

XVII

재 해 대 책

1.0 수질사고 대책

2.0 비상 급수대책

3.0 내진대책

4.0 계절별 급수대책

5.0 기타 안전관리 대책

제 12 장 재 해 대 책

1.0 수질사고 대책

우리나라의 수돗물 공급은 수량 관리에 비해 수질관리가 다소 부족했다. 대부분의 상수원수의 수질사고는 하천유역의 폐수, 독극물, 유해화학물질 무단방류 또는 사고로 인한 유출 등에 의해 발생하며 언제 어디서라도 발생할 수 있으므로 이에 대한 대책을 수립하고 항상 감시하는 체계를 갖춰 정상적으로 운영할 때 상수도에 대한 신뢰성이 높일 수 있다.

현재 안산시는 수도권 광역상수도 2~6단계로부터 원수를 공급받고 있으므로 자체적으로 상수원 수질사고 대책은 수립하지 않았으나 정수장 유입되는 원수에 대한 대책으로서 검토하였다.

1.1 취수 원수중 유해물질 유입시 안전관리 대책

1.1.1 수질감시

상수원수의 수질감시는 계절의 변화, 기후변화에 따라 그 측정항목과 분석횟수를 적절히 변화시켜야 하며, 수질오염사고 발생시 신속하게 대처할 수 있도록 평상시 규정에 따라 정해진 시간간격으로 수행하여야 한다. 사고 발생시에는 즉시 그에 상응하는 조치를 취하며 평상시와 같은 수질로 전환되거나 급수전에서의 안전성이 확인될 때까지 검사는 연속적으로 시행되어야 한다.

가. 수질감시지점

수질이상 유무를 감시할 수 있는 관측지점으로는 수원, 취수지점, 정수장내 착수정 및 기타 처리공정, 가압장 및 배수지, 급수전 등이 있으며 수원에서부터 상수도시스템내로 유입되지 않도록 하는 것이 바람직하나 안산시는 광역상수도 원수를 공급받고 있으므로 정수장내 착수정에서 감시하는 것이 가장 중요하며 취수원 수질에 대한 지속적인 모니터링이 필요하다.

나. 수질감시방안

1) 원수수질 수질악화

○ 원인불명의 색도 및 탁도변화

수질이상 상황에 따라 시험항목과 빈도수를 결정하고 긴급사태의 경우에는 5~10분마다 채수하여 그 변화를 관측한다. 수질분석 항목은 주로 탁도, 색도, 취기, 유기물, pH 등.

○ 집중호우, 홍수시, 갈수시

착수정을 중심으로 수질검사를 실시한다. 탁도, 냄새, 알칼리도, 암모니아성질소, 2-MIB, 지오스민, 세균의 시험을 강화한다. 정수처리 과정, 배수지, 급수전에 대해서도 상기 항목 중 필요항목의 검사와 잔류염소 측정 강화한다.

○ 호소에 조류의 이상증식

조류에 기인되는 냄새물질(2-MIB, 지오스민), 수온, pH, 영양염류(질소, 인, 철, 망간)에 대한 실험을 강화한다.

2) 오염물질의 유입

○ 이상취기

- 기름, 용제에 의한 사고시 수질이상 상황에 따른 시험항목과 빈도수를 결정한다.
- 기타 현저한 수질변화시 원인불명의 색 및 탁도 변화와 동일방법으로 실시한다.

○ 유해화학물질

- 유해 화학물질은 평상시 수계별 업종분포 및 이용되는 화학물질을 사전에 파악하고 화학물질 종류별로 검출방법 및 대책을 수립하도록 한다.
- 급성독성물질 유입시 원수의 수온, pH, 유리 및 결합잔류염소, 용존산소의 분석실험을 강화한다. 이러한 실험에서 이상이 발견되지 않는 경우는 독성물질일 가능성이 높으므로 독성물질의 분석실험을 행한다.

3) 수원, 급수구역내 수인성 전염병 발생시

- 염소주입량의 증가에 의해 착수정에서의 염소요구량 실험을 실시한다.
- 정수, 급수전에서의 잔류염소 검사빈도를 높인다.

다. 수질검사 빈도

수질검사 빈도는 연속측정과 시간별, 일일, 주간, 월간, 분기별로 시행할 수 있으나 이상 수질오염사고 발생시에는 연속측정을 원칙으로 한다.

1.1.2 긴급조치 및 행동요령

상수원에서 수질오염사고나 수질이상이 발생하여 사고접수를 받은 경우 수질오염 사고의 상황에 맞도록 정수장을 운영하고 관계기관에 통보한다.

1.1.3 수질오염시 취수중단 판단기준

수질오염사고가 발생했을 때 가장 안전하게 조치할 수 있는 방안은 취수 및 급수 중단이다. 실제 정수장 근무자들은 사고발생시 상부기관에 보고한 후, 조치에 대한 지시가 내려올 때 까지 적절한 조치를 취할 권한이나 행동요령 및 취수중단의 판단기준이 없어 사고에 대처하는데 상당한 어려움을 가지고 있다.

우선 수질오염사고가 발생하였을 때 그 내용을 즉시 비상연락체계를 통하여 연락을 취하고 그 사안의 긴급성에 따라 다음과 같은 판단기준에 의하여 취수를 중단하는 조치를 취한다.

- 물고기 폐사에 의한 부상이 발생할 경우
- 원수 중 시안, 수은의 농도가 기준치 이상으로 검출되었을 경우
- 음용수수질기준 및 건강에 유해가 미칠 우려가 있는 수질항목이 급수전에서 기준치 이상으로 초과할 경우 (건강상 유해성 항목은 외국의 기준 참조)
- 원인불명의 원수 중 색도, 탁도가 현저히 높을 경우
- 맛·냄새가 현저한 경우

1.1.4 주민홍보 방안

사고상황, 정수처리에의 대응 및 취수정지 등의 대응상황, 단·감수 영향범위 및 응급급수의 실태 등에 관한 일반시민의 대응요령, 복구기간 등에 관한 내용을 다음과 같은 방법으로 홍보한다.

가. 기계적인 결함에 의한 제한급수 및 급수중단

- 홍보방법 : 정규방송(TV, 라디오), 유선 TV, 동사무소 앰프방송, 인터넷 홈페이지
 - 정규방송 - 뉴스 시간을 통해 홍보(상황전파)
 - 유선 TV - 자막으로 홍보내용 발송
 - 인터넷 홈페이지 게시
- 홍보기간 : 행위발생 12시간 전부터 (매 4시간 마다 1회)
 - 행위발생 5시간 까지 (매 1시간 마다 1회)
 - 행위발생 후 5시간 후부터 종료시점까지 (매 4시간 마다 1회)
- 기타 : 제한급수지역에 따른 시간별 송수
 - 급수 중단 후 3 ~ 5분정도 Flushing후 사용할 것 등의 통보

나. 수질악화에 따른 수질이상 현상 발생시

- 홍보방법 : 정규방송(TV, 라디오), 유선TV, 동사무소 앰프방송, 인터넷 홈페이지
 - 정규방송 - 뉴스 시간을 통해 홍보(상황전파)
 - 유선 TV - 자막처리(원인, 상황, 경위, 민간 대처방법 등)
 - 인터넷 홈페이지 게시
- 홍보기간 : 사고발생시점부터 복구완료시점까지
 - TV방송의 뉴스시간마다 홍보하며 유선방송에서는 초기 약 2일간 매 4시간마다, 이후 1일 오전, 오후 2회 홍보한다. 수도요금 징수시 서면으로 통보한다.
- 기타 : 염소냄새 발생시는 급수받은 후 2~3시간 뒤에 끓여서 이용토록 계도하며 화학적 오염 등으로 인한 맛·냄새 발생시는 사용을 금지하거나 배수하고 지하수나 급수차를 이용하도록 계도한다.

1.2 안산시 수질사고시 대책

안산시의 상수도는 자체 취수원이 없고 팔당호로부터 수도권 광역상수도 2~6단계의 원수를 공급받아 안산정수장, 연성정수장에서 정수처리후 안산시 전역에 공급하고 있다. 또한 수자원공사가 운영하고 있는 반월정수장 및 시흥정수장에서 정수를 공급받아 안산시로 공급한다.

따라서 수자원공사와 수질사고시 비상연락 창구를 마련하고 신속한 대책이 이루어져야 한다. 또한, 안산시내 관로로 오염된 물이 유입되었다고 하더라도 배수지로의 유입을 신속히 차단하여 배수지내 물을 활용할 수 있도록 하며 최종적으로 배수관로로의 유입을 방지하여야 한다. 일단 배수지나 배수관로로 확산된 오염물질을 제거하기 위해서는 막대한 양의 정수를 버리게 되므로 손실이 매우 크며 주민에게 공급될 경우 큰 문제가 발생하는 만큼 물사용 중단요청을 위한 긴급 연락방안도 필요하다.

- 취수원수의 수질사고시에는 해당 정수장과의 비상연락체계를 구축하여 사고발생 직후 수자원공사와 유기적 협조가 가능하도록 사전에 조치한다.
- 사고발생시에는 공급계통의 중단을 요청하고 사고발생시간 및 공급량 등을 정확하게 확인하여 안산시내의 관로로 유입되었는지 예측할 수 있도록 한다. 이는 안산시내 정수시설 및 송배수시설, 관로내로 오염된 정수가 유입되는 것을 방지하여 배수지로 기 공급된 수량을 활용할 수 있도록 한다.
- 사고발생 시나리오를 작성하여 정수장으로부터 공급되는 오염된 물이 안산시내 각 배수지에 유입되는 시간대를 미리 계산하여 밸브폐쇄와 더불어 안산시내 송배수관로내의 정수가 이미 오염되었는지 아닌지를 신속히 판단할 수 있도록 한다.
- 각 배수지별로 저수된 물이 오염되었는지 즉시 조사하고 정수장으로부터 배수지로의 공급을 즉시 중단한다. 배수지내 정수가 오염이 아닌 것이 판명될 경우에는 해당 급수구역에 물공급 중단을 예보하고 저류된 물은 사고의 경중 및 급수 중단 기간을 고려하여 계속 공급할 것인지 아니면 중단하고 비상급수용으로 활용할 것인지 결정한다.

○ 지하수를 이용하는 마을상수도 및 소규모급수시설 중에서 수질이 양호하고 시설이 우수한 곳을 지정하여 활용방안을 마련하고 비상급수를 시행방안을 미리 마련한다.

다음은 안산시내 송수관로로 유입된 오염된 정수가 도달하는 시간을 예측한 사례로 일최대수요량을 기준으로 평가하였다. 송수관로별로 실시간으로 유량측정이 원격으로 측정가능하다면 보다 실효성 있는 예측이 가능할 것으로 보인다.

<표 12.1-1> 송수관로 구간별 도달시간 (안산정수장 계통) (단위 : hr)

구 간	2010년	2015년	2020년	2025년
안산정수장 ~ 와동배수지	-	-	0.81	0.77
안산정수장 ~ 초지배수지	1.18	1.18	1.18	1.18

계산된 도달시간은 대략적인 파악을 위해 일최대급수량을 기준으로 산출된 것이며, 시간대별로 소비량이 달라 안산정수장 계통의 각 배수지로의 공급되는 양과 직접 급수되는 양에 따라 달라질 수 있다.

<표 12.1-2> 송수관로 구간별 도달시간 (연성정수장 계통) (단위 : hr)

구 간	2010년	2015년	2020년	2025년
연성정수장 ~ 선부배수지	1.68	1.68	1.16	1.12
연성정수장 ~ 목내배수지	2.17	2.17	1.78	1.75
연성정수장 ~ 성곡배수지	2.50	2.49	2.10	2.07
연성정수장 ~ 대부배수지	75.19	67.67	63.75	60.75
연성정수장 ~ 공단배수지	1.72	1.72	1.72	1.72

<표 12.1-3> 송수관로 구간별 도달시간 (반월정수장 계통) (단위 : hr)

구 간	2010년	2015년	2020년	2025년
반월정수장 ~ 고잔배수지	0.83	0.75	0.88	0.84
반월정수장 ~ 성포배수지	0.61	0.54	0.56	0.53
반월정수장 ~ 반월배수지	1.20	1.07	1.31	1.24
반월정수장 ~ 일동배수지	0.97	0.86	-	-
반월정수장 ~ 본오동배수지	-	-	1.26	1.20
반월정수장 ~ 안산동배수지	-	-	2.22	2.11

주) 본오동배수지, 안산동배수지는 신설배수지임

2.0 비상 급수대책

2.1 개요

우리나라의 연평균 강수량1,245mm은 세계 평균 880mm보다 많지만, 높은 인구밀도로 1인당 연간 평균은 세계 평균의 13%에 불과하다.

연평균 강수량도 년도별로 차이가 많아 갈수년에는 770mm에서 풍수년에는 1,636mm까지 이르기도 하며 계절적 불균형도 매우 심해서 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 가뭄 등 비상시 급수대책을 검토하였으며 비상연결관로 등에 관한 안산시의 구체적인 비상 급수대책은 '4장 3.1.5 비상급수 계획' 편에 기술하였으므로 본 장에서는 비상시 체제정비, 제한급수, 홍보활동 등에 관한 대책을 검토하였다.

2.2 갈수기 대책

지방자치단체, 수도사업자 및 용수공급자는 갈수시 상호밀접한 연락을 취하여 수원상황, 기타 현황파악에 힘쓰고 가능한 모든 수단을 동원하여 갈수가 급수에 미치는 영향을 최소화 하여야 한다.

2.2.1 기본적인 고려사항

제한급수를 실시할 경우에는 최대한 모든 지역에 균형적인 급수가 되도록 대책을 수립 하여야 한다. 가급적 제한급수를 피하고 불가피한 경우는 제한정도를 최대한 완화할 수 있도록 한다. 제한급수시 유의할 점은 다음과 같다.

- 사전홍보(최소한15일전에 예고하고, 제한급수 3~5일전에 집중적으로 홍보 실시)로 제한급수의 사유, 경위, 현황을 설명하고 주민의 협조와 이해를 구한다.
- 급수구역내 지형, 배관상황 등을 충분히 고려하여 균형적인 급수가 될 수 있도록 한다.
- 배수지간 밸브 조정 등으로 적절한 용수배분이 되도록 한다.

2.2.2 사전준비

갈수상황에 대비하여 사전에 다음 내용에 대한 준비를 철저히 한다.

- 자료수집 및 분석
 - 배관망도, 정수장별 급수구역도 및 밸브위치도 등
- 수도기자재 및 급수차량 등의 확보
- 인접 지자체의 수도사업자, 수자원공사 등과의 정보교환 상호 연락 및 체제 정비
- 직원 교육 훈련

2.2.3 갈수상황의 파악

갈수상황에 능동적으로 대처하기 위해 관계 행정기관 (한국수자원공사, 기상청 등)과 긴밀한 연락을 취하여 정확한 정보를 파악하고 갈수 상황에 대비한다.

가. 수원상황의 파악

- 팔당유역의 갈수량, 댐 저수량, 하천유황 및 양수량
- 기상예보파악 : 물공급 전망 참조 (한국건설기술연구원)

나. 제한급수상황의 파악

- 제한급수상황 특히 부족수량 및 공급 가능한 수량, 수압상황, 고수압 구역, 단수, 감수구역, 고지대 출수 불량지역, 대상인구 및 세대수 파악
- 관말 급수전에서 잔류염소량 확인
- 인접 지자체 또는 수도사업자의 수원상황 등을 파악하고 운반 급수를 받아야 할 경우를 고려하여 수수방법에 대하여 검토

2.2.4 체제의 정비

갈수대책 활동을 원활히 수행하기 위하여 가뭄 대책본부를 설치하는 등 체제를 정비하여 평상시 활동에 각종 정보수집, 갈수시 대책 입안 및 실시, 대외연락조정 등을 추가한다.

2.2.5 갈수대책에 대한 계획 수립

가. 갈수현황 및 전망

- 전국적인 강수상황 및 예년 강수량 비교와 지역현황
- 댐 저수율 및 수계별 댐의 저수율 비교
- 현재의 제한급수 현황 및 향후전망
- 수계별 수질변화 추이
- 인접 지자체의 급수현황

나. 당면 비상급수대책

- 급수난 우려지역 운반급수 대책수립
- 이용 가능한 지하수 현황파악

다. 수질 관리 대책

- 상수원, 정수장, 배수지, 관로 수질감시체계 강화

라. 자율적 절수운동

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

<표 12.2-1>

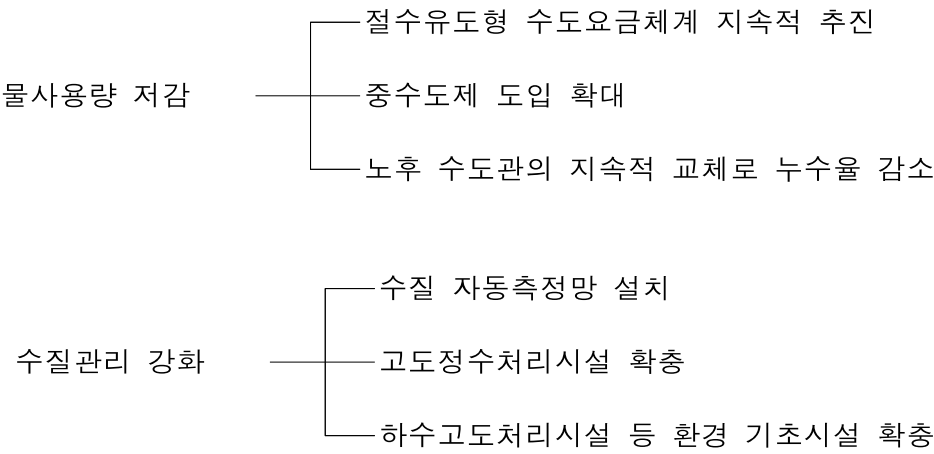
절수운동 추진방법

구 분	추진 방법
지 자 체	○ 각 기관 절수대책 추진상황 총괄점검 ○ 단계별 절수대책 추진 ○ 언론기관, 시민단체 등에 절수협조 ○ 반상회 및 부녀회 개최 등 절수운동 ○ 인터넷 홈페이지를 통한 홍보
공 공 기 관	○ 홍보용 인쇄물 (현수막, 포스터, 표어 등) 개시 ○ 정기적인 홍보방송 실시 ○ 홍보자료 비치 (팜플렛, 만화 등) ○ 인터넷 홈페이지를 통한 홍보
일 반 가 정	○ 수도꼭지용 절수디스크 사용 ○ 변기 물탱크에 벽돌넣기
언 론 기 관 (TV, 라디오)	○ 수돗물 아껴쓰기 캠페인 방송 ○ 공익광고, 자막방송을 통한 절수 홍보
공 장, 빌 딩	○ 용수절약 및 재활용 ○ 자체 지하수 및 수원개발 이용
물다량 사용업소	○ 관련협회를 통한 자율적인 영업기간 단축 ○ 가뭄 지속시 임시휴업
민간·시민단체	○ 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



2.2.6 홍보활동 및 일반사항

평상시에도 절수는 중요하지만 특히, 갈수시는 더욱 중요하며 주민의 이해와 협조를 얻는 것이 필요하다. 따라서 제한급수 실시 전까지 가능한 여유를 갖고 충분히 홍보해서 절수의식을 고취시켜 실효성 있는 절수가 되어야 한다.

가. 홍보방향

- 일반국민의 관심도 끌 수 있고 일상생활에서 쉽게 실천할 수 있는 내용을 중심으로 홍보한다.
- 물절약 필요성 나열 등의 단순식 홍보보다는 “물절약→자원절약도 되고 수질환경개선에도 도움”이라는 개념을 인식시킬 수 있는 내용을 중심으로 홍보한다.

나. 홍보방법

- 이용가능한 홍보수단을 최대한 활용하여 적극적인 홍보를 추진하되, 우선 쉽게 접근 할 수 있는 방법부터 단계적으로 추진한다.
- 홍보대상, 장소에 따라 가장 홍보효과가 큰 홍보방법 수단을 적절히 사용한다.

다. 대상·장소에 따른 가능한 홍보방법

- 민간단체·환경단체 등에는 홍보자료를 배포하고 “수돗물 아껴쓰기”에 적극 동참유도한다.
- 어린이·학생을 대상으로는 학용품(책받침·공책등)에 홍보자료를 인쇄 보급하거나 슬라이드 등 별도의 시청각 자료를 활용하는 방법이 있고 장기적으로는 교과서에 관련내용을 수록하도록 추진한다.
- 지하철·공공장소에는 홍보용 인쇄물(포스터·표어 등) 게시한다.
- 동사무소·구청·경찰서등 민원인의 출입이 잦은 공공기관에는 홍보책자·만화 등을 비치한다.
- TV, 라디오 등 방송사에는 홍보자료를 배포하여 관련 내용이 지속적으로 방송되도록 협조 요청한다.
- 인터넷 홈페이지를 통해 지속적으로 홍보하며, 주기적인 이벤트를 통해 시민의 자발적인 관심을 유도한다.

2.2.7 단계별 제한급수대책 시나리오

<표 12.2-2>

단계별 제한급수

구 분	기 준	대 책 내 용
I 단계	10% 감량 공급시	○ 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	○ 비상급수대책 상황실 운영 ○ 물 다량 사용업소의 영업시간 단축 자발적 유도 ○ 공공건물, 대형빌딩 절수확대 ○ 공업용수 절약사용 및 재활용 확대 ○ 각 가정 절수 적극 유도



<표 계속>

구 분	기 준	대 책 내 용
III 단계	30~50% 감량공급시	○격일제 또는 3일제 제한급수 실시 ○수영장, 세차장 등 영업시간단축 또는 임시휴업 ○목욕탕, 사우나 등 격일제 영업 ○농업·공업용수원을 상수원으로 전환 ○수돗물 다량사용 공장 조업단축
IV 단계	50~60% 감량공급시	○실정에 따라 3~5일제 급수 ○최소한의 생활용수만 공급 ○개인관정, 전용상수도 공동이용
V 단계	60% 이상 감량공급시	○최소한의 생활용수만 공급 ○수돗물 다량사용 공장 조업중단
VI 단계	취 수 원 비 상 시	○인근 지자체에서 운반급수 ○최소한 식수배급제 실시

2.2.8 긴급수원의 확보

갈수시 원수부족을 해소하고 급수영향을 최대한 줄이기 위해 긴급 수원확보 노력을 해야한다. (관정이용, 인접 시·군 정수장으로부터 수수, 농업·공업용수 등의 일시 전용)

2.2.9 소방용수의 확보

제한급수시 인근 소방서와 긴밀한 연락을 취하고 화재시 소화활동에 최대한 협조한다.

- 제한급수 실시방법, 예상단수 및 감수구역에 대하여 미리 연락을 취한다.
- 소방서와 연락망 체제를 정비한다.
- 화재 발생시 즉각 협력한다.

2.2.10 갈수대책 기록작성

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

2.3 비상시 절수대책 방안

비상시 절수대책은 크게 자율적인 방안과 규제를 통한 방안으로 구분할 수 있으며 가뭄시 절수시책들과 시행강도에 대해서는 많은 연구와 계획이 필요하다. 단기대책으로 물 사용억제 및 축소시책은 민원을 유발할 수 있다. 부득이하게 시민의 불편을 발생하는 경우 이를 수감할 수 있는 충분한 근거를 제시하고 이해와 배려를 이끌어내기 위한 홍보 및 교육이 필요하며 불평등에 대한 불만이 없도록 공평한 정책시행이 이루어지도록 한다.

2.3.1 자율적인 절수대책

가. 홍보 및 교육을 통한 방안

자발적인 절수운동은 국민 스스로가 경제적 및 생활에 피해 없이 시행할 수 있는 방안이며 특히, 가뭄의 심각성과 절수운동에 대한 홍보 및 교육이 절수효과에 많은 영향을 미친다. 단기적 가뭄 예측시 이를 초기에 실시하여 가뭄이 해소될 때까지 지속적으로 실시함으로써 수자원의 절감효과를 높일 수 있다.

나. 절수를 위한 방문지도

물 사용이 일반 사용량 보다 월등히 많은 가정이나 동종 업종에서 규모를 고려하더라도 많이 사용하는 기업체 또는 업소는 관계자가 직접 방문하여 절수교육을 수행함으로써 절수시책에 참여할 수 있도록 지도하는 방안이다.

다. 상수도 사용량 고지

개별 가정이나 기업체에 대하여 평균 가정사용수량과 동종업계 규모별 사용수량을 알려 줌으로써 절수의식을 갖도록 유도할 수 있다. 또한, 가뭄이 진행되고 있는 시기에 사용수량의 감소가 없거나 오히려 사용수량이 증가한 수용가에 대해서는 물절약에 대한 특별한 개별홍보를 병행함으로써 절수운동에 적극적으로 참여를 유도하게 할 수 있다.

2.3.2 규제를 통한 소비억제 시책

가. 배수관망의 수압조절을 통한 소비억제 방안

가뭄시 물 사용량을 줄이기 위하여 배수관망내의 수압을 감압하여 토출수량을 감소시켜 절수효과를 얻을 수 있다. 배수관망의 수압 강하는 가뭄이 심각하지 않을 경우 소비자가 느끼지 못할 정도까지 유도할 수 있으며 또한, 가뭄이 심각할 경우에는 보다 강도 높은 절수효과를 위해서 수압이 부족하여 다소 불편을 느끼더라도 생활에 필요한 최소한의 물을 공급할 수 있는 상수공급이 가능한 최소한의 수압까지 감압함으로써 절수효과를 얻을 수 있다.

일본 등에서는 배수관망의 수압조절을 통한 소비억제 방안으로 감압에 의한 상수사용량 절감대책과 시간제 급수를 통한 절감대책을 적용한 바 있으며 다음 표는 일본 마쓰야마시(松山市)의 사례를 수록하였다.

<표 12.2-3> 가뭄시 감압에 의한 급수제한의 효과 (일본 마쓰야마시)

급수제한현황		기 간	급수제한 내용	급 수 량 (m³)		절수율 (%)
				평년예측	실 적	
1 단계	자율절수	7/1~7/10(10일)	절수목표 10%	170,000	171,690	-1.0
2 단계	1차 수압조정	7/11~7/19(9일)	평상시2.0kgf/cm²을 1.5kgf/cm²으로 감압	170,000	156,670	7.8
	2차 수압조정	7/20~7/25(6일)	평상시1.5kgf/cm²을 1.0kgf/cm²로 감압	170,000	134,830	20.7
3 단계	16시간급수	7/27~7/28(2일)	(6:00~22:00)	170,000	127,350	25.1
	12시간급수	7/29~7/31(3일)	(9:00~21:00)	170,000	121,090	28.8
	8시간급수	8/1~8/21(21일)	(13:00~21:00)	165,000	110,610	33.0
	5시간급수	8/22~10/21(61일)	(16:00~21:00)	160,000	102,710	35.8
	8시간급수	10/22~11/8(18일)	(14:00~22:00)	154,000	110,670	28.1
	12시간급수	11/9~11/26(18일)	(11:00~23:00)	152,000	118,850	21.8
4 단계	수압조정	11/27~2/28(94일)	평상시2.0kgf/cm²을 1.8kgf/cm²로 감압,	148,000	131,160	11.4
		3/1~5/2(63일)	절수목표 10%	150,000	134,110	10.6

주) 절수율 (%) : $100 - (\text{급수량실적} \div \text{월별급수량예측}) \times 100$

마쓰야마시(松山市)와 같이 배수관망이 블록시스템으로 구성되어 있는 경우, 가뭄시에 시간제급수를 바로 채택하지 않고 배수관의 수압을 조절함으로써 총사용수량의 20%정도까지 절감하였다. 마쓰야마시(松山市)에 있어서는 절수 목표가 10%일 때까지는 홍보에 의한 자율적 절수를 유도하고 있으며, 절수목표가 10%~20%까지는 배수관의 수압조정에 의해서, 그리고 20%이상을 절감해야 하는 경우에는 시간제 제한급수를 시행하고 있다. 이러한 배수관의 수압 조절에 의한 절감은 경우에 따라서는 배수관의 말단지역에서는 수압의 저하에 의한 급수불량상태를 유발할 수는 있지만 가뭄시에도 시간제 제한급수에 비해서는 시민의 불편을 최소화시키면서도 필요공급량을 20%까지 절감시킬 수 있어서 바람직한 방법으로 인식되고 있다. 배수관의 수압조정에 의한 절감 효과에 대해서는 최저수압을 2.0kgf/cm^2 에서 1.5kgf/cm^2 으로 0.5kgf/cm^2 감압한 결과 평소 사용량의 약7.8%를 절감할 수 있었다. 또한, 최저수압을 1.0kgf/cm^2 으로 감압한 경우에는 무려 20.7%의 절감효과를 얻을 수 있었는데 이는 1일 중 5시간만 급수하는 경우에도 절감량은 최대 36% 정도인 점을 고려하면 상당히 많은 양이라고 할 수 있다. 또한, 이 절감수량에는 수압저감을 통하여 줄일 수 있는 누수량도 포함되어있을 것으로 판단된다. 감압에 의한 절수효과는 시책 그 자체로서 물 절약효과뿐만 아니라 수압이 낮을수록 누수량이 적어지므로 배수관망내 수압강하를 통하여 누수량을 단기적으로 줄일 수 있는 효과도 있다. 이를 위해서는 배수시스템을 이와 같이 효율적으로 운영할 수 있도록 평소에 정비되어 있어야 하며 배수시스템의 블록화가 도입되어야 한다.

안산시의 경우 배수시스템의 블록화가 많이 진행되어 있으며 향후 블록정비 계획을 통한 블록화를 지속적으로 추진하고 있으므로 감압에 의한 절수대책은 효과적일 것으로 판단된다.

비록 시간제 급수제한에 의한 불편보다는 훨씬 덜하지만 배수관의 감압에 의한 절수유도정책도 관말지역의 시민의 불편을 어느 정도 야기할 수 있기 때문에 적절한 홍보를 통하여 시민의 이해와 협조가 필요하다.

나. 대규모 상수도 수요처의 사용억제

가뭄시 대규모로 상수도를 사용하는 목욕탕, 사우나, 수영장 등의 임시 휴무 제 시행을 유도하거나 상황이 불가피한 경우에는 영업제한도 실시할 수 있으며 이에 대한 보상은 세금혜택이나 가뭄이 끝난 후 상수도요금 감면 등에서 이루어 질 수 있다. 그러나 본 방안은 가뭄이 심각한 시기에 수행할 수 있는 다소 강도 높은 방안으로서 개인의 영업권을 침해하므로 긴급한 상황에서만 시행하는 것이 바람직하다.

다. 제한급수

제한급수방법에는 전체지역을 대상으로 동시에 급수를 제한하는 ‘전지역 제한급수방법’과 지역을 블록화해서 지역마다 돌아가면서 급수를 시행하는 ‘부분지역 제한급수방법’으로 구분할 수 있다. 이 두 방법 모두 급수를 제한하는 것은 동일하지만, 통상적으로 ‘전지역 제한급수’인 경우에는 모든 지역이 하루 중 몇 시간 동안 동시에 급수가 제한되며, ‘부분지역 제한급수’의 경우에는 같은 날에도 지역적으로는 급수가 되는 지역과 그렇지 않는 지역으로 나누어진다. ‘부분지역 제한급수’에서는 통상적으로 급수가 시행되는 지역은 1일 중에는 계속 급수되며 다음날에는 전날에 급수되던 지역은 급수가 중단되고 다른 지역이 급수된다는 것이 ‘전지역 시간제 제한급수’와의 차이점이다. 급수제한을 시행하는 경우 관계기관과 협의해서 피해를 최소한으로 해야 하지만 각각의 방법에 대한 특징을 인지하고 지역의 상황에 적절한 방법을 적용해야 한다. 제한급수시 배수관망 운영상 주의점은 배수지에서 배수관망까지 주요관로 후단의 밸브를 조작하여 관로내 물이 전체적으로 배출되는 것을 방지하여 통수가 재개 되었을때 일부구간이 개수로의 흐름으로 바뀌어 위치수두가 소멸되는 문제가 발생되지 않도록 해야하며, 수압저하로 인한 오염물질의 유입에 의한 오염도 유의하여야 한다.

1) 전 지역 시간제한 급수

시간을 설정해서 전 지역에서 동일한 시기에 단수를 시행하는 방법으로

물이 반드시 필요한 시간에는 공급을 하고 그 외의 시간에는 단수를 시행한다. 이 방법은 지역별 제한급수보다 관리자 측면에서는 주관로 밸브에서만 단수를 수행하면 되므로 편리하지만 단수전후 시간대에 다음 단수시간에 대비하여 물을 저장하거나 또는 밀렸던 빨래, 청소, 식기세척, 화장실사용 및 목욕, 세면 등을 그 시간에 함으로써 급수재개 한 두 시간 내에 물사용량이 폭주하는 경향을 나타내는 단점이 있다. 이 경우 오히려 과다하게 받아놓은 물을 모두 사용하지 못함으로 인하여 물을 더 소비하고 낭비하는 부작용도 있다. 또한, 단수시간 전후에 물 수요량이 급격하게 증가하므로 배수지의 운용상, 규모나 급수구역 등을 고려해서 결정할 필요가 있다. 단수개시시간은 일반적으로 물수요가 줄어드는 21시정도가 적당하지만 도시지역에서는 중·고층주택이나 대량 수요자 등 야간급수에 의해 수량 및 수압의 균형이 유지되어야하는 경우가 많기 때문에 단수시간을 적정하게 결정하여야 한다.

2) 지역제한 급수

이것은 급수구역을 블록화해서 하루 또는 일정 간격으로 지역별로 급수하는 방법이다. 이 경우 시행에 대한 전제 조건으로 배수시스템의 블록화가 되어 있어야 하는 등 배수시스템이 정비되어 있어야 한다. 운용 면에서는 급수구역이 하루 중에는 일정하기 때문에 관리나 대책 면에서는 어느 정도 유리하다. 또한, 물을 받아 놓는 현상 등 수량이 증가할 수도 있기 때문에 배수량예측을 신중하게 수행해야 할 필요가 있다.

지역별 제한급수는 계통별로 단수를 시행하는 방법, 배수지별로 시행하는 방법 그리고 배수구역을 분할하여 시행하는 3가지 방안으로 구분할 수 있다. 계통별로 단수를 시행할 경우 조작은 단순해지만 단수구역이 매우 커지며, 배수지를 기준으로 단수지역을 분할할 경우 배수지가 1개 이상이고 관망이 복잡한 경우 단수를 위한 분할이 용이하지 않다. 또한, 배수구역을 분할하여 시행하는 경우 블록화와 효율적 배수관망 운영이 선행되어야 하는 문제점이 있으나 단수구역이 작아지고 소방용수 등의 긴급용수의 공급이

바로 인접한 지역에서 가능하다는 장점이 있다.

제한급수는 장기간 가뭄시에 일시적으로 시행할 수 있는 방안으로 국민의 경제적 손실뿐만 아니라 많은 불편을 초래할 수 있으므로 신중하게 검토하여야 하며 많은 사전조사와 분석을 통하여 불편을 최소화할 수 있는 방안과 대책을 필요로 한다. 특히, 소화용수 및 병원 등과 같은 필수적으로 상수도를 공급하여야 하는 대상에 대해서는 이에 대비할 수 있도록 체계를 정비하여야 하며 이와 같은 시설들이 단수시 견딜 수 있는 최대한의 시간을 미리 결정하고 조사하여 이 시간을 초과하여 단수되지 않도록 하는 것이 바람직하다.

또한, 시간제 및 지역별 제한급수는 국민이 상수도 공급 없이 견딜 수 있는 적정 시간간격 또는 주당 적정회수 등에 대한 설문 및 여론조사 그리고 연구분석이 필요하며 이를 바탕으로 제한급수시 국민 불편의 최소화를 목표로 시행하도록 한다.

라. 용도별 제한급수

농업용수, 공업용수, 영업용수 그리고 생활용수는 모두 국가경제 및 국민생활에 필수적이다. 그러나 장기간의 가뭄과 같은 천재지변으로 인하여 제한급수가 필요할 경우 상수도를 용도별로 제한 급수하는 것이 하나의 방안이 될 수 있다. 이를 시행하기 위해서는 상수도 사용권한을 공정하게 책임질 수 있는 중재기관이 필요하며, 이 기관은 철저한 사전조사와 연구분석을 통하여 국가적으로 손실을 최소화할 수 있는 방안을 상황에 따라 미리 결정하고 당시의 수자원의 현황과 여건에 맞도록 신속하고 공정하게 대처할 수 있도록 한다.

2.4 안산시 비상 대책

2.4.1 사고예방 및 수습대책

가. 사고예방

1) 시설물에 대한 정기 및 수시점검

- 가압장, 배수지, 송·배수관, 급수전 등 주요시설물에 대한 순찰 및 정기 점검 실시 (년 1회 이상)
- 상수도시설 가동상태 수시점검으로 사고발생 취약요인 사전 제거
- 사고위험요소 발견시 즉시 시정조치

2) 점검반 편성 및 운영

점검반 편성 및 운영은 다음 표와 같다.

<표 12.2-4> 점검반 편성 및 운영

점검대상시설	점검반 편성	
	반 장	반 원
송수관로	공무담당	공무담당직원(3)
송·배수관로(각지역내), 제수밸브 정상작동여부 등	누수방지담당	누수방지담당직원(6)
소화전, 급수전, 계량기 등	급수담당	급수담당직원(6)
배수지, 가압장, 조절지 등	시설담당	시설담당직원(3)
급수차량, 장비, 비품 등	경리담당	경리담당직원(2)

3) 공사로 인한 단수사고 사전예방

- 상수도관 파열은 단수사고의 주원인이므로 공사현장에 상수도 관련 안전 시공 점검
- 타 공사로 인한 상수도관 이설 요청시 안전시공대책 검토 후 협의
- 노후관 교체 또는 상수도관 이설 공사전 임시관로를 연결하여 단수 없는 공사 실시

나. 수습대책

1) 일반민원 발생시 조치

- 대상별 : 출수불량, 동파, 누수발생, 급수중지, 기타

○ 조치요령

- 근무자는 상황접수지 즉시 담당자에게 인계, 조치
- 당직근무자는 상황접수시 다음과 같이 조치한다.
 - 대행업체에 연락 즉시 현장출동, 조치토록하고 처리결과 확인
 - 보고사항은 발생 및 처리결과를 소장(담당포함)에게 보고 (경미한 상황은 선 조치 후 보고)
 - 상황접수지 신고자의 연락처를 메모하여 반드시 그 조치결과를 신고자에게 통보한다.
 - 응급상황으로 인한 직원소집시는 비상연락망에 의거 소집한다.



<그림 12.2-1> 일반민원 발생시 조치계획

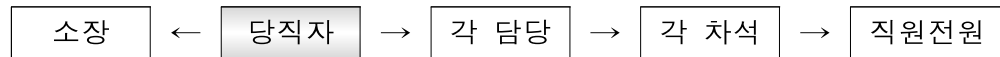
2) 종합상황발생시 조치

- 대상별 : 송·배수관로 이설공사 및 누수, 시설지 사고, 기타
- 단계별 조치
 - 전직원 비상근무 돌입
 - 종합상황실 설치
 - 응급복구반 투입
 - 계통별 보고(시, 도), 전파(구, 동, 유관기관, 기타)
 - 주민홍보
 - 상황별 조치 (협조요청, 급수지원, 기타)

2.4.2 단계별 조치계획

가. 전직원 비상근무 돌입

○ 비상연락체계



○ 비상근무 발령 30분 이내 전직원은 각 근무지로 집결

나. 상황실 설치 운영

1) 종합상황반

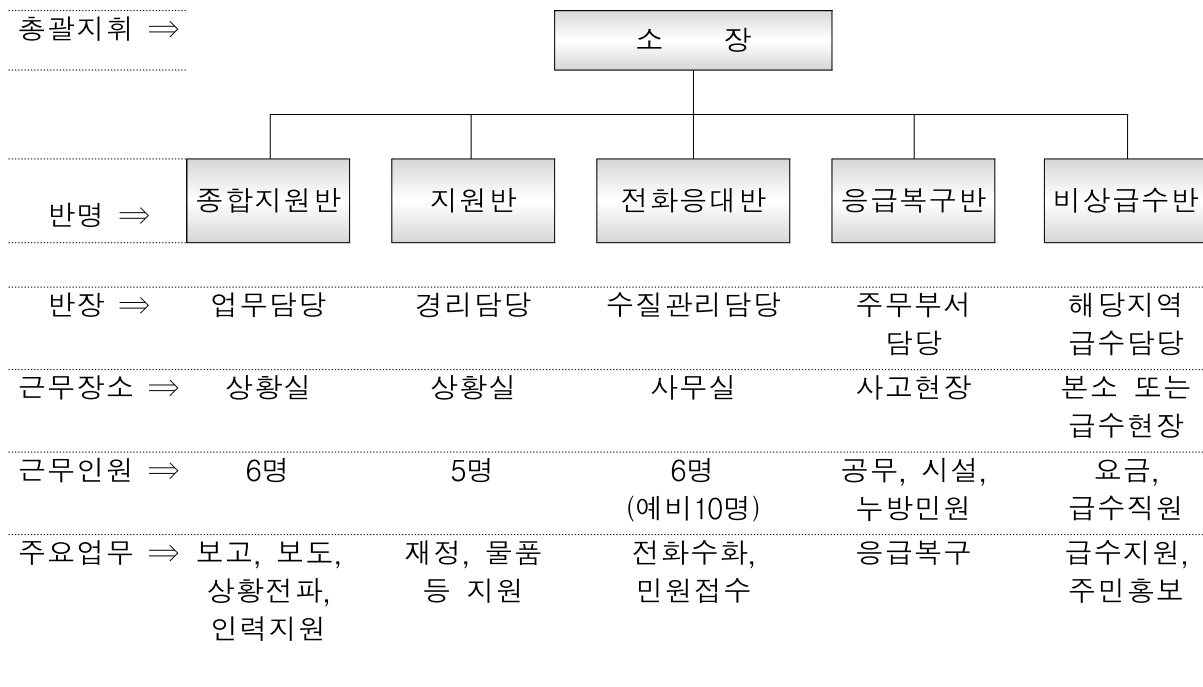
○ 근무장소 : 상황실 또는 업무담당

○ 업무내용 : 상황관리, 보도, 홍보, 인력지원, 기타

2) 지원반

○ 근무장소 : 상황실 또는 경리담당

○ 업무내용 : 물품, 비품, 자재 등 지원 및 운반, 배부



<그림 12.2-2> 상황반 조직도

3) 전화응대반

- 근무장소 : 사무실
- 전화대수 : 16회선 전화기 17대 (일반 5회선, ARS 1회선, 행정 10회선)
- 조치 : 모든 전화기는 시설, 수질관리로 이동, 전화응대

4) 응급복구반

- 근무장소 : 현장 및 본소 회의실
- 복구반장 : 수도과장
- 주요임무
 - 소장 및 반자의 지시에 따라 각 조별 임무수행
 - 원인조사 및 복구계획수립, 시행
 - 전문업체 또는 대행업체 소집 응급복구
 - 계통변경 및 제수변 수위조절
 - 각종 협조사항 요청 (경찰서, 수자원공사, 토목건설업체 등)
 - 상수도 사업소 근무경력자 소집, 투입
 - 퇴수 및 통수

5) 비상급수반

- 근무장소 : 해당지역 및 단수지역 현장
- 급수반장 : 해당지역 급수담당
- 주요임무
 - 소장 및 반자의 지시에 따라 각 조별 단수홍보 및 비상급수
 - 비상급수 또는 제한급수 실시계획 수립, 시행
 - 전화반 및 타부서에서 접수받은 급수요청사항 급수지원
 - 필요시 급수차량 지원요청 (소방서, 제2청사, 인근 시·군, 기타)
 - 주민불편이 최소화되도록 신속한 급수지원 및 대주민 홍보
 - 주민여론 전파 및 해소

6) 각 지소 상황유지

- 주요임무

- 상황전파 및 전화수화
- 일반민원 처리
- 기타 업무처리

2.4.3 비상급수 계획

안산시 상수도시설물의 특성을 고려하여 단수시의 비상급수대책을 검토하였다. 비상시 급수대책으로는 배수지의 용량 확충, 송·배수방식의 일시적 전환, 송·배수 시설의 연계 등이 있으며 정수장의 이상에 따른 광역 및 지방상수도 정수장간 연계방안(전면단수)과 배수계통사고에 따른 비상급수체계(부분단수)를 검토하였다.

가. 정수장간 연계방안(전면단수)

본 계획에서는 안산시의 현황 여건을 감안하여 비상시 기존시설을 최대한 운영하도록 계획하였다. 안산시 급수계통은 배수구역별 연계가 가능한 단일계통으로 구성되어 있으므로 기존의 통합급수방식 운영체제를 충분히 활용한다. 비상급수대책은 인접한 정수장의 급·배수구역을 일시적으로 하나의 통합급수 구역으로 변경하여 직접 급수하는 방식으로 전환하여 운영하도록 계획하였다. 검토 내용은 ‘제4장 3.1.5 비상급수 계획’ 편에서 상세하게 기술하였다.

나. 부분 단수시

부분 단수는 배수지시설의 운영 중단 및 송·배수관로(주공급계통 제외)의 파손, 관로공사 등의 상황에서 발생하며 하나의 배수구역 또는 일부지역에서 발생한다.

본 계획에서의 부분 단수시의 비상급수대책은 전면 단수시와 동일한 방법으로 송·배수방식의 일시적 전환으로 계획하였으며 시행은 제수변 개방을 통해 인접 배수구역과 통합하여 급수하도록 계획하였다.

검토 내용은 ‘제4장 3.1.5 비상급수 계획’에 상세하게 기술하였다.

3.0 내진대책

안산시에는 ‘제2장 기초조사’의 과거 지진자료에 나타난 바와 같이 과거로부터 지진이 거의 없는 지역이다. 하지만 최근 소규모 지진의 연간발생횟수가 증가하고 있어 이에 대한 대비가 필요하다.

3.1 내진성능 향상 방안 및 보강대책

과거 외국에서 발생한 대규모 지진 피해를 살펴보면 그 피해가 대부분 상수도시설물 중 관로 시설물에 집중되었으며, 이로 인해 급수 및 배수 장애가 빈번하게 발생하여 화재로 인한 피해를 크게 증가시키는 주요인이 되었다. 따라서, 상수도시설의 내진성능을 평가한 후 구조적 특성을 고려하여 각 시설물을 보강하면 지진에 강한 상수도 시스템을 얻을 수 있다. 각 상수도 사업체의 시설정비 사항과 여건을 반영하여 시설 정비의 우선순위를 결정하여야 하며, 개개 시설의 내진성 강화와 더불어 항상 상수도 시스템 전체의 안전성 평가를 고려해야 한다.

3.2 내진성능 평가방법 및 절차

상수도 시설의 내진성능 평가는 내진성능 예비평가와 상세평가의 2단계로 구분하여 단계적으로 수행하게 되는데 예비평가는 문헌자료 및 현장조사를 근거로 하여 내진성능 평가의 우선순위 결정을 위해서 실시한다. 예비평가 결과와 내진성능 평가수준에 따른 기존 상수도시설 구성부재의 내진성능을 파악하기 위해 상세평가를 실시한다.

3.2.1 내진성능 평가수준

내진성능 평가수준은 성능수준에 기초한 기능수행수준과 붕괴방지수준 두 가지로 구분하여 수행한다.

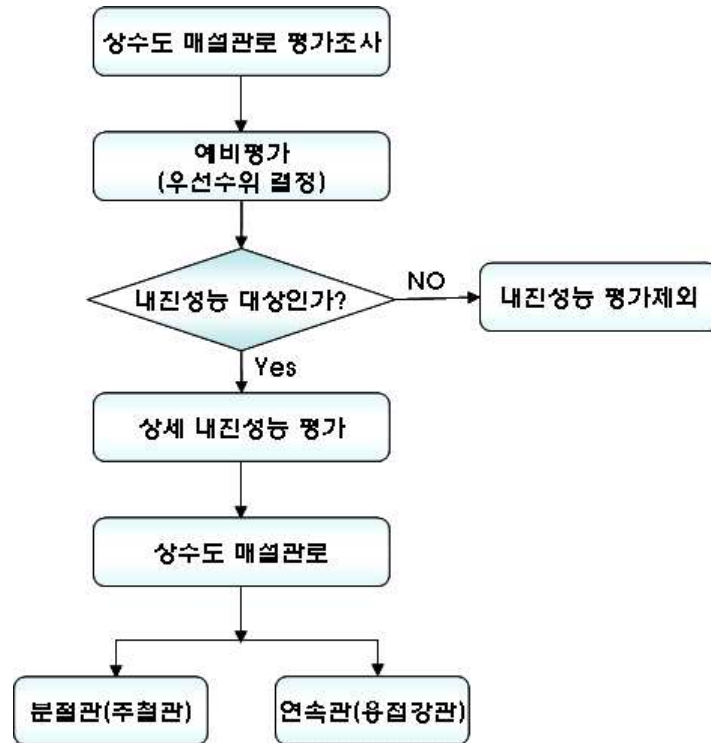
<표 12.3-1>

내진성능 평가수준 구별

내진성능 평가 수준	지진 재현주기
기능수행수준	지진재현주기 100년
붕괴방지수준	지진재현주기 1000년

3.2.2 내진성능 평가절차

내진성능 평가는 역학적으로 타당한 절차와 방법에 의해서 실시되어야 하며 일반적인 평가 절차는 다음과 같다.



<그림 12.3-1> 내진성능 평가절차

3.2.3 내진성능 예비평가

내진성능 예비평가는 상수도 시설 내진성능 평가의 우선순위를 결정하는 판단자료를 제공한다. 예비평가를 위한 자료조사에는 내진성능 상세평가에 필요한 자료도 함께 조사하여야 하는데 여기에는 설계도서에 나타난 구조물관련 직접정보뿐만 아니라 현장조사를 통하여 구조물의 보수·보강이력 및 상태, 현 구조물의 여건, 구조물 주위의 환경적 요인 등을 자세히 조사하여 정리하는 것이 중요하다. 조사 방법은 다음과 같다.

가. 일반사항 조사

- 시설명, 위치, 관리기관 등의 조사
- 시설이 위치한 지진구역, 시설물의 내진등급, 지반조건 등의 조사
- 준공년도, 시방서, 내진설계의 유무 등의 조사

나. 설계도서 조사

- 시설형식 및 각 구성부재의 제원 및 재료 특성 조사
- 시설의 평면도, 종단면도, 횡단면도, 지반지질도, 이음부 상세도 조사
- 보수, 보강 등에 따른 내진성능의 변화 요인 조사

다. 현장조사

- 현 시설의 상태 등을 조사하여 설계도서와의 차이점 조사
- 중요연결시설물, 주변현황 등 조사

라. 환경조사

- 재료 및 제원의 특성값에 영향을 주는 환경요인을 조사
- 지진 외적인 보수, 보강계획 등 확인
- 교통환경, 대체시설의 존재유무, 사회경제적 여건을 고려한 시설물의 중요도 또는 특이사항 조사

3.2.4 예비평가 평가기준 및 평가방법

내진성능 예비평가는 지진도, 위험도, 영향도를 기준으로 평가하게 되는데 기준별 평가방법은 다음과 같다.

가. 지진도(Seismicity)

지진도는 지진구역과 지반종류, 도시권역을 고려하여 4그룹으로 분류하며 그룹별 분류기준은 다음과 같다.

<표 12.3-2>

지진도 등급 기준

지진구역	구 분	지 반 종 류			
		SE	So	Sc	SB, SA
I	도 시	1그룹		2그룹	
	기타지역	1그룹	2그룹	3그룹	3그룹
II	도 시				4그룹
	기타지역	2그룹	3그룹	4그룹	

주) 제1그룹 : 중점고려지역, 제2그룹 : 우선고려지역, 제3그룹 : 관찰대상지역, 제4그룹 : 관찰제외지역

나. 위험도(Vulnerability)

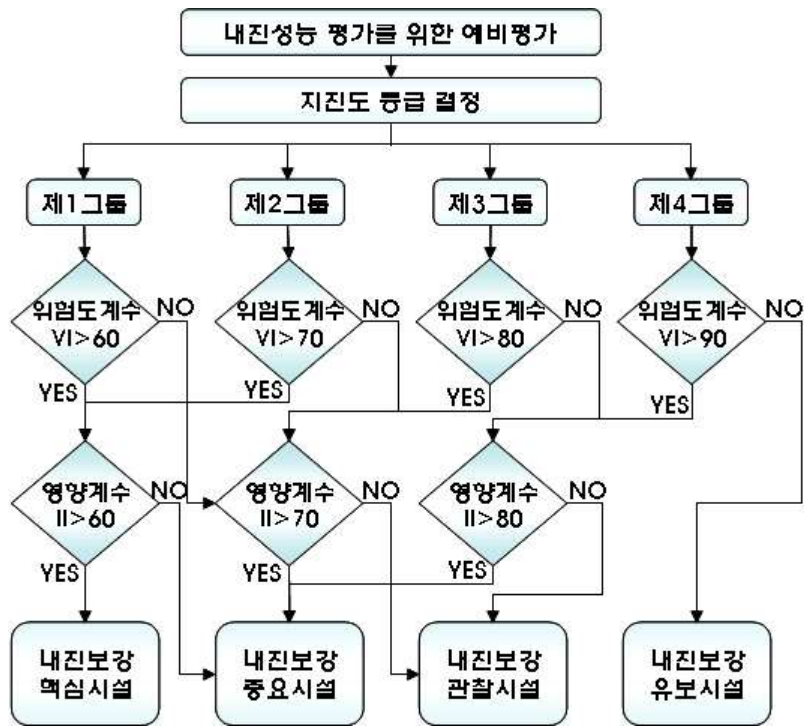
위험도는 지진으로 인해 상수도 시설물이 붕괴되거나 손상을 입기 쉬운 형태를 구분하는 것으로서 유연도 지수, 관로의 연결방법 및 연결부위 처리방법, 관로 단면의 크기 및 종류, 밸브 등 관로 내 각종 시설물 설치, 부지의 지반강도 및 지반조건(특히 단층 및 액상화의 가능성), 상수도 관로 시설의 노후도 및 손상정도 등을 주요 파라메타로 하고 각각의 인자가 위험도에 기여하는 정도 등을 지수로 산출한 것이다.

다. 영향도(Impact)

영향도는 복구시 소요비용, 중요시설에 직접 공급하는가에 대한 여부, 대체시설의 존재 유무 및 2차 재해 발생여부, 복구하는데 걸리는 시간 등을 고려하여 산정한다.

라. 내진등급 결정

지진도, 위험도, 영향도를 산정하여 그림과 같은 결정과정을 통하여 기존시설을 “내진보강 핵심시설”, “내진보강 중요시설”, “내진보강 관찰시설”, “내진보강 유보시설”의 내진등급으로 그룹화 할 수 있다.



<그림 12.3-2> 내진등급 우선순위 결정방법 흐름도

3.2.5 내진성능 상세평가

예비평가 결과 내진성능 평가가 필요한 상수도 시설물에 대해서는 내진성능 상세 평가를 수행하는데 내진성능 상세평가를 위한 기본방향은 다음과 같다.

- 평가대상은 매설관으로 한정되는데, 매설관은 크게 분절관과 연속관으로 구분할 수 있으며, 덕타일 주철관은 분절관으로 용접강관은 연속관으로 분류할 수 있다. 분절관은 기능수행과 붕괴방지수준의 평가방법이 동일하며 연속관은 평가방법을 기능수행수준과 붕괴방지 수준으로 구분한다.
- 평가는 부재가 보유하고 있는 공급역량(Capacity)과 설계지진에 대해 각 구성부재에 요구되는 소요역량(Demand)을 비교하여 평가한다.
- 상수도 매설관로의 내진 해석은 지반 조건, 구조 조건 등을 고려하여 “응답변위법” 또는 “시간이력 동적 해석법” 중 한 가지를 사용하여 수행할 수 있다. 일반적인 상수도 시설물의 경우 “응답변위법”을 사용하며, 상세한 검토를 요하는 경우나 구조 조건, 지반 조건이 복잡한 경우 지반과 구조물의 상호

작용 및 지반과 구조물의 비선형 거동을 고려해야 되는 경우 “시간이력 동적 해석법”을 사용한다.

- 단면특성, 재료강도 등과 같이 내진성능에 관련되는 모든 특성값은 실제 특성값을 기준으로 한다.

3.3 구조물 내진대책

구조물의 주된 대상은 정수장, 송·배수시설 등이며 콘크리트구조물 및 그 기초로 이루어져 있다. 일반적인 시설지침 또는 내진 공법대로의 시공한 경우 충분히 지진에 견딜 수 있을 것으로 판단되나 각 구조물에 설치되어 있는 접합부분 등의 부속 설비 또는 내부의 기기류의 피해사례가 있을 수 있으므로 주의를 해야 한다.

<표 12.3-3> 상수도 시설 내진 보강공법의 예

시 설 명		보 강 공 법	비 고
정수장 및 배수지	몸체	벽의 콘크리트 보강	내력부족에 대응, 인장성의증대, 누수방지
	Joint	Flexible joint 보강	누수방지
	기초	콘크리트 보강, 지하연속벽 및 벽체보강, 지반개량	내력부족에 대응, 지지력 부족에 대응, 액상화 대책
건 축 구조물	상부	중량감소, 기둥보강, 내진벽을 보강, Slit보강	하중경감, 내력부족에 대응, 인장성의 증대
	기초	정수장 및 배수지의 경우와 동일	
매설관로		필요에 따라 Flexible pipe 설치, 기존 관 내에 삽입하는 등의 공법을 포함한 관로 포설을 바꿈. 관로 주변 체움 재료를 바꾸거나 지반개량 실시	상대변위 방지, 내력 부족에 대응, 액상화 대책
곡 관 부		구조물과의 접속부에 Flexible joint의 설치, 관거넌의 보강(축소단면의 구축) 일부 지반개량	상대변위 방지(응력 집중방지), 강도부족 대책

3.4 상수관로 내진대책

3.4.1 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. 특히 취수원을 원거리에 의존하는 도수관, 정수장과 배수지가 떨어져 있는 송수관에서는 주의를 해야 한다. 따라서 도·송수관로에 내진관을 채용하고 또 측관(By-Pass)을 설치하는 등의 내진공법을 적용하도록 한다.

3.4.2 배수관 조직

배수관의 손상은 자주 발생하고 단수를 유발하기 때문에 생활에 지장을 주는 등 수도피해가 현저히 나타나는 곳 중의 하나이다. 내진을 고려할 때 배수관의 정비에는 항상 주의를 해야 하는데 일본에서의 지진경험을 통해 보면 배수관의 시설계획에 대해서 다음 요건을 만족할 필요가 있다.

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

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

가. 블록시스템

블록시스템은 일본에서 내진대책으로 처음 고안된 배수관망 시스템으로 대블록, 중블록, 소블록으로 구성되고 지진 등의 재해로 인한 사고시 단수구역을 최소화 할 수 있고, 수압균등화를 위한 조절이 용이하고 구역계량 등을 실시할 수 있는 등 구축에 비용이 많이 소요되나 여러 배수관망의 효율적인 운영에 유리한 시스템이다.

나. 더블방식

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

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

다. 루프시스템

루프시스템은 시가지를 내진설비를 갖춘 주간선으로 둘러싸서 물의 안전공급을 보장하려는 방식이다.

3.4.3 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 사용해야한다. 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.

3.5 조직적 방재 체제의 강화

시설의 내진강화와 더불어 대지진이 발생되더라도 대응이 가능하도록 조직적 방재 체제의 강화와 실행이 도움이 된다.

3.5.1 지진재해에 있어서의 평상시 대응

상수도의 지진재해대책으로는 평소 방재훈련을 강화함으로써 일상에 있어서도 지진재해를 중요하게 의식한 유지관리를 실시함이 매우 중요하다. 주의가 필요한 시설을 계속 감시하고 각종 밸브류의 조작확인 및 부식방지대책 실시, 시설정보의 데이터베이스화, 누수방지작업 등의 유지관리전반업무를 착실하게 실시하여 긴급사태시 정확한 대응을 가능토록 한다.

3.5.2 도면, 대장 등의 분산관리

관리도면, 대장 등의 분산관리, 건축물 등의 파괴, 소실 등을 고려하여 관리도면, 대장 등은 복사하여 분산 관리한다.

3.5.3 지진 재해시의 위기관리체제

지진 재해시에는 가능한 조기에 위기관리체제 확립이 필요하다. 특히 지휘명령계통, 재해시의 초동체제, 백업기능의 확립은 필수적이며 이를 지원하는 것으로서 긴급시의 통신수단확보가 중요하다. 전용전화회선의 확보, 각종 무선시스템, 위성통신시스템의 도입 등을 검토하고 지원체제 및 비상시의 상호관로의 운용방법, 소방수리의 문제 등 주요사항에 대하여 관계기관, 인근자체 단체와 사전에 조정해 두어야 한다.

3.5.4 비상급수 대책

비상급수시는 방재 행정당국과 수도사업자의 책임구분을 명확히 하여야 한다. 급수확보를 위한 비상급수거점의 정비, 지진재해 대책용 긴급저수조의 설치, 수도사업자 상호간의 지원체제와 조종시스템의 정비, 자재 및 그 운반수단의 확보, 방재 행정기관과의 조정 등 사전대책이 필요하다. 지진시의 물에 대한 운용에 있어서는 긴급사태를 가정한 계획을 세워 정확한 조작이 가능하도록 시설 및 조직의 양면을 정비해야 한다. 의료기관 등의 중요시설에 대한 급수를 확보하기 위해서는 저수조, 고가수조의 필요용량을 확보하도록 한다.

3.5.5 응급복구 대책

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 관계부문과 조정해 둘 필요가 있다. 평소 긴급시의 조직적 대응에 대해서 인근수도사업자를 시작으로 관련기관들과 충분히 조정해 둬야 하고 동시에 그 상황을 가정한 각종 체제를 정비해 두는 것이 바람직하다.

4.0 계절별 급수대책

4.1 하절기 급수대책

하절기 시에는 급수량의 증가에 따라 일부 고지대 및 관말지역의 급수불량 및 단수가 예상되며 홍수와 같은 재해 발생시 송·배수관로의 유실이나 파손 등으로 인한 단수 등 이러한 급수량의 부족현상에 따른 대책에 주안점을 두고 있다.

4.1.1 비상 급수대책 상황실 운영

24시간 공백이 생기지 않도록 순차적으로 상황실 근무요원을 배치하여 비상시에 만전을 기하도록 하며 또한 비상 급수대책 운영반을 아래와 같이 편성 운영한다.

<표 12.4-1> 하절기 급수대책 운영반 편성

구 분	업 무 내 용
수도시설과 담당	차량지원, 홍보활동 대행업소 운영
	송·배수관로 각종공사 점검시행, 급수수송
	누수복구 및 응급조치, 관로순찰
정 수 장 운 영 자	취·정수장 수질관리 및 시설관리

4.1.2 시설물 정기점검 실시

주1회 정기점검을 원칙으로 하고 시설 구조물, 송·배수관, 급수관, 가정용 계량기 및 급수전을 점검함으로 취약부분 조사 및 사고에 따른 비상사태를 미연에 방지한다.

4.1.3 취·정수의 수질보호

안산시 관할 배수지의 관리를 철저히 하며 수질검사를 철저히 하여 수질관련 사고를 방지한다.

4.1.4 각종공사로 인한 관로 파손시 신속한 작업복구 실시

공사로 인한 송·배수의 파손으로 단수가 될시 지정공무소로 하여금 복구, 파손자를 행정조치 및 사용료를 부과시킴으로 주의를 요하도록 유도하고 단수가 되는 지역은 마을앰프 및 가두방송을 실시하여 홍보하며 비상급수 탱크설치 및 급수차를 배치한다.

4.1.5 대행업소 비상연락체제유지

각 지정 대행업체에 대한 비상연락망을 수립하며, 비상급수 상황실 연락체제를 확립하고 복구작업장비 등을 정비하고 보관하도록 하며 급수 요구시 운반차량 및 소방차량을 활용하여 급수를 지원하도록 한다.

4.1.6 절수운동 전개 및 홍보

물 아껴쓰기 안내문을 작성 배포하며 또한 취약지구는 비상급수대책을 반상회보 및 유선방송을 통하여 홍보하며, 제한급수 및 단수시 가두방송을 실시하고 민원 신고시 신속 대응할 수 있도록 한다.

4.2 동절기 급수대책

동절기 급수대책은 동파를 예방하고 또한 사고발생에 따른 급수중단 및 겨울철 가
품에 따른 비상급수대책을 마련하는 것을 목표로 한다.

4.2.1 예방대책

시설물 및 관로의 동파방지를 위하여 시설물의 가동상태를 일제 점검하고 노출된 배수관은 피복 및 보온 조치하며, 월동 대책용 보유장비를 점검 및 정비하고, 누수 탐사 활동을 강화한다.

4.2.2 대형공사 동절기 공사중단 및 안전대책 수립

동절기시에는 온도저하에 따른 기상 등 제반여건에 따라 공사를 중단해야 할 때가 있다. 이런 현장에서의 사고발생 취약요인을 사전에 제거하며 위험표시판을 설치한다.

4.2.3 동결, 동파예방 및 응급조치요령 홍보 및 교육강화

검침원을 교육함으로 계량기 보온관리 상태 등을 점검확인하며, 홍보매체를 활용하여 사고예방을 최소화시킨다.

4.2.4 비상급수대책 상황실 운영 및 비상근무체제 확립

하절기시와 동일하게 운영, 동파사고 접수창고를 24시간 운영하며, 유관기관과 협조체제를 확립하여 비상 사고시를 대비한다. 또한 사고 발생시 사용할 자재를 확보하며 신속한 복구능력을 갖추도록 하고 있다.

4.2.5 겨울철 가뭄대책 마련

동절기 가뭄에 따른 비상 급수기동반을 편성 운영하여 고지대, 변두리 지역에 운반 급수를 실시하며 지하수와 개인 심정 등을 최대 활용하도록 하고 있다.

4.2.6 홍보대책

하절기와 동일하게 안내문 배포 및 단수지역에 대한 홍보를 실시한다.

5.0 기타 안전관리 대책

5.1 배수지 시설의 관리

5.1.1 배수로감시

배수지 청소 등을 위해 배수(排水)할 경우 방류부의 수로단면, 구배, 초목의 번성 상황을 조사해서 지장이 없도록 하여야 한다.

5.1.2 한냉지대책

가. 맨홀, 검수구, 환기장치, 수위계 보호

한냉지의 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

한냉지의 적설시기에는 배수지 구내의 작업에 지장이 없도록 필요에 따라서 제설 및 방설대책 등을 설치하여야 하고 유입부 및 유출부의 노출관은 동결 사고 방지대책으로 우레탄 발포 스티로폴, 펠트 등으로 감싸고 외장은 아연도금 철판 등을 이용해서 피복하여 보온한다. 또한 일부 물의 체류 등으로 동결된 우려가 있는 곳은 열선테이프 등으로 조치할 필요가 있다.

5.1.3 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 이토 밸브 등은 외부로부터 먼지, 쓰레기, 빗물, 오수, 벌레등이 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 상부이용시 관리사항

배수지 상부는 오염방지의 관점에서 원칙적으로 개방하지 않으나 최근 지역 주민의 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. 비 개방구역은 수도사업자가 관리하여야 함은 물론이며, 개방구역에 대해서도 수질 오염방지를 위해 수도사업자가 관리하여야 한다.

5.2 펌프장의 이상과 그 대책

5.2.1 이상발견

펌프감시는 운전원이 항상 기기류의 운전상태를 점검하여 이상을 초기에 발견하여야 한다. 또한 이상경보는 하나의 원인에 의해 복수의 경보표시가 나오는 것도 있으므로 이상상태에 대한 적절한 판단을 하여야 한다.

5.2.2 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 고려해 둘 필요가 있다.

5.2.3 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 교체작을 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, 수선을 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 작동하도록 준비하여야 한다.

5.2.4 재해대책

가. 예방적인 조치

수해의 위험시기 전에는 반드시 설비를 점검·정비하고 침수의 우려가 있을 경우에는 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.

5.3 오염방지 및 안전대책

5.3.1 펌프흡수정의 오염방지

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



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

5.3.3 안전대책

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