

고강도콘크리트 벽체부재에 접합분리 시험체를 활용한 강도관리에 관한 연구

Compressive Strength Control of High Strength Concrete Structure Using Samples with Isolated Junction Test

기 전 도* 김 학 영** 김 광 기*** 백 민 수**** 임 남 기***** 정 상 진*****
Ki, Jun-Do Kim, Hak-Young Kim, Kwang-Ki Paik, Min Su Lim, Nam Gi Jung, Sang Jin

Abstract

The existing techniques used to estimate and manage the compressive strength of concrete do not include the environmental factors that influence the development of compressive strength and the compressive strength itself. Thus, it is necessary to develop a reasonable yet simple way to measure the compressive strength of concrete structures at construction sites by considering concrete's mechanical properties and curing environment. This study was conducted to propose an acrylic form and a junction isolation mold with crack-inducing boards that uses non-destructive methods to create and collect concrete test samples that are cured in the same condition as the actual concrete structures. Junction isolation molds were used in high-strength and super high-strength concrete to evaluate the reliability of compressive strength evaluation on the test sample. The following were the findings of this study:

키 워 드 : 접합분리시험체, 고강도 콘크리트, 압축강도

Keywords : Junction Isolation Test Sample, High Strength Concrete, Compressive Strength

1. 서 론

건설구조물에서 콘크리트는 반영구적인 사용연한과 경제성 및 시공성의 장점으로 널리 사용되고 있으나 최근에는 재료적, 환경적 요인으로 품질이 저하된 콘크리트가 반입, 시공되는 경우가 증가하여 콘크리트구조물의 안정성 확보와 유지관리에 대한 중요성이 높아지고 있다. 이러한 측면에서 콘크리트의 압축강도는 구조내력의 안전성을 판단할 수 있는 근거자료로 활용할 수 있기에 품질을 보증할 수 있는 압축강도 평가기법이 요구되고 있다.

콘크리트의 압축강도를 측정하는 방법으로는 구조체의 콘크리트를 코어 채취하거나 관리용 시험체의 강도를 측정하는 파괴시험과 관입시험과 인발시험, 그리고 반발경도에 의한 슈미트 해머를 사용한 방법, 초음파를 사용한 비파괴시험으로 구분된다. 그러나 코어 채취는 단면손실과 내부철근이 손상, 시험체 채취후의 보수 등에 관한 문제점이 지적되고 관리용 시험체는 구조체와 상이한 조건으

로 양생되어 오차범위가 존재하게 된다. 또한, 비파괴시험은 측정 데이터의 오차범위가 불투명하여 압축강도 측정의 신뢰성이 낮은 단점이 있다. 이와같이 콘크리트의 압축강도를 추정·관리하는 기존의 관리기법들은 압축강도의 발현상상, 그리고 압축강도에 영향을 미치는 환경적 요인들을 포함하지 못하여 콘크리트의 역학적 특성과 양생환경을 고려한 합리적이며 단순한 방법으로 현장실무에서 압축강도를 측정할 수 있는 평가기법의 제시가 필요하다.

이에, 본 연구는 비파괴적인 방법으로 구조체와 동일한 양생환경을 갖는 콘크리트 시험체를 구성, 채취할 수 있는 아크릴 소재의 거푸집과 균열유도판을 포함한 접합분리 몰드를 제안하여 고강도와 초고강도 콘크리트에 접합분리 몰드를 활용하여 채취된 시험체의 압축강도 평가의 실효성을 검증하였다.

2. 실험계획

2.1 실험개요

고강도 콘크리트의 수요가 증가하고 있는 실정에서 품질확보를 위한 연구는 미비한 실정이다. 이에, 고강도콘크리트를 사용한 콘크리트구조물을 대상으로 본 연구에서 제안하고 있는 접합

* 단국대학교 건축공학과 석사과정, 정회원
** 단국대학교 건축공학과 박사과정, 정회원
*** 롯데건설(주) 기술연구원 선임연구원, 공학박사
**** 단국대학교 건축공학과 겸임교수, 공학박사
***** 동명대학교 건축공학과 부교수, 공학박사
***** 단국대학교 건축공학과 교수, 공학박사

분리 시험체의 적정성을 평가하고 코어강도를 비교·분석하여 설계기준강도에 따른 고강도콘크리트 구조체의 압축강도 평가기법에 대한 적정성을 확인하였다. 표 1.에서는 실험인자 및 검사항목을 나타내었다.

표 1. 실험인자 및 검사항목

부재종류	설계기준강도	제작시료	측정재령
벽체부재 (200*1200 *1500)	50MPa	코어 공시체 관리용공시체 접합분리 시험체	3일 7일 28일
	60MPa		
	80MPa		
	120MPa		

2.2 배합계획

목표 슬럼프 플로우가 650 ± 100 mm 로 설정된 설계기준강도는 50MPa, 60MPa, 80MPa, 120MPa를 만족하는 콘크리트를 대상으로 배합계획을 설정하였다. 표 2에 콘크리트 배합계획을 나타내었고, 물-결합재비는 각각 50MPa는 32%, 60MPa는 27.5%, 80MPa는 22.5%, 120MPa는 17%로 선정하고 단위수량은 각각 160kg/m^3 , 160kg/m^3 , 155kg/m^3 , 152kg/m^3 , 잔골재율은 45%, 45%, 43%, 35%로 설정하였다.

표 2. 콘크리트 배합계획

설계 기준 강도	W/B (%)	S/a (%)	단위중량 (kg/m^3)							SP제 (C×%)	AE제 (C×%)
			결합재					S	G		
			W	C	F/A	BS	SF				
50	32.0	45	160	425	75	-	-	756	928	0.85	0.007
60	27.5	45	160	437	116	-	29	712	877	1.10	0.007
80	22.5	43	155	507	135	-	34	653	872	1.60	0.007
120	17	35	152	574	-	274	64	470	879	1.70	0.005

※ F/A:플라이 애쉬 BS:고로슬래그 SF:실리카 흙

2.3 부재의 제작

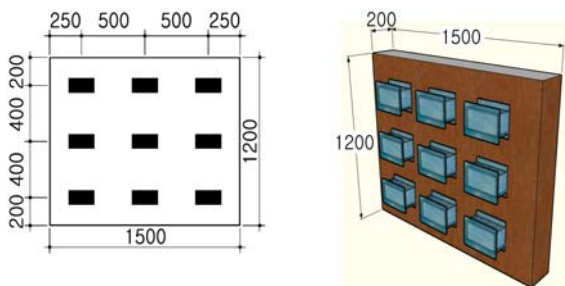


그림 1. 접합분리 시험체 부착

그림 1과 같이 벽체부재를 제작하고 접합분리 몰드는 부재에서 높이를 기준으로 상·중·하 각각 3개씩 구분하여 설치하였다.

2.4 실험방법

1) 굳지 않은 콘크리트의 특성

콘크리트의 품질을 평가하기 위하여 공기량 시험은 KS F 2421(압력법에 의한 굳지 않은 콘크리트 공기량 시험방법)과 슬럼프시험은 KS F 2402(콘크리트의 슬럼프 시험방법)에 준하여 평가하였다.

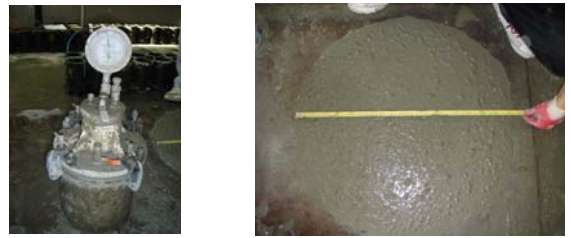


사진 1. 공기량 측정 및 슬럼프플로우 측정

2) 경화 콘크리트 특성

관리용 시험체의 압축강도는 콘크리트의 압축강도 시험방법과 같이 KS F 2405에 준하여 평가하였으며 압축강도용 코어 시험체는 KS F 2422에 준하여 그림 2와 같은 위치에서 코어 채취하였다. 그리고 채취된 시험체를 절단하고 KS F 2435에 의하여 길이 보정을 실시하여 압축강도를 평가하였다.

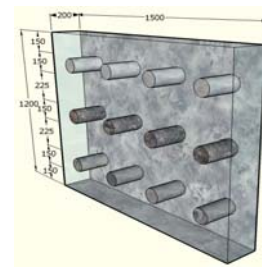


그림 2. 부재 코어 채취 위치

3. 실험 결과

3.1 굳지 않은 콘크리트의 특성

고성능감수제의 사용량에 따라 굳지 않은 콘크리트의 물리적 성질의 변화를 확인하고 단위수량과 혼화제의 조정, 그리고 혼합시간의 조정과 최적의 배합설계를 실시하여 목표 슬럼프 플로우를 만족하는 콘크리트를 제조하였다. 고강도콘크리트의 슬럼프 플로우는 그림 3과 같이 설계기준강도 50MPa, 60MPa, 80MPa, 120MPa의 콘크리트는 각각 약 650mm, 680mm,

750mm, 740mm로 나타났으며 슬럼프 플로우와 공기량 모두 목표치에 만족하였다.

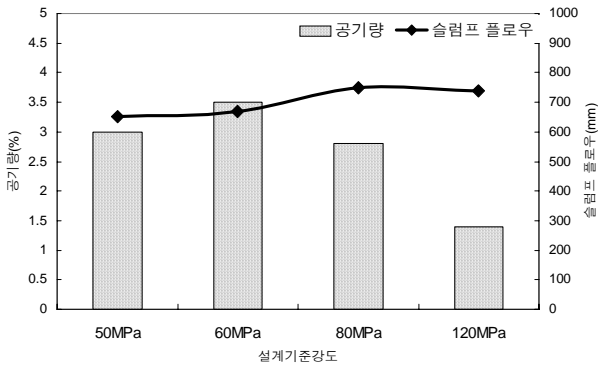


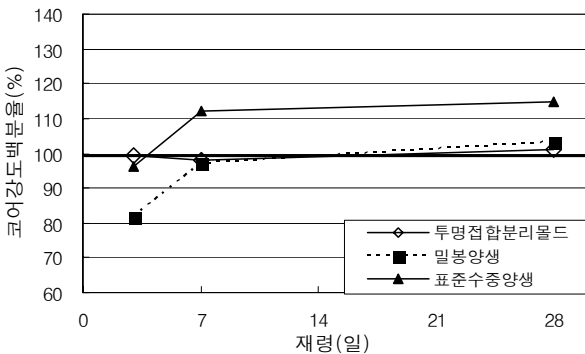
그림 3. 공기량 및 슬럼프플로우

3.2 설계기준강도에 따른 접합분리 시험체의 적합성

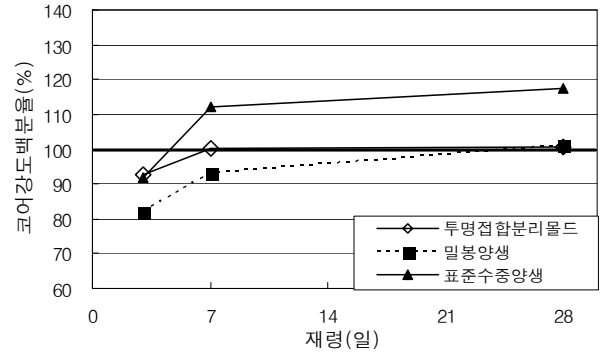
1) 재령에 따른 압축강도 특성

압축강도 평가기법에 대한 접합분리 시험 방식이 고강도 영역에서의 적용 가능성을 평가하기 위해 설계기준강도를 50MPa, 60MPa, 80MPa, 120MPa로 구분하여 접합분리 시험체의 압축강도 특성을 그림 4와 같이 확인하였다.

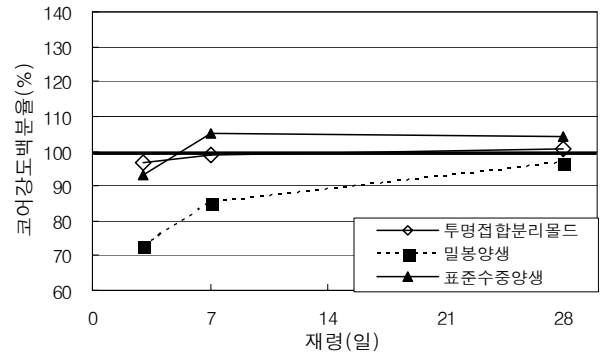
접합분리 시험체는 초기재령 및 설계기준 재령에서 구조체의 코어강도와 유사하거나 다소 높은 압축강도를 나타냈으며 기타의 관리용 시험체보다 높은 경향으로 나타났다. 또한 재령의 증가에 따라 표준수증양생 한 시험체보다는 낮은 압축강도 증진율을 나타내나 구조체 콘크리트와 유사한 압축강도 증진을 나타냄으로써 접합분리 시험체가 설계기준강도 100MPa이상의 초고강도 영역에서도 적용이 가능함을 확인하였다. 초기재령에서 접합분리 시험체는 코어강도와 유사한 강도를 나타내어 타설 후 초기에 접합분리 시험체를 활용 구조체 콘크리트강도를 평가할 수 있을 것으로 사료된다.



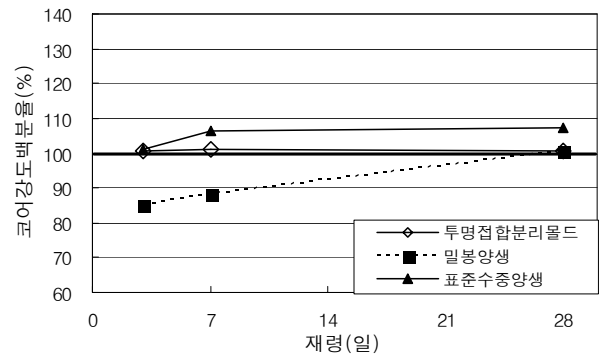
(a)50MPa



(b)60MPa



(c)80MPa



(d)120MPa

그림 4. 코어강도에 대한 각종 강도추정법의 재령별 강도비

2) 접합분리 시험체 설치위치별 압축강도

구조체 콘크리트에서 채취한 코어강도와 비교한 접합분리 시험체의 설치 위치별 강도를 그림 5와 같이 확인할 수 있었으며 콘크리트 타설에 따른 부재 제작 시 하부로 연계되는 압밀현상의 영향을 받아 상부에서 하부로 내려갈수록 압축강도가 미묘하게 커지는 것을 알수 있었으며, 이는 구조체가 갖는 콘크리트의 성상과 유사한 경향으로 나타났다.

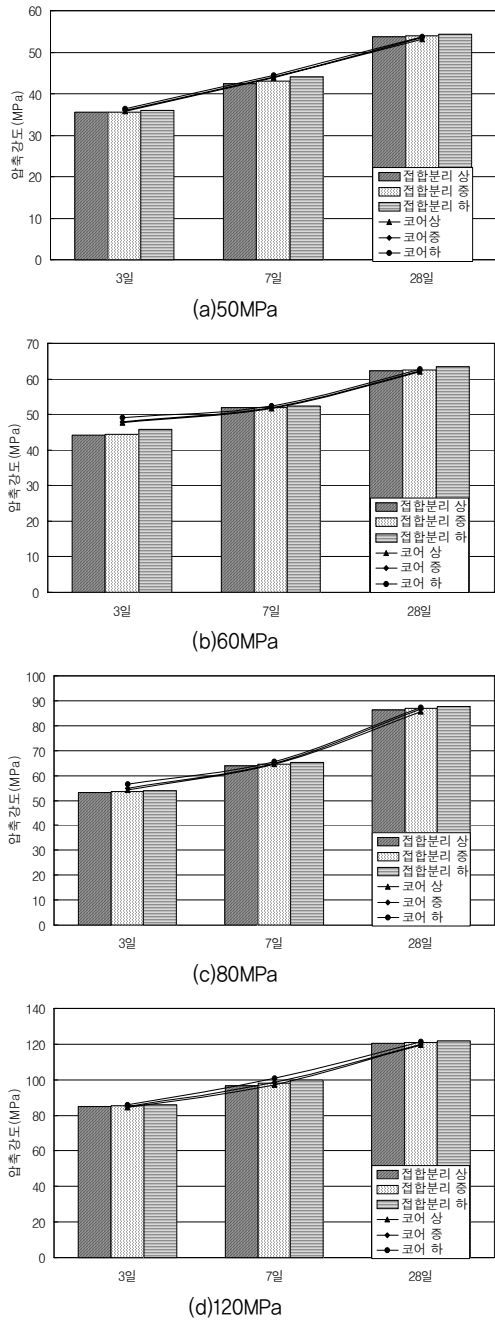


그림 5. 접합분리 시험체의 설치 위치별 압축강도

4. 결론

본 연구는 구조체 콘크리트의 강도를 평가하기 위한 방법으로서 구조물에 유해하지 않은 조건에서 비파괴적인 방법으로 동일한 양생환경을 갖는 시험체를 채취할 수 있는 기법을 개발하였다. 이에, 고강도와 초고강도 콘크리트에서 접합분리 몰드를 활용하여 채취된 시험체의 압축강도 평가의 실효성을 검증하였으며 본 연구의 결과는 다음과 같다.

- 1) 초기재령에서 접합분리 시험체는 코어강도와 유사한 강도를 나타내어 타설 후 접합분리 시험체를 활용해 구조체 콘크리트강도를 평가할 수 있을 것으로 사료된다. 이는 초기 거푸집 탈형의 예측 및 상위공정으로 연결되는 cycle을 줄이는데 큰 영향이 될 것으로 보여진다.
- 2) 콘크리트 부재와 일체화 되어있는 접합분리 시험체는 부재의 환경과 비슷한 조건에서 양생되고, 부재가 받는 압밀현상 및 수화 온도, 길이변화, 응력 등이 접합분리 시험체에도 영향을 미쳐 구조체의 코어강도와 강도발현이 유사한 것으로 나타나는 것으로 판단된다.

감사의 글

이 연구에 참여한 연구자(의 일부)는 『BK21 사업』의 지원비를 받았음.

참 고 문 헌

1. 금호기술연구소, 철근콘크리트 구조물의 강도평가기법에 관한 연구, 1997
2. 김성덕 외 4인, 「투명 접합분리 몰드를 사용한 구조체 콘크리트의 타설 및 양생온도에 따른 강도평가에 관한 연구」, 대한건축학회 논문집, 제25권, 제1호, 2009.
3. 송성진 외 1인, 코어 공시체의 압축강도 추정에 미치는 영향요인 분석, 대한건축학회 논문집, 제19권 제4호, 2003, 4.
4. 최세진, 강속표, 김재환, 장종호, 고강도콘크리트의 압축강도 추정을 위한 비파괴시험식에 관한 연구, 한구조물진단학회발표논문집, 제6권 제1호, 2002, 5
5. 한국콘크리트학회, 최신콘크리트공학, 기문당
6. Pigeon, M, Pleau, R, Durability of Concrete in Cold Climates, E & FN SPON, 1995
7. 若林信太郎, 谷川恭雄, 中込 昭, 在原晴也, 寺田謙一, 「小徑コアによるコンクリート強度の推定法 仁關する研究」, 日本建築學會構造系論文集, 第565号, 2002, 5