

제 2 장 옥 계 2 제

2.1 시설물의 개요

2.2 자료수집 및 분석

2.3 현장조사 및 시험

2.4 시설물의 상태평가

2.5 종합평가

2.6 안전등급 지정

2.7 보수·보강 및 유지관리 방안

2.8 종합결론

제2장 옥계2제

2.1 시설물의 개요

2.1.1 시설물의 현황

【표 II.2-1】 옥계2제 현황

구 분	내 용	구 분	내 용
시설물명	옥계2제	시설물번호	EM2013-0000145
준공년도	2013년 1월 2일	관리번호	-
위 치	강원도 횡성군 서원면 옥계리		
관리주체	횡성군청	TEL.	033 - 340 -2114
하천수계	남한강	제방연장	832.0m
하 천 명	섬강	계획홍수량	5,280m ³ /s
하천등급	국가하천	제방표고	EL. 81.5(시점) EL. 81.2(종점)
좌·우안	우안	기준여유고	1.5m
기 타	· 배수통관 : 1개소 · 배수통문 : 1개소 · 호 안 공 : 제내지(법면녹화공), 제외지(줄때+매트리스돌망태+거적덮기)		



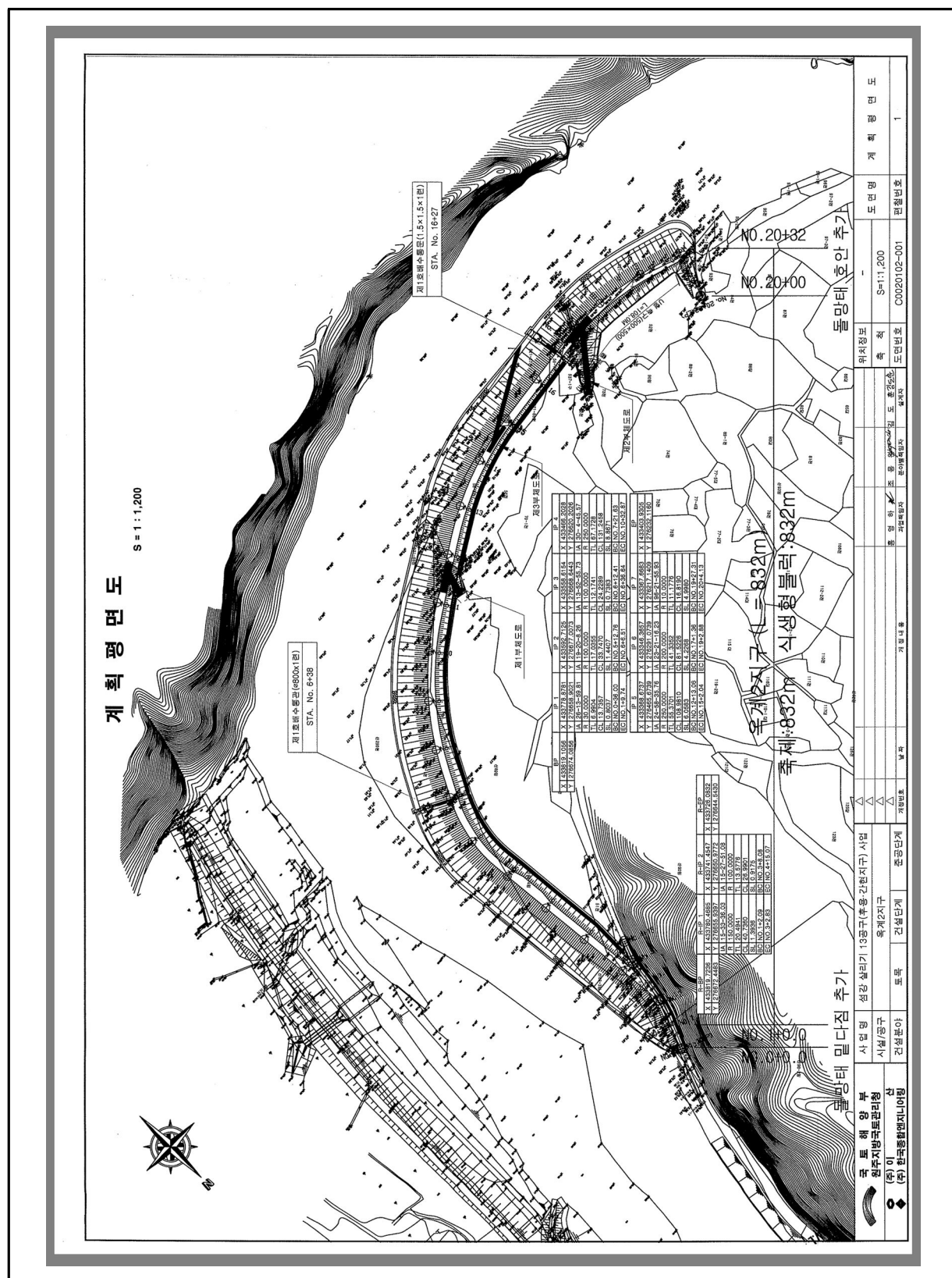
【그림 II.2-1】 옥계2제 전경

2.1.2 현장조사 개요

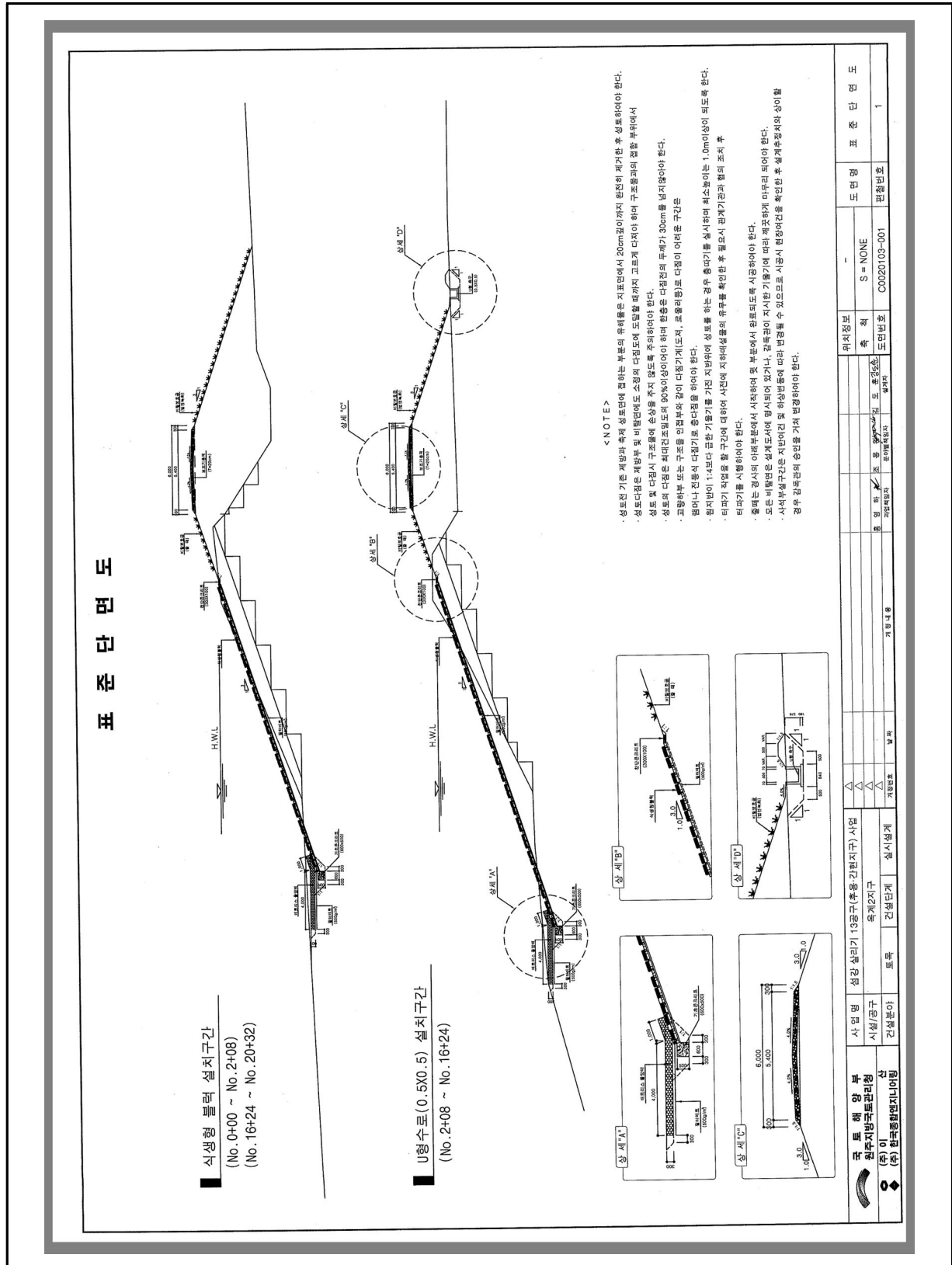
본 제방에 대한 현장조사 기간 및 내용, 조사전경은 다음과 같다.

구 분	조사내용 및 전경	
답사 2015.10.30		
	시설물의 위치확인, 점검방법(조사인원, 차량통제여부, 기타) 계획	
1차조사 2015.11.02 (도보, 점검장비)		
		
	체체, 호안, 하상부, 배수통관 등 도보이용 현장조사 가능부재에 대한 조사(제원확인, 경사면 기울기 측정, 외관조사), 점검장비(비파괴 시험, 측정분할 및 현황측량)를 이용한 현장측정 등	
2차조사 2015.11.16 (보완조사)		
	일부 미비된 현장조사 및 현장측정 보완 등	

2.1.3 시설물의 주요도면



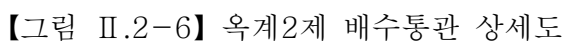
【그림 II.2-2】 옥계2제 계획 평면도



【그림 II.2-3】 옥계2제 표준단면도







2.2 자료수집 및 분석

2.2.1 자료수집 내용

시설물을 효율적으로 유지관리하기 위해서는 설계도면, 준공도면, 구조계산서 등 준공 당시의 모든 설계도서와 이후의 점검이나 진단보고서 및 이력, 보수·보강공사 이력 및 내역 등 유지관리 자료를 보존하는 것이 가장 중요하며 대상구조물의 관련자료 수집내용은 아래와 같다.

【표 II.2-2】 자료수집 내용

보존대상 목록		보유현황	비 고
설계도서	•공 통 - 준공내역서 - 각종시방서 - 각종계산서 - 토질 및 지반조사 보고서 - 기타 특이사항 보고서	보유 보유 보유 보유 보유	시설물 관리대장 (FMS 등재)
	•설계도면 - 위치도, 평면도, 단면도(종횡), 상부 •하부 구조물도 등	보유	시설물 관리대장 (FMS 등재)
시설물 관리대장	•기본현황 •상세제원 •유지관리 이력	보유 보유 보유	시설물 관리대장 (FMS 등재)
시공관련 자료	•시공관련 자료 •품질관리 관련자료 - 재료증명서 - 품질시험기록 - 관리 및 선정시험 기록 등 각종시험 기록 - 시설물의 주요 구조부위에 대한 계측관련 자료 •사고기록	보유 보유 보유 보유 보유 보유	시설물 관리대장 (FMS 등재)
안전점검 및 정밀안전진단 자료		—	금회 최초 정밀점검
보수보강 자료		보유	시설물 관리대장 (FMS 등재)

2.2.2 기존 점검 실시결과

본 과업 대상시설물은 2중시설로서 점검 및 진단이력은 아래와 같다.

【표 Ⅱ.2-3】 점검·진단 이력

번호	구분	점검/ 진단기간	점검/ 진단기관	주요 점검/진단 결과	안전 등급
1	정기 점검	2015.11.02 ~2015.11.05	자체수행	· 상태양호	양호
2	정기 점검	2015.03.30 ~2015.04.02	자체수행	· 상태양호	양호
3	정기 점검	2014.11.03 ~2014.11.07	자체수행	· 상태양호	양호
4	정기 점검	2014.03.11 ~2014.03.21	자체수행	· 상태양호	양호
5	정기 점검	2013.04.01 ~2013.04.08	자체수행	· 상태양호	양호

2.2.3 보수·보강이력

본 과업 대상시설물에 대한 자료 검토결과, FMS(시설물정보관리 종합시스템)상에 기록된 보수·보강 이력은 없는 것으로 검토되었다.

【표 Ⅱ.2-4】 보수·보강 이력

번호	공사기간	공사구분	부위	공사내역	공사비(천원)	시공자
1	—	—	—	이력 없음	—	—

2.2.4 관련자료 분석

- 1) 대상 시설물인 옥계2제는 “섬강살리기 사업”의 일환으로 계획하여 2013년 1월에 준공되었으며, 내진설계가 미적용된 시설물로 확인되었다.
- 2) 자료수집결과 설계도서, 시공관련자료, 시설물 관리대장, 점검 및 보수·보강 자료는 적정하게 기록 및 전산 관리되고 있는 것으로 확인되었다.
- 3) 점검 및 보수·보강이력 검토결과, 본 제방은 주기적인 점검을 통한 유지관리가 원활히 시행된 것으로 검토되었다.
- 4) 따라서, 금회 정밀점검을 기초로 하여 추후 공용년수 경과에 따른 시설물의 내구성 저하 요인 등을 관찰토록 하여야 할 것이다.

2.3 현장조사 및 시험

2.3.1 현장조사

가. 개 요

본 정밀점검 대상 시설물인 제방의 상세외관조사는 시설물의 손상상태를 정확하게 파악하기 위하여 양안부의 상태와 시설물의 균열, 누수, 침하, 변위, 박리·박락, 세굴, 철근 노출, 기타사항 등과 같은 손상상태를 부재별로 작성된 조사망도에 조사기록하였다.

또한, 상세조사를 위한 세부구간을 1~2구간으로 설정하였으며, 배수통문 1개소를 기준으로 분할하였다.

나. 조사결과

1) 제체

제체는 월류 가능성 검토 측면에서 중요한 의미를 갖으며, 독마루 및 제외지, 제내지의 손상여부와 관련자료를 참고로 하여 하천의 월류 가능성 등을 검토하였다.

① 월류

- 과업대상 구간은 계획홍수위 대비 제방 여유고에 대하여 관계서류 및 외관조사를 통한 검토를 실시한 결과 설계기준을 만족하고 있는 것으로 확인되었다.

② 세굴

- 과업대상 구간은 교량, 낙차공 등의 구조물은 없는 것으로 확인되었다.
- 하안의 침식이나 하상의 국부세굴, 만곡부의 세굴을 점검하였으며, 세굴로 인한 제방의 침하 등은 없는 것으로 조사되었다.

③ 활동

- 제방의 앞비탈, 뒷비탈의 점검결과, 비탈면의 층분리, 침식, 침하 등은 없는 것으로 조사되었다.

④ 누수

- 누수는 제방에 결정적 손실을 가져올 수 있으므로 면밀한 조사가 요구된다.
- 제방의 누수여부 확인을 위한 상세한 점검을 수행한 결과, 비탈면의 국부적인 세굴, 파이핑 현상, 제방 횡단구조물 주변 누수, 야생동물의 구멍, 수목에 의한 누수, 제내·외측 인위적굴착현황 등의 점검사항을 조사하였다.
- 상기 점검사항에 의한 누수는 없는 것으로 확인되어 누수로 인한 제방의 안전성에 영향을 주는 요인은 없는 것으로 판단된다.

- 다만, 장마철 수위상승시 제내지의 변상여부를 점검하여 누수여부를 확인하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

⑤ 기타

- 제방내 불법경작 등은 없는 것으로 조사되었다.

【표 Ⅱ.2-5】 제체 손상현황

구 분	손상내용손상내용	비 고
월류여부	1~5구간(특이사항 없음)	
세굴여부	1~5구간(특이사항 없음)	
활동여부	1~5구간(특이사항 없음)	
누수여부	1~5구간(특이사항 없음)	
기타	1~5구간(특이사항 없음)	



【사진 Ⅱ.2-1】 제체 현황

2) 호안

옥계2제의 호안은 줄때+매트리스돌망태+사면녹화공+거적덮기로 이루어져 있는 상태로 호안에 대하여 비탈덮기, 기초, 밀다짐공 등에 대하여 상세외관 조사를 수행하였다.

① 비탈덮기

- 호안의 비탈덮기에 대한 조사결과, 비탈덮기 경사는 1:3로 설계도서와 동일하였고 덮기내 공동현상, 철선 부식 및 탈석, 배부르기는 없는 양호한 상태로 확인되었다.
- 국부적인 매트리스 철망 파손이 발생하였다.

② 기초

- 하상접속부의 침하 및 세굴 등은 없는 것으로 보아 기초공의 파괴 및 유실은 없는 것으로 판단된다.

③ 밀다짐공

- 제방의 비탈경사의 급격한 변화 및 세굴 등은 없는 상태로 확인되었으나, 장마철 및 집중호우시 손상발생 유무에 대한 점검이 필요할 것이다.

④ 기타

- 호안머리보호공, 구조이음눈, 비탈멈춤공은 양호한 상태로 조사되었다.

【표 Ⅱ.2-6】 호안 손상현황

구 분	손상내용	비 고
호안 손상여부	1구간 매트리스 철망 파손(A=1.0X1.0)	-

	
매트리스 철망파손	매트리스 철망파손

【사진 Ⅱ.2-2】 호안 현황

3) 배수통관

옥계2제의 배수통관은 총 1개소가 설치되어있고, 위치 및 제원은 다음과 같다.

배수통관명	위치 및 제원
1 배수통관	No.6+38.0 Ø800X1런

- 배수통관에 대한 조사결과, 파손, 균열 등의 손상은 없었으며, 배수기능 상태도 양호한 것으로 조사되었다.

【표 Ⅱ.2-7】 배수통관 손상현황

구 분	손상내용	비 고
배수통관 손상여부	1 배수통관(특이사항 없음)	

	
1 배수통관 유입부 전경	1 배수통관 유출부 전경
	
1 배수통관 작업사진	1 배수통관 내부 전경

【사진 Ⅱ.2-3】 배수통관 현황

4) 외관조사 결과

옥계2제는 2013년 1월에 준공되어 약 3년간 공용되고 있는 제방이며, 조사일 현재 시설물의 안전을 저해하는 중대결함은 없는 것으로 조사되었다.

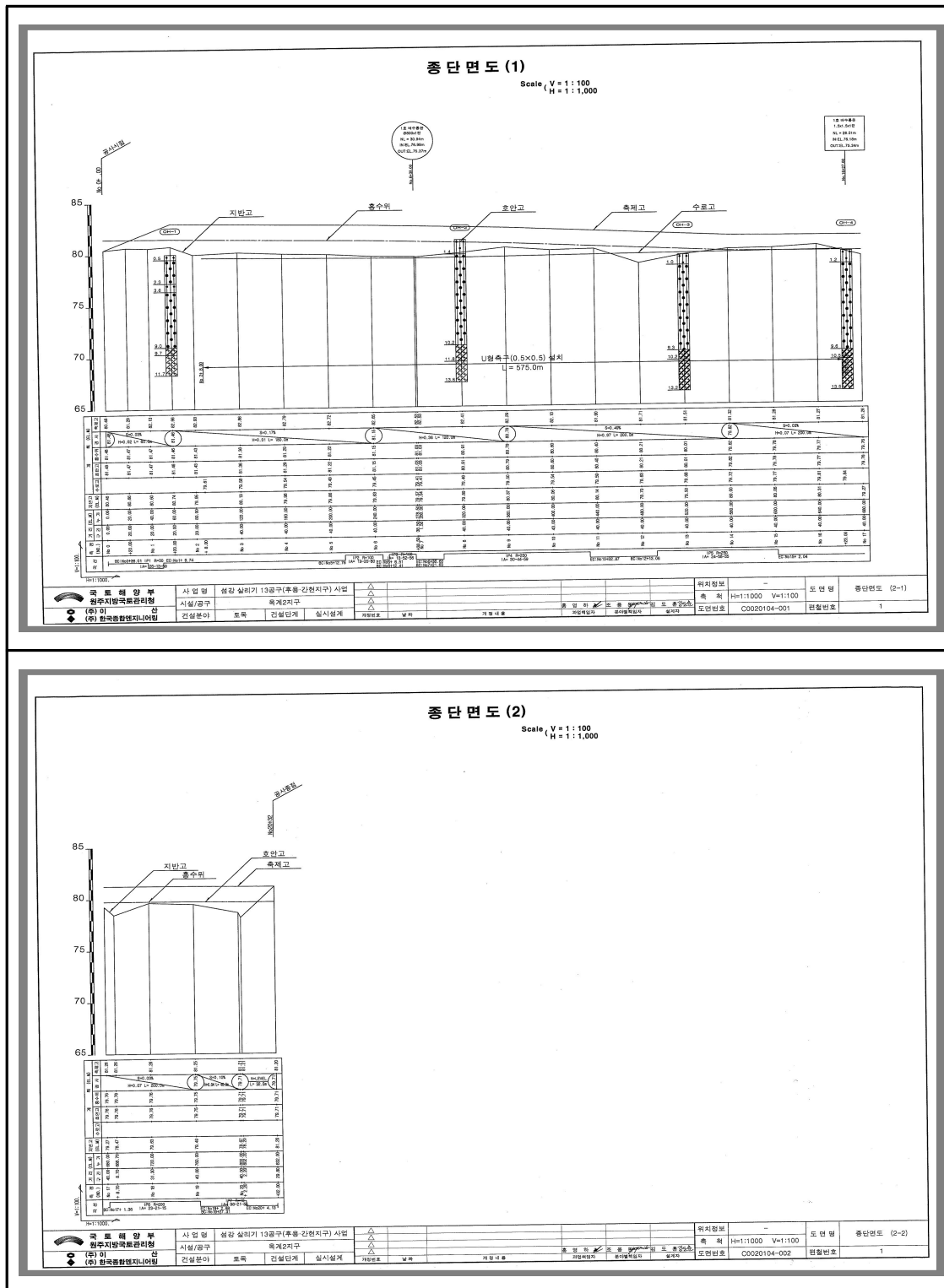
외관조사 결과, 주요 손상은 호안 매트리스 철망 파손이 국부적으로 발생하였으며, 손상부에 대해 주의관찰 후 손상의 진전시 보수를 실시하는 것이 바람직하다.

다. 수리,수문학적 상태평가

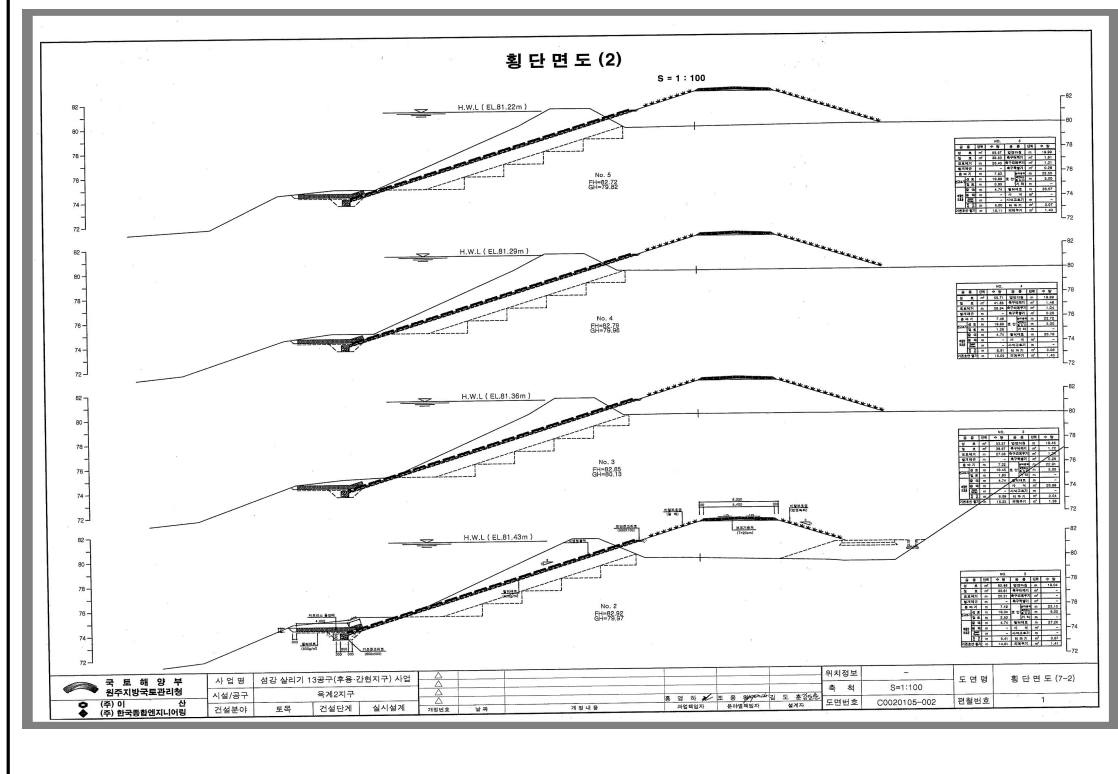
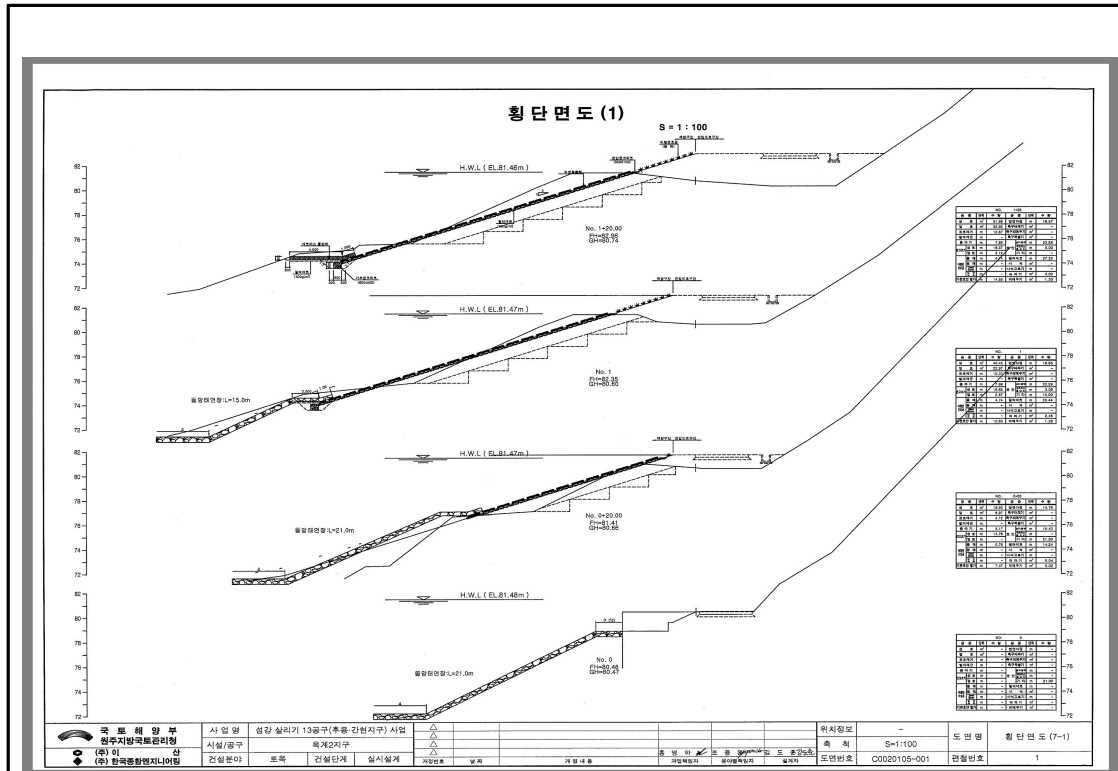
① 개요

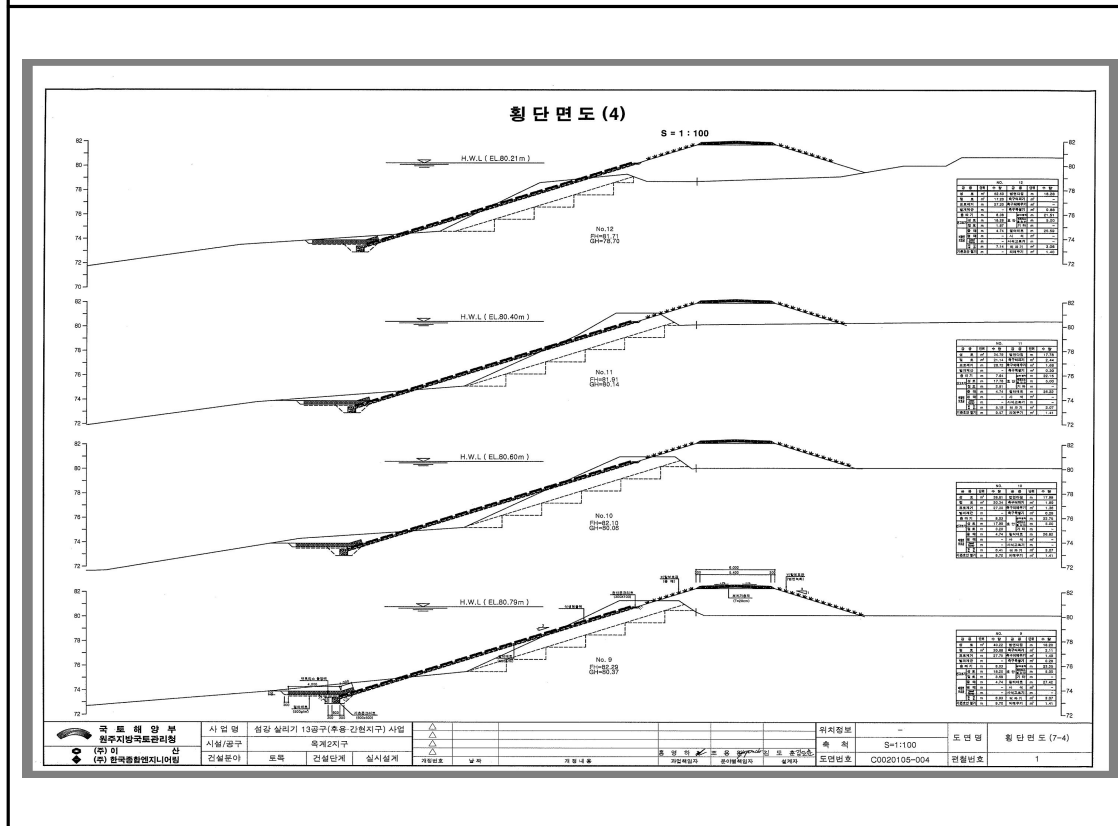
- 본 제방이 수리,수문학적으로 안전성을 확보하기 위해서는 하폭이 설계기준에 만족하여야 하며 계획홍수위에 대한 여유고도 확보하고 있어야 한다. 본 과업대상 구간인 옥계2제(우안) 구간의 하폭, 여유고 등에 대하여 관련자료를 통해 분석하고 작성하였다.

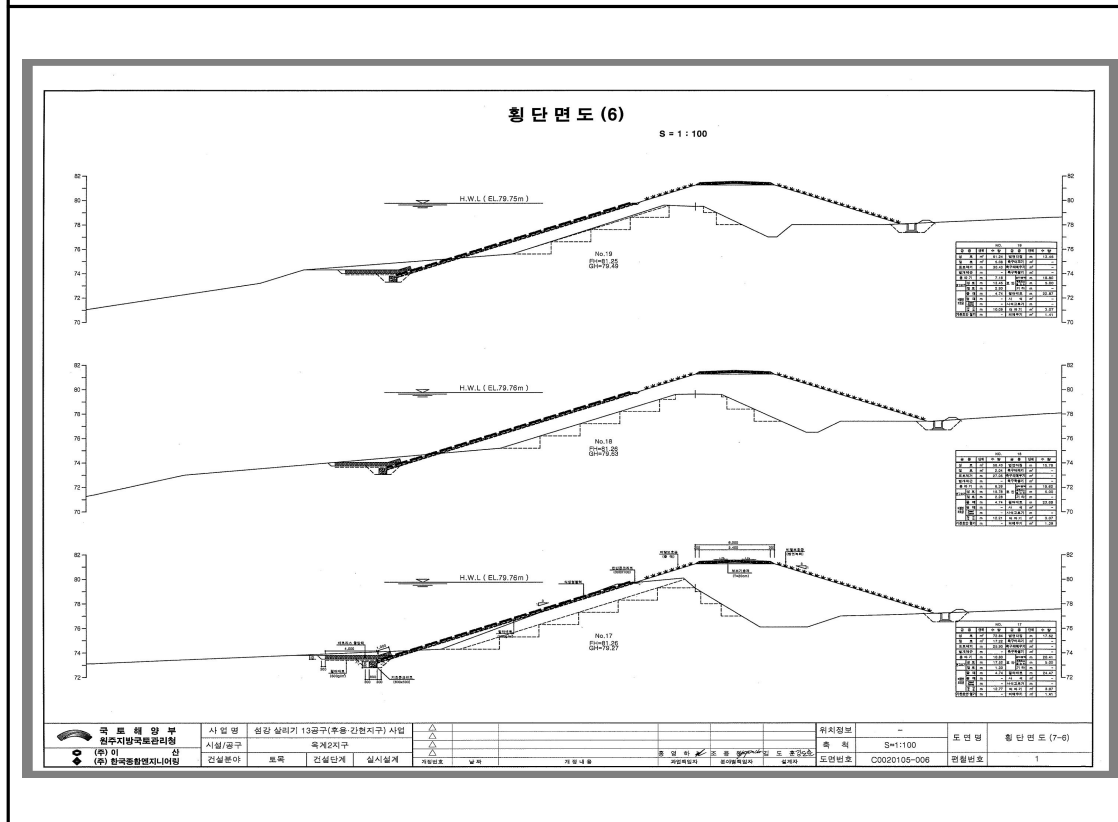
1) 옥계2제 종단면도



2) 옥계2제 횡단면도







【표 II.2-9】 옥계2지구 계획홍수량에 따른 하폭

구 분	계획홍수량 (M ³ /sec)	하폭(M)
STA.0+0	5,280	204
STA.0+220	5,280	178
STA.0+410	5,280	148
STA.0+630	5,280	125
STA.0+890	5,280	139
STA.1+130	5,280	133

－ 여유고

【표 II.2-10】 계획홍수량에 대한 여유고 설계기준

계획홍수량 (M ³ /sec)	여 유 고 (m)	비 고
200 미만	0.6 이상	
200 이상 ~ 500 미만	0.8 이상	
500 이상 ~ 2,000 미만	1.0 이상	
2,000 이상 ~ 5,000 미만	1.2 이상	
5,000 이상 ~ 10,000 미만	1.5 이상	
10,000 이상	2.0 이상	

【표 II.2-11】 옥계2제 계획홍수량에 따른 제방여유고

구 분	제방고 (EL)	홍수위 (EL)	여유고	판정
STA.0+080	82.93	81.43	1.5	O.K
STA.0+200	82.72	81.22	1.5	O.K
STA.0+400	82.10	80.60	1.5	O.K
STA.0+600	81.28	79.78	1.5	O.K
STA.0+800	81.21	79.71	1.5	O.K

③ 검토결과

- － 하폭 및 여유고에 대한 검토결과, 하폭은 설계기준에 다소 부족하지만, 계획홍수위에 대한 여유고는 확보하고 있는 것으로 검토되었다.

2.3.2 현장시험

가. 개 요

콘크리트 내구성 조사는 외관조사와 함께 구조물의 상태평가, 보수·보강공법 및 유지관리 방안 제시의 기초 자료로 활용할 수 있도록 하였다. 내구성 조사를 위해 실시한 파괴 및 비파괴검사 시험 항목은 다음과 같다.

- 1) 반발경도시험
- 2) 철근탐사 시험(철근 피복두께 확인용)
- 3) 탄산화 깊이 측정

【표 II.2-12】 현장시험 기준

구 분	세부지침상 기준수량(특수제)	금회수량(배수통관)
반발경도시험	○ 구조물 이음부 기준 1회 이상	1 회
탄산화 깊이측정		

※ 제방에 대한 세부기준은 “안전점검 및 정밀안전진단 세부지침 제방편(한국시설안전공단, 2010.12)을 참조함.

나. 콘크리트 강도시험

1) 비파괴 강도시험

각 부재별 콘크리트 강도 측정결과 반발경도법에 의한 강도 측정값은 추정 설계기준강도의 100% 이상의 강도를 유지하는 것으로 측정되어 콘크리트 강도상의 문제는 없을 것으로 판단된다. 각 위치별 비파괴 압축강도시험 결과는 다음과 같다.

【표 II.2-13】 콘크리트 비파괴 압축강도 측정결과

측정위치	평균치	보정치	기준강도	재령계수	추정 압축강도(MPa)		평균(MPa)	설계강도(MPa)
	R	$\angle R$	Ro	α_n	방법1	방법2		
1배수통관	38.8	0	38.8	0.65	20.3	24.4	22.4	21.0

다. 탄산화 시험 결과

탄산화 시험은 국부적인 드릴링을 실시하고, 페놀프탈레인 1%용액을 활용하여 탄산화 깊이를 측정하였다. 철근피복두께는 철근탐사장비로 측정한 실측과 설계를 비교하여 작은값을 적용하였다. 탄산화 시험분석결과 탄산화 잔여깊이가 46.8mm로 계산되어, 세부지침에 의거 상태등급은 “a”등급(30mm이상)으로 평가되었다.

【표 Ⅱ.2-14】 탄산화 시험 결과

탐사위치	탄산화깊이 (mm)	철근피복두께 (mm)	탄산화잔여깊이 (mm)	탄산화 속도계수(A)	잔존수명 (년)	평가
1배수통관	3.2	50.0	46.8	1.85	641	a



【사진 Ⅱ.2-4】 시험 및 측정 전경

2.4 시설물의 상태평가

2.4.1 개 요

제방 시설물의 상태평가는 단계별로 구분할 때 복합시설에 해당하는 시설물로 간주하고 하위단계인 개별시설, 복합부재, 개별부재로 구분한다. 상태평가지 구간구분은 외관조사시 구간구분과 동일하게 적용하여 상태평가를 실시하였다. 상태평가 1단계 및 2단계는 보고서 부록편에 수록하였고, 본 보고서편은 3단계 과정보터 수록하였다.

2.4.2 상태평가 결과

가. 상태평가 결과

【표 II.2-15】 1구간 상태평가 결과

개별시설물 상태평가표						
개별시설물명	1구간	개별시설물 규모		—		표번호
						No. A3-1
복합부재구분	평가 결과	평가지수 (Ec2)	조정계수 A	중요도(%) W	계산값 A×W	계산값 (Ec2×A×W)
제체	a	5.0	1	44	44	220.00
호안	b	4.4	2	44	88	387.20
배수시설	a	5.0	1	12	12	60.00
합계(Σ)				100	144	667.20
상태평가결과	1. 복합부재의 상태평가지수(Ec3) $= \Sigma(Ec2 \times A \times W) / \Sigma(A \times W) =$ 2. 복합부재의 상태평가결과 =					4.64 a

【표 II.2-16】 2구간 상태평가 결과

개별시설물 상태평가표						
개별시설물명	2구간	개별시설물 규모		—		표번호
						No. A3-2
복합부재구분	평가 결과	평가지수 (Ec2)	조정계수 A	중요도(%) W	계산값 A×W	계산값 (Ec2×A×W)
제체	a	5.0	1	50	50	250.00
호안	a	5.0	1	50	50	250.00
합계(Σ)				100	100	500.00
상태평가결과	1. 복합부재의 상태평가지수(Ec3) $= \Sigma(Ec2 \times A \times W) / \Sigma(A \times W) =$ 2. 복합부재의 상태평가결과 =					5.00 a

2.5 종합평가

2.5.1 개 요

시설물의 종합평가는 구조물 부재의 결함 및 손상에 대하여 평가기준 및 상태평가 기법에 따라 수행한 상태평가 결과와 시설물의 안정성평가 결과(본 점검시 제외)를 고려하여 종합평가를 결정한다.

2.5.2 종합평가 결과

본 제방의 종합평가 결과는 아래와 같다.

【표 II.2-17】 옥계2제 종합평가 결과

개별시설	옥계2제			표번호
3단계 표번호	No. 3-1~2			4-1
복합부재명	상태평가결과	평가지수(E3)	연장(m) S	계산값(E3×S)
1구간	a	4.64	694.00	3220.16
2구간	a	5.00	138.00	690.00
합계 (Σ)			832.00	3910.16
1. 상태평가지수(E3) 최대값 (Max. Vaule) =				5.00
2. 상태평가지수(E3) 최소값 (Min. Vaule) =				4.64
3. $V1 = 0.3 * (Max - Min) =$				0.11
4. $V2 = \Sigma(E3 * S) / (5 * \Sigma S) =$				0.94
5. 개별 시설물의 상태평가지수(Ec) = $Min + V1 * V2 =$				4.74
6. 개별시설의 상태평가결과 =				a

본 제방의 종합평가 결과, 상태평가지수 4.74의 a등급이 산정되었다.

2.6 안전등급 지정

금회 외관조사 및 내구성 조사를 통한 상태평가 결과를 토대로 실시한 종합평가 결과 안전등급은 문제점이 없는 최상의 상태 A등급(우수)으로 판정되었다.

2.7 보수·보강 및 유지관리방안

2.7.1 보수·보강방안

가. 보수·보강 물량 및 개략공사비

본 옥계2제의 호안 매트리스 철망 파손은 주의관찰 후 손상의 진전시 보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

【표 II.2-18】 옥계2제 손상물량 및 개략공사비

구 분	손상종류	보수물량		보수공법	단가(원)	공사비(원)
		물량	단위			
호안	매트리스 철망 파손	1.0	m ²	주의관찰	—	—
순 공사비		—				
부 대 공(10%)		—				
제 경 비(50%)		—				
총공사비(순공사비+부대공+제경비)		—				

2.7.2 유지관리방안

가. 개 요

본 과업에서는 과업대상 시설물의 현 상태를 파악하고 손상 및 결함을 조기에 발견하여 적절한 조치를 취하고, 점검 결과를 토대로 구조물에 대한 향후 유지관리방안을 제시하여 구조물의 기능과 안전을 지속적으로 유지할 수 있도록 하고자 한다.

나. 중점유지관리 시설물, 대상부재 및 부위

대상시설물의 중점 감시대상부재는 현장조사 결과와 각종 시험 자료의 분석, 평가, 결과를 기준하여 선정하며, 이들 부재는 정기적인 점검시 관찰이 요망된다.

향후 정기점검시 지속적으로 추적관리가 되어야 할 필요성이 있는 부위를 선정하는 것으로서 본 구조물의 점검시 조사된 손상을 바탕으로 다음과 같이 중점점검 항목으로 선정하였다.

【표 II.2-19】 중점유지관리 사항

구 분	손 상 현 황	유 지 관 리 방 안	비 고
제 체	•제내지, 제외지 상태 •배수로 상태	•손상발생 여부 관찰 •배수로 이물질퇴적 여부 점검 및 청소	
호 안	•매트리스 철망 파손	•손상의 진전유무 확인 •집중호우 및 장마철 세굴 및 침식여부 집중점검 실시	
배수시설	•상태양호	•이물질퇴적 여부 점검 및 청소	

2.8 종합결론

옥계2제 832m에 대하여 정밀점검을 수행한 결과, 주요손상으로 시공불량에 의한 호안 매트리트 철망 파손이 국부적으로 발생하였고, 주의관찰 후 손상의 진전시 보수를 실시하는 것이 바람직하다. 계획홍수위에 대한 여유고, 독마루폭, 법면경사 등에 대하여 하천시설기준 이상으로 나타났으며, 기타 제방시설물의 기능 및 안전에 지장을 초래할 만한 저해요소는 없는 것으로 조사되었다.

금회 점검시 실시한 옥계2제의 종합평가 결과, 문제점이 없는 최상의 상태 A등급(우수)으로 판정되었다.

2.8.1 정밀안전진단 및 시설물의 사용제한의 필요성 여부

본 제방의 시설물에 대한 점검결과, 구조적 결함 및 문제점은 없는 상태로서 정밀안전진단 및 시설물 사용제한 필요성은 없는 것으로 검토되었다.

2.8.2 유지관리시 특별한 관리가 요구되는 사항

- 매트리스 철망 파손 손상의 진전유무 확인
- 집중호우 및 해빙기시 제내지, 제외지, 호안의 세굴 및 침식 여부