

제 2장 자료수집 및 분석

2.1 자료수집 현황

2.2 건설 관련자료 검토결과 요약

2.3 기존 점검 및 진단 실시결과 요약

2.4 보수·보강 이력

2.5 시설물의 내진설계 여부

2.6 자료분석 결과요약

제 2장 자료수집 및 분석

2.1 자료수집 현황

본 과업에 대한 자료조사는 주변현황 자료와 시설물의 설계, 시공 및 유지관리 관련자료로 대별되며, 자료 분석을 통하여 과업 수행의 추진방향과 세부계획을 수립하였다.

또한, 본 과업 대상구조물의 관련자료를 수집·분석하여 구조물의 이력 확인, 결함 및 손상의 원인 분석, 손상의 변화 및 진행성 여부, 보수보강대책 및 유지관리방안을 수립하기 위한 기초자료로 활용하였다.

2.1.1 자료수집 현황

본 구조물에 관련된 자료는 주로 설계 및 시공과 관련된 건설당시 자료와 구조물 준공 이후의 유지관리와 관련된 자료 등이며, 관리주체의 유지관리자료 보유 현황은 다음과 같다.

【표 2.1】자료수집 현황

보존대상 목록		관리주체 보유현황	비 고
설계 도서	◇ 공통 - 공사시방서 - 구조계산서 - 일반보고서 - 토질조사보고서 - 초기점검보고서	○	◇ 천안-논산간 고속도로 건설공사 제6공구 - 공사시방서 - 구조계산서 - 일반보고서 - 토질조사보고서 - 초기점검보고서
	◇ 설계도면 - 위치도, 평면도, 단면도(중·횡) - 각 부재별 상세도	○	
시설물 관 리 대 장	◇ 기본현황 ◇ 상세제원 ◇ 유지관리 이력	○	◇ 시설물정보관리종합(FMS) 시스템 내 시설물관리대장
시공 관련 자료	◇ 시공관련 자료 ◇ 품질관리 관련자료 ◇ 사고기록	○	◇ 시설물정보관리종합(FMS) 시스템 내 설계도서
안전점검 및 정밀안전진단 자료		○	◇ 발주처 요청
보수·보강 자료		○	

2.2 건설 관련자료 검토결과 요약

본 과업대상 구조물의 건설당시 주요 현황을 파악하기 위해 “천안-논산간 고속도로 건설 공사 제6공구”의 구조계산서와 수리계산서, 토질조사 보고서, 일반보고서(실시설계보고서), 초기점검 보고서, 정밀안전진단 보고서 등을 검토하여 주요 현황을 요약하여 수록하였다.

2.2.1 일반보고서

가. 과업의 목적

본 과업은 제 3차 국토종합개발계획 9×7 간선도로망의 남북 2축 노선으로, 충남 천안시 목천면 응원리 경부고속도로에서 분기하여 논산시 연무읍 고내리 호남고속도로에 접속되는 신설 4차로 고속도로로서 공사시행에 필요한 실시설계를 수행하는데 그 목적이 있다.

나. 과업의 범위

1) 과업명

천안~논산고속도로(정안~논산간) 건설공사 실시설계, 제6공구

2) 과업구간 및 기간

천안~논산고속도로 제6공구의 설계구간은 다음과 같다.

【표 2.2】설계구간

노선명	구분	행정구역	연장
천안~논산간 고속도로 (제6공구)	시점	충남 논산시 광석면 독윤리(천안기점 : 62+550)	18.41km
	종점	충남 논산시 연무읍 고내리(천안기점 : 80+960)	

【표 2.3】과업기간

구 분	기간	비 고
전체과업	1995. 10. 11 ~ 1996. 11. 24 (360일간)	
1차과업	1995. 10. 11 ~ 1995. 12. 20 (71일간)	
2차과업	1996. 02. 10 ~ 1996. 11. 24 (289일간)	

나. 과업수행 결과요약

1) 목표년도 설정 및 장래교통량

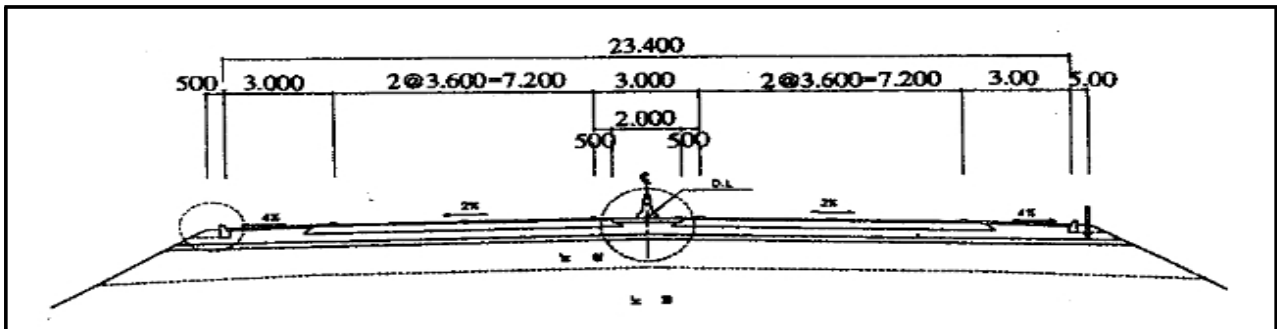
- 공용기간 : 20년
- 공용개시년도 : 2002년
- 목표년도 : 2021년

【표 2.4】 장래교통량

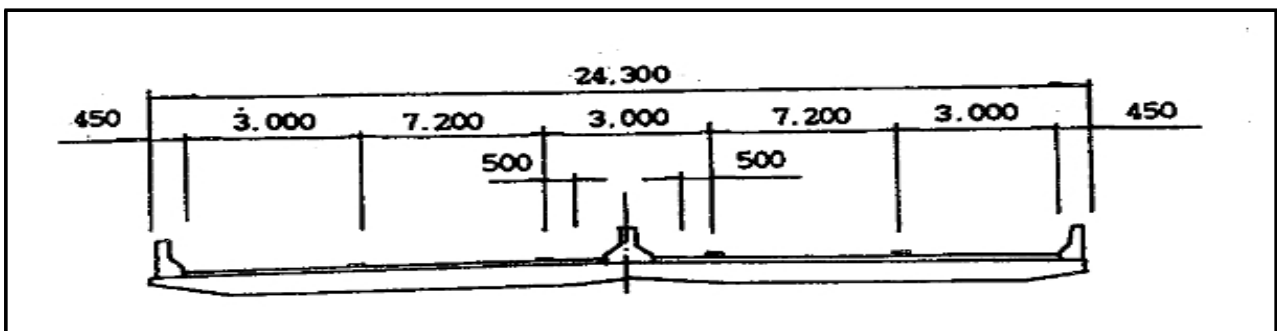
구분	교 통 량 (대/일)			비고
	2002	2011	2021	
6공구 시점 ~연무IC	42,022	64,236	79,190	
연무IC ~논산JCT	24,556	38,440	52,364	

2) 설계기준

- ① 도로의 구분 : 자동차 전용도로(지방부 고속도로)
- ② 설계속도 : 본 선 : 120km/hr
- ③ 도로폭원 : 23.4m
 - 차로폭 : $4 \times 3.60 = 14.40\text{m}$
 - 길어깨폭 : $2 \times 3.00 = 6.00\text{m}$
 - 중앙분리대 : 3.0m
 - 보호길어깨폭 : $2 \times 0.50 = 1.00\text{m}$
- ④ 표준횡단면도



【그림 2.1】 본선 일반구간 표준횡단면도



【그림 2.2】 본선 교량구간 표준횡단면도

2.2.2 일반보고서(실시설계)

가. 개요

본 설계구간은 충남 논산시 광석면 득운리에서 충남 논산시 연무읍 고내리를 연결하는 총 연장 18.4km의 4차로 고속도로로서 일반구간 6.195km(STA NO.0~STA NO.2+895, STA NO.15+100~STA NO.18+400)와 연약지반구간 12.205km(STA NO.2+895~STA NO.15+100)로 형성되어 있으며 주로 기존농지를 평균 10m 정도 성토하여 계획하였고 주변에 국도4호선, 국도23호선, 국도1호선, 지방도602호선을 횡단하고 직할하천인 논산천과 준용하천인 마산천 및 신양천을 통과하도록 계획하였다. 따라서 이러한 지형 및 선형여건을 감안하여 교량가설 위치 및 형식을 결정하였다.

본 설계구간내 계획교량은 총 36개소로써 교량 총연장 L=2749.5m중 연장 100m 이상의 장대교가 10개소(L=1844m), 소교량이 26개소(L=905.5m)로 구성되어 있고 그중 연약지반에 위치하고 있는 교량이 23개소(L=2,125m)로 전체교량 구조물의 약 80%를 차지하고 있으며 교량의 형식선정은 기본설계시 제안한 형식을 토대로 교량가설위치의 선형조건과 지형 및 지역조건, 지질상태, 형하조건 등을 감안하여 경제성, 시공성, 미관 및 유지관리 등을 종합적으로 고려한 비교안을 면밀히 검토·분석한후 최적안을 선정하였다.

특히 연약지반구간에 위치한 교량의 교대부분은 측방유동압에 의한 말뚝의 수평변위를 방지하기 위한 별도의 대책을 강구하여 계획하였다.

본 교량설계는 사용목적에 적합하고 안전 및 미관이 수려하고 경제적으로 설계하기 위하여 현장조건, 시공방법등 제반여건을 종합적으로 검토하고 국도 및 횡단육교등은 장래확장 계획 등을 고려하여 설계하였다.

나. 교량현황

【표 2.5】연무IC교 교량 현황

위치 (STA)	교량형식			연장 (m)	폭원 (m)	사각 (deg)	비고
	상부	하부	기초				
0K+379	강합성형 (STEEL BOX)	교대:역T형 교각:라멘식	교대:강관말뚝 교각:강관말뚝	(2@30+2@45 +50)=200	24.3	90 °	

다. 설계기준

1) 설계속도

고속도로의 설계속도는 기하구조를 결정하는데 가장 기본적인 요소로서 계획도로의 중요도, 경제성, 지형 및 지역여건, 설계교통량등이며 자동차의 주행을 직접적으로 규정하는 곡선반경, 편구배, 종단구배 등의 기하구조 요소를 결정한다. 설계속도는 이와같은 도로의 중요성이나 도로의 성격에 관한 지표값의 의미를 나타내고 있으며, 특히 고속도로의 경우에는 고속도로의 특성과 고속주행의 효율성과 안정성을 확보하고 기 설계구간과의 동질성을 고려하여 도로의 구조시설 기준에 관한 규정에서 제시하는 설계속도 120km/hr를 적용하였다.

2) 폭원구성 및 횡단구배

• 폭 원

① 본 선

도로의 폭원은 차로, 중앙분리대, 길어깨로 구성되며 본선의 횡단구성은 다음과 같다.

【표 2.6】본선 횡단구성

구 분		단 위	적 용	비 고
차 선 수		차 로	4	양방향
도 로 폭 원	총 폭 원	m	23.4	보호 길어깨 제외
	차 로	m	14.4	4@3.6
	중 앙 분 리 대	m	3.0	
	길 어 깨	m	6.0	2@3.0
	측 대	m	0.5	길어깨측
		m	0.5	중앙분리대측
	보 호 길 어 깨	m	0.5	성토부 적용

② 연 결 로

【표 2.7】연결로 횡단구성

구 분		단 위	1 방 향	2 방 향	비 고
차 로 폭		m	3.6	3.6	
중 앙 분 리 대		m	-	2.5	
길 어 깨	우 측	m	2.5	2.5	
	좌 측	m	1.5	-	

• 횡단구배

① 차 로 부

직선구간의 표준 횡단구배는 2%로 하며 곡선부의 최대편구배는 본선 6%, 연결로 8%로 한다. 편구배 설치방법은 중앙분리대 양단을 회전축으로 사용하였으며 곡선반경별 적용편구배 및 접속설치율은 다음과 같다.

【표 2.8】 곡선반경별 편구배기준

편 구 배 (%)	곡 선 반 경					비 고
	설 계 속 도					
	120km/hr		50km/hr		40km/hr	
8	-		80이상	140미만	50이상 90미만	
7	-		140이상	180미만	90이상 130미만	
6	710이상	860미만	180이상	250미만	130이상 170미만	
5	860이상	1,070미만	250이상	370미만	170이상 210미만	
4	1,070이상	1,400미만	370이상	500미만	210이상 330미만	
3	1,400이상	1,990미만	500이상	800미만	330이상 510미만	
2	2,000이상	7,500미만	800이상	1,300미만	510이상 700미만	
표준구배	7,500이상		1,300이상		700이상	

【표 2.9】 접속 설치율 및 접속설치 길이

차도폭 (m)	설 계 속 도 (km/hr)	접 속 설 치 율 (m/m)	편구배별 접속설치길이(m)													
			2%		3%		4%		5%		6%		7%		8%	
			TL	L	TL	L	TL	L	TL	L	TL	L	TL	L	TL	L
4.6	50	1/115	21	11	27	16	32	21	37	27	42	32	48	37	53	42
	40	1/105	19	10	24	14	29	19	34	24	39	29	43	34	48	39
8.2	120	1/200	66	33	82	49	98	66	115	82	131	98	-	-	-	-

① 길어깨부

직선구간의 길어깨부 횡단구배는 4%로 하며 곡선부에서는 길어깨의 편구배를 내측은 차로구배와 동일하게 하고 외측은 차로와의 절대 구배차를 7%로 적용하였다.

차로구배별 길어깨 횡단구배는 다음과 같다.

【표 2.10】곡선부 길어깨 횡단구배

내 측 차 로	내측길어깨	외 측 차 로	외측길어깨	비 고
- 2	- 4	+ 2	- 4	
- 3	- 4	+ 3	- 4	
- 4	- 4	+ 4	- 3	
- 5	- 5	+ 5	- 2	
- 6	- 6	+ 6	- 1	

3) 기하구조기준

• 본 선

① 본 선

본 설계에서 기하구조기준은 「도로의 구조시설에 관한 규정」 및 「도로설계요령」에서 제시하는 제요소를 근간으로 가능한한 표준치 이상으로 적용하였다.

【표 2.11】기하구조기준

구 분		단 위	기 준 치	비 고
설 계 속 도		km/hr	120	
최 소 평 면 곡 선 반 경		m	710	
최 소 평 면 곡 선 장	교각 5° 미만	m	700/θ	
	교각 5° 이상	m	140	
최 대 표 준		%	3	
종 단 구 배	부득이한 경우	%	-	
최소종단곡선 변화 비율	불 룝 형	m/%	190	
	오 목 형	m/%	70	
종 단 곡 선 의 최 소 길 이		m	100	
최 소 정 지 시 거		m	280	
최 소 완 화 곡 선 장		m	70	
표 준 횡 단 구 배		%	2	
최 대 편 구 배		%	6	
완 화 곡 선 파 라 미 터		-	$R/3 \leq A \leq R$	

• 유출입시설

① 연결로 기하구조

【표 2.12】 연결로 기하구조

구 분		단 위	기 준 치			비 고
설 계 속 도		km/hr	60	50	40	
최 소 평 면 곡 선 반 경		m	130	80	50	
완화곡선을 생략할 수 있는 최소곡선반경		m	350	220	140	
최 소 평 면 곡 선 장	교각 5° 미만	m	350/ θ	300/ θ	250/ θ	
	교각 5° 이상	m	70	60	50	
최 대 종 단 구 배	평 지 부	%	6	7	7	
	산 지 부	%	8	10	11	
최소종단곡선 변 화 비 율	블 록 형	m/%	20	10	5	
	오 목 형	m/%	20	12	7	
종 단 곡 선 의 최 소 길 이		m	50	40	35	
최 소 정 지 시 거		m	85	65	45	
최 소 완 화 곡 선 장		m	35	30	25	
표 준 횡 단 구 배		%	2	2	2	
최 대 편 구 배		%	6	6	6	
완 화 곡 선 파 라 미 터			70	50	35	

② 노즈부근의 기하구조

【표 2.13】 노즈부근의 기하구조

설계속도 (km/hr)	최소평면 곡선반경 (m)	최소종단 곡선변화율(m/%)		최소종단 곡 선 장 (m)	최 소 완화곡선 파라미터
		블 록 형	오 목 형		
120	250	20	20	50	90

③ 본선 기하구조

【표 2.14】 본선 기하구조

본 선 설계속도 (km/hr)	최 소 곡선반경 (m)	종단 곡선 변화비율(m/%)		최 소 종단구배 (m)	비 고
		블 록 형	오 목 형		
120	1,000	240	110	2	

④ 가감속 차로장

【표 2.15】가감속 차로장

감속차로 규정길이(m)		가속차로 규정길이(m)		테 이 퍼 (m)	비 고
1차로	2차로	1차로	2차로		
170	200	300	450	70	

⑤ 종단구배구간의 가감속 차로길이 보정율

【표 2.16】종단구배구간의 가감속 차로길이 보정율

본선의 종단구배 (%)	내리막 구배					오르막 구배				
	0 ~ 2미만	2이상 ~ 3미만	3이상 ~ 4미만	4이상 ~ 5미만	5이상	0 ~ 2미만	2이상 ~ 3미만	3이상 ~ 4미만	4이상 ~ 5미만	5이상
감속차로의 길이보정율	1.0	1.10	1.20	1.30	1.35	1.0	0.95	0.90	0.85	0.80
가속차로의 길이보정율	1.0	0.80	0.70	0.60	0.50	1.0	1.20	1.30	1.40	1.50

4) 설계하중 및 시설한계

• 적용범위

본 설계에 적용한 표준시방서 및 설계기준은 다음과 같다.

- ① 콘크리트 표준 시방서 (1996)
- ② 철근콘크리트 설계편람(Ⅰ,Ⅱ) (1991)
- ③ 도로교 표준 시방서 (1996)
- ④ 도로의 구조, 시설 기준에 관한 규정 (1990)
- ⑤ 도로 설계 요령 (1992)
- ⑥ 기타 설계 기준

• 설계하중

강도 설계법에 의할 때는 극한 하중을 적용하고 허용응력 설계법에 의할 때는 사용하중을 적용해야 하며, 구조계산 하중조합은 사하중, 활하중, 충격, 건조수축, 크리프, 온도변화 그리고 지지점의 부등침하 등의 영향을 고려한 하중 조합중 가장 불리한 하중으로 설계하고 구조계산서에 상세히 기재한다.

① 사 하 중

사하중의 산출에 사용되는 재료의 중량은 도로교 표준 시방서에 따르며 실하중이 확실한 것은 그 값을 사용한다.

② 활 하 중

- 교 량

· 본선교량 : 본선 및 I.C교량 DB-24, DL-24

· 기타교량 : 해당 도로의 등급

- 교량 및 옹벽에 적용하는 노면 활하중

· 교량 등급에 관계없이 1.0T/m²으로 한다.

③ 설계방법 적용기준

- W.S.D(허용응력 설계법) : 철근 CON' C를 탄성체로 보고 재료에 적합한 안전율을 고려한 허용응력을 사용하여 설계하는 방법

- U.S.D(강도 설계법) : 실제 하중이 작용하여 부재가 파괴될 때에 CON' C의 압축응력 분포를 알아내어 이에 맞도록 적합한 하중(LOAD FACTOR)를 갖고 설계하는 방법

· 강도 설계법 적용 : R.C 구조물(슬라브, 교대, 교각, BOX)

· 허용응력설계법 적용 : P.C 구조물(상도설계법으로 안정성 검토)

강구조물

· 시설한계

① 도 로 : 4.8m이상(가급적 5.0m이상)

② 철 도 : 7.5m이상(관계기관과 협의)

5) 주요자재 사용기준

· 콘크리트

【표 2.17】 콘크리트 사용기준

종 류	기준강도 (kg/cm ²)	골재최대 치수(mm)	적 용 구 조 물	슬럼프 기 준	비 고
P . C	$\sigma_{ck}=400$	19	P.C 구조물 PREFLEX 아래 플랜지 신축이음장치 후타콘크리트	15 cm	BASE=8cm
1 종	$\sigma_{ck}=270$	25	라멘교(SLAB, 측벽, 기초, 날개벽) PREFLEX(복부, 가로보) 현장제작 철근 콘크리트판 교량접속슬라브, 완충슬라브	13,15 cm	BASE=8cm

【표 2.17】콘크리트 사용기준(계속)

종 류	기준강도 (kg/cm ²)	골재최대 치수(mm)	적 용 구 조 물	슬럼프 기 준	비 고
1 종 (섬유보강)	$\sigma_{ck}=270$	25	거더교 상부 슬래브	13,15cm	
2 종	$\sigma_{ck}=240$	25	필요시	15cm	
		32	터널라이닝 콘크리트 및 입출구시설, 교량하부구조(교각,교대,우물통기초) 및 날개벽, 철근콘크리트 옹벽, 연석, 암거, 암거접속 슬래브		
		40	강관이음용 철근콘크리트		
2종 수중	$\sigma_{ck}=240$ (육상300)	25	수중 콘크리트	15cm	
3 종	$\sigma_{ck}=210$	25	절, 성토부 도수로, 도수로 집수거, V형측구, L형측구(TYPE 3-4), U형 측구(TYPE 1-4,7), U형측구 뚜껑, 중분대 집수정, 노면집수정	8,15cm	
		40	중력식 옹벽, MASS콘크리트, 부대시설기초, 암거 및 배수관 APPROACH부 바닥콘크리트, 배수관 기초, U형측구(TYPE 5-6), 배수관 날개벽		
5 종	$\sigma_{ck}=150$	50	레벨링 콘크리트, 속채움콘크리트(우물통)	-	
L형 측구	$\sigma_{ck}=210$	19	TYPE - 1, 2, 콘크리트 다이크	2~5cm	
		25	TYPE - 3, 4	8cm	
중분대용	$\sigma_{ck}=240$	19	중분대 구체, 교량중분대, 난간 방호벽 : 섬유 보강 콘크리트	2~5cm	
중 간 층	$\sigma_{ck}=50$ (7일양생기준)	40	포장 LEAN 콘크리트	-	습윤포 6일 수침양생1일
포 장 용	$\sigma_{bk}=45$	32	포장슬래브, 통로암거접속부, 절성보강슬래브, 중분대 기초	4~6cm	

주) 현장여건 및 사용장비에 따라 골재치수는 변경될 수 있다.

• 철 근

KS D 3504에 적합한 재료를 기준으로 한다.

【표 2.18】철근 사용기준

종 류	허용응력(kg/cm ²)	적 용 콘 크 리 트
SD 40	$\sigma_y = 4,000$ $\sigma_{sa} = 1,800$	• 1종 콘크리트 • 일반적인 부재, 라멘의 구체(상부 및 하부)
	$\sigma_y = 4,000$ $\sigma_{sa} = 1,600$	• 1종 콘크리트 • 바닥판 및 지간 10m 이하의 슬래브교 • 수중 혹은 지하수위 이하에 설치
SD 30	$\sigma_y = 3,000$ $\sigma_{sa} = 1,500$	• 2종 콘크리트

• 강 재

① P.C 강재 : KS D 7002에 적합한 재료를 기준으로 한다.

SW PC7B(2종) 항복점강도 $\sigma_{py} = 160\text{kg/mm}^2$ 이상

항복점강도 $\sigma_{pu} = 190\text{kg/mm}^2$ 이상

② 일반강재

주 부 재 : SWS 490(상·하 플랜지, 복부판, 종 RIB, 주부재 연결판)

부 부 재 : SWS 400을 기준으로 한다.(주부재를 제외한 모든 부재)

• 주요재료 물리상수

① 콘크리트(도로교 표준시방서 P123,318,630,633)

탄성계수 : $E_c = W^{1.5} \cdot 4,270 \sqrt{\sigma_{ck}(\text{kg/cm}^2)}$ 에 준하되 다음값을 사용해도 좋다.

【표 2.19】콘크리트 탄성계수

강 도	400kg/cm ²	270kg/cm ²	240kg/cm ²
E_c	300,000	250,000	235,000
n	7	8	9

온도 팽창계수 : $\alpha = 1.0 \times 10^{-5}$

CREEP계수 : $\phi = 2.0$ (조강시멘트) 3.0(보통시멘트 사용)

건조수축계수 : 2.0×10^{-5}

② 철근의 탄성계수(도로교 시방서 P123)

$$ES = 2.04 \times 10^5 (kg/cm^2)$$

③ PC 강재(강연선) (도로교 시방서 P123)

- 탄성계수 : $E_p = 2.0 \times 10^6 (kg/cm^3)$
- 결보기 리락세이션율

【표 2.20】P.C 강재의 종류에 따른 결보기 리락세이션율

P.C 강재의 종류	결보기 리락세이션율(%)
P.C 강선, P.C 강연선	5
P.C 강 봉	3

P.C강재가 고온을 받을 경우 P.C강재의 결보기 리락세이션율을 위표의 값에 2% 가산한다.

④ 마찰손실(도로교 시방서 P755)

【표 2.21】마찰손실

긴장재의 형태	닥트의 형태	파장마찰계수 (K/m)	곡률마찰계수 (μ /rad)
P.C강선 또는 도금되지 않은 P.C강연선	금속쉬스	0.0066	0.30
	아연도금 금속쉬스	0.0050	0.25
	아스팔트 또는 그리스로 코팅되고 피복된것	0.0066	0.30
	아연 도금된 강성 덕트	0.0007	0.25
고강도 강봉	금속쉬스	0.0010	0.20
	아연도금된 금속쉬스	0.0007	0.15

⑤ 강재(도로교 시방서 P123)

- 탄성계수 : $ES = 2.1 \times 10^6 (kg/cm^2)$
- 온도팽창계수 : $\alpha = 1.2 \times 10^{-5}$

라. 교량형식 선정

1) 계획일반

- 교량형식의 선형, 지형 및 지질 그리고 기존교량의 건설경험과 교량 유지보수실적 등을 감안하여 선정하여야 하는바, 이들 요소를 요약하면 다음과 같다.
 - 경제성 (경간구성 및 재료)
 - 기능 (주행감)
 - 시공성 (가설방법, 공기, 시공관리)
 - 유지보수
 - 조형미 등
- 상기한 요소들을 감안한 본 구간의 교량형식 선정시 주요 고려사항은 다음과 같다.
 - 교량형식은 지형 및 주위 경관을 고려하여 미려한 구조가 되도록 하였다.
 - 상부구조는 차량주행시 쾌적성을 고려하여 가급적 연속구조형식으로 하였다.
 - 하부구조는 안정성에 중점을 두고 간단, 경제한 구조가 되도록 하였다.
 - 기초의 형식은 지반의 상황이나 기타조건을 충분히 조사, 검토한 후 상부구조에 적합하고 가장 안전하며 시공조건을 감안하여 경제적인 형식으로 하였다.
 - 형하공간
 - 도 로 : 5.0m이상 (가급적 5.2m이상)

2) 장대교 형식선정

◦ 연무IC교

■ 현 황

- 위 치 : STA. 0K+379 (RAMP-A)
- 평면선형 : 직 선
- 종단선형 : 3.8% ~ -3.7%
- 사 각 : 90°

■ 본 교량은 연무IC RAMP-A LINE에 위치하며 연약지반구간에 속하는 교량으로 천안~논산간 고속도로를 횡단한다. 당초안은 교량이 인접해 있어 시공성 확보차원에서 교량연장을 증가시켰으며, 양측교대에 EPS 공법을 사용하여 기초에 전달되는 수평력을 감소시켰다.

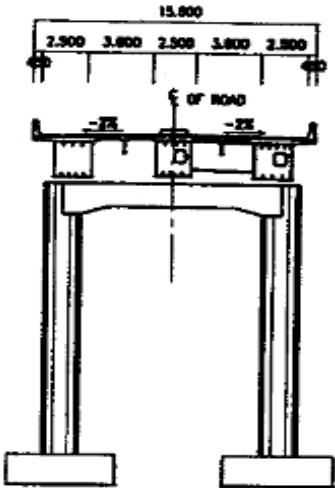
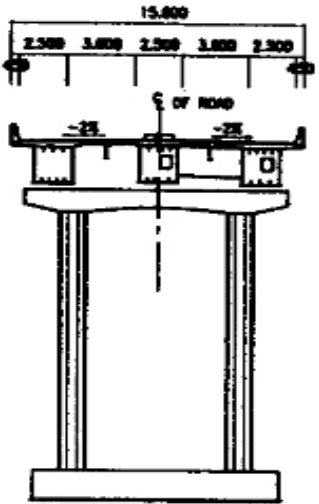
마. 연무IC교 교형비교(안)

【표 2.22】 교형비교(안)

구분		기 본 설 계 안	비 교 1 안
형 식	상 부	PC BEAM	ST. BOX GIRDER
	하 부	-	문 형
연 장		교 량 : 30m + 30m 토 공 : 35m	30+45+50+45+30 = 200m
개략 공사비		21억 9천만원	48억 4천만원
장 점		· 시공성 양호 · 공기 단축 · 품질관리 용이 · 합성단면으로 효율성 증대	· 시공성 양호 · 휨 및 비틀 강성이 큼 · ST. BOX 이동 및 운송 양호 · 연장은 증가하나 시공성 확보
단 점		· 해석시 하중 횡분배 고려 · 곡선부 적용 불리 · 제작장 확보 필요 · 램프교량이 인접하여 도로시공성 난해	· 유지관리시설 필요 · 연결부 및 지점부에 대한 정밀 해석 필요
건 의 안			○

바. 연무IC교 하부 형식 비교(안)

【표 2.23】 하부형식비교(안)

공 종	비 교 1 안	비 교 2 안
형 식	문 형	π 형
단 면		
특 징	• 미관 양호 • 시공성 양호 • 구조적 안정감 • 라멘 형식으로 횡방향력에 유리 • 내진 저항성 우수 • 교각이 높고 교폭이 넓은 경우에 구조적으로 유리	• 미관 비교적 양호 • 시공성 복잡 • 구조적 안정성 비교적 유리 • 내진 저항성 양호 • 교각이 넓은 경우 유리
건 의 안	○	

사. 내진설계 적용내용

1) 교량 내진설계 기본방향

- 본 과업구간은 충청남도 논산시에 위치하고 있어 내진 1등급 지역에 해당하고 있으므로 가속도계수 $A=0.14g$ 로 교량형식에 관계없이 모든 구조물을 내진 1등급교로 설계하였다. (도시 P.766)
- 지진시 교량의 붕괴방지는 낙교방지와 교각의 안정을 최대 주안점으로 하였다.
- 점성스토퍼나 면진받침 등의 특수장비는 국내에 활성화되어 있지 않고 경제성 및 시공성 유지관리 등 관련문제가 많으므로 지진시 낙교를 확실하게 방지할 수 있도록 전단 KEY를 매교각에 설치 하였다.
- 구조적으로 허용하는 한 고정받침을 여러개소에 사용하여 수평력을 분산시켜 현재 국내 생산가능한 받침을 적용토록 하였다.
- 상부구조로부터 고정받침이나 전단 KEY에 적용하는 수평력 산정과 수평력에 의한 교각 설계를 면밀히 하였다.

2) 내진설계 기준

① 강합성형 BOX교

- 교축방향, 교축직각방향으로 전단 KEY 설치

② 하부구조

- 교각, 교대 및 기초 모두 지방서에서 규정한 대로 내진설계를 실시(도로교시방서, 제 6장 기초 및 교대의 내진설계 P.787)

아. 유지관리시설

교량 구조물 건설에 있어서 공기내에 안전하고 경제적으로 건설할 수 있는 구조로 설계하는 것도 중요하지만 증대하는 사회 간접자본의 수요에 부응하고, 시간의 경과에 따른 노후화를 최소화하여 장기적인 효율성을 갖고 효율적인 유지관리방법을 확립해 놓지 않으면 안 될 것이다.

신설교량의 계획에 있어서는 완성후의 유지관리가 용이하도록 구조 및 설비를 충분히 강구하여야 하며 공용기간중 일관성 있게 관찰 및 점검·보수를 계획하는 것이 매우 중요한 유지관리의 한 방안이다.

1) 강교 유지관리 시설

고속도로 이용차량의 대형화, 중량화, 통행증가와 구조물 노후화로 인한 피로, 파손 상태를 조기발견,, 구조물을 적기에 효율적으로 보수하여 도로의 기능보존 및 이용자의 편의와 안전을 도모하며 관계기관(공문참조)에서는 본 사항을 실시설계시 반영토록 하였는바 본 실시설

계에서 충분히 검토하여 적용토록 하는데 있다.

【표 2.24】강교 유지관리 시설 설치 현황

시설물	용도	비고
맨 홀	강교의 BOX내부로 유지관리 요원 출입	
환기용 개구부 및 받침대	정기적인 STEEL BOX내부 도장작업시 유독가스 배출	
조 명 등	STEEL BOX 내부조사, 점검 등의 작업능력 증대	

2) 교량 점검로 시설

교량구조물(본체, 슬래브의 균열 및 강교도장, 받침부의 노후화 정도, 배수장치)의 일상점검 및 천재지변 발생시 구조물의 조기 안전진단 및 노후화에 따른 구조물 점검을 하기 위함.

【표 2.25】하부구조 점검시설 설치 현황

구분	종류	형태	이용목적	비고
점검시설	점검계단	교대부 점검로	- 교대 성토(절토)를 따라 계단식 설치 - 교량 접근로	
	고정식 계단	검사통로 형식	- 주형하부에 설치 - 주형, 바닥판, 지점부 점검 - 교각 및 상·하부 연결장치 점검	
		사다리 형식	- 교각 및 상·하부 연결장치 점검	
	이동식 시설	이동식 점검대	- 교량상부구조 점검 - 지점부 점검 - 유지관리 필요	
		이동식 곤돌라	- 교각 등 수직구조물 점검	

자. 교면포장

본 구간의 교면포장은 ASCON포장과 콘크리트포장을 다음과 같이 비교 검토한 결과 시공성 및 주행성이 양호한 ASCON포장으로 설계하였다.

【표 2.26】 교면포장 비교표

구분	아스콘포장(t=8cm)	콘크리트포장(t=4cm)
단면도		
특징	• 시공이 용이하다. • 유지보수가 용이하다. • 주행성이 용이하다. • 종곡선 처리가 용이하다. • 변단면 처리가 용이하다. • 토공부는 콘크리트 포장이고 교량부는 아스콘 포장이 되어 미관상 연속성이 없어 보임.	• 마모층 마모시는 아스콘으로 보강하여야 한다. • 처짐시 표면에 크랙이 발생하기 쉽다. • 테크휘티샤 면고르기를 하여야 한다. (콘크리트타설 공기가 길다) • 주행성이 불량하다. • 종곡선 처리가 어렵다. • 변단면 처리가 어렵다. • 폭이 넓은 교량처리가 어렵다.(시중의 테크휘티샤 폭보다 넓은 경우)

차. 교면방수

도로공사에서 시험하여 성능을 확인 바 있으며, 방수성이 우수하고 내구성, 내활성이 양호하며 가격이 보통인 Sheet방수를 차도구간에 적용토록 하였다.

카. 교좌장치

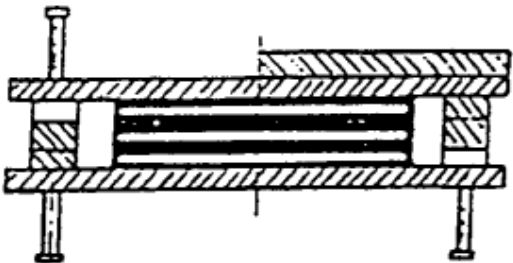
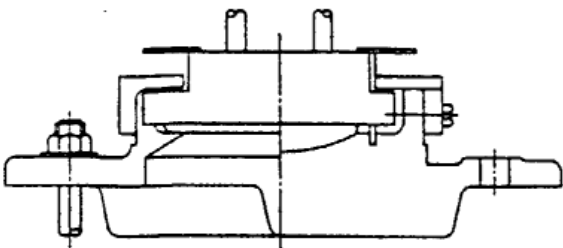
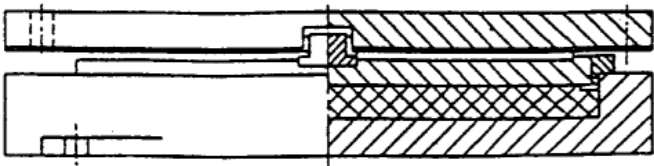
1) 교좌장치 선정

본 과업에서는 상부하중, 횡방향 신축량 및 교량형식 등의 제반여건을 감안하여 다음과 같이 선정하였다.

상부반력 175ton이하인 강합성교 경우에는 급격한 수평력(지진하중)에 저항성이 우수한 탄성고무 받침을 선정하였으며, 상부반력이 큰 강상형교에서는 장대교량의 특성에 적합한 POT받침을 적용하였다.

2) 받침형식비교

【표 2.27】교량받침 형식 비교표

구분	탄성받침	고력활동주물받침판 받침	불소수지 받침판 받침
형태			
재질	• CHOROPORENE계의 합성고무	• 몸체 : 탄성주강 • 지압판 : 고력활동주물	• 몸체 : 주강, 강재 • 지압판 : 천연고무 및 PTFE
회전기구	• 전방향 탄성변형	• 일방향, 전방향 미끄러짐	• 전방향 탄성변형
지압기구	• 평면지압 $\sigma = P/A$	• 평면지압 $\sigma = P/A$	• 평면지압 $\sigma = P/A$
용도	• 소교량에 사용 • 특히 사교, 곡선교, 넓은 폭의 SLAB교에 사용	• 작은 규모의 PlateGirder나 SLAB교로부터 큰 규모의 BOX GIRDER교에 사용	• 사교, 곡선교, 넓은 폭의 SLAB 및 BOX GIRDER에 사용
사용범위	• 이동량 80mm이하 • 마찰계수 0.55 • 반력 300ton이하	• 이동량 100mm이하 • 마찰계수 0.15 • 반력 1,000ton이하	• 이동량 250mm이하 • 마찰계수 0.10 • 반력 5,000ton이하
장점	• 설치 및 유지관리가 용이하다. • 임의 형상으로 제작이 가능하다. • 모든 방향으로 회전 및 신축이 가능하다. • 사각이 큰 사교에서 둔각부의 큰 반력에 의한 고무받침의 탄성변위가 둔각부의 부반력을 방지한다. • 지진시 횡방향 동요에 대한 저항증대 • 구조가 간단하여 감쇄효과가 크다.	• 회전기능이 우수하다.(전방향으로 가능) • 회전이 큰 곳, 회전방향이 이동방향과 일치하지 않는 곳 등에 사용할 때 유리하다. • 제작 및 설치가 용이	• 회전에 따른 하중의 편심이 작아 유리하다. • 반력이 커질수록 다른 받침의 종류보다 경제성이 증가되므로 장대교 건설이 늘어나는 현 추세에 적합하다. • 윤활유 주입으로 수명을 늘릴 수 있으며 고온과 저온에서 특성이 좋아진다.
단점	• 고하중용으로는 면적이 커지고 지간이 길어지면 이동량 확보를 위하여 두께가 과다하게 증가된다.	• 반력이 커지면 상대적으로 받침 크기가 커지므로 하부구조 형상에 불리하다. • 횡방향 이동량이 작다.(10mm정도)	
채택안	P.C빔, R.C슬래브		강상형, P.C BOX
검토의견	교량의 연결부는 상부구조의 사하중 및 활하중 등을 원활하게 하부구조로 전달하는 역할을 수행하며, 고무와 강판을 교대로 중첩하여 부착한 적층고무체의 중심에 납으로 된 BLOCK을 넣어 일체화 시킨 탄성받침은 지진시의 진동에너지를 흡수하고 각 교각에 수평력을 분산시켜 지진과 같은 급격한 수평력에 저항성이 우수하므로 P.C BEAM교 등 비교적 소형규모의 BEARING인 탄성받침을 채택하였으며, 장대교량 및 강교와 같이 연직력이 크고 교축방향의 이동량이 큰 교량은 이에 충분히 저항할 수 있고 저항이 적으며 ‘91년 제정된 한국공업 규격 KSF 4424의 규정에 의거 품질관리 및 규격화가 가능한 불소수지의 받침판 받침을 사용하는 것이 바람직할 것으로 사료됨.		

타. 신축이음장치

신축이음장치는 교량구조의 특성 및 규모에 따라 차이가 있으므로 평탄성이 우수하고 구조물에 주는 영향을 최소화 하는 형식으로 선정함을 기준으로 하였는바, 현재 개발된 수많은 신축이음장치 제품이 있으나 상호간의 비교는 상당히 난이하며 설사 제품이 우수하더라도 설치 시공상의 오차로 인해 구조물 및 차량주행에 악영향을 미치는 경우도 있으므로 본 과업에서는 교량별 신축이음량에 의해 소교량에는 NB-TYPE, 장대교량에는 Rail-TYPE을 적용하였다.

2.2.3 구조계산서 검토

가. 구조검토 조건

【표 2.28】연무IC교 구조검토 조건

구 분	주요 검토내용	
설계기준	- 콘크리트 표준시방서(1996. 06.) - 도로교 표준시방서(1996. 06) - 도로설계요령	
사용재료	구 분	주요 검토내용
	설 계 강 도	- 콘크리트 : $\sigma_{ck}=270\text{kg/cm}^2$, 240kg/cm^2(하부구조) - 철 근 : $\sigma_y=4,000\text{kg/cm}^2$(SD40), $3,000\text{kg/cm}^2$(SD30) - 강재 - SWS 490 : $\sigma_{all}=1,900\text{kg/cm}^2$, $\tau_{all}=1,100\text{kg/cm}^2$, $E_s=2.1 \times 10^6\text{kg/cm}^2$ - SWS 400 : $\sigma_{all}=1,400\text{kg/cm}^2$, $\tau_{all}=800\text{kg/cm}^2$, $E_s=2.1 \times 10^6\text{kg/cm}^2$
	탄 성 계 수	- 콘크리트 : $250,000\text{kg/cm}^2$(바닥판), $235,000\text{kg/cm}^2$(하부구조) - 철근 : $2,040,000\text{kg/cm}^2$ - 강재 : $2,100,000\text{kg/cm}^2$

【표 2.28】연무IC교 구조검토 조건(계속)

구 분	주요 검토내용		
상부구조	• 적용하중		
	구 분		하중종류별 주요 고려사항
	강 박스 거더	사하중	• 철근콘크리트 $\gamma_c = 2,500\text{kg/m}^3$, 아스팔트포장 $\gamma_a = 2,300\text{kg/m}^3$, 강재 $\gamma_s = 7,850\text{kg/m}^3$
		활하중	• DB-24, DL-24 • 충격계수 : $I = 15 / (40 + L)$ • 상부구조 전폭을 기준
		크리프	• 크리프 계수 : 2
		건조 수축	• 건조수축에 의한 크리프 계수 : 4 , 최종수축율 : 18×10^{-5}
		온도차	• 온도차 : $\pm 10^\circ\text{C}$, 선팽창계수 : 1.2×10^{-6}
	바 닥 판	사하중	• 방호벽 자중 • 슬래브 두께 • 포장두께
		활하중	• 유효폭 : $E = 0.8X + 1.14$ • 충격계수 산정식 : 강박스 거더와 동일
		충돌 하중	• 설계속도 : $V = 120\text{km/hr}$ • 작용높이 : $H = 1.0\text{m}$ (방호벽측, 중분대측) • 충돌하중 : $(V/60)^2 + 0.750 + 0.250$
		풍하중	• 적용 풍하중 : 150kg/m^2 (활하중 재하시) , 300kg/m^2 (활하중 비 재하시)

【표 2.28】연무IC교 구조검토 조건(계속)

구 분	주요 검토내용	
상부구조	적용하중	
	구 분	하중종류별 주요 고려사항
	상부구조 반력	상부구조에 작용하는 사하중 및 활하중
	하부구조 사하중	철근콘크리트 $\gamma_c = 2,500\text{kg/m}^3$
	Shoe 마찰력(교축방향)	마찰계수 : 0.04 적용
	풍 하 중	- 상부구조에 작용하는 풍하중(각형) - 활하중 재하시 : 150kg/m^2 - 활하중 비재하시 : 300kg/m^2 - 하부구조에 작용하는 풍하중(각형) - 활하중 재하시 : 150kg/m^2 - 활하중 비재하시 : 300kg/m^2
	지진하중	“도로교 표준시방서(1992, 건설부)_제 V편 내진설계편 “ 또는 “2.2.1 설계기준 검토_내진설계 세목” 참조.
	하중조합	
	구 분	하 중 조 합
	하부구조 (교 각)	활하중 재하시와 비재하시로 구분 ⇒ 하중조합은 “도로교 표준시방서(1996, 건설부)_3.3.2 설계 하중조합” 또는 “2.2.1 설계기준 검토_라. 구조설계기준” 참조.

나. 구조검토 결과요약

1) 상부구조

【표 2.29】연무IC교 상부구조 구조검토 결과요약

구 분		주요 검토내용	비 고
상부 구조	바닥판	- 검토조건 - 단면폭 $b = 100.0\text{cm}$, 유효깊이 $d = 24.0\text{cm}$ - 사용철근량 $A_s = H19@6.667 = 19.101\text{cm}^2$ - 설계휨모멘트 검토 - $M_u = 11.016\text{t}\cdot\text{m} < \phi M_n = 14.505\text{t}\cdot\text{m} \rightarrow \therefore \text{O.K}$	
	중간부	- 검토조건 - 단면폭 $b = 100.0\text{cm}$, 유효깊이 $d = 19.0\text{cm}$ - 사용철근량 $A_s = H19@6.667 = 19.101\text{cm}^2$ - 설계휨모멘트 검토 - $M_u = 7.049\text{t}\cdot\text{m} < \phi M_n = 11.258\text{t}\cdot\text{m} \rightarrow \therefore \text{O.K}$	

주) 기존 구조계산서 결과 요약시 기호 및 단위계는 원구조계산서와 동일하게 표기함.

2) 하부구조

【표 2.30】연무IC교 하부구조 구조검토 결과요약

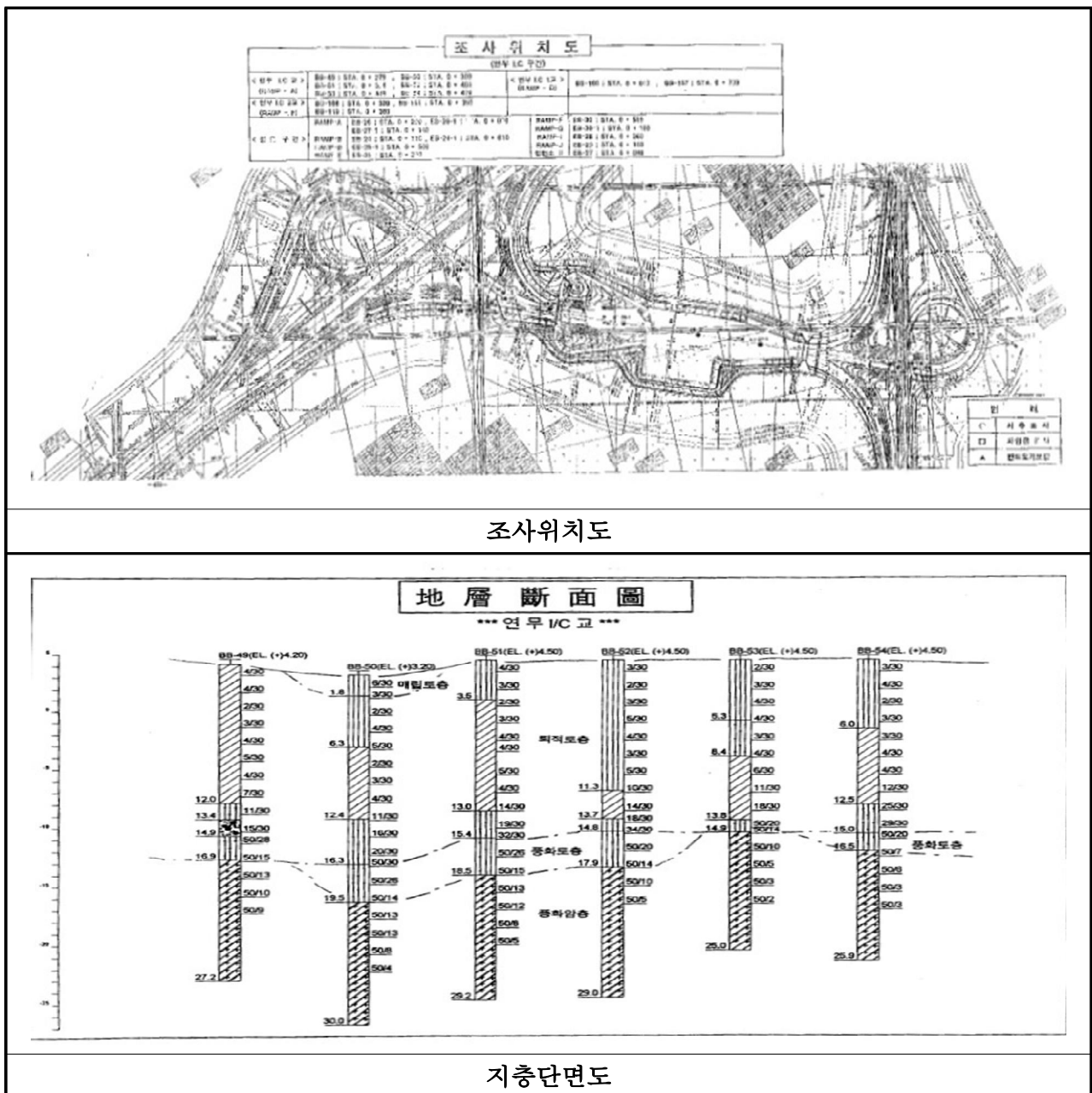
구 분			주요 검토내용	비 고
하부 구조	교대	홍벽	- 검토조건 - 단면폭 $b = 100.0\text{cm}$, 유효깊이 $d = 70.0\text{cm}$ - 철근 피복두께 $d_c = 10.0\text{cm}$ - 단면검토 - $M_u = 21.402\text{t}\cdot\text{m} < \phi M_n = 33.409\text{t}\cdot\text{m} \rightarrow \therefore \text{O.K}$	
		벽체	- 검토조건 - 단면폭 $b = 100.0\text{cm}$, 유효깊이 $d = 140.0\text{cm}$ - 철근 피복두께 $d_c = 10.0\text{cm}$ - 단면검토 - $M_u = 58.085\text{t}\cdot\text{m} < \phi M_n = 90.882\text{t}\cdot\text{m} \rightarrow \therefore \text{O.K}$	

주) 기존 구조계산서 결과 요약시 기호 및 단위계는 원구조계산서와 동일하게 표기함.

2.2.4 토질 및 지반조사 자료검토

가. 개요

- 1) 현장조사 : 1996년 3월 ~ 1996년 4월
- 2) 실내시험 : 1996년 4월 ~ 1996년 6월
- 3) 성과분석 및 보고서 작성 : 1996년 6월 ~ 1997년 9월
- 4) 위치 : STA. 0+000 ~ 17+600
- 5) 해당위치 교량명 : 연무IC교



【그림 2.3】 연무IC교 토질조사 위치도 및 지층단면도

나. 조사결과

연장 195m로 계획된 본 교량에서는 총 6개소의 시추조사를 계획하였으며 각 시추공별 지층의 두께는 다음과 같다.

【표 2.31】 연무IC교 지반조사 결과

구 분	매립 토층 (m)	표토층 (m)	퇴 적 층 (m)			풍화 토층 (m)	풍화 암층 (m)	연암층 (m)	경암층 (m)	굴진 심도 (m)	비 고 (SPT횟수)
			점토	모래	자갈						
BB-49	-	-	12.0	1.4	1.5	2.0	13.0	-	-	27.2	15
BB-50	1.8	-	10.6	3.9	-	3.2	10.5	-	-	30.0	18
BB-51	-	-	13.0	2.4	-	3.1	10.7	-	-	29.2	17
BB-52	-	-	13.7	1.1	-	3.1	11.1	-	-	29.0	15
BB-53	-	-	10.7	3.1	-	1.1	10.1	-	-	25.0	15
BB-54	-	-	12.5	2.5	-	1.5	9.4	-	-	25.9	15

1) 매립토층

본 층은 BB-50공의 최상부층으로 1.8m의 두께로 형성되어 있으며 토성은 점토가 혼재된 실트층(ML)으로 구성되어 있다. 표준관입시험에 의한 N치는 6으로 보통의 연경도를 보이고 있다.

2) 퇴적층

본 층은 BB-49, 51, 52, 53, 54공에서 최상부층을 이루고 있으며 BB-50 공에서는 매립층 하부에 나타난다. 층후는 13.8m~15.4m를 보인다. 본 퇴적층은 점토, 모래, 자갈층으로 구성되며 점토층은 BB-49, 50, 51, 52, 53, 54 공에서 10.6~13.7m의 층후로 N치 2~18정도의 매우연약~매우단단한 연경도를 가진다. 모래층은 BB-49, 50, 51, 52, 53 공에서 층후 1.1~3.9m로 N치 3~29정도의 매우느슨~보통의 상대밀도를 갖는다. 한편 자갈층은 BB-49 공에서만 나타나며 1.5m의 얇은 층후를 가지는 모래와 자갈의 혼층으로 N치 15정도로 보통의 상대밀도를 보이고 있다.

3) 풍화토층

본 지층은 BB-49, 50, 51, 52, 53, 54 공에서 14.8~16.3m의 출현심도를 보이며 1.1~3.2m의 두께로 분포하고 있다. 본 층의 토성은 실트질 모래(SM)로 구성되어 있다. 표준관입시험에 의한 N치는 32~50/20범위의 조밀~매우조밀한 상태의 상대밀도를 보이며 심도가 깊어짐에 따라 점차 조밀해지는 양상을 보인다.

4) 풍화암층

본 층은 모암이 심하게 풍화가 진행된 상태로 모암의 조직과 형태는 그대로 잔존하고 있다. 본 암은 BB-49, 50, 51, 52, 53, 54 공에서 14.9~19.5m의 출현심도를 보이며 시추종료심도 이하까지 연장된다.

2.2.5 기 정밀안전진단 분석

가. 외관조사 결과

구 분	기존 정밀안전진단 (2013년)	비 고
교면 포장	·아스콘 균열 및 망상균열 ·아스콘 함몰 및 하부 공동	·아스콘 균열보수, 팻칭보수 ·다짐 및 부분재포장 실시
방호 울타리	·균열 ·균열백태 ·차수판 변형, 고정볼트 탈락 ·연석부 콘크리트 파손, 표면열화, 콘크리트 박락 등	·균열부 주입보수 ·주의관찰 ·재체결, 주의관찰 후 교체 실시 ·단면보수 후 주의관찰
바닥판 하면	·캔틸레버 균열 ·지점측 바닥판 박락, 층분리	·균열(폭 0.3mm이상) 주입보수, 이외의 균열은 주의관찰 ·단면보수 후 주의관찰 필요
배수 시설	·전반적으로 상태 양호	·지속적인 관찰 및 점검
Steel Box 거더	·하부플랜지(LF) 이물질퇴적, 부식 ·도장박리, 도장긁힘 ·변형, 용접부 Pit	·청소 후 주기적인 점검 ·손상부 제거 후 재도장 ·지속적인 주의관찰
가로보 세로보	·부식	·재도장 후 주의관찰 실시
신축 이음	·후타재 균열 ·본체 유간토사퇴적, 부식 ·포장접속부 단차 ·신축이음 하부 누수	·주입보수 후 주의관찰 ·유간청소 및 주의관찰 ·보수시 토사채움 및 재포장 ·신축이음 하부 물받이 설치
교량 받침	·받침콘크리트 재료분리 ·받침모르타르 균열 ·교량받침 및 실린더 부식	·단면보수 후 주의관찰 ·지속적인 주의관찰 후 손상 확대시 보수 ·받침부식부위는 재도장을 통 한 보수가 요구됨
교대 교각	·보수부 재균열, 균열 ·교각 마감불량, 박락, 재료분리 등 ·교대 사면부 함몰 등	·균열(폭 0.3mm이상) 주입보수 ·단면보수 후 주기적인 관찰 ·주의관찰 후 보수실시

나. 내구성 조사

시험명	시험 결과																
비파괴 강도	구분			설계기준(MPa)		조사결과(MPa)		평가결과(%)									
	연무IC교	상부 구조	반발경도	27.0		27.4~27.6		101.5~102.2									
			초음파법							27.2~27.7		100.7~102.6					
		하부 구조	반발경도	24.0		24.3~25.3		101.3~105.4									
			초음파법							24.1~24.9		100.4~103.8					
	◦콘크리트 강도 조사결과 설계기준강도와 비교할 때 상·하부구조 모두 반발경도법과 초음파속도법에서 기준강도를 상회하는 것으로 평가되어 강도상의 문제점이 없는 것으로 판단된다.																
철근 탐사	구분			철근종류	측정결과		설계도면 기준										
					피복	간격	피복	간격									
	연무IC교	상부 구조	켄틸레버 하면	주철근	44~55	255~308	40	300 150~300									
				배력철근	65~85	118~305											
		하부 구조	교대	주철근	97~110	295~305	100	300 150 300 300 100 200									
				배력철근	122~133	148~155											
			교각	코 평	주철근	98~103					290~308						
					배력철근	110~119					285~297						
				기둥	주철근	102~128					96~105						
					배력철근	85~108					185~210						
				◦철근탐사를 결과, 부재별로 설계도면과 비교시 철근배근간격 및 피복두께는 상·하 구조의 부재별로 다소의 편차가 있는 것으로 조사되었으며 지속적인 점검 및 관찰을 실시한다면 문제는 없을 것으로 판단된다.													
				구분							탄산화 깊이 (mm)	피복두께 (mm)	탄산화잔여깊이 (mm)	결 과			
		연무IC교	상부구조		4.0~5.0	44~51	39.0~46.0	a									
			하부구조		7.0~8.0	97~100	89.0~93.0	a									
		◦탄산화시험 수행 결과 측정 심도는 상부구조 4.0mm ~ 5.0mm, 하부구조 7.0mm ~ 9.0mm으로 조사되어 건전성 평가 기준에 의거 탄산화 잔여깊이가 30mm이상인 『 a 』 로 평가되었으며, 탄산화에 의한 철근 부식 등 내구성 저하의 가능성은 적을 것으로 판단된다.															

시험명	시험 결과							
염화물	측정위치		깊이(mm)	염화물 함유량		결 과		
				Cl-(%)	Cl-(kg/m³)			
	연무IC교	S4 켄틸레버 하면	0~10	0.007	0.158	a		
			10~20	0.005	0.113	a		
			20~30	0.005	0.113	a		
		P1 기둥부	0~10	0.006	0.136	a		
			10~20	0.006	0.136	a		
			20~30	0.005	0.113	a		
		P3 기둥부	0~10	0.006	0.136	a		
			10~20	0.006	0.136	a		
			20~30	0.005	0.113	a		
	◦안전점검 및 정밀안전진단 세부지침(2010. 12)을 토대로 전염화물에 대하여 평가하였으며, 채취한 시료의 전염화물 함유량 분석결과, 염화물함유량이 낮아 부식발생 우려가 없는 상태인 a로 평가되었다.							
균열 깊이	측 정 위 치		초음파 전달시간 (×10 ⁻⁶ sec)		균열폭 (mm)	최 소 피복두께 (mm)	균 열 깊 이 (mm)	
			균열부 (Tc)	건전부 (To)				
	연무IC교	상부 구조	S1 켄틸레버	47.1	32.6	0.3	30.5	52.2
		하부 구조	P4 코핑	66.9	30.3	0.3	102.0	98.4
◦균열깊이의 측정은 Cw=0.3mm의 균열을 대상으로 실시하였으며 그 결과 일부 균열심도가 콘크리트 피복두께를 초과하여 발생된 것으로 나타났다. 다만, 균열부위를 통한 철근노출 및 부식, 누수 등은 없는 상태로서 내구성 확보를 위하여 주입보수가 필요할 것으로 판단되며, 피복심도 이하의 경우에도 마찬가지로 균열 폭을 고려할 때 주입보수를 실시하는 것이 바람직 할 것이다.								
도막 두께	측정위치		측 정 값(μm)			시방 기준	비고	
	연무IC교	거더 외부	232 ~ 242			215	양 호	
		거더 내부	204 ~ 214			175	양 호	
	◦도막두께는 도로교 표준시방서의 “일반환경의 증방식 도장”의 기준치인 교량 내부 175μm, 교량 외부 215μm을 토대로 평가하였다. 측정결과 시험대상 전 부재에서 도막두께는 양호한 것으로 평가되어 내구성 저하의 원인이 될 수 있는 요인은 없는 것으로 검토되었다.							

주) 피복두께는 철근탐사 실측치 및 설계도면(순피복) 적용.

다. 내하력평가

1) 거더의 내하력평가

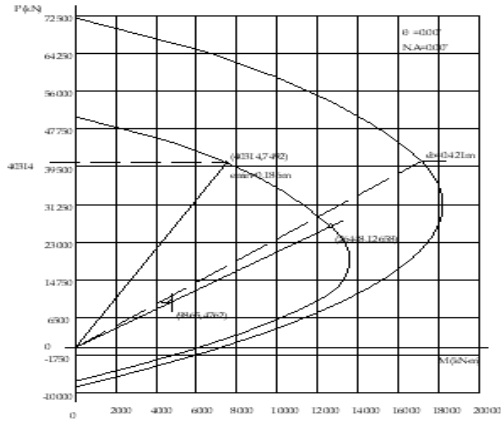
구 분		발생응력(MPa)			내하율	기본 내하력
		허용	고정하중	활하중		
최대 정모멘트부	상 연	190.000	45.449	6.470	22.341	DB-24 이상
	하 연	190.000	50.667	-21.815	6.387	
최대 부모멘트부	상 연	190.000	105.482	-40.549	2.084	
	하 연	190.000	92.784	39.769	2.445	

2) 바닥판의 내하력평가

구 분	$\varnothing M_n$ (kN · m)	M_d (kN · m)	$M_{l(1+i)}$ (kN · m)	내하율	기본내하 력
켄틸레버부	131.515	14.913	37.440	1.392	DB-24 이상
중양부	59.179	1.999	22.360	1.176	

3) 교각 안전성 검토

■ 하중조합 : LCBF2



■ 평형편심 상태

$$e_b = 0.421 \text{ m}$$

$$\phi P_b = 28962.802 \text{ kN}$$

$$\phi M_b = 12195.954 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

■ 작용편심에서의 설계강도

$$e = 0.479 \text{ m}$$

$$\phi P_n = 26447.52 \text{ kN} \geq P_u = 9865.086 \text{ kN}$$

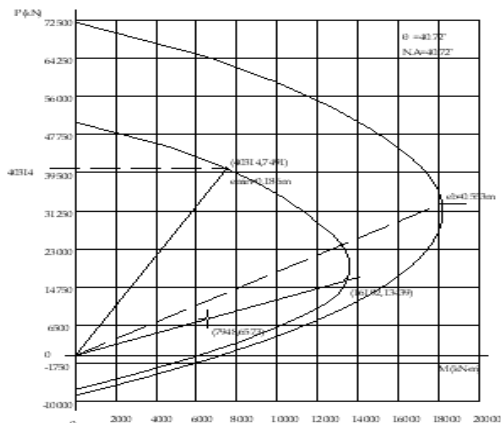
$$\therefore \text{OK}$$

$$12657.647 \text{ kN} \cdot \text{m} \geq M_u = 4762.188$$

$$\phi M_n = \text{kN} \cdot \text{m}$$

$$\therefore \text{OK}$$

■ 하중조합 : LCBF12



■ 평형편심 상태

$$e_b = 0.553 \text{ m}$$

$$\phi P_b = 26139.934 \text{ kN}$$

$$\phi M_b = 14457.291 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

■ 작용편심에서의 설계강도

$$e = 0.830 \text{ m}$$

$$\phi P_n = 16191.828 \text{ kN} \geq P_u = 13439.22 \text{ kN}$$

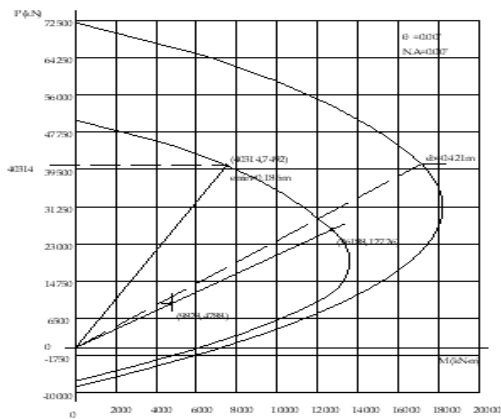
$$\therefore \text{OK}$$

$$13439.22 \text{ kN} \cdot \text{m} \geq M_u = 6573.09$$

$$\phi M_n = \text{kN} \cdot \text{m}$$

$$\therefore \text{OK}$$

■ 하중조합 : LCBF1



■ 평형편심 상태

$$e_b = 0.421 \text{ m}$$

$$\phi P_b = 29022.302 \text{ kN}$$

$$\phi M_b = 12221.009 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

■ 작용편심에서의 설계강도

$$e = 0.486 \text{ m}$$

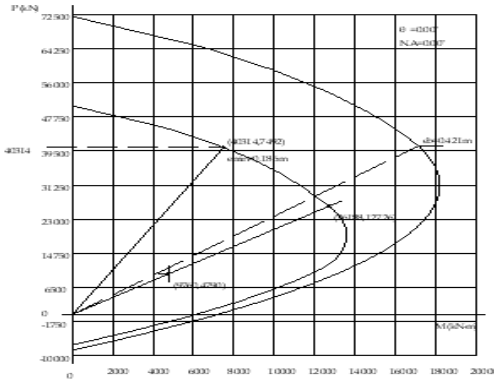
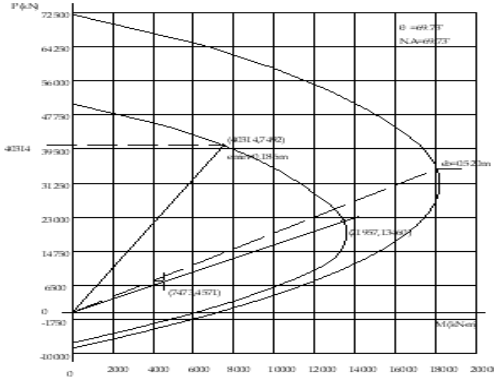
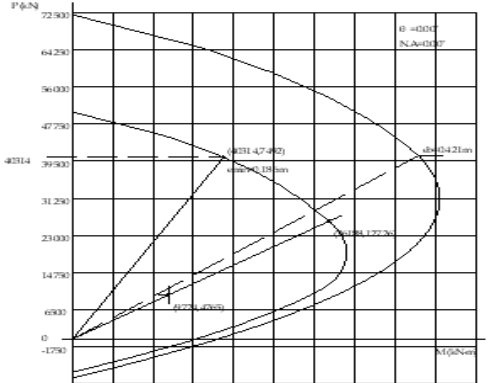
$$\phi P_n = 26188.278 \text{ kN} \geq P_u = 9827.772 \text{ kN}$$

$$\therefore \text{OK}$$

$$12725.888 \text{ kN} \cdot \text{m} \geq M_u = 4788.292$$

$$\phi M_n = \text{kN} \cdot \text{m}$$

$$\therefore \text{OK}$$

■ 하중조합 : LCBF1 	■ 평형편심 상태 $eb = 0.421 \text{ m}$ $\phi Pb = 29022.302 \text{ kN}$ $\phi Mb = 12221.009 \text{ kN} \cdot \text{m}$ ■ 작용편심에서의 설계강도 $e = 0.486 \text{ m}$ $\phi Pn = 26188.278 \text{ kN} \geq Pu = 9760.302 \text{ kN}$ $\therefore \text{OK}$ $12725.888 \text{ kN} \cdot \text{m} \geq Mu = 4789.757$ $\phi Mn = \text{ kN} \cdot \text{m}$ $\therefore \text{OK}$
■ 하중조합 : LCBF12 	■ 평형편심 상태 $eb = 0.520 \text{ m}$ $\phi Pb = 25712.507 \text{ kN}$ $\phi Mb = 13380.745 \text{ kN} \cdot \text{m}$ ■ 작용편심에서의 설계강도 $e = 0.613 \text{ m}$ $\phi Pn = 21956.717 \text{ kN} \geq Pu = 7472.825 \text{ kN}$ $\therefore \text{OK}$ $13460.238 \text{ kN} \cdot \text{m} \geq Mu = 4570.843$ $\phi Mn = \text{ kN} \cdot \text{m}$ $\therefore \text{OK}$
■ 하중조합 : LCBF2 	■ 평형편심 상태 $eb = 0.421 \text{ m}$ $\phi Pb = 29022.302 \text{ kN}$ $\phi Mb = 12221.009 \text{ kN} \cdot \text{m}$ ■ 작용편심에서의 설계강도 $e = 0.486 \text{ m}$ $\phi Pn = 26188.278 \text{ kN} \geq Pu = 9724.027 \text{ kN}$ $\therefore \text{OK}$ $12725.888 \text{ kN} \cdot \text{m} \geq Mu = 4765.252$ $\phi Mn = \text{ kN} \cdot \text{m}$ $\therefore \text{OK}$

P-M 상관도를 통한 교각 안전성 검토결과 안전성을 충분히 확보하고 있는 것으로 평가되었다.

라. 상태평가 및 안전등급

1) 안전성평가 결과

부 재	SF(안전율)	등 급
강박스 거더	1.235	A
바닥판 슬래브	1.167	A
하부구조	2.045	A

2) 연무IC교 상태평가 결과

구성교량명	구조형식	환산 결함도점수	상태평가 등 급	연장 (m)	차선	길이 × 차선	연장비	환산결함도점수 × 연장비
연무IC교	STB	0.252	b	200	2	400	1.00	0.252
합계(Σ)				200	2	400	1	0.252

1. 환산결함도 점수 = 0.252

2. 상태평가 결과 = B

3) 종합평가 및 안전등급

구 분	안전성평가등급	상태평가등급	안 전 등 급
연무IC교	A	B	B

마. 보수·보강 방안

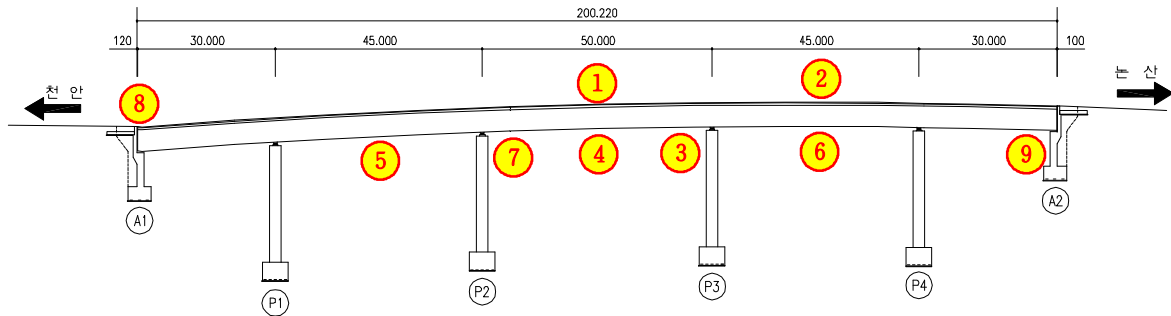
1) 연무IC교 보수·보강 방안

부재	결함내용	보수방안	손상 물량	보수 물량	단위	단가 (천원)	공사비 (천원)	우선 순위	비고
교면 포장	아스콘균열	균열보수	12.00	18.00	m	1	13	2	
	아스콘파손	팻칭보수	0.09	1.00	m ²	55	55	2	
	아스콘함몰	팻칭보수	0.30						
난간 및 연석	박락	단면보수	2.53	3.80	m ²	330	1,252	2	
	표면열화	표면보수	13.00	19.50	m ²	30	585	2	
	식생	제거	0.79	1.19	m ²	1	1	3	
	차수판 고정볼트유실	재체결	1.00	1.00	EA	5	5	3	
바닥판	균열(0.3mm이상)	주입보수	0.80	1.20	m	33	40	1	
	박락	단면보수	0.02	1.00	m ²	330	330	2	
	충분리	단면보수(방청)	0.20	1.00	m ²	350	350	1	
거더 내부	이물질퇴적	청소	73.24	109.86	m ²	11	1,208	3	
	우수유입(SP)	실란트 밀봉	1.10	1.65	m ²	10	17	2	
	부식	재도장	0.35	1.00	m ²	15	15	1	
	도장손상	재도장	0.05	1.00	m ²	15	15	2	
	도장긁힘	재도장	0.01						
	도장박락	재도장	0.03						
	화재흔적	재도장	0.54						
거더 외부	부식	재도장	0.56	1.00	m ²	11	11	1	
	도장긁힘	재도장	0.07	1.00	m ²	11	11	2	
	볼트유실	재체결	2.00	6.00	EA	5	31	1	
	볼트풀림	재체결	4.00						
가로보	부식	재도장	0.07	1.00	m ²	11	11	1	
신축 이음	유간토사퇴적	청소	0.81	1.22	m ²	11	13	3	
	신축이음누수	물받이설치	32.00	32.00	m	70	2,240	3	

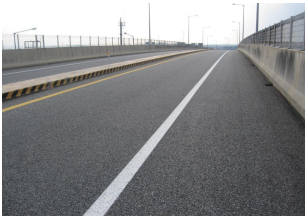
부재	결합내용	보수방안	손상 물량	보수 물량	단위	단가 (천원)	공사비 (천원)	우선 순위	비고
교량 받침	본체부식	재도장	0.75	1.49	㎡	13	19	1	
	유압실린더부식	재도장	0.24						
	받침콘크리트 재료분리	단면보수	0.01	1.00	㎡	330	330	2	
	받침모르타르균열 (0.3mm이상)	주입보수	0.20	1.00	m	33	33	1	
교대	균열(0.3mm이상)	주입보수	5.30	7.95	m	33	262	1	
	철근노출	단면보수(방청)	0.02	1.00	㎡	350	350	1	
교각	균열(0.3mm이상)	주입보수	11.10	16.65	m	33	549	1	
	박락	단면보수	0.07	3.77	㎡	330	1,242	2	
	재료분리	단면보수	2.24						
	파손	단면보수	0.20						
순공사비 합계 (천원)							8,989		
제경비 (순공사비×50%)							4,495		
순위별 공사비 (제경비 포함)		제 1 순위					2,507		
		제 2 순위					5,775		
		제 3 순위					5,202		
절삭							84		
개략공사비 (천원)							13,400		

바. 유지관리방안

금회 정밀안전진단의 결과 및 자료는 향후 점검 시 기본자료 및 유지관리 자료로 활용할 수 있도록 하였다.



1) 점검 및 진단 시 구조부재별 유지관리 항목

위 치	중점점검항목	점검요령
 ① 교면포장	·균열, 망상균열 ·함몰 및 하부 공동	·지속적인 관찰 및 점검 ·공용기간 증가에 따른 손상의 발생 및 진전 여부
 ② 방호울타리	·내,외측 균열 및 균열부 백태 ·파손, 박락, 표면열화 등 ·차수판 변형 및 볼트 탈락	·손상에 따른 적절한 보수 실시 ·공용기간 증가에 따른 손상의 진전 및 추가발생 여부
 ③ 배수시설	·전반적으로 상태 양호	·청소 및 체수 상태 ·공용중 배수관 탈락, 파손 여부
 ④ 바닥판	·캔틸레버 균열 ·박락, 층분리	·균열의 진전, 재발생 및 추가 발생 여부 ·보수후 재발생 여부 ·데크플레이트부 누수발생 여부

위 치	중점점검항목	점검요령
 ⑤ S.T.B 거더	·거더내부 이물질 퇴적 ·강재 부식 ·도장박리, 긁힘 ·변형, 용접부 Pit	·도장관련 손상의 재발생 및 추가발생 여부 ·강재 연결부 손상 관찰 및 점검 ·보수후 재발생 여부
 ⑥ 가로보 및 세로보	·국부적 부식	·지속적인 관찰 및 점검 ·강재 연결부 손상 관찰 및 점검 ·공용기간 증가에 따른 손상의 발생 및 진전 여부
 ⑦ 교량받침	·반침콘크리트 재료분리 ·반침모르타르 균열 ·교량반침 및 실린더 부식	·손상의 진전 및 추가발생 여부 ·지속적인 관찰을 통한 이상징후 발생 여부 확인
 ⑧ 신축이음	·후타재 균열 ·본체부식 및 유간토사퇴적 ·포장접속부 단차 ·신축이음 하부 누수	·공용중 손상의 진전 여부 ·보수 시공에 따른 하부 누수의 재발생 여부 확인
 ⑨ 교대 및 교각, 기초	·균열 및 보수부 재균열 ·누수흔적 ·박락, 재료분리 등 ·교대측 사면 일부 함몰	·손상의 진전 재발생 및 추가발생 여부 ·손상의 재발생 및 추가발생 여부 ·신축이음 배수로 설치 후 우천시 체수 재발생 여부 확인

사. 종합결론

대상시설물은 준공(2002년 12월 23일) 후 11년이 경과한 5경간 STB교이다.

정밀 외관조사와 항목별 제반시험을 통한 정밀안전진단 결과

- 구조적으로 문제가 될 만한 손상, 결함, 열화는 조사되지 않았으나, 신장량 부족으로 판정된 신축이음 장치는 손상의 발생 유무를 주기적으로 점검해야 하며,
- 안전율은 1.0이상, 내하력 또한 DB-24 이상을 확보하는 것으로 평가되었고
- 시설물의 안전등급은 보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나 기능발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부 보수가 필요한 상태인 『B등급』으로 평가되었다.

이에 제시한 손상들은 우선순위에 따라 보수하고 정기적으로 유지관리 한다면 교량으로서의 기능유지에 문제가 없을 것으로 판단된다.

2.2.6 시공관련 자료검토

- 발주처 및 관련자료(FMS) 확인결과 시공관련 자료가 보관되어 있는 것으로 확인됨.

2.3 기존 점검 및 진단 실시결과 요약

본 교량은 2003년 4월 실시한 초기점검을 시작으로 현재까지 공용기간 중 초기점검 1회, 정기점검 20회, 정밀점검 6회, 정밀안전진단 1회 실시하였으며, 주요 점검이력은 다음과 같다.

【표 2.32】연무IC교 점검 및 진단이력

번호	구 분	점검/ 진단기간	점검/ 진단기관	주요점검/진단결과	상태 등급
1	초기점검	2003.04	(주)아워브레인	주요 손상은 하부구조 균열, 교대 누수흔적 발생. 주의관찰.	A
2	정기점검	2003.12	(주)아워브레인	주요 손상은 교대 누수흔적 및 균열, 법면 보호블럭 침하, 파손 발생. 주의관찰.	-
3	정기점검	2004.6	(주)아워브레인	주요 손상은 교대 누수흔적 및 균열, 법면 보호블럭 침하, 파손 발생. 주의관찰.	-
4	정기점검	2004.7	(주)아워브레인	주요 손상은 주형외부 국부적인 도장박리, 법면 보호블럭 침하 및 파손, 도수로, 점검로 파손 발생. 주의관찰.	-
5	정밀점검	2005.4	(주)한길종합엔지니어링	주요 손상은 주형외부 국부적인 도장박리, 법면 보호블럭 침하 및 파손, 도수로, 점검로 파손 발생. 주의관찰.	A
6	정기점검	2005.7	(주)한길종합엔지니어링	주요 손상은 주형외부 국부적인 도장박리, 법면 보호블럭 침하 및 파손, 도수로, 점검로 파손 발생. 주의관찰.	-
7	정기점검	2006.3	(주)아워브레인	방호벽 및 하부구조에서 균열보수가 실시된 양호한 상태이나, 일부에서 보수부 재균열, 교대부 체수, 변색 및 콘크리트박락, 교면포장 점속부 이격(5cm), 배수시설 배수덮개 망실(그레이팅), 받침장치 무수축물탈 균열 및 유압실린더 부식, 신축이음부 본체 부식 및 후타재 이격, 누수등의 손상현황이 발생. 또한, 법면 보호블럭 파손, 도수로 콘크리트 융기 및 파손, 점검사다리 와이어로프 망실등의 손상이 발생.	-

【표 2.32】 연무IC교 점검 및 진단이력(계속)

번호	구 분	점검/ 진단기간	점검/ 진단기관	주요점검/진단결과	상태 등급
8	정기점검	2006.10	(주)아워브레인	교대부 체수, 변색 및 콘크리트박락, 배수 시설 배수덮개 망실(그레이팅), 받침장치 무수축몰탈 균열 및 유압실린더 부식, 신축이음부 본체 부식 및 후타재 이격, 누수 발생. 또한, A2 신축이음부 본체 유간이 0.2~0.4mm(하부슬래브 및 주형 유간은 양호한 상태임) 내외이므로 지속적인 관찰이 요망됨. 현재 손상현황은 구조적으로 큰 문제가 없는 것으로 사료되나, 구조물의 내구성 확보차원의 보수를 실시하며, 지속적인 관찰을 통한 유지관리가 필요함.	-
9	정밀점검	2007.6	(주)아워브레인	상태평가 등급은 A등급으로 주요 손상부에 보수가 실시된 양호한 상태이다. 주요 손상현황은 배수덮개 망실, 하부구조 균열(폭0.1~0.2mm), 누수 및 체수, 교좌 부식, 신축이음 본체 마모 및 후타재 이격 등의 손상이 조사되었다. 발생한 손상현황은 일부부재에서 내구성 확보차원의 보수가 필요하며, 기타 손상부는 주의관찰이 필요하다.	A
10	정기점검	2007.12	(주)아워브레인	교량 일부에서 보수가 실시되었으며, 공용년수 증가로 인하여 경미한 손상현황이 발생한 것으로 조사되었다. 발생한 손상현황은 접속부 아스콘 파손 및 공동, 방호벽 콘크리트 탈락, 배수구 덮개 망실, 주형 내부 경미한 도장손상 및 변형, 하부구조 균열(폭 0.1~0.2mm), 받침장치 부식, 신축이음 본체 표면부식 등이다. 현재 구조적으로 큰 문제가 없는 것으로 사료되나, 구조물의 내구성 증진을 위한 일부 보수와 지속적인 관찰과 유지관리가 필요.	-
11	정기점검	2008.6	(주)아워브레인	받침장치 부식부에 재도장이 실시된 상태이나, 공용년수 증가로 인하여 일부 부재에서 손상현황이 발생한 것으로 조사되었다. 발생한 손상현황으로는 접속부 아스콘 파손 및 공동, 방호벽 콘크리트 탈락, 배수구 덮개 망실, 주형 내부 도장손상 및 변형, 하부구조 균열(폭 0.1~0.2mm), 신축이음 본체 표면부식 및 이격 등의 손상이 발생한 상태이다. 현재 구조적으로 큰 문제가 없는 것으로 사료되나, 구조물의 내구성 증진을 위한 일부 보수를 실시하며, 지속적인 관찰을 통한 구조물의 유지관리가 필요하다.	-

【표 2.32】 연무IC교 점검 및 진단이력(계속)

번호	구 분	점검/ 진단기간	점검/ 진단기관	주요점검/진단결과	상태 등급
12	정기점검	2008.12	(주)아워브레인	받침장치 부식부에 채도장이 실시된 상태 이나, 공용년수 증가로 인하여 일부 부재 에서 손상현황이 발생한 것으로 조사되었 다. 손상현황으로는 접속부 아스콘 파손 및 공동, 방호벽 콘크리트 탈락, 배수구 덮개 망실, 주형 내부 도장손상 및 변형, 하부구조 균열(폭 0.1 ~ 0.2mm), 신축이음 본체 표면부식 및 이격 등의 손상이다. 발생한 손상현황은 전회와 비교시 진전은 미미한 상태이나, 구조물의 내구성 확보 를 위하여 일부 보수를 실시하며, 지속적 인 유지관찰을 통한 구조물의 유지관리가 필요.	-
13	정밀점검	2009.06	(주)한길종합 엔지니어링	정밀점검 결과, 본 구조물은 보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나, 기능 발휘 에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하 여 일부의 보수가 필요한 상태인 'B'등 급의 양호한 상태로 평가되었다. 주요 손 상으로는 신축이음부 유간부족, 주형내부 우수유입 등이며, 기발생된 손상에 대해 서는 지속적인 주의관찰을 통한 유지관리 가 필요하다.	B
14	정기점검	2009.12	(주)한길종합 엔지니어링	정기점검 결과, 대상시설물의 상태는 '양호' 인 것으로 판단되며 주요 손상으 로는 주형내부 우수유입에 의한 표면오염 및 이물질 퇴적, 하부구조 건조수축에 의 한 표면균열이 조사되었다. 기 발생한 손 상은구조물의 안전성 및 내구성을 크게 저해하지는 않으나, 예방차원의 일부 보 수가 필요한 상태이다.	-
15	정기점검	2010.06	(주)한길종합 엔지니어링	정기점검 결과, 대상시설물의 상태는 '양호' 인 것으로 판단되며 주요 손상으 로는 주형내부 우수유입 및 이물질 퇴적 에 의한 도장손상, 하부구조 건조수축에 의한 표면균열이 조사되었다. 본 교량은 1종 교량시설물로 점검일 현재 주부재 및 보조부재에 경미한 손상이 일부 조사되었 으나 하자담보기간이 남아 있으므로 정기 점검 등을 통하여 지속적인 주의관찰을 실시한다면 공용중 구조물의 안전에 지장 을 주는 요인은 없을 것으로 사료된다.	-

【표 2.32】 연무IC교 점검 및 진단이력(계속)

번호	구 분	점검/ 진단기간	점검/ 진단기관	주요점검/진단결과	상태 등급
16	정기점검	2010.12	(주)한길종합 엔지니어링	정기점검 결과, 전회 점검과 비교시 하부 구조 균열 손상이 추가 발생하였으며, 거푸집 미제거에 대한 정비가 실시되었다. 주요 손상으로는 주형내부 우수유입 및 이물질 퇴적, 하부구조 균열, 신축이음부 본체 부식, 교량받침 무수축물탈 균열 등이다. 공용중 구조물의 내구성 증진을 위해 일부 손상에 대한 보수 조치가 필요하다. 추후 정기적인 점검을 통해 지속적인 주의관찰을 실시한다.	-
17	정밀점검	2011.06	(주)아워브레인	정밀점검 결과 본 구조물은 보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나, 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태인 “B” 등급의 양호한 상태로 평가되었다. 현재 일부 부재에 손상이 조사되어 내구성 측면에서의 보수가 필요하다. 발생된 주요 손상으로는 교면접속부 갯길 아스콘균열, 중분대 콘크리트 박리, 신축이음 유간부족 및 이격, 주형내부 우수유입, 하부구조 균열 등이다. 특히 A1지점 본선방향의 신축이음장치는 실측 신장여유량이 온도에 의한 계산신장량에 비해 다소 부족한 것으로 검토되었으나, 부족한 여유량이 2.2 mm 정도로 경미하므로, 현상태에서 교체보다는 하절기 신축거동상태 관찰 후 보수여부를 판단한다. 또한 주형 내부 우수유입 및 도장손상의 경우 향후 강제 주형의 내구성저하를 유발할 수 있으므로 조치가 필요하다.	B
18	정기점검	2011.12	(주)아워브레인	정기점검 결과, 대상 시설물의 안전성을 저해할 만한 주요부재의 심각한 손상은 없는 양호한 상태이다. 주요 손상으로는 포장면 접속부 침하균열, 바닥판하면 균열, 주형내부 이물질 퇴적, 교대 및 교각 균열, 교대 법면 손상 등이다. 기 발생된 손상에 대해서는 교량의 안전성 및 내구성 확보차원의 보수가 필요하며, 지속적인 점검을 통한 유지관리를 실시하는 것이 바람직하다.	-

【표 2.32】 연무IC교 점검 및 진단이력(계속)

번호	구 분	점검/ 진단기간	점검/ 진단기관	주요점검/진단결과	상태 등급
19	정기점검	2012.06	(주)아워브레인	정기점검 결과, 대상시설물의 상태는 교량의 안전성을 저해할 만한 주요부재의 심각한 손상은 없는 ‘양호’ 한 상태로 판단된다. 다만, 유지관리차원에서 보수를 요하는 손상이 발생한 상태이다. 이전 점검이후 주형내부 이물질에 대한 정비, 배수구 덮개망실, 주형외부 외부 맨홀 볼트 탈락, 교대 및 교각 균열 보수가 실시된 상태이며, 발생한 주요 손상으로는 교면 포장 바닥판하면 균열 및 들뜸, 주형 도장손상, 하부구조 균열, 날개벽 및 접속부 토사유실, 점검계단 파손 등이다. 기 발생한 손상에 대해서도 내구성 저하방지를 위한 일부 보수를 실시하고 지속적인 점검을 통한 유지관리를 실시한다면 1등교로써의 교량의 기능발휘에 문제가 없을 것으로 판단된다.	-
20	정밀 안전진단	2013.06	(주)동우기술단	연무IC교에 대한 정밀점검 결과 본 구조물은 보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나, 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태인 “B” 등급의 양호한 상태로 평가되었다. 현재 일부 부재에 손상이 조사되어 내구성 측면에서의 보수가 필요하다. 발생한 주요 손상으로는 교면접속부 갯길 아스콘 균열, 중분대 콘크리트 박리, 신축이음 유간부족 및 이격, 주형내부 우수유입, 하부구조 균열 등이다. 특히 A1지점 본선방향의 신축이음장치는 실측 신장여유량이 온도에 의한 계산신장량에 비해 다소 부족한 것으로 검토되었으나, 부족한 여유량이 2.2mm 정도로 경미하므로, 현상태에서 교체보다는 하절기 신축거동상태 관찰 후 보수여부를 판단한다. 또한 주형 내부 우수유입 및 도장손상의 경우 향후 강재 주형의 내구성저하를 유발할 수 있으므로 조치가 필요하다. 대상 교량은 안전성 및 사용성이 양호한 상태로 판단되며 외관조사에서 나타난 손상에 대하여 보수를 실시하고, 지속적인 점검을 통한 유지관리를 실시한다면 1등교로써의 교량 기능을 계속적으로 발휘할 수 있을 것으로 판단된다.	B

【표 2.32】 연무IC교 점검 및 진단이력(계속)

번호	구 분	점검/ 진단기간	점검/ 진단기관	주요점검/진단결과	상태 등급
21	정기점검	2013.12	(주)동우기술단	정기점검 결과, 대상시설물의 상태는 교량의 안전성을 저해할 만한 주요부재의 심각한 손상은 없는 ‘양호’ 한 상태로 판단된다. 다만, 유지관리차원에서 보수를 요하는 손상이 발생한 상태이다. 발생한 주요 손상으로는 교면포장 균열 및 파손, 함몰, 신축이음 누수, 교량받침 유압실린더부식, 거더 도장손상, 하부구조 균열, 날개벽 및 접속부 토사유실, 점검계단 파손 등이다. 기 발생한 손상에 대해서도 내구성 저하방지를 위한 일부 보수를 실시하고 지속적인 점검을 통한 유지관리를 실시한다면 1등교로써의 교량의 기능발휘에 문제가 없을 것으로 판단된다.	-
22	정기점검	2014.06	(주)동우기술단	정기점검 결과 구조안전성 저하에 의한 징후가 없고 국부적으로 발생한 손상 외 전반적으로 시설물의 상태는 ‘양호’ 한 것으로 판단된다. 현재 발생한 손상 중 비교적 단기적인 손상 진전이 예상되는 일부 구간에 내구성 확보 차원의 보수가 필요하며 향후 지속적인 주의관찰이 요망된다.	-
23	정기점검	2014.12	(주)아워브레인	정기점검 결과, 시설물의 안전성에는 문제가 없는 양호한 상태로 조사되었다. 다만, 사용성 향상을 위한 아스콘 손상에 대한 보수와 교대 법면의 토사유실 등에 대한 정비를 실시하는 것이 필요하다. 그 외 발생한 일반적인 손상 중 단면손상, 도장손상 등에 대해서는 손상부위가 국부적인 표면손상에 그치므로 주의관찰을 실시하여 진전시 보수를 고려하는 효율적인 유지관리가 필요하다.	-

【표 2.32】 연무IC교 점검 및 진단이력(계속)

번호	구 분	점검/ 진단기간	점검/ 진단기관	주요점검/진단결과	상태 등급
24	정밀점검	2015.06	(주)동우기술단	정밀점검 결과 본 구조물은 주요부재 및 보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나, 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태인 “B” 등급의 양호한 상태로 평가되었다. 이전 점검 이후 손상의 진전은 미미한 상태로 판단되며, 아스콘 접속부 균열 및 침하, 거더 내·외부 경미한 도장손상등이 신규로 조사되었다. 교면포장 접속슬래브에 발생한 아스콘 침하 및 파손, 단차는 차량 통행시 손상 진전 및 차량 주행성저하 등을 발생시킬 수 있으므로 패칭보수를 통한 보수가 필요하며, 그 외 조사된 국부적인 단면손상 및 도장손상은 손상의 규모 및 진행성이 크지 않으므로 지속적인 점검을 통한 손상의 진전여부를 주의관할 한다면 구조물의 사용성 및 안전성에는 문제가 없을 것으로 판단된다.	B
25	정기점검	2015.12	(주)동우기술단	정기점검결과 조사된 손상은 대부분이 기존에 발생된 것으로서 일부 손상은 보수가 실시되었으며 기존 손상의 진전은 미미한 상태이다. 발생된 일부 손상은 유지관리차원에서 보수가 필요하며 전반적인 교량의 안전성에 문제가 될 만한 손상은 조사되지 않았다. 이에 정기적인 점검을 통해 손상의 진전유무를 관찰하고 지속적인 유지관리를 실시하는 것이 바람직하다.	-
26	정기점검	2016.06	(주)아워브레인	정기점검 결과, 대상시설물의 상태는 교량의 안전성을 저해할 만한 주요부재의 심각한 손상은 없는 상태로 판단된다. 주요 손상으로는 바닥판하면 지점부 균열 및 들뜸, 거더 내·외부 도장손상, 하부구조 균열, 신축이음 본체 부식 등이 조사되었다. 이전 점검과 비교시 교대 법면 배수로 파손에 대한 보수가 시행된 상태이며, 그 외 손상의 진전은 미미한 것으로 조사되었다. 기 발생된 손상에 대해서는 유지관리차원에서 추가 보수가 필요한 상태이며, 그 외 손상에 대해서는 주기적인 점검을 통한 손상의 진전유무 및 신규 손상 발생에 대한 지속적인 유지관리가 필요하다.	-

【표 2.32】 연무IC교 점검 및 진단이력(계속)

번호	구 분	점검/ 진단기간	점검/ 진단기관	주요점검/진단결과	상태 등급
27	정기점검	2016.12	(주)아워브레인	정기점검 결과, 대상시설물의 상태는 교량의 안전성을 저해할 만한 주요부재의 심각한 손상은 없는 상태로 판단된다. 기 실시된 점검이후 신축이음 본체 교체가 시행되었으며, 주요 손상으로는 바닥판하면 지점부 균열 및 들뜸, 거더 내·외부 도장손상, 하부구조 균열 등이 조사되었다. 기 발생한 손상은 이전 점검과 비교시 콘크리트 부재에 신규손상 및 진전이 확인되었으며, 내구성 저하방지를 위한 보수가 필요한 상태이다. 또한, 주기적인 점검을 통한 지속적인 유지관리가 필요하다.	-
28	정밀점검	2017.06	(주)아워브레인	연무IC교에 대한 정밀점검 결과 본 구조물은 주요부재 및 보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나, 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 저하방지를 위하여 일부의 보수가 필요한 상태인 “B” 등급의 양호한 상태로 평가되었다. 점검 결과 포장면이나 거더 등 구조물 전체는 대체적으로 양호한 상태로 점검되었으나 일부 부재에 손상이 발생한 상태이며 주요 발생한 손상으로는 신축이음부 단부와 상·하행선 종방향 이음 단부에 균열 및 백태, 박리·박락 등 이며 교대 및 받침장치에 발생한 손상은 선별적인 보수가 이루어진 것을 확인하였다. 연단거리, 신축이음장치 신축유간 여유량 검토결과 문제점은 없었으며 교량받침 이동량 또한 허용 받침량 이내로 가동상태는 양호한 것으로 평가되었다. 부재별 반발경도법에 의한 콘크리트 강도시험을 실시한 결과 콘크리트 부재의 강도상의 문제점은 없었으며 탄산화 깊이를 측정한 결과 또한 탄산화 잔여깊이가 30mm 이상으로 탄산화에 의한 성능저하 및 부식의 발생위험은 없는 것으로 나타났다.	B
29	정기점검	2017.12	(주)아워브레인	정기점검 결과, 대상시설물의 상태는 교량의 안전성을 저해할 만한 주요부재의 심각한 손상은 없는 상태로 판단된다. 기 실시된 점검이후 거더 내부 도장박리, 부식 손상에 대하여 선별적 보수가 시행되었으며, 주요 손상으로는 바닥판하면 지점부 균열, 백태, 박락, 거더 내·외부 도장손상, 하부구조 균열 등이 조사되었다. 기 발생한 손상은 이전 점검과 비교시 진전은 미미한 상태이나, 내구성 저하방지 차원에서 보수를 요하는 손상이 일부 발생한 상태이다. 또한, 주기적인 점검을 통한 지속적인 유지관리가 필요하다.	-

2.4 보수.보강 이력

일 자	내 용	물 량	비 고
06년 10월	점검시설 정비	N=1EA	사다리 와이어 설치(P1)
08년 04월	받침장치 재도장	N=13EA	P2, A2
09년 11월	받침장치 재도장	N=4EA	A1-SH2
16년 10월	신축이음부 교체	A1 양방향 : MS 120 A2 양방향 : MS 80	

2.5 시설물의 내진설계 여부

시본 과업구간은 충청남도 논산시에 위치하고 있어 내진 1등급 지역에 해당하고 있으므로, 가속도계수 $A=0.14g$ 로 교량형식에 관계없이 모든 구조물을 내진 1등급교로 설계하였다. 지진 시 교량의 붕괴방지는 낙교방지와 교각의 안정을 최대 주안점으로 하였다. 점성스토퍼나 면진받침 등의 특수장비는 국내에 활성화되어 있지 않고 경제성 및 시공성 유지관리 등 관련 문제가 많으므로 지진시 낙교를 확실하게 방지할 수 있도록 전단 KEY를 매교각에 설치 하였다. 구조적으로 허용하는 한 고정받침을 여러개소에 사용하여 수평력을 분산시켜 현재 국내 생산가능한 받침을 적용토록 하였다. 상부구조로부터 고정받침이나 전단 KEY에 작용하는 수평력 산정과 수평력에 의한 교각 설계를 면밀히 하였다.

2.6 자료분석 결과요약

본 과업의 효과적인 용역 수행을 위하여 건설관련 자료와 유지관리 자료 등을 입수하였으며, 수집 자료를 검토한 결과 및 진단과업 진행방향은 다음과 같다.

【표 2.33】 자료분석 결과요약

구 분	수집 자료	자료분석 결과	진단과업 진행방향
건 설 관 련 자 료	◇ 천안-논산간 고속도로 건설공사 제6공구 - 공사시방서 - 구조계산서 - 일반보고서 - 토질조사보고서 - 초기점검보고서	◇ 구조계산서 및 구조물 도, 일반보고서는 설계 당시 기준에 준하여 작 성된 것으로 확인됨 ◇ 설계도면과 실측 제원 비교시 주요 부재에 대 하여 전반적으로 동일 ◇ 점검시설의 경우 설치하 는 것으로 제시되었으나 현재 미설치 된 것으로 검토됨	◇ 본 과업은 구조물 정밀 안전진단이므로 외관조 사망도의 정비 및 면밀 한 외관조사 실시
유 지 관 리 자 료	◇ 정기점검 및 정밀점검 정밀안전진단 ◇ 보수·보강 이력	◇ 16년간 공용하면서 별다 른 문제가 없는 양호한 상태 ◇ 일부 발생한 손상에 대 하여 보수 필요 ◇ 보수 및 보강 이력은 관 리주체에 제공받아 검토 됨	

