

# 실존 콘크리트 구조체의 코어 강도에 관한 연구

## A Study on the Strength of Concrete Core in Existing Structures

배영미\* 김민수\*\* 권영웅\*\*\*

Bae, Young Mi Kim, Min Su Kwon, Young Wung

### ABSTRACT

This study concerns the strength of concrete cores drilled from existing structures.

The test factors are core size, drilled position of core, concrete age and concrete strength.

The test results are as follows ;

- (1) Under the filled condition of curing, concrete strength for three years are larger than that of 28 days by 15~20%
- (2) According to the core size effect from diameter of 75mm to 150mm , the variation of core strength are by 8~18%
- (3) According to the wall height of 1m, the strength of lower point of wall is than larger that of the upper point by 5~20%.
- (4) In Accessing the core strength of concrete as a basis, the effect of core size and drilling position should be considered.

### 1. 서론

콘크리트 구조체의 재료적 강도는 신뢰성을 고려하여 코어강도를 기저(basis)로 하고 있다. 그러나 코어강도는 코어의 크기나 채취위치, 채취방향, 채취부재의 종류, 채취 개수, 코어의 재령 및 모 콘크리트 강도 등에 따라서 큰 변동성이 나타난다.

따라서 본 연구에서는 현장타설하여 대기양생시킨 벽식 만능시험체로 부터 콘크리트 강도에 따른 코어의 크기와 채취위치에 따라 나타나는 실존콘크리트 벽체의 코어강도의 성질을 비교분석하여 그 정도를 알아보고자 한다.

### 2. 실험계획

#### 2.1 실험요인 및 수준

본 연구에서 채택한 실험요인(factor)은 모 콘크리트의 강도, 콘크리트 재령, 코어의 치수, 코어의 벽체높이로 하였다. 이 콘크리트 벽체는 대기양생하고 재령은 7~1095일, 콘크리트 28일 모강도를 20.2, 25.2, 65.0MPa로 하였으며, 코어의 치수는 직경  $\phi$ 75,  $\phi$ 100,  $\phi$ 125,  $\phi$ 150으로 하였다. 또한 벽체높이는 1m높이를 상·중·하로 하여 각각 천공하였다.

#### 2.2 사용재료

표 1. 시멘트의 물리적 특성

비중	분말도 (cm <sup>2</sup> /g)	안정도 (%)	응결시간(분)		압축강도(MPa)		
			초결	종결	3일	7일	28일
3.15	3,350	0.03	250	360	21.0	28.0	36.0

표 2. 골재의 물리적 특성

구분	비중	조립률	흡수율 (%)	단위용적중량 (kN/m <sup>3</sup> )	0.08mm체 통과율(%)
Fine	2.62	2.82	0.8	16.0	0.3
Coarse	2.62	57.5	0.5	15.6	0.3

\* 인천대학교 건축공학과 교육대학원, 교육학석사과정

\*\* (주)함 건설방재기술단, 공학박사

\*\*\* 인천대학교 건축공학과 교수, 공학박사

표 3. 혼화재의 물리적 특성

콘크리트강도(MPa)	종류	주성분	형태	색상	비중(20℃)
20.2	AE감수제	유기산계	액상	무색	1.04
25.2	고성능 AE감수제	라푸탈린계	액상	암갈색	1.15
65.0	폴리카본산염	폴리카본산계	액상	살색	1.2

2.3 콘크리트의 배합

표 4. 사용 콘크리트의 배합 내용

콘크리트강도 (MPa)	W/CM (%)	S/A (%)	증량배합 (MPa)						굵은골재 최대치수	슬럼프 (mm)	공기량 (%)
			W	C	S	G	F	A			
20.2	72	51	14.2	21.9	97.0	88.3	33.0	0.2	25mm	120	4.5
25.2	45	46	14.8	32.6	81.8	92.7	58.0	0.2	25mm	120	4.5
65.0	25	37	13.4	50.6	59.7	90.4	12.7	1.5	25mm	120	4.5

W: 물, C: 시멘트, S: 모래, G: 자갈, F: 플라이애쉬, A: 혼화제

2.4 공시체의 제작, 깎핑 및 양생

본 실험에 사용된 코어채취용 벽체의 크기는 가로×세로×높이×두께를 2,000×1,000×1,000×205mm로 하였으며 모 콘크리트 강도는 20.2, 25.2, 65.0MPa로 하여 1095일 동안 야외에서 제작, 대기양생하였다. 특히 시험전 일주일 동안은 비투수 비닐을 씌워 비에 젖지 않게 하였으며, 이 때 코어공시체의 채취는 3, 7, 14, 28, 90, 180, 365, 730, 1095일에 하였으며, 특히 1095일 재령의 코어는 코어의 첫수를  $\phi 75 \sim \phi 150$ 으로 달리하고 코어의 채취위치도 상·중·하로 나누어 천공하였다.

한편, 코어의 양면은 Grinder로 깎핑하고, 기건상태에서 1주일 양생시킨 후 실험에 대비하였다.

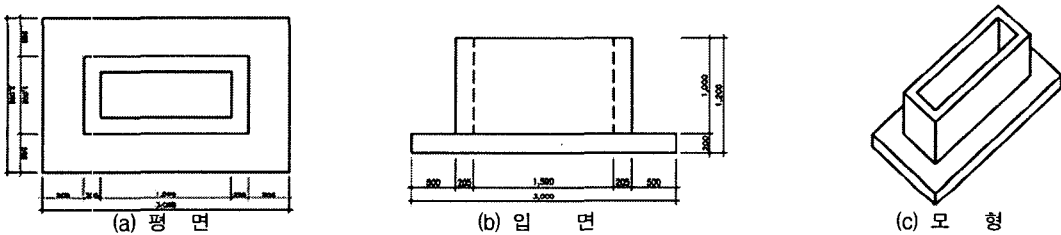


그림 1. 콘크리트 코어 채취용 구조시험체

3. 실험

3.1 재하시험

실험에서 사용된 실험기기는 미국 M사의 100t 유압압축시험기로서, 급격한 하중과 편심압축 방지를 위해 내압판 사이에 구면좌-실린더-load cell 및 특수 saddle을 사용하였다. 이때 하중변화와 계측장치로는 Kyowa산 만능측정기 UCAM-70A로서 load cell에 연결하여 하중을 측정하였다. 또한 재하속도는 약 0.3MPa/sec속도로 하였다.

3.2 실험결과

일련의 코어강도실험에서 얻은 시험결과는 표5와 같다.

표 5. 콘크리트 재령과 코어강도 ( $\phi 100 \times 200$ )

재령(일)	fck= 20.2MPa	fck= 25.2MPa	fck= 65.0MPa
3	9.90	14.75	34.93
7	11.40	16.43	41.86
14	14.10	16.96	44.00
28	19.40	25.50	63.23
90	21.90	24.33	64.00
180	22.35	26.33	64.56
365	24.40	26.36	65.36
730	24.05	27.53	68.90
1095	27.10	29.96	72.84

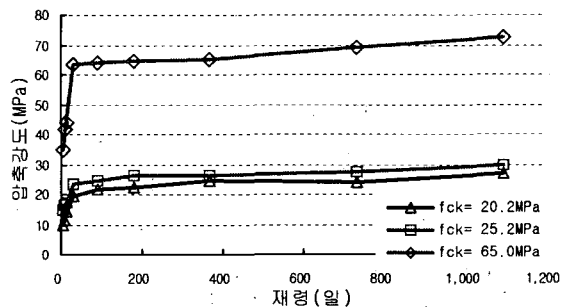


그림 2. 콘크리트 재령과 코어강도 발현성향

표 6. 코어의 직경과 강도 (재령 1095일)

직경 (mm)	fck= 20.2MPa	fck= 25.2MPa	fck= 65.0MPa
ø75	27.34	31.54	74.52
ø100	27.10	29.96	72.84
ø125	26.89	29.54	(65.71)
ø150	25.30	27.05	60.90

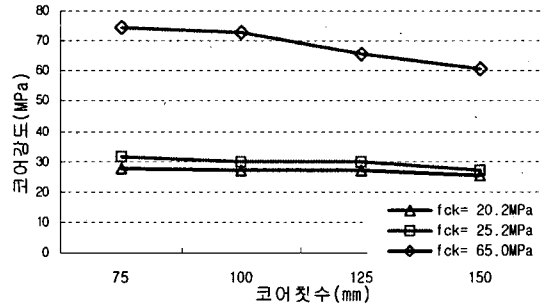
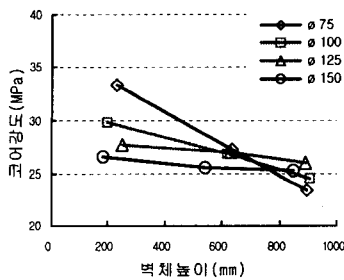


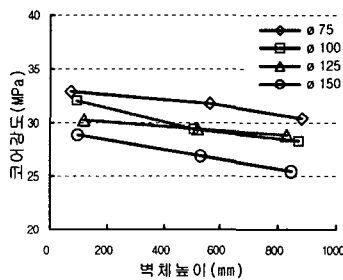
그림 3. 코어의 직수와 강도

표 7. 벽체의 높이와 코어강도 (재령 1095일)

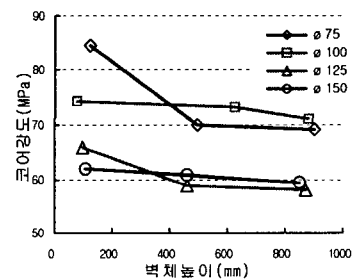
직경	fck=20.2MPa		fck=25.2MPa		fck=65.0MPa	
	벽체높이(mm)	코어강도(MPa)	벽체높이(mm)	코어강도(MPa)	벽체높이(mm)	코어강도(MPa)
ø75	898	23.4	880	30.4	904	69.0
	636	27.2	562	31.7	497	69.9
	228	33.4	70	32.8	123	84.5
ø100	905	24.5	872	28.3	880	71.1
	621	26.8	504	29.4	624	73.1
	198	29.8	91	32.0	77	74.3
ø125	893	26.0	832	28.8	872	(57.9)
	630	26.9	523	29.4	460	(58.8)
	249	27.6	121	30.2	98	65.7
ø150	851	25.2	846	25.4	849	59.3
	540	25.5	529	26.9	460	60.8
	182	26.5	97	28.8	109	61.9



(a) fck=20.2MPa



(b) fck=25.2MPa



(c) fck=65.0MPa

그림 4. 벽체의 높이와 코어강도

#### 4. 고찰

##### 4.1 콘크리트재령과 코어강도

일련의 실험결과로부터 콘크리트강도와 콘크리트재령에 따른 코어강도의 발현정도를 28일강도를 기준으로 하여 정규화하면 표8과 같다. 모 콘크리트 강도가 낮을수록 재령에 따라 강도 발현 정도가 커지고 있음을 알 수 있다.

##### 4.2 코어의 직수와 강도(재령 1095일)

실린더 공시체의 크기에 따른 코어강도의 강도변화를 ø100을 기준으로 정규화하여 나타내면 표9와 같다. 코어의 직수가 클수록 강도는 떨어지고 있으며, 고강도화 할수록 그 정도는 더 크게 나타나고 있다.

표 8. 정규화된 재령과 코어강도

재령(일)	fck=20.2MPa	fck=25.2MPa	fck=65.0MPa
3	0.47	0.58	0.55
7	0.69	0.64	0.66
14	0.74	0.67	0.70
28	1.00	1.00	1.00
90	1.00	0.95	1.01
180	1.07	1.03	1.02
365	1.09	1.03	1.03
730	1.11	1.08	1.09
1095	1.25	1.17	1.15

표 9. 코어의 치수와 강도 (재령 1095일)

치수 (mm)	fck=20.2MPa	fck=25.2MPa	fck=65.0MPa
75	1.01	1.05	1.02
100	1.00	1.00	1.00
125	0.97	0.99	0.90
150	0.93	0.90	0.84

4.3 벽체높이와 코어강도(재령 1095일)

일련의 실험결과로부터 벽체높이에 따른 코어강도의 강도변화를 중앙부값을 기준으로 정규화하면 표 10과 같다.

실험결과(표7, 그림4)로부터 벽체 높이 1m이내에서의 강도 변동 정도는 상당히 크게 나타나고 있다.

5. 결론

일련의 실험을 통하여 콘크리트의 재령과 강도, 코어의 치수 및 벽체의 높이에 따른 대기 상태에서 양생한 콘크리트 코어강도에 대해서 다음과 같은 결론을 얻었다.

(1) 대기상태에서 약 3년동안 양생된 실존콘크리트 구조체의 강도는 28일 모 강도 20.0~65.0MPa의 경우 15~25%의 강도 증진을 가져왔다.

(2) 콘크리트 코어의 강도는 ø75~ø150일 경우 재령 약 3년에서 8~18%의 강도 차이를 나타내며, 코어의 치수가 작을수록 강도는 크게 나타난다.

(3) 벽체높이에 따른 콘크리트 구조체의 강도(재령 1095일)는 28일 모 강도 20.0~65.0MPa의 경우 높이 1m이내에서 5~20%의 강도 차이를 나타내며, 특히 벽체 하부로 갈수록, 저강도 콘크리트일수록 그 정도가 크게 나타난다.

(4) 콘크리트 코어를 기저로 할 경우에는 코어의 치수(직경)와 채취위치를 반드시 고려해야 함을 알 수 있다.

표 10. 벽체 높이와 코어강도의 변화 (재령 1095일)

직경	위치	fck=20.2MPa	fck=25.2MPa	fck=65.0MPa
ø75	상	0.86	0.96	0.99
	중	1.00	1.00	1.00
	하	1.23	1.03	1.21
ø100	상	0.91	0.96	0.97
	중	1.00	1.00	1.00
	하	1.11	1.09	1.02
ø125	상	0.97	0.98	0.98
	중	1.00	1.00	1.00
	하	1.03	1.03	1.12
ø150	상	0.99	0.94	0.98
	중	1.00	1.00	1.00
	하	1.04	1.07	1.02

감사의 글

본 연구는 (주)합 건설방재기술단과 인천대학교가 지원한 연구비에 의해 수행되었으며, 이에 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, "관입시험에 의한 콘크리트 압축강도 추정식의 제안에 관한 연구", 한국콘크리트학회, 2002 가을학술발표대회
4. 권영웅외, "슈미트햄머 시험법에 의한 실존 콘크리트 구조체의 압축강도 추정식에 관한 연구", 한국 구조물진단학회, 2002 가을학술발표대회
5. 권영웅외, "콘크리트 코어의 재령에 따른 강도발현성향에 관한 연구", 2003 한국콘크리트학회 봄학술발표회 논문집, pp751~756, 2003.
6. Sidney Mindess, J. Francis Young, Concrete, PRENTICE-HALL, INC.