

멘트의品種改善의方向과 콘크리트의養生方法의 두方面으로부터 시도되어 왔다. 시멘트에 의한早強化는早強포틀랜드시멘트로부터超早強포틀랜드시멘트, 超速硬시멘트, 알루미늄시멘트 등으로發展되었으며, 養生方法에 의한早強化는常壓蒸氣養生을實施하여 시멘트의水和作用을促進하는方法이 취해져 왔다.

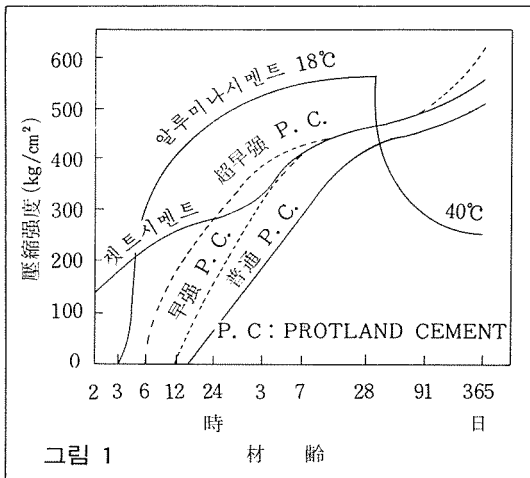


그림 1은 이들 시멘트들의材齡에 따른強度發現을 보인 것이다. 超早強포틀랜드 시멘트는早強포틀랜드시멘트보다 더 빨리早期強度를 얻고져 하는 것이며, 1日強度가普通포틀랜드시멘트의 7日強度에 해당한다.

超早強포틀랜드시멘트는基本的으로는 다른 포틀랜드시멘트와同一하나 다만原料를精選하여化學成分의調節을 보다精密하게 하고石灰飽和度を極限까지 높여서高溫燒成한 크링커를急冷하는同時에粉末度を 매우微細하게 한 것이다.

超速硬시멘트는美國에서開發된超早強시멘트로서, 일명젯시멘트(jet cement)로도 불리우며 1~2時間에서 100kg/cm²까지의強度를發現하며, 그後에는超早強포틀랜드시멘트와 비슷한強度를 나타낸다.

알루미나시멘트는 aluminous cement, high alumina cement, calcium aluminate cement 등으로 불리우며, 알민酸石灰를主構成礦物로 하는 시멘트이다. 알루미늄시멘트의 응결시간은 포틀랜드시멘트와 같거나 더 길지만, 응결후의硬化는急速하여 6~8時間에서 포틀랜드시멘트의 3日強度를, 24時間에서 28日強度를 나타낸다. 低温에서의強度發現도 좋아서常溫의 경우와 거의 차이가 없다.

그러므로緊急工事나寒中施工에適當하다. 그러나高溫 특히 30°C内外에서는 응결硬化가 몹시遲延되는同時에轉化로因한強度劣化의現象이 일어나므로使用에 있어서는注意해야 한다.

3. 高强度콘크리트

普通의 콘크리트를普通의方法으로製造할 경우 그強度에는 스스로限度가 있다. 그래서 보다 높은壓縮強度를 얻기 위하여加壓脫水하는方法, 高溫高壓養生하는方法등이 일찍부터試圖되어 왔다.

最近에는 이른바高性能減水劑를混和한 콘크리트를오오토클레이브에 의하여高溫高壓養生하므로써高强度를 얻고 있다. 減水效果가顯著的한高性能減水劑를使用하므로써 시멘트의水和에必要的限度가까이까지 물·시멘트比를 낮출 수 있어서高强度가 얻어진다. 그림 2는高強콘크리트의 시멘트·물比와壓縮強度와의關係를 보인 것이다.

그림 2는水中養生의 경우, 減水劑有無에 크게 영향받는 일 없이 시멘트·물比와壓縮強度의關係는 거의同一線上에 있음을 나타내고 있고 減水劑添加에 의한高强度化는 물·시멘트比의低減에만 의존함을 보여 주고 있다. 한편 오오토클레이브養生의 경우는同一 물·시멘트比

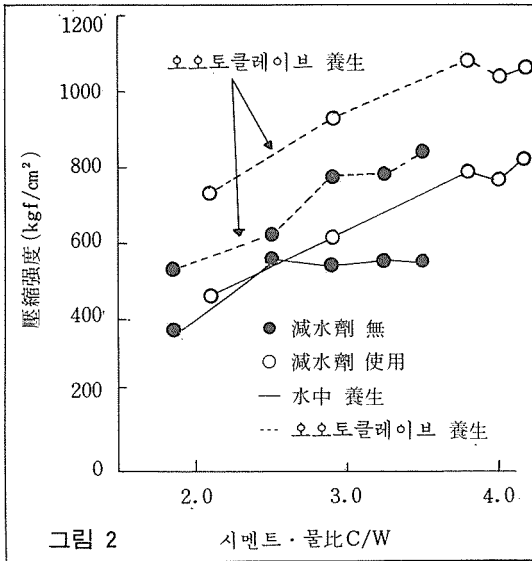


그림 2 시멘트·물비 C/W

이라도 減水劑를 使用한 경우가 훨씬 高强度를 나타내고 있다.

이와 같이 高性能減水劑를 添加하여 高温高壓養生하므로써 1000kg/cm² 정도의 高强度를 무난히 얻을 수 있게 되었다.

이러한 高强度콘크리트를 使用하여 日本에서는 PC(프리스트레스트 콘크리트) 트러스 鐵道橋를 架設한 實例가 있다.

高性能減水劑는 또 流動化콘크리트에 利用되고 있다. 즉 미리 비벼는 單位水量이 적은 된 반죽의 콘크리트에 高性能減水劑를 添加하므로써 流動性이 좋은 콘크리트로 轉換시킬 수 있다. 이것을 流動化콘크리트라고 부르고 있으며 된 반죽의 콘크리트를 치고 다지는데 所要되는 勞力과 費用을 節減할 目的으로 西獨에서 開發한 것이다.

4. 纖維補強콘크리트

콘크리트는 脆性材料이고 龜裂이 發生하기 쉬운 缺點을 가지고 있다. 이것은 콘크리트가 가지는 宿命이라 할 수 있으며, 콘크리트自體의 改善만으로는 克服하기 어려운 문제이다.

그래서 생각해 낸 것이 이른바 複合強化의 手法인 것이다. 즉, 콘크리트에 纖維質材料를 混合하는 것이다. 이것은 흙벽돌 또는 벽을 바르기 위한 진흙을 이길 때 그 진흙속에 여물(벧집을 잘게 썬 것)을 섞어 반죽하여 使用해 오던 祖上들의 知慧와 같은 이치이며, 經驗에 의한 脆性材料의 補強手段이라 할 수 있다.

纖維補強콘크리트란 모르터 또는 콘크리트속에 짧은 纖維質材料를 均一하게 分散시키므로써, 콘크리트의 脆性材料로서의 弱點을 改善하여 引張強度, 龜裂強度, 늘음能力등을 增進시켜 韌性을 높인 複合材料이다.

섬유질材料로는 양係數가 큰 것을 使用할 수록 龜裂拘束能力이 크기 때문에 一般的으로 鋼섬유 또는 유리섬유가 使用된다. 合成섬유는 양係數가 작기 때문에 龜裂拘束効果와 引張強度의 增大는 거의 期待할 수 없으나 耐衝擊性의 改善에는 有効하다. 섬유의 지름은 0.3~0.6mm, 길이는 20~40mm 정도의 것이 使用되며, 鋼纖維 콘크리트에서는 容積으로 1~2%의 鋼섬유를 使用한다.

鋼纖維콘크리트는 보통의 콘크리트에 比하여 龜裂에 대한 抵抗性이 크고, 韌性 및 耐衝擊性이 크며, 引張強度, 휨強度 및 剪斷強度가 크기 때문에 鋪裝, 터널覆工, 콘크리트 2次製品 등 그 適用分野는 多様하다.

5. 폴리머콘크리트

보통의 시멘트모르터나 시멘트콘크리트는 引張이나 휨에 弱하고, 酸 其他 藥品에 대한 化學的抵抗性이 낮은 缺點을 가지고 있다.

이러한 缺點을 改善하기 위한 方法의 하나로 모르터나 콘크리트에 폴리머(polymer)를 混合하거나 또는 結合材로서 시멘트와 물 대신 폴리머를 使用하는 方法이 利用되고 있다. 이러한

콘크리트를 總稱하여 폴리머 콘크리트(polymer concrete)라고 하며, 前에는 플라스틱 콘크리트(plastic concrete)라고 불러 왔다. 폴리머는 원래 重合體의 뜻이지만 여기서는 廣義로 有機高分子材料 全般을 가르킨다.

폴리머콘크리트는 다음과 같은 세 종류로 分類된다.

- (1) 폴리머시멘트콘크리트 (polymer-cement concrete, polymer modified concrete) 및 폴리머시멘트모르타르(polymer-cement mortar, polymer modified mortar)

結合材로서 시멘트와 폴리머를 使用한 콘크리트 또는 모르타르를 말하며 強度發見이 좋고 特別히 韌強度, 引張強度가 크며, 늘음能力이 좋고, 防張強度가 크며, 늘음能力이 좋고, 防水性, 水密性이 좋으며, 콘크리트와 모르타르 뿐 아니라 타일, 石材, 鋼材, 유리, 木材 등 各種 材料와 的 接着性이 좋으며, 耐衝擊性, 耐摩耗性이 좋아서 鋪裝材, 床版材, 防水材, 接着材, 防蝕 등 用途가 多樣하다.

- (2) 폴리머함침콘크리트 (polymer-impregnated concrete) 및 폴리머함침모르타르 (polymer-impregnated mortar)

硬化한 콘크리트 또는 모르타르속에 monomer, prepolymer 등을 含浸시킨 후 重合등의 操作을 거쳐서 콘크리트 또는 모르타르와 폴리머를 一體化시킨 것을 말하며, 強度가 매우 높으며, 無收縮性이고, 吸水性이 없으며, 耐藥品性이므로, 이러한 特性이 要求되는 分野에 利用된다.

- (3) 레진콘크리트(resin concrete) 및 레진모르타르(resin mortar)

結合材로서 폴리머(主로 resin, 즉 樹脂) 만

을 使用한 콘크리트 또는 모르타르를 말하며 시멘트를 전혀 使用하지 않는다. 이 콘크리트는 結合材의 主成分으로써 液狀樹脂만을 使用하기 때문에 硬化후의 性質도 시멘트콘크리트와 많이 다르다. 이 콘크리트는 早期에 高强度가 發見되기 때문에 寒冷地 또는 各期工事に 有利하며, 吸水 및 透水에 대한 抵抗性이 優秀하고, 다른 모든 材料와의 接着性이 좋으며, 耐摩耗性, 耐衝擊性, 耐藥品性이고, 電氣絶緣性이 좋으므로 이러한 特性들이 要求되는 곳에 利用된다.

6. 未來의 콘크리트

오늘의 新技術, 新工法이 來日이면 낡은 技術, 舊工法으로 轉落해 버리는 요즈음이다. 콘크리트 역시 20~30年前에는 생각도 못했던 것들이 오늘날 實際로 얻어지고 있다. 앞으로 20年 또는 30年후의 콘크리트에 대한 展望을 ACI 委員會報告의 「2000年代의 콘크리트」로부터 추려 보기로 한다.

(1) 시멘트

시멘트콘크리트의 試驗方法의 發展과 더불어 시멘트의 性狀에 構成物質과의 關連이 보다 확실하게 드러 날 것이다.

이것은 시멘트의 製造技術의 改良과 더불어 品質이 극히 좁은 規定值內에 들 수 있는 시멘트의 製造를 可能케 할 것으로 생각된다. 또 特殊한 機能을 가지는 시멘트의 開發도 활발해질 것이다.

예컨대 無收縮콘크리트, 또는 self-prestressing 用的 膨脹시멘트 및 응결時間을 自由롭게 調節할 수 있는 시멘트 등이다.

그 밖에 特殊한 性質을 가지는 시멘트, 예컨대 블리이딩이 없는 콘크리트, 施工이 容易를 必

요로 하지 않는 콘크리트, 熱膨脹率이 작은 시멘트 또는 콘크리트, 壓縮強度에 대한 引張強度의 比率이 큰 콘크리트, 特殊한 方面에 利用될 수 있는 彈性的性狀이 改良된 것, 透水性이 작아서 收縮量이 적은 콘크리트, 鹽化物 또는 硫化物 등의 腐蝕作用에 강한 콘크리트, 音響의 吸收 또는 傳達效果가 改善된 콘크리트, 摩耗性狀이 改善된 콘크리트 등을 만들 수 있는 시멘트의 開發이다.

現在의 여러 가지 廢棄物은 結合力이 있는 binder를 製造하는데 使用될 것이다. 그리고 그것은 特히 高溫蒸氣養生에 의한 콘크리트製品에 利用될 것으로 생각된다.

이와 동시에 새로운 樹脂가 開發되어 使用될 것이다. 有機性的의 폴리머는 無機性的의 콘크리트를 改良하는데 使用되어 龜裂에 대한 抵抗性을 顯著하게 增進시킬 것으로 생각된다.

(2) 骨 材

自然骨材의 資源은 稠濁하고 人工骨材 特히 人工輕量骨材가 重要視될 것으로 생각된다. 人工輕量骨材콘크리트는 強度·重量比가 크고, 耐久性이 좋은 것으로 될 것이다. 그러나 가장 顯著한 發展은 廢棄物質로부터의 骨材의 生産일 것이다. 플라이 애쉬는 高品質의 포조랑으로 利用되는 외에 燒成되어 高品質의 輕量骨材를 生産될 것이다.

(3) 混和劑

混和劑를 使用함으로써 얻어지는 利點은 더욱 커져서 콘크리트의 強度는 增加되고, 費用은 低下되며, 콘크리트는 보다 耐久의이고, 또 打設하기 쉬워질 것이다.

종래의 콘크리트이면 凍結해버릴 氣象條件下에서도 콘크리트에 害로운 影響을 미치지 않을 混和劑가 開發될 것이고, 또 콘크리트가 스스

로 養生될 수 있는 混和劑도 出現할 것이다. 또 어떤 混和劑는 콘크리트를 팽창시켜, 그 膨脹量을 現場에서 간단하게 調節할 수 있는 것도 開發될 것이다.

또한 다음과 같은 役割을 할 수 있는 監視混和劑라는 것이 出現할지도 모른다. 예컨대 콘크리트의 색깔의 變化에 의하여 물·시멘트비가 너무 크다든가 레미콘의 溫度가 너무 높거나 또는 너무 낮다든가 하는 것을 나타내 주는 것이다. 또 동일現場에 搬入되는 콘크리트가 同一品質의 것인가 아닌가 하는 것도 콘크리트에 着色하므로써 알아 낼 수 있을 것이다. 이러한 종류의 混和劑는 콘크리트의 均等性을 유지시키는데 매우 有用한 手段이 될 것이다.

(4) 鐵 筋

대개의 경우, 콘크리트의 引張強度의 增進으로 말미암아 鐵筋이 全혀 필요없거나 또는 아주 少量으로 될 것이다. 콘크리트의 引張補強이 꼭 필요한 경우에는 종래의 鐵筋대신 金屬性, 鑛物性, 또는 樹脂系의 纖維 또는 플라스틱을 콘크리트에 混入하므로써 代置되거나, 또는 콘크리트硬化후 樹脂를 含浸시키므로써 代置될 것이다.

(5) 重量의 輕減

輕量콘크리트의 使用이 더 擴大될 것이다. 比重 0.8 정도로 壓縮強度 250kg/cm² 정도의 콘크리트가 製造될 것이고, 樹脂材料의 添加 또는 含浸에 의하여 보다 높은 強度·密度比의 콘크리트가 出現할 것이다.

(6) 耐久性의 增進

물 또는 腐蝕性的의 化學藥品을 콘크리트 속에 浸透시키지 않는 技術의 發展하므로써, 콘크리트의 耐久性이 飛躍的으로 增進될 것이다. 폴리

머를 흡수시킨 콘크리트가 그러한 콘크리트이며, 吸收量이 거의 없다.

(7) 強度의 增進

特殊한 目的을 위해서는 $4000\text{kg}/\text{cm}^2$ 정도의 壓縮強度를 가지는 콘크리트가 開發될 것이고, $1500\text{kg}/\text{cm}^2$ 정도의 壓縮強度의 콘크리트가 一般的으로 使用될 것이다.

또 만약 필요하다면 壓縮強度의 1/2 정도의 引張強度를 가지는 콘크리트도 製造될 것이다.

(8) 비비기

現在 使用되고 있는 batching에 의한 콘크리트의 製造는 容種配合이 使用되지 않는 것 처럼 없어질 것이다. 그 대신 連續的인 配合과 비비기가 될 것이며, 이 때 各成分의 管理도 충분히 이루어질 것으로 생각된다. 비비기 時間이 大幅으로 減少될 것이고, 언제든지 비비기의 運轉을 中止시킬 수 있으며, 또 配合를 바꾸어 運轉을 續行할 수 있게 될 것이다.

(9) 運搬, 打設, 마무리, 養生

콘크리트製品工場에서는 運搬 및 打設이 自動화될 것이다. 現場에서는 自動화된 펌프 및 動베이어가 使用될 것이다. 버킷은 使用되지 않게 될 것이고 콘크리트의 運搬은 機械化되어 보다 빠르고 正確하게 될 것이다.

손으로 操作하는 다지기用 振動機의 使用은 몹시 高價가 되어, 보다 좋은 다른 方法이 考案될 것이다. 예컨대 굳지 않은 콘크리트의 固有振動周期에 一致하는 振動數로 振動하는 自動制御된 振動機등이 그것이다.

(10) 品質管理

28日強度의 試驗은 없어질 것이다. 構造物의 安全性을 檢査할 수 있는 프로그램도 開發될 것

이다. 콘크리트가 굳지 않은 狀態에서 그 品質을 檢査하는 試驗이 實施되어, 콘크리트를 거푸집에 처 넣기前에 그 採擇의 可否判斷이 내려질 것이다.

어떤 경우에는 콘크리트가 믹서 안에 있는 동안에 上記檢査가 實施되어, 그 콘크리트를 使用할 것인가 버릴 것인가의 判斷이 내려질 것이다. 放射性物質의 追跡 또는 그 吸收作用을 利用한 方法에 의하여 콘크리트가 플라스틱한 狀態에 있는 동안에 連續的으로 그리고 비비기와 運搬을 遲延시키는 일 없이 그 品質의 檢査가 이루어 질 수 있을 것이다.

硬化한 콘크리트의 檢査에는 超短波 또는 周波數가 적은 超短波 혹은 周波數가 높은 超短波가 使用될 것으로 생각된다. 放射線寫眞 (radiograph), X線, 同位元素 (isotope) 등의 利用은 通常的인 일로 될 것이다.

音響의 反射를 利用하는 方法은 改良되어, 研究 및 構造品의 檢査를 위하여 使用될 것이다. 熱을 發生하는 構造物의 檢査에는 赤外線 寫眞의 利用이 널리 使用될 것이다. 磁力을 利用한 自動測定方法은 鐵筋의 腐蝕位置 및 그 程度를 檢査하는데 使用될 것이다.

(11) 프리캐스트

表面이 미리 마무리된 프리캐브의 壁體와 床版部材로 systematic하게 建設되는 빌딩은 더욱 增加될 것이다. 미리 組立된 unit가 樹脂系의 接着材로 接着되고 樹脂系의 coating으로 마무리되어, 短時間에 建設이 可能해지는 建設시스템이 이루어질 것이다.

이것은 構造物의 美的觀點에서도 좋을 뿐 아니라, 勞力이 節減되어 經濟的으로 育成될 것이다. 이러한 部材들은 잘 管理하는 工場에서 年中 製作되어 均一하고 高品質이며, 또 마무리된 表面을 가지고 있다.

勞動生産性的 向上은 現場치기 콘크리트에 의한 建設을 時代에 뒤진 것으로 되게 할 것으로 생각된다.

7. 맺 음 말

以上으로 그동안 시멘트콘크리트에 從事해온 이들이 研究開發해온 成果의 一部를 극히 簡略하게 돌이켜 본 同時에 콘크리트에 未來像도 展望해 보았다.

프리스트레스트 콘크리트의 開發에 決定的인 貢獻을 한 Guyon이 일찌기 「프리스트레스트 콘크리트로 解決할 수 없는 構造問題는 아마도 없을 것이다」라고 囑破한 이 말은 그대로 콘크리트에 의한 構造物의 無限한 可能性을 뒷받침하는 達見으로 받아 들여도 좋을 것이라는 생각을 披瀝하면서 이 글을 맺는다. *

引用 文獻

- 1) 岡田 請外：콘크리트工學 핸드북, 技報堂刊, 1980.
- 2) 山田順治外：超早強시멘트의 開發과 그 應用, 콘크리트자아날, Vol. 10, No. 1, pp. 47~64, 日本콘크리트합議, 1972年 1月.
- 3) 콘크리트工學編集委員會：特集·高性能減水劑의 應用, 콘크리트工學, Vol. 18, No. 7, 日本콘크리트工學協會, 1980年 7月.
- 4) 콘크리트工學編集委員會, 特集·複合과 콘크리트技術, 콘크리트工學, Vol. 21, No. 5, 日本콘크리트工學協會, 1983年 5月.
- 5) 日本콘크리트工學協會, 特集·콘크리트 技術의 動向, 콘크리트工學, Vol. 10, No. 6, 1972年 6月.
- 6) Report of ACI Ad Hoc Board Committee on Concrete-Year 2000, ACI Journal, No. 8, Proceedings V. 68, August 1971.

