

혼합건식 포장 콘크리트의 물리적 특성에 관한 기초적 연구

A Fundamental Study on Physical Properties of Concrete with Packaged Dry Combined Materials

김한식* 한다희** 박무영** 김우재*** 이영도**** 정상진*****

Kim, Han Sik Han, Da Hee Park, Moo Young Kim, Woo Jae 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.

1. 서론

일반적인 콘크리트는 충분히 물을 흡수시킨 골재를 사용하고 현장에서 요구하는 성능에 적합하도록 재료를 계량·혼합하여 공사 현장에서 타설하고 있다. 근래에 들어 유동성과 내구성이 높은 특수 콘크리트 같은 새로운 성능을 요구하기에 이르렀으나 양질에 골재 부족과 교통체증으로 인한 운반시간의 장기화 등으로 인하여 최고품질의 콘크리트의 사용이 어려운 실정이다. 또한 소량의 콘크리트 공사 시 불필요하게 소정의 레미콘 차량을 이용해야만 하는 상황이 발생하기도 하고, 산악지역 같은 난 지역의 공사 시 레미콘 차량의 진입이 어려워 공사의 문제가 발생하기도 한다. 따라서 본 연구에서는 이러한 문제점들을 해결하기 위하여 콘크리트 재료의 포장(包裝)화를 적용하고자 한다. 즉, 다시 말해 콘크리트의 인스턴트화라 할 수 있다. 그러나 재료의 건조에 따른 많은 에너지를 필요로 하고, 일반적으로 사용하는 골재의 경우 비중의 크기로 중량이 커, 수송에 따른 비용도 많이 소요될 것으로 예상되므로 이를 고려하여 인공계량 골재를 사용하여 완전 건조시켜 페이스트 중과 수중(水中)에서, 골재의 흡수 성상 변화를 비교하여 골재의 건조가 흡수율에 미치는 영향을 확인하고, 절건상태(이하 D상태)와 표면 건조상태(이하 S상태)의 골재를 이용한 콘크리트 제조 시 가수율에 따른 굳지 않은 콘크리트의 성질을 시간경과에 따라 비교·분석함으로써 건조 재료를 이용한 콘크리트에 대한 기초적 자료를 제시하고자 하는데 목적이 있다.

2. 실험재료 및 계획

2.1 사용재료

본 실험에 사용된 시멘트 및 혼화제에 대하여 표 1에 나타냈으며, 사용골재 중 굵은 골재는 스페인산 인공경

* 정회원, 단국대학교 대학원 석사과정

** 정회원, 단국대학교 대학원 박사과정

*** 정회원, 포스코건설(주), 공학박사

**** 정회원, 경동대학교 환경건축공학부 교수

***** 정회원, 단국대학교 건축대학 건축공학과 교수

량 골재로 절건비중 0.52, 표건비중 0.61, 흡수율 8.63%의 것을 사용하고, 잔골재는 인천 세척사로 절건비중 2.56, 표건비중 2.6, 흡수율 1.32%의 것을 사용하였다. D상태의 골재는 105±5℃에서 24시간 이상 항량이 될 때까지 건조하여 사용하였다.

표 1 사용재료

항 목	내 용	관련규정
시멘트	1종 보통포틀랜드 시멘트	KS L 5201
혼화제	폴리카보산계(Polycarbonate) 고성능AE감수제	KS F 2560

2.2 배합

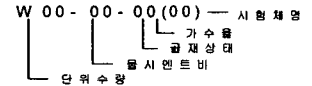
본 실험은 단위수량 170kg/m³, 물시멘트비 35, 40, 45%, 잔골재율 49%를 기준으로 골재상태에 따라 배합 하였으며, D상태 골재의 경우 가수율* 0, 1.8, 2.3, 2.6%로 구분하였다. 이에 따른 배합은 표 2와 같다.

- 페이스트중 흡수율에 의한 가수율: $\frac{(A \times S) + (B \times G)}{E} \times 100 = 1.8\%$
 - 수중 흡수율에 의한 가수율: $\frac{(A \times S) + (C \times G)}{E} \times 100 \approx 2.3\%$
 - 수중 24시간 흡수율에 의한 가수율: $\frac{(A \times S) + (D \times G)}{E} \times 100 \approx 2.6\%$
- A: 잔골재 흡수율(1.3%)
 B: 시멘트 페이스트 중에서 굵은골재의 1시간 흡수율(4.3%)
 C: 수중에서 굵은 골재의 1시간 흡수율(6.9%)
 D: 수중에서 굵은 골재의 24시간 흡수율(8.63%)
 E: 잔골재와 굵은골재의 중량

표 2 배 합

시험체명	W/C(%)	S/a(%)	단위중량 배합(kg/m ³)							
			W	C	S	G	SP			
W170-35-S0(S1)	35	49	170	486	811	198	1.25 (%)			
W170-35-D0(D1)					799	168				
W170-35-D1.8(D2)								425	835	204
W170-35-D2.3(D3)									378	822
W170-35-D2.6(D4)	853			208						
W170-40-S0(S2)					425	174				
W170-40-D0(D5)								822		174
W170-40-D1.8(D6)	840			177						
W170-40-D2.3(D7)										
W170-40-D2.6(D8)	378			177						
W170-45-S0(S3)					840	177				
W170-45-D0(D9)										
W170-45-D1.8(D10)										
W170-45-D2.3(D11)										
W170-45-D2.6(D12)										

S:표건상태 골재, D:절건상태 골재, SP:고성능 AE 감수제



2.3 실험내용 및 방법

본 실험의 내용 및 방법은 표 3과 같으며, 각각의 관련규정에 의거하여 실험을 실시하였다.

표 3 실험내용 및 방법

실험항목	실험인자	실험방법	관련규정
절건상태 굵은 골재 흡수율 시험	수중, 페이스트 중(W/C50%)	3, 5, 10, 30, 60분 측정	KS F 2503
슬럼프 플로우 경시변화 시험	골재상태, 가수율, 배합별	0, 10, 30분 측정	KS F 2402
공기량 경시변화 시험	골재상태, 가수율, 배합별	0, 10, 30분 측정	KS F 2421

3. 실험결과 및 고찰

3.1 절건상태 굵은 골재의 흡수성상

D상태 굵은 골재에 대한 수중과 페이스트 중에서의 시간경과에 따른 흡수성상은 그림1과 같다. 그림에 따르면 수중과 페이스트 중에서 모두 초기에 급격하게 흡수율이 증가하였으며, 이후에는 다소 완만한 경사로 증가하는 경향을 나타냈다. 경과시간 60분에서의 결과를 보면 수중에서의 흡수율 보다 페이스트 중에서의 흡수율이 약 40% 낮은 결과를 나타내었는데, 이는 페이스트 중에서 골재의 흡수에 따라 페이스트가 골재 표면의 공극을 막아 드라이아웃(Dry-Out)된 페이스트의 치밀한 층이 형성되어 수분의 이동을 제한하기 때문에 나타난 현상으로 생각된다.

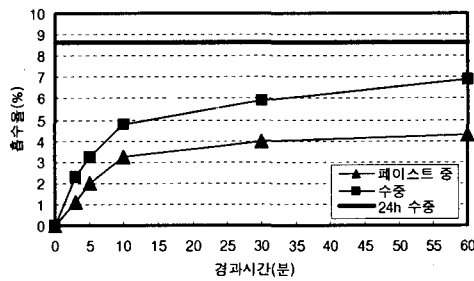
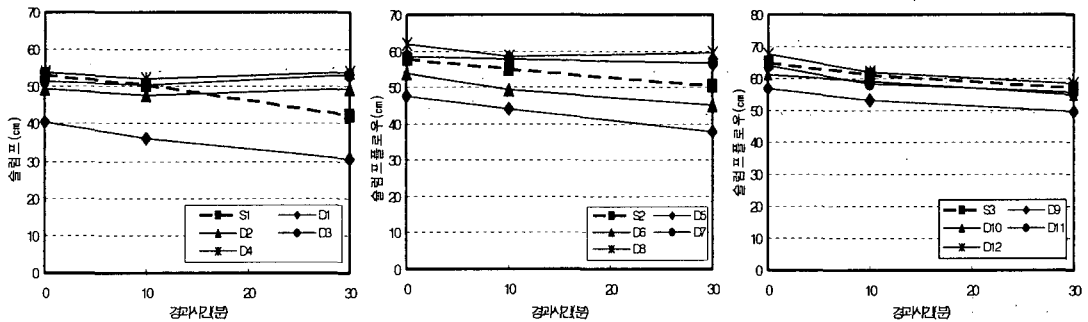


그림 1 수중과 페이스트 중의 흡수율

3.2 시간경과에 따른 슬럼프플로우 변화

물시멘트비별 골재상태에 따른 슬럼프플로우 경시변화 결과는 그림 2와 같다.

그림에 따르면, 모든 배합에서 S상태 골재를 사용한 콘크리트의 경우 시간이 경과함에 따라 슬럼프플로우 값이 감소하는 것으로 나타났다. 이는 시멘트의 수화반응 진행 등에 따라 일반적으로 경과시간에 따라 슬럼프플로우 값이 감소하는 것으로 생각된다. W/C45%에서 또한, D상태 골재를 사용한 콘크리트의 경우 표건상태 골재를 사용한 콘크리트와 유사하게 시간이 경과함에 따라 슬럼프플로우 값이 감소하는 결과를 나타낸 반면, W/C가 낮은 35, 40%의 경우 시간이 경과함에 따라 슬럼프플로우 값이 일정 또는 다소 증가하는 경향을 나타내었다. 이는 골재의 흡수에 의해 극히 초기에 골재 주위의 페이스트 수분이 상실됨과 동시에, 골재에 부착·고정하여 계속되는 흡수와 골재로부터의 공기배출을 방해하고 있는 것으로 판단되며, 그 결과 골재의 입형이 좋아져 나타난 것으로 사료된다. 또한 시멘트 페이스트 중에서의 골재의 흡수에 의한 골재밀도의 상승에서 생기는 자중의 증가도 경과시간에 따라 슬럼프플로우 값이 커지는 원인과 상관이 있다고 생각된다.



(a) W/C35% 슬럼프플로우

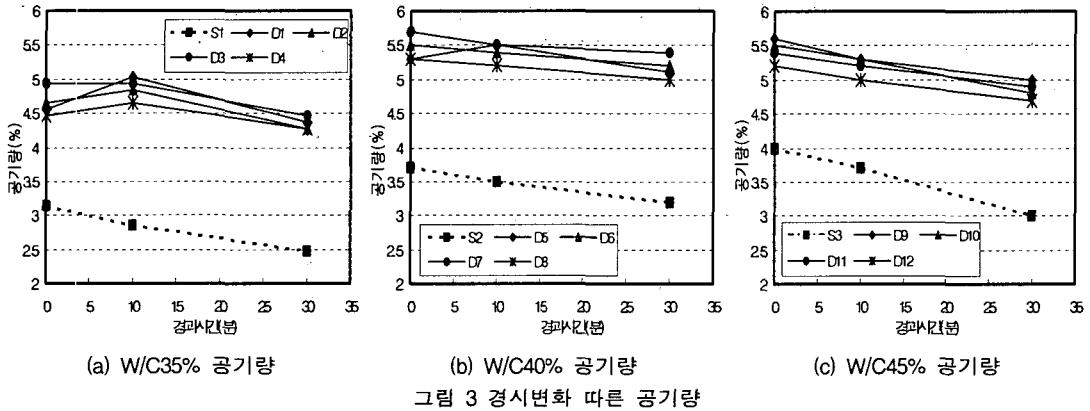
(b) W/C40% 슬럼프플로우

(c) W/C45% 슬럼프플로우

그림 2 경시변화 따른 슬럼프플로우

3.3 시간경과에 따른 공기량 변화

시간경과에 따른 물시멘트비별 공기량 결과는 그림 3과 같다. 그림에 따르면 W/C35%의 경우 D상태 골재를 사용한 시험체의 공기량은 경과시간 10분에서 초기 공기량 보다 일정 또는 다소 높게 나타났으며, 경과시간 10분 이후로는 낮은 W/C의 시험체와 같이 시간이 경과함에 따라 공기량이 감소하는 경향을 나타내었다. 골재 상태에 따른 공기량 변화는 모든 배합에서 S상태 골재를 사용한 콘크리트 보다 D상태 골재를 사용한 콘크리트에서 약 2% 이상 공기량이 상회하는 결과를 나타내었다.



4. 결론

(1) 골재의 상태에 따른 흡수성상은 수중과 페이스트 중 모두 경과시간 0~10분 사이에 흡수성상이 급격히 증가하였고 60분에서 수중 흡수율이 페이스트 중 보다 약 40% 높게 나타났다.

(2) S상태 골재를 사용한 콘크리트는 경과시간에 따라 플로우 값이 감소하는 경향을 보였다. 그러나 D상태 골재를 사용한 경우 낮은 W/C에서 경과시간에 따라 슬럼프플로우 값이 일정 하거나 다소 증가하는 경향이 나타났으며, W/C 40, 50%의 경우는 S상태 골재를 사용한 콘크리트와 같이 경과시간에 따른 감소하는 경향을 보였다.

(3) S상태 골재를 사용한 콘크리트 보다 D상태 골재를 사용한 콘크리트에서 약 2% 이상 공기량이 상회하는 결과를 나타내어 건조골재를 사용함에 있어, 공기량의 영향을 확인 할 수 있었다. 또한 낮은 W/C의 경우 초기 경과시간에 공기량이 증가에 영향이 있는 것을 확인 할 수 있었다.

이상의 결과로 보아, 골재의 함수상태에 따른 콘크리트의 물리적 특성의 차이를 확인 할 수 있었으며, 추후에도 다양한 종류의 골재를 사용하여 골재의 함수상태에 따른 콘크리트의 물리적, 역학적 특성에 관한 연구 진행이 필요할 것으로 생각된다.

참고문헌

1. 정상진외 10인, "건축재료학", 보성각, 1999
2. 한천구외 5인, "건축재료실험", 기문당, 2003
3. ASTM C 387, Packaged, Dry Combined Materials for Mortar. 1989 Vol 04.02