
목 차

제1장 성능평가 개요	I -3
1.1 과업의 목적	I -3
1.2 과업의 범위 및 내용	I -3
1.2.1 과업의 범위	I -3
1.2.2 과업의 내용	I -4
1.2.3 과업수행기간	I -4
1.3 과업수행 절차	I -5
1.4 대상구조물 현황	I -6
1.4.1 터널의 현황	I -6
1.4.2 터널의 주요도면	I -7
1.5 사용장비 및 시험기기 현황	I -15
1.6 기호의 정의	I -16
 제2장 자료수집 및 분석	 II -3
2.1 자료수집 현황	II -3
2.2 설계 및 준공도서	II -4
2.2.1 지반조사 검토(지반조사보고서)	II -4
2.2.2 구조해석 검토(설계 보고서, 구조 및 수리계산서)	II -6
2.3 유지관리 자료	II -16
2.3.1 점검 및 진단 이력	II -16
2.4 보수 · 보강이력	II -17
2.5 성능평가를 위한 자료수집 현황	II -17
2.6 내진설계 여부	II -17
2.7 자료분석 결과	II -18
 제3장 현장조사 및 시험	 III -3
3.1 개요	III -3
3.2 해운대터널(부산) 외관조사	III -9
3.2.1 라이닝 및 벽체	III -10
3.2.2 공동구 및 배수시설	III -14
3.2.3 포장부 및 기타시설	III -17

3.3 콘크리트 내구성조사	III-21
3.3.1 개요	III-21
3.3.2 반발경도법	III-22
3.3.3 시험결과 및 분석(부산)	III-30
3.4 현장조사 및 시험 결과요약	III-33
3.4.1 외관조사 결과요약	III-33
3.4.2 내구성조사 결과요약	III-35

제4장 시설물의 안전성능 평가 IV-3

4.1 상태안전성능 평가	IV-3
4.1.1 개요	IV-3
4.1.2 상태안전성능 평가 항목	IV-3
4.1.3 상태안전성능 평가 기준 및 방법	IV-3
4.1.4 상태안전성능 평가 결과	IV-5
4.2 구조안전성능 평가	IV-9
4.2.1 터널개요	IV-9
4.2.2 지반해석(지보패턴 현황)	IV-10
4.2.3 해석조건	IV-12
4.2.4 안전성능 판단기준	IV-14
4.2.5 해석결과	IV-15
4.2.6 콘크리트 라이닝 해석	IV-19
4.3 안전성능평가 결과	IV-33
4.3.1 안전성능 결과 산정 방법	IV-33
4.3.2 안전성능평가 결과	IV-35

제5장 시설물의 내구성능 평가 V-3

5.1 개요	V-3
5.2 평가 항목 및 기준	V-3
5.2.1 콘크리트 내구성능 평가 항목 및 기준	V-3
5.2.2 콘크리트 내구성능평가 결과 산정 방법	V-6
5.3 콘크리트 내구성능 평가	V-9
5.3.1 대상터널	V-9
5.3.2 열화환경 평가	V-10
5.3.3 열화진전 평가	V-11
5.3.4 콘크리트 내구성능 평가 결과	V-14

제6장 시설물의 사용성능 평가 VI-3

6.1 개요	VI-3
6.2 평가 항목 및 기준	VI-3
6.2.1 세부지표의 평가범위	VI-3
6.2.2 사용성능 평가 지표 및 기준	VI-4
6.2.3 사용성능 평가 결과 산정방법	VI-8
6.3 사용성능 평가	VI-9
6.3.1 사용성	VI-9
6.3.2 기능성	VI-12
6.4 사용성능 평가결과	VI-13
6.4.1 평가결과	VI-13
6.4.2 사용성능 평가 결과	VI-14

제7장 종합성능 평가 VII-3

7.1 종합성능등급의 결정	VII-3
7.1.1 시설물의 안전성능 평가 방법	VII-3
7.1.2 시설물의 상태안전성능 평가 방법	VII-3
7.1.3 시설물의 구조안전성능 평가 방법	VII-3
7.1.4 시설물의 내구성능 평가 방법	VII-4
7.1.5 시설물의 사용성능 평가 방법	VII-4
7.1.6 시설물의 종합평가 방법	VII-4
7.1.7 종합성능등급 지정	VII-5
7.2 종합평가 기준 및 방법	VII-6
7.2.1 종합평가 기준	VII-6
7.2.2 종합평가 결과 산정 방법	VII-7
7.3 종합성능 평가 결과	VII-8

제8장 유지관리 전략 VIII-3

8.1 개요	VIII-3
8.1.1 일반	VIII-3
8.1.2 유지관리 전략 제안 시 고려사항	VIII-3
8.1.3 유지관리 전략 활용 방안	VIII-3
8.1.4 유지관리 전략 제안 절차	VIII-4
8.2 보수·보강 방안	VIII-8
8.2.1 보수·보강 방안 수립에 따른 검토사항	VIII-8

8.2.2 결함내용별 보수·보강방안	VIII-11
8.2.3 보수·보강 방법	VIII-12
8.3 유지관리 전략 제언	VIII-21
8.3.1 성능목표 등급 선정 기준	VIII-21
8.3.2 성능목표 등급 선정	VIII-21
8.3.3 보수·보강 개략공사비	VIII-22
8.4 유지관리 방안	VIII-24
8.4.1 개 요	VIII-24
8.4.2 유지관리 일반	VIII-24
8.4.3 중점 유지관리 사항	VIII-25

제9장 종합결론 IX-3

9.1 개 요	IX-3
9.2 제1종 성능평가결과	IX-3
9.2.1 안전성능평가	IX-3
9.2.2 내구성능평가	IX-4
9.2.3 사용성능평가	IX-4
9.2.4 종합성능평가	IX-5
9.2.5 우선순위 선정	IX-6
9.3 종합결론	IX-7
9.4 유지관리시 특별한 관리가 요구되는 사항	IX-7

표 목 차

<표 1.1> 과업의 범위	I -3
<표 1.2> 과업의 내용	I -4
<표 1.3> 해운대터널(부산) 현황표	I -6
<표 1.4> 외관조사 및 내구성조사 장비 현황	I -15
<표 1.5> 기호 및 용어정의	I -16
<표 2.1> 자료수집 현황	II-3
<표 2.1> 점검 및 진단 이력	II-16
<표 2.2> 보수 · 보강이력	II-17
<표 2.3> 성능평가를 위한 자료수집 현황	II-17
<표 2.4> 내진설계 여부	II-17
<표 2.5> 자료분석 결과 요약	II-18
<표 3.1> 터널구간 Type별 균열현상	III-4
<표 3.2> 균열의 원인별, 발생시기별 형태별 특징①	III-4
<표 3.3> 균열의 원인별, 발생시기별 형태별 특징②	III-5
<표 3.4> 균열의 원인별, 발생시기별 형태별 특징③	III-6
<표 3.5> 단면손상종류에 따른 발생원인	III-7
<표 3.6> 누수의 발생원인	III-7
<표 3.7> 백태의 발생원인	III-8
<표 3.8> 기타손상 발생원인	III-8
<표 3.9> 해운대터널(부산) 현황표	III-9
<표 3.10> 라이닝 및 벽체 외관조사 결과	III-10
<표 3.11> 공동구 외관조사 결과	III-16
<표 3.12> 포장면 외관조사 결과	III-18
<표 3.13> 갹구부 및 옹벽, 사면 외관조사 결과	III-19
<표 3.14> 비파괴시험 현황	III-21
<표 3.15> 보정반발경도(R0)	III-23
<표 3.16> 기존의 비파괴강도 추정 제안식(반발경도시험)	III-24
<표 3.17> 재령계수 α 값	III-24

<표 3.18> 탄산화 속도에 영향을 미치는 요인	III-26
<표 3.19> 탄산화 상태평가 기준	III-27
<표 3.20> 노출등급에 따른 내구성 허용기준(콘크리트구조기준<2012>)	III-29
<표 3.21> 염화물 상태평가 기준(시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침)	III-29
<표 3.22> 터널 라이닝 콘크리트 비파괴강도 시험결과	III-30
<표 3.23> 라이닝 탄산화 깊이 측정결과 및 평가	III-31
<표 3.24> 염화물함유량(부산) 시험결과 및 평가	III-32
<표 3.25> 외관조사 손상수량 집계	III-33
<표 3.26> 외관조사 기 점검 결과와의 비교	III-34
<표 3.27> 금회 점검 내구성조사 결과요약	III-35
<표 3.28> 내구성조사 기 점검 결과와의 비교(부산)	III-35
<표 4.1> 부재별 상태안전성능 평가 적용 범위	IV-3
<표 4.2> NATM터널(무근콘크리트 라이닝) 산정기준	IV-4
<표 4.3> NATM터널(철근콘크리트 라이닝)의 산정기준	IV-4
<표 4.4> 무근콘크리트 라이닝 결함지수 및 상태평가 결과	IV-5
<표 4.5> 철근콘크리트 라이닝 결함지수 및 상태평가 결과	IV-7
<표 4.6> 터널 주변상태 결함점수 산정결과	IV-7
<표 4.7> 부대시설 결함지수 산정결과	IV-7
<표 4.8> 부대시설 결함점수 및 가중치 산정결과	IV-7
<표 4.9> 기본시설 결함지수 산정	IV-8
<표 4.10> 기본시설 상태평가 등급 산정	IV-8
<표 4.11> 해운대터널(부산) 상태평가 결과	IV-8
<표 4.12> 설계 당시와 현재 비교	IV-9
<표 4.13> 지반 안전성평가 결과	IV-33
<표 4.14> 콘크리트 라이닝 안전성평가 결과	IV-34
<표 4.15> 콘크터널의 안전성능평가 결과산정(부산)	IV-35
<표 5.1> 콘크리트 내구성능 평가항목	V-3
<표 5.2> 터널 콘크리트 내구성능 평가 부재 대상	V-3
<표 5.3> 염화물 침투량 평가 기준	V-4
<표 5.4> 탄산화 깊이에 따른 평가 기준	V-4
<표 5.5> 피복(표면부) 콘크리트 품질에 따른 평가 기준	V-4
<표 5.6> 건전부 / 비건전부의 상대적 비교에 따른 평가 기준	V-5

<표 5.7> 염해환경의 평가 기준(해안거리)	V-5
<표 5.8> 염해환경의 평가 기준(제설제)	V-5
<표 5.9> 동해환경의 평가 기준	V-6
<표 5.10> 열화환경 평가등급	V-6
<표 5.11> 평가등급에 따른 결함도 지수	V-8
<표 5.12> 등급산정을 위한 결함도 지수 범위	V-8
<표 5.13> 도로 및 철도터널 부재별 가중치	V-8
<표 5.14> 터널의 부재별 가중치	V-8
<표 5.15> 열화환경 평가	V-9
<표 5.16> 대상터널의 결과 산정	V-9
<표 5.17> 기상청 연평균 강설일수	V-10
<표 5.18> 동결융해 사이클 수	V-11
<표 5.19> 깊이별 염화물 침투량	V-11
<표 5.20> 깊이별 염화물 확산계수	V-11
<표 5.21> 철근부 전염화물 침투량 가 $2.5(kg/m^3)$ 가 되는 시점	V-12
<표 5.22> 염화물 침투량 평가등급	V-12
<표 5.23> 탄산화 깊이 평가 결과	V-12
<표 5.24> 반발경도에 의한 콘크리트 강도시험 결과	V-13
<표 5.25> 피복콘크리트 품질평가	V-13
<표 5.26> 내구성능 등급	V-14
<표 5.27> 내구성 환경 등급	V-14
<표 6.1> 세부지표별 적용 범위	VI-3
<표 6.2> 고속도로 포장상태 성능평가 기준	VI-4
<표 6.3> 터널 내 휘도 성능평가 기준	VI-4
<표 6.4> 설계속도에 따른 위치별 평균 휘도	VI-5
<표 6.5> 방재시설의 성능평가 기준	VI-5
<표 6.6> 방재시설의 설치기준	VI-6
<표 6.7> 비상대피시간의 성능평가 기준	VI-7
<표 6.8> 전력/통신/신호설비 성능평가 기준	VI-7
<표 6.9> 수요 및 용량 성능평가 기준	VI-8
<표 6.10> 도로터널의 사용성능 평가지표에 대한 가중치	VI-8
<표 6.11> 최종평가 결과 점수	VI-9
<표 6.12> 사용성능 결과점수의 평가지수(pu)화	VI-9

<표 6.13> 포장상태 평가결과	VI-10
<표 6.14> 터널내 휘도 평가결과	VI-10
<표 6.15> 방재시설의 평가결과(해운대터널(부산))	VI-11
<표 6.16> 비상대피시간 평가결과	VI-12
<표 6.17> 기계/전기설비 평가결과(해운대터널(부산))	VI-12
<표 6.18> 교통량 평가결과	VI-13
<표 6.19> 성능지표 평가 결과(해운대터널(부산))	VI-13
<표 6.20> 사용성능 평가 결과(해운대터널(부산))	VI-13
<표 6.21> 사용성능 평가 결과	VI-14
<표 7.1> 고속국도터널의 종합평가 산정기준	VII-6
<표 7.2> 터널 종합성능등급 기준	VII-7
<표 7.3> 종합평가 결과(해운대터널(부산))	VII-8
<표 8.1> 유지관리 전략 제안을 위한 우선순위 절차	VIII-4
<표 8.2> 안전성능 가중치	VIII-6
<표 8.3> 내구성능 가중치	VIII-6
<표 8.4> 사용성능 가중치	VIII-6
<표 8.5> 성능간 가중치	VIII-6
<표 8.6> 공법별 가중치 산정	VIII-7
<표 8.7> 보수·보강 방안 수립에 따른 검토사항	VIII-8
<표 8.8> 보수·보강 일람표(부산)	VIII-11
<표 8.9> 균열 주입보수 공법 비교	VIII-16
<표 8.10> 콘크리트의 단면보수 공법 비교	VIII-20
<표 8.11> 도로터널의 성능목표 등급 선정 기준	VIII-21
<표 8.12> 성능목표 등급의 분류기준에 따른 결함도 지수 및 결함도 점수 범위 ..	VIII-21
<표 8.13> 성능목표 등급 선정	VIII-21
<표 8.14> 보수·보강 개략공사비(부산)	VIII-22
<표 8.15> 개별시설물의 우선순위 선정(해운대터널(부산))	VIII-23
<표 8.16> 유지관리의 기본개념	VIII-24
<표 8.17> 부재별 유지관리 중점사항	VIII-25
<표 9.1> 안전성능 평가 결과	IX-3
<표 9.2> 내구성능 평가 결과	IX-4

<표 9.3> 사용성능 평가 결과	IX-4
<표 9.4> 종합평가 결과(해운대터널(부산))	IX-5
<표 9.5> 개별시설물의 우선순위 선정(해운대터널(부산))	IX-6

그림 목 차

<그림 1.1> 제2종 성능평가 과업 흐름도	I -5
<그림 1.2> 해운대터널(부산) 종 · 평면도	I -7
<그림 1.3> 해운대터널(부산) 횡단면도(1)	I -8
<그림 1.4> 해운대터널(부산) 횡단면도(2)	I -8
<그림 1.5> 해운대터널(부산) 표준단면도	I -9
<그림 1.6> 해운대터널(부산) 지보패턴적용도	I -9
<그림 1.7> 해운대터널(부산) 지보패턴개요도(1)	I -10
<그림 1.8> 해운대터널(부산) 지보패턴개요도(2)	I -10
<그림 1.9> 해운대터널(부산) 표준지보공도(1)	I -11
<그림 1.10> 해운대터널(부산) 표준지보공도(2)	I -11
<그림 1.11> 해운대터널(부산) 표준지보공도(3)	I -12
<그림 1.12> 해운대터널(부산) 시점부 갯문 일반도	I -12
<그림 1.13> 해운대터널(부산) 종점부 갯문 일반도	I -13
<그림 1.14> 해운대터널(부산) 라이닝 철근 배근도(1)	I -13
<그림 1.15> 해운대터널(부산) 라이닝 철근 배근도(2)	I -14
<그림 1.16> 해운대터널(부산) 공동구 및 배수구 상세도	I -14
<그림 1.17> 터널 기호의 정의	I -16
<그림 3.1> 터널구간 Type별 균열형상	III-3
<그림 3.2> 단면손상 단계	III-7
<그림 3.3> 공동구 및 배수시설 상세도	III-15
<그림 3.4> 포장면 현황도	III-17
<그림 3.5> 콘크리트 내구성조사 위치도	III-21
<그림 3.6> 반발경도시험 및 측정기 점검 등의 절차	III-22
<그림 3.7> 탄산화에 의한 철근부식 메카니즘	III-25
<그림 3.8> 라이닝 반발경도 측정결과	III-30
<그림 3.9> 라이닝 탄산화 깊이 측정결과	III-31
<그림 3.10> 염화물함유량 시험결과	III-32
<그림 4.1> 해운대터널(부산) 지보패턴 개요도	IV-10

<그림 4.2> 해운대터널(부산) 지보패턴 적용 현황	IV-11
<그림 4.3> 해운대터널(부산) 표준단면도	IV-20
<그림 4.4> 라이닝 모델링 개념도	IV-21
<그림 4.5> 해운대터널(부산) 표준단면도	IV-24
<그림 4.6> 라이닝 모델링 개념도	IV-25
<그림 4.7> 해운대터널(부산) 표준단면도	IV-29
<그림 4.8> 라이닝 모델링 개념도	IV-30
<그림 5.1> 콘크리트 내구성능 항목별 세부 평가방법	V-7
<그림 5.2> 해안으로부터의 이격거리	V-10
<그림 7.1> 터널의 종합성능등급 지정 절차	VII-6
<그림 8.1> 보수·보강 범위의 결정	VIII-9
<그림 8.2> 균열 주입보수 시공흐름도	VIII-15
<그림 8.3> 단면보수(철근노출부) 공법 개요도	VIII-18
<그림 8.4> 단면보수(철근비노출부) 공법 개요도	VIII-19

사 진 목 차

<사진 3.1> 외관조사 현황	III-8
<사진 3.2> 라이닝 및 벽체 외관조사 현황	III-11
<사진 3.3> 벽체 타일 손상 현황	III-14
<사진 3.4> 공동구 및 배수시설 전경	III-14
<사진 3.5> 공동구 및 배수시설 손상 현황	III-16
<사진 3.6> 터널 포장면 전경	III-17
<사진 3.7> 포장면 외관조사 현황	III-18
<사진 3.8> 갱구부 및 옹벽, 사면 전경	III-19
<사진 3.9> 갱구부 및 옹벽, 사면 외관조사 현황	III-19
<사진 3.10> 기타시설 전경	III-20

▣ 부록

- 과업지시서
- 외관조사망도
- 측정, 시험 성과표
- 상태평가 결과 자료
- 안전성평가 결과 자료
- 시설물관리대장 사본
- 현황조사 및 외관조사 사진첩
- 사용장비 및 기기의 사진
- 사전조사 자료
- 기타 참고자료