

영천댐 도수로 건설사업

—임하댐에서 영천댐으로—

장 화 일*

1. 서언

예로부터 물과 관련된 공간은 동서양을 막론하고 인간의 정서(情緒)와 생활현장(生活現場)에서 중요한 의미를 가져왔다. 기름값 보다 물값이 비싼 오늘의 현실속에서 물 문제의 심각성에 대하여 국민 모두 인지하고 있는 바이며, 풍부하고 질 좋은 물을 확보하여야 한다는 공감대가 형성되고 있음은 물을 관리하는 일원으로서 반가움과 무거운 책임을 느낀다. 지구촌의 기상 이변 현상으로 물과 관련하여 예기치 않은 재해가 발생하고 있으며, 지구 한편에서는 사막화 현상이 확대되어 지구 위기설까지 나오고 있다. 우리나라에서 물의 가치가 자원화된 역사는 그리 깊지 않다.

속담에 “돈을 물 쓰듯”이라는 말과 같이 일반적으로 풍부한 자연재로써 인식되어 무상의 가치로 여겨졌고, 관리의 책임이 궁극적으로 사용자에게 있음을 의식하지 못하고 살았다. 그러나 산업화의 가속과 대량생산의 물결속에서 수질은 악화되고, 생활의 질향상과 더불어 쓸만한 물의 부족상태가 심화되고 있으며, 용수 생산 원가가 상승되어 생활에 부담이 커지고 있는 현실이다.

우리나라의 수자원 총량은 1,267억 m^3 이나 실제 이용량은 19%인 249억 m^3 에 불과하다. 그러나, 2001년도 우리나라 용수 수요전망은 약 330억 m^3 에 달한다. 이에 비하여 용수개발은 각 분야별 제약적 요소들로 인하여 한계가 있어, 수자원 부족현

상은 날로 심화되리라 예상된다. 따라서 한정된 수자원의 효율적 이용과 관리 기술이 그 어느 때보다 필요한 시대라 할 수 있다.

우리나라 5대강 유역 가운데 낙동강 유역은 특히 물 문제가 심각한 지역이다. 연평균 강수량도 전국이 1,274mm인 것에 비하면 1,167mm로써 5대강 중에서 가장 적고, 긴 유로 경로를 따라 대도시 및 산업화 도시등 오염원이 밀집되어 있어 수질오염의 문제가 크다. 수자원 관리측면에서 용도별 배분 문제는 물 부족상황하에서 슬기롭게 대처하여야 하며, 기존의 용수원의 개발과 아울러 새로운 용수원 개발노력이 배가되어야 할 것으로 생각된다. 이러한 관점에서 영천댐 도수로 사업은 수자원 개발계획의 일대 전환이라 할 수 있는 광역수리계획(廣域水利計劃)으로서 임하댐과 영천댐을 연계시키는 유역변경식(流域變更式) 프로젝트이다.

낙동강 상류 반변천에 위치한 임하댐의 물을 낙동강 지류인 금호강에 위치한 영천댐에 용수를 도수하여 금호강의 하천유지량을 증가시켜 수질을 개선하고, 일부는 형산강 유역인 포항시 지역에 용수를 공급하여 물 이용을 극대화 시키고자 하는 사업이다.

2. 사업 기본계획 주요내용

가. 기본계획

본 사업은 영천댐의 용수 공급능력을 확충함으로

* 한국수자원공사 임하다목적댐 관리사무소 소장

써 금호강 유역을 포함한 경북 동남부 지역의 용수 수요에 대비하고, 금호강 수질개선을 목적으로 추진하는 사업이다. 이 지역의 2001년도 용수 공급 부족량이 7.78CMS이나, 길안댐 개발이 현지인들의 거센 반대로 우선 1단계로 5.1CMS를 공급할 수 있는 시설을 시행하고, 추후 2단계로 길안댐을 개발하여 나머지 부족분을 확충하겠다는 구상이다. 1단계 사업은 임하댐 저수지에서 2.85CMS를 취수하고 길안천에 취수언을 축조하여 얻게 되는 1.8CMS의 용수를 터널을 통하여 도수시키고, 영천댐 용수 공급 능력 증가분 0.45CMS를 합한 5.1CMS를 확보하게 된다. 이로써 도수로를 통하여 공급하는 물량은 일일 402천M3이며, 전체적으로는 440천M3의 물부족 확보효과를 거두게 된다. 추진연혁을 요약하면 '90. 7월부터 '91. 4월까지 실시설계를 완료하고, '91. 4. 30일 공사에 착수하여 '97년말 통수를 목표로 추진중에 있다.

나. 공사개요

영천댐 도수로의 주수원은 임하다목적댐 저수지이며 보조수원지는 길안천이다. 금번 본 사업은 취수터널 1.1km, 800HP * 6대의 가압장, 19km 도수관로(D=1,650m), 취수언(H=10m, L=210m) 및 국내 최장인 도수터널(D=3.0 3.5m) 33km로 구성되어 있다. 총사업비 171,446백만원이 투입되는 5년 7개월의 장기계속공사로서 현재 공정 35%이다. 시행청은 한국수자원공사이며 시공자는 (주)대림산업이 맡고 있다. 특히 주목할 만한 사항은 T.B.M 굴착공법을 적용하여 국내 최장수로터널을 시도하고 있다는 점이다.

다. 주요 시설 내용

① 취수시설

취수시설은 임하댐으로부터 직선거리 3.2km의 상류좌안측에 위치하며 문비용 Shaft Tunnel, 취수터널에 연결되는 암거형 유입수로, 취수터널로 구성된다. 가압펌프장 및 도수관로의 계획 유량은 3m³/s 이상을 취수할 수 있도록 하였다.

- 취수탑: Shaft Tunnel D=4.6m, H=34.25m
- 유입수로: L=180.0m, Box 2.4 * 24m

- 취수터널: L=1,090m D=2.4m(원형)

② 도수관로

도수관로는 임하댐에서 취수하는 취수터널과 연결된 가압펌프장까지의 취수관로와 가압펌프장으로부터 도수터널까지 도수되는 도수관로로서 직경은 1,650mm이며 총연장은 19km이다.

- 위치: 경북 안동시 임하면 금소리 안동시 길안면 송사리
- 유량: 3m³/s (259,200m³/일)
- 관중: 도복장 강관 직경 D=1,6450mm * 12mm
- 연장: 취수관로 L=3.0km * 1열,
도수관로 L=16.0km * 1열

③ 가압 펌프장

가압펌프장은 임하댐에서의 계획홍수량 3m³/s (259,200m³/일)를 도수관로를 통하여 도수터널에 공급하기 위하여 계획관로상에 설치 운영토록 하였다.

- 위치: 안동시 임하면 오대리
- 가압장 규모: 22.5m * 39.0m 1동
- 가압방식: 직송식(Line 가압)
- 설계유량: 3m³/s(259,200m³/일)
- 모타: 800HP * 6대
- 계획취수위 및 양정: W.L. 149.0m, H=60m

④ 취수언(堰)

취수언은 도수터널 입구로부터 길안천 상류로 약 400m 지점에 위치하고 있으며 이 취수언의 기능은 길안천의 유량을 취수하여 임하댐에서 도수되는 유량과 함께 연계운영하여 도수터널을 통해 영천댐으로 도수하기 위한 시설이다.

- 형식: 중력식 콘크리트 구조물
- 연장: L=210m(월류부 L=100m)
- 높이: H=10m
- 월류언 정부표고: EL. 186.7m
- 침사지 규모: B=10m * L=25m * H=5.5m
- 도수관로: L=375m, D=2,200mm
- 위치: 경북 안동시 길안면 대사리, 송사리

⑤ 도수터널

본 도수터널은 임하댐으로부터 가압 도수된 유량과 취수언으로부터 취수된 유량을 영천댐 상류지점으로 도수하는 시설로 약 33km에 달하는 국내 최대의 장대(長大)터널이다. 터널의 단면은 길안댐 건설 및 장래 용수수요 증가를 고려하여 계획 도수량 8.0m³/s로 계획하였다.

- 위치: 입구; 경북 안동시 길안면 송사리
출구; 경북 영천시 자양면 충효리

- 연장: L=32.973km

- 단면:

- * T.B.M 구간(L=29.525km)

- 굴착단면: D=3.5m 원형

- 내공단면: CONC 라이닝 구간

- D=3.0m(T=25cm)

- 숏크리트 구간

- D=3.3m(T=10cm)

- 무라이닝 구간

- D=3.5m

- * 재래식 구간(L=3.448km)

- 굴착단면: D=4.2m(수정 마재형)

- 내공단면: CNOC 라이닝 구간 D=3.6m

- * 터널표고: 입구부 EL. 183.0m(W.L 185.1m)

- 출구부 EL. 160.0m

- 작업갱: 3개소, L=3,128m

3. T.B.M에 의한 터널 굴착

본 사업에서 팔목할 만한 공중으로서 33km의 장대터널을 들 수 있다. 이 터널은 국내에서 연장이 가장 긴 터널로써 T.B.M 굴착방법과 발파공법을 적용하고 있다. T.B.M에 의한 굴진거리는 29.527km이며 나머지 3.448km는 재래식 굴착공법을 적용하며, 3개소의 작업갱(총 3.1km)을 가지고 있다.

터널 공사에서 특히 장대터널에서 가장 큰 문제점은 터널 지반의 암질 및 암반특성이 변화무쌍하다는 점에 있다. 터널 공사의 설계 특성이 확정설계가 아니라 시공시 암판정 결과에 따라 대응하는 변경을 전제로 한 설계개념이므로 굴착과 동시에 암판정을 하여 TYPE 결정 및 보강처리를 하고 있다.

이 지역은 세일, 사암 및 역암으로 구성되는 퇴적암류와 분출암류가 주 분포를 이루며 화강암과

맥암류가 부분적으로 분포한다. 지질구조로는 퇴적암류에 발달한 습곡구조와 안동단층에 수반되어 발달한 것으로 암질이 양호하다 할 수 있다.

본 공사에 투입된 T.B.M은 2대이며 월 평균 250~350M의 굴진 능력을 보이고 있다. T.B.M 공법의 특성은 여러가지가 있으나 크게 다음과 같이 요약할 수 있다. 장점으로, ① 고속굴진을 할 수 있어 공정이 빠르다. ② 지반이완을 최소화 할 수 있어 품질확보에 유리하다. ③ 매연 분진등이 없어 작업환경이 좋다. ④ 원형단면으로서 수리상 유리하다. ⑤ 버력을 골재로 사용이 가능하다. ⑥ 소음 진동이 없다. ⑦ 전체공사비가 저렴하다. 등이며 단점으로는, ① 파쇄대등 암반이 불량한 구간에서 응급대책이 곤란하다. ② 장비고장시 정비시간이 길어 타공정에 영향을 준다. ③ 장비조립 해체기간이 길다. ④ 배출수처리가 필요하다. ⑤ 단면변경등에 불리하다. 등을 들 수 있으나 대체적으로 장대 터널에는 유리한 것으로 판단된다.

가. 장대(長大)터널의 시공상 과제

장대터널의 시공상의 특성은 암반의 다양한 구성과 지질구조의 다변성에 어떻게 대처하느냐에 달려 있다. 암반특성을 완벽하게 역학적으로 해석하기 곤란하기 때문이다. 많은 경험을 바탕으로 적절한 대응을 하여야 하며 과거 실적을 토대로 기술적 연구개발이 활발히 추진되어야 할 것으로 사료된다. 본 사업과 관련하여 시공상의 과제를 몇가지 열거하면 다음과 같다.

- (1) 다양한 지질조건에 대응한 완벽시공을 전제로한 공정이 계획되어야 한다.
- (2) 한정된 공간내의 선형적 작업이므로 작업환경 및 여건을 고려한 작업갱 배치를 더 두어야 한다.
- (3) 지하수 용출과 관련한 지표수 고갈등 민원에 대처하여야 하며, 지하수 용출 차단을 위한 노력이 필요하다.
- (4) 원활한 공사관리 시스템이 확보되어야 한다.
- (5) 수로터널 및 경우 완공후 보수 및 점검이 곤란하므로 자동계측 시설이 적극 채용되어야 한다.

4. 맺는말

수자원 부족현상과 날로 심화되는 수질악화를 극복하기 위하여 수자원의 관리체계의 개발과 수원확보가 크게 요청되고 있는 반면 현실적으로 수원확보의 어려움과 한계가 있다. 이러한 관점에서 기존 확보된 수자원을 극대화시키는 노력이 활발히 추진되어야 할 것으로 생각된다. 이러한 대안으로써 진

행되고 있는 사업으로 임하댐 영천댐 연계시스템과 이 중요한 모델이 되고 있다. 이와 같이 유역 변경식 광역 수리계획등을 추진함에 있어 지표구조물을 설치함에는 보상 및 민원 문제등이 사업차질이 중요한 요소가 될 뿐 아니라 지리적 조건등이 문제인바, 지하시설인 장대터널에 관심과 연구개발을 가속화 시켜야 할 것으로 사료되며 제위의 많은 조연과 성원을 부탁드립니다.

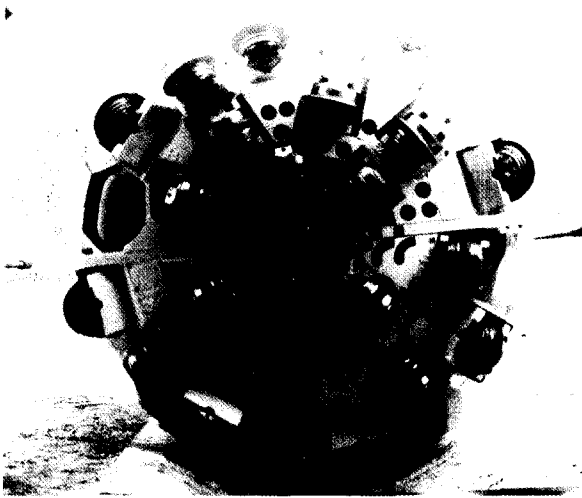


사진 1. TBM HEAD

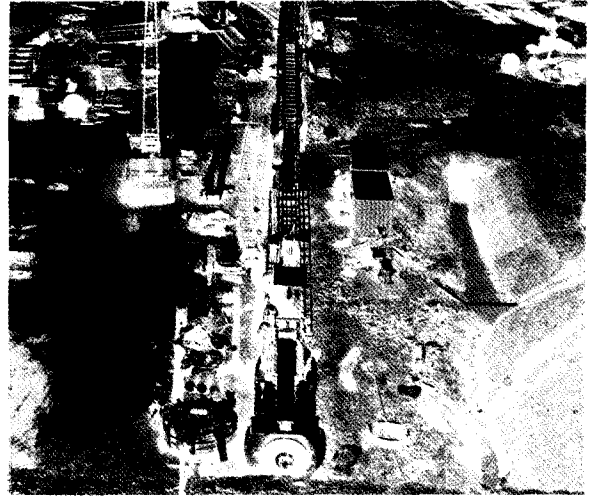


사진 2. TBM 조립광경

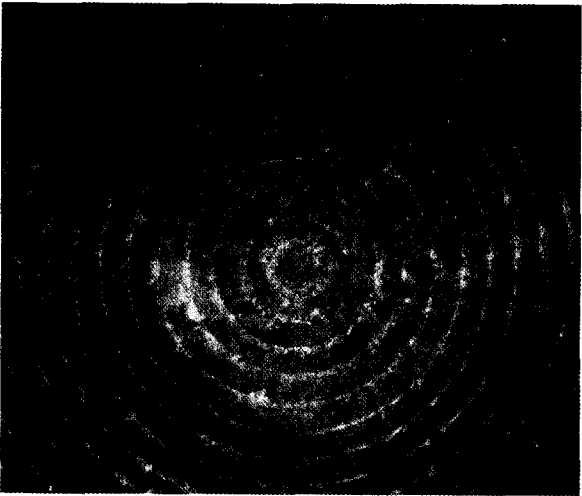


사진 3 TBM 굴진레적



사진 4. 도수터널 5구간 관통광경