

2025년 국도3호선 광주2터널(상) 등 3개소
정밀안전점검 및 내진성능평가용역

내진성능평가 요약 보고서

응답 1 교

2026. 06.



수원국토관리사무소



[주] 명성엔지니어링

국도 38 호선 광주 2 터널 [상] 등 3 개 소
정밀안전점검 및 내진성능평가용역

내진성능평가 요약보고서

응암1교

2026. 06

[주]명성엔지니어링
수원국토관리사무소

제 출 문

수원국토관리사무소장 귀하

귀 사무소와 2025년 11월 06일자로 계약 체결한 『2025년 국도3호선 광주2터널(상) 등 3개소 정밀안전점검 및 내진성능평가용역』 중 내진성능평가를 성실히 수행하고 그 결과를 본 보고서에 수록하여 부속자료와 함께 제출합니다.

2026년 06월

주 소 : 경기도 성남시 분당구 야탑로69번길 18

상 호 : (주) 명 성 엔 지 니 어 링

대 표 이 사 : 김 선 무

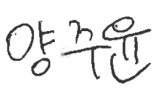
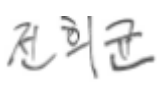
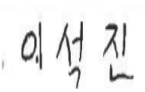
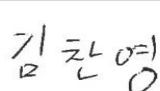


참여 기술자 명단

◎ 용역명 : 2025년 국도3호선 광주2터널(상) 등 3개소 정밀안전점검 및 내진성능평가용역

◎ 용역기간 : 2025년 11월 11일 ~ 2026년 03월 10일

2026년 03월 13일 ~ 2026년 06월 16일

참여구분	성명	자격 및 등급	참여기간	날인
사업책임기술자	정지운	특급기술자	2025. 11. 11. ~ 2026. 03. 10. 2026. 03. 13. ~ 2026. 06. 16.	
분야책임기술자	장진원	특급기술자	2025. 11. 11. ~ 2026. 03. 10. 2026. 03. 13. ~ 2026. 06. 16.	
참여기술자	이상훈	특급기술자	2025. 11. 11. ~ 2026. 03. 10. 2026. 03. 13. ~ 2026. 06. 16.	
참여기술자	황상운	특급기술자	2025. 11. 11. ~ 2026. 03. 10. 2026. 03. 13. ~ 2026. 06. 16.	
참여기술자	손기영	초급기술자	2025. 11. 11. ~ 2026. 03. 10. 2026. 03. 13. ~ 2026. 06. 16.	
참여기술자	양주윤	초급기술자	2025. 11. 11. ~ 2026. 03. 10. 2026. 03. 13. ~ 2026. 06. 16.	
참여기술자	전희균	초급기술자	2025. 11. 11. ~ 2026. 03. 10. 2026. 03. 13. ~ 2026. 06. 16.	
참여기술자	이석진	초급기술자	2025. 11. 11. ~ 2026. 03. 10. 2026. 03. 13. ~ 2026. 06. 16.	
참여기술자	김찬영	초급기술자	2025. 11. 11. ~ 2026. 03. 10. 2026. 03. 13. ~ 2026. 06. 16.	

전 경 사 진



상부전경



측면전경



바닥판전경



교대전경



받침전경



신축이음 전경

요약 보고서

제1장 개 요

제2장 자료수집 및 분석

제3장 현장조사 및 시험

제4장 내진성능평가 기준

제5장 내진성능평가 결과

제6장 내진성능 향상방안 및 개략공사비

제7장 결 론

제 1 장 개 요

1.1 과업의 목적

본 용역은 ‘시설물의 안전 및 유지관리에 관한 특별법’ 대상 시설물에 대한 정밀점검용역을 전문진단기관에 의뢰하여 시설물의 기능 및 사용재료의 성능저하 등을 신속 정확히 조사, 측정, 평가함으로써 이에 대한 적절한 조치를 취하여 사고를 예방하고 시설물의 과학적이고 체계적인 유지관리 하고자 함.

1.2 과업의 범위 및 내용

1.2.1 자료수집 및 분석

대상교량의 내진성능 상세평가, 내진성능 향상보강에 활용할 수 있도록 기존자료를 검토·분석한다.

- ① 상부구조 : 형식 및 기하형상, 경간장, 재료특성 등
- ② 하부구조 : 형식, 단면형상, 철근상세, 축방향철근 겹이음, 지반특성 등
- ③ 신축이음 : 신축이음장치 종류, 받침지지길이 등
- ④ 받 침 부 : 받침종류, 제원, 용량 등

1.2.2 현장조사

현황조사 및 비파괴조사 등을 실시하여 내진성능평가에 필요한 항목을 상세히 조사한다. 또한 구조물의 보수·보강 유무, 부착시설, 교차상태 등을 조사하여 내진성능 상세평가 및 보강방안에 활용할 수 있도록 한다.

주요 현장조사 항목은 다음과 같다.

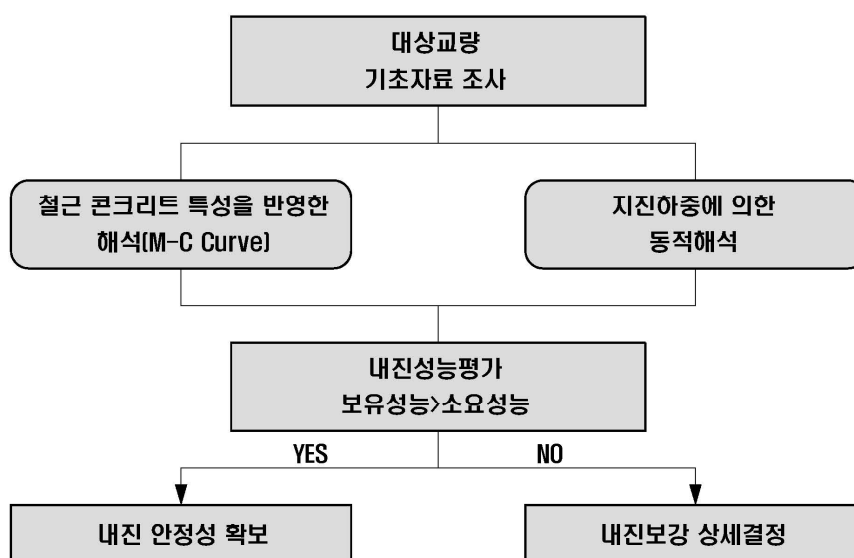
- ① 상·하부구조 형식, 제원, 공용중 하중증가 요인 등
- ② 신축이음장치 형식, 받침지지길이
- ③ 교량받침 형식, 가동상태, 배치현황 등
- ④ 기초의 이동, 침하 유무 등
- ⑤ 하부구조 재료특성 조사(콘크리트 압축강도 및 철근탐사)

⑥ 내진보강방안 수립 시 적용성 및 시공성 검토를 위한 조사(교차상태, 받침높이 등)

1.2.3 내진성능 상세평가 및 보강방안 제시

내진성능 상세평가는 도로교설계기준(2010) 및 기존 시설물(교량) 내진성능 평가요령(2019)에 따라 교량을 구성하는 각 구성요소(교각, 교량받침, 받침지지길이)에 대해 구성요소가 현재 보유하고 있는 보유성능과 내진성능 평가기준지진 시 부재에 요구되는 소요성능을 비교하여 부재별 내진성능을 평가한다.

내진성능 향상을 위한 보강방안은 시공성, 경제성 등을 검토하여 효율적인 방안이 수립될 수 있도록 한다.



1.3 과업수행 일정

1.3.1 과업 기간

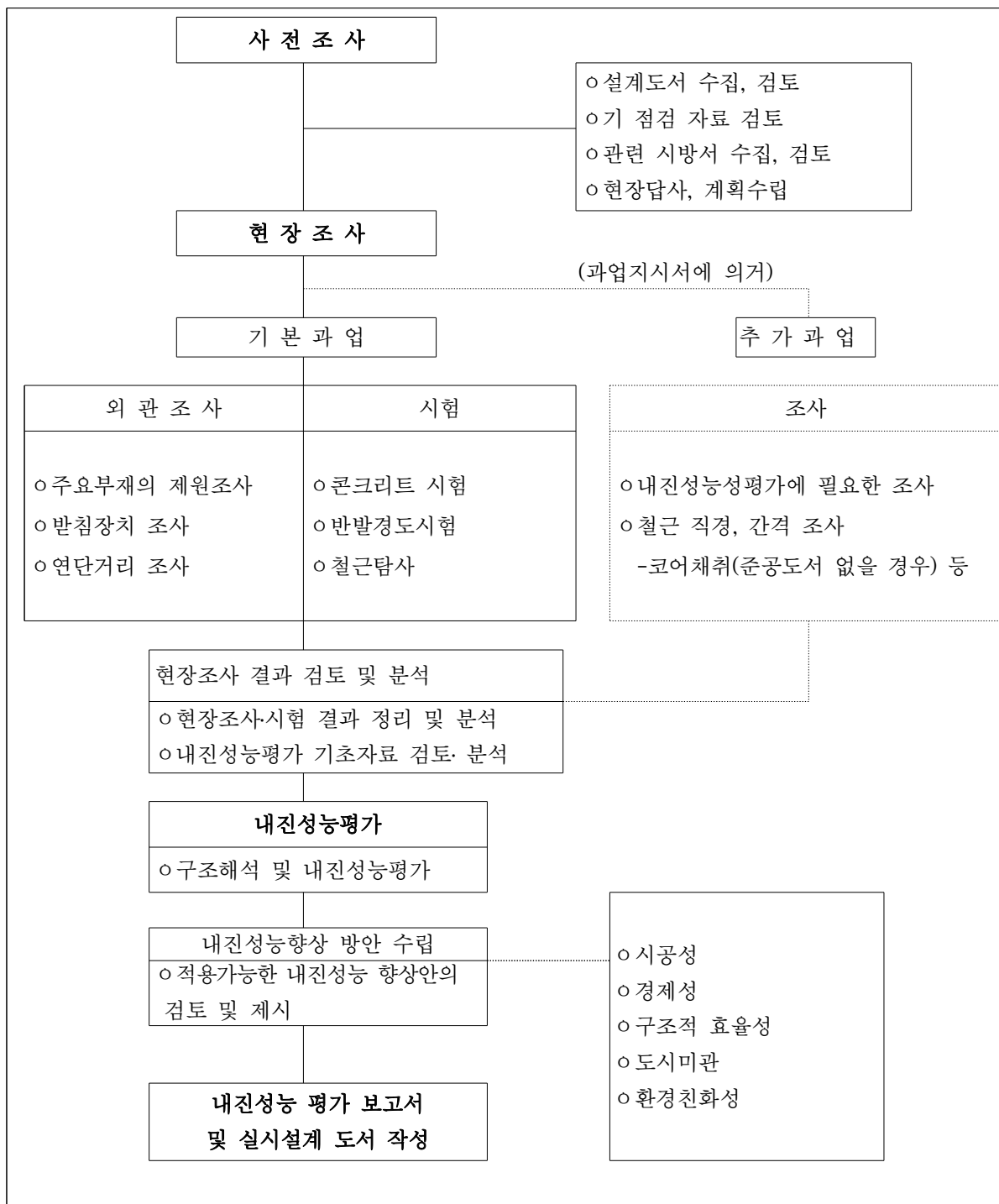
- 2025. 11. 11 ~ 2026. 03. 10
- 2026. 03. 13 ~ 2026. 06. 16

1.3.2 수행 일정

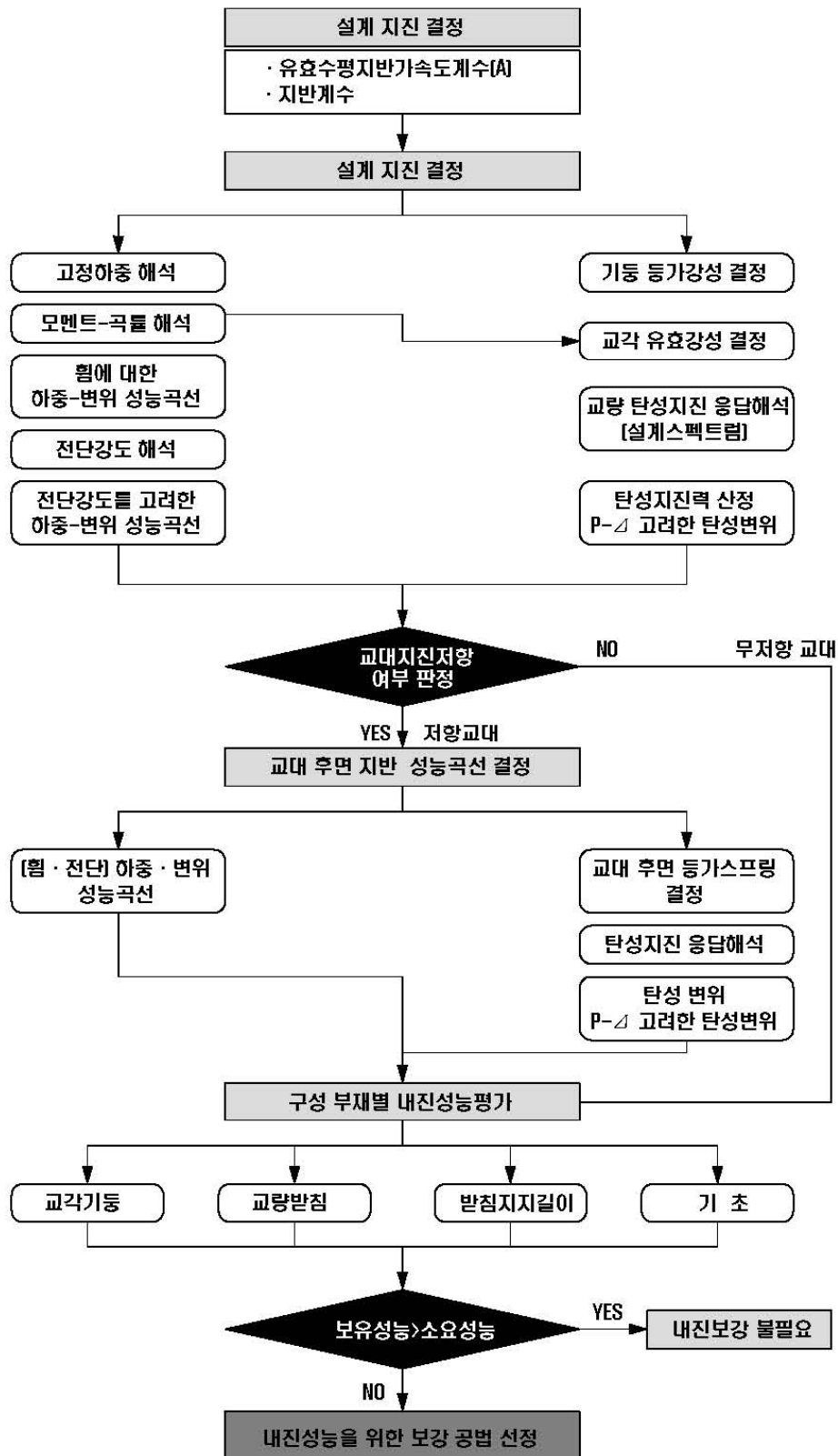
- 자료수집 및 분석, 현장조사 : 2025. 11. 11 ~ 2026. 03. 10
- 내진성능 상세평가 : 2026. 03. 13 ~ 2026. 04. 30
- 내진성능 향상 보강방안 수립 : 2026. 05. 01 ~ 2026. 06. 16

1.3.3 과업수행 절차

과업대상 교량에 대한 과업수행 흐름도는 아래와 같다.



1.3.4 내진성능평가 상세흐름도



1.4 대상교량의 현황

1.4.1 교량의 현황

본 과업대상 교량은 아래의 아래와 같다.

노선명		교량명	제원(m)		차로 수	구조	하중	준공 년도	종별
구분	호선		길이	교량폭					
일반국도	3	응암1교	52.0	20.9	2	HD BOX	DB-24	2018	2층
일반국도	3	응암2교	52.0	20.9	2	HD BOX	DB-24	2018	2층

대 상 시 설 물 현 황



1.4.2 응암1교

구분		내용		구분		내용	
시설물명		응암1교		시설물번호		BR2018-0000121	
준공년도		2018년 06월 30일		관리번호		-	
위치		경기도 이천시 부발읍 경충대로 1782					
설계하중		DB-24/DL-24		노선명(이정)		국도 3호선	
제원	연장	L = 52.0m (1@52.0=52.0m)					
	폭	B = 20.9m					
구조 형식	상부	HD BOX GIRDER		기초 형식	교대	말뚝기초	
	하부	교대 : 역T형(RTA)			교각	-	
교량받침		포트받침		신축이음		핑거조인트	
교차시설물		경충대로		통과높이		5.3m	
부착시설내용		-					
							
측면 전경				포장 전경			

제 2장 자료수집 및 분석

2.1 자료수집 현황

본 과업에 대한 자료조사는 주변현황 자료와 시설물의 설계, 시공 및 유지관리 관련자료로 대별되며, 자료분석을 통하여 과업수행의 추진방향과 세부계획을 수립하였다.

또한, 본 과업 대상구조물의 관련자료를 수집·분석하여 내진성능평가에 적용되어야할 구조물의 이력확인 등 내진성능 상세평가를 위한 기초자료로 활용하였다.

2.2 자료보유 현황

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

보존대상 목록		관리주체 보유현황	
		보유현황	비고
설계도서	◇ 공통 - 준공내역서 - 공사시방서 - 각종계산서 - 토질 및 지반조사 보고서 - 기타 특이사항 보고서	보유	-
	◇ 설계도면 - 위치도, 평면도, 단면도(중·횡), 상·하부구조물도, 거더 상세도, 신축이음·교량받침 상세도	보유	-
시설물 관리대장	◇ 기본현황 ◇ 상세제원 ◇ 유지관리 이력	보유	-
시공관련 자료	◇ 시공관련 자료 ◇ 품질관리 관련자료 - 재료증명서 - 품질시험기록 - 관리 및 선정시험 기록 등 각종 시험 기록 - 시설물의 주요 구조부위에 대한 계측 관련자료 ◇ 사고기록	보유	-
안전점검 및 정밀안전진단 자료		보유	-
보수·보강 자료		보유	-

2.2.1 안전점검 실시결과

번호	점검기간	용역종류	점검기관	주요점검 결과	평가
1	2018-07-01~ 2018-12-31	정기안전점검	자체수행	-	양호
2	2019-01-01~ 2019-06-30	정기안전점검	자체수행	지속관찰	양호
3	2019-07-01~ 2019-12-31	정기안전점검	자체수행	지속관찰	양호
4	2020-01-01~ 2020-06-30	정기안전점검	자체수행	지속관찰	양호
5	2020-07-01~ 2020-12-31	정기안전점검	자체수행	지속관찰	양호
6	2020-12-10~ 2021-06-09	정밀안전점검	대진건설턴트주식회사	-교면포장:포장망상균열,포장파손 -배수시설:배수구막힘 -난간/연석:상태양호 -바닥판:박락 -거더:균열(폭0.3mm미만),균열부백태,도장긁힘(외부),박리,백태 -신축이음:후타재균열(폭0.3mm미만),파손,신축이음본체부식,신축이음 하부누수, 신축 여유량 부족 -교대:균열(폭0.3mm미만,이상),망상균열,보수 부재균열,균열부백태,체수및이물질적치 -교량받침:받침물탈균열(폭0.3mm미만),받침물탈박리,받침물탈파손,받침장치볼트탈락, 여유량부족	B등급
7	2021-01-01~ 2021-06-30	정기안전점검	자체수행	지속관찰	양호
8	2021-07-01~ 2021-12-31	정기안전점검	자체수행	하자보수 요청 중	양호
9	2022-01-01~ 2022-06-30	정기안전점검	자체수행	하자보수 요청 중	양호
10	2022-10-05~ 2022-12-09	정기안전점검	자체수행	교면포장망상균열 배수구막힘	양호

번호	점검기간	용역종류	점검기관	주요점검 결과	평가
11	2023-03-30~ 2023-06-09	정밀안전점검	(주)이디시엠	-바닥판:박락,중조인트실런트탈락및누수,균열(0.3mm 미만),박리 -거더:도장긫힘 -가로보:상태양호 -교대:균열(0.3mm내외),보수부재균열,균열부백태,망상균열,누수흔적,이물질적치,체수 -받침장치:받침몰탈균열(0.3mm미만),받침볼트탈락 -신축이음:후타재균열(0.3mm미만),후타재파손,유간토사퇴적,본체부식,하부누수 -교면포장:포장파손,포장망상균열 -배수시설:배수구막힘 -연석:상태양호 -난간:상태양호	B등급
12	2023-04-11~ 2023-06-12	정기안전점검	자체수행	바닥판 중조인트 누수 신축이음 후타재 균열 파손	양호
13	2023-10-15~ 2023-11-30	정기안전점검	자체수행	· 교면포장:콘크리트파손 · 배수시설:배수구막힘, · 난간및연석:상태양호 · 신축이음장치:부식,후타재박락 · 바닥판:상태양호, · 거더:도장긫힘 · 교량받침:상태양호, · 교대:균열 · 교각:-, · 기초:-, · 점검시설:- · 공중이용이이용하는부위 - 추락방지시설(난간 및 연석) : 기능유지에 문제가 없는 상태 - 도로 포장 : 차량주행성에 문제는 없는 상태 - 도로 신축이음 : 기능유지에 문제가 없는 상태	양호
14	2024-04-15~ 2024-06-30	정기안전점검	자체수행	· 교면포장:콘크리트파손 · 배수시설:배수구막힘, · 난간및연석:콘크리트파손 · 신축이음장치:부식,후타재박락 · 바닥판:상태양호, · 거더:도장긫힘 · 교량받침:상태양호, · 교대:균열 · 교각:-, · 기초:-, · 점검시설:- · 공중이용이이용하는부위 - 추락방지시설(난간 및 연석) : 기능유지에 문제가 없는 상태 - 도로 포장 : 차량주행성에 문제는 없는 상태 - 도로 신축이음 : 기능유지에 문제가 없는 상태	양호
15	2024-10-14~ 2024-12-13	정기안전점검	자체수행	· 교면포장:콘크리트균열 · 배수시설:배수구막힘, · 난간및연석:콘크리트파손 · 신축이음장치:상태양호, · 바닥판:상태양호 · 거더:도장긫힘, · 교량받침:상태양호 · 교대:균열, · 교각:-, · 기초:-, · 점검시설:- · 공중이용이이용하는부위 - 추락방지시설(난간 및 연석) : 기능유지에 문제가 없는 상태 - 도로 포장 : 차량주행성에 문제는 없는 상태 - 도로 신축이음 : 기능유지에 문제가 없는 상태	양호

번호	점검기간	용역종류	점검기관	주요점검 결과	평가
16	2024-11-12~ 2025-02-09	정밀안전점검	(주)인프라플러스	-바닥판:균열(cw=0.1mm),박락(t=30mm),내측캔틸레버접합부교면수유입 -거더밧가로보:도장긫힘,우수유입흔적,실링미처리 -교대:균열(cw=0.3mm미만),망상균열(cw=0.3mm미만),균열부백태(cw=0.3mm미만),누수흔적,이물질적치,점검로미설치, -기초:측방유동 -교량받침:받침물탈균열,받침물탈박락,교량받침볼트파단, -신축이음장치:유간토사퇴적 -교면포장:포장망상균열,포장파손 -배수시설:배수구막힘 -방호벽및중앙분리대:상태양호	B등급
17	2025-02-26~ 2025-05-26	정밀안전점검	(주)인프라플러스	-바닥판:균열(cw=0.1mm),박락(t=30mm),내측캔틸레버접합부교면수유입 -거더밧가로보:도장긫힘,우수유입흔적,실링미처리 -교대:균열(cw=0.3mm미만),망상균열(cw=0.3mm미만),균열부백태(cw=0.3mm미만),누수흔적,이물질적치,점검로미설치, -기초:측방유동 -교량받침:받침물탈균열,받침물탈박락,교량받침볼트파단, -신축이음장치:유간토사퇴적 -교면포장:포장망상균열,포장파손 -배수시설:배수구막힘 -방호벽및중앙분리대:상태양호	B등급
18	2025-03-03~ 2025-05-30	정기안전점검	자체수행	· 교면포장:콘크리트균열, · 배수시설:배수구막힘 · 난간밧연석:콘크리트파손 · 신축이음장치:상태양호, · 바닥판:상태양호 · 거더:도장긫힘, · 교량받침:상태양호 · 교대:균열, · 교각:-, · 기초:-, · 점검시설:- · 공중이이용이이용하는부위 - 추락방지시설(난간 및 연석) : 기능유지에 문제가 없는 상태 - 도로 포장 : 차량주행성에 문제는 없는 상태 - 도로 신축이음 : 기능유지에 문제가 없는 상태	양호
19	2025-11-11~ 2025-12-16	정기안전점검	(주)산영씨앤에스	? 외관조사결과정밀안전점검시조사된측방유동에 대한이상변위진행및상부 구조 협착 여부를 중점적으로 점검 하였으며, 기타 공용중 일반적으로 관찰되는 교면포장 망상균열, 신축이음 후타재 균열, 교량받침물탈 균열, 바닥판 균열, 박락, 거더 부식,콘크리트 잔해 퇴적, 교대 균열 등이 조사되었다. ? 조사된손상중정밀안전점검시확인된교대측방유동은점검일현재거더와홍벽의유간협착은발생되지않은상태로지속적인점검을통한유지관리및보수·보강계획의수립이필요할것으로판단된다. ? 대상시설물의안전등급평가결과,2025년상반기정기안전점검과동일한 “보조부재에경미한결함이발생하였으나기능발휘에는지장이없으며내구성증진을위하여일부의보수가 필요한 상태"인 『양호』로 지정되었다.	양호

2.2.2 보수·보강 이력

번호	공사기간	보수 및 정비내역	시공사	구분
1	2024-03-22 ~ 2024-09-05	신축이음 NO50 : 40m	(주)에스지종합건설	-

2.2.3 내진설계 및 보강여부

본 과업대상 교량은 내진설계가 적용된 교량으로 확인되어 강화된 내진설계기준에 의거 내진성능평가를 시행하였다.

제 3장 현장조사 및 시험

3.1 개요

현장조사는 내진성능평가 시 구조물의 현 상태를 반영할 수 있도록 구조적 안전성에 영향을 줄만한 손상이나 결함의 발생, 받침장치의 현장 일치여부 및 콘크리트 압축강도의 변화, 교각 철근배근 및 피복두께 등을 조사하여야 한다. 특히, 지반조사는 내진검토를 위한 지반분류 시 중요한 자료가 되므로 구조물 주변 지반조사 자료를 근거로 하는 것이 합리적이며, 교각 소성힌지 영역 배근 상세는 내진성능 평가시 가장 중요한 자료중 하나이므로 우선적으로 배근도 확인이 필요하며, 확인이 곤란한 경우라면 육안 확인조사를 실시하는 적극적인 조사가 필요하다.

본 과업에서는 현장조사 및 비파괴시험 등 현장 상세조사를 실시하여 정확한 교량상태와 현황분석을 통해 내진성능 상세평가 및 내진성능향상 보강방안 수립에 반영하였다.

3.1.1 시설물 현황

설계하중 DB-24(DL-24)의 국도 3호선 상의 교량으로서, 2018년 준공되어 약 8년째 공용중에 있으며, 경기도 이천시 부발읍에 위치한 왕복 4차선의 교량이다.

본 교량은 폭 20.9m, 연장 52.0m이며, 상부구조 형식은 HD Box Gider이고, 교대는 역T형으로 기초는 교대부 말뚝기초로 이루어져 있다.

본 교량에 대해 현장조사를 실시, 준공도서와의 일치여부를 확인하여 전반적인 현황을 다음과 같이 정리하였으며, 본 내진성능평가에서는 유지관리(안전점검)와 준공도서 상의 혼선을 피하기 위하여 유지관리 기준으로 평가하였다

3.1.2 현장조사 및 측정 결과

가. 관리도서와 현장 일치여부 확인 결과

항 목	내 용	일치여부	항 목		내 용	일치여부
교량명	응암1교	일 치	구조물 위치		이천시 부발읍	일 치
준공년도	2018.06.30	일 치	관리주체		수원국토관리사무소	일 치
시설물종별	2중 시설물	일 치	신축장치		단부 2개소	일 치
연장구성	52.0m	일 치	상부형식		HD BOX	일 치
총 폭	20.9m(왕복 4차로)	일 치	하부 형식	교대	역T형	일 치
사 각	-	-		교각	-	-
평면선형	-	-	난간/중분대		차량 방호벽	일 치
받침종류	포트받침	일 치	하부공간		경충대로	일 치
포장형식	콘크리트 포장	일 치	-		-	-
부착 시설물	가로등	일 치	-		-	-

나. 현장조사 및 측정결과의 활용

- 현장조사 결과, 구조물제원은 준공도서에 기재된 내용과 일치하는 것으로 조사되었으며 이외의 공용기간 중 하중 증감은 없는 것으로 확인되었다.
- 반침 상세 및 반침배치도 확인 결과, 준공도서와 일치하였고 반침지지길이를 측정하여 내진성능평가에 반영하였다.

3.1.3 비파괴시험 결과

시 험 명	조사 위치	시험 결과		비 고
		측정결과	설계기준	
반발경도 (MPa)	하부구조	24.2~27.4	24.0	■ 설계기준강도 이상으로 공용년수 경과에 따른 콘크리트강도 저하는 없 는 것으로 평가됨.
탄산화 (mm)	하부구조	104.0~108.5	-	■ 철근부식 가능성 없음.

가. 비파괴시험 결과의 활용

- 비파괴시험 결과, 전반적으로 준공도면과 유사한 것으로 확인되었다.
- 따라서 본 교량의 내진성능평가는 준공도서와 실측제원 등을 기초로 평가하되 안전측의 검토가 되도록 극한의 값을 적용하는 것으로 하였다.

제 4장 내진성능평가 기준

4.1 내진성능기준

내진성능기준은 내진설계 일반(KDS 17 10 00 : 2024) 기준을 정리하였다.

4.1.1 내진등급

시설물의 내진등급은 중요도에 따라서 내진특등급, 내진 I 등급, 내진 II 등급으로 분류한다.

분 류	내 용
내진특등급	· 지진 시 매우 큰 재난이 발생하거나, 기능이 마비된다면 사회적으로 매우 큰 영향을 줄 수 있는 시설의 등급
내진 I 등급	· 지진 시 큰 재난이 발생하거나, 기능이 마비된다면 사회적으로 큰 영향을 줄 수 있는 시설의 등급
내진 II 등급	· 지진 시 재난이 크지 않거나, 기능이 마비되어도 사회적으로 영향이 크지 않은 시설의 등급

교량의 내진등급은 교량내진설계기준(KDS 24 17 11 : 2022)에 의거하여 교량의 중요도에 따라 다음과 같이 내진특등급교, 내진 I 등급교, 내진 II 등급교 3가지로 분류한다.

분 류	내 용
내진특등급	· 내진I등급 중에서, 국방, 방재상 매우 중요한 교량 또는 지진 피해 시 사회경제적으로 영향이 매우 큰 교량
내진 I 등급	· 고속도로, 자동차전용도로, 특별시도, 광역시도 또는 일반국도상의 교량 및 이들 도로 위를 횡단하는 교량 · 지방도, 시도 및 군도 중 지역의 방재계획상 필요한 도로에 건설된 교량 및 이들 도로 위를 횡단하는 교량 · 해당도로의 일일계획교통량을 기준으로 판단했을 때 중요한 교량
내진 II 등급	· 내진특등급 및 내진I등급교에 속하지 않는 교량

4.1.2 내진성능수준

시설물의 내진성능수준은 ‘기능수행’, ‘즉시복구’, ‘장기복구/인명보호’, ‘붕괴방지’의 4가지로 분류하며, 시설물의 중요도에 따라 요구되는 내진성능수준을 만족하도록 설계하여야 한다.

분 류	내 용
기능수행수준	- 설계지진하중 작용 시 구조물이나 시설물에 발생한 손상이 경미하여 그 구조물이나 시설물의 기능이 유지될 수 있는 성능수준
즉시복구수준	- 설계지진하중 작용 시 구조물이나 시설물에 발생한 손상이 크지 않아 단기간 내에 즉시 복구되어 원래의 기능이 회복될 수 있는 성능수준
장기복구 /인명보호수준	- 설계지진하중 작용 시 구조물이나 시설물에 큰 손상이 발생할 수 있지만 장기간의 복구를 통하여 기능 회복이 가능하거나, 시설물에 상주하는 인원 또는 시설물을 이용하는 인원에게 인명손실이 발생하지 않는 성능수준
붕괴방지수준	- 설계지진하중 작용 시 구조물이나 시설물에 매우 큰 손상이 발생할 수는 있지만 구조물이나 시설물의 붕괴로 인한 대규모 피해를 방지하고, 인명 피해를 최소화하는 성능수준

4.1.3 설계지반운동 수준

설계지반운동 수준은 다음과 같이 분류한다.

- ① 평균재현주기 50년 지진지반운동 (5년내 초과확률 10%)
- ② 평균재현주기 100년 지진지반운동 (10년내 초과확률 10%)
- ③ 평균재현주기 200년 지진지반운동 (20년내 초과확률 10%)
- ④ 평균재현주기 500년 지진지반운동 (50년내 초과확률 10%)
- ⑤ **평균재현주기 1,000년 지진지반운동 (100년내 초과확률 10%)**
- ⑥ 평균재현주기 2,400년 지진지반운동 (250년내 초과확률 10%)
- ⑦ 평균재현주기 4,800년 지진지반운동 (500년내 초과확률 10%)

4.1.4 내진성능목표

교량의 내진성능목표는 ‘평균재현주기를 갖는 내진성능 평가기준지진’과 ‘최소 요구 내진성능수준’을 조합하여 선택할 수 있으며, 「교량내진설계기준」에서는 아래【표 1】 또는 【표 2】와 같이 기능수행, 즉시복구, 장기복구/인명보호 및 붕괴방지 수준의 내진성능 수준 중에서 2개 이상의 내진성능수준을 선택하여야 하나, 기능수행, 즉시복구, 및 장기복구

/인명보호 수준에 대한 기술적 구현방법에 대해서는 아직 연구 중에 있어 붕괴방지수준만을 내진성능수준으로 선택하고 있다. 추후 연구성과가 축적되어 「교량내진설계기준」에서 이를 반영하면 변경된 내진성능수준을 따르도록 한다.

【표 1】 교량의 내진성능목표(1)

평균재현주기	내진성능수준			
	기능수행	즉시복구	장기복구/ 인명보호	붕괴방지
50년	내진II등급			
100년	내진I등급			
200년	내진특등급			
500년				내진II등급
1,000년			내진특등급	내진I등급
2,400년				내진특등급

【표 2】 교량의 내진성능목표(2)

평균재현주기	내진성능수준			
	기능수행	즉시복구	장기복구/ 인명보호	붕괴방지
50년	내진II등급			
100년	내진I등급			
200년	내진특등급			
500년		내진특등급	내진I등급	내진II등급
1,000년				
2,400년				

4.1.5 지진구역 및 지진위험도

가. 지진구역

지진구역	행정구역	
I	시	서울, 인천, 대전, 부산, 대구, 울산, 광주, 세종
	도	경기, 충북, 충남, 경북, 경남, 전북, 전남, 강원 남부1
II	도	강원 북부2, 제주

1 강원 남부(군, 시) : 영월, 정선, 삼척, 강릉, 동해, 원주, 태백

2 강원 북부(군, 시) : 홍천, 철원, 화천, 횡성, 평창, 양구, 인제, 고성, 양양, 춘천, 속초

나. 지진구역계수

지진구역	I	II
지진구역계수, Z	0.11	0.07

다. 위험도계수

평균재현주기 (년)	50	100	200	500	1,000	2,400	4,800
위험도계수, I	0.40	0.57	0.73	1	1.4	2.0	2.6

4.1.6 지반의 분류

- 1) 국지적인 토질조건, 지질조건과 지표 및 지하 지형이 지반운동에 미치는 영향을 고려하기 위하여 지반을 다음 표에서와 같이 S_1 , S_2 , S_3 , S_4 , S_5 , S_6 의 6종으로 분류한다. 다만, 기반암은 전단파속도가 760m/s 이상인 지층으로 정의한다.
- 2) 토층의 평균전단파속도($V_{s,soil}$)는 탄성파시험 결과가 있을 경우 이를 우선적으로 적용한다. 이때, 탄성파시험은 시추조사를 바탕으로 가장 불리한 시추공에서 수행하는 것을 원칙으로 한다.
- 3) 기반암 깊이와 무관하게 토층평균전단파속도가 120m/s 이하인 지반은 S_5 지반으로 분류한다.

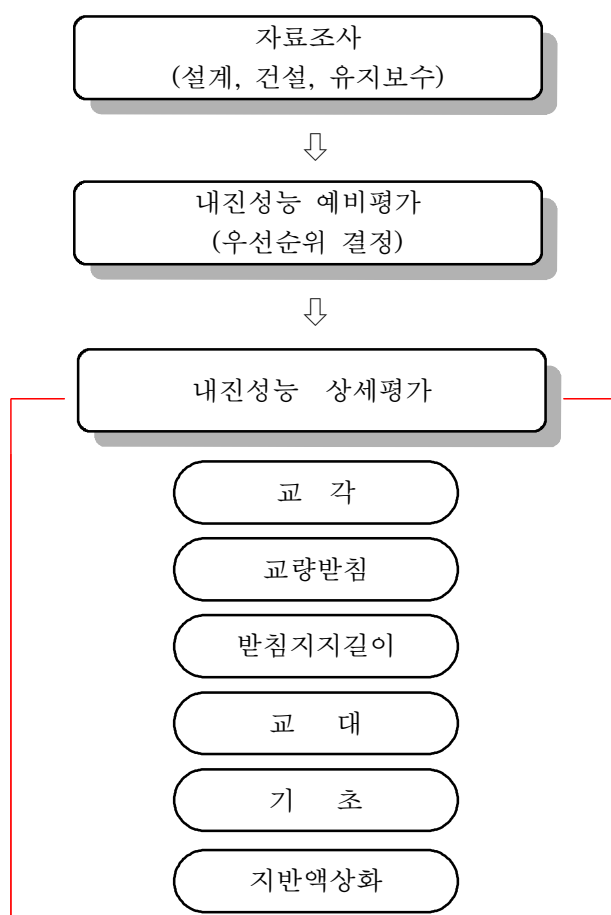
지반종류	지반종류의 호칭	분류기준	
		기반암 깊이, H (m)	토층평균전단파속도, $V_{s, soil}$ (m/s)
S_1	암반 지반	1 미만	-
S_2	얕고 단단한 지반	1~20 이하	260 이상
S_3	얕고 연약한 지반		260 미만
S_4	깊고 단단한 지반	20 초과	180 이상
S_5	깊고 연약한 지반		180 미만
S_6	부지 고유의 특성평가 및 지반응답해석이 필요한 지반		

4.2 내진성능평가 방법

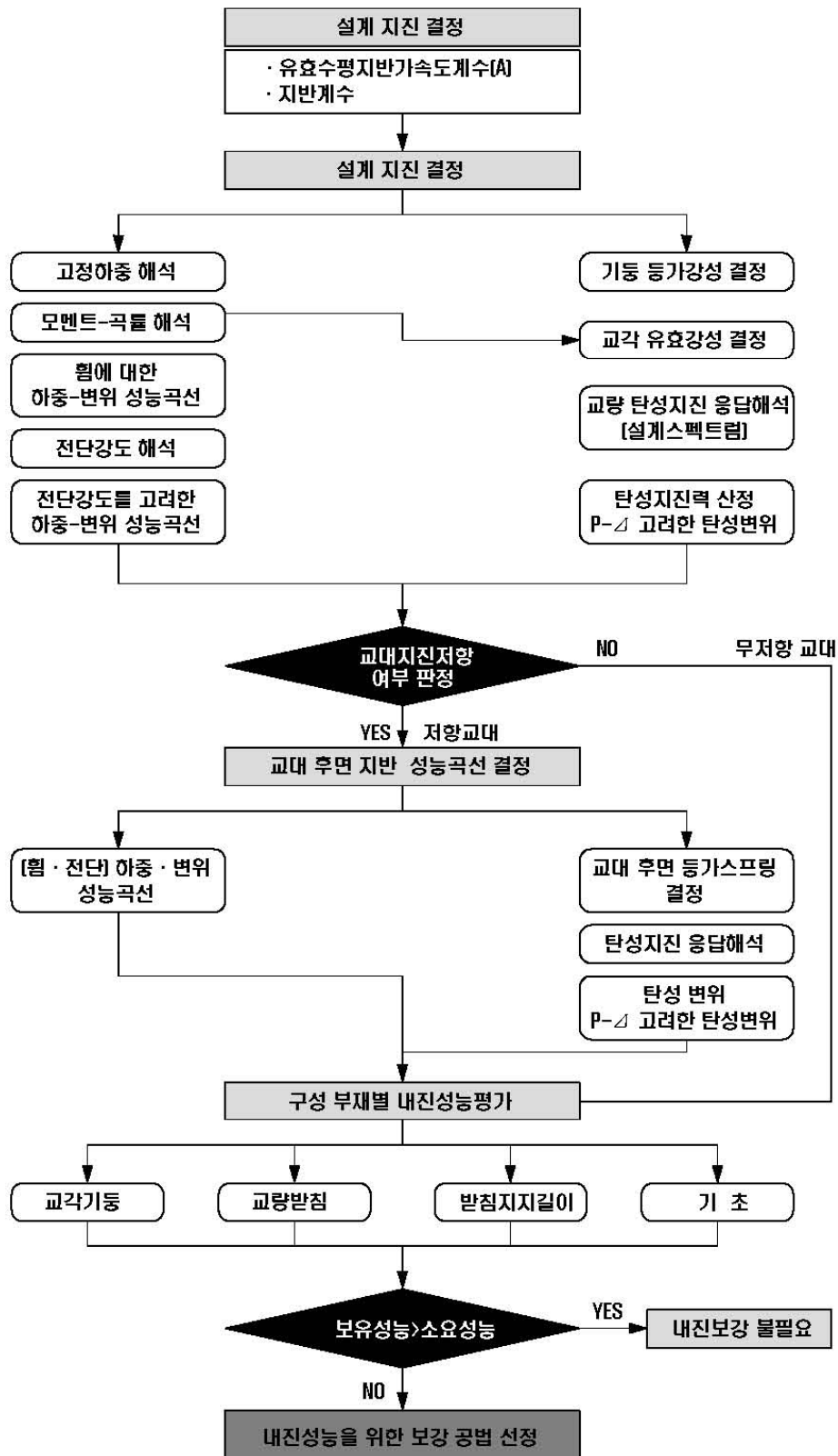
본 과업의 내진성능 평가는 기존 시설물(교량) 내진성능 평가요령(국토교통부, 2023) 및 기존 시설물의 기초 및 지반의 내진성능 평가요령(국토교통부, 2024)에 의거하여 수행하였으며, 내진성능 평가의 방법 및 절차는 다음과 같다.

4.2.1 내진성능평가 절차

기존교량의 내진성능평가는 구성부재의 내진성능을 파악하기 위해서 실시하는 것이며 구성부재가 보유하고 있는 보유성능(Capacity)과 지진에 의해 요구되는 소요성능(Demand)을 비교하여 평가한다. 주요한 구성부재는 교각, 교량받침부, 받침지지길이, 기초 및 지반액상화이다.



-내진성능 평가절차-



-기존교량 내진성능 상세평가 방법 흐름도-

4.2.2 지진해석 방법

일반적인 교량형태에 따른 지진해석방법에는 크게 단일모드 스펙트럼 해석법과 다중모드 스펙트럼 해석법이 있으며 다중모드스펙트럼해석법을 기본으로 하며, 1차 고유진동모드가 탁월한 경우에는 단일모드스펙트럼해석법을 사용할 수 있다. 보다 정밀한 해석을 필요하다고 판단되는 교량에 대해서는 응답이력해석법 또는 발주처가 인정하는 검증된 해석법을 사용하여 선형 혹은 비선형해석을 수행할 수 있다.

해석방법	적용 교량 형식	적용
단일모드 스펙트럼해석법	-질량분포가 일정하고 경간 사이의 강성비가 거의 일정한 정형구조형태를 가진 교량 -첫번째 진동모드가 대부분의 동적응답을 지배하는 교량	-
다중모드 스펙트럼해석법	-비정형 교량으로 진동모드간의 연계효과가 큰 교량이나 내부 중심각이 있는 곡선교량 -고차의 진동모드가 동적응답에 기여할 것 같은 교량 -결과의 정확도와 업무상에 효율적이므로 본 과업에서는 다중모드 스펙트럼해석으로 평가하는 것이 바람직하다고 판단하여 다중모드 스펙트럼해석 방법으로 실행	-
시간이력해석법	-기하학적 형태가 복잡한 구조를 가진 교량 -지진거리반침의 비선형특성을 고려한 지진거리교량 -사장교, 현수교 등 예상하지 못하는 구간에 소성힌지가 발생할 가능성이 충분히 있는 교량	-

제 5장 내진성능평가 결과

5.1 내진성능평가 결과

5.1.1 교량 현황

가. 대상교량 기본제원

1) 교량일반

- | | |
|---------------------|----------------|
| ① 교량명 : 응암1교 | ⑤ 준공년도 : 2018년 |
| ② 교량위치 : 경기도 이천시 | ⑥ 교량등급 : 1등급 |
| ③ 관리주체 : 수원 국토관리사무소 | ⑦ 설계하중 : DB-24 |
| ④ 교량연장 : 52.0m | ⑧ 교량폭원 : 20.9m |

2) 구조형식

- | | |
|--------------------|--------------------|
| ① 상부구조 : HD BOX | ② 교대 : 역 T형 |
| ③ 기초형식 : 교대 - 말뚝기초 | ④ 받침종류 : 교대 - 포트받침 |

3) 적용강도

- | | |
|----------------------|-----------------------|
| ① 콘크리트 압축강도 | ② 철근항복강도 |
| - 상부구조 : 바닥판 - 27MPa | - 상부구조 : 바닥판 - 400MPa |
| - 하부구조 : 교대 - 24MPa | - 하부구조 : 교대 - 300MPa |

5.1.2 지진해석 및 결과

가. 내진해석 조건

1) 입력 지진하중

- ① 교량 내진등급 : 내진 I 등급
- ② 지진 구역계수 : $Z = 0.11$ (지진구역 I : 경기도)
- ③ 위험도 계수 : $I = 1.4$ (재현주기 1,000년)
- ④ 유효수평지반가속도 : $S = Z \times I = 0.11 \times 1.4 = 0.154g$
- ⑤ 지반계수 : S3 (얕고 연약한 지반)

5.1.3 구성요소의 내진성능평가

가. 성남방향

- 교대 1

A 1	구분			보유성능	소요성능	평가	
	받침부	본체 (kN)	교직	1,040	742	1.402	OK
		앵커볼트 (kN)	교직	1,459	742	1.967	OK
		콘크리트 (kN)	교직	807	742	1.088	OK
	안정성 검토	수평변위		15,000	2,917	5.143	OK
		연직 압축지지력		1,756	1,494	1.176	OK
		연직 인발지지력		550.0	439.6	1.251	OK
	말뚝 응력 검토	휨인장응력		210.0	49.2	4.270	OK
		휨압축응력		210.0	143.3	1.465	OK
		휨전단응력		120.0	12.5	9.611	OK
	단면 검토	벽체	휨	15,027	4,163	3.610	OK
			전단	10,416	3,404	3.060	OK
		앞굽	휨	11,546	10,371	1.113	OK
			전단	10,416	9,741	1.069	OK
		뒷굽	휨	11,546	9,440	1.223	OK
			전단	10,416	4,041	2.578	OK
	지지길이(mm)		교축	1,311	329	3.981	OK

- 교대 2

A 2	구분			보유성능	소요성능	평가	
	받침부	본체 (kN)	교축	2,210	1,483	1.490	OK
			교직	1,170	742	1.578	OK
		앵커볼트 (kN)	교축	2,101	742	2.833	OK
			교직	2,101	742	2.833	OK
		콘크리트 (kN)	교축	6,369	1,483	4.294	OK
			교직	837	742	1.129	OK
	안정성 검토	수평변위		15,000	9,880	1.518	OK
		연직 압축지지력		2,016	1,510	1.335	OK
		연직 인발지지력		752.7	589.3	1.277	OK
	말뚝 응력 검토	휨인장응력		199.5	-	0.000	OK
		휨압축응력		199.5	193.1	1.033	OK
		휨전단응력		120.0	11.7	10.237	OK
	단면 검토	벽체	휨	17,366	3,245	5.351	OK
			전단	9,573	3,315	2.888	OK
		앞굽	휨	10,605	8,548	1.241	OK
			전단	11,080	9,988	1.109	OK
		뒷굽	휨	10,605	5,482	1.935	OK
			전단	9,573	5,950	1.609	OK
	지지길이(mm)		교축	1,324	323	4.100	OK

나. 장호원방향

- 교대 1

A 1	구분			보유성능	소요성능	평가	
	받침부	본체 (kN)	교직	1,170	812	1.442	O.K
		앵커볼트 (kN)	교직	2,101	812	2.589	O.K
		콘크리트 (kN)	교직	884	812	1.089	O.K
	안정성 검토	수평변위		15.000	3.833	3.913	O.K
		연직 압축지지력		2,032	1,599	1.271	O.K
		연직 인발지지력		750.8	472.8	1.588	O.K
	말뚝 응력 검토	휨인장응력		210.0	49.6	4.230	O.K
		휨압축응력		210.0	156.4	1.343	O.K
		휨전단응력		120.0	13.3	9.010	O.K
	단면 검토	벽체	휨	15,955	4,417	3.612	O.K
			전단	11,065	3,615	3.061	O.K
		앞굽	휨	12,258	11,145	1.100	O.K
			전단	11,065	10,479	1.056	O.K
		뒷굽	휨	12,258	10,017	1.224	O.K
			전단	11,065	4,757	2.326	O.K
	지지길이(mm)		교축	1,311	330	3.973	O.K

- 교대 2

A 2	구분		보유성능	소요성능	평가		
	받침부	본체 (kN)	교축	2,730	1,623	1.682	O.K
			교직	1,560	812	1.922	O.K
		앵커볼트 (kN)	교축	2,101	812	2.589	O.K
			교직	2,101	812	2.589	O.K
		콘크리트 (kN)	교축	6,886	1,623	4.242	O.K
			교직	857	812	1.055	O.K
	안정성 검토	수평변위		15.000	8.053	1.863	O.K
		연직 압축지지력		1,926	1,606	1.199	O.K
		연직 인발지지력		682.6	621.6	1.098	O.K
	말뚝 응력 검토	휨인장응력		210.0	20.5	10.247	O.K
		휨압축응력		210.0	186.5	1.126	O.K
		휨전단응력		120.0	12.5	9.568	O.K
	단면 검토	벽체	휨	18,438	3,444	5.354	O.K
			전단	10,167	3,535	2.876	O.K
		앞굽	휨	11,259	9,119	1.235	O.K
			전단	11,675	10,659	1.095	O.K
		뒷굽	휨	11,259	5,790	1.945	O.K
			전단	10,167	6,607	1.539	O.K
	지지길이(mm)		교축	1,324	324	4.089	O.K

5.1.4 지반의 액상화 평가

방향	깊이(m)	$CRR_{7.5}$	CRR	CSR	안전율(FS)	비고
성남방향	2.50	0.105	0.112	0.064	1.757	O.K
	3.50	0.118	0.126	0.071	1.769	O.K
	4.50	0.111	0.117	0.074	1.588	O.K
장호원방향	2.50	0.105	0.112	0.064	1.757	O.K
	3.50	0.118	0.126	0.071	1.769	O.K
	4.50	0.111	0.117	0.074	1.588	O.K

제 6장 내진성능향상방안 및 개략공사비

6.1 내진성능향상방안

본 과업 대상 교량에 대한 내진성능 평가 결과, 내진 1등급교 수준의 내진성능을 만족하지 못하는 교량에 대하여 내진성능을 향상하기 위한 방안을 수립토록 한다.

내진성능 평가 결과를 요약하면 다음 표와 같다.

시설명	교대		교량받침		기초			받침 지지길이
	교축	교직	교축	교직	교축	교직	액상화 평가	
응암1교	O.K	O.K	O.K	O.K	O.K	O.K	O.K	O.K

본 과업 대상 교량에 대한 내진성능 평가 결과, 받침부, 기초부, 지지길이를 평가하였으며 내진성능 평가결과, 내진성능이 모두 만족한 것으로 검토된다.

제 7장 결 론

7.1 종합결론

7.1.1 내진성능평가 결과

시설명	교대		교량받침		기초			받침 지지길이
	교축	교직	교축	교직	교축	교직	액상화 평가	
응암1교	O.K	O.K	O.K	O.K	O.K	O.K	O.K	O.K

7.1.2 종합평가

본 교량의 경우 상부는 HD BOX GIRDER교, 하부는 역T형 교대, 교좌장치로는 포트받침이 적용되어 있다. 현재 시행 되고 있는 내진성능평가 요령에 따라 등가정적해석법으로 내진성능평가를 수행하였으며, 이에 따른 결과는 다음과 같다.

내진성능검토 대상으로는 받침부, 기초부, 지지길이를 평가하였으며 내진성능 평가결과, 내진성능이 모두 만족한 것으로 검토된다.

따라서 추후 보강방안은 필요하지 않을 것으로 판단된다.