

せん断補強鉄筋が密に配置されたディーブームのせん断耐力に関する実験的研究

東日本旅客鉄道株式会社 正会員 ○水野光一郎
 東日本旅客鉄道株式会社 正会員 関 玲子
 東日本旅客鉄道株式会社 正会員 小林 将志

1. 研究の背景と目的

せん断力を受ける部材の支点から荷重点までの距離（せん断スパン a ）と有効高さ d の比であるせん断スパン比（ a/d ）が $a/d < 2.0$ 程度となる鉄筋コンクリート部材は一般にディーブームと呼ばれ、そのせん断耐力の評価手法は数多く提案されている^{例(例えば)1)~4)}。本稿では、せん断補強鉄筋を比較的密に配置したディーブームを対象として荷重試験を行ったので、この結果について報告する。なお、本稿では、荷重点と支点とを結ぶ対角線を対角ライン、対角ライン付近の圧縮応力が分布するおおよその範囲を圧縮ストラットとする。

2. 試験概要

試験体は断面寸法ならびに荷重条件を同一とし、はりの腹部に配置した側方鉄筋を変化させて荷重試験を行った。試験体の概要を図1に、試験体の諸元を表1に示す。表1のコンクリートの圧縮強度は材料試験により得られた結果を示している。 a_1

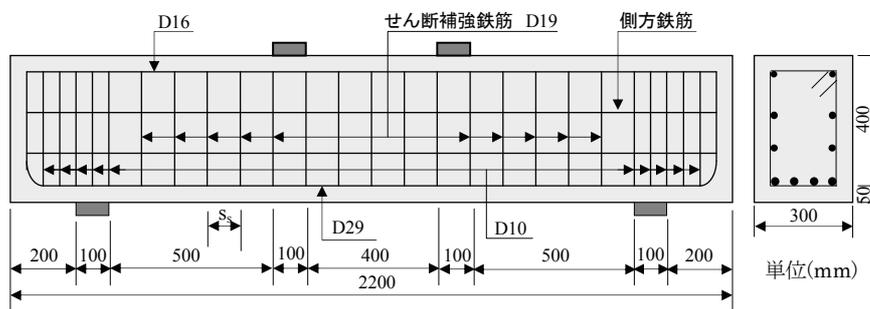


図1 試験体の形状寸法（試験体1）

は支点前面から荷重点前面までの距離である。荷重方法は2点対称荷重とし、変位制御による静的な一方単調荷重とした。試験時の主な計測項目はせん断スパン内の軸方向鉄筋およびせん断補強鉄筋のひずみ、荷重、荷重点での変位である。

表1 試験体の諸元

試験体番号	断面幅 b_w (mm)	断面高さ (mm)	有効高さ d (mm)	せん断スパン a (mm)	せん断スパン a_1 (mm)	せん断スパン比 a/d	せん断スパン比 a_1/d	荷重板幅 r (mm)	引張鉄筋呼び名本数	側方鉄筋呼び名本数	pc (%)	せん断補強鉄筋			f_c (N/mm ²)
												呼び名	pw (%)	Ss (mm)	
1	300	450	400	600	500	1.50	1.25	100	D29 4	D13 4	2.52	D16	1.32	100	24.5
2	300	450	400	600	500	1.50	1.25	100	D29 4	D19 8	4.26	D16	1.32	100	24.2

3. 試験結果

(1) 試験結果

試験体はいずれもほぼ同様の破壊過程を示し、ひび割れの発生状況も類似していた。破壊時の試験体の状況を図2および図3に、両試験体の荷重と変位の関係を図4に示す。両試験体の破壊過程としては、荷重点の下方の引張側にて曲げひび割れが発生し、その後、支点寄りの引張側にて曲げひび割れが新たに発生して、斜めひび割れに移行した。そして、対角ラインの下方に斜めひび割れが発生した後、荷重の増加に伴って、新たな斜めひび割れが発生した。さらに、荷重点付近でコンクリート表面が剥離するような微細ひび割れが発生して、荷重の増加に伴って荷重点から圧縮ストラットにおけるコンクリートの剥離が進展し、荷重が低下した。また、せん断補強鉄筋のひずみは最大荷重後の荷重低下時においても降伏による急激な増加は計測されず、その後、継続して荷重することで降伏ひずみ以降の急激なひずみの増加が計測された。

(2) 試験体のせん断耐力の評価

本稿では a/d が小さい領域においても試験結果をよく説明できるせん断耐力の評価式³⁾により評価を行う。

キーワード ディーブーム、せん断耐力、せん断スパン比、せん断補強鉄筋

連絡先 〒151-8578 東京都渋谷区代々木2-2-2 東日本旅客鉄道(株) 建設工事事務部構造技術センター 03-5334-1288



図2 破壊時の状況 (試験体No1)

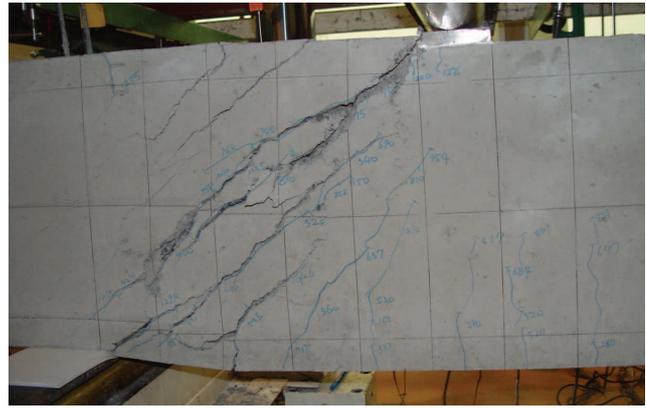


図3 破壊時の状況 (試験体No2)

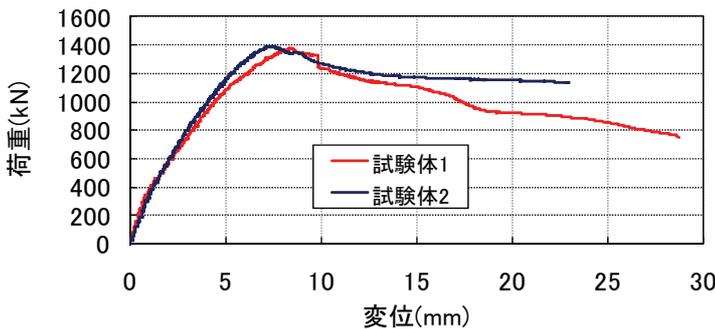


図4 荷重と変位との関係

表2 試験値と計算値との比較

試験体番号	試験値 V_{max}	計算値			試験値/計算値 V_{max}/V_d
		V_d	V_y	V_{wc}	
1	687.2	742.5	868.6	742.5	0.93
2	694.8	737.9	892.5	737.9	0.94

この評価式 (1) は側方鉄筋が多く配置された壁式橋脚を対象として、 a/d が小さい領域であっても、せん断補強鉄筋が降伏した場合はトラス理論により求めたせん断補強鉄筋が負担するせん断耐力 (V_s) をコンクリートが負担するせん断耐力 (V_{c1}) にそのまま加算でき、せん断補強鉄筋が降伏しない場合は腹部コンクリートの斜め圧縮破壊耐力 (V_{wc}) を用いることで、部材のせん断耐力 (V_d) を評価できることを示している。

$$V_d = \min(V_y = V_s + V_{c1}, V_{wc}) \tag{1}$$

ここで、本試験の結果と (1) 式により求まる計算値を表 2 に示す。本試験においては、両試験体ともにせん断補強鉄筋が降伏せず、圧縮ストラットのコンクリートが圧壊する結果であり、(1) 式によって試験体のせん断耐力を評価した場合にも V_{wc} でせん断耐力が決定される結果となった。また、 V_{wc} による計算値も試験値と近い値であった。

4. まとめ

本稿では、 $pw=1.32$ とせん断補強鉄筋が比較的密に配置された単純支持のディープビームを用いた試験により、以下の結果を得た。

- ・本試験のディープビームはせん断補強鉄筋が降伏せず、圧縮ストラットにおけるコンクリートが圧壊するような破壊性状を示した。
- ・本試験のせん断補強鉄筋が降伏しないディープビームのせん断耐力は、腹部コンクリートの斜め圧縮破壊耐力 V_{wc} 程度の値となった。

参考文献：

- 1) 土木学会：コンクリート標準示方書 設計編 [2007年制定]，2008年3月
- 2) 鉄道総合技術研究所：鉄道構造物等設計標準・同解説 コンクリート構造物，丸善，2004年4月
- 3) 石橋忠良，松本浩一，菅野貴浩，築島大輔，小林将志：鉄筋コンクリート壁式橋脚のせん断耐力に関する実験的研究，土木学会論文集，No.3/Vol.65，pp.300~310，2009年7月
- 4) 二羽淳一郎：FEM解析に基づくディープビームのせん断耐力算定式，第2回RC構造のせん断問題に対する解析的研究に関するコロキウム論文集，pp.119~126，1983年10月