

유럽의 직결식급수 공급체계 사례조사

- Tankless Water Supply in Europe -

이 현 동*

◎ 목 차 ◎

- 1. 머리말
- 2. 유럽의 직결식급수 공급체계 실태
 - 2.1 스위스의 루첼른市
 - 2.2 독일의 뮌헨시
 - 2.3 독일의 뉘른베르그시
 - 2.4 스웨덴의 말메시
 - 2.5 네덜란드의 암스테르담시
 - 2.6 벨기에의 브뤼셀시
- 3. 맺는말

1. 머리말

국내는 아직 직결식 급수에 대하나 제도가 확립되어 있지 않고 현재 저수조방식을 채택하고 있으나, 저수조의 위생문제와 배수관압의 에너지절약 문제에 대한 인식이 대두되면서 최근에 직결식 급수에 대한 연구를 활발히 추진 중에 있다. 이에 반해 이미 일본을 비롯한 선진외국의 경우는 대부분이 일반적 건물의 급수방식은 2~3층건물의 경우 배수관의 수압을 그대로 이용하여 급수하는 직결급수 방식을 채택하고 있고, 3-4층 건물 이상의 경우는 저수조를 설치하여 급수하는 저수조 방식으로 되어 있는데, 최근 중·고층건물의 증대에 따른 저수조 설비가 비약적으로 증가되어 몇년간 더욱더 저수조의 위생관리가 문제시 되고 있어 저수조 위생관리 문제는 동서양을 막론하고 동일한 것 같다.

직결방식은 저수조를 경유하지 않고 급수가 가능하기 때문에 저수조의 위생문제의 해소대책으로서 가장 유효한 시스템이다. 또 배수관의 압력에너지를 효율적으로 활용함으로써 에너지 절약효과 등도 기대되는 효율적인 급수시스템이 가능하므로 중·고층건물을 대상으로 한 직결급수 범위의 확대가 요망된다.

이같은 배경에서 유럽에서 채택하고 있는 직결식 급수시스템에 대해서 일본의 (재)수도기술연구센터에서 발간되는 문헌이나 보고서를 토대로 장래 국내에서 직결식급수 공급체계의 도입 및 범위 확대 시 과제가 될 수 있는 배수시설, 급수장치의 형태, 부스터펌프(Booster Pump)사양, 사고시 대응책 등 제반문제에 대해서 살펴봄으로써 도움이 되고자 하였다. 이를 위해 본 문헌조사에서 살펴 본 대상국은 직결식 급수의 선진국인 스위스, 독일, 스웨덴, 네덜란드, 벨기에의 유럽 5개국에 대한 수도사업체등을 조사·분석하였다.

2. 유럽의 직결식급수 공급체계 실태

2.1 스위스의 루첼른市

루첼른市 수도국의 상수도사업은 市의 관리하에 있는 EWG의 조직에 의해서 운영되고 있다. 조직은 전기·수도·천연가스의 3개사업을 소관하고 있다. 市의 인구는 6만명인데, 여름철은 관광객으로 인구가 두배로 증가하기 때문에 최대(Peak)에

* 한국건설연구원 환경연구실 선임연구원

적합한 시설을 소유하고 있다.

(1) 배수시설의 현황

배수지는 4개소이며, 지형에 맞게 높은지구(지반고 480m ~ 540m)와 낮은지구(지반고 430m~480m)인 2개의 배수블럭으로 나뉘어져 있고, 높은지구 배수지 2개소(용량 8,000m³/池, 3,500m³/池), 낮은 배수지 2개소(용량 8,000m³/池 ×2)가 있고, 각각 배수지로부터 자연유하로 공급되고 있다. 또, 4개소의 배수지는 전부 연결되어 있어 긴급시등에는 상호용통이 가능하도록 배수 관망이 정비되어 있다.

(2) 배수관의 압력 및 급수방식

배수관의 압력은 4.8~10.2 kgf/cm²이며, 급수방식은 직결방식이다. 시지역의 건물은 4~6층 건물이 많고, 전체 시지역의 99%가 배수관으로부터의 직결급수이다.

일반적으로는 건물의 최상층에서 동수압 1.02 kgf/cm², 정수압 2.04 kgf/cm² 이하가 되는 경우는 건물의 소유자가 부스터펌프(Booster Pump)를 설치하는 것으로 되어 있지만, 그 같은 지역은 적어서 부스터펌프(BP)를 설치하고 있는 건물은 거의 드물다.

한편, 배수압이 최고 10.2 kgf/cm²로 높기 때문에 이같은 지역에서는 대부분이 건물의 높이에 따라 감압하고 있다. 또한, 감압밸브는 최상층에서 필요한 압력을 확보할 수 있는 경우는 배수관의 윗부분에 설치한다.

또한 이들 상수도기술의 설계기준은 SVGW (스위스·가스·수도공업협회)의 규격으로 정해져 있다.

2.2 독일의 뮌헨시

뮌헨시 수도국의 사업부는 관리분야, 계획분야 및 공사분야로 이루어져 있다. 수원은 알프스산맥으로부터의 용수(湧水)를 취수하고 있어 수량은 풍부하다.

(1) 배수시설의 현황

수원지에서 市內의 배수지에 들어가기까지 대부분이 자연유하(90%)이다. 배수지는 3개소 있고, 市지역을 높은지구, 중지구, 낮은지구인 3개의 배수블럭으로 나누어서 공급하고 있다.

또 주요 배수관에는 감압밸브등이 설치되어, 수압조정이나 긴급시 상호용통이 가능하도록 되어 있고, 이들의 물운용은 배수컨트롤센터(Distribution Control Center)에서 수압, 유량 등을 항상 감시하고 있다.

(2) 배수관의 압력 및 급수방식

배수관의 압력은 4.08~6.12 kgf/cm²이다. 급수방식은 직결방식이고, 지역에 따라 압력에 차이가 있으나, 원칙적으로는 배수관의 압력으로 6~7층까지는 직결급수가 가능하다. 또한 전체市지역 건물의 90%가 배수관으로부터 직결급수하고 있다.

이처럼 통상의 건물은 현상태의 압력으로 충분하여 압력부족이 생길 우려는 없다. 그렇지만 이 이상 높은 건물인 경우는 건물의 소유자가 옥내에 부스터펌프(BP)를 설치하여 증압한다.

이들 상수도기술의 설계시공 기준은 DIN(독일공업규격)으로 상세히 규정되어 있다.

2.3 독일의 뉘른베르그시

뉘른베르그시의 상수도사업은 市가 전액출자한 EWAG(에너지지·물공급주식회사)에 의해서 운영되고 있다. EWAG의 사업내용은 전기·물·가스의 공급과 일부지역의 원격난방이다.

(1) 배수시설의 현황

배수방식은 대부분이 배수지로부터의 자연유하방식이고, 4개소의 배수지에서 공급하고 있다. 또한 일부에는 배수지보다 높은 지역이 있지만 이들 지역은 펌프가압에 의해 지구별로 증압하여 공급하고 있다.

(2) 배수관의 압력 및 급수방식

배수관의 압력은 6.12kgf/cm²이고, 최대공급시의 최대압력은 3.47kgf/cm²를 확보할 수 있다. 또한 감압밸브는 5kgf/cm²를 넘는 배수관망에 설치된다.

배수량은 주간에 많고, 야간에 적어 1일을 통하여 변화하고, 최대는 오후 6시 전후에 평균의 2배 가까이 된다.

급수방식은 직결방식이고, 통상 5층까지의 건물은 배수관의 압력으로 공급하고 있다. 또한 6층 이상의 건물에 대해서는 부스터펌프(BP)가 필요하며, 건물의 소유자가 옥내에 설치하여 증압한다.

부스터펌프(BP)는 와권펌프를 사용하여 최저 2대(예비 1대)의 같은 용량의 펌프를 설치하여 상호 운전한다. 2대 이상인 경우는 수요가 최대(Peak)시 1대 예비를 남기고 전부 가동한다. 또, 부스터펌

프는 가변속펌프이며, 소비량에 따라서 가동한다.

또, 각 건물의 최저공급압력의 목표를 다음과 같이 잡고 있다.

단층건물 2.04kgf/cm²

3층 건물 2.75kgf/cm²~3.06kgf/cm²

5층 건물 3.47kgf/cm²~4.08kgf/cm²

역류방지에 대해서는 수도물의 보호를 위해 위험이 있는 장소에는 역류방지장치의 설치를 의무화하고 있고, 위험도가 5단계(DIN 기준=<표-1> 참조)에 따라 10종류의 기구를 구분하여 사용하고 있다. 급수장치공사시 급수재료 및 설비의 설계시공에 대해서는 DIN1988에 규정되어 있고, 업자는 이에 준거하여 시공할 것을 약속하여야 한다. 또한 시공은 자격이 있는 등록업자에 의해 행해진다.

<표-1> 역류에 대한 안전장치의 방식(안전도를 5단계로 분류-DIN 규격)

No	안 전 장 치	물질의 등급분류			
		1, 2 (위험이 없다)	3 (약간 유독한 물질)	4 (유독, 상당히 유독, 발암성, 방사성 물질)	5 (전염성이 있는 병원체)
1	吐水口의 공간	○	○	○	○
2	단로기 A 1	○	○	○	○
3	배관분리기 EA 3	○	○	○	k
4	단로기 A 2	○	○	○	k
5	배관분리기 EA 2	○	○	○	-
6	루프모양 배관	○	○	○	-
7	배관분리기 EA 1	○	○	-	-
8	복합식 안전장치	○	○	-	-
9	역류방지 밸브	○	k	-	-
10	배관통기장치	○	-	-	-

[부호의 설명]
 ○: 안전장치용 기구는 허용된다. -: 안전장치용 기구는 허용되지 않는다. k: 단기간 접촉에 한해 허용된다.

2.4 스웨덴의 말메시

말메시의 수원은 80%가 市에서 50km 정도 떨어진 호소에서 펌핑(Pump Up)해서, 여과를 하고 배

수지까지 자연유하시킨다. 또한 나머지 20%는 15 km 정도 떨어진 장소에서 70m 깊이의 지하수를 끌어올려 공급하고 있다.

(1)배수시설의 현황

시내는 3개의 배수블럭으로 나뉘어져 있고, 80%의 구역이 자연유하이며, 18%와 2%의 높은지역은 배수관으로부터의 펌프가압이다. 도 市구역 내 급수탑이 최저 각 블럭내에 1개소 설치되어 있고, 전부 4개소이다.

배수관망은 거의 도로망을 따라 배수관이 부설되어 있고, 배수간선은 고리모양(환상영, Loop Type)을 형성하고 있으며, 급수탑, 배수관 및 감압밸브 등에 의해 수압조정이나 상호용통 등도 가능하도록 되어 있다. 한편, 종합병원 등의 중요시설의 급수관은 배수관에서의 분기부 양측에 밸브를 설치하던가 건물주변의 다른 배수관으로부터 분기를 행하여, 사고시 2계통에서의 급수가 가능하도록 되어 있다.

(2)배수관의 압력 및 급수방식

배수관의 압력은 3.57~7.14kgf/cm²이며, 급수방식은 직결방식이다. 5층까지의 건물은 배수관으로부터의 압력으로 직결급수한다. 또 6층 이상은 건물의 소유자가 옥내에 부스터펌프(BP)를 설치하여 증압한다.

한편, 배수관의 최저압력은 3.57kgf/cm²로 하고 있는데, 엄밀히는 보증되어 있지 않다.

수충압(Water Hammer)의 방지는 그다지 빠른 유속을 생성하지 않도록 파이프 치수에 관한 일반 규격이 있다. 또 급수관내 혼합수전은 급격히 폐쇄되면 수충압의 원인을 만들기 때문에 최신형은 빨리 작동하도록 개선되고 있다.

2.5 네덜란드의 암스테르담시

암스테르담시의 상수도는 1853년에 민영회사에 의해서 시작되었지만, 1869년에 암스테르담시의 시설이 되어 市의 상수도사업으로서 오늘에 이르고 있다. 수도국의 급수부에는 개발과, 계획과, 검사과, 재료과, 심사과 및 총무과가 있다.

수원은 하천수 및 호소수가 있고, 일부 오존에 의

한 정수처리를 행하고 있다.

(1)배수시설의 현황

배수는 시내에 5개소의 펌프장이 있어 전체 시지역이 펌프가압으로 공급되고 있다. 한편 펌프장은 하나의 1개소의 블럭에 1개소 설치되어 있어, 각각 블럭을 공급하고 있다. 각 블럭은 상호용통이 가능하도록 되어 있고, 또한 정전시 등의 대책으로서 자가용 발전설비를 갖추고 있다.

(2)배수관의 압력 및 급수방식

배수관의 압력은 2.55~kgf/cm²이다. 급수방식은 직결방식이고, 4층까지의 건물은 배수관으로부터의 압력으로 직결급수한다. 또한 이 이상 높은 건물은 부스터펌프(BP)를 이용한 직결급수이고, 건물의 소유자가 옥내(지하 1층)에 설치하여 증압한다.

건물로 공급되는 목표최저압력은 2.55kgf/cm²로 되어 있고, 건물의 최고 급수전의 최저층 수압은 1.02kgf/cm²를 목표로 하고 있다. 고층건물의 급수 시스템은 건물의 층수에 따라 급수지역을 설치하여 4층까지는 배수관의 직압, 그 이상의 층은 저층용 펌프와 고층용 펌프 등 각각 전용펌프를 설치해서, 각각 전용 급수관에 의해 직결급수한다. 한편 부스터펌프(BP)의 설계는 전문설계업자에 의해 계획되고, 수도국은 그 계산서, 배관도 등의 심사를 행한다.

역류방지는 Montou Out방식(위험도를 5층으로 분류)에 의한 방식으로 행하고 있다.

2.6 벨기에의 브뤼셀시

브뤼셀시의 상수도사업은 23개 행정구가 모여 구성된 市의 수도국으로 운영되고 있다. 상수도사업이 발족된 당시는 4개구가 모여 시작(Start)되어 오늘에 이르고 있고, 1991년에 100주년을 맞이했다. 현재는 브뤼셀시내 급수외에 주변도시로도 급수하고 있다.

수원은 대부분이 지하수이며, 대표적인 수원지는

시내에서 약 100km 떨어진 장소에서 해발 175m의 높은 지구에서 암거(터널)에 의해 지하湧水を 모아 파이프(Pipe)로 시내까지 자연유하로 보내고 있다.

(1) 배수시설의 현황

시지역을 낮은지구, 중간지구, 높은지구의 배수블럭으로 나누어, 각 블럭에 배수지를 설치, 배수지에서는 자연유하로 배수관망으로 보내고 있다. 낮은지구의 지역은 압력이 높아져 와류되지 않도록 감압밸브에 의해 조절되고 있다. 또 높은지구 지역의 급수는 구역내에 있는 3개소의 펌프장에서 가압하여 공급하고 있다.

(2) 배수관의 압력 및 급수방식

배수관의 압력은 2.55~8.16kgf/cm²이다. 급수방식은 직결방식이고, 일반적으로 6층까지의 건물은 배수관 압력으로부터의 직결급수이다. 또한 이 이상 높은 건물에 대해서는 건물의 소유자가 부스터펌프(BP)에 의해 증압하는 직결급수이다.

부스터펌프를 설치하는 경우는 펌프설치 계획을 제출하여 수도국의 승인을 얻는다.

또한, 부스터펌프를 설치하는 경우는 펌프설치 계획을 제출하여 수도국의 승인을 얻는다.

또한, 부스터펌프의 설치대수에 대해서는 1대의 펌프용량이 크면 가압펌프 시동시 흡인에 의한 흡입측의 배수관에 압력이 급격히 저하하므로 가압펌프 용량을 작게하여 복수대수로 설치하고, 순차 가동시켜 흡입측의 배수관내 압력이 급격히 저하하는 것을 막도록 되어 있다. 한편, 펌프의 유지관리에 대해서는 수도국은 개입하지 않는다.

역류방지에 대해서는 ANSEAU(벨기에 수도협회)의 규제가 있고, BWA(벨기에 수도국) 및 유럽 규제에 따라 브뤼셀市 수도국에서 감시하고 있다.

급수장치공사는 수도공사협회에 가맹하고 업자가 시공한다. 또한 수도국과 급수시설의 책임범위는 원칙적으로 수도계량기이다.

3. 맺는말

지금까지 나열한 조사자료에 대해서 <표-2>와 같이 유럽 5개국의 직결식급수 공급체계 방식의 비교분석을 총괄표로 나타내었으며, 그것을 요약 정리하면 다음과 같다.

(1) 배수방식

배수방식은 배수지로부터의 자연유하방식과 배수관로 도중에 펌프장을 설치하여 증압을 행하는 펌프가압방식이다.

배수운용은 각 도시가 배수블럭시스템을 채용하고, 블럭의 설정은 지형 등에 따라서 높은 지구, 낮은 지구 또는 중간지구로 나누어 효율적으로 행하고 있다. 한편, 긴급시에는 블럭간 상호용동이 가능하도록 배수관이 정비되어 있다.

(2) 급수방식

급수방식은 각 도시가 직결급수이고, 이에 필요한 배수관의 압력은 건물의 높이 등에 따라 각 도시가 서로 다르나, 압력이 낮은 도시에서도 2.553.93kgf/cm²이고, 또한 압력이 높은 도시에서는 최고 10kgf/cm²로 되어 있다.

또한 배수관으로부터의 직압에서는 급수압이 부족한 높은 건물에 대해서는 건물 소유자의 부담으로 옥내에 부스터펌프(Booster Pump)를 설치하여 증압을 한다. 한편, 최고 급수전의 최저동수압은 각 도시의 상황에 따라 차이가 있지만, 0.31~1.02kgf/cm²로 하고 있다.

(3) 역류방지

역류방지의 문제에 대해서는 급수장치와 직결로 되어 있기 때문에 각 도시 모두 많은 주의가 필요하다.

역류방지장치는 일반적인 주택, 사무소 등은 역지밸브(Check Valve)나 진동제동기(배관통기장치) 등을 이용하고 있다. 또한 역류방지장치를 한 층 고도의 안전장치로서 吐水口공간 등을 설치하는

안전장치방식이 취해지고 있다. 이들의 적절한 보호 장치를 결정하는 방식으로서 대부분의 도시가 Montou법(위험도를 5단계로 분류)에 의한 방법으로 행하고 있다.

(4)부스터 펌프(Booster Pump)

각 도시가 사용하고 있는 부스터펌프(BP)는 대부

분 같은 종류이다. 사양의 개요는 입형와권펌프로 압력탱크, 계기판 등이 일체의 설비로서 만들어져 있고, 현장설치도 용이하게 되어 있다.

이와 같이 국내에서도 직결급수에 대한 인식이 저변확대와 더불어 도입에 따른 제도보완, 기술축적 등을 확립하기 위해서는 하루 속히 연구개발에 심혈을 기울여야 할 것이다.

〈표-2〉 유럽 5개국 직결식급수 공급체계 방식의 비교분석

도시명 항목	루첼른市 수 도 국	위헨市 수 도 국	뉘른베르그市 EWAG	말메市 수 도 국	암스테르담市 수 도 국	브룩셀市 수 도 국
수원	지하수, 호소수	지하수	지하수	지하수, 호소수	호소(지하수)수, 하천수	지하수, 하천수
급수인구	60,000명	1,356,000명	509,000명	233,000명	1,250,000명 (주변도시 포함)	1,250,000명 (주변도시 포함하여 210만명)
배수지 용 량	27,500m ³ 높은지구 11,500m ³ 낮은지구 16,000m ³	306,000m ³	210,000m ³	배수지 10,000m ³ 배수압(4개소) 21,000m ³		290,000m ³
급수량	30,000m ³ /d(평균) 47,200m ³ /d(최대)	403,000m ³ /d 451,000m ³ /d	113,000m ³ /d 240,000m ³ /d	79,000m ³ /d 110,000m ³ /d	220,000m ³ /d 320,000m ³ /d	389,400m ³ /d 435,000m ³ /d
배수방식	자연유하	자연유하(90%) 펌프가압	자연유하와 펌프가압(일부 높은 장소)	자연유하와 펌프가압	펌프가압	자연유하, 펌프가압(일부 높은 장소)
배수압력	4.08~10.2kgf/cm ²	4.08~6.12 kgf/cm ²	2.04~6.12 kgf/cm ²	3.57~7.14 kgf/cm ²	2.55~3.93 kgf/cm ²	2.55~8.16 kgf/cm ²
배수관 관 종	주철관, 강관, 폴리에틸렌관	다타일주철관, 주철관, 강관	다타일주철관, 주철관, 강관, 플라스틱관	다타일주철관, 주 철 관, 폴리에틸렌관, 프레스트레스 트콘크리트관	다타일주철관, 주철관, 강관, 석면시멘트관, 콘크리트관, 플라스틱관	다타일주철관, 주철관, 강관, 석면시멘트관, 플라스틱관
급수관 관 종	강관, 동관, 플라스틱관, 아연도강관	아연도강관등	아연도강관, 강관, 동관, 플라스틱관	다타일주철관, 폴리에틸렌관, 강 관, 플라스틱관	동, 납관, 주철관, 플라스틱관, 폴리에틸렌관	폴리에틸렌관, 강관, 다타일주철관
중·고층 건 물	배수관직결 6~7층(99%)	배수관직결 6~7층(90% 이상)	배수관직결 4~5층	배수관직결 5층	배수관직결 4층	배수관직결 6층
부스터 펌프(BP)	유	유	유	유	유	유
역류방지	역지밸브	역지밸브 (계량기하류)	역지밸브 (계량기하류)	역지밸브 (계량기하류)	역지밸브 (계량기하류)	역지밸브 (계량기하류)