

## 철도터널의 확폭 관련 최근 동향

The Current Issues Associated with Railway Tunnel Enlargement



안 성 권<sup>1)\*</sup>

Ahn, Sung Kwon



방 춘 석<sup>2)</sup>

Bang, Choon Seok



사 공 명<sup>3)</sup>

Sa, Gong Myung



이 준 석<sup>4)</sup>

Lee, Jun Seok

### 1. 서 론

국내에는 1960년 이전에 준공되어 오십년 이상 공용중인 철도터널의 총 연장이 약 32km에 이르고 있다(Fig. 1 & 2). 주목할 점은 이들 노후터널 중에 일제강점기 무렵에 건설되어서 백년 정도 공용된 터널도 상당수가 존재한다는 것이다. 이들 터널 구조물을 이용하여 운용되고 있는 철도교통의 안전성 증진을 위해, 노후된 철도터널에 대한 보수, 보강, 및 재건설 요구가 지속적으로 증가할 개연성이 있는 것으로 보인다.

최근에는, 이와 더불어서, 철도의 운송능력을

재고하기 위해 화물 컨테이너를 2층으로 쌓아 운송하는 이단적재열차(Double Stake Train, Fig. 3)를 도입·운용하는 방안에 대한 검토가 이루어졌다(한국철도기술연구원, 2010). 경부선의 경우, 기존의 선로구조물을 이용하여 이단적재열차를 운용하기 위해서는, 터널을 포함한 일부 구조물에 대한 개량이 필요한데, 한국철도기술연구원(2010)에 따르면, 전차선의 높이를 확보하기 위하여 기존터널의 높이를 1,000~2,000 mm 정도 높혀주어야 한다(Table 1).

이와 관련하여, 본 고에서는 철도터널의 재건설 관련 동향에 대해 간략히 살펴보자 한다.

### 2. 본문

#### 2.1 터널의 확폭이란?

터널의 확폭 또는 확폭시공이란 기존 터널의 단면을 추가로 굴착하여 터널의 단면적을 확대

1) 한국철도기술연구원, 신교통연구본부, 미래수송시스템연구단 TFT, 선임연구원

2) 한국철도기술연구원, 신교통연구본부, 미래수송시스템연구단 TFT, 선임연구원

3) 한국철도기술연구원, 신교통연구본부, 미래수송시스템연구단 TFT, 책임연구원(TFT팀장)

4) 한국철도기술연구원, 시험인증안전센터, 수석연구원(센터장)

\* E-mail : ska977@krri.re.kr



\*출처: [http://www.filmkorea.or.kr/search/pop\\_image.asp?grp=1&file=TFTRTN\\_0007479.jpg&title=IMG\\_0144&cid=7479&lid=14075&iid=84990](http://www.filmkorea.or.kr/search/pop_image.asp?grp=1&file=TFTRTN_0007479.jpg&title=IMG_0144&cid=7479&lid=14075&iid=84990)

Fig. 1 노후터널



\*출처: <http://inspector.tistory.com/category/%E8%B3%87%E6%96%99?page=2>

Fig. 3 이단적재열차 (DST)

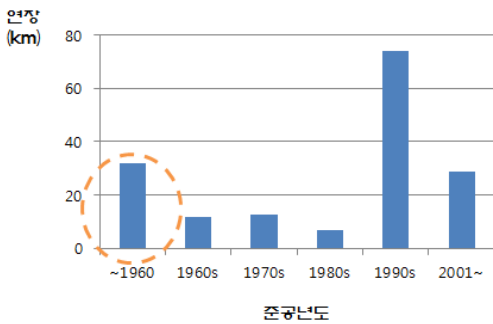


Fig. 2 준공년도별 터널 현황 (오영석 외, 2006)

시키는 것 또는 이를 실행하기 위한 공사를 말한다. 공용중인 상태에서 공사를 진행해야하기 때문에, 터널을 이용하는 차량에 대한 안전 확보가 우선시 되어야 하며, 더 나아가 가급적이면 차량 통행에 영향을 적게 줄 수 있는 공법을 사용하는 것이 바람직하다.

## 2.2 터널확폭의 종류

터널단면 중 어떤 부분을 굴착하느냐에 따라 터널확폭의 종류를 상부확대 및 하부확대 등으로 구분할 수 있으며(백기현 & 노종륜, 2007), 또한, 터널을 이용하는 차량의 종류에 따라 도로 터널의 확폭과 철도터널의 확폭으로 구분 할 수

Table 1 경부선 터널의 DST개량 (한국철도기술연구원 2010)

	현행	DST개량 고려시
전차선 높이 (mm)	4,850 ~	5,800
터널천단 높이 (mm)	5,790 ~	7,900

도 있다. 철도터널의 확폭의 경우, 천단부(어깨부) 및 바닥부에 각각 설치되어 있는 전차선 및 궤도구조물 때문에, 도로터널의 확폭에 비해 더 많은 제약이 따르게 되며, 따라서, 더 복잡한 공사과정이 요구되므로 이를 실현할 수 있는 발전된 형태의 공법이 필요하다.

## 2.3 철도터널의 확폭 사례

국내에는 터널확폭(특히, 철도터널의 확폭 및 보수·보강 관련) 사례를 정리하여 공개한 문헌이 부족하다고 판단되어, 본 절에서는 유럽 및 일본 등 해외의 철도터널 확폭 사례를 아래와 같이 간략히 정리하여 수록하였다(Table 2).

1848년 준공되어 사용되던 Mossiel 터널(스코틀랜드 Glasgow 인근)의 일부구간(470m)에 대한 라이닝교체 공사가 1922년에 실시되었다(McLellan, 1927). 이 보수 공사의 결과로 터널의 바닥부에서 천단부까지의 높이가 5.4m에서

Table 2 해외의 철도터널 확폭 사례(勝間田 외, 1994; Burgess, 2002)

	Mossgiel 터널	토우노미네 터널	Northern Line 터널
위치	스코틀랜드	일본	잉글랜드
종류	일반 철도	산악 철도	지하철
확폭 이유	라이닝 노후화	복선 개량	라이닝 부식
확폭 연장	약 470m	25m	160m
확폭 정도	(높이) 5.4m → 5.7m	(단면적) 20m <sup>2</sup> → 50m <sup>2</sup>	(내경) 3.6m → 4.7m
지반	사암	응회암	런던 클레이
공사 기간	1.3년 (1922~1923)	4.3년 (1990~93)	1.3년 (1995~96)
공사 시간	-	-	평일(새벽), 주말
열차 운행	속도 제한	속도 제한	속도 제한
공법	실드 공법	채레 공법 (상부 반단면 굴착)	실드 공법 (케도콘크리트 양생용 가시철)
공사비	-	-	300억원 (£15m)

5.7m로 높아졌다. 열차운행을 지속시키기 위해 바퀴가 달린 실드가 사용되었고, 기존라이닝을 제거하고 및 암반 굴착을 위해 유압장비가 사용되었다.

일본 하코네등산철도(箱根登山鉄道) 토우노미네터널(塔の峰トネル)의 일부구간(25m)이, 증가된 여객 수요에 대응하기 위해, 1993년에 4년이 넘는 공사기간을 거쳐, 복선화되었다(勝間田 외, 1994). 주변 지반의 안정성 확보를 위해, 터널단면을 상·하부로 나누어 굴착하였으며, 록볼트와 슛크리트를 사용하였다. 건축한계 보존 및 열차운행 안전성 확보를 위해 보호공이 사용되었다. 하코네등산철도는 일본 가나가와현(神奈川県)에 위치하며, 1919년 개통된 이래 공용 중에 있다.

런던의 지하철 중 하나인 Northern Line의 Old street 인근 터널구간은 1901년 준공된 이래로 공용되다가, 1945년에 터널을 감싸고 있던 황철광층과 지하수의 화학반응의 결과로 생성된 황산으로 인한 라이닝 부식이 발견됨 따라, 이를 해결하기 위한 보수·보강 공사가 수차례 실시되다가 결국 1995~1996년 라이닝 전면교체 공사가 실시되었다(Burgess et al., 2002). 케도콘크리트 양생을 위해 특별히 고안된 가시철물

및 보호공을 사용하여 공사가 진행되었으며, 기존 열차운행에 지장을 주지 않기 위하여 열차가 다니지 않는 새벽시간 및 주말에 공사가 주로 진행되었다. 공사의 결과로 터널의 내경이 3.6m에서 4.7m로 증가되었다.

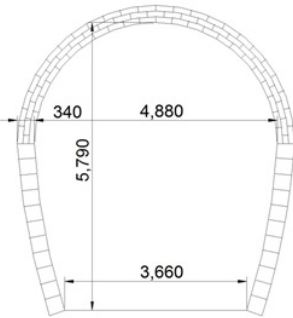
### 2.4 경부선 터널 현황

본 절에서는, 국내 총 철도 컨테이너 수송량의 절반 이상을 차지하는(김 훈, 2012), 따라서, 이 단적재열차의 도입이 검토되고 있는 경부선의 터널 현황에 대해 간략히 정리하여 수록하였다.

경부선 터널의 총 연장은 약 26.3km(61개소)에 이르는데, 이 중 단선터널의 연장은 약 18.3km이며, 복선터널의 연장은 약 8.0km로, 단선터널의 비중이 70%를 육박한다(Table 3). 한국철도기술연구원 이단적재열차 기술개발 기획보고서(2010)는 이단적재열차 운용을 위해서는 경부선 단선

Table 3 경부선 터널 현황(한국철도기술연구원, 2010)

		단선터널		복선터널	
		현황	DST개량	현황	DST개량
개소	-	43	43	18	4
연장	(km)	18.3	18.3	8.0	-



\*출처: 한국철도공사 부산경남본부 제공자료

Fig. 4 경부선 단선터널 3중 말굽 단면(신주막 상행 터널, KP408.365)

터널 43개소(18.3km) 모두를 확폭 개량하여야 하며, 복선 터널의 경우에는 18개소 중 4개소를 확폭 개량하여야 한다고 보고하고 있다. 경부선 단선터널은 1904~1963년에 준공되어 현재까지 공용되고 있었으며, 터널의 단면 형식은 천단 높이 5,790~5,900mm의 3중 말굽 또는 4중 말굽 형식이 주를 이루고 있었다(Fig. 4).

### 2.5 해외 철도터널 확폭 관련 기술 동향

해외의 대표적인 첨단 철도터널 확폭용 장비로는 Herrenknecht AG社에서 개발한 Tunnel Enlargement Equipment와 GTA Maschinensystem GmbH社에서 개발한 TEM 8400가 있는 것으로 조사되었다(Table 4, Fig. 5).

Herrenknecht AG社의 장비(Fig. 5(a))는 슛크리트 라이닝 또는 무지보 상태이면서 전차선이 없는 내경 10~12m의 복선터널의 확폭에 적합하도록 개발되었다. 공사기간 동안에도 한쪽 선로를 이용한 열차운행이 가능하도록 설계되었으나, 아직 실제 시공 실적은 없는 것으로 조사되었다.

Maschinensystem GmbH社의 확폭장비 역시 전차선이 없는 복선터널의 확폭에 적용될 수 있다. 독일의 Rhineland-Palatinate州와 Saarland

Table 4 해외 터널 확폭 기술

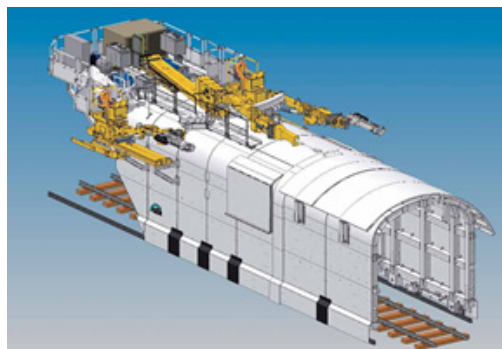
장비명	Tunnel Enlargement Equipment	TEP 8400
제작사	-(독일) Herrenknecht AG	-(독일) GTA Maschinensysteme GmbH
사양	-전차선이 없는 터널 -복선철도 단선운행 (속도 제한)	-전차선이 없는 터널 -복선철도 단선운행 (속도 제한)
실적	-없음	-(독일) Jährodt tunnel (125m) -Mausen-mühlen tunnel (145m)

\*참고자료 : <http://www.herrenknecht.com/process-technology/research-development/railway-tunnel-enlargement.html>,  
<http://www.gta.eu/en/tunneling/tunnel-enlargement-machine-tem-8400.html>



\*참고자료 : <http://www.herrenknecht.com/process-technology/research-development/railway-tunnel-enlargement.html>

(a) Tunnel Enlargement Equipment (Herrenknecht AG社)



\*참고자료 : <http://www.gta.eu/en/tunneling/tunnel-enlargement-machine-tem-8400.html>

(b) TEP 8400 (GTA Maschinensysteme GmbH社)

Fig. 5 해외 터널 확폭 기술

州를 잇는 일반철도인 Nahetalbahn (Nahe vally railway)의 Jahrodt tunnel 및 Mausen-muhlen tunnel 확폭 공사에 실제로 적용되었다고 알려져 있다.

### 3. 맺음말

본 고에서는 터널확폭의 개념 및 종류, 국내 철도터널 현황, 해외 철도터널 확폭사례 및 관련 기술현황에 대하여 간략하게 소개하였다.

국내 철도터널 현황, 최근 논의가 진행 중인 이단적재열차 운용 관련 움직임, 및 현재 국내외 철도터널 확폭 관련 기술수준 등을 고려할 때, 국내 철도터널의 현황에 걸맞은 확폭기술 개발을 위한 관심과 노력이 필요한 시점이라고 판단된다.

### 4. 참고문헌

1. 김훈, 컨테이너 이단적재열차 도입 타당성 재검토 연구, 중간보고회 발표자료(2012.11.06.), 한국교통연구원, 2012.
2. 백기현, 노중륜, 공용중인 터널의 확폭 공법 시공사례분석, 2007 대학토목학회 정기학술대회, 2007.
3. 오영석, 신용석, 안상로, 국내 터널 시설물의 현황 및 특징, 토목관련 주요데이터, 대한토목학회지, 제 54권 제1호, 2006년 1월, pp.149-157.
4. 한국철도기술연구원, 이단적재열차(DST) 기술개발 기획보고서, 미래철도기술개발사업 기획보고서, 국토해양부, 한국건설교통기술평가원, 2010.
5. 勝間田 외, 供用トンネルを単線から複線へ拡幅 - 箱根登山鉄道 塔の峰トンネル, 1994年(平成6年) 2月, pp.15-21.
6. Burgess, N., Fagents, J., Paterson, J., Northern Line tunnel reconstruction at Old street, Proceedings of ICE, Transport 153, Issue 1, 2002, 1-11.
7. McLellan, D., The reconstruction of Mossiel tunnel, Institution of civil engineers, Selected engineering papers, Jeffcott, H. (ed), No. 53, Burgess, 1927.

담당 편집위원: 김현기  
(한국철도기술연구원  
철도구조연구실 선임연구원)  
hkkim@krri.re.kr