, 배부름, 파손, 표면오염이 발생하고 하부구조(교대, 교각)에서 균열(0.3㎜미만), 망상균열, 파손, 박락, 표면오염 및 체수흔적이 조사되었다. 교량받침은 Plate 부식, 몰탈 및 콘크리트 균열(0.3㎜미만), 몰탈파손, 스토퍼 밀착, 탄성패드 들뜸(롤오버)이 발생하였으며, 기타부재에서 배수관 연결부 막힘 및 누수, 유출부 막힘, 유공관 유도배수시설 탈락, 교면포장 아스콘 균열 및 패임, 방호벽 균열(0.3㎜미만, 0.3㎜이상), 백태, 긁힘, 파손 등의 손상이 조사되어 손상부에 대한 적절한 보수가 요구된다.

또한, 신축이음(A1, P2, P5, P8, A2)는 공용기간 증가에 의한 노후화로 하부누수가 발생하고 2차 손상으로 콘크리트 부재의 표면오염, 교량받침 Plate 부식 등의 손상을 유발하고 있어 신축이음 교체가 요구된다.

2) 내구성시험 결과, 반발경도법에 의한 비파괴 강도는 100%을 상회하는 것으로 측정되어 강도저하는 없는 것으로 판단되고 탄산화 시험은 모든 측정부위에서 탄산화 잔여깊이가 30㎜이상으로 탄산화에 의한 내구성 저하는 발생하지 않은 것으로 검토되었다.

3) 따라서, 본 교량은 「보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나 기능발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한」인 “B등급”으로 평가 되었으며, 금회 점검시 조사된 손상·결함부에 대하여 보수를 시행한다면 공용상의 문제는 없을 것으로 판단되고 시설물 등급의 상향 또는 현 상태의 등급을 지속적으로 유지할 수 있을 것으로 판단된다.

4) 정밀안전진단 및 시설물의 사용제한의 필요성 여부

- 금회 정밀안전점검 실시결과 시설물의 사용제한 필요 없는 것으로 판단된다.

5) 유지관리시 특별한 관리가 요구되는 사항

- 교면포장 유공관 매입부 아스콘 균열 및 패임 발생 유무
- 신축이음(A1, P2, P5, P8, A2) 하부누수로 인한 주변 부재 손상 발생 유무

6) 기타 필요한 사항

- 없음

30.2.5 시설물 보수 이력

【표 30.2.3】 용소천교(울산) 보수이력사항

번호	공사명	공사구분	보수보강공사 부위	설계자	시공자
	공사기간		공사내역	공사비(천원)	책임기술자
1	2024년~2025년 울산지사 관내 시설물 연간 유지보수공사	보수	방호벽 등	(주)엠케이에스이	태정산업개발(주)
	2024-05-13 ~ 2024-08-30		주입보수 등	7,662	이선우
2	2019년 구조물 정밀안전진단 및 점검 결함사항 보수공사		교대 외	서영엔지니어링	지엘부
	2020-08-28 ~ 2020-12-28		표면처리공법 등	2,171	조재성
3	2018년 부산포항선 교량 보수공사	보수	교량받침 PLATE 부식 - 슈 바탕처리 및 슈도장(P2,P3,P4,P5,P8)	김병우	(주)예일개발
	2018-11-01 ~ 2018-12-26		교량받침 PLATE 부식 - 슈 바탕처리 및 슈도장(P2,P3,P4,P5,P8) 37.24M2	2,082	전상우

30.2.6 시설물의 내진설계 여부 확인

용소천교(울산)는 2008년 준공된 교량으로 준공도서 및 시설물관리대장(FMS) 등을 검토한 결과 내진설계가 적용된 교량인 것으로 확인되었다.

【표 30.2.4】 내진설계 여부

적용유무	내진설계	비고
내진설계 적용	- 시설물관리대장(FMS)에 내진설계 적용으로 표기됨	

시설물번호	관리번호	시설물명	노선 구분	노선 세부노선	시설물분류 시설물종류	시설물종별	시설물구분	SOC성능평가대상
BR2008-0000974		용소천교(울산)	고속국도	고속국도65호선	1종시설물에 해당하지 않는 연장 100미터이상의 교량	2종	교량	유

주소 (시,도) (시,군,구) (읍,면,동) (리,번지 등 주소)				관리주체	관리주체구분 공공 중앙부처	공공 지자체	공공 (국가/지방)공기업	민간	소유자	소유자구분 공공 중앙부처	공공 지자체	공공 (국가/지방)공기업	민간
부산광역시	기장군	장안읍 용소리 248-6		부산울산고속도로(주)				V	국토해양부				

사업계획 승인일	준공 (사용승인)일	하자담보책임 만료일	2. 상세제원	3. 안전점검 및 정밀안전진단 이력	4. 보수·보강 이력	환기구 덮개 (접근 가능한 환기구)	5. 첨부자료 목록
	2008년 12월 31일	2015년 12월 31일	유	유	유		용소천교.jpg 용소천교(하부).jpg

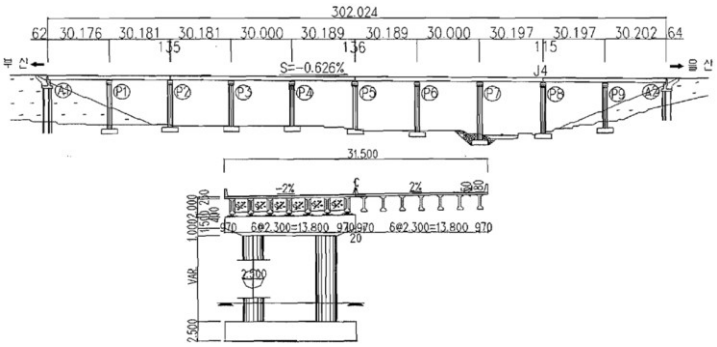
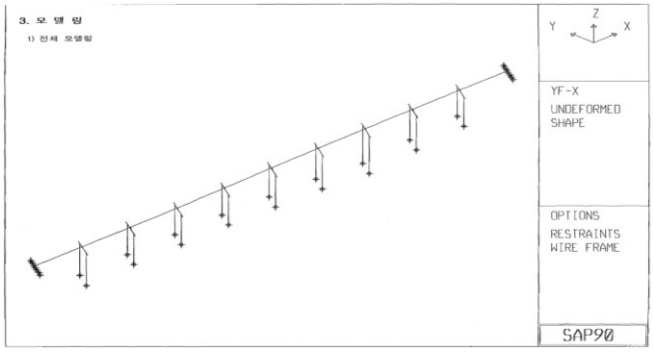
설계기간	설계자	공사기간	시공자	총공사비(백만원)
1997-12-22 ~ 1999-10-21	서영엔지니어링	2001-11-29 ~ 2008-12-31	대림산업주식회사	4,750

내진정보	내진설계 대상 유무	내진설계 적용 유무	적용내진설계기준	내진성능평가 실시 유무	내진보강 유무
	불명	적용		불명	불명

영21조대상	감리기간	감리자(책임감리원)	사업주체(발주자)	공사명	공사감독·공사관리관
아니오			부산울산고속도로(주)	부산~울산 고속도로 민간투자시설사업	한국도로공사

기타 기본현황			
작성일	작성자	최종 수정일	최종 수정자
2008년 12월 18일	부산울산고속도로(주) (인)	2019년 11월 26일	박준형
비고			

설계 조건	· 내진등급 : 1등급(A=1.4×0.11=0.154) · 교량형식 : P.C BEAM교 · 지반종류 : Ⅰ지역 (S=1.00) · 해석방법 : 복합모드 스펙트럼 해석 · 응답수정계수 - 연결부 : 교대 R=0.8, 교각 R=1.0 - 교 각 : 교축직각=5, 교축방향=3 - 기 초 : 교축직각=2.5, 교축방향=1.5 · 사용 SHOE - 보강탄성받침 : 135ton - 스프링 계수 교대(135ton) : 전단(Kh)=170ton/m : 압축(Kv)=67000ton/m 교각(135ton) : 전단(Kh)=170ton/m : 압축(Kv)=67000ton/m	

<table>
<tr><th>적용유무</th><th>내진설계</th><th>비고</th></tr>
<tr><td>설계단면</td><td> 
</td><td></td></tr>
<tr><td>전체 모델링</td><td> 
</td><td></td></tr>
<tr><td>해석결과</td><td>

· 연결부 탄성지진력

구 분	교 축 방 향	교축직각방향	허용수평력
교 대 1	14.037	10.492	24.5
교 각 1	13.008	19.165	49.0
교 각 2	8.143	11.422	24.5
교 각 3	16.663	22.509	49.0
교 각 4	17.364	22.090	49.0
교 각 5	14.393	10.528	24.5
교 각 6	21.059	24.108	49.0
교 각 7	13.776	22.290	49.0
교 각 8	15.044	14.044	24.5
교 각 9	16.053	18.361	49.0
교 대 2	14.218	9.553	24.5

· 연결부 변위

구 분	교 축 방 향	교축직각방향	허용변위 (mm)
교 대 1	74.3	47.1	144
교 각 1	29.0	42.3	144
교 각 2	39.7	68.8	144
교 각 3	36.5	48.4	144
교 각 4	37.4	47.5	144
교 각 5	65.7	56.0	144
교 각 6	42.7	46.2	144
교 각 7	27.0	44.4	144
교 각 8	64.9	73.3	144
교 각 9	36.0	44.9	144
교 대 2	77.9	44.3	144

</td><td></td></tr>
</table>

적용유무	내진설계	비고
해석결과	· 기둥상단 탄성지진력 (아래 표)	

구 분	교 축 방 향		교 축 직 각 방 향	
	전단력 (ton)	모멘트 (t·m)	전단력 (ton)	모멘트 (t·m)
교 각 1	49.947	429.018	81.609	1019.339
교 각 2	60.374	520.188	92.557	1108.125
교 각 3	71.055	548.430	94.698	1099.912
교 각 4	72.482	553.001	93.802	1078.018
교 각 5	76.362	676.241	82.273	1015.832
교 각 6	93.874	807.328	99.044	1268.734
교 각 7	74.502	728.612	95.959	1402.785
교 각 8	63.557	634.929	91.164	1206.337
교 각 9	57.145	457.323	81.142	946.039

· 기둥하단 탄성지진력

구 분	교 축 방 향		교 축 직 각 방 향	
	전단력 (ton)	모멘트 (t·m)	전단력 (ton)	모멘트 (t·m)
교 각 1	59.512	1382.343	97.247	1206.993
교 각 2	74.449	1654.054	108.540	1292.139
교 각 3	77.142	1726.064	110.845	1300.271
교 각 4	78.728	1738.934	110.642	1279.678
교 각 5	93.499	2136.028	98.889	1204.792
교 각 6	103.255	2551.966	113.603	1478.788
교 각 7	85.985	2372.088	109.492	1616.649
교 각 8	84.315	2033.192	106.857	1396.167
교 각 9	67.315	1457.568	99.107	1137.471

30.2.7 시설물의 용도변경 여부 확인

FMS(시설물정보종합관리시스템) 상에 용도변경 이력은 없는 것으로 확인되었다.

30.2.8 주변환경 및 하중변화

용소천교는 부산광역시 기장군 장안읍 용소리에 위치하고 용소천(S8) 및 용소길(S9)을 횡단하는 교량이며, 하부에는 CJ대한통운이 S3~S7 경간을 점용하고 있는 것으로 확인되었다.

FMS(시설물통합정보관리시스템 fms.or.kr) 및 관리주체인 부산울산고속도로(주)에 보관된 준공관련자료를 검토한 결과 준공시 고려되었던 하중 이외의 추가하중은 없는 상태이다. 향후 본 교량에 부속시설 설치시 그에 따른 구조검토를 실시하여 하중변화에 따른 교량의 안정성을 확보하여야 할 것이다.

또한, 준공도면 및 기 실시되었던 점검자료를 검토한 결과 준공시와 점검일 현재의 교량 주변 현황의 변화는 없는 것으로 검토되었다.

하부 교차 시설 전경	상부 전경

【사진 30.2.1】 주변환경 및 하중변화 전경

30.2.9 수집자료 검토결과 및 점검방향 설정

【표 30.2.5】 수집자료 검토결과 및 점검방향 설정

구 분	수집 자료	자료분석 결과	진단과업 진행방향
건 설 관 련 자 료	◇준공도서 – 지반조사보고서 – 각종계산서 – 공사시방서 – 준공내역서 – 준공도면 – 실시설계보고서 – 기타 특이사항 보고서 – 사고기록 등	◇구조계산서 및 준공도면은 설계당시 기준에 준하여 작성된 것으로 확인됨 ◇주요 설계변경 내용 및 시공시 문제점이 없는 것으로 파악됨	◇ 현장조사 시 부재치수를 실측하여 준공도면과 비교·검토함 ⇒ 치수가 상이할 경우 도면을 재작성하며 실측치를 구조계산에 반영 ⇒ 치수가 동일할 경우 준공도면을 기준으로 과업 진행 ◇구조물의 제원변경확인 및 추가손상 발생에 대한 안정성 확보여부 확인
유 지 관 리 자 료	◇전차 성능평가 보고서 ◇전차 정밀안전점검 및 정밀안전진단 보고서 ◇사고기록	◇부재별 중점손상 – 바닥판 균열, 백태 – 거더 파손 – 교대 균열, 박락 – 교각 균열, 파손, 박리 – 교량받침 플레이트 부식 – 신축이음 후타재 균열, 누수	◇전회 점검결과와 금회 점검결과를 비교·검토하여 추가 손상 및 진전 여부를 확인하여 대책방안 마련
	◇보수·보강 이력 – 시설물정보관리종합시스템(FMS) 및 전차 점검보고서 보수 및 점검이력	◇가로보, 교대 등 단면보수 등 ◇가로보 등 표면보수 등	◇보수부 상태 확인

30.3 현장조사

30.3.1 개요

대상시설물에 대한 자료수집 및 현장조사결과를 토대로 정밀조사를 실시하기 위하여 도보 및 사다리를 이용한 근접조사를 원칙으로 시행하였으며, 점검 망치를 이용한 타격조사를 실시하여 공동 및 박리, 층분리 발생여부를 확인 및 제거를 실시하였다.

가. 장비사용 현황

Span번호	조사방법 및 접근성	조사기간	비고
S1~S10	도보 및 굴절작업차	2025.03.24.~2025.12.17.	

도보점검 작업전경

굴절작업차 작업전경

드론 작업전경

비파괴시험

【사진 30.3.1】 근접조사를 위한 장비 사용 전경

30.3.2 외관조사 결과

가. 바닥판하면

1) 부재의 개요

- 용소천교(울산)은 PSC Beam Girder 10경간, 연장은 약 L=300.0m 폭 15.75m로 이루어져 있으며, 바닥판은 철근콘크리트, 좌·우측 캔틸레버부 하면은 외부로부터의 우수유입 방지를 위한 물끊기홈이 전 구간에 걸쳐 시공이 되어있다.
- 바닥판하면에 대한 현장조사는 도보 및 굴절작업차, 드론으로 근접조사를 실시하였다.

바닥판하면 전경	바닥판하면 전경

【사진 30.3.2】바닥판하면 전경

2) 현장조사 결과

- 바닥판하면 현장조사 결과, 균열(0.3㎜미만), 백태, 배부름, 표면오염, 층분리가 조사되었다.

【표 30.3.1】바닥판하면 현장조사 결과

구분	균열(0.3㎜미만) (m/개소)		백태 (㎡/개소)		배부름 (㎡/개소)		표면오염 (㎡/개소)		층분리 (㎡/개소)	
S1	1.50	1	0.60	1	–	–	–	–	0.30	1
S2	–	–	0.08	1	–	–	–	–	–	–
S3	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
S4	3.50	3	0.50	1	–	–	–	–	–	–
S5	0.50	1	0.12	2	–	–	2.26	2	–	–
S6	–	–	1.65	2	2.25	1	2.16	1	–	–
S7	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
S8	–	–	–	–	–	–	0.25	1	–	–
S9	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
S10	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
합계	5.50	5	2.95	7	2.25	1	4.67	4	0.30	1

손상현황	• S1 백태(2.0m×0.3m)	손상현황	• S1 층분리(0.3m×1.0m)
원 인	• 지표수유입, 수분침투	원 인	• 신축 거동, 진동 및 마찰
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 단면보수
손상현황	• S2 백태(0.2m×0.4m)	손상현황	• S4 균열(0.3㎜미만)
원 인	• 지표수유입, 수분침투	원 인	• 시공초기 온도변화 및 건조수축 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리
손상현황	• S5 백태(0.2m×0.3m)	손상현황	• S5 표면오염(0.5m×10.8m)
원 인	• 외기노출, 수분침투	원 인	• 신축이음부 지표수 유입
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 주의관찰

【사진 30.3.3】 바닥판하면 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검과 비교결과, 기존손상인 균열(0.3㎜미만), 백태, 배부름, 표면오염이 확인되었으며, 금회 점검시 백태, 층분리가 신규로 추가 조사되었다.

【표 30.3.2】 바닥판하면 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전점검		2025년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
바닥판 하면	균열(0.3㎜미만)	m	5.50	5	5.50	5	- -	변동없음
	백태	㎡	0.08	1	2.95	7	▲ 2.87	신규손상
	배부름	㎡	2.25	1	2.25	1	- -	변동없음
	표면오염	㎡	4.67	4	4.67	4	- -	변동없음
	층분리	㎡	-	-	0.30	1	▲ 0.30	신규손상

4) 검토의견

- 바닥판하면에서 조사된 균열(0.3㎜미만)의 경우 거푸집 조기탈거, 건조수축, 온도변화 등에 의한 손상으로 판단되며, 내구성 확보 차원의 표면처리 등 적절한 보수가 필요할 것으로 사료된다.
- 백태의 경우 강우시 상부 표면수 유입, 수분접촉, 외기노출 등에 의해 발생한 손상으로 판단되며, 내구성 확보 차원에서 표면처리를 통한 유지관리가 요구된다.
- 배부름의 경우 품질관리 미흡, 시공미흡 등에 의한 것으로 판단되며, 구조적 결함이 발생하지 않은 상태이므로 진전여부에 대한 주의관찰이 요구된다.
- 표면오염은 신축이음부 표면수 유입 등에 의해 발생한 손상으로 판단되며, 신축이음부는 이전 점검이후 재설치된 것으로 확인되는바 추후 손상이 발생할 우려가 적은 것으로 확인되어 주의관찰이 요구된다.
- 층분리의 경우 접합부 신축거동과 중차량 통행에 의한 진동 및 마찰 등에 의한 손상으로 판단되며, 내구성확보 및 단면 확보 차원의 단면보수 등의 적절한 보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.

나. PSC Beam Girder

1) 부재의 개요

- 바닥판으로부터 전달되는 상부하중을 지지하고 교량받침으로 하중을 전달하는 역할을 하는 PSC Beam Girder는 폭 0.66m, 높이 2.0m, 7열 10경간, 연장은 약 L=300.0m 폭 15.75m(편도 3차로)로 시공되었다.
- 거더에 대한 현장조사는 도보 및 굴절작업차, 드론으로 근접조사를 실시하였다.

거더 전경	거더 전경

【사진 30.3.4】 거더 전경

2) 현장조사 결과

- 거더에 대한 현장조사 결과, 파손, 층분리가 조사되었다.

【표 30.3.3】 거더 현장조사 결과

구분	파손 (㎡/개소)		층분리 (㎡/개소)	
S1	–	–	–	–
S2	–	–	–	–
S3	–	–	–	–
S4	–	–	–	–
S5	0.03	1	0.02	1
S6	–	–	0.02	1
S7	–	–	–	–
S8	–	–	–	–
S9	–	–	–	–
S10	–	–	–	–
합계	0.03	1	0.04	2

손상현황	• S5-G5 층분리(0.2m×0.1m)	손상현황	• S6-G1 층분리(0.2m×0.1m)
원 인	• 시공미흡, 장기공용, 신축거동	원 인	• 시공미흡, 장기공용, 신축거동
조치방안	• 단면보수	조치방안	• 단면보수
손상현황	• S6-G6 파손 보수실시	손상현황	• S8-G6 파손 보수실시
원 인	• -	원 인	• -
조치방안	• -	조치방안	• -
손상현황	• 거더 S6 상태양호	손상현황	• 거더 S7 상태양호
원 인	• -	원 인	• -
조치방안	• -	조치방안	• -

【사진 30.3.5】 거더 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검과 비교결과, 기존손상인 파손에 대하여 일부 보수가 실시되었으며, 금회 점검시 층분리가 신규로 추가 조사되었다.

【표 30.3.4】 거더 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전점검		2025년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
거더	파손	㎡	0.06	4	0.03	1	▼ 0.03	일부보수
	층분리	㎡	-	-	0.04	2	▲ 0.04	신규손상

4) 검토의견

- 거더에서 조사된 층분리, 파손의 경우 거더 거치시 시공미흡, 장기공용, 신축거동, 신축이음부 지표수 유입 등에 의한 열화에 의해 발생한 손상으로 판단되며, 내구성 확보 차원에서 단면보수를 실시하는 것이 필요하다.

다. 가로보(2차부재)

1) 부재의 개요

- 공용기간 중 주거더의 횡변형 방지와 하중 횡분배 역할을 하는 가로보는 철근콘크리트로 설치되어 있다.
- 가로보에 대한 현장조사는 도보 및 굴절작업차, 드론으로 근접조사를 실시하였다.

가로보 전경

가로보 전경

【사진 30.3.6】 가로보 전경

2) 현장조사 결과

■ 가로보에 대한 현장조사 결과, 들뜸이 조사되었다.

【표 30.3.5】 가로보 현장조사 결과

구분	들뜸 (㎡/개소)	
S1	–	–
S2	0.09	1
S3	0.10	1
S4	–	–
S5	–	–
S6	–	–
S7	–	–
S8	–	–
S9	–	–
S10	–	–
합계	0.19	2

손상현황	• 가로보 S2 들뜸(0.3m×0.3m)
원 인	• 시공미흡, 품질관리미흡
조치방안	• 단면보수

손상현황	• 가로보 S3 들뜸(0.2m×0.5m)
원 인	• 시공미흡, 품질관리미흡
조치방안	• 단면보수

【사진 30.3.7】 가로보 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

■ 전회 점검과 비교결과, 기존손상인 들뜸이 확인되었으며 진전은 없는 상태로 조사되었다.

【표 30.3.6】 가로보 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전점검		2025년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)		비고
			물량	개소	물량	개소			
가로보	들뜸	㎡	0.19	2	0.19	2	–	–	변동없음

4) 검토의견

■ 가로보에서 조사된 들뜸은 시공시 품질관리미흡, 마감처리불량으로 거더와 접하는 부위에서 발생한 손상으로 내구성 확보 차원에서 단면보수를 통한 유지관리가 요구된다.

라. 교대

1) 부재의 개요

- 공용기간 중 상부구조의 하중을 지반으로 전달하며, 교량 전체 구조의 안전성을 위해 중요한 역할을 수행하는 교대(A1, A2)는 역T형, 기초는 강관파일 기초로 시공되어있다.
- 교대에 대한 현장조사는 도보로 근접조사를 실시하였다.

교대 전경(A1)	교대 전경(A2)

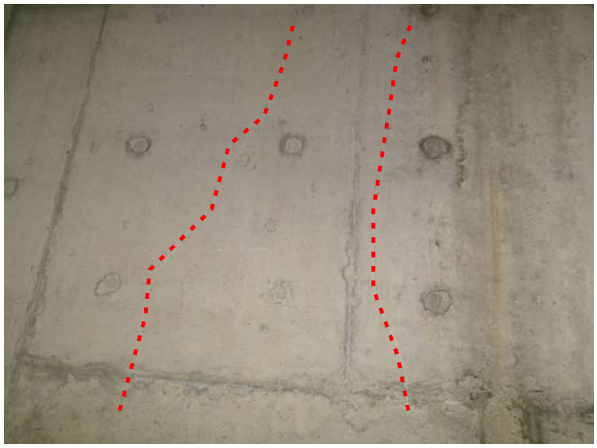
【사진 30.3.8】 교대 전경

2) 현장조사 결과

- 교대 A1, A2에 대한 현장조사 결과, 균열(0.3㎜미만), 체수흔적, 표면오염이 조사되었다.

【표 30.3.7】 교대 현장조사 결과

구분	균열(0.3㎜미만) (m/개소)		체수흔적 (㎡/개소)		표면오염 (㎡/개소)	
A1	3.00	2	1.00	1	10.35	4
A2	6.20	10	0.50	1	-	-
합계	9.20	12	1.50	2	10.35	4

손상현황	• 교대 A1 흉벽 균열(0.3㎜미만)	손상현황	• 교대 A1 체수흔적(1.0m×1.0m)
원 인	• 건조수축, 온도변화	원 인	• 신축이음부 누수
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 주의관찰
			
손상현황	• 교대 A1 표면오염(2.5m×1.2m)	손상현황	• 교대 A2 흉벽 균열(0.3㎜미만)
원 인	• 신축이음부 누수	원 인	• 건조수축, 온도변화
조치방안	• 주의관찰	조치방안	• 표면처리
손상현황	• 교대 A2 체수흔적(0.5m×1.0m)	손상현황	• 교대 A1 박락 보수실시
원 인	• 신축이음부 누수	원 인	• –
조치방안	• 주의관찰	조치방안	• –

【사진 30.3.9】 교대 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검과 비교결과, 기존손상인 균열(0.3㎜미만), 체수흔적, 표면오염이 확인되었으며, 금회 점검시 균열(0.3㎜미만), 표면오염이 추가 조사되었고, 박락에 대한 보수가 실시되었다.

【표 30.3.8】 교대 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전점검		2025년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
교대	균열(0.3㎜미만)	m	8.20	11	9.20	12	▲ 1.00	신규손상
	박락	㎡	0.05	1	-	-	▼ 0.05	보수실시
	체수흔적	㎡	1.50	2	1.50	2	- -	변동없음
	표면오염	㎡	9.85	4	10.35	4	▲ 0.50	신규손상

4) 검토의견

- 교대에 조사된 균열(0.3㎜미만)의 경우 거푸집 조기탈거, 건조수축, 온도변화 등에 의한 손상으로 판단되며, 내구성 확보 차원의 표면처리 등의 적절한 보수가 필요할 것으로 사료된다.
- 체수흔적, 표면오염은 신축이음부 표면수 유입에 따른 손상으로 오염부에 열화 및 박리 등의 손상은 관찰되지 않은 상태이나 공용기간 경과시 내구성 저하 우려가 있으므로 신축이음 정비 후 유지관리가 요구된다.

마. 교각

1) 부재의 개요

- 공용기간 중 상부구조의 하중을 지반으로 전달하며, 교량 전체 구조의 안전성을 위해 중요한 역할을 수행하는 교각은 π형 구조형식으로 구성되어 있으며, 기초는 직접기초(P1~P9)로 시공되었다.
- 교각에 대한 현장조사는 도보 및 굴절작업차, 드론으로 근접조사를 실시하였다.

교각 전경	교각 전경

【사진 30.3.10】 교각 전경

2) 현장조사 결과

- 교각에 대한 현장조사 결과, 균열(0.3㎜미만), 망상균열, 긁힘, 체수흔적, 표면오염, 명판탈락이 조사되었다.

【표 30.3.9】 교각 현장조사 결과

구분	균열(0.3㎜미만) (m/개소)		망상균열 (㎡/개소)		긁힘 (㎡/개소)		체수흔적 (㎡/개소)		표면오염 (㎡/개소)		명판탈락 (개소/개소)	
P1	12.00	13	20.00	5	0.09	1	0.45	1	1.50	1	–	–
P2	–	–	–	–	–	–	12.00	6	13.90	8	–	–
P3	4.00	5	4.00	1	–	–	–	–	3.00	1	–	–
P4	20.30	10	6.00	1	–	–	–	–	2.00	1	–	–
P5	3.60	4	–	–	–	–	5.50	3	22.30	10	–	–
P6	15.00	3	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
P7	18.10	12	2.00	2	–	–	–	–	2.00	1	–	–
P8	25.70	11	17.75	6	–	–	12.00	6	18.80	8	–	–
P9	25.20	13	8.00	1	–	–	1.80	1	4.00	2	1.00	1
합계	123.90	71	57.75	16	0.09	1	31.75	17	67.50	32	1.00	1

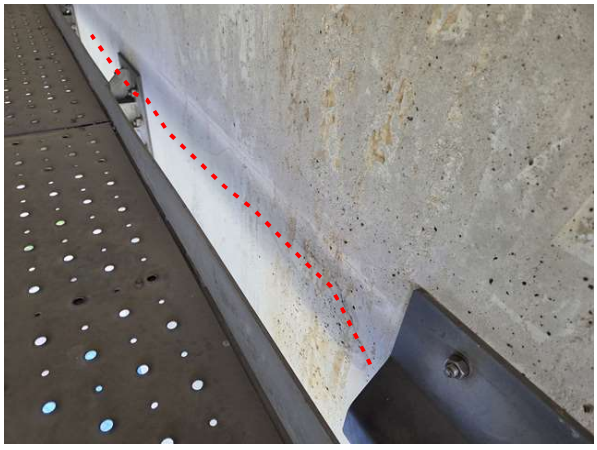
손상현황	• P1 표면오염(1.0m×1.5m)
원 인	• 외기노출, 강우
조치방안	• 주의관찰

손상현황	• P2 표면오염(1.0m×1.5m)
원 인	• 신축이음부 지표수 유입 등
조치방안	• 주의관찰

손상현황	• P3 표면오염(2.0m×1.5m)
원 인	• 외기노출, 강우
조치방안	• 주의관찰

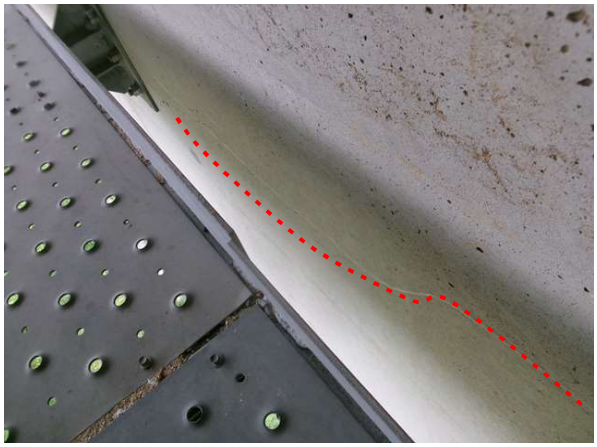
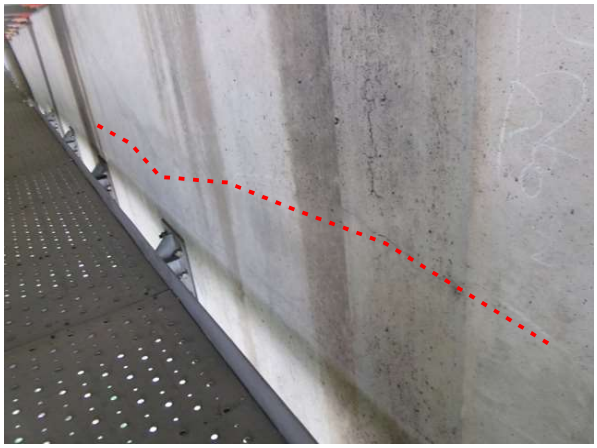
손상현황	• P4 균열(0.3㎜미만)
원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등
조치방안	• 표면처리

손상현황	• P5 체수흔적(1.5m×1.5m×2EA)
원 인	• 신축이음부 지표수 유입 등
조치방안	• 주의관찰



손상현황	• P6 균열(0.3㎜미만)
원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등
조치방안	• 표면처리

【사진 30.3.11】 교각 손상현황

			
손상현황	• P7 균열(0.3㎜미만)	손상현황	• P7 표면오염(1.0m×2.0m)
원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등	원 인	• 외기노출, 강우
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 주의관찰
			
손상현황	• P8 균열(0.3㎜미만)	손상현황	• P8 체수흔적(1.0m×2.0m×6EA)
원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등	원 인	• 신축이음부 지표수 유입 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 주의관찰
손상현황	• P8 표면오염(1.0m×2.0m)	손상현황	• P2 박리 보수실시
원 인	• 신축이음부 지표수 유입 등	원 인	• –
조치방안	• 주의관찰	조치방안	• –

【사진 30.3.11】 교각 손상현황(계속)

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검과 비교결과, 기존손상인 균열(0.3㎜미만), 망상균열, 긁힘, 체수흔적, 표면오염, 명판탈락이 확인되었으며, 금회 점검시 균열(0.3㎜미만), 박리에 대하여 일부 보수가 실시되었고, 망상균열이 신규로 1개소 추가 조사되었다. 표면오염의 경우 보수가 아닌 금회 물량산정시 감소한 것으로 확인되었다.

【표 30.3.10】 교각 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전점검		2025년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
교각	균열(0.3㎜미만)	m	125.40	72	123.90	71	▼ 1.50	일부보수
	망상균열	㎡	54.00	15	57.75	16	▲ 3.75	신규손상
	긁힘	㎡	0.09	1	0.09	1	- -	변동없음
	박리	㎡	1.50	6	-	-	▼ 1.50	보수실시
	체수흔적	㎡	31.75	17	31.75	17	- -	변동없음
	표면오염	㎡	71.70	32	67.50	32	▼ 4.20	정밀점검
	명판탈락	EA	1.00	1	1.00	1	- -	변동없음

4) 검토의견

- 교각에 조사된 균열(0.3㎜미만), 망상균열은 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형 등의 복합적인 원인에 의한 손상으로 시설물에 영향을 미치는 구조적인 손상은 아닌 것으로 판단되며, 내구성 확보 차원의 표면처리 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- 긁힘은 공용중 외부충격 등에 의한 손상으로 판단되며, 손상의 정도는 경미하여 보수보다는 진전여부에 대한 주의관찰이 요구된다.
- 표면오염, 체수흔적은 신축이음 본체 고무재 열화 및 손상부, 종조인트부 지표수 유입, 외기노출, 강우 등에 의해 발생한 것으로 판단되며, 장기간 방치시 손상의 진전 및 2차손상(교각열화, 교량받침 부식 등)이 발생할 우려가 있으므로 진전여부에 대한 주의관찰을 실시하고, 신축이음 교체 이후 손상에 대한 보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.
- 명판탈락은 공용중 외력에 의해 파손된 것으로 판단되며, 시설물 유지관리시 위치를 파악할 수 있도록 명판 재설치가 요구된다.

바. 기초

1) 부재의 개요

- 용소천교(울산)의 기초는 강관파일기초(A1,A2), 직접기초(P1~P9)로 시공되어 있으며, 현재 매립되어 있는 상태로 현장조사는 불가하다.

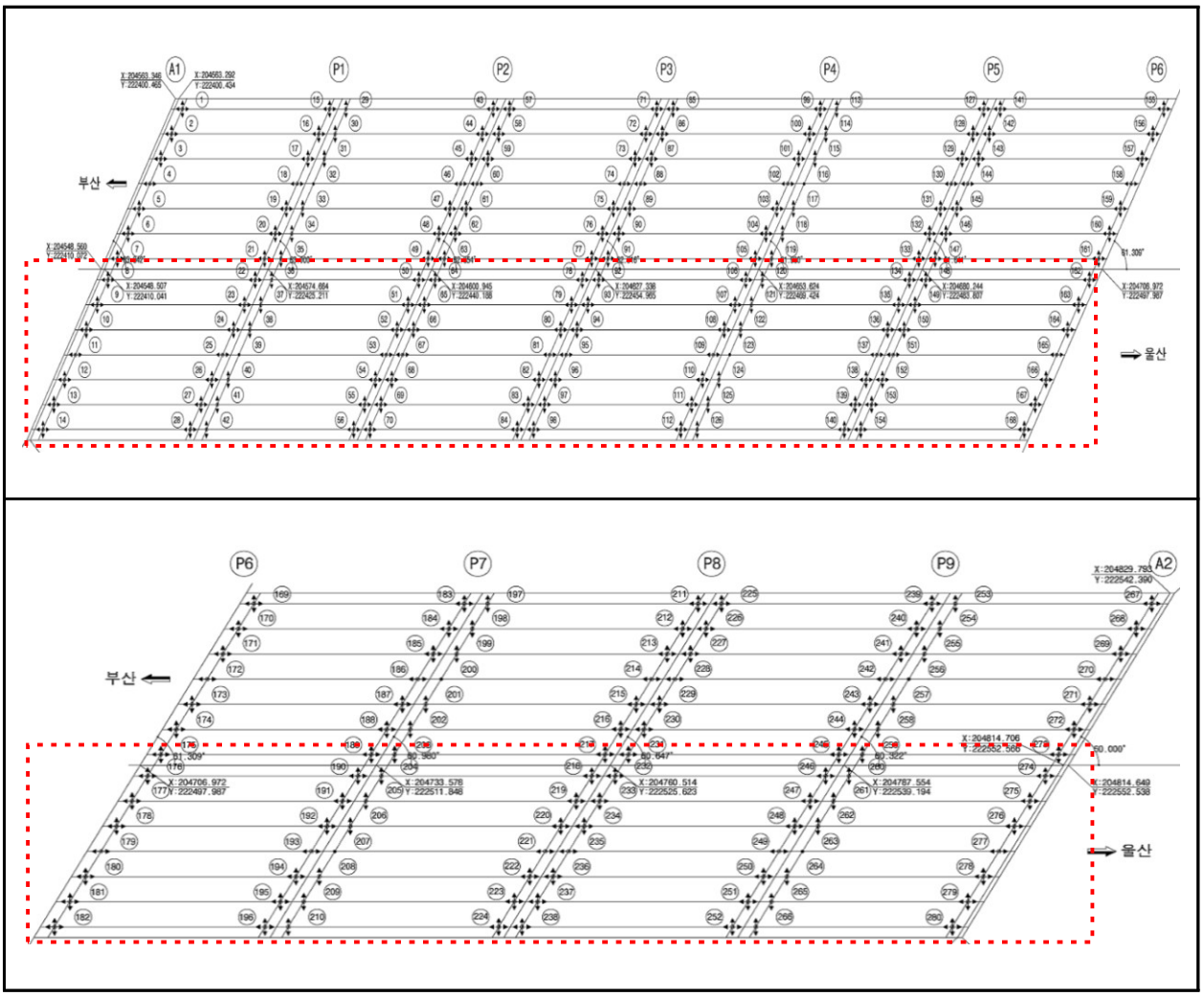
교대 A1 기초 전경	교대 A2 기초 전경
교각 P1 기초 전경	교각 P3 기초 전경
교각 P8 기초 전경	교각 P9 기초 전경

【사진 30.3.12】 기초 전경

사. 교량받침

1) 부재의 개요

- 공용중 상부구조에서 발생된 하중을 하부구조로 전달하고 상부구조의 신축 및 회전에 능동적으로 대응하는 교량받침은 상·하부구조 접속부에 있는 교량 부속물로서 교량의 구조 중 기계적 요소가 가장 강하며, 하중의 전달과 완충의 기능을 갖고 있어 하중전달을 위해 견고하게 연결되어야 한다.
- 본 교량의 교량받침은 탄성받침으로 교대 A1, A2에 각 7개소, 교각 P1~P9에 각 14개소로 총 140개소가 설치되어있다.
- 교량받침 상세현황 사진은 부록 '현장조사 및 외관조사 사진첩'에 수록하였다.
- 교량받침에 대한 현장조사는 도보 및 굴절작업차로 근접조사를 실시하였다.



【그림 30.3.1】 교량받침 배치도

교량받침(양방향)	교량받침(일방향)	교량받침(고정단)

【사진 30.3.13】 교량받침 전경

2) 현장조사 결과

- 교량받침에 대한 현장조사 결과, 플레이트 부식, 무수축몰탈 및 받침콘크리트 균열(0.3㎜미만), 탄성패드 들뜸, 스토퍼 밀착이 조사되었다.

【표 30.3.11】 교량받침 현장조사 결과

구분	플레이트 부식 (개소/개소)		무수축몰탈균열 (0.3㎜미만) (㎡/개소)		받침콘크리트균열 (0.3㎜미만) (㎡/개소)		탄성패드 들뜸 (㎡/개소)		스토퍼 밀착 (㎡/개소)	
A1	3.00	3	–	–	–	–	–	–	–	–
P1	5.00	5	0.50	5	0.20	1	–	–	3.00	3
P2	2.00	2	–	–	0.10	1	–	–	1.00	1
P3	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
P4	–	–	0.40	4	–	–	–	–	1.00	1
P5	–	–	0.60	6	–	–	–	–	–	–
P6	–	–	0.40	4	–	–	1.00	1	–	–
P7	–	–	0.10	1	0.30	1	–	–	–	–
P8	14.00	14	–	–	0.30	3	–	–	–	–
P9	8.00	8	–	–	–	–	–	–	–	–
A2	1.00	1	–	–	0.20	1	–	–	–	–
합계	33.00	33	2.00	20	1.10	7	1.00	1	5.00	5

손상현황	• A1-SH2 플레이트 부식(1EA)	손상현황	• P1-SH5(A2) 스토퍼 밀착(1EA)
원 인	• 우수유입, 외기노출, 공용기간 경과 등	원 인	• 시공미흡, 시공오차
조치방안	• 재도장	조치방안	• 주의관찰
손상현황	• P2-SH7(A1) 받침콘크리트 균열(0.3㎜미만)	손상현황	• P4-SH3(A1) 무수축몰탈 균열(0.3㎜미만)
원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등	원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리
손상현황	• P4-SH4(A1) 스토퍼 밀착(1EA)	손상현황	• P6-SH4(A1) 탄성패드 들뜸(1EA)
원 인	• 시공미흡, 시공오차	원 인	• 시공미흡, 신축거동
조치방안	• 주의관찰	조치방안	• 주의관찰

【사진 30.3.14】 교량받침 손상현황

손상현황	• P6-SH7(A1) 무수축몰탈 균열(0.3㎜미만)	손상현황	• P7-SH7(A1) 받침콘크리트 균열(0.3㎜미만)
원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등	원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리
손상현황	• P7-SH7(A2) 무수축몰탈 균열(0.3㎜미만)	손상현황	• P8-SH4(A1) 받침콘크리트 균열(0.3㎜미만)
원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등	원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리
손상현황	• A2-SH7 플레이트 부식 보수실시	손상현황	• P4-SH7(A2) 무수축몰탈 파손 보수실시
원 인	• -	원 인	• -
조치방안	• -	조치방안	• -

【사진 30.3.14】 교량받침 손상현황(계속)

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검과 비교결과, 기존손상인 플레이트 부식, 무수축몰탈 및 받침콘크리트 균열(0.3㎜미만), 탄성패드 들뜸, 스토퍼 밀착 등의 손상이 확인되었고, 금회 점검에서 플레이트 부식, 몰탈파손이 전반적으로 보수가 실시되었고, 플레이트 부식이 1개소 추가 조사되었다.

【표 30.3.12】 교량받침 기 점검 결과 비교

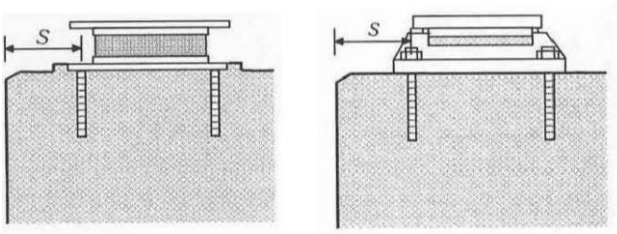
구분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전점검		2025년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
교량 받침	플레이트 부식	EA	60.00	60	33.00	33	▼ 27.00	일부보수 신규손상
	무수축몰탈 균열(0.3㎜미만)	m	2.00	20	2.00	20	- -	변동없음
	받침콘크리트 균열(0.3㎜미만)	m	1.10	7	1.10	7	- -	변동없음
	몰탈 파손	㎡	0.01	1	-	-	▼ 0.01	보수실시
	탄성패드 들뜸	EA	1.00	1	1.00	1	- -	변동없음
	스토퍼 밀착	EA	5.00	5	5.00	5	- -	변동없음

4) 검토의견

- 교량받침에 조사된 무수축몰탈 균열(0.3㎜미만), 받침콘크리트 균열(0.3㎜미만)의 경우 건조수축 및 거푸집 조기탈거, 표면열화, 우수접촉, 습기흡착 등에 의한 손상으로 시설물에 영향을 미치는 구조적인 손상은 아닌 것으로 판단되며, 내구성 확보 차원의 표면처리 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- 플레이트 부식의 경우 우수유입, 습기흡착, 공용기간 증가 등에 의한 손상으로 손상의 진전 방지를 위한 재도장 등의 조치가 요망된다.
- 교량받침 P6-SH4(A1)에서 조사된 탄성패드 들뜸은 전단변형에 따라 발생하는 단부 말림(롤오버)로서 상·하부 플레이트와 탄성패드가 분리된 받침에서 흔히 관찰되는 현상이며, 손상의 정도가 미세한 상태로 진전여부에 대한 주의관찰이 요구된다.
- 스토퍼 밀착은 시공시 시공오차로 인해 교량받침 일부가 건전한 거동을 하지 않아 발생한 것으로 판단되며, 교량받침의 가동량은 허용가동량 범위 내에서 거동을 하고 있으므로 손상의 진전여부에 대한 주의관찰이 요구된다.

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 30.3.2】 도로교설계기준 연단거리 산출방법

받침장치 연단거리 측정	받침장치 연단거리 측정

【사진 30.3.15】 교량받침장치 연단거리측정

① 연단거리 산출

- 거더 경간길이(L=30.0m) : 200+5×30.0 = 350.0(㎜)

【표 30.3.13】 연단거리 측정 결과

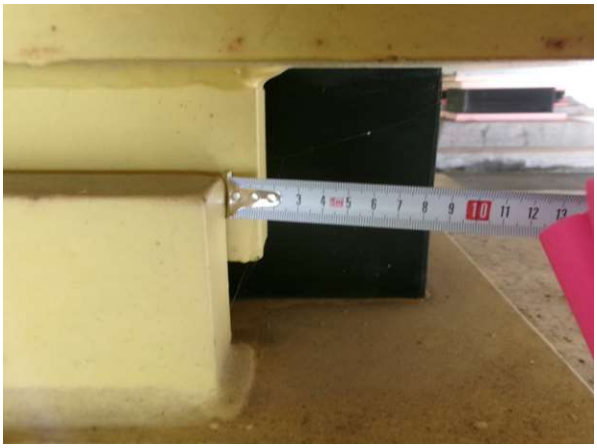
구 분		계산 연단거리 (㎜)	실측 연단거리(㎜)							검토 결과
			Sh1	Sh2	Sh3	Sh4	Sh5	Sh6	Sh7	
A1		350.0	570	580	580	580	580	570	570	O.K
P1	A1측	350.0	650	650	650	650	650	640	650	O.K
	A2측	350.0	620	630	630	630	620	630	620	O.K
P2	A1측	350.0	420	420	420	410	420	420	420	O.K
	A2측	350.0	450	460	460	460	460	460	460	O.K
P3	A1측	350.0	660	660	650	650	670	660	660	O.K
	A2측	350.0	660	660	660	670	670	680	680	O.K
P4	A1측	350.0	690	700	690	630	630	620	590	O.K
	A2측	350.0	610	610	620	640	660	680	710	O.K
P5	A1측	350.0	400	400	410	410	440	430	460	O.K
	A2측	350.0	500	500	490	430	470	460	460	O.K
P6	A1측	350.0	620	620	630	620	640	630	640	O.K
	A2측	350.0	720	730	720	650	700	700	710	O.K
P7	A1측	350.0	620	630	630	630	630	640	630	O.K
	A2측	350.0	720	720	720	720	720	710	730	O.K
P8	A1측	350.0	430	430	430	400	430	400	380	O.K
	A2측	350.0	500	490	500	500	500	500	530	O.K
P9	A1측	350.0	690	700	700	680	710	700	700	O.K
	A2측	350.0	600	610	610	610	600	610	620	O.K
A2		350.0	550	550	550	550	580	580	580	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.



교량 받침 가동량 측정(1)

교량 받침 가동량 측정(2)

【사진 30.3.16】 교량받침 이동량 측정

① 설계기준온도(-5℃ ~ 35℃(보통지방))에 따른 여유량 검토

【표 30.3.14】 교량받침 이동량(설계기준 온도) 산정

구 분		온도변화 (⊿T, ℃)		선팽창 계수 (α)	신축거더길이 (L, m)	온도 변화에 의한 이동량(㎜)		비고
		동절기	하절기			동절기	하절기	
A1		27.2	12.8	0.00001	30.0	8.2	3.8	
P1		고정단						
P2	A1	27.2	12.8	0.00001	30.0	8.2	3.8	
	A2	27.2	12.8	0.00001	60.0	16.3	7.7	
P3	A1	27.2	12.8	0.00001	30.0	8.2	3.8	
	A2	27.2	12.8	0.00001	30.0	8.2	3.8	
P4		고정단						
P5	A1	27.2	12.8	0.00001	30.0	8.2	3.8	
	A2	27.2	12.8	0.00001	60.0	16.3	7.7	
P6	A1	27.2	12.8	0.00001	30.0	8.2	3.8	
	A2	27.2	12.8	0.00001	30.0	8.2	3.8	
P7		고정단						
P8	A1	27.2	12.8	0.00001	30.0	8.2	3.8	
	A2	27.2	12.8	0.00001	30.0	8.2	3.8	
P9		고정단						
A2		27.2	12.8	0.00001	30.0	8.2	3.8	

1) 조사당시 온도 : 22.2℃(조사일 : 2025년 05월 21일, 평균온도, 부산)
2) 검토온도 : -5℃ ~ 35℃(보통지방)

【표 30.3.15】 교량받침 이동량(설계기준 온도) 검토결과

위치			실측 이동량	측정 가동여유량		계산 가동 이동량		허용변위 (㎜)	검토결과
				수축	신장	최대수축	최대신장		
A1		SH1	27	75.0	21.0	8.2	3.8	±48.0	O.K
		SH2	27	75.0	21.0			±48.0	O.K
		SH3	27	75.0	21.0			±48.0	O.K
		SH4	27	75.0	21.0			±48.0	O.K
		SH5	27	75.0	21.0			±48.0	O.K
		SH6	27	75.0	21.0			±48.0	O.K
		SH7	27	75.0	21.0			±48.0	O.K
P1		고정단							
P2	A1	SH1	5	53.0	43.0	8.2	3.8	±48.0	O.K
		SH2	5	53.0	43.0			±48.0	O.K
		SH3	5	53.0	43.0			±48.0	O.K
		SH4	5	53.0	43.0			±48.0	O.K
		SH5	5	53.0	43.0			±48.0	O.K
		SH6	5	53.0	43.0			±48.0	O.K
		SH7	5	53.0	43.0			±48.0	O.K
	A2	SH1	−10	38.0	58.0	16.3	7.7	±48.0	O.K
		SH2	−10	38.0	58.0			±48.0	O.K
		SH3	−10	38.0	58.0			±48.0	O.K
		SH4	−10	38.0	58.0			±48.0	O.K
		SH5	−10	38.0	58.0			±48.0	O.K
		SH6	−10	38.0	58.0			±48.0	O.K
		SH7	−10	38.0	58.0			±48.0	O.K
P3	A1	SH1	0	48.0	48.0	8.2	3.8	±48.0	O.K
		SH2	0	48.0	48.0			±48.0	O.K
		SH3	0	48.0	48.0			±48.0	O.K
		SH4	0	48.0	48.0			±48.0	O.K
		SH5	0	48.0	48.0			±48.0	O.K
		SH6	0	48.0	48.0			±48.0	O.K
		SH7	0	48.0	48.0			±48.0	O.K
주) 판정 : 최대 받침 이동량 ≤ 실측 받침 가동여유량 ⇒ O.K									

【표 30.3.15】 교량받침 이동량(설계기준 온도) 검토결과(계속)

위치			실측 이동량	측정 가동여유량		계산 가동 이동량		허용변위 (㎜)	검토결과
				수축	신장	최대수축	최대신장		
P3	A2	SH1	5	53.0	43.0	8.2	3.8	±48.0	O.K
		SH2	5	53.0	43.0			±48.0	O.K
		SH3	5	53.0	43.0			±48.0	O.K
		SH4	5	53.0	43.0			±48.0	O.K
		SH5	5	53.0	43.0			±48.0	O.K
		SH6	5	53.0	43.0			±48.0	O.K
		SH7	5	53.0	43.0			±48.0	O.K
P4		고정단							
P5	A1	SH1	−15	33.0	63.0	8.2	3.8	±48.0	O.K
		SH2	−15	33.0	63.0			±48.0	O.K
		SH3	−15	33.0	63.0			±48.0	O.K
		SH4	−15	33.0	63.0			±48.0	O.K
		SH5	−15	33.0	63.0			±48.0	O.K
		SH6	−15	33.0	63.0			±48.0	O.K
		SH7	−15	33.0	63.0			±48.0	O.K
	A2	SH1	−10	38.0	58.0	16.3	7.7	±48.0	O.K
		SH2	−10	38.0	58.0			±48.0	O.K
		SH3	−10	38.0	58.0			±48.0	O.K
		SH4	−10	38.0	58.0			±48.0	O.K
		SH5	−10	38.0	58.0			±48.0	O.K
		SH6	−10	38.0	58.0			±48.0	O.K
		SH7	−10	38.0	58.0			±48.0	O.K
P6	A1	SH1	2	50.0	46.0	8.2	3.8	±48.0	O.K
		SH2	2	50.0	46.0			±48.0	O.K
		SH3	2	50.0	46.0			±48.0	O.K
		SH4	2	50.0	46.0			±48.0	O.K
		SH5	2	50.0	46.0			±48.0	O.K
		SH6	2	50.0	46.0			±48.0	O.K
		SH7	2	50.0	46.0			±48.0	O.K
주) 판정 : 최대 받침 이동량 ≤ 실측 받침 가동여유량 ⇒ O.K									

【표 30.3.15】 교량받침 이동량(설계기준 온도) 검토결과(계속)

위치			실측 이동량	측정 가동여유량		계산 가동 이동량		허용변위 (㎜)	검토결과
				수축	신장	최대수축	최대신장		
P6	A2	SH1	2	50.0	46.0	8.2	3.8	±48.0	O.K
		SH2	2	50.0	46.0			±48.0	O.K
		SH3	2	50.0	46.0			±48.0	O.K
		SH4	2	50.0	46.0			±48.0	O.K
		SH5	2	50.0	46.0			±48.0	O.K
		SH6	2	50.0	46.0			±48.0	O.K
		SH7	2	50.0	46.0			±48.0	O.K
P7		고정단							
P8	A1	SH1	0	48.0	48.0	8.2	3.8	±48.0	O.K
		SH2	0	48.0	48.0			±48.0	O.K
		SH3	0	48.0	48.0			±48.0	O.K
		SH4	0	48.0	48.0			±48.0	O.K
		SH5	0	48.0	48.0			±48.0	O.K
		SH6	0	48.0	48.0			±48.0	O.K
		SH7	0	48.0	48.0			±48.0	O.K
	A2	SH1	0	48.0	48.0	8.2	3.8	±48.0	O.K
		SH2	0	48.0	48.0			±48.0	O.K
		SH3	0	48.0	48.0			±48.0	O.K
		SH4	0	48.0	48.0			±48.0	O.K
		SH5	0	48.0	48.0			±48.0	O.K
		SH6	0	48.0	48.0			±48.0	O.K
		SH7	0	48.0	48.0			±48.0	O.K
P9		고정단							
A2		SH1	10	58.0	38.0	8.2	3.8	±48.0	O.K
		SH2	10	58.0	38.0			±48.0	O.K
		SH3	10	58.0	38.0			±48.0	O.K
		SH4	10	58.0	38.0			±48.0	O.K
		SH5	10	58.0	38.0			±48.0	O.K
		SH6	10	58.0	38.0			±48.0	O.K
		SH7	10	58.0	38.0			±48.0	O.K
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.

아. 신축이음장치

1) 부재의 개요

- 대기 온도변화에 의한 교량 상부구조의 수축과 팽창, 콘크리트의 재령에 의한 CREEP, 건조수축 및 활하중에 의한 이동과 회전등의 변위 및 변형을 원활하게 하여 2차응력을 줄이고 교면의 평탄성을 유지시켜 주는 역할과 교면수와 오물이 교량 하부구조로 흘러들어가는 것을 방지하여 콘크리트가 부식되지 않도록 하는 기능을 수행하는 중요한 부재로서 본 교량에 설치된 신축이음은 A1, A2(No.50), P2, P5(No.120) P8(No.80) MonoCell Joint로 시공되어 있다.
- 신축이음장치에 대한 현장조사는 도보를 통한 근접조사를 실시하였다.

EXP.J1(A1) 전경

EXP.J2(P2) 전경

EXP.J3(P5) 전경

EXP.J4(P8) 전경

EXP.J5(A2) 전경

EXP.J1(A1) 전경(하부)

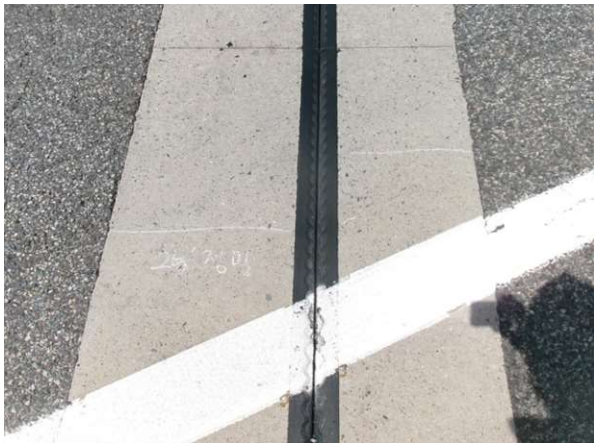
【사진 30.3.17】 신축이음장치 전경

2) 현장조사 결과

- 신축이음 현장조사 결과, 후타재 균열(0.3㎜미만), 파손, 하부 누수, 유간 토사퇴적, 차수판 변형, 탈락, 연결불량, 볼트탈락 등의 손상이 조사되었다.

【표 30.3.16】 신축이음장치 현장조사 결과

구분	후타재 균열 (0.3㎜미만) (m/개소)		후타재 파손 (㎡/개소)		하부누수 (m/개소)		유간 토사퇴적 (m/개소)		차수판 변형, 탈락 (개소/개소)		차수판 연결불량 (개소/개소)		차수판 볼트탈락 (개소/개소)	
A1 (EXP J1)	6.50	14	–	–	10.80	1	–	–	1.00	1	1.00	1	2.00	2
P2 (EXP J2)	–	–	–	–	10.80	1	10.80	1	–	–	1.00	1	–	–
P5 (EXP J3)	–	–	–	–	10.80	1	2.00	2	1.00	1	–	–	–	–
P8 (EXP J4)	–	–	–	–	10.80	1	2.00	2	–	–	1.00	1	–	–
A2 (EXP J5)	–	–	0.15	1	10.80	1	2.00	2	–	–	1.00	1	4.00	4
합계	6.50	14	0.15	1	54.00	5	16.80	7	2.00	2	4.00	4	6.00	6

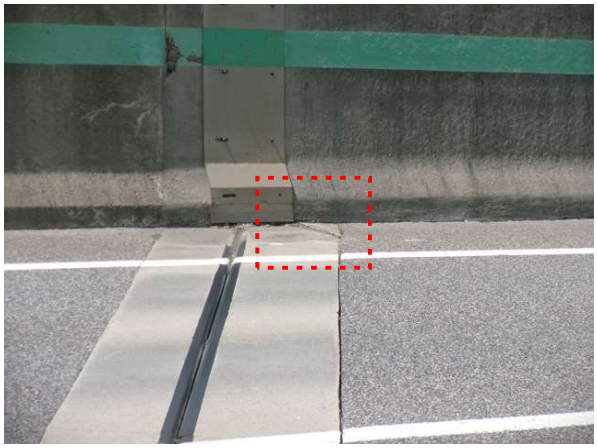


손상현황	• A1 후타재 균열(0.3㎜미만)
원 인	• 건조수축, 차량 윤하중 등
조치방안	• 주의관찰

손상현황	• A1 하부 누수(L=15.0m)
원 인	• 차량 반복통행, 장기공용 등
조치방안	• 신축이음 교체

손상현황	• A1 차수판 변형(1EA)
원 인	• 외부 충격
조치방안	• 재설치

손상현황	• A1 차수판 연결불량(1EA)
원 인	• 시공미흡 등
조치방안	• 재설치



손상현황	• A2 후타재 파손(0.5m×0.8m)
원 인	• 차량 반복통행, 장기공용 등
조치방안	• 주의관찰

손상현황	• A2 차수판 볼트탈락(4EA)
원 인	• 시공미흡, 장기공용, 신축거동
조치방안	• 정비

【사진 30.3.18】 신축이음 손상현황

손상현황	• P2 유간 토사퇴적(L=10.8m)	손상현황	• P2 하부 누수(L=10.8m)
원 인	• 비산먼지 등	원 인	• 차량 반복통행, 장기공용 등
조치방안	• 정비(청소)	조치방안	• 신축이음 교체
손상현황	• P5 하부 누수(L=10.8m)	손상현황	• P5 차수판 탈락(1EA)
원 인	• 차량 반복통행, 장기공용 등	원 인	• 시공미흡 등
조치방안	• 신축이음 교체	조치방안	• 재설치
손상현황	• P8 하부 누수(L=10.8m)	손상현황	• P8 차수판 연결불량(1EA)
원 인	• 차량 반복통행, 장기공용 등	원 인	• 시공미흡 등
조치방안	• 신축이음 교체	조치방안	• 재설치

【사진 30.3.18】 신축이음 손상현황(계속)

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검과의 비교결과, 기존손상인 후타재 균열, 하부 누수, 유간 토사퇴적, 차수판 변형, 탈락, 연결불량, 볼트탈락이 확인되었으며, 금회 점검시 후타재 파손, 유간 토사퇴적, 차수판 볼트탈락이 추가 및 진전 조사되었다.

【표 30.3.17】 신축이음 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전점검		2025년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
신축이음	후타재 균열(0.3㎜미만)	m	6.50	14	6.50	14	– –	변동없음
	후타재 파손	㎡	–	–	0.15	1	▲ 0.15	신규손상
	하부 누수	m	54.00	5	54.00	5	– –	변동없음
	유간토사퇴적	m	8.0	8	16.80	7	▲ 8.80	손상진전
	차수판 변형, 탈락	EA	2.00	2	2.00	2	– –	변동없음
	차수판 연결불량	EA	4.00	4	4.00	4	– –	변동없음
	차수판 볼트탈락	EA	4.00	4	6.00	6	▲ 2.00	신규손상

4) 검토의견

- 신축이음에 발생한 후타재 균열의 경우 시공초기 건조수축, 주행차량의 반복적인 윤하중 등에 의해 발생한 것으로 판단되며, 손상의 정도가 경미한 바 주의관찰을 실시하고 진전시 일괄보수를 통한 유지관리가 요구된다.
- 후타재 파손의 경우 1차로 갓길측에 발생한 손상으로 손상의 정도가 경미하나 내구성 확보 및 주행차량의 안전사고 방지를 위해 단면보수를 실시하는 것이 요구된다.
- 하부 누수의 경우 주행차량의 윤하중, 장기공용 등에 의한 손상으로 판단되며, 교면수 유입에 의해 콘크리트 부재(바닥판, 거더, 교대, 교각) 표면오염 및 교량받침 부식 등의 손상이 발생되었으므로 누수에 의한 추가 손상 방지를 위해 신축이음 교체 등의 보수를 실시하는 것이 필요하다.
- 본체에 발생한 유간 토사퇴적의 경우 차량통행으로 인한 비산먼지 등의 환경적 요인에 의한 손상으로 원활한 신축거동을 위해 주기적인 정비(청소)를 통한 유지관리가 요구된다.
- 차수판 변형, 탈락, 연결불량의 경우 외부 충격, 시공미흡, 온도변화에 의한 신축거동, 장기공용 등에 의한 손상으로 표면수 유입에 의해 하부 콘크리트 부재에 손상을 야기하고 있으므로 정비를 통한 유지관리가 요구된다.
- 차수판 볼트 탈락의 경우 시공미흡, 온도변화에 의한 신축거동, 장기공용 등에 의한 손상으로 손상의 정도가 경미하나 하부 콘크리트 부재의 2차손상 방지를 위해 정비를 통한 유지관리가 요구된다.

5) 신축이음 거동상태 검토

① 설계기준온도(−5℃ ~ 35℃(보통지방))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
▸ ⊿lt = ⊿T · α · L
여기서, ⊿lt : 온도변화에 의한 이동량
⊿T : 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 : 2025. 04. 23. 기온 적용: 14.2℃(일평균)
△T(신장시) : 35.0℃−14.2℃ = 20.8℃
△T(수축시) : −5.0℃−(14.2℃) = 19.2℃
△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 30.3.19】 신축이음 유간 측정방법

【표 30.3.18】 신축이음 신축이동량 산정

구 분	온도변화 (⊿T, ℃)		선팽창 계수 (α)	신축거더 길이 (L, m)	온도 변화에 의한 이동량(㎜)		활하중에 의한 거더의 처짐에 의한 이동량 (㎜)	계산 이동량(㎜)		비고
	동절기	하절기			동절기	하절기		동절기 (최대 수축시)	하절기 (최대 신장시)	
A1	19.2	20.8	0.00001	30.0	5.8	6.2	−	5.8	6.2	
P2	19.2	20.8	0.00001	90.0	17.3	18.7	−	17.3	18.7	
P5	19.2	20.8	0.00001	90.0	17.3	18.7	−	17.3	18.7	
P8	19.2	20.8	0.00001	60.0	11.5	12.5	−	11.5	12.5	
A2	19.2	20.8	0.00001	30.0	5.8	6.2	−	5.8	6.2	

1) 조사당시 온도 : 14.2℃(조사일 : 2025년 04월 23일, 평균온도, 부산)
2) 검토온도 : −5℃ ~ 35℃(보통지방)
3) 활하중에 의한 거더의 처짐에 의한 이동량 : 신축장 100m이상 교량의 경우 수축시에만 고려(도로설계요령, 2009)

【표 30.3.19】 신축이음장치 및 바닥판 단부 가동여유량 검토결과

구 분		계산 이동량(㎜)		점검당시 실측유간 (㎜) ③	허용량 (㎜) ④	신축 여유량(㎜)		수축 검토 결과	신장 검토 결과
		최대 수축시 ①	최대 신장시 ②			최대 수축시 ④-(①+③)	최대 신장시 (③-②)		
A1	신축이음	5.8	6.2	40.0	50.0	4.2	33.8	OK	OK
	바닥판	5.8	6.2	40.0	-	-	33.8	-	OK
	거더	5.8	6.2	115.0	-	-	108.8	-	OK
P2	신축이음	17.3	18.7	54.0	120.0	48.7	35.3	OK	OK
	바닥판	17.3	18.7	60.0	-	-	41.3	-	OK
	거더	17.3	18.7	600.0	-	-	581.3	-	OK
P5	신축이음	17.3	18.7	66.0	120.0	36.7	47.3	OK	OK
	바닥판	17.3	18.7	115.0	-	-	96.3	-	OK
	거더	17.3	18.7	669.0	-	-	650.3	-	OK
P8	신축이음	11.5	12.5	32.0	80.0	36.5	19.5	OK	OK
	바닥판	11.5	12.5	85.0	-	-	72.5	-	OK
	거더	11.5	12.5	645.0	-	-	632.5	-	OK
A2	신축이음	5.8	6.2	41.0	50.0	3.2	34.8	OK	OK
	바닥판	5.8	6.2	30.0	-	-	23.8	-	OK
	거더	5.8	6.2	112.0	-	-	105.8	-	OK
주) 판정 : 0.0㎜ ≤ 신축 여유량 ≤ 허용량 ⇒ O.K									

6) 신축거동상태 검토의견

- 신축이음장치에 대한 실측유간은 바닥판, 거더, 신축이음 유간 중 여유량이 가장 작은 신축이음 유간으로 검토하였고, 측정일 온도는 14.2℃(04월 23일)로써 이때 측정유간은 30.0~669.0㎜ 범위로 나타나 설계온도에 대한 충분한 여유량을 확보하고 있는 것으로 평가되었다.

자. 교면포장

1) 부재의 개요

- 공용중 바닥판 상면에 위치하여 차량에서 발생하는 진동을 흡수·분산시키고, 외부의 불리한 환경조건에 대해서 바닥판을 보호하는 역할을 하는 교면포장은 아스팔트 포장(T=80㎜)으로 시공되어있다.
- 교면포장에 대한 현장조사는 도보를 통한 근접조사를 실시하였다.

교면포장 전경#1	교면포장 전경#2

【사진 30.3.20】 교면포장 전경

2) 현장조사 결과

- 교면포장에 대한 현장조사 결과, 포장 균열, 패임, 긁힘, 접속부 균열이 조사되었다.

【표 30.3.20】 교면포장 현장조사 결과

구분	포장 균열 (m/개소)		포장 패임 (m/개소)		포장 긁힘 (m/개소)		접속부 균열 (m/개소)	
S1	–	–	0.08	1	–	–	3.00	1
S2	–	–	–	–	–	–	–	–
S3	–	–	–	–	–	–	–	–
S4	3.00	1	–	–	–	–	–	–
S5	2.00	1	–	–	1.05	1	–	–
S6	–	–	–	–	–	–	–	–
S7	2.00	1	0.02	1	–	–	–	–
S8	–	–	0.35	1	–	–	–	–
S9	2.50	1	0.08	2	0.44	2	–	–
S10	–	–	0.06	1	0.20	2	–	–
합계	9.50	4	0.59	6	1.69	5	3.00	1

손상현황	• S1 접속부 포장 균열(L=3.0m)	손상현황	• S1 포장 패임(0.2m×0.4m)
원 인	• 시공미흡, 차량 윤하중 등	원 인	• 시공미흡, 차량 윤하중 등
조치방안	• 주의관찰	조치방안	• 주의관찰
손상현황	• S4 포장 균열(L=3.0m)	손상현황	• S5 포장 유공관 주변 긁힘(10.5m×0.1m)
원 인	• 시공미흡, 차량 윤하중 등	원 인	• 건조수축, 차량 윤하중 등
조치방안	• 주의관찰	조치방안	• 주의관찰
손상현황	• S8 포장 패임(3.5m×0.1m)	손상현황	• S10 포장 긁힘(1.0m×0.1m×2EA)
원 인	• 시공미흡, 차량 윤하중 등	원 인	• 시공미흡, 차량 윤하중 등
조치방안	• 주의관찰	조치방안	• 주의관찰

【사진 30.3.21】 교면포장 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검과의 비교결과, 기존손상인 포장균열, 패임, 긁힘, 접속부 균열이 확인되었으며, 금회 점검시 포장 균열에 대한 보수가 일부 실시되었고, 포장 균열, 패임, 긁힘이 추가 조사되었다.

【표 30.3.21】 교면포장 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전점검		2025년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
교면포장	포장 균열	m	10.50	1	9.50	4	▼ 1.00	보수실시 신규손상
	포장 패임	㎡	0.49	3	0.59	6	▲ 0.10	신규손상
	포장 긁힘	㎡	0.54	3	1.69	5	▲ 1.15	신규손상
	접속부 균열	m	3.00	1	3.00	1	- -	변동없음

4) 검토의견

- 교면포장에 발생한 포장 균열은 시공미흡(아스콘 포설시 다짐미흡), 주행차량의 윤하중 등에 의해 발생한 것으로 판단되며, 바닥판하면과 연계된 손상 없이 포장부 표면에 국한된 손상으로 주행차량에 미치는 영향이 미미한바 즉각적인 보수보다는 주의관찰이 요구된다.
- 포장 패임은 포장 균열의 심화, 주행차량에 의한 마모 등에 의한 손상으로 판단되며, 공용기간 경과시 손상이 진전될 우려가 있고, 주행차량의 안전사고 방지를 위해 아스콘 팻칭과 같은 보수를 실시하는 것이 필요하다.
- 포장 긁힘은 외부 충격(물리적 충격) 등에 의한 손상으로 판단되며, 손상의 정도가 미미한바 진전여부에 대한 주의관찰이 요구된다.
- 접속부 균열의 경우 시공미흡, 성토부 다짐불량, 반복적인 중차량 통행 등에 의한 것으로 판단되며, 주행차량에 미치는 영향이 미미하므로 손상의 진전여부에 대한 주의관찰이 요구된다.
- 향후 공용기간 경과시 손상의 진전 및 추가 손상 발생으로 주행성 저하가 발생할 우려가 있으므로 재포장과 같은 장기적인 대책수립이 필요할 것으로 판단된다.

차. 배수시설

1) 부재의 개요

- 용소천교(울산)의 배수시설은 종단구배는 -0.626%, 횡단구배는 ±2.000%로 물흐름에 의거하여 배수시설이 시공되어 있으며, 각각의 경간 상부에 설치된 집수구를 통하여 알루미늄 배수관을 따라 하부로 배수되도록 설치되어있다. 알루미늄 배수관은 바람 등에 의해 이동, 탈락되는 것을 방지하기 위하여 상·하부구조에 고정하여 설치되어 있고 배수관은 교대 하면에 위치한 배수로까지 연장하여 배수관을 통한 우수유출로 인한 사면의 침식 및 세굴을 방지하였다.
- 배수시설에 대한 현장조사는 도보 및 굴절작업차, 드론을 통한 근접조사를 실시하였다.

배수시설 현황	배수시설 현황

【사진 30.3.22】 배수시설 전경

2) 현장조사 결과

- 배수시설에 대한 현장조사 결과, 배수관 막힘, 배수관 연결부 누수, 유도배수관 탈락이 조사되었다.

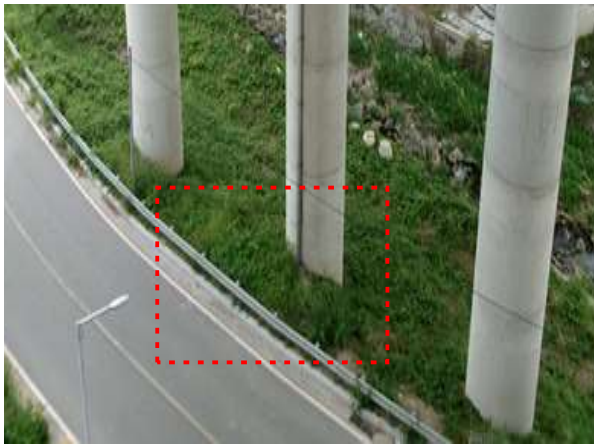
【표 30.3.22】 배수시설 현장조사 결과

구분	배수관 연결부 막힘 (개소/개소)		배수관 유출부 막힘 (개소/개소)		배수관 연결부 누수 (개소/개소)		유도배수관 탈락 (개소/개소)	
S1	–	–	–	–	1.00	1	–	–
S2	1.00	1	–	–	1.00	1	–	–
S3	–	–	–	–	–	–	–	–
S4	–	–	–	–	–	–	–	–
S5	1.00	1	–	–	–	–	–	–
S6	–	–	–	–	–	–	–	–
S7	–	–	–	–	–	–	–	–
S8	–	–	2.00	2	–	–	–	–
S9	–	–	–	–	–	–	–	–
S10	–	–	–	–	–	–	1.00	1
합계	2.00	2	2.00	2	2.00	2	1.00	1

손상현황	• S1 배수관 연결부 누수(1EA)
원 인	• 공용기간 증가 등
조치방안	• 정비

손상현황	• S2 배수관 연결부 누수(1EA)
원 인	• 공용기간 증가 등
조치방안	• 정비

손상현황	• S2 배수관 연결부 막힘(1EA)
원 인	• 공용기간 증가 등
조치방안	• 정비



손상현황	• S8(P8) 배수관 유출부 막힘(1EA)
원 인	• 유출부 성토시공 등
조치방안	• 정비

손상현황	• S10 유도배수관 탈락(1EA)
원 인	• 시공미흡 등
조치방안	• 정비

손상현황	• S7 배수관 상태양호
원 인	• –
조치방안	• –

【사진 30.3.23】 배수시설 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검과의 비교결과, 기존손상인 배수관 연결부 막힘, 배수관 유출부 막힘, 배수관 연결부 누수, 유도배수관 탈락이 확인되었으며, 손상의 진전은 없는 것으로 조사되었다.

【표 30.3.23】 배수시설 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전진단		2025년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
배수시설	배수관 연결부 막힘	EA	2.00	2	2.00	2	– –	변동없음
	배수관 유출부 막힘	EA	2.00	2	2.00	2	– –	변동없음
	배수관 연결부 누수	EA	2.00	2	2.00	2	– –	변동없음
	유도배수관 탈락	EA	1.00	1	1.00	1	– –	변동없음

4) 검토의견

- 배수시설에서 조사된 배수관 연결부 막힘 및 누수는 상부 집수구에서 유입된 이물질이 배수관 내부에 퇴적되어 우기시 표면수가 배수관내 유도배수처리가 되지 못하여 배수관 연결부로 누수가 발생하는 것으로 판단되며, 배수관 내부 청소를 통한 유지관리가 요구된다.
- 배수관 유출부 막힘은 P8 교각 기둥부에 고정된 배수관의 유출부에 성토를 실시하여 우기시 배수관 막힘으로 표면수의 배수처리가 불량한 상태이며, 원활한 배수기능 확보를 위해 유출부에 대한 정비(토사제거, 배수로 설치 등)가 요구된다.
- 유도배수관 탈락은 시공미흡에 의한 손상으로 판단되며, 방치시 지속적인 낙수에 의해 콘크리트 부재의 열화, 박리 등을 유발할 우려가 있으므로 유도배수관 재설치를 통한 정비가 요구된다. 유도배수관 설치시 주 하부 콘크리트에 영향을 미치지 않게 충분한 길이로 연장하거나 배수관과의 연결을 고려해야 한다.

카. 난간 및 연석(방호벽 및 중분대)

1) 부재의 개요

- 차량의 차도이탈 방지, 사고시 완충작용 등의 기능을 하는 방호울타리는 철근콘크리트 구조로 높이 H=1.08m로 시공되어 있다.
- 난간 및 연석에 대한 현장조사는 도보 및 굴절작업차, 드론을 통한 근접조사를 실시하였다.

방호벽 전경

중분대 전경

【사진 30.3.24】 방호벽 및 중분대 전경

2) 현장조사 결과

- 방호벽 및 중분대에 대한 현장조사 결과, 균열(0.3㎜미만), 백태, 긁힘, 파손, 제설함 파손이 조사되었다.

【표 30.3.24】 방호벽 및 중분대 현장조사 결과

구분	균열(0.3㎜미만) (m/개소)		백태 (㎡/개소)		긁힘 (㎡/개소)		파손 (㎡/개소)		제설함 파손 (개소/개소)	
S1	1.40	2	–	–	–	–	–	–	–	–
S2	2.10	3	–	–	1.70	1	0.06	1	–	–
S3	7.30	5	–	–	–	–	–	–	–	–
S4	6.20	7	–	–	2.60	1	–	–	–	–
S5	3.90	6	–	–	0.90	1	–	–	–	–
S6	1.20	4	–	–	–	–	–	–	–	–
S7	4.30	9	–	–	–	–	–	–	–	–
S8	3.60	4	–	–	8.00	2	–	–	–	–
S9	16.30	10	0.18	2	–	–	–	–	1.00	1
S10	18.40	16	0.04	1	5.15	2	0.06	1	–	–
합계	64.70	66	0.22	3	18.35	7	0.12	2	1.00	1

손상현황	• S1 방호벽 균열(0.3㎜미만)
원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등
조치방안	• 표면처리

손상현황	• S2 방호벽 긁힘(1.0m×1.7m)
원 인	• 물리적 충격(차량 추돌)
조치방안	• 주의관찰

손상현황	• S2 중분대 파손(0.2m×0.3m)
원 인	• 시공미흡
조치방안	• 단면보수

손상현황	• S3 방호벽 균열(0.3㎜미만)
원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등
조치방안	• 표면처리

손상현황	• S4 방호벽 긁힘(1.3m×2.0m)
원 인	• 물리적 충격(차량 추돌)
조치방안	• 주의관찰

손상현황	• S6 방호벽 균열(0.3㎜미만)
원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등
조치방안	• 표면처리

【사진 30.3.25】 방호벽 및 중분대 손상현황

<table>
<tr><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td>손상현황</td><td>• S7 방호벽 균열(0.3㎜미만)</td><td>손상현황</td><td>• S8 방호벽 균열(0.3㎜미만)</td></tr>
<tr><td>원 인</td><td>• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등</td><td>원 인</td><td>• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등</td></tr>
<tr><td>조치방안</td><td>• 표면처리</td><td>조치방안</td><td>• 표면처리</td></tr>
<tr><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td>손상현황</td><td>• S9 방호벽 백태(0.3m×0.3m)</td><td>손상현황</td><td>• S9 방호벽 제설함 파손(1EA)</td></tr>
<tr><td>원 인</td><td>• 우수유입, 수분침투 등</td><td>원 인</td><td>• 물리적 충격(차량 추돌)</td></tr>
<tr><td>조치방안</td><td>• 표면처리</td><td>조치방안</td><td>• 주의관찰</td></tr>
<tr><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td>손상현황</td><td>• S10 중분대 파손(0.2m×0.5m)</td><td>손상현황</td><td>• S1 방호벽 균열 보수실시</td></tr>
<tr><td>원 인</td><td>• 시공미흡</td><td>원 인</td><td>• –</td></tr>
<tr><td>조치방안</td><td>• 단면보수</td><td>조치방안</td><td>• –</td></tr>
</table>

【사진 30.3.25】 방호벽 및 중분대 손상현황(계속)

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검과의 비교결과, 기존손상인 균열(0.3㎜미만), 백태, 긁힘, 파손이 확인되었으며, 금회 점검시 균열(0.3㎜미만)이 일부 보수되었고, 긁힘, 제설함 파손이 추가 조사되었다. 균열(0.3㎜이상)은 전차 물량산정오류로 손상이 감소하였다.

【표 30.3.25】 방호벽 및 중분대 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전점검		2025년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
방호벽	균열(0.3㎜미만)	m	67.20	68	64.70	66	▼ 2.50	일부보수
	균열(0.3㎜이상)	m	7.50	8	-	-	▼ 7.50	전차산정오류
	백태	㎡	0.22	3	0.22	3	- -	변동없음
	긁힘	㎡	14.55	7	18.35	7	▲ 3.80	신규손상
	파손	㎡	0.12	2	0.12	2	- -	변동없음
	제설함 파손	EA	-	-	1.00	1	▲ 1.00	신규손상

4) 검토의견

- 방호벽에 발생한 균열(0.3㎜미만)은 건조수축 및 거푸집 조기 탈거 등에 의한 손상으로 시설물에 영향을 미치는 구조적인 손상은 아닌 것으로 판단되며, 내구성 확보 차원의 표면처리 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- 백태의 경우 외기노출로 강우시 열화부 수분접촉 등에 의해 발생된 손상으로 판단되며, 내구성 확보 차원에서 표면처리가 요구된다.
- 긁힘의 경우 공용중 차량 충돌과 같은 물리적 충격에 의해 발생한 손상으로 판단되며, 손상정도가 경미한 바 즉각적인 보수보다는 주의관찰이 요구된다.
- 파손은 신축이음 및 차수판 설치시 시공미흡에 의한 손상으로 판단되며, 내구성 확보 및 손상 진전 방지를 위해 단면보수를 실시하는 것일 요구된다.
- 제설함 파손은 공용중 차량 충돌에 의한 것으로 판단되며, 주의관찰을 통한 유지관리가 요구된다.

타. 교량 점검시설

1) 부재의 개요

- 용소천교(울산)의 점검통로는 교량 상면 갓길을 이용하여 출입가능하며, A1~2에 철근콘크리트 재질의 점검계단이, P1~9에 강재+알루미늄 재질의 점검통로가 전·배·좌·우 4면에 설치되어 있다.

교대 점검계단 전경	교각 점검통로 전경

【사진 30.3.26】 교량 점검시설 전경

2) 현장조사 결과

- 교량 점검시설에 대한 현장조사 결과, 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었다.

【표 30.3.26】 교량 점검시설 현장조사 결과

구분	상태양호	
P1	-	-
P2	-	-
P3	-	-
P4	-	-
P5	-	-
P6	-	-
P7	-	-
P8	-	-
P9	-	-
합계	-	-

손상현황	• P7 점검통로 브라켓 및 앵커 보강부 상태양호	손상현황	• P5 점검통로 브라켓 및 앵커 상태양호
원 인	• –	원 인	• –
조치방안	• –	조치방안	• –

【사진 30.3.27】 교량 점검시설 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

■ 전회 점검과 비교결과, 추가 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었다.

【표 30.3.27】 교량 점검시설 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전점검		2025년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
교량 점검시설	상태양호	–	–	–	–	–	– –	

4) 검토의견

■ 점검시설에서 앵커볼트의 절단흔적, 앵커볼트 주변 콘크리트 파손 및 균열은 조사되지 않은 건전한 상태이며, 점검시설에 대한 보강(브라켓 및 앵커볼트)부 고정상태는 양호한 것으로 조사되었다.

파. 공중이 이용하는 부위

공중이 이용하는 부위는 추락방지시설, 도로포장, 도로부 신축이음부, 환기구 등의 덮개가 있다.

1) 추락방지시설

공중이 이용하는 부위 중 추락방지시설은 “현장조사 결과 - 방호벽, 교량 점검시설”에 기입된 사항으로 대체하였다.

2) 도로포장

공중이 이용하는 부위 중 도로포장은 “현장조사 결과 – 교면포장”에 기입된 사항으로 대체하였다.

3) 도로부 신축이음부

공중이 이용하는 부위 중 도로부 신축이음부는 “현장조사 결과 – 신축이음장치”에 기입된 사항으로 대체하였다.

4) 환기구 등의 덮개

공중이 이용하는 부위 중 추락방지시설, 환기구 등의 덮개는 미설치된 상태이다.

하. 교량의 공중이용시설 유해 · 위험요인(10대) 위험요소 점검결과

1) 개요

- 공중이용시설의 중대시민재해 유발 가능성이 높은 유해 · 위험요소를 선정하여 집중관리 함으로써 국민의 안전을 도모한다.

【표 30.3.28】 공중이용시설 10대 위험요소

구분	유해 · 위험요인	비고
낙하물	① 교각 코핑 콘크리트 탈락 ② 중분대 하면 콘크리트 낙하 ③ 배수관 낙하사고 ④ 고드름 낙하사고	
화재	⑤ 주유소 및 충전소 화재사고	
교량접속부 파손	⑥ 신축이음장치 솟음(Blow-up)	
포장불량	⑦ 교면포장 부분보수부 파손	
배수시설 기능저하	⑧ 교량 집수구 막힘(미끄럼 · 결빙)	
사면붕괴	⑨ 절토사면 · 옹벽 표면 손상	
콘크리트 열화	⑩ 터널 배수구 뚜껑파손	

2) 외관조사 결과

- 본 과업대상 용소천교(울산)은 용소천(S8) 및 용소길(S9)을 횡단하는 교량이며, 하부에는 CJ대한통운이 S3~S7 경간을 점용하고 있는 것으로 확인되었다.
- 중대시민재해를 유발할 수 있는 위험요소로 낙하물, 교량접속부 파손, 포장불량, 배수시설 기능저하 등 항목이 해당된다.
- 공중이용시설 10대 위험요소 중 교량에 해당하는 항목에 대한 점검결과, 전반적으로 양호한 상태이나 배수관 연결부 막힘, 유출부 막힘이 조사되어 정비를 통한 유지관리가 요구된다.
- 조사된 손상에 대한 정비를 실시하고, 향후, 소형결함으로도 재해 발생 가능성이 있으므로 유해 · 위험요인이 있는 취약시설물에 대한 중점관리 및 예방 차원의 보수 · 보강 등의 유지관리가 필요하다.

구분	유해 · 위험요인	점검결과	내용	보수방안	비고
1	교량 교각 코핑 콘크리트 탈락	□유, ▣무	이상없음	-	
2	중분대 하면 콘크리트 탈락	□유, ▣무	이상없음	-	
3	배수관 낙하사고	□유, ▣무	이상없음	-	
4	신축이음장치 솟음(Blow-up)	□유, ▣무	이상없음	-	
5	교면포장 부분 보수부 파손	□유, ▣무	이상없음	-	
6	교량 집수구 막힘(미끄럼 · 결빙)	▣유, □무	배수관 연결부 막힘, 배수관 유출부 막힘	정비(청소)	

S2 배수관 연결부 막힘(1EA)	S8(P8) 배수관 유출부 막힘(1EA)
신축이음 상태양호	
교면포장 상태양호	교면포장 상태양호

【사진 30.3.28】 교량의 공중이용시설 10대 위험요소 손상현황

30.3.3 외관조사 총괄표

【표 30.3.29】 손상내용 총괄표

구분	손상 내용	단위	물량	개소	비고
바닥판하면	균열(0.3㎜미만)	m	5.50	5	
	백태	㎡	2.95	7	
	배부름	㎡	2.25	1	
	표면오염	㎡	4.67	4	
	층분리	㎡	0.30	1	
거더	파손	㎡	0.03	1	
	층분리	㎡	0.04	2	
가로보	들뜸	㎡	0.19	2	
교대	균열(0.3㎜미만)	m	9.20	12	
	체수흔적	㎡	1.50	2	
	표면오염	㎡	10.35	4	
교각	균열(0.3㎜미만)	m	123.90	71	
	망상균열	㎡	57.75	16	
	긁힘	㎡	0.09	1	
	체수흔적	㎡	31.75	17	
	표면오염	㎡	67.50	32	
	명판탈락	EA	1.00	1	
기초	노출 없이 매립	-	-	-	

【표 30.3.29】 손상내용 총괄표(계속)

구분	손상 내용	단위	물량	개소	비고
교량받침	플레이트 부식	EA	33.00	33	
	무수축몰탈 균열(0.3㎜미만)	m	2.00	20	
	받침콘크리트 균열(0.3㎜미만)	m	1.10	7	
	탄성패드 들뜸	EA	1.00	1	
	스토퍼 밀착	EA	5.00	5	
신축이음	후타재 균열(0.3㎜미만)	m	6.50	14	
	후타재 파손	㎡	0.15	1	
	하부 누수	m	54.00	5	
	유간토사퇴적	m	16.80	7	
	차수판 변형, 탈락	EA	2.00	2	
	차수판 연결불량	EA	4.00	4	
	차수판 볼트탈락	EA	6.00	6	
교면포장	포장 균열	m	9.50	4	
	포장 패임	㎡	0.59	6	
	포장 긁힘	㎡	1.69	5	
	접속부 균열	m	3.00	1	
배수시설	배수관 연결부 막힘	EA	2.00	2	
	배수관 유출부 막힘	EA	2.00	2	
	배수관 연결부 누수	EA	2.00	2	
	유도배수관 탈락	EA	1.00	1	
방호벽	균열(0.3㎜미만)	m	64.70	66	
	백태	㎡	0.22	3	
	긁힘	㎡	18.35	7	
	파손	㎡	0.12	2	
	제설함 파손	EA	1.00	1	
점검시설	상태양호	–	–	–	

30.3.4 전회차 손상물량 비교

【표 30.3.30】 손상물량 비교표

구분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전점검		2025년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
바닥판 하면	균열(0.3㎜미만)	m	5.50	5	5.50	5	– –	변동없음
	백태	㎡	0.08	1	2.95	7	▲ 2.87	신규손상
	배부름	㎡	2.25	1	2.25	1	– –	변동없음
	표면오염	㎡	4.67	4	4.67	4	– –	변동없음
	층분리	㎡	–	–	0.30	1	▲ 0.30	신규손상
거더	파손	㎡	0.06	4	0.03	1	▼ 0.03	일부보수
	층분리	㎡	–	–	0.04	2	▲ 0.04	신규손상
가로보	들뜸	㎡	0.19	2	0.19	2	– –	변동없음
교대	균열(0.3㎜미만)	m	8.20	11	9.20	12	▲ 1.00	신규손상
	박락	㎡	0.05	1	–	–	▼ 0.05	보수실시
	체수흔적	㎡	1.50	2	1.50	2	– –	변동없음
	표면오염	㎡	9.85	4	10.35	4	▲ 0.50	신규손상
교각	균열(0.3㎜미만)	m	125.40	72	123.90	71	▼ 1.50	일부보수
	망상균열	㎡	54.00	15	57.75	16	▲ 3.75	신규손상
	긁힘	㎡	0.09	1	0.09	1	– –	변동없음
	박리	㎡	1.50	6	–	–	▼ 1.50	보수실시
	체수흔적	㎡	31.75	17	31.75	17	– –	변동없음
	표면오염	㎡	71.70	32	67.50	32	▼ 4.20	정밀점검
	명판탈락	EA	1.00	1	1.00	1	– –	변동없음
기초	노출 없이 매립	–	–	–	–	–	– –	

【표 30.3.30】 손상물량 비교표(계속)

구분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전점검		2025년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
교량받침	플레이트 부식	EA	60.00	60	33.00	33	▼ 27.00	일부보수 신규손상
	무수축몰탈 균열(0.3㎜미만)	m	2.00	20	2.00	20	– –	변동없음
	받침콘크리트 균열(0.3㎜미만)	m	1.10	7	1.10	7	– –	변동없음
	몰탈 파손	㎡	0.01	1	–	–	▼ 0.01	보수실시
	탄성패드 들뜸	EA	1.00	1	1.00	1	– –	변동없음
	스토퍼 밀착	EA	5.00	5	5.00	5	– –	변동없음
신축이음	후타재 균열(0.3㎜미만)	m	6.50	14	6.50	14	– –	변동없음
	후타재 파손	㎡	–	–	0.15	1	▲ 0.15	신규손상
	하부 누수	m	54.00	5	54.00	5	– –	변동없음
	유간토사퇴적	m	8.0	8	16.80	7	▲ 8.80	손상진전
	차수판 변형, 탈락	EA	2.00	2	2.00	2	– –	변동없음
	차수판 연결불량	EA	4.00	4	4.00	4	– –	변동없음
	차수판 볼트탈락	EA	4.00	4	6.00	6	▲ 2.00	신규손상
교면포장	포장 균열	m	10.50	1	9.50	4	▼ 1.00	보수실시 신규손상
	포장 패임	㎡	0.49	3	0.59	6	▲ 0.10	신규손상
	포장 긁힘	㎡	0.54	3	1.69	5	▲ 1.15	신규손상
	접속부 균열	m	3.00	1	3.00	1	– –	변동없음
배수시설	배수관 연결부 막힘	EA	2.00	2	2.00	2	– –	변동없음
	배수관 유출부 막힘	EA	2.00	2	2.00	2	– –	변동없음
	배수관 연결부 누수	EA	2.00	2	2.00	2	– –	변동없음
	유도배수관 탈락	EA	1.00	1	1.00	1	– –	변동없음
방호벽	균열(0.3㎜미만)	m	67.20	68	64.70	66	▼ 2.50	일부보수
	균열(0.3㎜이상)	m	7.50	8	–	–	▼ 7.50	전차산정오류
	백태	㎡	0.22	3	0.22	3	– –	변동없음
	긁힘	㎡	14.55	7	18.35	7	▲ 3.80	신규손상
	파손	㎡	0.12	2	0.12	2	– –	변동없음
	제설함 파손	EA	–	–	1.00	1	▲ 1.00	신규손상
점검시설	상태양호	–	–	–	–	–	– –	

30.4 콘크리트 내구성 조사

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 『시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침(2024. 12, 국토교통부/국토안전관리원)』에 근거하여 시험방법, 시험빈도 및 평가방법 등을 실시하였다.

30.4.1 조사 현황 및 위치

가. 조사 현황

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

【표 30.4.1】 콘크리트 비파괴시험 현황

항 목	기준수량		수 량(개소)				비 고
	상부구조	하부구조	기준		실시		
			상부	하부	상부	하부	
반발경도 시 험	• 50m 마다	• 50m 마다	7	7	7	8	
탄산화 깊이 측정	• 5경간 이내: 2~3개소[1)] • 5경간 이상: 3~6개소[2)]		2	1	2	2	

주1) 교량 상부구조에서 최소 1개소 이상 실시
주2) 교량 상부구조에서 최소 2개소 이상 실시

나. 콘크리트 내구성시험 위치 선정사유

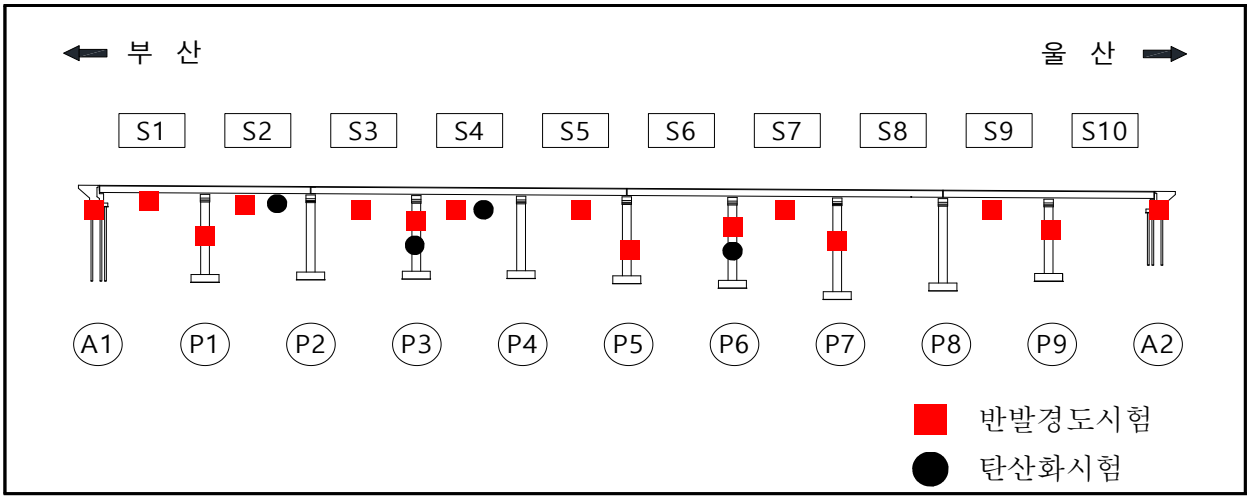
대상 구조물에 대한 재료시험은 도보로 접근이 가능한 위치를 우선적으로 실시하였으며, 도보로 접근이 가능하지 못한 부위는 교량점검차 등을 이용하여 접근 후 시험을 실시하였다. 콘크리트 강도시험은 외관상 양호한 부위와 건전부와의 비교·검토를 위하여 불량한 부위를 선정하여 실시하였다. 기존에 실시한 부위는 주변 및 미실시한 부재를 중심으로 실시하여 차후 점검 및 진단 비교·평가를 목적으로 하였다.

다. 조사 사진

반발경도 시험 현황	탄산화깊이 측정 현황

【사진 30.4.1】 콘크리트 내구성조사 현황

라. 콘크리트 내구성조사 위치도



【그림 30.4.1】 콘크리트 내구성조사 위치도

30.4.2 시험결과 및 분석

가. 콘크리트 강도시험

콘크리트 비파괴강도시험은 상·하부구조에서 반발경도시험(총 14개소)를 실시하였으며, 측정결과는 표준편차와 변동계수가 적은 값으로 콘크리트 비파괴강도를 추정하는데 이용하였다.

반발경도 시험	반발경도 시험

【사진 30.4.2】 반발경도시험 현장사진

1) 비파괴강도 시험결과

【표 30.4.2】 상부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과(바닥판)

시험위치			반발경도법(MPa)			재령계수	설계기준 강도 (MPa)	비고
			반발경도 (R_o)	일본재료 학회	일본건축 학회			
상부 구조	S1	바닥판	54.8	32.5	30.9	0.63	27.0	건전부
	S2	바닥판	55.2	32.8	31.1			건전부
	S3	바닥판	54.9	32.6	30.9			건전부
	S4	바닥판	55.3	32.9	31.1			건전부
	S5	바닥판	54.9	32.6	30.9			건전부
	S7	바닥판	54.2	32.0	30.6			건전부
	S9	바닥판	54.0	31.8	30.5			건전부
평균			-	32.5	30.9			
표준편차			-	0.41	0.23			
변동계수			-	0.013	0.007			
최대값			-	32.9	31.1			
최소값			-	31.8	30.5			

【표 30.4.3】 하부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과(교대)

시험위치			반발경도법(㎫)			재령계수	설계기준 강도 (㎫)	비고
			반발경도 (R_o)	일본재료 학회	일본건축 학회			
하부 구조	A1	교대	45.6	25.1	26.7	0.63	24.0	건전부
	A2	교대	45.4	24.9	26.6			건전부
평균			–	25.0	26.7	–	–	
표준편차			–	0.14	0.07	–	–	
변동계수			–	0.006	0.003	–	–	
최대값			–	25.1	26.7	–	–	
최소값			–	24.9	26.6	–	–	

【표 30.4.4】 하부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과(교각)

시험위치			반발경도법(㎫)			재령계수	설계기준 강도 (㎫)	비고
			반발경도 (R_o)	일본재료 학회	일본건축 학회			
하부 구조	P1	교각	47.4	26.5	27.5	0.63	24.0	건전부
	P3	교각	47.4	26.5	27.5			건전부
	P5	교각	47.4	26.6	27.5			건전부
	P6	교각	46.8	26.1	27.2			건전부
	P7	교각	46.4	25.8	27.1			비건전부
	P9	교각	46.8	26.1	27.3			건전부
평균			–	26.3	27.4	–	–	
표준편차			–	0.31	0.18	–	–	
변동계수			–	0.012	0.006	–	–	
최대값			–	26.6	27.5	–	–	
최소값			–	25.8	27.1	–	–	

【표 30.4.5】 비파괴강도 시험결과 분석

시험위치	압축강도(㎫) 추정	설계기준강도 (㎫)	평균 추정강도 (㎫)	강도비교 (%)	비고
	일본건축학회				
바닥판	30.5 ~ 31.5	27.0	30.9	113.0 ~ 116.7	
교대	26.6 ~ 26.7	24.0	26.7	110.8 ~ 111.3	
교각	27.1 ~ 27.5	24.0	27.4	112.9 ~ 114.6	

■ 반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 상부구조(바닥판 하면) 30.5~31.5㎫, 하부구조(교대) 26.6~26.7㎫, 하부구조(교각) 27.1~27.5㎫로 측정 되었으며, 설계기준 압축강도(바닥판 하면: 27.0㎫, 교대: 24.0㎫, 교각: 24.0㎫)를 전반적으로 상회하여 콘크리트의 강도상태는 양호한것으로 확인된다. 또한 하부구조에서 진행한 비건전부의 측정강도가 설계기준 압축강도를 상회하고, 건전부 대비 97.9%이상으로 콘크리트의 강도는 양호한 상태로 판단된다. 따라서, 금회 시험을 실시한 콘크리트 강도는 공용년수 경과에 따른 강도 저하가 발생되지 않은 것으로 판단된다.

2) 기 점검결과와의 비교

【표 30.4.6】 비파괴강도 기 점검결과와의 비교

구 분	위치	2023년 정밀안전점검	2025년 정밀안전점검	설계기준강도
반발경도법	바닥판	27.8 ~ 28.6	30.5 ~ 31.5	27.0
	교대	26.8 ~ 26.9	26.6 ~ 26.7	24.0
	교각	26.8 ~ 27.3	27.1 ~ 27.5	24.0
검토의견		■ 기존 및 금회 측정값 비교 분석 결과 측정부위에 따라 다소 차이는 있지만, 설계기준강도를 전반적으로 상회하므로 콘크리트의 강도상태는 양호한 것으로 판단된다.		

3) 반발경도 시험보고서

【표 30.4.7】 반발경도 시험보고서

반발경도시험 보고서	
1. 시험조건	
구 분	내 용
시험 일자 및 시간	일자 : 2025. 04. 23 시간 : 09:00 ~ 17:00
시험 위치	시험 성과표의 위치명 및 재료시험 위치도 참조
시험 대상 구조물	용소천교(울산)
시험 대상 표본 선정	재료시험 수량에 따라 표본 선정
콘크리트 설계 조건 (강도, MPa)	바닥판 하면 : 27.0MPa, 교대 및 교각 : 24.0MPa
시험 위치의 표면 상태	건전부 :균열, 박리 등이 없는 양호한 부위 대상 표면정리(요철제거) 비건전부 : 균열, 박리 등이 있는 불량한 부위 대상 표면정리(요철제거)
시험시의 온도 및 콘크리트의 재령	14.2℃, 3000일 이상
콘크리트 내부의 함수 상태	기건 상태
2. 시험기기	
구 분	내 용
측정기의 종류	NR-Type(NR-10)
제품번호	28191
시험기기의 교정	한국산업기술시험원 교정(엔빌테스트 : 80±2)
3. 시험 방법	
구 분	내 용
반발경도 타격점 간격 및 수량	4 × 5, 20회 타격(30mm 간격)
반발경도 측정기의 타격방향	시험 성과표 참조
반발경도 유효값 기준	측정 평균치의 ±20% 범위 내
시험 부위별 반발경도의 평균값	시험 성과표 참조
버린 반발경도의 값 및 위치	시험 성과표 참조
4. 시험결과	
시험 성과표 참조	

나. 탄산화 깊이 측정

탄산화 깊이 측정은 드릴링을 통한 천공 후 지시약을 사용하여 적색으로 변색되는 시점을 탄산화깊이로 정하였으며, 버니어캘리퍼스를 이용하여 그 깊이를 측정하였다. 피복두께는 철근탐사기를 이용하여 피복두께를 확인 후, 설계피복과 비교하여 작은 값으로 선정하였다.

드릴링	탄산화깊이 측정

【사진 30.4.3】 탄산화 깊이 측정 현장사진

1) 탄산화 깊이 측정결과

【표 30.4.8】 탄산화 깊이 측정결과 및 평가

시험위치		탄산화 깊이 (㎜)	실측 피복두께 (㎜)	탄산화 잔여깊이 (㎜)	경과년수	탄산화 속도계수 (A)	잔존수명 (년)	평가등급	비 고
상부 구조	S2 바닥판	1.0	43.0	42.0	17	0.24	100년 이상	a	
	S4 바닥판	3.0	44.0	41.0	17	0.73	100년 이상	a	
하부 구조	P3 교각	5.5	82.0	76.5	17	1.33	100년 이상	a	
	P6 교각	6.5	84.0	77.5	17	1.58	100년 이상	a	

■ 탄산화 깊이 측정결과, 상부구조 탄산화깊이는 1.0~3.0㎜, 하부구조 탄산화깊이는 5.5~6.5㎜로 측정되었으며, 잔여깊이가 30㎜이상을 확보하고, 세부지침 지침기준 "a"로 평가 되어 탄산화에 따른 철근의 부식발생 영향은 없는 것으로 판단된다.

【표 30.4.9】 탄산화 시험결과 분석

구 분	탄산화 깊이(㎜)	잔여깊이(㎜)	비고
상부구조	1.0~3.0	41.0~42.0	
하부구조	5.5~6.5	76.5~77.5	

2) 시설물 내구성 예측 서비스를 활용한 내구성 예측

국토안전관리원에서 시행하고있는 시설물 내구성 예측 서비스를 활용하여 공용년수 증가에 따른 탄산화의 향후 추이를 예측해 보았다. 용소천교(울산)의 상하부 구조를 대상으로 내구성 예측 서비스를 활용하여 100년 후 탄산화 깊이 및 탄산화 속도계수를 예측하였으며, 그 결과는 아래 표와 같다.

【표 30.4.10】 탄산화 시험에 의한 내구성 예측

상부구조 - 바닥판 S2	
실측 피복두께(㎜)	43.0
탄산화 진행깊이(㎜)	1.0
잔여깊이(㎜)	42.0
탄산화 속도계수	0.24
공용년수	17년
잔존수명	100년 이상
평가	a

상부구조 - 바닥판 S4	
실측 피복두께(㎜)	44.0
탄산화 진행깊이(㎜)	3.0
잔여깊이(㎜)	41.0
탄산화 속도계수	0.73
공용년수	17년
잔존수명	100년 이상
평가	a

【표 30.4.10】 탄산화 시험에 의한 내구성 예측(계속)

하부구조 - 교각 P3	
실측 피복두께(㎜)	82.0
탄산화 진행깊이(㎜)	5.5
잔여깊이(㎜)	76.5
탄산화 속도계수	1.33
공용년수	17년
잔존수명	100년 이상
평가	a

하부구조 - 교각 P6	
실측 피복두께(㎜)	84.0
탄산화 진행깊이(㎜)	6.5
잔여깊이(㎜)	77.5
탄산화 속도계수	1.58
공용년수	17년
잔존수명	100년 이상
평가	a

3) 기 점검결과와의 비교

【표 30.4.11】 탄산화 깊이 기 점검결과와의 비교

구 분	2023년 정밀안전점검			2025년 정밀안전점검			비 고
	탄산화깊이 (㎜)	잔여깊이 (㎜)	평가 결과	탄산화깊이 (㎜)	잔여깊이 (㎜)	평가 결과	
상부구조	2.2~2.5	30.5~35.8	a	1.0~3.0	41.0~42.0	a	
하부구조	5.8~6.9	65.1~92.9	a	5.5~6.5	76.5~77.5	a	
검토의견	▪기존 및 금회 측정값 비교 분석 결과, 시험 위치에 따른 편차로 인해 다소 차이는 있지만, 잔여깊이가 30㎜ 이상 확보하는 것으로 분석되어 탄산화에 진행에 따른 구조물의 내구성에 미치는 영향은 미미할 것으로 판단된다.						

4) 시험보고서

【표 30.4.12】 탄산화 깊이 시험 보고서

구 분	내 용
시험일자	2025년 04월 23일
시험시간	09:00 ~ 17:00
시험 영역의 위치	상부구조, 하부구조
골재 종류	보통골재(추정)
측정면의 종류	햄머드릴을 이용해 뚫어낸 면
시약	페놀프탈레인 1% 용액
측정 기구	햄머드릴, 버니어 캘리퍼스, 시험지
시약 분무로부터 탄산화 깊이까지의 시간	즉시
측정결과(측정값, 평균값, 최대값 등)	보고서 ‘콘크리트 강도시험’ 참조
연한 적자색 변색 유무	유

다. 금회점검 내구성조사 결과요약

【표 30.4.13】 금회 점검 내구성조사 결과요약

시 험 명	시험부위		시험 결과		비 고
			측정결과	설계기준	
비파괴 강도 (MPa)	상부구조	바닥판하면	30.5 ~ 31.5	27.0	■ 전반적으로 설계강도 이상(양호)
	하부구조	교대	26.6 ~ 26.7	24.0	
		교각	27.1 ~ 27.5	24.0	
탄산화 잔여깊이 (㎜)	상부구조		41.0~42.0	a등급	■ 탄산화 잔여깊이 30㎜이상 확보 ■ 탄산화에 의한 내구성저하 없음
	하부구조		76.5~77.5	a등급	
종합 평가	• 콘크리트 강도는 전반적으로 설계강도 이상으로 양호한 상태로 평가됨 • 탄산화에 의한 내구성 저하 가능성은 없는 상태임				

라. 기 점검결과와 비교

【표 30.4.14】 기 점검결과와 비교

시 험 명	시험부위		시험 결과				비 고
			2023년 정밀안전점검		2025년 정밀안전점검		
비파괴 강도 (MPa)	상부구조	바닥판하면	27.8 ~ 28.6		30.5 ~ 31.5		■ 강도저하 없음
	하부구조	교대	26.8 ~ 26.9		26.6 ~ 26.7		
		교각	26.8 ~ 27.3		27.1 ~ 27.5		
탄산화 잔여깊이 (㎜)	상부구조		30.5~35.8	a	41.0~42.0	a	■ 탄산화에 의한 내구성 저하 가능성 없음
	하부구조		65.1~92.9	a	76.5~77.5	a	
종합 평가	• 기 점검결과와 비교 검토한 결과 공용년수 증가에 의한 구조물의 내구성 저하는 발생하지 않은 상태로 평가됨						

30.5 상태평가

시설물의 상태평가는 재료시험 및 외관조사에 의해 시설물의 각 부재로부터 발견된 상태변화(결함, 손상, 열화)를 근거로 하여『시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침 (안전점검·진단 편-2024. 12.)』의 상태평가 기준에 따라 실시한다. 정밀안전점검의 상태평가 기준은 시설물의 전체 부재에 대하여 외관조사망도를 작성하여 부재별로 상세히 상태평가를 실시하며, 책임기술자가 시설물 전체에 대한 상태평가 결과를 결정하게 된다.

30.5.1 시설물 전체 상태평가 결과

가. 상태평가 결과

현장조사 및 시험결과에 의한 상태평가를 수행한 결과, 구조물에 영향을 미칠만한 손상은 조사되지 않은 상태로서 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태인 'B등급'으로 산정되었다.

1) 용소천교(울산) 상태평가 결과표

【표 30.5.1】 상태평가 결과표

부재의 분류			상부구조		2차 부재	기타부재				받침	하부구조		내구성요소	
상부	하부	구조형식	바닥판	거더	가로보	포장	배수	난간 연석	신축 이음	교량 받침	하부	기초	탄산화 상부	탄산화 하부
S1	A1	P.S.C.I	b	a	a	b	c	b	c	b	b	q	–	–
S2	P1	P.S.C.I	b	a	b	a	c	b	–	b	b	q	a	–
S3	P2	P.S.C.I	a	a	b	a	a	b	–	b	a	q	–	–
S4	P3	P.S.C.I	b	a	a	b	a	b	c	a	b	q	a	a
S5	P4	P.S.C.I	b	b	a	b	c	b	–	b	b	q	–	–
S6	P5	P.S.C.I	b	b	a	a	a	b	–	b	b	q	–	–
S7	P6	P.S.C.I	a	a	a	b	a	b	c	c	b	q	–	a
S8	P7	P.S.C.I	a	a	a	b	c	b	–	b	b	q	–	–
S9	P8	P.S.C.I	a	a	a	b	a	b	c	b	b	q	–	–
S10	P9	P.S.C.I	a	a	a	b	c	b	–	b	b	q	–	–
	A2	P.S.C.I							c	b	b	q		–
평균			0.150	0.120	0.120	0.170	0.250	0.200	0.400	0.209	0.191	–	0.100	0.100
가중치			18	20	5	7	3	2	9	9	20	–	4	3
(평균×가중치) /가중치합			0.027	0.024	0.006	0.012	0.008	0.004	0.036	0.019	0.038	–	0.004	0.003
													0.180	
													B	

■ 결함도 범위 : 0.130 ≤ 결함도지수(0.180) < 0.260

나. 공중이 이용하는 부위 상태평가

① 추락방지시설

추락방지시설에 경미한 결함 및 파손이 발생하였으나, 기능에는 문제가 없으며 결함의 진행 여부를 지속적으로 관찰하고 보수 여부를 결정해야 하는 상태인 “b”로 평가됨.

기준	상태기준 설명
a	○손상 및 결함 등이 없는 최상의 상태
b	○추락방지시설에 경미한 결함 및 파손이 발생하였으나, 기능에는 문제가 없으며 결함의 진행 여부를 지속적으로 관찰하고 보수 여부를 결정해야 하는 상태
c	○추락방지시설에 결함 및 파손으로 인하여 기능에 일부 문제가 발생하여 간단한 보수가 필요한 상태
d	○고정부 및 연결부 파손 등으로 인해 추락방지시설의 전도 및 이탈이 발생 할 수 있어 즉각적인 보수·보강이 필요한 상태
e	○추락방지시설의 전반적 기능저하로 사용자의 안전에 위험이 있어 즉각 사용을 금지해야 하는 상태

② 도로포장

포장의 결함 및 파손이 미미하게 발생된 상태로 차량주행에 문제는 없으며 결함의 진행 여부를 지속적으로 관찰하고 보수 여부를 결정하여야 하는 상태 “b" 등급으로 평가됨.

기준	상태기준 설명
a	○포장상태가 최상으로 차량의 주행에 문제가 없는 상태
b	○포장의 결함 및 파손이 미미하게 발생된 상태로 차량주행에 문제는 없으며 결함의 진행 여부를 지속적으로 관찰하고 보수 여부를 결정하여야 하는 상태
c	○포장 결함 및 파손이 차량에 직접적인 파손을 유발할 정도는 아니나 차량 운전자에게 불쾌감을 유발할 수 있어 간단한 보수가 필요한 상태
d	○깊이 8cm이상의 포트홀에 의해 차량에 심각한 손상이 발생할 수 있어 즉각적인 보수가 필요한 상태 ○배수불량으로 인한 주행차로 상시 물고임으로 통행차량의 안전성 저하가 우려되는 상태
e	○도로포장 결함 및 파손 정도가 심각하고 차량주행이 불가하여 차량통행 제한 및 사용금지가 필요한 상태

③ 도로부 신축이음부

신축이음 본체의 유간사이 이물질로 기능불량, 고무판 마모, 국부적인 부식 등의 열화가 발생한 상태 또는 후타재의 균열이 50cm이하의 간격으로 발생하거나, 국부적인 박리, 박락, 파손이 발생하여 간단한 보수가 필요한 상태 “c”로 평가됨.

기준	상태기준 설명
a	ㅇ신축이음부에 손상이 없는 상태
b	ㅇ신축이음 본체의 토사 및 이물질 퇴적, 고무판 노후, 후타재의 미세균열이 발생된 상태로 기능발휘에는 지장이 없으며 결함의 진행 여부를 지속적으로 관찰하고 보수 여부를 결정하여야 하는 상태
c	ㅇ신축이음 본체의 유간사이 이물질로 기능불량, 고무판 마모, 국부적인 부식 등의 열화가 발생한 상태 또는 후타재의 균열이 50cm이하의 간격으로 발생하거나, 국부적인 박리, 박락, 파손이 발생하여 간단한 보수가 필요한 상태
d	ㅇ신축유간 밀착으로 인한 거동불량 또는 신축유간이 넓어 차량통행에 지장을 초래할 수 있어 교체가 필요한 상태 ㅇ신축이음의 파손 상태가 심각하여 차량통행 시 충격이 발생하는 등 긴급한 보수·보강이 필요한 상태
e	ㅇ신축이음부 본체 탈락으로 차량주행 시 파손을 유발하거나, 주행 중 사고의 원인이 될 수 있는 상태

④ 환기구 등의 덮개

미설치된 상태로 평가불가.

기준	상태기준 설명
a	ㅇ환기구 등의 덮개가 최상의 상태
b	ㅇ덮개 등(지지구조 철물, 연결재, 걸침턱 등)에 결함 및 파손 등이 발생하였으나, 기능 발휘에는 지장이 없고 기능성에 문제가 없는 상태 ㅇ기능성에 문제가 없어 결함 및 파손에 대해 지속적 관찰이 필요한 상태
c	ㅇ덮개 등(지지구조 철물, 연결재, 걸침턱 등)에 결함 및 파손 등으로 기능에 일부 문제가 발생하여 보수가 필요한 상태
d	ㅇ덮개 등(지지구조 철물, 연결재, 걸침턱 등)에 결함 및 파손 등으로 기능이 상실되어 국부적인 교체 및 보강이 필요한 상태
e	ㅇ결함 및 파손 정도가 심각하거나 덮개 등이 탈락된 상태

다. 시설물 전체 상태평가 결과

【표 30.5.2】 시설물 전체 상태평가 결과표

구 분	환산 결함도점수	상태평가 등급	연장 (m)	차선	길이 X 차선	연장비	환산결함도점수 X 연장비
용소천교(울산)	0.180	B	300.00	3	900.00	1.000	0.180
합계(Σ)			300.00	3	900.00	1.000	0.180
1. 평가지수 =							0.180
2. 상태평가결과 =							B

30.5.2 상태평가 결과요약

【표 30.5.3】 상태평가 결과 요약

구조물명	상태평가 결과		비고
	환산결함도점수	기준	
용소천교(울산)	0.180	B	
검토의견	•용소천교(울산)의 외관조사 및 내구성조사에 의한 상태평가 결과는 "B"로 평가됨		

30.5.3 기 점검 결과와의 비교

【표 30.5.4】 전회 정밀안전점검과 상태평가 결과 비교·분석

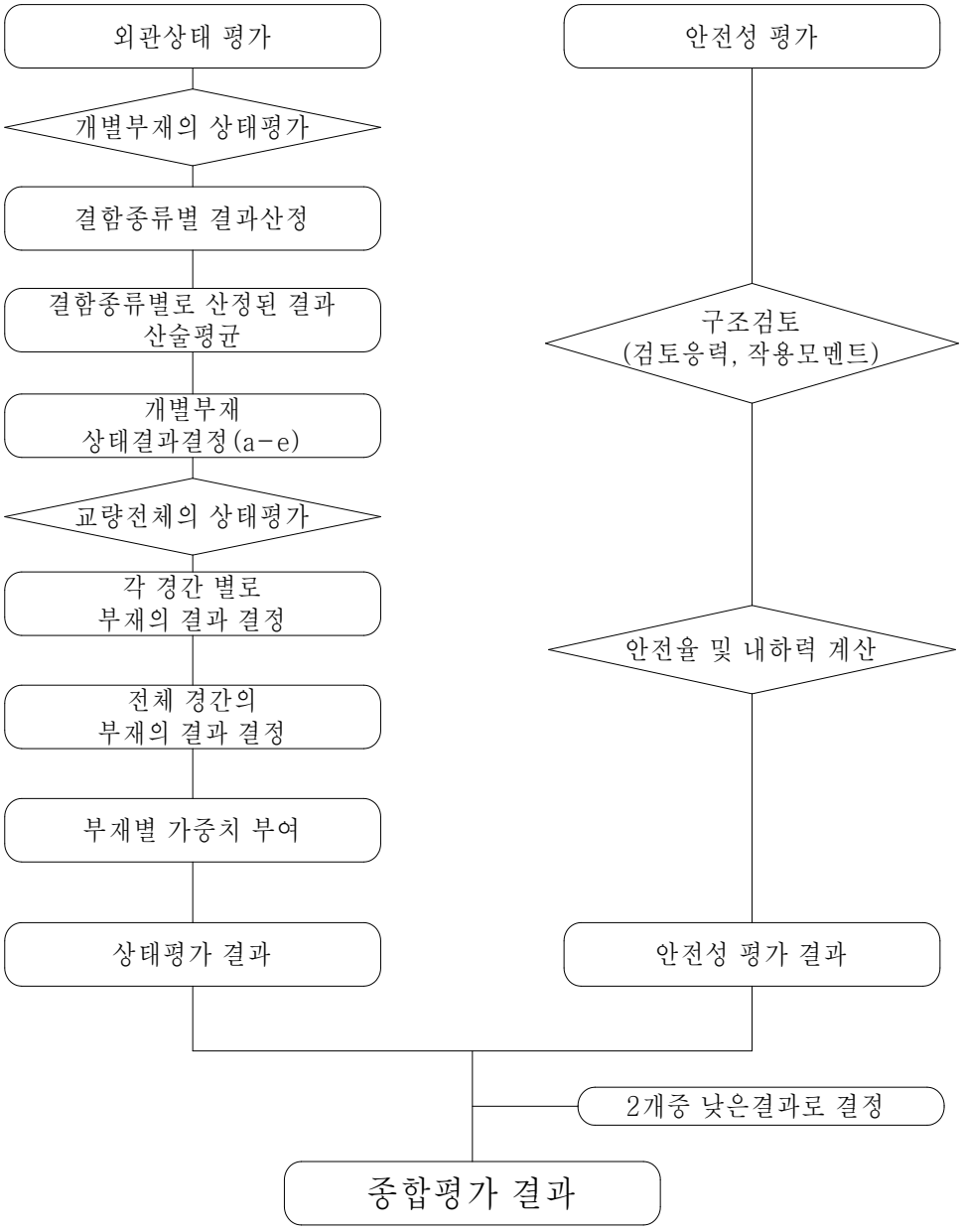
구 분	2023년 정밀안전점검	2025년 정밀안전점검
환산결함도 점수	0.205	0.180
상태평가결과	B	B
총 평	• 금회 정밀안전점검 결과, 용소천교(울산)의 상태평가 결과는 "B"로 산정되었다. • 전회(2023년) 정밀안전점검과 비교·분석한 결과, 환산결함도 점수가 0.205에서 0.180로 0.025 감소하였으며, 상태평가 등급은 "B"로 동일하게 평가되었다. • 환산결함도 점수 변동의 주요 원인은 금회 정밀안전점검에서 주요부재 및 보조부재에 대하여 일부 보수가 실시되어 전체 환산결함도 점수가 감소한 것으로 판단된다.	

30.6 종합평가 및 안전등급 지정

30.6.1 종합평가 결과 산정방법

외관조사에 따른 상태평가등급과 안전성 검토에 근거한 안전성평가등급 중 낮은 등급을 시설물의 종합평가등급으로 결정한다.

■ 종합평가 등급=MIN(상태평가 결과, 안전성 평가 결과)



【그림 30.6.1】 종합평가 결과 산정절차

30.6.2 종합평가 결과

본 과업에서는 안전성평가를 실시하지 않았으므로, 외관조사 및 시험에 의한 상태평가 결과를 검토하여 종합평가 결과는 “B” 로 평가되었다.

【표 30.6.1】 종합평가 결과

구조물명	상태평가 결과		안전성평가 결과		종합평가 결과
	환산결함도점수	기준	S · F	기준	
용소천교(울산)	0.180	B	–	–	B
종합평가	•외관조사 및 내구성조사에 의한 상태평가 결과는 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 “B” 로 평가됨 •종합평가 결과, “B” 로 평가됨				

30.6.3 안전등급 지정

종합평가 결과에 따른 본 시설물의 안전등급은 『보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나, 기능발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태』인 **“B등급”** 으로 지정하였다.

【표 30.6.2】 안전등급 지정

안전등급	시설물의 상태
A (우수)	문제점이 없는 최상의 상태
B (양호)	보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나, 기능발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태
C (보통)	주요부재에 경미한 결함 또는 보조부재에 광범위한 결함이 발생하였으나, 전체적인 시설물의 안전에는 지장이 없으며, 주요부재에 내구성, 기능성 저하 방지를 위한 보수가 필요하거나 보조부재에 간단한 보강이 필요한 상태
D (미흡)	주요부재에 결함이 발생하여 긴급한 보수 · 보강이 필요하며 사용제한 여부를 결정하여야 하는 상태
E (불량)	주요부재에 발생한 심각한 결함으로 인하여 시설물 안전에 위험이 있어 즉각 사용을 금지하고 보강 또는 개축을 하여야 하는 상태

30.7 보수·보강 및 유지관리방안

30.7.1 보수·보강 방안

【표 30.7.1】 손상별 보수·보강 방안

구분	손상 내용	단위	물량	개소	보수방안	우선순위
바닥판하면	균열(0.3㎜미만)	m	5.50	5	표면처리	3순위
	백태	㎡	2.95	7	표면처리	3순위
	배부름	㎡	2.25	1	주의관찰	-
	표면오염	㎡	4.67	4	주의관찰	-
	층분리	㎡	0.30	1	단면보수	2순위
거더	파손	㎡	0.03	1	단면보수	2순위
	층분리	㎡	0.04	2	단면보수	2순위
가로보	들뜸	㎡	0.19	2	단면보수	2순위
교대	균열(0.3㎜미만)	m	9.20	12	표면처리	3순위
	체수흔적	㎡	1.50	2	주의관찰	-
	표면오염	㎡	10.35	4	주의관찰	-
교각	균열(0.3㎜미만)	m	123.90	71	표면처리	3순위
	망상균열	㎡	57.75	16	표면처리	3순위
	긁힘	㎡	0.09	1	주의관찰	-
	체수흔적	㎡	31.75	17	주의관찰	-
	표면오염	㎡	67.50	32	주의관찰	-
	명판탈락	EA	1.00	1	재설치	3순위
교량받침	플레이트 부식	EA	33.00	33	재도장	2순위
	무수축몰탈 균열(0.3㎜미만)	m	2.00	20	표면처리	3순위
	받침콘크리트 균열(0.3㎜미만)	m	1.10	7	표면처리	3순위
	탄성패드 들뜸	EA	1.00	1	주의관찰	-
	스토퍼 밀착	EA	5.00	5	주의관찰	-
신축이음	후타재 균열(0.3㎜미만)	m	6.50	14	주의관찰	-
	후타재 파손	㎡	0.15	1	단면보수	2순위
	하부 누수	m	54.00	5	신축이음 교체	2순위
	유간토사퇴적	m	16.80	7	정비	3순위
	차수판 변형, 탈락	EA	2.00	2	정비	3순위
	차수판 연결불량	EA	4.00	4	정비	3순위
	차수판 볼트탈락	EA	6.00	6	정비	3순위
교면포장	포장 균열	m	9.50	4	주의관찰	-
	포장 패임	㎡	0.59	6	아스콘팻칭	3순위
	포장 긁힘	㎡	1.69	5	주의관찰	-
	접속부 균열	m	3.00	1	주의관찰	-
배수시설	배수관 연결부 막힘	EA	2.00	2	정비	3순위
	배수관 유출부 막힘	EA	2.00	2	정비	3순위
	배수관 연결부 누수	EA	2.00	2	정비	3순위
	유도배수관 탈락	EA	1.00	1	재설치	3순위
방호벽	균열(0.3㎜미만)	m	64.70	66	표면처리	3순위
	백태	㎡	0.22	3	표면처리	3순위
	긁힘	㎡	18.35	7	주의관찰	-
	파손	㎡	0.12	2	단면보수	3순위
	제설함 파손	EA	1.00	1	주의관찰	-

30.7.2 개략공사비

【표 30.7.2】 개략공사비

구 분	손상내용	보수방안	손상물량	보수물량	단위	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
바닥판하면	균열(0.3㎜미만)	표면처리	5.50	2.06	㎡	299	616	3순위
	백태	표면처리	2.95	4.43	㎡	299	1,325	3순위
	층분리	단면보수	0.30	0.45	㎡	1,152	518	2순위
거더	파손	단면보수	0.03	0.05	㎡	1,152	58	2순위
	층분리	단면보수	0.04	0.06	㎡	1,152	69	2순위
가로보	들뜸	단면보수	0.19	0.29	㎡	1,152	334	2순위
교대	균열(0.3㎜미만)	표면처리	9.20	3.45	㎡	250	863	3순위
교각	균열(0.3㎜미만)	표면처리	123.90	46.46	㎡	250	11,615	3순위
	망상균열	표면처리	57.75	86.63	㎡	250	21,658	3순위
	명판탈락	재설치	1.00	1.00	EA	200	200	3순위
교량받침	플레이트 부식	재도장	33.00	33.00	EA	415	13,695	2순위
	무수축몰탈 균열(0.3㎜미만)	표면처리	2.00	0.75	㎡	250	188	3순위
	받침콘크리트 균열(0.3㎜미만)	표면처리	1.10	0.41	㎡	250	103	3순위
신축이음	후타재 파손	단면보수	0.15	0.23	㎡	960	221	2순위
	하부 누수	신축이음교체 (No.50)(A1,A2)	54.00	31.50	m	1,200	37,800	2순위
		신축이음교체 (No.80)(P8)		15.75	m	1,400	22,050	2순위
		신축이음교체 (No.120)(P2,P5)		31.50	m	2,000	63,000	2순위
	유간토사퇴적	정비	16.80	25.20	m	8	202	3순위
	차수판 변형, 탈락	정비	2.00	2.00	EA	725	1,450	3순위
	차수판 연결불량	정비	4.00	4.00	EA	8	32	3순위
	차수판 볼트탈락	정비	6.00	6.00	EA	8	48	3순위
교면포장	포장 패임	아스콘팻칭	0.59	0.89	㎡	166	148	3순위
배수시설	배수관 연결부 막힘	정비	2.00	2.00	EA	184	368	3순위
배수시설	배수관 유출부 막힘	정비	2.00	2.00	EA	184	368	3순위
배수시설	배수관 연결부 누수	정비	2.00	2.00	EA	577	1,154	3순위
배수시설	유도배수관 탈락	재설치	1.00	1.00	EA	128	128	3순위
방호벽	균열(0.3㎜미만)	표면처리	64.70	24.26	㎡	250	6,065	3순위
방호벽	백태	표면처리	0.22	0.33	㎡	250	83	3순위
방호벽	파손	단면보수	0.12	0.18	㎡	960	173	3순위
개략 공사비 (천원)	구 분	1순위		2순위			3순위	
	순공사비	-		137,745			46,787	
	재경비 (순공사비의 50%)	-		68,873			23,394	
	합계	-		206,618			70,181	
개략공사비 총계(천원)		276,799						

주1) 보수물량은 손상물량에 50%를 할증하였음.
주2) 0.3㎜미만 균열보수는 손상물량(m)×0.25(m)를 하여 면적(㎡)으로 산출하였음.
주3) 상기 개략공사비는 실시설계시 공법선정, 단가변동 및 현장여건 상 변동될 수 있음.

30.7.3 유지관리방안

본 시설물에 대한 정밀안전점검 결과에 따라, 향후 유지관리 시 교량의 안전성, 사용성 및 내구성 차원에서 중점적으로 관찰하고 유의하여야 할 중점유지관리 항목을 설정하여 다음 표와 같이 제시하였다.

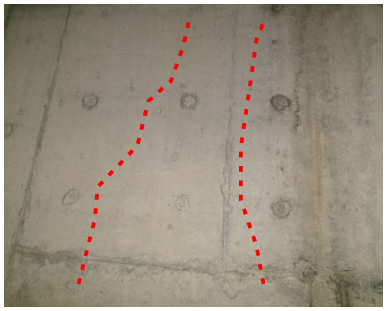
【표 30.7.3】 중점유지관리 항목

부재구분	중 점 사 항
교면포장	• 교면포장 신규 손상여부 점검(주행성 중심) • 기존 손상 진전여부 확인
방호벽	• 방호벽 신규 손상여부 점검 • 기존 손상 진전여부 확인
배수시설	• 배수구 추가적인 막힘 여부 점검(발생여부 점검) • 기존 손상 진전여부 확인
바닥판	• 바닥판하면 신규 손상여부 점검(발생여부 점검) • 기존 손상 진전여부 확인
거더 및 가로보	• 거더 및 가로보 손상여부 점검(발생여부 점검) • 기존 손상 진전여부 확인
교량받침	• 교량받침 신규 손상여부 점검(발생여부 점검) • 기존 손상 진전여부 확인 • 이동 여유량 지속적 관리
신축이음장치	• 신축이음 신규 손상여부 점검(발생여부 점검) • 기존 손상 진전여부 확인 • 이동 여유량 지속적 관리
하부구조	• 하부구조 신규 손상여부 점검(발생여부 점검) • 기존 손상 진전여부 확인

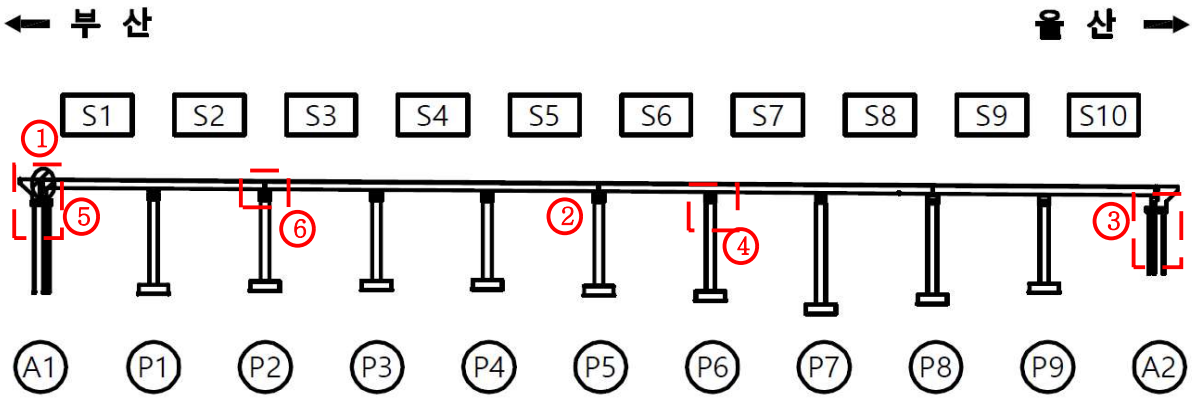
◎ 부재별 중점점검 손상

① 바닥판하면 층분리 – 진전 여부확인

② 거더 층분리 – 진전 여부확인



③ 교대 균열 – 진전 여부확인



④ 교량받침 탄성패드 들뜸 – 진전 여부확인

⑤ 교량받침 플레이트 부식 – 진전 여부확인

⑥ 신축이음 하부 누수 – 진전 여부확인

30.8 종합결론

본 시설물은 부산광역시 기장군 장안읍 용소리에 위치한 교량으로 총 연장 300.0m, 폭 15.75m의 PSC Beam 교량으로, 2008년도에 준공되어 약 17년간 공용중인 교량 구조물이며, 시공자료 분석을 포함, 현장외관조사 및 시험, 상태평가 등을 통한 종합결론을 요약하면 다음과 같다.

30.8.1 종합결론

가. 현장조사 및 시험

1) 바닥판하면

- 바닥판하면에서 조사된 균열(0.3㎜미만)의 경우 거푸집 조기탈거, 건조수축, 온도변화 등에 의한 손상으로 판단되며, 내구성 확보 차원의 표면처리 등 적절한 보수가 필요할 것으로 사료된다.
- 백태의 경우 강우시 상부 표면수 유입, 수분접촉, 외기노출 등에 의해 발생한 손상으로 판단되며, 내구성 확보 차원에서 표면처리를 통한 유지관리가 요구된다.
- 배부름의 경우 품질관리 미흡, 시공미흡 등에 의한 것으로 판단되며, 구조적 결함이 발생하지 않은 상태이므로 진전여부에 대한 주의관찰이 요구된다.
- 표면오염은 신축이음부 표면수 유입 등에 의해 발생한 손상으로 판단되며, 신축이음부는 이전 점검이후 재설치된 것으로 확인되는바 추후 손상이 발생할 우려가 적은 것으로 확인되어 주의관찰이 요구된다.
- 층분리의 경우 접합부 신축거동과 중차량 통행에 의한 진동 및 마찰 등에 의한 손상으로 판단되며, 내구성확보 및 단면 확보 차원의 단면보수 등의 적절한 보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.

2) PSC Beam Girder

- 거더에서 조사된 층분리, 파손의 경우 거더 거치시 시공미흡, 장기공용, 신축거동, 신축이음부 지표수 유입 등에 의한 열화에 의해 발생한 손상으로 판단되며, 내구성 확보 차원에서 단면보수를 실시하는 것이 필요하다.

3) 가로보

- 가로보에서 조사된 들뜸은 시공시 품질관리미흡, 마감처리불량으로 거더와 접하는 부위에서 발생한 손상으로 내구성 확보 차원에서 단면보수를 통한 유지관리가 요구된다.

4) 교대

- 교대에 조사된 균열(0.3㎜미만)의 경우 거푸집 조기탈거, 건조수축, 온도변화 등에 의한 손상으로 판단되며, 내구성 확보 차원의 표면처리 등의 적절한 보수가 필요할 것으로 사료된다.
- 체수흔적, 표면오염은 신축이음부 표면수 유입에 따른 손상으로 오염부에 열화 및 박리 등의 손상은 관찰되지 않은 상태이나 공용기간 경과시 내구성 저하 우려가 있으므로 신축이음 정비 후 유지관리가 요구된다.

5) 교각

- 교각에 조사된 균열(0.3㎜미만), 망상균열은 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형 등의 복합적인 원인에 의한 손상으로 시설물에 영향을 미치는 구조적인 손상은 아닌 것으로 판단되며, 내구성 확보 차원의 표면처리 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- 긁힘은 공용중 외부충격 등에 의한 손상으로 판단되며, 손상의 정도는 경미하여 보수보다는 진전여부에 대한 주의관찰이 요구된다.
- 표면오염, 체수흔적은 신축이음 본체 고무재 열화 및 손상부, 종조인트부 지표수 유입, 외기노출, 강우 등에 의해 발생한 것으로 판단되며, 장기간 방치시 손상의 진전 및 2차손상(교각열화, 교량받침 부식 등)이 발생할 우려가 있으므로 진전여부에 대한 주의관찰을 실시하고, 신축이음 교체 이후 손상에 대한 보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.
- 명판탈락은 공용중 외력에 의해 파손된 것으로 판단되며, 시설물 유지관리시 위치를 파악할 수 있도록 명판 재설치가 요구된다.

6) 기초

- 용소천교(울산)의 기초는 강관파일기초(A1,A2), 직접기초(P1~P9)로 시공되어 있으며, 현재 매립되어 있는 상태로 현장조사는 불가하다.

7) 교량받침

- 교량받침에 조사된 무수축몰탈 균열(0.3㎜미만), 받침콘크리트 균열(0.3㎜미만)의 경우 건조수축 및 거푸집 조기탈거, 표면열화, 우수접촉, 습기흡착 등에 의한 손상으로 시설물에 영향을 미치는 구조적인 손상은 아닌 것으로 판단되며, 내구성 확보 차원의 표면처리 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- 플레이트 부식의 경우 우수유입, 습기흡착, 공용기간 증가 등에 의한 손상으로 손상의 진전 방지를 위한 재도장 등의 조치가 요망된다.
- 교량받침 P6-SH4(A1)에서 조사된 탄성패드 들뜸은 전단변형에 따라 발생하는 단부 말림

(롤오버)로서 상·하부 플레이트와 탄성패드가 분리된 받침에서 흔히 관찰되는 현상이며, 손상의 정도가 미세한 상태로 진전여부에 대한 주의관찰이 요구된다.

- 스토퍼 밀착은 시공시 시공오차로 인해 교량받침 일부가 건전한 거동을 하지 않아 발생한 것으로 판단되며, 교량받침의 가동량은 허용가동량 범위 내에서 거동을 하고 있으므로 손상의 진전여부에 대한 주의관찰이 요구된다.
- 연단거리 측정 결과, 전 개소 모두 실측 연단거리가 계산 연단거리를 상회하고 있는 것으로 측정되어 설계기준을 만족하고 있는 것으로 검토되었다.
- 계산여유량과 실측여유량의 비교·검토결과 가동여유량이 충분한 것으로 조사되었으며, 교량받침의 이탈 가능성은 없는 상태로 판단된다.

8) 신축이음장치

- 신축이음에 발생한 후타재 균열의 경우 시공초기 건조수축, 주행차량의 반복적인 윤하중 등에 의해 발생한 것으로 판단되며, 손상의 정도가 경미한 바 주의관찰을 실시하고 진전시 일괄보수를 통한 유지관리가 요구된다.
- 후타재 파손의 경우 1차로 갓길측에 발생한 손상으로 손상의 정도가 경미하나 내구성 확보 및 주행차량의 안전사고 방지를 위해 단면보수를 실시하는 것이 요구된다.
- 하부 누수의 경우 주행차량의 윤하중, 장기공용 등에 의한 손상으로 판단되며, 교면수 유입에 의해 콘크리트 부재(바닥판, 거더, 교대, 교각) 표면오염 및 교량받침 부식 등의 손상이 발생되었으므로 누수에 의한 추가 손상 방지를 위해 신축이음 교체 등의 보수를 실시하는 것이 필요하다.
- 본체에 발생한 유간 토사퇴적의 경우 차량통행으로 인한 비산먼지 등의 환경적 요인에 의한 손상으로 원활한 신축거동을 위해 주기적인 정비(청소)를 통한 유지관리가 요구된다.
- 차수판 변형, 탈락, 연결불량의 경우 외부 충격, 시공미흡, 온도변화에 의한 신축거동, 장기공용 등에 의한 손상으로 표면수 유입에 의해 하부 콘크리트 부재에 손상을 야기하고 있으므로 정비를 통한 유지관리가 요구된다.
- 차수판 볼트 탈락의 경우 시공미흡, 온도변화에 의한 신축거동, 장기공용 등에 의한 손상으로 손상의 정도가 경미하나 하부 콘크리트 부재의 2차손상 방지를 위해 정비를 통한 유지관리가 요구된다.
- 신축이음장치에 대한 실측유간은 바닥판, 거더, 신축이음 유간 중 여유량이 가장 작은 신축이음 유간으로 검토하였고, 측정일 온도는 14.2℃(04월 23일)로써 이때 측정유간은 30.0~669.0㎜ 범위로 나타나 설계온도에 대한 충분한 여유량을 확보하고 있는 것으로 평가되었다.

9) 교면포장

- 교면포장에 발생한 포장 균열은 시공미흡(아스콘 포설시 다짐미흡), 주행차량의 윤하중 등에 의해 발생한 것으로 판단되며, 바닥판하면과 연계된 손상 없이 포장부 표면에 국한된 손상으로 주행차량에 미치는 영향이 미미한바 즉각적인 보수보다는 주의관찰이 요구된다.
- 포장 패임은 포장 균열의 심화, 주행차량에 의한 마모 등에 의한 손상으로 판단되며, 공용기간 경과시 손상이 진전될 우려가 있고, 주행차량의 안전사고 방지를 위해 아스콘 팻칭과 같은 보수를 실시하는 것이 필요하다.
- 포장 긁힘은 외부 충격(물리적 충격) 등에 의한 손상으로 판단되며, 손상의 정도가 미미한바 진전여부에 대한 주의관찰이 요구된다.
- 접속부 균열의 경우 시공미흡, 성토부 다짐불량, 반복적인 중차량 통행 등에 의한 것으로 판단되며, 주행차량에 미치는 영향이 미미하므로 손상의 진전여부에 대한 주의관찰이 요구된다.
- 향후 공용기간 경과시 손상의 진전 및 추가 손상 발생으로 주행성 저하가 발생할 우려가 있으므로 재포장과 같은 장기적인 대책수립이 필요할 것으로 판단된다.

10) 배수시설

- 배수시설에서 조사된 배수관 연결부 막힘 및 누수는 상부 집수구에서 유입된 이물질이 배수관 내부에 퇴적되어 우기시 표면수가 배수관내 유도배수처리가 되지 못하여 배수관 연결부로 누수가 발생하는 것으로 판단되며, 배수관 내부 청소를 통한 유지관리가 요구된다.
- 배수관 유출부 막힘은 P8 교각 기둥부에 고정된 배수관의 유출부에 성토를 실시하여 우기시 배수관 막힘으로 표면수의 배수처리가 불량한 상태이며, 원활한 배수기능 확보를 위해 유출부에 대한 정비(토사제거, 배수로 설치 등)가 요구된다.
- 유도배수관 탈락은 시공미흡에 의한 손상으로 판단되며, 방치시 지속적인 낙수에 의해 콘크리트 부재의 열화, 박리 등을 유발할 우려가 있으므로 유도배수관 재설치를 통한 정비가 요구된다. 유도배수관 설치시 주 하부 콘크리트에 영향을 미치지 않게 충분한 길이로 연장하거나 배수관과의 연결을 고려해야 한다.

11) 난간 및 연석(방호벽 및 중분대)

- 방호벽에 발생한 균열(0.3㎜미만)은 건조수축 및 거푸집 조기 탈거 등에 의한 손상으로 시설물에 영향을 미치는 구조적인 손상은 아닌 것으로 판단되며, 내구성 확보 차원의 표면처리 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- 백태의 경우 외기노출로 강우시 열화부 수분접촉 등에 의해 발생된 손상으로 판단되며, 내구

성 확보 차원에서 표면처리가 요구된다.

- 긁힘의 경우 공용중 차량 충돌과 같은 물리적 충격에 의해 발생한 손상으로 판단되며, 손상 정도가 경미한 바 즉각적인 보수보다는 주의관찰이 요구된다.
- 파손은 신축이음 및 차수판 설치시 시공미흡에 의한 손상으로 판단되며, 내구성 확보 및 손상 진전 방지를 위해 단면보수를 실시하는 것일 요구된다.
- 제설함 파손은 공용중 차량 충돌에 의한 것으로 판단되며, 주의관찰을 통한 유지관리가 요구된다.

12) 교량 점검시설

- 점검시설에서 앵커볼트의 절단흔적, 앵커볼트 주변 콘크리트 파손 및 균열은 조사되지 않은 건전한 상태이며, 점검시설에 대한 보강(브라켓 및 앵커볼트)부 고정상태는 양호한 것으로 조사되었다.

13) 공중이 이용하는 부위

- 공중이 이용하는 부위중 추락방지시설은 방호벽, 도로포장, 도로부 신축이음부는 본문의 교면포장, 신축이음장치에 기입된 내용으로 대체하였으며, 환기구 등의 덮개는 미설치된 상태이다.

14) 내구성조사

- 반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 상부구조(바닥판 하면) 30.5~31.5㎫, 하부구조(교대) 26.6~26.7㎫, 하부구조(교각) 27.1~27.5㎫로 측정 되었으며, 설계기준 압축강도(바닥판 하면: 27.0㎫, 교대: 24.0㎫, 교각: 24.0㎫)를 전반적으로 상회하여 콘크리트의 강도상태는 양호한것으로 확인된다. 또한 하부구조에서 진행한 비건전부의 측정강도가 설계기준 압축강도를 상회하고, 건전부 대비 97.9%이상으로 콘크리트의 강도는 양호한 상태로 판단된다. 따라서, 금회 시험을 실시한 콘크리트 강도는 공용년수 경과에 따른 강도 저하가 발생되지 않은 것으로 판단된다.
- 탄산화 깊이 측정결과, 상부구조 탄산화깊이는 1.0~3.0㎜, 하부구조 탄산화깊이는 5.5~6.5㎜로 측정되었으며, 잔여깊이가 30㎜이상을 확보하고, 세부지침 지침기준 "a"로 평가 되어 탄산화에 따른 철근의 부식발생 영향은 없는 것으로 판단된다.

나. 상태평가 결과

- 금회 정밀안전점검 결과, 용소천교(울산)의 상태평가 결과는 “B” 로 산정되었다.

- 전회(2023년) 정밀안전점검과 비교·분석한 결과, 환산결함도 점수가 0.205에서 0.180로 0.025 감소하였으며, 상태평가 등급은 “B”로 동일하게 평가되었다.
- 환산결함도 점수 변동의 주요 원인은 금회 정밀안전점검에서 주요부재 및 보조부재에 대하여 일부 보수가 실시되어 전체 환산결함도 점수가 감소한 것으로 판단된다.

다. 결론

- 금회 정밀안전점검 결과를 바탕으로 용소천교(울산)에 발생한 손상의 진전을 방지하고 보수를 통한 구조물의 내구성 확보를 위한 적절한 조치가 필요하다.
- 이상과 같이 자료조사, 외관조사, 내구성 조사 등의 결과를 분석하여 평가된 구조물의 상태평가 결과를 종합적으로 평가한 안전등급은 「기능 발휘에는 지장이 없으나 경미한 손상, 결함, 열화 등이 발생하여 내구성 증진을 위해 부분적으로 보수가 필요한 상태」인 「B」등급으로 평가되었다. 구조적인 손상 및 결함은 없는 것으로 판단되어 별도의 정밀안전진단은 필요 없을 것으로 판단되며, 본 보고서에 제시된 방안으로 보수를 시행하고 지속적인 유지관리를 실시한다면 구조물의 사용성을 확보하는데 문제가 없을 것으로 사료된다.

30.8.2 종합결론, 정밀안전진단 및 사용제한의 필요성 여부

- 대상 시설물에 대한 정밀안전점검 결과, 국부적으로 손상이 발생하였으나 시설물의 전반적인 안전성 및 기능성에는 특별한 문제가 없는 상태로서 주기적인 점검을 통한 관리를 시행한다면 대상시설물의 사용성은 확보될 수 있을 것으로 판단된다.
- 대상 시설물은 금회 점검결과, 정밀안전진단 및 사용제한이 필요치 않다.

30.8.3 유지관리 시 특별한 관리가 요구되는 사항

- 주부재의 균열, 백태, 파손, 층분리 등은 주기적인 점검을 실시하는 유지관리가 필요하다.
- 신축이음 하부 누수 등의 손상은 신축이음 재설치를 통한 유지관리가 요구된다.

30.8.4 기타 필요한 사항

- 시설물의 안전성 유지는 점검 당시에는 양호한 상태로 존재하여도, 이후의 유지관리 상태 및 예기치 않던 외적요인에 의해 잔존해 있던 위험요소가 일시적으로 노출되어 안전성에 영향을 미칠 수 있으므로 지속적인 점검 등의 유지관리를 통해 기능성과 안전성을 유지하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.