

# 콘크리트 압축강도의 캐핑 특성에 관한 실험적 연구

## Experimental Study on the Capping Properties of Concrete Compressive Strength

정 원 섭\*      권 기 주\*\*      노 재 명\*\*\*      최 의 용\*\*\*\*  
Joung, Won Seoup      Kwon, Ki Joo      Noh, Jea Myoung      Choi, Eui Yong

### ABSTRACT

The purpose is to prove the newly established "UNBONDED CAPPING" method for Concrete Strength Tests. Day by day, concrete buildings and structure became high-rising and magnificently vast scheduled, as contributed from the development of improved equipments that suitable to specific construction works and high qualityied Admixture, the qualities of the concrete was highly improved.

It is very important that the concrete strength tests and evaluation should be carried out in the manner that as soon as the concrete is placed so that dismantling form works can be done in time and that may enabling reducing construction period directly related with the costs of the project. However, the conventional capping method of concrete specimen requires more manpower and consuming times, As for the Sulfur capping, there may be incurred accidental fire and generation of Gas, what is more there stands limitation in precise evaluation of strength test results because of variation in capping method results may vary in concrete strength test results. Not necessarily emphasize, the compression strength of the concrete is the most valuable basic data essential to control the qualities of the concrete and that should be carried out accurately. in this study evaluation of the compressive strength test results comparing stabilized concrete capping method for Cement Paste capping, Sulfur-paste capping, High Gypsum capping and recently flowing the Grinding with the UNBONDED CAPPING" method to provide reliable and economical concrete strength testing.

### 1. 서 론

최근 들어 콘크리트 구조물의 고층화, 장대화 등으로 구조 및 시공 특성에 맞는 장비의 개발과 고성능 혼화재료의 개발 등으로 인해 콘크리트의 품질이 크게 향상되었다. 콘크리트는 타설 후 신속 정확하게 콘크리트 압축강도를 확인하여 적기에 거푸집을 해체하는 것이 공사기간 단축은 물론 공사비 절감과 직결되는 사항이므로 매우 중요하다. 그러나 기존의 콘크리트 공시체의 캐핑 방법은 시간과 인력이 많이 소요되고 유황 캐핑의 경우 유독성 가스 발생과 화재발생의 위험이 있으며, 캐핑 방법에 따라 콘크리트 압축강도의 편차가 크므로 정확한 결과값을 측정하는 데 한계가 있었다. 콘크리트의 압축강도는 품질관리에 가장 기본이 되는 자료로서 정확하게 측정되어야 하며, 본 논문에서는 기존의 대표적인 콘크리트 공시체 캐핑 방법인 시멘트 페이스트, 유황 페이스트(Sulfur Paste), 고강도 석고(High Strength Gypsum Paste)에 의한 캐핑 방법, 최근 많이 사용되고 있는 연마(Grinding)에 의한 방법과 새로운 방법인 비 부착식 방법인 언 본드 캐핑을 한 공시체의 압축강도를 비교·평가함으로써 신뢰도와 경제성이 있는 캐핑 방법을 도출하고자 하였다.

\* 정회원, 한국전력공사 전력연구원 선임보 연구원  
\*\* 정회원, 한국전력공사 전력연구원 책임연구원  
\*\*\* 정회원, 한국전력공사 전력연구원 일반연구원  
\*\*\*\* 정회원, (주)세일상사 대표

## 2. 실험개요

### 2.1 시험 계획

시험에 사용된 콘크리트의 강도는 보통 콘크리트의 강도를 기준하였으며, 일반적으로 많이 적용하고 있는 재령 28일 240kg/cm<sup>2</sup> 와 400kg/cm<sup>2</sup> 의 2종류를 목표강도로 하여 콘크리트 공시체를 제작하였다. 그리고 강도시험은 각 캐핑 방법에 따라 재령 7일, 28일, 91일에 실시하였다. 캐핑 종류 및 설계 강도에 따른 공시체 제작 수량은 표 1과 같으며, 관련 기자재, 습윤 양생실 및 패드는 사진 1, 2, 3과 같다.

표 1 캐핑 종류별 공시체 제작 수량

구 분	Unbond Capping				Cement Paste		Sulfur Paste		Surface Grinding		Gypsum Paste		계
	두께 : 11.5mm		두께 : 13.0mm										
설계강도 (kg/cm <sup>2</sup> )	240	400	240	400	240	400	240	400	240	400	240	400	-
공시체 제작 수량(ea)	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	600

\* 공시체 제작은 캐핑 방법, 설계강도 및 재령별로 구분하여 공시체 각 15개를 제작함.  
\* 언본드 캐핑은 고무 패드의 두께에 따라 2종류를 선정하였음.



사진 1 압축강도 시험기

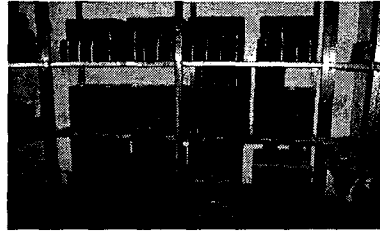


사진 2 콘크리트 시편 습윤 양생

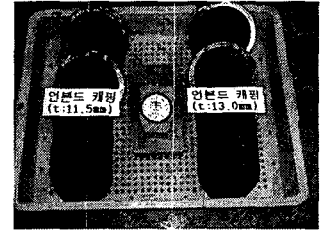


사진 3 언본드 캡 및 패드

### 2.2 사용재료의 특성

본 실험에 사용된 시멘트는 S사 제품인 보통 포틀랜드시멘트를 사용하였으며, 굵은 골재는 대전 인근 석산 쇄석을 사용하였고, 잔골재는 금강 지천에서 채취된 강모래를 사용하였다. 콘크리트 재료의 물성 및 언본드 캐핑에 사용된 고무패드의 특성은 표 2 및 표 3과 같다.

표 2 콘크리트 재료의 물성

구 분	비 중	흡수율 (%)	조립율	씻기시험 (%)	단위중량 (kg/m <sup>3</sup> )	비 고
시멘트	3.15	-	-	-	1,500	OPC사용
모래	2.60	1.21	2.92	2.68	1,680	강모래
자갈	2.64	0.92	6.94	-	1,720	쇄석
혼화제	1.18	-	-	-	-	AE감수제

표 3 고무패드의 특성

구 분	두께 (mm)	경도	비 중	반발탄성 (%)	인장강도 (kg/cm <sup>2</sup> )	신장율 (%)
한국	11.5	62	1.40	49	149	310
"	13.0	64	1.41	53	168	310

### 2.3 콘크리트 배합설계

배합 여건상 전체 공시체를 동시에 제작할 수 없는 관계로 사용 골재는 표면건조포화상태로 전량을 조제하여 대형 플라스틱 용기에 밀봉하여 보관하고 계획된 날짜에 공시체를 제작하였다. 콘크리트 시방배합표는 표 4와 같다.

표 4 콘크리트 시방배합표

배합규격	W/C비 (%)	S/A율 (%)	단위재료량(kg/cm <sup>3</sup> )					비 고
			W	C	S	G	AD	
19-240-15	60.2	44.2	180.0	298.7	789.9	995.2	1,045	혼화제는 AE감수제를 사용
19-400-15	44.4	42.4	169.4	381.5	740.7	1,004	2,289	

\* 공기량은 4.5±1.5(%)를 기준으로 하였음.  
\* 슬럼프 값은 15±2.5cm를 기준으로 하였음.

### 2.4 시험 내용

그동안 사용되어 오던 기존의 캐핑 방법인 시멘트 페이스트, 고강도 석고, 유황 페이스트, 표면 연마에 의한 방법과 신규로 적용한 고무패드를 이용한 언본드 캐핑 방법 등 5가지 방법으로 콘크리트 압축강도 시험을 실시하였다. 시멘트 페이스트, 고강도 석고 및 유황 페이스트에 의한 캐핑은 시험체 제작 24시간 경과 후 레이턴스를 제거하여 실시하였다. 각 5종류의 캐핑 공시체는 제작 후 3일이 되는 시점부터 강도시험 재령까지 습윤 양생을 하였다.

### 3. 결과 및 고찰

각 캐핑 방법별 및 재령별로 공시체 15개에 대해 콘크리트 압축강도시험을 수행하였으며, 시험결과는 15개의 시험결과 중 가장 편차가 큰 상하 2개 값을 제외한 13개 공시체의 시험 결과이다. 각기 캐핑한 공시체의 압축파괴의 양상을 살펴보면 시멘트 페이스트, 고강도 석고 및 유황 페이스트에 의한 캐핑은 일부 공시체의 상단부에서 국부적인 파괴의 형태로 나타나는 반면, 연마 방법과 언본드 캐핑은 할렬 파괴 및 전단과 할렬의 조합된 형태로 나타났다. 단부처리 방법에 따른 시험 결과는 표 5 및 그림 1, 2와 같다.

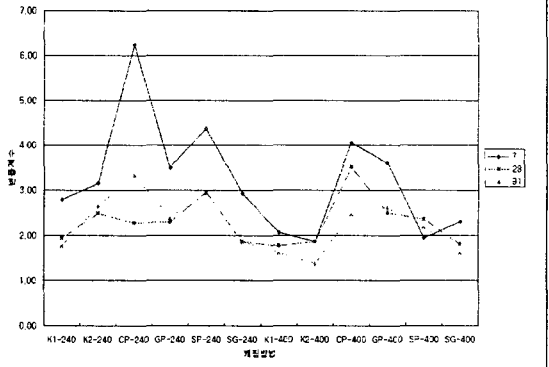
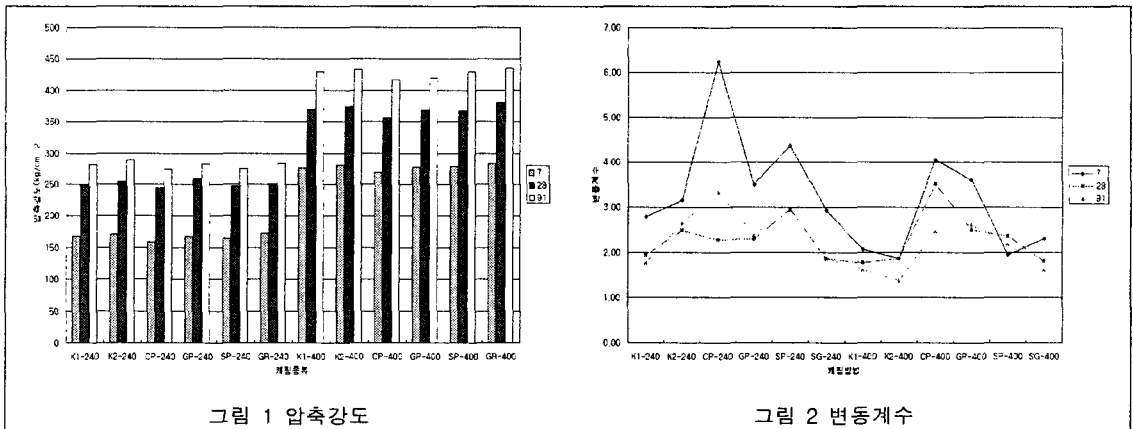


표 5 압축강도 시험 결과

캐핑 방법	결과분석	240(kg/cm <sup>2</sup> )			400(kg/cm <sup>2</sup> )			
		7일	28일	91일	7일	28일	91일	
Cement Paste	평균강도	159	244	274	269	356	417	
	표준편차	9.90	5.57	9.11	10.94	12.49	10.31	
	변동계수	6.23	2.28	3.32	4.07	3.51	2.47	
Gypsum Paste	평균강도	168	259	283	277	369	420	
	표준편차	5.87	5.92	6.77	10.01	9.25	10.95	
	변동계수	3.49	2.29	2.39	3.61	2.51	2.61	
Sulfur Paste	평균강도	165	247	275	279	368	430	
	표준편차	7.22	7.32	8.12	5.43	8.70	9.41	
	변동계수	4.38	2.96	2.95	1.95	2.36	2.19	
Surface Grinding	평균강도	173	251	284	283	380	435	
	표준편차	5.06	4.65	5.30	6.49	6.83	7.10	
	변동계수	2.92	1.85	1.87	2.30	1.80	1.63	
Unbond Capping	t:11.5 mm	평균강도	168	250	282	276	370	430
		표준편차	4.68	4.83	4.99	5.70	6.50	7.02
		변동계수	2.79	1.93	1.77	2.07	1.76	1.63
	t:13.0 mm	평균강도	171	254	289	281	374	433
		표준편차	5.37	6.34	7.64	5.23	6.96	5.98
		변동계수	3.14	2.50	2.64	1.86	1.86	1.38

#### 4. 결론

본 연구에서는 콘크리트 공시체 캐핑 종류에 따른 압축강도를 평가한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) 콘크리트 압축강도 시험 결과의 변동계수를 상호 비교한 결과 연마 방법 및 언본드 캐핑(2종)이 1.38%~2.93% 범위로 가장 우수한 결과를 보였으며, 그 다음이 고강도 석고 캐핑 및 유황 페이스트 캐핑으로 1.95%~4.38%로 나타났으며, 시멘트 페이스트 캐핑은 2.28% ~6.24%를 나타냈다.
- 2) 연구 결과, 연마 방법과 언본드 캐핑이 콘크리트 모체의 압축강도를 추정하는 데는 기존방법보다 신뢰도가 높은 것으로 나타났다. 또한 인력절감 등 경제성을 고려한다면 언본드 캐핑 방법의 적용이 바람직할 것으로 판단된다.

#### 참고문헌

1. ASTM, C 1231-93/2000. 'Standard Practice for use of Unbonded Caps Determination of Compressive Strength of Hardened Concrete Cylinders'
2. P.M. Carrasquillo and R.L. Carrasquillo : Effect of Using Unbonded Caps System on the Compressive Strength of Hardened Concrete Cylinder, *ACI Materials Journal*, Vol.85, No.3, pp.141-147. May/June. 1988.
3. 박영식, '고강도 콘크리트의 황산염 침해 및 담부처리 방법에 따른 압축강도 평가에 관한 실험적 연구', 1998.
4. 건설교통부, '콘크리트 표준시방서', 2003.
5. 한전전력연구원, '콘크리트 압축강도 측정용 시편의 캐핑 방법에 따른 신뢰도 평가', 2004.