

콘크리트 코어의 재령에 따른 강도 발현 성향에 관한 연구

A Study on the Strength Development Tendencies of Concrete Cores due to the Effect of Age

권 영 웅 [*]	유 재 은 ^{**}	신 정 식 ^{***}
Kwon, Young Wung	Yoo, Jae Eun	Shin, Jung Sik
이 성 용 ^{****}	김 민 수 ^{*****}	박 송 철 ^{*****}
Lee, Seong Young	Kim, Min Su	Park, Song Chul

ABSTRACT

This Paper concerns the compressive strength development tendencies of concrete according to their Ages and curing conditions. The test results are on follows:

- (1) The compressive strength development of concrete appears larger according to the curing conditions under water curing, condition structural curing and field curing conditions.
- (2) The compressive strength development rate of concrete after 28 days' curing becomes smaller, but the case of lower strength of concrete not.

1. 서론

콘크리트 구조체를 구조적으로 상태평가(structural condition assessment)하기 위해서는 일반적으로 외관조사, 구조재료의 성능평가, 구조검토 및 재하시험 등의 방법이 사용되고 있다. 특히 구조체의 콘크리트 강도는 이들을 평가하기 이전의 선형지표로서 매우 중요한 의의를 갖는다.

본 연구에서는 동일한 배치의 실제 구조체의 콘크리트 강도가 수중양생과 현장양생에 따라, 또 그 재령(양생일)에 따라 발현되는 콘크리트 강도성향을 상호비교하여 알아보고자 하였다.

-
- * 정회원, 인천대학교 건축공학과 교수, 공학박사
 - ** 정회원, 인천대학교 교육대학원, 석사과정
 - *** 정회원, 인천대학교 대학원, 석사과정
 - **** 정회원, 인천대학교 산업대학원, 석사과정
 - ***** 정회원, 인천대학교 대학원, 박사과정

2. 실험계획

2.1 실험요인 및 수준

본 연구를 위한 실험요인은 양생조건과 콘크리트의 재령 및 모 콘크리트의 강도이다. 이때 양생환경은 표준양생 공시체와 현장양생 공시체 및 현장타설 콘크리트구조체로 하였으며, 그 재령은 3, 7, 14, 28, 90, 180일, 모 콘크리트의 강도는 보통 콘크리트와 고강도 콘크리트로서 각각 202, 252, 650kgf/cm²로 하였다.

2.2 사용재료

본 실험에서 사용된 콘크리트는 인천에 소재한 S사의 레미콘으로서 그 재료적 특성은 다음과 같다.

표 1 시멘트의 물리적 특성

비 중	분말도 (cm ² /g)	안정도 (%)	응결시간(분)		압축강도(kgf/cm ²)		
			초결	종결	3일	7일	28일
3.15	3350	0.03	250	360	210	280	360

표 2 골재의 물리적 특성

구분	비중	조립률	흡수율(%)	단위용적중량 (kgf/m ³)	0.08mm체 통과율(%)	비고
잔골재	2.62	2.82	0.8	1600	0.3	
굵은골재	2.62	5.75	0.5	1560	0.3	

표 3 혼화재의 물리적 특성

콘크리트 강도 (kgf/cm ²)	종 류	주 성 분	형 태	색 상	비중(20℃)
202	AE감수제	유기산계	액상	무색	1.04
252	고성능 AE복합감수제	라푸탈린계	액상	암갈색	1.15
650	폴리카본산염	폴리카본산계	액상	살색	1.2

2.3 콘크리트의 배합

본 실험에서 사용된 콘크리트는 그 표준강도를 각각 202, 252, 650kgf/cm²로 하였다. 이때 강도에 따른 단위시멘트량은 219, 326, 506kgf/cm², 단위수량 142, 148, 134kgf/cm², 세골재율 51, 46, 37%, 물/시멘트비(W/CM)는 72, 45, 25%, 단위수량 142, 148, 134kgf/cm²로 각각 하였으며, 최대골재치수, 슬럼프, 공기량 등은 각각 25mm, 120mm, 4.5%로 하였다. 또한 플라이애쉬와 혼화제도 사용하였으며, 이들을 종합하면 표4와 같다.

표 4 사용콘크리트의 배합내용

콘크리트 강도 (kgf/cm ²)	W/CM (%)	S/A (%)	중량배합 (kgf/m ³)							굵은골재 최대치수	슬럼프 (mm)	공기량 (%)
			W	C	S	G	Fly Ash	AD				
202	72	51	142	219	970	883	33	2.02	25mm	120	4.5	
252	45	46	148	326	818	927	58	1.92	25mm	120	4.5	
650	25	37	134	506	597	904	127	14.56	25mm	120	4.5	

2.4 공시체의 제작 및 양생

본 실험에 사용된 코어 채취용 시편 구조체의 크기는 가로×세로×두께를 2m×1.2m×0.2m로 하였으며, 콘크리트 강도 202, 252, 650kgf/cm²에 따라 만능시험체 3개를 현장에서 제작, 대기 상태에서 양생하였다.

특히 우기시에는 비닐을 씌워 비에 젖지 않게 하였으며, 이때 코어 공시체의 채취는 벽체로부터 시험 재령일 3, 7, 14, 28, 90, 180일에 상·중·하에서 절취하였다.

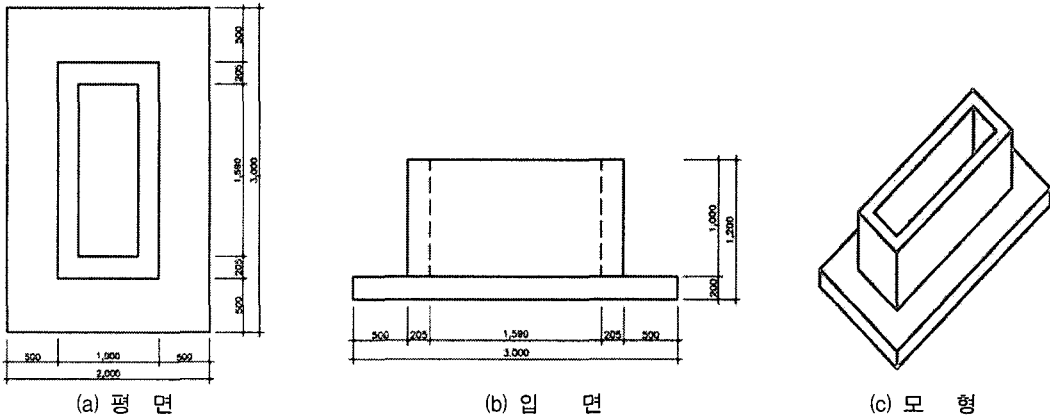


그림 1 콘크리트 코어 채취용 구조 시험체

3. 실험

3.1 재하방법

실험에서 사용된 실험기기는 미국 M사의 100t 유압압축시험기로서, 급격한 하중과 편심압축 방지를 위해 내압판 사이에 구면좌-실린더- load cell 및 특수 saddle을 사용하였다. 이때 하중 변화의 계측 장치로는 Kyowa산 만능측정기 UCAM-70A로서 load cell에 연결하여 하중을 측정하였다. 또한 재하 속도는 약 3kgf/cm²/sec 이었다.

3.2 실험결과

일련의 콘크리트 공시체와 코어의 압축강도 시험결과는 표5와 같은 결과치를 얻었다.

표 5 콘크리트 압축강도 시험표

콘크리트 강도 (kgf/cm ²)	양생조건	3일	7일	14일	28일	90일	180일
202	수중양생	101	127	144	202	223	244
	구조체	99	114	141	194	217	231
	현장양생	89	99	128	160	176	221
252	수중양생	150	156	191	252	252	264
	구조체	142	155	170	235	247	256
	현장양생	140	152	164	201	243	250
650	수중양생	363	397	492	650	664	677
	구조체	349	389	440	632	640	646
	현장양생	344	389	426	565	604	617

4. 실험 분석 및 고찰

4.1 콘크리트 강도의 정규화

콘크리트의 강도발현성향을 실험요인과 수준에 따라 분석하기 위하여 일련의 압축강도들을 28일 표준공시체 강도를 중심으로 정규화(normalization)하면 표6과 같다.

표 6(a) 콘크리트의 강도발현 ($f_{ck}=202 \text{ kgf/cm}^2$)

양생조건	3일	7일	14일	28일	90일	180일
수중양생	0.50	0.63	0.71	1.00	1.10	1.21
구조체 코어	0.49	0.56	0.70	0.96	1.08	1.15
현장양생	0.44	0.49	0.63	0.79	0.87	1.10

표 6(b) 콘크리트의 강도발현 ($f_{ck}=252 \text{ kgf/cm}^2$)

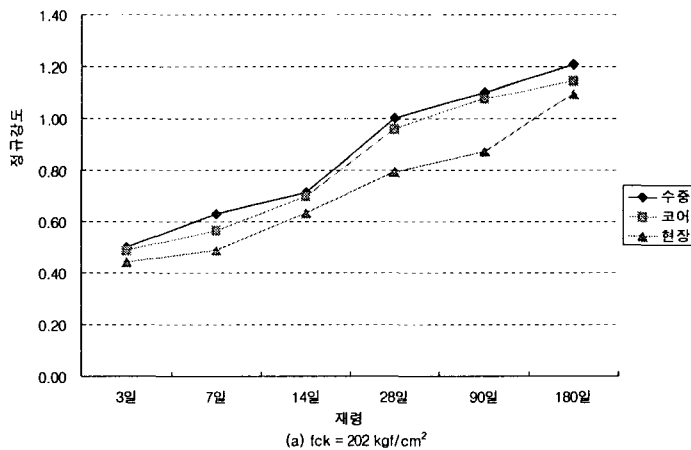
양생조건	3일	7일	14일	28일	90일	180일
수중양생	0.60	0.62	0.76	1.00	1.00	1.05
구조체 코어	0.56	0.62	0.67	0.93	0.98	1.02
현장양생	0.56	0.60	0.65	0.80	0.97	0.99

표 6(c) 콘크리트의 강도발현 ($f_{ck}=650 \text{ kgf/cm}^2$)

양생조건	3일	7일	14일	28일	90일	180일
수중양생	0.56	0.61	0.76	1.00	1.02	1.04
구조체 코어	0.54	0.60	0.68	0.97	0.98	0.99
현장양생	0.53	0.60	0.66	0.87	0.93	0.95

4.2 콘크리트 강도 분석

압축강도 시험결과, 목표강도별 재령 및 양생조건에 따른 강도변화는 그림2, 그림3과 같다.



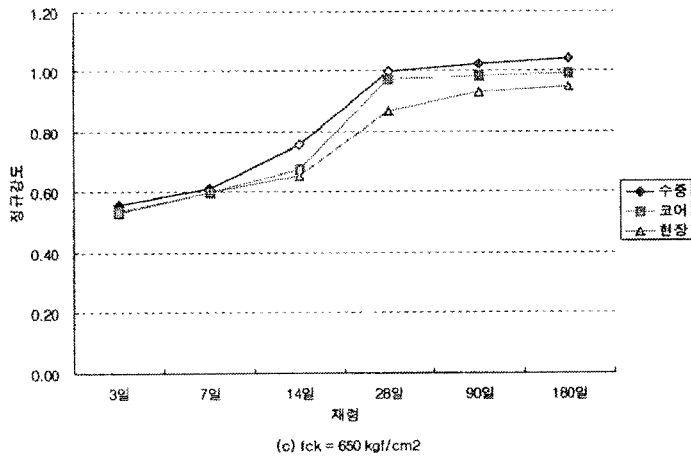
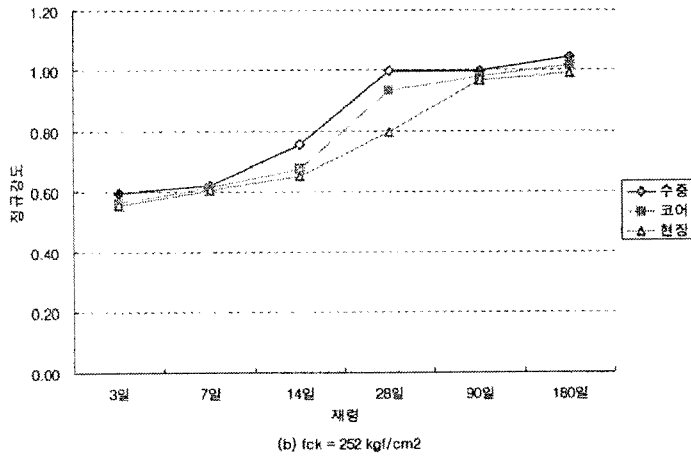


그림 2 목표강도에 따른 재령별 강도발현성향

그림2에서 알 수 있듯이,

콘크리트의 양생조건에 따른 강도발현정도는 콘크리트의 강도에 관계없이 수중양생 공시체, 구조체 (코어), 현장양생 공시체의 크기순으로 나타나며, 특히 28일 재령이후의 강도발현은 매우 더디어지고, 강도 콘크리트는 28일 이후에도 강도가 계속 크게 발현되는 것으로 나타난다.

5. 결론

양생조건과 재령에 따른 콘크리트 압축강도의 발현성향에 대한 실험을 통해 다음과 같은 결과를 얻을 수 있었다.

- 1) 콘크리트 강도발현은 수중양생공시체, 구조체, 현장양생 공시체의 순으로 나타난다.
- 2) 콘크리트 강도는 재령 28일 이후부터 양생조건에 관계없이 완만하게 나타난다. 그러나, 저강도 콘크리트의 경우에는 그러하지 아니한다.

감사의 글

본 연구는 (주)합 건설방재기술단과 인천대학교가 지원한 연구비에 의해 수행되었으며, 두 기관에 깊은 감사를 드립니다.

참고문헌

1. 권영웅, 콘크리트 구조물의 안전진단, 건설기술교육원, 1992.
2. 권영웅외, “콘크리트 코어의 강도특성에 관한 연구,” 한국콘크리트학회 가을 학술발표회 논문집, 2002.12.
3. 권영웅외, “콘크리트 코어의 강도특성에 관한 연구”, 한국콘크리트학회, 2002 가을학술발표대회.
4. 권영웅외, “관입시험에 의한 콘크리트 압축강도 추정식의 제안에 관한 연구”, 한국콘크리트학회, 2002 가을학술발표대회.
5. 권영웅외, “슈미트햄머 시험법에 의한 실존 콘크리트 구조체의 압축강도 추정식에 관한 연구”, 한국 구조물진단학회, 2002 가을학술발표대회.
6. Sidney Mindess, J. Francis Young, Concrete, PRENTICE-HALL, INC.
7. ASTM C 42-77, Standard Method of obtaining and testing drilled cores and sawed beams of concrete.