

제 8 장 취수시설 설계 및 관리

박 승 우

8.1 서 론

취수시설은 수원으로부터 원수를 취수하는 시설로써 상수도시설중 최선단에 위치한 시설이다. 취수시설은 수원의 종류(지표수 또는 지하수)에 따라 그 구조를 달리하나 어느 경우이든 양질의 물을 안정적으로 취수할수 있고 유지관리가 용이한 시설이어야 한다.

취수시설은 다른 상수도시설과 달리 취수지점의 지형, 수위조건등 제반 여건에 따라 그 형상이 결정되므로 표준화된 구조형식을 정할 수 없고 설계시마다 제반여건에 맞는 특수한 형태의 구조물을 설계하여야 하는 어려움이 있다.

또한, 취수시설은 대부분 정수시설과 별도로 수원근처에 건설되는 경우가 많고 취수시설 설치에 따른 하류의 영향이 있으므로 건설에 필요한 허가를 위하여 여러 관련부서와 협의를 거쳐야 하는 어려움이 있고, 취수시설의 토목부분 증설은 원수수질의 악화등을 초래할수 있다.

따라서 취수시설의 계획용량은 단기, 중기 및 최종목표년도의 수요량을 감안하여 장래확장이 어려운 토목시설은 최종목표년도를 기준으로 우선 건설하고 확장이 용이한 기계, 전기시설등은 단계적으로 건설함이 바람직한 것으로 판단된다.

본 절에서는 1997. 12월 개정된 환경부 제정 “상수도 시설기준” 상의 취수시설 시설기준을 요약하고 하천복류수, 호소수 및 강변여과수등 상이한 수원에 대한 취수시설 설계 예를 수록토록 한다.

8.2 시설기준

1997년 12월 개정된 환경부제정 「상수도 시설기준」 상의 취수시설 시설기준중

주요내용을 요약하면 다음과 같다.

8.2.1 수원별 취수시설의 위치선정

구분	시설기준
1. 하천표류수	<ul style="list-style-type: none"> • 장래에 일어날 수 있는 수심의 변화, 하상의 상승 혹은 저하에 대비해서 유속이 완만한 지점을 선택하여야 한다. • 취수지점과 그 주위지역은 지질이 견고한 상태여야 하며 홍수나 산사태에 의해서 취수가 방해를 받거나 취수시설이 피해를 받지 않는 지점이어야 한다. • 취수지점은 하수에 의한 오염이 생기지 않는 곳이어야 하며 바닷물의 역류에 의한 영향이 없는 곳이어야 한다. • 장래의 하천개수계획을 고려해서 그 실시에 지장이 생기지 않는 지점이어야 한다.
2. 호소수	<ul style="list-style-type: none"> • 하수가 유입되는 지점은 피하여야 하고 바람이나 흐름에 의하여 호소바닥의 침전물이 교란될 가능성이 적은 지점을 택하여야 한다. • 항로에 가까이 위치하는 지점은 피하여야 한다. • 취수지점은 갈수기의 계획저수위에서도 계획취수량을 확보할 수 있어야 한다. • 취수시설의 축조를 위해서 양호한 기초지반을 가진 지점이어야 한다.
3. 저수지	<ul style="list-style-type: none"> • 파랑, 산사태 등에 의하여 수원의 탁도가 커지거나 부유물이 떠내려 오는 지점은 피하여야 한다. • 취수시설을 안전하게 축조할 수 있는 견고한 지반이어야 한다. • 취수지점은 갈수기의 계획저수위에서도 계획취수량을 확보할 수 있어야 한다. • 다목적저수지의 경우에는 관계자간의 협조와 조정을 거쳐서 취수시설의 위치를 결정하여야 한다.
4. 지하수	<ul style="list-style-type: none"> • 해수의 영향을 받지 않는 지점이어야 한다. • 부근의 우물이나 집수매거에 되도록 영향을 적게 미치는 지점을 선정하여야 한다. • 얕은층의 물이나 복류수의 경우에는 오염원으로부터 15m 이상 떨어져서 장래에도 오염의 영향을 받지 않는 지점이어야 한다. • 복류수의 경우에 장래 일어날 수 있는 유로변화 혹은 하상의 저하 등을 고려하고 하천개수계획에 지장이 없는 지점을 택하여야 한다. 그리고 하상 원래의 지질이 이토질(泥土質)인 지점은 피하여야 한다.

구 분	시 설 기 준
5. 취수댐 및 방호제	<ul style="list-style-type: none"> • 홍수시 유심이 통과하는 하상에 가까우며 안정되고 견고한 지반에 설치하여야 한다. • 취수언제·댐은 양안(兩岸)이 암질인 경우를 제외하고는 하천의 협곡부에 설치해서는 안된다. • 일반적으로 하천의 방향에 직각이 되도록 설치하여야 한다. • 정체수의 영향, 홍수시의 수면상승으로 인해서 상류에 위치하는 하천구조물에 미치는 영향이 적은 지점에 위치하여야 한다.
6. 취 수 문	<ul style="list-style-type: none"> • 지반이 견고한 지점에 위치하여야 한다. • 토사유입이 적은지점이어야 한다.
7. 취 수 탑	<ul style="list-style-type: none"> • 최소수심이 갈수기에도 2m이상인 지점이어야 한다.
8. 취 수 틀	<ul style="list-style-type: none"> • 매몰, 유실의 위험성이 적은지점이어야 한다. • 만약 항로에 근접한 지점이라면 최소수심이 3m이상인 지점이어야 한다.

8.2.2 취수시설의 구조

구 분	시 설 기 준
1. 하천 표류수 취수시설	<ul style="list-style-type: none"> • 하천표류수의 취수시설은 최대홍수시나 최대갈수시에도 지장을 받지 않고 계획취수량을 취수할 수 있는 구조로 축조되어야 한다. • 세굴, 유수, 유빙(流水), 또는 유사 때문에 취수가 불가능한 경우에는 보호시설을 설치하여야 한다. • 취수시설은 취수지점의 상황과 구조물의 기능을 고려하여 적절한 방법을 선택한다.
2. 호 소 및 저 수 지 취 수 시 설	<ul style="list-style-type: none"> • 호소 및 저수지의 취수시설은 호소 및 저수지의 계획최저 수위에서도 지장없이 계획수량을 취수할 수 있는 구조이어야 한다. • 미생물의 발생과 탁도의 분포를 고려하여 임의의 수위에서 취수할 수 있도록 취수구의 위치를 정하여야 한다. • 다목적저수지인 경우에는 관계자간의 조정에 의하여 취수시설의 구조를 결정하여야 한다. • 취수방법의 선택은 각종 구조물의 특성을 고려하여 적절한 방법을 선정한다.

구 분	시 설 기 준
3. 취수언제 및 취수댐	<ul style="list-style-type: none"> • 취수언제·댐의 높이는 계획취수량을 취수할 수 있도록 정하여야 한다. • 취수구는 언제나 계획취수량을 취수할 수 있고 취수구에 토사가 유지관리에 편리하여야 한다. • 취수구의 바닥높이는 배토문(排土門)바닥 높이보다 0.5~1.0m 이상 높게 하여야 한다. • 취수구 유입속도는 0.4~0.8m/초를 표준으로 하고 취수구의 폭은 바닥높이에서 유입속도 범위가 유지되도록 결정해야 한다. • 계수문 측면에는 스크린을 설치하고 취수구로부터 유입한 수류를 원활(圓滑)하게 도수로까지 유입시키는 취수 유도수로를 설치하여야 한다. • 계획취수위는 도수로 기점으로부터 취수구까지의 손실수두를 계산하여 결정하여야 한다. • 취수언제·댐을 암반 이외의 지반에 설치할 경우에는 애프론의 길이가 하상의 세굴을 방지할 수 있도록 충분히 길어야 한다. • 애프론의 두께는 30cm 이상이 되어야 한다. • 취수언제·댐을 넘쳐 흐르는 물의 힘을 감소시키기 위해서 애프론의 선단부에는 배플위어(baffle weir)나 톱니바퀴 모양의 위어를 설치하고 애프론의 중앙부에는 배플피어(baffle pier)를 설치한다.

구 분	시 설 기 준
4. 취 수 탑	<ul style="list-style-type: none"> ● 취수탑의 단면이 원형 혹은 타원형인 경우에는 장폭 방향을 흐름방향과 일치하도록 설치하여야 한다. ● 탑체의 상단은 하천, 호소 혹은 저수지의 계획최고수위보다 1~1.5m 이상 높아야 하며 도교(渡橋)의 하단은 계획최고수위보다 높게 위치하여야 한다. ● 취수탑의 내경은 필요한 수의 취수구를 적당하게 배치할 수 있는 크기를 가져야 하며 홍수시에도 부력에 안전하도록 구조물 단면을 결정하여야 한다. 또한 취수탑은 기초지반이 견고한 지점에 위치하여야 한다. ● 취수탑은 우물통침하공법(sinking well method)에 의하여 시공할 경우에는 탑벽의 하단에 강판제의 커브슈(curb shoe)를 부착시켜야 하며 철근콘크리트벽의 두께를 두껍게 함과 동시에 배력철근을 충분히 배치하여야 한다. ● 세굴의 위험성이 있는 경우에는 돌이나 콘크리트 등의 재료를 사용하여 취수탑 주위의 하상을 보강시켜야 한다. ● 취수탑의 취수구는 계획최저수위의 경우에도 지장없이 계획취수량을 취수할 수 있도록 취수구를 위치시켜야 하지만 수위가 변하는 경우 여러 수위에서도 취수가 가능하도록 각각 다른 높이에 여러 개의 취수구를 설치해야 한다. 그러나 취수구를 많이 만드므로 취수탑체의 강도가 약해지지 않도록 특히 주의하여야 한다. ● 취수구의 형태는 장방형 또는 원형으로 하며 단면적은 하천의 경우 유입속도가 15~30cm/초, 특별한 경우나 호소 또는 저수지에서는 1~2m/초 정도가 되도록 정한다. ● 취수구의 전면에 스크린을 설치하여야 한다. ● 취수구에는 탑체 내측이나 외측에 슬루스 게이트, 버터플라이 밸브 등의 제수밸브를 설치하여야 한다. ● 수면의 결빙시에도 취수에 지장을 주지 않도록 하여야 한다.

구 분	시 설 기 준
5. 취 수 문	<ul style="list-style-type: none"> • 지반이 좋은 하안에 위치되어야 한다. • 문주(gate chamber)는 콘크리트, 철근콘크리트, 돌, 벽돌 등의 재료로 축조되어야 한다. • 문주에는 게이트나 물반지(stop plan-ks)가 설치되어야 한다. • 게이트 혹은 물반지를 사용하는 경우 홈(grove)이 파손되는 것을 방지하기 위하여 수밀성이어야 한다. • 추운 지방에서는 적설, 결빙 등에 의하여 게이트의 개폐가 지장을 받지 않아야 한다. • 게이트식(gate type) 취수문의 게이트는 목재, 주철 강철제로서 수밀성이 보강되어야 한다. • 동력을 사용하여 취수문을 개폐시키는 경우에는 수동식으로도 개폐할 수 있는 구조를 겸하여야 한다. • 모래·돌의 유입이 많은 경우에는 수문의 상류에 물반지를 설치하여야 한다. • 물반지식 취수문의 물반지는 나무, 강철 등의 재료로 만들며 나무로 만드는 경우에는 부상을 방지하기 위하여 납 등 무거운 물체로 무게를 가해주어야 한다. • 수문의 크기는 조작의 어려움을 고려하여 정하여야 한다. • 스크린(screen)은 협잡물, 유목, 유빙 등의 유입을 방지하기 위하여 취수문 앞 상류측에 충분한 크기로 경사지게 설치하여야 하며, 가능하면 취수문 전방에 부상식 스크린을 설치하여 하천에 부유하는 비닐, 유목등의 유입을 억제토록 한다. • 취수문을 통한 유입속도가 0.8m/초 이하가 되도록 취수문의 크기를 정하여야 한다. • 취수구의 침사지간의 수로가 긴 경우에는 필요에 따라서 유사시설을 두어야 한다. • 유사시설은 취수구 가까이 위치하여야 하며 침전된 모래를 쉽게 제거할 수 있는 구조로 만들어야 한다.

구 분	시 설 기 준
6. 취 수 관 거	<ul style="list-style-type: none"> ● 취수구 상류측에 조절용 물반지를 설치한다. ● 스크린을 설치하여야 한다. 물반지가 설치될 경우에는 스크린을 그 하류측에 설치하여야 한다. ● 물반지나 스크린과 함께 필요에 따라서 유사(溜砂)시설을 사용할 경우에는 그 상단이 홍수위와 같은 높이로 되어야 하고 맨홀을 가진 슬래브(slab) 구조이어야 한다. ● 관거유출 수로상단은 갈수위보다 30cm정도 낮아야 하며 관거내면의 바닥은 물반지의 바닥보다 낮거나 같은 높이에 위치하도록 포설되어야 한다. ● 물반지 개구부분의 유수단면적은 갈수위 때의 관거 단면적의 2~3배가 되어야 한다. ● 취수관거가 제외지에 포설되거나 제방을 횡단하는 경우에는 그 매설깊이와 길이 그리고 공법에 관하여 관계당국과 상세히 협의하여 결정하여야 한다. ● 제방을 횡단하는 취수관거는 시공 후의 영향을 고려하여 충분한 보호공을 설치하여야 하며 사고시에 대비하여 관거를 2조 부설하는 것이 바람직하다. ● 세굴의 영향을 받는 제외지에서는 취수관거 주위의 하상을 보강하여 취수관거를 보호하여야 한다. ● 관이 제방의 비탈면을 따라 횡단하는 경우에는 원칙적으로 계획제방단면 외에 여분의 성토를 한 후 횡단하여야 하며 충분한 보호공을 하여야 한다. 또 사용하는 관은 내압과 외압에 대하여 충분한 강도가 있어야 하고 사고 등으로 제방에 나쁜 영향이 없도록 하여야 한다.
7. 취 수 틀	<ul style="list-style-type: none"> ● 취수구의 높이는 수심이 깊은 곳에서는 바닥에서부터 1m 정도에 취수틀의 상단이 위치하도록 하고 수심이 얇은 곳에서는 바닥보다 0.3~1.0m 깊게 매설한다. ● 취수구의 주위는 각재나 콘크리트 블록으로 보호하여 그 주위를 견고한 목재틀이나 철근콘크리트 틀로 다시 보호한다. 틀의 내외부는 석축이나 콘크리트 말뚝으로 보호한다. ● 취수구의 크기는 하천의 경우 유입속도가 15~30cm/초, 특별한 경우나 호소의 경우에는 1~2m/초가 되도록 정하여야 한다.

구 분	시 설 기 준
8. 집 수 매 거	<ul style="list-style-type: none"> ● 집수매거는 철근콘크리트로 만들어진 유공관거(有孔官渠)로서 그 단면은 원형 혹은 장방형으로 한다. ● 집수매거가 세굴의 영향을 받는 제외지에 설치될 때에는 나무 혹은 철근콘크리트로 된 틀을 설치해서 보호하여야 하며 하상 보강공사를 실시하여야 한다. ● 집수매거의 방향은 통상 복류수의 흐름방향에 직각이 되도록 한다. ● 집수매거의 매설깊이는 5m를 표준으로 하나 지질이나 지층의 제약으로 부득이한 경우에는 그 이하로 할 수도 있다. ● 집수매거의 매설 깊이는 시굴정의 양수시험결과에 따라서 정해야 하며 집수공에서의 유입속도가 3cm/초 이하가 되어야 한다. ● 집수매거의 집수구멍의 직경은 10~20mm로 하며 그 수는 과거 표면적 1㎡당 20~30개 정도로 한다. ● 집수매거는 수평 혹은 1/500 이하의 완만한 경사로 매설되며 관내의 유속은 집수매거 유출단에서 1m/s 이하가 되도록 유지되어야 한다. ● 집수매거의 이음은 수구-삽구식(受口-挿口式) 혹은 칼라(collar)식으로 한다. ● 집수매거의 주위에는 안쪽에서 바깥쪽으로 굽은 자갈, 잔자갈, 굽은 모래의 순으로 각각의 두께가 50cm 이상이 되도록 채운 다음 그 위에 되메우기 한다. ● 집수매거에는 종점, 분기점 기타 필요한 장소에 접합정을 설치하여야 한다. ● 접합정의 내경은 1m이상이 되어야 하며 철근콘크리트로 만들되 수밀구조가 되어야 한다.

구 분	시 설 기 준
9. 얕 은 우 물	<ul style="list-style-type: none"> • 우물의 단면은 원형 또는 타원형이며 철근콘크리트로 만든다. • 우물의 바닥으로부터 집수하는 경우 우물바닥에서 불투수층까지의 높이가 우물 외경의 1/4이상이 되어야 한다. • 우물의 바닥으로부터 집수하는 경우 우물의 바닥에 단단하고 깨끗한 자갈을 깔아야 한다. 자갈층의 두께는 90cm 정도로서 하부에서부터 순차적으로 직경 2~3cm의 잔자갈, 직경 3~4cm의 중간자갈, 직경 4~5cm의 굵은 자갈을 각각 30cm 정도의 두께로 깔아야 한다. • 우물침하공법에 의하여 시공되는 얕은 우물은 그 하단에 강판제의 커브 슈(curb shoe)를 붙여야 하며 철근콘크리트벽의 두께를 두껍게 할뿐만 아니라 배력철근을 충분히 배치하여야 한다. • 우물의 측벽으로부터 집수하는 경우에는 집수공을 우물의 최저수위보다 낮게 위치시켜야 한다.
10. 깊 은 우 물	<ul style="list-style-type: none"> • 강관을 사용하는 우물의 경우에는 깊은 우물에 준한다. • 케이싱(casing)은 보통 두께가 6mm 이상의 원형 단면으로 두께가 균등해야 하며 관경 250mm 이상의 강관을 사용하되 이음은 용접이나 나사이음으로 하여 수밀성을 유지하여야 한다. • 우물을 2개 이상 설치할 경우에는 일반적으로 지하수의 흐름방향과 직각으로 배치하거나 혹은 Z자 모양으로 배치하며 그 간격은 상호간의 영향이 가능한 적도록 정한다. • 굴착에 사용된 점토수는 베일러(bailler) 또는 점토수 펌프에 의해서 어느 정도 맑은 물과 바꾸어 점토벽을 제거함으로써 완전한 채수층의 물을 유도하여야 한다. • 깊은 우물에는 필요에 따라서 예비우물을 설치하여야 하며 예비펌프도 준비하여야 한다. • 용천수의 취수시설에는 뚜껑을 설치하여 외부로부터의 오염을 방지할 수 있는 구조로 하여야 한다.

구 분	시 설 기 준
11.강변 여과수 취수시설	<p>강변여과수는 원수를 장기간 강변의 대수층에서 체류시켜 자연지층의 자체정화능력을 이용하여 원수중의 오염물질을 상당량 저감한 후 취수하는 방식으로 하천변에서 깊은 우물형식의 집수정을 이용하거나 원수의 인공함량에 의해서 채수하는 방안이 있으며 취수시설을 결정할 때에는 다음 사항을 고려하여 시행한다.</p> <ul style="list-style-type: none"> • 수질이 지표수를 취수하는 것 보다 유리하여야 한다. • 구조물설치와 취수의 효과를 위해서는 퇴적층의 분포가 양호한 지역에서 개발해야 한다.
12.침 사 지	<ul style="list-style-type: none"> • 침사지는 가능한 한 취수구에 가까운 제내지에 설치하여야 한다. • 침사지의 구조는 침전지의 구조에 준한다. • 침사지의 수는 2개 이상으로 하되 1개인 경우에는 중간벽을 설치하여 두 부분으로 나누거나 측관(by-pass)을 설치하여야 한다. • 침사지의 용량은 침사지내의 고수위까지의 유량으로서 계획취수량을 10~20분간 저류할 수 있어야 한다. • 침사지내에서의 유속은 2~7cm/초가 되도록 한다. • 침사지의 고수위는 계획취수량이 유입할 수 있도록 취수 하천의 최저수위 이하로 정하여야 한다. • 침사지 상단의 높이는 침사지내 고수위보다 높아야 하며 지내에 월류설비가 없을 때에는 60~100cm, 월류설비가 있을 때에는 30cm 정도 높게 한다. • 침사지의 유효수심은 3~4m가 표준이나 침전된 모래가 차지하는 깊이인 0.5~1m를 추가로 가산하여야 한다. • 침사지의 바닥은 모래제거를 위해서 중앙에 도랑(gutter)을 만들고 길이방향으로는 배수구를 향하여 1/100, 횡방향으로는 중앙을 향하여 1/50 정도의 경사를 두어야 한다. • 유입정류벽의 하류에 약 70°의 각도로 스크린을 설치하여야 한다. • 유입 및 유출구에는 제수밸브 혹은 슬루스 게이트를 설치하여야 한다.

8.3 취수시설 설계예

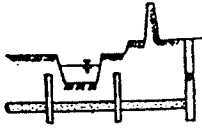
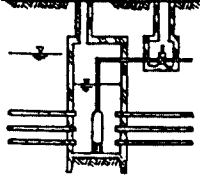
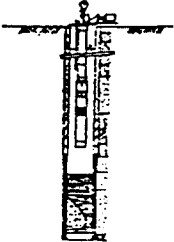
8.3.1 소규모하천복류수 취수시설

가. 사업개요

취수용량 : 7,700m³/일 (정수장시설 용량의 1.1배)

취수지점 : 하천복류수

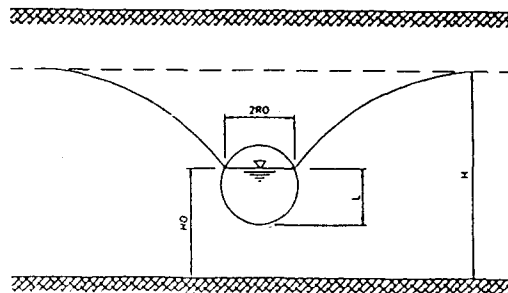
나. 하천복류수 취수방식 선정

취수시설의 종별	집수매거	방사성 집수정	심정호
항 목 1 개 년 도			
2 가 능 및 목 적	-제내지,제외지,구하천부지등의 복류수취수	-제내지 또는 제외지에 설치하며 대구경으로 정호 저부가 가까이 다공 집수관을 방사성으로 설치(집수면적이 크다)	-피압지하수를 양수하고 케이싱의 구경은 150mm~400mm의 것이 좋다. -양수방법은 거의 수중모타 펌프에 의한다.
3. 특 징	-복류수의 흐름상태가 좋으면 일정한 취수가 가능해서 비교적 양호한 수질을 기대할수 있다. -지상 구조물을 축조할수 없는 경우의 취수시설로서 유효하나 얇은 경우는 노출 유실의 우려가 있다.	-다공집수관의 위치가 깊으므로 자연의 정화작용을 기대할수 있고 오탁이 진행되고 있는 하천등에 적합 -일반적으로 잔정호에 비해 다량의 취수가 가능하다.	-양수되는 지하수는 일반적으로 수온수질이 안정하다.

취수시설의 종별 항 목	집 수 매 거	방사성 집수정	심 정 호
4. 취 수 량 의 대 소	-일반적으로 소량취수에 이용한다.	-일반적으로 소량취수에 이용되지만 대수층이 두꺼운 경우는 중량취수에도 이용한다.	-정호로서는 비교적 다량의 취수에 이용한다.
5. 경 제 성	-일반적으로 경제적이지만 대수층이 깊은 경우에는 수중공사등을 수반하기 때문에 공사비가 크게되는 경우가 있다.	-대수층이 깊은 경우는 공사비가 크게되는 경우가 있다.	-비교적 크다.
6. 시 공 성	-매설깊이(표준5m)가 비교적 클 경우 흐름상태와 토질의 영향을 받기 쉬우므로 주의할 필요가 있다.	-제외지의 경우는 유수의 영향을 받기 쉬우므로 주의가 필요하다. -제방부근에서 공사를 하는 경우 제방하부지반에의 영향을 고려.	-
7. 선 정	-경제성 및 시공성에서	유리하고 소량취수에 이용되는	집수매거 방식을 선정한다.

다. 설계기준

- 1) 용량기준 : $7,000 \times 1.1 = 7,700 \text{ m}^3/\text{일}$
- 2) 수리계산



$$Q = \frac{KL(H^2 - h_o^2)}{R} \sqrt{\frac{t+0.5\gamma}{K}} \times \sqrt[4]{\frac{2t-t}{h}}$$

여기서, R : 공동영향원 반경(m)

L : 집수매거길이(m)

h : 매거수위에서 불투수층까지의 깊이(m)

t : 매거내 수심(m)

K : 투수계수(cm/sec)

표 8.13 각종 지질의 투수계수

종 류	입자의 크기(mm)	K(cm/sec)
점 토	0.00~0.01	-
실 트	0.01~0.05	-
아 주 가 는 모 래	0.05~0.10	-
모 래	0.10~0.25	0.016
중 간 모 래	0.25~0.50	0.086
굵 은 모 래	0.50~1.0	0.34
잔 자 갈	1.0~5.0	2.8

집수매거 보호자갈층의 투수계수(K) = $\frac{\text{모래} + \text{중간모래} + \text{굵은모래}}{3}$

$$\therefore K = \frac{0.016 + 0.086 + 0.34}{3} = 0.147(\text{cm/sec})$$

r_o : 집수매거 반경(m)

Q : 집수량(m^3/sec)

라. 수리 및 용량계산(집수매거)

1) 조 건

- 취 수 량

$$Q = 7,000\text{m}^3/\text{d} \times 1.1 = 7,700\text{m}^3/\text{d}(5.35\text{m}^3/\text{min}, 0.089\text{m}^3/\text{sec})$$

유공흡관 : $D=1,350\text{mm}$

- 1분당 집수면적

$$A=(0.025)^2 \times \pi/4 \times 218EA/\text{분} \approx 0.107$$

(설계기준 유입속도 : $V=0.03\text{m}/\text{sec}$)

2) 집수매거 설치길이 산정

- 집수매거 m당 집수량 : (l : 1분당 유효길이)

$$q = \frac{A}{l} \times V = \frac{0.107}{2.5} \times 0.03 \times 86,400\text{sec}/\text{d} = 110.94\text{m}^3/\text{d}$$

- 소요연장

$$L = \frac{Q}{q \times y} = \frac{7,700}{110.94 \times 80\%} = 86.8\text{m} \approx 90\text{m}$$

$$90 \div 2.5\text{m}/\text{분} = 36\text{분}$$

3) 검토

- 공식적용

$$Q = \frac{KL(H^2 - h_o^2)}{R} \sqrt{\frac{t+0.5y}{K}} \times \sqrt[4]{\frac{2t-t}{h}}$$

R : 공동영향원반경(m) $196/2=98$

L : 집수매거길이 (m) 90

h : 매거수위에서 불투수층까지의 깊이(m) 1.0

t : 매거내 수심 (m) $1.35 \times 90\%=1.215$

K : 투수계수 (cm/sec)

$$\left(\text{상수도시설기준 : } \frac{\text{모래} + \text{중간모래} + \text{굵은모래}}{3} = 0.147 \right)$$

r_o : 집수매거의 반경(m) 0.675

Q : 집수량(m^3/sec)

• 계산검토

$$Q = \frac{0.00147 \times 90}{98} [(4.5)^2 - (1.0)^2] \times \sqrt{\frac{1.215 + 0.5 \times 0.675}{0.00147}} \times \sqrt[4]{\frac{2 \times 1.0 - 1.215}{1.0}}$$

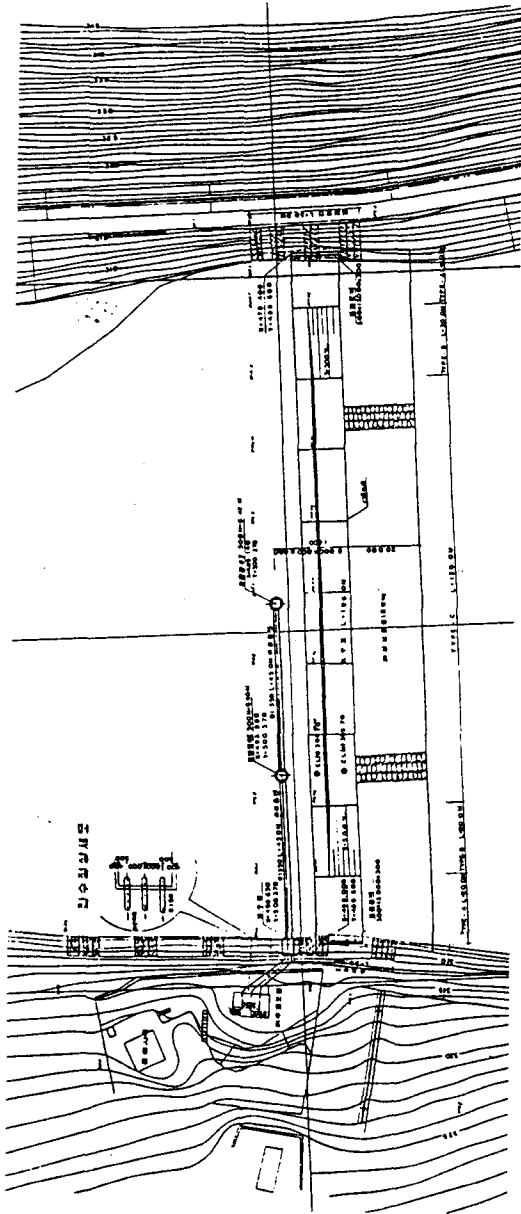
$$= 0.795 m^3/sec \div 0.089 m^3/sec$$

∴ O.K

마. 시설개요

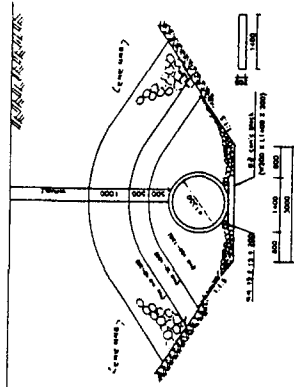
- 집수매거 : D=1,350mm, L=90m
- 집합정 : \varnothing 2.5m, H=6.4m, 2개소
- 집수정 : 1식
- 취수펌프장
 - 펌프 용량 : $2.7 m^3/min \times 3$ 대(1대예비)
 - 펌프장 규격 : 6.0mB \times 10.0mL \times 4.3mH

계획평면도

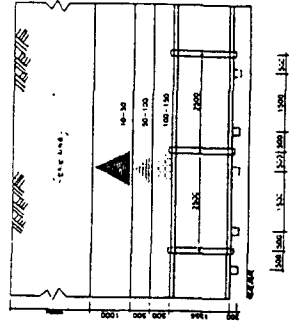


집수매거단면도

용인도 (D=1350M/M)



용인도 (D=1350M/M)



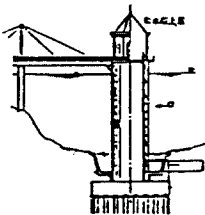
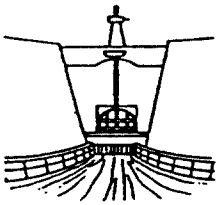
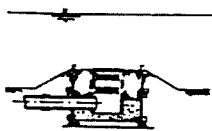
8.3.2 대규모 호소수 취수시설

가. 사업개요

취수용량 : 660,000m³/일(정수장시설 용량의 1.1배)

취수지점 : 호소수(역조정지댐)내

나. 호소수 취수방식 선정

취수시설의 종별 항 목	취수탑(고정식)	취 수 문	취 수 틀
1 개 넘 도			
2 기 능 및 목 적	<ul style="list-style-type: none"> -호소·저수지의 대량취수 시설로서 많이 이용한다. -취수구의 배치를 고려하면 선택 취수가 가능하다. 	<ul style="list-style-type: none"> -취수구에서 스크린, GATE 또는 각락을 설치하여 일체되어 작동하게 된다. 	<ul style="list-style-type: none"> -호소의 증소량 취수시설로서 많이 이용한다. -수중에 매립해서 설치하므로 호소 표면의 물은 취수가 불가능하다.
3. 특 징	<ul style="list-style-type: none"> -수위변화가 큰 저수지등에서도 계획취수량을 안정하게 취수할 수 있다. 	<ul style="list-style-type: none"> -하상, 취수구가 안정하면 공사 및 유지관리가 용이해서 안정한 취수가 가능하지만 갈수시, 결빙시는 취수량의 확보조치 및 조정이 필요하다. 	<ul style="list-style-type: none"> -단기간에 완성하고 동시에 안정한 취수가 가능하다.

취수시설의 종별 항 목	취수탑(고정식)	취 수 문	취 수 틀
4. 취 수 량 의 대 소	-일반적으로 대량 취수에 적합하다.	-일반적으로 중량취수에 적합하지만 대량취수도 가능하다.	-비교적 소량취수에 이용한다.
5. 취수량의 안정사항	-안정한 취수가 가능하다.	-갈수기에 있어서 호소등에 유입하는 수량이하의 취수계획이 있으면 안정한 취수가 가능하다.	-비교적 안정한 취수가 가능하다.
6. 취 수 지 점	-취수면에서는 수심이 깊은 장소쪽이 유효하지만, 유지관리면에서는 만수시에서도 호안에서 가까운 거리가 바람직하다.	-호소등이 안정된 장소에서, 특히 취수원의 전면이 매몰되지 않는 장소가 좋다.	-매물등을 고려해서 기초 지반이 안정돼있고 동시에 유지관리면에서 수심이 깊지 않은 장소가 적합하다.

다. 계획취수량

도수관로상 손실 5%와 정수시설의 배출수 및 역세척수등 손실 5%를 고려하여 취수용량은 10%를 가산하여 660천m³/일을 시설용량으로 계획한다.

구 분	시설용량(m ³ /일)	비 고
계	660,000	
I 단계	330,000	10% 가산
II 단계	330,000	"

라. 침사지 설치여부 검토

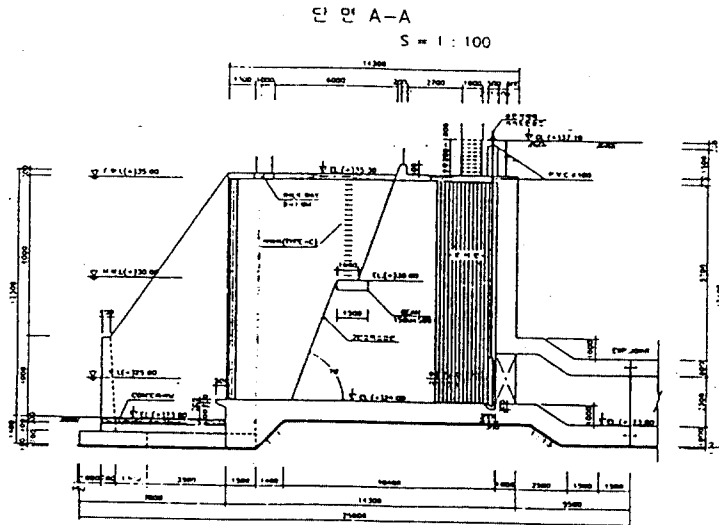
역조정지의 퇴적(모래유입)은 본댐에 저류된 물이 발전소를 통하여 하류에 공급되므로 역조정지내의 모래유입은 매우 적은 것으로 판단된다.

따라서 본계획에서는 모래유입이 적고 부유물입자가 미세하므로 취수펌프 마모에 의한 고장율이 적을 것으로 판단되어 침사지를 설치하지 않고 정수시설에 설치한 분말활성탄 접촉지를 침사기능을 갖도록 설계하여 모래유입을 방지로 설계한다.

마. 취수구 및 Pond바닥표고 결정

- 취수구시설은 역조정지댐내에 설치하므로 최저수위(L.W.L)에서 계획취수량이 원활히 취수할 수 있도록 하며, 홍수위(100년빈도)에서 시설물이 안전하도록 계획한다.
- 취수구설비는 역조정지 L.W.L(+) 25.0m에서 $Q=660\text{천m}^3/\text{일} \times 1.1=660\text{천m}^3/\text{일}$ 을 원활히 취수할 수 있도록 취수심 1m를 확보토록 한다.
- 취수구에 물이 원활히 유입되고 유지관리(토사제거)가 용이하도록 Pond를 설치한다.
- Pond바닥표고는 취수구에 토사유입을 방지하도록 토사방지공을 설치한다.
- 취수구 바닥표고는 취수 Pond 바닥표고보다 0.5~1.0m이상 높게 계획한다.
- Pond바닥은 EL(+23.0m, 취수구바닥 표고는 (+)24.0m(L.W.L 25.0-1.0m)로 결정하며, 취수구상부 슬라브는 100년 빈도 홍수위 F.W.L(+35.00m에서 여유고 30cm를 두어 EL(+35.30m로 계획한다.

취수구 시설계획 단면도



바. 취수펌프장 부지계획고 결정

- 취수펌프장 부지는 역조정지댐 수위에 영향을 받고 있으며, 우기시 침수가 발생되지 않아야 하므로 역조정지 홍수위시 우수가 원활히 자연배제가 되도록 계획한다.
- 역조정지의 계획홍수위 F.W.L.(+)35.0m를 기준으로 우수배제가 자연유하로 가능하도록 계획한다.
- 역조정지의 계획홍수빈도는 100년으로 단지내 우수배제는 홍수유입빈도를 10년 빈도로 계획한다.
- 최소 부지계획고는 현재 인접도록 계획고 EL.(+)36.6m보다 동등하거나 그 이상으로 계획한다.
- 기존 우수배제 BOX 2.0×2.3m를 이용하는 것으로 계획한다.

사. 부지계획고 결정

배수위 계산을 한 결과 W.L.(+)35.5m이므로 부지표면수 배제를 위하여 최소단지고는 36.5m이상으로 계획한다.

따라서 본 계획에서는 주변도로계획고 및 유토계획 등을 고려하여 EL.(+)37.00m로 설계하며, 변전실 바닥표고는 침수방지를 위하여 취수펌프장 부지고보다 1m높게 계획하여 EL.(+)38.0m로 설계한다.

아. 취수펌프장 시설물 배치계획

- 부지정지고는 EL.(+)37.0m, 변전실 바닥고는 38.0m로 계획한다.
- 지방도의 장래 확장계획(폭 20m)을 고려하여 계획하며, 도로와 취수펌프장 부지를 차단하기 위한 폭 10m 시설녹지를 설치한다.
- 진입도로 및 차량통행이 빈번한 도로는 폭 8m로 계획하고, 주변외곽도로는 폭 4m로 계획한다.
- 절토구배는 1 : 1로 계획하며, 성토구배는 1 : 1.5로 계획한다.

○ 부지경계에는 조경 및 우배수시설을 설치하기 위한 폭 2.0m로 정지한다.

자. 취수시설 세부설계

1) 취수구 유입설비

취수구 유입설비는 저수위 L.W.L(+) 25.0에서도 자연유하로 취수가 가능하도록 취수구 바닥슬라브를 EL 24.00m에 설치하였으며, 취수구 전방의 하상은 취수가 용이하도록 폭 35.0m×연장 35.0m, 바닥표고 EL 23.0m로 준설하여 Pond를 설치한다.

2) 취수구 형식

취수구 형식은 역조정지댐 저수위(L.W.L) 25.0m에서 취수심 1.0m에 불과하여 계획취수량 660천m³/일 취수시 유입최대 속도를 0.6m/sec 이하로 유지하기 위하여 폭 7.0m×2열로 설치한다.

3) 취수구 스크린 설비

취수펌프장에 부유물 혼입으로 취수펌프의 사고를 방지하기 위하여 조목스크린을 경사 70° 로 설치하여 인력으로 부유물 제거가 가능하도록 한다.

4) 취수구 수문설치

취수관로에 퇴적토 유지관리 및 취수펌프장에 설치된 이동식스크린 고장시 물을 차단하기 위하여 각 취수구 유입부에 수문을 설치한다.

5) 취수펌프장

본 지역은 홍수위가 F.W.L(+)35.0m로서 홍수시 지하수위 상승에 의한 구조물의 부상을 방지함과 동시에 구조물의 안전을 위하여 하부슬라브 두께를 1.70m로 크게한다.

또한 전체적으로 안전한 라멘조가 되도록 흡수정의 도류벽을 콘크리트 Beam으로 겸용하여 흡수정 외벽 및 기타 구조의 규격을 결정한다.

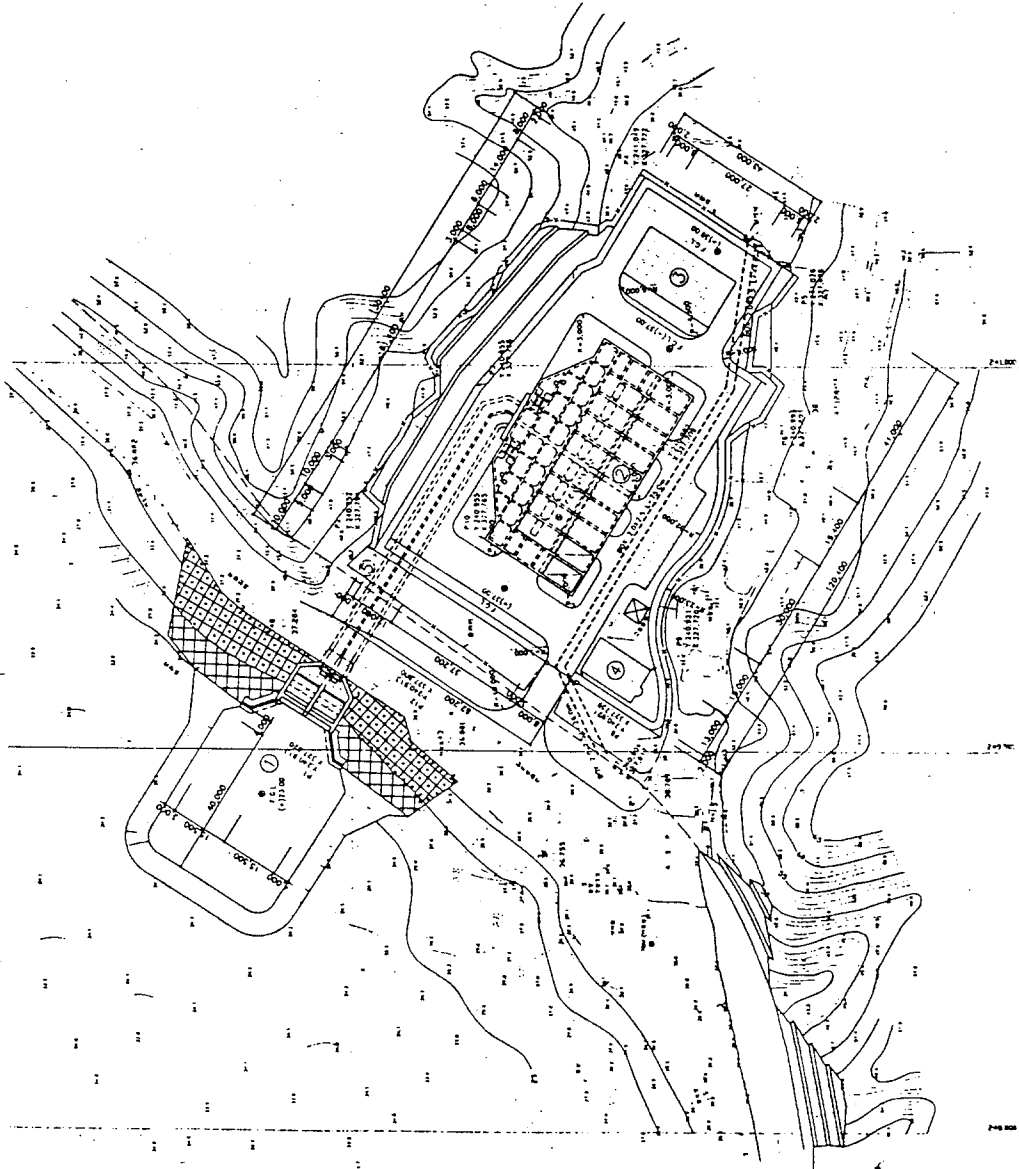
본 구조물은 지하수위가 높게 나타나고 있어 많은 양압력을 받으므로 구조체를 두껍게 하여 구조적으로 안전하고 부력에도 안전할 수 있도록 한다.



N

구	부	부	부	부
수	수	수	수	수
①	②	③	④	⑤

S = 1 : 800



계 획 평 면 도

8.3.3 강변여과수 취수시설

가. 사업개요

사업명 : 강변여과수개발 시범사업

취수용량 : 5,000m³/일 2개소(A지구, B지구)

나. 취수정 배치

취수정은 Modeling 결과에서 배후지역에 대한 수위저하에 의한 민원발생을 최대한 억제하도록 결정한다. A지구 Modeling 결과 배후지역 마을의 수위저하는 Q=1,000m³/일 양수시 365일 경과후 거의 영향이 없는 것으로 분석되었으며 Q=1,500m³/일 양수시 제내지에서 0.5m, Q=2,000m³/일 양수시 1.0m 발생하는 것으로 검토되었다. 따라서 취수정의 규모는 배후의 수위저하의 영향을 최대한 억제하도록 0.5m 범위에서 결정하도록 1,000~1,500m³/일 양수하는 것으로 결정한다. 365일 양수후 Modeling결과는 낙동강 수위조건이 갈수기 수위에서 계속되는 것을 전제로 분석되었으나 실제 하천 수위는 상류에서 유량에 의한 하천수위 상승이 반복되는 점 및 또한 강우시 지표에서의 침투등으로 인한 효과를 감안할 때 상당한 여유가 있는 것으로 판단된다.

B지구의 취수정 배치는 배후지역의 수위저하에 대한 Modeling 분석결과를 토대로 할 때 양수량 증가에 따른 배후지역의 영향이 거의 없음을 감안하여 Q=1,000~1,500m³/일을 양수하도록 취수정을 배치한다. 취수시설 정호의 간격은 취수량에 따라 설치간격에 따른 영향은 없는 것으로 분석되었으나 Modeling 분석결과에서 차이가 없는 점과 대수층의 두께등을 감안 100m 간격으로 결정한다.

취수정과 강변과의 거리는 해외사례등을 고려할 때 40~70일 이상 지체시간을 갖는 것이 유리한 것으로 검토되어 본 지구에서는 100m 거리에 위치하도록 계획하여 갈수기 지체시간을 60일 이상 확보하도록 한다.

다. 정호설계

1) 정 호 경

정호건설시 사업비는 정호경에 따라 그 차이가 심하므로 정호의 경은 정호로부터 채수량, 대수층의 심도, 사용 스크린의 규모등 제반조건에 따라 잘 선정해야 하며 다음에 의해 선정한다.

- 펌프를 충분히 설치할 수 있는 공간과 이를 효율적으로 작동시킬 수 있는 정도의 공간을 가져야 하며,

- 정호내로 지하수가 유입되는 부분의 지하수리학적 상태가 양호한 곳이어야 한다.

본 지구에서의 가채량은 $1,000\text{m}^3 \sim 1,500\text{m}^3/\text{일}$ ($0.7 \sim 1.04\text{m}^3/\text{분}$)내외이므로 본 계획에서는 최적 Casing 조건으로 10" ($\varnothing 250\text{mm}$) strainer관을 이용하도록 하였으며 충전재 두께등을 감안 정호의 착정은 $\varnothing 16"$ ($\varnothing 400\text{mm}$)를 계획하였다.

2) Strainer관 심도 검토

Strainer관의 깊이는 B지구의 대수층이 깊이가 50m 이상인 점을 감안, 지하수위에서 최대수위 강하율이 67%~50% 지점을 기준으로서 Strainer관의 심도를 결정하므로 공저 EL. (-)49.05m (대수층 하한)에서 약 50% 지점 EL. (-)24.0m까지 Strainer관(L = 25.0m)을 설치하도록 한다.

스트레이너관은 지하수 채수시 대수층의 공극내에서 유로가 막히거나 파괴등이 발달하지 않도록 결정하며 유공관이 투수능력은 3cm/s 이하가 되도록 결정한다.

A지구에서의 Strainer관의 깊이는 대수층이 깊이가 35m인 점을 감안, 지하수위 (EL. (-)0.70m)에서 최대수위 강하율이 67%~50% 지점을 기준으로, 대수층 저반 EL. (-)28.20m에서 약 50%지점 EL. (-)14.40m까지 Strainer관(L = 13.8m)을 설치하도록 한다. 유공관의 Slot 치수는 용산지구에서와 마찬가지로 1mm(Slot No.40)으로 결정하였으며 유입유속은 $1,500\text{m}^3/\text{일}$ 을 기준할 때 약 1.77cm/s로 산정되어 적당한 것으로 검토되었다.

3) 충진재

충진재는 대수층재가 Strainer관 내로 흡입되지 않도록 Transition재로 설치하며 취수정 크기 $\varnothing 400\text{mm}$ 및 Strainer관 $\varnothing 250\text{mm}$ 를 감안하여 7.5cm로 결정하였으며 충진재의 입도분포는 다음을 감안하여 결정한다.

- 용산지구 및 이용지구에서의 대수층 구성물질에 대해 체분석을 실시하여 작성한 입도곡선에서 d_{50} 을 구해 d_{50} 의 6배 크기를 충진력의 d_{50} 으로 한다.

- 입도곡선에서 용산 및 이용지구에서 저부 대수층의 d_{50} 입도는 유사하며 평균 0.3mm이므로 충진력의 $d_{50}=0.3 \times 6=1.8\text{mm}$ 로 한다.

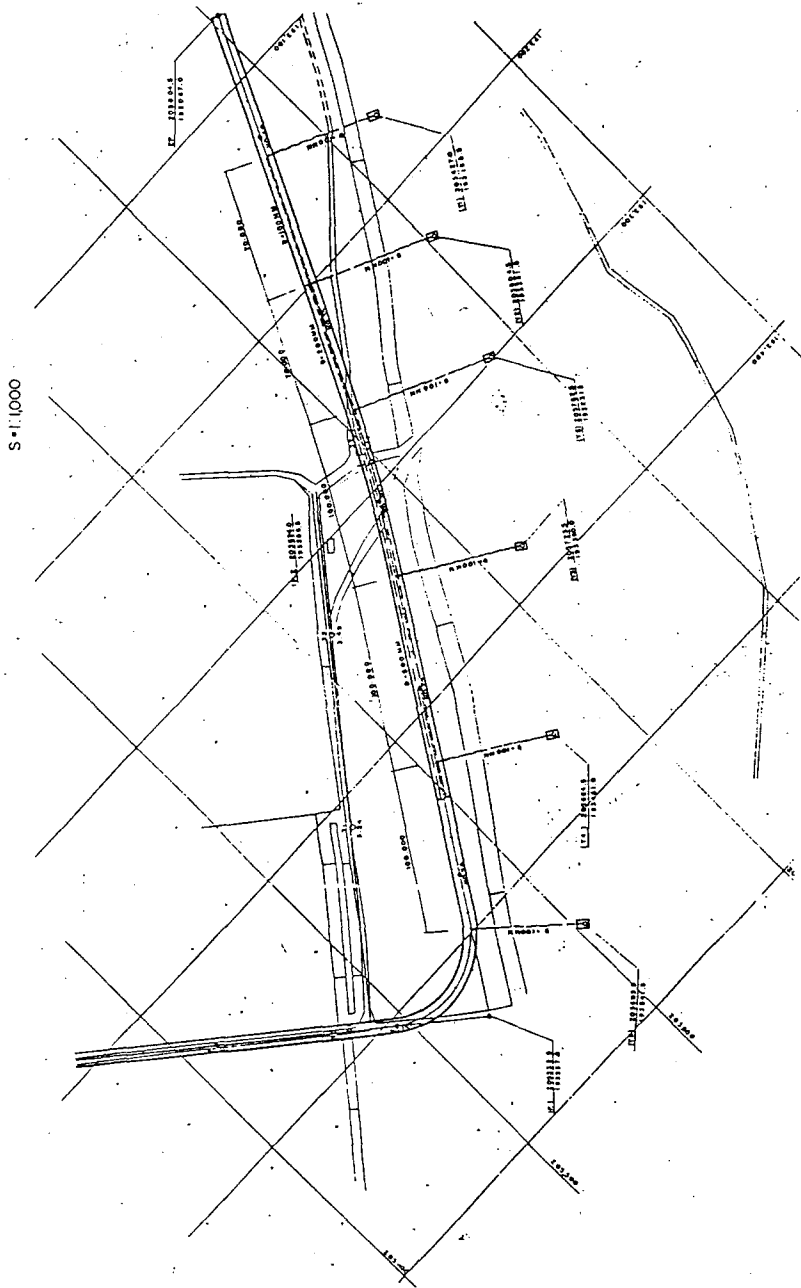
- 충진재의 d_{50} 을 1.8mm로 하고 $Cu = \frac{d_{60}}{d_{10}} = 2$ 가 되는 입도곡선을 작도, 최대 최소 입경을 구하여 최대 치수는 10mm, 최소치수는 1.0mm로 하였다.(최대 치수는 1cm를 초과하지 않도록 함)

- 충진재의 재료는 강도가 강하고, 규질로 된 것으로서 여과사(주문진산)를 사용하였다.

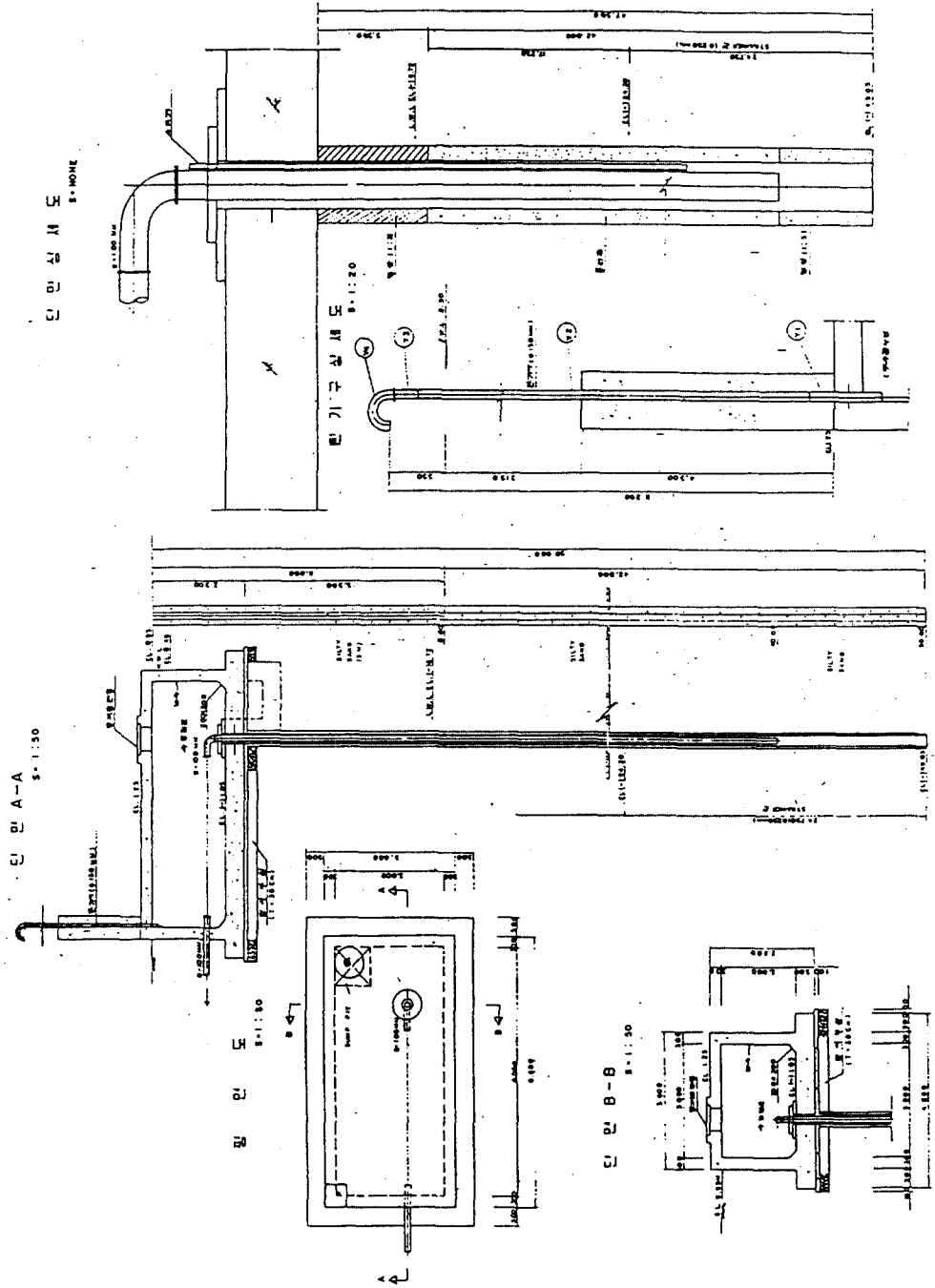
- Strainer관의 최소 치수는 충진재 최소 치수를 감안하여 1mm로 계획하였다.

라. 취수 구조물

취수구조물은 정호를 유지관리 할 수 있는 구조로서 정호에서 토출되는 관로상에 유량계, 밸브등을 배치할 것을 감안하여 B=3.0m, L=6.0m, H=2.0m 규모로 결정한다. 취수정의 구조는 환경부에서 제시한 지하수 업무수행 지침서('95.5)시설 설치기준에 맞도록 계획한다.



취수정 계획 평면도



취수정 단면도

마. 주요시설 개요

구 분	A 지 구	B 지 구	비 고
○ 취수시설	- 펌프모타 Q = 1,000~1,500m ³ /일×5대 P = 18.5m H = 53.0m	- 펌프모타 Q = 1,000~1,500m ³ /일×5대 P = 11.0m H = 31.0m	
	- 취수정 Φ400mm × 40m Φ250mm × 5공	- 취수정 Φ400mm × 50m Φ250mm × 5공	
○ 도수관로	D = 500mm × 3.70km	D = 500mm × 3.80km	
○ 진입도로	B = 7m, L = 1.40km 콘크리트 포장도	B = 7m, L = 0.90km 콘크리트 포장도	
○ 수위관측공	25 개소	25 개소	
○ 토지보상	1 식	1 식	
○ 기 타	1 식	1 식	

8.4 취수시설의 유지관리

취수시설의 일반 운전 업무에는 스크린, 취수펌프, 기타 부대설비등 기계설비의 보수 및 스크린에 걸린 다량의 부유물의 제거가 있다. 여러 수심에서 취수되는 경우는 각 취수구의 밸브를 보수 관리하지 아니하고 장기간 동안 방치하여 두어서 밸브의 가동축이 부식되는 등의 이유로 조작되지 않는 사례가 많다. 또한, 홍수시 취수구로 흘러오는 나뭇가지와 큰 유하물 때문에 취수시설이 피해를 입을 가능성이 크다. 유지관리자는 이와 같은 상황을 주의깊게 감시하고 취수시설이 파손되거나 취수 능력이 현저히 저하되기 전에 적절한 조치를 취해야 한다.

특히 홍수후에는 취수시설에 모래가 쌓여서 취수심이 낮아졌거나 시설의 기초가 침식되거나 붕괴되어 있지 않은지를 조사하여야 한다. 대규모 저수지로부터 취수하는 경우 정수장 운영자와 수질 검사원은 정기적으로 저수지의 각 수심에서의 수질을 검사하여 수질이 양호한 수심에서 취수를 하여야 한다.

따라서 취수시설에는 유지관리책임자를 정하여 순시시키고 필요사항을 정기적으

로 관찰, 관측 기술하여 보고케 하여야 한다. 취수시설의 사고는 전면적인 단수를 야기시키므로 사소한 고장도 즉시 수리하여 항시 전 시설의 기능이 발휘되도록 다음 사항에 유의하여야 한다.

- 가. 기상정보에 유의하여 홍수 및 갈수기의 대책을 세운다.
- 나. 돌발사고에 대비하여 공구, 응급자료, 기계부품등을 구비하고 화재시 통신체계를 세운다.
- 다. 위험 및 오염방지를 위하여 일반인의 출입을 통제하고 안전대책을 세운다.
- 라. 취수량을 관측 기록한다.

하천표류수 취수시설에서는 취수구 부근의 유량과 수위, 취수량, 탁도, 색도, 수온, 작업상황과 이상사항등을 관측 기록하여야 한다. 취수구 근처와 상류측의 강우, 유량, 수질등의 상호관계를 조사해 두어야 하고 다음사항에 유의하여 유지관리하여야 한다.

- 가. 하천의 유심변화, 하상상승 및 저하등에 유의하고 변화가 생기면 원인을 규명하여 대응책을 세운다.
- 나. 홍수시에 대비하여 제수 기구는 항상 점검 정비한다.
- 다. 취수댐이 설치된 경우는 배사문을 설치하여 취수구로 모래가 유입되는 일이 없도록 유의한다.
- 라. 홍수가 오기전에 배사문을 열어 수문조작장치를 점검한다.
- 마. 홍수후에는 물받이(apron)의 세굴부분을 즉시 보수한다.

저수지나 호수의 취수시설에도 출입금지책을 설치하고 순시하며 일반인의 출입을 금하여야 한다. 가능하면 홍수기전이나 갈수기전에 저수량을 조정하는 방안을 검토하는 것이 바람직하다.

- 가. 취수량, 유입량, 수위, 저수량, 방류량등을 매일 관측 기록한다.
- 나. 원수 수질은 계절적으로 수심에 따라서 달라지므로 양질의 물을 취수하도록

표고별 취수문을 선택한다.

다. 급격한 미생물 발생이나 플랑크톤조류 발생시는, 염소, 황산등을 투입하는 등 적절한 대책을 강구한다.

라. 제수장치는 년 1회이상 시험개폐조작 및 주유하여 홍수시에 대비한다.

바. 저수지 주변에 수개소의 누수관측정을 설치하여 각 정수위의 수리적 연결관계로부터 누수상태를 조사하여야 한다.

사. 유입하천 등으로 부터의 유사방지를 위한 대책을 세운다.