

제 2 장

자료수집 및 분석

- 2.1 사전조사
- 2.2 교량의 이력사항
- 2.3 시설물의 내진설계 여부확인
- 2.4 자료분석 결과 및 과업진행 방향

제 2장 자료수집 및 분석

2.1 사전조사

가. 개 요

본 과업에 대한 사전조사는 시설물의 설계도서 등 유지관리 자료와 과업지시서 등이 법령 및 지침, 세부지침 등에 부합되는지의 여부를 검토하고, 구조물의 특성을 파악하여 점검 추진방향과 세부수행계획의 수립을 목적으로 실시하였으며, 대상 시설물의 건설과 보수·보강 등에 관련된 자료를 수집하여 구조물의 열화발생의 원인분석, 보수·보강공법의 제시 및 유지관리 방안을 수립하기 위한 기초자료로 활용하였다.

사전검토의 주요 내용은 다음과 같다.

- (1) 대상시설물의 안전점검 및 정밀안전진단 실시범위
- (2) 유지관리 자료 보유 현황
- (3) 과업의 범위 : 기본과업 항목, 선택과업 항목
- (4) 기본 과업 재료시험 수량
- (5) 기타 법령, 지침 및 세부지침과의 부합여부

나. 대상시설물의 조사 실시범위

- (1) 상부구조(바닥판, 거더)
- (2) 하부구조(교대 및 기초)
- (3) 받침(교량받침)
- (4) 기타부재(신축이음, 난간 및 연석, 배수시설, 교면포장, 중앙분리대)

다. 유지관리 자료 수집 및 분석

(1) 유지관리자료 보유 현황

유지관리 자료는 설계도면, 관리대장, 안전점검 보고서가 있으며, 본 과업을 수행하는데 있어 충분히 활용하였고 수집자료 목록은 다음과 같다.

<표 2.1.1> 유지관리자료 보유 현황

보존대상 목록		관리주체 보유현황	비 고
설계도서	▪ 공통 - 준공내역서 - 공사 시방서 - 각종계산서 - 실시설계보고서	보유 보유 보유 보유	관리주체
	▪ 설계도면 - 교량 - 위치도, 평면도, 단면(종·횡), 상부 · 하부 구조물도, 빔상세도 등	보유 보유	관리주체
시설물 관리대장	▪ 기본현황 ▪ 상세제원 ▪ 유지관리 이력 (점검 및 보수 및 보강이력)	보유 보유 보유	관리주체
시공관련 자료	▪ 시공관련자료 ▪ 품질관리 관련자료 - 재료증명서 - 품질시험기록 - 관리 및 선정시험 기록 등 각종 시험기록 - 시설물의 주요 구조 부위에 대한 계측자료 ▪ 사고기록	보유 보유 없음	-
안전점검 및 정밀안전진단 자료		보유	관리주체

(2) 유지관리자료 조사결과

한국시설안전공단 FMS 자료 및 2015년 정밀안전진단 자료를 발췌, 정리하여 분석하면 그 내용은 다음과 같다.

① 영동고속도로(원주~강릉간)4차로 확장공사 일반보고서(최종분) (1999. 8)

▶ 설계기준(103Page 발췌)

설계속도 - 본선 : 100km/hr, I/C : 40~50km/hr

▪ 폭원

구 분		단 위	적 용	비 고
차	선 수	차 선	4	
도로폭원	총 폭 원	m	23.4	
	차 선	"	14.4	4@3.6
	중 앙 분 리 대	"	3.0	
	길 어 깨	"	6.0	2@3.0
	측 대	"	0.5	길어깨측
		"	0.5	중앙분리대측
	성 토 부 보 호 길 어 깨	"	0.5	시설대폭원

▪ 횡단구배 : 직선구간의 표준횡단구배는 2%, 곡선부의 최대편구배는 6%로 한다.

〈표 4.2-2〉

곡선반경별 편구배

(단위 : m)

구 분	본선(100km/hr)	유출입시설 연결로		
		40km/hr	50km/hr	60km/hr
6%	460 ~ 620	60 ~ 80	90 ~ 130	140 ~ 210
5%	620 ~ 800	80 ~ 125	130 ~ 190	210 ~ 310
4%	800 ~ 1,090	125 ~ 215	190 ~ 340	310 ~ 470
3%	1,090 ~ 1,590	215 ~ 350	340 ~ 530	470 ~ 730
2%	1,590 ~ 5,000	350 ~ 800	530 ~ 1,300	730 ~ 2,000

〈표 4.2-3〉

접속설치율 및 접속설치 거리

차선평 (m)	설계속도 (km/hr)	접 속 설치율	편구배별 접속설치 길이(m) : TL					비 고
			2%	3%	4%	5%	6%	
8.2	100	1:175	57	72	86	100	115	
4.6	60	1:125	23	29	35	40	46	
	50	1:115	21	27	32	37	42	
	40	1:100	18	23	28	32	37	

기하구조기준

(표 4.3-1)

본선기하구조기준

구분	단위	기준치	비고
설계속도	km/hr	100	
최소평면곡선반경	M	460	
최소곡선장	교각 5° 이상	110	
	교각 5° 미만	550/θ	
종단구배	표준	3	
	부득이한 경우	5	
최소종단곡선	凸형	M/100	
변화비율	凹형	50	
최소종단곡선장	M	85	
최소정지시거		200	
최소완화곡선장		60	
완화곡선파라미터		$R/3 \leq A \leq R$	

(표 4.3-2)

연결로의 기하구조 기준

구분	단위	유출입시설	비고
설계속도	km/hr	60, 50, 40	
최소평면곡선반경	m	140(10), 90(70), 50(40)	
완화곡선을 생략할 수 있는 곡선반경	m	350, 220, 140	
최소곡선장	θ < 5°	350/θ, 300/θ, 250/θ	
	θ ≥ 5°	70, 60, 50	
최대종단구배(표준)	%	5, 5, 7	
최소종단곡선	볼록 곡선	m/%	20, 10, 5
변화비율	오목 곡선	m/%	20, 12, 7
최소종단곡선장	m	50, 40, 35	
정지시거	m	85, 65, 45	
표준횡단구배	%	2, 2, 2	
최대편구배	%	6, 6, 6	
최소완화곡선장	m	35, 30, 25	
최소파라미터	m	70, 30, 25	

적용 표준시방서 및 설계기준

1. 콘크리트 표준시방서건 설 부
2. 철근콘크리트 설계편람(I, II)건 설 부
3. 도로교 표준 시방서건 설 부
4. 도로의 구조, 시설 기준에 관한 규정건 설 부
5. 도로 설계 요령건 설 부
6. 기 타한국도로공사

설계하중

강도설계법에 의할 때는 극한하중을 적용하고, 허용응력 설계법에 의할 때는 사용하중을 적용해야 하며, 구조계산 하중조합은 사하중, 활하중, 충격, 건조수축, 크리프, 온도변화 그리고 지지점의 부등침하 등의 영향을 고려한 하중조합중 가장 불리한 하중으로 설계하고 구조계산서에 상세히 기재한다.

1. 사 하 중

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

2. 활 하 중

가. 교 량

- 본선교량 : 본선교량 DB-24, DL-24
- 기타교량 : 해당도로의 등급

나. 교량 및 옹벽에 작용하는 노면 활하중

- 교량등급에 관계없이 1.0T/m²으로 한다.

3. 설계방법 적용기준

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

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

- 강도설계법 적용 : R.C.구조물(슬래브, 교대, 교각, BOX)
- 허용응력설계법 적용 : P.C구조물(강도설계법으로 안정성 검토)

강합성구조물(Preflex 합성형 표준 시방서 및 동해설 '86)

▶ 주요재료 사용기준 (124Page 발취)

4.5.1 콘크리트

종 류	기준강도 (kg/cm ²)	골재최대 치수(mm)	적 용 구 조 물	비 고
P.C	$\sigma_{cs}=400$	19	P.C 구조물 PREFLEX아연 플랜지	혼화제사용
1종	$\sigma_{cs}=270$	25	라멘교(SLAB, 축벽, 기초, 날개벽) PREFLEX(복부, 가로보), 현장제작 철근 콘크리트관	
		25	교량상부 SLAB	STEEL BOX/P.C BEAM SLAB(철부보강콘크리트)
2종	$\sigma_{cs}=240$	32	터널라이닝 콘크리트 및 입출구시설, 교량하부구조(교각, 교대, 무물통기초) 및 날개벽, 철근콘크리트 옹벽, 연석, 일거 일거집속슬래브	
		40	강관이용용 철근 콘크리트	
2종 수중	$\sigma_{cs}=240$	32	수중 콘크리트	
3종	$\sigma_{cs}=210$	25	장·성토부 도수로, 도수로 집수거, V형측구, L형측구(TYPE2-4), U형측구(TYPE1-4,7), U형측구 무점, 중분대 집수정, 노면집수정	
		40	중력식 옹벽, MASS콘크리트, 부대시설 기초, 일거 및 배수관 AFFORDA-4P 바닥 콘크리트 배수관 기초, 속채움콘크리트(우물통), 집수정, U형측구(TYPE5-6), 배수관 날개벽	
5종	$\sigma_{cs}=150$	50	레벨링콘크리트	교량중분대
L형측구	$\sigma_{cs}=210$	19	TYPE-1	난간 방호벽
중분대용	$\sigma_{cs}=240$	19	중분대 구체 콘크리트	
중간층용 LEAN CONC	$\sigma_{cs}=50$	40	포장 LEAN 콘크리트	
포장용	$\sigma_{cs}=45$	32	포장 슬래브	

주) 현장여건 및 사용량비에 따라 골재치수는 변경될 수 있다.

4.5.2 철근 : KSD 3504에 적합한 재료를 기준으로 한다.

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

4.5.3 강 재

1. P.C강재 : KSD 7002에 적합한 재료를 기준으로 한다.
SWPC 7B(2종) 항복점 강도 $\sigma_{ty}=180\text{kg/mm}^2$
인장강도 $\sigma_{ts}=190\text{kg/cm}^2$
2. 일반강재
주부재 : SWS 50(상·하프렌지, 복부판, 중 RIB, 주부재 연결판)
부부재 : SWS 41를 기준으로 한다.(주부재를 제외한 모든 부재)

4.5.4 주요재료 물리상수

1. 콘크리트 (도로고 표준 시험서 P599)
탄성계수 : $E_c = W_c \times 4,270 \sqrt{\sigma_{cs}}$ (kg/cm²)에 준하여 다음값을 사용해도 좋다.

강 도	400kg/cm ²	270kg/cm ²	240kg/cm ²
E_c	300,000	250,000	200,000
n	7	8	8

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

CREEP계수 : $\phi = 2.0$ (조강시멘트 경우) 2.2 (보통 시멘트 경우)

건조수축 계수 : 20×10^{-5}

2. 철근의 탄성계수 (도로고 시험서 P609)

$E_s = 2.04 \times 10^4$ (kg/cm²)

3. 강 재

○ 탄성계수 : $E_s = 2.1 \times 10^4 \text{kg/cm}^2$

○ 온도팽창계수 : $\alpha = 1.2 \times 10^{-5}$

② 영동고속도로(원주~강릉간)4차로 확장공사 구조및수리계산서(I) (1999. 8)

: 상·하부 구조계산, 부대공, 옹벽공 등에 대한 구조계산 및 검토에 있어 설계조건, 모델링, 설계 및 검토 등 항목별 검토사항은 적정한 것으로 확인되었다. 설계 당시의 설계기준과 현시점 설계기준과의 구조적 제반사항(재료적, 구조적 물성치) 차이에 따라 소요력 및 설계력에 차이가 있을수 있으므로 당시의 적용 설계기준 및 제반사항을 명시하여 유지관리자료로 활용토록 하였다.

▶ 상부 설계조건 (469Page 발췌)

1) 교종: 연속 강관형 합성교

2) 경간: 3 @ 50.0 = 150.0 m

3) 폭원: 2 @ 12.105 = 24.210 m

4) 사각: 0 Deg

5) 곡률: $R = 920.0 \text{ m}$

6) 재료강도

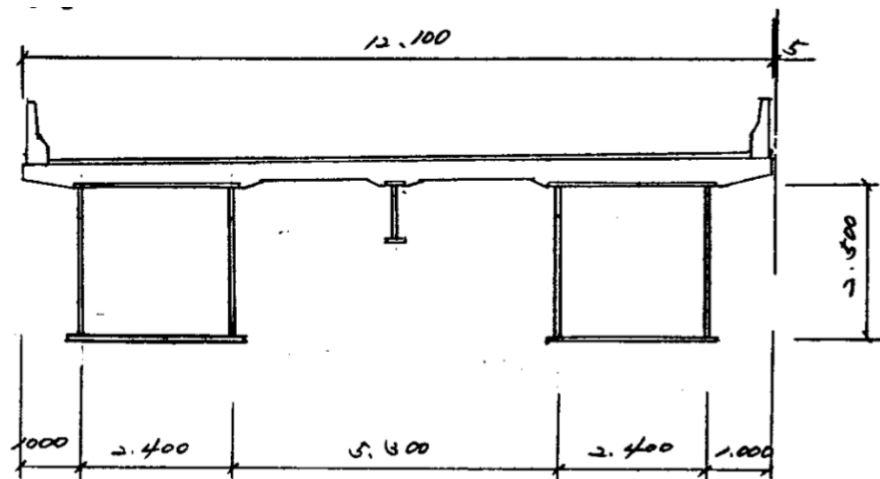
• Concrete: $f_{ck} = 270 \text{ kg/cm}^2$

• 강재: 주부재: S.W.S 50 ($f_{ka} = 1900 \text{ kg/cm}^2$)

부부재: S.W.S 41 ($f_{ka} = 1400 \text{ kg/cm}^2$)

7) 설계등급: 1등급: DB-24 or DL-24

▶ 단면가정



▶ 내진설계 (685Page 발췌)

- 1) 가속도 계수 : $A=0.07$ (내진2등급)
- 2) 지반계수 : $G=1.20$ (II 지반)
- 3) 응답수정 계수 : 단주 $R=3.0$ (기초 설계시 $R=1.50$)

▶ 교대 설계조건 (628Page 발췌)

1. 일반단면

교대높이 10.000 m
지관폭 6.500 m
저관길이 12.100 m

2. 설계조건

* 흙의 단위중량 (γ_t) : 2.000 t/m³
CON'C의 단위중량 (γ_c) : 2.500 t/m³
흙의 내부마찰각 (ϕ) : 35.000 deg
흙의 점착력 (c) : 0.000 t/m²
배면 연직 경사각 : 0.000 deg
노면 수평 경사각 : 0.000 deg

* 기초 바닥 N치 : 40.000

* 흙과 콘크리트의 마찰각

○ 상시
안정점토시 (RANKINE 토압사용) : 0.000 deg
단면점토시 (COULOMB 토압사용, $\phi/3$) : 11.667 deg

○ 지진시
MonoNobe Okabe 공식사용 : 0.000 deg
직접기초 - $K_h = 0.5A$
말뚝기초 - $K_h = 1.0A$
경사말뚝 - $K_h = 1.5A$

* CON'C의 설계강도 : 240.000 kg/cm²
철근의 항복강도 : 3000.000 kg/cm²

* 과재하중 : 1.000 t/m²

* 상부 전단반력

사하중 반력 : 26.162 t/M
활하중 반력 : 6.862 t/M

* 지진시 수평력 : 1.831 t/M

* 설계 가속도계수 : 0.070

* SHOE 마찰계수 : 0.100

* 지하수위 (지관 바닥에서) : -5.000 m

* 지관 마찰계수

$\phi = \sqrt{(15 \times N)} + 15 = 39.495 \text{ deg}$
 $\mu = \tan(2/3 \phi) = 0.495$

▶ 교각 설계조건 (674Page 발췌)

- 1) 형식 : STEEL BOX GIRDER 교 (3@50.0° = 150.0°)
하부 : T-TYPE 교
- 2) 기초형식 : 확대기초
- 3) 활하중 : DB-24, DL-24
- 4) 재료강도
콘크리트 : $f_{ck} = 240 \text{ kg/cm}^2$
철근 : $f_y = 3000 \text{ kg/cm}^2$
- 5) 설계개념 : U.S.D
- 1) 내진응답 : 1등급 ($A = 0.07g$)
- 2) 교량형식 : 가장단 연속 강상형 합성교
- 3) 지반종류 : I 지역 ($S = 1.2$)
- 4) 해석방법 : 단형 2D 스택트럼 해석
- 5) 응답수정 계수
교각 : 3.0
기초 : 1.50

③ 준공도 검토

: 설계도면은 당시 설계기준에 적합하게 작성된 것으로 검토되었으며, 종·평면도, 단면도, 상부 구조물도, 각종 상세도가 적정하게 작성된 것으로 검토되었다.

④ 영동고속도로(원주~강릉간)4차로 확장공사 토질조사보고서(1999. 8)

▶ 지형(33Page 발췌)

본 조사지역은 행정구역상 강원도 평창군 용평면 장평리에서 속사리에 걸쳐 위치하고 있다.

본 지역의 산세는 대체로 계획노선과 나란한 북동방향으로 발달하고 있다. 또한 해발 고도가 786 ~ 1003m 정도로 가파른 산비탈면을 가지는 험준한 산세를 보여주고 있다. 이러한 지형은 지형 윤회과정상 장년기초의 지형에 속하는 것으로 보인다.

본 지역의 선구조는 크게 N 75° ~ 82° E, N 50° ~ 80° W의 주향이 주를 이루고 있으며, 이들의 경사는 75° ~ Vertical 정도로 발달되어 있다. 또한 N 20° ~ 60° E의 주향에 30° 내외의 경사를 가진 것들이 부수적으로 발달되어 있다.

본 지역의 수계는 계획노선을 따라 북동에서 남서방향으로 흐르고 있으며, 북서 내지는 남동방향의 소지류들이 유입되는 양상을 보여주고 있다.

이러한 지형적인 특성은 본 지역에 발달되어 있는 지질 및 지질구조와 밀접한 관계를 가지고 있다.

▶ 지질

본 조사지역의 지질은 쥐라기의 대보화강암 (Deabo Granite), 제 4기의 충적층으로 이루어져 있다.

중생대 쥐라기에 있었던 대보조산운동의 영향으로 형성된 대보화강암은 본 지역의 기반암을 이루고 있으며, 제 4기의 충적층이 그 위에 부정합으로 피복하고 있으나 그 발달은 미약한 형태를 보여주고 있다.

본 지역에 발달되어 있는 지질의 층서적인 관계는 다음과 같다.

《 지질계통표 》

제 4 기	⌈	충 적 층
~~~~		부 정 합 ~~~
쥐 라 기	⌈	대 보 화 강 암

## ▶ 지반개황(41Page 발췌)

## ▶ 표토층

본 지층은 조사지역 전반에 걸쳐 지반의 최상부인 지표면에서 확인되고 있으며, 0.5 ~ 6.1m 정도의 층후로 분포하고 있다.

본 지층은 실트 및 자갈 섞인 모래, 실트질 모래, 모래 섞인 전석 및 자갈로 구성되어 통일분류법에 의하면 SW, SM, GW로 분류되며, 갈색 내지는 황갈색의 색조를 띠고 있다.

## ▶ 풍화암층

본 지층은 시추공 B-13, B-17, B-18 지역에서만 확인되는 지층으로서, 지표하 심도 0.9 ~ 6.1m 정도에서 확인되고 있으며, 0.8 ~ 4.1m 정도의 층후로 분포하고 있다.

본 지층의 풍화정도는 완전풍화(C.W)에 속하며, 황갈색 내지는 회갈색의 색조를 띠고 있다. 모암은 화강암이다.

## ▶ 연암층

본 지층은 시추공 B-18 지역을 제외한 조사지역 전반에 걸쳐 지표하 심도 0.5 ~ 3.7m 정도에서 확인되고 있으며, 0.8 ~ 3.6m 정도의 층후로 분포하고 있다.

본 지층의 풍화정도는 보통풍화(M.W)에서 심한풍화(H.W)에 속하며, 시추작업시 코아 회수는 절리 및 균열의 발달로 인하여 매우 저조한 상태이고, 우백색 내지 황갈색의 색조를 띠고 있다. 암석의 강도는 보통 강함 정도이고 조직은 중립 ~ 조립질로 이루어져 있으며, 모암은 화강암이다.

## ▶ 경암층

본 지층은 조사지역 전반에 걸쳐 지표하 심도 3.5 ~ 10.2m 정도에서 확인되고 있다.

본 지층의 풍화정도는 약한 풍화(S.W)에서 신선(Fresh)한 정도에 속하며, 우백색의 색조를 띠고 있다. 암석의 강도는 강함에서 매우 강함 정도이고 조직은 중립 ~ 조립질로 이루어져 있으며, 모암은 화강암이다.

## 2.2 교량의 이력사항

### 2.2.1 안전점검 및 정밀안전진단 이력

<표 2.2.1> 안전점검 및 정밀안전진단 이력

점검진단구분	점검진단기관명	비용(천원)	주요 점검진단결과	작성일
점검진단기간	책임기술자	안전등급	주요 보수보강(안)	작성자
정기점검 (상반기)	자체수행	0	금회 정기점검 결과,구조적인 손상 및 결함은 발생되지 않았으며,거더 및 가로보외측,단부,연결부,볼트,용접부 부분 점부식,바닥판단부 표면열화,박락,철근노출,균열,받침장치부분 부식,무수축물탈 파손 및 받침콘크리트 균열,교대벽체 균열,보수부 들뜸,표면박리,박락,신축이음장치 후타균열,중분대 개량부 균열,난간균열,하부열화,배수관부식 등이 관찰됨	2017-04-26
2017-04-14 2017-04-14	오문석	양호	신축이음장치 및 배수구 청소,난간단면보수,배수시설보수,주의관찰 부재에 대해서는 손상의 진전여부를 판단하여 적기에 보수보강이 이루어 질 수 있도록 조치해야 함	이수동
정기점검 (하반기)	자체수행	0	금회 정기점검 결과,구조적인 손상 및 결함은 발생되지 않았으며,거더 및 가로보외측,단부,연결부,볼트,용접부 부분 점부식,바닥판단부 표면열화,균열,받침장치 부분 부식,무수축물탈 및 받침콘크리트 균열,교대벽체 균열,보수부 들뜸,표면박리,박락,신축이음장치 후타균열,포장균열,난간 및 중분대균열,하부열화,배수관부식 등이 관찰됨	2016-09-29
2016-09-21 2016-09-21	정의천	양호	신축이음장치 및 배수구 청소,교면개량,난간단면보수,배수시설보수,주의관찰 부재에 대해서는 손상의 진전여부를 판단하여 적기에 보수보강이 이루어 질 수 있도록 조치해야 함.	이육준
정기점검 (상반기)	자체수행	0	금회 정기점검 결과,구조적인 손상 및 결함은 발생되지 않았으며,거더 및 가로보외측,단부,연결부,볼트,용접부 부분 점부식,바닥판단부 표면열화,균열,받침장치 부분 부식,무수축물탈 및 받침콘크리트 균열,교대벽체 균열,보수부 들뜸,표면박리,박락,신축이음장치 후타균열,포장균열,난간 및 중분대균열,하부열화,배수관부식 등이 관찰됨	2016-06-29
2016-06-07 2016-06-07	정의천	양호	현재는 보수보강이 필요치 않으나, 주의관찰 부재에 대해서는 손상의 진전여부를 판단하여 적기에 보수보강이 이루어 질 수 있도록 조치해야 함.	이육준

(계속)

&lt;표 2.2.1&gt; 안전점검 및 정밀안전진단 이력(계속)

점검진단구분	점검진단기관명	비용(천원)	주요 점검진단결과	작성일
점검진단기간	책임기술자	안전등급	주요 보수보강(안)	작성자
정밀안전진단	영동이앤지(주)	3,250	-내측바닥판 Deck Plate의 백태(누수흔적)(기 진단시와 유사한 상태)     -외측 캔틸레버 하면 백태(기 진단시와 손상정도는 유사, 부분적 확대)     -강재거더는 전반적으로 기 진단(2010년)시의 부식손상이 부분적 증대된 양상이며 또한 추가적인 표면부식(점부식 등) 발생     -하부구조 폭 0.3mm 내외의 초기균열, 보수재 손상     -교량받침 부식, 받침물탈 및 콘크리트 건조수축균열(폭 0.3mm 내외)     -신축이음 양호, 방호벽콘크리트 균열, 단면손상	2016-01-20
2015-09-16 2015-12-24	신동식	C등급	-강재거더 내 ? 외부 부식 및 도장박리 손상에 대한 제도장     -받침장치 Sole Plate 제도장     -받침 몰탈 및 콘크리트 균열보수 등	이정인
정기점검 (상반기)	자체수행	0	구조적인 결함은 발생되지 않았으나 유지관리 시의 중점점검 사항 및 내구성 확보차원에서의 보수가 필요한 부분에 대하여 보수 후에도 보수상태나 손상의 진전을 일상점검시 중점적으로 점검해야 함	2015-07-02
2015-06-04 2015-06-04	정의천	양호	바닥판 및 교대열화부 단면보수,교면포장 균열보수,신축이음장치 청소	이육준
정밀점검	자체수행	0	바닥판 균열, 콘크리트 박락, 거더 하부플랜지 녹발생, 교대 보수부 들뜸 및 교대 균열, 받침 녹발생 및 무수축콘크리트 균열, 신축이음 후타재 균열 등이 주요 손상으로 조사되었으며 금회 조사된 손상은 내구성 확보차원의 보수가 필요한 상태임.콘크리트에 대한 내구성 조사 결과, 강도, 탄산화 깊이 등의 콘크리트 상태는 설계기준을 만족하고 있는 양호한 상태로 추정됨.현장조사 및 내구성 조사에 의한 상태평가 결과는 “B”로 평가되었으며, 종합평가 결과 안전등급은 “B등급”으로 평가됨	2015-01-09
2014-09-15 2014-09-15	정의천	B등급	- 바닥판 백태, 하부 파손 및 데크플레이트 백태 : 표면처리 및 단면보수    - 거더 하부플랜지 녹발생 : 제도장    - 교대 및 교각 상단부 균열 및 오염 : 주입 보수 및 표면처리    - 받침장치 부식 : 제도장	이육준

(계속)

&lt;표 2.2.1&gt; 안전점검 및 정밀안전진단 이력(계속)

점검진단구분	점검진단기관명	비용(천원)	주요 점검진단결과	작성일
점검진단기간	책임기술자	안전등급	주요 보수보강(안)	작성자
정기점검 (상반기)	자체수행	0	점검결과 구조적인 결함사항은 발견되지 않았으며,거더 단부 및 하부플랜지 연결볼트 녹발생,가로보 연결볼트부 녹발생,복판판 백태,바닥판 단부 표면탈리,바닥판 데크플레이트 주변 백태(교면개량전),받침장치 부식,교대 누수,백태,녹물오염,균열,교대홍벽 균열,녹물,백태오염,신축이음장치 후타콘크리트 균열,포장균열,갓길측 배수관부식등이 관찰됨	2014-10-07
2014-04-10 2014-04-10	정의천	양호	거더 및 가로보 부식부 채도장,받침장치 채도장,기타주의관찰	이육준
정기점검 (하반기)	자체수행	0	점검결과 구조적인 결함은 발견되지 않았으며,거더,가로보 부식,백태오염,바닥판표면탈리,받침부식,교대홍벽,벽체,표면손상,균열,신축이음후타균열,포장균열,난간하부열화,도장탈리,배수관부식 등이 발견됨	2013-10-25
2013-08-13 2013-08-13	김태훈	양호	난간단면보수,교대균열보수 필요. 거더,가로보,받침장치 부식 주의관찰,교대의 오염 및 박리,포장 균열 등 주의관찰 필요	김태훈
정기점검 (상반기)	자체수행	0	S1G1 하부플랜지 부식 및 도장박리,S1G2 전단키 부식 및 녹발생,S3G1 하부플랜지 점부식,S1 바닥판 내민보 박리,백태,현치부 백태,A1 신축이음교체후 청소불량,A2 교대홍벽 박리 백태 및 녹물오염,A1,A2 신축이음장치 토사퇴적,S1 난간보호도장 탈리,하부열화,S2 난간보호도장 탈리,하부열화,중분대방호벽 균열,백태,S3 난간보호도장 탈리,하부열화,S2~S3 배수구 토사퇴적	2013-04-11
2013-04-11 2013-04-11	김태훈	양호	채도장,백태제거,단면보수,교대청소,토사제거	김태훈
정밀점검	자체수행	0	S1G2 전단키 부식 및 녹발생,S1G1 강박스 부식으로인한 도장탈리,S3G1 강박스 점부식,A1 양측 현치부 콘크리트 균열 및 박락,P1,P2 데크플레이트 백태,녹물,부식,A1-sh1 슈 도장 탈리,P2-sh4 슈 녹발생,부식,A1 교대벽체 및 홍벽 열화 백태,녹물,A2 교대홍벽 백태 및 녹물오염,진경간 포장불량 2%미만,S3 배수구 토사적치 및 배수관 부식	2012-12-12
2012-07-16 2012-07-16	김태훈	B등급	백태 및 박리부 지속관찰,신축이음장치 후타보수,동계기간 갓길부 균열 및 들뜸 지속관찰,배수관위치 조정	김태훈

(계속)

&lt;표 2.2.1&gt; 안전점검 및 정밀안전진단 이력(계속)

점검진단구분	점검진단기관명	비용(천원)	주요 점검진단결과	작성일
점검진단기간	책임기술자	안전등급	주요 보수보강(안)	작성자
정기점검 (상반기)	자체수행	0	S1G1 강박스 부식으로 인한 도장탈리, S1G2 전단키 부식 및 녹발생, A1 양측 가로보 콘크리트 균열 및 박락, A1-1슈 도장 탈리, A1 교대벽체 및 홍벽 열화 백태, 녹물, 균열, 본체국부파손, 토사퇴적, 미세균열, 토사퇴적, 균열, A2 교대홍벽 백태 및 녹물오염	2012-06-14
2012-05-04 2012-05-04	이해수, 김태훈	양호	제도장, 단면보수, 제도장, 단면보수, 청소, 후타보수, 주의관찰, 오염제거	김태훈
정기점검 (하반기)	자체수행	0	S1-S2 난간방호벽 하부 열화 및 탈리	2011-11-29
2011-10-04 2011-10-04	이해, 박광일	양호	단면보수	박광일
정기점검 (상반기)	자체수행	0	양호함, 부속시설물 이상없음	2011-06-21
2011-04-15 2011-04-15	이해수, 박광일	양호	없음	박광일
정밀안전진단	(주)하이콘엔지니어링	31,086	본 교량은 상태등급 산정결과 각 경간의 교량전체 환산결함도지수는 0.235로서 상태평가 산정 기준에 의해 대상교량의 상태등급은 “B등급”에 해당되며, 안전성평가 결과 “A등급”에 해당 됨에 따라 교량전체의 안전등급은 “B등급”에 해당된다. 내하력평가 결과 활하중(DB-24, DL-24)에 대한 내하성능은 충분한 여유도를 확보하고 있는 것으로 평가된다. 대상교량의 개별부재에서 조사된 손상 및 결함은 적절한 보수를 통해 구조물의 내구성 및 사용성 확보가 필요하며, 특히 교각 두부에 발생된 수직균열에 대해서는 보수와 더불어 균열의 진행성 유무 확인 등의 지속적인 주의관찰이 필요한 것으로 판단된다.	2010-11-09
2010-03-15 2010-10-15	조승현	B등급	교면포장 균열보수, 배수구 청소 및 덮개판 설치, 바닥판 하면 단면보수, 교대 및 교각 균열보수 및 단면보수, 방호벽 단면보수, 신축이음 본체 청소 및 주의관찰, 받침장치 도장보수 및 균열보수, STB 내·외부 및 볼트이음부 도장보수	민경삼
정기점검 (하반기)	자체수행	0	양호함	2010-09-03
2010-09-03 2010-09-03	박광일	양호	없음	박광일

(계속)

&lt;표 2.2.1&gt; 안전점검 및 정밀안전진단 이력(계속)

점검진단구분	점검진단기관명	비용(천원)	주요 점검진단결과	작성일
점검진단기간	책임기술자	안전등급	주요 보수보강(안)	작성자
정밀점검	에스큐엔지니어링(주)	5,013	포장면 콘크리트 균열, 방호벽 균열, 슬래브 하면 백태, 강재주형 볼트 부식, 교대 및 교각균열	2010-01-06
2009-04-16 2009-12-11	박윤제	B등급	표면처리, 주입보수, 단면보수, 부식제거 후 재도장	김종생
정기점검 (상반기)		0	슈 보호덮개 발청	2009-04-08
2009-04-08 2009-04-08	김용준	양호	재도색 및 필요시 제거	김태훈
정밀점검		0	양호	2008-10-13
2008-08-01 2008-08-28	이원석	B등급	-	김태훈
정기점검 (상반기)	자체수행	0	양호	2008-06-05
2008-05-27 2008-05-27	강현억	양호	없음	김태훈
정기점검 (하반기)		0	양호	2008-01-29
2007-12-11 2007-12-11	이권찬	양호	없음	김태훈

(계속)



&lt;표 2.2.1&gt; 안전점검 및 정밀안전진단 이력(계속)

점검진단구분	점검진단기관명	비용(천원)	주요 점검진단결과	작성일
점검진단기간	책임기술자	안전등급	주요 보수보강(안)	작성자
정기점검 (상반기)	자체수행	0	교면포장 일부 백태 및 균열	2008-01-29
2007-06-13 2007-06-13	한광수	양호	아스콘 패칭	김태훈
정밀점검		0	양호	2007-01-11
2006-09-01 2006-09-01	석선원	A등급	없음	이권찬
정기점검 (하반기)		0	양호	2007-01-11
2006-07-05 2006-07-05	이진만	양호	없음	이권찬
정기점검 (하반기)		0	양호	2006-02-13
2005-12-02 2005-12-02	이권찬	양호	-	이권찬
정기점검 (상반기)		0	양호	2005-12-22
2005-06-09 2005-06-09	석선원	양호	-	이권찬
정밀점검		0	슈 받침 콘크리트 파손 및 교대 코핑부 물고임	2005-03-03
2004-11-08 2004-11-08	양승렬	A등급	콘크리트 단면보수 및 물고임부 제거	이권찬
정기점검 (상반기)		0	양호	2004-06-30
2004-06-04 2004-06-04	양승렬	양호	없음	이권찬

(계속)

&lt;표 2.2.1&gt; 안전점검 및 정밀안전진단 이력(계속)

점검진단구분	점검진단기관명	비용(천원)	주요 점검진단결과	작성일
점검진단기간	책임기술자	안전등급	주요 보수보강(안)	작성자
정기점검 (하반기)		0	양호	2004-02-27
2003-10-13 2003-10-13	정우관	양호	없음	이철상
정기점검 (상반기)		0	교면포장,배수시설,난간,바닥판,신축이음,주형,교좌장치,구체,교각 기타등	2003-07-15
2003-06-23 2003-06-24	정우관	양호	없음	이철상
정밀점검	한국도로공사	0	교량 교대·교각의 균열발생	2016-10-18
2002-10-28 2002-10-29	최기용	A등급		심정원
정기점검 (하반기)	자체	0	구조적으로 이상없으나 P1 교각상부 볼트 미처리	2002-04-10
2001-11-30 2001-11-30	김윤섭	양호	노출볼트 제거	김태훈
정기점검 (상반기)	자체	0	교면포장, 배수시설, 난간, 바닥판, 신축이음, 주형, 교좌장치, 구체(교각, 교대) 점검 양호	2002-04-10
2001-06-26 2001-06-29	김윤섭	양호	없음	김태훈
정기점검 (상반기)	자체	0	교면포장, 배수시설, 난간, 바닥판, 신축이음, 주형, 교좌장치, 구체(교각, 교대) 점검 양호	2002-04-10
2001-03-26 2001-03-29	김태훈	양호	없음	김태훈
정기점검 (하반기)	자체	0	교각, 교대 및 상판	2001-03-15
2000-12-26 2000-12-26	이상주	양호		김윤섭
정밀점검	본부		교좌장치 및 콘크리트 균열 조사	2000-07-31
2000-07-26 2000-07-26	구조물 과장	A등급		이상주
기타(부분점검·진단 등)	본부	0	고장력볼트부 발청	2001-03-15
2000-05-18 2000-05-18	구조물과장	양호	발청부 채도장 실시	김윤섭

## 2.2.2 보수 · 보강 이력

공사명 공사기간	공사 구분	보수·보강부위 공사내역	설계자 공사비(천원)	시공자 책임기술자
미등록 2000.09.23.~2000.10.31.	보수	A2측	한국종합 기술공사	삼성물산(주)
		교대부 균열보수	0	이우철
구조물유지관리연간단가 2007.05.02 ~ 2007.12.31	보수	받침	이권찬	(주)신영 종합건설
		슈재도장	139	한광수
교량받침 도장보수공사 2008.05.01 ~ 2008.06.30	보강	받침	김태훈	대광기업
		슈재도장	21	김무기
2010년 대관령지사 구조물 유지보수공사 연간단가계약 2010.05.06 ~ 2010.12.31	보수	바닥판	박광일	(합)원주 현대건설
		단면보수	150	박광일
2010년 대관령지사 구조물 유지보수공사 연간단가계약 2010.05.06 ~ 2010.12.31	보수	교대	박광알	(합)원주 현대건설
		백태	100	박광알
2010년 대관령지사 구조물 유지보수공사 연간단가계약 2010.05.06 ~ 2010.12.31	보수	받침	박광일	(합)원주 현대건설
		슈재도장	300	박광일
2010년 대관령지사 구조물 유지보수공사 연간단가계약 2010.05.06 ~ 2010.12.31	보수	난간,연석, 중앙분리대	박광일	(합)원주 현대건설
		난간 보강	30,000	박광일
2012년 대관령지사 도로시설물 유지관리공사 연간 단가계약 2012.01.09 ~ 2012.12.31	보수	교대	김태훈	비봉건설
		단면보수	1,286	임도완
2012년 대관령지사 관내 도로시설물 개량공사 2012.05.22 ~ 2012.11.14	개량	A1 신축이음장치	김태훈	태승건설
		NB -> RMC #80 11.4m	10,896	지영인
2015년 대관령지사 관내 교량보수보강공사 2015.04.27.~2015.12.24	보수	교대	이욱준	주식회사 베스트건설
		균열보수,단면보수	1,594	김태현
2017년 도로시설물 유지보수공사 2017.01.01.~2017.12.28.	보수	바닥판, 교대 및 교각, 거더, 교면포장, 배수관, 난간	-	-
		표면보수, 재도장, 교면포장, 배수관개량, 균열보수	-	-

## 2.2.3 전차 보고서 요약

&lt;표 2.2.3&gt; 전차 보고서(2015년) 외관조사 결과

상태평가 결과 및 보수·보강				상태평가 결과 : C
결함발생부재		상태평가 결과	결함종류	보수·보강(안)
상부 구조	바닥판	d	·표면열화(표면백태) ·Deck Plate 부식 및 백태 ·박락	·단면보수 ·지속관찰 ·단면보수
	강박스 거더	c	·도장박리 및 부식	·재도장
	가로보 및 세로보	c	·도장박리 및 부식 ·국부 국소 충격 강재변형	·재도장 ·지속관찰
하부구조		c	·균열(0.2mm이하) ·균열(0.3mm이상) ·표면보수재 박리, 균열 ·백태	·표면보수 ·주입보수 ·표면보수, 주입보수 ·단면보수
교량받침		b	·본체 및 Sole Plate 부식 ·받침 몰탈 및 콘크리트 균열(0.2mm이하)	·재도장 ·주입보수 및 표면보수 ·지속관찰
기 타 부 재	신축이음	c	·본체 이물질 퇴적 ·후타재 균열 ·후타재 경계부 틈	·지속관찰 ·지속관찰 ·지속관찰
	교면포장	d	·균열, 망상균열	·지속관찰
	배수시설	c	·그레이팅 파손 ·배수관 부식	·교체 ·지속관찰
	난간 및 연석 (방호벽)	d	·균열(0.3mm이하) ·균열(0.3mm이상) ·박리, 박락 ·단면 탈락, 파손	·단면보수

## 나. 재료시험 결과

&lt;표 2.2.4&gt; 전차 보고서(2015년) 재료시험 결과

구분				기 진단(2010년)	금회 정밀안전진단	비고
콘크리트	콘크리트 강도 (MPa)	상부구조		27.4~28.6	27.3~28.0	·설계강도 : 27.0 양호함
		하부구조 (교대, 교각)		24.2~26.7	24.3~26.0	·설계강도 : 24.0 양호함
	코어강도 (MPa)	하부구조 (교대)		-	26.3~28.5	·설계강도 : 24.0 양호함
	철근 탐사	배근 간격 (mm)	상부구조 (하부 주철근)	120.0~140.0	≒@125	· 측정위치에 따른 편차
			하부구조 (수직 철근)	190.0~210.0 (홍벽)	≒@200 (홍벽)	
			교각	140.0~160.0 (코핑)	≒@100 (기둥)	
		피복 두께 (mm)	상부구조 (하부 주철근)	47.0~56.0	40.0~54.0	
			하부구조 (교각 수직철근)	97.0~102.0 (코핑)	93.0~110.0 (기둥)	
	탄산화 깊이 (mm)	상부구조		9.2~10.0	10.2	·측정위치에 따른 편차 ·잔여깊이 30mm이상, <a등급> 양호함
		하부구조 (교대, 교각)		8.9~11.9	9.2~11.4	
	염화물 함유량 (kg/m³)	상부구조	캔틸레버 하면	-	1.280~1.285 (캔틸레버하면 신축이음 외측)	· 측정위치에 따른 편차
		하부구조 (교대, 교각)	교각	-	0.640~0.728 (기둥부)	
			교대	0.226~0.339 (A1 교대 벽체)	4.053~7.445 (신축이음 외측)	
강재	초음파 탐상	합격		16	12	·등급분류 : 1등급
		불합격		-	-	
	도막두께 (mm)	G1	내부	165~214	187~189	· 전반적으로 도막두께 기준을 만족함
			외부	273~289	284~285	
		G2	내부	182~221	201~206	
			외부	278~297	276~287	

## 다. 상태평가

상태평가 결과, 환산결함도 점수가 0.413로 산정되어 최종 상태등급은 “C등급”으로 평가되었다.

## 라. 안전등급 지정

속사천4교(인천)에 대한 상태평가 및 안전성평가 등을 종합적으로 평가한 결과 안전등급 “C등급”으로 평가되었다.

안전등급	구조물명	안전등급
	속사천4교(인천)	C등급

## 마. 보수방안

구 분		손상내용	보수방안	손상 물량	보수 물량	단위	우선 순위
바닥판		균열(0.3mm이상)	주입보수	2.5	3.8	m	2
		표면열화, 백태	단면보수	198.9	298.4	m ²	3
		박락, 파손	단면보수	4.70	7.1	m ²	2
거 더	내부	(점)부식, 도장박리	재도장	8.19	12.3	m ²	2
		우수유입	셀링보수	5	5	EA	2
	외부	(점)부식, 도장박리	재도장	211.8	317.7	m ²	2
가로보 및 세로보		부식(볼트부식포함)	재도장	29.31	44.0	m ²	2
하부구조 교각		균열(0.3mm이상)	주입보수	11.3	17.0	m	2
교대		균열(0.3mm이상)	주입보수	3.96	5.9	m	2
교 량 받 침	본체	Plate 부식	재도장	0.79	1.2	m ²	3
	콘크리트	파손, 박리	단면보수	0.05	1.0	m ²	3
배수시설		그레이팅 망실	재설치	1	1	EA	3
방호 울타리		균열(0.3mm이상)	주입보수	128.6	192.9	m	2
		파손, 단면탈락	단면보수	2.51	3.8	m ²	2

### 바. 종합결론

속사천4교(인천)는 약 17년의 공용기간이 경과한 교량으로 금회 진단결과, 안전성과 내구성에 문제가 될 정도의 손상이나 결함은 없으나 주부재인 및 보조부재의 내구성능과 기능저하 요인에 대하여 성능 확보를 위한 보수 및 지속관찰 유지관리가 필요한 상태이다.

본 교량의 상태평가등급(C등급) 및 안전성평가등급(A등급)을 반영한 종합평가등급(C등급)을 종합적으로 평가한 안전등급은 "C"등급으로 평가되었으며, 향후 금회 진단결과에서 조사된 결함 및 손상 부위에 대하여 적정한 보수 및 지속관찰 유지관리를 시행하면 건전성을 확보, 유지할 수 있을 것으로 판단된다.

## 2.3 시설물의 내진설계 여부확인

검토대상부재	설계적용 여부	검토결과 요약
받침	Y	설계시 내진검토 반영
교대	Y	설계시 내진검토 반영
교각	Y	설계시 내진검토 반영

본 과업구간은 강원도 지역으로서 내진 2등급에 해당하므로 내진설계에 사용하는 가속도 계수는  $A=0.07$ , 교량의 내진해석 방법은 단일 모드 스펙트럼 해석법을 사용하여 내진설계를 하였다.

- 지방서 규정에 따라 상부구조, 교각 및 기초 교대에 내진설계 적용
- 지진시 교량의 붕괴방지는 낙교방지와 교각의 안정을 최대 주안점으로 한다.
- 구조적으로 허용하는 한 고정받침을 여러개소에 사용하여 수평력을 분산시켜 설계에 적용한다.
- 고정받침이나 고정교각에 작용하는 수평력에 의한 교각설계를 정밀하게 하여야 한다.

## 2.4 자료분석 결과 및 과업진행 방향

<표 2.4.1> 자료분석 결과

구분	수집 자료	자료 분석 결과	과업진행방향
건설 관련 자료	· 준공도면	· 준공도면은 설계당시 기준에 준하여 작성된 것으로 확인됨.     · 준공도면의 구조물 치수는 동일한 것으로 확인됨.	· 현장조사 시 부재치수를 확인하여 준공도면과 비교, 검토하고 실측치와 동일할 경우는 관리주체측에서 보유한 도면을 기준으로 진행함.
유지 관리 자료	· 점검 이력     · 정밀점검보고서     · 정밀안전진단 보고서	· 기존 정밀점검 보고서 분석결과, 교량의 각 부재에서 손상 및 열화가 확인되었으며, 관리주체는 그에 따른 유지관리를 실시하고 있어 구조물은 내구성, 사용성을 확보함.	· 금회 중점조사 부재                    - 바닥판 하부 백태     - 거더, 가로보 부식     - 받침 부식, 균열, 기능     - 교각 균열, 박락     - 신축이음 기능, 누수           · 부재에 나타나는 손상 및 열화 현상을 면밀히 조사하여 확인 및 기록하고 그에 따른 구조물의 평가(상태평가)를 실시하여 교량의 안전 등급을 제시함.     · 향후 유지관리를 위한 보수·보강방안을 제시토록함.
	· 보수·보강이력	· 보수·보강 이력을 검토한 결과, 하자보수공사 등을 통하여 지속적인 유지관리가 진행된 것으로 평가됨.	· 보수·보강 이력사항에는 보수부에 대한 위치가 제시되어 있지 않으므로 보수된 손상명에 대한 사항을 상세외관조사시 면밀히 조사함.