제 2 장 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 2 장 자료수집 및 분석

2.1 자료수집 현황

본 과업에 대한 자료조사 및 현지답사를 선행하여 각각의 구조특성을 파악하고 점검방향과 세부수행 계획을 수립하였으며, 대상 시설물의 설계, 시공, 유지관리 등에 관련된 설계도서 및 관련서류 조사, 관계자의 청문 등에 의하여 자료를 수집하였다.

2.1.1 백운4교(부산)

【표 2.1】 백운4교(부산) 자료수집 현황

보존대상 목록		보관 유무	수집 자료 목록
설계관련 자료	• 공통 - 공사시방서 - 각종계산서 - 토질 및 지반조사 보고서 - 기타 특이사항 보고서	 - 있음 있음 있음	(1) 중앙고속도로(제천~원주간) 4차로 확장공사 구조 및 수리계산서(Ⅰ) (최종본) 제16공구(판부~원주) 2000. 9 (2) 중앙고속도로(제천~원주간) 4차로 확장공사 원주대교 전후구간 선형변경 실시설계 일반보고서 2000.9 (3) 중앙고속도로 제천~원주간 확장공사 실시설계도 제16공구(판부-원주) 2000.9 (4) 섬강교 등 11개소 정밀안전진단보고서 (2011.11, ㈜동우기술단)
	• 설계도면 - 위치도, 평면도, 단면도(종·횡), 상부·하부 구조물도, 빔상세도, 신축이음, 교량받침상세도	있음	
시설물 관리대장	• 기본현황 • 상세제원 • 유지관리 이력	있음 있음 있음	
시공관련 자료	• 시공관련자료 - 준공지 - 안전점검보고서 - 감리보고서 • 품질관리 관련자료 - 재료증명서 - 품질시험기록 - 관리 및 선정시험 기록 등 - 시설물의 주요 구조 부위에 대한 계측 관련자료 • 사고기록	 - - - - - - - - -	
안전점검 및 정밀안전진단 자료		있음	
보수·보강 자료		있음	
사고이력		-	

주) 자료수집 현황은 관리주체인 “한국도로공사 강원본부 제천지사”의 자료 및 “시설물정보관리종합시스템(FMS)”에 실적을 참고하여 수록함

2.1.2 백운4교(춘천)

【표 2.2】 백운4교(춘천) 자료수집 현황

보존대상 목록		보관 유무	수집 자료 목록
설계관련 자료	• 공통 - 공사시방서 - 각종계산서 - 토질 및 지반조사 보고서 - 기타 특이사항 보고서	 - - - -	(1) 대구~춘천간 고속도로 건설공사 구조도(준공도) 제7공구 (Ⅲ-1, Ⅱ) 1995. (2) 원주천교 등 11개소 정밀안전진단 보고서(2013.12, (재)한국재난연구원, 케이에스엠기술(주))
	• 설계도면 - 위치도, 평면도, 단면도(종·횡), 상부·하부 구조물도, 빔상세도, 신축이음, 교량받침상세도	있음	
시설물 관리대장	• 기본현황 • 상세제원 • 유지관리 이력	있음 있음 있음	
시공관련 자료	• 시공관련자료 - 준공지 - 안전점검보고서 - 감리보고서 • 품질관리 관련자료 - 재료증명서 - 품질시험기록 - 관리 및 선정시험 기록 등 - 시설물의 주요 구조 부위에 대한 계측 관련자료 • 사고기록	 - - - - - - - -	
안전점검 및 정밀안전진단 자료		있음	
보수·보강 자료		있음	
사고이력		-	

주) 자료수집 현황은 관리주체인 “한국도로공사 강원본부 제천지사”의 자료 및 “시설물정보관리종합시스템(FMS)”에 실적을 참고하여 수록함

2.2 건설 관련자료 검토결과 요약

2.2.1 백운4교(부산)

가. 설계관련 자료

본 과업의 설계관련 자료는『중앙고속도로(제천～원주간) 4차로 확장공사 제16공구(판부～원주)』의 일반보고서 및 구조 및 수리계산서(Ⅰ)의 내용을 인용하여 수록하였다.

1) 『중앙고속도로(제천～원주간) 4차로 확장공사 원주대교 전후구간 선형변경 실시설계 일반보고서 (2000.9)』

① 과업의 목적

본 과업은 중앙고속도로 제천～원주간 4차로 확장공사의 원주대교 전후구간에 해당되며, 이 구간의 당초설계노선이 선형불량, 국도5호선 및 중앙선 철도횡단 또는 근접병행, 원주대교 고교각발생(H=61m), 종단구배 6%(L=1170m) 구간발생 등으로 시공성이 불량하고 차량등판능력저하 및 안전성 확보에 문제점이 도출되어 기 완공된 고속도로의 단순확장 노선을 변경하게 된바 시공성 향상, 교통안전, 교통안전 및 유지관리가 양호한 신설고속도로(일방향 2차로) 건설을 위한 공사시행에 필요한 실시설계를 시행하는데 그 목적이 있다.

② 과업의 범위

㉠ 과업명 : 중앙고속도도로 제천～원주간 4차로 확장공사 원주대교 전후구간 선형변경 실시설계

㉡ 설계구간

- 15공구(세제천～판부) : 연장 1,535.90m
- 16공구(판부～원주) : 연장 1,345.00m

계 2,880.90m

㉢ 설계기간

【표 2.3】 백운4교(부산) 실시설계 기간

구 분	기 간	비 고
실시설계용역	1996. 4 ~ 1996. 12	착수일로부터 270일간

【표 2.4】 백운4교(부산) 실시설계 공구별 현황

구간	공구	연장(m)	시·종점		시공회사
			시 점	종 점	
제천 ~ 원주	15	1,535.90	강원도 원주시 신림면 금창리	강원도 원주시 판부면 금대리	(주)대우 삼성물산(주), 삼호건설(주)
	16	1,345.00	강원도 원주시 판부면 금대리	강원도 원주시 판부면 금대리	극동건설(주) 두산건설(주), 유성종합건설(주)

③ 지형 및 지질

【표 2.5】 백운4교(부산) 지형 및 지질

구분	내 용	비고
지형	• 본 조사노선은 행정구역상 강원도 원주시 판부면 금대리에 해당하며 원주에서 제천을 잇는 5번 국도변에 위치해 있는데 험준한 산맥에 연해 남동-북서방향으로 형성된 좁은 대상의 계곡부에 해당하며 계곡을 봉천이 북서측 원주방향으로 흘러가고 있음. • 주변의 산계를 보면 북측에 남시봉(EL 1181.5m)을 정점으로 능선이 셋방향으로 발달하여 있는데 그중 남쪽으로 뻗은 능선이 본 역 남쪽을 횡단하여 남서측 백운산까지 이어지고 있음. 본 역 남서측에는 백운산(EL 1087.1m)을 정점으로 남동 방향으로는 939.8m의 봉우리를 지나는 능선이 발달하여 있는데 전체적으로 급한 경사를 보이는 장년기 지형의 특성을 보이고 있음. • 주변부의 수계는 가리파 고개로부터 시작되는 봉천이 남동-북서방향으로 형성되어 있으며 각 능선으로부터 남북방향으로 형성된 소 계곡을 따라 흐르는 지류들이 봉천으로 유입되고 있음. • 본 역을 지나는 교통편으로는 원주~제천을 잇는 5번 국도가 본 역을 지나고 있으며 인접하여 중앙선 철도가 지나고 있어 교통은 매우 편리함.	
지질	• 본 지역의 지질은 선캠브리아기의 퇴적기원 변성암류에 속하는 금대리 편암 및 흑운모 편마암과 이에 협재해 있는 석회암(Limestone) 및 석회규산염암(Limesilicate) 등이 기반암으로 분포하고 있으며, 이를 충적층 및 붕적층이 부정합으로 피복하고 있음. • 기반암인 금대리 편암은 주로 흑운모 편암으로 구성되어 있으며, 각섬석 편암, 석영편암, 규암 등을 협재함. 주 구성광물은 장석, 석영, 흑운모 등이며 곳에 따라 백운모, 규산석, 흑영등이 포함되기도 함. • 흑운모 편마암은 편암과의 접촉부에서 발견되며 흑운모를 주로 한 유색광물과 석영 및 장석으로 된 무색광물이 호상구조(Banded Structure)를 이루고 있는 것이 특징임. • 석회암은 주로 방해석 결정으로 구성되어 있으며 소량의 불투명광물 및 유색광물을 포함하고 회백색을 띠고 있는데 부분적으로 형성된 소공동에 방해석이 자형으로 성장한 정동이 관찰되기도 함. • 석회규산염암은 석회질과 석영질로 구성되어 있어 염산에는 반응하지 않으나 부분적으로 석회질과 석영이 호층을 이루며 소습곡을 형성하기도 함. • 기반암의 상부에는 실트, 모래, 자갈, 전석으로 구성된 충적층 및 붕적층이 두텁게 피족하고 있음.	

④ 토질조사

【표 2.6】 백운4교(부산) 토질조사

<table>
<tr><th>구 분</th><th>내 용</th><th>비고</th></tr>
<tr><td>조사
위치</td><td>
<table>
<tr><th rowspan="2">공 번</th><th rowspan="2">위치</th><th rowspan="2">표고</th><th colspan="2">좌 표</th><th rowspan="2">비 고</th></tr>
<tr><th>X</th><th>Y</th></tr>
<tr><td>BB-17</td><td>1+225</td><td>332.0</td><td>418679.0</td><td>112891.0</td><td></td></tr>
<tr><td>BB-19</td><td>1+285</td><td>316.2</td><td>418696.0</td><td>112839.0</td><td></td></tr>
<tr><td>BB-20</td><td>1+315</td><td>322.0</td><td>418705.0</td><td>112811.0</td><td></td></tr>
</table>
</td><td></td></tr>
<tr><td>조사
결과</td><td>
• 지층분포
<table>
<tr><th>공번</th><th>실트</th><th>자갈</th><th>전석</th><th>풍화암</th><th>연암</th><th>경암</th><th>계</th><th>표준관입시험
(회)</th><th>비고</th></tr>
<tr><td>BB-17</td><td>-</td><td>4.1</td><td>6.1</td><td>1.3</td><td>1.5</td><td>-</td><td>13.0</td><td>4</td><td>BX</td></tr>
<tr><td>BB-19</td><td>-</td><td>5.6</td><td>4.9</td><td>-</td><td>-</td><td>1.5</td><td>12.0</td><td>4</td><td>BX</td></tr>
<tr><td>BB-20</td><td>-</td><td>0.6</td><td>6.0</td><td>4.5</td><td>1.0</td><td>-</td><td>12.4</td><td>4</td><td>BX</td></tr>
</table>
• 지하수위 측정결과
<table>
<tr><th>공번</th><th>지하수위
(지표하m)</th><th>지층</th><th>비고</th><th>공번</th><th>지하수위
(지표하m)</th><th>지층</th><th>비고</th></tr>
<tr><td>BB-17</td><td>-</td><td>시추심도이하</td><td></td><td>BB-19</td><td></td><td>붕적층</td><td></td></tr>
<tr><td>BB-20</td><td>6.7</td><td>붕적층</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
</table>
</td><td></td></tr>
<tr><td>구조물
기초형식</td><td>
<table>
<tr><th>교량명</th><th>시추번호</th><th>지 지 층</th><th>기 초 형 식</th></tr>
<tr><td>백운4교</td><td>BB-17~BB-20</td><td>기반암층</td><td>직접기초</td></tr>
</table>
</td><td></td></tr>
</table>

⑤ 구조물 설계기준

【표 2.7】 백운4교(부산) 구조물 설계기준①

<table>
<tr><th>구 분</th><th>내 용</th><th>비고</th></tr>
<tr><td>일반
사항</td><td>• 본 과업을 수행함에 있어서 구조물 설계전반에 대한 가능한 한도 내에서의 통일성 및 동일한 구조물 내하수준 유지, 그리고 합리적이며 경제적인 설계를 도모하고자 적정기준을 설정하여 적용함.</td><td></td></tr>
<tr><td>적용
기준</td><td>• 본 설계에 적용한 표준시방서 및 설계기준
- 도로교 표준시방서---------- 건교부(1996. 5 개정)
- 콘크리트 표준시방서---------- 건교부(1996. 5 개정)
- 철근 콘크리트 설계편람----------건교부(1990. 12 개정)
- 터널 표준시방서----------건교부
- 도로설계요령----------한국도로공사(1992. 12 개정)
- 기타 건교부에 제정된 관련시방서----------건교부
• 본 설계기준에 규정하지 않은 사항은 상기의 시방서 혹은 지침에 의하되 그 인용근거를 명기함.</td><td></td></tr>
</table>

【표 2.8】 백운4교(부산) 구조물 설계기준②

<table>
<tr><th>구 분</th><th>내 용</th><th>비고</th></tr>
<tr><td>교량설계
등급</td><td>「도로의 구조, 시설기준에 관한 규정」에 의거 다음과 같이 적용함.
• 1등교(DB-24) : 고속도로 및 자동차 전용도로상의 교량 다만, 교통량이 많고 중차량이 많으며 중차량의 통과가 불가피한 도로, 국방상 중요한 도로상에 가설되는 교량, 장대교량
• 2등교(DB-18) : 일반국도, 특별시도와 지방도 상의 교통량이 적은 교량 또한, 시도 및 군도 중에서 중요한 도로상에 가설하는 교량
• 3등교(DB-13.5) : 산간벽지에 있는 지방도, 시도 및 군도중에서 교통량이 적은 곳(1,000대/일) 그러나, 교통량이 그보다 적을지라도 대형차량의 통행이 많은 곳은 2등교로 설계하여야 함.</td><td></td></tr>
<tr><td>형하
공간</td><td>• 본 교량의 횡단여건에 따른 소요형하공간은 다음을 기준으로 함.
- 도로(국도 및 지방도) : 4.8m 이상(가급적 5.0m이상)
- 철도 : 철도청과 협의 (7.5m 이상)
- 하천
< 계획홍수량과 여유고 및 경간장의 관계 >
<table>
<tr><th>계획홍수량(㎥/sec)</th><th>여유고(m)</th><th>경간장(m)</th></tr>
<tr><td>200 이상</td><td>0.7 이상</td><td></td></tr>
<tr><td>200 ~ 500</td><td>0.8 ~ 1.0</td><td>20(15) 이상</td></tr>
<tr><td>500 ~ 1,500</td><td>0.8 ~ 1.0</td><td>30(20) 이상</td></tr>
<tr><td>1,500 ~ 3,500</td><td>0.8 ~ 1.0</td><td>40(30) 이상</td></tr>
<tr><td>3,500 ~ 10,000</td><td>0.8 ~ 1.0</td><td>50(40) 이상</td></tr>
</table>
주) 여유고는 상한치 적용, ( )는 하천공사 표준시방서상의 기준</td><td></td></tr>
<tr><td>설계방법
및
적용기준</td><td>• W.S.D(허용응력 설계법) : 철근콘크리트를 탄성체로 보고 재료에 적합한 안저율을 고려한 허용응력을 사용하여 설계하는 방법
• U.S.D(강도설계법) : 설계하중이 작용하여 부재가 파괴될 때에 콘크리트 압축응력분포를 알아내어 이에 맞도록 적합한 하중율(LOAD FACTOR)를 갖고 설계하는 방법
• 본 설계 적용기준
- 강도설계법 적용 : R.C 구조물(슬래브, 교각, 교대, 옹벽, BOX)
실하중에 의한 사용성(처짐, 균열, 피로----등) 검토
- 허용응력설계법 적용 : P.C 구조물(강도설계법으로 안정성 검토)
강합성 구조물(극한 안전도 검토)</td><td></td></tr>
</table>

【표 2.9】 백운4교(부산) 구조물 설계기준③

<table>
<tr><th>구 분</th><th>내 용</th><th>비고</th></tr>
<tr><td>하 중</td><td>
• 강도설계법에 의할 때는 극한 하중을 적용하고 허용응력 설계법에 의할 경우 사용하중을 적용해야 하며 구조계산 하중조합은 사하중, 활하중, 풍하중, 충격, 건조수축, 크리프, 온도변화 그리고 지지점의 부등침하 등의 영향을 고려한 하중조합 중 가장 불리한 하중으로 설계하고 구조계산서에 상세히 기재함.
• 활하중
- 지상구조물
· 자동차 하중, 즉 표준트럭 하중(DB하중) 또는 차선하중(DL하중), 보도의 군집하중을 고려함.(도.시, P38)
- 지하 구조물의 노면 활하중의 정확한 값이 인정되는 경우외에는 지하철 기준값을 사용함.
지하구조물의 노면활하중
<table>
<tr><th>토 피</th><th>DB - 24</th><th>DB - 18</th></tr>
<tr><td>1.0</td><td>5.1</td><td>3.8</td></tr>
<tr><td>1.5</td><td>3.9</td><td>2.9</td></tr>
<tr><td>2.0</td><td>2.1</td><td>1.6</td></tr>
<tr><td>2.5</td><td>1.7</td><td>1.3</td></tr>
<tr><td>3.0 ~ 7.0</td><td>1.5</td><td>1.1</td></tr>
<tr><td>8.0</td><td>1.2</td><td>0.9</td></tr>
<tr><td>9.0</td><td>1.1</td><td>0.8</td></tr>
<tr><td>10.0 이상</td><td>0.9</td><td>0.7</td></tr>
</table>
주) 1. 중간 토피는 상위값을 취함.
2. 교대 및 옹벽에 작용하는 노면활하중 : 교량등급에 관계없이 1.0t/㎡으로 함.
• 사하중
- 사하중의 산출시 단위중량은 실하중이 명백한 것은 그 값을 사용함.
(단위 : kg/㎥)
<table>
<tr><th>재 료</th><th>단위중량</th><th>재 료</th><th>단위중량</th></tr>
<tr><td>강재, 주강, 단철</td><td>7,850</td><td>콘크리트</td><td>2,350</td></tr>
<tr><td>주 철</td><td>7,250</td><td>시멘트모르터</td><td>2,150</td></tr>
<tr><td>알루미늄</td><td>2,800</td><td>목 재</td><td>800</td></tr>
<tr><td>철근콘크리트</td><td>2,500</td><td>역청재(방수용)</td><td>1,100</td></tr>
<tr><td>프리스트레스콘크리트</td><td>2,500</td><td>아스팔트 포장</td><td>2,300</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td>흙(지하수위 이상)</td><td>1,800</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td>(지하수위 이하)</td><td>1,000</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td>(뒷채움 φ = 35°)</td><td>2,000</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td>(뒷채움 φ = 30°)</td><td>1,900</td></tr>
</table>
</td><td></td></tr>
</table>

【표 2.10】 백운4교(부산) 구조물 설계기준④

<table>
<tr><th>구 분</th><th>내 용</th><th>비고</th></tr>
<tr><td>주요재료
사용기준</td><td>

• 콘크리트

<table>
<tr><th>종 류</th><th>설계기준
강도
(kg/㎠)</th><th>골재
최대치수
(mm)</th><th>적용구조물</th><th>슬럼프
기준
(cm)</th><th>비고</th></tr>
<tr><td>P.C</td><td>σck=400</td><td>19</td><td>P.C 구조물
PREFLEX 아래 플랜지</td><td>15</td><td>BASE
=8cm</td></tr>
<tr><td>1종</td><td>σck=270</td><td>25</td><td>SLAB, 라멘교(SLAB, 측벽, 기초, 날개벽), PREFLEX(복부, 가로보), 현장제작 철근콘크리트관, 콘크리트포장 접속 완층 SLAB</td><td>13,15</td><td>BASE
=8cm</td></tr>
<tr><td rowspan="3">2종</td><td rowspan="3">σck=240</td><td>25</td><td>필요시</td><td rowspan="2">15</td><td rowspan="3"></td></tr>
<tr><td>32</td><td>터널라이닝 콘크리트 및 입출구시설, 교량 하부구조(교각, 교대, 우물통 기초), 교량날개벽, 철근콘크리트 옹벽, 철근콘크리트 용배수로 개거, 암거(구체, 날개벽), 아스콘 포장용 접속슬래브</td></tr>
<tr><td>40</td><td>강관이음용 철근 콘크리트</td><td>15</td></tr>
<tr><td>2종수중</td><td>σck=240
(육상300)</td><td>25</td><td>수중콘크리트</td><td>15</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="2">3종</td><td rowspan="2">σck=210</td><td>25</td><td>절, 성토부 도수로, 도수로집수거, V형측구, L형측구(형식 3,4), U형측구(형식 1-4,7), U형측구 뚜껑, 중분대 집수정, 노견 집수정</td><td rowspan="2">8,15</td><td rowspan="2"></td></tr>
<tr><td>40</td><td>중력식옹벽, MASS콘크리트, 부대시설기도, 수로 암거 및 배수관, APPROACH 바닥콘크리트, 배수관 기초, 집수정, U형측구(형식5-6), 배수관 날개벽</td></tr>
<tr><td>5종</td><td>σck=150</td><td>50</td><td>레벨링콘크리트, 속채움콘크리트
(우물통)</td><td>-</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="2">L형
측구형</td><td rowspan="2">σck=210</td><td>19</td><td>L형측구(형식1,2), 콘크리트 다이크</td><td>2-5</td><td></td></tr>
<tr><td>25</td><td>형식-3,4</td><td>8</td><td></td></tr>
<tr><td>중분대용</td><td>σck=240</td><td>19</td><td>중분대 구체 콘크리트</td><td>2-5</td><td></td></tr>
<tr><td>중간층용
LEAN
CON'C</td><td>σck=240
(7일양생
기준)</td><td>40</td><td>포장 LEAN 콘크리트</td><td>-</td><td>습윤포
6일
수침양
생1일</td></tr>
<tr><td>포장용</td><td>σck=45</td><td>32</td><td>포장슬래브, 중분대기초, 절,성경계보강, 슬래브(콘크리트 포장), 통로암검 APPROACH 바닥콘크리트</td><td>4-6</td><td></td></tr>
</table>

</td><td></td></tr>
</table>

【표 2.11】 백운4교(부산) 구조물 설계기준⑤

<table>
<tr><th>구 분</th><th>내 용</th><th>비고</th></tr>
<tr><td>주요재료
사용기준</td><td>
• 철근 : KSD 3504에 적합한 재료를 기준으로 함.
<table>
<tr><th>종 류</th><th>허용응력
(kg/㎠)</th><th>적용구조물</th></tr>
<tr><td rowspan="2">SD 40</td><td>σy=4,000
σsa=1,800</td><td>• 1종 콘크리트
- 일반적인 부재, 라멘의 구체(상부 및 하부)</td></tr>
<tr><td>σy=4,000
σsa=1,800</td><td>• 1종 콘크리트
- 바닥판 및 지간 10m이하의 슬래브교
- 수중 혹은 지하수위 이하에 설치</td></tr>
<tr><td>SD 30</td><td>σy=3,000
σsa=1,500</td><td>• 2종 콘크리트</td></tr>
</table>
• P.C 강재 : KSD 7002에 적합한 재료를 기준으로 함.
SWPC 7B(2종) : 항복점 강도 σpy = 160kg/㎠
인장강도 σpu = 160kg/㎠
• 일반강재
- 주부재 : SWS 490(상·하 플랜지, 복부판, 종 RIB, 주부재, 연결판)
- 부부재 : SWS 400을 기준으로 함.(주부재를 제외한 모든 부재)
</td><td></td></tr>
<tr><td>구조물
설계법
기준</td><td>
• 허용응력 설계
(가) 콘크리트(도.시 P75, P404)
<table>
<tr><th>응력의 종류</th><th>구 분</th><th>적용공식</th></tr>
<tr><td>허용휨응력</td><td>• 허용휨 압축응력
• 허용 압축응력(무근의 확대기초와 벽체)
• 허용휨 인장응력(무근의 확대기초와 벽체)</td><td>$\sigma_{ca}=0.4\sigma_{ck}$
$\sigma_{ca}=0.25\sigma_{ck}$
$\sigma_{ca}=0.42\sqrt{\sigma_{ck}}$</td></tr>
<tr><td>허용전단응력</td><td>• 사인장 철근을 두지 않은 보
• 사인장 철근을 두는 보
• 1방향 배근의 슬래브와 확대기초</td><td>$\tau_{ca}=0.25\sqrt{\sigma_{ck}}$
$\tau_{ca}=1.15\sqrt{\sigma_{ck}}$
$\tau_{ca}=0.25\sqrt{\sigma_{ck}}$</td></tr>
<tr><td>허용부착응력</td><td>• 일반적인 이형 인장철근
• 상부 이형 인장철근
• 이형 압축철근</td><td>$\tau_{ca}=0.8\sqrt{\sigma_{ck}}$
$\tau_{ca}=0.56\sqrt{\sigma_{ck}}$
$\tau_{ca}=1.72\sqrt{\sigma_{ck}}$</td></tr>
<tr><td>허용지압응력</td><td>• 전면적의 재하
• 전면적의 1/3이하로 부분재하</td><td>$\sigma_{ca}=0.50\sigma_{ck}$
$\sigma_{ca}=0.37\sigma_{ck}$</td></tr>
</table>
(나) 철근(도.시 P77, P406)
<table>
<tr><th>응력</th><th colspan="2">부재의 응력</th><th>SD30</th><th>SD35</th><th>SD40</th></tr>
<tr><td rowspan="4">인장
응력</td><td rowspan="3">하중의 조합에 충돌하중
혹은 지진의 영향을
포함하지 않은 경우</td><td>일반적인 부재</td><td>1,500</td><td>1,750</td><td>1,800</td></tr>
<tr><td>바닥판 및 지간
10m이하의 슬래브교</td><td>1,500</td><td>1,600</td><td>1,600</td></tr>
<tr><td>수중 혹은 지하수위
이하에 설치되는 부재</td><td>1,500</td><td>1,600</td><td>1,600</td></tr>
<tr><td>하중의 조합에 충돌하중
혹은 지진의 영향을
포함하는 경우의
허용응력의 기본값</td><td></td><td>1,500</td><td>1,750</td><td>1,800</td></tr>
<tr><td>압축응력</td><td></td><td></td><td>1,500</td><td>1,750</td><td>1,800</td></tr>
</table>
</td><td></td></tr>
</table>

【표 2.12】 백운4교(부산) 구조물 설계기준⑥

구 분	내 용	비고
주요재료 사용기준	• 강도 설계법 (도.시 P101) (가) 설계하중조합 U=1.3D+2.15(L+i)+1.3CF+1.7H+1.3Q ① U=1.3D+1.7H+1.3Q+1.3W ② U=1.3D+1.3(L+i)+1.3CF+1.7H+1.3Q+1.3(0.5W+WL+BK) ③ U=1.3D+1.3(L+i)+1.3CF+1.7H+1.3Q+1.3G ④ U=1.25D+1.65H+1.25Q+1.25W+1.25G ⑤ U=1.25D+1.25(L+i)+1.25CF+1.65H+1.25Q+1.25(0.5W+WL+BK)+1.25G ⑥ U=1.3D+1.7H+1.3Q+1.3E ⑦ U=1.3D+1.3(L+i)+1.3CF+1.7H+1.3Q+1.3CO ⑧ U=1.2D+1.55H+1.2Q+1.2W+1.2CO ⑨ 여기서, D = 사하중 또는 이에 따른 단면력 L = 활하중 또는 이에 따른 단면력 I = 충격 또는 이에 따른 단면력 H = 토압 또는 이에 따른 단면력 W = 풍화중 도는 이에 따른 단면력 WL = 차량활하중에 작용하는 풍하중 또는 이에 따른 단면력 BK = 제동하중 또는 이에 따른 단면력 E = 지진의 영향 또는 이에 따른 단면력 CF = 원심하중 또는 이에 따른 단면력 CO = 충돌하중 또는 이에 따른 단면력 G = 부등침하, 크리프, 건조수축, 제작 또는 시공시 치수의 착오, 습도 변화 또는 온도변화 등으로 인한 팽창 또는 수축병형으로 유발된 변형력 또는 이에 따른 단면력 Q = 부력 또는 양압력, 수압, 파압 등의 하중 또는 이에 따른 단면력 (나) 특수 하중 조합의 하중계수 · 도시 2.5절에 따른 2, 3등교의 설계에서 초과하중에 대하여 검토하는 경우 U = 1.3D+2.85(L+i) ⑩ · 특별과하중(탱크, 특수중차량 등)에 대하여 검토하는 경우 U = 1.3D+1.3(L+i)+1.3CF+1.7H+1.3Q ⑪ (다) 식 ①에서 충격을 고려한 차량활하중과 보도 등의 군중하중의 하중조합에 의해서 외측들보를 설계할 때는 활하중계수를 2.15대신 1.65로하여 설계함. 다만 이때의 설계강도는 활하중계수를 2.15FH 한 차량 활하중만에 의한 값보다 작아서는 않됨. 이 경우에 있어서 바닥판 슬래브를 설계할 때는 활하중계수를 2.15대신 1.3으로 함. (라) (가)항과 (나)항의 모든 하중조합에서 각 경우에 대한 사하중 계수와 토압하중계수는 각각 다음 표에 제시한 값을 사용함.	

【표 2.13】 백운4교(부산) 구조물 설계기준⑦

<table>
<tr><th>구 분</th><th>내 용</th><th>비고</th></tr>
<tr><td>주요재료
사용기준</td><td>
주요하중조합에서 사하중계수와 토압하중계수를 바꾸어 설계하는 경우
<table>
<tr><th>구분</th><th>사하중계수</th><th colspan="2">토압하중계수</th></tr>
<tr><td>식</td><td>기둥설계시 최소
축하중 및 최대 모멘트
또는 최대 편심에
대하여 설계할 경우</td><td>라멘구조에서
반횡토압에 의해
정모멘트를 검토하는
경우</td><td>연직토압의 경우</td></tr>
<tr><td>①~④
⑦~⑧
⑩~⑪</td><td>1.0</td><td>0.65</td><td>1.3</td></tr>
<tr><td>⑤~⑥</td><td>0.95</td><td>0.65</td><td>1.25</td></tr>
<tr><td>⑨</td><td>0.9</td><td>0.6</td><td>1.2</td></tr>
</table>
(마) 기초를 설계할 경우 토압이나 말뚝하중 등에는 하중계수에 의한 하중증가를 시키지 않음. 또한 전도, 활동 등에 대한 안전율을 사용하여 구조물 기초의 안정성을 검토하는 경우에도 하중계수를 사용하지 않음.
(바) 설계강도(도.시 P81)
설계강도는 단면의 공칭강도에다 다음 표의 강도 감소계수 Φ름 곱함.
<table>
<tr><th colspan="2">부 재</th><th>강도감소 계수</th></tr>
<tr><td rowspan="2">휨, 휨+축방향인장</td><td>보통 철근콘크리트</td><td>0.85</td></tr>
<tr><td>프리스트레스콘크리트</td><td>0.85</td></tr>
<tr><td colspan="2">축방향 인장</td><td>0.85</td></tr>
<tr><td rowspan="2">축방향인장
휨+축방향인장</td><td>나선철근으로 보강된 철근콘크리트</td><td>0.70</td></tr>
<tr><td>그 외의 철근콘크리트</td><td>0.65</td></tr>
<tr><td colspan="2">전단, 비틀림</td><td>0.70</td></tr>
<tr><td colspan="2">콘크리트 지압</td><td>0.60</td></tr>
<tr><td colspan="2">압축부배의 안정</td><td>0.65</td></tr>
<tr><td colspan="2">무근 콘크리트</td><td>0.55</td></tr>
</table>
</td><td></td></tr>
</table>

2) 『중앙고속도로(제천～원주간) 4차로 확장공사 구조 및 수리계산서(Ⅰ)(최종분) 제16공구 (판부～원주) 2000.9』

① 설계조건

【표 2.14】 백운4교(부산) 설계조건①

구 분		내 용	비고
일반 조건		• 교 장 : 5 @ 60 = 300.0m • 교 폭 : 12.60m • 형 식 : 5경간 강판형교(합성) • 설계등급 : 1등급(DB-24, DL-24)	
설계 기준	상부 구조	• 콘크리트 - 설계기준강도 : σ_{ck} = 270kg/㎠ - 탄 성 계 수 : E_C = 250,000kg/㎠ • 철 근 - 강 종 : SD40 - 항복응력 : σ_y = 4000kg/㎠ - 탄성계수 : E_S = 2.04 × 10^6kg/㎠ • 강 재 - 강 종 : SWS 41, SWS 50, SWS 53 - 탄성계수 : E_C = 2.1 × 10^6kg/㎠ - 온도팽창계수 : α = 1.2 × 10^{-5}	
	하부 구조	• 콘크리트 - 설계기준강도 : σ_{ck} = 240kg/㎠ - 탄 성 계 수 : E_C = 235,000kg/㎠ • 철 근 - 강 종 : SD30 - 항복응력 : σ_y = 3000kg/㎠	
하중		• 사하중 - 철근콘크리트 : 2.30 ton/m^3 - 토 사 : 2.00 ton/m^3 - 강 재 : 7.85 ton/m^3 • 활하중 - DB-24, DL24 • 상재하중 - Q = 1.0 ton/m^3 • 토압 - 단위중량 : 2.00 ton/m3	
참고 문헌		• 도로교 표준시방서(건설부) • 고속도로 일반시방서(건설부) • 콘크리트 표준시방서(건설부) • 도로설계 요령(한국도로공사) • 철근콘크리트 설계편람(건설부) • 기타 관련시방서(한국도로공사) • 도로의 구조 시설기준에 관한 규정해설 및 지침 (건설부)	

【표 2.15】 백운4교(부산) 설계조건(계속)

<table>
<tr><th>구 분</th><th>내 용</th><th>비고</th></tr>
<tr><td>강재의
허용
축방향
압축응력
(kg/㎠)</td><td>
<table>
<tr><th>강 종</th><th>a</th><th>b</th><th>c</th></tr>
<tr><td>SWS 41</td><td>$\frac{l}{r} \le 20$
1,400</td><td>$20 < \frac{l}{r} \le 93$
$1,400 - 8.4(\frac{l}{r} - 20)$</td><td>$93 < \frac{l}{r}$
$\frac{12,000,000}{6,700 + (l/r)^2}$</td></tr>
<tr><td>SWS 50</td><td>$\frac{l}{r} \le 15$
1,900</td><td>$15 < \frac{l}{r} \le 80$
$1,900 - 13(\frac{l}{r} - 15)$</td><td>$80 < \frac{l}{r}$
$\frac{12,000,000}{5,000 + (l/r)^2}$</td></tr>
<tr><td>SWS 53</td><td>$\frac{l}{r} \le 14$
2,100</td><td>$14 < \frac{l}{r} \le 76$
$2,100 - 15(\frac{l}{r} - 14)$</td><td>$76 < \frac{l}{r}$
$\frac{12,000,000}{4,500 + (l/r)^2}$</td></tr>
</table>
</td><td></td></tr>
<tr><td>강재의
허용 휨
압축응력
(kg/㎠)</td><td>
<table>
<tr><th rowspan="2">강 종</th><th rowspan="2">압축플랜지가 직접 콘크리트 바닥에 고정되어 있는 경우 : 상자, 표단면 등</th><th colspan="2">좌기 이외의 경우</th></tr>
<tr><th>$\frac{Aw}{Ac} \le 2$</th><th>$\frac{Aw}{Ac} > 2$</th></tr>
<tr><td>SWS 41</td><td>1400</td><td>$\frac{l}{b} \le 4.5 : 1,400$
$4.5 < \frac{l}{b} \le 30$
$1,400 - 24(\frac{l}{b} - 4.5)$</td><td>$K\frac{l}{b} \le 9 : 1,400$
$9 < K \le \frac{l}{b}$
$1,400 - 12(k\frac{l}{b} - 9)$</td></tr>
<tr><td>SWS 50</td><td>1900</td><td>$\frac{l}{b} \le 4.0 : 1,900$
$4.0 < \frac{l}{b} \le 30$
$1,900 - 38(\frac{l}{b} - 4.0)$</td><td>$K\frac{l}{b} \le 8 : 1,900$
$8 < K \le \frac{l}{b}$
$1,900 - 19(k\frac{l}{b} - 8)$</td></tr>
<tr><td>SWS 53</td><td>2100</td><td>$\frac{l}{b} \le 3.5 : 2,100$
$3.5 < \frac{l}{b} \le 27$
$2,100 - 44(\frac{l}{b} - 3.5)$</td><td>$K\frac{l}{b} \le 7 : 1,900$
$7 < K \le \frac{l}{b}$
$2,100 - 22(k\frac{l}{b} - 7)$</td></tr>
</table>
</td><td></td></tr>
</table>

③ 슬래브 안전성 검토결과

슬래브의 안전성검토결과, 내측 중앙부에서 최소 안전율이 2.733으로 검토되어 안전성을 확보한 것으로 검토되었다.

구 분		Mu(t.m)	ΦMn(t.m)	안전율	비고
슬래브	캔틸레버	0.854	15.596	18.262	O.K
	중앙부	5.707	15.596	2.733	O.K

④ 거더의 대한 안전성 검토결과

거더에 대한 안전성 검토 결과, 휨에 대한 안전율이 1.0이상이며, 전단보강이 불필요한 것으로 평가되었다.

위치	휨응력 (MPa)		허용응력 (MPa)		안전율		Vu (ton)	ΦVc (ton)
	상부	하부	상부	하부	상부	하부		
거더	-87.95	87.95	190.0	190.0	2.160	2.160	110.0	110.0

⑦ 교대의 안전성 검토결과

교대의 벽체, 흉벽 및 기초에 대한 안전성 검토 결과, 휨에 대한 안전율이 1.0이상이며, 기초압굽에 대한 전단보강이 필요한 것으로 평가되었다.

검토단면	Mu (ton.m)	ΦMn (ton.m)	안전율	Vu (ton)	ΦVc (ton)	비고
벽체	218.540	246.759	1.129	56.980	80.465	O.K
기초앞굽	63.930	89.742	4.404	82.380	80.465	전단보강필요
기초뒷굽	158.990	271.907	1.710	45.620	80.465	O.K

⑧ 교각의 안전성 검토결과

벽체 및 기초에 대한 안전성 검토 결과, 휨에 대한 안전율이 1.0이상이며, 기초의 교축직각방향에 대한 전단보강이 필요한 것으로 평가되었다.

단면위치			Mu (ton.m)	ΦMn (ton.m)	안전율	Vu (ton)	ΦVc (ton)	비 고
벽체	P1,4	조합1	1032.600	5175.745	5.012	1050.362	1050.362	O.K
		조합2	9267.361	25419.904	2.743	229.561	317.300	O.K
		조합3	9046.682	21148.055	2.338	223.021	317.300	O.K
		조합4	5340.530	28999.537	5.430	1022.590	1022.590	O.K
		조합5	5340.530	36528.578	6.840	993.458	993.458	O.K
	P2,3	조합1	988.200	4506.359	4.560	1065.694	1065.694	O.K
		조합2	7297.505	28998.641	3.974	233.081	250.440	O.K
		조합3	7087.410	28305.199	3.994	225.697	250.440	O.K
		조합4	7293.310	34065.473	4.671	1038.271	1038.271	O.K
		조합5	7293.310	42588.719	5.839	1005.376	1005.376	O.K
기초	P1,4	교축직각	408.980	484.107	1.184	173.230	137.940	전단보강필요
		교축	17.930	305.286	17.027	35.660	137.940	O.K
	P2,3	교축직각	396.170	484.107	1.222	170.300	137.940	전단보강필요
		교축	20.500	305.282	14.892	137.940	40.800	O.K

2.2.2 백운4교(춘천)

백운4교(춘천)은 설계 및 시공 관련자료는 오랜 공용기간 중 발주처 및 시설물정보관리종합시스템(FMS)에 보존되지 않은 것으로 확인되어 생략토록 한다.

2.3 기존 점검 및 진단 실시결과 요약

2.3.1 점검 및 진단이력

기존 점검 및 진단이력은「시설물정보관리종합시스템(FMS)」에 기재된 자료를 정리하여 다음 【표 2.16】 ~ 【표 2.17】과 같이 수록하였다.

가. 백운4교(부산)

【표 2.16】 백운4교(부산) 주요 점검 및 진단이력(1)

번호	구분	점검/ 진단기간	점검/ 진단기관	주요 점검/진단 결과	안전 등급
1	정기점검	2001.06.26	자체수행	• 양호함	양호
2	정기점검	2001.12.19	자체수행	• 양호함	양호
3	정기점검	2002.06.03 ~2002.06.20	자체수행	• 양호함	양호
4	정밀점검	2002.10.28 ~2002.11.01	자체수행	• 양호함	A
5	정기점검	2003.04.21 ~2003.05.23	자체수행	• 양호함	양호
6	정기점검	2003.11.04 ~2003.11.28	자체수행	• 양호함	양호
7	정기점검	2004.04.06 ~2004.04.17	자체수행	• 양호함	양호
8	정밀점검	2004.11.15 ~2004.11.19	자체수행	• 양호함	A
9	정기점검	2005.05.01 ~2005.05.20	자체수행	• 양호함	양호
10	정기점검	2005.10.01 ~2005.10.20	자체수행	• 양호함	양호
12	정밀점검	2006.08.01 ~2006.11.30	자체수행	• 양호함	A
13	정기점검	2007.05.08	자체수행	• 양호함	양호
14	정기점검	2007.11.12	자체수행	• 양호함	양호
15	정밀점검	2008.03.24	자체수행	• 양호함	A
16	정기점검	2008.08.05 ~2008.08.29	자체수행	• 양호함	양호

【표 2.17】 백운4교(부산) 주요 점검 및 진단이력(2)

번호	구분	점검/ 진단기간	점검/ 진단기관	주요 점검/진단 결과	안전 등급
17	정기점검	2009.04.20	자체수행	• 양호함	양호
18	정기점검	2009.09.02	자체수행	• 양호함	양호
19	정기점검	2010.04.02 ~2010.04.22	자체수행	• 양호함	양호
20	정밀점검	2010.05.19. ~2010.11.14	에스큐엔지니어링 (주)	• 방호벽 균열 및 백태, 배수구 막힘, 강재 발청 및 도장 박리 등이 조사됨	B
21	정기점검	2011.05.13	자체수행	• 양호함	양호
22	정밀안전진단	2011.04.22. ~2011.11.02.	(주)동우기술단	• 백운4교(부산)에 전체등급은「B」등급으로 평가됨. 조사된 일부 손상에 대해 보수와 유지관리를 시행하면 1등교로서 기능을 유지하는데 이상이 없는 것으로 판단됨.	B
23	정밀점검	2012.07.24	자체수행	• 부식, 미세균열 및 누수, 배수구 막힘	B
24	정기점검	2012.10.24	자체수행	• 경미한 부식, 받침 도장박리 및 부식	양호
25	정기점검	2013.04.24	자체수행	• 바닥판 데크 녹발생	양호
26	정기점검	2013.09.25	자체수행	• 바닥판 데크 녹발생	양호
27	정기점검	2014.04.14 ~2014.04.18	자체수행	• 양호함	양호
28	정밀점검	2014.05.30	자체수행	• 양호함	B
29	정기점검	2014.11.10 ~2014.11.14	자체수행	• 양호함	양호
30	정기점검	2015.06.24	자체수행	• 교면포장 포트홀, 열화	양호
31	정기점검	2015.12.11	자체수행	• 거더 하부 도장박리, 받침 녹발생, 교대 흉벽 녹물흔적	양호
32	정밀점검	2016.05.31. ~2016.06.30.	자체수행	• 교면포장 균열, 소성변형, 포트홀 신축이음 유간부족, 후타재 균열, 파손 교량받침 부식	B

나. 백운4교(춘천)

【표 2.18】 백운4교(춘천) 주요 점검 및 진단이력(1)

번호	구분	점검/ 진단기간	점검/ 진단기관	주요 점검/진단 결과	안전 등급
1	정기점검	2000.06.09 ~ 2000.06.30	자체수행	• A2신축이음장치 파손	양호
2	정밀점검	2000.11.07 ~ 2000.11.13	자체수행	• 양호함	A
3	정기점검	2001.06.26	자체수행	• 양호함	양호
4	정기점검	2001.12.19	자체수행	• 양호함	양호
5	정기점검	2002.06.03 ~ 2002.06.20	자체수행	• 양호함	양호
6	정밀점검	2002.10.28 ~ 2002.11.01	자체수행	• 양호함	A
7	정기점검	2003.04.21 ~ 2003.05.23	자체수행	• 양호함	양호
8	정기점검	2003.11.04 ~ 2003.11.28	자체수행	• 양호함	양호
9	정기점검	2004.04.06 ~ 2004.04.17	자체수행	• 양호함	양호
10	정밀점검	2004.11.15 ~ 2004.11.19	자체수행	• A1교대 균열 발생	A
11	정기점검	2005.05.01 ~ 2005.05.20	자체수행	• 양호함	양호
12	정기점검	2005.10.01 ~ 2005.10.20	자체수행	• 양호함	양호
13	정기점검	2006.03.01 ~ 2006.03.30	자체수행	• 양호함	양호
14	정밀점검	2006.08.01 ~ 2006.11.30	자체수행	• 양호함	A
15	정기점검	2007.05.09	자체수행	• 양호함	양호
16	정기점검	2007.11.14	자체수행	• 양호함	양호
17	정기점검	2008.06.17	자체수행	• 양호함	양호
18	정밀점검	2008.07.23	자체수행	• 양호함	A
19	정밀안전진단	2008.03.19 ~ 2008.12.05	(주)한국해외 기술공사	• 상태평가 결과 『B』 • 안전성평가 결과 『A』 • 종합평가등급 『B』	B

【표 2.19】 백운4교(춘천) 주요 점검 및 진단이력(2)

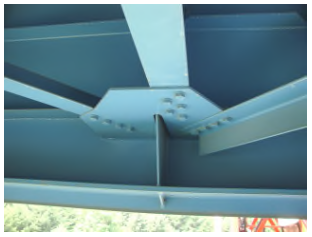
번호	구분	점검/ 진단기간	점검/ 진단기관	주요 점검/진단 결과	안전 등급
20	정기점검	2009.04.20	자체수행	• 양호함	양호
21	정기점검	2009.09.02	자체수행	• 양호함	양호
22	정기점검	2010.04.02 ~ 2010.04.22	자체수행	• 양호함	양호
23	정밀점검	2010.08.22 ~ 2010.09.22	자체수행	• 양호함	A
24	정기점검	2011.05.13	자체수행	• 양호함	양호
25	정기점검	2011.07.06	자체수행	• 강교 외부 도장불량	보통
26	정기점검	2012.06.14	자체수행	• 외부 도장박리 및 누수, 배수구 막힘	양호
27	정밀점검	2012.09.05	자체수행	• 거더외부 도장박리, 표면열화 하부구조 균열, 백태	B
28	정밀안전진단	2013.06.10 ~ 2013.12.06	(재)한국재난연구원 케이에스엠(주)	• 백운4교(춘천)에 전체등급은「C」등급으로 평가됨. 조사된 일부 손상에 대해 보수와 유지관리를 시행하면 1등교로서 기능을 유지하는데 이상이없는 것으로 판단됨.	C
29	정기점검	2014.05.12 ~ 2014.05.16	자체수행	• 양호함	양호
30	정기점검	2014.11.17 ~ 2014.11.21	자체수행	• 교면포장 불량	양호
31	정기점검	2015.06.25	자체수행	• 바닥판 부식, 거더 하단부 부식 방호벽 열화	보통
32	정밀점검	2015.12.14	자체수행	• 바닥판 데크플레이트 녹발생 교대 신축이음장치 누수부 백태, 박리 교면포장 포트홀	B
33	정기점검	2016.06.14	자체수행	• 거더 측면 및 하면 녹발생, 백태 바닥판 녹발생, 백태 교량받침 녹발생, 플레이트 녹발생 하부구조 균열, 백태, 박리, 누수흔적 신축이음 균열, 이물질 퇴적 난간 및 중앙분리대 박리 배수시설 이물질 퇴적, 배수관파이트 녹발생	양호

2.3.2 전회 정밀안전진단 결과 요약

과업대상 시설물의 전회 정밀안전진단 결과를 요약하면 다음과 같다.

가. 백운4교(부산)

【표 2.20】 백운4교(부산) 정밀안전진단(2011년) 결과요약①

<table>
<tr><th colspan="4">섬강교 등 11개소 정밀안전진단보고서(2011.11, ㈜동우기술단)</th></tr>
<tr><th colspan="3">구 분</th><th>정밀안전진단 결과</th></tr>
<tr><td rowspan="3">외관조사</td><td rowspan="3">상부구조</td><td>바닥판</td><td>• S1~S5까지는 5경간 연속의 강판형교(플레이트거더교)이며 S6경간은 1경간의 라멘교로 구성되어 있음.
• 강판형교(S1~S5)의 캔틸레버부와 바닥판(데크플레이트)은 외관조사결과 누수 등의 손상 없이 양호한 상태이며 S6경간의 슬래브 하면 또한 특이사항 없이 양호한 상태임.
 Deak Plate 상태양호
 캔틸레버 하면 상태양호
 슬래브 하면 상태양호</td></tr>
<tr><td>거더</td><td>• 외관조사결과 강 거더 선단부와 브레이싱에서 긁힘에 의한 국부적인 부식과 초기 점부식 등이 조사되었으며 기능유지에 지장이 없이 전반적으로 양호한 상태임.
 선단부 긁힘 부식
 선단부 점부식
 런칭 플레이트 부식</td></tr>
<tr><td>브레이싱 및 가로보</td><td>• 브레이싱과 가로보의 외관상태는 특이한 손상 없이 양호하며 일부 국부적인 부식이 조사됨.
 브레이싱 상태양호
 가로보 상태양호
  연결판 상태양호</td></tr>
</table>

【표 2.21】 백운4교(부산) 정밀안전진단(2011년) 결과요약②

<table>
<tr><th colspan="4">섬강교 등 11개소 정밀안전진단보고서(2011.11, ㈜동우기술단)</th></tr>
<tr><th colspan="3">구 분</th><th>정밀안전진단 결과</th></tr>
<tr><td rowspan="4">외관조사</td><td rowspan="3">하부구조</td><td>교대</td><td>• 교대의 외관조사결과 흉벽의 폭 0.3㎜ 균열과 교대 전면의 폭 0.1㎜의 균열, 박락, 재료분리, 철근노출 및 층분리, 균열파손 등이 조사됨.

교대A1 흉벽 균열 | 교대A2 균열파손 | 교대A2 균열파손</td></tr>
<tr><td>교각</td><td>• 속이 빈 중공의 구주식 교각 4기에서 조사된 주요 손상은 교각 두부에서 시공 미흡에 의한 표면불량과 교각 시공 후 공사를 진행 하면서 발생한 것으로 추정되는 균열파손임.

P1(우측)파손상태 | P2(우측)파손상태 | P1 교각두부 표면불량

P2 교각두부 표면불량 | P1 교각두부 균열 | P2 재료분리</td></tr>
<tr><td colspan="2">받침장치</td><td>• 교량받침은 스페리컬 받침으로 기능에는 문제가 없을 것으로 판단되나 소울플레이트 부식, 받침콘크리트 균열이 다수 조사됨.
• 교량받침의 이동량을 고려한 여유량 검토결과 대부분의 받침장치가 이동여유량을 확보하고 있으나 A2의 교량받침 Sh1~Sh4는 온도 상승 시 신축여유량이 이론치보다 다소 부족한 것으로 분석됨.

A2 교량받침 부식발생 | 받침콘크리트 균열 | 받침콘크리트 균열</td></tr>
</table>

【표 2.22】 백운4교(부산) 정밀안전진단(2011년) 결과요약③

섬강교 등 11개소 정밀안전진단보고서(2011.11, ㈜동우기술단)			
구 분			정밀안전진단 결과
외관조사	기타부재	신축이음	• 신축이음장치는 레일 조인트 형식으로 각 지점부(A1,A2)에 총 2개소 설치되었으며, 외관조사결과 공용기간 증가에 따른 본체 유간 토사퇴적과 부식, 후타재 균열 및 망상균열 등이 조사됨. • 신축이음장치(A1/A2)의 온도에 따른 가동상태 및 신축유간은 여유량을 확보는 것으로 조사됨.

A1 부식, 토사퇴적

A2 후타재 망상균열

A2 부식, 토사퇴적

외관조사	기타부재	교면포장	• 교면포장의 외관조사 결과 포장백태, 균열, 들뜸, 패임 등이 조사됨. • 좌측의 갓길부분은 바닥판에서 베어 나오는 백태와 들뜸(융기), 그로 인한 포장 균열들이 조사되어 점검망치를 이용, 전체 연장(1.5×310.0)을 전수 조사한 결과 육안으로 확인할 수 없는 들뜸(공극)이 방호울타리 하면에서 일부 조사됨.

포장 들뜸

포장 들뜸 조사

표면열화 및 망상균열

외관조사	기타부재	배수시설	• 집수구는 경간 당 6개소씩 총 30개소이며 막힘없이 모두 양호한 상태이며 유출관은 교량하부에 민가가 있는 관계로 인근 교각까지 연장하여 유도배수하고 있는 상태임.

집수구 상태양호

배수관 연결부 상태양호

배수관 상태양호

외관조사	기타부재	방호벽	• 방호벽 외관조사결과 균열(폭 0.2㎜이하), 덮개판 볼트탈락, 강판부식, 강판탈락, 균열백태, 덮개판 변형, 백태, 층분리, 피복부족, 덮개판 길이부족 등이 조사됨.

배면 층분리

방호벽 균열

방호벽 균열

【표 2.23】 백운4교(부산) 정밀안전진단(2011년) 결과요약④

섬강교 등 11개소 정밀안전진단보고서(2011.11, ㈜동우기술단)

구 분 | **정밀안전진단 결과**

비파괴시험

콘크리트 강도시험

부재구분		반발경도(MPa)	초음파전달속도법(MPa)	설계강도(MPa)
상부구조	캔틸레버	24.4~28.7	25.3~30.4	27.0
하부구조	교대	23.2~28.6	24.3~30.0	24.0
	교각	19.3~28.9	25.7~30.9	24.0

철근탐사 시험

부재구분			배근간격(mm)		피복두께(mm)	
			설계치	측정치	설계치	측정치
상부구조	캔틸레버	하면	150~250	100~315	40	40~94
하부구조	교대	전면	200	200~620	100	73~80
	교각	기둥	150	85~235	100	90~119

탄산화 깊이 측정

부재구분		철근피복(mm)	탄산화깊이(mm)	탄산화 잔여깊이(mm)	상태평가 기준
상부구조	캔틸레버	40~94	3~5	37~89	a
하부구조	교대	73~81	3~13	62~78	a
	교각	90~108	12~18	75~90	a

염화물 함유량 시험

시험위치		전 염화물 함유량(%)	염화물함유량(kg/㎥)	등급
상부구조	캔틸레버	0.0438	0.990	b
하부구조	교각	0.0171~0.0179	0.387~0.405	b

균열깊이 시험

시험위치		균열폭/길이 (mm/m)	발·수신자 거리 2L(mm)	균열심도(mm)	철근피복(mm)
하부구조	교대	0.5/3.8	200	152~153	105

초음파 탐상시험

시험위치	조사개소	합격개소	등 급	결 과
G1~G4	48	48	1등급	합격

결과 분석

- 콘크리트 강도조사결과 설계기준강도(상부구조 : 27MPa, 하부구조 : 24MPa)의 90%를 상회하고 있는 것으로 나타남.
- 철근배근탐사 결과 상부구조의 일부 피복두께는 설계치 보다 다소 두꺼운 것으로 조사되었으나 외관조사결과 이로 인한 손상은 조사되지 않았으며, 하부구조는 철근의 배근간격 및 피복두께는 전반적으로 설계와 유사한 것으로 조사됨.
- 탄산화 측정평가 결과 전 구간에서 탄산화에 의한 철근부식영향 및 콘크리트 내구성 저하의 영향은 없는 양호한 상태를 유지하고 있는 것으로 조사됨.
- 염화물에 의한 부식 등의 결함은 조사되지 않았지만 상부 및 하부구조의 염화물 함량을 지속적으로 점검하여 상부구조 및 하부구조의 철근부식 가능성을 중점 점검하는 것이 타당할 것으로 판단됨.
- 균열깊이 측정결과, 균열깊이는 152.0~153.0mm로 조사되어 측정 철근피복두께를 초과하는 것으로 나타났으며 이는 철근피복두께를 초과하여 철근부식 등의 내구성 저하의 우려가 있으므로 적절한 보수가 필요함.
- 초음파탐상결과 조사된 모든 위치에서 용접부에 대한 결함지시가 발생하지 않아 구조물의 용접상태는 양호한 것으로 평가됨.

【표 2.24】 백운4교(부산) 정밀안전진단(2011년) 결과요약⑤

섬강교 등 11개소 정밀안전진단보고서(2011.11, ㈜동우기술단)

구 분 | **정밀안전진단 결과**

상태평가

상태평가 결함지수 : 0.252, 상태평가 결과 : "B"

안전성평가 — 허용응력법

부재			fa	fs	안전율	비고
거더	정모멘트부	거더4 상연	200.000	86.909	2.301	O.K
		거더4 하연	200.000	134.157	1.491	O.K
	부모멘트부	거더4 상연	200.000	145.755	1.372	O.K
		거더4 하연	180.900	156.469	**1.156**	O.K

- 거더의 발생응력은 허용응력범위 이내의 수준으로 나타났으며 사용하중에 대해서 안전성을 확보하고 있음.
- 안전성평가등급 : A(최저 안전율 : 1.156)

안전성평가 — 강도설계법

부재		ΦMn	Mu	안전율	비고
바닥판	캔틸레버	132.943	17.390	7.645	O.K
	중앙부	132.943	89.961	**1.478**	O.K
기둥 (휨강도)	최대 축력	113076.0	7629.7	14.820	O.K
	최대 휨모멘트	428934.7	57920.7	7.406	O.K
	최대 휨모멘트	131635.5	22129.4	5.948	O.K

부재		ΦPn	Pu	안전율	비고
기둥 (축강도)	최대 축력	280175.3	52938.9	5.292	O.K
	최대 휨모멘트	263506.5	50257.7	**5.243**	O.K
	최대 휨모멘트	267461.3	50257.7	5.322	O.K

- 바닥판 및 교각의 설계휨강도는 계수하중에 대해서 안전성을 확보하고 있음.
- 안전성평가등급 : A(최저 안전율 : 1.478)

종합평가 및 안전등급

상태평가	안전성평가	종합평가	안전등급
B	A	B	B

- 백운4교(부산)에 대한 종합평가 결과「B」등급으로 평가되었으며, 「보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나, 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태」로 평가됨.

보수·보강 방안

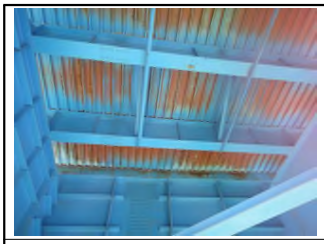
부 재	결함내용	보수방안	우선순위
교면포장	포장백태	패칭보수	2
	포장균열	실런트 주입	2
	포장들뜸	부분 재포장	2
	포장망상균열	실런트 주입	2
	포장망상균열,포장백태	패칭보수	2
	포장패임	패칭보수	2
	포장이음부균열	실런트 주입	2
	포장이격	실런트 주입	2

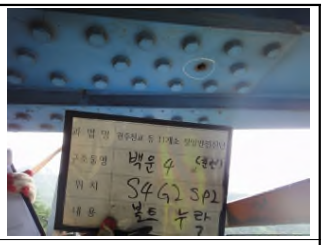
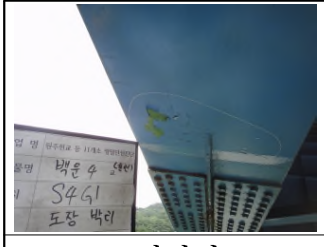
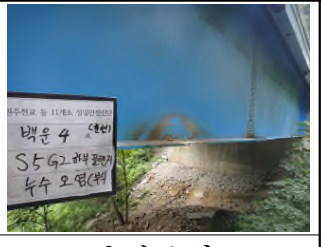
【표 2.25】 백운4교(부산) 정밀안전진단(2011년) 결과요약⑥

섬강교 등 11개소 정밀안전진단보고서(2011.11, ㈜동우기술단)					
구 분	정밀안전진단 결과				
보수·보강 방안	부 재		결함내용	보수방안	우선순위
	난간 및 연석		균열(0.1~0.2mm)	주의관찰	4
			덮개판 볼트탈락	주의관찰	4
			강판부식	주의관찰	4
			강판탈락	주의관찰	4
			균열백태	표면처리	3
			덮개판 변형	주의관찰	4
			백태	표면처리	3
			층분리	단면보수(방청)	2
			피복부족	단면보수	3
			덮개판 길이부족	덮개판 재설치	3
	신축 이음	본체	토사퇴적	청소	3
			본체부식	재도장	3
		후타재	균열(0.1~0.2mm)	주의관찰	4
			망상균열	주의관찰	4
	바닥판		누수흔적	주의관찰	4
	거더		부식	재도장	2
			변형	주의관찰	4
			도장박리	재도장	2
	가로보		부식	재도장	2
	브레이싱		부식	재도장	2
			도장박리	재도장	2
	교량 받침	본체	받침부식	재도장	2
			용접누락	주의관찰	4
			도장박리	재도장	2
		받침몰탈	균열파손	단면보수	3
		받침 콘크리트	균열(0.1~0.2mm)	주의관찰	4
			균열(0.3mm이상)	주입보수	2
			표면망상균열	표면처리	3
	교대		균열(0.1~0.2mm)	표면처리	2
			균열(0.3mm이상)	주입보수	2
			박락	단면보수	3
			재료분리	단면보수	3
			철근노출,층분리	단면보수(방청)	2
			균열파손	단면보수(방청)	2
	교각		균열(0.1~0.2mm)	주의관찰	4
			파손	단면보수	3
			표면박리	단면보수	3
			박락	단면보수	3
			재료분리	단면보수	3
			표면망상균열	표면처리	3
	• 금회 정밀안전진단 시, 전회(2011년) 진단에서 제시된 보수방안의 실시여부 및 보수부 상태, 재손상 발생에 대한 보수가 필요함.				

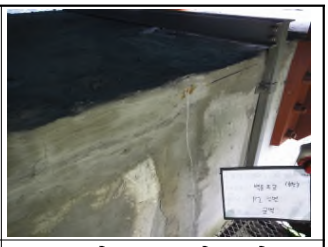
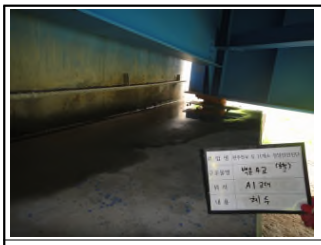
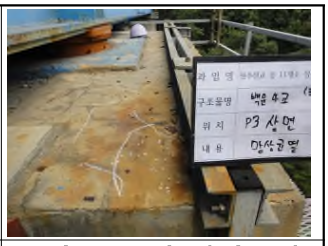
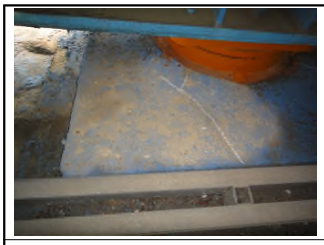
나. 백운4교(춘천)

【표 2.26】 백운4교(춘천) 정밀안전진단(2013년) 결과요약①

<table>
<tr><th colspan="4">원주천교 등 11개소 정밀안전진단보고서(2013.12, (재)한국재난연구원, 케이에스엠기술㈜)</th></tr>
<tr><th colspan="3">구 분</th><th>정밀안전진단 결과</th></tr>
<tr><td rowspan="2">외관조사</td><td rowspan="2">상부구조</td><td>바닥판</td><td>• 바닥판에 대한 외관조사 결과, 금회 진단시 기 발생한 손상에 대하여 일부(S1) 도장보수를 실시한 상태임.
• 주요 손상으로 Deck Plate의 전반적인 초기 표면부식 및 포장면과 방호벽 접합부에서 교면수가 유입되어 캔틸레버 하면의 강재부식, 배수구 주변 부식이 발생하였고 기타 국부적인 도장박리, 강재변형 등 전차 진단에서 확인된 결함과 유사하게 조사됨.
 
Deak Plate 표면부식 캔틸레버 하면 누수(백태) 캔틸레버 부재변형

교면상태 아스콘 두께 바닥판 표층상태</td></tr>
<tr><td>거더</td><td>• 거더에 대한 외관조사 결과, S1경간 단부측에 발생한 부식에 대하여 일부구간 도장보수를 일부 실시하였으나 신축이음 및 좌측 캔틸레버에서 국부적인 부식이 재발생한 상태임.
• 주요 손상으로 외측면(G1측) 현장볼트이음부의 전반적인 부식과 볼트 누락(1개소), 거더 지점부 부식, 도장박리, 천공홀 등이 발생한 상태임.
 
도장보수부 부식 현장이음부 부식 현장이음부 볼트누락
  
도장박리 수평보강재 변형 누수오염</td></tr>
</table>

【표 2.27】 백운4교(춘천) 정밀안전진단(2013년) 결과요약②

<table>
<tr><th colspan="4">원주천교 등 11개소 정밀안전진단보고서(2013.12, (재)한국재난연구원, 케이에스엠기술㈜)</th></tr>
<tr><th colspan="3">구 분</th><th>정밀안전진단 결과</th></tr>
<tr><td rowspan="2">외관조사</td><td>하부구조</td><td>교대 및 교각</td><td>• 교각의 외관조사결과 기 손상에 대한 콘크리트 면보수를 일부 실시한 상태이며, 주요 손상으로 콘크리트 균열 및 탈락, 파손, 재료분리, 누수흔적과 교각 코핑부 상면 망상균열 및 들뜸 등이 국부적으로 조사됨.
 교대A1 표면보수
 교대A2 흉벽균열
  교각P2 코핑균열
  교대A1 구체 체수
 교대A2 누수흔적
 교대A1 콘크리트 들뜸
 교대A2 콘크리트 탈락
 교대A2 날개벽 망상균열
  교각P3 코핑 망상균열</td></tr>
<tr><td colspan="2">받침장치</td><td>• 교량받침의 외관조사 결과 받침 콘크리트 및 도장 탈락, 부식이 일부 조사됨.
• 교량받침의 가동상태는 전반적으로 양호하며, 필요 연단거리는 허용기준을 만족하는 것으로 조사됨.
  받침P3 몰탈 균열
 받침P3 몰탈 망상균열
 받침A1 몰탈 탈락
 받침A2 용접누락
 받침A1 부식
 받침A2 부식</td></tr>
</table>

【표 2.28】 백운4교(춘천) 정밀안전진단(2013년) 결과요약③

<table>
<tr><th colspan="5">원주천교 등 11개소 정밀안전진단보고서(2013.12, (재)한국재난연구원, 케이에스엠기술㈜)</th></tr>
<tr><th colspan="3">구 분</th><th colspan="2">정밀안전진단 결과</th></tr>
<tr><td rowspan="4">외관조사</td><td rowspan="4">기타부재</td><td>신축이음</td><td colspan="2">• 강핑거 조인트와 리플렉션조인트 형식으로 각 지점부(A1,A2)에 총 2개소 설치되었으며, 2012년도에 재설치되어 전반적인 상태는 양호하며, 일부 후타재 균열 및 방호벽 덮개판의 고정볼트가 탈락된 것으로 조사됨.
• 신축이음장치(A1/A2)의 온도에 따른 가동상태 및 신축유간은 여유량을 확보는 것으로 조사됨.
 A1 토사퇴적 A1 후타재 균열 A2 고정볼트 탈락</td></tr>
<tr><td>교면포장</td><td colspan="2">• 교면포장의 외관조사 결과 본선포장은 일부 기 손상부에 대한 부분보수(초속경 LMC)를 실시한 상태이며, 갓길포장부의 경우 전 경간에서 아스콘균열(망상형태) 및 들뜸, 포장불량, 포장파쇄부 마감불량 등 전차 진단결과와 유사하거나 포장의 열화정도가 다수 진행된 것으로 조사됨.
 포장 망상균열 포장 들뜸 포장파쇄부 마감불량</td></tr>
<tr><td>배수시설</td><td colspan="2">• 배수시설의 외관조사 결과 배수 그레이팅 파손 및 배수관 부식 등이 발생한 것으로 확인됨.
 배수관 부식 배수관 주변 누수흔적 배수관 상태양호</td></tr>
<tr><td>방호벽</td><td colspan="2">• 방호벽 외관조사결과 전 경간에 표면보수를 실시한 하였으나 방호벽 상단에서 콘크리트 표면박리 및 미세균열이 조사됨.
 방호벽 균열 방호벽 균열부 백태 방호벽 상태양호</td></tr>
</table>

【표 2.29】 백운4교(춘천) 정밀안전진단(2013년) 결과요약④

원주천교 등 11개소 정밀안전진단보고서(2013.12, (재)한국재난연구원, 케이에스엠기술㈜)

구 분 | **정밀안전진단 결과**

비파괴시험

콘크리트 강도시험

부재구분		반발경도(MPa)	초음파전달속도법(MPa)	설계강도(MPa)
하부구조	교대	27.0~27.6	26.0~26.3	24.0
	교각	26.6~28.2	26.4~28.2	24.0

철근탐사시험

부재구분			배근간격(mm)		피복두께(mm)	
			설계치	측정치	설계치	측정치
하부구조	교대	전면	200	200	92	61~83
	교각	기둥	150	150~155	100	90~119

탄산화 깊이 측정

부재구분		철근피복(mm)	탄산화깊이(mm)	탄산화 잔여깊이(mm)	상태평가 기준
하부구조	교대	61~83	4.5~4.9	56.5~78.1	a
	교각	47~73	3.7~6.2	40.8~68.1	a

염화물 함유량 시험

시험위치		전 염화물 함유량(%)	염화물함유량(kg/㎥)	등급
상부구조	캔틸레버	0.003~0.005	0.071~0.118	a
하부구조	교각	0.002~0.008	0.047~0.188	a

균열깊이 시험

시험위치		균열폭(mm)	발·수신자 거리 2L(mm)	균열심도(mm)	철근피복(mm)
하부구조	교대	1.0	300	174~190	61~83

초음파 탐상시험

시험위치	조사개소	합격개소	등 급	결 과
G1~G2	19	19	1등급	합격

도막두께 측정

시험위치	측정치	기준값(㎛)	판 정
G1	229.4~234.0	215	적정
G2	224.6~246.0	215	적정

결과 분석

- 콘크리트 강도조사결과 설계기준강도(상부구조 : 27MPa, 하부구조 : 24MPa)를 상회하고 있는 것으로 나타남.
- 철근탐사시험 결과 대부분 설계도와 일치하는 것으로 측정되었으며, 일부 부재의 피복 두께 및 배근간격의 부분적인 차이는 있으나, 외관조사결과 이로 인한 손상은 조사되지 않았으며, 하부구조는 철근의 배근간격 및 피복두께는 전반적으로 설계와 유사한 것으로 조사됨.
- 탄산화 측정평가 결과 전 구간에서 탄산화에 의한 철근부식영향 및 콘크리트 내구성 저하의 영향은 없는 양호한 상태를 유지하고 있는 것으로 조사됨.
- 염화물 함유량시험 결과, 상부구조 0.071~0.118㎏/㎥, 하부구조 0.047~0.188㎏/㎥로 측정되어 상태평가 "a" 기준 0.3㎏/㎥을 만족하므로 염화물에 의한 부식이 발생할 우려는 없는 것으로 분석됨
- 균열깊이 측정결과, 균열깊이는 174.0~190.0mm로 조사되어 측정 철근피복두께를 초과하는 것으로 나타났으며 이는 철근피복두께를 초과하여 철근부식 등의 내구성 저하의 우려가 있으므로 적절한 보수가 필요함.
- 초음파탐상결과 조사된 모든 위치에서 용접부에 대한 결함지시가 발생하지 않아 구조물의 용접상태는 양호한 것으로 평가됨.
- 도막두께 측정결과 도막두께가 기준 값을 모두 만족하는 것으로 조사됨.

【표 2.30】 백운4교(춘천) 정밀안전진단(2013년) 결과요약⑤

원주천교 등 11개소 정밀안전진단보고서(2013.12, (재)한국재난연구원, 케이에스엠기술㈜)

구 분		정밀안전진단 결과
상태평가		상태평가 결함지수 : 0.397, 상태평가 결과 : "C"

안전성평가

상부구조

부재			작용응력(MPa)		허용응력(MPa)		안전율		비고
			상연	하연	상연	하연	상연	하연	
거더	정모멘트부	단면2	106.6	-153.7	210.0	-210.0	1.97	1.37	O.K
		단면3	64.3	-114.6	210.0	-210.0	3.27	1.83	O.K
		단면7	62.6	-139.4	210.0	-210.0	3.35	1.51	O.K
		단면11	100.2	-168.5	210.0	-210.0	2.10	1.25	O.K
	부모멘트부	단면5	-102.1	124.7	-195.0	184.5	1.91	1.48	O.K
		단면10	-118.7	147.5	-200.0	181.4	1.68	**1.23**	O.K

부재		ΦMn	Mu	안전율	비고
바닥판	캔틸레버	122.167	75.183	**1.62**	O.K
	중앙부	106.000	60.262	1.76	O.K

• 안전성평가등급 : A(최저 안전율 : 1.23)

하부구조

부재			ΦPn	Pu	Mu	안전율	비고
교각기둥	P1	축력최대	344,069	53,203	107	6.467	O.K
		모멘트최대	343,025	43,760	67,489	7.839	O.K
		탄성설계	344,069	33,661	65	10.222	O.K
		편심최대	316,271	30,295	62,278	10.440	O.K
	P2	축력최대	298,396	56,348	224	**5.296**	O.K
		모멘트최대	331,252	47,233	83,461	7.013	O.K
		탄성설계	344,069	36,333	102	9.470	O.K
		편심최대	300,895	32,700	77,071	9.202	O.K
	P3	축력최대	298,396	56,782	150	5.255	O.K
		모멘트최대	331,430	47,661	84,054	6.954	O.K
		탄성설계	344,069	36,662	41,184	9.385	O.K
		편심최대	301,155	32,996	77,600	9.127	O.K
	P4	축력최대	344,069	58,848	109	5.847	O.K
		모멘트최대	344,069	41,581	55,405	8.275	O.K
		탄성설계	344,069	31,985	76	10.757	O.K
		편심최대	330,790	28,787	51,120	11.491	O.K

부재			Mu	ΦMn	안전율	비고
교각확대기초	P1	교축방향	36,693	56,079	**1.528**	O.K
		교직-지점부	2,176	28,788	13.229	O.K
	P2	교축방향	38,652	61,288	1.586	O.K
		교직-지점부	2,129	31,449	14.769	O.K
	P3	교축방향	38,990	61,288	1.572	O.K
		교직-지점부	2,145	31,449	14.659	O.K
	P4	교축방향	28,259	56,079	1.984	O.K
		교직-지점부	1,960	28,788	14.689	O.K

부재			Mu	ΦMn	안전율	비고
교대	A1	후면저판	1,525.95	1,631.57	**1.069**	O.K
		벽 체	1,294.23	1,494.52	1.155	O.K
		흉 벽	352.907	579.776	1.643	O.K
	A2	후면저판	1,025.74	1631.571	1.591	O.K
		벽 체	879.774	1,494.52	1.699	O.K
		흉 벽	380.095	579.776	1.525	O.K

• 안전성평가등급 : A(최저 안전율 : 1.069)

【표 2.31】 백운4교(춘천) 정밀안전진단(2013년) 결과요약⑥

<table>
<tr><th colspan="2">원주천교 등 11개소 정밀안전진단보고서(2013.12, (재)한국재난연구원, 케이에스엠기술㈜)</th></tr>
<tr><th>구 분</th><th>정밀안전진단 결과</th></tr>
<tr><td>종합평가
및
안전등급</td><td>
<table>
<tr><th>상태평가</th><th>안전성평가</th><th>종합평가</th><th>안전등급</th></tr>
<tr><td>C</td><td>A</td><td>C</td><td>C</td></tr>
</table>
• 백운4교(춘천)에 대한 종합평가 결과「C」등급으로 평가되었으며, 「주요부재에 경미한 결함 또는 보조부재에 광범위한 결함이 발생하였으나 전체적인 시설물의 안전에는 지장이 없으며, 주요부재에 내구성, 기능성 저하 방지를 위한 보수가 필요하거나 보조부재에 간단한 보강이 필요한 상태」로 평가됨.
</td></tr>
<tr><td>보수·보강
방안</td><td>
<table>
<tr><th>부 재</th><th>결함내용</th><th>보수방안</th><th>우선순위</th></tr>
<tr><td rowspan="8">바닥판</td><td>강재부식</td><td rowspan="3">전면재포장
(방수층포함)
+도장보수</td><td>2</td></tr>
<tr><td>브라켓 강재부식</td><td>2</td></tr>
<tr><td>강재부식(누수,백태)</td><td>2</td></tr>
<tr><td>데크 표면부식</td><td>주의관찰</td><td>4</td></tr>
<tr><td>데크부식(누수,백태)</td><td>도장보수</td><td>2</td></tr>
<tr><td>배수구 주변 부식</td><td>도장보수</td><td>2</td></tr>
<tr><td>도장박리, 박락</td><td>도장보수</td><td>3</td></tr>
<tr><td>강재변형</td><td>주의관찰</td><td>4</td></tr>
<tr><td rowspan="8">거더</td><td>현장연결부 부식</td><td>도장보수</td><td>2</td></tr>
<tr><td>도장부식</td><td>도장보수</td><td>2</td></tr>
<tr><td>현장연결부 볼트부식</td><td>도장보수</td><td>2</td></tr>
<tr><td>도장박리,박락,긁힘</td><td>도장보수</td><td>3</td></tr>
<tr><td>도장체킹</td><td>주의관찰</td><td>4</td></tr>
<tr><td>볼트누락</td><td>재체결</td><td>1</td></tr>
<tr><td>천공홀</td><td>주의관찰</td><td>4</td></tr>
<tr><td>부재변형</td><td>주의관찰</td><td>4</td></tr>
<tr><td rowspan="8">가로보, 세로보
브레이싱</td><td>점부식(경미)</td><td>주의관찰</td><td>4</td></tr>
<tr><td>볼트부식(경미)</td><td>주의관찰</td><td>4</td></tr>
<tr><td>도장박리,박락</td><td>도장보수</td><td>3</td></tr>
<tr><td>누수오염</td><td>주의관찰</td><td>4</td></tr>
<tr><td>볼트풀림</td><td>재체결</td><td>3</td></tr>
<tr><td>부재변형</td><td>주의관찰</td><td>4</td></tr>
<tr><td>모재손상(찢김)</td><td>주의관찰</td><td>4</td></tr>
<tr><td>천공홀</td><td>주의관찰</td><td>4</td></tr>
<tr><td>이물질 퇴적</td><td>청소</td><td>3</td></tr>
<tr><td rowspan="5">교대</td><td>균열(0.2㎜미만)</td><td>주의관찰</td><td>4</td></tr>
<tr><td>균열(0.3㎜이상)</td><td>주입보수</td><td>2</td></tr>
<tr><td>망상균열</td><td>주의관찰</td><td>4</td></tr>
<tr><td>탈락,들뜸,파손</td><td>단면보수</td><td>2</td></tr>
<tr><td>재료분리</td><td>주의관찰</td><td>4</td></tr>
</table>
</td></tr>
</table>

【표 2.32】 백운4교(춘천) 정밀안전진단(2013년) 결과요약⑦

<table>
<tr><th colspan="2">원주천교 등 11개소 정밀안전진단보고서(2013.12, (재)한국재난연구원, 케이에스엠기술㈜)</th></tr>
<tr><th>구 분</th><th>정밀안전진단 결과</th></tr>
<tr><td>보수·보강
방안</td><td>
<table>
<tr><th>부 재</th><th>결함내용</th><th>보수방안</th><th>우선순위</th></tr>
<tr><td rowspan="4">교대</td><td>누수(백태)</td><td>표면보수</td><td>2</td></tr>
<tr><td>철근노출</td><td>단면보수(방청)</td><td>3</td></tr>
<tr><td>누수(녹물)흔적, 체수</td><td>주의관찰</td><td>4</td></tr>
<tr><td>결속선 노출</td><td>주의관찰</td><td>4</td></tr>
<tr><td rowspan="9">교각</td><td>균열(0.2㎜미만)</td><td>주의관찰</td><td>4</td></tr>
<tr><td>몰탈부 균열(0.3㎜이상)</td><td>주의관찰</td><td>4</td></tr>
<tr><td>망상균열</td><td>주의관찰</td><td>4</td></tr>
<tr><td>긁힘, 박리</td><td>주의관찰</td><td>4</td></tr>
<tr><td>들뜸,탈락,파손,불량</td><td>단면보수</td><td>3</td></tr>
<tr><td>재료분리(불량)</td><td>단면보수</td><td>3</td></tr>
<tr><td>열화</td><td>표면보수</td><td>3</td></tr>
<tr><td>누수(녹물)흔적</td><td>주의관찰</td><td>4</td></tr>
<tr><td rowspan="5">교량받침</td><td>균열(0.2㎜미만)</td><td>주의관찰</td><td>4</td></tr>
<tr><td>부식, 도장불량</td><td>도장보수</td><td>3</td></tr>
<tr><td>망상균열</td><td>주의관찰</td><td>4</td></tr>
<tr><td>탈락(경미)</td><td>주의관찰</td><td>4</td></tr>
<tr><td>플레이트 용접누락</td><td>주의관찰</td><td>4</td></tr>
<tr><td rowspan="3">신축이음</td><td>토사퇴적</td><td>청소</td><td>3</td></tr>
<tr><td>덮개판고정볼트 탈락</td><td>볼트재체결</td><td>3</td></tr>
<tr><td>후타재 균열</td><td>주의관찰</td><td>4</td></tr>
<tr><td rowspan="5">교면포장</td><td>아스콘 균열</td><td rowspan="5">전면재포장
(방수층포함)</td><td rowspan="5">1</td></tr>
<tr><td>망상균열</td></tr>
<tr><td>포장들뜸</td></tr>
<tr><td>포장불량</td></tr>
<tr><td>포장파쇄부</td></tr>
<tr><td rowspan="2">배수시설</td><td>그레이팅 파손</td><td>배수구재설치</td><td>2</td></tr>
<tr><td>배수관 부식</td><td>주의관찰</td><td>4</td></tr>
<tr><td rowspan="4">방호벽</td><td>균열(0.2㎜미만)</td><td>주의관찰</td><td>4</td></tr>
<tr><td>망상균열</td><td>주의관찰</td><td>4</td></tr>
<tr><td>표면박리</td><td>주의관찰</td><td>4</td></tr>
<tr><td>거푸집 미제거</td><td>주의관찰</td><td>4</td></tr>
<tr><td rowspan="3">기타시설</td><td>전선관보호커버 파손(변형)</td><td>재설치</td><td>3</td></tr>
<tr><td>전선관보호커버 부식</td><td>주의관찰</td><td>4</td></tr>
<tr><td>점검로 시건장치 누락</td><td>자물쇠설치</td><td>3</td></tr>
</table>
• 금회 정밀안전진단 시, 전회(2013년) 진단에서 제시된 보수방안의 실시여부 및 보수부 상태, 재손상 발생에 대한 보수가 필요함.
</td></tr>
</table>

2.4 보수·보강 이력

본 과업대상시설물의 보수·보강 이력 사항은 관리주체인 “한국도로공사 강원본부 제천지사”의 자료 및 “시설물정보관리 종합시스템(FMS)”에 실적을 참고하여 수록하였다.

2.4.1 백운4교(부산)

【표 2.33】 백운4교(부산) 보수·보강 이력

공사기간	공사구분	부위	공사내역	시공자	공사비(천원)	비고
2008.05.	일상보수	배수시설	강원본부 관내 유지보수 협약사업(배수관 설치)	-	-	
2016.06	일상보수	교면포장 하부구조	전면 재포장(S1~S5) 표면처리	-	-	

2.4.2 백운4교(춘천)

【표 2.34】 백운4교(춘천) 보수·보강 이력

공사기간	공사구분	부위	공사내역	시공자	공사비(천원)	비고
1997.09.02	일상보수	하부구조	콘크리트 보수 (P2~P4,A2)	-	-	
1998.11.23	일상보수	교량받침	면보수, 재도장 (P3,P4)	-	-	
1999.09.04	일상보수	교량받침	면보수, 재도장 (P1,P2,A1,A2)	-	-	
2000.04.04	일상보수	하부구조	콘크리트 보수 (P4)	-	-	
2008.05.6	일상보수	배수시설	배수시설 보수 (S1)	-	-	
2012. 04. 15 ~07. 06	하자보수	하부구조 교량받침	균열주입 및 면보수(A1,P1,P2) 도장보수(A1 Sh2, P1~P4)	현대산업개발 (주)	9,835	
2014. 05. 14 ~05. 16	개량보수	교면포장	중분대 및 길어깨측 교면개량 PSMA	(주)유봉건설	322,000	

2.5 구조물 용도, 하중 및 구조 변경 여부

본 진단대상 시설물인 백운4교(부산, 춘천)는 1995년(춘천방향), 2000년(부산방향) 준공 후 구조물 용도, 하중 및 구조 변경은 없는 것으로 확인되었다.

2.6 시설물 내진설계 여부

2.6.1 백운4교(부산)

백운4교(부산)은 구조 설계시 당초 1979년 시방서를 적용하였으나 건설 교통부 시방서(1994년)에 따라 내진적용(2등급)을 추가하였다.

가. 내진설계

구 분	내 진 설 계
내진등급	내 진 2 등 급 (강 원 도)
시 방 서 적용기준	1. 가속도 계수 : A = 0.07 2. 설계지지력 내진 2등급교에서 교량 받침 등 하부구조와 상부구조의 연결부는 사하중 반력의 20%에 해당하는 수평지지력이 구속방향으로 작용한다고 보고 이에 저항하도록 설계하여야 한다. (단, 이 설계력이 과다하다고 판단될 때에는 내진 1등급교의 설계방법대로 설계력을 구하여도 좋다.) 3. 하부구조에 대한 내진설계 • 강교 및 콘크리트교 내진 2등급교에서는 “2. 설계지지력”에 규정된 바와 같이 교량받침 등 상부구조를 하부구조에 연결하는 연결부 이외에 다른 요소의 설계에 대해서는 지진하중을 고려할 필요가 없다.
내진설계 적 용	교량받침의 수평저항력이 사하중 반력의 20%보다 작은 경우에 한하여 내진설계 적용 ① P.C BOX교, STEEL BOX교와 같이 사하중의 반력이 큰 경우는 내진설계 적용 (A= 0.07, 단일모드 스팩트럼 해석법 적용) ② P.C BEAM교, RAHMEN교 등은 내진설계 면제
검토의견	내진 2등급교는 지진 위험성이 낮고 기둥이 항복을 일으키는 지진력을 받을 확률이 작기 때문에 하부구조에 대해 지진력을 고려할 필요가 없다고 사료되나, 단 사하중 반력이 큰 경우에는 교량받침 선정을 위한 내진설계를 할 필요가 있다고 사료됨

나. 교량형식에 따른 내진 2등급교 적용 SHOE

교 량 형 식	사 용 SHOE	비 고
PLATE GIRDER	SPHERICAL BEARING	

다. 결론

중앙고속도로 재설계에 따른 내진 2등급 지역으로서 2차선 선시공분에는 현재 많은 차량이 통행하고 있는 상태이다. 내진설계를 적용하고 있는 서해안 고속도로(내진 1등급 지역) 내진적용 SHOE 문제가 상당한 기간 결정을 못한 상태이며, 외국수입 내진장치는 개당 단가가 3,000~4,000만원 상당에 고가이므로 중앙고속도로로 재설계 구간은 내진 2등급 지역으로서(남원, 천일, 동명) 시방서 내진설계편에 따른 상부 사하중 20%의 수평력을 지지할 수 있는 국내 SHOE가 가능한 스페리컬 받침을 적용하고자 한다.

2.6.2 백운4교(춘천)

금회 과업 대상시설물인 백운4교(춘천)는 1995년 12월 준공된 구조물로 설계당시 내진설계를 반영하지 않았으며, “2009년도 내진성능 향상 대상교량 세부조사 및 보강설계(1공구)에 따라 내진성능 평가를 실시하였으며, 교각(P2, P3)에 대하여 내진보강(전단키 설치)을 실시한 것으로 확인되었다.

가. 설계조건

<table>
<tr><th>구 분</th><th colspan="4">설 계 조 건</th></tr>
<tr><td>적용 기준</td><td colspan="4">- 도로교설계기준(2000, 2005)</td></tr>
<tr><td>교량 연장</td><td colspan="4">- 5@60.000 = 300.000m</td></tr>
<tr><td>내진 등급</td><td colspan="4">- 내진1등급교</td></tr>
<tr><td>지진구역계수</td><td colspan="4">- 0.11 (I 구역)</td></tr>
<tr><td>위험도계수</td><td colspan="4">- I = 1.40</td></tr>
<tr><td>가속도계수</td><td colspan="4">- A = 0.154</td></tr>
<tr><td>지반계수</td><td colspan="4">- 1.00 (I)</td></tr>
<tr><td>고유치 해석방법</td><td colspan="4">- Eigen Value analysis</td></tr>
<tr><td>MODE 조합방법</td><td colspan="4">- C.Q.C 모드 조합</td></tr>
<tr><td>받침형식</td><td colspan="4">- 교대: 포트받침(3,500kN), 교각: 포트받침(7,500kN)</td></tr>
<tr><td>사용프로그램 및 해석모델</td><td colspan="4">
<table>
<tr><th colspan="2">구 분</th><th>적용내용</th><th>비 고(관련자료)</th></tr>
<tr><td rowspan="4">기둥단면 강도산정</td><td>방법</td><td>모멘트-곡률 곡선법</td><td>내진보강 설계지침</td></tr>
<tr><td>콘크리트 모델</td><td>MANDER 모델</td><td>CALTRANS</td></tr>
<tr><td>철근 모델</td><td>PARK 모델</td><td>CALTRANS</td></tr>
<tr><td>모멘트곡률산정프로그램</td><td>SAP2000</td><td>-</td></tr>
<tr><td rowspan="5">탄성 지진력산정</td><td>모델</td><td>격자 해석 모델</td><td>내진설계편람</td></tr>
<tr><td>상하부연결상세</td><td>NLLINK 탄성 스프링 모델</td><td>내진설계편람</td></tr>
<tr><td>기초와 지반연결상세</td><td>고정점 처리</td><td>내진설계편람</td></tr>
<tr><td>질량산정</td><td>상,하부고정하중을 분포질량으로입력</td><td>내진설계편람</td></tr>
<tr><td>탄성지지력산정</td><td>SAP2000</td><td></td></tr>
</table>
</td></tr>
</table>

나. 내진성능 평가결과

1) 내진성능 평가결과(보강전)

구 분			위치입력 P2(고정단)				
			공급역량	소요역량	판정		비율
기둥 (kN)	휨평가	교축	19490.982	4031.828	O.K		4.834
		교직	44388.760	3815.974	O.K		11.632
	전단 평가	교축	13286.605	4031.828	O.K		3.295
		교직	27641.967	3815.974	O.K		7.244
기초 (kN)	휨평가	교축	61288.055	43362.578	O.K		1.413
		교직	31449.259	1987.810	O.K		15.821
	전단 평가	교축	25132.941	16618.998	O.K		1.512
		교직	16336.411	831.479	O.K		19.647
	안전 평가 (교축)	전도	517041.814	218985.146	O.K		2.361
		활동	59658.671	4838.194	O.K		12.331
		지지력	1238.500	1103.703	O.K		1.122
	안전 평가 (교직)	전도	795448.944	214807.452	O.K		3.703
		활동	59658.671	4579.169	O.K		13.028
		지지력	1238.500	920.216	O.K		1.346
받침 수평력 (kN)	교대	교축	-	-	-		-
		교직	810.0	0.000	1EA	O.K	
	교각	교축	1620.0	2696.526	2EA	N.G	0.601
		교직	810.0	2081.783	2EA	N.G	0.389
앵커 볼트	교대	교축	-	-	-		-
		교직	1.2	0.000	O.K		
	교각	교축	1.2	44.529	N.G		0.027
		교직	1.2	26.540	N.G		0.045
최소받침 지지길이 (mm)	교대		66.5	50.0	O.K		1.330
	교각		146.0	50.0	O.K		2.920
받침 연단거리 (mm)	교대		1450.0	987.3	O.K		1.469
	교각		1500.0	987.3	O.K		1.519
평가 결과			• 받침을 제외한 모든 구조부재의 내진성능을 만족하는 바 전단키를 설치하여 받침의 내진성능을 확보함이 바람직한 것으로 판단됨				

(계속)

구 분			위치입력 P3(고정단)				
			공급역량	소요역량	판정		비율
기둥 (kN)	휨평가	교축	19281.120	3914.882	O.K		4.925
		교직	43950.751	3919.343	O.K		11.214
	전단 평가	교축	13379.541	3914.882	O.K		3.418
		교직	27686.073	3919.343	O.K		7.064
기초 (kN)	휨평가	교축	61288.055	51601.113	O.K		1.188
		교직	31449.259	2503.402	O.K		12.563
	전단 평가	교축	25132.941	19756.904	O.K		1.272
		교직	16336.411	1039.022	O.K		15.723
	안전 평가 (교축)	전도	352673.131	215448.933	O.K		1.637
		활동	40693.054	4697.858	O.K		8.662
		지지력	1238.500	916.846	O.K		1.351
	안전 평가 (교직)	전도	542574.048	222495.663	O.K		2.439
		활동	40693.054	4703.212	O.K		8.652
		지지력	1238.500	741.851	O.K		1.669
받침 수평력 (kN)	교대	교축	-	-	-		-
		교직	810.0	0.000	1EA	O.K	-
	교각	교축	1620.0	2473.617	2EA	N.G	0.655
		교직	810.0	2267.755	2EA	N.G	0.357
앵커 볼트	교대	교축	-	-	-		-
		교직	1.2	0.000	O.K		
	교각	교축	1.2	37.471	N.G		0.032
		교직	1.2	31.494	N.G		0.038
최소받침 지지길이 (mm)	교대		66.5	50.0	O.K		1.330
	교각		137.5	50.0	O.K		2.750
받침 연단거리 (mm)	교대		1450.0	987.3	O.K		1.469
	교각		1500.0	650.3	O.K		1.519
평가 결과			• 받침을 제외한 모든 구조부재의 내진성능을 만족하는 바 전단키를 설치하여 받침의 내진성능을 확보함이 바람직한 것으로 판단됨				

2) 내진성능 평가결과(보강후)

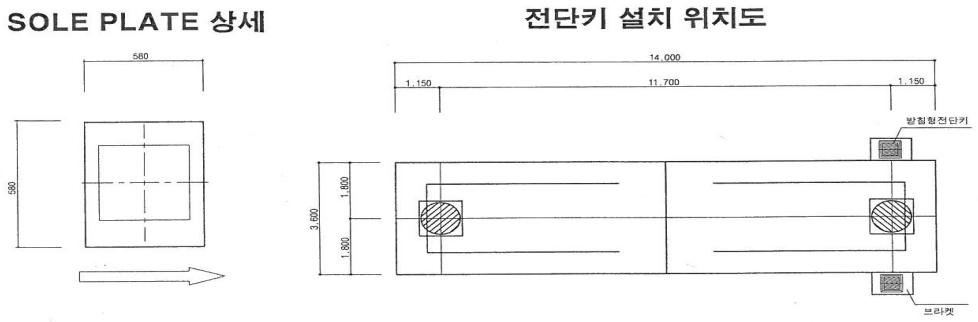
구 분			위치입력 P2(고정단)				
			공급역량	소요역량	판정		비율
기둥 (kN)	휨평가	교축	19490.982	4031.828	O.K		4.834
		교직	44388.760	3815.974	O.K		11.632
	전단 평가	교축	13286.605	4031.828	O.K		3.295
		교직	27641.967	3815.974	O.K		7.244
기초 (kN)	휨평가	교축	61288.055	43362.578	O.K		1.413
		교직	31449.259	1987.810	O.K		15.821
	전단 평가	교축	25132.941	16618.998	O.K		1.512
		교직	16336.411	831.479	O.K		19.647
	안전 평가 (교축)	전도	517041.814	218985.146	O.K		2.361
		활동	59658.671	4838.194	O.K		12.331
		지지력	1238.500	1103.703	O.K		1.122
	안전 평가 (교직)	전도	795448.944	214807.452	O.K		3.703
		활동	59658.671	4579.169	O.K		13.028
		지지력	1238.500	920.216	O.K		1.346
받침 수평력 (kN)	교대	교축	-	-	-		-
		교직	810.0	0.000	1EA	O.K	
	교각	교축	3000.0	2696.526	2EA	O.K	1.113
		교직	3000.0	2081.783	1EA	O.K	1.441
앵커 볼트	교대	교축	-	-	-		-
		교직	1.2	0.000	O.K		
	교각	교축	1.2	0.000	O.K		
		교직	1.2	0.000	O.K		
최소받침 지지길이 (mm)	교대		66.5	50.0	O.K		1.330
	교각		146.0	50.0	O.K		2.920
받침 연단거리 (mm)	교대		1450.0	987.3	O.K		1.469
	교각		1500.0	987.3	O.K		1.519
평가 결과			• 모든 구조부재에서 내진성능을 만족하는 것으로 평가됨 • 전단키 설치 후 받침의 내진성능 평가한 결과, 내진성능을 만족하는 것으로 평가됨				

(계속)

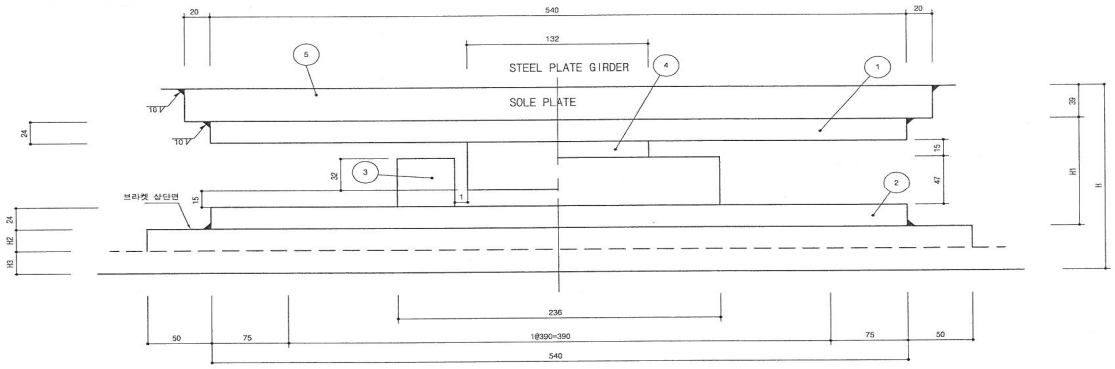
구 분			위치입력 P3(고정단)				
			공급역량	소요역량	판정		비율
기둥 (kN)	휨평가	교축	19281.120	3914.882	O.K		4.925
		교직	43950.751	3919.343	O.K		11.214
	전단 평가	교축	13379.541	3914.882	O.K		3.418
		교직	27686.073	3919.343	O.K		7.064
기초 (kN)	휨평가	교축	61288.055	51601.113	O.K		1.188
		교직	31449.259	2503.402	O.K		12.563
	전단 평가	교축	25132.941	19756.904	O.K		1.272
		교직	16336.411	1039.022	O.K		15.723
	안전 평가 (교축)	전도	352673.131	215448.933	O.K		1.637
		활동	40693.054	4697.858	O.K		8.662
		지지력	1238.500	916.846	O.K		1.351
	안전 평가 (교직)	전도	542574.048	222495.663	O.K		2.439
		활동	40693.054	4703.212	O.K		8.652
		지지력	1238.500	741.851	O.K		1.669
받침 수평력 (kN)	교대	교축	-	-	-		-
		교직	810.0	0.000	1EA	O.K	-
	교각	교축	3000.0	2473.617	2EA	O.K	1.213
		교직	3000.0	2267.755	1EA	O.K	1.323
앵커 볼트	교대	교축	-	-	-		-
		교직	1.2	0.000	O.K		
	교각	교축	1.2	0.000	O.K		
		교직	1.2	0.000	O.K		
최소받침 지지길이 (mm)	교대		66.5	50.0	O.K		1.330
	교각		137.5	50.0	O.K		2.750
받침 연단거리 (mm)	교대		1450.0	987.3	O.K		1.469
	교각		1500.0	650.3	O.K		1.519
평가 결과			• 모든 구조부재에서 내진성능을 만족하는 것으로 평가됨 • 전단키 설치 후 받침의 내진성능 평가한 결과, 내진성능을 만족하는 것으로 평가됨				

다. 전단키 설치 현황

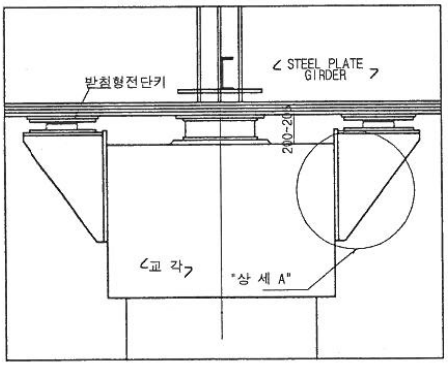
【표 2.35】 백운4교(춘천) 전단키 설치 현황



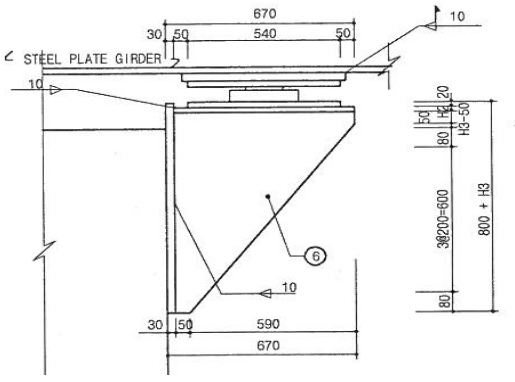
< P2/P3 전단키(1500kN, 양방전단) 설치 위치도 >



< 전단키 상세도 >



< 브라켓 개요도 >



< 브라켓 상세도 >

P2 전단키(양방전단) 설치 현황

P3 전단키(양방전단) 설치 현황

2.7 자료분석 결과요약

금회 진단대상시설물인 백운4교(부산, 춘천)에 대하여 수집된 자료 및 기초자료를 검토한 결과, 중앙고속도로에 시공된 시설물로서 운행은 원활한 상태이고, 시설물에 대해 유지관리가 잘 이루어지고 있는 상태이다. 따라서 금회 진단 시에는 2011년, 2013년 정밀안전진단에서 제시한 중점 유지관리 사항에 대하여 점검을 실시하고, 상세조사 및 현장시험을 실시한 후 현재 구조적으로 문제가 발생되었으나, 향후 문제가 발생될 가능성이 있는 부분에 대하여 구조검토를 실시하여 안전성을 여부를 평가하고자 한다.

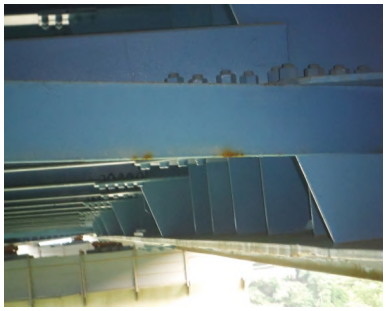
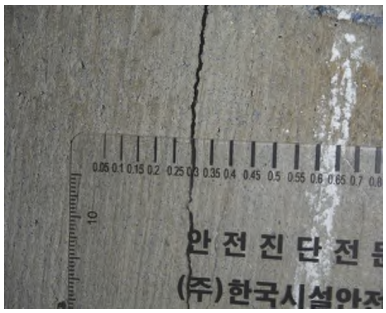
금회 진단시설물에 대해 중점적으로 조사해야 될 사항을 기존자료와 일반적인 조사사항을 고려하여 다음과 같이 정리하였다.

【표 2.36】 백운4교(부산, 춘천) 자료분석 결과요약

구 분	자료분석 결과요약	비고
설계 관련자료 검토	◈ 백운4교(부산) • 『중앙고속도로(제천~원주간) 4차로 확장공사 구조 및 수리계산서(Ⅰ)(최종분) 제16공구(판부~원주) 2000.9』를 참조함. → **검토결과, 바닥판, 거더, 교대, 교각 등에 대한 구조계산 및 검토에 있어 설계조건, 모델링, 설계 및 검토 등 항목별 검토사항은 적정한 것으로 확인됨.** • 『중앙고속도로(제천~원주간) 4차로 확장공사 설계도 제16공구(판부~원주) 2000.9』를 참조함. → **검토결과, 설계도면은 당시 설계기준에 적합하게 작성된 것으로 검토되었으며, 종·평면도, 단면도, 상부 구조물도, 하부 구조물도, 각종 상세도가 적정하게 작성된 것으로 검토됨.**	설계도서 관리 시스템
	◈ 백운4교(춘천) • 『대구~춘천간 고속도로 건설공사 구조도(준공도) 제7공구(Ⅲ-1) 1995.』를 참조함. → **검토결과, 설계도면은 당시 설계기준에 적합하게 작성된 것으로 검토되었으며, 종·평면도, 단면도, 상부 구조물도, 하부 구조물도, 각종 상세도가 적정하게 작성된 것으로 검토됨.**	
시공 관련자료 검토	• 백운4교(부산, 춘천)은 유지관리기관 보관자료와 시설물정보관리종합 시스템(FMS)에 보유자료가 없는 것으로 확인됨.	설계도서 관리 시스템
전회 정밀안전진단 유지관리방안	◈ 백운4교(부산) • 교량받침 A2 Sh1~Sh4 신장여유량 부족 → 신장여유량 부족으로 인한 받침상태 변화 및 주변부재 손상발생 여부	
	◈ 백운4교(춘천) • 갓길측 교면포장 열화(망상균열, 들뜸, 포장파쇄부) 발생부 → 포장열화에 따른 누수·백태의 진전여부 및 2차(강재부식) 손상여부 • Deck Plate 누수(S5) 및 하부플랜지 볼트 부식 발생부 → 보수 후 누수흔적(열화) 진전 및 2차 손상여부 • 교량받침(A1/A2) 최대 신장시 허용변위량 초과 → 최대 신장시(하절기) 받침 가동상태 및 2차 손상여부	

【표 2.37】 백운4교(부산, 춘천) 자료분석 결과요약(계속)

<table>
<tr><th colspan="2">구 분</th><th>자료분석 결과요약(백운4교(부산))</th><th>비고</th></tr>
<tr><td rowspan="4">사전
답사</td><td>거더</td><td>• 플레이트 거더 및 볼트 부식 및 도장박리

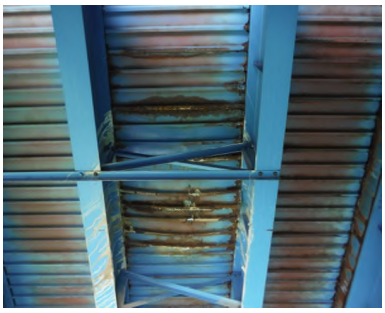
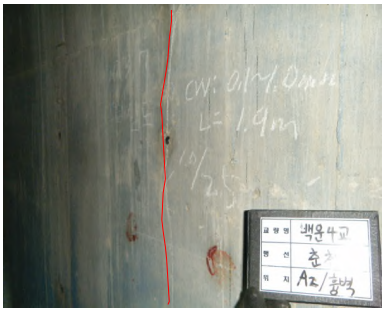
→ 손상원인 및 손상의 진전여부 확인</td><td></td></tr>
<tr><td>가로보
세로보
및
브레이싱</td><td>• 가로보, 세로보 및 브레이싱 도장박리 및 부식
 
→ 손상원인 및 손상의 진전여부 확인</td><td></td></tr>
<tr><td>교대
및
교각</td><td>• 교대 및 교각 폭 0.3㎜이상 균열
 
→ 보수여부 및 균열 진전여부 확인</td><td></td></tr>
<tr><td>받침
장치</td><td>• 받침장치 A1 신장여유량 부족부

→ 가동여유량 부족에 의한 받침 가동 불량 및 파손 여부 확인</td><td></td></tr>
</table>

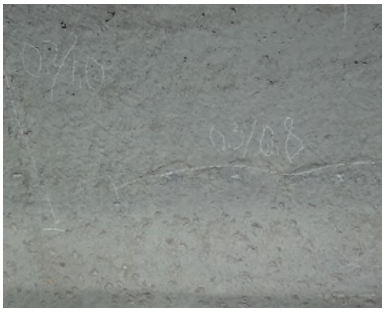
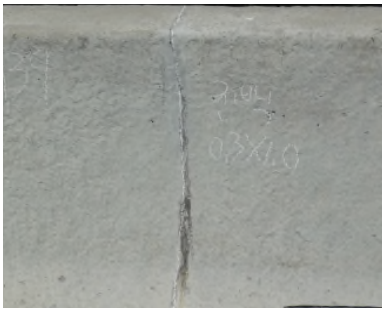
【표 2.38】 백운4교(부산, 춘천) 자료분석 결과요약(계속)

구 분		자료분석 결과요약(백운4교(부산))	비고
사전 답사	신축 이음	• 신축이음부 토사퇴적 및 길어깨부 체수 **→ 하절기 고온시 유간폐쇄 여부 및 체수에 의한 바닥판 하면 누수 여부 확인**	
	교면 포장	• 포장부 백태, 균열 → 포장부 코어채취를 통한 포장 상태 및 방수층 상태 확인	
	배수 시설	• 교면포장 배수구 토사퇴적 **→ 이물질퇴적 발생여부 및 이물질퇴적에 의한 배수불량부 확인**	
	방호 울타리	• 방호벽 및 중앙분리대 균열 **→ 손상 진전여부 및 추가손상 발생여부 확인**	

【표 2.39】 백운4교(부산, 춘천) 자료분석 결과요약(계속)

구 분		자료분석 결과요약(백운4교(춘천))	비고
사전 답사	바닥판	• 데크플레이트 S5 하면 누수, 백태부  → **데크플레이트 하면 손상 발생여부 및 포장보수 상태 확인**	
	거더	• 플레이트 거더 및 볼트 부식 및 도장박리 → **손상원인 및 손상의 진전여부 확인**	
	교대 및 교각	• 교대 및 교각 폭 0.3㎜이상 균열 및 교대 측방유동 여부 검토  → **보수여부 및 균열 진전여부 확인, 측량을 통한 교대 측방유동 검토**	
	받침 장치	• 받침장치 A1 신장여유량 부족부 → **가동여유량 부족에 의한 받침 가동 불량 및 파손 여부 확인**	

【표 2.40】 백운4교(부산, 춘천) 자료분석 결과요약(계속)

구 분		자료분석 결과요약(백운4교(춘천))	비고
사전 답사	신축 이음 장치	• 신축이음부 토사퇴적 및 강재부식 → 하절기 고온시 유간폐쇄 여부 및 바닥판 하면 누수 여부 확인	
	교면 포장 및 배수 시설	• 길어깨 소성변형 및 들뜸, 배수구 막힘, 덮개 파손 → 포장부 코어채취를 통한 포장 상태 및 방수층 상태 확인	
	방호 울타리	• 방호벽 및 중앙분리대 균열   → 손상 진전여부 및 추가손상 발생여부 확인	
	기타 시설	• 전선관 보호 커버 부식 및 파손 → 하부 보행자 및 차량 위험성 및 재설치 필요성 검토	