

# 소블록 내의 배수관망이 부담하는 동시개방 소화전에 관한 연구

오오누마 니가타시(新潟市) \_ 수도국 수질관리과 과장  
 엔도 니가타시(新潟市) \_ 수도국 유지관리과 西工사무소장  
 야마모토 니가타시(新潟市) \_ 수도국 계획과 주사

## 머리말

화재 시의 소방수리(水利)로서는 배수관에 설치된 소화전 외에 방화수조, 하천, 우물 등이 지정되어 있다. 시가지에서는 소화전이 중요한 소방수리로 되어 있으나 방화수조 등이 충분히 배치되지 않는 경우도 있다.

시가지 배수관망은 소화전의 설치 상황을 고려하면, 복수 소화전의 동시 사용에 의한 소화전의 사용 불능을 막기 위하여 배수관망이 부담 가능한 동시개방 소화전 수를 미리 준비해 둘 필요가 있다고 생각한다.

배수관망이 부담하는 동시개방 소화전 수에 대해서는 고바야시·히라타의 논문이나 호우노·하야카와의 저서에 나와 있지만, 최근 소방수리(水利)의 기준에도 필요한 동시개방 소화전 수는 명확하게 정해져 있지 않다. 수도사업체의 설문조사에 의하면, 실제의 소블록하나 배수관망의 설계에 있어 각각의 사업체에서 독자적으로 동시개방 소화전 수를 정하든지, 수도시설 설계지침에 준하고 있다.

수도시설 설계지침에서는 배수관 구경을 배수관이 담당하는 급수인구에 의해 가산되는 소화수의 양으로 결정한다. 그러나 실제 소블록의 규모는 급수인구가 1만 명 미만인 경우가 많아 지침 부분의 지도는 소블록화에 대한 검증이 충분치 않다고 생각한다.

여기서는 향후 블록시스템 도입이나 본격화되는 노후관 갱신의 설계 근거가 되는 것처럼 소블록의 실태를 살펴보고, 소블록 내 배수관망이 부담 가능한 동시개방 소화전 수에 대해서 검토한다. 또한 소방수리의 기준에서는 특별한 경우를 제외하고, 소화전을 설치하는 것이 가능한 배수관 구경이  $\phi 150\text{mm}$  이상으로 결정되어 있는 것부터, 이 구경이 소블록 내의 동시개방수의 상근(上根)에 주는 영향에 대해서도 분명히 밝힌다.

이 검토에서는 주거지역의 소블록을 대상으로 하고, 배수관망의

설계는 소방수리의 영향을 강하게 받는 규모의 작은 소블록 모델을 설정하였다. 소방수리의 기준에 근거하여 소화전을 배치한 경우 화재 시 동시 사용 가능한 소화전 수와 수로(물길) 측면에서 배수관망이 부담 가능한 동시개방 소화전 수에 대해서 검토한다.

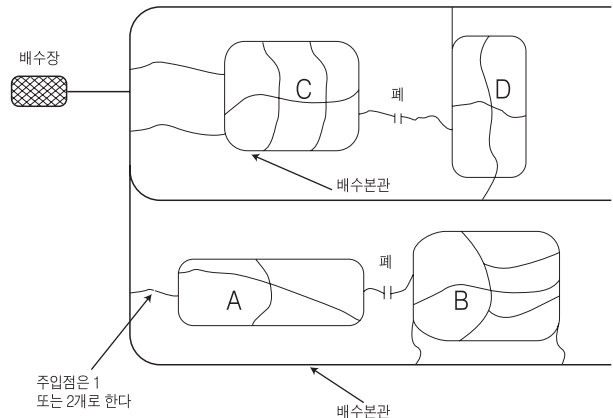
## 블록시스템의 구성과 규모

이번 소방수리(水利)를 검토하는 블록시스템과 소블록의 특징은 다음과 같다.

### 블록시스템의 구성

〈그림 1〉에 블록시스템의 구성도를 나타내고, 소방수리를 검토하는 소블록은 2단층 또는 3단층 블록시스템의 최소단위 소블록을 대상으로 하고 있으며, 〈그림 1〉의 배수지관에 구성되는 소블록으로 한다. (〈그림 1〉의 A, B, C, D)

그림 1 2단층 블록시스템 구성도



## 관로의 기능 분리

〈그림 1〉에 나타나는 2단층 블록시스템을 참고하여 관로의 기능을 다음의 세 종류로 분류한다.

**배수분관** : 대블록 내의 물 수송과 대블록 간의 상호 유통의 기능을 갖고, 급수 분기(分岐)를 하지 않은 배수관(대블록의 규모에 따라 다르지만 니가타시(新潟市)의 경우는  $\phi 400\text{mm}$  이상)

**배수지관(支管)** : 소블록 내의 물 운송 기능을 가지며, 급수 분기가 가능한 배수관(소블록의 규모에 다르지만, 니가타시의 경우는 기존 관로를 이용하는 것도 있다. ( $\phi 100\text{mm} \sim \phi 300\text{mm}$ ))

**배수보조관** : 소블록 내의 급수 분기를 주목적으로 하는 소구경의 배수관(니가타시의 경우는  $\phi 50\text{mm}$ 와 막힘관  $\phi 100\text{mm}$ )

## 주입점

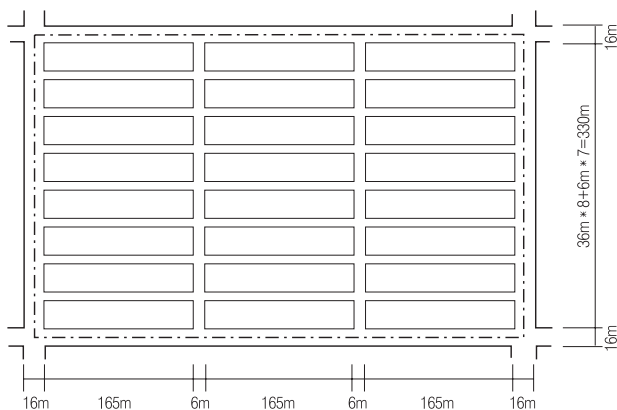
배수 분관에서 소블록의 주입점은 관로 파손 등의 사고 시 대응으로 2점 주입을 기본으로 하고, 배수관망의 부담능력 검토의 관점에서 1점 주입에 대해서도 검토한다.

## 소블록의 규모

소블록 규모는 니가타시의 경우, 평균 규모는 실적 규모의 인구가 약 4,800명, 실적 1일 최대급수량이 약  $2,400\text{m}^3/\text{d}$ 이고, 면적은 40~60ha 폭이 있다. 급수인구 약 2,000명, 실적 1일 최대급수량이 약  $1,000\text{m}^3/\text{d}$ 이다.

또한 2점 주입을 채용하고 있으며, 평상시의 허용손실수두(水頭 = 물 1킬로그램에 대한 에너지를 물의 높이로 나타낸 것. 높은 곳의 물, 압력이 있는 물, 속도를 가진 물은 각각 에너지를 가지고 있는데, 이를 각각 위치수두, 압력수두, 속도수두라고 한다.)

그림 2 주거지역 구획 분할도



는 5m 이내, 소블록 내 배수관망이 부담 가능한 동시개방 소화전 수는 시가지에서 3소화전을 상근으로 하고, 수리계산의 간편성을 고려하여  $3\text{m}^3/\text{min}/1\text{소화전}$  ( $k=1.0$ )으로 허용손실수두를 20m 이내로 하고 있다.

이것은 니가타시의 경우, 끝단(末端) 소블록 주입점의 보증유효수두가 20m일 것, 그리고 기존의 배수지관에서 구성하는 소블록 내 배수관망이 보증 가능한 상근을 수로 시뮬레이션에서 확정한 결과에 의한 것이다.

한편, 설문조사에서 타 수도사업체의 비교적 작은 규모의 소블록을 조사한 결과는 〈표 1〉과 같다. 1일 최대급수량에는 큰 불균형으로 세 사업체에서는  $1,000\text{m}^3/\text{d}$ 를 밑돌고 있다. 또한 소블록 내의 배수관망이 부담하는 소화수량은 최대가  $3\text{m}^3/\text{min}$ 인 데 비하여 최소는  $0.5\text{m}^3/\text{min}$ 이다.

## 소블록 내 배수관망이 부담 가능한 동시개방 소화전 수

### 소블록 모델의 설명

#### (1) 소블록 모델

소블록 모델로서는 주거지역을 상정하고, 화재 시의 소화수량 영향을 심하게 받는 규모의 작은 소블록을 검토 대상으로 하였다. 니가타시의 소블록 규모와 설문조사 결과에 의한 규모를 참고로 하며, 〈그림 2〉에 표시하는 소블록으로 한다. 소블록 규모는 17.2ha(관리규모 :  $513 \times 336\text{m}$ ), 주거인구가 2,160명(720가구  $\times 3\text{명}$ )으로 한다.

1구획의 규모는  $198\text{m}^2$ ( $18\text{m} \times 11\text{m}$ ), 시가(市街)의 1구획의 규모는 30가구 (15가구  $\times 2$ ), 도로 폭은 주변 길 16m, 구획 내(區劃內) 길은 6m 폭으로 한다. 또한 1일 최대 급수량은  $1,296\text{m}^3/\text{d}$ 이다.

#### (2) 수로계산조건

- ① 1인 1일 최대급수량 : 600L
- ② 각 점점의 유출량 : 단위 면적당 급수량 =  $7.5\text{L}/\text{d}/\text{m}^2$
- ③ 시간계수 : 주거지역 :  $k=2.0$ , 화재기 :  $k=1.0$
- ④ 유속계수 :  $C=120$ (니가타시 내의 배수관망에는 11개소의 수압측정결과에서 손실수두를 산출하고, Hazen-Williams 공식으로 산출한 유속계수)

#### ⑤ 허용손실수두

- i) 대블록 끝단 소블록에서의 동시개방 소화전을 검토하기 위하여 소블록 주입점에서의 유효수두는 20m, 소블록 내 허용

손실수두는 급수장치의 허용손실수두를 고려하여 5m 이내 (정상시), 지반의 고저차(高低差)는 없는 것으로 한다.

ii) 화재 시의 허가손실수두는 20m 이내로 한다.

⑥ 소화전 물의 양 : 1m<sup>3</sup>/min/소화전

**(3) 소화전 설치의 배수관 조건**

소화전 설치의 배수관 조건으로서 소방수리의 기준을 따르고, 해당 소화전의 하류에서 1소화전 이상의 동시개전(開栓)(합계 2소화전 이상)이 상정되는 경우는  $\phi$ 150mm 이상의 배수지관 구경이다.

**2점 주입의 소블록**

**(1) 배수지관(配水支管)의 배치와 구경**

① 주입점의 위치

합리적인 주입점의 위치에 대해서는 '이마다'에 의해 발표되었고, 이번엔 배수지관망의 부담 가능한 동시개방 소화전 수의 검토가 목적이다. 수압적으로 까다로운 조건을 부여할 필요가 있으므로 주입점의 위치는 주된 배수지관의 연장이 가장 긴 구석 각부로 하고, 동시에 2점 주입의 경우는 주입점 간을 가까이 하게 한다.

② 배수지관 구경

주된 배수지관의 구경은 소방수리의 기준을 만족하기 위하여  $\phi$ 150mm로 하고, 소화전이 설치된 노선은  $\phi$ 100mm 이상, 그 외의 노선은 수질악화 방지와 최소구경 선택의 관점에서

$\phi$ 50mm로 한다.

**③ 배수지관과 소화전의 배치**

소화전 배치는 소방수리의 기준으로 정하는 까다로운 방식의 조건 즉, 주거지역으로 평균풍속이 4m/s 이상의 경우에는 방화 대상물에서 하나의 소방수리에 도달하는 거리가 100m 이상이 되도록 소방수리를 배치한다.

또한 배수지관, 소화전의 배치는 알기 쉽게 직선적인 배치, 간선도로(보도, 차도 분리도로)에 배치하는 것을 우선으로 하고, 소방수리의 공백지가 생기지 않도록 할 것, 경제적인 것을 조건으로 하고, 배수지관·소화전 배치의 방법은 <그림 3> ~ <그림 6>에 나타난 네 종류와 같다. 그림에서 ●표시의 개방 소화전은 수로적으로 가장 까다로운 상태의 동시개방이다. 더욱이 사례 B에 대해서 본래는 주입점 간을 연결할 필요는 없지만, 사고 등으로 1점 주입이 된 경우에 손실수두가 과대하게 되므로 신속한 백업을 고려하고 주입점을  $\phi$ 150mm로 연결하는 것으로 한다.

**(2) 소화전의 동시개방 수**

소방수리의 기준에 의하면 '발화점에서 반경 140m 이내의 소화전이 사용 가능'으로 되고, 예를 들면 사례 D의 경우에는 <그림 7>에 나타난 바와 이 기준에 근거하여 소화전의 동시개방 수는 최대 4소화전이 되고, 사례 A의 경우에는 6소화전이 된다. 모든 케이스에 대해서 동시 개전수를 <표 2>에 나타냈다.

표 1 소블록 규모의 조사결과

사업체명	면적	1일 최대(실적)	소화수량	주입점	평상시 손실수두	주요 배수지관
A시	100ha	1,600m <sup>3</sup> /d	2m <sup>3</sup> /min	1~2점	10m	$\phi$ 150~300
B시	27ha	590m <sup>3</sup> /d	3m <sup>3</sup> /min	1점	-	$\phi$ 150~300
C시	250ha	-	2m <sup>3</sup> /min	1점	5m	$\phi$ 150~300
D시	32ha	800m <sup>3</sup> /d	설계지침	1점	10m	$\phi$ 150~200
E시	33ha	-	0.5m <sup>3</sup> /min	2점	-	$\phi$ 150~300
F시	20ha	640m <sup>3</sup> /d	-	2점	10m	$\phi$ 150~300
G시	53ha	1,900m <sup>3</sup> /d	-	1점	5m	$\phi$ 150~350

표 2 배수지관·소화전의 배치 패턴 (G $\phi$ 150)

구분	배수지관·소화전의 배치	$\sum L \cdot D^{2.63}$	소화전 수	동시개전 수
Case A (그림 3)	소화전을 X 방향 2예로 배치 $\phi$ 150, 1,362m	11.02	10기	6소화전 (최대) 1소화전 (최소)
Case B (그림 4)	소화전을 X 방향 3예로 배치 $\phi$ 150, 1,362m, $\phi$ 100, 513m	12.02	9기	4소화전 (최대) 1소화전 (최소)
Case C (그림 5)	주변외부 배수지관의 배치 $\phi$ 150, 1,026m, $\phi$ 100, 1,344m	11.05	12기	4소화전 (최대) 1소화전 (최소)
Case D (그림 6)	각 안의 혼성 타입 $\phi$ 150, 1,020m, $\phi$ 100, 1,014m	10.81	10기	4소화전(3소화전, 1소화전 (끝단은 3소화전))

이 소블록의 규모가 약 2,200명의 급수인구이므로, 사례 A의 6 소화전 동시개방은 최대로 하여도 이처럼 작은 규모의 소블록에서 4소화전 동시개방의 가능성이 있다. 배수관망의 설계는 4소

화전 동시개방에 대응하는 배수관망이 바람직하다. 한편 <그림 6>(사례 D)에서 각각의 소화전이 담당하는 범위를 확인하면서 소화전이 1소화전밖에 사용할 수 없는 지역이 소화

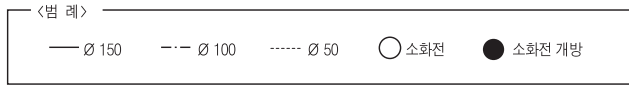


그림 3 Case A 배관도

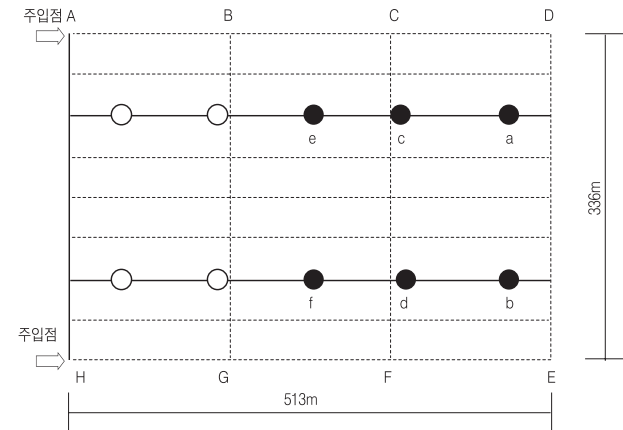


그림 4 Case B 배관도

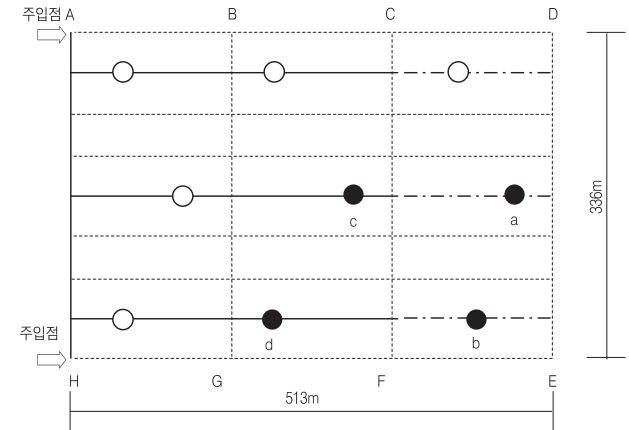


그림 5 Case C 배관도

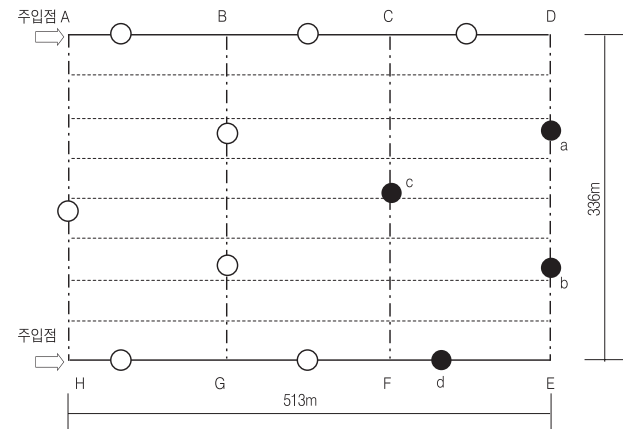


그림 6 Case D 배관도

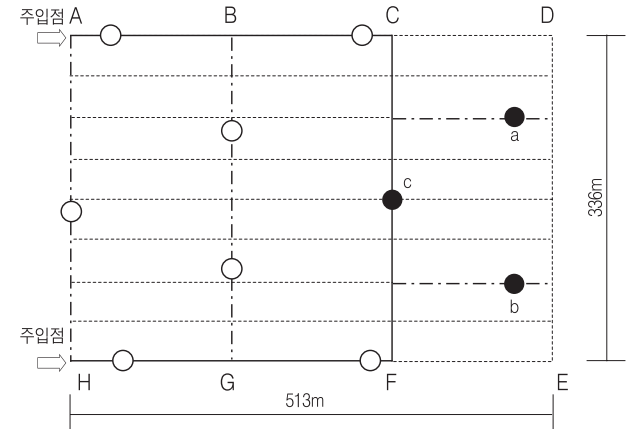


그림 7 동시개전 수가 4소화전이 되는 지역 (Case D)

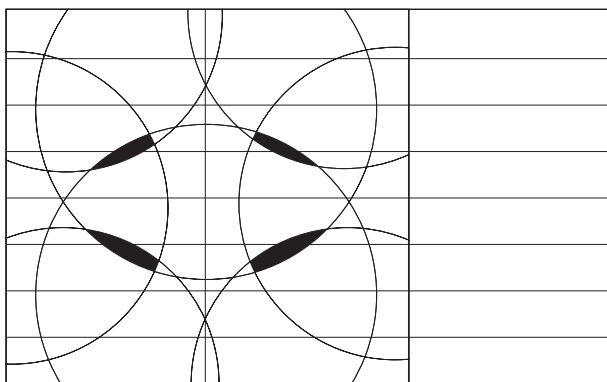
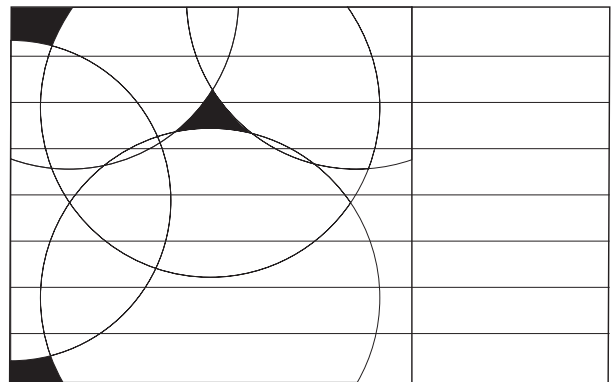


그림 8 동시개전 수가 1소화전이 되는 지역 (Case D)



전의 설치지점을 중심으로 10군데나 발생하고(이 일부를 <그림 8>에 표시), 각 케이스에도 같은 상황이 된다. 더욱이 주거지역에서는 소방수리의 기준에 의하면 평균풍속이 4m/s 미만의 경우 '방화대상물에서 하나의 소방수리에 도달하는 거리가 120m 이하가 되도록 소방수리를 배치하는 것'이 가능하고, 이 경우에는 동시개방이 가능한 소화전 1소화전의 지역이 더욱 확대된다. 따라서 소방수리의 기준에 준거하여 소화전을 배치하면, 사용가능한 최소동시개방 소화전 수는 1소화전이 된다.

또한 동시개방 소화전 수를 2소화전 확보(2m<sup>3</sup>/min의 소화용수량의 확보)하기 위해서는 적어도 배수지관  $\phi$  100mm를  $\phi$  150mm로 상향하고 소화전을 대폭 증설하든지  $\phi$  150mm의 구경을 상향하고 모든 소화전을 쌍구(雙口) 타입으로 변경하는 등의 대책이 필요하다.

그러나 이런 대책에는 많은 비용이 소요되며, 평상시의 유속이 0.1m/sec 이하(탁한 물질이 침강하는 유속 10, 11)의 노선이 많게 되고 수질 악화의 가능성이 높아질 것이다.

표 3 2점 주입시의 수로 특성 ( $\phi$  150)

상태	시간계수	조건	유 효 수 두 ( $\phi$ 150)				
			시점(m)	CaseA	CaseB	CaseC	CaseD
평상시	k=2.0	2점 주입	20.0m	18.3m	18.9m	19.0m	18.9m
		1점 주입	20.0m	16.3m	17.1m	16.6m	16.8m
화재시	k=1.0	4소화전개방	20.0m	3.2m	7.5m	5.5m	4.9m
		5소화전개방	20.0m	1.0m	2.8m	0.2m	9.1m
	k=2.0	4소화전개방	20.0m	-0.4m	5.0m	2.5m	1.8m
		5소화전개방	20.0m	-3.0m	-0.1m	-3.2m	-3.5m

표 4 배수지관 망의 평가 ( $\phi$  150)

평가항목 (우선순위)	CaseA	CaseB	CaseC	CaseD
① 유효수두의 확보 : 손실수두 5m 이내	1.7m	1.1m	1.0m	1.1m
② 배수관망의 분리용이 : $\phi$ 150mm와 소화전의 배치	△	△	◎	○
③ 수질악화방지효과 : V=0.1m/s이하의 분할최소화	22.9%	22.8%	25.7%	7.05%
④ 소화수량의 확보 : 4소화전 확보(k=1.0)시의 유효수질	3.2m	7.5m	5.5m	4.9m
⑤ 효율성 발휘 : $(\sum L \cdot D^{2.63}) / \Delta h$ 의 최소화	6.37	11.34	11.50	9.83

표 5 배수지관 · 소화전의 배치방식 ( $\phi$  150)

구분	배수지관 · 소화전의 배치	$\sum L \cdot D^{2.63}$	소화전 수	동시개전 수
CaseE (그림5-1)	소화전을 X 방향 2예로 배치 $\phi$ 150=1,278m	10.48	10기	6소화전 (최대) 1소화전 (최소)
CaseF (그림5-2)	소화전을 X 방향 3예로 배치 $\phi$ 150=1,320m, $\phi$ 100=342m	11.75	9기	4소화전 (최대) 1소화전 (최소)
CaseG (그림5-3)	소화전을 X 방향 2예로 배치 $\phi$ 150=1,362m, $\phi$ 100=1,008m	13.00	12기	4소화전 (최대) 1전 (최소)
CaseH (그림5-4)	소화전을 X 방향 2예로 배치 $\phi$ 150=1,356m, $\phi$ 100=678m	12.31	10기	4소화전(3)소화전, 1소화전(끝단은 3소화전)

(3) 수로 특성

수로계산에서는  $\phi$  50mm 배수보조관의 수로계산은 일반적으로는 Weston 공식으로 계산되고 있지만, Hazen-williams 공식이 (C=120의 경우) 손실수두가 크므로 간편성을 고려하여 모든 관로에 대해서 Hazen-williams 공식으로 계산하였다.

또한 이 소블록의 순시(瞬時) 최대수량은 1,800L/min(1,296m<sup>3</sup>/d, k=2.0)이지만, 공기조화위생공학회의 유량산정식에 의한 순시최대급수량이 1,655L/min (Q=2.8N0.97 : N=가구 수)이 되므로  $\phi$  50mm의 배수보조관도 시간계수 k=2.0으로 계산하였다.

① 사례 4개의 수로계산결과는 <표 3>과 같다.

평상시의 손실수두는 1.0m에서 1.7m의 범위에 들어가 있고, 수압적으로는 여유가 있는 상태다. 또한 사고 등으로 1점 주입이 된 경우를 상정(想定)하여도 각 사례 모두 손실수두가 4m 이내이고, 소방수리 기준에 정해진  $\phi$  150mm 배수지관은 이 규칙의 소블록에서는 여유가 있다.

② 4소화전 동시개방시의 수로(<표 3> 참조)

수로적으로 가장 까다로운 소화전을 4소화전 동시개방하고 (사례 C : abcd, 사례 D : abcd, 이 사례의 동시개전수는 3소화전이지만 C의 소화전을 2소화전으로 계산), 더욱이 시간계수 k=1.0의 경우에는 모든 사례가 압력이 있으며 4소화전 동시개방이 가능하다.

(4) 이상적인 배수지관망

다음으로 사례 A~D 중에 이상적인 관망 형태에 대해서 검토하는 것으로 하고, 각 모델의 평가 관점은 우선순위를 밝히 다음 5개의 순서로 한다.

① 유효수두의 확보

평상시의 손실수두(水頭)가 5m 이내

② 간선도로에의 주요 시설 배치

가능한 간선도로에 주요한 배수지관·소화전이 배치될 것. 또한 가로(街路) 구획 내의 도로에는 배수보조관의 배치가 기본이 되어야 할 것. 이 평가는 안정적으로 44단층에서 시행한다. (◎)○△X

③ 수질악화 방지의 배선

평상시(시간 최대시)에 최대유량이 0.1m/s 이하(탁한 물질이 침강하는 속도) 관로가 차지하는 경우가 적을 것

④ 소화수량의 확보

k=1.0의 조건에서 4소화전 동시개방을 확보할 것

⑤ 효율성 발휘

관로용량(통수능력을 고려하고,  $L \cdot D^{2.63}$ 으로 한다)과 손실수

두(평상시) 비(比)의 최소화, 즉  $|\sum L \cdot D^{2.63} / \Delta h|$ 이 최소화 가능할 것(표 2 참조)

평가결과를 표 4에 나타내고, 종합적인 평가로서는 유효수두의 확보에 대해서는 각 사례 모두 손색이 없다. 또한 관망 분리의 용이성, 효율성의 관점에는 사례 C, A가 우선순위가지만, 수질악화 가능성에서 큰 차가 있으며, 결과로서 사례 D가 이상적인 배수관망으로 생각되고, 소블록이 부담 가능한 동시 소화전 수는 4소화전이다.

1점 주입의 소블록

(1) 배수지관의 배치와 구경

① 주입점의 위치

2점 주입의 사례와 같고, 수압적으로 까다로운 조건이 주어지기 때문에 구석 각 부분을 주입점으로 한다.

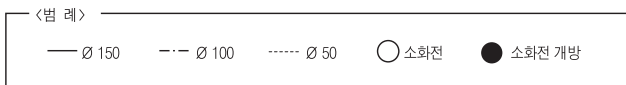


그림 9 Case E 배관도

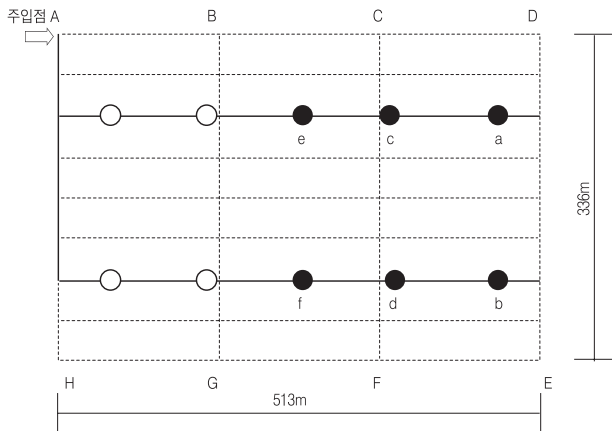


그림 10 Case F 배관도

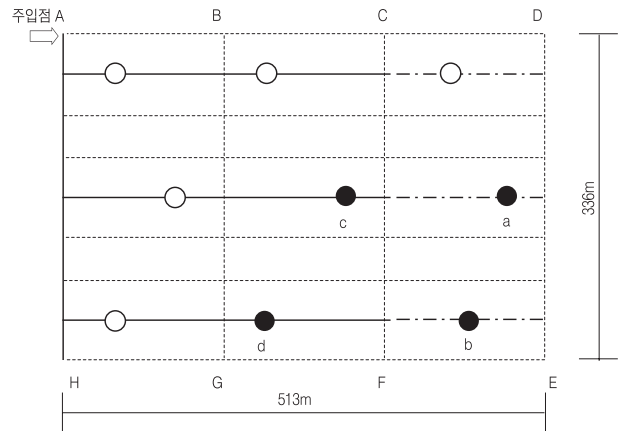


그림 11 Case G 배관도

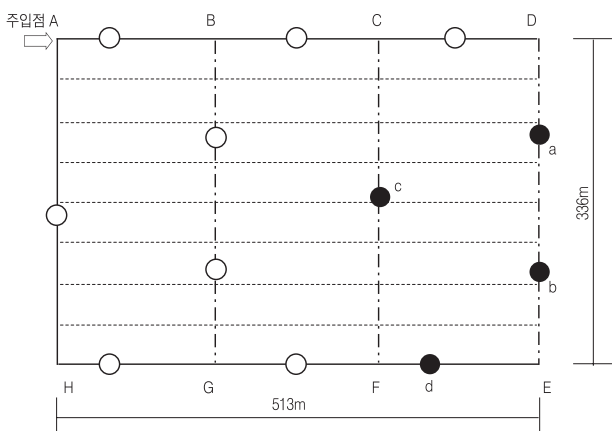
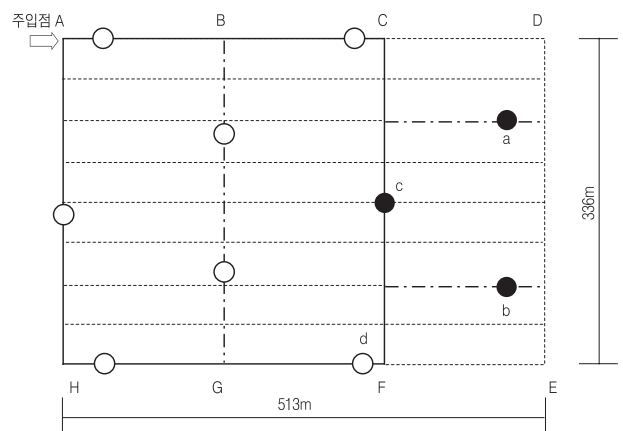


그림 12 Case H 배관도



② 배수지관의 구경

소방수리 기준의 최소구경인  $\phi 150\text{mm}$ 를 기본배관으로 하지만, 손실수두가 최대인 경우에는 일부 배수지관 구경을 늘이는 방안도 검토한다.

③ 소화전의 배치는 2점 주입 시와 같게 하고, 이것을 만족하는 배수지관 배치의 방식도 같게 한 네 종류로 하고, 각각 사례 E, F, G, H로서 <표 5>, <그림 9>~<그림 12>에 나타낸다.

검토방법으로서는  $\phi 150\text{mm}$ 를 기본배관으로 하고 부담 가능한 동시개방 소화전 수를 확인한 다음 배수지관은 늘인 구경의 동시개방 수를 확인한다.

(2) 동시개방 소화전 수와 수로 특성

동시개방 소화전 수는 2점 주입의 경우와 같이 최소 1소화전, 최대 4~6소화전이 동시개방 가능하다. 또한 배수지관망이 부담 가능한 동시개방 소화전 수는 <표 6>에 나타난 바와 같이,  $\phi 150\text{mm}$  배수지관망으로 4소화전 동시개방의 경우 사례 G, H 모두  $k=1.0$ 의 경우에 간신히 부압을 면하는 상태이다.

(3) 이상적인 배수지관망

2점 주입의 경우와 같이 유효수두의 확보, 배수관망의 분리용이, 수질악화방지, 소방수리의 확보, 효율성 등의 관점에서 평가하면, 어느 쪽의 사례라도 유효수두의 확보에 대해서는 손색이 없으나, 관망의 분리용이, 효율성에서는 사례 G, E가 우위에 있지만, 수질악화의 가능성이 가장 적은 사례 H가 이상적인 배수지관망으로 생각한다. (<표 7> 참조)

표 6 1점 주입 시의 수로 특성 ( $\phi 150$ )

상태	시간계수	조건	유효 수 두 ( $\phi 150$ )				
			시점(m)	CaseA	CaseB	CaseC	CaseD
평상시	$k=2.0$	1점 주입	20.0m	16.0m	17.0m	18.2m	18.2m
화재시	$k=1.0$	3소화전 개방	20.0m	-0.6m	-3.3m	6.3m	5.7m
		4소화전 개방	20.0m	-13.6m	-10.7m	0.3m	0.1m
	$k=2.0$	3소화전 개방	20.0m	-	-	2.3m	1.6m
		4소화전 개방	20.0m	-	-	-4.5m	-4.8m

표 7 배수지관 망의 평가 ( $\phi 150$ )

평가항목 (우선순위)	CaseA	CaseB	CaseC	CaseD
① 유효수두의 확보 : 손실수두 5m 이내	4.0m	3.0m	1.8m	1.8m
② 배수관 망의 분리용이 : 주요배수지관과 소화전의 배치	△	△	◎	○
③ 수질열화방지효과 : $V=0.1\text{m/s}$ 이하의 경우 (최대 $\phi 150$ )	23.6%	22.9%	27.9%	4.2%
④ 소화수량의 확보 : 4소화전 확보( $k=1.0$ )시의 유효수두	-13.6m	-10.7m	0.3m	0.1m
⑤ 효율성 발휘 : $(\sum L \cdot D^{2.63}) / \Delta h$ 의 최소화	2.63	3.92	7.22	6.84

(4) 동시개방 소화전 수 상향의 가능성

다음으로 안정한 4소화전 이상의 확보에 대해서 이상적인 배관 방식인 사례 H에 대해서 검토한다. <그림 12>의 사례 H를 베이스로 주입점에서 하류측에 순차적으로 구경을 증가하는 것으로 한다.

(A→H)G→F의 각 구간을 순차  $\phi 200\text{mm}$ , A→H→G→F의 각 구간을  $\phi 200\text{mm}$ 로 구경을 증가한 사례의 조합)

각 구간을 순차  $\phi 200\text{mm}$ 로 관로를 보강한 경우의 수로의 특성을 <표 8>에 나타내고(5소화전 확보,  $k=1.0$ 의 조건), 일부 구간(예를 들면 AH 사이)을  $\phi 200\text{mm}$ 로 구경을 증가하는 것에 의한 수질열화 가능성을 높이지 않고 안정하게 4소화전까지의 확보가 가능하다.

소블록 규모의 변화에 관련한 동시개방 소화전 수

검토 모델의 해설

토지 이용 등을 고려하고, 기본형의 소블록은 급수인구가 2,200명 정도의 규모로써 검토해 왔다. 그러나 소방수리의 기준에 근거한 배수관 구경을  $\phi 150\text{mm}$ 로 하고 있으므로, 이 규모의 소블록(사례 D, 사례 H)은 수압적으로 여유가 있으며, 이것이 화재시의 동시개방 소화전 수에 영향을 주고 있는 가능성이 있다.

여기서 사례 D, 사례 H 소블록의 규모 확대를 상정하고, 동시개방 소화전 수 변화 등의 수로 특성을 검토한다. 또한 규모 축소에 대해서는 수압적으로 유리한 것에서부터 검토를 생략한다.

새롭게 검토하는 소블록은 주거지역(<그림 2>)에 있어서 각각의 방향으로 1~4구획 규모가 확대된 형태로 하고, LnWnR/Small 블록으로 나타낸다.

소블록의 규모는 <표 9>와 같이 최대 3,600명 규모까지로 한다. 한층 더 큰 규모의 확대에 대해서는, 주요 배수관이 배치된 간선 도로가 소블록 내를 통과하는 등에 의하여 배수관망의 구성에 커다란 변경이 상정되므로 이번 검토에서는 제외한다.

## 2점 주입의 소블록

### (1) 소블록 모델과 수로계산결과

소블록 규모를 확대한 경우의 새로운 모델의 관망을 <그림 14> ~<그림 16>로 나타낸다. 또한, 주요 배수지관 구경은  $\phi 150\text{mm}$ 로 하고, 3소화전과 4소화전 동시개방( $k=1.0$ )의 가능성에 대해서 검토한다. 수리계산은 Hazen-William공식을 채용하고, 손실수두와 수량의 관계식은 (1)식으로 한다.

$$h=a \cdot Q^{1.85} \dots\dots\dots(1)$$

$$a=10.666 \cdot C^{-1.85} \cdot D^{-4.87} \cdot L$$

또한 각 소블록에서 평상시에는 각 경로의 유량이 상관관계에 있다고 가정하면, a값은 각각의 소블록 모델의 설정유량과 관망 계산결과에서 (2)식대로 산출가능하다. 이 결과의 각 모델에 대해서 허용손실수두에 대응하는 부담 가능한 수량의 상근이 산출 가능한 (<표 10> 평상시의 상태). 또한 (2)식의  $h'$ ,  $Q'$ 는 각 모델의 수로계산결과에 의한 손실수두와 설정유량이다.

$$a=h' / Q'^{1.85} \dots\dots\dots(2)$$

표 8 관로보강에 관련한 수로의 특징 (개방소화전 bccdd)

		관로보강방향		
		ACF ( $\phi 150$ )	AB ( $\phi 200$ )	AC ( $\phi 200$ )
관 로 보 강	AH ( $\phi 120$ )	-1m, 6.3%	2.1m, 5.6%	4.2m, 25.0%
	AG ( $\phi 200$ )	1.3m, 6.3%	3.8m, 11.4%	5.6m, 25.0%
	AF ( $\phi 200$ )	4.4m, 20.0%	6.4m, 20.7%	7.7m, 25.0%

계산결과는 5소화전 일 때의 유효수두( $k=1.0$ )로 평상시 최대 유속이 0.1m/s이하의 경우

그런데 화재 시의 소화수량이 추가되면 각 경로의 유량이 변하고, 상기 관계가 성립하지 않기에 (3)식이 성립하지 않고, 모델마다 수로계산에 의해 부담 가능한 동시개전수를 계산해야만 한다. 그러나 각 모델에서 평상시의 유량이 많게 되면 a는 적게 되고, 만일 a가 일정하다고 가정한 경우에는 손실수두가 크게 되어 수로적으로는 까다로운 상태가 된다.

참고로, 안전율을 고려하고 a가 일정하다고 가정하고 (3)식에서 각각의 허용손실수두에 있어(평상시 3소화전 또는 4소화전 동시

표 9 주거지역 검토 모델

구분	명칭	구성	면적	인구	1일 최대수량
기본형	L3W8R/Small Block	513m X 336m	17.2ha	2,160명	1,296m <sup>3</sup> /d
①	L3W10R/Small Block	513m X 420m	21.5ha	2,700명	1,620m <sup>3</sup> /d
②	L3W12R/Small Block	513m X 504m	25.9ha	3,240명	1,944m <sup>3</sup> /d
③	L3W8/Small Block	684m X 336m	23.0ha	2,880명	1,728m <sup>3</sup> /d
④	L3W10R/Small Block	684m X 420m	28.7ha	3,600명	2,160m <sup>3</sup> /d

표 10 수로의 수로의 지배요인 판정표

소블록 모델	수로조건	관망 계산 결과			유량의 상근 (L/s)	
		Q'(L/s)	h(m)	a	h=5m	h=20m
기본형 L3W8R/Small	평상시	30.0	1.1	722.30	68.0	-
	3소화전 개방	65.0	11.1	1743.55	-	89.4
	4소화전 개방	81.7	15.1	1554.75	-	95.1
① L3W10R/Small	평상시	37.5	1.9	825.65	63.3	-
	3소화전 개방	68.8	12.3	1739.27	-	89.5
	4소화전개방	85.4	16.2	1535.08	-	95.7
② L3W12R/Small	평상시	45.0	2.5	775.35	65.5	-
	3소화전 개방	72.5	12.7	1629.97	-	92.7
	4소화전 개방	89.2	16.9	1479.05	-	97.7
③ L4W8R/Small	평상시	40.0	2.7	1041.25	55.8	-
	3소화전 개방	70.0	15.2	2081.67	-	81.2
	4소화전 개방	86.7	20.2	1863.35	-	86.2
④ L4W10R/Small	평상시	50.0	3.7	944.29	58.8	-
	3소화전 개방	75.0	16.3	1964.83	-	83.8
	4소화전 개방	91.7	21.9	1821.06	-	87.3



개방) 소블록 배수관망이 부담 가능한 수량을 개산(概算)한다.(<표 10> 참조)

$$h = a(Q_a + Q_b) 1.85 \dots \dots \dots (3)$$

Q<sub>a</sub>: 평상시 유량  
Q<sub>b</sub>: 소화수량

- 이상의 것으로부터 다음 사항이 분명하게 되었다.
- i) 각 모델 모두 소방수리의 기준으로 정한  $\phi 150\text{mm}$  배수관이면 평상시의 수량에 대해서는 여유 있는 배수관망이다.
  - ii) 3소화전 동시개방의 조건에서는  $\phi 150\text{mm}$  배수관의 조건이 탁월하고,  $\phi 150\text{mm}$ 의 배수관을 사용하므로 안정하고 3소화전 동시개방이 가능하다.
  - iii) 4소화전 동시개방의 조건에서는 L3W10R /Small Block과

L3W12R/Small Block은  $\phi 150\text{mm}$  배수관의 조건이 뛰어나고, 이 구경으로 함으로써 안정한 4소화전 확보가 가능하다. 한편, 수압적으로 더욱 새로운 조건을 주는 소블록에서는 화재 시의 조건이 뛰어나고, 4소화전 개방을 위해서는 일부 도로의 보강을 필요로 한다.

(2) 부담 가능한 동시개방 소화전 수

다음으로, 4소화전 동시개방의 가능성과 배수관망 내의 수질 악화에 대해서 검토하기 위하여 각 모델에 대해서 주입점에서 순차  $\phi 200\text{mm}$ 로 구경을 증가한 경우, 통상의 손실수두(水頭), 화재 시의 손실수두(4소화전,  $k=1.0$ ), 수질 악화 판단의 목적으로 하는 최대유속이  $V=0.1\text{m/s}$  이하의 경우 등의 수로 특성을 검토한다.

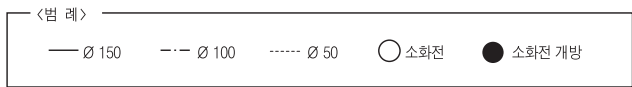


그림 13 L3W10R/Small Block (2점 주입)

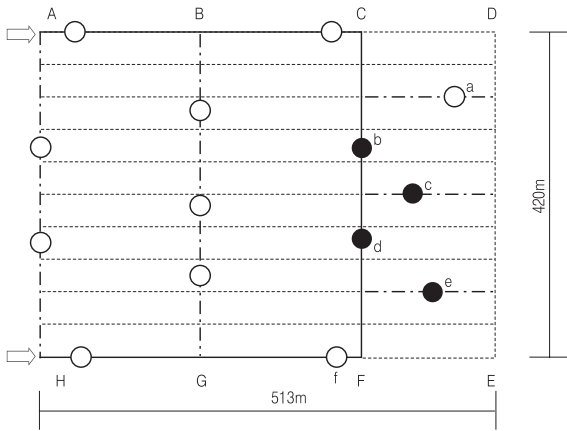


그림 14 L3W12R/Small Block (2점 주입)

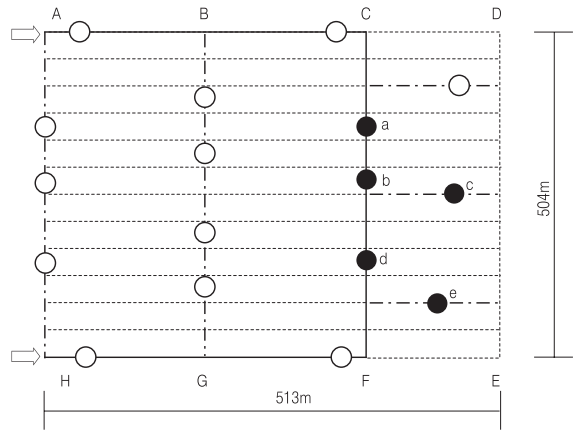


그림 15 L4W6R/Small Block (2점 주입)

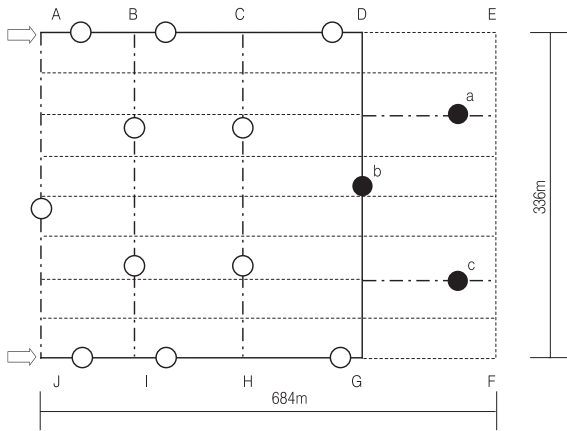
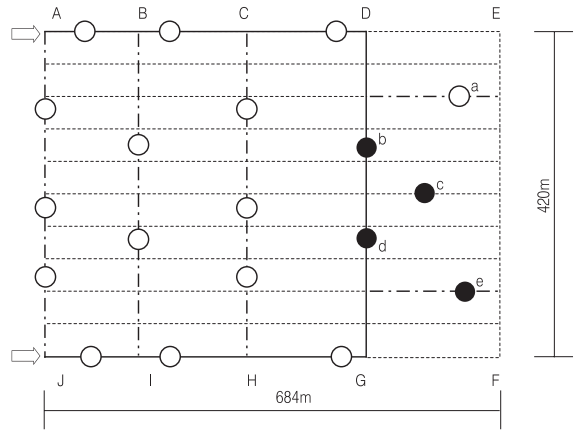


그림 16 L4W10R/Small Block (2점 주입)



이 수로계산 결과의 일부를 <표 11>, <표 12>에 나타내고, 다음의 것이 분명하게 되었다.

i) L<sub>4</sub>W<sub>8</sub>R/Small Block과 L<sub>4</sub>W<sub>10</sub>R/Small Block과 같이 수압적으로 까다로운 조건이 주어진 관망에서는  $\phi$  150mm 배수관만으로는 4전 동시개방이 불가능하지만, 주입점에서 순차관로 보강을 상정한 수로계산 결과에 의하면 일부 관로를 보강하여도 수질 악화의 가능성을 높이지 않아도 4소화전 동시개방이 가능하다.

표 11 L<sub>3</sub>W<sub>12</sub>R/Small Block (2점 주입)

		관로보강방향		
		ACF ( $\phi$ 150)	AB ( $\phi$ 200)	AC ( $\phi$ 200)
관로보강	AH ( $\phi$ 120)	2.5m, 16.9m, 4.8%	2.0m, 15.1m, 10.7%	1.7m, 13.9m, 21.1%
	AG ( $\phi$ 200)	-	1.6m, 13.3m, 14.9%	1.4m, 12.3m, 20.6%
	AF ( $\phi$ 200)	-	-	1.2m, 10.8m, 23.5%

평상 시 손실수두, 화재 시 (4소화전 bcde, k=1.0), V=0.1m/s 이하의 경우

표 12 L<sub>3</sub>W<sub>12</sub>R/Small Block (2점 주입)

		관로보강방향			
		ACF ( $\phi$ 150)	AB ( $\phi$ 200)	AC ( $\phi$ 200)	AD ( $\phi$ 200)
관로보강	JG ( $\phi$ 150)	3.7m, 21.9m, 4.4%	2.9m, 19.5m, 3.9%	2.4m, 17.3m, 5.2%	2.2m, 15.8m, 17.7%
	JL ( $\phi$ 200)	-	2.4m, 17.6m, 5.2%	2.0m, 15.9m, 4.4%	1.8m, 14.6m, 15.0%
	JH ( $\phi$ 200)	-	-	1.7m, 14.2m, 14.1%	1.6m, 13.1m, 17.2%
	JG ( $\phi$ 200)	-	-	-	1.4m, 11.5m, 21.2%

평상 시 손실수두, 화재 시 (4소화전 bcde, k=1.0), V=0.1m/s 이하의 경우

표 13 수로의 수로의 지배요인 판정표

소블록 모델	수로조건	관망 계산 결과			유량의 상근 (L/s)	
		Q'(L/s)	h'(m)	a	h=5m	h=20m
기본형 L <sub>3</sub> W <sub>10</sub> R/Small	평상시	30.0	1.8	1181.95	52.1	-
	3소화전 개방	65.0	11.1	1743.55	-	89.4
	4소화전 개방	81.7	19.9	2047.59	-	81.9
① L <sub>3</sub> W <sub>12</sub> R/Small	평상시	37.5	3.4	1477.48	46.2	-
	3소화전 개방	68.8	16.4	2310.02	-	76.6
	4소화전 개방	85.4	22.6	2142.45	-	79.9
② L <sub>3</sub> W <sub>12</sub> R/Small	평상시	45.0	5.0	1550.70	45.0	-
	3소화전 개방	72.5	19.1	2451.37	-	74.3
	4소화전 개방	89.2	25.9	2265.30	-	77.6
③ L <sub>4</sub> W <sub>8</sub> R/Small	평상시	40.0	4.2	1619.71	44.0	-
	3소화전 개방	70.0	18.9	2588.39	-	72.2
	4소화전 개방	86.7	26.6	2452.15	-	74.3
④ L <sub>4</sub> W <sub>10</sub> R/Small	평상시	50.0	6.4	1633.37	43.8	-
	3소화전 개방	75.0	21.4	2579.59	-	72.3
	4소화전 개방	91.7	29.2	2426.61	-	74.7

ii) 한편 관로 보강도 최소한으로 하지 않으면 수질 악화의 가능성을 높여야 한다.

### 1점 주입의 소블록

#### (1) 소블록 모델과 수로계산 결과

1점 주입의 경우에는 <그림 13> ~ <그림 16>에 있어서 A점 주입으로 하고, AH 사이, AJ 사이의 구경은  $\phi$  150mm로 한다. 이 모델에 대해서 평상시(부담가능 유량)와 화재 시(3소화전, 4소화전 동시개방)의 수로계산 결과를 <표 13>에 나타낸다. 또한 2점 주입의 사례와 같게 수로적으로 탁월한 조건을 검토한 결과 다음 사항이 분명하게 되었다.

i) 2점 주입의 모델과 비교손실수두가 크게 되어 있지만, L<sub>4</sub>W<sub>10</sub>R/Small 이외의 4개 모델 모두  $\phi$  150mm배수관의 조건에서 평상시의 수량에 대응 가능하다.

ii) 3소화전 동시개방에 대해서 L<sub>4</sub>W<sub>10</sub>R/Small 이외의 4개 모델

모두  $\phi 150\text{mm}$  배수관의 조건이 뛰어나고, 이 조건을 만족하는 3소화전 확보가 가능하다.

또한  $L_4W_{10}R/Small$ 은 화재 시와 평상시 쌍방의 조건을 만족할 수 없지만, 평상시의 조건을 만족하는 관망(허용손실수두 5m)으로 보강함으로써 평상시 조건이 뛰어나고 3소화전 동시개방이 가능하다.

iii) 4전 동시개방의 경우는  $L_3W_8R/Small$  블록 이외의 모든 모델은 4전 동시개방 조건이 탁월하며, 4전 확보를 위해서는 일부 관로의 보강이 필요하다.

**(2) 부담 가능한 동시개방 소화전 수**

다음으로 4소화전 동시개방의 가능성과 배수관망 내의 수질 악화에 대해서 검토하기 위하여 각 모델에 대해서 주입점 측에서 순차  $\phi 200\text{mm}$ 로 구경을 증가한 경우 평상시의 손실수두, 화재 시의 손실수두(4소화전,  $k=1.0$ ), 최대유속이  $V=0.1\text{m/s}$  이하의 경우 등 수질 특성을 검토한다. 이 수로 계산결과의 일부를 <표 14>, <표 15>에 나타내고, 다음 사항이 분명하게 되었다.

- i) 4소화전 동시개방에 대해서는  $L_3W_8R/Small$  이외의 4개 사례 모두  $\phi 150\text{mm}$  배수관만으로는 4소화전 개방이 불가능하다. 그러나 일부 관로를 보강하여도 수질 악화의 가능성을 높이지 않고 4소화전이 가능하다.
- ii) 관망 끝단 근방에서의 관로 보강은 수질 악화의 가능성을 높이는 것이 되고, 관로 보강에도 한계가 있다.

표 14  $L_3W_{10}R/Small$  Block (A점 주입)

		관로보강의 구분 (L방향)	
		ACF ( $\phi 150$ )	AB ( $\phi 200$ )
관 로 보 강	AHF ( $\phi 150$ )	3.4m, 22.6m, 4.9%	2.6m, 18.9m, 13.9%
	AH ( $\phi 200$ )	2.3m, 17.5m, 4.9%	1.7m, 15.3m, 4.0%
	AHG ( $\phi 200$ )	2.0m, 16.0m, 3.4%	1.6m, 14.1m, 4.9%

평상 시 손실수두, 화재 시 손실수두(bcde,  $k=1.0$ ),  $V=0.1\text{m/s}$  이하의 경우

표 15  $L_4W_{10}R/Small$  Block (A점 주입)

		관로보강의 구분 (L방향)		
		ADG ( $\phi 150$ )	AB ( $\phi 200$ )	AC ( $\phi 200$ )
관 로 보 강	AJG ( $\phi 150$ )	6.4m, 29.2m, 3.9%	4.8m, 24.4m, 3.5%	3.9m, 21.4m, 12.4%
	AJ ( $\phi 200$ )	4.5m, 24.0m, 3.5%	3.5m, 20.9m, 3.9%	2.9m, 18.6m, 7.5%
	AJI( $\phi 200$ )	4.0m, 22.4m, 3.9%	3.2m, 19.8m, 3.9%	2.7m, 17.7m, 7.5%
	AJH( $\phi 200$ )	3.7m, 20.2m, 4.4%	2.9m, 18.0m, 3.9%	2.5m, 16.3m, 11.0%

평상 시 손실수두, 화재 시(4소화전 bcde,  $k=1.0$ ),  $V=0.1\text{m/s}$  이하의 경우

정리

**(1) 소화전의 동시 사용 가능성**

- i) 주거지역에 있어서 소방수리의 기준에 근거하고 소화전을 배치하면, 규모가 작은 소블록에 있어서도, 발화점에 의해서는 동시 사용 가능성이 있는 소화전(발화점에서 140m 이내에 설치된 최대의 소화전 수)은 4소화전 이상이 되어야 한다.
- ii) 한편 같은 조건에서 소화전을 배치하면 시가지에서도, 발화점에 의해서는 1소화전밖에 사용할 수 없는 사례가 많이 발생한다.

**(2) 소블록 내 배수관망이 부담하는 동시개방 소화전 수**

기본 모델 외에 규모가 다른 네 종류의 모델을 설정하고, 시가지의 소블록(급수인구 약 2,200~3,600명)에 대해서 동시개방 소화전 수를 검토한 결과, 소블록 내 배수관망이 부담 가능한 동시개방 소화전 수에 대해서 다음의 결과를 얻었다.

① 2점 주입의 소블록

3소화전 동시개방에 관해서는, 소방수리 기준으로 정하는  $\phi 150\text{mm}$ 의 조건이 뛰어나고, 구경을  $\phi 150\text{mm}$ 로 함에 따라 3소화전 동시개방이 가능하다.

4소화전 동시개방에 관해서는, 어느 정도 이상의 소블록 규모가 되면 구경 결정의 지배 요인이  $\phi 150\text{mm}$ 에서 소화수량 확보로 변화하고, 4소화전 동시개방을 위해서는 일부 관로의 보강이 필요하게 된다. 한편 이 보강에 의하여 수질 열화의 가능성이 크게 변하지 말아야 한다.

이러한 것로부터 소화전의 동시사용 가능성을 고려할 필요가 있고, 배수관망의 설계는 4소화전 확보의 관망(管網)으로 하는 것이 적절하다고 생각한다.

② 1점 주입의 소블록

3소화전 동시개방에 관해서는, 배수관 구경이  $\phi 150\text{mm}$ 일 것. 동시에 평상시 손실수두가 5m 이내의 배수관망으로 함에 따라 3소화전 동시개방이 가능하다.

4소화전 동시개방에 관해서는 많은 경우에 소화수량 확보의 조건이 뛰어나지만, 수질 악화의 가능성을 높이지 않는 범위에서의 일부 관로 보강에 의해 4소화전 개방이 가능하다.

이러한 것으로부터 소화전의 동시 사용 가능성을 고려하면, 1점 주입의 경우에서도 배수관망의 설계에 있어서 4소화전의 관망으로 하는 것이 적절하다고 생각한다.

③ 지역별 유효수두와의 관계

이번 검토는 가장 까다로운 조건을 상정하고 소블록 주입점의 유효수두를 20m로 검토하였지만, 일반적으로는 30~40m의 유효수두 지역이 많은 것에서 허용손실수두를 크게 할 수 있다.

많은 동시개방 소화전 수의 확보와 에너지 유효 이용의 관점에서 지역의 유효수압마다 배수관망이 부담 가능한 동시개전수를 정하는 방식도 필요하다.

이상으로 시가지화된 주거지역의 소블록 내의 배수관망이 부담하는 동시개방 소화전 수의 검토를 마치면서, 다음에는 상업지역 등의 다른 토지이용을 상정한 관망 모델이나 규모로 확대하고, 간선도로가 소블록 내에 배치된 관망 모델에 의한 동시개방 소화전 수의 검토가 필요하다고 생각한다. ㉔

\* 이 글은 일본수도협회(JWWA)誌 2005년 2월에 실린 논문을 발췌, 번역한 것입니다.

## 단체표준표시 인증 신청 접수 안내

우리 협회에서는 검인증사업 시행의 첫 단계로 '단체표준인증제도'부터 힘차게 시작하려고 합니다. 회원 및 유관기관 여러분의 많은 이용과 관심을 부탁드립니다.

1. 시행시기 : 2005년 7월부터
2. 표시허가 대상제품
  - 구조형 폴리에틸렌 하수도 배관계 제1부 : 관 (KWWA M 200-1)      - 수도용 역류방지 밸브 (KWWA B 200)
  - 수도용 스테인리스 강관 (KWWA D 100-1)                              - 수도용 스테인리스 강관 이음쇠 (KWWa D 100-2)
3. 신청업체 구비사항
  - 단체표준표시 인증신청서에 다음 서류를 첨부하여 협회에 제출
  - \* 신청 품목의 주요 제조, 가공 설비 명세서 / 신청 품목의 주요 시험, 검사설비 명세서 / 공정관리도 / 사업자 등록증 사본
4. 신청방법
  - 대표자 교육이수 (최근 3년 이내 품질관리 및 표준화 교육)
  - 품질관리담당자의 지정 및 정기교육 이수 (최근 3년 이내)
  - 신청 품목에 대한 제조설비 및 검사설비 보유
  - 신청 품목에 대한 사내 규격/ 각종 관리규정 설정 및 최근 3개월간의 관리 실적
5. 심사방법 : 서류심사 → 공장심사 → 제품심사 → 합부판정
6. 수수료 : 별도 규정에 의함
  - 협회 홈페이지(www.kwwa.or.kr) 내 기자재 검인증 부문 참조

교육    정보    행사    시험  
훈련

[www.kwwa.or.kr](http://www.kwwa.or.kr)  
물은 생명 그리고 미래입니다

☞ 문의처 : 사업개발처 표준인증팀 장동혁 대리 (직통전화 : 02-3156-7761)  
※ 보다 자세한 내용 및 궁금한 사항은 담당자에게 유선 문의 요망