

상대마디면적에 따른 이형철근의 겹침이음 강도

Lap Splice Strength of Reinforcing Bars on the Relative Rib Area

박 성 규* 홍 건 호** 최 동 욱***
Park, Sung Gyu Hong, Geon Ho Choi, Dong Uk

ABSTRACT

The effects of deformation properties on the bond of steel reinforcing bars to concrete are experimentally studies to expect the lap splice strength. Based on the previous research about relative rib area, lap splice strength between reinforcing bars and concrete can be improved by the control of rib height and spacing.

This paper describes the testing and analysis of 15 beam-spliced specimens containing D25, D22, D19 with relative rib areas ranging from 0.066 to 0.162.

The tests are analyzed to determine the effect of relative rib area(Rr) on the increase in bond strength. The tests also provide a preliminary indication of the effect of high relative rib area on the splice strength of uncoated bars.

1. 서론

철근 콘크리트 구조에서 철근과 콘크리트 두 재료사이의 부착은 구조물이 성립하기 위한 기본 조건 중의 하나이다. 시공 및 경제성의 이유로 고강도재료의 활용이 증가되고 있으며 고강도 철근은 현 설계 기준에 의하면 기존 철근에 비해 정착길이가 증가되므로 부착성능을 개선할 필요가 있다.

이에 따라 본 연구에서는 마디형태에 대한 변수 중 마디높이와 마디간격에 따른 상대마디면적이 겹침 이음 강도에 미치는 영향을 파악하고 철근의 부착응력과 상대마디면적의 상호관계에 대한 연구를 수행 하도록 하였다.

2. 상대마디 면적의 정의

기존 연구에 의해서 부착계면 특성의 연구가 이루어지게 되었고, 마디형태에 따라 부착강도가 감소하였다. 그 후 고강도 콘크리트와 고강도 철근이 개발되어 사용함에 따라 높은마디면적 철근에 대한 연구가 수행되었다. 높은마디면적 철근이란 상대마디면적이 0.10이상인 철근을 의미하며, 여기서 기준이 되는 상대마디면적(Rr)은 철근의 뽑힘 파괴와 피복의 조깅 파괴에 영향을 미치는 마디의 지압면적과 마디 사이 콘크리트의 전단 면적의 비율을 의미한다.

*정회원, 호서대학교 대학원

**정회원, 호서대학교 건축공학과 교수

***정회원, 한경대학교 건축공학과 교수

$$Rr := \frac{\text{bearing area}}{\text{shearing area}} = \frac{h_r \cdot \pi \cdot d_b}{\pi \cdot d_b \cdot c}$$

h_r : 마디 지압면적 c : 리브사이의 중심간 거리

3. 실험계획 및 방법

3.1 실험계획

본 연구에서 주 실험 변수는 높은 마디 철근의 마디 높이와 마디 간격에 따른 상대마디 면적(Rr)이다. 실험체는 상대마디 면적이 0.08이상(0.09 ~ 0.16)인 높은 마디 철근을 사용한 시험체 12개와, 콘크리트와 철근의 응력 및 변형을 변화를 측정하기 위한 상대마디면적이 0.066~0.083인 철근을 사용한 기준 시험체 3개를 제작하였다.

실험체의 크기는 단면이 30cm × 40cm 길이가 400, 340cm인 보로 마디 높이 간격을 달리하여 실험을 실시하였으며 실험체의 상세는 표 1과 같다.

표 1 실험체 개요

시험체 계열	시험체명	시험체 치수(mm)	배근			이음길이 (mm)	이음 개수	마디높이 (mm)	마디간격 (mm)	상대 마디 면적 Rr	실험체 계획			
			인장 철근	압축 철근	스터립						L1 (m)	L2 (m)	L3 (m)	L (m)
I	SP19B-CV	300×400	2-D19	2-D13	D10@200	247(13d _b)	2	1.65	12.5	0.098	1.0	1.0	1.0	4.0
	SP19B-HR	300×400	2-D19	2-D13	D10@200	247(13d _b)	2	2	13.45	0.136	1.0	1.0	1.0	4.0
	SP19B-MR	300×400	2-D19	2-D13	D10@200	247(13d _b)	2	1.65	13.35	0.120	1.0	1.0	1.0	4.0
	SP19B-MS	300×400	2-D19	2-D13	D10@200	247(13d _b)	2	1.7	10	0.157	1.0	1.0	1.0	4.0
	SP19B-LS	300×400	2-D19	2-D13	D10@200	247(13d _b)	2	1.27	9.9	0.121	1.0	1.0	1.0	4.0
II	SP22B-CV	300×400	2-D22	2-D13	D13@200	220(10d _b)	2	1.62	15.3	0.083	1.3	0.6	1.3	3.4
	SP22B-HR	300×400	2-D22	2-D13	D13@200	220(10d _b)	2	2.275	15.7	0.133	1.3	0.6	1.3	3.4
	SP22B-MR	300×400	2-D22	2-D13	D13@200	220(10d _b)	2	1.915	16	0.11	1.3	0.6	1.3	3.4
	SP22B-MS	300×400	2-D22	2-D13	D13@200	220(10d _b)	2	1.89	11.6	0.151	1.3	0.6	1.3	3.4
	SP22B-LS	300×400	2-D22	2-D13	D13@200	220(10d _b)	2	1.54	11.5	0.126	1.3	0.6	1.3	3.4
III	SP25B-CV	300×400	2-D25	2-D13	D13@200	375(13d _b)	2	2.1	16	0.097	1.3	1.2	1.3	4.0
	SP25B-HR	300×400	2-D25	2-D13	D13@200	375(13d _b)	2	2.4	17.25	0.129	1.3	1.2	1.3	4.0
	SP25B-MR	300×400	2-D25	2-D13	D13@200	375(13d _b)	2	2.15	17.45	0.114	1.3	1.2	1.3	4.0
	SP25B-MS	300×400	2-D25	2-D13	D13@200	375(13d _b)	2	2.25	12.8	0.162	1.3	1.2	1.3	4.0
	SP25B-LS	300×400	2-D25	2-D13	D13@200	375(13d _b)	2	1.8	13.25	0.127	1.3	1.2	1.3	4.0
비고	HR : High Rib, MR : Middle Rib, MS : Middle Spacing, LS : Low Spacing													

3.2 가력 및 측정방법

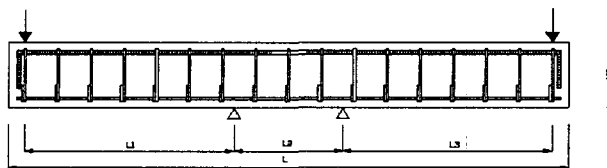


그림 1 시험체 개요

실험 장치의 구성도 및 변위·변형률의 측정위치는 다음 그림 1과 같다. 가력방법은 이음부위의 균열 양상 및 파괴형태를 확인하기 위해 실험체를 뒤집어 상부 양단부에 하중을 가하고 지지점의 거리(L2)는 이음길이 만큼 양쪽으로 떨어진 위치에 두어 4점 재하 방식으로 실험을 하였다.

하중에 따른 변위를 평가하기 위해 실험체의 중앙부와 양단부에 LVDT를 설치하여 수직 처짐을 측정하였다. 균열이 발생한 이후 부재에 과도한 변형이 발생하면 전기식 스트레인 게이지로는 부재의 변형률을 측정할 수 없게 되므로, 극한 상황에서의 곡률을 측정하기 위해 모멘트가 일정한 지점사이의 중앙부에 표점을 설치하여 하중 단계별 길이변화를 기계식 측정장치로 계속하도록 하였다. 이음부위 철근의 응력 및 변형을 변화를 측정하기 위해 철근 게이지는 기준 시험체의 철근 양내외측에 설치하였으며 겹침이음 구간 만큼 간격을 두어 외측에 설치하였다.

4. 실험 결과 및 분석

4.1 모멘트-처짐각에 의한 강성효과

모멘트-처짐각에 의한 기울기는 시험체의 강성이다. 이 강성은 그림 2, 3, 4에서와 같이 파괴될때까지는 일정하게 강성이 증가한다. 하중이 감소할 때에는 CV 시험체는 강성이 급속도로 떨어져서 단기뿔힘 파괴그 중 가장 좋은 강성을 가진 시험체만이 파괴모멘트가 크게 두드러진다. 그림을 통해 각 시험체별 강성효과를 알 수 있다. 대체적으로 CV, HR, MR, MS, LS의 강성은 비슷한 양상을 보이고 있고, 직경이 커짐에 따라 강성이 높은 것으로 판명되었다.

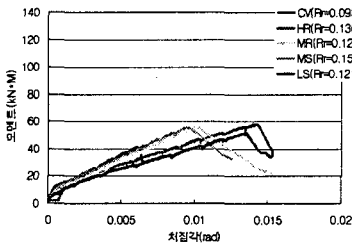


그림 2 D19 모멘트-처짐각 곡선

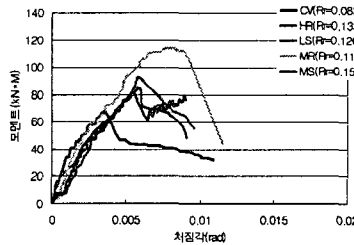


그림 3 D22 모멘트-처짐각 곡선

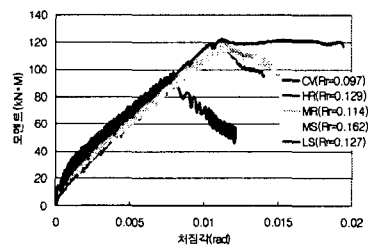


그림 4 D25모멘트-처짐각 곡선

3.2 철근의 부착응력

철근의 부착응력은 철근의 직경, 파괴모멘트와 밀접한 관계를 가지고 있다. D22 MR 시험체의 경우, 파괴모멘트와 부착응력이 가장 큰 값으로 나타나고 있다. D19, D22 시험체의 부착응력은 직경이 클수록 크다. 각 시험체별 부착강도와 부착응력은 표 2와 같다. CV 시험체에 비해서 다른 모든 시험체는 높은 부착응력을 보이고 있는 것으로 판명되었다.

이를 통해 상대마디면적과 부착응력의 상호관계는 그림 5, 6, 7과 같다.

CV 시험체에 비해 다른 시험체들이 상대마디면적이 증가함에 따라 완만한 기울기를 나타내고 있다. 직경이 달라져도 기울기는 비슷한 양상을 지니고 있다.

표 2 시험체별 부착강도 및 부착응력

시험체명	D19			D22			D25			부착 응력비 (②/①)	부착 응력비 (③/①)	부착 응력비 (②/③)
	파괴 모멘트 (kN*M)	모멘트비	부착 응력① (Mpa)	파괴 모멘트 (kN*M)	모멘트비	부착 응력② (Mpa)	파괴 모멘트 (kN*M)	모멘트비	부착 응력③ (Mpa)			
SP-CV	48.9	1.00	5.1	66.64	1.00	6.84	88.70	1.00	5.52	1.34	1.10	1.24
SP-MR	56.0	1.15	5.84	114.24	1.71	11.72	108.03	1.22	6.72	2.0	1.15	1.74
SP-LS	51.7	1.06	5.38	84.82	1.27	8.7	110.63	1.25	6.88	1.62	1.28	1.26
SP-HR	58.0	1.19	6.04	100.54	1.51	10.32	105.54	1.19	6.56	1.71	1.09	1.57
SP-MS	56.0	1.15	5.84	81.21	1.22	8.34	110.40	1.24	6.86	1.43	1.17	1.22

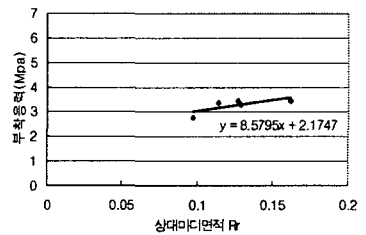
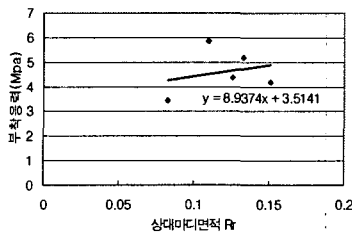
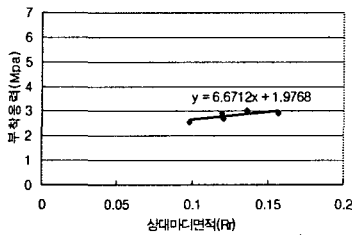


그림 5 D19 부착응력- 상대마디면적 그림 6 D22 부착응력-상대마디면적 그림 7 D25 부착응력-상대마디면적

4. 결 론

철근의 겹침이음 강도를 알아보기 위해서 철근의 부착응력과 상대마디면적에 상호관계를 알아보았다. 실험결과를 통해서, 겹침이음 강도는 상대마디면적이 증가함에 따라 증가한다. D19에 비해서 D22의 부착응력은 62% 증가하였고, D25의 부착응력은 16% 증가하였다. 또한, 강성은 D19에 비해서 D22은 크게 나타났으며 D25는 D22와 비슷한 강성을 나타낸다. 이를 통해서 직경과 상대마디면적에 비례하여 겹침이음 강도가 증가하는 것을 알 수 있다.

감사의 글

본 연구는 한국과학재단의 특정기초연구{과제번호:R01-2003-000-10606-0(2004)} 연구비 지원으로 수행되었으며 이 지원에 깊은 감사를 드립니다.

참 고 문 헌

1. 홍건호, 최완철. "이형철근의 부착강도에 대한 마디형태의 영향", 한국콘크리트학회지 제16권 4호, pp. 95-99, 2004.
2. 김중수, 김대영, 은성운, 김용남(2003), "고강도 철근(SD500)의 실용화에 관한 연구" 한국콘크리트 학회, 2월, pp.86-89