

スターラップを有するディープビームのせん断挙動に関する実験的検討

九州工業大学 学生会員 梅本洋平
独立行政法人土木研究所 正会員 西岡 勉

九州工業大学 正会員 幸左賢二
阪神高速道路公団 正会員 小林 寛

1. はじめに

ディープビームのせん断耐力の算定において、現行の設計ではせん断補強筋の効果が十分に把握されていないことやその効果が通常の梁に比べて小さいため、せん断補強筋の効果を考慮するに至っていない。そのため、断面寸法が大きくなり、不経済な設計となっている場合が多い。そこで本研究では、せん断補強筋を有するディープビームを対象として、単純梁を用いた載荷実験を行い、せん断スパン比 a/d がせん断補強筋の負担するせん断耐力や破壊性状に及ぼす影響について検討を行った。

2. 実験の概要

2.1 実験供試体

供試体諸元を表-1に、供試体形状($a/d=1.0$)を図-1に示す。今回の実験では a/d (0.5, 1.0, 1.5), とせん断補強筋比 ρ_w (0%, 0.4%)をパラメータとした計6体を対象とした。主鉄筋としてD22の異形鉄筋を5本、圧縮鉄筋としてD10の異形鉄筋を2本配置している。

2.2 測定項目

今回の実験では主鉄筋のひずみ、せん断補強筋のひずみ、供試体の下面変位、写真-1に示すアクリルバーによる圧縮ひずみ、写真-2に示すせん断変形の計5項目を測定した。

3. 実験結果

3.1 最大荷重

図-2には全6体の最大荷重をプロットした結果を示す。図より、 a/d が小さくなるほどコンクリートの負担せん断耐力が上昇する傾向が見られる。また、せん断補強筋を考慮することにより、せん断耐力の増加分は $a/d=1.5$ では409kN, $a/d=1.0$ では216kN, $a/d=0.5$ ではほぼ0kNという結果が得られた。

このことより、 a/d が小さくなるにつれてせん断補強筋の負担するせん断耐力は小さくなることがわかった。

表-1 供試体諸元

供試体No.	a/d	d (mm)	せん断補強筋		主鉄筋		圧縮鉄筋	載荷	f_{ck} (Mpa)
			ρ_w (%)	径 間隔	Pt(%)	径			
B-2	0.5	400	-	-	2.02	D22*5	D10*2	単調	40.1
B-3			0.4	D6 65					
B-6	1.0	400	-	-	2.02	D22*5	D10*2	単調	31.6
B-7			0.4	D6 65					
B-10	1.5	400	-	-	2.02	D22*5	D10*2	単調	29.2
B-11			0.4	D6 65					

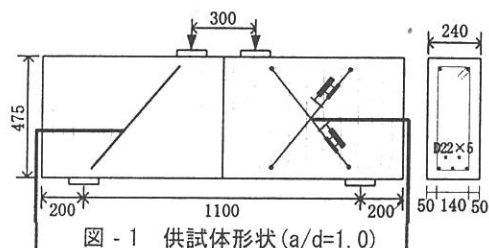
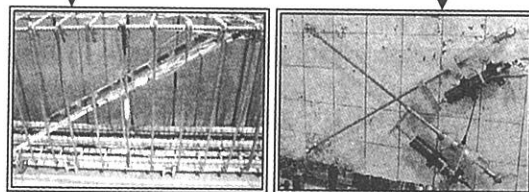
図-1 供試体形状 ($a/d=1.0$)

写真-1 アクリル設置状況 写真-2 変位計設置状況

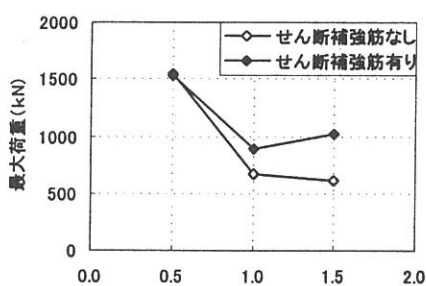
図-2 a/d -最大荷重関係

表-2 実験結果

	B-2	B-3	B-6	B-7	B-10	B-11
初期ひび割れ発生荷重(kN)	525	525	250	250	130	125
初期ひび割れ発生箇所	せん断	せん断	曲げ	曲げ	曲げ	曲げ
主鉄筋降伏荷重(kN)	降伏せず	1536	降伏せず	降伏せず	降伏せず	751
スターラップ降伏荷重(kN)	降伏せず	降伏せず	降伏せず	降伏せず	426	250
最大荷重(kN)	1550	1536	675	891	616	1025
破壊箇所	ストラット部	ストラット部	支承板付近	支承板付近	ストラット部	ストラット部
破壊形態	圧壊	圧壊	圧壊	圧壊	斜め引張破壊	斜め引張破壊

3.2 破壊性状

図-3 ではアクリルバーのひずみを積分したものと、ストラット部の変位計による測定結果を比較したものを示す。図より、測定した変位計の値とアクリルバーのひずみを積分した値はほとんど一致しており、アクリルバーによってコンクリートの挙動が追従できていることが分かる。

図-4 に B-10, B-11, B-2 の3体の最終ひび割れ状況を示す。これによると $a/d=1.5$ では約 130kN で曲げひび割れが生じ、その後せん断ひび割れが進展して最終的にストラット部でせん断破壊が発生している。このとき引張ひずみは、破壊箇所と一致するストラット中央部が降伏している。また、圧縮ひずみが様に進展している傾向がみられたことから斜め引張破壊を起こしていることが分かる。

一方、 $a/d=0.5$ では 525kN でせん断ひび割れが生じ、その後曲げ、せん断ともに進展して最終的にはストラット部で破壊している。このときせん断補強筋のひずみは降伏せず、圧縮ひずみは載荷板、特に支承板上部で大きくなっていることから、 $a/d=0.5$ では圧縮破壊を起こしていることが考えられる。

4. 既往の研究との比較

図-5 に a/d と $(Se-Sec)/Ss$ の関係を示す。図に示す Se は実験値の最大耐力、 Sec はせん断補強筋の無い供試体の最大耐力、 Ss はせん断補強筋の負担耐力の計算値である。図中には、今回の実験結果に加え、既往の鉄道総研¹⁾の実験結果も併せてプロットしている。

図の実験結果より a/d が 0.5 の場合は、せん断補強筋の負担するせん断耐力はほとんど差が見られなかった。しかし、林川式²⁾では通常の梁に比べて、せん断耐力の低減率を 2~3 割程度しか見込んでいないことから、 a/d が 1.0 より小さい範囲では林川式と実験結果との相関は小さいことがわかった。

5. まとめ

- (1) ディープビームにおいて a/d の違いにより破壊性状は異なり、 $a/d=1.5$ では斜め引張破壊が生じ、 $a/d=1.0, 0.5$ では圧縮破壊が生じることが確認できた。
- (2) せん断補強鉄筋の効果は a/d が小さくなるほど低下し、 $a/d=0.5$ ではその効果は期待できないことがわかった。

参考文献:

- 1) 谷村幸裕, 佐藤勉, 渡辺忠明, 松岡茂: スターラップを有するディープビームのせん断耐力に関する実験的検討, コンクリート工学年次論文集, Vol.23, No.3, 2001
- 2) 林川俊郎, 斎藤文彦, 角田与史雄: せん断補強鉄筋を有する RC ディープビームの強度について, コンクリート工学年次論文集 12-2 1983

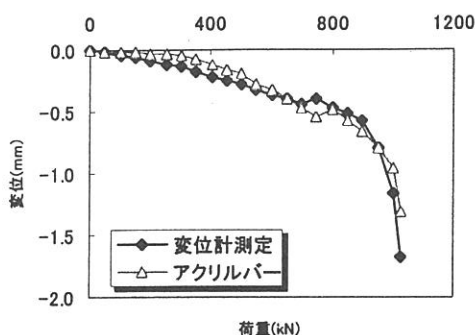
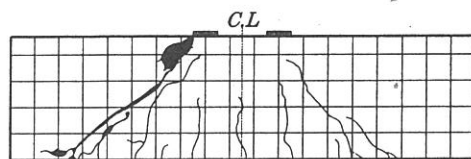
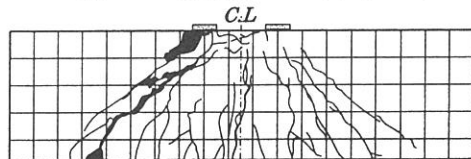


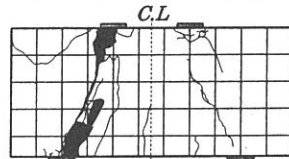
図-3 アクリルとコンクリートの挙動の比較



(a) B-10 供試体($a/d=1.5$, $\rho_w=0\%$)



(b) B-11 供試体($a/d=1.5$, $\rho_w=0.4\%$)



(c) B-2 供試体($a/d=0.5$, $\rho_w=0\%$)

図-4 最終ひび割れ状況

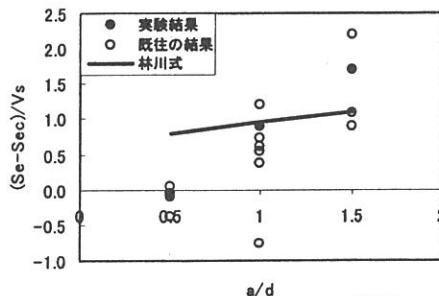


図-5 a/d - $(Se-Sec)/Ss$ 関係