

技術報文

雨水浸透處理法の適用—都市水防

李 玆 三*

目 次

1. 序論	2) 問題點
2. 雨水浸透處理法	4. 適用條件
1) 概念	5. Trench型の浸透性能評價法
2) 效果	6. 設計
3. 工法	7. 施工事例
1) 種類	8. 結論

1. 緒論

政府의 工業化 政策에 따른 高度의 經濟成長은 急激한 都市膨脹을 가져 왔으며 이러한 都市膨脹은 浸透機能을 갖고 있었던 林野地 및 田畝面積의 減少와 不透水性 鋪裝面積의 增大로 雨水의 透水量 減少를 誘發하여 왔으며 더욱이 [迅速한 雨水排除]라는 都市排水system의 強化와 더불어 降雨時 都市流出量은 바람직스럽지 않게 人爲的으로 많은 增加를 가져왔다. 그 結果 都市는 集中豪雨時 莫大한 水害를 받고 있는 實情이며 이와같은 都市型水害는 自然環境의 破壞로 인한 人爲的 水害라고 보아도 過言이 아닐 것이다.

이는 從來慣行的으로 實施하여온 河川改修라는 治水方法만으로는 防止할수 없으며 根本的으로 流出增加 發生源에서 時間的이고도 空間的인 流出調整 裝置의 設置와 並行한 綜合的 治水對策을 樹立하여 解決하는 것이 바람직하다. 本報告는 綜合的 治水對策에 對하여 言及하려는 것이 아니고 都市型 雨水浸透處理法에 對한 概論을 記述하는데 그 意義를 두고 있다.

2. 雨水浸透處理法

1) 概念

地上에 내린 雨水는 自然法則의 하나인 重力作用으로 孔隙의 間隙을 通路로 하여 地上에 스며 든다. 이 境遇 浸透水의 通路는 毛管水가 占하고 있는 間隙을 除外한 殘餘空隙이 될 것이다. 다음 圖-1은 地盤與件別 上中間隙이 構成하고 있는 三相(固相, 液相, 氣相)分布樣相을 보여주고 있으며 三相가운데 固相은 土粒子部를, 液相은 毛管水가 占하고 있는 空隙部를 氣相은 重力으로 雨水를 浸透시킬수 있는 空隙部를 意味한다.

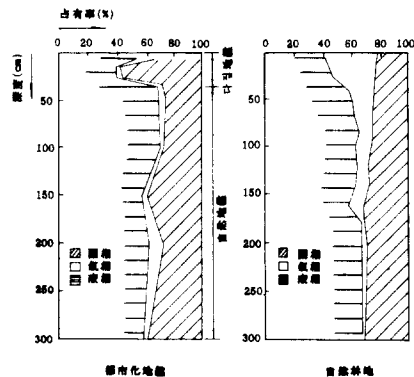


그림1. 土中間隙의 三相分布形狀

上記 그림1은 自然林地가 雨水를 잘 浸透시켜

* 本學會理事 韓國綜合技術開發公社 水資源部 理事(技術士)

保水되는 이유를 보여주고 있다. 또한 都市化 地盤에서도 전압다짐이 地表附近에서만 이루어져 있는 境遇는 自然地盤까지 雨水를 誘導하므로써 浸透를 促進하는것이 可能하다는것을 알수있다. 雨水浸透處理法은 이와 같이 地盤內의 空隙을 有效히 活用하여 雨水를 分散浸透시키므로써 地表流出을 減少시키는 流出抑制對策의 한 方便이다.

2) 雨水浸透處理法의 效果

雨水의 浸透處理法은 特히 河川이나 下水道 등의 放流口가 없는 地域, 放流口의 雨水流通能力이 極限에 達하여 있는 地域에 有效하다. 또한 이 方法은 單純히 洪水流出抑制만이 아니고 土壤에 水分 補給, 地上水의 含量 등 水循環機構의 保全效果도 아울러 갖고 있다.

雨水浸透處理法을 適用하므로써 期待되는 Merit는 다음과 같다.

- (1) 小規模開發로 調整池 機能의 極大化
- (2) 浸水施設과의 併用に 의한 調整池占有面積의 縮少
- (3) 河川改修 費用의 節減
- (4) 土壤의 乾燥化 防止
- (5) 水邊空間創造 用水源의 確保

다음 圖-2는 日本에서 實施한 Trench의 注水實驗 結果로서 雨水浸水處理效果의 一例를 보여 주고 있다.

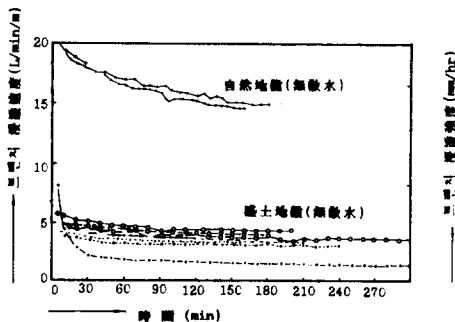


그림2. 定水位 注水實驗結果

上記 圖-2에서 보여진바와 같이 不浸透集水面積 10m²당 Trench 1m를 設置하였을 境遇 最終 浸透強度는 降雨強度로 換算할때 10~90mm/hr

程度의 降雨를 浸透로부터 處理할수 있음이 確認 되었다.

또한 東京大學 生産技術研究所의 研究員들은 다음 圖-3에 보여진 바와 같이 都市化 地盤에 設置한 Trench 周邊部와 自然林地의 長期的 土中吸水壓(吸引壓)變化 課程을 調査한바 있다.

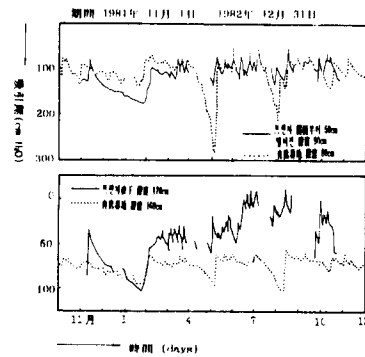


그림3. 트렌치 周邊部와 自然林地에서 土中吸水壓의 長期變化狀況

이 調査結果를 보면 Trench側部에 埋設된 深度 90cm(Trench底面深度) 以內 深度에 있어 吸引壓의 變動은 自然地盤이나 都市化 地盤이나 거의 같은 傾向을 보여주며 이것은 Trench에 強制注水를 行하여도 地表面의 乾濕에는 影響을 주지 않는다는 것을 나타내고 있으며 Trench 直下, 深度 170cm(Trench 底面부터 80cm 길이)에서 鉛直浸透를 받는 領域은 降雨時 Trench로부터의 浸透水때문에 Trench가 없는 境遇보다 높은 水分狀態를 持續(Trench의 浸透效果)하고 있다.

Trench 底面下에 埋設한 Tension Meter 機器의 觀測記錄에 依하면 水理 Potential 傾斜는 恒常 下向으로서 底面附近以下の 水分은 全部 下方浸透 다시말해서 地下水 含量에 寄與하고 있다고 判斷 되었다.

3. 工法

1) 工法의 種類

現在까지 널리 研究, 普及되어 있는 雨水浸透 工法의 種類는 浸透地下 Trench, 浸透통, 浸透

池, 透水性鋪裝, 浸透側溝 및 浸透井 등이 있으며 이들 工法의 概要는 다음 表-1에 記述하였다.

表-1 浸透設施의 概要

이들 工法 가운데 透水性鋪裝, 浸透側溝는 浸泥에 對한 施設의 機能維持가 어렵기 때문에 流出抑制施設로서 雨水排水計劃의 流量配分計劃에 考慮하는 것은 現段階에서 無理하다고 보여지나 土壤水分의 補給側面이나 雨水가 停滯하지 않는 快適한 駐車場 및 步道를 建設한다는 側面에선 有效하다. 一般적으로 모든 浸透工法은 洪水를 誘發하는 瞬間的 높은 降雨強度의 雨水를 浸透만으로 對處하는 것은 어렵다는 點과 이에 對해 貯留型 施設과의 併用 또는 浸透施設에 貯留效果를 付隨시키는 등의 對策이 必要하다는 點이다. 한편 이들 工法 가운데 Trench型 浸透 施設은 適切한 設置密度를 갖고 配置하게 되면 그 貯留效果와 浸透를 促進시키는 水頭確保 效果로 余他施設보다 瞬簡的, 높은 降雨強度의 雨水에 對한 流出抑制效果가 매우 높은 것으로 評價받고 있다.

2) 工法의 問題點

浸透施設은 空隙內 細立子 浸入으로 施設의 浸透能力低下가 念慮되기 때문에 細立子浸入防止 對策, 維持管理方法이 重要한 Point가 되고 있다.

이 對策으로서 前處理施設은 浸泥의 主因, 다 시말해서 雨水排水量中에 含有되어 있는 浮游懸濁物質(Suspended Solid: SS)를 前處理에 依해 除去하므로서 施設의 壽命을 延長시키는 手法으로서 現在 널리 利用되고 있다.

日本의 住宅, 都市整備公園이 1981년부터 1986년까지 7個年에 걸쳐 既히 施行된 地下浸水工法效果에 對한 追跡調査를 實施한 바 있으며 그 結果를 보면 浸透 System 全體에 있어 流出抑制效果의 經年變化는 거의 없다는 것이 밝혀졌다.

또한 桶, 트렌치 個個의 浸透能力에 關해서 말하면 前者는 浸泥가 일어나 浸透能力의 低下가 認知되었지만 後者는 設置時와 同一한 것으로 判明되었으며 또한 桶內 碎石을 15cm 程度만 除去하여도 浸透能力이 回復되었다고 報告되어 있다. 이러한 點으로 보아 SS分은 浸水통에 依해서 거의 除去되어 트렌치의 浸泥進行이 抑制된 것으로 判斷되고 있다.

다음 圖-4, 圖-5는 트렌치 浸泥對策의 一例인 濾過槽를 設置하여 트렌치의 內水位와 浸透量의 關係를 追跡한 實驗結果를 보여주고 있다.

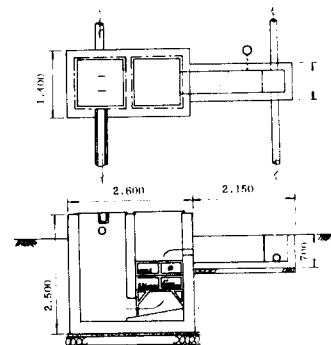


그림4. 濾過槽構造圖

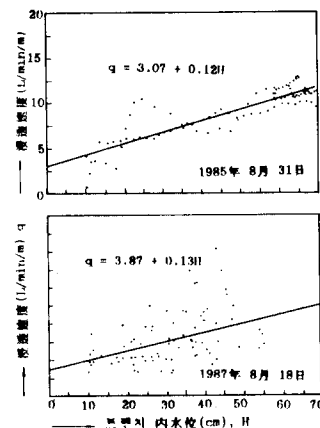


그림5. 트렌치 內水位와 浸透速度的

上記 圖-4, 圖-5에서 트렌치 內水位와 浸水量과의 1次回歸式을 比較하여보면 그 傾斜는 顯著한 差異를 보이고 있지 않다.

이것은 트렌치의 浸泥現象이 3年間に 걸쳐 거의 일어나지 않고 있음을 斷的으로 보여주고 있으며 이는 濾過槽에 多量의 沈澱物이 堆積 또는 濾過槽 自體의 浸泥作用에 基因하고 있다. 結論的으로 트렌치 앞에 濾過槽의 設置는 트렌치 浸泥現象을 防止할수 있음이 判明되었으며 한편 複數의 트렌치를 直列로 配置하고 最初의 트렌치는 濾過槽의 機能을 갖도록 하는 方法도 생각할수 있다.

4. 適用條件

浸透處理法의 成立與否는 計劃地區의 地形, 土質 및 地下水位等の 影響因子群에 따라 左右되기 때문에 이 工法의 適用은 慎重한 檢討下에서 이루어져야 한다. 또한 雨水를 地下에 浸透시키므로써 地盤安定上 問題를 일으킬 可能性 與否도 반드시 考慮하여야 한다.

標準的인 適用條件은 다음 表-2와 같다.

表-2 浸透施設의 概要

區 分	適用地
地 形	<ul style="list-style-type: none"> ○ 臺地, 段丘(構成地質에 따라 適用與否判斷) ○ 扇狀地 ○ 自然堤防(構成堆積物에 따라 適用與否判斷) ○ 山麓(산기슭) 堆積地 ○ 丘陵地(構成土質에 따라 適用與否判斷, 傾斜面은 不適) ○ 砂堤, 砂丘
土 質	<ul style="list-style-type: none"> ○ 透水係數가 10^{-3}cm/sec 以上 ○ 空氣間隙率은 10%以上 ○ 粘土分 占有率이 40%以下
地 下 水	<ul style="list-style-type: none"> ○ 浸透能力은 地下水位와 浸透型流出抑制施設 底面間의 離隔 距離(L)에 依해서 영향을 받지만 L이 底面부터 0.5M以上 떨어져 있으며 浸透能力이 있다고 보고 檢討를 對象으로 한다.

註1 이 資料는 日本 建設技術評價의 研究課題(浸透型 流出抑制 施設의 開發)의 技術評價書 資料編에서 발세.

註2 設置禁止區域

急傾斜地, 崩壞危險地域, 地盤滑動防止區域 또한 地下에 雨水가 浸透하므로써 傾斜面의 安定性을 잃을 憂慮가 있는 地域, 地下에 雨水가 浸透하므로써 隣近 居住地의 自然環境을 損傷시킬 憂慮가 있는 地域.

5. Trench型 浸透施設의 浸透性能 評價法

어느 地盤의 浸透性能은 本 工法의 成立判斷 및 設計를 遂行함에 있어 가 장 重要한 基礎因子로서 이 因子를 評價함에 있어 매우 慎重을 期하여야 한다. 過去 浸透性能의 判斷은 浸透計를 利用한 管易方法을 利用하여 왔으나 이 方法은 몇 가지 假定으로 土質 工學的 判斷은 計劃現場에서 注入實驗을 通하여 行하는것이 가장 確實한 것으로 알려져 있다.

다시말해서 이 調査는 現場에서 計劃浸透施設의 計劃湛水深을 利用하여 注入實驗을 行하므로써 地盤이 갖는 最終浸透速度를 實測하는 것이 가장 바람직하다.

이런 觀點에서 日本 東京大學研究 Team은 트렌치型 浸透施設의 現地浸透實驗法으로서 다음 圖-6에 보여지고 있는 實驗裝置를 提案한바 있다. 이 裝置는 中央部位(浸透量測定部位)의 兩端에 測定部位의 흐름이 2次元 흐름(트렌치 延長方向의 直角)이 일어날수 있도록 端部浸透部位를 두고 있다. 이 方法은 鉛直 1次元浸透를 일으키게 하는 二重圓筒試驗法의 Idea와 類히하다. 實

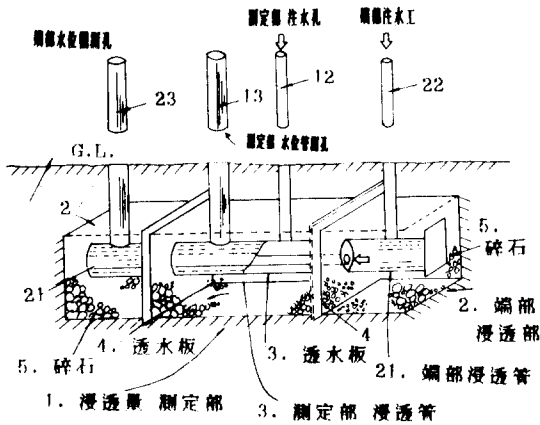


그림6. 現地浸透性能試驗設置

際施設規模의 注入試驗은 트렌치 兩端部에서 浸透影響을 적게 하면서 트렌치 單位 길이당 浸透速度를 評價하여야 하므로 상당히 긴 試驗裝置와 상당량의 注入用水를 必要로 한다.

여기서 提案한 方法은 比較的 小規模의 試驗施設로 트렌치 單位 길이당 浸透速度가 精度높게, 또한 比較的 簡便하게 求해지는 것이 特徵이다.

6. 浸透施設의 設計

設計에 있어 施設配置, 規模는 現地注入試驗에서 얻은 最終浸透速度에 여러가지 補正係數를 乘하여 設計浸透速度를 求하고 이를 基本으로 하여 必要한 處理水量을 算定하므로써 決定한다. 그러나 補正係數, 設計法은 아직까지 充分한 技術의 立證이 이루어지지 않고 있으며 이는 앞으로 調査 및 研究에 依한 檢討가 必要하다.

7. 施工事例

日本에서 實施한 바 있는 施工事例의 一例를 紹介하면 다음과 같다. 現況는 敷地面積이 約 3,000㎡로서 比較的 협소하지만 雨水의 放流口가

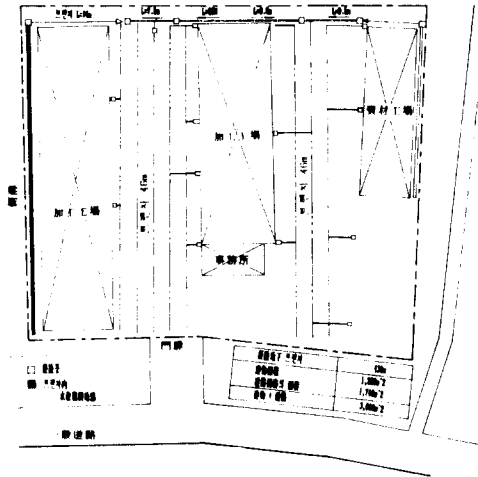


그림7. 雨水浸透施設配置圖

없는 地域이다. 注入實驗結果 現地 層의 最終 浸透速度는 14L/min/m(湛水深45cm)이었다. 設計單位 浸透速度를 8L/m로 하여 트렌치 길이 430m, 浸透통 19個所(圖-7參照)를 設置하므로써 大略 强度 90mm/hr의 降雨가 1時間 連續내리는 境遇에 있어서도 處理할 수 있도록 計劃하였다. 大略 供用開始 1年後 1986年 8月 4일부터 8月 5일에 걸쳐 來襲한 颱風 10號時의 트렌치 內水位와 雨量과의 關係를 圖示하면 다음 圖-8과 같다.

總降雨量 190.5mm, 時間당 最大雨量 50mm의 豪雨에 對해서도 트렌치 限界水位 50cm에 對해 最大 觀測水位가 31cm로서 充分한 余裕을 가지고 雨水의 浸透處理가 行해지고 있는 것이 確認되었다.

8. 結論

雨水浸透處理法은 물環境의 保全에 이바지함과 더불어 地域開發에 있어 土地의 有效利用을 圖謀한다는 點에서 그 適用範圍는 漸次 廣大된 것으로 생각된다. 그러나 이 方法은

1) 浸透施設을 設置하는 地盤의 特性에 맞는 實用的 浸透能力의 評價法

2) 設置後 維持管理手法등의 問題가 完全하게 確立되어 있지 않고 아직까지 開發途中에 있다는 것을 否定할 수 없다.

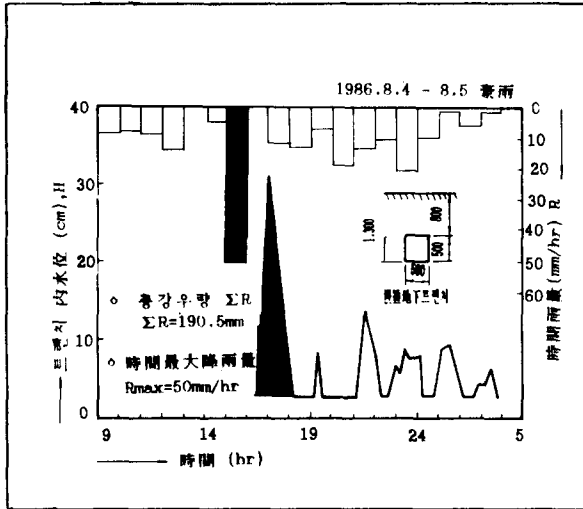


그림8. 트렌치 내수위와雨量

따라서 政府, 都市水防에 觀心을 갖고 있는 모든 研究機關은 좀 낮은 感이 있으나 本工法의 開發과 普及에 더욱 勞力을 傾注하여야 될 것으로 判斷된다.

→ 352페이지 “personal computer system”에서 계속

선이 불연속적인 이유로 보고서용의 인쇄로는 부적합한 편이다.

8pin짜리와 24pin짜리가 있는데 8pin짜리는 인쇄속도가 느리고 대부분 80column짜리 용지만 쓸 수 있게 되어 있으며 24pin짜리는 빠르고 140column짜리 용지를 쓸 수 있으며 8pin짜리에 비해 글자가 깨끗하고 보기 좋게 인쇄된다. PC에 연결하여 쓸 수 있는 type writer는 대략 60만원 정도이고 8pin printer는 50만원 수준, 24pin printer는 130만원 수준이다. 최근에 많이 보급되고 있는 laser printer는 두가지의 결점이 모두 보완되어 빠르고 깨끗하게 인쇄를 할 수 있다.

laser printer는 날로 가격이 싸지고 널리 보급되고 있는 상태이며 현재 200~300만원정도에 구입할 수 있다.

5. Digitizer

각종 도면에 있어서 선이나 점의 좌표를 읽는 장치로서(12"×12"~18") 규격의 소형 digitizer

가 대략 70~130만원 정도이다.

6. Mouse

화면의 cursor를 자유롭게 이동 시킬수 있는 장치로써 10만원 정도이다. 특수한 판을 이용 광학적으로 mouse의 위치를 파악하는 종류와 아무런 판위에서도 mouse에 부착된 고무공의 회전량을 측정하여 위치를 파악하는 종류가 있다. 고무공을 이용하는 것은 편한 대신 광학적인 것보다 다소 해상력이 떨어진다.

7. Plotter

computer 내에서 그래픽용 software에 의하여 작성된 도면을 제도용 펜을 사용하여 종이위에 그려주는 장치로써 공학용으로 쉽게 쓰일수 있는 소형(16"×11")의 plotter가 대략 120~200만원 정도이다.