

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 제5공구 - 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 제5공구”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 중부권 서부 내륙지역의 개발 촉진과 경부 및 호남고속도로의 대체도로로서 수도권권과 호남권을 직결하게 되는 천안~공주~호남권 연결 고속도로 노선중 정안~논산간 제5공구(충남 공주시 이인면 용성2리~논산시 광석면 득윤리, L=17.90km)에 대하여 고속도로 건설공사 시행에 필요한 실시설계를 수행함을 목적으로 한다.

나. 과업의 범위

1) 과업명

천안~논산고속도로(정안~논산간) 건설공사 실시설계, 제5공구(광석~논산)

2) 과업구간 및 기간

천안~논산고속도로 제5공구(광석~논산)의 연장은 17.90km로서 설계구간은 다음과 같다.

【표 2.2】설계구간

노선명	구분	행정구역	연장
천안~논산간 고속도로 (광석~논산)	시점	충남 공주시 이인면 주봉리 (천안기점 : 44+650)	17.90km
	종점	충남 논산시 광석면 득윤리 (천안기점 : 65+550)	

【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

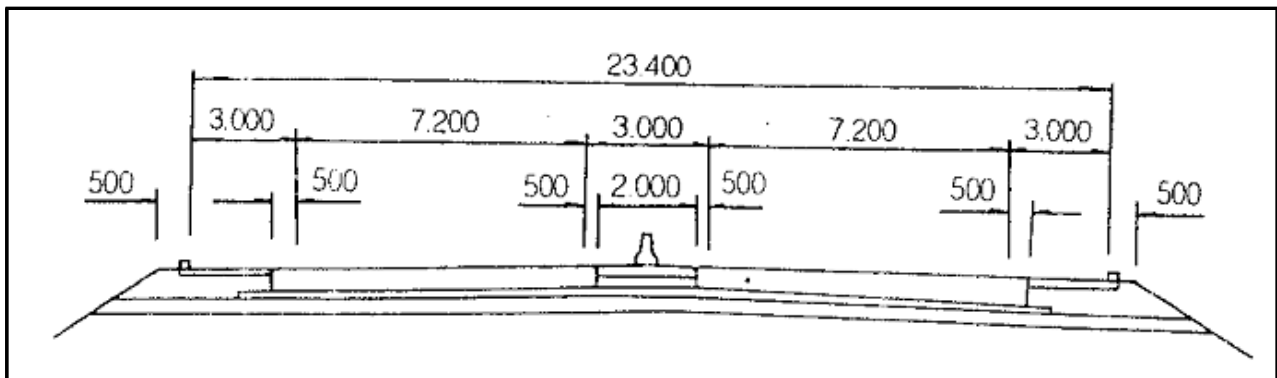
- 공용기간 : 20년
- 공용개시년도 : 2002년
- 목표연도 : 2021년

【표 2.4】 장래교통량

구분	교 통 량 (대/일)			비고
	2002	2011	2021	
공주IC~탄천IC	27,628	59,212	72,344	AADT
탄천IC~서논산IC	46,816	71,280	88,022	AADT

2) 설계기준

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



【그림 2.1】 본선 토공구간 표준횡단면도(양방향 4차선)

2.2.2 일반보고서(실시설계)

가. 개요

본 고속도로는 천안에서 논산을 연결하는 신설 4차로 고속도로로서 나날이 증가하는 천안 중남부 내륙지방의 교통수요와 호남지방에서 생산되는 농산물 및 산업원자재 수송과 월출산 국립공원, 공주, 부여를 중심으로한 백제문화권 관광 수요를 고려할 때 조속한 개통이 요구되는 실정이다.

본 과업 노선과 연계되는 “대전-당진간 고속도로(1994년 5월 기본설계)” “공주~부여~서천안간 연결 고속도로(1991년 11월 기본설계)”가 건설될 경우 본 고속도로 운영 효율을 제고시키는데도 상당히 기여할 것으로 예상된다. 이에 따라 주행의 안정성 및 쾌적성 그리고 신속성과 통행 자유도등 사회가 발전함에 따라 증대되어온 시대적 국민적 요구를 잘 반영하고, 도로 이용자에게 가능한 최상의 서비스를 제공하는 도로계획 및 설계가 필요하다. 본 고속도로 건설을 위한 실시설계의 기본적 방향은 기본설계 내용을 충분히 검토 분석하고, 불합리한 부분을 보완하여 원활하고 쾌적한 도로가 될 수 있도록 하는데 역점을 두었다.

본 설계구간은 천안~논산간 고속도로(정안~논산) 건설공사 실시설계용역(제5공구) 충남 공주시 이인면에서 충남 논산시 광석면 득윤리까지의 연장 17.9km의 4차로 고속도로 로써 전반적인 노선이 평야 및 산지를 통과하고 하천 및 농로를 횡단하는 교량이다. 구조물은 지역의 특수성을 고려할 때 주변 여건과의 조화 시공성 및 유지관리의 용이성 등을 고려하여 구조 형식을 선정하였다.

개통 년도는 공사기간을 고려하여 2002년으로 정하고 계획목표년도는 2021년으로 하여 본 고속도로의 설계를 위하여 기 설계된 1,2공구(천안~정안) 실시설계와 타당성 조사 및 기본설계 내용검토와 아울러 과업의 기본계획을 수행하였다.

나. 교량현황

【표 2.5】 용성2교 교량 현황

위치 (STA)	교량형식			연장 (m)	폭원 (m)	비고
	상부	하부	기초			
1K+559.9 ~1K+690.120	강상자형 (STEEL BOX)	교대:역T형 교각: T형	교대:강관PILE 교각:강관PILE	48.5+68.0+ 48.5=165.0	24.3	

다. 설계기준

1) 일반사항

본 과업을 수행함에 있어 구조물 설계전반에 대한 가능한 한도 내에서의 통일성 및 동일한 구조물 내하수준 유지, 그리고 합리적이며 경제적인 설계를 도모하고자 적정 기준을 설정하여 적용하였다.

2) 적용기준

본 설계에 적용한 표준시방서 및 설계기준은 다음과 같다.

- ① 콘크리트 표준시방서 - 건설교통부(1996)
- ② 철근콘크리트 설계 편람 - 건설교통부(1991)
- ③ 도로교 표준시방서 - 건설교통부(1996)
- ④ 도로의 구조·시설 기준에 관한 규정 - 건설 교통부(1990)
- ⑤ 도로설계요령 - 한국도로공사

본 설계기준에 규정하지 않은 사항은 상기의 시방서 혹은 지침에 의하되 그 인용 근거를 명시함.

3) 교량설계등급

도로교 설계기준에 의거 교량등급을 다음과 같이 적용함.

- 1등교(DB-24) : 고속국도 및 자동차 전용도로상의 교량
다만, 교통량이 많고 중차량의 통과가 불가피한 도로, 국방상 중요한 도로상에 가설되는 교량, 장대교량
- 2등교(DB-18) : 일반국도, 특별시도와 지방도상의 교통량이 적은 교량
또한, 시도 및 군도 중에서 중요한 도로상에 가설되는 교량
- 3등교(DB-13.5) : 산간벽지에 있는 지방도와 시도 및 군도 중에서 교통량이 적은 곳에 가설하는 교량

4) 설계방법 및 적용기준

- W.S.D(허용응력 설계법) : 철근 콘크리트를 탄성체로 보고 재료에 적합한 안전율을 고려한 허용응력을 사용하여 설계하는 방법
- U.S.D(강도설계법) : 실제하중이 작용하여 부재가 파괴될 때에 콘크리트의 압축응력 분포를 알아내어 이에 맞도록 적합한 하중율(Load Factor)에 따라 설계하는 방법
- 본 설계 적용기준
 - 강도설계법 적용 : R.C구조물(슬래브, 교각, 교대, 옹벽, BOX)
: 실하중에 의한 사용성(처짐, 균열, 피로 등) 검토
 - 허용응력설계법 적용 : 강합성형 구조물(항목에대한 안전도 검사), 구조물 안정 검토

5) 교량 횡단폭원

본 과업구간내의 교량 횡단폭원은 선형조건 및 가설특성상 각각의 횡단표준기준을 가지고 있다. 천체적인 기준은 고속도로 2차로 도로폭 11.7m의 연석내측선과 교량부의 방호벽, 내측선을 일치시켜 교량구간에서도 토공부와 동일한 폭원을 확보하므로써 고속도로 차량통행에 원활을 기하도록 하였다.

라. 교량형식 선정

본 구간의 계획 교량은 연장 100m이상의 장대교가 전체 22개소 교량 중 11개소(연장 L=2,425m) 와 소교량 10개소(연장 L=276.5m) 및 용수로교 1개소(연장 L=50.0m)로써 총연장 L=2751.5m로 구성되어 있고, 이에 대한 교량 구조물의 형식 선정은 기본 설계시 제안한 형식을 토대로 교량 가설 위치의 선형 조건과, 지형 및 지역조건, 지질상태, 형하조건 등을 감안하여 경제성, 시공성, 미관 및 유지관리 등을 종합적으로 고려하여 2개안 이상의 비교안을 면밀히 검토 분석한 후 최적안을 선정하였다.

또한 본 고속도로 상의 교량 설계는 사용 목적에 적합하고 안전하며 미관이 수려하고 경제적인 구조로 설계하기 위하여 하중, 기초, 시공시기, 시공방법, 현장조건 등 제반여건을 종합적으로 검토하여 설계에 고려하였으며, 국도 및 지방도와 교차하는 횡단육교 등은 장래 확장 계획 등을 고려하여 설계하였다.

특히, 기존 고속도로의 풍부한 경험을 활용하여 기 사용된 구조물을 보완 발전시키고, 하부기초 및 구조적 안정성에 역점을 두었다.

1) 교량 계획 현황

【표 2.6】 교량 형식별 분류

구 분	교량 형식	개소	연장(m)	비 고
강 교	S.T BOX	3	345	장봉교, 용성3교, 구수교
콘크리트교	R.C RAHMEN	7	129	용성4교, 산의교, 안영교, 화정교, 송정교, 호정교, 광석교
	II 형 RAHMEN	2	102	광석육교, 광석용수로교
	R.C SLAB	1	45.5	탄천IC교
	P.C BEAM	9	2,130	용성1교, 용성2교, 쌍계교, 광명교, 덕지1교, 덕지2교, 탄천IC1교, 송정천교, 석성교

마. 내진설계 적용내용

1) 교량 내진설계 기본방향

- 우리나라의 경우 지진에 대한 고려는 파손시 큰 피해가 유발되는 댐이나 원자력 발전소 건물에 한해서 간헐적으로 내진검토가 되어 왔으나, 1978년 홍성지진 이후 관심이 급격히 증대되어 왔으며, 토목관계 시방서로는 1991년 고속전철사업기획단에서 서울-부산간 고속철도 건설을 위하여 내진설계가 포함된 시방서를 처음 제정하였으며, 개정된 도로교 표준 시방서에서도 내진에 대한 규정을 신설하여 도로교량설계에 적용토록 하였다.
- 내진설계의 기본개념은 인명피해를 최소화하는 것이며, 약진에 대하여는 교량의 파손이 발생하지 않아야 하며, 중간정도의 지진에 대하여는 교량의 부분적 파손은 허용되나 보수후 사용될 수 있어야 하며 강진의 경우에도 교량이 붕괴되는 일이 없도록 한다.
- 본 천안-논산간 고속도로 (정안-논산간)의 구조물 설계에 적용하는 가속도 계소는 0.14로서 1등급에 해당되는 지역이다.

2) 설계적용

- 내진설계는 도로교 표준시방서의 내진설계편에 의하여 수행 되며, 본 천안-논산간 고속도로(정안-논산간)의 설계에서는 SAP90 프로그램을 사용 하여 수평력을 산출하고 산출된 지진력과 하중조합에 의하여 극한하중을 도출 하여 강도설계법으로 검토하였다.
- 구조물의 설계는 평상시 하중조합에 의하여 설계후 지진시 하중조합에 의한 하중으로 단면검토를 하였다.

2.2.3 구조계산서 검토

가. 구조검토 조건

【표 2.7】용성2교 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) - 강재 - 주부재(SWS 490) : $\sigma_y=3,200\text{kg/cm}^2$, $\sigma_{sa}=1,900\text{kg/cm}^2$, $\tau_a=1,100\text{kg/cm}^2$ - 부부재(SWS 400) : $\sigma_y=2,400\text{kg/cm}^2$, $\sigma_{sa}=1,400\text{kg/cm}^2$, $\tau_a=800\text{kg/cm}^2$
	탄 성 계 수	- 콘크리트 : $250,000\text{kg/cm}^2$(바닥판) - 철근 : $2,040,000\text{kg/cm}^2$ - 강재 : $2,100,000\text{kg/cm}^2$

【표 2.7】용성2교 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 : $H = 1.38\text{m}$ - 충돌하중 : $(V/60)^2 + 0.750 + 0.250$
		풍하중 적용 풍하중 : 150kg/m^2(활하중 재하시) , 300kg/m^2(활하중 비 재하시)

【표 2.7】용성2교 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
하부구조 (교 각)	지진하중	“도로교 표준시방서(1992, 건설부)_제 V편 내진설계편 “ 또는 “2.2.1 설계기준 검토_내진설계 세목” 참조.
	하중조합 활하중 재하시와 비재하시로 구분 ⇒ 하중조합은 “도로교 표준시방서(1996, 건설부)_3.3.2 설계하중조합” 또는 “2.2.1 설계기준 검토_라. 구조설계기준” 참조.	

나. 구조검토 결과요약

1) 상부구조

【표 2.8】용성2교 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 $A_s = 8 \times H19@125 = 22.92\text{cm}^2$ - 설계휨모멘트 검토 - $M_u = 84.380 \text{ kN}\cdot\text{m} < \phi M_n = 171.462 \text{ kN}\cdot\text{m} \rightarrow \therefore \text{O.K}$	
	중간부	- 검토조건 - 단면폭 $b = 100.0\text{cm}$, 유효깊이 $d = 24.0\text{cm}$ - 사용철근량 $A_s = 8 \times H19@125 = 22.92\text{cm}^2$ - 설계휨모멘트 검토 - $M_u = 84.380 \text{ kN}\cdot\text{m} < \phi M_n = 171.462 \text{ kN}\cdot\text{m} \rightarrow \therefore \text{O.K}$	

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

2) 하부구조

【표 2.9】용성2교 하부구조 구조검토 결과요약

구 분			주요 검토내용	비 고
하부 구조	교대	홍벽	- 검토조건 - 단면폭 $b = 100.0\text{cm}$, 유효깊이 $d = 42.0\text{cm}$ - 철근 피복두께 $d_c = 8.0\text{cm}$ - 단면검토 - $M_u = 22.418\text{t}\cdot\text{m} < \phi M_n = 29.145\text{t}\cdot\text{m} \rightarrow \therefore \text{O.K}$	
		벽체	- 검토조건 - 단면폭 $b = 100.0\text{cm}$, 유효깊이 $d = 120.0\text{cm}$ - 철근 피복두께 $d_c = 10.0\text{cm}$ - 단면검토 - $M_u = 130.998\text{t}\cdot\text{m} < \phi M_n = 188.834\text{t}\cdot\text{m} \rightarrow \therefore \text{O.K}$	

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

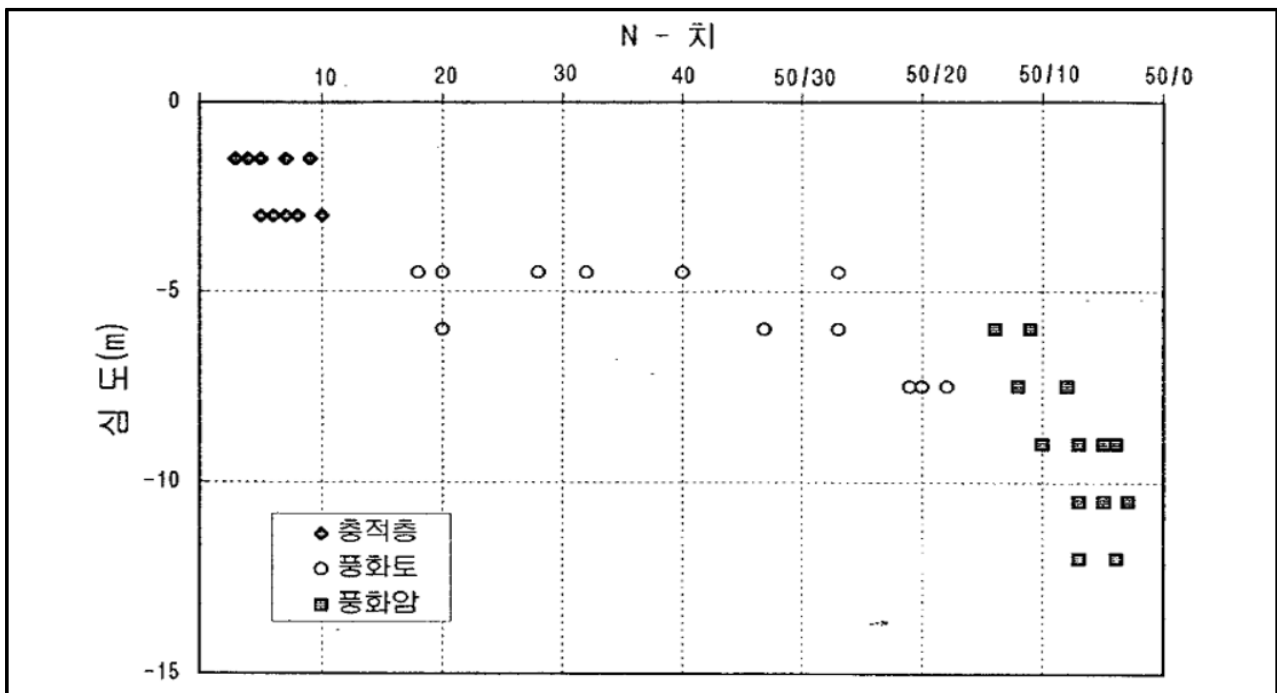
2.2.4 토질 및 지반조사 자료검토

가. 개요

- 1) 현장조사 : 1996년 4월 ~ 1996년 6월
- 2) 실내시험 : 1996년 5월 ~ 1996년 7월
- 3) 성과분석 및 보고서 작성 : 1996년 8월 ~ 1996년 9월
- 4) 위치 : STA. 1+843 ~ 1+993 (BB-14~19)
- 5) 해당위치 교량명 : 용성2교

【표 2.10】 용성2교 지역의 지층구성상태

지 층	통일분류	층후(m)	N 치	비 고
충적토층	SM~SP	3.7~4.2	3/30~10/30	전 구 간
풍화토층	SM	1.3~5.1	18/30~50/18	전 구 간
풍화암층	WR	10.1 이상	50/14~50/3	전 구 간
연 암 층	SR	5.3 이상	-	BB-15
경 암 층	HR	1.3 이상	-	BB-15



【그림 2.2】 지층별 N-치와 심도와의 관계(용성2교)

나. 조사결과

1) 충적토층

본층은 조사지역 전역에서 약 3.7~4.2m의 층후로 분포하고 있으며 실트섞인 모래(SM), 자갈섞인 모래(SP) 등으로 구성되어 있다. 표준관입시험 결과 N치는 3/30~10/30으로 지층의 상대밀도는 매우 느슨~보통 조밀한 상태이다. 지하수위는 본층내 심도 약 0.2~0.9m에 분포되어 있는 것으로 측정되었다.

2) 풍화토층

본층은 전지역에서 충적토층 하부 심도 약 1.3~5.1m의 층후로 분포하고 있으며 주요구성은 실트섞인 모래(SM)로 풍화정도는 완전 풍화(CW) 정도이다. 또한 표준관입시험 결과 N치는 18/30~50/18로 보통~매우 조밀한 상대밀도를 보이고 있다.

3) 풍화암층

풍화토의 하부에서 약 10.1m이상의 층후로 분포하고 있으며 암편을 함유한 실트섞인 모래(SM)로 분해되어 나타나고 있다. 풍화정도는 심한풍화(HW) 정도이며 표준관입시험 결과 N치는 50/14~50/3으로 매우 조밀한 지층이다.

4) 연암층

본 지역의 기반암으로 BB-15에서 지표면하 약 34.5m에서 약 5.3m이상의 두께로 분포하고 풍화정도는 보통풍화(MW) 상태로 분포되어 있으며, 절리 및 균열이 발달되어 코아회수율은 매우 불량하였다.

5) 경암층

BB-15에서 지표하 심도 39.8m에서부터 분포하고 풍화정도는 약간풍화(SW) 상태로 발달 분포되어 있으며, 소량의 절리 및 균열이 발달되어 있다.

2.2.5 기 정밀안전진단 분석

가. 외관조사 결과

구 분		2013년 정밀안전진단	비 고
교면 포장		· 균열, 파손, 굽힘 · 채수 · 포장 방호울타리 접속부 이격	· 팻칭보수 · 주의관찰 · 주의관찰
방호 울타리		· 내,외측 균열, 망상균열 · 재료분리, 굽힘	· 주입보수, 주의관찰 · 주의관찰
바닥판 하면		· 내,외측 캔틸레버 균열 · 내측 캔틸레버 박락 및 철근노출 · 내,외측 캔틸레버 노치불량 · A1측 바닥판 유간 협착	· 주입보수, 주의관찰 · 부식철근제거, 표면마감 · 표면처리 · 바닥판 절삭, 신축이음 장치 교체
배수 시설		· 배수구 막힘 · 용접불량	· 배수구 청소 · 재용접
S T B 거 더	내외부	· 현장이음부(SP) 우수유입, 누수흔적 · 부식, 도장손상 · 이물질퇴적	· 실란트 밀봉처리 · 재도장 · 청소
	가로보 세로보	· 국부적인 부식, 도장굽힘	· 재도장
신축 이음		· 후타재 균열 · 후타재 파손, 층분리, 박락 등 · 본체부식 및 유간토사퇴적, 변형 등 · 포장접속부 이격 · 신축이음 하부 누수	· 바닥판 절삭, 신축이음 장치 교체
교량 받침		· 받침콘크리트 균열 · 교량받침 부식	· 주의관찰 · 재도장
교대 교각		· 균열 · 층분리, 박락, 재료분리, 표면열화 · 교대 측방이동	· 주입보수, 주의관찰 · 단면보수 · 주기적인 계측

나. 내구성 조사

시험명			시험 결과						
비파괴 강도	구분			설계기준(MPa)	조사결과(MPa)		평가결과(%)		
	용성2교 (천안)	상부 구조	반발경도	27.0	27.1 ~ 27.7		100.4 ~ 100.7		
			초음파법		27.2 ~ 27.5		100.7 ~ 101.9		
		하부 구조	반발경도	24.0	24.7 ~ 25.2		102.9 ~ 105.0		
			초음파법		23.3 ~ 24.4		97.1 ~ 101.7		
	용성2교 (논산)	상부 구조	반발경도	27.0	27.4 ~ 27.7		101.5 ~ 102.6		
			초음파법		27.2 ~ 27.5		100.7 ~ 101.9		
		하부 구조	반발경도	24.0	24.6 ~ 24.9		102.5 ~ 103.8		
			초음파법		24.2 ~ 24.8		100.8 ~ 103.3		
	◦ 콘크리트 강도 조사결과 설계기준강도와 비교할 때 상·하부구조 모두 반발경도법과 초음파 속도법에서 기준강도를 상회하는 것으로 평가되어 강도상의 문제점이 없는 것으로 판단된 다.								
철근 탐사	구분			철근종류	측정결과		설계도면 기준		
					피복	간격	피복	간격	
	용성2 교 (천안)	상부 구조	S1 캔틸레버	주철근	48~52	245~255	30.5	250	
				배력철근	70~109	298~305	49.5	300	
			S2 바닥판	주철근	43~48	110~120	30.5	125	
				배력철근	51~58	147~153	49.5	150	
			S3 캔틸레버	주철근	51~54	205~255	30.5	250	
				배력철근	63~68	100~105	49.5	100	
		하부 구조	A1 홍벽	주철근	49~53	119~123	37.5	125	
				배력철근	68~72	195~202	62.5	200	
			A2 홍벽	주철근	50~53	117~122	37.5	125	
				배력철근	65~78	205~210	62.5	200	
			P1 코핑	주철근	97~108	198~205	90.5	200	
				배력철근	110~118	288~297	109.5	300	
			P2 기둥	주철근	102~108	98~105	109.5	100	
				배력철근	93~98	148~152	90.5	150	
	용성2 교 (논산)	상부 구조	S1 바닥판	주철근	50~52	121~124	30.5	125	
				배력철근	68~73	150~154	49.5	150	
			S2 캔틸레버	주철근	48~51	250~253	30.5	250	
				배력철근	58~64	291~300	49.5	300	
			S3 바닥판	주철근	45~49	118~128	30.5	125	
				배력철근	58~63	140~153	49.5	150	
		하부 구조	A1 홍벽	주철근	56~66	119~126	37.5	125	
				배력철근	70~74	200~210	62.5	200	
			A2 홍벽	주철근	40~48	121~127	37.5	125	
				배력철근	68~70	200~210	62.5	200	
			P1 기둥	주철근	110~128	98~103	109.5	100	
				배력철근	93~95	140~150	90.5	150	
			P2 기둥	주철근	115~127	100~110	109.5	100	
				배력철근	94~105	148~152	90.5	150	
				◦ 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.					

시험명			시험 결과					
탄산화 깊이	측정위치			탄산화 깊이 (mm)	피복두께 (mm)	탄산화잔여깊이 (mm)	결 과	
	용성2교 (천안)	상부	S1 캔틸레버	11	48	37	a	
		구조	S2 바닥판	6	43	37	a	
		하부	P1 코핑	8	97	89	a	
		구조	P2 기둥	7	93	86	a	
	용성2교 (논산)	상부	S1 캔틸레버	12	50	38	a	
		구조	S2 캔틸레버	6	48	42	a	
		하부	A1 홍벽	9	56	47	a	
		구조	P2 기둥	7	94	87	a	
	◦ 탄산화시험 수행 결과 측정 심도는 상부구조 6.0mm~12.0mm, 하부구조 7.0mm~9.0mm으로 조사되어 “안전점검 및 정밀안전진단 세부지침(2010. 12)” 건전성 평가 기준에 의거 탄산화 잔여 깊이가 30mm이상인 『 a 』 로 평가되었으며, 탄산화에 의한 철근 부식 등 내구성 저하의 가능성은 적을 것으로 판단된다.							
염화물	측정위치			깊이(mm)	염화물 함유량		결 과	
					Cl-(%)	Cl-(kg/m³)		
	용성2교 (천안)	상부 구조	S2 바닥판	0~10	0.008	0.181	a	
				10~20	0.004	0.091	a	
				20~30	0.005	0.113	a	
		하부 구조	A1 홍벽	0~10	0.008	0.181	a	
				10~20	0.007	0.158	a	
				20~30	0.005	0.113	a	
			P1 코핑	0~10	0.005	0.113	a	
				10~20	0.004	0.091	a	
				20~30	0.004	0.091	a	
				용성2교 (논산)	상부 구조	S2 캔틸레버	0~10	0.006
	10~20	0.004	0.091				a	
	20~30	0.004	0.091				a	
	S3 바닥판	0~10	0.005			0.113	a	
		10~20	0.004			0.091	a	
		20~30	0.004			0.091	a	
	하부 구조	A1 홍벽	0~10		0.008	0.181	a	
			10~20		0.007	0.158	a	
			20~30		0.006	0.136	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	측정위치			초음파 전달시간 (×10-6sec)		균열폭 (mm)	최 소 피복두께 (mm)	균 열 깊 이 (mm)
				균열부 (Tc)	건전부 (To)			
	용성2교 (논산)	상부 구조	S2 캔틸레버	49.1	33.9	0.3	30.5	52.4
		하부 구조	A2 홍벽	44.6	32.6	0.3	50.0	46.7
◦ 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 경우에는 주의관찰이 요구된다.								

주) 피복두께는 철근탐사 실측치 및 설계도면(순피복) 적용.

시험명	시험 결과								
도막두께	측정위치		측정값(μm)				평균값 (μm)	시방기준	비 고
	용성2교 (천안)	S1G1(외부)	232	238	247	233	239	215	양 호
			229	240	248	236			
			247	247	228	247			
		S1G2(내부)	199	213	207	215	209	175	양 호
			208	200	206	218			
			215	203	210	209			
		S2G1(외부)	241	245	249	246	243	215	양 호
			239	247	230	245			
			250	243	232	245			
		S2G2(내부)	218	211	201	212	206	175	양 호
			212	202	207	205			
			201	196	195	214			
		S3G1(외부)	226	239	240	237	235	215	양 호
			233	230	236	247			
			242	234	232	225			
		S3G2(내부)	205	203	198	216	204	175	양 호
			198	208	202	201			
			196	204	219	195			
	용성2교 (논산)	S1G3(내부)	211	219	199	200	206	175	양 호
			198	197	200	220			
			219	198	206	206			
		S1G4(외부)	250	243	245	248	241	215	양 호
			226	248	229	239			
			245	237	229	249			
		S2G3(내부)	218	205	202	213	211	175	양 호
			213	205	204	219			
			213	215	215	210			
		S2G4(외부)	226	228	245	229	233	215	양 호
			225	241	244	235			
			225	242	230	226			
		S3G3(내부)	205	202	218	201	210	175	양 호
			216	209	210	204			
			218	214	207	218			
		S3G4(외부)	241	227	247	247	239	215	양 호
			232	225	243	239			
250			231	247	235				
◦ 도막두께는 도로교 표준시방서의 “일반환경의 중방식 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.									

시험명	시험 결과				
	측정위치		결함발생 현황	등급	비 고
도막두께	용성2교 (천안)	G1-UT1	결함지시 없음	1	양 호
		G1-UT2	결함지시 없음	1	양 호
		G1-UT3	결함지시 없음	1	양 호
		G1-UT4	결함지시 없음	1	양 호
		G1-UT5	결함지시 없음	1	양 호
		G1-UT6	결함지시 없음	1	양 호
		G2-UT1	결함지시 없음	1	양 호
		G2-UT2	결함지시 없음	1	양 호
		G2-UT3	결함지시 없음	1	양 호
		G2-UT4	결함지시 없음	1	양 호
		G2-UT5	결함지시 없음	1	양 호
		G2-UT6	결함지시 없음	1	양 호
	용성2교 (논산)	G3-UT1	결함지시 없음	1	양 호
		G3-UT2	결함지시 없음	1	양 호
		G3-UT3	결함지시 없음	1	양 호
		G3-UT4	결함지시 없음	1	양 호
		G3-UT5	결함지시 없음	1	양 호
		G3-UT6	결함지시 없음	1	양 호
		G4-UT1	결함지시 없음	1	양 호
		G4-UT2	결함지시 없음	1	양 호
		G4-UT3	결함지시 없음	1	양 호
		G4-UT4	결함지시 없음	1	양 호
		G4-UT5	결함지시 없음	1	양 호
		G4-UT6	결함지시 없음	1	양 호
	◦ 강재 거더의 용접부 내부결함을 조사하기 위하여 용접부 24개소를 선별하여 초음파탐상을 실시하였으며, KS-B-0896의 판정기준에 의거 결함등급을 판정한 결과, 전 개소에서 양호한 것으로 측정되어 모두 합격으로 판정되었다.				

다. 내하력평가

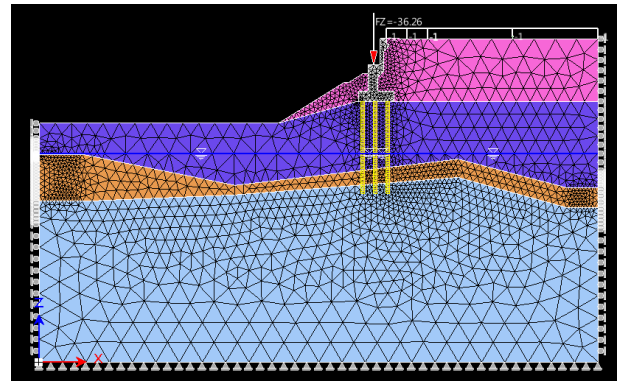
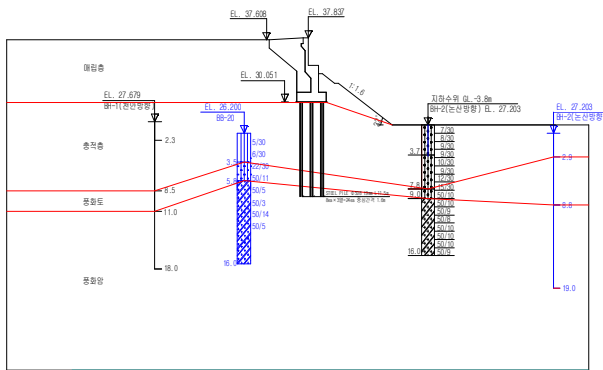
1) 거더의 내하력평가

구 분			발생응력(MPa)			내하율	기본 내하력
			허용	고정하중	활하중		
용성2교 (천안)	최대 정모멘트부	상 연	190.000	80.230	9.006	12.189	DB-24 이상
		하 연	190.000	91.875	-31.288	3.136	
	최대 부모멘트부	상 연	190.000	126.541	-31.538	2.012	
		하 연	190.000	107.696	29.921	2.751	
용성2교 (논산)	최대 정모멘트부	상 연	190.000	77.948	9.143	12.256	DB-24 이상
		하 연	190.000	88.010	-31.763	3.211	
	최대 부모멘트부	상 연	190.000	121.133	-30.384	2.267	
		하 연	190.000	102.977	28.827	3.019	

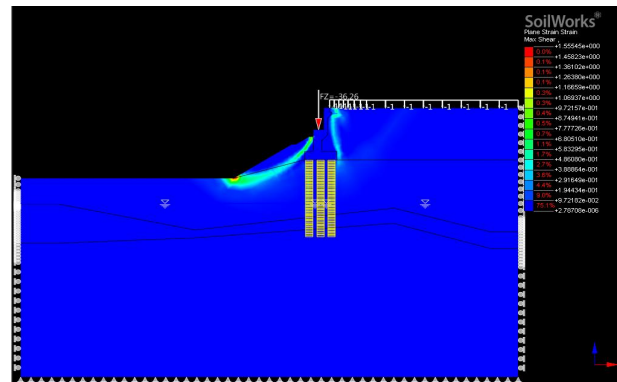
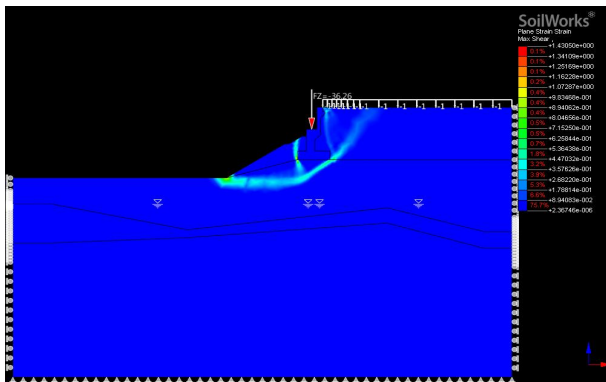
2) 바닥판의 내하력평가

구 분		$\varnothing M_n$ (kN · m)	M_d (kN · m)	$M_{l(1+i)}$ (kN · m)	내하율	기본 내하력
용성2교 (천안)	켄틸레버부 (방호벽)	171.462	20.382	52.121	1.293	DB-24 이상
	중앙부	77.933	2.848	25.220	1.368	
	켄틸레버부 (중앙분리대)	171.462	17.290	45.950	1.508	
용성2교 (논산)	켄틸레버부	171.462	13.656	32.842	2.176	DB-24 이상
	중앙부	77.933	2.848	25.220	1.368	

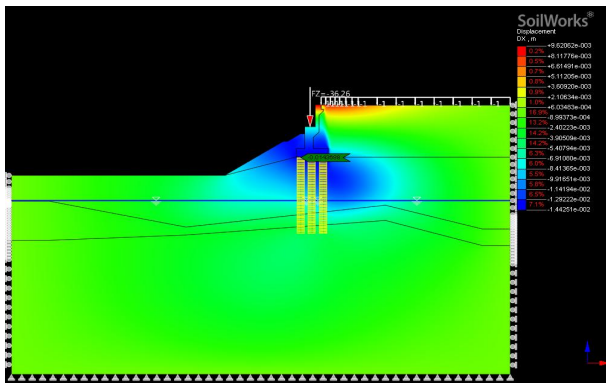
3) 측방유동검토



모델링



활동검토



말뚝변위검토

검토방법			검토내용	기준안전율	검토결과
용성2교	활동검토	말뚝효과 미고려시	SF=1.69	1.5이상	OK
		말뚝효과 고려시	SF=2.39	1.8이상	OK
	변위검토	말뚝 횡방향 변위	Dx=14.37mm	15mm	OK

라. 상태평가 및 안전등급

1) 안전성평가 결과

부 재		SF(안전율)	등 급
강박스 거더	천안방향	1.160	A
	논산방향	1.214	A
바닥판 슬래브	천안방향	1.237	A
	논산방향	1.940	A
하부구조	천안방향	3.671	A
	논산방향	3.374	A

2) 용성2교 상태평가 결과

구성교량명	환산 결함도점수	상태평가 등 급	연장 (m)	차선	길이 × 차선	연장비	환산결함도점수 × 연장비
용성2교(천안)	0.226	b	165	2	330	0.500	0.113
용성2교(논산)	0.279	c	165	2	330	0.500	0.140
합계(Σ)			330	4	660	1	0.253
1. 환산결함도 점수 =							0.253
2. 상태평가 결과 =							B

3) 종합평가 및 안전등급

구 분	안전성평가등급	상태평가등급	안 전 등 급
용성2교(천안)	A	B	B
용성2교(논산)	A	C	C

마. 보수·보강 방안

1) 용성2교(천안) 보수·보강 방안

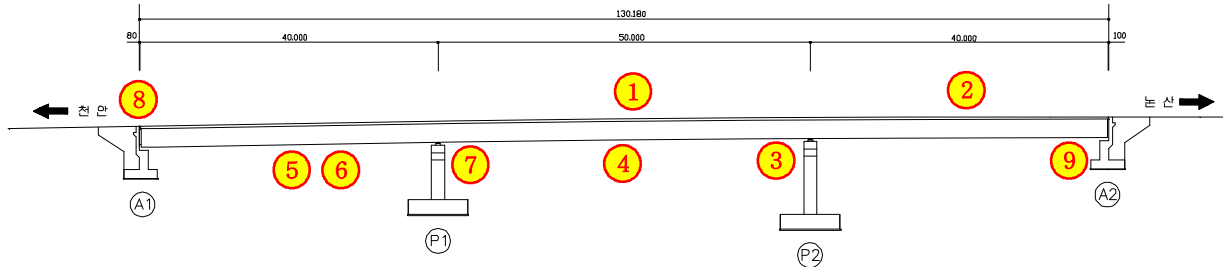
부재	결함내용	보수방안	손상 물량	보수 물량	단위	단가 (천원)	공사비 (천원)	우선 순위	비고
교면 포장	아스콘균열	균열보수	12.00	18.00	m	1	13	2	
난간 및 연석	재료분리	단면보수	1.00	1.50	m ²	330	495	2	
	차수판 볼트탈락	재체결	3.00	3.00	EA	5	15	3	
	낙하물방지망 미설치	낙하물방지망 설치	68.00	68.00	m	55	3,470	3	S2
배수 시설	유도배수관 파손	재설치	1.00	1.00	EA	68	68	2	
	배수관 연결부 불량	재체결	2.00	2.00	EA	20	40	2	
바닥판	철근노출	단면보수(방청)	2.10	4.02	m ²	350	1,407	1	
	충분리	단면보수(방청)	0.25						
	백태 및 철근노출	단면보수(방청)	0.33						
	노치불량	면정리	0.13	1.00	m ²	10	10	3	
	신축유간 협착	바닥판 절삭	12.00	12.00	m	12	145	1	
	철근노출	내측	0.35	1.00	m ²	217	217	1	
		캔틸레버 보수	2.00	2.00	m	4	8		
거더 내부	이물질퇴적	청소	9.60	14.40	m ²	11	158	3	
	부식	재도장	4.59	6.89	m ²	15	103	1	
	도장박락	재도장	0.54	1.08	m ²	15	16	2	
	도장불량	재도장	0.18						
	환기구 볼트풀림	재체결	1.00	1.00	EA	5	5	3	
거더 외부	이물질퇴적	청소	0.03	1.00	m ²	11	11	3	
	부식	재도장	1.23	1.85	m ²	11	20	1	
	도장박리	재도장	0.10	1.00	m ²	11	11	2	
	도장균함	재도장	0.10						
가로보	부식	재도장	0.39	1.00	m ²	11	11	1	
	도장균함	재도장	0.10	1.00	m ²	11	11	2	
신축 이음	신축이음누수	바닥판 절삭	12.00	12.00	m	692	8,305	1	A1
	접속부이격	및 신축이음	2.00						
	토사퇴적	교체	0.05						
	접속부이격	실란트주입	3.00	4.50	m	10	45	2	
	토사퇴적	청소	0.60	1.00	m ²	11	11	3	
	신축이음누수	물받이 설치	12.00	12.00	m	70	840	3	
교량 받침	부식	재도장	2.02	3.08	m ²	13	40	1	
	받침볼트부식	재도장	0.03						
교대	철근노출	단면보수(방청)	0.02	1.00	m ²	350	350	1	
	박락	단면보수	0.03	1.00	m ²	330	330	2	
	재료분리	단면보수	0.20						
교각	균열(0.3mm이상)	주입보수	0.70	1.05	m	33	35	1	
	박락	단면보수	0.01	1.00	m ²	330	330	2	
순공사비 합계 (천원)							16,790		
제경비 (순공사비×50%)							8,395		
순위별 공사비 (제경비 포함)							제 1 순위	15,961	
							제 2 순위	2,038	
							제 3 순위	7,186	
절삭							86		
개략공사비 (천원)							25,100		

2) 용성2교(논산) 보수·보강 방안

부재	결함내용	보수방안	손상 물량	보수 물량	단위	단가 (천원)	공사비 (천원)	우선 순위	비고
교면 포장	아스콘균열	균열보수	13.00	19.50	m	1	14	2	
난간 및 연석	균열(0.3mm이상)	주입보수	21.80	32.70	m	33	1,079	1	
	재료분리	단면보수	0.60	1.00	m ²	330	330	2	
	낙하물방지망 미설치	낙하물방지망 설치	68.00	68.00	m	55	3,740	3	S2
배수 시설	배수구막힘	청소	3.00	3.00	EA	11	33	3	
	배수로균열	주입보수	0.60	1.00	m	33	33	2	
바닥판	균열(0.3mm이상)	주입보수	3.40	5.10	m	33	168	1	
	박락	단면보수	0.21	1.00	m ²	330	330	2	
	재료분리	단면보수	0.18						
	충분리	단면보수(방청)	0.01	1.00	m ²	350	350	1	
	신축유간 협착	바닥판 절삭	12.00	12.00	m	12	145	1	
거더 내부	이물 질퇴적	청소	8.88	13.32	m ²	11	147	3	
	부식	재도장	1.08	1.62	m ²	15	24	1	
	도장박리	재도장	0.60	1.19	m ²	15	18	2	
	도장박락	재도장	0.01						
	도장손상	재도장	0.09						
	도장불량	재도장	0.09						
	우수유입(SP)	실란트밀봉	0.36	1.00	m ²	10	10	2	
거더 외부	부식	재도장	0.76	1.13	m ²	11	12	1	
	도장박리	재도장	0.07	1.00	m ²	11	11	2	
	도장균열	재도장	0.18						
가로보	부식	재도장	0.12	1.00	m ²	11	11	1	
신축 이음	고무재갈라짐	바닥판 절삭 및 신축이음 교체	0.10	12.00	m	692	8,305	1	A1
	신축이음누수		12.00						
	접속부이격		5.50						
	토사퇴적		0.16						
	후타재박락		0.003						
	후타재파손		0.25						
	접속부이격	실란트주입	3.50	5.25	m	10	53	2	
	토사퇴적	청소	0.10	1.00	m ²	11	11	3	
	후타재파손	초속경	0.10	1.00	m ²	764	764	2	
	후타재박락	초속경	0.20						
	신축이음누수	물받이설치	12.00	12.00	m	70	840	3	
교량 받침	이물 질퇴적	청소	0.30	1.00	m ²	11	11	3	
	부식	재도장	2.02	3.03	m ²	13	39	1	
교대	균열(0.3mm이상)	주입보수	1.10	1.65	m	33	54	1	
	박락	단면보수	0.04	6.92	m ²	330	2,282	2	
	재료분리	단면보수	0.07						
	박리	단면보수	4.50						
교각	균열(0.3mm이상)	주입보수	3.20	4.80	m	33	158	1	
	박락	단면보수	0.01	1.00	m ²	330	330	2	
순공사비 합계 (천원)							19,302		
제경비 (순공사비×50%)							9,651		
순위별 공사비 (제경비 포함)							제 1 순위	15,569	
							제 2 순위	6,211	
							제 3 순위	7,172	
절삭							53		
개략공사비 (천원)							28,900		

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	· 아스콘 균열, 파손, 굽힘 · 체수	· 지속적인 관찰 및 점검 · 공용기간 증가에 따른 손상의 발생 및 진전 여부
 ② 방호울타리	· 내,외측 균열 및 균열부 백테 · 망상균열, 굽힘, 재료분리 · 낙하물 방지망 미설치	· 손상에 따른 적절한 보수 실시 · 공용기간 증가에 따른 손상의 진전 및 추가발생 여부 · 낙하물 방지망 설치 후 손상 발생 여부
 ③ 배수시설	· 집수구 막힘 · 배수관 용접불량	· 청소 및 체수 상태 · 공용중 배수관 탈락, 파손 여부
 ④ 바닥판	· 캔틸레버 균열, 백테 · 내측 캔틸레버 박락 및 철근노출 · 바닥판 유간 협소	· 균열의 진전, 재발생 및 추가발생 여부 · 보수후 재발생 여부 · 데크플레이트부 누수발생 여부

위 치	중점점검항목	점검요령
 ⑤ S.T.B 거더	· 현장이음부(SP) 우수유입 · 강재 부식 · 거더 내부 이물질 퇴적	· 도장관련 손상의 재발생 및 추가발생 여부 · 강재 연결부 손상 관찰 및 점검 · 보수후 재발생 여부
 ⑥ 가로보 및 세로보	· 국부적인 강재 부식, 굽힘	· 지속적인 관찰 및 점검 · 강재 연결부 손상 관찰 및 점검 · 공용기간 증가에 따른 손상의 발생 및 진전 여부
 ⑦ 교량받침	· 받침콘크리트 균열 · 받침장치 부식	· 손상의 진전 및 추가발생 여부 · 지속적인 관찰을 통한 이상징후 발생 여부 확인
 ⑧ 신축이음	· 후타재 균열 및 파손, 박락 등 · 유간 토사퇴적 · 포장접속부 이격 · 신축이음 하부 누수	· 공용중 손상의 진전 여부 · 보수 시공에 따른 하부 누수의 재발생 여부 확인
 ⑨ 교대 및 교각, 기초	· 균열 · 누수흔적 및 실란트 이격 · 층분리, 박락, 재료분리 등	· 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 3경간 STB교이다.

정밀 외관조사와 항목별 제반시험을 통한 정밀안전진단 결과

- 구조적으로 문제가 될 만한 손상, 결함, 열화는 조사되지 않았으나, 내측 캔틸레버에 발생한 철근부식은 우선적으로 보수를 실시해야 하고, 측방이동이 발생된 것으로 추정되는 양방향 교대 A1에 대하여 주기적인 계측 및 점검을 실시해야 할 것이다.

- 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 21회, 정밀점검 6회, 정밀안전진단 1회 실시하였으며, 주요 점검이력은 다음과 같다.

【표 2.11】용성2교 점검 및 진단이력

번호	구 분	점검/ 진단기간	점검/ 진단기관	주요점검/진단결과	상태 등급
1	초기점검	2003.04	(주)아워브레인	주요 손상은 방호벽, 받침받침, 교각 미세 균열. 주의관찰.	A
2	정기점검	2003.12	(주)아워브레인	주요 손상은 바닥판 파손, 받침 고무재 파손, 종방향 접속부 누수 발생. 주의관찰.	-
3	정기점검	2004.6	(주)아워브레인	주요 손상은 바닥판 파손, 받침 고무재 파손, 종방향 접속부 누수 발생. 주의관찰.	-
4	정기점검	2004.7	(주)아워브레인	주요 손상은 A1 배수관 연결부 이격, 신축이음 본체 변형 및 손상, 주형 도장박락, 받침 볼트부식, 교대누수, 하부구조 미세균열 발생. 주의관찰	-
5	정밀점검	2005.4	(주)한길종합 엔지니어링	주요 손상은 배수관 이격, 방호벽 전기시설 덮개망실, 바닥판하면 파손 및 철근노출, 신축이음 본체변형 및 후타재 균열, 파손, 받침 플레이트부식, 하부구조 균열 발생. 보수 및 주의관찰.	A
6	정기점검	2005.7	(주)한길종합 엔지니어링	주요 손상은 배수관 이격, 방호벽 전기시설 덮개망실, 바닥판하면 파손 및 철근노출, 신축이음 본체변형 및 후타재 균열, 파손, 받침 플레이트부식, 하부구조 균열 발생. 보수 및 주의관찰.	-
7	정기점검	2006.3	(주)아워브레인	전반적으로 방호벽 및 하부구조에 균열보수가 실시된 양호한 상태이나, 바닥판하면 A2 조인트부근에 콘크리트타락, 주형 내외부에 국부적인 도장손상, 신축이음 본체 마모 및 파손, 후타재 박락등의 손상이 발생한 상태이며 보수 및 주의관찰 필요.	-

【표 2.11 용성2교 점검 및 진단이력(계속)】

번호	구 분	점검/ 진단기간	점검/ 진단기관	주요점검/진단결과	상태 등급
8	정기점검	2006.10	(주)아워브레인	기 발생된 손상현황으로는 바닥판하면 A2 조인트부근에 콘크리트탈락, 주형 내외부에 국부적인 도장손상, 신축이음 본체 마모 및 파손, 후타재 박락등이 발생하여 하부구조에 우수유입으로 콘크리트 표면 열화등의 추가 손상이 발생된 상태임. 현재 신축이음부에 발생한 손상현황은 기능상에 큰 문제는 없는 것으로 사료되나, 누수로 인한 하부구조 및 교량받침에 추가현황을 발생시키므로 기 발생된 손상부는 보수를 실시하며, 지속적인 관찰을 통한 구조물의 유지관리가 필요함.	-
9	정밀점검	2007.6	(주)아워브레인	본 교량에 대한 상태등급 판정결과 상태평가등급은 B등급으로 보조 부재에 경미한 손상이 발생되었으나 기능상에는 문제점이 없는 양호한 상태로서 일부 부재에 대한 보수가 필요한 상태인 것으로 평가되었다. 주요손상은 교면포장 아스콘파손, 방호벽 전기시설 덮개 망실, 신축이음 본체 및 후타재 파손, 하부구조 균열(폭0.1 ~ 0.3mm), 교량받침 플레이트부식, 바닥판하면 파손등으로 일부부재에 대해서는 내구성 확보차원의 보수가 필요하며, 기타부재들에 대해서는 주의관찰이 필요하다.	B
10	정기점검	2007.12	(주)아워브레인	공용연수 증가로 인한 경미한 손상현황이 일부 조사되었고, 하부구조 일부에서 균열보수가 실시되었다. 기 발생된 손상현황으로는 교면포장 아스콘 손상, 바닥판하면 콘크리트 탈락 및 철근노출, 주형 내외부의 국부적인 도장손상, 신축이음 사용성 증대로 인한 본체 고무재 파손, 후타재 국부적인 박리 및 파손 등이 조사되었다. 신축이음의 손상현황은 기능상에 문제는 없으나, 우수 유입으로 인한 교대 콘크리트 표면열화, 교량받침 도장 손상 등의 추가 손상을 유발하고 있는 상태이다. 현재 발생된 손상현황에 대해서는 내구성 확보를 위한 보수를 실시하며, 지속적인 관찰을 통한 구조물의 유지관리가 필요하다.	-
11	정기점검	2008.6	(주)아워브레인	공용연수 증가로 인한 손상현황이 일부 조사되었고, 신축이음부에 보수가 실시되었다. 기 발생된 손상현황으로는 교면포장 접속부 아스콘 손상, 바닥판하면 콘크리트 탈락 및 누수, 주형 내외부의 국부적인 도장손상, 하부구조 균열등의 손상이 조사되었다. 현재 기 발생된 손상현황에 대해서는 내구성 확보를 위한 보수를 실시하며, 지속적인 관찰을 통한 구조물의 유지관리가 필요하다.	-

【표 2.11】용성2교 점검 및 진단이력(계속)

번호	구 분	점검/ 진단기간	점검/ 진단기관	주요점검/진단결과	상태 등급
12	정기 점검	2008.12	(주)아워브레인	공용연수 증가로 인한 손상현황이 일부 조사되었고, 신축이음부에 보수가 실시되었다. 기 발생된 손상현황으로는 바닥판하면 콘크리트 탈락 및 누수, 주형 내외부의 국부적인 도장손상, 하부구조 균열등의 손상이 조사되었다. 기 발생된 손상현황은 전회와 비교시 진전은 미미한 상태이나, 구조물의 내구성 확보를 위하여 일부 보수를 실시하며, 지속적인 유지관찰을 통한 구조물의 유지관리가 필요하다.	-
13	정밀 점검	2009.06	(주)한길종합 엔지니어링	본 구조물은 보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나, 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태인 “B” 등급의 양호한 상태로 평가되었다. 전반적으로 상부구조 및 하부구조의 상태는 양호하며, 신축이음 및 교량받침의 작동상태도 양호한 것으로 나타났다. 대상 구조물의 주요 손상현황은 종방향 시공이음부 유도배수관 탈락의 위험이 있으며, 바닥판하면 박락 및 백태 발생, 주형외부 및 내부 도장손상 및 우수유입, 하부구조 수직방향 균열, PLATE 도장 부식 등의 손상이 조사되었다. 구조물의 공용중 내구성 증진을 위해 일부 손상에 대하여 보수가 필요하며, 정기점검을 통하여 지속적인 주의관찰을 한다.	B
14	정기 점검	2009.12	(주)한길종합 엔지니어링	전반적으로 양호하나 구조적으로 문제가 되는 손상은 없는 것으로 조사되었으며 주형 외부에 도장 긁힘 및 박리, 유도배수관 행거로드 부식 등이 추가적으로 발생하였다. 또한 기 손상의 진전은 미미하며 일부 손상에 대해서는 보수를 실시한 것으로 관찰되었다. 주요 손상으로 아스팔트 패임 및 긁힘, 접속부 아스팔트 균열, 유도배수관 탈락, 유도배수관 행거로드 부식, 방호벽 균열, 바닥판에 박락 및 균열, 백태, 주형내부에 우수유입 및 도장손상, 주형외부 도장박리 및 긁힘, 신축이음 본체 갈라짐 및 마모, 후타재 박락, 하부구조에 균열 등이 조사되었으며 내구성 및 사용성 확보를 위해 보수 및 지속적인 관찰을 실시한다면 현 상태를 유지하는데 문제가 없을 것으로 판단된다.	-
15	정기 점검	2010.06	(주)한길종합 엔지니어링	전반적으로 양호하나 바닥판하면, 주형 및 가로보, 하부구조 등에 발생된 손상에 대하여 하자담보기간 내에 통보 후 하자보수가 필요하다. 본 교량은 상·하 분리 교량으로써 엇교로 설계 및 시공되었으며, 중앙분리대도 일체형이 아닌 분리형으로 설계되었다. 하지만, 중앙분리대의 경우 일체형으로 시공된 것으로 현장조사에서 확인되었다. 이로 인하여 접속부 침하 및 바닥판하면 단부 파손, 신축이음장치 후타재 파손 등의 손상으로 이어지고 있다. 따라서 상·하행선의 교량이 신축거동시 서로 달리 거동할 수 있도록 신축이음부 사이 중앙분리대를 이동식 중앙분리대 등으로 탈거 후 재설치가 필요하다.	-

【표 2.11】용성2교 점검 및 진단이력(계속)

번호	구 분	점검/ 진단기간	점검/ 진단기관	주요점검/진단결과	상태 등급
16	정기점검	2010.12	(주)한길종합 엔지니어링	전회 점검과 비교 시 행거로드 파손 및 유도배수관 탈락에 대한 보수가 실시되었으며, 보수부의 상태는 양호하다. 본 교량은 상·하 분리 교량으로써 엇교로 설계 및 시공되었으며, 중앙분리대도 일체형이 아닌 분리형으로 설계되었다. 하지만, 중앙분리대의 경우 일체형으로 시공된 것으로 현장조사에서 확인되었다. 이로 인하여 접속부 침하 및 바닥판하면 단부 파손, 신축이음장치 후타재 파손 등의 손상으로 이어지고 있다. 따라서 상·하행선의 교량이 신축거동 시 서로 달리 거동할 수 있도록 신축이음부 사이 중앙분리대를 이동식 중앙분리대 등으로 탈거 후 재설치가 필요하다.	-
17	정밀점검	2011.06	(주)아워브레인	주요 손상현황은 교면포장 중앙분리대 측의 아스콘 파손, 신축이음부 이격 및 단차, 바닥판 캔틸레버부 하면 백태 및 박락 발생, 주형외부 및 내부 도장손상 및 우수유입, 하부구조 균열, 교량받침 PLATE 부식 등이 조사되었다. 구조물의 공용중 내구성 증진을 위해 일부 손상에 대하여 보수가 필요하며, 정기점검을 통하여 지속적인 주의관찰을 실시한다면, 구조물의 사용성 및 공용성에는 문제가 없을 것으로 판단된다.	B
18	정기점검	2011.12	(주)아워브레인	정기점검 결과, 대상 시설물의 상태는 안전성을 저해할 만한 주요부재의 심각한 손상은 없으며 교량의 전반적인 신축거동 또한 양호한 상태로 나타났다. 다만, 유지관리차원에서 보수를 요하는 손상이 발생된 상태이며, 주요 손상으로는 교면포장 아스콘 손상, 바닥판하면 캔틸레버측 균열, 백태, 콘크리트 파손, 방호벽 균열, 주형 국부 파손, 가로보 손상, 하부구조 균열 및 콘크리트 파손, 누수흔적, 교량받침 균열, 신축이음 본체 파손 및 후타재 박락, 박리 등이 발생한 상태이다. 현재 교량의 안전성 및 사용성에 큰 문제는 없으나, 기 발생한 손상에 대해서는 교량의 내구성 확보차원의 보수를 실시하고, 지속적인 점검을 통한 유지관리가 필요하다.	-

【표 2.11】 용성2교 점검 및 진단이력(계속)

번호	구 분	점검/ 진단기간	점검/ 진단기관	주요점검/진단결과	상태 등급
19	정기점검	2012.06	(주)아워브레인	대상시설물의 상태는 ‘양호’ 인 것으로 판단되며, 일부 부재에 기 발생된 손상의 진전은 미미한 상태이나 공용중 지속적인 우수유입에 의하여 내구성 저하가 우려되는 일부 손상이 발생되고 있는 상태이다. 기 발생된 주요 손상으로는 포장면 중분대측 손상부 및 방호벽 외측 하단부 누수로 우수 및 제설재 등이 유입되어 철근부식에 의한 박락이 일부 발생되고 있는 상태이다. 따라서, 장기적으로 상부 포장면의 방수처리 후 해당손상에 대한 보수가 필요한 것으로 판단된다. 또한, 논산방향 A1측은 바닥판 유간부족, 웅벽이격 등 측방유동으로 추정되는 손상이 일부 발생되어 지속적인 관찰을 통해 진행성여부 판단후 바닥판 절삭 등의 조치를 실시하는 것이 필요하다. 그 외 발생된 손상에 대해서는 내구성 저하방지를 위한 일부 보수와 진전여부의 주의관찰을 통한 유지관리가 필요하다.	-
20	정밀 안전진단	2013.06	(주)동우기술단	구조적으로 문제가 될 만한 손상, 결함, 열화는 조사되지 않았으나, 내측 캔틸레버에 발생된 철근부식은 우선적으로 보수를 실시해야 하고, 측방이동이 발생된 것으로 추정되는 양방향 교대 A1에 대하여 주기적인 계측 및 점검을 실시해야 할 것이다.	B
21	정기점검	2013.12	(주)동우기술단	정기점검결과, 대상시설물의 상태는 ‘양호’ 인 것으로 판단된다. 일부 부재에 기 발생된 손상의 진전은 미미한 상태이며 A1측에서 바닥판 유간확보를 위한 절단과 신축이음교체가 이루어진 상태이며 보수부에 대한 재손상 발생여부의 지속적인 관찰이 필요한 것으로 판단된다. 그 외 발생된 손상에 대해서는 내구성 저하방지를 위한 일부 보수와 진전여부의 주의관찰을 통한 유지관리가 필요하다.	-

【표 2.11】용성2교 점검 및 진단이력(계속)

번호	구 분	점검/ 진단기간	점검/ 진단기관	주요점검/진단결과	상태 등급
22	정기 점검	2014.06	(주)동우기술단	정기점검결과 조사된 주요손상은 경년열화, 시공부주의, 신축이음 누수 등에 의해 발생한 바닥판 하면의 균열, 박락, 거더 내·외부 도장손상, 부식, 하부구조 균열, 박락, 신축이음 고무재 변형, 배수관 누수 등이 발생되었다. 상기손상의 경우 공용중 노후화, 경년열화 등에 의해 발생한 손상으로 그 발생범위가 국부적이고, 열화상태가 경미하므로 금회 조사된 내용에 따른 일부 보수 및 정기적인 점검을 통한 유지관리가 가능할 것으로 판단된다.	-
23	정기 점검	2014.12	(주)아워브레인	정기점검 결과, 대상시설물의 상태는 ‘양호’인 것으로 판단된다. 전회 점검이후 배수시설 정비, 바닥판하면 균열 및 단면손상 보수, 교대 표면열화 보수, 교각 콘크리트 단면보수가 시행된 상태이며, 주요 손상으로는 바닥판 하면의 균열, 박락, 거더 내·외부 도장손상, 부식, 하부구조 균열, 박락, 신축이음 후타재 균열 등이 발생되었다. 이전 점검이후 손상의 진전은 미미한 상태이나, 기 발생한 손상에 대해서는 시설물의 내구성 저하 및 사용성 향상을 위한 일부 보수와 주기적인 점검을 통한 유지관리가 필요한 것으로 판단된다.	-
24	정밀 점검	2015.06	(주)동우기술단	정밀점검 결과, 본 구조물은 주요부재 및 보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나, 기능 발휘에는 지장이 없는 상태인 “B” 등급의 양호한 상태로 평가되었다. 금회 조사된 주요 손상으로는 교면포장 아스콘 균열, 방호울타리 및 중앙분리대 균열, 바닥판 균열, 박락, 철근노출, 거더 도장박리, 부식, 우수유입, 가로보 부식, 신축이음 본체부식, 후타재 균열, 교량받침 콘크리트 균열, 교대 및 교각 균열 등이 발생한 상태이다. 금회 추가 조사된 손상과 기 발생한 손상은 구조물 안전성 및 사용성에 큰 영향을 미칠 손상은 아니므로 지속적인 관찰을 실시한다면 원활한 기능발휘에 지장이 없을 것으로 판단된다.	B
25	정기 점검	2015.12	(주)동우기술단	정기점검결과 조사된 손상은 대부분이 기존에 발생된 것으로서 일부 손상은 보수가 실시되었으며 기존 손상의 진전은 미미한 상태이다. 발생한 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.	

【표 2.11】용성2교 점검 및 진단이력(계속)

번호	구분	점검/ 진단기간	점검/ 진단기관	주요점검/진단결과	상태 등급
26	정기 점검	2016.06	(주)아워브레인	정기점검 결과, 대상시설물의 상태는 교량의 안전성을 저해할 만한 주요부재의 심각한 손상은 없는 상태로 판단된다. 주요 손상으로는 교면포장 접속부 파손, 중분대측 아스콘 파손, 바닥판하면 박락 및 철근노출, 하부구조 균열 등이 조사되었다. 기 발생한 손상은 이전 점검과 비교시 진전은 미미한 상태이나, 사용성 및 내구성 확보 차원에서 보수를 요하는 손상이 일부 발생된 상태이다. 또한, 주기적인 점검을 통해 손상의 진전유무 및 신규손상 발생에 대한 지속적인 유지관리가 필요하다.	-
27	정기 점검	2016.12	(주)아워브레인	정기점검 결과, 대상시설물의 상태는 교량의 안전성을 저해할 만한 주요부재의 심각한 손상은 없는 상태로 판단된다. 기 실시된 점검이후 거더외부 도장손상, 신축이음 후타재 균열, 박리에 대한 일부 보수가 시행되었으며, 주요 손상으로는 교면포장 접속부 및 중분대측 아스콘 파손, 바닥판하면 박락 및 철근노출, 중앙분리대 파손, 하부구조 균열 등이 조사되었다. 기 발생한 손상은 이전 점검과 비교시 진전은 미미한 상태이나, 사용성 및 내구성 확보 차원에서 일부 보수가 필요한 상태이다. 특히 국도가 횡단하는 구간의 유도배수시설 탈락 위험에 대해서는 시급한 조치가 필요한 것으로 판단된다. 그 외 손상에 대해서는 주기적인 점검을 통해 손상의 진전유무 및 신규손상 발생에 대한 지속적인 유지관리가 필요하다.	-
28	정밀 점검	2017.06	(주)아워브레인	정밀점검 결과 본 구조물은 주요부재 및 보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나, 기능 발휘에는 지장이 없는 상태인 B 등급의 양호한 상태로 평가되었다. 주요 손상으로는 교면포장 아스콘 균열 및 탈락, 방호벽 균열, 바닥판 박락 및 철근노출, 거더 도장박리 및 부식, 가로보 부식, 하부구조 균열 등이 발생한 상태이다. 이전 점검이후 일부구간의 신축이음 교체 및 거더내부 도장보수가 시행되었으며, 그 외 손상의 진전은 미미한 것으로 조사되었다. 기 발생한 손상에 대해서는 내구성 저하방지 및 사용성 확보를 위한 일부 보수와 주기적인 점검을 통한 유지관리를 실시한다면 원활한 교량의 기능발휘에 지장이 없을 것으로 판단된다.	B
29	정기 점검	2017.12	(주)아워브레인	정기점검 결과, 대상시설물의 상태는 교량의 안전성을 저해할 만한 주요부재의 심각한 손상은 없는 상태이나, 시설물의 유지관리 차원에서 일부 보수가 필요한 상태이다. 기 실시된 점검이후 배수구 막힘, 바닥판 박락 및 철근노출 교대 홍벽 백태 등에 대한 일부 보수가 시행되었으며, 조사된 주요 손상으로는 교면포장 접속부 및 중분대측 아스콘 파손, 바닥판하면 박락 및 철근노출, 중앙분리대 파손, 하부구조 균열 등이 조사되었다. 기 발생한 손상은 이전 점검과 비교시 진전은 미미한 상태이나, 사용성 및 내구성 확보 차원에서 일부 보수가 필요한 상태이다. 그 외 손상에 대해서는 주기적인 점검을 통해 손상의 진전유무 및 신규손상 발생에 대한 지속적인 유지관리가 필요하다.	-

2.4 보수.보강 이력

일 자	내 용	물 량	비 고
06년 09월	배수파이프 연결	<1개소>	A2-천안방향
07년 04월	배수시설 곡관설치	L=1.8m<1개소>	A1-천안방향
		L=2.9m<1개소>	A1-논산방향
		L=2.8m<1개소>	A2-논산방향
08년 04월	신축이음 교체	L=7.2m	A1-천안방향, 논산방향 <Monocell->N.M.C JOINT>
	신축이음 후타재 보수	1.1㎡	A2-논산방향
10년 10월	배수관 행거교체	80EA	S1~S3-양방향
	유도배수관설치	L=50m<1개소>	국도부 종조인트
11년 10월	신축이음 교체	L=7.8m	A1-천안방향
13년 10월	신축이음 교체	L=12.3m	A1-양방향
14년 04월	신축이음 후타재 보수		A2-논산방향
15년 07월	신축이음 교체	L=12.3m	A1-논산방향
16년 05월	신축이음 후타재 보수		A1-천안방향
16년 11월	신축이음 교체	L=12.3m MS JOINT 60	A1-천안방향
		L=12.3m MS JOINT 160	A2-논산방향

2.5 시설물의 내진설계 여부

시본 과업구간은 충청남도 공주시에 위치하고 있어 내진 1등급 지역에 해당하고 있으므로, 가속도계수 $A=0.14$ 로 교량형식에 관계없이 모든 구조물을 내진 1등급교로 설계하였다. 해석 방법은 단일모드 스펙트럼으로 해석하였다. 교량받침은 교축 및 교축 직각방향으로 모두 Pot Bearing을 사용하였다.

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 2.12】 자료분석 결과요약

구 분	수집 자료	자료분석 결과	진단과업 진행방향
건 설 관 련 자 료	◇ 천안-논산간 고속도로 건설공사 5공구 - 공사시방서 - 구조계산서 - 일반보고서 - 토질조사보고서 - 초기점검보고서	◇ 구조계산서 및 구조물도, 일반보고서는 설계 당시 기준에 준하여 작성된 것으로 확인됨 ◇ 설계도면과 실측 제원 비교시 주요 부재에 대하여 전반적으로 동일 ◇ 점검시설의 경우 설치하는 것으로 제시되었으나 현재 미설치 된 것으로 검토됨	◇ 금회 점검시 내진성능평가 항목 추가 분석 실시
유 지 관 리 자 료	◇ 정기점검 및 정밀점검 정밀안전진단 ◇ 보수·보강 이력	◇ 16년간 공용하면서 별다른 문제가 없는 양호한 상태 ◇ 일부 발생한 손상에 대하여 보수 필요 ◇ 보수 및 보강 이력은 관리주체에 제공받아 검토됨	◇ 본 과업은 구조물 정밀안전진단이므로 외관조사망도의 정비 및 면밀한 외관조사 실시

