

## I 型断面フレキシブル橋脚のせん断耐力に関する実験的研究

九州大学大学院 学生会員 川崎 啓史 九州大学工学研究院 フェロー 大塚 久哲  
 西日本高速道路株式会社 正会員 福永 靖雄 西日本高速道路株式会社 正会員 今村 壮宏  
 九州大学工学研究院 正会員 山崎 智彦

## 1. はじめに

フレキシブル橋脚とは、地震時慣性力の一部を剛性の大きい橋台や他の橋脚に負担させることによって、耐力の小さな構造が可能となる橋脚である。現在、I 型断面フレキシブル橋脚の橋軸直角方向のせん断耐力評価手法については道路橋示方書に明確な基準は記されていない。現段階の橋軸直角方向のせん断耐力算定手法としては、中壁とそれを両端柱に貫通させた仮想壁断面のコンクリートが受け持つせん断耐力と、柱の帯鉄筋が受け持つせん断耐力の和で算出している。しかし、I 型断面フレキシブル橋脚のせん断耐力に関する研究や知見は少ないことから、上記で述べた評価手法の確認が必要である。本研究では既存の I 型断面フレキシブル橋脚をモデル化した供試体を作成し、柱帯鉄筋と壁横筋をパラメータとして水平方向単調漸増載荷実験を行い、せん断耐力に影響を与えるパラメータについて確認した。また、炭素繊維補強プラスチックシート（以下、CFRP シート）による補強効果を確認するために、供試体壁に CFRP シートを貼付した供試体に同様の水平方向単調漸増載荷実験を行った。

## 2. 実験概要

写真 - 1 に供試体載荷図、図 - 1 に本研究で用いた供試体の配筋図例を、表 - 1 と表 - 2 に使用材料の材料特性を示す。コンクリートは設計基準強度  $24\text{N/mm}^2$  で配合しており、鉄筋は SD345 を用いている。また、炭素繊維シートに関しては、一般的な目付け量である  $200\text{g/m}^2$  のシートを使用した<sup>1)</sup>。表 - 3 に実験ケースについて示す。供試体 No.2 は柱帯鉄筋量の影響を、No.3 は壁横筋量の影響を検討するための供試体で、No.1 と比較検討を行った。また供試体 No.4 は、CFRP シートを壁両面の全面に 1 層縦貼りしており、CFRP



写真 - 1 供試体載荷図

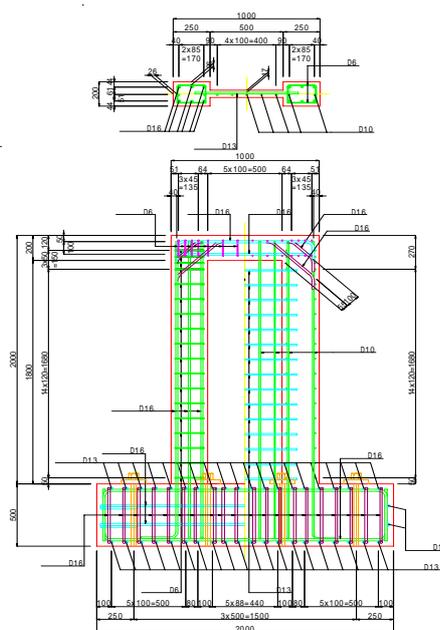


図 - 1 供試体配筋図例 (単位:mm)

シートによる補強効果を確認している。載荷に関しては、基礎フーチングを PC 鋼棒で緊結し、500kN のオイルジャッキに  $200\text{mm} \times 200\text{mm}$  のゴムパットを介して当てて、片押し単調漸増載荷を行った。計測項目は、供試体頂部変位と鉄筋（柱主鉄筋・柱帯鉄筋・壁縦筋・壁横筋）のひずみ、ひび割れ幅等である。

表 - 1 コンクリートの材料特性

供試体No.	圧縮強度 ( $\text{N/mm}^2$ )	割裂強度 ( $\text{N/mm}^2$ )	ヤング係数 ( $\text{N/mm}^2$ )	材齢 (日)
1	34.4	3.0	$2.49 \times 10^4$	18
2	36.7	3.3	$2.59 \times 10^4$	22
3	35.7	3.1	$2.35 \times 10^4$	14
4	37.6	3.7	$2.50 \times 10^4$	20

表 - 2 鉄筋の材料特性

鉄筋径	降伏応力 ( $\text{N/mm}^2$ )	降伏ひずみ ( $\mu$ )	ヤング係数 ( $\text{N/mm}^2$ )	備考
D6	409	4041	$2.00 \times 10^5$	柱帯鉄筋, 梁帯鉄筋
D10	363	3762	$1.82 \times 10^5$	壁縦筋
D13	345	2460	$1.79 \times 10^5$	壁横筋
D16	385	2152	$1.84 \times 10^5$	柱主鉄筋, 梁主鉄筋

表 - 3 実験ケース

供試体No.	鉄筋径及び配筋間隔		鉄筋比(%)				備考
	柱帯鉄筋	壁横筋	柱主鉄筋比	柱帯鉄筋比	壁縦筋比	壁横筋比	
1	D6ctc120	D13ctc120	2.67	0.35	1.19	1.76	標準断面
2	D6ctc60	D13ctc120	2.67	0.71	1.19	1.76	柱帯鉄筋の影響
3	D6ctc120	D13ctc60	2.67	0.35	1.19	3.52	壁横筋の影響
4	D6ctc120	D13ctc120	2.67	0.35	2.95 (1.76)	1.76	CFRPの影響

(供試体 No.4 の括弧中の値は CFRP シートによる換算縦筋比)



(a) 供試体 No.1 (b) 供試体 No.2 (c) 供試体 No.3 (d) 供試体 No.4

写真 - 2 破壊状況

3. 実験結果と考察

実験終了時のひび割れ及び破壊状況を写真 - 2 にそれぞれ示す．また，実験から得られた荷重 - 変位曲線を図 - 2 に示す．グラフ中の変位は供試体頂部の水平変位を示している．図 - 2 中で示す A 点は引張側柱に曲げひび割れが数本発生し，壁に斜めひび割れが発生した点であり，B 点は壁縦筋が降伏した点である．A 点付近での剛性変化点は各供試体とも共通である．供試体 No.1 では A 点以降に引張側柱の主鉄筋降伏や圧縮側柱に斜めひび割れが発生し，B 点以降に引張側柱とフーチング境界でのひび割れ発生や壁横筋が降伏し始め，しばらくすると最大耐力に到達した．最終的には圧縮側柱帯鉄筋が降伏し，圧縮側柱の基部での圧壊が顕著となり破壊に至り，供試体 No.3 は，途中までのプロセスは供試体 No.1 と同様であるが，壁横筋の効果により最大耐力前に圧縮側の柱帯鉄筋が先に降伏し，最大耐力に到達した後に圧縮側柱の基部での圧壊が急激に進行し破壊に至った．また，本供試体の壁横筋増量により，じん性の向上はわずかであった．供試体 No.2 では，柱帯鉄筋増量の効果により変形性能が改善されており，最大荷重も若干増加している．供試体 No.1 と No.2 では最大耐力後に一時荷重が減少しているが，これは最大耐力直前に圧縮側基部で圧壊が発生し始めたことによるものと思われる．しかし，この圧壊による損傷が軽微であったために耐力維持され変位が伸びている．供試体 No.4 は CFRP シート貼付による効果で，図 - 2 の B 点以降の剛性低下が他の供試体より小さく，最大耐力点が最も大きくなっている．同時にじん性の改善がなされており，No.2 と同じ変形性能であった．また，供試体 No.4 では，最大耐力前に壁裾部で CFRP シートが剥離し，最終的には圧縮側柱の基部での圧壊と同時に CFRP シートも破断した．

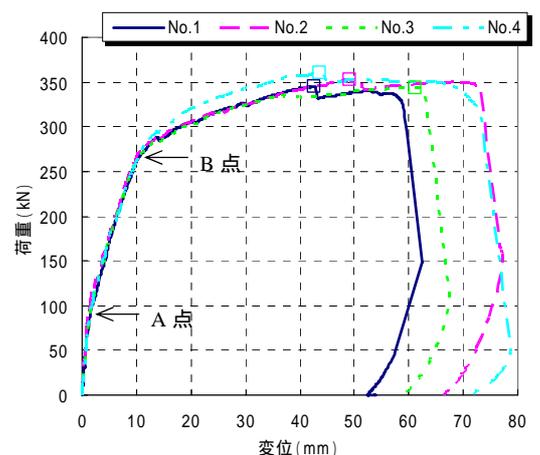


図 - 2 荷重 - 変位曲線 (図中の は最大耐力を示す)

4. まとめ

各供試体ともひび割れ状況及び破壊形式に関して大きな差はなく，曲げ降伏先行型のせん断圧縮破壊であった．ただし，柱帯鉄筋量の増量及び壁面への CFRP シート貼付によって最大せん断耐力の向上とじん性の改善が期待できることが分かった．

参考文献 1) (旧) 日本道路公団試験所：炭素繊維による鉄筋コンクリート橋脚の補強工法設計・施工要領，1995.2