

순환궤은골재 치환율에 따른 구조용 콘크리트 사용성에 관한 기초적 연구

Basic Study on the Serviceability of Structural Concrete according to Replacement Ratio of Recycled Aggregate

장 현 석* · 홍 성 욱** · 이 용 택*** · 조 영 상†

Jang, Hyun-Suk · Hong, Seong-Uk · Lee, Young Taeg · Cho, Young-Sang

요 약

본 논문에서는 순환골재에 대하여 구조용 적용성 검증을 목표로 하였으며, 천연골재와 순환골재 치환율에 따른 압축파괴강도와 압축강도증가에 따른 파속도의 상관관계를 비교·분석하였다. 설계기준강도 21, 27, 35MPa에 순환궤은골재 치환율 0, 30, 50, 100%를 적용하여 설계기준강도에 따른 순환궤은골재 치환율의 배합을 총 12가지로 설정하였다. 재령160일까지의 압축파괴강도의 변화를 대기양생 공시체, 수중 양생공시체 그리고 코어공시체를 이용하여 비교하였고, 모의부재(800×800×200mm)를 통하여 재령160일까지의 초음파속도를 측정하였다. 압축파괴실험을 통하여 취득한 데이터를 비교해 본 결과 순환궤은골재 치환율에 따른 강도저하현상은 나타나지 않았다. 또한, 재령일에 따른 강도 증가와 함께 파속도도 같이 증가함을 알 수 있었다.

keywords : 순환궤은골재, 치환율, 콘크리트, 압축강도, 초음파속도

1. 서 론

순환궤을를 구조용 콘크리트 구조물에 적용하는 것을 초점으로 한다. 순환궤을의 치환율에 따른 순환궤을 콘크리트의 사용 가능성 여부를 몰드를 이용하여 제작한 공시체와 모의부재를 통하여 채취한 코어 공시체를 통하여 압축파괴실험을 실시하고, 비파괴 검사법 중 하나인 초음파속도법에서 직접법을 이용하여 압축강도에 따른 파속도의 변화를 비교하였다. 천연궤을콘크리트와 치환율에 따른 순환궤을콘크리트의 압축강도를 비교하고 동일 조건에서의 파속도에 대한 상관관계를 비교·분석함으로써 구조용 콘크리트 구조물에 순환궤을골재 적용을 위한 데이터를 제공하고 활용성을 높이는데 그 목적이 있다.

2. 실험방법

콘크리트 재생궤을(KS F 2573) 에서 규정하고 있는 순환궤을를 사용하였으며, 구조용으로의 적용성 검증을 목표로 하였으므로 순환궤을은 혼입 하지 않았다. 모의부재(800×800×200mm)와 압축강도실험용 공시체

* 정회원 · 한양대학교 일반대학원 건축환경공학과 석사과정 psoul@nate.com

** 정회원 · 한양대학교 일반대학원 건축환경공학과 박사수료 suhong@hanyang.ac.kr

*** 정회원 · 한밭대학교 건축공학과 부교수 ytleee@hanbat.ac.kr

† 정회원 · 한양대학교 건축학부 교수 ycho@hanyang.ac.kr (교신저자)

(Ø100×200mm)를 위한 콘크리트 배합표와 실험요인은 표 1과 같다. 『설계기준강도-순환굵은골재 치환율』에 따른 배합의 경우는 총 12가지이며, 압축과피실험은 공시체별로 『설계기준강도-순환굵은골재 치환율-양생법』에 따라 각각 5개씩 실험하였다.

표 1 배합표 및 실험요인

배합강도 [MPa]	치환율 (%)		단위재료량 [kg/m ³]						
	천연	순환	W	C	FA	S	G	RG	AE
21	100	0	171	292	32	822	949	0	2.27
	70	30	171	292	32	822	665	284	2.27
	50	50	171	292	32	822	475	474	2.27
	0	100	171	292	32	822	0	949	2.27
27	100	0	174	335	37	767	955	0	2.60
	70	30	174	335	37	767	669	268	2.60
	50	50	174	335	37	767	478	477	2.60
	0	100	174	335	37	767	0	955	2.60
35	100	0	177	403	45	655	994	0	3.14
	70	30	177	403	45	655	696	298	3.14
	50	50	177	403	45	655	497	497	3.14
	0	100	177	403	45	655	0	994	3.14

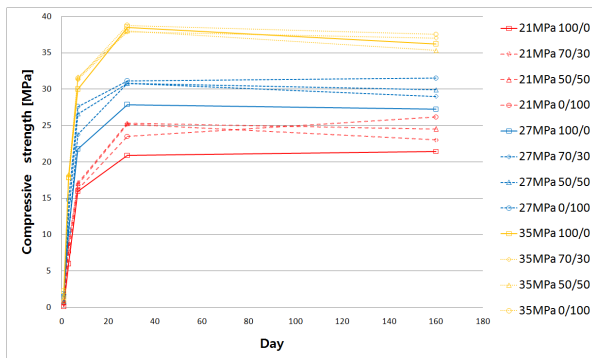
표 사용재료	종 류	비중
시멘트	보통 포틀랜드 시멘트	3.15
혼화제	플라이애시	2.28
잔골재	세척사	2.62
굵은골재	부순자갈	2.64
혼화제	AE 감수제	1.20±0.2

구분	흡수율	절대건조밀도 [g/cm ³]	마모감량 [%]	실적률 [%]
순환골재	1.67	2.57	22.18	60

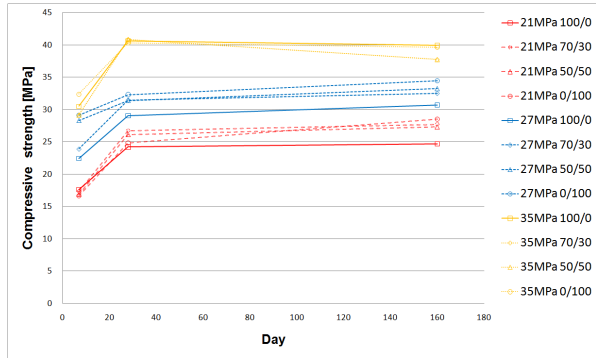
3. 실험결과의 분석

3.1. 재령일에 따른 압축파괴강도 변화

순환굵은골재 치환율에 따른 양생법과 재령별 압축파괴강도변화는 그림 1과 같다. 그림 1을 살펴보면 각각의 배합별로 세그룹으로 나뉘어져 있으며 각 그룹의 실선은 순환굵은골재 치환율 100/0%(=천연골재콘크리트)를 나타낸다. 그림 1의 (a)의 대기양생-재령일과 (b)수중양생-재령일의 그래프를 살펴보면 재령일에 따른 압축파괴강도가 유사하게 나타났으며 재령일에 따라 일부 실험체에서는 선행된 재령 28일 압축파괴강도보다 감소하는 경향도 있었지만 21, 27, 35MPa 모두 순환골재혼입율에 따른 설계기준강도 이하로의 강도 저하현상은 발견할 수 없었다.



(a) 대기양생-재령일



(b) 수중양생-재령일

그림 1 순환굵은골재치환율-양생법-재령일에 따른 압축파괴강도 변화

3.2. 재령일에 따른 초음파속도 변화

순환굵은골재 치환율에 따른 압축강도와 초음파속도의 상관관계는 그림 2와 같다. 재령초기에는 파속도의 범위가 약 2100~3500m/sec에 걸쳐서 광범위하게 나타나지만, 재령 28일부터는 파속도 범위가 약 4100~4400m/sec에 걸쳐서 밀집적으로 나타난다. 이는, 고체 물질 내부를 전파하는 초음파가 그 물체의 밀도와 탄성 성질 등에 따라 달라지게 되는데, 이러한 재령에 따른 초음파속도의 범위 차이는, 초음파속도에 영향을 미치는 요인 중에서 콘크리트내부의 함수량이라고 판단된다. 순환굵은골재 치환율과 초음파속도와의 상관관계는 매우 낮지만 콘크리트 경화가 어느 정도 이루어진 시점부터는 콘크리트 강도별 초음파속도의 상하점의 차이가 점차 좁아지면서 재령 28일에는 상하점의 차이가 약 400m/sec로, 재령 160일에는 상하점 차이가 50m/sec로 나타났다. 강도별로 초음파속도의 평균을 구하여 비교해보면 재령일에 따른 강도 증가와 함께 파속도도 같이 증가함을 알 수 있었다.

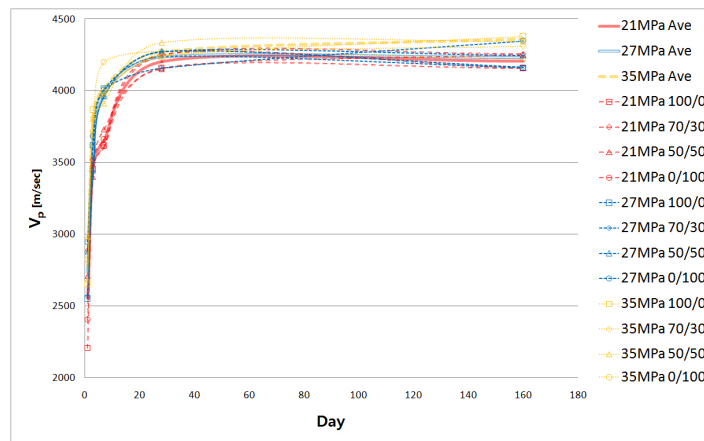


그림 2 순환골재치환율-재령일에 따른 초음파속도 변화

3.2. 재령160일기준 실험부재별 압축강도 비교

21, 27, 35MPa에서 순환굵은골재 치환율에 따라 제작된 총 12배합의 실험체를 재령 160일 기준으로 압축 파괴강도를 비교한 결과는 그림 3과 같다. 코어 공시체는 모의부재 (800×800 ×200mm)에서 채취 하였다.

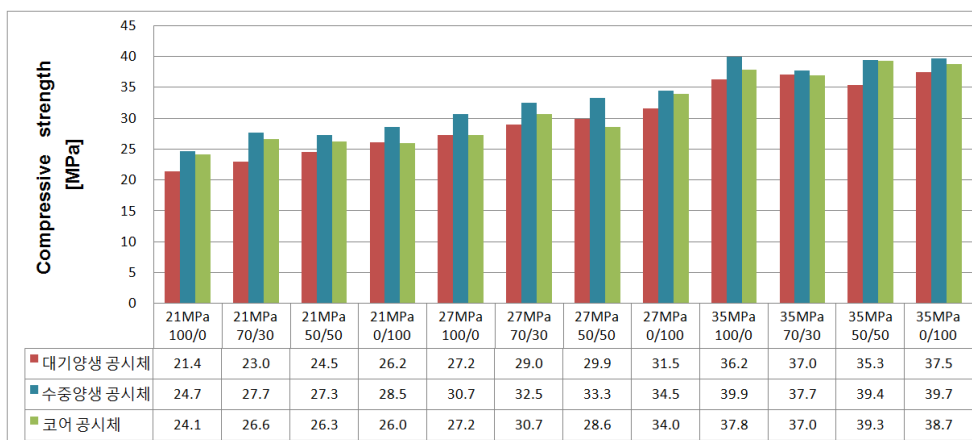


그림 3 재령 160일 기준 압축강도 비교

그림 3을 통하여 각각의 강도별로 살펴보면 설계기준강도 21, 27, 35MPa의 순환골재치환율에 따른 실험체 모두 설계기준강도 이상의 압축파괴강도 나타내고 있다. 치환율에 따른 각각의 강도의 변화를 전체적으로 살펴보면 순환골재의 치환율이 높을수록 압축파괴강도가 높아지는 성향을 알 수 있다. 양생법에 따라 비교해보면 수중양생 공시체가 가장 높은 수치를 나타내고 있으며 다음으로 코어 공시체 그리고 대기양생 공시체 순으로 나타났다.

5. 결론

- (1) 순환골재 치환율에 따른 콘크리트 강도 저하 현상은 확인 할 수 없었으며, 설계기준강도에 따라 순환골재의 치환율이 높아질수록 압축파괴강도가 높아지는 성향을 알 수 있었다. 현재 천연콘크리트에 대한 순환골재의 치환율의 제한을 높일 필요가 있다고 판단된다.
- (2) 순환골재 치환율에 따른 초음파속도변화의 상관성은 매우 낮지만, 재령일이 증가함에 따라 초음파속도변의 상하점의 차이가 점점 좁아져 재령 160일에는 상하점의 차이가 50m/sec로 나타났으며, 강도별로 초음파속도의 평균을 비교해보면 재령일에 따른 강도 증가와 함께 파속도도 같이 증가함을 알 수 있었다.
- (3) 정책적으로 순환골재에 대한 품질 기준이 강화되고 점차 순환골재를 고부가가치용 구조재로 사용하려는 노력이 추진되고 있는 시점에서, 순환골재 콘크리트를 구조용 콘크리트 구조물에 적용하기 위해서는 구조부재의 구조실험과 장기강도저하현상의 확인과 관련된 연구가 추가적으로 이루어져야 한다고 판단된다.

감사의 글

이 논문은 2010년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임.
(No. KRF-2010-0025651).

참고문헌

- 홍성욱, 조영상 (2011) 초음파 속도법 및 반발경도법을 이용한 콘크리트 모의부재 압축강도 추정에 관한 연구, **대한건축학회 구조계**, 27(1), pp.19~26
- 최기선 외 (2010) 순환골재 콘크리트의 탄성계수에 관한 실험 연구, **대한건축학회 학술발표대회 논문집 구조계**, 30(1), pp.191~192.
- 이용구, 이수철, 박철우, 고성곤, 박종건, (2010) 최신콘크리트공학, **구미서관**
- 한국건설자원협회 (2010) 순환골재·재생아스콘 우수활용 사례집
- 건설교통부 (2005) 순환골재 품질기준
- 한국표준협회 (2006) KS F 2573 레디믹스트 콘크리트
- 한국표준협회 (2006) KS F 4009, 레디믹스트 콘크리트
- 한국콘크리트학회 (2007) 콘크리트구조설계기준