

跨座型 Monorail의 實施設計

- 中國, 重慶 도시교통 System의 自力設計 및 工事技術과 基準 -

1. 개론

도시궤도교통기관이라고 하는 과좌형 monorail System은 일본에서 40년 세월을 smooth하게 운행되고 있으며, 현재 重慶市 monorail 較新線 제 1기공사에 도입도 성공(導入成功)하여 정식으로 운행되고 있다. 重慶 monorail System의 운영개시(運營開始)에 동반해서 中國의 특징에 적응(適應)된 과좌형 monorail 교통 System이 中國의 도시궤도교통(都市軌道交通)의 건설시장(建設市場)에 있어서 한층 더 주목(注目)받고 중요시(重視)될 것이다.

또한 1993년 이래, 重慶市 monorail project의 연구 및 설계와 시공 전 단계작업에 종사하여 온 경험을 통해서 설계의 시각(視角)에서 과좌형 monorail System 도입중의 경험과 교훈(經驗敎訓) 및 금후에 중요시해야 될 기술의 요점(技術要点)과 관리에 관해서 설명하고 또 궤도교통의 동업자(同業者)가 과좌식 monorail 기술의 특징을 철저히 분석(徹底分析)하기 위해서 重慶 monorail 교통 System의 이해와 인식(理解認識)하는데 참고(參考)가 되도록 中國軌道 第2勘察設計院張 海波님이 보고한 이 발표문을 옮겨 소개한다.

1.1 국내외 monorail 발전과 실시현황

中國에 있어서 1999년부터 안건을 설립(案件設立)하고 건설을 진행하여온 重慶市 monorail 較新線 제 1기 project는(과좌형 monorail System을 채용 較場口~動物園, 연장 15.35km), 현재 노선이 개통되어서 운영도 시작되고 있다. 그것은 中國에 있어서 처음으로 中國의 특징을 갖는 도시궤도 교통 System인 것이다.

일본으로부터 도입상황(導入狀況)에 의하면 과좌형 monorail System은 아래와 같은 이점이 명쾌(利点, 明快)하다.

- ① 과좌형 monorail 교통 System이 좁은 도로, 작은 곡선반경, 기복(起伏)이 많은 급경사구간(최급구배 60%), 특히 개조, 개발이 되지 않은 도시부의 정비에 적응된다.
- ② 과좌형 monorail 차량의 차체가 짧고(길이 약 15m, 폭 2.9m) 축중이 가볍다. 전차선이 궤도 beam 兩側腰部에 설치되어 있으므로, 경관(景觀)의 영향이 적다.
- ③ 과좌형 monorail System의 공사건설비가 저렴(重慶市 monorail 較新線 현재의 건설비 계산에 의하면 km당 건설비가 2.5億元)하다.
단, 과좌형 monorail 교통 System은 아래와 같이 다시 개선(改善)을 요하는 부분도 있다.

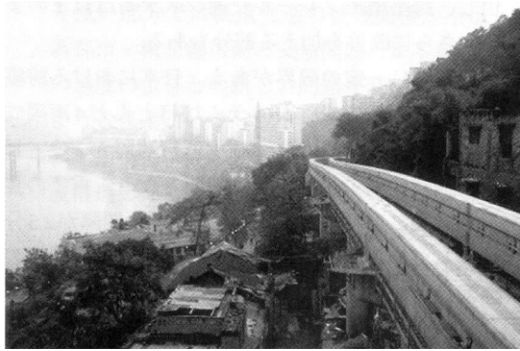


사진-1 중경의 하천변을 따라가고 있는 monorail 노선



사진-2 중경 monorail system의 고가노선

- ① 수송력에 일정한 한계(一定限界)가 있다. 일본에 있어서 과좌형 monorail 교통 system은 거의 4兩 편성과 6兩 편성을 채용하고, 최소운행간격이 3분이며 Peak시 수송력이 약 2만인/시간이 된다.

重慶의 장기계획에는 8兩 편성으로 최소운행간격이 2.5분으로 하고 있다. 그리고 반복종점(返復終點)역의 선형배치(線形配置)와 분기기술(分岐技術) 등에 개선을 실시(改善實施)함으로서 重慶市 monorail 較新線의 System 설계능력이 3만인/시간을 달성시켰다.

- ② 운행속도가 높지 않으므로 쾌속도달성(快速度達性)이 조금 떨어져 있다. 일본 monorail 교통 system의 운영상황 및 重慶 monorail 較新線의 설계경험에 의한 과좌형 monorail 교통 system의 평균운행속도가 약 30km/h정도밖에 되지 않음을 알았을 때, 그것은 보통의 鐵車輪軌道 교통 System의 운행속도보다 조금 낮아진 것은 重慶의 작은 역간격과 구배가 큰 것에 직접관계가 있다고 생각된다.

따라서, 이 System의 선택에는 어느 정도의 제약이 있으나, monorail 기술의 개선과 재개발에 동반하면서 위에 기술한 결점도 개선(缺點改善)되리라고 생각하고 있다.

1.2 重慶 monorail 較新線 공사개황

重慶 monorail 較新線은 中國에서 처음으로 과좌형 monorail system을 도입한 도시 궤도교통 project이며, 重慶市의 유명한 번화가 해방비(繁華街解放碑)에 위치하는 較場口역에서 출발하여 重慶鋼鐵公司의 소재지인 新山村의 종점역에 도달한다. 연장 17.54km, 역 17개소, 차량과 서리의 보수기지 1개소, 정차장 1개소, 主 변전소 2개소, 제어 Center 1개소. 제 1기공사는 較場口에서부터 大堰村에 이르며, 연장 14.35km, 역 14개소(고가역 11개소, 지하역 3개소), 大堰村차량기지, 大坪제어 Center와 동물원, 龍家 主 변전소가 있다.

운영초기에는 열차편성이 4兩편성(장기계획 8兩 편성), 최소운행간격 2.5분이 된다. 공사 총 투자액은 35.5億元, 그 중 꺾차관 271億엔(약 20億元 相當)을 이용하고, 다른 부분은 자기조달자금으로 사들인다. 킬로당 건설비가 2.47億元/km가 된다.

공사는 3기로 나누어 건설되었다.

제 1期(초기)는 동물원에 이르는 노선이며, 연장 14.35km, 역 14개소가 된다.

大堰村부터 新山村까지의 3역 3구간과 新山村 정차장의 부지를 포함한다.

제 2期(중기)는 大堰村부터 新山村까지의 노선을 정비하고, 차량편성의 위치상황에 따라 적당시기에 新山村 정차장을 건설한다.

제 3期(장기)는 較新線의 시설을 증설하는 것으로서 中深山으로의 연장노선의 계획부지를 포함한다.

표-1 較新線공사의 계통규모

항 목	초 기	중 기	장 기
설계년도	2007	2014	2029
Peak시 편도최대교통수요 (만인·회/시간)	1.26	2.24	2.74
차량편성(량)	4	6	8
운행간격(초)	180	150	150
최대수송력(만인·회/시간)	1.26	2.3	3.1
수송량(인/열차) 정원/만원	632/882	962/1,342	1,292/1,802
운행속도(km/시간)	30.6		

1.3 重慶 monorail system의 較新線의 설계상황

重慶은 中國에서도 유명한 山間都市이며, 시가지가 기복이 많은 지형에 위치해서 도시 부의 도로도 좁기 때문에, 보통의 鐵輪 System 노선 표준에 맞는 설계와 노선 표준에

맞는 설계와 노선 설정에 만족할 수 없는 실정이다. 그래서 重慶의 도시조건에 의하면, monorail의 작은 곡선반경과 강력한 등판력(登坂力)을 충분히 낼 수 있으므로, 重慶의 지형과 도로조건을 더욱 만족시킨다.

또, 노선선택의 어려움을 저감시키며, 건설투자의 규모를 유효하게 억제할 수 있는 것도 합리적(合理的)인 것이다.

표-2 第 1期 공사의 주요설계사양

기점종점	較場口~動物園
노선길이	14.35km (지하노선 2.43km 고가노선 11.92km)
노선기준	최소곡선반경 100m, 최대구배 60%, 표준선 간격 3.7m, 第 1期 공사최대구배 49%
역의 형식	14駅 (지하굴착시공 : 지하역 2개소, 노천굴착시공 : 지하역 1개소, 고가역 10개소, 고층고가 역 1개소)
역간거리	최소 590m (較場口 ~ 臨江門) 最大 1,560m (佛圖堰 ~ 大坪)
역의 형식	지하의 상대식 1개소, 지하성식 2개소, 고가의 상대식 10개소, 고가섬식 1개소 (동물원)
역의 구조	지하굴착시공의 역 (NATM공법채용), 고가역구조
지하구간	광산법굴착, 신오루법 시공
고가구간	항기초, T형, 역L형, 문형, 견Y형의 지주, 특수장대 span교, 분지교등
궤도보	본선과 출입선 (PC보, 역T형보, 강보, 차량기지 (PC보, RC보, 지면보))
PC보 구조	현지공장에서 이동형틀로 제조
PC보 받침	본선 : 주강받침, 차량기지과 지하역 : Gum받침
PC보 가설	가교기, 트럭크레인, 문형크레인 (지하구간)
분기	계19Set, 본선과 반환선 : 가요식 5Set 차량기지과 출입선 : 관절식 14set
입출구간 노선	복선 (출장선과 입장선을 분리, 서로 예비선으로서 사용)
급변전	110/10KV 주변전소 2개소, 견인변전소 7개소, 변압변전소 15개소, SCADA
견인망	DC 1,500V, 궤도보양측에 강제전차선을 설치
통신	광화이버전송, 무선통신집약, 유선라디오, CCTV
환경조화	지하 홈도어의 공조설비시스템, 고가의 자연통풍, 설비사무용실의 배치는 공정의 기준에 의함.
신호	초기 ATP+ CTC (중기보류 ATP + ATS, 장기 ATC 인터페이스), 차량기지가 전자연동을 채용. ATP신호전송은 ATC/TD 루프선을 채용, 시스템이 150초의 반복능력과 120초의 추적간격기준에 의거 설계된다.
급수배수	도시급수, 오수배수를 환경보호기준에 의거 처리한다. 지하역의 오수를

	흡상시켜서 배수한다.
소방	건축소방구간의 설치, 소방전과 물분사설비, 기체소화설비, 지하역에 물분사설비를 증설
차량스톱퍼	액압식 1개, 고무식 20개, 간이식 4개
FAS/BAS	모든 선에 FAS시스템을 설치, 지하역, OCC에 BAS시스템을 증설
OCC	1호 노선용기기실과 인터페이스를 확보.
차량기지	9.75ha, 차량기지, 총합보수, 재료창고, 훈련센터, 16열차의 유치선을 포함.
안전구원	종방향, 평행접근, 구원차견인, 차내강하, 지면구원
창구와 개찰구	역월에 의한 편도차표팔기, 킬로수와 시간의 검지에 의한 AFC방식의 인터페이스를 확보.
투자	총개산 35.5億元, 킬로당 건설비 2.47億元
공기	5년, 2000년~2005년

그러나, monorail 기술은 中國에서 처음 도입한 것이어서, 본 設計院을 포함한 국내의 관련 consultant는 monorail 기술채용(技術採用)에 관한 논증(論證)에서 重慶에 과좌형 monorail 교통 system의 도입에 대한 실사가능성에 대하여, 장기간에 걸쳐 수많은 기술 계획의 논증을 실시하였다. 그것은 여러 번이나 外國으로의 실지조사(實地調査), 기술자문, 자료수집, 번역(翻譯)자료의 이해, 중요기술의 특정문제의 연구(問題研究), 제품의 시작(製品試作) 등이다. 한층 더, infra시설의 건설에 관한 國家規定)에 따라, Pre F/S 보고서와 Project F/S 보고서 및 관련의 기술논증, 심사작업을 완성하였다. 교통수요예측의 조정, 건설이념의 경신, 연구작업의 진전 등에 동반해서 F/S보고서에 대하여, 3회에 걸쳐 크나큰 수정작업을 하였다(F/S보고서는 94년 판, 95년 Consulting 작업판, 95년판, 99년의 최종판).

1999년에 較新線 제 1기 Project가 실시단계에 들어, 2000년에 정식으로 안전이 성립되었다. 철도 제 2감찰설계원은 설계계약자로서 Project의 총체설계를 담당하여 2000년 4월에 총체설계를 완성하였다. 다시, 8월에 初步설계가 완성되고 그리고 심사의 승인을 얻었다.

2002년에 토목건축시공도의 설계, 기전설비(機電設備)의 user needs · list, 기술사양서, 설계연락작업 및 기전설비의 기술입찰서류의 작성을 완성하고, 2003년에 기전설비의 시공도작성을 완성하였다. 또, 건설중의 시공, 설계변경, 설비조정 등으로의 협력작업도 전개하였다.

현재, 공사설계가 이미 완성되어 선로는 운영에 들어갔다.

2. 重慶 monorail 較新線 설계작업의 분산배치(分散配置)

중경 monorail 교신선의 설계작업의 분담은 표-3과 같다.

표-3 설계회사의 작업분담

設計會社	설계분담의 내용
鐵道 第2勘察 設計院	총계약자와의 총체설계, 이하내용을 제외한 모든 설계작업
中國鐵道工程設計 諮詢集團有限公司 (舊鐵道專門設計院)	PC케도보 (鐵道 2院과 공동설계)
鐵道 第1勘察 設計院	臨江門 ~ 李子壩구간교량설계 (케도보는 제외)
重慶公科道路勘察設計院	解放碑, 大坪터널구조설계
上海鐵道軌道交通設計院	黃花園역
北京都市建設設計有限公司	牛角沱역, 謝家灣역, 楊家坪역
中國鐵道電氣化勘察設計研究院	給電系統 (차량기지는 제외)
重慶市 電力設計院	童家灣, 動物園 주변전소
重慶市 人民防空設計所	人民防空공사설계
重慶市 勘察設計院	조사, 측량작업

3. 重慶 Monorail 較新線의 기술창조(技術創造)

3.1 수송력의 향상(輸送力向上)

重慶 monorail 較新線의 前期연구작업을 전개하고 있을 때, monorail 수송력에 대한 연구를 여러 번 실시하였으므로 중경의 과좌형 monorail 도입 및 中國에서의 monorail system의 보급을 촉진(普及促進)하고, 장래에 실시가능성(實施可能性)도 커졌다. 그 성과는 日本의 monorail 기술에 근거해서 3万人/時間 이상으로 수송력을 향상시킨 것이다.

현재, 日本에서 개통하여 운영하고 있는 monorail system은 열차편성이 최대 6兩, 운행간격이 최소 3分으로 되어 있는 것은 中國의 기준 계산에 의하여, 계통의 최대수송력이 1.924万人/時間이 된다. 이와 같은 계통수송력(系統輸送力)이 중경 monorail 교신선의 장기계획인 교통수요량(交通需要量) (편도 peak시 이용자수 2.74万人/時間)을 만족시킬 수 없으므로 열차편성과 운행시격에 대하여 상응조치(相應措置)를 취해서, 문제를 해결하지 않으면 안 된다.

당시 논증회(論證會)에 참가한 전문가와 설계원(專門家·設計院)의 견해에 따라 중경시와 같은 산간부 도시(山間部都市)에 대하여 과좌형 monorail이 적합하지만 수송력이 較新線의 교통수요예측을 만족시키지 못한다면 monorail을 채용할 수가 없다. 동시에 monorail system의 수송력을 3万人/時間이상으로 향상시키지 않으면, 이 System은 中國에서의 보급에도 영향이 있을 것이다.

그렇기 때문에 열차편성 최대 8兩, 운행시격 최소 2.5分이라는 조건을 dema로 해서, 특별한 총합연구(總合研究)를 하고, 또, 中日쌍방의 전문가로부터 기술 advice를 받았다. 최후에는 8兩의 열차편성과 2.5分의 운행시격의 규준(規準)을 실행할 수 있도록 인정(認定)하였다. 따라서 較新線의 System수송력이 3萬人/時間이상으로 향상되었다.

3.2 PC케도보 조립공정기술의 돌파(組立工程技術突破)

「지주와 보의 동시시공」

중경의 較新線공사에서는 시공방법에 여러 가지 공부를 시켜 애를 먹었다. 우선, 지주(支柱)의 시공을 한 후에 보(桁)를 가설하는 방법을 고려하였으나, 그 방법을 채용하면, 교량의 지주와 케도보를 동시에 제작과 시공을 할 수가 없다. 그렇게 하면 공기도 길게 된다. 또, 과좌형 가교기(跨座型 架橋機)와 보운반차로 PC보를 가설하려면, 가설을 위한 평행작업이 되지 않으므로 공기가 건설요구를 더더욱 만족시키지 못한다. 건설기간을 단축시키기 위해서 지주, 케도보의 동시시공이라는 발상(發想)이 나왔다.

시행주체(施行主體), 설계감리와 시공회사 및 전문가에 의한 기술논증과 시공비교를 통해서, 직선구간에서의 교량지주(橋梁支柱)의 주강지승(鑄鋼支承)의 anchor box의 좌표, 방위각, Cant 구배를 기본적으로 기준범위에 설정할 수 있는 것을 알았으므로, 제 1기공사는 지주, PC케도보의 동시시공법을 채용하였다. 즉, 직선구간에 있어서, 우선 PC케도보를 제조하여 놓고, 그리고 지주를 시공하는 등의 순서이다. PC케도보의 제조 오차(製造誤差)를 교량지주의 주강지승 anchor box의 좌표, 방위각 Cant구배의 조정 data로 한다. 곡선구간에서는 지주시공을 한 후에 보를 가설하는 방법을 채용한다.

이점은 일본의 과좌형 monorail시공법과 달라서, 이번 project의 케도보교의 가설특징이며, 중국의 특징을 갖는 monorail system의 건설기술에 있어서도 하나의 새로운 돌파(突破)이기도 하다.

3.3 고가역(高架驛) 구조에 관한 이론의 진화(理論轉換)

보통설계로는 고가역에 역과 교량을 일체화(一體化)하는 구조를 채용하지만, 지금에 와서는 중국에 적합한 고가역 구조설계기준이 아직 제정되어 있지 않다. 동일구조(同一構造)에 대하여 건축구조부분이 공업민간건축의 기준(民間建築基準)에 적용되고, 교량부분이 철도기준(鐵道基準)에 적용된다. 당시의 설계로는 건축구조기준이 신뢰성의 이론에 의한 극한상태법(極限狀態法)을 채용하고, 철도교량의 기준이 전통적인 허용응력법(許容應力法)을 채용하고 있다. 이 2종류의 구조계산방법이 하중계수(荷重係數), 계산이론(計算理論), 파괴규칙(破壞規則)에 있어서 크게 틀리고 있다.

그 후, 논증과 연구를 신중(慎重)히 하고, 여러 방안의 논증에 의하여 구조물의 명확한 분류, 실제하중의 transfer, 구조의 독자기준(獨自基準)에 의한 설계와 각종 방법을 채용하였다. 그것에 의하여 위에서 기술한 문제들을 잘 해결하고, 동일구조에 대한 2중

류의 기준에 따른 시공관계를 적절하게 처리하였다.

3.4 PC보 가교기(桁架橋機)의 가설기술(架設技術)

重慶 較新線 제 1기공사는 2 Tunnel의 구간이 지하노선이며, 그 이외의 노선은 고가 노선이다. 그 가운데 약 50%의 노선이 도로의 중앙에 설치되었고, 그밖에 50%의 노선이 喜陵江 연변도로중앙 및 옆 방향의 급경사에 위치되는 佛圖關의 삼림공원내(시공용 도로 없음)에 설치되어 있다. 더욱이 重慶市는 도로가 좁고, 급한 언덕길과 급Curve가 많으므로, 보의 운반과 truck crane으로 보를 가설하는 조건이 갖추어져 있지 않아, 여러 가지를 검토한 결과, 모든 선구를 가교기로 보를 가설하는 방안을 채용하였다.

한편, 기술의 논증과 방안의 검토를 하고, YQ형 monorail 가교기와 YL60형의 monorail보 운반전용차의 연구와 제조를 성공시켰다. 현장에서 조립하고, 조정, 가설 test 작업을 실시한 다음부터, 이 가교기에 의한 대부분의 궤도보의 가설작업이 이미 완성되었다. monorail 가교기 기술은 較新線에서의 사용이 성공이었다고 할 수 있다.

그 전용(專用)기술 및 외국(外國)기술의 도입과 이해(導入·理解)의 토대에서 공사의 실상을 거울삼아, 연구한 것이므로 monorail 건설사(建設史)에 있어서 위 해당기술의 공백부분(空白部分)을 메울 수 있었다.

3.5 고층고가역(高層高架驛)의 건축기술

重慶 monorail 較新線 제 1기공사의 설계에 의해서 고가역을 고층 building속에 설치하였다. 그리고 부동산 회사와 합작하여 역을 건설하는 것도 重慶 monorail 李子壩驛의 하나의 큰 특징이다.

이와 같은 역은 중국에서도 처음 있는 일이다. 역이 고층건물의 6,7층을 관통(貫通)하고, 역의 lobby이하 5개 층 부분이 사무용 building, 역 home 이상 11개 층 부분이 주택으로 되었으며, 고층건물 전체의 높이는 63.4m가 된다.

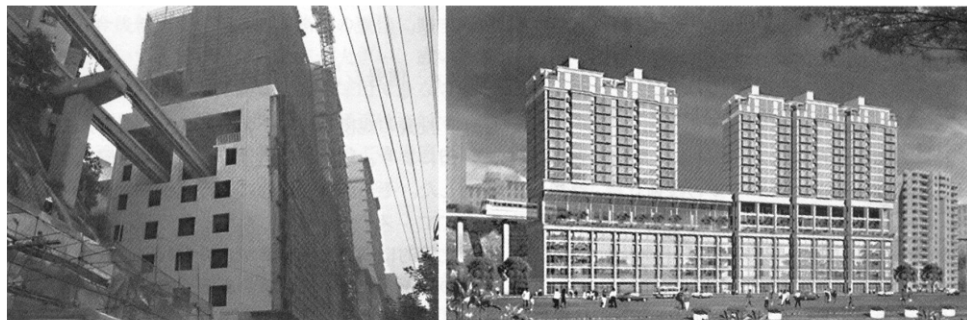


사진-3 중경 monorail system 李子壩高層高架驛

4. 中國에서의 과학형 monorail 설계응용에 유의해야 될 문제점

4.1 수송력의 문제(輸送力問題)

Monorail System의 수송력에 대하여, 重慶은 장기계획(2029년)에 열차편성 최대8량, 운행시격 최소 2.5분, 수송력 3.1万人/時間으로 하고 있으나, 현재, 이 계획은 달성하려는 것은 아니다. 금후, 반복능력 2.5분과 신호추적시격(信號追跡時隔) 2분의 기능을 만족시키기 위해서 일정기간에 monorail 신호 system에 대하여, 더욱더 연구할 필요가 있다. 이 목표의 달성은 당연한 것으로 생각하지만, 금후, 연구 개발하고자 하는 전개방식과 시기(展開方式時機)에 의하여 이루어질 것이다.

동시에 monorail에 대한 합리적인 기준(規準)이 6량의 열차편성과 2분의 운행간격이다. 이것은 중국의 궤도교통기준을 만족시키는 최저한의 목표이며, peak시의 1시간에 30열차(왕복)의 운행시격, 3万人/時間의 중등 수송력을 만족시킨다. 단, 이것을 보증하기 위해서, 더욱더 새로운 신호 system을 개발할 필요가 있다. 동시에 분기기 전철속도(轉轍速度) 향상에 연구를 전개하여 더욱더 monorail system규모의 배치를 최적화(最適化)시켜야 된다.

4.2 Monorail System 설계에서의 특수기술(特殊技術)

설계자의 각도에서 보면, monorail system에서의 특수한 기술은 monorail의 기술사양, 노선, 한계, 차량, 궤도보, 고가역, 급전, 신호, 분기, 설비보수 등 전문분야 또는 System에 구체화(具體化)되어 있다.

중국은 처음으로 monorail을 건설하였으나, 현재 입수(入手)한 일본의 monorail기술 자료에 의하면, 일본에 있어서도 monorail의 설계에 관한 국가 level의 통용설계기준이 되어있지 않은 것이 실상이다. 더욱이, 일본의 노선이 각자 기준(各自基準)에 의해서 건설되었기 때문에, 정비연대에 의한 monorail설계기준으로 재인식과 변경되는 상황도 있다. 이와 같은 일은 monorail기준의 준거(準據)에 큰 곤란을 갖게 하였다. 그래서 설계 중에 기술문제를 적절히 지도하기 위해서, 다양한 조건을 보충하여, 완전히 기준이 되도록 대응하여 왔다.

어찌됐던, 중국에 적응하는 monorail system의 건설설계기준과 기술사양이 아직 완전히 되어있지 않음으로 금후의 설계에서는 기준의 총괄과 조정이 필요하며, 이것에 의해서 중국의 monorail 건설기술을 향상시키고 동시에 규범화될 것으로 생각된다.

한편, 설계구상(構想)과 수법(手法) 등 monorail의 특유기술에 관해서는 금후, 설계시에는 그것을 충분히 중시하고, 확실한 monorail의 특징에 따른 설계작업을 전개해 나가지 않으면 안 될 것이다.

4.3 설계전문작업의 분담(專門作業分擔)

(1) PC 궤도보는 monorail설계에 있어 복잡한 계통공정(系統工程)이며, 철륵(鐵輪) system의 고가구조와 틀린 것이다. 그것은 하나의 전문뿐 아니라, system으로서 처

리하여야 된다. 이 system은 노선(路線), 구조(構造), 기전(機電) 설비와 전송(傳送) system에 의해서 구성되고 있다.

(2) monorail 분기기(分岐器)는 기전설비 일체화가 된 것으로서 복잡하다. 그것은 토목, 기계, 전력, 제어에 밀접한 관계(密接關係)가 있으므로, 설계와 조립에서 전문적인 협조(協助)와 interface관리에 충분히 유의하여야 한다.

(3) 차량기지의 배치방식과 보수설비는 철륵계통(鐵輪系統)과 본질적인 구별이 있어서, 철륵계통의 차량기지설계방식으로, monorail 차량기지, 특히, 구내도로, 보수통로와 대차의 보수공정의 설계를 한다는 것은 되지 않는다.

4.4 신호 system의 단계적인 설치(段階的設置)

투자의 규모와 일본 monorail 기술도입 등의 원인에 의해, 단계적으로 신호 system의 설치방안을 채용하였다. 그 면은 합리적으로 보이지만 최초부터 완전한 ATC system을 도입하지 않았으므로 초기의 운영에 비교적 높은 관리수준이 요구된다. 동시에 금후의 기술의 개혁과 갱신에도 어느 정도의 곤란은 있을 것으로 생각된다. 그러기 때문에 금후, monorail의 설계시, 우선, 일본의 monorail 기술을 충분히 이해한 다음에 건설초기에 완전한 ATC system을 도입할 것을 제안(提案)한다.

4.5 선형의 배치관계(線形配置關係)

Monorail system에 있어서 분기기(分岐器) 설치에 충분히 중시(重視)해야 할 필요가 있다. monorail의 분기기는 관절식(關節式)이거나, 관절가요식(關節可撓式)이거나, 복잡한 기능이 있고, 설비 Cost도 높다. 그것은 고려해야 될 중요한 요소이다. 그 때문에 설계중 상호간에 모순되는 운영의 유연성과 공사투자시 경제성의 이해관계를 배려하고, 일정운영 service level을 보증할 것을 전제로 하여 data를 선택하여 선형설계를 전개하여야 한다.

4.6 차량기지의 능력 및 연신공사(延伸工事) 운영후 시설의 증설

重慶 較新線 제 1기공사의 차량기지는 大堰村에 설치하였으나, 기지용 부지(敷地)의 제한으로 정차 space가 초기 차량수만 충족되었다. 연장선의 완성과 운영후, 열차편성의 변경 없이, 또, 3분 운행시격을 보증한다면 大堰村부터 新山村에 이르는 구간에 기지를 신설할 가능성이 있다. 이리하여 증가된 차량의 유치(留置)문제를 해결한다.

4.7 Monorail system 도입의 경제성(經濟性)

較新線 제 1기 공사설계중에 지하노선의 비율은 높지 않아서 2.43km뿐이다. 그러나 설계중에 그 지하구간의 Tunnel(궤도보를 포함)의 연장 meter 단가(單價)가 철륵

system보다 높다는 것을 알았다.

그 원인을 분석하면 시공공간(施工空間)이 철륵 system보다 약 1m가 높다. 기타, Tunnel내에 부설하는 궤도보(軌道桁)와 지승(支承 : Support)의 비용도 무시할 수 없는 요소이다. 실제로는 Tunnel구간에 교량의 상부구조와 지승을 가설하고 있다. 따라서 금후 궤도교통 System 노선의 정비에 관한 경제성에 대하여, 지하노선의 비율이 크거나, 혹은 monorail 표준보 경간의 고가노선을 채용할 수 없는 경우는 monorail과 철륵 system의 경제성에 대한 기술과 경제방안을 만들어, 그 비교에 의한 최적의 것을 선택한다.

4.8 설계기준(基準) 및 관련규범(規範)

重慶 monorail system의 설계를 전개하고 있을 때, 中國에는 과좌형 monorail 설계 기준과 규범이 아직 불충분하다고 감지하고 있다.

도시궤도교통의 규범에 준거하는 외에는, 모든 설계에 있어서 국가상이(國家相以)의 전문규범을 대신해서 사용하고 있는 것이다.

Monorail System의 특별한 기술부분에 대해서는 日本의 설계규범에 근거해서 설계 지침이 만들어 졌고, 전문가의 논증(論證)을 거쳐서 실시하고 있다. 그러기 위해서 수많은 설계에 관한 원칙(原則)의 제정(制定), 논증(論證)과 공표(公表), 실시(實施) 등의 작업(作業)을 전개하여 왔다.

Monorail의 기술이 중국에서 보다 넓은 보급을 동반하여, 가능한 한 빠른 시기에 관련된 monorail 설계기준(건설기준과 규정을 포함)을 제정하지 않으면 안 된다고 생각하고 있다.

5. 마무리

본문은 重慶市 과좌형 궤도교통 project의 설계에 종사하여온 경험과 과좌형 monorail의 인식에 따라 설계의 시각(視角)에서 重慶의 과좌형 monorail 채용에 의한 기술의 돌파와 개시(突破改新)에 관해서 기술하였으며, 重慶내지는 中國의 monorail 기술도입시의 설계에 유의사항(留意事項)을 지적하고 있다.

重慶 較新線의 설계와 건설의 완성으로 새로운 궤도교통노선이 개통되었다. Monorail이 山間都市의 아름다운 山水를 달리고 있어, 重慶시민의 생활에 그 나름대로의 역할을 이루고 있다.

수년간에 걸쳐서 重慶 monorail system의 건설상황을 되돌아보면, 重慶의 건설자들에게 기술과 관리의 경험을 조금이라도 남겨놓고 싶은 생각을 갖고 있다. 그것은 설계작업요령을 인계할 수 도 있기 때문이다. 수많은 동업자의 공동노력에 의해서 重慶과 中國의 도시궤도교통의 건설이 보다 훌륭한 발전을 이루어 갈 수 있도록, 또, 거듭나는 연구와 개발로부터 monorail 궤도교통 system이 중국에서도 커다란 역할의 성과를 거두기를 마음 속 깊이 원하고 있다. 끝.

[참고인용 문헌]

モノレール(誌) No.109 - 日本モノレール協會 2005 -

※ 特輯/重慶 monorail 開業と 都市 monorail 國際 Symposium