국도21호선 목주교 등 20개소 정밀점검

종 합 보 고 서

2012. 06

점검기관/ (주)장맥엔지니어링

예산국토관리사무소

제2장

신계1교

2.1 정밀점검의 개요

2.2 자료수집 및 분석

2.3 상태평가

2.4 보수·보강 방안

2.5 종합결론 및 제언

제 2 장 신계1교

2.1 정밀점검의 개요

2.1.1 개 요

신계1교는 충남 천안시 목천읍 운전리에 위치하며, 연장 130.0m, 폭 20.5m, 4차로의 Steel Box Girder 교량으로 2004년에 준공되어 약 8년이 경과된 2종 시설물이다.

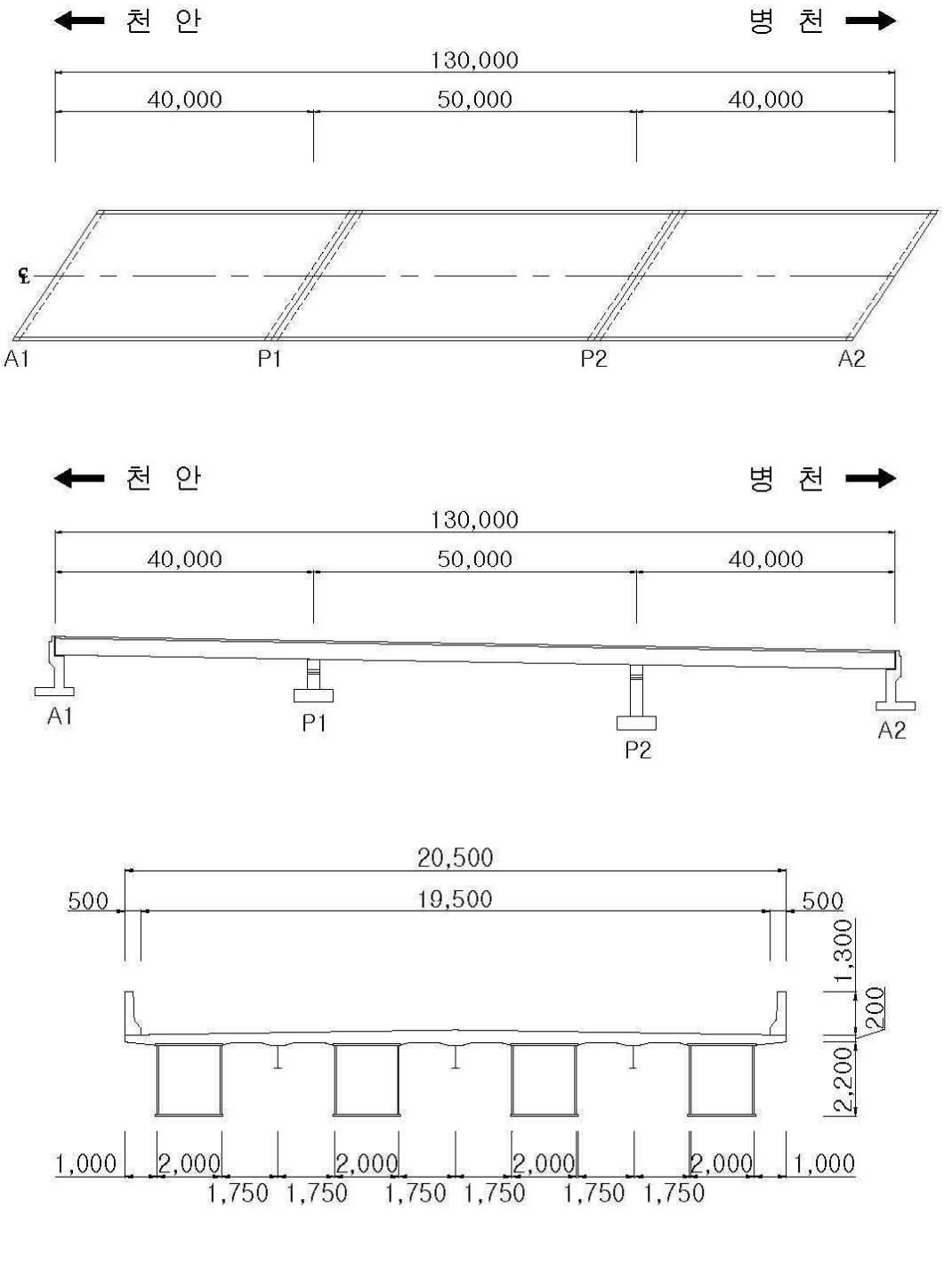
2.1.2 현 황

본 점검 시설물에 대한 현황은 다음과 같다.

구 분		내 용		구 분		내 용
시설물명		신계1교		시 행 청		대전지방국토관리청
공사기간		착공	1997.12.10	설 계 사		㈜경일기술공사, ㈜진로엔지니어링
		준공	2004.08.13	시 공 사		두산중공업㈜, 삼부토건㈜, 우정건설㈜
위 치		충남 천안 목천 운전				
노 선		국도21호선		설계활하중		DB-24
제 원	연 장	L = 40.0 + 50.0 + 40.0 = 130.0m				
	폭	B = 20.5m, 4차로				
구 조 형 식	상 부	Steel Box Girder		기 초 형 식	교 대	말뚝기초
	하 부	교대 : 역T형, 교각 : 라멘식			교 각	직접기초
받침장치		포트받침		신축이음장치		Rail Joint
교차시설물		시도		통과높이		5.2m

상부전경

측면전경



【그림 Ⅱ.2.1】 신계1교 일반도

2.2 자료수집 및 분석

본 과업에 대한 자료조사는 현장을 답사하여, 각각의 특성을 파악하고 점검 등의 추진방향과 세부수행계획을 수립하였다. 또한, 본 과업 대상구조물의 점검 시 관련 자료를 수집하여 정밀점검 및 유지관리 시 필요한 자료를 정리 및 분석하였고, 적절한 보수·보강공법의 제시 및 유지관리방안을 수립하기 위한 기초자료로 활용하였다.

2.2.1 전차 정밀 점검 실시결과 요약

【표 Ⅱ.2.1】 기존 정밀점검 요약(2010년 정밀점검 - ㈜한길종합엔지니어링)

<table>
<tr><th colspan="5">외관조사 결과</th></tr>
<tr><th colspan="2">구 분</th><th colspan="2">주요결함 및 손상내용</th><th>점검 의견</th></tr>
<tr><td colspan="2">교면포장</td><td colspan="2">• 국부적인 패임 및 함몰</td><td>• 소파보수</td></tr>
<tr><td colspan="2">배수시설</td><td colspan="2">• 배수구 막힘 및 배수관 탈락</td><td>• 정비 및 재설치</td></tr>
<tr><td colspan="2">난간연석</td><td colspan="2">• 보수부 재균열 및 단면보수재 망상균열</td><td>• 주의관찰</td></tr>
<tr><td colspan="2">신축이음</td><td colspan="2">• 유간 토사퇴적, 후타재 균열</td><td>• 주의관찰</td></tr>
<tr><td colspan="2">바 닥 판</td><td colspan="2">• 기 균열 보수, 일부 균열 및 DECK PLATE 부식</td><td>• 표면처리, 단면보수</td></tr>
<tr><td colspan="2">S/T BOX</td><td colspan="2">• 국부적인 도장박리 및 도장긁힘, 이물질 퇴적</td><td>• 주의관찰, 재설치</td></tr>
<tr><td colspan="2">받침장치</td><td colspan="2">• 일부 부식</td><td>• 볼트절단, 주의관찰</td></tr>
<tr><td colspan="2">교 대</td><td colspan="2">• 상태양호</td><td>• 균열보수, 단면보수</td></tr>
<tr><td colspan="2">교 각</td><td colspan="2">• 기 균열 보수, 일부 균열</td><td>• 균열보수</td></tr>
<tr><th colspan="5">내구성 조사 결과</th></tr>
<tr><th colspan="2">구 분</th><th>설계기준</th><th>조사결과</th><th>평가결과</th></tr>
<tr><td rowspan="2">콘크리트 강 도</td><td>상부</td><td>27.0 MPa</td><td>30.5 MPa</td><td>설계기준 117%</td></tr>
<tr><td>하부</td><td>24.0 MPa</td><td>28.6 MPa</td><td>설계기준 124%</td></tr>
<tr><td rowspan="2">탄 산 화 시 험</td><td>상부</td><td>-</td><td>1.0㎜</td><td rowspan="2">탄산화 잔여깊이 30㎜ 이상</td></tr>
<tr><td>하부</td><td>-</td><td>4.5㎜</td></tr>
<tr><th colspan="5">상태평가 결과</th></tr>
<tr><th colspan="2">상태평가 점수</th><th colspan="3">상태평가 등급</th></tr>
<tr><td colspan="2">0.159</td><td colspan="3">B</td></tr>
</table>

종합 결론
• 신계1교에 대한 정밀점검 결과 보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나, 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태인 "B" 등급으로 전반적으로 양호한 것으로 평가되었다. 이전 점검이후 주부재 및 보조부재에서 일부 손상의 진전이 조사되었으며, 진전된 주요 손상은 포장 패임, 배수관 탈락, 방호벽 균열, 바닥판 하면 균열 등으로, 발생된 결함에 의한 시설물의 구조적 안전성에 영향을 미치는 수준은 아닌 것으로 판단되나, 향후 구조물의 내구성 및 사용성 확보를 위하여 손상 부위에 대한 적절한 보수 및 지속적인 점검을 통한 유지관리가 필요한 것으로 판단된다.

2.2.2 기존 점검 · 진단, 보수 · 보강 이력

【표 Ⅱ.2.2】 기존 점검 • 진단 이력사항

연번	기 간 구 분	점검 • 진단 기관명	상태 등급	주요 점검 • 진단 결과	비고
1	2004.08 초기점검	㈜윤성ENG	A	• 전체적으로 외관적인 특별한 손상이 발견되지 않는 등 대체적으로 교량 상태는 매우 양호	
2	2006.05 정밀점검	비엔티엔지니어링㈜	A	• 시설물은 대체로 양호한 상태로 국부적인 손상에 대한 보수가 필요함	
3	2008.08 정밀점검	㈜양지엔지니어링	B	• 구조적인 손상(균열 등)의 안전성에 영향을 미칠만한 손상은 발생하지 않았으며, 국부적인 배수관 탈락과 포장 포트홀 등의 경미한 공용중 손상과 시공초기 비구조적 결함인 콘크리트 방호벽의 건조수축균열, 바닥판 슬래브의 건조수축 횡균열, 바닥판 슬래브 Deck plate 부식, 교각 및 교대에 건조수축 균열 등이 조사되었다.	
4	2010.08 정밀점검	㈜한길종합엔지니어링	B	• 포장 국부적인 패임 및 함몰 • 배수구 막힘 및 배수관 탈락 • 방호벽 보수부 재균열 및 단면보수재 망상균열 • 신축이음 유간 토사퇴적, 후타재 균열 • 바닥판 기 균열 보수, 일부 균열 및 DECK PLATE 부식 • S/T BOX 국부적인 도장박리 및 도장긁힘, 이물질 퇴적 • 받침장치 일부 부식 • 교각 기 균열 보수, 일부 균열	

2.2.3 자료분석 결과

가. 점검 이력사항에 대한 검토결과 주요 손상은 교면포장 국부적인 패임 및 함몰, 방호벽 보수부 재균열 및 단면보수재 망상균열, 배수구 막힘 및 배수관 탈락, 신축이음 유간 토사퇴적 및 후타재 균열, 바닥판 균열 및 DECK PLATE 부식, S/T BOX 국부적인 도장박리 및 도장긁힘, 내부 이물질 퇴적, 받침장치 일부 Plate 부식, 교각 일부 균열 등이 조사되었으며, 구조물의 안전성에 영향을 미치는 구조적 손상징후는 없는 상태이다.

나. 보수·보강 이력은 없는 것으로 조사되었다.

2.3 상태평가

2.3.1 외관조사 결과

가. 상부구조

1) 교면포장

㉠ 교면포장은 아스콘 포장으로 부분적인 포장 마모 및 패임, 토사퇴적이 발생된 것으로 조사되었다.

㉡ 발생된 손상은 공용기간 경과 및 차륜하중에 의한 영향이 지배적인 원인으로 판단되며, 바닥판의 열화방지를 위한 보수가 필요할 것으로 판단된다.

<table>
<tr><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td>포장현황(천안)</td><td>포장현황(병천)</td></tr>
<tr><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td>포장 마모(천안-S1)</td><td>포장 패임(병천-S1)</td></tr>
<tr><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td>포장 함몰(천안-S1)</td><td>포장 패임(병천-S3)</td></tr>
</table>

2) 배수시설

㉠ 배수구는 천안방향에 총 6개소가 설치된 상태로 공용기간 증가로 인한 전반적인 배수구 막힘, 배수관 탈락 1개소가 발생된 것으로 조사되었다.

㉡ 막힌 배수구는 교면의 원활한 배수가 곤란하므로 정기적인 청소가 필요한 상태이며, 파손된 배수관의 보수를 통한 낙수로 인한 구체의 손상을 방지하여야 할 것으로 판단된다.

배수관 현황

배수구 막힘

3) 방호벽·중앙분리대

㉠ 방호벽은 콘크리트로서 파손, 재료분리, 철근노출 등의 손상은 없으나 건조수축 및 온도변화에 의한 폭 0.1㎜의 균열 및 보수부 재균열이 발생된 것으로 조사되었다.

㉡ 중앙분리대에는 가드레일이 설치된 상태로 특별한 손상이 없는 양호한 상태이나, 병천방향 중앙분리대에 피복부족에 의한 철근노출이 일부 발생된 것으로 조사되었다.

방호벽 현황(천안)

중앙분리대 현황(병천)

방호벽 균열(천안-S3)

중앙분리대 철근노출(병천-S2)

4) 신축이음

㉠ 신축이음은 Rail Joint 형식으로 2개소(A1, A2)가 설치되어 있으며, 전반적인 유간 토사퇴적이 발생된 상태이나 기능상의 문제는 없는 것으로 조사되었다.

㉡ 후타재는 시·종점부 모두 0.2㎜ ~ 0.3㎜의 건조수축 및 온도변화에 의한 균열이 발생된 상태로 콘크리트의 내구성 확보를 위한 보수가 필요할 것으로 판단된다.

시점측 신축이음(천안)

시점측 신축이음(병천)

종점측 신축이음(천안)

종점측 신축이음(병천)

시점측 신축이음(천안) 유간 토사퇴적

시점측 신축이음(병천) 후타재 균열

종점측 신축이음(천안) 후타재 균열

종점측 신축이음(병천) 유간 토사퇴적

5) 바닥판

㉠ 바닥판은 S1, S3은 콘크리트, S2는 DECK PLATE로 시공된 상태로 외관조사 결과 국부적인 DECK PLATE 부식, 건조수축 및 온도변화에 의한 폭 0.1㎜의 균열이 일부 발생된 것으로 조사되었다.

㉡ 발생된 손상에 대하여 구조물의 내구성 확보를 위한 보수가 필요할 것으로 판단된다.

바닥판 현황(S1)

바닥판 DECK PLATE 현황(S2)

바닥판 DECK PLATE 부식(S2)

바닥판 균열(S3)

6) S/T BOX 및 가로보

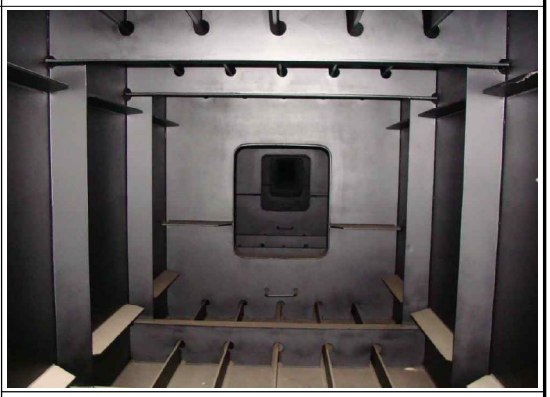
㉠ S/T BOX는 총 4련이 설치된 상태로 외부에 대한 외관조사 결과 국부적인 도장 긁힘이 일부 발생된 것으로 조사되었다.

㉡ S/T BOX 내부에 대한 외관조사 결과 SPLICE PLATE 연결부를 통한 우수유입으로 인한 누수흔적 및 이물질 퇴적이 일부 발생된 것으로 조사되었다.

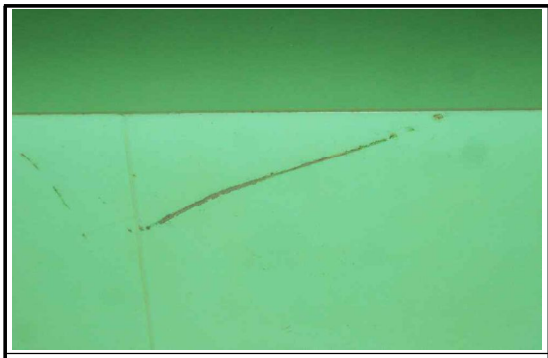
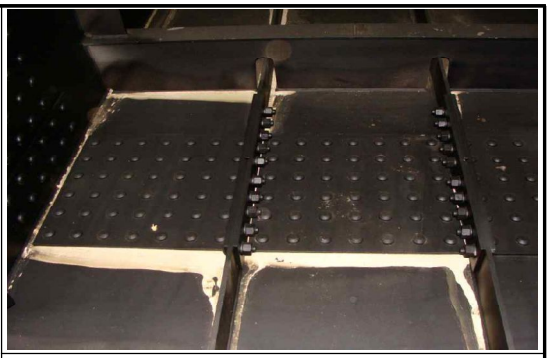
S/T BOX 설치현황

가로보 현황

G1 내부현황



G4 내부현황

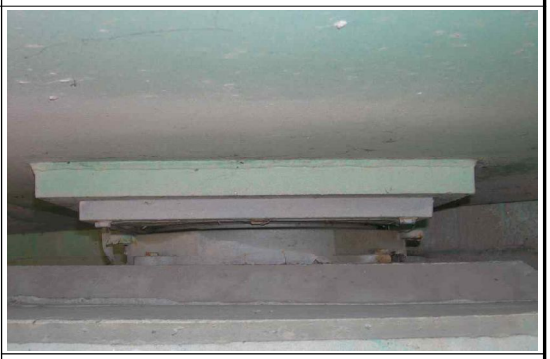
	
S1-G1 외부 도장긁힘	S1-G3 누수흔적
S2-G2 하면 도장 긁힘	S2-G1 누수흔적
S3-G3 하면 도장 긁힘	S3-G2 이물질 퇴적
S1-G4 하면 도장 긁힘	S3-G4 이물질 퇴적

나. 하부구조

1) 받침장치

㉠ 본 교량의 받침장치는 포트받침이 총 16개소 설치된 상태로 종·횡방향의 과도한 이동 및 기울음 등은 발생되지 않았으나, 부분적인 부식 및 도장박락, 받침 콘크리트 균열이 발생된 것으로 조사되었다.

㉡ 또한 교량의 낙교방지를 위한 전단키의 시공불량으로 인한 주형과 고정 볼트의 접촉이 일부 발생되어 적절한 조치가 필요할 것으로 판단된다.

<table>
<tr><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td>A1-SH2 현황</td><td>P1-SH1 전단키 시공불량</td></tr>
<tr><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td>P1-SH4 받침콘크리트 균열</td><td>P2-SH3 전단키 시공불량</td></tr>
<tr><td> </td><td>  </td></tr>
<tr><td>A2-SH2 도장박락 및 부식</td><td>A2-SH3 현황</td></tr>
</table>

2) 교 대

㉠ 교대의 형식은 역T형으로, 기초는 말뚝기초로 시공된 상태이며, 외관조사 결과 시·종점 교대 모두 균열, 파손, 누수 등의 손상이 없는 양호한 상태인 것으로 조사되었다.

시점교대 전경

종점교대 전경

3) 교 각

㉠ 교각의 형식은 라멘식, 기초는 직접기초로 시공된 상태이며, 외관조사 결과 균열, 파손, 누수 등의 손상이 없는 양호한 상태인 것으로 조사되었다.

P1 전경

P2 전경

다. 외관조사 손상물량 집계표

구 분	손상 내용	손상 발생 원인	손상 수량		비고
교면포장	포장마모 및 파손	공용기간 증가 및 차륜하중	5.06	㎡	
	토사퇴적	공용기간 증가	0.60	㎡	
배수시설	막힘	공용기간 증가	6	개소	
방 호 벽	균열(C.W≤0.2)	건조수축 및 온도변화	50.40	m	
중 분 대	박락 및 철근노출	피복부족	2.10	㎡	
신축이음	유간 토사퇴적	공용기간 증가	50.00	m	
	후타재 균열(C.W≤0.2)	건조수축 및 온도변화	13.55	m	
	후타재 균열(C.W>0.2)	건조수축 및 온도변화	6.00	m	
바 닥 판	균열(C.W≤0.2)	건조수축 및 온도변화	10.80	m	
	DECK PLATE 부식	우수유입	0.30	㎡	
S/T BOX	도장긁힘	외부충격	0.99	㎡	
	이물질 퇴적	공용기간 경과	30.00	㎡	
	누수흔적	우수유입	1.85	㎡	
받침장치	부식 및 도장불량	공용기간 증가, 우수유입	2	개소	
	받침콘크리트 균열(C.W≤0.2)	건조수축 및 온도변화	0.20	m	
	전단키 접촉	시공불량	2	개소	

2.3.2 유간 거리 및 연단거리 검토

가. 유간거리 검토

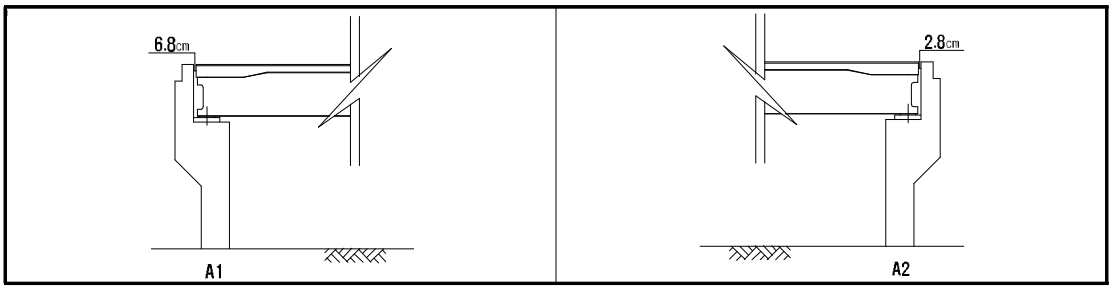
1) 소요 유간거리 측정(조사일 : 2012.05.01. 기온: 27.0℃)

유간 측정은 신축이음의 간격을 측정하여 유간을 산정하였다.

신축이음 유간 측정(A1)	신축이음 유간 측정(A2)

측 정 일	2012년 5월 1일		
온도변화 범위	-10℃ ~ +40℃	선팽창 계수(α)	1.2×10^{-5}
점검 시 평균기온	27.0℃	주형높이(h)	2.2m
온도에 의한 신장량(ΔLT)	ΔLT = ΔT × α × L		
신축길이(L)	90.0 m		
ΔLT(신장량)	$\Delta l_t = 13.0 \times (1.2 \times 10^{-5}) \times 90{,}000 = 14.0$㎜		
ΔLr	$\Delta Lr = \frac{2}{3} \times 2{,}200 \times \frac{1}{150} = 9.8$㎜		
가동 여유량(신장량)	23.8㎜		

측 정 일	2012년 5월 1일		
온도변화 범위	-10℃ ~ +40℃	선팽창 계수(α)	1.2×10^{-5}
점검 시 평균기온	27.0℃	주형높이(h)	2.2m
온도에 의한 신장량(ΔLT)	ΔLT = ΔT × α × L		
신축길이(L)	40.0 m		
ΔLT(신장량)	$\Delta l_t = 13.0 \times (1.2 \times 10^{-5}) \times 40{,}000 = 6.2$㎜		
ΔLr	$\Delta Lr = \frac{2}{3} \times 2{,}200 \times \frac{1}{150} = 9.8$㎜		
가동 여유량(신장량)	16.0㎜		



2) 검토 결과

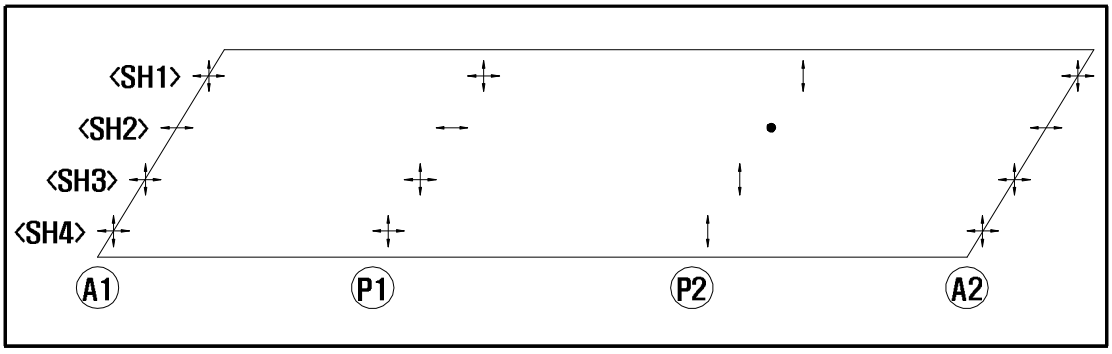
구 분	측정유간(mm)	최소필요 여유량(mm)	판정	비 고
A1	68	23.8	O.K	측정유간 > 최소필요 여유량
A2	28	16.0	O.K	측정유간 > 최소필요 여유량

검토 결과 유간거리는 최소필요 여유량을 확보하고 있어 신축이음의 기능상 문제는 없는 것으로 검토되었다.

나. 연단거리 검토

1) 연단거리 조사 결과

연단거리 측정 | 연단거리 측정



구 분		교좌 형식				실측 연단거리(㎝)				최 소 연단거리 (㎝)	비고
		①	②	③	④	①	②	③	④		
A1		✣	↕	✣	✣	71	70	72	72	40	양호
P1	시점	✣	↕	✣	✣	67	68	69	71	40	양호
	종점					73	72	71	69	45	양호
P1	시점	↔	●	↔	↔	67	72	74	72	45	양호
	종점					73	72	68	72	40	양호
A2		✣	↕	✣	✣	77	80	83	80	40	양호

※ 경간 길이 : 40.0m, 50.0m

연단거리(S) = 20 + 0.5 × L (경간길이 100m 이하, L = 지간길이(m))

∴ S = 20 + 0.5 × 40.0 = 40.0㎝(S)

∴ S = 20 + 0.5 × 50.0 = 45.0㎝(S)

2) 검토 결과

연단거리 검토결과 전체적으로 시방기준을 만족하는 것으로 평가되었으며, 코핑 파손 등의 특별한 손상은 조사되지 않은 상태이다.

2.3.3 내구성 평가 결과

가. 반발경도법

1) 시험 결과

구 분	부재명	측정압축강도 (MPa)	평균압축강도 (MPa)	설계기준강도 (MPa)	판 정 (비파괴/설계기준)
바닥판	S1	27.3 ~ 28.3	27.8	27.0	1.03 ≥ 0.9 O.K
	S2	27.0 ~ 27.6	27.4	27.0	1.01 ≥ 0.9 O.K
	S3	28.8 ~ 29.3	29.1	27.0	1.08 ≥ 0.9 O.K
	평 균	**27.0 ~ 29.3**	**28.1**	**27.0**	**1.04 ≥ 0.9 O.K**
교 대	A1	25.0 ~ 26.0	25.6	24.0	1.07 ≥ 0.9 O.K
	A2	26.1 ~ 26.7	26.3	24.0	1.10 ≥ 0.9 O.K
	평 균	**25.0 ~ 26.7**	**26.0**	**24.0**	**1.08 ≥ 0.9 O.K**
교 각	P1	24.9 ~ 25.1	25.1	24.0	1.05 ≥ 0.9 O.K
	P2	25.5 ~ 25.9	25.7	24.0	1.07 ≥ 0.9 O.K
	평 균	**24.9 ~ 25.9**	**25.4**	**24.0**	**1.06 ≥ 0.9 O.K**

※ $\frac{\text{보정강도}}{\text{설계기준강도}} \geq 0.90$: 건전 ⇒ 일본 국토개발기술연구센터 비파괴 추정강도 판정식

2) 결과 분석

구 분	측정압축강도 (MPa)	평균압축강도 (MPa)	설계기준강도 (MPa)	판 정 (비파괴/설계기준)
바닥판	27.0 ~ 29.3	28.1	27.0	1.04 ≥ 0.9 O.K
교 대	25.0 ~ 26.7	26.0	24.0	1.08 ≥ 0.9 O.K
교 각	24.9 ~ 25.9	25.4	24.0	1.06 ≥ 0.9 O.K

⇒ 콘크리트의 압축강도를 추정하기 위해 각 부재에 대한 반발경도법에 의한 시험을 실시한 결과 각 부재 모두 부재별 기준강도를 만족하는 양호한 상태로 평가된다.

나. 철근배근 조사

(단위 : ㎜)

구 분	부재명	주철근		배력철근		비 고
		평균간격	평균순피복	평균간격	평균순피복	
바닥판	S1	120.0	181.0	265.0	136.0	
	S3	120.0	192.0	270.0	80.0	
교 대	A1	207.0	84.0	145.0	114.0	
	A2	187.0	78.0	172.0	106.0	
교 각	P1	300.0	108.0	285.0	120.0	
	P2	237.0	91.0	143.0	96.0	

다. 탄산화 시험

1) 탄산화 및 철근 순피복 측정 결과

(단위 : ㎜)

구 분	부재명	탄 산 화 깊 이	탄 산 화 평균깊이	철근최소 피복범위	철 근 평균피복	철 근 평균피복	비 고
바닥판	S1	3.0	2.5	121 ~ 149	136.0	108.0	
	S3	2.0		79 ~ 82	80.0		
교 대	A1	5.0	4.8	82 ~ 89	84.0	81.0	
	A2	4.5		60 ~ 84	78.0		
교 각	P1	6.0	2.8	105 ~ 112	108.0	99.5	
	P2	5.5		86 ~ 100	91.0		

2) 탄산화에 의한 잔존수명

(단위 : ㎜, year)

구 분	부재명	철근피복	탄산화 깊 이	잔여피복	탄 산 화 속도계수 (A)	전 수명	잔존수명	상태등급
바닥판	S1	136.0	3.0	133.0	1.06	∞	∞	a
	S3	80.0	2.0	78.0	0.71	∞	∞	a

(단위 : ㎜, year)

구 분	부재명	철근피복	탄산화 깊 이	잔여피복	탄 산 화 속도계수 (A)	전 수명	잔존수명	상태등급
교 대	A1	84.0	5.0	79.0	1.77	∞	∞	a
	A2	78.0	4.5	73.5	1.59	∞	∞	a
교 각	P1	108.0	6.0	102.0	2.12	∞	∞	a
	P2	91.0	5.5	85.5	1.94	∞	∞	a

※ 측정된 예상수명과 잔존수명이 1000년 이상일 경우 “∞” 로 표기

※ 잔존수명(년) = 전체수명년 - 경과년수(8년)

※ 콘크리트 및 강재 비파괴시험 매뉴얼 (한국시설안전기술공단, 2006.12) 참조

※ 안전점검 및 정밀안전진단 세부지침 교량편 (한국시설안전공단, 2010.12) 참조

※ 철근피복 - 부록, 참조

3) 결과분석

(단위 : ㎜, year)

구 분	철 근 평균피복	탄 산 화 평균깊이	잔 여 평균피복	탄 산 화 속도계수 (A)	잔존수명	상태등급
바닥판	108.0	2.5	105.5	0.88	∞	a
교 대	81.0	4.8	76.3	1.68	∞	a
교 각	99.5	5.8	93.8	2.03	∞	a

⇒ 바닥판, 교대 및 교각에서 실측된 탄산화깊이는 2.5㎜ ~ 5.8㎜로서 전 부재 모두 30㎜ 이상의 잔여피복을 유지하고 있어 상태등급은 a로 판정되며, 잔여 피복에 대한 잔존수명 검토결과 문제가 없는 것으로 평가된다. 또한 이전 점검결과와 비교 검토 시 탄산화 진행 속도 또한 양호한 것으로 판단된다.

라. 내구성 시험 종합평가

구 분			조 사 결 과			평 가
			측정위치	측정 평균치	평가기준	
내구성 시험항목	콘크리트	비 파 괴 압축강도	바 닥 판	28.1MPa	27.0MPa	양 호
			교 대	26.5MPa	24.0MPa	양 호
			교 각	25.4MPa	24.0MPa	양 호
		탄 산 화	바 닥 판	2.5㎜ ⇒ 잔여피복 : 105.5㎜	30.0㎜	b등급
			교 대	4.8㎜ ⇒ 잔여피복 : 76.3㎜	30.0㎜	a등급
			교 각	5.8㎜ ⇒ 잔여피복 : 93.8㎜	30.0㎜	a등급

⇒ 신계1교에 대한 내구성 평가 결과 콘크리트 구조물의 내구성은 양호한 것으로 평가되었다.

2.3.4 상태평가 결과

가. 구조별 결과

부재의 분 류	상부구조		2차 부재	기타부재				받침	하부구조		내구성 요소	
	바닥판	거더	가로보	포장	배수	난간 연석	신축 이음	교량 받침	하부	기초	탄산화 (상)	탄산화 (하)
STB[0]	a	b	a	b	c	b	c	a	a	Q	a	a
STB[1]	b	b	a	a	c	c	N/A	b	a	Q	a	a
STB[2]	b	b	a	b	c	c	N/A	a	a	Q	a	a
STB[3]	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	c	c	a	Q	N/A	a
평균	0.167	0.200	0.100	0.167	0.400	0.333	0.400	0.200	0.100	N/A	0.100	0.100
가중치	18	20	5	7	3	2	9	9	20	N/A	4	3
(평균X가중치) /가중치합	0.030	0.040	0.005	0.012	0.012	0.007	0.036	0.018	0.020	N/A	0.004	0.003
1. 환산결함도 점수 =												0.187
2. 상태평가 결과 =												B

나. 전체교량 결과

구 성 교 량 명	환 산 결함도점수	상태평가 등 급	연장 (M)	차선	길이 X 차선	연장비	환산결함도점수 X 연장비
신계1교	0.187	B	130	4	520	1.000	0.187
합계(Σ)			130		520	1	0.187
평가의견							
1. 평가지수 =							**0.187**
2. 상태평가 결과 =							**B 등급**

2.3.5 종합평가 및 안전등급 지정

신계1교의 종합평가에 의한 안전등급은 **B등급(양호)**으로 보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나, 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태이다.

시설물명	신계1교		
평가구분	상태평가	안전성 평가	종합평가
평가등급	B	-	B
평가결과	• 외관조사에 따른 상태평가 등급과 안전성 검토에 근거한 안전성 평가 등급 중 낮은 등급을 시설물의 종합평가 등급으로 결정 • 종합평가 등급 : **B등급(양호)**		

2.3.6 기 점검 자료 비교·검토

가. 외관조사 및 상태평가

구분	정밀점검(2010. 08 시행)	금차
손상 내용	• 포장 국부적인 패임 및 함몰 • 배수구 막힘 및 배수관 탈락 • 방호벽 보수부 재균열 및 망상균열 • 신축이음 유간 토사퇴적, 후타재 균열 • 바닥판 기 균열 보수, 일부 균열 및 DECK PLATE 부식 • S/T BOX 국부적인 도장박리 및 도장긁힘, 이물질 퇴적 • 받침장치 일부 부식 • 교각 기 균열 보수, 일부 균열	• 포장 국부적인 파손 및 마모, 토사퇴적 • 배수구 막힘 • 방호벽 보수부 재균열 및 균열 • 중앙분리대 부분적인 박락 및 철근노출 • 신축이음 유간토사, 후타재 균열 • 바닥판 일부 균열 및 DECK PLATE 부식 • S/T BOX 도장 긁힘, 누수흔적, 이물질 퇴적 • 받침장치 부식, 받침콘크리트 균열, 전단키 시공불량
상태 평가	B(0.159)	B(0.187)

나. 내구성 평가

구 분			조 사 결 과				평 가
			측정위치	2010. 08 시행	금차	평가기준	
				측정 평균치	측정 평균치		
내구성 시험항목	콘크리트	비파괴 압축강도	바 닥 판	30.5MPa	28.1MPa	27.0MPa	양 호
			교 대	28.6MPa	26.0MPa	24.0MPa	양 호
			교 각	28.7MPa	25.4MPa	24.0MPa	양 호
		탄 산 화	바 닥 판	1.0㎜	2.5㎜ ⇒ 잔여피복 : 105.5㎜	30.0㎜	a등급
			교 대	4.0㎜	4.8㎜ ⇒ 잔여피복 : 76.3㎜	30.0㎜	a등급
			교 각	5.0㎜	5.8㎜ ⇒ 잔여피복 : 93.8㎜	30.0㎜	a등급

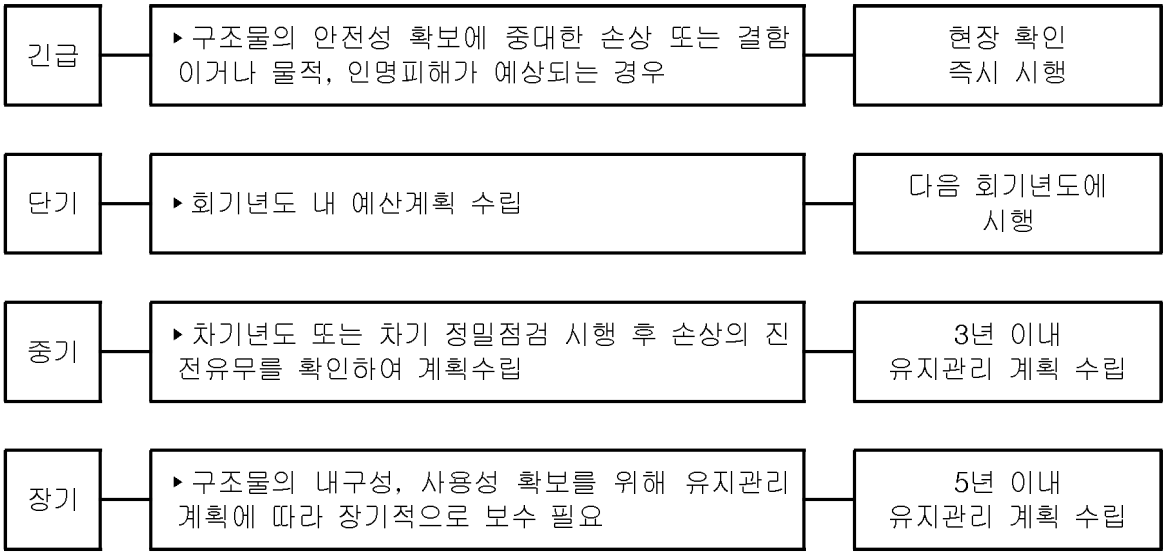
⇒ 콘크리트 비파괴 반발강도는 기 점검 시의 측정치와 유사한 것으로 나타나며, 설계기준강도를 만족하는 양호한 상태로 평가된다.

⇒ 시설물별 실측된 탄산화 깊이는 기 시행된 점검(2010년) 시의 측정치와 비교·검토 결과 금번 조사 시 진행 깊이가 다소 차이가 있는 것은 부재 및 위치가 상이한 것에 기인된 것으로 판단되며, 잔여깊이가 30㎜ 이상으로 급격한 내구성 저하 없을 것으로 판단됨.

2.4 보수 · 보강 방안

2.4.1 보수 · 보강 우선순위

보수가 필요하다고 판단되는 주요부재별 손상에 대해 보수시기의 결정은 각부재의 중요도, 추가손상 유발 가능성, 급격한 내구성 저하가 예상되는 손상개소를 우선적으로 시행하여야 하며, 관리주체의 예산확보 또는 편성문제의 상호 연관성을 감안하여 아래와 같은 기준(안)을 다음과 같이 제안한다.



【그림 Ⅱ.2.2】 보수·보강 시기 기준

2.4.2 보수 · 보강 공법 제시

본 정밀점검 용역을 위해 실시한 외관조사에서 발견된 손상에 대하여 보수·보강 공법을 다음과 같이 제시하였다. 공법의 제시는 보수공사의 효율성 및 긴급성 등을 감안하여 제시하였다.

따라서 ·균열 ⇒ 0.3㎜ 이상 – 주입보수(단기)

0.3㎜ 미만 – 표면처리(중·단기)

·파손, 박락, 철근노출, 누수 등 ⇒ 내구성 확보 차원에서 단기 보수

가. 부재별 보수물량 및 공법

구 분	손상 내용	손상 수량	단위	보수방안	비고
교면포장	포장마모 및 파손	5.06	㎡	소파보수	단기
방 호 벽	균열(C.W≤0.2)	50.40	m	표면처리	중기
중 분 대	박락 및 철근노출	2.10	㎡	방청 + 단면복구	단기
신축이음	후타재 균열(C.W≤0.2)	13.55	m	표면처리	단기
	후타재 균열(C.W>0.2)	6.00	m	주입공법	단기
바 닥 판	균열(C.W≤0.2)	10.80	m	표면처리	중기
받침장치	부식 및 도장불량	2	개소	방청 + 재도장	단기
	전단키 접촉	2	개소	절단	단기

2.4.3 보수·보강 개략공사비

가. 단 기

구 분	손상내용	보수물량 (할증30%)	단위	보수·보강안	공급단가 (원)	개략공사비 (원)
교면포장	포장마모 및 파손	6.6	㎡	소파보수	42,000	277,200
중 분 대	박락 및 철근노출	2.7	㎡	방청 + 단면복구	97,000	261,900
신축이음	후타재 균열(C.W≤0.2)	17.6	m	표면처리	72,000	1,267,200
	후타재 균열(C.W>0.2)	7.8	m	주입공법	156,000	1,216,800
받침장치	부식 및 도장불량	2	개소	방청 + 재도장	44,000	88,000
	전단키 접촉	2	개소	볼트 부분 절단	80,000	160,000
순공사비						3,271,100
간접비(50%)						1,635,550
개략 총공사비						4,906,650

나. 중 기

구 분	손상내용	보수물량 (할증30%)	단위	보수·보강안	공급단가 (원)	개략공사비 (원)
방 호 벽	균열(C.W≤0.2)	65.5	m	표면처리	72,000	4,716,000
바 닥 판	균열(C.W≤0.2)	14.0	m	표면처리	72,000	1,008,000
순공사비						5,724,000
간접비(50%)						2,862,000
개략 총공사비						8,586,000

2.5 종합결론 및 제언

본 과업 대상구조물인 신계1교는 국도21호선 충남 천안시 목천읍 운전리에 위치하며, 연장 130.0m, 폭 20.5m, 4차로의 Steel Box Girder 교량으로 2004년 준공되었다. 신계1교에 대한 외관조사, 내구성 조사를 통한 상태평가를 시행한 종합결론은 다음과 같다.

2.5.1 외관조사 결과

가. 상부구조

1) 교면포장

㉠ 교면포장은 아스콘 포장으로 부분적인 포장 마모 및 패임, 토사퇴적이 발생된 것으로 조사되었다.

㉡ 발생된 손상은 공용기간 경과 및 차륜하중에 의한 영향이 지배적인 원인으로 판단되며, 바닥판의 열화방지를 위한 보수가 필요할 것으로 판단된다.

2) 배수시설

㉠ 배수구는 천안방향에 총 6개소가 설치된 상태로 공용기간 증가로 인한 전반적인 배수구 막힘, 배수관 탈락 1개소가 발생된 것으로 조사되었다.

㉡ 막힌 배수구는 교면의 원활한 배수가 곤란하므로 정기적인 청소가 필요한 상태이며, 파손된 배수관의 보수를 통한 낙수로 인한 구체의 손상을 방지하여야 할 것으로 판단된다.

3) 방호벽·중앙분리대

㉠ 방호벽은 콘크리트로서 파손, 재료분리, 철근노출 등의 손상은 없으나 건조수축 및 온도변화에 의한 폭 0.1㎜의 균열 및 보수부 재균열이 발생된 것으로 조사되었다.

㉡ 중앙분리대에는 가드레일이 설치된 상태로 특별한 손상이 없는 양호한 상태이나, 병천방향 중앙분리대에 피복부족에 의한 철근노출이 일부 발생된 것으로 조사되었다.

4) 신축이음

㉠ 신축이음은 Rail Joint 형식으로 2개소(A1, A2)가 설치되어 있으며, 전반적인 유간 토사퇴적이 발생된 상태이나 기능상의 문제는 없는 것으로 조사되었다.

㉡ 후타재는 시·종점부 모두 0.2㎜ ~ 0.3㎜의 건조수축 및 온도변화에 의한 균열이 발생된 상태로 콘크리트의 내구성 확보를 위한 보수가 필요할 것으로 판단된다.

5) 바닥판

㉠ 바닥판은 S1, S3은 콘크리트, S2는 DECK PLATE로 시공된 상태로 외관조사 결과 국부적인 DECK PLATE 부식, 건조수축 및 온도변화에 의한 폭 0.1㎜의 균열이 일부 발생된 것으로 조사되었다.

㉡ 발생된 손상에 대하여 구조물의 내구성 확보를 위한 보수가 필요할 것으로 판단된다.

6) S/T BOX 및 가로보

㉠ S/T BOX는 총 4련이 설치된 상태로 외부에 대한 외관조사 결과 국부적인 도장 긁힘이 일부 발생된 것으로 조사되었다.

㉡ S/T BOX 내부에 대한 외관조사 결과 SPLICE PLATE 연결부를 통한 우수유입으로 인한 누수흔적 및 이물질 퇴적이 일부 발생된 것으로 조사되었다.

나. 하부구조

1) 받침장치

㉠ 본 교량의 받침장치는 포트받침이 총 16개소 설치된 상태로 종·횡방향의 과도한 이동 및 기울음 등은 발생되지 않았으나, 부분적인 부식 및 도장박락, 받침 콘크리트 균열이 발생된 것으로 조사되었다.

㉡ 또한 교량의 낙교방지를 위한 전단키의 시공불량으로 인한 주형과 고정 볼트의 접촉이 일부 발생되어 적절한 조치가 필요할 것으로 판단된다.

2) 교 대

㉠ 교대의 형식은 역T형으로, 기초는 말뚝기초로 시공된 상태이며, 외관조사 결과 시·종점 교대 모두 균열, 파손, 누수 등의 손상이 없는 양호한 상태인 것으로 조사되었다.

3) 교 각

㉠ 교각의 형식은 라멘식, 기초는 직접기초로 시공된 상태이며, 외관조사 결과 균열, 파손, 누수 등의 손상이 없는 양호한 상태인 것으로 조사되었다.

4) 신축유간 및 연단거리 검토

㉠ 신축유간에 대한 검토 결과 유간거리는 최소필요 여유량을 확보하고 있어 신축이음의 기능상 문제는 없는 것으로 검토되었다.

㉡ 연단거리 검토결과 전체적으로 시방기준을 만족하는 것으로 평가되었으며, 코핑 파손 등의 특별한 손상은 조사되지 않은 상태이다.

2.5.2 내구성 조사 결과

구 분			조 사 결 과			평 가
			측정위치	측정 평균치	평가기준	
내구성 시험항목	콘크리트	비파괴 압축강도	바 닥 판	28.1MPa	27.0MPa	양 호
			교 대	26.0MPa	24.0MPa	양 호
			교 각	25.4MPa	24.0MPa	양 호
		탄 산 화	바 닥 판	2.5㎜ ⇒ 잔여피복 : 105.5㎜	30.0㎜	b등급
			교 대	4.8㎜ ⇒ 잔여피복 : 76.3㎜	30.0㎜	a등급
			교 각	5.8㎜ ⇒ 잔여피복 : 93.8㎜	30.0㎜	a등급

⇒ 신계1교에 대한 내구성 평가 결과 콘크리트 구조물의 내구성은 양호한 것으로 평가되었다.

2.5.3 종합평가 및 안전등급 지정

시설물명	신계1교		
평가구분	상태평가	안전성 평가	종합평가
평가등급	B	-	B
평가결과	• 외관조사에 따른 상태평가 등급과 안전성 검토에 근거한 안전성 평가 등급 중 낮은 등급을 시설물의 종합평가 등급으로 결정 • 종합평가 등급 : **B등급(양호)**		

2.5.4 종합결론 및 제언

☒ 신계1교의 종합평가에 의한 안전등급은 **B등급(양호)**으로 보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나, 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태이다.

☒ 발생된 결함에 대한 긴급 보수 사항은 없으나, 교면포장 부분적인 포장마모 및 파손, 토사퇴적 배수구 막힘 및 배수관 탈락, 방호벽 균열 및 보수부 재균열, 중앙분리대 박락 및 철근노출, 신축이음부 유간 토사퇴적, 후타재 균열, 바닥판 균열 및 DECK PLATE 국부적인 부식, S/T BOX 도장 긁힘, 누수흔적 및 이물질 퇴적, 받침장치 일부 부식 및 도장불량, 받침콘크리트 균열, 등의 손상은 교량의 내구성 저하를 방지하기 위한 중·단기적 조치가 요망된다.

☒ 전반적인 교량의 상태는 양호하나 향후 중장기적인 관점에서 지속적인 점검 등을 통한 유지관리가 필요할 것으로 판단된다.