土木纖維(Geotextile)에 대하여

柳 基 松*

1. 序 論

合成纖維는 石油製品으로 만든 人工纖維로서 1937年 美國에서 나이론이 開發된 이래 飛躍的인 化學工業의 發達로 비니론, 폴리에스터, 레용, 폴리에틸렌 및 폴리프로필렌 等의 合成纖維製品이 出現하게 되었다. 이들은 옷감, 建築裝飾品, 텐트 및 호스 等에 利用되는 것은 물론이고 特히 强度와 透水性이 크고 흙속에서 거의 腐蝕되지 않는 特性이 있으므로 織布, 不織布等의 土木纖維로 만들어져 土木構造物의 補强 및 濾過等의 目的에 많이 利用되고 있다. 이 土木纖維가 土木資材로서 頭角을 나타내기 始作한 것은 1960年代 중반이며 1970年에는 댐工事에도 利用하게 되었다. 이들의 成果는 國際土質工學會 및 國際土木纖維協議會에서 發表된 바 있으며 1983年 11月에는 프랑스의 파리에서 美國, 日本 等 10個國 代表가 모여 會議한 結果 스위스에 本部를 둔 國際土木纖維學會(International Geotextile Society)의 設立을 決定하였으며 現在 日本에서는 會員을 募集中에 있다. 따라서 本稿에서는 土木纖維의 利用, 性質 및 試驗種類에 대하여 간단히 紹介하고저 한다.

2. 土木纖維의 利用

土木纖維의 機能은 排水機能, 濾過機能, 分離機能 및 補强機能으로 區分할 수 있으며 各機能別 利用에 대하여 說明을 하면 다음과 같다.

가. 排水機能

土木纖維는 透水性이 좋으므로 透水性이 낮은 材料로부터 물을 集水하여 出口 쪽으로 排水시키는데 利用되고 있으며, 이 目的에 使用하는 土木纖維는 니들펀칭(needle punching)한 不織布와 같이 平面上의 透水性이 좋아야 한다. 그 代表的인 例로서는 그림. 1과 같이 浸潤線을 低下시키기 위한 堤體內의 鉛直排水로서 重力에 의하여 下向으로 흐르는 물을 外堤 비탈끝으로 排水하는 경우가 있으며 그림. 2와 같이 軟弱地盤上의 堤體下에 設置될 경우는 盛土荷重에 의하여 軟弱地盤에서 上部로 排出되는 물을 水平으로 排除시킬 수 있으므로 壓密이 促進된다. 其他의 例로서 그림. 3과 같은 堤體內의 水平排水 및 堤體下地盤의 鉛直排水 等에 利用된다.

나. 濾過機能

濾過機能으로서는 (1) 液體中에 浮游하고 있는 粒子를 걸러서 물만을 通過시키는 濾過, (2) 흙으로부터 물을 排除하는 濾過 및 (3) 被覆工下部地盤의 浸

그림. 1. 土木纖維에 의한 堤體의 鉛直排水

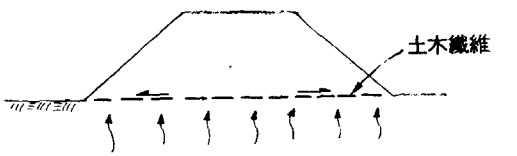
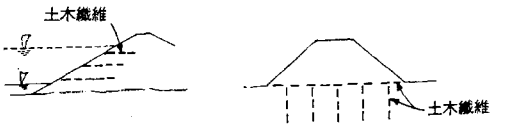


그림. 2. 軟弱地盤上堤體下의 水平排水



(1) 土木纖維補强土의 水平排水 (2) 鉛直排水

그림. 3. 土木纖維에 의한 排水

* 農業振興公社 農業土木試驗研究所

蝕을 保護하기 위한 濾過가 있다. 여기서 그림. 4는 (1)의 代表的인 例로서 물다짐 盛土가 捨石을 通하여 流出되는 것을 防止하는데 土木纖維가 利用된 例이다. (2)의 例는 그림. 5와 같이 흙과 砂礫 사이에 土木纖維가 設置되어 물이 이를 通過할 때 土粒子를 걸러서 粒子移動을 防止하는 것이다. 有孔管集水暗渠의 둘레에 設置하였을 경우에도 같은 機能을 갖는다. (3)의 경우는 波浪에 의한 斜面의 浸蝕을 保護하기 위하여 그림. 6과 같이 被覆物下部에 土木纖維를 設置하는 것이다. 여기서 土粒子의 移動을 防止하는 役割은 2), 3)의 機能이 類似하지만 2)는 물의 흐름 方向이 一定하고 定流이며, 3)은 波浪 또는 水位의 上昇, 下降에 따라서 물이 被覆物에서 흙으로 또는 逆으로 흐르기 때문에 不定流이고 動的인 것이 다르다. 이때 使用되는 土木纖維의 主要特性은 土粒子의 移動을 左右하는 土木纖維의 구멍 크기와 透水性이다. 지금까지 排水와 濾過機能으로 區分하여 說明하였으나 이 兩者의 機能을 함께 가지고 있는 경우가 많다.

다. 分離機能

이 機能은 性質이 다른 兩材料가 荷重에 의하여 壓搾되어 서로 섞일 危險性이 있는 경우 兩材料의 境界面에 土木纖維를 設置하여 材料를 分離하는 것이다. 그 代表的인 例는 그림. 7로서 道路路盤下에 土木纖維를 設置하면 路床土가 飽和될 때 上部荷重에 의하여 路盤의 砂礫이 路床土와 混合되어 路盤이 弱化되는 것을 防止하고 물만을 上部로 通過시키는 役割을 한다. 이때의 土木纖維는 濾過, 補强 및 分離機能을 함께 가진다.

라. 補强機能

이것은 土木纖維의 높은 引張强度를 利用하는 것인데 代表的인 例가 그림. 8이다. 이와같이 土木纖維를 흙속에 設置하면 土木纖維의 引張强度에 의하여 滑動力을 抑制하므로 비탈面이 補强된다. 즉 콘크리트에 鐵筋을 넣는 것과 같은 效果가 있으며 이러한 工法을 補强土(reinforced earth) 工法이라 한다.

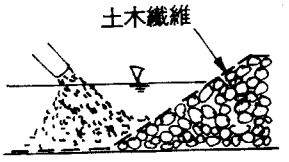


그림. 4. 물다짐時의 濾過

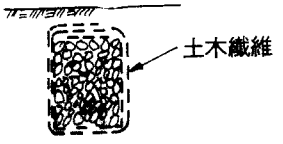


그림. 5. 盲暗渠排水

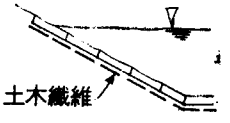


그림. 6. 콘크리이닝下의 土木纖維

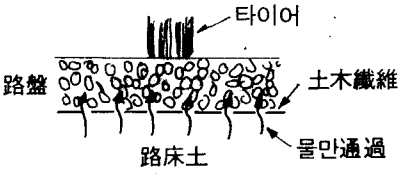


그림. 7. 路盤과 路床土의 分離

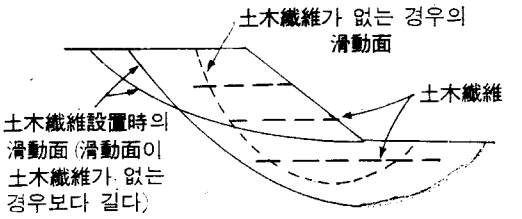


그림. 8. 土木纖維에 의한 滑動面의 補强

3. 土木纖維의 性質 및 試驗種類

土木纖維는 現在 市中에서 볼 수 있는 것으로서 形態上으로 區分하면 織布(그림. 9 參照), 不織布(그림. 10 參照), 織布와 不織布의 混成布(그림. 11 參照) 等이 있다. 또한 不織布는 長纖維(filament)를 어느 길이로 자른 短纖維(staple fiber)를 솜같이 만들어 니들펀칭 한것. 連續長纖維(continuous fiber)를 컨베이어(conveyer)上에 適當히 고르게 쌓아 니들펀칭하거나 熱壓搾(heat press)한 것이 있다. 土木纖維(合成纖維)는 天然纖維와 달리 强度와 透水性

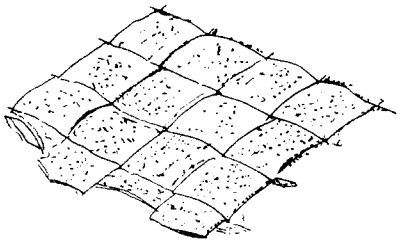


그림. 9. 織　　布

그림. 10. 不 織 布

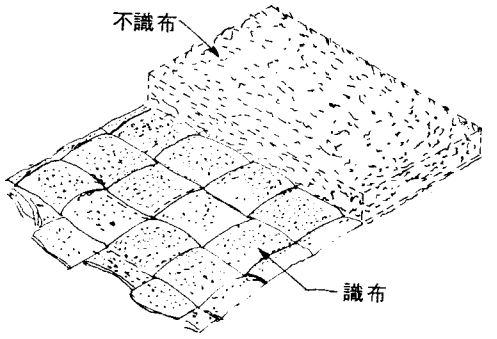


그림. 11. 混　成(複合)布

이 크고 흙속에서 거의 腐蝕되지 않는 것이 特徵이며 이 特性은 製品에 따라서 다르다. 즉 一般的으로 織布는 强度가 크고 伸度가 적으나 반대로 不織布는 强度가 작고 伸度가 크다. 그러나 透水性에 대해서는 不織布가 織布보다 커서 排水性이 좋다. 따라서 이 兩者의 缺點을 補完한 製品이 織布에 不織布를 심어서 만든 混成布라 할 수 있다. 같은 不織布라도 短纖維를 니들펀칭한 것은 透水性은 좋으나 强度가 매우 작다. 그러나 連續長纖維를 니들펀칭한 것은 强度와 伸度가 크고 垂直, 水平方向의 透水性($k=10^{0}\sim10^{-2}$cm/sec)이 매우 커서 排水性이 좋으며 아울러 縱橫의 方向性이 적고 또한 柔軟性이 있다. 한편 熱壓搾不織布는 强度는 크지만 透水性이 적은 缺點을 가지고 있다. 이와 같이 土木纖維의 性質은 多樣하므로 土木纖維를 利用할 경우는 土質과 强度, 透水性 等에 따라 適切한 것을 選擇하지 않으면 안 된다.

土木纖維의 性質을 把握하기 위한 試驗法에 대해서는 1977年 프랑스의 파리에서 開催된 第1回 國際土木纖維會議 以後 世界 各國에서 規格化가 進行되고 있으나 우리나라에서는 이에 대한 試驗方法이 없어 必要에 따라서 纖物에 관한 試驗法을 利用하고 있는 實情이다. 그러나 土木纖維는 一般纖物과 다르기 때문에 一般纖物의 試驗法을 그대로 適用하면 그 性質을 올바로 判斷하기 어렵다. 따라서 美國의 A.S.T.M, 이와 關聯된 協會 및 製造會社에서 創案한 土木纖維의 試驗에 대하여 簡單히 紹介하면 다음과 같다.

가) 重量測定

規定된 規格의 土木纖維試片에 대한 重量을 저울로 測定하여 g/m² 單位로 表示하는 試驗이다.

나) 두께測定

規定된 荷重下에서 土木纖維의 두께를 다이얼게이지를 利用하여 測定하고 두께를 mm 單位로 나타내는 試驗이다.

다) 引張强伸度試驗

土木纖維가 土中에서 引張力을 받을 때의 擧動을 알기 위한 試驗으로 그래브(grab)法, 컷스트립(cut strip)法이 있으며 길이 方向으로 引張荷重을 作用시켜 破壞될 때의 强度(kg/물림幅 cm)와 伸度(%)를 測定하는 試驗이다.

라) 引裂試驗

土木纖維敷設時 구멍이 났을 때 이것이 引張力을 받아 찢어지는데 抵抗하는 强度를 測定하는 試驗으로 kg 單位로 表示된다.

마) 破裂試驗

空隙이 있는 材料上에 設置된 土木纖維가 上部에서 荷重을 받을 때 破裂되는 應力을 알기 위한 試驗으로서 버스트(burst) 試驗法과 트로프(trough) 試驗法이 있으며, 圓形 또는 긴 틈사이에 놓인 土木纖維에 고무膜을 통하여 壓力을 一定한 速度로 加하여 土木纖維가 破裂될 때의 水壓을 測定하는 試驗이다. 單位는 KPa 또는 kg/cm²으로 表示된다.

바) 摩擦試驗

土木纖維와 他材料間의 摩擦係數를 구하기 위한 試驗으로서 흙의 直接剪斷試驗과 類似하다.

사) 콘(cone) 落下試驗

이 試驗은 敷設된 土木纖維上에 石礫을 投下할 때 찌뚫리는 程度를 알기 위한 試驗으로서 規定된 重量의 콘을 一定한 높이에서 落下시켰을 때 생기는 구멍의 直徑을 測定하는 것이다.

아) CBR試驗

土木纖維가 큰돌에 의하여 구멍이 뚫릴 경우의 抵抗力을 알기 위한 試驗으로 흙試驗用 CBR試驗機를 利用하여 할 수 있으며 直徑 50mm의 피스톤을 一定한 速度로 土木纖維面에 눌러서 破裂될 때의 强度(kg)와 變位(mm)를 測定하는 試驗이다.

자) 平面變形引張試驗

이 試驗은 3)의 引張强伸度試驗과 類似한 試驗으로서 不織布를 3)의 試驗方法으로 하면 試片中央部가 오그라들어 正確한 試驗値를 알 수 없으므로 中央部가 縮少되는 것을 防止하기 위한 輕量木製로드(rod)를 試片에 끼우고 試片을 引張하여 引張强度와 伸度를 測定하는 試驗이다.

차) 透水試驗

이 試驗은 흙의 透水試驗과 같은 原理의 試驗으로서 土木纖維의 透水係數(cm/sec)가 구해진다.

카) 孔徑分布試驗

이 試驗은 土木纖維가 가지고 있는 구멍 크기의 分布를 알기 위한 것으로서 土木纖維위에 直徑을 알고 있는 유리구슬을 올려 놓고 振動 체가름 裝置로 체가름을 하여 孔徑分布를 구하는 試驗이다. 이외에 여러가지의 試驗法이 있으나 여기서는 省略한다.

4. 結　　言

지금까지 旣存文獻을 中心으로 土木維纖의 利用, 性質 및 試驗에 대하여 記述하였다. 前述한 바와 같이 土木纖維는 새로운 土木資材로서 脚光을 받고 있으나 우리나라에서는 이에 대한 設計方法이나 試驗方法이 아직 未洽한 狀態에 있어 理論보다는 經驗的으로 土木工事에 利用하고 있는 實情이며 또한 土木纖維를 軟弱地盤上에 敷設하고 盛土試驗施工을 한바 있으나 設計理論을 定立하기에 充分한 資料는 얻지 못하고 있는 것 같다. 앞으로 土木纖維를 本格的으로 土木工事에 利用하자면 이에 대한 硏究는 물론 外國의 最新文獻을 蒐集하여 設計方法과 이에 따른 試驗法을 普及하므로서 合理的인 設計를 할 수 있도록 講究해야 될 것이다.

參 考 文 獻

1. 玄勇鳳(1983) : 長纖維不織布에 대하여, 不織布, 第2號, pp. 32～37.
2. 黃圭泰, 柳基松(1983) : 시이트(sheet)工法에 의한 軟弱地盤의 表層處理, 韓國農工學會誌, 25(4), pp. 8～11.
3. 韓國原絲織物檢査所(1983) : 不織布의 새로운 試驗案內, 不織布, 第2號, pp. 44～47.
4. 李仁珩(1983) : 軟弱地盤處理用매트工法, 韓國農工學會 83年 分科發表會發表文獻
5. J.P. Giroud(1981) : Designing with geotextiles, Materiaux et Constructions, Vol. 14, No. 82, pp. 257～272.
6. Imperial Chemical Industries Ltd. (1981) : Designing with Terram (2nd Edition), Sydney.
7. 吉田弘, 伊勢賢郎(1983) : 土木纖維の利用法, 土木施工, 24(5), pp. 13～16.
8. 伊勢賢郎(1983) : 土木纖維の試驗裝置, 土木施工, 24(5), pp. 93～97.
9. 岩崎高明(1983) : 補强土工法と補强材について, 土と基礎, Vol. 31, No. 9, pp. 5～9.
10. 野本壽(1983) : 補强材としての纖維利用, 土木施工, 24(5), pp. 55～60.
11. 龍岡文夫, 佐藤剛司, 岩崎高明, 山田眞一, 內藤新吉(1984) : 不織布で補强した關東ローム の試驗盛土の擧動, 土と基礎, 31(9), pp. 21～28.
12. 全有錫, 金修三(1976) : 昌原綜合機械工業基地赤峴團地軟弱地盤處理工事報告(Ⅰ), 大韓土木學會誌, 24(1), pp. 15～30.
13. 柳基松(1984) : 土木纖維의 利用과 試驗方法, 不織布, 第3號, pp. 26～34.
14. 柳基松(1982) : 合成纖維를 利用한 敷網工法, 흥농계, 通卷 31號, pp. 113～118.