

리비아 대수로 공사 견문기

이 정 규 (한양대학교 토목공학과 교수)

1 머리말

물은 공기와 더불어 지구의 생명력을 지탱해 주는 중요한 원천이다. 물은 지구표면의 $\frac{2}{3}$ 이상을 덮고 있을 만큼 풍부하지만 강우의 분포가 고르지 않아서 매년 세계 곳곳에서는 가뭄과 홍수가 빈번히 일어나서 인명 피해와 재산손실이 엄청나게 발생하고 있다.

물이 있기 때문에 식물과 동물이 자랄 수 있고 자라난 동식물은 또한 다른 생명의 먹이로 되어 생명이 계속해서 이어지게 해 주는 고리 역할을 하고 있는 것이다.

모든 생물을 구성하고 있는 주요성분으로, 사람의 체중도 65% 이상이 물로 되어있음에도 불구하고 체내에 수분이 1~3%만 부족하여도 심한 갈증을 느끼고 생체리듬에 이상을 초래할 정도로 물은 생명체의

구성과 유지에 중요한 요소이다.

또한 예로부터 중국의 제왕들은 국가를 통치하는 중요정책을 치산치수(治山治水)로 정한 것도 홍수를 비롯한 물 관리의 중요성을 이미 인식하였기 때문이었다.

우리 나라도 수년마다 가뭄을 겪고 있지만 아직은 물 부족에 대한 심각성을 절실하게 피부로 느끼지는 못하고 있다. 우리 나라는 60~70년대에 이미 다목적 댐 등을 건설하여 치수와 이수(利水)와 같은 물 관리 사업에 역점을 둔 덕분이라고 할 수 있다. 그러나 우리 나라도 현재와 같은 속도로 경제성장이 계속되고 물 소비량이 증가한다고 하면 21세기에는 심각한 물 공급 부족현상이 일어날 것으로 예상되고 있기 때문에 미리부터 물 부족에 대비하여 수자원 확보와 합리적인 물 관리 대책을 수립하고 사용한 물의 재이용방안 등이 심도 있게 연구되어야 할 것이다.

필자는 이번 여름에 물에 대한 중요성을 정말로 피부로 느낄 기회를 가질 수 있었다. 뜨거운 햇볕, 끝이 보이지 않는 사막, 거의 일년 내내 비가 내리지 않는 곳 리비아, 말로만 듣고 책에서나 볼 수 있었던 이러한 척박한 자연환경속에서 땅속에 있는 물을 찾아 그 물을 1000km 이상 떨어진 도시와 농경지에 운반하는 거대한 공사를 한국의 한 건설회사가 수행하고 있는

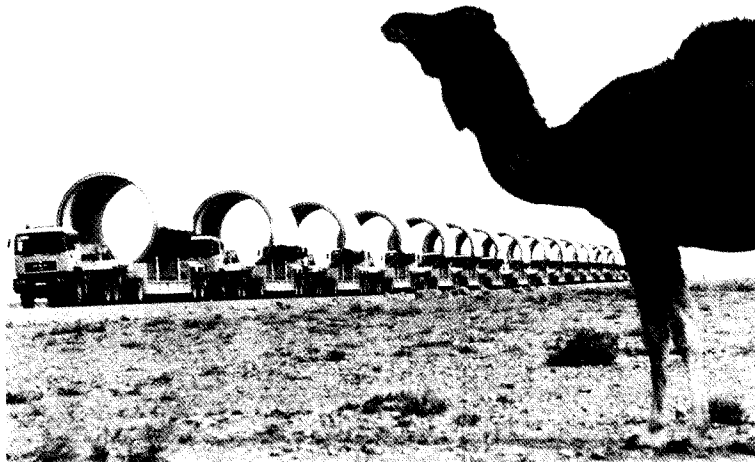


사진 1. PCC관의 운반 대기중인 차량행렬

리비아 현장을 시찰 할 기회가 있었다. 소위 “리비아 대수로(大水路)공사”현장이다. 이번 여행을 통하여 필자는 대자연과 국토와 물에 대한 많은 것을 보고 느끼고 생각하게 되었으며 그 곳에서 보고 느낀 사항을 수자원학회 회원들에게 전해드리고자 한다.

“리비아 대수로 공사”에 관한 기사는 수문학회지(김정보,1992년 3월)와 수자원학회지(지흥기, 1996년 2월)에 이미 보고 된 바 있기 때문에, 이번에는 가능한 한 중복되는 내용을 피하면서 공사현장별로 특징적인 사항과 현장감을 살릴 수 있도록 중점을 두었다.

2 시찰단의 구성과 일정

2.1 시찰단의 구성

이번 리비아 대수로 공사의 시찰은 세계 최대의 단일토목공사인 리비아 대수로 공사를 시공중인 동아건설의 전적인 후원아래 이루어졌으며 시찰단은 8명 [황학주 연세대 명예교수(토목), 신현식 중앙대 명예교수(건축), 이동희(전(前)서울산업대 총장(정치학)), 양창현 인하대 교수(토목), 이길성 서울대 교수(토목), 김상호 연세대 교수(토목), 이정규 한양대 교수(토목), 손해원 동아건설부장(여행 총괄)]으로 다양하게 구성되어 여행기간을 즐겁게 보낼 수 있었다.

2.2 여행 일정

여행기간은 11박 12일(1997.8.4~8.15)로 이중에서 출발과 도착일을 제외하고 6박7일은 리비아, 1박2일은 튀니지아, 2박3일은 스위스로 여정이 짜여졌다.

3. 리비아의 개요

3.1 리비아에 관한 주요사항

- 1) 국가명: 리비아 사회주의 인민 아랍국 (Socialist People's Libyan Arab Jamahiriya)
- 2) 위치: 북아프리카 중앙부 지중해 연안

- 3) 면적: 176만 Km² (남한 면적의 17.7배)
- 4) 인구: 4백 88만명(1992년)
- 5) 수도: 트리폴리
- 6) 구성민족: 아랍족과 베르베르족
- 7) 언어: 아랍어
- 8) 종교: 이슬람교(수니파 97%)
- 9) 화폐: LD(Libyan Dinar), 1 LD ≒ 3.3 US\$(1994년)
- 10) GDP: 약 233억 US\$(1989년), 1인당 GNP는 5,510 US\$/인(1989년)

3.2 주요산업

- 1) 석유산업
매장량: 약 211억 배럴(전세계 매장량의 3.5%, 세계8위), 경질유
생산량: 약 150만 배럴/일(1992년)
천연가스 매장량: 26조 ft³ (습성가스)
- 2) 농업
경작 가능면적: 전 국토의 1.4%(지중해 연안 해안지역)
관개농지: 전 국토의 0.1%정도

3.3 교 통

리비아에는 철도교통이 발달되어 있지 않은 것이 특징으로 현재 철도가 전혀 없는 상태이며 앞으로 철도건설이 추진 될 것이라고 한다.

3.4 한국과의 외교관계

1980.12 : 대사급 외교관계 수립
1981. 3 : 한국대사관 개설(트리폴리)
참고로 리비아와 북한과는 74년 1월부터 수교가 이루어져 북한 대사관이 개설되어 있으므로 리비아는 남북한 동시 수교 국임

3.5 UN제재조치(UN Sanctions)

리비아는 현재 유엔제재조치(1992.4.15발효)가 시행되고 있기 때문에 국제적으로 경제적인 제재조치와 외국항공기의 운항이 금지되고 있으며 리비아

항공기 또한 국내 운항을 제외한 국제운항이 금지되고 있다. 따라서 리비아의 출입국은 인접국가(튀니지와 이집트)를 경유하여 육로로만 가능한 특수한 상황에 놓여 있다.

4. 대수로 공사의 성립배경

4.1 대수로 공사(GMR Project)의 성립배경

1) 지하에 매장된 풍부한 지하수의 발견을 계기로, 용수를 안정적으로 공급하여 농업을 위시한 대체산업을 육성함으로써 식량을 자급자족하는 녹색혁명(Green revolution)을 이룩하려는 사업이다.

2) 앞으로 지하에 매장된 리비아의 원유고갈에 대비한 정책적인 대체산업으로 원유판매대금을 재원으로 대규모 용수공급망을 완성하여 농업을 위시한 산업을 육성, 발전시키기 위한 계획이다.

3) 식량부족으로 굶주리는 1억8천만 아랍인에게 식량을 책임질 수 있는 식량생산국이 되어 통일 아랍국을 이룩하려는 국가지도자의 의지가 반영된 사업이다.

리비아는 GMR공사 발주와 동시에 본 사업을 전담할 특별 기구로 장관급이 책임자인 GMRA (Management Implementation Authority of GMR Project)를 설치하여 운영중이며 본 공사 착공 후 GMR tax를 신설하여 거국적으로 재정적 지원을 하고 있다.

4.2 지하수 매장량

대규모 지하수가 발견된 것은 우연한 일이었다. 1965년 미국의 옥시덴탈 석유회사가 사하라의 유전을 탐사하던 중 현재 개발중인 취수장 지역의 지하 깊은 곳에 엄청난 량의 지하수가 매장되어 있는 것을 발견한 것이 대수로 공사를 착수하게 된 시발점이 되었다.

현재까지 확인된 지하수 매장량은 총 34,800Km³ (추정량) 이상이다. 이것은 4개 주요 지하반층(underground basin)에서 발견되었으며 구체적으로 세분하면 리비아 남동쪽에 위치한 Kufra지역에

20,000Km³, Sirt지역에 10,000Km³, Murzuk지역에 4,800Km³, Kamadah와 Jufrah지역(많은 양의 지하수가 매장되어 있음)으로 구분된다.

4.3 지하수층의 형성과정

리비아에서 가장 오래된 암석은 Tibesti, Hasawnah, Awenat산 부근에서 발견되는 변성암으로 방사능 측정법에 의한 연대를 계산하면 28억년 이상 되었다.

약 6억년전인 고생대 기간에 리비아는 강한 지각운동을 겪는 동안에 화산작용에 의하여 Qargaf Arch가 생겨난다.

화석연구에 의하면 이 기간에 리비아는 초목이 육어졌으며 한번이상 바닷물에 덮였음을 알 수 있다.

중생대 말에 지각운동으로 인하여 리비아는 융기되었고 그 결과 Jabal Nefussa와 Jabal Akhdar이 생겨났다. 그 후 신생대 제3기에 Sirt분지까지 하강운동이 일어나서 지중해 물이 Tibesti 산기슭까지 흘러 들어 왔다.

상기의 지질연대와 관련된 대륙사암층은 가장 중요한 대수층을 형성하고 있으며 지각운동으로 인하여 지반이 융기된 결과 거대한 지하분지를 형성하게 되었다. 신생대 제3기 말에 지중해는 현재의 경계가 형성되었으며 북유럽 빙하기가 계속되는 동안 북아프리카의 기후는 온난하게 되고 많은 비가 내렸다. 이때 초과 강우량은 땅속으로 침투해 들어가서 불투수층사이의 다공성암석층(porous rocks), 특히 두터운 사암층에 포집되어 지하 담수저수지를 형성하게 되었다. 방사능 탄소 측정법으로 연대를 측정한 결과 지하수의 일부는 7,000년 전쯤 된 것도 있지만 지하수의 대부분은 14,000~38,000년 정도 된 것으로 나타났다.

이상의 모든 연대(年代)는 이미 잘 알려진 우기(rainy period)와 일치한다.

4.4 리비아의 기후

리비아는 약 1백 8십만Km²의 국토면적을 가지고 있으며 기후지역으로 구분하면 지중해성 기후지역,

반사막지역, 사막지역의 3개 지역으로 나눌 수 있다. 인구의 대부분이 지중해성 해안 지역에 집중되어 있으며 트리폴리와 벵가지와 같은 주요도시에 몰려 있다. 반사막지역은 강우가 약간 있고 불규칙적이기 때문에 자연적인 식물군(群)의 평형이 유지되기 어렵다. 사막지역은 강우가 아주 작고 증발률이 높은 것이 특징이다. 극심한 기온 차와 식물이 없기 때문에 토질은 침식이 일어나서 암석, 모래와 먼지로 남게 된다.

- 연간 강우분포:
해안지역: 150 ~ 500 mm/yr
내륙사막지역: 2 ~ 3 mm/yr
- 연평균 습도:
해안지역: 70 ~ 80 %
내륙사막지역: 30 ~ 40 %
- 최대기온:
해안지역: 43℃(여름), 0℃이하(겨울)
내륙사막지역: 55℃ ~ 57℃
- 내륙지역의 최대일교차: 37℃

5. 대수로 공사 개요

리비아 대수로 공사(Great Man-made River Project(GMR사업))는 리비아 동남부 및 서남부 사막지대 지하의 풍부한 지하수를 취수한후 지중해 연안까지 관로로 송수하여 농업 및 산업용수와 식수등 생활용수의 조달을 위한 공사로써, 리비아 정부는 3 단계에 걸쳐 "사막을 옥토로 바꾸는 녹색혁명"을 계획하고 있으며 현재 동아건설은 1, 2차 대수로공사를 수주하였다.

1, 2차 대수로 공사의 규모는 총연장 3,100Km(1차: 1,850Km, 2차: 1,250Km)의 PC원형관(PCCP)을 생산, 운반, 매설하는 공사가 주 공정을 이루고 있으며, 그 밖에 관운반을 위한 3,635Km의 공사용도로 건설, 양수를 위한 깊이 800m의 우물 484개소 개발, 완공후 수로의 관리를 위한 부속공사 등이 있다.

1차 공사는 이미 완공되어 리비아의 동남부 지역

에서 제 2의 도시인 벵가지와 씨트(Sirt)지역에 200만³ / day 을 공급할수 있는 관로망을 갖추었으며 2차공사는 현재 68%의 진척률을 보이고 있는데 이 공사가 완공되면 서남부지역에서 수도인 트리폴리 및 타루나지역에 250m³ / day 의 용수공급이 가능하다.

GMR사업은 크게 5단계로 나누어 시행될 예정이다. 각 단계별 공사내용은 다음과 같다.(그림.1 참조)

GMR사업은 1,2단계 모두 Brown & Root (overseas)/영국이 설계를 맡아 수행하였으며, 공사시공은 동아 콘소시엄(동아건설, 대한통운)이 공사수주를 따내어 1단계공사는 마무리 지었고 2단계공사는 2000년 6월 완공을 목표로 현재 진행중에 있다.

리비아 정부는 계속해서 3단계 GMR사업을 추진하고 있으며 동아콘소시엄이 이 공사를 수주하기 위한 만반의 대비를 하고 있다고 귀뜸해 주었다.

GMR공사에는 많은 인원이 공사에 참여하고 있으며 참여 인원 중에는 한국인보다 외국인의 비율이 훨씬 높았다.(표.1 참조)

공사에 참여하는 한국인 외의 제3국인은 21개국의 다양한 국적을 가지고 있으나(표.2 참조) 의외로 리비아국적의 현지인은 극히 적었다(총 10명 이내). 이것은 리비아의 노동법의 제약을 받아서 리비아인을 근로자로 채용하는데 많은 문제점이 있기 때문이다. 예를 들면 리비아는 주5일 근무제를 지키고 있고 또한 근로자들도 20일을 일한 후에는 반드시 10일간의 휴가를 보내는 것이 그 중의 대표적인 예이다.



그림 1. 리비아 대수로 공사 현황도

6. 리비아에 입국하기까지

우리 일행을 태운 대한항공전세기(리비아에서 공사를 하고 있는 한국건설업체들이 공동으로 대한항공의 비행기를 전세내어 정기적으로 운항하고 있음)는 김포공항을 출발한지 약 4시간 후에 중간 기착지인 베트남의 하노이 공항에 도착하였다. 리비아에서 일 할 베트남 근로자들을 태우기 위해서였다. 하노이에서 잠시 기다리는 여객대기실은 다른 나라에서 흔

히 볼 수 있는 면세구역도 찾아 볼 수 없고 대기실 한쪽 구석에 한 두평 정도의 토산품가게만이 영업을 하고 있을 정도로 초라하기 그지없는 모습이었다.

공항대기실도 우리나라 건설업체가 지어서 기증하였다고 하니 베트남이 공산국가로 통일된 지 23년이 지났건만 국가경제는 아직도 저개발국 수준을 벗어나지 못하고 있는 실상을 짐작할 수 있을 것 같았다.

하노이를 출발한 비행기는 두바이를 거쳐 튀니지아의 제르바(Djerba)공항에 도착하여 간단히 입국수속을 마치고 버스를 타고 우리의 목적지인 리비아의

표.1 리비아 대수로 공사 현황

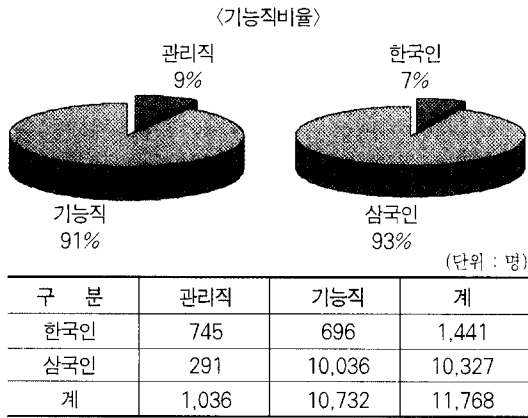
항목별 \ 공사별	제1단계공사	제2단계공사	제3단계공사	제4단계공사
공사금액	38 억불	65 억불	51 억불(예상)	50 억불(추정)
공사기간	984.1.16-1995.1.31 (133개월)	1990.6.25-1999.6.24 (108개월)	미정	미정
대금지불 조건	US\$ 75% L/D 25%	US\$ 25% DM 25% J¥ 20% L/D 15% KW 15%	미정	미정
우물개발	Sarir우물 126 Tazerbo우물 108	NEJH우물 168 EJH우물 316	Kufra우물 267	미정
	계 234 개소	계 484 개소	계 267 개소	미정
관	Sarir/Sirt라인: 773 Km	Central 라인: 520 Km	Kugra/1단계관로: 350 Km Ajdabiya/Tobruk: 375 Km Sirt/Al Saddada: 240 Km	Sirt/Al Haruj: 715 Km
	Tazerbo/Benghazi: 762 Km	Eastern 라인 439 Km		
	계 1,535 Km	계 959 Km	계 965 Km	계 715 Km(추정)
로	Sarir 우물지역: 174 Km	NEJH 우물지역: 261 Km	Kufra 우물지역: 385 Km	미정
	Tazerbo 우물지역: 163 Km	EJH 우물지역: 492 Km		
	계 337 Km	계 753 Km	계 358 Km	미정
총계	1,872 Km	1,712 Km	1,323 Km	미정
FLOW TYPE	Gravity	Pumping	Pumping	미정
1일 송수량	200 만톤	200 만톤	168 만톤	미정
통 수	1991. 8.28 일	1996. 9. 1일	미정	미정

* 공사별 상세내역은 수자원 학회지(1996.2)를 참조하기 바람.

** 표에 나와있지 않은 5단계는 1단계와 2단계사업을 연계시키는 사업으로 Sirt와 Jeffara사이에 수로관을 부설하고 2개의 펌프장을 추가로 건설하여 1백만m³/day 을 송수하는 계획과 1백만m³/day 의 물을 추가로 공급하기 위하여 추가로 2개의 취수지역(well field)을 개발하여 2단계사업을 연계 확장시키는 계획이지만 아직은 공사 내용과 투자계획이 미정이다.

*** 2단계 공사의 최종 원공시기는 추가된 부대공사를 포함하면 2000년 6월 예정임.

표. 2 공사 인원 현황



트리폴리로 향하였다.

앞에서 언급한 바와 같이 리비아는 UN의 제재 (US Sanctions)를 받고있기 때문에 국제항공기를 이용한 리비아 입국을 할 수 없기 때문에 인접국인 튀니지아의 제르바를 거쳐 육로로 국경 검문소를 거쳐 리비아에 입국하였다.

제르바에서 트리폴리까지는 입국수속시간을 감안하여 4~5시간 정도가 걸린다.

리비아에서 출국할 때도 입국할 때와 정반대의 과정을 거쳐야 하므로 리비아의 출입국 과정은 정말로 힘들고 복잡하고 고달프다는 생각이 들었다.

7. GMR 공사장 시찰

7.1 동아농장 방문

리비아에 입국하여 트리폴리에서 1박한 후 GMR 사업 1단계 공사의 관리본부가 있는 벵가지 (Benghazi)로 향하였다. 트리폴리에서 벵가지까지는 동아 경비행기(10인승)로 100분정도 소요되었다. 벵가지는 리비아에서 제2의 도시로 구 왕조시대의 수도였다.

벵가지 본부에서는 간단히 GMR사업에 대하여 전반적인 현황을 보고받은 후 동아농장을 방문하였다. 동아농장은 동아건설이 리비아의 농경지를 임대하여 동아의 임직원들과 근로자들의 반찬인 김치와 야채

및 수박, 참외, 오이 등을 재배하여 공급하는 대규모 농장이다.

농장에는 한국인 농장관리인이 상주하면서 한국에서 자라는 야채를 시험 재배하여 이식에 성공한 사례로 지금도 계속해서 한국에서 자라는 여러 가지 야채 식물에 대한 시험재배를 통한 연구를 계속하고 있는 것이 인상적이었다. 동아는 여기서 재배된 야채를 통하여 우리의 입맛을 잃지 않고 활력을 유지할 뿐 아니라 고국에 대한 향수도 어느 정도 해소시킬 수 있는 효과도 거둘 것으로 생각되며 방문하는 우리와 같은 방문객에게도 많은 감동을 주고 있는 것이다. 동아농장에서 사용하는 물도 물론 1단계 공사가 완료된 후 수로를 통하여 송수된 물이다. 이곳 농장의 채소경작법의 특징은 날씨가 워낙 덥기 때문에 식물의 잎에 직접 물을 뿌리면 잎이 말라버려 식물이 죽어버기기 때문에 밭의 고랑을 통하여 물이 땅속으로 스며들도록 하는 방법을 채택하고 있었다.

동아농장의 원두막 같은 간이 휴게소에서 맛본 수박 맛은 정말 잊을 수 없는 꿀맛이었다.

7.2 아즈다비아 저수조와 브레가 공장

GMR사업 1단계 공사는 이미 끝났기 때문에 시공 현장은 없으므로 1단계공사의 산물인 대규모 인공저수지와 2단계 공사에 사용되는 대형 판로를 생산하는 브레가 공장을 시찰하였다. 브레가 공장으로 가는 도중에 있는 아즈다비아 저수조는 인공저수지라고 하는 것이 더 타당할 것이다. 이 저수지의 기능은 취



사진. 2 동아농장

수지역에서 관로를 통하여 송수된 물을 급수가 필요한 지역에 안정적으로 공급하기 위해 일정량의 물을 저장하고 공급량을 조절하는 것이다.

저수지는 여의도의 윤중계와 같이 모래사막위에 흙담을 완전한 원형 둑으로 만들어 이룬 구조물이다. 원형저수지의 직경이 923m, 댐높이 9.8m, 유효수심 7m, 최대저수용량이 400만 m^3 이다. 저수지는 바닥면에 멤브레인을 깔아 전면 방수처리 되었으며 바닥에는 누수발생시 조기발견이 가능하도록 누수감지 배관을 설치해 놓았다.

저수지의 둑에 올라가 사막위에 물이 가득 채워진 파란 물을 바라본 느낌은 가슴속 깊이까지 시원하게 해 주었다.

저수지가 만들어진 후에 어디서 날아오는지 알 수 없지만 새들이 날아드는 일이 일어나고 있으며 저수지 주변에는 식물이 자라나는 등 작으나마 자연생태계에 변화가 일어나고 있다고 한다.

저수지를 둘러본 다음 시찰단은 브레가 공장을 방문하였다. 브레가 공장은 대수로에 사용되는 대형 PCC관(Prestressed Concrete Cylinder Pipe)을 생산하는 시설이다.

브레가 공장은 86년 8월 완공되었으며 공장부지가 1.4Km 2 (43만평)이고 생산라인이 2개이지만 현재는 1개 라인만 가동되고 있었다. 생산되는 관은 내경 1.6~4.0m까지 있으며, 내경 4.0m, 길이 7.5m인 관의 중량은 75ton이나 된다.(그림.2)

PCC관은 공정별로 반자동으로 이루어지는 일관 생산라인을 갖추고 있으며 1일 생산량은 약 44개이다. 내경 4.0m관은 두께 250mm의 콘크리트로 되

어 있으며 관내의 엄청난 수압(최대 설계수압 26bar)을 지탱하고 누수를 방지하기 위하여 콘크리트 사이에 실린더가 있고 겉에는 강선이 감겨 있다.

관 생산공정은 철판가공, 관이음링 가공, 실린더 제작, 콘크리트타설, 프리스트레스공정, 부식방지코팅, Tip out작업(세워져 있는 관을 가로로 눕히는 작업), 마무리 작업등으로 구분된다. 특히 관이음링(Joint ring)은 완벽한 이음과 수밀성이 요구되므로 좋은 품질과 정밀한 규격, 완벽한 검사가 필요하며 각각의 관에는 실린더의 한쪽에 Spigot ring이, 다른 한쪽에는 Bell ring이 붙어 있다. 관 제작에 사용되는 콘크리트 강도는 492 Kg/cm 2 의 고강도이며 강선에 가해지는 인장력은 6.35mm강선의 경우 약 4ton이 가해진다고 한다.

최종적으로 관의 Mortar coating에 사용되는 몰타르의 강도는 150Kg/cm 2 이상이다.

7.3 사구(砂丘, Sand dune)

일행은 브레가 공장에서 멀지 않은 곳에 있는 사구에도 가보았다. 사구는 글자 그대로 모래언덕을 뜻한다. 사막에서 뜨거운 열기와 더불어 모래바람이 불면 이 쪽에 있던 모래언덕이 저 쪽으로 옮겨진다고 들어온 바로 그러한 곳이다.

일행은 사구에 가까이 가 보기 위하여 다섯 대의 지프차에 분승하여 출발하였다. 사구에 가는 도중에 바위가 풍화되어 남아있는 형상이 언뜻 보기에 오리모양을 하고 있는 오리바 위를 보았다. 자연스럽게

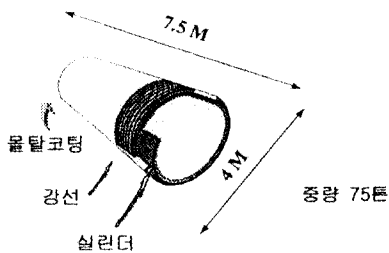


그림. 2 PCC관의 구조

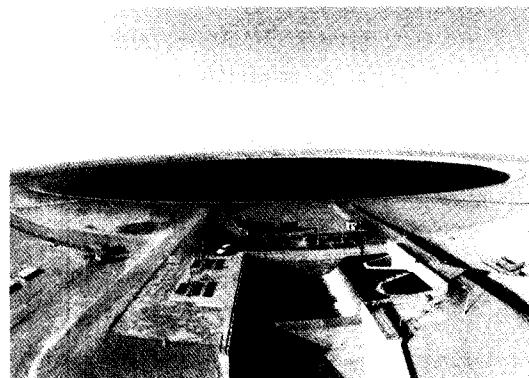


사진. 3 아즈다비아 저수지

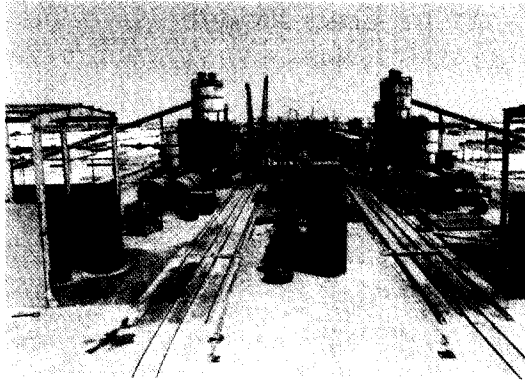


사진. 4 브레가 공장



사진. 6 사구에서

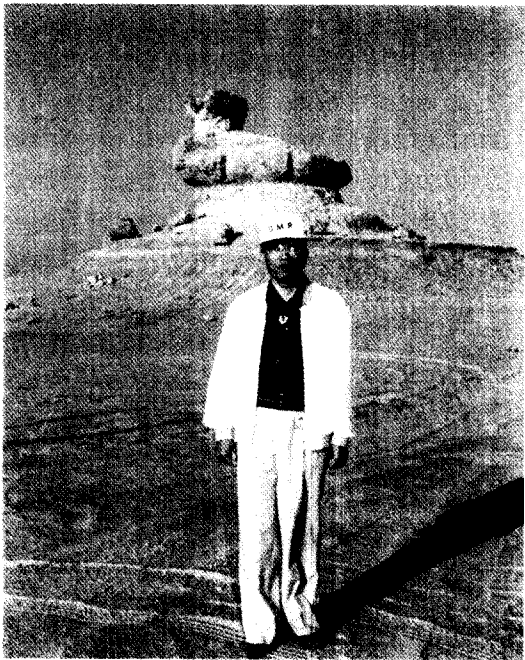


사진. 5 오리바위

바위가 깎여 나가서 만들어 졌지만 정말 커다란 오리가 앉아 있는 것 같이 자연의 신비를 보는 느낌이 들었다. 정상적인 도로에서 벗어나 지프차로 길이 아닌 모래위를 따라 한참만에 사구에 도착하였다. 사구는 아주 미세한 모래가 쌓여 이루어진 모래산이다. 사구에는 식물 한 포기 자라지 않을 뿐 아니라 바람이 불면 아주 가는 모래가 서서히 움직여서 새로운 모양의 모래산을 형성하는 것이다. 사구를 보는 순간 필자는 사막의 한 복판에 서있는 강한 느낌을 받았다.

사막의 도로에서 심한 열사풍(熱砂風)을 만나면 한치 앞을 분간하기 어려울 뿐 아니라 자동차의 페인트까지도 다 벗겨진다고 하니 자연적인 Sand blasting이라고 할 것이다. 사구의 가는 모래를 보니 가능한 일이란 생각이 든다. 우리가 사구에 간 날은 다행히 날씨가 맑고 바람도 불지 않아서 무사히 돌아올 수 있었다.

7.4 관로 매설현장 방문

사구방문을 마치고 벵가지 본부로 돌아온 후 이번에는 GMR사업 2단계공사가 시행중인 현장을 둘러보기 위하여 다시 동아 경비행기를 타고 트리폴리로 돌아와서 EJH(Eastern Jabal Hasouna)분소에서 공사를 맡고 있는 관로 매설현장을 보기로 예정되어 있었다. 처음 방문한 공사현장은 Fezzan에서 조절수조(Regulating tank)를 건설하고 있는 곳이었다.

조절수조의 기능은 우물취수지역(Wellfield)에 공급되는 물과 주 관로의 토출수량과의 차이를 균형있게 조정해 주는 역할을 하는 시설이다. Fezzan의 조절용량을 가지고 있으며 2단계 공사에 7개의 조절수조공사가 포함되어 있다. 이 공사는 많은 철근콘크리트 기둥과 기둥 위에 슬라브를 쳐서 덮개를 만드는 것이다. 일행이 방문할 당시에 부분적으로는 지붕슬라브까지 공사가 진행되었고 주관로와의 연결수로공사가 진행되고 있었다. 겉으로 보기에라도 공사는 완벽한 시공을 위해 노력하고 있는 현장을 확인할 수 있었다.

조절수조 공사장에 이어 방문한 곳은 관로매설 현장(EJH분소구역)이었다. 관로공사의 주요내용중 특징적인 사항을 소개하면 다음과 같다.

1) 수리적 설계

본 공사는(2단계) 3기의 펌프장을 설치하여 가압 송수한다.

설계통수용량(2백5십만m³ /day 과 지반고에 따른 수두차, 관내유속, 관로유지, 보수편을 고려하여 관의 허용수압(6~26Bar)을 결정하고 각종 구조물의 위치를 정한다. 주요 관로 구조물은 맨홀, 차량접근수조, 월류 및 압력 안전시설과 각종 밸브 등이다.

2) 굴착작업

지반굴착시 압구간은 발파하고 풍화암에서 일반토사까지는 Bucket용량 7.5m³ 의 초대형 굴착기로 굴착한다. 지하수위는 굴착지면 이하 1m로 낮춘후 굴착한다.

3) 관설치

굴착된 Trench를 따라서 관은 450ton크레인에 의해서 설치되며 관은 관로를 따라 미리 설치해 놓은 Temporary Bench Mark에 의해 각각 Invert elevation을 측정, 기록한다. 관은 Gasket을 설치하고 Lubricant를 칠하며 관접합이 쉽도록 한다. 또한 관은 Lifting device로 Trench내에 이미 설치된 Pipe bell에 맞추고 Push backhoe로 밀어 넣어 설치한다.

4) 내부와 외부 그라우팅

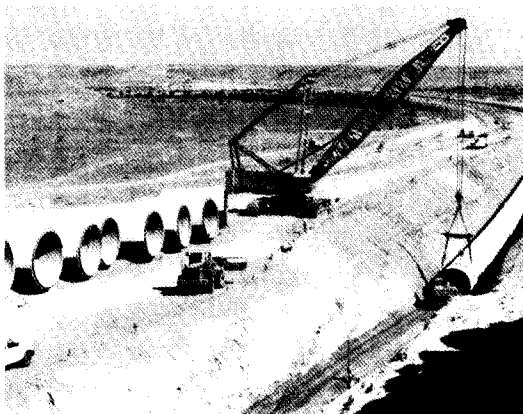


사진. 7 PCC관 매설공사

-내부 이음매(Internal joint)

Spigot과 Bell사이의 내부 Gap은 시멘트와 모래를 1 : 3의 비율로 섞은 몰타르로 채워서 부식을 방지하며, 마감면은 매끄럽고, 이음매 사이에서 부서지지 않도록 완벽하게 시공된다.

-외부그라우팅

Spigot과 Bell사이의 외부 Gap은 Standard diaper로 감싸고 시멘트, 모래, 혼화재등을 혼합한 묽은 그라우트를 관 상부의 Diaper의 열려진 틈을 통하여 이음매 사이를 채움으로써 부식을 방지하게 된다. 굳은 몰타르의 강도는 350Kg/cm²정도이다.

5) PCC관의 이음매 수밀성 검사

설치된 관이음매의 누수여부를 측정하는 방법으로 1차 공사의 경우 길이 약 8Km마다 양쪽에 격벽(Bulkhead)을 설치한 후 주수하여 설계압력의 120%로 24시간 가압하여, 압력의 변화를 검사하는 수압시험을 실시하였으나 2차 공사의 경우에는 각 관마다 Gasket 2개를 나란히 설치하여 Air Joint Test를 실시하고 있으며, 전체 관공사가 완료된 후 수압시험을 실시하여 안전성을 재확인한다.

관 매설공사 현장은 사막 한 가운데를 지나도록 되어 있기 때문에 사막의 뜨거운 날씨(심한 경우에 기온이 50℃이상일 때도 있다고 함)와 척박한 기후조건을 무릅쓰고 대형관의 매설공사를 한치의 오차도 없이 완벽한 시공을 위하여 근로자와 우리 기술자들이 한마음이 되어 일하는 것을 보면서 깊은 감동을 받았다. 외국에서 하는 공사와 같이 철저하고 완벽한 시공기술과 능력을 가지고 있음에도 불구하고 국내의 건설현장에서는 부실 공사와 공사부정의 시비가 끊이지 않는 것을 볼 때 안타까움을 금할 수 없었으며 우리나라의 건설여건을 근본적으로 개선하지 않으면 안될 것이란 생각을 하지 않을 수 없었다.

7.5 고대 유적도시 Leptis Magna 방문

GMR공사의 중요한 현장을 둘러본 후 리비아의 유적도시 Leptis Magna를 방문하였다.

Leptis Magna는 트리폴리 동쪽 국도를 따라 123Km지점에 있으며 흙즈시에 있는 고대 유적도시

이다. 역사적으로는 B.C.6세기에 페니키아인에 의해 건설된 도시국가이며 B.C.146년에 로마의 지배하에 놓이게 된다. 이 고대 도시는 프리폴리스중 최대의 도시로써 지중해 전역을 상대로 하는 상업항으로 발달함과 동시에 사하라를 지나 아프리카 각지의 물산을 중계하는 무역항 역할도 담당하였다. 로마의 Severius황제(AD 193년 즉위)는 이곳 출신이다. 후에 북아프리카를 지배한 아랍은 이 도시를 베르베르족에 대결하기 위한 항쟁거점으로 삼고 1세기경에는 도시이름을 아랍식으로 '렙다'로 변경하였다. 이 도시는 지진 때문에 붕괴되어 폐허가 되었으며 그후 모래더미에 묻혀 세상으로부터 자취를 감추어지게 되었다.

이곳 유적지 발굴은 1923년부터 이탈리아인이 시작하여 지금은 리비아 정부에 의해 계속되고 있으나, 극히 지지부진하여 전체 도시의 반이상이 아직도 모래더미 아래 묻혀있다. 현재까지 발굴된 도시 형태와 건축물을 살펴보면 도시의 입구에는 대리석으로 된 Severan Arch가 시가지의 교차지점에 설치되어 있고(AD 203년 건축) 이 문을 지나 300m정도 떨어진 곳에 위치한 Tarzan Arch에 들어서면 AD 11년에 건설된 Chalcidium(공설시장)이 있고, 인접하여 극장과 B.C.8년에 건설되어 거의 원형대로 남아있는 공설시장이 있다. 그 외에 Forum식 교회, 공회당, 아우구스투스신전, Liber Peter신전, AD 53년에 건

립된 Basilica(장방형 공회당, 법정, 교회 등으로 쓰임)와 상원의원의 청사가 있다. 특히 이 고대 도시에서 놀라운 사실은 모든 가로가 반듯하게 정확한 도시 계획 하에 건설되어 있을 뿐 아니라 도시 전체에 완벽한 수도시설이 되어있어 모든 공공건물은 오늘날과 같은 수세식변소가 완비되어 있는데 이를 위한 수원은 옆으로 흐르는 '렙다' 하천을 막아 그 물을 끌어 들여 지하 대형 저수조에 보관하거나 또는 많은 우물을 개발하여 지상에서 보이지 않게 지하에서 처리되도록 시설되어 있는 점이다.

9. 건문기를 마치며

필자는 대수로공사 현장을 방문하기 전에는 국토의 대부분이 사막인 열사의 나라, 낙타를 타고 이동하는 유목민족이 사는 이슬람교도들의 나라를 처음 가 본다는 마음에 가슴이 설레고 호기심에 들떠 있었으며, 한편으로는 그 동안 국내의 많은 건설업체들이 외국에 나가서 해외건설공사에 참여하여 좋은 성과를 거두고 경제발전에 커다란 기여를 해 왔기 때문에 이번시찰에 실제로 해외 현장을 직접 눈으로 확인할 수 있는 좋은 기회라는 생각에 중요한 의미를 부여하고 싶었다.

리비아의 대수로 공사 현장은 그 범위가 워낙 넓기도 하고 공사장별로 일일이 시찰한다는 것은 어려운 일이므로 중점적으로 중요시설과 관매설현장만을 둘러보았지만 리비아와 같은 척박한 환경아래에서 여름의 극심한 더위를 이겨내면서 일하고 있는 우리 기술자들이 구슬땀을 흘리는 얼굴을 대할 때 무한한 감회와 더불어 국가적인 자부심을 느낄 수 있었다.

단일토목공사로는 단연 세계 최대인 대수로공사를 다국적 근로자(22개국)들을 고용하여 차질 없이 완벽하게 시공해내고 있는 것을 보면서 이것은 우리나라 국민의 근면성, 인내심과 더불어 강한 애국심이 없이는 도저히 불가능한 일이란

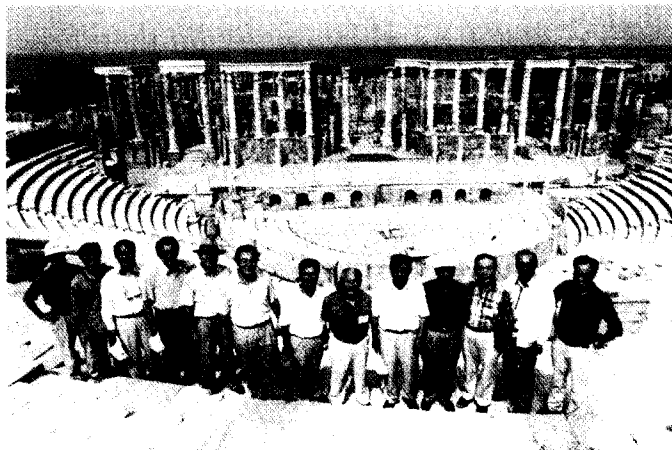


사진. 8 Leptis Magna 유적지

생각을 하게 되었다. 한편으로 기술적인 면에서는 지하수의 기본조사, 플랜트 설계능력, 지하수의 굴착기술수준이 미흡하여 외국의 기술진에 의존하고 있는 부분이 있는 것을 볼 때 우리의 기술수준이 고급기술로 인정받기 위해서는 더 많은 노력과 연구개발이 필요하다는 것을 실감하게 되었으며 또한 기술력은 국력에 비례한다는 평범한 사실을 피부로 느낀 여행이었다. 리비아 대수로공사와 같이 외국에서 시행되는 토목공사는 철저한 품질관리와 수준 높은 시공경험을 바탕으로 완벽한 건설시공을 자랑으로 하는데 반하여 국내의 건설공사에 대한 평가는 부실의 대명사처럼 되어있는 현실을 생각해 볼 때 우리나라도 하루

빨리 이러한 잘못된 풍토를 개선하고 우리의 기술수준이 세계 어느나라에 내놓아도 손색이 없음을 자랑스럽게 여길 날이 곧 닥쳐올 것을 기대합니다.

끝으로 리비아 대수로공사 현장을 방문할 수 있도록 배려해주신 동아건설과, 김포공항을 출발하여 귀국하는 날까지 불편 없이 편안한 마음으로 여행할 수 있게 도와주신 동아건설 직원여러분과 리비아의 공사현장에서 성의껏 안내해 주시고 친절을 베풀어주신 이수훈 부사장(리비아 본부장)이하 동아의 여러 임직원에게 감사의 말씀을 드립니다. ●●

어떤 불행은 도리어 희망의 토대가 된다. 불행을 슬퍼하지 말고 불행을 새로운 출발점으로 삼아라. 불행 앞에 굴복하여 슬퍼하지 말고 그 불행을 이용하는 사람이 되라.

(H. 발자크-프랑스의 소설가)