

제 12 장 재해대책

12.1 수질사고 대책

12.2 비상급수 대책

12.3 동절기 대책

12.4 기타 안전관리 대책



제 12 장 재해대책

12.1 수질사고 대책

12.1.1 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 다르게 System 어느 분야에서도 발생되지만 일단 사고가 발생되어 용수의 공급이 중단되며 식수난, 교통장애, 공장가동중지 등 사회적으로 끼치는 영향은 대단히 크다고 할 수 있다.

표류수를 수원으로 하는 경우 갈수기의 장기화시 하천 유량의 감소, 호소 등의 수위 저하에 따라 원수 수질이 악화되므로 평상시보다 빈도를 높여 원수 수질 검사 등 수질관리에 철저를 기한다.

제한급수가 실시되면 출수 불량이나 단수가 발생하므로 정수장에서 염소 소독을 강화하여야 하며, 수질검사 시에는 급수전에서 실시하고 수돗물에 대한 잔류 염소량을 확인한다.

12.1.2 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

12.1.3 상수도 수질사고 예방 및 보고 체계

가뭄이 지속될 경우 수질이 점차적으로 악화되는 경향이 있으므로 사고에 대비하기 위하여 비상 연락망을 구성하고 수질측정자료 등을 상호 교환할 수 있도록 정수장간의 공조 체제를 유지한다.

- 동일 수계의 상·하류의 취·정수장간에 비상 연락 체계를 구축하고, 수질측정자료와 상호 교환 등을 통하여 수질검사를 위한 긴밀한 협조 체제를 유지하여야 한다.

12.1.4 수질오염사고 발생시 대처방안

가. 수질오염사고 관리 및 수습체계

수질오염사고로부터 국민의 생명과 재산을 보호하기 위하여 정부차원의 종합적인 대처가 필요한 대규모 수질오염사고가 발생한 때에는 환경부 및 관련 시도, 시·군·구에 각각 중앙 수질오염 사고대책본부 및 지역 수질오염 사고대책본부에서, 대규모 수질오염사고에 속하지 아니하거나 발생할 우려가 현저한 때에는 지역 수질오염 사고대책본부를 설치하여 수질오염사고 수습을 총괄·조정하고, 대책본부의 지원을 위한 지역 수질오염 사고대책 지원반이 설치되어 그 피해상황조사 및 복구 등 사고수습에 필요한 조치를 수행하고 있다.

- 수질오염감시 및 수질정보시스템의 구축
- 수질감시 조직체계의 연계성 유지
- 상수원 및 취수원의 정기적인 수질감시
- 자동 수질감시장치의 설치
- 상수원 감시순찰의 강화
- 취수원 특성에 따른 단위공정별 수질검사
- 수질악화시 적절한 처리대책의 강구
- 정수장의 효율적인 공정관리

수질오염사고 비상연락체계와 사고예방대책

<표 12-1-1>

구 분		세 부 사 항	
사 고 관 리 체 계	총 괄 및 주 관 부 서	환 경 부	• 총괄부서 : 수질보전국 환경조사과 • 주관부서 : 유독물질사고(유독물질과) 수질오염사고(환경조사과, 생활오수과) 하수관련사고(하수도과) 폐기물질사고(폐기물관리과, 폐기물시설과)
		시·도 및 시·군수	• 사무분장 규정에 따라 총괄 및 주관부서를 지정함.
비 상 연 락 체 계	보 고 책 임 자 및 임 무	사고현장	• 보고책임자 : 시·도지사 및 시장·군수·구청장 • 임 무 : 사고상황 및 응급조치내용 보고 관할 환경관리청 및 환경부 주관부서(긴급시)
		소속기관	• 보고책임자 : 사고지역 관할 환경관리청장 • 임 무 : 사고보고 및 대응조치사항 보고(환경부 주관부서) 관할 공조기관(경찰청 등)에 사고개황 통보와 협조요청
		환 경 부	• 보고책임자 : 수질보전국 환경조사과장(해당과장) • 임 무 : 사고접수후 긴급보고(장·차관, 국장 등) 사고발생상황의 통보(중앙안전대책위원회 및 관계기관) 중앙부처 차원의 관계기관 협조요청
및 보 고 체 계 및 방 법	보 고 내 용 및 방 법	사고개요	• 발생일시 및 장소 • 사고원인 : 6하원칙으로 작성 • 피해상황 : 피해지역, 인적 및 물적 피해에 대한 구체적 내용
		조치사항	• 사고경과 : 시간대별 상황 기재 • 응급복구 : 자재, 장비, 인원동원, 복구상황 등 • 기타조치 : 사고대책 상황실 설치 등 기타 조치한 사항 등
		기타사항	• 지원사항 : 타기관 지원 요청사항 • 기 타 : 현장연락처(전화번호), 담당책임자 등
		보고수단	• 보고서식에 의거 팩스(FAX)나 전산망을 이용
		보고종류	• 징후보고, 발생보고, 중간보고, 최종보고
사 고 예 방 대 책			• 갈수기 물관리 상황실 설치 : 운영기간(매년 12.1~익년 4.30) • 환경안전진단의 날 운영 : 해빙기, 장마기, 동절기등 계절에 따른 안전진단 실시 • 사고유발물질 관리강화 : 생산, 유통, 처리실태 전과정 추적 및 지도점검 강화 • 환경오염사고 우려지역의 영향 정도에 따른 차별화된 지정관리 • 오염사고시 확산방지책의 강구 : 하수배출구에 오일웬스 상시 설치 • 수질오염사고 예보제 실시 : 사전예보에 의한 주민홍보 및 신속한 대응조치 • 하천 및 상수원 수질 감시활동 강화 - 상수원수 매일 수질분석 - 주요 하천에 하천감시책임자 지정 및 사고빈발지역 감시 • 관계기관간 비상연락체계 구축 : 수질관리기관간 비상연락망 구축(환경관리청 주관) • 사고유형별 가상시나리오에 의한 수질관련기관간 합동훈련

주) 환경오염사고 이렇게 대응하자('97. 5, 환경부)

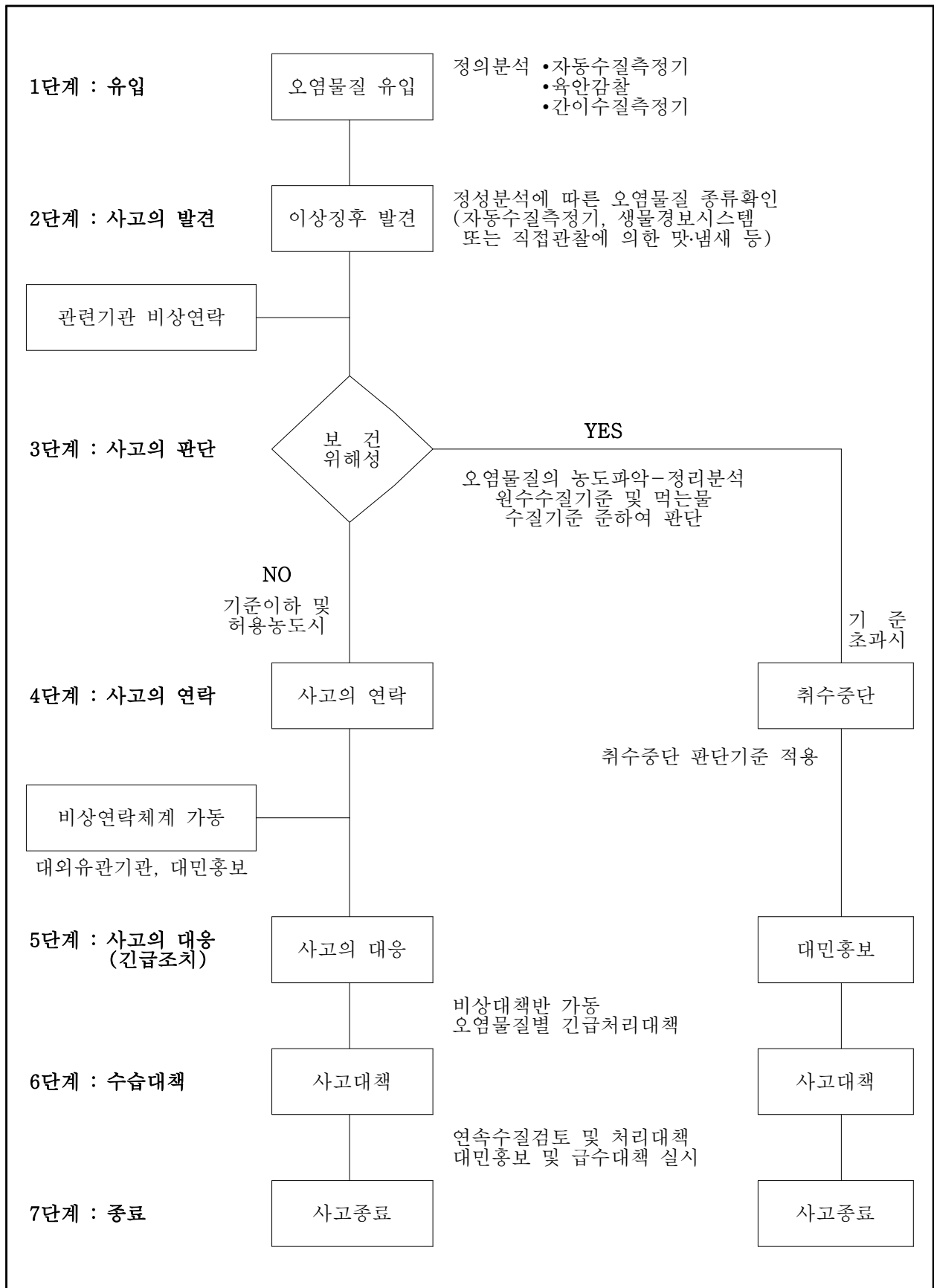
수질오염사고 수습체계

<표 12-1-2>

구 분		세 부 사 항
중 앙 대 책 본 부	설치근거	• 재난관리법 제16조에 의거
	설치장소	• 환경부
	설치시기	• 인명과 재산의 피해 정도가 매우 크고 그 영향이 광범위하여 정부적 종합적인 대처가 필요한 대규모 사고 발생시 • 중앙위원회 위원장이 설치가 필요하다고 인정되는 사고 발생시
	구 성	• 본부장 : 환경부장관(차관) • 위 원 : 재경원, 행정자치부, 국방부, 보건복지부차관 및 본부장이 필요하다고 인정하는 관계 중앙행정기관의 공무원
	기 능	• 당해 수질오염사고 수습에 관한 업무를 총괄 조정 • 중앙행정기관의 장에게 행정 및 재정적 조치나 업무협조 요청 • 사고의 효율적 수습을 위한 중앙사고대책본부 회의의 소집 • 사고수습 및 복구에 필요한 사항 협의
지 역 대 책 본 부	설치근거	• 재난관리법 제16조에 의거
	설치지역	• 시·도 또는 시·군·구
	설치시기	• 동지역에서 사고 발생시 또는 발생할 우려가 있을 경우 사고예방 및 수습에 필요한 조치를 효과적으로 수행할 수 있도록 하기 위하여 설치
	구 성	• 본부장 : 시·도지사 또는 시장·군수·구청장 • 차 장 : 부단체장과 관할구역내 당해사고와 관련있는 기관의 장(없는 경우는 부단체장 1인만 둠) • 본부원 : 지자체 소속 공무원중 지역본부장이 지정하는 자 및 사고 관리 책임기관에서 파견된 자
	기 능	• 수질오염사고 예방, 수습 및 복구에 관한 업무 총괄 • 지방행정기관의 장에게 행정 및 재정상의 조치나 업무협조 요청 • 사고수습에 필요한 기능별 실무반의 설치 및 운영
지 역 대 책 지 원 반	설치장소	• 환경관리청 또는 지방환경관리청
	설치시기	• 대규모 사고 발생으로 인하여 중앙대책본부와 구성될 때 • 지역대책본부의 지원요청이 있을 때
	편성 및 임무	• 지역대책본부에 준하여 구성

주) 환경오염사고 이렇게 대응하자('97. 5, 환경부)

나. 단계별 조치사항 흐름도



다. 오염발생지점별 대책방안

1) 상수원

가) 수질이상시 관측방법

상수원에서의 수질이상시 관측장소는 수원, 취수지점, 착수정, 정수장내 각 공정이며, 관측방법으로는

- 원수수질이 현저히 악화되었을 때,
- 수질이상사고 발생시,
- 수원, 급수구역내 수인성 전염병 발생시 등으로 구분하여 관측한다.

또한 수질검사빈도는 연속측정과 시간별, 일일, 주간, 월간, 분기별로 시행할 수 있으나 연속측정을 실시하고, 각 사안의 시급성에 따라서 채수 및 분석빈도를 결정한다. 일반적인 수질이상현상에 대하여는 매 30분마다 측정하며, 원인불명의 맛·냄새물질의 경우에는 5~10분마다 측정하도록 한다.

나) 긴급조치 및 행동요령

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 해당관리과 직원이 도착하는 즉시 인수인계를 하거나 독자적으로 조사를 실시한다.

현장조사의 결정기준으로는

- 시안과 같은 유독성 물질이 검출되었을 때,
- 이상오염물질이 하천 본류에서 검출되었을 때,
- 오염사고 발생원 및 발생장소가 취수점에 인접해 있을 때,
- 오염물질 유출량이 많아 취수에 영향을 미칠 우려가 있을 때 등이다.

현장조사반은 모든 수질오염사고에 대하여 현장확인 및 오염물질을 추적할 준비를 갖추고 수질오염사고의 유형(대형, 중형, 소형)에 따라서 현장조사를 행한다. 이러한 현장조사의 효율성을 높이기 위해서는 수질분석차량을 구비해야 할 것이다.

2) 배·급수시설

현재 발생되고 있는 배·급수시설에서의 수질오염사고는 사고가 어느정도 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 긴급조치한다.

3) 대민통보 및 홍보방안

제한급수 및 급수중단 또는 수질이상 등의 각 사안에 따라 대민 홍보방법 및 기간, 기타 법적 시행령이나 규칙의 제정이 시급한 실정이다. 수질오염사고 발생시 사고상황, 정수처리에의 대응 및 취수정지 등의 대응상황, 단수 및 급수제한 영향 범위 및 비상급수 실태, 절수요령, 복구전망에 관한 내용을 주민에게 정규 방송과 유선 TV, 지역 동사무소의 방송 및 반상회 등을 통하여 홍보한다.

12.2 비상급수 대책

계룡시는 7장에서 언급한 바와 같이 자체 상수원으로는 적정용수량을 확보할 수 없고 계룡시 용수의 전량을 대전 월평정수장으로부터 수수받기 때문에 가압장이나 정수장의 공급 차단 시 계룡시 전역이 단수가 되는 사고가 발생 할 수 있다.

이와 같은 사고가 발생하지 않도록 개량계획을 수립하여 송수펌프 작동 중단시 비상펌프 및 비상 송수관로를 이용하여 급수를 가능하게 하였으며, 월평정수장 비상시 『금강북부권 급수체계조정사업 기본계획』에서 금강광역과의 연계방안을 수립하였다(7장 대체수원개발계획 참조).

12.3 동절기 대책

12.3.1 개 요

계룡시는 충청남도 남동부에 위치한 내륙도시로서 한서의 차가 심한 대륙성 기후로 겨울철의 최저기온이 -18.7°C 로서 동절기인 12월~2월의 상수도시설물에 대한 특별한 동절기 대책이 필요하며 일부 수도관로의 동파 사고가 발생하여 정상적인 급수가 이루어지지 못하는 경우가 있으므로 적절한 보호구 또는 필요시 보온설비가 필요할 때가 있다. 아울러 관로 설계시에 매설지역의 동결심도를 파악하여 설계에 반영하는 것도 중요한 사항이다.

12.3.2 송·배수시설

가. 배수지

1) 맨홀, 검사구, 환기장치, 수위계 보호

동절기의 맨홀, 검사구, 환기구등은 적설에 의하여 그 기능을 상실하는 경우가 있으므로 폐쇄되지 않도록 재설하거나 사전에 방설대책을 수립하여야 한다.

또 수위계는 동결 등으로 오작동하는 경우가 있으므로 충분히 점검하여 수위를 확인하여야 한다.

2) 유입, 유출부의 노출관 보호

동절기 적설기에는 배수지 구내에서 작업이 가능하도록 필요에 따라 제설 및 방설대책을 세워야 하고 유입부 및 유출부의 노출관은 동결사고 방지대책으로 우레탄, 발포스티로폴, 펠트(Felt) 등으로 감싸고 외장은 아연 도금강판으로 피복하여 보온한다. 또 일부 물이 체류하여 동결위험이 있는 장소는 열선(Heat tracing) 테이프 등으로 조치할 필요가 있다.

나. 가압장

가압장은 동결방지를 위하여 기온이 5°C 이하가 되지 않도록 하는 것이 바람직하다. 기온이 5°C 이하로 떨어질 염려가 있을 경우에는 운전을 정지하거나 휴지(休止)하였을 때 동결되기 쉽기 때문에 기기, 배·급수관의 잔류수 배제에 유의하여야 한다.

또한, 동결 우려가 있는 장소에서는 펌프실을 단열구조로 해서 필요에 따라 실내에 가온 설비를 하는 것이 좋으며, 눈이 많은 지역의 소규모 펌프장에서는 대개 하룻밤 사이에 많은 눈이 쌓여서 유지관리에 곤란을 일으키는 경우가 있으므로 제설대책에 대한 수립이 되어 있어야 한다.

다. 송 · 배수관

동절기 관내의 물이 동결하여 관이나 부속시설을 파손시키는 경우가 있으므로 동결 우려가 있는 수관교, 교량 첨가관, 소화전 및 공기밸브 등은 적절한 방한대책을 세우고 관의 매설 깊이는 동결 심도보다 깊게 한다. 부득이 동결심도를 확보하지 못할 경우 단열매트 등의 적당한 조치를 강구하여야 하며 관내의 물이 정체되지 않도록 할 필요가 있다.

1) 밸브류의 위치 표시

적설시 제수밸브, 소화전, 공기밸브 등의 조작을 가능하게 하기 위해 그 위치표시를 현장에 적합한 방법(말뚝, 표시판 등)으로 실시하여 용이하게 발견할 수 있도록 해야 한다.

2) 적설지 교통대책

적설 때문에 관로의 순찰이나 각 시설까지 교통이 곤란할 경우가 있으므로 통로 및 주행용구를 확보하여야 한다.

3) 동절기의 소화전 관리

가) 물빼기 장치가 부착된 소화전은 눈이 내리기 전에 반드시 점검하여 상태를 확인하고 소화전의 사용후에도 물빼기를 확인하여야 한다. 또 동결한 경우에는 즉시 해빙 할 수 있도록 장비를 구비하여야 한다.

나) 지상식 소화전이 제설을 하는 불도져 등에 의하여 파손되지 않도록 표지판 등의 적당한 조치를 강구하여야 한다.

다) 지하식 소화전의 철제뚜껑이 동결로 인하여 소화작업에 지장을 주지 않도록 물이 잘 빠지는 구조로 하고 동결이 되지 않도록 하여야 한다.

라) 지하식 소화전의 동결방지를 위하여 필요에 따라 흡습성이 적은 발포스티로폴 등의 방한재를 충전하거나 이중 뚜껑식 구조로 한다.

4) 재료의 보관

가) 밸브 및 이형관류의 보관은 물을 완전히 빼고 보관하여야 한다.

나) 저온시에 영향을 받는 것에 대하여는 보관이나 취급에 충분히 주의하여야 한다.

다) 실외에 재료를 야적하는 곳은 표지판을 세워 적설시에도 보관 장소를 확인할 수 있도록 해야 한다.

5) 용설기의 점검

적설기간 중에는 시설점검이 어렵기 때문에 용설기에 각 시설의 이상 유무를 자

세히 점검하고 정비하여야 한다.

12.3.3 급수시설

가. 방한공법 및 기구

- 1) 방한공법은 최저기온을 고려하여 동결방지에 적합한 공법을 써야 한다.
- 2) 수직관은 실내 노출배관을 원칙으로 하고 반드시 배출장치(drain)를 설치하여야 한다. 수평관로는 적당히 구배를 두어 배출이 용이하도록 하고 필요개소에 유니온 등을 사용하여 교체가 쉬운 배관으로 하여야 한다.
- 3) 급수전은 부동식 급수전을 사용하고 사용에 있어서 완전히 개방하거나 완전히 닫도록 홍보 및 지도한다.
- 4) 수도계량기 보호통의 장한을 위하여 단열재로 보온하면 저온시에도 동결을 방지할 수 있다.

나. 관 파열사고의 처리

급수관의 동결에 의한 파열사고는 일시에 다수 발생하므로 이를 처리하기 위하여 다음과 같은 대책이 필요하다.

- 1) 항상 기상상황에 유의하고 한파가 예상될 때에는 수리반을 대기시킨다.
- 2) 결빙에 의하여 물이 나오지 않는 경우가 많으므로 해빙기 등을 비치하여 신속하게 처리한다.
- 3) 토치램프 사용시에는 화재의 위험이 있으므로 주의하여 사용한다.
- 4) 관 파손시 교체용 접속변 등 예비품을 준비하여야 한다.

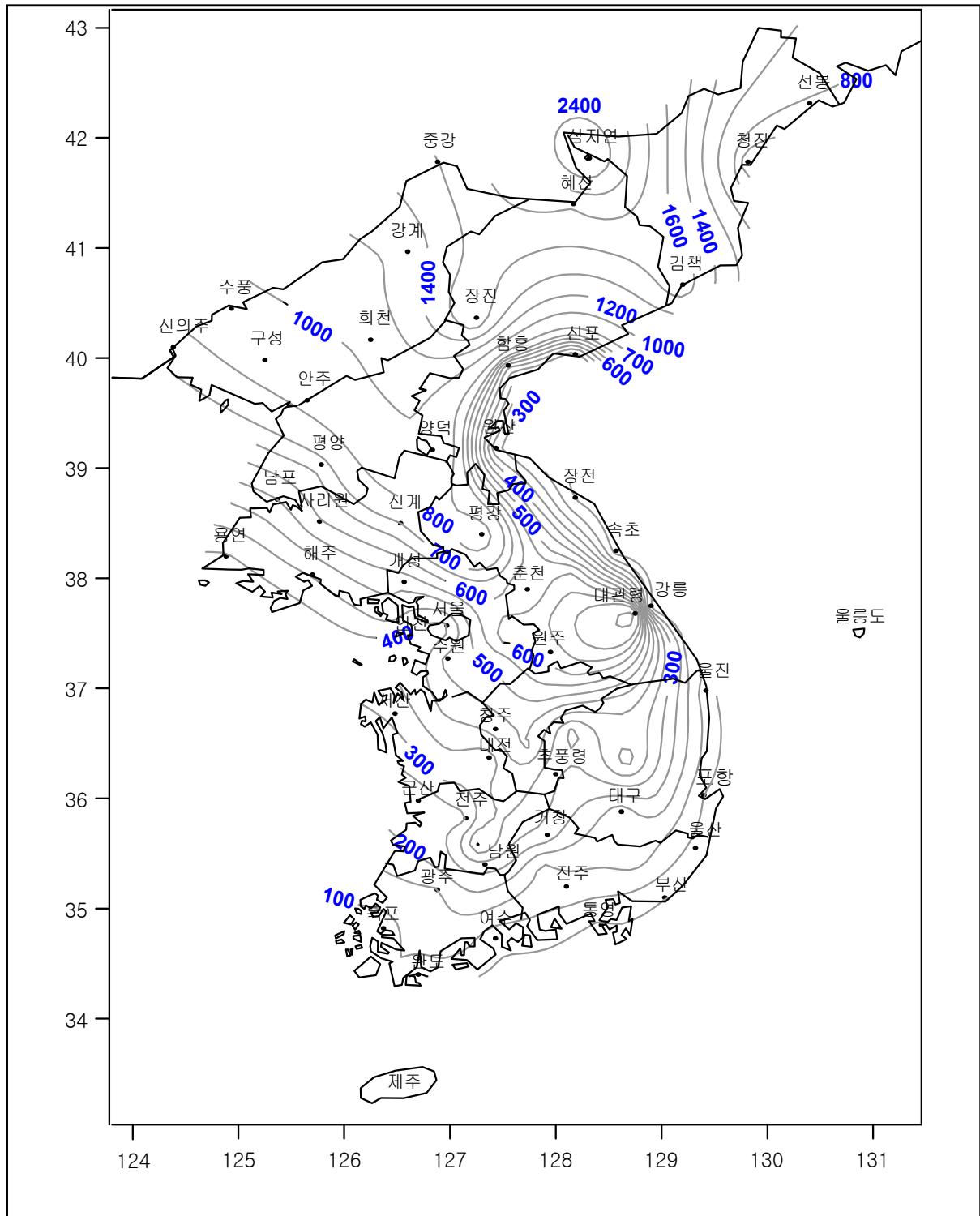
12.3.4 동결지수 및 동결심도

한냉지에서는 동결심도보다 20cm이상 깊게 관로를 매설하여야만 하며, 구경 500mm 이상의 관에서는 관경의 0.5배 이상 깊게 매설하여야 한다. 부득이 매설깊이를 확보할 수 없는 경우에는 단열매트 등 적절한 조치를 강구하여야 한다.

동결심도는 건교부 국립건설시험연구소에서 1970년부터 2001년까지 30년에 걸쳐 66 개소를 조사하여 2007년 1월에 발간한 ‘남북한지역 전국 동결지수선도’에 의하면 계룡시의 동결지수는 없으며, 근처 대전시 동결지수는 317.7이다.

전국 동결지수선도

<그림 12-2-1>



남한지역 동결지수 및 동결기간

<표 12-2-1>

지 역	측후소 지반고(m)	동결지수 (℃ · 일)	동결기간 (일)	지 역	측후소 지반고(m)	동결지수 (℃ · 일)	동결기간 (일)
속초	17.6	181.6	66	합천	32.1	193.0	62
대관령	842.0	873.8	127	거창	224.9	278.2	74
춘천	74.0	539.0	92	영천	91.3	237.8	64
강릉	26.0	167.2	57	구미	45.5	278.1	76
서울	85.5	380.9	80	의성	73.0	425.2	78
인천	68.9	354.7	78	영덕	40.5	138.8	57
원주	149.8	613.0	94	문경	172.1	279.4	55
울릉도	221.1	129.3	32	영주	208.0	417.8	77
수원	36.9	468.4	79	성산포	17.5	-	-
충주	69.4	528.4	89	고흥	60.0	83.5	49
서산	26.4	313.2	76	해남	22.1	102.6	49
울진	49.5	121.6	57	장흥	43.0	130.1	52
청주	59.0	411.6	78	순천	74.0	179.9	64
대전	67.2	317.7	68	남원	89.6	272.4	67
추풍령	245.9	303.9	78	정읍	40.5	223.9	61
포항	2.5	98.5	52	임실	244.0	420.3	86
군산	26.3	194.9	61	부안	7.0	244.7	61
대구	57.8	160.9	54	금산	170.7	372.5	77
전주	51.2	233.5	61	부여	16.0	330.0	74
울산	31.5	83.6	46	보령	15.1	254.8	76
광주	73.9	141.4	55	천안	24.5	405.4	78
부산	69.2	49.6	27	보은	170.0	461.7	76
통영	25.0	37.4	27	제천	264.4	610.2	91
목포	36.5	75.6	33	홍천	141.0	635.4	98
여수	67.0	62.2	31	인제	199.7	614.5	91
완도	37.5	38.1	26	이천	68.5	511.0	89
제주	22.0	4.1	3	양평	49.0	619.7	91
남해	49.8	74.3	38	강화	46.4	486.2	89
거제	41.5	52.1	39	진주	21.5	132.8	51
산청	141.8	141.8	49	서귀포	51.9	-	-
밀양	12.5	180.2	62	철원	154.9	685.0	109

가. 동결심도

포장의 설계에서 동결깊이는 두 가지 개념으로 고려될 수 있다. 첫 번째 개념은 지반의 유해한 동결작용을 예방하기 위해 표층과 비동결성 기층을 합한 두께를 동결깊이보다 크게 하여 동결 융해가 포장체에 미치는 영향을 감소 또는 억제하는 것이고, 두 번째 개념은 지반의 동결을 허용하는 것으로서 동결 및 해빙기간 중에 감소되는 지반의 강도를 예상하여 이를 보강할 수 있도록 기층의 두께를 특별히 증가시켜 주는 방법이다.

동결심도는 0℃ 온도선이 포장 표면으로부터 포장층 아래로 관입되는 깊이로서, 이것은 주로 영하의 대기온도 크기와 지속시간, 노상토의 재료성질(통상 밀도) 그리고 노상토 내의 동결 가능한 수분의 양(함수량)에 영향을 받는다. 최대 동결심도 산정은 국립건설시험소에서 제시한 산정식 또는 미공병단 제정 'TM 5-852-6'에서 제시된 절차에 의하여 적용하며, 대상 설계노선 지역의 토질 및 기상조건을 고려하여 결정한다.

교통과 노상토의 지지조건을 고려하여 얻어지는 설계 포장두께에 대한 최대 동결 관입 깊이의 영향을 고려하는 데는 두 가지 개념, 첫째, 동결작용에 의해 생기는 포장층 표면상의 동상 변형(frost heaving distortion)을 극소화하는 것과 둘째, 계절적 동결·융해 작용의 영향을 받는 노상지지력 변화로 인한 포장층의 교통하중 재하에 따른 균열 및 변형을 극소화하는 개념을 기준으로 하고, 설계 노선의 교통, 토질 및 환경조건을 고려하여 적절히 그 영향을 반영한다.

우리 나라의 경우 실제 현지에서 관측한 동결관입 깊이와 설계 동결지수를 토대로 해서 국립건설 시험소에서 제시된 대표적 최대 동결심도의 산정식은 다음과 같다.

(1) 1985년 1월~2월 사이 전국 45개 지역에 걸쳐서 관측된 동결관입 깊이조사 자료를 토대로 작성된 지역별 토군별 상관식은 다음과 같다.

$$Z = C \sqrt{F}$$

여기서, Z : 최대 동결 관입 깊이(cm)

C : 지역별 및 토군별 보정계수(3~5)

F : 설계 동결 지수(℃·일)

정수 C는 노면의 일조조건, 토질, 배수조건 등을 고려하여 3~5의 값을 취한다. 가령 북쪽으로 향한 산악도로의 부분에서 용수의 침투가 많고 실트분이 많은 토질로 된 노상의 경우에는 '5'를 취하고 햇빛이 적당히 있고 토질조건 및 배수조건이 비교적 나쁘지 않으면 '3'을 취한다. 또 그 중간조건이면 '4'를 취한다.

(2) 1980년~1989년 10년간 전국 1,358 개소에서 관측한 동결관입 깊이 조사자료를 토대로 작성된 상관식은 다음과 같다.

$$Z = 14F^{0.33}$$

여기서, Z : 동결 깊이(cm)

F : 동결 지수(℃ · 일)

(1)의 상관식은 지역별 및 토군별로 최대 동결관입 깊이를 실용적으로 산정할 수 있으나, 적용 실측자료가 1985년도 동절기에 대한 값이어서 시간적 대표성이 제한적인 반면에 (2)의 상관식은 적용 실측자료가 10년간 관측된 것이고 관측 개소 수가 충분하여 대표성을 갖는다.

12.4 기타 안전관리 대책

12.4.1 염소가스 누출 대책

가. 개 요

1) 대책의 수립목적

염소가스의 사용은 상수처리 공정중 최종처리공정인 소독공정에 사용되는 약품으로 위험성은 있으나 소독효과의 확실성과 경제성을 이유로 가장 많이 사용되는 소독제이다.

반면에 염소가스는 누출시 인체에 매우 유해한 영향을 미치는 대형사고로 발생할 가능성이 매우 크기 때문에 취급에 주의하여야 한다.

계룡시 배수지에는 소독제로 염소가스를 사용하고 있으며 염소가스의 저장은 1Ton 컨테이너 용기에 저장 보관하고 공급배관으로 주입지점까지 이송된다.

염소가스의 누출은 컨테이너 용기의 파손, 공급 배관에 부착된 밸브의 손상, 정수장내 시설보수 공사시 가스공급 배관의 파손등에 의해 발생할 수 있을 것을 예측된다. 본 장에서는 이러한 사고에 의해 발생할 수 있는 염소가스 누출시, 긴급대처하기 위한 유관기관과의 공조체제를 확립하고 인명보호 및 정수생산의 정상화를 유지할 수 있도록 긴급대처방안을 수립하도록 한다.

2) 염소가스의 성상

염소가스는 자극적인 냄새가 나는 황록색의 가스로 정수처리공정의 물의 소독뿐 아니라 염화비닐의 제조, 종이·펄프의 표백 등에 사용되며 인체에 대한 영향은 다음과 같다.

가) 눈에 대한 영향

- 단기간 노출 : 최루, 시력불선명, 화상
- 장기간 노출 : 단기간 노출시 보고된 영향과 같음

나) 피부에 대한 영향

- 단기간 노출 : 자극, 화상
- 장기간 노출 : 단기간 노출시 보고된 영향과 같음

다) 흡입시의 영향

- 단기간 노출 : 화상, 호흡곤란, 두통, 현기증, 푸른 빛 피부 색, 폐 이상
- 장기간 노출 : 충치, 폐 이상, 화상

3) 염소 누출시 조치 방안

- 가) 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 대피한다.
- 가스누출이 광범위할 때에는 가스의 통로에 있는 모든 사람에게 경고하도록 하여야 한다. 방독면이 없을 경우에는 면포류에 치오황산나트륨(약 50%)을 적신 것으로 코와 입 등을 막고 또 수중안경을 사용하여 눈을 보호하는 것이 좋다.
- 나) 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 약 15분의 1이다.
- 다) 염소용기의 누출공이 작을 때에는 견고한 나무못이나 쇠못을 박아서 응급조치를 취하고 될수록 빨리 용기내의 염소를 배출시켜야 한다. 나무못이나 납못을 박을 때 구멍주위의 용기 벽이 얇아서 더 큰 구멍을 내지 않도록 주의하여야 한다.
- 라) 소량의 염소를 사용하는 시설에서 중화설비가 없는 곳은 염소저장실 또는 염소 투입실 근처의 편리한 장소에 소석회를 비치하고 동시에 100kg짜리 용기가 쉽게 들어갈 수 있는 정도의 깊이 약 1m의 구덩이를 파고 복토할 수 있는 토사와 삽 등을 준비하여 두어야 한다. 100kg용기로부터 염소가스가 누출되어 응급 조치로서도 막을 수 없을 때는 미리 굴착하여 둔 도랑에 용기를 묻고 그 위를 가마니로 덮고 다시 다량의 소석회와 흙을 덮은 다음 물로 습하게 하여 염소가스가 외부로 누출되지 않게 하여야 한다. 또 토사 중에 묻은 용기중 염소는 쉽게 방출되지 않으므로 이의 취급은 될 수 있는 대로 염소제조업자로 하여금 처리시키는 것이 좋다.
- 마) 대형용기, 저장, 소비설비 등으로부터의 누출은 중화흡수장비들의 재해설비가 있을 때는 이를 가동하고 장벽, 방파제, 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.

바) 가스중독증상을 나타내었을 때에는 염소중독자에 대한 응급조치를 취한다.

사) 액체염소 저장실 지붕에는 풍향계를 설치하여 가스 누출시 가스의 확산방향을 파악하는 것이 바람직하다.

4) 가스누출시 응급조치 방법

가) 눈에 들어 갔을 때

- 즉시 다량의 물이나 생리식염수로 눈을 씻어내면서 화학물질이 남지 않았다는 증거가 있을 때까지 아래위 눈꺼풀을 치켜들 것 (약 15~20분)
- 병원으로 후송할 준비가 완료될 때까지 생리식염수로 계속 씻어 줄 것
- 살균된 붕대로 감쌀 것
- 즉시 의학적인 조치를 취할 것

나) 피부에 접촉했을 때

- 오염된 의복 및 신발을 제거하는 동안 적어도 15분 동안 비누와 물로 씻을 것.
- 오염된 의복 및 신발은 재사용 전에 철저히 건조시키고 세탁할 것.
- 오염된 신발을 파기할 것
- 역효과가 생긴다면 즉시 의학적인 조치를 취할 것
- 동상, 동결, 냉동화상을 입은 경우는 107F(41.7C)온도의 따뜻한 물에다가 손상당한 부위를 따뜻하게 할 것
- 담요로 상처당한 부위를 조심스럽게 싸 줄 것
- 따뜻해지는 동안 상처 당한 부위를 운동하도록 사람에게 권장할 것

다) 흡입했을 때

- 노출지역으로부터 즉시 신선한 공기가 있는 곳으로 옮길 것
- 인공호흡이 필요하다면 실시할 것
- 환기, 혈압, 호흡을 유지할 것
- 환자를 따뜻하고 편하게 할 것
- 증상에 대한 지지요법을 실시할 것

라) 먹었을 때

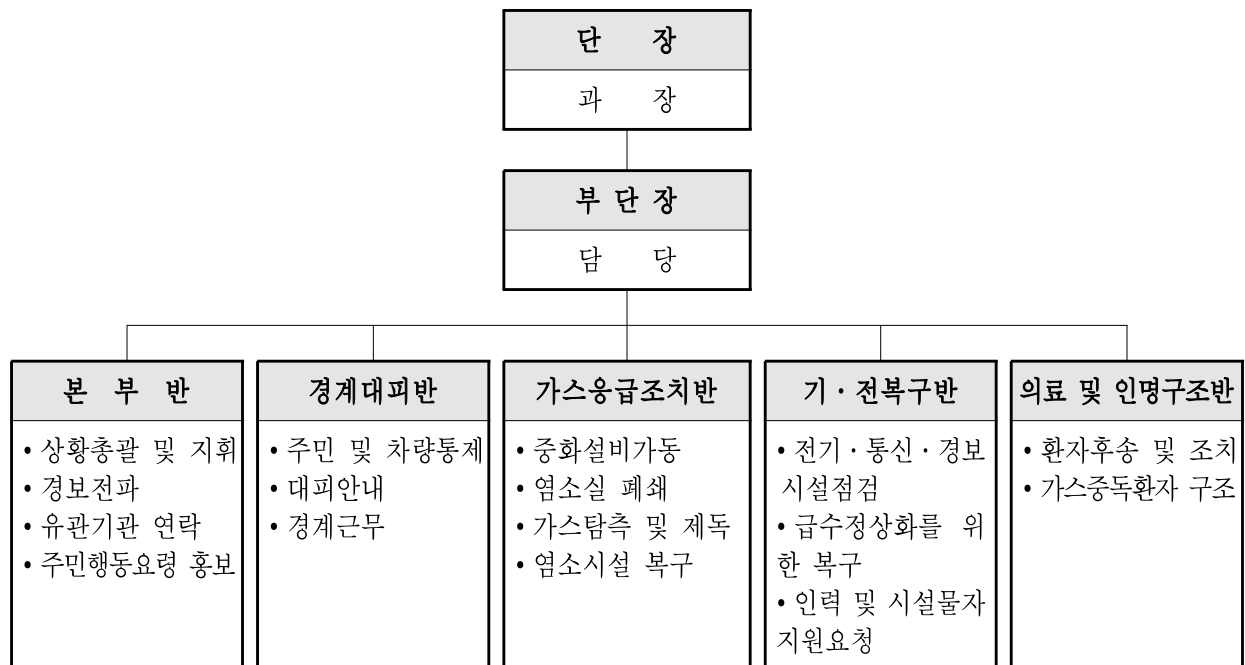
- 위세척이나 구토를 하지말 것
- 우유나 다량의 물을 줄 것
- 구토를 일으킨다면 반복할 것.

- 섭취된 부식물은 조직이 무해해질때까지 약 100회 희석시킬 것
- 무의식 상태이거나 음식을 삼킬 수 없는 사람에게 입을 통해서 어떤것도 주지말 것
- 구토를 일으킨다면 흡입을 막기 위하여 머리를 엉덩이보다 아래로 돌 것
- 환기와 호흡을 유지시킬 것
- 증상에 대한 지지요법을 실시할 것
- 즉시 의학적인 조치를 취할 것

나. 방재단 편성 및 임무

1) 반편성 및 임무

염소가스누출시 비상대책 및 복구를 위해 5개반을 편성하여 운영하도록 하며 방재단의 편성 및 반별 업무로 다음과 같다.



2) 세부상황 조치요령

가) 상황전파 및 경보(본부반)

- 최초의 상황 발견자가 신고하면 자체 방재단에 상황전파
- 동시에 유관기관에 신속전파
- 비상대비계획에 의한 방재단 활동전개

나) 가스안전조치(가스응급조치반)

- 사고수습에 종사하는 사람이외에는 피해반경 밖으로 대피
- 공기호흡기를 쓰고 사고지점에 접근

- 비상응급조치장비로 누설부위를 폐쇄조치하여 가스누설차단
 - 보호구 : 방독마스크, 공기호흡기, 보호의등
 - 응급공구 : 개폐용 핸들, 밸브그랜드 스페너, 마개류, 고무시트, 납패킹, 고무튜브, 합마, 나무망치, 뺨치, 몽키스패너, 가위, 칼등
- 중화장치 작동(송풍기 작동 및 가성소다펌프 가동)
- 제독제 다량 살포(소석회살포기 이용)

다) 인명구조(의료 및 인명구조반)

- 지휘부의 지시에 따라 신속 안전하게 인명구조 활동전개
- 경상자는 응급조치, 중상자는 후송조치

라) 자체 경계 및 통제(기·전북구반)

- 사고현장에는 사고수습 인력외는 접근 통제
- 불순분자등의 침투에 대비 내외곽 경계강화
- 진화, 인명구조등에 장애가 되는 제반요소의 제거 및 통행로 확보

마) 급수정상화 시설 점검 및 복구(기·전북구반)

- 피해시설 응급복구(전기시설, 통신시설, 경보시설 등)
- 정상적인 급수를 위해 부가적 업무수행
- 피해장비 및 물자 지원요청

12.4.2 화재발생시 조치

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

- 1) 소형용기는 즉시 화재의 영향을 받지 않는 안전한 곳으로 옮길 것
- 2) 화염이 1톤 용기나 저장탱크 또는 주입장치 가까이 이르렀을 때는 장치내의 가스압력이 이상 상승하는 것을 방지하기 위하여 장치내의 가스를 안전한 장소로 방출하거나 제해장치로 중화시킴과 동시에 외부에서 대량의 물을 살포하여 냉각시키도록 한다.
- 3) 화재가 위험한 상태에 이르렀다고 판단될 때 전기한 바 있는 조치를 취할 수 없을 때는 부근에 경보를 경찰서와 소방서의 지원을 받아 방독면을 착용한 자 이외는 종업원이나 주민들을 모두 바람이 불어오는 방향으로 대피시킨다.
- 4) 염소주입기의 사용이 불가능해졌을 때는 차아염소산나트륨 등에 의하여 응급소독을 하여야 한다.

12.4.3 배수로(排水路)감시

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

가. 한랭지대책

- 1) 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.

- 2) 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 스티로폴, 펠트(Felt)등으로 감싸고 외장은 아연

도금 철판 등을 이용해서 피복하여 보온한다.

3) 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.

4) 외부인의 출입제한

가) 주변 철책의 정비

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

나) 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 해두는 것이 바람직하다.

5) 배수정비

화장실, 쓰레기 버리는 곳, 오수처리장 등은 오수가 누출되지 않는 구조로 하여 배수로부터 될수록 멀게 떨어지도록 하고 빗물 등의 배수를 양호하도록 하여야 한다. 화장실 등은 관리상 어쩔 수 없는 것을 제외하고는 원칙적으로 설치하지 않는 것이 바람직하다.

6) 배수지 상부이용시 관리사항

배수지 상부는 오염방지의 관점에서 원칙적으로 개방하지 않으나 최근 지역 주민이 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 다시하여 신중하게 대처하여야 한다. 비개방구역은 수도사업자가 관리하여야 함은 물론이며, 개방구역에 대해서도 수질오염방지를 위해 수도사업자가 관리하여야 한다.

12.4.4 가압펌프장의 이상과 대책

가. 이상발견

펌프 감시는 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.

나. 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 비상사태를 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.

다. 정전시 조치

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

1) 연결관(by-pass)에 의한 다른 계통으로 교체

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

2) 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.

3) 운전 재개시의 주의사항

운전을 재개할 경우에는 수량을 서서히 늘리면서 공기밸브에서 공기를 충분히 빼서 관로에 대해 악영향을 주지 않도록 하여야 한다. 그러므로 가압구역내에서는

충분한 공기밸브 및 이토밸브를 설치함이 바람직하다.

4) 예비동력 등으로 교체

수전계통에 예비 전선선로나 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.

라. 재해대책

1) 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.

2) 피해시 대책

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

12.4.5 오염방지 및 안전대책

가. 펌프흡수정의 오염방지

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

나. 실내의 오염방지

1) 실내정리

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

2) 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.

3) 외부로부터의 침수

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

지관리에도 만전의 노력을 기울여야 한다.

맨홀, 흡입관 주위의 바닥으로부터 펌프흡수정 등으로 침수되지 않도록 수밀구조로 하여야 한다. 그러나 이 시설이 도리어 침수의 원인이 될 수도 있으므로 그 설계, 관리에는 충분한 신중을 기하여야 한다.

다. 안전대책

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