

超流動 콘크리트의 特性에 미치는 配合要因의 影響

An Effect of the Mixing Factor Influencing to the Properties of Super-Workable Concrete

○ 禹 相 六¹⁾ 金 基 喆¹⁾ 尹 起 源²⁾ 李 正 熙³⁾ 韓 千 求⁴⁾ 潘 好 鎔⁴⁾
 Woo, Sang Ryuk Kim, Gi Cheol Yoon, Gi Won Lee, Jung Hee Han, Cheon Goo Bahn, Ho Yong

Abstract

This study is designed for analyzing the properties of super-workable concrete with the parameter of water contents, S/A, superplasticizer kinds, superplasticizer dosage and cement replacement method of pozzolanic admixture. And this study is aimed for presenting the reference data in practical use of super-workable and high-performance concrete.

I. 序 論

超流動 콘크리트는 베이스 콘크리트의 流動性を 증대시켰다는 점에서 流動化 콘크리트와 공통점을 가지고 있지만, 베이스 콘크리트와는 配合要因 및 要求性能 등에 있어서 차이점을 가지고 있어 근본적으로 性能이 전혀 다른 콘크리트라 할 수 있다.

流動化 콘크리트와 超流動 콘크리트의 가장 큰 차이점은 流動性, 충전성 및 材料分離 抵抗性 등 要求性能의 다양화를 들 수 있는데, 이러한 要求性能을 만족하기 위하여는 기존 콘크리트의 配合과는 다른 각도에서의 最適配合이 요구된다. 그러나, 國內에서는 超流動 콘크리트의 必要性에 대한 기초적인 실험 연구는 물론 인식도 부족한 실정이다.

그러므로 本 研究에서는 單位水量, 잔골재율, 혼화제 使用量 및 種類, 混和材 置換方法 등 配合要因變化에 따라 굳지않은 상태의 콘크리트에서 슬럼프, 단위용적중량 및 공기량과 超流動 콘크리트의 性能 평가로 流動性, 충전성 및 材料分離 抵抗性 등을 비교 분석하여 超流動 콘크리트의 配合設計에 한 참고 자료를 提示하고자 研究 目的하였다.

- 1) 正會員, 淸州大 大學院, 碩士課程
- 2) 正會員, 淸州大 工學碩士
- 3) 正會員, 大田産業大 教授, 淸州大 大學院, 博士課程
- 4) 正會員, 淸州大 教授, 工博

II. 實驗計劃 및 方法

2.1 實驗計劃

本 研究의 實驗計劃은 표 1과 같다.

표 1. 實驗計劃

實驗 시리즈	單位水量 (kg/m ³)	잔골材率 (%)	高性能減水劑 種類 및 添加率 (%)	混和材置換
				C:FA:SF
PLAIN	170	50	M社	4:1:0
I	160 180			
II	170	45 55	4%	
III		50	2% 6%	
IV	170		50	
V		M社 4%		

*高性能 減水劑의 種類로써 M, N, O社는 나프탈린系, P社는 멜라민系이며, 混和材 中 C:시멘트, FA:플라이 애쉬, SF:실리카 흙을 意味함.

2.2 使用材料

本 研究에 사용한 시멘트는 國內産 S사의 1종 보통 포틀랜드 시멘트를 사용하였고, 잔골재는 충북 청원군 미호리산 天然砂, 굵은골재는 충북 청원군 옥산산 화강암 쇄석을 사용하였는데, 시멘트 및 骨材의 物理的 性質은 표 2 및 3과 같다.

混和劑로 고성능 감수제는 國內 생산 회사 별로 나프탈린계 M, N, O社와 멜라민계 P社의

4종을 사용하였고, 混和材는 캐나다산 실리카 흙(비중 2.2)과 국내산 플라이애쉬를 사용하였으며, AE제는 국내 J社의 제품을 사용하였다. 물은 청주시 상수도를 사용하였다.

표 2. 시멘트의 物理的 性質

比重	粉末度		凝結時間		Auto-Clave (%)	壓縮強度 (kg/cm ²)		
	Blaine (cm ² /g)	初結 (min)	終結 (h-m)	3日		7日	28日	
3.15	3,120	270	6-50	0.09	189	268	374	

표 3. 잔·굵은 骨材의 物理的 性質

區分	比重	吸水率 (%)	粗粒率	單位容積重量 (kg/m ³)	空隙率 (%)	粒形判定實績率 (%)
굵은骨材	2.70	0.68	6.73	1,580	41.5	55.9
잔骨材	2.56	1.76	2.61	1,457	43.1	53.8

2.3 實驗方法

本 研究의 實驗 方法으로 콘크리트의 混合, 公試체의 製作 및 養生 등은 KS規定에 의거 표준적인 方法으로 실시 하였고, 굳지 않은 상태에서의 슬럼프와 슬럼프 플로우는 KS規定에 의거 기존의 方法과 동일하게 실시하였다.

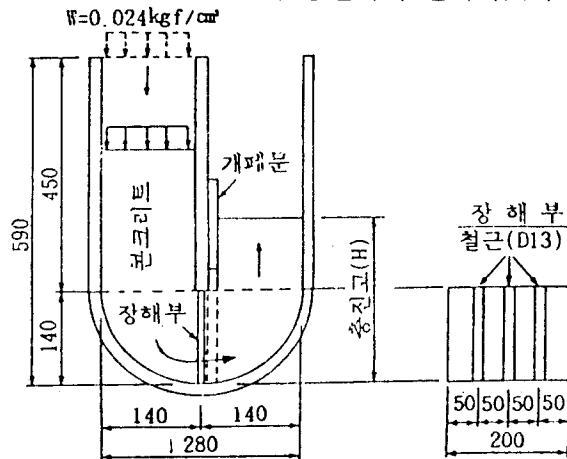


그림1. U형 충진 試驗裝置

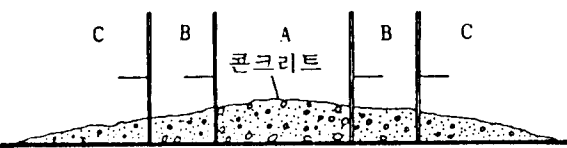


그림2. 材料分離 判定을 위한 試料採取 模式斷面圖

또한, 충진성은 그림 1과 같이 기존의 研究에서 利用되는 U형 시험장치를 製作하여 한쪽에 가득채운 콘크리트가 중간의 개폐문을 除去하는 순간 하중(W=0.024kgf/cm²)에 의해 장해부인 철근 사이를 通過하여 다른 실로 채워지는 높이를 測定하였다.

材料分離 抵抗性은 슬럼프 플로우 시험을 마친 후에 實驗室에서 製作한 φ20cm와 φ40cm의 원통으로 콘크리트를 지름 20cm이내(A), 20~40cm(B), 40cm이상(C)으로 분류하여 No. 4 체로 씻기시험을 통해 굵은골재를 채취하여 표건상태로 만들어 重量을 測定하여 다음 식에 의하여 구하였다. (그림 2 참조)

$$\cdot \text{재료분리판정율}(\%) = (C / A) \times 100$$

$$\text{여기서, } A = \frac{\text{20cm이내의 굵은골재 중량}}{\text{20cm이내의 시료 중량}}$$

$$C = \frac{\text{20cm이내의 굵은골재 중량}}{\text{20cm이내의 시료 중량}}$$

III. 實驗結果 및 分析

3.1 單位水量的 影響

그림 3은 單位水量 變化에 따른 슬럼프 플로우, 충진고, 재료분리 판정율을 나타낸 그래프이다.

전반적인 傾向으로 먼저, 流動性으로 슬럼프 플로우는 單位水量 170kg/m³까지 급격하게 증가하다가 그 이후에 약간 減少하는 傾向으로 나타났고, 충진성으로 U형 충진 試驗裝置의 충진고 역시 슬럼프 플로우와 유사한 傾向으로 나타났다.

또한, 材料分離 抵抗性으로 材料分離 判定率은 슬럼프 플로우나 충진고와는 반대 傾向으로 나타났다. 이러한 결과는 超流動 콘크리트의 요구 성능인 流動性, 충진성, 材料分離 抵抗性등은 최적의 單位水量이 있음을 시사하는데, 본 연구의 범위에서 최적 單位水量은 170kg/m³ 전후인 것으로 分析되어진다.

3.2 잔骨材率의 影響

그림 4는 잔骨材率 變化에 의한 슬럼프 플로우, 충진고, 材料分離 判定率을 나타낸 그

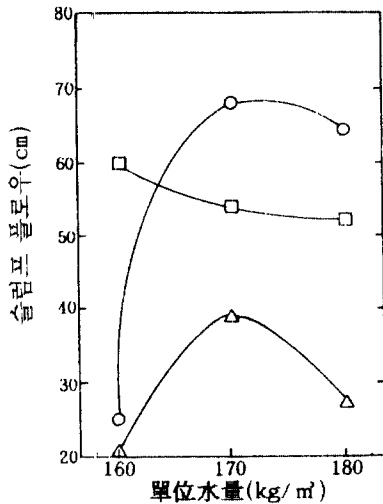


그림 3. 단위수량의 영향

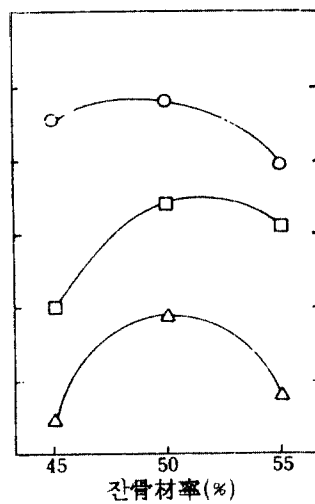


그림 4. 잔골재율의 영향

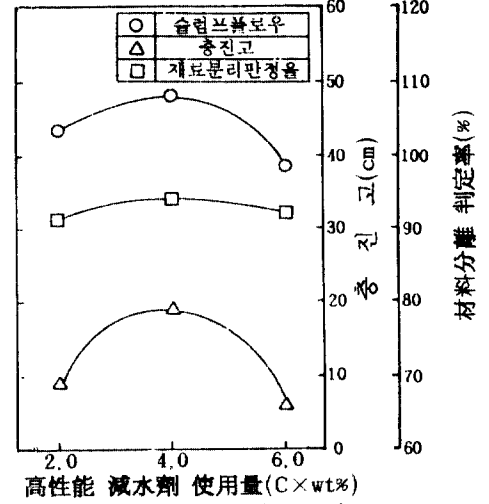


그림 5. 고성능 減水劑 使用量의 영향

래프이다.

全般的인 傾向으로 슬럼프 플로우, 충진고 및 材料分離 判定率은 유사한 傾向으로 나타났는데 즉, 잔골재율 50%를 기점으로 그 전후에서 저하하는 것으로 나타나 잔골재율의 範圍는 다를지라도 어느 시점까지 增加하다가 低下하는 것은 既存의 研究와 유사한 것으로 나타났다. 결국, 단위수량과 마찬가지로 잔골재율도 최적치가 存在하는 것으로 本 研究의 條件에서는 약 50% 정도로 밝혀졌다.

3.3 고성능 減水劑 使用量의 影響

그림 5는 전과 동일한 요령으로 고성능 減水劑 使用量이 超流動 콘크리트의 要求性能에 미치는 영향을 나타낸 그래프이다.

먼저 流動性 및 충진성으로 슬럼프 플로우와 충진성은 고성능 減水劑 사용량의 증가 만큼 향상되는 것은 아닌 것으로 일정 범위 이후에서 오히려 감소되는 傾向으로 나타났는데, 이는 고성능 減水劑의 양만큼 물의 양이 減少되어 고성능 減水劑가 제 성능을 발휘하는 데는 먼저 시멘트와 물이 충분히 結合하여야만 流動性을 增進시킬 수 있는 것으로 分析되어져 混和劑를 2% 사용한 것보다 6% 사용한 것에서 流動性이 더 저하된 것으로 分析되어진다.

또한, 材料分離 抵抗性은 고성능 減水劑 使

用量에 커다란 變化를 보이지 않고 거의 일정한 것으로 나타났다.

3.4 混和劑 種類의 影響

그림 6은 混和劑 種類에 의한 影響을 나타낸 막대그래프로서 먼저, 전반적으로 슬럼프 플로우는 나프탈린계 M社 및 O社가 N社 및 멜라민계 P社 보다 크게 나타났고, 나프탈린계 N社가 제일 작게 나타났다. 또한, 충진고도 플로우치와 유사한 傾向을 나타내고 있지만 N社는 충진성 實驗에서 콘크리트가 시험기의 철근 사이를 거의 통과하지 못하는 불량한 충진성을 나타내었으며, O社 및 P社도 M社보다 급격히 저하한 것을 볼수 있다.

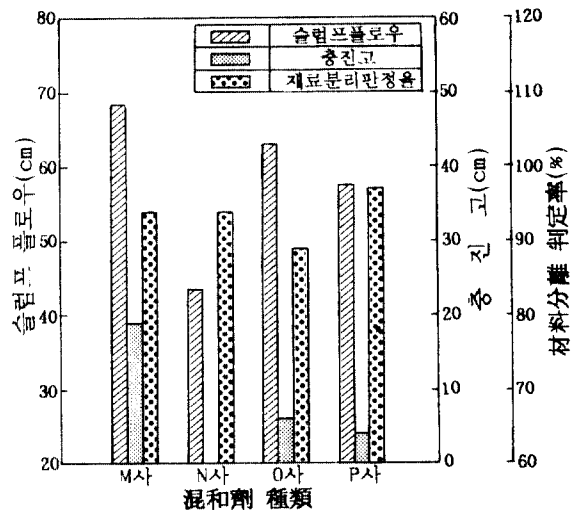


그림 6. 混和劑 種類의 影響

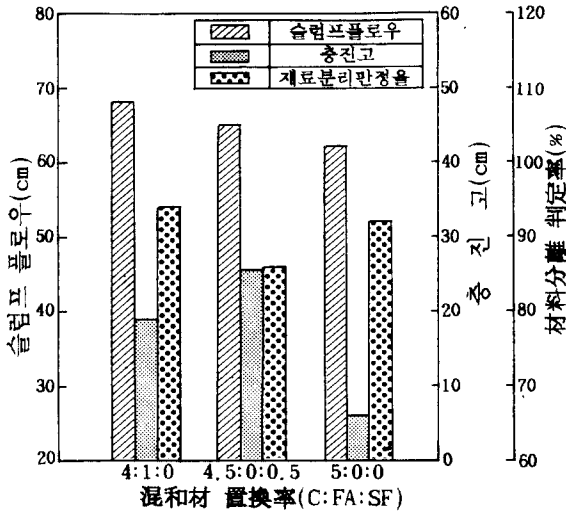


그림 7. 混和材 置換率의 影響

재료분리 抵抗性은 流動性 및 충진성이 작은 P사가 점성은 커서 재료분리가 작게 나타났는데, 본 實驗와 같이 高性能 減水劑의 種類 및 性能도 超流動 콘크리트의 配合要因에 중요한 것임을 알 수 있었다.

3.5 混和材 置換方法의 影響

그림 7은 전과 同一한 요령으로 混和材 種類別 置換方法이 콘크리트에 미치는 影響을 分析한 막대그래프이다. 슬럼프 플로우 는 시멘트의 20%를 플라이애쉬로 치환한 경우(이하 A라 칭함)가 68.3cm로 제일 크고, 시멘트의 10%를 실리카 흙으로 치환한 경우(이하 B라 칭함)는 65cm, 混和材를 사용하지 않은 경우(이하 C라 칭함) 62cm의 순으로 나타났는데, 이는 A와 B의 경우 플라이애쉬 및 실리카 흙의 입자가 시멘트 입자 사이의 공극 충전 및 미분말의 구형상에 따른 볼베어링 作用으로 워커빌리티를 增進시켜 流動性을 增大시킨 것으로 分析되어 진다.

충진성 및 材料分離 判定率 試驗에서는 A의 충진고가 19cm로 충진성도 良好하고 점성이 좋아 材料分離도 작았으며, B는 25.5cm로 충진성이 큰 반면 점성이 작아 材料分離가 크게 나타났고, C는 材料分離 抵抗性은 양호하나 충진성이 작게 나타났다.

IV. 結 論

超流動 콘크리트에 미치는 配合要因 影響을 究明하기 위한 굳지않은 狀態에서의 流動性, 충진성 및 材料分離抵抗性 등을 究明한 實驗 研究에의 結果는 다음과 같이 요약되었다.

1) 單位水量이 超流動 콘크리트에 미치는 影響으로 본 研究條件에서는 單位水量 170kg/m³ 정도에서 가장 良好한 結果로 나타났다.

2) 잔골재율의 變化가 超流動 콘크리트에 미치는 影響으로 본 연구의 조건에서는 잔골재율은 50% 전후에서 제일 성능이 좋은 超流動 콘크리트의 配合設計가 이루어질 수 있는 것으로 나타났다.

3) 고성능감수제 使用量이 콘크리트에 미치는 影響으로는 슬럼프 플로우에 따른 流動性 및 충진성, 材料分離 抵抗性과 관련하여 사용량 4% 전후에서 가장 양호하게 나타났다.

4) 混和劑 種類에 따른 影響으로는 나프탈린계 M社가 流動性 및 충진성, 材料分離 抵抗性 등 超流動 콘크리트의 요구 성능을 모두 만족하게 나타나 高性能 減水劑의 種類 및 性能이 超流動 콘크리트의 配合設計에 중요한 配合要因이 됨을 알 수 있었다.

5) 混和材 置換方法이 超流動 콘크리트에 미치는 影響으로 사용하는 혼화제도 적절하게 선택 사용하면 우수한 성능의 超流動 콘크리트를 生産할 수 있을 것으로 사료된다.

끝으로 본 研究를 위해 도움을 준 동양MK(주)와 淸州 地域 레미콘 會社 및 混和劑 會社에 眞心으로 感謝한다.

參 考 文 獻

1) 松岡康訓 : 콘크리트工學, Vol.31, No.3, pp. 79~82, 1993.3.

2) 岡本修一, 松岡康訓, 新藤竹文, 服部高重 : 超流動콘크리트의 充填形鋼管콘크리트柱への適用, 콘크리트工學論文集, 第4卷, 第1號, pp. 79~89, 1993.1.

3) 早川光敏, 黒岩秀介 : 超流動콘크리트의 開發と特性, 日本建築學會大會學術講演梗概集, pp.945~946, 1991.9.