

せん断スパン比がせん断補強筋効果に及ぼす影響

九州工業大学
阪神高速道路公団学生会員 芳賀 祥晃
正会員 西岡 勉九州工業大学
独立行政法人土木研究所正会員 幸左 賢二
正会員 小林 寛

1. はじめに

本研究では、ディープビーム部材の設計法を確立するために、せん断スパン比(以下 a/d)と補強鉄筋比(以下 P_w)をパラメータとした実験により、せん断スパン比がせん断補強筋効果に及ぼす影響と共に、せん断抵抗メカニズムについての検討を実施した。

2. 実験の概要

表-1 に実験供試体の諸元及び圧縮試験結果を示す。 $a/d=0.5, 1.0, 1.5$ と $P_w=0, 0.4\%$ をパラメータとした。なお、 $a/d=1.0$ の供試体については、破壊形態の差違が見られたため、同一条件で2体ずつの実験を実施したが、供試体下面の不陸のため、特異な圧壊となった B-6, 7 は解析対象からは除外した。

図-1 には供試体形状と併せて載荷位置、及び配筋状況を示している。また本実験では、供試体変位、鉄筋ひずみ(主鉄筋、せん断補強筋)、ひび割れ進展状況、ストラット方向のひずみ、せん断変形の5項目を主な測定項目とした。

3. 実験結果の概要

図-2 に $a/d \leq 1.0$ の代表的破壊例として B-2, 6R 供試体と、 $a/d > 1.0$ の代表的破壊例として B-11 供試体の、各計測ひずみが最も進展した箇所のひずみ進展状況を示す。

B-2 供試体は圧縮ひずみが -3772μ と、 -3500μ を超えており終局ひずみ近傍に達している。これに対して、引張ひずみは 1294μ しか進展しておらず、降伏に至っていない。B-6R 供試体も同様な傾向が見られた。以上のことから B-2, 6R 供試体は、圧縮力が支配的なせん断圧縮破壊が発生したと考えられる。これに対して、B-11 供試体は終局時に圧縮ひずみが -4414μ に達し、 -3500μ を超えており終局ひずみ近傍に達している。また引張ひずみも 5565μ に達し、 1800μ を大きく超え引張ひずみも降伏に至っている。後

表-1 供試体諸元

供試体 No.	せん断ス パン比 a/d	せん断ス パン a[mm]	有効高 さ d[mm]	部材幅 b[mm]	せん断補 強鉄筋比 Pw[%]	主鉄筋 比 Pt[mm]	圧縮強度 σck[Mpa]
B-2	0.5	200	400	200	0.0	2.02	36.2
B-3					0.4		36.2
B-6					0.0		36.2
B-6R	1.0	400			0.4		31.3
B-7					0.4		36.2
B-7R					0.0		31.3
B-10	1.5	600			0.0		29.2
B-11					0.4		29.2

R: 同形状供試体の2体目

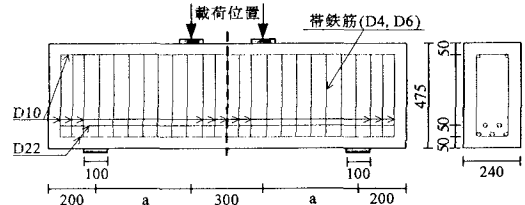


図-1 供試体形状(a:せん断スパン)

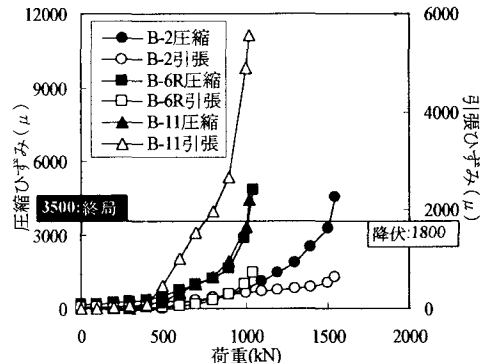


図-2 圧縮ひずみと引張ひずみの関係

表-2 実験結果

a/d		0.5	1.0		1.5
0%	供試体No.	B-2	B-6	B-6R	B-10
	最大荷重	1550[kN]	675[kN]	1050[kN]	615[kN]
	破壊形態	圧縮破壊	局所的な圧壊	圧縮破壊	斜めせん断ひび割れ破壊(曲げ降伏無し)
	破壊位置				
0.4%	供試体No.	B-3	B-7	B-7R	B-11
	最大荷重	1536[kN]	900[kN]	1181[kN]	1025[kN]
	破壊形態	圧縮破壊	局所的な圧壊	圧縮破壊	斜めせん断ひび割れ破壊(曲げ降伏有り)
	破壊位置				

●アクリルバーの圧縮ひずみが -3500μ を超えた位置
◇帯鉄筋の引張ひずみが 1800μ を超えた位置

述するように、 $a/d=1.5$ ではせん断ひび割れが支配的となり、終局に至ると考えられる。

図-3に全供試体の最大耐力と以下の(1)～(4)式との比較を示す。式(1), (3), (4)は道路橋示方書式、式(2)は九工大提案式である。

$$S = Cdc \cdot Sc + Ss \quad (1)$$

$$Cdc = \frac{10.3}{1 + (a/d)^2} \quad (a/d < 2.0) \quad (2)$$

$$Sc = 0.82 \cdot Pt^{1/3} \cdot (1/d)^{1/3} \cdot \sigma_{ck}^{1/3} \cdot b \cdot d \quad (3)$$

$$Ss = Aw \cdot \sigma_{sy} \cdot z/s \quad (4)$$

$a/d=0.5$ の供試体はせん断補強筋の有無に関わらず、耐力に差が見られる。一方で、 $a/d=1.0, 1.5$ の供試体は、せん断補強筋を配置することにより、耐力の増加が見られ、 a/d が大きくなるにつれて耐力の増加量が大きくなる傾向が見られる。また図-3より、 $Pw=0\%$ の場合、実験値は提案式にほぼ適応することが分かる。

4. $a/d=1.5$ における破壊形態

図-4に $a/d=1.5$ の供試体のせん断ひび割れの進展状況を、デジタルカメラで計測した結果を示す。測定箇所は、図-5に示すようにストラット部中央部である。図-4 a)より载荷後、せん断補強鉄筋の降伏までは、ひび割れ面より下側はひび割れが開く方向に動いており、ひび割れ面より上側はほとんど動きが見られなかった。よって、ひび割れと直角方向に変形が進展することから、供試体が引張力により変形していくと考えられる。図-4 b)より、せん断補強鉄筋降伏後は、ひび割れ面より下側では鉛直方向下向きへの動きが大きくなることが分かる。この場合も、ひび割れ面より上側では移動は確認出来なかった。このように、鉛直下向き方向への変形は、ひび割れ面を跨いでズレ方向の力による変形が支配的であると考えられる。

図-5に $a/d=1.5$ の破壊形態の模式図を示す。 $a/d > 1.0$ の供試体は、ストラット部下面に作用する引張力が支配的となり破壊時にはストラット部の下面にせん断破壊面を形成する。よって、ストラット部下面に発生するせん断ひび割れが、破壊耐力を支配する。

5. まとめ

- (1) $a/d=0.5, 1.0$ の供試体は、圧縮ストラット部で破壊するせん断圧縮破壊であり、 $a/d=1.5$ の供試体は、ストラット下面に発生する斜めせん断ひび割れの進展による破壊形式となり、 a/d によりディープビームの破壊性状が異なる結果となった。
- (2) 実験によるコンクリートせん断耐力は、提案式から算出した計算値とほぼ同様の耐力値を示し、提案式の妥当性が確認できた。また、 a/d が大きくなるほど、せん断補強筋の効果が大きくなる結果となった。

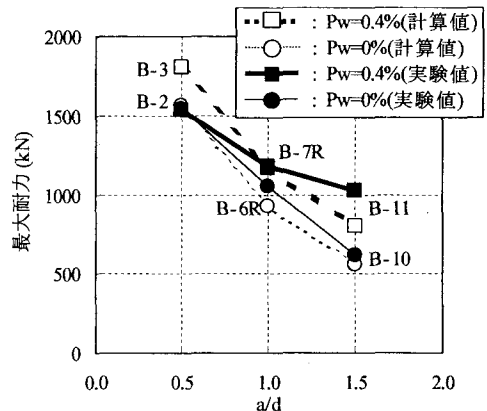
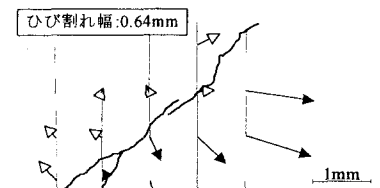
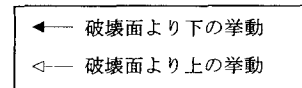
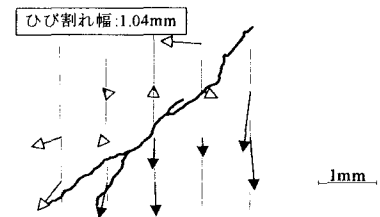


図-3 最大耐力と提案式との比較



a) 载荷初期～補強筋降伏時の挙動



b) 補強筋降伏時～破壊時の挙動

図-4 $a/d=1.5$ の挙動

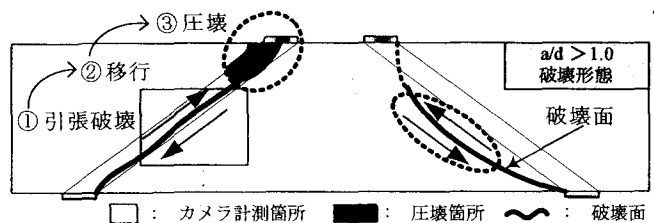


図-5 $a/d > 1.0$ の破壊形態(引張力が支配的な破壊)