

제 12장 재 해 대 책

- 1.0 수질사고 대책
- 2.0 비상급수 대책
- 3.0 수도시설 내진 대책
- 4.0 동절기 대책
- 5.0 기타 안전관리 대책

제 12 장 재 해 대 책

1.0 수질사고대책

1.1 개 요

수도시설은 국민의 생활에 절대적으로 필요한 용수를 공급하는 공익시설로서 타 시설과는 달리 대체물이 없다는 점에서 그 중요성은 여타 어느 시설보다 높다. 수도시설의 사고는 사고발생의 빈도, 정도, 피해 등에 따라 다르고 System 어느 분야에서도 발생되지만 일단 사고가 발생되어 용수의 공급이 중단되면 식수난, 교통장애, 공장가동중지 등 사회적으로 끼치는 영향은 대단히 크다고 할 수 있다. 표류수를 수원으로 하는 경우 하천유량의 감소, 호소의 수위저하 등에 따라 원수 수질이 악화되므로 평상시보다 빈도를 높여 원수수질검사 등 수질관리에 철저를 기하여야 한다. 제한급수가 실시되면 출수불량이나 단수가 발생되므로 정수장에서 염소소독을 강화하여야 하며 수질 검사시에는 급수전에서 실시하고 수돗물에 대한 잔류염소량을 확인하여야 한다.

1.2 수질오염 사고의 종류

수질오염사고는 유류 및 유독물 운송·취급 부주의, 차량전복에 의한 오염물질의 유출, 각종 산업폐기물의 무단방류, 환경관련시설의 고장·파손에 의한 오·폐수 다량 방류 등 인위적 원인과 수온 및 용존산소의 급변화, 초기강우의 영향, 조류의 이상번식, 하천퇴적물의 부패 등 물환경 변화에 기인한 자연적 원인에 의하여 일어나며, 거의 대부분이 인위적 사고이다.

수질오염사고는 일단 발생되면 인명과 재산의 피해정도가 매우 크고 그 영향이 광범위하므로 사고가 발생되지 않도록 사전에 수질오염사고 예방을 위한 적절한 대책을 강구해야하며, 사고발생시에는 사고상황에 따라 신속하고 적절한 오염사고 관리 및 수습체계가 필요하다. 일반적인 수질오염사고의 유형별 분류는 다음과 같다.

수질오염사고의 분류

오염물질별		유형별분류	원인별분류
I	유류유출	차량, 선박 등 전복 사업장에서의 유출 화재진압시 발생 공사장 장비 전복 불법배출등 기타	운전부주의 취급, 관리 부주의 기계고장 불법배출 및 무단투기 원인불명 등 기타
II	미량유기 화학물질	차량, 선박 등 전복 사업장에서의 유출 화재진압시 발생 불법배출등 기타	운전부주의 취급, 관리 부주의 기계고장 불법배출 및 무단투기
III	수환경변화	물고기 폐사 조류번식 오염물질 일시 다량유입 기타	용존산소 부족 수온상승등 계절적 요인 강우등 일시적 요인 복합적 요인에 의한 변화
IV	기 타	대기배출시설에서의 사고 환경기초시설에서의 사고 수돗물 악취등 오염발생 불법투기 원인불명 등 기타	관리 및 취급 부주의 기기 및 설비 고장 오염물질 농도의 증가 불법배출 및 무단투기 원인불명 등 기타

1.3 수질오염사고의 현황

1.3.1 주요 수질오염사고 사례

국내 주요 수질오염사고 사례

발생일시	장 소	사 고 개 요	비 고
'89. 9	전국 주요 10개 정수장	중금속, 세균 과다검출	
'90. 6	전국 주요 70개 정수장	발암물질(THM) 검출	
'91. 3	두산전자 구미공장	폐놀유출 낙동강오염, 악취발생	
'91. 4	낙동강 구간	폐놀 0.3톤 유입으로 폐놀오염	공급측 배관고장
'94. 1	낙동강 구간	낙동강 악취발생	
'94. 4	영산강	수환경이상으로 물고기떼죽음	
'94. 6	낙동강	디클로로메탄 검출, 냄새 발생	

미국 주요 수질오염사고 사례

발생일시	장 소	사 고 개 요	원인 및 대책
'47. 7	위스콘시주	우물물 페놀오염사고 최고농도 1,130mg/L	미 EPA는 WHO의 상시 음용수 페 놀 허용치 0.01mg/L의 백배인 0.1mg /L를 비상기준치로 설정함.
'52	네브래스카주 링컨시 허즈버빌	집단소아마비 발생 20명 중태(2명 사망) 30명 감염	배수관과 수세식 변소 수공급관 사 이의 부압으로 수세식 변소의 물이 역류됨.
'71~'78	미국 전역	Giardia Lamblia 편모충에 의한 집단 감염발생 설사, 발열 동반	원수중 Lamblia 편모충 염소소독 저항력과 응집침전 불충분에 따른 여과지의 미여과
'81. 2	미시시피강	페놀오염사고 발생 최고농도 0.11mg/L	Georgia Pacific사의 페놀유출로 인 한 심한 냄새로 3일간의 급수정지 피해보상액 9백만불 소요
'86. 7	텍사스주	Cryptosporidium 감염 1만 3천명 감염	잔류염소 0.2mg/L에서도 발병설사, 복통을 유발, 면역성이 약한 사람 은 치명적
'92	오레곤주	Cryptosporidium 감염 100만명 감염	
'93	밀워키주	Cryptosporidium 감염 25만명 감염	정수장의 응집제를 황산반토에서 PAC로 교체하여 pH 8부근에서 염 소살균효과가 저하되고 여과수 탁 도가 0.5NTU를 초과함.
'93	워싱턴 D.C Dalecarlia 정수장	Cryptosporidium 감염	우기시 고탁도에서 운전 부주의로 약품주입시설 중 1기가 미가동된 상태에서 운전을 계속하여 여과지 기능상실로 여과수 탁도상승과 소 독효과 저하가 사고발생의 원인 운 전자의 교육프로그램 강화

1.3.2 주요 수질오염사고 현황

‘90년대 이후부터 ‘94년까지는 국내 주요하천 및 호소 등 상수원의 수질이상 현상이 발생하여 어류 폐사나 맛과 냄새 등 상수원의 물환경에 치명적인 수질오염사고가 증가하는 추세에 있다.

환경부의 조사에 의하면, 수질오염 사고 추세는 점점 둔화되고 있어 ‘96년 중 발생한 사고 중 유형별현황을 보면 오염물유출(유류,유독물) 사고가 45건으로 전체의 60%이고, 하천이나 취수원 등의 물환경변화에 의한 사고가 18건으로 24%, 기타 사고가 12건으로 16%로 나타나 정부차원의 수질사고예방을 위한 각종 시책의 수립·추진에 의하여 수질오염사고가 감소하고 있는 추세에 있다.

상수원 수질이상현상 현황(‘88 ~ ‘94)

(단위 : 건수)

구 분 년 도	어류폐사	맛과냄새	착색 및 탁수	기름유출	기타	계
‘88	9	3	2	1	3	18
‘89	5	4	6	3	7	25
‘90	9	5	5	5	6	30
‘91	8	7	8	3	6	32
‘92	10	5	7	4	6	32
‘93	13	5	1	8	6	33
‘94	42	8	8	46	9	113
계	96	37	37	70	44	283

주) 오염물질 유입시의 정수처리기법 연구(‘95. 4, 환경부)

원인별 수질오염사고 현황('88 ~ '94)

(단위 : 건수)

년 도	구 분	한 강	낙 동 강	금 강	영 산 강	호 소 및 기 타	계
	기름유출	14	20	21	5	10	70
	산소부족	12	12	8	12	5	49
	독성물질	5	13	2	7	3	30
	조류번식	8	7	9	7	14	45
	기 타	10	13	9	10	11	53
	원인불명	5	7	14	5	1	36
	계	54	72	63	46	48	283

주) 오염물질 유입시 정수처리기법 연구('95. 4, 환경부)

오염원별 수질오염사고 현황('88 ~ '94)

(단위 : 건수)

년 도	구 분	한 강	낙 동 강	금 강	영 산 강	호 소 및 기 타	계
	산업폐수	10	24	7	9	4	54
	생활하수	7	5	9	8	3	32
	축산폐수	3	6	4	7	4	24
	농업폐수	1	1	6	4	3	15
	폐 기 물	4	2	-	1	3	10
	폐 유	14	20	21	5	10	70
	기 타	15	14	16	12	21	78
	계	54	72	63	46	48	283

주) 오염물질 유입시 정수처리기법 연구('95. 4, 환경부)

수질오염사고 유형별 현황('94 ~ '96)

(단위 : 건수)

사공유 형년도	유류유출	유독물유출	물환경변화	기 타	계
'94	72 (49.3)	14 (9.6)	43 (29.5)	17 (11.6)	146 (100)
'95	34 (41.0)	12 (14.5)	22 (26.2)	15 (18.0)	83 (100)
'96	39 (52.0)	6 (8.0)	18 (24.0)	12 (16.0)	75 (100)

주) ()는 %임, 환경오염사고 이렇게 대응하자('97. 5, 환경부)

1.4 수질오염사고 대책

1.4.1 대비방안

가. 수질오염 감시체계 구축

- (1) 정상상태의 수질 및 그 년도별 수질변화의 파악, 계절별 또는 시간적 변동의 파악, 도달시간 및 자정작용의 파악을 주목적으로 하는 정기수질조사
- (2) 상세한 오염원 지도를 작성하기 위한 수계내 지역별 오염원조사
- (3) 동일수계를 취수원으로 하는 정수사업소에 대하여 수계별 수질관리에 의한 우발적 이상수질오염에 적절히 대처할 수 있는 효율적인 비상연락 및 사고 수습체계의 확립이 요구된다.

나. 수질경보시스템 구축

대규모의 정수장은 수질오염사고에 대한 각종 대책이 수립되어 있는 편이나, 소규모 정수장의 경우 자체 수질감사체계가 확립되어 있지 않아 거의 무방비 상태인 정수장이 많다. 따라서 하천 및 호소를 수원으로 하는 모든 정수장을 대상으로 수질오염사고에 대한 최소한의 대책을 수립하여 수질오염사고의 조기발견과 오염사고 원인을 파악하는 시스템을 구축한다.

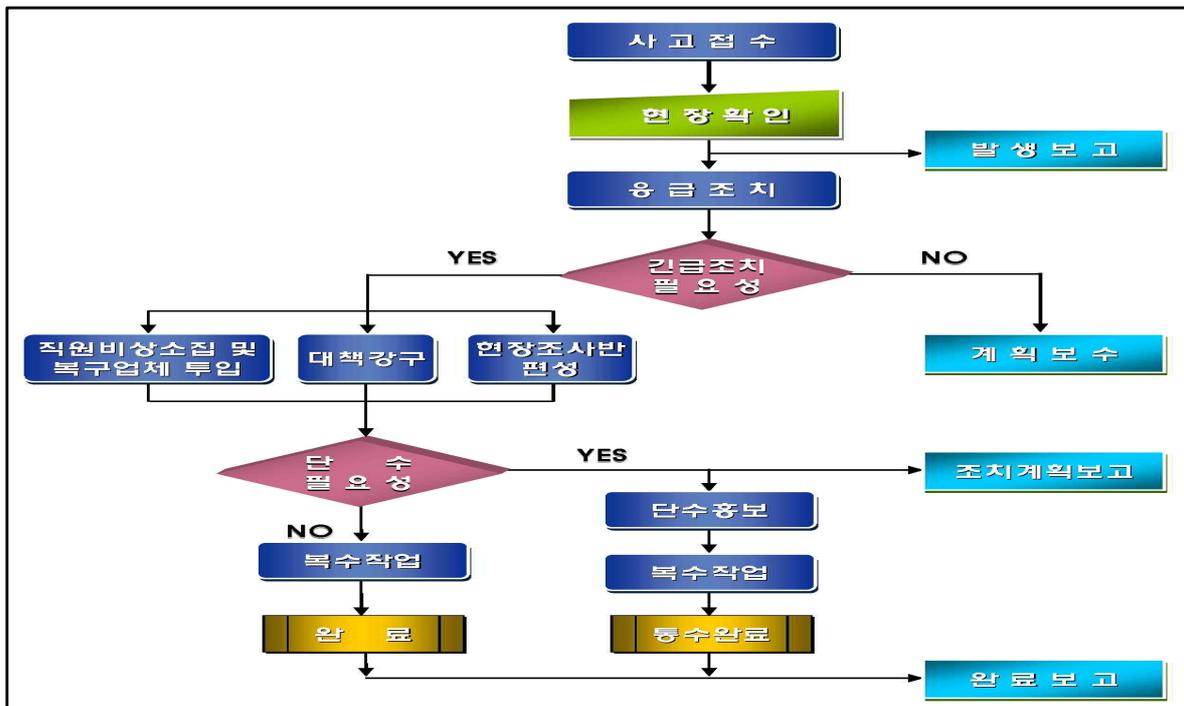
다. 비상연락체계 구축

취·정수장내에 비상연락 전용 전화를 설치하여 신속한 연락이 이루어지도록 하고 현재 갖추어져 있는 비상연락 체계에 의한 후속조치를 취하도록 한다.

라. 사고발생시 대비한 훈련실시

돌발적인 수질오염사고 발생시에는 초기 및 사고 대응의 좋고 나쁨에 따라 사고 내용을 좌우하게 되므로 평상시에 사고 대응 훈련을 할 필요가 있다. 따라서 현재 실시되고 있는 민방위훈련과 같은 효율적인 제도와 관련하여 상수도 관련기관에서도 수질오염사고 발생에 대비한 훈련을 지속적으로 실시해야 한다.

1.4.2 수질오염사고 발생시 긴급조치사항



사고수습절차

가. 상수원

우선적으로 수질오염사고가 발생하였을 때 그 내용을 즉시 비상연락체계를 통하

여 연락을 취하고 그 사안의 긴급성에 따라 다음과 같은 판단기준에 의하여 취수를 중단하는 조치를 취한다.

- (1) 물고기 폐사에 의한 부상이 발생할 경우
- (2) 원수중 시안, 수은의 농도가 기준 이상으로 검출되었을 경우
- (3) 먹는물 수질기준 및 건강에 유해가 미칠 우려가 있는 수질항목이 급수전에서 기준치 이상으로 초과할 경우
- (4) 원인불명의 원수중 색도, 탁도가 현저히 높을 경우
- (5) 맛·냄새가 현저할 경우

또한, 상수원에서 수질오염사고나 수질이상현상이 발생하여 사고접수를 받았거나 하천관리자가 발견하여 통보한 경우, 즉각 현장조사반이 출동하고 수질오염사고의 상황이나 이상유무를 판단하여 후속조치로써 현장조사를 실시하고 관계기관에 통보한다.

수질오염사고 발생시 현장조사는 수질검사소 또는 수계별 환경관리청에서 상황을 파악하고, 채수하거나 물고기 피해시는 물고기 채취, 발생원 추적 등의 조사를 실시하고 각 관계기관으로 연락을 취한다. 다만 사고 발생지역에 인접한 곳에 정수장이 위치한 경우에는 정수장 직원이 먼저 출동하여 수질검사소 및 해당 관리과 직원이 도착하는 즉시 인수인계를 하거나 독자적으로 조사를 실시한다.

나. 정수장

수질오염사고에 의한 이상오염물질 유입시 정수장에서는 먼저 비상연락체계를 통한 연락을 취하고 적정 조치사항이 전달되기까지 초기대책을 수립하여 기존 정수처리공정상 적절한 약품투입(응집제, 분말활성탄, 전염소 주입 등)을 위하여 원수에서 각 공정별 처리수를 채취하여 수질검사실 또는 가장 가까운 수질검사소에 분석을 의뢰한다. 또한 수질오염사고 발생상태를 파악하기 위하여 취수구를 중심으로 상·하류 유역의 오염상태를 조사하고 상황이 긴급할 때에는 취수중

단 판단기준에 의거하여 일시적인 취수중단을 행하고 처리가 가능하다고 판단될 경우에는 각 정수처리공정별로 적정 처리방안을 수립한다.

정수처리공정별 긴급조치방법

시 설	조 치 내 용
취수장	<ul style="list-style-type: none"> · 사고발생시 정수장으로 비상연락 및 상황을 통보 · 긴급하다고 판단될 때는 취수중단의 기준에 준하여 취수중단 · 취수장에서 실시 가능한 방제조치 실시(기름띠 발견시 오일펜스 설치등) · 비상약품 투입시설이 설치된 경우 비상약품 투입(일반적으로 분말활성탄을 항상 비치)
착수정	<ul style="list-style-type: none"> · 원수 도달 전 사전에 원수를 확보하여 예비 수질조사 · 어류관찰수조 등 수질경보장치를 설치하여 독성물질 유입관찰 · 수시로 수질을 분석하여 오염물질의 종류와 농도를 파악하고, 그에 따른 약품투입 실시
약품투입시설 및 혼화지	<ul style="list-style-type: none"> · 전염소처리를 위한 염소 및 응집제, 소석회, 분말활성탄 등을 상지구비 · 약품종류별 Jar-Test를 통한 최적 응집약품 선정 및 약품주입량 결정(이때 정수장 주입시설에 대한 안정성 고려) · 분말활성탄은 기존의 응집/침전/여과공정에서 처리되지 않는 용존성 유기물, 맛·냄새물질, 색도, 음이온계면활성제, 페놀류, 농약류 등을 흡착제거하기 위한 고도처리의 목적으로 투입 · 분말활성탄 투입 후 충분한 접촉시간(20분이상)을 갖도록 한 다음 전염소 투입
응집 및 침전시설	<ul style="list-style-type: none"> · 고탁도 및 응집에 영향을 미치는 오염물질의 유입에 대비하여 침전지의 체류시간을 조절하는 방안 검토 · 처리효율을 높이기 위해 주기적인 청소 및 슬러지 배제 · 수질오염사고 발생시 침전수 탁도 및 기타 오염물질의 수질분석 · 침전지에서의 침전상태, 슬러지 퇴적상태, 유출수 탁도 등을 고려하여 필요한 대책 실시(원수와 유출수 탁도를 비교하여 침전지 탁도질제거효율 검사, 여과지 탁도부하량 계산 및 가동시간 계산, 여과수수질 조기 파악)
여과설비	<ul style="list-style-type: none"> · 여과시설은 역세척에 의해 여과효율이 결정되므로 역세척의 빈도, 시간조정등을 수질에 맞게 효율적으로 관리 · 여과효율 감소를 가져오는 머드볼 생성을 방지하기 위하여 표면세척 및 역세척을 반복하고, 머드볼이 생성되었을 경우 여과사 1-2cm를 제거한 후 적절한 여과사 보충을 실시
정수지	<ul style="list-style-type: none"> · 조류의 과다번식으로 인한 맛·냄새 유발물질의 유입이 있거나 수인성 전염병 등의 발생이 있는 경우에는 후염소 투입률 증가 · 수질분석시간 확보를 위한 정수지 체류시간증대 · 사고시 원활한 퇴수를 위한 퇴수밸브 수시점검 · 역세척수조의 역할을 겸용하는 소규모 정수지는 충분한 용량 확보 · 독성물질이나 미량유해물질 유입의 이상징후가 발견된 경우는 급수중단

다. 배·급수시설

현재 발생되고 있는 배·급수시설에서의 수질오염사고는 사고가 어느 정도 진행된 이후에 발견되는 경우가 대부분이며, 이는 상수원이나 정수장에서의 수질오염사고라기 보다는 급·배수시설에서의 오염물질 유입에 의한 사고라고 할 수 있다.

물론 과거에 비하여 원수수질의 악화로 인한 수질오염사고 발생비율이 상대적으로 많은 부분을 차지하기는 했으나 아직까지는 급수전에서의 수질오염사고는 배·급수시설에서의 오염물질 유입이다. 따라서 급수전수는 말단의 물이므로 이상이 있을 때에는 원수, 정수처리, 배수, 급수 등의 어딘가에 이상이 있었다고 여겨지므로 즉각 조사를 실시하여 긴급 조치한다.

1.5 주민공지 및 홍보방안

1.5.1 주민공지 방법 및 절차

가. 대상지역 선정

- (1) 오염물질 검출지점을 중심으로 해당 수돗물 공급지역 주민으로 한정하여 고지
 - 광역 및 지방상수도에서 오염물질 검출시 : 공급지역 전역
 - 수도꼭지 검출시 : 동일 급수관망 이용지역
- (2) 필요시 관할기관의 판단 하에 대상지역 범위를 인근지역까지 확대

나. 공지내용

1) 오염발생에 따른 주민공지

- 오염물질의 종류·농도 및 수질기준
- 오염의 발생일시·원인 및 영향지역
- 오염에 따른 건강상 위협의 가능성
- 주민의 행동요령 (안전한 식수 음용방법/감염예방법/주민협조사항)

- 문제해결을 위한 조치계획
- 예상되는 원상회복 일시
- 담당자의 연락처

2) 수돗물의 공급 중지시 주민공지

- 공급정지의 일시·원인 및 영향을 받는 지역
- 오염에 따른 건강상 위해 가능성
- 예상되는 급수재개 시간
- 주민의 행동요령(안전한 식수 음용방법/감염예방법/주민협조사항)
- 문제해결을 위한 조치계획
- 담당자의 연락처

다. 공지방법

1) 급수정지 및 I 급 상황

24시간 이내에 신속히 주민들에게 전달해야 하는 경우로 다음방법 중 어느 하나 이상의 방법으로 신속하게 공지해야함.

- 대전광역시의 지역방송 미디어(유선방송, 라디오) 및 지역신문(호외 포함)
- 읍·면사무소 등 유관기관의 게시판 및 마을게시판
- 이동차량 등 확산기의 이용이나 전단지 등의 배포
- 행정관서의 전화, 인터넷 홈페이지 등 지역통신망
- 수요가 SMS 발송 (수질기준 초과내용 알림)
- 공지문 직접 방문전달

2) II 급 상황

오염인지 후 30일 이내 주민공지를 실시하는 경우로 다음방법 중 어느 하나 이상의 방법으로 공지해야함.

- 대전광역시의 지역방송 미디어(유선방송, 라디오) 및 지역신문

- 읍·면사무소 등 유관기관의 게시판 및 마을게시판
- 행정관서의 전화, 인터넷 홈페이지 등 지역통신망
- 시정 소식지 및 반상회보
- 공지문 직접 방문전달

라. 보고

- (1) 주민공지를 한 때에는 그 내용을 24시간 이내에 환경부장관에게 보고
- (2) 수돗물의 수질기준이 기준 이내로 회복되어 주민공지를 해제한 경우에도 보고

2.0 비상급수대책

2.1 개요

우리나라는 강수량이 비교적 많은 몬순지대에 위치하고 있어 년평균 강수량은 내륙의 경우 1,262mm, 섬지방을 포함할 경우 1,274mm로 세계의 년평균강수량인 970mm보다 30% 정도 많은 편이나 년도별로 차이가 많아 갈수년에는 770mm에서 풍수년에는 1,636mm까지 이르기도 한다. 또한 계절적 불균형은 더욱 심해져서 우기인 6~9월 4개월간에 전체 강수량의 2/3가 집중되는 반면 갈수기인 10월~익년 3월까지 5개월 동안은 전체 강수량의 1/5정도가 내려 갈수시 용수공급이 매우 어려운 상황이다. 따라서 본 계획에서는 환경부에서 '94, '95 가뭄을 계기로 작성한 갈수대책요령 (1995, 환경부)을 참고하여 비상시 급수대책을 검토하였다.

2.2 갈수기 대책

2.2.1 사전준비

갈수시의 상황변화에 신속히 대처하기 위하여 사전에 다음 내용에 대한 사전준비를 철저히 한다.

- 자료수집 및 분석
- 배관망도, 정수장별 급수구역 표기도 및 밸브정비 등

- 수도기자재 및 급수차량 등의 확보
- 인접 시, 군, 도의 가뭄 대책본부, 하천감시 주관 부서 등과의 정보교환 상호연락 및 체제 정비
- 직원교육과 훈련

2.2.2 갈수상황파악

대전광역시 지방상수도의 경우에는 대청호에서 취수하므로 상수도가 도입된 이후 계획취수량을 취수하는 데는 큰 문제가 없을 것으로 판단되나, 비상시를 대비하여 갈수상황에 능동적으로 대처하기 위해 관계 행정기관과 긴밀한 연락을 취하여 정확한 정보를 파악하고 갈수시 발생될 상황에 대비해야 한다.

가. 수원상황의 파악

- 유역의 갈수량, 하천유황 및 양수량
- 기상예보파악 : 물공급전망 참조 (한국건설기술연구원)

나. 제한급수상황의 파악

여름철 급격한 수요량 증가에 대한 그 대책을 강구하기 위하여 다음과 같은 사항을 파악해야 한다.

- 제한급수상황 특히 부족수량 및 공급 가능한 수량, 수압상황, 고수압 구역, 단수구역, 감수구역, 고지대 출수불량지역, 대상인구 및 세대수 파악
- 관말급수전에서 잔류염소량 확인
- 인접 시·군 또는 용수공급사업자의 수원상황 등을 파악하고 인접사업자의 운반 급수를 받아야 할 경우를 고려하여 수수방법에 대하여 검토

2.2.3 체제의정비

갈수대책 활동을 원활히 수행하기 위하여 해당 시·군에 가뭄 대책본부를 설치하는 등 체제를 정비하여 평상시 활동에 각종 정보수집, 갈수시 대책입안 및 실시, 대외연락조정 등을 추가

2.2.4 갈수대책에 대한 계획 수립

가. 갈수현황 및 전망

- 전국적인 강수상황 및 예년 강수량 비교와 지역현황
- 현재의 제한급수 현황 및 향후전망
- 수계별 수질변화 추이

나. 당면 비상급수대책

- 당해년 식수원 개발 추진현황
- 급수난 우려지역 운반급수 대책

다. 수질관리 대책

- 하천 및 상수원 수질감시체계 강화
- 수질개선 특별대책
- 기타 특이사항

라. 절수운동 추진

- 지역실정에 맞는 단계별 제한급수대책을 수립하여 대전광역시내의 유관기관, 시민단체 등과 함께 자발적 참여를 유도하여 추진한다.
- 공공기관, 시민단체 및 언론기관에 범국민 절수운동 전개 협조 요청
- 공공기관 절수대책
- 행정기관부터 솔선수범으로 선도적으로 추진

단계별 제한급수

구분	기준	대책 내용
I 단계	10% 감량 공급시	<ul style="list-style-type: none"> · 고지대 및 급수불량지역 운반급수 · 방송·캠페인 등을 통한 절수홍보 · 상수도 수질관리 강화 (정수장 소독 및 배수지 급수전 검사) · 지하수, 하천수를 양수하여 저수지 비축
II 단계	10~30% 감량공급시	<ul style="list-style-type: none"> · 시·군 단위별로 비상급수대책 상황실 운영 · 물 다량 사용업소의 영업시간 단축 자발적 유도 · 공공건물, 대형빌딩 절수확대 · 공업용수 절약사용 및 재활용 확대 · 각 가정 절수 적극 유도
III 단계	30~50% 감량공급시	<ul style="list-style-type: none"> · 격일제 또는 3일제 제한급수 실시 · 수영장, 세차장등 영업시간 단축 또는 임시휴업 · 목욕탕, 사우나등 격일제 영업 · 농업·공업용수원을 상수원으로 전환 · 수돗물 다량사용 공장 조업단축
IV 단계	50~60% 감량공급시	<ul style="list-style-type: none"> · 실정에 따라 3~5일제 급수 · 최소한의 생활용수만 공급 · 개인관정, 전용상수도 공동이용
V 단계	60% 이상 감량공급시	<ul style="list-style-type: none"> · 최소한의 생활용수만 공급 · 수돗물 다량사용 공장 조업중단
VI 단계	광역취수원 비상시	<ul style="list-style-type: none"> · 인근 지자체에서 운반급수· 최소한 식수배급제 실시 · 대전광역시는 현재 광역상수도과 연계되어 있지 않아 해당 없음

절수운동 추진방법

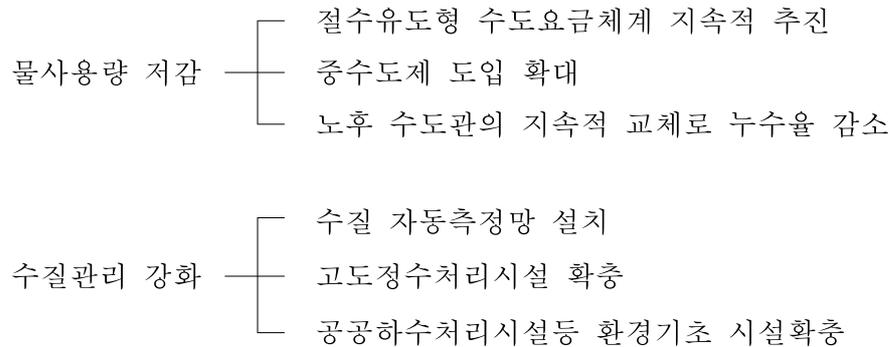
구 분	추진 방법
지 자 체	<ul style="list-style-type: none"> · 각기관 절수대책 추진상황 총괄 점검 · 단계별 절수대책 추진 · 언론기관, 시민단체 등에 절수협조 · 반상회 및 부녀회 개최 등 절수운동
공 공 기 관	<ul style="list-style-type: none"> · 홍보용 인쇄물 (현수막, 포스터, 표어 등) 게시 · 정기적인 홍보방송 실시 · 홍보자료 비치 (팜플렛, 만화 등)
일 반 가 정	<ul style="list-style-type: none"> · 수도꼭지용 절수디스크 사용 · 변기 물탱크에 벽돌넣기
언 론 기 관 (TV, 라디오)	<ul style="list-style-type: none"> · 수돗물 아껴쓰기 캠페인 방송 · 공익광고, 자막방송을 통한 절수 홍보
공 장, 빌 딩	<ul style="list-style-type: none"> · 용수절약 및 재활용 · 자체 지하수 및 수원개발 이용
물다량 사용업소	<ul style="list-style-type: none"> · 관련협회를 통한 자율적인 영업기간 단축 · 가뭄 지속시 임시휴업
민간·시민단체	<ul style="list-style-type: none"> · 수돗물 아껴쓰기 운동을 선도적으로 추진 · 자체 홍보자료 배포 및 국민 참여분위기 조성 · 절수운동 가두 캠페인 전개 : 전단배포

주) 유관기관에 협조 요청하여 범국민적으로 추진

마. 중장기대책

- 용수 공급량 확대 및 지역간 비상관로 설치
 - 지방상수도 공급량 확대
 - 농어촌 생활용수 개발사업 추진
 - 지방 광역상수도 및 지역간 비상관로 건설추진

- 비상관정개발

**2.2.5 홍보활동 및 일반사항**

평상시에도 절수하는 행동은 중요하지만 특히 갈수시는 매우 중요하며 주민의 이해와 협조를 얻는 것이 중요하다. 따라서 제한급수 실시일까지는 가능한 여유를 갖고 충분히 홍보해서 절수의식을 고취시켜 실효성 있는 절수가 되어야 한다.

2.2.6 긴급수원의 확보

갈수시 원수부족을 해소하고 급수영향을 최대한 줄이기 위해 긴급 수원을 확보하여야 한다.

관정이용, 인접 시·군 정수장으로부터 수수, 다른 종류의 수리시설 일시전용 (농업용수, 공업용수, 발전용수)

2.2.7 소방용수의 확보

제한급수시 인근 소방서와 긴밀한 연락을 취하고 화재시 소화활동에 최대한 협조한다.

- 제한급수 실시방법, 예상단수 및 감수구역에 대하여 미리 연락을 취한다.
- 소방서 등과 연락망 체제를 정비한다.
- 화재발생시 즉각 협력한다.

2.2.8 갈수대책 기록작성 등

가뭄이 종료하더라도 이미 실시한 갈수대책에 대한 기록작성, 제한급수 실시결과 분석을 하여 장래 갈수시에 대비할 필요가 있다.

2.3 수질사고시 급수대책

2.3.1 개요

표류수를 수원으로 하는 경우 하천유량의 감소, 호소 등의 수위저하에 따라 원수수질이 악화되므로 평상시보다 빈도를 높여 원수수질검사 등 수질관리에 철저를 기한다. 제한급수가 실시되면 출수불량이나 단수가 발생되므로 정수장에서 염소소독을 강화하여야 하며 수질검사시에는 급수전에서 실시하고 수돗물에 대한 잔류염소량을 확인한다.

2.3.2 수질기준

음용을 목적으로 하는 수돗물에는 다음의 물질이 함유되어서는 안되며 세부항목 및 기준은 “먹는물 관리법”에 따른다.

- 병원 미생물에 오염되었거나 오염될 우려가 있는 물질
- 건강에 유해한 영향을 미칠 수 있는 무기물질 또는 유기물질
- 심미적 영향을 미칠 수 있는 물질
- 기타 건강에 유해한 영향을 미칠 수 있는 물질

2.3.3 상수도 수질사고 예방 및 보고체계

가뭄이 지속될 경우 수질이 점차적으로 악화되는 경향이 있으므로 사고에 대비하기 위하여 비상연락망을 구성하고 수질측정자료 등을 상호교환할 수 있도록 정수장간의 공조체제를 유지한다.

- 동일 수계의 상·하류의 취·정수장간에 비상연락체계를 구축하고 수질측정 자료와 상호교환 등을 통하여 수질검사를 위한 긴밀한 협조체제를 유지하여야 한다.

- 상수원의 수질이상을 최초로 발견한 취·정수장에서는 비상연락체계에 따라 그 상황을 동일수계의 모든 취·정수장에 신속히 전파하여야 한다.
- 상수원 상류지역에서 유류, 유독물, 중금속, 미량 유기화학물질의 유해물질 유출 사고 등이 발생할 경우에는 다음 자료를 참고하여 『갈수기 수질오염 예방대책(2007.12, 환경부)』 신속하고 원활한 대책을 강구하여야 한다.

2.3.4 수질오염시 취수중단 판단기준

“수질오염사고의 예방”에서 나타난 바와 같이 이상물질 발견 또는 수질오염사고 발생시 채수·분석한 결과, 수도에 의해 공급되는 물이 다음과 같이 주민의 건강을 해칠 명백한 우려가 있다고 판단되는 경우에는 즉시 또는 급수를 정지하여야 한다.

- 간이 어류 사육조, 생물 경보시스템 등의 어류관찰 결과 독극물 유입이 명확히 판단되는 경우
- 상수원, 취수, 도수과정에 있는 물에 유독물질, 병원 미생물 등이 함유되어 정수처리 등에 의해서 제거가 불가능한 경우
- 정수, 송수, 급·배수과정에 있는 물에 유독물질, 병원 미생물 등의 오염으로 이를 음용할 경우 사람의 생명에 위해를 주거나, 신체의 정상적인 기능에 장애를 줄 구체적인 위험이 있는 경우
- 정수장에서 염소주입기의 고장 또는 약품 품질등으로 인하여 소독이 불가능하고 또한 공급된 물이 사람의 건강을 해칠 우려가 있는 것으로 알았을 경우

2.3.5 주민홍보 방안

급수중단이나 수질사고시 홍보내용으로는 사고상황, 정수처리대응 및 취·정수장 등의 대응상황, 응급급수의 실태 등에 관한 일반주민의 대응요령, 복구전망에 관한 내용을 다음과 같은 방법으로 홍보한다.

- 급수 정지시에는 발생원인, 현재상황, 절수 등에 관한 주민협조 사항 등을 정규방송(TV, 라디오)뉴스, 자막처리, 유선방송, 신문, 동사무소 앰프방송,

반상회, 유인물 및 가정방문 등을 통하여 충분히 홍보하여야 한다.

- 급수정지 기간 중에는 행위 종료시점까지 위의 방법과 같은 동일한 홍보매체를 통하여 계속 홍보하여야 한다.
- 수도물에서 강한 염소냄새가 날 경우에는 끓여서 마시도록 지도하며, 이상한 맛, 냄새가 나는 경우에는 음용수로서 사용을 금지하거나 배수(排水)하도록 하고, 음용 가능한 지하수나 운반급수를 이용하도록 하여야 한다.

2.4 중리취수장 도수터널 계획

2.4.1 검토목적

대청댐 추동취수탑과 도수터널은 1980년에 준공되어 현재까지 30년 가까이 사용하고 있으나, 점검구 등의 유지관리 시설이 없어 도수터널 내부 상황이나 시설안전진단 등의 진단이 불가능하여 도수터널의 상황을 알 수가 없다. 또한, 예비터널이 없어 대전광역시 원수공급의 78%를 담당하고 있는 도수터널의 문제발생시 대전광역시의 수도물 공급은 신탄진정수장 300천m³/일을 공급할 경우에도 절반이상의 시민들은 단수를 피할 수 없는 실정이다.

따라서, 노후화된 추동취수탑과 도수터널에 대한 시설계획을 검토하였다.

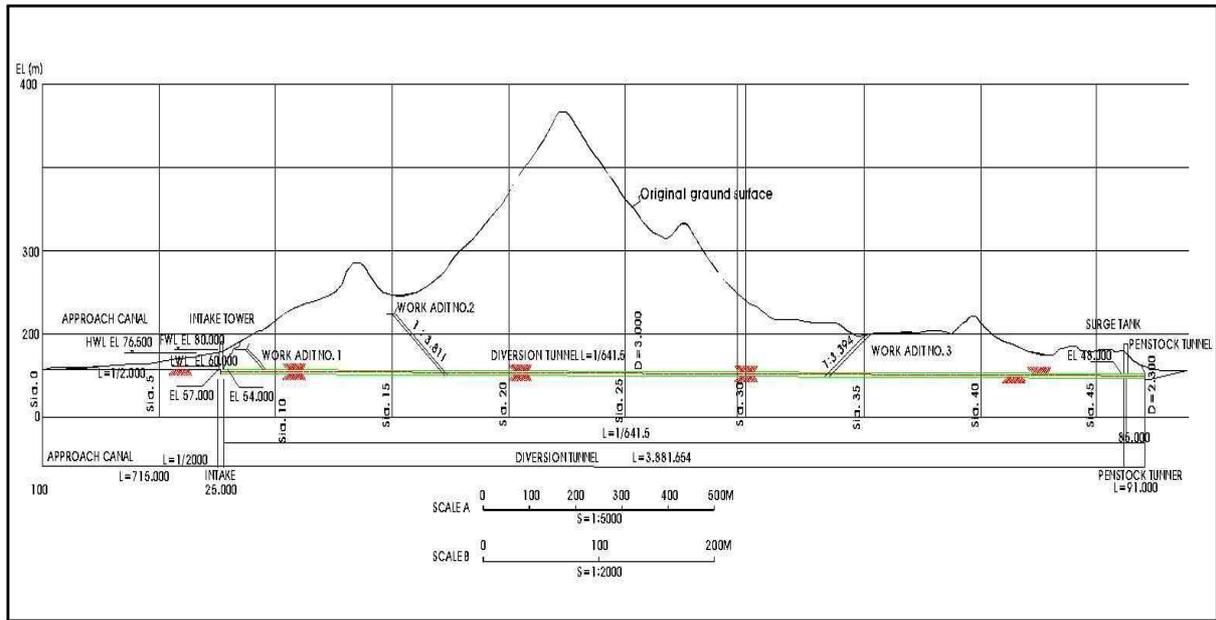
2.4.2 취·도수시설 현황

중리취수장 시설개요

구분	시설개요	비고
위치	대전광역시 대덕구 중리동	착공 1976년 준공 1980년 8월 1일
취수시설 (1단계)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 펌프실 400m² ○ 배관실 320m² ○ 펌프, 모터 <ul style="list-style-type: none"> Q= 38.2m³/min, H=60m, 522kW 3대 Q= 45.8m³/min, H=60m, 630kW 1대 Q=111.1m³/min, H=60m, 1,570kW 2대 ○ 천장크레인 15TON 1대 ○ 초음파 유량계 D=2,300mm 1대 	송촌정수장(Q=165천m ³ /일) 회덕정수장(Q= 66천m ³ /일) 송촌정수장(Q=320천m ³ /일)
(2단계)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 펌프실 : W10.0×L65.6×H9.6 (A=656m²) ○ 배관실 : W8.0×L65.6×H9.6 (A=524.8m²) ○ 펌프, 모터 <ul style="list-style-type: none"> Q= 76.4m³/min, H=66m, 1,310kW 3대 Q= 76.4m³/min, H=66m, 1,150kW 3대 Q= 76.4m³/min, H=66m, 1,150kW 3대 ○ 천장크레인 10TON 1대 	월평정수장

취·도수시설 시설개요

구분	시설개요
준공일	1980년 7월 31일
시설개요	<ul style="list-style-type: none"> ○ 시설용량 : Q=1,050,000m³/일 ○ 취수탑 : 13.5m × 6.5m × 26.0m <ul style="list-style-type: none"> - FWL 80.00m, LWL 60.00m - 취수구 표고 : EL 57.0m ○ 도수터널 : 마제형 D3.0m, L=3,973m



기존 도수터널 수리중단

2.4.3 취수시설 검토

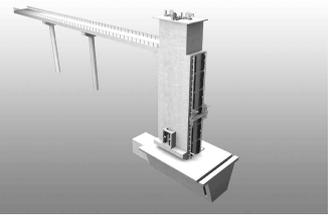
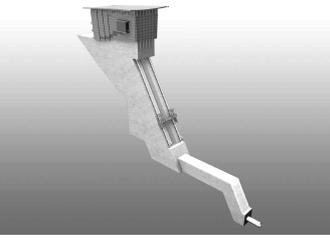
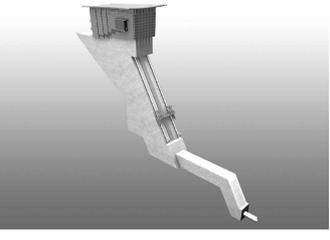
가. 개요

대청호에 설치·운영중인 추동취수탑은 1980년에 준공되어 현재까지 30년 가까이 사용하고 있으며, 기존 취수탑이 대청호의 가장자리에 접해있고 취수지점도 오목한 곳이어서 원수가 정체되어 원수수질 저하가 우려된다. 따라서, 기존 취수시설을 대체할 수 있는 취수시설을 검토하여 안정적인 취수가 가능하도록 검토하였다.

나. 취수탑 형식 비교

취수탑은 크게 저수지내에 독립탑을 설치하는 독립탑형, 산의 경사면을 따라 설치하는 지산설치형과 본댐 제체에 의해 지지되는 제체설치형이 있으며, 주요 특징은 다음과 같다.

취수탑 형식 비교

형식별	주요특징	관련도면
독립탑형	<ul style="list-style-type: none"> - 제체와 지형에 따라 취수성능에 영향을 받을 우려 적음 - 제체공사와 독립 시공이 가능하며, 공정에 제약이 없음 - 제체설치형에 비해 취수탑의 구조와 기초공이 대규모 - 조작용이 필요 	
지산설치형	<ul style="list-style-type: none"> - 구조적으로 안정 - 독립탑형에 비해 공사비가 적음 - 설비의 길이가 경사형으로 길어짐 - 경사형 게이트로써 하강하기가 곤란하므로 신중한 검토가 필요 	
제체설치형	<ul style="list-style-type: none"> - 구조적으로 안정 - 독립탑형에 비해 공사비가 적음 - 제체와 지형에 따라 취수성능에 영향을 받음 - 제체공사와 함께 시공하여야 하며, 공정에 제약을 받음 	

또한, 게이트의 설치방식에 따라 원형다단실린더식과 다공식, 직선다단식 등이 있으며 설치방식에 따른 취수탑의 특징은 다음과 같다.

제체설치형	콘크리트취수탑	원형다단식, 다공식, 직선다단식, 반원형다단식, 다관식
독립탑형		
지산설치형	강재취수탑	원형다단식

게이트 설치방식에 따른 비교

구 분	원형다단식 Gate	다공식 Gate	직선다단식 Gate
1. 구조도			
2. 구 조	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 취수탑에 다른 직경의 원통게이트를 쌓아 배치 후 최상단 유입구로 취수 ◦ 안전게이트 불필요 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 취수탑 개구부 전면에 설치된 여러개의 게이트를 작동하여 댐수위 변동에 따라 취수 ◦ 안전게이트 불필요 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 취수탑의 전면에 롤러게이트를 배치하여 최상단 문비에 의하여 취수 ◦ 안전게이트 필요
3. 취수성능 및 수밀성능	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 연속취수 가능 ◦ 임의층 취수 우수 ◦ 완전 수밀 가능 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 연속취수 곤란 ◦ 임의층 취수는 한정된 위치만 가능 ◦ 완전 수밀 가능 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 연속취수 가능 ◦ 임의층 취수 가능 ◦ 완전 수밀 곤란
4. 취수범위	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 10.0~60.0m³/s 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 0.1~10.0m³/s 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 1.0~35.0m³/s
5. 경제성	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 강제 취수탑으로 경제성 불리 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 다른 형식에 비해 경제적 ◦ 소용량 취수설비에 적합 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 문비단수가 많아 경제성 불리

2.4.4 도수터널 검토

가. 개요

터널은 공사비가 일반적으로 많이 소요되나, 수로연장이 단축되고 수두손실이 적은 이점이 있다. 터널시공은 지질조건 및 터널 내에 작용하는 각종 수압조건에 적합하도록 각각의 경우마다 필요한 제반검토를 실시하며, 최소단면은 터널연장 및 시공상의 제약요소 등을 감안하여 결정하는 것이 바람직하다.

터널의 설계와 시공은 도로나 철도의 경우와 같으나, 수로로서 이용하기 때문에 누수가 없도록 수밀성에 유의해야 한다. 그러므로 터널지반은 암반이 이상적이지만 양질의 암반인 경우에도 유수면 이하는 반드시 콘크리트라이닝을 한다. 그 밖의 경우에는 그라우팅을 시공하는 것이 수밀성을 유지하는 면에서 구조물의 안전성에도 바람직하다.

터널은 지형, 지질조건 및 환경 등에 좌우되는 요소가 많기 때문에 조사, 계획, 설계 및 시공시에는 이를 충분히 고려하여야 한다.

나. 도수관로 관경결정

본 도수관로는 취수량 $Q=1,050$ 천 m^3 /일을 도수하기 위한 시설로 이를 위해 경제적이고 합리적인 관경을 결정할 수 있도록 계획하였으며, 유수의 안정된 흐름을 유지하기 위하여 수심을 터널높이의 약 80%이하로 결정하였다.

도수관로의 연장은 4,700m이고, 유량은 $Q=1,050$ 천 m^3 /일($=12.153m^3/sec$), 시점과 종점의 관저고는 각각 54.0m, 48.0m이다.

$Q=A \cdot V$ 에서 $D=1.1284 \times \sqrt{\frac{Q}{V}}$ 이며, 적정유속인 $V=1.0 \sim 3.0m/sec$ 를 고려하면, $D=2,200 \sim 4,000mm$ 사이에서 결정된다.

도수관로 관경결정

구 분	관경 (mm)	통수능 (m ³ /sec)	만관유속 (m ³ /sec)	실유속 (m ³ /sec)	수심비 (%)	비 고
도수관로	2,600	10.703	2.062	2.275	93.95%	
	2,700	11.836	2.115	2.411	82.28%	
	2,800	13.041	2.167	2.456	74.93%	적 용
	2,900	14.320	2.218	2.480	69.51%	
	3,000	15.675	2.269	2.495	65.09%	

다. 터널공법 검토

1) 개 요

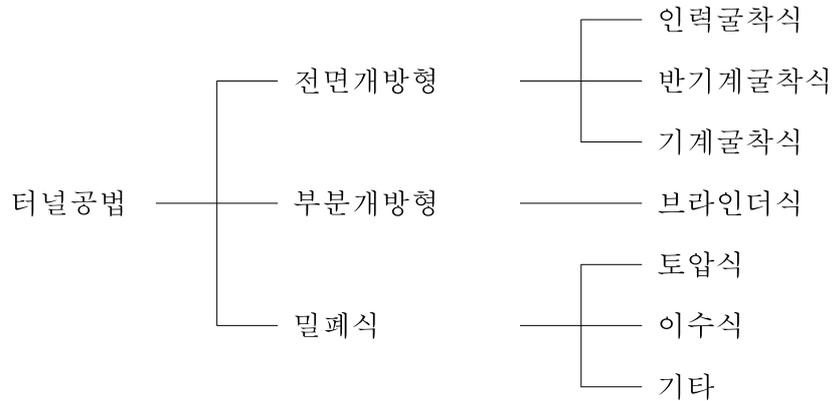
대전광역시의 도수터널은 해발 304m의 고봉산과 경부고속도로를 횡단하여 중리취수장으로 원수를 공급하는 역할을 한다. 이러한 지역에 관경 3.0m의 상수관로를 부설하기는 현실적으로 불가능하므로 본 계획에서는 도수터널을 이용한 도수관로 부설을 계획하였다.

2) 터널공법 검토

- 터널 굴착공법에는 인력굴착, 발파굴착, 기계굴착 등이 있으며 대상지반의 지질조건, 터널의 크기와 단면형상, 사용목적 및 터널 주변환경 등을 고려하여 시공이 용이하고 경제적인 공법을 선정하여야 한다.



- 인력굴착은 피크햄머, 쇼벨 등의 기구를 사용하여 인력으로 굴착하는 공법을 말하며 지반이 연약한 경우에 적용된다.
- 화약을 이용한 발파굴착은 다양한 지질과 형상에 적용 가능하여 굴착공법의 주종을 이루며, 기계굴착은 전단면 굴착기를 사용하여 터널을 굴착하는 공법으로 연약지반에서는 쉴드 굴착공법이 사용되고, 암반 지반의 터널에서는 TBM(Tunnel Boring Machine) 굴착 공법이 사용되고 있다. 또한 최근에는 지반조건에 관계없이 기계굴착이 가능한 암반대응 쉴드(Shielded TBM)도 개발 사용되고 있다.
- NATM 공법은 2~4차로 단면 시공이 가능하고 기존 암반의 지지력을 최대한 활용하여 최소의 지보재(쑏크리트, 록볼트, 강지보)로 안전성을 확보한다. 1984년 이후 터널공사에 적용된 이후 가장 보편화된 공법으로 시공경험이 풍부하고 축적된 기술 활용이 가능한 공법이다.
- TBM 공법은 완전기계식 굴착공법으로 기계본체(Cutter) 및 운반을 위한 부속설비로 구성되어 있고, 소구경의 수로터널, 통신구 및 도심지의 원형단면 굴착시 효과적이다. 주로 TBM 굴착후 NATM 확공의 방법으로 2차로 이하일 경우 선별적으로 적용되며 시공경험 및 기술축적이 다소 미흡한 실정이다.
- SHIELD 공법은 원통형 강제의 스킨플레이트와 내장된 잭으로 구성된 쉴드를 사용하여 새행하는 굴착공법이다. 선단의 칼날부에서 굴착하고 내부에서 일차 복공의 세그먼트를 조립하고 후부의 잭을 세그먼트의 반력으로 추진한다. 스킨플레이트가 붕괴되지 않도록 지중을 지지하고 터널을 구축한다.



SHIELD 공법은 다른 추진공법에 대하여 대형 터널공법으로 추진연장 500~1,000m를 표준으로 하고, 방향수정을 쉽게 할 수 있으며 선형도 수평곡선 또는 연직방향으로는 어느 정도까지의 경사를 갖게 할 수 있다. 또한, 지중이 부란정하고 막장의 붕괴나 지표면의 함몰 또는 침하의 우려가 있을 경우에는 지중의 조건이나 환경 등을 고려하여 압축공기공법, 지하수위저하공법, 약액주입공법, 파일럿터널에 의한 지중안정공법, 동결공법 등의 보조공법으로 지중의 안정을 도모한다.

SHIELD 공법의 단면형상은 일반적으로 원형이 채택되고 있다. 그 이유는 외압에 대하여 견고하고 추진이나 제작조립이 편리하며 쉴드추진 중의 롤링에 대해서도 단면이용상 지장이 적기 때문이다.

대부분의 도수터널에는 도수관을 터널 내에 삽입시공하는 방식이 많이 사용되며 대표적인 방법은 다음과 같다.

(1) 콘크리트 충전방식

상수도관로의 구경보다 600~800mm 정도가 더 큰 내경의 일차복공을 전체 연장에 걸쳐 축조한 후, 상수도관을 순차적으로 삽입하여 터널과 동심원상에 배관을 접합하고 일차복공과 관과의 사이 간격을 콘크리트로 충전하는 방식으로 가장 많이 사용하는 방식이다. 이 방식에서 관의 접합작업은 내면에서 시공

해야 하므로 강관에서는 내부용접하고 덕타일주철관에서는 내면이음관 등이 사용된다.

이 방식은 검사통로방식에 비하여 쉘드의 단면이 작고 공사비도 저렴하나 터널관의 검사와 보수시례 단수해야 하므로 유지관리상 다소 불편하다.

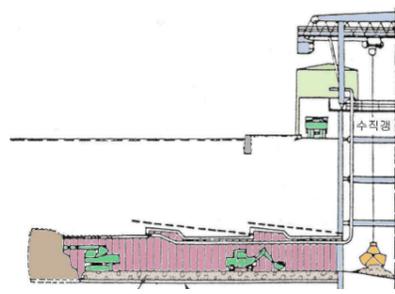
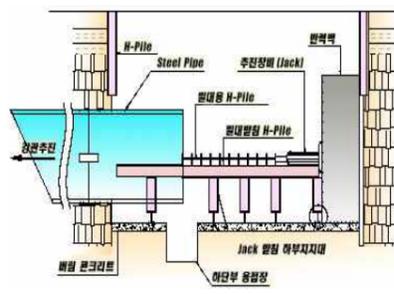
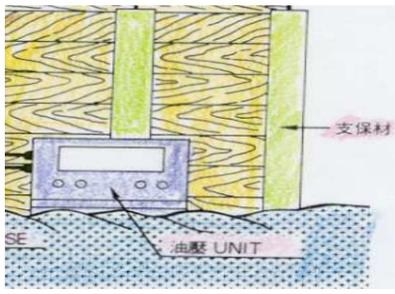
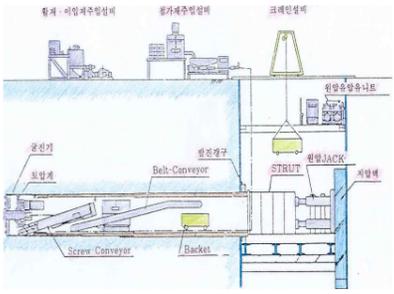
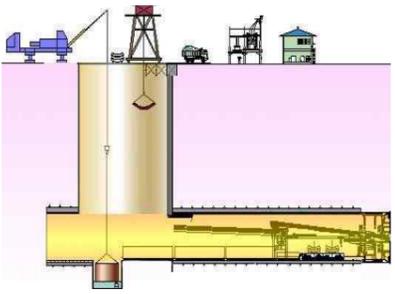
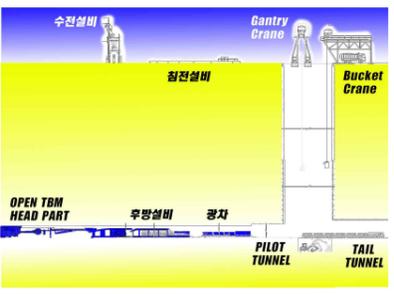
(2) 검사통로방식

상수도관로의 구경보다 1,500mm 이상의 큰 구경에서 이차복공 내공단면의 터널을 축조하고 그 속에 상수도관을 배관하는 방식으로 복공과 관과의 공간은 검사통로로 이용한다.

이 방식은 콘크리트 충전방식에 비하여 단면이 크고 공사비도 많이 들지만, 터널과 관을 검사하기 위하여 단수할 필요가 없으므로 유지관리상 유리하다. 이 방식에서는 일반적으로 시공오차에 대한 여유를 둘 필요가 없다.

콘크리트 충전방식	검사통로방식
<p>수도관</p> <p>충전 콘크리트</p> <p>세그먼트</p> <p>d : 수도관 내경</p>	<p>수도관</p> <p>2차 복공 콘크리트</p> <p>세그먼트</p> <p>점검 통로</p> <p>750mm 이상</p> <p>d</p>

3) 터널굴착 공법 비교

구분	발파	인력굴착		기계식굴착공법		
	NATM 공법	강관추진 공법	MESSER SHIELD	SEMI SHIELD	SHIELD TBM	OPEN TBM
공법개요도						
공법특징	원지반의 강도를 최대한 활용하여 락볼트, 슛크리트 등의 지보재를 이용, 굴착면을 안정화시켜 터널을 굴착	후방의 반력벽에 지지된 Jack을 이용하여 강관을 압입하고 강관 내부에서 인력굴착을 통하여 터널을 시공	강지보재 위에 Messer Plate를 병렬배열한 후 1매씩 Jack으로 관입, 막장을 굴진하고 후방에서 지보재를 설치	작업구내에 굴진기를 거치, 후방의 잭으로 굴진기를 압입한 후 추진관을 추진하는 일련의 반복작업으로 터널굴착	기계굴착으로 터널을 굴진함과 동시에 후방에서 미리 제작된 세그먼트를 조립하여 시공하는 과정으로 터널시공	기계굴착으로 터널을 굴진하고 후방에서 락볼트와 슛크리트 등의 지보재를 이용, 굴착면을 안정화시켜 터널을 굴착
시공성	다양한 지층(토사~경암)에 적용이 가능하고 회전반경에 구애받지 않으며 시공경험이 풍부함.	암반층 굴착의 경우 시공성은 크게 저하되며 곡선부 시공이 불가능함	곡선부 시공은 가능하나 인력굴착의 특성상 암반층 굴착시 많은 문제점을 내포하여 시공성 없음.	암반층에서의 터널 최소회전반경이 R=150~300m 정도에 불과하여 시공성이 떨어짐.	작업속도가 빠르고 암반층 굴진시 소요 터널회전반경을 만족시킬수 있으며 터널내부의 작업환경이 양호	연, 경암층을 대상으로 하는 공법으로 시공경험이 풍부하고 작업속도가 빠르며 소요의 터널회전반경을 만족
경제성	일반적인 경우 타공법에 비해 공사비가 저렴하나 보조공법이 필요한 경우 공사비는 증가	인력에 의한 암반굴착이 이루어지므로 공기가 증가하고 따라서 공사비도 증가함. 암반굴착을 위한 특수공법의 적용으로 공사비 증가	인력굴착에 의한 특성상 암반굴착시 시공속도 및 효율이 크게 저하되고 이로 인해 공사비는 크게 증가하며 버력처리를 위한 별도 공사비 예상	추진관을 압입하므로 시공속도도 빠른 편이고 장비자체의 단가도 크지 않아 공사비 저렴함.	굴진과 동시에 세그먼트를 조립, 설치하므로 시공속도는 빠르나 장비자체의 단가가 높아 공사비 증가	굴진후 후방에서 지보공을 설치하므로 시공속도는 빠르나 장비 자체의 단가가 높으므로 공사비 증가
안정성	굴착이 발파에 의해 이루어지는 공법의 특성상 소음, 진동으로 인한 문제 유발가능성이 큼.	지반내에 관을 직접 압입하므로 높은 안정성의 확보가 가능함.	지반내에 고정된 Messer Plate 하부에서 작업이 진행되므로 안정성 측면에서 유리함.	추진관이 굴진기를 압입, 터널이 시공되므로 침하 및 변위발생과 같은 지반교란 가능성이 낮고 추진관이 지보의 역할을 수행하므로 안정성이 높음.	장비의 굴착과 동시에 세그먼트를 조립하여 지보시스템을 완성하므로 안정성이 높고 내부 작업자의 안전도 확보할 수 있음.	장비에 의한 굴진후 후방에서 지반의 강도가 소실되기 이전에 지보시스템을 완성하므로 타공법에 비해 높은 안전성의 확보가 가능함.

(1) SEMI SHIELD 공법 비교

구분	EPB Shield (Earth Pressure Balance Shield) (이토압식 SEMI SHIELD)	SPB Shield (Slurry Pressure Balance Shield) (이수가압식 SEMI SHIELD)
개념도	<p>Diagram illustrating the EPB Shield (Earth Pressure Balance Shield) concept. It shows a cross-section of the tunneling process. Key components labeled include: 운형 크레인 (Cranes), 추진관 (Propulsion pipes), 운전 조작실 (Operator's cabin), 운전 조작반 (Control panel), 하우스 (House), 첨가제용 믹스 (Additive mixer), 첨가재료 (Additive material), 압송 배관 (Conveying pipe), 첨가제 압송펌프 (Additive conveying pump), 방향수정척 (Directional correction scraper), 연흔날개 (Scraper), 카타구동 모터 (Cutter motor), 벨트컨베이어 (Belt conveyor), 스트레이트 압륜 (Straight pressure roller), 카타 피트 (Cutter pit), 스크류컨베이어 (Screw conveyor), 광차(Muck car) (Muck car), JACK, and JACK BASE.</p>	<p>Diagram illustrating the SPB Shield (Slurry Pressure Balance Shield) concept. It shows a cross-section of the tunneling process. Key components labeled include: 운형 크레인 (Cranes), 이수처리 PLANT (Water treatment plant), * 송니 PIPE (Slurry pipe), SLURRY FEED PUMP (Slurry feed pump), * 배니 PIPE (Bene pipe), HYD UNIT (Hydraulic unit), 토사 배출용 펌프 (Slurry discharge pump), 실드척 (Scraper), 갱구공 (Tunneling chamber), No. 1, No. 2, No. 3, No. 4, 카타 헤드 (Cutter head), * 송니 PIPE (Slurry pipe), JACK, and JACK BASE.</p>
사진	<p>Photograph of a large yellow EPB Shield cutterhead, showing its complex structure with multiple scrapers and scrapers.</p>	<p>Photograph of a large blue SPB Shield cutterhead, showing its complex structure with multiple scrapers and scrapers.</p>
특징	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 챔버내에 이수의 가압순환시 막정을 안정시키며, 버력처리 역시 이수의 유동에 의해 수행됨 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 막장토압을 제어하면서 토사의 유입과 추진을 병행해서 할 수 있기 때문에 막장을 유지하기가 쉽고 지반 변형을 적게함
적용가능 토질	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 전지반 적용 가능하나, 자갈, 호박돌층 적용시 주의 요망 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 전지반에 적용 가능하며 특히 모래, 자갈, 지하수 많은층에 유리
전면구조	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 면판내 커터(Cutter)배치, Chamber를 가지고 있음 ◦ 자주식 독립구동 실린더에 의한 굴착추진 방식 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 면판내 커터(Cutter)배치, Chamber를 가지고 있음 ◦ 비자주식 굴착추진 방식
배토방식	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Chamber → 스크류 컨베이어 → 벨트 컨베이어 → 작업대책 → 토사반출 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Chamber → 배니 Pipe(유체수송) → Desand Plant → 토사반출

구분	EPB Shield (Earth Pressure Balance Shield) (이토압식 SEMI SHIELD)	SPB Shield (Slurry Pressure Balance Shield) (이수가압식 SEMI SHIELD)
막장의 안정	<ul style="list-style-type: none"> 굴착토사를 Chamber내에 충전시켜 지반토압 및 수압에 대응(충진성, 유동성 향상) AIR LOCK 설치 또는 커팅헤드에 FLOOD DOOR 설치로 막장붕괴 방지 	<ul style="list-style-type: none"> 굴진면에 이수를 침투시켜 이수와 Soil의 안정작용 AIR LOCK 설치로 막장붕괴 방지
작업조건	<ul style="list-style-type: none"> Conveyor와 작업대차 운용에 따른 작업공간협소로 측량, 주입 작업이 곤란해 소구경 적용시 불리. Desand Plant 불필요하므로 작업장 협소. 	<ul style="list-style-type: none"> Pump압송으로 인한 Pipe를 통하여 배토되므로 작업공간이 넓고 깨끗하다. Desand Plant 필요하므로 넓은 작업장 필요.
굴진관리	<ul style="list-style-type: none"> 배토량 또는 Chamber내 토압을 기준으로 관리 관내부에서 측량작업 	<ul style="list-style-type: none"> 중앙감시조에서 자동관리 Laser Transit 사용 측량작업이 용이
장단점	<ul style="list-style-type: none"> 실드 본체에 자체의 추진 실린더가 있으므로 굴진선형 제어가 용이. 장거리 굴진이 가능하며 암반대응에 매우 유리. 적용토질이 광범위하고 보조공법이 별로 필요 없으며 플랜트 설치공간이 비교적 작게 소요 굴착토의 배토상태에 따라 지반의 상황을 판단하기가 용이. SPB Shield 보다 경제적이다. 	<ul style="list-style-type: none"> 지질적용범위가 넓고 단거리 굴진에 적합. 추진속도 빨라 공기 단축. 지반침하 영향 작음. 굴착토사가 배니관을 통하여 유체수송이 되기 때문에 터널내부가 깨끗하고 작업공간 넓음. 막장의 수압 및 토압보다 다소 높은 이수가압을 가하여 막장의 안정 확보 지하수압이 높고 함수비가 큰 대수층에 대응하여 안정하고 효율적이 시공이 가능 토사반출이 연속적으로 유체수송되기 때문에 배토가 용이
	<ul style="list-style-type: none"> 이수식에 비해 터널내부가 깨끗하지 못하고 복잡하여 작업공간 협소(소구경 적용 곤란). 광차를 크레인으로 들어 올려 덤핑하는 관계로 이수식에 비해 버럭처리 시간이 많이 소요. 지하수 출현시 대처능력 저하 	<ul style="list-style-type: none"> PLANT 설비를 위한 넓은 작업장이 필요하며, 운전관리비가 소요. 지중에 나무, 전석 등이 많을 경우 굴착이 곤란.

(2) SHIELD TBM 공법비교

형식 구분	수 굴 식	반 기계 굴 식	기계 굴 식	Blind 식	토 압 계		이 수 식
					토 압 식	이 토 압 식	
전면구조	<ul style="list-style-type: none"> 개방형 	<ul style="list-style-type: none"> 개방형 	<ul style="list-style-type: none"> 개방형 면판이 있으며 면판에 Cutter 배치 	<ul style="list-style-type: none"> 개공부를 설치한 면판 배치 	<ul style="list-style-type: none"> 면판이 있으며 면판에 Cutter 배치 Chamber를 갖고 있음 	<ul style="list-style-type: none"> 면판이 있으며 면판에 Cutter 배치 Chamber를 갖고 있음 	<ul style="list-style-type: none"> 면판이 있으며 면판에 Cutter 배치 Chamber를 갖고 있음
적용토질	<ul style="list-style-type: none"> 막장의 자립이 가능한 토질 극히 연약한 점성토 이외의 토질에 적용 	<ul style="list-style-type: none"> 막장의 자립이 가능한 토질 극히 연약한 점성토 이외의 토질에 적용 	<ul style="list-style-type: none"> 막장의 자립이 가능한 토질 극히 연약한 점성토 이완된 사력층을 제외한 토질에 적용 	<ul style="list-style-type: none"> 사분 20%이하, 일축압축 강도 0.5 kg/cm² 이하의 연약한 지반에 적용 	<ul style="list-style-type: none"> Silt, 점토분이 20% 이상 함유된 토질에 적용 	<ul style="list-style-type: none"> 연약한 Silt 및 유수유입이 많은 곳에는 불리 	<ul style="list-style-type: none"> 전토질 적용가능
막장의 안정방법	<ul style="list-style-type: none"> Shield본체의 Movable Hood, 다단의 Deck, Face Jack 이용 지반개량공법, 압기공법 사용 막장확인 가능 	<ul style="list-style-type: none"> Shield본체의 Movable Hood, 다단의 Deck, Face Jack 이용 지반개량공법, 압기공법 사용 막장확인 가능 	<ul style="list-style-type: none"> Cutter Head로 막장의 안정을 도모 지반개량공법, 압기공법 사용 막장확인불가능 	<ul style="list-style-type: none"> 면판의 개구율을 조절하여 막장의 안정을 도모 	<ul style="list-style-type: none"> 면판 + 토사압 막장 확인 불가능 	<ul style="list-style-type: none"> 면판 + 첨가제를 주입한 토사압 막장의 확인 불가능 	<ul style="list-style-type: none"> 면판+이수압 막장의 확인 가능
굴착방법	<ul style="list-style-type: none"> 인력굴착 	<ul style="list-style-type: none"> Rotary Shovel등에 의한 기계굴착 	<ul style="list-style-type: none"> Cutter Head의 회전에 의한 기계굴착 	<ul style="list-style-type: none"> Shield기의 굴진과 동시에 개공부로 토사를 반출함 	<ul style="list-style-type: none"> Cutter Head의 회전에 의한 기계굴착 	<ul style="list-style-type: none"> Cutter Head의 회전에 의한 기계굴착 	<ul style="list-style-type: none"> Cutter Head의 회전에 의한 기계굴착
굴착토사 반출방법	<ul style="list-style-type: none"> Belt Conveyor 및 토사운반 대차 	<ul style="list-style-type: none"> Belt Conveyor 및 토사운반 대차 	<ul style="list-style-type: none"> Belt Conveyor 및 토사운반 대차 	<ul style="list-style-type: none"> Belt Conveyor 및 토사운반 대차 	<ul style="list-style-type: none"> Belt Conveyor 및 토사운반 대차 Pump압송 Belt Conveyor 및 Pump 압송 	<ul style="list-style-type: none"> Belt Conveyor 및 토사운반 대차 Pump압송 Belt Conveyor 및 Pump 압송 	<ul style="list-style-type: none"> Pump압송
갱내작업 환경 및 안정도	<ul style="list-style-type: none"> 인력굴착으로 작업 환경이 나쁘고 토사붕괴의 위험이 큼 압기시 비효율적 	<ul style="list-style-type: none"> 인력굴착으로 작업 환경이 나쁘고 토사붕괴의 위험이 큼 압기시 비효율적 	<ul style="list-style-type: none"> 인력굴착으로 작업 환경이 나쁘고 토사붕괴의 위험이 큼 압기시 비효율적 	<ul style="list-style-type: none"> 인력굴착으로 작업 환경이 나쁘고 토사붕괴의 위험이 큼 압기시 비효율적 	<ul style="list-style-type: none"> 폐쇄적이므로 작업 환경이 양호하고 안전 	<ul style="list-style-type: none"> 폐쇄적이므로 작업 환경이 양호하고 안전 	<ul style="list-style-type: none"> 폐쇄적이므로 작업 환경이 양호하고 안전
소음/진동	<ul style="list-style-type: none"> 압기설비에 방음, 방진설비가 필요 	<ul style="list-style-type: none"> 압기설비에 방음, 방진설비가 필요 	<ul style="list-style-type: none"> 압기설비에 방음, 방진설비가 필요 	<ul style="list-style-type: none"> 압기설비에 방음, 방진설비가 필요 	<ul style="list-style-type: none"> 소음, 진동이 적음 	<ul style="list-style-type: none"> 소음, 진동이 적음 	<ul style="list-style-type: none"> 이수처리시설에 방음, 방진설비가 필요
지반침하	<ul style="list-style-type: none"> 지반침하가 대단히 큼 	<ul style="list-style-type: none"> 지반침하가 대단히 큼 	<ul style="list-style-type: none"> 지반침하가 대단히 큼 	<ul style="list-style-type: none"> 지반침하가 대단히 큼 	<ul style="list-style-type: none"> 토압 + 지하수압가 Chamber내 토사압의 Balance로 지반침하억제 	<ul style="list-style-type: none"> 토압 + 지하수압과 첨가제를 주입 지반침하 극소화 	<ul style="list-style-type: none"> 토압 + 지하수압과 이수압의 Balance로 지반침하억제

Shield공법 국내시공사례

NO	공 사 명	발주처	공사 기간	시공자	터널연장 (m)	굴착외경 (mm)	기계 형식	비고
1	부산 광복동 전력구 공사	전력공사	87.12~ 90.04	두산중공업	1,033	3,280	E.P.B	
2	부산 토성동 통신구 공사	통신공사	88.12~ 90.04	두산중공업	416	3,280	E.P.B	
3	부산 구포 전력구 공사	전력공사	90.12~ 96.09	삼성물산	940	4,350	E.P.B	
					6,750	5,030	E.P.B	
4	부산 남부 하수관로 공사	부산시	91.12~ 97.03	대운,반석	5,903	3,550	E.P.B	
5	부산 사상 통신구 공사(1차)	통신공사	93.07~ 97.12	삼성물산	905	3,630	E.P.B	
6	남천안 통신구 공사	통신공사	94.05~ 96.08	범양건영	1,802	3,650	E.P.B	
7	안산 통신구 공사	통신공사	95.03~ 96.11	국제중·건	873	3,260	E.P.B	
8	마산 전력구 공사	전력공사	95.04~ 99.12	두산중공업	1,544	3,510	E.P.B	
					786	3,550	E.P.B	
9	신당~한남 전력구 공사	전력공사	94.09~ 98.02	S.K 건설	3,900	3,500	E.P.B	
10	마산 통신구 공사	통신공사	95.10~ 97.05	범양건영	560	3,250	E.P.B	
11	엄궁 전력구 공사	전력공사	96.07~ 98.12	국제중·건	706	4,410	E.P.B	
12	부산 남부 방류관로 공사	부산시	96.09~ 97.08	백일건설	490	3,550	E.P.B	
13	광주 지하철 공사	광주시	96.12~ 01.06	성원건설	1,800	7,500	E.P.B	
14	영서~영등포 전력구 공사	전력공사	96.12~ 99.12	대림건설	3,400	5,000	HARD TBM	OPEN MODE
15	부산 사상 통신구 공사(2차)	통신공사	97.05~ 02.02	남광토건	976	3,650	E.P.B	

대전광역시 수도정비 기본계획(변경)

NO	공 사 명	발주처	공사 기간	시공자	터널연장 (m)	굴착외경 (mm)	기계 형식	비고
16	싱가폴 MRT C703 공사	LTA	97.06~ 02.04	삼성물산	2,583	7,270	E.P.B	
17	한남~원효 전력구 공사	전력공사	98.08~ 00.12	S.K 건설	2,500	3,500	HARD TBM	OPEN MODE
18	금강 횡단 가스관로 공사	가스공사	98.12~ 00.12	현대건설	1,140	3,500	SLURRY	
19	북수원 통신구 공사	통신공사	98.10~ 00.12	삼호건설	920	3,260	E.P.B	
20	서대전 통신구 공사	통신공사	99.06~ 01.12	J.R 건설	820	3,260	E.P.B	
21	녹산 방류관로 공사	부산시	99.12~ 02.08	쌍용건설	1,587	3,500	SLURRY	
22	부산 지하철 230 공구	부산 교통공단	99.12~ 01.10	두산건설	840	7,280	SLURRY	
23	구공~독산 전력구 공사	전력공사	01.03~ 03.10	S.K 건설	2,000	3,500	HARD TBM	
24	시흥~독산 전력구 공사	전력공사	01.03~ 03.10	S.K 건설	2,740	3,500	HARD TBM	
25	대림 분기 전력구 공사	전력공사	01.10~ 04.05	J.R 건설	2,645	3,500	HARD TBM	
26	한강 하저 통신구 공사	KT	01.10~ 04.09	극동건설	1,914	2,750	SLURRY	
27	신양산~동부산 3차 전력구 공사	전력공사	02.02~ 04.02	대림건설	970	5,000	HARD TBM	
28	신안산 분기 전력구 공사	전력공사	03.04~ 04.12	J.R 건설	853	3,500	E.P.B	
29	서울 지하철 909공구 공사	서울 메트로		두산, 현대	3,600	7,650	SLURRY	
30	분당선 Shield 공사	도시철도		대우, 두산, 쌍용	1,691	8,120	E.P.B	
31	인천 국제공항 철도 공사	민자 사업단		삼환기업	1,934	7,930	E.P.B	

2.4.5 도수터널 계획

가. 도수터널 노선검토

중리취수장 도수터널 시설계획 개요

구분	목표년도	시설용량	도수터널	취수탑 신설
도수터널	2025년	Q=1,050천m ³ /일	1개소	1개소

도수터널 비교안

구분	제1안		제2안	
	제1-1안	제1-2안	제2-1안	제2-2안
	취수탑 신설		기존 취수탑을 이용	
1. 개요	<ul style="list-style-type: none"> ○ 계획취수탑에서 중리취수장까지 터널계획 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 고봉산 통과구간은 터널로 계획하고, 그 이후부터 중리취수장까지는 관로 계획 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 추동취수탑에서 중리취수장까지 터널계획 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 고봉산 통과구간은 터널로 계획하고, 그 이후부터 중리취수장까지는 관로 계획
2. 시설개요	<ul style="list-style-type: none"> ○ 취수탑 1개소 <ul style="list-style-type: none"> - Q=1,050천m³/일 ○ 도수터널 <ul style="list-style-type: none"> - D3.7m, L=4,700m 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 취수탑 1개소 <ul style="list-style-type: none"> - Q=1,050천m³/일 ○ 도수터널 <ul style="list-style-type: none"> - D3.7m, L=3,470m ○ 도수관로 <ul style="list-style-type: none"> - D2,600mm, L=1,450m 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 도수터널 <ul style="list-style-type: none"> - D3.7m, L=3,980m 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 도수터널 <ul style="list-style-type: none"> - D3.7m, L=2,750m ○ 도수관로 <ul style="list-style-type: none"> - D2,600mm, L=1,450m
3. 장점	<ul style="list-style-type: none"> ○ 기존 취수탑이 대청호의 가장자리에 접해있고 취수지점도 오목한 곳이어서 원수가 정체되어 원수수질 저하가 우려되므로, 신설취수탑 건설시 원수수질의 향상을 기대할수 있음. ○ 전구간 터널구간이므로 시공성이 좋을 것으로 판단됨. 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 기존 취수탑이 대청호의 가장자리에 접해있고 취수지점도 오목한 곳이어서 원수가 정체되어 원수수질 저하가 우려되므로, 신설취수탑 건설시 원수수질의 향상을 기대할 수 있음. 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 기존 취수탑을 이용하여 도수터널 연장이 최소화 되므로 경제적임 ○ 전구간 터널구간이므로 시공성이 좋을 것으로 판단됨. 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 기존 취수탑을 이용하여 도수터널 연장이 최소화 되므로 경제적임.

도수터널 비교안 (계속)

구분	제1안		제2안	
	제1-1안	제1-2안	제2-1안	제2-2안
4. 단점	<ul style="list-style-type: none"> 취수탑 신설과 도수터널 연장이 증가되므로 타안에 비해 사업비가 증가됨 	<ul style="list-style-type: none"> 취수탑 신설과 도수터널 연장이 증가되므로 제2안에 비해 사업비가 증가됨 제1-1안에 비해 사업비는 감소하나, 도수관로 부설구간이 기존 시가지지역이므로 D2,400mm 부설시 교통체증 및 민원발생이 빈번할 것으로 예상되므로 시공성이 떨어짐 	<ul style="list-style-type: none"> 기존 취수탑이 대청호의 가장자리에 접해있고 취수지점도 오목한 곳이어서 원수가 정체되어 원수수질 저하가 우려됨 	<ul style="list-style-type: none"> 기존 취수탑이 대청호의 가장자리에 접해있고 취수지점도 오목한 곳이어서 원수가 정체되어 원수수질 저하가 우려됨 도수관로 부설구간이 기존 시가지지역이므로 D2,400mm 부설시 교통체증 및 민원발생이 빈번할 것으로 예상되므로 시공성이 떨어짐
4. 개략사업비	114,043 백만원	95,267 백만원	90,744 백만원	71,968 백만원
- 취수탑	6,883 백만원	6,883 백만원	- 백만원	- 백만원
- 도수터널	107,160 백만원	79,116 백만원	90,744 백만원	62,700 백만원
- 도수관로	- 백만원	9,268 백만원	- 백만원	9,268 백만원
5. 경제성	158%	132%	126%	100%
5. 검토의견	<ul style="list-style-type: none"> 장기적인 계획으로 볼 때 경제성에서는 불리하지만 원수수질의 향상 가능성이 있는 제1안이 타당할 것으로 사료되며, 취수탑 및 도수터널 계획은 대전광역시 원수공급의 78%를 담당하고 있어 인체의 동맥역할을 하는 주요관로로 건설시 향후 40년 정도의 계획을 가지고 시행하여야 하므로 향후 수질조사 및 지질탐사를 통한 지층의 구조를 자세히 파악한 후 취수탑 형식, 도수터널 위치 및 터널공법 등을 면밀히 재검토하여 결정하여야 함. 			

중리취수장 도수터널 노선비교 계획평면도

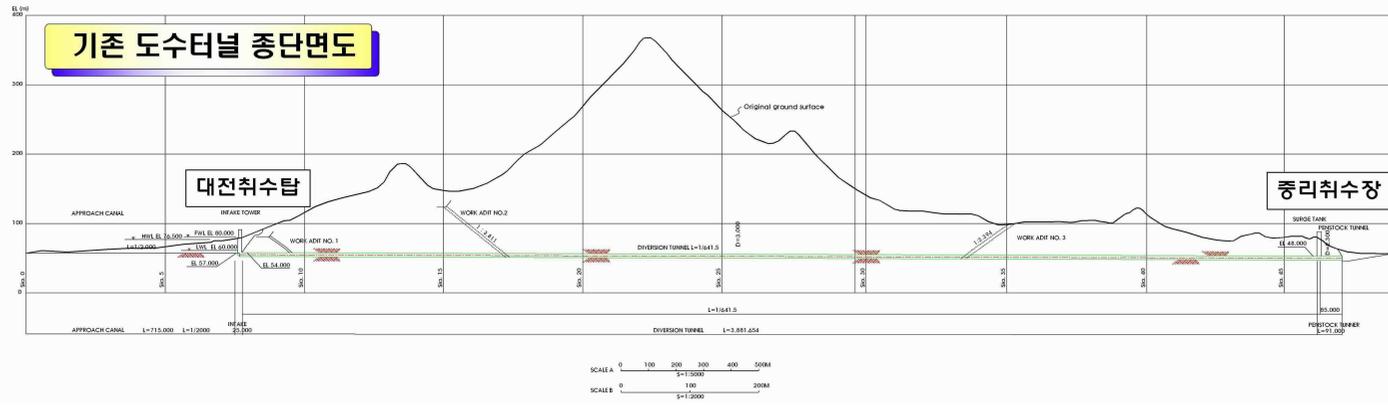


중리취수장 도수터널 평면도

중리취수장 도수터널 계획평면도



기존 도수터널 종단면도



중리취수장 도수터널 평면도

나. 개략사업비 산정

1) 개략사업비 산정기준

취수탑 개략사업비

구 분		취수탑 개략사업비	
산정기준		부항다목적댐 건설공사 TK보고서상의 취수·방류시설 사업비 적용	
개 략 사 업 비	토목	취수 및 방류설비	1,352 백만원
	기계	취수 및 방류설비	3,237 백만원
	제경비(50%)		2,294 백만원
	계		6,883 백만원

도수터널구간 m당 개략사업비

구 분		한강하저터널 개략사업비 (2003, 수자원공사)	본 계획 도수터널 개략사업비 (m당 공사비)			
산정기준		한강하류권 급수체계구축 1차사업 기본설계보고서(2003, 수자원공사) 상의 한강하저터널 사업비를 기준으로 터널연장, 관단면적 및 년도별 물가상승률 5%를 고려하여 산정				
터널개요		-segment 내경: Ø2,500 -segment 외경: Ø2,900 - 굴 착 외 경 : Ø3,200 (단면적A=8.04m ²) - L=1,371.2m	-segment 내경: Ø3,000 -segment 외경: Ø3,400 - 굴 착 외 경 : Ø3,700 (단면적 A=10.75m ²) - 적용 : 10.75/8.04(관단면적) ÷ 1,371.2(연장) × 1.056(물가상승율) = 0.0013067			
개 략 공 사 비	Shield 기 계	1.Shield 기계	31.5억	1.Shield 기계	4.1백만원	
		2.Backfill 그라우팅	5.8억	2.Backfill 그라우팅	0.8백만원	
		3.Slurry Transport & Control 준비	16.2억	3.Slurry Transport & Control 준비	2.1백만원	
		4.Slurry Treatment Plant	14.2억	4.Slurry Treatment Plant	1.9백만원	
		5.Wear Parts / Spare Parts(1열)	5.7억	5.Wear Parts / Spare Parts(1열)	0.8백만원	
	소계	73.4억원	9.7백만원			
	공 사 비	공사비	1. 세그먼트자재대	21.0억	1. 세그먼트자재대	2.8백만원
			2. 터널 시 공 비	15.2억	2. 터널 시 공 비	2.0백만원
			3. 공과잡비(10%)	10.9억	3. 공과잡비(10%)	0.5백만원
	수직구	H-Pile/M.S.G(발진/도달)	15.0억	H-Pile/M.S.G(발진/도달)	5.3백만원	
관삽입	D2,200mm	17.6억	D2,600mm	2.5백만원		
총계	총공사비(수직구포함)	153.1억	총공사비(수직구포함)	22.8백만원		

관로구간(포장구간) m당 개략사업비

명 칭	규 격	수량	단위	단가(원)	금액(원)	m당공사비 (천원)
Φ2,600mm m당 개략사업비						5,392
1. 관자재대	(Φ2,600×6.1m, T=24.0)				2,268,493,933	2,268
직관(B형, 에나멜)	(Φ2,600:3종-10kg/cm ²)	166	본	11,182,206	1,856,246,196	
제수변(BV:수동, 수 직)	(수직형:Φ500,3종)	1	개	45,462,545	45,462,545	
제수변(G.V:수동)	(수직형:Φ200,3종)	1	개	3,262,372	3,262,372	
제수변(G.V:수동)	(Φ200:급속)	1	개	569,096	569,096	
공기변	(Φ2,600mm:B형,T=24)	1	EA	2,239,003	2,239,003	
강이형관(에나멜)		1	식	154,488,000	154,488,000	
소 계					2,062,267,212	
부가세		10	%	2,062,267,212	206,226,721	
2. 공사비	(km/m당 부설비+50%)				1,584,115,169	2,376
강관접합및부설(기계)	(Φ2,600mm)	182	개소	4,646,172	845,603,304	
강관용접부도장	(B:Φ2,600mm)	182	개소	671,899	122,285,618	
B.V제수변접합및부설	(기계:Φ2,600mm)	1	개소	4,713,492	4,713,492	
G.V제수변접합및부설	(기계:Φ500mm)	1	개소	498,066	498,066	
G.V제수변접합및부설	(인력:Φ200mm)	1	개소	161,702	161,702	
각종변실		3	개소	34,726,263	104,178,789	
터파기 : 토사	(B.H 0.7m ³ 80+인력20)	18,934	m ³	3,438	65,095,092	
터파기 : 암	(브레이커 80+인력20)	3,341	m ³	57,091	190,741,031	
사토 : 암	(L=10.0km)	3,341	m ³	12,142	40,566,422	
되메우기 : 관주위	(B.H 0.7m ³ +램머)	3,787	m ³	4,572	17,314,164	
되메우기 : 관상부	(B.H 0.7m ³ +콤팩터)	15,147	m ³	2,727	41,305,869	
관부사		275	m ³	27,786	7,641,150	
부대공	공사비의 10%	10	%	1,440,104,699	144,010,470	
km당 부설비					1,584,115,169	
m당 부설비	+50% (제경비)				1,584,115	2,376
포장복구	+50% (제경비)	7.1	m ³	70,227	498,612	748
관로 가시설(H-pile)		1	m			1,000

2) 개략사업비 산정

도수터널 개략사업비

구분	제1안		제2안	
	제1-1안	제1-2안	제2-1안	제2-2안
개략사업비	114,043 백만원	95,267 백만원	97,627 백만원	78,851 백만원
- 취수탑	6,883 백만원	6,883 백만원	6,883 백만원	6,883 백만원
- 도수터널	Φ3.7m, L=4,700m 22.8백만원/m	Φ3.7m, L=3,470m 22.8백만원/m	Φ3.7m, L=3,980m 22.8백만원/m	Φ3.7m, L=2,750m 22.8백만원/m
	107,160백만원	79,116백만원	90,744백만원	62,700백만원
- 도수관로	-	D2,600mm, L=1,450m	-	D2,600mm, L=1,450
	-	9,268백만원	-	9,268백만원

2.5 중리취수장 ~ 월평정수장, 송촌정수장 도수관로 계획

2.5.1 검토목적

- 기존 도수관로 매설년도가 20년 이상 경과(월평정수장 1990년, 송촌정수장 1984년 부설)되어 노후화 되었으므로, 예비 도수관로를 부설하여 기존 도수관로의 원활한 정비가 가능하게 하고자함.
- 중리취수장 원수를 월평정수장, 송촌정수장에 공급하는 도수관로를 부설하여, 기존 도수관로 사고 등에 대한 비상시 원수량을 공급할 수 있으므로 안정적인 용수공급이 가능함.

2.5.2 월평정수장, 송촌정수장 도수관로 현황

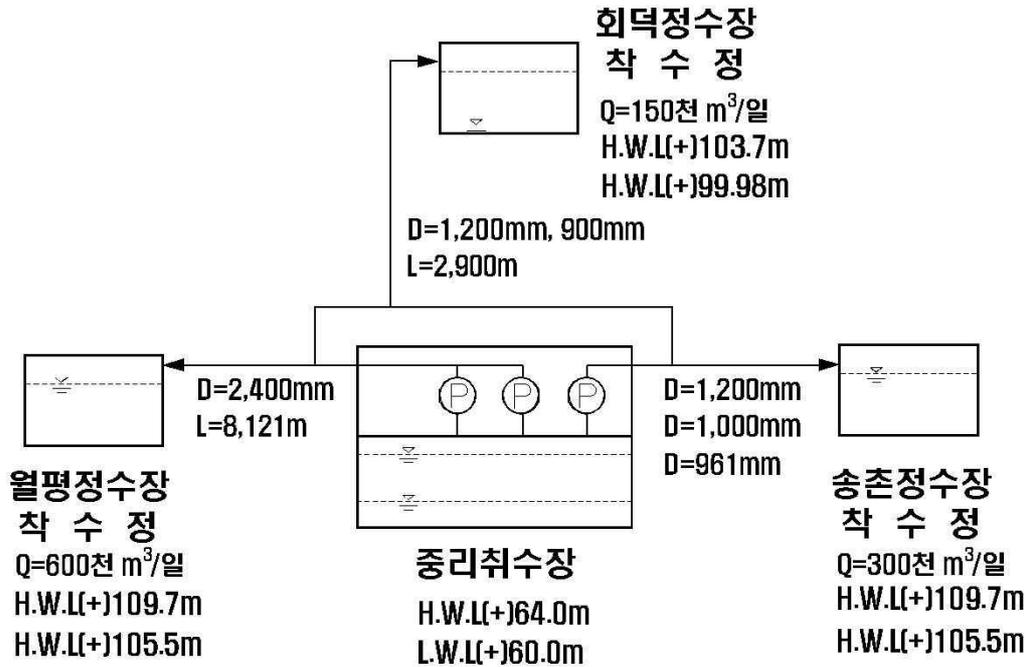
대전광역시는 추동취수탑에서 1,050,000m³/일을 취수하여 3.9km의 도수터널을 통해 중리취수장으로 취수된 후 송촌정수장 300,000m³/일, 월평정수장 600,000m³/일, 회덕정수장 150,000m³/일으로 원수를 공급하고 있으며, 중리취수장에서 월평정수장까지 도수관로는 D=2,400mm, L=8,121m이고, 중리취수장에서 송촌정

수장까지 도수관로는 D=1,200mm, L=961m와 D1,000mm, L=955m의 2계열이 부설되어 있다.

월평정수장, 송촌정수장 도수관로 현황

구분	송촌정수장		월평정수장
부설연도	1984년		1990년
관경(mm)	D1,200	D1,000	D2,400
연장(m)	961	955	8,121

가. 중리취수장(월평계통, 송촌계통) 현황



중리취수장 시설현황

구분	시설개요	구분	원수비용	비고
1. 취수펌프장		1. 원수종류	대청댐 호소수	()내는 예비
· 토목	Q=1,155,000m ³ /일	2. 비용	6.6원/톤	
· 건축	4,684m ²		(2032년부터 무대)	
· 펌프 및 모터	38.2m ³ /분 × 60mH, 3대(1)			
	45.8m ³ /분 × 60mH, 1대(0)			
	111.1m ³ /분 × 60mH, 2대(0)			
	76.4m ³ /분 × 66mH, 9대(3)			
	100.0m ³ /분 × 66mH, 1대(0)			

1) 중리취수장 펌프현황

- 취수펌프는 송촌계통 6기, 월평계통 10기로 총 16대가 설치되어 있으며, 펌프형식은 양흡입볼류트펌프임.

중리취수장 펌프설비 현황

구분	형식 및 규격	제작년도	비고
송촌계통 (6대)	1호기	55,000m ³ /일 × 60mH	2003.9.
	2호기	55,000m ³ /일 × 60mH	2003.9.
	3호기	55,000m ³ /일 × 60mH	2003.9.
	4호기	66,000m ³ /일 × 60mH	1980.12.
	5호기	160,000m ³ /일 × 60mH	1986.11.
	6호기	160,000m ³ /일 × 60mH	1986.12.
월평계통 (10대)	1호기	110,000m ³ /일 × 66mH	1991.7.
	2호기	110,000m ³ /일 × 66mH	1991.7.
	3호기	110,000m ³ /일 × 66mH	1991.7.
	4호기	110,000m ³ /일 × 66mH	1994.6.
	5호기	110,000m ³ /일 × 66mH	1994.6.
	6호기	110,000m ³ /일 × 66mH	1994.6.
	7호기	110,000m ³ /일 × 66mH	1996.11.
	8호기	110,000m ³ /일 × 66mH	1996.11.
	9호기	110,000m ³ /일 × 66mH	1996.11.
	10호기	144,000m ³ /일 × 66mH	1998.6.



2) 월평정수장 원수수량

2006년~2008년간 월평정수장 일평균취수량은 317,457m³/일로 시설용량대비 52.9%를 사용하고 있으며, 일최대취수량은 460,950m³/일로 시설용량(600천m³/일)대비 76.8%를 사용하였다.

월평정수장 취수량

구 분		취수량(m ³ /일)	시설용량(m ³ /일)	시설용량대비 취수량(%)
일평균	2006년	298,924	600,000	49.8
	2007년	331,839	600,000	55.3
	2008년	321,596	600,000	53.6
	평균	317,457	600,000	52.9
일최대	2006년	348,680	600,000	58.1
	2007년	460,950	600,000	76.8
	2008년	374,860	600,000	62.5
	평균	460,950	600,000	76.8

3) 송촌정수장 원수수량

2006년~2008년간 월평정수장 일평균취수량은 137,784m³/일로 시설용량대비 45.9%를 사용하고 있으며, 일최대취수량은 176,330m³/일로 시설용량(300천m³/일)대비 58.8%만을 사용하고 있는 실정이다.

송촌정수장 취수량

구 분		취수량(m ³ /일)	시설용량(m ³ /일)	시설용량대비 취수량(%)
일평균	2006년	143,439	300,000	47.8
	2007년	136,027	300,000	45.3
	2008년	137,355	300,000	45.8
	평 균	137,784	300,000	45.9
일최대	2006년	175,940	300,000	58.6
	2007년	161,480	300,000	53.8
	2008년	176,330	300,000	58.8
	평 균	176,330	300,000	58.8

2.5.3 월평정수장, 송촌정수장 용수수요량 산정

월평정수장과 송촌정수장의 용수수요량은 다음 표와 같다.

월평정수장 용수수요량

구 분	월평정수장	송촌정수장	비 고
2007년 현재	379,480	151,810	
2010년	407,000	154,120	
2015년	434,260	199,840	
2020년	511,750	201,760	
2025년	504,370	263,910	

2.7.4 월평정수장, 송촌정수장 공급량 산정

가. 월평정수장 공급량 산정

1) case 1. 시설용량 600천 m^3 /일 공급시

- 도수관로 용량은 600천 m^3 /일로 산정.
- 월평정수장에 시설용량을 공급할 경우 중리취수장에서 600천 m^3 /일을 공급하는 것으로 계획.

2) case 2. 목표년도 2025년 일최대수요량 공급시

- 도수관로 용량은 470천 m^3 /일로 산정.
- 월평정수장에 일최대수요량을 공급할 경우 중리취수장에서 470천 m^3 /일을 공급하는 것으로 계획.

나. 송촌정수장 공급량 산정

1) case 1. 시설용량 300천 m^3 /일 공급시

- 도수관로 용량은 300천 m^3 /일로 산정.

2) case 2. 목표년도 2025년 일최대수요량 공급시

- 도수관로 용량은 220천 m^3 /일로 산정.

3) case 3. 기존관 (D1,200mm 또는 D1,000mm) 이용시

- 도수관로 용량은 300천 m^3 /일로 산정.
- 기존관로의 D1,200mm와 D1,000mm 중 하나의 관로를 이용하고 신설관로 D900mm를 이용하여 공급하는 방안
 - 기존관로 D1,200mm 및 신설관로 D900mm, 2line으로 공급하는 방안
 - 기존관로 D1,000mm 및 신설관로 D900mm, 2line으로 공급하는 방안

2.5.5 월평정수장, 송촌정수장 도수관로 관경결정

가. 월평정수장 도수관로 관경결정

1) case 1. 시설용량 600천 m^3 /일 공급시

- 월평정수장 공급량 600천 m^3 /일을 공급하기 위한 경제적 관경은 2,200mm로 선정.

2) case 2. 목표연도 2025년 일최대수요량 공급시

- 월평정수장 일최대수요량 470천 m^3 /일을 공급하기 위해서는 경제적인 관경이 2,000mm로, 중리취수장의 기존 펌프(양정 66m)를 이용하여 월평정수장에서 공급할 수 있음.

나. 송촌정수장 도수관로 관경결정

1) case 1. 시설용량 300천 m^3 /일 공급시

- 송촌정수장 공급량 300천 m^3 /일을 공급하기 위한 경제적 관경은 1,600mm이나, 중리취수장의 기존 펌프(양정 60m)를 이용하여 공급가능한 1,350mm를 선정.

2) case 2. 목표연도 2025년 일최대수요량 공급시

- 송촌정수장 일최대수요량 220천 m^3 /일을 공급하기 위한 경제적 관경은 1,500mm이나, 중리취수장의 기존 펌프(양정 60m)를 이용하여 공급가능한 1,200mm를 선정

3) case 3. 기존관로(D1,200mm, D1,000mm) 이용시

- 중리취수장의 송촌계통 펌프의 양정(H=60m)과 기존관로의 용량으로 송촌정수장에 300천 m^3 /일의 용수공급이 가능한 관경인 900mm로 선정

2.5.6 용수공급관로 노선 선정

가. 노선 선정 기준

중리취수장에서 월평, 송촌정수장으로 용수공급을 위한 최적노선 선정을 위해 다음의 사항을 고려하여 최적의 노선계획을 수립하였다.

- 관로 노선을 가능한 범위에서 직선화
- 수도관로부지 확보가능지로 선형을 유도
- 농지 및 농업용 수리구조물의 훼손을 최소화
- 지하매설물(송유관, 광케이블, 가스관 등)과 가능한 범위에서 병행부설 지양
- 최소의 용지매입 및 용지매입 용이성 고려
- 경제성, 시공성, 유지관리 및 기존시설과의 연계성 고려
- 관로노선이 하천을 횡단하는 경우 하천 상태, 조건들을 감안한 시공성 고려
- “수도부지 확보기준”에 의거 유지관리의 용이성 및 중차량 통과에 의한 지하매설물의 안전성 등 검토

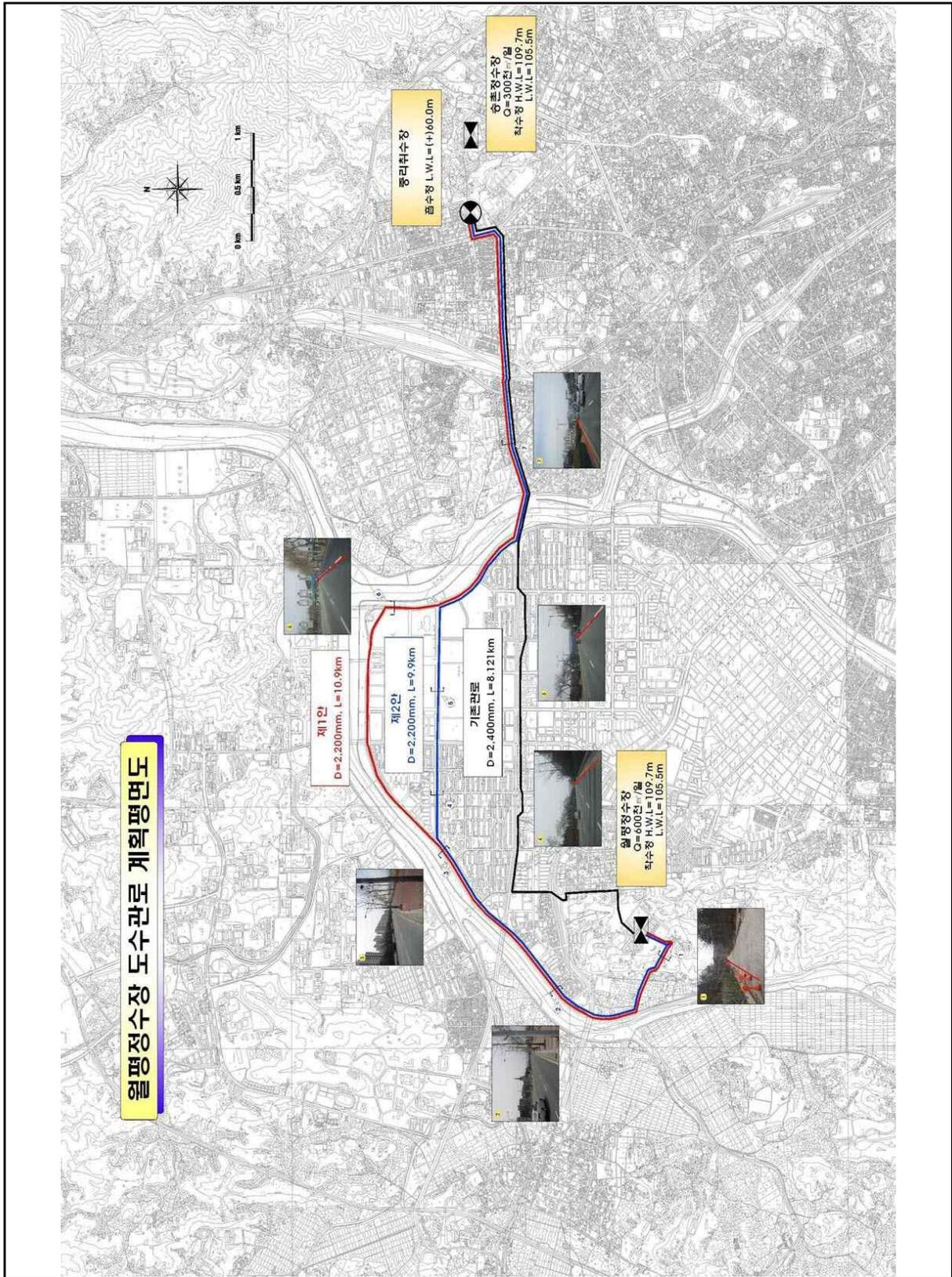
나. 노선 검토

1) 월평정수장 도수관로 노선검토

월평정수장 도수관로 노선은 현장조사를 바탕으로 하여 한밭수목원 앞 갑천을 이용하는 방안과 대전청사 앞 둔산대로를 이용하는 방안에 대하여 다음 표와 같이 노선을 검토하였다.

용수공급관로 노선비교

구분	제 1 안		제 2 안	
	1-1안	1-2안	2-1안	2-2안
1. 노선개요	• 중리취수장에서 한밭수목원 앞 갑천 도시 고속화도로를 이용하여 월평정수장까지 도수관로를 부설하는 방안.		• 중리취수장에서 대전청사 앞 둔산대로를 이용하여 월평정수장까지 도수관로를 부설하는 방안.	
2. 공급량	• 시설용량 공급 • Q = 600천m ³ /일	• 일최대량 공급 • Q = 470천m ³ /일	• 시설용량 공급 • Q = 600천m ³ /일	• 일최대량 공급 • Q = 470천m ³ /일
3. 시설개요	• D = 2,200mm • L = 10.9km	• D = 2,000mm • L = 10.9km	• D = 2,200mm • L = 9.9km	• D = 2,000mm • L = 9.9km
4. 사업비	67,015 백만원 (122%)	60,636 백만원 (110%)	60,868 백만원 (111%)	55,073 백만원 (100%)
• 공사비	60,923 백만원	55,124 백만원	55,334 백만원	50,067 백만원
-도수관로	47,688 백만원	41,889 백만원	43,313 백만원	38,046 백만원
-가시설	13,235 백만원	13,235 백만원	12,021 백만원	12,021 백만원
• 설계비	3,046 백만원	2,756 백만원	2,767 백만원	2,503 백만원
• 감리비	3,046 백만원	2,756 백만원	2,767 백만원	2,503 백만원
5. 장·단점	• 제2안에 비해 통행량이 적어 시공성이 좋을 것으로 판단됨. • 제2안에 비해 연장이 다소 길어져(제2안에 비해 1.0km 길어짐) 경제성에서는 불리함.	• 470천m ³ /일을 초과하는 물량에 대해서는 중리취수장의 펌프양정조정으로 대처가 가능할 것으로 판단됨.	• 제1안에 비해 관로연장이 짧아 경제성이 좋음. • 둔산대로내 교통량이 많고 곳곳이 지하차도가 있어 시공성에서 불리할 것으로 판단됨.	• 470천m ³ /일을 초과하는 물량에 대해서는 중리취수장의 펌프양정조정으로 대처가 가능할 것으로 판단됨.
6. 선택	◎			



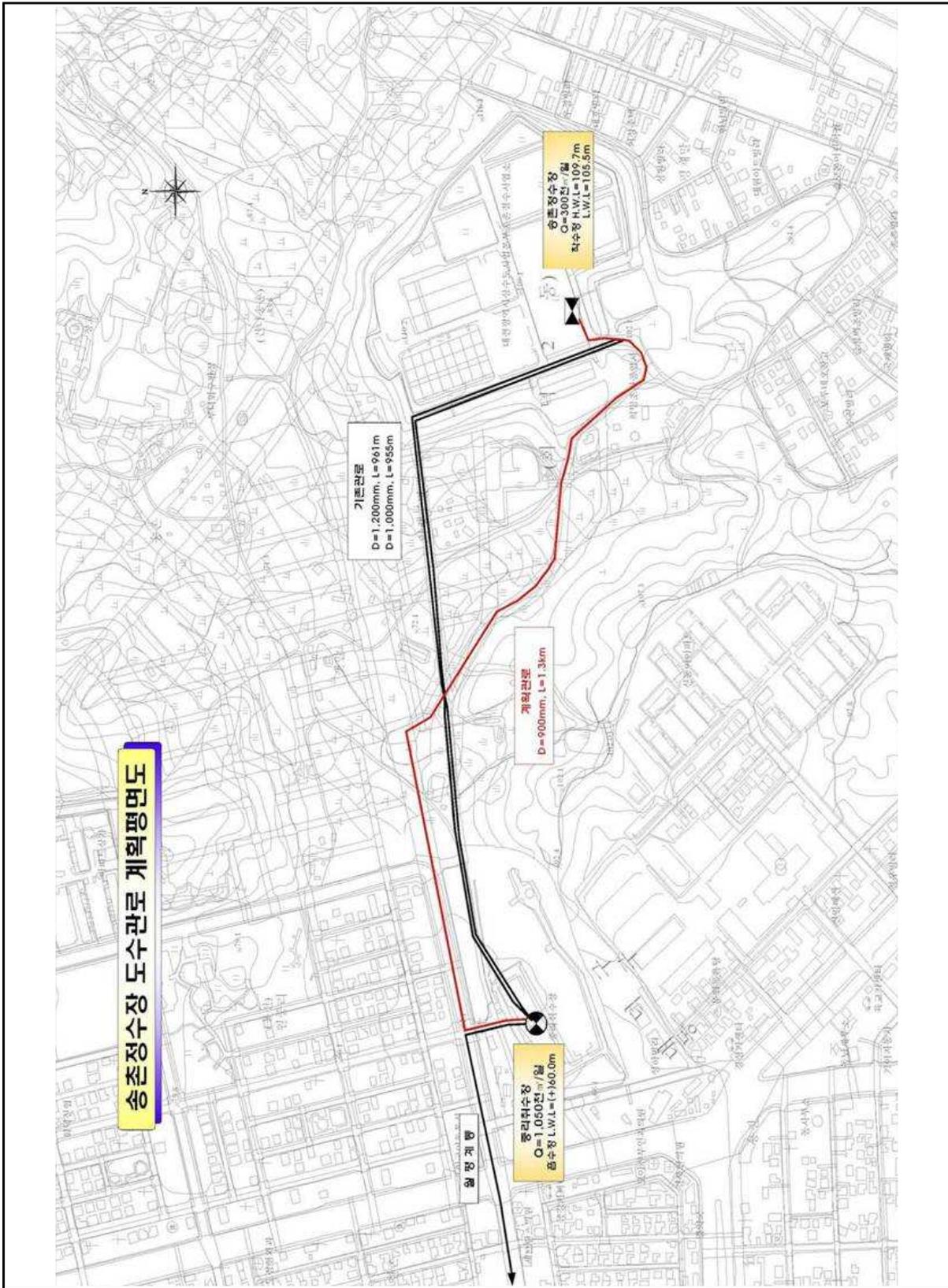
월평정수장 도수관로 노선비교도

2) 송촌정수장 도수관로 검토

송촌정수장 도수관로 노선은 현장조사를 바탕으로 하여 다음 표와 같이 노선을 검토하였다.

용수공급관로 노선비교

구분	제1안	제2안	제3안
1. 공급방안	• 시설용량 300천m ³ /일 공급을 위한 관로를 신설하는 방안	• 일최대수요량 220천m ³ /일 공급을 위한 관로를 신설하는 방안	• 기존관로를 이용하여 최소관경의 관로를 신설하는 방안
2. 공급량	• Q = 300천m ³ /일	• Q = 220천m ³ /일	• Q = 300천m ³ /일
3. 시설개요	• D = 1,350mm • L = 1,370m	• D = 1,200mm • L = 1,370m	• D = 900mm • L = 1,370m
4. 사업비	5,037 백만원 (136%)	4,587 백만원 (124%)	3,695 백만원 (100%)
• 공사비	4,579 백만원	4,171 백만원	3,359 백만원
-도수관로	2,915 백만원	2,507 백만원	1,695 백만원
-가시설	1,664 백만원	1,664 백만원	1,664 백만원
• 설계비	229 백만원	208 백만원	168 백만원
• 감리비	229 백만원	208 백만원	168 백만원
5. 장·단점	• 300천m ³ /일을 공급하는 관로를 신설하므로 타안에 비해 경제적으로 불리함. • 체류시간 부족으로 송촌정수장 관련 배수지를 신설할 경우 기존 관로는 관갱생을 통해 배수관로로 사용할 수 있으므로, 배수지 신설 계획 확정시에는 타안에 비해 유리할 것으로 판단됨.	• 220천m ³ /일을 초과하는 물량에 대해서는 중리취수장의 펌프양정 조정으로 공급 가능함.	• 타안에 비해 관경이 작으므로 경제적일 뿐만 아니라 시공성에서도 우수함. • 기존 2-line으로 부설되어 있던 도수관로 중 1-line을 개량 및 보수하면서 기존 1-line과 신설되는 도수관로를 이용하여 300천m ³ /일 공급이 가능할 것으로 판단됨.
6. 선택			◎



송촌정수장 도수관로 노선비교도

2.5.7 사업시기

- 내구년수(토목시설) 40년을 기준으로 사업시기 적용
- 중리취수장 ~ 월평정수장 도수관로 : 2025년 이후
- 중리취수장 ~ 송촌정수장 도수관로 : 2023년~2025년

2.5.8 수리계산

중리취수장에서 월평정수장에 원수를 공급하는 도수관로와 중리취수장에서 송촌정수장에 원수를 공급하는 도수관로의 수리계산을 시설용량 및 일최대 공급량으로 관수로의 일반적인 유량공식인 Hazen-Williams공식을 적용하여 수리계산을 실시하였다.

중리취수장 → 월평정수장 도수관로 수리계산

구 분			유량 (m ³ /일)	연장 (m)	관경 (mm)	유속 계수	동수 경사 (%)	시점 수두 (m)	손실 수두 (m)	중점 수두 (m)	중점 지반고 (m)	잔류 수두 (m)	비 고
1안	1-1안	중리취수장 ~갑천 ~월평정수장	600,000	10,900	2,200	120	1.1710	126.0	12.76	113.2	109.7	3.5	중리취수장 LWL 60.0m 펌프양정 : 66.0m(기존양정) 월평정수장 HWL 109.7m
	1-2안		470,000	10,900	2,000	120	1.1851	126.0	12.92	113.1	109.7	3.4	
2안	2-1안	중리취수장 ~둔산대로 ~월평정수장	600,000	9,900	2,200	120	1.1710	126.0	11.59	114.4	109.7	4.7	
	2-2안		470,000	9,900	2,000	120	1.1851	126.0	11.73	114.3	109.7	4.6	

중리취수장 → 송촌정수장 도수관로 수리계산

구 분			유량 (m ³ /일)	연장 (m)	관경 (mm)	유속 계수	동수 경사 (%)	시점 수두 (m)	손실 수두 (m)	중점 수두 (m)	중점 지반고 (m)	잔류 수두 (m)	비 고
제1안			300,000	1,370	1,350	120	3.4997	120.0	4.79	115.2	109.7	5.5	중리취수장 LWL 60.0m 펌프양정 : 60.0m(기존양정) 송촌정수장 HWL 109.7m
제2안			220,000	1,370	1,200	120	3.4972	120.0	4.79	115.2	109.7	5.5	
제3안	기존 D1,200mm 이용		300,000	1,375	1,200 900	120	2.5471	120.0	3.50	116.5	109.7	6.8	
	기존 D1,000mm 이용		300,000	1,222	1,000 900	120	4.1745	120.0	5.10	114.9	109.7	5.2	

2.5.8 사업비 산정

가. 월평정수장 도수관로 개략사업비

중리취수장 ~ 월평정수장 도수관로 개략사업비

구 분	제 1 안		제 2 안	
	1-1안 (600천 m ³ /일)	1-2안 (450천 m ³ /일)	2-1안 (600천 m ³ /일)	2-2안 (450천 m ³ /일)
개략사업비	67,015 백만원	60,636 백만원	60,868 백만원	55,073 백만원
공 사 비	60,923 백만원	55,124 백만원	55,334 백만원	50,067 백만원
- 도수관로	D2,200mm, L=10,900m	D2,000mm, L=10,900m	D2,200mm, L=9,900m	D2,000mm, L=9,900m
	47,688 백만원	41,889 백만원	43,313 백만원	38,046 백만원
- 가시설	조립식간이흙막이(40%), L=4,360m H-pile 항타 및 항발(30%), L=3,270m Sheet Pile(30%), L=3,270m		조립식간이흙막이(40%), L=3,960m H-pile 항타 및 항발(30%), L=2,970m Sheet Pile(30%), L=2,970m	
	13,235 백만원		12,021 백만원	
설 계 비 (조사비포함)	공사비의 5%	공사비의 5%	공사비의 5%	공사비의 5%
	3,046 백만원	2,756 백만원	2,767 백만원	2,503 백만원
감 리 비	공사비의 5%	공사비의 5%	공사비의 5%	공사비의 5%
	3,046 백만원	2,756 백만원	2,767 백만원	2,503 백만원

나. 송촌정수장 도수관로 개략사업비

중리취수장 ~ 송촌정수장 도수관로 개략사업비

구 분	제 1 안 (300천 m ³ /일)	제 2 안 (225천 m ³ /일)	제 3 안 (300천 m ³ /일)
개략사업비	5,037 백만원	4,587 백만원	3,695 백만원
1. 공 사 비	4,579 백만원	4,171 백만원	3,359 백만원
- 도수관로	D1,350mm, L=1,370m 2,915 백만원	D1,100mm, L=1,370m 2,507 백만원	D900mm, L=1,370m 1,695 백만원
- 가시설	조립식간이흙막이(40%), L=548m H-pile 항타 및 항발(30%), L=411m Sheet Pile(30%), L=411m 1,664 백만원	조립식간이흙막이(40%), L=548m H-pile 항타 및 항발(30%), L=411m Sheet Pile(30%), L=411m 1,664 백만원	조립식간이흙막이(40%), L=548m H-pile 항타 및 항발(30%), L=411m Sheet Pile(30%), L=411m 1,664 백만원
2. 설 계 비 (조사비포함)	공사비의 5% 229 백만원	공사비의 5% 208 백만원	공사비의 5% 168 백만원
3. 감 리 비	공사비의 5% 229 백만원	공사비의 5% 208 백만원	공사비의 5% 168 백만원

3.0 내진대책

3.1 내진 성능향상 방안 및 보강대책

상수도시설의 내진성능을 평가한 후에, 구조적 특성을 고려하여 각 시설물을 보강하면, 지진에 강한 상수도 시스템을 얻을 수 있다. 개별 상수도 시설물에 대한 구체적인 내진 보강공법은 다음과 같다. 각 상수도 사업체의 시설정비 사항과 여건을 반영하여 시설 정비의 우선순위를 결정하여야 하며, 개개 시설의 내진성 강화와 더불어 항시 상수도 시스템 전체의 안전성 평가를 생각하여야 한다.

상수도시설의 내진대책은 재해시 급수확보를 최우선으로 하여 내진진단을 해야 하고 저수시설, 취수시설, 정수시설, 도·송, 배수간선 및 배수지 등 기간시설의 내진성 강화를 우선적으로 진행하는 것으로 해야 하지만, 부분적으로 피해가 발생되었다 하더라도 단수 등으로의 영향을 최소한도로 줄여야함과 동시에 수도사업의 실상 등을 충분히 고려하여 시책의 우선순위를 설정할 필요가 있다. 즉, 상수도 시스템의 내진성 향상을 위해서는 개별시설의 내진화와 동시에 기간시설의 이중화, 상호연락 등의 back up 기능의 정비, 배수 블록의 구축 등을 통한 시스템 전체의 안정성을 강화하는 것은 내진대책 중 가장 효과적이므로 이 부분을 주요 포인트로 하여 계획에 대비하여 긴급 시 피난 장소에로의 급수 거점 및 지진재해대책용 긴급저수조 등의 대응 급수시설 정비는 조속히 실시해둘 필요가 있다.

3.1.1 구조물

구조물의 주된 대상은 저수, 취수, 정수, 배수 등의 각 시설이며, 콘크리트구조물 및 그 기초로 이루어져 있다. 이들 구조물의 설치장소는 각 수도사업체 지반과 지질을 고려하여 임의로 선정할 수 있으므로 계획적인 면에서 관로를 “선” 이라 하면 구조물은 “점” 이라고 생각할 수 있다. 구조물의 파손은 정수 공정에 치명적인 타격을 줄뿐 아니라 나아가서는 원활한 물의 공급에 지장을 준다는 것을 명심하고 내진구조로 하는 것은 아주 중요한 일이다.

과거 콘크리트 구조물 자체의 피해사례는 전술한 것처럼 거의 없다. 따라서 일반적인 시설지침 또는 내진 공법대로의 시공으로 충분히 지진에 견딜 수 있다고 생각된다. 그러나 각 구조물에 설치되어 있는 접합부분 등의 부속설비 또는 내부의 기기류의 피해사례가 있을 수 있으므로 주의를 해야 한다. 배수지는 지진시 정수공급에 있어 인명유지 및 소화의 관점에서 중요한 시설이다.

현재 배수지는 계획 일일 최대급수량의 12시간분 이상의 용량을 표준으로 설계하도록 상수도 시설기준에 명시되어 있다. 그러나 지진시에는 교통이 마비되고 차량에 의한 급수가 곤란하게 되는 점을 생각하면 지진의 우려가 있는 곳에서는 배수지의 용량을 18시간으로 늘려서 물의 확보에 노력할 필요도 있다. 또 콘크리트 구조물 본체 피해는 경미하더라도 이것을 지탱하는 각종 지지물이 붕괴되는 경우가 많으므로 기초 부분 강화를 충분히 고려해야 한다.

상수도 시설 내진 보강공법의 예

시 설 명		보 강 공 법	비 고
수 관 교 (교량첨가)	상부	고무(rubber)지지로의 변경, 다리 떨어짐 방지 장치의 설치, 신축관의 사용	응력분산
	교대 교각	콘크리트를 감아 세움 강제관을 감아 세움 타소섬유를 감아 세움	내력 부족에의 대응. 인장성의 증대
	기초	취수탑의 경우와 동일	
배 수 지	몸체	벽의 콘크리트 보강	내력부족에 대응. 인장성의증대. 누수방지.
	Joint	Flexible joint 보강	누수방지
	기초	취수탑의 경우와 동일	
건 축 구 조 물	상부	중량감소, 기동보강, 내진벽 보강, Slit보강	하중경감. 내력부족에 대응. 인장성의 증대.
	기초	취수탑의 경우와 동일	

<표 계속>

시 설 명		보 강 공 법	비 고
취수탑 고가수조	탑몸체	콘크리트를 감아 세우고 보강. 강판을 감아 세움. 탄소섬유를 감아 세움.	내력부족에 대응. 인장성의 증대.
	기초	콘크리트 보강. 지하연속벽 및 벽체보강. 지반개량	내력부족에 대응. 지지력 부족에 대응. 액상화 대책.
도수암거 도수터널	몸체	콘크리트 보강. 탄소섬유로 내면 보강. 암거 내의 축소단면 구축(Ductile주철관, 강관 등)	내력부족에 대응. 누수방지
	Joint	콘크리트 collar 설치. Flexible joint로의 교체	누수방지. 유연성 부여
	기초	본체 가까운 곳은 지하 연속벽과 벽체보강. 지반개량	내진력 강화. 액상화 대책
PC탱크	몸체	콘크리트를 감아 세우고 보강. 탄소섬유로 감아 세움.	내력부족에 대응. 인장성의 증대
	기초	취수탑의 경우와 동일	
매설관로		필요에 따라 Flexible pipe 설치. 기존 관 내에 삽 입하는 등의 공법을 포함한 관로 포설을 바꿈. 관 로 주변 채움 재료를 바꾸거나 지반개량 실시	상대변위 방지. 내력 부족 에 대응. 액상화 대책
곡관부		구조물과의 접속부에 Flexible joint의 설치. 관거 넢의 보강(축소단면의 구축) 일부 지반개량	상대변위 방지(응력 집중 방지). 강도부족 대책

3.1.2 관로

가. 도·송수관로

도·송수관은 각각 원수, 정수를 정수장 및 배수지에 수송하는 관로이다.

이 관로가 파손되면 필요수량의 공급이 끊기게 되어 정수조작, 급·배수조작에 막대한 영향을 주게 된다. 더구나 도·송수관은 통상 1조의 관으로 이루어진 경우가 많기 때문에 치명적인 타격을 받을 위험성이 높다. 특히 취수원을 원거리
에 의존하는 도수관, 정수장과 배수지가 떨어져 있는 송수관에서는 주의를 해야
한다. 따라서 도·송수관로에 내진관을 채용하고 또 By-Pass관로를 설치하는 등
의 내진공법을 구사하여 물의 확보에 만전을 기하는 것이 좋다.

나. 배수관 조직

배수관은 급수구역을 망라하므로 연장도 길다. 배수관의 손상은 아주 많고, 또
단수를 유발하기 때문에 생활에 지장을 주는 등 수도피해가 현저히 나타나는 곳

중의 하나이다. 내진을 고려할 때 배수관의 정비는 항상 주의를 해야 하는데, 일본에서의 지진경험을 통하여 보면 배수관의 시설계획에 대해서 다음 요건을 만족할 필요가 있다.

- 내진공법을 준수한다.
- 급수구역 전반에 걸쳐서 가능한 균등하게 배수할 수 있게 하고, 또 배수측량 측정, 누수측정이 용이한 시스템으로 한다.
- 유지관리 및 재해복구가 용이하게 한다.

이상의 방침을 기초로 할 때 내진성이 좋은 배수방식이라고 생각되는 것은 블록 시스템, 더블방식 및 루프시스템이다.

1) 블록시스템

블록시스템은 배수원이 복수 이상인 경우에 적용되는 방식이며, 종래의 망목(網目)식 등과는 다른 배수방식이다. 즉 독립한 대블록, 소블록의 세포조직과 같은 관망으로 구성되고 각 블록사이에는 내진설비를 갖춘 배수관으로 유기적으로 연결되어 있다.

본 방식은 다음과 같은 장점을 가지고 있다.

- 재해의 예방이나 복구가 용이하다.
- 누수의 방지, 배수컨트롤 등 유지관리가 용이하다.
- 장래의 확장, 개량이 용이하다. 다만, 건설비가 높다는 결점은 면할수 없다.

한 예로서, 대블록을 $\phi 250\text{mm}$ 이상의 배수관으로 조직하고, 거기에 소블록을 배수지관으로 연결하고 있다. 그리고 대블록간에 서로 2~3개소씩 연결시키고, 소블록끼리는 각각 1개소를 연결하며, 또 소블록은 단수계통이 다른 큰 블록으로 1개소씩 2개소의 주입점을 갖도록 블록시스템을 채용하고 있다.

2) 더블방식

더블방식은 블록시스템에서의 대블록을 몇 개의 소블록으로 나눌 때 부득이하게 혹은 내진성을 고려해서 도로의 양쪽에 배수관로를 설치하는 것을 의미한

다.

본 방식은

- 도로의 양측지역이 동시에 단수되는 경우가 드물고, 소화전은 항상 사용가능하다.
- 급수관이 도로를 횡단하지 않기 때문에 누수가 적고, 또 급수공사, 유지관리가 용이하다는 이점이 있다.

그러나 블록시스템, 더블방식에 제수밸브 및 소화전의 설치에 문제가 많고, 아직 검토의 여지가 있다는 점도 명심해야 한다.

3) 루프시스템

루프시스템은 시가지를 내진설비를 갖춘 주간선으로 둘러싸서 물의 안전공급을 보장하려는 방식이다.

4) 내진관

지진에 의해 매설관로의 피해를 미연에 방지하려면 내진관을 사용하여야 한다. 특히 연약지반에서 지반변화가 심한 곳, 택지공사의 절토와 성토의 경계부근 같이 토질이 변화하는 장소 등에서는 내진성이 있는 관의 이음부를 사용해야 한다. 그러나 소구경의 아연주철강관, 석면관, 염화비닐관 등 피해가 다발하는 곳이라도 지반이 양호하고 사전에 토질조사를 철저히 하여 내진에 대한 피해를 최소화할 수 있다. 따라서 관의 특성 및 장점에 유의하면 이들 관종을 사용하더라도 충분히 지진에 견딜 수 있다고 생각된다. 이러한 점에서 주철관과 용접강관은 강도도 있고, 또 시공관리도 용이하기 때문에 가장 일반적인 관이라고 생각한다.

관로에서 가장 피해를 입는 것은 접합부이다. 근래에 신축성, 가소성, 이탈방지를 목적으로 한 여러 가지의 접합부가 개발되고 있다. 그러나 이들 새로운 관, 이음부를 사용하면 경비가 증가하므로 관종의 선택에는 장기적인 전망에서 신중히 대처할 필요가 있다. 또 각종의 관의 수명과 지진의 빈도와와의 관련을 파

약하는 것은 경비를 경감하는데 있어서도 중요하다. 따라서 지진예측에도 관심을 기울여야 한다. 관의 피해는 관 자체의 강도의 문제만이 아니라 관을 지탱하고 있는 지지층에도 영향을 받는다. 따라서 연약하여 피해가 발생할 우려가 있는 지층에 대해서는 흙의 치환공법 등의 공법을 사용하여 지지층의 보강에 힘을 필요로 한다.

3.2 조직적 방재체제의 강화

3.2.1 지진재해에 있어서의 평상시 대응

상수도의 지진재해대책으로는 평소 방재훈련을 강화함으로써 일상에 있어서도 지진재해를 중요하게 의식한 유지관리를 실시함이 매우 중요하다. 주의가 요하는 시설에 계속 주의를 기울이며 밸브의 조작확인 및 부식방지대책 실시, 밸브실 등의 산화방지, 시설정보의 데이터베이스화, 타 시·군의 공사견학, 누수방지작업 등의 유지관리전반업무를 착실하게 실시하는 것이 긴급사태시 정확한 대응을 가능토록 한다.

3.2.2 도면, 대장 등의 분산관리

건축물 등의 파괴, 소실 등을 고려하여 관리도면, 대장 등은 복사하여 분산 관리함이 필요하다.

3.2.3 지진 재해시의 위기관리체제

지진 재해시에는 가능한 조기에 위기관리체제를 확립함이 요구된다. 특히 지휘 명령계통, 재해시의 초동체제, 백업기능의 확립은 필수적이다. 또한 이를 지원하는 것으로서 긴급시의 통신수단확보가 중요하다. 전용전화회선의 확보, 각종 무선시스템, 위성통신시스템의 도입 등을 검토하여 구체화할 필요가 있다.

지원체제 및 비상시의 상호관로의 운용방법, 소방수리의 문제 등 주요사항에 대하여 관계기관, 인근자체단체와 사전에 조정해 두어야 한다. 아울러 응급대응에 관한 주민공고, 주민의 의견수렴 등을 실시할 전담조직을 정비하고 보도

기관의 적극적인 대응에 대해서도 평상시에 검토해 두는 것이 바람직하다.

3.2.4 비상급수대책

비상급수에 있어서는 방재 행정당국과 수도사업자와의 책임구분을 명확히 해 둘 필요가 있다. 그 이후에 수도사업으로서 피난장소 등으로의 급수확보를 위한 비상급수거점의 정비, 지진재해 대책용 긴급저수조의 설치, 수도사업자 상호간의 지원체제와 조정시스템의 정비, 자재 및 그 운반수단의 확보, 방재 행정기관과의 조정 등 사전대책이 필요하다. 지진시의 물에 대한 운용에 있어서는 긴급사태를 가정한 계획을 세워 정확한 치수(治水)조작이 가능하도록 시설 및 조직의 양면을 정비해두어야 한다. 의료기관 등의 중요시설에 대한 급수를 확보하기 위해서는 저수조, 고가수조의 필요용량을 확보함과 동시에 내진화를 실행할 수 있도록 지도함이 필요하다.

3.2.5 응급복구대책

응급복구에 대해서 가정된 피해에 기초하여 충분한 대응이 가능하도록 대비해 두어야 한다. 구체적으로는 복구요원, 자재, 중기 등의 확보 및 지원에 대해서 수도사업자, 기자재 생산업체, 시공업자 사이에 비상시 준비된 사전협정 등을 체결해 두는 것이 중요하다. 아울러 급수회복을 목표로 한 응급복구의 방법(긴급시의 노상배관을 포함)과 순서는 하수도, 가스 등의 관계부분과 조정해 둘 필요가 있다. 지진재해 후의 복구는 원칙적으로 원수계통으로부터 순차급수장치에 이르는 순서로 실시하던가, 조기급수를 위한 응급복구가 완료된 후에도 누수방지작업을 철저히 해야 한다. 재해피해의 규모, 정도에 따라서 다른 수도사업자의 도움을 필요로 할 경우가 있다. 이를 위해서는 평소로부터 긴급시의 조직적 대응에 대해서 인근수도사업자를 시작으로 관련기관들과 충분히 조정해 둬야 하며 동시에 그 상황을 가정한 각종 체제를 정비해 두는 것이 바람직하다.

4.0 동절기 대책

4.1 목적 및 기본방향

4.1.1 목 적

겨울철에 기온 강하시 우려되는 상수도시설의 동결·동파 및 화재 등 각종 안전사고를 예방하여 시민들이 물 걱정 없는 겨울철을 보낼 수 있도록 「동절기 급수대책」을 수립 추진하여야 하며 본 계획에서는 이를 위한 계획을 수립하였다.

4.1.2 기본방향

동절기에는 한파 폭설 등으로 계량기 및 관의 취약부분에 동결·동파로 인한 급수중단으로 생활불편이 우려되며 정수처리시설의 운영에 대해서는 정수처리 효율저하 및 각종기기의 고장으로 생산량이 감소할 우려가 있다. 이외에 난방기기의 사용에 따른 시설물 화재 발생 우려가 있다. 이러한 여건을 고려하여 다음과 같은 기본방향을 설정하였다.

- 시설물 점검·정비 및 운영철저
- 관로순찰강화
- 옥내시설 동결·동파 예방지도, 홍보
- 동절기대비 비축자재 확보 및 공사장 관리철저
- 수질관리 철저
- 긴급복구 체계 확립 및 상황실 운영

4.2 동절기 급수대책

4.2.1 시설물 일체 점검·정비

동절기에는 집중적인 홍보 및 예방지도, 동절기 대비 자재확보 등이 이루어져야 하며, 시설별 점검사항은 다음과 같다.

시설별 주요 점검사항

시 설	주요추진사항	비 고
취수시설	<ul style="list-style-type: none"> • 취수탑, 취수구, 펌프흡입 토출관(접합부, 밸브) 누수유입 	
도수관로	<ul style="list-style-type: none"> • 변실(제수변, 배기변, 이토변 등)내 누수여부 • 변실 맨홀뚜껑 요철정비 	
정수시설	<ul style="list-style-type: none"> • 침전지 슬러지 콜렉터 파손방지, 론더 동결예방 • 노출된 염소투입(전·후염소) 및 보온조치 • 혼화기, 응집기 작동상태 및 윤활유 주유상태 점검 • 송수시설 • 송수펌프 소음, 진동, 온도 이상유무확인 • 접합부 고무패킹 밀림 및 볼트조임상태 확인 • 수충압방지를 위한 볼밸브 개폐시간 적정여부 확인 • 진공펌프 작동상태 점검 • 구내관로 누수여부 확인점검 	
배수지	<ul style="list-style-type: none"> • 각종밸브, 수위계 작동여부 • 진입도로 결빙대비 모래준비 	
가압장	<ul style="list-style-type: none"> • 가압펌프 소음,진동, 온도 이상유무 확인 • 접합부 고무패킹 밀림상태 점검 • 접합부 볼트 조임상태 점검 • 수충압 방지를 위한 볼밸브 개폐 시간 적정여부 • 펌프실내 수중펌프 작동상태 점검 	
송·배급수관로	<ul style="list-style-type: none"> • 각종 변실내 누수유무 • 변실, 맨홀뚜껑 파손, 요철 상태점검 • 교량, 하수분관, 복개천에 매달린관 보온상태 • 공사구간 매달린관 누수유무, 보온상태, 안전조치점검 • 공사구간 배면관로 안전점검 • 누수예상지역 순찰강화 	
기 타	<ul style="list-style-type: none"> • 급수탑 • 노출배관 보온조치 • 복구장비 점검 정비 • 해빙기, 작업차, 양수기, 각종 탐지기 사전점검후 수선 	

4.2.2 관로순찰 강화 및 도로누수대책

- 누수 취약지역 관로탐사 및 순찰강화
- 누수 발생시 신속 출동하여 대처할 수 있도록 비상대기 철저
- 소화전 배출시 스텐드 파이프로 하수구 직접유입으로 결빙방지
- 도로누수시 결빙 전 복구조치
- 누수복구시 전량 모래환토
- 염화칼슘 및 모래포대 확보

4.2.3 옥내시설 동결, 동파 예방지도·홍보

- 검침시 수용가 보온시설 설치지도
 - 옥내노출배관 및 보조계량기 보온조치
 - 계량기 보호통내부 보온재(현옷, 스티로폼)설치
 - 검침 후 계량기 보호통 뚜껑은 완전히 덮어주고 시민 관리방법 지도
- 검침시 계량기 보호통 뚜껑 및 스티로폼 상태를 점검하여 분실 및 훼손된 것은 동절기 이전에 구입하여 설치
- 동결이 우려되는 아파트 및 대형건물 구내배관 보온조치 홍보
- 수도시설물 보온 및 물절약 홍보전단 배포
- 언론사(TV, 라디오, 신문 등) 협조 홍보
- 시청소식지 발행 반상회 홍보
- 생활일간지 보도(교차로, 벼룩시장)
- 옥외전광판, 케이블방송 등

4.2.4 동절기 대비 비축자재 확보 및 공사장 관리철저

- 4℃ 이하에서 콘크리트타설시 한중 콘크리트 기준에 의하여 보온양생
- 각종 안전시설 및 표지판 설치 철저 이행
- 동절기 이전에 비축자재 확보로 철저 대비

4.2.5 긴급복구체계 및 상황실운영

가. 긴급복구체계 구축

- 사고발생시 긴급출동 및 조치
- 지휘계통별 비상연락
- 계통별 상황보고(초등, 중간, 완료)
- 특히 기온(4℃ 이하) 강하시 누수취약지 점검순찰반 운영철저
- 기온 급강하시 긴급복구업체 및 상하수도 전문건설업체를 최대한 활용하여 동결동파를 당일처리 할 수 있도록 비상동원 체제 확립

나. 상황실 운영

- 단계별 비상근무조를 편성운영하되 기온, 동결, 동파 처리상황에 따라 근무조와 근무시간을 조정하여 시행하도록 한다.

5.0 기타 안전관리 대책

정수장 등 상수도시설 관리 중 염소 누출 등 유해물질에 대한 각종 안전사고 대비 대책을 수립하여 시설의 관리보호 목적, 인적사고를 사전방지 하도록 항상 유의해야만 한다.

5.1 염소가 누출될 때의 조치

- 주밸브의 손상이나 용기 자체의 부식에 의하여 가스누출이 정지되지 않을 때는 방독면을 쓴 작업원에 의하여 신속히 조사 및 처리가 이루어져야 한다. 이때 작업원은 물론 남은 사람들도 바람이 불어오는 방향으로 대피 한다. 가스누출이 광범위 할 때에는 가스의 통로에 있는 모든 사람에게 경고하도록 하여야 한다. 방독면이 없을 경우에는 면포류에 차아황산나트륨(약 50%)을 적신 것으로 코와 입 등을 막고 또 수중안경을 사용하여 눈을 보호하는 것이 좋다.
- 염소용기로부터 액체로서 누출되고 있을 경우에는 누출되는 장소가 위가 되도록 용기의 방향을 바꾸어서 가스체로서 나오도록 하여야 한다. 가스체로 나오는 염소는 같은 크기의 구멍으로부터 나오는 액체와 비교하여 그 양은 약 15분의 1이다.
- 염소용기의 누출공이 작을 때에는 견고한 나무못이나 쇠못을 박아서 응급조치를 취하고 될수록 빨리 용기내의 염소를 배출시켜야 한다. 나무못이나 납 못을 박을 때 구멍주위의 용기 벽이 얇아서 더 큰 구멍을 내지 않도록 주의 하여야 한다.
- 소량의 염소를 사용하는 시설에서 중화설비가 없는 곳은 염소저장실 또는 염소투입실 근처의 편리한 장소에 소석회를 비치하고 동시에 100kg짜리 용기가 쉽게 들어갈 수 있는 정도의 깊이 약1m의 구덩이를 파고 복토할 수 있는 토사와 삽 등을 준비하여 두어야 한다. 100kg용기로부터 염소가스가 누출되어 응급조치로서도 막을 수 없을 때는 미리 굴착하여 둔 도랑에 용기를 묻고 그 위

를 가마니로 덮고 다시 다량의 소석회와 흙을 덮은 다음 물로 습하게 하여 염소가스가 외부로 누출되지 않게 하여야 한다. 또 토사 중에 묻은 용기 중 염소는 쉽게 방출되지 않으므로 이의 취급은 될 수 있는 대로 염소제조업자로 하여금 처리시키는 것이 좋다.

- 대형용기, 저장, 소비설비 등으로부터의 누출은 중화흡수장비들의 재해설비가 있을 때는 이를 가동하고 장벽, 방과제, 구덩이(PIT)또는 이에 준하는 설비만 있을 때는 이들 설비로 신속하게 중화흡수 등의 처리를 하여야 한다. 염소중화시설이 설치된 곳에서 염소가 누출되면 염소중화시설이 정상적으로 작동하는가를 확인하여야 한다. 정상적이라면 염소누출감지기의 경보에 따라 자동적으로 중화시설이 시동되어야 한다. 만약 자동적으로 시동되지 아니하였다면 현장에서 조작을 하여야 한다.
- 가스중독증상을 나타내었을 때에는 응급조치해야 한다.
- 액체염소 저장실 지붕에는 풍향계를 설치하여 가스 누출시 가스의 확산방향을 파악하는 것이 바람직하다.

5.2 화재발생시의 조치

액화염소의 저장소, 소비시설 또는 여기에 근접된 장소로서 화재시의 열의 영향을 받을 염려가 있는 곳에서 화재발생 즉시 염소소비를 중지하고 소화에 임해야 하며, 다음 조치를 취해야 한다.

- 소형용기는 즉시 화재의 영향을 받지 않는 안전한 곳으로 옮길 것.
- 화염이 1톤 용기나 저장탱크 또는 주입장치 가까이 이르렀을 때는 장치내의 가스압력이 이상 상승하는 것을 방지하기 위하여 장치내의 가스를 안전한 장소로 방출하거나 재해 장치로 중화시킴과 동시에 외부에서 다량의 물을 살포하여 냉각시키도록 한다.
- 화재가 위험한 상태에 이르렀다고 판단될 때 전기한 바 있는 조치를 취할 수 없을 때는 부근에 경보를 내고 경찰서와 소방서의 지원을 받아 방독면을 착용한

자 이외는 종업원이나 주민들을 모두 바람이 불어오는 방향으로 대피시킨다.

- 염소주입기의 사용이 불가능해졌을 때는 차아염소산나트륨 등에 의하여 응급 소독을 하여야 한다.

5.3 정수장내 연결관로 및 수로의 관리

5.3.1 일반사항

- 정수장내의 연결관로나 수로는 착수정에서 정수지까지 정수과정을 연결하거나, 침전지 슬러지, 여과지의 역세척배수를 슬러지 처리시설에 연결하거나, 여과지의 역세척 배수를 착수정에 연결하는 중요한 기능을 가지고 있다.
- 관로나 수로의 고장 및 파손은 정수장의 기능을 마비시키는 경우가 대부분이므로 항상 관로상세도를 정리하고, 보호시설 및 밸브류의 설치위치 및 종류를 확인하고, 작동상태를 점검하여 사고를 미연에 방지하도록 최선을 다하여야 하며 사고 발생시 필요한 조치를 즉시 취할 수 있는 대응체계를 확립하여 두어야 한다.

5.3.2 연결관 및 수로의 점검, 정비조치

- 정수장 배관 완성도면은 유지관리상 뿐 아니라 다른 여러 공사의 계획, 설계 및 시공의 기초자료가 되므로 필요에 따라 쉽게 찾아볼 수 있도록 체계적, 계통적으로 보관되고 정리되어 있어야 한다.
- 관로에 부설되어 있는 각종 밸브의 종류와 위치 및 개폐방향에 대하여 확인하여 두었다가 파손 또는 기타 사고에 대하여 긴급히 대처할 때 밸브의 조작을 정확하고 신속하게 할 수 있도록 하여야 한다.
- 밸브류는 매년 1회 이상의 작동시험을 통하여 고장 유무를 확인하는 것이 좋다.
- 오래 동안 사용하지 않은 밸브는 침전물이나 녹으로 더럽혀지지 않도록 청소하고, 기름칠을 할 때 감속치차 부분을 분해 점검하여야 하며 불량부품을

수리 또는 교체하고 밸브실의 손괴부분을 수리하여야 한다.

5.4 배수지 시설의 관리

5.4.1 배수로(排水路)감시

배수지내의 청소 등을 위해 배수(排水)할 경우 방류부의 수로단면, 구배, 초목의 번성 상황을 조사해서 지장이 없도록 하여야 한다. 배수(排水)에 의한 유량의 증대시에는 인명사고 등의 위험방지에 주의할 필요가 있다.

5.4.2 한랭지 대책

가. 맨홀, 검수구, 환기장치, 수위계 보호

한랭지의 맨홀, 검수구, 환기공은 적설에 의하여 그 기능을 상실하는 일이 있으므로 폐쇄되지 않도록 제설하거나 또는 사전에 방설대책을 강구하여야 한다.

또 수위계는 동결 등에 의하여 정확하게 작동하지 않는 경우가 있으므로 충분히 점검하여 수위를 확인하여야 한다.

나. 유입부 및 유출부의 노출관 보호

한랭지의 적설시기에는 배수지 구내의 작업에 지장이 없도록 필요에 따라서 제설 및 방설대책 등을 설치하여야 하고 유입부 및 유출부의 노출관은 동결사고 방지대책으로 우레탄(urethane), 발포 스티로폼, 펠트(felt)등으로 감싸고 외장은 아연도금 철판 등을 이용해서 피복하여 보온한다.

또한 일부 물의 체류 등으로 동결된 우려가 있는 곳은 열선테이프 등으로 조치할 필요가 있다.

5.4.3 오염방지 및 안전대책

배수지 주변은 물론 배수지내의 오염방지 및 안전대책상 다음 사항에 유의하여야 한다.

가. 청결유지

배수지는 수질의 안전성 보호를 위해 오염방지에 항상 유의하여야 한다. 또한 재해시에는 급수차로 정수운반의 거점이 되므로 비상시에도 위생관리에 유의해서 항상 청결하게 유지하여야 한다.

나. 오수의 유입방지

배수지가 호우에 의해 침수될 염려가 있을 경우에는 제방 등으로 보호할 필요가 있다. 맨홀, 검사실의 입구, 환기장치, 월류관, 검사공, 수위계 및 이토밸브 등은 외부로부터 먼지, 쓰레기, 빗물, 오수, 벌레 등이 들어가지 못하도록 유지하여야 한다. 그리고 배수지 주변에 경작 및 가축 등의 방목을 금지시켜야 한다.

다. 외부인의 출입제한

1) 주변 철책의 정비

배수지 구내에 함부로 외부인이 들어오지 못하도록 주변에 철책 등을 설치하고 출입구에는 배수지 구내 주의사항을 표시하여야 한다.

2) 잠금장치 철저

맨홀, 검사실의 입구 등 외부인의 출입이 가능한 장소에는 관계자 이외에 함부로 출입할 수 없도록 항상 자물쇠를 채워 두어야 한다. 자물쇠가 망가지면 즉시 보수하고 필요에 따라 간단하게 열지 못하도록 가능하면 이중구조로 해 두는 것이 바람직하다.

라. 배수정비

화장실, 쓰레기 버리는 곳, 오수처리장 등은 오수가 누출되지 않는 구조로 하여 배수로부터 될수록 멀리 떨어지게 하고 빗물 등의 배수를 양호하도록 하여야 한다.

화장실 등은 관리상 어쩔 수 없는 것을 제외하고는 원칙적으로 설치하지 않는 것이 바람직하다.

마. 배수지 상부 이용시 관리사항

배수지 상부는 오염방지의 관점에서 원칙적으로 개방하지 않으나 최근 지역주민의 서비스나 홍보차원에서 상부를 개방하는 추세인데 체육시설(테니스코트, 배구코트 등)이나 공원, 주차장 등으로 개방하며 맨홀이나 검사공, 환기장치 등은 비개방구역으로 하여 오염되지 않도록 엄중히 관리할 필요가 있다. 또 개방할 경우에는 하중증가를 고려해서 응력계산 등을 다시 하여 신중하게 대처하여야 한다. 비개방구역은 수도사업자가 관리하여야 함은 물론이며, 개방구역에 대해서도 수질 오염방지를 위해 수도사업자가 관리하여야 한다.

5.5 펌프장의 이상과 그 대책

5.5.1 이상발견

펌프감시는 운전원이 항상 기기류의 운전상태를 점검하여 이상을 초기에 발견하여야 한다.

또한 이상경보는 하나의 원인에 의해 복수의 경보표시가 나오는 것으로 이상상태에 대한 적절한 판단을 하여야 한다.

5.5.2 이상상태와 대책

이상이 발생한 경우에는 신속하게 현장의 상태를 확인하고 임기응변의 조치를 실시함과 동시에 필요에 따라 관계자에게 연락하여야 한다. 이를 위해서 이상상황을 가정하여 대책을 수립하여 두는 것이 좋다. 송수펌프계통은 단일 또는 단순한 관로계통이므로 이상상태의 파악도 비교적 용이하다.

또한 고장기기를 예비기기로 교체하거나 자동운전기기 또는 제어회로가 고장나면 수동으로 운전하는 등 비상상태를 가정해서 대책을 마련함과 동시에 운전원들도 교육과 훈련을 시켜야 한다. 보수에 전문적인 기술과 긴급성을 요구하는 경우에는 제조업체 위탁방법이나 최소한의 예비제품 확보 등도 고려해둘 필요가 있다.

5.5.3 정전시 조치

정전된 경우 예비동력이 없는 펌프장에서는 즉시 다음의 조치사항을 실시함과 동시에 관계기관에 연락하여야 한다.

가. 연결관(by-pass)에 의한 다른 계통으로 교체

연결관에 의하여 다른 계통으로 바꿀 수 있는 송·배수펌프장에서는 교체조작을 실시하고, 배수관로에 설치된 가압펌프장에서는 연결 펌프를 개방하여 자연유하로 바꾸고 펌프의 토출밸브를 닫아서 시동준비를 하여 둔다.

나. 복구시간의 확인

어느 펌프장에서나 전력회사에 연락해서 정전시간, 복구시간 등을 확인하고 상황에 따라 관계기관에 연락함과 동시에 적절한 조치를 강구하여야 한다. 또한, 수전을 하면 즉시 운전할 수 있도록 준비해 두어야 한다.

다. 운전재개시의 주의사항

운전을 재개할 경우에는 수량을 서서히 늘리면서 공기밸브에서 공기를 충분히 빼서 관로에 대해 악영향을 주지 않도록 하여야 한다. 그러므로 가압구역 내에서는 충분한 공기밸브 및 이토밸브를 설치함이 바람직하다.

라. 예비동력 등으로 교체

수전계통에 예비전선선로나 자가발전설비 등의 예비동력시설이 설치된 펌프장에서는 즉시 교환해서 운전하여야 한다. 예비동력시설은 평소 운전하지 않기 때문에 특히 유지관리가 소홀해지기 쉬우므로 정기적으로 점검·정비를 확실히 하고 정전시에 정확하게 작동하므로 준비하여야 한다.

5.5.4 재해대책

가. 예방적인 조치

수해의 위험시기 전에는 반드시 설비를 점검·정비하고 침수의 우려가 있을 경

우에는 필요에 따라 전동기 등 중요한 전기기기는 뜯어서 안전한 장소로 이동시키고 침수의 피해를 방지하도록 평상시부터 대책을 수립하여 두어야 한다.

나. 피해시 대책

미리 계획을 세워서 지휘계통, 비상호출의 지명 및 방법, 광고, 긴급급수, 복구작업의 순서, 연락체제 등의 방법을 결정하여야 한다.

5.6 오염방지 및 안전대책

5.6.1 펌프흡수정의 오염방지

펌프흡수정에는 누수나 침수가 있어서는 안 된다. 누수가 있는 경우에는 즉시 보수를 하고 펌프흡수정을 소독하여야 한다.

5.6.2 실내의 오염방지

가. 실내 정리

실내는 항상 정리, 정돈하여 청결을 유지하여야 한다. 또한 맨홀 및 흡입관 주위의 바닥은 오염방지에 주의하고 펌프의 주위에는 배수구를 설치하는 것이 좋다.

나. 벌레, 작은 동물의 침입방지

실내에는 벌레나 동물이 침입하여 기기류에 장애를 주는 경우가 있으므로 이를 방지하기 위해서는 창이나 필요한 장소에 방충망을 설치하는 것 외에도 출입문을 개방하지 않도록 주의하여야 한다.

다. 외부로부터의 침수

구조물은 주위로부터 침수되지 않도록 하여야 한다. 침수의 위험이 있는 장소에서는 현장여건에 따라서 수방용 제방, 배수펌프, 배수구 등을 적절하게 설치하고 유지관리에도 만전의 노력을 기울여야 한다.

맨홀, 흡입관 주위의 바닥으로부터 펌프 흡수정 등으로 침수되지 않도록 수밀구

조로 하여야 한다. 그러나 이 시설이 도리어 침수의 원인이 될 수도 있으므로 그 설계, 관리에는 충분한 신중을 기하여야 한다.

5.6.3 안전대책

구내에는 관계자 이외의 외부인의 출입을 금지하고 펌프장의 출입구, 맨홀 등은 필요에 따라 항상 잠금장치를 설치해 두어야 한다.