

最近의 土木材料와 그 利用

安 佑 孫

(農漁村振興公社 農漁村研究院 農工技術研究所長)

1. 緒 論

土木分野에서 利用되고 있는 主要 材料는 흙, 岩石 및 木材 等の 天然材料와 시멘트, 鐵鋼 및 아스팔트 等の 人工材料가 있으며, 最近 社會 發展에 따른 土木技術의 高度化·多樣化 및 그 質的인 變化는 더욱 性能이 優秀한 土木材料를 必要로 하게 되었다.

따라서 在來 土木材料의 性質을 改良하여 最大의 效果를 가지는 土木材料로서 活用하고자 하는 研究가 活潑히 進行됨과 同時에 化學工業의 發達로 各種새로운 土木材料가 開發되어 活用되고 있다.

이러한 觀點에서 從來에는 土木材料로 利用되지 않았던 産業廢棄物인 高爐슬래그骨材나 不良骨材인 海砂 等に 대한 利用研究가 그 一例라 할 수 있으며, 本稿에서는 最近에 많이 利用되고 있는 代表的인 土木材料에 대하여 簡單히 紹介하고자 한다.

2. 시멘트·콘크리트材料

콘크리트는 가장 普遍的인 土木材料로서 오래 전부터 利用되어 왔는데 近來新材料에 관한 研究開發이 活潑히 進行됨에 따라 콘크리트技術이 顯著하게 發展되고 있으며, 그 新材料는 콘크리트의 元來 性能中 不充分한 點을 改良하고자 混合하는 材料 即, 混和劑, 混和材 및 補強纖維材 等이 大部分이다.

가. 混和劑

混和劑는 콘크리트의 워커빌리티 및 耐凍結 融解性 等の 性質을 改良하고자 混合하는 AE劑, 減水劑 및 AE減水劑 等 現在 여러가지 製品이 使用되고 있으며, 그 品質에 대한 것은 韓國工業規格 KS F 2560에 規程되어 있다.

한편 河川骨材의 枯渴로 海砂를 骨材로 利用할 경우는 海砂中의 鹽分에 의하여 鐵筋이 腐蝕되므로 이에 대한 對策으로서 콘크리트用 방청제가 開發되어 現在 市販되고 있으며, 그 品質에 대한 것은 韓國工業規格 KS F 2561에 規程되어 있다.

콘크리트의 高強度화와 施工性改善 等を 위하여 在來의 減水劑보다 減水作用이 優秀한 混和劑의 研究가 最近 活潑히 進行되어 왔다. 또한 近來콘크리트의 施工性을 改善하고자 콘크리트 打設時에 一時的으로 콘크리트를 流動化시키는 工法이 開發되고 高性能減水劑 및 流動化劑의 實用化가 研究되어 널리 普及되고 있다.

高性能減水劑를 利用한 高強度콘크리트의 壓縮強度(材齡 28日)는 $800\sim 1,000\text{kgf/cm}^2$ 에 이르러, 橋梁, 말뚝, 沈木, 涵管 等に 利用된다.

나. 人工輕量骨材

人工輕量骨材는 膨脹頁岩, 膨脹粘土, 燒成플라이애쉬 等이 있는데 이 骨材로 만든 輕量콘크리트는 一般콘크리트보다 製造費用이 비싸지만 斷熱性이 優秀하여 冷·煖房費用에 대한 維持管理費가 적게 드는 長點이 있으며, 高層建物, 高架道路의 上下部構造 및 港灣構造物 等に 利

用된다.

다. 補強纖維材

鐵筋콘크리트는 引張力에 약한 콘크리트의 缺點을 補完한 優秀한 複合材料로서 1824년 以來 使用되어 왔으나 最近에는 이를 더욱 補強하고자 鐵筋콘크리트에 鋼纖維, 高分子纖維, 炭素纖維 또는 유리纖維를 넣은 纖維補強鐵筋콘크리트가 船舶 및 壁體 等に 利用되고 있으며, 鐵筋 代身에 纖維만을 使用할 수도 있다.

라. 폴리머콘크리트

시멘트콘크리트의 引張強度를 補強하거나 化學抵抗性を 增進시키고자 폴리머를 利用한 各種 콘크리트가 다음과 같이 研究開發되어 實用的으로 使用되고 있다.

1) 폴리머시멘트콘크리트

폴리머시멘트콘크리트는 시멘트가 폴리머分散液과 反應하여 水化物을 形成하는 한편 폴리머가 脫水凝集되어 膜을 形成하고 이 膜이 水化物의 겔 또는 結晶과 一體로 되어 堅固한 매트릭스를 形成하므로 步道橋의 鋪裝 및 家屋의 콘크리트슬래브 等に 많이 利用되고 있다.

2) 폴리머浸透 콘크리트

폴리머浸透 콘크리트는 硬化된 콘크리트表面에 모노머, 프리폴리머 또는 폴리머를 스며들게 하여 콘크리트를 一體화시킨 것인데 주로 各種 構造物의 補修 및 地下埋設管, 耐蝕性말뚝 및 海洋構造物의 鹽害對策用으로 使用된다.

3) 레진콘크리트

레진콘크리트는 시멘트 代身에 폴리머를 使用한 콘크리트(또는 모르타)로서 주로 地下埋設管, 맨홀, 防蝕라이닝 및 各種 建築資材等에 利用되고 있다. 이와같이 폴리머콘크리트는 이미 實用的으로 使用되고 있으나 폴리머와 骨材의 配合比, 施工方法 等に 따라 性質이 매우 다르므로 利用時에는 注意해야 한다.

마. 硫黃콘크리트

硫黃 콘크리트는 普通시멘트콘크리트中の 시멘트풀 代身에 硫黃을 結合材로 使用하여 硬化體로 製造하는 것인데 이것은 酸鹽類에 대한 耐久性이 優秀하여 各種 工場이나 下水路, 各種 탱크 및 사이로 等に 利用된다.

바. 耐蝕性鐵筋

海岸地域에 建設되는 콘크리트構造物 또는 融雪劑를 撒布하는 寒冷地의 콘크리트橋 等은 外部로부터 塩化物의 浸透에 의하여 콘크리트 内部의 鐵筋이 腐蝕되어 構造物이 損傷되는 경우가 많다.

따라서 콘크리트中の 鐵筋腐蝕防止에 관한 研究로 耐蝕性鐵筋이 開發되어 現在 耐蝕性鐵筋은 亞鉛塗裝鐵筋, 樹脂塗裝鐵筋 및 耐鹽性鐵筋 等이 있다.

여기서 亞鉛塗裝鐵筋은 鐵筋에 熔融亞鉛을 鍍金한 것인데 各國에서 오래전부터 使用되고 있으나 그 耐蝕성은 아주 優秀한 것과 그렇지 않은 것도 있으며, 環境條件, 鐵筋被覆두께 및 콘크리트의 緻密性 等 많은 要因에 따라 달라진다.

樹脂塗裝鐵筋은 鐵筋에 樹脂를 塗裝한 것인데 防蝕性, 樹脂와 콘크리트의 附着性 및 壼加工性 等으로 볼때 에폭시樹脂 粉體塗裝이 效果의 이라고 하며, 美國 및 日本 等에서는 使用實績이 增加趨勢에 있다.

耐鹽性鐵筋은 鐵筋自體의 耐蝕性 向上을 위하여 鋼材中에 구리(Cu) 및 텅스텐(W)을 添加한 것인데 아직 實用化段階는 아니다.

3. 接着劑

最近 飛躍的인 化學工業의 發達로 各種 接着劑가 開發되었는데 土木用接着劑로는 주로 에폭시樹脂가 콘크리트의 補修, 볼트 等 앵커부의

接着, 組立式블록의 接着 및 新舊콘크리트의 接着 等に 利用되고 있다.

4. 방청·防蝕材

鋼材는 腐蝕되기 쉬우므로 鋼構造物의 방청 및 防蝕을 위한 維持管理費가 莫大하여 이에 대한 對策을 講究하고자 새로운 방청 및 防蝕材料의 研究가 活潑히 進行되고 있다.

大氣中の 鋼構造物은 從來부터 一般的으로 光明丹을 丹青하고 페인트를 塗裝하고 있는데 最近 耐久性이 優秀한 各種塗料가 開發되어 腐蝕性이 심한 環境條件에 建設되는 構造物을 中心으로 實用화가 推進되고 있다.

이들 새로운 塗料에는 下塗用으로 有機 및 無機징크리치(Zincrich)페인트, 亞鉛熔射가 있고 中·上塗料에는 鹽化고무系塗料, 페놀系 MIO塗料, 에폭시 및 폴리우레탄 樹脂塗料 등이 있다.

여기서 鹽化고무系塗料는 從來의 塗料에 比하여 現場施工性이 優秀하므로 現場塗裝用으로 많이 쓰이고 있다.

한편 腐蝕性이 심한 海岸地域中에서도 干滿帶 및 波濤가 치는 飛沫帶가 가장 심하고 또한 補修가 매우 困難하므로 耐久性이 優秀한 防蝕技術이 必要하여 最近 維持管理를 하지 않아도 좋은 各種 防蝕材料에 대한 研究가 進行되고 있다.

現在 研究開發된 材料에는 스테인리스 또는 티탄被覆, 에폭시系, 폴리에스터系, 폴리에틸렌系, 폴리우레탄 등의 有機質라이닝 및 유리纖維시멘트 모르타, FRP시멘트모르타 등의 無機質라이닝이 있는데 그 一部는 이미 實用的으로 使用되고 있다.

그러나 實用的인 材料의 性能에 대해서는 不分明한 事項도 있어 經濟性을 包含한 利用技術의 繼續인 研究가 必要하다.

5. 아스팔트

最近 交通量의 增加 및 車輛의 大型化로 아스팔트鋪裝道路가 溫暖地域에서의 流動, 寒冷地域에서의 마모 等に 의하여 아스팔트鋪裝이 顯著하게 損傷되고 있다.

이것은 元來 아스팔트가 高溫時에 粘稠한 液體狀으로 변하고 低溫時는 脆弱한 固體狀으로 변하는 性質이 있기 때문이므로 그 對策으로서 아스팔트의 性質을 改良하기 위한 研究가 進行되고 있으며, 따라서 各種의 개량된 性質을 가진 아스팔트가 開發되고 있다.

現在 開發된 改良아스팔트는 세미후론아스팔트, 고무·아스팔트, 樹脂·아스팔트 및 고무·樹脂·아스팔트 등이 있다.

여기서 세미후론아스팔트는 스트레이트아스팔트에 空氣를 吸入시키는 후로잉操作을 하여 60°C에서의 粘度를 높게 한 아스팔트로서 重交通道路에 使用時 流動防止對策으로 開發된 것인데 實用的인 性能은 試驗鋪裝 段階라 아직 評價할 수는 없으나 아스팔트鋪裝의 流動防止對策으로서 期待된다.

고무·아스팔트 등 폴리머를 添加한 改良아스팔트는 폴리머에 의하여 아스팔트의 軟化點을 높이고 伸度 및 韌性 등을 增加시켜 아스팔트의 物理的性質을 改良한 것인데 重交通道路에 使用時 溫暖地域에서의 流動化 및 寒冷地에서의 마모防止對策으로 開發된 것이다.

폴리머添加에 의한 아스팔트의 性質改良效果는 아스팔트와 폴리머의 種類 및 그 添加量에 따라 差異가 많아 改良아스팔트의 改良效果判斷을 내리기 어렵다. 따라서 基本的인 技術檢討가 必要하며, 耐流動用, 耐마모用 및 變形이 큰 鋪裝 등 各各의 目的에 適合한 改良아스팔트를 利用해야 한다.

6. 土木纖維

合成纖維로 만든 各種의 纖維布가 開發되어 最近 土木分野에서 많이 利用되고 있는데 現在 開發된 土木纖維는 一般的으로 織布, 不織布, 複合布, 網 및 지오그리드 등이 있으며, 그 素材는 폴리프로필렌, 폴리에틸렌, 폴리에스터 및 나일론 등이다. 이 土木纖維는 天然纖維에 比하여 土中 微生物에 대한 抵抗性이 優秀하고 強度가 크므로 地盤의 表層安定處理, 防潮堤施工時基礎地盤의 洗掘防止, 河川·海岸의 護岸 블록斜面下의 土砂吸出防止, 鐵道の 噴泥防止, 터널·地下鐵 등의 漏水防止 및 貯水池 등의 止水目的으로 土木分野에서 多樣하게 利用되고 있다.

이러한 土木纖維는 素材, 製法 및 두께에 따라 그 性質이 다르므로 미리 製品에 대한 性質을 把握하고 用途에 適合한 土木纖維를 選定하여 利用해야 한다.

7. 不良骨材, 建設廢材 및 産業廢棄物

河川骨材의 不足으로 碎石, 碎砂 등을 널리 利用하게 됨에 따라 品質이 不良하여 현재 利用되지 않는 骨材를 適合한 施工方法을 開發하여 効果적으로 利用하면 骨材가 不足되고 있는 우리나라 實情上 貴重한 資源이 될 수 있다. 한편 이러한 骨材의 利用에 관한 研究가 一部 進行되어 建設部의 콘크리트標準示方書에 海砂의

利用에 관한 基準이 規程되어 있다.

또한 最近 各種 建設廢材로서는 아스팔트콘크리트, 콘크리트 등과 産業廢棄物로서는 高爐슬래그, 電氣爐슬래그, 플라이애쉬 및 廢合成樹脂 등이 大量으로 發生하여 이를 埋立處分할 土地의 確保가 困難하고 廢棄를 위한 經費가 많이 所要되므로 이 廢棄物을 하나의 資材로 利用하면 一石二鳥의 效果를 얻을 수 있다.

여기서 아스팔트콘크리트廢材는 아스팔트鋪裝에 再生利用에 관한 技術開發이 적극 推進되고 있고 콘크리트廢材는 路盤의 低品質콘크리트 등에 使用할 수 있는데 더욱 附加價値가 높게 利用하자면 콘크리트의 破碎, 骨材의 再生技術 등의 研究가 進行되어야 한다.

또한 高爐슬래그는 시멘트의 原料, 콘크리트用骨材, 路盤材料 등으로 利用되고 있어 産業廢棄物이라 할 수 없는 정도로 利用技術이 開發되어 있고 廢合成樹脂를 利用한 콘크리트는 農漁村振興公社에서 研究發表한 바 있으며, 이 廢合成樹脂콘크리트로 플룸, 下水물받이, 組立式人工漁草, 小形管, 斜面保護格子를 및 各種 板材나 角材를 製作하여 利用하고 있다.

플라이애쉬는 시멘트用混和材 및 土壤改良材 등으로 利用되지만 大部分廢棄되고 있으며, 將來 에너지事情으로 볼때 그 廢生量이 增加될 趨勢에 있으므로 建設事業에 이러한 廢材·廢棄物의 利用技術에 관한 研究의 活性化가 要望된다.