

잔골재의 표면수율 보정오차에 따른 고강도콘크리트의 공학적특성에 관한 실험적연구

An Experimental Study on Engineering Properties of High-Strength Concrete by Revision Error of the Ratio of Surface Moisture in Fine Aggregate

○ 강 석 표 [*]	장 종 호 [*]	박 용 목 ^{**}
Kang, Suk Pyo	Jang, Jong Ho	Park, Yong Mock
이 승 훈 ^{***}	유 재 철 ^{***}	김 무 한 ^{****}
Lee, Seung Hoon	Yu, Jae Chul	Kim, Moo Han

ABSTRACT

The performance of high-strength concrete is controlled by the facts, affecting the quality management, especially by revision error in water content of the ratio of surface moisture in fine aggregate. The difference in water content results from the revision error of the ratio of surface moisture and errors in sampled aggregate in the processing of ready-mixed concrete plant.

This study is to investigate the properties of flowing and hardening by investmentally varying the revision error of the ratio of surface moisture in fine aggregate to compare and analyze the variance in quality.

1. 서 론

고강도콘크리트의 품질관리에 있어서 유동특성, 응결특성 및 경화특성에 영향을 미치는 요인은 사용재료의 선정에서부터 제조, 운반, 타설, 양생 등의 과정에 산재하고 있다 이들 가운데 사용재료의 편차, 단위수량의 보정오차, 계량오차, 비빔의 정도, 연행공기량의 변동 등을 들 수 있으며, 특히 단위수량의 보정오차는 고강도콘크리트의 성능에 큰 영향을 미치게 된다.¹⁾

배합계획을 행할 경우에는 표건 또는 절건상태의 골재를 기준으로 하여 배합비를 산출하지만, 레미콘 공장에서는 골재의 습윤상태에 대응하여 계획배합을 현장배합으로 변환시켜 콘크리트를 제조하게 되며, 골재의 표면수율을 측정하여, 이것을 기초로 현장배합이 결정된다.²⁾ 이 때 표면수율에 따른 단위수량의 보정이 적절하게 이루어지지 않으면 계획배합과 다른 콘크리트를 제조하게 된다.

따라서 본 연구에서는 잔골재의 표면수율 보정오차에 따른 고강도콘크리트의 품질변동을 비교·분석하기 위하여, 잔골재의 표면수율 보정오차를 임의로 변화시켜 고강도콘크리트의 유동특성, 응결특성, 경화특성을 검토함으로써 고강도콘크리트의 품질관리를 위한 기초자료를 제시하고자 한다.

* 정회원, 충남대학교 대학원 건축공학과

** 정회원, 삼성물산(주) 건설부문, 과장

*** 정회원, 삼성물산(주) 건설부문 기술연구소, 선임연구원

**** 정회원, 삼성물산(주) 건설부문, 상무이사

***** 정회원, 충남대학교 건축공학과, 교수·공박

표 1. 실험계획 및 배합

표면수율 보정오차 (%)	물 결합재 비 (%)	고성능 감수제 첨가율 (%)	플라이 애시 대체율 (%)	잔골 재율 (%)	단위 수량 (kg/m ³)	단위중량 (kg/m ³)				측정 항목
						시멘트	플라이 애시	잔골재	굵은 골재	
-2	29.5 ²⁾	1.8	5	41 ¹⁾	170 ²⁾	551	29	656 ¹⁾	955	· 공기량, 단위용적중량 · 슬럼프, 슬럼프-플로우 · 응결성상 · 압축강도
-1										
0 ¹⁾										
+1										
+2										

1) 본 연구에서는 잔골재의 표면수율 보정오차가 0%인 배합을 베이스콘크리트라 칭함

2) 표면수율 보정오차에 따라 변동

2. 실험계획 및 방법

표 2 사용재료의 물리적성질

시멘트	보통포틀랜드시멘트 비중 : 3.15, 분말도 : 3680cm ² /g
플라이애시	비중 : 2.17, 분말도 : 3160cm ² /g
잔골재	비중 : 2.62, 조립율 : 2.87, 흡수율 : 0.64%
굵은골재	비중 : 2.65, 조립율 : 6.50, 흡수율 : 1.39%
혼화제	나프탈렌계 고성능감수제

2.1 실험계획 및 콘크리트의 배합

본 연구의 실험계획 및 배합은 표 1에서 보는 바와 같이 표면수율 보정오차에 따른 고강도콘크리트의 공학적 특성을 비교·검토하기 위하여 표건상태의 잔골재를 사용하여 물결합재비 29.5%, 단위수량 170kg/m³, 플라이애시 대체율 5%인 베이스콘크리트를 기준으로 표면수율 보정오차를 각각 -2%, -1%, 0%, +1%, +2%하여 5수준으로 설정하였으며, 고성능감수제는 1.8% 동일 첨가하였다.

측정항목으로서는 굳지않은 콘크리트의 경우 공기량, 단위용적중량, 슬럼프, 슬럼프-플로우를 측정하였으며, 경과시간에 따른 유동특성을 검토하기 위해 비빔직후, 40분, 60분에서의 슬럼프 및 슬럼프-플로우의 경시변화를 측정하였다. 또한 표면수율 보정오차에 따른 응결성상을 검토하기 위하여 비빔직후 콘크리트 시료를 채취하여, 굵은골재를 제거한 후 응결시험을 실시하였으며 경화 콘크리트의 성상을 검토하기 위하여 압축강도를 재령 1일, 3일, 7일, 28일에 측정하였다.

2.2 사용재료 및 비빔방법

본 연구에서 사용재료의 물리적 성질은 표 2에 나타난 바와 같이 혼화제는 보령산 플라이애시를 사용하였으며, 혼화제로는 나프탈렌계 고성능감수제를 사용하였다.

비빔방법은 100ℓ의 강제식 팬타입믹서를 이용하여 재료를 일괄투입한 후 건비빔을 30초간 실시하고, 물과 고성능감수제를 첨가하여 2분 30초간 비빔을 실시하였으며, 총 비빔시간은 3분이 소요되었다.

3. 실험결과 및 고찰

3.1 굳지않은 콘크리트의 성상 검토

3.1.1 표면수율 보정오차에 따른 공기량과 단위용적중량의 변화

그림 1은 표면수율 보정오차에 따른 공기량과 단위용적중량의 변화를 나타낸 것으로서 공기량은 비빔직후 전반적으로 5%정도의 수준으로 나타났으며, 경시 60분에서는 비빔직후와 비교해서 2.0~2.3%

정도 감소를 보이고 있다. 그러나, 표면수를 보정오차 +2%에서는 초기 공기량이 2.8%로 낮게 나타났으며, 이는 표건상태 잔골재의 보정오차를 +2%로 함으로서 단위수량이 감소하고 잔골재량이 증가하였기 때문으로 사료되며, 경시에 따른 급격한 유동성 저하로 인하여 경시 60분에서는 공기량 측정이 불가능하였다.

단위용적중량은 표면수를 보정오차가 클수록 단위수량의 감소와 잔골재량의 증가로 인하여 비빔 직후 및 경시 60분에서 다소 증가하는 것으로 나타났다. 또한 경과시간에 따른 단위용적중량 변화도 비빔직후와 비교하여 경시 60분에서 다소 증가하는 경향을 나타내고 있으며, 이는 경시에 따른 공기량의 감소로 인해 나타난 현상으로 사료된다.

3.1.2 표면수를 보정오차에 따른 유동성의 변화

그림 2 및 그림 3은 표면수를 보정오차에 따른 슬럼프 및 슬럼프-플로우의 경시변화를 나타낸 것으로, 경과시간에 따른 슬럼프 및 슬럼프-플로우의 변화는 표면수를 보정오차 -2% 및 -1%의 경우 비빔직후 다소 분리의 경향을 보이고 있었으나, 경시 60분에서는 베이스 콘크리트와 비교하여 양호한 유동성상을 나타내고 있다. 그러나 표면수를 보정오차 +1% 및 +2%의 경우 표면수를 보정오차가 증가할수록 단위수량 감소 및 잔골재량의 증가로 인하여 경시에 따른 급격한 유동성 저하를 나타내고 있다.

3.2 표면수를 보정오차에 따른 응결성상 검토

그림 4는 표면수를 보정오차에 따른 관입저항치의 변화를 나타낸 것으로서 베이스 콘크리트와 비교하여 단위수량이 감소한 표면수를 보정오차 +2% 및 +1%의 경우에는 초결 도달시간이 약 25분 정도 단축되었으나, 단위수량이 증가한 -2% 및 -1%의 경우에는 약 20분 정도 지연되었다. 또한 종결 도달시간에 있어서도 표면수를 보정오차 +2% 및 +1%의 경우에는 약 25분 정도 단축되었으나, -2% 및 -1%의 경우에는 약 15분 정도 지연되었다.

3.3 강도 발현 상상의 검토

그림 5는 표면수를 보정오차에 따른 재령별 압축강도를 나타낸 것으로 압축강도는 표면수를 보정오차가 증가할수록 높게 발현되고 있으며, 그 경향은 모든 재령에서 동일하게 나타나고 있다.

그림 6은 표면수를 보정오차 0%의 압축강도를 기준으로 한 각 재령별 압축강도의 발현비율을 나타

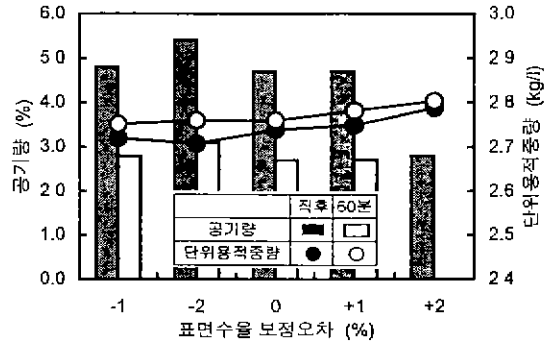


그림 1. 표면수를 보정오차에 따른 공기량 및 단위용적중량 변화

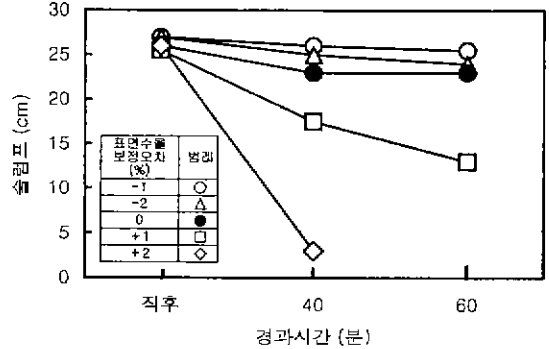


그림 2. 표면수를 보정오차에 따른 슬럼프의 변화

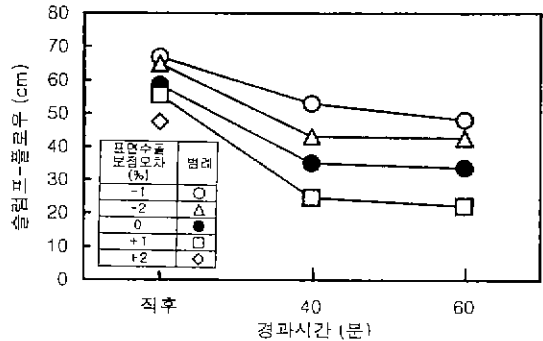


그림 3. 표면수를 보정오차에 따른 슬럼프-플로우의 변화

낸 것으로 재령 1일의 경우에 압축강도 발현비율은 표면수율 보정오차 -2%, -1%에서 베이스콘크리트보다 약 20%정도 낮게 발현되고 있으며, +1%, +2%에서는 약 20%정도 높게 발현되고 있으며 재령 1일에서 압축강도 발현비율의 차가 가장 크게 나타났다. 또한 재령 3일에서부터 베이스콘크리트에 대한 압축강도의 발현비율은 재령이 증가할수록 상대적으로 작게 나타났다.

4. 결론

표면수율 보정치에 따른 고강도콘크리트의 특성을 비교·평가한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) 베이스 콘크리트와 비교하여 표면수율 보정오차가 증가할수록 단위수량 감소 및 잔골재량의 증가로 인하여 경시에 따른 급격한 유동성 저하를 나타내고 있어 워커빌리티 확보 측면에서 표면수율 관리에 유의하여 할 것으로 사료된다.
- 2) 베이스 콘크리트와 비교하여 단위수량이 감소된 표면수율 보정오차 +2% 및 +1%의 초결 도달 시간은 베이스 콘크리트와 비교하여 약 25분 정도 단축되었으나, 단위수량이 증가한 -2% 및 -1%에서는 약 20분 정도 지연되었다.
- 3) 표면수율 보정오차에 따른 압축강도는 재령 3일까지의 초기재령에서 표면수율 보정오차에 큰 영향을 받는 것으로 나타났다.

감사의 글

본 연구는 충남대학교와 삼성물산(주) 건설부문과 산·학 협동 연구의 일부분임을 밝히며 본 연구를 위하여 협조하여 주신 삼성물산(주) 건설부문 관계자 여러분께 감사드립니다.

참고문헌

1. 김무한 외, 초고강도콘크리트의 개발과 그 적용에 관한 연구, 대한건축학회논문집, 제14권 제1호, 1998. 1, pp.391~399
2. 高強度コンクリートの技術の現状, 日本建築学会, 1991, pp.29~33
3. 金武漢 ほか, 高強度流動化コンクリートの施工性と工学的特性に関する実験的研究, 日本コンクリート工学年次論文報告集, 第12巻, 第1号, 1990. 6, pp.269~274,
4. 阿部 修 ほか, 高強度コンクリート製造における細骨材表面水の変動と圧縮強度の関係, コンクリート工学年次論文報告集, Vol. 13, No 1, 1991 6, pp.215~218

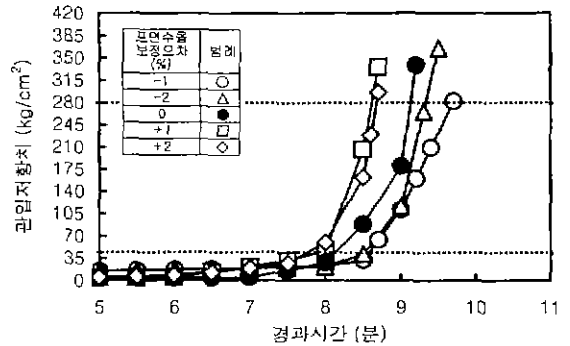


그림 4 표면수율 보정오차에 따른 관입저항치의 변화

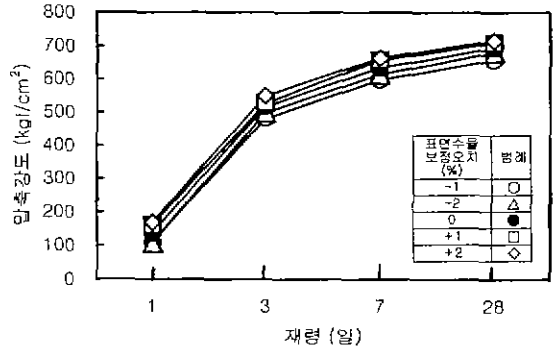


그림 5 표면수율 보정오차에 따른 재령별 압축강도의 변화

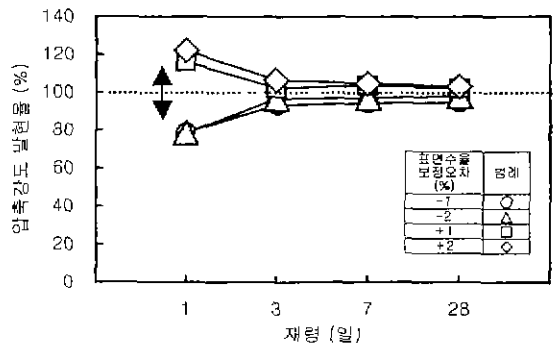


그림 6 표면수율 보정오차에 따른 재령별 압축강도의 변화