

일본 터널현장 및 유지관리시스템 견학을 다녀와서

김동현*

2000년 1월 16일부터 22일까지 7일동안 일본의 장대터널과 교량의 공사현황 및 유지관리시스템 시찰을 위하여 필자가 근무중인 삼보기술단 직원 32명과 한양대학교에서 교통공학을 전공하는 2명의 대학원생으로 구성된 연수단이 일본을 방문하였다. 개인적으로 4년전 소프트웨어 교육을 받기 위해 북해도를 방문했던 적은 있으나, 일본의 건설문화를 직접 접한 경험이 없어 이번 방문이 설레임으로 다가왔다. 주요 방문현장은 지하철터널로서 쉘드공법을 적용하여 공사가 진행중인 미라도미라이 21호선과 지하도로로 NATM에 의해 시공중인 나카다터널 현장이 계획되어 있었다. 또한, 선진화된 유지관리시스템은 동경만 횡단도로상의 연장 9.6km의 해저터널과 연장 11km의 산악터널인 관에쯔터널을 방문하여 그들의 기법을 체험하였다. 그 외에 많은 장대교량을 방문하였으나 필자의 전공이 지반공학 분야라서 그런지 장대교량은 단순히 그 장엄함과 미적감각에 감탄을 자아낼 뿐 터널현장 방문시와는 달리 고민하는 엔지니어와 현장기술자의 여러 모습들이 떠오르지 않아 일종의 직업병이 아닐까 하는 생각에 쓴웃음이 나왔다.

다수의 인원이 이동하는 연수의 효율적 운영을 위해 일정계획, 방문기관, 건설시설물(교량, 터널, 지하구조물 등)현황, 연수단조직, 상세 일정계획등 설명회를 가진 후 일요일(1월 16일) 아침에 동경행 항공기에 몸을 실었다. 나리타공항에 도착하여 JR Pass권을 교환한 다음 연수단의 첫 번째 방문지인 동경으로 향하기 위해 급행 열차에 몸을 실었다. 신간선이 출발하자 우리나라와 매우 유사한 풍경들이 창밖에

나타났다. 다만, 농촌의 농노로 보이는 구조물까지 아치고, 강교로 건설되어 있어 "이곳이 일본이구나!"하는 느낌이 들었으며, 앞으로 이들이 자랑하는 구조물 견학이 기대감으로 다가왔다. 호텔에 도착하여 짐을 풀고 휴식을 취한 후 저녁에는 동경시내를 구경 할 수 있도록 자유시간이 주어져서 아키아바라, 신주쿠 등 평소 말로만 듣던 일본의 거리를 활보하며, 이국의 정취를 만끽하였다.

연수 둘째날 방문한 동경만 횡단도로(Aqua line)는 가와사키와 키사라즈를 연결하는 총연장 15.1km의 도로로서 해저터널 9.6km와 교량 4.4km 및 연결 부분에 해상휴게시설로 활용중인 인공섬 우미호타루(Umihotaru)로 구성되어 있었다. 우미호타루는 '바다의 개똥벌레'라는 뜻으로 일반인 20,000명이 공모하여 지어진 이름으로 타이타닉호의 이미지를 넣어 건설하였으며, 동경만 횡단도로의 전시관을 만들어 관광명소로 운영하고 있었다.

건설사업은 민자유치 방식으로 동경만 횡단도로 주식회사가 주관하였으며, 일본 도로공단에서 20년에

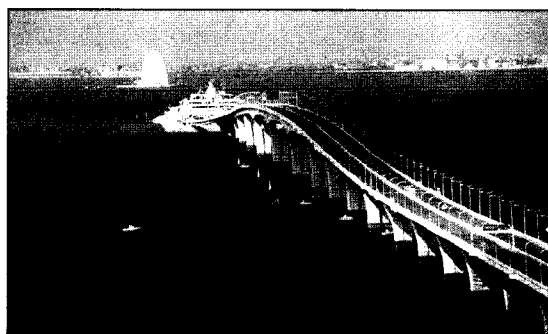


사진 1. 동경만 횡단도로(AQUA-LINE)전경

* 정회원, (주)삼보기술단 지반공학부 차장



사진 2. 피난갱으로의 연결터로

걸쳐 계획, 조사 및 설계를 수행한 후 10년의 기간에 걸쳐 건설되었다. 본 도로의 주축을 이루고 있는 터널은 직경 14.4m의 쉴드공법이 적용되었으며, 해수면 아래 약 60m에서 굴착이 진행되었으므로 쉴드장비는 6기압의 압력에 견딜 수 있도록 설계되었다고 한다.

환기방식은 종류식을 기본으로 수직갱 1개소와 출구부에 천장형 집진기 5개소를 설치하였다. By-Pass 갱에 의한 집진설비는 공간적 제한으로 설치에 어려움이 있어 천장형 집진기로 계획하였으며, 수직구의 환기탑은 해상에 해양의 이미지를 넣어 돛단배형식으로 만든 인공섬을 만들어 '바람의 탑'이라고 명명하였다. 물론, 이 시설물 역시 단순한 기능부여가 아니라 하나의 작품으로 승화시킨 듯 하였다. 부대시설중 특이한 사항은 원형 쉴드공법으로 시공한 특성을 살려 상단아래 공간을 대피시설로 활용한 점이다. 또한, 터널내 청소는 공동구 상단에 설치된 레일을 따라 청소용 로봇을 사용하여 1년에 2회 시행하고 있어 유지관리를 고려한 설계 시공의 흔적을 찾을 수 있었다.

그러나, 어렵게 만들어진 이 도로가 승용차 4000엔, 대형버스 6600엔인 비싼 통행료로 인해 차량이 거의 없어 스산한 느낌마저 주는 것을 보고 공학이란 경제성과 밀접한 관련이 있다는 것을 재삼 느낄 수 있

었다.

연속적으로 동경시내의 미라도미라이 21호선 지하철 현장 견학이 이어졌다. 미라도미라이 21호선은 요코하마에서 모토마치까지 운행하는 지하철로서 연수단의 견학지역은 고층건물 지하관통부와 하저터널 구간 및 주택가 통과부가 포함된 난공사 구간이었다. 터널통과구간은 전반적으로 암상태가 불량한 이암층으로 굴착공법은 쉴드공법을 적용하였으며, 구간에 따라 단선병렬터널 혹은 복선터널로 건설하고 있었다. 지반상태가 양호한 곳에서는 세그먼트 연결볼트가 없이 플라스틱 재질의 썬치인 다웰바(Dowel Bar)로 연결하고 있으며, 일부 세그먼트는 한국에서 제작된 것을 수입해서 사용하고 있었다. 쉴드공법은 방수가 완벽히 이루어지도록 시공하는 것이 중요한데, 이 현장에서는 하저 통과구간에서도 누수의 흔적이 전혀 없어 절로 감탄이 나왔다. 쉴드공법은 국내에서 시공실적이 별로 없는 공법이어서 접할 기회가 없었으나, 일부 세그먼트가 한국에서 수입해온 것이라는 현장관리자의 설명에 우리의 기술력이 뒤떨어진 것이 아니라 필요성이 적은 것이라고 위안을 삼을 수 있었다.

저녁시간에는 일전에 설계를 같이 수행한 적이 있는 야치오엔지니어링(주) 회장일행과 일본토속음식인 "칸고" 냄비음식과 정종을 마시면서 환담을 나누며 일본의 전통문화와 식생활문화를 다소나마 느낄 수 있는 기회가 주어졌다. 특히, 우리와는 정반대의 개념으로 약간은 어색했지만 술잔은 항상 가득 담겨 있어야 되는 침잔문화를...



사진 3. 우측부터 필자, 견학안내를 한 야치오의 이상균씨, 연수단의 유일형과장

연수 삼일째, 본 연수에서 가장 중요하게 여긴 관에 쓰터널로 향하기 위해 동경에서 1시간 넘게 신간센을 타고 에치코유자와라는 곳으로 향했다. 관에쓰터널은 1970년에 기본계획을 수립하여 4차선 계획중 하행선을 먼저 시공하여 1985년 2차로 대면교통으로 선 개통시킨 후, 1991년 전 노선이 개통된 연장 11km의 장대터널로 총사업비 1060억엔이 투입된 대형공사였다.

터널은 상·하행선 터널과 서비스 터널로 구성되어 있으며, 서비스터널은 본갱시공을 위한 지질조사, 배수, 환기목적으로 이용하고 개통후에는 피난연락경으로 사용하고 있었다. 피난연결통로는 50개, 집진기실은 9개로 구성되어 피난시 1분 후에 피난문이 자동으로 닫혀서 화재등에 의한 피해를 줄일 수 있도록 계획되었다.

중앙 관리실은 평소에는 개방을 하지 않는 곳이지만 일본도로공단 관계자의 안내로 특별히 개방하여 성의있는 설명을 들을 수 있었다. 중앙 관리실에서는 CCTV등에 의해 교통의 흐름, 화재, 교통사고등 모든 현황을 모니터링하여 터널 시·중점 및 내부에서 교통량의 진행을 제어, 통제하여 모든 사항을 전광판으로 운전자에게 알릴 수 있는 자동화시스템이 되어 있었다. 또한 터널청소는 동경만 횡단도로와 유사하게 검사원 통로에 레일을 설치하여 유지보수차량을 이용하여 터널벽면 청소, 조명기구 청소 및 터널시설 점검 등을 수행하였다.

본 지역은 스키장이 유명한 관광지로 시공당시에는 자연환경 훼손을 최소화하기 위하여 헬기를 이용하여 자재를 운반하였으며, 터널내는 물론 외부의 청정지역을 보존하기 위하여 종류식 환기방식을 기본으로 수직갱과 전기집진기를 병행 사용하였다. 또한, 용설 시스템, 회차로, 체인탈착장, 눈사태 방지시설, 갱구부의 과도한 설하중을 고려한 계획 등등 세심한 공사 계획을 느끼며, 필자도 언젠가는 이런 대형 프로젝트에 참여기회가 주어졌으면 하는 생각이 들었다.

일정 나흘째에는 동경에서 오사카로 이동하였다. 오사카는 한신고속도로 공단에서 운영하는 지역으로 공단에서 나온 요시타씨의 안내를 받아 구조물의 전반적인 현황을 둘러볼 기회가 주어졌다. 본 지역이 우리에게도 기억이 생생한 고오베대지진의 발생구역이나 5년이 지난 이제는 복구가 완료되어 TV에서 보았던 참혹한 모습은 찾을 수 없었다. 단지, 고오베 대지진시 파괴되었던 교량일부를 전신해 놓은 자료관을 둘러보고 거대한 구조물을 옛가락처럼 휘게 만든 자연의 위력을 실감하였다.

한신고속도로 공단에서 첫 번째 방문지는 주정북 출입로 하부공사 현장으로 도심지에 건설되는 현장으로 미관을 고려하여 원형인터체인지 중앙에는 건물처럼 음악당을 건설하고 있었다. 또한, 도심지의 건물들을 철거할 수 없는 실정이어서 도로선형을 건물을 통과하는 것으로 계획하고 있었다. 이 사실보다 더욱 놀라운 것은 인터체인지 기초 케이슨이 기존의 지하



사진 4. 서비스터널 입구에서 (중앙이 필자)



사진 5. 나카다터널의 막장견학

보도 및 지하철 구조물과 70cm, 22cm 이격되어 특별한 대책없이 시공되어졌다는 사실이다. 국내에서는 보강대책의 수립없이 이루어지기 힘든 일인데 이곳에서는 정밀시공으로 극복하였다는 사실에 절로 감탄이 나왔다.

연이어 방문한 나카다터널은 도심지 하부를 통과하는 지하도로로서 NATM에 의해 시공되고 있었다. 통과구간의 지질상태는 '오사카암'으로 불리는 지층으로 손으로 누르면 바로 부서질 정도의 강도특성을 갖고있어 굴착기계에 드릴링하여 굴진하며, 보조공법으로는 엄브렐라(Umbrella)공법을 적용하고 있었다. 미라도미라이 21호선 지하철현장에서 느꼈던 현장의 청결함은 쉴드공법이라 가능하다고 평가절하 하였던 필자는 이 곳에서 또다시 그들의 청결의식에 놀라움을 금치 못했다. 우선, 발생된 버력을 처리할 때 분진 발생을 방지하기 위해 굴착기계에 파이프를 연결하여 막장에서 200~300m 떨어진 곳으로 자동 처리하고 있었다. 또한, 공사중 배수로는 양측면에 콘크리트 U형관으로 유도하고 있었으며, 작업자 및 현장 방문자의 통행로를 라바콘을 설치하여 양측면으로 유도하고 있었다. 견학을 마치고 나오는 길에 흙문은 장화 씻는 곳이 설치되어 있어 마지막 순간까지 그들의 세심함을 느낄 수 있었다.

이후 이틀동안의 일정은 세계최장의 현수교와 사장교인 아카시대교와 다다라사장교를 비롯하여 교량 위주로 견학하며, 구조물의 장대함과 더불어 아기자기한 미적감각에 신경쓴 흔적을 발견할 수 있었다. 교량 및 터널의 장대화는 섬이 많은 지형적 특성에 기인했다고 할 수 있으나, 전반적으로 교통량에 비해 구조물이 장대하다는 느낌이 들어 국부(國富)의 표현이 사회간접 시설 곳곳에 반영된 듯한 생각이 들었다.

이번 견학에서 일본의 건설문화를 보고 배운 점은 우선, 설계자의 의도가 틀에 박혀있지 않고 자유롭다는 점이다. 이는 계획, 조사, 설계에 많은 투자가 이루어지며, 설계자의 의도를 최대한 존중하여 구조물이 건설되는 풍토가 정착되어 가능한 것이라 생각하였다. 항상 유사한 내용의 설계도서 작성에 약간의 변화로 큰 틀에서 벗어나지 못하는 우리에게 비해 일본 기술자들은 항상 새로운 면을 추구하는 창의성과 도전정신을 실현하는 것 같아 부러움과 부끄러움이 교차하였다. 끝으로 가장 인상깊었던 점은 각종 구조물의 기능을 단순화시키지 않고 세심한 부분까지 미적감각을 부여하여 주변환경과의 조화를 도모하였으며, 더 나아가 관광명소로 발전시키고자 노력한 점이다. 이것이 우리가 나아갈 방향이 아닐까 하는 생각을 하면서 서울로 향하는 비행기에 탑승하였다.

한국지반공학회 논문집 정기구독 신청 안내

회원 여러분의 안위를 기원합니다.

1999년 1월부터 우리학회의 간행물이 학회지와 논문집으로 분리 발간되고 있습니다. 학회지는 매월 무가로 회원들께 배포되며, 논문집은 유가로 1년에 20,000원의 구독료를 납부하고 받아 보실 수 있습니다. 필요하신 회원은 다음 사항을 참고하셔서 논문집 구독 신청을 하시기 바랍니다.

다음

- 구 독 료 : 1년 6회, 20,000원
- 신청기한 : 수시(단, 신청시점이 구독료 납부 회계시점임)
- 입 금 처 : 한국주택은행 (예금주: 한국지반공학회) 534637-01-002333

* 입금 후 반드시 학회 사무국(02-3474-4428, 7865)으로 연락하여 확인하시기 바랍니다.