

마이크로파를 이용한 재생골재 콘크리트 강도의 조기추정에 관한 실험적 연구

An Experimental Study on the Early Estimation of Recycled Aggregate Concrete Strength by Using Microwave

이민경^{*} 남정민^{*} 조규현^{*} 양동일^{**} 김성식^{***} 정상진^{****}
Lee, Min Kyung Nam, Jung Min Cho, Kyu Hyun Yang, Dong Il Kim, Sung Sik Jung, Sang Jin

ABSTRACT

In many countries a considerable amount of demolition wastes is generated and wastes concrete constitutes a significant proportion of the construction waste. Therefore, the necessity for the use of recycled aggregate in concrete arise and the reuse of a waste concrete may solve the problems of environmental pollution and shortage of natural aggregate.

According to this study is to examine the possibility of site adoption microwave-use early strength estimation method. Based on the existed study related the plain concrete, the interrelation between recycled aggregate concrete and microwave-use early strength estimation method is required.

1. 서론

최근에 한정된 골재자원의 고갈이 현실적 문제로 대두되면서 재생골재가 새로운 골재원으로서 충분한 활용 가능성과 함께 재활용의 상당한 가치를 가질 수 있는 방법이 모색되고 있다. 폐콘크리트를 이용한 재생골재가 여러가지 품질상의 제약으로 인하여 주요 건설재료로 이용하기에 한계가 있으나 이를 개선하여 현재 성토나 매립으로 사용되는 건설폐기물내의 골재를 고부가가치의 구조재 즉, 1종 골재로 재활용하여 골재의 부족난을 해결하고 천연골재 채취로 인한 환경파괴도 줄여야 할 것이다.

따라서 본 연구는 최근 국내에서 생산되는 레미콘용 1종 골재가 조기강도를 추정하는데 적합한지를 알아보기 위하여 콘크리트의 품질판정중에 가장 중요한 압축강도판정을 조기에 추정할 수 있는 기법인 마이크로파를 이용하여 재생골재 콘크리트 강도를 조기에 추정하였다. 재생골재 콘크리트의 공학적 특성등의 성능 평가방법을 확립하여 콘크리트 공사의 품질향상 및 시공관리를 효과적으로 할 수 있도록

* 정회원, 단국대학교 대학원 석사과정

** 정회원, 단국대학교 대학원 박사과정

*** 정회원, 대흥ENG 전무, 공학박사

**** 정회원, 단국대학교 건축대학 건축공학과 교수

록 함에 그 목적이 있으며 마이크로파 가열시간에 따른 강도발현 성상과 양생시간에 따른 강도발현 성상을 각 W/C별로 비교·분석하고 이것에 따른 상관성을 검토하고자 한다.

2. 실험개요

2.1 사용재료

표 1 사용재료

사용재료	관련규정	내 용
시멘트	KS L 5201	S사의 1종 포틀랜드시멘트
잔골재	KS F 2502	인천산 세척사로 최대크기를 5mm이하로 입도조정
굵은골재	KS F 2573	I사의 재생골재를 25mm이하로 입도조정
급결제	-	주성분은 Na ₂ SiO ₃ , 비중 1.40, pH 11인 국내 D사의 제품

2.2 실험계획 및 배합

표 2 콘크리트 실험의 인자 및 수준

구 분	실험 인자	수 준
물시멘트비(%)	40%, 45%, 50%	3
잔 골 재 율(%)	52%, 50%, 47%	3
슬 럼 프(cm)	18±2cm	1
급 속 경 화 제	C × 7%	1
가 열 시 간(분)	6, 9, 12	3
온수조 양생시간(분) (80℃, 50℃)	16(8, 8), 20(10, 10), 24(12, 12)	3
대기중양생시간(분)	8, 10, 12	3

표 3 배합표

W/C (%)	S/A (%)	단위중량(kg/m ³)				
		W	C	S	RG	SP
40	52	170	425	869	808	C×0.5
	50		425	835	842	
	47		425	785	892	
45	52		378	889	827	
	50		378	855	861	
	47		378	804	913	
50	52		340	905	842	
	50		340	870	877	
	47		340	818	930	

*RG: 재생골재

2.3 시험체 제작 및 양생

시험체의 재질은 마이크로파를 15분 가열하여도 변형이 생기지 않고, 또한 경제성과 조작의 용이성을 고려하여 열가소성수지인 두께 12.7mm 엔지니어링 플라스틱(폴리카보네이트)로 선정하였다. 8×8×8cm크기의 몰드를 제작하였고, 마이크로파로 축진가열시 수분증발을 최소화 하고자 측면을 구속·접착하였으며 밀판과 윗판은 요철을 만들어 밀폐성능을 향상시켰다. 시험체 양생법은 본 연구에서 개발된 몰드에 성형 후 축진양생 실시한 뒤, 온수조양생 단계에서 갑작스런 온도하강으로 열수축의 차이에서 오는 내부응력과 내·외부온도차이로 인한 강도 저감을 막기위해 시험체 내·외부 온도차를 30℃내외로 만들어 80℃, 50℃온수조에 양생시켜 실험을 실시하였다.

2.4 실험방법

2.4.1 기초실험 방법

조기강도 추정실험에서 가장 중요한 마이크로파 가열시간에 따른 강도발현 성상을 각 W/C별로 비교·분석하였으며, 마이크로파 가열 후 80℃, 50℃ 온수조 및 대기중에서 각각 8분, 10분, 12분씩, 양생 총 시간 24분, 30분, 36분에 따른 조기강도 발현 성상을 각 W/C별로 비교·분석하였다.

2.4.2 기본배합 실험 방법

기본배합과 표준시험체와의 상관관계를 분석하였다. 실험방법은 콘크리트를 비빈 후 표준양생을 위한 시험체를 제작하고, 각 재령별 압축강도를 측정하였다. 그리고 축진강도 발현실험을 위하여 일정한 양의 시료를 채취하여 시멘트량의 7%의 급결제를 첨가하여 본 연구에서 개발 제작된 몰드에 채운 후 다짐을 실시한 뒤, 마이크로파로 9분간 가열하고, 온수조 양생 후 강도를 측정하였다.

3. 실험결과 및 고찰

3.1 마이크로파 가열시간에 따른 강도발현 특성

마이크로파의 가열 시간과 물시멘트비에 따른 강도발현 성상을 살펴보면 마이크로파를 6분 가열한 모든 실험체의 축진강도 값은 수화반응 미비로 인해 낮은 강도 값을 나타내었고, 9분 가열한 실험체들이 12분 가열한 실험체보다 높은 강도값을 나타내었다. 이는 보통 포틀랜드 시멘트 실험에서와 마찬가지로 9분 이상 마이크로파를 가열하게 되면 내부 열응력으로 인하여 내부균열이 발생하여 오히려 강도가 저하하기 때문으로 사료된다.

3.2 온수조 양생시간에 따른 강도 발현특성

양생시간에 따른 강도 발현성상을 그림 1, 2, 3에 나타내었다.

양생시간이 증가할수록 축진강도 값이 높아졌으며, 이러한 경향은 마이크로파의 가열시간과 물시멘트비에 관계없이 모든 시험체에서 같은 경향을 보이는 것으로 나타났다. 양생시간 30분과 36분의 차이가 양생시간 24분과 30분과의 차이보다 미미한 것으로 나타났다.

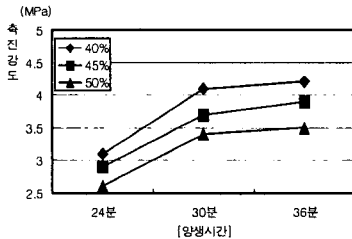


그림 1 양생시간에 따른 축진강도 (6분 가열)

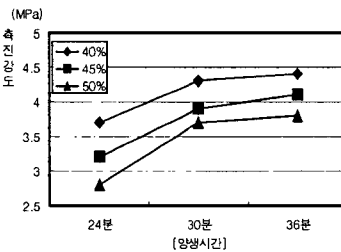


그림 2 양생시간에 따른 축진강도 (9분 가열)

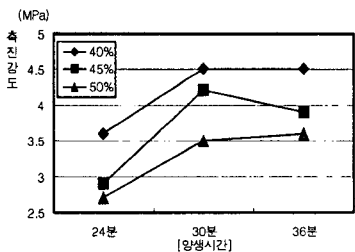


그림 3 양생시간에 따른 축진강도 (12분 가열)

3.3 축진강도와 표준시험체와의 상관성

표준양생시험체의 압축강도 발현현상을 살펴보면 물시멘트비가 낮아질수록 높은 강도를 나타냈으며, 재생골재 콘크리트는 일반 콘크리트와 비교해 볼 때 유사한 강도를 나타내었다. 이는 국내에서 최초로 생산되는 레미콘용 1종 골재를 사용하여 기존의 재생골재에서 문제시되었던 재생골재 표면의 잔여 모르타르를 모두 분리시킴으로써 흡수율을 저하시켜 양생 후 공극을 줄이고 콘크리트내부를 밀실하게 할 수 있었기 때문으로 판단된다. 3, 7, 28일 강도와 축진강도의 양생시간별 상관관계그래프를 그림 4, 5, 6에 나타냈다.

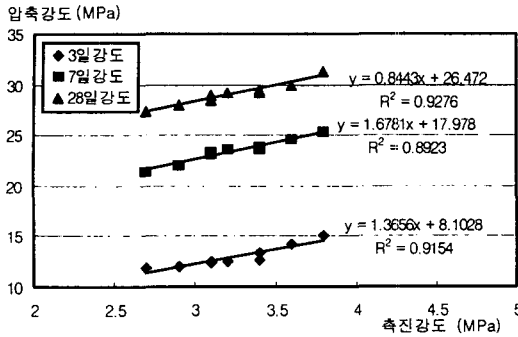


그림 4 압축강도와 축진강도와의 상관관계
-양생 24분

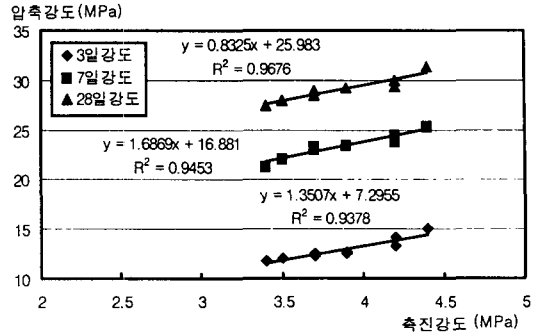


그림 5 압축강도와 축진강도와의 상관관계
-양생 30분

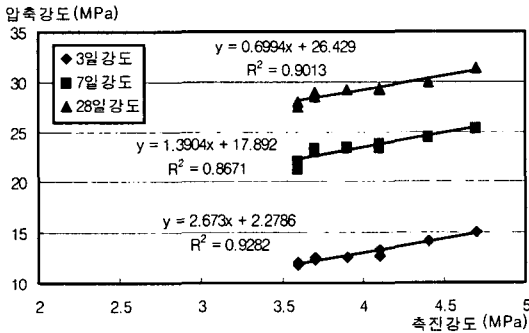


그림 6 압축강도와 축진강도와의 상관관계
-양생 36분

그래프에서 보는 것과 같이 표준공시체와의 상관성이 모든 조건에서 상관계수가 0.86이상으로 비교적 높게 나타나고 있어 재생골재를 사용한 콘크리트를 마이크로파에 의한 조기강도추정방법에 적용이 가능하다고 판단된다.

4. 결론

- (1) 물시멘트비에 따른 축진강도 발현성상은 물시멘트비가 낮을수록 높은 강도발현을 나타내었으며, 마이크로파 가열 후 양생시간에 따른 축진강도는 양생시간이 길어질수록 높은 강도를 발현하였다.
- (2) 축진강도와 표준양생시험체와의 상관관계의 경우 마이크로파 축진시간 9분, 80℃, 50℃, 대기중에서 각각 10분간 양생을 실시한 시험체에서 가장 높게 나타났다.
- (3) 28일 양생한 표준공시체와 축진강도의 상관관계는 상관계수가 각각 0.92로 매우 높게 나타났다.

이상의 실험결과로 재생골재를 사용한 콘크리트에 마이크로파를 통한 조기강도추정방법의 적용이 가능하다고 판단된다. 축진강도와 표준시험체와의 상관성이 매우 높아 재생골재 콘크리트에 마이크로파를 이용한 조기강도 추정 기법을 적용해도 아무런 문제가 없을 것으로 사료된다.

참고문헌

1. 정상진의 5명, 「콘크리트 종류에 따른 마이크로파를 이용한 조기강도 추정에 관한 연구, 2000년 추계학술 발표대회논문집」, 2000.10
2. 변근주, 오병환, 콘크리트의 조기강도추정, 한국레미콘공업협회, 1994. 12
3. ACI Committee 517 「Recommended Practice for Atmospheric Pressure Steam Curing of Concrete」 in reference 2.