

제 Ⅲ 편 옹벽편

제1장 송정IC R/B (sta.0+445~0+735)

제1장 송정IC R/B(0+445~0+735)

1.1 대상 시설물 현황

1.2 관련 자료의 분석

1.3 현장조사 및 시험

1.4 안전성능 평가

1.5 내구성능 평가

1.6 종합평가

1.7 유지관리 전략 제안

1.8 종합결론

제1장 송정IC R/B(sta.0+445~0+735)

1.1 대상 시설물 현황

성능평가 대상 시설물인 "도로옹벽-송정IC R/B(sta.0+445~0+735) <이하 송정IC R/B (sta.0+445~0+735)> "옹벽 현황은 다음과 같다.

<표 3.1-1> 시설물 현황(송정IC R/B(sta.0+445~0+735))

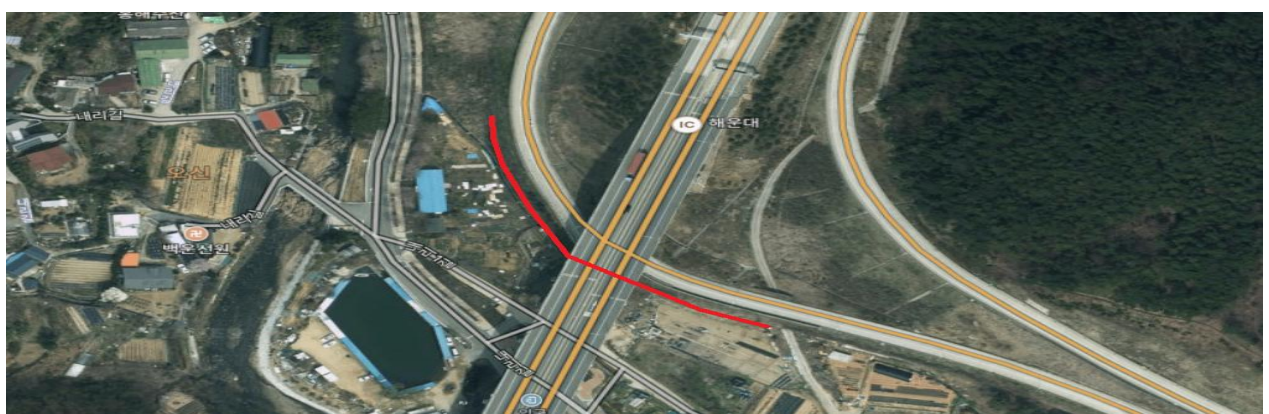
시설물 번호	RW2008-0000136		관리번호	-
시설물명	도로옹벽-송정IC R/B(sta.0+445~0+735)		시설물구분	2종시설물
위 치	행정구역	부산광역시 기장군 기장읍		
	위치좌표	시 점 : N(35°12'39.2"), E(129°12'20.8")		
		종 점 : N(35°12'43.8"), E(129°12'15.8")		
제 원	옹벽형식	콘크리트 옹벽		
	연 장	290.0m	지면 노출높이(m)	7.5m
	저판폭(m)	-	노 선	고속국도65호선
관리주체	부산울산고속도로(주)		관리주체구분	민간
주변환경	옹벽 상부	송정IC 램프		
	옹벽 하부	농경지		
시공현황	준공년도	2008년 12월 31일	시 공 자	한진중공업
	부대시설	-		
비 고				



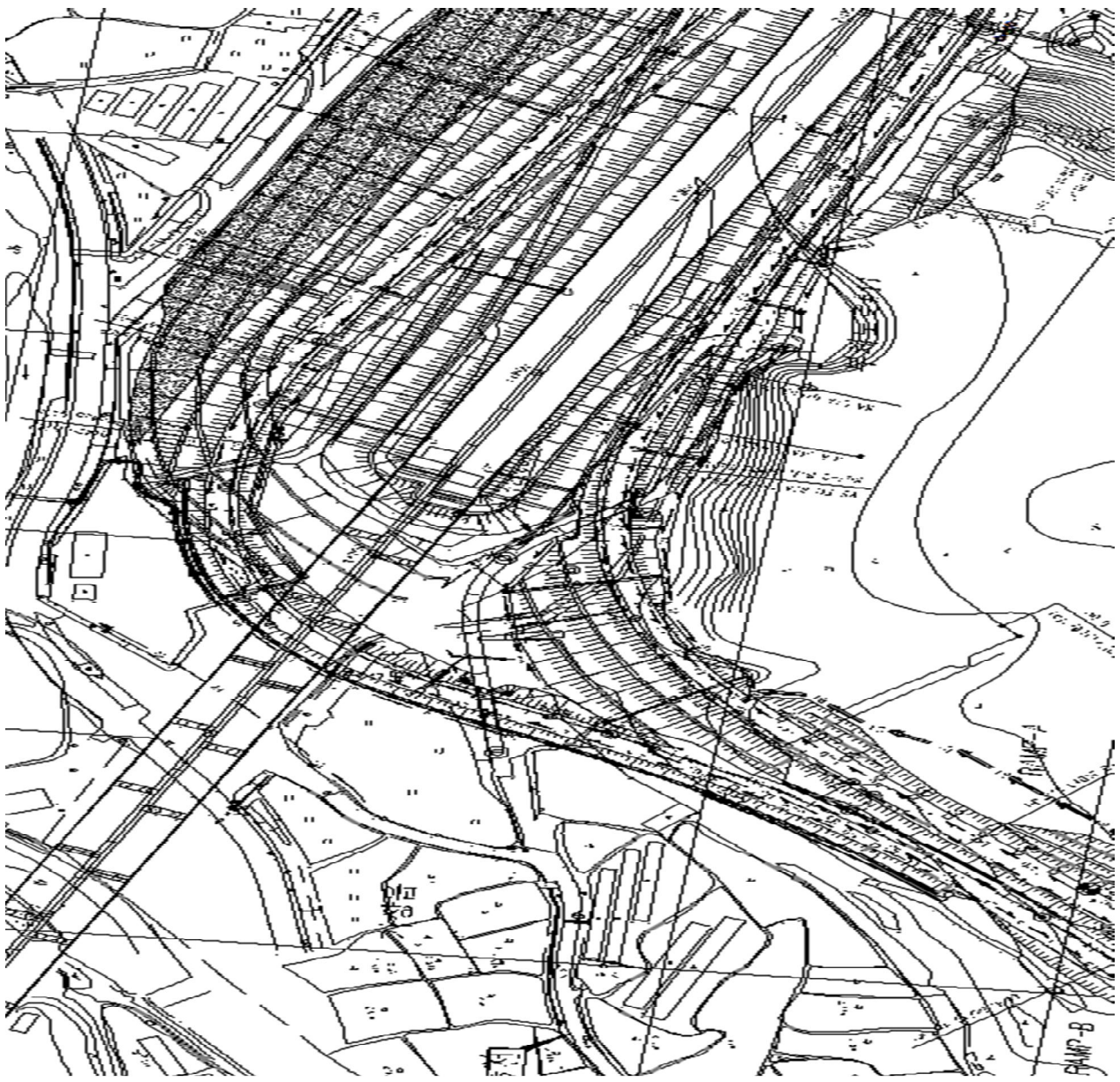
대상 콘크리트옹벽 전경

※ 상기의 제원 및 현황은 FMS의 시설물관리대장상의 제원을 표기한 것임.

※ 성능평가 결과 관리대장과 상이한 사항은 보고서내 별도 표기 및 이를 기준으로 조사 및 평가를 시행함.



위 치 도



평 면 도

<그림 3.1-1> 대상 시설물 현황도

1.2 관련 자료의 분석

1.2.1 유지관리 관련 자료 현황

1) 관련 자료 수집 및 분석 현황

자료조사 및 분석은 시설물의 설계, 시공 및 유지관리 관련 자료 및 주변현황 자료로 구분되며 수집된 자료에 대한 분석을 통하여, 첫째로 과업수행의 전체적인 추진방향과 계획을 수립하고, 둘째로 구조물의 이력 확인, 결함 및 손상의 원인분석, 손상의 변화 및 진행성 여부, 보수·보강 대책 및 유지관리 방안을 수립하기 위한 기초자료로 활용하였으며, 자료수집 현황은 다음과 같다.

<표 3.1-2> 유지관리 관련자료 현황

보존대상 목록		보유현황	비 고
설계도서	○공통 - 준공내역서 - 공사 및 특별시방서 - 각종계산서 - 토질 및 지반조사 보고서 - 기타 특이사항 보고서	보유 보유 미보유 미보유 -	○고속국도 제65호선 부산~울산간 고속도로 민간투자사업 준공도서
	○설계도면 - 위치도, 전개도, 평면도, 종·횡단면도 등	보유	○고속국도 제65호선 부산~울산간 고속도로 민간투자사업 준공도서
시 설 물 관리대상	○기본현황 ○상세제원 ○유지관리 이력	보유 보유 보유	○시설물정보관리 종합시스템(FMS) ○한국도로공사 웅백유지관리시스템
시공관련 자 료	○시공관련자료 ○품질관리 관련자료 - 재료증명서 - 품질시험기록 - 각종 시험기록 - 시설물 주요 구조 부위에 대한 계측자료 ○사고자료	일부 보유 일부보유 일부보유 일부보유 - - -	○고속국도 제65호선 부산~울산간 고속도로 민간투자사업 준공도서
안전점검 및 정밀안전진단 자료		보유	○시설물정보관리 종합시스템(FMS)
보수·보강 자료		-	-

2) 관련 자료 수집 및 분석 결과

본 시설물은 2008년 준공된 시설물로 설계 및 시공관련 자료 관리 및 보관상태는 대체로 양호한 것으로 조사되었다. 관련자료 분석을 통해 본 용벽구간에는 시공 당시의 지반조사 및 구조검토 사항은 확인할 수 없는 상태이다. 본 시설물은「시설물의 안전관리에 관한 특별법」에 의거하여 2종 시설물에 해당한다. 따라서, 준공후 주기적인 정기점검 및 정밀점검이 이루어진 것으로 분석되었다. 최근에 수행한 정밀안전점검(2016년)은 자체수행으로 시행된 것으로 파악된다.

1.2.2 지반조사 보고서 분석

본 시설물의 지반조사 분석은 준공도서에 포함된 「고속국도 제65호선 부산~울산간 고속도로 민간투자사업(제6공구, 2008년) 지반조사보고서」를 분석하였으나, 본 점검대상 구간 내의 지반조사 내용은 없는 것으로 검토되었다.

1.2.3 구조 및 수리계산서 분석

본 시설물의 구조 및 수리계산 분석은 준공도서에 포함된 「고속국도 제65호선 부산~울산간 고속도로 민간투자사업(제6공구, 2005년) 구조 및 수리계산서(Ⅱ)」를 분석하였으며, 검토결과, 내적 및 외적의 안전성평가지 허용안전율 이상으로 분석되었다.

1.2.4 점검 및 진단 이력

본 콘크리트용벽은 2008년 정밀안전점검을 시작으로 정기안전점검 19회, 정밀안전점검 3회로 총 22회에 걸쳐 실시한 것으로 조사되었다. 정기안전점검 및 정밀안전점검 결과 대부분의 점검 등은 자체수행으로 시행되었으며, 전반적으로 양호한 상태로 특별한 보수·보강이 필요한 구간은 없는 것으로 분석되었다.

<표 3.1-3> 최근 안전점검 및 정밀안전진단 이력

N o	구분	시작	종료	점검진단 기관	책임 기술자	안전 등급	주요 점검진단 결과
1	정밀 점검	2008.10.01	2008.12.31	나우이엔씨 (주)	김종율	A등급	이상없음
2	정기 점검	2009.03.06	2009.06.30	자체수행	정창훈	양호	이상없음

<표 3.1-3> 최근 안전점검 및 정밀안전진단 이력(계속)

N o	구분	시작	종료	점검진단 기관	책임 기술자	안전 등급	주요 점검진단 결과
3	정기 점검	2009.08.04	2009.11.25	자체수행	정창훈	양호	이상없음
4	정기 점검	2010.01.02	2010.06.30	자체수행	김동광	양호	양호함
5	정기 점검	2010.07.07	2010.12.08	자체수행	김동광	양호	양호함
6	정기 점검	2011.05.23	2011.06.03	자체수행	김동광	양호	양호함
7	정기 점검	2011.11.25	2011.11.25	자체수행	김동광	양호	양호
8	정기 점검	2012.05.07	2012.05.24	자체수행	강춘길	양호	양호
9	정기 점검	2012.10.22	2012.10.24	자체수행	강춘길	양호	이상없음
10	정기 점검	2013.04.15	2013.04.30	자체수행	강춘길	양호	이상없음
11	정밀 점검	2013.05.25	2013.05.25	자체수행	강춘길	A	이상없음
12	정기 점검	2014.04.01	2014.04.01	자체수행	박경홍	양호	양호
13	정기 점검	2014.09.01	2014.09.01	자체수행	박경홍	양호	양호
14	정기 점검	2015.03.10	2015.03.10	자체수행	박경홍	양호	양호
15	정기 점검	2015.12.07	2015.12.07	자체수행	이상엽	양호	양호함
16	정기 점검	2016.05.10	2016.05.10	자체수행	김종배	양호	전반적인 상태양호
17	정밀 점검	2016.06.24	2016.08.12	자체수행	옥병석	A	용벽의 상태는 손상이 없는 전체적으로 우수한 상태.
18	정기 점검	2017.04.28	2017.04.28	자체수행	이종기	양호	양호

<표 3.1-3> 최근 안전점검 및 정밀안전진단 이력(계속)

N o	구분	시작	종료	점검진단 기관	책임 기술자	안전 등급	주요 점검진단 결과
19	정기 점검	2017.12.04	2017.12.04	자체수행	강춘길	양호	이상 무
20	정기 점검	2018.05.04	2018.05.04	자체수행	정창훈	양호	양호
21	정기 점검	2018.11.30	2018.11.30	자체수행	정창훈	양호	이상없음
22	정기 점검	2019.04.10	2019.04.10	자체수행	박자민	양호	이상없음

1.2.5 기존 점검자료 요약

최근의 점검자료를 검토하여 손상의 변화 및 물량의 확대 등을 확인토록 하고 금회 성능 평가시 중점조사 사항을 확인토록 하는데 주안점을 두도록 하였다. 전회차 정밀점검은 자체수행을 통해 시행된 상태로서 결과를 요약하면 아래와 같다.

1) 용 역 명 : 부산울산선 정밀점검용역

2) 용역기간 : 2016. 06. 24 ~ 2016. 08. 12

3) 용 역 사 : 자체수행(한국도로공사)

4) 점검결과 요약

- 옹벽의 상태는 블록의 손상이 없는 전체적으로 우수한 상태임.
- 옹벽 상부의 배수로 및사면의 상태는 양호함.
- 옹벽의 전도, 활동, 침하 및 세굴의 흔적은 조사되지 않았음.
- 상태평가 결과 : 지반,기초부(A) / 전면부(A) / 기타(A)
- 안전등급 : A등급(F=0.000)
- 종합의견

: 옹벽 정밀안전점검 결과 블록의 손상이 없는 전체적으로 우수한 상태로 옹벽의 안전성을 저해할 만한 손상은 없는 것으로 조사됨.

: 옹벽의 주변영향인자로서 옹벽 상부 사면의 상태는 양호하며, 옹벽의 전도, 활동, 침하에 대한 문제점이 없는 양호한 상태

1.2.6 시설물 환경 자료

본 시설물이 위치한 지역의 환경 자료는 내구성능 평가를 위해 기상자료 등을 수집·분석하였다.

가. 동해환경

기상자료 개방포털에서 제공하는 해당지역 동절기의 일 최고기온, 일 최저기온, 강수량을 조사한다.

<표 3.1-4> 동해 환경 분석

구 분	분석 방법	분석 결과
동해 환경	○대상시설물 위치 파악	부산광역시 기장군 기장읍
	○관할 기상대 : 부산기상대	티센망 분석
	○동절기 기간	11월 1일 ~ 3월 31일
	○분석 자료(최근 10년간)	최고기온, 일 최저기온, 강수량

<표 3.1-5> 동해 환경 분석 결과

구 분		분석 방법	분석 결과		분석 기간
			일자	년평균 일수	
동결용 해 반복 지수 X	수분과 지속적으로 접촉하지 않는 일반 부재의 경우	일 최저기온 < -2.2℃ & 일 최고기온 > 0.0℃ & 강수량 > 0.0 mm	1일	0.1	2009.01.01 ~ 2019.12.31 (최근10년간)
	수분과 지속적으로 접촉하는 일반 부재의 경우	일 최저기온 < -2.2℃ & 일 최고기온 > 0.0℃	7일	0.7	

1.2.7 보수·보강이력

본 콘크리트 용벽은 유지관리 기초자료 분석 결과 유지관리중 보수·보강이력은 없는 것으로 조사되었다.

<표 3.1-6> 보수·보강이력

번호	공사기간	공사내역	공사비(원)	비고
		특이사항 없음		

1.2.8 내진설계 적용 여부

본 콘크리트 옹벽은 유지관리 기초자료 분석 결과 내진설계 가 적용된 것으로 분석되었다.

<표 3.1-7> 내진 설계 적용 여부

검토대상 부재	설계적용여부	결과	검토결과 요약	근거
콘크리트 옹벽	적용	-	구조계산서 검토결과 내진설계 반영	

1.2.9 관련 자료 분석 결과 요약

금회 성능평가 유지관리 관련자료를 분석한 결과, 본 시설물은 특별한 사고이력 및 상태 변화가 없는 양호한 시설인 것으로 평가되었다. 관련 자료 분석 결과 요약 및 이를 기초로 한 금회 성능평가 시행 방향은 다음과 같다.

<표 3.1-8> 관련 자료 분석 결과 요약 및 점검 방향

구 분	자료 분석 결과	정밀안전점검 방향
설계도서	○준공도서 유지관리중 ○위치도, 횡단면도 등 파악 가능	○설계도서 분석을 통한 성능평가 기본 자료 획득 ○설계도면과 현재 제원 비교
시설물 관리대장	○기본현황, 상세제원 확인 가능 ○유지관리 이력 파악 ○시설물 준공 후 최초 성능평가	○현장조사를 위한 기초자료로 활용 ○준공후 특별한 보수·보강이력이 없는 상태로서 금회 성능평가지 손상 조사시 필요에 따라 보수·보강방안 수립
안전점검 및 정밀안전진단 자료	○준공후 정기안전점검, 정밀안전점검이 시행되었음. ○자료 분석결과 특별한 손상이 없는 전반적으로 양호한상태	○기시행된 정밀안전점검과 비교한 현 상태의 면밀한 조사 ○필요시 보수·보강방안 수립 ○시설물 특성을 고려한 적절한 유지관리방안 제시
보수·보강 자료	○준공전 보강자료 없음. ○공용중 보수·보강이력 없음.	○현장조사를 통한 보강여부 확인
유지관리 전략 제안	-	○현장조사 및 관련자료 분석을 통한 항목별 성능평가 시행 ○성능평가 결과에 따라 성능목표 유지를 위한 유지관리 전략 제안

1.3 현장조사 및 시험

1.3.1 외관조사

대상 시설물에 대한 현장조사 및 시험은 본 조사를 실시하기 이전에 현장을 답사하여 시설물의 주변 환경과 현 상태를 파악하고, 시설물의 접근방법 및 관련 자료를 검토 후 외관 조사를 통하여 물리적, 기능적 결함을 발견하고 안전성 확인을 위한 상세한 조사계획을 수 하였다.

또한, 물리적, 기능적 결함을 발견하고 안전성을 판단하기 위해 기본시설물 및 부대시설 물 등 주요 부재의 현 상태와 시설물의 안전성을 저해할 만한 손상의 유무를 확인하였으며, 시설물의 구성부재별로 외관조사 결과는 외관조사망도와 주요 사진을 중심으로 부록자료에 수록하여 향후 시설물 점검 및 유지관리 시에 효율적으로 활용할 수 있게 하였다.

가. 시설물 현황

1) 일반 사항

본 과업대상인 송정IC R/B(sta.0+445~0+735)는 부산광역시 기장군 기장읍에 위치하고 있으며, 2008년 12월에 준공된 연장 290.0m, 지면노출 높이 7.5m의 콘크리트 옹벽이다.

2) 구간분할

금회 성능평가지 수행한 현장조사에서 구간분할은 세부지침의 기준으로 20m간격을 두고 구간분할을 실시하였다. 총 15개구간(S1~S15)으로 구분하고 세부사항은 아래와 같다.

<표 3.1-9> 콘크리트 옹벽 구간 분할

Span	구 간	누계 (m)	최고높이 (m)
1	시점~20.0m	20.0	7.5
2	20.0~40.0m	40.0	6.9
3	40.0~60.0m	60.0	5.8
4	60.0~80.0m	80.0	5.2
5	80.0~100.0m	100.0	4.9
6	100.0~120.0m	120.0	4.7
7	120.0~140.0m	140.0	4.8
8	140.0~160.0m	160.0	5.3

Span	구 간	누계 (m)	최고높이 (m)
9	160.0~180.0m	180.0	5.5
10	180.0~200.0m	200.0	5.7
11	200.0~220.0m	220.0	5.8
12	220.0~240.0m	240.0	6.4
13	240.0~260.0m	260.0	6.4
14	260.0~280.0m	280.0	6.8
15	280.0m~종점	290.0	7.2

3) 조사항목

<표 3.1-10> 콘크리트 용벽의 조사항목

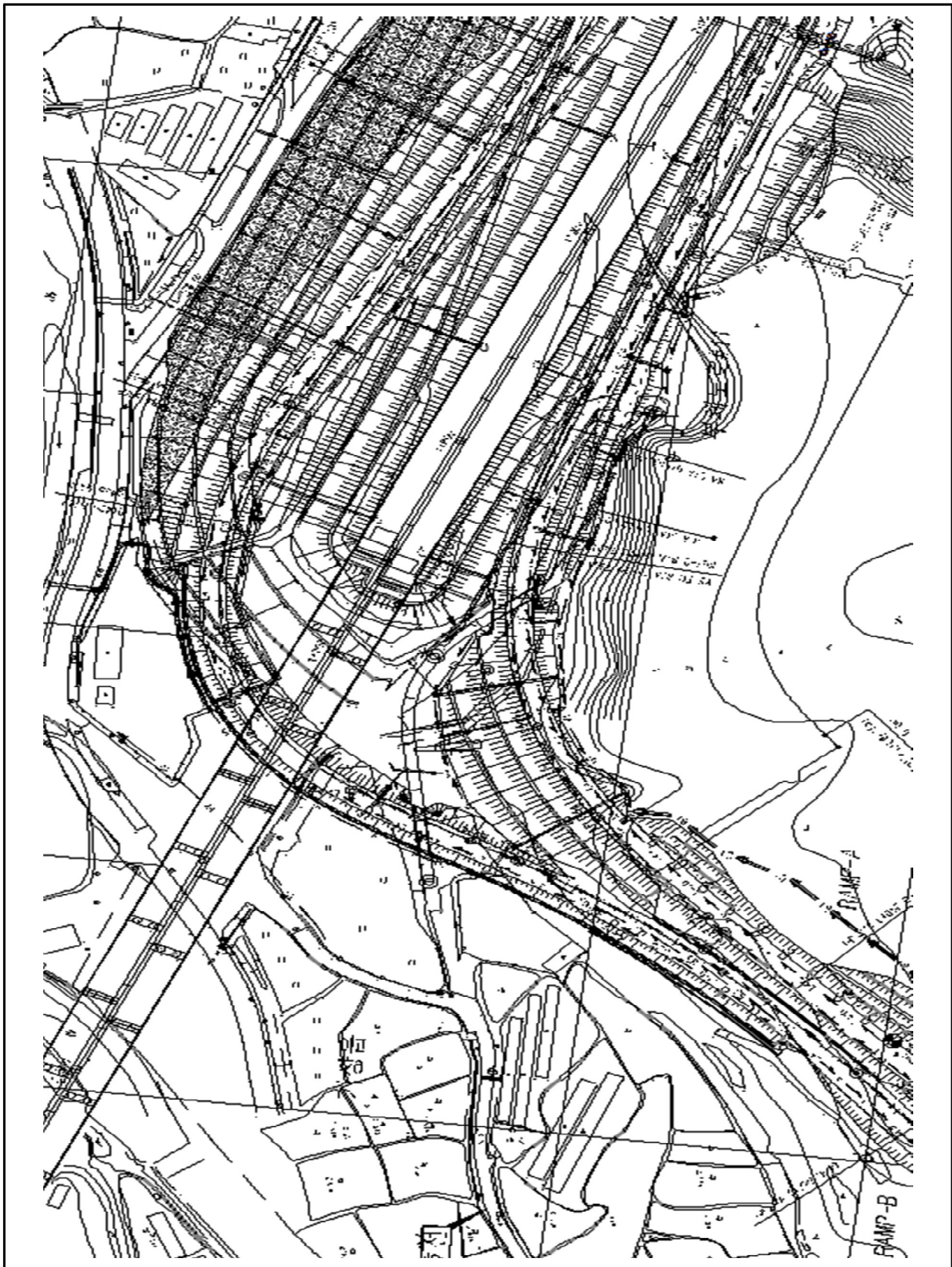
평가항목				비 고
안전 성능	상태 안전 성능 ¹⁾	침하		
		계획선형오차(전도/경사)		
		활동		
		전면부 진행성 배부름		
		파손, 손상 및 균열		
		유실		
		이격		
		세굴		
		주변영향인자	배수시설	
			사면구배	
			낙석흔적	
	구조 안전 성능	사면조사	침출수	
			평상시	
			지진시	
		저면활동		
		원호활동		
		전도		
		지지력	평상시	
			지진시	
		침하		
		인발파괴		
		보강재 파단		
내구 성능	전면판		염화물침투량 ²⁾	
			탄산화깊이 ²⁾	
			피복(표면부)콘크리트 품질	
			염해환경 ²⁾	
			동해환경	
	보강재 ³⁾ (강재)		발청	
			변색	
			도막(도금)두께	

주1) 상태안전성능 조사시, 점검자의 안전확보를 위한 점검로 보수 필요유무 및 점검로 상태 등을 육안 점검 하도록함.

주2) 전면판에 철근이 포함되지 않은 경우, 염화물침투량, 탄산화깊이, 염해환경에 대한 평가 제외

주3) 콘크리트 용벽의 보강재(강재)에 대한 평가는 필요시 선택과업으로 수행

4) 관련도면



<그림 3.1-2> 평면도

1.3.2 조사결과

가. 전면부

본 콘크리트 용벽의 전면부에 대하여 파손 및 손상, 균열, 유실, 이격 등에 대한 면밀한 조사를 각 Span별로 수행토록 하였다.

1) 파손, 손상 및 균열

- 조사 결과, 용벽에 영향을 미치는 주요한 손상은 없는 상태이다.
- 기존 발생된 손상인 실란트 미처리 외 공용기간 증가, 건조수축, 외기 환경 등에 의한 실란트 파손, 표면오염, 균열이 추가 발생된 것으로 확인되었으며, 발생된 손상의 경우 사용성에 문제는 없는 상태로 주기적인 점검으로 손상의 증가 및 확대 등에 대해 확인 후 보수시기를 결정하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.

<표 3.1-11> 파손, 손상 및 균열 외관조사 결과

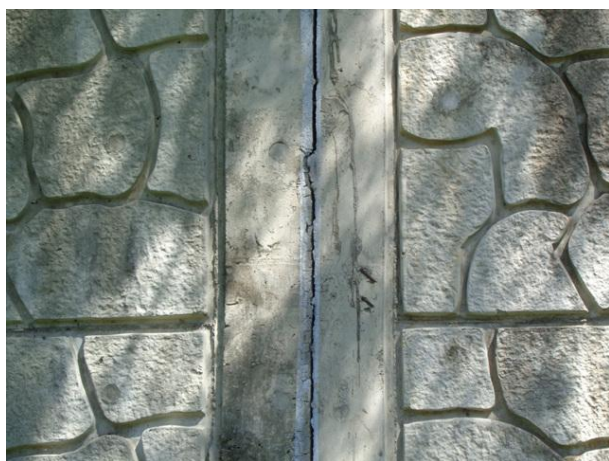
구 분	Span	손상 내용	단위	손상수량 (개소 / 수량)	손상 원인	비 고
파손, 손상 및 균열	S1	실란트 파손	m	1 / 5.0	장기공용에 의한 열화	
	S2	실란트 파손	m	1 / 5.0	장기공용에 의한 열화	
	S3	실란트 미처리	m	1 / 6.0	장기공용에 의한 열화	
	S4	양호	-	-	-	
	S5	양호	-	-	-	
	S6	양호	-	-	-	
	S7	양호	-	-	-	
	S8	양호	-	-	-	
	S9	균열	m	1 / 4.0	건조수축	
	S10	균열	m	1 / 1.5	건조수축	
		실란트 파손	m	1 / 6.0	장기공용에 의한 열화	
		표면오염	m ²	1 / 80.0	장기공용, 우수유입	
	S11	양호	-	-	-	
	S12	양호	-	-	-	
	S13	양호	-	-	-	
	S14	양호	-	-	-	
	S15	양호	-	-	-	



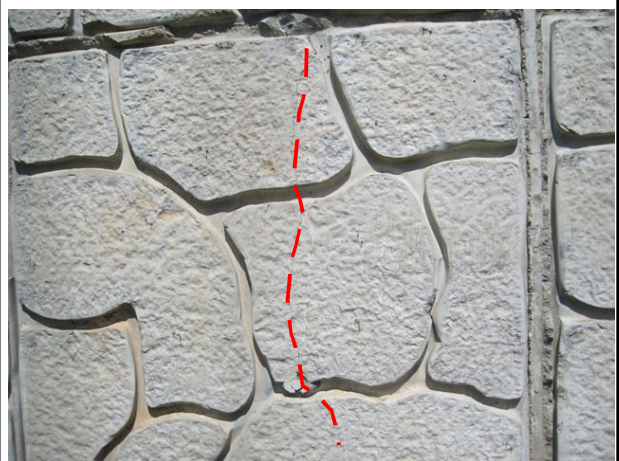
전면부 전경



S1 실란트 파손



S2 실란트 파손



S9 균열



S10 실란트 파손



S10 표면오염

나. 지반, 기초부

본 콘크리트 옹벽의 지반 및 기초부에 대한 조사를 통해 침하, 활동, 세굴, 계획선형 오차 등에 대한 면밀한 조사를 각 Span별로 수행토록 하였다.

금회 성능평가인 콘크리트 옹벽은 인접부의 특이사항(굴착공사 등)은 없는 상태이다.

1) 침하, 활동, 세굴

- 침하는 옹벽구조물이 시공위치에서 수직방향으로 가라앉는 현상으로 정의할 수 있으며, 발생원인으로는 기초지반의 압밀침하, 부등침하, 기초의 세굴 등이며 옹벽 하단 기초지반의 전단파괴에 의해서도 발생할 수 있다. 본 콘크리트 옹벽에서는 시공이음부 단차현상이나 이격으로 인한 틈 발생이 관찰되지 않는 상태인바, 침하로 인한 문제는 없는 것으로 판단된다.
- 활동은 저면활동과 원호활동으로 구분되며 추가하중으로 인한 작용하중의 증가, 지반 전단강도 감소 등에 의해 발생할 수 있다. 본 콘크리트 옹벽 내에는 활동에 대한 평가를 위하여 기울기를 측정하였으며, 기존 점검(2016년)에서는 측정된 값이 없는 상태에서 관련자료의 검토를 통해 비교.검토를 수행토록 하였다. 금회 성능평가를 위한 기울기 측정 결과 활동에 의한 문제는 없는 것으로 검토되었으며, 진행성 여부 등도 없는 것으로 판단된다.(측정값은 1.3.3절 측정 및 시험 참조)
- 세굴은 기초지반이 유실되는 현상으로 기초지반의 지지력 저하와 수동토압의 감소로 침하, 전도, 활동 등의 외적안전성에 영향을 미치는 요인이다. 금회 성능평가지 옹벽 주변부에는 대규모의 굴착 및 토공사 등은 없으며, 배수로 주변부의 패임 및 침식 등의 여부도 없는 바, 세굴에 의한 영향은 없는 것으로 판단된다. 다만, 일상유지 및 점검을 통한 콘크리트 옹벽 주변의 이상여부를 관찰토록 하는 것이 필요할 것이다.

<표 3.1-13> 침하, 활동, 세굴 외관조사 결과

구 분	손상 내용	단위	손상수량 (개소 / 수량)	손상 원인	비 고
침하	상태양호	-	-	-	
활동	상태양호	-	-	-	
세굴	상태양호	-	-	-	



2) 계획선형 오차(전도/경사)

- 본 성능평가지 계획선형 오차에 대한 평가를 수행하였으며, 준공도면 상에서는 전개도 및 단면도 등을 보유하고 있으나 세부적인 사항은 확인인 불가한 상태이다. 따라서 금회 수행한 성능평가지 측정된 값은 관련자료와 비교하여 추후 진행성 여부 등을 확인토록 하는 것이 바람직할 것이다.
- 측정결과, 전도 및 경사에 의한 문제는 없는 상태로 분석되었으며, 세부내용은 "1.3.3절 측정 및 시험"에 수록하였다.

<표 3.1-14> 계획선형 오차(전도/경사) 외관조사 결과

구 분	손상 내용	단위	손상수량 (개소 / 수량)	손상 원인	비 고
계획선형 오차	상태양호	-	-	-	

다. 주변영향인자

1) 배수시설

- 콘크리트 옹벽 내의 배수시설을 확인한 결과, 옹벽 상·하단부에는 배수로가 설치되어 있으며, 금회 점검 결과, 손상이 없는 양호한 상태인 것으로 조사되었다.
- 콘크리트 옹벽의 벽체에는 횡배수관 및 수평배수공이 설치되어있으며, 배수관 막힘 등의 손상이 없는 양호한 상태인 것으로 확인되었다.
- 금회 콘크리트 옹벽의 배수시설에 대한 점검 결과, 손상이 없는 양호한 상태이며, 구조물의 배수기능에 문제가 없는 것으로 확인되었다.

<표 3.1-15> 배수시설 외관조사 결과

구 분		손상 내용	단위	손상수량 (개소 / 수량)	손상 원인	비 고
배수시설	상단배수로	상태양호	-	-	-	
	하단배수로	상태양호	-	-	-	
	배수관(흙관)	상태양호	-	-	-	



하단배수로 시공상태

하단배수로 시공상태

2) 사면조사

- 본 콘크리트 옹벽 상단부는 토공의 성토사면으로 이루어져 있으며, 급격한 사면구배의 변화 및 사면손상 등은 없는 것으로 조사되었다. 사면 내의 침식, 유실 등의 손상도 없는 상태로 전반적으로 보통의 상태를 유지하고 있는 것으로 판단된다.
- 옹벽 구간 내의 사면부에는 침출수 등에 의한 누수현상은 없는 것으로 확인되었다.
- 본 콘크리트 옹벽에는 별도의 점검로 시설은 설치되어 있지 않은 상태이다.

<표 3.1-16> 사면조사 외관조사 결과

구 분		손상 내용	단위	손상수량 (개소 / 수량)	손상 원인	비 고
사면조사	사면구배	상태양호	-	-	-	
	침출수	상태양호	-	-	-	



사면 구배 및 경사면 현황



사면부 식생 상태



시점부 사면 상단 현황



종점부 사면 및 콘크리트 옹벽 시공상태

1.3.3 측정 및 시험

가. 항목 및 평가방법

측정 및 시험은 지침상의 조사항목과 외관조사와 함께 구조물의 상태평가, 보수·보강공법 및 유지관리 방안 제시의 기초 자료로 활용할 수 있도록 하였다. 금회 콘크리트 옹벽에서 수행한 시험 항목은 다음과 같다.

<표 3.1-17> 제2종 성능평가 재료시험 항목(콘크리트옹벽)

구 분	항 목	평가 방법	비 고
공 통	○ 측정분할(평가단위) - 신축이음부 또는 20m 간격 ○ 선형 및 수준측량 등	○ 20m간격으로 측정분할·평가 ○ 기울기, 변형여부 조사	
콘크리트 옹 벽	○ 콘크리트 강도 - 비파괴시험 : 반발경도시험 ○ 탄산화 깊이 측정 ○ 염화물 침투량 평가	○ 전면부 대상	

※ 세부사항은 "시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침(성능평가편, 2019.01)을 참조하여 결정하였음.

나. 계획선형오차(전도/경사) 조사

1) 개 요

옹벽 기울기 상태는 현재 설치된 옹벽 블록의 전도 및 활동 여부를 파악하기 위하여 실시하였다. 조사 방법은 GPS측량기 및 측정기를 이용한 옹벽의 전체적인 선형 및 기울기를 조사함으로써 시설상태를 평가하기로 한다.

2) 측정결과 및 분석

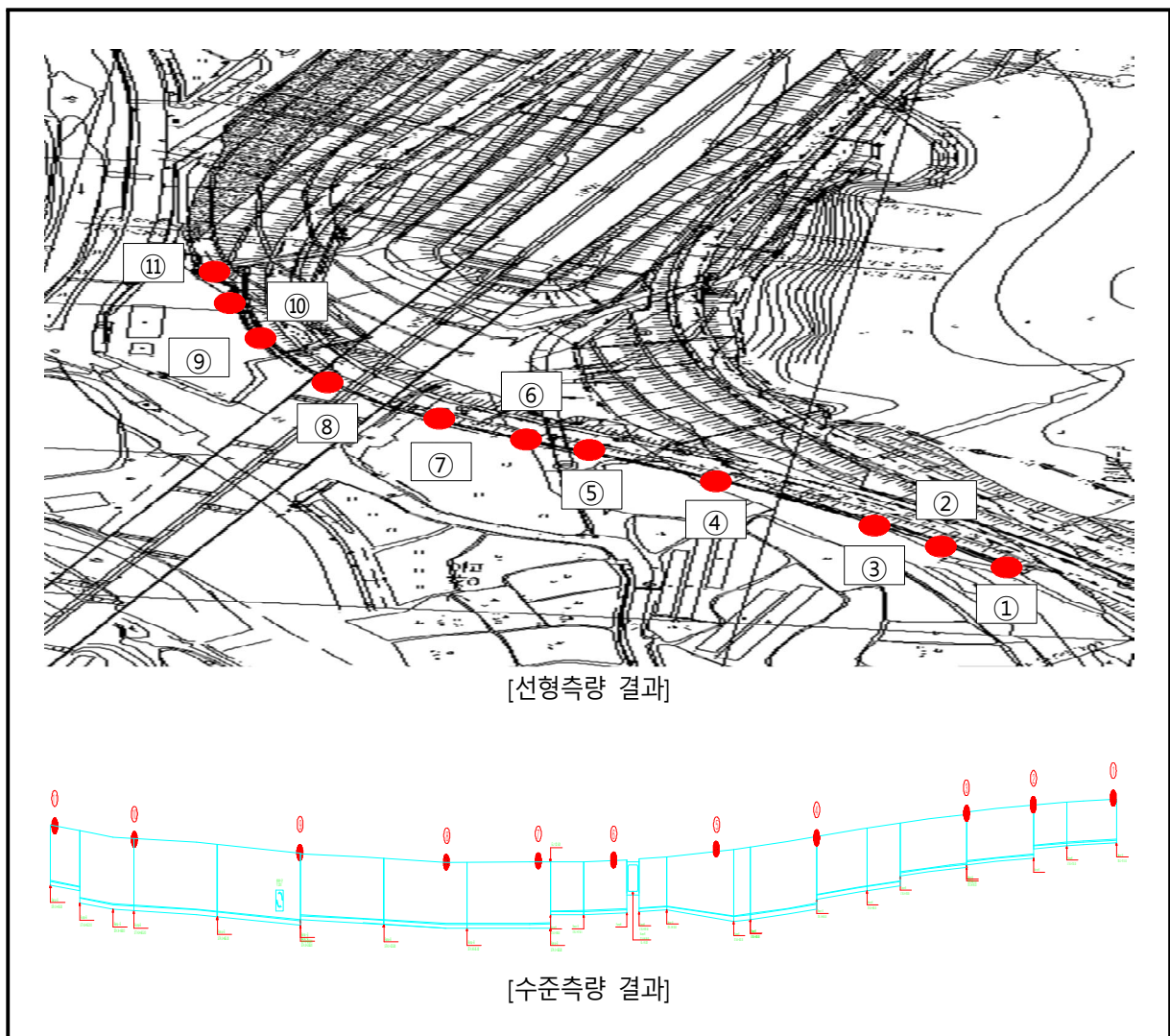
- 본 성능평가 대상의 콘크리트 옹벽의 준공도서 등의 세부사항은 없어 정확한 설계당시의 기울기 등은 파악할 수 없는 상태이다.
- 대상구조물의 계획선형 오차(전도/경사)에 의한 영향을 평가하기 위해 실시한 선형 및 기울기 측정값은 아래와 같으며, 금번 선형 및 기울기값은 전회차 정밀안전점검(자체 수행)에서 측정한 자료가 없어 관련자료 등을 토대로 비교·검토를 수행토록 하였다.
- 측정은 옹벽높이가 높은 구간을 선정하여 실시하였으며, 설계도서와 비교하여 검토한 결과, 침하 및 전도, 활동이 발생하지 않은 상태로 평가되었다.
- 금번 실시한 측정자료는 추후 점검시 동 위치에서 선형 및 기울기를 측정하여 선형 및 기울기 변화유무를 확인토록 하여야 할 것으로 판단된다.

<표 3.1-18> 기울기 측정결과

위 치	측정경사각(°) (-:내측,+ :외측)	기울기(%)	평가결과
측점 ① 60.0m지점	-89.5	0.153	비진행성, 2%미만
측점 ② 130.0m지점	-89.7	0.127	
측점 ③ 210.0m지점	-89.3	0.216	

<표 3.1-19> 선형 및 수준측량 측정결과

측정위치	X	Y	Z	측정위치	X	Y	Z
①	190152.5	218757.2	28.751	⑦	190233.8	218616.5	24.945
②	190164.0	218741.4	28.168	⑧	190244.7	218598.7	25.106
③	190177.5	218720.9	27.069	⑨	190295.2	218561.3	26.591
④	190202.5	218674.2	23.911	⑩	190315.9	218556.2	27.682
⑤	190217.4	218653.6	25.604	⑪	190330.1	218555.1	28.545
⑥	190225.2	218635.0	25.076				



<그림 3.1-2> 선형 및 수준측량 결과



경사계를 이용한 경사각 조사



GPS측량기를 이용한 선형 및 수준측량



GPS측량기를 이용한 선형 및 수준측량



GPS측량기를 이용한 선형 및 수준측량

1.4 안전성능 평가

1.4.1 상태안전성능 평가

가. 개요

옹벽의 상태안전성능 평가는 외관조사를 실시하여 결함 및 손상 등을 조사하고, 성능지표별 평가기준에 따라 결함점수 및 결함지수를 산정하는 방식으로 이루어진다.

나. 상태안전성능 평가방법

옹벽분류에 따른 옹벽별 상태안전성능 평가를 위한 결함등급 및 결함점수와 결함지수 산출방법은 다음과 같다.

<표 3.1-20> 콘크리트 옹벽 평가기준

결 함 점 수		a	b	c	d	e
		0 ≤ f < 0.15	0.15 ≤ f < 0.30	0.30 ≤ f < 0.55	0.55 ≤ f < 0.75	0.75 ≤ f
침 하		0	1	2	3	4
활 동		0	1	2	3	4
배수공상태		0	3	6	9	12
계획선형오차 (전도/경사)		0	0	1	1	2
파손 및 손상(재료분리)		0	1	2	3	4
균열		0	2	4	6	8
마모/침식		0	0	1	1	1
재료 열화	박리	0	0	1	1	2
	박락 및 층분리	0	1	2	3	4
	백태	0	0	1	1	1
	탄산화	0	1	2	4	4
	염화물	0	1	2	4	4
	철근노출	0	1	2	3	4
세 굴		0	4	8	12	16
주변 영향인자	배수 시설	배수시설이 양호할 경우 : 0, 배수시설이 없거나 불량할 때 : 1				
	사면 조사	사면구배	적절	0	부적절	1
		낙석흔적	미발생	0	발생	1
		침출수	무	0	유	1
옹벽 결함지수 (F)		①	$\frac{\Sigma \text{결함점수}}{76}$		②	$\frac{\Sigma \text{결함점수}}{60}$

※ 철근이 포함되지 않은 구조물은 철근노출, 염화물, 탄산화 항목 제외

※ 세굴 발생이 가능한 부위가 불투수 처리(아스콘, 콘크리트 포장)가 되었을 경우 ②번 산정식을 사용함.

※ 주변영향인자 평가항목 중 사면조사는 절토사면 및 사면 보호시설물에 해당하여 실시하며, 해당 시설물이 아닌 경우에는 평가식의 분모를 3점 감산하여 계산한다.

다. 상태안전성능 평가결과

옹벽 형식별 상태안전성능 평가 결과에 따라 결함지수를 구하고, 아래의 표 산정기준을 적용하여 해당 시설물의 상태안전성능 평가 등급을 도출한다.

<표 3.1-21> 콘크리트 옹벽 평가기준

a등급	b등급	c등급	d등급	e등급
$0 \leq f < 0.15$	$0.15 \leq f < 0.30$	$0.30 \leq f < 0.55$	$0.55 \leq f < 0.75$	$0.75 \leq f$

<표 3.1-22> 상태안전성능 평가 산정 결과

구간	침하	계획 선형오차	활동	파손 및손상	균열	마모 침식	박리	박락 층분리	탄산화	염화물	백태	배수공	주변영향인자				결함 점수 합계	평가 단위 결함지수	평가 단위 평가 결과
													배수 시설	사면조사					
														사면 구배	낙석 흔적	침출 수			
S1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.01	a
S2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.01	a
S3	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.01	a
S4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	a
S5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	a
S6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	a
S7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	a
S8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	a
S9	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0.05	a
S10	0	0	0	1	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0.07	a
S11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	a
S12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	a
S13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	a
S14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	a
S15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	a
평균	0	0	0	0.27	0.53	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.80	0.01	a
													상태안전성능 평가 결과				a		

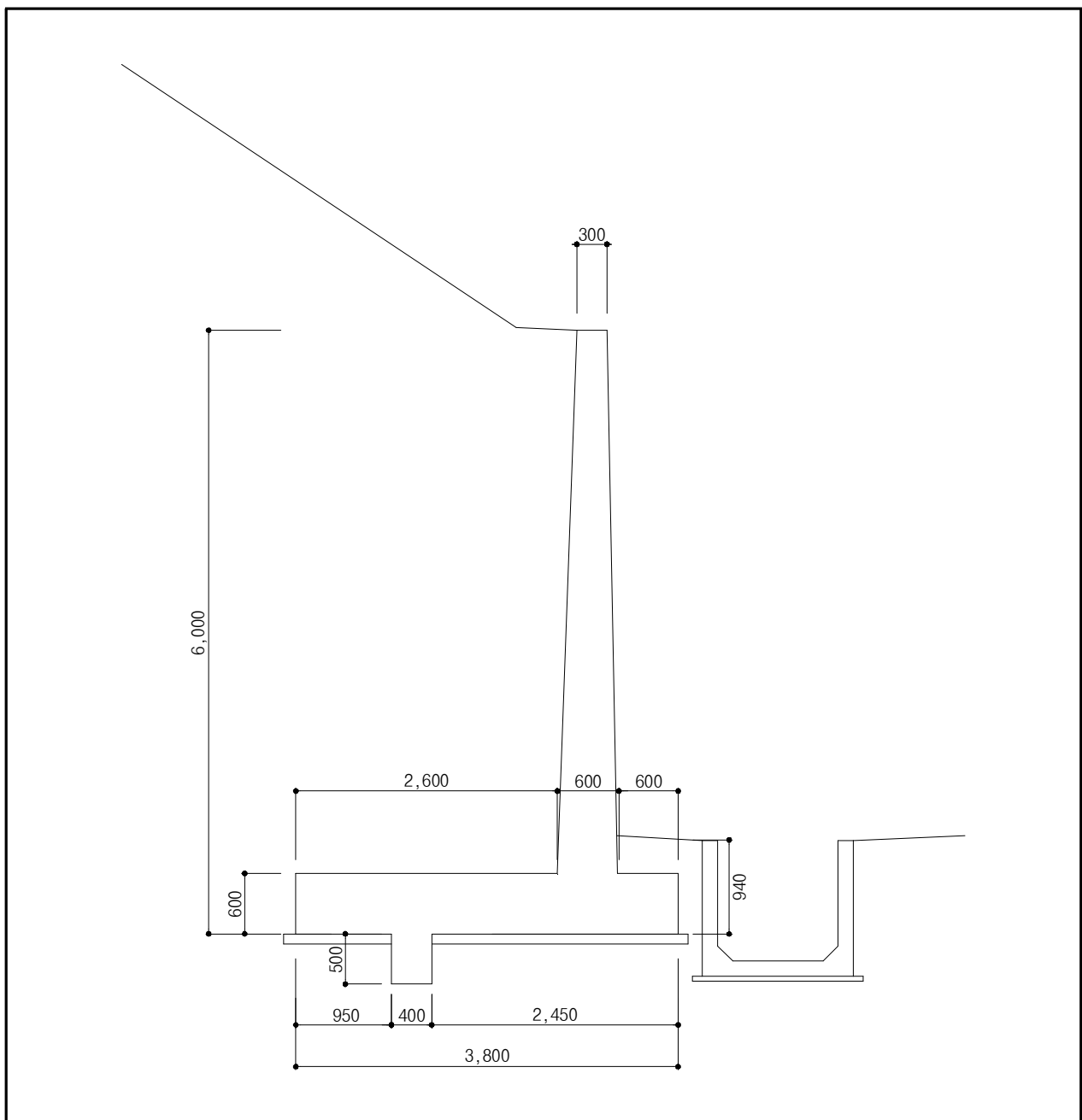
1.4.2 구조안전성능 평가

가. 개요

본 검토대상인 옹벽에 대한 구조검토는 설계도서 및 구조계산서를 참고하였으며, 구조물의 철근간격 등은 실측자료를 활용하였다.

나. 검토단면 및 검토조건

1) 검토단면(역T형옹벽 H=6.0m)



2) 검토조건

· 설계조건

- 콘크리트(f_{ck}) : 24.0MPa
- 철근(f_y) : 300.0MPa
- 과재하중(q) : 10.00kN/m²

· 지반조건

- 콘크리트의 단위중량(γ_c) : 25.00kN/m³
- 뒤텔흙의 단위중량(γ_t) : 20.00kN/m³
- 뒤텔흙의 내부마찰각(ϕ_1) : 35.0°
- 지지지반의 내부마찰각(ϕ_2) : 35.0°
- 지지지반의 점착력(C) : 0.0kN/m²
- 뒤텔흙의 경사각(α) : 33.7°
- 뒤텔흙 성토높이 : 2.84m
- 옹벽전면의 토피고(D_f) : 0.94m

· 사용토압

- 상시
 - 안정 검토시 : 시행 흠빼기 토압
 - 단면 검토시 : 시행 흠빼기 토압

- 지진시

- 안정 검토시 : 시행 흠빼기 토압
- 단면 검토시 : 시행 흠빼기 토압

· 참고문헌

- 콘크리트구조기준(국토해양부, 2012)

다. 구조안전성능 검토 결과

<표 3.1-23> 외적 안전성 검토 결과

구분	전 도				활 동				지 지 력			
	ΣMr	ΣMo	안전율	결과	ΣHr	ΣH	안전율	결과	q_u (qa)	q_{max}	안전율	결과
상시	1244.58	492.23	2.53 ≥ 2.0	O.K	340.72	190.94	1.79 ≥ 1.5	O.K	1200.0 (400.0)	232.45	5.16 ≥ 3.0 (1.72)	O.K
지진시	1325.07	887.40	-	-	377.41	235.66	1.60 ≥ 1.1	O.K	1200.0 (600.0)	442.51	2.71 ≥ 2.0 (1.36)	O.K

※ 편심검토 상 시 $e = 0.447m \leq B/6 = 0.633m \quad \therefore$ O.K※ 편심검토 지진시 $e = 1.088m \leq B/3 = 1.267m \quad \therefore$ O.K

<표 3.1-24> 내적 안전성 검토 결과

구 분	힘모멘트				전단력			
	M_u	ϕM_n	안전율	결과	V_u	ϕV_n	안전율	결과
앞굽판	70.41	149.50	2.12	O.K	223.81	339.66	1.52	O.K
뒷굽판	388.95	506.70	1.30	O.K	311.10	339.66	1.09	O.K
벽체하단	388.95	506.70	1.30	O.K	216.08	339.66	1.57	O.K
활동방지벽	31.77	63.64	2.00	O.K	127.07	209.02	1.64	O.K

라. 구조안전성능 평가 결과

조안전성능 평가 결과, 각 평가항목의 허용안전율 이상을 확보하고 있는 상태로서 구조 안전성능 평가 등급은 "a"로 평가되었다.

평가항목구분			안전율	평가결과		비 고
외적 안전성 평가	활동	상시	1.79	a		1.5이상
		지진시	1.60	a		1.1이상
	전도		2.53	a		2.0이상
	지지력	상시	5.16	a		3.0이상
		지진시	2.71	a		2.0이상
내적 안전성 평가	앞굽판	모멘트	2.12	a	a (최저 값)	1.0이상
		전단력	1.52	a		1.0이상
	뒷굽판	모멘트	1.30	a	a (최저 값)	1.0이상
		전단력	1.09	a		1.0이상
	벽체하단	모멘트	1.30	a	a (최저 값)	1.0이상
		전단력	1.57	a		1.0이상
	활동방지 벽	모멘트	2.00	a	a (최저 값)	1.0이상
		전단력	1.64	a		1.0이상
구조안전성능 평가 결과	• 구조안전성능 평가 등급 = a • 구조안전성능 평가 결함지수 = 0.14					

1.4.3 안전성능 평가결과

본 콘크리트 옹벽에 대하여 상태안전성능 및 구조안전성능 평가를 실시한 후 각 결함지수를 비교하여 보수적인 값을 최종 안전성능평가 결과로 결정한다.

<표 3.1-25> 안전성능 평가 결과산정

안전성능 평가 결과 산정표			
시설물명	송정IC R/B(sta.0+445~0+735)		
평가구분	결함지수	평가결과	비 고
상태안전성능 평가	0.01	a	
구조안전성능 평가	0.14	a	
안전성능 평가결과	◦ 상태안전성능과 구조안전성능 등급 중 최소등급 선택 ◦ 안전성능평가 결과 : A등급		

<표 3.1-26> 안전성능 평가 결과에 따른 시설물 상태 정의

안전등급	평가지수	시설물의 상태
A (우수)	$0.00 \leq P < 0.15$	외관상 결함, 손상 또는 붕괴 등의 요인에 대한 문제점이 없는 성능 수준
B (양호)	$0.15 \leq P < 0.30$	일부 부재에서 경미한 결함이 발생하였으며, 결함의 진행 여부를 지속적으로 관찰하고 보수 여부를 결정해야 하는 성능 수준
C (보통)	$0.30 \leq P < 0.55$	광범위한 부재에서 결함이 발생하였으나, 전체적이 시설물의 안전에는 지장이 없으며, 간단한 보수 또는 보강이 필요한 성능수준
D (미흡)	$0.55 \leq P < 0.75$	심각한 결함에 대한 긴급한 보수·보강이 필요하며 사용 제한 여부를 결정해야 하는 성능 수준
E (불량)	$0.75 \leq P$	심각한 결함으로 인하여 시설물의 안전에 위험이 있어 즉각 사용을 금지하고 보강 또는 개축이 필요한 수준

1.5 내구성능 평가

콘크리트 내구성능 평가항목은 크게 열화진전평가와 열화환경평가로 구분된다. 열화진전평가와 열화환경평가는 독립적으로 실시한다. 대상 시설물의 내구성능 종합 등급에는 열화진전평가만이 사용되며, 열화환경평가는 콘크리트 내구성능 등급 산정에는 활용하지 않으며 기타 구조물의 유지관리 업무에 활용한다.

1.5.1 콘크리트 내구성능 평가항목 및 대상

콘크리트 용벽에 대해 내구성능 평가를 수행하며, 부재별 가중치를 고려하지 않고 단일 구조물 형식으로 적용한다.

<표 3.1-24> 내구성능 평가항목 및 대상

구 분		평가항목	평가여부	비 고
콘크리트 용벽	열화진전평가	탄산화 깊이	○	전면부 대상
		피복(표면부) 콘크리트 품질	○	
		염화물 침투량	○	
	열화환경평가	염해환경	×	
		동해환경	○	

가. 열화진전평가

1) 반발경도시험 결과

① 개요

콘크리트용벽의 반발경도시험은 전면부에서 6개소를 실시하였다.



콘크리트 강도조사(반발경도시험) 전경



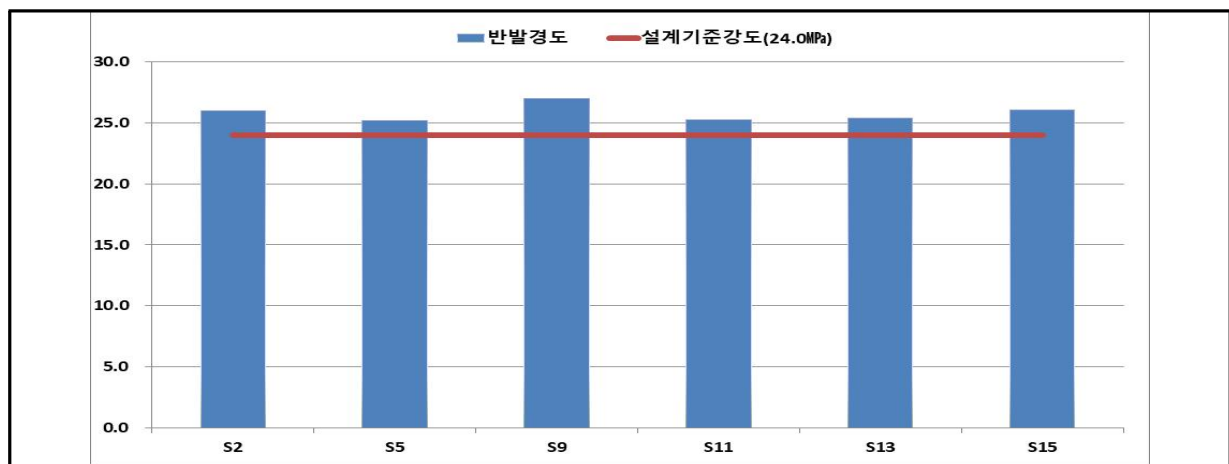
콘크리트 강도조사(반발경도시험) 전경

② 측정결과

반발경도법에 의한 콘크리트 강도 조사결과, 전 구간에서 측정값이 설계기준강도 (24.0 MPa)를 상회하는 것으로 분석되었다.

<표 3.1-25> 반발경도시험 결과

측 정 위 치		반발경도 (Ro)	압축강도(MPa)		재령 계수 (α)	평균값	강도비 (%)	설계기준 강도(MPa)
			일본 재료학회	일본 재료건축				
전 면 부	S2	45.8	25.3	26.8	0.63	26.0	108.3	24.0
	S5	44.4	24.2	26.2	0.63	25.2	105.0	
	S9	47.4	26.5	27.5	0.63	27.0	112.5	
	S11	44.6	24.3	26.3	0.63	25.3	105.4	
	S13	44.8	24.5	26.4	0.63	25.4	105.8	
	S15	45.9	25.3	26.8	0.63	26.1	108.8	



※ 각 제안식의 평균값으로 압축강도를 산정함.

<그림 3.1-3> 반발경도시험 결과 그래프

2) 탄산화깊이 측정

① 개요

콘크리트 용벽의 탄산화깊이 측정은 전면부에서 3개소 실시하였다.



탄산화깊이측정 전경



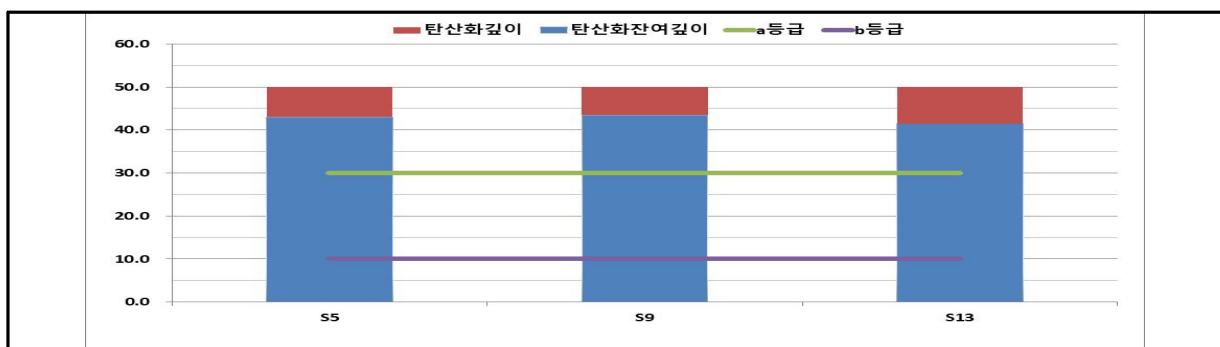
탄산화깊이측정 전경

② 측정결과

측정결과 탄산화 진행깊이는 6.5~8.5mm로 측정되었으며, 설계피복두께를 고려할 때 전 개소에서 상태평가 기준 상 "a"로 평가되어 탄산화에 의한 철근부식 발생 가능성은 없는 것으로 분석되었다. 또한, 전 부재에서 잔존수명(철근까지의 탄산화 도달시간)을 100년 이상 확보하고 있는 것으로 분석되었다.

<표 3.1-26> 탄산화깊이측정 결과

측 정 위 치		탄산화 깊이 (mm)	피복두께 (mm)	탄산화 잔여깊이 (mm)	평가결 과	탄산화 속도계수 (A)	잔존수명 (년)
전면부	S5	7.0	50.0	43.0	a	2.11	100년 이상
	S9	6.5	50.0	43.5	a	1.96	100년 이상
	S13	8.5	50.0	41.5	a	2.56	100년 이상



<그림 3.1-4> 탄산화시험 결과 그래프

3) 염화물 침투량 평가

① 개요

콘크리트 용벽의 염화물 침투량 평가는 전면부에서 3개소 실시하였다.

② 측정결과

측정결과 철근깊이의 전염화물 침투량이 0.1290~0.1765kg/m³로 측정되었으며, 이는 염화물 상태평가 기준 상 0.3kg/m³이하로 "a"로 평가되었다.

<표 3.1-27> 염화물 침투량 평가 결과

측 정 위 치			환산 염화물 함유량 (kg/m ³)	철근위치등급 분석결과
전면부	S5	표면~20mm	0.4684	a (철근부의 전염화물 침투량이 0.3kg/m ³ 이하로 2.5kg/m ³ 가 되는 시점이 30년 초과)
		20~40mm	0.2512	
		40mm~철근깊이	0.1471	
	S9	표면~20mm	0.5318	
		20~40mm	0.2829	
		40mm~철근깊이	0.1765	
	S13	표면~20mm	0.2851	
		20~40mm	0.2059	
		40mm~철근깊이	0.1290	

※ 콘크리트 중의 환산 염화물 산출시 콘크리트의 단위중량은 2.263kg/m³을 적용

※ 철근부식 방지를 위한 최대 수용성 염소이온 비율(기타철근콘크리트) 0.3kg/m³을 적용

※ 성능평가 결과는 철근이 위치하고 있는 피복두께 깊이의 염화물 함유량 결과에 대하여 실시함

※ 염화물 상태평가 기준(염화물함유량)

: a-0.3kg/m³이하 / b-0.3kg/m³<염화물≤0.6kg/m³ / c-0.6kg/m³<염화물≤1.2kg/m³ / d-1.2kg/m³<염화물≤2.5kg/m³

나. 열화환경평가

본 콘크리트 옹벽의 열화환경은 동결융해에 대하여 평가를 수행하며, 동결융해 반복지수(X)는 수분과 직접 접촉하지 않는 부재로 평가등급을 산정하였다.

<표 3.1-28> 열화 환경 평가 결과

구 분	열화 환경 평가 결과	평가 등급
위 치	부산광역시 기장군 기장읍	
동결융해 반복지수 X	수분과 직접 접촉하지 않는 부재의 경우 0.1회	a
	수분과 직접 접촉하는 부재의 경우 0.7회	
평가 결과	양호한 열화환경으로서 내구성능 저하의 가속요인이 거의 없는 상태	

1.5.2 내구성능 평가결과

본 콘크리트 옹벽에 대하여 내구성능 평가는 열화진전평가 및 열화환경평가를 종합하여 분석한 결과, 평가결과 "A"로 평가되었다.

<표 3.1-29> 열화환경지표의 평가결과

구분	평가결과	평가등급	비고
열화진전평가	탄산화 깊이	0.08	A
	피복(표면부) 콘크리트 품질	0.08	A
	염화물 침투량 평가	0.08	A
열화환경평가	제설제 염해환경	-	-
	비레염분 염해환경	-	-
	동해환경	-	A

1.6 종합평가

1.6.1 종합평가 개요

종합평가의 산정방법은 안전성능 평가 결과가 가장 낮은 등급일 때는 안전성능 등급을 종합성능등급으로 선정한다. 이외의 경우에는 안전성능 평가와 내구성능 평가 각 성능항목 별로 부여된 가중치를 고려하여 최종등급을 결정한다.

- 안전성능 평가 결과가 가장 낮은 등급일 때
 - 안전성능 평가지수가 종합평가의 대표 지수로 산정
- 안전성능 평가 결과가 가장 낮은 등급이 아닐 경우
 - 안전성능과 내구성능 각 성능항목의 가중치를 고려하여 산정



<그림 3.1-5> 종합평가 흐름도

1.6.2 종합평가 결과 산정결과

종합평가의 산정방법은 옹벽의 안전성능 평가와 내구성능 평가 지수에 대해 각 성능항목에 따라 부여된 가중치를 곱한 값을 합산하여 구한다. 단, 안전성능 평가 결과와 내구성능 평가 결과를 비교하여 안전성능 평가 결과가 최저값인 경우에는 가중치를 적용하지 않고 안전성능 평가 결과를 종합평가 결과로 산정한다.

용벽의 종합평가지수(P)= $\sum$ (성능 평가지수(Pn)×성능항목 가중치(Wn))

<표 3.1-30> 콘크리트용벽 성능항목 가중치

구 분		기준 가중치(Wn)		적용 가중치(Wn)	
		안전성능	내구성능	안전성능	내구성능
콘크리트용벽	특수공법(철근 포함)	0.70	0.30	-	-

<표 3.1-31> 종합평가 결과

시설물의 종합평가 결과 산정표				
시설물명	송정IC R/B(sta.0+445~0+735)			
평가 구분	성능평가지수	평가 결과	성능간 가중치(Wn)	비 고
안전성능평가	0.14	A	0.7	
내구성능평가	0.08	A	0.3	
종합성능 평가결과	○ 용벽의 종합평가 지수(P) = $\sum$ (성능평가지수(pn) × 성능간 가중치(Wn)) = 0.14 × 0.7 + 0.08 × 0.3 = 0.122 ○ 종합평가 결과 : A			

당해 시설물에 대해 종합적으로 성능평가를 실시한 결과 종합성능 등급은 외관상 결함, 손상 등의 요인에 대한 문제점이 없고 내구성능 저하 가능성이 낮으며 외부 환경조건 변화 등을 수용할 수 있는 성능 수준인 A등급(우수)인 것으로 평가되었다.

<표 3.1-32> 용벽의 종합평가 결과에 따른 종합성능 등급 기준

평가등급	평가지수	정의
A (우수)	$0.00 \leq P < 0.15$	외관상 결함, 손상 등의 요인에 대한 문제점이 없고 내구성능 저하 가능성이 낮으며 외부 환경조건 변화 등을 수용할 수 있는 성능 수준
B (양호)	$0.15 \leq P < 0.30$	일부 부재에서 경미한 결함이나 내구성능 저하 가능성이 조사되었으며, 외부 환경조건 등을 고려하여 진행 여부를 지속 관찰하고 보수 여부를 결정하여야 하는 성능 수준
C (보통)	$0.30 \leq P < 0.55$	광범위한 부재에서 결함이나 내구성능 저하 가능성이 조사되었고 기능 또는 사용상의 편의에 불편함이 있으나, 전체적인 시설물의 안전성능에는 지장이 없으며, 간단한 보수 또는 보강 및 개선이 필요한 성능 수준
D (미흡)	$0.55 \leq P < 0.75$	시설물의 지속적인 사용이 우려되는 수준으로 긴급한 보수 또는 보강 및 개선이 필요하며 사용제한 여부를 검토해야 하는 성능 수준
E (불량)	$0.75 \leq P$	심각한 결함 또는 내구성능 저하로 인하여 시설물의 안전성능에 위험이 있거나 기능을 발휘하지 못하는 수준으로 즉각 사용을 중단하고 보강 또는 개축을 하여야 하는 성능 수준

1.7 유지관리 전략 제언

시설물의 성능목표를 설정하기 위해 성능평가 실시결과와 함께 시설물의 사용환경 등을 검토하여 성능목표에 대한 등급을 지정하여야 한다.

1.7.1 성능목표 설정

『시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침 성능평가편(2019.01)』에서의 용역시설물의 성능목표는 대상시설물의 적절한 안전수준과 장기적인 유지관리의 효율성을 확보하기 위해 합리적인 시설물의 성능목표를 A등급으로 설정하도록 하였다.

☐시설물의 안전 및 유지관리에 관한 특별법☐제6조 제9항 및 동법 시행령 제3조 제4항, 제5항에 의거 5년주기의 “중기 시설물 관리계획”을 수립하여야 한다. 중기 시설물 관리계획에 성능평가 대상시설물에 대한 성능목표 및 관리기준이 설정되어야 하나 아직 계획수립 전에 금회 성능평가가 실시되기 때문에 본 시설물의 성능목표는 관리주체 의견과 관련 법규를 종합적으로 분석하여“A($0 \leq X < 0.15$)”으로 설정하였다.

<표 3.1-33> 성능목표 등급의 분류기준에 따른 결함도 범위

기준	A	B	C	D	E
결함도 범위	$0 \leq X < 0.15$	$0.15 \leq X < 0.3$	$0.3 \leq X < 0.55$	$0.55 \leq X < 0.75$	$0.75 \leq X$
성능목표	A등급 외관상 결함, 손상 등의 요인에 대한 문제점이 없고 내구성능 저하 가능성이 낮으며 외부 환경조건 변화 등을 수용할 수 있는 성능 수준				

1.7.2 성능평가 결과 검토.분석

본 시설물에 대한 종합성능평가 결과 "A등급(0.122)"으로 평가되었다. 이는 성능목표와 동일한 등급을 유지하고 있는 양호한 상태인 것으로 분석되었다.

<표 3.1-34> 종합평가 결과 요약

평가구분	안전성능	내구성능	종합성능
평가지수	0.14	0.08	0.122
평가결과	A	A	A

1.7.3 유지관리 전략 제안

유지관리 전략 제안의 목적은 모든 보수·보강 후보를 대상으로 성능평가지표인 상태안전 성능, 구조안전성능, 내구성능에 근거하여 경제적 측면, 환경적 측면, 사회적 영향 등을 고려하여 우선적으로 조치하여야 할 대상을 선정하는데 있다.

가. 손상별 보수·보강 방안

노후화된 구조물에 대한 보수·보강은 손상구조물의 영향정도, 구조물의 중요도, 사용환경 조건 및 경제성 등에 의해서 보수·보강 공법 및 수준을 정한다.

본 콘크리트 용벽의 성능평가 결과, 성능목표인 "A등급"을 만족하는 상태로 금회 조사된 손상들에 대해서는 현상유지 수준의 주의관찰이 적정할 것으로 판단된다.

<표 3.1-35> 현재 성능목표를 고려한 보수·보강방안

구 분		손상 내용	보수·보강방안	보수·보강 수준	
전면부	파손 / 손상 및 균열	실란트 미처리 및 파손	실란트 재설치	손상진전 억제	
		균열(폭 0.3mm미만)	균열보수	손상진전 억제	
		표면오염	주의관찰	현상유지	
지반 / 기초부	침하	상태양호	주의관찰	현상유지	
	활동	상태양호	주의관찰	현상유지	
	세굴	상태양호	주의관찰	현상유지	
	계획선형오차	상태양호	주의관찰	현상유지	
주변 영향인자	배수 시설	상단배수로	상태양호	주의관찰	현상유지
		하단배수로	상태양호	주의관찰	현상유지
		배수관(흙관)	상태양호	주의관찰	현상유지
	사면 조사	사면구배	상태양호	주의관찰	현상유지
		낙석흔적	상태양호	주의관찰	현상유지
		침출수	상태양호	주의관찰	현상유지

나. 유지관리 전략 제안

1) 성능수준 향상을 위한 전략 제안

본 콘크리트 용벽은 현재 목표성능을 만족하는 "A등급"의 상태를 유지하고 있으나, 관리 주체의 장기적 운영계획에 따라 성능수준 유지 등이 필요할 경우, 발생 손상들에 대해 아래와 같은 우선순위별 보수방안을 통한 유지관리 전략을 제안한다.

<표 3.1-36> 보수·보강 개략공사비

구 분	손상 내용	보수·보강방안	손상 물량	단위	단가 (천원)	금액 (천원)
전면부	실란트 미처리 및 파손	실란트 재설치	22.0	m	18	396
	균열(폭 0.3mm미만)	균열보수	5.5	m	75	413
순 공사비(천원)						809
재 경 비(천원)						405
총 공사비(천원)						1,214

※ 주의관찰이 필요한 손상은 본 개략공사비 산정에서 제외함.

2) 성능수준 향상을 위한 우선순위 산정

성능평가 가중치 및 기타 외부적 요소에 따라 조치별로 평가하여 비용대비 효과가 높은 조치를 선정하고 우선순위를 결정한다. 관리자의 판단에 따라 우선순위지수(PI : Priority Index)는 낮지만 보수가 필요하다고 판단되는 경우 우선순위를 조정할 경우 소견을 작성하여 시설물의 안전 및 유지관리 계획에 수록하여야 한다.

<표 3.1-37> 성능수준 향상을 위한 우선순위

구분	손상 내용	손상 물량	단가 (천원)	비용 Cost (천원)	요소별 가중치(%)		성능별(EI)		합계 (EI)	우선 순위 지수 (PI) EI/Cost	순 위
					안전 성능 (E_1)	내구 성능 (E_2)	안전 성능 ($E_1 \times P$)	내구 성능 ($E_2 \times P$)			
전 면 부	실란트 미처리 및 파손	22.0	18	396	12.5	-	10.0	-	10.0	0.0253	1
	균열(폭 0.3mm미만)	5.5	75	413	12.5	-	10.0	-	10.0	0.0242	2
종합평가 가중치 : $P_1 \times 80\%$ $P_2 \times 20\%$											

1.8 종합결론

본 성능평가는 현장조사 및 각종시험에 의해 시설물의 성능을 종합적으로 평가하여 시설물의 객관적인 현재의 상태와 장래의 성능 변화를 파악·예측하고, 이를 통해 관리주체가 보수·개량·교체 등의 최적시기 결정 등 합리적 유지관리 전략을 마련하는 데 그 목적을 두고 시행하였다. 본 과업 대상 콘크리트 용벽은 부산광역시 기장군 기장읍에 위치하고 있으며, 선형은 완만한 곡선을 가지며, 높이는 7.5m를 보이며, 총 연장은 L=290.0m의 규모를 가지는 2종시설물이다. 본 성능평가는 시설물 종별에 부합되는 제2종 성능평가를 시행하였다.

- 1) 안전성능 평가는 외관상 관찰되는 시설물의 결함을 중심으로 조사·평가하였다. 현장조사 및 분석 결과 중대결함은 관찰되지 않았으나, 용벽 내의 실란트 미처리 및 파손, 균열, 표면오염이 발생한 것으로 조사되었다.

현재 손상 상태는 경미한 결함으로 시설물의 안전성에 미치는 영향은 매우 미소한 상태이다. 상기와 같은 사항을 종합적으로 분석한 결과, 현재 손상은 안전성능에 미치는 영향이 미소하여 외관상 결함, 손상 또는 붕괴 등의 요인에 대한 문제점이 없는 성능 수준인 "A"로 평가되었다.

- 2) 내구성능평가는 시간에 따라 변화하는 안전성능 저하에 영향을 미치는 요소에 대한 평가로서 본 콘크리트 용벽의 열화진전평가 및 열화환경평가를 종합하여 분석한 결과, 평가결과 "A"로 평가되었다.

- 3) 종합평가 결과, 외관상 결함, 손상 등의 요인에 대한 문제점이 없고 내구성능 저하 가능성이 낮으며 외부 환경조건 변화 등을 수용할 수 있는 성능 수준인 A(우수)등급으로 평가되었다.

- 4) 본 콘크리트 용벽의 성능목표 등급은 세부지침에 의거하여 용벽의 일반적인 성능목표인 "A"등급으로 성능목표를 설정하였으며, 현재 성능은 목표성능을 만족하는 상태로 주기적인 점검 및 관리를 통한 평가저해 요소에 대한 관리가 이루어진다면 시설물의 안전 및 내구성에는 문제가 없을 것으로 판단된다.