

# 터널의 진단자료 DB화에 의한 유지관리 연구

## Study on the Maintenance and Management using DB Program of Inspection Data for Tunnel

이 송\*          심민보\*\*  
Lee, Song       Shim, Min-Bo

---

### Abstract

Recently, many kinds of research has been actively developing for a standardization and information related to the construction works. These works include the general field of design, construction, supervision, maintenance and management on facilities. The works of database construction for a standardization and information were chiefly propelled centering around the present conditions related to the design, construction work. The field related to maintenance and management on facilities lags behind in the works of database construction. The establishment of standard classification system(SCS) on facilities and inspection data is most important among the things related to maintenance and management to have a efficiently maintenance and management. This paper suggests SCS on facilities and inspection data according to that of facilities. On the basis of SCS of facilities and inspection data, code work with classification system and input work for a data of maintenance and management was practised. The purpose of this paper is to suggest a kind of statistics data and investigate a characteristics of inspection using statistic data on tunnel structures

---

### 1. 서론

국내에서는 각종 건설관련 사업에서의 표준화 및 정보화를 위한 각종 연구가 90년대 들어 활발히 진행중에 있다. 현재 수행되고 있는 시설물에 대한 표준화 및 정보화 관련 데이터베이스 구축작업은 주로 설계, 시공 및 건설관련 현황을 중심으로 추진되고 있으며, 시설물의 유지관리에 대한 데이터베이스 구축작업은 타 분야에 비하여 뒤떨어진 편이다.

시설물의 효율적인 유지관리를 위해서는 시설물 현황관리, 시설물 관리대장, 시설물 이력관리, 시설물 과 관련된 각종 도서관리 등이 통합적으로 운영되어야 하며, 이와 더불어 시설물 유지관리와 관련하여 가장 기본이 되는 시설물 및 진단자료에 대한 표준분류체계가 확립되어야 한다. 이러한 분류체계가 확립되어 있지 않은 상황에서는 시설물에 대한 효율적인 데이터베이스 관련 업무를 할 수 없다.

---

\* 서울시립대학교 토목공학과 교수, 정회원  
\*\* 서울시립대학교 토목공학과 대학원, 정회원

진단 자료 활용방안은 전자문서화 방안과 데이터베이스(이하 DB)화 방안 등 크게 2가지로 구분할 수 있다. 또한, 전자문서화 방안은 HTML(Hyper Text Markup Language), SGML(Standard Generalized Markup Language), XML(eXtensible Markup Language) 등 3가지로 구분할 수 있는데, 이 방안은 텍스트와 이미지에 대한 정보를 저장할 수 있다는 장점이 있는 반면 각종 자료에 대한 통계 분석 등에서는 DB화하는 경우보다 비효율적이다. 따라서, 전자문서화가 갖는 각종 문제점을 극복하고, 시설물의 Life Cycle동안 과학적인 유지관리를 위한 통계 및 분석자료로 제공하기 위하여 효율적인 DB 작업을 실시하여야 한다.

본 논문에서는 터널 시설물의 진단 자료에 대한 효율적인 관리를 위한 DB 프로그램을 개발하였다. 또한, DB화 작업의 효율성을 극대화할 위하여 시설물 분류체계와 이에 따른 진단자료 분류체계를 제시하였으며, 이를 토대로 하여 각 분류된 체계에 따라 코드화 작업을 실시하였고, 약 31개의 터널 시설물에 대한 진단자료 입력을 실시하였다. 본 논문의 목적은 입력된 자료에 대한 터널 시설물 전체와 시설물 상태 등급에 따른 손상종류, 보수보강방법 등의 분포현황을 제시하고, 진단부재, 손상종류, 손상정도, 보수보강방법 등의 관계를 통한 각종 통계 현황을 제시하여 터널의 진단 특성을 고찰하는 것이다.

## 2. 시설물 및 진단자료 구성체계

### 2.1 시설물 분류체계

터널시설물의 진단 내용은 진단보고서상에서 종방향으로 station으로 구분이 되고, 또한, 점검 및 진단부재로 구분되어 표현된다. 효율적인 진단자료 관리와 분석을 하기 위해서는 점검 및 진단부재에 대한 분류체계를 마련하여야 할 필요성이 있다. 터널의 점검 및 진단부재는 표 1과 같으며, 이는 코드화 항목에 대한 기본적인 분류체계로 활용된다.

### 2.2 진단자료 구성체계

진단자료 DB화를 위하여 그림 1과 같이 진단자료가 갖는 특성 및 구성체계를 고찰하여야 한다. 정밀 안전진단은 1차 조사인 외관조사, 2차 조사인 진단시험과 안전성 평가 등을 실시하며, 이를 토대로 하여 각 부재에 대한 보수보강방법을 제시한다. 또한, 각 점검 및 진단부재에 대한 종합 의견으로 시설물 상태 등급을 결정한다. 따라서, 효율적인 진단자료의 DB화를 위하여 외관조사, 진단시험, 안전성 평가, 그리고, 보수보강방법으로 구분하여 코드화를 실시하여야 한다. 각 항목에 대한 코드화 작업은 참고문헌을 토대로 하여 실시하였다. 또한, 외관조사를 통하여 점검진단부재의 손상정도를 파악할 수 있으며, 외관조사와 점검 및 진단시험, 안전성 평가 등을 통하여 부재등급을 결정할 수 있다.

표 1. 점검 및 진단부재 분류체계

코드	내용	기호
ET	입구부	Entrance
OL	출구부	Outlet
LW	좌측벽부	Left wall
RW	우측벽부	Right wall
CR	천단부	Crown
BO	바닥부	Bottom
LA	좌아치부	Left arch
RA	우아치부	Right arch
TU	터널 전체	Tunnel

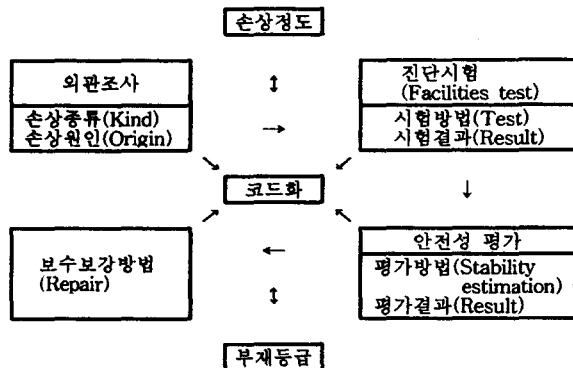


그림 1. 진단자료 구성체계

## 2.2.1 손상종류 및 손상원인 코드화

손상종류 코드화 작업은 표 2와 같이 점검 및 진단부재에 따라 손상종류가 달라지는 특성을 지니고 있다. 따라서, 손상종류 코드화는 점검 및 진단부재 분류체계 코드와 유기적으로 코드화를 실시하여 프로그램에서 점검 및 진단부재의 코드를 선택하게 되면 손상종류 코드는 선택된 부재의 코드와 일치하는 코드만 선택할 수 있도록 하였다.

손상원인에 대한 코드화 작업은 표 3과 같이 점검 및 진단부재에 따라 달라지도록 작업을 실시하였으며, 손상원인에 대한 원인별/재료별 구분을 두어 손상원인 코드에 우선하여 사용자가 선택하도록 하였다. 설계된 프로그램에서 점검 및 진단부재의 코드와 손상원인 구분을 선택하면 손상원인 코드는 해당되는 코드만 선택할 수 있도록 하였다.

표 2. 손상종류 코드화

코드	코드 내용	비고
CR-K-001	콘크리트의 균열	
CR-K-002	균열 등에 의한 누수	
CR-K-003	백태 또는 백화	
CR-K-004	콘크리트의 탈락 또는 붕락	
CR-K-005	철근, 강지보공 등의 노출	
:	:	
CR-K-029	분진 또는 표면 부식	
CR-K-030	시공이음부 파손	
CR-K-031	채움 모르타르 불량	
CR-K-032	배수관 노출	
CR-K-033	방수지 노출	

표 3. 손상원인 코드화

코드	코드 내용	원인구분
CR-O-001	하중에 의한 인장응력 등 산정오차	1
CR-O-002	철근량 산정오차	1
:	:	:
CR-O-101	시멘트, 골재, 혼화제, 물 등 콘크리트 품질불량	2
CR-O-102	철근의 품질불량	2
:	:	:
CR-O-201	동상압의 작용	3
CR-O-202	배수 불량, 지하수위 상승 등에 의한 수압의 작용	3
:	:	:
비고	1 : con'c 설계요인 2 : con'c 시공요인 3 : con'c 의적요인	

## 2.2.2 점검 및 진단 시험방법 및 결과 코드화

점검 및 진단 시험방법은 시험목적에 따라 여러 가지로 구분될 수 있어 표 4와 같이 시험목적은 콘크리트 일축압축강도, 철근부식상태, 강재부식상태, 진동측정, 단면변위측정 등으로 분류하였으며, 분류된 시험목적에 따른 시험 종류를 선택할 수 있도록 하였다. 또한, 점검 및 진단 시험결과에 대한 코드화는 시험결과를 전체 선택 항목으로 하게 되면 상당히 많은 양을 조회해야 하는 문제점을 지니고 있으므로 표 5와 같이 선택된 시험항목에 해당하는 결과만 선택할 수 있도록 구축하였다.

표 4. 점검 및 진단시험 방법 코드화

코드	코드 내용	시험목적
FA-T-001	낙하식 해머를 이용한 표면경도법	01
FA-T-002	스프링식 해머를 이용한 표면경도법	01
FA-T-003	피스톤강구를 이용한 표면경도법	01
:	:	:
FA-T-013	Pundit법	02
FA-T-014	Sonic Pure법	02
FA-T-015	Ultra Sonic Pure법	02
:	:	:
FA-T-021	자연전위법	03
FA-T-022	와류탐사법	03
FA-T-023	X선 투과 시험법	03
:	:	:
비고	01 : con'c 압축강도 02 : con'c 내부결함 (균열 및 공동) 03 : 철근 부식상태 04, 05, ...	

표 5. 점검 및 진단시험 결과 코드화

코드	코드 내용	시험방법코드
FA-TR-001	설계강도이상	FA-T-001
FA-TR-002	설계강도이하	FA-T-001
FA-TR-003	설계강도이상, 이하 혼재	FA-T-001
:	:	:
FA-TR-037	균열, 공동 있음	FA-T-013
FA-TR-038	균열, 공동 없음	FA-T-013
FA-TR-039	균열, 공동 유무 혼재	FA-T-013
:	:	:
FA-TR-070	피복두께 확보	FA-T-024
FA-TR-071	피복두께 미확보	FA-T-024
FA-TR-072	피복두께 확보, 미확보 혼재	FA-T-024
:	:	:

### 2.2.3 안전성평가방법 및 결과 코드화

안전성평가방법은 시설물 전체에 대하여 실시하는 경우도 있지만 점검 및 진단부재에 국한하여 실시하는 경우도 있다. 또한, 안전성평가방법 및 결과는 점검 및 진단부재에 따라 크게 달라지는 특성이 아니므로 이에 대한 코드화는 표 6과 같이 시설물 전체에 대하여 실시하였다. 안전성평가결과는 표 7과 같이 안전성평가방법의 코드에 따라 일치하는 항목만 선택할 수 있도록 프로그램을 구축하였다.

표 6. 안전성 평가 방법 코드화

코드	코드 내용	비고
TU-S-001	유한요소법에 의한 사면안정평가	
TU-S-002	한계상태평형법에 의한 사면안정평가	
TU-S-003	유한요소법에 의한 침투해석	
TU-S-004	유한차분법에 의한 침투해석	
TU-S-005	계산식에 의한 침투해석	
:	:	

표 7. 안전성 평가 결과 코드화

코드	내용	평가방법코드
TU-SR-001	안전율 이상	TU-S-001
TU-SR-002	안전율 이하	TU-S-001
:	:	:
TU-SR-029	암반 상태 양호	TU-S-009
TU-SR-030	암반 상태 보통	TU-S-009
TU-SR-031	암반 상태 불량	TU-S-009

### 2.2.4 보수보강방법 코드화

보수보강방법에 대한 코드화는 손상종류 코드화와 같은 방법으로 코드화를 실시하였다. 설계된 프로그램에서 점검 및 진단부재의 코드를 선택하면 보수보강방법 코드는 표 8과 같이 해당 부재에 일치하는 코드만 선택될 수 있도록 하였다.

표 8. 보수보강방법 코드화

코드	코드 내용	비고
CR-R-001	표면처리공법 - 균열 부분만 피복	
CR-R-002	표면처리공법 - 전면 피복	
CR-R-003	수지계 재료 주입공법	
CR-R-004	시멘트계 재료 주입공법	
:	:	
CR-R-046	팽창성무수축모르타르 주입공법	
CR-R-047	내황산 시멘트 그라우팅	
CR-R-048	유도배수공법	

## 3. 데이터베이스 구축

### 3.1 개발환경 및 기대효과

진단자료 DB화 개발 프로그램은 현재 가장 많이 사용되고 있는 관계형 데이터베이스 응용 프로그램인 Microsoft Access 97을 이용하여 개발하였으며, 이는 데스크톱 사용자가 효율적으로 DB 시스템을 작성하고 처리하기 위해 사용할 수 있는 프로그램이다. 진단자료 DB화 프로그램은 시설물 현황 및 이력관리 등 각종 DB 프로그램과의 연계하여 활용할 수 있으며, 통계분석 및 조건검색이 용이하여 시설물 점검 및 진단 운영자 중심의 업무환경을 구현할 수 있다.

### 3.2 프로그램 구성

프로그램은 크게 입력 및 수정, 조건검색 및 복합검색, 보고서 출력, 각종 통계검색 등으로 구분되며, 입력 및 수정은 진단내용 관련 부분과 각종 코드 관련 부분으로 구분된다.

진단내용 관련부분은 시설물 현황, 진단 현황, 진단 내용 등 크게 세 부분으로 구성되어 있다. 시설물 현황은 시설물 번호, 시설물명 등 총 11개의 테이블로 구성되어 있다. 진단 현황은 점검진단번호, 보고서명 등 총 8개의 테이블로 구성되어 있으며, 시설물번호는 시설물 현황의 시설물번호와 연결되어 있다. 또한, 진단내용은 점검진단부재, 손상종류, 손상원인 등 총 17개 테이블로 구성되어 있으며, 이 중 시설물번호와 점검진단번호는 각각 시설물현황의 시설물번호, 진단현황의 점검진단번호와 연결되어 있다.

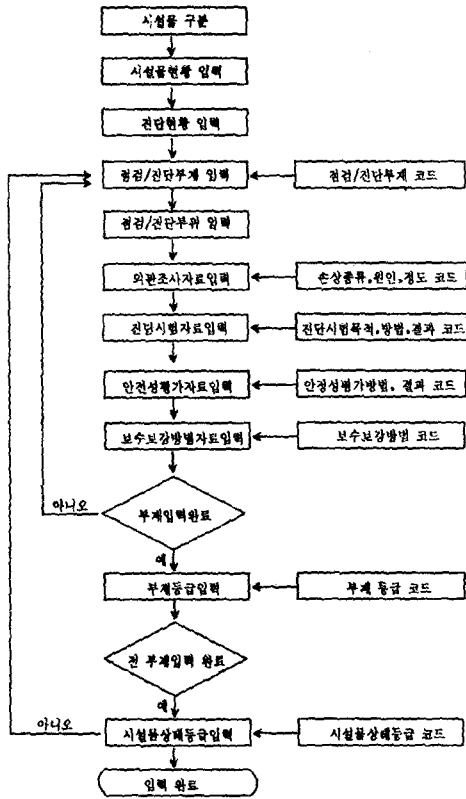


그림 2. 진단자료 입력 흐름도

#### 4.2 손상종류 및 손상원인 특성

그림 3은 터널 전체에 대한 총 6155개의 손상종류 분포 현황을 나타낸 것이다. 콘크리트 균열이 총 40.9%로 가장 많은 분포를 나타냈으며, 균열 등에 의한 누수, 박리 또는 박락, 백태 또는 백화의 순으로 분포하는 것으로 나타났다. 손상종류 상위 4개가 전체의 약 85%를 차지하는 것으로 나타났다.

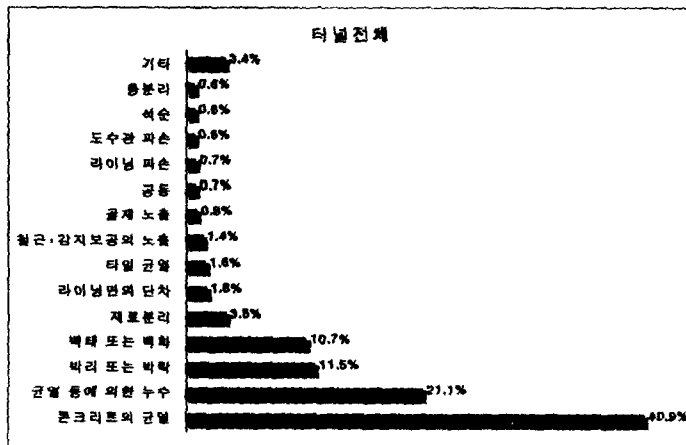


그림 3. 터널 전체의 손상종류 분포현황

이러한 구성을 갖는 이유는 한 시설물에 대한 진단 현황과 한 진단 현황에 대한 진단 내용은 여러 번 있을 수 있기 때문이다. 그림 2는 상기와 같이 구성된 프로그램에 대하여 진단자료를 입력하는 경우의 흐름도를 나타낸 것이다.

#### 4. 터널 시설물의 진단 특성

##### 4.1 진단 현황

진단자료는 각 진단보고서에서 구분된 station별로 입력을 실시하였으며, 입력된 터널은 총 31개이다. 시설물 종별 분포현황은 1종, 2종 시설물이 각각 23개, 7개이며, 기타 1개이다. 사용년도 분포 현황을 보면 10년 이하 7개, 11-20년 6개, 21-30년 4개, 31-40년 6개, 50년 이상 7개이며, 기타 1개이다. 사용기간이 10년이하 시설물이 약 23% 분포하고, 20년이하 시설물은 전체의 42%로 분포하였다.

시설물 상태등급별로는 B, C, D 등급이 각각 4%, 19%, 77%로 분포하였다. 시설물 상태 D등급인 경우 즉각 차량 등의 통행을 금지하고, 응급조치를 취해야 하는 상태로 외국의 OO 터널, 남산 2호 터널 등이 포함되어 있다.

표 9. 시설물 등급에 따른 손상종류 분포현황

종류 등급	콘크리트 균열	균열 등에 의한 누수	박리 /박락	백태 /백화	비고
B	40.2	3.0	49.6	0.2	
C	43.2	23.2	8.2	11.3	
D	17.7	13.8	20.1	13.3	강재부식(6.3) 단면손실(5.8) 재료/충분리(13.8)

상태등급 추정시 큰 영향을 주는 것으로 나타났다.

진단부재별 손상종류 분포 현황은 표 10과 같다. 천단부에서는 콘크리트 균열이 50%이상을 차지하는 것으로 나타났다. 아치부에서는 상대적으로 누수가 차지하는 비율이 크며, 손상종류 상위 4개가 차지하는 비율이 가장 높은 것으로 나타났다. 바닥부의 경우 타 부재와 완전히 다른 분포를 나타내었다. 표 11은 진단부재별 손상정도 분포 현황을 나타낸 것이다. 천단부와 아치부, 측벽부에서 B 등급이 약 40% 이상 분포하는 것으로 나타났다. 측벽부에서는 C, D 등급이 거의 유사하게 분포하는 것으로 나타났으며, 바닥부는 양호한 상태보다 불량한 상태가 더 많은 것으로 나타났다. 표 12는 손상종류별 진단부재 분포 현황을 나타낸 것이다. 콘크리트 균열은 천단부에서 42.7%로 가장 많이 분포하는 것으로 나타났다. 누수는 측벽부와 천단부에서 비슷하게 분포하는 것으로 나타났다. 박리 및 박락, 백태 및 백화는 각각 측벽부와 천단부에서 많이 분포하는 것으로 나타났다. 표 13은 손상종류별 손상정도 분포 현황을 나타낸 것이다. 콘크리트 균열의 경우 B, C, D 등급의 분포가 큰 차이가 없는 것으로 나타났다. 이와는 반대로 누수, 박리 및 박락, 백태 및 백화의 경우는 B, C, D 등급의 순으로 분포하는 것으로 나타났다.

손상종류에 대한 손상을 유발하는 각종 원인에 대한 연구가 현재 활발히 진행 중에 있지만, 외관조사에서 손상종류에 대한 손상원인은 점검 및 진단자료에서 구체적으로 언급한 경우가 거의 없는 것으로 나타났다. 이는 손상종류에 대한 원인파악이 외관조사에서는 어려울 뿐만 아니라 설계, 시공, 유지관리 등 종합적인 검토가 이루어지지 않기 때문이라 판단된다.

표 10. 진단부재별 손상종류 분포 현황

부재	종류	콘크리트 균열	균열 등에 의한 누수	박리 /박락	백태 /백화	전체 비율
CR		52.3	14.9	8.1	8.9	84.2
LA		39.0	27.9	8.2	16.2	91.3
RA		37.5	28.0	7.8	16.6	89.9
LW		36.1	19.0	16.9	7.5	79.5
RW		35.8	23.5	17.0	7.0	83.3
BO		3.4	38.6	4.8	37.2	84.0

표 12. 손상종류별 진단부재 분포 현황

종류	정도	CR	LA	RA	LW	RW	비고
콘크리트 균열		42.7	10.0	9.5	18.4	18.3	
균열 등에 의한 누수		23.6	13.9	13.8	18.9	23.3	바닥부 (6.2)
박리/박락		23.7	7.5	7.0	30.8	31.1	
백태/백화		31.6	18.1	18.3	16.6	15.5	

### 4.3 점검 및 진단시험 특성

표 14와 15는 진단시험목적과 그 결과의 분포를 나타낸 것이다. 시설물 상태 B 등급인 경우 상대적으로 라이닝 및 배면 공동탐사가 많이 사용되는 것으로 나타났으며, C, D 등급의 경우 유사한 분포를 나타내었다. GPR 지반탐사결과 공동 존재는 상태 등급에 관계없이 일정한 것으로 나타났으며, 라이닝 두께 미확보는 상태 등급이 낮을수록 비율이 커지는 경향을 보였다. 설계강도 이하는 C 등급에서 많이 분포하는 것으로 나타났으며, 단면변위가 보통이상인 경우는 B등급에서는 없는 것으로 나타났다.

표 9는 시설물 상태 등급에 따른 손상종류 분포현황을 나타낸 것이다. 시설물 상태 B 등급인 경우 약 403개에 대하여 균열과 박리 및 박락이 전체의 약 90% 차지하는 것으로 나타났다. 시설물 상태 D등급인 경우 총 413개에 대하여 상위 4개의 손상종류의 비율이 낮았으며, 단면손실과 강재부식 등의 손상종류가 26%로 시설물

표 11. 진단부재별 손상정도 분포 현황

부재	종류	B	C	D	E	비고
CR		41.0	39.5	18.2	1.2	
LA		48.8	30.7	19.6	0.9	
RA		47.3	32.7	19.1	0.9	
LW		48.8	26.3	23.5	1.4	
RW		49.6	25.1	23.7	1.6	
BO		11.1	36.2	25.6	27.1	

표 13. 손상종류별 손상정도 분포 현황

종류	정도	B	C	D	E	비고
콘크리트 균열		33.3	36.1	30.0	0.6	
균열 등에 의한 누수		49.0	34.1	13.7	3.2	
박리/박락		58.2	27.2	12.6	1.9	
백태/백화		51.3	31.1	13.4	4.3	

표 14. 시설물 등급별 진단시험목적 분포현황

등급	목적	라이닝/배면 공동탐사	콘크리트 압축강도	단면변위 측정	비고
B		71.2	25.7	0.9	
C		53.5	29.7	5.7	
D		53.2	29.2	10.7	
전체		54.7	29.3	5.5	

표 15. 시설물 등급별 진단시험결과 분포현황

등급	목적	라이닝/배면 공동탐사		콘크리트 압축강도	단면변위 측정	비고
		공동 존재	라이닝두께 미확보	설계강도 이하	변위 범위 보통이상	
B		100	32.4	3.4	0.0	
C		99.6	43.1	18.4	56.8	
D		95.2	63.1	5.9	56.0	
전체		99.4	42.3	14.5	55.4	

4.4 보수보강방법 특성

그림 4는 터널 시설물 전체의 보수보강방법 분포 현황을 나타낸 것이다. 수지계 재료 주입공법이 37%로 가장 많이 분포하는 것으로 나타났으며, 모르타르 패칭공법, 균열부분만 처리하는 표면처리공법, 표면 청소가 각각 11.6, 10.4, 10.3%로 분포하는 것으로 나타났다.

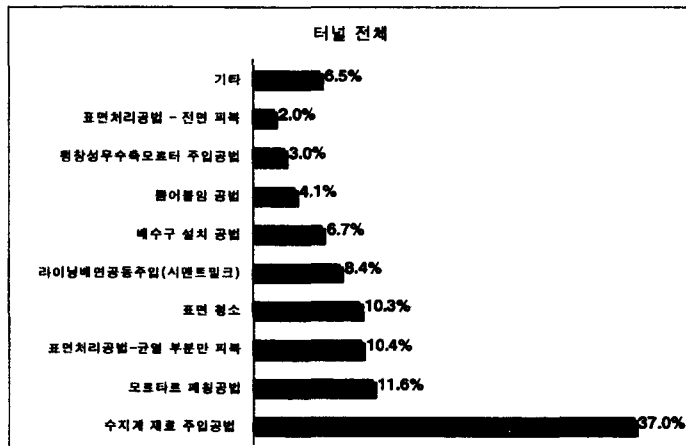


그림 4. 터널 전체의 보수보강방법 분포현황

표 16. 시설물 등급에 따른 보수보강 분포현황

등급	수지계 재료 주입	모르타르 패칭	표면처리 (균열 부위만)	표면 청소	라이닝 및 배면공동주입 (시멘트밀크)	비고
B	77.7	3.4	17.9	0.3	0.8	
C	34.8	10.0	11.2	11.7	9.6	
D	7.2	48.5	10.2	-	7.2	재시공 (12.7)

표 16은 시설물 상태 등급에 따른 보수보강방법 분포 현황을 나타낸 것이다. 시설물 상태 B등급인 경우 수지계재료 주입공법이 가장 많이 분포하는 것으로 나타났다. 시설물 상태 C등급인 경우 수지계 재료 주입공법 외 공법이 각각 10~12%를 차지하는 것으로 나타났다. 시설물 상태 D등급인 경우 모르타르 패칭공법이 약 49% 차지하는 것으로 나타났다.

다. 특히, 재시공을 한 경우가 12.7%로 상태 등급이 낮을수록 재시공 비율이 높은 것으로 나타났다.

표 17~20은 손상종류 각각의 보수보강방법에 대한 손상정도 분포현황을 나타낸 것이다. 또한, 비고는 손상종류별 보수보강방법이 차지하고 있는 비율을 나타낸 것이다. 균열에 대하여 수지계재료 주입공법이 전체의 69%를 차지하는 것으로 나타났다. 누수에 대하여 시멘트밀크에 의한 라이닝 및 배면공동주입공법과 배수구 설치 공법이 각각 1/3씩 분포하는 것으로 나타났다. 박리 및 박락에 대하여 모르타르 패칭공법은 약 53%, 백태 및 백화에 대하여 표면청소가 약 82%를 차지하는 것으로 나타났다.

균열에 대한 수지계재료 주입공법과 누수에 대한 시멘트밀크에 의한 라이닝 및 배면공동주입공법의 경우 각각 D, B 등급에서 많이 사용되는 것으로 나타났다. 박리 및 박락, 백태 및 백화에 대한 공법은 표 13의 손상종류별 손상정도 분포 양상과 유사한 모두 B, C, D 등급의 순으로 분포하였다.

표 17. 손상정도 분포현황(콘크리트 균열)

방법 \ 정도	B	C	D	E	비고 (전체분포)
수지계재료 주입공법	19.1	35.8	44.1	1.0	68.6
표면처리공법 (균열부분)	-	78.6	20.4	1.0	25.7
표면처리공법 (전체 피복)	32.7	53.5	13.9	-	4.3

표 18. 손상정도 분포현황(균열 등에 의한 누수)

방법 \ 정도	B	C	D	E	비고 (전체분포)
라이닝/배면공동 주입(시멘트밀크)	62.7	27.5	9.0	0.8	35.4
배수구처리공법	10.1	62.1	27.8	-	30.1
팽창성무수축 모르타르주입공법	37.0	20.1	33.8	9.1	13.6

표 19. 손상정도 분포현황(박리 또는 박락)

방법 \ 정도	B	C	D	E	비고 (전체분포)
모르타르패칭 공법	66.8	22.1	9.7	1.4	52.5
수지계재료 주입공법	53.5	39.4	6.1	1.0	30.6
뿔어붙임공법	59.1	21.8	13.6	5.5	16.9

표 20. 손상정도 분포현황(백태 또는 백화)

방법 \ 정도	B	C	D	E	비고 (전체분포)
표면 청소	56.9	31.6	11.3	0.2	81.5
뿔어붙임공법	77.1	12.5	8.3	2.1	8.7
모르타르 패칭공법	74.1	22.2	3.7	-	4.9

## 5. 결 론

본 논문에서는 시설물 및 진단자료 분류체계를 마련하여 진단자료 DB 프로그램을 개발하였으며, 약 31개의 터널 시설물에 대한 진단내용을 입력하여 이를 바탕으로 각종 통계를 실시하여 진단특성을 고찰하였으며, 그 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) 터널 시설물의 손상종류 분포현황은 전체의 85%를 손상종류 상위 4개가 차지하는 것으로 나타났으며, 시설물 상태 등급에 따라 분포 현황이 다르게 나타났다. 이러한 분포현황으로부터 강재부식, 단면손실 등이 시설물 상태등급에 큰 영향을 주는 것으로 나타났으며, 적절한 대책이 필요하다고 판단된다. 터널 시설물에 대한 보수보강방법 분포현황은 시설물 상태 등급에 따라 다르게 분포하는 것으로 나타났는데 대체적으로 손상종류 분포 현황에 대응하여 분포하는 경향을 보였다.
- 2) 천단부, 아치부, 측벽부의 손상정도와 바닥부의 손상정도 분포는 확연히 다른 분포를 보이며, 특히, 바닥부 손상 정도에 대한 평가가 낮으므로 시공시 적절한 대책을 세워야 할 것으로 판단된다.
- 3) 균열은 천단부에 가장 많이 분포하는 것으로 나타났는데 이는 시공상의 특성이 그대로 반영된 것으로 판단된다. 또한, 균열의 손상정도 분포는 고르게 분포하는 특성을 나타냈는데, 이는 균열에 대한 등급 표기와 이에 대한 판단이 명확하기 때문으로 판단된다. 누수는 진단부재에 다양하게 분포하는 것으로 나타났는데, 특히, 바닥부 손상종류에서 차지하는 비율이 높으므로 적절한 대책을 세워야 할 것으로 판단된다.

향후, 각종 점검 및 진단자료에 대한 DB를 통한 각종 통계 자료 축적 및 이에 대한 활용이 있어야 하며, 통계 자료를 통한 전문가시스템 개발 등이 필요할 것으로 판단된다.

## 감사의 글

본 논문은 시설안전기술공단의 연구비 지원에 의해 진행되었으므로 이에 깊은 감사를 드립니다.

## 6. 참고문헌

1. 건설교통부, 시설안전기술공단(1996), “안전점검 및 정밀안전진단 세부지침(터널)”
2. 건설교통부(1997), “시설물 유지관리 지침 - 터널”
3. 시설안전기술공단(1996), “터널 보수·보강기술 편람”
4. 시설안전기술공단(1999), “시설물정보공유방안- 진단자료 DB화 방안 연구”
5. 한국지반공학회(1998), “지반공학시리즈 7 터널”