12. 서문10교(문산방향)

12.1 시설물 개요
12.2 자료수집 및 분석
12.3 현장조사
12.4 콘크리트 내구성조사
12.5 상태평가
12.6 종합평가 및 안전등급 지정
12.7 보수·보강 및 유지관리 방안
12.8 종합결론

12. 서문10교(문산방향)

12.1 시설물의 개요

본 시설물은 경기도 고양시 덕양구 강매동 354-4에 위치한 교량으로 총 연장 101.0m, 폭 19.5m로 시공되어 있다.

12.1.1 일반사항

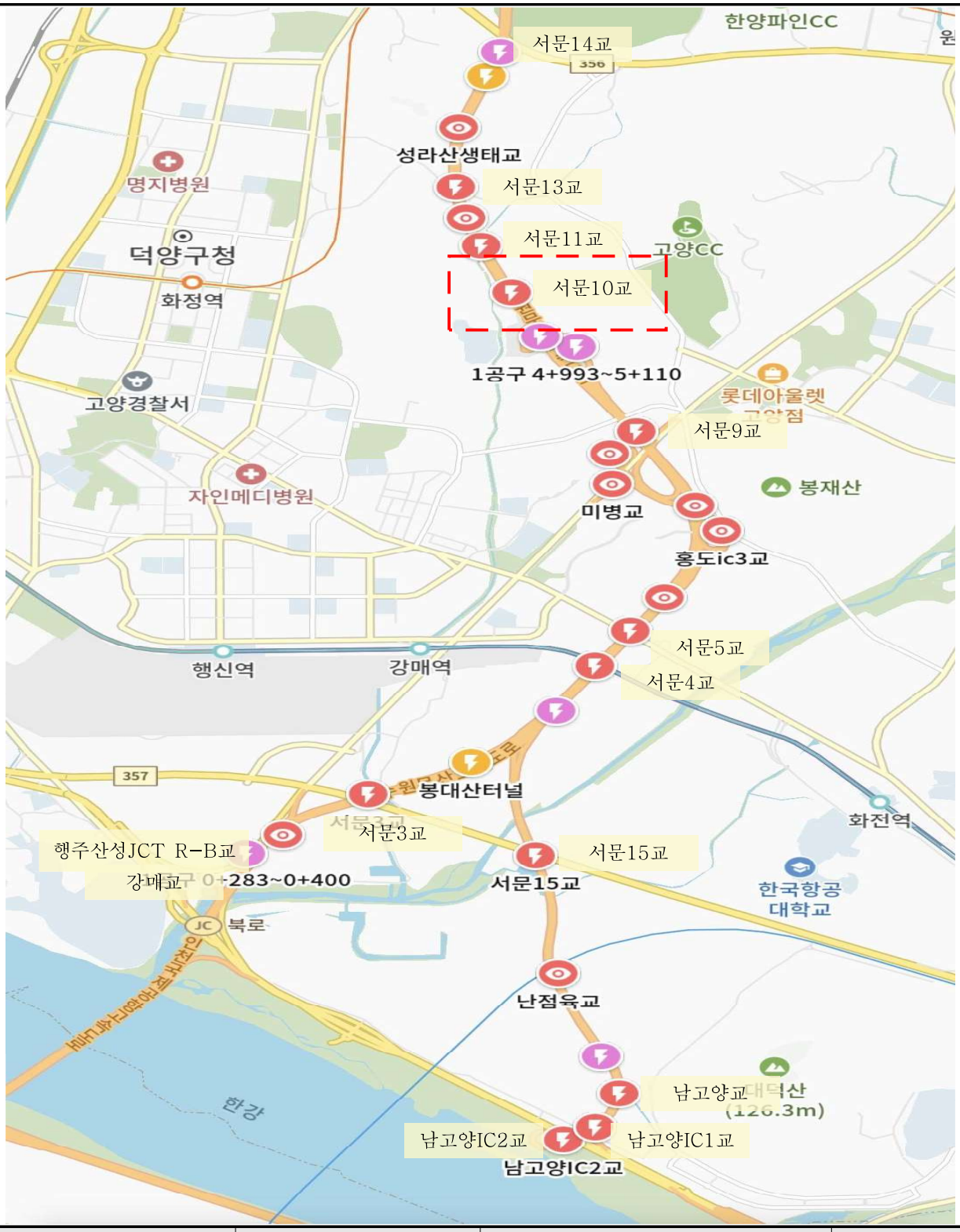
【표 12.1.1】 서문10교(문산방향) 일반사항

구 분		내 용	구 분	내 용	
시설물번호		BR2020-0000299	관리번호	-	
시설물위치		경기도 고양시 덕양구 강매동 354-4	준공년월일	2020. 11. 06	
시점이정		-	노 선 명	고속국도 17호선	
제원	연장	L=101.0m(45+56=101.0m)			
	폭	B=19.5m, 4차로			
구조형식	상부	Spliced 거더	기초형식	교 대	강관말뚝기초
	하부	교대: 역T형, 교각: π형		교 각	강관말뚝기초
교량받침		면진받침, 포트받침	신축이음	뉴모노셀조인트	
교차시설물		-	통과높이	5.0m	
부착시설내용		-	설계하중	DB-24/DL-24	
시 공 자		지에스건설㈜	설 계 자	㈜다산컨설턴트	
감 리 자		㈜동일기술공사	관리주체	서울문산고속도로주식회사	

측면 전경

상부 전경

12.1.2 위치도 및 전경사진



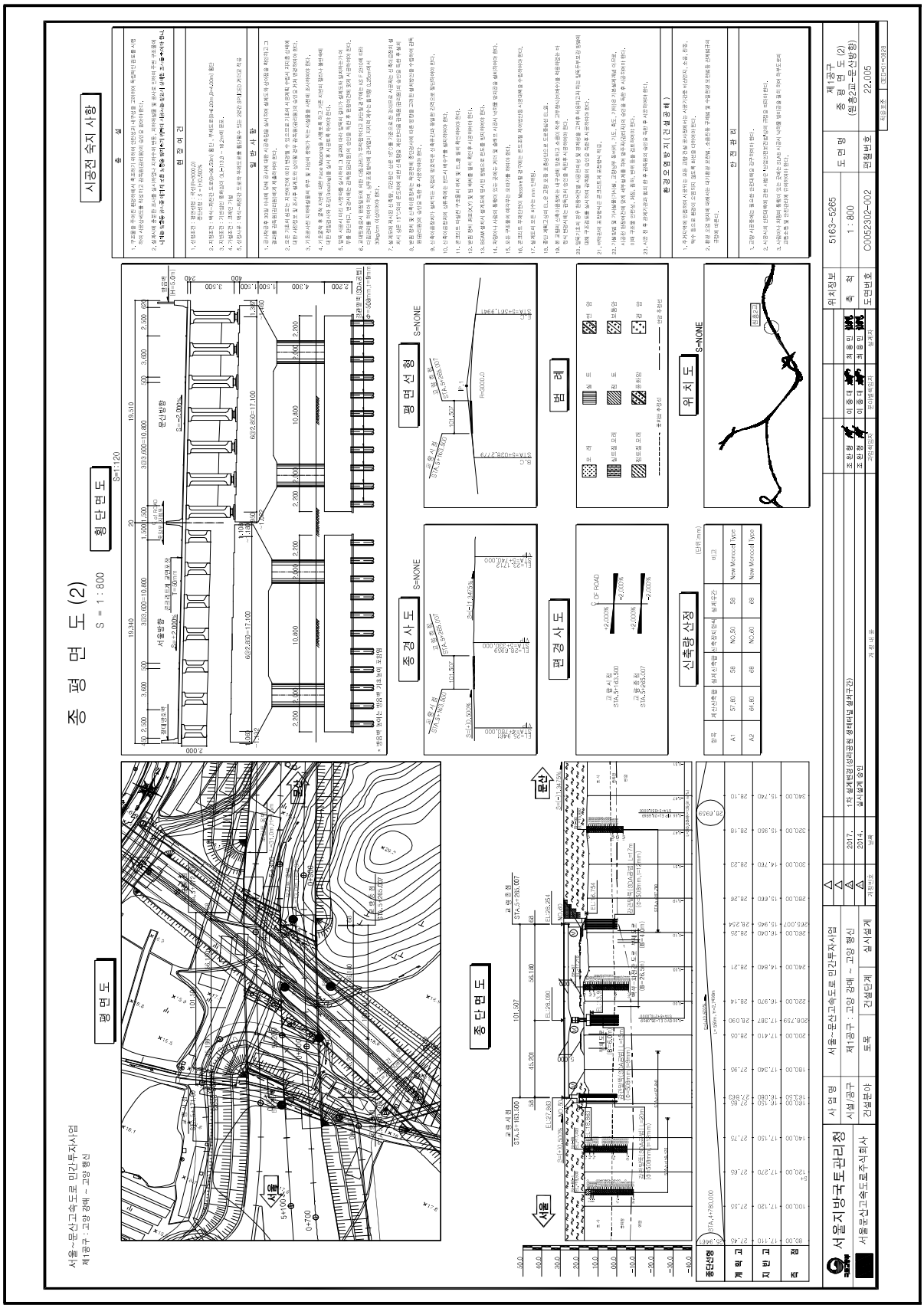
Span번호	조사방법 및 접근성	조사기간	비고
S1~S2	도보, 고소차	2022.08.22.~2022.12.11.	

【그림 12.1.1】 위치도

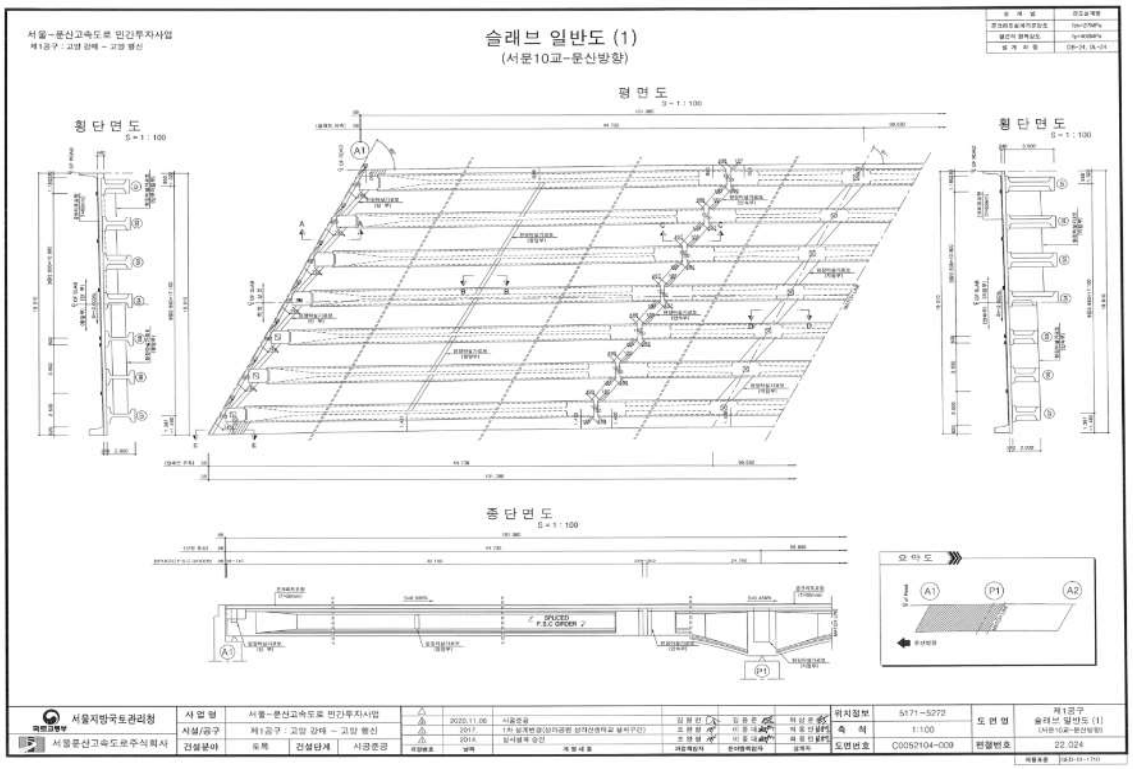
교면포장 전경	신축이음 전경
거더 전경	바닥판하면 전경
교대 전경	교각 전경

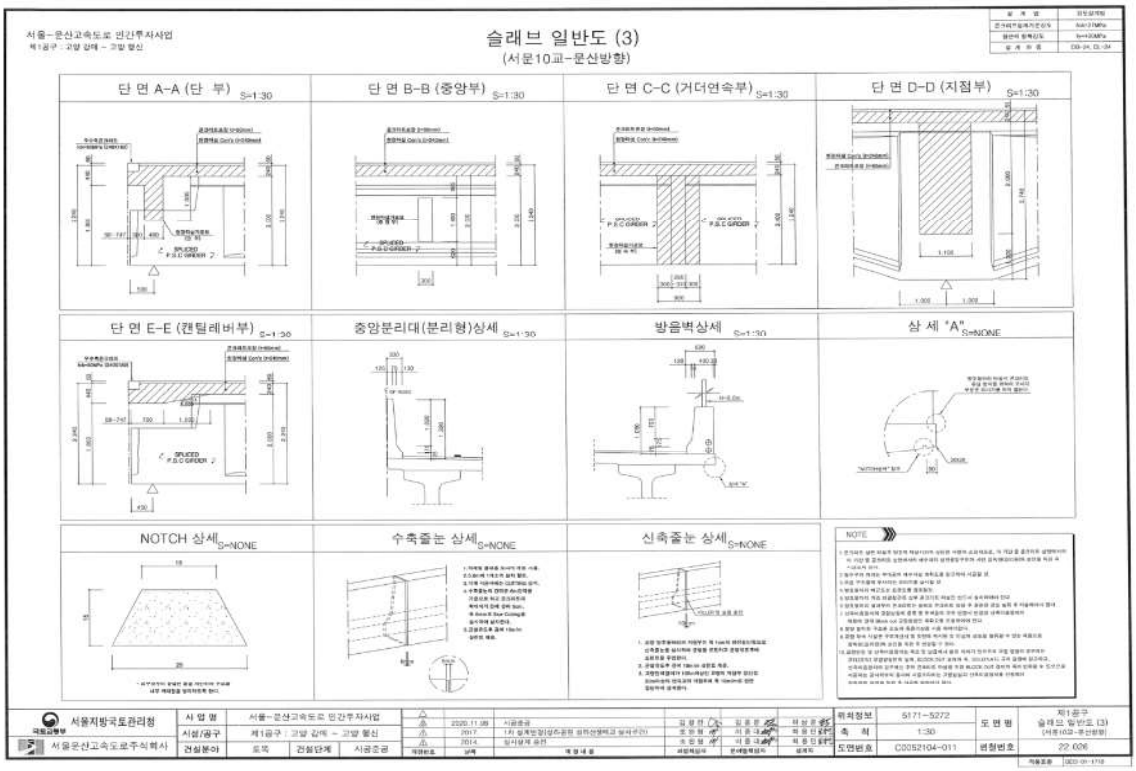
【그림 12.1.2】 부재별 현황

12.1.3 시설물 일반도

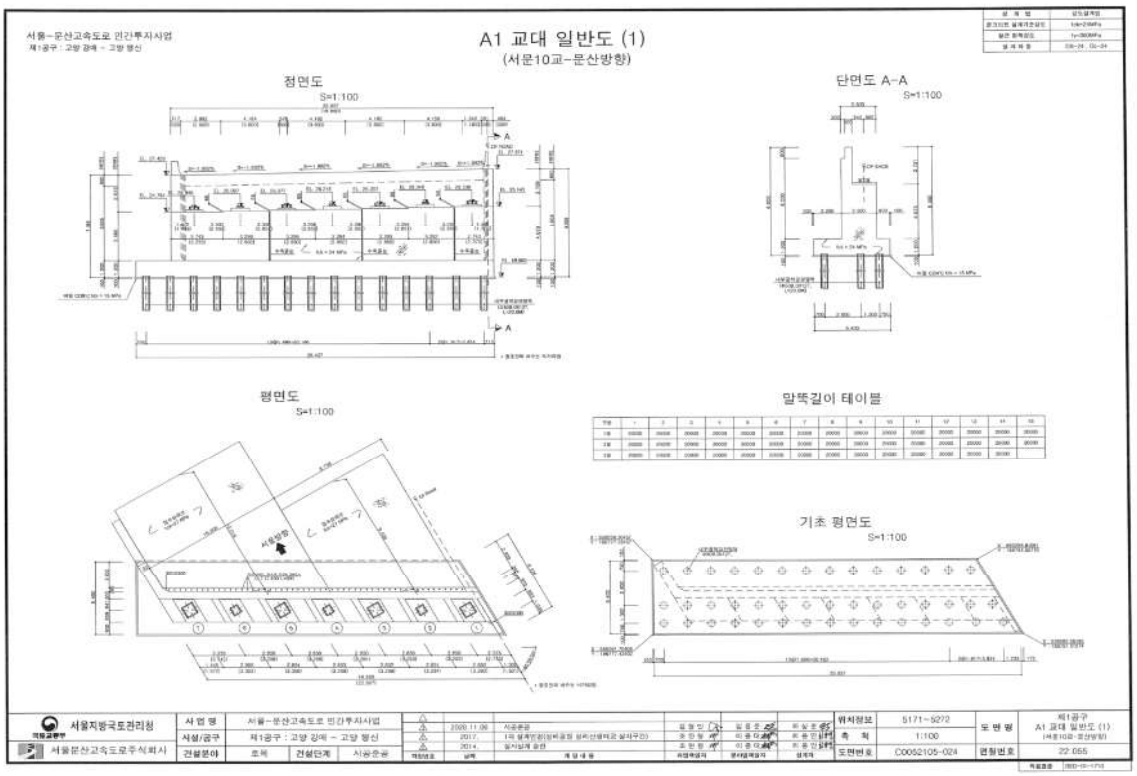


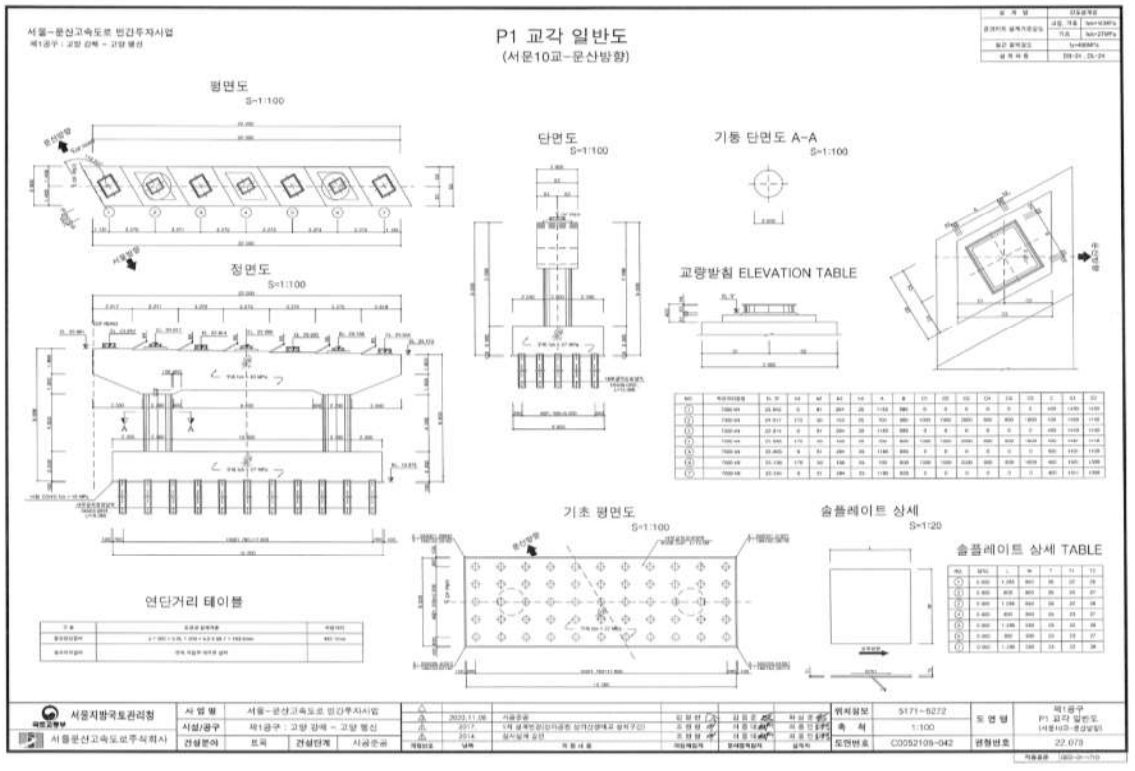
【그림 12.1.3】 평면 및 종단면도



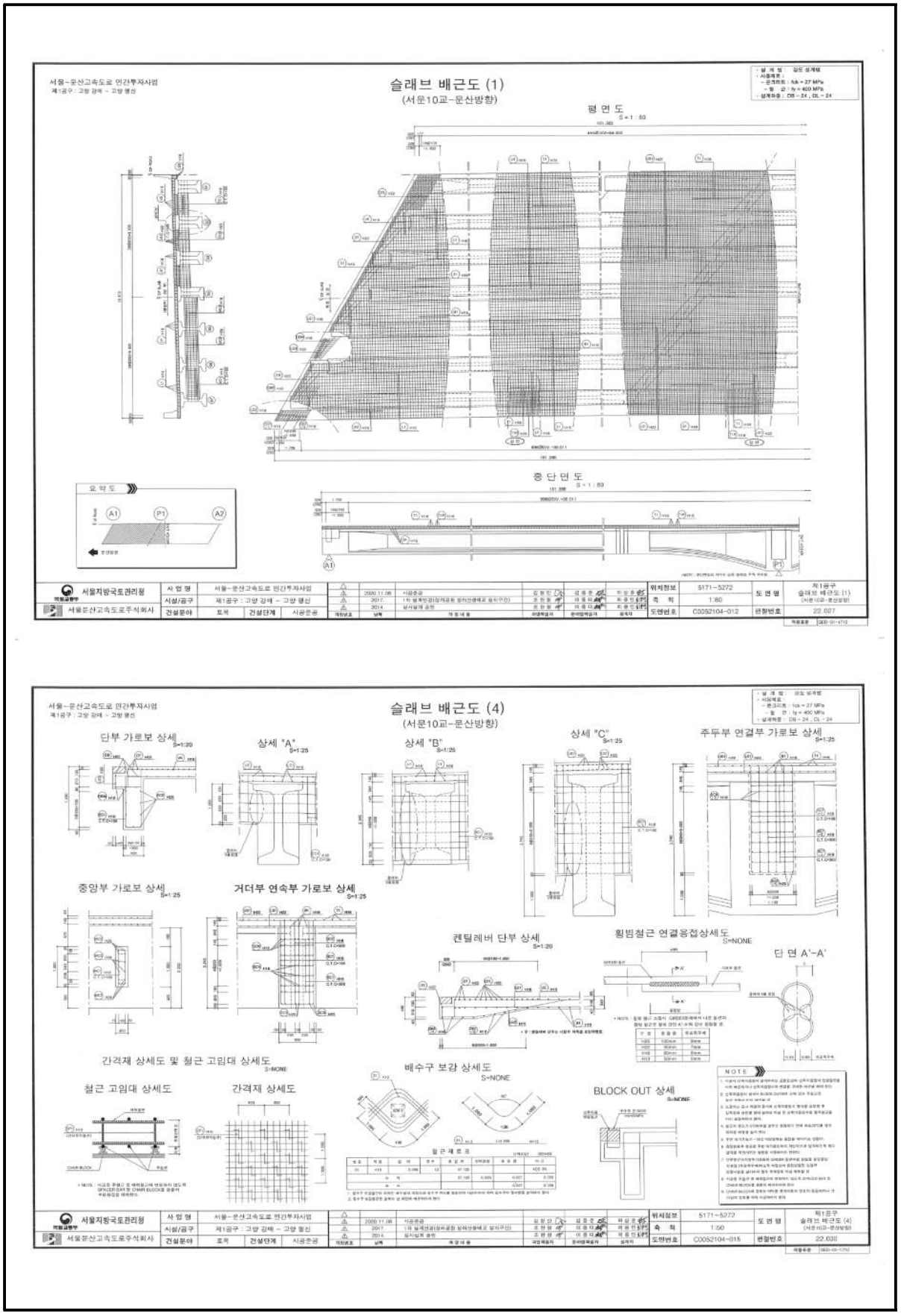


【그림 12.1.4】 바닥판하면 일반도

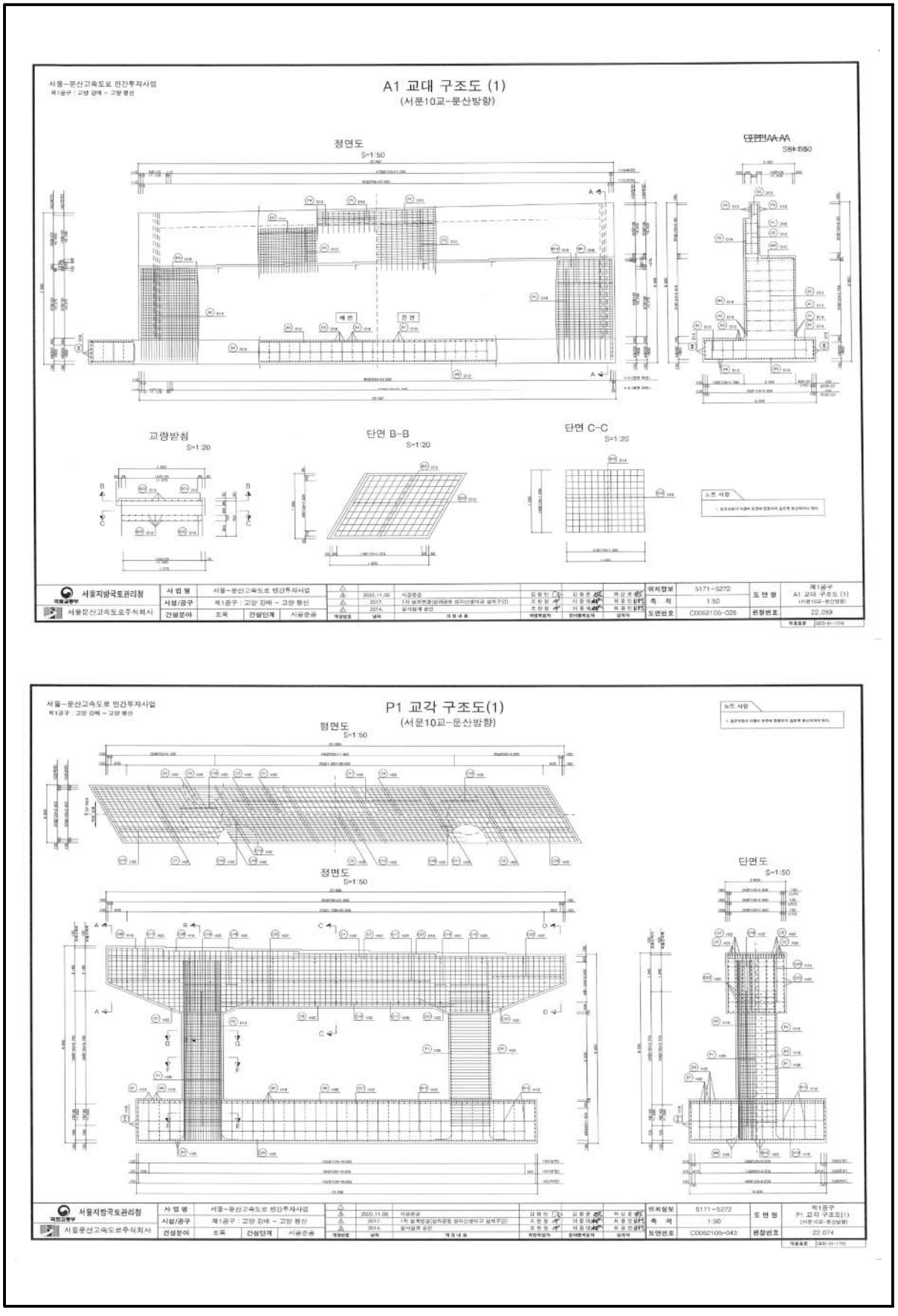




【그림 12.1.5】 교대 및 교각 일반도



【그림 12.1.6】 바닥판하면 배근도



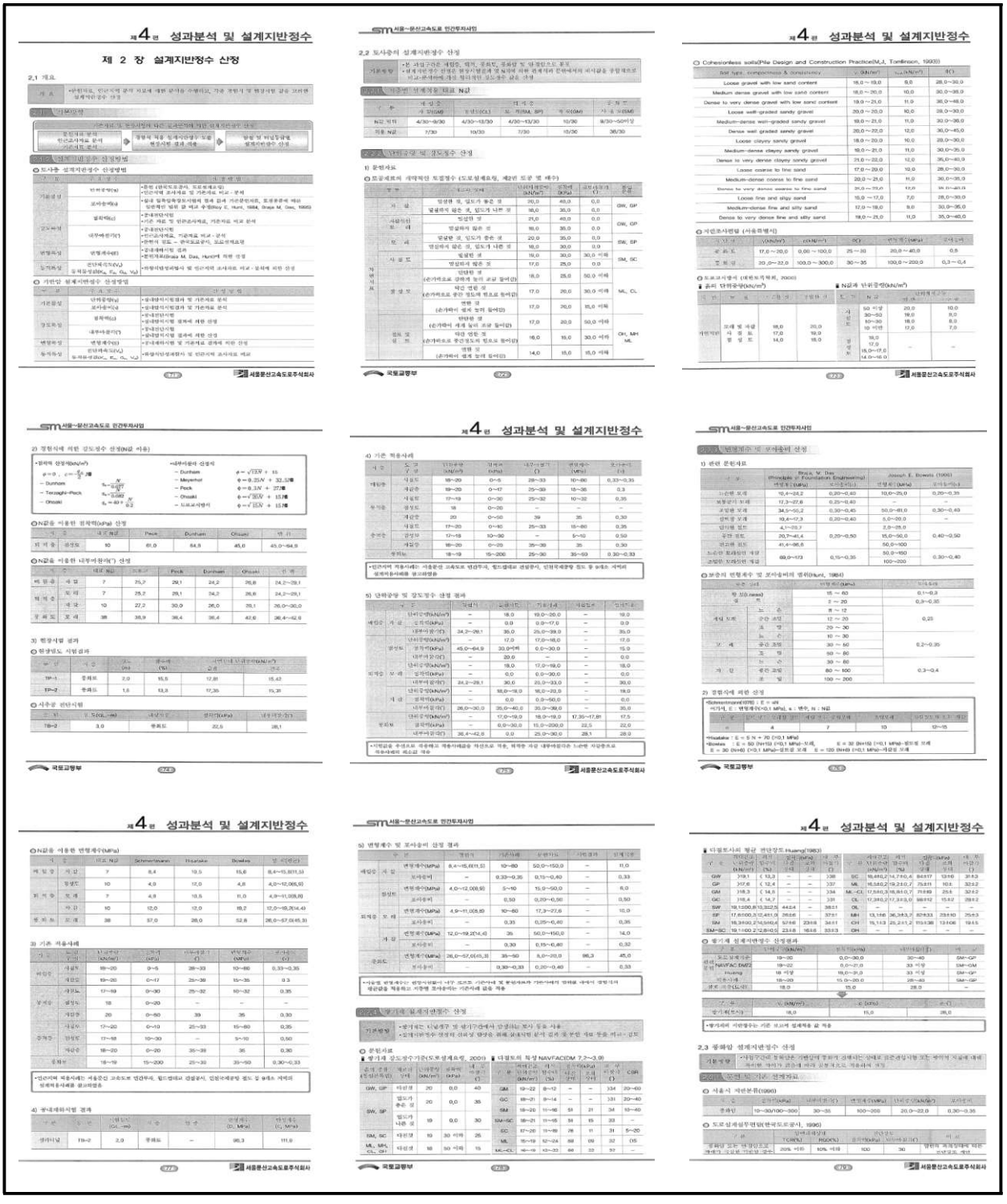
【그림 12.1.7】 교대 및 교각 배근도

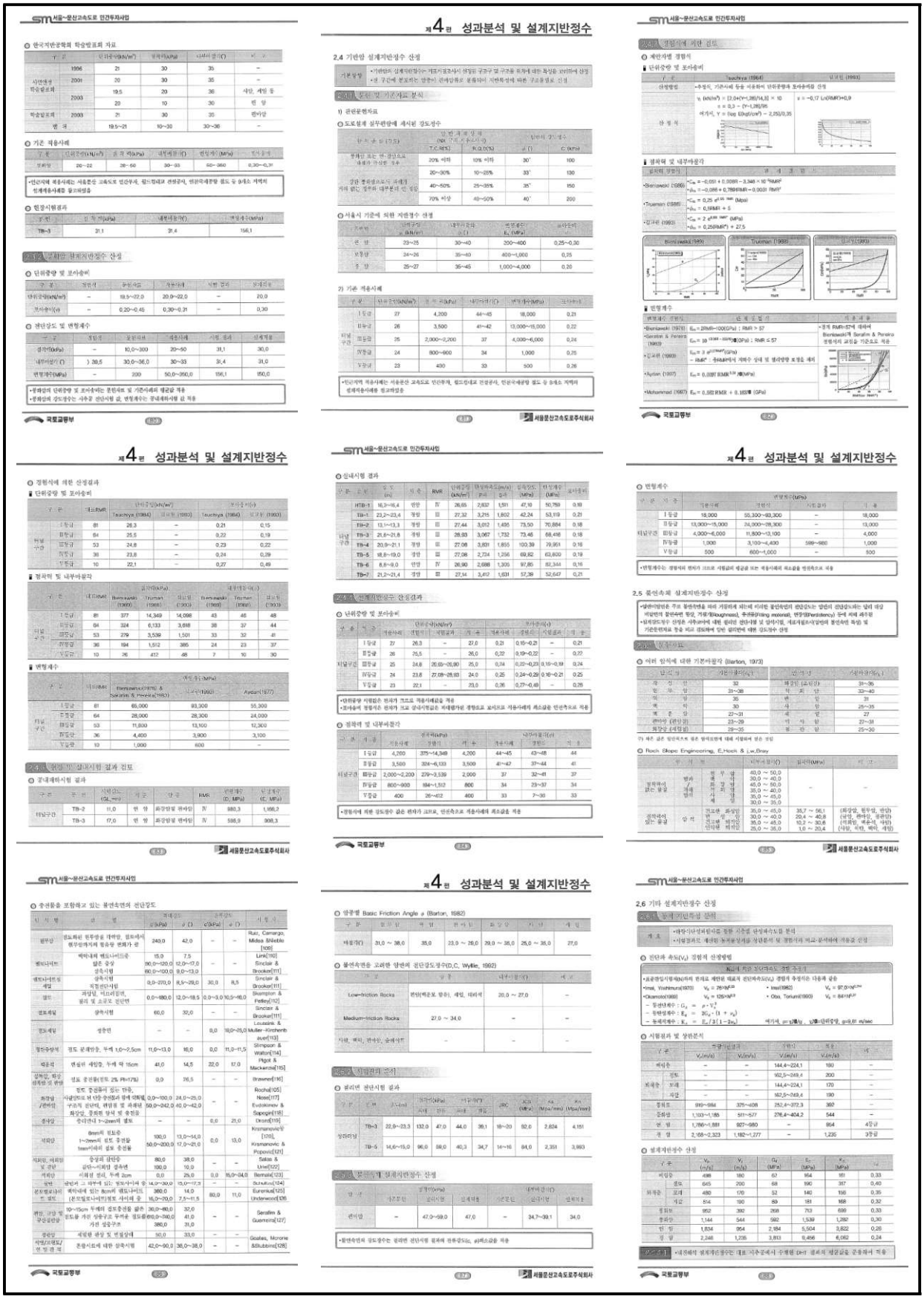
12.2 자료수집 및 분석

본 과업대상 구조물의 건설당시 주요 현황을 파악하기 위해 “서울~문산고속도로 민간투자사업”의 설계 및 준공도서 등을 검토하여 주요 현황을 요약하여 수록하였다.

12.2.1 설계자료 검토

가. 지형 및 지질





제4편 성과분석 및 설계지반정수

2.6.2 수리 지반특성 분석

개 요	•문헌 및 기존사례에 의한 투수계수의 범위를 분석하고, 현장시험을 통한 투수계수 산정

○ 문헌자료

토 질	투수계수(cm/s)
GW	1.0×10^{-2} 이하
GP	1.0×10^{-2} 이하
GM	1.0×10^{-6}~1.0×10^{-3}
GC	1.0×10^{-8}~1.0×10^{-6}
SW	1.0×10^{-3} 이하
SP	1.0×10^{-3} 이하
SM	1.0×10^{-5}~1.0×10^{-2}

토 질	투수계수(cm/s)
SC	1.0×10^{-6} ~1.0×10^{-6}
ML	1.0×10^{-6}~1.0×10^{-5}
CL	1.0×10^{-8}~1.0×10^{-6}
OL	1.0×10^{-5}~1.0×10^{-4}
MH	1.0×10^{-8}~1.0×10^{-4}
CH	1.0×10^{-8}~1.0×10^{-6}
OH	1.0×10^{-6}~1.0×10^{-6}

암반의 상태	특 징	투수계수(cm/s)
균열 간격이 매우 좁은 상태	높은 투수성 암반	1.0×10^{-2}~1.0×10^{2}
균열 간격이 보통인 상태	보통 투수성 암반	1.0×10^{-5}~1.0×10^{-2}
균열 간격이 매우 넓은 상태	약간 투수성 암반	1.0×10^{-9}~1.0×10^{-5}
균열 간격이 없을때	물투수성 암반	1.0×10^{-9} 이상

○ 현장시험에 의한 투수계수(cm/s) 산정 결과

구 분		문헌자료	시험결과	적 용
매립층		1.0×10^{-5} ~1.0×10^{-2}	–	5.4×10^{-4}
퇴적층	점토	1.0×10^{-8}~1.0×10^{-6}	–	1.2×10^{-7}
	모래	1.0×10^{-5}~1.0×10^{-2}	–	6.6×10^{-4}
	자갈	1.0×10^{-2} 이하	–	5.9×10^{-3}
풍화토		1.0×10^{-6} ~1.0×10^{-2}	1.96×10^{-4}~3.08×10^{-4}	2.4×10^{-4}
풍화암		1.0×10^{-5} ~1.0×10^{-2}	4.53×10^{-5}	4.5×10^{-5}
연 암		1.0×10^{-5}~1.0×10^{-2}	3.06×10^{-6}~4.76×10^{-6}	3.8×10^{-6}
경 암		1.0×10^{-6}~1.0×10^{-5}	1.28×10^{-6}~2.49×10^{-6}	1.9×10^{-6}
I등급		1.0×10^{-6}~1.0×10^{-5}	–	5.0×10^{-7}
II등급		1.0×10^{-6}~1.0×10^{-5}	–	5.4×10^{-6}
III등급		1.0×10^{-6}~1.0×10^{-5}	1.28×10^{-6}~2.49×10^{-6}	1.9×10^{-6}
IV등급		1.0×10^{-5}~1.0×10^{-2}	3.06×10^{-6}~4.76×10^{-6}	3.8×10^{-6}
V등급		1.0×10^{-3}~1.0×10^{-2}	–	6.4×10^{-5}

89 서울문산고속도로주식회사

SM 서울~문산고속도로 민간투자사업

2.7 설계지반정수 요약

2.7.1 토사 및 기반암의 설계지반정수

구 분		단위중량 (kN/m³)	점착력 (kPa)	내부마찰각 (°)	변형계수 (MPa)	포아송비 (ν)	k(cm/s)
할기지	토 사	18.0	15.0	28.0	–	–	–
	암미력	20.0	0.0	35.0	–	–	–
매립층	자 갈	19.0	0.0	35.0	11.0	0.33	5.4×10^{-4}
퇴적층	점성토	17.0	15.0	0.0	6.0	0.50	1.2×10^{-7}
	모 래	18.0	0.0	30.0	10.0	0.35	6.6×10^{-4}
	자 갈	19.0	0.0	35.0	14.0	0.32	5.9×10^{-3}
풍화토		17.5	22.0	28.0	45.0	0.33	2.4×10^{-4}
풍화암		20.0	30.0	31.0	150.0	0.30	4.5×10^{-5}

2.7.2 터널구간 암반등급별 설계지반정수

구 분	단위중량 (kN/m³)	점착력 (kPa)	내부마찰각 (°)	변형계수 (MPa)	포아송비 (ν)	k(cm/s)
I 등급	27.0	4,200	44	18,000	0.21	5.0×10^{-7}
II등급	26.0	3,500	41	13,000	0.22	5.4×10^{-6}
III등급	25.0	2,000	37	4,000	0.24	1.9×10^{-5}
IV등급	24.0	800	34	1,000	0.25	3.9×10^{-6}
V등급	23.0	400	33	500	0.26	6.4×10^{-5}

2.7.3 물인득체 설계지반정수

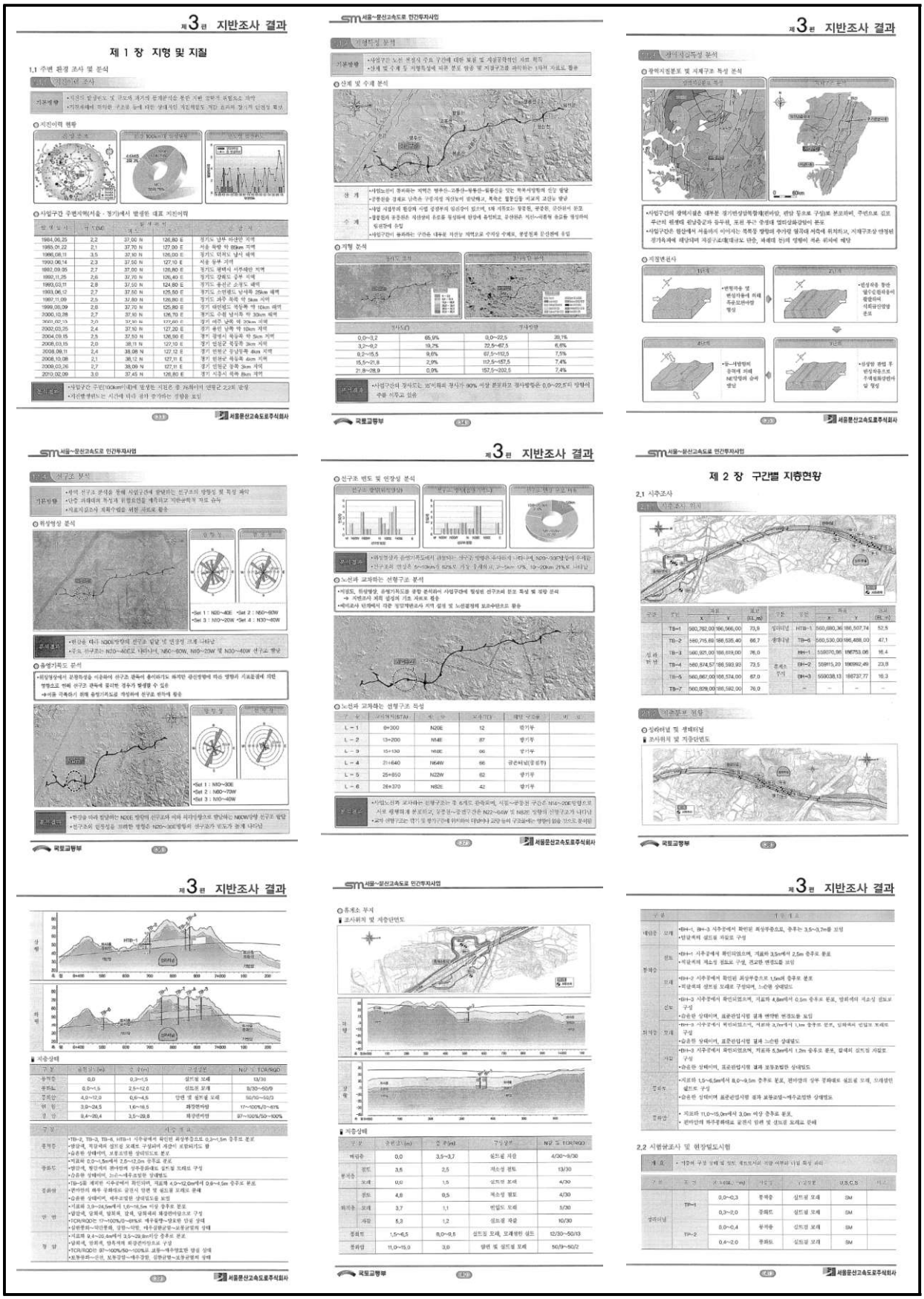
암 종	점착력(kPa)	내부마찰각(°)
편마암	47.0	34.0

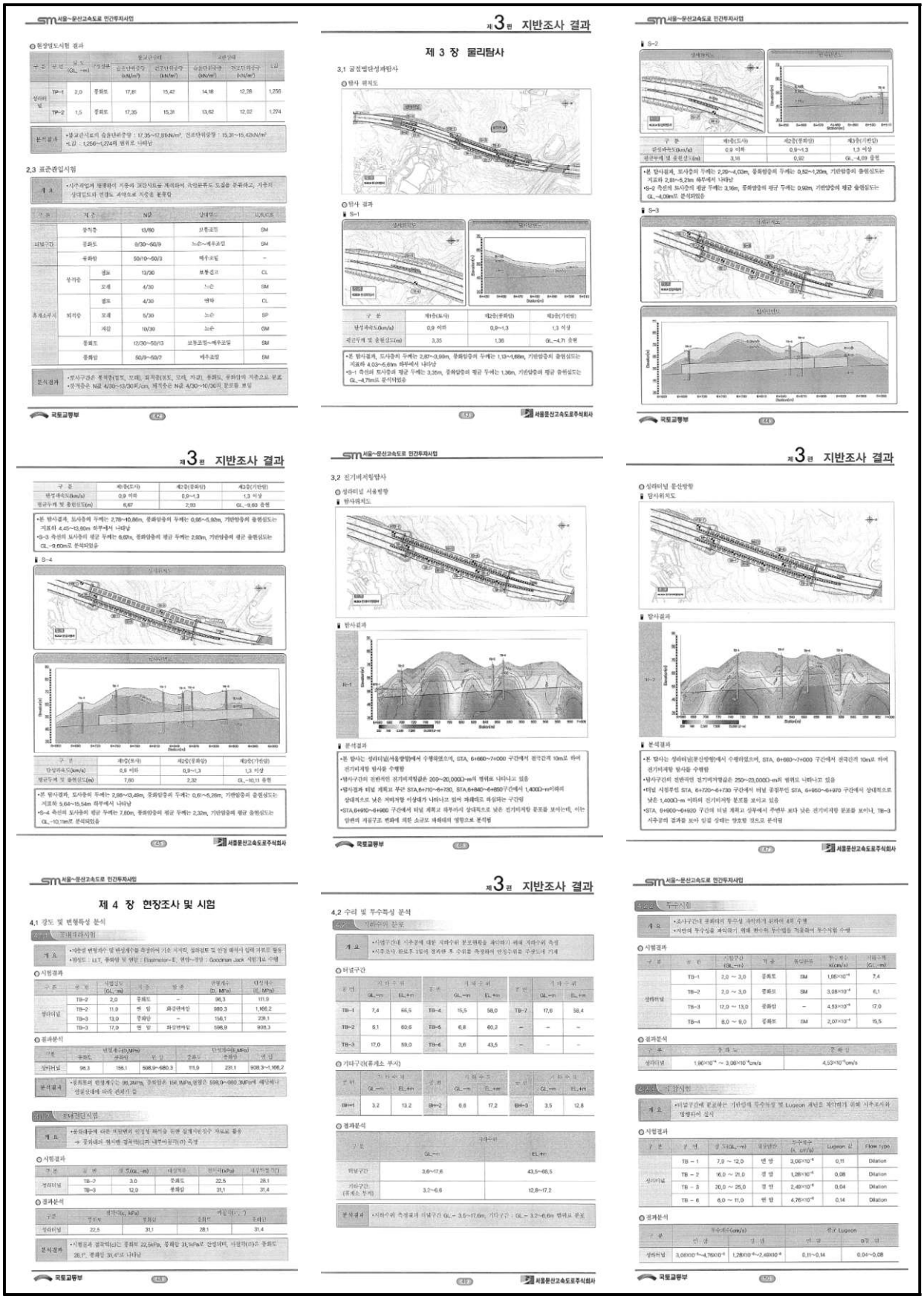
2.7.4 기타 설계지반정수

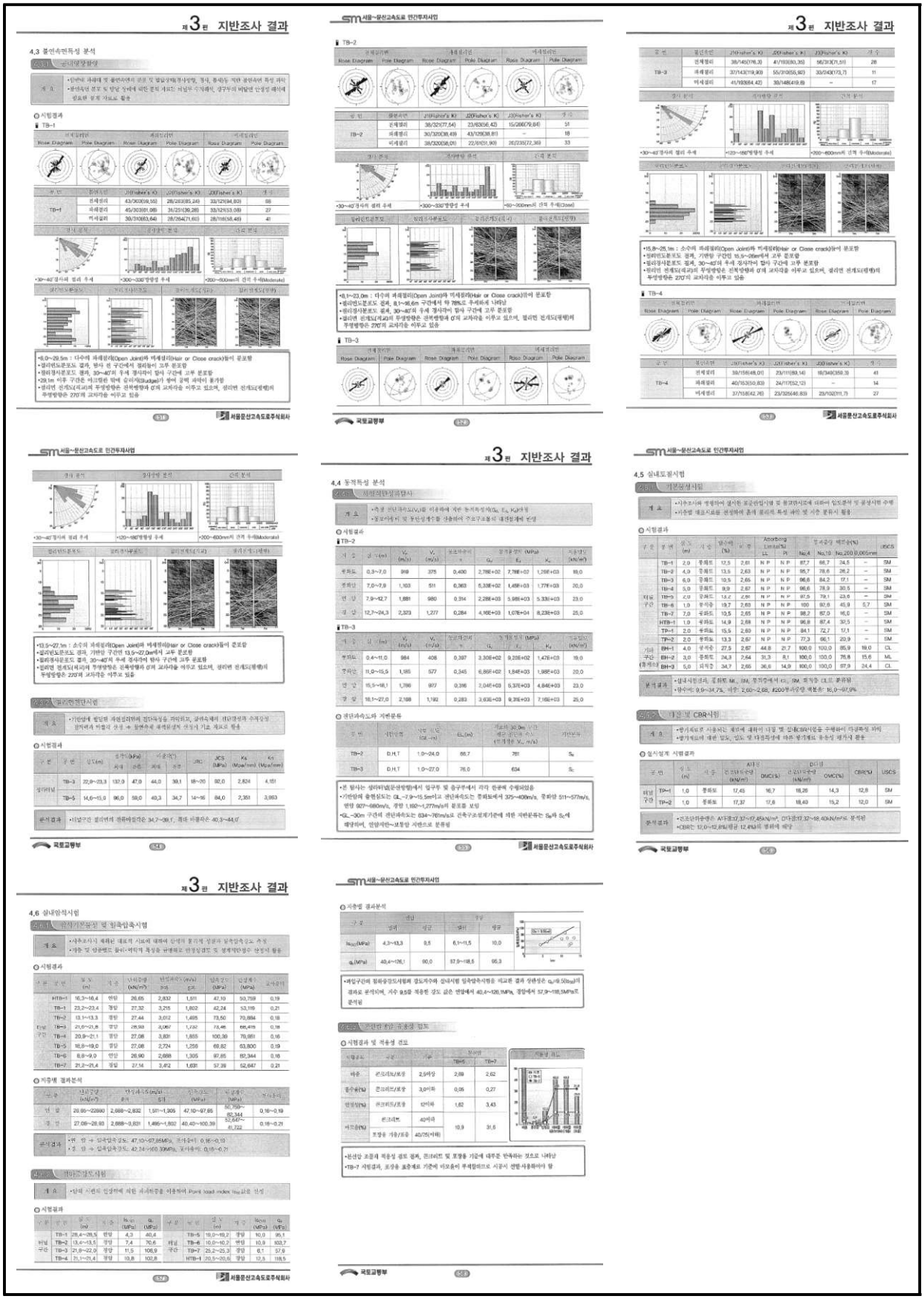
구 분		V_P (m/s)	V_S (m/s)	G_d (MPa)	E_d (MPa)	K_d (MPa)	ν_d
매립층		498	180	62	164	161	0.33
퇴적층	점토	645	200	68	190	317	0.40
	모래	480	170	52	140	156	0.35
	자갈	514	190	69	181	168	0.32
풍화토		952	392	268	713	699	0.33
풍화암		1,144	544	592	1,539	1,282	0.30
연 암		1,834	954	2,184	5,504	3,822	0.26
경 암		2,246	1,235	3,813	9,456	6,062	0.24

국토교통부 90

나. 지반 및 지질 조사보고서







다. 구조계산서 및 내진설계

1. 설 계 조 건

1.1 교량제원

- 형 식 : Spliced Girder교
  주두부, 측경간부, 중앙경간부 등의 Segment로 나누어 제작 후 가설벤트 및 Strong Back등을 이용하여 현장에서 연결하는 공법으로 50m 이상의 장경간에 경제성이 유리한 교량 형식
- 교량등급 : 1등교
- 지간구성 : 44+56+100m
- 폭 원 : 38.700m
- 거더간격 : 2.850 m
- 평면선형 : R =3000 SKEW = 30° (시점기준)

1.2 하 중

- 활 하 중 : DB-24, DL-24
- 충격계수 : 차량하중 i = 15 / (40 +L) ≤ 0.3

1.3 사용재료

1.3.1 콘크리트

1) 바 닥 판 · fck = 27 MPa
2) PSC 거더 · fck = 60 MPa

1.3.2 강 재

1) 바 닥 판 · SD 400
2) PSC 거더 · SD 300
· SWPC7B 15.2mm(0.6") 7연선, 지릴렉세이션 강연선 사용

1.4 허용응력

1.4.1 바닥판 콘크리트

· 허용 휨 압축 응력 : fca = 0.4fck = 10.8 Mpa

1.4.2 프리스트레스 콘크리트

1) 프리스트레스 도입시의 압축강도
· fci = 0.8fck = 48.0 MPa
2) 프리스트레스 도입 직후
· 허용 휨 압축응력 : 0.60×fci = 28.8 MPa
· 허용 휨 인장응력 : 0.50×√fci = 3.5 MPa (단순지지부재 단부)
0.25×√fci = 1.7 MPa (선형압축 인장구역 이외의 구역)
3) 설계하중 작용시
· 허용 휨 압축응력 : 0.45×fck = 27.0 MPa (유효프리스트레스+지속하중)
· 허용 휨 압축응력 : 0.60×fck = 36.0 MPa (유효프리스트레스+전체하중)
· 허용 휨 인장응력 : 0.63×√fck = 4.9 MPa (비균열 등급)

1.4.3 PS 강재 (저 릴렉세이션)

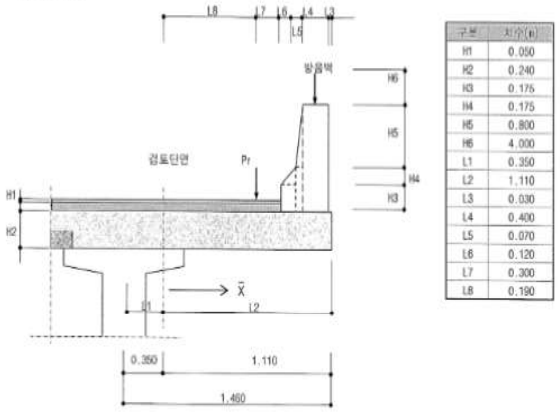
· 극한 강도(f_{pu}) : 1,900 MPa
· 항복 강도(f_{py}) : 1,600 MPa
1) 허용 최대 긴장력
· 0.94 f_{py} = 1,504 MPa
2) 정착 직후 정착부에서의 응력
· 0.7 f_{pu} = 1,330 MPa

3. 바닥판 설계

3.1 캔틸레버부

3.1.1 방음벽부 캔틸레버

1) 설계 단면



구분	치수(m)
H1	0.050
H2	0.240
H3	0.175
H4	0.175
H5	0.800
H6	4.000
L1	0.350
L2	1.110
L3	0.030
L4	0.400
L5	0.070
L6	0.120
L7	0.300
L8	0.190

(1) 유효지간장 산정

$$\frac{\text{상부플랜지폭}}{\text{바닥판두께}} = \frac{1.200}{0.240} = 5.0 > 4$$

☞ 4 이상이므로 휨호경간은 상부플랜지 폴솔록 중앙점에서 캔틸레버 끝단까지의 거리로 산정

(2) 캔틸레버바닥판의 최소두께 : L < 0.25

Tmin = 280L + 180 = 280 x 0.19 + 180 = 233.2 mm 또는 220 mm

< 슬래브(T) = 240 mm ∴ O.K

Elem	Load	Stage	Cb2(+y+z) (N/m	Cb3(+y-z) (N/m
107007	Summation	01-주두부 긴장 및 가설	0.00E+00	0.00E+00
107007	Summation	01-주두부 긴장 및 가설	0.00E+00	0.00E+00
107008	Summation	01-주두부 긴장 및 가설	0.00E+00	0.00E+00
107008	Summation	01-주두부 긴장 및 가설	0.00E+00	0.00E+00
107009	Summation	01-주두부 긴장 및 가설	0.00E+00	0.00E+00
107009	Summation	01-주두부 긴장 및 가설	0.00E+00	0.00E+00
107007	Summation	02-측경간 가설	-3.19E+00	-4.18E+00
107007	Summation	02-측경간 가설	-3.32E+00	-4.12E+00
107008	Summation	02-측경간 가설	-3.32E+00	-4.12E+00
107008	Summation	02-측경간 가설	-3.25E+00	-4.12E+00
107009	Summation	02-측경간 가설	-3.25E+00	-4.12E+00
107009	Summation	02-측경간 가설	-3.10E+00	-4.20E+00
107007	Summation	04-2차긴장	-2.90E+00	-4.44E+00
107007	Summation	04-2차긴장	-2.93E+00	-4.49E+00
107008	Summation	04-2차긴장	-2.90E+00	-4.44E+00
107008	Summation	04-2차긴장	-2.60E+00	-4.70E+00
107009	Summation	04-2차긴장	-2.60E+00	-4.70E+00
107009	Summation	04-2차긴장	-2.20E+00	-5.04E+00
107007	Summation	05-3차긴장	-2.34E+00	-1.38E+01
107007	Summation	05-3차긴장	-1.52E+00	-1.47E+01
107008	Summation	05-3차긴장	-1.50E+00	-1.47E+01
107008	Summation	05-3차긴장	-1.48E+00	-1.45E+01
107009	Summation	05-3차긴장	-1.48E+00	-1.45E+01
107009	Summation	05-3차긴장	-2.70E+00	-1.32E+01
107007	Summation	06-슬래브및단부가로보	-4.50E+00	-1.09E+01
107007	Summation	06-슬래브및단부가로보	-4.24E+00	-1.22E+01
107008	Summation	06-슬래브및단부가로보	-4.12E+00	-1.21E+01
107008	Summation	06-슬래브및단부가로보	-3.38E+00	-1.21E+01
107009	Summation	06-슬래브및단부가로보	-3.60E+00	-1.22E+01
107009	Summation	06-슬래브및단부가로보	-3.92E+00	-1.17E+01
107007	Summation	07-2차고정하중	-5.51E+00	-8.53E+00
107007	Summation	07-2차고정하중	-5.74E+00	-1.05E+01
107008	Summation	07-2차고정하중	-5.50E+00	-1.04E+01
107008	Summation	07-2차고정하중	-4.03E+00	-1.01E+01
107009	Summation	07-2차고정하중	-4.67E+00	-1.04E+01
107009	Summation	07-2차고정하중	-4.46E+00	-1.03E+01
107007	Summation	12-크리프완료	-6.55E+00	-7.37E+00
107007	Summation	12-크리프완료	-7.87E+00	-1.03E+01
107008	Summation	12-크리프완료	-7.43E+00	-1.02E+01
107008	Summation	12-크리프완료	-4.99E+00	-9.13E+00
107009	Summation	12-크리프완료	-6.16E+00	-9.65E+00
107009	Summation	12-크리프완료	-5.46E+00	-9.55E+00

Cb4(-y-z) (N/mn	상연압축	하연압축	상연인장	하연인장		압축	인장
0.00E+00	-	-	-	-	상연	0.00	0.00
0.00E+00	-	-	-	-	하연	0.00	0.00
0.00E+00	-	-	-	-			
0.00E+00	-	-	-	-			
0.00E+00	-	-	-	-			
0.00E+00	-	-	-	-			
-4.18E+00	3.19	4.18	-	-	상연	3.32	0.00
-4.12E+00	3.32	4.12	-	-	하연	4.20	0.00
-4.12E+00	3.32	4.12	-	-			
-4.12E+00	3.25	4.12	-	-			
-4.12E+00	3.25	4.12	-	-			
-4.20E+00	3.10	4.20	-	-			
-4.40E+00	2.90	4.40	-	-	상연	2.93	0.00
-4.44E+00	2.93	4.44	-	-	하연	5.01	0.00
-4.46E+00	2.90	4.46	-	-			
-4.69E+00	2.60	4.69	-	-			
-4.69E+00	2.60	4.69	-	-			
-5.01E+00	2.20	5.01	-	-			
-1.38E+01	2.34	13.80	-	-	상연	2.70	0.00
-1.47E+01	1.52	14.70	-	-	하연	14.70	0.00
-1.47E+01	1.50	14.70	-	-			
-1.45E+01	1.48	14.50	-	-			
-1.45E+01	1.48	14.50	-	-			
-1.32E+01	2.70	13.20	-	-			
-1.11E+01	4.50	11.10	-	-	상연	4.50	0.00
-1.17E+01	4.24	11.70	-	-	하연	12.30	0.00
-1.17E+01	4.12	11.70	-	-			
-1.23E+01	3.38	12.30	-	-			
-1.22E+01	3.60	12.20	-	-			
-1.18E+01	3.92	11.80	-	-			
-9.22E+00	5.51	9.22	-	-	상연	5.74	0.00
-9.47E+00	5.74	9.47	-	-	하연	10.80	0.00
-9.49E+00	5.50	9.49	-	-			
-1.08E+01	4.03	10.80	-	-			
-1.04E+01	4.67	10.40	-	-			
-1.08E+01	4.46	10.80	-	-			
-8.78E+00	6.55	8.78	-	-	상연	7.87	0.00
-8.20E+00	7.87	8.20	-	-	하연	10.40	0.00
-8.20E+00	7.43	8.20	-	-			
-1.04E+01	4.99	10.40	-	-			
-9.63E+00	6.16	9.63	-	-			
-1.04E+01	5.46	10.40	-	-			

Elem	Load	Cb2(+y+z) (N/m	Cb3(+y-z) (N/m	Cb4(-y-z) (N/mn	상연압축
107007	침하(all)	-0.09	0.20	0.20	0.09
107007	침하(all)	-0.12	0.27	0.27	0.12
107008	침하(all)	-0.12	0.27	0.27	0.12
107008	침하(all)	-0.15	0.33	0.33	0.15
107009	침하(all)	-0.15	0.33	0.33	0.15
107009	침하(all)	-0.17	0.39	0.40	0.17
107007	온도(all)	0.23	0.52	0.52	-
107007	온도(all)	0.30	0.69	0.68	-
107008	온도(all)	0.30	0.68	0.68	-
107008	온도(all)	0.38	0.85	0.85	-
107009	온도(all)	0.37	0.85	0.85	-
107009	온도(all)	0.45	1.02	1.02	-
107007	풍하중(all)	-0.57	-1.16	-0.09	0.57
107007	풍하중(all)	0.65	-0.13	-1.11	-
107008	풍하중(all)	0.58	-0.38	-1.35	-
107008	풍하중(all)	-0.33	-0.81	-0.44	0.33
107009	풍하중(all)	-0.08	-0.77	-0.59	0.08
107009	풍하중(all)	-0.29	-0.54	-0.22	0.29
107007	활하중(all)	-2.06	4.20	4.45	2.06
107007	활하중(all)	-1.68	4.80	4.26	1.68
107008	활하중(all)	-1.75	4.75	4.21	1.75
107008	활하중(all)	-2.34	4.78	4.94	2.34
107009	활하중(all)	-2.19	4.87	4.90	2.19
107009	활하중(all)	-2.10	4.58	4.64	2.10
107007	WASD(all)	-8.70	-8.87	-10.30	8.70
107007	WASD(all)	-9.66	-12.30	-10.20	9.66
107008	WASD(all)	-9.30	-12.20	-10.10	9.30
107008	WASD(all)	-7.47	-11.60	-12.90	7.47
107009	WASD(all)	-8.50	-12.20	-12.10	8.50
107009	WASD(all)	-7.73	-12.60	-13.40	7.73

하연압축	상연인장	하연인장		압축	인장
-	-	0.20	상연	0.17	0.00
-	-	0.27	하연	0.00	0.40
-	-	0.27			
-	-	0.33			
-	-	0.33			
-	-	0.40			
-	0.23	0.52	상연	0.00	0.45
-	0.30	0.68	하연	0.00	1.02
-	0.30	0.68			
-	0.38	0.85			
-	0.37	0.85			
-	0.45	1.02			
0.09	-	-	상연	0.57	0.65
1.11	0.65	-	하연	1.35	0.00
1.35	0.58	-			
0.44	-	-			
0.59	-	-			
0.22	-	-			
-	-	4.45	상연	2.34	0.00
-	-	4.26	하연	0.00	4.94
-	-	4.21			
-	-	4.94			
-	-	4.90			
-	-	4.64			
10.30	-	-	상연	9.66	0.00
10.20	-	-	하연	13.40	0.00
10.10	-	-			
12.90	-	-			
12.10	-	-			
13.40	-	-			

Elem	Load	Stage	Cb2(+y+z) (N/m	Cb3(+y-z) (N/m
107013	Summation	01-주두부 긴장 및 가설	0	0
107013	Summation	01-주두부 긴장 및 가설	0	0
107014	Summation	01-주두부 긴장 및 가설	0	0
107014	Summation	01-주두부 긴장 및 가설	0	0
107025	Summation	01-주두부 긴장 및 가설	0	0
107025	Summation	01-주두부 긴장 및 가설	0	0
107026	Summation	01-주두부 긴장 및 가설	0	0
107026	Summation	01-주두부 긴장 및 가설	0	0
107013	Summation	02-측경간 가설	0	0
107013	Summation	02-측경간 가설	0	0
107014	Summation	02-측경간 가설	0	0
107014	Summation	02-측경간 가설	0	0
107025	Summation	02-측경간 가설	0	0
107025	Summation	02-측경간 가설	0	0
107026	Summation	02-측경간 가설	0	0
107026	Summation	02-측경간 가설	0	0
107013	Summation	04-2차긴장	-1.05	-3.09
107013	Summation	04-2차긴장	-1.05	-3.1
107014	Summation	04-2차긴장	-1.03	-3.09
107014	Summation	04-2차긴장	-1.02	-3.11
107025	Summation	04-2차긴장	-3.43	-0.656
107025	Summation	04-2차긴장	-3.47	-0.62
107026	Summation	04-2차긴장	-3.53	-0.59
107026	Summation	04-2차긴장	-3.55	-0.561
107013	Summation	05-3차긴장	-4.14	-4.03
107013	Summation	05-3차긴장	-4.2	-3.97
107014	Summation	05-3차긴장	-4.1	-4.02
107014	Summation	05-3차긴장	-4.16	-3.96
107025	Summation	05-3차긴장	-7.46	-0.636
107025	Summation	05-3차긴장	-7.45	-0.649
107026	Summation	05-3차긴장	-7.51	-0.595
107026	Summation	05-3차긴장	-7.48	-0.619
107013	Summation	06-슬래브및단부가로보	-1.97	-7.9
107013	Summation	06-슬래브및단부가로보	-1.97	-7.99
107014	Summation	06-슬래브및단부가로보	-1.7	-7.95
107014	Summation	06-슬래브및단부가로보	-1.62	-7.99
107025	Summation	06-슬래브및단부가로보	-6.69	-2.57
107025	Summation	06-슬래브및단부가로보	-6.81	-2.49
107026	Summation	06-슬래브및단부가로보	-6.61	-2.39
107026	Summation	06-슬래브및단부가로보	-6.66	-2.24
107013	Summation	07-2차고정하중	-1.59	-9.87
107013	Summation	07-2차고정하중	-1.57	-10.1
107014	Summation	07-2차고정하중	-1.04	-9.6
107014	Summation	07-2차고정하중	-0.914	-9.63
107025	Summation	07-2차고정하중	-6.19	-3.74
107025	Summation	07-2차고정하중	-6.37	-3.66
107026	Summation	07-2차고정하중	-6.1	-4.42

Cb4(-y-z) (N/mn	상연압축	하연압축	상연인장	하연인장		압축	인장
0	-	-	-	-	상연	0.00	0.00
0	-	-	-	-	하연	0.00	0.00
0	-	-	-	-			
0	-	-	-	-			
0	-	-	-	-			
0	-	-	-	-			
0	-	-	-	-			
0	-	-	-	-			
0	-	-	-	-	상연	0.00	0.00
0	-	-	-	-	하연	0.00	0.00
0	-	-	-	-			
0	-	-	-	-			
0	-	-	-	-			
0	-	-	-	-			
0	-	-	-	-			
-3.07	1.05	3.07	-	-	상연	3.55	0.00
-3.08	1.05	3.08	-	-	하연	3.11	0.00
-3.09	1.03	3.09	-	-			
-3.11	1.02	3.11	-	-			
-0.66	3.43	0.66	-	-			
-0.625	3.47	0.63	-	-			
-0.574	3.53	0.57	-	-			
-0.545	3.55	0.55	-	-			
-4	4.14	4.00	-	-	상연	7.51	0.00
-3.94	4.20	3.94	-	-	하연	4.04	0.00
-4.04	4.10	4.04	-	-			
-3.98	4.16	3.98	-	-			
-0.618	7.46	0.62	-	-			
-0.632	7.45	0.63	-	-			
-0.58	7.51	0.58	-	-			
-0.604	7.48	0.60	-	-			
-7.22	1.97	7.22	-	-	상연	6.81	0.00
-7.25	1.97	7.25	-	-	하연	7.45	0.00
-7.36	1.70	7.36	-	-			
-7.45	1.62	7.45	-	-			
-1.88	6.69	1.88	-	-			
-1.74	6.81	1.74	-	-			
-1.78	6.61	1.78	-	-			
-1.69	6.66	1.69	-	-			
-8.31	1.59	8.31	-	-	상연	6.37	0.00
-8.38	1.57	8.38	-	-	하연	8.58	0.00
-8.43	1.04	8.43	-	-			
-8.58	0.91	8.58	-	-			
-2.79	6.19	2.79	-	-			
-2.6	6.37	2.60	-	-			
-2.94	6.10	2.94	-	-			

1. 설 계 조 건

1) 일 반 사 항

(1) 구 조 형 식 : 역T형 교대
(2) 상 부 형 식 : PSC SPLICED GIRDER
(3) 교 량 등 급 : 1 등교
(4) 교 대 총 폭 : B = 22.553 m
(5) 교 대 총 높 이 : H = 12.000 m
(6) 기 초 형 식 : 말뚝기초
(7) SKEW : 60.000 °

2) 하 중

(1) 철근콘크리트의 단위중량 : γc = 25.000 kN/m³ [도로교 설계기준 2.1.2]
(2) 뒷채움재의 단위중량 : γs1 = 20.000 kN/m³ (토사) [도로설계요령 제3권 P380]
(3) 기초지반의 단위중량 : γs2 = 20.000 kN/m³
(4) 과 재 하 중 : q1 = 10.000 kN/m
(5) 상부 고정하중 반력 : Rd = 295.447 kN/m
(6) 상부 활하중 반력 : Rl = 89.527 kN/m
(7) 교량받침 마찰계수 : fs = 0.150

3) 지 반 조 건

(1) 뒷채움재의 내부마찰각 : Φ1 = 35.000 °
(2) 기초지반의 N치 : N = 8.000
(3) 기초지반의 내부대불각 : Φ2 = 25.954 ° (Φ2 = 15 + √15N)
(4) 기초지반의 점착력 : C = 0.000 kN/m²
(5) 기초지반의 마찰계수 : μ = 0.312 : TAN(δ : Φ2) : 흙과 콘크리트
(6) 지반 개속도 계수 : A = 0.154 : 위험도계수 × 지진구역계수
- 내진 등급 : I 등급 - 위험도 계수 : 1.400 [도로교 설계기준 6.3.1]
- 지진 구역 : I 구역 - 지진구역 계수 : 0.110

4) 사 용 재 료 강 도

(1) 콘크리트의 설계기준 강도 : fck = 24.000 MPa
- 탄성계수 : Ec = 28000.000 MPa [도로교 설계기준 2.3.3]
(2) 철근의 항복 강도(SD300) : fy = 300.000 MPa
- 탄성계수 : Es = 200000.000 MPa [도로교 설계기준 2.3.3]

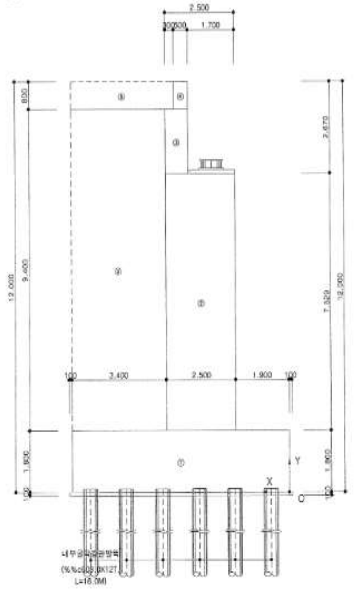
5) 설 계 방 법

(1) 안 정 성 검 토 : 허용응력 설계법
(2) 단 면 설 계 : 극한강도 설계법

6) 참 고 문 헌

(1) 도로교 설계기준 (2010)
(2) 도로교 설계기준 해설 (2008)
(3) 콘크리트 구조 설계기준 (2007)
(4) 도로설계 편람 (2006)
(5) 도로설계 요령 (2009)
(6) 강구조 편람 (1985)
(7) 강도로교 상세부 설계지침 (2006)

2. 단 면 가 정



※ 교좌받침 반력 집계표 (단위 :)

구 분	1	2	3	4	5	6	7	계
고정하중	718.844	1032.520	977.725	963.538	986.051	1017.872	996.634	6663.1
활하중	170.595	284.176	275.549	177.752	323.050	443.227	344.749	2019.0

※ 지간하중 집계표 (단위 :)

구 분	1	2	3	4	5	6	7	계
교축방향	188	189	190	191	192	193	194	1337
직각방향	174	175	176	176	177	177	177	1232

▣ 결과 요약

■ 말뚝 안정검토 및 응력검토

구 분		허용값	발생값	비 고
평상시	허용지지력(kN/EA)	1462.058	705.561	O.K
	허용인발력(kN/EA)	664.043	-	O.K
	휨응력(MPa)	133.000	110.874	O.K
	전단응력(MPa)	76.000	13.021	O.K
	수평변위(mm)	15.000	11.477	O.K
지진시	허용지지력(kN/EA)	2193.087	1024.506	O.K
	허용인발력(kN/EA)	996.064	-149.252	O.K
	휨응력(MPa)	199.500	130.497	O.K
	전단응력(MPa)	114.000	19.713	O.K
	수평변위(mm)	15.000	9.791	O.K

■ 단면 휨 설계

단면위치		깊이 H(mm)	dc (mm)	Req. As (mm²)	사용철근량 (mm²)	Mu (kN.m)	ΦMn (kN.m)	안전도	비고
전면저판		1800	150	2016.24	2694.4	840.709	1120.057	1.332	O.K
후면저판		1800	100	3334.3	4586.4	1424.572	1952.926	1.371	O.K
벽체 (H=10.200)		2500	100	4064.53	5746.4	2456.519	3454.882	1.406	O.K
흉벽		800	100	636.895	1146	112.925	202.099	1.79	O.K
좌측날개벽	A(T=620 mm)	620	80	2292.24	5139.2	304.498	658.147	2.161	O.K
	B(T=620 mm)	620	80	2056.73	3096.8	275.281	408.448	1.484	O.K
	C(T=620 mm)	620	80	2774.58	4053.6	367.625	527.371	1.435	O.K

■ 사용성 검토

구 분		인장응력(fs)	허용응력(fsa)	철근간격(S)	최대간격(Sa)	비 고
전면저판		128.473	150	125	265.467	O.K
후면저판		119.635	150	125	444.503	O.K
벽체 (H=10.200)		81.132	150	125	760.639	O.K
흉벽		107.32	150	250	507.534	O.K
좌측날개벽	A(T=620 mm)	70.013	150	125	899.834	O.K
	B(T=620 mm)	103.145	150	125	590.989	O.K
	C(T=620 mm)	106.562	150	125	570.26	O.K

▣ 결과 요약

■ 말뚝 안정검토 및 응력검토

구 분		허용값	발생값	비 고
평상시	허용지지력(kN/EA)	1551.081	798.462	O.K
	허용인발력(kN/EA)	753.066	-	O.K
	휨응력(MPa)	133.000	112.824	O.K
	전단응력(MPa)	76.000	15.186	O.K
	수평변위(mm)	15.000	8.230	O.K
지진시	허용지지력(kN/EA)	2326.622	1210.064	O.K
	허용인발력(kN/EA)	1129.599	-258.900	O.K
	휨응력(MPa)	199.500	134.960	O.K
	전단응력(MPa)	114.000	23.250	O.K
	수평변위(mm)	15.000	7.099	O.K

■ 단면 휨 설계

단면위치		깊이 H(mm)	dc (mm)	Req. As (mm²)	사용철근량 (mm²)	Mu (kN.m)	ΦMn (kN.m)	안전도	비고
전면저판		1800	150	2569.02	3096.8	1068.542	1284.997	1.203	O.K
후면저판		1800	100	3805.63	4586.4	1622.586	1952.926	1.204	O.K
벽체 (H=11.200)		2600	100	5553.16	7708.8	3435.12	4737.412	1.379	O.K
흉벽		800	100	638.141	1146	113.145	202.099	1.786	O.K
좌측날개벽	D(T=1000 mm)	1000	80	1698.21	6353.6	392.993	1414.864	3.600	O.K
	A(T=1000 mm)	1000	80	6055.94	6353.6	1351.958	1414.864	1.047	O.K
	B(T=1000 mm)	1000	80	3385.01	4242.8	749.323	932.385	1.244	O.K
	C(T=1000 mm)	1000	80	6181.94	8380.4	1340.502	1782.675	1.330	O.K
우측날개벽	A(T=620 mm)	620	80	2937.23	4053.6	388.281	527.371	1.358	O.K
	B(T=620 mm)	620	80	2579.28	3096.8	342.693	408.448	1.192	O.K
	C(T=620 mm)	620	80	3641.83	5139.2	476.612	658.147	1.381	O.K

■ 사용성 검토

구 분		인장응력(fs)	허용응력(fsa)	철근간격(S)	최대간격(Sa)	비 고
전면저판		42.522	150	125	1481.57	O.K
후면저판		137.687	150	125	358.199	O.K
벽체 (H=11.200)		79.636	150	125	775.128	O.K
흉벽		107.518	150	250	506.185	O.K
좌측날개벽	D(T=1000 mm	165.587	150	125	315.58	O.K
	A(T=1000 mm	143.471	150	125	388.893	O.K
	B(T=1000 mm	122.981	150	125	467.842	O.K
	C(T=1000 mm	114.146	150	125	529.906	O.K
우측날개벽	A(T=620 mm)	112.25	150	125	532.81	O.K
	B(T=620 mm)	128.746	150	125	439.168	O.K
	C(T=620 mm)	110.368	150	125	549.771	O.K

3. 설 계 조 건

3.1 일 반 사 항

1) 구 조 형 식 : 다주식 교각
2) 상 부 형 식 : PSC SPLICED GIRDER
3) 교 량 등 급 : 1 등교
4) 기 초 형 식 : 말뚝기초

3.2 하 중

1) 철근콘크리트의 단위중량 : γ_c = 25 kN/m³ [도로교 설계기준 2.1.2]
2) 기초지반의 단위중량 : γ_{s2} = 20 kN/m³ [도로교설계요령 제2권 P366]
3) 교량받침 마찰계수 : fs = 0.15

3.3 지 반 조 건

1) 기초지반의 N치 : N = 8
2) 기초지반의 내부마찰각 : $\phi 2$ = 25.954 ° : 15 + √15N
3) 기초지반의 점착력 : C = 0 kN/m²
4) 기초지반의 마찰계수 : u = 0.312 ; TAN(ϕ_3 · $\phi 2$) : 콘크리트
5) 지반 가속도 계수 : A = 0.154 ; 위험도 계수 x 지진구역계수
- 내진 등급 : I 등급 - 위험도 계수 : 1.4 [도로교 설계기준 6.3.1]
- 지진 구역 : I 구역 - 지진구역 계수 : 0.11

3.4 사 용 재 료 강 도

1) 콘크리트 설계기준 강도 : fck = 두부보: 40 MPa
거더: 40 MPa
기초: 27 MPa
- 탄성계수 : Ec = 두부보: 32000 MPa
거더: 32000 MPa
기초: 29000 MPa
[도로교 설계기준 2.3.3]
2) 철근의 항복 강도(SD400) : fy = 두부보: 400 MPa
거더: 400 MPa
기초: 400 MPa
- 탄성계수 : Es = 200000 MPa [도로교 설계기준 2.3.3]

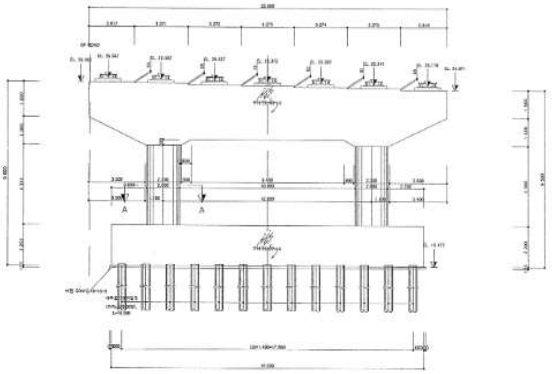
3.5 설 계 방 법

1) 안 정 성 검 토 : 허용응력 설계법
2) 단 면 설 계 : 극한강도 설계법

3.6 참 고 문 헌

1) 도로교 설계기준 (2010)
2) 도로교 설계기준 해설 (2008)
3) 콘크리트 구조 설계기준 (2007)
4) 도로설계 편람 (2006)
5) 도로설계 요령 (2009)
6) 강구조 편람 (1995)
7) 강도로교 상세부 설계지침 (2006)

4. 단 면 가 정



2. 해석결과 요약

▣ 말뚝 안정성검토 및 응력검토

구 분			허용값	발생값	비 고
교축방향	평상시	허용지지력(kN/EA)	1380.330	804.247	O.K
		허용인발력(kN/EA)	582.315	-	O.K
		휨 응력(MPa)	140.000	74.952	O.K
		전단응력(MPa)	80.000	0.598	O.K
		수평변위(mm)	15.000	0.600	O.K
	지진시	허용지지력(kN/EA)	2070.495	1394.473	O.K
		허용인발력(kN/EA)	873.473	-	O.K
		휨 응력(MPa)	210.000	187.344	O.K
		전단응력(MPa)	120.000	19.983	O.K
		수평변위(mm)	15.000	11.307	O.K
교축직각방향	평상시	허용지지력(kN/EA)	1380.330	950.152	O.K
		허용인발력(kN/EA)	582.315	-	O.K
		휨 응력(MPa)	140.000	96.672	O.K
		전단응력(MPa)	80.000	2.195	O.K
		수평변위(mm)	15.000	2.204	O.K
	지진시	허용지지력(kN/EA)	2070.495	967.031	O.K
		허용인발력(kN/EA)	873.473	-	O.K
		휨 응력(MPa)	210.000	182.055	O.K
		전단응력(MPa)	120.000	20.067	O.K
		수평변위(mm)	15.000	11.355	O.K

▣ 기둥의 단면 설계

단면위치		Puse	Pu(kN)	φPn(kN)	안전도	비 고
교축방향	축력최대	0.009	31096.121	61045.129	1.963	O.K
	모멘트최대	0.009	25235.184	61045.129	2.419	O.K
	단성설계	0.009	19411.680	22721.416	1.171	O.K
	편심최대	0.009	17470.512	61045.129	3.494	O.K
교축직각방향	축력최대	0.009	31096.121	61045.129	1.963	O.K
	모멘트최대	0.009	22971.326	52578.138	2.289	O.K
	단성설계	0.009	19411.680	54163.182	2.790	O.K
	편심최대	0.009	17147.822	42571.702	2.483	O.K
합성부재력	축력최대	0.009	31096.121	61045.129	1.963	O.K
	모멘트최대	0.009	23898.848	61045.129	2.554	O.K
	단성설계	0.009	19411.680	93915.583	4.838	O.K
	편심최대	0.009	16236.971	61045.129	3.760	O.K
	모멘트최대	0.009	22971.326	52378.320	2.280	O.K
	편심최대	0.009	17147.822	42352.412	2.470	O.K

단면위치		Puse	Pu(kN)	φPn(kN)	안전도	비 고
교축방향	축력최대	0.009	33763.542	61045.129	1.808	O.K
	모멘트최대	0.009	27027.464	61045.129	2.259	O.K
	단성설계	0.009	20790.357	25319.027	1.218	O.K
	편심최대	0.009	18711.321	61045.129	3.262	O.K
교축직각방향	축력최대	0.009	33763.542	61045.129	1.808	O.K
	모멘트최대	0.009	28363.670	60089.496	2.119	O.K
	단성설계	0.009	20790.357	41225.709	1.983	O.K
	편심최대	0.009	19944.743	58059.295	2.911	O.K
합성부재력	축력최대	0.009	33763.542	61045.129	1.808	O.K
	모멘트최대	0.009	28363.670	59887.536	2.111	O.K
	단성설계	0.009	20790.357	93815.583	4.517	O.K
	편심최대	0.009	19944.743	57755.392	2.896	O.K

▣ 단면 설계

단면위치		깊이 (mm)	피복 (mm)	Req.As (mm²)	Use.As (mm²)	Mu(kN.m)	ΦMn(kN.m)	안전도	비 고
두부보	좌측내민보	2999.6	100.0	33054.964	36533.200	-	-	1.333	O.K
	우측내민보	2999.6	100.0	33054.964	36533.200	-	-	1.139	O.K
	좌측내민보수평	2900.0	100.0	2922.324	7027.800	2776.358	6657.534	2.398	O.K
	우측내민보수평	2900.0	100.0	2972.109	7027.800	2823.558	6657.534	2.358	O.K
	내부지간1좌	3325.0	425.4	23051.136	36533.200	21966.697	34474.813	1.569	O.K
	내부지간1중	2894.9	100.0	35963.649	42613.600	32409.500	38206.828	1.179	O.K
	내부지간1우	3064.7	165.1	26008.267	36533.200	24731.669	34474.813	1.394	O.K
	교량받침1	2396.1	100.0	177.211	36533.200	135.312	26979.522	199.387	O.K
	교량받침3	2959.9	100.0	9722.342	42613.600	9152.545	39149.516	4.277	O.K
	교량받침4	2894.9	100.0	25960.278	42613.600	23573.820	38206.828	1.621	O.K
	교량받침5	2829.8	100.0	9846.455	42613.600	8832.846	37283.909	4.219	O.K
	교량받침7	2005.7	100.0	173.866	36533.200	109.678	22129.828	201.770	O.K
기초	교축방향	2200.0	150.0	49057.953	77525.100	33821.991	53107.504	1.570	O.K
	교직-지점부	2200.0	150.0	15007.448	25841.700	10357.525	17707.258	1.710	O.K
	교직-중앙부	2200.0	100.0	75683.794	94689.300	49582.851	61213.622	1.235	O.K

▣ 사용성 검토

단면위치		인장응력(fs)	허용응력(fsa)	철근간격(S)	최대간격(Sq)	비 고
두부보	좌측내민보	130.792	180.000	126.087	392.101	O.K
	우측내민보	158.241	180.000	126.087	294.027	O.K
	좌측내민보수평	145.720	180.000	199.971	330.419	O.K
	우측내민보수평	148.197	180.000	199.971	321.386	O.K
	내부지간1좌측지점부	148.810	180.000	126.087	319.199	O.K
	내부지간1중앙부	220.457	180.000	126.087	278.198	O.K
	내부지간1우측지점부	192.738	180.000	126.087	198.585	O.K
	교량받침1	1.373	180.000	126.087	45893.546	O.K
	교량받침3	64.664	180.000	126.087	974.272	O.K
	교량받침4	228.998	180.000	126.087	133.890	O.K
	교량받침5	116.534	180.000	126.087	465.767	O.K
	교량받침7	1.356	180.000	126.087	46446.662	O.K
기초	교축방향	127.835	180.000	125.490	272.280	O.K
	교직-지점부	152.225	180.000	127.451	173.578	O.K
	교직-중앙부	204.023	180.000	127.451	175.986	O.K

2. 설계대상 교량

2.1 설계조건

○ 교량 제원

(1) 구조형식

구 조 형 식					
상부형식	구조형식	Splice Girder	하부형식	교각형식	π형교각(Φ=2.0m)
	지간구성	45.20+56.18 = 101.38m		사용재료	콘크리트 f_{ck}=40 MPa
				기초형식	직접기초
	사용재료	콘크리트		사용재료	콘크리트 f_{ck}=27 MPa

(2) 내진등급과 설계지진 수준

내진등급		위험도계수	가속도계수	지반계수
I	0.11	1.4	구역계수 x 위험도계수 = 0.154g	II (내진:1.2,면진:1.5)

(3) 해석 방법

구 분	내진설계	면진설계
입력지진	지반계수에 맞는 응답스펙트럼	4개의 인공지진파
해석방법	다중모드 응답 스펙트럼 해석	시간이력 해석
	5% 감쇠비를 적용하였으며 Ritz Vector 해석법 사용	5% 감쇠비를 적용하였으며 Ritz Vector 해석법 사용
	질량참여율 90% 이상	질량참여율 90% 이상

(4) 적용 받침

구 분	내진설계
적용 받침	탄성받침(PAD)

2.2 참고문헌

① 도로교 설계기준 (한국도로교통협회, 2010년)
② 콘크리트 구조설계기준 (건설교통부, 2007년)
③ 도로설계요령 (한국도로공사, 2009년)

6. 내진해석 결과

6.1 받침 부재력 해석결과

(단위 : kN)

교각	받침		용량	교축방향 해석시		교축직각방향 해석시	
				교축	교직	교축	교직
A1	1	PAD	2,000	188	83	68	174
	2	PAD	2,000	189	84	64	175
	3	PAD	2,000	190	85	60	176
	4	PAD	2,000	191	86	56	176
	5	PAD	2,000	192	88	52	177
	6	PAD	2,000	193	89	49	177
	7	PAD	2,000	194	90	46	177
P1	8	PAD	7,000	742	228	281	765
	9	PAD	7,000	747	231	263	762
	10	PAD	7,000	752	234	245	760
	11	PAD	7,000	757	238	229	758
	12	PAD	7,000	762	241	214	755
	13	PAD	7,000	767	244	200	752
	14	PAD	7,000	773	247	187	748
A2	15	PAD	2,800	250	67	90	293
	16	PAD	2,800	251	67	85	292
	17	PAD	2,800	253	66	80	290
	18	PAD	2,800	255	66	75	288
	19	PAD	2,800	256	65	70	286
	20	PAD	2,800	258	65	65	284
	21	PAD	2,800	259	64	61	281

7. 하부구조 내진해석 결과

7.1 교각하단 부재력

구 분			교축방향 해석시				교축직각방향 해석시				비고
			모멘트(kN·m)		전단력(kN)		모멘트(kN·m)		전단력(kN)		
교각		높이	교축	교직	교축	교직	교축	교직	교축	교직	
P1	좌	4.30	16,945	7,210	2,703	938	7,484	9,433	1,040	2,768	
	우		17,117	7,328	2,775	979	7,022	9,291	843	2,729	

※ 교각의 높이는 코핑과 기초를 제외한 높이임.

7.2 교각하단 부재력 하중조합

1) 하중경우 1 : 1.0 ×교축방향 지진 + 0.3 ×교축직각방향 지진
2) 하중경우 2 : 0.3 ×교축방향 지진 + 1.0 ×교축직각방향 지진

구 분			하중경우 1				하중경우 2				비고
			모멘트(kN·m)		전단력(kN)		모멘트(kN·m)		전단력(kN)		
교각		높이	교축	교직	교축	교직	교축	교직	교축	교직	
P1	좌	4.30	19,190	10,040	3,015	1,768	12,568	11,596	1,851	3,049	
	우		19,224	10,115	3,027	1,797	12,158	11,490	1,675	3,023	

※ 교각의 높이는 코핑과 기초를 제외한 높이임.

7.3 교각상단 부재력

구 분			교축방향 해석시				교축직각방향 해석시				비고
			모멘트(kN·m)		전단력(kN)		모멘트(kN·m)		전단력(kN)		
교각		높이	교축	교직	교축	교직	교축	교직	교축	교직	
P1	좌	4.30	5,652	6,240	2,699	929	5,886	3,278	1,032	2,760	
	우		5,452	6,160	2,771	970	6,157	3,384	832	2,722	

※ 교각의 높이는 코핑과 기초를 제외한 높이임.

7.4 교각상단 부재력 하중조합

1) 하중경우 1 : 1.0 ×교축방향 지진 + 0.3 ×교축직각방향 지진
2) 하중경우 2 : 0.3 ×교축방향 지진 + 1.0 ×교축직각방향 지진

구 분			하중경우 1				하중경우 2				비고
			모멘트(kN·m)		전단력(kN)		모멘트(kN·m)		전단력(kN)		
교각		높이	교축	교직	교축	교직	교축	교직	교축	교직	
P1	좌	4.30	7,418	7,224	3,008	1,757	7,582	5,150	1,841	3,039	
	우		7,299	7,175	3,020	1,786	7,793	5,232	1,664	3,013	

※ 교각의 높이는 코핑과 기초를 제외한 높이임.

7.5 기둥 상단 변위

(단위 : mm)

구 분			교축방향 해석시		교축방향 해석시		비 고
교각		높이	교축	교직	교축	교직	
P1	좌	4.30	5.5	2.7	2.7	2.5	
	우		5.5	2.7	2.6	2.5	

7.6 기둥 상단 변위 하중조합

1) 하중경우 1 : 1.0 ×교축방향 지진 + 0.3 ×교축직각방향 지진
2) 하중경우 2 : 0.3 ×교축방향 지진 + 1.0 ×교축직각방향 지진

(단위 : mm)

구 분			하중경우 1		하중경우 2		비 고
교각		높이	교축	교직	교축	교직	
P1	좌	4.30	6.3	3.4	4.3	3.3	
	우		6.3	3.4	4.3	3.3	

7.7 상부변위

(단위 : mm)

구 분		교축방향 해석시		교축방향 해석시		비 고
교각	높이	교축	교직	교축	교직	
A1	-	89.6	41.7	21.0	82.7	
P1	4.30	90.2	27.9	21.1	79.7	
A2	-	89.8	22.5	21.2	98.4	

7.8 상부변위 하중조합

1) 하중경우 1 : 1.0 ×교축방향 지진 + 0.3 ×교축직각방향 지진
2) 하중경우 2 : 0.3 ×교축방향 지진 + 1.0 ×교축직각방향 지진

(단위 : mm)

구 분		하중경우 1		하중경우 2		비 고
교각	높이	교축	교직	교축	교직	
A1	-	95.9	66.5	47.8	95.3	
P1	4.30	96.5	51.8	48.1	88.0	
A2	-	96.1	52.0	48.1	105.1	

2. 설계대상 교량

2.1 설계조건

○ 교량 제원

(1) 구조형식

구 조 형 식					
상부형식	구조형식	Splice Girder	하부형식	교가형식	π형교각(Φ=2.0m)
	지간구성	45.20+56.18 = 101.38m		사용재료	콘크리트 f_{ck}=40 MPa
	사용재료	콘크리트		기초형식	직접기초
				사용재료	콘크리트 f_{ck}=27 MPa

(2) 내진등급과 설계지진 수준

내진등급		위험도계수	가속도계수	지반계수
I	0.11	1.4	구역계수 x 위험도계수 = 0.154g	II (내진1.2,면진1.5)

(3) 해석 방법

구 분	내진설계	면진설계
입력지진	지반계수에 맞는 응답스펙트럼	4개의 인공지진파
해석방법	다중모드 응답 스펙트럼 해석	시간이력 해석
	5% 감쇠비를 적용하였으며 Ritz Vector 해석법 사용	5% 감쇠비를 적용하였으며 Ritz Vector 해석법 사용
	질량참여율 90% 이상	질량참여율 90% 이상

(4) 적용 받침

구 분	내진설계
적용 받침	탄성받침(PAD)

2.2 참고문헌

① 도로교 설계기준 (한국도로교통협회, 2010년)
② 콘크리트 구조설계기준 (건설교통부, 2007년)
③ 도로설계요령 (한국도로공사, 2009년)

7. 하부구조 내진해석 결과

7.1 교각하단 부재력

구 분			교축방향 해석시				교축직각방향 해석시				비고
			모멘트(kN-m)		전단력(kN)		모멘트(kN-m)		전단력(kN)		
교각		높이	교축	교직	교축	교직	교축	교직	교축	교직	
P1	좌	4.30	16,945	7,210	2,703	938	7,484	9,433	1,040	2,768	
	우		17,117	7,328	2,775	979	7,022	9,291	843	2,729	

※ 교각의 높이는 코핑과 기초를 제외한 높이임.

7.2 교각하단 부재력 하중조합

1) 하중경우 1 : 1.0 ×교축방향 지진 + 0.3 ×교축직각방향 지진
2) 하중경우 2 : 0.3 ×교축방향 지진 + 1.0 ×교축직각방향 지진

구 분			하중경우 1				하중경우 2				비고
			모멘트(kN-m)		전단력(kN)		모멘트(kN-m)		전단력(kN)		
교각		높이	교축	교직	교축	교직	교축	교직	교축	교직	
P1	좌	4.30	19,190	10,040	3,015	1,768	12,568	11,596	1,851	3,049	
	우		19,224	10,115	3,027	1,797	12,158	11,490	1,675	3,023	

※ 교각의 높이는 코핑과 기초를 제외한 높이임.

7.3 교각상단 부재력

구 분			교축방향 해석시				교축직각방향 해석시				비고
			모멘트(kN-m)		전단력(kN)		모멘트(kN-m)		전단력(kN)		
교각		높이	교축	교직	교축	교직	교축	교직	교축	교직	
P1	좌	4.30	5,652	6,240	2,699	929	5,886	3,278	1,032	2,760	
	우		5,452	6,160	2,771	970	6,157	3,384	832	2,722	

※ 교각의 높이는 코핑과 기초를 제외한 높이임.

7.4 교각상단 부재력 하중조합

1) 하중경우 1 : 1.0 ×교축방향 지진 + 0.3 ×교축직각방향 지진
2) 하중경우 2 : 0.3 ×교축방향 지진 + 1.0 ×교축직각방향 지진

구 분			하중경우 1				하중경우 2				비고
			모멘트(kN-m)		전단력(kN)		모멘트(kN-m)		전단력(kN)		
교각		높이	교축	교직	교축	교직	교축	교직	교축	교직	
P1	좌	4.30	7,418	7,224	3,008	1,757	7,582	5,150	1,841	3,039	
	우		7,299	7,175	3,020	1,786	7,793	5,232	1,664	3,013	

※ 교각의 높이는 코핑과 기초를 제외한 높이임.

7.5 기둥 상단 변위

(단위 : mm)

구 분			교축방향 해석시		교축방향 해석시		비 고
교각		높이	교축	교직	교축	교직	
P1	좌	4.30	5.5	2.7	2.7	2.5	
	우		5.5	2.7	2.6	2.5	

7.6 기둥 상단 변위 하중조합

1) 하중경우 1 : 1.0 ×교축방향 지진 + 0.3 ×교축직각방향 지진
2) 하중경우 2 : 0.3 ×교축방향 지진 + 1.0 ×교축직각방향 지진

(단위 : mm)

구 분			하중경우 1		하중경우 2		비 고
교각		높이	교축	교직	교축	교직	
P1	좌	4.30	6.3	3.4	4.3	3.3	
	우		6.3	3.4	4.3	3.3	

7.7 상부변위

(단위 : mm)

구 분		교축방향 해석시		교축방향 해석시		비 고
교각	높이	교축	교직	교축	교직	
A1	-	89.6	41.7	21.0	82.7	
P1	4.30	90.2	27.9	21.1	79.7	
A2	-	89.8	22.5	21.2	98.4	

7.8 상부변위 하중조합

1) 하중경우 1 : 1.0 ×교축방향 지진 + 0.3 ×교축직각방향 지진
2) 하중경우 2 : 0.3 ×교축방향 지진 + 1.0 ×교축직각방향 지진

(단위 : mm)

구 분		하중경우 1		하중경우 2		비 고
교각	높이	교축	교직	교축	교직	
A1	-	95.9	66.5	47.8	95.3	
P1	4.30	96.5	51.8	48.1	88.0	
A2	-	96.1	52.0	48.1	105.1	

구분			교축			교축직각		
			전단력(kN)	모멘트(kN-m)	변위(m)	전단력(kN)	모멘트(kN-m)	변위(m)
P1	상단	하중경우 1	3,008	7,418	0.0063	1,757	7,224	0.0034
		하중경우 2	1,841	7,582	0.0043	3,039	5,150	0.0033
	하단	하중경우 1	3,015	19,190		1,768	10,040	
		하중경우 2	1,851	12,568		3,049	11,596	
	상단	하중경우 1	3,020	7,299		1,786	7,175	
		하중경우 2	1,664	7,793		3,013	5,232	
	하단	하중경우 1	3,027	19,224		1,797	10,115	
		하중경우 2	1,675	12,158		3,023	11,490	

12.2.2 시설물 점검이력

대상시설물은 1종 시설물로서 금회 점검은 최초의 정밀안전점검 이다. 준공이후 기준에 따라 정기안전점검을 지속적으로 실시해 왔으며, 정기안전점검 3회를 실시한 것으로 이력사항은 다음과 같다.

【표 12.2.1】 서문10교(문산방향) 점검이력사항

번호	기 간	구 분	점검 결과	안전등급
1	2021. 03. 22 ~ 2021. 06. 30	정기안전점검	서문10교(문산방향)의 주요 손상현황으로는 방호벽 접속부 파손, 신축이음 후타재 균열 등의 손상이 조사되었다. 기 발생한 손상은 초기 건조수축 및 시공미흡에 의한 것으로 주의관찰 및 내구성 확보 차원의 보수가 필요하다.	양호
2	2021. 08. 23 ~ 2021. 11. 24	정기안전점검	서문10교(문산방향)의 주요 손상현황으로는 교면포장 접속도로 후타재 접속부 이격, 방호벽 접속부 파손, 신축이음 후타재 균열, 교대 신축이음 하부 누수, 체수, 폐콘크리트 퇴적 등의 손상이 조사되었다. 기 발생한 손상은 초기 건조수축 및 시공미흡에 의한 것으로 주의관찰 및 내구성 확보 차원의 보수가 필요하다.	양호
3	2022. 03. 02 ~ 2022. 06. 15	정기안전점검	방호벽 접속부 파손 교면포장 접속도로 후타재 접속부 이격 신축이음 후타재 균열(cw=0.3㎜미만),신축이음 하부 누수 교대 체수, 폐콘크리트 퇴적	양호

12.2.3 전차 정밀안전점검 실시결과

금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다.

12.2.4 수집자료 검토결과 및 점검방향 설정

구 분	내 용	비고
설계도서	○현장조사 시 부재치수를 실측하여 구조물도와 비교 · 검토 후 치수가 상이할 경우 설계도서 재작성 하고, 실측치와 동일 시 구조물도를 기준을 과업을 진행토록 함	
시설물관리대장	○관리대장의 내용과 설계도서를 비교 검토한 결과, 상이한 내용은 없으며, 정밀한 현장소사를 실시하여 향후 유지관리를 위한 사항들을 보고서에 수록함	
시공관련자료	○안전, 품질, 공정 및 변경등에 관한 검토를 통해 합당한 공사가 시행 된 것으로 확인되었고, 안전점검 기록 및 현장시험을 통해 품질의 현 상태를 분석하고 확인함	
안전점검 및 정밀안전진단자료	○점검이력을 검토한 결과, 시설물의 손상 및 상태가 확인되었고, 기존 점검 결과를 비교 · 검토하여 추가 손상 확인, 보수여부 재확인 후 대책방안을 검토함	
보수보강자료	○일괄보수 보다는 하자보수를 통하여 단계적인 예방 보수가 시행되고 있고, 기 보수부 상태를 확인하여 재손상 발생여부를 확인함	
중 점 관리사항	○금회 점검에서는 시설물의 하중 변화 여부, 신규손상 발생 여부, 비파괴 시험 등에 대하여 중점조사 및 점검 방향으로 한다.	
시설물 특이사항	○중대결함 : 없음 ○구조가 변경(하중변화, 단면변화)된 경우 : 없음	
점검주기	○점검일 현재 정기점검은 총3회를 실시하였으며, 전반적으로 점검 시기는 적정하게 이루어지고 있는 것으로 조사됨.	

12.2.5 시설물 보수 이력

【표 12.2.2】 서문10교(문산방향) 보수이력사항

NO	보수위치	내용	기간	공사비	시공자	비고
1	-	-	-	-	-	-

12.2.6 시설물의 내진설계 여부 확인

【표 12.2.3】 내진설계 여부 확인

검토대상 부재	설계적용여부	결과	검토결과 요약
해당사항 없음	Y		
• 준공도서 및 FMS상 내진설계는 반영 된 것으로 확인되었고, 내진성능평가는 미실시 된 것으로 확인되었다.			

12.3 현장조사

12.3.1 개요

대상시설물에 대한 자료수집 및 현장조사결과를 토대로 정밀조사를 실시하기 위하여 고소차를 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~S2	도보, 고소차	2022.08.22.~2022.12.11.	

작업전경

작업전경

연단거리 측정

비파괴시험

【사진 12.3.1】 근접조사를 위한 장비 사용 전경

12.3.2 현장조사 결과

가. 바닥판 하면

1) 부재의 개요

- 서문10교(문산방향)는 총 2경간으로 이루어져 있으며, 연장은 L=101.0m 폭 19.3m로 바닥판은 철근콘크리트로 시공되어있다.
- 바닥판하면에 대한 현장조사는 도보 및 고소점검차로 근접조사를 실시하였다.

바닥판 하면 전경

바닥판 하면 전경

【사진 11.3.2】 바닥판하면 전경

2) 현장조사 결과

- 바닥판 하면 현장조사 결과 전반적으로 양호한 상태이나 국부적인 재료분리, 거푸집 미제거가 조사되었다.

【표 11.3.1】 바닥판하면 현장조사 결과

구분	재료분리 (㎡/개소)		거푸집 미제거 (개소)	
S1	-	-	-	-
S2	0.25	1	3.00	3
합계	0.25	1	3.00	3

S2(A2) 재료분리(0.5×0.5)	S2(A2) 거푸집 미제거
S2(A2) 거푸집 미제거	바닥판 하면 상태양호

【사진 11.3.3】 바닥판하면 전경

3) 기 점검 결과 비교

- 금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다.

4) 검토의견

- 바닥판 하면은 전반적으로 양호한 상태이나 시공미흡, 다짐불량 등에 의한 S2(A2) 재료분리, 거푸집 미제거가 조사되었으며, 구조물의 내구성 확보 등을 위해 단면보수, 정비를 실시하는 것이 필요하다.

나. 거더

1) 부재의 개요

- 바닥판으로부터 전달되는 상부하중을 지지하고 교량받침으로 하중을 전달하는 역할을 하는 거더는 PSC Spliced 거더 형식으로 시공되어 있으며, 도보 및 고소점검차로 현장조사를 실시하였다.

거더 전경	거더 전경

【사진 11.3.4】 거더 전경

2) 현장조사 결과

- 거더에 대한 현장조사 결과 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었다.

【표 11.3.2】 거더 현장조사 결과

구분	상태양호	
S1	-	-
S2	-	-
합계	-	-

거더 상태양호	거더 상태양호

【사진 11.3.5】 거더 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다.

4) 검토의견

- 거더는 손상이 없는 양호한 상태이며, 주기적인 점검을 통하여 추가 손상의 발생여부 확인에 대한 유지관리가 요구된다.

다. 가로보(2차부재)

1) 부재의 개요

- 공용기간 중 주거더의 횡변형 방지와 하중 횡분배 등의 역할을 하는 가로보는 콘크리트로 시공되어 있으며, 조사방법은 거더와 동일한 방법으로 도보 및 고소점검차를 통한 근접조사를 실시하였다.

가로보 전경	가로보 전경

【사진 11.3.6】 가로보 전경

2) 현장조사 결과

- 가로보에 대한 현장조사 결과, 전반적으로 양호한 상태로 조사되었으나 국부적인 재료분리가 조사되었다.

【표 11.3.3】 가로보 현장조사 결과

구분	재료분리 (㎡/개소)	
S1	0.45	1
S2	1.50	2
합계	1.95	3

S1-G6~7 재료분리(0.3×1.5)	S1-G6~7 재료분리(0.3×1.5)
S2-G1~2 재료분리(2.0×0.5)	가로보 전경

【사진 11.3.7】 가로보 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다.

4) 검토의견

- 가로보는 시공미흡, 다짐불량 등에 의한 국부적인 재료분리가 조사된 상태이며, 구조물의 내구성 확보를 위한 단면보수를 실시하는 것이 필요하다.

라. 교대

1) 부재의 개요

- 서문10교(문산방향) 교대는 역T형으로 시공되어있으며, 기초는 강관말뚝기초로 시공되어있다. 교대에 대한 현장조사는 도보를 이용한 근접조사를 실시하였다.

교대 전경(A1)

교대 전경(A2)

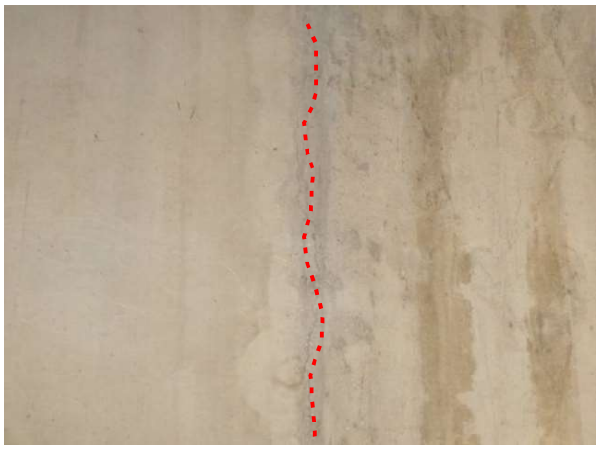
【사진 11.3.8】 교대 전경

2) 현장조사 결과

- 교대 A1, A2에 대한 현장조사 결과 전반적으로 양호한 상태이나 균열(0.3㎜미만, 이상), 체수, 폐콘크리트 퇴적 등의 손상이 국부적으로 조사되었다.

【표 11.3.4】 교대 현장조사 결과

구분	균열(0.3㎜미만) (m/개소)		균열(0.3㎜이상) (m/개소)		체수 (㎡/개소)		폐콘크리트 퇴적 (㎡/개소)	
A1	-	-	2.00	1	1.00	1	3.00	3
A2	2.00	1	4.00	2	-	-	28.50	1
합계	2.00	1	6.00	3	1.00	1	31.50	4

A1 구체 체수(1.0×1.0)	A1 구체 폐콘크리트 퇴적(1.0×2.0)
	
A1 흉벽 균열(Cw=0.3㎜이상)	A2 흉벽 균열(Cw=0.3㎜이상)

【사진 11.3.9】 교대 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다.

4) 검토의견

- 교대에 시공시 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형, 시공미흡, 신축이음부 우수유입 등에 의한 균열, 체수, 폐콘크리트 퇴적이 조사되었으며, 조사된 손상은 내구성 및 미관 확보 차원의 표면처리, 주입보수, 정비 등의 조치가 필요하며, 주기적인 점검을 통하여 손상의 추가 및 진전여부에 대한 주의관찰이 요구된다.

마. 교각

1) 부재의 개요

- 서문10교(문산방향)의 교각은 π형, 기초는 강관말뚝기초로 시공되어 있다. 교각에 대한 현장조사는 도보 및 고소점검차를 통한 근접조사를 실시하였다.

교각 전경(P1)	교각 전경(P1)

【사진 11.3.10】 교각 전경

2) 현장조사 결과

- 교각에 대한 현장조사 결과, 기둥부는 양호한 상태로 조사되었으나 코핑부 망상균열이 조사되었다.

【표 11.3.5】 교각 현장조사 결과

구분	망상균열 (㎡/개소)	
P1	44.00	1
합계	44.00	1

P1 코핑부 망상균열(22.0×2.0)	P1 코핑부 망상균열(22.0×2.0)

【사진 11.3.11】 교각 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다.

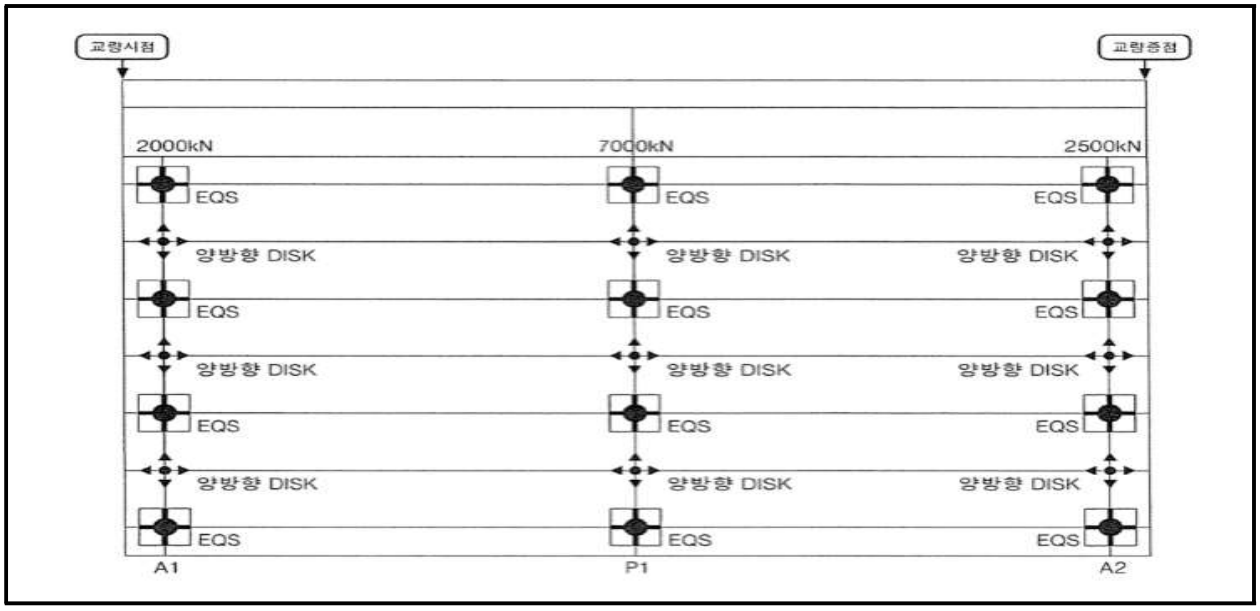
4) 검토의견

- 교각에 시공시 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형 등에 의한 망상균열이 조사되었으며, 조사된 손상은 내구성 확보 차원의 표면처리 등의 보수를 실시하는 것이 필요하다.

바. 교량받침

1) 부재의 개요

- 서문10교(문산방향)의 받침은 면진받침 및 포트받침으로 총 21기가 설치되어 있으며, 받침장치의 순번은 한국도로공사 집중점검세부시행 방법에 따라 번호를 부여하여 현장조사를 수행하였다.



【그림 11.3.1】 교량받침 배치도

면진받침 전경	면진받침 전경	포트받침 전경

【사진 11.3.12】 교량받침 전경

2) 현장조사 결과

- 교량받침에 대한 현장조사 결과 받침몰탈 균열이 국부적으로 조사되었다.

【표 11.3.6】 교량받침 현장조사 결과

구분	받침몰탈 균열 (m/개소)	
A1	0.20	2
P1	-	-
A2	-	-
합계	0.20	2

A1-Sh7 받침몰탈 균열(Cw=0.3㎜미만)

A1-Sh7 받침몰탈 균열(Cw=0.3㎜미만)

P1-Sh1 상태 양호

A1-Sh4 상태 양호

【사진 11.3.13】 교량받침 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

■ 금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다.

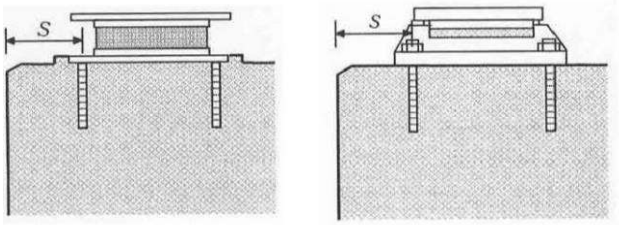
4) 검토의견

■ 교량받침에서 발생된 받침몰탈 균열은 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형 등에 의한 손상으로 구조물의 내구성 확보 차원에서 표면처리 등의 보수를 실시하는 것이 필요하다.

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 11.3.2】 도로교설계기준 연단거리 산출방법

받침장치 연단거리 측정

받침장치 연단거리 측정

【사진 11.3.14】 교량받침장치 연단거리측정

① 연단거리 산출

- 거더 경간길이(L=45.0m) : 200+5×45.0 = 425(㎜)
- 거더 경간길이(L=56.0m) : 200+5×56.0 = 480(㎜)

【표 11.3.7】 연단거리 측정 결과

구 분		설계 연단거리 (㎜)	실측 연단거리(㎜)							검토 결과
			Sh1	Sh2	Sh3	Sh4	Sh5	Sh6	Sh7	
A1		425	640	650	640	640	620	640	650	O.K
P1	A1측	425	1090	1080	1100	1100	1090	1090	1090	O.K
	A2측	480	1090	1100	1090	1090	1100	1100	1100	O.K
A2		480	650	660	650	660	650	660	650	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 11.3.15】 교량받침 이동량 측정

① 설계기준온도(−15℃ ~ 35℃(한랭지방))에 따른 여유량 검토

【표 11.3.8】 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	39.8	10.2	0.00001	50.5	20.1	5.2	
P1	39.8	10.2	0.00001	5.5	2.2	0.6	
A2	39.8	10.2	0.00001	50.5	20.1	5.2	
1) 조사당시 온도 : 24.8℃(조사일 : 2022년 08월 24일, 평균온도, 서울) 2) 검토온도 : −15℃ ~ 35℃(한랭지방) * 준공도면상 P1이 고정단으로 되어있으나, 현장조사시 가동단으로 확인되었으며, 이에 고정단을 교량의 중앙부(시점에서 50.5m)로 설정하여 계산에 임하였음							

【표 11.3.9】 교량받침 이동량(설계기준 온도) 검토결과

위치		이동량	실측 받침 가동여유량		최대 받침 이동량		허용 변위 (㎜)	검토 결과
			수축	신장	최대수축	최대신장		
A1	SH1	20(A2)	30	70	20.1	5.2	±50	O.K
	SH2	20(A2)	30	70			±50	O.K
	SH3	20(A2)	30	70			±50	O.K
	SH4	20(A2)	30	70			±50	O.K
	SH5	20(A2)	30	70			±50	O.K
	SH6	20(A2)	30	70			±50	O.K
	SH7	20(A2)	30	70			±50	O.K
P1	SH1	10(A2)	40	60	2.2	0.6	±50	O.K
	SH2	10(A2)	40	60			±50	O.K
	SH3	10(A2)	40	60			±50	O.K
	SH4	10(A2)	40	60			±50	O.K
	SH5	10(A2)	40	60			±50	O.K
	SH6	10(A2)	40	60			±50	O.K
	SH7	10(A2)	40	60			±50	O.K
A2	SH1	5(A2)	55	45	20.1	5.2	±50	O.K
	SH2	5(A2)	55	45			±50	O.K
	SH3	5(A2)	55	45			±50	O.K
	SH4	5(A2)	55	45			±50	O.K
	SH5	5(A2)	55	45			±50	O.K
	SH6	5(A2)	55	45			±50	O.K
	SH7	5(A2)	55	45			±50	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.

사. 신축이음장치

1) 부재의 개요

- 본 교량의 신축이음장치는 A1, A2 모두 뉴모노셀 조인트로 시공된 상태이다.

EXP.J1(A1) 전경	EXP.J2(A2) 전경

【사진 11.3.16】 신축이음장치 전경

2) 현장조사 결과

- 신축이음 현장조사 결과 하부 누수, 후타재 균열이 조사되었다.

【표 11.3.10】 신축이음장치 현장조사 결과

구분	하부 누수 (m/개소)		후타재 균열(0.3㎜미만) (m/개소)	
A1 (EXP J1)	3.00	3	4.00	10
A2 (EXP J2)	2.00	2	12.50	25
합계	5.00	5	16.50	35

A1 하부 누수(L=1.0m ×3EA)	A1 후타재 균열(Cw=0.3㎜미만)
A2 후타재 균열(Cw=0.3㎜미만)	A2 하부 누수(L=1.0m ×2EA)

【사진 11.3.17】 신축이음장치 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다.

4) 검토의견

- 신축이음에 발생한 하부 누수, 후타재 균열은 초기 건조수축, 온도변화, 주행차량의 윤하중 및 충격, 시공미흡 등에 의해 발생한 손상으로 판단되며, 구조물의 내구성 확보 및 2차부재의 추가 손상 방지를 위해 표면처리, 정비(재설치 등)를 실시하는 것이 필요하다.

5) 신축이음 거동상태 검토

① 설계기준온도(−15℃ ~ 35℃(한랭지방))에 따른 여유량 검토

<table>
<tr><th>구분</th><th>계산방법</th><th>비고</th></tr>
<tr><td>이론
신축량</td><td>• 온도변화에 의한 이동량
▸ ⊿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 : 2022. 10. 19. 기온 적용: 10.5℃(일평균)
△T(신장시) : 35.0℃−10.5℃ = 24.5℃
△T(수축시) : −15.0℃−(10.5℃) = 25.5℃
△lt(최소필요유간) : △T×α×L
•형식별 온도변화범위(℃)
<table>
<tr><th colspan="2">교량형식</th><th>보통지방</th><th>한랭지방</th><th>선팽창계수 α(/℃)</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 11.3.18】 신축이음 유간 측정방법

【표 11.3.11】 신축이음 신축이동량 산정

구 분	온도변화 (⊿T, ℃)		선팽창 계수 (α)	신축거더 길이 (L, m)	온도 변화에 의한 이동량(㎜)		신축이음 실측유간 (㎜)	바닥판 실측유간 (㎜)	거더 실측유간 (㎜)	비고
	동절기	하절기			동절기	하절기				
A1	25.5	24.5	0.00001	50.5	12.9	12.4	35	65	175	
A2	25.5	24.5	0.00001	50.5	12.9	12.4	34	60	205	
1) 조사당시 온도 : 10.5℃(조사일 : 2022년 10월 19일, 평균온도, 서울) 2) 검토온도 : −15℃ ~ 35℃(한랭지방)										

【표 11.3.12】 신축이음 가동여유량 검토결과

구 분		계산 이동량(㎜)		점검당시 실측유간(㎜) ③	허용량(㎜) ④	신축 여유량(㎜)		검토 결과
		최대 수축시 ①	최대 신장시 ②			최대 수축시 ④-(①+③)	최대 신장시 (③-②)	
A1	신축이음	12.9	12.4	35	50	2.10	22.60	O.K
	바닥판			65	-	-	52.6	O.K
	거더			175	-	-	162.6	O.K
A2	신축이음	12.9	12.4	34	60	13.10	21.60	O.K
	바닥판			60	-	-	47.6	O.K
	거더			205	-	-	192.6	O.K
주) 판정 : 0.0㎜ ≤ 신축 여유량 ≤ 허용량 ⇒ O.K								

6) 신축거동상태 검토의견

■ 신축이음 유간을 검토한 결과, 온도변화에 따른 수축 및 신장시 모든 신축이음에서 여유량을 확보하고 있는 것으로 평가되었다.

아. 교면포장

1) 부재의 개요

- 서문10교(문산방향)의 바닥판 상면에 위치하여 차량에서 발생하는 진동을 흡수·분산시키고, 외부의 불리한 환경조건에 대해서 바닥판을 보호하는 역할을 하는 교면포장은 L.M.C 포장으로 되어있다.

교면포장 전경#1	교면포장 전경#2

【사진 11.3.19】 교면포장 전경

2) 현장조사 결과

- 교면포장의 현장조사 결과 전반적으로 양호한 상태로 조사되었으나 접속도로 접속부 이격이 조사되었다.

【표 11.3.13】 교면포장 현장조사 결과

구분	접속부 이격 (m/개소)	
S1	15.00	1
S2	15.00	1
합계	30.00	2

S1 접속부 이격(L=15.0m, T=1.0cm)	S1 접속부 이격(L=15.0m, T=1.0cm)
S2 접속부 이격(L=15.0m, T=0.5cm)	교면포장 본선 상태 양호

【사진 11.3.20】 교면포장 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다.

4) 검토의견

- 교면포장은 전반적으로 양호한 상태로 조사되었으나 접속부에 발생한 이격은 다짐불량, 시공미흡 등에 의해 발생한 손상으로 판단되며, 주행차량의 안전성 확보 및 2차손상 발생 방지를 위해 실링재 충전 등의 보수대책을 수립 및 지속적인 주의관찰이 요구된다.

자. 배수시설

1) 부재의 개요

- 서문10교(문산방향)는 교량의 횡단구배 특성에 따라 교량의 우측에 배수시설이 설치되어 있다.

배수구 전경	배수관 전경

【사진 11.3.21】 배수시설 전경

2) 현장조사 결과

- 배수시설에 대한 현장조사 결과, 손상이 없는 양호한 상태로 확인되었다.

【표 11.3.14】 배수시설 현장조사 결과

구분	상태양호
S1	-
S2	-
합계	-

배수구 상태 양호	배수관 상태 양호

【사진 11.3.22】 배수시설 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다.

4) 검토의견

- 배수시설은 현재 양호한 상태이며, 공용기간 경과 및 차량통행에 의한 비산물퇴적 등의 원인으로 이물질퇴적, 체수, 배수관 부식 등의 손상이 발생할 수 있으므로 주기적인 정비를 통한 유지관리가 필요하다.

차. 방호벽

1) 부재의 개요

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

방호벽 전경	중앙분리대 전경

【사진 11.3.23】 방호벽 및 중앙분리대 전경

2) 현장조사 결과

- 방호벽에 대한 현장조사 결과 균열(0.3㎜미만), 들뜸, 접속부 파손이 조사되었다.

【표 11.3.15】 방호벽 및 중앙분리대 현장조사 결과

구분	균열(0.3㎜미만) (m/개소)		들뜸 (㎡/개소)		접속부 파손 (㎡/개소)	
S1	24.00	16	0.15	1	0.25	1
S2	35.00	1	-	-	-	-
합계	59.00	17	0.15	1	0.25	1

S1 방호벽 균열(Cw=0.3㎜미만)	S1 방호벽 들뜸(0.5×0.3)
S2 중분대 균열(Cw=0.3㎜미만)	S2 중분대 접속부 파손(0.5×0.5)

【사진 11.3.24】 방호벽 및 중앙분리대 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다.

4) 검토의견

- 방호벽에 발생한 균열, 들뜸, 접속부 파손은 건조수축, 온도변화, 시공미흡, 다짐불량 등에 의한 손상으로 부재의 내구성 확보를 위한 표면처리, 단면보수를 실시하는 것이 필요하다.

카. 교량 점검시설

1) 부재의 개요

- 서문10교(문산방향)의 점검로는 교량 상면 갓길을 이용하여 출입가능하며, A1, A2에 강재+알루미늄 재질의 점검로가 설치되어 있다.

점검계단 전경

점검로 전경

【사진 11.3.25】 교량 점검시설 전경

2) 현장조사 결과

- 교각에 설치된 점검로 조사 시 점검발판, 볼트 체결상태, 점검난간, 점검계단 등을 중점적으로 조사하였으며, 전반적으로 양호한 상태로 확인되었으나 A2 점검로 폐콘크리트 퇴적이 확인되었다.

【표 11.3.16】 교량 점검시설 현장조사 결과

구분	점검로 폐콘크리트 퇴적 (㎥/개소)	
A1	-	-
A2	9.50	1
합계	9.50	1

점검로 폐콘크리트 퇴적(19.0×0.5)	점검로 폐콘크리트 퇴적(19.0×0.5)

【사진 11.3.26】 교량 점검시설 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다.

4) 검토의견

- 점검시설은 전반적으로 양호한 상태로 확인되었으나 시공미흡에 의한 A2 점검로 폐콘크리트 퇴적이 조사되었으며, 정비를 통한 유지관리가 요구된다.

타. 공중이 이용하는 부위

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

1) 도로포장

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

2) 도로부 신축이음부

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

3) 추락방지시설, 환기구 등의 덮개

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

12.3.3 현장조사 총괄표

【표 11.3.17】 손상내용 총괄표

구분	손상 내용	단위	물량	개소	비고
바닥판 하면	재료분리	㎡	0.25	1	
	거푸집 미제거	EA	3.00	3	
거더외부	상태양호	-	-	-	
가로보	재료분리	㎡	1.95	3	
교대	균열(0.3㎜미만)	m	2.00	1	
	균열(0.3㎜이상)	m	6.00	3	
	체수	㎡	1.00	1	
	폐콘크리트 퇴적	㎡	31.50	4	
교각	망상균열	㎡	44.00	1	
교량받침	받침몰탈 균열	m	0.20	1	
신축이음	하부 누수	m	5.00	5	
	후타재 균열(0.3㎜미만)	m	16.50	35	
교면포장	접속부 이격	m	30.00	2	
배수시설	상태양호	-	-	-	
방호벽	균열(0.3㎜미만)	m	59.00	17	
	들뜸	㎡	0.15	1	
	접속부 파손	㎡	0.25	1	
점검시설	점검로 폐콘크리트 퇴적	㎡	9.50	1	

12.3.4 전회차 손상물량 비교

- 금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다.

12.4 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(2021. 12, 국토교통부/국토안전관리원)』에 근거하여 시험방법, 시험빈도 및 평가방법 등을 실시하였다.

12.4.1 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 11.4.1】 콘크리트 비파괴시험 현황

항 목	기준수량		수 량(개소)				비 고
	상부구조	하부구조	기준		실시		
			상부	하부	상부	하부	
반발경도 시 험	50m 마다	연장 50m마다	3	3	3	3	
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 고소차, 사다리 등을 이용하여 접근 후 시험을 실시하였다. 교량은 전반적으로 양호한 상태이기 때문에 건전부에서 시험을 실시하였다. 기존에 실시한 부위는 주변 및 미실시한 부재를 중심으로 실시하여 차후 점검 및 진단 비교·평가를 목적으로 하였다.

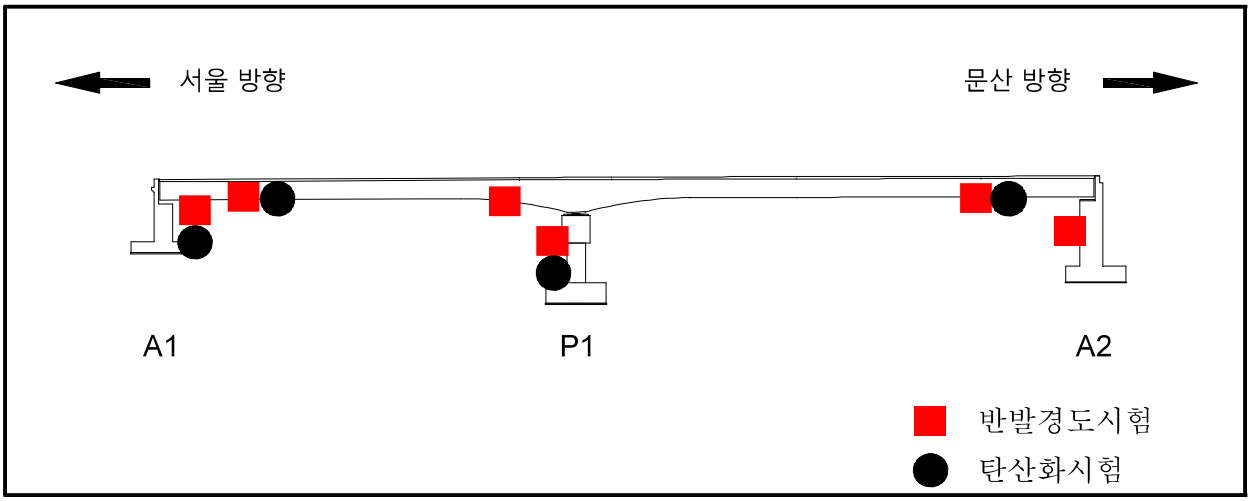
다. 조사 사진

반발경도 시험 현황

탄산화깊이 측정 현황

【사진 11.4.1】 콘크리트 내구성조사 현황

라. 콘크리트 내구성조사 위치도



【그림 11.4.1】 콘크리트 내구성조사 위치도

12.4.2 시험결과 및 분석

가. 콘크리트 강도시험

콘크리트 비파괴강도시험은 상·하부구조에서 반발경도시험(각 3개소)을 실시하였으며, 검토결과는 다음과 같다.

① 비파괴강도 시험결과

【표 11.4.2】 상부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과(바닥판)

시험위치			반발경도법(MPa)				설계기준 강도 (MPa)	비고
			반발경도 (R_o)	일본재료 학회	일본건축 학회	재령보정 계수		
상부 구조	S1(A1)	바닥판	46.3	27.3	28.8	0.67	27.0	
	S1(P1)	바닥판	46.4	27.4	28.8			
	S2	바닥판	46.3	27.3	28.7			

【표 11.4.3】 하부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과(교대)

시험위치			반발경도법(MPa)				설계기준 강도 (MPa)	비고
			반발경도 (R_o)	일본재료 학회	일본건축 학회	재령보정 계수		
하부 구조	A1	구체	43.7	25.1	27.5	0.67	24.0	
	A2	구체	43.3	24.8	27.3			

【표 11.4.4】 하부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과(교각)

시험위치			반발경도법(MPa)				설계기준 강도 (MPa)	비고
			반발경도 (R_o)	과학기술부	권영웅 외	재령보정 계수		
하부 구조	P1	코핑부	49.1	41.5	49.7	0.67	40.0	

■ 반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 상부구조 바닥판하면 27.3~28.8㎫, 하부구조 교대 24.8~27.5㎫, 교각 41.5~49.7㎫ 로 측정되었으며, 설계기준 압축강도(바닥판: 27.0㎫, 교대: 24.0㎫, 교각: 40.0㎫)를 상회하므로, 강도 저하가 없는 것으로 판단된다.

【표 11.4.5】 비파괴강도 시험결과 분석

구 분	시험방법	측정강도(A)	설계기준강도(B)	A/B×100(%)
상부구조	바닥판 하면	27.3~28.8	27.0	101.1~106.6
하부구조	교대	24.8~27.5	24.0	103.3~114.6
	교각	41.5~49.7	40.0	103.9~124.3

② 기 점검결과와의 비교

- 금회 정밀안전점검이 최초의 정밀안전점검이다.

나. 탄산화 깊이 측정

탄산화 깊이 측정은 드릴링을 통한 천공 후 지시약을 사용하여 적색으로 변색되는 시점을 탄산화깊이로 정하였으며, 버니어캘리퍼스를 이용하여 그 깊이를 측정하였다. 피복두께는 설계피복두께를 적용하였다.

① 탄산화 깊이 측정결과

【표 11.4.6】 탄산화 깊이 측정결과 및 평가

시험위치		탄산화 깊이 (㎜)	피복두께 (㎜)	탄산화 잔여깊이 (㎜)	탄산화 속도계수 (A)	잔존 수명 (년)	평가 결과
상부구조	S1 바닥판하면	2.0	40.0	38.0	1.41	100년이상	a
	S2 바닥판하면	2.0	40.0	38.0	1.41	100년이상	a
하부구조	A1 구체	2.0	100.0	98.0	1.41	100년이상	a
	P1 코핑부	3.0	100.0	97.0	2.12	100년이상	a

- 측정결과, 상부구조 탄산화깊이는 2.0㎜, 하부구조 탄산화깊이는 2.0~3.0㎜로 측정되었으며, 잔여깊이가 30㎜이상을 확보하고, 세부지침 지침기준 "a"로 평가 되어 탄산화에 따른 철근의 부식발생 영향은 없는 것으로 판단된다.

【표 11.4.7】 탄산화 시험결과 분석

구 분	탄산화 깊이(㎜)	잔여깊이(㎜)	비고
상부구조	2.0	38.0	
하부구조	2.0~3.0	97.0~98.0	

② 기 점검결과와의 비교

■ 금회 정밀안전점검이 최초의 정밀안전점검이다.

다. 금회점검 내구성조사 결과요약

【표 11.4.8】 금회 점검 내구성조사 결과요약

시 험 명	시험부위		시험 결과		비 고
			측정결과	설계기준	
비파괴 강도 (MPa)	상부구조	바닥판 하면	27.3~28.8	27.0	■설계강도 이상(양호)
	하부구조	교대	24.8~27.5	24.0	
		교각	41.5~49.7	40.0	
탄산화 잔여깊이 (㎜)	상부구조		38.0	a등급	■탄산화 잔여깊이 30㎜이상 ■탄산화에 의한 내구성저하 없음
	하부구조		97.0~98.0	a등급	
종합 평가	• 콘크리트 강도는 설계강도 이상으로 양호한 상태로 평가됨 • 탄산화에 의한 내구성 저하 가능성은 없는 상태임				

라. 기 점검결과와 비교

■ 금회 정밀안전점검이 최초의 정밀안전점검이다.

12.5 상태평가

시설물의 상태평가는 재료시험 및 현장조사에 의해 시설물의 각 부재로부터 발견된 상태변화(결함, 손상, 열화)를 근거로 하여『시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침 (안전점검·진단 편-2021. 12.)』의 상태평가 기준에 따라 실시한다. 정밀점검의 상태평가 기준은 시설물의 전체 부재에 대하여 외관조사망도를 작성하여 부재별로 상세히 상태평가를 실시하며, 책임기술자가 시설물 전체에 대한 상태평가 결과를 결정하게 된다.

12.5.1 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.

【표 11.5.1】 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	하부
S1	A1	Spliced	a	a	b	a	a	c	c	b	c	q	a	a
S2	P1	Spliced	b	a	b	a	a	b	–	a	b	q	a	a
	A2								c	a	c	q	–	–
평균			0.150	0.100	0.200	0.100	0.100	0.300	0.400	0.133	0.333	–	0.100	0.100
가중치			18	20	5	7	3	2	9	9	20	–	4	3
(평균×가중치) /가중치합			0.027	0.020	0.010	0.007	0.003	0.006	0.036	0.012	0.067	–	0.004	0.003
													0.195	
													B	

■ 결함도 범위 : 0.130 ≤ 결함도지수(0.195) < 0.260

나. 시설물 전체 상태평가 결과

【표 11.5.2】 시설물 전체 상태평가 결과표

구 분	환산 결함도점수	상태평가 등급	연장 (m)	차선	길이 X 차선	연장비	환산결함도점수 X 연장비
서문10교(문산방향)	0.195	B	101	3	303	1.000	0.195
합계(∑)			101	3	303	1	0.195
1. 평가지수 =							0.195
2. 상태평가결과 =							B

12.5.2 기 점검 결과와의 비교

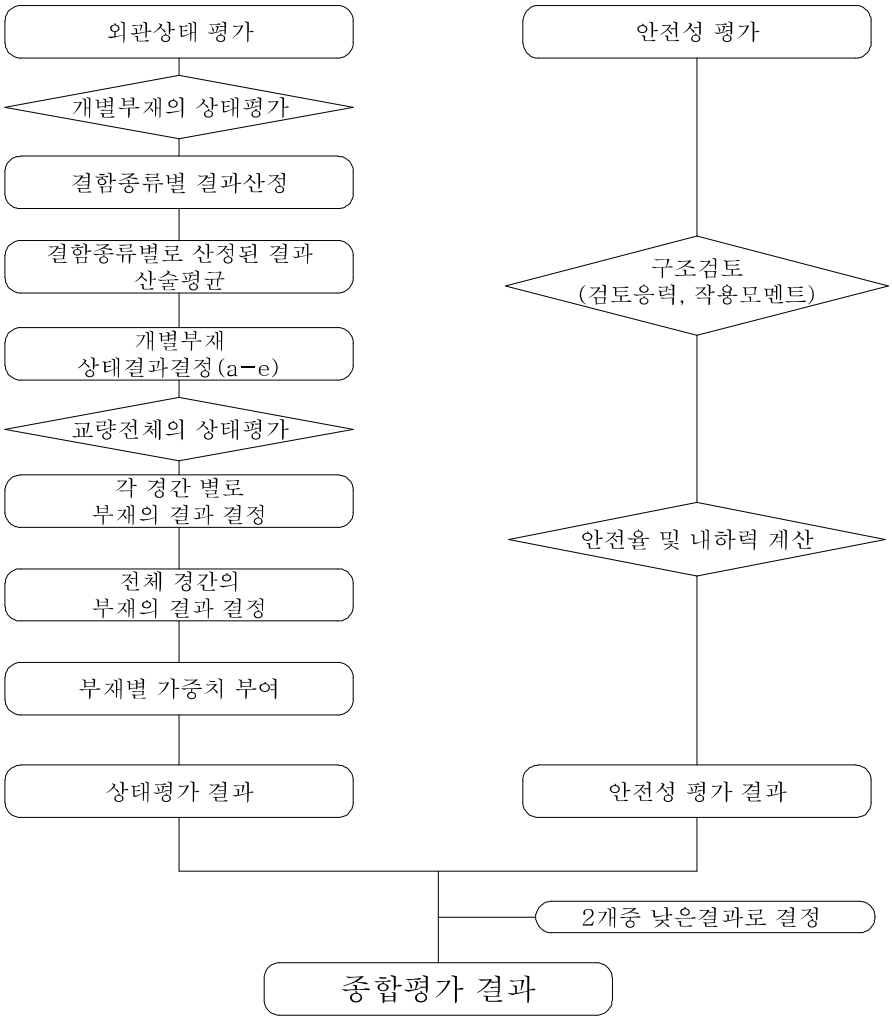
- 금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다.

12.6 종합평가 및 안전등급 지정

12.6.1 종합평가 결과 산정방법

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

■ 종합평가 등급=MIN(상태평가 결과, 안전성 평가 결과)



【그림 11.6.1】 종합평가 결과 산정절차

12.6.2 종합평가 결과

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

【표 11.6.1】 종합평가 결과

구조물명	상태평가 결과		안전성평가 결과		종합평가 결과
	환산결함도점수	기준	S·F	기준	
서문10교(문산방향)	0.195	B	-	-	B
종합평가	•현장조사 및 내구성조사에 의한 상태평가 결과는 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 “B” 로 평가됨 •종합평가 결과, “B” 로 평가됨				

12.6.3 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 11.6.2】 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

12.7 보수·보강 및 유지관리방안

12.7.1 보수·보강 방안

【표 11.7.1】 손상별 보수·보강 방안

구분	손상 내용	단위	물량	개소	보수방안	우선순위
바닥판 하면	재료분리	㎡	0.25	1	단면보수	하자
	거푸집 미제거	EA	3.00	3	정비	하자
거더외부	상태양호	-	-	-	-	-
가로보	재료분리	㎡	1.95	3	단면보수	하자
교대	균열(0.3㎜미만)	m	2.00	1	표면처리	하자
	균열(0.3㎜이상)	m	6.00	3	주입보수	하자
	체수	㎡	1.00	1	정비	하자
	폐콘크리트 퇴적	㎡	31.50	4	정비	하자
교각	망상균열	㎡	44.00	1	표면처리	하자
교량받침	받침몰탈 균열	m	0.20	1	표면처리	하자
신축이음	하부 누수	m	5.00	5	정비(재설치)	하자
	후타재 균열(0.3㎜미만)	m	16.50	35	표면처리	하자
교면포장	접속부 이격	m	30.00	2	실링재 충전	하자
배수시설	상태양호	-	-	-	-	-
방호벽	균열(0.3㎜미만)	m	59.00	17	표면처리	하자
	들뜸	㎡	0.15	1	단면보수	하자
	접속부 파손	㎡	0.25	1	단면보수	하자
점검시설	점검로 폐콘크리트 퇴적	㎡	9.50	1	정비	하자

12.7.2 개략공사비

【표 11.7.2】 개략공사비

구 분	손상내용	보수방안	손상물량	보수물량	단위	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
바닥판하면	재료분리	단면보수	0.25	0.38	㎡	-	-	하자
	거푸집 미제거	정비	3	3	EA	-	-	하자
가로보	재료분리	단면보수	1.95	2.93	㎡	-	-	하자
교대	균열(0.3㎜미만)	표면처리	2.00	0.50	㎡	-	-	하자
	균열(0.3㎜이상)	주입보수	6.00	9.00	m	-	-	하자
	체수	정비	1.00	1.50	㎡	-	-	하자
	폐콘크리트 퇴적	정비	31.50	47.25	㎡	-	-	하자
교각	망상균열	표면처리	44.00	66.00	㎡	-	-	하자
교량받침	받침몰탈 균열	표면처리	0.20	0.05	㎡	-	-	하자
신축이음	하부 누수	정비(재설치)	5.00	7.50	m	-	-	하자
	후타재 균열(0.3㎜미만)	표면처리	16.50	4.13	㎡	-	-	하자
교면포장	접속부 이격	실링재 충전	30.00	45.00	m	-	-	하자
방호벽	균열(0.3㎜미만)	표면처리	59.00	14.75	㎡	-	-	하자
	들뜸	단면보수	0.15	0.23	㎡	-	-	하자
	접속부 파손	단면보수	0.25	0.38	㎡	-	-	하자
점검시설	점검로 폐콘크리트 퇴적	정비	9.50	14.25	㎡	-	-	하자

	구 분	1순위	2순위	3순위
개략 공사비 (천원)	순공사비	-	-	-
	재경비 (순공사비의 50%)	-	-	-
	합계	-	-	-
개략공사비 총계(천원)		-		

주1) 보수물량은 손상물량에 50%를 할증하였음.
주2) 0.3㎜미만 균열보수는 손상물량(m)×0.25(m)를 하여 면적(㎡)으로 산출하였음.

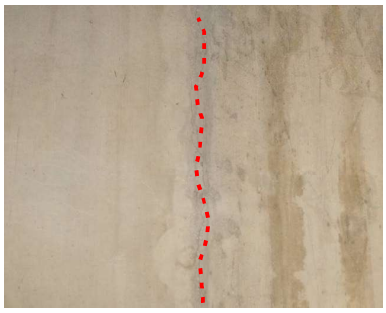
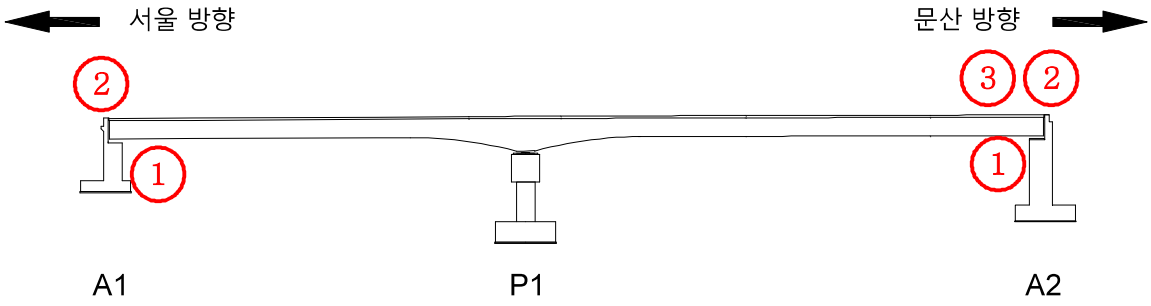
12.7.3 유지관리방안

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 11.7.3】 중점유지관리 항목

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

◎ 부재별 중점점검 손상

<table>
<tr><td>  </td><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td>① 하부구조 균열(0.3㎜ 이상) – 진전 여부확인 (A1,A2)</td><td>② 신축이음 하부 누수 – 진전 여부확인 (A1,A2)</td><td>③ 중분대 파손 – 진전 여부확인 (A2)</td></tr>
<tr><td colspan="3"> 
</td></tr>
</table>

12.8 종합결론

본 시설물은 경기도 고양시 덕양구 흥도로415번길 61-214 (성사동)에 위치한 교량으로 총 연장 101.0m, 폭 19.5m의 Spliced Girder 교량으로, 2020년도에 준공되어 약 2년간 공용중인 교량 구조물이며, 시공자료 분석을 포함, 현장조사 및 시험, 상태평가 등을 통한 종합결론을 요약하면 다음과 같다.

12.8.1 종합결론

가. 현장조사 및 시험

1) 바닥판 하면

- 바닥판 하면은 전반적으로 양호한 상태이나 시공미흡, 다짐불량 등에 의한 S2(A2) 재료분리, 거푸집 미제거가 조사되었으며, 구조물의 내구성 확보 등을 위해 단면보수, 정비를 실시하는 것이 필요하다.

2) 거더

- 거더는 손상이 없는 양호한 상태이며, 주기적인 점검을 통하여 추가 손상의 발생여부 확인에 대한 유지관리가 요구된다.

3) 가로보

- 가로보는 시공미흡, 다짐불량 등에 의한 국부적인 재료분리가 조사된 상태이며, 구조물의 내구성 확보를 위한 단면보수를 실시하는 것이 필요하다.

4) 교대

- 교대에 시공시 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형, 시공미흡, 신축이음부 우수유입 등에 의한 균열, 체수, 폐콘크리트 퇴적이 조사되었으며, 조사된 손상은 내구성 및 미관 확보 차원의 표면처리, 주입보수, 정비 등의 조치가 필요하며, 주기적인 점검을 통하여 손상의 추가 및 진전여부에 대한 주의관찰이 요구된다.

5) 교각

- 교각에 시공시 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형 등에 의한 망상균열이 조사되었으며, 조사된 손상은 내구성 확보 차원의 표면처리 등의 보수를 실시하는 것이 필요하다.

6) 교량받침

- 교량받침에서 발생된 받침몰탈 균열은 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형 등에 의한 손상으로 구조물의 내구성 확보 차원에서 표면처리 등의 보수를 실시하는 것이 필요하다.
- 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.

7) 신축이음장치

- 신축이음에 발생한 하부 누수, 후타재 균열은 초기 건조수축, 온도변화, 주행차량의 윤하중 및 충격, 시공미흡 등에 의해 발생한 손상으로 판단되며, 구조물의 내구성 확보 및 2차부재의 추가 손상 방지를 위해 표면처리, 정비(재설치 등)를 실시하는 것이 필요하다.
- 신축이음 유간을 검토한 결과, 온도변화에 따른 수축 및 신장시 모든 신축이음에서 여유량을 확보하고 있는 것으로 평가되었다.

8) 교면포장

- 교면포장은 전반적으로 양호한 상태로 조사되었으나 접속부에 발생한 이격은 다짐불량, 시공미흡 등에 의해 발생한 손상으로 판단되며, 주행차량의 안전성 확보 및 2차손상 발생 방지를 위해 실링재 충전 등의 보수대책을 수립 및 지속적인 주의관찰이 요구된다.

9) 배수시설

- 배수시설은 현재 양호한 상태이며, 공용기간 경과 및 차량통행에 의한 비산물퇴적 등의 원인으로 이물질퇴적, 체수, 배수관 부식 등의 손상이 발생할 수 있으므로 주기적인 정비를 통한 유지관리가 필요하다.

10) 방호벽

- 방호벽에 발생한 균열, 들뜸, 접속부 파손은 건조수축, 온도변화, 시공미흡, 다짐불량 등에 의한 손상으로 부재의 내구성 확보를 위한 표면처리, 단면보수를 실시하는 것이 필요하다.

11) 교량 점검시설

- 점검시설은 전반적으로 양호한 상태로 확인되었으나 시공미흡에 의한 A2 점검로 폐콘크리트 퇴적이 조사되었으며, 정비를 통한 유지관리가 요구된다.

12) 공중이 이용하는 부위

- 공중이 이용하는 부위중 도로포장, 도로부 신축이음부, 추락방지시설은 본문의 교면포장, 신축이음장치, 교량 점검시설에 기입된 내용으로 대체하였으며, 환기구 등의 덮개는 미설치된 상태이다.

13) 내구성조사

- 반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 상부구조 바닥판하면 27.3~28.8㎫, 하부구조 교대 24.8~27.5㎫, 교각 41.5~49.7㎫ 로 측정되었으며, 설계기준 압축강도(바닥판: 27.0㎫, 교대: 24.0㎫, 교각: 40.0㎫)를 상회하므로, 강도 저하가 없는 것으로 판단된다.
- 측정결과, 상부구조 탄산화깊이는 2.0㎜, 하부구조 탄산화깊이는 2.0~3.0㎜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, 서문10교(문산방향)의 상태평가 결과는 환산결함도 점수가 0.195인 “B”로 산정되었다.

다. 결론

- 금회 정밀안전점검 결과를 바탕으로 서문10교(문산방향)에 발생한 손상의 진전을 방지하고 보수를 통한 구조물의 내구성 확보를 위한 적절한 조치가 필요하다.
- 이상과 같이 자료조사, 현장조사, 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 상태인」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.

12.8.2 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.

12.8.3 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.