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, 보수·보강대책 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(종·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 건설공사 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~논산산고속도로(정안~논산간) 건설공사 실시설계, 제6공구

2) 과업구간 및 기간

천안~논산간고속도로 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) 목포년도 설정 및 장래교통량

• 공용기간 : 20년 • 공용개시년도 : 2002년 • 목표연도 : 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)

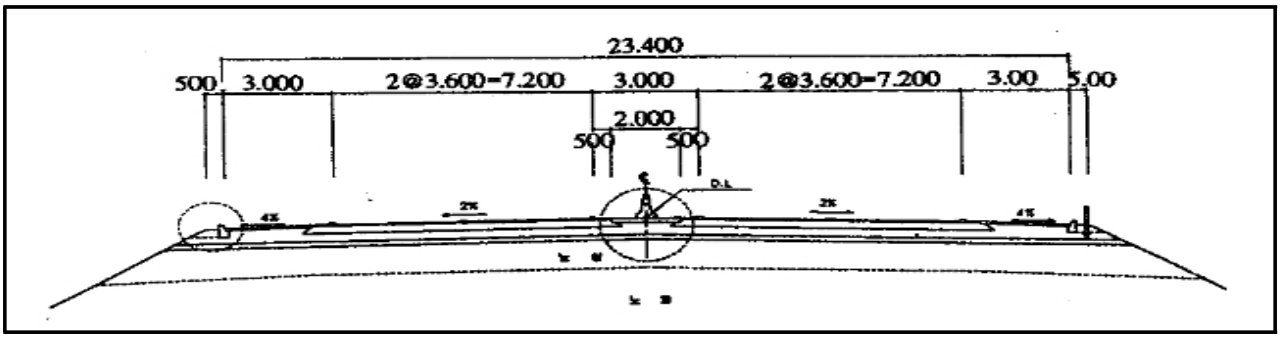
② 설계속도 : 본 선 : 120km/hr

③ 도로폭원 : 23.4m

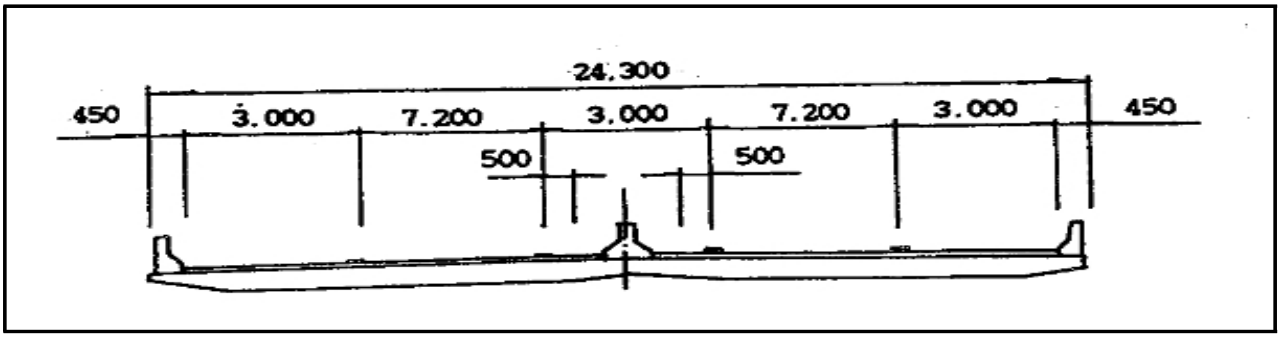
• 차로폭 : 4@3.60 = 14.40m • 길어깨폭 : 2@3.00 = 6.00m

• 중앙분리대 : 3.0m • 보호길어깨폭 : 2@0.50 = 1.00m

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 득윤리에서 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 교량가설위치 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 장래확장계획 등을 고려하여 설계하였다.

나. 교량현황

【표 2.5】논산천교 교량 현황

위치 (STA)	교량형식			연장 (m)	폭원 (m)	사각 (deg)	비고
	상부	하부	기초				
206K+725	PSC상자형 (PSC BOX)	교대:역T형 교각:라멘식	교대:RCD PILE 교각:RCD PILE	(11@50)=550	24.6	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

편구배 (%)	곡선반경 설계속도			비 고
	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)	설계속도 (km/hr)	접속설치율 (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 종 단 구 배	표 준	%	3	
	부득이한 경우	%	-	
최소종단곡선 변 화 비 율	볼 록 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≤A≤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/㎡으로 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(슬래브, 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/㎠)	골재최대 치수(㎜)	적 용 구 조 물	슬럼프 기 준	비 고
P . C	σck=400	19	P.C 구조물 PREFLEX 아래 플랜지 신축이음장치 후타콘크리트	15 cm	BASE=8cm
1 종	σck=270	25	라멘교(SLAB, 측벽, 기초, 날개벽) PREFLEX(복부, 가로보) 현장제작 철근 콘크리트판 교량접속슬라브, 완충슬라브	13,15 cm	BASE=8cm

【표 2.18】 콘크리트 사용기준-계속

종 류	기준강도 (kg/㎠)	골재최대 치수(㎜)	적 용 구 조 물	슬럼프 기 준	비 고
1 종 (섬유보강)	σck=270	25	거더교 상부 슬래브	13,15cm	
2 종	σck=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	σck=240 (육상300)	25	수중 콘크리트	15cm	
3 종	σck=210	25	절, 성토부 도수로, 도수로 집수거, V형측구, L형측구(TYPE 3-4), U형 측구(TYPE 1-4,7), U형측구 뚜껑, 중분대 집수정, 노견집수정	8,15cm	
		40	중력식 옹벽, MASS콘크리트, 부대시설기초, 암거 및 배수관 APPROACH부 바닥콘크리트, 배수관 기초, U형측구(TYPE 5-6), 배수관 날개벽		
5 종	σck=150	50	레벨링 콘크리트, 속채움콘크리트(우물통)	-	
L형 측구	σck=210	19	TYPE - 1, 2, 콘크리트 디이크	2~5cm	
		25	TYPE - 3, 4	8cm	
중분대용	σck=240	19	중분대 구체, 교량중분대, 난간 방호벽 : 섬유 보강 콘크리트	2~5cm	
중 간 층	σck=50 (7일양생기준)	40	포장 LEAN 콘크리트	-	습윤포 6일 수침양생 1일
포 장 용	σbk=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 2.19】 철근 사용기준

종 류	허용응력(kg/㎠)	적 용 콘 크 리 트
SD 40	σy = 4,000 σsa = 1,800	· 1종 콘크리트 · 일반적인 부재, 라멘의 구체(상부 및 하부)
	σy = 4,000 σsa = 1,600	· 1종 콘크리트 · 바닥판 및 지간 10m 이하의 슬래브교 · 수중 혹은 지하수위 이하에 설치
SD 30	σy = 3,000 σsa = 1,500	· 2종 콘크리트

• 강 재

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

SW PC7B(2종) 항복점강도 σpy = 160kg/㎟이상

항복점강도 σpu = 190kg/㎟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 : $E_c = W^{1.5} \cdot 4{,}270\sqrt{\sigma ck}(kg/cm^3)$에 준하되 다음값을 사용해도 좋다.

【표 2.20】 콘크리트 탄성계수

강 도	400kg/㎠	270kg/㎠	240kg/㎠
Ec	300,000	250,000	235,000
n	7	8	9

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

CREEP계수 : ψ = 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 : $E_p = 2.0 \times 10^6 (kg/cm^3)$
- 겉보기 리락세이션율

【표 2.21】P.C 강재의 종류에 따른 겉보기 리락세이션율

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

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

④ 마찰손실(도로교 시방서 P755)

【표 2.22】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, 경쾌한 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

◦ 논산천교

■ 현 황

・위 치 : STA. 5K+905
・평면선형 : 직 선
・종단선형 : 0.81% ~ -0.3%
・사 각 : 90°

■ 본 교량은 연약지반 구간내에 속하며 직할하천인 논산천을 횡단하는 교량으로 시점측에 제작장 확보가 양호하고 평면선형이 직선인 관계로 교형을 PC BOX GIRDER(ILM)으로 채택하였다. 현재 논산천은 하천정비상태이며 우안은 채운 배수펌프장 및 배수갑문 시설이 있고 형하고 부족으로 제방도로는 이설하였음, 기초는 RCD 말뚝을 사용하였다. 연약지반 처리의 일환으로 양측교대부에 EPS공법을 사용하여 기초에 전달되는 수평력을 감소시켰다.

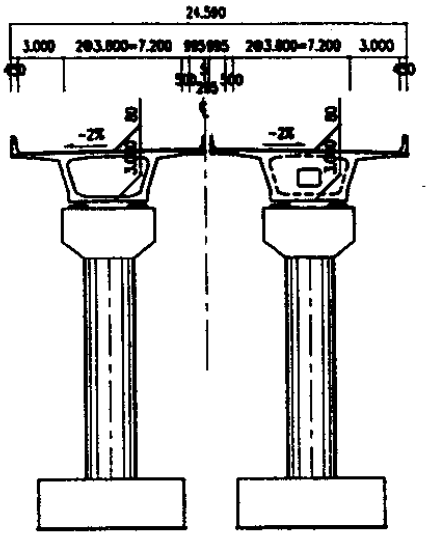
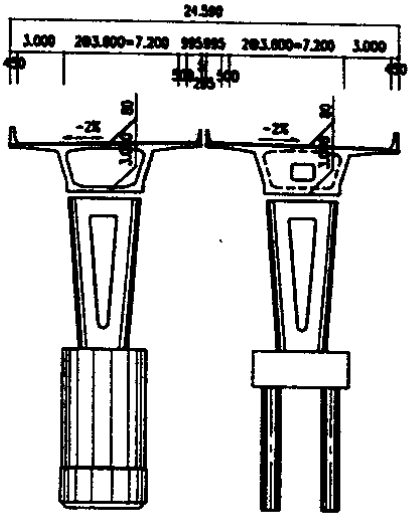
마. 논산천교 교형비교(안)

【표 2.23】 교형비교(안)

구분		기 본 설 계 안	비 교 1 안
형 식	상 부	PC BOX GIRDER	PC BOX GIRDER
	하 부	-	횟 블 형
연 장		35+9@50+35 = 520m	11@50 = 550m
개략 공사비		174억 4천만원	184억 4천만원
장 점		·내구성 우수 ·유지관리 양호 ·휨 강성이 큼 ·PC 도입으로 인한 CON’C구조물 효율성 증대	·휨 강성이 큼 ·PC 도입으로 인한 CON’C구조물 효율성 증대 ·기본 설계안의 문제점(기존교량, 제방밑도로)보완
단 점		·전단 및 지점부에 대한 정밀해석 필요 ·시·종점부 교대부분에 지장물(기존교량, 제방밑도로)저촉	·전단 및 지점부에 대한 정밀해석 필요
건 의 안			○

바. 논산천교 하부 형식 비교(안)

【표 2.24】 하부형식비교(안)

공 종	비 교 1 안	비 교 2 안
형 식	T 형	V 형
단 면		
특 징	・미관 비교적 양호 ・유수 저항에 유리 ・기초 공사비 저감 가능 ・횡방향력 저항성 불리 ・상부가설 형식에 적합한 구조 ・상부 폭원이 클 경우 켄틸레버부의 설계 곤란	・미관 양호 ・기초폭의 최소화 가능 ・시공성 복잡 ・코핑부 설치를 위해 별도의 동바리 설치 필요 ・유수 저항에 비교적 유리
건 의 안	○	

사. 내진설계 적용내용

1) 교량 내진설계 기본방향

- 본 과업구간은 충청남도 논산시에 위치하고 있어 내진 1등급 지역에 해당하고 있으므로 가속도계수 A=0.14g로 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 시방서에서 규정한 대로 내진설계를 실시(도로교시방서, 제6장 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 부용하고, 시간의 경과에 따른 노후화를 최소화하여 장기적인 효율성을 갖고 효율적인 유지관리방법을 확립해 놓지 않으면 안될 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) 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.

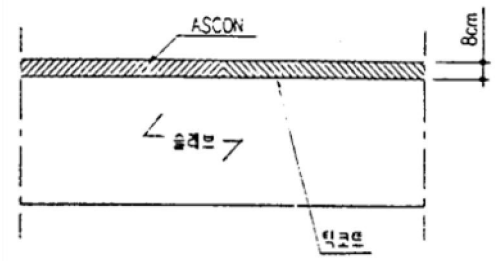
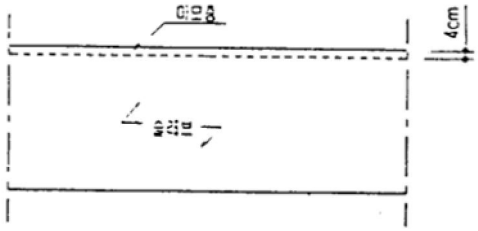
【표 2.25】 하부구조 점검시설 설치 현황

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. • 테크휘니샤 면고르기를 하여야 한다.(콘크리트타설 공기가 길다) • 주행성이 불량하다. • 종곡선 처리가 어렵다. • 변단면 처리가 어렵다. • 폭이 넓은 교량처리가 어렵다.(시중의 데크휘티샤 폭보다 넓은 경우)

차. 교면방수

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

카. I.L.M. 공법

1) 개요

① 연 장 : 550m (11@50 = 550m)

② 폭 원 : 천안방향 - 12,145m, 논산방향 - 12,145m

③ 구조형식

■ 하부공 - 교대 : 현장타설말뚝, 확대기초구체 4각기둥형

교각 : 현장타설말뚝, 확대기초, 타원형 기둥

■ 상부공 : Post-Tension 방식에 의한 11경간 연속 P.C BOX GIRDER

④ 상부공 가설공법 : 연속압출공법(Incremental Launching Method)

2) 설계기준

① 일반조건

■ 도로등급 : 자동차전용도로(설계속도 120km/hr)

■ 교량형식 : 11경간(11@50=550), 연속 P.C Box Girder

■ 상부시공방법 : 연속압출공법(I.L.M)

■ 평면곡선 : STRAIGHT

■ 하 중 : 차량하중 : DB-24TON, 차선하중 : DL-24TON

② 허용응력

■ Con’c의 허용응력

- 설계기준강도 : σ_{ck} = 400 kg/㎠

- Prestress 도입시 Con’c 강도, σ_{ck} = 400×0.75=300kg/㎠

■ 허용힘 압축인장응력

【표 2.27】I.L.M 공법 허용힘 압축인장응력

구 분	허용힘 압축응력	허용휨 인장응력	허용힘 인장응력 (부착철근이 있는 경우)
초기응력	$0.55\sigma_{ck}$ 0.55×300=165kg/㎠	$0.75\sqrt{\sigma_{ck}}$ 0.75×√300=12.99kg/㎠	$1.5\sqrt{\sigma_{ck}}$ 1.5×√300=25.98kg/㎠
설계하중작용시 응력	$0.4\sigma_{ck}$ 0.55×300=165kg/㎠	$0.75\sqrt{\sigma_{ck}}$ 0.75×√400=15kg/㎠	$1.5\sqrt{\sigma_{ck}}$ 1.5×√400=30kg/㎠
강연선 삽입시 응력	$1.25\times0.4\sigma_{ck}$ 1.25×160=200kg/㎠	$1.25\times0.4\sqrt{\sigma_{ck}}$ 1.25×8=10kg/㎠	-

■ PC 강연선

- 사용기준 : KS D 7002-1988 SWPC 78-ϕ=15.2 ㎜(0.6 "STRAND)
- 허용응력 (정착직후) : $0.7\sigma_{pu}$ = 133 kg/㎠
- 항복점 강도 : σ_{py} = 160 kg/㎟
- 인장강도 : σ_{pu} = 190 kg/㎟
- 단 면 적 : A_p = 138.7 ㎟
- 탄성계수 : E_p = 2.0×10^6 kg/㎠
- Relaxation : 5% (1000시간 후 2.5%)
- PC 강연선의 허용응력

  정착후 정착부에서의 응력 : σ_{psu} = $0.7\sigma_{pu}$ = 13,300 kg/㎠

  손실 발생후 사용하중 상태에서의 응력 : σ_{psu} = $0.8\sigma_{py}$ = 12,800 kg/㎠
- 사용 텐던 단위

  CENTRAL TENDON : 0.6″ - 7

  CONTINUTY TENDON : 0.6″ - 22
- 긴장력

  σ_{pj} = $0.76\sigma_{pu}$ = 14,400 kg/㎠ : 인장강도의 76%
- 마찰계수

  μ = 0.25 / rad : 곡률마찰계수

  k = 0.050 / m : 파상마찰계수

■ STEEL NOSE 강재 : SWS 490

SWS 400

3) 교좌장치 선정

압출시공에 이용하는 미끄럼 받침은 가설받침으로서만 사용하는 형식과 가설받침과 영구받침을 겸하게 하는 형식이 있으며 두 형식 모두 주형으로 부터의 하중에 대하여 안정하게 설계되어져야 한다. 본 설계에서는 가설받침과 영구받침을 겸하는 방식을 채택하였다.

타. 신축이음장치

신축이음장치는 교량구조의 특성 및 규모에 따라 차이가 있으므로 평탄성이 우수하고 구조물에 주는 영향을 최소로 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 기 정밀안전진단 분석

가. 외관조사 결과

구 분	기존 정밀안전진단 (2013년)	비 고
교면 포장	·아스콘 패임 ·소성변형	·주의관찰후 진전시 팻칭보수 ·주의관찰후 진전시 팻칭보수
방호 울타리	·균열 ·균열백태 ·긁힘, 박락, 재료분리, 파손, 철근노출 ·방음벽 부식, 부식	·균열부 주입보수 ·표면처리 및 주의관찰 ·단면보수, 철근방청+단면보수 ·주의관찰
바닥판 하면	·균열, 백태, 망상균열 ·게이지 미제거 ·전구 미설치	·주입보수, 표면처리 ·청소 및 제거 ·전구 설치
배수 시설	·배수관 연결부 불량 ·집수구 막힘	·주기적인 청소 및 점검 ·주의관찰 후 위치조정
PSC Box 거더 내부	·균열, 백태, 망상균열 ·파손, 재료분리 ·이물질 퇴적, 소각흔적	·주입보수, 표면처리 ·단면보수 ·청소 및 제거
PSC Box 거더 외부	·균열 ·캔틸레버 하면 박락, 백태 ·박락, 파손 ·배수관 주변 백태, 박락	·표면처리 및 주입보수 ·교면수 유입 방지후 단면복구 ·내구성 확보 차원의 보수 ·표면처리 및 단면보수
신축 이음	·후타재 균열 ·후타재 박락 ·유간부 토사퇴적 ·차수판 덮개 파손 ·신축이음 하부 누수	·지속적인 관찰 및 점검 ·단면복구 ·주기적인 청소 ·중분대 차수판 정비 및 재설치 ·가요성 물받이 설치
교량 받침	·고정볼트 풀림 및 볼트부식, 받침부식 ·받침모르타르 및 모르타르 균열, 박락	·재체결, 녹 제거후 재도장 ·균열부 지속적인 관찰, 단면보수
교대 교각	·균열, 균열부 백태 ·박락, 재료분리, 긁힘, 마감불량, 파손, 철근노출 ·실런트 파손 및 체수 ·배수로 균열 및 표지판 탈락 ·법면 식생 및 블록탈락 ·출입덮개 유실 및 계단파손	·주입보수, 표면처리 ·단면보수, 철근방청+단면보수 ·실런트교체 및 주의관찰 ·주의관찰 및 재부착 ·제거 및 정비 ·덮개설치 및 정비

나. 내구성 조사

<table>
<tr><th>시험명</th><th colspan="10">시험 결과</th></tr>
<tr><td rowspan="5">비파괴
강도</td><td colspan="3">구분</td><td colspan="2">설계기준(MPa)</td><td colspan="3">조사결과(MPa)</td><td colspan="2">평가결과(%)</td></tr>
<tr><td rowspan="4">논산천교</td><td rowspan="2">상부
구조</td><td>반발경도</td><td colspan="2" rowspan="2">40.0</td><td colspan="3">44.4～50.7</td><td colspan="2">164.4～187.8</td></tr>
<tr><td>초음파법</td><td colspan="3">40.3～42.6</td><td colspan="2">149.3～157.8</td></tr>
<tr><td rowspan="2">하부
구조</td><td>반발경도</td><td colspan="2" rowspan="2">24.0</td><td colspan="3">23.7～25.2</td><td colspan="2">98.8～105.0</td></tr>
<tr><td>초음파법</td><td colspan="3">23.9～25.0</td><td colspan="2">99.6～104.2</td></tr>
<tr><td colspan="11">◦콘크리트 강도 조사결과 설계기준강도와 비교할 때 상·하부구조 모두 반발경도법과 초음파속도법에서 기준강도를 상회하는 것으로 평가되어 강도상의 문제점이 없는 것으로 판단된다.</td></tr>
<tr><td rowspan="10">철근
탐사</td><td colspan="4" rowspan="2">구분</td><td rowspan="2">철근종류</td><td colspan="2">측정결과</td><td colspan="2">설계도면 기준</td></tr>
<tr><td>피복</td><td>간격</td><td>피복</td><td>간격</td></tr>
<tr><td rowspan="8">논산천교</td><td rowspan="2">상부
구조</td><td colspan="2" rowspan="2">상부
플렌지</td><td>주철근</td><td>48～53</td><td>115～128</td><td>42</td><td>125</td></tr>
<tr><td>배력철근</td><td>60～83</td><td>89～110</td><td>58</td><td>100</td></tr>
<tr><td rowspan="6">하부
구조</td><td colspan="2" rowspan="2">교대</td><td>주철근</td><td>41～53</td><td>275～300</td><td>39</td><td>300</td></tr>
<tr><td>배력철근</td><td>63～75</td><td>280～300</td><td>61</td><td>300</td></tr>
<tr><td rowspan="4">교각</td><td rowspan="2">코핑</td><td>주철근</td><td>98～118</td><td>280～320</td><td>90.5</td><td>300</td></tr>
<tr><td>배력철근</td><td>110～128</td><td>130～153</td><td>109.5</td><td>150</td></tr>
<tr><td rowspan="2">기둥</td><td>주철근</td><td>100～130</td><td>90～110</td><td>109.5</td><td>100</td></tr>
<tr><td>배력철근</td><td>90～115</td><td>130～150</td><td>90.5</td><td>150</td></tr>
<tr><td colspan="11">◦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.</td></tr>
<tr><td rowspan="4">탄산화
깊이</td><td colspan="2">구분</td><td>탄산화 깊이
(㎜)</td><td>피복두께
(㎜)</td><td>탄산화잔여깊이
(㎜)</td><td>결 과</td></tr>
<tr><td rowspan="2">논산천교</td><td>상부구조</td><td>3.0～10.0</td><td>45～48</td><td>37.0～44.0</td><td>a</td></tr>
<tr><td>하부구조</td><td>6.0～8.0</td><td>41～110</td><td>33.0～102.0</td><td>a</td></tr>
<tr><td colspan="6">◦탄산화시험 수행 결과 측정 심도는 상부구조 3.0㎜～10.0㎜, 하부구조 6.0㎜～8.0㎜으로 조사되어 건전성 평가 기준에 의거 탄산화 잔여깊이가 30㎜이상인 『 a 』 로 평가되었으며, 탄산화에 의한 철근 부식 등 내구성 저하의 가능성은 적을 것으로 판단된다.</td></tr>
</table>

<table>
<tr><th>시험명</th><th colspan="7">시험 결과</th></tr>
<tr><td rowspan="14">염화물</td><td colspan="2" rowspan="2">측정위치</td><td rowspan="2">깊이(㎜)</td><td colspan="2">염화물 함유량</td><td rowspan="2">결 과</td></tr>
<tr><td>Cl-(%)</td><td>Cl-(kg/㎥)</td></tr>
<tr><td rowspan="9">논산천교
(천안)</td><td rowspan="3">S4 외부
하부플렌지</td><td>0～10</td><td>0.007</td><td>0.158</td><td>a</td></tr>
<tr><td>10～20</td><td>0.005</td><td>0.113</td><td>a</td></tr>
<tr><td>20～30</td><td>0.004</td><td>0.091</td><td>a</td></tr>
<tr><td rowspan="3">P2
코핑부</td><td>0～10</td><td>0.006</td><td>0.136</td><td>a</td></tr>
<tr><td>10～20</td><td>0.005</td><td>0.113</td><td>a</td></tr>
<tr><td>20～30</td><td>0.003</td><td>0.068</td><td>a</td></tr>
<tr><td rowspan="3">P4
기둥부</td><td>0～10</td><td>0.007</td><td>0.158</td><td>a</td></tr>
<tr><td>10～20</td><td>0.005</td><td>0.113</td><td>a</td></tr>
<tr><td>20～30</td><td>0.004</td><td>0.091</td><td>a</td></tr>
<tr><td rowspan="9">논산천교
(논산)</td><td rowspan="3">S3 외부
상부플렌지</td><td>0～10</td><td>0.006</td><td>0.136</td><td>a</td></tr>
<tr><td>10～20</td><td>0.005</td><td>0.113</td><td>a</td></tr>
<tr><td>20～30</td><td>0.004</td><td>0.091</td><td>a</td></tr>
<tr><td rowspan="3">S4 외부
복부판</td><td>0～10</td><td>0.005</td><td>0.113</td><td>a</td></tr>
<tr><td>10～20</td><td>0.004</td><td>0.091</td><td>a</td></tr>
<tr><td>20～30</td><td>0.004</td><td>0.091</td><td>a</td></tr>
<tr><td rowspan="3">P10
코핑부</td><td>0～10</td><td>0.005</td><td>0.113</td><td>a</td></tr>
<tr><td>10～20</td><td>0.005</td><td>0.113</td><td>a</td></tr>
<tr><td>20～30</td><td>0.004</td><td>0.091</td><td>a</td></tr>
<tr><td colspan="7">◦안전점검 및 정밀안전진단 세부지침(2010. 12)을 토대로 전염화물에 대하여 평가하였으며, 채취한 시료의 전염화물 함유량 분석결과, 염화물함유량이 낮아 부식발생 우려가 없는 상태인 a로 평가되었다.</td></tr>
<tr><td rowspan="3">균열
깊이</td><td colspan="3" rowspan="2">측 정 위 치</td><td colspan="2">초음파 전달시간
(×10⁻⁶sec)</td><td rowspan="2">균열폭
(㎜)</td><td rowspan="2">최 소
피복두께
(㎜)</td><td rowspan="2">균 열
깊 이
(㎜)</td></tr>
<tr><td>균열부
(Tc)</td><td>건전부
(To)</td></tr>
<tr><td>논산천교</td><td>상부
구조</td><td>S9 캔틸레버</td><td>47.2</td><td>33.2</td><td>0.3</td><td>37.5</td><td>50.6</td></tr>
<tr><td></td><td>하부
구조</td><td>P10 코핑</td><td>78.4</td><td>32.5</td><td>0.3</td><td>95.0</td><td>109.7</td></tr>
<tr><td colspan="8">◦균열깊이의 측정은 Cw=0.3㎜의 균열을 대상으로 실시하였으며 그 결과 대상 균열은 모두 균열심도가 콘크리트 피복두께를 초과하여 발생된 것으로 나타나, 내구성 확보를 위하여 주입보수가 필요할 것으로 판단된다.</td></tr>
</table>

주) 피복두께는 철근탐사 실측치 및 설계도면(순피복) 적용.

다. 내하력평가

1) 종방향 내하력평가

① 허용응력법에 의한 거더의 내하율 산정

위치	내하율 계산 (단위:MPa)	내하율(RF)	기본내하력
외측 S1경간 지점부(P1)	$\frac{16.000 - (10.590 + 0.463 + 0.019)}{2.579}$	1.910	DB-24 이상
외측 S1경간 중앙부	$\frac{16.000 - (4.459 + 3.886 - 0.006)}{1.639}$	4.674	DB-24 이상
내측 S10경간 지점부(P9)	$\frac{16.000 - (8.061 + 1.982 - 0.027)}{2.374}$	2.520	DB-24 이상
내측 S10경간 중앙부	$\frac{16.000 - (2.140 + 4.230 + 0.002)}{1.359}$	7.084	DB-24 이상

② 극한강도법에 의한 거더의 내하율 산정

위치	내하율 계산 (단위:kN·m)	내하율(RF)	기본내하력
외측 S11경간 지점부 (P10)	$\frac{140608.5 - (1.3 \times 57903.0 - 13560.3)}{2.15 \times 14614.1}$	2.510	DB-24 이상
외측 S1경간 중앙부	$\frac{137248.4 - (1.3 \times 40356.7 + 7460.6)}{2.15 \times 13162.3}$	2.732	DB-24 이상
내측 S9경간 지점부 (P8)	$\frac{124723.7 - (1.3 \times 44713.1 - 7024.2)}{2.15 \times 13833.1}$	2.475	DB-24 이상
내측 S2경간 중앙부	$\frac{137248.4 - (1.3 \times 19064.7 + 11350.1)}{2.15 \times 10863.6}$	4.239	DB-24 이상

2) 횡방향 내하력평가

위치	내하율 계산 (단위:kN·m)	내하율(RF)	기본 내하력
캔틸레버부 단부	$\frac{419.75 - (1.3 \times 58.73)}{2.15 \times 118.56}$	1.347	DB-24 이상
내부슬래브 중앙부	$\frac{168.73 - (1.3 \times 2.64)}{2.15 \times 34.59}$	2.222	DB-24 이상

라. 안전성평가

1) PSC BOX 거더 - 허용응력법에 의한 안전율 산정

조합 케이스	허용응력	S1 지점부(P1)		S10 지점부(P9)		S1 중앙부		S10 중앙부	
		합응력	S.F	합응력	S.F	합응력	S.F	합응력	S.F
1	**16.000**	**13.630**	**1.174**	12.420	1.288	9.984	1.603	8.568	1.867
2	16.000	13.630	1.174	12.420	1.288	9.985	1.602	8.568	1.867
3	18.400	13.580	1.355	12.330	1.492	9.914	1.856	8.497	2.165
4	18.400	13.580	1.355	12.330	1.492	9.915	1.856	8.497	2.165
5	18.400	13.720	1.341	12.450	1.478	10.040	1.833	8.632	2.132
6	18.400	13.720	1.341	12.450	1.478	10.040	1.833	8.632	2.132
7	18.400	13.580	1.355	12.330	1.492	9.914	1.856	8.497	2.165
8	18.400	13.580	1.355	12.330	1.492	9.914	1.856	8.497	2.165
9	18.400	13.720	1.341	12.450	1.478	10.040	1.833	8.632	2.132
10	18.400	13.720	1.341	12.450	1.478	10.040	1.833	8.632	2.132
최소 안전율			**1.174**		1.288		1.602		1.867

2) PSC BOX 거더 - 강도설계법에 의한 안전율 산정

① 설계하중 작용시 검토단면의 최대 단면력

위 치	Mu (kN·m)	ΦMn (kN·m)	안전율
외측경간 지점부 P10, 130요소	-93133.98	140608.52	**1.510**
외측경간 중앙부 S1, 6요소	88223.25	137248.36	1.556
내측경간 지점부 P8, 117요소	-80843.88	124723.65	1.543
내측경간 중앙부 S2, 20요소	59490.89	137248.36	2.307

② 설계하중 작용시 외측·내측 경간 최대 전단력

위 치(경간위치, 부재번호)	Vu (kN)	ΦVn (kN)	안전율
외측경간 최대 (P1, 12)	12246.14	12513.63	**1.022**
내측경간 최대 (P2, 25)	10697.92	11995.47	1.121

3) 횡방향검토 - 강도설계법에 의한 안전율 산정

부 재	As	Mu (kN · m)	ΦMn (kN · m)	안전율
캔틸레버부 단부	H25 @125	331.25	419.75	**1.267**
내부슬래브 중앙부	H19 @125	77.80	168.73	2.169

4) 하부구조 - 강도설계법에 의한 안전율 산정

$$SF(\text{안전율}) = \frac{\text{설계강도}}{\text{소요강도}} = \frac{\phi P_n}{P_u} = \frac{78262.938}{24987.698} = 3.132$$ 『A』

라. 상태평가 및 안전등급

1) 안전성평가 결과

부 재	SF(안전율)	등 급
PSC 거더 (허용응력법) (제1 내부지점부, P1)	1.174	A
PSC 거더 (강도설계법) (내측경간 최대, P2)	1.022	A
횡방향 검토 (강도설계법) (캔틸레버 단부)	1.267	A
하부구조 (강도설계법)	3.132	A

2) 논산천교 상태평가 결과

구성교량명	환 산 결함도점수	상태평가 등 급	연장 (m)	차선	길이 × 차선	연장비	환산결함도점수 × 연장비
논산천교(천안)	0.314	c	550	2	1,100	0.500	0.157
논산천교(논산)	0.277	c	550	2	1,100	0.500	0.139
합계(Σ)			1,100	4	2,200	1	0.296
1. 환산결함도 점수 =							0.296
2. 상태평가 결과 =							C

3) 종합평가 및 안전등급

구 분	안전성평가등급	상태평가등급	안 전 등 급
논산천교(천안)	A	C	C
논산천교(논산)	A	C	C

마. 보수·보강 방안

1) 논산천교(천안) 보수·보강 방안

부재	결함내용	보수방안	손상 물량	보수 물량	단위	단가 (천원)	공사비 (천원)	우선 순위	비고
교면 포장	아스콘패임	팻칭보수	15.00	25.50	㎡	55	1,403	2	
	소성변형	팻칭보수	2.00						
난간 및 연석	균열(0.3mm이상)	주입보수	1.50	2.25	m	33	74	1	
	박락	단면보수	0.04	16.41	㎡	330	5,415	2	
	재료분리	단면보수	10.90						
배수 시설	배수구막힘	청소	1.00	1.00	EA	11	11	3	
거더 내부	균열(0.3mm이상)	주입보수	132.10	198.15	m	33	6,539	1	
	이물질퇴적	청소	3.35	5.03	㎡	11	55	3	
거더 외부	균열(0.3mm이상)	주입보수	14.90	22.35	m	33	738	1	
	박락	단면보수	0.47	1.00	㎡	330	330	2	
	파손	단면보수	0.02						
신축 이음	유간토사퇴적	청소	1.03	1.55	㎡	11	17	3	
	신축이음누수	물받이설치	24.00	24.00	m	70	1,680	3	
	차수판 파손	재설치	1.00	1.00	EA	400	400	3	
교량 받침	볼트부식	재도장	0.03	84.05	㎡	13	1,093	1	
	본체 부식	재도장	56.00						
	고정볼트풀림	재체결	12.00	12.00	EA	5	61	1	
	받침모르타르박락	단면보수	0.02	1.00	㎡	330	330	2	
교대	균열(0.3mm이상)	주입보수	11.20	16.80	m	33	554	1	
	철근노출	단면보수(방청)	0.04	1.00	㎡	350	350	1	
	박락	단면보수	0.30	1.00	㎡	330	330	2	
	재료분리	단면보수	0.15						
교각	균열(0.3mm이상)	주입보수	16.40	24.60	m	33	812	1	
	박락	단면보수	0.37	1.00	㎡	330	330	2	
	재료분리	단면보수	0.25						

순공사비 합계 (천원)		20,522
제경비 (순공사비×50%)		10,261
순위별 공사비 (제경비 포함)	제 1 순위	15,331
	제 2 순위	12,207
	제 3 순위	3,245
절삭		83
개략공사비 (천원)		30,700

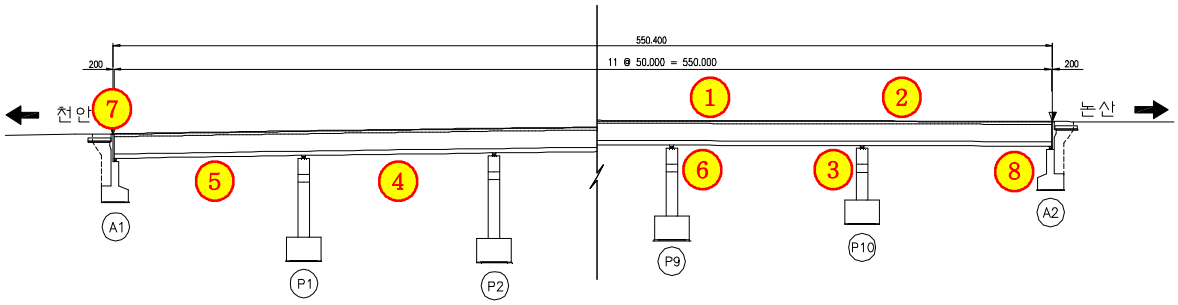
2) 논산천교(논산) 보수·보강 방안

부재	결함내용	보수방안	손상 물량	보수 물량	단위	단가 (천원)	공사비 (천원)	우선 순위	비고
난간 및 연석	균열(0.3mm이상)	주입보수	9.40	14.10	m	33	465	1	
	철근노출	단면보수(방청)	0.01	1.00	㎡	350	350	1	
	박락	단면보수	0.05	15.41	㎡	330	5,084	2	
	재료분리	단면보수	10.15						
	파손	단면보수	0.07						
배수 시설	배수구막힘	청소	2.00	2.00	EA	11	22	3	
거더 내부	균열(0.3mm이상)	주입보수	30.00	45.00	m	33	1,485	1	
	이물질퇴적	청소	0.29	1.00	㎡	11	11	3	
	재료분리	단면보수	0.10	1.00	㎡	330	330	2	
	파손	단면보수	0.04						
	게이지미제거	제거	4.00	4.00	EA	1	4	3	
거더 외부	균열(0.3mm이상)	주입보수	9.50	14.25	m	33	470	1	
	박락	단면보수	0.04	1.00	㎡	330	330	2	
	파손	단면보수	0.05						
	들뜸	단면보수	0.25						
신축 이음	유간토사퇴적	청소	1.70	2.55	㎡	11	28	3	
	신축이음누수	물받이설치	24.00	24.00	m	70	1,680	3	
교량 받침	볼트부식	재도장	0.18	108,27	㎡	13	1,408	1	
	본체 부식	재도장	72.00						
	고정볼트풀림	재체결	13.00	13.00	EA	5	66	1	
	받침모르타르박락	단면보수	0.01	1.00	㎡	330	330	2	
	받침콘크리트균열 (0.3mm이상)	주입보수	0.20	1.00	m	33	33	1	
교대	균열(0.3mm이상)	주입보수	7.70	11.55	m	33	381	1	
	철근노출	단면보수(방청)	0.03	1.00	㎡	350	350	1	
	박락	단면보수	0.10	1.00	㎡	330	330	2	
	출입덮개유실	재설치	1.00	1.00	EA	300	300	3	
교각	균열(0.3mm이상)	주입보수	15.90	23.85	m	33	787	1	
	박락	단면보수	0.09	5.30	㎡	330	1,747	2	
	재료분리	단면보수	1.16						
	파손	단면보수	0.03						

순공사비 합계 (천원)		15,992
제경비 (순공사비×50%)		7,996
순위별 공사비 (제경비 포함)	제 1 순위	8,693
	제 2 순위	12,227
	제 3 순위	3,068
절삭		87
개략공사비 (천원)		23,900

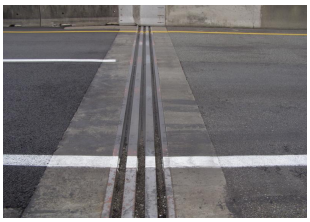
바. 유지관리방안

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	·소성변형 ·아스콘 패임	·지속적인 관찰 및 점검 ·공용기간 증가에 따른 손상의 발생 및 진전 여부
② 방호울타리	·방호벽 내,외측 균열 및 균열부 백태 ·철근노출, 재료분리, 박락 등 ·방음벽 부식	·손상에 따른 적절한 보수 실시 ·공용기간 증가에 따른 손상의 진전 및 추가발생 여부
③ 배수시설	·집수구 막힘 ·배수관 연결 불량	·청소 및 체수 상태 ·공용중 배수관 탈락, 파손 여부

위 치	중점점검항목	점검요령
 ④ PSC BOX 거더 내부	·균열, 망상균열 ·백태, 파손, 재료분리 등 ·이물질 퇴적 및 소각 흔적	·균열의 진전, 재발생 및 추가발생 여부 ·보수 후 재발생 여부
 ⑤ PSC BOX 거더 외부	·균열, 백태 ·재료분리, 박락, 파손 ·배수관 주변 백태, 박락	·균열의 진전, 재발생 및 추가발생 여부 ·보수 후 재발생 여부
 ⑥ 교량받침	·상,하부 플레이트 부식 ·볼트 부식 ·받침콘크리트 및 받침모르타르 균열, 박락	·손상의 진전 및 추가발생 여부 ·지속적인 관찰을 통한 이상징후 발생 여부 확인
 ⑦ 신축이음	·후타재 균열, 박락 ·유간 토사 퇴적 ·신축이음 하부 누수	·공용중 손상의 진전 여부 ·보수 시공에 따른 하부 누수의 재발생 여부 확인
 ⑧ 교대 및 교각, 기초	·균열, 균열부 백태 ·재료분리, 박락, 파손, 철근노출 등 ·실런트 파손 및 체수 ·법면 식생, 블록 탈락	·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 11경간 PSC BOX교이다.

정밀 외관조사와 항목별 제반시험을 통한 정밀안전진단 결과

- 구조적으로 문제가 될 만한 손상, 결함, 열화는 조사되지 않았으나, 수축량 부족으로 판정된 신축이음 장치는 손상의 발생 유무를 주기적으로 점검해야 하며,

- 안전율은 1.0이상, 내하력 또한 DB-24 이상을 확보하는 것으로 평가되었고

시설물의 안전등급은 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 상태인 『C등급』으로 평가되었다.

교량의 전체 등급이 C등급으로 평가된 주된 원인은 상부구조 및 하부구조에 발생된 폭 0.3mm 균열이며, 해당 손상에 대하여 보수를 실시하고 정기적으로 유지관리 한다면 교량으로서의 기능유지에 문제가 없을 것으로 판단된다.

2.2.4 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 2.28】 논산천교 점검 및 진단이력

번호	구 분	점검/ 진단기간	점검/ 진단기관	주요점검/진단결과	상태 등급
1	초기점검	2003.04	나우이엔씨(주)	전반적인 상태등급은 'A' 등급에 해당되며, 설계하중에 대한 단면력을 충분히 확보하고 있고 공용내하력도 설계내하력(DB-24) 이상이므로 적절한 보수와 향후 유지관리가 이루어진다면 공용기간중 교량의 건전성과 사용성을 충분히 유지할 수 있을것으로 사료된다.	A
2	정기점검	2003.12	나우이엔씨(주)	향후 유지관리를 통한 관리와 손상부위의 내구성확보를 위한 보수가 이루어져야 할 것으로 사료된다.	-
3	정기점검	2004.6	(주)아워브레인	양호	-
4	정기점검	2004.12	(주)아워브레인	양호	-
5	정밀점검	2005.6	㈜한길종합 엔지니어링	전반적으로 양호한 상태이며, 주요 및 보조부재 미세균열(0.1mm)등 경미한 손상에 대한 주의관찰, 교대측 공동구 균열 및 백태에 대한 보수가 필요한 상태임.	A
6	정기점검	2005.12	㈜한길종합 엔지니어링	신축이음장치 연결부 누수로 인하여 교대부 체수 및 콘크리트 표면 변색이 조사되었으며, 받침콘크리트 박리 및 균열, 받침고정 볼트 체결 불량이 조사되었다. 또한 공동구 시공이음부 및 천정부에 건조수축 등으로 균열 및 누수,백태 등의 손상이 진전되고 있는 상태이다. 따라서 구조물의 유지관리를 위해 손상 발생부에 대하여는 보수를 실시하여 구조물의 유지관리에 만전을 기하여야 한다.	-
7	정기점검	2006.6	(주)아워브레인	전반적으로 양호한 상태임.	-

【표 2.29】 논산천교 점검 및 진단이력(계속)

번호	구 분	점검/ 진단기간	점검/ 진단기관	주요점검/진단결과	상태 등급
8	정기점검	2006.12	(주)아워브레인	교량 전반에 공용년수 증가로 인하여 경미한 손상현황이 발생한 것으로 조사되었다. 기 발생된 손상현황으로는 주형 내부 바닥판하면에 종방향균열(Cw≤0.2mm), 공동구 균열 및 백태, 하부구조에 균열(Cw≤0.2mm) 및 체수, 받침장치 균열 및 국부적인 플레이트 부식, 교대 접속부 침하로 인한 점검계단 파손 현황이 발생한 상태이다. 기 발생된 손상현황은 구조적으로 큰 문제가 없는 것으로 사료되나, 구조물의 내구성 확보 차원의 보수가 필요하며, 현재 교대 접속부측에 침하가 장기간 진전중이므로 지속적인 관찰 및 유지관리가 필요하다.	
9	정밀점검	2007.6	(주)아워브레인	본 교량에 대한 상태등급 판정결과 상태평가 등급은 B등급으로 부재에 경미한 손상이 발생되었으나, 기능상에는 문제점이 없는 양호한 상태로서 일부 부재에 대한 보수가 필요한 상태인 것으로 평가되었다. 주요손상은 주형 균열, 하부구조 균열, 교좌장치 부식, 공동구 균열 및 백태, 점검로 볼트 누락 및 탈락등으로 일부부재에 대해서는 내구성 확보차원의 보수가 필요하며, 기타부재들에 대해서는 주의관찰이 필요하다.	B
10	정기점검	2007.12	(주)아워브레인	2007년 하반기 정기점검 결과, 교량 다수 부재에서 공용년수 증가로 인하여 경미한 손상현황이 발생한 것으로 조사되었다. 기 발생된 손상현황으로는 주형 내부 상부슬래브 균열, 외부 복부 및 하부슬래브 균열(폭 0.1~0.2mm) 및 들뜸, 공동구 균열 및 백태, 하부구조 균열(폭 0.1~0.2mm) 및 표면열화, 받침장치 무수축몰탈 균열 및 PLATE 부식, 교대 점검계단 침하 미치 이격, 점검로 볼트 누락 및 풀림 등의 현황이 발생한 상태이다. 기 발생된 손상현황은 구조적으로 큰 문제가 없는 것으로 사료되나, 구조물의 내구성 확보를 위한 일부 보수를 실시하며 지속적인 관찰을 통한 구조물의 유지관리가 필요하다.	-

【표 2.30】 논산천교 점검 및 진단이력(계속)

번호	구 분	점검/ 진단기간	점검/ 진단기관	주요점검/진단결과	상태 등급
11	정기점검	2008.06	(주)아워브레인	2008년 상반기 정기점검 결과, 받침장치 부식부에 재도장이 실시된 상태이나, 공용년수 증가로 인하여 일부 부재에서 손상현황이 발생한 것으로 조사되었다. 기 발생된 손상현황으로는 주형 내부 상부슬래브 균열, 외부 복부 및 하부슬래브 균열(폭 0.1~0.2mm) 및 들뜸, 공동구 균열 및 백태, 하부구조 균열(폭 0.1~0.2mm) 및 표면열화, 받침장치 무수축몰탈 균열, 교대 점검계단 침하 및 이격, 점검로 볼트 누락 및 풀림 등의 현황이 발생한 상태이다. 기 발생된 손상현황은 구조적으로 큰 문제가 없는 것으로 사료되나, 구조물의 내구성 확보를 위한 일부 보수를 실시하며 지속적인 관찰을 통한 구조물의 유지관리가 필요하다.	-
12	정기점검	2008.12	(주)아워브레인	2008년 하반기 정기점검 결과, 받침장치 부식부에 재도장이 실시된 상태이나, 공용년수 증가로 인하여 일부 부재에서 손상현황이 발생한 것으로 조사되었다. 기 발생된 손상현황으로는 주형 내부 상부슬래브 균열, 외부 복부 및 하부슬래브 균열(폭 0.1~0.2mm) 및 들뜸, 공동구 균열 및 백태, 하부구조 균열(폭 0.1~0.2mm) 및 표면열화, 받침장치 무수축몰탈 균열, 신축이음 하부 지지대 볼트탈락, 교대 점검계단 침하 및 이격, 점검로 볼트 누락 및 풀림 등의 현황이 발생한 상태이다. 기 발생된 손상현황은 전회와 비교시 진전은 미미한 상태이나, 구조물의 내구성 확보를 위하여 일부 보수를 실시하며, 지속적인 유지관찰을 통한 구조물의 유지관리가 필요하다.	-
13	정밀점검	2009.06	㈜한길종합 엔지니어링	전반적으로 상부구조 및 하부구조의 상태는 양호하나, 일부 국부적인 손상이 조사되어 내구성 측면에서의 보수가 필요하며, 신축이음장치에 대한 여유량 검토결과 신축장치의 수축여유량이 수축계산량 이하로 검토되어 주의관찰이 필요하며, 받침장치의 경우 기준온도 이상에서도 수축거동된 상태로 정기점검시 지속적인 관찰이 필요함.	B

【표 2.31】 논산천교 점검 및 진단이력(계속)

번호	구 분	점검/ 진단기간	점검/ 진단기관	주요점검/진단결과	상태 등급
14	정기점검	2009.12	㈜한길종합 엔지니어링	정기점검 결과, 대상 시설물의 상태는 '양호'인 것으로 판단되며 주요 손상으로는 PSC BOX 외부에 발생된 균열 및 박락, 하부구조에 발생된 균열(폭 0.3mm) 및 파손 등의 손상이 있으며, 신축이음장치의 간격조절장치 스프링 연결 볼트 탈락에 대한 조치가 필요하다. 그리고 받침장치의 경우 고정단(P5)을 중심으로 표준온도(15℃) 이상에서 수축방향으로 약 1~4.5cm의 편기량이 조사되었다. 특히 P2, P9지점에서 과다하게 편기가 발생한 상태이며, 건조수축 및 크리프의 영향으로 영구적인 수축변형이 발생된 것으로 판단되며, 정기점검시 지속적인 주의관찰을 실시토록 한다.	-
15	정기점검	2010.06	㈜한길종합 엔지니어링	정기점검 결과, 본 교량은 1종 교량시설물로써 점검일 현재 일부 손상에 대한 보수 등의 조치가 이뤄진 상태이다. 주요 손상으로는 배수시설 유공관 길이부족 및 배수관 연결고리 탈락, 주형 내·외부 균열, 하부구조 단면파손 및 균열, 받침장치 무수축 몰탈 균열, 신축이음장치 볼트 탈락 등의 손상이 있다. 이 중에서 하자담보기간이 남아 있고 구조적으로 문제가 되지 않는 손상에 대하여는 추후 하자보수를 실시하는 것으로 하며, 신축이음장치 및 배수시설에 대한 교체 및 정비 등의 조치가 필요하다. 받침장치의 경우 편기량이 과다 측정되었지만 초기 건조수축 및 크리프의 영향으로 발생된 것으로 판단되며 전회차 와의 비교 검토에서 큰 변화는 없는 것으로 조사되었다. 추후 정기점검 등을 통하여 지속적인 주의관찰이 요구된다.	-
16	정기점검	2010.12	㈜한길종합 엔지니어링	2010년 하반기 점검결과, 전회 점검과 비교 시 일부 부재에서 손상의 진전이 있는 것으로 조사되었다. 주요 손상으로는 교면포장 소성변형, PSC 거더 외부 및 내부 균열 및 백태, 하부구조 균열 및 파손, 신축이음장치 연결볼트 탈락, 교량받침 편기발생 등의 손상이 있다. 점검일 현재 구조물의 구조적인 안전에는 문제가 없으며, 공용중 내구성 증진을 위해 일부 손상에 대한 보수 및 교체 등의 조치가 필요하다. 추후 정기적인 점검 등을 통하여 지속적인 주의관찰을 실시한다.	-

【표 2.32】 논산천교 점검 및 진단이력(계속)

번호	구 분	점검/ 진단기간	점검/ 진단기관	주요점검/진단결과	상태 등급
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. 본 시설물은 구조적인 안전성과 관련된 손상이 없는 양호한 상태로 일부 부재에 손상이 조사되어 내구성 측면에서의 보수가 필요하다. 발생된 주요 손상으로는 신축이음장치 여유량 부족, 바닥판 캔틸레버부 A2 지점부에 균열, 하부구조 균열 등이다. 신축이음장치에 대한 여유량 검토결과 수축여유량이 부족한 것으로 검토되어 주의관찰이 필요하며, 바닥판하면 캔틸레버부의 균열은 내구성 저하 방지를 위한 보수가 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
18	정기점검	2011.12	(주)아워브레인	정기점검 결과, 대상 시설물의 안전성을 저해할 만한 주요부재의 심각한 손상은 없는 양호한 상태이다. 전 회 점검 이후 신축이음 하부 볼트 탈락에 대한 전구간 보수가 실시된 상태이며, 현재 교량하부의 공사로 인해 일부 부재에 손상이 발생하여 주의관찰이 필요한 상태이다. 발생된 주요 손상으로는 교면포장 소성변형, PSC 주형 외부 및 내부 균열 및 백태, 하부구조 균열 및 파손, 교량받침 몰탈 균열 및 파손, 점검로 파손 등이 있다. 기 발생된 손상은 교량의 안전성에 큰 문제는 없으나, 내구성 저하방지를 위한 보수를 실시하고, 지속적인 점검을 통한 유지관리가 필요하다.	-

【표 2.33】 논산천교 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 발생된 상태이다. 이전 점검 이후 배수관 교체 및 교대벽체 균열보수, BOX내부 이물질 적치 정비가 실시된 상태이며, 발생된 주요 손상으로는 교면포장 아스콘 손상, PSC BOX 내·외부 균열, 하부구조 균열 등이다. 기 발생된 손상에 대해서도 내구성 저하방지를 위한 일부 보수를 실시하고 지속적인 점검을 통한 유지관리를 실시한다면 1등교로써의 교량의 기능발휘에 문제가 없을 것으로 판단된다.	-
20	정밀안전 진단	2013.06	(주)동우기술단	거더 균열, 박락, 재료분리, 파손, 교량받침 부식, 받침콘크리트 및 받침모르타르 균열, 박락, 신축이음 하부 누수, 교대 및 교각 균열, 박락, 재료분리, 철근노출	C
21	정기점검	2013.12	(주)아워브레인	정기점검 결과, 대상시설물의 상태는 교량의 안전성을 저해할 만한 주요부재의 심각한 손상은 없는 '양호'한 상태로 판단된다. 다만, 신축이음의 하부 횡빔의 볼트가 풀리거나 파단되어 진동 및 소음이 발생되고 있어 볼트풀림은 재체결을 실시하여 추가손상을 방지하여야 하며, 볼트파단은 재체결을 통한 보수가 불가하여 주의관찰후 신축이음의 교체시 일괄적인 보수가 필요하다. 또한 기 발생된 손상에 대해서도 내구성 저하방지를 위한 일부 보수를 실시하고 지속적인 점검을 통한 유지관리를 실시한다면 1등교로써의 교량의 기능발휘에 문제가 없을 것으로 판단된다.	-

【표 2.34】 논산천교 점검 및 진단이력(계속)

번호	구 분	점검/ 진단기간	점검/ 진단기관	주요점검/진단결과	상태 등급
22	정밀점검	2014.06	(주)아워브레인	정기점검 결과 조사된 주요 손상으로는 교면포장의 국부적인 파손, 망상균열, 바닥판 및 거더, 하부구조의 0.3㎜균열 등이 조사되었다. 상기 손상의 경우 발생범위, 위치 등 을 감안할 때 비구조적 손상으로 판단되며 내구성확보 차원의 보수가 일부 필요하고 향후 손상진전에 대한 지속적인 점검이 요망된다.	B
23	정기점검	2014.12	(주)아워브레인	정기점검 결과, 전반적인 시설물의 안전성에 문제가 없는 양호한 상태로 조사되었다. 기발생된 주요 손상 중 바닥판 및 교대 등의 균열에 대한 보수를 실시하는 것이 필요하며 그 외 발생된 일반적인 손상은 발생부위가 국부적이며 표면적인 것으로 판단되며 효율적인 유지관리를 위하여 지속적인 관찰 후 진전이 확인될시 보수를 고려하는 바람직하다.	-
24	정밀점검	2015.06	(주)동우기술단	논산천교에 대한 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 바닥판, 거더, 하부구조에서 균열 및 열화손상, 배수구막힘이 일부 신규로 조사되었으며, 발생한 손상들은 구조물의 안전성에는 영향을 미치지 않는 비구조적 손상으로 판단된다. 조사된 손상중 배수구 막힘은 교면포장에 체수를 유발 하여 통행량의 안전성저하의 원인이 될 수 있으므로 청소가 필요하며 기타 손상의 경우 진전여부를 지속적인 점검을 통한 유지관리를 실시한다면 구조물의 사용성에는 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 손상은 시급한 보수가 필요하지 않으며 전반적인 교량의 안전성에 문제가 될 만한 손상은 조사되지 않았다. 이에 정기적인 점검을 통해 손상의 진전유무를 관찰하고 지속적인 유지관리를 실시하는 것이 바람직하다.	-

【표 2.35】 논산천교 점검 및 진단이력(계속)

번호	구 분	점검/ 진단기간	점검/ 진단기관	주요점검/진단결과	상태 등급
26	정기점검	2016.06	(주)아워브레인	정기점검 결과, 대상시설물의 상태는 교량의 안전성을 저해할 만한 주요부재의 심각한 손상은 없는 상태로 판단된다. 주요 손상으로는 바닥판하면 균열, 거더 내,외부 균열 및 들뜸, 하부구조 균열, 배수구 막힘 등이 조사되었다. 기 발생된 손상은 이전 점검과 비교시 진전은 미미한 상태이나, 유지관리차원에서 보수를 요하는 손상이 일부 발생된 상태이다. 또한, 주기적인 점검을 통해 손상의 진전유무 및 신규손상 발생에 대한 지속적인 유지관리가 필요하다.	-
27	정기점검	2016.12	(주)아워브레인	정기점검 결과, 대상시설물의 상태는 교량의 안전성을 저해할 만한 주요부재의 심각한 손상은 없는 상태로 판단된다. 기 실시된 점검이후 일부 부재에 발생된 손상에 대한 보수가 시행되었으며, 주요 손상으로는 바닥판하면 균열, 거더 내.외부 균열 및 들뜸, 하부구조 균열, 배수구 막힘 등이 조사되었다. 기 발생된 손상은 이전 점검과 비교시 진전은 미미한 상태이나, 내구성 저하방지차원에서 보수를 요하는 손상이 발생된 상태이다. 또한, 주기적인 점검을 통한 지속적인 유지관리가 필요하다.	-
28	정밀점검	2017.06	(주)아워브레인	논산천교에 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. 점검결과 포장면은 국부적 보수가 수행되었으며 일부 길어깨부에 균열 등의 손상이 조사되었다. 거더 및 바닥판에 발생된 손상은 선별적 보수가 이루어졌으며 기존 점검자료와 비교해 볼 때 주요 진행사항은 없는 것으로 파악되었다. 주요 발생된 손상으로는 거더 내부 종방향 균열(균열폭 0.1㎜) 및 종방향 이음부의 균열 등이다. 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 30㎜ 이상으로 탄산화에 의한 성능저하 및 부식의 발생위험은 없는 것으로 나타났다.	B

【표 2.36】 논산천교 점검 및 진단이력(계속)

번호	구 분	점검/ 진단기간	점검/ 진단기관	주요점검/진단결과	상태 등급
29	정기점검	2017.12	(주)아워브레인	정기점검 결과, 대상시설물의 상태는 교량의 안전성을 저해할 만한 주요부재의 심각한 손상은 없는 상태로 판단된다. 주요 손상으로는 바닥판하면 균열, 망상균열, 거더 내,외부 균열, 하부구조 균열, 배수구 막힘 등의 손상이 국부적으로 조사되었다. 기 발생된 손상은 이전 점검과 비교시 진전은 미미한 상태이나, 내구성 저하방지차원에서 보수를 요하는 손상이 발생된 상태이다. 또한, 주기적인 점검을 통한 지속적인 유지관리가 필요하다.	-

2.4 보수.보강 이력

【표 2.37】 논산천교 보수·보강 이력

일 자	내 용	물 량	비 고
04년 04월	교량받침 재도장	7개소	천안방향 : A1, P1, A2 논산방향 : A1, A2
09년 11월	방호울타리 균열보수 거더 출입문 재도장 교량받침 재도장	1개소 1개소 14개소	천안방향 S1 A1 A1-SH2
14년 07월	신축이음 교체 받침장치 재도장	2개소 -	A1, A2 -
15년 12월	신축이음 후타재 보수	2개소	A1, A2
16년 07월	배수관 교체	-	-

2.5 시설물의 내진설계 여부

본 과업구간은 충청남도 논산시에 위치하고 있어 내진 1등급 지역에 해당하고 있으므로, 가속도계수 A=0.14g로 교량형식에 관계없이 모든 구조물을 내진 1등급교로 설계하였다. 지진시 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 매 교각에 설치하였다. 구조적으로 허용하는 한 고정받침을 여러 개소에 사용하여 수평력을 분산시켜 현재 국내 생산 가능한 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 2.38】 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 구조물도, 일반보고서는 설계당시 기준에 준하여 작성된 것으로 확인됨 ◇ 설계도면과 실측 제원 비교시 주요 부재에 대하여 전반적으로 동일 ◇ 점검시설의 경우 설치하는 것으로 제시되었으나 현재 미설치 된 것으로 검토됨	◇ 본 과업은 구조물 정밀안전진단이므로 외관조사망도의 정비 및 면밀한 외관조사 실시
유 지 관 리 자 료	◇ 정기점검 및 정밀점검 정밀안전진단 ◇ 보수·보강 이력	◇ 15년간 공용하면서 별다른 문제가 없는 양호한 상태 ◇ 일부 발생한 손상에 대하여 보수 필요 ◇ 보수 및 보강 이력은 관리주체에 제공받아 검토됨	