

# 사막철도의 설계와 시공 - 궤도부설을 중심으로 -



강기동  
한국철도시설협회  
철도기술사·공학박사  
T.02.798.3792  
kangkeed@hanmail.net

## 1. 서언

최근의 해외건설 시장에서 철도건설 사업이 매우 활발하게 추진되고 있다. 해외철도 건설사업의 주요 트렌드를 보면 도시간 교통수요에 대응하기 위한 고속철도 또는 도시철도 건설과 자원개발에 따른 화물철도 건설로 분류할 수 있다.

이중에서 화물철도는 대부분 자원이 매장되어 있는 지역인 사막이나 오지에서 건설되어야 한다. 이러한 곳에서 철도건설은 열악한 자연환경과 극한의 기후 속에서 공사를 해야 하는 어려움이 있다. 이렇게 특별한 환경과 기후 속에서 철도를 건설하기 위해서는 이를 극복하기 위한 많은 노력이 필요하고 건설 후 운영 유지 보수를 위해서도 고려해야 할 특별한 기술적 과제가 있다. (<그림 1> 최근 건설된 사막철도)

그 동안 우리 철도는 고속철도를 중심으로 한 여객철도

또는 도시철도 건설에 치중하여 왔으며 지금까지의 철도 건설 경험과 역량도 주로 이 분야에 집중되어 왔다. 화물철도 중에서도 특히 중축중(heavy haul)의 열차 운행은 우리에게 매우 낯 설은 영역이다. 예를 들면 우리는 지금까지 유럽철도의 UIC나 CEN 규정을 적용하는 고속철도나 일반철도의 건설에는 익숙해 있지만 미국철도의 AREMA 규정을 절대적으로 적용하여야 하는 중량 화물철도에 대해서는 별다른 기술축척이 없는 실정이다.

철도 기술자에게는 어느 면에서 사막철도의 건설이 21세기 철도분야의 새로운 도전이며 기회이기도 하다. 사막철도 건설에서는 궤도부설이 중요하며 건설이 끝난 후에는 철도선로를 어떻게 유지관리를 해야 하는가가 매우 중요하다. 따라서 여기에서는 궤도 부설을 중심으로 하여 사막철도의 기술적 대비책은 무엇인가에 대하여 논의하고자 한다.

## 2. 기술적인 고려사항

### 가. 열차 운행조건

화물철도에서는 화물운송의 효율성을 높이기 위하여 1개 열차로 대량의 화물수송을 해야 하기 때문에 축중은 30ton이상이며 일부 구간에서는 고속의 여객열차도 공용으로 운행될 수 있는 선로의 건설을 추진하고 있다. 일반적으로 열차 운행속도는 화물열차의 경우 100km/h, 여객열차는 160~200km/h 범위이다. 이 경우 비교적 저속으로 운행되는 화물열차 전용철도에서는 큰 축 하중에 저항하



<그림 1> 최근 건설된 사막철도



〈그림 2〉 사막지역의 환경

기 위한 강성의 궤도구조가 중요하다. 그러나 고속으로 운행하는 여객열차에 대해서는 속도충격에 의한 분포력을 저감시키기 위해 유연한 궤도구조가 필요하게 된다.

따라서 궤도구조의 설계와 재료선정은 중량화물철도

운행에 따른 고강도의 재료와 열악한 사막기후에 견딜 수 있는 내구성이 필요하며 160~200km/h 대역의 속도를 위해서는 저탄성 레일 패드가 필요하나 이 경우 레일패드의 재료는 고무(rubber) 보다는 우레탄성분(TPH)의 재질이 효과적이다.

#### 나. 환경조건

사막지역의 특성상 환경조건은 매우 특수하다. 최고온도뿐만 아니라 온도변화의 차이도 매우 크며 모든 궤도 재료는 강한 자외선과 모래바람에 노출되며 또한 습도 30% 이하의 건조한 기후에 적응되어야 한다. 따라서 궤도재료의 성능과 품질의 검증 시험은 건조한 상태에서 만족될 수 있도록 하는 것이 중요하다.

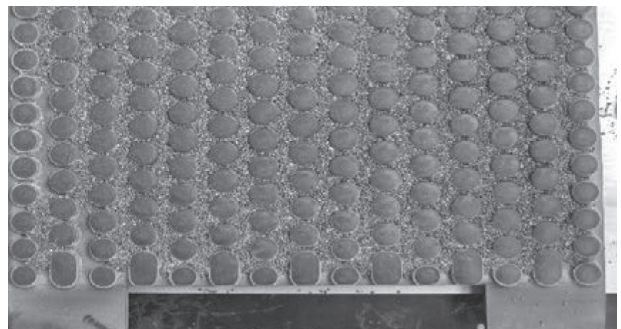
또한, 체결구 등의 부품 재료의 선택에서는 가능한 온도 변화에 영향이 적은 플라스틱 같은 비금속 재료가 선호되



〈그림 3〉 모래에 덮여있는 궤도



〈그림 4〉 모래에 덮여있는 궤도



〈그림 5〉 모래가 침투한 레일패드

며 강한 자외선 노출에 저항할 수 있는 내구성 있는 재료 선택이 필요하다. 또한 모래에 의한 궤도의 성능 유지를 위하여 볼트너트형식의 부품은 유지관리에 대한 상세한 대비를 세워야 할 것이다.

#### 다. 유지관리 조건

사막지역에는 기존철도 시설이 전무하기 때문에 유지관리상 많은 어려움이 있다. 또한 무덥고 건조한 외부 환경에서 보수작업을 시행하는 데는 많은 제약이 있게 마련이다. (<그림 3, 4> 모래에 덮여있는 궤도)

특히 항상 불어오는 바람의 영향으로 모래의 날림이나 이동이 있기 때문에 궤도에는 모래가 쌓이게 된다.

궤도가 모래에 묻히게 되면 도상자갈에 대한 도상자갈의 기능은 더 이상 기대할 수 없다. 따라서 이렇게 도상자갈의 탄성이 상실되면 도상자갈은 침목의 고정과 선형유

지의 기능만 남게 되며 열차 하중에 대한 충격이나 진동완화를 레일 패드에서 감당해야 하므로 궤도 설계 시 이를 감안하여 레일패드 등에서 충분한 탄성체 구성을 해야 한다. (<그림 5> 모래가 침투한 레일패드)

### 3. 궤도부설

사막철도의 건설에서 노반공사는 비교적 단순하다. 사막이라는 지형적 특성이 장대 터널이나 대단위 교량구조물의 시공보다는 절토나 성토작업을 주로 하는 토공사가 노반공사의 대부분이다.

따라서 이러한 토공사와 궤도부설을 어떻게 효율적으로 수행하느냐 하는 것이 사막철도 건설의 성패를 좌우하게 된다.



<그림 6> 인력에 의한 궤도부설 작업



<그림 7> 대형장비에 의한 궤광부설 작업



<그림 8> 대형장비에 의한 궤광부설 작업

사막과 같은 열악한 환경에서 수백 km 연장의 선로를 건설하는데 가장 중요한 요점은 인력작업을 가능한 최소화 하는 것이다. 궤도 부설은 여러 종류의 작업을 순차적으로 반복 시행하는 것이 특징인데 이러한 작업에서는 공장 또는 기지에서 사전조립의 작업을 최대한 많이 하여 현장 야외 작업량을 줄이는 것이 중요하다. 이를 위하여는 기지에서 조립된 궤도를 대형기계장비로 운반하여 일관된 공정작업으로 설치하는 공법선택이 중요하며 모든 작업은 자동화 된 설비로 시행하여 균일한 품질을 얻도록 해야 한다. (<그림 6, 7, 8> 사막에서 궤도부설작업)

사막철도 건설을 위한 궤도의 설계 및 시공상의 몇 가지 중요한 요점을 정리하면 다음과 같다.

사막의 특수한 환경조건에 대응하여 플라스틱 재료는 UV차단제(카본블랙등)를 사용하며 침목설계 시 레일 좌면은 가능한 높게 하여 모래 쌓임 속에서도 가능한 레일 두부가 노출되도록 한다.

레일 패드에 모래 침투를 저감하기 위하여 레일패드 주변을 처리하여 대응하며 볼트 스크류 등의 부품 성능유지에 대한 대비책을 수립하여야 한다.

#### 4. 결어

철도는 19세기 초반 산업혁명을 배경으로 하여 태동되었다.

그 동안 급속한 도시화와 산업발전이 진행되면서 에너지 자원의 수요가 급증하게 되어 사막에서도 철도의 건설이 필요한 시점이 된 것이다. 이제 21세기에 이르러 중동을 비롯한 세계곳곳의 사막과 오지에서 철도건설이 추진되고 있다. 이것은 철도 산업에서는 새로운 시장으로 부각되고 있어 매우 고무적인 일이 아닐 수 없다. 또한 철도라는 문명의 이기가 사막이나 극지의 오지에서도 광범위하게 건설됨으로써 인류의 행복한 삶에 기여할 수 있다는 것은 매우 다행스러운 일이다.

철도기술의 측면에서는 새로운 도전이자 기회이기도 한 사막철도의 건설은 어떻게 효율적으로 건설하고 유지하는 것이 우리 기술자들의 과제가 될 것이다. ☺