

건조 재료를 사용한 콘크리트의 포장화에 관한 기초적 연구

An Fundamental Study on Method of Packaged Dry Combined Materials for Concrete

한 다 희* 박 희 곤** 임 남 기*** 김 성 식**** 이 영 도***** 정 상 진*****
 Han, Da-Hee Park, Hee-Gon Lim, Nam-Gi Kim, Sung-Sik Lee, Young-Do Jung, Sang-Jin

Abstract

Most concrete is recently made of an aggregate which is properly absorbed, and carried in it in order to do 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 a packing method for using dried materials. That is to say 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 about aggregate's absorption following the rate of adding water, for using existing materials.

키워드 : 건조골재, 흡수율, 가수율, 슬럼프 플로우, 압축강도

Keywords : Dried Materials, Rate of Absorption, Rate of Adding Water, Slump Flow, Compressive Strength

1. 서 론

경제성장으로 인하여 건축물에 있어서도 커다란 변화가 나타나고 있으며, 최근에 건설되고 있는 건축물들은 거대화, 고도화되고 있다. 이에 따라 건설재료에 있어서도 요구되는 성능이 다양화되고 고품질화 되고 있다. 건설재료 중 가장 큰 비중을 차지하고 있는 콘크리트 또한 그 성능이 향상되고 있다. 근래에 들어서는 유동성과 내구성이 높은 특수 콘크리트 같은 새로운 성능을 요구하기에 이르렀으나, 양질에 골재 부족과 교통체증으로 인한 운반시간의 장기화 등으로 인하여 최고품질의 콘크리트의 사용이 어려운 실정이다. 이러한 문제점을 해결하기 위하여 콘크리트 재료의 포장화 공법을 적용하고자 한다.

본 연구에서는 건조재료의 사용으로 인하여 요구되는 적절한 가수율을 도출하고, 각 가수율에 따른 콘크리트의 요구성을 파악하여 비교분석함으로써 건조된 콘크리트 재료의 포장화 공법에 대한 기초적 자료를 제시하고자 하는데 목적이 있다.

2. 실험재료 및 계획

2.1 사용재료

사용재료는 시멘트, 혼화제로 표 1에 나타난 관련규정에 적합한 재료를 사용하였고, 잔골재와 굵은골재는 표 2에 나타난 물리적 성질의 것을 사용하였다. 절건상태의 재료는 105±5℃에서 24시간 이상 건조된 상태를 말한다.

표 1. 사용재료

	관련규정	내용
시멘트	KS L 5201	1종 보통포틀랜드 시멘트
혼화제	KS F 2560	폴리카보산계(Polycarbonate) 고성능AE감수제

표 2. 잔골재와 굵은 골재의 물리적 성질

	생산지	골재 상태	최대 치수 (mm)	비중	흡수율 (%)	단위용 적중량 (kg/m ³)	실적율 (%)	조립율 (%)
잔골재	인천산 세척사	표건	5.0	2.60	1.3	1,623	53.9	3.05
		절건		2.56				
굵은 골재	광주 석산	표건	20.0	2.7	0.95	1,567	57.8	6.52
		절건		2.65				

* 정회원, 단국대 대학원 석사과정

** 정회원, 단국대 대학원 박사과정

*** 정회원, 동명정보대 건축공학과 교수

**** 정회원, 대흥 ENG 전무이사

***** 정회원, 경동대 환경건축공학과 교수

***** 정회원, 단국대 건축대학 건축공학과 교수

2.2 실험방법

1) 절건상태 골재의 흡수성상 시험

절건상태 골재의 흡수성상은 물을 부었을 때 순식간에 발생되는 것이 아니고 혼합 중이나 타설 전, 압송 중의 시간경과에 따라 나타나는 것으로 예상된다. 따라서 본 실험에서는 표건상태(이하 S상태) 골재와 절건상태(이하 D상태) 골재를 수중(水中)과 페이스트(W/C 60%) 중에서 시간경과에 따른 골재의 흡수율 시험(KS F 2503)을 실시하였다.

$$\frac{(W_1 - W_2)}{W_3} \times 100 = \text{페이스트중 흡수율}(\%)$$

- W1 : 페이스트 속에서 일정시간 담가 놓은 후 질량
- W2 : 105±5℃에서 24시간 건조 후의 질량
- W3 : W2에서 미세분말을 완전히 제거한 질량

2) 슬럼프 플로우 시험

D상태 골재를 이용한 콘크리트 배합에 가수율* 0, 0.8, 1, 2%의 물을 혼합하고, 혼합지후와 혼합 후 10분, 30분 후의 슬럼프플로우로 시험을 하였다. 슬럼프플로우 시험은 KS F 2402 에 의거하여 실시하였다.

3) 슬럼프 및 공기량 시험

슬럼프 시험은 KS F 2402에 따라 시험하였고, 공기량 시험은 KS F 2421(균지 얇은 콘크리트의 압력법에 의한 공기 함유량 시험 방법)에 따라 실시하였다

4) 압축강도 시험

압축강도 시험은 KS F 2405에 따라 시험을 실시하였으며, 원주형 공시체를 재령 7, 4, 28일 각각 3개씩 제작하였다.

2.3 배합

본 실험은 단위수량 170, 175kg/m³, 물시멘트비 40, 45%, 잔골재율 43%를 기준으로 골재상태에 따라 배합하였으며, D 상태 골재의 경우 아래 식에 따라 가수율 0, 0.8, 1, 2%로 구분하였고, 이에 따른 실험계획 및 배합은 표3과 같다.

· 수중 흡수율에 의한 가수율: $\frac{-(A \times S) + (B \times G)}{E} \times 100 = 0.8\%$

· 페이스트중 흡수율에 의한 가수율: $\frac{-(A \times S) + (C \times G)}{E} \times 100 \approx 1\%$

· 단위중량 차이에 의한 가수율: $\frac{-D}{E} \times 100 \approx 2\%$

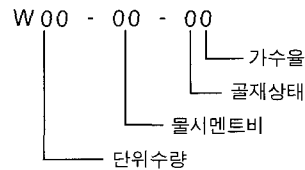
- A: 잔골재 흡수율(1.3%)
- B: 시멘트 페이스트 중에서 굵은골재의 1시간 흡수율(0.45%)
- C: 수중에서 굵은골재의 1시간 흡수율(0.75%)
- D: 일반콘크리트의 총중량 - D상태 골재를 이용한 콘크리트 총중량
- S: 잔골재의 중량 G: 굵은골재의 중량 E: 잔골재와 굵은골재의 중량

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

표 4. 실험계획 및 배합

시험제명	W/C (%)	S/a (%)	단위중량 배합(kg/m ³)				
			w	c	s	g	SP
W170-40-S0	40	43	170	425	733	1007	0.75 %
W170-40-D0					723	998	
W170-40-D0.8							
W170-40-D1							
W170-40-D2			175	438	723	944	
W175-40-S0					712	975	
W175-40-D0							
W175-40-D0.8							
W175-40-D1	45	43	170	378	749	1031	
W170-45-S0					737	1012	
W170-45-D0							
W170-45-D0.8							
W170-45-D1			175	387	741	1018	
W170-45-D2					730	999	
W175-45-S0							
W175-45-D0							
W175-45-D0.8							
W175-45-D1							
W175-45-D2							

S : 표면건조상태 골재, D : 절건상태 골재



2.4 콘크리트 제작

콘크리트 제작은 잔골재, 시멘트, 굵은골재를 혼합하여 30초간 건비빔한 후 혼합수를 넣고 1분 30초간 혼합하였으며, 가수율에 따른 보정수를 다시 첨가하여 1분간 혼합한다. 따라서 혼합직 후(0분)의 콘크리트는 혼합수를 넣고 3분 후로 정한다.

3. 실험결과 및 고찰

3.1 골재의 흡수성상

1) 수중(水中)과 페이스트 중에서의 흡수성상

D상태의 굵은 골재에 대하여 수중(水中)과 페이스트 중에서의 시간경과에 따른 흡수성상을 그림 1에 나타내었다.

수중(水中)에서의 흡수성상은 경과시간 60분에서 흡수율의 약 80%가 0~10분 사이에 나타났으며, 약 10분부터는 흡수율이 다소 완만한 경사로 증가하는 경향을 보였다. 페이스트 중에서의 흡수도 수중에서와 마찬가지로 초기(0~10분)에 급격하게 흡수율이 증가하였으며, 이 후에는 다소 완만한 경사로 증가하는 경향을 나타냈다. 경과시간 60분에서의 결과를 보면, 페이스트 중의 흡수성상은 24시간 흡수율의 약 1/2정도의 흡수성상을 보였으며, 수중(水中)에서의 흡수율 보다 약 44% 낮은 흡수율을 보였다.

이러한 결과로 보아 페이스트 중에서는 골재의 흡수에 따라서 페이스트가 골재 표면의 공극을 막아 드라이 아웃(Dry-Out)된 페이스트의 치밀한 층이 형성되어 수분의 이동을 제한하기 때문에 수중에서의 흡수율이 페이스트 중에서 보다 높은 흡수성상을 보이는 것으로 판단된다.

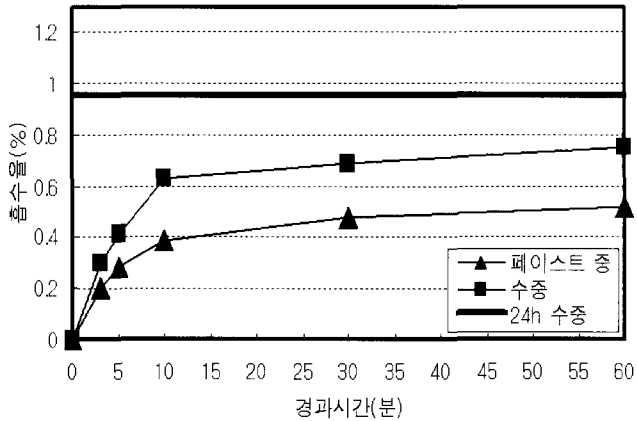


그림 1. 수중과 페이스트 중의 흡수율

3.2 가수량에 따른 슬럼프플로우

S상태 골재와 D상태 골재를 사용한 콘크리트의 시간경과 0, 10, 30분, 단위수량 170, 175에 따른 슬럼프플로우를 각각 그림 2, 3에 나타내었다.

모든 시험체에 있어서 슬럼프플로우는 경과시간에 따라, 모두 감소하는 것으로 나타났다. 전체적으로 슬럼프플로우가 0분에서 보다 경과시간 30분에서 약 3~15% 가량 감소하였다. 또한, 슬럼프플로우에 있어서 W/C가 증가하거나, 단위수량이 증가할수록 슬럼프플로우가 높게 나타났다. D상태의 골재를 사용한 콘크리트의 있어서는 가수율 1%에서 S상태의 골재를 사용한 콘크리트와 유사한 슬럼프플로우 값을 나타내었다. 페이스트 중의 흡수율로부터 도출된 가수율 0.8%가 가수율면에서 S상태의 골재를 이용한 콘크리트의 슬럼프플로우와 유사한 경향으로 나타날 것으로 예상되었으나 그와 다른 양상을 나타냈다. 이는 혼합 중, 골재의 흡수에 의하여 초기에 골재 주위의 페이스트 수분이 상실됨과 동시에 골재에 부착·고정하여, 계속되는 흡수를 방해 하므로써, 다소의 잉여수의 발생으로 인하여 콘크리트의 워커빌리티가 향상한 것으로 판단된다. 따라서, D상태 골재를 사용한 콘크리트의 슬럼프플로우에 있어서는 가수율 1%가 적정할 것으로 판단된다.

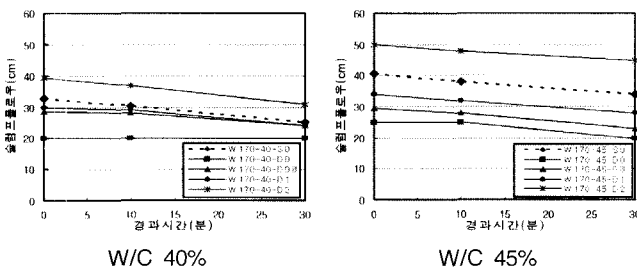


그림 2. 경과시간에 따른 슬럼프플로우(W170)

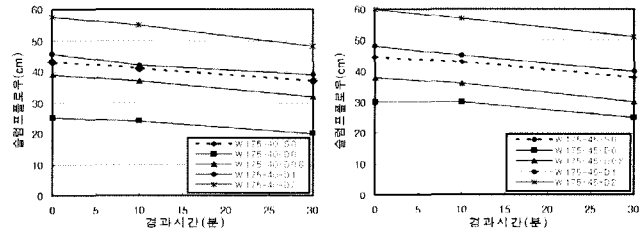


그림 3. 경과시간에 따른 슬럼프플로우(W175)

3.3 슬럼프 및 공기량

슬럼프 및 공기량 실험결과를 그림 4, 5에 나타내었다. D 상태 골재를 이용한 콘크리트의 가수율 1%에서 S골재를 사용한 콘크리트의 슬럼프 값과 가장 유사하게 나타내었다. 공기량은 다소 낮은 차이지만 S상태 골재를 사용한 콘크리트 보다 D상태의 골재를 사용한 콘크리트에서 높게 나타났다. 이는 혼합 도중, 골재에서 기포가 방출되어 콘크리트 속의 공기량이 증가한 것으로 판단된다.

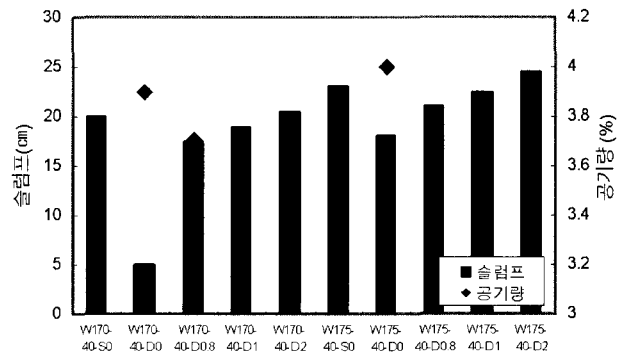


그림 4. 슬럼프 및 공기량(W.C 40%)

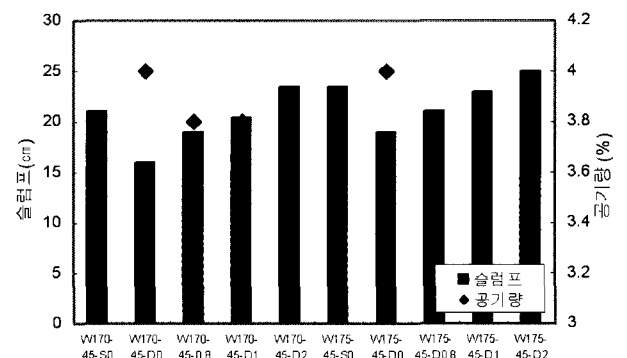


그림 5. 슬럼프 및 공기량(W175)

3.4 압축강도

압축강도 시험결과, S상태 골재를 사용한 콘크리트에 있어서 W/C 40, 45%의 압축강도는 서로 16~20% 차이를 나타냈으며 단위수량 170, 175의 압축강도는 3~5%의 차이를 보였다. D상태 골재를 사용한 콘크리트는 각 배합에서 가수율 0%에서 가장 높은 압축강도를 보였으며, 가수율 0%를 기준으로 가수율 0.8, 1, 2%에서 각각 3.8, 9.3, 18.8%의 감소율을 나타

냈다. D상태 골재를 사용한 콘크리트에서 가수율 1%일 때 S상태 골재를 사용한 콘크리트의 압축강도와 가장 유사한 값을 나타내었다. 이러한 결과로 미루어 보아 압축강도에 있어서도 가수율 1%에서 D상태 골재를 이용한 콘크리트와 가장 유사한 것으로 나타났다.

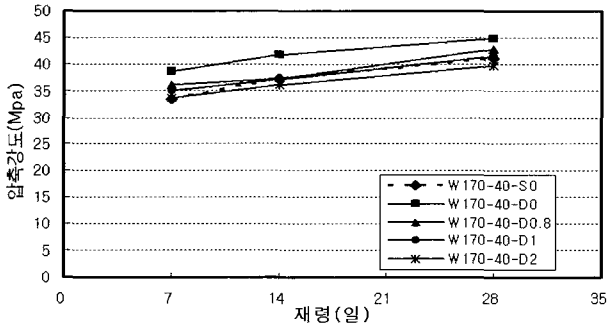


그림 6. 압축강도(W170-40)

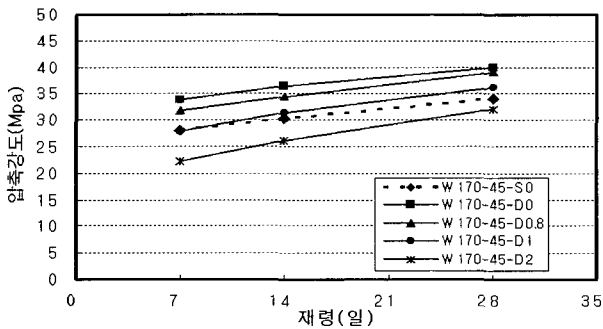


그림 7. 압축강도(W-170-45)

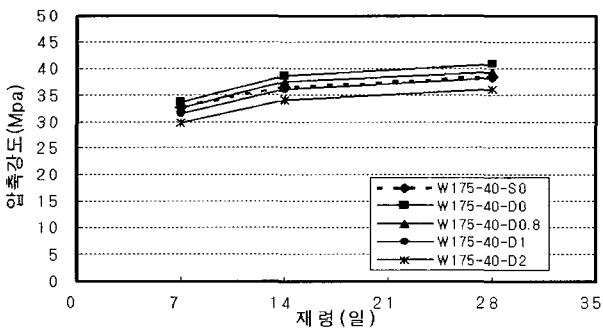


그림 8. 압축강도(W175-40)

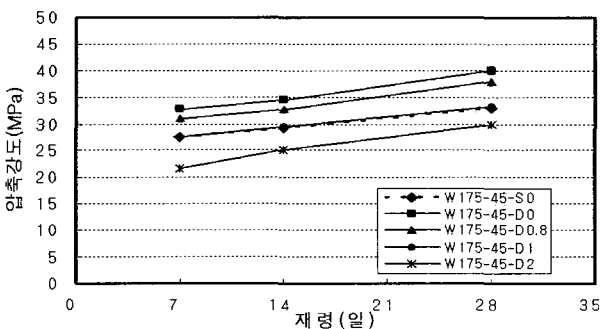


그림 9. 압축강도(W175-45)

4. 결 론

건조된 콘크리트 재료의 포장화에 관한 기초적인 실험을 통하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) D상태 골재와 S상태 골재의 흡수성상을 비교해본 결과, 페이스트 중에서도 수중에서 높게 나타내었다. 이는 드라이아웃(Dry-Out)된 페이스트가 골재에 부착됨에 따라 수분의 이동을 제한하고 있어 수중에서의 흡수성상이 페이스트 중보다 높게 나타나는 것으로 판단되며, 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 나타내었다.
- 3) 압축강도 시험의 결과로 D상태 골재를 이용한 콘크리트의 가수율 1%에서 S상태 골재를 사용한 콘크리트와 가장 유사한 압축강도 값을 나타내었다.

이상의 결과를 종합해 보면, D상태 골재를 이용한 콘크리트의 물리적 성질에 있어서, S상태의 콘크리트의 물리적 성질과 가수율 1%에서 가장 유사한 것으로 나타났다. 따라서 D상태 골재를 이용한 콘크리트 제작 시 가수율 1%를 첨가하는 것이 가장 적정할 것으로 판단된다. 추후에도 본 연구에 이용된 건조골재를 사용하거나 다른 종류의 건조골재를 사용하여 더욱 다양한 시험을 통해 건조된 콘크리트 재료의 포장화를 위한 콘크리트의 물리적·역학적 특성에 관한 더욱 세심한 연구 진행이 필요할 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

1. 정상진의, "건축재료학", 보성각, 1999
2. 한천구의, "건축재료실험", 기문당, 2003
3. 정상진의, "재료의 흡수상태에 따른 콘크리트의 물리적 변화에 관한 기초적 연구", 대한건축학회 학술발표회 논문집 제 23권 1호, 2003. 4, pp 191-194