

早強 및 포조란시멘트 凝結硬化促進이 콘크리트 強度에 미치는 影響에 關한 研究

A Study on the Effect of Concrete Strength by Pozzolan and High-early Strength Cement

全 賢 雨* · 黃 圭 泰* · 金 寧 萬*
Hyun Woo Jun. Kyu Tae Whang. Yung Man Kim

Summary

This study was carried out to search for an effect on strengths of a pozzolan and a high-early strength cements due to accelerating the initial setting and a rate of strength development at early age, and to obtain the effects applicable for structural construction works safety in the cold winter weather.

The results of the study were as follows:

1. The early strength of high-early strength cement was higher than an ordinary portland cement (Type I).
2. High-early strength cement had a characteristic suitable for construction works in the cold weather due to the rate of acceleration of the early strength.
3. When using pozzolan cements, a weight proportion should be considered in mix design since the pozzolan cement has a lower specific gravity than other portland cements.
4. It was desirable for the pozzolan cement to shorten the storage period since particles of the pozzolan cement was so fine that it was likely to weathering.

I. 序 論

土木構造物의 大部分이 콘크리트에 依하여 이루어지고 있으므로 콘크리트에 關한 研究는 確固하고 體系的인 試驗을 통하여 經濟的 構造物을 만드는 데

*農振公 農工試驗所

努力해야 할 것이다.

現在 우리나라에서는 콘크리트의 品質改善 및 技術向上을 爲한 研究가 別로 없었으며 콘크리트의 使用目的이나 立地條件 및 施工의 程度에 符合한 시멘트, 그리고 混和劑 및 混和材料 選擇使用을 못하고 無條件 普通포르랜드시멘트(TYPE I)만을 使用하는 傾向이 있다. 앞으로 우리나라에서도 콘크리트 品質에 對한 認識과 보다 經濟的인 建設材料로서의 콘크리트 製品을 만들기 爲하여 使用目的이나 構造物의 種類에 따라 알맞은 시멘트의 選擇과 活用이 있어야 하겠다.

이 研究의 目的은 普通시멘트만을 使用하고 있는 콘크리트 工事に 있어서 이를 脫皮하고 使用目的이나 構造物의 種類 氣候條件等에 따라 選擇使用 할 수 있도록 各種 시멘트에 關하여 試驗을 實施하였다.

本試驗에 있어서는 國內에서 生産되는 普通포르랜드시멘트와 早強시멘트 및 포조란시멘트에 對하여 물시멘트比를 50%, 55%, 60%로 定하고 壓縮 強度와 鹽酸(HCl)의 侵蝕에 對한 腐蝕率을 究明하여 耐久의이며 經濟的인 콘크리트 配合設計의 資料를 提供코저하며 이는 우리나라에 있어서도 시멘트의 特性에 따른 콘크리트를 만드는 데 寄與될 것으로 思料된다.

II. 研究史

寒中콘크리트 施工에 使用한 材料는 1824年 英國 Leedo 의 職工인 Joseph Aspdin 氏가 포르랜드시멘트를 發明하기 以前에 Egypt Greece 時代에 모르타르의 着色劑를 使用한 記錄부터이다.

그後 19世紀 中葉에 콘크리트 및 鐵筋콘크리트가 盛行되므로서 포르랜드 시멘트는 世界的으로 普及

되었다.

이러부터 포트랜드시멘트의 使用이 增加됨에 따라 製造方法이 여러가지로 變化하여 各기特殊한 性質을 갖은 低熱시멘트, 高熱시멘트, 早強시멘트 등의 特殊한 시멘트를 製造하기에 이르렀다. 이런 特殊한 시멘트를 使用한 콘크리트 製品에 關한 研究는 1838년에 混和材料의 劃期的인 發達로 美國에서 콘크리트의 耐寒性耐久性을 向上시키기 爲하여 寒中콘크리트 施工에 처음 利用되었다.¹⁷⁾ 18)

1944年 ACI 212委員會가 制定되어 美國北部地方에서는 陸, 路水路 및 댐 構造物에 있어서 寒中施工에 適切한 混和劑 利用이 廣範圍하게 行하여졌다.¹⁹⁾ 그後 日本 콘크리트 委員會에서는 市販하는 普通포트랜드시멘트와 早強시멘트에 對하여 8個 試驗所에서 骨材의 最大치수 25mm, 스템프值 12cm, 물시멘트比를 各々 45%, 55%, 65%로 하여 比較試驗을 實施한바, 早強形 시멘트로 만든 콘크리트의 初期強度는 普通포트랜드시멘트로 만든 콘크리트의 強度보다 높았고 後期強度에 있어서는 거의 同一한 強度值였다고 發表하였다. 이 報告書에 따르면 早期強度에 對한 影響은 粉末度와 關係가 있다고 하였다.¹⁹⁾ 早強形시멘트에 對한 研究는 이때부터이다.

1964年 洪氏는 콘크리트의 凍害防止를 爲해서는 물에 多量의 鹽化物混入과 調合設計變更에 依存하고²⁰⁾ 強度는 水和熱의 早期發現에 依存 하며 單位시멘트量의 增加, 活性이 높은 시멘트를 使用해서 氷點以上の 溫度를 내야 된다고 報告하였다. 이때 寒中콘크리트施工에 使用한 材料는 活性이 높은 시멘트로서 早強 超早強 標準 緩硬 低熱(大量用) 材料였다.²¹⁾ 配合은 初期凍害를 防止하기 爲하여 콘크리트內에 있는 물이 凍結하지 않아야 하며¹⁸⁾ 물이 凍結하면 凍結融解作用으로 콘크리트強度의 回復이 不能하여 崩壞되고 凍結의 程度는 凍結時의 콘크리트強度 凍結時溫度의 持續時間, 凍結融解의 反復, 冷却速度, 空氣量, 單位水量等を 配合에서 考慮해야 한다고 長島¹⁸⁾는 研究報告하였다. 그後 日本服

部氏는 콘크리트를 鑄어 溫度는 10~20°C로 하고 初期養生 終了後에도 保溫材를 적어도 2日間 保有해야 하며 打設後 4週間 平均氣濕 3°C 以下일때는 寒中콘크리트 期間으로 해야 한다고 했다.¹⁸⁾

1969年 大韓土木學會 콘크리트標準示方書(第10章 寒中콘크리트 第85條 養生²²⁾, 農林部 콘크리트標準示方書 第10章 寒中콘크리트 第81條 養生²³⁾)에서는 早強포트랜드시멘트를 使用하여 만든 콘크리트는 적어도 2日間, 콘크리트溫度를 約 10°C로 維持함을 標準으로 한다고 明記되어 있다.²⁴⁾ 25)

1971年 松井, 清水는 早強시멘트의 콘크리트는 材令 7日強度가 28日強度의 70%~90%에 가깝게 나타낼수 있으며 이로 因하여 거푸집(型樑)의 早期除去로 工期短縮에 期待되는 効果가 크며 이에따라 經濟的인 構造物을 築造할수 있다고 報告하였다.¹¹⁾

1972年 山田 寺本는 土木 建築에 있어서 工期短縮에 따른 急速施工을 爲해서는 特殊시멘트의 開發이 實用化되어야 한다고 했다. 그後 日本材料新工法委員會에서는 早強보다 超早強포트랜드 시멘트로 만든 材令1日 콘크리트壓縮強度가 200kg/cm² 程度로 나타냈고 早期強度의 影響은 粉末度와 關係가 있다고 報告된 것은 日本콘크리트 委員會에서 發表한 研究報告書와 同一하였다.¹⁹⁾

活性이 높은 早強型시멘트는 凍結에 依한 콘크리트의 破壞防止 恒溫의 差異가 심한地域의 콘크리트 配合改良 및 耐久性 增大等に 寄與하여 工期短縮으로 또한 經濟的인 構造物을 築造하는데 必要함으로 本試驗을 試圖하여 보았다.

Ⅲ. 使用材料

本試驗에 使用한 材料는 다음과 같다.

1. 시멘트

시멘트는 普通포트랜드시멘트(TYPE I) 早強시멘트(TYPE II) 및 포조란시멘트를 使用하였다. 시멘트의 品質은 다음 表 1과 같다.

표 1. 시멘트 試驗成績表

| 種類 | 區分 | 比重 | 粉末度 m/g | 凝 結 | | 安定性 | 引長強度 kg/cm ² | | 壓縮強度 kg/cm ² | | Ignition loss(%) | Insoluble Residue | SO ₃ | MgO |
|-----|----|------|------------|-----------|------------|-----|----------------------------|------|----------------------------|-----|---------------------|----------------------|-----------------|------|
| | | | | 始發 (分) | 終結 (時間) | | 7日 | 28日 | 7日 | 28日 | | | | |
| 普通 | | 3.15 | 2,289 | 220 | 5.30 | 安全 | 28 | 25.8 | 176 | 288 | 1.01 | 04.6 | 1.72 | 2.62 |
| 早強 | | 3.12 | 4,500 | 140 | 3.45 | 〃 | 35 | 37.1 | 292 | 380 | 1.33 | 3.37 | 2.54 | 2.41 |
| 포조란 | | 2.89 | 4,512 | 85 | 2.30 | 〃 | 28 | 34.3 | 182 | 320 | 2.89 | 0.52 | 2.89 | 2.25 |

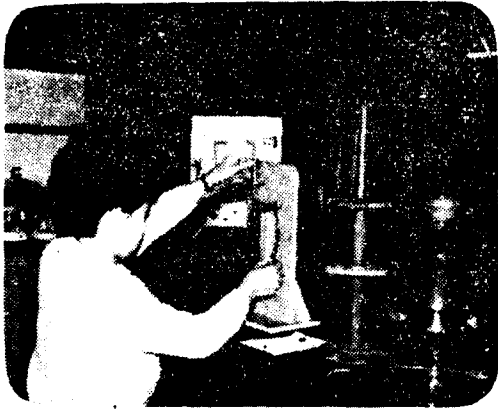


사진 1. 粉末度 測定 光景

2. 骨 材

가. 잔골材

(1) 잔골材의 粒度를 標準界限曲線¹⁵⁾에 맞추기 爲하여 漢江産 잔골材와 安義清溪川의 殘骨材 2個 河川의 材料를 混合하여 殘骨材, 試料로서 採하였다.

그의 品質은 表 2와 같고 殘骨材의 粒度調節된 것은 다음과 같다.

(2) 混合粒度

混合된 殘骨材의 粒度曲線은 그림 1과 같다.¹⁶⁾

표 2.

잔골材의 品質

| 區分 產地 | 比 重 | 吸 水 率 | 單 位 重 量 | No. 200番 篩 通 過 率 | F·M | 有 機 物 | 備 考 |
|----------|------|-------|------------------------|---------------------|------|-------|-----|
| 漢 江 | 2.60 | 0.74% | 1,541kg/m ³ | 0.62% | 2.28 | 良好할 | |
| 清 溪 川 | 2.55 | 1.47 | 1,592 | 1.28 | 2.44 | " | |
| 混 合 後 | 2.58 | 0.97 | 1,557 | 1.19 | 2.83 | " | |

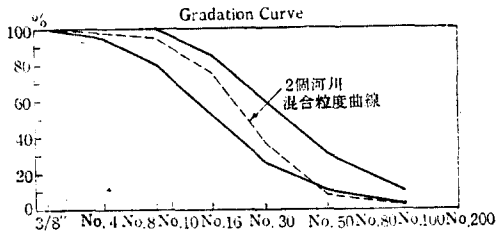


그림 1. 잔골재 통과율

나) 굵은 골材

試驗에 使用된 굵은 골材의 採取場所는 漢江이며 콘크리트 配合에 使用된 굵은 골材의 最大치수는 25mm로 定하였다. 굵은 골材의 品質은 表 3과 같고 粒度는 그림과 같다.

표 3.

골 재 품 질 시 험
Mechanical Test of Aggregate Quality

| 시 료 번 호 Sample No. | 비 중 Specific Gravity | 흡 수 율 Absorption | 단 위 적 용 량 Unit wt. | 마 모 율 Abrasion | | 견 락 성 Soundness | 조 립 율 F.M. | 잡 기 율 Cly Lump |
|-----------------------|-------------------------|---------------------|-------------------------|-------------------|-------|--------------------|---------------|-------------------|
| | | | | 100R | 500R | | | |
| 漢 江 | 2.64 | 0.71% | 1,464 kg/m ³ | 5.4% | 28.0% | 5.75% | 6.00 | 양호할 |

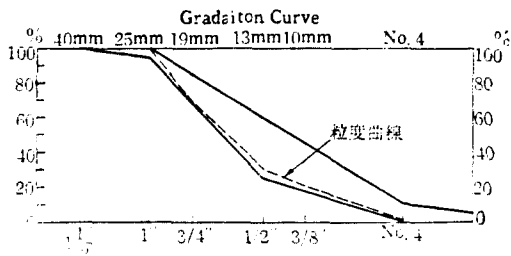


그림 2. 굵은 골材의 粒度曲線

IV. 試驗方法

1. 콘크리트의 配合

콘크리트의 配合은 一般콘크리트 構造物을 對象으로 하여 單位시멘트량을 330kg로 하고 물시멘트 비율 50%, 55%, 60%로 하여 配合設計를 하였으며 配合은 表 4와 같다.

표 4. 콘크리트配合

| 種別 | 區分 | 물시멘트 比 | 絶對細 骨材率 % | 스람프 시멘트量 | | 骨材量 | | 使用水量 kg/m ³ | 備考 |
|---------------|----|-----------|-----------------|-----------------|-------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|----|
| | | | | cm ³ | kg/m ³ | 간骨材 kg/m ³ | 굵은骨材 kg/m ³ | | |
| 普通 TYPE I | | 50 | 39.5 | 5.0 | 330 | 732 | 1,153 | 165 | |
| | | 55 | 41.5 | 9.0 | 330 | 753 | 1,093 | 181 | |
| | | 60 | 42.5 | — | 330 | 753 | 1,045 | 198 | |
| 早強 TYPE II | | 50 | 39.5 | 5.0 | 330 | 732 | 1,151 | 165 | |
| | | 55 | 41.5 | 6.0 | 330 | 753 | 1,090 | 181 | |
| | | 60 | 42.5 | — | 330 | 750 | 1,045 | 198 | |
| 포조란 | | 50 | 39.5 | 7.5 | 330 | 722 | 1,137 | 165 | |
| | | 55 | 41.5 | 16.0 | 330 | 743 | 1,074 | 181 | |
| | | 60 | 42.5 | — | 330 | 743 | 1,029 | 198 | |

2. 供試體의 製作과 養生

壓縮強度用 供試體의 製作 및 養生은 KSF-2403에 準하였다.

3. 壓縮強度試驗

KSF-2405에 準하여 材令 1日, 3日, 7日, 14日, 및 28日 強度를 測定하였다.

4. 耐酸性 測定

가. 시멘트種類에 따른 콘크리트의 腐蝕過程을 알 고저 酸溶液濃度 0.1N 規定濃度의 Hcl에 材令 28日 91日間 浸蝕시켰다.

나. 供試體를 酸溶液에 完全히 浸蝕시키기 爲하여 木材로 格子網을 만들어 製作된 (1.0m×1.0m×1.0m) 函속에 넣어 供試體의 全面이 酸溶液에 닿고후 浸蝕되도록 하였다.



사진 2. 酸溶液에 浸蝕시킨 光景

다. 供試體의 腐蝕率을 調査하기 爲하여 溶液속에 浸蝕시킨 供試體의 表面을 솔로 除去시키고 材令 28日, 91日마다 腐蝕率을 다음 公式에 依하여 計算하였다.

$$\text{腐蝕率(\%)} = \frac{W_1 - W_2}{W_1} \times 100$$

W₁ = 浸蝕前(表面乾燥飽和狀態重量(kg))

W₂ = 浸蝕後(表面乾燥飽和狀態重量(kg))

라. 스람프시침은 KSF-2402에 準하여 使用水量의 增減을 調査하였다.

V. 試驗結果 및 考察

1. 壓縮強度試驗結果는 表 5와 같다.

표 5. 壓縮強度試驗結果

| 種類 | W/C | 壓縮強度 (kg/cm ²) | | | | |
|-----------------|-----|----------------------------|-----|-----|-----|-----|
| | | 1日 | 3日 | 7日 | 14日 | 28日 |
| 普通 (TYPE I) | 50% | 37 | 74 | 123 | 165 | 220 |
| | 55 | 33 | 68 | 120 | 145 | 205 |
| | 60 | 24 | 45 | 71 | 110 | 190 |
| 早強 (TYPE II) | 50 | 91 | 230 | 285 | 292 | 350 |
| | 55 | 74 | 185 | 240 | 257 | 305 |
| | 60 | 38 | 157 | 200 | 203 | 260 |
| 포조란 | 50 | 55 | 130 | 201 | 247 | 320 |
| | 55 | 32 | 110 | 155 | 195 | 268 |
| | 60 | 28 | 95 | 125 | 159 | 232 |

물-시멘트비에 따라 各種시멘트의 壓縮強度試驗 結果를 比較하던 그림 3, 4, 5와 같다.

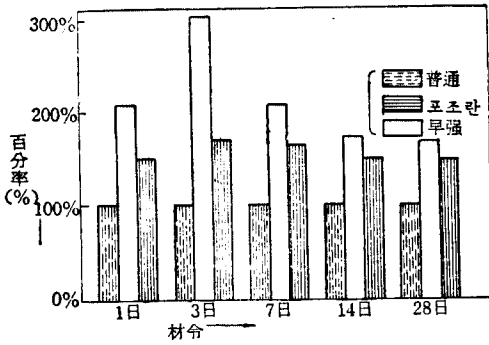


그림 3. 各 시멘트種別 콘크리트의 壓縮強度 (W/C=50% 일때)

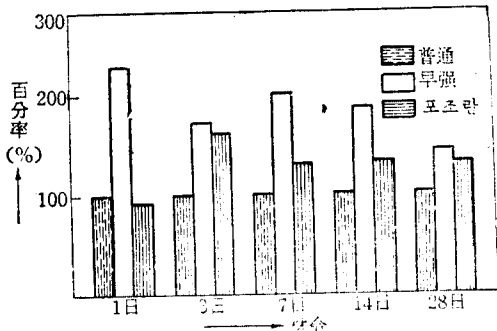


그림 4. 各 시멘트種別 콘크리트의 壓縮強度 (W/C=55% 일때)

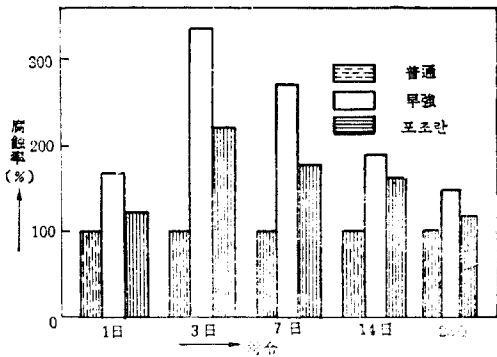


그림 5. 各 시멘트種別 콘크리트의 壓縮強度 (W/C=60% 일때)

그림 3, 4, 5에서 보느냐와 같이 W/C=50% 일때 材令 3日에서의 早強시멘트의 強度는 材令 28日에서의 普通포틀랜드시멘트의 強度보다 10kg/cm²이며 材令 7日에서의 포조란시멘트의 強度는 材令 28日에서 普通 포틀랜드시멘트의 強度와 거의 같음을 찾을 수 있었다. 그러므로 早期強度가 必要한 構造物에 있어서는 早強시멘트를 使用하는 것이 好되는 効果의이라고 하겠다.

이를 다시 시멘트-물비와 壓縮強度와의 關係로 表示하던 그림 6과 같다.

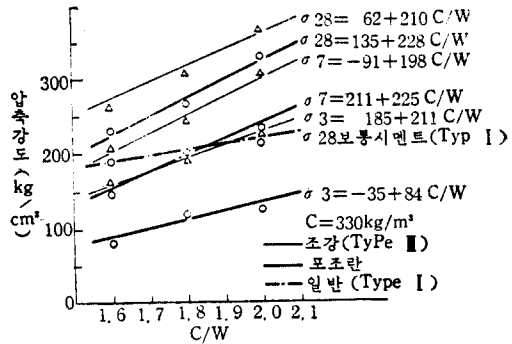


그림 6. 시멘트-물비와 압축강도와의 관계

그러나 一般的으로 포조란시멘트의 初期強度는 普通포틀랜드시멘트보다 적은값이라고 알려져 있으나 國內에서 生産되는 포조란 시멘트는 早強現象을 나타내고 있었다. 이와 反對로 포틀랜드 포조란시멘트의 特性은 增加率이 緩慢하므로 初期強度가 比較的 낮은 除去時期를 一般콘크리트 施工 때보다 多少늦춤이 좋다고 되어 있다.

그리고 早強시멘트나 포조란시멘트는 比重이 가벼움으로 容積比로 配合를 하게 되면 시멘트의 量이 不足되어 적게 들어가는 結果가 되어 콘크리트 品質을 低下시킬 우려가 있으므로 콘크리트配合는 반드시 重量配合를 해야되겠다.

2. 單位水量과 Slump值와의 關係에 對하여

單位水量을 一定히 하여 스톱프值을 測定한 結果

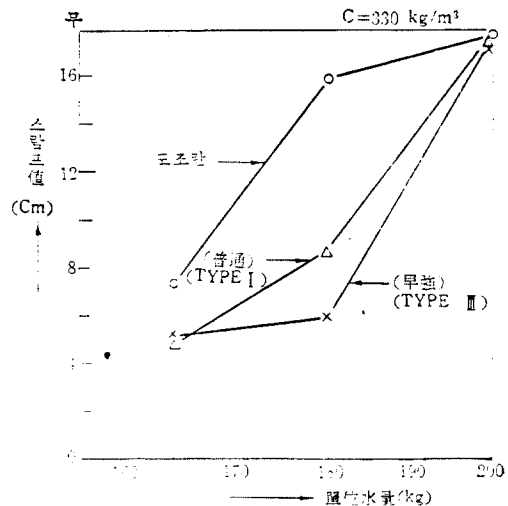


그림 7. 單位水量과 스톱프 값의 關係




그림 7에서 보는 바와 같이 W/C=55일 때(單位水量18kg) 普通시멘트로 만든 콘크리트의 스투프 값은 6cm이고 普通시멘트 스투프 값 9cm 포조란시멘트 스투프 값은 16cm로 다른 시멘트에 비해 스투프 값이 많음을 보여주고 있다. 다시 말하면 普通시멘트보다 포조란시멘트는 單位水量을 減少시켜도 所定의 스투프 값과 워어카빌리티를 얻을 수 있고 알리미 현상이나 骨材의 分離現象을 減少시켜 좋은 콘크리트를 얻을 수 있다고 말할 수 있겠다.

3. 耐酸性에 對하여

가. HCl溶液(O.IN)에 侵蝕시킨후 壓縮強度의 變化를 測定한바 그 結果는 表 6과 같다.

표 6. HCl(O.IN)에 侵蝕시킨後 壓縮強度

| 區分 | W/C | 配合 % kg/m ³ | 標準養生 28日 | | 侵蝕後強度 kg/cm ² | | 備 考 |
|----------------|-----|------------------------------|-------------|-----|-----------------------------|-----|-----|
| | | | 28日 | 91日 | 28日 | 91日 | |
| 普通 TYPE I | 50 | 220 | 200 | 191 | | | |
| | 55 | 205 | 198 | 185 | | | |
| | 60 | 190 | 177 | 169 | | | |
| 早 強 TYPE II | 50 | 360 | 305 | 260 | | | |
| | 55 | 305 | 287 | 258 | | | |
| | 60 | 260 | 251 | 255 | | | |
| 포 조 란 | 50 | 320 | 266 | 236 | | | |
| | 55 | 268 | 215 | 198 | | | |
| | 60 | 232 | 198 | 173 | | | |

 포조란
 조 강
 보통

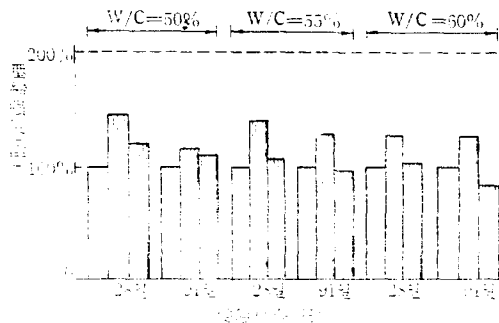


그림 8. O.IN-HCl 용액에 침식시킨후의 물시멘트비 별 압축 강도

보통 시멘트르된 콘크리트의 표준양성강도를 기준하였을 때

이에 따른 물-시멘트비別 및 強度比는 그림 8과 같다.

그림 8에서 보는 바와 같이 W/C비가 增加할수록 強度가 低下되어 더욱 포조란시멘트에 있어서 그 影響이 큼을 알 수가 있다.

나. HCl에 侵蝕시킨후 供試體의 腐蝕率에 對하여 시멘트種別로 만든 콘크리트 供試體의 腐蝕率은 그림 9와 같다. 그리고 HCl(O.IN)溶液에 材齡 28日 및 91日間 侵蝕시킨後 腐蝕率을 測定한 結果 W/C가 增加할수록 腐蝕率이 增大되어 普通포트랜드시멘트보다 포조란시멘트가 腐蝕率이 크게 나타남을 알 수가 있다.

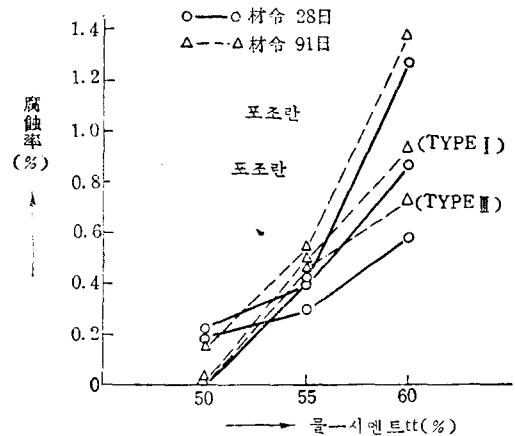


그림 9. 물시멘트비와 腐蝕率

그러나 포조란시멘트로 만든 콘크리트가 耐化學的作用이 크다고 一般적으로 알려져 있으나 腐蝕 및 이에 따른 強度가 低下되고 있으므로 國內에서 生産되는 포조란시멘트에 있어서는 하나의 問題點이라고 보겠다. 이에 對한 研究는 계속하여 우리가 必要한 構造物을 築造하는데 도움이 되기 바란다.

VI. 結 論

以上の 結果는 限定된 供試體에서 얻어진 것으로서 試驗上 많은 未備點이 있다고 想料되나 이 試驗 結果의 特徵點에서 다음과 같이 말할 수 있겠다.

1. 配合 3種에서 早強시멘트의 強度가 配合 28日의 普通포트랜드 시멘트보다 크다. 그러므로 初期 強度를 必要로 하는 構造物에서는 早強시멘트를 使用하는 것이 効果的이었다.
2. 國內에서 生産되는 포조란 시멘트가 早強現象

을 보이고 있으므로 계속試驗이 必要하였다.

3. 포조란시멘트는 單位水량을 減少시켜 치밀한 콘크리트를 만들수 있겠다.

4. 포조란시멘트가 HCl(O.IN) 溶液에서 普通시멘트보다 強度가 低下되어 腐蝕率이 드므로 이에 對한 品質管理를 爲한 諸般試驗이 계속 必要하였다.

VII. 摘 要

시멘트凝結硬化促進으로 콘크리트의 初期壓縮強度를 얻음으로서 寒中콘크리트 工事時 冬害를 豫防하고 보다 安全하게 構造物을 築造하는데 도움을 얻고자 一般 포트랜드시멘트(TYPE I) 早強시멘트(TYPE III) 및 포조란시멘트를 使用하여 本試驗을 實施한 것이다.

以上の 結果를 要約하면 다음과 같다.

1. 普通포트랜드시멘트(TYPE I) 보다 早強시멘트(TYPE III)가 初期強度가 높았고.

2. 早強시멘트로 만든 콘크리트 初期強度의 增進으로 工期를 最大限으로 短縮시킬수 있어 寒中콘크리트 工事施工에 適合하였다.

3. 早強 및 포조란은 높은 粉末度로 外氣에 對한 風化作用이 促進될 憂慮가 있으므로 貯藏期間이 짧아야 하겠다.

4. 國內에서 生産되는 포조란시멘트가 早強現象을 나타냄으로 이에 對한 試驗이 계속 必要하였다.

以上の 結果는 工事現場에서 有効하게 適用될 것으로 믿는다.

參 考 文 獻

- 1) 近藤 泰夫, 坂靜 雄: 콘크리트 工學 핸드북, 朝倉書店
- 2) 農林部: 콘크리트標準示方書 1967. 12. pp. 27-29
- 3) 大韓土木學會: 콘크리트標準示方書, 1969. pp. 294-297
- 4) 服部 隆, 中村 裕史, 長島 弘: 寒中 콘크리트 施工 가이드, 콘크리트 Journal 1971. 11 Vol. 9
- 5) 山田 順治: AE콘크리트의 性質과 其의 施工, Cement & Concrete 協會誌. 1964. 5.
- 6) 山田 順治, 寺本 秀男, 塚山 隆一: 超早強세멘트의 開發과 其의 應用 Concrete. journal 1971. Vol 10 No. 1 pp 47-63
- 7) 西岡 思郎, 柳川 志都雄, 原田 正: 超早強세

멘트를 用いた 人工輕量骨材 콘크리트의 施工に ともなう 試驗, Cement & Concrete 協會誌 1971. 10. pp. 17-23

8) 小林 正凡, 野山延昭: 各種混和材를 混用した アルミナ 세멘트 콘크리트의 早期強度 Cement & Concrete 協會誌 1971. 3. pp. 31-36

9) 小野 田: 콘크리트 混和材料, 中央研ク 1964

10) 小野 竹六助: 콘크리트 工學 森北出版 日本東京 1969. 11. pp. 22-27

11) 松井 嘉孝, 清水 五郎: 普通 また는 高爐세멘트에 超早強性세멘트를 混入した 콘크리트의 強度性狀 Cement & Concrete 協會誌 1971. 7

12) 神田 衛: 早期凍害と 其의 防止, 콘크리트ジャーナル Vol. 4. 10

13) 神池 茂重: 寒中콘크리트에 對한 材料加熱と 練りが리 溫度, Cement & Concrete 協會誌 1966. 12. pp. 6-7

14) 十代田 知三 藤澤 好一: 早期品質判定의 ため の 콘크리트 強度促進試驗, Cement & Concrete 協會誌. 1970. 6

15) 全賢兩: 鹽化칼슘이 모르타르의 強度에 미치는 影響에 關한 研究, 農工學會誌 1971. 6. pp. 31-37

16) 日本콘크리트委員會: 콘크리트 強度에 對한 成形, 養生條件의 影響 Cement & Concrete 協會誌 1965

17) 任人 豊和: 콘크리트 混和材料, 技術書院 1966

18) 長島 弘: 寒中에 對한 配合, 製造 以及 諸材料의 處理と 諸注意, Cement & Concrete 協會誌 1971. 9. No. 295 pp. 73-79

19) 全賢兩: 骨材 粒度混合方法, 農工學會誌 1970. 5. pp. 62-63

20) 井上 一郎, 森 安仁, 橋本 正幸: 超早強볼트란드 세멘트를 用いた 콘크리트와 鐵筋의 附着強度, Cement & Concrete 協會誌 1970. 8. No. 282. pp 10-13

21) 齋藤 鶴義, 原田 理一, 徳田 實, 國廣 悦司: 超早強볼트란드 세멘트의 콘크리트 製品 への 利用 Cement & concrete 協會誌 1971. 8. No. 294 pp. 17-23

22) 秋山 敬: 特殊볼트란드 세멘트의 研究 工業化學誌 1934. pp 37-40

- 23) 韓國工業規格協會：土建編 商工部 1969
- 24) 洪 悅郎：RILEM의 寒中콘크리트 施工指針, Cement & Concrete 協會誌 1964. 12. pp. 21-31
- 25) 荒木 謙一他：超早強ボルトブンド セメントを用いた 콘크리트に 對する 養生條件の 影響に ついて, 工木學會 第26回年次 學術講演會 講演集 (1971)
- 26) A.S.T.M, Standard: Tentative Specifications for Portland—pozzolan Cement (ASTM Designation C. 340—58T part, pp.15—16
- 27) Junji Yamada and Mideo Teramoto: Manufacture of Super High-early Strength Portland Cement, and Cement Symposium, American Ceramic Society, Apr (1971)
- 28) Master Builders Company 1951 pozzolith Concrete Control Facts.

論文作成要領

農工學會誌에 投稿하시는 論文은 다음과 같은 要領으로 作成해 주시옵기 바라나이다.

1. 用紙는 200字 原稿紙로 하고 數字는 한칸에 2字, 英文字에 있어서는 大文字는 1字, 小文字는 2字로 할것.
2. 原稿의 量은 200字 50枚를 原則으로 한다.
3. 記事는 國文 또는 英文으로 하되 題目 筆者名은 國文과 英文으로 併記하여야 한다. Summary (Abstract)는 500單語 以內로 하여 本文序頭에 붙인다.
4. 原稿는 橫書로 하고 英文原稿는 라이프라이터書(1枚 60字×35行)으로 하여 포직體로 할 것 그리고 學名은 반드시 이태릭體로 하고 이태릭體에는 赤色下線을 칠것.
5. 插畫圖表는 黑白寫眞 또는 墨書로 하고 그 說明文에 삽입되는 數字나 地名은 活字를 붙여넣어야 한다.
6. Figure, Table 은 良質紙에 精作한 것이라야 한다.
7. 引用文獻 또는 資料出處의 表示는 筆者가 自由로 한다(論文 中間 또는 末尾)
8. 論文引用 文獻의 例는 石宙明, 1933, 開城地方의 蝶類朝詩 15, 64~72와 같이 하되 國漢文과 英文을 混아서 區分하고 國漢文은 가, 나, 다 順으로, 英文은 alphabet 順으로 할것.
9. 執筆體制의 例를 表示하던 다음과 같다.

I. II. III.

1. 2. 3.

가. 나. 다.

(1). (2). (3).

(가). (나). (다).

I. 2. 3.

①. ②. ③.

插畫圖表는 그림 1. 그림 2.그림의 하단

표 1. 표 2.표의 상단

等으로 表示하고 簡單한 說明을 붙인다.