

수도권 광역상수도 5단계 건설사업

전 종 규*

I. 서론

한정된 수자원의 효율적 분배로 국민생활수준 향상과, 경제 중흥에 있어 가장중요한 용수공급을 위해 정부가 제3차 경제개발 5개년계획 기간 중인 1973년 수도 서울 및 경기도 일원에 일일 120만톤 용수공급 규모의 수도권 광역상수도 1 단계 건설사업을 최초로 시작한 이래 전국에는 현재 10개의 광역상수도가 건설되어 일일 738만톤의 용수를 공급중에 있으나 아직도 수요는 계속 급증하고 있어 광역적 용수공급시설의 지속적인 확충이 시급한 형편에 있다.

특히 수도권지역의 용수 수요 증가 추세를 최근 10년간의 통계치로 인구 증가율을 비교, 분석해 보면 서울특별시는 2.31%로서 도시개발 및 확장추세가 비교적 안정된 반면 인천광역시는 5.57%, 경기도 지역은 4.99%로서 전국 평균치1.12%를 훨씬 상회하고 있음을 알 수 있다.

이와 같이 서울특별시에 인접한 수도권지역의 인구가 계속적으로 증가하고 있는 이유는 정부의 계속적인 인구분산 정책에 따른 서울시 인구유입 억제책, 서울시의 수용 인구 포화 상태에 기인하는 것으로 판단되며, 특히 인천시를 비롯한 경기도 기존도시의 도시 재개발을 위한 택지개발 및 도시기반시설의 확충과 분당, 일산, 평촌, 중동지구 등의 대규모 신도시 개발 등으로 인하여 서울특별시 인

구가 인천광역시를 비롯한 경기도 인접도시로 이동하고 있기 때문인 것으로 판단된다.

1994년말 현재 수도권 지역의 용수공급 시설용량은 일일 950 만톤(광역상수도 545만톤, 지방상수도 405만톤)으로서 수도권 전체 인구의 약 92%인 1,680만명에게 용수를 공급하고 있으나 계속적인 용수수요 증가 등으로 인해 수도권 광역상수도 1~4단계 사업에 이어 5단계 사업을 1992년에 본격 착수하기에 이르렀다.

수도권 지역은 정부의 계속적인 수질관리 노력과 상류에 위치한 다목적댐들에의해 수질 및 수량적으로 비교적 안정된 한강이 위치하고 있어 이수적 측면에서 필요한 양을 비교적 적기에 공급할 수 있었으나 앞으로는 한강수계의 수자원 이용률을 극대화시키기 위한 다목적댐 등을 추가로 건설하여 신규 수원을 확보하지 않으면 안될 전망이며, 지리적 특성상 경기도 남부 지역은 대용량의 수원이 없어 한강 수계를 수원으로 하는 수도권 광역상수도 사업은 단계적으로 계속 되어야 할 것이다.

II. 사업 개요

동 사업은 한강이남의 인천광역시와 경기도 지역에 일일 200만 m^3 의 용수를 공급하기 위한 인천 평택계통과, 한강이북의 고양시 및 의정부시 등에 일일 20만 m^3 의 용수를 공급하기 위한 의정부 계통으로 이루어졌으며 사업개요는 다음과 같다.

* 한국수자원공사 한강사업본부 건설처장

■ 계획개요

- 목표년도 : 2001년
- 시설용량 : 2,200천m³
- 급수보급율 : 95.1%
- 일인일일평균급수량 : 412 ℓ

○ 취수원

- 인천·평택계통 : 팔당호
- 의정부계통 : 팔당담하류 우안 6.7km
- 급수대상도시 : 인천광역시 경기도 (13개시 5개군)

■ 시설개요

구 분	전 체	인천 평택계통	의정부계통
취수장	2개소(Q=220만! m ³ /일)	1개소((Q=200만! m ³ /일)	1개소(Q=20만 m ³ /일)
정수장	2개소(Q=91.1만 m ³ /일)	1개소(Q=71.1만 m ³ /일) (인천계통→원수공급)	1개소(Q=20만! m ³ /일)
가압장	3개소(Q=212.8만 m ³ /일)	1개소(Q=200만! m ³ /일) 1개소펌프증설(용인) →(Q=2.9만! m ³ /일)	1개소(Q=9.9만! m ³ /일)
관 로	182.268km (D 2,600mm~400mm)	131.071km (D 2,600mm~400mm)	51.197km (D 1,800mm~600mm)
터 널	5개소 15.14km (D 4,300mm~5,000mm)	5개소 15.14km (D 4,300mm~5,000mm)	-

■ 사업기간 : 1992.4~1997.12

■ 사업비 : 753,266백만원

■ 사업효과

- 급수보급율 향상 : 90%→95.1%
- 일인일일 평균급수량(ℓpcd) : 362→412

III. 추진경위

- 타당성조사 및 기본계획 : 1992.4.8~1993.5.25
- 실시설계 : 1993.10.25~1995.11.20
- 실시계획승인
 - 건설부고시 1994-514호 1994.12.22
 - 건설부고시 1995-292호 1995. 8.23
 - 건설부고시 1996- 1호 1996. 1.11
- 공사착공 : 1994.12.30~현재(단계별 공사 발주 및 착공)

IV. 사업특성

동 사업은 사업비 및 시설규모 측면에서 국내 최대규모의 광역상수도 사업으로서 설계 및 시공단계에서 시설 현대화는 물론 철저한 품질관리가 요구

되며 수도권지역의 사업구역 특성상 전체관로의 약 44%인 80 km와 취수장 및 정수장 등의 주요구조물 부지 면적의 약 40%인 308천m²이 수도권 개발제한구역 내에 위치하고 있어 행위허가에 장시간이 소요되고 있을 뿐만 아니라 서류 작성 및 허가 협의에 막대한 인력이 투입되고 있으며, 동 개발제한구역 내에 거주하고 있는 주민들의 시설설치 반대로 인해 원활한 사업 추진에 상당한 어려움이 뒤따르고 있는 실정이다.

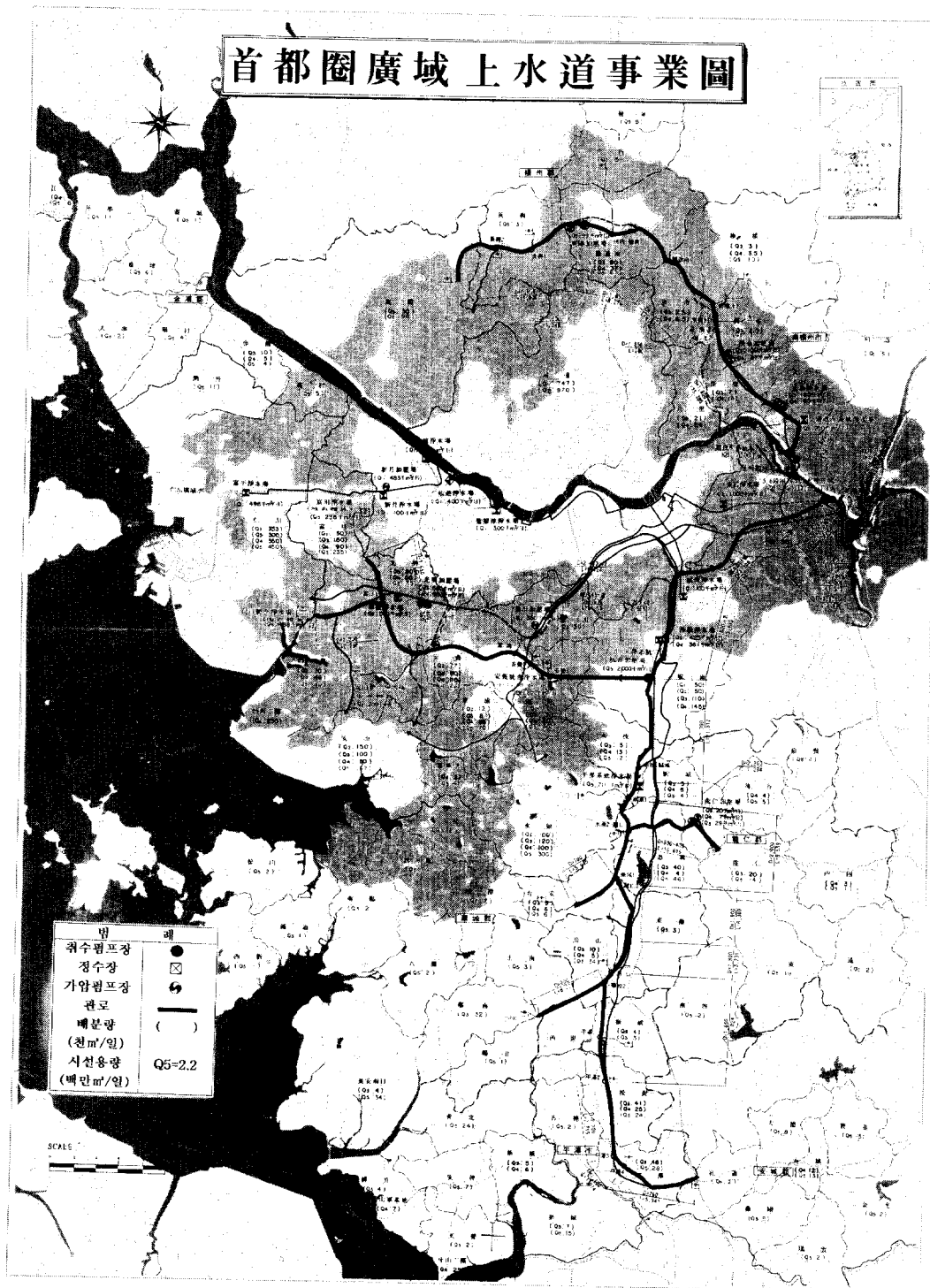
주민들의 주된 반대 이유는 개발제한구역 설정으로 인한 재산권 행사 제한 등의 제도적 문제와 개발제한구역이 아닌 인근 지역과의 현격한 용지보상가 차이와 함께 수도 서울 및 타지역을 위한 대규모 사회간접시설 등(고압선통과, 기존취·정수장 및 관로 등)이 마을을 통과하고 있어 생활환경이 계속 침해 받고 있는 것이 주된 원인으로 분석되고 있다.

V. 5단계 시설규모 결정 및 배분계획

■ 기존 용수수급 현황

수도 서울의 수도 보급율은 99.9%로서 전국 평

〈도 1〉 수도권광역상수도사업도



〈표 1〉 수도권광역상수도 1~4단계 사업개요

구분	1 단계	2 단계	3 단계	4 단계	계
1. 시설용량	120만m ³ /일	140만m ³ /일	133만m ³ /일	152.5만m ³ /일	545.5만m ³ /일
2. 공사기간	1973~1979 (6년간)	1977~1981 (4년간)	1984.12~1989 (5년간)	1989.12~1993 (4년간)	
3. 공사비	1/ 외자포함 44,130백만원	2/ 40,213백만원	외자포함 186,947백만원	3/ 227,510백만원	498,800백만원
4. 재원	내자 및 아시아 개발은행	내자	내자 및 세계은행	내자	내·외자
5. 급수구역	서울, 인천, 부천, 성남	서울, 성남, 안양, 수원, 이천, 안산	인천, 부천, 성남, 안양, 수원, 광명, 의정부 등 39개 시, 읍, 면	인천, 수원, 안성, 아산, 의정부 등 32개 시읍면	서울, 인천, 부천, 성남, 안성, 수원 등 41개 시, 읍, 면
6. 시설개요					
1) 취수탑	260만m ³ /일				
2) 도수관로	2,800mm×2열, 연장 750m(260만m ³ /일)		취수거 폭 20m, 길이 80m		
3) 취수펌프장	펌프 및 모터 2,550 HP×8대 (120만m ³ /일)	2,550 HP×10대 (140만m ³ /일)	4,600 HP×7대 (139만m ³ /일)	5,200 HP×7대 (156만m ³ /일)	2,550 HP×18대 4,600 HP×7대 5,200 HP×7대
4) 송수관로	팔당·인천간 관경 2,800~1,800mm 연장 64.6km	팔당·수원/반월간 관경 2,400~1,100mm 연장 52.2km	팔당·평택/인천/ 의정부 관경 2,400~350mm 연장 135.9km	팔당·안성/인천/ 의정부 관경 2,600~450mm 연장 152.9km	관경 2,800~350mm 연장 405.6km
5) 터널 (마체형)	내경 3.5m, 연장 4.6km	내경 2.2m, 연장 0.8km	내경 3.8~2.0m, 연장 13.87km	내경 3.5m, 연장 1.51km	내경 3.8~2.0m, 연장 20.78km
6) 가압펌프장	김포 403,000m ³ /일	이천 350,000m ³ /일	광명 560,000m ³ /일 사송 425,000m ³ /일 미금 100,000m ³ /일 용인 20,000m ³ /일 소계 1,105,000m ³ /일	광명 883,000m ³ /일 사송 361,000m ³ /일 미금 47,000m ³ /일 용인 7,000m ³ /일 소계 1,298,000m ³ /일	3,156,000m ³ /일
7) 정수장		반월 150,000m ³ /일	사송 425,000m ³ /일 와부 130,000m ³ /일 소계 555,000m ³ /일	사송 361,000m ³ /일 와부 85,000m ³ /일 소계 446,000m ³ /일	1,151,000m ³ /일

주: 1/ 실지출금액이며 4단계 사업은 잠정 집계 금액임
 2/ 1단계 사업외자분은 US\$ 25,355,000, 환율 1 US\$ = 486.5원
 3/ 3단계 사업외자분은 US\$ 95,000,000, 환율 1 US\$ = 830원 기준

균 보급을 82%를 훨씬 상회하고 있는 반면 경기도 지역은 80.8%로서 전국평균치를 약간 밑돌고 있는 실정이다.

수도권지역은 1994년 말 현재 약 1,800만명으로서 전국인구의 약 40%가 밀집되어 있으며 이를

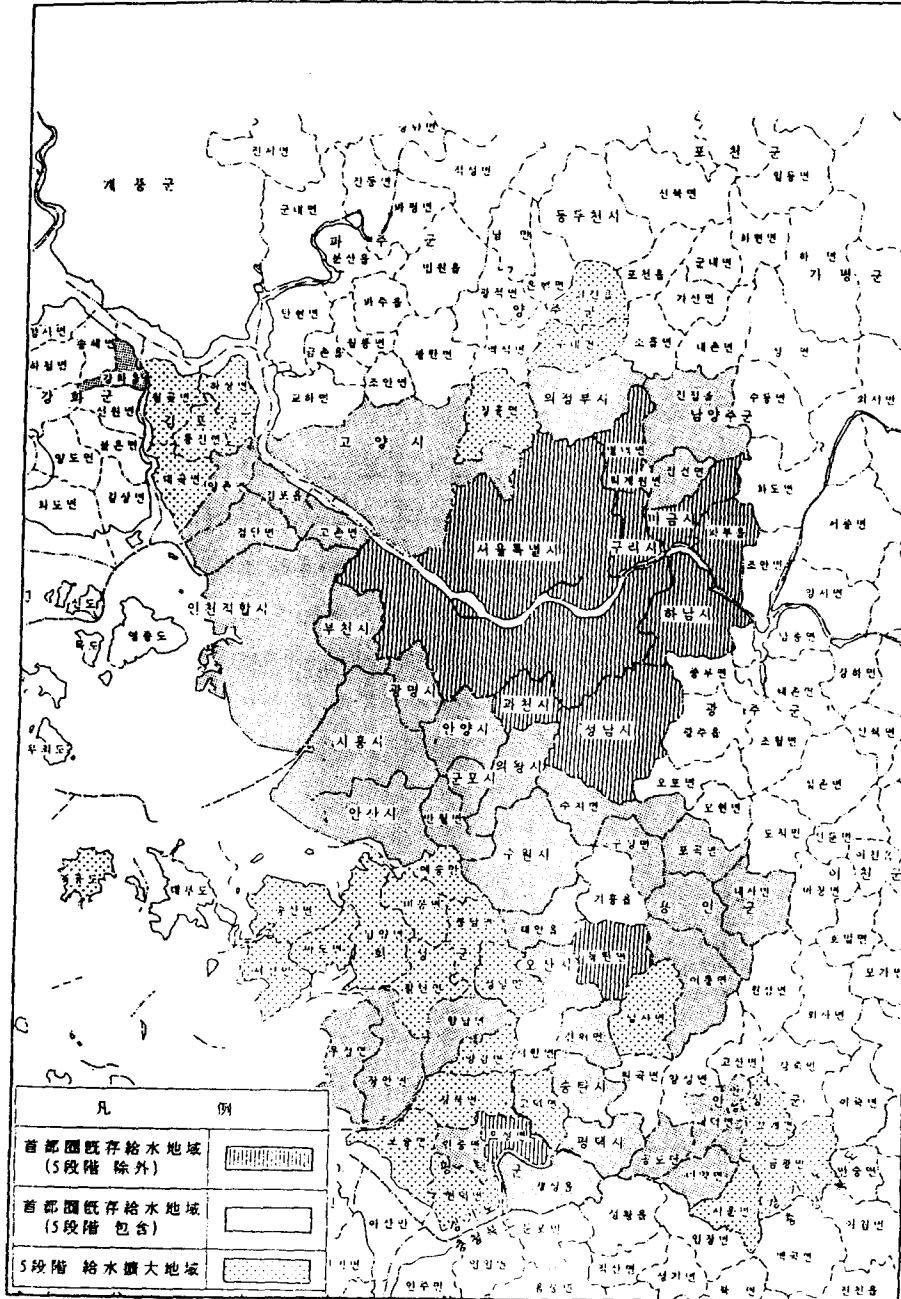
위한 용수공급 능력은 일일 약 950만m³로서 이는 전국 수도시설용량 2,097만m³의 약 45%에 해당되는 규모다. 수도권지역은 대부분 수도권 광역상수도(1~4단계)에 의존하고 있는 실정이며 이들 사업의 개요는 위의 〈표 1〉과 같다.

■ 수요 대 공급전망

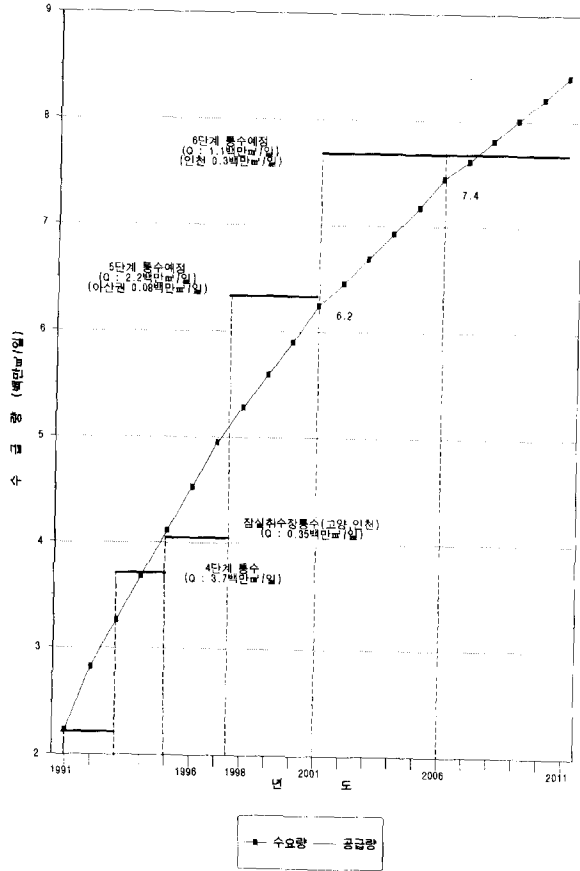
5단계 사업을 포함한 수도권광역상수도 전체 급수구역은 다음 <도 2>와 같다.

수도권지역의 용수수요는 <도 3>과 같이 계속 증가하고 있으며 5단계 사업이 완공되면 2001년까지는 물부족 현상이 발생되지 않을 전망이다.

<도 2> 전체 급수구역도



(도 3) 수요 대 공급 전망



VI. 주요시설공사

본 절에서는 각 계통별로 주요 시설에 대한 규모 및 계획 개요 등에 대해 알아보기로 한다.

인천·평택 계통

■ 팔당취수장

팔당댐상류 좌안 0.4km 지점에 설치된 취수구로부터 취수거식 방식에 의해 취수한 후 6단계 용량을 고려한 직경 5m 연장 980m의 취수터널을 거쳐 자연유하 방식에 의해 팔당댐 하류 0.6km 좌안 지점의 기존 1, 2단계 취수장 옆에 건설된다.

가압펌프는 횡축양흡입볼류트식 펌프로써 예비 3대를 포함 총 10대가 설치되며 해당 가압 유량은 일일 300천㎥(3,600KW)으로서 양정은 82m에 달한다.

■ 통합가압장

팔당취수장으로부터 공급된 200m³백만의 원수 중 1,289천m³은 인천 계통으로 양정 40m로 가압 도수되고, 평택 계통으로는 711천m³을 평택 정수장까지 양정 81m로 가압 도수되게 된다.

가압펌프는 횡축양흡입볼류트식 펌프로써 인천 계통은 예비 2대를 포함한 8대 (1,370KW), 평택 계통 역시 예비 2대를 포함한 8대 (1,530KW)로서 장래분을 각각 4대씩(예비1대)추가 설치할 수 있는 공간을 미리 확보하였다.

■ 정수장

평택계통에 정수를 공급하기 위한 일일 711천m³ 용량의 정수장은 6단계 및 장래 고도처리시설을 고려하여 부지를 확보했으며, 정수처리 방식으로는 취수 원수의 수질이 상수원수2급수로서 일반 급속사여과 처리방식과 같이 응집→침전→여과방식을 채택했고, 또한 원수의 돌발적인 수질사고에 대비하기 위해 분말 활성탄 투입시설을 계획 하였다.

여과방식은 대규모 정수장에 적합한 정암여과의 변법인 감쇄여과 방식을 채택하므로써 여과 유량 조절을 위한 주 제어장치가 필요없고 유지관리가 용이하며 탁질 누출현상이 적어 양호한 여과 수질을 얻을 수 있으며, 여과 유량 조절 방식은 자연평형형 무조작무조절 방식을 채택하였다. 또한 수처리 과정에서 발생하는 오니처리를 위한 기계식 배출수 처리시설을 계획하였다.

이와 같이 처리된 정수는 자연유하방식에 의해 수용가까지 공급되게 된다.

■ 터널

터널은 5개소가 있으며 이들 터널은 경제성 등을 고려하여 6단계 용량을 고려하여 다음과 같이 계획하였으며 굴진 방법은 공사기간, 경제성, 시공성 등을 고려하여 결정하였다.

각 터널별 개요를 살펴 보면

- 취수터널 : 연장 980m, 직경 5.0m(원형), 1방향 NATM
- 제1터널 : 연장 3,510m, 직경 4.3m(원형), 양방향 NATM
- 제2터널 : 연장 1,515m, 직경 4.3m(원형), 양방향 NATM
- 제3터널 : 연장 3,970m, 직경 4.3m(원형),

1방향 TBM

○ 제4터널 : 연장 5,165m, 직경 3.9m(원형),

1방향 TBM

Con'c Lining은 터널 굴착 공사 중 압질 등급에 따른 1차 보강(Shotcrete, Rock Bolt 등) 시행후 터널의 영구적인 안정성 확보를 위해 Con'c Lining을 실시하였다.

누수 예상구간에 대해서는 시공성과 Shotcrete 시공의 용이성 및 지반의 안정 효과를 얻기 위해 Pre-Grouting을 시행하고 Back Fill Grouting 및 고압 Grouting을 시행할 계획이다.

■ 관로

도·송수관로 총연장은 131.1km로서 관경은 2,600mm부터 400mm까지 다양하나 대부분 2,000mm 이상의 대형관로로 이루어졌으며, 공사비면과 내부 코팅등의 시공성을 고려하여 800mm 이상은 도복장 강관으로 700mm 이하는 닥타일 주철관으로 계획하였다.

관경은 향후 6단계 추가 시행시 공사의 난이도, 도로의 이중 굴착, 용지보상의 어려움, 경제성 및 재정적 여건을 고려하여 관추진 구간이나 추가 판매설이 어려운 구간에 대해서는 6단계 용량을 감안한 규모로 관경을 결정하여 5단계 사업에서 시행하는 것으로 하였다.

관로는 도복장 강관으로서 전식방지 시설이 요구되므로 이를 위해 토양 비 저항 측정조사와 지장물 조사(기존도로, 케이블) 자료를 이용하여 회생양극식으로 하였다.

또한 수충압 방지를 위해 Surge Shaft 및 Surge Pipe를 설치하였다.

1~4단계별로 건설된 수도권 광역상수도 수수지역은 상호 중복되거나 인접되어 있어 계통간 관로를 상호 연결하면 비상시 연계 공급할 수 있기 때문에 5단계 사업에서는 2,4단계 관로와의 동수동등을 감안하여 6개소를 연결함으로써 특정 계통 비상 사고시 유동적으로 대처할 수 있도록 계획하였다.

의정부 계통

■ 취수장

취수장은 팔당댐하류 우안 6.7km 지점의 기존

동막 취수장 직하류에 설치되었고, 하천에서 직접 취수된 원수는 침사지를 거쳐 취수 펌프장 흡수정에 유입되게 되며, 주요구조물은 6단계 용량을 고려한 475천m³(동막취수장 용량 25천m³ 포함)으로 계획하였다.

취수된 원수는 양정 80m로 가압되어 3.5km 상류에 위치한 정수장으로 가압 도수되게 된다.

가압펌프는 횡축양흡입볼류트 펌프로서 예비1대를 포함 총 4대가 설치되게 되며 대당 가압 유량은 78천m³(839KW)이다.

■ 가압장

정수장에서 생산된 정수는 관말 수도도시인 고양시와 장흥에 공급해 주기 위해 일일 99천m³ 용량의 가압장이 의정부시에 건설되게 된다. 토목 및 건축 시설은 6단계 용량을 감안하여 계획되었다.

가압펌프는 횡축양흡입볼류트 펌프로서 예비 1대를 포함 총 4대가 설치되게 되며 대당 가압 유량은 33천m³(530KW)이다.

■ 정수장

일일 200천m³ 용량의 정수장은 6단계 및 장래 고도처리시설을 고려하여 부지를 확보했으며, 정수처리 방식 및 여과 유량 조절방식은 평택 계통 정수장과 동일하게 계획하였다.

이와 같이 처리된 정수는 고양 가압장 까지 95m의 양정으로 가압하여 송수된다.

■ 관로

도·송수관로 총연장은 55.9km로서 관경은 1,800~600mm로 이루어졌으며, 관중, 전식방지, 수충압방지 등은 인천·평택계통과 동일하다.

또한 관경은 전구간에 대해 향후 6단계 용량을 감안하여 5단계 사업에서 건설하는 것으로 계획하였다.

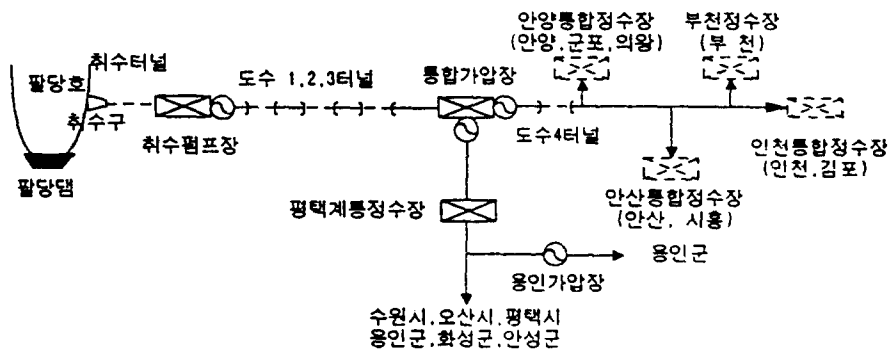
기존 광역상수도 시설과의 비상관로 연결은 수리적으로 5단계와 비슷한 구간에 대해 8개 지점에서 3, 4단계와 연결하였다.

VII. 맺음말

이상과 같이 수도권 광역상수도 5단계 사업에 대한 주요내용에 대해서 간략히 살펴 보았다.

마지막으로 국가적 주요정책으로 추진하는 공공

〈도 4〉 터널 위치도



〈도 5〉 터널 단면도

구 분	취 수 터 널	1, 2 터 널
단 면 형 상		
굴 착 량	28.485 m ³ /m	21.916 m ³ /m
2차 라이닝 (무근 Con'c)	8.360 m ³ /m	6.162 m ³ /m
적 용 공 법	NATM	NATM
구 분	3 터 널	4 터 널
단 면 형 상		
굴 착 량	18.857 m ³ /m	13.203 m ³ /m
2차 라이닝 (무근 Con'c)	4.335 m ³ /m	3.582 m ³ /m
적 용 공 법	TBM	TBM

시설이 개발제한구역내에 설치가 불가피할 경우에는
는 지역 주민에 대한 정책적 배려로, 현실적인 보
상가격이 책정될 수 있도록 하고 또한 행위허가에

소요되는 기간을 최대한 단축할 수 있도록 제도적
장치를 마련 하므로써 적기에 용수 공급이 가능하
도록 하여야 할 것이다.