

척박한 자연환경을 고유기술 개발로 극복

["International Symposium on Rock Support"를 다녀와서]

이 대 동 / 토목기술부 사원

기 간 : 1997년 6월 21일 ~ 6월 29일

목 적 : 터널보강/ 지하공간 분야의 연구동향 및 자료 수집

출 장 지 : 노르웨이 릴리함메르

선 진국의 암반 터널보강 공법 및 지하공간 개발에 관련된 터널 보강 장비, 기술, 공법 등에 한 정보 수집과 최근 연구 동향을 파악하기 위하여, 6월 21일부터 28일까지 노르웨이 릴리함메르에서 개최된 Rock Support에 관한 국제 심포지엄에 참석하였다.

또한, 노르웨이가 자랑하는 세계 최대 규모의 지하공간인 요빅 올림픽 경기장 (Gjø vic Olympic Mountain Hall)과, 노르웨이 최대의 건설회사인 "SELMER"사를 방문하고 이 회사에서 시공하고 있는 Sandwich Panel Lining 공법을 이용한 터널 현장 및 Sandwich Panel

제작공장을 견학하였다.

노르웨이는 면적이 한반도의 약 3배(324,219 km²)정도로 유럽에서 5번째로 넓은 국토를 가지고 있지만, 인구 10만이 넘는 도시로는 수도인 오슬로(Oslo)를 포함하여 베르겐(Bergen), 트론 헤임 (Trondheim) 등 3개 뿐이고, 총 인구가 약 415만으로 인구밀도는 유럽에서 두 번째로 낮다.

국토의 절반은 백야(Midnight Sun) 현상이 나타나는 북극권에 포함되어 있고, 연평균 기온은 서부 해안지방이 8°C, 북부지방이 -2°C, 경작지가 국토의 2.8% 정도밖에 되지 않는 매우 척박한 자연환경을 가지고 있다.

이러한 자연환경과 적은 인구 등으로 산업이 그리 발달하지 않은 나라이지만, 지표에 노출된 암반지대가 50%가 넘는 정도로 지형적으로 암반이 많아서, 세계 최대 단면의 지하 공간인 요빅 올림픽 경기장을 시공하는 등, 암반 분야의 학문과 기술



심포지엄이 개최된 Lillehammer Hotel에서

이 발달해 있고, 이 분야의 국제적인 학술대회를 매년 개최하고 있다.

이번에 릴리함메르에서 개최된 "International Symposium on Rock Support"는 터널 보강 공법에 대한 국제 Symposium으로, International Tunnelling Association(ITA), International Society for Rock Mechanics 의 4개 단체에서 주관하였고, 세계 여러 나라의 교수, 학자, 연구원, 엔지니어가 참가한 대규모 행사였다.

우리나라에서는 한국 지반공학회 회장을 역임한 암반역학 분야의 전문가인 한양대학교 정형식 교수를 비롯하여, BAU Consultant의 김주봉 사장, 한국건설기술연구원의 배규진 박사, 마상준 박사, 삼성물산 건설부문의 오명렬 차장, 권장혁 대리 와 필자를 포함하여 모두 7명이 참가했다.

1994년 제17회 동계올림픽이 개최되어 전세계에 잘 알려진 릴리함메르는 우리의 생각과는 다르게 아주 작고 조용한 시골 마을같은 분위기였다. 심포지엄이 열리는 Lillehammer Hotel은 국제행사가 열리는 행사장 치고는 너무나 조용하고, 플래카드도 걸려있지 않아서 잘못 찾아온 것이 아닌가 하는 생각이 들 정도였다. 하지만, 주최측의 치밀한 준비와 빈틈없는 심포지엄 운영을 보고, 길으로의 화려함보다는 내실을 중시하는 태도는 배울 점이 라는 생각이 들었다.

그날 밤, 우리 일행은 Welcome Reception에 참가하여 만찬을 나누



요빅 올림픽 경기장의 굴착 작업 모습

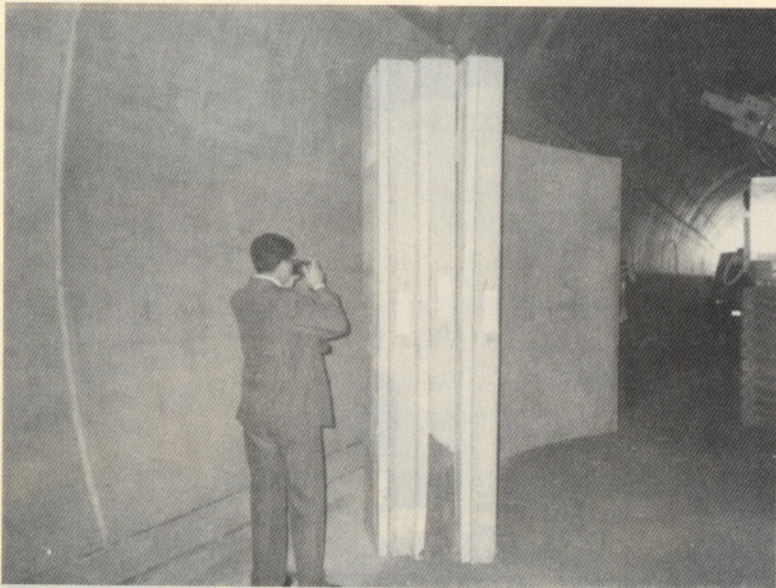
며 세계 각국에서 온 참가자들과 각자의 전공과 관심사항에 대하여 많은 이야기를 나누었는데, 일본 NEWJEC사의 Makoto Nakamura를 비롯한 많은 기술자들을 사귀는 기회가 되었다.

23일부터 25일까지 3일간 진행된 이번 Symposium에서는 "Design Criteria and Decision Process", "Methods and Equipment", "Production and Experience" 등 크게 3개 분야로 나누어 "Modern Tunnelling Technology and Theory of Lining Design" 외에 총

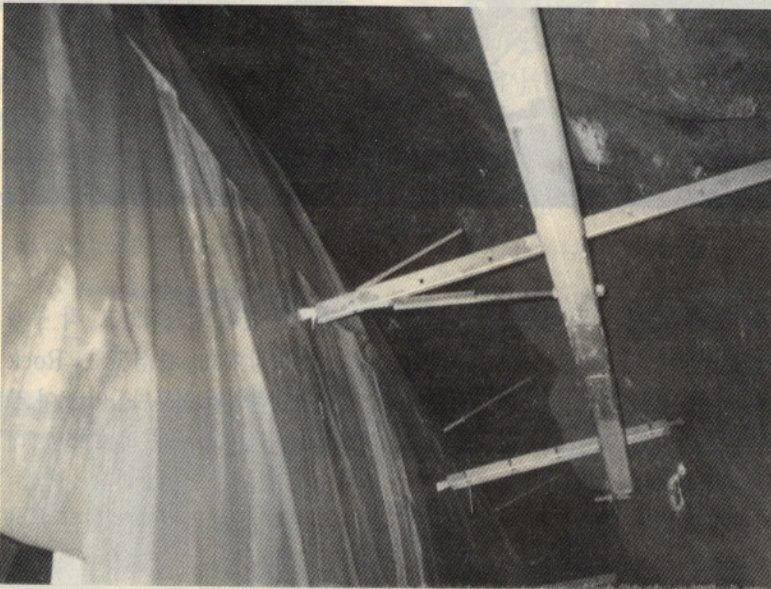
79편의 논문이 발표되었고, 각 주제별 발표장에는 관심있는 Rock Support 분야의 전문가들이 모여 각자의 연구성과를 발표하고 그에 대한 열띤 토론이 오고 갔다.

우리 일행도 각자 관심있는 분야나 논문에 따라 각 발표장을 찾았으며, 필자는 장비 및 시공분야의 "Methods and Equipment"와 우리나라에서 적용가능한 공법 및 장비들을 관심있게 살펴 보았다.

24일 오전에는 1994년 제17회 동계 올림픽 게임이 개최된 요빅 올림픽 경기장을 방문하였는데, 지하 암



시공을 위해 공사현장으로 운반된 Sandwich Panel



방수처리를 하고, 시공완료된 Panel 배면의 모습

반을 터널식으로 굴착하여 건설된 이 경기장은 노르웨이가 자랑하는 세계 최대 단면의 지하공간으로 폭 61m, 길이 91m, 중앙부 최대 높이가

25m에 이르며, 그 안에는 5,800석 규모의 다목적 주 경기장을 비롯하여 수영장, 방송실, 휴게실, 식당 등 각종 부대시설이 설치되어 있다. 지

하 동굴같은 출입 통로를 지나면 주 경기장이 나타나는데, 그 넓이와 규모는 도저히 지하공간이라고는 믿기 어려울 정도로 압권이었다.

인구 410만의 노르웨이가 이러한 경기장을 지을 수 있는 기술력을 가지게 된 것은 선진 외국기술이나 공법을 도입하는 손쉬운 방식을 지양하고, 자국의 지형에 적합한 기술을 연구, 개발하려는 나름대로 노력을 경주한 결과이며, 이것은 우리나라의 기술자들에게도 시사하는 바가 크다.

다음날, 노르웨이 SELMER사의 Leif Grundt씨 안내로 SELMER 본사를 방문하여, Sandwich Panel Lining 공법에 대한 설명을 듣고, 질문 및 토론의 시간을 가졌다. 또한 FORTIFIKASJON사의 Magne Dørum씨의 안내로 Sandwich Panel을 제작하는 공장을 방문하였고, Sandwich Panel Lining 공법으로 기 시공된 터널과 현재 시공중인 터널 현장을 견학하였다.

여기서, Sandwich Panel Lining 공법에 대하여 소개하면, Sandwich Panel Lining 공법은 암반터널에서의 Lining공법의 일종으로, 굴착할 지반이 경암이나 보통암 이상의 좋은 암반조건일 경우, 최종 터널 완성 단면보다 50~100cm정도 넓게 굴착하고 무지보 혹은 슛크리트나 Rock Bolt로 터널보강을 완료한다. 그 후에 최종적인 터널단면을 형성하기 위하여 Sandwich Panel 제작공장에서 미리 완성된 철근 콘크리트 Panel(Sandwich Panel)을 기 굴착

선진 기술을 도입하는 것도 중요하지만, 노르웨이가 자국의 지형조건에 적합한 Sandwich Panel Lining 공법을 개발한 것처럼 우리 지형이나 환경에 적합한 고유의 기술이나 공법을 개발하려는 노력 또한 필요하다.

된 터널에 Bolting하여 붙이고 Sandwich Panel 배면을 방수처리함으로써 터널을 완성한다. 이때, Panel 배면과 터널굴착면 사이의 공간은 충전되지 않고 비어있게 된다.

Sandwich Panel은 벽체 Panel과 천정부 Panel로 나누어 제작되며, 두께는 15cm, 크기는 4~6m 정도이다. Sandwich Panel 배면에는 시공 후에 낙석이 떨어져 Panel이 손상되는 것을 방지하기 위하여 5cm 두께의 스티로폼을 대어주며, 철근이 조립된 철제 거푸집에서 약 7일간 양생후에 탈형하여 시공현장으로 운반된다.

Sandwich Panel은 1일 최대 40m까지 시공이 가능하며, Panel을 공장 에서 미리 제작하여 시공하므로 품질이 일정하고 시공성, 작업성 및 경제성이 뛰어난 장점이 있다.

하지만, 이 공법은 보통암 이상의 신선한 암반을 대상으로만 가능한 공법이고 절리가 많거나 풍화대가 발달한 지층에서는 적용이 어렵다는 단점이 있다. 그러므로 암반이 신선하고 절리가 발달하지 않은 노르웨이의 경우 적합한 공법이지만, 일반적으로 절리가 발달하고 풍화대가 많은 우리나라 터널 현장에서 곧바로 적용하기는 어려운 공법이다.

토목 엔지니어로서 이번 Sym-



거치된 Sandwich Panel을 Bolting하여 부착하는 광경

posium 참가 및 관련 회사 방문을 통하여, Rock Support에 관한 최근 기술 동향 및 연구성과, 세계 최대 규모의 지하공간인 요빅 올림픽 경기장, Sandwich Panel Lining 공법 등과 같은 선진 기술을 접할 수 있어 매우 유익했다.

하지만, 세계 각국에서 약 200여명의 암반 및 지하공간 전문가들이 참가하고 많은 논문을 발표한 이번 심포지움에서 우리나라에서는 한편의 논문도 발표하지 않은 것이 아쉬움으로 남았다.

앞으로 국내 건설기술의 선진화를

위해서는 국내 기술자들도 국제적인 Symposium에 적극적으로 참가하여 외국의 선진기술 동향을 파악하고, 신기술 개발을 위하여 연구하는 자세가 필요하다고 생각한다.

또한, 노르웨이가 자국의 지형조건에 적합한 Sandwich Panel Lining 공법을 개발한 것처럼, 우리도 선진 기술을 도입하는 것도 중요하지만, 우리 지형이나 환경에 적합한 고유의 기술이나 공법을 개발하려는 노력 또한 필요하다. SS