

## 鐵筋콘크리트의 中性化에 대하여 (被害狀況 및 抑制方法)

鄭 載 東

東洋시멘트 기술연구소

### 1. 序 言

이 方面의 디자이너들에게 자주 引用되어지는 「紀念碑的 構造的」이란 말과도 같이 人間의 壽命보다도 훨씬 길 것으로 생각되어 온 콘크리트 構造物은 半永久的이라는 常識과는 달리 콘크리트 자체는 早期劣化의 要因을 많이 內包하고 있으며 이러한 劣化의 要因을 放置해두면 短期間中에 壽命에 到達할 수도 있다. 最近의 良質 天然骨材의 枯渴에 의한 骨材品質의 惡化, 鹽分의 流入, 혹은 長期間에 걸쳐서 그 影響이 充分히 檢討되지, 양은 混和材·濟의 使用동의 여러가지 要因들이 複合的으로 겹쳐 졌을 때 그 被害는 콘크리트에 致命的인 것이 될 수도 있다.

一般의인 콘크리트의 耐久性能의 劣化要因으로서 凍結融解의 反復, 內外部의인 鹽分의 混入, 反應性骨材의 使用동이 열거되나 이것들은 어느 정도 地域의인 特殊要因에 起因된다고도 볼 수 있다. 그러나 콘크리트의 中性化에 의한 劣化의 問題는 一般的인 環境下에서도 確實하게 進行하여 鐵筋의 腐蝕 및 콘크리트의 壽命을 威脅하는 가장 基本的이며 重要한 問題이다.

### 2. 中性化란?

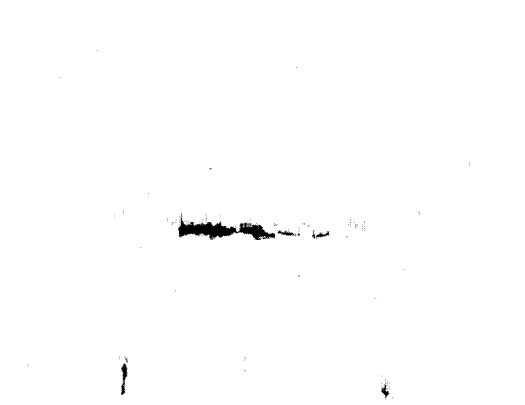
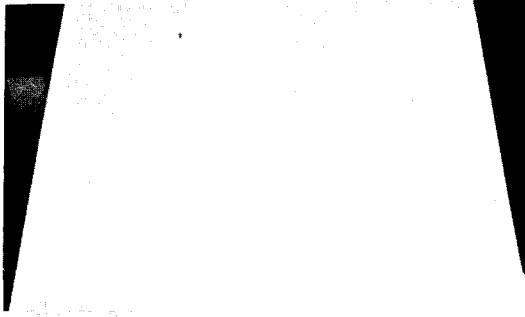
시멘트의 水和反應에서 生成되는 水酸化칼슘은 pH12~13程度의 強알칼리성을 나타내며 또한 이것이 시멘트 水和物 全體의 pH를 決定하고 있다. 그리고 이 水酸化칼슘은 大氣中에 約 0.03%

包含되어 있는 弱酸性의 炭酸가스와 接觸하여 炭酸칼슘으로 變化하며, 이때 炭酸칼슘으로 變化한 部分의 pH가 8.5~10程度로 낮아지는 것을 中性化(혹은 炭酸化)라고 부른다.

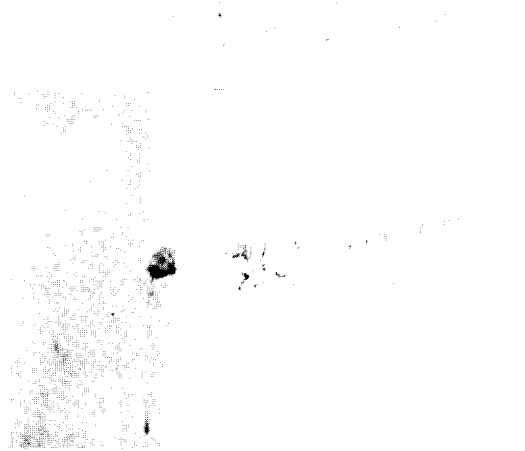
中性化에 의한 直接的인 問題는 없으나 콘크리트의 物理的인 劣化는 內部鐵筋의 녹슴(發鏽)에 의해 시작된다. 콘크리트 內部的 pH가 11以上에서 鐵筋은 表面에 녹슬기 어려운 不動態를 形成하나 中性化에 의하여 pH가 11보다 낮아지면 鐵筋에 녹이 發生하고 또 이러한 녹에 의하여 鐵筋은 2.5배까지 體積이 膨脹하게 된다. 이때의 膨脹壓力에 의하여 콘크리트 內부에 균열을 發生시키며 鐵筋 附着強度의 저하, 피복콘크리트의 剝離, 鐵筋斷面積의 감소에 의한 抵抗모멘트의 저하등의 物理的인 劣化의 進行과 함께 終局的으로는 鐵筋콘크리트 構造物 全體의 위기를 초래한다.

### 3. 中性化의 被害狀況

15~17年 前에 지어진 學校의 建物에 있어서 中性化에 의한 劣化의 現地調査를 행하여 실제 철근 콘크리트 구조물의 피해상황에 대한 代表的인 예를 사진 1~6에 나타내었다. 먼저 사진 1~3은 강의실 계단의 밑부분이며, 5~6m 떨어져서 바라보면 內部 철근이 配筋된 모양같은 것이 보인다(사진1). 이것은 콘크리트 피복 두께가 5mm 이하로써 아주 얇게 施工되어 있음을 나타낸다. 그리고 이 부위를 확대한 사진2를 보면 최대폭

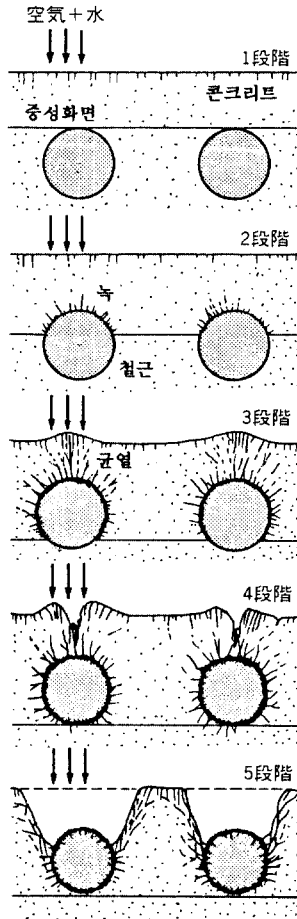


0.5mm 정도의 미세한 균열이 철근 上部를 따라서 發生하여 있다. 사진3은 이 균열 부위를 벗겨내어 1% 페놀프탈레인 알콜 용액을 분무하여 中性化의 程度를 調査한 것인데, 거의 모든 部位에 있어서 철근면보다 깊은 곳까지 中性化 되었고, 철근의 표면에 녹이 發生하여 있다. 사진1에서 보인 철근 배근의 모습은 이러한 녹의 發生에 의한 철근 上部의 突出과 녹즙(汁)이 배어나와 생긴 것이 明確하다(그림1의 3단계). 또한



이러한 사진 1~3은 시공 불충분에 起因한 것으로서 中性化에 의한 劣化의 초기 단계를 나타내며, 中性化에 있어서 施工程度 및 소요 피복 두께의 확보가 대단히 중요하다는 것을 시사하고 있다.

사진 4~5까지는 風雨에 직접 폭로되어 있는 강의동 外壁部인데, 中性化에 의한 劣化의 末期 症狀를 나타내고 있다(그림1에 있어서의 劣化과정의 4, 5단계). 또한 이것들도 사진 1~3의 경우와 마찬가지로, 철근의 配筋面에 따라 직선상



정상, 재질 및 강도상의 변화는 거의 없다 (약간의 건조수축에 의한 균열).

녹의 발생에 의한 팽창압이 콘크리트 내부에 발생하여 미세한 균열이 발생한다.

철근의 윗면이 팽창한다. 균열이 표면까지 연장되어 공기와 수분의 침입이 격화되어 동해 등의 다른 열화도 유발시킬. 녹물이 보인다.

철근 윗면의 피복 물말이 부서져 떨어지고 철근의 노출이 시작된다. 철근 단면적의 감소.

철근 윗면이 거의 없어지고 철근은 공기와 풍우에 직접 폭트된다. 내구성능 없음.

그림1 중성화에 의한 콘크리트의 열화 진행의 모식도

으로 劣化가 進行되어 있다. 사진6은 局部的인 現像이지만 철근 上部가 圓추형으로 剝離하여 一種의 Popout과 같은 양상을 나타내며, 피복 두께 10mm 이상의 部位에서 가끔 나타난다.

이상과 같이 中性化에 의한 劣化는 우선 施工상의 결함에 의한 콘크리트 表層部의 피복 두께가 얇은 곳으로부터 시작되어 철근의 부식, 나아가서는 콘크리트의 파괴를 誘發한다는 것이 明確하다.

#### 4. 中性化의 抑制策

콘크리트의 中性化 進行速度에 影響을 미치는

要因으로서 外部의 溫濕度, 炭酸가스의 濃度, 方位, 室內外등의 環境因子, 시멘트, 骨材, 混和材 등의 材料因子, 물시멘트比, 單位水量, 슬럼프 등의 調合條件 및 打設, 다짐方法, 養生등의 施工條件 등이 있다.

以上과 같이 콘크리트의 中性化 進行速度에 影響을 미치는 因子는 너무나 많고 因子가 中性化에 미치는 影響 혹은 因子 相互間的 複合的인 影響에 대해서는 아직까지 明確하게 判明되지 않은 部分이 많다.

中性化에 관한 既往의 研究結果를 토대로 中性化 進行의 抑制 方法을 정리하면 다음과 같다.

(1) 材料 및 調合因子에 關하여

콘크리트에 混入되는 材料의 種類 및 調合條件은 中性化 進行速度에 커다란 影響을 미치는 것이 明確하므로, 使用 材料의 選定 및 調合條件의 決定時에는 콘크리트 自體의 品質이 可能한한 緻密, 堅固하도록 早強, 普通포틀랜드 시멘트의 使用(一般적으로), 高比重의 良質骨材의 使用, 혹은 물시멘트比, 공기량, 세공량이 낮게 되도록 해야 한다.

(2) 施工因子에 關하여

中性化 進行速度에는 養生條件, 打設, 다짐 方法 등의 施工因子의 影響이 明確하므로 現場 施工시에는 비닐시트, 유막 養生등의 方法을 使用하여 初期 養生이 充分히 이루어 질 수 있도록 할 것이며, 打設時에는 모르타르의 누출, 콘크리트의 분리, 피복 콘크리트의 결손(Rock pocket, honeycomb)이 생기지 않도록 거푸집의 製作 및 다짐 方法 등에 充分한 고려가 있어야 한다.

5. 結으로

以上에서 정리된 바와 같이 中性化는 鐵筋콘크리트 構造物의 耐久性 部分에 있어서 가장 基本的이며 동시에 重要한 劣化要因이다. 그러나 中性化에 의한 鐵筋콘크리트의 劣化는 長期間에 걸쳐 조금씩 進行하기 때문에 進行의 末期의 狀能에서 그 劣化 狀態가 포착되기 쉬우며 母材의 劣化가 局部的이라 하여도 一體式이라는 鐵筋콘크리트 構造物의 性格上 部材의 修理 혹은 交換이 곤란하기 때문에 構造物 全體의 耐久壽命을 威脅하게 된다.

今後 鐵筋콘크리트 構造物의 壽命을 予測하여 耐久設計에 活用하기 위해서는 中性化 問題뿐만 아니라 콘크리트 全體 耐久性 部門에 있어서의 基礎 研究의 充實과 함께 研究의 폭을 넓혀 나가야 할 必要가 있을 것으로 사료된다.