

# 콘크리트 特性 小考

吳 昌 熙

<漢陽大 建築工學科 教授>

## 1. 머리말

콘크리트는 시멘트와 골재 및 물을 기본構成 材料로 하는 보편화된 재료로서 그 용도가 다양하다. 특히, 콘크리트는 建築構造用材로서 매우 중요한 재료이며 그 사용 역사도 오래되며, 아직까지 이를 凌駕하는 재료는 개발되어 있지 않다. 콘크리트는 위의 3가지 기본재료로 구성된 비교적 간단한 재료로 알려지고 있으나, 材料科學의 발달에 따라 先進諸國에서 각종 混和劑를 개발하여 콘크리트에 대한 要求性能을 높이기 위한 연구를 활발히 진행하여 많은 연구결과를 보고하고 있다.

최근에는 混和劑를 사용하지 않은 콘크리트는 생각할 수 없을 정도로 混和劑의 사용이 일반화되어 良質의 콘크리트를 제조하고 있다. 그러나 아직까지 만족할 만한 단계에 이르고 있다고는 할 수 없다.

콘크리트의 所要性能에 따른 良質의 콘크리트 製造를 위한 混和劑 사용에 대한 연구도 중요하나 이에 앞서 콘크리트의 性質變化要因에 대한 根源的인 연구는 더욱 중요하다.

건축에 사용되는 각종의 자재는 그 素材와 物性에 따른 각 전문분야에서 연구개발되고 있으나 콘크리트는 유일하게 건축이나 토목계에서 전문적으로 취급하는 재료이다. 그러므로, 콘크리트의 사용이나 시공상의 재질적인 특성과 제조 등에 관한 연구 결과는 이미 건축이나 토목계에 널리 알려지고 있다.

그러나, 意外로 콘크리트의 基本 物性이나 그 特性에 대한 인식이 잘못된 경우를 우리는 종종 볼 수 있다.

콘크리트 취급의 전문분야인 建築이나 土木 工事 現場에서 보다 효율적인 콘크리트의 제조와 시공을 위하여 콘크리트의 特性에 대한 명확한 理解가 있어야 할 것으로 생각된다.

## 2. 콘크리트의 強度變化要因

建築構造用材로서 가지는 콘크리트의 가장 중요한 장점은 壓縮強度라 할 수 있다.

이 콘크리트의 機械的인 性質變化 要因은 매우 多樣하나 그 중에서도 壓縮強度에 영향을 미치게 되는 要因은 현재까지 알려진 研究結果에 의하면 약 60여 種으로 보고 있다. 이 60여 요인을 완전히 만족시키면 콘크리트의 強度는 이를 구성하는 골재의 強度와 같거나 그 이상이 된다는 理論的인 뒷받침이 있다. 그러나 이 60여 요인을 완전히 만족시키는 것은 實際로 거의 不可能한 것으로 본다. 특히 工事現場에서는 더욱 그러하다고 하겠다.

이와 같은 콘크리트의 強度理論은 학자에 따라 여러가지 理論이 展開되어 왔다. 이를 살펴 보면

最大密度理論 : 1917년 Taylor 및 Thompson에 의하여 발표된 理論으로서 사용골재의 空隙을 最小로 하기 위하여 잔골재의 粒度 및 混合比를 조정하여 最大의 콘크리트 強度를 얻게 하는 理論이다.

表面積 理論 : 1918년 Edwards가 발표한 理論으로서 콘크리트의 強度는 사용골재의 全表面積에 대한 시멘트의 重量에 의하여 正해진다는 理論이다.

물시멘트比 理論 : 1919년 Abrams의 理論으로서 골재의 粗粒率과 물시멘트比와의 關係에 대한 理論이며 현재에도 널리 採用되고 있다.

시멘트空隙 理論 : 1921년 A.N.Talbot가 提議한 理論으로서 콘크리트강도와 시멘트 空隙比와의 函數關係에 대한 理論이다.

이상과 같이 콘크리트 強度에 대한 理論은 그 나름대로의 論理가 認定되나 콘크리트의 強度에 영향을 주는 많은 因子들 가운데 몇 개의 因子를 函數로서 이끌어 내려고 시도한 것이다.

이제 콘크리트의 強度에 관계되는 主要因들을 정리해 보기로 하면 다음과 같다.

첫째, 콘크리트를 구성하는 基本 材料의 品質을 들 수 있다. 즉, 시멘트와 사용골재 및 混合用水 등의 品質에 따라 콘크리트의 強度가 크게 달라지게 된다는 것은 쉽게 알 수 있을 것이다.

그러므로, 이들 基本 材料의 品質에 따른 콘크리트 強度變化에 대한 연구결과 보고는 많다.

둘째, 材料의 配合으로서 骨材粒度分布, 시멘트量과 骨材量과의 配合, 시멘트量과 混合用水量과의 配分, 굳지 않은 콘크리트의 流動性 등에 의한 콘크리트 強度變化는 매우 다양하다.

셋째, 콘크리트의 施工方法에 의한 強度變化로서 주된 것은 각 材料의 混合方法, 부어 넣기, 養生條件, 材齡, 強度試驗 方法 및 시험체의 크기와 모양 등을 들 수 있다.

열거된 이상의 각 要因에 대한 조건을 고려하면 콘크리트의 強度變化에 영향을 주는 因子는 더욱 많이 늘어나게 된다는 것을 알 수 있다.

이와 같이 1824년 포틀랜드 시멘트가 발명

된 이래 Melan Neuman에 의한 콘크리트의 材料科學인 研究는 계속되고 있다.

### 3. 콘크리트의 基準強度

어떠한 재료이든 엄밀한 의미에서 보면 그 재료가 발휘할 수 있는 實際의 強度와 일반적인 基準強度와는 어느 정도의 差異가 있으므로 完全히 一致된다고는 볼 수 없다. 즉, 우리가 어느 재료를 사용할 때 적용하는 強度는 그와 같은 材質의 材料에 대한 基準強度라 할 수 있으나 어디까지나 그 재료의 實際強度라 할 수는 없다. 이는 곧 強度測定에 대한 變化 要因들이 많다는 것을 뜻하게 된다.

그 한 예로 콘크리트의 強度測定에 있어서 동일한 配合에 의한 균질한 콘크리트로 만들어진 시험체라 할 지라도 純熟한 바와 같이 그 크기와 모양 및 시험방법에 따라 強度가 다르게 나타나는 것은 물론, 동일한 材質의 시험체를 동일한 시험방법으로 시험하였다고 가정하더라도 시험하는 사람에 따라 시험오차가 발생하게 되므로 그 재료에 대한 絶對적인 強度把握은 거의 불가능하다 하겠다. 그러므로, 強度試驗에 대한 조건을 규정하고 이에 의한 強度를 그와 동질재료의 強度로 설정하여 적용하게 한다. 이를 우리는 理論強度라 한다. 따라서, 어떠한 材料에 대한 實際強度와 이 설정된 理論強度는 어느 정도의 차이가 있게 마련이다. 이와 같은 엄밀한 強度의 差는 材料에 따라 다르나 유리와 같이 理論強度가 實際強度의 100배 이상이나 되는 경우도 있다. 이와 같이 콘크리트의 理論強度와 實際強度는 상당한 차이가 있게 마련이다. 그러므로, 콘크리트 구조물을 설계할 때에 壓縮許容強度를 적용하게 된다. 따라서, 콘크리트의 所要強度를 지나치게 絶對시하는 것은 생각해 볼 만한 일이다. 따라서, 實際 構造物에 대한 安全性 評價에 있어서 實測한 強度를 기준으로 하여 設計規準에 미달한다고 하여 構造物의 安全性을 단순히 判斷하는 것은 문제시된다. 그

러므로, 콘크리트 強度는 어디까지나 構造物을 設計하기 위한 基準強度에 불과하다는 것을 의미하게 된다고 하여도 과언은 아닐 것이다. 아무튼 이러한 콘크리트의 強度測定에 대하여 보다 폭 넓게 생각해 볼 필요가 있다.

#### 4. 콘크리트의 強度測定

콘크리트의 強度測定 方法은 크게 둘로 나누어 생각할 수 있다. 그 하나는 시험체를 직접 파괴하여 얻는 測定値와 비파괴에 의한 간접적인 推定시험방법이다. 이들 시험방법은 어디까지나 一定한 시험조건이 규정되는 한편 각각 그 적용 조건이 다르게 마련이다.

破壞試驗은 實施 構造物에 사용되는 콘크리트로 시험체를 만들거나 實施 構造物의 一部에서 시험체를 채취하여 이에 의한 破壞強度를 그 구조물의 콘크리트 強度로 定하고 있다. 그러나, 전술한 바와 같이 콘크리트의 強度變化要因 가운데 하나인 시험체의 양생과정과 構造體 콘크리트의 양생과정과 완전히 一致하게 할 수는 없기 때문에 완전히 一致되는 強度가 된다고는 볼 수 없다. 그러나, 이 방법에 의해 산출된 強度가 비교적 實際의 構造物 콘크리트 強度와 근사하다는 것은 인정된다.

非破壞試驗은 實施 構造物을 시험체로 하여 직접 얻어지는 자료를 분석하여 算出하는 推定強度인 만큼 자료분석 如何에 따라 그 信賴性이 더욱 높을 경우도 있으나 이는 극히 專門的인 測定技法이 요구되고 있다. 현재까지 알려진 콘크리트의 非破壞試驗方法으로서

첫째, 簡易試驗方法인 引拔試驗을 들 수 있다. 이는 實施 構造物이나 시험체에 미리 필요한 장치를 하여 두고 소정의 시간이 경과한 다음 시험하는 방법으로서 국부적인 구조체에 損傷을 줄 수도 있는 비교적 信賴性이 낮은 試驗方法이다.

둘째, 우리나라에서도 널리 알려진 表面硬

度 시험방법으로서 Schmidt Hammer에 의한 콘크리트 表面의 反撥硬度를 測定하여 壓縮強度로 換算하는 方法이나 이는 콘크리트 내부의 品質을 判斷하기에는 매우 곤란하므로 實施 構造物의 콘크리트 強度의 경향을 파악하는 데 도움이 되는 시험방법이 된다. 특히, 이 시험방법에 의한 콘크리트의 強度를 評價하는 데에는 여러가지 문제가 있다.

셋째, 音響學的 方法을 들 수 있다.

이 가운데 共振法은 시험체 또는 構造體의 보와 같은 비교적 단면이 작은 부재에 기계적인 振動을 주어 그 共振 周波數를 直接 測定하여 動彈性 係數에 의한 콘크리트 品質 檢査를 하는 방법으로서 콘크리트의 平均的인 性質을 파악하게 된다.

또한 超音波法은 構造體나 시험체에 超音波를 傳播시켜 pulse의 傳播時間과 그 전과거리에 의한 超音波 速度를 算出하여 콘크리트 強度를 換算하는 方法으로 比較的 그 精度가 높은 시험방법으로서 施工途中의 構造體에 대한 콘크리트의 材質的인 缺陷이나 火害建物の 構造體에 대한 콘크리트의 殘存強度 등을 推定하는 데 널리 適用되나 傳播거리 測定에 다소의 문제점이 있다.

넷째,  $\gamma$ 線, 또는 X線에 의한 放射線 方法으로 콘크리트 内部缺陷 등을 사진으로 직접 볼 수 있는 長點이 있는 反面, 測定人에 대한 放射線 遮斷裝置를 절대 필요로 하며 測定에 많은 시간을 요하게 되는 缺點을 가지고 있다.

이들의 시험법들은 그 나름대로의 長短點이 있는 한편 그 正確性이 문제시 된다.

콘크리트 강도 시험의 주목적은 實施의 구조물콘크리트의 實際強度把握이나 콘크리트 品質管理에 있으므로 시험강도와 실제의 강도와의 差가 가장 작은 시험방법이 가장 우수한 것이라 하겠다. 그러나, 콘크리트는 本質的으로 그 均質性이 낮으므로 완벽한 實際의 강도 파악을 기대하기는 어렵게 된다.



관리만으로써 구조물의 콘크리트 品質管理가 완벽하게 이루어진다는 생각도 문제가 있는 것으로 생각된다. 즉, 콘크리트의 특성으로 볼 때 前述한 바와 같이 콘크리트제조 의 첫 단계인 굳지 않은 콘크리트의 品質管理를 필요로 하고 있으므로 현장에 도착한 레미콘에 대한 지나친 信賴感을 갖는 것도 現場管理上 문제가 될 것이다.

작년 여름의 新都市 아파트 工事現場의 콘크리트 강도문제가 크게 社會問題化된 것을 우리는 다시 한번 多角度로 생각해볼만한 일이라 하겠다. 끝으로, 콘크리트의 取扱專門分野인 建築이나 土木工事 現場에서 보다 콘크리트의 特性에 대한 理解와 研究가 필요한 것으로 생각된다.

## 제1회 레미콘 품질관리 분임조대회 개최

우리가 제조하고 있는 레미콘은 구조물건설의 가장 중요한 기초 자재로서 철저한 품질관리가 그 밑바탕이 되어야 합니다.

당 협회는 레미콘 품질관리기법 수준향상과 팀웍(Team Work) 정신의 함양을 통해 한국레미콘공업발전을 도모하려는 취지로, 제1회 레미콘 품질관리 분임조대회를 다음과 같이 개최합니다.

- 참가범위 : 회원사 실무자
- 발표내용 : 대회참가분임조 임의선정
- 일 시 : 1992년 11월경(추후 대회일정 통보)
- 장 소 : 한국종합전시장(KOEX)세미나실
- 시 상 : 상패 및 부상
- 심 사 : 당협회 기술분과위원회

기타 자세한 사항은 당협회 기획과로 문의하시기 바랍니다.

한국레미콘공업협회

기획과 TEL : 566-7162, 7164

FAX : 554-7420