

# 경부고속철도 광명터널과 주박기지 입·출고선 터널 3-병렬터널 및 인접교차터널 설계·시공



**구기욱**  
(주)한국철도기술공사  
지반공학부 전무이사



**이응기**  
(주)한국철도기술공사  
지반공학부 상무이사



**오종양**  
(주)한국철도기술공사  
지반공학부 부장

## 1. 개요

경부고속철도 서울-대전구간 중 경기도 광명시 일직동 일원에 위치하는 광명터널과 주박(駐泊)기지 입·출고선 터널은 광명터널 종점에서 3-병렬터널로, 광명터널 중간부에서 입고선 터널과 상하로 근접 교차되는 평

면 및 중단 선형으로 이루어져 있으며 발파에 의한 굴착 및 지보를 도입한 NATM 공법으로 계획되었다.

본고에서는 철도터널 계획상 흔치 않은 근접 3-병렬(최소 Pillar 폭 2.25)터널, 평면상 약 37°, 상하 터널 순이격거리 약 5m로 교차하는 구간의 안정성 확보를 고려한 특징적인 내용을 간략하게 서술하였다.

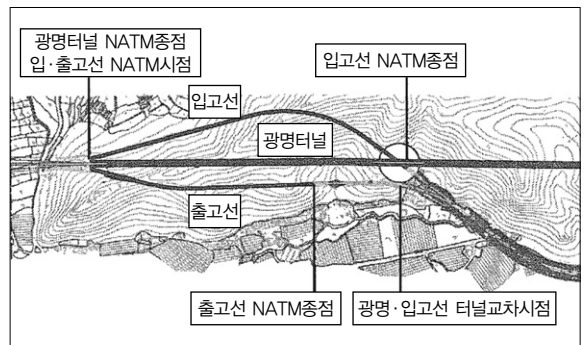


그림 1. 광명터널 및 주박기지 입출고선 터널 위치도

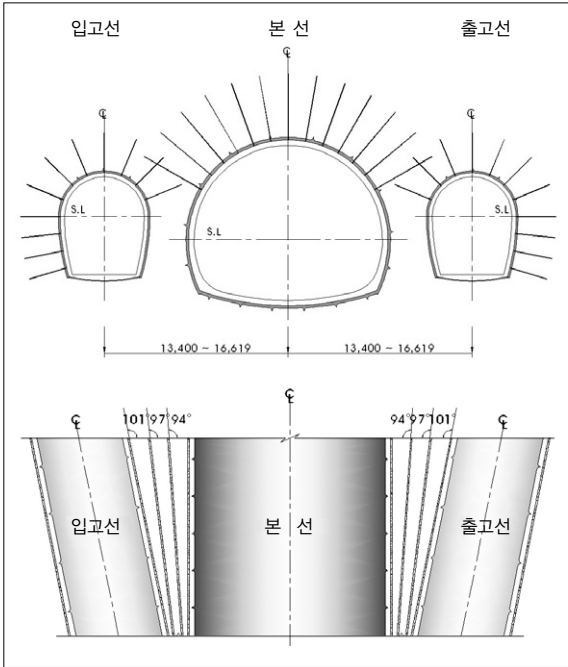


그림 2. 광명터널(3-병렬터널구간)단면도

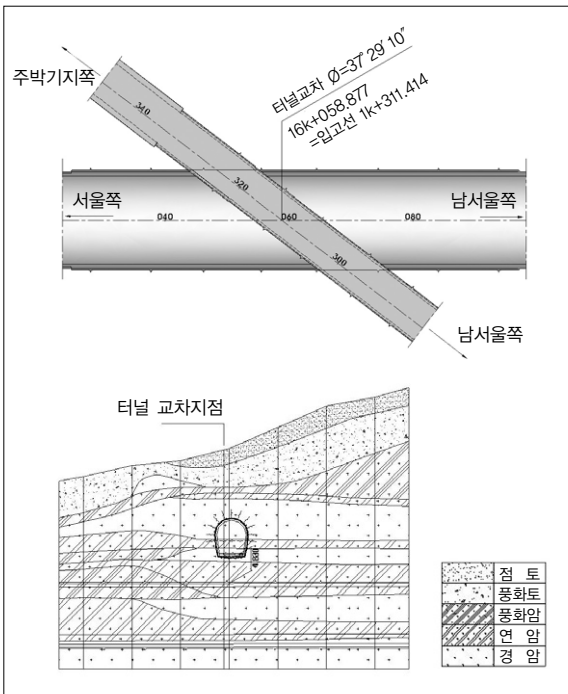


그림 3. 광명터널과 주박기지 터널 입고선 교차구간 평면 및 종단면도

표 1. 광명터널 및 주박기지 입출고선 터널 현황(NATM)

구분	연장(m)	비고
광명터널	1,360	중간개착구간 44.387m 포함 (15km 420~16km 780)
주박기지	입고선	주박기지 인입선측량시점기준 (0km 540.37~1km 286.459)
	출고선	주박기지 인입선측량시점기준 (0km 540.37~1km 070)

## 2. 주요설계내용

### 2.1 광명터널 종점부(3-병렬터널 구간)

계획된 선형조건에서 병렬터널굴착에 따른 터널들간의 상호영향 최소화과 안정성확보를 위하여 고려된 내용은 3-병렬터널의 굴착순서, 굴착방법, 시공 중 및 운행 중의 안정성확보를 위한 그라우팅 보강과 콘크리트 라이닝의 철근보강 등이 반영되었으며 본 고에서는 굴착순서와 그라우팅보강 내용을 중심으로 서술하였다.

#### (1) 터널 근접영향을 최소화하기 위한 굴착순서

병렬터널에서 종방향 굴착은 터널굴착에 의한 지반응력의 재분배가 빠른 시간 내에 이루어지도록 굴착순서를 결정하여야 한다.

평행한 병렬터널의 굴착순서에는 두 터널 중 선행터널을 완전 굴착 후 후행터널을 굴착하는 독립굴착, 2-아치터널 굴착시 적용되는 동시굴착, 선 굴착터널과 후굴착 터널 막장면 사이에 1~2D(D:터널직경)정도 이격하여 굴착하는 엇갈림굴착 방법이 있다.

광명터널의 3-병렬구간과 같은 경우 대단면이며 지반조건이 유리한 광명터널 본선을 선굴착하고 이후에 우측의 출고선, 좌측의 입고선의 순서대로 굴착할 때 터널 안정성 면에서 유리함이 전산해석을 통하여 확인되었다. 따라서 광명터널 본선과 주박기지 입·출고선은 독립굴착, 후굴착되는 입·출고선의 경우 엇갈림 굴착(병렬구간 중 80m)이 적용되었다.

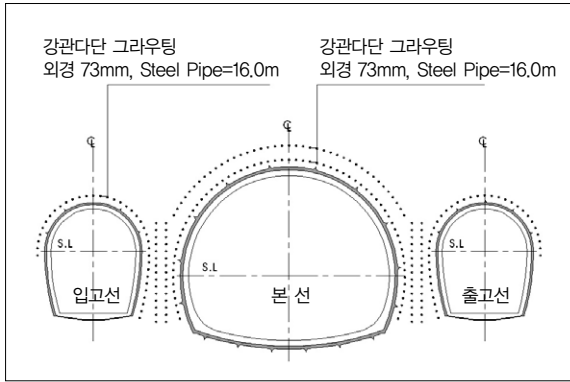


그림 4. 강관다단그라우팅 보강도

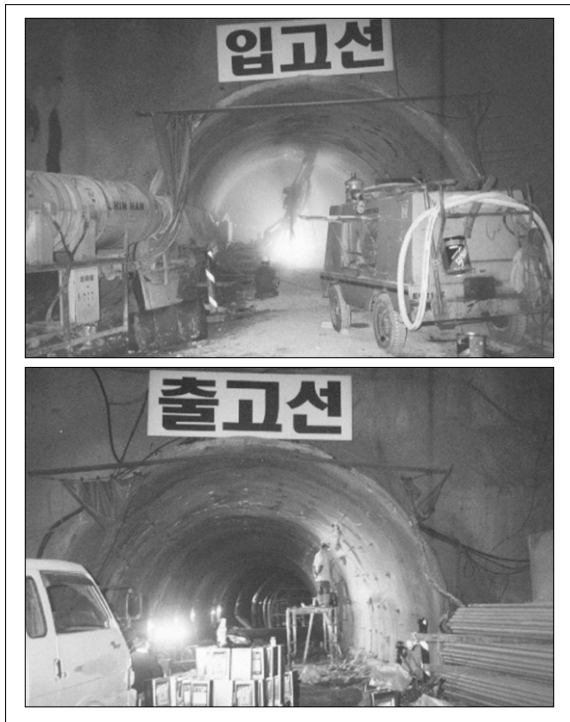


그림 5. 우레탄그라우팅 보강

수 있는 것으로 알려져 있다. 광명터널 본선과 인접한 입·출고선 터널의 바닥 부근에 연암이 분포하고 있으나 터널간 순이격거리가 약 2.3m로서 입·출고선 터널 단면기준으로 0.3D에 해당하여 선·후행 터널들 사이에 큰 상호영향이 예상되므로 세 터널의 상호간섭영향을 최소화하기 위하여 광명터널은 상부 2열, 격벽 4열, 주박기지 입·출고선은 1열의 수평강관다단 그라우팅이 적용되었으며 시공시 예상보다 큰 변위 발생으로 보다 보강 효과가 큰 우레탄그라우팅보강이 이루어졌다.

## 2.2 광명터널과 주박기지 입고선 상하 교차구간

광명터널과 주박기지 입고선 터널은 중간부에서 상하로 근접교차(교차각 37°, 순이격거리 4.83m)하며 주변 지반이 파쇄연암 및 풍화암으로 구성되어 있다.

본 구간에 대한 주요 고려사항은 교차터널간의 상호영향을 줄이기 위한 굴착공법, 시공 중 발파진동과 운영 중의 열차진동영향 감소대책들이다.

### (1) 굴착순서 및 진동저감 방안

교차터널들간의 상호영향 감소를 위하여 반영한 시공순서는 광명터널 굴착 및 라이닝 콘크리트 타설 후 입고선을 굴착토록 하였다. 또한 선 굴착되는 광명터널 굴착시는 상부에 시공될 입고선 터널 주변 지반의 손상을 최소화하기 위하여 라인 드릴링 및 다단발파공법을 적용하였다. 또한 입고선 터널 굴착시에는 기시공된 광명터널 라이닝 콘크리트에 미치는 영향을 최소화하기 위하여 기계굴착공법과 암반절개공법에 대해 검토한 결과 본 구간의 지반특성과 경제성면에서 유리한 암반절개공법(GNR공법)을 광명터널과의 이격거리가 10m이내인 구간에 적용하였다.

또한 운영중 터널의 안정성 면에서 광명터널과 인접선 터널에 운행되는 철도 동하중에 의한 상호영향을 최소화하기 위하여 광명터널과 입고선 터널 교차지점에서

### (2) 3-병렬터널의 근접영향 및 보강

연구결과에 의하면 병렬터널들이 연암지반에 위치하며 토피고 2D, 터널간 이격거리가 2D 이상 확보된 경우에는 후행 터널굴착이 선행터널에 미치는 영향을 무시할

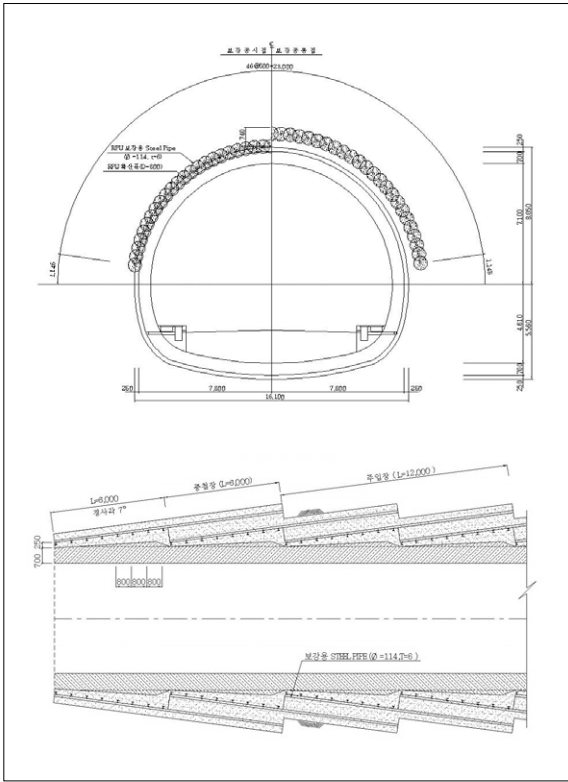


그림 6. 대구경 강관다단그라우팅(RPU) 보강

표 2. 대구경광관다단그라우팅 공법적용

터널명	구간(Sta.)	지층	종방향	횡방향
광명터널	16k+025 ~079 (54.0m)	풍화암 및 연·경암	L=12m, C.T.C=6m, 경사각 7°	C.T.C 400mm
	16k+079 ~097 (20.0m)	연·경암	"	C.T.C 500mm
입고선	1k+323 ~335 (12.0m)	표토 및 풍화암, 연·경암	L=12m, 경사각 0°	C.T.C 400mm

양방향으로 40m씩, 전체 80m의 광명터널 및 입고선 터널구간에 방진매트를 적용하였다.



그림 7. 광명터널 및 입·출고선 시공 전경

### (2) 교차구간 터널안정성을 위한 보강

근접교차되며 연암과 풍화암구간(일부 경암협재)에 위치한 광명터널 및 입고선터널의 안정성을 위한 보강 대책으로 보강효과가 큰 대구경 강관다단 그라우팅 공법을 적용하였다.(표 2)

## 3. 맺음말

경부고속철도 광명터널과 그 좌우측에 위치하는 입·출고선 터널들은 3-병렬형태의 선형으로 구성되었으며 기둥(Pillar)폭이 최소 2.2m에 불과할 정도로 매우 근접되어 터널의 안정성 확보에 면밀한 검토와 대책이 요구되었다. 또한 광명터널 상부로 근접교차(순간격 4.83m)되는 입고선터널은 시공 중 상호영향 뿐만 아니라 운행 중의 열차 진동하중으로 인한 터널의 안정성확보 역시 설계·시공의 주안점이었다. 소개한 대책공법에 따라 터널들의 안정성이 크게 우려되는 구간들의 시공이 완료되어 경부고속열차 운행이 이루어지고 있으며 추후 유사한 조건의 선형 및 지반조건에서 본 고에서 소개한 내용들이 참고사례로 활용될 수 있을 것으로 기대한다.