

# 벨크로와 우레탄 충전제로 이중보강된 콘크리트의 실험연구

이수영\*, 김상우\*\*, 김진섭\*\*\*

\*경상국립대학교 토목공학과 석사과정

\*\*경상국립대학교 토목공학과 박사과정

\*\*\*경상국립대학교 토목공학과 부교수

e-mail:jinsup.kim@gnu.ac.kr

## Experimental study of double reinforced concrete with Velcro and Urethane filler

Su-Young Lee\*, Sang-Wo Kim\*\*, Jin-Sup Kim\*\*\*

\*Gyeongsang National University Master's Course

\*\*Gyeongsang National University Ph.D Course

\*\*\*Gyeongsang National University Associate Professor

### 요약

본 연구는 벨크로와 우레탄 충전제로 이중보강된 콘크리트 공시체의 하중재하에 따른 압축거동을 실험하였다. 연구를 위해  $\Phi 100 \times 200$ mm 원형 콘크리트 공시체를 제작하였으며 표준 공시체, 벨크로 보강 공시체, 벨크로와 우레탄 충전제로 이중보강된 콘크리트 공시체를 압축실험 실시하였다. 하중재하는 KS F 2405에 따라 변위 제어로 수행하였으며 도출된 변위-하중 데이터를 시각화하여 분석하였다. 실험 결과 벨크로와 우레탄 충전제로 이중보강된 콘크리트 공시체의 연성보강 효과를 확인하였다.

[표 1] 벨크로와 충전제 물성치

구분	두께(mm)	인장응력(MPa)
후크	0.7	128.6
루프	0.79	80.3
후크 루프 결합	1.49	91.9

(a) 벨크로 물성치

비율(주제:경화제)	팽창율(%)	압축강도(MPa)
3:1	9.31	3.3
4:1	27.45	1.0

(b) 충전제 물성치

## 1. 서론

최근 국내 지진의 빈도 증가로 구조물의 다양한 보강재가 연구되고 있다. 본 연구에서는 구조물의 연성도를 증가시켜 급작스러운 취성과파괴를 막는 연성보강 공법 중 설치가 간편 신속하고 유지관리비용이 적은 벨크로 보강재를 실험하였다. 벨크로의 주요 거동 중 하나인 구속력을 초기에 효과적으로 발현시키기 위해 성능 보강용 우레탄 충전제를 고려하였다. 따라서, 공업용 벨크로와 우레탄 충전제로 이중 보강된 콘크리트 공시체의 압축강도 실험을 통해 보강 효과를 연구하고자 압축실험을 수행하였다.

## 2. 시편설계

### 2.1 충전제 재료실험

우레탄 충전제는 주제와 경화제를 3:1과 4:1의 비율로 나누어 팽창율과 압축강도를 재료 실험하였다. 압축강도는 3:1의 비율이 더 높았으나 구속압을 높이기 위해 팽창율을 고려해 주제와 경화제 4:1의 비율이 적절함을 도출하였다. 보강재인 벨크로와 충전제의 물성치는 표 1에 정리하였다.

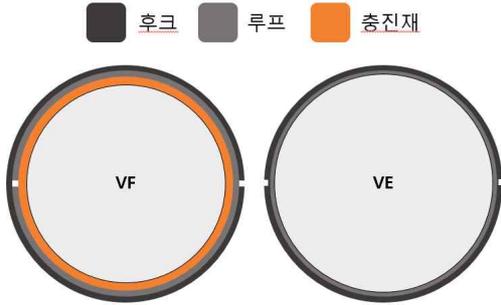
### 2.2 공시체 제작

벨크로와 우레탄 충전제로 이중보강된 콘크리트 공시체(이하, VF)의 압축실험을 수행하기 위하여 지름 100mm, 높이 200mm인 콘크리트 원주형 공시체를 제작하였다. 콘크리트 설계강도는 24MPa의 1종 보통 포틀랜드 시멘트를 사용하였다.

### 2.3 보강방법

벨크로로만 보강된 콘크리트 공시체(이하, VE) 보강은 벨크로를 상하단 2cm 띄워 전체 면적의 80%를 보강하였다. 보강방법은 후크의 절반과 루프의 절반을 반대방향으로 맞물리

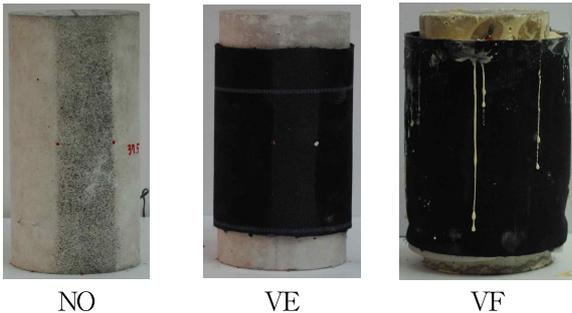
게 부착하였다. 시험체의 보강은 그림 1에 나타났다. VF 보강은 벨크로를 상하단 2cm 띄워 전체 면적의 80%를 보강 후, 벨크로와 콘크리트 공시체 사이에 우레탄 충진제를 통해 선구속압을 주었다. 각 변수별 시편 개수와 시편명을 표 2에 정리하였다. 각 변수별 콘크리트 시험체는 그림 2와 같다.



[그림 1] 시험체 보강 개념도

[표 2] 콘크리트 시험체 변수 및 개수

시편명	보강재 종류	시편수
NO	-	3
VE	벨크로	3
VF	벨크로, 우레탄 충진제	3



[그림 2] 시험체 형상

### 3. 실험계획 및 결과

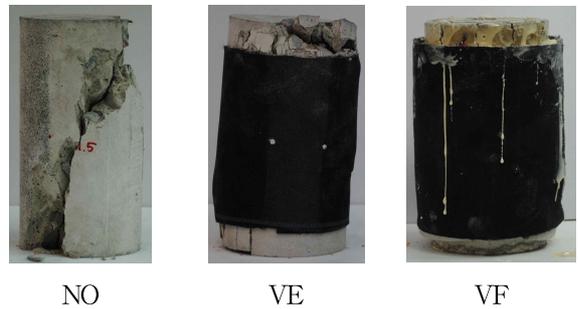
#### 3.1 실험계획

본 실험에서는 보강 효과를 검토하기 위해 콘크리트 압축강도 시험방법인 KS F 2405에 따라 수행하였다. 만능재료시험기(UTM, Capacity:2000KN)를 사용하였으며, 변위제어법에 의해 실험을 수행하였다. 제어속도는 1.5mm/min 일정한 속도로 재하하였다.

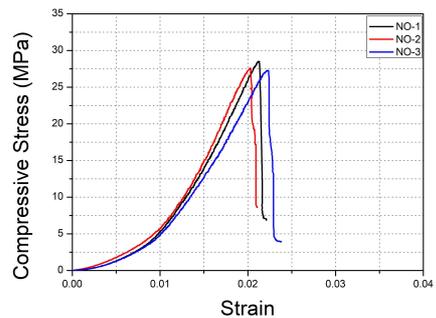
#### 3.2 실험결과 및 분석

VE와 VF의 최대압축강도가 NO보다 크게 나타났고, 최대 압축강도 발생변위는 0.02로 유사하다. VE는 최대 압축강도 도달 후 강도가 감소하고 다시 증가하는 양상을 보인다. 이는

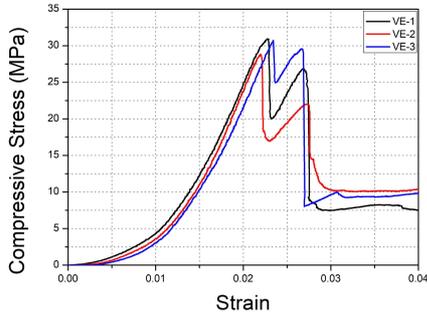
보강재와 콘크리트 공시체 사이의 공간이 존재하기 때문이다. 공간에 탈락된 콘크리트 조각이 떨어지면서 콘크리트 공시체가 원래 상태로 유지되지 못한다. 탈락된 콘크리트 조각으로 더 이상 공간이 존재하지 않으면 보강된 벨크로 인장력에 의해 강도가 다시 증가하는 것을 알 수 있다. VE와 다르게 VF는 우레탄 충진의 선구속압 영향으로 콘크리트가 파괴된 후 최대 압축강도의 절반 정도의 강도를 유지하였다. 이는 콘크리트 파괴 후 충진제로 인하여 콘크리트가 탈락하지 않고 형태를 유지하기 때문으로 판단된다. VF는 최대강도에 도달한 직후 바로 떨어지지 않고 강도가 서서히 감소함을 볼 수 있다. 이는 우레탄 충진에 의해 벨크로에 프리스트레싱을 가하여 인장된 벨크로가 콘크리트 공시체에 구속압을 주어 강도 유지에 큰 영향을 보이는 것으로 사료된다. 각 변수별 콘크리트 공시체 실험결과 사진은 그림 3과 같다. NO, VE, VF의 변위-하중 관계는 그림 4에 나타났다. 최대 압축강도와 발생변위는 표 3에 정리하였다.



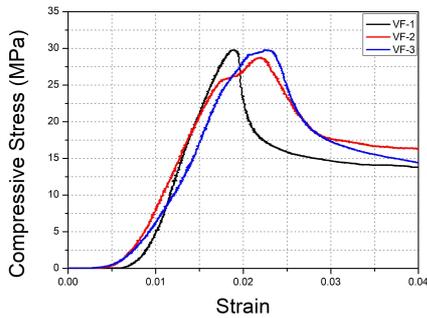
[그림 3] 각 변수별 시험체 최종파괴 형태



(a) NO



(b) VE



(c) VF

[그림 4] 콘크리트 시험체의 변위-하중 관계

[표 3] 실험 결과 정리

시편명	최대압축강도 발생변위(mm)		최대압축강도 (KN)		유지강도 (KN)	
NO	0.021	0.021	28.52	27.80	-	-
	0.020		27.60		-	
	0.022		27.29		-	
VE	0.023	0.023	30.94	29.95	7.0	8.3
	0.022		28.19		9.0	
	0.023		30.71		9.0	
VF	0.019	0.021	29.78	29.45	14.5	15.2
	0.022		28.78		16.0	
	0.023		29.80		15	

#### 4. 결론

콘크리트 압축강도 실험의 결과로부터 다음과 같은 결론을 도출하였다.

(1) 벨크로 단일 보강 공시체는 보강재와 콘크리트 공시체 사이의 공간으로 인해 최대 압축강도 도달 후 강도가 감소하고 다시 증가하는 것을 확인하였다.

(2) 벨크로와 우레탄 충진재로 이중보강한 콘크리트 공시체는 충진재로 인한 선구속압의 영향으로 벨크로 단일 보강 공시체에 비해 유지강도가 높음을 확인하였다.

(3) 벨크로와 우레탄 충진재로 보강한 공시체는 우레탄 충진에 의해 벨크로에 프리스트레싱을 가하여 콘크리트 공시체에 구속압이 생겨 형태를 유지시켜 줌으로써 최대강도 후 강도가 서서히 감소하였다.

#### 참고문헌

- [1] 조백순, 이종한, 최은수, “FRP 와이어 보강 콘크리트 공시체의 압축거동”, 대학토목학회논문집, 제 33권 5호, pp. 1765-1775, 9월, 2013년
- [2] 한상훈, 홍기남, “탄소섬유시트로 구속된 원형 RC기둥의 일축압축 거동”, 한국구조물진단유지관리공학회 논문집, 제 11권 2호, pp. 125-133, 7월, 2007년

본 연구는 국토교통부/국토교통과학기술진흥원의 지원으로 수행되었음(과제번호 21CTAP-C157156-02).