

콘크리트 재료의 흡수상태에 따른 물리적 변화에 관한 기초적 연구

A Fundamental Study on Physical Change According to Absorption of Materials for Concrete

○ 한 다 희* 박 희 곤** 정 근 호*** 이 영 도**** 정 상 진***** 정 재 영*****
 Han, Da-Hee Park, Hee-Gon Jung, keun-ho Lee, Young-Do Jung, Sang-Jin Jung, Jae-Young

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

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

1. 서 론

콘크리트는 건설분야에서 가장 많이 사용되어 온 재료로서 매우 중요한 역할을 하고 있으며 현재에 이르러서는 콘크리트의 종류와 성능 등이 매우 다양화되고 고품질화 되고있다. 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 양질의 골재 부족에서 오는 품질의 저하를 비롯하여 운반시간의 장기화 등의 문제점들로 인하여 최고품질의 콘크리트 타설이 어려운 실정이다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 건조된 재료를 사용하여 콘크리트의 포장화 공법을 적용하고자 한다. 즉 다시 말해 콘크리트의 인스턴트화라 할 수 있다.

본 연구에서는 기존 재료인 골재를 건조시켜 수중과 페이스트 중에서, 골재의 흡수성상 변화를 비교하여 골재의 건조가 흡수율에 미치는 영향을 확인하고, 절대건조상태와 표면건조상태의 골재를 이용한 콘크리트 제조 시 가수율에 따른 굳지 않은 콘크리트의 성질을 시간경과에 따라 비교·분석함으로써 건조 재료를 이용한 콘크리트에 대한 기초적 자료를 제시

하고자 하는데 목적이 있다.

2. 실험재료 및 계획

2.1 사용재료

1) 시멘트

시멘트는 비표면적 3,200cm²/g인 국내 S사 보통 포틀랜드 시멘트를 사용하였으며, 화학성분 및 물리적 성질은 표 1 및 표 2와 같다.

표 1. 시멘트의 화학성분

구분	화학성분(%)							비중
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	lg.loss	
보통 포틀랜드 시멘트	21.95	6.59	2.81	60.12	3.32	2.11	2.58	3.15

표 2. 시멘트의 물리적 성질

비중	분말도 (cm ² /g)	안정성	응결시간		압축강도(kgf/cm ²)		
			초결	종결	3일	7일	28일
3.15	3,200	양호	4h	6h	198	272	389

*S사의 실험결과표

* 정희원, 단국대 대학원 석사과정

** 정희원, 단국대 대학원 박사과정

*** 정희원, 단국대 대학원 박사과정 수료

**** 정희원, 경동대 건축환경공학부 교수

***** 정희원, 단국대 건축대학 건축공학과 교수

***** 정희원, 한남대 건축·토목환경공학부 교수

2) 사용골재

일반골재는 인천산 세척사와 광주석산 쇄석을 사용하였으며, 사용골재의 입도조정은 KS F 2502 채가름 시험방법에 의거하였다. 또한 사용된 굵은골재의 상태를 표건 상태와 절건 상태로 구분하였다. 절건상태의 재료는 105±5℃에서 24시간 이상 건조된 상태를 말하며, 사용골재의 상태에 따른 물리적 성질을 표 4에 나타내었다.

표 3. 잔골재와 굵은 골재의 물리적 성질

	생산지	골재 상태	최대 치수 (mm)	비중	흡수율 (%)	단위용 적중량 (kg/m³)	실적율 (%)	조립율 (%)
잔골재	인천산 세척사	표건	5.0	2.60	1.32	1,623	53.9	3.05
		절건		2.56				
굵은 골재	광주 석산	표건	20.0	2.75	0.95	1,567	57.8	6.52
		절건		2.70				

3) 물

본 실험에 사용한 물은 유해한 기름, 산, 알칼리, 염류등을 함유하지 않은 상수도수를 사용한다.

4) 혼화제

본 실험에 사용한 혼화제는 유동성 확보를 위하여 폴리카본산계(PC) 고성능AE감수제를 사용하였고, 그 기본 물성은 표 3과 같다.

표 5. 고성능AE감수제의 물리적 성질

	유형	색상	주성분	비중
고성능AE감수제	액상	Yellowish	Polycarbonate계	1.02-1.06

2.2 실험방법

1) 절건상태 골재의 흡수성상 시험

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

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

- 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

절건상태 골재를 사용한 콘크리트 배합에 가수율* 0, 4, 6,

* 가수율 : 건조골재 중량에 따른 물의 비율

8%의 물을 혼합하고, 혼합직후와 혼합 후 10분, 30분 후의 슬럼프플로우로 시험을 하였다. 슬럼프플로우 시험은 KS F 2402 에 의거하여 실시하였다.

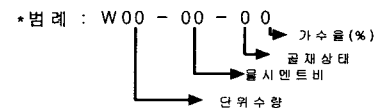
2.3 배합

본 실험은 단위수량 165, 170kg/m³, 물시멘트비 35, 40, 45%, 잔골재율 50%를 기준으로 골재상태에 따라 배합 하였으며, 절건상태 골재의 경우 가수율 0, 4, 6, 8%로 구분하였다. 이에 따른 실험계획 및 배합은 표 5와 같다.

표 6. 실험계획 및 배합

	W/C (%)	S/a (%)	골재 상태	가수율 (%)	가수량 (kg)	단위중량 배합(kg/m³)			
						C	S	G	AD
W165-35-S0	35		표면 건조	0	0	471	832	881	4.71
				0	0				
				4	34.58				
				6	51.87				
W165-35-D0	35		절대 건조	4	34.58	471	820	865	4.71
				6	51.87				
				8	69.16				
				0	0				
W165-40-S0	40		표면 건조	0	0	413	856	907	4.13
				0	0				
				4	35.58				
				6	53.37				
W165-40-D0	40		절대 건조	4	35.58	413	844	890	4.13
				6	53.37				
				8	71.16				
				0	0				
W165-45-S0	45		표면 건조	0	0	367	876	926	3.67
				0	0				
				4	36.38				
				6	54.57				
W165-45-D0	45		절대 건조	4	36.38	367	863	910	3.67
				6	54.57				
				8	72.76				
				0	0				
W170-35-S0	50		표면 건조	0	0	486	820	867	4.86
				0	0				
				4	34.06				
				6	51.1				
W170-35-D0	50		절대 건조	4	34.06	486	807	852	4.86
				6	51.1				
				8	68.13				
				0	0				
W170-40-S0	40		표면 건조	0	0	425	845	894	4.25
				0	0				
				4	35.1				
				6	52.66				
W170-40-D0	40		절대 건조	4	35.1	425	832	878	4.25
				6	52.66				
				8	70.21				
				0	0				
W170-45-S0	45		표면 건조	0	0	378	865	915	3.78
				0	0				
				4	35.91				
				6	53.87				
W170-45-D0	45		절대 건조	4	35.91	378	851	898	3.78
				6	53.87				
				8	71.82				
				0	0				

S : 표면건조상태 골재, D : 절건상태 골재



2.4 콘크리트 제작

콘크리트 제작은 잔골재와 시멘트를 혼합하여 30초간 건비빔한 후 혼합수를 넣고 30초간 혼합한다. 다음으로 굵은골재 투입, 1분간 혼합한 콘크리트에 가수율에 따른 보정수를 다시 첨가하여 2분간 혼합한다. 가수 5분 후를 혼합 직후(0분)로 한다.

3. 실험결과 및 고찰

3.1 골재의 흡수성상

1) 페이스트 중의 흡수성상

페이스트 중에서의 골재 상태에 따른 흡수성상을 그림 1에 나타내었다.

경과시간 60분에서의 결과를 보면, 페이스트 중의 흡수성상은 24시간 흡수율의 약 1/2정도의 흡수성상을 보였으며, 수중(水中)에서의 흡수율 보다 약 25% 낮은 흡수율을 보였다.

페이스트 중에서 D와 S상태 골재 모두 수중에서와 마찬가지로 초기(0~10분)에 급격하게 흡수율이 증가하였으며, 이후에는 다소 완만한 속도로 증가하는 경향을 나타냈다.

초기 경과시간(0~10분)에 있어서, 경과시간 3분에서는 S상태 골재 흡수율이 D상태 골재 흡수율보다 약 22%높게 나타났으며, 5분 경과시간에서는 약 13%, 10분에서는 약 2.5% 높게 나타냈다. 그러나 경과시간 15분이 경과하면서 흡수성상이 D상태 골재가 S상태 골재보다 높은 흡수성상을 나타냈다. 또한, 경과시간 5분까지는 페이스트 중에서도 수중(水中)에서의 흡수성상이 유사하게 나타났으나, 그 이후에는 페이스트 중에서 보다 수중(水中)에서의 흡수성상이 약 14~34%높은 것으로 나타났다.

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

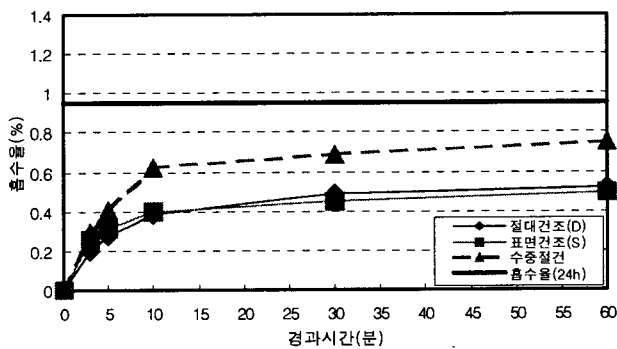


그림 1. 페이스트 중에서의 흡수성상

3.2 가수량에 따른 슬럼프플로우

1) 수중(水中)에서의 흡수성상

절대건조(D)와 표면건조(S)상태의 굵은 골재에 대하여 수

중(水中)에서 시간경과에 따른 흡수성상을 그림 2에 나타내었다.

수중(水中)에서의 흡수성상은 경과시간 60분에서 흡수율의 약 80%가 0~10분 사이에 나타났으며, 약 10분부터는 흡수율이 다소 완만한 속도로 증가하는 경향을 보였다.

골재 상태별 흡수성상에 있어서 초기(0~10분)사이에는 S상태의 골재가 D상태의 골재 보다 증가하였으나, 10분 경과 후 D상태의 골재 흡수율이 증가하는 경향을 보였다.

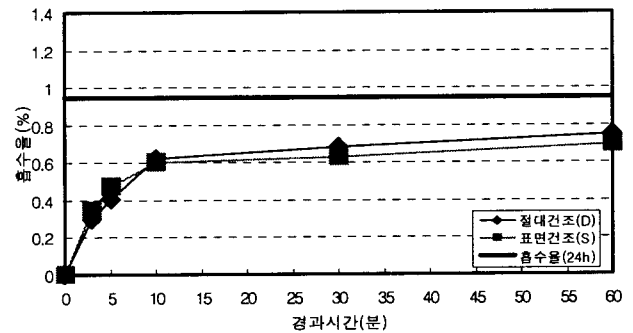


그림 2. 수중에서의 흡수성상

표면건조(S)상태 골재와 절대건조(D)상태 골재를 사용한 콘크리트의 시간경과 0, 10, 30분과 W/C 35, 40, 45%에 따른 슬럼프플로우를 각각 그림 3, 그림 4, 그림 5에 나타내었다.

S상태 골재를 사용한 콘크리트에서 단위수량이 증가함에 따라 슬럼프플로우 값도 3~9% 증가하였고, W/C의 증가에 따른 슬럼프플로우 값 또한 2~4%정도 증가하는 것으로 나타났다.

D상태 골재를 사용한 콘크리트의 경우 가수율 증가에 따라 슬럼프플로우가 최대 63cm까지 증가하였다. 또한 S상태 골재를 사용한 콘크리트와 비교해본 결과, D상태 골재를 사용한 콘크리트의 가수율 6%에서 S상태 골재를 사용한 콘크리트의 슬럼프플로우 값과 가장 유사하게 나타내었다.

S상태 골재를 사용한 콘크리트에 있어서 30분 후의 슬럼프플로우 값은 W/C 35, 40, 45%에서 모두 수화반응 진행에 따라 감소하는 경향을 보였으나, D상태 골재를 사용한 콘크리트에서는 각각의 W/C에서 일정하거나 다소 증가하는 경향이 나타났다.

경과시간에 따른 슬럼프플로우 값은 0~10분의 경우 대부분 감소하였으며, 경과시간 10~30분의 경우는 증가하는 경향이 나타났다.

이러한 결과로 보아 골재가 페이스트 중의 수분을 흡수함으로써, 조기에 골재 주위의 페이스트 수분이 상실되고, 수분이 제거된 페이스트가 골재에 부착·고정되어 골재의 흡수를 방해하고 있는 것으로 사료된다. 이러한 골재에 부착·고정된 페이스트로 인해 골재의 입형이 좋아져 슬럼프플로우 값이 증가하는 것으로 사료되며, 시간에 따른 골재의 흡수에 의해 골재의 자중 증가 또한 슬럼프플로우 값의 증가 요인으로 판단된다.

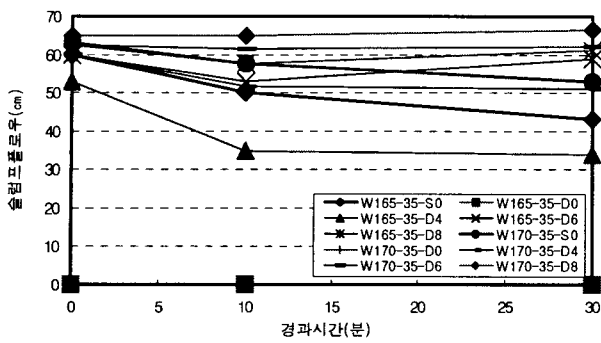


그림 3. 경과시간에 따른 슬럼프플로우(W/C 35%)

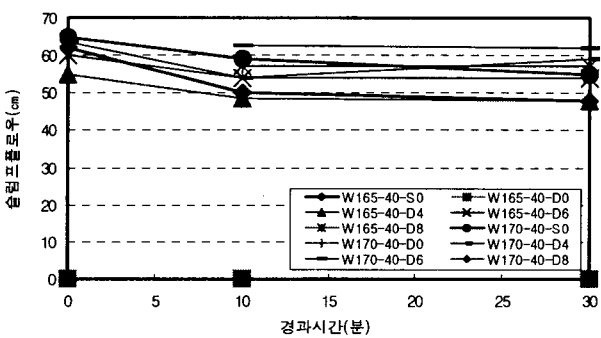


그림 4. 경과시간에 따른 슬럼프플로우(W/C 40%)

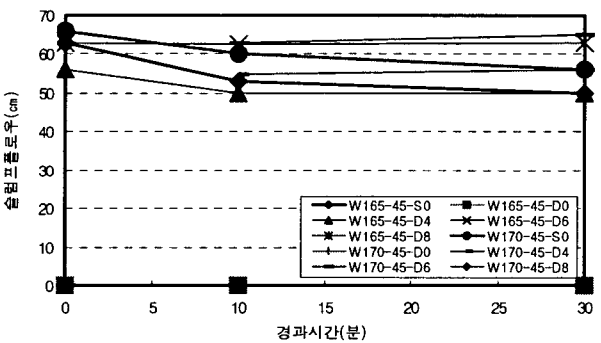


그림 5. 경과시간에 따른 슬럼프플로우(W/C 45%)

3) S상태 골재를 사용한 콘크리트는 물시멘트비(W/C), 단위수량(W)의 증가에 따라 슬럼프플로우 값도 증가하는 경향을 보였다. 그러나 D상태 골재를 사용한 경우에는 경과시간에 따라 슬럼프플로우 값이 초기에는 감소하는 경향을 보였으나, 경과시간 10분 후부터는 일정 하거나 다소 증가하는 경향이 나타났다.

4) D상태 골재를 사용한 콘크리트는 가수율에 따라 슬럼프 값이 증가하였으며, 가수율 6%에서 S상태 골재를 사용한 콘크리트와 가장 유사한 콘크리트의 기초성상을 보였다.

이상의 결과로 보아 절건상태 골재와 표건상태 골재는 시간경과에 따라 그 흡수성상이 수중, 페이스트 중에서 각기 다른 경향을 나타냈고, 그에 따른 슬럼프플로우 값도 W/C, 단위수량에 따라 변화하였다. 따라서 건조상태 골재를 이용한 콘크리트에 있어 물리적, 역학적 특성과 다양한 종류의 건조 골재를 사용한 콘크리트의 세심한 연구 진행이 필요할 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

1. 정상진의 10인, "건축재료학", 보성각, 1999
2. 한천구의 5인, "건축재료실험", 기문당, 2003

4. 결 론

본 연구에서는 건조재료를 사용한 콘크리트의 기초적인 실험을 통하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) 골재의 상태에 따른 흡수성상은 수중과 페이스트 중 모두 경과시간 0-10분 사이에 흡수성상이 급격히 증가하는 것으로 나타났다.
- 2) D상태 골재와 S상태 골재의 흡수성상을 비교해본 결과, 페이스트 중에서보다 수중에서 높게 나타내었다. 이는 드라이아웃(Dry-Out)된 페이스트가 골재에 부착됨에 따라 수분의 이동을 제한하고 있어 수중에서의 흡수성상이 페이스트 중보다 높게 나타나는 것으로 판단된다.