

高强度 레미콘의 構造體 適用에 관한 實驗的 研究

- 第 2 報 : 硬化狀態 特性 및 品質管理 -

An Experimental Study on the Structure Application of High Strength Ready Mixed Concrete

- part 2 : Properties of Hardened State and Quality Control -

○ 金基喆¹⁾ 李鎮圭²⁾ 尹起源³⁾ 延洪欽⁴⁾ 崔康淳⁵⁾ 韓千求⁶⁾

Kim, Gi Cheol Lee, Jin Kyu Yoon, Gi Won Yeoun, Hong Heun Choi, Kang Sun Han, Cheon Goo

ABSTRACT

Continued from study on fresh concrete properties of the part 1, this study is designed for analyzing to the increasing trend of the compressive strength according to the curing method, standard deviation, strength properties of pumping before and after, and a length change to the drying shrinkage. And for quality control, this study is designed for analyzing the early estimation of compressive strength by hydrometer method in diluted concrete solution at the fresh state, and non-destructive testing by the Schumidt hammer at the hardened state.

I. 序 論

本報에서는 硬化狀態 콘크리트의 養生 條件에 따른 強度 增進推移 및 28日 壓縮強度의 標準偏差, 레미콘 트럭에서 배출된 콘크리트의 펌프차 압송전과 압송후 壓縮強度 및 構造體 코아의 壓縮強度를 測定하고, 乾燥收縮에 의한 길이변화 및 굳지 않은 콘크리트 狀態에서의 比重計法에 의한 比重值를 測定하여 硬化狀態의 壓縮強度와 연관시키므로써 強度를 早期에 推定하는 것과 非破壞 試驗으로 슈미트 햄머법의 反撥도와 壓縮強度를 聯關시켜 비파괴 시험 適用성을 檢査하는 品質管理 等 諸般 特性에 대하여 分析·報告한다.

II. 實驗計劃 및 方法

本 研究의 實驗計劃 및 使用材料는 前 1報와 同一하고, 實驗方法으로 一般的인 경우는 標準적인 方法에 따랐고, 構造體 關係試驗 및 強度 早期推定 方法은 다음과 같다.

構造 試驗體는 그림 1과 같이 특별히 製作

- 1) 正會員, (株)信和 엔지니어링, 工學碩士
- 2) 正會員, 淸州大 大學院, 碩士課程
- 3) 正會員, 淸州大 大學院, 博士課程
- 4) 亞細亞 시멘트 工業(株), 大田工場 品質管理室長
- 5) 亞細亞 시멘트 工業(株), 研究開發室 部長
- 6) 正會員, 淸州大 教授, 工學博士

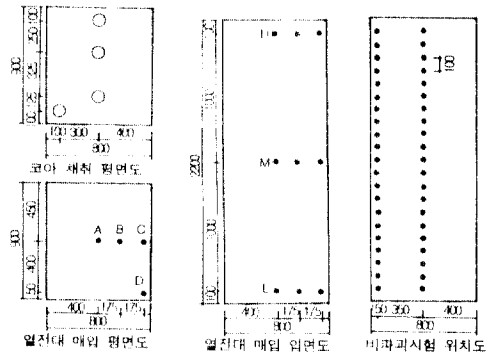


그림 1. 構造體 試驗 概要

된 80×90×220cm(W×D×H)의 형틀內에 콘크리트의 發熱量에 따른 硬化過程에서의 溫度履歷을 測定하기 위하여 열전대를 설치한 후 콘크리트 펌프차를 利用하여 다설하였으며, 형틀은 W/B별로 4개를 製作하였다.

구조체의 Core 強度는 28日 경과후 연직방향으로 2.2m의 코아 供試體를 採取한 후 일정길이로 절단하여 유황 깎핑을 한 다음 壓縮強度를 測定하였다. 構造體에서의 反撥硬度는 構造體 4면의 중앙과 모서리 部分을 上部에서 下部까지 10cm 간격으로 20개 측정점을 수평타격하여 反撥硬度로 취한다.

強度 早期推定으로 比重計法 比重值 實驗은 實驗計劃대로 콘크리트 출하직후와 經過時間別로 試料를 採取하여 2ℓ용기에 2층으로 나누어 나진후 表面을 깎아 정확히 2ℓ를 計量한다. 計量된 콘크리트를 원통속에 넣고,

13ℓ의 물을 넣어 합계 15ℓ가 되게 한 다음 뚜껑을 닫아 밀봉한 뒤 20초 동안에 10회 反轉시킨다. 反轉完了後 거품을 除去하고, 미리 준비한 比重計를 콘크리트 현탁용액 중에 띄워 反轉 完了時間을 기점으로 1분에서의 比重값을 읽어 比重値로 취하였다.

III. 實驗結果 分析

3.1 供試體의 壓縮強度

먼저, 펌프 압송 전·후의 試料를 利用한 W/B別 壓縮強度는 材齡 7日까지 強度 發顯이 급격하고, 그 이후 점차 완만해지는 傾向으로 28日 壓縮強度의 경우 압송 전·후 공히 設計基準強度에 의한 配合強度를 충분히 발휘하고 있었다.

그림 2는 각 B/W別 펌프 압송 전 試料를 利用한 標準 養生 供試體의 標準偏差를 分析하기 위하여 28日 材齡에서 9개씩의 壓縮強度를 나타낸 그래프로써 B/W와 壓縮強度間의 回歸式은 그래프중에 제시된 바와 같다.

먼저, 각 設計基準強度別 壓縮強度의 標準偏差로서 設計基準強度 210, 350, 400 및 450kg/cm²의 경우 각 28kg/cm², 39kg/cm², 57kg/cm² 및 27kg/cm²로 나타나 一般強度보다 高強度의 경우 標準偏差가 큰 것으로 나타났다.

그림 3은 펌프 압송 전·후와 養生條件에 따른 콘크리트 供試體의 壓縮強度를 산점으로 比較한 그래프로써, 먼저 압송 후 供試體의 壓縮強度가 압송전에 비하여 W/B 구별없이

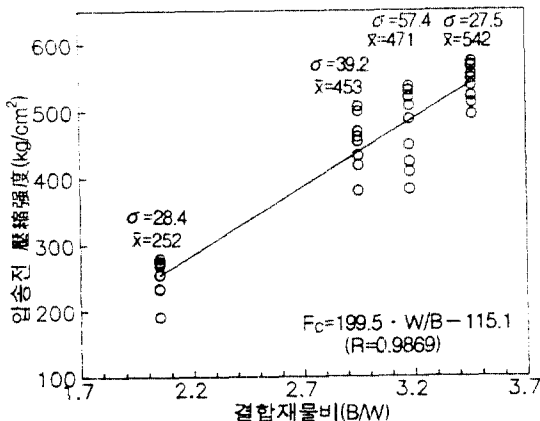


그림 2. B/W에 따른 압송전 壓縮強度

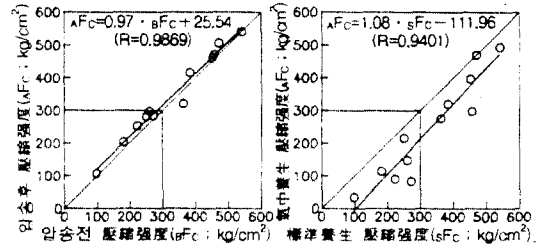


그림 3. 압송 전·후 및 養生方法別 壓縮強度

약 15kg/cm² 정도 높게 나타났는데, 이는 第1報의 結果에서 펌프 압송 후 空氣量이 減少한 結果에 기인된 것으로 分析되어진다.

또한, 養生 方法間에는 標準養生의 경우가 氣中養生의 供試體의 壓縮強度 보다 큰 것으로 나타났는데, 이는 養生溫度의 差異에 의한 結果로써, 그 차이는 低強度 範圍에서 약간 크고 高強度로 갈수록 差異가 줄어드는 傾向인데, 平均적으로 볼 때 標準養生 콘크리트에 비하여 氣中養生 콘크리트의 壓縮強度가 약 85kg/cm² 정도 작은 것으로 나타났다. 한편, 高強度로 갈수록 養生條件의 影響이 작아지는 것은 高強度 콘크리트의 경우 內部 水和 熱의 增加로 外氣溫의 影響이 조금이나마 減少한 점 등에 기인한 結果로 分析되어진다.

3.2 構造體 코아의 壓縮強度

그림 4는 供試體 및 構造體 코아의 28日 壓縮強度를 W/B별로 比較한 막대그래프로, 全般的인 傾向은 標準養生 供試體의 壓縮強度가 제일 큰 것으로 나타났고, 構造體 코아 및 氣中養生 供試體의 순으로 크게 나타났으며, W/B別로 코아 壓縮強度는 216, 432, 464

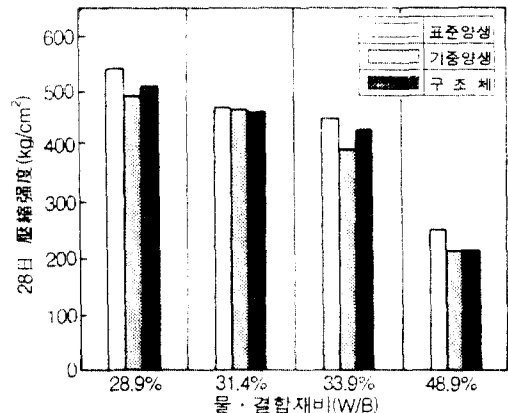


그림 4. 供試體 및 코아 壓縮強度

및 513kg/cm²으로 나타나 配合強度를 고려하지 않는 條件으로는 本研究의 範圍인 W/B 28.9~48.9%의 範圍에서는 400~500kg/cm² 程度の 壓縮強度를 발휘하는 것으로 나타났다.

3.3 乾燥收縮에 의한 길이변화

그림 5는 펌프 압송전의 試料로 제작한 供試體의 材齡經過에 따른 W/B별 길이변화를 나타낸 그래프이다.

당연한 結果이겠지만 全般的인 傾向으로 材齡이 경과할수록, W/B가 작은 高强度 範圍에서의 乾燥收縮率이 큰 것으로 나타났는데, 특이한 점으로는 既存의 研究結果가 28日 전·후까지의 길이변화율이 크고 그 이후에는 완만한데 비하여, 本研究結果에서는 42日 정도까지 계속적으로 減少하다가 그 이후 완만해지는 것으로 나타난 것과 56日 경과후에는 W/B別 구분없이 건조수축율이 거의 유사한 것으로 나타났다.

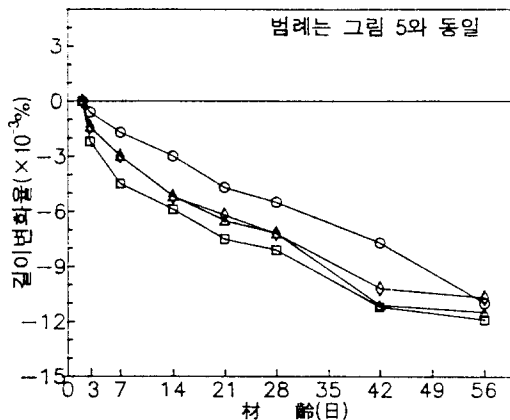


그림 5. 材齡經過에 따른 길이變化率

3.4 品質管理

1) 強度 早期推定

比重計法 比重値는 W/B가 낮을수록 단위 부피에 대하여 미립자인 시멘트 粒子가 相對的으로 많은 것에 기인하여 比重値가 큰 것으로 나타나며, 또한 採取時間의 經過에 따라 空氣量이 저하하므로 單位容積의 콘크리트에는 미립자인 시멘트량이 增加하거나 시멘트水和 反應이 진행됨에 따라 시멘트의 粒子에서 多量의 이온들이 침출되어 比重値가 크게 나타났다.

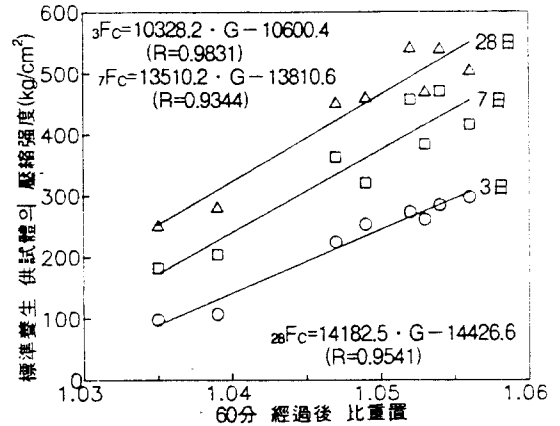


그림 6. 比重値와 壓縮強度

그림 6은 60分 經過後 採取한 試料의 압송 전·후의 1分 比重과 標準養生 供試體 壓縮強度와의 關係를 材齡別로 區分하여 산점도로 나타낸 그래프로써, 이때 比重과 壓縮強度間의 回歸式은 그래프 중에 提示된 바와 같고 相關係數는 28日 壓縮強度의 경우 0.95이상으로 양호하게 나타났다.

2) 非破壞試驗

그림 7은 硬化狀態의 非破壞試驗으로 標準 및 氣中の 養生條件에 따른 壓縮強度와 反撥度 差異를 산점도로 나타낸 그래프이다.

당연한 結果이겠지만 反撥度가 높을수록 壓縮強度도 높은 것으로 나타났는데, 회귀식은 그림 중에 제시된 바와 같고, 相關係數는 0.93以上으로 매우 良好한 것으로 나타났다.

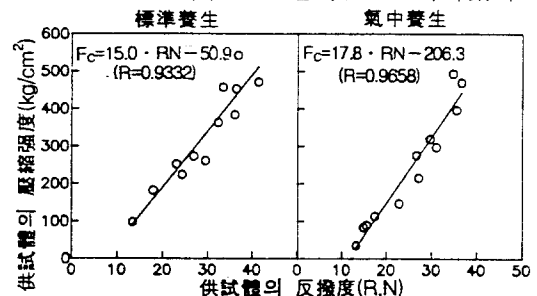


그림 7. 供試體의 反撥度와 壓縮強度

그림 8은 W/B별 構造體의 立面에서 打撃 높이에 따른 反撥度를 막대그래프로 나타낸 것이다.

全般的인 傾向으로 W/B 48.9%의 경우 上部와 下部의 反撥度 差異가 다른 W/B보다 큰 것으로 나타났는데 이는 W/B가 클수록

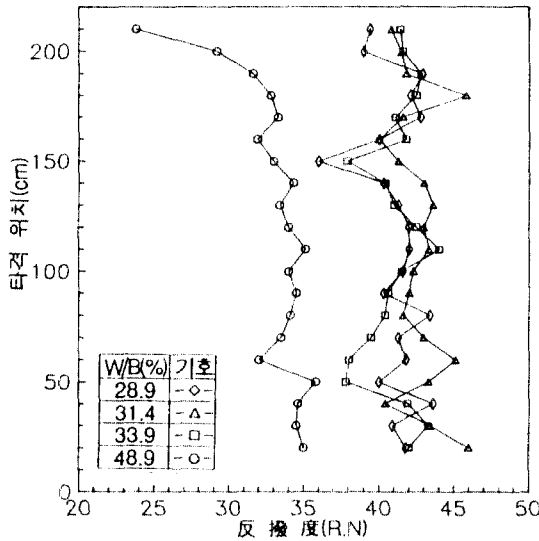


그림 8. 타격높이에 따른 壓縮強度

침성이 減少하는 것으로 構造體 타설시 블리딩 등의 재료분리현상에 의한 結果로 分析되어진다. 반면에 W/B가 낮은 경우 높이에 따른 反撥度 差異가 거의 없는 것으로 나타나 高强度 콘크리트 構造體의 非破壞試驗 實務에서 既存과 달리 높이에 대한 影響을 크게 고려하지 않아도 될 것으로 사료된다.

IV. 結 論

高强度 레미콘을 構造體에 適用하기 위한 일련의 研究로써, 養生條件 및 펌프 압송전 후에 따른 硬化콘크리트의 強度 特性和 比重計法에 의한 強度 早期推定 및 反撥度法에 의한 非破壞試驗의 品質管理 適用 可能性 試驗結果는 다음과 같다.

1) 標準養生 供試體의 壓縮強度는 압송전 후 공히 配合強度를 충분히 발휘하는 것으로 나타났는데, 압송전 標準養生 供試體의 28日 壓縮強度의 設計基準強度別 平均值와 標準偏差는 210-252-28, 350-453-39, 400-471-57, 450-542-27kg/cm²로 나타났다.

2) 압송전 후 供試體의 壓縮強度로 압송후 供試體의 壓縮強度는 압송전보다 15kg/cm²程度 큰 것으로 나타났고, 養生方法別로는 標準養生 供試體에 비하여 氣中養生 供試體의 壓縮強度가 약 85kg/cm²程度 작은 것으로 나타났는데, 高强度化할수록 그 差異는 減少하는

것으로 나타났다.

3) 構造體 코아의 壓縮強度는 W/B別로 216, 432, 464 및 513kg/cm²로 나타났으며, 標準養生 供試體의 壓縮強度 보다는 약 23kg/cm²程度 작게, 氣中養生 供試體의 壓縮強度 보다는 약 10kg/cm²程度 크게 나타났다.

4) 乾燥收縮에 의한 길이변화는 材齡이 經過할수록, W/B가 작을수록 크게 나타났다.

5) 強度早期推定에 의한 品質管理로써 比重計法의 比重値와 壓縮強度間의 相關性으로 相關係數는 0.92以上으로 나타났고, 비파괴 시험에 의한 品質管理로써 反撥度와 壓縮強度는 정상관 關係로써, 標準養生 및 氣中養生의 壓縮強度와 反撥度の 相關係數는 각각 0.93以上으로 나타나 強度 早期推定 및 비파괴 시험에 의한 良好한 品質管理의 可能性을 시사하고 있었다.

6) 構造體의 높이변화에 따른 反撥度는 큰 W/B에서는 上部에서 下部로 갈수록 크게 增大되었으나 작은 W/B에서는 상·중·하부의 偏差가 작은 것으로 나타났다.

參 考 文 獻

- 1) 神田衛 ; また固まらないコンクリートの水セメント比の測定方法, 日本土木學會論文報告集, vol.193, 1971.
- 2) 日本建築學會 ; 콘크리트強度推定のための 非破壞試驗方法マニュアル, 1983.
- 3) 權寧璉, 鎌田英治, 浜幸雄, 韓千求, 金武漢, 混和材を混入した高强度コンクリートの基礎性狀, 日本建築學會 北海道支部研究報告集, No.65, 1992.
- 4) 鎌田英治, 千歩修, 浜幸雄, 韓千求, 芝池達司, 梶山毅 ; 軀體콘크리트溫度履歷を考慮した高强度寒中コンクリート溫度補正について, 自然環境と콘크리트性能に關するシンポジウム, 日本コンクリート工學協會, 1993.
- 5) 韓千求 ; 콘크리트 強度의 早期推定에 관한 研究, 忠南大學校 大學院 博士學位論文, 1988.
- 6) 韓千求 ; 高强度 콘크리트의 開發 및 耐久性에 관한 研究, 大韓建築學會論文集, 第9卷, 第9號, 1993.