<단지설계의 이론과 실무>

# 상수설계

[ 개 요 ]

1.단지내 원활한 수돗물 공급를 위한 급수 계획량 산정 및 상수관거의 계획
2.수리계산의 방법 및 제수변, 공기변 등 상수공 부대시설의 설치

[ 목 차 ]


Ⅰ. 계획 급수량 산정
1. 상수설계의 기본 방향 및 급수계획 수립
2. 상수 원단위 및 급수량 산정
3. 배수지 용량 산정

Ⅱ. 관망 설계
1. 관망의 계획
2. 관종의 선정
3. 관의 매설계획

Ⅲ. 수리계산
1. 관망설계
2. 수리계산 및 결과분석

Ⅳ. 부대시설
1. 관세척구 설치
2. 이형관 보호공
3. 밸브 및 변실 의 설치
4. 상수부대공

# Ⅰ. 계획 급수량 산정

## 1. 상수설계의 기본 방향 및 급수계획 수립

가.상수도 설계 의 목적

상수도 공급대상구역에 필요로 하는 소요 급수량을 **안정적으로 공급**하기 위하여 계획 급수량을 산정하고, 이를 토대로 상수도 관망 구성 및 부대시설을 설치하는 것임.

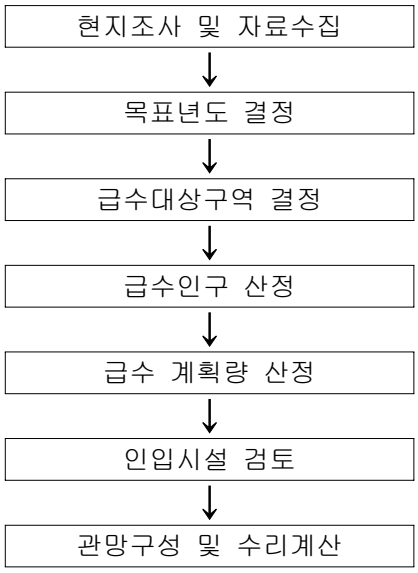
나.안정적 공급 의 의미

안정적 공급이란 각 필지별로 급수에 필요로 하는 **소요 급수량(Q)** 과 **적정 수압(P)**을 확보하는 것으로 상수도 설계시 수리학적 계산과 분석을 통해 결정된다.

다.상수도 설계와 관련된 관련법규 및 지침

『수도법』,『상수도 시설기준』(환경부),『광역상수도 기본계획』(건교부),『수도정비 기본계획』(지자체),『도시기본계획』(지자체),『하수도정비 기본계획』(지자체),『단지조성공사 설계 및 적산기준』(토지공사) 및『산업입지 원단위산정에 관한 연구』(건교부,산자부,토지공사) 이 있음.

라.상수도 설계 절차




(1)현지조사 및 자료수집

: 사업지구내 및 주변지역의 기존 관로 조사를 수행하고, 예상 인입지점 위치 및 현황을 파악한후 인입점의 유량,수압 등을 조사한다. 또한 도시기본계획,수도정비기본계획,광역상수도계획 과 같은 **상위계획** 자료수집 및 상수도통계,통계년감,상수도관망현황,정배수지현황,주변지역 관종 등과 같은 **설계관련 기초자료**를 수집하여야 한다.

(2)목표년도 : **단지조성 완료년도**를 목표로 하여 장래 소요급수량 예측한다.

(3)급수대상구역

: 사업지구내 급수보급율 100% 를 목표로 하며, 지구인근의 취락지 또는 향후 개발계획 등을 감안 지구외 급수 필요시 관련 지자체와 협의한다

(4)급수인구 산정

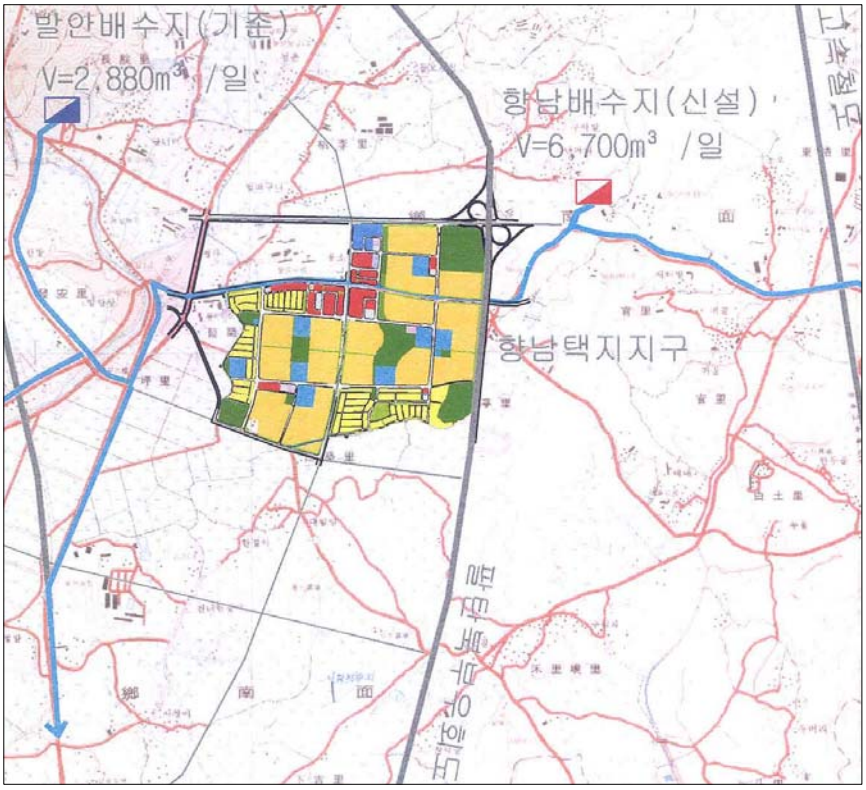
: 개발계획 및 영향평가상의 계획인구,가구수,전세율 등을 설계에 반영한다.

(5)급수 계획량 산정

: 수도정비기본계획,상수도통계 등으로부터 결정된 **급수원단위**와 가구수,전세율을 감안한 거주인구 및 기타인구 등을 감안한 **계획인구**로부터 급수계획량을 산정한다.

(6)인입시설 검토

: 현지조사 및 자료수집시 조사된 수도정비기본계획, 정·배수지현황 및 규모, 인입점의 **배수관경,수압** 등으로부터 사업지구내 필요로 하는 소요급수량에 대해 공급 가능성을 검토하고, 필요시 배수지 신설 등을 검토후 관계기관과 설계관련 내용을 협의하여야 하며 이를 토대로 **공급계통도**를 작성한다.




**<사례>** 화성향남지구 상수계통도

→ 지구내 급수를 위하여 인근에 배수지[V=6,700(ton)]를 신설하는 것으로 계획

(7)관망구성 및 수리계산

: 단지내 배수관망을 구성하고 각 격점별 분담량을 결정후 수리계산을 거쳐 수압,유속, 손실수두 등을 검토하여 배수관경 조정을 통해 최종적으로 경제적 관망을 구성한다.

## 2. 상수 원단위 및 급수량 산정

가.급수량 산정 방법

단지설계시 사업지구의 급수량을 산정하는 방법에는 일반적으로 다음의 3가지 방법이 있으며, 복합단지(산단+택지) 또는 택지중 별도 검토를 요구하는 특별한 경우를 제외하면 일반적으로 **총량적 방법**을 가장 많이 사용한다.

**급수량 산정 방법**

| 총량적 방법 | 용도별 사용수량에 의한 방법 | 총량적+ 용도별 사용수량의 혼용 |
|---|---|---|

나.급수인구 산정

(1)총량적 방법

개발계획상의 수용인구중 공동택지는 계획인구만을 반영하고,단독택지의 경우 필지수에 전세율을 감안하여 세대수를 산출후 총 급수인구 산출

※단독택지 필지당 세대수는 다음을 기준으로 하며, 세대당 인구수는 해당 지역의 도시기본계획상 계획지표를 기준으로 한다. 단, 기준이 미수립된 경우에는 다음을 기준으로 한다.(단지설계 및 적산기준)

| 구분 | 필지당 세대수 | 세대당 인구수 |
|---|---|---|
| 서울·부산권 | 4 | 3.5 |
| 지방 대도시권 | 3 | 3.5 |
| 지방 중소도시권 | 2.5 | 3.6 |

(2)용도별 사용수량에 의한 방법

개발계획에서 계획한 토지이용계획을 토대로 **상주인구,상근인구,이용인구** 로 구분 산정

- **상주인구** 산정

| | |
|---|---|
| **주택단지** | 개발계획상의 수용인구 |
| **단독주택** | 전세율 반영한 세대수 산정후 급수인구 산정 |

- **상근인구 및 이용인구** (단위면적당)

| 구분 | 상근인구 | 이용인구 |
|---|---|---|
| 상업용지<br>근린생활시설<br>공공시설 | -용도별 **단위면적당 인구**를 인근 또는 타 유사도시 및 도시기본계획 등에서 산정후 연면적을 곱하여 상근인구 산정 | |

- **상근인구 및 이용인구** (기타)

| 구분 | 상근인구 | 이용인구 |
|---|---|---|
| 공원 | | -서울시 공원·녹지정책방향연구<br>-조경계획론(조경학회) 등을 인용 |
| 학교 | -교직원수<br>: 개발계획 또는 유사도시의 초 중고별 자료를 이용 | -취학율<br>: 해당지역 교육청 자료으로부터 취학율×계획인구(초,중,고)<br>-학생수<br>: 학급수×학급당 학생수 |

다.상수 원단위 산정

(1)생활용수

- 급수인구 1인당1일 물소비량으로서, 총량적 방법의 경우 가정용,영업용,업무용,산업용 등으로 분류되고, 용도별 사용수량으로 구분하면 상주인구용,상근인구용,이용인구용 으로 원단위를 구분할수 있다.

- 원단위 추정방법 에는
  ①도시계획 또는 타도시의 예(설계사례, 사용실적 통계치 등)를 참고로 추정하는 방법
  ②도시계획 및 해당도시의 특성을 분석하여 추정하는 방법
  ③해당 시·도의 **수도정비기본계획** 에 의거 산정하는 방법

  이 있으며, 일반적으로 해당 시·도의 **수도정비기본계획** 에 의거 도시계획 목표년도의 예상되는 소요급수량 및 급수원단위를 설계에 적용하는 방법을 가장 많이 사용한다.

(2)산업용수

- 산업용수에 대한 물사용량을 정확히 분석하여 원단위로 제시한 자료가 현재 국내에는 거의 없는 실정이며, "**산업입지 원단위 산정에 관한 연구**" [건교부,산자부,토지공사(98.2)]에서 제시하고 있는 원단위를 설계에 적용한다.

**※ "수도정비기본계획"** 에 대한 기본지식

환경부에서 98년7월 수립한 "수도정비기본계획수립지침"에 따라 현재 전국 각 시도별로 수도정비기본계획이 수립되어 있으며, 계획기간은 원칙적으로 10년으로 하고 5년 단위의 시행단계로 수립토록 하고 있으며, 주요 내용은 각 시도의 상수도시설 현황, 정배수지 신설 및 확장계획 수립, 각종 수도시설 현황 및 개선계획, 과거 물사용량 통계치 분석 및 장래 물사용량 예측 등을 골자로 하고 있음.

상수도 설계시 주요 검토사항은 급수구역 현황, 정배수지 현황, 과거 물사용량 통계치 및 장래 물사용량 예측치 등이다. 일반적으로 수도정비 기본계획에서 제시하고 있는 일평균 또는 일최대 급수량(ℓ/인·일)은 **총량적 개념**의 통계치로서 해당지역의 가정용,영업용,업무용 등 전체 물사용량을 도시계획상의 **총인구**를 기준으로 나눈 평균치의 개념이다. 따라서 상수도 설계시 수도정비기본계획에서 제시하는 일평균, 일최대급수량을 가정용 급수원단위(ℓ/인·일)로 적용하는 **오류**를 범하지 않도록 주의가 필요하다.

라.상수 계획 급수량 산정

(1) 일평균 급수량

= 급수인구 ×1인1일 평균 급수량(ℓ/인·일)

※수도정비기본계획에서 일평균 급수원단위는 해당지역 수년간 상수도 통계분석을 통해 다음과 같이 산정된다.

- 1인1일 평균 물사용량(ℓ/인·일) = $\frac{\text{년간물사용량}}{\text{급수인구(인)}\times 365\text{일}}$
- 1인1일 평균 급수량(ℓ/인·일) = $\frac{\text{1인1일평균물사용량}}{\text{유수율}}$
- 유수율
  : 생산된 전체 상수량은 유효수량과 무효수량으로 나뉜다. 유효수량이란 요금징수되는 수돗물 등과 같이 사용량이 어느정도 확인이 가능한 상수량을 말하며 무효수량에는 누수 등과 같이 수도관을 통해 급수중 손실되는 량을 말한다.

  유수율 = $\frac{\text{유효수량}}{\text{전체상수량(유효수량}+\text{무효수량)}}$ (일반적으로 0.8~0.9의 범위)

(2) 일최대 급수량

= 급수인구 ×1인1일 최대 급수량(ℓ/인·일)

※일최대급수량은 1년동안 하루중 물사용량이 최대가 될 때의 일평균 급수량으로 다음과 같이 부하율에 의해 결정된다.

- 1인1일 최대 급수량(ℓ/인·일) = $\frac{\text{일평균급수량}}{\text{계획부하율}}$ = 일평균급수량×(1.1~1.4)
- 부하율은 도시의 성격에 따라 다르며 대도시 일수록 부하변동이 적고, 소도시일수록 부하변동이 크다. 관련상위계획, 통계자료 등 각 도시별 부하율을 비교하여 해당지구의 목표년도 부하율을 적용하며, 일반적으로 70~85(%)의 범위에서 결정되어진다.

(3) 시간최대 급수량

= 급수인구 ×1인1일 시간최대 급수량(ℓ/인·일)

※시간최대급수량은 하루 24시간중 물사용량이 최대가 되는 시간대의 급수량으로 다음과 같다.

- 1인1일 시간최대 급수량(ℓ/인·일) = 1인1일 최대급수량×시간계수
- 시간계수는 다음을 적용한다.[단지설계 및 적산기준,토지공사]

| | |
|---|---|
| 대도시와 공업도시 | 1.3 |
| 중도시 | 1.5 |
| 소도시 및 특수지역 | 2.0 |

**※설계사례(화성향남지구)**

본 사업지구는 "화성군 수도정비기본계획(2002)" 에서 제시된 자료를 기준으로 급수원단위를 다음과 같이 결정하였다.

| 구 분 | 원단위 (ℓ/인·일) | 비고 |
|---|---|---|
| 1인1일 평균사용량 | 270 | 2006년 예상량 |
| 1인1일 평균급수량 | 317 | 유수율 85% |
| 1인1일 최대급수량 | 413 | 첨두부하율 1.3 |

화성시 상수도 통계 및 수도정비기본계획 으로부터 가정용,영업용,업무용 등 각 용도별 과거 물사용량 실적은 다음과 같다

[단위: 천㎥]

| 연도 | 합계 | 가정용 | 영업용 | 욕탕1종 | 욕탕2종 | 전문공업용 | 업무용 | 기타 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1997 | 4,302 | 2,446 | 1,444 | 69 | - | - | 343 | - |
| 1998 | 4,531 | 2,781 | 1,200 | 72 | - | - | 478 | - |
| 1999 | 5,720 | 3,502 | 1,342 | 54 | - | 108 | 714 | - |
| 2000 | 10,233 | 4,657 | 1,559 | 74 | - | 114 | 3,828 | - |
| 2001 | 13,236 | 5,843 | 1,674 | 88 | - | 3,577 | 1,924 | 130 |
| 2002 | 15,726 | 7,179 | 1,651 | 108 | - | 4,416 | 2,234 | 138 |

화성시의 과거 물사용 실적을 기초로 각 용도별 급수량의 비율를 결정하여 다음과 같이 용도별로 1인1일 최대 급수량을 재산정한 결과는 다음과 같다

[1인1일 급수량(ℓ/인·일)]

| 구 분 | 1인1일 최대 급수량 | 비율(%) | 용도별1인1일 최대 급수량 |
|---|---|---|---|
| 가정용 | 413.0 | 74.1 | 305.9 |
| 영업용 | | 16.7 | 68.8 |
| 업무용 | | 9.3 | 38.2 |
| 계 | | 100.0 | 413.0 |

최종적으로 본 사업지구의 계획 일최대 급수량을 다음과 같이 산정하였다.

- 계획 일최대 급수량 = 계획급수인구(인)×1인1일 최대급수량(ℓ/인·일)
  = 35,027(인)×413(ℓ/인·일) = 14,466 (㎥/일)

- 용도별 일최대 급수량

| 구 분 | 계획급수인구 (인) | 1인1일 최대 급수량 (ℓ/인·일) | 계획 일최대 급수량 (㎥/일) |
|---|---|---|---|
| 가정용 | 35,027 | 305.9 | 1,0715.6 |
| 영업용 | | 68.8 | 2,411.0 |
| 업무용 | | 38.2 | 1,339.5 |
| 계 | | **413.0** | **14,466.1** |

참고로, 앞에서 설명한 용도별 1인1일 최대 급수량에서 **영업용**과 **업무용**은 일반적으로 해당 용도지역의 **연면적**으로 환산하여 단위면적당 소요급수량으로 표현을 한다.
따라서 최종 급수원단위는 다음과 같이 정리하여 표현된다.

[원단위]

| 구 분 | 계획 급수 인구 (인) | 1인1일 최대 급수량 (ℓ/인·일) | 계획 일최대 급수량 (㎥/일) | 급수연면적 (㎡) | 급수 원단위 (일최대) |
|---|---|---|---|---|---|
| 가정용 | 35,027 | 305.9 | 1,0715.6 | 801,011 | **305.9 (ℓ/인·일)** |
| 영업용 | | 68.8 | 2,411.0 | 277,497 | **0.0087 (㎥/㎡·일)** |
| 업무용 | | 38.2 | 1,339.5 | 365,815 | **0.0037 (㎥/㎡·일)** |
| 계 | | 413.0 | 14,466.1 | 1,444,323 | |

## 3. 배수지 용량 산정

가.배수지의 기능

: 배수지는 정수장에서 송수를 받아 해당 배수구역의 물사용량 공급토록 배수하기 위한 저류지로써 배수량의 시간변동을 조절하는 기능과 함께 배수지로 부터 상류측의 사고 발생시에도 일정한 유량,수압을 유지할 수 있도록 하는 기능을 지닌다.

나.배수지의 유효용량

: 배수지의 유효용량은 “시간변동조정용량”과 “비상대처용량”을 합하여 급수구역의 **계획 일최대 급수량**의 12시간분 이상을 표준으로 한다.
공업용수 배수지의 경우 명확한 기준은 없으나 경험적으로 통상 4~6시간을 적용한다.

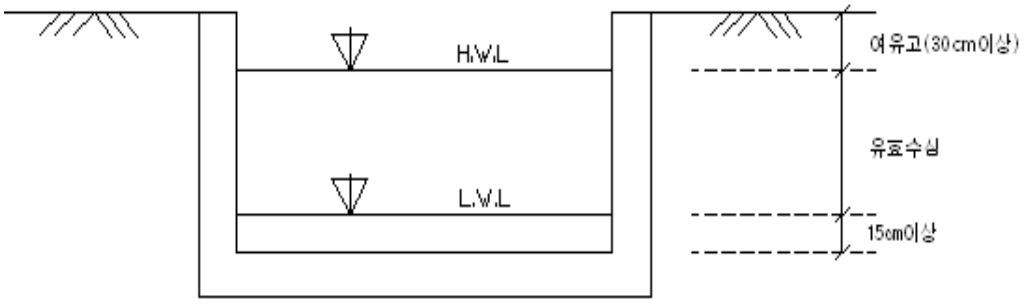
- 배수지 유효용량(㎥) = $\frac{\text{계획 일최대 급수량(㎥/일)}}{24(Hr)} \times 12(Hr)$

또한 배수지 급수담당 구역의 계획급수인구가 50,000명 이하일 경우에는 소화용수량을 별도 가산하여 용량을 산정함을 원칙으로 하며, 단 상수도 이외에서 소화용수 공급이 가능할 경우에는 예외로 한다.

| 인구(만명) | 소화용 수량(㎥) |
|---|---|
| 0.5 이하 | 50 |
| 1 이하 | 100 |
| 2 이하 | 200 |
| 3 이하 | 300 |
| 4 이하 | 350 |
| 5 이하 | 400 |

다.배수지의 구조와 수위

- 배수지의 유효수심은 3~6(m)를 표준으로 한다.
- 배수지내 수위는 고수위(H.W.L)와 저수위(L.W.L)가 있으며 고수위로부터 배수지 상부 슬라브까지는 30(cm)이상 여유고를 두어야 하며, 바닥은 저수위보다 15(cm)이상 낮아야 한다.



**※설계사례(화성향남지구)**

앞서 설명한 급수량 산정 설계사례에서 본 사업지구의 계획 일최대 급수량 및 계획급수 인구는 다음과 같이 산정되었다.

- 계획 일최대 급수량 : 14,566(㎥/일)
- 계획 급수인구 : 35,027(인)

따라서 본 사업지구에 신실예정인 배수지의 용량은 계획 일최대 급수량의 12시간분이상을 확보토록 상수도시설기준에서 제시되어 있는바, 다음과 같이 산정된다.

- 배수지 유효용량 : 14,566(㎥/일) x 12(Hr) = $\frac{14,466(\text{㎥})}{24(Hr)} \times 12(Hr) = 7,233(\text{㎥})$

또한 본 사업지구는 계획 급수인구가 약 3만5천여명 으로서 **"상수도 시설기준(2004)"**에 의하면 배수지 용량 산정시 별도 소화용수량을 반영하여야 하는바, 인구별 소화용수량 산정기준에 의하면

| 인구(만명) | 소화용 수량(㎥) |
|---|---|
| 0.5 이하 | 50 |
| 1 이하 | 100 |
| 2 이하 | 200 |
| 3 이하 | 300 |
| 4 이하 | 350 |
| 5 이하 | 400 |

으로서 가산해야 할 소화용수량은 350(㎥) 으로 산정되었다.

따라서 신설 배수지의 총 용량은 다음과 같이 결정할 수 있다.

- 배수지 총용량 : 7,233(유효용량) + 350(소화용수) = 7,583(㎥)

## Ⅱ. 관망 설계

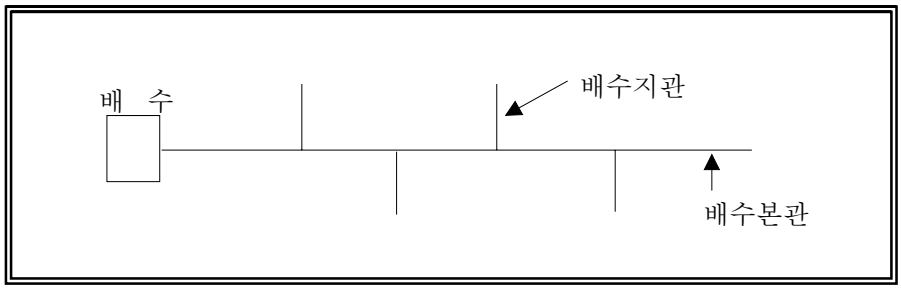
### 1. 관망의 계획

가.배수관망의 형태

: 배수관망의 형식은 크게 수지상식과 격자식으로 나눌수 있으며, 각 형식의 특징은 다음과 같다

(1)수지상식

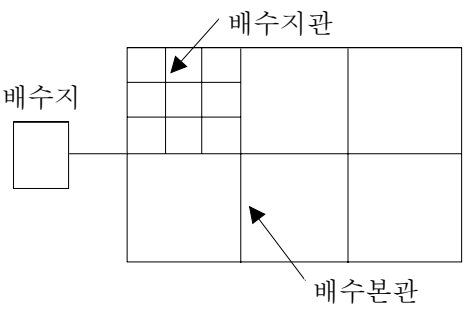
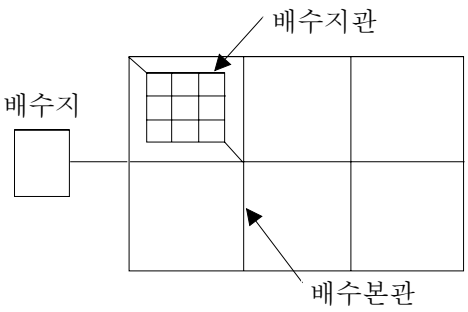
: 물의 수요밀도가 비교적 낮은 도시외곽이나 소규모 수도시설에 주로 적용하며, 대규모 단지의 관망 설계에 적용하는 경우는 더물며, 토지이용계획상 단지의 구조 및 필지의 배치에 따라 부분적으로 적용하기도 한다.




(2)격자식

: 물의 수요가 높은 대도시의 대규모 수도시설에 적용하며, 대부분의 단지설계시 적용되는 배수관망 형식이다. 격자식 배수관망은 다시 **단식**과 **복식**으로 나눌수 있으며, 최근 지자체 등 유지관리기관에서는 급수구역별 유량관리 및 시설물 유지관리의 편의성을 위하여 **복식** 배수관망 배치를 선호하고 있다. 그러나 현실적으로 두가지 형식중 한가지 형식만으로 관망을 설계하기에는 적용성에 한계가 있으므로 두가지 형식을 혼용하여 관망 배치계획을 수립하는 것이 좋다.

(3)격자식 배수관망 종류와 특징

| 구분 | 단식 배수관망 | 복식 배수관망 |
|---|---|---|
| 특징 |  ※배수관망시설의 전통적인 형태로서 전체 관로에 대하여 급수분기를 허용하는 방식 |  ※단식 배수관망 형태에 비하여 유지관리 기능을 높이기 위한 관망형태로서 배수지관을 통한 급수분기 허용방식 |

| 구분 | 단식 배수관망 | 복식 배수관망 |
|---|---|---|
| 유량관리 | -본관에서 단지내 총유량만 파악 | -소 블록별 유입지점이 정해져 있으므로 유량관리가 용이하며, 누수파악이나 구역별 유량 관리가 가능 |
| 수압조정 | -본관에서 수압조정을 행하므로 수압조정의 영향범위가 전 구역으로 확산 | -지관에서 수압조정이 가능하므로 지형에 따른 수압조정과 부분적 수압조정이 가능 |
| 관로의 유지관리 | -단수구역이 넓어져 관로의 개량 및 신설이 어려움 | -단수구역의 설정이나 관로의 개량 및 신설이 용이 |
| 관망해석 | -관망해석시 전체 관망에 대해 해석을 하기 때문에 다소 어려움 | -관망해석시 본관망과 지관망을 구분하여 행함으로써 해석이 용이 |
| 관부설비 | -배수관망 조직이 단순하므로 관로부설비가 경제적임 | -복식관망 구축에 따른 부설관로가 많아져 시설비용 측면에서 비경제적임 |

나.관망 계획시 유의사항

(1)관망계획시 관망의 구성은 관망상의 배수관경과 밀접한 관계가 있는바 수리계산을 통한 최적의 관경선정과 연계하여 검토되어야 한다.

(2)동일 도로에 배수본관과 배수지관이 매설되어 있을 경우 급수분기관은 배수지관에 연결하여야 하며, 상수도 유지관리 측면에서 배수본관에서 급수분기관을 연결하는 것은 가능한 지양토록 한다.

(3)배수관망 작성시 가급적 DEAD-END를 피해야 하며 부득이한 경우에는 말부에 **소화전**을 설치함으로써 물의 정체로 인한 수질오염을 주기적 퇴수를 통해 예방토록 해야 한다.

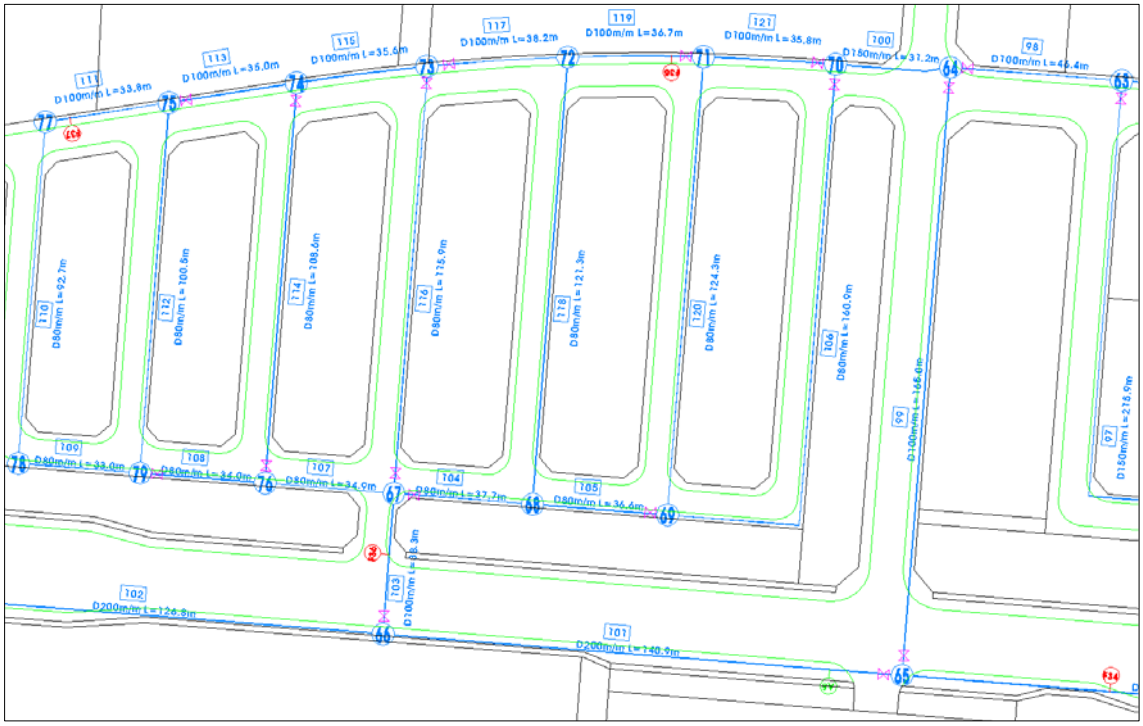
(4)단지내 배수관망이 계통을 달리하는 2개이상의 급수구역으로 되어 있을 경우에는 관망의 경계지점에 있는 배수본관을 상호연결하여 급수구역을 연계하여야 한다.

(5)사업지구내 모든 필지에 대해 배수관으로부터 급수분기가 가능토록 관망을 작성하여야 하며, 경제성 및 유지관리의 효율성을 감안 최적의 관망배치로 최대의 분기급수 효과가 가능하도록 관망을 구성하여야 한다.

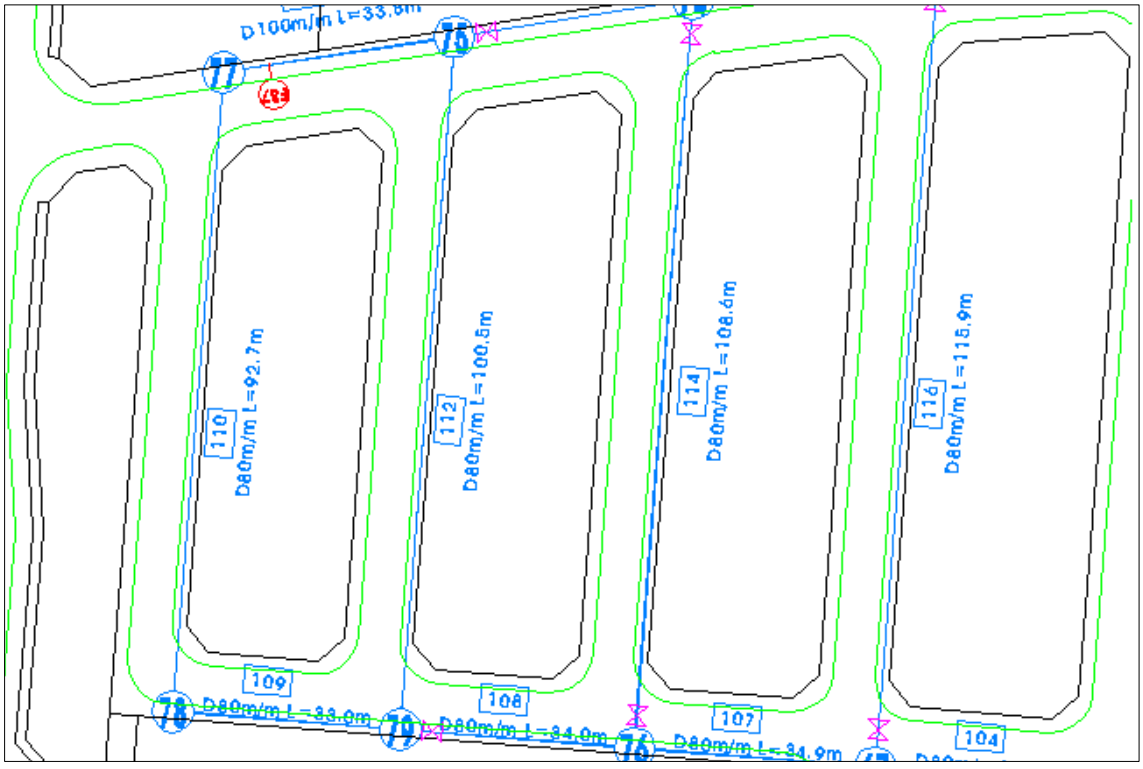
다.관망의 기본

: 관망은 단지내 상수관로를 배치하는 것을 기본으로 하되 관로와 관로가 교차하는 지점을 **격점(또는 절점)**이라고 한다. 각 관로와 절점에는 각각의 고유번호를 지정하여 관망수리계산시 설계DATA가 입력되며 또한 공사시공 및 유지관리시 현장위치를 확인하는 역할을 한다.

- 다음은 단지내 관망을 배치한 사례이다.



- 다음은 관망을 이루고 있는 관로 및 격점을 나타내고 있다.




여기서 사각형 번호는 관로의 번호를 나타내며, 원형의 번호는 격점의 번호를 나타내며, 수리계산시 **관로**에는 관종 및 관경 자료가 입력되고 **격점**에는 격점유량 및 지반고 등이 입력 된다.

## 2. 관종의 선정

가.상수관종의 종류

: 현재 국내에서 사용되고 있는 상수도용 관종은 여러 가지가 있으며, 70년대~90년대를 걸쳐 시간이 지나면서 새로운 기술개발을 통한 신제품 출시와 함께 수돗물 오염에 따른 사회적 요구로 인해 시기별로 주종을 이루는 관종이 변경되는 등 다양한 종류의 관종이 사용되고 있다.

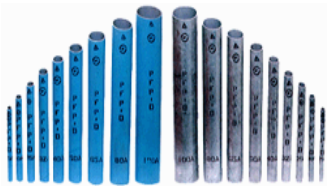
(1)상수도용 관종의 개발 및 변천

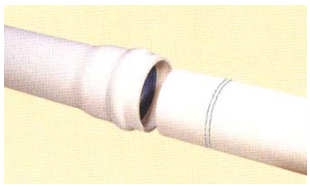
현재까지 국내에서 사용되고 있는 관종의 시대적 변천은 다음과 같이 진행되었다.

- 1960년대 : 회주철관, PVC관, 도복장강관 보급
- 1970년대 : 닥타일주철관, 아연도강관 보급
- 1980년(초) : 동관, 스테인레스관, 폴리에틸렌관(PE관) 보급
- 1980년(후) : 폴리에틸렌분체라이닝강관(PFP관) 보급
- 1990년(후) : 내충격성경질염화비닐관(Hi-VP) 보급

(2)주요 관종의 종류

관종은 재질에 따라 크게 강관류와 플라스틱관류로 나누어지며, 상수설계시 최근 사용되는 주요 관종 및 각 관종별 접합방식은 다음과 같다.

| 관종 | 형태 | 접합방식 |
|---|---|---|
| 닥타일<br>주철관<br>(DCIP) | | <br>-조인트접합<br>(메카니컬) |
| 도복장<br>강관 | | <br>-용접접합<br>-플랜지접합 |
| 폴리에틸렌<br>분체도장<br>강관 |  | <br>-나사조임식<br>접합<br>-소켓조인트<br>접합 |

| 관종 | 형태 | 접합방식 |
|---|---|---|
| 벨크릴 내충격염화 비닐관 (Hi-CL) | | -고무링 및 벨크립접합 -T.S접합 (본드접합) |
| 3중벽 내충격염화 비닐관 (Hi-3P) | |  -고무링접합 -나사접합 (:이형관) |
| 고밀도 폴리에틸렌 수도관 (PE관) | | -융착식접합 -나사조임식 접합 |

이상과 같이 상수관종은 다양한 제품이 생산되어 사용되고 있으며 관종별로 각각의 특징 및 장단점이 있어 어느 관종이 우수하다고는 평가하기 어렵기 때문에 사업지구의 특성 및 매설관의 규모에 따라 적절한 관종을 선정하는 것이 중요하다.

일반적으로 700~800m/m 이상되는 대형 송수관의 경우 강관이 사용되고, 600m/m 이하의 배수관에는 주철관이 주로 사용되나, 최근 300m/m이하의 소구경 배수관의 경우 내충격성 염화비닐관도 많이 사용되고 있는 추세이다.

나.관종의 선정의 중요성

: 1980년 중반까지 상수용 송·배수관으로는 주로 회주철관,도복장 강관,아연도 강관, 동관 등이 사용되었으나 다음과 같은 문제점이 있어 지금은 법적으로 사용이 금지되었거나, 사용에 제한을 두고 있는바 설계시 이에 대한 주의가 요구된다.

| 관 종 | 사용상의 문제점 |
|---|---|
| 회주철관 | - 80년대 중반까지 사용되었으나 이후 시멘트라이닝 닥타일주철관으로 대체되어 현재는 사용되지 않으며, 노후관 교체중에 있음<br>- 관부식이 심하여 적수발생, 통수단면부족, 중금속오염 문제심각 |
| 도복장 강관 | - 관의 외벽 도복장 재료로 콜탈에나멜을 사용<br>- 방식효과는 뛰어나나 벤젠,톨루엔 등 발암물질 다량함유로 관의 내벽 및 수중설치시에는 외벽에도 사용금지됨 |
| 아연도 강관 | - 아연도금의 탈락으로 관부식이 가속화 되어 누수 및 적수발생<br>- 94년 건교부 고시로 음용수 배관사용 전면금지 및 현재 수도용으로는 사용하지 않으며, 국내 관노후화 문제점의 대표적 사례임 |

| 관 종 | 사용상의 문제점 |
|---|---|
| 동 관 | - 동이온 용출로 인해 관부식 및 식수오염, 청수 발생<br>- 일본등 선진국에서는 수도설비에 사용금지 되었으며 현재 국내에서도 수도시설에는 사용하지 않음 |
| 스테인레스관 | - 주로 급수분기관 및 옥내배관으로 사용됨<br>- 강내 크롬이 산소와 결합하여 형성된 부동태 피막은 염화물이온에 약하여 염분이 많거나 해수의 영향이 있을 경우 관부식 발생<br>- 관 용접시 용접부 크롬의 결핍으로 부식이 특히 심함 |

위 표에 있는 일부 관종의 경우 현재까지도 많이 사용되고 있으므로 설계시 이에 대한 면밀한 검토를 거친후 적용여부를 판단하여야 할 것이다.
또한 최근 연성관(PE관,유리섬유관 등)을 일부 지자체에서 상수도용으로 도입하는 경우가 있으나, 수압에 의한 관파열 등의 사례가 보고되고 있으며, 특히 연성관 재질에 따른 인체유해성에 대한 충분한 검증이 필요한바 자재선정시 신중을 기하여야 할 것이다.

### 3. 관의 매설계획

가.매설위치와 깊이

: **상수도시설기준**에 따르면 관로의 매설위치 및 깊이는 다음과 같이 규정하고 있다.

(1)공공도로에 관을 매설할 경우에는 도로법 및 관계법령에 따라랴 하며 도로관리자와 협의하여야 한다.
(2)도로관리자와의 협정이 없을 경우와 공공도로 이외에 관을 매설해야 할 경우에는 매설깊이를 관경 900m/m 이하는 1.2M, 관경 1,000m/m 이상은 1.5M 이상으로 해야 한다. 단, 노면하중을 고려할 필요가 없을 경우에는 그렇게 하지 않아도 된다.
(3)노면하중을 고려해야 할 위치에 대규모관을 부설할 경우에는 매설깊이를 관경보다 크게 해야 한다.
(4)노면하중을 고려할 필요가 있으나 지반이 암반인 경우 등으로 부득이하게 매우 얕게 매설해야 하는 경우 별도의 관보호 조치를 강구한다.
(5)한랭지에서의 관매설 심도는 동결심도보다 20cm 이상 깊게 매설해야 하며, 특히 500m/m 이상의 관에서는 관경의 0.5배 이상 깊게 매설해야 한다.

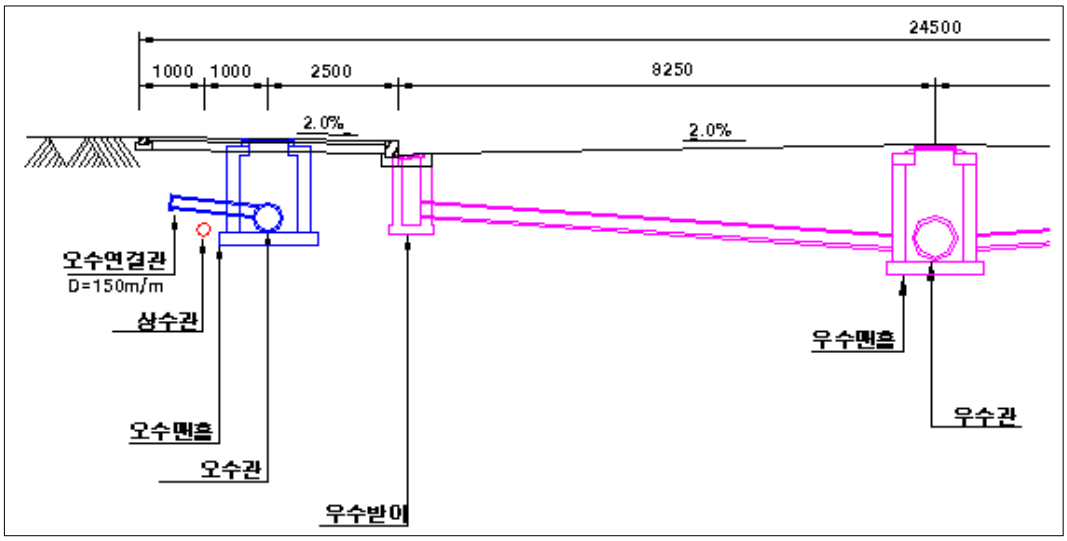
: **단지설계 및 적산기준**에 따르면 관로의 매설위치 및 깊이는 다음과 같이 규정하고 있다.

(6)교통하중과 충격을 고려하여 차도 매설심도를 관경 900mm 이하는 **1.2M**, 관경 1,000mm 이상은 **1.5M** 이상을 유지한다.
(7)배수본관은 도로의 중앙, 배수지관은 보도 또는 차도의 편측에 매설하여야 한다.
(8)폭이 좁은 도로에 관매설시 차량이 상시 왕래하기 쉬운 위치는 피한다.
(9)배수관을 타 지하매설물과 교차 또는 근접하여 매설할 때에는 적어도 **30cm 이상 이격**하되 오수관누수 등으로 인한 상수관의 오염을 방지하기 위해 오수관보다 상부에 설치한다.

나.지하매설물 배치계획

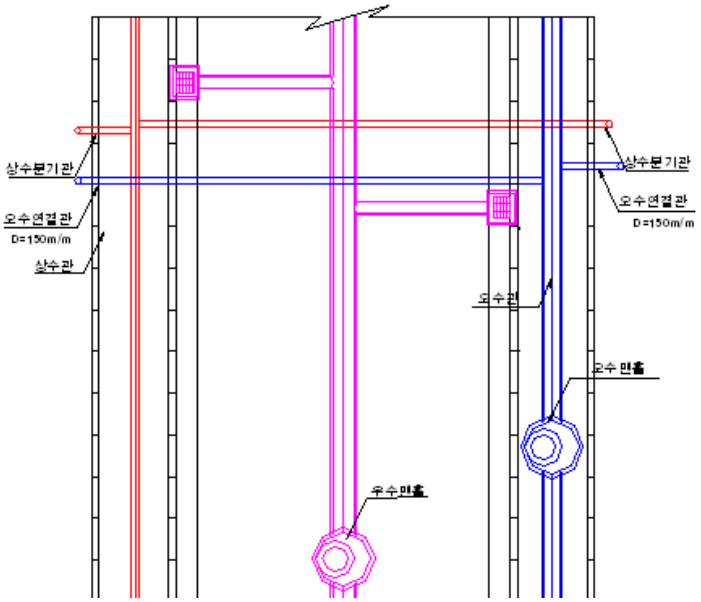
: 다음은 한국토지공사 **지하매설물 표준도**(도로및포장공)로서 상수관 매설계획시 각 배수공 담당자들과 매설위치 및 간격에 대해 협의후 관로의 매설위치를 결정하여야 한다.

(1)도로폭이 넓을 경우

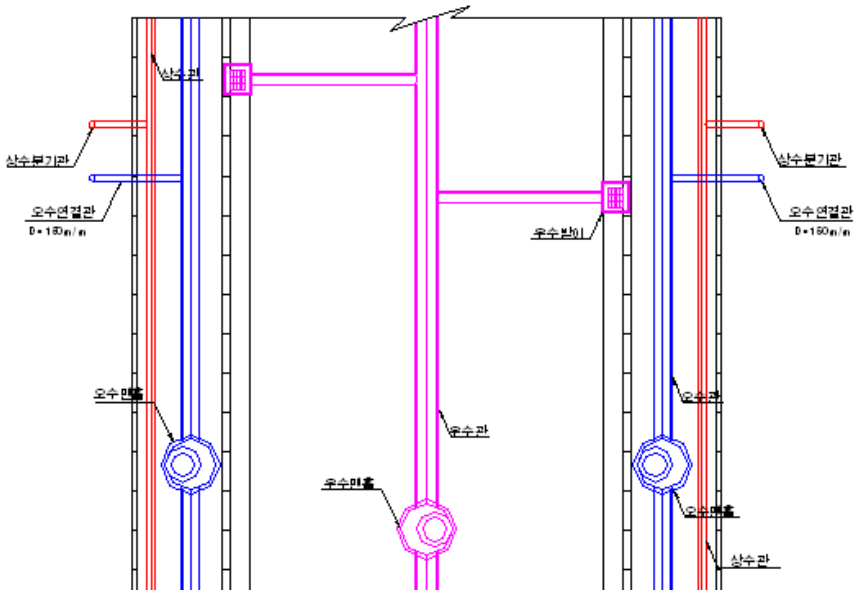



: 도로폭이 충분히 넓어 상수관과 오수관이 도로 편측에 함께 매설 계획시에는 충분한 이격거리(최소 30cm이상)를 확보하여야 한다. 하지만 관망이 ONE-LINE으로 계획되었다면 오수관과 상수관은 가급적 도로 편측에 따로 분리하여 배치하는 것이 좋다.

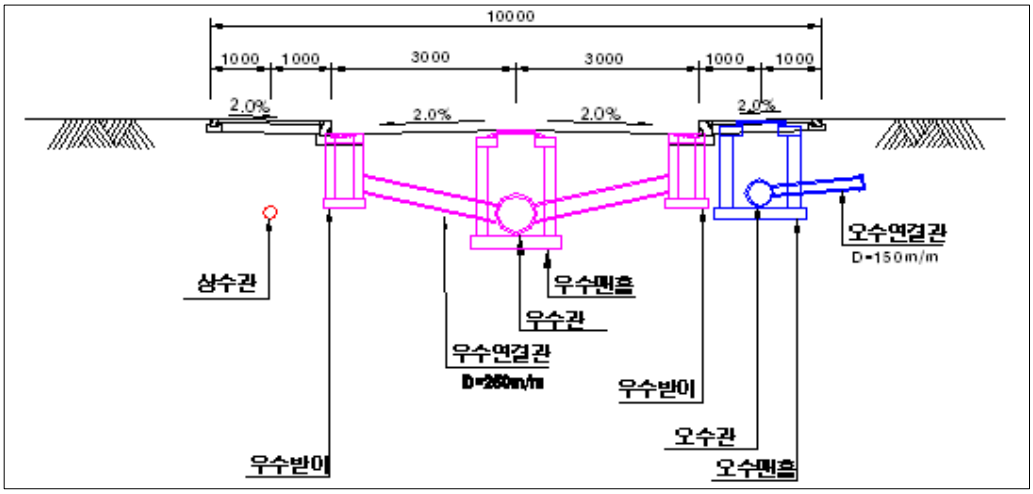
※ ONE-LINE 관망계획 : 하나의 도로에 배수공 각 공종별로 하나의 관로가 매설되는 것으로 도로 편측에 관로를 매설하는 것을 말함




※ TWO-LINE 관망계획 : 하나의 도로에 배수공 각 공종별로 두개의 관로가 매설되는 것으로 도로의 양측에 관로를 매설하는 것을 말함 (다음 참조)




(2)도로폭이 좁을 경우



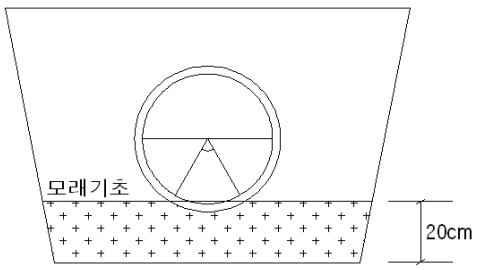

: 도로폭이 좁을 경우 가능한 상수관과 오수관을 서로 반대측 도로변에 격리하여 매설 매설계획을 수립하는 것이 바람직하다.

다.관기초 설치

: 상수관을 매설하기 위해 지반굴착시 기초지반이 암반일 경우 또는 성토지역일 경우라도 성토재가 리핑 및 발파암 일 경우에는 관의 파손을 방지하기 위해 반드시 기초를 설치하여야 하며, 이때 기초의 형식은 **모래기초**로 한다.

- 기초형식 : A - TYPE(모래기초)
- 기초두께 : T = 20(cm)
- 모래는 현장여건에 따라 석분,마사토(화강암질 풍화토)로 대체 시공할수 있다.

A-TYPE



## Ⅲ. 수리계산

### 1. 관망설계

가.수리학적 기본이론

: 물의 흐름에 대한 기본 이론으로서 유량과 유속의 관계는 다음과 같다.

- Q = A·V

  Q: 유량(㎥), A: 단면적(㎡), V: 유속(m/s)

(1) 관수로의 흐름

: 상수도관에서 관수로의 흐름에 대하여 Hazen-Williams 는 다음의 식을 발표하였으며 현재 상수도 송배수관 설계시 많이 사용되고 있다.

- $V = 0.84935 \cdot C \cdot R^{0.63} \cdot I^{0.54}$
- $H_L = 10.666 \cdot C^{-1.85} \cdot D^{-4.87} \cdot Q^{1.85} \cdot L$

여기서 $H_L$: 마찰손실수두(m) D : 관경(m) L : 연장(m)
V : 평균유속(m/s) C : 유속계수 R : 경심(D/4)(m)
I : 동수경사 Q : 유량(㎥) A : 단면적(㎡)

유속계수(C)는 통수년수의 경과에 따라 점차 감소되므로 15~20년 후를 고려하여 일반적으로 다음을 기준으로 한다.

| 관 종 | 평균 유속계수(C) | 비고 |
|---|---|---|
| 몰탈라이닝주철관 | 110 | 직선부만의 C값은 130정도이나, 이때 곡관부는 별도계산 하여야 한다. |
| 도복장강관 | 110 | |
| 경질염화비닐관 | 110 | |
| 수도용폴리에틸렌관 | 110 | |
| 스테인리스강관 | 110 | |

(2) 관망이론

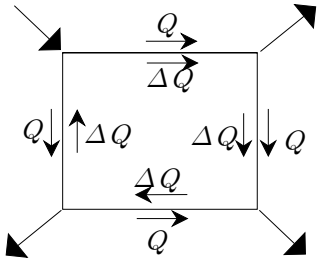
: 관망해석시 가장 많이 사용되는 방법은 Hardy-Cross의 방법으로서 시산법에 의한 해석을 수행하며 다음과 같은 가정하에서 각 관로내 흐르는 유량과 손실수두의 관계를 구한다.

- 각 분기점 또는 합류점에 유입되는 유량은 그 점에서 정지하지 않고 전부 유출한다. ($\sum Q = 0$)
- 각 폐합관에서 시계방향 또는 반시계방향으로 흐르는 관로의 손실수두의 합은 0 이다. ($\sum H_L = 0$)

실제 유량을 $Q$ , 처음 가정한 유량을 $Q'$ , 보정할 유량을 $\Delta Q$ 이라 하고 이에 대응하는 손실수두를 각각 $h$ , $h'$ , $\Delta h$ 이라 할 경우 다음 관계가 성립한다.

- $Q = Q' + \Delta Q$

- $h = h' + \Delta h$

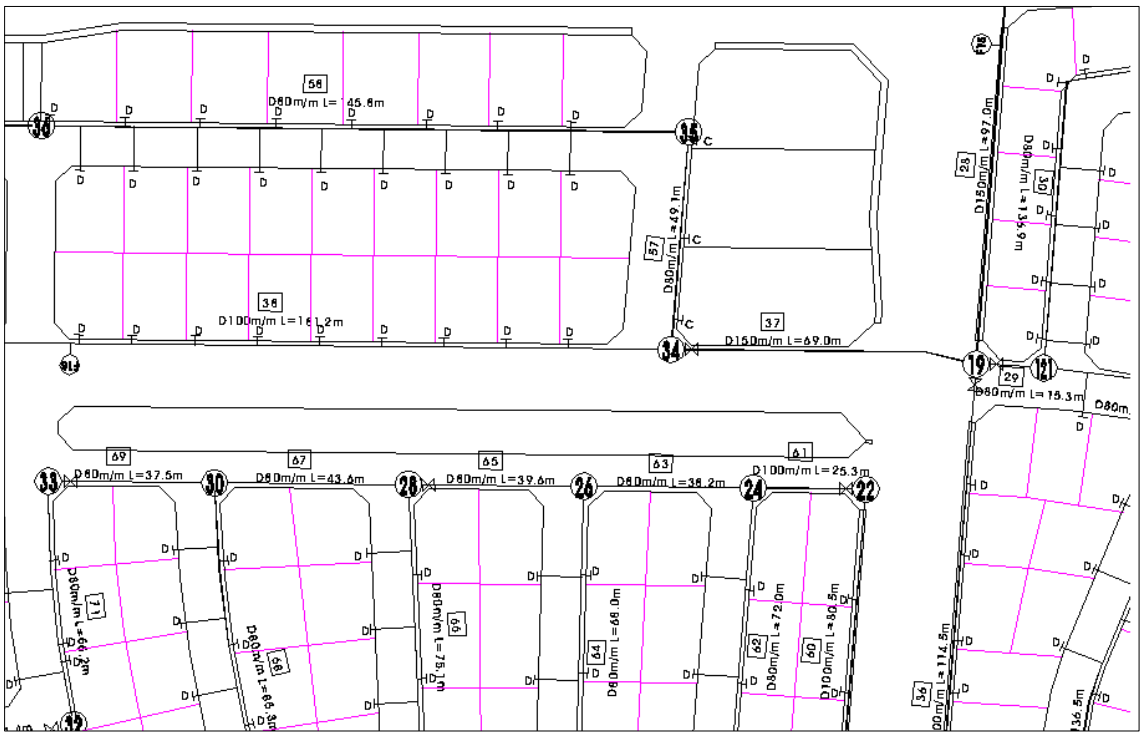



이것은 하나의 폐관로에 대한 기본개념으로서 전체 관망에 대하여 계산시 상당히 복잡하고 시간이 많이 소요되기 때문에 실무에서는 시산법에 의한 해석은 전산을 이용할수 밖에 없으며, 현재 우리공사 단지설계 프로그램에서도 본 해석방법을 지원하고 있다.

나.관망 구성 및 기초자료 작성

(1) 관망 구성

: 관망을 구성하는 방법은 앞서 설명한 관종 선정 및 관매설 계획에 따라 상수관을 배치하게 되는데, 아래 그림은 도로계획 평면도를 기초로 관망구성을 위해 도로의 편측에 관로를 배치한 것이다. 여기서 관로와 관로가 만나거나 교차하는 지점을 **격점** 또는 **절점** 이라고 하며 원문자(⑮)로 표시하게 된다.




이렇게 하여 전체 사업지구에 상수관 설치 계획을 완료하게 되면 전체적으로 하나의 그물형 망이 형성되게 되는데 이것을 상수도 **관망** 이라고 한다.

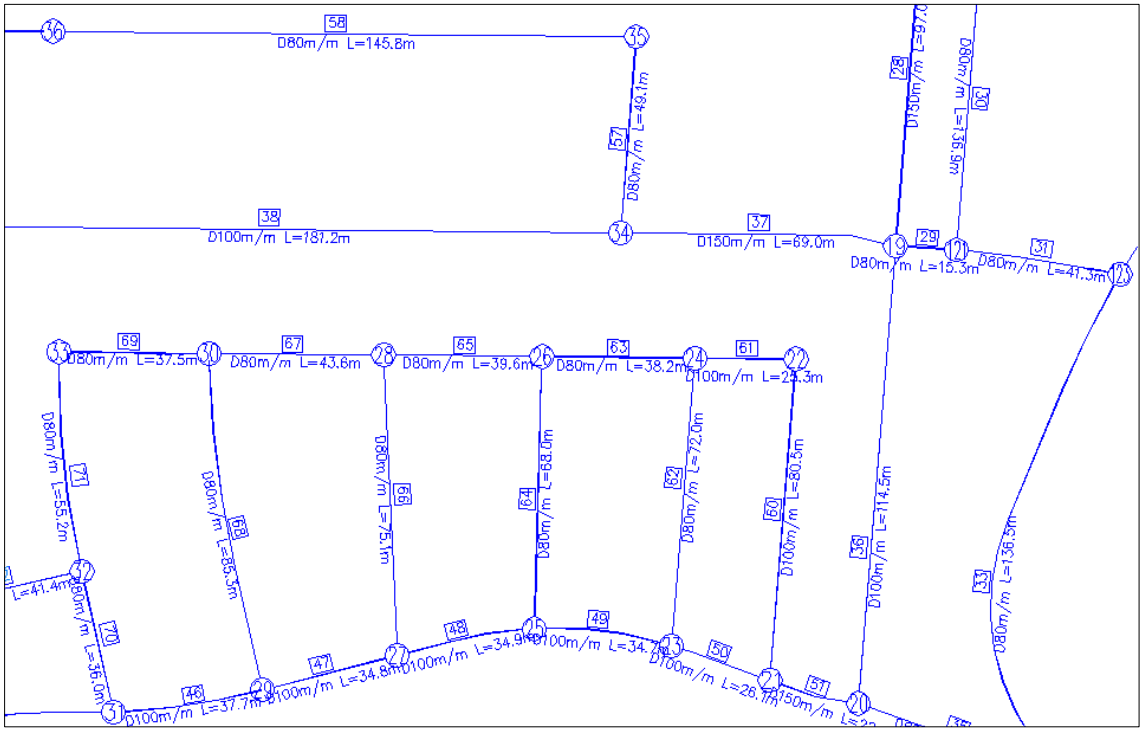
단, 관망 구성시 **주의사항**은 다음과 같다.

① 각 관로별 상수관의 직경을 적절히 가정하여 한다.

② 각 절점에서 분담할 급수량을 산정하여 반드시 입력하여야 한다.

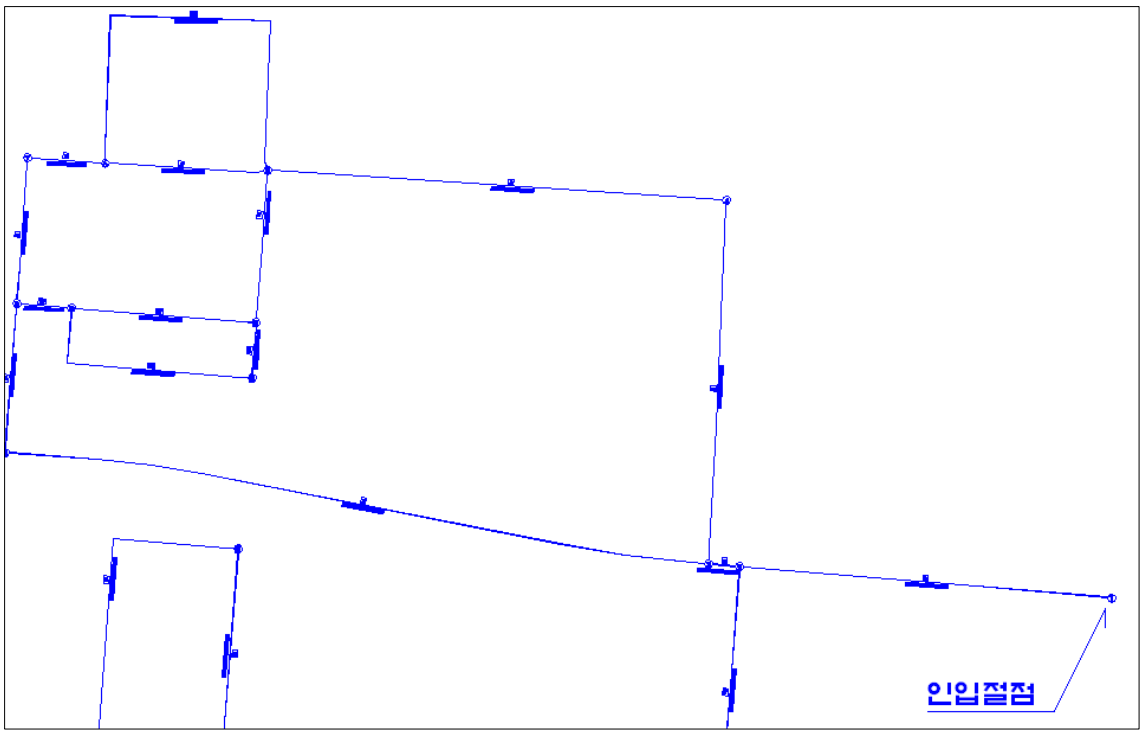
③ 각 절점에서의 급수 분담량의 합은 전체 사업지구의 소요급수량과 같다.

다음은 상수도 관로 배치 완료후 작성한 **상수 관망도** 를 나타낸다.




(2)인입수압 산정

: 사업지구 인근 기존관로 또는 배수지 등에서 지구내로 유입되는 상수도가 최초로 관망과 접하는 절점을 **인입절점** 또는 **인입점** 이라고 하며, 통상 **절점** ① 로 표현한다.




인입절점에서 가장 중요한 것을 인입점의 수압으로서 이를 **인입수압** 이라고 하는데, 이러한 인입수압을 산정하는 방법은 다음과 같다.

-기존 또는 신설배수지에서 인입시

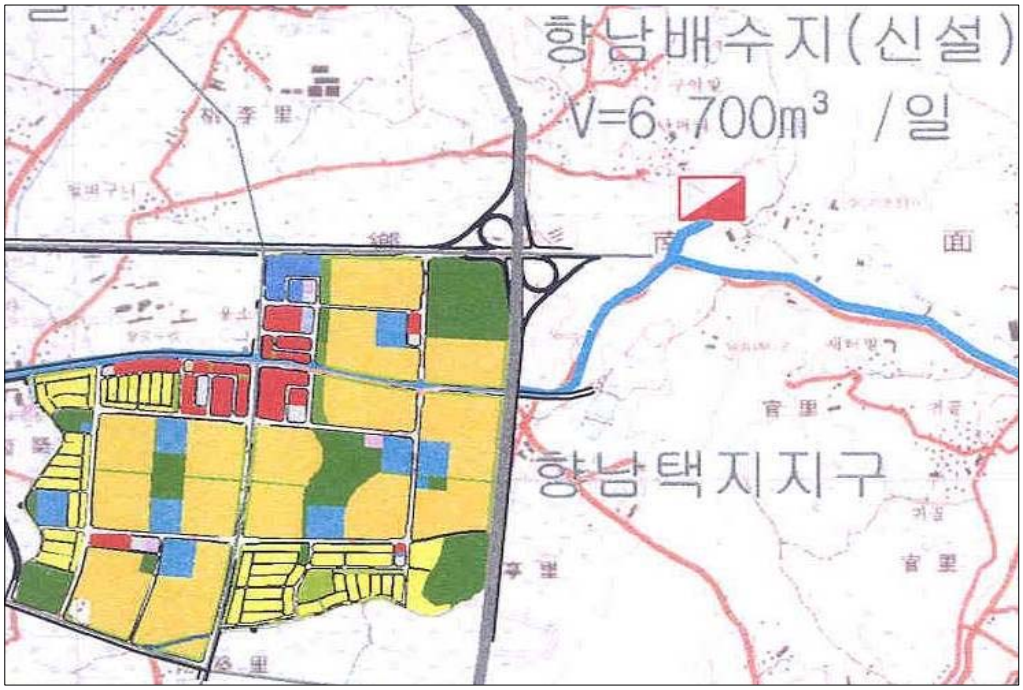
: 배수지의 저수위(L.W.L) 및 사업지구 인입부 계획고와의 고저차를 산출하고 사업지구 까지의 관로연장에 따른 손실수두를 감안하여 인입수압을 결정 한다.

-주변지역 기존관로에서 분기시

: 기존관로의 관망 및 관련 수리계산 자료 등을 조사하여 분기점의 수압을 확인후 사업지구 까지의 관로연장에 따른 손실수두를 감안하여 인입수압을 결정 한다.

**※설계사례(화성향남지구)**

본 사업지구는 사업지구 북동측으로 730(m) 떨어진 지점에 6,700(ton/일)규모의 배수지를 신설하여 용수공급 하는 것으로 계획되었다.




사업지구 인입관로 및 배수지 관련 **현황**은 다음과 같이 조사되었다.

- 배수지의 저수위(L.W.L) : EL.60.5(m)
- 상수 인입부 계획지반고 : EL.45.2(m)
- 배수지의 일최대 유량 : 19,260(MTD) = 0.223(㎥/s)
- 송수관(배수지~사업지구)의 직경 : D=500m/m(주철관)

따라서 인입관로의 **수압**은 다음과 같이 산정되었다.

- 고저차 : 60.5(m) - 45.2(m) = 15.3(m)
- 손실수두($\Delta h$) : $10.666 \cdot C^{-1.85} \cdot D^{-4.87} \cdot Q^{1.85} \cdot L$

  $= 10.666 \cdot (110)^{-1.85} \cdot (0.5)^{-4.87} \cdot (0.223)Q^{1.85} \cdot (730)$ = 2.37(m)
- 인입수압(P) 산정결과 : 15.3(m) - 2.37(m) = 12.9(m) = 12.9(t/㎡) = **1.29 (kg/㎠)**

(3)인입관경의 가정

관망 작성시 각 관로별로 관경을 가정하여 입력한다는 것은 설계자 입장에서 다소 어려움이 있으며, 또한 최종 관경을 결정하기까지 많은 시행착오를 겪을수 밖에 없다.
하지만 최초 인입관경의 경우 충분히 예측이 가능하며, 이를 기초로 단지내 각 관로별 관경을 적절히 배치할 수 있다. 개략적으로 초기 인입관경은 다음의 방법으로 산정이 가능하다.

- Q = A·V 【Q: 소요급수량(㎥), A: 관의 단면적(㎡), V: 유속(m/s)】

- $A = \frac{\pi D^2}{4}$

따라서 인입관경(D)는 다음과 같이 산정된다.

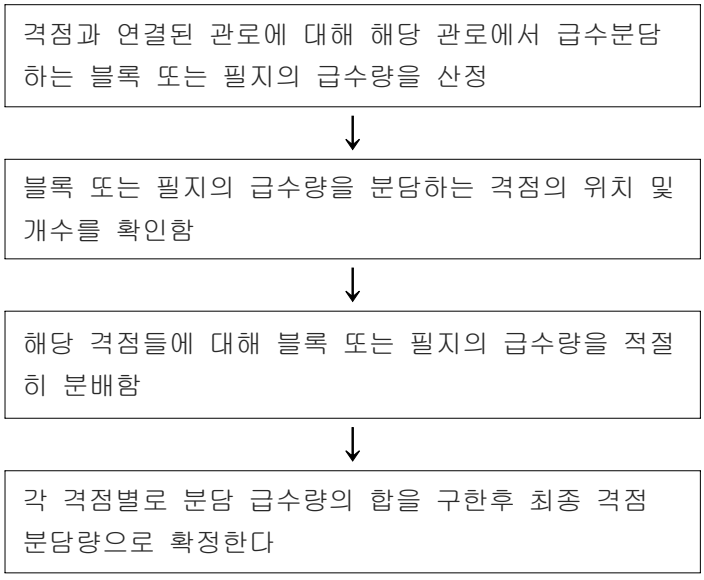
- $D = \sqrt{\frac{4\,Q}{\pi\,V}}$ 【소요급수량(Q)의 경우 사업지구의 시간최대 총량(㎥)】

이때 유속(V)는 “주철관의 관경별 유량·유속표”를 참고하여 예측이 가능하다.

| 관경 (m/m) | 단면적 (㎡) | 경제적 | | | 최대 | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 동수구배 (h/1000) | 유속 (m/s) | 유량 (㎥/day) | 유속 (m/s) | 유량 (㎥/day) |
| 80 | 0.0044 | 1.95 | 0.24 | 92 | 0.70 | 266 |
| 100 | 0.0079 | 3.00 | 0.36 | 245 | 0.94 | 642 |
| 150 | 0.0177 | 3.55 | 0.51 | 780 | 1.18 | 1,805 |
| 200 | 0.0314 | 3.55 | 0.61 | 1,654 | 1.36 | 3,689 |
| 250 | 0.0491 | 3.80 | 0.73 | 3,096 | 1.51 | 6,405 |
| 300 | 0.0707 | 3.80 | 0.82 | 5,008 | 1.66 | 10,140 |
| 400 | 0.1257 | 3.90 | 1.00 | 10,860 | 1.82 | 18,765 |
| 500 | 0.1964 | 3.90 | 1.15 | 19,517 | 1.97 | 33,429 |

(4)격점 분담량 산정

격점 분담량의 산정은 다음의 순서에 의해 결정된다.

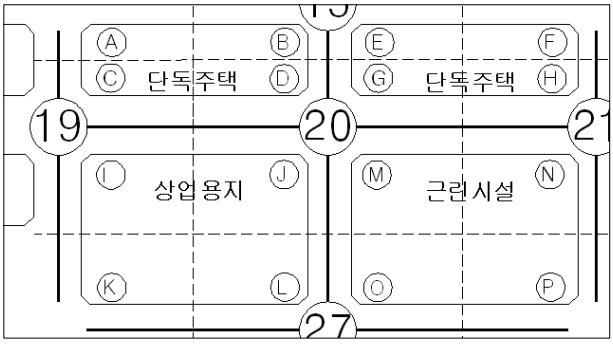


※(설계 예) 격점20번의 분담급수량 산정

: 격점 20번의 경우 4개의 관로가 연결되어 있으며, 각 관로별로 단독,상업용지,근린시설을 급수분담하고 있다. 따라서 급수분담량은 일반적으로 다음과 같이 분배시킬수 있다.

① 각 용도지역별로 소요급수량을 산정한다.

- 단독주택1 = 급수원단위( ℓ /인·일)×급수인구(인) = V1(㎥/일)
- 단독주택2 = 급수원단위( ℓ /인·일)×급수인구(인) = V2(㎥/일)
- 상업용지 = 급수원단위(㎥/㎡·일)×연면적(㎡) = V3(㎥/일)
- 근린시설 = 급수원단위(㎥/㎡·일)×연면적(㎡) = V4(㎥/일)




② 각 용도지역별로 격점 20번에 분담시킬 급수량을 산정한다.

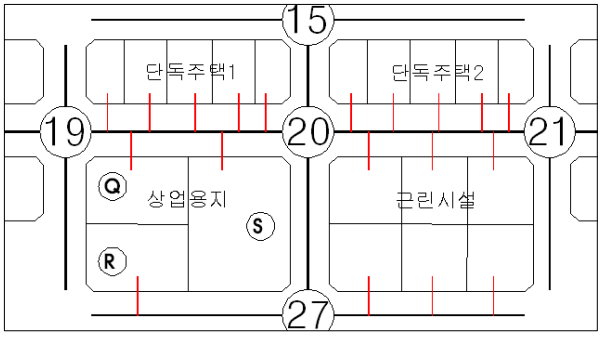
$\frac{V1}{4}$ = Ⓓ , $\frac{V2}{4}$ = Ⓖ , $\frac{V3}{4}$ = Ⓙ , $\frac{V4}{4}$ = Ⓜ

③ 격점 20번의 분담량은 다음과 같다.

- 격점⑳ 의 분담량(㎥/일) = Ⓓ + Ⓖ + Ⓙ + Ⓜ

④ 앞에서 설명한 격점 분담량의 산정방법은 일반적 분배방법이지만 실제 분기급수 현황을 고려한다면 격점 분담량 산정방법을 조정할 필요가 있다.

다음과 같이 급수는 격점간 균등분배가 아니라 급수분기관의 위치에 따라 실제 배수관이 분담하는 급수분담량은 다르므로 격점분담량은 실제 분기관을 통해 급수되는 분담량을 적용하는 것이 옳음을 알수 있다.




따라서 격점 20번의 분담량은 다음과 같이 산정되어야 한다.

- Ⓠ = 급수원단위(㎥/㎡·일)×Ⓠ필지의 연면적(㎡)
- Ⓢ = 급수원단위(㎥/㎡·일)×Ⓢ필지의 연면적(㎡)
- 격점⑳ 의 분담량(㎥/일) = $\frac{V1}{2}+\frac{V2}{2}$+ Ⓠ + Ⓢ + $\frac{V4}{4}$

## 2. 수리계산 및 결과 분석

가.수리계산

: 관망 구성을 완료하고 해석에 필요한 기초 DATA를 입력하면 전산을 이용하여 수리계산을 시행한다. 다음은 수리계산 시행시 입력된 기초 DATA 자료 사례이다.

1.설계조건
1) 흐름조건 : HOURLY PEAK FLOW
조건계수 : 1.5
2) 관망해석방법 : Hardy-Cross
3) 총관망수 : 56 개
4) 총절점수 : 126 개
5) 총관로수 : 181 개
6) 최대반복횟수 : 500(회)
7) 허용폐합오차 : 0.000001
8) 최소절점수압 : 1.5(kg/㎠)
9) 최대손실수두 : 0.01000 m/1m
10)초기수압 : 1.29(kg/㎠)

| 절점명 | 지반고(M) | 절점사용유량 (MTD) | | 절점명 | 지반고(M) | 절점사용유량 (MTD) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 43.03 | 0 | | 53 | 25.92 | 38 |
| 2 | 39.03 | 554.1 | | 54 | 25.2 | 38 |
| 3 | 38.73 | 712.7 | | 55 | 24.46 | 41.3 |
| 4 | 36.91 | 778.2 | | 56 | 23.72 | 35.3 |
| 5 | 34.06 | 1981.5 | | 57 | 23.57 | 19.4 |
| 6 | 30.27 | 411.3 | | 58 | 27.56 | 1466.6 |
| 7 | 30.39 | 156.3 | | 59 | 23.58 | 555.9 |
| 8 | 30.3 | 192.3 | | 60 | 22.53 | 555.9 |

위에서 조건계수 1.5는 일최대 급수량 기준으로 입력된 기초DATA에 대해 시간최대 급수량을 기준으로 수리계산을 할 경우 들어가는 시간계수이며, 기타 수리계산에 필요한 조건들이 주어져 있음을 알수 있다. 여기서 특히 중요한 계산조건으로는 **최소절점수압** 과 **최대손실수두** 인데 이에 대한 설명은 다음 장에 나오는 “결과분석” 을 참고하기 바란다.

입력DATA 와 계산조건을 기초로 수리계산 시행 완료후 출력된 결과는 다음과 같다.

| 관로 번호 | 관경 (m) | 가정유량 (MTD) | 보정유량 (L/SEC) | 보정유량 (MTD) | 보정유속 (M/SEC) | 손실수두 (m) | 손실수두 (M/1M) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 500 | 27716.1 | 320.790 | 27716.1 | 1.634 | 1.720 | 0.00637 |
| 2 | 500 | 27162 | 173.970 | 15030.68 | 0.886 | 0.046 | 0.00205 |
| 3 | 400 | 0 | 138.060 | 11928.49 | 1.099 | 2.049 | 0.00397 |
| 4 | 400 | 6018 | 69.650 | 6018 | 0.554 | 0.877 | 0.00112 |
| 5 | 200 | 26449.35 | 27.660 | 2389.54 | 0.88 | 1.560 | 0.00593 |
| 6 | 200 | 25671.15 | 18.650 | 1611.34 | 0.594 | 0.951 | 0.00286 |
| 7 | 200 | 0 | -2.520 | -218.15 | 0.080 (LOW) | -0.008 | -0.00007 |
| 8 | 200 | 23278.35 | -7.960 | -688.08 | 0.253 (LOW) | -0.034 | -0.00059 |
| 9 | 200 | 23122.05 | -9.770 | -844.38 | 0.311 | -0.091 | -0.00086 |

| 절점 번호 | 수두고 (m) | 계획고 (m) | 절점수압 (kg/㎠) |
|---|---|---|---|
| 1 | 55.93 | 43.03 | 1.290 |
| 3 | 54.16 | 38.73 | 1.543 |
| 5 | 51.65 | 34.06 | 1.759 |
| 7 | 51.69 | 30.39 | 2.131 |
| 9 | 51.7 | 30.18 | 2.152 |
| 11 | 51.66 | 30.44 | 2.122 |
| 13 | 51.69 | 29.37 | 2.232 |

| 절점 번호 | 수두고 (m) | 계획고 (m) | 절점수압 (kg/㎠) |
|---|---|---|---|
| 2 | 54.21 | 39.030 | 1.518 |
| 4 | 52.6 | 36.910 | 1.569 |
| 6 | 51.66 | 30.270 | 2.139 |
| 8 | 51.78 | 30.300 | 2.149 |
| 10 | 51.66 | 30.250 | 2.14 |
| 12 | 52.11 | 30.780 | 2.134 |
| 14 | 51.86 | 29.980 | 2.189 |

나.결과분석

: 수리계산을 마치면 출력DATA 에 대한 분석을 실시하여 절점수압 및 손실수두,유속 등이 설계기준 또는 적정범위에 맞도록 **관경을 조정**하여야 한다.
특히 **절점수압**의 경우 일정기준치에 미달되면 급수가 불가능하며, 또는 일정범위를 초과하면 과도한 수압으로 인해 관파손 또는 접합부 누수의 우려가 있는바 주의하여야 한다.

(1)절점수압

**상수도 시설기준**에서는 관로를 통한 원활한 물공급을 위해서 다음과 같이 관말수압에 대한 기준을 제시하고 있으며, 수리계산 결과 수압이 적정범위에 들어오도록 관경을 조정하여야 한다.

- 모든 절점에서의 **최소동수압** : 1.53(kg/㎠) 이상
- 2층단위의 건물 직결급수시 : 건물 2층당 약 1.53(kg/㎠) 정도를 확보
- 절점의 **최대동수압** : 최대정수압은 7.1(kg/㎠)이하로 하되 직결급수 범위 확대에 따른 최소동수압 상승을 고려시 6.1(kg/㎠)정도가 바람직함

※최대동수압의 기준 변경(상수도시설기준,2004)

: 최근 수도용 자재의 품질이 크게 향상됨에 따라 최대동수압에 대한 기준이 상향【4.0→6.1(kg/㎠)】되었으며, 또한 수리계산결과 일부 절점에서 최대동수압을 초과하는 경우 그에 대한 조치(예:이탈방지압륜등)를 취할 경우 이를 허용 가능하도록 명시함.

※절점수압이 최소동수압에 미달될 경우

: 수리계산 결과 절점수압이 최소동수압에 미달되어 원활한 급수가 어려울 경우에는 다음 사항을 고려하여 설계에 반영하여야 한다.

① 단지계획고를 낮추거나 배수지의 위치를 높인다.
② 인근 연결관로 및 인입관경을 확대시킨다.
③ 사업지구내 일부 고지대 등에서 최소동수압이 부족할 경우에는 해당지역에 대해 별도의 배수관망을 구성하여 가압펌프 설치를 검토하되 가급적 지양토록 한다.

(2)손실수두

수리계산 결과 분석시 손실수두(M/1M)는 다음 값의 이하가 되도록 하는 것이 좋다.

- 손실수두(M/1M) : (0.005 ~ 0.01) 이하

(3)유속

**상수도 시설기준**에서 관로설계시 평균유속의 최대허용한도는 **3.0**(m/s)로 하며, 또한 모래입자의 침강을 방지하기 위하여 최소허용한도를 **0.3**(m/s)로 규정하고 있다. 단, **펌프 가압식 관로**의 경우에는 경제적 유속의 범위를 만족하도록 관경을 조정하여야 한다.

Hazen-Williams 공식도표(C=110)에 따르면 관로의 경제적 유속의 범위는 다음과 같다.

※경제적 유속의 범위

| 관경(m/m) | 유속(m/sec) |
|---|---|
| 75 ~ 150 | 0.7 ~ 1.0 |
| 200 ~ 300 | 0.8 ~ 1.2 |
| 350 ~ 600 | 0.9 ~ 1.4 |

(4)관경 결정

관로 및 관망 설계시 **최종 관경의 결정**은 일최대가 아닌 **시간최대 급수량**을 기준으로 함을 원칙으로 한다. 수리계산 완료후 앞에서 설명한 절점수압,손실수두,유속 등에 대해 설계기준을 만족하도록 관경을 재조정하고 수리계산을 반복 수행함으로써 최종 관경을 결정하여야 한다.

관경 조정시 관경(D)은 수압(P) 및 유속(V)에 대해 다음의 관계를 가지고 있다.

| | | |
|---|---|---|
| 관경(↑) | 수압(↑) | 유속(↓) |
| 관경(↓) | 수압(↓) | 유속(↑) |

관망 수리계산을 통한 관경결정시 반드시 고려해야 할 사항은 **소화용수량**의 가산이다. 상수도 시설기준(2005)에 따르면 배수관이 담당할 지역의 계획급수인구가 10만명 이하일때는 원칙적으로 다음의 소화용수량을 **일최대 급수량**에 가산하도록 명시하고 있다.

| 인구 (만명) | 소화용수량(㎥/min) |
|---|---|
| 0.5 미만 | 1 이상 |
| 1 미만 | 2 이상 |
| 2 미만 | 4 이상 |
| 3 미만 | 5 이상 |
| 4 미만 | 6 이상 |
| 5 미만 | 7 이상 |
| 6 미만 | 8 이상 |
| 7 미만 | 8 이상 |
| 8 미만 | 9 이상 |
| 9 미만 | 9 이상 |
| 10 미만 | 10 이상 |

일최대급수량에 가산되는 소화용수량은 1개 소화전의 방수량을 1(㎥/min)을 기준으로 산정한 것으로서, 상수도 시설기준에서는 “일최대급수량 + 소화용수량”을 산정후 임의의 1발화점에 대해 3~5개정도의 소화전을 동시에 방수토록 관망계획을 수립하여 수리계산을 검토하도록 제시하고 있다.
최종 관경의 결정은 “일최대급수량+소화용수량”과 “시간최대급수량”으로 수리계산한 것중 가장 큰 것으로 하여야 한다.

**※(설계 예)** 화재시 확보해야할 소화용수량의 가산

: 해당 사업지구의 급수조건은 다음과 같다.
- 계획급수인구 : 15,000 (명)
- 계획1인1일 최대급수량 : 500 (ℓ/인·일)

급수인구가 2만명 이하 이므로 가산할 소화용수량을 표에서 구한후 급수소요량을 산정하면 다음과 같다.
- 가산할 소화용수량 : 4 (㎥/min)
- 일최대 급수량 = 500(ℓ/인·일)×15,000 (명) = 7,500(㎥/일)
- 일최대+소화용수량 = 7,500 + (4×60×24) = 7,500 + 5,760 = 13,260(㎥/일)

또한 시간최대 급수량은 일최대 급수량으로부터 다음과 같이 산정되었다.
- 시간최대 급수량 = 일최대급수량×1.5 = 11,250(㎥/일)

따라서 13,260(㎥/일) > 11,250(㎥/일) 이므로 “일최대급수량+소화용수량”으로 관망계획 및 수리계산을 하여 최종 관경을 결정한다.

## Ⅳ. 부대시설

### 1. 관세척구 설치

가.관세척 공법

(1)공법의 종류

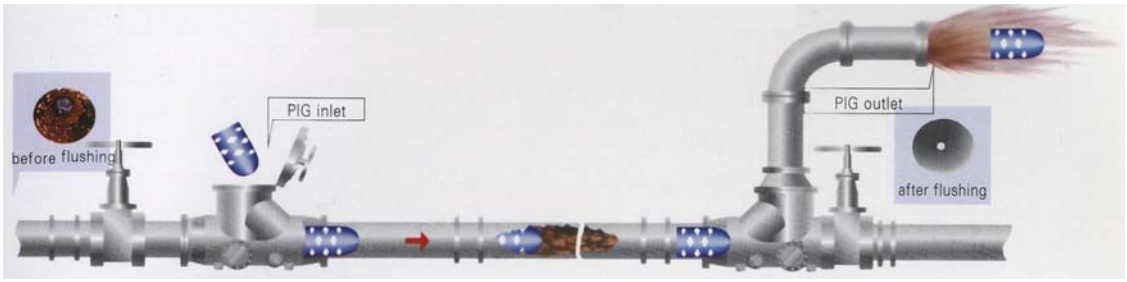
: 일반적으로 알려진 관세척 공법은 다음과 같다.

| 세척공법 | 특징 |
|---|---|
| Polly-Pig 공법 | 폴리우레탄제의 포탄형 물체인 Polly-Pig를 수도관내 장치하여 상수관의 수압으로 관내를 주행시키면서 Pig 전면 첨단부에 Z류가 형성되어 관벽의 손상없이 부착되어 있는 각종 이물질 등을 세척하는 공법 |
| Water-Jet 공법 | Water Jet 펌프에 의한 초고압수를 고압호스의 선단에 부착된 특수노즐로 분사시켜 물의 압력만으로 관 내면에 부착되어 있는 이물질을 세정하는 공법 |
| Scraper 공법 | 가동축 주위에 큰 Scraper를 방사상으로 설치하여 관내를 통과시키면서 이물질을 씻어 세정하는 공법 |
| Air-Sand 공법 | 대형 고출력의 에어콤프레셔에 의한 3~6kg/㎠의 압축공기를 특수개발된 젯트선회류 송출장치를 통하여 파이프내 압송 및 모래같은 연마제를 혼입하여 젯트선회류의 고속 회전력으로 관을 세정하는 공법 |

최근 맑은 물 공급을 위한 급수체계 정비와 함께 관세척공법이 실용화 되면서 곡관부, 암거횡단구간에서도 작업이 가능하고 작업으로 인한 단수시간이 짧은 Polly-Pig 공법이 많이 이용되고 있다.

(2)Polly-Pig 공법

: 세척계획된 관로의 양쪽 제수변을 잠그고 삽입측의 관세척구를 통해 Pig를 삽입후 삽입측의 제수변을 열어 수압으로 Pig를 통과시킨후 배출측 관세척구를 통해 Pig를 배출시켜 관세척 작업을 수행한다.




Pig가 상수관을 통과하면서 관바닥에 쌓인 퇴적물과 관벽에 붙은 이물질을 닦아냄으로써 세척이 이루어지게 된다. 이때 사용되는 Pig의 종류는 크게 Soft-Medium-Hard의 3가지 Type가 있으며, 신설관로에 대해서는 일반적으로 Soft형이 사용된다.

나.관세척구 설치 기준

(1)설치대상

-신규 택지개발 및 산업단지 조성 등 단지계획 및 설계시 모든 관로에 대해 설치 반영함을 원칙으로 한다.

-도로폭이 좁은 단독택지내 100m/m이하의 소구경 관로에서 세척구 설치시 공간이 협소하거나, 관로의 연장이 짧아 세척작업이 곤란할 경우에는 퇴수드레인으로 대체하는 등 설치대상 관경을 조정할수 있다.

(2)배치간격 및 형식

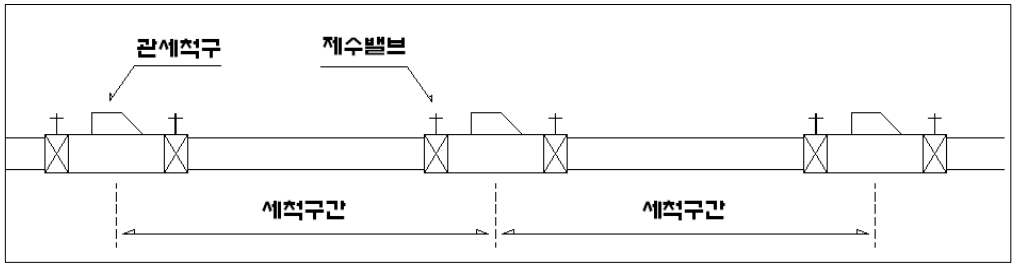
-Pig공법 적용시 해당관로 및 격점에서 적정수압을 유지하는지 확인하여야 한다.

-관세척구의 배치간격은 다음을 기준으로 한다.

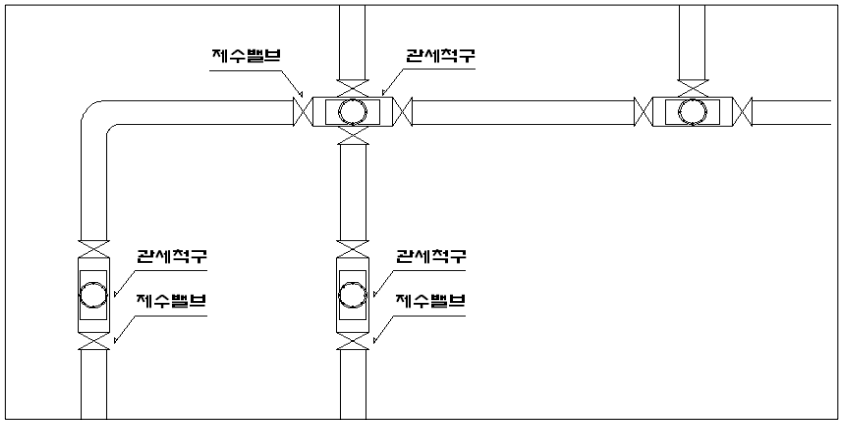
| 관 경 | 배치간격 |
|---|---|
| D80~D100(m/m) | 250(M) |
| D150(m/m)이상 | 1,000(M) |

-설치간격은 반드시 기준에 따르기 보다는 관망의 형태에 따라 간격은 조정가능하며 최소수량의 세척구 배치로 효율적인 세척작업이 가능하도록 배치함이 가장 좋다. 참고로 실제 관세척 작업시 적정수압하에서 관로연장 2~3(km)까지 관통가능한 것으로 알려져 있다.

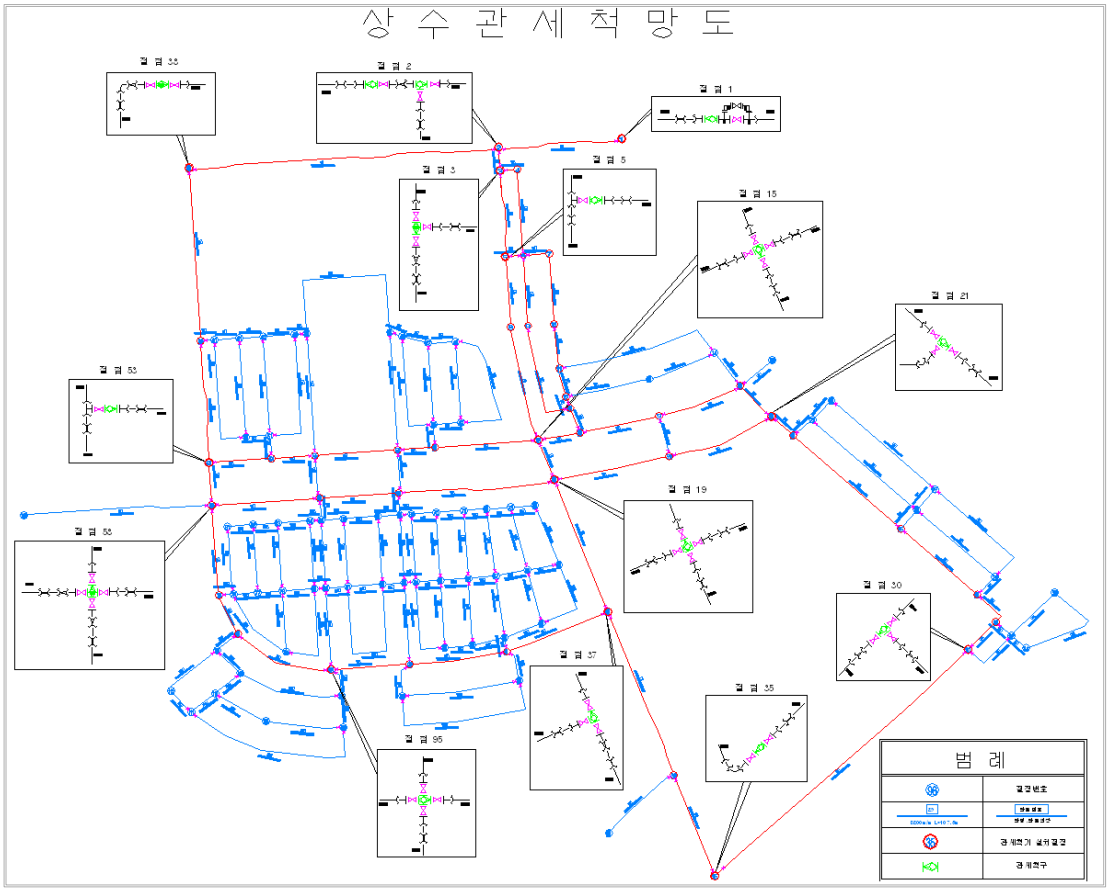
-관세척구 배치는 세척구를 중심으로 양쪽에 제수밸브를 두는 양방향식 배치를 원칙으로 하며, 하나의 세척구가 투입구 및 배출구 역할을 모두 수행하도록 한다.



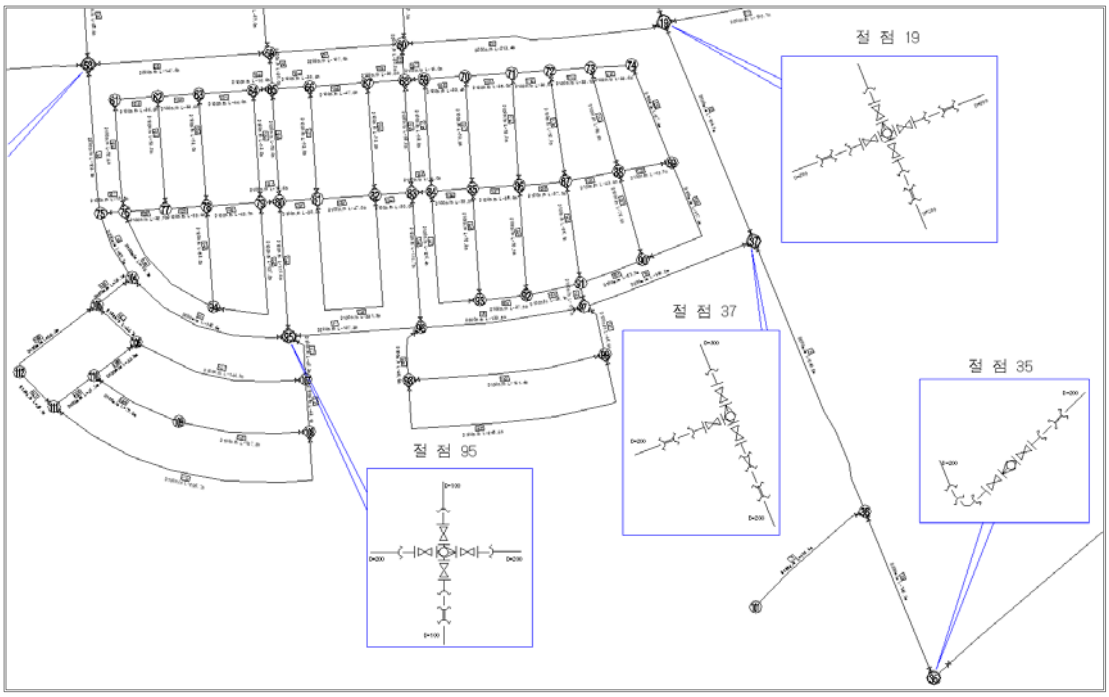

-관세척구의 형식은 크게 직관형 과 T분기관형이 있으며, 특히 Pig공법 적용시에는 관로 교차지점에 T분기관 형식을 적절히 배치하여 불필요한 관세척구 배치를 줄이도록 한다.



-관세척구의 배치후 상수 계획평면도를 참조하여 별도의 상수 관세척망도를 작성하는 것이 향후 유지관리시 유리할 뿐만 아니라 효율적인 세척계획을 수립할수 있을 것이다.




< 상수 관세척망도 >



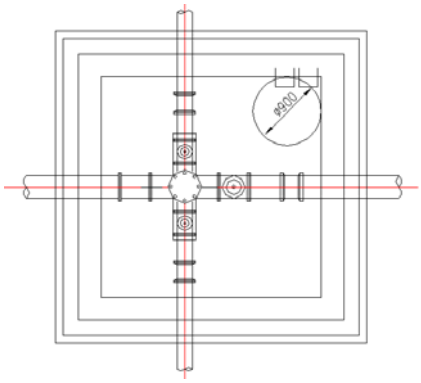

< 상수 관세척망도 상세내용 >

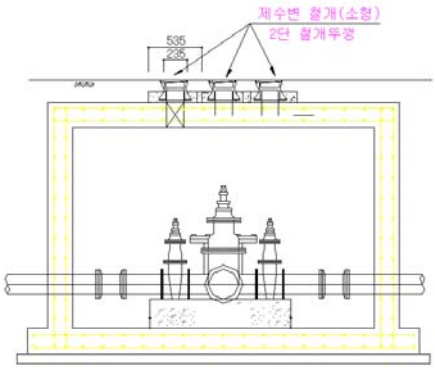
-곡관부의 경우 관세척 작업중 Pig가 막히는 경우를 방지하기 위하여 90°곡관보다는 45° 곡관을 연속적으로 설치하는 것이 좋다. 또한 관세척구 설치시에는 제수밸브는 버터플라이 밸브를 사용해는 않되며 반드시 **게이트 밸브**를 사용하여야 한다.

(4)변실의 설치

-관세척구 배치시 세척공간을 확보하기 위하여 적정규격의 변실을 설치하여야 한다.

-관경 D400(m/m)이상의 경우 변실의 뚜껑은 최소 D900(m/m)이상으로 하여야 한다.



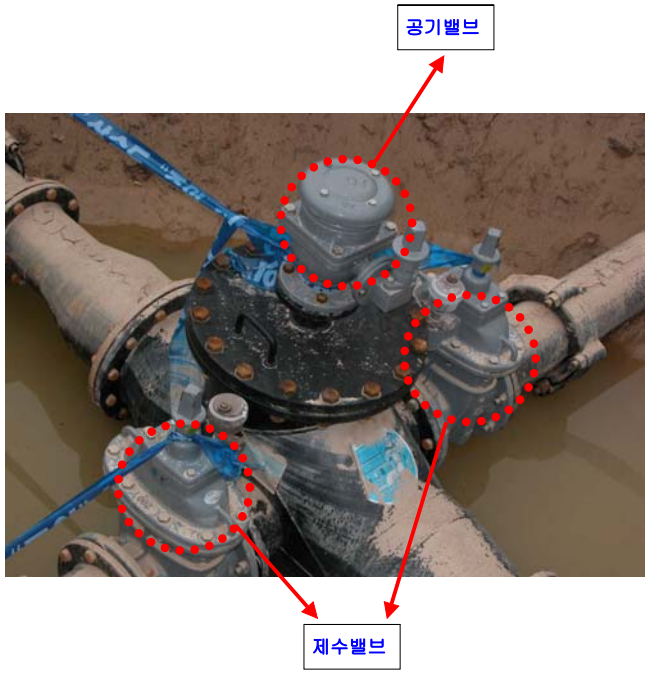

다.관세척구 설치 사례

(1)관세척구 현장시공 사례【대전노은2지구】

-다음은 관세척구가 현장에 반입되어 시공전 야적 상태의 전경임.

-다음은 관세척구가 현장에 시공중인 상태의 그림으로서 관세척구를 중심으로 각각 다른 직경의 관로들이 십자형태로 연결되어 있는 모습을 보여주는데 연결부에는 제수밸브가 설치되어 있음을 알수 있다.

또한 관세척 장치구의 상단에는 별도장치를 부착 가능토록 플랜지가 설치되어 있는데, 아래 그림에서 본 장치구의 상단에는 공기밸브가 부착된 모습을 볼 수 있다.




## 2. 이형관 보호공

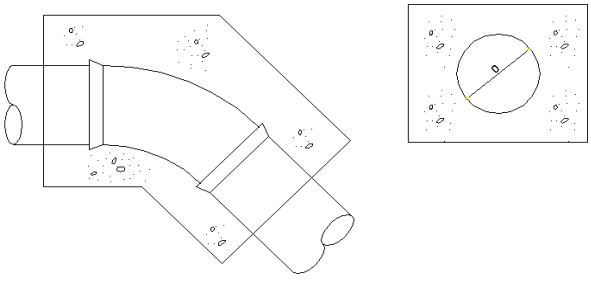
가.설치목적

: 관부설시 곡관, T형관, 편락관 등과 같은 이형관이 설치되는데 이러한 이형관들은 관내 수압에 의해 불균형력이 받게 되며 이러한 불균형력은 수압,각도,관경이 클수록 커진다. 따라서 불균형력의 작용으로 이형관이 외측으로 밀려나가서 조인트가 이탈할 우려가 있으므로 이를 방지하기 위하여 이형관 보호공을 설치하여야 한다.

나.설치방법

: 덕타일주철관 및 경질염화비닐관의 이형관 보호공에는 원칙적으로 **콘크리트블록**으로 보호하여야 한다. 단, 소구경 관로에서 관주변 구속력이 충분할 경우에는 **이탈방지압륜** 등을 사용할수 있다. 또한 용접이음 강관, 스테인레스 강관 및 융착식조인트 폴리에틸렌관에는 이형관 보호를 경감 또는 생략할수 있다

평면도 단면도



<콘크리트 보호공>

<이탈방지압륜>

다.콘크리트 보호공 설치기준【단지설계 및 적산기준】

(1)모든 90°곡관
(2)관경100m/m이상의 T형관
(3)관경100m/m이상의 45°곡관, 관경300m/m이상의 22.5°곡관, 관경500m/m이상의 11.25°곡관
(4)이상에 해당되지 않더라도 기초지반이 연약하거나, 수압이 높은 지역의 배수관로에 대하여 **콘크리트 보호공**을 설치하여야 한다.

## 3. 밸브 및 변실의 설치

가.제수밸브 설치기준

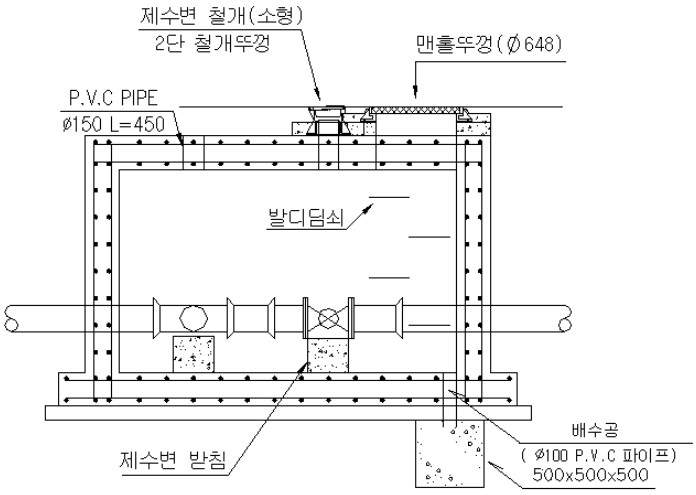
(1)송·배수관의 시점, 종점, 분기점, 연결관, 이토관, 역사이펀, 교량, 철도횡단 등에는 원칙적으로 제수밸브를 설치하여야 하며, 직선관로의 길이가 길 경우에는 1~3 km마다 설치한다.
(2)배수관의 분기점에는 제수밸브를 설치하되, 원칙적으로 배수본관의 하류측에 설치하도록 한다.
(3)제수밸브는 가급적 소수의 밸브조작으로 단수구역을 최소범위에 그칠수 있도록 배치하여야 하며, 단지내 밸브의 배치시 최소한 500~1,000(m)간격으로는 배치되어야 한다.
(4)제수밸브의 종류
상수도용으로 많이 사용되는 밸브는 크게 **게이트** 형과 **버터플라이** 형이 있다.

<게이트형>

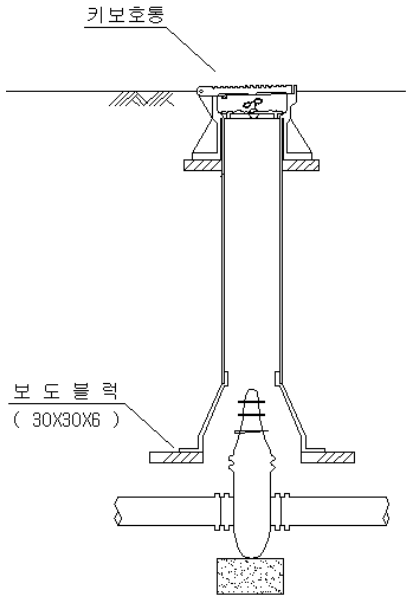
<버터플라이형>

나.변실 설치기준

(1)일반적으로 관경 400m/m 이상의 배수본관 밸브에 대해서는 **밸브실**을 설치하여야 하며, 교통량이 많거나 차량이 통과하는 도로 밑에 밸브실(변실)을 둘 경우에는 견고한 구조라야 한다.
(2)관경 350m/m 이하의 밸브에는 **보호통**을 사용하며, 보호통 설치시 깬자갈 등으로 기초를 두어야 하며 충분한 다짐을 하여 밸브통이 경사지지 않도록 하여야 한다.




<구형 제수변실>




<제수변 키보호통>

(3)변실 설치기준

| 구분 | 밸브실명 | 적용관경 (m/m) | 적용장소 | 비고 |
|---|---|---|---|---|
| 소형 | 밸브보호통 | D80~300 | -보도 및 폭이 좁은 도로<br>-도로 폭6m 이하로서 중차량 통행이 빈번하지 않은 도로 | 밸브실의 규격은 제수밸브의 치수에 의함 |
| 중형 | 원형 밸브실 | D80~300 | -도로폭이 15m 이하인 도로<br>-소형밸브실 설치가 곤란한 경우 | |
| 대형 | 구형 밸브실 (A) | D80~250 | -도로폭 20m 이상인 도로 | |
| | 구형 밸브실 (B) | D300~600 | -D400m/m 이상의 제수밸브 설치시<br>-도로폭 20m 이상 차도에 D300m/m인 제수밸브 설치시 | |
| | 구형 밸브실 (C) | D700 이상 | -D700m/m 이상인 제수밸브 설치 | 밸브실 규격은 버터플라이밸브 규격에 의함 |
| 기타 | 이토 및 공기 밸브실 | D80~300 | -도로폭 15m 이하인 도로 | |

## 4. 상수부대공

가.공기밸브

(1)관로종단상에서 상향의 돌출부에 설치하여야 하며, 제수밸브 중간에 상향의 돌출부가 없을 경우에는 높은쪽 제수밸브 바로 밑에 설치한다.

(2)D400m/m이상의 관에는 쌍구공기밸브 또는 급속공기밸브를 설치하며, D350m/m이하의 관에는 단구공기밸브를 설치한다.

쌍구밸브 및 급속공기밸브의 적용구경은 다음과 같다.

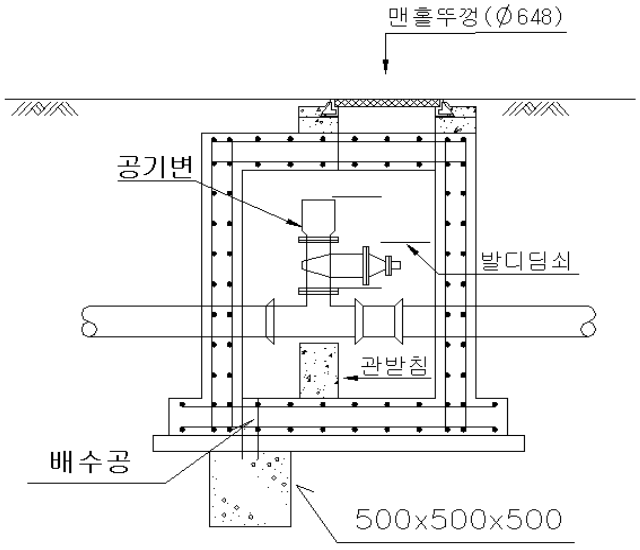
| 쌍구공기밸브 | | 급속공기밸브 | |
|---|---|---|---|
| 구경(m/m) | 관경(m/m) | 구경(m/m) | 관경(m/m) |
| 80 | 400~600 | 80 | 400~900 |
| 100 | 600~900 | 100 | 600~1,200 |
| 150 | 900 이상 | 150 | 900 이상 |
| 200 | 1,600 이상 | 200 | 1,600 이상 |

<단구공기밸브>

<쌍구공기밸브>

<급속공기밸브>

(3)공기밸브 설치시 반드시 밸브실을 설치하며, 밸브실의 구조는 견고한 것이어야 한다.




(3)필요에 따라 보수시 차단을 위한 제수밸브를 공기밸브와 별도로 설치하는 것이 좋다.

(4)한랭지에서는 적절한 동결방지대책을 수립하여야 한다.

나.배수(drain)설비

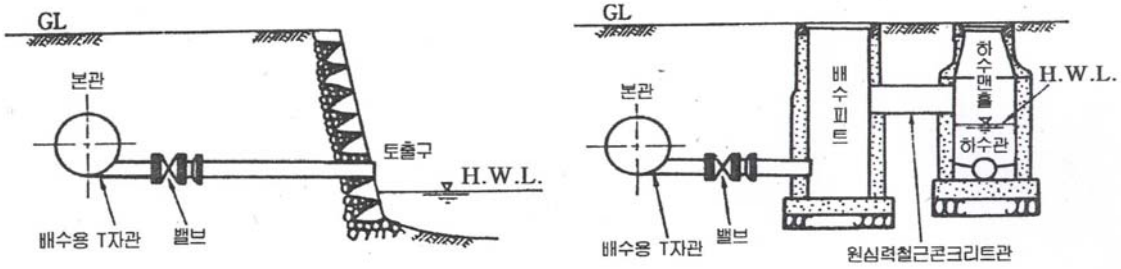
(1)배수설비는 이토밸브와 이토관으로 구성되어 있으며, 관로내부에 유입된 불순물(관내부의 부식, 공사시 유입된 토사, 기타 관내 유입된 불순물 등)을 관로밖으로 배출하기 위한 시설이다.

(2)설치 위치는 관로 종단면상의 하향굴곡부의 하단에 설치하되, 인근에 적당한 배수로, 하수관거, 하천 등이 있는 지점 부근을 선정하여 이토관을 설치한다.

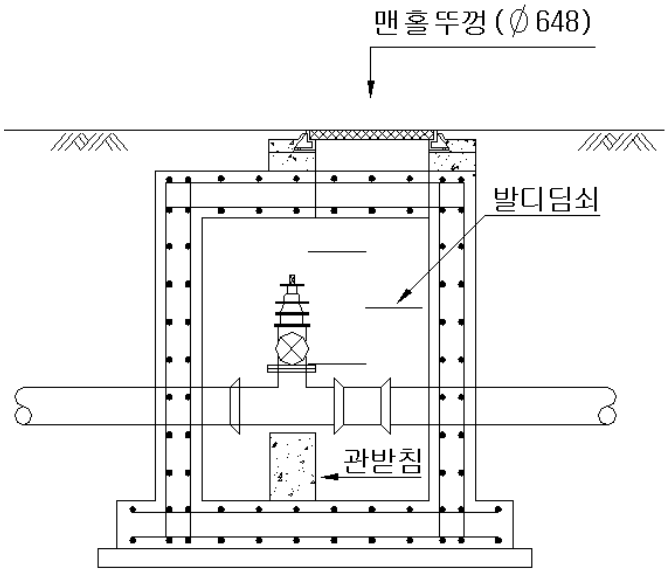
(3)이토밸브는 관로내부에 유입된 불순물을 관로밖으로 배출시 개폐하는 밸브로서, 밸브를 개방하여 이토관을 통해 불순물을 배출시킨다.

(4)이토관의 직경은 본관직경의 1/2~1/4로 하며, 치수가 클수록 유리하다.

(5)방류수로의 하수 등이 이토밸브로 역류 하는 것을 방지하기 위하여 이토관의 배출구는 방류수면 보다 **높게 설치**하여야 하며, 만약 방류수면이 관저보다 높을때는 이토관과 토출구의 중간에 배수실을 설치하여 펌프 등으로 배출할수 있도록 한다.




(6)이토밸브를 설치하기 위해서는 별도의 **변실**을 설치하며, 형식은 구형으로 한다.



다.소화전

(1)소화전의 배치위치는 도로의 교차점 또는 분기점 부근으로 하여 소방활동에 편리한 위치에 배치토록한다. **『소화 용수의 이용에 관한 기준』**에 의하면 1개의 소화전에서 방화대상물까지의 거리를 다음과 같이 규정하고 있으며, 일반적으로 소화전간 거리는 100~200m의 간격으로 배치한다.

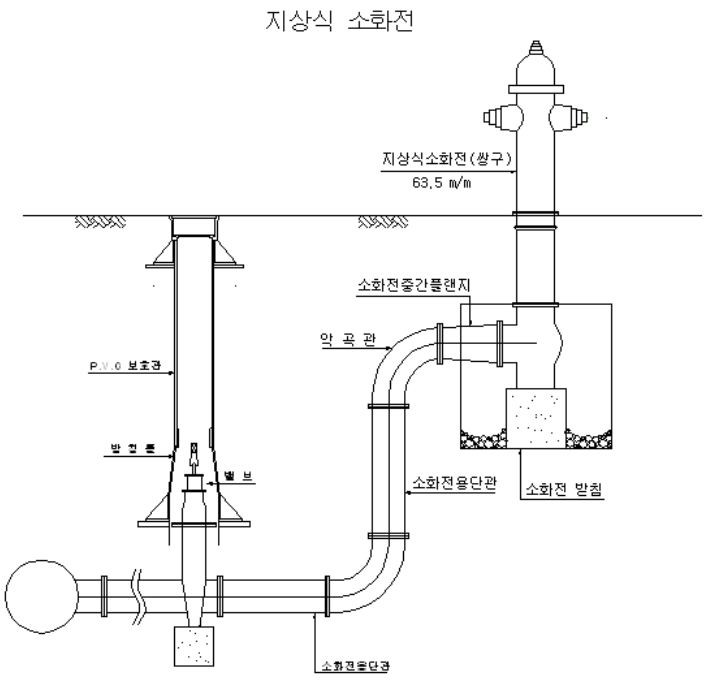
| 용도지역 | 연평균풍속 4㎞ 미만인 곳 | 연평균풍속 4㎞ 이상인 곳 |
|---|---|---|
| 근린상업지역<br>상업지역<br>공업지역<br>공업전용지역 | 100 | 80 |
| 그 밖의 용도지역 및 용도지역이 정해지지 않은 지역 | 120 | 100 |

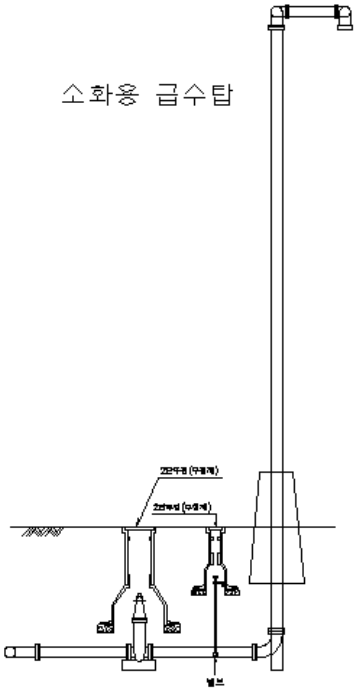
(2)단구소화전은 관경 D150m/m 이상의 배수관에, 쌍구소화전은 D300m/m 이상의 배수관에 설치토록 하나 가로가 형성된 시가지의 경우 수압이 높거나 충분한 용수공급이 가능하다면 D150m/m이하 배수관에도 설치가능하다.

(3)단지내 소화전 설치시 보도가 없는 소로를 제외하고는 지상식을 원칙으로 하며, 현지 여건상 지하식 소화전 설치가 불가피할 경우에는 관할 소방서와 협의후 설치한다.

(4)소화전 설치시 보수시 개폐조작이 가능하도록 별도의 보수용 밸브를 설치한다.

(5)소화전의 토출구 구경은 63.5m/m를 원칙으로 한다



라.급수분기관

(1)급수분기관은 단독,공동주택 및 업무,상업용지등 1필지당 1개소 분기토록 하며, 공원 등의 경우에도 향후 시설물 입주를 감안하여 1개소 분기토록 한다.

(2)배수관에서 급수관을 분기할 경우에는 분기관의 관경에 따라 **T자관**, **Y자관**의 이형관으로 분기하며, 소구경 분기관의 경우 **분수전**을 사용하여 분기한다.

<새들분수전>

<새들분수전 상세>

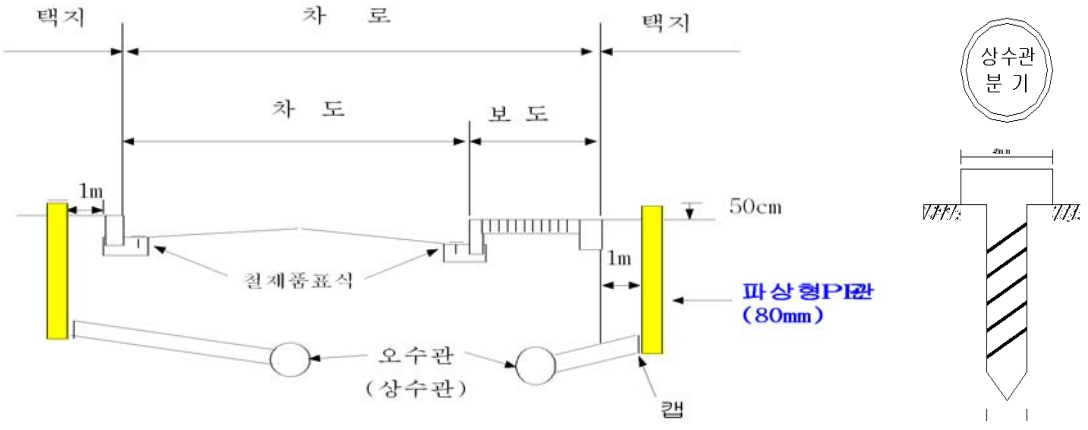
(3)급수관을 **분수전**으로 이용하여 분기할때는 분수전과 분수전 사이에 30cm 이상의 간격을 두어 설치토록 하며, 또한 설치시 배수본관에 천공을 한후 분수전을 체결하므로 분수전의 직경은 배수관 직경의 50(%)이하 이어야 한다.(통상 사용가능 직경은 50m/m이하)

(4)급수분기관을 T자관, Y자관으로 분기할 경우 급수분기관의 관경은 배수관의 관경보다 작아야 한다.

(5)소방법에서 규정하는 옥내소화전 설치 대상이 되는 규모의 건축물이 입주할 것으로 예상되는 경우 해당 필지의 분기관 직경은 배수본관의 직경을 감안하여 옥내소화전 설치가 가능하도록 충분한 직경을 확보하여 분기하여야 한다.

마.표식 설치

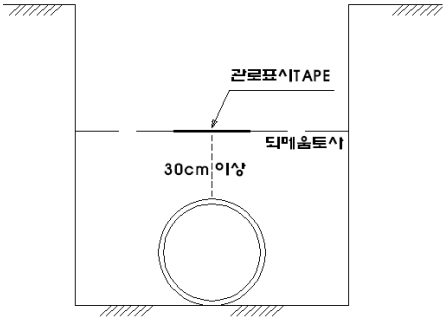
(1)공사준공후 분기관의 위치를 쉽게 찾을수 있도록 L형 측구에 분기표식주를 설치함과 동시에 분기관의 말부에는 파상형ELP관을 설치하여 분기관의 위치파악이 용이하도록 한다.



(2)상수관 매설후 향후 굴착 등으로 인한 관파손을 방지하기 위하여 관매설 완료후 되메우기시 관로표시TAPE를 매설관 상단 약30㎝이상에 별도 부설토록 한다.

-TAPE 형식 : 비닐테이프(청색바탕- 백색글씨)

-표시내용 : 사업자명, 관부설년도 등 명시



※ 관로표시테이프 설치 근거

- 상수도 시설기준 (환경부) : 관상단 **30㎝** 이상
- 단지 설계 및 적산기준(토지공사) : 관상단 **50㎝** 이상

**❖ 상수설계시 주의하여야 할 참고사항**

**- 지자체 수도정비기본계획의 정확한 내용 분석**

: 각 지자체별로 수립하고 있는 수도정비기본계획이 원단위에 대한 경쟁적 과다산정으로 인해 배수지,오수처리장 등 기반시설의 과다설계로 감사원의 지적을 받았으며, 현재는 수도정비기본계획 완료전 환경부의 심의를 받아 최종 확정토록 되어 있는바 미승인 상태의 수도정비기본계획 적용시 신중을 요함

**- 원단위 산정의 적정성**

: 본문에서 언급한 바와 같이 현재 상수도 설계는 일반적인 택지지구의 경우 총량적 방법으로 설계하여야 하는바, 각 지자체의 수도정비기본계획에서 제시하고 있는 계획1인1일 급수원단위를 가정용으로 적용하고 업무용, 영업용을 별도로 가산(이용인구 기준 80~150ℓ/인)할 경우 과다설계가 되는바, 반드시 총량적 개념의 설계(**급수원단위=가정용+영업용+업무용**)를 수행하여야 함.

**- 상수도 관종의 선정시 친환경성 고려**

: 최근 언론에서는 PVC제품의 환경 호르몬 논란이 일고 있어 이에 대해 환경부에서는 기준을 강화하고 있는바 음용수가 접하는 부분의 도장재 또는 관재질에 대해 충분한 검토가 필요하며, 또한 최근 유리섬유복합관을 상수도관에 적용하는 사례가 있으나 유리섬유에 대한 인체유해성 여부가 불확실한 상태이며 연성관인 관계로 일부 지자체등에서 관부설후 수압에 의해 관 파열 또는 연결커플링 불량사례가 보고되고 있는바, 적용시 충분한 검토 및 사례조사 요망됨