

ディープビーム部材のせん断強度に関する寸法効果

九州工業大学大学院 学生会員 ○内田悟史
九州工業大学大学院 学生会員 脇山知美

九州工業大学 正会員 幸左賢二
阪神高速道路 正会員 西岡勉

1. はじめに

せん断スパン比 a/d (以下, a/d) が 2.5 以上の RC 棒部材では, 部材寸法の増加に伴いせん断強度が低下する寸法効果が確認されており, せん断耐力算定式における寸法効果の影響は, 通常の棒部材の荷重試験をもとに考慮されている. 一方, a/d が 2.5 以下のディープビーム部材では, 破壊形態が異なることから, 寸法効果の要因は未だ明らかとなっていない. そこで本研究では, せん断補強筋比, 有効高さをパラメータとした実験を実施し, 図-1 に示すような圧縮領域とひび割れ進展に着目した検討を行った. 特に本論文では圧縮領域に着目して述べる.

2. 実験概要

表-1 に供試体諸元を示す. 本実験では, 実構造物で用例の多い $a/d=1.5$ を対象とし, 有効高さ d (300~1400mm) をパラメータとした計 19 体の供試体を作成した. 図-2 に供試体の配筋状況および計測器の配置例を示す. 圧縮ストラットのコンクリートひずみを測定するため, アクリルバーを設置し, ひずみゲージを貼り付けた. また, 荷重板幅 r と有効高さ d の比 r/d は全供試体で一定とした.

3. 実験結果

荷重試験結果より, 図-3 に示すように斜めひび割れが進展し, 最終的に荷重板下のコンクリートが局部圧壊するパターン(破壊パターン 1)と, 進展した斜めひび割れとは別の割裂ひび割れがストラット内に生じ, 破壊に至るパターン(破壊パターン 2)がみられた. また, パターン 1 はパターン 2 と比較して耐力が低くなる結果となった. 図-4 に最大荷重 P を部材断面積 bd で除し, 平均せん断応力度として比較した結果を示す. 図より, d の増加に伴いせん断強度が $d^{1/3}$ で低

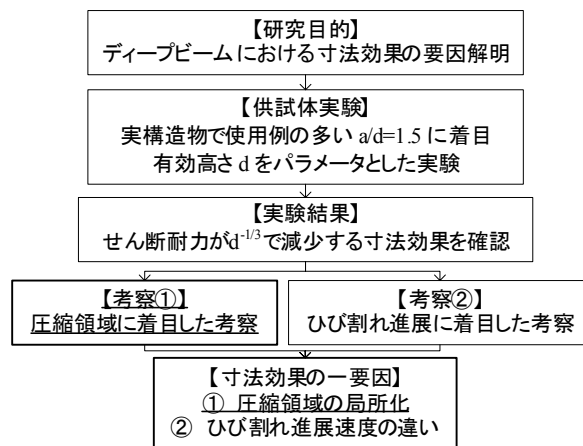


図-1 研究フロー

表-1 供試体諸元

供試体No.	有効高さ d (mm)	せん断 補強 鉄筋比 Pw(%)	圧縮強度 fc (N/mm ²)	供試体 No.	有効高さ d (mm)	せん断 補強 鉄筋比 Pw(%)	圧縮強度 fc (N/mm ²)
B-10.1	300	0.0	37.0	B-13	800	0.0	31.6
B-10.1R			42.3	B-13R			24.0
B-10	29.2		B-14	1000	31.0		
B-10R	23.0		B-15	1200	27.0		
B-10R2	37.0		B-16	1400	27.3		
B-10.2	500		37.0	B-11	400	23.0	
B-10.2R			42.3	B-17	1000	28.7	
B-10.3			37.8	B-18	1400	23.5	
B-10.3R			31.2	B-12	400	0.8	31.3
B-10.3R2	600		37.0	* 最大骨材寸法は 20[mm]で一定			

* 最大骨材寸法は 20[mm] で一定

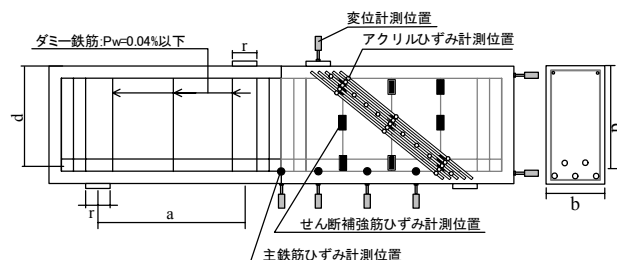
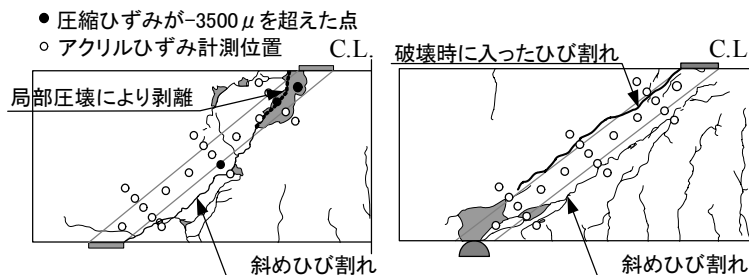


図-2 供試体形状



(a) 破壊パターン 1

(b) 破壊パターン 2

図-3 破壊パターンの比較

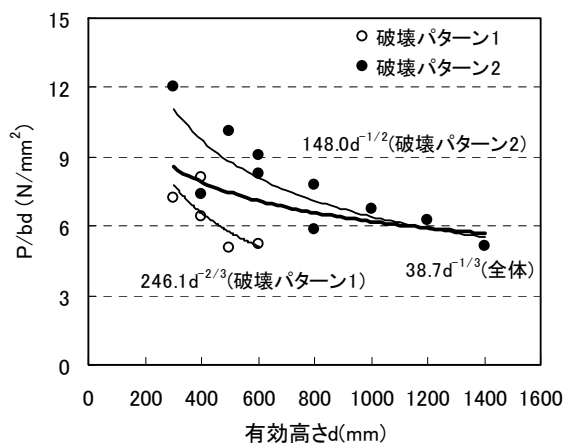


図-4 せん断強度比較

キーワード ディープビーム, せん断スパン比, 寸法効果, 圧縮作用領域の局所化

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

下する寸法効果が確認された。P/bd に差異がみられるが、これは前述したように破壊パターンによって耐力差が生じたためであり、破壊パターンごとに分類すると精度よく近似できる結果となった。ここで、P/bd を用いたせん断強度の比較は部材寸法の影響を考慮しているが、各供試体でコンクリートの圧縮強度に差異が存在する。そこで、コンクリート強度の影響を設計基準強度 f'_{cd} と圧縮強度 f'_{ck} の比(式(1))により補正した。

$$\tau^* = P/bd \left(\frac{f'_{ck}}{f'_{cd}} \right)^{\frac{1}{3}} \quad (1)$$

ここで、 τ^* ：圧縮強度の影響を補正した平均せん断応力

図-5 にコンクリート強度の補正を行ったせん断強度 τ^* のプロットを示す。図より、 τ^* も P/bd と同様に、有効高さの増加に伴いせん断強度が $d^{-1/3}$ で低下している。これより $a/d=1.5$ では相対的にせん断強度が低下する寸法効果が存在すると考えられる。

4. 考察

図-6 に破壊パターン1によって終局に至った供試体の最終ひび割れ状況を示す。代表例として B-10.1 供試体($d=300\text{mm}$)と B-10.3R 供試体($d=600\text{mm}$)を挙げる。局部圧壊した圧壊領域面積 A を計測し、図-6 に示すせん断スパン間の面積 ad で除すことで無次元化し、 A/ad とした。その結果、大型供試体の A/ad が小型供試体と比較して低下する傾向にあることが確認された。

次に、図-7 に局部圧壊した荷重板下の応力分布を示す。アクリルひずみより、圧縮応力分布を算出し、ストラット幅 W_p [mm] を測定した。アクリルひずみは終局直前の $0.95P_{max}$ 時を用いている。応力分布面積 A を W_p で除し、破壊時の平均作用せん断応力度 τ を算出した結果、 $d=400\text{mm}$ 供試体で $\tau_{400}=18.5\text{N/mm}^2$ であった。同様に他の供試体の τ を測定した結果、寸法によらず τ は概ね同値となることが確認された。

一方、ストラット幅 W_p を寸法の影響を考慮するため有効高さ d で除し、寸法別に比較した。その結果、寸法の増加に伴い W_p/d は低下する傾向にあった。以上より、圧縮力作用領域には W_p/d が大きく影響していると考えられる。

図-8 に W_p/d を寸法別に比較した結果を示す。図より、有効高さが大きくなるにつれ、全体でみかけのストラット幅が $d^{1/3}$ に比例して低下し、相対的に圧縮領域が局所化するといえる。

5. まとめ

- (1) 有効高さをパラメータとしたディープビームの荷重実験を行った結果、せん断強度が $d^{-1/3}$ に比例して低下する寸法効果が確認された。
- (2) 部材寸法の増加に伴いみかけの圧縮ストラット幅が $d^{1/3}$ に比例して低下し、破壊が局所的に生じるため、相対的なせん断耐力が低下することが明らかとなった。

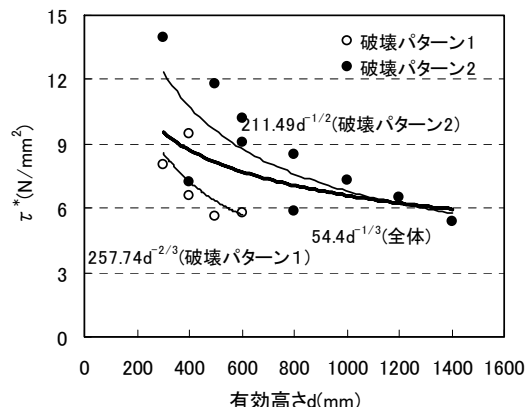


図-5 せん断強度比較(圧縮強度補正後)

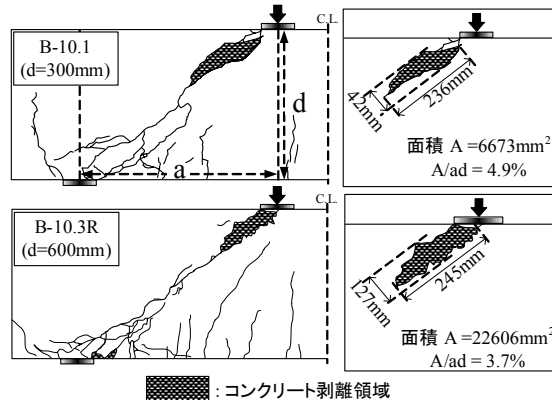


図-6 最終破壊状況と剥離面積

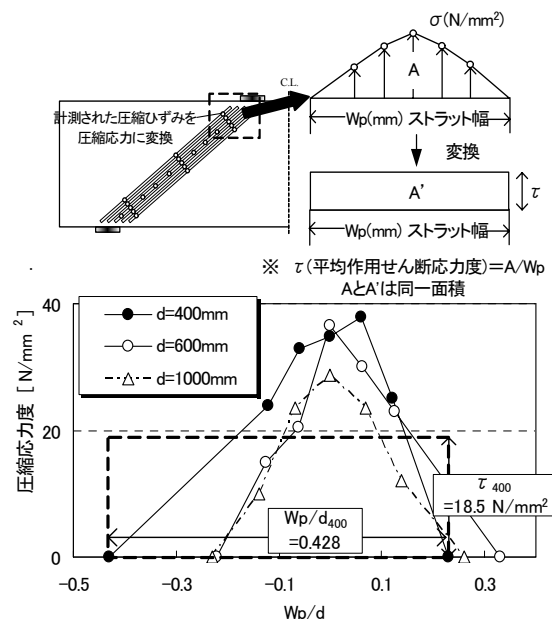


図-7 平均せん断応力度分布

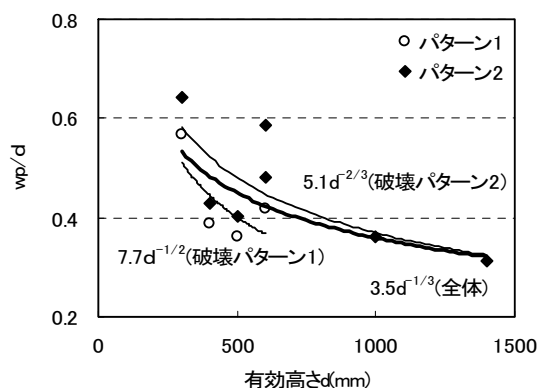


図-8 ストラット幅-有効高さ関係