

건식혼합 포장 콘크리트의 물리적 특성에 관한 실험적 연구

An Experimental Study on Physical Properties of Concrete with Packaged Dry Combined Materials

한 다 희*

Han, Da-hee

박 희 곤*

Park, Hee-Gon

이 영 도**

Lee, Young

정 상 진***

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 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.

키워드 : 건조골재, 흡수율, 가수율, 슬럼프 플로우, 압축강도, 분말혼화제

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

1. 서 론

최근에 건설되고 있는 건축물들은 거대화, 고도화 되고 있다. 이에 따라 건설재료에 있어서도 요구되는 성능이 다양화 되고 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, 양질의 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 난지역의 공사 시 레미콘 차량의 진입이 어려워 공사의 문제가 발생하기도 한다. 이러한 문제를 해결하기 위하여 콘크리트 재료의 포장화를 적용하고자 한다.

따라서 본 연구에서는 콘크리트의 포장화를 위해 굵은골재와 잔골재를 완전 건조시켜, 콘크리트의 재료로 사용하고 이를 표건상태의 골재를 사용한 콘크리트와의 물리적 성질을 비교하여 건조재료의 사용으로 인하여 요구되는 적정한 가수율을 도출하고, 각 가수율에 따른 콘크리트의 요구성능을 파

악하여 건조된 콘크리트 재료의 포장화에 대한 기초적 자료를 제시하는데 그 목적이 있다.

2. 실험재료 및 계획

2.1 실험계획

건조골재를 사용한 콘크리트 혼합시 골재의 수분 흡수로 인한 단위수량의 감소 현상이 나타날 것으로 예상되어 콘크리트 배합 설계시 가수에 대한 기준설정이 필요할 것으로 판단된다. 따라서 이러한 골재의 수분 흡수 영향을 알아보기 위해, 골재의 흡수율을 수중에서와 W/C 50%의 시멘트 페이스트 중에서 각각 1시간 동안 측정하여 골재의 흡수율에 따른 가수율을 도출하였다.

이러한 가수율을 토대로 하여 <표 6.>에 나타난 24, 40, 60MPa의 강도별 배합에서 분말혼화제를 사용하여 골재의 흡수가 콘크리트의 물리적 성질에 어떠한 영향을 미치는지 알아보기 위한 굳지 않은 콘크리트와 굳은 콘크리트 실험을 실시하였으며, 실험계획 사항은 <표 1.>과 같다.

* 정회원, 단국대학교 박사과정

** 정회원, 경동대 환경건축공학부 교수

*** 정회원, 단국대 건축대학 건축공학과 교수

표 1. 실험계획

실험요인		실험인자	
건조골재의 흡수율		수중(水中), 페이스트 중	
배합 사항	배합	W/C(%)	50, 37, 28
		단위수량 (kg/m ³)	170
		가수율(%)	0, 0.8, 1, 2
		혼화제	분말혼화제
및 실험 사항	실험 항목	굳지 않은 콘크리트 실험	<ul style="list-style-type: none"> 슬럼프플로우 경시변화 슬럼프 경시변화 공기량 경시변화
		경화콘크리트 실험	<ul style="list-style-type: none"> 압축강도 정탄성계수 측정에 의한 응력-변형 콘크리트 길이변화 동결융해 중성화

2.2 사용재료

사용재료는 시멘트, 혼화제와 증점제, 잔골재와 굵은골재로 <표 2, 3.>에 시멘트의 화학적 성질과 물리적 성질을 나타내었다.

표 2. 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 3. 시멘트의 물리적 성질

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

실험에 사용된 혼화제와 증점제의 품질은 <표 4.>와 같으며, 잔골재와 굵은 골재의 물리적 성질은 <표 5.>와 같다.

표 4. 사용재료

구분	관련규정	내용	형태
혼화제	KS F 2560	폴리나프탈렌설포네이트 고성능AE감수제 분말형	분말
증점제	-	셀룰로스에테르계	분말

절건상태의 골재는 105±5℃에서 24시간 이상 건조된 상태를 말하고, 이를 보관할 시에는 [그림 1.]에 나타난 방습제 실리카겔을 사용하였다.

표 5. 잔골재와 조골재의 물리적 성질

구분	생산지	골재상태	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				



그림 1. 건조 골재 보관용 방습제(실리카겔)

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 수중과 페이스트(W/C 50%) 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*

S상태 및 D상태 골재를 이용한 콘크리트 배합에 가수율¹⁾ 0, 0.8, 1, 2%의 보정수를 혼합하고, 혼합직후와 혼합 후 10분, 30분 후의 슬럼프플로우로 시험을 하였다. 단, 설계기준강도 24MPa의 경우 슬럼프플로우 측정이 불가하여 슬럼프 값으로 대체하였으며, 슬럼프플로우 시험은 KS F 2402에 의거하여 실시하였다.

3) 슬럼프 및 공기량 시험

슬럼프 시험은 KS F 2042에 따라 시험하였고, 공기량 시험은 KS F 2402(굳지 않은 콘크리트의 압력법에 의한 공기 함유량 시험 방법)에 따라 실시하였다

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

4) 압축강도 시험

압축강도 시험은 KS F 2405에 따라 시험을 실시하였으며, 원주형 공시체를 재령 설계기준강도 24MPa의 경우 재령 7, 14, 28일에 있어서, 40, 60MPa의 경우 3, 7, 28일에 있어서 각각 3개씩 제작하여 압축강도를 측정하였다.

5) 정탄성계수 측정에 의한 응력-변형 관계

정탄성계수 측정 시험은 KS F 2438(콘크리트 원주 공시체의 탄성계수 및 푸아송비 시험 방법)의 규정된 방법 중 Strain Gauge를 이용한 응력-변형 측정법을 사용하였다.

6) 건조수축 길이변화 시험

본 실험에서 건조수축에 의한 길이변화를 측정하기 위하여 ASTM C 531에 의거하여 종방향으로 개방된 100×100×400mm의 몰드를 사용하여 콘크리트를 타설하는 동안 매립형 변형 게이지를 삽입하여 타설 후 재령 91일까지의 길이변화를 측정하였다.

7) 동결융해 저항성 시험

콘크리트의 동결융해 시험은 KS F 2456(급속 동결융해에 대한 콘크리트의 저항 시험방법) 및 ASTM C 666에 의거하여 시험을 실시하였다.

8) 콘크리트 중성화 촉진 시험

중성화 촉진 시험용 공시체로는 80×80×300mm 크기의 공시체를 각각 2개씩 사용하여 수중양생 28일 후 타설면, 양단면 및 밀면을 에폭시수지 등으로 핀홀(Pin Hole)이 없도록 셀링(Sealing)을 하였다. 또한 중성화 촉진 측정기를 이용하여 온도 20±3℃, 습도55%, CO₂농도 5%로 설정하였으며 촉진재령 1주부터 8주까지 1주씩 측정하였다.

2.3 배합

본 실험은 단위수량을 170kg/m³으로 고정하고 물시멘트비 50, 37, 28%, 잔골재율을 각각 43, 47, 42%를 기준으로 24, 40, 60MPa의 설계기준강도로 설정하고 골재상태에 따라 배합하였으며, D상태 골재의 경우 아래 식에 따라 가수율 0, 0.8, 1, 2%로 구분하였다. 이에 따른 실험 배합은 <표 6.>과 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 굵은 골재의 1시간 흡수율(0.45%)
- C: 수중에서 굵은 골재의 1시간 흡수율(0.75%)
- D: 일반콘크리트의 총중량 - D상태 골재를 이용한 콘크리트 총중량
- S: 잔골재의 중량 G: 굵은 골재의 중량 E: 잔골재와 굵은 골재의 중량

표 6. 배 합

시험체명	W/C (%)	S/a (%)	단위중량(kg/m ³)					SP	AT
			W	C	S	G	AT		
50-S0(S1)	50	43	170	340	762	1050	0.25 (%)	-	
50-D0(D1)									
50-D0.8(D2)					750	1030			
50-D1(D3)									
50-D2(D4)									
37-S0(S2)	37	47	170	459	788	921	0.018 (%)	-	
37-D0(D5)									
37-D0.8(D6)					776	904			
37-D1(D7)									
37-D2(D8)						0.75 (%)			
28-S0(S3)	28	42	170	607	653	934	-	-	
28-D0(D9)									
28-D0.8(D10)					643	917			
28-D1(D11)									
28-D2(D12)									

00-00(00) S: 표면건조상태 골재, D: 절건상태 골재
 시 혼 제 명 SP: 고성능AE감수제, AT: 증점제
 가 수 율 골 재 상 태 물 시 멘 트 비

2.4 콘크리트 제작

콘크리트 제작은 잔골재 투입후 분말혼화제, 증점제, 시멘트, 조골재의 순서로 혼합하여 1분간 건비빔한 후 혼합수와 가수율에 따른 보정수를 넣고 2분 30초간 혼합하여 제작하였다. 따라서 혼합직후(0분)의 콘크리트란 혼합수를 넣고 3분 30초 후의 콘크리트를 말한다.

3. 실험결과 및 고찰

3.1 골재의 흡수성상

1) 수중과 페이스트 중에서의 흡수성상

D상태의 굵은골재에 대하여 수중과 페이스트 중에서의 시간경과에 따른 흡수성상은 [그림 2.]와 같다.

수중에서의 흡수성상은 경과시간 60분에서 흡수율의 약 80%가 0-10분 사이에 나타났으며, 약 10분부터는 흡수율이 다소 완만한 경사로 증가하는 경향을 보였다. 페이스트 중에서의 흡수율도 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, 수중에서의 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 중에서도 높은 양상을 보인 것으로 판단된다.

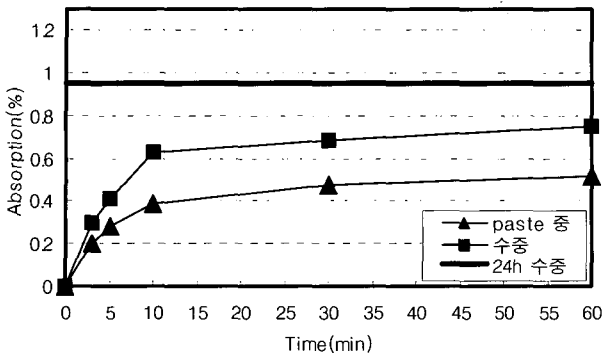
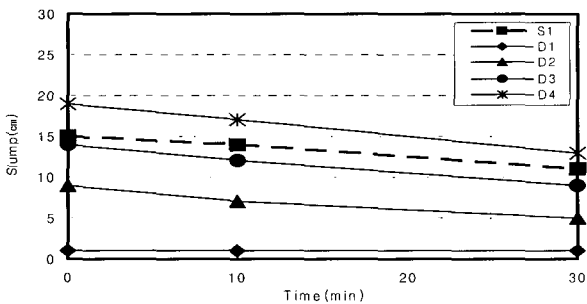


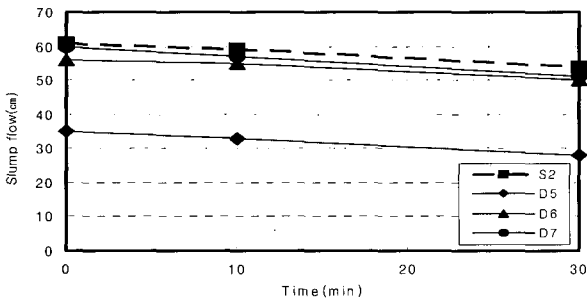
그림 2. Absorption of dried aggregate

3.2 경과시간변화에 따른 슬럼프플로우

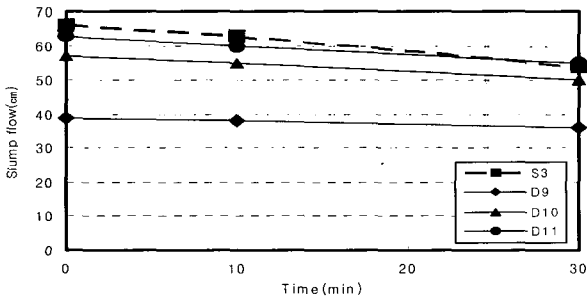
표건 및 절건상태 골재를 사용한 콘크리트의 시간경과에 따른 슬럼프(W/C 50%) 및 슬럼프플로우(W/C 37, 28%) 변화는 [그림 3.]과 같다.



(a) Slump flow change(W/C 50%)



(b) Slump flow change(W/C 37%)



(c) Slump flow change(W/C 28%)

그림 3. Slump and slump flow change

W/C 50%에 대한 시간경과에 따른 표건 및 절건상태 골재

를 사용한 콘크리트의 특성변화를 검토한 결과, 시간이 경과할수록 슬럼프 값은 감소하는 것으로 나타났으며, 시험체명 D3이 S1에 가장 유사한 결과를 나타내었다.

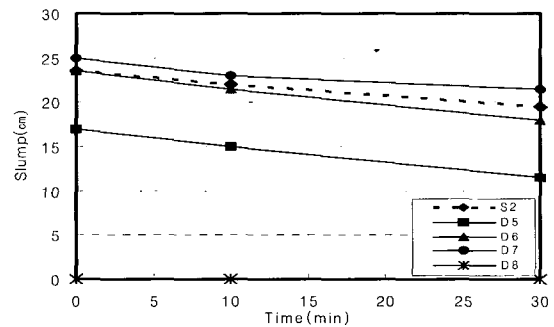
W/C 28%의 경우도 본 실험 전, 시험배합을 통하여 증점제의 필요여부를 실시한 결과 사용이 불필요하여 배합설계대로 분말 혼화제만을 첨가한 결과, W/C 37%와 마찬가지로 가수율 0과 2%를 제외한 0.8과 1%에서 초기 슬럼프플로우 목표값을 만족하였으며, 가수율 2%의 경우 단위수량의 과다로 인한 재료분리 현상을 나타내었다. 또한 표건상태 골재를 사용한 콘크리트와 가장 유사한 결과를 나타낸 가수율은 1%로 나타내었다.

이상의 결과로 보아, 표건상태 골재를 사용한 콘크리트와 가장 유사한 슬럼프플로우 값은 가수율 1%로 나타났지만, 0.8%에서도 목표 값 범위 내에 있으므로 요구성능에 맞게 사용될 수 있을 것으로 사료된다.

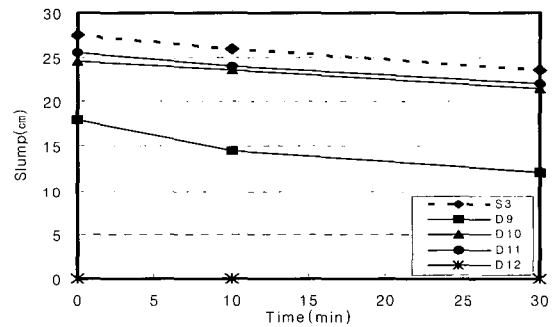
3.3 경과시간변화에 따른 슬럼프

슬럼프 실험결과는 [그림 4.]와 같다.

그림에 따르면, 경시변화에 따른 슬럼프 특성도 슬럼프플로우와 같이, W/C 50%에서 시간경과에 따라 슬럼프 값이 저하하는 것으로 나타내었으며, 가수율 1%의 시험체 D3이 표건상태 골재를 사용한 콘크리트 시험체 S1과 가장 유사한 결과를 나타내었다.



(a) Slump change(W/C 37%)



(b) Slump change(W/C 28%)

그림 4. Slump change

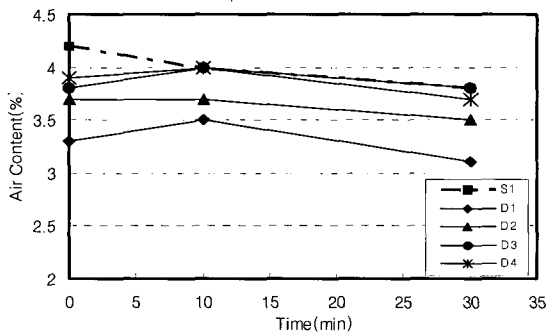
W/C 37%에서도 마찬가지로 가수율 0.8과 1%에서 S상태 골재를 사용한 콘크리트와 가장 유사한 결과를 나타냈으며 W/C 28%의 경우도 이와 같은 경향을 나타냈다. 이상의 결과로 보아, 표건상태 골재를 사용한 콘크리트와 가장 유사한 슬럼프 값은 가수율 1%로 나타났지만, 0.8%에서도 초기 목표

값 범위 내에 있으므로 요구성능에 맞게 사용될 수 있을 것으로 사료된다.

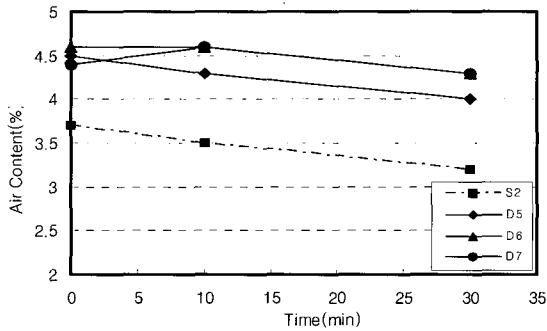
3.4 경과시간변화에 따른 공기량

경과시간에 따른 공기량의 변화는 [그림 5.]과 같다.

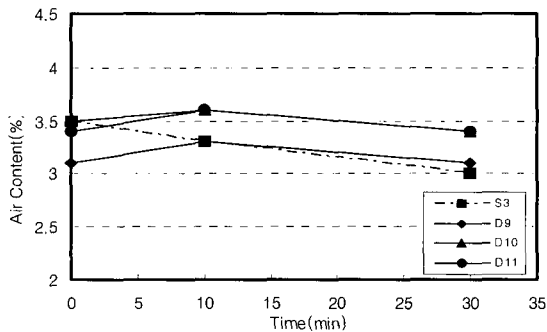
그림에서와 같이 표건상태 골재를 사용한 콘크리트 시험체와 D8 및 DI2를 제외한 절건상태 골재를 사용한 모든 시험체에서 경과시간 10분까지는 초기 공기량 보다 일률적으로 다소 높게 나타났으며, 경과시간 10분 이후부터는 감소하는 경향을 나타내었다. 이는 초기에 건조골재의 수분 흡수에 의한 골재내부로부터 배출된 공기포의 영향에 의한 현상으로 판단된다.



(a) Air content change(W/C 50%)



(b) Air content change(W/C 37%)



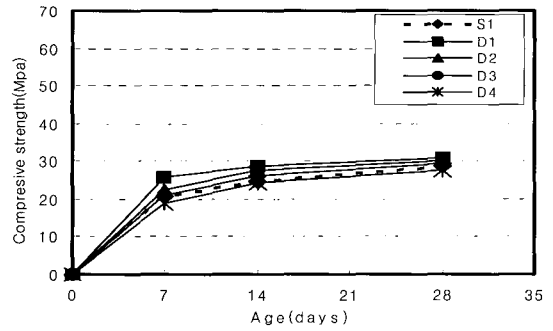
(c) Air content change(W/C 28%)

그림 5. Air content change

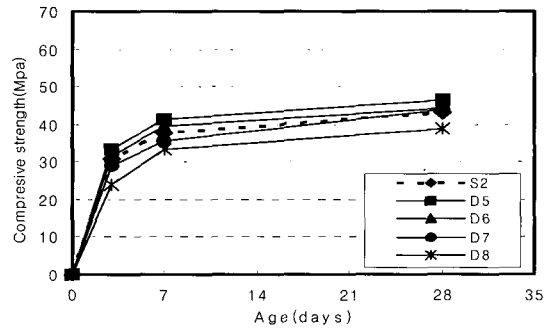
3.4 압축강도

압축강도 시험결과는 [그림 6.]와 같다. 시험결과 배합강도 24 및 40, 60MPa에서 모두 각각의 배합강도를 만족 하였다. 배합강도 24MPa에서 표건상태 골재를 사용한 콘크리트와 가

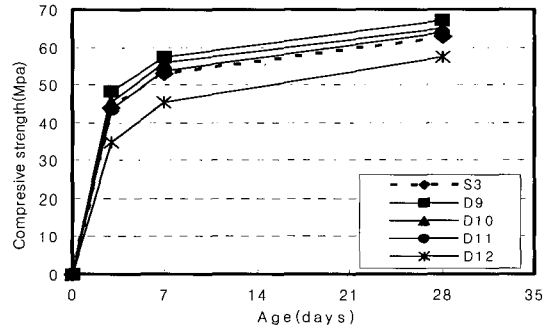
수율 1%의 압축강도가 가장 유사한 압축강도 성향을 나타냈으며, 가수율 0.8%에서도 표건상태 골재를 사용한 콘크리트와 5%내의 압축강도 차이를 보였다. 배합강도 40 및 60MPa의 경우도 표건상태 골재를 사용한 콘크리트와 가장 유사한 압축강도 값을 나타낸 가수율은 1%로 나타났고, 가수율 0.8%에서는 표건상태 골재를 사용한 콘크리트와 각각 2.5, 3.1%의 강도 차이를 나타냈다.



(a) Water-Cement ratio 50%



(b) Water-Cement ratio 37%



(a) Water-Cement ratio 28%

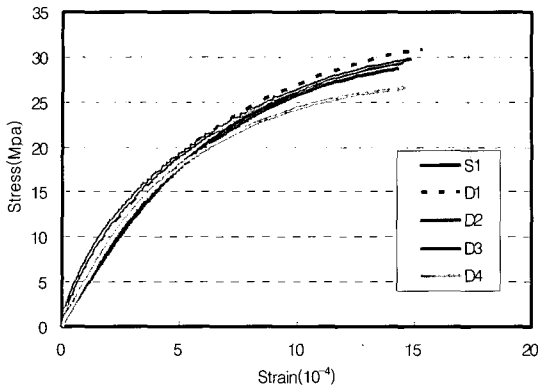
그림 6. Compressive strength

3.5 응력-변형 특성

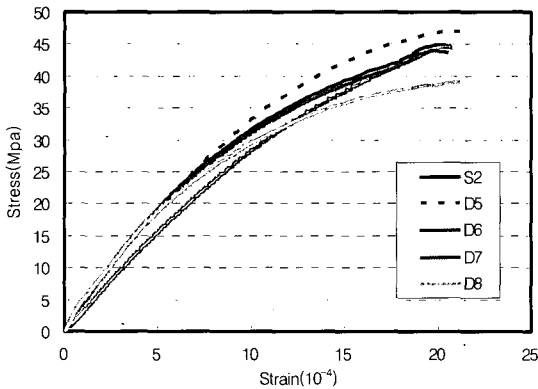
건조재료를 사용한 콘크리트의 응력-변형을 관계는 [그림 7.]과 같다.

그림에 따르면 배합별 시험체의 곡선 기울기는 초기에 직선형으로 나타내는 경향을 보이고 있고 하중이 증가함에 따라 곡선이 완만하게 기우는 경향을 나타내고 있다. 또한 가수율에 따른 배합별 변형은 큰 차이를 나타내지 않았다. 다만 설계기준강도 60Mpa의 가수율 0%의 경우 강도가 높음에도 불구하고 낮은 변형율을 보이고 있는데 이는 단순한 실험오

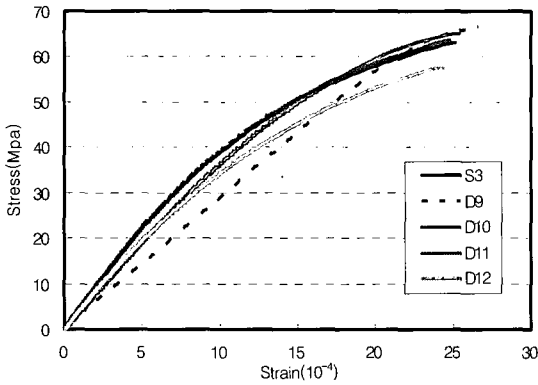
차에 의한 결과로 사료된다.



(a) Water-Cement ratio 50%



(b) Water-Cement ratio 37%



(c) Water-Cement ratio 28%

그림 7. Concrete strain curve

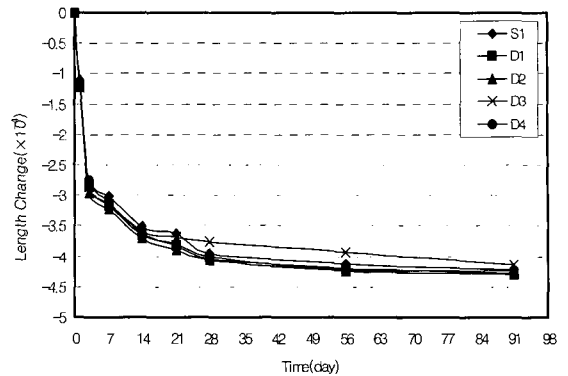
3.6 건조수축 길이변화 특성

콘크리트 건조수축 길이변화율의 조사 결과는 [그림 8.]과 같다.

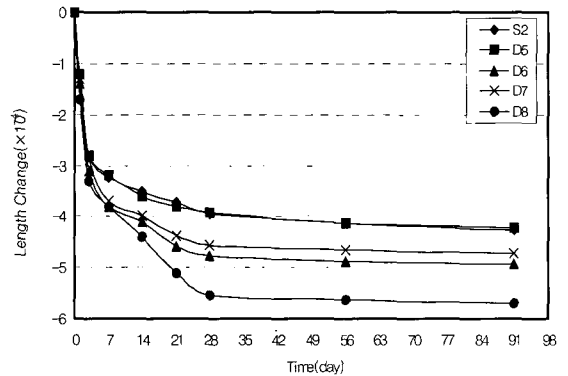
설계기준강도 24MPa의 경우 가장 작은 변화율과 가장 높은 변화율의 차이는 약 5% 미만의 근소한 차이를 나타내었다.

설계기준강도 40과 60MPa의 경우는 가수율이 높을수록, 즉 배합시에 수량이 많은 시험체일수록 다소 변화가 큰 경향을 나타내었다. 전체적으로 W/C 변화에 따른 길이변화량은 W/C가 작을수록 다소 크게 나타났는데, 이는 W/C가 작을수록

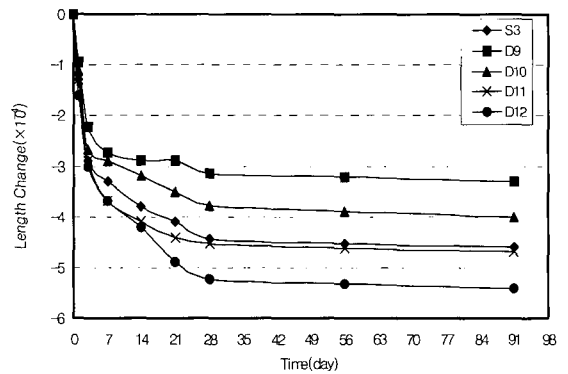
록 단위시멘트량이 많아 자기수축과 건조수축이 동시에 작용하여 나타난 것으로 판단된다.



(a) Water-Cement ratio 50%



(b) Water-Cement ratio 37%

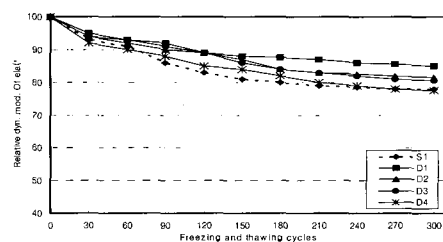


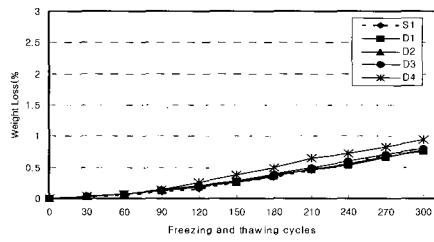
(c) Water-Cement ratio 28%

그림 8. Length change

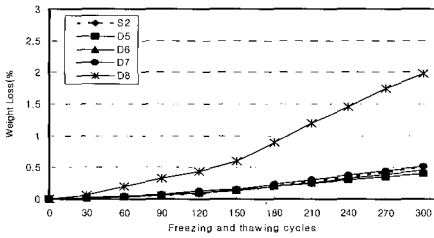
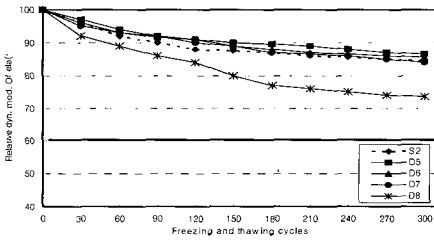
3.7 동결융해 저항 특성

건조 재료를 사용한 콘크리트의 동결융해 저항성 요인인 급속 동결융해에 따른 상대동탄성 계수와 중량감소율은 [그림 9.]과 같다.

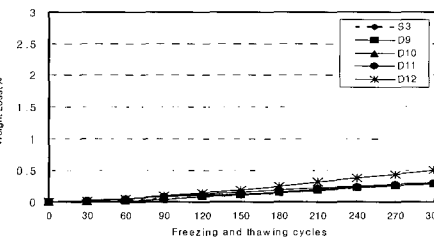
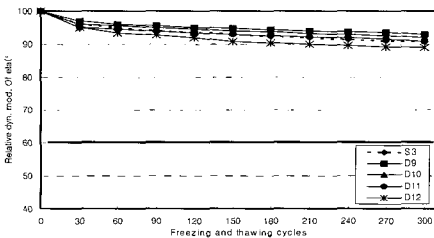




(a) Water-Cement ratio 50%



(b) Water-Cement ratio 37%



(c) Water-Cement ratio 28%

그림 9. Relative dyn. mod. of elast. and weight loss

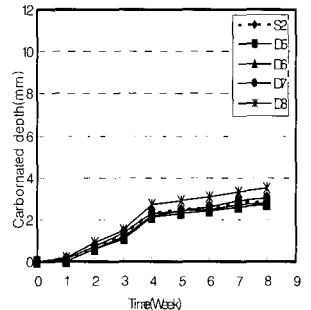
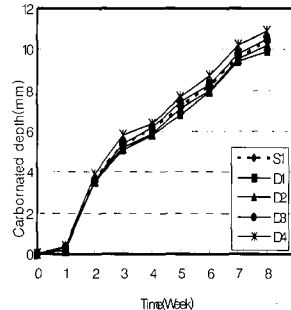
그림에 따르면 전반적으로 가수율에 따른 상대동탄성 계수는 설계기준강도 24MPa의 경우 절건상태 골재를 사용한 콘크리트와 표건상태 골재를 사용한 콘크리트간의 다소의 차이는 보였으나 콘크리트 내구성에 영향을 미치는 정도(상대동탄성 계수 60% 이하)의 차이는 나타나지 않았다. 설계기준강도 40MPa의 경우는 가수율 2%에서 상대동탄성 계수가 78.5%로 가장 낮은 값을 보였지만 다른 가수율에서는 표건상태 골재를 사용한 콘크리트와 큰 차이를 보이지는 않았다. 설계기준강도 60MPa의 경우 모든 가수율에서 표건상태 골재를 사용한 콘크리트와 유사한 경향을 나타내었다.

W/C가 낮을수록 팽창성 동해의 척도인 상대동탄성 계수가 크게 나타났고 스케일(scale) 동해의 척도인 중량감소율은 작아지는 것으로 나타나 내동해성이 우수해짐을 알 수 있었다.

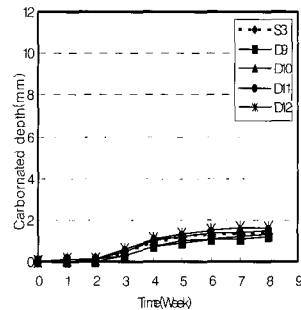
이상의 결과에서 가수율 2% 이하에서 동결융해에 대한 문제점은 없을 것으로 판단된다.

3.8 중성화 저항 특성

콘크리트의 중성화 저항성을 실험한 결과는 [그림10.]와 같다. 우선 W/C 변화에 따른 중성화 깊이는 W/C가 낮을수록 중성화 깊이가 얇게 나타났다. 이는 단위시멘트량의 증가에 따라 수화반응시 생성되는 수산화칼슘에 의해 탄산가스를 억제하는 치밀한 조직이 형성되어 나타난 것으로 판단된다. 가수율에 따른 중성화 깊이는 다소간의 차이는 있지만 중성화에 따른 내구성과는 큰 관련이 없는 것으로 판단된다.



(a) Water-Cement ratio 50% (b) Water-Cement ratio 37%



(c) Water-Cement ratio 28%

그림 10. Results of carbonation depth

4. 결 론

혼합포장된 재료를 사용한 콘크리트의 실험적 연구를 통하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) D상태 골재와 S상태 골재의 흡수성상을 비교한 결과, 페이스트 중에서도 수중에서 높게 나타내었으며, D상태 골재를 이용한 콘크리트의 적정 가수율은 수중 및 페이스트 중에서도 0.8, 1%로 도출 되었다.
- 2) 표건 및 절건상태 골재를 사용한 콘크리트의 슬럼프 및 슬럼프플로우 시험결과, 절건상태 골재를 이용한 콘크리트 모

두에서 가수율 1%가 표건상태 골재를 이용한 콘크리트와 가장 유사한 값을 나타내었고, 가수율 0.8%에서도 목표 값을 만족하였다.

- 3) 압축강도 시험결과, 절건상태 골재를 사용한 콘크리트에서 가수율 2%를 제외한 모든 시험체에서 설계기준강도를 만족하는 결과를 나타내었고, 표건상태 골재를 사용한 콘크리트와 가장 유사한 가수율은 1%로 나타났다.
- 4) 각 설계기준강도별 가수율에 따른 응력-변형의 경우 건조재료를 사용하므로써 골재의 주위에 드라이 아웃된 시멘트 페이스트로 인하여 골재와의 부착상 문제가 우려되었으나 일반 콘크리트의 응력-변형 등은 큰 차이가 없는 것으로 나타나 특별한 고려는 필요하지 않을 것으로 판단된다.
- 5) 건조수축에 의한 장변화 시험결과, 설계기준강도 24, 40, 60MPa 모두에서 표건상태 골재를 사용한 콘크리트와 절건상태 골재를 사용한 콘크리트가 유사한 값을 나타내어 건조수축에 의한 길이변화 측면에서는 고려할 점이 없는 것으로 판단된다.
- 6) 콘크리트 동결융해 시험의 결과, 절건상태 골재를 사용한 배합에서 가수율은 2% 이하가 되면 동결융해 저항성에 대한 문제는 없을 것으로 판단된다.
- 7) 중성화촉진 시험 결과, 가수율에 따른 중성화 깊이는 다소간의 차이는 있었지만, 가수율의 증가에 따라 콘크리트 내부의 거친 조직 형성에 의한 중성화깊이 증가의 우려는 조사되지 않았다.

이상과 같이 표건상태 및 절건상태 골재를 사용한 콘크리트의 물리적 성질을 비교한 결과 절건상태 골재를 사용한 콘크리트에서도 적정 가수율을 더하여 사용하므로써 표건상태 골재를 사용한 콘크리트와 유사한 요구성능을 나타내는 것을 알 수 있었다. 따라서 본 연구를 통하여 혼합 포장된 콘크리트의 사용 가능성이 높음을 확인 할 수 있었다.

추후에도 보다 객관적인 연구를 위하여 절건상태 골재를 사용한 콘크리트 혼합에 있어, 골재에 가압시, 즉 압송중에 어떠한 영향을 받는지에 대한 추가적인 현장 적용성 실험 등을 통한 검증이 필요할 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

1. 정상진외 10人, “건축재료학”, 보성각, 1999
2. 佐藤 孝外, “高强度コンクリートの構造体コンクリト強度平價に関する實驗的研究”, 日本建築學會大會學術講演梗概彙, 2002.8
3. 訛傳四郎 外 3人, ドライコンリ?トに関する研究, その 3 長期性能特性研究, 日本建築學會(中國), 1999. 9 pp. 720-723
4. 古茄 一珩外 4人, ドライコンリ?トに関する研究, その 5 長期性能特性研究, 日本建築學會, 2000. 9
5. ASTM C 387, Packaged, Dry, Combined Materials for Mortar. 1989 Vol. 04.02