

流動化콘크리트의 施工性 및 工學的 特性에 미치는 베이스콘크리트의 調合條件에 관한 基礎的 研究

A Fundamental Study on the Mix Proportion of Base Concrete Influencing
on the Workability and Engineering Properties of Flowing Concrete

金 武 漢* ○ 宋 河 永**

Kim, Moo Han Song, Ha Young

ABSTRACT

This is the study on the performance of workability and engineering properties of flowing concrete using the superplasticizers, which are being used for control of the consistency of fresh concrete without modifying the properties of the hardened concrete and for production of high quality concrete at a low water-cement ratio.

It is the aim of this study to analyze and investigate workability and engineering properties of flowing concrete according to the addition rate in poor and rich mix proportions of base concrete. Base on this fundamental investigation for the development of flowing concrete mix design, it could be drawn that the workability and engineering properties of flowing concrete are influenced greatly by mix proportion and dosage of superplasticizers.

1. 序 論

최근 콘크리트의 高品質化와 高強度化에 따라 비교적 낮은 물시멘트비를 갖는 된 비빔 콘크리트의 사용이 증대되고 있으나 이들 콘크리트는 워커빌리티, 펌파빌리티 등과 같은 시공성의 문제가 큰 과제로 지적되고 있다. 이러한 문제를 해결하기 위한 한 방안으로서 서구 및 일본에서 개발된 流動化콘크리트는 高性能減水劑(이하SP제라 칭함)의 높은 분산성능을 이용한 것으로, 종래의 묽은 비빔 콘크리트와 동일한 施工性을 유지 하면서 된 비빔 콘크리트에 가까운 품질을 얻을 수 있다는 점에 注目하여 국내에서도 그 시공실적이 점차 보고되고 있다. 그러나 流動化콘크리트의 제조를 위한 베이스콘크리트의 調合設計時, 무분별한 단위시멘트량의 저감은 流動化 効果 및 工學的 特性에 악영향을 유발할 수도 있어 엄격한 調合管理의 필요성이 아울러 제기되고 있다.¹⁾²⁾³⁾

本 研究는 이러한 베이스콘크리트의 調合條件에 따른 流動化콘크리트의 施工性 및 工學的 特性을 실험적으로 究明하여 流動化콘크리트의 品質管理를 위한 참고자료로 제시함과 아울러 향후 流動化콘크리트 工法開發을 위한 기초자료의 축적에 그 목적이 있다.

2. 實驗概要 및 方法

本 研究를 위한 實驗計劃은 表1과 같이, 물시멘트비 40%의 富調合콘크리트와 물시멘트비 60%의 貧調合

콘크리트로 각각 베이스콘크리트의 調合條件을 설정하여, 이들의 流動化 性能 및 工學的 特性을 SP劑 첨가량에 따라 비교·분석하고자 計劃하였다.

또한 本 實驗에 使用한 시멘트, 골재 및 SP劑의 物理的 性質은 各各 表2, 3, 4와 같고, 콘크리트의 調合은 대한건축학회 「건축공사표준시방서」⁴⁾ 및 일본건축학회 「流動化콘크리트 施工指針案」⁵⁾의 참고 조합표틀 기초로 수차의 시험비빔에 의해 表5와 같이 정하였으며 시험용 콘크리트의 製造는, 베이스 및 콘벤서날콘크리트의 경우는 3분 비빔, 流動化콘크리트의 경우는 베이스콘크리트의 제조후 SP劑를 첨가하여 2분간 재비빔을 행하였다.

또한, 本 實驗에 利用된 각종 시험方法은 KS를 비롯한 각규준에 준하여 실시하였다.⁶⁾

表 1. 實驗要因 및 水準

要 因		水 準	
조 합 조 건		부조합	빈조합
물시멘트비(°/wt)		40	60
목 표 슬 럽 프(cm)		18(콘벤서날), 2(베이스)	
SP 제 첨 가 율(%)		0.0, 0.4, 0.8, 1.2, 1.6	
측 정	아직 균지않은 콘크리트 시험	단위용적중량, 비빔온도, 공기량, 블리딩량, 슬럼프, 플로우, 다짐계수	
	정시변화(분)	0, 15, 30, 45, 60, 90, 120	
항 목	경 화 콘크리트 시험	압축강도, 동탄성계수, 정탄성계수, 응력·변형곡선, 반발도, 단위용적중량	
	계 령 (일)	7, 28, 60, 90, 180	

* 정희원, 충남대 건축공학과 교수, 공학박사

** 정희원, 대전공대 조교수, 충남대 대학원 박사과정

表 2. 시멘트의 物理的 性質

종 류	비중	분말도 (cm^3/g)	용결(h-m)		인정성	압축강도(kg/cm^2)		
			초결	중결		3일	7일	28일
보통포틀랜드	3.15	3,240	5-06	7-20	양호	194	261	323

表 3. 骨材의 物理的 性質

구분	입경 (mm)	조립율 (F·M)	비중	흡수율 (%)	실적율 (%)	면적중량 (kg/t)	비 고
잔 골재	5	2.56	2.64	1.11	60	1.573	강모래
굵은골재	20	6.78	2.59	1.65	64	1.643	강자갈

表 4. SP劑의 物理的 性質

유형	색상	주성분	독성	비중	비 고
액상	흑색	Synthetic polymers	무	1.10	日本M社

表 5. 콘크리트의 調合

w/c (%/wt)	슬럼프 (cm)	잔골재율 (%/v ℓ)	단위수량 (kg/m^3)	절대용적(ℓ/m^3)			비 고
				시멘트	모래	자갈	
40	18	35.0	221	175	208	386	콘벤셔널
	2	35.7	168	133	246	443	베이스
60	18	40.4	235	124	255	376	콘벤셔널
	2	39.0	156	82	293	459	베이스

3. 實驗結果 및 考察

3.1 아직 굳지않은 콘크리트의 物性 및 流動化 性狀

그림1은 調合條件別 SP제 첨가율에 따른 空氣量의 변화를 도시한 것으로 전반적으로 유동화콘크리트가 콘벤셔널 콘크리트에 비해 약간 상회하는 공기연행상

태를 나타내나 베이스콘크리트와 비교하면 유사한 경향을 보이고 있으며 調合條件에 따라서는 W/C60%의 경우가 좀더 많은 공기량을 나타내고 있다. 그림2는 그림1과 같은 조건에서의 블리딩량을 도시한 것으로 조합조건에 관계없이 콘벤셔널 콘크리트에 비해 현저히 낮은 값을 나타내고 있어 SP제의 첨가에 의한 流動化콘크리트의 適用은 콘크리트의 품질개선 측면에서 매우 유용할 것으로 판단된다.

그림3 및 그림4는 슬럼프 및 플로우의 비빔후 시간의 경과에 따른 각각의 변화를 SP제 첨가율별로 도시한 것으로, 비빔직후의 流動化效果에 있어 이미 調合條件에 의해 크게 상이한 결과를 보이고 있다. 즉 W/C40%의 경우는 SP제 添加率이 증가함에 따라 콘시스템시의 증진효과가 현저하게 나타나는 반면, W/C60%의 경우는 1.6% 添加時 소폭적인 증가를 보이는 것외에는 거의 콘시스템시증대를 보이지 않고 있어 流動化콘크리트의 製造時 베이스콘크리트의 調合條件, 특히 단위시멘트량의 적정 수준확보에 유의하여 할 필요가 있음을 시사하고 있다. 한편 SP제의 적정첨가량에 대해서도 調合條件에 따라 신중한 예비실험을 통해 선정되어야 할 것으로 판단된다. 또한 비빔후 경시에 따른 변화성상에 있어서는 통상의 묽은 비빔 콘크리트인 콘벤셔널 콘크리트에 비해 급격한 콘시스템시 저하 현상을 보이고 있어 施工管理에 세심한 주의가 必要할 것으로 판단되며, 한편 배척플랜트와 現場간에 이동 시간등을 고려할때 添加時期에 따른 流動化性狀에 대해서도 다각적인 研究가 병행되어야 할 것으로 사료된다. 그림5는 다짐계수의 경시변화로서 슬럼프 및 플로우의 경우와는 약간 상이한 결과로 조합조건에 따른 유의할 만한 차이는 없는 것으로 보인다.

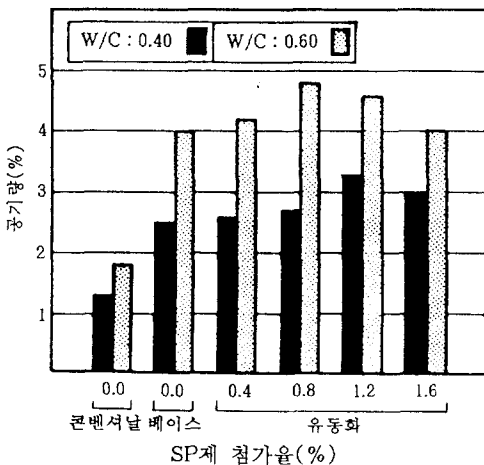


그림 1. 조합조건별 SP제 첨가율에 따른 공기량

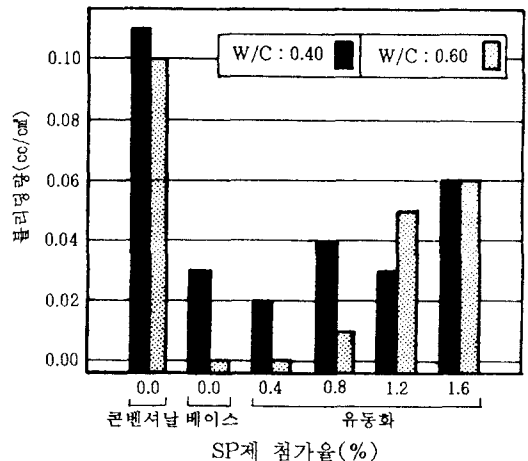


그림 2. 조합조건별 SP제 첨가율에 따른 블리딩량

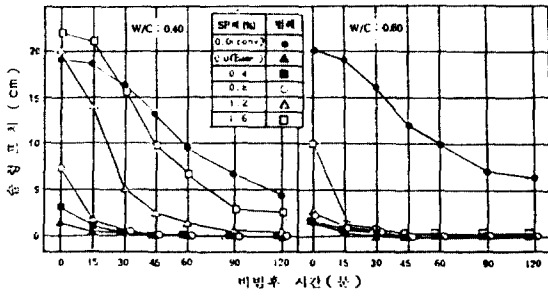


그림 3. 조합조건별 SP제 첨가율에 따른 슬럼프의 경시변화

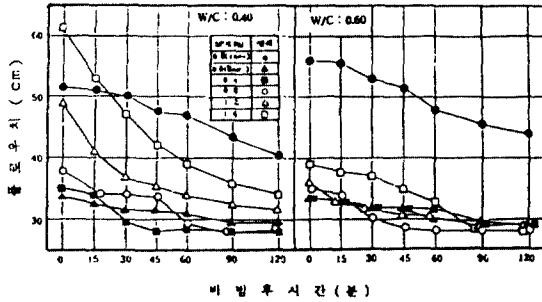


그림 4. 조합조건별 SP제 첨가율에 따른 플로우의 경시변화

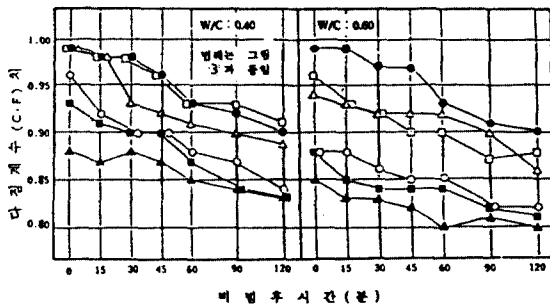


그림 5. 조합조건별 SP제 첨가율에 따른 다짐계수치의 경시변화

3.2 硬化콘크리트의 物性 및 工學的 特性

그림6은 SP劑 添加率別 압축강도의 변화성상을 도시한 것으로 W/C40%의 경우는 대체적으로 콘벤셔널 콘크리트에 비해 유동화콘크리트의 압축강도가 크게 발현되는 경향이나 1.6% 첨가시에는 상대적으로 양호하지 못한 것으로 나타났다. 한편 W/C60%의 경우는 전반적으로 콘벤셔널 콘크리트에 비해 재령에 따라 유사하거나 낮은 값을 보이고 있어 流動化效果 뿐만 아니라 강도측면에서도 不利한 것으로 나타나 베이스콘크리트의 調合條件이 流動化콘크리트의 特性에 큰 영향을 미치는 것으로 분석된다. 이를 W/C 40%의 콘벤셔널

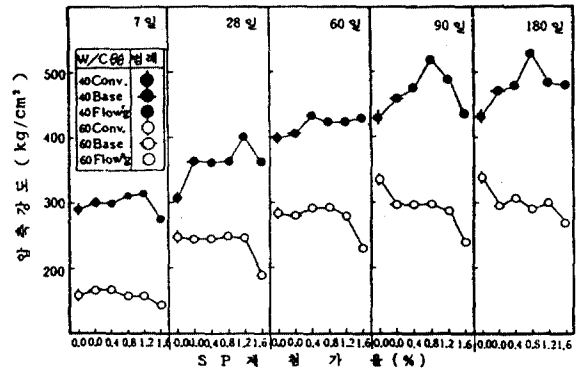


그림 6. SP제 첨가율별 압축강도의 변화

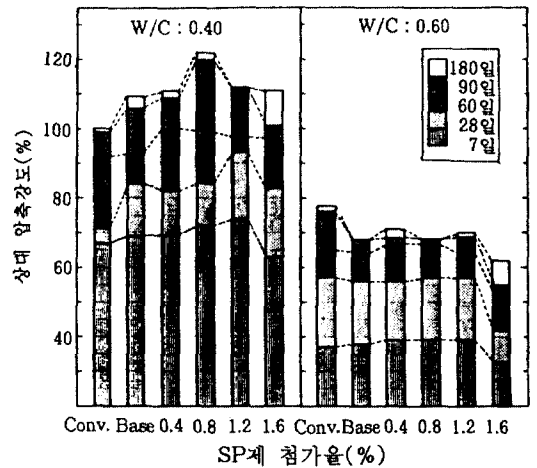


그림 7. W/C40%콘벤셔널 콘크리트에 대한 상대압축강도 발현비율

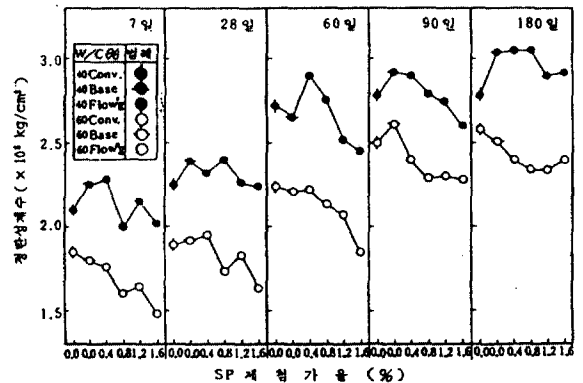


그림 8. SP제 첨가율별 정탄성계수의 변화

콘크리트에 대한 상대압축강도 발현비율로 도시한 그림7에 의하면 더욱 뚜렷한 경향을 보이며 특히 SP제를 과대첨가한 경우 초기재령에서의 강도증진이 아주 불량함을 알수 있다.

그림8은 靜彈性係數의 變化를 도시한 것으로 대체적

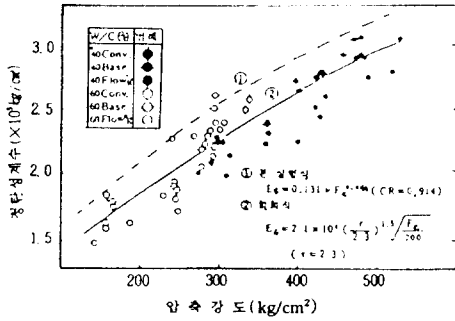


그림 9. 압축강도와 동탄성계수와의 관계

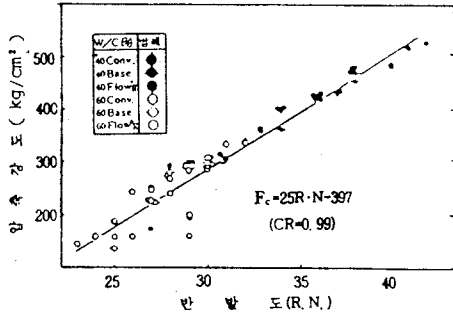


그림 10. 반발도와 압축강도와의 관계

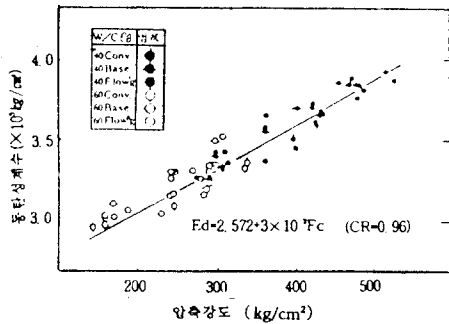


그림 11. 압축강도와 동탄성계수와의 관계

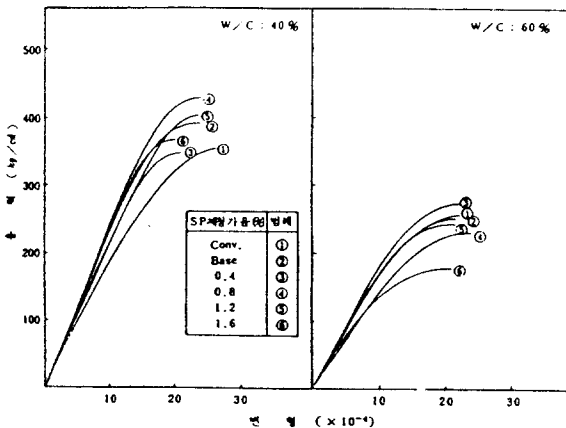


그림 12. 개령 28일의 콘크리트 응력-변형도 곡선

으로 強度性狀과 유사한 경향을 보이고 있다.

한편 그림 9, 10, 11은 압축강도와 각 시험치간의 상관성을 도시한 것으로 정탄성계수의 경우는 기존의 학회식에 비해 약간 적은 값을 보이고 있는 경향이나 기타의 경우는 매우 높은 상관성을 나타내고 있음을 알수 있다. 또한 그림 12는 응력-변형도 곡선을 도시한 것으로 調合條件에 따라 뚜렷한 차이를 보이고 있다.

4. 結 論

베이스콘크리트의 調合條件에 따른 流動化콘크리트의 施工性 및 工學的 特性을 實驗的으로 比較·분석한 以上의 結果를 종합하면 다음과 같다.

1) 流動化콘크리트의 流動化效果는 調合條件에 따라 현저한 차이를 나타내며 콘시멘트의 경시변화는 통상의 묶은 비빔 콘크리트에 비해 급격하게 저하하므로 現場施工時 세심한 管理가 필수적이며, SP劑의 後添加時期에 대한 보다 심도있는 研究의 必要性을 시사하고 있다.

2) 流動化콘크리트의 압축강도 발현성상에 있어서도 調合條件에 따라 큰 차이를 보이고 있으며 貧調合 베이스콘크리트에 대한 流動化콘크리트의 適用에는 한계가 있을 것으로 사료된다.

3) 流動化콘크리트의 압축강도와 각 시험치간의 상관성은 매우 높게 나타나고 있고 응력-변형도 곡선은 調合條件에 따라 상이한 결과를 보이고 있다.

參 考 文 獻

1. 日本建築學會, 流動化콘크리트施工指針案·同解説, 1983
2. 福士勲, 流動化 콘크리트의 調合および性質, セメント·콘크리트, No. 427, 1982. pp. 44-46
3. V. M. Malhotra, et al, Superplasticizers in Concrete, ACI SP-62, 1979, pp. 67-85
4. 大韓建築學會, 建築工事標準示方書, 1985. pp. 105-110
5. 金武漢, 構造材料實驗方法論, 學文社, 1984.