

제 2장 자료수집 및 분석

2.1 자료수집 현황

2.2 건설 관련자료 검토결과 요약

2.3 기존 정기 및 정밀점검 실시결과 요약

2.4 보수·보강 이력

2.5 내진설계 및 보강 여부

2.6 자료분석 결과요약

제 2장 자료수집 및 분석

2.1 자료수집 현황

본 과업에 대한 자료조사는 주변현황 자료와 시설물의 설계, 시공 및 유지관리 관련자료로 대별되며, 자료 분석을 통하여 과업 수행의 추진방향과 세부계획을 수립하였다.

또한, 본 과업 대상구조물의 관련자료를 수집·분석하여 구조물의 이력 확인, 결함 및 손상의 원인 분석, 손상의 변화 및 진행성 여부, 보수·보강대책 및 유지관리방안을 수립하기 위한 기초자료로 활용하였다.

2.1.1 자료수집 현황

본 구조물에 관련된 자료는 주로 설계 및 시공과 관련된 건설당시 자료와 구조물 준공 이후의 유지관리와 관련된 자료 등이며, 관리주체의 유지관리자료 보유 현황은 다음과 같다.

【표 2.1.1】 자료수집 현황

보존대상 목록		보유현황	비 고
설계 도서	◇ 공통 - 준공내역서 - 공사시방서 - 각종계산서 - 토질 및 지반조사 보고서 - 기타 특이사항 보고서	○	◇ 대구~부산간 고속도로 민간투자사업 (제 5공구) - 설계서 - 내역서 - 수량산출서, 단가산출서 - 구조 및 수리계산서 - 구조물도 - 실시설계일반보고서 - 기본설계보고서 - 토질조사보고서
	◇ 설계도면 - 위치도, 평면도, 단면도(중·횡), 상·하부 구조물도, 빔 상세도, 신축이음·교량받침 상세도	○	
시설물 관 리 대 장	◇ 기본현황 ◇ 상세제원 ◇ 유지관리 이력	○	◇ FMS 전산관리
시공 관 련 자 료	◇ 시공관련 자료 ◇ 품질관리 관련자료 - 재료증명서 - 품질시험기록 - 관리 및 선정시험 기록 등 각종 시험 기록 - 시설물의 주요 구조부위에 대한 계측 관련자료 ◇ 사고기록	○	◇ 품질시험검사성과총괄표 ◇ 시공기록보고서
안전점검 및 정밀안전진단 자료		○	◇ FMS 전산관리
보수·보강 자료		○	

2.2 건설 관련자료 검토결과 요약

본 과업대상 구조물의 건설당시 주요 현황을 파악하기 위해 “대구-부산간 고속도로 민간투자사업 건설공사(제 5공구)(2002)”의 구조 및 수리계산서와 준공도면, 일반보고서, 토질조사 보고서 등을 검토하여 주요 현황을 요약하여 수록하였다.

2.2.1 설계기준 검토

가. 기하구조

설계속도(km/h)			120	110	100	비고
구 분						
최소평면 곡선반경(m)	적용최대 편경사	6%	710	600	460	도로의 구조·시설기준 에 관한 규칙 제18조
		7%	670	560	440	
		8%	630	530	420	
평면곡선의 최소길이(m)	교각5도미만		700/θ	650/θ	550/θ	제19조
	교각5도이상		140	130	110	
최대종단 경사(%)	고속도로		3/4	3/5	3/5	평지/산지 제24조
	간선도로		-	-	3/6	
종단곡선변화 비율(m/%)	블록곡선		200	160	100	제26조
	오목곡선		70	60	50	
종단곡선의 최소길이(m)			100	90	85	
최소완화곡선장(m)			70	65	60	제22조
정지시거(m)			280	250	200	제23조
최대편경사(%)	본선		6	6	6	제20조
	연결로		8	8	8	
편경사 최대접속설치율			1/200	1/185	1/175	
완화곡선 생략곡선반경(m)			3,000	2,500	2,000	해설 및 지침 p164
편경사 생략 곡선반경(m)	본선		6,900	5,800	4,800	해설 및 지침 p133
	연결로		7,200	6,000	5,000	

나. 가 · 감속 차로장

1) 감속차로

① 연결로가 2차로인 경우 감속차로의 길이는 다음 표 길이의 1.2배 이상으로 한다.

본선설계속도(km/h)		120	110	100	90	80	70	60
80	변이구간을 제외한 감속차로의 최소길이(m)	120	105	85	60	-	-	-
70		140	120	100	75	55	-	-
60		155	140	120	100	80	55	-
50		170	150	135	110	90	70	55
40		175	160	145	120	100	85	65
30		185	170	155	135	115	95	80

② 본선의 종단경사의 크기에 따른 감속차로의 길이보정률은 다음 표의 비율로 한다.

본선의 종단경사(%)	내리막경사				
	0~2미만	2이상 3미만	3이상 4미만	4이상 5미만	5이상
감속차로의 길이보정률	1.00	1.10	1.20	1.30	1.35

2) 가속차로

① 연결로가 2차로인 경우 가속차로의 길이는 다음 표의 길이의 1.2배 이상으로 한다.

본선설계속도(km/h)		120	110	100	90	80	70	60
80	변이구간을 제외한 감속차로의 최소길이(m)	245	120	55	-	-	-	-
70		355	210	145	50	-	-	-
60		400	285	220	130	55	-	-
50		445	330	265	175	100	50	-
40		470	360	300	210	135	85	-
30		500	390	330	240	165	110	70

② 본선의 종단경사의 크기에 따른 가속차로의 길이보정률은 다음 표의 비율로 한다.

본선의 종단경사(%)	내리막경사				
	0~2미만	2이상 3미만	3이상 4미만	4이상 5미만	5이상
가속차로의 길이보정률	1.00	1.20	1.30	1.40	1.50

3) 변이구간

변속차로의 변이구간 길이는 다음 표의 길이 이상으로 한다.

본선설계속도(km/h)	120	110	100	90	80	70	60
변이구간의 최소길이(m)	90	80	70	70	60	60	60

다. 편경사

1) 최대 편경사 설치기준

도로의 구조·시설기준에 관한 규칙(200.3)		
지역별		최대편경사
지방지역	적설, 한냉지역	6%
	기타지역	8%
도시지역		6%
연결로		8%

2) 최대 편경사 6% : 본선

설계속도 (km/h)	평면곡선 반경에 따른 편경사					
	NC	2%	3%	4%	5%	6%
120	6,900이상	6,900~3,840	3,840~2,470	2,470~1,610	1,610~1,050	1,050~710
110	5,800이상	5,800~3,230	3,230~2,070	2,070~1,360	1,360~880	880~600
100	4,800이상	4,800~2,650	2,650~1,690	1,690~1,070	1,070~690	690~460
90	3,900이상	3,900~2,150	2,150~1,370	1,370~880	880~560	560~380
80	3,100이상	3,100~1,680	1,680~1,060	1,060~670	670~420	420~280
70	2,300이상	2,300~1,280	1,280~800	800~490	490~310	310~200
60	1,700이상	1,700~940	940~580	580~350	350~220	220~140

3) 최대 편경사 8% : 연결로

설계속도 (km/h)	평면곡선 반경에 따른 편경사							
	NC	2%	3%	4%	5%	6%	7%	8%
120	7,200이상	7,200~4,110	4,110~2,790	2,790~2,040	2,040~1,540	1,540~1,160	1,160~860	860~630
110	6,000이상	6,000~3,450	3,450~2,340	2,340~1,710	1,710~1,290	1,290~980	980~720	720~530
100	5,000이상	5,000~2,840	2,840~1,920	1,920~1,400	1,400~1,040	1,040~780	780~570	570~420
90	4,000이상	4,000~2,300	2,300~1,560	1,560~1,130	1,130~850	850~630	630~460	460~340
80	3,200이상	3,200~1,810	1,810~1,220	1,220~880	880~650	650~480	480~350	350~250
70	2,400이상	2,400~1,380	1,380~930	930~670	670~490	490~360	360~260	260~180
60	1,800이상	1,800~1,010	1,010~680	680~490	490~350	350~260	260~180	180~130
50	1,200이상	1,200~700	700~470	470~330	330~240	240~170	170~120	120~80
40	800이상	800~450	450~300	300~210	210~150	150~110	110~75	75~50

※ NC : 표준횡단경사 적용구간

라. 연결로 길어깨 폭원

구 분		차로폭	중앙분리대	길어깨		측대
				우측	좌측	
본선		3.6m	3.0m	3.0m	1.5m	0.5m
연 결 로	1방향 1차로	3.6m	-	2.5m	1.5m	0.5m
	1방향 2차로	3.6m	-	1.5m	1.5m	0.5m
	2방향 2차로	3.6m	2.5m	2.5m	1.25m	0.5m

2.2.2 실시설계 보고서 검토

가. 개요

본 과업구간은 부산-대구간 신설 4차선 고속도로(제5공구)로서 교량형식 선정은 시공성, 경제성 및 주변환경과의 조화, 미관 등 제반여건을 고려하여 결정하였고, 주변지형 및 선형 조건 등을 감안하여 본 구간의 교량은 연장 100m 이상의 장대교량 7개소와 소교량 4개소로 구성되었다. 사용재료별 교량형식은 ST.BOX 5개소, P.C BOX 2개소, R.C RAHMEN 2개소로서 교량 가설 지점의 통과조건과 선정조건을 기본전제로 하여 경제성을 살릴 수 있는 교량형식이 되도록 고려하였다.

나. 교량 규모 및 현황

- 1) 교량 폭원
 - 12.15m(2차로) + 12.15m(2차로)
- 2) 교면포장
 - 아스팔트 콘크리트(두께 8cm)포장
- 3) 교량현황 및 규모

교량명	측 점	연 장 (m)	폭 원 (m)	사 각	교량형식			비 고
					상 부	하 부	기 초	
원정교	부산기점 61.895k	120.0	12.15 + 12.15	0°	Steel Box Girder	역T형 T형	강관파일	국도25호선 청도천 횡단

다. 설계기준

- 1) 적용기준
 - ① 도로교 표준시방서(1996, 건교부)
 - ② 콘크리트 표준시방서(1996, 건교부)
 - ③ 철근 콘크리트 설계편람(1990.12, 건교부)
 - ④ 도로설계요령(1992, 한국도로공사)
 - ⑤ 기타 건교부에 제정된 관련 시방서
- 2) 설계 방법 적용 기준
 - ① W.S.D(허용응력설계법) : 강합성구조물
 - ② U.S.D(강도설계법) : R.C구조물(슬래브, 교각, 교대, 옹벽 등)

3) 설계하중

① 사하중

사용재료의 단위중량은 다음표를 기준으로 하되 실하중이 명백한 경우는 그 값을 사용할 수 있다.

• 재료의 단위 중량

재 료	단위중량(kg/m ³)	비 고
철근콘크리트	2,500	
무근콘크리트	2,350	
아스팔트포장	2,300	
교대성토뒷채움재	2,000	$\Phi=35^\circ$
	1,900	$\Phi=30^\circ$
강재, 주강, 단철	7,850	
주철	7,250	
알미늄	2,800	

② 활하중

- 1등급(DB24, DL24)

4) 주요재료 사용기준

① 콘크리트

종 류	기준강도(kg/cm ²)	골재 최대치수(mm)	적용 구조물	슬럼프(cm)
1종	$\sigma_{ck} = 270$	25	슬래브	13, 15
2종	$\sigma_{ck} = 240$	32	교량 하부구조(교각, 교대)	15
2종 수중	$\sigma_{ck} = 240$ (육상300)	32	수중 콘크리트	15
3종	$\sigma_{ck} = 210$	40	속채움 콘크리트(강관 pile)	8, 15
5종	$\sigma_{ck} = 150$	50	레벨링 콘크리트	-
중분대용	$\sigma_{ck} = 240$	19	중앙분리대 구체콘크리트	2-5

② 철근 : KSD 3504에 적합한 재료 사용

종 류	허용응력(kg/cm ²)	적용 콘크리트
SD 40	$\sigma_y = 4,000, \sigma_{sa} = 1,800$	1종 콘크리트
SD 30	$\sigma_y = 3,000, \sigma_{sa} = 1,500$	2종 콘크리트

③ 일반강재

㉠ 주부재 : SWS 490

㉡ 부부재 : SWS 400

5) 구조물 설계기준

① 허용응력설계

㉠ 콘크리트

응력의 종류	구 분	적용공식
허용휨응력	허용휨 압축응력 허용 압축응력 허용휨 인장응력	$\sigma_{ca} = 0.40\sigma_{ck}$ $\sigma_{ca} = 0.25\sigma_{ck}$ $\sigma_{ca} = 0.42\sqrt{\sigma_{ck}}$
허용전단응력	사인장 철근을 두지 않는 보 사인장 철근을 두는 보 1방향 배근의 슬래브와 확대기초	$\tau_{ca} = 0.25\sqrt{\sigma_{ck}}$ $\tau_{ca} = 1.15\sqrt{\sigma_{ck}}$ $\tau_{ca} = 0.25\sqrt{\sigma_{ck}}$
허용부착응력	일반적인 이형 인장철근 상부 이형 인장철근 이형 압축철근	$\tau_{oa} = 0.8\sqrt{\sigma_{ck}}$ $\tau_{oa} = 0.56\sqrt{\sigma_{ck}}$ $\tau_{oa} = 1.72\sqrt{\sigma_{ck}}$
허용지압응력	전면적의 재하 전면적의 1/3이하로 부분재하	$\sigma_{ba} = 0.50\sigma_{ck}$ $\sigma_{ba} = 0.37\sigma_{ck}$

㉡ 철근

응력	부재의 응력		SD30	SD35	SD40
인장응력	하중의 조합에 충돌하중 혹은 지진의 영향을 포함하지 않은 경우	일반적인 부재	1,500	1,750	1,800
		바닥판 및 지간 10m이하의 슬래브교	1,500	1,600	1,600
		수중 혹은 지하수위 이하에 설치되는 부재	1,500	1,600	1,600
	하중의 조합에 충돌하중 혹은 지진의 영향을 포함하는 경우의 허용응력 의 기본값		1,500	1,750	1,800
압축응력			1,500	1,750	1,800

② 강도설계법

㉠ 설계하중 조합

$$U = 1.3D+2.15(L+I)+1.3CF+1.7H+1.3Q$$

$$U = 1.3D+1.7H+1.3Q+1.3W$$

$$U = 1.3D+1.3(L+I)+1.3CF+1.7H+1.3Q+1.3(0.5W+WL+BK)$$

$$U = 1.3D+1.3(L+I)+1.3CF+1.7H+1.3Q+1.3G$$

$$U = 1.25D+1.65H+1.25Q+1.25W+1.25G$$

$$U = 1.25D+1.25(L+I)+1.25CF+1.65H+1.25Q+1.25(0.5W+WL+BK)+1.25G$$

$$U = 1.3D+1.7H+1.3Q+1.3E$$

$$U = 1.3D+1.3(L+I)+1.3CF+1.7H+1.3Q+1.3CO$$

$$U = 1.2D+1.55H+1.2Q+1.2W+1.2CO$$

여기서, D = 사하중

WL = 차량활하중에 작용하는 풍하중

L = 활하중

BK = 제동하중

I = 충격

E = 지진의 영향

H = 토압

CF = 원심하중

W = 풍하중

CO = 충돌하중

G = 부등침하, 크리프, 건조수축, 제작 또는 시공 시 치수의 착오, 습도변화 또는 온도변화 등으로 인한 팽창 또는 수축변형으로 유발되는 변형력

Q = 부력 또는 양압력, 수압, 파압

㉡ 설계강도

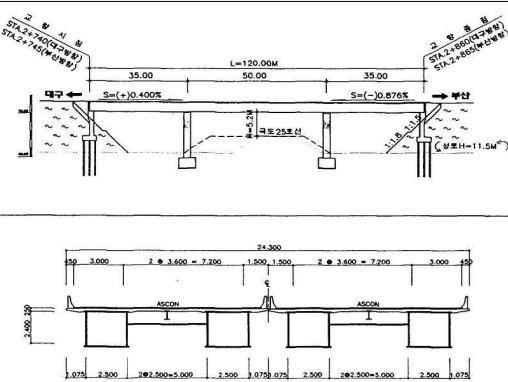
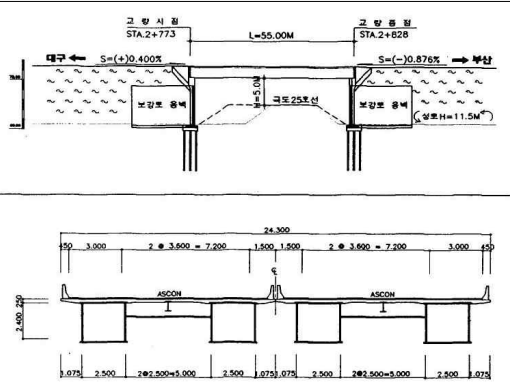
설계강도는 단면의 공칭강도에 강도감소계수 ϕ 를 곱한다.

- 강도감소계수(ϕ)

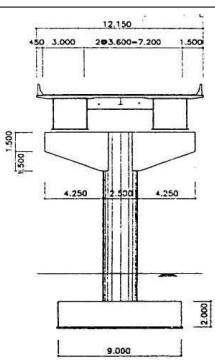
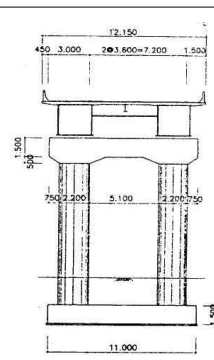
부 재		강도감소계수
휨, 휨+축방향인장	보통 철근콘크리트	0.85
	프리스트레스트 콘크리트	0.85
축방향인장		0.85
축방향압축, 휨+축방향압축	나선철근으로 보강된 철근콘크리트	0.70
	그 이외의 철근콘크리트	0.65
전단, 비틀림		0.70
콘크리트 지압		0.60
압축부재의 안정		0.65
무근콘크리트		0.55

라. 교량 형식의 선정

1) 상부구조

구 분	제 1 안	제 2 안
형식	Steel Box Girder	Steel Box Girder
연장(m)	35+50+35=120	55
단 면		
장 단 점	• 국도 통과부 시거 양호 • 곡선교에서의 구조특성 양호 • 공장 제작으로 공사기간 단축 • 공사비 다소 고가	• 국도 통과부 시거 불량 • 사교에서 지반반력 불균일로 구조특성 불량 • 교대 및 옹벽의 높이가 높아져 구조적 불리 • 공사비 저렴
제 안	○	

2) 하부구조

구 분	제 1 안	제 2 안
형식	T형	II형
단 면		
장 단 점	• 국도 통과부 시거 양호 • 캔틸레버로 구조적으로 불리 • 공사비 다소 고가	• 국도 통과부 시거 불량 • II형으로 횡방향 저항성 유리 • 공사비 다소 저렴
제 안	○	

마. 기초 형식의 선정

1) 선정기준의 설정

각 기초별로 시추조사 후 지지층을 결정하여 직접기초 형식을 고려하였다.

2) 형식선정 현황

교량명	상부형식	교 대	교 각	지지층
원정교	Steel Box Girder	강관파일기초	강관파일기초	연암층

3) 선정배경

구 분	내 용
교대	성토고 12m의 성토지역에 위치하고 있으며, 원지반의 지표하 8.7~9.9m에서 연암지층이 확인되고 있으므로 파일기초 사용
교각	지표하 10m에서 양질의 지지층인 연암층이 확인되고 있으므로 파일기초 사용

2.2.3 구조 및 수리계산서 검토

가. 설계기준 및 사용재료

【표 2.2.1】 설계기준 및 사용재료

구 분	주요 검토내용						
설계기준	- 도로교 표준시방서(1996) - 콘크리트 표준시방서, 구조물 기초설계 기준(1986) - 콘크리트 설계편람(1991)						
사용재료	<table> <tr> <th>구 분</th><th>주요 검토내용</th></tr> <tr> <td>설 계 강 도</td><td> - 콘크리트 : $\sigma_{ck}=270\text{kg/cm}^2$(바닥판) , 240kg/cm^2(하부구조) - 철 근 : $\sigma_y=4,000\text{kg/cm}^2$(바닥판, SD40), $3,000\text{kg/cm}^2$하부(하부구조, SD30) - 강 재 - 주부재(SWS 490) : $\sigma_y=3,200\text{kg/cm}^2$, $\sigma_{sa}=1,900\text{kg/cm}^2$, $\tau_a=1,100\text{kg/cm}^2$ - 부부재(SWS 400) : $\sigma_y=2,400\text{kg/cm}^2$, $\sigma_{sa}=1,400\text{kg/cm}^2$, $\tau_a=800\text{kg/cm}^2$ </td></tr> <tr> <td>단 위 중 량</td><td> - 콘크리트 : 2.5t/m^3 - 아스팔트 : 2.3t/m^3 - 강재 : 7.85t/m^3 </td></tr> </table>	구 분	주요 검토내용	설 계 강 도	- 콘크리트 : $\sigma_{ck}=270\text{kg/cm}^2$(바닥판) , 240kg/cm^2(하부구조) - 철 근 : $\sigma_y=4,000\text{kg/cm}^2$(바닥판, SD40), $3,000\text{kg/cm}^2$하부(하부구조, SD30) - 강 재 - 주부재(SWS 490) : $\sigma_y=3,200\text{kg/cm}^2$, $\sigma_{sa}=1,900\text{kg/cm}^2$, $\tau_a=1,100\text{kg/cm}^2$ - 부부재(SWS 400) : $\sigma_y=2,400\text{kg/cm}^2$, $\sigma_{sa}=1,400\text{kg/cm}^2$, $\tau_a=800\text{kg/cm}^2$	단 위 중 량	- 콘크리트 : 2.5t/m^3 - 아스팔트 : 2.3t/m^3 - 강재 : 7.85t/m^3
구 분	주요 검토내용						
설 계 강 도	- 콘크리트 : $\sigma_{ck}=270\text{kg/cm}^2$(바닥판) , 240kg/cm^2(하부구조) - 철 근 : $\sigma_y=4,000\text{kg/cm}^2$(바닥판, SD40), $3,000\text{kg/cm}^2$하부(하부구조, SD30) - 강 재 - 주부재(SWS 490) : $\sigma_y=3,200\text{kg/cm}^2$, $\sigma_{sa}=1,900\text{kg/cm}^2$, $\tau_a=1,100\text{kg/cm}^2$ - 부부재(SWS 400) : $\sigma_y=2,400\text{kg/cm}^2$, $\sigma_{sa}=1,400\text{kg/cm}^2$, $\tau_a=800\text{kg/cm}^2$						
단 위 중 량	- 콘크리트 : 2.5t/m^3 - 아스팔트 : 2.3t/m^3 - 강재 : 7.85t/m^3						

나. 상부구조 설계조건

【표 2.2.2】 상부구조 설계조건

구 분	내 용	
상부구조	• 적용하중	
	구 분	하중종류별 주요 고려사항
	사 하 중	• 철근콘크리트 $\gamma_c = 2,500\text{kg/m}^3$, 아스팔트포장 $\gamma_a = 2,300\text{kg/m}^3$ 강재 $\gamma_s = 7,850\text{kg/m}^3$, 흙
	강박스 거 더	• DB-24, DL-24 • 충격계수 : $I = 15 / (40 + L)$ • 상부구조 전폭을 기준
	크 리 프	• 크리프 계수 : 2
	건조수축	• 건조수축에 의한 크리프 계수 : 4 , 최종수축율 : 18×10^{-5}
	온 도 차	• 온도차 : $\pm 10^\circ\text{C}$, 선팅창계수 : 12×10^{-6}
	사 하 중	• 방호벽 제원 : 420mm(B)×1,080mm(H) • 중분대 제원 : 280mm(B)×890mm(H) • 포장두께 : 80mm(아스콘)
	바닥판	• 유효폭 : $E = 0.8X + 1.14$ • 충격계수 산정식 : 강박스 거더와 동일
	충돌하중	• 설계속도 : $V = 120\text{km/hr}$ • 작용높이 : $H = 1.0\text{m}$ (방호벽측, 중분대측) • 충돌하중 : $(V/60)^2 + 0.750 + 0.250$
	풍 하 중	• 적용 풍하중 : 300kg/m^2

다. 하부구조 설계조건

【표 2.2.3】 하부구조 설계조건

구 분	내 용	
하부구조	• 적용하중	
	구 분	하중종류별 주요 고려사항
	상부구조 반력	• 상부구조에 작용하는 사하중 및 활하중
	하부구조 사하중	• 철근콘크리트 $\gamma_c = 2,500\text{kg/m}^3$
	Shoe 마찰력(교축방향)	• 마찰계수 : 0.100
	풍 하 중	• 상부구조에 작용하는 풍하중 - 활하중 재하시 150kg/m^2 , 비재하시 300kg/m^2 • 하부구조에 작용하는 풍하중 - 활하중 재하시 150kg/m^2 , 비재하시 300kg/m^2
지진하중	• “도로교 표준시방서(1992, 건설부)_제 V편 내진설계편 “ 또는 “2.2.1 설계기준 검토_내진설계 세목” 참조	

2.2.4 설계도면 검토

본 교량에 대한 제원 및 현황조사 결과와 설계도면을 비교한 결과, 준공이후 주요부재 제원, 포장종류 및 두께, 난간 및 연석, 받침장치 등의 주요현황은 변동이 없는 상태로 확인되었다.

2.2.5 토질 및 지반조사 자료검토

가. 개요

- 1) 현장조사 및 시험 : 2001년 2월 12일 ~ 2001년 3월 15일
- 2) 성과분석 및 보고서 작성 : 2001년 3월 10일 ~ 2001년 3월 31일
- 3) 위치 : 원정교(A1, P1, P2, A2)

나. 조사결과

구조물 지역의 시추조사는 구조물 기초 설계를 위하여 선정된 위치를 대상으로 기반암 3.0m까지 시추를 시행하였다.

지층분포는 표토층이 0.6~1.2m, 자갈층은 6.1~8.4m, 풍화토는 1.2~3.1m, 풍화암은 2.2~10.2m의 두께를 보이며, 연암은 GL(-)12.0~19.8m 하부에 분포한다.

시추조사 결과, 표토층 및 자갈층은 실시설계와 유사한 두께를 보이나, 풍화대층은 전반적으로 깊게 형성되어 있다. 특히, 풍화대는 BB-28호공에서 GL(-)19.8m로 가장 깊게 형성되어 있다. 이는 암상의 차별풍화 내지 단층파쇄대의 영향으로 풍화가 진행되어 지층변화가 매울 불규칙한 것으로 사료되어 교량기초 시공시 세심한 주의가 요망된다.

2.2.6 시공관련 자료검토

- 발주처 및 관련자료(HBMS 및 FMS) 확인결과 시공관련 자료를 검토할 수 있는 자료가 보관되어 있지 않는 것으로 확인됨

2.3 기존 정기 및 정밀점검 실시결과 요약

본 교량은 2006년 4월 실시한 초기점검을 시작으로 2015년 6월 정기점검(상반기)까지 공용 기간 중 초기점검 1회, 정밀점검 4회, 정기점검 14회를 실시하였으며, 주요 점검이력은 다음 【표 2.3.1】와 같다.

2.3.1 정기 및 정밀점검 이력

【표 2.3.1】 원정교 정기 및 정밀점검 이력

번호	구 분	정기/정밀 점검기간	정기/정밀 점검기관	주요 정기/정밀점검 결과	상태등 급
1	정기점검	'06.12.31	(주)아워브레인	- 기 발생된 손상 중 받침 PLATE 부식에 대하여 보수를 실시함 - 콘크리트 박리, 균열, 백태 등의 비구조적인 손상이 추가적으로 발생	양호
2	정기점검	'07.06.30	(주)아워브레인	- 후타 콘크리트의 파손이 손상이 신규로 발생하여 지속적인 주의관찰이 요구됨	양호
3	정밀점검	'07.12.20	(주)아워브레인	- 교대측 배수 유도장치 불량으로 인한 상부 채수는 교좌장치 부식 및 콘크리트 백태 등의 손상으로 진전 될 수 있으므로 적절한 조치가 필요함	B등급
4	정기점검	'08.06.30	(주)아워브레인	- 교대 및 교각 배수 유도장치 불량으로 인한 상부 채수는 교좌장치 부식 및 콘크리트 백태 등의 손상을 초래할 수 있으므로 적합한 보수 및 주의관찰이 요망	양호
5	정기점검	'08.12.31	(주)아워브레인	- 후타재 파손 및 유도배수관 고무재 침하 등의 손상은 주행성 확보 및 내구성 증진을 위하여 조속한 보수 및 주의관찰이 필요함	양호
6	정기점검	'09.06.30	(주)아워브레인	- 신축이음 이물질 퇴적 및 배수시설에 발생된 손상은 하부부재의 추가손상을 방지하기 위하여 보수가 필요함	양호
7	정밀점검	'09.12.31	(주)아워브레인	- 전차 점검과 유사함 - 조사된 손상들은 구조적 안전성에 영향을 미치는 수준은 아니나, 내구성 및 사용성 확보를 위하여 적절한 보수 및 유지관리가 필요함	B등급
8	정기점검	'10.06.30	(주)아워브레인	- A1 신축이음부의 접속부 아스팔트패임 및 후타재 파손은 주행성 확보차원의 적절한 보수가 선행되어야 함	양호
9	정기점검	'10.12.31	(주)아워브레인	- 접속구간 교면포장 패임, 유도배수관 길이부족의 경우 주행성 저하, 채수 및 받침 Plate 부식 등을 초래할 수 있으므로 유지관리를 실시하는 것이 바람직함	양호

【표 2.3.1】 원정교 정기 및 정밀점검 이력(계속)

번호	구 분	정기/정밀 점검기간	정기/정밀 점검기관	주요 정기/정밀점검 결과	상태등급
10	정기점검	'11.06.30	(주)아워브레인	- 교대, 교각에 대해 보수를 실시하였음 - 접속구간 교면포장 파손의 경우 반복적인 차량 통행으로 인해 손상의 진전 및 차량의 주행성 저하 등을 초래할 우려가 있으므로 손상에 적합한 보수를 통한 유지관리를 실시하는 것이 바람직함	양호
11	정밀점검	'11.12.31	(주)아워브레인	- 전차 점검과 유사함 - 내구성 및 사용성 확보를 위하여 손상별 적절한 보수가 요구됨	B등급
12	정기점검	'12.06.30	(주)아워브레인	- 전차 점검과 유사함 - 교면포장 손상은 경미한 상태이므로 당해보수보다는 향후 손상의 진전 여부에 따라 보수를 실시하는 것이 바람직함	양호
13	정기점검	'12.12.31	(주)아워브레인	- 전차 점검과 유사함 - 교면포장은 지속적인 차량 통행으로 손상이 진전될 수 있으므로 주의관찰 실시	양호
14	정기점검	'13.06.30	(주)아워브레인	- 전차 점검과 유사함	양호
15	정밀점검	'13.12.31	(주)아워브레인	- 신축장치 주변 아스콘 패임, 후타재 파손 등은 지속적인 통행차량의 윤하중으로 인해 손상의 진전이 우려되므로 보수 이후에도 유지관리가 필요함 - 하행선 A1 받침은 이동량 검토시 여유량이 일부 부족한 것으로 평가되었으나, 현장조사결과 온도변화에 따른 작동에는 큰 문제가 없는 것으로 사료되므로 보수는 필요치 않으며, 정기적인 점검을 통한 주의관찰이 필요함	B등급
16	정기점검	'14.06.30	(주)아워브레인	- 전차 점검과 유사함 - 교면포장에 발생된 손상은 차량의 윤하중에 의해 재손상이 발생될 우려가 있으므로 보수 이후에도 지속적인 주의관찰이 필요함	양호
17	정기점검	'14.12.31	(주)아워브레인	- 기 발생한 손상에 대한 보수가 일부 실시되었으며, 보수 상태는 양호하나, 미보수된 손상은 내구성 및 사용성 확보를 위한 보수와 지속적인 관찰을 통한 보수 및 유지관리가 필요	양호
18	정기점검	'15.06.30	(주)아워브레인	- 전차 점검과 유사하며, 내구성 확보를 위한 보수와 손상의 진전 유무에 대한 지속적인 주의관찰이 필요함	양호

2.3.2 기존 정밀점검 실시결과(2013년 12월)

가. 대구방향

1) 외관조사

구 분		손 상 현 황		단 위	합 계	보수공법	비고
하부 구조	교대 및 교각	균 열	폭 0.3mm미만	m ² (개소)	16.7 (21)	표면처리공법	
기타 부재	교면포장		포트홀	m ² (개소)	0.04 (3)	아스콘 팻칭	
			라벨링	m ² (개소)	30.0 (1)	아스콘 팻칭	
	신축이음	본체	녹 발생	m (개소)	1.5 (1)	도장보수	
			이물질퇴적	m (개소)	2.0 (2)	정비	
		후타재	접속부 이격	m (개소)	3.0 (1)	실링 주입	
	콘크리트 난간		균 열	m (개소)	4.0 (3)	표면처리공법	
			백태	m ² (개소)	0.2 (5)	표면처리공법	
	배수시설		유도배수관 길이부족	개소	1	정비	
			배수구 막힘	개소	2	정비	
부속시설		차수판 볼트 탈락		개소	2	정비	

2) 비파괴시험

구 분	위 치	시험결과	비 고	검 토
콘크리트 압축강도시험	바닥판	·반발경도법 : 28.2~29.1MPa	·설계강도 : 27.0MPa	양호
	교대	·반발경도법 : 25.2~25.5MPa	·설계강도 : 24.0MPa	
	교각	·반발경도법 : 25.7~26.0MPa	·설계강도 : 24.0MPa	
탄산화시험	바닥판	·탄산화깊이 : 4.0mm ·피복두께 : 42.0~44.0mm ·평가결과 : a	· 평가결과 a : 탄산화 잔여깊이 30mm이상	양호
	교대	·탄산화깊이 : 8.0~9.0mm ·피복두께 : 85.0~88.0mm ·평가결과 : a		
	교각	·탄산화깊이 : 8.0~9.0mm ·피복두께 : 86.0~87.0mm ·평가결과 : a		

3) 상태평가

부재의 분류		상부구조			기타부재				받침	하부구조		내구성 요소	
경간	구조형식	바닥판	거더	2차 부재	포장	배수	난간 연석	신축 이음	교량 받침	하부	기초	탄산화 (상)	탄산화 (하)
1	STEEL BOX	a	a	a	a	b	b	b	a	a	Q	a	a
2	STEEL BOX	a	a	a	b	a	b	-	a	b	Q	a	a
3	STEEL BOX	a	a	a	b	a	b	-	a	b	Q	-	a
4	STEEL BOX	-	-	-	-	-	-	b	a	a	Q	-	a
평균		0.100	0.100	0.100	0.167	0.133	0.200	0.200	0.100	0.150	-	0.100	0.100
가중치		18	20	5	7	3	2	9	9	20	-	4	3
평균x가중치 /가중치합		0.018	0.020	0.005	0.012	0.004	0.004	0.018	0.009	0.030	-	0.004	0.003

결합도 점수	0.127
상태평가 결과	A

4) 종합평가 및 안전등급

안전성평가를 수행하지 않고 상태평가 만을 수행하였으므로 상태평가 결과(A)가 종합평가 결과(A)로 결정

■ 안전등급 : A등급

- ① 상태평가 결과 = A
- ② 종합평가 결과 = A
- ③ 안전등급 = A등급

5) 유지관리방안

구 분	결함 내용	유지관리 항목	비 고
교면포장	◦ 아스콘 패임 ◦ 아스콘 포트홀 및 라벨링	· 보수부의 추가적인 손상여부 · 차량주행성 저하 여부	육안조사
콘크리트난간	◦ 방호벽 균열부백태	· 손상의 진전 및 확대 여부	육안조사
배수시설	◦ 유도배수관 길이부족	· 2차손상 발생 여부	육안조사
신축이음	◦ 유간 이물질퇴적 및 부식 ◦ 후타재 파손 및 접속부이격	· 본체의 변형여부 및 유간측정 · 손상부위 진전 여부	육안, 실측
바닥판	◦ 균열부백태 보수 완료	· 보수부위 재손상 여부	육안조사
강재 거더	◦ 상태양호	· 손상 발생 여부	육안조사
교량받침	◦ 몰탈 균열 보수 완료 ◦ 가동 여유량 부족	· 균열 발생 여부 · 이동량 및 여유량 확인	육안, 실측
교대 및 교각	◦ 국부적인 균열	· 균열의 진전 및 확대 여부	육안조사
기타	◦ 차수관 볼트 탈락	· 차수관 정비 여부	육안조사

6) 종합결론

원정교에 대한 하반기 정밀점검 결과, 문제점이 없는 최상의 상태인 "A"등급의 우수한 상태로 평가되었다.

원정교의 외관 및 내구성 상태는 전반적으로 양호한 상태였으며, 교량받침 및 신축이음의 작동상태도 양호한 것으로 조사되었다. 주요 손상으로는 교각 균열, 교면포장 아스콘 패임 및 라벨링, 포트홀, 유도배수관 길이부족, 배수구 막힘, 신축이음 후타재 파손 및 접속부이격 등의 손상이 조사되었다. 현재 조사된 손상들은 시설물의 내하력을 저하시킬 만한 손상이나 구조적인 결함에 의한 손상이 아닌, 시공초기 재료적, 환경적, 시공적 특성에 의해 일반적으로 발생할 수 있는 비구조적인 손상으로 판단되며, 내구성 및 사용성 확보 차원에서 적절한 보수가 필요하다.

특히, 신축장치 주변 아스콘 패임, 후타재 파손 등의 손상은 지속적인 통행차량의 윤하중으로 인해 손상의 진전이 우려되므로 보수 이후에도 지속적인 점검 등을 통한 유지관리가 필요하다. 또한, 하행선 A1지점 받침장치의 경우 이동량 검토시 여유량이 일부 부족한 것으로 평가되었으나, 현장조사시 기존의 가동흔적으로 볼 때 온도변화에 따른 작동에는 큰 문제가 없으므로 보수는 필요치 않으며, 받침장치의 가동상태에 대해서는 정기적인 점검을 통한 주의관찰이 필요하다.

나. 부산방향

1) 외관조사

구분		손상현황		단위	합계	보수공법	비고	
하부구조	교대 및 교각	균열	폭 0.3mm미만	m (개소)	3.8 (9)	표면처리공법		
기타부재	교면포장		라벨링	m ² (개소)	1.5 (1)	아스콘 팻칭		
			패임	m ² (개소)	0.11 (2)	아스콘 팻칭		
	신축이음	본체	이물질 퇴적	m (개소)	3.0 (2)	정비		
			녹 발생	m (개소)	3.0 (1)	도장보수		
		후타재	접속부 이격	m (개소)	3.0 (1)	실링 주입		
			파손	m ² (개소)	0.03 (2)	단면보수공법		
	콘크리트 난간		균열	폭 0.3mm미만	m (개소)	18.6 (19)	표면처리공법	
			백태	m ² (개소)	0.1 (1)	표면처리공법		
배수시설		배수구 막힘		개소	3	정비		
부속시설		차수판 볼트탈락		개소	2	정비		

2) 비파괴시험

구 분	위 치	시험결과	비 고	검 토
콘크리트 압축강도시험	바닥판	·반발경도법 : 28.2~29.1MPa	·설계강도 : 27.0MPa	양호
	교대	·반발경도법 : 25.4~26.6MPa	·설계강도 : 24.0MPa	
	교각	·반발경도법 : 25.6~26.2MPa	·설계강도 : 24.0MPa	
탄산화시험	바닥판	·탄산화깊이 : 4.0~5.0mm ·피복두께 : 43.0~44.0mm ·평가결과 : a	· 평가결과 a : 탄산화 잔여깊이 30mm이상	양호
	교대	·탄산화깊이 : 8.0~10.0mm ·피복두께 : 95.0~98.0mm ·평가결과 : a		
	교각	·탄산화깊이 : 8.0~9.0mm ·피복두께 : 93.0~96.0mm ·평가결과 : a		

3) 상태평가

부재의 분류		상부구조			기타부재				받침	하부구조		내구성 요소	
경간	구조형식	바닥판	거더	2차 부재	포장	배수	난간 연석	신축 이음	교량 받침	하부	기초	탄산화 (상)	탄산화 (하)
1	STEEL BOX	a	a	a	b	a	b	c	a	a	Q	-	a
2	STEEL BOX	a	a	a	a	b	b	-	a	a	Q	a	a
3	STEEL BOX	a	a	a	b	a	b	-	a	b	Q	a	a
4	STEEL BOX	-	-	-	-	-	-	b	a	a	Q	-	a
평균		0.100	0.100	0.100	0.167	0.133	0.200	0.300	0.100	0.125	-	0.100	0.100
가중치		18	20	5	7	3	2	9	9	20	-	4	3
평균x가중치 / 가중치합		0.018	0.020	0.005	0.012	0.004	0.004	0.027	0.009	0.025	-	0.004	0.003

결합도 점수	0.131
상태평가 결과	B

4) 종합평가 및 안전등급

안전성평가를 수행하지 않고 상태평가 만을 수행하였으므로 상태평가 결과(B)가 종합평가 결과(B)로 결정

■ 안전등급 : B등급

- ① 상태평가 결과 = B
- ② 종합평가 결과 = B
- ③ 안전등급 = B등급

5) 유지관리방안

구 분	결함 내용	유지관리 항목	비 고
교면포장	◦ 신축장치 주변 아스콘 패임 ◦ 포트홀, 라벨링	· 보수부의 추가적인 손상여부 · 차량주행성 저하 안전 여부	육안조사
콘크리트 난간	◦ 방호벽 균열 및 백태	· 결함 발생 및 진전 여부	육안조사
배수시설	◦ 배수구 막힘 ◦ 배수관 이음부 누수	· 체수 및 열화발생여부 · 장마철 관리 철저	육안조사
신축이음	◦ 본체 이물질퇴적, 녹발생 ◦ 후타재 이격	· 본체의 변형여부 및 유간측정 · 손상현황의 진전여부	육안조사
바닥판	◦ 균열, 균열부백태	· 균열의 진행성 여부	육안조사
주형 및 가로보	◦ 내·외부 도장손상	· 부식 진전여부	육안조사
교량받침	◦ 몰탈 및 받침 균열 ◦ Plate 볼트 부식	· 균열 진전 여부 · 결함 발생 및 진전여부	육안, 실측
교대 및 교각	◦ 누수흔적 및 체수 ◦ 균열 및 표면균열	· 배수시설 정비 여부 · 폭 및 길이 진전유무	육안조사
기타	◦ 텔리네이터 파손 ◦ 차수관 볼트 탈락	· 손상현황의 정비 여부	육안, 실측

6) 종합결론

원정교에 대한 정밀점검 결과, 보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나, 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태인 "B" 등급의 양호한 상태로 평가되었다.

원정교의 외관 및 내구성 상태는 전반적으로 양호한 상태였으며, 교량받침 및 신축이음의 작동상태도 양호한 것으로 조사되었다. 주요 손상으로는 교각 균열, 교면포장 아스콘 패임 및 라벨링, 포트홀, 유도배수관 길이부족, 배수구 막힘, 신축이음 후타재 파손 및 접속부 이격 등의 손상이 조사되었다. 현재 조사된 손상들은 시설물의 내하력을 저하시킬 만한 손상이나 구조적인 결함에 의한 손상이 아닌, 시공초기 재료적, 환경적, 시공적 특성에 의해 일반적으로 발생될 수 있는 비구조적인 손상으로 판단되며, 내구성 및 사용성 확보 차원에서 적절한 보수가 필요하다.

특히, 신축장치 주변 아스콘 패임, 후타재 파손 등의 손상은 지속적인 통행차량의 윤하중으로 인해 손상의 진전이 우려되므로 보수 이후에도 지속적인 점검 등을 통한 유지관리가 필요하다. 또한, 하행선 A1지점 받침장치의 경우 이동량 검토시 여유량이 일부 부족한 것으로 평가되었으나, 현장조사시 기존의 가동흔적으로 볼 때 온도변화에 따른 작동에는 큰 문제가 없으므로 보수는 필요치 않으며, 받침장치의 가동상태에 대해서는 정기적인 점검을 통한 주의관찰이 필요하다.

2.4 보수·보강 이력

【표 2.4.1】 원정교 보수·보강 이력

구분	공사기간	설계자	시공자	보수·보강공법/내용	공사금액(원)
보수	2007.11.	-	현대산업개발(주)	- 바닥판하면, 교대, 교각 균열보수(표면처리보수)	-
보수	2008.03.	-	현대산업개발(주)	- 교대, 교각 균열보수(표면처리보수)	-
보수	2009.07.	-	현대산업개발(주)	- 교대, 교각 균열보수(표면처리보수)	-
보수	2010.05.	-	현대산업개발(주)	- 배수관 길이부족 정비	-
보수	2010.05.	-	현대미포	- 거더 도장보수	-
보수	2010.06.	-	유니슨	- 신축이음 후타재 균열보수(표면처리보수) - 받침 균열보수(표면처리보수)	-
보수	2011.03.	-	삼보건설	- 교대, 교각, 방호벽 균열 및 백태 보수(표면처리보수) - 받침장치 부식 및 파손부위 재도장 및 단면보수 - 배수관 길이부족 정비	-
보수	2011.03.	-	현대미포	- 거더 도장보수	-
보수	2011.07.	-	유니슨	- 받침 균열보수(표면처리보수) - 받침 파손부위 단면보수 - 받침 부식 도장보수	-
보수	2012.04.	-	삼보건설	- 교대, 교각, 바닥판 하면 균열보수(표면처리보수) - 방호벽 균열 및 백태 표면처리보수 - 교량받침 단면보수	-
보수	2013.06.	-	삼보건설	- 교대, 교각, 바닥판 균열 및 백태보수(표면처리보수)	-
보수	2014.09.	-	현대산업개발(주)	- 교면포장 라벨링부위 재포장 - 유도배수관 길이부족 정비	-

2.5 내진설계 및 보강 여부

2.5.1 내진설계

구 분	내 용
상부구조	형 식 : Steel Box Girder 경간장 : 35.0+50.0+35.0 = 120.0m
하부구조	교대 : 역T형, 교각 : T형
교량받침	Pot받침
설계조건	내진등급 : 1등급 지진구역계수 : 0.11 내진등급 : 1등급 위험도계수 : 1.4 가속도 계수 : 0.154 지반계수 : 1.0(S=1) 응답수정계수 : R=5(다주가구), R=2.5(기초), R=0.8(교대연결부), R=1.0(교각연결부)
해석방법	복합 모드 스펙트럼 해석법

2.5.2 내진보강 여부

자료검토 결과, 원정교는 준공 이후 내진보강은 없는 상태로 확인되었다.

2.6 자료분석 결과요약

본 과업의 효과적인 용역 수행을 위하여 건설관련 자료(대구~부산간 고속도로 민간투자사업(제5공구))와 유지관리 자료(기 정밀점검 보고서, 보수·보강자료 등) 등을 입수하였으며, 수집 자료를 검토한 결과 및 진단과업 진행방향은 다음 【표 2.6.1】와 같다.

【표 2.6.1】 자료분석 결과요약

구 분	수집 자료	자료분석 결과	진단과업 진행방향
건 설 관 련 자 료	◇ 준공도면 및 구조계산서 : 대구~부산간 고속도로 민간 투자사업(제 5공구) - 설계서 - 내역서 - 수량산출서, 단가산출서 - 구조물도 - 실시설계보고서 - 토질조사보고서 - 품질시험총괄표 - 시공기록보고서	◇ 구조계산서 및 구조물도, 일반보고서는 설계당시 기준에 준하여 작성된 것으로 확인됨 ◇ 구조계산서 및 구조물도의 구조물 치수는 동일한 것으로 확인됨 ◇ 주요 설계변경 내용 및 시공시 문제점이 없는 것으로 파악됨	◇ 현장조사 시 부재치수를 실측하여 준공도면과 비교·검토함 ⇒ 치수가 상이할 경우 도면을 재작성하며 실측치를 구조계산에 반영 ⇒ 치수가 동일할 경우 준공도면을 기준으로 과업 진행
유 지 관 리 자 료	◇ 정밀점검 보고서(2007.10) ◇ 정밀점검 보고서(2009.12) ◇ 정밀점검 보고서(2011.12) ◇ 정밀점검 보고서(2013.12) ◇ 보수·보강 이력 ⇒ FMS 전산관리	◇ 하행선 A1 교량받침 온도상승 시 여유량 부족 ◇ 신축이음장치 주변 교면포장 및 후타재 손상 발생 ◇ 유도배수관 길이부족 ◇ 콘크리트 부재에서 비구조적인 균열 및 손상 발생 ◇ 내구성 조사결과, 제기준을 만족하고 있는 상태로 확인됨 ◇ 교면포장 보수 ◇ 교대, 교각, 바닥판, 무수축 몰탈, 후타재 균열보수 ◇ 거더 도장보수 ◇ 교대, 교각 단면복구 ◇ 배수관 길이부족 정비 ◇ 유도배수관 정비 ◇ 점검로 난간 정비	◇ 교량받침 가동상태 확인 및 가동불량으로 인한 이상유무 확인 ◇ 교면포장의 기능성 및 사용성 확인과 더불어 신축이음장치 후타재 이상유무 확인 ◇ 체수로 인한 콘크리트 열화 발생 여부 확인 ◇ 전회 점검결과와 비교·검토하여 내구성 저하 여부 확인 ◇ 구조물의 제원변경확인 및 추가손상 발생에 대한 상세 구조해석을 실시하여 안정성 확보여부 확인 ◇ 보수부 상태 확인