

ディープビームのせん断破壊形態に関する実験的検討

九州工業大学 学生会員 ○脇山 知美
阪神道路公団 正会員 西岡 勉

九州工業大学 正会員 幸左 賢二
独立行政法人土木研究所 正会員 小林 寛

1. 目的

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図-1の研究フローに示すように、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を実施し、 a/d が破壊形態に与える影響を検討した。

2. 実験概要

表-1 に実験供試体の諸元及び圧縮試験結果を示す。 $a/d = 0.5, 1.0, 1.5$, $P_w = 0, 0.4, 0.8\%$, $d = 300, 400, 500, 600\text{mm}$ をパラメータとした計 18 供試体を検討対象とした。供試体名の R は、同一形状の 2 体目の実験を示している。なお、1 体目の B-6,7 供試体は供試体下面の不陸により、支承部で局部圧壊を起したため検討対象から除いた。

図-2 に、供試体形状と併せて載荷位置、及び配筋状況を示す。本実験では、供試体変位、鉄筋ひずみ、せん断変形、デジタルカメラを用いたひび割れ進展状況やストラット方向のアクリルひずみ(図-3 参照)の 5 項目を主な測定項目とした。

3. 実験結果および考察

$a/d = 1.0$ の供試体においては、載荷板支承板付近で、コンクリートの終局ひずみ(-3500 μ)を上回る傾向が確認された。よって $a/d = 1.0$ においては、せん断圧縮破壊で破壊したと考えられる。

一方、 $a/d = 1.5$ の供試体においては、破壊時に図-4(a)に示すように、進展した斜めひび割れが貫通する破壊パターン 1 と、図-4(b)に示すように、進展した斜めひび割れとは異なる割裂ひび割れが生じ破壊に至った破壊パターン 2 がみられた。

図より、どちらの供試体においても最大荷重時に生じたひび割れ面より下が大きく変形していることが分かる。

また、図-5 には最大荷重時における圧縮ひずみの分布状況を示す。図より、破壊パターン 1 において圧縮ひずみの局所進展がみられ、破壊パターン 2 においては、一様な圧縮ひずみの分布が確認された。

図-6 に実験値と計算値の比較を示す。ここでの計算値は、(1)式に示す著者ら¹⁾の提案式を用いる。

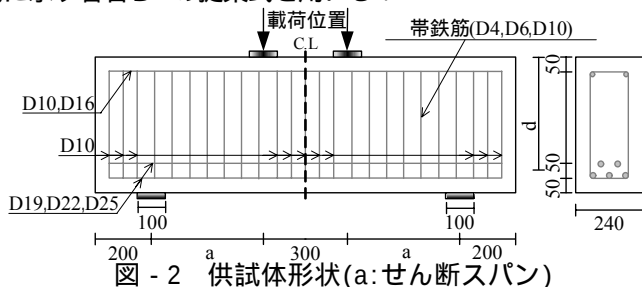


図-2 供試体形状(a:せん断スパン)

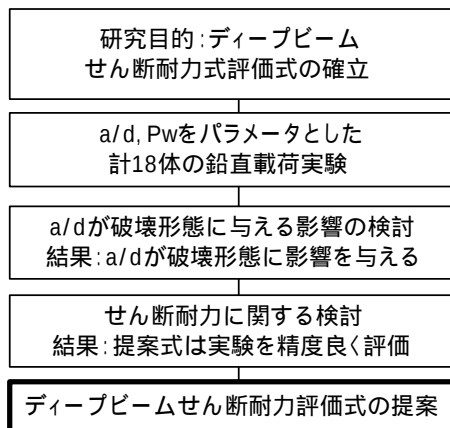


図-1 研究フロー

表-1 供試体諸元

供試体 No.	せん断スパン比 a/d	有効高さ $d(\text{mm})$	せん断補強鉄筋比 $P_w(\%)$	コンクリートの圧縮強度 $f_{ck}(\text{MPa})$	部材幅 $b(\text{mm})$
B-2	0.5	400	0.0	36.2	240
B-3			0.4	36.2	240
B-4			0.8	37.0	240
B-6R	1.0	400	0.0	31.3	240
B-7R			0.4	31.3	240
B-8			0.8	37.0	240
B-10.1	1.5	300	0.0	37.0	180
B-10.1R			0.0	42.3	180
B-10			0.0	29.2	240
B-10R		400	0.0	23.0	240
B-10R2			0.0	37.0	240
B-10.2		500	0.0	37.0	300
B-10.2R			0.0	42.3	300
B-10.3		600	0.0	37.8	360
B-10.3R			0.0	31.2	360
B-10.3R2			0.0	37.0	360
B-11		400	0.4	29.2	240
B-12		400	0.8	31.3	240

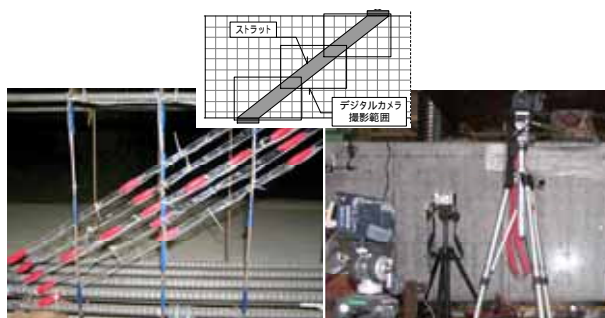
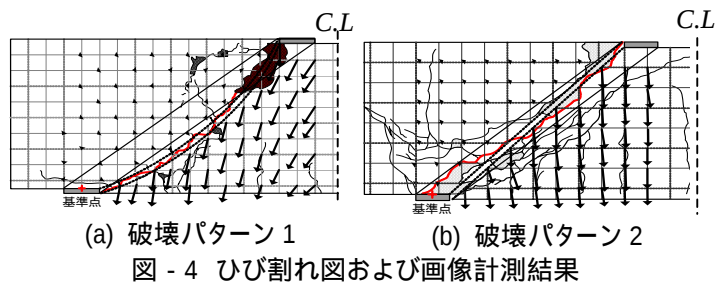


図-3 斜めひび割れの計測方法

キーワード ディープビーム, せん断スパン比, 破壊形態

連絡先 〒804-8850 福岡県北九州市仙水町 1-1 九州工業大学 建設社会工学科 TEL 093-884-3123



$$S = Cdc \cdot 0.82pt^{1/3} \cdot (1/d)^{1/3} \cdot \sigma_{ck}^{1/3} \cdot b \cdot d + \phi S_s$$

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

ここに、 S ：部材の有するせん断耐力、 S_s ：トラス理論より算出される鉄筋の効果、 ϕ ： $-0.17+0.30(a/d)+0.33/P_w$

図より、荷重が局所的に作用せず一様に分布した破壊パターン2の方が破壊パターン1と比較して耐力が大きくなっている。これは破壊パターン2でひずみが均一に進展し、ストラットが明確に形成されたため、耐力が増加したと考えられる。

図-7に、実験値と提案式との適応性を示す。図より、平均値が1.22、変動係数が0.24となった。 $a/d=1.5$ では、破壊パターン2における実験値の平均は、提案式に対して1.63と大きくなるが、破壊パターン1では、実験値の平均が提案式に対して1.04となっており、ほぼ提案式と一致している結果となった。

以上より想定される各パターンのせん断抵抗モデルの模式図を図-8に示す。これまでの検討により破壊パターン1のコンクリート負担分 V_c は、進展した斜めひび割れ上部の圧縮部コンクリートの抵抗力で説明され、 V (せん断耐力) $=V_c+V_s$ が成り立つ²⁾。一方、破壊パターン2では、既往の検討で定義されるタイドアーチ機構が形成されるため、コンクリート負担分 V_c' はストラット部の抵抗力として表されるが、局所的な破壊耐力(V_c)よりも、安定した破壊形式であり、ストラット部の抵抗力 V_c' は V_c よりも大幅に抵抗力が大きいと考えられる。その結果、図-7に示すように、提案式は、破壊パターン1に対して精度よく評価でき、破壊パターン2に対しては、実験の下限値を示すと考えられる。

4. まとめ

- 1) $a/d=1.5$ では破壊パターンが2つ見られ、破壊パターン2は破壊パターン1よりも約1.5倍耐力が大きくなる結果となった。
- 2) 九工大提案式は、破壊パターンが2つみられた $a/d=1.5$ の供試体に関しても、下限値に対して比較的精度良くせん断耐力を評価できているといえる。

参考文献

- 1) 里道喜義, 幸左賢二, 足立幸郎, 鈴木直人: RC梁部材のせん断耐力に及ぼすせん断スパン比 a/d の効果, コンクリート工学年次論文集, Vol. 24, No. 2, pp. 931-936, 2002.6
- 2) 脇山知美, 幸左賢二, 西岡勉, 小林寛: ディープビームにおける破壊メカニズムを考慮したせん断耐力式の提案, 第8回地震時保有耐法に基づく橋梁等の耐震設計に関するシンポジウム講演論文集, pp.287-292, 2005.2

