

# Fill Dam 의 Asphalt 遮水壁

秦 柄 益\*

(漢陽大學校工科大學教授)

## 目 次

1. 序 言
2. 아스팔트의 應用
3. 아스팔트 遮水壁의 特性
4. 아스팔트 遮水壁의 構造
5. 아스팔트 遮水壁의 配合 設計 및 諸試驗
6. 아스팔트 遮水壁의 施工
7. 結 言

### 1. 序 言

Fill dam의 上流側斜면으로 浸透되는 流量을 減少 또는 遮斷시키기 위하여 埴의 上流側斜面에 遮水材料를 鋪設하여 이 目的을 達成하고 있다. 이 때 埴의 內部에 心壁을 設置하여 이루어진 心壁埴(core wall type dam)에 대해서 이와 같은 構造의 埴을 遮水壁埴(curtain wall type dam) 정확히는 表面遮水壁埴이라 부르기도 한다. 그런데 여기서 遮水壁材料로서는 아직까지 木板, 鐵板, 콘크리트 불럭 등이 쓰여져 왔으나, 近來에 와서는 아스팔트를 많이 使用하기에 이르러 여기에 소개코저 하는 바이다.

아스팔트(Asphalt)는 멀리 紀元前 3,000년경부터 塗料나 防水劑로서 쓰여졌다고 하며, 紀元前 2,500~500년경에는 벌써 바비론人이 天然아스팔트를 土木構造物(특히 道路, 옹벽등)에 쓰인 벽돌의 接着材로서 使用하였다는 사실이 歷史的으로 究明되고 있다.

그 후 文明의 發達이 쉽게 天然아스팔트를 入手할 수 없는 地域으로 옮겨짐에 따라 船舶의 防水등 특수한 것을 제외하고는 아스팔트의 사

용은 일단 쇠퇴하여 갔다. 그리하여 19세기에 들어와 유럽各都市와 美國 등에서 天然 아스팔트를 道路鋪裝에 使用하게 된 것이 土木構造物에 적극적으로 利用되게 된 시초일 것이다.

그리고 水理構造物에의 아스팔트의 利用은 19세기 말, 이태리에서 埴에 使用한 例도 있다고는 하나, 近代的인 埴의 遮水壁에 應用된 例는 1936年 알제리아의 Ghrib dam이 最初인가 싶다 그 후 오스트리아, 서독, 이태리, 불란서, 미국 등에서 널리 쓰여지게 되었다.

이러한 사정에서 볼 때 우리나라에서도 앞으로 아스팔트 遮水壁埴에 대해서 研究開發할 機運이 到來되었다고 판단되어 극히 기본적인 문제의 一端을 여기 소개하는 바이다.

### 2. 아스팔트의 應用

아스팔트는 天然產의 것도 있지만, 일반적으로 原油를 蒸溜해서 人工的으로 만들어진다. 天然아스팔트는 오래 전부터 使用되어 왔지만, 品質이 一定하지 않고 產出量도 적기때문에 實用的으로는 그다지 쓰여지기 어려워서 現在에는 石油아스팔트가 道路, 滑走路, 埴의 遮水壁등의 構造物에 쓰이게 되었다.

石油아스팔트는 이것이 生産되는 狀態에 따라 다음과 같이 두개로 大別된다.

즉, 스트레이트 아스팔트(Straight asphalt)와 블로운 아스팔트(Blown asphalt)이다. 스트레이트 아스팔트는 原油에 포함되는 아스팔트分을 될 수 있는한 變化시키지 않고 抽出한 것이며 블로운 아스팔트는 製造 過程에서 空氣를 불어

\* 技術士 <建設部門>

넣어, 炭化水素에 重合과 縮合을 일으킨 것이다 따라서 스트레이트 아스팔트와 블로운 아스팔트의 物理的性質을 比較해 보면, 延性, 附着力에 대한 抵抗性, 自癒性 등은 前者가 뛰어나고 溫度變化에 대한 安定性, 衝擊에 대한 抵抗性 등은 後者가 뛰어난 것으로 알려져 있다. 이 가운데 構造物에 쓰여지는 것은 주로 스트레이트 아스팔트 이고 블로운 아스팔트는 루핑등과 같은 특수한 장소에만 쓰여지는 경우가 많다.

아스팔트는 오래전부터 道路鋪裝이나 建築構造物에 使用되어 왔지만 水理構造物 특히 댐의 遮水壁에 應用된 것은 極히 最近의 일이다. 따라서 遮水壁에 使用된 歷史가 얕아 初期에는 不安感도 적지 않았지만 그후 아스팔트 遮水壁에 대한 信賴度는 그의 良好한 實績에 의해서 점점 확실하고 有利한 構造物이라는 認識이 일반적으로 깊어가고 있다.

아스팔트遮水壁의 設計 및 施工의 技術은 처음에는 道路鋪裝技術에서 얻은 知識을 活用하였으나 높은 水壓이 걸려 水密性을 必要로 하게 되므로 이 知識을 더욱 發展시켜 調查研究가 進行되어 現在에는 100m 以上の 댐에 이르기까지 아스팔트 遮水壁이 採用되기에 이른 것이다.

더욱 最近에는 아스팔트의 뛰어난 特性에 착안하여 다음과 같은 일반 水理構造物에서도 많은 實例를 볼 수 있게 되었다.

- (A) 水路의 라이닝
- (B) 防波堤의 라이닝
- (C) 河川護岸의 라이닝
- (D) 貯水池, 湖 등의 라이닝
- (E) 댐의 遮水壁

이들은 주로 西獨, 荷蘭, 불란서, 日本 등지에서 널리 利用되고 있으며 앞으로 아스팔트의 研究가 더욱 발전함에 따라 그 普及도 굉장히 빠르게 傳播되리라 믿는다.

### 3. 아스팔트 遮水壁의 特性

아스팔트 遮水壁은 斜面上的 安定, 衝擊, 摩擦, 化學的인 浸蝕에 대한 抵抗力 등의 조건을 만족하는 것이 필요하며, 더욱 그의 耐久性에 대해서는 신중히 다루어야 할 중요한 문제점이

다.

아스팔트는 高溫 또는 載荷時間이 오래 걸리는 경우에는 液體狀으로 作用하고 그 반대로 低溫 또는 載荷時間이 짧은 경우에는 彈性狀으로 作用한다. 따라서 아스팔트 遮水壁을 設計함에 있어서 아스팔트 콘크리트(以下 아스콘이라 함)의 力學的性質을 조사해 둘 것은 대단히 필요하며 위와같이 溫度와 載荷時間이 의해서 좌우된다고 해도 과언이 아니다. 그러므로 아스콘은 항상 彈性體로서 作用하는 骨材와 같이 때에 따라 彈性體로 되기도 하고 또는 粘彈性體로 되는 아스팔트의 2成分으로부터 構成되어 2개의 다른 性質을 갖추고 있다.

따라서 아스콘은 低溫, 短期間載荷下에서는 彈性體, 高溫, 長期間載荷下에서는 粘彈性體의 作用을 하게 된다.

遮水壁 設計時, 短期間載荷 條件으로서는 湛水時, 波浪에 의한 衝擊, 貯水位의 急激變動 등이 고려되어야 하고 長期間載荷條件으로서는 貯水位의 狀況이 고려되어야 한다. 또 高溫의 條件으로서는 鋪設時 또는 夏季에 長時間 直射日光에 쬐이게 되는 경우를 想定해야 되고, 低溫의 條件으로서는 冬季의 雪氷에 의한 零下의 時期를 고려해야 한다.

諸外國의 遮水壁의 아스콘에 대한 文獻에 의하면 建設에 앞서 많은 試驗과 研究가 실시되고 또 建設된 것에 대해서도 廣範圍한 調查 研究가 계속되고 있는 것으로 알려져 있다. 이들의 試驗研究로부터 아스팔트 遮水壁의 性質에는 매우 복잡한 特性이 보여지나 다음에 記述하는 性質이 골자를 이루고 있다고 볼 수 있다.

#### 3.1 安定性(stability)

安定性은 構造物의 變形에 대한 抵抗의 표시로서 이것은 주로 아스팔트 콘크리트中の 아스팔트량과 碎石의 含有量에 따라서 定해진다. 즉 安定性은 內部摩擦角, 固有抵抗力 및 粘性的의 各值에 의해서 나타낼 수 있다. 댐의 上流面勾配는 施工上的 문제를 별도로 하면 上記 諸數值에 의해서 定해지며 아스팔트 遮水壁 자체의 安定度는 鋪裝面의 勾배와 溫度條件에 좌우된다.

아스팔트 遮水壁에 쓰여지고 있는 아스팔트량이 7~8%, 碎石 50%의 아스콘을 一例로 들면 内部摩擦角 30°以上, 固有抵抗力 0.5kg/cm<sup>2</sup>(溫度 50°C인때), 粘性 2×10<sup>-12</sup>kgs/cm<sup>2</sup>의 값을 나타낸다.

### 3.2 水密性(impermeability)

아스팔트 遮水壁의 透水係數는 충분히 轉壓되었다고 보여졌을 때 10<sup>-8</sup>~10<sup>-9</sup>cm/sec 정도로 된다. 그러나 이 값은 遮水壁에 걸리는 水壓이 3kg/cm<sup>2</sup>인 때이고, 水壓의 變動에 따라 透水係數의 값의 限界도 떨어져 보통 10<sup>-7</sup>~10<sup>-10</sup>cm/sec의 폭을 갖게 된다.

### 3.3 可撓性(flexibility)

아스팔트 遮水壁은 膜本體의 部分的 또는 全體的인 沈下에 대해서 별로 龜裂되는 일없이 順應해서 변화한다. 이러한 變化가 아스팔트 遮水壁의 長點中의 長點이 될 것이다. 때에 따라서 沈下가 갑자기 일어난다 하더라도 아스콘은 높은 水壓下에서 自癒性을 保有하고 있기 때문에 발생한 龜裂이 癒着된다. 이러한 사실은 道路의 鋪裝面에서도 볼 수 있는 現象으로 아스팔트 遮水壁의 특징이다.

### 3.4 耐久性(durability)

아스콘의 劣化는 鋪設時의 아스팔트의 軟化點이 年數의 경과에 따라 變化하는 정도에 의해서 나타내진다.

아스팔트의 老化의 정도는 老化前後의 아스팔트의 硬度의 比( $s/s_0$ )로서 평가하고 있다.

$S, S_0$ 는 각각 老化前後의 硬性係數이다.

아스팔트의 水理構造物에의 應用例는 여러 있고 그의 調查研究에 의하면 매우 耐久性이 있는 것으로 判明되어 있다.

### 3.5 強度(strength)

遮水壁에 쓰이는 아스팔트 콘크리트의 許容應力度는 安全值로 보아 15kg/cm<sup>2</sup>로 推定되고 있다. 硬性係數(modulus of stiffness)는 配合과 다짐 정도에 따라 多少 變하지만 溫度 5°C, 載

荷時間 0.1秒로 略 50,000kg/cm<sup>2</sup>임이 判明되어 있다.

## 4. 아스팔트 遮水壁의 構造

아스팔트 遮水壁膜의 가장 일반적인 形式은 아스팔트 混合物을 膜의 上流面에 鋪設하는 表面遮水壁型이다.

遮水壁을 膜의 内部에 設置하는 内部遮水壁型인 心壁型도 고려할 수 있으나 이것은 차후에 論하기로 하고 여기서는 表面遮水壁만을 다루기로 하겠다.

### 4.1 遮水壁의 構成

아스팔트 遮水壁은 필膜的인 上流面에 鋪設되는 두께 10cm 以上の 아스콘과 그 表面의 保護層(Seal Coat)에 의해서 構成된다. 各層의 構成은 그림 1과 같다.

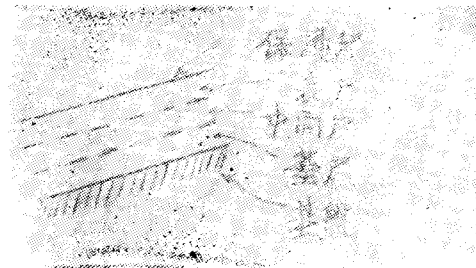


그림-1 遮水壁의 構成

基盤·遮水壁에 接하는 膜 上流部의 斜面部分을 말하며, 이 部分은 충분히 다져져 遮水壁의 安定을 確保할 것이다. 여기에는 遮水壁과의 附着을 잘 하게 하기 위해서 乳劑, 雜草의 繁茂를 防止하게 한 除草劑 등의 處理가 行하여 진다.

또한 아스콘의 轉壓등의 作業時 鋪設機械의 運轉과 勞務者의 作業을 圓滑히 하기 위해서, 膜, 本體의 安定과는 별도로 勾配를 될 수 있는 한 緩慢하게 하도록 해야 한다.

基層: 表層과 中間層이 容易하고 확실하게 施工될 수 있도록 設置하는 것으로 일반적으로 密粒度아스콘, Sand asphalt, sand gravel asphalt 등이 쓰여진다.

中間層: 表層과 基層과의 中間에 設置되며 表

層으로부터의 漏水의 排水機能을 갖게 하는 경우와 表層과 같이 水密性으로 하는 경우가 있다

前者의 경우는 粗粒度 아스콘을 後者の 경우는 密粒度 아스콘 등이 쓰여지고 있다.

表層：中間層 또는 基層위에 設置되며 특히 水密性을 必要로 한다. 일반적으로 密粒度아스콘이 쓰여지나, 때로는 細粒度 아스콘(topeca) 등이 쓰여지기도 한다.

保護層：遮水壁에는 아스콘의 鋪設完了後 그의 表面(表層)이 물과 空氣에 의해서 劣化되는 것을 防止하려고 두께 2~3mm 정도의 asphalt seal coat를 表面에 處理한다. 이 asphalt seal 의 保護層은 修理가 매우 容易하고 asphalt와 filler를 主成分으로 하고 있다.

#### 4.2 遮水壁의 排水

아스팔트 遮水壁은 遮水壁자체의 漏水에 대비하기 위하여 構造上 大別해서 다음의 方法이 취해지고 있다.

(a) 遮水壁에 水密性의 密粒度아스콘을 사용하여, 그의 背面에 排水機能이 뛰어난 蟬타層을 設置한다.

(b) 排水性의 粗粒度아스콘을 水密成의 密粒度아스콘의 中間에 配置한다.

(c) (b)의 構造는 遮水壁의 表面에 만일 crack이 발생하여 漏水가 있어도 parous 한 中間層에 의해서 이것을 遮水壁取付部の 檢査孔으로 유도하여 漏水의 狀況을 관찰할 수가 있어 屢 完成後의 補修 및 點檢上 有益하다.

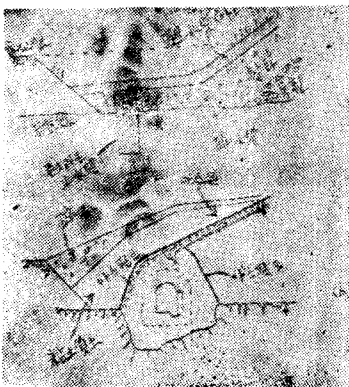


그림-2 遮水壁의 排水設備

#### 4.3 遮水壁과 다른 構造物과의 繼目

遮水壁과 止水壁, 餘水吐, 取水口 등의 다른 構造物과의 連結部는 屢에서의 漏水의 原因으로 되기 쉬워 重要한 個所이다. 이의 對策으로는 각각의 蟬법에 대해서 그림-3과 같은 여러 方法이 쓰여지고 있다.

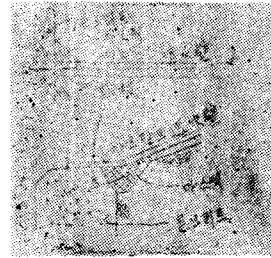


그림-3 遮水壁과 콘크리트 構造物과의 繼目

注意할 事項으로서는 다음의 諸點을 들 수 있다.

(a) 遮水壁과 다른 構造物 사이에 샌드마스틱 등의 可撓性이 큰 아스팔트混合物을 넣어 基盤의 沈下에 대비토록 한다.

(b) 遮水壁을 鋪設하기 전에 콘크리트 構造物의 表面을 잘 닦고, 乳劑, 카트백아스팔트, 純아스팔트 등을 塗布하여 遮水壁과의 附着을 더 強固하게 한다.

(c) 遮水壁의 連結部에는 部分的으로 어느 정도의 引張力에 대해서 抵抗할 수 있는 材料를 使用하여 補強한다. 이때 補強材에는 銅板, 알루미늄板 등이 쓰여진다.

### 5. 아스팔트 遮水壁의 配合設計 및 諸試驗

#### 5.1 配合設計

遮水壁用 아스콘의 配合設計는 試驗室에서 骨材의 粒度試驗을 하고, 所要의 粒度和 最適아스팔트量을 우선 求하고, 다음의 5.2에서 記述하는 諸試驗을 하여 所要의 條件을 만족하는 것을 試的으로 選定한다.

表-1

材料의 名稱	重量(%)
粗骨材(20.0~2.5mm)	35~50
細骨材(2.5~0.074mm)	45~30
蟬 라(-0.074mm)	12
아스팔트	8

그리고 野外에서 試驗鋪裝을하고 試驗室에서 求한 配合設計를 檢討하여 最終決定한다. 水密한 密粒度 아스콘의 配合는 現場의 氣象條件과 入手할 수 있는 材料 등에 의해서 어느 정도의 制限이 있지만 거의 表-1의 것을 표준으로 하고 있다.

또 排水用的 粗粒度아스콘은 轉壓後도 空際이 많은 層을 構成시키기 위해서

表-2

材 料 的 名 稱	重 量 (%)
粗骨材(40.0~2.5mm)	80
細骨材	10
필라	5
아스팔트	5

表-2와 같은 配合이 일반적으로 채용되고 있다.

## 5.2 諸試驗

아스콘의 品質을 檢討하기 위해서 다음과 같은 試驗이 行하여 진다.

### (a) 粒度試驗

粒度試驗에 의해서 使用骨材의 粒度를 檢査하고 다져진 骨材의 空際率과 아스콘의 密度 및 겉보기 密度試驗에 의해서 含有되는 아스팔트의 量과 空際率을 조사한다.

### (b) 安定性試驗

아스콘의 内部摩擦角과 固有抵抗力을 알기 위한 三軸試驗, 高溫時의 斜面上의 安定을 직접測定하는 斜面安定試驗, 變形에 대한 破壞抵抗力을 알기 위한 마찰試驗 등을 들 수 있다.

### (c) 水密性試驗

本試驗은 아스콘이 그의 目的에 상당한 透水係數를 갖고 있는가에 대한 조사를 하기 위해서 行하여 진다.

### (d) 可撓性試驗

아스콘의 基盤의 沈下에 대한 適應性을 알기 위해서 直徑 50cm의 供試體에 水壓을 주고, 龜裂 또는 漏水가 일어나지 않는 可撓變位量을 測定하는 것이다.

### (e) 耐久性試驗

施工現場보다도 심한 溫度差의 條件을 되풀이하여 供試體에 주어, 龜裂, 劣化의 狀態를 檢討하는 試驗과 浸水에 의한 變形抵抗의 減少를 조사하는 水浸마찰試驗 및 浸水에 의한 吸水膨脹을 조사하는 吸水膨脹試驗 등을 들 수 있다.

### (f) 強度試驗

衝擊荷重에 대한 아스콘의 破壞抵抗力을 조사하기 위해서 環해지머\* 굽힘試驗에 의해서 굽힘應力이 구해진다.

以上은 아스콘에 대한 室內諸試驗이었으나, 이를 野外에서 行하는 試驗으로는 轉壓로울러의 種類와 알맞는 轉壓回數 등을 알기 위해서 轉壓鋪裝試驗이 行하여 진다. 즉, 野外에서 基盤상당의 斜面을 造成하여 아스콘을 깔아 轉壓하여 轉壓鋪裝에 관한 檢討를 한다.

## 6. 아스팔트 遮水壁의 施工

아스팔트遮水壁의 施工은 材料의 混合, 아스팔트混合物의 運搬, 鋪設 및 轉壓을 그의 主要한 作業으로 하고 있다. 이들의 作業은 거의 機械化施工을 主體로 하며, 道路鋪裝用的 設備를 그대로 轉用할 수 있지만 遮水壁의 高度의 水密性和 斜面鋪設이 되기 때문에 轉壓用機械는 특히 慎重하게 선택하여야 한다. 더욱 工程 및 作業上支障이 없다면 本體의 흙쌓기가 完了된後 沈下의 영향이 적어진 뒤에 鋪設作業에 着手함이 바람직하다.

아스팔트 필라 및 骨材의 混合加熱用푸렌트는 現場 附近에 設置하여, 品質管理를 엄중히 하고, 精確한 計量과 溫度測定裝置를 備置한 磅秤 型式이 있어야 한다.

아스팔트 混合物의 運搬에는 트럭이 주로 쓰여지며 運搬中의 保溫을 위하여 뚜껑이 있어야 한다.

아스팔트 混合物의 鋪設은 遮水壁의 基盤의 勾配가 1:1.7보다 완만한 경우에는 人力으로 퍼나갈 수도 있지만 그 외에는 스프레더 또는 워니샤에 의한 機械的方法에 의하지 않으면 안된다.

다음, 아스팔트混合物의 轉壓은 퍼나간 후 들 수 있는대로 빨리 轉壓하는 것이 効果적이다.

轉壓面의 勾配가 急한 경우에는 下向으로의

轉壓은 龜裂이 발생하기 쉬우므로 上方向으로 轉壓하도록 해야 한다.

### 7. 結 言

최근에 와서 Fill dam에 대한 施工技術, 특히 機械化施工이 急速히 進步하여 Fill dam의 發展은 눈부신바 있는데 適當한 遮水壁材料로서 土質材料가 埤地點 근처에서 얻기가 어렵거나 있어도 質과 量的으로 불충분하다는 여러 制約 때문에 Fill dam의 建設을 斷念하여야 할 경우

도 있었다.

그러나 以上에서 記述한 바와 같이 아스팔트 遮水壁의 優秀性이 認定됨에 따라 現地에서 適當한 土質材料를 얻기 어려운 경우는 물론, 얻을 수 있는 곳에서도 아스팔트를 遮水壁材料로 使用함으로써 Fill dam을 採用할 수 있는 可能性이 있다는 確信을 얻게 되었다.

우리나라에서도 이와같은 技術的 研究가 進展되어, 아스팔트 遮水壁법이 建設될 날이 곧 到來되리라 믿는 바이다.

## 技 術 相 談 室 案 內

韓國技術士會는

農業, 水業, 林業, 電氣, 機械, 化工, 纖維, 金屬, 鑛業, 船舶, 航空, 建設, 應用理學의 13個 部門 271名(1回~8回)의 技術士로 構成, 技術士法에 依據하여 設立된 政府의 認可團體입니다. 技術士란?

國家考試에 合格하여 認定을 받은 科學技術界의 專門的인 知識과 應用能力을 가진 技術의 權威이며 農業技術에서부터 工場管理에 이르는 相談·指導等에 關與하고 있습니다.

本誌는 讀者 諸位와 좀더 가까운 벗이 되고자 하여 여러분의「技術相談室」을 마련하였습니다.

讀者께서 平素 技術的인 點에 對해 簡單히 問議하실 것이 있으시면, 本 相談室을 利用하여 주시기 바랍니다.

到着된 相談文은 內容에 따라 專門分野의 技術士에게 依賴하여 誠意있는 答을 드리겠습니다.

### ◇ 相談要領 ◇

問 議 書 : 200字 原稿紙 3枚 程度

相談方法 : 問議書의 解答은 本人에게 郵送通知하고, 本誌에 掲載 可能한 것은 次刊號에 掲載함.

相 談 料 : 無料

보내실곳 : 서울特別市 中區 明洞 2街 2-7 電話 (22) 8265·5866

韓國技士會 事務局