

# 횡보강철근으로 구속된 고강도 콘크리트의 응력-변형률 구속 모델

## A stress-strain Model of High-strength concrete confined with Transverse Reinforcement

문 초 화\*      박 종 욱\*\*      김 상 우\*\*\*      김 길 희\*\*\*      이 정 윤\*\*\*\*\*

Moon, Cho-Hwa   Park, Jong-Wook   Kim, Sang-Woo   Kim, Kil-Hee   Lee, Jung-Yoon

### ABSTRACT

The strength and ductile capacity of reinforced concrete column can be improved by confinement using transverse reinforcement. Variety stress-strain models about the reinforced concrete confined by transverse reinforcement has been proposed. In this paper, parameters which effect to the ultimate confinement stress of circular cylinder confined by high strength transverse steel is examined. And the possion's ratio equation is proposed by analysis of strain between concrete and transverse reinforcement.

### 요 약

철근콘크리트 기둥은 횡보강철근으로 구속함으로써 부재의 강도 및 연성능력의 증진효과를 얻을 수 있다. 이에 횡보강철근으로 구속된 콘크리트의 응력-변형률 모델이 다양하게 제시되어왔다. 본 연구에서는 고강도 횡보강철근으로 구속한 원형실린더의 최대 횡구속 응력에 영향을 주는 요소를 파악하고 실험결과로부터 콘크리트와 횡보강철근 사이의 변형률을 분석하여 포아송비식을 제안하였다.

### 1. 서 론

최근 고강도 콘크리트 기둥의 사용이 증가하고 있고, 부재에 적용 시 연성능력을 향상에 대한 관심이 높아지고 있다. 이미 횡구속효과에 대한 현행 연구가 진행되어 왔으며 고강도 콘크리트의 특성을 반영한 횡구속 응력-변형률 모델은 많지 않다. 본 연구에서는 횡보강철근으로 구속한 고강도 콘크리트의 횡구속효과에 대한 실험결과를 이용하여 횡구속 응력-변형률 모델을 제안하였다.

### 2. 실험 계획 및 방법

실험체는 표1에 나타난 바와 같이 콘크리트의 압축강도와 횡보강철근의 항복강도를 주 변수로 하였다. 원형 실험체의 직경은 150mm이고 높이가 300mm로 제작하였다. 각각 콘크리트의 압축강도는 50, 70, 100MPa로 3종류이며 실험체에 사용된 나선철근의 항복강도는 472, 880, 1430 MPa이다.

표1에서 나타난 것과같이 최대 횡구속압을 받을 때 축방향변형률은 LVDT에서 얻은 변형률의 평

\* 정회원, 성균관대학교, 건설환경시스템공학부, 석사과정  
\*\* 정회원, 성균관대학교, 건설환경시스템공학부, 박사과정  
\*\*\* 정회원, 공주대학교, 건축학부, 연구교수

\*\*\*\* 정회원, 공주대학교, 건축학부, 조교수  
\*\*\*\*\* 정회원, 성균관대학교, 건축공학과, 부교수

표1. 실험체 상세 및 실험 결과

실험체	실험결과							분석결과	
	$f_{ck}$ (MPa)	$f_{yh}$ (MPa)	s (mm)	$f'_{l_{eh}}$ (MPa)	$\epsilon'_{cc}$	$\epsilon'_h$	$\nu'_{cc}$ (①)	$\nu'_{cc}$ (②)	②/①
50-N-25	44.4	472	25	1.56	0.0055	0.0030	0.55	0.71	1.12
50-H-25		880	25	3.10	0.0082	0.0049	0.60	0.57	0.80
50-U-25		1430	25	3.85	0.0134	0.0046	0.35	0.45	1.06
70-N-25	71.67	472	25	1.31	0.0035	0.0018	0.52	0.88	1.51
70-H-25		880	25	1.55	0.0037	0.0021	0.57	0.78	1.20
50-U-25		1430	25	1.64	0.0037	0.0016	0.43	0.68	1.34
100-N-25	100.3	472	25	1.22	0.0019	0.0018	0.95	0.97	0.93
100-H-25		880	25	0.75	0.0018	0.0020	1.01	0.89	0.72
100-U-25		1430	25	3.85	0.0021	0.0021	1.02	0.81	0.68

$$\nu'_{cc} = 0.98 \{0.2(0.5A^{-0.56}B)^{0.7}\}^C$$

$$A = 2\rho_s f_y / f_{ck}$$

$$B = 0.28 f_{ck} (s/d_c)$$

$$C = (\sqrt{f'_{l_{ey}} / f_{ck}})^{0.85}$$

균값을 이용하여 나타내었으며 그에 상응하는 횡방향변형률은 철근에 부착한 5개의 게이지에서 측정된 평균값을 사용하였다.

### 3. 횡구속콘크리트의 포아송비

실험결과로 얻은 최대횡구속압을 Mander가 제안한 식(1)에 넣어 유효횡구속압의 크기를 구하였다. 그 다음  $f'_{l_{eh}}$  값을 식(2)에 넣어 최대 횡구속압에서의 횡방향 변형률 값을 구하였다.

$$f'_{cc} = f_{ck} \left( 2.254 \sqrt{1 + \frac{7.94 f'_{l_{eh}}}{f_{ck}}} - \frac{2 f'_{l_{eh}}}{f_{ck}} - 1.254 \right) \quad (1)$$

$$\epsilon_h = \nu'_{cc} \epsilon_{cc} - \frac{(1 - \nu'_{cc}) f'_{l_{eh}}}{E_c} \quad (2)$$

실험결과로부터 다음의 횡구속콘크리트에 영향을 주는 변수들을 파악하고 포아송비식을 제안하였다.

$$\nu'_{cc} = 0.98 \{0.2(0.5A^{-0.56}B)^{0.7}\}^C \quad (A = 2\rho_s f_y / f_{ck} \quad B = 0.28 f_{ck} (s/d_c) \quad C = (\sqrt{f'_{l_{ey}} / f_{ck}})^{0.85}) \quad (3)$$

제안된 식(3)과 실험결과로서 얻은 포아송비의 관계를 표시하면 그림1과 같다.

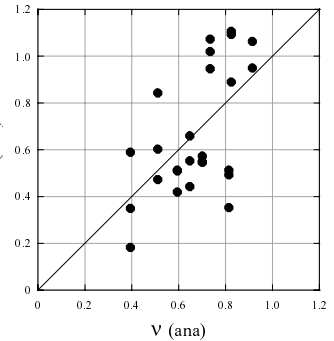


그림 1 포아송비의 실험값과 제안값 비교

### 4. 결론

이 연구는 기존에 제안된 횡구속 응력-변형률을 제안하기 위한 기초 작업으로 실제 실험 데이터의 포아송비의 경향을 파악하였다.

- 1) 콘크리트의 강도가 증가할수록 축방향변형률에 비하여 횡방향변형률이 커져 포아송비의 값이 크게 나타남을 확인하였다.
- 2) 제안된 포아송비값은 실험결과값과 최대 51%의 오차를 보였으며 C-50시리즈 보다 C-100시리즈에서 제안식이 더 잘맞음을 알 수 있다.

### 감사의 글

이 논문은 2010년 (주)고려열연의 연구비 지원에 의해 수행되었으며, 이에 깊은 감사를 드립니다.

### 참고문헌

1. Mander, J. B., Priestley, M. J. N., and Park, R., "Theoretical Stress-Strain Model for Confined Concrete." Journal of Structural Engineering, ASCE, Vol.114, No.8, 1988, pp.1804-1826.
2. Frederic, L., and Paultre, P., "Uniaxial confinement model for normal and high strength concrete columns", ASCE Journal of Structural Engineering, No. 2, 129(2003) 241-252.