

분말혼화제를 사용한 콘크리트 포장(包裝)화에 관한 실험적 연구

An Experimental Study on Method of Packaged Dry Combined Materials for Concrete using Powder Admixture

한다희* 남정민* 박희곤** 조상영** 이영도*** 정상진****
 Han, Da Hee Nam, jung Min Park, Hee Gon Cho, Sang Young Lee, Young Do Jung, Sang Jin

ABSTRACT

Most concrete is recently made of an aggregate which is properly absorbed, and carried in it according to its capability at every fields. We have been close to demand new capability of high flowing and enduring for specific concretes. That is difficult to cope with claiming the efficiency on deterioration from lack of a high quality aggregate. Therefore, For solving the problems we apply to method of packaged dry combined materials for concrete using dried materials. That is to say that it is a kind of making into an instant. In this study, There is a purpose to present fundamental data, comparing and analyzing a phenomenon of aggregate's absorption following the rate of adding water, for using existing materials.

1. 서론

최근에 건설재료는 유동성과 내구성이 높은 특수 콘크리트 같은 새로운 성능을 요구하기에 이르렀다. 그러나 양질에 골재 부족과 교통체증으로 인한 운반시간의 장기화 등으로 인하여 최고품질의 콘크리트의 사용이 어려운 실정이다. 이러한 문제점을 해결하기 위하여 콘크리트 재료의 포장(包裝)화를 적용하여 콘크리트의 인스턴트화를 도입하고자 한다. 따라서 본 연구에서는 건조재료의 사용으로 인하여 요구되는 적절한 가수율과 콘크리트의 포장(包裝)을 위한 분말혼화제의 사용성 여부를 검토하고, 각각의 배합별 가수율에 따른 콘크리트의 요구성능을 파악하여 비교·분석함으로써 건조된 콘크리트 재료의 포장(包裝)화에 대한 기초적 자료를 제시하고자 하는데 목적이 있다.

2. 실험재료 및 계획

2.1 사용재료

본 실험에 사용된 시멘트, 혼화제 및 혼화제에 대하여 표1에 나타냈으며, 사용골재의 물리적 특성을 표2에 나타내었다. 절전상태의 골재를 105±5℃에서 24시간 이상 건조하여 사용하였다.

표 1. 사용재료

항목	내용	관련규정
시멘트	1종 보통포틀랜드 시멘트	KS L 5201
혼화제	폴리나프탈렌설포네이트 고성능AE감수제 분말형	KS F 2560
중점제	셀룰로스에테르계	-
혼화제	보령산 플라이애시	KS L 5405

표 2. 잔골재와 굵은 골재의 물리적 성질

	생산지	골재상태	최대치수 (mm)	비중	흡수율 (%)	실적율 (%)	조립율 (%)
잔골재	인천산 세척사	표건 절건	5.0	2.60 2.56	1.3	53.9	3.05
굵은 골재	광주 석산	표건 절건	20.0	2.7 2.65	0.95	57.8	6.52

- * 정희원, 단국대학교 대학원 석사과정
- ** 정희원, 단국대학교 대학원 박사과정
- *** 정희원, 경동대학교 환경건축공학부 교수
- **** 정희원, 단국대학교 건축대학 건축공학과 교수

2.2 배합

본 실험에 사용된 배합은 설계기준강도 24, 40, 60 Mpa를 기준으로 골재상태에 따라 배합하였으며, 설계기준 강도 40, 60Mpa 배합에는 플라이애시 15%를 치환하였다. 또한 배합의 특성을 고려하여 기존의 액상 혼화제 대신 분말혼화제를 단위시멘트 대비 0.75% 첨가하였고 재료분리 현상이 예상되어 증점제를 단위수량 대비 0.02%를 첨가하였다. D상태 골재의 경우 아래 식 ①, ②, ③에 따라 가수율* 0, 0.8, 1, 2%로 산정하였고, 이에 따른 실험계획 및 배합은 표3과 같다.

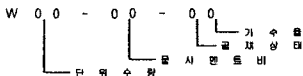
- 페이스트 중의 흡수율에 의한 가수율: $\frac{(A \times S) + (B \times G)}{E} \times 100 = 0.8\% \cdot ①$
- 수중의 흡수율에 의한 가수율: $\frac{(A \times S) + (C \times G)}{E} \times 100 = 1\% \cdot \dots \cdot ②$
- 단위중량 차이에 의한 가수율: $\frac{D}{E} \times 100 \approx 2\% \cdot \dots \cdot ③$

- A: 잔골재 흡수율(1.3%)
- B: 시멘트 페이스트 중에서 굵은골재의 1시간 흡수율(0.45%)
- C: 수중에서 굵은골재의 1시간 흡수율(0.75%)
- D: 일반콘크리트의 총중량 - D상태 골재를 이용한 콘크리트 총중량
- S: 잔골재 중량 G: 굵은골재 중량 E: 잔골재와 굵은골재중량

표 3. 실험계획 및 배합

시험체명	W/C(%)	S/a(%)	단위중량 배합(kg/m ³)						
			W	C	FA	S	G	SP	AT
W170-50-S0	50	43	170	340	-	762	1050	-	-
W170-50-D0						750	1030		
W170-50-D0.8									
W170-50-D1									
W170-50-D2									
W170-37-S0	37	45	170	390	69	744	945	0.75 (%)	0.02 (%)
W170-37-D0						733	928		
W170-37-D0.8									
W170-37-D1									
W170-37-D2									
W170-28-S0	28	40	170	516	91	610	950	-	-
W170-28-D0						599	932		
W170-28-D0.8									
W170-28-D1									
W170-28-D2									

S : 표면건조상태 골재 D: 절건상태 골재 SP: 분말혼화제 AT: 증점제 FA: 플라이애시



2.3 콘크리트 제작

콘크리트 제작은 잔골재 투입 후 혼화제, 증점제, 시멘트, 굵은골재 순(順)으로 혼합하여 1분간 건비빔한 후 혼합수를 넣고 1분 30초간 혼합하였으며, 가수율에 따른 보정수를 다시 첨가하여 1분간 혼합하여 제작하였다.

2.4 실험방법

2.4.1 절건상태 골재의 흡수성상시험

D상태 골재의 흡수성상은 물을 부었을 때 순식간에 발생하는 것이 아니고 혼합 중이나 타설 전, 압송 중의 시간경과에 따라 나타나는 것으로 예상된다. 본 실험에서는 D상태 골재를 페이스트(W/C 60%) 중과 수중(水中)에서 시간경과에 따른 골재의 흡수율을 시험(KS F 2503)을 실시하였다.

2.4.2 굳지 않은 콘크리트 시험

*가수율 : D상태 골재를 이용한 콘크리트에 첨가되는 보정수로, 전체골재(잔골재+굵은골재)중량에 대한 비율

슬럼프 시험 및 슬럼프플로우 시험은 KS F 2042에 따라 시험하였고, 공기량 시험은 KS F 2402(굳지 않은 콘크리트의 압력법에 의한 공기함유량 시험 방법)에 의거하여 실시하였다.

2.4.3 압축강도 시험

압축강도 시험은 KS F 2405에 따라 시험을 실시하였으며, 원주형 공시체를 W/C 50%의 경우 재령 7, 14, 28일 각각 3개씩 제작하였고 W/C 37, 28%의 경우 재령 3, 7, 28일 각각 3개씩 제작하였다.

3. 실험결과 및 고찰

3.1 절건상태 골재의 흡수성상

수중에서의 흡수성상은 경과시간 60분에서 흡수율의 약 80%가 0~10분 사이에 나타났으며, 페이스트 중에서의 흡수도 수중에서와 마찬가지로 초기(0~10분)에 급격하게 흡수율이 증가하였다. 수중에서와 페이스트 중에서의 흡수율에 있어서 페이스트 중 보다 수중에서 약 40% 정도 낮은 것으로 나타났다. 이는 페이스트가 골재 표면의 공극을 막아 골재를 감싸고 있는 페이스트의 치밀한 층이 형성되어 수분의 이동을 제한하여 수중에서의 흡수율이 페이스트 중에서 보다 높은 흡수성상을 보이는 것으로 판단된다.

3.2 경과시간에 따른 슬럼프플로우.

S상태 골재와 D상태 골재를 사용한 콘크리트의 시간경과에 따른 슬럼프(W/C 50%) 및 슬럼프플로우(W/C 37, 28%) 변화를 그림 1 및 2, 3에 나타내었다.

시간경과에 따른 S상태 골재를 사용한 콘크리트와 D상태 골재를 사용한 콘크리트의 특성변화를 검토한 결과, W/C 50%에 있어서 시간경과에 따라 슬럼프 값이 현저히 저하하는 것으로 나타났으며, D1이 S0에 가장 유사한 결과를 나타냈다.

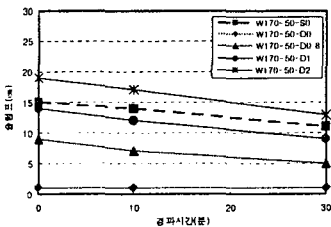


그림 1. 경시변화(W/C 50%)

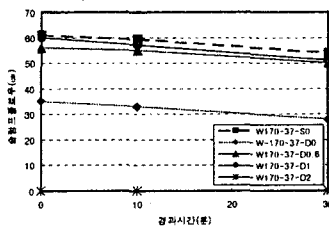


그림 2. 경시변화(W/C 37%)

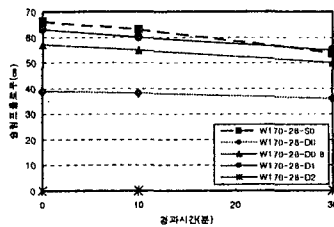


그림 3. 경시변화(W/C 28%)

3.3 슬럼프 및 공기량

슬럼프 및 공기량 실험결과를 그림 4 및 5, 6에 나타내었다. W/C 50%의 경우 가수율 1%에서 S상태 골재를 사용한 콘크리트의 슬럼프 값과 가장 유사한 경향을 나타내었고, W/C 37, 28%의 경우 가수율 0.8, 1%에서 목표 슬럼프 값을 만족하였다.

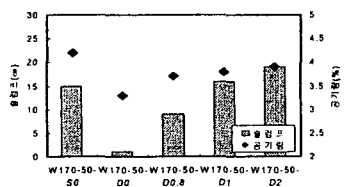


그림 4. 슬럼프 및 공기량(W/C 50%)

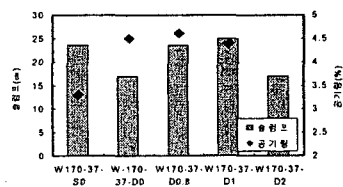


그림 5. (W/C 37%)

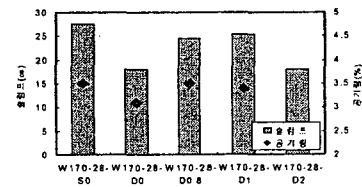


그림 6. (W/C 28%)

가수율 2%에서는 재료분리 현상을 나타내었다. 공기량은 모든 시험체에서 목표량을 만족하였으며 각 시험체 간에 작은 차이는 시험오차에 의한 것으로 인정된다. 플라이애시를 치환한 W/C 37, 28%의 경우 공기량 확보에 어려움이 있을 것으로 예상되었으나 혼화제에 의한 공기량 확보로 목표 값을 만족한 것으로 판단된다.

3.4 압축강도

압축강도 시험결과를 그림 7 및 8, 9에 나타내었다. 시험결과 W/C 50, 37, 28% 모두 각각의 설계기준강도 수준을 넘는 강도를 나타내었다. W/C 50%에서 S상태 골재를 사용한 콘크리트와 가수율1%의 압축강도가 가장 유사한 압축강도 성향을 나타냈으며, 가수율 0.8%에서도 S상태 골재를 사용한 콘크리트와 5%내의 압축강도 차이를 보였다. W/C 37, 28%의 경우도 S상태 골재를 사용한 콘크리트와 가장 유사한 압축강도 값을 나타낸 가수율은 1%로 나타났고, 가수율 0.8%에서는 S상태 골재를 사용한 콘크리트와 각각 2.5, 3.1%의 강도 차이를 나타냈다.

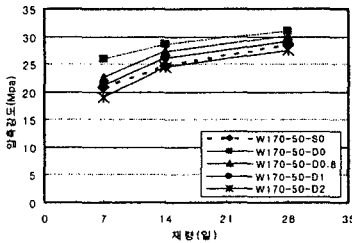


그림 7. 압축강도(W/C 50%)

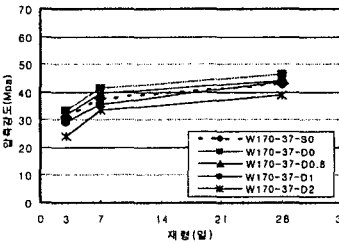


그림 8. 압축강도(W/C 37%)

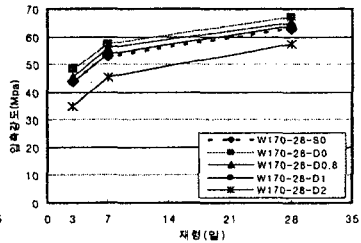


그림 9. 압축강도(W/C 28%)

4. 결론

본 연구를 통하여 건조된 콘크리트 재료의 포장(包裝)화에 관한 기초적인 실험을 통하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

(1) D상태 골재와 S상태 골재의 흡수성상을 비교해 본 결과, 페이스트 중에서 보다 수중에서 높게 나타내었다. D상태 골재를 이용한 콘크리트의 가수율을 수중, 페이스트 중의 흡수율에 따라 0.8, 1, %로 도출 할 수 있었다.

(2) S상태 골재와 D상태 골재를 사용한 콘크리트의 슬럼프 및 슬럼프플로우 시험결과, D상태 골재를 이용한 콘크리트 모두에서 가수율 1%가 S상태 골재를 이용한 콘크리트와 가장 유사한 값을 나타내었고, 가수율 0.8%에서도 목표 값을 만족하였다.

(3) 압축강도 시험결과로 D상태 골재를 사용한 콘크리트에서 가수율 2%를 제외한 모든 시험체에서 설계기준 강도를 만족하는 결과를 나타내었고 S상태 골재를 사용한 콘크리트와 가장 유사한 가수율은 1%로 나타나 각 강도별 배합에서도 기존에 선행된 연구와 같은 결과를 얻었다.

이상의 결과를 종합해 보면, D상태 골재를 이용한 콘크리트 제작 시 가수율 1%를 첨가하는 것이 가장 적절할 것으로 판단된다. 또한, 건조재료를 사용한 콘크리트의 포장(包裝)화에 있어 요구성능에 부합하는 콘크리트의 물리적 성질을 만족하기 위하여 분말혼화제를 사용해도 이상이 없을 것으로 판단된다.

참고문헌

1. 정상진의 10인. "건축재료학", 보성사, 1999
2. 정상진의, "재료의 흡수상태에 따른 콘크리트의 물리적 변화에 관한 기초적 연구", 대한건축학회 봄학술 발표회 논문집 제 23권 1호, 2003. 4, pp 191~194
3. ASTM D: C-387, Packaged Dry Combined Materials for Mortar, 2001