

W/C를 변화시킨 콘크리트의 강도에 수평연속진동이 미치는 영향

An Effects of Horizontal Continuous Vibration on the Strength of Concrete as to W/C Variation

정 병 훈* 손 영 근* 이 환 우** 김 명 식**
Jung, Byung Hoon Son, Yung Keun Lee, Hwan Woo Kim, Myung Sik

ABSTRACT

The purpose of this investigation is to establish which consequence is happen about initial curing concrete's compressive strength of 7days, 28days which changes W/C ratio by the change of vibrating speed and vibrated time.

An experimental parameter is fixed 4 degrees of W/C ratio(45%, 50%, 55%, 60%), 3 degrees of vibrated time(3hr, 6hr, 12hr) and different vibrating speed(0.25kine, 0.5kine, 1kine).

As the result , compressive strength of 7days was increased when vibrating speed and vibrated time is 1kine, 12h and also compressive strength of 28days was increased when vibrating speed and vibrated time is 0.25kine and 3hr.

1. 서 론

현재 국내 대부분의 건설현장에서 초기양생중에 있는 콘크리트는 인접한 공사현장의 파일항타, 발파, 도로확폭 공사 및 교량 확폭시 기존 교량상의 차량통행으로 인한 진동으로 인하여 콘크리트의 품질이 저하될 우려가 있다. 하지만, 콘크리트 표준시방서 및 도로교 표준시방서에 따르면 콘크리트는 양생기간 중에 예상되는 진동, 충격, 하중 등의 유해한 작용으로부터 보호되어야 한다고 규정되어 있으나 진동에 대한 기준치는 명시되어 있지 않다. 따라서, 물-시멘트비, 진동속도 및 진동가력시간 등이 초기양생중인 콘크리트에 어떠한 영향을 미치는가에 대한 검토가 필요하다.

본 연구에서의 실험변수는 물-시멘트비를 45, 50, 55, 60%의 4종류로 하고 진동속도는 0.25, 0.5, 1kine (cm/sec)의 3종류로 하며 진동가력시간은 3, 6, 12시간의 3종류로 하였다. 이러한 물-시멘트비, 진동속도 및 진동가력시간의 변화가 콘크리트의 재령 7일, 28일의 압축강도에 어떠한 영향을 미치는가에 대하여 연구하고자 한다.

* 정회원, 부경대 토목공학과, 석사과정

** 정회원, 부경대 토목공학과, 교수

2. 실험개요

2.1 사용재료

시멘트는 국내 S사에서 생산되는 비중 3.14인 보통포틀랜드시멘트를 사용하였고, 굵은골재는 최대치수 25mm, 비중 2.69, 조립율 7.06인 경남 진해 용원 석산에서 생산되는 부순자갈을 사용하였고, 잔골재는 전남 진도 앞바다에서 채취한 비중 2.58, 조립율 2.76인 바다모래를 제염하여 사용하였으며, 혼화제는 표준AE감수제를 시멘트 중량의 0.15%를 사용하였다.

2.2 배합설계

본 연구의 배합설계조건은 배합강도(f_{cr})를 240kgf/cm², 단위수량을 185kg/m³로, 슬럼프를 12cm, 공기량을 5%이하를 기준으로 하고, 잔골재율은 47.5%, 물-시멘트비(W/C)는 45, 50, 55, 60%로 변화시켜 배합계산한 결과는 표 1과 같다.

표 1 배합설계표

f_{cr} (kgf/cm ²)	Slump (cm)	Air content (%)	G_{max} (mm)	s/a (%)	W/C (%)	Unit weight (kg/m ³)				
						W	C	S	G	AE
240	12	5	25	47.4	45	185	411	775	897	616.5
					50	185	370	791	915	555
					55	185	336	805	931	504
					60	185	308	816	944	462

2.3 실험파라미터

본 연구에서는 진동을 가하지 않은 콘크리트와 물-시멘트비를 45, 50, 55, 60%로 진동속도는 0.25, 0.5, 1kine(cm/sec)로 진동가력시간을 3, 6, 12시간으로 변화시킨 콘크리트의 재령 7일과 28일의 압축강도를 비교하여 그 변화 특성을 파악하고자 하였으며 실험파라미터를 정리하면 표 2와 같다.

표 2 실험파라미터

W/C(%)	진동속도 (kine=cm/sec)	진동시간(hr)	symbol	
			진동	무진동
45(A)	0.25(I)	(3), (6), (12)	A I (3), A I (6), A I (12)	N45
	0.5(II)	(3), (6), (12)	A II (3), A II (6), A II (12)	
	1(III)	(3), (6), (12)	A III (3), A III (6), A III (12)	
50(B)	0.25(I)	(3), (6), (12)	B I (3), B I (6), B I (12)	N50
	0.5(II)	(3), (6), (12)	B II (3), B II (6), B II (12)	
	1(III)	(3), (6), (12)	B III (3), B III (6), B III (12)	
55(C)	0.25(I)	(3), (6), (12)	C I (3), C I (6), C I (12)	N55
	0.5(II)	(3), (6), (12)	C II (3), C II (6), C II (12)	
	1(III)	(3), (6), (12)	C III (3), C III (6), C III (12)	
60(D)	0.25(I)	(3), (6), (12)	D I (3), D I (6), D I (12)	N60
	0.5(II)	(3), (6), (12)	D II (3), D II (6), D II (12)	
	1(III)	(3), (6), (12)	D III (3), D III (6), D III (12)	

2.4 실험방법

재료분리를 방지하고 혼합이 잘되도록 하기 위하여 시멘트, 잔골재, 굵은골재를 믹서기에 투입하여 1차 혼합 건비빔을 30초간 실시하고, 배합수와 표준AE감수제를 투입하여 120초간 2차 혼합비빔을 실시한 후 강도측정용 공시체를 제작하였다.

진동가력장치는 MTS사의 25ton 용량의 액츄에이터를 이용하였으며 최대 5Hz 이내의 범위에서 sine 파로 가력하였다.

7일, 28일 동안 양생이 끝나면 공시체의 표면수를 제거하고 「KS F 2405 콘크리트의 압축강도 시험방법」에 준하여 압축강도를 측정하였으며 진동을 가하지 않은 콘크리트의 압축강도와 비교하였다.

3. 실험 결과 및 분석

여기서 압축강도의 증감률은 진동을 가하지 않은 공시체의 압축강도를 기준으로 하였으며 그 적용식은 다음 식과 같다.

$$\text{압축강도의 증감률(\%)} = \frac{\text{진동을 준 공시체의 압축강도}}{\text{진동을 주지 않은 공시체의 압축강도}} \times 100 - 100$$

3.1 W/C, 진동속도 및 진동가력시간에 따른 재령 7일 압축강도의 변화

그림 1, 그림 2, 그림 3, 그림 4는 W/C가 각각 45, 50, 55, 60%일 때 진동속도와 진동가력시간의 변화에 따른 재령 7일의 압축강도 증감률을 나타낸 그림으로 모든 경우에 있어서 진동을 가하지 않은 콘크리트보다 강도가 증가하는 것으로 나타났다. 이것은 진동으로 인한 콘크리트의 충전성이 향상되었기 때문인 것으로 사료된다. 그러나 본 연구에서는 일정한 경향을 파악하기는 어려웠다.

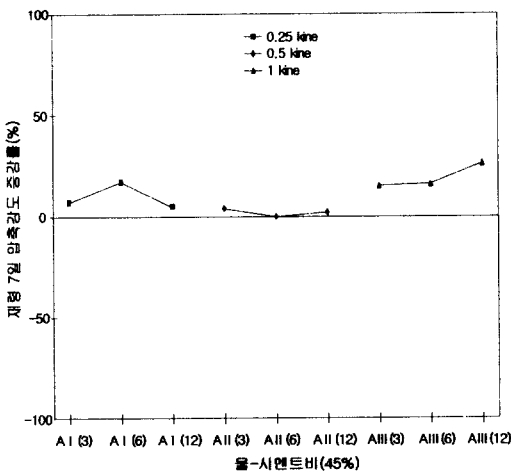


그림 1 W/C=45%일 때 재령 7일 압축강도 증감률

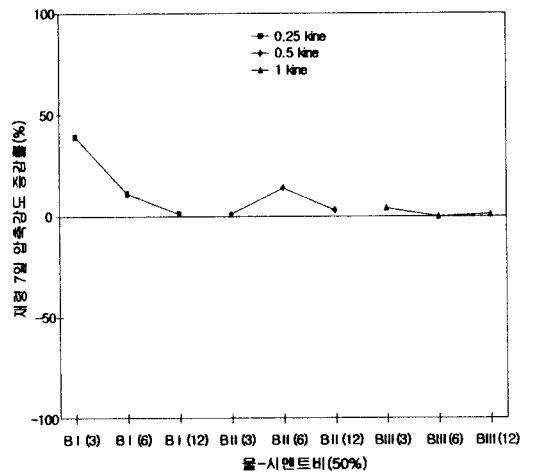


그림 2 W/C=50%일 때 재령 7일 압축강도 증감률

따라서, 재령 7일의 압축강도 증감률은 W/C, 진동속도 및 진동가력시간을 변화시킬 경우 진동을 가하

지 않은 콘크리트의 압축강도에 비하여 모두 증가하고 있는 것으로 보아 진동속도는 1kine, 진동가력시간은 12시간까지 콘크리트의 압축강도 증가에 효과가 있을 것으로 사료된다.

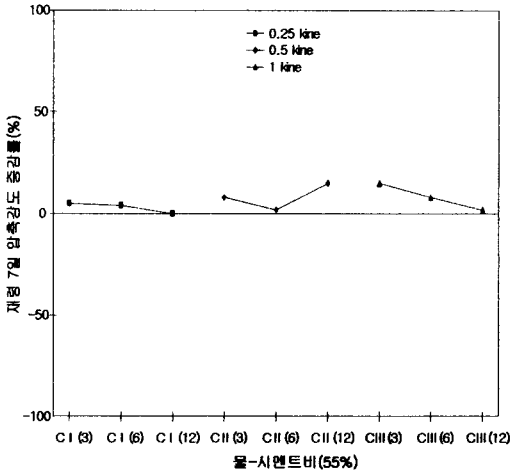


그림 3 W/C=55%일 때 재령 7일 압축강도 증감률

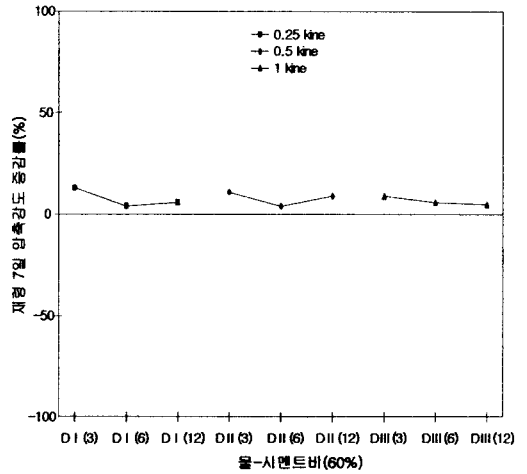


그림 4 W/C=60%일 때 재령 7일 압축강도 증감률

3.2 W/C, 진동속도 및 진동가력시간의 변화에 따른 재령 28일 압축강도의 변화

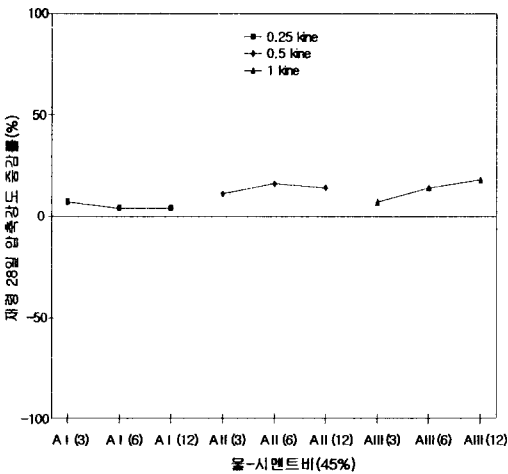


그림 5 W/C=45%일 때 재령 28일 압축강도 증감률

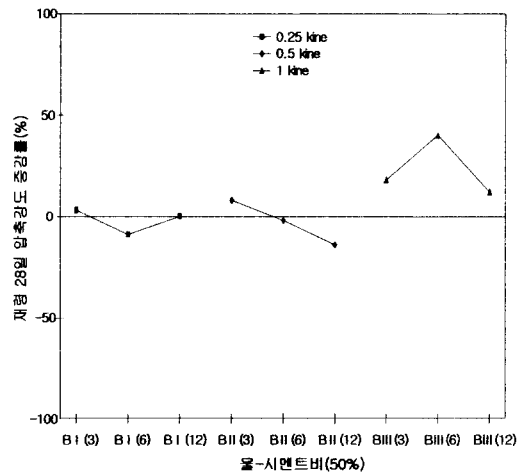


그림 6 W/C=50%일 때 재령 28일 압축강도 증감률

그림 5, 그림 6, 그림 7, 그림 8은 각각 W/C, 진동속도 및 진동가력시간의 변화에 따른 재령 28일의 압축강도 증감률을 나타낸 그림이다.

여기서 W/C가 45%일 때 재령 28일의 압축강도 증감률은 진동속도와 진동가력시간의 변화에 관계없이 진동을 가하지 않은 콘크리트의 압축강도에 비하여 증가하고 있으나, W/C가 50%일 때의 B I (6), B

II(6), BII(12), W/C가 55%일 때의 CII(12), CIII(12)에서는 오히려 압축강도가 감소하고 있고, W/C가 60%일 경우에는 DI(3), DII(3), DIII(3)에서만 압축강도가 증가하고 나머지는 모두 감소하였다.

진동속도와 진동가력시간의 변화에 따른 압축강도 증감률의 변화를 살펴보면 진동속도 0.25kine, 진동가력시간 3시간일 때에는 W/C에 관계없이 진동을 가하지 않은 콘크리트의 압축강도에 비하여 증가하고 있다. 그러나 재령 28일의 압축강도 증감률에서도 뚜렷한 경향을 찾기가 어려웠다.

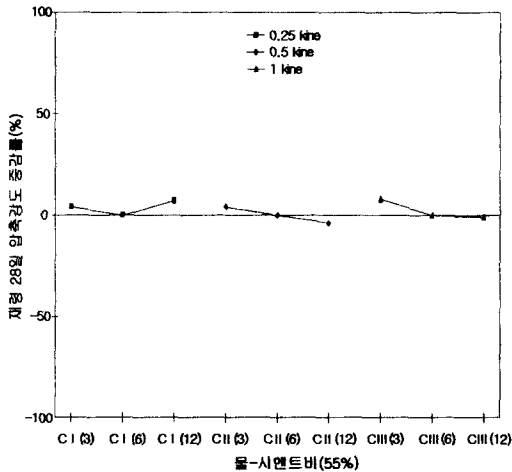


그림 7 W/C=55%일 때 재령 28일 압축강도 증감률

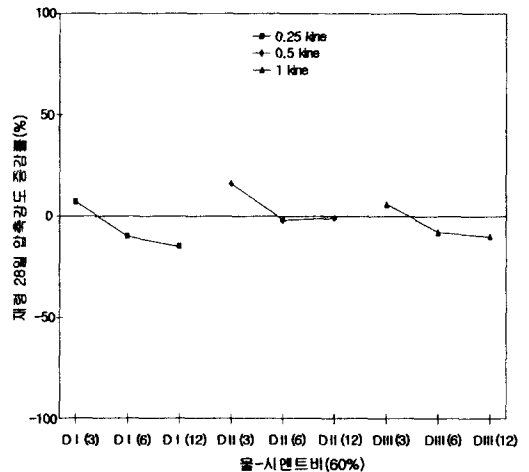


그림 8 W/C=60%일 때 재령 28일 압축강도 증감률

4. 결론

수평연속진동이 W/C, 진동속도 및 진동가력시간을 변화시킨 콘크리트의 재령 7일, 재령 28일의 압축강도에 미치는 영향에 대한 실험을 통하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

- (1) 재령 7일의 압축강도 증감률은 W/C, 진동속도 및 진동가력시간의 변화에 관계없이 진동을 가하지 않은 콘크리트의 압축강도에 비하여 증가되는 것으로 나타났으며, 진동속도는 1kine, 진동가력시간은 12시간까지 충전성이 향상되어 콘크리트 압축강도 증가에 효과를 보이고 있다.
- (2) 재령 28일의 압축강도 증감률에 있어 W/C가 45%일 때에는 전반적으로 진동을 가하지 않은 콘크리트의 압축강도에 비하여 증가되는 것으로 나타났으나, 그 이외의 경우에는 뚜렷한 경향을 찾기가 어려웠다.
- (3) 본 연구 결과 수평연속진동이 W/C, 진동속도 및 진동가력시간을 변화시킨 콘크리트의 압축강도에 미치는 영향에 대해서는 뚜렷한 경향을 찾기가 어려웠다. 따라서 앞으로 좀더 다양한 연구가 수행되어야 할 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

1. Bastian, C. E. (1970) The Effects of Vibrations on Freshly Poured Concrete, Foundation Facts, Vol. 6, No. 1, pp. 14-17.
2. Howes, E. V. (1979) Effects of Blasting Vibrations on Curing Concrete, Proceedings, 20th U.S. symposium on Rock Mechanics, Austin, Texas, pp. 455-460.
3. Akins, Kenneth P. Jr and Dixon, Donald E. (1979) Concrete Structures and Construction Vibrations, ACI SP-60, pp. 213-247.
4. Hulshizer, A. J. (1996) Acceptable Shock and Vibration Limits for Freshly Placed and Maturing Concrete, ACI Materials Journal, Vol. 93, No. 6, pp. 524-533.
5. 오병환, “진동이 양생초기 콘크리트에 미치는 영향에 관한 연구” 콘크리트학회지, 제10권, 5호, pp.81-87.
6. 대한주택공사 (1990) 진동이 주변구조물 및 콘크리트 경화에 미치는 영향.