

비소성시멘트를 사용한 고강도 콘크리트의 조기강도 추정 연구

A Study on Early Strength Estimation of High-strength Concrete Using Non-sintering Cement (NSC)

김 한 식^{*} 임 상 준^{*} 강 인 석^{*} 박 무 영^{**} 문 경 주^{***} 정 상 진^{****}
Kim, Han Sik Lim, Sang jun Kang, In Seuk Park, Moo Young Mun, Kyung Ju Jung, Sang Jin

ABSTRACT

The quality of the concrete compression strength can be determined after the passage of 28 days, but if any defect is found the quality of concrete after that length of time, there can be serious problems in dismantling and repair. Thus, in response to the use of concrete using non sintering cement (NSC), the present study purposed to propose a method of managing the strength of high strength concrete using NSC in comparison with high strength concrete using ordinary Portland cement (OPC) through early strength estimation using microwave, which enables the quick estimation of the strength of high strength concrete using NSC.

1. 서론

콘크리트의 압축강도 품질관정은 28일이 경과한 후에 가능하므로 이때 콘크리트의 품질불량이 발생되면 철거 및 보수등이 중대한 문제로 발생하게 된다. 따라서 향후 비소성시멘트(이하 NSC)를 사용한 콘크리트의 활용에 맞추어, NSC를 사용한 고강도 콘크리트의 강도를 신속하게 추정할 수 있는 마이크로파를 이용한 조기강도추정을 통하여 보통포틀랜드시멘트(이하 OPC)를 사용한 고강도 콘크리트와 비교하여 NSC를 사용한 고강도콘크리트의 강도관리 기법을 제시하고자 한다.

2. 사용재료

2.1 몰드

본 실험에 사용된 몰드는 플라스틱으로 두께 10mm의 판형 폴리카보네이트(Polycarbonate - PC)를 사용하여 8×8×8cm 크기의 몰드를 제작하였다.

또한, 몰드를 밀폐·구속시킬 수 있도록 볼트와 너트를 사용했으며, 콘크리트의 결합수 누수를 방지하기 위하여 고온에서도 변형이 없는 실리콘판을 사용하였다.

볼트는 Ø9mm를 사용하였으며, 콘크리트의 결합수 누수를 방지하기 위하여 가스켓을 사용하였다.

2.2 비소성 시멘트

본 실험에 사용된 비소성시멘트는 표 1에 나타난 화학 및 물리적 특성을 가진 NSC를 사용하였다.

* 정회원, 단국대학교 대학원 석사과정

** 정회원, 단국대학교 대학원 박사과정

*** 정회원, 전북대학교 대학원 공학박사

**** 정회원, 단국대학교 건축대학 건축공학과 교수

표 1 NSC의 화학적 조성 및 물리적 특성

Item Type	Oxide composition(%)											Blaine (g/cm ²)
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	Fe ₂ O ₃	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	TiO ₂	SO ₃	LOI	
GBFS	34.76	14.50	41.71	0.48	6.87	0.14	0.44	0.03	0.62	0.13	0.23	4,600
APG	1.34	0.12	40.97	0.04	-	0.06	-	0.64	0.05	54.93	0.81	4,300
DPG	1.08	0.07	32.28	0.21	0.05	-	-	0.58	0.04	43.29	22.37	4,100
WL	4.88	1.62	42.12	1.35	6.89	0.11	1.89	0.02	0.02	3.12	33.17	4,100

2.3 기타재료

본 실험에 사용된 OPC 및 혼화제에 대하여 표 2에 나타냈으며, 사용골재는 굵은 골재로는 광주산 쇄석으로 절건비중 2.65, 표건비중 2.7의 것을 사용하고, 잔골재는 인천 세척사로 절건비중 2.56, 표건비중 2.6의 것을 사용하였다.

표 2 기타재료

항목	내용	관련규정
시멘트	1종 보통포틀랜드 시멘트	KS L 5201
혼화제	폴리카본(Polycarbonate)산계	KS F 2560

3. 배합

표 3 배합

시험체명	W/C (%)	S/a (%)	단위중량 배합(kg/m ³)					
			W	C	S	G	SP(%)	AE(%)
40-OPC	35	46	160	457	801	977	1.1	0.005
40-NSC				425			0.8	0.003
60-OPC	31	41	168	542	660	986	1.5	-
60-NSC				506			1.1	1.1

*법례: 00 - 000
 └ 시멘트 종류
 └ 설계기준강도

SP: 고성능 AE감수제, AE: AE제

4. 실험방법

각 시험체별 콘크리트를 혼합한 뒤 표준수중양생용 시료 및 촉진강도용 시료를 채취하여 전자레인지에서 9분간 촉진양생을 실시하였다. 이후 80℃, 50℃온수조 및 대기중에서 각각 10분간 양생 후 촉진강도를 측정하여 표준수중양생한 시험체와 압축강도를 비교 분석한 후 상관성을 분석하였다.

5. 실험결과

5.1 촉진강도와 압축강도의 강도비

그림 1과 그림 2에 OPC 및 NSC를 사용한 고강도 콘크리트의 마이크로 촉진강도와 표준수중양생을 통한 28일 표준강도의 강도비를 나타내었다. 그림에 따르면 OPC를 사용한 설계기준강도 40MPa의 경우 촉진강도와 표준압축강도의 비가 0.159~0.171을 나타내었고, NSC의 경우 0.125~0.143의 강도비를 나타내었다. 설계기준강도 60MPa에서는 OPC의 경우 0.141~0.179의 강도비를 나타내었고, NSC는

0.117~0.131의 강도비를 나타내어, 시멘트 종류의 따른 각 설계기준강도별 마이크로파를 이용한 28일 표준수중양생을 통한 표준강도의 추정을 각각의 강도비를 통해 추정할 수 있었다.

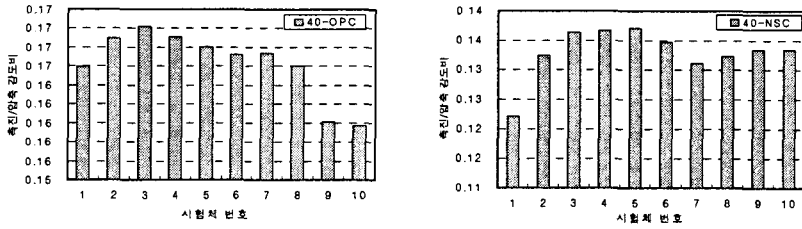


그림1 시멘트 종류별 축진/압축 강도비(40MPa)

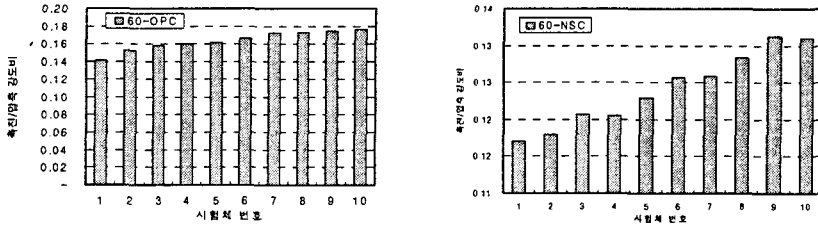


그림2 시멘트 종류별 축진/압축 강도비(60MPa)

5.2 재령별 축진강도와 압축강도와의 상관성

각 시험체별 재령에 따른 축진강도와 표준수중양생용 시험체의 압축강도 상관성을 그림 3, 그림 4, 그림 5, 그림 6과 같이 나타내었다. 그림에 따르면 OPC의 40MPa 경우 각각의 재령 1, 7, 28일에서 축진강도와 압축강도의 상관성이 0.75~0.84의 결정계수가 결정되었고, NSC의 40MPa의 경우 0.83~0.74, OPC 60MPa의 경우 0.98~0.89, NSC의 경우 0.98~0.93의 결정계수를 나타내었다.

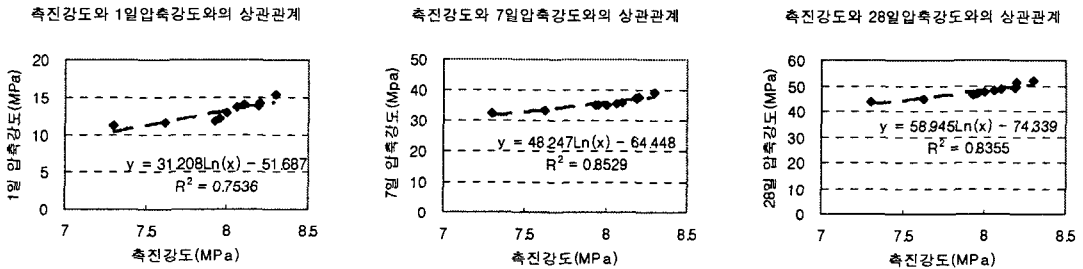


그림 3 축진강도와 재령별 압축강도의 상관성(OPC 40MPa)

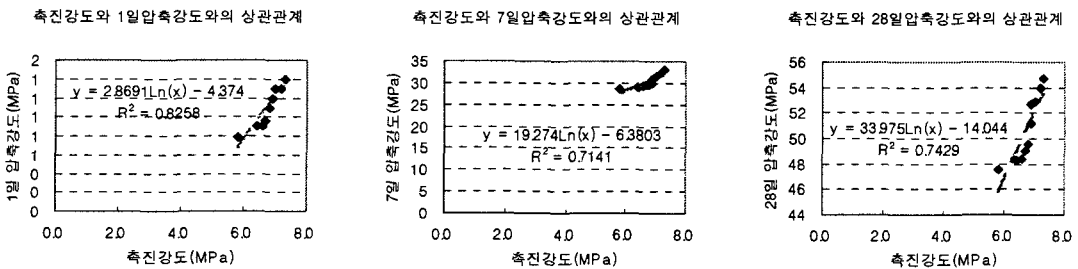
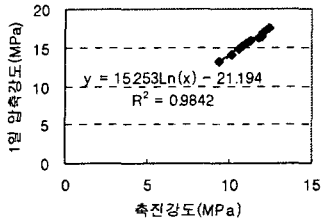
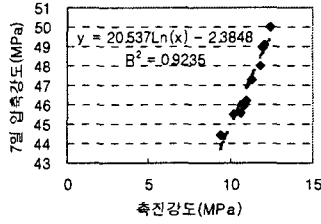


그림 4 축진강도와 재령별 압축강도의 상관성(NSC 40MPa)

축진강도와 1일압축강도와의 상관관계



축진강도와 7일압축강도와의 상관관계



축진강도와 28일압축강도와의 상관관계

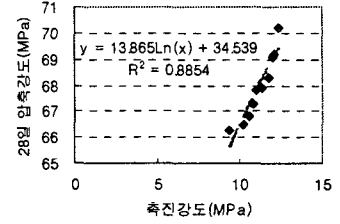
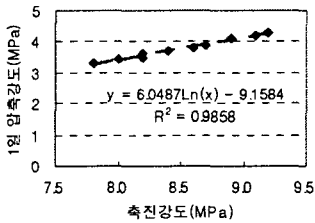
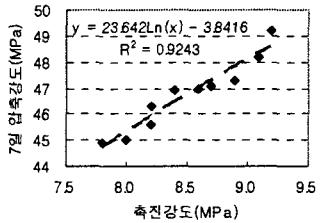


그림 5 축진강도와 재령별 압축강도의 상관성(OPC 60MPa)

축진강도와 1일압축강도와의 상관관계



축진강도와 7일압축강도와의 상관관계



축진강도와 28일압축강도와의 상관관계

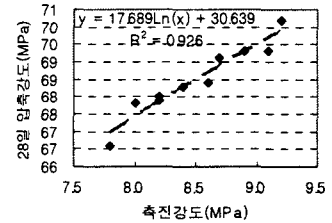


그림 6 축진강도와 재령별 압축강도의 상관성(NSC 60MPa)

6. 결론

모든 시험체에서 축진강도와 압축강도의 상관성을 확인한 결과 NSC를 사용한 콘크리트의 마이크로파를 이용한 조기강도 추정이 OPC와 비교해 신뢰성이 높은 것을 확인하였고 이상의 실험결과로 비소성시멘트를 사용한 콘크리트에 마이크로파를 통한 조기강도추정방법의 적용이 가능하다고 판단된다. 추후 더 많은 실험을 통하여 실험 오차를 줄이고 신뢰도를 더욱 높이는 실험이 이루어져야 할 것으로 사료된다.

감사의 글

본 연구는 환경부 “차세대핵심환경기술개발 사업” 연구비 지원에 의해 수행된 결과이며, 이에 감사드립니다.

참고문헌

1. 문경주, “산업폐기물을 이용한 비소성시멘트 및 콘크리트의 특성” 전북대학교 대학원 박사학위 논문, 2004
2. 박재한, “마이크로파 가열기법에 의한 저열 포틀랜드 콘크리트의 조기강도 추정에 관한 실험적 연구” 단국대학교 대학원 석사학위 논문, 2002