



곡선빔을 적용한 대구광역시 도시철도 3호선

Daegu Metropolitan Railway Line 3 Constructed using Curved Beams

권용식 Yongsik Kwon
삼표건설(주) 기술개발팀 책임연구원

김태호 Taeho Kim
삼표건설(주) 대표이사

1. 머리말

대구광역시 도시철도 3호선은 수송용량이 지하철과 버스의 중간규모이면서도 시스템에 따라 교통수요 처리능력이 다양하여 기존지하철의 지선, 중소도시의 간선, 대도시 및 위성도시를 연결하는 교통수요 처리에 적합한 경전철로 현재 시공 중이다. 경전철에는 여러 가지 형태가 있지만 대구광역시 도시철도 3호선은 모노레일 시스템의 경전철을 도입하여 시공 중에 있다.

모노레일이란 단궤도(궤도가 하나)인 철도의 총칭으로 콘크리트나 철재 빔으로 이루어져 있는 한 개의 궤도거더 위를 고무타이어나 철륵이 설치된 열차가 운행하는 방식으로 차량의 지지방식에 따라 과좌식(궤도 위를 열차가 달리는 방식)과 현수식(열차가 궤도에 매달려서 운행하는 방식)으로 나뉜다. 모노레일의 가장 큰 장점은 친환경적인 시스템으로 소음 공해가 적고 점유면적이 작아 하천과 도로 등의 공간에 설치가 가능하다는 점이다. 공사기간이 짧고 폭이 좁은 차륜으로 운행하므로 철도보다 반경이 작은 급곡선 운행도 가능하다.

2014년 6월 개통 예정인 도시철도 3호선은 지상 10m 높이의 고가 구조물 위로 3량 1편성의 모노레일이 달리게 되며 매연은 물론 소음과 진동이 거의 없는 친환경 교통수단이 될 것으로 기대되고 있다. 건설공사는 8개 공구로 나눠 전 구간에서 동시에 시행되고 있다. 전동차는 일본 히타치가 공급하는 제품으로, 주택가 사생활 침해 최소화를 위한 자동 창문 흐림 장치 등이 설치될 예정이다 <그림 1>.



2. 설계 및 시공 현황

대구도시철도 3호선은 전 구간 고가형식으로 정거장 30개소와 차량기지 및 주차기지가 각 1개소씩 계획되어 있으며, 기지 진출입을 위한 입출고선이 있다 <그림 2>.

정거장은 시민의 편의를 최우선으로 고려하여 교통환승시설과 주변 자연 환경과의 연계를 고려하여 배치하



그림 1. 도시철도 전동차

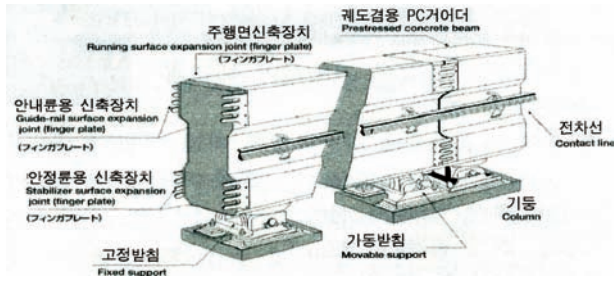


그림 2. PSC 궤도빔 구조

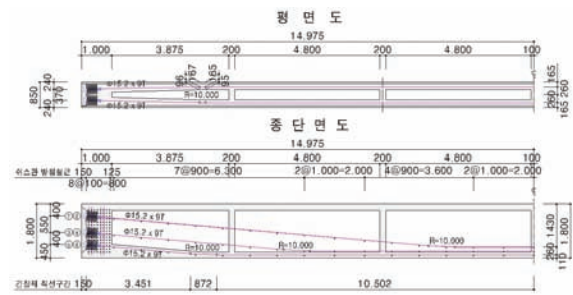


그림 4. 직선구간 도면(R=∞)

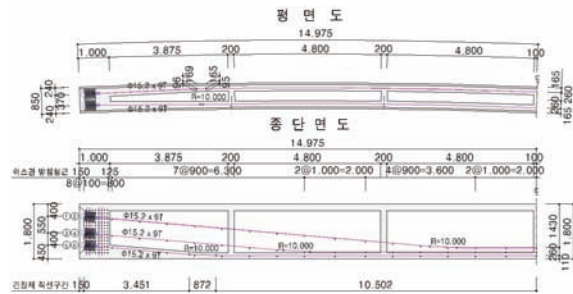


그림 5. 곡선구간(R=200)

였고 내진 및 내구성설계로 구조물의 안전성을 확보하였다. <그림 3>은 대구시 수성구 황금동 778-1번지에 위치한 지상 4층 규모의 325 정거장 조감도이다.

궤도 빔의 형식은 PSC 궤도 빔과 강 궤도 빔으로 구성되어 있는데, 전체 본선 연장 중 약 75.9%가 PSC 궤도 빔으로 계획되어 있으며, 입출고선, 차량기지 및 주박기지를 포함할 경우 약 78.6%가 PSC 궤도 빔으로 계획되어 있다. 입출고선, 차량기지 및 주박기지를 포함할 경우 1316본 중 직선 빔 943본(71.66%)과 곡선 빔 373본(28.34%)로 계획되어 있다<표 1>.

PSC 궤도 빔의 표준 지간장은 30.0m이고, 이는 전체 PSC 궤도 빔의 제작본수 762본(직선 658본, 곡선 104본)으로 약 57.90%(본수기준)를 차지하며, 최소 지간장은 12m(직선), 11.35m(곡선)로 되어있다<그림 4, 5>.

직선 빔의 경우는 기존의 PSC 콘크리트 빔과 큰 차이



그림 3. 7공구 325 정거장 조감도

표 1. 궤도 빔 제원

PSC 궤도 빔 단면	PSC 궤도 빔 제원
	<ul style="list-style-type: none"> 궤도 빔 크기 : 850 mm × 1,800 mm 표준지간 : 30.0 m 최소곡선반경 : R = 219 최대 캔트 : 12% 콘크리트강도 : $f_{ck} = 45 \text{ MPa}$ PC강선 제원 : $\phi 12.7 \times 12\text{T}$ 강재(철근) 제원 : SD 300



사진 1. 곡선 빔 제작 거푸집

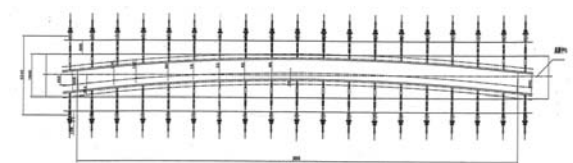


그림 6. 곡선 빔 거푸집 도면

가 없다. 다만 한 개의 빔으로 제작된 거더 자체가 궤도이기 때문에 건조수축 및 Creep 변형이 반영된 최종 변형과 이음부의 연결이 모노레일의 주된 기술력이라 하겠다. 대구 모노레일의 가장 큰 특징은 콘크리트 곡선 빔을 국내 최초로 제작하여 시공 중이라는 것이다. 대구 모노레일의 PSC 곡선 빔은 곡선형의 거더를 형성하는 거푸집을 사용하여 R=219까지의 곡선형 PSC 빔을 생산한다.

곡선 빔 제작 거푸집은 양 측면의 거푸집 측면을 조절하여 소요의 곡선을 갖도록 조절하는 거푸집 시스템으로 19개의 조절 나사를 통하여 곡선 빔을 만들고 있다<사진 1, 그림 6>.

대구 도시철도의 궤도 생산은 유니슨이텍크, 삼표건설, 화성개발, 삼성산업, 영진인프라 5개 업체의 컨소시엄으로 구성되어 빔 제작 및 운반, 가설을 하고 있으며 현재 거더 생산은 55%, 빔 설치는 48%의 공정률을 보이고 있다(사진 2).

3. 구조물 성능시험

교량공은 총 5개의 시험체를 제작하여 구조 성능 실험을 완료하였다. 실험은 충청대학 최홍식 교수가 담당하여 30m 직선 빔 2본과 25m 곡선 빔 2본을 제작하여 물성시험을 실시하여 이로부터 각종계수를 추출하였고, 피로하중을 통하여 작업 성능 확인과 내구성안전도 평가를 실시하였다. 또한 동적피로 시험, 극한성능 확인, PSC 궤도 빔의 변형 측정, 주요단면 응력 분포 측정, 크리프에 의한 수축량 변화 측정 등 많은 항목들을 검토하여 제작에 반영하고 있다.

4. PSC 궤도 빔 수축량 관리

대구 도시철도 사업단은 구조물 성능시험과 함께 PSC빔의 동일 긴장력 적용시 계절별 수축량을 측정하여 제작에 적용하고 있다. 기술검토 결과 하절기에는 84.5mm, 봄/가을 67.8mm, 동절기 63.4mm로 설정하여 계절별 궤도 빔의 최종 수축량 차이를 PS강선 긴장력 조절을 통하여 최종값의 일정 범위내로 관리하고 있다(그림 7).



사진 2. 곡선 빔 전경

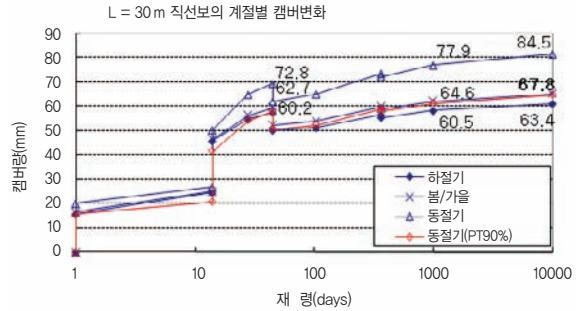


그림 7. 30m 직선 보의 계절별 캄변화량

5. 맺음말

대구도시철도는 친환경성, 경제성 및 시공성을 확보한 신기술을 바탕으로 일반지하철 공사비의 약 40% 수준에서 계획된 국내 최초의 콘크리트 곡선형 궤도공사로 진행되고 있다. 곡선형 궤도공사는 토목구조물이 도심지의 미관을 높이는 역할도 기대되고 있다. PSC 곡선형 콘크리트 빔의 생산 및 설치가 실용화되면서 곡선 빔과 모노레일의 설계는 지속적으로 증가될 것으로 기대된다. □

담당 편집위원 : 문도영(경성대학교) dymoon@ks.ac.kr



권용식 책임연구원은 경희대학교 토목공학과에서 강교이음부 스플라이스연결부에 관한 연구로 석사학위를 취득하였고, 비티컨설턴트(주) 기술연구소에서 B.M.S(Bridge Management System)업무를 수행 후 현재 삼표건설(주) 기술개발팀에 근무하고 있다.
kwoun27@naver.com



김태호 대표이사는 한진중공업에서 27년 근무하면서 도로 및 철도현장 등 현장소장으로 10년간의 다양한 경험을 토대로 토목기술의 기술발전과 나아갈 방향을 제시하고, 2010년부터 삼표 E&C 및 삼표건설(주) 대표이사로서 신기술개발과 향후 건설시장을 현장 중심에서 공장 중심인 PC사업의 활성화에 역점을 두고 있다.
thkim6835@sampyocone.com