再生骨材 콘크리트의 强度 早期推定 및 非破壞實驗 適用性에 관한 硏究(II)

- 第 2 報 : 非 破 壞 試 驗 -

A Study on the Application of Early Estimation Methods and Non-Destructive Testing for the Strength of Recycled Aggregate Concrete(II)

- Part 2 : Non-Destructive Testing -

○尹 起 源[1] 崔 靑 閣[2] 韓 千 求[3] 金 武 漢[4]

Yoon, Gi Won Choi, Cheong Kak Han, Cheon Goo Kim, Moo Han

Abstract

This study is aimed to analyze the influencing factor on the non-destructive testing by measuring rebound number of schmidt hammer and ultrasonic pulse velocity according to the variation of recycled aggregate kinds. And this study is to provide the reference data on application of practical use.

I. 序論

最近들어 콘크리트용의 良好한 骨材의 수급이 가일층 어려워지고 있는 상황에서 旣存의 建築物은 老齡化 및 機能低下에 의한 都市 再開發과 용도상 형태변경 등으로 각종 構造物이 해체되고 있어 막대한 量의 콘크리트 廢棄物이 發生하고 있는데 이미 일부 先進國에서는 廢棄 콘크리트를 再活用함으로서 廢棄物의 효과적인 처리 및 骨材資源의 枯渴對策으로 활용함으로서 환경오염방지 및 經濟的인 이용가치를 찾아 일부 再使用하고 있는 실정이다.

그러므로 本 硏究에서는 이와 같은 폐자원 처리 및 骨材資源 枯渴對策의 일환으로 廢棄物 콘크리트를 對替骨材로 재이용하는 방안에 관한 제1報의 硏究에 이어 本 報에서는 壓縮强度 試驗과 동시에 슈미트 햄머법의 反撥度와 超音波法의 超音波 傳播速度 測定을 병행하여 骨材調合, W/C比 등 配合變數에 따른 非破壞 試驗 影響因子를 究明하므로써 廢棄物 콘크리트를 代替骨材(이하 再生骨材라 칭함)로 活用할 時의 콘크리트 品質管理방안에 한 參考資料를 提示하고자 硏究 目的하였다.

II. 實驗計劃 및 方法

2.1 實驗計劃 및 使用材料

本 硏究의 實驗計劃 및 使用材料는 제1보와 同一하고, 實驗 測定項目으로는 壓縮强度 實驗 以前에 슈미트햄머에 의한 反撥硬度 測定 및 超音波 速度 측정기에 의한 超音波 傳播速度를 測定하여 壓縮强度와 相互間의 關係를 회귀식을 통하여 比較 分析하도록 實驗計劃하였다.

2.2 實驗方法

本 硏究의 實驗方法으로 먼저, 콘크리트 混合, 굳지 않은 상태에서의 슬럼프 試驗, 供試體 製作과 養生 및 硬化狀態에서의 壓縮强度 試驗은 모두 KS의 해당 規定에 의거 標準的인 實驗方法으로 試驗하였다.

한편, 非破壞 試驗 適用性 分析을 위한 非破壞 試驗方法을 要約하면 다음과 같다.

1) 反撥硬度 測定

反撥度는 養生完了된 供試體表面에 3Cm방안을 圖示하여 壓縮强度 試驗幾에 걸고 25Kg/cm^{2}의 壓力이 미치도록 固定한 다음 슈미트 햄머의 0° 인 側面打擊으로 20개 測點에 대한 測定値를 平均하여 구하였다. 이때 使用한 슈미트 햄머는 NR형(日本 鑑倉精機(株)의 Recording Type, Model CX-750, Impact Energy=0.225kg·m)슈미트 햄머를 사용하였다.

2) 超音波 傳播速度 測定

반발도 測定이 完了된 供試體의 길이를 버어니어 캘리퍼스로 정확히 測定하여 두고 兩端部에 그리이스를 엷게 塗布하고, 外部지름 10cm, 內部지름 2.54cm의 원판을 密着하여 中央을 正確히 맞춘 다음, 스위스 Proceq社製의 超音波 傳播速度 測定器(CSI Concrete Tester CCT-4)를 使用하여 超音波 傳播速度가 充分히 안정화

1) 正會員, 淸州大 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 敎授, 工博
4) 正會員, 忠南大 敎授, 工博

된 후 그 값을 취하였으며, 다시 發振子 및 受振子의 위치를 바꾸어 同一條件으로 再次 測定한 다음, 두 값의 平均値를 구하여 供試體의 길이를 시간으로 나누어 超音波 傳播速度를 구하였다.

III. 實驗結果 및 分析

3.1 슈미트 햄머법

그림 1은 骨材調合別 물시멘트비 變化에 따른 反發度를 꺽은선 그래프로 나타낸 것이다.

全般的인 傾向으로 당연한 결과이겠지만 W/C比가 增加함에 따라 콘크리트의 경도는 저하하여 反發度는 減少하는 것으로 나타났다. 한편, 骨材調合別 反發度는 일부를 제외한 전 구간에서 NN이 제일 크고 NR, RR의 순으로 나타났다.

그림 2는 그림 1을 다른 각도에서 分析한 것으로 天然骨材 콘크리트와 再生骨材 콘크리트의 反發度를 비교한 그래프이다.

全般的으로 反發度가 20內外로 작은 경우 天然骨材와 再生骨材 콘크리트의 反發度는 거의 차이가 없는 것으로 나타났고, 높은 反發度로 갈수록 再生骨材를 사용한 콘크리트의 反發度가 작은 것으로 나타났는데, 이는 天然骨材보다 再生骨材의 경도가 작은것에서 기인한 것으로, 특히 再生잔骨材를 이용할 경우는 壓縮强度가 작게 나타난 것 및 表面모르터부의 硬度差異에 기인하여 그 저하가 크게 나타났다.

그림 3은 反發度와 壓縮强度와의 關係를 骨材調合別로 나타낸 그래프이다.

反發度는 콘크리트 表面의 硬度에 좌우되는 것으로써 骨材調合別 약간의 차이는 있으나 유의할 만한 수준은 아닌 것으로 分析되었는데 즉, 相關係數로는 NN의 경우 0.93, NR의 경우 0.94, RR의 경우 0.92정도로 나타났으며, 骨材調合을 구분하지 않을 경우(ALL) 相關係數는 0.99정도로 매우 양호한 相關性을 나타내고 있었다.

3.2 超音波 傳播速度法

그림 4는 骨材種類別 물시멘트비 變化에 따른 超音波 傳播速度를 꺽은선 그래프로 나타낸 것이다.

全般的인 傾向으로 W/C比가 增加함에 따라 콘크리트의 밀도는 저하하여 超音波 傳播速度 다소 減少하는 것으로 나타났는데, 反發度의 경우 骨材調合別 커다란 차이는 없었으나 超音波 傳播速度의 경우는 骨材調合에 따른 차이가 큰 것으로 나타났는데, 超音波 傳播速度는 全區間에서 NN의 경우가 제일 크고 NR, RR의 순으로 나타났다.

이의 원인으로 使用骨材의 比重, 粒形 차이 등도 들 수 있겠으나 제일 큰 원인으로는 再生骨材의 경우 骨材內部의 龜裂과 微粒分의 과다함유 등에 의하여 超音波가 斷折되거나 迂廻되는 것으로 超音波의 傳播경로가 길어져 나타난 結果로 分析되어진다.

그림 5는 그림 4를 다른 각도에서 分析한 것으로 天然骨材 콘크리트와 再生骨材 콘크리트의 超音波 傳播速度를 比較한 그래프이다.

骨材調合別 超音波 傳播速度는 그림 4의 分析에서와 마찬가지로 天然骨材 콘크리트가 NR 및 RR의 再生骨材 콘크리트보다 훨씬 큰 것으로 나타났다.

그림 6은 超音波 傳播速度와 壓縮强度와의 關係를 骨材調合別로 나타낸 그래프이다.

먼저, 全般的인 京鄕으로 超音波 傳播速度와 壓縮强度간의 相關關係는 良好한 것으로 나타났는데, 相關係數로 볼때 NN 및 NR은 0.96, RR은 0.92정도로 反發度法보다 良好한 것으로 나타났으나 骨材調合別로 區分하지 않은 경우(ALL)는 相關係數가 0.53정도로 매우 不良하게 나타났다.

이는 그림 4 및 5에서와 마찬가지로 同一W/C比일지라도 骨材調合에 따라 超音波 傳播速度는 매우 큰 차이를 보이고 있으므로 骨材調合別 區分을 하지 않을 경우 誤差가 누적되어 相關性이 저하하는 것으로 分析되어진다.

또한, 동일 壓縮强度의 경우 骨材調合別 超音波 傳播速度는 매우 큰 차이를 보이고 있으므로 추후 非破壞試驗 적용시 超音波法을 이용할 경우는 반드시 骨材의 品質 및 調合別을 區分하여 適用하여만 良好한 强度推定 및 品質管理가 가능할 것으로 사료된다.

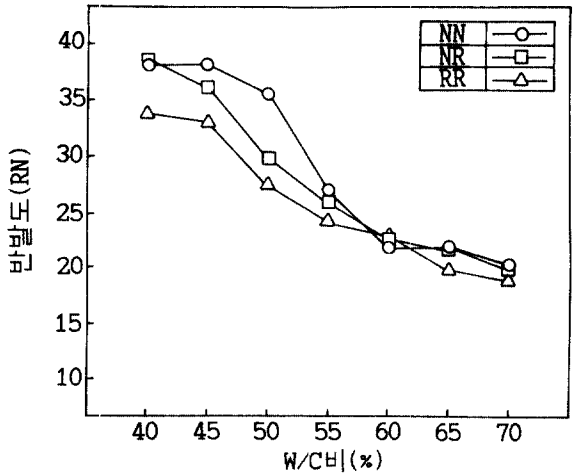

그림 1. 골재의 조합 및 W/C비별 반발도

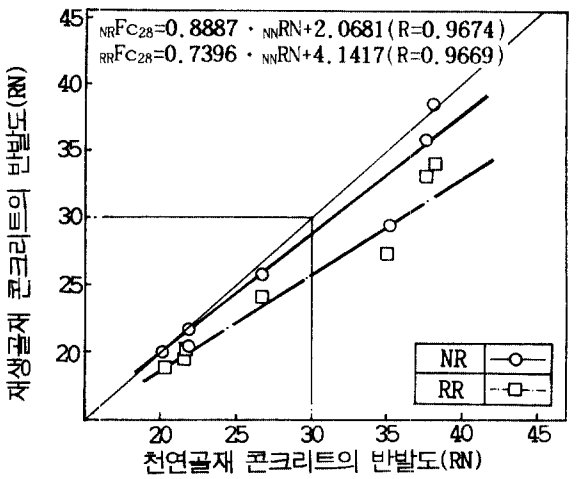

그림 2. 골재종류에 따른 반발도 비교

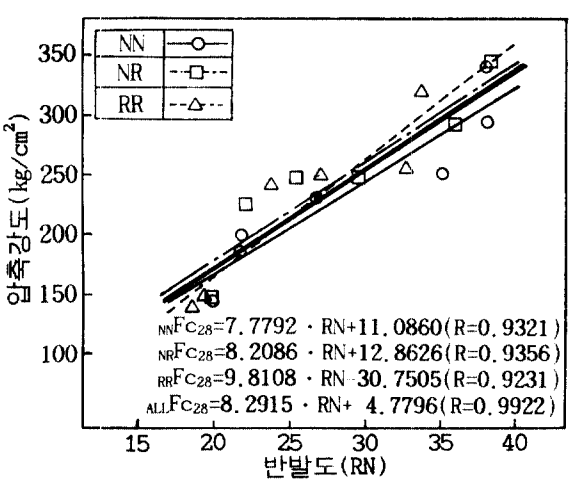

그림 3. 반발도와 압축강도의 관계

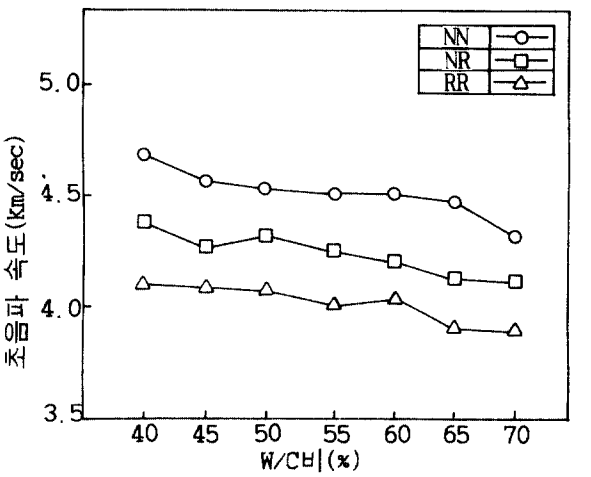

그림 4. 골재의 조합 및 W/C비별 초음파 속도

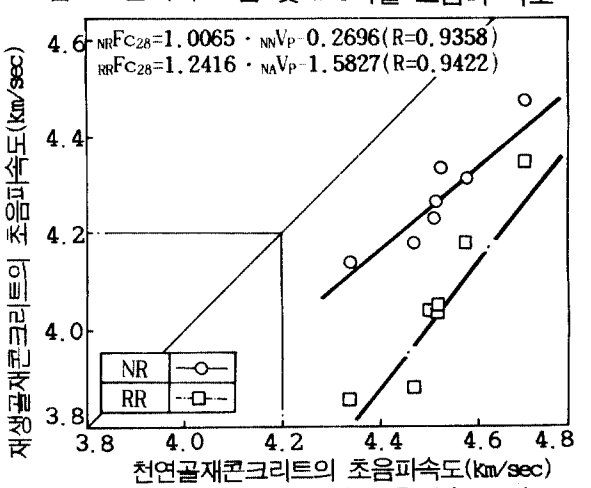

그림 5. 골재의 조합별 초음파속도 비교

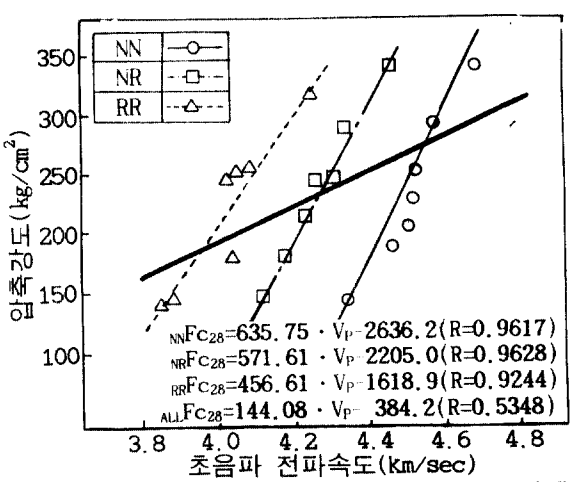

그림 6. 초음파 속도와 압축강도의 관계

3.3 複合法

그림 7은 재령 28일의 反撥度와 超音波 傳播速度에서 推定할수있는 壓縮强度를 骨材의 調

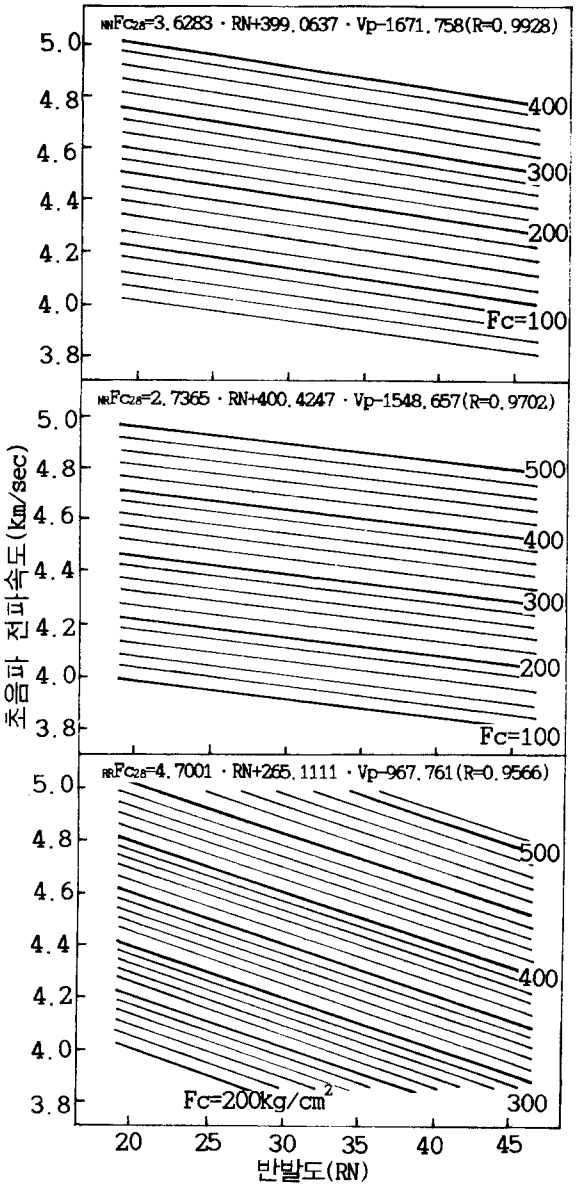

그림 7. 골재종류에 따른 복합법의 압축강도 추정

合別로 區分하여 推定하는 회귀식 및 相關度를 나타낸 것이다.

먼저, 複合法에 의한 경우 壓縮强度와의 相關係數는 NN이 0.99, RR은 0.97, NR이 0.95으로 反發度法이나 超音波法의 單一 方法보다는 壓縮强度 推定精度가 良好한 것을 알 수 있었다. 또한, 骨材 調合別로 區分하지 않을 경우(ALL)는 오차요인이 누적되어 相關係數가 0.92정도로 低下하므로 추후 再生骨材를 使用한 콘크리트의 壓縮强度 비파괴 試驗時에는 반드시 骨材調合別로 區分하여 適用시켜야만 良好한 品質管理가 이루어질 것으로 사료된다.

Ⅳ. 結論

廢棄콘크리트를 代替骨材로 再利用하기 위한 일련의 硏究에서 非破壞試驗 品質管理 적용성에 대하여 검토한 結果는 다음과 같이 요약된다.

1)슈미트 햄머法에 의한 反發度는 W/C비의 증가에 반비례하여 減少되는데 骨材種類別로는 反發度가 작은 경우 骨材種類別로 거의 차이가 없었으나 反發度가 큰 경우에는 再生骨材를 사용한 콘크리트에서 反發度가 작게 나타났다. 단, 反發度法은 콘크리트의 表面硬度에 좌우되는 實驗原理로서 再生骨材 콘크리트의 壓縮强度 발현 傾向과도 연관하여 壓縮强度 推定 品質管理에 本 方法을 이용할 경우는 骨材調合別로 큰 차이 없이 매우 良好한 相關性을 나타내고 있다.

2)超音波法에 의한 超音波 傳播速度는 W/C가 증가 할수록 減少되는데, 骨材別로는 再生骨材의 경우 骨材內部의 균열과 미립분 함유로 傳播速度가 迂廻 및 斷折되어 작게 나타났다. 또한, 壓縮强度 推定을 위한 超音波法 非破壞試驗 品質管理는 骨材種類別를 區分할 경우에는 良好한 相關性을 나타내고 있었으나, 區分하지 않을 경우에는 매우 不良하게 되어 骨材의 種類는 超音波法 非破壞試驗에 중요한 影響因子가 됨을 알 수 있었다.

3)反發度法 및 超音波法의 複合에 의한 壓縮强度 推定은 單一方法으로보다 相關性이 向上된 것을 알수있었는데 특히, 骨材種類를 區分하여야 오차요인을 줄일수 있는 것으로 밝혀졌다.

끝으로 本 硏究는 韓國科學財團의 特定基礎課題 硏究의 일환으로 硏究되었음을 밝히며 위 기관에 감사한다.

參 考 文 獻

1) 金基喆, 尹起源, 韓千求, 金武漢 : 再生骨材 콘크리트의 强度 早期推定 및 非破壞試驗 適用性에 관한 硏究(Ⅰ) -第1報:力學的 性質 및 强度 早期推定- 韓國콘크리트學會 學術發表論文集, 第5卷, 第1號, 1993.