

〈特輯 地下水〉

우 물

林 鍾 華*

I. 定 義

“물”이란 地球上의 모든 動植物에게 가장 重要한 要素이며, 그 自體가 地球를 構成하는 重要한 要素이기도 하다. 또한 人間의 起源과 文明의 發生이 “물”과 함께 存在하기 시작했다. 그러나 地球上 全體 淡水資源의 77% 정도가 南北兩極의 氷河와 氷雪狀態로 存在하며, 11%는 地表에서 너무 떨어진 地下水深部に 存在하며, 開發 不可能하며 다만 0.4%가 湖水에, 0.04%가 江과 河川, 매우 적은 量이 大氣와 함께 存在한다. 나머지 11%가 可採 地下水로써, 이는 地球上의 平地는 물론 山, 江 계곡 等に 分散되어 있다. 우물(井戶, well)이란 岩石이나 地表의 틈으로 부터 開發 可能한 地下水를 開發하기 위하여 人工의으로 만든 掘鑿部를 말하며 導水路를 利用한 施設物 및 帶水層까지 掘鑿한 鑿井은 엄격한 의미로 우물이라 할 수 없다.

즉, 鑿井方法마다 施工方法, 費用, 地質條件, 우물의 直徑과 深度에 따라 各各 長短點이 있으며, 鑿井方法은 그 種類가 너무 많기 때문에 그 基本的인 原理와 應用方法을 간단히 說明하고자 한다. 그러나, 어떤 경우라도 한 가지 原理가 한 가지 鑿井方法에 實際로 적용되어 응용된다면, 비록 그것이 한계성을 갖고 있을지 모르나, 그 地質條件과 適合한 鑿井方法이 될 것이다.

II. 鑿井方法

一般的으로 우물을 掘鑿, 施工하는 作業工程은 크게 4가지로 區分하여 생각 할 수 있다.

즉, 掘鑿作業, 케이싱(CASING)設置作業, 우물 Screen 設置作業, 揚水機 및 기타 保護施設物 設置作業이며 필요에 따라 그라우팅(GROUTING)作業이 병행되며, Screen 代身 자갈을 채워 代用으로 使用하는 作業等이다.

鑿井工法에는 衝擊式 掘進法과 廻轉式 掘進法이 있으며 最近에는 廻轉式 裝備에 압축공기를 이용한 衝擊裝置를 부착시킨 廻轉-衝擊式의 高性能 裝備가 있다.

衝擊式 掘進法(cable tool drilling)은 孔內에 무거운 굴착도구(Bit)를 연결시킨 로드(Rod)重力에 의해 落下시키며 그 衝擊에 의해 지층을 압쇄, 굴진하는 方法으로 未團結層이나 多空洞의 石灰岩地帶, 玄武岩, 凝灰岩地帶에 효과적이다. 따라서 廻轉式보다 掘進用水가 적게 들어가며, 粘土이면 不透水性, 砂質이면 透水性정도로 帶水層의 치밀도를 판별하며, 地層은 채취된 모래, 자갈, 검토등의 시료와 排水色 케이블의 감속정도로 판단하여야 한다. 이에 반하여 전석, 포석이 함유되지 않은 未團結層의 鑿井에 효과적인 方法이 廻轉式 掘進法(Rotary-drilling)이다. 이 工法은 매우 효과적이며, 經濟的이나 굴진용수의 泥水로 인한 검토, 벤토나이트를 完全하게 제거하지 않는 한 自然水位의 측정이 불가능한 단점이 있다.

이 工法은 유압으로 비트에 하중을 주면서 회전시키고 이때 부서진 地層을 순환수를 이용하여 지상으로 배출하면서 굴진하는 方法이며, 廻轉式의 로드는 그 안으로 粘土物이나 다른 부유물이 있는 物質이 통할 수 있게 속이 비어있는 로드를 사용한다. 이때 검토물은 역할은 ① 孔內 slime 을 제거하고 ② 회전하는 Rod를 냉각시켜 주고 ③ 孔의 붕괴나 누수를 방지해 준다.

* 中央開發(株)

회전식에서의 지층판별은 채취된 시료, 굴진 속도, 기계의 진동상태, 排水色, 공내의 溢水, 누수현상의 심화정도, 비트의 마모 정도등으로 판단하며 孔內 수직도를 維持해 가면서 굴진하는 것이 대단히 중요한데 이를 위해서는 深度가 깊어지면 드릴칼라(Drill Collar)를 사용하여 굴진한다. 드릴칼라는 Bit에 直接的으로 무게를 주도록 상당한 무게로 되어야 로드를 유지시킬 수 있다.

現在 國內外를 막론하고 鑿井에서 가장 널리 쓰이고 있는 工法이 廻轉-衝擊式掘進法(Air Rotary, Air Hammer Drilling)이다.

廻轉-衝擊式 鑿井에 使用되는 裝備는 크게 나누어 2가지의 主機能을 갖고 있다. 즉, 하나는 掘進에 소요되는 공기를 공급하는 기능이고, 또 하나는 드릴을 廻轉시켜 주는 機能이다.

즉, 트럭에 탑재된 대형착정기는 별도의 대형 엔진이 공기압축기(Air Compressor)를 돌려주고 여기서 나온 압축공기가 직접 로터리 헤드(Rotary-head)를 돌려 주거나, 아니면 유압펌프를 家動시켜 여기서 나온 유압이 로터리-헤드의 회전모터를 작동시켜 로드(Rod, Drill pipe)를 회전시켜 주는 역할을 한다.

鑿井工事に 있어 가장 먼저 이루어져야 할 것이 鑿井機의 選擇으로 이것은 우물의 깊이와 直徑, 岩盤(岩石)의 種類, 예상水頭, 드릴로드 및 케이싱의 重量과 길이 등에 따라 선택하여야 한다.

鑿井은 크게 3가지 工程으로 이루어져 있다. 즉 非團結層의 掘進, 資材設置, 團結層의 掘進이다.

鑿井을 시작할 때에는 $\phi 15'' \sim \phi 14''$ 의 Tricone bit나 Hammer bit를 使用하여 非團結層을 掘進하는 데 이는 어느 경우에도 資材設置를 용이하게 하려고 하는 것이다.

$\phi 15'' \sim \phi 14''$ 로 掘進後 $\phi 12'' \sim \phi 10''$ outer casing을 設置하여 공내 붕괴를 방지하고 상부층의 오염수등을 차단시킨다. 그 후 $\phi 10'' \sim \phi 6''$ 의 inner casing을 設置하기 위하여 $\phi 10'' \sim \phi 8''$ Hammer bit로 우물設計 深度까지 굴진한다. 特히 資材 設置時 케이싱 접합부는 주위하여 연결, 설치하여야 하며 설치한 케이싱의 구경, 설치심

도等は 詳細히 기록하여야 한다. outer casing을 설치함에도 불구하고 상부 오염수가 계속 유입되는 경우에는 케이싱 주위에 세멘팅을 하여 케이싱을 설치할 필요가 있다.

일단 케이싱 작업이 완료되면 적절한 크기의 Hammer와 bit를 Rod에 연결하여 團結層을 掘進하게 된다. 掘進하는 도중 地下水가 나오면 주기적으로 물량을 測定하여 帶水層의 위치 및 크기, 심도등을 파악하게 된다.

또한 鑿井時 10m 간격 혹은 地層이 변화 할 때마다 시료를 채취하여야 하며 이것은 淸정한 程度에서 地下水가 충분치 못할 때 다음 위치선정에 상당한 도움을 준다.

원했던 물량이 확보되면 우물내에 알맞는 수중모터펌프를 삽입한 후 양수시험을 실시하는데 이는 지층의 투수계수결정 및 지하수 이용계획에 있어 매우 중요한 것이다.

Ⅲ. 우물의 完成

필요한 수량이 확보되어 그 수량을 정확하게 점검하면 鑿井工事は 마무리 단계에 이르게 된다. 즉, 設計에 의해 淸호를 형성하여 수량을 정확히 측정하고 수질분석을 하게 되면 井戶形成은 完成되었다고 볼 수 있다. 그 후 이에 따른 부대공사로써 揚水機設置 및 井戶保全室設置 배관공사가 나열면 完全히 우물이 完成되었다고 할 수 있다.

그러나 이외 우물의 완성작업에 속하는 것이 Well screen 및 有孔官(strainer)을 설치하는 것이다. 많은 경비를 들여 굴착된 우물이기 때문에 Well screen을 설치하여 우물의 붕괴를 방지하고, 帶水層을 보호하여 깨끗한 물을 얻도록 해야 될 것이며, 地域에 따라서 screen을 설치하지 않는 경우, 불순물(岩粉等)이 水中 pump의 impeller를 마모시켜 펌프를 마모시키는 주된 요인이 된다.

또한 반영구적으로 우물을 使用하기 위하여는 정기적인 淸호淸소(Air Surging) 및 水質分析, 水中 Motor pump의 검검等이 이루어져야만 淸澈의 우물상태를 유지, 관리할 수 있다.

reference

- 1) Jones, P.B: *The Development of the science of Hydrology*, Texas water Commission, 1963.
- 2) Harr, M.E: *Groundwater and Seepage*, McGraw-Hill, New York, 1962.
- 3) Meinzer, O. *Introduction, Hydrology*, Dover

- New York, 1942.
- 4) 姜長信: 地下水利用施設物 設計要領, 東西 ENG.
 - 5) S. P. Garg: *Groundwater and tube wells*, Oxford and IBH: New Delhi, 1978.
 - 6) 中央開發: 地下水와 鑿井, 中央開發 開發事業部' 1980.
 - 7) Todd, D. K: *Groundwater Hydrology*, Wiley, New York, 1959.

→228면에서 계속

地層으로 부터 試料를 채취한 후 이를 감정하여 地質柱狀, 井戶柱狀圖를 作成해 두면 地下에 分布・發達된 地層의 水理性을 간단히 알아낼 수 있다. 本 調査에서는 各 區間別 代表的 試料를 정확히 채취하여야 한다. 또한 各種水理常數를 알기 위해서 試驗試錐孔을 多數 設置하여 揚水試驗等을 實施하면 特定 地域에 대한 精確한 帶水層에 對한 평가가 이루어 질 수 있다.

5. 井戶檢層

종래까지 地下水試錐孔에 對한 物理 檢層기술의 응용은 帶水層의 확인 및 特性을 精確적으로 이해하는 데에만 重點을 두어 왔다. 그러나 현재 水資源의 효율적인 이용을 위하여 종합적인 水理地質學的 特性을 연구하는 데 필요한 기본 자료로서 물리 檢層기록의 이용이 증대되고 있

다. 특히 帶水層의 발달 양상은 地域別로 다른 特性이 있으므로 그 地域 地質에 對한 基本的인 知識이 要求된다.

—References—

- Harr, M. E., *Groundwater and Seepage*, McGraw-Hill, New York, 1962.
- Johnson Division, VOP Inc., *Ground Water and Wells*, 1975.
- Heiland, C. A., *Geophysical Exploration*, Prentice-Hall, Inc., New York, 1940.
- 韓楨相, 「地下水學概論」, 博英社, 1983.
- 閔庚德外, 應用地球物理學, 祐成文化社, 1987.
- Robert, G. and Others, Interpretation of Resistivity Data, *Geological Survey Professional paper* 499, 1966.