

# **제 8 장**

## **우물의 설계와 시공**

## 제 8 장 우물의 설계와 시공

### 8.1. 우물의 분류

“우물(井戸 ; well)”이라 함은 토양이나 암석의 틈을 채우고 있는 지하수를 취수 이용하거나 관측, 유도, 인공함양 또는 시험을 실시하기 위하여 시굴, 시추, 파쇄, 타격 및 수굴(手掘) 등의 방식을 이용하여 인공적으로 굴착한 시설을 말한다. 따라서 자연 유하형식으로 지하수를 지표로 흘러나오게 한 터널이나 도수로는 우물이라 하지 않는다. 우물은 개발 대상이 되는 유체의 종류에 따라 수정(水井 ; Water well), 유정(油井 ; Oil well), 가스정(Gas well) 등으로 구분할 수 있다. 이중 수정이 가장 많고 중요한 종류로서 일반적으로 우물이라 하면 수정을 의미한다.

우물은 굴착 방법, 우물형성 방법, 마감작업방법, 우물 구조, 크기, 심도, 대수층의 성격, 산출량, 지하수의 수위/수질, 우물의 밀집도 등과 같은 제반 요인에 따라 여러 종류로 분류할 수 있으나, 가장 보편적인 방법은 굴착 방법에 의한 분류이다. 이에 대하여 설명하면 다음과 같다.

#### 8.1.1. 인력 우물(Dug well)

직경을 1m 내외로 하여 지하 10m 정도의 심도를 인력으로 굴착한 후 측벽에 석축이나 콘크리트 유공관을 설치하여 측면을 보호하고 측벽 주위와 우물 바닥으로부터 유입되는 지하수를 개발하는 우물 형식으로서 수굴 우물(手掘 井戸)라고도 한다.

통상적인 채래식 가정용 우물이나 농업용 들샘 등이 인력 우물에 속하며 개발이 손쉽고 작은 공사비로 소량의 지하수를 개발할 때 이 방식이 이용된다.

#### 8.1.2. 타설 우물(Driven well)

모래층이 발달한 지역에서 하부에 drive point를 부착한 구경 25 ~ 75mm의 철관을 시추기 또는 기타 분사(jetting) 기구를 이용하거나 케이싱에 타격을 가하여 대수층에 설치한 우물로서 주로 양수시험시 관측정으로 많이 사용되며, 국내 가정용 우물은 대부분 타설 우물에 속한다.

### 8.1.3. 굴착 우물(Drilled well)

회전식 또는 충격식 착정기를 이용하여 암반층을 굴착하여 대수층을 개발하는 우물로서, 굴착시 생성된 암편은 배일러(bailer)나 모래펌프(sand pump) 또는 압축공기 등을 이용하여 제거해 낸다. 이 형식의 우물은 크기에 따라 소형 관정과 대형관정으로 분류하기도 한다.

#### 가. 소형 관정

소형 착정기를 이용하여 직경 75~100mm 내외로 지하 10~20m 정도의 심도로 굴착한 후 구경 40~50mm 내외의 철제 또는 PVC 유공관을 공내에 설치하여 지하수를 개발하는 방식의 우물이다. 소형 관정 개발 대상지역으로는 충적층 발달 심도가 얇은 화성암 및 변성암 분포지역으로서 광물 구성입자가 조립이고 풍화대가 양호하게 발달한 지역이 유리하다.

#### 나. 대형 관정

대구경 착정기를 이용하여 150~600mm 공경으로 암반층을 굴착하여 대수층을 개발하는 방식의 우물이다. 소형 관정에서보다 다량의 지하수를 개발하고자 할 때 사용되는 우물로 굴착깊이는 수백m에 이르기도 한다.

### 8.1.4. 기타 분류

우물의 형성 및 마감 작업에 따른 분류로는 우물 전구간에 유공관 및 무공관을 설치한 관정(管井 ; cased well)과 관을 설치하지 않은 관정(裸水井 ; uncased well)으로 구분할 수 있다.

또한 관정은 굴착이 끝난 후 대수층을 형성하는 방법에 따라 그 효율 반경의 증진 및 기타 세립 물질의 유입을 방지하기 위하여 굴착공벽과 유공관 사이 공간에 충진력을 설치한 충진력 부설 우물(gravel packing well)과 굴착 당시에 발생한 암편 및 세립 물질을 밖으로 배출시키고 조립질의 나공 상태를 유지하는 자연형성 우물(natural gravel packed well)로 구분할 수 있다.

## 8.2. 우물의 설계 및 시공

### 8.2.1. 우물 설계시 기본적인 고려 사항

- 적정경비로 설치하고 시설의 유지·관리가 편리하여야 한다.
- 대수층의 특성에 맞는 양수설비로 적정량을 양수하여야 한다.
- 지표 및 지하오염을 효과적으로 방지할 수 있는 구조가 되어야 한다.
- 우물의 효율성을 최대한 살려야 한다.

### 8.2.2. 관련자료 수집

설치 대상 지점 인근의 기존 우물로부터 예상 산출량, 대수층의 심도, 대수층의 종류, 수리지질학적 특성, 지하수질 등의 관련 자료를 수집하여야 한다. 수집 자료를 토대로 전기탐사 등 물리탐사를 실시하여 대수층 발달 구간을 예측하고 지하수 영향조사를 위한 시험정을 굴착, 정밀조사를 실시하며 필요시 관측공을 굴착한다. 한편, 굴착된 시험정은 영향조사가 완료된 이후 취수정으로 활용 가능하다.

### 8.2.3. 굴착 구경 및 심도 선택

우물 개발의 목적, 용도 및 예상 취수량 등을 고려하여 암반층과 충적층별로 우물의 굴착 구경과 심도를 결정한다. 일반적으로 굴착 구경은 상, 하부의 구경이 항상 동일할 필요는 없으며 착정 조건이나 기타 요인에 의거 하부에서 구경을 줄일 수도 있다.

### 8.2.4. 케이싱(무공관)의 선택

우물 굴착 직경을 결정하면 굴착경에 적당한 외부 케이싱 및 내부 케이싱의 구경을 선택하고 케이싱의 재질을 결정한다.

케이싱은 재질에 따라 ABS, PVC, 스틸렌 고무, 유리섬유에폭시, 석면시멘트, 주철관, 강철관, 스테인레스관 등이 있으며 우물의 심도 및 구경, 지하수질, 가격, 우물의 종류 및 용도, 관련법규 등을 고려하여 적당한 재질의 제품을 선택한다.

케이싱의 직경은 수중모터펌프를 설치하여 효율적으로 작동될 수 있을 정도가 되어야 한다. 예상되는 양수량과 이에 적당한 펌프 및 케이싱 직경의 관계는 표 8.1과 같다.

케이싱의 두께는 설치 및 사용 동안에 외부에서 가해지는 압력을 견딜 수 있을 정도가 되어야 한다.

표 8.1 양수량과 펌프 및 케이싱 직경

예상양수량			펌프 직경	최적 케이싱직경	최소 케이싱직경	비 고
gal/min	L/s	m <sup>3</sup> /day	inch	inch	inch	
< 50	< 3.15	< 272.16	2	4ID	3ID	ID:내경 OD:외경
< 100	< 6.3	< 544.32	4	6ID	5ID	
75 ~ 175	4.7 ~ 11	406.08~950.4	5	8ID	6ID	
150 ~ 400	9.5 ~ 25	820.8~2160	6	10ID	8ID	
350 ~ 650	22 ~ 41	1900.8~3542.4	8	12ID	10ID	
600 ~ 900	38 ~ 57	3283.2~4924.8	10	14OD	12ID	
850 ~ 1300	54 ~ 82	4665.6~7084.8	12	16OD	14OD	
1200 ~ 1800	76 ~ 114	6566.4~9849.6	14	20OD	16OD	
1600 ~ 3000	101 ~ 189	8726.4~16329.6	16	24OD	20OD	

### 8.2.5. 스크린(유공관)의 선택

각종 조사결과를 바탕으로 스크린의 설치 여부를 결정하고 스크린을 설치하여야 하는 경우에는 대수층의 위치 및 특성을 고려하여 스크린의 길이, 직경, 재질 및 개공율을 결정한다.

#### 가. 스크린 길이의 결정

다음 식에 의하여 스크린의 길이를 결정한다.

$$L = \frac{Q}{A_e V_e}$$

여기서,  $L$  : 스크린 길이 (m)

$A$  : 산출량(m<sup>3</sup>/분)

$A_e$  : 1m<sup>2</sup>를 단위면적으로 하였을 경우의 스크린 길이 1m당 유효 개공면적(Effective aperture area)(일반적으로 유효 개공면적은 총 개공면적의 약 1/2에 해당한다[m<sup>2</sup>/m].)

$V_e$  : 스크린내로 지하수의 유입속도(m/분)

## 나. 스크린 개공 크기의 결정

대수층 시료에 대한 입도 분석을 실시하여 그 결과를 토대로 개공 크기를 결정한다(표 8.2).

□ 균등계수(Uniformity Coefficient,  $C_u$ )

$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}$$

여기서,  $D_{10}$  : 체 분석시 전체 시료의 10%가 체를 통과하는 입자 크기

$D_{60}$  : 체 분석시 전체 시료의 60%가 체를 통과하는 입자 크기

표 8.2 스크린 개공 크기의 결정

구 분	개 공 크 기
균등계수가 6이상인 경우	대수층시료의 30~40%가 통과하지 못하도록 결정
균등계수가 6이하인 경우	대수층시료의 40~50%가 통과하지 못하도록 결정
대수층의 물이 부식성이거나 대수층의 시료가 의심스러울 경우	상기 경우보다 10% 더 큰 것을 선택
가는 모래가 굵은 모래위에 존재할 경우	굵은 모래 상부 0.61m(2ft) 구간에 대해서는 가는 모래의 개공크기를 사용하며, 굵은 모래 개공 크기가 가는 모래 개공크기의 2배 이상이 되지 않아야 함
자갈을 충전한 정호의 경우	스크린 개공의 크기는 자갈의 85~100%를 통과시키지 못하는 크기에 해당되어야 함

### 8.2.6. 굴착방법의 선택

대상지역의 분포 지질, 우물의 구경 및 예상 심도 등을 고려하여 다음의 굴착 방법 중 가장 효율적인 굴착방법을 선택한다.

#### 가. Cable Tool(Percussion Method)

굴착을 위한 뽕족하고 무거운 추를 반복적으로 들었다 놓았다 하면서 단단한 암석을 파쇄하는 방법으로 굴착을 한다. 미고결층의 굴착시에는 공벽을 지지하기 위하여 굴착전 몇 미터씩 케이싱을 삽입한 후 굴착하며 물을 주입하여 슬러지를 만든 후 양수관 또는 펌프를 사용하여 암편을 제거한다.

#### 나. 회전식 방법(Rotary Method)

여러 톱니가 달린 파이프를 돌림으로써 굴착하는 방법으로 원활한 회전과 암편의 제거를 위하여 유체를 주입하며, 유체의 주입방법에 따라 정회전방법과 역회전방법으로 분류된다. 정회전 방법은 유체를 안쪽으로 주입하여 바깥쪽으로 배출시키며 역회전방법은 반대로 바깥쪽으로 주입하여 안쪽으로 배출한다. 이 방법은 미고결 퇴적물이 두꺼운 지역에서 높은 산출량을 필요로 할 때 사용한다. 한편, 에어로터리 방법은 굴착시 유체를 주입하는 대신에 고압 공기를 주입하여 암편을 제거하며 주로 고결암반층 굴착에 효과적으로 요즘의 암반관정 개발에 많이 사용된다.

#### 다. 충격식 방법(Hydraulic Percussion Method)

에어해머 드릴 등을 이용하여 굴착 로드를 짧은 시간 간격으로 여러 번 충격을 주어 굴착하는 방법이다. 이 방법은 굳은 자갈로 구성된 충적층을 굴착할 때 유용하며 슬러지 제거에는 압축공기를 사용한다.

#### 라. 분사 방법(Jetting Method)

파이프 아래에 비트를 달아 고압으로 물을 분사하는 동시에 비트의 진동으로 굴착한다. 이 방법은 미고결층에서 15cm 이하의 소구경 굴착을 할 때 주로 사용한다.

#### 마. 오거 방법(Auger Method)

오거 방법은 자갈 등의 암석덩어리를 포함하지 않고 있는 미고결층에 한정하여 사용할 수 있다. 이 방법은 보통 우물개발시에는 사용하지 않으며 대신 지질공학적인 지반조사에 필요한 시험용 우물 굴착시 사용한다.

#### 바. 타설우물(Driven Well)

타설우물(Driven Well)은 소구경으로 비교적 자갈 등이 없는 부드러운 지층에서 개발할 수 있으며 보통 15m 심도까지 굴착이 가능하다.

한편, 각 방법별 장단점은 표 8.3에 수록하였다.

표 8.3 굴착방법별 장단점

굴 착 방 법		장 점	단 점
Cable Tool		<ul style="list-style-type: none"> <li>- 양호한 시료채취 가능</li> <li>- 다양한 심도/구경의 정호개발 가능</li> <li>- 대수층의 인식이 용이함</li> <li>- 경암층 정호개발에 적합함</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 점토질층에서 굴착시 속도가 느림</li> <li>- 오래된 장비를 사용시 잦은 고장</li> <li>- 케이싱구경보다 큰 구경으로 굴착을 해야함</li> </ul>
로터리 방 법	정회전 방 식	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 속도가 빠르며 비용이 저렴</li> <li>- 다양한 심도/구경의 정호개발 가능</li> <li>- 유체로 사용되는 진흙으로 인해 안정된 정호가 형성됨</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 시료 채취가 곤란</li> <li>- 유체로 사용되는 점토가 인근 암석층에 거름막 역할을 함</li> <li>- 경암에서의 개발은 불리함</li> </ul>
	역회전 방 식	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 거름막 역할을 하는 점토층 제거 용이</li> <li>- 대구경으로 굴착시 비용 저렴</li> <li>- 공극률이 큰 지층에서 굴착 용이</li> <li>- 개발된 정호는 비교적 안정되고 깨끗함</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 공극률이 큰 지층 굴착시 물의 공급이 필요하며, 회전율이 떨어짐</li> <li>- 고결암층이나 자갈이 많은 지층의 굴착은 불가능</li> <li>- 지하수위가 낮거나 투수율이 높은 층에서 붕괴가 발생</li> </ul>
	에어로터리 방 식	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 장비설치 시간이 짧음</li> <li>- 다른 로터리방식보다 상대적으로 굴착시간이 짧고 비용이 저렴</li> <li>- 비교적 양호한 시료회수율 가능</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 지표에 보호막 설치 필요</li> <li>- 미고결층에서는 불리</li> </ul>
충격식 방법		<ul style="list-style-type: none"> <li>- 굴착속도가 빠르고 시료회수율이 높음</li> <li>- 큰 자갈 등이 포함된 미고결층에서의 굴착에 유리함</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 대구경 굴착시 연암의 분쇄로 인해 지층이 붕괴됨</li> </ul>

## 8.2.7. 충전력

### 가. 목적

충진력은 스크린과 굴착공벽 사이의 공간에 설치하며 ①모래의 유입을 방지하여 대수층을 안정시키고 ②스크린의 개공율과 투수성을 높이고 유입속도를 낮추며 ③우물의 유효반경을 넓히고 ④스크린을 우물 중앙에 안정적으로 위치하게 하기 위하여 실시한다. 충전력은 대체로 충적층 우물에 적용한다.



#### 나. 충전력이 필요한 지층

- 세립질의 균질한 모래층
- 두꺼운 피압대수층
- 고결정도가 낮은 사암층
- 얇은 층리로 되어있는 지층

#### 다. 충전력 두께

충진력 두께는 대수층특성에 따라 결정하는데 일반적으로 3~5 inch (76.2 mm~127mm)이며, 최대 12inch(300mm)를 넘지 않는다.

#### 라. 충전력 재료

- 규산질모래 또는 자갈이 가장 보편적으로 사용된다.
- 개개의 자갈은 서로 크기가 균일하며 일정하고 부드럽게 마모가 된 것이어야 한다.
- 평균비중은 2.5 이하여야 하며, 비중이 2.25이하인 재료는 중량비로 전체의 1%이내로 하여야 한다.
- 마모가 불량한 재료는 중량비로 전체의 2% 이내로 하여야 한다.
- HCl 산성 용액에 용해되는 재료가 중량비로 전체의 5%이내로 하여야 한다.
- 세일, 운모류, 점토, 양토(loam), 기타 유기질 불순물이 없어야 한다.
- 지하수질에 영향을 미치는 철(Fe), 망간(Mn) 성분이 없어야 한다.

#### 마. 충전력 설치 방법

- 충전장소가 넓고, 충전재료가 균일한 심도가 얇은 우물의 경우 단순히 지표면에서 삽으로 충전재료를 퍼 넣는다.
- 심도가 깊은 우물은 트레미(Tremie) 파이프나 펌프를 이용한다.
- 설치시에 재료의 분리나 브리지(bridge) 현상이 일어나지 않도록 한다.

### 8.2.8. 우물세척

#### 가. 우물세척의 목적

케이싱설치와 굴착과정 중 감소된 지층의 투수율을 원상회복 시키고, 대수층면에 붙어있는 세립질 물질을 제거함으로써 투수율을 높이기 위하여 실시한다.

## 나. 우물세척의 종류 및 방법

우물 세척 종류		방 법
Overpumping		<ul style="list-style-type: none"> <li>- 가장 쉬운 방법으로 우물 내 수중모터펌프를 평상시 보다 높은 비율로 작동시켜 우물 주변의 세립질 물질을 제거하는 방법</li> <li>- 단점 : 다른 방법보다 효율이 떨어진다.</li> <li>- 장점 : 비용이 저렴하고 충진력을 설치한 우물이나 경압 혹은 균질한 사암층으로 되어있는 우물에서는 비교적 효과적이다.</li> </ul>
Back-washing	배일링 (Bailing)	우물 내에 물을 주입하고 모래펌프나 배일러(Bailer)를 이용하여 물과 침전물을 제거한다.
	써어징 (Surging)	케이싱 내에 케이싱구경보다 약간 작은 써어징블록을 넣고 상하운동 빠르게 반복함으로써 실시한다. 상승운동시에는 공내 물을 빨아올리고 하강운동시에는 물을 지층사이로 강제로 밀어 넣는다.
	압축공기 (Compressed Air)	압축공기는 공내 물을 스크린 밖으로 강제로 밀어내고 압력 감소시 세립질 물질은 떠다니다가 제거된다. 이 방법은 Bailing을 통해 깨끗이 청소된 상태에서 시행할 때 보다 효과적이다.
	고속 분사 (High-velocity Jetting)	이 방법은 우물형성에 가장 효과적인 방법으로서 우물 내에 물을 고속으로 분사하여 공벽에 부착된 물질을 제거하고 세립질 물질은 부유상태로 만들어 공 밖으로 밀어낸다.

## 8.2.9. 그라우팅

### 가. 목적

케이싱과 굴착 공벽사이 혹은 내부케이싱과 외부케이싱 사이의 공간에 불투수성 물질을 투입함으로써 ①오염물질로부터 대수층을 보호하고 ②공내 지하수와 접촉하는 케이싱을 보호하고 ③선택된 지역을 밀봉하기 위하여 실시한다.

### 나. 그라우팅 재료

시멘트, 골재, 물을 주로 하고 첨가물로 모래, 벤토나이트, 수화석회 등을 사용한다.

### 다. 주의사항

그라우팅은 최소 5cm 이상의 두께로 실시하며 설치하는 공간에 빈 틈이 생기지 않도록 주입펌프를 이용하여 반드시 하부에서부터 충진하여 올린다.

### 8.2.10. 지하수개발·이용시설의 설치도(영 제8조제3항 관련)

영 제8조제1항제2호 및 제13조제1항제2호의 규정에 의한 지하수개발·이용 시설의 설치도는 다음 각호의 기준에 적합하여야 한다.

- ☐ 지표하부보호벽의 상단부는 지표면 위로 설치되게 한다. 다만, 지형여건상 지표면 아래 설치가 필요하다고 시장·군수가 인정하는 경우에는 그러하지 아니하다.

#### HELP

- 지표하부보호벽 상단부의 높이는 지표면 위로 30cm이상 올라오는 것이 적당하며, 지표면 아래에 설치되는 경우에는 상부보호공 바닥으로부터 30cm이상 올려야 함.
- 밀폐형 상부보호공을 설치하는 경우에는 예외로 함.

- ☐ 상부보호시설이 훼손·파손 또는 오염되지 아니하도록 견고하게 설치하고 상부보호시설에 배수구가 설치되게 한다.

#### HELP

- 배수구는 상부보호시설의 측면 하단부에 설치하며, 외부에서 빗물 등이 내부로 유입되지 않도록 역지반(check valve)을 사용해야 함.

- ☐ 상부보호시설에 건설교통부령이 정하는 지하수이용시설 안내문이 부착되도록 한다.

### 8.2.11. 지하수개발·이용시설의 설치기준(규칙 제5조 관련)

영 제8조제1항제2호·제3항·제4항 및 영 제13조제1항제2호·제8항의 규정에 의한 지하수개발·이용시설의 설치기준은 다음 각 호의 기준에 따라야 한다. 다만, 시장·군수는 법 제7조제6항 단서 또는 법 제8조제1항의 규정에 의하여 신고를 한 경우로서 다음 각 호의 기준에 의하는 것이 부적절하다고 인정되는 경우에는 다음의 각 호의 기준을 완화하여 적용할 수 있다.

- ☐ 출수장치 및 적산유량계(시간계측기 등 유량측정이 가능한 장치 포함한다. 이하 같다) 등을 설치하여 지하수의 취수현황을 파악할 수 있도록 한다.

#### HELP

- ✓ 예외시설
  - 1일 양수능력 30톤 미만(32mm 이하인 토출관을 사용하는 경우에 한한다)인 가정용, 국방·군사용 시설
  - 정착된 동력장치를 이용하지 않는 농업용, 어업용 시설

- ☐ 지름 25mm 이상의 수위측정관을 설치하여 지하수위를 측정할 수 있도록 한다.

**HELP**

✓ 예외시설

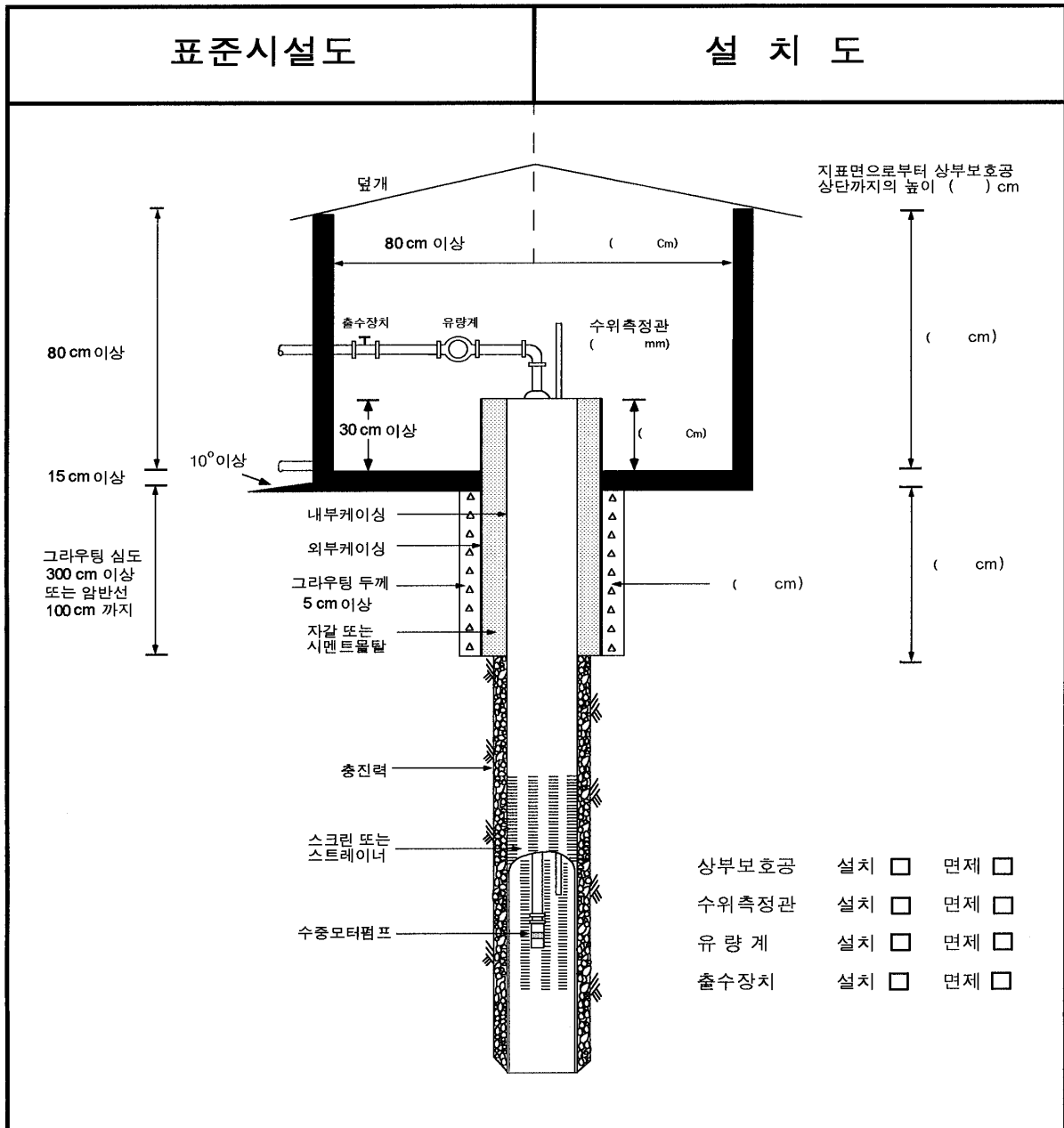
- 굴착지름이 100mm 이하인 시설 또는 1일 양수능력 30톤 미만(32mm 이하인 토출관을 사용하는 경우에 한한다)인 가정용, 국방·군사용 시설
- 정착된 동력장치를 이용하지 않는 농업용, 어업용 시설 예외시설

- ☐ 지하수개발·이용시설을 설치하는 과정에서 굴착 등으로 인하여 유입된 오염물질, 굴착 등으로 인하여 깨어진 물질과 굴착시 사용된 물 등을 완전히 제거한 후 소독한다.
- ☐ 음용수를 개발·이용할 목적으로 설치하는 지하수개발·이용시설의 자재는 한국산업규격이나 이에 상당하는 제품을 사용하도록 한다.

**8.2.12. 지하수개발·이용시설의 표준도(법 제8조제1항, 영 제13조제2항, 규칙 제8조제4항 관련)**

가. 지하수 개발·이용시설 표준도(가형)

(작성자 : )

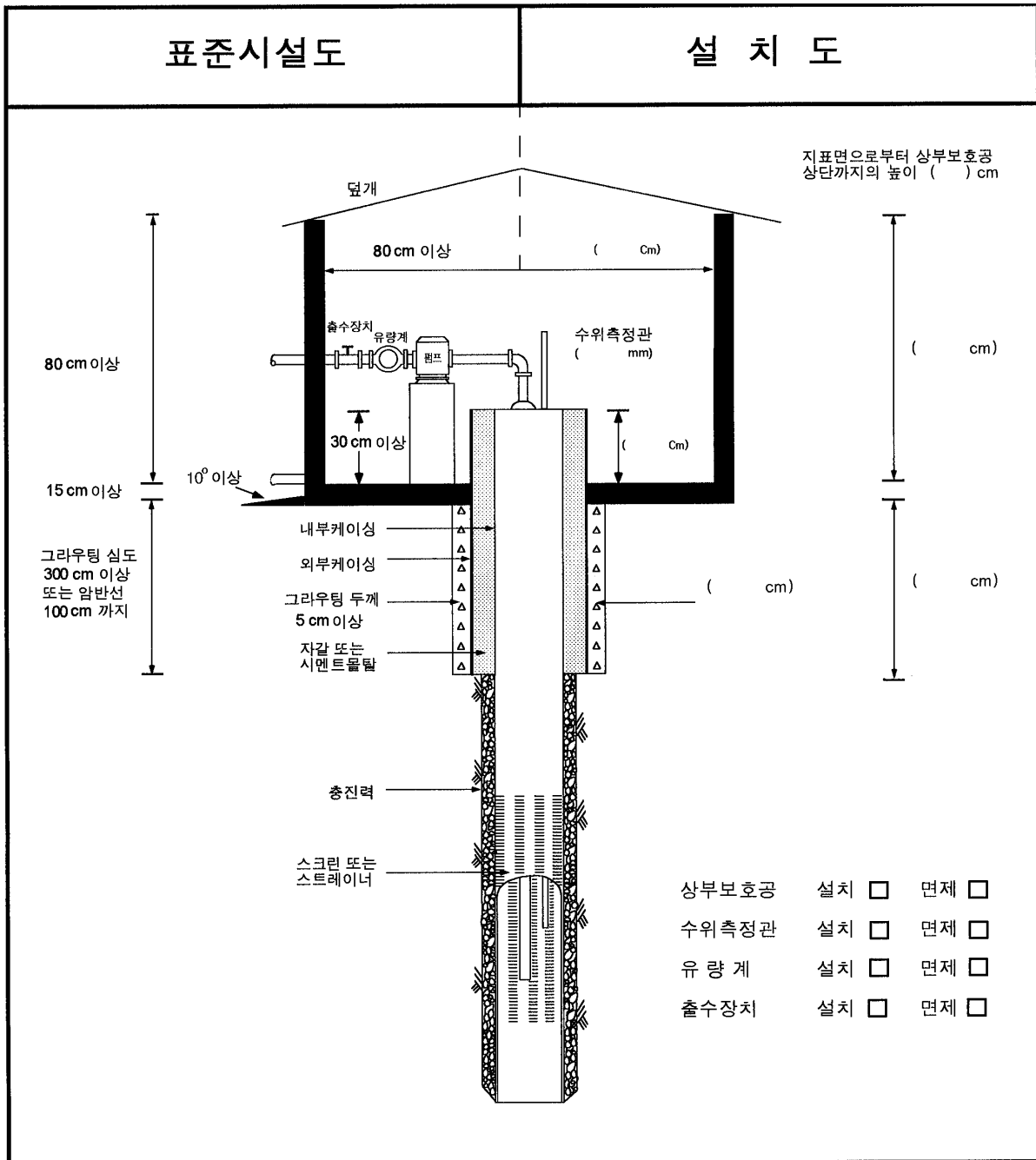


- ※ 가형 표준도는 스크린 또는 스트레이너를 설치하고 수중모터펌프를 사용하는 경우의 표준도임.
- ※ 암반층 이하 깊이로 굴착하는 경우에는 설치도에 암반선을 표시하여야 함.
- ※ 설치도에 지표면의 위치를 표시하고 지표면으로부터 상부보호공 상단부까지 높이를 기재하여야 함.

- 1) ㉔형 표준도는 굴착공 안에 스크린 또는 스트레이너를 설치하고 수중모터 펌프를 사용하는 경우의 표준도로서 충적층 및 미고결암층을 대상으로 지하수를 취수하는 경우와 암반층을 대상으로 지하수를 취수하는 경우에 모두 사용할 수 있다.
- 2) 충적층 및 미고결암층을 대상으로 지하수를 취수하는 경우에는 암반층의 위치를 표시할 필요가 없으며, 암반층 이하로 굴착하여 지하수를 취수하는 경우에는 설치도에 암반선을 표시하여야 한다.
- 3) 충적층 및 미고결암층을 대상으로 지하수를 취수하는 경우에는 외부케이싱 바깥쪽으로 5cm이상 두께로 300cm이상 심도까지 그라우팅을 실시하고, 암반층만을 대상으로 지하수를 취수하는 경우에는 외부케이싱 바깥쪽으로 5cm이상 두께로 암반선 이하 1m이상 깊이까지 그라우팅을 실시하여야 한다.
- 4) 지표하부보호벽(케이싱) 상단부는 지표면으로부터 30cm이상 높게, 상부보호공은 지표면위에 80cm이상의 높이로 설치되어야 하며, 설치도에 지표면의 위치를 표시하고 지표면으로부터 지표하부보호벽의 높이와 상부보호공 상단부 까지의 높이를 기재한다.
- 5) 설치도에 상부보호공, 수위측정관, 유량계, 출수장치의 설치 유무를 표시하여야 하며, 설치 면제된 시설의 경우에는 면제사항을 표시한다.
- 6) 케이싱의 설치는 외부케이싱 설치구간과 내부케이싱 설치구간을 구분하여 실시한다. 즉, 일정한 구경으로 굴착한 후 외부케이싱을 설치하고, 외부케이싱과 동일한 구경으로 전 구간을 굴착하여 내부케이싱을 설치한다.
- 7) 스크린 또는 스트레이너는 주 대수층 구간에 대하여 내부케이싱과 연결하여 설치한다.
- 8) 외부케이싱과 내부케이싱 사이의 공간에는 케이싱을 안정시키기 위하여 자갈 등으로 충진력을 설치하거나 시멘트몰탈 처리를 할 수 있다.
- 9) 외부케이싱 설치심도 이하의 구간에 대하여는 우물의 굴착공벽과 내부케이싱 사이의 공간에 대수층을 안정시키고 케이싱을 중앙에 안정적으로 위치시키기 위하여 충진력을 설치할 수 있다. 충진력의 재료는 규산질 자갈을 사용하며 개개의 입자는 크기가 서로 균일하며 부드럽게 마모된 것이어야 한다.
- 10) 지하수를 취수하기 위하여 공내에 수중모터펌프를 설치한다.

나. 지하수 개발·이용시설 표준도(나형)

(작성자 : )



※ 나형 표준도는 스크린 또는 스트레이너를 설치하고 지상에 모터펌프를 설치하여 사용하는 경우의 표준도임.

※ 암반층 이하 깊이로 굴착하는 경우에는 설치도에 암반선을 표시하여야 함.

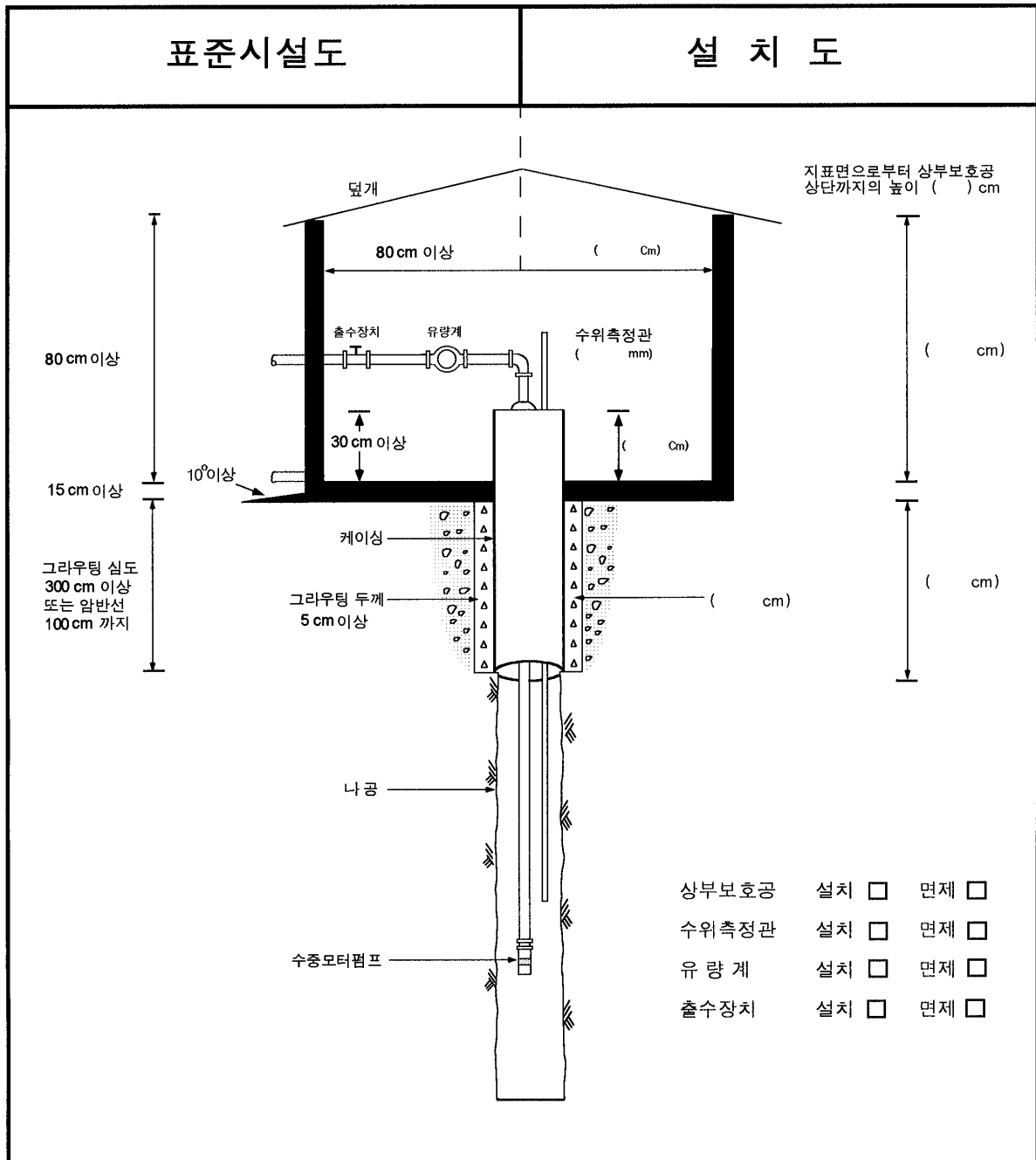
※ 설치도에 지표면의 위치를 표시하고 지표면으로부터 상부보호공 상단부까지의 높이를 기재하여야 함.

- 1) ㉔형 표준도는 굴착공 안에 스크린 또는 스트레이너를 설치하고 지상에 모터펌프를 설치하여 사용하는 경우의 표준도로서 충적층 및 미고결암층을 대상으로 지하수를 취수하는 경우와 암반층을 대상으로 지하수를 취수하는 경우에 모두 사용할 수 있다.
- 2) 충적층 및 미고결암층을 대상으로 지하수를 취수하는 경우에는 암반층의 위치를 표시할 필요가 없으며, 암반층 이하로 굴착하여 지하수를 취수하는 경우에는 설치도에 암반선을 표시하여야 한다.
- 3) 충적층 및 미고결암층을 대상으로 지하수를 취수하는 경우에는 외부케이싱 바깥쪽으로 5cm이상 두께로 300cm이상 심도까지 그라우팅을 실시하고, 암반층만을 대상으로 지하수를 취수하는 경우에는 외부케이싱 바깥쪽으로 5cm이상 두께로 암반선 이하 1m이상 깊이까지 그라우팅을 실시하여야 한다.
- 4) 지표하부보호벽(케이싱) 상단부는 지표면으로부터 30cm이상 높게, 상부보호공은 지표면위에 80cm이상의 높이로 설치되어야 하며, 설치도에 지표면의 위치를 표시하고 지표면으로부터 지표하부보호벽의 높이와 상부보호공 상단부 까지의 높이를 기재한다.
- 5) 설치도에 상부보호공, 수위측정관, 유량계, 출수장치의 설치 유무를 표시하여야 하며, 설치 면제된 시설의 경우에는 면제사항을 표시한다.
- 6) 케이싱의 설치는 외부케이싱 설치구간과 내부케이싱 설치구간을 구분하여 실시한다. 즉, 일정한 구경으로 굴착한 후 외부케이싱을 설치하고, 외부케이싱과 동일한 구경으로 전 구간을 굴착하여 내부케이싱을 설치한다.
- 7) 스크린 또는 스트레이너는 주 대수층 구간에 대하여 내부케이싱과 연결하여 설치한다.
- 8) 외부케이싱과 내부케이싱 사이의 공간에는 케이싱을 안정시키기 위하여 자갈 등으로 충진력을 설치하거나 시멘트몰탈 처리를 할 수 있다.
- 9) 외부케이싱 설치심도 이하의 구간에 대하여는 우물의 굴착공과 내부케이싱 사이의 공간에 대수층을 안정시키고 케이싱을 중앙에 안정적으로 위치시키기 위하여 충진력을 설치할 수 있다. 충진력의 재료는 규산질 자갈을 사용하며 개개의 입자는 크기가 서로 균일하며 부드럽게 마모된 것이어야 한다.
- 10) 지하수를 취수하기 위하여 굴착공 외부에 자흡식 양수펌프를 설치한다.



다. 지하수 개발·이용시설 표준도(다형)

(작성자 : )



- ※ 다형 표준도는 스크린 또는 스트레이너를 설치하지 아니하고 수중모터펌프를 사용하는 경우의 표준도임.
- ※ 암반층 이하 깊이로 굴착하는 경우에는 설치도에 암반선을 표시하여야 함.
- ※ 설치도에 지표면의 위치를 표시하고 지표면으로부터 상부보호공 상단부까지의 높이를 기재하여야 함.

- 1) ㉔형 표준도는 굴착공 안에 스크린 또는 스트레이너를 설치하지 아니하고 수중모터펌프를 사용하는 경우의 표준도로서 암반층을 대상으로 지하수를 취수하는 경우에 사용하며, 암반층이 견고하여 굴착공벽의 붕괴 위험이 없는 경우에 적용한다.
- 2) 그라우팅은 외부케이싱 바깥쪽으로 5cm이상 두께로 암반선이하 1m이상 깊이까지 실시하여야 한다.
- 3) 지표하부보호벽(케이싱) 상단부는 지표면으로부터 30cm이상 높게, 상부보호공은 지표면위에 80cm이상의 높이로 설치되어야 하며, 설치도에 지표면의 위치를 표시하고 지표면으로부터 지표하부보호벽의 높이와 상부보호공 상단부 까지의 높이를 기재한다.
- 4) 설치도에 상부보호공, 수위측정관, 유량계, 출수장치의 설치 유무를 표시하여야 하며, 설치 면제된 시설의 경우에는 면제사항을 표시한다.
- 5) 우물 형성은 외부케이싱의 설치구간과 암반 나공 구간을 구분한다. 즉, 충적층 및 미고결암층 구간을 일정한 구경으로 굴착한 후 외부케이싱을 설치하고, 외부케이싱과 동일한 구경으로 전 구간을 굴착한다.
- 6) 지하수를 취수하기 위하여 공내에 수중모터펌프를 설치한다.



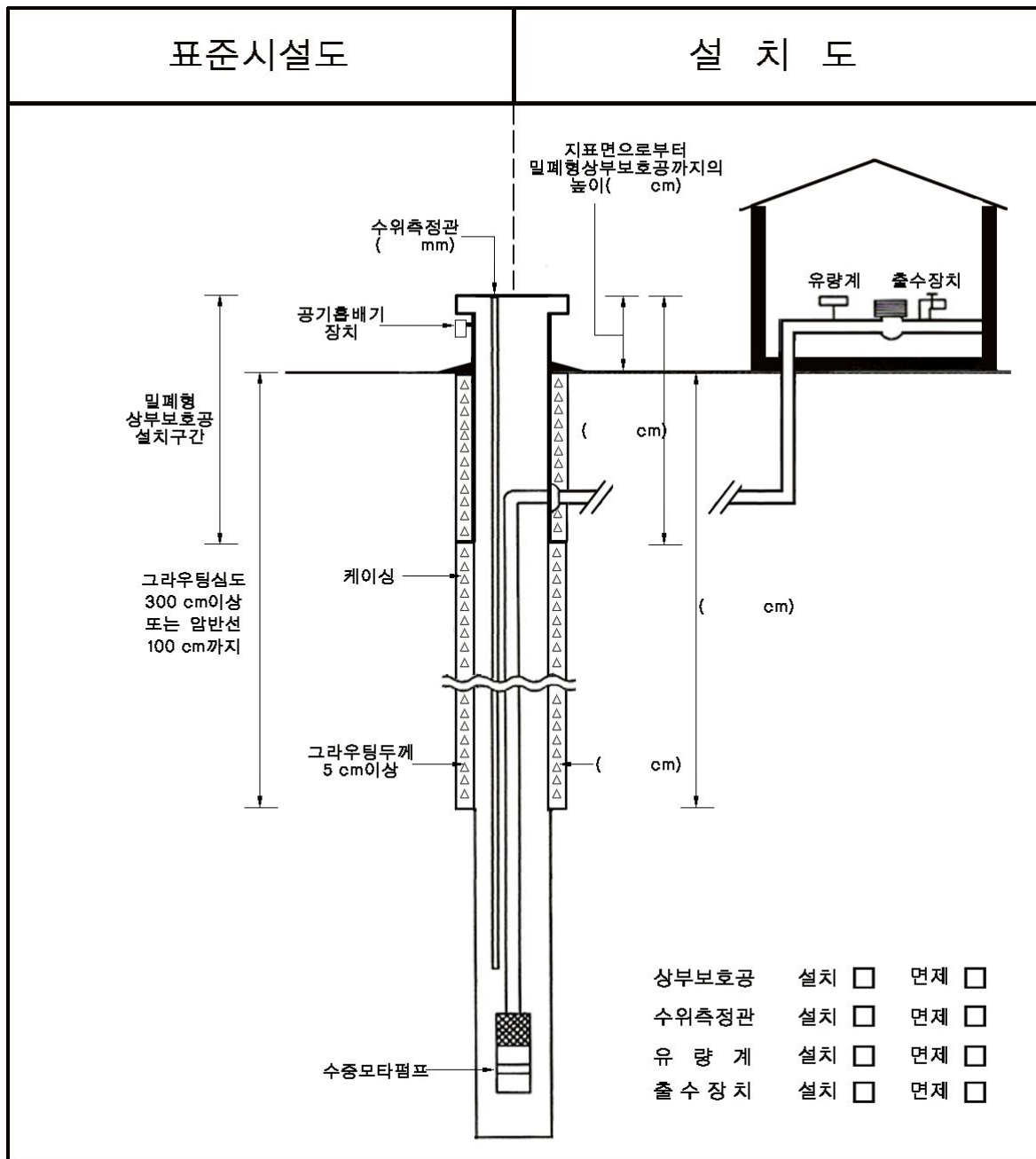
- 1) ㉔형 표준도는 굴착공 안에 스크린 또는 스트레이너를 설치하지 아니하고 지상에 모터펌프를 설치하여 사용하는 경우의 표준도로서 암반층을 대상으로 지하수를 취수하는 경우에 사용하며, 암반층이 견고하여 굴착공벽의 붕괴 위험이 없는 경우에 적용한다.
- 2) 그라우팅은 외부케이싱 바깥쪽으로 5cm이상 두께로 암반선이하 1m이상 깊이까지 실시하여야 한다.
- 3) 지표하부보호벽(케이싱) 상단부는 지표면으로부터 30cm이상 높게, 상부보호공은 지표면위에 80cm이상의 높이로 설치되어야 하며, 설치도에 지표면의 위치를 표시하고 지표면으로부터 지표하부보호벽의 높이와 상부보호공 상단부 까지의 높이를 기재한다.
- 4) 설치도에 상부보호공, 수위측정관, 유량계, 출수장치의 설치 유무를 표시하여야 하며, 설치 면제된 시설의 경우에는 면제사항을 표시한다.
- 5) 우물 형성은 외부케이싱의 설치구간과 암반 나공 구간을 구분한다. 즉, 충적층 및 미고결암층 구간을 일정한 구경으로 굴착한 후 외부케이싱을 설치하고, 외부케이싱과 동일한 구경으로 전 구간을 굴착한다.
- 6) 지하수를 취수하기 위하여 굴착공 외부에 자흡식 양수펌프를 설치한다.



- 1) ㉞형 표준도는 정착된 동력장치를 사용하지 아니하는 농업용 또는 어업용 지하수개발·이용시설의 표준도로서 상부보호공, 수위측정관, 유량계 및 출수장치의 설치가 면제된 시설의 표준도이다.
- 2) 본 표준도의 시설을 설치할 경우에는 토출관의 끝부분에 뚜껑을 씌워 오염물질이 유입되지 않도록 하여야 하며, 지표면에는 반경 100cm이상, 두께 15cm이상으로 10°이상의 경사를 유지하도록 콘크리트를 타설하여 지표의 오염물질이 공내로 유입되지 않도록 한다.
- 7) 굴착경 바깥쪽으로 300cm이상 또는 암반층이 나타나는 심도까지 5cm이상 두께로 그라우팅을 실시하여 오염물질의 유입을 방지한다.

## 6. 표준도(바형)

(작성자 : )



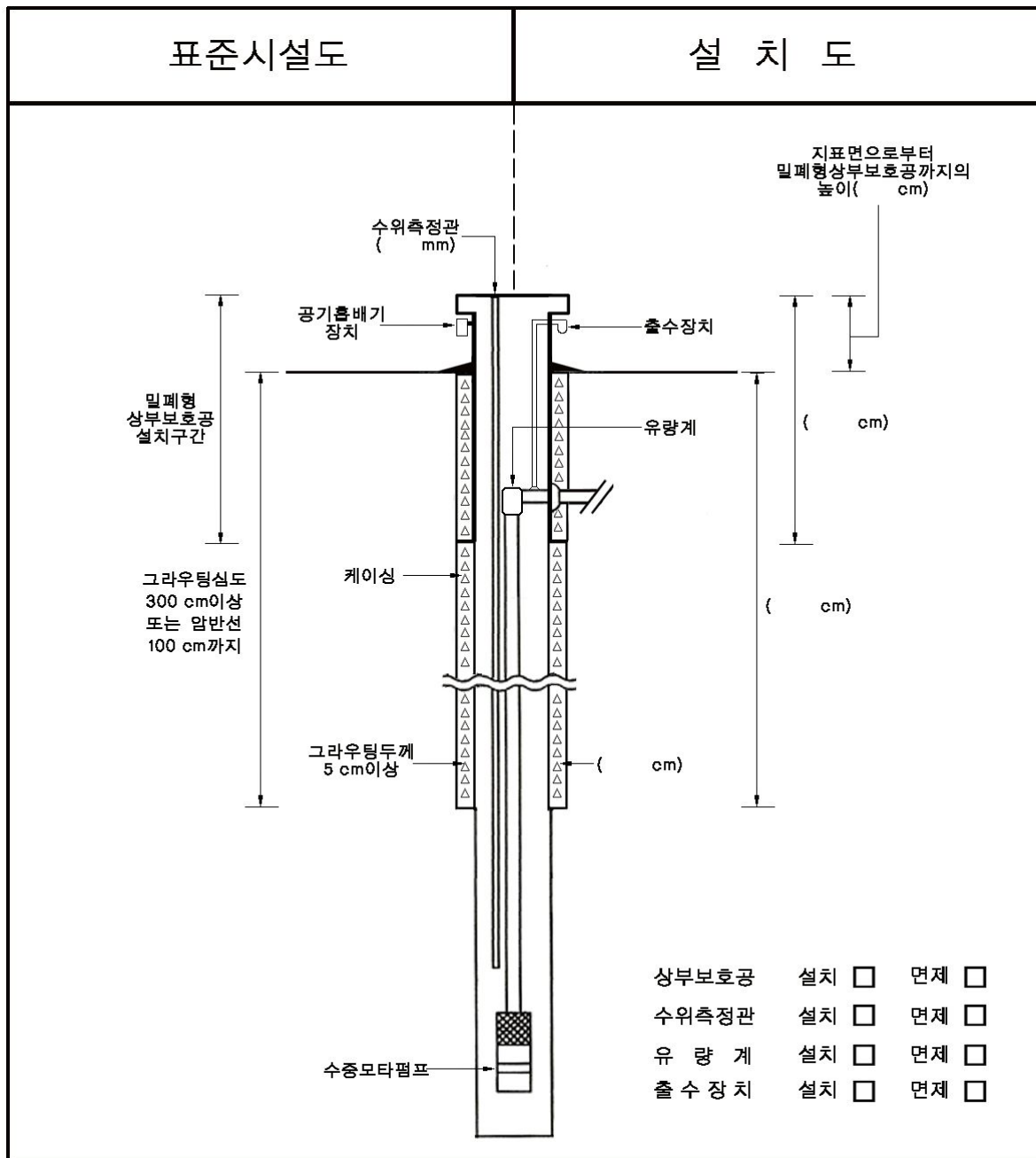
1. 바형 표준도는 밀폐형으로서 유량계, 출수장치 등을 별도의 인접시설에 설치하는 경우의 표준도임.
2. 인접시설의 설치규격은 따로 정하지 아니함.
3. 설치도에 밀폐형 상부보호공 설치구간과 암반선을 표시하여야 함.
4. 밀폐형 상부보호공 설치구간은 그라우팅을 아니할 수 있음.

- 1) ㉮형 표준도는 지표하부보호관(케이싱) 상부에 밀폐형 상부보호공을 설치하고 수중모터펌프를 사용하는 경우의 표준도로서 충적층 및 미고결암층을 대상으로 지하수를 취수하는 경우와 암반층을 대상으로 지하수를 취수하는 경우에 모두 사용할 수 있다.
- 2) 밀폐형 상부보호공의 길이는 100cm이상 이어야 하고, 지표면 아래 구간에 설치될 수 있으며, 설치 구간에는그라우팅을 하지 않을 수 있다.
- 3) 매설배관 연결부는 지표면이하 80cm이상 깊이에 설치하여야 하며, 상부보호공 주변 바닥에는 시멘트구조물을 설치하여 구조적으로 안정되게 하여야 한다.
- 4) 충적층 및 미고결암층을 대상으로 지하수를 취수하는 경우에는 암반층의 위치를 표시할 필요가 없으며, 암반층 이하로 굴착하여 지하수를 취수하는 경우에는 설치도에 암반선을 표시하여야 한다.
- 5) 충적층 및 미고결암층을 대상으로 지하수를 취수하는 경우에는 외부케이싱 바깥쪽으로 5cm이상 두께로 300cm이상 심도까지 그라우팅을 실시하고, 암반층만을 대상으로 지하수를 취수하는 경우에는 외부케이싱 바깥쪽으로 5cm이상 두께로 암반선 이하 1m이상 깊이까지 그라우팅을 실시하여야 한다.
- 6) 설치도에 상부보호공 설치구간과 수위측정관, 유량계, 출수장치의 설치 유무를 표시하여야 하며, 설치 면제된 시설의 경우에는 면제사항을 표시한다.
- 7) 지하수를 취수하기 위하여 공내에 수중모터펌프를 설치한다.
- 8) 유량계, 출수장치 등은 별도의 인접시설에 설치할 수 있으며, 이 경우 유량계는 수중모터 펌프와 연결된 토출구의 지하수 취수량을 모두 산정할 수 있도록 설치하여야 한다.



## 7. 표준도(사형)

(작성자 : )



1. 사형 표준도는 밀폐형으로서 유량계, 출수장치 등을 상부보호공에 내장하여 설치하는 경우의 표준도임.
2. 설치도에 밀폐형 상부보호공 설치구간과 암반선을 표시하여야 함.
3. 밀폐형 상부보호공 설치구간은 그라우팅을 아니할 수 있음.

- 1) ㉔형 표준도는 지표하부보호관(케이싱) 상부에 밀폐형 상부보호공을 설치하고 수중모터펌프를 사용하는 경우의 표준도로서 충적층 및 미고결암층을 대상으로 지하수를 취수하는 경우와 암반층을 대상으로 지하수를 취수하는 경우에 모두 사용할 수 있다.
- 2) 밀폐형 상부보호공의 길이는 100cm이상 이어야 하고, 지표면 아래 구간에 설치될 수 있으며, 설치 구간에는그라우팅을 하지 않을 수 있다.
- 3) 매설배관 연결부는 지표면이하 80cm이상 깊이에 설치하여야 하며, 상부보호공 주변 바닥에는 시멘트구조물을 설치하여 구조적으로 안정되게 하여야 한다.
- 4) 충적층 및 미고결암층을 대상으로 지하수를 취수하는 경우에는 암반층의 위치를 표시할 필요가 없으며, 암반층 이하로 굴착하여 지하수를 취수하는 경우에는 설치도에 암반선을 표시하여야 한다.
- 5) 충적층 및 미고결암층을 대상으로 지하수를 취수하는 경우에는 외부케이싱 바깥쪽으로 5cm이상 두께로 300cm이상 심도까지 그라우팅을 실시하고, 암반층만을 대상으로 지하수를 취수하는 경우에는 외부케이싱 바깥쪽으로 5cm이상 두께로 암반선 이하 1m이상 깊이까지 그라우팅을 실시하여야 한다.
- 6) 설치도에 상부보호공 설치구간과 수위측정관, 유량계, 출수장치의 설치 유무를 표시하여야 하며, 설치 면제된 시설의 경우에는 면제사항을 표시한다.
- 7) 지하수를 취수하기 위하여 공내에 수중모터펌프를 설치한다.
- 8) 유량계, 출수장치 등은 밀폐형 상부보호공에 내장하여 설치한다.

## 8.3. 펌 프

### 8.3.1. 펌프의 종류

작동방식에 따른 펌프의 종류는 다음과 같다(표 8.4 참조).

#### 가. 터어보형

원심식 펌프와 축류식 펌프와 같이 임펠러의 회전에 의해서 유체에 운동 및 압력에너지를 부여하고 이를 압축시켜 송출한다. 상수도에서는 터어보형이 원수 취수 및 정수가압용 펌프로 많이 이용되고 있다.

#### 나. 용적형

왕복식 펌프, 회전식 펌프와 같이 유체를 일정한 용적으로 흡입 압축시킨다. 정수장에서 정량 약품 주입을 위해 사용하는 액체황산반토, 차아염소산 나트륨(차아염소산 소오다), 가성소오다 주입용 펌프는 대부분 용적형이다.

#### 다. 특수형 펌프

마찰펌프, 제트펌프, 기포펌프, 수격펌프 등이 있으며 상수도에서 이용되는 특수형 펌프는 마찰펌프이다. 마찰펌프는 일반적으로 자동펌프로 시판되어 주로 가정용 우물 펌프나 소규모 정수장의 자체급수용 또는 염소 투입용 급수펌프로 이용된다.

표 8.4 펌프의 종류

작동방식	원리 및 구조	종 류	용 도
터어보형	원심식	볼류우트 펌프	취수펌프, 송수펌프
		터어빈펌프(디퓨저펌프)	보일러 급수
	사류식	사류 펌프	취수펌프, 역세척수 회수용 펌프
	축류식	축류 펌프	취수펌프, 배수펌프
용적형	왕복식	피스톤 펌프	
	회전식	플린저 펌프	
	다이하프램식	다이하프램 펌프	약품 주입 펌프
		튜우브 펌프	
특수형		마찰 펌프(웨스코 펌프)	자동급수펌프, 염소투입용 급수펌프
		제트 펌프	
		기포 펌프	
		수격 펌프	
		진공 펌프	오니 수집용 펌프

### 8.3.2. 양수원리

#### 가. 원심펌프

원심력을 이용한 원심펌프의 일종으로 다만 펌프와 모터를 일체형으로 제작하여 물속에 잠긴 상태에서 펌프모터를 가동한다. 펌프에 물을 채우고 펌프의 임펠러를 고속으로 회전시키면 물은 임펠러 외경을 향해 흐르고 에너지가 부여되며 원심력으로 인해 결국에는 펌프 케이싱으로부터 토출관쪽으로 물이 나오게 되는 원리를 이용한다.

#### 나. 축류 및 사류펌프

모터보트나 배는 프로펠러 모양의 스크류를 회전시켜 물을 후방으로 밀어냄으로써 생기는 반력에 의해 배가 앞으로 나아간다. 만약에 모터보트나 배를 고정하고 스크류를 회전하게 되면 많은 물이 배 앞에서 뒤로 흐르게 된다. 이 프로펠러 작용을 이용한 것이 축류 펌프이다. 원통형의 펌프 내부에 프로펠러 형상을 가진 임펠러를 설치하여 펌프를 가동하면 물은 프로펠러의 작용에 의해 에너지가 부여되어 양수하게 된다.

### 8.3.3. 깊은 우물용 수중모터펌프

#### 가. 양수원리 및 구조

깊은 우물용 수중모터펌프는 원심력을 이용한 원심 펌프의 일종으로서 펌프와 모터를 일체형으로 제작하여 물속에 잠긴 상태에서 펌프 모터를 가동하며 양수의 기본원리는 원심펌프와 동일하다.

상수도용 지하수는 안정적인 수량 확보와 함께 양질의 원수를 개발하여 취수하는 관계로 지하에서 지상으로 지상에서 정수장까지 물을 양수하여야 하므로 매우 고양정 펌프가 필요하게 된다. 원심펌프에서는 일반적으로 제작이 용이한 볼류우트형(와권형)펌프를 많이 사용하지만 깊은 우물용 수중모터펌프는 구조가 복잡해도 고양정에 적합한 안내깃이 부착된 다단터어빈펌프 형상을 취한 펌프가 이용된다.

#### 나. 깊은우물용 수중모터펌프 규격 (한국공업규격 B 6320 : 2005)

##### □ 펌프의 크기

펌프의 크기는 펌프의 몸체번호, 펌프의 호칭 및 단수로 표시하며, 펌프의 몸체번호는 적용하는 우물의 지름에 따라 표 8.5에 따라 하며, 단수라 함은 임펠러의 수를 말한다. 예) P8×100mm×3단

표 8.5 펌프의 몸체번호

(단위 : mm)

펌프 몸체번호	P4S <sup>주)</sup>	P4	P6	P8	P10	P12	P14
적용 우물지름	100이상	105.3이상	155.2이상	204.7이상	254.2이상	304.7이상	339.8이상
펌프 호칭지름	25,32,40,50	25,32,40,50	40,50,65,80	80,100,125	125,150	150,200	200

주) 호칭지름 100mm의 경질 비닐관을 사용하는 우물에 적용한다.

#### □ 규정 토출량

- 펌프의 규정 토출량은 펌프의 호칭지름, 펌프몸체번호에 의하여 펌프제조업자가 표 8.6의 토출량 범위부에서 선택하고 표 8.5의 규정에 따라 표시한 값으로 한다.
- 토출량의 시험은 KS B6301의 6.3(토출량)에 따른다.

표 8.6 토출량의 범위

펌프 몸체번호 (우물지름 mm)						펌프의 호칭지름 mm	토출량의 범위 m <sup>3</sup> /min 60Hz	
P4S (100)	P4 (105.3)					25	0.05 이하	
						32	0.045 ~ 0.090	
	P6 (155.2)					40	0.08 ~ 0.16	
						50	0.12 ~ 0.25	
						65	0.22 ~ 0.45	
		P8 (204.7)					80	0.40 ~ 0.80
							100	0.71 ~ 1.40
			P10 (254.2)					125
		P12 (304.7)		P14 (339.8)			150	1.80 ~ 3.55
					200	2.8 ~ 5.6		

참 고 우물의 단계양수시험으로부터 적정양수량을 구한다.

□ 전양정

규정 토출량에 의한 전양정은 다음의 시험을 하고 그림 8.1을 따른다.

- 시험방법 : KS B 6301의 6.2(전양정)에 따르나 산출은 다음의 식에 따른다.

$$H = \frac{10G}{\rho g} + h_d + \frac{V_d^2}{2g} (m), \quad H = \frac{10G}{\gamma} + h_d + \frac{V_d^2}{2g} (m)$$

여기서,  $H$  : 전양정(m)  
 $G$  : 압력계의 눈금값 (MPa){kgf/cm<sup>2</sup>}  
 $g$  : 중력 가속도 9.80(m/s<sup>2</sup>)  
 $\rho$  : 액체의 밀도(kg/m<sup>3</sup>)  
 $h_d$  : 압력계의 중심으로부터 수면까지의 높이(m)  
 $V_d$  : 압력 측정 위치에서의 평균 유속(m/s)  
 $r$  : 액체의 단위 체적당 중량(kg/L)

다만, 압력은 시험 관로에서 측정하여도 좋다. 이 경우에 시험관로의 마찰손실은 계산에 넣지 않는다.

□ 흡입성능

펌프는 운전수위가 내려가도 스트레이너 상부까지의 잠수 깊이가 표 8.7의 값 이상에서 정상적으로 운전되어야 한다.

표 8.7 최소 잠수 깊이

(단위 : m)

펌프의 호칭지름(mm)	25	32	40	50	65	80	100	125	150	200
잠수 깊이	0.4	0.4	0.5	0.7	0.9	1.2	1.6	2.5	3.6	5.6

주) 실제의 우물에 펌프를 설치할 때에는 가뭄, 그 밖의 원인에 의한 운전수위의 변동에 대비하여 상기표의 값보다 충분히 깊게 잠수시키는 것이 필요하다.

□ 회전속도

펌프의 회전속도는 구동하는 전동기의 정상 전원상태에서 매분 회전수로 한다.

※정상 전원상태 : 규정 주파수에 대하여  $\pm 1\%$ , 규정 전압에 대하여  $\pm 10\%$  범위 내의 전원 상태

□ 펌프효율

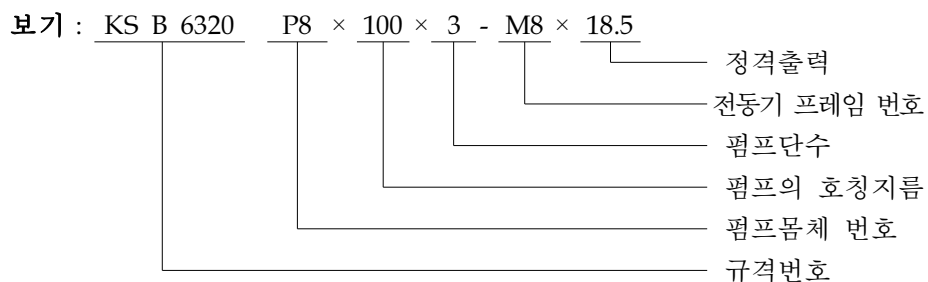
펌프효율의 최고값은 그 토출량에서 그림 2.1의 A효율 이상이어야 한다. 또한, 규정 토출량에 있어 펌프효율은 그림 2.1의 B효율 이상이어야 한다. 최고효율의 토출량은 표 8.6의 범위 내에 있는 것이 바람직하다.

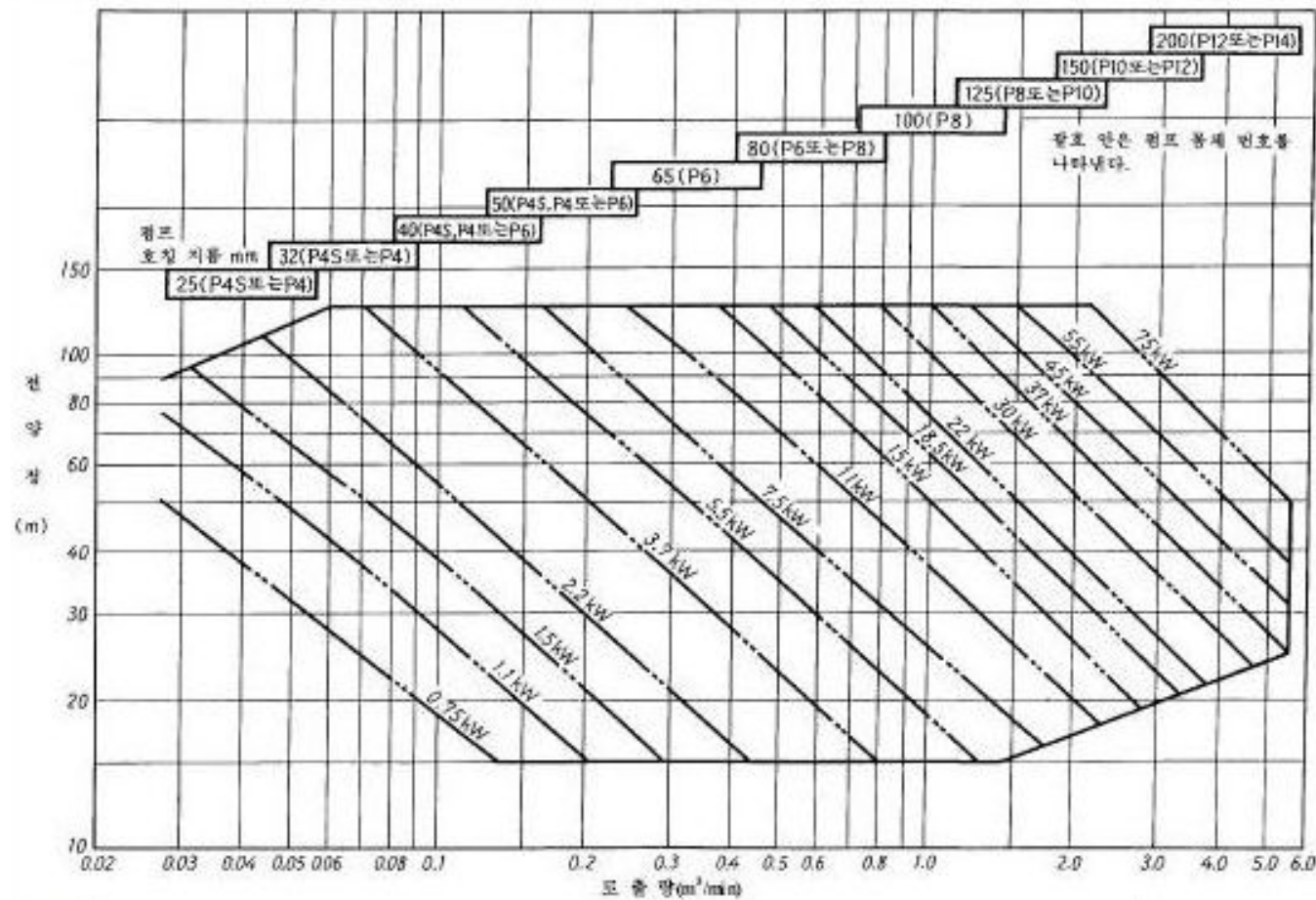
□ 펌프의 구조

펌프의 구조는 펌프 몸통, 임펠러, 전동기 등으로 구성된다.

□ 제품의 호칭방법

펌프의 호칭방법은 규격번호, 펌프의 크기(펌프몸체번호, 펌프의 호칭 지름 및 단수) 및 전동기의 크기(프레임 번호, 정격출력)에 따른다.





비고 : 부도의 틀은 수중 3상 유도 전동기와 직결한 경우의 표준 전양정 범위를 표시한다. 2점 쇄선으로 나타낸 동력은 전동기의 정격 출력의 참고값이다.

그림 8.1. 수중 모터 펌프의 성능 도표(60Hz)



## 8.4. 지하수 개발 표준 시방서

### 8.4.1. 일반사항

#### 가. 적용 범위

지하수 개발을 위한 우물의 조사 및 시공에 적용한다.

#### 나. 시공 순서

- ① 우물 개발
- ② 우물 세척
- ③ 공내 물리검층
- ④ 양수시설물 설치
- ⑤ 양수시험
- ⑥ 수질검사

### 8.4.2. 우물 굴착

#### 가. 일반사항

- 장비는 예비 정비를 철저히 하여 고장을 사전에 방지하여야 하며, 정비 목록표를 작성하고 현장에 비치하여야 한다.
- 현장 작업 시에는 매일 작업 및 시공사항 등을 기록하여야 한다.
- 매일 작업 전에는 지하수위를 측정하고 작업일보에 기록하여야 한다.
- 매일 작업 전에는 안전사고 예방을 위한 교육을 실시하여야 한다.
- 작업 시에는 심도별 굴착 상황을 파악하여 공내 붕괴사고에 즉각 대응할 수 있도록 하여야 한다.
- 지층 굴착 시에는 유해하지 않은 기포제와 생분해성 유압유를 사용하여야 하며, 굴착 슬라임 및 기포 처리에 만전을 기하여 환경오염을 방지하여야 한다.

#### 나. 우물자재(케이싱) 설치

- 일반사항
  - KS 규격의 자재를 사용함을 원칙으로 한다.

- 설치자재는 충격으로 찌그러지지 않도록 각별히 유의하여야 한다.
- 암반지하수를 개발 대상으로 하는 우물
  - 토사 및 충적층을 굴착한 후, 해당구간에 흙막이 케이싱을 설치하여 굴착공벽의 무너짐을 방지한다.
  - 설치된 흙막이 케이싱 아래의 연암층을 최소한 100cm이상 굴착한다.
  - 흙막이 케이싱 안으로 연암층 굴착 구간까지 외부케이싱을 설치한다.
- 충적층지하수를 개발 대상으로 하는 우물
  - 지표면이하로 300cm이상 깊이까지 굴착한 후, 흙막이 케이싱을 설치하여 굴착공벽의 무너짐을 방지한다.
  - 흙막이 케이싱 설치구간 아래를 굴착하여 무공관과 유공관이 혼합된 외부케이싱을 설치한다.
  - 지하수면 상부까지는 무공관을 설치하고, 지하수면 하부의 대수층 구간에는 유공관을 설치한다.
  - 외부케이싱 설치와 동일한 방법으로 내부케이싱을 설치한다.

○ 지상여유고

우물자재(케이싱)는 현지의 지형여건을 고려하여 공내에 이물질이 유입되지 않도록 지표면위로 30cm이상 돌출되어야 하며, 이는 우물심도와 무관하다.

## 다. 그라우팅

○ 목 적

케이싱의 외부 표면을 보호함으로써 우물의 내구연한을 연장시킴과 아울러 투수성 미고결지층과 암반 접촉부를 안정시켜 지표 및 지하 오염물질의 유입을 방지하기 위하여 시행한다.

○ 두께 및 깊이

지표 및 지하 오염물질의 유입 방지를 위한 그라우팅은 외부 케이싱의 표면으로부터 5cm 이상의 두께가 되도록 하며, 깊이는 암반관정인 경우 지표에서 암반선 경계부 아래로 1m이상 깊이까지, 충적층 관정인 경우 지표면이하 3m 깊이까지 시행함을 원칙으로 한다.

○ 재 료

그라우팅 재료는 체적상으로 3%의 벤토나이트를 함유한 시멘트 혼합물을 기준으로 하고 급결재 사용도 가능하다. 단, 물과 시멘트 혼합물의 중량

비는 물:혼합물 = 1:2로 하여 최대한 수축을 방지한다.

○ 방 법

그라우팅은 재료의 분리작용을 방지하고 외부 물질의 혼합을 방지할 수 있도록 상향주입식(예: 압축공기에 의한 역순환) 방법으로 실시한다.

라. 굴착 및 공극 방지

지층을 굴착할 때에는 공극 방지를 위하여 다음 사항을 준수하여야 한다.

- 굴착장비는 수평이 유지 되도록 견고하게 설치하여야 한다.
- 적절한 굴착압력과 스피들 회전으로 설계 심도까지 굴착하여야 한다.
- 룯드의 연결나사 조임상태가 양호하여야 한다.
- 굴착시에는 반드시 적정규격의 드릴칼라(drill collar) 또는 스테빌라이저(stabilizer)를 장착하여야 한다.
- 굴착으로 발생하는 파쇄 암편은 항상 깨끗하게 제거하여야 한다.

마. 지층판단

굴착 지층은 기술적인 중요 자료로서 작업일보에 정확히 판단 기재하여야 하며, 일정 깊이마다 지층 시료를 채취 관리토록 한다.

바. 굴착 지층의 붕괴 방지

- 암반지하수를 개발 대상으로 하는 우물의 경우, 굴착 도중에 공벽의 유실이 확인되는 경우에는 설계 심도까지의 굴착을 위해 스크린 또는 스트레이나가 제작된 내부케이싱을 설치한다.
- 굴착 후에 공벽의 유실이 예상되는 경우에도 스크린 또는 스트레이나가 제작된 내부케이싱을 설치한다.
- 그 밖에도 지층조건에 따라 필요한 경우에는 스크린 또는 스트레이나가 제작된 내부케이싱을 설치한다.
- 내부케이싱 자재는 수질에 무해한 재료를 사용한다.
- 스크린 또는 스트레이나의 개공 규격은 굴착 지층의 대표시료를 채취, 체 분석 결과를 토대로 결정한다.
- 충적층지하수를 개발 대상으로 하는 우물의 경우에는 굴착 공벽과 내부 케이싱 사이의 공간을 반드시 충진력으로 채워야 한다. 충진력의 크기는 대수층 구성물질의 입도 분석 결과를 토대로 결정한다.

사. 작업장 설치 및 해제

굴착시 공극 방지와 안정된 작업의 수행을 위하여 작업 반경에 해당하는 면

적은 정지작업 후에 공사에 임하고, 작업 완료 후에는 굴착 암편 및 잔토를 제거하고 훼손된 토지는 원상복구 한다.

아. 우물 세척

○ 공내 세척

우물 굴착이 완료되면 이수 및 굴착 암편의 침전을 방지하기 위하여 즉시 공기 압축기를 사용하여 공내 세척작업(에어써징)을 시행한다.

○ 세척 시간

공내 세척은 이수 및 굴착 암편이 깨끗하게 제거될 때까지 시행한다.

자. 대가 지급 및 수량 변경

○ 우물 굴착 심도 및 자재 설치 수량은 추정에 의한 것이므로 현지 여건에 따라 변경될 수 있기 때문에 시공 후 확인을 거쳐 수량을 변경하여 정산한다.

○ 대가 지급은 내역서에 입찰한 m당 단가에 의하며, 단가에는 지층 굴착 및 자재 설치에 소요되는 인건비, 재료비, 기계경비 및 손료와 기술 업무비가 포함된다.

### 8.4.3. 부대 조사 및 시험

우물 굴착이 완료되면 다음의 조사, 시험을 실시하여 우물 설치지점 주변의 지하수 수리특성을 분석하고 적정채수량을 산정한 후, 그 결과를 토대로 양수설비의 크기 및 제원을 선정하여야 한다.

가. 물리검층

○ 굴착이 완료된 우물에 대하여는 전기검층, 감마선검층, 공경검층 등 물리검층을 실시하여야 한다.

○ 물리검층 성과를 토대로 공내 지층의 변화 상태, 대수층의 분포, 파쇄대의 위치 및 크기 등을 분석, 평가하여야 한다.

나. 대수성시험

○ 공통사항

대수성시험에 관한 사항은 7.2. 지하수 기초조사의 방법에 수록된 대수성

시험편을 참조한다.

#### 다. 수질검사

- 물시료는 양수시험 종료 단계에서 적당량(약 5ℓ)의 시료를 채취한다.  
필요시 대수층에 대한 단계별 수질검사를 위한 시료를 채취할 수 있다.
- 채취한 지하수 시료에 대하여 용도에 따른 수질 기준항목에 대하여 지하수법에 규정된 수질검사 전문기관에 의뢰하여 수질검사를 실시한다.
- 자세한 내용은 2.10. 「수질검사」를 참조한다.