

터널 정보화 기술동향 파악과 방향 모색

[International Symposium on Deformation and Progressive Failure in Geomechanics를 다녀와서]

박부성 / 연구개발부 대리

G-7과제의 일환으로 고속철도 건설 공단 주관하에 당사 기술 연구소에서 연구중인 "고속철도 대단면 터널의 정보화 시공" 및 대만 고속철도 대안 설계를 위한 자료수집 및 선진기술의 동향 파악을 목적으로, 10월 4일부터 7일까지

일본 나고야에서 개최된 Deformation and Progressive Failure in Geomechanics에 관한 국제 심포지엄에 참가하였다. 또한, 당사와 자매결연 관계인 마에다 건설이 시공 중인 동경 도심의 지하철 건설 현장과 동경 대학 연구소도 방문하였다.

지진이 자주 발생하는 일본은 지형적으로 국토의 대부분이 연약지반인 관계로 지반관련 분야의 학문과 기술이 발달해 있으며, 이 분야의 국제적인 학술회의를 매년 개최하고 있다.

김포공항을 출발한 일행은 오후 2시경 일본 나리타 공항에 도착하였다. 수속을 마친 즉시 깔끔한 공항청사를 뒤로 한 채 학술회의가 열리는 나고야로 이동하였다. 동경에서 나고야까지의 거리는 366 km이나, 고속철도인 Shinkansen을 이용한 결과, 100분 정도 후에 나고야 역에 도착할 수 있었다. 평균 속도 220 km/hour! 고속철도 건설의 필요성을 새삼 느꼈다. 공항에서 Shinkansen 연결역사까지 Narita Express(고속열차)를 이용하였는데 이 열차는 우리나라의 우등열차와 진배없었으나, Shinkansen으로 갈아탄 순간부터 그 외양의 수려함은 뒤로 하더라도 진동이나 소음을 거의 느끼지 못할 정도로 환상적이었다. 특히 철교를



심포지엄 개최장소인 나고야 Congress Center 앞에서

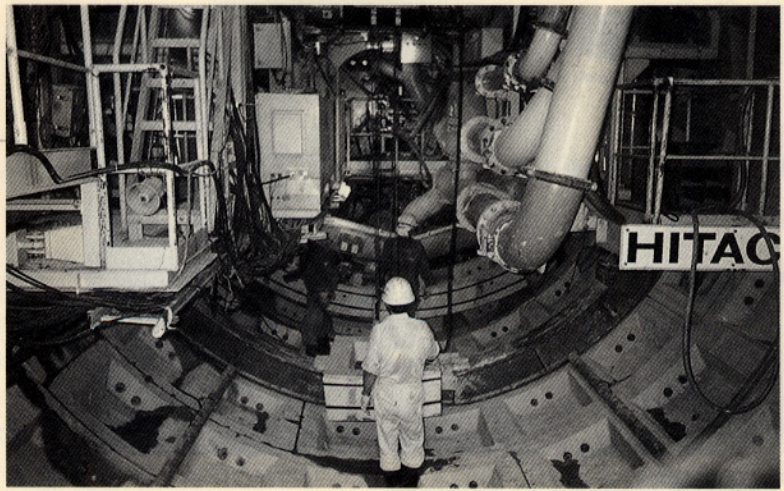
통과하는 순간에도 이음부의 소음을 거의 느끼지 못할 정도였다.

나고야에 도착한 후 학술회의가 열리는 Congress Center 근교의 Park Side Hotel에 숙소를 정하고 15분간의 시차(?)를 적응하기 위해 나고야 시내를 방황하였다. 도시 한복판에 위치한 고성, 잘 가꾸어진 가로수, 잘 정비된 도로망 등 깨끗함을 느끼게 하는 거리 풍경이었다. 나고야는 326km²의 면적에 약 215만명이 살고 있으며, 250년 역사의 나고야 성과 일본 최대 규모의 정원 등 전통적인 일본의 매력을 지닌 고전과 현대가 복합된 도시이다.

5일 아침 심포지엄이 개최되는 나고야 Congress Center에 도착하였다. 나고야 Congress Center는 3,012명을 수용할 수 있는 다양한 크기의 25개의 Room을 갖추고 있는 4개의 건물로 이루어진 복합건물이다. 작은 도시에도 이런 대규모의 회의 시설이 있다는 것이 부러웠다.

국제 행사가 열리는 행사장치고는 너무나 조용하고, 플래카드 및 안내 시설이 보이지 않아 순간 잘못 찾아온 것이 아닌가 하는 생각이 들기도 하였다. 하지만 회의장에 들어선 순간부터 주최측의 치밀한 준비와 빈틈없는 심포지엄 운영을 보고, 겉으로의 화려함보다는 내실을 중시하는 태도는 배울만 하다는 생각이 들었다.

이번 심포지엄은 지반의 변형과 점진적 파괴에 대한 국제 학술회의로, ATC(Asian Technical Committee of the International Society



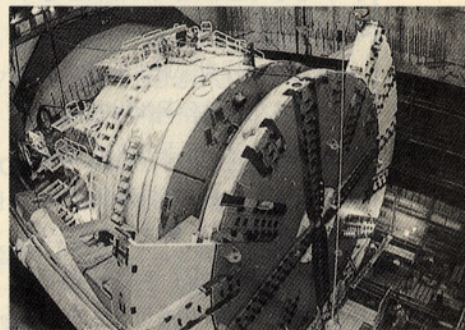
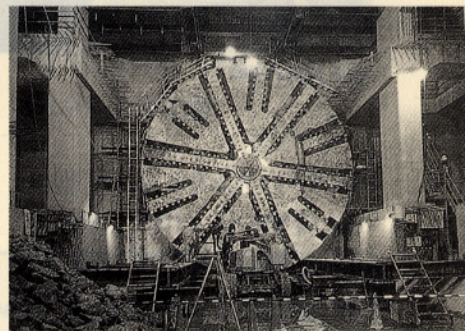
Shield 조립 상황

for Soil Mechanics and Geotechnical Engineering), JGS(The Japanese Geotechnical Society)의 4개 단체에서 주관하였고, 22개국에서 교수, 연구원, 엔지니어가 참가한 대규모 행사였다.

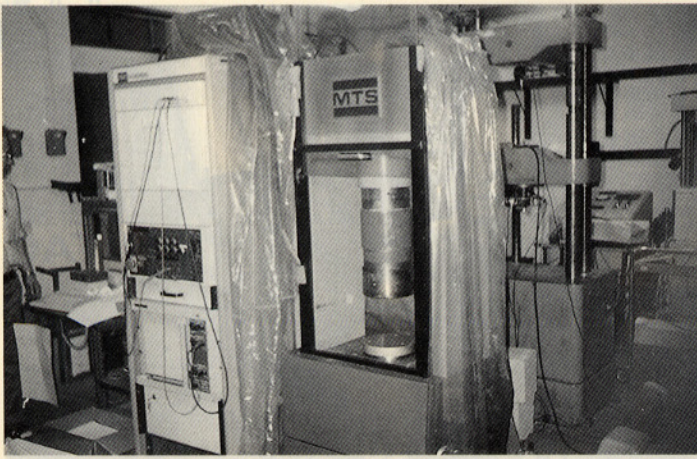
10월 5일부터 7일까지 3일간 진행된 학술회의는 "Bifurcation, Localization And Numerical Method", "Laboratory Testing on Strain Localization", "Constitutive Modeling of Geomaterials", "Case Studies of Deformation and Progressive Failure", "Failure and Localization in Mining and Geology", "Dynamic Failure and Liquefaction of Geomaterials and Faulting", "Stability of Foundation, Excavation, Tunneling and Slope" 등 크게 6개 분야로 나뉘어 총 136편의 논문이 발표되었으며, 각 주제별 발표장에는 관심있는 지반관련 전문가들이 모여 각자의 연구성과를 발표하고 그에 대한 의견을 나누었다.

우리 일행도 관심 있는 분야나 논

문에 따라 각 발표장을 이동하며 회의에 참여하였으며, 필자는 Laboratory Testing, Dynamic Failure 및 Tunneling 관련 발표를 관심있게 들었다. 특히, 우리나라의 경우 이론적 측면의 연구라던가, 실험실 재현 실험 등은 학교나 국영 연



Shield Cutter



동경대 암반공학실



중앙 조정실 내부

구소에서는 시도하고 있으나 일본에서는 업계에서도 이러한 분야의 연구를 진행하고 발표하는 것을 보고 선진기술의 축적이란 어떠한 과정을 통해 형성되는 것인지 다시금 생각해 보게 되었다.

7일 오후 5시 학술회의의 공식일정을 모두 마치고 다음 목적지인 마에다 건설 방문을 위하여 동경으로 향하였다. 나고야에서 동경으로의 이동은 비행기를 이용하지는 의견도 있었으나, 공항까지의 이동시간 등을 고려한 결과 Shinkansen을 이용하기로 합의하였다. 여기서 우리는 고속철도의 경제

성을 확인할 수 있었다.

동경지사를 방문하여, 동경 도심의 아자부~히가시 녹번기 구간 쉴드터널 현장으로 안내되었다. 현장 소장과 직원들의 Shield Tunnel 공법에 대한 설명을 듣고, 질문과 토론의 시간을 가졌다.

Shield Tunnel 공법은, 연약한 토사로 이루어진 지반의 지하수면 아래를 굴착하기 위해 Shield라고 불리는 강제의 통을 고속에 삽입하여 토압을 지탱하면서 전면을 굴착하고 Segment라 일컫는 강제, 주철제 또는 복공재료를 조립, 설치한 후 뒷체

음을 실시하는 공법으로 연약 지반에서 터널 시공시 과밀화와 주변 환경 문제를 극복할 수 있는 효과적인 도시 터널 굴착공법이다. Shield Tunnel 공법은 굴착방법에 따라 인력굴착식 Shield와 기계식 Shield로 구분된다. 인력굴착식 Shield는 지질, 지층을 눈으로 확인할 수 있고 지층에 대한 순응성이 확실한 시공이 가능하며 기계식 Shield는 균일한 지반일 때 유효하다. 반면에 실드, 점토층이 많고 모래 사력층이 복잡하게 층으로 겹쳐 지하수위가 높고 동시에 활동하는 지반일 경우는 Shield Tunnel 시공에 어려움이 따른다. 최근에는 가설 지하철이나 기타 지하 구조물과의 관계에서 새로운 터널의 깊이가 깊어질 수 밖에 없어, 개착공법과 Shield 공법중 Shield 공법의 비율이 더 높아지고 있다. 일본의 도심 Tunnel의 경우 Open Cut Tunnel 대비 2.5배의 공사비가 소요되지만 100% Shield Tunnel공법으로 시공되고 있다.

현재 마에다 현장에서 적용하고 있는 이수가압식 Shield공법은 기계식 Shield공법 중 하나로, 수압에 대응하는 이수압을 가함으로써 압기공법과 같은 폭발이나 산소부족의 우려가 전혀 없으며 작업환경 또한 양호하다. 그러나, 이수압의 관리, 지질에 의한 유출현상, 이수토의 처리, 사력층의 대응 및 일련의 기계개량 등은 해결할 연구과제이다.

마에다 현장을 방문하면서 현장의 깨끗함과 개착 부위를 최소화하고 복공판 위를 부식포로 덮어 아스콘

심포지엄 참가를 통해 기업체 연구소가 일반 연구소 못지 않게 기술 축적을 위해 끊임없이 노력하는 것 등을 접해봄으로써 많은 것을 배울 수 있었다. 국내 건설기술의 선진화를 위해서는 국내 기술자들도 국제적인 심포지엄에 적극적으로 참가하여 외국의 선진 기술 동향을 파악하고 더욱 분발, 정진하는 자세가 필요하다.

포장과 유사하게 처리한 세심함에 찬사가 절로 나왔다.

9일 일행은 일본 방문의 마지막 일정인 동경 대학교 암반공학 연구실을 방문하였다. 암반공학 연구실의 오후보 교수는 일행 중 조 현 과장의 지도 교수이기도 하며 이 분야에서 세계적으로 권위를 인정받고 있는 분이다. 오후보 교수의 안내로 실험동을 둘러볼 기회를 가졌는데, 암반강도 시험 가압장치인 MTS를 제외하고는 거의 모든 실험 장비를 학교에서 제작하여 사용하고 있었으며 암석의 장기 Creep거동을 실험하기 위해 수년째 하중을 가하고 있었다. 대학 부설 연

구실의 장비나 규모가 우리나라 국립 연구소 이상의 시설을 갖춘 것이 무척 인상적이었다.

심포지엄 참가를 통해 엔지니어로서 선진 기술에 대한 견문을 넓히게 되었으며, 기업체 연구소가 일반 연구소 못지 않게 왕성하게 연구 활동에 종사하는 것과 기술 축적을 위해 끊임없이 노력하는 것 등을 접해봄으로써 많은 것을 배울 수 있었다. 그러나, 세계 각국에서 수백명의 지반 전문가가 참가하고 백여편의 논문이 발표된 이번 심포지엄에 우리나라에서는 단 한편의 논문도 발표하지 않은 것은 안타까움으로 남는다. 국내 건

설기술의 선진화를 위해서는 국내 기술자들도 국제적인 심포지엄에 적극적으로 참가하여 외국의 선진 기술 동향을 파악하고 더욱 분발, 정진하는 자세가 필요하다.

또한, 일본이 자국의 지질 조건에 적합한 Shield공법에 관심을 갖고 이수식 폐쇄 Shield공법, 토압식 Shield공법 등 다양한 Shield공법을 개발하여 이 분야의 선도국이 되고, 이를 도심지 터널 굴착에 성공적으로 적용하는 것처럼 선진 기술 도입못지 않게 우리의 지질 여건에 적합한 고유의 기술이나 공법을 개발하는 노력 또한 필요함을 느꼈다. **SS**

건축 용어 2

Spreader Beam PC콘크리트 부재의 탈형 또는 현장조립에서 Panel을 달아 올릴 때 하중을 고루 분산시키기 위하여 사용하는 Frame 또는 Beam.

VH 타설공법(벽, 슬라브 분리 타설공법) 기둥, 벽 및 보의 대부분의 콘크리트를 먼저 타설하고, 그 후에 보 상단과 Slab의 거푸집, 배근을 하여 후타설로 하는 공법(보의 중간에서 이어붙는 경우, 도리방향으로 루프한 철근을 앵커해 두는 경우)

Tilt-Up Method PC부재의 콘크리트 치기를 수평위치에서 부어 넣고 경사지게 세워 탈형하는 공법. 이때 Insert를 사용하지 않고 부재를 회전시킬 수 있는 장치를 갖춘 Table을 Tilting Table이라 함

Shrinkage Strip(수축대) 장 Span RC 건물에 신축줄은 대신에 설치하여 건조수축에 의한 균열을 방지하는 방법

다기능 Panel 공간 구성에 필요한 각종기능(수납, 마감, 개구, 설비, 차음, 단열 등)을 가진 Panel로써 공장생산 단계에서 각종 기능을 부가하여 품질성능 및 안정화를 부여할 수 있다.

Shear Key(Shear Cottar) 부재간의 전단내력을 증진시키기 위하여 바닥판 혹은 벽판 등의 가장자리에 형성된 움푹 들어간 단면

Cottar Bar 수직접합부의 Shear Key로부터 돌출하여 용접하거나 또는 루프상으로 중복시켜 내력벽을 접합하는 철근(듀벨 철근, Spiral 철근, Truss 철근)