

북악터널 외3개소 정밀점검 용역

보 고 서

[사 직 터 널]

2003. 9.

서울특별시북부도로관리사업소

점검기관: 주 식 회 사 비 도

제 출 문

서울특별시북부도로관리사업소 귀하

귀소에서 의뢰한 『북악터널외 3개소 정밀점검 용역(사직터널)』에 대한 과업을 성실히 수행하고 완료하였기에 그 성과를 본 보고서에 수록하여 제출합니다.

2003년 9월 일

서울특별시 송파구 문정동 97번지
주식회사비도
대표이사 라상욱

참여기술자명단

분야별	참 여 기 술 자				서 명
	참여 업무 내용	참여기간	성 명	자격사항 (자격증번호)	
책 임 기술자	내·외업 총괄	2003.04.14 ~ 09.15	조 종 락	특급기술자 (학력경력자)	
참 여 기술자	구조분야	2003.04.14 ~ 09.15	윤 재 석	토목구조기술사	
	설계분야	2003.04.14 ~ 09.15	김 대 진	토목기사	
	설계분야	2003.04.14 ~ 09.15	김 종 효	토목기사	
	구조분야	2003.04.14 ~ 09.15	양 승 관	토목초급기술자 (학력경력자)	
	시공분야	2003.04.14 ~ 09.15	전 효 배	토목초급기술자 (학력경력자)	
	시공분야	2003.04.14 ~ 09.15	이 영 식	토목초급기술자 (학력경력자)	

위 치 도



사직터널 전경사진



사직터널 사직동측



사직터널 독립문측

정밀점검 결과표

작성일 : 2003년 09월 일

1. 시설물명 : 사직터널

1.1 주 용 도 : 차량운행

1.2 종 별 : 2종

1.3 준공년월 : 1980년 12월 29일

2. 관리주체 : 서울특별시 북부도로관리사업소

3. 주 소 : 서울특별시 종로구 교남동 ~ 종로구 사직동

4. 위 치 : 서울특별시 종로구 교남동 ~ 종로구 사직동

5. 정밀점검의 목적

본 용역의 시설물의 안전관리에 관한 특별법 규정에 따른 정밀점검용역으로서 대상시설물의 상세한 검사를 실시하여 시설물의 현 상태를 정확히 판단하고 이전의 기록 상태로부터 변화를 확인하여 현재의 사용요건을 계속 만족시키고 있는지 확인하며 시설물에 내재되어 있는 물리적, 기능적 결함을 조사하여 시설물 유지관리에 필요한 기초자료를 확보하는데 있음.

6. 시설물 상태평가 등급

6.1 사직터널 : B

7. 정밀점검결과 총평 및 건의

조사 대상 구조물의 부위별 내구성은 양호하나, 결함부위는 조속한 보수가 필요한 것으로 판단되는바, 손상이 발생된 부재에 대하여 내구성 및 사용성 확보차원에서 보수를 실시하고 점검등 지속적인 유지관리를 실시한다면 안전성에는 문제가 없을 것으로 판단된다.

8. 정밀점검 기간 : 2003년 04월 14일 ~ 2003년 09월 15일 (150일간)

9. 정밀점검 기관 : (주)비도

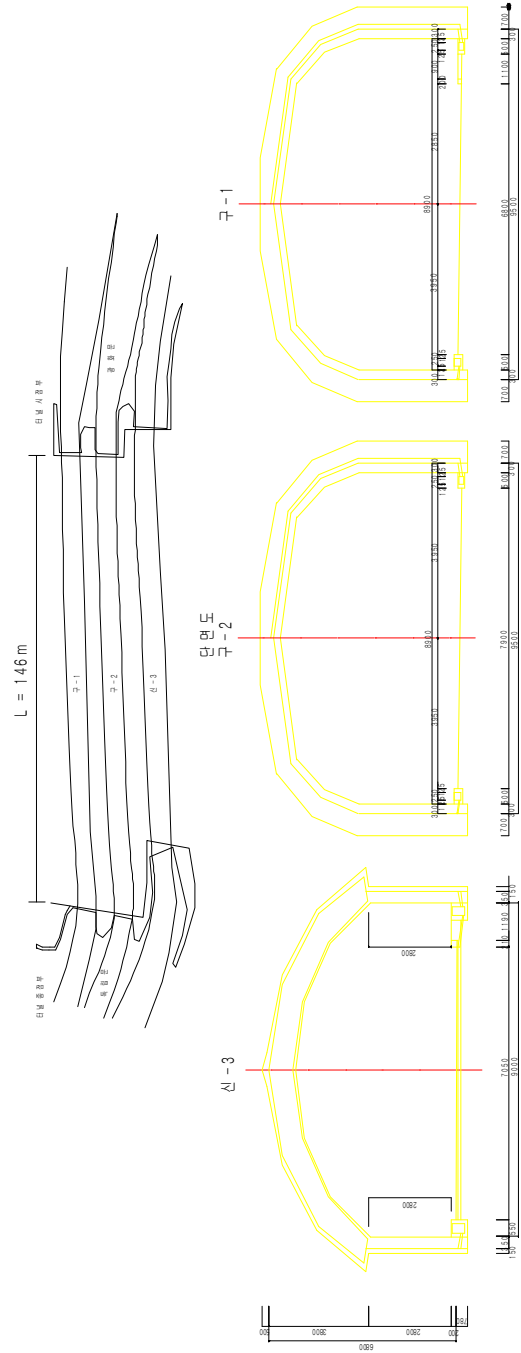
10. 책임 기술자 : 조 종 락

※본 결과표 다음에 정밀점검 요약문 수록

※정밀점검을 실시한 자는 지체 없이 그 결과를 관리체에게 통보하여야 하며, 시설물에 “시설물의 안전관리에관한특별법” 시행령 제12조의 중대한 결함이 있는 경우에는 시장·군수 또는 구청장에게도 통보하여야 한다.

구조물 일반도

사직터를 평면 단면도



과업요약문

1. 과업의 목적

본 용역의 시설물의 안전관리에 관한 특별법 규정에 따른 정밀점검용역으로서 대상시설물의 상세한 검사를 실시하여 시설물의 현 상태를 정확히 판단하고 이전의 기록 상태로부터 변화를 확인하여 현재의 사용요건을 계속 만족시키고 있는지 확인하며 시설물에 내재되어 있는 물리적, 기능적 결함을 조사하여 시설물 유지관리에 필요한 기초자료를 확보하는데 있음.

2. 과업대상 시설물

- 대상 시설물 : 사직터널
- 위치 : 서울특별시 종로구 교남동 ~ 종로구 사직동
- 폭 및 연장
 - B=19.0m, L=141.0m

3. 과업기간

- 착수 일로부터 150 일간 (2003. 04. 14 ~ 2003. 09. 15)

4. 과업수행내용

- 1) 현황조사
- 2) 조사자료 분석
- 3) 시설물의 상태평가
- 4) 주요 결함부위에 대한 안전성평가
- 5) 점검 시설물 주변 옹벽시설물의 안전성 평가
- 6) 하자발생 여부 및 하자보수 범위 결정
- 7) 주요 결함부위에 대한 보수방법 제시
- 8) 시설물의 효율적인 유지관리 방안 제시

5. 대상구조물 현황

터널명		사직 구터널(1,2)	터널명		사직 신터널(3)
위치		종로구 교남동 ~ 종로구 사직동	위치		종로구 교남동 ~ 종로구 사직동
제 원	연장	146m	제 원	연장	136m
	차도폭	7.9m		차도폭	7.05m
	보도	1.1m		보도	1.2m
	차선	2차		차선	2차
	높이	7.1m		높이	6.8m
	통행제한높이	4.0m		통행제한높이	4.0m
종별		제2종	종별		제2종
용역회사			용역회사		
시공회사		한양공영	시공회사		삼부토건
준공년도		1967 년도	준공년도		1986 년도

6. 외관조사 결과

사직 터널 외관조사 결과를 정리하면 다음과 같다.

구 분		주요손상내용	대책
구 1 터 널 내 부	터널 측벽, 천정	▪균열(W=0.2 ~ 0.3mm), 망상균열등 일부 발생된 상태	▪주입공법 ▪단면보수공법
	터널바닥	▪아스콘포장에서 일부 균열 발생된 상태	▪아스콘 덧씌우기
	부대시설	▪조명시설 일부 부정등된 상태	▪조명등교체
구 2 터 널 내 부	터널 측벽, 천정	▪균열(W=0.2 ~ 0.3mm), 박락등 일부 발생된 상태	▪주입공법 ▪단면보수공법
	터널바닥	▪아스콘포장에서 일부 균열 발생된 상태	▪아스콘 덧씌우기
	부대시설	▪조명시설 일부 부정등된 상태	▪조명등교체
신 3 터 널 내 부	터널 측벽, 천정	▪균열(W=0.2 ~ 0.3mm), 박락, 파손등 일부 발생된 상태	▪주입공법 ▪단면보수공법
	터널바닥	▪아스콘포장에서 일부 파손 및 균열 발생된 상태	▪아스콘 덧씌우기
	부대시설	▪조명시설 일부 부정등된 상태	▪조명등교체
터 널 외 부	터널 입, 출구 옹벽	▪중, 횡방향균열(W=0.3mm), 누수, 망상균열등 일부 발생된 상태	▪주입공법 ▪단면보수공법
	터널 입, 출구 비탈면	▪전반적으로 양호	▪양호

7. 비파괴 시험 결과

(1) 콘크리트 압축강도 결과

과업대상 구조물의 콘크리트 표면 압축강도시험은 주요 부재를 대상으로 하여 일부 대표단면에 대해 총 6회 실시한 시험결과, 라이닝 콘크리트의 평균 강도는 각각 구1(310kgf/cm²), 구2(314f/cm²), 신3(262kgf/cm²),로서 설계기준강도(210kgf/cm²)와 비교하여 평가할 때 양호한 것으로 나타나 내구성에는 문제가 없는 것으로 판단된다.

(2) 철근탐사 결과

과업대상 구조물에 대해 대표단면 총6개소 선정하여 철근탐사를 실시하였으며, 시험결과 철근 및 철선반응이 180~230mm 간격으로 나타났으며, 피복은 44~52mm정도로 나타났다.

8. 보수·보강 방안

사직터널은 주요 공공 구조물로서 안전성과 사용성이 확보되어야 하며, 구조물의 위험 요인이 발생되면 우선순위에 따라 신속한 보수·보강이 실시되어야 한다. 따라서 외관조사 및 강도시험, 철근탐사 결과를 종합 분석하여 현 상태에 대한 적절한 보수가 이루어질 수 있도록 주요 손상 종류에 따라 보수(안)을 다음과 같이 제시한다.

<손상에 따른 보수공법>

손상내용		보수·보강안	단위	수량	우선순위(등급)
구 1 터 널 내 부	균열0.3mm미만	- 면보수 (표면처리공법)	m ²	0.4	2 순위(B)
	균열0.3mm이상	- 주입공법	m	36.8	1 순위(C)
	망상균열	- 면보수 (표면처리공법)	m ²	12	3 순위(B)
	판넬 파손	- 단면보수공법	m ²	1	5 순위(B)
	점등불량	- 조명등교체	EA	4	4 순위(B)
	포장균열 및 파손	- 아스콘 덧씌우기	m ²	7.2	4 순위(B)
구 2 터 널 내 부	균열0.3mm미만	- 면보수 (표면처리공법)	m ²	1.1	2 순위(B)
	균열0.3mm이상	- 주입공법	m	2.3	1 순위(C)
	파손	- 단면보수공법	m ²	0.2	2 순위(C)
	박리	- 단면보수공법	m ²	0.15	3 순위(B)
	중앙분리대손실	- 분리대교체	EA	2	4 순위(B)
	포장균열및파손	- 아스콘 덧씌우기	m ²	2.3	4 순위(B)
신 3 터 널 내 부	균열0.3mm미만	- 면보수 (표면처리공법)	m ²	0.3	2 순위(B)
	균열0.3mm이상	- 주입공법	m	9.3	1 순위(C)
	박리	- 단면보수공법	m ²	4	3 순위(B)

손상내용		보수·보강안	단위	수량	우선순위(등급)
신 3 터 널 내 부	파손	- 단면보수공법	m ²	0.1	2 순위(C)
	점등불량	- 조명등교체	EA	6	4 순위(B)
	포장균열 및 파손	- 아스콘 덧씌우기	m ²	37	4 순위(B)
옹 벽 부	균열0.3mm미만	- 면보수 (표면처리공법)	m ²	2.4	2 순위(B)
	균열0.3mm이상	- 주입공법	m	100	1 순위(C)
	망상균열	- 면보수 (표면처리공법)	m ²	21	3 순위(B)
	파손	- 단면보수공법	m ²	2	2 순위(C)
갱 입 출 구 부	균열0.3mm이상	- 주입공법	m	34	2 순위(C)
	망상균열	- 면보수 (표면처리공법)	m ²	21	3 순위(B)
	파손	- 단면보수공법	m ²	2	2 순위(C)

9. 종합의견

“시설물의 안전관리에 관한 특별법”에 의거하여 북악터널 외3개소(사직터널)를 대상으로 정밀점검을 수행하였으며, 대상구조물의 안전성 검토를 위하여 관련자료 검토, 외관조사, 비파괴시험을 실시한 결과 전체등급은 "B"등급으로서 세부 내용은 다음과 같다.

- ① 외관상태는 콘크리트 구조물의 일반적인 손상인 폭0.2mm~0.3mm의 균열, 콘크리트 박락, 파손, 망상균열, 누수등 손상이 발생되어 있었으나 구조물의 안전성에 영향을 줄 정도의 중대 결함은 관찰되지 않았음.
- ② 비파괴시험 결과 콘크리트의 내구성도 양호한 상태로 나타났다.

따라서 상기 내용을 종합적으로 검토하여 볼 때 조사 대상 구조물의 내구성은 양호하나, 결함부위는 조속한 보수가 필요한 것으로 판단되는바, 손상이 발생한 부재에 대하여 내구성 및 사용성 확보차원에서 보수를 실시하고 점검등 지속적인 유지관리를 실시한다면 안전성에는 문제가 없을 것으로 판단된다.

< 차례 >

1 장 서 론	1
1.1 과업의 목적	2
1.2 시설물의 현황 및 단면제원	2
1.3 과업기간	5
1.4 과업의 범위	5
1.5 과업수행내용	6
1.6 과업수행방법	7
1.7 과업수행흐름도	10
1.8 측정장비 및 비파괴시험기	11
1.9 과업 공정표	12
2 장 대상구조물의 현황	13
2.1 구조물의 위치도	14
2.2 구조물의 제원	15
2.3 구조물의 일반도	16
3 장 구조물 외관조사	17
3.1 개 요	18
3.2 부재별 점검항목	18
3.3 부재별 평가기준	24
3.4 구조물 점검 결과	26
3.5 외관조사 총괄표	32
4 장 비파괴 시험	34
4.1 개 요	35
4.2 시험위치	35

4.3 시험내용 및 방법	36
5 장 보수 보강방안	44
5.1 개요	45
5.2 보수·보강공법 선정 일반	45
5.3 보수·보강의 흐름도	46
5.4 보수·보강 방안 제시 및 개략공사비	47
6 장 유지관리	55
6.1 개요	56
6.2 유지관리의 흐름	57
6.3 터널의 점검항목	58
6.4 유지관리시 중점점검 사항	59
7 장 결론	60

■ 부록

1. Schmidt Hammer 측정 결과
2. 철근 탐사 결과
3. 외관조사망도
4. 자문위원 제시의견 조치결과

제 1 장 서 론

- 1.1 과업의 목적
- 1.2 시설물의 현황 및 단면제원
- 1.3 과업기간
- 1.4 과업의 범위
- 1.5 과업수행내용
- 1.6 과업수행방법
- 1.7 과업수행흐름도
- 1.8 측정장비 및 비파괴시험기
- 1.9 과업공정표

1 장 서 론

1.1 과업의 목적

본 용역의 시설물의 안전관리에 관한 특별법 규정에 따른 정밀점검용역으로서 대상시설물의 상세한 검사를 실시하여 시설물의 현 상태를 정확히 판단하고 이전의 기록 상태로부터 변화를 확인하여 현재의 사용요건을 계속 만족시키고 있는지 확인하며 시설물에 내재되어 있는 물리적, 기능적 결함을 조사하여 시설물 유지관리에 필요한 기초자료를 확보하는데 있음.

1.2 시설물의 현황 및 단면제원

(1) 시설물의 현황 및 제원

본 정밀점검 대상시설물인 사직터널은 서울특별시 북부도로관리사업소 관내에 위치하고 있는 구조물로서 사직터널에 대한 일반 전경 및 일반제원은 [사진 1.1] 및 [표 1.1]과 같다.

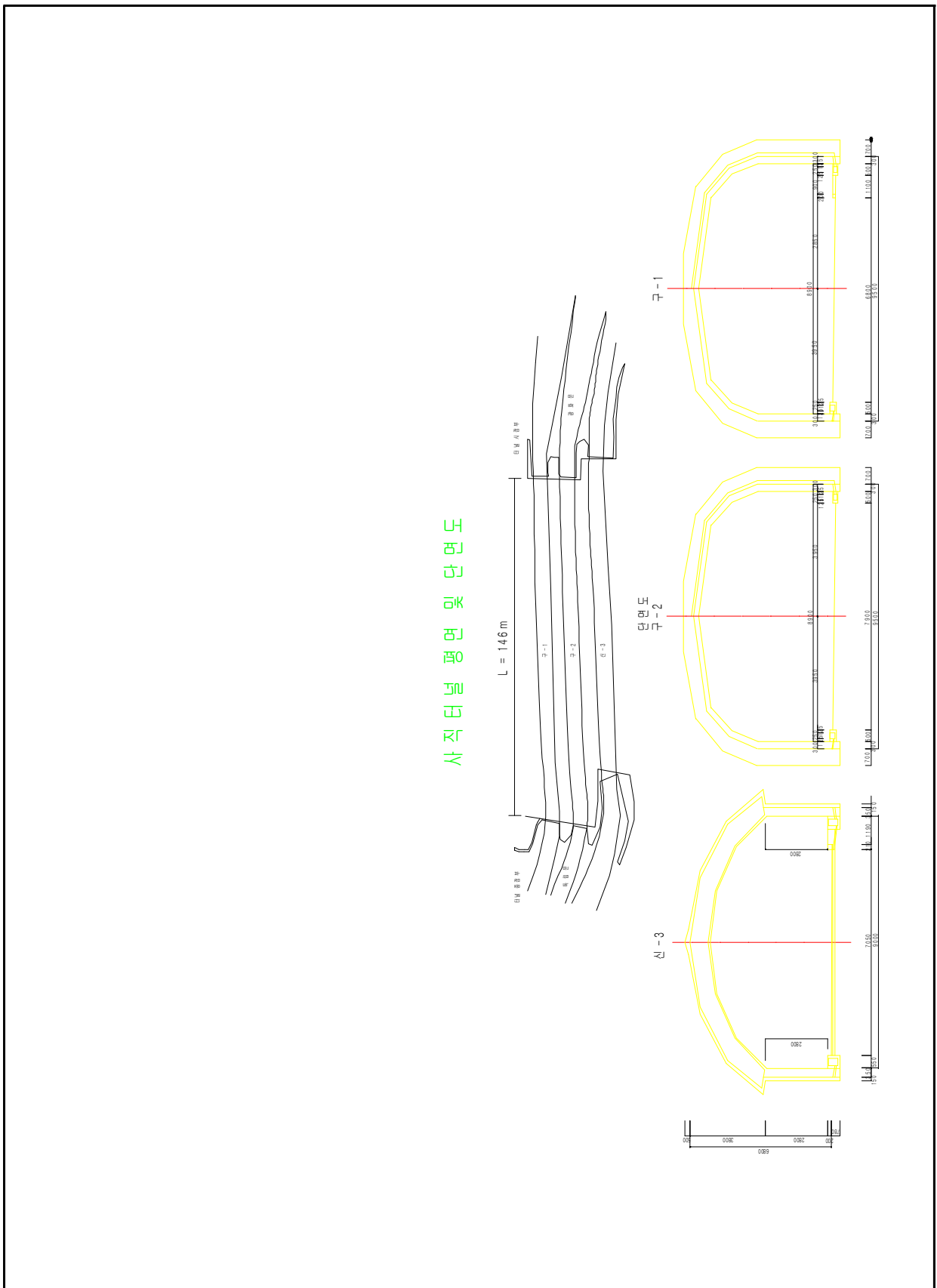


[사진 1.1] 사직터널 전경

【표 1-1】 과업대상 구조물 제원

터 널 명		사직 구터널(1,2)	터 널 명		사직 신터널(3)
위 치		종로구 교남동 ~ 종로구 사직동	위 치		종로구 교남동 ~ 종로구 사직동
제 원	연 장	146m	제 원	연 장	136m
	차 도 폭	7.9m		차 도 폭	7.05m
	보 도	1.1m		보 도	1.2m
	차 선	2차		차 선	2차
	높 이	7.1m		높 이	6.8m
	통행제한높이	4.0m		통행제한높이	4.0m
종 별		제2종	종 별		제2종
용역회사			용역회사		
시공회사		한양공영	시공회사		삼부토건
준공년도		1967 년도	준공년도		1986 년도

(2) 과업대상 시설물의 일반도



<그림 1.1> 일반도

1.3 과업기간

- 착수일로 부터 150 일간 (2003. 04. 14 ~ 2003. 09. 15)

1.4 과업의 범위

1. 현황조사
2. 조사자료분석
3. 시설물의 상태평가
4. 주요 결함부위에 대한 안전성 평가
5. 점검 시설물 주변 옹벽시설물의 안전성 평가
6. 하자발생 여부 및 하자보수 범위 결정
7. 주요 결함부위에 대한 보수방법 제시
8. 시설물의 효율적인 유지관리 방안 제시

1.5 과업수행내용

(1) 관련자료 수집 검토

가. 터널관련자료

- 진단 및 점검자료, 준공도면, 보수, 보강이력, 점검이력 시설물관리대장 및 기타관련자료

(2) 시설물의 외관조사

가. 입, 출구부 및 터널

- 1) 콘크리트의 라이닝의 균열, 누수, 박리, 박락, 백태, 기타손상 상태조사
- 2) 지반의 부등침하 여부
- 3) 배수로의 손상 및 배수상태, 사면상태
- 4) 부대시설(조명, 도로표지판 등)
- 5) 외관망도 작성

나. 라이닝(아치부 및 측벽부) 콘크리트 내구성 조사

- 1) 라이닝 콘크리트 강도 조사

(3) 터널의 상태 평가

(4) 보수·보강 방안의 제시

가. 각종 점검결과의 문제점 및 원인분석

나. 시공성, 경제성, 안전성 등을 고려하여 보수·보강 방안의 제시

다. 터널의 상태를 고려하여 보수·보강 우선순위의 제시

(5) 유지관리 방안의 제시

점검결과에 따른 유지관리시 필요한 사항, 향후 예상되는 문제점 등을 고려한

유지관리 방안의 제시

(6) 보고서 작성

1.6 과업수행방법

1.6.1 조사 및 측정

1) 관련자료조사

(1) 목적 : 정밀안전점검의 계획, 방법, 안전대책 등의 수립

(2) 내용

- 사례 검토 : 국내외 터널 안전진단 및 보수보강자료

(3) 추진방법

- 국내외 학술지 검색
- 건교부, 서울시 등 발간자료를 검색
- 건설당시 시방서의 수집 및 검토

2) 외관조사

(1) 목적

- 긴급조치방안 수립
- 보수물량 산출
- 상태평가의 기초자료 제공

(2) 손상등급 산정

본 터널의 손상의 종류와 정도를 판정하기 위한 조사기준은 “안전점검 및 정밀안전진단 지침(터널편)” 과 “안전점검 및 정밀안전진단과 실무요령(터널편)” 을 참고하여 외관조사에 의한 결과를 균열, 누수, 박리, 박락, 백태 등의 손상에 대한 상태등급을 정도에 따라 A등급에서 손상이 심한 경우 E등급까지 5등급으로 구분하였다.

3) 콘크리트 비파괴시험

(1) 목적

- 콘크리트의 강도, 균열, 재료결함조사
- 상태평가의 기초자료 제공

(2) 내용

【표 1-1】 비파괴시험

측정항목	측정방법	측정개소
콘크리트 강도조사	· 반발경도법	- 구1터널내부 2회실시 - 구2터널내부 2회실시 - 신3터널내부 2회실시

1.6.2 상태평가

1) 손상의 원인 규명

(1) 목적

- 손상상태의 정확한 파악
- 조치의 시기, 방법 결정

(2) 손상의 원인 규명절차

손상의 원인을 규명하기 힘든 경우, 몇 가지 가정을 기초로 정보나 데이터를 이용하여 최종 결론을 획득

1.6.3 조치방법

1) 보수·보강 대책 제시

(1) 목적

- 기능의 회복 및 향상
- 내용년수의 증대

- 공용간 유지관리비용의 최적화 도모

(2) 내용

- 육안조사 및 비파괴시험을 통하여 손상부위 및 부재를 추출
- 안전점검 결과에 따른 보수보강 공법결정
- 보수보강 개요도 작성

2) 향후 유지관리방안 제시

(1) 목적

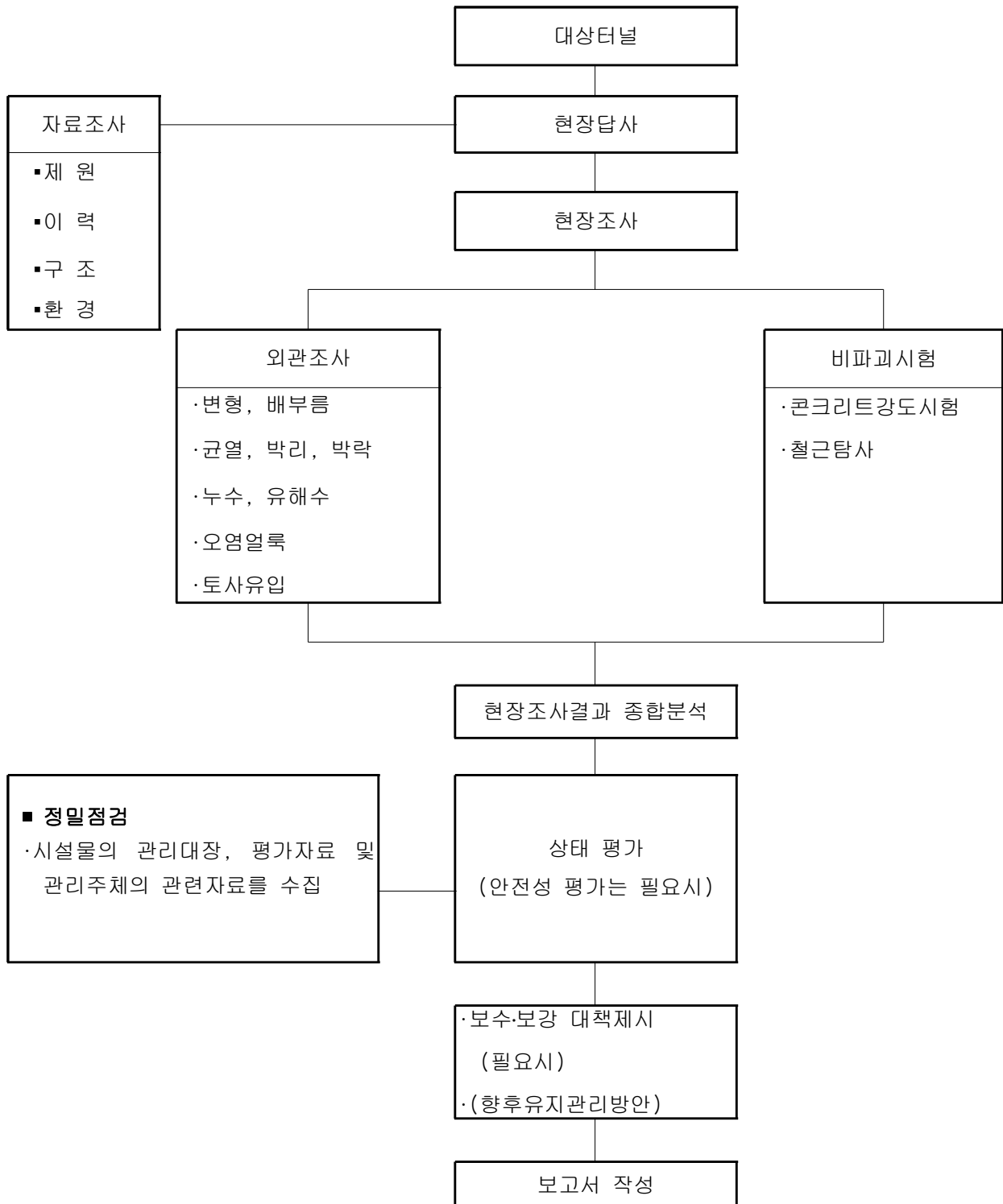
「시설물의 안전관리에 관한 특별법」에 의거하여 구조물의 관리주체가 정기점검, 정밀점검, 특별점검을 수행할 수 있는 지침의 제공

(2) 내용

- 중점점검항목 제시
- 효율적으로 관리할 수 있는 유지관리방안 제시
 - 터널의 특성을 고려한 방안
 - 터널구조물 유지관리 방안 비교 분석
 - 대상구조물에 적합한 방안제시

1.7 과업수행흐름도

본 과업을 효율적으로 수행하고 최적의 결과를 얻기 위해 【그림 1-1】 과 같이 실시하였다.



【그림 1-1】 정밀점검 수행 흐름도

1.8 측정장비 및 비파괴시험기

본 과업을 성실히 수행하기 위하여 사용한 측정장비 및 비파괴시험기는 다음과 같다.

장 비 명	규 격	수 량	용 도	비 고
돋보기		2 Set	외관조사용	
망원경		2 Set	현장조사	
망 치		2 Set	공동/박리측정	
체 인		2 Set	공동/박리측정	
카메라		3 Set	작업촬영	
비디오카메라	8300A DAP III	1 Set	현장촬영	
수준측량기(Levl)	CT-2	1 Set	고저측량	
각도측정기(트랜싯)	NO 10C	1 Set	수준,좌표,도표측량 및 광파측정	
레이저 거리측정기	WILD IBA70	1 Set	자동거리 측정기	
균열폭 측정현미경	Lupe 2028	1 Set	Crack 폭 측정	
반발경도 측정기 (Shmidt Hammer)	NR 형	2 Set	반발경도에 의한 콘크리트 압축강도 측정	
초음파 측정기 (Pundit)	C.N.S	1 Set	콘크리트 강도 추정 균열 깊이 평가	
철근 탐사기	PROFMETER 5	1 Set	철근탐사측정	
코아채취기	RC-6N	1 Set	코아시편 채취기	
압축강도 시험기	20 Ton	1 Set	압축강도 측정	

1.9 과업 공정표

과업내용	공정(일)											
	15	30	45	60	75	90	100	110	120	130	140	150
1. 계획 수립	[Progress bar from 15 to 45]											
1) 착수준비	[Progress bar from 15 to 20]											
2) 관련계획 검토	[Progress bar from 30 to 45]											
3) 시설물의 주요 제원 파악	[Progress bar from 25 to 30]											
4) 일반 현황조사	[Progress bar from 25 to 30]											
5) 중점 점검 사항 착안	[Progress bar from 25 to 30]											
2. 설계도서 및 관련자료 검토	[Progress bar from 30 to 60]											
1) 설계도서 및 시방서 검토	[Progress bar from 30 to 45]											
2) 보수이력 검토	[Progress bar from 45 to 50]											
3) 도출된 문제점 분석	[Progress bar from 55 to 60]											
3. 현장조사 및 비파괴 시험	[Progress bar from 45 to 90]											
1) 외관조사망도 작성	[Progress bar from 55 to 90]											
2) 비파괴 시험	[Progress bar from 75 to 90]											
4. 자료분석	[Progress bar from 90 to 120]											
1) 현장조사자료 분석·평가	[Progress bar from 100 to 110]											
2) 비파괴시험 성과 분석·평가	[Progress bar from 110 to 115]											
3) 안전성 평가	[Progress bar from 110 to 120]											
4) 대책방안 분석 및 검토	[Progress bar from 110 to 120]											
5. 보수보강 공법 검토	[Progress bar from 120 to 140]											
1) 보수보강공법 선정	[Progress bar from 120 to 130]											
2) 보수보강시기 검토	[Progress bar from 120 to 130]											
3) 유지관리상 문제점 검토	[Progress bar from 130 to 140]											
4) 효율적인 유지관리방안 제안	[Progress bar from 130 to 140]											
6. 성과품 작성	[Progress bar from 140 to 150]											
1) 보고서 및 점검 메뉴얼등	[Progress bar from 145 to 150]											

제 2 장 대상구조물 현황

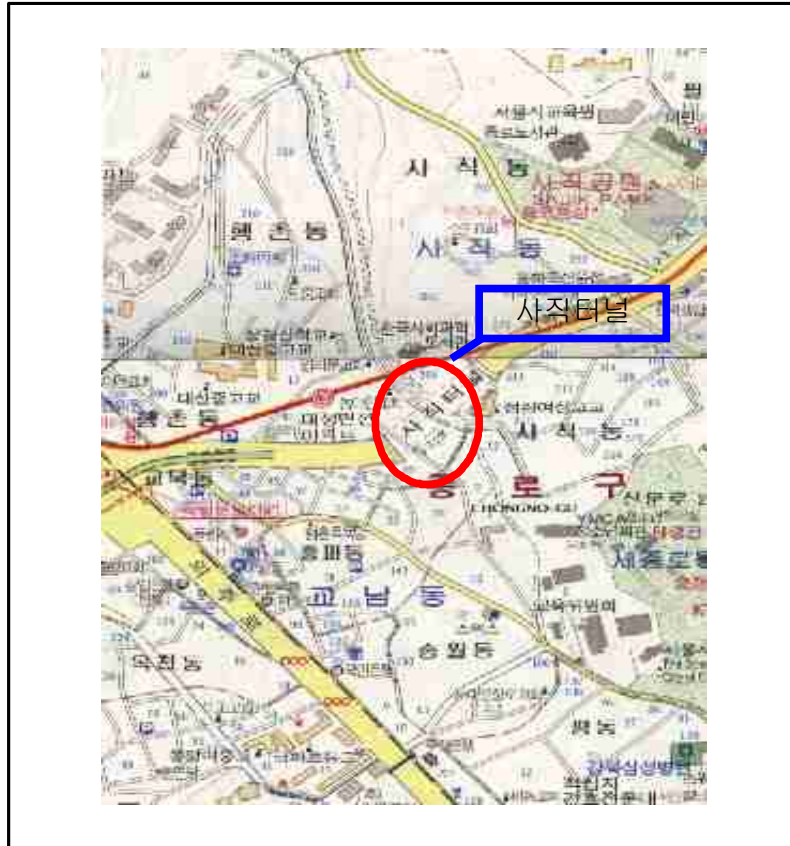
2.1 구조물의 위치도

2.2 구조물의 제원

2.3 구조물의 일반도

2 장 대상구조물의 현황

2.1 구조물의 위치도



【그림2-1】 위치도



【그림2-2】 과업대상 구조물 전경

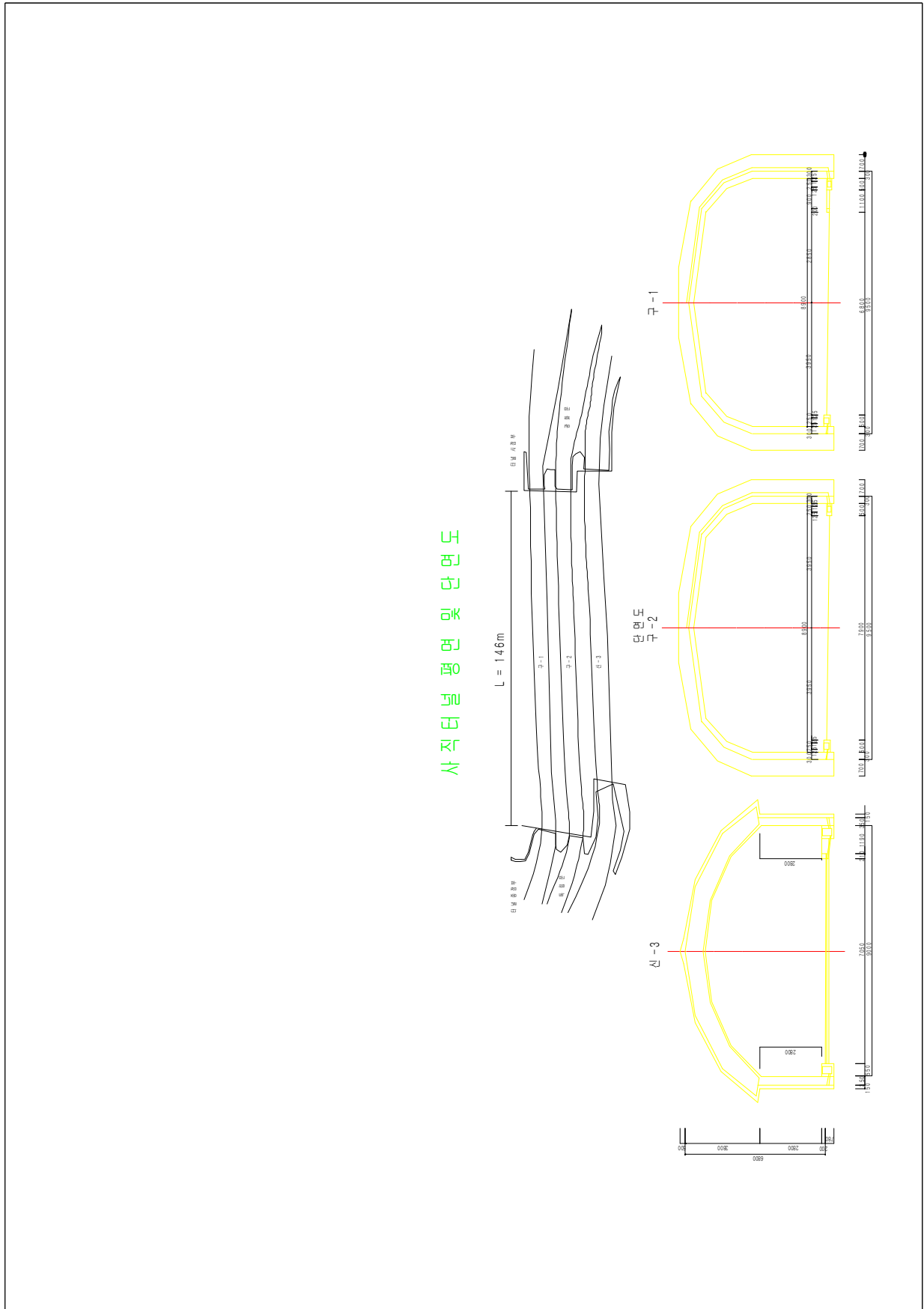
2.2 구조물의 제원

대상구조물인 구기터널의 제원은 다음과 같다.

【표2-1】 과업대상 구조물 제원

터널명		사직 구터널(1,2)	터널명		사직 신터널(3)
위치		종로구 교남동 ~ 종로구 사직동	위치		종로구 교남동 ~ 종로구 사직동
제 원	연장	146m	제 원	연장	136m
	차도폭	7.9m		차도폭	7.05m
	보도	1.1m		보도	1.2m
	차선	2차		차선	2차
	높이	7.1m		높이	6.8m
	통행제한높이	4.0m		통행제한높이	4.0m
종별		제2종	종별		제2종
용역회사			용역회사		
시공회사		한양공영	시공회사		삼부토건
준공년도		1967 년도	준공년도		1986 년도

2.3 구조물 일반도



제 3 장 구조물 외관조사

3.1 개 요

3.2 부재별 점검항목

3.3 부재별 평가기준

3.4 구조물 점검결과

3.5 외관조사 총괄표

3 장 구조물 외관조사

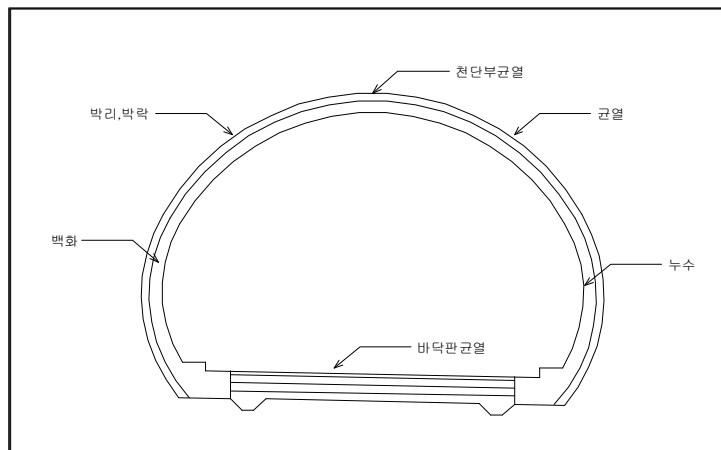
3.1 개요

외관조사는 터널의 상태와 변상을 발견할 수 있는 첫 번째 단계이며 라이닝콘크리트의 내구성 저하내용 및 원인은 여러 가지가 있지만 육안으로 확인할 수 있는 현상으로 균열, 누수, 손상, 생성물등이 있다. 이러한 내구성 저하현상을 확인하기 위해 터널의 천단부근 및 변상개소에 접근하여 점검할 필요가 있고, 충분한 조명기기를 사용하여 정밀하게 조사를 실시하였다.

외관조사는 전 구간에 걸쳐 근접한 육안관찰과 점검대차를 이용하여 천단부에 대하여 균열, 누수, 박리, 박락 등에 대한 현황을 조사하였고, 터널외부는 터널 입, 출구부에 대한 외관조사와 배수로 상태, 사면과 법면 보호상태를 조사하여 각 구간별 손상상태에 대하여 부재별로 관찰·기록하였다.

3.2 부재별 점검항목

터널 부재별 점검항목은 【그림3-1】 과 같다.



【그림3-1】 부재별 점검항목

■ 점검항목

【표3-1】 구기 터널 점검항목

점 검 부 위	점 검 항 목	비 고
입, 출구부	균열조사 누수조사 백태	
본터널	균열조사, 누수 콘크리트 강도 노면상태 주행성 배수 상태 부속시설(조명)	
터널외부	배수로상태 사면상태	

1) 균열조사

가. 일반사항

라이닝 콘크리트 균열은 육안으로 볼 수 있는 터널의 변상현상으로 균열의 형태(폭, 길이, 방향, 진행형태)를 정밀 관찰한다.

【표3-2】 균열의 분류

①	미세균열	0.1mm 미만 (성능에 영향없음)
	중간균열	0.1~0.7mm (조사기록, 추적조사)
	대형균열	0.7mm 이상
②	구조적영향있는 균열	휨, 전단균열
③	구조적영향없는 균열	온도, 건조수축, 매스콘크리트 균열
④	결함원인별	수축, 구조적철근부식, 동결융해균열

나. 균열조사 방법

균열의 발생위치를 정확하게 표시하기 위해 입구로부터 Sta.No.를 표시하고 일정한 간격(5m)으로 분할하고 균열조사시 충분한 조명기구를 사용하고, 접근장비를 이용하여 라이닝 면에 최대한 근접하여 정밀 조사하였다. 균열조사는 육안조사 및 Crack Gauge를 사용하여 균열의 위치,길이,폭,방향 등을 측정하고 그 내용을 외관조사망도에 기록 정리하였다.(외관조사망도 참조)

2) 누수조사

가.일반사항

누수의 원인은 라이닝 배면의 지반에 지하수가 존재하고 방수공 및 배수공의 불량, 라이닝 콘크리트의 상태불량등으로 나타나며, 라이닝배면토사 유출에 의한 배면공동발생등으로 인해 외력에 의한 변상원인이 되기도 하며 누수자체가 문제가 되기도 한다.

노면에 누수가 흐르는 경우는 교통안전상 문제가 되고 터널내부의 부속시설에 나쁜영향을 끼치기도 하며, 통행차량의 쾌적성 및 미관상의 관점에서도 바람직하지 않으며, 또한 한냉지역에서는 노면에 동결과 고드름이 발생하는 경우 문제가 된다.

나. 누수량 조사방법

일반적으로 누수조사는 가급적 비가 온 뒤 실시하는 것이 누수위치, 규모,누수량 등을 파악하는데 유리하며,계절에 따른 누수량변화폭도 상당히 크므로 누수량조사는 계절적 변화량도 함께 고려하여 분석하여야 한다.

3) 손상조사

가.일반사항

손상조사 내용은 균열과 누수 이외의 외관조사시 발견가능한 변상내용으로 박리,충분리,박락, 파손,재료노화,백태등을 말하는 것으로 이러한 손상등은 위치,규모,내용에 대하여 외관조사망도에 기록,정리하였다

나. 손상조사방법

손상내용에 따른 조사방법은 다음과 같다.

【표3-3】 손상 조사 방법

손상내용	조사방법		비 고
박리, 층분리 박락	위치 크기 진행성 복공의 재질	육안관찰, 타음검사 Scale, 캘리퍼스 육안관찰, Scale 육안관찰	위험한 것은 검사시에 두드려서 제거한다.
재료노후화 에 의한 손상	위치(범위) 재질	육안관찰 육안관찰, 화학분석	
오염에 의한손상	위치(범위) 종류 색	육안관찰 화학분석, 미생물조사 육안관찰	박테리아 Slime의 번식에 의한 배수구의 막힘에 주의
고드름, 축빙	위치 크기 기온 진행성	육안관찰 Scale 갱내기온측정 육안관찰, Scale	노면 동결시 교통사고에 유의
백태		육안관찰	-
손상		육안관찰	-

4) 배수로조사

가. 일반사항

터널에 있어서 배수는 터널의 안정과 내구성을 유지시키는데 있어서 가장중요한 요소중의 하나로 유지관리시 배수기능이 저하될 경우 라이닝 콘크리트에 수압이 작용하여 변상이 발생할 수 있으므로 항상 배수기능을 원활하게 유지시켜 주어야 한다. 터널의 종단구배가 완만한 경우의 배수구는 토사 및 이물질등이 퇴적하여 배수기능이 저하되거나 장애가 발생하기 쉽기 때문에 정기적인 청소가 바람직하다.

나. 조사내용

【표3-4】 배수로 조사내용

구분	조사내용	비고
집수구	뚜껑개폐여부 퇴적상태 배수상태	
배수구	뚜껑개폐여부 퇴적상태 체수상태 손상상태 침하여부	

5) 갯문조사

가. 일반사항

도로터널의 입출구에 주로 설치되는 옹벽은 갯문이나 좌우 옹벽으로 대별되며 배수기능이 불량하거나, 옹벽의 단면이 부족하거나, 지반의 지지력이 충분하지 못한 경우등에 의하여 변형이 발생이 된다.

옹벽 자체는 활동이나 지반지지력에 대해 안정하더라도 기초지반 아래에 연약층이 존재하거나 또는 사면상에 설치한 옹벽의 경우 옹벽을 포함한 비교적 넓은 범위의 사면파괴가 발생할 수 있기 때문에 다음사항에 대한 조사가 이루어져야 한다.

- ① 침하, 경사, 수평변위, 배부름 상태
- ② 균열, 이음매(흙)상태
- ③ 콘크리트 떨어짐
- ④ 철근노출상태
- ⑤ 배수공의 통수상태

나. 점검사항

【표3-5】 갯문 조사 내용

점검부위	점 검 사 항
기초지반	세굴, 융기, 침하, 이동
앞굽판	침하, 이동, 유실 모르터 이음부의 균열, 치장줄눈의 상태 침식, 공동현상, 균열, 재료의 노후화 상태 및 기타
콘크리트	균열, 박락, 철근노출 백태현상, 변색, 노후화 골재분리 누수, 체수 철근의 부식
벽면	상부 및 이음부의 변형과 침하 배면경사부의 균열

6) 비탈면 및 주변환경조사

가. 비탈면의 불안정요인

터널의 입출구부의 비탈면은 경사, 토질, 보호공등에 의해 안정을 이루고 있으나 다음 【표2-6】과 같은 요인에 의하여 비탈면이 불안정한 상태로 발전하여 지반활동이나 사면붕괴가 발생되어 터널에 구조적 문제점을 발생시키는 경우가 있다.

【표3-6】 비탈면의 불안정 요인

구 분	내 용
외적인 요인	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 지형의 기하학적 변화(인위적인 절토, 유수에 의한 침식) ▪ 토피하중의 제거(침식, 인위적인 절토) ▪ 하중의 증가(하중의 추가, 비탈높이의 증가) (수위강하로 인한 흙무게의 증가) ▪ 강우
내적인 요인	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 진행성 파괴 ▪ 풍화작용 ▪ 물의 침투에 의한 침식, 파이핑 현상

나. 점검항목

지표면에 대한 이상 유무에 대한 조사는 공사기록, 지형도, 지질도, 항공사진 및 기존의 보링 조사의 성과등과 비교해보는 것이 중요하다.

- ① 터널주변의 개략지형 및 지질상태
- ② 지표균열 및 함몰
- ③ 수목의 경사

3.3 부재별 평가기준

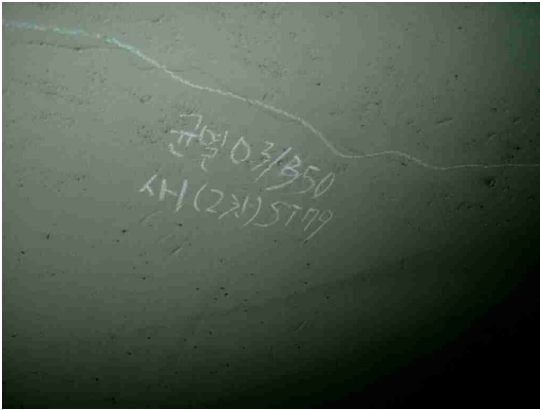
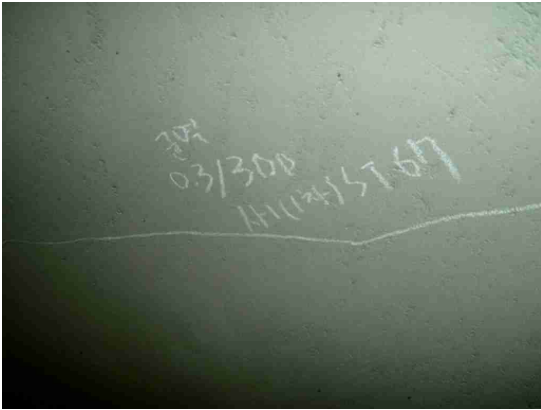
본 터널 진단항목에 대한 손상의 종류와 정도를 판정하기 위한 조사기준은 “안전점검 및 정밀안전진단 지침(터널편)” 과 “안전점검 및 정밀안전진단과 실무 요령(터널편)” 을 참고하여 외관조사에 의한 결과를 균열, 누수, 박리, 박락, 백태 등의 손상에 대한 상태등급을 정도에 따라 A등급에서 손상이 심한 경우 E등급까지 5등급으로 구분하였으며 안전점검 및 정밀안전진단 평가 기준은 다음 【표3-7】 과 같이 나타내었다.

【표3-7】 부재별 평가기준

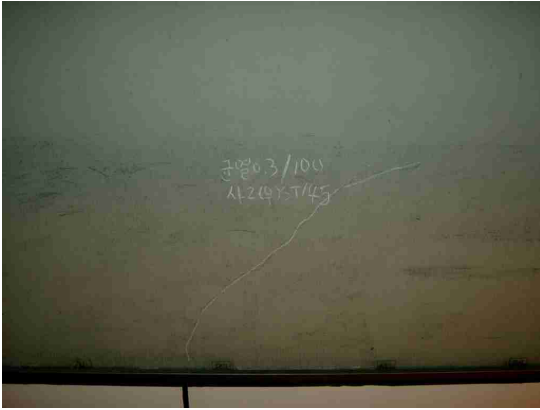

구 분	A	B	C	D	E
균 열	0.1mm미만	0.1mm이상 0.2mm미만	0.2mm이상 0.3mm미만	0.3mm이상 0.7mm미만	0.7mm이상
누 수	누수부위가 없는 상태	누수흔적이 있는 상태	균열사이로 약간의 누수가 있는 상태	균열사이로 누수가 많은 상태	균열사이로 물이 계속 떨어지는 상태
골재노출	골재노출이 없음	골재노출이 약간 발견됨	골재노출이 여러 곳 발견 됨	골재노출 상태가 매우 불량함	골재노출 상태가 매우 불량하고 범위가 대단히 넓게 발견됨
백 태	백태 없음	국부적인 백태	백태현상이 여러 곳에서 발견됨.	백태현상이 심한 상태	백태현상이 매우 심하고 범위가 매우 넓은 상태
박 리	없음	0.5mm미만	0.5 ~ 1.0mm	1.0 ~ 25mm	25mm이상 이거나 조골재 손실
박락 및 층 분리	없음	경미한 상태	깊이 25mm미만, 직경 150mm미만	깊이 25mm이상, 직경 150mm 이상	박락이 극심하여 즉시 보수를 요하는 상태
손 상	없음	아주 경미한 상태	경미한 손상 (10cm×10cm 미만)	중간손상 (10cm×10cm이상 ~30cm×30cm 미만)	극심한 손상 (30cm×30cm 이상)

3.4 구조물 점검 결과

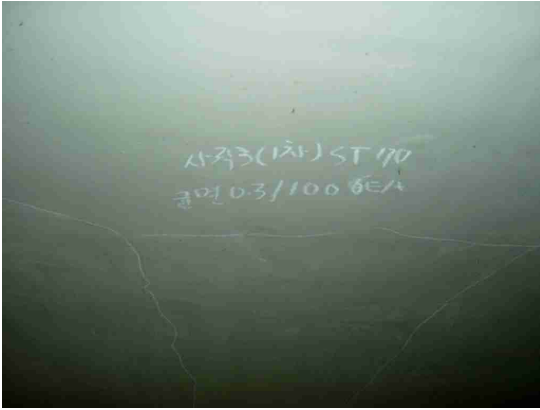

1) 사직터널(구1) (SAT.0 ~ 146m)

점검부위		점검항목	
▷ 사직터널(구1)		·균열, 누수, 백태 ·박리, 박락, 파손, 철근노출 ·노면 ·조인트 ·배수로	
관련사진	사직(2차선) STA. 79m 천정	사직(1차선) STA. 67m 천정	
			
	균열 0.3mm/3.5m	균열 0.3mm/3m	
점검결과	측벽	- 터널내 라이닝 구간의 외관조사결과 전반적으로 양호함.	
	천정	- 터널내 라이닝 구간의 외관조사결과 전반적으로 양호하나 중·횡방향균열(W=0.2~0.3mm), 망상균열등 일부 발생된 상태이나 지반변형 및 외력에 의한 라이닝의 구조적인 문제점은 아니고 주로 시공불량 및 콘크리트 건조수축 등에 의한 손상으로 구조물의 열화방지를 위하여 적절한 보수 및 향후 지속적인 관찰이 요구됨.	
	바닥	- 아스콘포장에서 일부 균열이 발생된 상태이며 구조물에는 큰 영향을 미치지 않으나 동결융해, 차량의 충격하중 등에 의해 파손이 심해지는 등 지장이 안전운행에 지장이 발생되므로 적절한 보수가 필요함.	



2) 사직터널(구2) (SAT.0 ~ 146m)

점 검 부 위		점 검 항 목	
▷ 사직터널(구2)		·균열, 누수, 백태 ·박리, 박락, 파손, 철근노출 ·노면 ·조인트 ·배수로	
관 련 사 진	사직(우) STA. 145m 측벽	사직(우) STA. 128m 천정	
			
	균열 0.3mm/1m	균열 0.2mm/5m	
점 검 결 과	측벽	- 터널내 라이닝 구간의 외관조사결과 전반적으로 양호하나 종방향균열(W=0.3mm), 박락등 일부 발생된 상태이나 지반변형 및 외력에 의한 라이닝의 구조적인 문제점은 아니고 주로 시공불량 및 콘크리트 건조수축 등에 의한 손상으로 구조물의 열화방지를 위하여 적절한 보수 및 향후 지속적인 관찰이 요구됨.	
	천정	- 터널내 라이닝 구간의 외관조사결과 전반적으로 양호하나 종방향균열(W=0.2mm), 박락등 일부 발생된 상태이나 지반변형 및 외력에 의한 라이닝의 구조적인 문제점은 아니고 주로 시공불량 및 콘크리트 건조수축 등에 의한 손상으로 구조물의 열화방지를 위하여 적절한 보수 및 향후 지속적인 관찰이 요구됨.	
	바닥	- 아스콘포장에서 일부 균열이 발생된 상태이며 구조물에는 큰 영향을 미치지 않으나 동결융해, 차량의 충격하중 등에 의해 파손이 심해지는 등 안전운행에 지장이 발생되므로 적절한 보수가 필요함.	



3) 사직터널(신3) (SAT.0 ~ 136m)

점 검 부 위		점 검 항 목
▷ 사직터널(신3)		<ul style="list-style-type: none"> ·균열, 누수, 백태 ·박리, 박락, 파손, 철근노출 ·노면 ·조인트 ·배수로
관 련 사 진	사직(2차) STA. 39m 천정	사직(2차) STA. 4m 천정
		
	균열 0.3mm/1m 2EA	박락 0.2m×0.2m
점 검 결 과	측벽	- 터널내 라이닝 구간의 외관조사결과 전반적으로 양호하나 횡방향균열(W=0.3mm), 박락등 일부 발생된 상태이나 지반변형 및 외력에 의한 라이닝의 구조적인 문제점은 아니고 주로 시공불량 및 콘크리트 건조수축 등에 의한 손상으로 구조물의 열화방지를 위하여 적절한 보수 및 향후 지속적인 관찰이 요구됨.
	천정	- 터널내 라이닝 구간의 외관조사결과 전반적으로 양호하나 종·횡방향균열(W=0.2 ~ 0.3mm), 파손등 일부 발생된 상태이나 지반변형 및 외력에 의한 라이닝의 구조적인 문제점은 아니고 주로 시공불량 및 콘크리트 건조수축 등에 의한 손상으로 구조물의 열화방지를 위하여 적절한 보수 및 향후 지속적인 관찰이 요구됨.
	바닥	- 아스콘포장에서 일부 균열 및 파손이 발생된 상태이며 구조물에는 큰 영향을 미치지 않으나 동결융해, 차량의 충격하중 등에 의해 파손이 심해지는 등 안전운행에 지장이 발생되므로 적절한 보수가 필요함.

4) 사직터널 옹벽 및 갱문입구

점 검 부 위		점 검 항 목
▷ 옹벽 및 갱문		<ul style="list-style-type: none"> ·침하, 경사, 수평변위, 배부름 ·균열, 이음매의 파손 ·콘크리트 떨어짐 ·철근노출 ·배수공 상태
관 련 사 진	사직동측 터널(신-3) 우측 옹벽	독립문측 터널입구(신-3)
		
	균열, 누수 0.3mm/4m	균열 0.3mm/4m 2EA
점 검 결 과	옹벽	- 터널 외부옹벽 구간의 종, 횡방향균열(W=0.2~0.3mm), 누수등 일부 발생된 상태이며, 콘크리트 건조수축 및 재료의 노후화로 인한 손상으로 구조물의 열화방지를 위하여 적절한 보수 및 향후 지속적인 관찰이 요구됨.
	갱문입구, 출구	- 터널입구, 출구 구간의 횡방향균열(W=0.3mm), 망상균열등 일부 발생된 상태이며, 콘크리트 건조수축등 으로 인한 손상으로 구조물의 열화방지를 위하여 적절한 보수 및 향후 지속적인 관찰이 요구됨.

5) 비탈면 및 주변환경조사 및 부대시설

점 검 부 위		점 검 항 목
▷ 비탈면 및 주변환경조사 및 부대시설		<ul style="list-style-type: none"> ·배수구(퇴적, 체수, 손상, 침하, 유도배수, 뚜껑개폐) ·지형의 기하학적 변화 ·토피하중의 제거 ·하중의 증가 ·충격과 진동 ·조명시설등
관 련 사 진	배수로 상태	조명시설 상태
		
	배수로상태양호	일부 부정등된 상태
점 검 결 과	배수로	- 터널 입출구 배수로 상태는 전반적으로 양호하며 토사나 이물질이 퇴적한 곳은 없는 것으로 조사되었다.
	비탈면 및 주변환경 조사	- 비탈면 및 주변환경 상태는 전반적으로 양호함.
	부대시설	- 터널내 부대시설은 전반적으로 양호하나 일부 부정등 조명은 전구 교체가 필요하다

3.4.2 주요 외관조사 요약

【표3-8】 주요 외관조사 요약

구 분		주요손상내용	대책
사 직 (구1)	터널 측벽, 천정	▪균열(W=0.2 ~ 0.3mm), 망상균열등 일부 발생된 상태	▪주입공법 ▪단면보수공법
	터널바닥	▪아스콘포장에서 일부 균열 발생된 상태	▪아스콘 덧씌우기
	부대시설	▪조명시설 일부 부정등된 상태	▪조명등교체
사 직 (구2)	터널 측벽, 천정	▪균열(W=0.2 ~ 0.3mm), 박락등 일부 발생된 상태	▪주입공법 ▪단면보수공법
	터널바닥	▪아스콘포장에서 일부 균열 발생된 상태	▪아스콘 덧씌우기
	부대시설	▪조명시설 일부 부정등된 상태	▪조명등교체
사 직 (신3)	터널 측벽, 천정	▪균열(W=0.2 ~ 0.3mm), 박락, 파손등 일부 발생된 상태	▪주입공법 ▪단면보수공법
	터널바닥	▪아스콘포장에서 일부 파손 및 균열 발생된 상태	▪아스콘 덧씌우기
	부대시설	▪조명시설 일부 부정등된 상태	▪조명등교체
터 널 외 부	터널 입, 출구 옹벽	▪중, 횡방향균열(W=0.3mm), 누수, 망상균열등 일부 발생된 상태	▪주입공법 ▪단면보수공법
	터널 입, 출구 비탈면	▪전반적으로 양호	▪양호

3.5 외관조사 총괄표

사직터널 외관조사 결과는 정리하면 다음표와 같다.

【표3-9】 터널 외관조사 총괄표

외관상태		손상물량		등급별 분포						비 고	
		물량	단위	수량	A	B	C	D	E		대표 등급
		개소									
사 직 터 널	구 1 터 널 내 부	균열0.3mm 미만	0.4	m ²	수량		0.4				B
			1		개소		1				
		균열0.3mm 이상	26.8	m	수량			26.8			C
			14		개소		14				
		망상균열	12	m ²	수량			12			B
			2		개소		2				
		판별파손	1	EA	수량		1				B
	1		개소			1					
	점등불량	4	EA	수량		4				B	
		4		개소		4					
	포장균열 및 파손	7.2	m ²	수량		7.2				B	
		9		개소		9					
	구 2 터 널 내 부	균열0.3mm 미만	1.1	m ²	수량		1.1			B	
			2		개소		2				
균열0.3mm 이상		2.3	m	수량			2.3		C		
		2		개소		2					
파손		0.2	m ²	수량			0.2		C		
		1		개소		1					
박리		0.15	m ²	수량		0.15			B		
		1		개소		1					
중앙분리대 손상		2	EA	수량		2			B		
		2		개소		2					
포장균열 및 파손	2.3	m ²	수량		2.3			B			
	7		개소		7						

외관상태		손상물량		등급별 분포						비 고		
		물량 개소	단위	수량	A	B	C	D	E		대표 등급	
사 적 터 널	신 3 터 널 내 부	균열0.3mm 미만	0.3	㎡	수량		0.3				B	
			1		개소		1					
		균열0.3mm 이상	9.3	m	수량			9.3			C	
			4		개소		4					
		박리	4	㎡	수량		4				B	
			1		개소		1					
		망상균열		㎡	수량							
					개소							
	파손	0.1	㎡	수량			0.1			C		
		1		개소		1						
	점등불량	6	EA	수량		6				B		
		6		개소		6						
	포장균열 및 파손	3.7	㎡	수량		3.7				B		
		7		개소		7						
	옹 벽 부	균열0.3mm 미만	2.4	㎡	수량		2.4			B		
			1		개소		1					
		균열0.3mm 이상	100	m	수량			100		C		
			13		개소		13					
		망상균열	21	㎡	수량		21			B		
			1		개소		1					
		파손	2	㎡	수량			2		C		
			1		개소		1					
	갱 입 출 구 부	균열0.3mm 이상	34	m	수량			34		C		
			12		개소		12					
망상균열		21	㎡	수량		21			B			
		1		개소		1						
파손		2	㎡	수량			2		C			
		1		개소		1						

제 4 장 비파괴 시험

4.1 개 요

4.2 시험위치

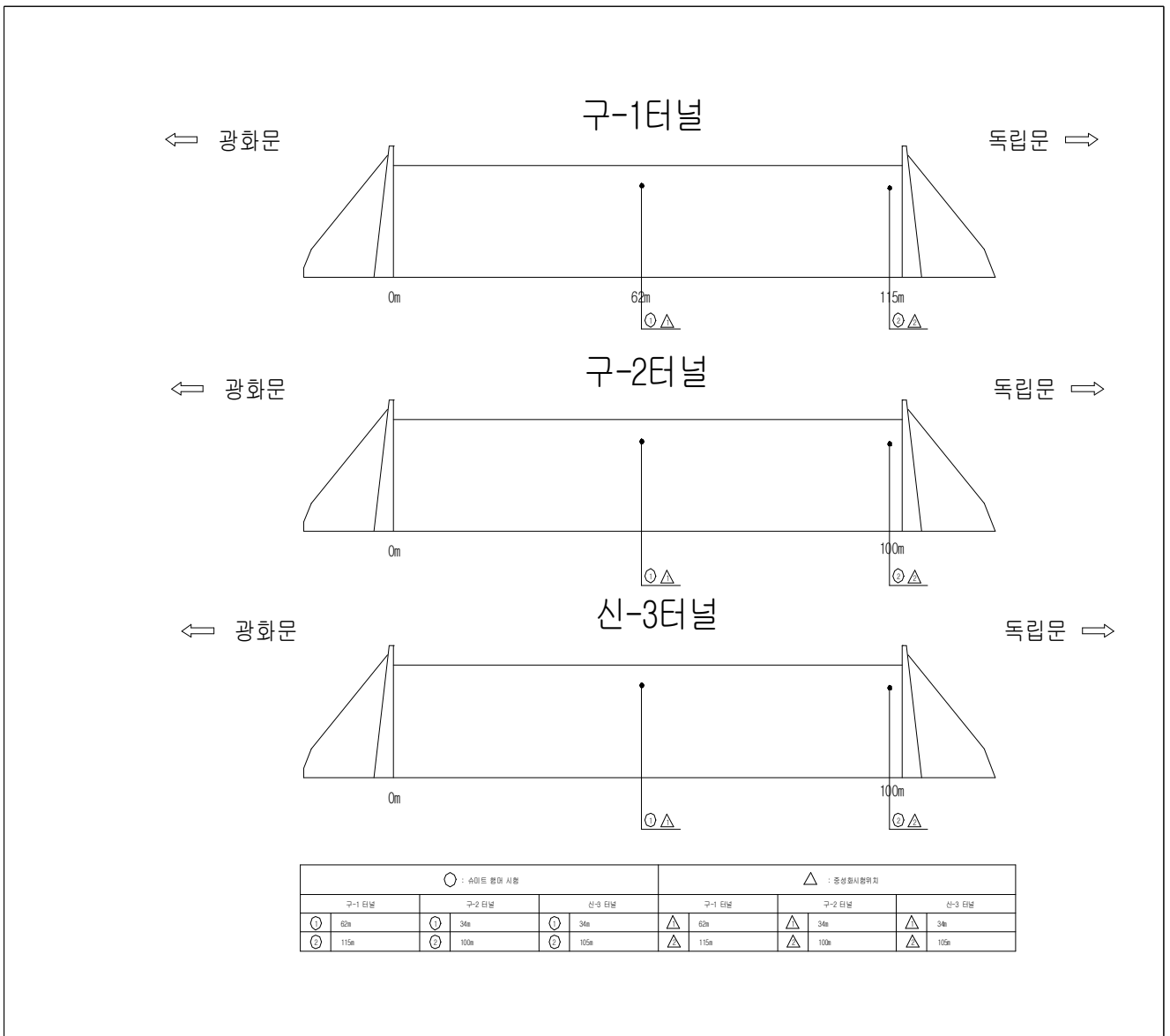
4.3 시험내용 및 방법

4 장 비파괴 시험

4.1 개요

비파괴 시험은 구조물의 기능이나 내하력을 훼손하지 않고 강도나 열화손상의 상태를 평가하는 것은 물론 구조물의 안전성평가를 위한 기본 자료를 제공하는데 목적이 있다.

4.2 시험 위치



4.3 시험내용 및 방법

4.3.1 반발경도법에 의한 강도

(1) 시험개요

본 시험법은 콘크리트의 표면강도를 측정하는 시험으로 보편적으로 가장 손쉽게 시험할 수 있는 장점을 가지고 있다. 그러나 표면의 상태에 따라 오차를 가져올 수 있으며 콘크리트 재령이나 타격각도, 화학작용 즉 수화반응, 탄산화반응 등에 의하여 +, - 요인이 생겨나므로 반드시 이러한 요인에 대한 정확한 보정을 하여야 하며 시험장비는 Schmidt test hammer N-type 으로 한다.

(2) 시험방법

Schmidt Hammer법에 의한 압축강도 시험은 외관조사 결과에 의해서 결정된 측정개소에 대해서 타격점간의 간격 3cm를 표준으로 종으로 5열, 횡으로 5열의 선을 그어 직교되는 25점을 타격하여 반발경도 값의 산술 평균값(R_m)을 구한다.

산술평균값 R_m 에 대해서 Recommendation에 따라 각 반발경도의 값이 $R_m \pm 15\%$ 범위를 벗어나는 값들은 제외시키고 나머지 값들을 다시 산술 평균하여 반발경도 R을 구한다. 타격방향은 측정면에서 직각이 되게 하였으며, 측정값에 현격한 차이가 있는 곳은 그 옆에서 다시 타격하는 방법을 사용하였다.

- 조사기기

- 모델명 : N Type
- 제작사 : Proceq (스위스)
- 용 도 : 반발경도법을 이용 굳은 콘크리트의 비파괴 강도시험에 사용

(3) 반발경도법에 의한 콘크리트 압축강도 추정

Schmidt Hammer에 의해 반발경도를 측정한 후 콘크리트의 압축강도를 추정하는 방법은 다음과 같다.

(가) 보정반발경도(R_0)

보정반발경도 R_0 은 다음 식 (4.1)과 같이 측정경도 R에 보정값 ΔR_1 , ΔR_2 ,을 더한 값으로 한

다.

$$R_0 = R + \Delta R_1 + \Delta R_2 \quad (4.1)$$

여기서, R : 측정 반발경도

ΔR_1 : 타격 방향에 따른 보정값

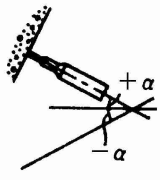
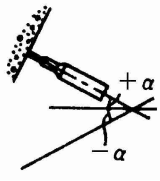
ΔR_2 : 콘크리트의 습윤성에 따른 보정값

한편 보정치 ΔR 은 다음과 같은 방법으로 구한다.

① 타격방향이 수평이 아닌 경우

측정 경사 각도에 따라 다음과 같이 구한다..

【표4-1】 타격방향에 따른 반발경도 보정

Rebound value R_α	Correction for inclination angle				타격 방향 
	Upwards		Downwards		
	+90°	+45°	-45°	-90°	
10			+2.4	+3.2	
20	-5.4	-3.5	+2.5	+3.4	
30	-4.7	-3.1	+2.3	+3.1	
40	-3.9	-2.6	+2.0	+2.7	
50	-3.1	-2.1	+1.6	+2.2	
60	-2.3	-1.6	+1.3	+1.7	

② 수중양생을 지속한 콘크리트를 건조시켜 측정한 경우

$$\Delta R = +5$$

(나) 압축강도 추정

보정 반발경도 R_0 로부터 압축강도 F_c 를 추정하는 식은 여러 가지가 제안되어 있으나 일반적으로 가장 널리 사용되고 있는 아래와 같은 식으로 압축강도를 추정하였다.

$$F_c = 13R_o - 184 \text{ (kg/cm}^2\text{)} \quad (\text{일본재료학회}) \quad (4.2)$$

$$F_c = \text{테스트 햄머에 표시된 반발경도곡선에 의한 방법} \quad (4.3)$$

(다) 28일 강도의 추정

시공 후 건조상태로 수년이 경과한 콘크리트 구조물은 표면강도가 높기 때문에 식 (4.4)와 같이 시간경과 계수 (α_n)을 압축강도 F_c 에 곱해 재령 28일 강도 (F_{28}')로 환산한 압축강도로 수정하여 콘크리트의 설계 압축강도로 추정한다.

콘크리트의 재령에 따른 압축강도 보정계수 α_n 는 【표 4.2】 과 같다.

$$F_{28}' = \alpha \cdot F_c \quad (4.4)$$

【표4-2】 재령보정계수 α 의 값

재령	4일	5일	6일	7일	8일	9일	10일	11일	12일	13일
α	1.90	1.84	1.75	1.72	1.67	1.61	1.55	1.49	1.45	1.40
재령	14일	15일	16일	17일	18일	19일	20일	21일	22일	23일
α	1.36	1.32	1.28	1.25	1.22	1.18	1.15	1.12	1.10	1.08
재령	24일	25일	26일	27일	28일	29일	30일	32일	34일	36일
α	1.06	1.04	1.02	1.01	1.00	0.99	0.99	0.98	0.96	0.95
재령	38일	40일	42일	44일	46일	48일	50일	52일	54일	56일
α	0.94	0.93	0.92	0.91	0.90	0.89	0.87	0.87	0.87	0.86
재령	58일	60일	62일	64일	66일	68일	70일	72일	74일	76일
α	0.86	0.86	0.85	0.85	0.85	0.84	0.84	0.84	0.83	0.83
재령	78일	80일	82일	84일	86일	88일	90일	100일	125일	150일
α	0.82	0.82	0.82	0.81	0.81	0.80	0.80	0.78	0.76	0.74
재령	175일	200일	250일	300일	400일	500일	750일	1000일	2000일	3000일
α	0.73	0.72	0.71	0.70	0.68	0.67	0.66	0.65	0.64	0.63

본 사직터널의 재령일수는 3000일로 하고 재령보정계수 α 는 0.63를 사용하였다.

(4) 반발경도법에 의한 강도조사 결과

반발경도법에 의한 라이닝 콘크리트의 강도시험은 터널 본체에서 터널 입·출구 및 일반단면에서 임의로 총6회 실시하였으며 강도조사 결과 설계기준강도 보다 낮게 나타난 곳은 없는 것으로 조사되었으며, 각 부분별 평균강도는 다음표와 같으며, 시험의 신뢰성이 확보된 것으로 판단된다.

【표4-3】 반발경도 시험 결과

부 분	평균강도 (kgf/cm ²)	추정설계강도 (kgf/cm ²)	비 고
구(1) 천단부	310	210	전반적으로 양호(2회 측정)
구(2) 천단부	314	210	전반적으로 양호(2회 측정)
신(2) 천단부	262	210	전반적으로 양호(2회 측정)

사직터널(구1, 구2, 신1) 천단부는 기준설계강도 210kgf/cm²(추정강도)을 상회하는 310kgf/cm², 314kgf/cm², 262kgf/cm²으로 조사되었다. 전체 반발경도 시험결과는 다음표와 같다.

【표4-4】 반발경도법에 의한 강도조사 결과표

터널명	번호	측정STA.No.		반발경도 (R ₀)	반발경도법 압축강도(kgf/cm ²)			추정설계 기준강도 (kgf/cm ²)	평 가	비 고
					재료학회 (kgf/cm ²)	Graph (kgf/cm ²)	평균강도 (kgf/cm ²)			
구(1)	1	62	천단	49.28	287	312	300	210	양 호	일반구간
	2	115	천단	51.5	305	334	320	210	양 호	일반구간
구(2)	3	34	천단	50.08	294	323	309	210	양 호	일반구간
	4	100	천단	51.2	303	334	319	210	양 호	일반구간
신(3)	5	34	천단	43.92	243	261	253	210	양 호	일반구간
	6	105	천단	45.84	274	259	282	271	양 호	일반구간

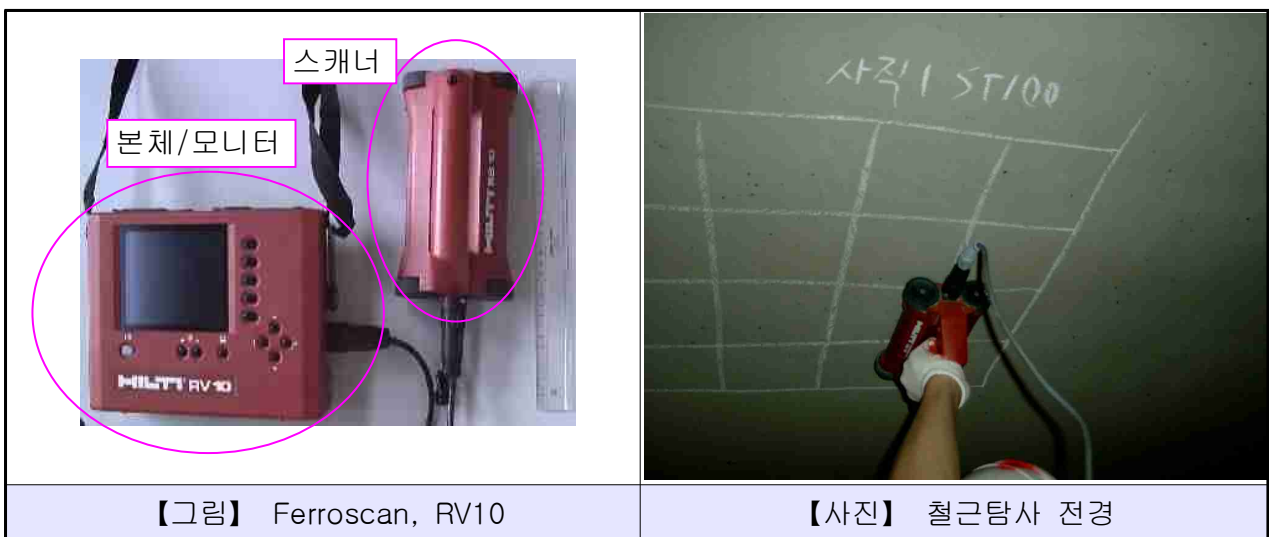
4.3.2 철근배근탐사

(1) 시험개요

철근콘크리트 구조물의 내구성 및 안전성은 콘크리트의 균열 및 강도와 더불어 철근의 배근 상태에 따라 크게 달라진다. 콘크리트의 강도조사에 대해서는 앞 절에서 언급하였으며, 본 절에서는 철근의 배근 상태에 대해서 다루고자 한다. 철근의 배근 상태가 설계도면 보다 적은 개수로 넓은 간격으로 배근된 경우 구조물의 내력이 감소하게되어 구조물의 내구성 및 안전성에 치명적인 약점을 가져올 수 있으며, 설계도면보다 과도하게 많은 개수로 좁은 간격으로 배근된 경우에도 구조물의 내력은 충분히 만족하지만, 예기치 못한 갑작스런 붕괴를 초래할 수도 있는 약점이 있다. 따라서, 철근콘크리트 구조물에서 철근의 배근 상태를 조사하는 것은 구조물의 내구성 및 안전성을 확인하기 위해서 중요한 부분이다.

(2) 시험장비

본 조사대상 구조물의 철근의 배근 상태를 조사하기 위해서 【그림4-1】에 나타나 있는 비파괴 검사장비인 페로스캔(Ferroskan, FS10)을 이용하였다.



【그림4-1】 페로스캔(Ferroskan, FS10)

본 장비의 특징은 다음과 같다.

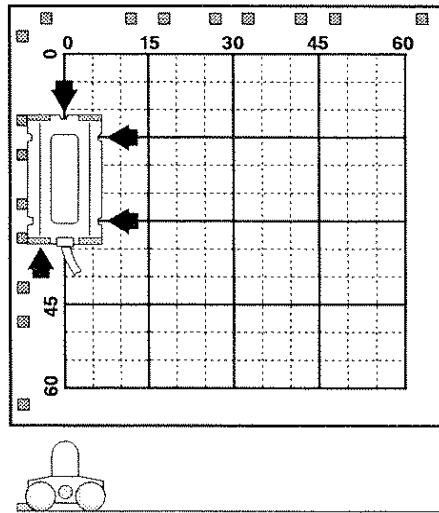
- ① 장비 사양 : 스캐너 230 × 133 × 140mm, 모니터/본체 270 × 195 × 80mm
- ① 스캐너 측정속도 : 0.5 m/s 이하
- ② 최대 측정깊이 : 180 mm
- ③ 작업시 외기온도 : -10 ~ +50℃

(3) 철근 배근상태 측정방법

페로스캔을 이용한 철근의 배근상태 조사는 전파의 감쇠와 전도율이 작고, 전기를 통하지 않는 콘크리트의 성질과 전파를 반사하는 철근의 성질을 이용하여 콘크리트 내부의 철근의 배근상태를 조사하게 된다. 측정결과의 판정을 용이하게 하기 위해서는 가능한 한 콘크리트 표면이 균질하고 경계조건이 복잡하지 않을 뿐만 아니라, 철근이 스캐너의 진행 방향과 가능한 한 직교하도록 측정해야 한다. 반면, 전파를 양호하게 반사하는 물체(철근, 철망 등의 금속)가 100mm 이하의 좁은 간격으로 되어 있는 경우, 배관 등과 같은 금속 물체가 혼재해 있는 경우, 철근이 스캐너의 진행방향과 직교해서 측정할 수 없는 경우, 철근이 상하방향으로 겹쳐 있는 경우 상하 철근이 근접해 있을 경우 등은 측정이 곤란하다.

• 페로스캔의 측정순서는 다음과 같다.

- ① 측정면에 【그림4-2】와 같은 600 × 600mm 측정지를 부착한다.
- ② 스캐너를 이용하여 측정지 위를 가로 4번, 세로 4번 스캐닝한다.
- ③ 스캐닝이 끝나면 본체/모니터를 조작하여 LCD 화면을 띄운다.
- ④ LCD 화면상에 나타난 영상을 분석한다.(검은 부분 : 철근, 금속성 물체 표시)



【그림4-2】 페로스캔 측정지 및 스캐닝 방법

(4) 측정결과

- ▶ 본 안전점검 대상 구조물은 철근 콘크리트 구조물로서 부재중 기 시공 교각을 대상으로 “철근 배근 상태” 즉, 철근 배근 간격등을 조사하여 당초의 설계 조건과 현재의 배근 상황을 비교 판단하여, 본 안전점검의 목적인 품질의 적정성을 검토, 확인하였다.

- ▶ 설계도의 철근 배근도를 바탕으로 측정된 결과의 DATA를 비교 검토한바 배근상태는 오차범위내(±5%)이고, 피복두께도 설계도에 준하여 시공된 것으로 판단된다.

(5) 철근 배근 탐사 결과

대상구조물의 철근 배근탐사는 총6개소에 대하여 시험을 실시하였으나, 시험결과 철근 및 철선반
 응이 180~230mm 간격으로 나타났으며, 피복은 44~52mm정도로 나타났다.

시설 물명	측정위치		철근탐사결과(mm)						비고
			주철근 (수직철근)		띠철근 (수평철근)		피복두께 (주근)		
			측정치	설계치	측정치	설계치	측정치	설계치	
사 직 터 널	구 (1)	천단 62m	180	-	200	-	49	-	
		천단 115m	230	-	200	-	46	-	
	구 (2)	천단 34m	200	-	210	-	44	-	
		천단 100m	210	-	200	-	47	-	
	신(3)	천단 34m	200	-	210	-	48	-	
		천단 105m	190	-	200	-	52	-	

제 5 장 보수 보강방안

5.1 개 요

5.2 보수·보강공법 선정일반

5.3 보수·보강의 흐름도

5.4 보수·보강 방안 제시 및 개략공사비

5 장 보수 보강방안 및 유지관리

5.1 개 요

일반적으로 장기적인 공용년수가 요구되는 구조물에서 유지관리 및 보수·보강 업무는 대단히 중요하다. 정기적인 점검 및 특별점검을 통해 손상을 조기에 발견하여 그 원인을 추정하고 손상 정도를 평가 판정해서 적절한 보수·보강을 실시하면 구조물의 수명을 크게 늘릴 수가 있다.

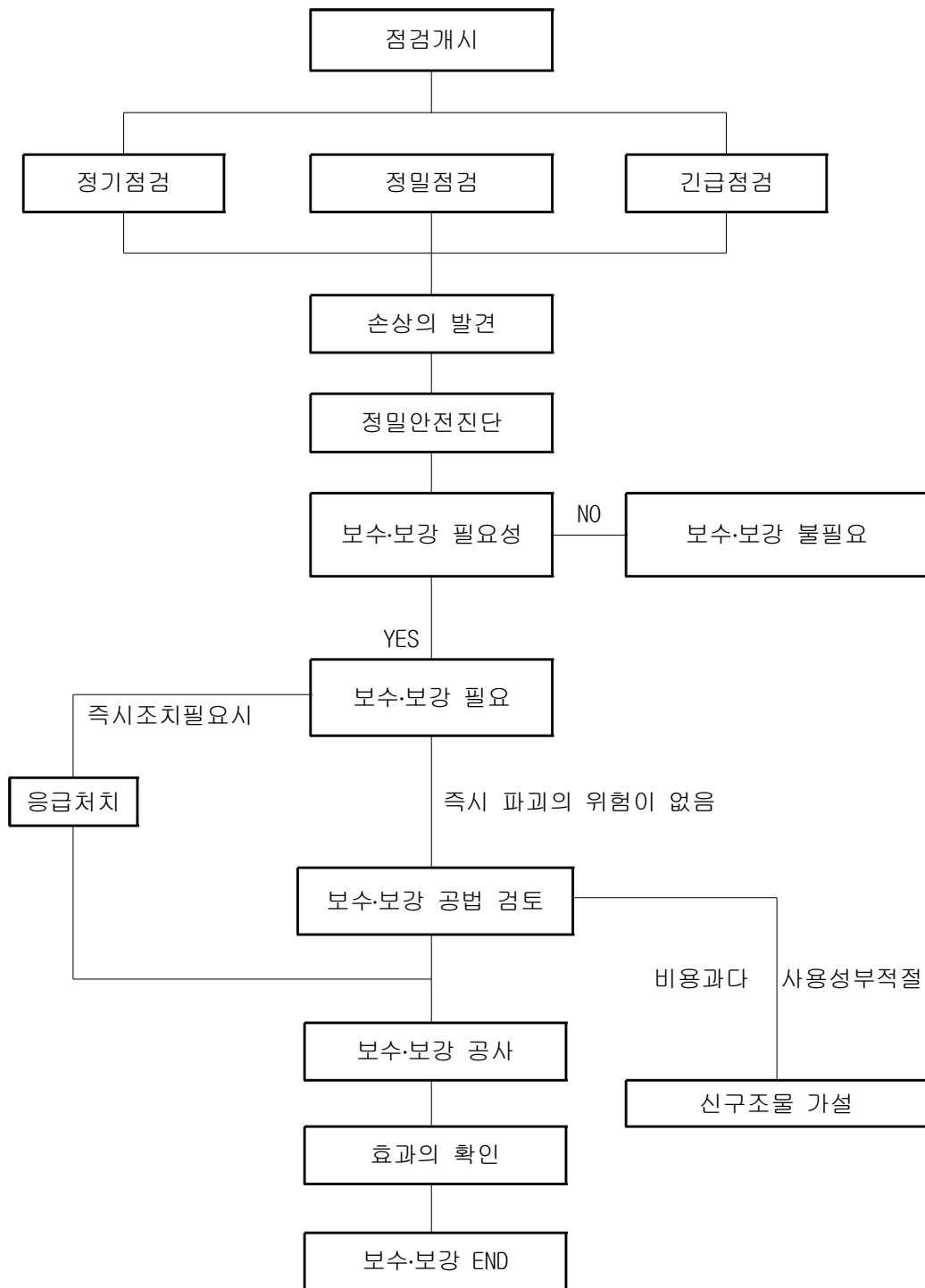
5.2 보수·보강공법 선정 일반

구조물의 유지관리 활동 중에서 정밀점검을 통하여 발견된 구조물의 손상부위를 보수·보강을 해야 한다. 이에 대한 바람직한 공법을 선정할 때에는 다음 사항을 고려하여야 한다.

- 경제성
- 재료의 품질이 좋아야 한다.
- 설계이론이 분명한 것이어야 한다.
- 시공기간이 짧아야 한다.
- 안정성에 문제가 없어야 한다.
- 환경문제가 적은 것을 택하여야 한다

구조물의 손상은 사례가 다르며, 여러 가지 요인들이 복합적으로 작용하여 발생하는 경우가 많으므로 정량화된 공법을 제시하기가 매우 어렵다. 보수·보강공법 선정시 손상의 규모 및 종류에 따라서 적절하게 선정하였으며, 보수·보강 시공시 참고하도록 하였다.

5.3 보수·보강의 흐름도



5.4 보수·보강 방안 제시 및 개략공사비

유지 관리시 외관조사 및 터널 안정성 검토결과 발생 된 손상은 5.4.2 보수공법을 적용하며 본 사직터널의 정밀점검시 외관조사 결과는 【표5-1】 과 같다.

【표5-1】 주요 외관조사 결과 및 개략공사비

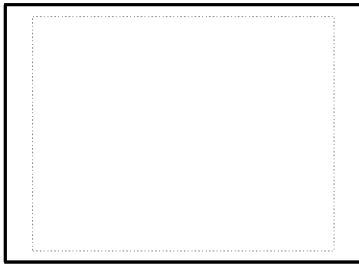
손상내용		보수·보강안	단위	수량	단가	금 액	비고
구 1 터 널 내 부	균열0.3mm미만	- 면보수 (표면처리공법)	m ²	0.4	76,216	30,486	
	균열0.3mm이상	- 주입공법	m	36.8	126,077	4,639,633	
	망상 균열	- 면보수 (표면처리공법)	m ²	12	76,216	914,592	
	판넬 파손	- 단면보수공법	m ²	1	161,877	150,000	
	점등불량	- 형광등교체	EA	4	5,000	20,000	
	포장및균열	- 아스콘 덧씌우기	m ²	7.2	20,000	144,000	
구 2 터 널 내 부	균열0.3mm미만	- 면보수 (표면처리공법)	m ²	1.1	76,216	83,837	
	균열0.3mm이상	- 주입공법	m	2.3	126,077	289,977	
	파손	- 단면보수공법	m ²	0.2	161,877	32,375	
	박리	- 단면보수공법	m ²	0.15	161,877	24,281	
	중앙분리대손실	- 분리대교체	EA	2	20,000	40,000	
	포장및균열	- 아스콘 덧씌우기	m ²	2.3	20,000	46,000	
신 3 터 널 내 부	균열0.3mm미만	- 면보수 (표면처리공법)	m ²	0.3	76,216	22,864	
	균열0.3mm이상	- 주입공법	m	9.3	126,077	1,172,516	
	박리	- 단면보수공법	m ²	4	161,877	647,508	

손상내용		보수·보강안	단위	수량	단가	금액	비고
신 3 터 널 내 부	파손	- 단면보수공법	m ²	0.1	161,877	16,187	
	점등불량	- 형광등교체	EA	6	5,000	30,000	
	포장균열 및 파손	- 아스콘 덧씌우기	m ²	37	20,000	740,000	
웅 표 부	균열0.3mm미만	- 면보수 (표면처리공법)	m ²	2.4	76,216	182,918	
	균열0.3mm이상	- 주입공법	m	100	126,077	12,607,700	
	망상균열	- 면보수 (표면처리공법)	m ²	21	76,216	1,600,536	
	파손	- 단면보수공법	m ²	2	161,877	323,754	
갱 입 출 구 부	균열0.3mm이상	- 주입공법	m	34	126,077	4,286,618	
	망상균열	- 면보수 (표면처리공법)	m ²	21	76,216	1,600,536	
	파손	- 단면보수공법	m ²	2	161,877	323,754	
순공사비						29,970,072	
제비율 적용			36.0%			10,729,928	
합 계						40,700,000	
부가 가치세						4,070,000	
보수 공사비계						44,770,000	
※ 상기 공사비는 개략공사비로서 보수시에는 정확한 금액을 재산정하여야 함.							

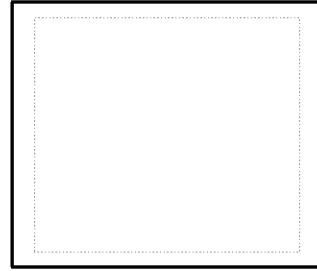
5.4.1 보수 공법

가) 표면처리 공법

- ① 적용 범위 : 미세한 균열 (0.3mm미만) 부위에 도막을 형성하여 방수성, 내구성을 향상시키기 위해 실시
- ② 개요도



- 일반적인 표면처리공법



- 균열 폭의 변동이 큰 표면처리공법

【그림 5-1】 표면 처리 공법

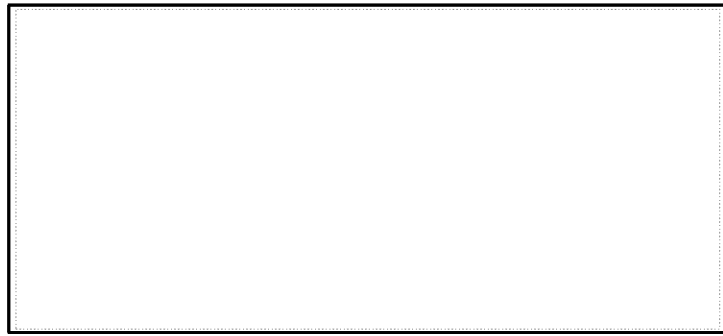
③ 시공순서

- 균열이 생긴 Con'c 표면을 Wire Brush등으로 거칠게 처리
- 표면의 부착물을 물세척에 의한 청소 후 충분한 건조처리
- Con'c 표면의 기공등을 Putty의 수지로 정밀 충전처리
- 적절한 피복제(수지계, 시멘트계)로 균열부분 피복처리

나) 주입공법

- ① 적용범위 : 균열 폭이 비교적 크고(0.3mm 이상) 균열 내부에 수지계 혹은 시멘트계의 재료를 주입시켜 방수성, 내구성을 향상 시키기 위해 실시

② 개요도



【그림 5-2】 주입공법

③ 시공순서

- 균열부위 청소
- 주입용 파이프 설치
- 균열면 Sealing
- 주입파이프 제거
- Sealing제 철거
- 표면 마무리

④ 공법의 특징

- 주입재료에 따른 주입시기를 엄수해야함(강도저하 우려)
- 에폭시 주사에 의한 주입의 경우 접착력 저하우려
- 저압주입의 경우 주입깊이와 주입량점검은 용이하나, 재료손실이 과다
- 고압주입의 경우 기존 균열의 확대우려

5.4.2 보수·보강공법 비교표

■ 1. 철근노출 단면보수 공법

구분	제 1 안	제 2 안	제 3 안
	리플래시공법(신기술330호)	리폼시스템(신기술제59호)	리프리트공법(신기술제209호)
개요도			
공법개요	침투성 폴리머와 특수미립 시멘트로 구성되고, 특히 습윤면에 대한 부착능이 우수한 무기질 단면 피복재 및 항균성 개질재와의 복합에 의한 열화된 RC구조물의 방식 및 보수하는 공법	비정질실리카 및 수성아크릴 몰탈을 이용하여 단면을 수복하는 공법	침투성 알칼리성 회복재 염해방지 기능의 도포형 방청재 및 SBR계 폴리머시멘트 복합체를 화학적으로 refresh 하는 공법
시공방법	표면처리→철근녹제거→R고압수 세정→ RH 프라임 A도포→ RH 프라임 B도포→ RH 모르타르 충전→ RH 방식피복처리→ RH TOP COAT 마감	콘크리트 표면철거→ 구체강화제→ G&W 슬처리 → 중성화 모르타르도포 → 중성화 방지제 도포	표면처리→철근녹제거→고압수 세정→RF-100도포→철근방청처리→SS모르타르도포→RF방지 페이스트도포→ RF 코트마감
특징	<ul style="list-style-type: none"> - 습윤면에서의 부착이 가능한 소재(특히 제180759)로 습윤면부착 우수 - 열화조건별 적절한 시공장비 및 공법구축 - 부수재료의 물성치가 콘크리트와 유사하여 열 또는 온도변화에 의한 부가손상 가능성없음 	<ul style="list-style-type: none"> - 유,무기계 재료의 혼용으로 품질의 다양화 실현 - 발청억제용 침투제 도포로 철근부식억제 - 경화시간이 짧고 수밀성, 내마모성이 우수함. 	<ul style="list-style-type: none"> - 무기계 재료로 기존구체와의 일체화 및 습윤면 시공가능 - 도포형 방청재의 도포로 손상된 부동태, 피막을 재건하며,부식억제 및 치유기능으로 염해보수에 탁월한 성능 발현 - SBR계 폴리머시멘트계 페이스트 및 방청유지, 고내구성 발현
단점	- 가장 최근의 신기술 공법이므로 시공실적이 다소 적음	- 유기계+무기계 복합재료를 사용하여 온도변화에 의한 부가손상 가능성 있음.	- 무기계 공법으로 경화시간이 유기계보다 느리므로 초기양생이 중요
경제성	273,753 원/m ² (철근노출단면보수공법 30mm 기준)	277,781 원/m ² (철근노출단면보수공법 30mm 기준)	295,000 원/m ² (철근노출단면보수공법 30mm 기준)
의견	공법의 원리나 공종은 유사하고 재료의 물성치 또한 유사하지만 공사비가 가장 저렴하고, 습윤면에서의 부착력이 우수한 리플래시 공법이 유리할 것으로 사료됨.		

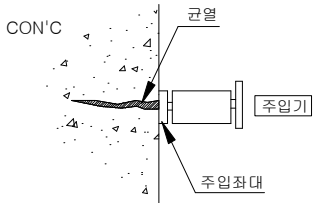
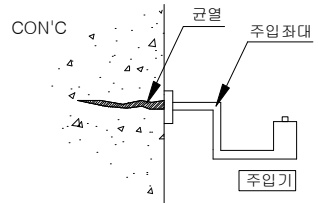
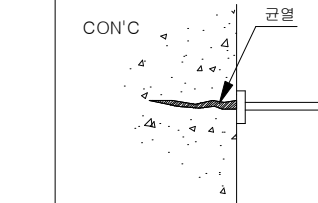
2. 단면 보수공법

구분	제 1 안	제 2 안	제 3 안
	리플래시공법(신기술330호)	리폼시스템(신기술제59호)	리프리트공법(신기술제209호)
개요			
공법 개요	<p>침투성 폴리머와 특수미립시멘트로 구성되고, 특히 습윤면에 대한 부착능이 우수한 무기질 단면 피복재 및 항균성개질재와의 복합에 의한 열화된 RC구조물의 방식 및 보수하는 공법</p>	<p>비정질실리카 및 수성아크릴 몰탈을 이용하여 단면을 수복하는 공법</p>	<p>침투성 알칼리성 회복재 영해방지 기능의 도포형 방청재 및 SBR계 폴리머시멘트 복합체를 화학적으로 refresh 하는 공법</p>
시공 방법	<p>표면처리→ 고압수 세정→ RH 프라이머A도포→ RH 모르타 충전→RH 방식피복처리→ RH TOP COAT 마감</p>	<p>콘크리트 표면철거→ 구체강화제→ G&W 슬처리 → 내중성화 모르타도포→ 중성화 방지제 도포</p>	<p>표면처리→고압수세정→RF-100 도포→SS모르타도포→RF방지 페이스트도포→ RF 코트마감</p>
특징	<ul style="list-style-type: none"> - 습윤면에서의 부착이 가능한 소재(특히 제180759)로 습윤면부착 우수 - 열화조건별 적절한 시공장비 및 공법구축 - 부수재료의 물성치가 콘크리트와 유사하여 열 또는 온도변화에 의한 부가손상 가능성없음 	<ul style="list-style-type: none"> - 유,무기계 재료의 혼용으로 품질의 다양화 실현 - 발청억제용 침투제 도포로 철근부식억제 - 경화시간이 짧고 수밀성, 내마모성이 우수함. 	<ul style="list-style-type: none"> - 무기계 재료로 기존구체와의 일체화 및 습윤면 시공가능 - 도포형 방청재의 도포로 손상된 부동태, 피막을 재건하며, 부식억제 및 치유기능으로 영해보수에 탁월한 성능 발현 - SBR계 폴리머시멘트계 페이스트 및 방청유지, 고내구성 발현
단점	<ul style="list-style-type: none"> - 가장 최근의 신기술 공법이므로 시공실적이 다소 적음 	<ul style="list-style-type: none"> - 유기계+무기계의 복합재료를 사용하여 온도변화에 의한 부가손상 가능성 있음. 	<ul style="list-style-type: none"> - 무기계 공법으로 경화시간이 유기계보다 느리므로 초기양생이 중요
경제성	<p>161,877 원/m² (단면복구보수공법 10mm 기준)</p>	<p>176,344 원/m² (단면복구보수공법 10mm 기준)</p>	<p>174,627 원/m² (단면복구보수공법 10mm 기준)</p>
의견	<p>공법의 원리나 공종은 유사하고 재료의 물성치 또한 유사하지만 공사비가 가장 저렴하고, 습윤면에서의 부착력이 우수한 리플래시 공법이 유리할 것으로 사료됨.</p>		

■ 3. 면보수(표면처리)공법

구분	제 1 안	제 2 안	제 3 안
	리플래시공법(신기술330호)	리폼시스템(신기술제59호)	리프리트공법(신기술제209호)
개요도			
공법개요	침투성이 우수한 무기질 단면피복재 및 항균성 개질재와의 복합에 의한 RC구조물을 보수하는 공법	비정질실리카 및 수성아크릴 몰탈을 이용하여 구조물을 보수하는 공법	침투성 알칼리성 회복재 염해방지 기능의 도포형 방청재 및 SBR계 폴리머시멘트 복합체를 화학적으로 refresh 하는 공법
시공방법	표면처리→ 고압수세정→ RH 프라임A도포→ RH방식피복처리→ RH TOP COAT 마감	표면처리 → HE-256+급결시멘트 도포 →중성화 방지제 도포	표면처리 → 고압수세정→ RF-100도포→DESALT도포RF 방청 페이스트도포→RF코트마감
특징	<ul style="list-style-type: none"> - 습윤면에서의 부착이 가능한 소재(특히 제180759)로 습윤면 부착 우수 - 무기계 재료로서 기존 콘크리트와 물리적 성질이 유사하여 시공후 온도/하중변화에 의한 재손상 발생 가능성 없음 - 내약품성 우수하며, 인체에 무해함 	<ul style="list-style-type: none"> - 유,무기계 재료의 혼용으로 품질의 다양화 실현 - 발청억제용 침투제 도포로 철근 부식억제 - 경화시간이 짧고 수밀성, 내마모성이 우수함. 	<ul style="list-style-type: none"> - 무기계 재료로 기존구체와의 일체화 및 습윤면 시공가능 - 침투성 알칼리성 회복제의 도포로 알칼리성 회복능성 발현 - SBR계 폴리머시멘트계 페이스트 및 모르타의 도포로 2중, 3중의 중성화 보호층 및 방청유지
단점	- 가장 최근의 신기술 공법이므로 시공실적이 다소 적음	- 유기계+무기계의 복합재료를 사용하여 온도변화에 의한 부가손상 가능성 있음.	<ul style="list-style-type: none"> - 무기계 공법으로 경화시간이 유기계 보다 느리므로 초기양생이 중요 - 공정이 복잡
경제성	76,216 원/m ²	86,400 원/m ²	93,208 원/m ²
의견	공법의 원리나 공종은 유사하고 재료의 물성치 또한 유사하지만 공사비가 가장 저렴하고, 습윤면에서의 부착력이 우수한 리플래시 공법이 유리할 것으로 사료됨.		

■ 4. 균열 보수공법

구분	제 1 안	제 2 안	제 3 안
	리플래시공법(신기술330호)	리폼시스템(신기술제59호)	리프리트공법(신기술제209호)
개요도			
공법개요	콘크리트 균열부위에 초미립자 무기계 슬러리를 주입기를 통하여 주입하는 공법	콘크리트 균열부위에 유기계+무기계 재료인 수성 에폭시를 주입기를 통하여 주입하는 공법	콘크리트 균열부위에 무기계재료인 RF슬러리를 주입기를 통하여 주입하는 공법
시공방법	표면처리→V컷팅→주입좌대고정 →균열부실링→초미립자 무기계 슬러리 주입→단면복구	표면처리→V컷팅→주입기설치 →균열부실링→수성 에폭시 주입 →단면복구	표면처리→V컷팅→주입기설치 →균열부실링→RF슬러리 주입 →단면복구
특징	<ul style="list-style-type: none"> - 무기계 재료로서 기존콘크리트와 물리적 성질이 유사하여 시공후 온도/하중변화에 의한 재균열 발생가능성이 없음 - 습윤면 시공가능 - 균열부 콘크리트 방청, 중성화 및 염해방지 기능이 있음 	<ul style="list-style-type: none"> - 미세 균열주위 콘크리트 강도 증가 - 내지하수, 내해수, 내약품성, 화학적 침식성 우수 - 경화속도가 무기계에 비해 빠르다 	<ul style="list-style-type: none"> - 모체와 탄성계수, 열팽창계수가 동일하여 재균열 발생 가능성 적음 - 모체와 일체화 가능 - 습윤면 시공가능
단점	공정이 다소 복잡하여 시공 전문가 필요	물성치가 콘크리트와 상이함으로 온도 및 하중변화에 의한 재균열 발생 우려	경화속도가 유기계에 비해 지연되고, 균열부위 표면에만 슬러리가 주입되므로 경제성은 있으나 보수효과는 미흡함
경제성	126,077 원/m ²	131,135 원/m ²	131,910 원/m ²
의견	공법의 원리나 공종은 유사하고 재료의 물성치 또한 유사하지만 공사비가 가장 저렴한 리플래시 공법이 유리할 것으로 사료됨.		

제 6 장 유지관리

6.1 개 요

6.2 유지관리의 흐름

6.3 터널의 점검항목

6.4 유지관리시 중점점검 사항

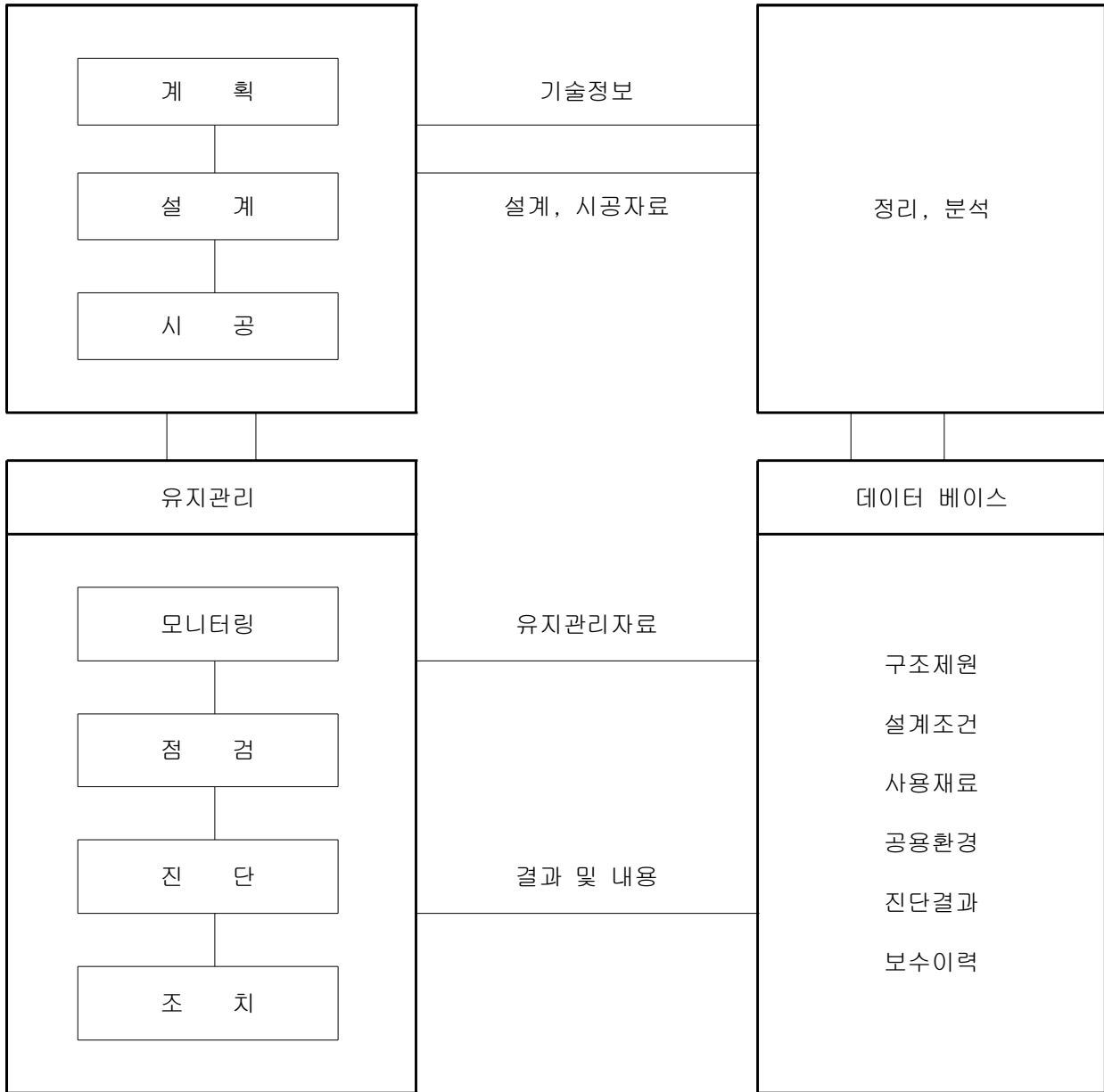
6.1 개요

터널의 유지관리는 체계적으로 이루어져야 하며 주기적으로 터널 상태를 조사하고 유지보수에 필요한 자료를 수집하고 현상조사를 실시하여 항상 안전성을 확보해야 한다. 그러나 주기적인 관리 외에도 수시로 안전상태를 점검하고 문제점은 발견 즉시 교정해야 한다. 모든 유지관리 내용은 데이터 베이스화하여 중복 투자를 방지하고, 이상징후를 쉽게 발견하여 조치 할 수 있어야 한다. 터널의 유지관리는 주기적으로 다음과 같이 구분하여 실시해야 한다.

- 일상 유지 관리
 - 구조물 유지관리 : 터널의 기능 유지
 - 교통 관리 : 터널을 통과하는 교통관리
- 유지 보수
 - 터널에 관련된 구조물과 시설의 구조적 손상 보수

6.2 유지관리의 흐름

시설물의 유지관리는 3단계 즉, 점검-진단-조치의 절차로 수행된다. 최근에는 첨단 유지관리의 일환으로 모니터링(자동계측)의 단계를 추가하기도 한다. 【그림6-1】에는 구조물의 계획-설계-시공-유지관리로 이루어지는 전체 단계의 상호관계를 나타내고 있다.



【그림6-3】 유지관리의 흐름

6.3 터널의 점검항목

터널의 점검항목은 다음 【표6-1】과 같다.

【표6-1】 터널 점검항목

점 검 부 위	점 검 항 목	점 검 장 비
측벽 (좌우)	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 균열 <ul style="list-style-type: none"> - 균열폭, 길이, 깊이, 균열의 진전여부 ◦ 누수 ◦ 백화 ◦ 박리, 박락, 함몰 ◦ 조명상태 · 농도 · con' c 강도 표면타격법 (Schmidt Hammer) 	<ul style="list-style-type: none"> - 슈미트 해머 - 균열경 및 균열측정기 - 망치, 앤빌, 카메라 손전등, 필기도구, 줄자, 교통규제기구
터널 천정	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 균열 <ul style="list-style-type: none"> - 균열폭, 길이, 깊이, 균열의 진전여부 ◦ 누수 ◦ 백화 ◦ 박리, 박락, 함몰 · con' c 강도 표면타격법 (Schmidt Hammer) 	"
터널 바닥	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 배수시설 ◦ 노면상태 (침하, 균열 등) · 교통 소통 상태 및 안전사항 · 용수 	육 안 조 사
입구, 출구	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 균열 <ul style="list-style-type: none"> - 균열폭, 길이, 깊이, 균열의 진전여부 ◦ 누수 ◦ 백화 ◦ 박리, 박락, 함몰 ◦ 철근 부식 여부 ◦ 부등침하 · 배수처리 	<ul style="list-style-type: none"> - 슈미트 해머 - 균열경 및 균열측정기 - 망치, 앤빌, 카메라 손전등, 필기도구, 줄자, 교통규제기구
터널 비탈면	◦ 사면의 안정상태, 변형유무, 산상수로	
기 타	· 매연상태, 조명	

6.4 유지관리시 중점점검 사항

본 터널에 대한 초기점검 및 정기점검 결과 구조적으로는 문제가 없는 상태이나 구조물을 공용기간까지 사용성과 기능을 유지하기 위하여 다음 사항에 대하여 중점적인 유지관리가 필요하다.

- 1) 라이닝에 발생된 균열의 진행여부
- 2) 시공조인트의 단차 및 이격의 진행상태
- 3) 터널 내부의 누수 진행상태
- 4) 노면의 누수상태와 한냉기 누수로 인한 노면의 결빙상태
- 5) 내부의 조명상태 점검 및 주기적인 청소
- 6) 내부 배수로 배수상태
- 7) 입·출구 배수상태 및 사면유실상태
- 8) 천단부 공동 예상부 균열진행상태 및 이상여부
- 9) 타일 탈락 및 들뜸상태 확인
- 10) 조명, 소화기, 비상전화 등 주기적인 관리

제 7 장 결 론

7 장 결 론

“시설물의 안전관리에 관한 특별법”에 의거하여 북악터널 외3개소(사직터널)를 대상으로 정밀점검을 수행하였으며, 대상구조물의 안전성 검토를 위하여 관련자료 검토, 외관조사, 비파괴시험을 실시한 결과 전체등급은 "B"등급으로서 세부 내용은 다음과 같다.

- ① 외관상태는 콘크리트 구조물의 일반적인 손상인 폭0.2mm~0.3mm의 균열, 콘크리트 박락, 파손, 망상균열, 누수등 손상이 발생되어 있었으나 구조물의 안전성에 영향을 줄 정도의 중대 결함은 관찰되지 않았음.
- ② 비파괴시험 결과 콘크리트의 내구성도 양호한 상태로 나타났다.

따라서 상기 내용을 종합적으로 검토하여 볼 때 조사 대상 구조물의 내구성은 양호하나, 결함부위는 조속한 보수가 필요한 것으로 판단되는바, 손상이 발생한 부재에 대하여 내구성 및 사용성 확보차원에서 보수를 실시하고 점검등 지속적인 유지관리를 실시한다면 안전성에는 문제가 없을 것으로 판단된다.

부 록

1. Schmidt Hammer 측정결과
2. 철근탐사 결과
3. 외관조사망도
4. 자문위원 제시의견 조치결과

Schmidt Hammer 측정결과

철금탐사 결과

외관조사망도

자문위원 제시의견 조치결과