

도로터널 방재 효율화 방안 시행



임경국
국토해양부
감사담당관



윤성배
광역도시도로과
사무관

1. 머리말

현 정부 들어서 추진중인 100대 국정과제에도 재난관리체계의 통합, 교통사고의 선진국 수준 진입 등 국민생명과 직결된 각종 과제들이 포함되어 있다. 이렇게 범 국가적으로 재난 및 안전 등이 중요시되는 추세에 우리나라의 도로터널 개수 및 연장은 급증하고 있으며, 이에 따라 도로 터널내 교통사고 등으로 인한 대형화재의 발생 횟수 및 가능성도 점점 증가하고 있는 상황이다.

국토해양부(장관 : 정중환)에서는 2007년 발생한 호남 터널 화재사고를 계기로 현재 운영 중인 도로터널 방재에 대한 문제점들을 분석하고 도로터널 방재 정책을 효율적으로 개선하고자 “도로터널 방재시스템 개선방안 연구”¹⁾를 2007년 8월부터 착수하였으며, 이를 기초로 하여 도로터널 방재 효율화 방안을 확정(2009.3.5.)하여 단계적으로 시행할 계획이다.

2. 도로터널 방재시스템 개선 필요성

2.1 도로터널 개소 및 연장 증가

산지가 많은 지형특성 및 환경 친화적인 도로건설로 도로상 터널의 수가 빠른 속도로 증가하고 있다. 그림 1과 같이 1998년 312개소에서 2007년에는 1,064개소로 752개소가 증가하여 최근 10년 동안 3.4배 가량의 증가율을 보이고 있다.

또한, 터널연장도 점점 증가하여 표 1에서 알 수 있듯이 500 m 이상의 터널이 전체의 51.4%, 장대터널(1,000 m 이상)도 전체의 18%를 차지하고 있는 상황이다. 이중 1,000 m 이상의 장대터널은 1998년 32개소에서 2007년 182개소로 10년 동안 약 5.7배가 증가하여 터널연장이 급격히 길어지는 추세를 보인다. 이렇게 터널 개소수가 증가하고, 터널연장이 길어짐에 따라 터널 내 화재위험은 갈수록 높아지고 있는 상황이다.

1) 한국터널공학회, 한국건설기술연구원, 도로학회, 한국화재소방학회 등과 공동연구(2007.7.~2008.11.)

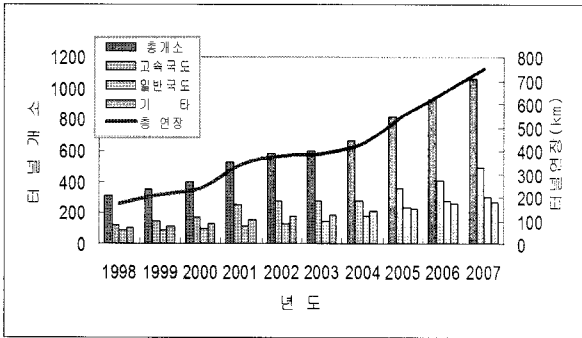


그림 1. 도로상 터널 증가추이

2.2 터널내 화재사고의 증가 및 대형화 추세

터널연장 및 대형차 통행량이 증가하여 그림 2에서의

사례와 같이 국내·외 터널내 교통사고 등으로 인한 대형 화재 발생횟수가 증가하고 있다. 2007년 발생한 호남터널 화재, 통영2터널 화재처럼 터널내 화재는 주로 과속, 차선변경, 운전자 부주의 혹은 차량결함 등에 의한 교통사고에 의해 발생한다. 일반 도로에서 발생한 교통사고에 비해 터널 내에서의 교통사고는 차량이 터널벽면에 충돌하여 많은 경우에 화재로 이어지고 있다.

2.3 도로터널 관리체계의 첨단화 필요

앞에서 제시된 바와 같이 전체 터널수는 1,064개소 중 관리사무소 설치대상 터널²⁾은 고속국도 100개소, 국도 45개소이며, 장대터널 위주의 현장관리가 이루어지

표 1. 연장별 터널현황 (2007.12.31. 기준)

구분	합계	500 m 미만	500 m ~ 1,000 m	1000 m ~ 3,000 m	3000 m 이상
계	1,064	517	356	182	9
점유율	100%	48.6%	33.4%	17.2%	0.8%
고속국도	496	210	186	93	7
일반국도	298	147	106	44	1
기타(특별시도, 지방도 등)	270	160	64	45	1

(단위 : 개소)

※ 일방향 터널은 상·하행선 2개소로 계산(관리사무소는 일방향 터널 2개소당 1개 설치)

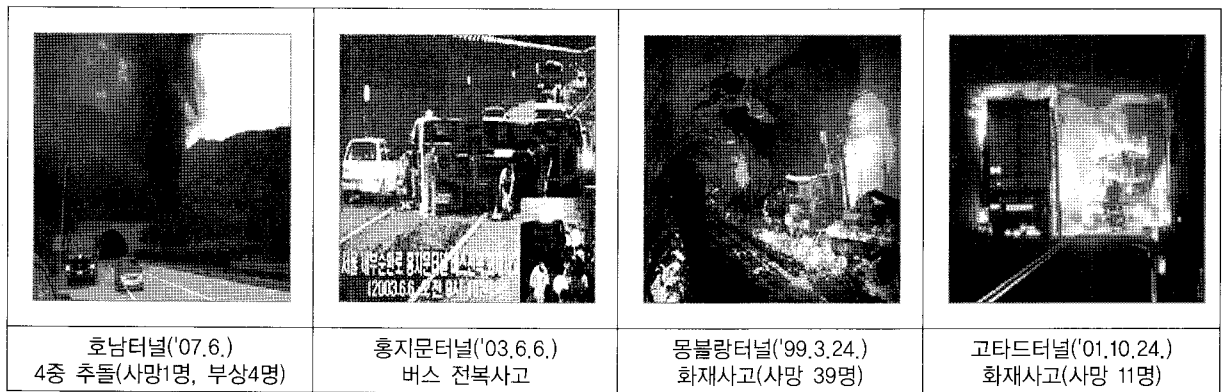


그림 2. 국내·외 터널사고사례

2) 한국 전기사업법의 전기안전관리자 상주규정에 따라, 1,000 m (수전용량 1,000 KW) 이상 터널에 대해 관리사무소를 설치·운영중이며, 인접터널의 경우 1개의 사무소에서 병행하여 관리

고 있는 실정이다. 또한, 개별터널별로 관리사무소를 설치하고 위탁관리함으로써 인력의 효율적인 배치 운영이 곤란할 뿐만 아니라, 2008년 기준으로 터널위탁관리비가 약 261억원(고속국도 161억, 일반국도 100억)이 소요되며 향후 터널의 증가로 인해 위탁관리비용이 급격하게 증가할 전망이다.

상시감시 및 관리가 불가능한 중규모터널(500~1,000m)은 표 1에서 알 수 있듯이, 고속국도 186개소, 국도 106개소로 각각 전체의 37.5%, 35.5%로 나타났다. 중규모 터널이 대형화재에 대한 안전지대가 아니므로, 중규모 터널에 대해서도 관리시스템 보완이 필요한 실정이다.

2.4 시사점 및 관련제도의 개선 필요성

이상에서 언급한 도로터널 방재시스템 개선 필요성을 인식하고 국토해양부에서는 “도로터널 방재 효율화 방

안”을 마련하였다. 이를 위해 가장 먼저 풀어야 할 과제는 관련 부처·청에서 제정·운영중인 관련제도의 개선이었다.

도로터널 방재와 관련된 기준은 크게 국토해양부의 「도로법」 및 하위규정인 ‘도로설계기준’, ‘도로터널 방재시설 설치지침’과 소방방재청의 「소방시설설치유지 및 안전관리에 관한 법률」 및 하위규정인 ‘도로터널 화재안전기준’, 그리고 지식경제부의 전기사업법으로 구분할 수 있다.

방재 효율화 방안을 추진함에 있어 필요한 관련제도를 개선하고, 하위규정에서 설계 및 시설기준을 보완할 필요가 있다. 이 글에서는 크게 관련제도의 일원화, 터널 내·외부 시설기준의 개선, 터널 통합유지관리 체계의 도입으로 구분하여 이번호 시행할 방재효율화 방안을 세부적으로 설명하고자 한다.

표 2. 도로터널 위탁관리비('08년 기준)

구 분	총 계		고속국도		일반국도		비 고
	1,000 m 이상 (개소)	운영비 (억원)	1,000 m 이상 (개소)	운영비 (억원)	1,000 m 이상 (개소)	운영비 (억원)	
'08년	128	261	84	161	44	100	
	전체 779		전체 496		전체 283		
장래 ('12년)	227	518	146	325	81	193	공사중 터널
	전체 1,315		전체 776		전체 539		

* 운영비는 인건비(점검비), 관리사무소 운영비 등을 포함 (전기사용료 제외)

표 3. 도로터널 방재 관련규정

관련규정	주무관청	주요내용
도로법 - 도로터널 방재시설 설치지침 - 도로설계기준	국토해양부	화재감지, 대피통로확보, 제연설비 등 전반적인 사항 규정
소방시설설치유지 및 안전관리에 관한 법률 - 도로터널 화재안전기준	소방방재청	소방활동에 필요한 시설(소화기, 소화전, 제연설비 등) 관련규정
전기사업법	지식경제부	터널인근 전기안전관리자 상주 관련 규정

3. 방재시스템 개선내용

3.1 제도적 일관성 확보 [관련법 개정]

3.1.1 소방시설 설치유지 및 안전관리에 관한 법률 시행령 개정

현 소방시설 설치 및 유지관리에 관한 법률(이하 “소방법”) 시설기준은 터널의 제반여건을 감안하지 않고, 단순히 연장(500 m, 1,000 m, 3,000 m)으로 구분하여 건물화재 중심의 기준 및 대책을 적용하고 있다.

특히 일부시설(물분무시설, 제연설비 등)은 많은 비용이 소요되므로 교통량, 터널 제원 등 추가적인 위험요소를 고려해야 한다. 이번 연구결과를 토대로 터널 위험도 등급이 일정수준 이상인 터널을 대상으로 설치하는 것을 주요골자로 하여 소방법 시행령을 개정안으로 하였으며, 시행규칙 개정안이 법제처에 심사중에 있다.

3.1.2 전기사업법 시행규칙 개정

전기사업법에 의해 전기 수용용량이 1,000 kW 이상인 시설물(도로터널은 1,000 m 이상 제연설비 설치터널이 해당)에 전기안전관리자 1인이 상주하도록 규정되어 있어, 관리사무소를 터널 인근에 설치하여 운영하고 있다.

한정된 재원에서 터널의 관리범위를 확대하기 위하여 통합관리라 되는 터널의 경우, 터널 4개소 당 전기안전관리자 1인을 배치하도록 시행규칙을 개정할 계획이며 지식경제부와 시행규칙 개정협의를 완료하였다.

3.2 도로터널 방재시설 설치지침 개정 등 제도개선

3.2.1 도로터널 위험도 등급 세분화(지침개정)

현행 방재기준의 6개 위험등급, 평가점수(총 19점)을 세분화하기 위해 국외 사례 및 국내사고를 분석하여 표 6과 같은 추가 위험도 평가인자를 정리하였다.

표 4. 소방법에 의한 방재시설 설치기준

방재시설	소방관련법	국토해양부 지침
물분무설비	<ul style="list-style-type: none"> 지하가 중 길이가 3천 미터 이상으로서 교통량, 경사도 등 터널의 특성을 고려하여 행정자치부령으로 정하는 위험등급 이상에 해당하는 터널. 다만 이 경우에는 물분무소화설비를 설치하여야 한다. 	<ul style="list-style-type: none"> 위험도지수기준 터널등급 구분에 의하며, 터널등급이 1등급이상 터널에 설치함.
제 연 설 비	<ul style="list-style-type: none"> 지하가 중 길이가 500미터 이상으로서 교통량, 경사도 등 터널의 특성을 고려하여 행정자치부령으로 정하는 위험등급 이상에 해당하는 터널 	<ul style="list-style-type: none"> 위험도지수기준 터널등급 구분에 의하며, 터널 등급이 2등급이상 터널에 설치함.

표 5. 전기사업법 개선내용

현 행	개 선 안
<ul style="list-style-type: none"> 전기사업법 제 73조에 의거하여 전기수용용량 1000 kW 이상인 터널은 전기안전관리자 1인을 선임하도록 규정하고 있음. 고속국도의 경우에는 인접터널 2개소에 대해서 전기안전관리자 1인을 선임할 수 있도록 예외 조항을 가지고 있음. 	<ul style="list-style-type: none"> 통합관리라 되는 도로터널의 경우 터널 4개소당 전기안전관리자 1인을 선임하여야 함.

주요내용은 현 기준에 미반영된 터널특성(터널높이, 터널내외부 경사도, 곡선반경), 위험물수송에 대한 법적 규제의 미흡에 따른 실질적인 반영인자로서의 위험물차량 감시시스템 및 유도시스템의 설치유무, 그리고 정체정도를 보다 합리적으로 고려할 수 있도록 터널내 합류/분류 및 터널중점부 교차로/신호등/톨게이트 등이 반영될 수 있도록 하였으며, 끝으로 통행방식에 따라 길어깨 설치유무 및 중분대 설치유무를 위험도지수 항목에 추가하였다.

또한 터널등급은 소방관련법에서 정하고 있는 연장에

또한 터널등급은 소방관련법에서 정하고 있는 연장에

표 6. 도로터널 위험도 지수

현행				변경					
평가항목		위험도 지수		구분		평가항목		위험도 지수(X)	
①	AADT × 터널연장 (10 ³ Veh · m / tube · day)	1	5	사고확률	주행거리계 (교통량 * 연장)		10	10	
		2			터널 특성	표고차 및 경사도	진입부 표고차	2	7
		3		진입부 경사도			1		
		4		터널높이		3			
		5		터널곡선반경		1			
②	경사도	1	3	대형차량	대형차 혼입률		2	10	
		2			위험물 수송관련	대형차 주행거리계	6		
		3				감시시스템	1		
③	대형차 혼입율	1	3	정체정도	정체정도 (서비스수준에 의함)		3	7	
		2			터널내 합류/분류		2		
		3			교차로/신호등/TG 등		2		
④	위험물수송에 대한 법적규제	0	2	통행방식	통행 방식	일방통행 (길어깨 유무)	1~2	6	
		2				대면통행 (길어깨/중분대 유무)			3~6
		3			합계		40		40
⑤	정체정도	1	3	합계		40	40		
		2							
		3							
⑥	통행방식	1	3	합계		40	40		
		3							
합계		19	19	합계		40	40		

표 7. 등급별 위험도지수 범위

등급	터널연장 (L) 기준	위험도 지수 (X) 기준
1	3,000 m 이상	X > 29
2	1,000 m 이상, 3,000 m 미만	19 < X ≤ 29
3	500 m 이상, 1,000 m 미만	14 < X ≤ 19
4	연장 500 m 미만	X ≤ 14

따른 연장기준등급과 위험도지수분석에 의한 위험도지수 기준등급으로 이원화하였다.

소방관련법에서 정의하고 있는 시설 및 피난연결통로

는 연장기준등급에 의해서 설치하며, 소방관련법에 정의 되지 않은 시설과 물분무설비, 제연설비는 위험도지수 기준등급에 의해서 설치하는 것으로 구분하였다.

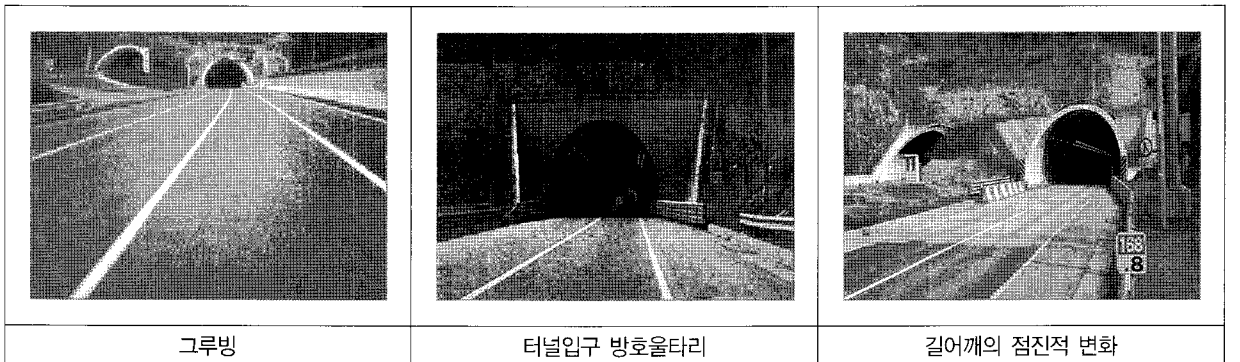
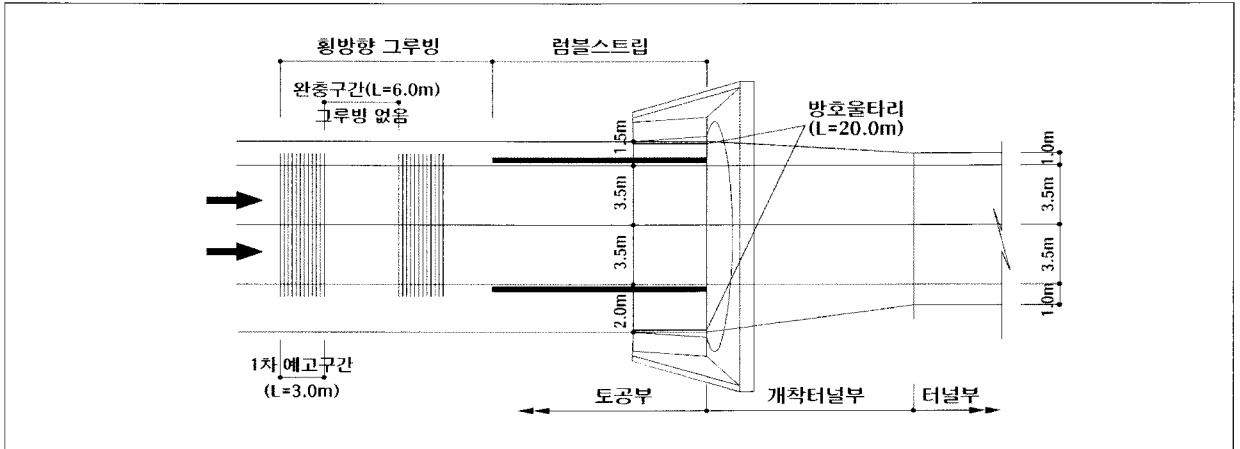


그림 3. 터널 진입부 개선방안

표 8. 등급별 우회도로 및 시설보완

설치방안 \ 등급	1등급	2등급	3등급	4등급	비고
우회도로	●	△			
간이 회차로		△			
중앙분리대 개구부	●	●	●	●	
긴급용 개구부			△	△	

※ ● : 기본적용(해당 터널에 반드시 설치해야 하는 경우)

△ : 권장적용(필요시 발주처가 판단하여 설치)

3.2.2 터널 외부 교통사고 예방을 위한 대책마련

(1) 대형사고 예방을 위한 터널 진입부 개선

("도로설계기준" 개정요청)

터널 내부에서 뿐만 아니라 터널 외부에서 토공부와 터널부 경계에서 급격한 길어깨의 변화로 인해 갭문부 충돌 교통사고가 빈번하게 일어남에 따라 터널 입구부 및 갭문의 안전성 향상을 위해 터널 진입부 길어깨의 점진적 변화, 줄음운전 방지 및 안전시설 설치 등의 규정을 신설 하였다.

(2) 유사시 임시회차 등을 위한 우회도로 및 시설보완

("도로설계기준" 개정요청)

교통사고 발생시 터널외부에 우회도로나 회차로가 없어 무리하게 진입하거나 극심한 정체가 발생한다. 터널

내에는 비상주차대, 피난연결통로, 대피소 등의 설치규정이 존재하나 터널외부 대피시설에 대한 기준이 없는 것이 사실이다. 따라서 터널외부에 간이회차로, 중앙분리대 개구부, 긴급용 개구부 등의 설치기준을 추가하였다.

3.2.3 터널 방재시설 보완

터널내부에서의 화재는 건축물 화재처럼 진화가 아닌 '초기진화 및 대피'라는 개념으로 접근해야 할 것이다. 이는 터널 내부의 인화성 물질은 대부분 차량 및 화물로 한정된다는 사실에 기인하며, 극단적으로 터널내 진입한 모든 차량이 불에 타더라도 국민의 생명보호에 중점을 기울여야 한다는 의미를 지닌다. 표 9에서와 같이 터널의 특수성을 감안한 화재 원인 및 특성을 고려하여 방재시설 설치비용을 최소화하는 한편 방재시설의 실효성을 극대화하는 노력이 필요할 것이다.

표 9. 터널 방재시설 보완

구분	현행기준	개선안
조기감지시설	신속한 사고인지 불가 (현행 CCTV, 자동화재탐지설비)	'조기 화재감지 → 초기진화 → 5분내 대피, 터널 진입차단'의 개념을 도입한 시스템 도입검토(루프 및 영상 감지기 등)
초기진화	소화전, 소화전	설치방법 변경, 소화전 용량증대
비상조명	내화케이블 사용 및 전선상단 배치(750℃, 3시간 유지) * 터널화재시 최소 1,000℃ 이상 온도상승으로 효과 미비	화재시 단시간내 전소되지 않도록 공동구 등 전선의 설치방법 개선(부분정전 허용)
사후피해최소화	화재시 차량진입방지시설 기준 없음	터널입구에 커텐식 차단막 및 VMS 설치

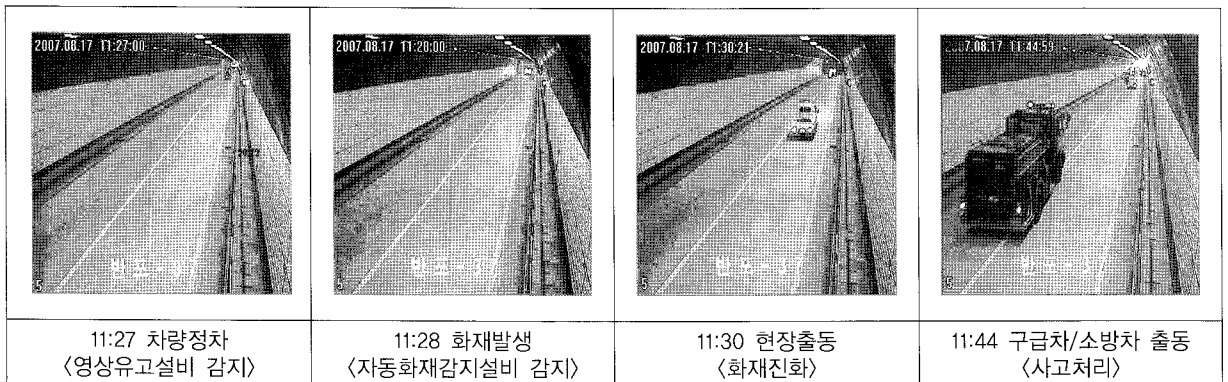


그림 4. 계룡터널 화재사고 유고감지설비 영상 ('07.8.17.)

(1) 터널화재 조기감지시설 보완(지침개정)

현 기준에 자동화재탐지설비, CCTV 등 조기감지시설 설치규정이 있으나, 화재발생 후 즉시대응이 미흡하다. 자동화재탐지설비는 화재가 어느 정도 확산된 후에 반응하며, CCTV는 자동알림 기능이 없는 단점이 있다.

터널내 화재 등 유고사항을 초기에 감지하여 2차 사고를 방지함으로써 터널 안전확보를 위한 기술인 영상유고감지설비를 추가 규정하였다. 실제로 2007년 8월 17일 계룡터널 화재발생시 영상유고감지설비에 의한 화재 조기인식으로 초동대처가 가능하였다. 다만, 설치비 및 운영비가 많이 소요되어 발주처의 판단으로 설치하도록 지침에 권장설비로 규정하였다.

(2) 초기진화를 위한 소화용량 증대(지침개정)

터널화재 발생시 초기진화 수단의 대부분은 소화기 혹은 소화전이 사용되므로 소화전 용량증대(방수압 0.30 Mpa → 0.35 Mpa) 및 소화기·소화전의 설치방법을 변경(4차로 이상 일방터널 및 대면터널의 경우 양측벽에 엇갈리게 설치)하여 초기진화 능력을 향상시켰다.

(3) 비상조명 배전방식 변경(지침개정)

터널화재시 수분내 1,000℃ 이상 온도가 급상승하여 현재 방식대로 천정트레이에 설치된 터널 조명은 화재발생으로 인해 전선이 단락되어 비상조명을 포함한 전체조명이 정전되는 현상이 발생한다(2007년 6월 호남터널 화재사고).

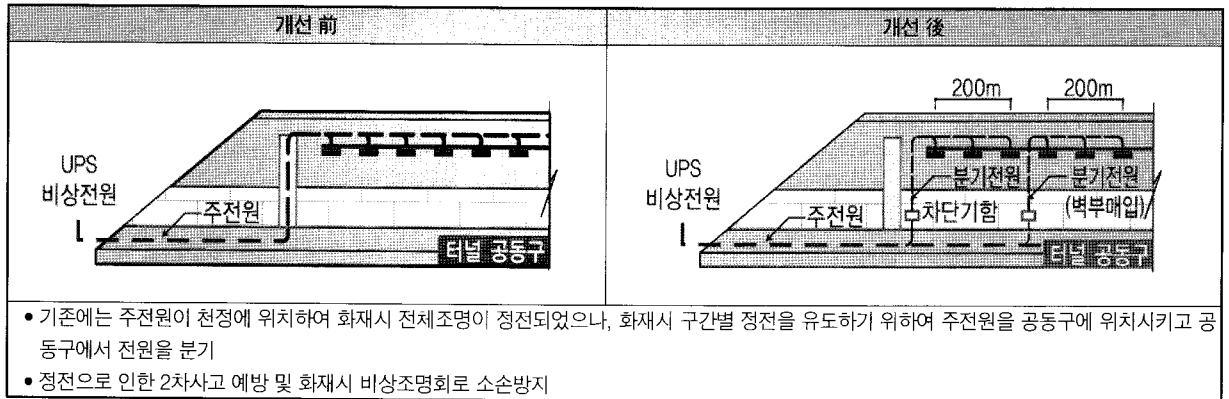


그림 5. 비상조명 배전방식 변경

형태 (설치 예)	표지판 사양	차단막 사양
	<ul style="list-style-type: none"> • 설치위치 : 지주 전면 • 규 격 : 4,800×1,140 • 글자크기 : 332(419)×580 	<ul style="list-style-type: none"> • 설치위치 : 지주 후면 • 하강시 도로면에서 높이 2.2 m

그림 6. 터널진입 차단시설

이를 개선하기 위해 비상조명의 배전방식(주전원 공동 구 설치, 200 m 간격 구간별 설치)을 변경하여 유사시 구간별 정전 유도하였다.

(4) 사후피해 최소화를 위한 터널진입 차단시설 설치
(지침개정)

국내에 운영중인 1km 이상의 장대터널은 터널로 진입하는 차량들을 제어하기 위하여 VMS(도로전광판)를 설치 및 운영하고 있다. 터널 화재시 피해를 최소화하기 위

해 추가차량의 진입을 차단할 위해 VMS에 의존하고 있으나, 그 실효성은 부족한 실정이다.

진입차단설비는 화재시 터널내 추가진입을 조기에 차단하고, 비상상황을 도로이용자에게 신속히 알림으로써 2차 사고로의 확대를 방지하기 위하여 터널전방에 설치하도록 계획하였으며, 위험등급 2등급 이상 터널 입구에 화재발생시 추가진입을 억제하는 차단시설 설치기준 추가하였다.

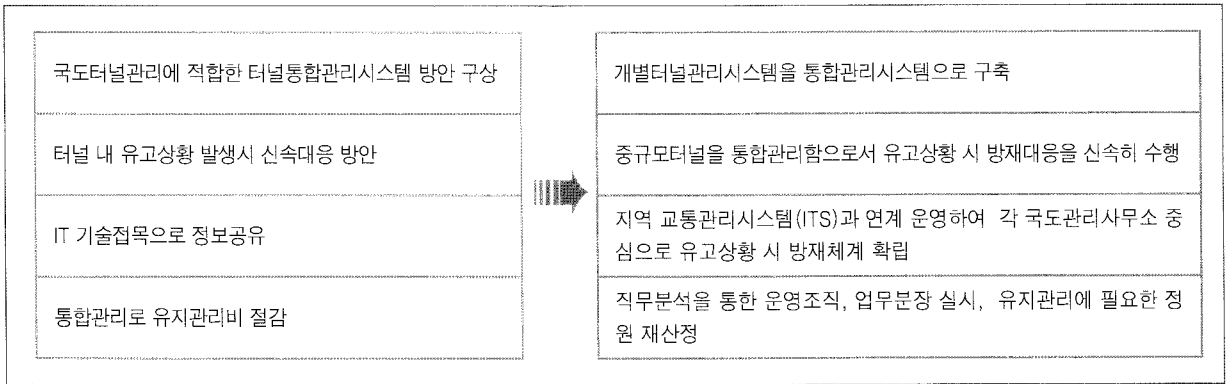


그림 7. 통합관리 시스템 구축목적

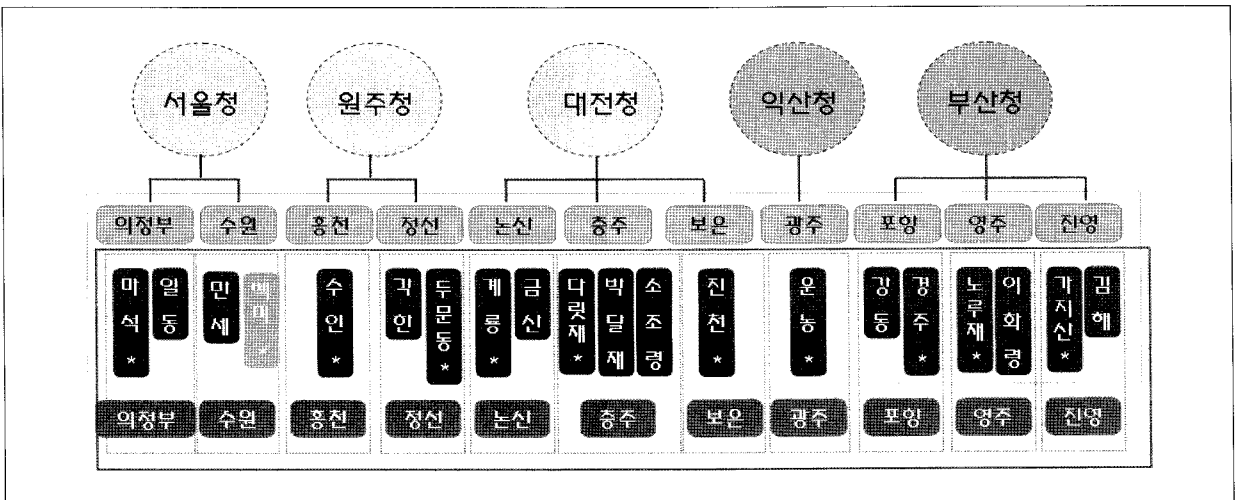


그림 8. 통합관리 대상터널

3.3 도로터널 통합 유지관리 추진

감을 목표로 한다(그림 9 참조).

3.3.1 통합관리 시스템 구축 목적

통합관리체계는 국토해양부가 관리중인 일반국도에 한 정하여 추진하기로 하고, 고속국도 및 지자체 관리도로에 대해서는 일반국도의 사례를 확산·적용하는 것으로 방향을 설정하였다.

통합관리 시스템 구축은 관리의 사각지대로 평가되는 500m~1,000m의 중규모터널에 대한 통합관리를 수행하여 유고관리능력을 보완하고, 현행 운영하고 있는 조직 및 인력을 효율적으로 재배치하여 터널유지관리 예산 절

3.3.2 일반국도 터널 통합관리 추진계획

(1) 통합관리 세부추진방안

노선별로 통합 관리할 경우에는 유고시 대응이 신속할 수 있으나 통합관리센터 증가에 따라 구축비용이 증가한다. 국도관리사무소별로 구축할 경우에는 출동시간은 증가하나 통합관리센터수가 감소되어 경제적인 것으로 분석되어 국도관리사무소별 통합하고 시스템의 표준화를 구축하는 것으로 계획하였다.

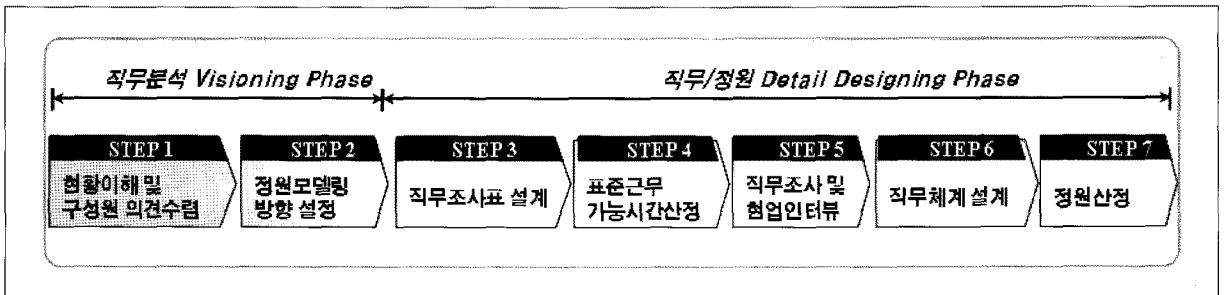


그림 9. 직무분석 및 정원산정

표 10. 우선순위 선정

구분	평가항목	평가항목				총 점	우선순위
		위험도	공사비	접근성	ITS연계		
		30%	30%	30%	10%		
서울청	의정부국도	1	3	5	5	3.20	3
	수원국도	3	5	5	1	4.00	시범지역
원주청	홍천국도	5	5	5	1	4.60	시범지역
	정선국도	1	3	5	1	2.80	4
대전청	논산국도	3	3	5	5	3.80	1
	충주국도	1	3	3	1	2.20	5
	보은국도	1	1	1	1	1.00	7
익산청	광주국도	1	1	3	1	1.60	6
부산청	포항국도	3	5	1	5	3.20	3
	영주국도	3	1	3	1	2.20	5
	진영국도	3	3	5	1	3.40	2

표 11. 통합센터 위치 및 시스템 구축비용

구 분		통합관리센터	통합관리시스템 구축비용(안)		
			공사비	설계비	계(억원)
서울청	의정부	마석터널	43.70	2.6	0
	수원	백미터널	8.56	0.65	0
원주청	홍천	수인터널	42.32	2.52	0
	정선	두문재동터널	21.03	1.30	0
대전청	논산	계룡터널	20.16	1.24	0
	충주	다릿재터널	25.80	1.59	0
	보은	진천터널	-	-	-
익산청	광주	운농터널	27.36	1.69	0
부산청	포항	경주터널	34.71	2.07	0
	영주	노루재터널	27.15	1.67	0
	진영	가지산터널	11.18	0.75	0
계			250.79	15.33	0

※ 설계 결과에 따라 사업비 변동가능

표 12. 도로터널 통합관리로 인한 기대효과

구 분			현행			통합		
도로관리청	사무소 위치	관리터널	운영인원(명)	운영비용(억/년)	통합관리터널	운영인원(명)	운영비용(억/년)	
서울청	의정부	마석터널	3	8	4.82	11	13	8.58
	국도	일동터널	1	9	6.4			
	수원국도	백미터널	1	7	3.5			
원주청	홍천국도	수인터널	2	7	5.85	19	11	9.19
	정선국도	각현터널	1	11	8.84			
		두문동재	1	7	7.04			
대전청	논산국도	계룡터널	1	5	4.0	6	9	7.2
		금산터널	1	5	4.0			
	충주국도	다릿재터널	1	5	14.43			
		박달재터널	1	5				
		소조령터널	1	5				
		충주관내	0	4				
보은국도	진천터널	1	5	2.68	1	8	4.29	
익산청	광주국도	운농터널	1	7	4.19	5	9	5.39
부산청	포항국도	강동터널	1	6	5.0	7	10	10.31
		경주터널	1	7	8.4			
	영주국도	노루재터널	1	5	5.63	6	10	11.20
		이화령터널	1	5	5.57			
	진영국도	가지산터널	2	10	7.25	9	11	6.71
김해1터널		1	7	3.12				
합계			22	130	100.72	89	115	88.21

'07.12월말 기준으로 운영중인 터널을 관리하고 있는 지방청별 터널관리소는 총 19개소가 있으며, 국도관리사무소별 맵핑자료를 기초로 통합센터위치별 이동거리 및 시간 분석을 통해 가장 경제적인 위치를 통합관리센터로 선정하도록 하였다.

개별 터널관리에서 통합관리로의 변경에 따라 통합센터 운영인원 및 조직에 대한 정원을 산정하기 위하여 현재 터널관리소에서 근무하고 있는 현업종사자들을 대상으로 설문조사, 인터뷰, 직무조사 등을 실시하였다.

(2) 통합관리센터 구축 우선순위

통합방재센터 구축방안은 현실적으로 전체국도에 일괄 반영하는 것은 불가능하며, 기대효과를 극대화할 수 있는 지역부터 시범적용하고 시범운영결과에 따라 개선 및 보완 사항 등을 파악하여 단계별로 적용하는 것으로 계획하였다.

시범지역의 선정은 표 10에서와 같이 위험도, 공사비, 접근성, ITS망의 구축정도를 고려하여 수원국도관리사무소와 홍천국도관리사무소로 선정하였다.

- 위험도 : 각 지방청별 통합관리 대상터널의 위험도의 평균
- 공사비 : 공사중인 장대터널 관리사무소 설치 및 운영비용의 절감액을 평가
- 접근성 : 통합방재센터에서 각 터널까지의 이동시간과 이동거리를 고려
- ITS연계 : 개별터널 감시제어를 위한 기 구축된 ITS망 활용 가능성

표 11은 통합센터 위치 및 시스템 구축비용을 나타낸 것으로 총 사업비는 약 278억원이 소요되는 것으로 나타났다.

(3) 도로터널 통합관리로 인한 기대효과

표 12는 통합유지관리시스템 구축으로 인해 상황 감시

터널 장대터널 위주의 22개소에서 중규모 터널을 포함한 89개소로 증가하므로 유지관리의 효율이 극대화될 뿐만 아니라, 운영인원이 130명에서 115명으로 11.5% 감소되어 연간 운영비용이 100억원에서 88억원으로 약 12.4% 절감이 예상되고 있다.

또한 통합유지관리시스템 구축이후 준공되는 장대터널에 따라 유지관리 인원이 증가하는 것이 아니라, 관리터널의 총 개수를 고려하여 인원을 증가시켜 비용 및 관리 측면에서 모두 시너지 효과가 발생할 것으로 예상하고 있다.

4. 맺음말

지금까지 도로터널 방재효율화 방안에 대하여 개략적으로 소개하였다. 이번에 수립한 방안이 추진됨으로써 크게 세 가지의 효과를 기대할 수 있다.

첫째, 관련법령(소방법, 전기사업법) 개정으로 터널 연장위주에서 터널 위험등급을 고려한 방재시설 설치(소방법 개정) 및 전기사업법 개정으로 각종 IT기술을 활용한 권역별 도로터널 통합관리가 가능하게 됐다.

둘째, 도로터널 위험도 등급을 세분화함으로써 교통량, 터널특성(곡선반경, 경사도 등), 대형차량 등을 고려한 효율적인 방재시설 설치 및 터널 화재를 건물화재와 같은 진화개념에서 벗어나 '사전예방 → 초기진화 → 긴급대피 → 피해최소화'로 대응하도록 개정하였다.

셋째, 도로터널 통합센터가 구축된 후 관리터널이 기존 22개소에서 89개소 증가할 뿐만 아니라, 직무분석을 통한 운영인원 재배치를 통해 운영비용을 12.4%(2008년 기준) 절감할 수 있다.

본 방안을 추진하여 터널방재 시스템을 한 단계 더 발전시키고자 많은 노력을 하였지만 일부 미흡한 부분이 있으리라 생각된다. 향후 관련분야 종사들의 지속적인 관심을 부탁드린다.