

산업부산물을 활용한 고강도경량 콘크리트 건조수축 특성연구

A Study on shrinkage of High Strength Lightweight Concrete using by-products

장주영* 윤요현** 이승조*** 박정민**** 김태곤**** 김화중*****
Jang, Ju-Young Yoon, Yo-Hyun Lee, Seung-Jo Park, Jung-Min Kim, Tae-Gon Kim, Wha-Jung

Abstract

In this study, we made the high strength light weight concrete which was composed of the garnet minute powder to be the industry by-product in the YoungJoo region and the artificial light weight aggregate which the high temperature(1100°C) plastic process. The characteristic of the autogenous shrinkage had been considered about strength characteristic and the age passage In the following addition: The concrete's each unit quantity was determined 145,160,175 kgf/m³.w/b and s/a was determined 30%, 43%, 45%. the each garnet's substitution ratio was determined 0, 10%. In this results, the compressive strength appeared greatly as the unit joining discretion grew bigger. The autogenous shrinkage ratio was increased rapidly until 7th day but it was reduced after 7th day regardless of the mixed factor. The autogenous shrinkage ratio which follows the change of the unit quantity and s/a increased together as the unit quantity and the s/a increases.

1. 서론

국내산업의 지속적인 성장으로 인하여, 산업부산물의 배출량이 날로 증가되고 있지만, 대부분의 산업부산물은 매립 처리되고 있는 실정으로, 자원으로서의 재활용은 매우 낮은 수준에 머물러 있다. 따라서, 산업 부산물의 처리가 심각한 사회문제로 대두되는 한편, 그 재활용 방안에 대한 관심이 고조되고 있다. 한편, 근대과학의 진보와 경제발전에 따라 최근의 콘크리트 구조물은 점차 고층화, 대형화되어 구조부재의 단면과 구조체의 자중이 커지는 문제를 야기시키고 있다. 이러한 문제의 해결을 위하여 콘크리트의 고강도화 및 경량화에 대한 연구의 필요성이 크게 대두되고 있다. 그러나, 국내의 경우 콘크리트의 고강도화에 관한 연구는 어느 정도 진행되고 있지만 이와 관련한 콘크리트의 경량화에 관한 연구는 매우 부족한 실정이다. 이와 같은 관점에서 본 연구에서는 경북 영주지역에서 발생하는 산업부산물인 가넷트 미분말과 1,100°C하의 고온소성 가공한 인공경량골재를 활용한 고강도경량 콘크리트에 대해 건조수축 특성을 고찰하였다.

* 정회원, 경북대학교 건축공학과 석사과정
** 정회원, 경북대학교 건축공학과 박사과정
*** 정회원, 경북전문대 건축과 강사

**** 정회원, 경북전문대 건축과 조교수
***** 정회원, 경북대학교 건축공학과 교수

2. 실험계획 및 방법

2.1. 실험계획

2.1.1 실험계획

실험은 단위수량 145, 160, 175kg/m³, 물결합재비(W/B) 30%로 하고 잔골재율(S/A) 43, 45%, 혼화재의 치환율을 0, 10%, 혼화재는 가네트로 하여, 재령(1일, 3일, 7일, 14일, 28일, 45일)의 경과에 따른 콘크리트의 건조수축량 변화를 비교하고자 한다.

2.1.2. 실험배합

표 1. 실험배합표

실험변수					단위중량(kg/m ³)						
혼화재	단위결합재량	S/A	치환율	시험체명	물	시멘트	혼화재	모래	자갈	혼화재 (%)	
가네트	483	43	0	N1A0	145	483	0	740	675	1.0	
			10	G1A10	145	435	48	740	675	0.9	
		45	0	N1B0	145	483	0	774	651	1.0	
			10	G1B10	145	435	48	774	651	0.9	
		533	43	0	N2A0	160	533	0	705	644	0.9
				10	G2A10	160	480	53	705	644	0.8
	45		0	N2B0	160	533	0	738	621	0.9	
			10	G2B10	160	480	53	738	621	0.8	
	583		43	0	N3A0	175	583	0	671	612	1.0
				10	G3A10	175	525	58	671	612	0.8
		45	0	N3B0	175	583	0	702	591	0.8	
			10	G3B10	175	525	58	702	591	0.7	

주) 시험체명 : N1A0 N : 혼화재종류(N: 혼화재 무침가 G:가네트) 1 : 단위결합재량(1:483kg/m³, 533kg/m³, 583kg/m³) A : 잔골재율(A:43%, B:45%) 0 : 혼화재 치환율(0: 무, 10: 10% 치환)

2.1.3. 시험체의 제작 및 실험방법

건조수축용 시험체의 크기는 10×10×40cm 공시체로 각각의 배합에 따라 시험체를 제작하였으며, 콘크리트의 종결이 진행된 후 탈형하여 한국산업규격의 모르타르 및 콘크리트의 길이 변화 시험 방법(KS F2424)에 따른 콘택트 게이지 방법으로 콘크리트의 건조수축을 측정하였다.

2.2. 사용재료

시멘트는 국내 S사제 보통 포틀랜드 시멘트를 사용하였으며, 잔골재는 경북 예천산 강모래(표건비중 2.58, 단위용적중량 1,564kg/m³, 흡수율 1.05)를 사용하였으며, KS F 2502~2506에 따라 물리적 성질을 검토하였으며, 경량골재는 팽창점토를 1,100℃로 소성하여 만든 인공경량골재(표건비중 1.79, 단위용적중량 925kg/m³, 흡수율 18.36, 골재최대크기 15mm)로써 KS F 2462 및 KS F 2531~2534에 따라 그 물리적 성질을 검토하였다. 혼화재로 사용된 가네트는 포졸란 반응성과 상관관계를 갖는 실리카와 알루미늄의 함유량이 약 50% 정도로써 비중은 4.04, 분말도는 13,950cm²/g 으로 측정되었다.

3. 실험결과 및 고찰

3.1. 실험결과

표 2. 실험결과

실험조건				실험결과										
단위 결합 재량	S/A (%)	치환율 (%)	고성능 감수제 (%)	슬럼프 (cm)	공기량 (%)	압축강도 (kgf/cm ²)			건조수축($\times 10^{-6}$)					
						3일	7일	28일	1일	3일	7일	14일	28일	45일
483	43	0	1.0	13.0	4.3	207	255	311	15.1	245	378	470	653	773
		10(G)	0.9	12.8	3.9	221	266	309	14.6	250	365	488	618	748
	45	0	1.0	12.5	4.1	212	268	318	14.5	255	363	453	688	788
		10(G)	0.9	13.9	4.0	209	262	323	12.5	258	313	465	670	770
533	43	0	0.9	13.5	4.0	221	265	330	16.1	195	403	573	630	830
		10(G)	0.8	14.0	3.7	217	266	325	16.8	230	420	500	653	853
	45	0	0.9	10.5	4.1	225	266	329	14.6	198	465	600	675	775
		10(G)	0.8	12.5	3.9	234	289	351	23.0	290	475	553	728	828
583	43	0	1.0	13.5	3.9	235	281	332	20.1	260	503	630	713	813
		10(G)	0.8	12.5	3.9	241	282	346	12.0	275	500	645	730	860
	45	0	0.8	14.0	3.8	231	278	335	16.1	278	503	598	728	868
		10(G)	0.7	12.5	3.7	225	271	342	14.7	253	468	625	716	876

3.2 실험결과의 분석

3.2.1. 압축강도

그림 1은 단위결합재량별로 재령에 따른 압축강도를 비교하여 나타낸 것이다. 재령 28일에 대한 재령 3일의 압축강도 발현율은 대체적으로 64%~71.1%의 압축강도 발현율을 나타내었으며, 재령 28일에 대한 재령 7일의 압축강도 발현율은 대체적으로 79.9%~84.8%의 압축강도 발현율을 나타내었다. 이러한 경향은 단위결합재량이 적을수록 상대적으로 단위결합재량이 높은 배합에 비해 강도 발현율이 약간씩 낮게 나타났다. 한편, 단위결합재량에 따른 압축강도 발현율을 상호 비교하여 살펴보면, S/A비 43%에서는 단위결합재량이 483kg/m³에서 533kg/m³으로 커질 때 플레인 콘크리트의 경우 6.7%의 압축강도 증가율을 가네트 치환 콘크리트의 경우 12.0%씩 강도 증진율을 나타내어 모든 배합에서 큰 폭으로 강도가 증진됨을 알 수 있다. 단위결합재량이 533kg/m³에서 583kg/m³으로 커질 때 플레인 콘크리트의 경우 0.6 %의 압축강도 증가율을 가네트 치환 콘크리트의 경우 6.5% 증가 되었다. S/A비 45%에서는 단위결합재량이 483kg/m³에서 533kg/m³으로 커질 때 플레인 콘크리트의 경우 5.3%의 압축강도 증가율을 가네트 치환 콘크리트의 경우 5.9% 각각 강도 증진율을 나타내어 모든 배합에서 큰 폭으로 강도가 증진됨을 알 수 있다.

단위결합재량이 533kg/m³에서 583kg/m³으로 커질 때 플레인 콘크리트의 경우 1.8 %의 압축강도 증가율을 나타내었으며, 가네트 치환 콘크리트의 경우 2.6%, 강도 증진율을 나타내었다. 이상의 결과에서 살펴볼 때 대체적으로 단위결합재량이 커질수록 강도 발현율은 모든 배합에서 높게 나타났다.

3.2.2. 건조수축

그림 2는 재령의 경과에 따른 시험체의 건조수축 변형량의 변화를 요인별로 상호 비교한 것이다.

재령에 따른 건조수축 변화율은 모든 배합요인에 관계없이 재령 7일까지는 가파른 건조수축량을 보이다가 재령의 증가에 따라 건조수축량이 약간씩 둔화되는 경향을 나타냈으며, 단위수량 및 잔골재율의 변화에 따른 건조수축 변화율은 단위수량이 커질수록, 잔골재율이 증가할수록 건조수축량이 커지는 경향을 나타냈다. 이러한 경향은 동일 물시멘트비하에서는 단위수량이 증가할수록 콘크리트내의 자유수가 건조되고 나면 그만큼 체적이 축소되어 건조수축이 커진다는 기존의 연구결과들과 유사한 결과를 가져왔다.

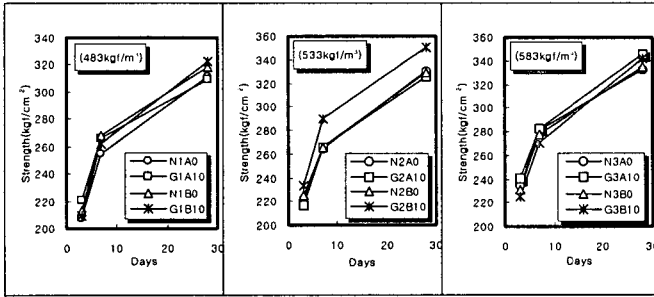


그림 1. 단위 결합재량별 재령에 따른 압축강도

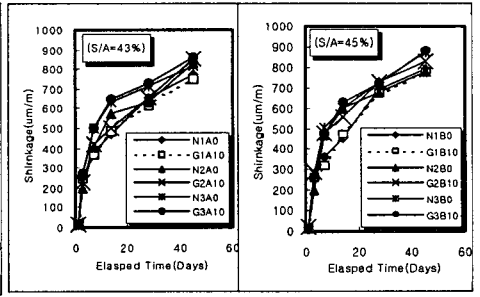


그림 2. 재령에 따른 건조수축률

4. 결론

본 연구는 경북 영주지역에서 발생하는 산업부산물인 가네트 미분말과 1,100℃ 하의 고온소성 가공한 인공경량골재를 활용한 고강도경량 콘크리트에 대해 단위수량(145, 160, 175kg/m³), 잔골재율(S/A: 43, 45%), 가네트 치환율(0, 10%)을 주요 변수로 하여, 강도특성 및 재령의 경과에 따른 콘크리트의 건조수축 특성을 고찰하였으며, 그 결과를 요약하면 아래와 같다.

(1) 동일 단위수량에서 고성능 감수제의 첨가율은 단위수량이 적은 배합의 경우 S/A비에는 큰 영향은 없으나 단위수량이 큰 경우에는 S/A비가 커질수록 고성능 감수제 첨가량이 상대적으로 작은 것으로 나타났다. 공기량은 혼화제로 치환하지 않은 경량골재콘크리트의 경우 공기량은 3.8~4.3%의 범위를 나타내었으며, 혼화제로 치환한 경량콘크리트의 경우 3.7~4.0%의 범위를 나타내었다.

(2) 재령 28일에 대한 재령 3일, 7일의 압축강도 발현율은 대체적으로 단위결합재량이 적을수록 상대적으로 단위결합재량이 높은 배합에 비해 강도발현율이 약간씩 낮게 나타났으며, 단위결합재량에 따라서는 단위결합재량이 커질수록 강도발현율은 모든 배합에서 높게 나타났다.

(3) 재령의 경과에 따른 건조수축 변화율은 모든 배합요인에 관계없이 재령 7일까지는 가파른 건조수축량을 보이다가 재령의 증가에 따라 건조수축량이 약간씩 둔화되는 경향을 나타냈으며, 단위수량 및 잔골재율의 변화에 따른 건조수축 변화율은 단위수량이 커질수록, 잔골재율이 증가할수록 건조수축량이 커지는 경향을 나타냈다.

참고문헌

1. 강 병희 외 2인, 재생골재를 이용한 고강도 경량콘크리트의 물성에 관한 실험적 연구, 대한건축학회논문집, 제 18권 8호, 2002.8, pp 35-42.
2. 한 천구 외 5인, 배합요인 변화에 따른 콘크리트의 건조수축 특성, 대한건축학회 학술발표논문집, 제 20권 2호, 2000.10, pp 471-474.
3. 한 천구 외 1인, 콘크리트의 배합요인이 건조수축에 미치는 영향, 대한건축학회논문집, 제 19권 2호, 2003.2, pp 67-74.
4. 서 치호, 경량 콘크리트의 재료적 특성, 콘크리트학회지, 제 10권 4호, 1998.8, pp 27-37.