

제5장 시설개량계획

1.0 개요

홍성군은 4개의 정수시설을 보유하고 있었으나, 취수원의 수질악화에 따른 원수부족과 시설의 노후화로 2005년 5월이후 보령댐계통 광역상수도로 홍성군 전역에 용수를 공급하고 있다. 이에 기존 시설에 대한 기능의 점검 및 문제점을 파악하고 대처방안을 강구함으로써 기존시설의 용수공급능력을 최대한 발휘할 수 있도록 하여 상수도 생산량 제고는 물론 시민에게 양질의 맑고 깨끗한 물을 안정적으로 공급하기 위해 각 시설별 개량계획을 수립하였다.

2.0 송·배수시설

2.1 기존시설 현황

2.1.1 배수지 현황

홍성군내 가동예정인 배수지를 포함한 배수지 및 송·배수관로 현황은 다음과 같다.

<표 5.2-1>

배수지 시설현황

구 분	위 치	배수지 (m ³)	크기 (가로X세로X높이)	체류 시간	H.W.L L.W.L	준공년도	광역수 계약량
계	8개소	12,340					14,350m ³
홍성1 (광역)	홍성읍 남장리 480-2, 480-5, 463-2	4,000	18.2×26×4.2×2지	8	87.2 83.0	98.5.27	8,800
홍성2 (지방)	홍성읍 남장리 121-34, 121-16	1,800	11×16×5×2 지	8	75.0 71.0	66.6.6 증설'84.8	
광천	광천읍 소암리 382-8, 12(5필지)	3,600	18.2×22.05×4.5×2지	21	50.0 46.0	97.7.15	4,600
홍동	홍동면 원천리 510-9, 510-12	1,100	15.0×12.0×5.0×2지	12	105.1 101.4	가동예정	-
결성	결성면 성호리 315-1, 316-1	780	8×12×4.2×2지	17.8	83.0 78.8	99.3.30	350
갈산	갈산면 상촌리 산1-6, 산3-8	430	10.4×10.4×4.5×1지	10.6	67.0 63.0	80.7	500
갈산 단지	갈산면 취생리	420	6.0×10×4.5×2지	18.4	78.7 75.0	가동예정	-
구항	구항면 오봉리 788-23	160	7.0×3.5×3.7×2지	9.6	86.7 83.5	2003.12	100

자료 : 홍성군 상하수도사업소(2008년말)

2.1.2 송배수관로 현황

가. 송수관로 현황

다음 <표 5.2-2>, <표 5.2-3>에 홍성군내 송배수관로 현황을 나타내었다.

<표 5.2-2> 송배수관로 현황 (단위 : m)

구 분	계	송수관	배수관	급수관	비고
홍성군	389,075	40,134	190,793	158,148	

자료 : 상수도 통계연보(2008, 환경부)

<표 5.2-3> 송배수 및 급수관로 년도별 시설현황 (단위 : m)

구 분	계	'01년이전	2002년	2003년	2004년	2005년	2006년	2007년
합 계	389,075	194,933	6,541	43,239	36,814	35,030	42,662	29,856
도수관	-	-	-	-	-	-	-	-
강관	-	-	-	-	-	-	-	-
주철관	-	-	-	-	-	-	-	-
기타	-	-	-	-	-	-	-	-
송수관	40,134	10,859	-	10,490	128	-	18,657	-
강관	-	-	-	-	-	-	-	-
주철관	16,211	5,593	-	10,490	128	-	-	-
기타	23,923	5,266	-	-	-	-	18,657	-
배수관	190,793	60,489	5,933	31,105	36,686	16,497	18,657	21,426
강관	-	-	-	-	-	-	-	-
주철관	93,026	26,285	3,580	27,757	29,360	544	-	5,500
기타	97,767	34,204	2,353	3,348	7,326	15,953	18,657	15,926
급수관	158,148	123,585	608	1,644	-	18,533	5,348	8,430
아연도강관	19,087	19,087	-	-	-	-	-	-
주철관	-	-	-	-	-	-	-	-
동관	-	-	-	-	-	-	-	-
스텐레스관	-	-	-	-	-	-	-	-
합성수지관	137,642	104,498	608	1,644	-	18,533	3,929	8,430
기타	1,419	-	-	-	-	-	1,419	-

자료 : 상수도 통계연보(2008, 환경부)

홍성군은 광역상수도를 이용하므로 도수관로는 존재하지 않으며, 송수관로를 통해 광역상수도를 배수지까지 연결하고 있다. 홍성군의 2007년 송수관로의 총 연장은 40,134m이고, 그 중 매설된 지 5년 이하인 관로연장은 29,275m, 6~10년 경과된 관로연장은 2,538m며 10년 이상된 관로연장은 8,321m이다.

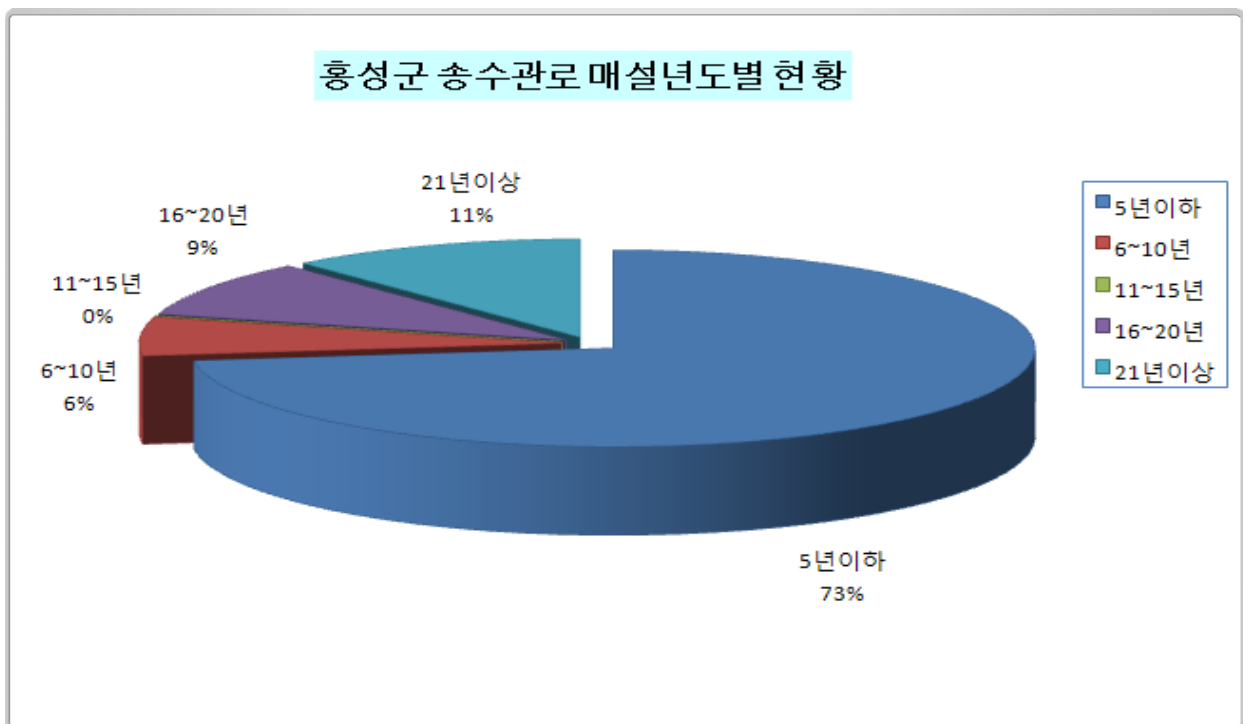
홍성군의 경우 광역상수도가 보급되지 시작하면서 매설된 관로가 대부분으로서 매설년수가 오래된 노후관은 존재하지 않는 것으로 확인되었다. 다음 <표 5.2-4>에 송수관로의 현황을 나타내었다.

<표 5.2-4>

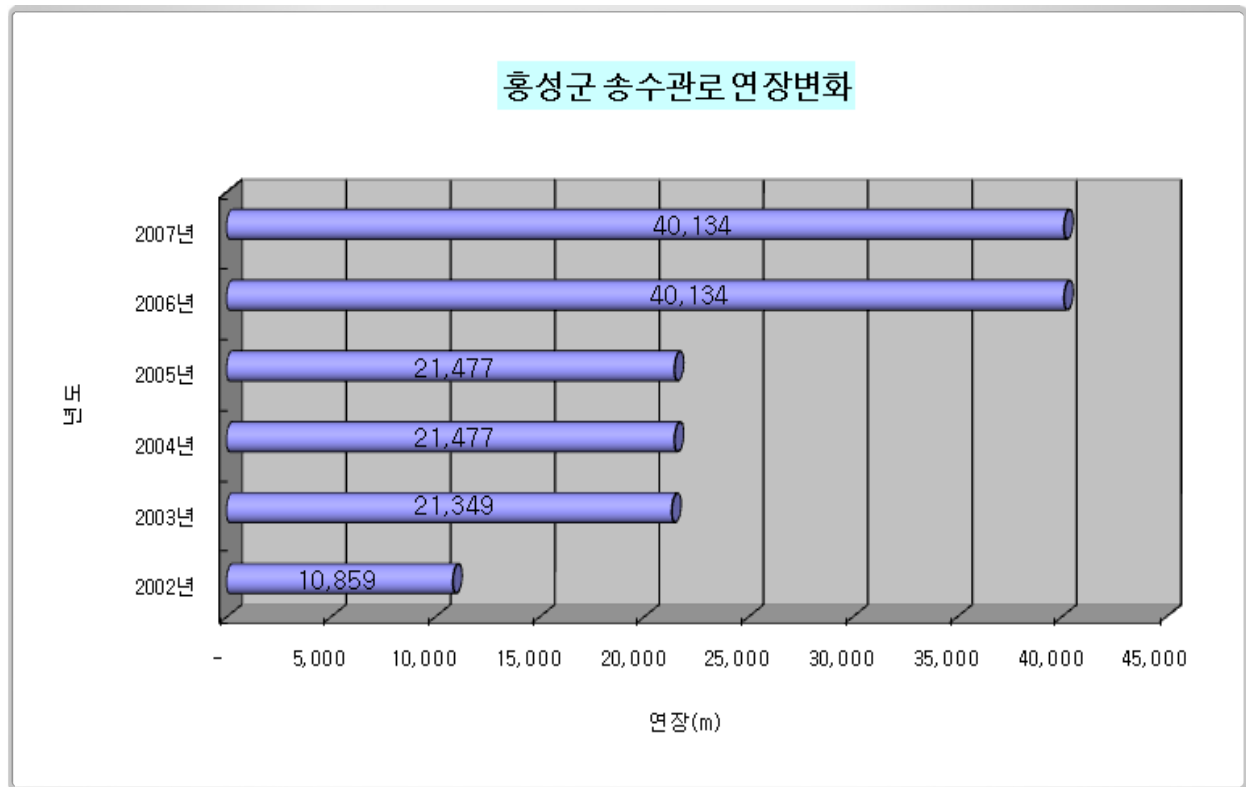
송수관로 현황

(단위 : m)

관 종 별	계	강 관	주철관	기타
5년이하	29,275	—	10,618	18,657
6~10년	2,538	—	—	2,538
11~15년	—	—	—	—
16~20년	3,742	—	1,920	1,822
21년이상	4,579	—	3,673	906
계	40,134	—	16,211	23,923



<그림 5.2-1> 송수관로 매설년도별 현황



<그림 5.2-2> 송수관로 연도별 연장변화

또한 송수관로의 관재질별, 연도별 부설현황을 <표 5.2-5>에 나타내었다.

<표 5.2-5>

재질별, 연도별 부설현황

(단위 : m)

구 분	총연장	1991 이전	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
송 수 관	강관	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	주철관	16,211	3,673	1,920	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10,490	128	-	-	-
	기타	23,923	906	1,822	-	-	-	-	2,538	-	-	-	-	-	-	-	18,657	-

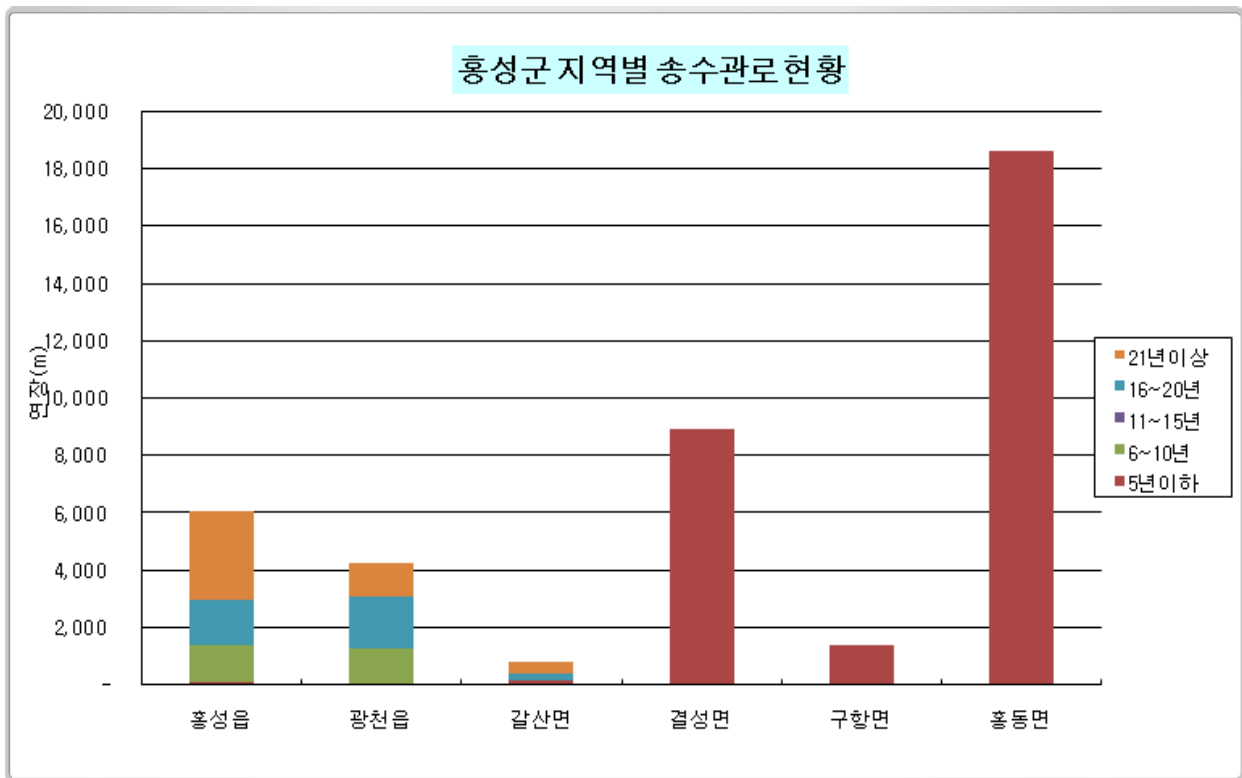
다음 <표 5.2-6>는 홍성군의 읍면별로 매설된 송수관로의 연장을 나타낸 것이다. 결성면이 8,940m로 가장 길었으며, 갈산면이 820m로 가장 짧다.

<표 5.2-6>

지역별 송수관로 부설현황

(단위 : m)

구 분	총계	홍성읍	광천읍	갈산면	결성면	구항면	홍동면
합계	40,134	6,071	4,246	820	8,940	1,400	18,657
5년이하	29,275	128	-	150	8,940	1,400	18,657
6~10년	2,538	1,250	1,288	-	-	-	-
11~15년	-	-	-	-	-	-	-
16~20년	3,742	1,623	1,840	279	-	-	-
21년이상	4,579	3,070	1,118	391	-	-	-



<그림 5.2-3> 지역별 송수관로 현황

나. 배수관로 현황

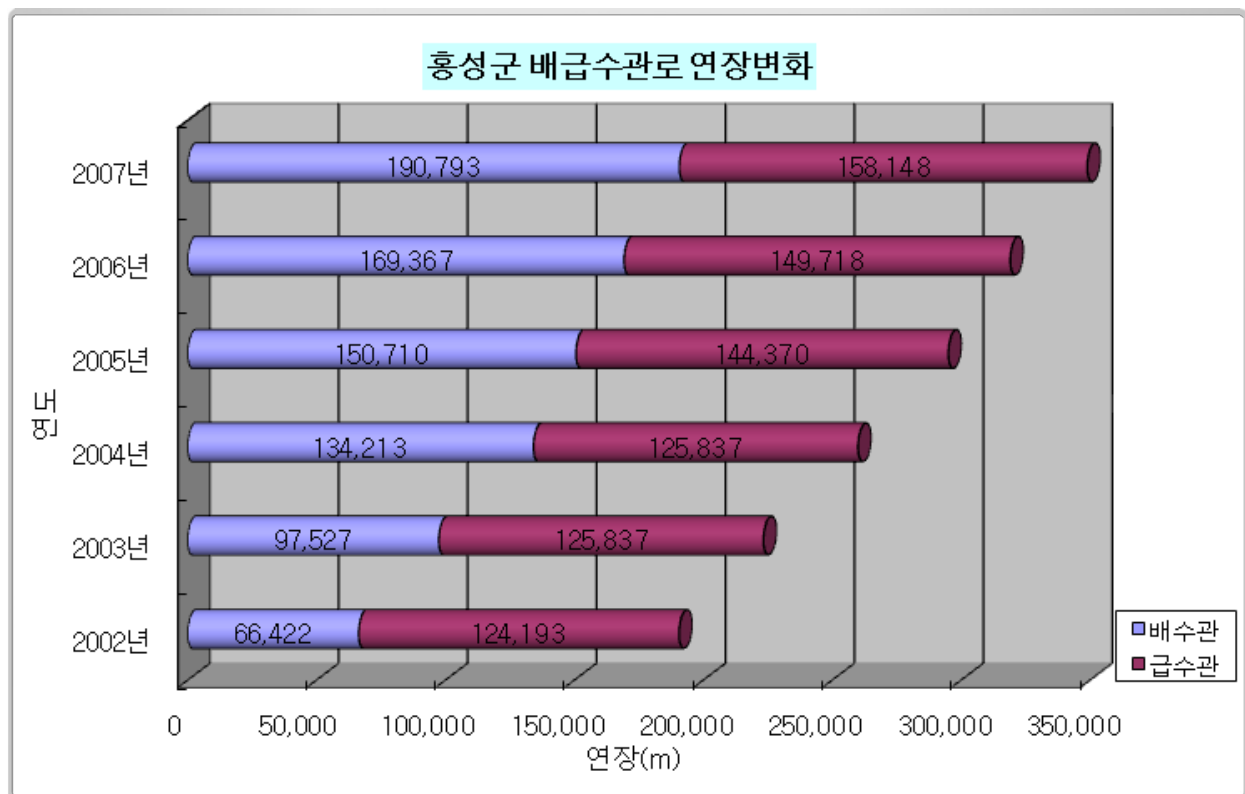
홍성군의 2007년 배수관의 총 연장은 190,793m이고, 급수관의 총 연장은 158,148m이다. 배수관의 경우 2002년 연장인 66,422m보다 약 세 배 정도 증가하였으며, 급수관의 경우에도 2002년 124,193m에 비해 약34Km 증가한 것으로 나타났다.

<표 5.2-7>

배·급수관로 연도별 연장변화

(단위 : m)

구 분	배 수 관	급 수 관
2002	66,422	124,193
2003	97,527	125,837
2004	134,213	125,837
2005	150,710	144,370
2006	169,367	149,718
2007	190,793	158,148



<그림 5.2-4> 배·급수관로 연장변화

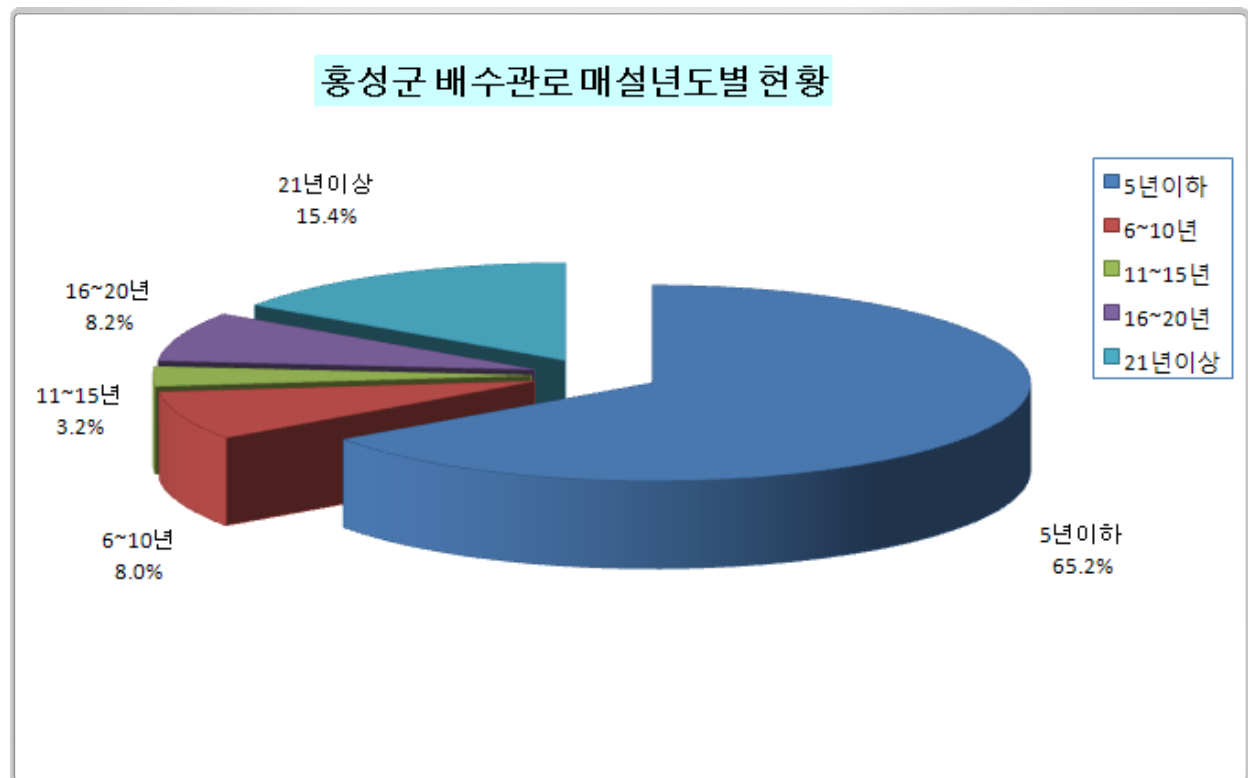
홍성군의 관재질별 매설년수를 살펴보면 그 중 매설된지 5년 이하인 관로연장은 배수관이 124,371m, 급수관이 33,955m이고 6~10년 경과된 관로연장은 배수관이 15,327m, 급수관이 6,096m이다. 또한 21년이상 경과된 배수관 연장은 29,344m, 급수관 연장은 88,541m이다. 다음 <표 5.2-8>과 <표 5.2-9>에 배수관 및 급수관의 관재질 및 매설년수별 현황을 나타내었다. 홍성군 배수관의 5년 미만의 관 연장은 65.2%로 높았으나, 급수관의 경우 21.5%로 낮았다. 배수관은 6~10년이 8.0%, 11~15년이 3.2%, 16~20년이 8.2%, 21년 이상이 15.4%인데 반하여, 급수관의 경우에는 6~10년이 3.9% 11~15년이 4.5%, 16~20년이 14.1%이며 21년 이상도 56.0%로 매설년수가 긴 관로의 비율이 더 높다는 것을 알 수 있다.

<표 5.2-8> 홍성군 배수관로 현황 (단위 : m)

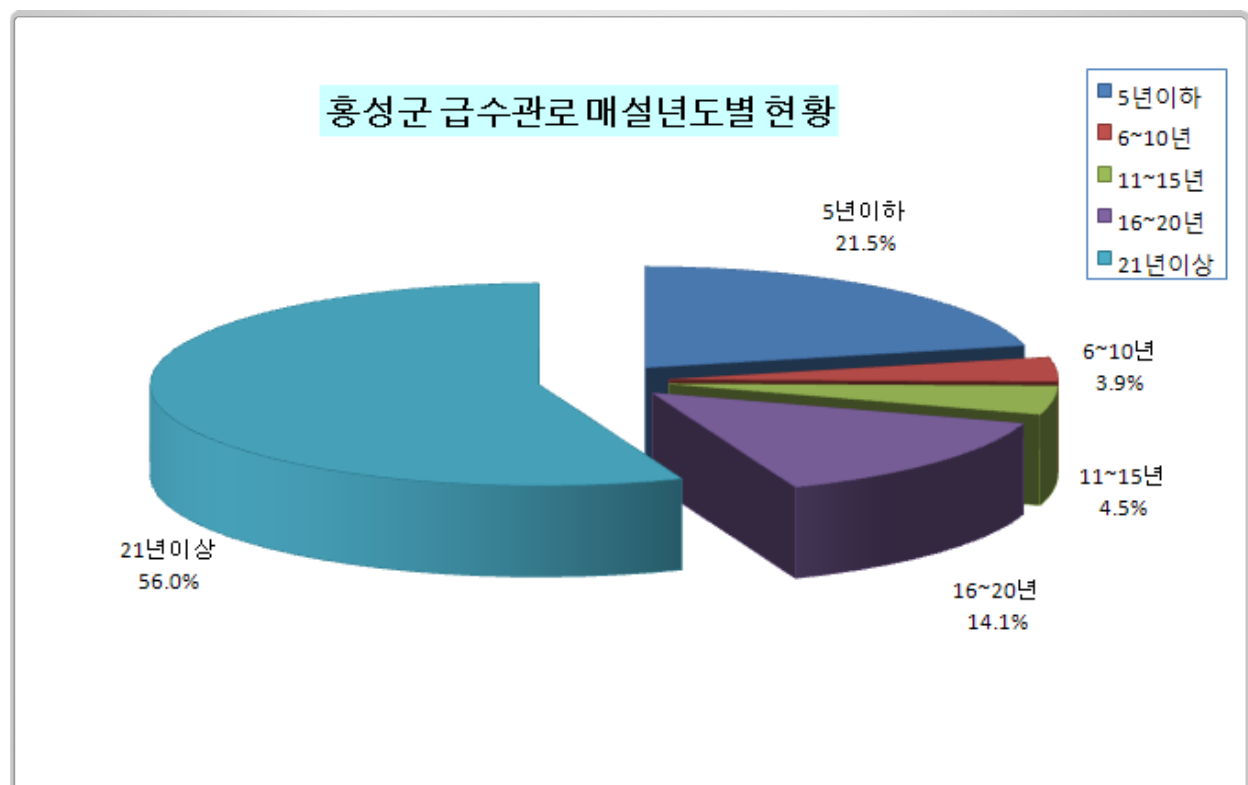
구 분	배 수 관			
	강관	주철관	기타	합계
5년이하	—	63,161	61,210	124,371
6~10년	—	12,187	3,140	15,327
11~15년	—	—	6,170	6,170
16~20년	—	9,555	6,026	15,581
21년이상	—	8,123	21,221	29,344
계	—	93,026	97,767	190,793

<표 5.2-9> 홍성군 급수관로 현황 (단위 : m)

구 분	급 수 관						
	아연도강관	주철관	동관	스텐레스관	합성수지관	기타	합계
5년이하	—	—	—	—	33,955	—	33,955
6~10년	—	—	—	—	6,096	—	6,096
11~15년	1,190	—	—	—	5,989	—	7,179
16~20년	3,260	—	—	—	19,117	—	22,377
21년이상	14,637	—	—	—	73,904	—	88,541
계	19,087	—	—	—	139,061	—	158,148



<그림 5.2-5> 배수관로 매설년도별 현황



<그림 5.2-6> 급수관로 매설년도별 현황

또한 배수관과 급수관의 재질별, 연도별 부설현황은 <표 5.2-10>에 나타내었다.

<표 5.2-10> 재질별, 연도별 부설현황 (단위 : m)

홍성군	총 연장	91년 이전	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
배수관	190,793	43,521	1,404	2,520	2,000	1,080	190	380	780	517	-	8,097	5,933	31,105	36,686	16,497	18,657	21,426
강관	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
주철관	93,026	17,678	-	-	-	-	-	-	780	-	-	7,827	3,580	27,757	29,360	544	-	5,500
기타	97,767	25,843	1,404	2,520	2,000	1,080	190	380	-	517	-	270	2,353	3,348	7,326	15,953	18,657	15,926
급수관	158,148	100,665	10,253	1,197	1,629	1,481	2,179	693	1,056	1,588	1,755	1,089	608	1,644	-	18,533	5,348	8,430
아연도 강관	19,087	17,337	560	190	470	180	180	170	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
주철관	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
동관	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
스테인 레스관	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
합성 수지관	139,061	83,328	9,693	1,007	1,159	1,301	1,999	523	1,056	1,588	1,755	1,089	608	1,644	-	18,533	5,348	8,430
기타	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

다음 <표 5.2-11>은 지역별 배수관로의 부설현황을 나타낸 것이다. 홍성읍, 서부면, 광천읍, 결성면 순으로 배수관로의 연장이 큰 값을 나타내고 있으며, 홍북면이 가장 작은 값을 보이고 있다.

<표 5.2-11> 지역별 배수관로 부설현황 (단위 : m)

구 분	홍성군	홍성읍	광천읍	갈산면	은하면	결성면	서부면	구항면	홍동면	홍북면
합계	190,793	49,617	33,598	8,785	5,597	33,007	44,197	8,339	5,161	2,492
5년이하	124,371	22,021	9,059	1,374	5,597	26,131	44,197	8,339	5,161	2,492
6~10년	15,327	3,091	4,361	999	-	6,876	-	-	-	-
11~15년	6,170	3,081	855	2,234	-	-	-	-	-	-
16~20년	15,581	9,384	4,722	1,475	-	-	-	-	-	-
21년이상	29,344	12,040	14,601	2,703	-	-	-	-	-	-

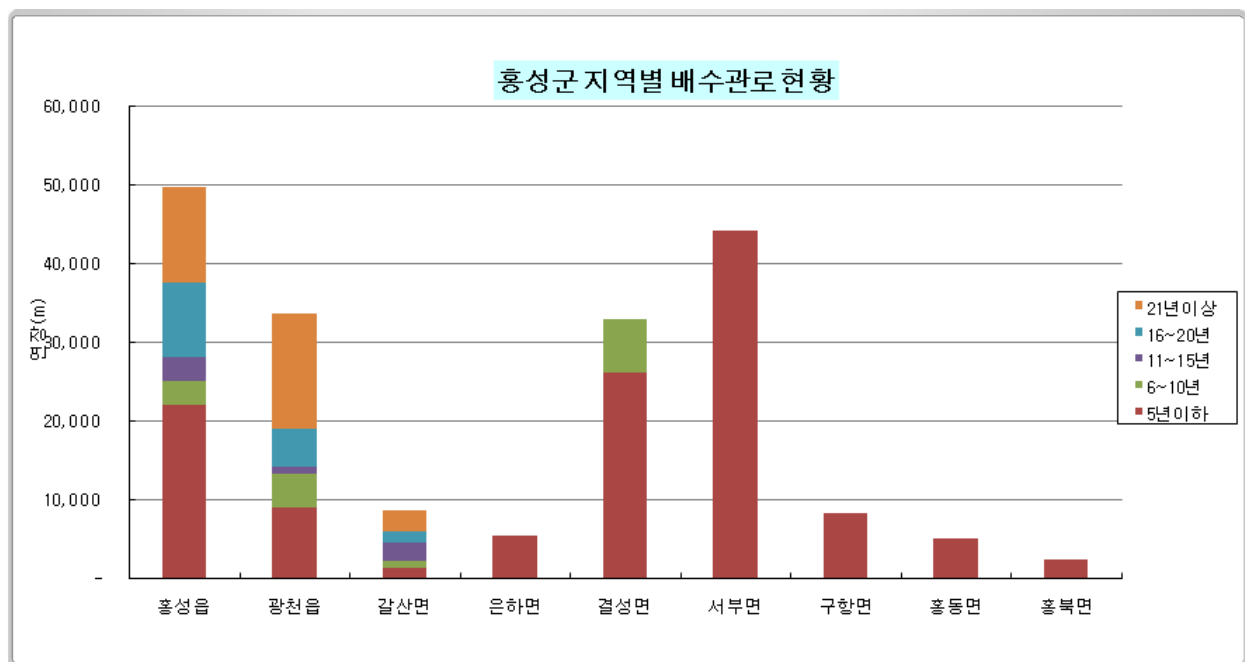
급수관로는 홍성읍, 광천읍, 서부면, 갈산면 순이었으며, 홍동면이 231m로 가장 작은 값을 나타내고 있다.

<표 5.2-12>

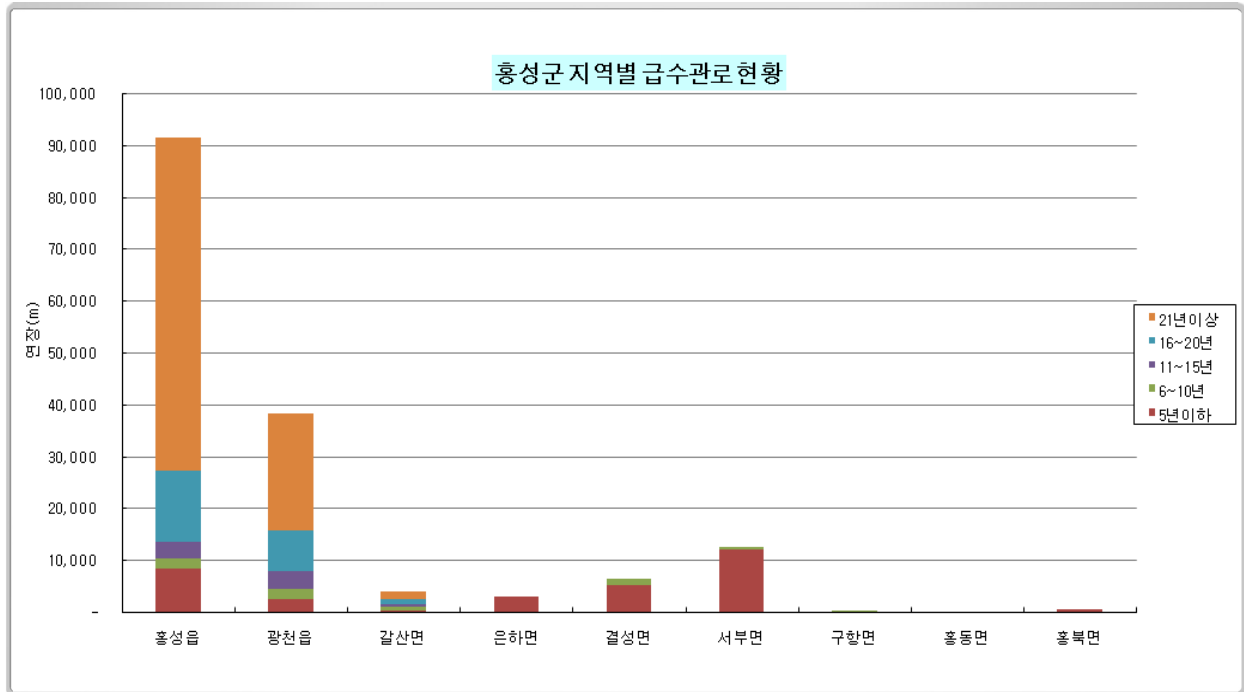
지역별 급수관로 부설현황

(단위 : m)

구 분	홍성군	홍성읍	광천읍	갈산면	은하면	결성면	서부면	구항면	홍동면	홍북면
합계	158,147	91,655	38,548	4,273	3,103	6,546	12,772	403	231	616
5년이하	33,954	8,615	2,818	448	3,103	5,388	12,352	383	231	616
6~10년	6,096	1,831	1,898	769	—	1,158	420	20	—	—
11~15년	7,179	3,333	3,444	402	—	—	—	—	—	—
16~20년	22,377	13,695	7,714	968	—	—	—	—	—	—
21년이상	88,541	6,4181	22,674	1,686	—	—	—	—	—	—



<그림 5.2-7> 지역별 배수관로 현황



<그림 5.2-8> 지역별 급수관로 현황

2.2 수도시설 기술진단

홍성군은 홍성, 광천, 결성, 갈산정수장이 폐쇄되었고, 배수지6개소가 운영 중으로 기계분야, 전기분야, 계측제어분야의 배수지 기술진단을 통해 배수지 개량계획을 수립하였다.

2.2.1 홍성1(광역) 배수지

가. 기계분야

1) 기본사항

홍성1(광역)배수지는 $V=4,000\text{m}^3$ 규모의 배수지시설로 현재 보령댐 광역상수도를 공급받아 운영 중이다.

구 분	규 격 (B×L×H×지)	용 량 (m^3)	체류 시간	H.W.L (m)	L.W.L (m)	비 고
홍성1(광역) 배수지	18.2×26.7×4.2×2지	4,000	8	87.2	83.0	

2) 전동 밸브설비

광역 수원 공급 및 차단을 현장 및 원격으로 제어 가능 하도록 배수지 유입부에 전동밸브가 설치되어 운영 중이다.

구 분	형 식	규 격	수량	비고
유입밸브	전동 게이트 밸브	300A	2	

구 분	모터 회전수 (RPM)	동 력 (kW)	토크 (kgf · cm ²)	제 작 사	제조 년월	수량	비고
유입밸브 구동기	1,620	1.5	19.2	모건 코리아	2000.11	2	

3) 설치 현황

배수지	유입밸브 1호기
	
유입밸브 2호기	유출밸브
	

4) 기술검토 결과

- 배수지 2지에 각 각 전동 유입 밸브가 설치되어 있어 지별 운전이 자동으로 가능함.
- 유출밸브 관경이 400A로써 1년에 2회 가량 지청소 등의 용도로 사용하고 있으나, 관경이 크고, 배수지 수압으로 인하여 수동 조작이 힘든 상황이며, 부식 또한 심하므로 교체가 필요함.
- 교체할 밸브는 충고를 고려하여 수평 조작형 전동 버터플라이 밸브가 적절한 것으로 판단됨.

5) 개량계획

항목	규격	수량	단가(천원)	공사비(천원)	비 고
유출밸브 1,2호기 철거	형식 : 수동 게이트 밸브 규격 : 400A	2대	100	200	
유출밸브 1,2호기 설치	형식 : 전동 버터플라이 밸브 규격 : 400A	2대	8,500	17,000	배관공사비 포함
계		1식		17,200	

나. 전기분야

1) 시설개요

- 위 치 : 충청남도 홍성군 홍성읍 남장리 480-2외 2필지
- 시설용량 : 4,000m³

2) 전기시설현황

① 전력인입설비

- 한국 전력공사(KEPCO) 380~220V 배전선로의 벽계간선D/L에서 분기하여 가공으로 1회선을 수전 받고 있다.

인입설비 및 동력제어설비

배수지 전경	인입전주 및 계량기	배 전 선 로	동력제어반
			

수전전압 및 계약전력

구 분	수전전압 및 수전방식	계약전력(kW)	전 력 구 분	비 고
홍성1(광역)배수지	380~220V 3상4선 60Hz	3	주택용 저압전력	

② 동력제어설비

- 한국전력공사 저압선로 3상4선(380~220V)으로 인입 받아 전원공급중이다.
- 본 배수지의 주요부하는 유입밸브 등으로 아래와 같이 구성되어 있다.
- 동력제어설비는 아래 표와 같다.

동력제어설비 현황

구 분	주 요 사 항	사 용 용 도	비 고
- 동력제어반(벽부형) (W450xH600xD180)	- MAIN MCCB : 4P 30A - MCCB, ELB, MC	- 주회로 보호 - 저압부하 전원공급	

3) 설비검토 및 개량방안

본 배수지의 전기설비 상태가 양호하며 운영상의 문제점이 없는 것으로 나타났다.

다. 계측제어분야

1) 계측제어설비 검토기준

① 개 요

최근 상수도 생산시설 계획에서 자동화운전 및 현대화가 가속화되고 있는 추세로서 계측 제어설비에 대한 기능 및 성능을 기술진단하여 자동운전 및 현대화(자동화) 계획수립이 원활히 이루어지도록 하며 수운용 관리 통합 시스템에 대한 기본계획을 수립 계획코자 한다.

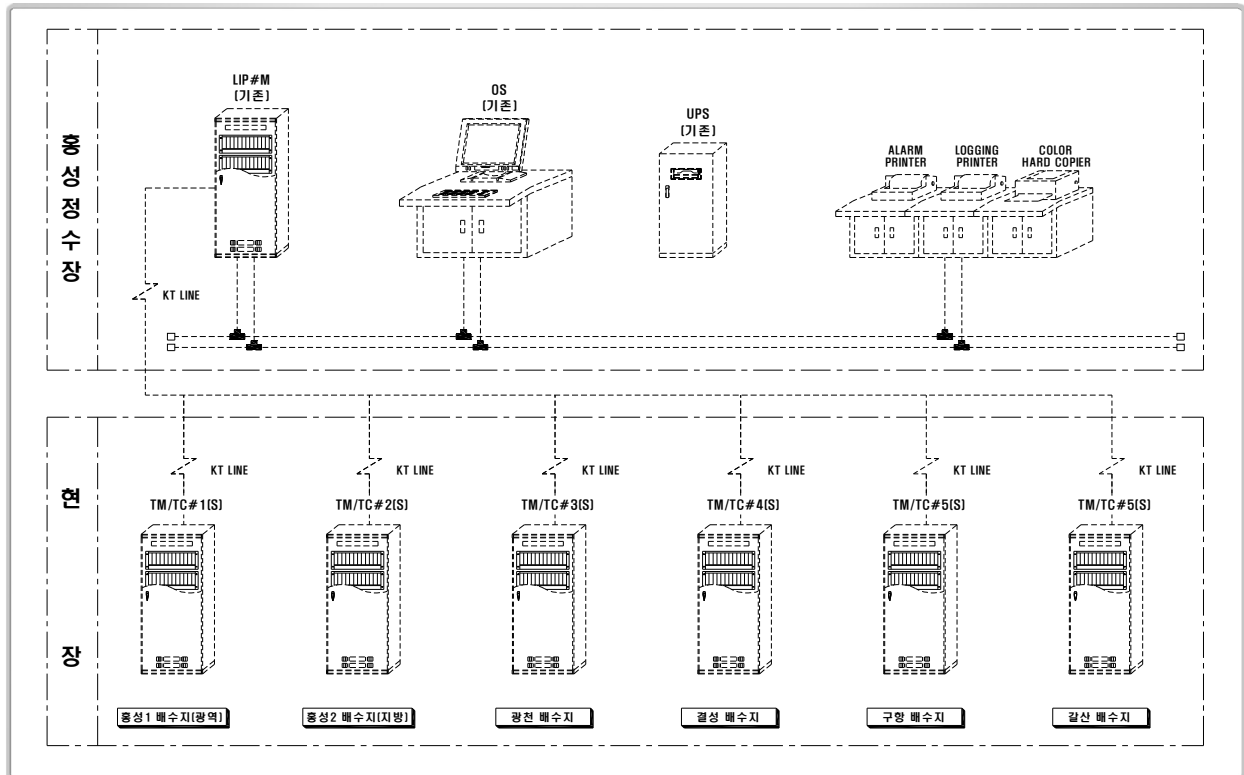
② 검토기준

공 종	검 토 항 목	세 부 검 토 사 항	비 고
감 시 제 어 기 능	현 장 조 사	• 시설현황, 기능 및 시스템에 대한 진단 • 시스템별 확장, 개량 및 신설여부 진단 • 자동화 정도 및 개선여부 진단	
	기본 기능 검토	• 운전개요 및 방안 정립	
	기 술 진 단	• 기능저하요인 분석 • 기능회복방안 대책 강구	
계 측 기 능	현 장 조 사	• 유량계, 수위계 등	
	기본 기능 검토	• 계측의 목적 및 적용성 검토 • 경제성, 정밀도, 설치조건및 주위환경 검토	
	기 술 진 단	• 기능저하요인 분석 • 기능회복방안 대책 강구	
현대화 및 자동화	통 합 관 리	• 기본적인 자동운전 및 DATA 통합적 관리 • 효율적인 수운용 관리체계 정립	

③ 계측제어설비 현황 및 계획

홍성정수장은 MMI(Man-Machine Interface) 장치인 운전자 전용 Operator Station(OS), I/O Module로 구성되어 있다.

홍성1, 홍성2, 광천, 결성, 구항, 갈산 배수지는 TM/TC 설비를 이용 KT 전용라인을 통해 홍성정수장 중앙통제실로 데이터를 송수신 하고 있다.



시스템 구성도

2) 계측제어설비 기술진단

① 시설현황

● 감시제어시스템 현황

공 종	설치항목	형 식 및 규 격	수 량	설 치 현 황
홍성1 배수지	TM/TC Panel	• PLC : GLOFA – Memory : 256KB – Modem : 9600bps • UPS : 1 KVA • 감시 항목 – 배수지수위, 배수지 유입유량	1식	
	홍성1(광역) 배수지(TM#1S) - 홍성정수장(TM#M)			

- 계측기기 현황

공 종	설치항목	형 식 및 규 격	수 량	설 치 현 황
홍성1(광역) 배수지	유입유량계	• 제작사 : KROHNE • 형 식 : 전자식 • 출 력 : 4~20mA • 위 치 : 유입배관	1세트	
	배수지 수위계	• 제작사 : 고려산업 • 형 식 : 플로트식 • 출 력 : 4~20mA • 위 치 : 배수지 상단	1세트	

● 문제점 및 개량방안

구 분	문 제 점	개량 방안	사업비(천원)
감시제어 설비	주요시설에 대한 중앙(홍성정수장)에서의 영상감시가 이루어 지지 않음	배수지 영상감시를 위한 CCTV 및 경고 방송시스템 설치	20,000
계측기기	유입유량계 고장	유입유량계센서 교체	5,000

2.2.2 홍성2(지방)배수지

가. 기계분야

1) 기본사항

홍성2(지방)배수지는 $V=1,800\text{m}^3$ 규모의 배수지시설로 현재 보령댐 광역상수도를 공급받아 운영 중이다.

구 분	규 격 (B×L×H×지)	용 량 (m^3)	체류 시간	H.W.L (m)	L.W.L (m)	비 고
홍성2(지방) 배수지	11.0×16.0×5.0×2지	1,800	8	75.0	71.0	

2) 전동 밸브설비

광역 수원 공급 및 차단을 현장 및 원격으로 제어 가능 하도록 배수지 유입부에 전동밸브가 설치되어 운영 중이다.

구 분	형 식	규 격	수량	비고
유입밸브	전동 게이트 밸브(이상식)	200A	1	

구 분	모터 회전수 (RPM)	동 력 (kW)	토크 (kgf · cm)	제 작 사	제조 년월	수량	비고
유입밸브 구동기	1,620	0.75	15	모건 코리아	2004.5	1	

3) 설치 현황



4) 기술검토 결과

- 배수지 2지에 각각 수동 유입 밸브가 설치되어 있으나, 배수지 2지 유입 전단의 관로에 전동밸브가 설치되어있어 지별 운전이 자동으로 불가능함.
- 밸브는 전반적으로 이상 없이 작동 중임.

나. 전기분야

1) 시설개요

- 위 치 : 충청남도 홍성군 홍성읍 남장리 121-34외 1필지
- 시설용량 : 1,800m³

2) 전기시설현황

① 전력인입설비

한국 전력공사(KEPCO) 380~220V 배전선로의 벽계간선D/L에서 분기하여 가공으로 1회선을 수전 받고 있다.

인입설비 및 동력제어설비

배수지 전경	인입전주 및 계량기	배 전 선 로	동력제어반
			

수전전압 및 계약전력

구 분	수전전압 및 수전방식	계약전력(kW)	전 력 구 분	비 고
홍성2배수지	380~220V 3상4선 60Hz	5	산업용 갑 저압전력	

② 동력제어설비

- 한국전력공사 저압선로 3상4선(380~220V)으로 인입 받아 전원공급중이다.
- 본 배수지의 주요부하는 유입밸브 등으로 아래와 같이 구성되어 있다.
- 동력제어설비는 아래 표와 같다.

동력제어설비 현황

구 분	주 요 사 항	사 용 용 도	비 고
- 동력제어반(벽부형) (W450xH600xD180)	- MAIN MCCB : 4P 30A - MCCB, ELB, MC	- 주회로 보호 - 저압부하 전원공급	

3) 설비검토 및 개량방안

① 동력제어설비

본 배수지의 동력제어반은 내부 습기 등으로 의해 상당히 부식되어 있어 감전사고위험이 예상되며, 화재예방을 위하여 교체하는 것이 바람직하다.

② 피뢰설비

본 사업장은 피뢰설비가 구성되어 있지 않아 낙뢰시 전원 및 통신설비 계통에 큰 영향이 있으므로 피뢰침을 설치하여 낙뢰로 인한 전력시설 및 통신설비에 대한 보호가 필요하다.

4) 시설개선 및 투자사업비

시설개선 및 투자사업비

구 분	주 요 사 항	수 량	공사비(천원)	비 고
동력제어설비	동력제어반 교체	1식	1,000	
피뢰설비	피뢰침 신설	1식	10,000	

다. 계측제어분야

1) 시설현황

① 감시제어시스템 현황

공 종	설치항목	형 식 및 규 격	수 량	설 치 현 황
홍성2 배수지	TM/TC Panel	- PLC : GLOFA - Memory : 256KB - Modem : 9600bps - UPS : 1 KVA - 감시 항목 - 배수지수위, 배수지 유입유량	1식	
	홍성2(지방) 배수지(TM#2S) - 홍성정수장(TM#M)			

② 계측기기 현황

공 종	설치항목	형 식 및 규 격	수 량	설 치 현 황
홍성2 (지방) 배수지	유입유량계	- 제작사 : TOKIMEC - 형 식 : 전자식 - 출 력 : 4~20mA - 위 치 : 유입배관	1세트	
	배수지 수위계	- 제작사 : 고려산업 - 형 식 : 플로트식 - 출 력 : 4~20mA - 위 치 : 배수지 상단	2세트	

2) 문제점 및 개량방안

구 분	문 제 점	개량 방안	사업비(천원)
감시제어 설비	주요시설에 대한 중앙(홍성정수장)에서의 영상감시가 이루어 지지 않음	배수지 영상감시를 위한 CCTV 및 경고 방송시스템 설치	20,000

2.2.3 광천배수지

가. 기계분야

1) 기본사항

광천배수지는 $V=3,600\text{m}^3$ 규모의 배수지시설로 현재 보령댐 광역상수도를 공급받아 운영 중이다.

구 분	규 격 (B×L×H×지)	용 량 (m^3)	체류 시간	H.W.L (m)	L.W.L (m)	비 고
광천 배수지	18.2×22.05×4.2×2지	3,600	21	50.0	46.0	

2) 전동 밸브설비

광역 수원 공급 및 차단을 현장 및 원격으로 제어 가능 하도록 배수지 유입부에 전동밸브가 설치되어 운영 중이다.

구 분	형 식	규 격	수량	비고
유입밸브	전동 버터플라이 밸브	200A	2	

구 분	모터 회전수(RPM)	동력(kW)	토크(kgf · cm^2)	제 작 사	제조년월	수량	비고
유입밸브 구동기	—	—	10.0	모건 코리아	1997.6	2	

3) 설치 현황

배수지	유입밸브 1호기
	



4) 기술검토 결과

- 배수지 2지에 각 각 전동 유입 밸브가 설치되어 있어 지별 운전이 자동으로 가능함.
- 유입 밸브는 많이 노후 되어 누수가 발생하므로 상대적으로 누수가 적은 전동 게이트 밸브로 교체가 필요함.
- 유출밸브 관경이 300A로써 1년에 2회 가량 지청소 등의 용도로 사용하고 있으나, 관경이 크고, 배수지 수압으로 인하여 수동 조작이 힘든 상황이며, 부식 또한 심하므로 교체가 필요함.

5) 개량계획

항목	규격	수량	단가(천원)	공사비(천원)	비 고
유입밸브 1,2호기 철거	형식 : 전동 버터플라이 밸브 규격 : 200A	2대	50	100	
유입밸브 1,2호기 설치	형식 : 전동 게이트 밸브 규격 : 200A	2대	4,500	9,000	배관공사비 포함
유출밸브 1,2호기 철거	형식 : 수동 게이트 밸브 규격 : 300A	2대	80	160	
유출밸브 1,2호기 설치	형식 : 전동 게이트 밸브 규격 : 300A	2대	5,000	10,000	배관공사비 포함
계		1식		19,260	

나. 전기분야

1) 시설개요

- 위 치 : 충청남도 홍성군 광천읍 소암리 382-8외 5필지
- 시설용량 : 3,600m³

2) 전기시설현황

① 전력인입설비

한국 전력공사(KEPCO) 380~220V 배전선로의 광천간선D/L에서 분기하여 가공으로 1회선을 수전 받고 있다.

인입설비 및 동력제어설비

배수지 전경	인입전주 및 계량기	배 전 선 로	동력제어반
			

수전전압 및 계약전력

구 분	수전전압 및 수전방식	계약전력(kW)	전 력 구 분	비 고
광천배수지	380~220V 3상4선 60Hz	5	산업용 갑 저압전력	

② 동력제어설비

- 한국전력공사 저압선로 3상4선(380~220V)으로 인입 받아 전원공급중이다.
- 본 배수지의 주요부하는 유입밸브 등으로 아래와 같이 구성되어 있다.
- 동력제어설비는 아래 표와 같다.

동력제어설비 현황

구 분	주 요 사 항	사 용 용 도	비 고
- 동력제어반(벽부형) (W600xH600xD180)	- MAIN MCCB : 4P 100A - MCCB, ELB, MC	- 주회로 보호 - 저압부하 전원공급	

3) 설비검토 및 개량방안

① 피뢰설비

- 본 사업장은 피뢰설비가 구성되어 있지 않아 낙뢰시 전원 및 통신설비 계통에 큰 영향이 있으므로 피뢰침을 설치하여 낙뢰로 인한 전력시설 및 통신설비에 대한 보호가 필요하다.

4) 시설개선 및 투자사업비

시설개선 및 투자사업비

구 분	주 요 사 항	수량	공사비(천원)	비 고
피뢰설비	피뢰침 신설	1식	10,000	

다. 계측제어분야

1) 시설현황

① 감시제어시스템 현황

공 종	설치항목	형 식 및 규 격	수 량	설 치 현 황
홍성2 배수지	TM/TC Panel	• PLC : GLOFA - Memory : 256KB - Modem : 9600bps • UPS : 1 KVA • 감시 항목 - 배수지수위, 배수지 유입유량	1식	
	광천 배수지(TM#3S) - 홍성정수장(TM#M)			

② 계측기기 현황

공 종	설치항목	형 식 및 규 격	수 량	설 치 현 황
광 천 배수지	배수지 유입유량	• 형 식 : 전자식 • 출 력 : 4~20mA • 위 치 : 유입배관	1세트	
	배수지 수위	• 제작사 : 고려산업 • 형 식 : 플로트식 • 출 력 : 4~20mA • 위 치 : 배수지 상단	2세트	

2) 문제점 및 개량방안

구 분	문 제 점	개량 방안	사업비 (천원)
감시제어 설비	주요시설에 대한 중앙(홍성정수장)에서의 영상감시가 이루어 지지 않음	배수지 영상감시를 위한 CCTV 및 경고 방송시스템 설치	20,000
계측기기	유입유량계 고장	유입유량계센서 교체	5,000

2.2.4 결성배수지

가. 기계분야

1) 기본사항

결성배수지는 $V=780\text{m}^3$ 규모의 배수지시설로 현재 보령댐 광역상수도를 공급받아 운영 중이다.

구 분	규 격 (B×L×H×지)	용 량 (m^3)	체류 시간	H.W.L (m)	L.W.L (m)	비 고
결성 배수지	8.0×12.0×4.2×2지	780	17.8	83.0	78.8	

2) 전동 밸브설비

광역 수원 공급 및 차단을 현장 및 원격으로 제어 가능 하도록 배수지 유입부에 전동밸브가 설치되어 운영 중이다.

구 분	형 식	규 격	수량	비고
유입밸브	전동 게이트 밸브(이상식)	150A	1	

구 분	모터 회전수 (RPM)	동 력 (kW)	토크 ($\text{kgf} \cdot \text{cm}$)	제 작 사	제조 년월	수량	비고
유입밸브 구동기	1,620	0.75	18.0	모건 코리아	2002.10	1	

3) 설치 현황





4) 기술검토 결과

- 배수지 2지에 각 각 수동 유입 밸브가 설치되어 있으나, 배수지 2지 유입 전단의 관로에 전동 밸브가 설치되어있어 지별 운전이 자동으로 불가능함.
- 밸브는 전반적으로 이상 없이 작동중임.

나. 전기분야

1) 시설개요

- 위 치 : 충청남도 홍성군 결성면 성호리 315-1의 1필지
- 시설용량 : 780m³

2) 전기시설현황

① 전력인입설비

- 한국 전력공사(KEPCO) 380~220V 배전선로의 결성간선D/L에서 분기하여 가공으로 1회선을 수전 받고 있다.

인입설비 및 동력제어설비



수전전압 및 계약전력

구 분	수전전압 및 수전방식	계약전력(kW)	전 력 구 분	비 고
결성배수지	380~220V 3상4선 60Hz	5	일반용 갑 저압전력	

② 동력제어설비

- 한국전력공사 저압선로 3상4선(380~220V)으로 인입 받아 전원공급중이다.
- 본 배수지의 주요부하는 통신장비 등으로 아래와 같이 구성되어 있다.
- 동력제어설비는 아래 표와 같다.

동력제어설비 현황

구 분	주 요 사 항	사 용 용 도	비 고
- 동력제어반(매입형) (W700xH1200)	- MAIN MCCB : 4P 50A - MCCB, ELB, MC	- 주회로 보호 - 저압부하 전원공급	

3) 설비검토 및 개량방안

본 배수지의 전기설비 상태가 양호하며 운영상의 문제점은 없는 것으로 나타났다.

다. 계측제어분야

1) 시설현황

① 감시제어시스템 현황

공 종	설치항목	형 식 및 규 격	수 량	설 치 현 황
결 성 배수지	TM/TC Panel	• PLC : GLOFA – Memory : 256KB – Modem : 9600bps • UPS : 1 KVA • 감시 항목 – 배수지수위, 배수지 유입유량	1식	
	결성 배수지(TM#4S) - 홍성정수장(TM#M)			

② 계측기기 현황

공 종	설치항목	형 식 및 규 격	수 량	설 치 현 황
결 성 배수지	유입유량계	• 제작사 : KROHNE • 형 식 : 전자식 • 출 력 : 4~20mA • 위 치 : 유입배관	1세트	
	배수지 수위계	• 제작사 : 엠에스테크 • 형 식 : 초음파식 • 출 력 : 4~20mA • 위 치 : 배수지 상단	1세트	

2) 문제점 및 개량방안

구 분	문 제 점	개량 방안	사업비 (천원)
감시제어 설비	주요시설에 대한 중앙(홍성정수장)에서의 영상감시가 이루어 지지 않음	배수지 영상감시를 위한 CCTV 및 경고 방송시스템 설치	20,000

2.2.5 구항배수지

가. 기계분야

1) 기본사항

결성배수지는 V=160m³ 규모의 배수지시설로 현재 보령댐 광역상수도를 공급받아 운영 중이다.

구 분	규 격 (B×L×H×지)	용 량 (m³)	체류 시간	H.W.L (m)	L.W.L (m)	비 고
구항 배수지	3.5×7.0×3.2×2지	160	9.6	86.7	83.5	

2) 전동 밸브설비

광역 수원 공급 및 차단을 현장 및 원격으로 제어 가능 하도록 배수지 유입부에 전동밸브가 설치되어 운영 중이다.

구 분	형 식	규 격	수량	비고
유입밸브	전동 게이트 밸브(이상식)	200A	1	

구 분	모터 회전수 (RPM)	동 력 (kW)	토크 (kgf · cm)	제 작 사	제조 년월	수량	비고
유입밸브 구동기	1,620	0.4	13.0	모건 코리아	2003.11	1	

3) 설치 현황



4) 기술검토 결과

- 배수지 2지에 각 각 수동 유입 밸브가 설치되어 있으나, 배수지 2지 유입 전단의 관로에 전동 밸브가 설치되어있어 지별 운전이 자동으로 불가능함.
- 밸브는 전반적으로 이상 없이 작동중임.

나. 전기분야

1) 시설개요

- 위치 : 충청남도 홍성군 구항면 오봉리 788-23
- 시설용량 : 160m³

2) 전기시설현황

① 전력인입설비

한국 전력공사(KEPCO) 380~220V 배전선로의 서부간선D/L에서 분기하여 가공으로 1회선을 수전 받고 있다.

인입설비 및 동력제어설비

배수지 전경	인입전주 및 계량기	배 전 선 로	동력제어반
			

수전전압 및 계약전력

구 분	수전전압 및 수전방식	계약전력(kW)	전 력 구 분	비 고
구항배수지	380~220V 3상4선 60Hz	5	주택용 저압전력	

② 동력제어설비

- 한국전력공사 저압선로 3상4선(380~220V)으로 인입 받아 전원공급중이다.
- 본 배수지의 주요부하는 유입밸브 등으로 아래와 같이 구성되어 있다.
- 동력제어설비는 아래 표와 같다.

동력제어설비 현황

구 분	주 요 사 항	사 용 용 도	비 고
- 동력제어반(벽부형) (W450xH600xD180)	- MAIN MCCB : 4P 30A - MCCB, ELB, MC	- 주회로 보호 - 저압부하 전원공급	

3) 설비검토 및 개량방안

본 배수지의 전기설비 상태가 양호하며 운영상의 문제점은 없는 것으로 나타났다.

다. 계측제어분야

1) 시설현황

① 감시제어시스템 현황

공 종	설치항목	형 식 및 규 격	수 량	설 치 현 황
구 향 배수지	TM/TC Panel	- PLC : GLOFA - Memory : 256KB - Modem : 9600bps - UPS : 1 KVA - 감시 항목 - 배수지수위, 배수지 유입유량	1식	
	구향 배수지(TM#5S) - 홍성정수장(TM#M)			

② 계측기기 현황

공 종	설치항목	형 식 및 규 격	수 량	설 치 현 황
구 향 배수지	유입유량계	- 제작사 : KROHNE - 형 식 : 전자식 - 출 력 : 4~20mA - 위 치 : 유입배관	1세트	
	배수지 수위계	- 제작사 : 엠에스테크 - 형 식 : 초음파식 - 출 력 : 4~20mA - 위 치 : 배수지 상단	1세트	

2) 문제점 및 개량방안

구 분	문 제 점	개량 방안	사업비 (천원)
감시제어 설비	주요시설에 대한 중앙(홍성정수장)에서의 영상감시가 이루어 지지 않음	배수지 영상감시를 위한 CCTV 및 경고 방송시스템 설치	20,000
계측기기	배수지 수위계 1대고장	수위계 교체	3,000

2.2.6 갈산배수지

가. 기계분야

1) 기본사항

갈산배수지는 $V=430\text{m}^3$ 규모의 배수지시설로 현재 보령댐 광역상수도를 공급받아 운영 중이다.

구 분	규 격 (B×L×H×지)	용 량 (m^3)	체류 시간	H.W.L (m)	L.W.L (m)	비 고
갈산 배수지	10.4×10.4×4.5×1지	430	10.6	67.0	63.0	

2) 전동 밸브설비

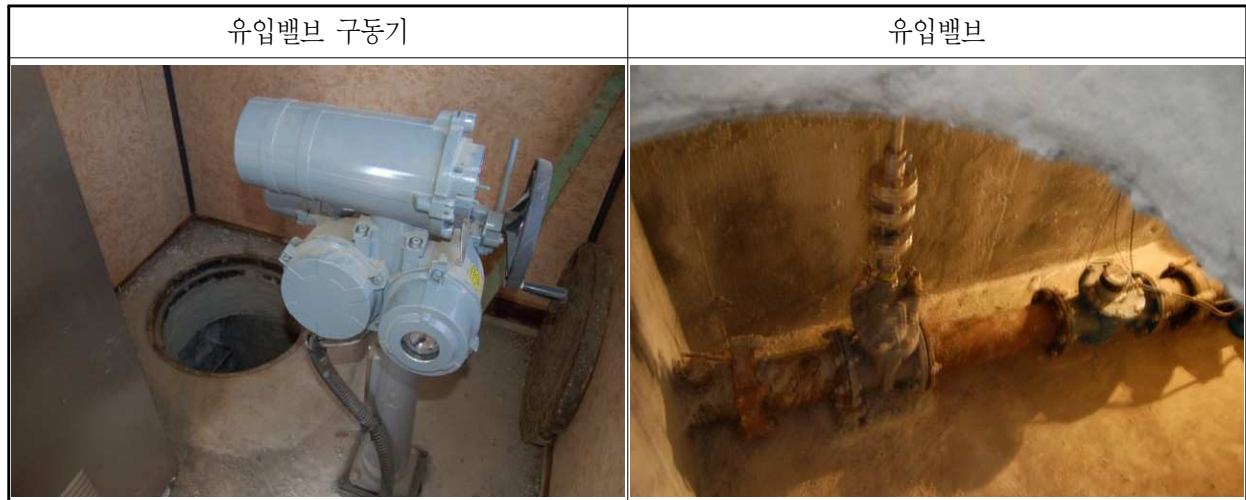
광역 수원 공급 및 차단을 현장 및 원격으로 제어 가능 하도록 배수지 유입부에 전동밸브가 설치되어 운영 중이다.

구 분	형 식	규 격	수량	비고
유입밸브	전동 게이트 밸브(이상식)	150A	1	

구 분	모터 회전수 (RPM)	동 력 (kW)	토크 ($\text{kgf} \cdot \text{cm}$)	제 작 사	제조 년월	수량	비고
유입밸브 구동기	1,620	0.4	13.0	모건 코리아	2003.11	1	

3) 설치 현황





4) 기술검토 결과

- 배수지 유입부에 이상식 전동 게이트 밸브가 설치되어 있어 광역수원을 급수 가능하도록 되어있음.
- 밸브는 전반적으로 이상없이 작동중임.

나. 전기분야

1) 시설개요

- 위 치 : 충청남도 홍성군 갈산면 상촌리 산1-6외 1필지
- 시설용량 : 430m³

2) 전기시설현황

① 전력인입설비

한국 전력공사(KEPCO) 380~220V 배전선로의 갈산간선D/L에서 분기하여 가공으로 1회선을 수전 받고 있다.

인입설비 및 동력제어설비



수전전압 및 계약전력

구 분	수전전압 및 수전방식	계약전력(kW)	전 력 구 분	비 고
갈산배수지	380~220V 3상4선 60Hz	3	주택용 저압전력	

② 동력제어설비

- 한국전력공사 저압선로 3상4선(380~220V)으로 인입 받아 전원공급중이다.
- 본 배수지의 주요부하는 유입밸브 등으로 아래와 같이 구성되어 있다.
- 동력제어설비는 아래 표와 같다.

동력제어설비 현황

구 분	주 요 사 항	사 용 용 도	비 고
- 동력제어반(벽부형) (W500xH600xD180)	- MAIN MCCB : 4P 30A - MCCB, ELB, MC	- 주회로 보호 - 저압부하 전원공급	

3) 설비검토 및 개량방안

본 배수지의 전기설비 상태가 양호하며 운영상의 문제점은 없는 것으로 나타났다.

다. 계측제어분야

1) 시설현황

① 감시제어시스템 현황

공 종	설치항목	형 식 및 규 격	수 량	설 치 현 황
갈 산 배수지	TM/TC Panel	• PLC : GLOFA – Memory : 256KB – Modem : 9600bps • UPS : 1 KVA • 감시 항목 – 배수지수위, 배수지 유입 유량	1식	
	갈산 배수지(TM#6S) - 홍성정수장(TM#M)			

② 계측기기 현황

공 종	설치항목	형 식 및 규 격	수 량	설 치 현 황
갈 산 배수지	유입유량계	• 제작사 : KROHNE • 형 식 : 전자식 • 출 력 : 4~20mA • 위 치 : 유입배관	1세트	
	배수지 수위계	• 제작사 : ECHOTREK • 형 식 : 초음파식 • 출 력 : 4~20mA • 위 치 : 배수지 상단	1세트	

2) 문제점 및 개량방안

구 분	문 제 점	개량 방안	사업비 (천원)
감시제어 설비	주요시설에 대한 중앙(홍성정수장)에서의 영상감시가 이루어 지지 않음	배수지 영상감시를 위한 CCTV 및 경고 방송시스템 설치	20,000
	UPS 고장	UPS 교체	2,000

2.3 노후관로 개량계획

2.3.1 관로시설 현황

홍성군은 현재 송수관로 40.13km, 배수관로 190.79km, 급수관 158.14km가 부설되어 있으며 보령댐계통 광역상수도에서 전량 공급받아 송수관로를 통해 배수지에 유입되고 있으며, 홍성군의 노후관 개량사업은 누수가 심한 민원발생지역과 동절기시 동파 등으로 인한 복구사업시에만 개량사업이 이루어지고 있어 실적이 매우 저조한 편이다,

또한, 송수관을 제외한 급배수관중 20년 이상된 관은 전체의 약34%(117km)를 차지하고 있다. 따라서 적절한 노후관 개량계획을 수립하여 누수 및 관파손 등 노후관의 영향을 최소화해야 한다.

<표 5.2-13>

연도별 관거매설 현황

(단위 : m)

관종 년도	합계	배 수 관				급 수 관				비 고
		계	주철관	합성 수지관	기타	계	합성 수지관	아연도 강관	기타	
계	348,941	190,793	93,026	97,767	-	158,148	139,061	19,087	-	
87이전	117,885	29,344	8123	21221	-	88,541	73904	14637	-	20년이상
88~92	37,958	15,581	9,555	6,026	-	22,377	19,117	3,260	-	16~20년
93~97	13,349	6,170	-	6,170	-	7,179	5,989	1,190	-	11~15년
98~07	179,749	139,698	75,348	64,350	-	40,051	40,051	-	-	10년

자료 : 상수도 통계(2008, 환경부)

2.3.2 노후관로의 정의 및 수도관 파손원인

가. 노후관의 정의

노후관로란 낡아서 제 기능을 다하지 못하는 관로를 말한다. 즉, 관로의 재질, 제원, 유효두께와 같은 물리적인 강도 저하와 통수능력, 수압 및 펌프능력 감소, 에너지 소모량 증대와 같은 수리적인 조건, 내부부식, 기자재 용출에 의한 수질의 영향 및 누수와 균열에 의한 파손으로 민원이 자주 야기되는 등 원수나 정수를 안전하게 수송하려는 관로자체의 제기능을 상실한 관이라고 할 수 있다.

대도시의 수도사업체에서는 노후관 개량사업을 경험적인 시행기준을 가지고 실시하고 있으나, 대부분의 중소도시에서는 별다른 시행기준 없이 매설경과년수, 관종별 및 사고다발지역 또는 민원발생지역을 노후관 정비사업의 대상으로 삼고 있다.

나. 수도관의 파손원인

수도관의 파손사고는 일반적으로 복합적인 원인에 의해서 발생하는 경우가 흔하다. 일본의 경우 수도관의 파손원인은 주로 관의 노후, 교통하중의 증가에 의한 이유로 거론되고 있으며 일본 수도관로기술센터의 소림강언에 의해 정리된 수도관의 파손원인을 다음과 같이 제시하고 있다.

<표 5.2-14>

수도관의 파손원인

구 분	파 손 원 인
1. 재 질	1) 관, 부대시설 재질의 불량 2) 부식에 의한 강도저하(관재질, 수질, 토질, 미주전류) 3) 재질의 악화
2. 관로매설 시공기술	4) 시공기술 5) 부적절한 매설 6) 다른 구조물과의 접촉
3. 급수의 상태	7) 수 압 8) Water Hammer 9) 수질(내부부식) 10) 온도변화 11) 누수방지에 의한 관로 주변의 공동화
4. 관로 매설장소의 환경	12) 교통하중의 증가 13) 관로 주변 토양의 움푹임(동결, 동토, 갈수에 의한 함수율의 저하, 토질) 14) 지진에 의한 응력변화 15) 토양의 침식 16) 온도변화 17) 설계시공시의 제반여건과 현재 여건의 차이
5. 다른 공사 및 화재에 의한 사고	18) 다른 공사에 의한 파손 및 환경의 변화 19) 재해에 의한 도로의 파손

자료) 수도관로의 파손과 기능열화(1995, 일본 수도관로기술센터)

<표 5.2-15>

관로 파손의 구조적 원인

파 손 의 형 태	하중을 받는 축	구 조 적 원 인
길 이 방 향	가 로	열적수축 휨파손
원 주 방 향	세 로	내부압력 초과횡하중
접 합 부 이 탈	가 로	내부압력 납대용 접합부의 팽창

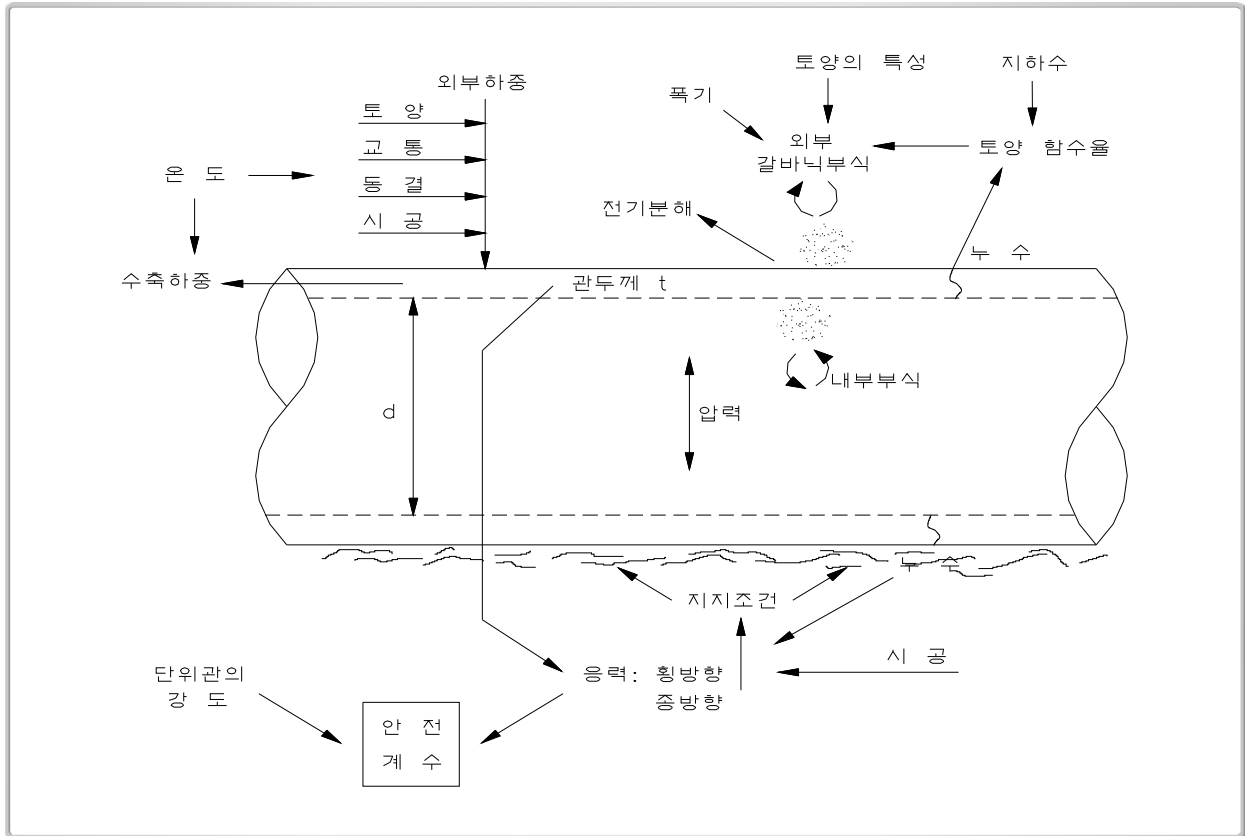
자료) Water Main Evaluation For Rehabilitation / Replacement

현재 수자원공사가 보유하고 있는 수도시설물 정보 관리시스템의 데이터 베이스(D/B)에 수록되어 있는 관로 파손 원인의 범주와 그 종류는 10가지로 크게 분류되어 있고, 세부적으로는 사고원인을 21가지로 분류하여 기록하고 있다.

상기와 같이 상수도 관로의 구조적인 조건의 중요성은 부분에 따라 다르며, 또한 이들 원인이 복합적으로 작용하기 때문에 송배수관의 파손 원인을 명확하게 결정하는 것이 매우 곤란하다.

<표 5.2-16> 한국수자원공사의 사고원인 분류표

사 고 원 인	분 류 코 드
1. 시설의 부식	A
◦ 관부식	A1
◦ 변류 플랜지 접합부 패킹부식	A2
◦ 밸브류, 볼트, 너트 기타 부속물 부식	A3
2. 전식 및 토양에 의한 편홀등 국부적 부식	B
3. 수충압에 의한 원인	C
◦ 관파열	C1
◦ 접합부 이탈, 파열	C2
◦ 밸브류 파손	C3
4. 재질불량	D
◦ 관재질 불량	D1
◦ 밸브류 재질 불량	D2
5. 외적요인에 의한 원인	E
◦ 중차량 통행에 의한 관파열	E1
◦ 온도변화에 의한 신축작용 불량	E2
◦ 연약지반 침하에 의한 접합부 이격	E3
6. 일상보수 시설개량(계획보수)	F
◦ 누수보수	F1
◦ 노후시설 교체개량	F2
◦ 타공사에 지장되는 수도시설의 이설등 변경	F3
7. 타공사등 외적요인에 의한 관파손	G
8. 부설시공에 의한 사고	H
◦ 관로 부설공사에 의한 사고	H1
◦ 밸브류 부설공사에 의한 사고	H2
9. 태풍 또는 홍수등에 의한 재해	I
10. 기타 원인에 의한 사고, 단수	J
◦ 관 원인에 의한 사고, 단수	J1
◦ 밸브류 원인에 의한 사고, 단수	J2

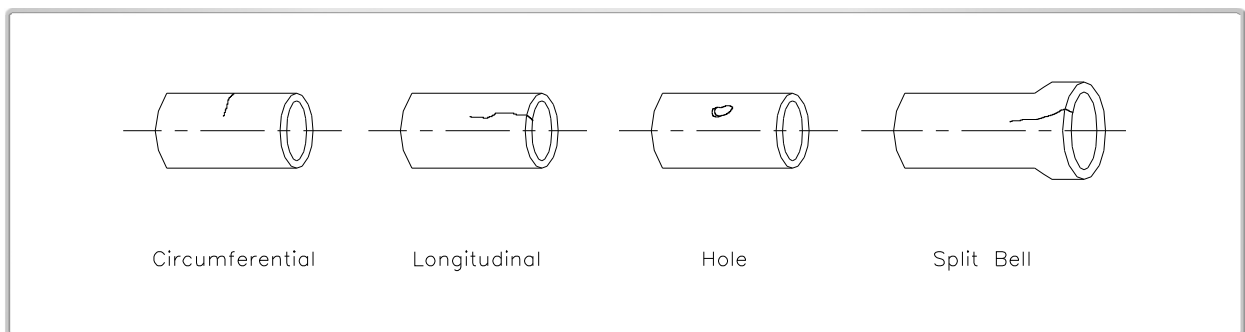


<그림 5.2-9> 관의 구조적 조건의 개념 모델

다. 상수도 관로의 파손 특성

수도관의 파손형태는 원주방향의 파손, 길이방향의 파손, 구멍(Hole), 그리고 접합부의 이탈(Split Bell)의 4가지가 있다. 원주방향의 파손은 소구경관에서, 길이방향의 파손과 구멍은 대구경관에서 발생하기 쉽다.

수도관의 관종별, 관경별, 매설년수별, 그리고 계절변동에 따른 파손 특성을 요약하면 다음과 같다.



<그림 5.2-10> 대표적인 관로 파손의 형태

<표 5.2-17>

수도관의 파손 특성 요약

구 분	파 손 특 성
관 종 별	- 같은 관종이라도 지역에 따라, 그리고 같은 지역에서도 토양특성, 시공방법, 매설지역에 따라 파손율이 다양하다. - 주철관과 아연도강관은 오래된 재질이고 강관, 닥타일주철관, 콘크리트관 등은 새로운 재질이므로 오래된 재질로 된 관이 더 많은 보수기록을 가지고 있다.
관 경 별	- 소구경관일수록 파손율이 높다. - 그 이유는 작은 관이 힘에 의한 파손에 더 약하고, 관 두께가 얇기 때문에 부식되기가 쉽기 때문이라고 설명될 수 있다. - 반면 일본 토쿠시마시의 경우 석면시멘트관에서는 관경의 차이가 인정되지 않은 사례도 있다.
매설년수별	매설년수와 파손율과는 함수관계가 없으며, 금속관의 경우에서만 어느 정도 상관성이 있다고 할 수 있다.
계절적변동	수도관의 파손은 겨울철에 현저하게 증가하는 경향을 보이는데, 그 이유는 저온에 의한 수축으로 관의 인장력의 증가와 토양동결로 인한 토양수분의 팽창으로 외부압력의 증가 때문이다.

라. 노후관이 수질에 미치는 영향

1) 건강상의 문제

부식에 의하여 용출된 물질이 수돗물에 혼입하여 인체에 위해를 주는 경우는 매우 흔한 현상으로 특히, 관 도료에서 납, 카드뮴, 아연, 구리 등의 중금속 용출이 전형적이다.

수중에 용출된 중금속중 납(Pb)은 신속하게 뼈에 축적되어 배출율이 점차 감소되고 뇌 장애현상을 일으키며, 카드뮴(Cd)은 신체의 간, 신장에 축적되어 농도가 증가하여 호흡기장애를 일으키며 신장에 독성 및 이따이이따이병을 유발한다. 또한, 아연(Zn), 구리(Cu)는 DO, 경도, 온도에 의해 수중동물에게 메스꺼운 증세 등 독성으로 변한다.

2) 수돗물 이용상의 문제

흔히 적수(Red water)라 부르는 녹물은 청수(Blue water), 착색수(Colored water), 탁수(Turbid water), 녹물(Rusty water) 등 다양하게 표현되고 있으며, 수요자에게 대단히 민감한 사항이 된다. 적수의 주된 원인은 관부식이며 그외에도 원수중에 존재해 있는 철, 망간, 부식토질 등에 기인하기도 하는데, 일단 적수가 발생하면 물의 외관을 해치고 맛의 장애를 일으키며 스케일을 형성하여 관내부 벽에 부착, 급수관의 통수능력 감소 및 계량기의 기능을 저해하기도 한다.

3) 누수 및 파손사고의 영향

부식이 원인이 되어 누수나 파손사고가 발생하면 송배수 불량은 물론이고 단수에 의한 급수 서비스의 저조뿐만 아니라 외부에 피해를 가져오기도 한다.

4) 경제적 손실

부식의 진행과 함께 관내에 스케일 침착이 일어나 관경이 점점 폐쇄되어 통수 능력 저하의 원인이 되며, 이를 해결키 위하여 가압 Pumping 비용의 증대를 초래하여 결국 누수방지, 관로의 사용년한의 단축으로 교체 비용 등 경제적 손실이 발생한다.

2.3.3 노후 상수도관 평가기법 현황

관로진단 방법을 구분함에 있어 ‘관로시설 진단법의 체계화 조사 보고서’(일본 수도관로 기술센터, 1996)에서는 수집된 정보를 기초로 관로를 진단하고 건전성과 내구성을 파악하는 방법으로 다음과 같이 제시하고 있다.

<표 5.2-18>

노후 상수도관 진단법

직접진단법	관로의 시편을 직접 채취하여 관체의 부식상황, 녹덩어리 발생상황 및 토양의 부식성 등을 조사하여 평가
간접진단법	과거의 사고이력이나 관로정보의 통계적 처리결과로부터 관로의 상태를 추정하여 평가

보다 정확한 관로의 진단은 직접진단법으로 수행하는 것이 가장 확실하겠지만 이 방법은 굴착과 단수를 필요로 하고 상대적으로 비용도 많이 들기 때문에 모든 관로에 이를 적용하는 것은 불가능하다. 따라서, 관로를 진단할 때에는 우선 간접진단법으로 대략적인 정보를 얻은 후 상세한 상황파악을 필요로 하는 관로에 대해서만 직접진단법을 적용하는 것이 합리적이다. 본 절에서는 노후상수도관 평가기법을 검토하여 홍성군에 적용성을 확인하고 향후 노후수도관의 진단 및 평가기법에 대하여 알아보았다.

1) 간접진단법

간접진단법은 사고정보와 매설환경정보 등으로부터 수도관의 상황을 추정하는 방식으로, 사고율을 기본으로 한 진단, 점수평가법, 주요항목에 의한 정성적 진단, 통계적 진단 등이 사용되고 있다.

2) 직접진단법

직접진단법은 관의 내외면 상황, 잔존 관두께의 측정, 물성시험 등에 의한 관로의 열화도를 직접 파악하는 방법이다. 관로를 굴착하는 기회가 있을 때 필요한 항목에 대하여 측정하고, 자료를 구축해 두고 이를 분석하면 직접진단의 판단기준을 보다 정밀하게 설정할 수 있다. 또한, 사고 등에 의해 관을 교체할 때 필요한 항목에 대해 측정하고 원인을 분석하

여 자료로 구축해 둘 필요가 있다. 정기진단 시에는 관체에서 직접 샘플을 채취하여 측정하여 노후정도를 판별한다. 장기적으로는 관로굴착과 샘플채취가 바람직한 것으로 보고 되고 있다. 직접진단법은 관종별로 수행방법을 약간씩 달리하여 구성된다.

<표 5.2-19>

간접진단법 일람표

진 단 방 법	개 요
사고를 기초로 한 진단	1) 사고율을 기초로 한 진단 지표로서, 각 진단구간 등의 사고율(건/km/년)을 이용한다. 각 진단구간 등의 사고율을 계산하고, 노후도를 구한다.
	2) 사고의 발생상황에 의한 진단 사고의 발생상황을 사고의 기록, 시간적 요인의 분석, 파손 형태에 의한 분류, 재발생 검정 등에 의해 개별적으로 분석하여 진단한다.
민원발생율에 의한 진단	지표를 사용하여, 각 진단구간 등의 적수, 급수불량, 수압부족 등의 민원발생(건/km/년)을 이용한다. 각 진단구간 등의 민원발생율을 계산하고 진단한다.
점수평가방법에 의한 진단	각 진단구간 등으로 부르는 매설년수, 토피, 노면하중, 사용수압 및 이설지반의 토질 등에 대하여 자를을 수집하고, 관로조건 등에 점수를 매겨 그 합계점으로 노후도를 판정한다.
관로의 정성적 진단	1) 주요항목에 의한 진단 사고의 위험성이 높다고 판단되는 주요한 항목을 설정하여 관로진단을 행한다.
	2) 관로사양에 의한 진단 재질, 접합형식, 조인트의 종류 등에 의해 진단한다.
	3) 매설년수에 의한 진단 관로의 매설년수에 의한 재질, 조인트 등의 종류를 추정하여 관로를 진단한다.
	4) 사용조건에 의한 진단 사용조건(이설환경, 내압 등)에 기초 관의 열화도를 진단한다.
통계적 진단	1) 회귀식 모델에 의한 진단 관로의 사고에 등의 정성적 데이터를 통계수법에 의한 정량적인 변량으로 변환한 통계 모델식을 작성하여 관로의 위험도를 구한다.
	2) 통계모델 종합 득점법에 의한 진단 통계 모델식을 종합 득점법으로 개량하여 이용하기 쉽게 한 것이다. 관종, 구경, 토피, 대형교통량 등의 요소 등으로 점수를 매겨 합계점으로 관로의 노후도를 판정한다.
수 질 변 화 에 의한 진단	적수의 지표로 된 관로내 수질(납농도, 탁도, 잔류염소농도)을 직접측정하고, 그 농도 분포로부터 원인관로를 추정한다.
토 질 에 의한 진단	1) 종합평가법 토양의 부식성인자(토양의 저항성, pH, Redox전위, 수분, 황화물 등)을 각각 측정한 후 항목에 대하여 각각 점수를 주고, 합산점수에 의해 토양의 부식성을 판정하여 관 외면의 부식상황을 추정한다.
	2) 상승법 토양의 부식성인자(토양의 비저항, Redox전위 등)로 경년도수를 조합시켜 토양의 부식성을 판정하고, 관 외면의 부식상황을 추정한다.

자료 : 관로시설 진단법의 체계화 조사 보고서, 일본 수도관로기술센터, 1996

3) 노후도 평가인자

상수도관의 노후도 평가 인자설정에 있어, 기존의 문헌에서 제시한 인자들을 최대한 반영시켜 아래와 같이 제시하였으며, 이들 인자는 측정치의 특성을 감안하여 간접평가 인자, 직접평가 인자 및 원인분석 인자로 구분하였다. 여기서 제시된 인자들은 각각의 수도 관종, 매설환경 및 관로기능에 따라 노후도 평가에 미치는 필요성의 정도가 달라지며, 이를 감안한 조사항목의 유효성에 대한 검토가 필요하다. 매설환경에 따라 조사항목의 유효성을 구분할 경우 매설환경의 다양성으로 인하여 많은 경우의 수가 발생할 수 있으며, 관로 기능에 따라 조사항목의 유효성을 구분할 경우, 현재 배수본관, 배수지관 및 급수관로의 기능별 구분이 뚜렷이 되지 않은 실정을 감안하면 노후도 평가에 혼란을 가중시킬 가능성을 가지고 있다. 따라서, 상대적으로 조사항목별 구분이 명확한 수도관종별로 측정 및 분석이 요구되는 인자들과 불필요한 인자들을 구분하여 제시하였다. 간접평가 인자는 일반사항, 시설제원, 매설환경, 시공 상태 및 관로이력 등과 같이 인자의 대부분이 자료조사나 현장에서의 간단한 조사만으로 취득이 가능한 인자로써, 자료 취득을 위한 별도의 굴착이나 단수가 수반되지 않는 항목이다. 직접평가 인자는 관체 상태, 외면상태, 내면상태, 수리적 특성 및 관리상태 등과 같이 자료취득을 위한 별도의 굴착, 단수 및 관체 절단 등의 작업이 수반되어야 하나 육안분석이 간단한 측정만으로 관로를 평가할 수 있는 항목이다. 원인분석 인자는 토양부식성, 미생물특성, 물리적강도, 화학조성 및 수질부식성의 직·간접 항목에 해당되는 인자들로 구성되어 있으며, 확인된 노후수도관에 대해 관로의 취약성을 유발할 수 있는 관 재질상의 결함, 관로 내를 흐르는 물의 부식성 및 토양의 부식성 등의 원인이 될 수 있는 인자들을 밝히는데 이용된다.

<표 5.2-20>

노후도 평가를 위한 인자

인자 구분	세부 구분	세 부 인 자 명	관종별 항목			실험장소	조사주기
			주철관류	강관류	콘크리트관류		
간 접 평 가 인 자	일반 사항	(1) 상수도명	◎	◎	◎	자료분석	현장조사시
		(2) 계통명	◎	◎	◎	자료분석	
		(3) 점검일시	◎	◎	◎	자료분석	
		(4) 날씨	◎	◎	◎	자료분석	
		(5) 대상구간	◎	◎	◎	자료분석	
		(6) 점검위치	◎	◎	◎	자료분석	
	시설 제원	(7) 관로구분	◎	◎	◎	자료분석	관로부설시
		(8) 관종	◎	◎	◎	자료분석	
		(9) 관경 (mm)	◎	◎	◎	자료분석	
		(10) 내면피복	◎	◎	×	자료분석	
		(11) 외면피복	×	◎	×	자료분석	

<표계속>

인자 구분	세부 구분	세 부 인 자 명	관종별 항목			실험장소	조사주기
			주철관류	강관류	콘크리트관류		
간 접 평 가 인 자	매설 환경	(12) 매설년도	◎	◎	◎	현장조사	관로부설시
		(13) 매설심도 (cm)	◎	◎	◎	현장특성	
		(14) 토양종류	◎	◎	◎	실험실	
		(15) 주변도로	◎	◎	◎	현장조사	
	시공 상태	(16) 기초공	◎	◎	×	현장조사	관로부설시
		(17) 전기방식	×	◎	×	현장조사	
		(18) 접속방식	◎	◎	◎	현장조사	
		(19) 밸브, 분기관	◎	◎	◎	현장조사	
		(20) 접속관	◎	◎	◎	현장조사	
	관로 이력	(21) 누수, 파손, 밸브교체기록	◎	◎	◎	현장조사	1회/1년
		(22) 수질, 수압등 민원발생	◎	◎	◎	현장조사	
직 접 평 가 인 자	관채 상태	(23) 실측내경 (cm) - 중,형	◎	◎	◎	현장측정	관로공사시 또는 관로의 노후가 의심되는 구간에 한해 1회.5년
		(24) 관두께 (mm) - 상,하,좌,우	◎	◎	◎	현장측정	
		(25) 도복장두께 (mm) - 상,하,좌,우	◎	◎	×	현장측정	
	외면 상태	(26) 외면부식면적 (%)	◎	◎	×	현장측정	관로공사시 또는 관로의 노후가 의심되는 구간에 한해 1회.5년
		(27) 외면부식깊이 (mm)	◎	◎	×	현장측정	
		(28) 외면부식둘레	◎	◎	×	현장측정	
		(29) 균열크기 (mm)	◎	◎	◎	현장측정	
		(30) 핀홀깊이 (mm)	◎	◎	○	현장측정	
		(38) 콘크리트중성화깊이(mm)	×	×	◎	현장측정	
		(31) 외면피복박리 (%)	×	◎	×	현장측정	
	내면 상태	(32) 스케일면적 (%)	◎	◎	×	현장측정	관로공사시 또는 관로의 노후가 의심되는 구간에 한해 1회.5년
		(33) 스케일두께 (mm) - 최대,최소	◎	◎	×	현장측정	
		(34) 슬러지면적 (%)	○	○	○	현장측정	
		(35) 슬러지두께 (mm) - 최대,최소	○	○	○	현장측정	
		(36) 내면부식깊이 (mm)	◎	◎	×	현장측정	
		(37) 내면부식둘레 (%)	◎	◎	×	현장측정	
		(38) CML중성화 (mm)	◎	×	×	현장측정	
		(39) CML 손상	◎	×	×	현장측정	
		(40) 내면 피복 박리 (%)	◎	◎	×	현장측정	
	수리적 특성	(41) H-W의 C값	◎	◎	◎	현장측정	1회/2년
		(42) 수압(kg/cm ²) - 최대,최소	◎	◎	◎	현장측정	
	관리 상태	(43) 민물담치유무	○	○	○	현장측정	관로공사시 또는 관로의 노후가 의심되는 구간에 한해 1회.5년
		(44) 관저이토퇴적	◎	◎	◎	현장측정	
		(45) 밸브작동상태	◎	◎	◎	현장조사	
		(46) 지하수침투	◎	◎	◎	현장조사	

<표계속>

인자 구분	세부 구분	세 부 인 자 명	관종별 항목			실험장소	조사주기
			주철관류	강관류	콘크리트관류		
원 인 분 석 인 자	토양부 식성	(47) 통양비저항 ($\Omega\cdot m$)	◎	◎	○	현장측정	1회/4년 또는 노후화 원인 추정시
		(48) 토양pH	◎	◎	○	실험실	
		(49) Redox 전위(mV)	◎	◎	○	실험실	
		(50) 황산이온 (mg/kg)	◎	◎	○	실험실	
		(51) 염소이온 (mg/kg)	◎	◎	○	실험실	
		(52) 산도 (mg/kg as CaCO ₃)	◎	◎	○	실험실	
		(53) 알칼리도 (mg/kg as CaCO ₃)	◎	◎	○	실험실	
		(54) 함수비 (%)	◎	◎	○	실험실	
	미생물 특성	(55) 일반세균 (CFU/cm ²)	○	○	×	실험실	노후화 원인 추정시
		(56) 대장균군 (CFU/cm ²)	○	○	×	실험실	
	물리적 강도	(57) 인장강도 (N/mm)	◎	◎	×	실험실	노후화 원인 추정시
		(58) 항복강도 (N/mm)	◎	◎	×	실험실	
		(59) 연신율 (%)	◎	◎	×	실험실	
		(60) 경도 (HB)	◎	◎	×	실험실	
	화학 조성	(64) 관체화학조성 (%)	◎	◎	×	실험실	노후화 원인 추정시
		(65) 스케일화학조성 (%)	◎	◎	×	실험실	
		(66) 슬러지화학조성 (%)	○	○	○	실험실	
	수질 부식성	(68) 수온 (°C)	◎	◎	○	실험실	노후화 원인 추정시
		(69) pH	◎	◎	○	실험실	
		(70) 알칼리도 (mg/kg as CaCO ₃)	◎	◎	○	실험실	1회/1년 (정수장 일·월간 분석자료 사용)
		(71) 증발잔유물(mg/L)	◎	◎	○	실험실	
		(72) 경도 (mg/kg as CaCO ₃)	◎	◎	○	실험실	
		(73) 전기전도도 ($\square S/cm$)	◎	◎	○	실험실	
		(74) 염소이온 (mg/L)	◎	◎	○	실험실	
		(75) 황산이온 (mg/L)	◎	◎	○	실험실	

* 기호 ◎ : 그 관종의 진단에 필요한 항목

○ : 현재는 진단과의 명확한 인과관계를 알 수 없으나,

× : 진단에 불필요한 항목

4) 노후도 평가기법의 취약성

현재까지 개발된 노후도 평가기법들은 다음과 같은 점에서 취약성을 나타내고 있다.

- 인자별 평가기준 및 가중치 선정이 임의적인 요소가 많다는 것이다.

즉, 평가기준 및 가중치 선정에 필요한 데이터의 절대량이 부족한 가운데 특정한 평가 기준을 설정하고 가중치(또는 점수)를 제시한다는 것은 평가기법의 일반화를 통해 얻

어질 수 있는 이점과 더불어 잘못된 평가결과를 도출할 수 있는 위험요소를 내포하고 있다.

- 노후도 평가구간의 선정에 관한 세부적인 방법론이 제시되지 않고 있다는 점이다. 즉, 대상관로를 동일한 특성을 가지는 관로들의 그룹으로 만들어 주는 사전작업에 대해 뚜렷한 제안을 하지 않고 있다.

이러한 평가구간의 모호성은 누수 및 파손기록 등의 데이터를 처리할 경우 등에서 문제점을 노출한다.

즉, 10km 구간 내에서 연간 2회의 파손이 발생하는 것과 1km 구간 내에 연간 1회의 파손이 발생하는 것에 대한 비교의 척도가 다를 수 있다는 것이다.

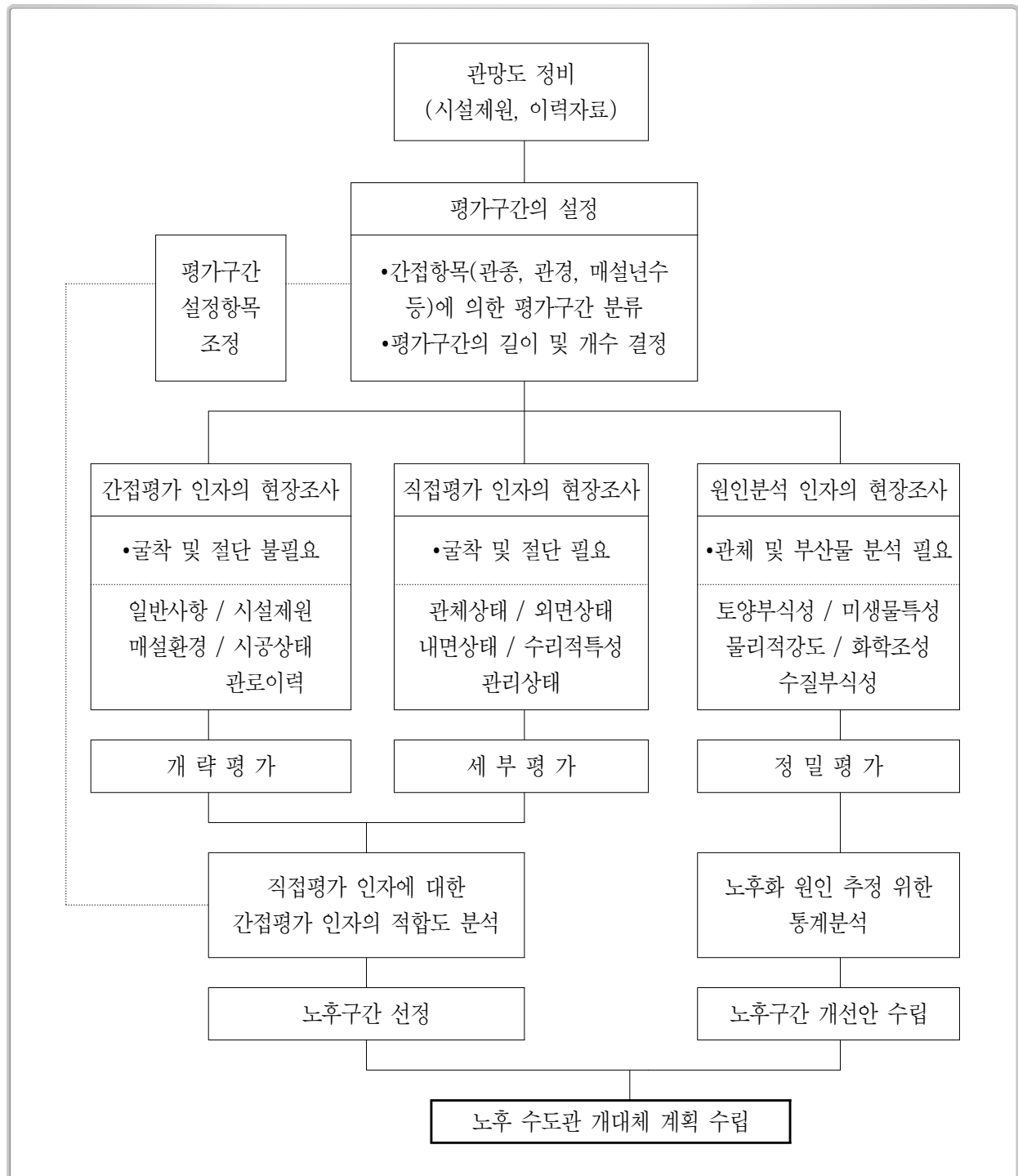
- 조사항목별 측정주기에 대한 기준이 존재하지 않는다는 것이다.

이것은 각 조사항목을 매년 측정함으로써 나타날 수 있는 인적, 경제적 손실을 유발할 수 있는 가능성을 내포하고 있다.

즉, 시설제원의 경우에는 한번 매설하면 관을 개대체하기 전에는 변하지 않는 항목이며, 토양부식성 평가 항목의 경우도 오랜 기간 변하지 않는 특성을 가지고 있다.

5) 노후도 평가인자에 의한 노후수도관의 평가 개선안

- 현장의 소요 인력 및 비용 등을 감안하여 단계적으로 노후도 평가를 수행할 수 있도록 개략평가, 세부평가, 정밀평가의 3단계 평가방법으로 구분한다.
- 주변 환경 여건의 조사만으로 노후도 평가가 가능한 간접평가 인자, 관로구간의 굴착 및 단수, 관체의 절단을 통해 직접 측정치를 얻는 직접평가 인자, 관로 노후화 원인의 추정을 위해 세부적인 항목을 분석하는 원인분석 인자로 구분한다.
- 노후도 평가구간의 설정에 영향을 미치는 인자를 회귀분석을 통해 조정할 수 있도록 한다.
- 노후도 평가 인자 상호간의 가중치 선정을 위하여 설문조사기법과 분석적 계층과정기법을 제시한다.
- 노후도 평가 인자의 조사항목별 측정주기 기준을 제시한다.



<그림 5.2-11> 수도관 노후도 평가절차

2.3.4 관로내용연수에 따른 노후관 교체시기 평가

지방공기업법 시행규칙 별표2에서는 상하수도 건축물에 대한 내용연수를 규정하고 있으며 그 내용은 아래와 같다. 그러나 관의 경우 경년화에 동반되는 사고와 장애는 여러가지 원인

이 복잡하게 얽혀 발생되므로 단순한 내용연수로 관로의 수명을 평가하는 것은 막대한 예산 지출과 자칫 과잉투자의 우려가 있으므로 계획적이고 효율적으로 관로를 개량하기 위해서는 각각의 관로에 대한 기능저하의 정도를 식별하거나 또한 예측할 필요가 있다.

<표 5.2-21> 상하수도 관로의 내용연수

구 분	내 용 연 수	비 고
수도시설물(취수, 도수, 정수, 배수지시설)	30년	
스텐레스관, 주철관, 강관	30년	
PVC관, PE관	20년	
아연도강관	10년	
그 밖의 관(재질에 따라)	20~30년	
수도관 부속설비	20~30년	

자료) 지방공기업법 시행규칙 별표2

가. 각 수도사업체에서 실시되고 있는 경험적 방법

각 수도사업체에서는 일상의 유지관리업무에서 사고가 발생하기 쉬운 노선이나 관종 등에 대하여 각각의 정보를 파악하고 있고, 그러한 자료에 근거하여 개량대상관로를 결정하고 있다. 이와같이 경험에 의한 방법은 현 상태로서는 유용한 방법중의 하나이다. 이는 관로개량 실시 조건, 배수인구, 관로연장, 시설용량 등의 사업규모를 참고하면서 각 수도사업체의 특성을 염두에 두고 항목을 선택하여야 한다.

1) 국내의 경우

매설년수에 준하여 개량공사를 하고 있으며, 매설년수로는 15~30년 이상의 송배수관로와 약 10년 이상의 급수관을 노후관으로 추정하며, 민원의 대상이 되면 우선적으로 교체 또는 개량을 실시한다.

<표 5.2-22>

관로개량 실시조건 (국내)

구분 도시	개 량 조 건	비고
서울특별시	- 매설년수에 따르고 있으나, 배수관 및 ø80mm의 급수관은 교체하고, ø100mm 이상 ø300mm의 15년 이상된 노후된 배수관로를 중심으로 우선 개량 대상 - 누수가 다발하고 있는 지역의 관로 - 적수나 탁수에 의한 수질문제가 야기되는 지역의 관로 - 통수단면적 감소로 인한 출수불량이 있는 지역의 관로	
부산광역시	- 매설년수 10년 이상의 급수관, 30년 이상의 송배수관을 노후관 대상 - 누수가 다발하고 있는 지역의 관로 - 통수단면적 감소로 인한 배수불량지역의 관로나 적수(녹물) 발생지역의 관로 - 매설년수를 기준해서 우선 개량	
대구광역시	- 매설년수 11년 이상의 급수관, 21년 이상의 송배수관중 주철관을 노후관 대상 - 매설년수에 관계없이 도심지나 아스팔트포장인 교통혼잡 우려가 있는 지역의 주철관에 대해서는 갱생 대상 - 스케일(Scale)생성으로 인한 배수불량지역의 관로나 적수(녹물)현상 등 민원이 유발된 관로와 적수현상이 우려되는 관로 - 노후 배수관으로 누수가 빈번한 관로 - Block단위로 노후관 교체공사나 일부 갱생공사를 시행함으로써 Block내 잔존하는 미라이닝(Lining)관로를 개량 대상 - 관의 노후도와 지역여건을 감안하여 사업효과가 좋은 지역을 우선적으로 선정	
광주광역시	‘82년부터 시험적으로 주철관 내부에 시멘트몰타르라이닝(Cement Mortar Lining)을 시작하여 본격적으로는 ‘84년부터 시행하고 있음. ‘84년 이전에 부설된 주철관을 중심으로 교체 및 갱생 대상 - 배수관중 아연도강관과 강관(일명 와사관)은 100% 교체 대상 - 연(Pb)접합에 의한 관로나 PE관 등은 교체 대상 - 내부라이닝이 안된 관로로서 도로확장 공사에 의해 도로중앙에 위치함으로서 유지관리가 어려운 관로는 이설하면서 교체 대상 - 노후 배수관으로 누수가 빈번한 관로는 교체 대상 - 내부에 시멘트몰타르라이닝이 안되어 있는 관로는 갱생 대상	

관로개량 실시조건 (일본)

자료) 수도권로개신 가이드라인(일본수도협회, 1993)

나. 관 개량공법 검토

관 개량공법에는 관교체, 세척라이닝, 파이프 인 파이프(Pipe in Pipe), 호스라이닝(Hose Lining), 파이프 재생공법(Pipe Rebirth)이 있는데 그 공사내용과 장단점을 요약하면 다음과 같다.

<표 5.2-24>

관갱신 공법의 장단점

공법종류	공 사 내 용	장단점	적 용
1. 관교체 공법	관의 재질이 노후하여 구조적인 문제가 발생하는 기존관을 철거하고 신관으로 교체하는 공법	장점 : 가장 확실한 갱신 공법임 단점 : 도로를 전면 굴삭하므로 공사비가 고가이고 공기가 길어진다.	기존관로가 80mm 이하의 소구경관이나 석면관인 경우
2. 파이프인 파이프공법 (Pipe in Pipe)	기존관로에 한구경 또는 반구경 작은 닥타일 주철관을 기존관로와 나란히 삽입하고 기존관과 내부 삽입된 닥타일 주철관 사이를 몰타르를 주입하는 공법	장점 : 기존관로 교체에 비하여 도로 복구부분이 대폭 감소되어 공사비가 싸다. 구조적 취약점 누수, 적수 문제를 해결할 수 있다. 외부적 요인으로 인한 관 체약화에 대처할 수 있다. 단점 : 관구경이 작아져서 손실수두가 커지면 펌프용량증대 등의 대책을 세워야 한다. 공기가 비교적 길다.	기존관로가 구조적으로 취약한 경우에 적용시공은 직관부 뿐으로 곡관부 교체가 불가피 하다.
3. 관세척후 피복공법	기존관의 내면에 축적된 스케일(Scale)을 스크레퍼(Scraper)로 제거하고 관 내부를 몰타르(Mortar) 또는 에폭시(Epoxy)수지로 도장하여 통수능력을 향상시키고 적수를 방지하는 공법	장점 : 관 교체공법에 비하여 공기가 짧고 공사비가 싸다 단점 : 관에 균열이 있는 경우는 공사후에도 누수가 생길확률이 높으며 균일한 피복이 되지못하는 경우도 있다.	기존관로가 구조적으로 외벽에 충분히 견딜 수 있고 균열이 없는 경우에 효과적임
4. 파이프 재생공법 (Pipe Rebirth)	기존관에 한구경 또는 반구경 작은 폴리에틸렌관을 열융착하여 원치로 끌어들인다. 기존 관과 내부에 삽입한 폴리에틸렌관의 사이에는 시멘트몰탈을 주입한다.	장점 : 시공성이 뛰어나다. 구경은 줄어드나 유속계수(C값)가 향상되며 누수적수, 전식 문제가 해결된다. 외부 부식으로 인한 관체 약화에 대처할 수 있다. 단점 : 공기가 비교적 길다	기존관로가 구조적으로 취약한 경우에 적용 시공은 직관부 뿐으로 곡관부 교체가 불가피 하다.
5. 호스라이닝 공법 (HoseLining Pipe)	기존관 내면에 수밀성이 있는 Seal Hose를 접착제로 정착시켜 새로운 내표면을 형성하는 공법	장점 : 시공시간이 짧으며, 곡관부도 시공이 가능하다. 단점 : 외부부식에 의한 관체 약화는 방지할 수 없다.	관체의 구조적 약화문제가 없는 곳에 적용

1) 관교체 공법

① 공사 개요

현장을 파헤쳐 낡은 관을 철거하고 새관으로 교체하는 공법으로 장래에 도·송·배수 시스템의 효율화나 유지관리의 고도화등 기능향상을 위한 정책을 실현하기에는 가장 적합한 개량공법이다.

② 공사특징

- 가장 확실한 개량공법임.
- 도로를 전면 굴삭하므로 공사비가 고가이고 공기가 길어진다.
- 80mm 이하의 소구경관에 주로 적용

2) Pipe in Pipe공법

① 공사 개요

중형~대형관의 재생공법으로 주로 이용되며 기존관로에 한구경 또는 반구경의 닥타일 주철관을 기존관로에 나란히 삽입하고 기존관과 내부 삽입된 닥타일 주철관 사이에 Mortar를 주입하여 용접하는 공법이다.

② 공사특징

－ 공법으로서의 특징

- 간선도로에서 교통번잡, 변화가 등의 이유로 개착공법을 할 수 없는 장소에 적용가능
- 이미 매설관이 뒤섞여져 신관을 새로이 포설한 공간이 없는 장소에 적용가능
- 노면복구, 기설관 철거를 위한 입갱부를 설치할 필요가 없으므로 공사비가 저렴하다.
- 신관으로의 교체에 비해 공사기간이 단축된다.
- 신관과 기설관의 이중구조로 관로가 강해지고 다른 공사에 의한 훼손이 적어진다.
- 개착부분이 입갱부뿐이므로 공사로 인한 공해가 적다.
- 신관으로서 닥타일관을 사용할 때의 특징
 - 신관의 접합은 발진갱에서 행하며 이음부의 신축, 굴곡이 가능하고 기설관의 굴곡에 순응하면서 신관은 삽입된다.
 - 기설관 구경보다 한구경(100mm) 작은 신관의 삽입이 가능하다.
 - 신관의 이음부는 일반형과 내진형을 선택할 수 있다.

- 이음부는 접합시 특수기능을 필요로 하지 않고 단시간에 접합할 수 있다.
- 접합삽입시 기설관내 작업은 거의 없다.
- 따라서 기설관로의 환기는 불필요하며 배수는 불충분해도 지장이 없다. (단, 신관과 기설관의 사이를 채울 때는 배수가 필요하다.)

3) 세관(Cleaning)

수년동안 많은 세관방법이 개발, 사용되어 왔다. 세관은 관내부에 발생한 스케일이나 녹을 제거하므로 관의 막힘을 방지하여 물전달을 획기적으로 증가시키는 등의 장점이 있다.

세관방법은 크게

- Flushing
- Cable에 부착된 장비 이용
- 유체로 추진되는 장비
- 그외 방법

위의 4가지 방법으로 나뉘어 진다.

Cable에 부착된 장비를 이용하여 세관하는 방법에는 Drag Cleaning, Hydraulic Jet Cleaning, 전기 Scrapers를 이용하며, 이 경우 호스나 케이블의 길이가 세관될 수 있는 관의 길이를 결정한다. 유체로 추진되는 장비에는 Suabs, Pig, Metal Scrapers등이 있다. Flushing이 부적합할 때 Air Purging, Foam, Swabs, Pigs, Scrapers, Brushes 등의 기계적인 세관장비를 쓴다.

Foam Swabs, Pigs, 공기는 부드러운 침적물과 스케일을 잘 제거하며 Scarapers나 Brushes는 비용이 비싼 반면 딱딱한 스케일을 제거시키는데 이용된다. 세관후에 라이닝을 하여 부식의 진행을 막는 것이 합리적이다. 부분적인 세관이 필요할 때 관의 금속부분을 노출시키지 않아야 하는데 이는 부식의 위험 때문이다.

4) Pipe Rebirthing

① 공사 개요

기존관에 한구경 또는 반구경 작은 폴리에틸렌 관을 열융착하여 원치로 끌어들인 후 기존관과 내부에 삽입한 폴리에틸렌 관과의 사이에 시멘트 풀크를 폴리에틸렌관에 영향이 일어나지 않도록 유의하면서 압입시켜 양생하는 공법이다.

② 공사 특징

- 대부분의 관종에 적용가능

주철관, 강관, 흙관, PC관, 석면 시멘트관

- 외부강도의 향상

Pipe Rebirthing후 기설관, 시멘트층, 폴리에틸렌관의 삼중구조가 형성되므로 외압에 대한 강도증가는 다른 공법에 비교되지 않는다.

- 내압강도의 향상

내압에 대해서도 기설관 이상의 강도를 기대할 수 있고, 사용내압에 따라 뛰어난 내압성을 가진 폴리에틸렌관을 선택할 수 있다.

- 적수해소, 통수능력의 향상

장시간 경과후에도 관내면에 Scale부착이 적고 수질을 오염시키지 않으며, 통수능력을 현저히 상승시킨다. Pipe Rebirth에 의한 통수능력의 회복은 현저한 것으로 특히 대구경($\phi 500\text{mm}$)의 경우 신관으로 대체한 것과 같은 효과를 올릴 수 있다.

또한 시간이 경과해도 유량계수의 변화가 거의 없어서 고효율의 송수를 반영구적으로 지속할 수 있다.

- 전식문제가 해결된다.

폴리에틸렌관은 전식으로 인한 손상도 받지 않는다.

- 내약품성

폴리에틸렌관은 약품으로 부식되지 않는다.

5) 라이닝(Lining)

스케일(Scale)이 형성되어 관기능이 저하된 노후관을 세관한 후, 관 내벽을 보호 장치 없이 방치하여 두면 급격한 부식작용의 진행으로 또 다시 적수 및 스케일 형성의 문제점을 초래하게 되는 경우가 대다수이다. 따라서 세관으로 노출된 관벽을 물과 격리하고 부식의 진행을 막기 위하여 관벽을 도장하게 되는데 이것을 Lining이라 한다. 라이닝의 종류에는 다음과 같은 것들이 있다.

- 시멘트 몰타르 라이닝

- Slip-lining

- In Situ-formed Tubed Lining
- 화학적 라이닝
- Epoxy Lining

6) 호스 라이닝 공법

본 공법은 관내면을 Cleaning한 후 5kgf/cm^2 이상의 파단압을 가지며, 얇고 강력한 수밀성을 갖는 밀폐호스(자켓의 외면에 수밀성의 내막을 형성하고 내부에 열경화성 접착제가 발려져 있는 원관체)를 입구로부터 공기압을 가해서 일정속도로 반전투입후 열을 가하여 밀폐호스를 관내면에 밀착시키는 획기적인 공법이다.

곡선을 포함한 복잡한 형상의 관로에 대해서도 반전의 진행을 유도하는 Band반전공식을 쓰면 시공이 가능하고 증기사용에 의한 가열방식으로 단시간에 접착제를 확실하게 경화시킬 수 있다. 경화후 강력한 밀폐호스는 내면장착 되는데 이 밀폐호스는 이음매가 없고 완전히 기밀상태를 유지하기 때문에 반영구적으로 누수나 적수의 염려가 없다. 또한 밀폐호스는 높은 강도와 에너지 흡수성능을 갖고 있어서 지반의 부등침하나 지진에 의한 관의 균열이나 접합부의 파손이 발생해도 잘 적응하여 기능이 손상되지 않는다. 도시의 집중화, 교통사정의 원활화의 현황하에서는 150~200m정도의 구간 양단에 입개를 굴착하여 단시간에 시공할 수 있다. 특히 하천, 철도횡단부등과 같이 시공이 어려운 장소에도 충분히 적용할 수 있는 획기적인 공법이다.

다. 시설운영 및 유지관리 계획 수립

1) 관망관리

관망도를 Scanner 등으로 읽어 관망 도면을 전산화하여 관리 및 이용할 수 있으며, 관망 Database 구축을 통하여 관망해석, 수층격분석, 수압조정, 관로정보 등에도 이용하며, 다 음사항에 대한 Data를 제공 및 관리한다.

- 관로에 대한 도면 및 주요사항 관리
- 관로의 부설, 이설, 개제, 갱생 이력관리
- 관로 대장 및 시설의 보수 이력자료를 이용하여 관로개제 계획 지원
- 타 지하매설물 정보 조회

- 누수시 단수지역 파악
- 도면 및 관로 주요 사항의 자료수정
- 자료의 검색 및 조회
- 다양한 축척의 도면 제작 및 통계자료 출력

관로에 문제가 발생하였을 경우, 즉각적으로 교체 및 개량작업을 수행하여 안정적으로 수도물을 공급하여야 한다.

2) 급수전 관리

정기적인 수용가 조사를 실시하여 조사된 자료를 토대로 상수도시설의 유지관리 및 수량관리 측면에서 계획을 수립하고 사업을 실시하여야 한다. 유지관리에 문제가 될 수 있는 계량기와 수용가 부정급수 여건을 유발시킬 수 있는 계량기 미봉인 및 시간이 경과할수록 불감율이 높은 수리품 계량기와 경과년 계량기를 파악하고 제거하여야 한다.

3) 유량 관리

정기적인 유량측정으로 배수지 유량계는 일⇒주⇒월⇒년 단위로 자료를 축적하여 관리하여야 한다. 또한 블록시스템이 구축된 이후에는 구역유량계를 이용하여 블록별 유량을 지속적으로 감시하여야 한다. 유량계는 일정기간이 지나면 인증기관에서 검증을 받아 허용오차 범위를 벗어나는지를 확인하고 사용하는 것이 바람직하며 교체시는 장래의 계획에 따라 원격계측이 가능한 유량계를 선정할 필요가 있다.

4) 수질 관리

수질측정은 현장에서 계측기기에 의한 수질을 측정하는 방식과 수질 실험실에서 샘플링하여 수질을 측정하는 방식이 있으며, 위의 측정방식을 기초로 가압장, 배수지에서 TM 및 RSP를 통하여 온라인 수집한 수질 Data를 조회 및 수집함은 물론 수질관리 Data를 Database화하여, 원수와 정수수질의 측정계획, 측정 및 분석하며 Data를 수집, 관리하여야 한다. 또한 수도꼭지 수질검사 및 급수과정별 수질검사를 철저히 시행하여, 항상 안정적인 수질을 공급할 수 있도록 하여야 한다.

5) 수압 관리

수용가에게 풍부하고 안정된 급수를 유지하려면 적정 수압유지가 필요하다. 수압관리는 급수 및 누수를 관리하는데 중요하므로 고수압 지대와 저수압 지대에 수압계를 고정 설치하여 적정수압(150~700kPa 상수도 시설기준)을 유지해야 한다.

누수발생 원인은 수압저하를 수반하므로 수압상태를 파악하며 누수방지사업을 효과적으로 수행할 수 있으므로 블록시스템 구축시 적정 지점에 수압계를 같이 설치하여 체계적으로 측정해야한다.

6) 누수 관리

각 지역별 배·급수관로를 관로 분기점, 제수변, 관중 변경점, 관경 변경점, 표고 최저점으로 나누어 누수사고가 발생했을 경우 누수발생 연월일, 공사시행 연월일, 관중 및 관경, 누수관로 측점 등의 누수발견 정보와 그에 대한 누수 대응조치 정보, 계획 단수정보를 시설물 정보관리 데이터베이스에 축적하여 누수 사고시 능동적으로 대응하기 위한 설비로써 누수 발생시 신속한 원인분석 및 대처로 경제적 손실을 최소화할 수 있으며, 각종 보고서 출력으로 효과적인 관리가 가능하며, 주요기능은 다음과 같다.

① 누수사고 관리

관로시설의 노후화, 관 파열, 관 재질 불량, 접합부 이격 등의 원인으로 누수사고 발생시 신속하게 보고 및 통보하여 응급조치를 시행함으로써 사고파급을 줄이고, 누수사고 조치후 사고내용을 정확히 파악하여, 계획단수에 의한 누수사고 복구를 시행한다.

누수복구 후 다음과 같은 양식으로 사고내용 및 복구내역을 기록하도록 한다.

② 계획단수 관리

관로 시설물의 보수, 개량, 점검 등을 수행하기 위하여 미리 수요자와 협의하여 단수를 시행한다.

③ 운영현황 관리

누수사고 및 계획단수의 이력정보를 관리하는 것으로 누수사고 조치계획, 누수수리 일람표, 계획단수 보고, 계획단수 완료, 누수발견 리스트, 누수수리 리스트, 개별 누수이력, 관중별 누수원인 분류표, 누수원인별 분류표, 관로별 누수사고 분류표, 누수상태별 분류표, 계통별 누수원인 분류표, 누수대처 시간표, 계통별 누수사고 연보, 원인별 누수사고 연보, 관중별 누수사고 연보, 단수통계 리스트 등의 현황을 관리한다.

7) 관망도 작성 및 보완

관망도는 정확하고 관리하기 쉬워야 하는 만큼 변경된 관로는 즉시 보완하고 CAD로 작성하여 CD로 보관하는 것이 바람직하며, GIS가 구축된 이후에는 항상 GIS SYSTEM과 연계하여 업데이트를 실시하여야 한다.

2.3.5 노후관 개량계획

가. 기본방침

전절에서 노후수도관의 진단 및 평가기법에 대하여 알아보았으며, 현재 홍성군에 적용가능한 방법을 통한 노후관 개량계획을 수립하였다. 상수도의 제일 중요한 기능은 맑고 깨끗한 물을 안정적으로 공급하는데 있다. 그러나 관로의 부식으로 적수나 스케일의 침착으로 관 폐쇄 및 관경 축소 등으로 상수도 본래의 기능을 상실하는데 이런 일을 사전에 막기 위하여 기능이 저하된 수도관로를 계획적으로 개량하도록 하여야 한다.

따라서 수도관로 개량계획은 다음의 기본방침을 고려하여 수립하였다.

- 수도관로 사고의 발생을 효율적으로 해결하고 방지하여 안전한 물을 안정적으로 공급한다.
- 수도 관로의 부속시설을 포함한 관로 기능을 향상시켜서 물 운용 및 유지관리 향상에 기여한다.
- 상수도사업의 종합적인 계획 및 다른 관련계획과 일관성 있게 계획한다.

나. 노후관 개량계획

노후관 개량을 위해서는 상기에 기술한 수도관 파손 특성조사와 노후관 교체시기 평가를 통하여 매설년도에 따른 노후관 개량 실시계획을 수립하여 년차별, 총량적으로 투자 계획을 설정하여야 하나 정확한 매설관로의 특성 및 평가를 위한 자료가 부족하므로 본 계획에서는 경과년수를 기준으로 노후관을 선정하고 이를 바탕으로 개량에 소요되는 개략적인 사업계획을 수립하였다.

노후관 교체 및 정비를 위한 단계별 계획을 수립하였으며 다음과 같다.

노후수도관 교체 및 정비 계획	
1단계 :	<u>노후수도관 개량 세부추진계획 수립</u> ● 블록별 수도관 정비 종합계획에 따라 노후수도관 개량세부추진계획을 수립·시행 ● 녹물 및 누수다발 지역, 출수불량 지역, 수도관 매설연도 등을 고려하여 노후수도관을 개량 세부추진계획을 수립
2단계 :	<u>노후수도관 개량</u> ● 블록별 등급화 결과에 따라 불량등급의 블록부터 우선적으로 노후수도관을 개량 ● 노후수도관의 개량사업을 수행한 후에는 그 효과를 분석하고, 향후 노후수도관 개량 세부 추진계획 수립에 반영

다. 노후수도관 정비 현황

기본적으로 누수저감을 위해서는 관망의 해석이 이루어진 다음 노후관, 갱생관 및 파손관 등을 구분하여 관의 교체 및 보수가 이루어져야 하고 수압 및 진동등과 같은 영향인자들에 대한 조사가 병행되어야 하지만 누수저감이 매설년수 15~20년 이상 된 관에 대한 교체사업위주로 진행되고 있는 실정이다. 홍성군의 노후수도관 교체 및 정비는 2004년~2007년까지 총 2.41km를 시행하였으며 홍성군의 노후관 개량사업은 누수가 심한 민원발생지역과 동절기시 동파 등으로 인한 복구사업시에만 개량사업이 이루어지고 있어 그 실적이 매우 저조한 실정이다.

<표 5.2-25> 노후 송배수관 교체 및 정비 현황 (단위 : km)

구 분	2004	2005년	2006년	2007년	계	비 고
노후관 개량	0.43	0.27	0.73	0.98	2.41	

자료 : 홍성군 물 수요관리 시행계획 보고서(2007, 홍성군)

라. 노후수도관 교체 및 정비 계획

1) 상수도관망 기술진단

노후관 개량계획은 상수도관망에 대한 기술진단을 실시하고 그 결과에 준하여 계획하여야 하나 현재 홍성군 관망이 블록화 되어있지 않고 상수도 관망진단은 수도정비 기본계획변경과는 별도로 '상수도관망의 기술진단 범위 및 시행방법 등에 대한 고시(2007.1.15, 환경부장관)'로 시행하여야 하는 사안으로 본 계획에서는 이력관리 기반의 종합적인 관로진단 및 평가 후 노후관 개량계획을 수립하였으며, 별도로 상수도관망 기술진단에 대한 시행계획을 다음과 같이 수립하고 진단 사업비는 11장 기술진단계획에 수록하였다.

● 상수도관망 기술진단 계획 수립

홍성군은 상수도관망에 대한 기술진단을 수행하여야 하지만 현재 관망 블록화가 되어 있지 않기 때문에 상수도 관망에 대한 기술진단은 아직 행하여 지지 않았다. 그러나 장래 맑은물 공급 및 수요량의 증가에 능동적으로 대처하고 수도시설의 정비 및 중장기 계획을 과학적이며 체계적으로 수립하기 위해서는 관망의 블록화 선행후 기술진단을 수행토록 해야 한다. 따라서 본 계획에서는 상수도관망 기술진단에 대한 시행계획은 사업 계획 초기인 2010년에는 블록화가 본격적으로 시행되기 어려운 실정을 고려하여 다음과 같이 2015년, 2020년, 2025년의 3단계로 수립하였다.

<표 5.2-26>

단계별 상수도관망 기술진단 시행계획

구분	2010년	2015년	2020년	2025년	비고
상수도관망 기술진단 시행계획					

주)  : 진단시행계획

2) 이력관리 기반

① 노후관 선정기준

구 분	기 준
노 후 관 선정기준 (환경부)	- 20년이상 경과된 상수도관 - 15년이상 경과된 상수도관중 Scale 생성, 부식 등으로 교체 또는 갱생이 시급한 관 - 아연도 강관 등 기타 재질이 불량하여 교체 또는 갱생이 필요한 상수도관 등을 노후관으로 제시하고 있다.

② 관련법

구 분	주철관	강관	스테인 레스관	PE관	PVC관	기타
지방공기업법(시행규칙 별표2)	30년	30년	30년	20년	20년	20~30년

③ 노후수도관 교체 및 정비 계획

본 계획은 장·단기 목표년도인 2015년, 2025년을 기준으로 노후관 세부선정기준과 20년 이상된 관로를 교체 및 정비하는 것을 기본방침으로 선정하여, 단기계획은 1991년, 장기계획은 2001년까지 부설된 관로를 대상으로 다음과 같은 기준하에 교체 및 정비 계획을 수립하였다.

- 본 계획의 단기 목표년도인 2015년 기준 매설된지 20년이 넘는 1991년 매설관 까 지 를 개량 대상관으로 선정하였다.
- 강관, DCIP, STS관 등은 매설 15~20년 경과된 관중 관석 및 부식상태(흐린물 발생, 출수상태, 누수발생빈도 등 참고)에 따라 개량계획을 결정한다.

따라서 홍성군의 노후관 정비대상은 단기계획으로 1991년까지 부설된 관로 128,765m와 장기계획으로 2001년까지 부설된 관로 72,739m에 대하여 수립하였으며, 홍성읍, 광천읍, 갈산면, 결성면, 서부면 및 구항면을 제외한 나머지 면은 2001

년 이후에 관이 부설되어 계획에서 제외하였다.

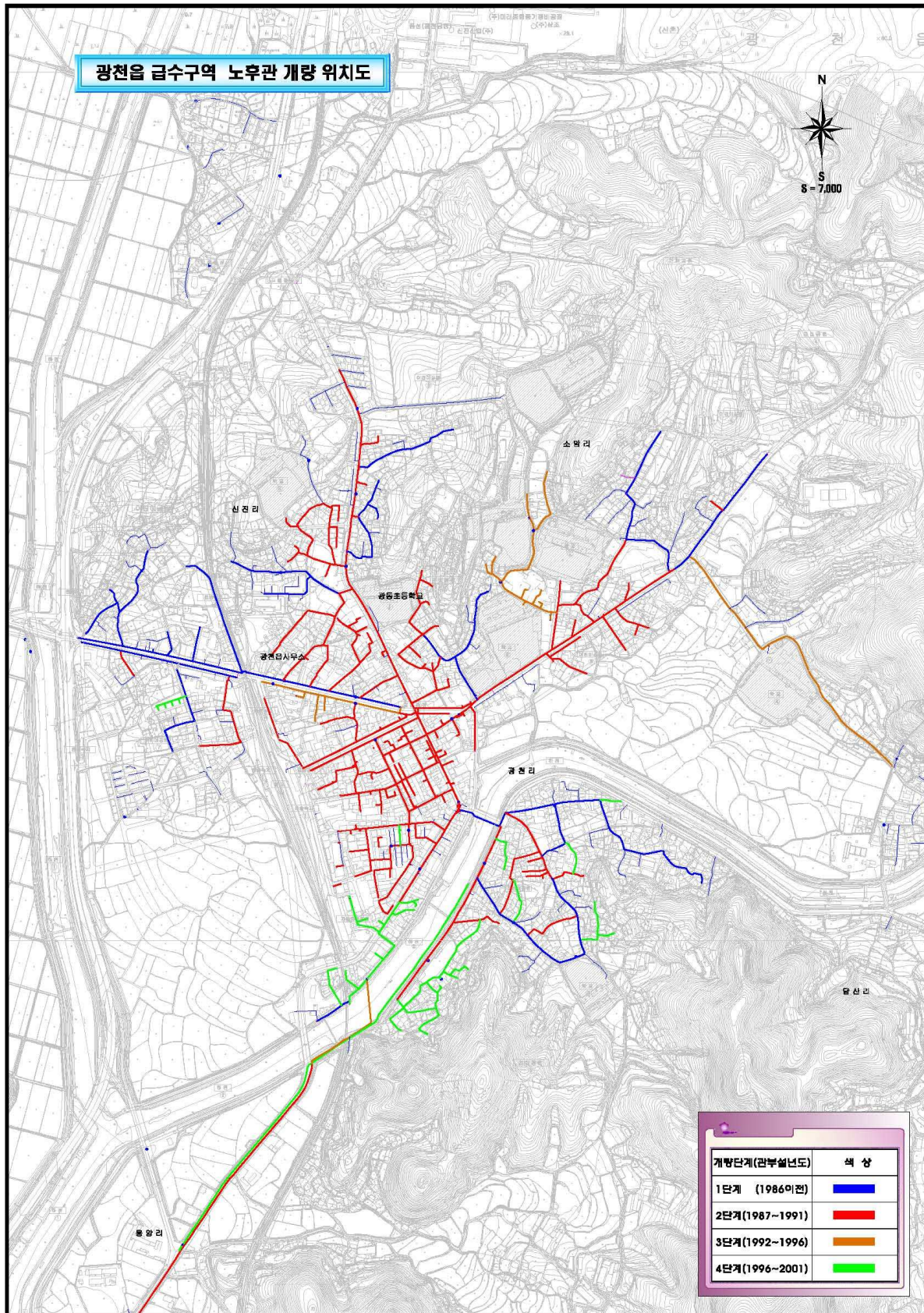
<표 5.2-27>

노후관로 정비계획

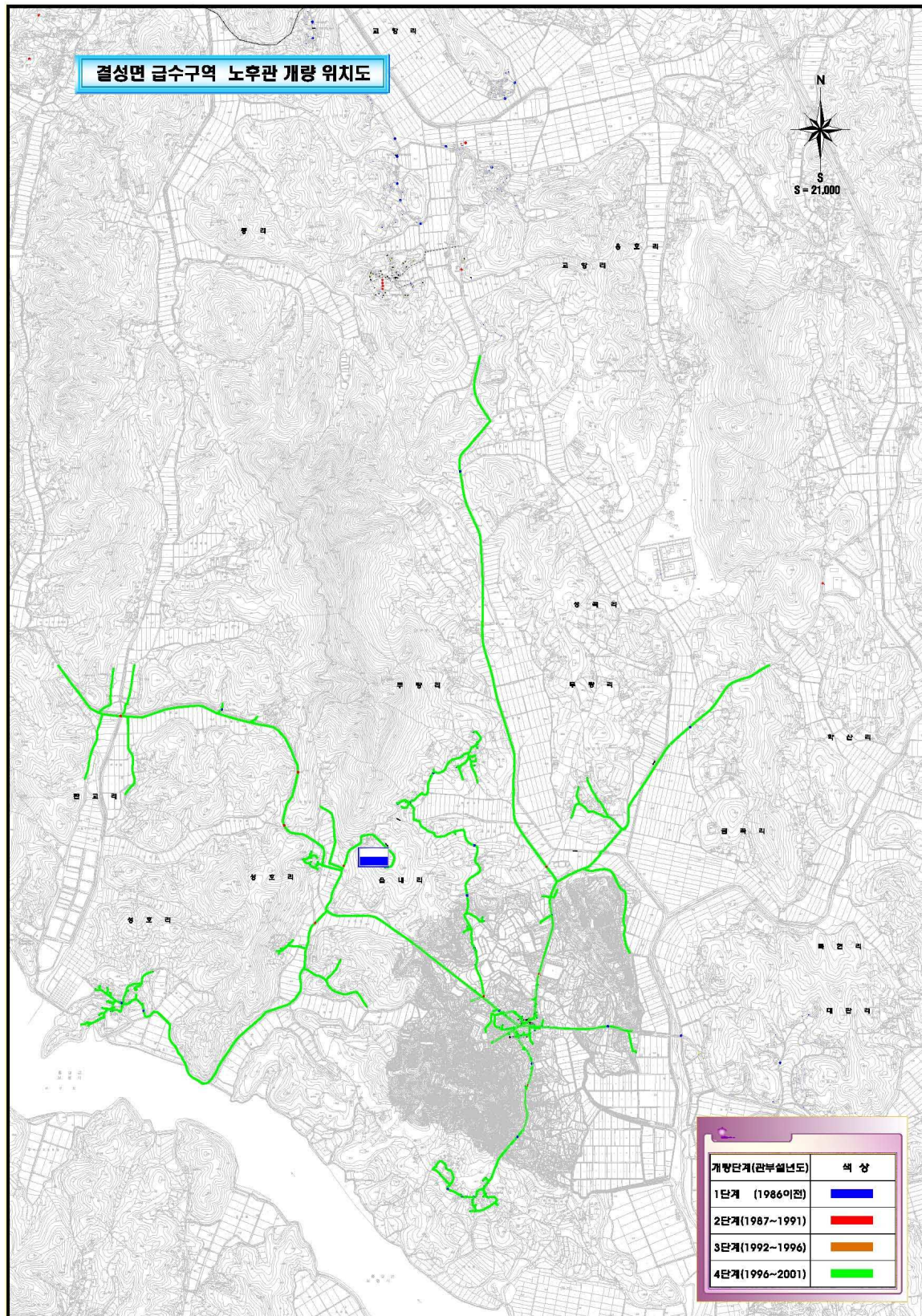
(단위 : m)

구 분	관종	목표량	단기계획		장기계획		사업비 (백만원)	비고
			2010년	2015년	2020년	2025년		
합 계	총 계	201,364	73,317	48,237	34,729	45,081	33,870	
	송수관	10,862	4,127	2,716	1,955	2,064	2,672	
	배수관	66,361	22,604	14,872	10,707	18,178	13,073	
	급수관	124,141	46,586	30,649	22,067	24,839	18,125	
홍성읍	소계	116,580	44,300	29,145	20,984	22,151	19,023	
	송수관	5,945	2,259	1,486	1,070	1,130	1,462	
	배수관	27,595	10,486	6,899	4,967	5,243	5,436	
	급수관	83,040	31,555	20,760	14,947	15,778	12,124	
광천읍	소계	64,455	24,492	16,115	11,601	12,247	11,083	
	송수관	4,246	1,613	1,062	764	807	1,045	
	배수관	24,479	9,302	6,120	4,406	4,651	4,822	
	급수관	35,730	13,577	8,933	6,431	6,789	5,217	
갈산면	소계	11,908	4,525	2,977	2,144	2,262	2,184	
	송수관	671	255	168	121	127	165	
	배수관	7,411	2,816	1,853	1,334	1,408	1,460	
	급수관	3,826	1,454	956	689	727	559	
결성면	소계	8,001	—	—	—	8,001	1,519	
	송수관	—	—	—	—	—	—	
	배수관	6,876	—	—	—	6,876	1,355	
	급수관	1,125	—	—	—	1,125	164	
서부면	소계	420	—	—	—	420	61	
	송수관	—	—	—	—	—	—	
	배수관	—	—	—	—	—	—	
	급수관	420	—	—	—	420	61	
구항면	소계	—	—	—	—	—	—	
	송수관	—	—	—	—	—	—	
	배수관	—	—	—	—	—	—	
	급수관	—	—	—	—	—	—	

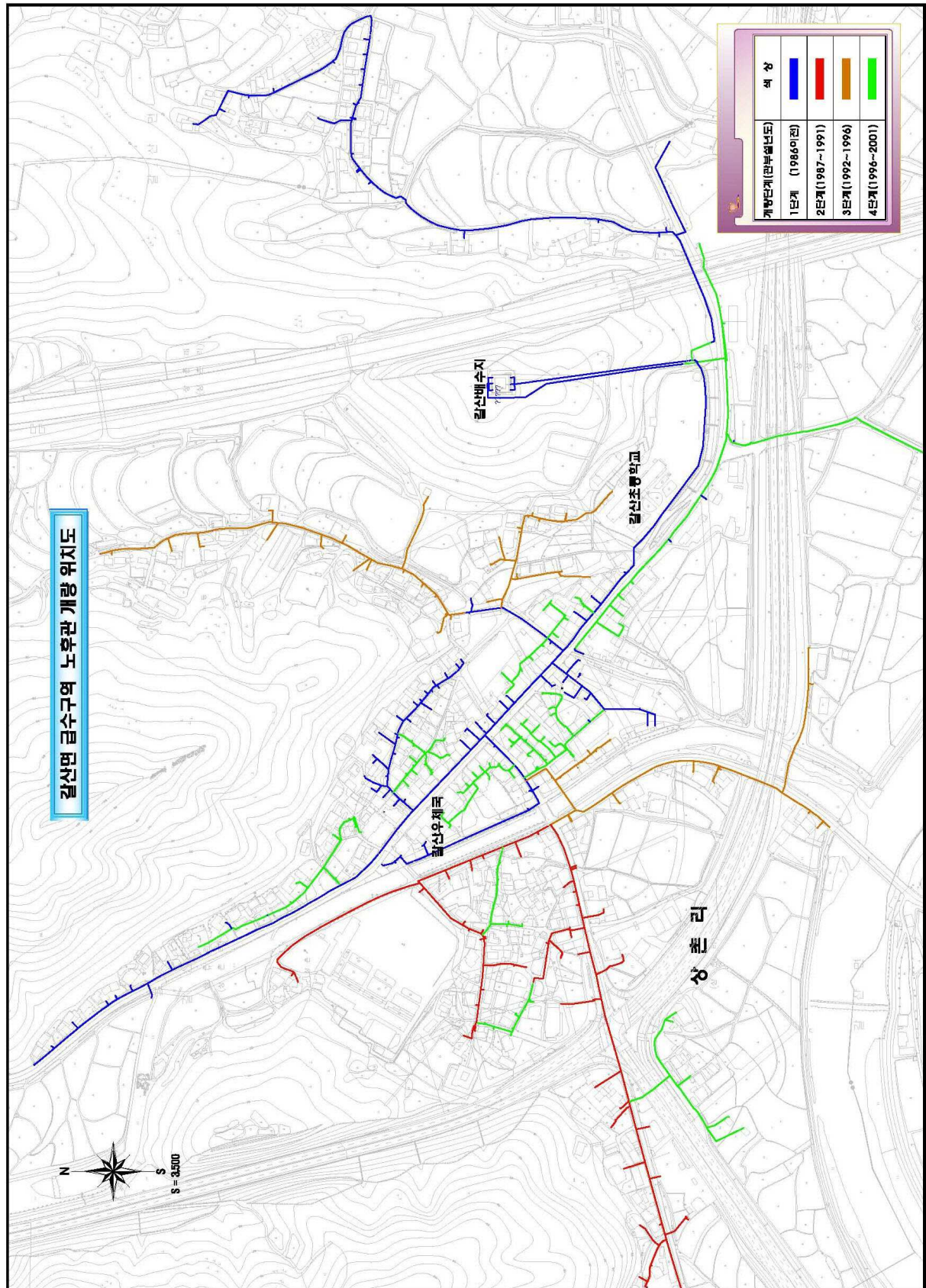
<그림 5.2-12> 노후관 현황도(홍성읍)



<그림 5.2-13> 노후관 현황도(광천읍)



<그림 5.2-14> 노후관 현황도(결성면)



<그림 5.2-15> 노후관 현황도(갈산면)

2.4 관망 블록화 계획

2.4.1 개요

가. 블록시스템의 정의

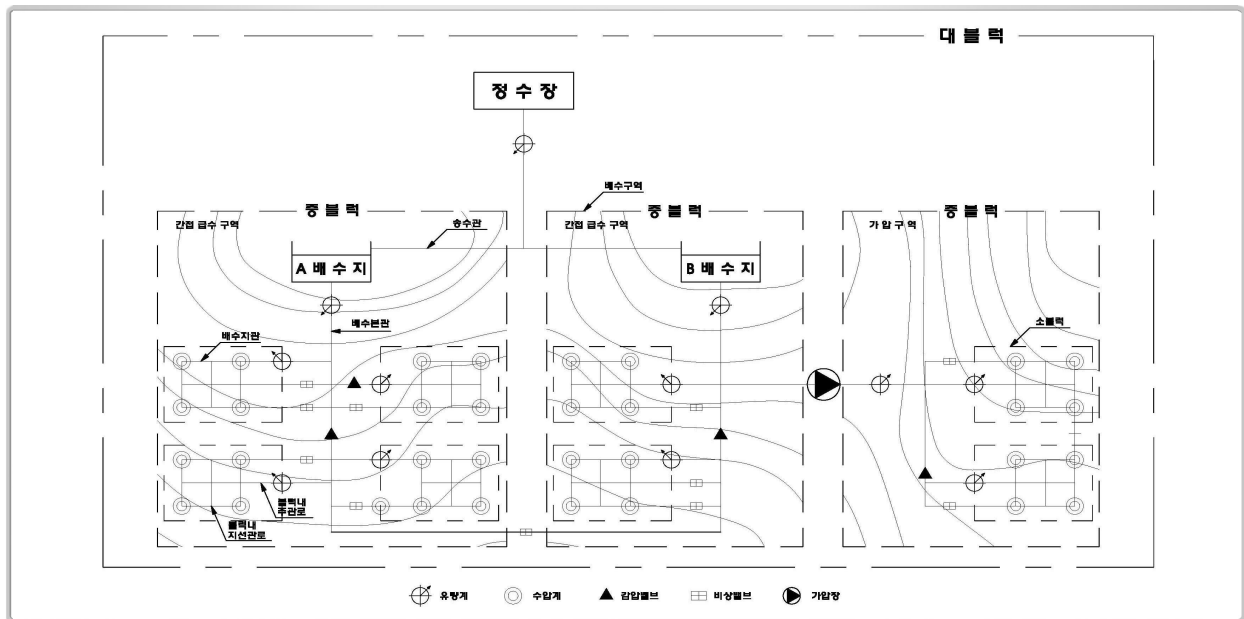
배수시설의 역할은 소비자에게 필요한 수량을 적절한 수압과 안전한 수질로 향상시켜 안정되게 급수하는 것이다. 개념적으로 간단하게 보이나 실제로 이러한 목표를 수행하는 데에는 배수지역마다 그 특성이 다르고 특히, 그 시설관리의 범위가 큰 경우에는 배수관망이 복잡하게 형성되어 있기 때문에 각 배수관의 능력이나 수요의 특성을 파악하기 어렵게 된다.

따라서 시설을 분리하여 관리하는 것이 가장 합리적인 것으로 인정되어 배수관망의 블록화 계획이 여러 도시에서 시행, 계획되고 있다. 원래 블록시스템은 일본 니가타시(新潟市)에서 1964년의 대지진 이후에 이를 극복하기 위하여 적용된 배수관망조직법을 말한다. 당시에는 재해에 강한 배수시스템의 건설이 주목적이었지만, 이러한 조직방법이 배수시스템의 유지관리에도 효율적으로 대처할 수 있다는 것이 증명되면서 일본에서 널리 보급되기 시작하였다.

배수관망의 블록화는 초기에는 복구하기 쉬운 배수관망을 형성한다는 것에 주안점을 두었으나, 최근에는 이에 부가하여 유지관리를 효율적이면서 용이하게 할 수 있는 관망의 형성을 목표로 하고 있다. 현재에는 이 개념이 우리나라에서도 어느 정도 잘 알려져 있고, 일부의 도시에서 이 개념에 의해 기존 배수관망의 재정비를 진행 중에 있다.

그러나 대부분의 도시는 아직도 기존의 배수관망조직을 그대로 유지하고 있기 때문에 일부 개선되어야 할 점이 있는 것으로 평가되고 있다. 이러한 블록시스템이 일반적으로 고려하고 있는 기본적인 구성원칙은 다음과 같다.

- 관로의 독립성(기능분리, 지역성, 세분화)
- 관로의 연대성(망상화, 중지화, 연락화)
- 관로의 단순성(관로의 생략, 통합, 규격화)



<그림 5.2-16> 블록시스템의 개념도

나. 블록시스템의 장점

블록시스템을 이용하여 배수관망을 구축하는 경우에는 일반적으로 다음과 같은 장점들이 있다고 알려지고 있다.

- 모든 관로를 관경 등에 따라 그 기능을 분산하고, 배수지관 블록으로의 주입점 을 규제함으로써 배수 블록내에서 적절한 수압을 유지할 수 있다.
- 각 배수 블록마다 유효율 또는 누수율 등의 각종 정보를 비교적 정확히 파악 할 수 있고 노후관 대책이나 누수 방지 계획을 수립하기 쉽다.
- 각 배수 블록이 독립되어 사고시나 재해시에 backup 및 급수조절 용이하다.
- 가뭄시의 취수 제한이나 정수장 가동정지 등의 이상상태에서 감압급수 또는 시간제한급수를 실시할 수 있어 급수의 균등화를 도모할 수 있다.
- 대규모의 재해시 각각의 지관 블록 단위로 동시에 재해복구에 착수함으로 전체작업을 빠르게 추진할 수 있다.
- 지역에 따른 필요수량 및 수질을 보다 쉽게 파악할 수 있어 장래의 확장계획에 중요한 정보를 얻을 수 있다.

이러한 장점 중에서 유수율제고와 관련된 장점을 정리하면 다음의 표와 같다.

<표 5.2-28> 기존 배수관망과 블록화된 배수관망의 특성비교

현재의 배수관망	구역화된 배수관망(블록 시스템)
1. 관망해석이 복잡, 난해하고 간이 관망해석으로 잔류수압을 정확히 알지 못하므로 사전 출수 불량 예상지역 파악이 곤란	1. 관망해석이 정확하고 소구경의 관로에 대해서 관망해석이 이루어져 잔류수압을 정확히 알 수 있으므로 출수불량지역 예측이 가능하다.
2. 도로횡단관이 많아 누수가 발생하면 대형사고의 위험이 높다.	2. 비상연락관을 제외한 도로횡단관의 정비계획을 수립할 수 있어 누수로 인한 사고를 줄일 수 있다.
3. 누수가 많은 지역과 적은 지역을 알기 어려워 누수탐사가 능률적이지 못하다.	3. 간접유량측정법에 의한 최소야간유량을 비교, 분석하여 누수가 많은 지역을 확인할 수 있어 누수방지작업의 능률을 높일 수 있다.
4. 정수장별, 가압장별, 배수지별 또는 구역별로 유량계측설비가 갖추어지지 못해 배수량분석이 불가능하다.	4. 대·중·소구역별로 유량계측설비를 설치할 수 있어 배수량분석이 체계화 될 수 있다.
5. 단순격자형 배수관망에 있어서는 구역별로 수압조절이 어렵다.	5. 수압이 높게 작용하는 지역은 구역별로 수압조정체계 구축이 가능하다.
6. 공동주택, 공장 등 수돗물을 다량으로 사용하는 수요가의 급수전이 낭비계량지구내 배수관에서 분기되므로 인해 최소야간유량측정에 오차가 크게 발생한다.	6. 공동주택, 공장 등 수돗물을 다량 사용하는 수용가의 급수전은 중구역 주관로에서 분기하여 최소야간유량측정의 오차를 감소시킬 수 있다.

블록시스템 구축시에 많은 도시에서 다음과 같은 관리방법을 계획, 검토하여 재해대책이나 평상시의 유지관리 능력을 향상시키고 있다.

- 수량관리
- 압력관리
- 수질관리

즉, 배수관망을 블록화 하였을 경우 수량과 수압, 그리고 수질상의 이점이 있으며 이를 블록의 크기에 따른 기능성과 장점을 정리하면 다음과 같다.

<표 5.2-29>

블록화의 목적과 장점

구분	요소	정보취득	평상시 유지관리	긴급시의 대응
대 블 럭	수량	대블록단위의 유수율, 유효율, 시간계수 등의 정보를 얻을 수 있게 된다.	수량관리가 쉬워진다.	- 대블록간의 백업기능을 활용할 수 있다. - 가뭄시의 급수제한을 공평히 할 수 있다.
	수압	수압분포를 보다 쉽게 파악할 수 있게 된다.	등압급수 등 배수조절이 쉬워진다.	가뭄시의 급수제한을 공평히 할 수 있다.
	수질	수질변화를 추적하기 쉽게 된다.	적수, 정체수의 배제를 계획적으로 할 수 있다.	- 수질오염을 국지화 할 수 있다. - 수질오염의 원인규명이 쉬워진다.
	관로 시설 등	관로의 기능이 명확하게 된다.	내진성 향상, 여유량 확보 등 배수관 간선의 부설계획을 합리적으로 할 수 있다.	- 배수관 간선의 복구계획을 세우기 쉽다. - 배수지를 응급 급수거점으로 이용할 수 있다.
소 블 럭	수량	- 소블록 단위의 시간계수, 유수율, 유효율 등을 자세히 파악할 수 있게 된다. - 누수조사가 쉬워진다.	- 소블록 단위로 급수구역의 변경이 쉬워진다. - 소블록간 융통성이 향상 - 배수조절이 쉽게 된다. - 가뭄시 대책수립을 효율적으로 할 수 있다.	소블록 단위로 수량조절이 가능하고, 가뭄시의 급수제한 등을 공평히 할 수 있다.
	수압	최대, 최소수압 등 수압변동을 자세히 파악할 수 있다.	- 감압 및 가압구역의 설정이 쉬워진다. - 출수불량지점을 합리적으로 개량할 수 있다.	소블록 단위로 수량조절이 가능하고, 가뭄시의 급수제한 등을 공평히 할 수 있다.
	수질	수질변화를 추적하기 쉽게 된다.	적수, 정체수의 배제를 계획적으로 할 수 있다.	- 수질오염을 국지화 할 수 있다. - 수질오염 원인규명이 쉽다.
	관로 시설 등	관로의 기능이 명확해진다.	교체대상 관로 등의 우선순위를 확실히 정할 수 있다.	- 돌발사고에 대처하기 쉽다. - 소블록의 복구계획을 세우기 쉽다.

2.4.2 효율적인 블록시스템 구축방안

가. 지역화 계획 및 지역분할

배수관망에 있어서 지역화라는 것은 배수구역에 어떠한 특정요소들을 기준으로 하여 서로 공통된 부분들을 중심으로 전체배수구역을 몇 개의 소구역으로 분할하는 것을 의미한다. 이때에 고려되는 요소로 자연적 요소, 인공적 요소, 사회적 요소가 있으며 이에 배수관의 구경과 블록의 크기가 추가될 수 있다. 자연적인 요소는 지형을 들 수 있으며 인공적인 요소로서는 도로, 철도, 운하, 사회적 요소로서는 용도지역, 급수밀도 등을 들 수 있다.

1) 지형

자연적 지형과 인공적 지형 즉, 철도 및 도로 등을 함께 고려하고 시설의 관리상 행정구역도 포함된다. 지반고는 배수관망의 경제적 계획과 배수조절면에서 가장 중요한 요소가 된다. 고지대에서는 출수 불량상태가 자주 야기되기 때문에 고지대와 저지대를 분리하도록 하며, 대하천이 도시를 횡단하는 경우는 될 수 있는 한 취수로부터 배수에 이르기까지의 모든 경로를 전부 별개의 시설로 설치하고 비상시를 위해 송수관이나 배수간선 등을 서로 연결해 두도록 할 필요가 있다. 배수지관구역을 형성하는 데에는 소하천, 도로에 의해 단수구역은 주로 도로에 의해 분리하도록 한다.

2) 용도 지역제

지역 용도에 따른 상수사용형태는 많은 영향을 끼치므로 지역화를 고려하는 데에 있어서는 각 도시가 설정하고 있는 용도지역제를 충분히 감안하여 블록화해야 한다. 이와 더불어 대량수요자가 많은 지역과 적은 지역, 급수밀도가 높은 지역과 낮은 지역, 탱크식 급수방식 지역과 저류탱크가 거의 없는 지역 등도 중요한 요소로 함께 고려해야 한다.

3) 블록의 규모

블록의 규모를 작게 설정할수록 블록의 수가 많아지고 따라서 당연히 기대되는 효과도 높아지지만 건설비용은 물론이고, 극단적인 소규모화로 인하여 유지관리비용과 노력은 증가하기 마련이다. 극단적인 경우는 블록화를 적용한다는 것이 도리어 비합리적이 되어 버리는 경우도 발생한다. 그러므로 급수지역의 지형적 조건과 지리적 조건에 배수관연장, 관망형태, 관경, 블록내의 손실수두, 유량조사의 효율성, 도시계획 등을 고려하여 적정규모를 설정하도록 한다.

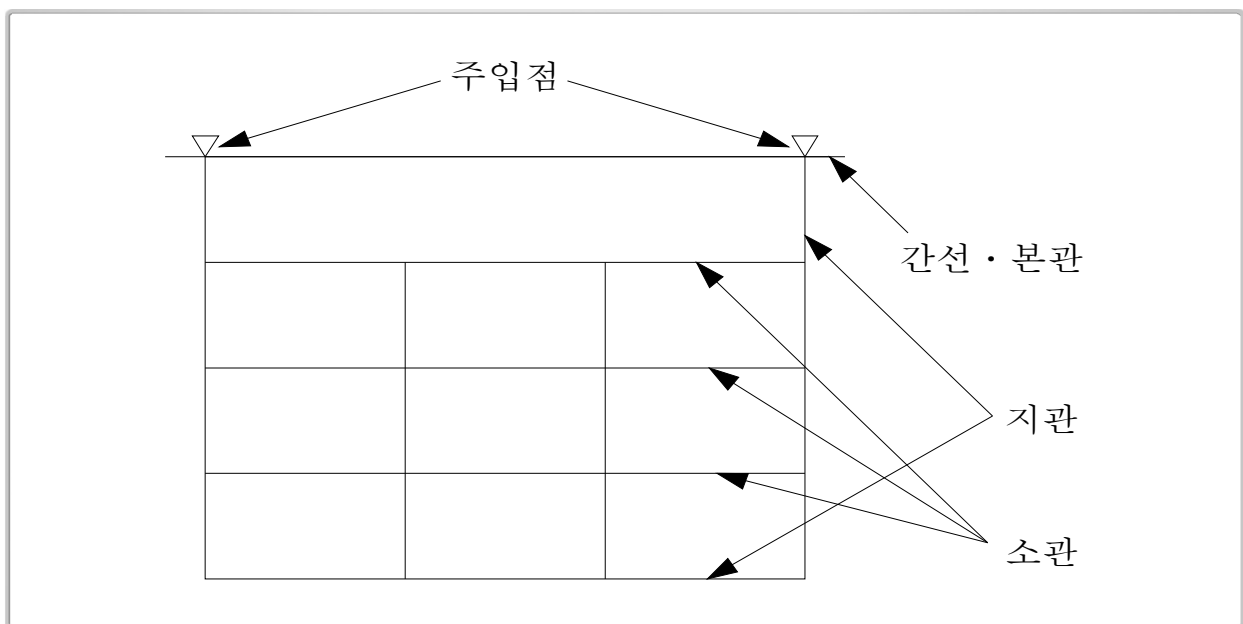
<표 5.2-30>

블록설정 기준

구 분	설 정 기 준	비고
대블록	- 정수장의 송수계통 급수구역 - 도로(폭 25m이상), 하천 및 복개천, 철도 등을 경계로 블록구분	
중블록	- 가압장 및 배수지 급수구역 - 도로(폭 8m이상), 철도, 하천 및 복개천, 하수분관, 행정구역 등을 경계로 블록 구분 - 급수전 1,500 ~ 5,000전 규모 - 소블록 5 ~ 10개를 포함	
소블록	- 도로(폭 8m이하), 철도, 하천 및 복개천, 하수분관, 행정구역, 공원, 공단, 대단위 아파트 등을 경계로 구분 - 급수정 500 ~ 1,500전 규모	

나. 주입점의 선정

상위 관망조직에서 하위 관망조직으로 상수를 공급하는 관을 주입관이라 하고 주입관이 하위 조직에 연결되는 점을 주입점이라 한다. 따라서 하위관망조직에의 주입점은 그 관망의 외곽부에 설치되며 그 수는 보통 3~4개 이하가 일반적이고 2개 이상이 바람직하다.



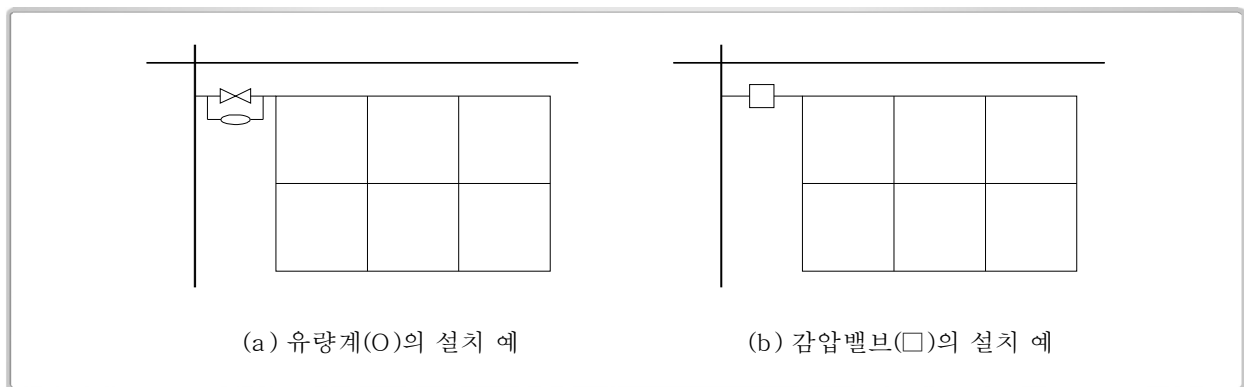
<그림 5.2-17> 관의 기능분류 모식도

다. 연락관

블록시스템의 상·하위조직 사이에 어느 한 곳에서라도 이상이 있을 때는 그 이하의 모든 구역은 당연히 피해지역이 되기 때문에 관의 파열, 수질오염, 이상수요증가 등에 대비하여 동급의 서로 다른 블록사이를 연결하는 연락관을 설치하는 것이 바람직하다.

라. 감압밸브의 설치

블록시스템의 경우 관망조적이 기능적, 지역적으로 분리되어 운용되기 때문에 수압조절에 의한 누수제어가 가능하여 효과적으로 사용될 수 있다. 블록시스템에 감압밸브를 설치하고자 하는 경우 각 블록의 주입관에 설치하도록 한다.



<그림 5.2-18> 구역유량계와 감압밸브의 설치 예

마. 블록별 유수율 및 누수율 비교

블록별 유량측정은 다음과 같은 이점이 있는 것으로 알려져 있다.

- 1) 실시간 관망해석
- 2) 누수탐사
- 3) 배수량 분석
- 4) 야간최소유량 측정
- 5) 유량계의 위치결정

바. 단수구역의 설정

관거가 파열되었거나 수질오염이 발생하는 등 단수를 해야 하는 경우에는 수량이나 수압면에서 그 하루 측이 받는 영향이 될 수 있는 한 작게 되도록 해당지역의 특성과 관망형태 등을 충분히 검토한 후에 제수밸브를 설치함으로써 단수구역을 설정한다.

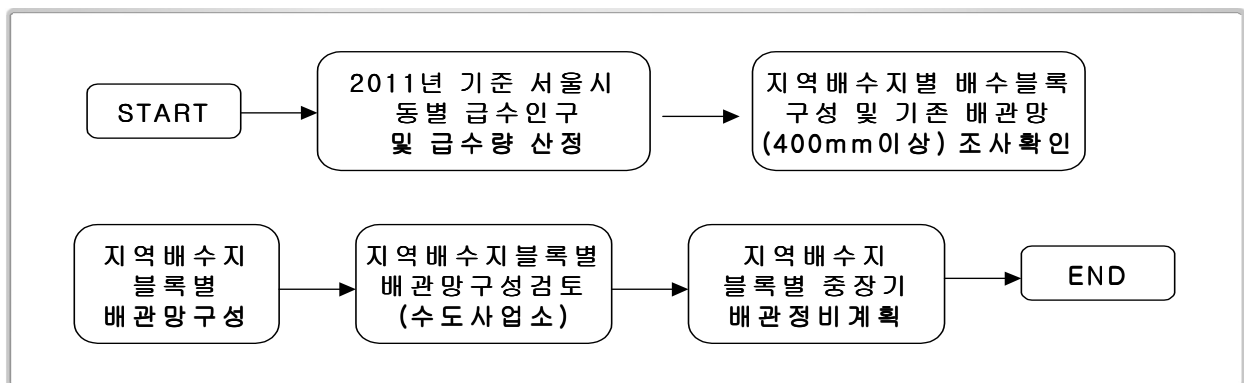
일반적으로 수량, 수압, 수질의 최적관리를 목표로 하는 합리적인 단수지역의 설정에 있어서 고려할 사항은 다음과 같다.

- 1) 수량, 수압, 수질 면에서 직접 또는 간접적으로 받는 영향을 최소화하도록 한다.
- 2) 동일 단수구역내에서는 상수수요형태나 지역의 특성이 같도록 한다.
- 3) 단수작업을 원활히 할 수 있도록 한다.
- 4) 수량, 수압, 수질관리에 편리해야한다.
- 5) 제수밸브의 설치나 유지관리에 경제적이 되도록 한다.

2.4.3 국내의 블록시스템 구축사례

가. 서울시의 블록시스템 구축사례

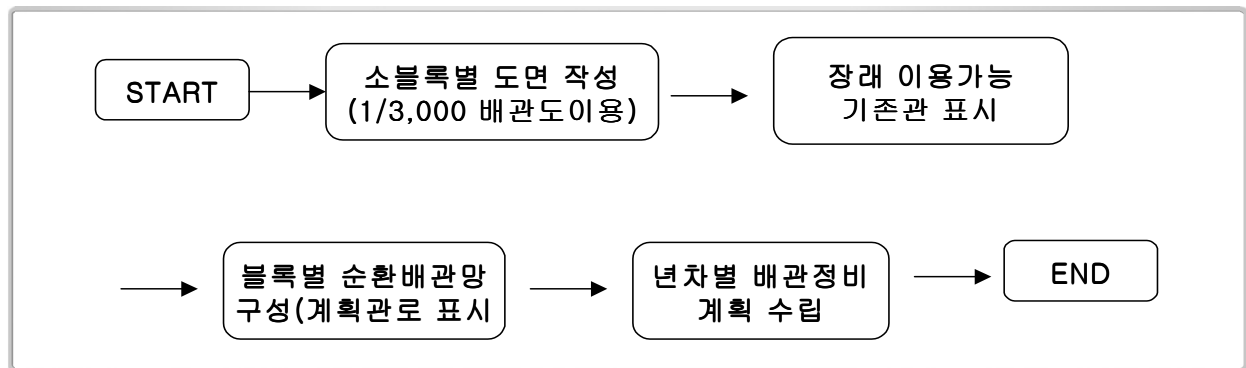
서울시는 수관망정비 추진반을 구성하여 배수관의 장기정비계획을 수립 하고 있다. 이를 위해서 먼저 서울시 전역을 39개의 대(지역)배수지 블록으로 구분한 뒤, 이들 배수지별 배수관망 정비계획을 수립하였다. 본 계획에서는 기존의 배수관망에 대한 종합적인 정밀조사를 시행하여 기존 배관망도를 작성한 뒤 지역배수지별로 적정한 배관망을 형성토록 계획하였다. 다음은 블록시스템에 의한 배수관정비 추진순서를 나타낸 것이다.



<그림 5.2-19> 서울특별시의 배수관정비 추진 순서

이중에서 서울시의 소블록계획 수립을 살펴보면, 서울시 전체를 39개소의 지역배수지블록으로 나눈 뒤, 지역배수지블록을 다시 1차배수지블록, 2차배수지블록, 3차배수지블록으로 구분하여 총 2,037개소의 소블록으로 나눔으로서, 효율적인 배관망 관리가 가능하도록 하였고, 또한 지역별 배관망 정비와 함께 급수수요량을 보다 쉽게 조정할 수 있도록 계획하였다. 그리고 이 소블록별 정비계획은 11개 사업소 전직원이 1인당 약 10여 개씩의 소블록을 담당하여 소블록

계획을 수립하였다. 아래 그림은 추진 순서를 나타낸 것이다.



<그림 5.2-20> 서울특별시의 소블록정비계획 수립 추진 순서

다음은 서울시에서 행하고 있는 블록관리를 위한 각종 조치들을 나타낸 것이다.

- 1) 블록시스템 구축 : 서울시 전체를 39개소의 지역(대)배수지 블록으로 나눈뒤 이들 지역 배수지 블록을 다시 급수구역의 특성(지반고, 도로, 하천 등)에 따라 2,037개의 소블록으로 나눔으로서 블록시스템의 기초를 마련하였다.
- 2) 블록관리를 위한 조직 확보 : 지금까지의 서울시 조직형태는 업무의 특성에 따른 직제가 아니라 지역담당제에 의한 직제였다. 이런 직제 하에서는 블록관리를 위한 업무의 전문성 및 능률성을 확보할 수 없었다. 따라서 블록관리를 위한 조직을 확보하기 위하여 1999년 3월에 단행된 직제 개편에서는 블록관리를 위한 구역관리팀을 신설하고 이 팀이 사업소의 주무 팀이 됨.
- 3) 최소유량측정 : 최소유량측정이란 수돗물 소비가 하루 중 가장 적은 시간대(평균 밤12시~새벽4시)의 블록내 최소 유량(1m³/hr·km)을 초과하는 양에 대해서는 해당블록의 누수량으로 추정하여 누수탐지를 적극적으로 실시하여 해당블록의 누수를 없애기 위한 적극적 개념의 누수방지 기법이다. 서울시에서는 2,037개의 소블록에 대한 최소유량 측정을 '98년부터 년차별 계획에 의거 실시하고 있다.
- 4) 블록의 순환관리 : 블록시스템의 운영방법은 먼저 블록을 고립시키고 최소유량을 실시하고 허용량을 초과하는 블록에 대해서는 누수탐지를 실시하여 누수복구를 실시한 뒤 다시 해당 블록이 최소유량 이내에 들 때까지 상기작업을 반복하고 아울러 불용관정비 및 블록 내 관망 전반에 관한 계획을 재검토하여 수정·보완시키는 것으로 정리할 수 있다. 이상과 같은 시스템이 구축되고 나면 블록을 순환관리 해야한다. 즉 최초 단계에는 서울

시 전체 2,037블럭에 대하여 상기와 같은 블록관리를 4년에 1회씩 실시한다. 그래서 전체 블록에 대한 블록관리가 1회 이상 끝나고 나면 우리 직원들의 숙련도 향상, 관련 기술습득 등으로 인하여 2회부터는 3년에 1회씩 실시할 수 있을 것으로 계획하고 있다.

또한 현재의 급수 방식인 정수장→수용가의 체제에서는 지역별 고저차에 의하여 관압의 차이가 매우 크게 나타났다. 즉, 정수장 및 가압장에서의 펌프는 관말지역의 급수를 위해서 항상 일정 이상의 관압을 유지한다. 따라서 저지대 지역은 관압 상승으로 인하여 누수 발생량이 커지게 된다. 또한 관압의 변동 또한 커서 관의 노후화를 촉진시켜 누수 발생의 원인이 된다.

서울특별시에서는 향후 정수장→배수지(지역, 1차, 2차, 3배수지)→수용가의 급수방식으로 개선하여 수용가에 항상 고정된 특정 배수지의 배수관을 통해서 급수가 되기 때문에 일정 관압이 유지된다. 즉, 배수지 수계별로 표고차에 의하여 관에는 균등한 수압이 유지되게 된다. 따라서 관의 노후를 방지할 수 있으며 적정 관압을 유지시킴으로써 누수도 상당량 줄어들게 될 것으로 기대하고 있다.

나. 부산시의 블록시스템 구축사례

부산광역시에는 급수인구가 3,757천명(상시 90.43%, 시간제 9.57%)이며 보급률은 보급율은 98.1%, 급수량은 1인1일 372L로서 다른 대도시인 서울 444, 대구 445, 인천 440에 비해서는 낮은 수준이며 전국 평균에도 약간 못미치는 수준이다.

급수시설은 배관연장이 8,468km이며 이 중에서 도·송·배수관 3,087km, 급수관 5,381km이다. 배수지는 44개소, 227천톤 규모로 운영되고 있으며 급수전은 322천전으로서 가정 228천전, 업무 47천전, 영업 43천전, 기타 4천전으로 구성되었다.

부산광역시에는 2011년에 급수보급율 98.9%, 평균1인당 사용량 431L, 최대사용량 519L, 1일계획급수량 1917천m³, 시간제 급수지역 완전해소, 배수지용량 639천m³(67개소), 정수지용량 217m³, 체류시간 8.67시간을 상수도의 장기지표로 설정하고 있다. 세부추진사항에서 블록시스템 관련부분을 살펴보면 공급계통 정비부분으로서 다음과 같은 추진사항을 담고 있다.

1) 배수지시설 확충

생산 및 공급의 균등 등 효과적 급수를 도모할 수 있는 급수체계를 구축하는 데 역점을 두고 고저차에 의한 급수구역을 분리하고 적절한 급수효과를 달성하기 위하여 현재의 직접배

수 방식에서 간접배수방식으로 전환하기 위한 배수지의 확충에 주력

→ 배수지용량 : 44개소 227천톤 → 67개소 639천톤

→ 시간제 급수구역 상시급수체계 전환

2) 고·중·저지 급수구역 분리

용수공급계통에 의하여 표고별 수요분석을 통하여 지역여건을 고려하여 해발 50m이하를 저지, 50~100m까지를 중지, 100~150m이상을 고지, 150m을 특고지급수구역으로 급수구역을 분리하고 관로 가압시설의 송배수 기능분리를 통한 적절한 시설운영

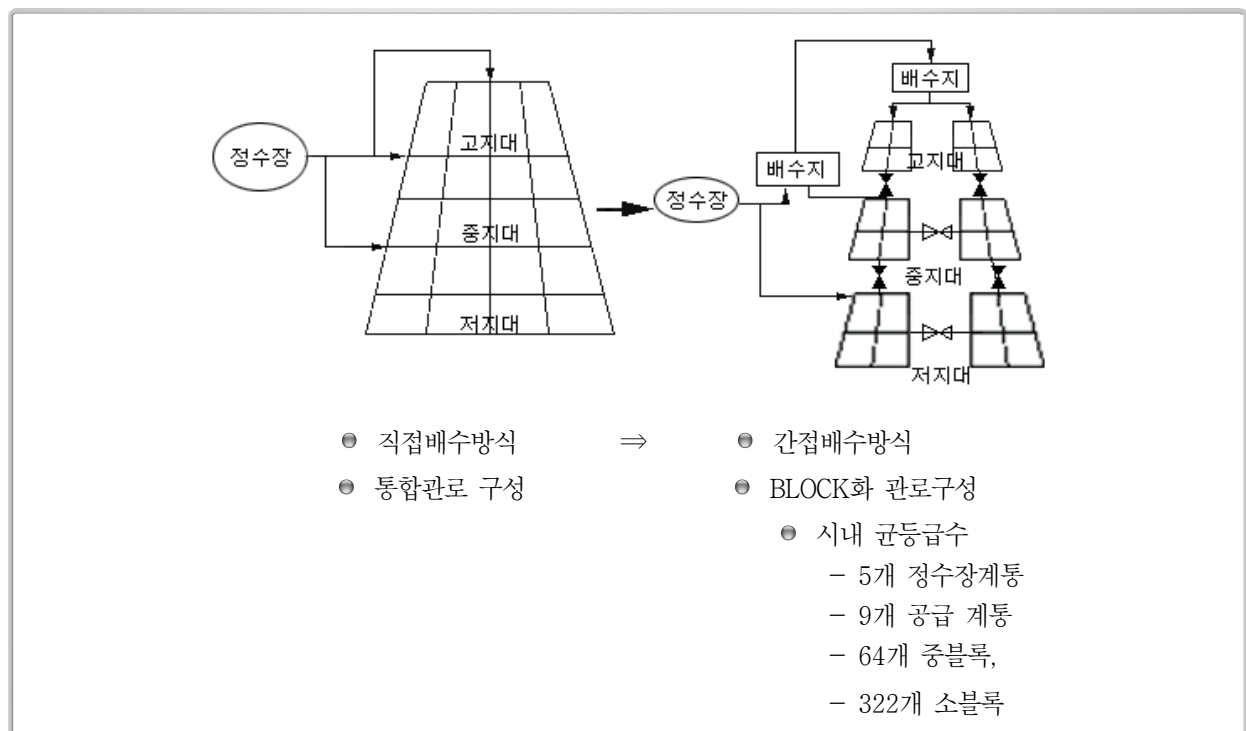
3) 블록시스템 구축 및 누수방지사업 시행

5개정수장계통, 9개공급계통, 64개 중블록, 322개 소블록으로 구역분리작업 및 구역계량을 통한 과학적, 합리적 운영.통제시스템 구축으로 유수율 제고를 통한 경영효율성 제고

4) 블록시스템 구축후 블록별 직원 책임경영제 도입 시행

블록별 담당구역 책임제 실시로 유수율 증대

5) 양수장, 주요밸브 등 사업장 무인화 및 원격제어 시스템 구축



<그림 5.2-21> 부산광역시의 수도의 공급방식 변경

이러한 세부적인 추진방법 및 목표를 살펴보면 우선 2000년에 블록시스템구축설계를 완료하는 1단계를 시작으로 2단계로 누수방지사업(노후관개량 사업과 병행)을 2000년에서

2005년까지 실시하며, 3단계로 TM/TC에 의한 구역 통제, 관리를 2006년에서 2011년까지 실시하여 유수율 85%를 달성하는 것으로 하고 있으며 블록시스템사업은 이러한 세부추진 계획의 가장 기본적인 사항에 해당한다(자료 : 부산상수도사업본부 웹사이트)

2.4.4 홍성군 블록화 계획

가. 단계별 블록시스템 구축 현황

홍성군은 현재 단위배수지별 급수구역관리를 하고 있으며 블록시스템 구축사업이 전무한 상태이다. 따라서 향후 효율적인 유지관리를 위해서는 홍성군내에 적합한 블록시스템구축 사업의 단계별 계획이 필요한 것으로 판단된다. 구체적인 블록별 문제점 및 개선방안은 블록시스템 구축사업 시행 및 상수도 관망기술진단이 수행되어야 하며, 이에 본 계획상에 상수도 관망 기술진단에 대한 시행계획을 앞절 2.3.5에서 언급한바 있으며, 향후 블록시스템 구축사업 및 상수도관망 기술진단을 통해 상세한 블록별 문제점 및 개선방안이 수립되도록 하였다.

나. 블록규모별 블록구축 기준

블록규모는 본 계획의 계획급수구역 분할계획을 고려하여 수립하며, 블록규모별 선정조건을 설정하였으며 아래사항을 검토하여 최종 결정하였다.

- 블록구축을 위한 규모별 설정기준
 - 블록규모는 시설기준에 의거 대·중·소블록으로 구분
 - 계획급수구역 분할계획의 계통 고려하여 구분
 - 각 급수시설물 현재 급수구역을 고려하여 중블록 구분
 - 배수지별 간선배수관로의 노선 및 관망구성 형태에 따라 구분
 - 배수지 급수구역별 상수도 관망해석결과 고려하여 구분
- 소블록 설정기준은 다음과 같다.
 - 배수지 수위와 급수지역 지반고 검토에 의한 고·저지대 블록구분
 - 간선배수관로 노선검토 및 도로망, 철도, 하천 등 지형·지세로 구분
 - 행정구역(읍,면,리별) 검토, 향후 유지관리에 용이하도록 분리
 - 도로망, 철도, 하천 등 지형·지세에 따른 소블록 적정 급수전수구역 분리
 - 소블록 규모 급수전수에 의한 구분

<표 5.2-31>

블록규모설정(분할) 기준 및 적용

구 분	분 할 기 준	본 계획 고려사항 및 적용
대블록	- 광역상수도과 지방상수도의 공급체계 및 정수장별로 분리 - 대용량의 조정지가 있다면 조정지별로 분리 - 급수전의 관내동수압 150kPa(약 1.53kg/cm²)이상 유지 충족 - 도로(폭25m이상), 하천 및 복개천, 철도등으로 분리	- 보령댐계통 광역상수도 전량 급수 - 계획급수구역 고려 - 광역상수도 관로계통별로 대블록 구분설정
중블록	- 가압장 및 배수지별로 분리 - 균등급수를 위해 최대표고차 20~30m 이내가 되도록 분리 - 도로(폭25m이상), 하천 및 복개천, 철도등으로 분리 - 급수전수 1,500~5,000전 정도로 분리	- 배수지 및 행정구역별 분리 - 계획급수분구 고려 - 배수지별 중블록 구분 설정
소블록	- 균등급수를 위해 최대표고차 20~30m이내가 되도록 분리 - 도로(폭8m이하), 하천 및 복개천, 철도, 하수본관, 행정구역, 학교 등의 공공시설과 공원, 공단, 대단위아파트 등으로 분리 - 급수전 500~1,500전 기준	- 현재 및 장래급수구역 (2025년) 고려 - 산업단지, 대형급수처 및 주거 밀집 지역 고려 - 급수전수 및 지형·지세에 따라 구분설정

다. 중블록 분할 계획

홍성군에는 현재 총5개의 급수구역으로 구분되어 있으며 장래에는 급수체계 조정으로 총10개의 급수분구로 조정계획을 수립하였다. 이중 홍성읍 급수구역은 현재 홍성1과 홍성2 배수지가 운영중에 있으며 장래 홍성3 배수지가 신설하도록 되어 있으며, 이에 홍성급수구역을 배수지별로 중블록화 하도록 계획하였으며, 나머지 급수구역은 급수구역당 배수지가 1개소로 대블록과 중블록이 같도록 계획하였다. 이때 배수지 용량분석 및 배수관망 해석을 통하여 관내 적정 유량과 수압을 유지할 수 있도록 하였다.

<표 5.2-32>

블록별 급수구역

대블록	중블록	급 수 구 역					비고
		2007년	1단계 (2010년)	2단계 (2015년)	3단계 (2020년)	4단계 (2025년)	
홍 성	홍성1 블록	•홍성읍 월산리, 옥암리, 남장리, 오관리, 대교리, 내법리, 소향리	•홍성읍 학계리, 내법리, 군부대 •구항면 마온리, 청광리, 지정리 •홍북면 봉신리 일부 (동진아파트)	•홍성읍 대학교 •구항면 구항농공단지 청광리, 지정리	•홍성읍 홍성교도소	—	
	홍성2 블록	•홍성읍 오관리, 남장리 고암리	—	—	—	—	
	홍성3 블록	—	—	•홍성읍 대교리, 옥암2, 소향1,2리 오관1~8,11, 남장 1,3,내법리, 고암2~4리 •홍북면 봉신리(동진 아파트포함 구역 확대)	•홍성읍 월산리	•홍성읍 월산리	•3단계 급수 체계 변경 (홍북면제외)
광 천	광천 블록	•광천읍 신진리, 광천리 담산리, 소암리 상정리, 웅암리 •은하면 장척리	•광천읍 광천김특화, 신진리 일부, 상정리	•광천읍 웅암리 광천농공단지 벽계리,	•광천읍 웅암리 일부	•광천읍 담산리 일부	•4단계 은하 면 장척리 제외
결 성	결성 블록	•결성면 읍내리, 성호리, 성남리 금곡리, 무량리, 교항리, 용호리, 성곡리 •서부면 이호리, 광리, 궁리, 상항리, 거차리, 어사리, 신리, 양곡리, 판교리, 중리	•결성면 성호리 •서부면 남당리, 신리, 이 호리, 상항리 궁리 •은하면 금곡리, 목현리, 덕실리, 대판리 학산리	•결성면 성남리 (구역확대) •성곡리 (구역확대)	•결성면 성남리 (구역확대)	•결성면 금곡리	•2단계 급수 체계 변경 (서부면, 은 하면 제외)

<표 계속>

대블록	중블록	급 수 구 역					비고
		2007년	1단계 (2010년)	2단계 (2015년)	3단계 (2020년)	4단계 (2025년)	
서 부	서부 블록	-	-	•서부면 이호리, 광리, 궁리, 상황리, 거차리, 어사리 남당리, 신리, 양곡리, 판교리, 중리, 남당관광 지구(구역확대)	•남당리 (구역확대)	•남당리 (구역확대)	• 2단계 남당관광지 구, 상황리 구역확대
갈 산	갈산 블록	•갈산면 상촌리	•갈산면 상촌리, 내갈리	•갈산면 행산리	•갈산면 행산리 쌍천리	•갈산면 와리	
	갈산단지 블록	-	•갈산면 취생리(갈산전문 농공단지)	-	-	-	
	홍성일반 단지블록	-	-	•갈산면 동성리(홍성일반 산업단지)	-	-	
	갈산2 단지블록	-	-	•갈산면 운곡리(갈산2 전 문산업단지)	-	-	
구 향	구향 블록	•구향면 오봉리, 궁리 내현리, 장양리	•구향면 오봉리 (구역확대)	•장양리 (구역확대)	•구향면 내현리, 장양리 (구역확대)	•구향면 황곡리	
홍 동	홍동 블록	-	•홍동면 운월리, 월현리, 원천리, 홍원리, 화신리, 구정리, 팔봉리, 신기리 •장곡면 도산리, 죽전리, 계송리, 신동리, 상송리 •홍성읍 송월리 •광천읍 운용리, 대평리,	•광천읍 월림리, 내죽리, 가정리 •홍동면 금평리, 문당리 •장곡면 화계리, 광성리, 신평리, 상송리, 지정리 •금마면 용흥리, 송암리, 신곡리, 장성리, 덕정리, 죽림리, 부평리, 화양리 송강리	•홍동면 금당리 •장곡면 오성리 •금마면 덕정리, 인산리,	•홍동면 효화리 •금마면 가산리 장곡면 •상송리	
은 하	은하 블록	-	-	•은하면 금곡리, 목현리, 덕실리, 대판리, 대천리, 유송리, 장곡리, 대율리, 학산리, 화봉리, 은하전문농공단 지	•은하면 장척리	•은하면 장척리	
홍 북	홍북 블록	-	-	-	•홍북면 봉신리, 신경리, 내덕리, 용산리, 대동리, 석타리, 상하리	•홍북면 노윤리, 신수리, 갈산리	

<표 5.2-33>

블록별 급수인구

(단위 : 인)

구 분		2007년	1단계 (2010년)	2단계 (2015년)	3단계 (2020년)	4단계 (2025년)	비 고
대블록	중블록	급수인구	급수인구	급수인구	급수인구	급수인구	
홍성급수구역		34,089	35,451	43,388	43,088	43,563	
	홍성1블록	34,089	35,451	10,188	8,798	8,864	
	홍성2블록			5,168	5,183	5,250	
	홍성3블록			28,032	29,107	29,449	
광천급수구역	광천블록	10,357	9,612	9,823	10,106	10,104	
결성급수구역	결성블록	2,829	4,487	1,700	1,800	1,900	
서부급수구역	서부블록	—	—	3,000	3,100	3,200	
갈산급수구역	갈산블록	1,224	1,343	1,405	1,600	1,900	
	갈 산 단 지 블 록 ¹⁾	—	257	235	236	236	
	홍성일반단지 블 록 ¹⁾	—	—	271	273	273	
	갈산2단지 블 록 ¹⁾	—	—	189	191	191	
구항급수구역	구항블록	241	954	993	1,092	1,214	
홍동급수구역	홍동블록	—	3,696	7,197	7,517	7,819	
은하급수구역	은하블록	—	—	1,799	1,997	2,200	
홍북급수구역 ²⁾	홍북블록	—	—	30,000	60,000	60,000	

주) 1)은 농업용수량을 충족시키기 위한 급수분구로서 블록별 급수인구는 인근지역 급수인구 임.

2)는 홍북 급수구역은 도청이전 신도시 급수구역으로 금회계획에서는 배제하였음.

<표 5.2-34>

블록별 급수량

(단위 : m³/일, 일최대)

대블록	중블록	2007년	1단계 (2010년)	2단계 (2015년)	3단계 (2020년)	4단계 (2025년)
홍성	홍성1	14,110	14,595	6,214	5,765	5,777
	홍성2			2,165	2,172	2,200
	홍성3	—	—	11,200	12,196	12,339
광천	광천	4,287	4,647	4,756	4,874	4,874
결성	결성	1,171	1,880	712	754	796
서부	서부	—	—	2,261	2,703	2,745
갈산	갈산	507	563	589	670	796
	갈산단지	—	548	538	540	540
	홍성일반단지	—	—	7,014	7,014	7,015
	갈산2단지	—	—	899	900	900
구항	구항	100	400	416	458	509
홍동	홍동	—	1,549	3,016	3,150	3,276
은하	은하	—	—	784	867	952
홍북 ¹⁾	홍북	—	461 ²⁾	545 ²⁾	—	—

주) 1)은 홍북블록 도청이전지 급수량은 도청이전 신도시 수도정비상에서 반영하였으므로 본계획에서는 제외하였음.

2)는 홍북면 봉신리 일대 급수량으로 3단계이후부터는 도청이전 신도시 배수지에서 급수되도록 함.

홍성군 블록분할도
-칼라 A3

라. 소블록 분할 계획

소블록의 구성형태는 블록의 지형·지세 및 현재 배수관망의 형태에 따라 다양한 형태로 구성될 수 있다. 일반적인 구성형태로 단식, 수지상식, 복식배수관망이 있으며, 블록시스템구축의 기본 취지와 유지관리의 극대화를 위해서는 복식배수관망이 가장 적합한 형태이다. 그러나 복식 배수관망은 도시의 규모와 기존 배수관망의 구성에 따라 경제성과 효율성을 고려하여 결정하여야 한다. 아래표에서는 소블록의 구성형태를 비교·검토하였다.

<표 5.2-35>

소블록 구성형태 비교

구 분	단식 및 수지상식	복 식
형 태		
특 징	• 중블록과 소블록의 간선관로가 동일 • 소블록별 완전분리 불가 • 소도시에 적용	• 중블록의 간선관로 분리운영 • 소블록별 완전 분리 운영가능 • 대도시에 적용
관 로 유 량	• 중블록 간선유량과 소블록별 인입점 유량과 악, 소블록별 인입점 다수발생	• 소블록별 유량과악 가능 • 소블록별 인입점 1, 2개
수 압 조 정	• 소블록별 수압조정이 힘들고 간선관로나 소블록내 인입관에서 수압조정	• 소블록별 인입점에서 수압조정 가능
유 지 관 리	• 단수구역이 넓어져 효율적 유지관리불리하고 유량계 및 수압계가 설치개소 증가	• 소블록별 유지관리가 유리하고 관로의 개량 및 신설이 용이하며 소블록당 유량계와 수압계 각1개소 필요
블 록 정 비	• 기존 관망구성을 최대한 활용하므로 블록정비비용 절감	• 복식형태 구성을 위한 간선관 부설과 소블록내 정비 비용 증가
검 토	• 홍성군은 대부분 지역의 관망구성이 수지상식으로 되어있어 소블록 구성이 어려우며, 홍성읍의 경우 향후 도시정비에 의한 가로망 계획이 수립되고 있으므로 향후 복식의 소블록 구성이 가능할 것으로 판단된다.	

1) 블록시스템 시행계획

블록시스템 시행계획은 1단계 블록 설정, 2단계 블록별 수도관 정비, 3단계 유량계, 수압계 등 설치 및 상수도 시설물정비, 4단계 블록별 유수율, 누수율 등 분석, 5단계 TM/TC에 의한 블록별 전산화 관리로 이루어질 예정이다.

현재 홍성군은 블록시스템 구축 사업이 진행된 곳이 없으며 홍성군내의 배수관망에 대한 시설물의 전산화작업이나 자료가 충분치 않아 블록시스템 구축의 시설물 정비계획을 수립 하는데 어려움이 있다.

따라서 ‘물 수요관리 시행계획’에서 계획된 2011년 목표년도의 블록시스템 구축계획을 검토하여 본 계획에서는 단계별 블록시스템 구축 시행 계획을 다음과 같이 계획하였다.

<표 5.2-36> 홍성군 물수요관리 시행계획상 블록시스템 구축 사업량 (단위 : 급수전수)

구 분	2008년	2009년	2010년	2011년	계
사업량	2,038	2,038	2,038	2,038	8,152

<표 5.2-37> 단계별 블록시스템 구축 시행 계획 (단위 : 급수전수)

구 분	계	목표년도				사업비 (백만원)	비고
		2010년	2015년	2020년	2025년		
계	8,152	694	3,299	2,079	2,079	1,386	
홍성읍	4,376	437	1,313	1,313	1,313	744	
광천읍	2,556	257	766	766	766	435	
은하면	52	—	52	—	—	9	
결성면	334	—	334	—	—	57	
서부면	432	—	432	—	—	73	
갈산면	335	—	335	—	—	57	
구항면	67	—	67	—	—	11	

3.0 유량계등 설비 및 시스템 개량계획

3.1 유량계 설치계획

3.1.1 개요

홍성군은 상수도의 유수율 향상을 위하여 상수도 관망에 블록시스템을 도입하고자 한다. 또한 유수율을 향상시키기 위해 누수의 양을 정확히 측정할 목적으로 중블록 범위에 유량계를 설치하였다. 소블록 범위에 설치되는 유량계는 차후 수행될 예정인 상수도관망 기술진단 및 블록시스템 구축사업에 수행결과에 따라 설치하도록 하였다.

3.1.2. 유량계의 종류와 특징

가. 차압식 유량계

1) 측정원리

비압축성 유체가 관내를 난류하지 않고 마찰도 없고 외부와도 에너지의 교환이 없는 것으로 하고 중력만이 외력으로서 일한다고 하면 관내의 임의점에서 베르누이 정리가 성립한다.

2) 특징

차압방식은 구조가 간단하며 가동부(可動部)가 거의 없으므로 견고하고 내구성(耐久性)이 크며 고온, 고압, 과부하에 견디고 압력손실도 적다. 구조가 간단하므로 상사법칙(相似法則)의 적용이 되고 임의의 유체에서 교정한 값을 Reynolds number의 보정에 의해他の 유체에도 사용할 수있다. 사용법이 적정하면 정도(精度)도 좋다. 이와 같은 특성 때문에 공업용으로 대단히 많이 사용되고 있다.

나. 면적식 유량계

1) 측정원리

수직으로 설치된 taper관의 사이를 측정유체가 밑에서 위로 흐르면 taper관내에 설치된 float는 유량의 변화에 따라 상하로 이동된다. 이 float 움직임을 검출하여 유량을 구한다.

2) 특징

- 차압식 유량계에 비해 적은 유량, 고점도의 유량측정이 가능하다.

- 유량눈금은 원리적으로 균등눈금으로 되고 유효측정 범위를 최대 눈금의 10-100%로 취할 수 있다.
- 원리적으로 밀도 변화의 영향을 받기 때문에 설계기준 밀도 ρ 가 사용조건과 다르고 ρ' 로 된 경우의 유량 Q 는 계기에서 읽은 Q 에 다음의 보정 계수를 곱할 필요가 있다.

다. 전자식 유량계

1) 측정원리

자속밀도 B 의 자계중에 내벽을 절연물로 덮어씌운 반지름 d 인 측정관을 관측방향이 자계와 직교하도록 자계와 흐름의 방향에 각각 직각이 되도록 관벽에 설치된 1대의 서로 마주본 전극간에 전압이 발생한다.

2) 특징

- 유체의 온도, 압력, 밀도, 점도의 영향을 받지 않고 넓은 측정범위에 걸쳐서 체적유량에 비례한 출력신호가 얻어진다.
- 검출기는 흐름을 막는 것이나 가동부가 없으므로 적절한 lining 재질을 선정하면 slurry 나 부식성 액체의 측정이 용이하다.
- 압력손실은 없고 다른 유량계에 비해서 상류측 직관부도 짧아서 좋다.
- 정/역 양방향의 유량이 측정되며 응답의 지연도 없다.
- 기체, 기름등 유전성이 없는 유체의 측정은 할 수 없다.

라. 초음파 유량계

1) 측정원리

관로의 외부에서 유체의 흐름에 초음파를 방사하고 유속에 따라 변화를 받은 투과파나 반사파를 관외에서 받아들여 유량을 구하는 것이다. 측정원리로부터 크게 구별해서 실용화되어 있는 대표적인 두 가지 방식이 있다.

- 전반 시간차 방식 : 초음파가 유체내를 통과하는 속도는 유체의 평균유속과 일정한 관계가 있다. 이 통과 시간을 측정한 다음 유속과 관지름에 의해 유량을 구한다.
- 도플러 방식 : 진동원과 관측점의 상대운동에 의해 음, 광 등의 주파수가 변화한다고 하는 도플러 효과를 이용하여 초음파에 의해 유량을 측정한다.

2) 특징

- 관로의 외벽에 검출기를 부착하는 방식으로 이미 설치된 배관로를 가공할것도 없이 또 흐름을 멈출것도 없이 유량측정이 가능하다.
- 검출기는 유체와 비접촉이므로 부식이나 부착물 등의 걱정이 없다. 또 흐름을 방해 하는 것이 없으므로 압력손실이 없다.
- 유속분포의 혼란이 측정 정도에 영향이 된다. 그 때문에 검출기 부착부에는 상류측, 하류측에 소정의 직관장이 필요하다

마. 터빈 유량계

1) 측정원리

원통상의 유로속에 로터(회전날개)를 설치, 이것에 유체가 흐르면 통과하는 유체의 속도에 비례한 회전속도로 로터가 회전한다. 이 로터의 회전속도를 검출하여 유량을 구하는 방식이다.

2) 특징

- 일반적으로 공업계측용에는 회전부의 기계적 마찰이나 유체저항력이 적은 축류식의 높은 정밀도를 가진 터빈 유량계가 사용된다.
- 청정에서 유체저항이 적은 저점도 액체에 가장 적합하다.
- 로터의 응답이 빠르고 유량에 비례한 고분해능의 펄스신호가 얻어진다.
- 유량계의 상류측에 정류장치를 사용한 20D (D: 관로의 호칭지름) 이상인 수평 인 직관부를 설치, 게다가 이물질의 혼입에 의한 로터의 파손을 방지하기 위해서 직관부 입구의 직전에 여과기를 설치할 필요가 있다.

바. 용적식 유량계

1) 일반사항

측정원리 회전자와 피스톤 등의 가동부와 그것을 둘러싼 케이스 사이에 형성되는 일정 용적의 공간부를 되 모양으로 그안에 유체를 가득 채워 그것을 연속적으로 유출구로 내보내는 구조로, 계량 회수로부터 용적유량을 측정한다.

2) 특징

- 원리적으로 적산형 유량계이다. 특히 고점성 액체에 있어서 고점도이며 거래용이나 표

준 유량계로서도 사용된다.

- 유량계의 설계부의 관로에 직관부를 필요로 하지 않는다.
- 유로에 가동부가 있으므로 회전자와 케이스간에 고체가 위에 끼지 않도록 유량계 입구에는 반드시 여과기를 설치할 필요가 있다. 이로 인해 압력손실이 비교적 크다.

사. 소용돌이 유량계

1) 측정원리

유체의 흐름에 수직으로 주상물체 (소용돌이 발생체)를 돌려 끼우면 그 물체의 양쪽에서 서로 역회전의 소용돌이가 서로 교대로 발생하고 하류에 Karman 와열이 형성된다. 이 소용돌이의 주파수는 어느 레이놀즈수의 범위에 있어서 유속에 비례하는 특성을 가지고 있기 때문에 소용돌이 주파수를 검출하는 것으로부터 유량을 측정할 수 있다.

2) 특징

- 출력신호는 유량에 정비례하고 펄스 출력이 얻어진다.
- 출력신호는 체적유량을 지시하고 온도, 압력, 유체의 종류에 영향을 받지 않는다.
- 적용 레이놀즈수의 범위가 넓고 정밀도가 좋다.
- 흐름의 압력손실은 비교적 적으나 유속 분포의 영향을 받으므로 상류측에는 관로상황에 따라 15D~40D 이상, 하류측에는 5D의 직관장이 필요하다.

3.1.3. 유량계 선정 검토

가. 유량계의 선정시 고려사항

- 1) 측정 장소가 관수로의 흐름인가 개수로의 흐름인가 각각의 상태에 맞추어 선정한다.
- 2) 유체의 흐름상태(관로를 충만하고 있는 가 맥동 등이 없는가)나 측정 개소의 상류측 및 하류측의 배관에 유량계가 필요로 하는 직관부가 확보되어 있는가, 또한 유량계를 삽입함에 의해서 생기는 압력손실이 허용 되는가 등을 고려하여 적절한 기종을 선정한다.
- 3) 종류나 구경의 선정은 관로구경이 커지면 유량계의 종류에 따라서는 오히려 고가가 되는 것도 있으므로 경제성, 정도 및 측정범위 등에 대하여 충분히 고려하여 적절한 것을 선정한다.
- 4) 기종에는 구조가 방침형, 수중형 등이 있으므로 사용 장소에 적합한 것을 선정한다.
- 5) 유입용이나 유수율에 관한 것과 같이 높은 정도를 필요로 하는가, 제어용에 사용하는가, 단

순히 감시용만 인가 등 각각의 용도에 맞는 기종, 정도의 것을 선정한다.

- 6) 유량제어에 사용하는 유량계는 감도, 정도가 높고 응답성이나 안정성이 좋은 것을 선정한다.
- 7) 유량의 측정범위를 명확하게 하고 그에 적합한 것을 선정한다. 예를 들면 배수량과 같이 일일 중에서 최소유량과 최대유량의 차가 큰 것에서는 range ability가 큰 것이나 2 range 용의 유량계를 채용할 필요가 있다.
- 8) 유량계 선정시 특히 고려할 것은 적정 유량측정 범위이다. 일반적으로 유량계의 상시 계측량(평균치)은 유량 최대 계측량(full scale)의 60~70%가 적정하며 상수도의 급수량이 주야 또는 계절에 따라 변한다고 하더라도 최대 계측 범위를 초과하지 않도록 하여야 한다.
- 9) 동일관로에 복수의 유량계를 설치하는 경우에는 유량계간의 계측치의 차가 생기므로 그것을 가능한 한 적게 하기 위하여 동종, 동구경의 유량계를 선정하는 것이 바람직하다.

나. 관수로 유량계

- 1) 초음파식 유량계를 적용시 설치조건이 어려울 경우(전후 직관부 등) 다회선식 초음파 유량계를 사용을 고려한다.
- 2) 배출수 및 부식이 심한 노후관 등에는 건식 초음파유량계 외 다른 기종을 선정한다.
- 3) 기포 혼입이 우려되는 관에는 전자유량계 선정한다.
- 4) 고탁도관에는 도플러유량계 선정한다.
- 5) 전자유량계 선정시는 BY-PASS관로를 설치하여 수리시 안정적 용수공급이 가능 하도록 하여야 하며 BY-PASS관로 설치가 불가능한 지역은 유량계 길이만큼 단관을 제작하여 유량계 고장시 단수를 최소화 되도록 한다.
- 6) 유량계는 용도에 따라 형식이 다르며 관로 상에는 Range ability가 큰 전자식과 초음파 유량계의 적용을 검토한다.

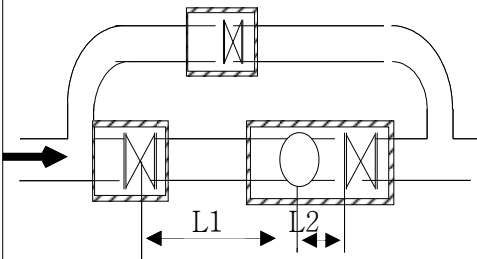
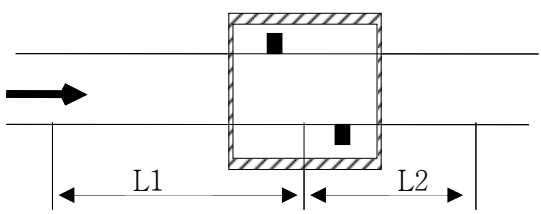
다. 직관거리

- 1) 유량계를 설치할 관 배치는 각종 오차발생 인자로부터 충분한 직관거리를 확보하여 설치하여야 하고 형식별 유량계 선정은 아래 표를 참고하여 선정한다.
- 2) 초음파유량계 Clamp-On Type은 모노빔 기준이며 다중회선은 5회선 기준이므로 다중빔인 경우 직관거리는 모노빔 보다 짧으며 4회선 이하인 경우는 직관거리가 길어지므로 이를 고려하여야 한다.

3) 유량계 형식별 직관거리

<표 5.3-1>

형식별 직관거리

난류인자 종류		전 자	초 음 파	
			Clamp-On (Mono Beam)	다중회선 (플래지형, 5회선)
상류직관거리 (L1)	90°곡관	10D 이상	10D 이상	3D 이상
	Tee	10D 이상	50D 이상	3D 이상
	확대관	5D 이상	30D 이상	5D 이상
	축소관	5D 이상	10D 이상	3D 이상
	밸브	10D 이상	30D 이상	5D 이상
	펌 프	—	50D 이상	10D 이상
하류직관거리 (L2)	90°곡관	2D 이상	5D 이상	2D 이상
	Tee	2D 이상	10D 이상	2D 이상
	확대관	2D 이상	5D 이상	2D 이상
	축소관	2D 이상	5D 이상	2D 이상
	밸브	2D 이상	10D 이상	2D 이상
개 략 도	【전자】 관련기준:KSB5260 		【초음파】 관련기준:JEMIS 032-1987 	

라. 설치조건에 따른 정확도 비교

<표 5.3-2>

설치조건에 따른 정확도 비교

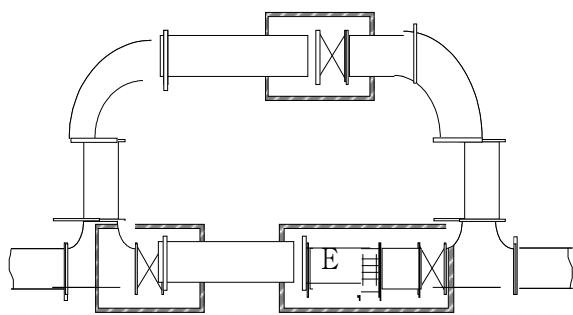
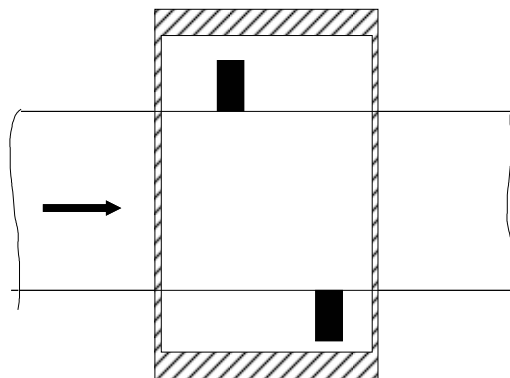
형식 항목	전 자	초음파 (다중회선)	적용 기준	비 고
측정유속	0.6 m/s 이상	0.6 m/s 이상 (0.6 m/s이상)	저유속 범위에서는 초음파 유량계 측정치의 분산이 커지고 정밀한 측정이 어려우므로 초음파 유량계를 설치한 곳은 관경을 줄여 유속을 증가 시킬 수 있도록 하는 것이 적절함.	
직관유지 거리	상류 10D 이상 하류 2D 이상	상류 30D 이상 하류 10D 이상 (상류 5D 이상) (하류 2D 이상)	초음파유량계는 배관단면상 직경상의 평균유속을 측정하기 때문에 유속분포의 영향을 받기 쉽다 전자유량계는 배관단면의 평균유속을 측정 하므로 유속분포 영향이 적어 초음파에 비해 직관 길이가 짧음	
배관내 기포에 의한 오차	거의 없음	영향 있음 (영향 있음)	상류측에 펌프, 밸브 등에 의해 유속분포가 산란되어 기포혼입의 요인이 되는 곳은 전자유량계가 유리함	
치수 부정확 (구경)오차	없음	건식 : 오차발생 습식 : 없음	초음파(건식)는 부정확한 치수오차가 있는 경우 소구경에서는 측정오차가 크게 발생 할 수 있음	
배관내 퇴적물에 의한 오차	거의 없음	오차발생 있음 (오차발생 영향크)	초음파유량계는 배관단면에 부착물이 퇴적되면 초음파 감쇄로 인해 측정오차가 유발 될 수 있음	
설치방법에 의한 오차	없음	오차발생 소지 있음 (오차발생 소지적음)	초음파 유량계는 유량 센서의 미세한 위치나 각도조절 등 설치방법 및 설치자 변경 설치에 따라 측정오차가 유발될 수도 있다.	
고탁도의 액체측정 오차	거의 없음	시간차도달법 : 사용 불가 도플러법 : 사용가	고탁도의 액체측정시는 전자 또는 도플러식 초음파유량계 선정	

마. 경제성 검토

유량계 선정의 경제성 비교는 초기투자비는, 설치비, 유지관리비등을 종합적으로 검토하여 선정하여야 한다. 단, 전자식인 경우 반드시 바이패스배관 비용을 계상하여야 한다.

<표 5.3-3>

소요자재 및 비용

형식 설치내역			전자	초음파	비 고
초 기 투 자 비	유량계, 밸 브, 밸브실	유량계	○	○	
		유량계실	○	○	(전자식 후단밸브포함)
		전단 밸브	○	×	
		전단 밸브실	○	×	(전자식 500mm부터 설치)
		후단 밸브	○	×	
	By-Pass	배관	○	×	
		밸브	○	×	
		밸브실	○	×	(전자식 1,100mm부터 설치)
설 치 비			고가 (高價)	저가 (低價)	
유지관리비			저가 (低價)	저가 (低價)	
【전자】 				【초음파】 	

바. 유지관리 용이성

- 1) 초음파유량계(Clamo on type)는 무단수 설치가 가능하나, 전자유량계는 단수작업을 수반하므로 무단수 용수공급을 위해서는 초음파 형식을 선정한다. 단, 바이패스관로가 설치된 경우는 제외한다.
- 2) 유량계는 설치 적용성, 검교정 편이성, 검출기 고장수리 용이성, 유량계실 침수피해정도, 비교 측정실 설치여부, 재사용 여부, 휴대용 유량계 대체사용 여부, 고장발생 재설치 가능 여부등 아래 표를 고려하여 선정 한다
- 3) 유량계별 유지관리 비교표

<표 5.3-4>

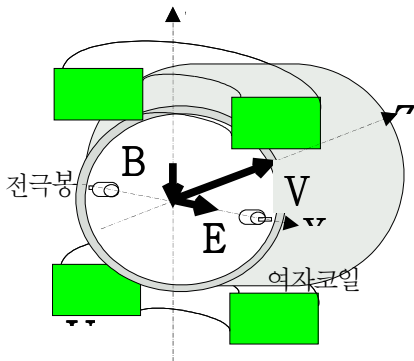
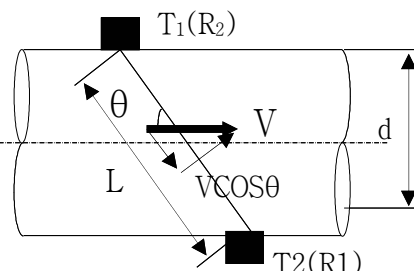
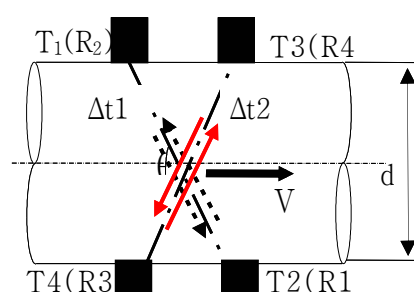
유지관리 비교표

내용 \ 형식	초 음 파 (Clamp-on Type)	전자, 다중회선 (플랜지형)
• 설치 및 수리시 단수유무	무단수	단 수
• 설치 용이성	배관 외경에 부착 형으로 설치가 쉽고, 적용성 넓음	구경, 단수작업등 적용성이 좁음
• 검교정 편이성	- 편리함 - 출장검교정 가능	- 불편함(검출기취탈 : 단수) - 출장검교정 불가
• 검출기 고장수리 용이성	- 간단	- 어려움
• 유량계실 침수피해	- 센서만 건조후 재설치	- 검출기 방수파괴시 수리 곤란
• 비교측정실 설치여부	- 설치 불필요 (기존유량계실에서 비교 측정사용 가능)	- 설치 필요 (기존유량계실에서 비교측정 불가함. 단, 장대한 경우 가능)
• 재사용 가능여부	- 가능 - 무단수 이설	- 환경에 제약 받음 - 이설시 단수 수반
• 고장시 휴대용유량계 대체 사용 여부	- 가능	- 불가함 (비교측정실 또는 센서부착 조건만족시 가능)
• 고장발생시 재설치 여부	- 가능(센서 재설치)	- 단수작업 수반(재설치시)

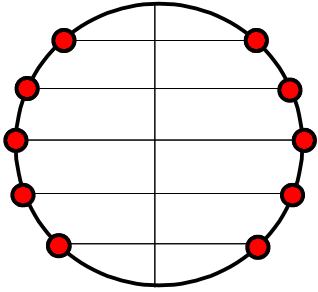
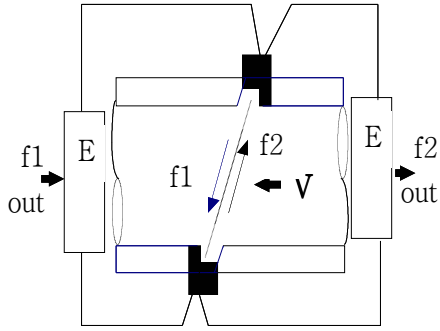
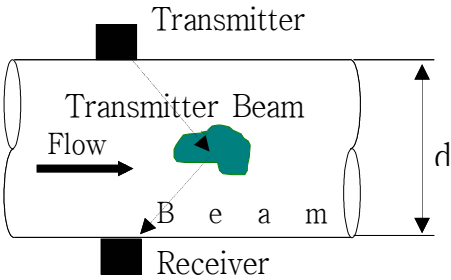
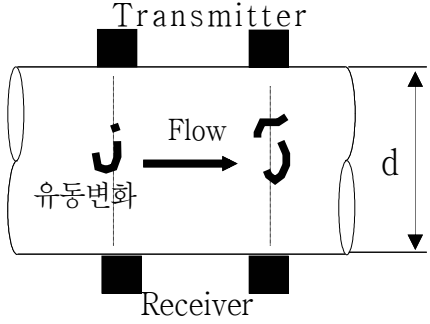
사. 종류별 측정원리 및 장단점

<표 5.3-5>

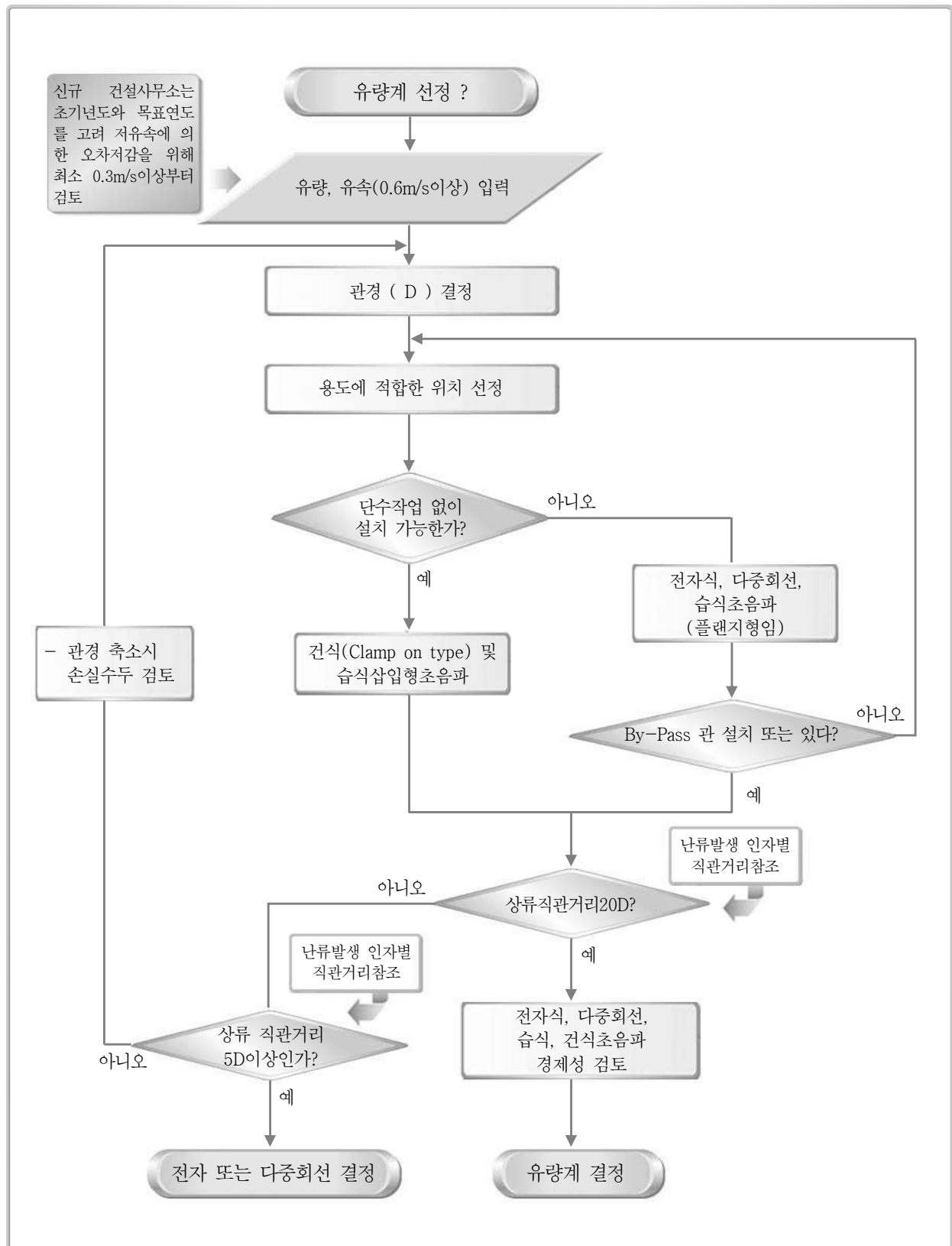
측정원리 및 장단점

구 분	측정원리	검출기 구조	장단점	비고
전자	유체흐름에 수직한 방향의 자기장에 평균 유속에 비례하는 신호 기전력이 발생함을 이용 (프레밍오른손법칙) $E = KBDV$		◆ 장점 - 정확도가 높다 - 직관거리 짧다 - 고장이 적다 ◇ 단점 - 高價 (대구경) - 바이패스관 필요 - 고장복구 어려움	
초음파	동일면상의 상류측과 하류측 초음파의 도달시간차를 이용하여 유속(유량)측정 $\Delta t = \frac{(2LV \cos \theta)}{C^2}$		◆ 장점 - 무단수 설치 - 고장수리 쉽다 - 低價 (대구경) ◇ 단점 - 설치오차 있음 - 직관길이 길다 - 고장이 잦음	- 습식프랜지형은단수작업
	둘 이상 동일면상의 상류측과 하류측 초음파의 도달시간차를 평균하여 유속(유량)측정 $\Delta t = \frac{(2LV \cos \theta)}{C^2}$		◆ 장점 - 무단수 설치 - 고장수리 쉽다 ◇ 단점 - 센서 1조 고장 시확인 어려움 - 직관길이 길다	"

<표계속>

구분	측정원리	검출기 구조	장단점	비고
시간차법 (다중회선)	유체흐름 단면에 놓인 여러선상의 평균 유속을 측정하여 총 평균유속을 계산		◆ 장점 - 매우 짧은 직관 거리 측정가능 - 정확도가 높다 - 일부 센서 고장 시 cut off 기능에 의해 정확도 유지	
초음파 주파수법	초음파송신기와 수신기가 증폭 반복하여 주파수차를 얻는다 $\Delta f = \frac{(2VCOS\theta)}{L}$		◆ 장점 - 무단수 설치 ◇ 단점 - Δf 측정기법에 따른 정확도 저하 - 직관길이 길다	
도플러법	照射된 초음파는 유체중의 부유물에 산란반사되어 수신된 편이Δf를 이용 $V = \frac{C}{(2f_t \cos\theta)} \times$		◆ 장점 - 고탁도 측정가능 ◇ 단점 - 깨끗한물 사용불 - 부유물위치에 따라 부정확 우려	
연관법	두쌍의 초음파소자가 유체유동변화를 초음파신호로 감지한 후 상호연관시켜 평균속도를 구함		◆ 장점 - 소자,신호 다양 ◇ 단점 - 감지소자 최적화 어려움(연구용) - 매우 高價	

아. 전자 및 초음파유량계 선정 Flow-Chart



<그림 5.3-1> 전자 및 초음파유량계 선정 Flow-Chart

3.1.4. 홍성군 유량계 설치 현황 및 계획

본 계획에서는 홍성급수구역에 대하여 장래 블록화계획을 수립하였으며, 유수율 제고, 수질 관리 및 수도사업의 경영 합리화를 체계화하기 위하여 블록화계획을 고려한 유량계 설치계획을 신설되는 배수지를 기준으로 다음과 같이 수립하였다. 구체적인 설치기준은 수도정비 기본계획 수립지침에 의거 배수지 유출부 및 블록단위의 간선관로에 설치하는 것을 원칙으로 하였다.

<표 5.3-6>

유량계 설치 현황

배수지	구분	형식	수량
홍성1 (광역)배수지	유입 유량계	• 제작사 : KROHNE	1세트
		• 형 식 : 전자식	
		• 출 력 : 4~20mA	
		• 위 치 : 유입배관	
홍성2 지방배수지	유입 유량계	• 제작사 : TOKIMEC	1세트
		• 형 식 : 전자식	
		• 출 력 : 4~20mA	
		• 위 치 : 유입배관	
광천배수지	유입유량	• 형 식 : 전자식	1세트
		• 출 력 : 4~20mA	
		• 위 치 : 유입배관	
		• 제작사 : KROHNE	
결성배수지	유입 유량계	• 형 식 : 전자식	1세트
		• 출 력 : 4~20mA	
		• 위 치 : 유입배관	
		• 제작사 : KROHNE	
구항배수지	유입 유량계	• 형 식 : 전자식	1세트
		• 출 력 : 4~20mA	
		• 위 치 : 유입배관	
		• 제작사 : KROHNE	
갈산배수지	유입 유량계	• 형 식 : 전자식	1세트
		• 출 력 : 4~20mA	
		• 위 치 : 유입배관	

<표 5.3-7>

유량계 설치 계획

사 용 명	설 치 (EA)	위 치	구경 (mm)	사업비 (백만원)	비고
합 계	4개소	홍성, 홍동, 은하, 서부	D200~500	88	
홍성3블록	홍성3유출(1EA)	홍성읍 월산리	D500	22	
홍동블록	홍동유출(1EA)	홍동면 흥원리	D300	22	
은하블록	은하유출(1EA)	은하면 대울리	D200	22	
서부블록	서부유출(1EA)	서부면 이호리	D200	22	

4.0 시설개량사업 시행계획

4.1 장단기 사업추진계획

4.1.1 사업시행계획

시설개량사업은 공공상수도 보급에 따른 급수불량지역에 대한 급수서비스 향상과 급수보급을 증대에 있으며, 홍성군의 사업추진은 장·단기로 구분하여 노후관교체, 블록시스템 구축, 유량계 설치 등을 시행토록 계획하였다.

단기계획의 목표연도를 2015년으로 장기계획의 목표연도를 2025년으로 구분하여 다음과 같이 시설개량 계획을 수립하였다.

<표 5.4-1>

시설개량사업 시행계획

구 분	계	단기계획		장기계획	
		1단계(2010년)	2단계(2015년)	3단계(2020년)	4단계(2025년)
1. 노후관교체(m)	201,364	73,317	48,237	34,729	45,081
홍성급수구역	116,580	44,300	29,145	20,984	22,151
광천급수구역	64,455	24,492	16,115	11,601	12,247
결성급수구역	8,001	—	—	—	8,001
서부급수구역	420	—	—	—	420
은하급수구역	—	—	—	—	—
갈산급수구역	11,908	4,525	2,977	2,144	2,262
구항급수구역	—	—	—	—	—
홍동급수구역	—	—	—	—	—
2. 블록시스템 구축	8,152개소	694개소	3,299개소	2,079 개소	2,079개소
홍성급수구역	4,376개소	437개소	1313개소	1313개소	1313개소
광천급수구역	2,556개소	257개소	766개소	766개소	766개소
결성급수구역	52개소	—	52개소	—	—
서부급수구역	334개소	—	334개소	—	—
은하급수구역	432개소	—	432개소	—	—
갈산급수구역	335개소	—	335개소	—	—
구항급수구역	67개소	—	67개소	—	—
홍동급수구역	—	—	—	—	—
3. 유량계 설치	4개소	—	4개소	—	—
홍성급수구역	1개소	—	1개소	—	—
광천급수구역	—	—	—	—	—
결성급수구역	—	—	—	—	—
서부급수구역	1개소	—	1개소	—	—
은하급수구역	1개소	—	1개소	—	—
갈산급수구역	—	—	—	—	—
구항급수구역	—	—	—	—	—
홍동급수구역	1개소	—	1개소	—	—

4.1.2 사업비 산출

상기 사업시행계획에 의한 사업비를 산출하였으며, 다음과 같다.

<표 5.4-2>

시설개량 사업비 산출

(단위 : 백만원)

구 분	계	단기계획		장기계획	
		1단계(2010년)	2단계(2015년)	3단계(2020년)	4단계(2025년)
1. 노후관교체	33,870	12,270	8,073	5,812	7,715
홍성급수구역	19,023	7,228	4,756	3,424	3,614
광천급수구역	11,083	4,212	2,771	1,995	2,106
결성급수구역	1,519	—	—	—	1,519
서부급수구역	61	—	—	—	61
은하급수구역	—	—	—	—	—
갈산급수구역	2,184	830	546	393	415
구항급수구역	—	—	—	—	—
홍동급수구역	—	—	—	—	—
2. 블록시스템 구축	1,386	139	416	416	416
홍성급수구역	744	74	223	223	223
광천급수구역	435	44	130	130	130
결성급수구역	9	—	9	—	—
서부급수구역	57	—	57	—	—
은하급수구역	73	—	73	—	—
갈산급수구역	57	—	57	—	—
구항급수구역	11	—	11	—	—
홍동급수구역	—	—	—	—	—
3. 유량계 설치	88	—	88	—	—
홍성급수구역	22	—	22	—	—
광천급수구역	—	—	—	—	—
결성급수구역	—	—	—	—	—
서부급수구역	22	—	22	—	—
은하급수구역	22	—	22	—	—
갈산급수구역	—	—	—	—	—
구항급수구역	—	—	—	—	—
홍동급수구역	22	—	22	—	—