

# 高性能 콘크리트의 特性에 미치는 混和材 置換變化의 影響에 관한 實驗的 研究

- 第 1 報 : 아직 굳지않은 상태의 特性 -

An Experimental Study on the Effect for Replacement of Pozzolanic Admixtures Influencing to the Properties of High-Performance Concrete

- Part 1 : Properties of Fresh Concrete -

○ 趙 炳 英<sup>1)</sup> 崔 青 閣<sup>1)</sup> 尹 起 源<sup>2)</sup> 李 正 熙<sup>3)</sup> 韓 千 求<sup>4)</sup> 潘 好 鎔<sup>4)</sup>  
 Cho, Byeong Young Choi, Cheong Kak Yoon, Gi Won Lee, Jung Hee Han, Cheon Goo Bahn, Ho Yong

## ABSTRACT

This study is aimed for analyzing the effect on replacing change of fly ash and silica fume of high performance concrete. From the results, the flowability is good when the replacing rate of fly ash increases. The placeability is best in the ratio of 15 to 5 ; F.A:S.F and the segregation-resistibility is appeared good when the replacing ratio of silica fume increases.

### I. 序 論

기존의 많은 研究에서 보통 포틀랜드 시멘트와 비표면적이 비슷한 플라이애쉬나, 비표면적이 50~100배 큰 실리카 흙을 시멘트량의 일부로 치환 혼입하면 아직 굳지않은 상태에서의 流動性, 充填性 및 材料分離 抵抗性이 양호하고, 경화후에는 高强度 및 耐久性이 우수한 結果로 나타난다고 보고되고 있는데, 대부분 물결합재비(이하 W/B라 칭함) 35% 전후 및 그 이상에서의 研究이며 이보다 낮은 W/B에서의 研究는 아직 미흡한 실정이다.

그러므로 本 研究에서는 W/B 25~35%의 범위에서 플라이애쉬와 실리카 흙이 상호변화하면서 단위시멘트량에 20% 치환 할때 高性能 콘크리트의 아직 굳지않은 상태 및 경화상태의 力學的 特性에 미치는 影響을 分析 하므로써 高流動, 高强度 및 高耐久性의 高性能 콘크리트 開發에 한 參考資料를 제시하고자 研究 目的하였다.

단, 本 報에서는 混和材 置換 變化가 아직

굳지않은 콘크리트 상태에서의 特性에 미치는 影響만을 보고하고, 第2報에서는 硬化狀態에서의 特性에 미치는 影響을 報告하도록 한다.

### II. 實驗計劃 및 方法

#### 2.1 實驗計劃

本 研究의 實驗計劃 및 配合事項은 表 1과 같다. 먼저, 배합은 W/B 25, 30 및 35%의 3개 수준에 대하여 混和材 置換率을 시멘트의 20%로 고정된 상태에서 플라이애쉬 : 실리카 흙(F.A:S.F)의 비율을 20:0, 15:5, 10:10, 5:15, 0:20으로 置換하는 5개 수준으로 變化시켜 굳지않은상태 및 硬化狀態에서의 特性을 分析 하도록 實驗計劃하였다.

表 1. 實驗計劃 및 配合事項

區分	W/B (%)	W (kg/m <sup>3</sup> )	S/A (%)	S.P/B (%)	AE/B (%)	F.A:S.F (%)
배합사항	25	181	44	3.8	0.06	20 : 0
	30	177	45	2.8	0.05	15 : 5
	35	173	47	2.1	0.04	10 : 10 5 : 15 0 : 20
실험사항	굳지않은 상태			경화상태		
	슬럼프 플로우, 슬럼프, 充填性, 材料分離 抵抗性, 空氣量, 單位容積重量			3,7,28일(표준다짐) 및 28일(다짐안함)의 壓縮強度, 引張強度, 韌強度, 乾燥收縮		

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

## 2.2 使用材料

本實驗에 使用한 材料로 먼저 시멘트는 아세아 시멘트(주)의 1종 보통 포틀랜드 시멘트를 使用하였는데, 이때 시멘트의 物理的 性質은 表 2와 같다.

骨材로써 잔골재는 충북 청원군 미호천산 강모래를 使用하였으며, 굵은골재는 충북 괴산군 청안면산 화강암 부순돌을 使用하였다. 이때 骨材의 粒度分布의 影響을 最小化하기 위하여 표준입도 범위에 만족하도록 체가름 조정하여 使用하였는데, 잔·굵은 골재의 物理的 性質은 表 3과 같으며 粒度曲線은 그림 1과 같다.

또한, 混和材料로써 高性能 減水劑는 국내 동양MK사의 Mighty-2000WHZ를, AE제는 국내 진웅화학산의 B-1557을 使用하였고, 플라이애쉬는 충남 보령화력산을, 실리카 흙은

表 2. 시멘트의 物理的 性質

비중	분말도 (cm <sup>2</sup> /g)	안정도 (%)	응결시간 (분)		壓縮強度 (kg/cm <sup>2</sup> )			
			초결	중결	1일	3일	7일	28일
3.15	3,263	0.10	251	350	123	237	303	374

表 3. 잔·굵은 骨材의 物理的 性質

골재 종류	비중	흡수율 (%)	단위용적 중량 (kg/m <sup>3</sup> )	공극율 (%)	입형판정 실적율 (%)
천연사	2.55	2.46	1,503	41	56
화강암 부순돌	2.74	0.85	1,589	42	57

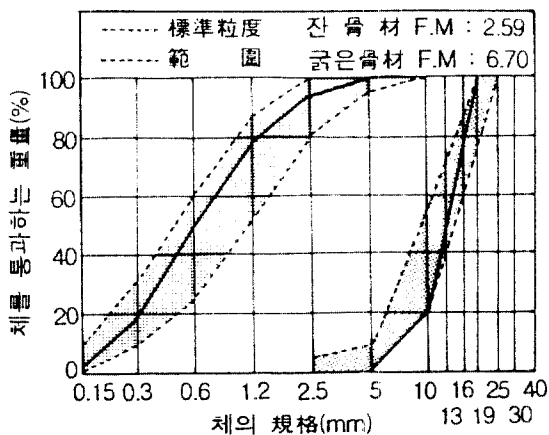


그림 1. 잔·굵은 骨材의 粒度曲線

캐나다산을 使用하였다. 각 混和材料의 物理的 性質은 表 4~7과 같다.

물은 음료가능 한 청주시 상수도를 使用하였다.

表 4. 高性能 減水劑의 物理的 性質

주 성분	외 관	PH	비 중 (20℃)	알칼리량 (%)	염화물 이온량 (%)
폴리칼본산계 고분자 계면활성제	담갈색 액체	7±2	1.06 ±0.02	0.5 이하	0.01 이하

表 5. AE제의 物理的 性質

주 성분	외 관	비중(20℃)	점도(20℃;cps)
Vinsol Resin Alkyl Sulfate계	담갈색 액체	1.21	80

表 6. 플라이애쉬의 化學 成分 및 物理的 性質

SiO <sub>2</sub> (%)	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	CaO (%)	MgO (%)	K <sub>2</sub> O (%)	Na <sub>2</sub> O (%)	Ig.Loss	비중
71.9	17.5	2.42	1.77	0.48	0.69	0.64	5.49	2.1

表 7. 실리카 흙의 物理的 性質

비중	표면적 (m <sup>2</sup> /g)	단위용적 중량 (kg/m <sup>3</sup> )	지름 (μm)	45μm체 통과율 (%)	형태	조직
2.2	18~20	250~300	0.1~0.2	95~100	구상	비결정

## 2.3 實驗方法

本 研究의 實驗方法으로 콘크리트의 配合은 실험실용 강제 팬믹서를 使用하였는데, 재료 투입순서는 잔골재, 시멘트, 혼화재료(플라이애쉬 및 실리카 흙), 굵은골재의 순서로 투입하여 저속(20rpm)으로 30초간 건비빔한 후 물을 넣고 중속(30rpm)으로 1분간 혼합한 뒤 고성능 감수제와 AE제를 넣고 중속(40~50rpm)으로 30초, 고속(50~60rpm)으로 30초간 비빔하므로써 혼합을 완료하였다.

굳지않은 상태의 실험으로 슬럼프 시험은 KS F 2402, 슬럼프 플로우는 슬럼프 시험 후 내려앉은 콘크리트의 최대지름과 직교하는 두지점의 지름을 측정하여 그 두 값의 평균으로 하였다.

또한, U형 充填 시험장치를 使用한 充填性 시험과 材料分離 抵抗性 시험은 기존연구의 방법<sup>1)</sup>으로 실시하였다.

### III. 實驗結果 및 分析

그림 2는 플라이애쉬와 실리카 함간의 置換率 變化에 따른 슬럼프 플로우를 나타낸 것으로, 전반적인 경향으로 W/B 25, 30 및 35% 모두 실리카 함의 置換率이 증가할수록 슬럼프 플로우치는 감소하는 것으로 나타났는데, 이는 本 實驗中 관찰성상으로 콘크리트를 손으로 비벼보았을때 플라이애쉬 置換率 이 증가하면 점성이 증대하며, 반대로 실리카 함이 증가하면 점성이 저하하여 나타난 結果로 보여진다.

그림 3은 그림 2의 分析과 동일한 요령으로 슬럼프를 나타낸 것으로, 전반적인 경향은 실리카 함 置換率이 증가할수록 슬럼프치는 감소하는 것으로 나타났으며, 특히 W/B 35%

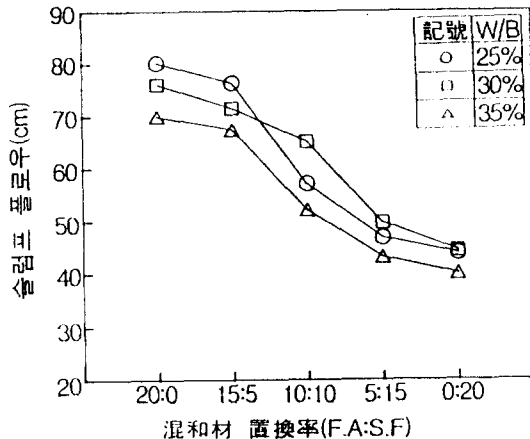


그림 2. 混和材 置換率 變化에 따른 슬럼프 플로우

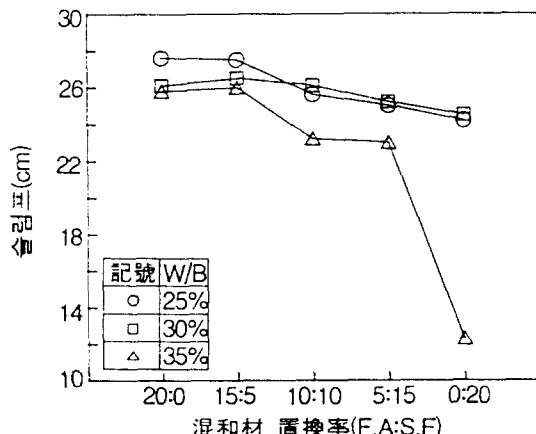


그림 3. 混和材 置換率 變化에 따른 슬럼프

의 경우 F.A.:S.F의 비율이 0:20 일때 슬럼프치가 12.3cm로 작게 나타났는데, 이는 W/B가 크고 실리카 함 置換率이 커져 점성이 저하하여 슬럼프치가 감소된 것 및 슬럼프치의 實驗方法 特性上 變化가 크게 나타나는 영역에 따른 것으로 分析된다.

또한 슬럼프치가 24cm 이상에서는 變化의 폭이 4cm 이하로 아주 작아 초유동 콘크리트에 있어서의 流動性 평가에 슬럼프 시험은 關한 方法임을 알 수 있었다.

本 實驗의 條件에서 슬럼프 플로우 및 슬럼프 試驗結果 流動性 側面에서의 F.A.:S.F의 置換率이 20:0~15:5의 범위에서 양호한 流動性을 나타내었으며, 또한 점성이 流動性에 큰 影響을 미치는 것을 알 수 있었다.

그림 4는 전과 동일한 方法으로 충전높이를 分析한 것으로 전반적으로 W/B가 작을수록 충전높이가 높은 것으로 나타났는데, W/B 25%에서는 플라이애쉬 置換率이 클수록, W/B 30 및 35%에서는 F.A.:S.F의 비가 15:5일때 가장 양호한 충전성을 나타내었으며 그 이상 및 이하에서는 감소하는 것으로 나타났다.

그림 5는 材料分離 判定率을 나타낸 것으로 실리카 함 置換率이 증가할수록 材料分離 判定率은 流動性 및 充填性과는 반대경향으로 양호하여지는 것으로 나타났다.

그림 6은 空氣量을 나타낸 것으로 전반적으로 플라이애쉬의 置換率이 증가할수록 空氣量은 감소하는 경향으로 나타났는데, 특히

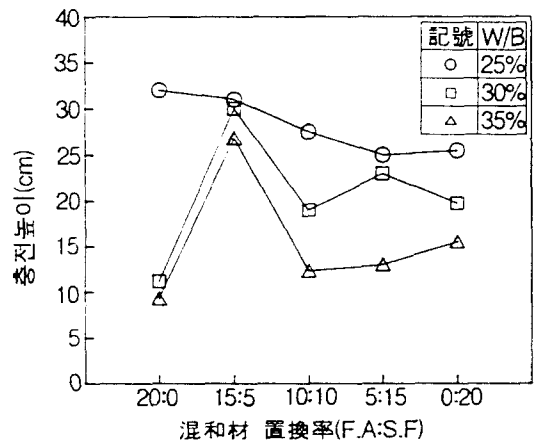


그림 4. 混和材 置換率 變化에 따른 충전높이

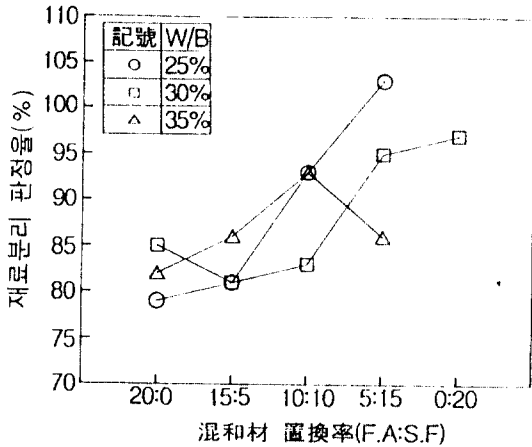


그림 5. 混和材 置換率 變化에 따른 재료분리 抗정율

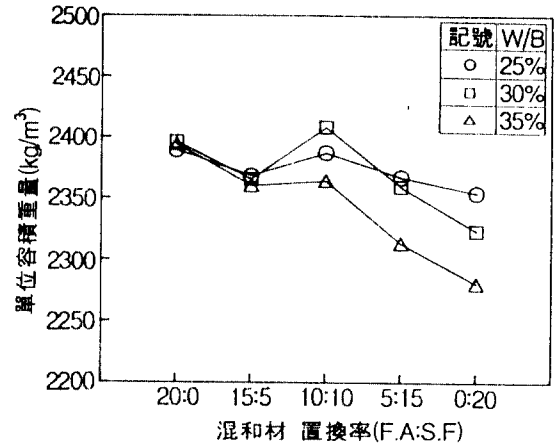


그림 7. 混和材 置換率 變化에 따른 單位容積重量

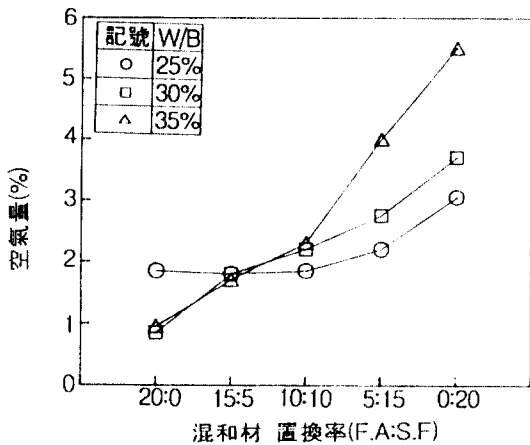


그림 6. 混和材 置換率 變化에 따른 空氣量

F.A:S:F의 置換率 10:10을 기점으로 플라이애쉬의 置換率이 감소하고 W/B가 커질수록 空氣量은 크게 증가하는 것으로 나타났다. 이는 플라이애쉬 및 실리카 흙의 미립자에 의해 미세 공극이 충전되어 空氣量이 감소되는 것과 또한, 플라이애쉬에 포함된 미연탄소에 의해 AE제가 흡착하므로써 AE제의 농도가 감소하여 소정의 空氣量을 확보하지 못하는 것으로 나타나 시멘트의 일부를 플라이애쉬로 치환할때 소정의 空氣量을 확보하려면 AE제의 첨가량을 증가시키거나 양호한 플라이애쉬의 선택이 중요한 것으로 나타났다.

그림 7은 單位容積重量에 대하여 分析한 것으로 空氣量과는 반대로 실리카 흙 置換率이 증가할수록 커지는 경향으로 나타났다.

#### IV. 結論

高性能 콘크리트의 特性에 미치는 混和材 置換率의 影響을 究明하기 위하여, 플라이애쉬 및 실리카 흙을 相互 變化시켜 이에 따른 아직 군지않은 狀態의 特性을 分析한 實驗研究에서 다음과 같은 結果를 얻었다.

- 1) 流動性은 플라이애쉬의 置換率이 증가할수록 크게 나타났으며, 관찰성상으로 점성도 커지는 것으로 나타났다.
- 2) 充填性은 混和材 置換率 變化에 따른 F.A:S:F의 적정 범위가 존재함을 알 수 있었는데, 本 實驗條件에서는 F.A:S:F가 15:5인 범위에서 가장 양호하게 나타났다.
- 3) 材料分離 抵抗性은 실리카 흙의 置換率이 증가할수록 양호한 것으로 나타났다.
- 4) 空氣量은 플라이애쉬의 置換率이 증가할수록 감소하는 것으로 나타났으며, 單位容積重量은 空氣量과 상반관계로 나타났다.

#### 參考文獻

- 1) 禹相六, 金基喆, 尹起源, 李正熙, 韓千求, 潘好鎔; 超流動 콘크리트의 特性에 미치는 配合要因의 影響, 한국콘크리트학회 學術發表論文集, 第5卷 2號, pp.25~28, 1993.11.
- 2) 변근주; 고성능 콘크리트의 연구동향 및 전망, 콘크리트 학회지, 제6권 1호, pp. 2~9, 1994.2.