

せん断スパン比の小さい CFT 梁の耐荷特性に関する研究

(財) 鉄道総合技術研究所 正会員 ○松枝 修平 正会員 田所 敏弥
正会員 岡本 大 正会員 谷村 幸裕

1. はじめに

鉄道橋では、橋梁上部工の変位制限や落橋防止として、コンクリート充填鋼管構造（以下、CFT 構造）である鋼角ストッパーが用いられる。一般に、鋼角ストッパーはせん断力の照査により断面形状が決定されることが多い。そこで、本研究では、せん断耐力を改善できる簡易的な方法を開発することを目的に、鋼管内に鉄筋を埋め込んだ CFT 梁の載荷実験を行った。また、耐荷機構を検討するため実験を模擬した三次元 FEM 解析を実施した。

2. 実験概要

実験に用いた供試体の諸元を表 1 に、供試体の形状を図 1 に示す。供試体はコンクリート充填角形鋼管（350mm×350mm、鋼板厚 $t=16\text{mm}$ 、せん断スパン比 $a/d=0.5$ 、せん断スパン $a=175\text{mm}$ 、STRK490）とした。M3 を基準供試体とし、B1 および B2 は、鋼とコンクリートの付着特性を把握するために、鋼管の内側に鉄筋を溶接した供試体とした。B1 は鉄筋を全周に配置したもの、B2 は上下のみに配置したものとした。なお、鉄筋の溶接は、全周すみ肉溶接で両端部 150mm の範囲とした。また、図中にひずみゲージの貼付位置を示す。3 軸ひずみゲージを鋼管側面の中央に、1 軸ひずみゲージを鋼管下面中央に設置した。載荷は、一方向静的単調載荷（4 点載荷）とした。なお、載荷板および支圧板は幅 70mm、板厚 25mm の鋼板を用い、支圧板下にはテフロンシートを敷き、水平方向を可動とした。

2. 実験結果

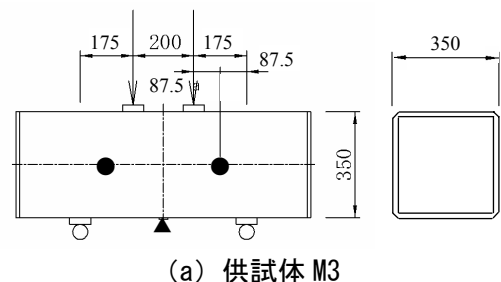
実験より得られた荷重－変位関係を図 3 に示す。横軸の鉛直変位は、部材軸における載荷点と支点の鉛直変位量の差とした。図中の◇は、側面鋼板の最大主ひずみが鋼板の降伏ひずみに達した時点のせん断力であり、CFT 梁のせん断降伏荷重を示す。また、破線は鉄道構造物等設計標準・同解説（コンクリート構造物）¹⁾（以下、RC 標準）にしたがって算定した鋼角ストッパーのせん断耐力の算定値 $V_y (=A_{sv} \cdot f_{svy})$ (A_{sv} : 鋼管のせん断力を負担すると考えられる鋼管側面の断面積, f_{svy} : 鋼管のせん断降伏強度) を示す。

図 3 より、M2 のせん断降伏荷重と V_y がほぼ同じであり、せん断耐力の算定値が鋼角ストッパーのせん断耐力を妥当に評価していることがわかる。一方、B2 のせん断降伏荷重は、M2 の 1.25

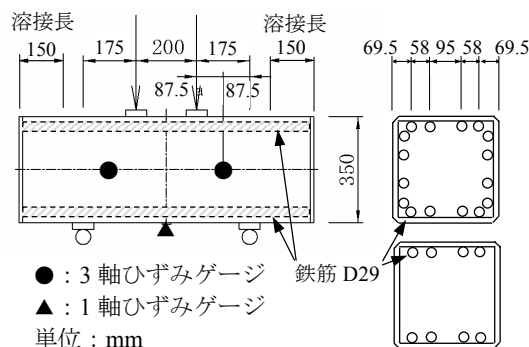
表 1 供試体諸元

供試体	f_c	f_{sy}	ε_{sy}	備考
M3	24.4	440	0.0042	基準供試体
B1	24.0	432	0.0042	全周に鉄筋
B2	24.0	432	0.0042	上下のみ鉄筋

f_c : 内部コンクリート圧縮強度 (N/mm²), f_{sy} : 鋼材の降伏強度 (N/mm²), ε_{sy} : 鋼材の降伏ひずみ (0.2%考慮)



(a) 供試体 M3



(b) 供試体 B1 (上), B2 (下)

図 1 供試体形状

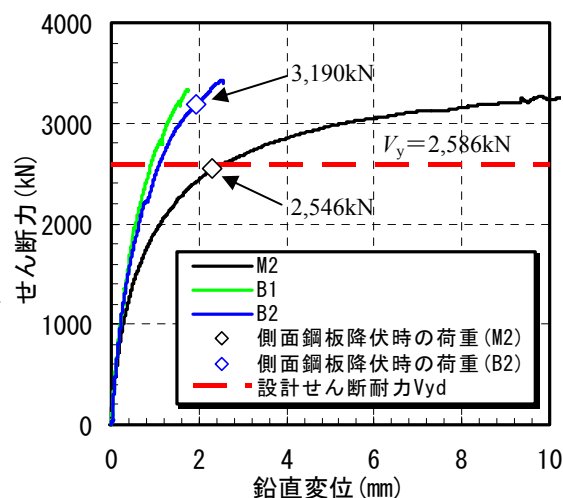


図 3 荷重－変位関係

キーワード CFT 構造, 鋼角ストッパー, せん断耐力, ディープビーム

連絡先: 〒185-8540 東京都国分寺市光町 2-8-38 (財) 鉄道総合技術研究所 コンクリート構造 042-573-7281

倍となり、鋼材内部に鉄筋を埋め込むことで、せん断降伏荷重が上がるのがわかった。また、B1 については、载荷装置の能力の関係からせん断降伏しなかったが、最大せん断力時もせん断降伏していないことから、せん断降伏荷重は V_y よりも大きくなるのがわかる。ただし、D29 の鉄筋を入れることで上下鋼板の鋼材量が 1.5 倍程度になっており、鋼材断面積の増加も影響していると考えられる。実験では鋼材量の影響について検証できないことから、実験を模擬した解析を実施し、耐荷機構について比較することとした。

3. 解析概要

解析では、せん断降伏荷重におよぼす鋼とコンクリートの付着と鋼材量の影響を検討した。表 2 に解析ケースを示す。表中の「鋼材量」は、鉄筋断面積分を鋼板板厚に換算して求めた場合である。また、「上下のみ付着」は供試体 B2 を模擬

し、「全周付着」は供試体 B1 を模擬したものである。解析プログラムは、汎用の FEM 解析プログラム DIANA (Ver.9) を用いた。解析モデルを図 4 に示す。モデルは CFT 梁の 1/2 モデルとし、材料の非線形特性を考慮した三次元モデルとした。また、鋼管と中詰めコンクリート間は付着特性を比較するためにインターフェース要素を用い、付着ありの場合にはせん断方向に非常に大きな剛性を、付着なしの場合には非常に小さな剛性を設定した。载荷は载荷実験と同様に変位制御とし、支点部は水平方向可動とした。なお、要素は 1 要素 25mm 程度に分割した。

4. 解析結果

図 5 に、実験および解析の各ケースにおけるせん断降伏荷重を示す。付着の影響を考慮した A1 および A2 と A3 および A4 では、せん断降伏荷重は数%程度増加した。一方、鋼材量を変更した A5 および A6 では付着の影響よりも増加量が多いことがわかった。また、A2 のせん断降伏荷重は B2 よりも小さく、実験と解析で相違があった。これについては、今後詳細に検討する必要があると考える。

5. まとめ

鋼管内に鉄筋を埋め込んだ CFT 梁の载荷実験と、実験を模擬した解析を行い、せん断降伏荷重におよぼす付着や鋼材量の影響について検討した。検討の結果、実験では、鉄筋を埋め込むことによって、せん断降伏荷重が上がるのがわかった。また、解析により、せん断降伏荷重におよぼす付着の影響と、埋込み鉄筋による鋼材量増加の影響について検討した。

検討の結果、付着の影響よりも鋼材の影響のほうが大きい可能性があることがわかった。

参考文献

- 1) 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),2004
- 2) 松枝修平,田所敏弥,岡本大,谷村幸裕,西恭彦：鋼角ストッパーのせん断耐力に関する実験的検討,第 62 回年次学術講演会講演概要集,CS2-023,pp.67~68,2007.9
- 3) 松枝修平,田所敏弥,岡本大,谷村幸裕,西恭彦：鋼角ストッパーの耐荷特性に関する一考察,第 7 回複合構造物の活用に関するシンポジウム,pp.11-1~11-6,2008.11

表 2 解析ケース

ケース	本体	付着特性	鋼材量	比較項目
A1	CFT 構造	付着あり	鉄筋分を考慮	付着 (上下のみ付着)
A2		付着なし		
A3		付着あり	変更なし	付着 (全周付着)
A4		付着なし		
A5	鋼管のみ	—	鋼材分を考慮	鋼材量
A6			変更なし	

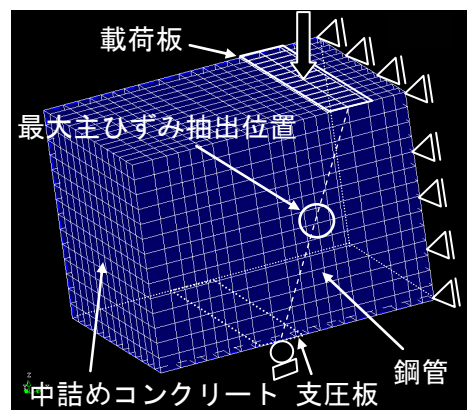


図 4 解析モデル

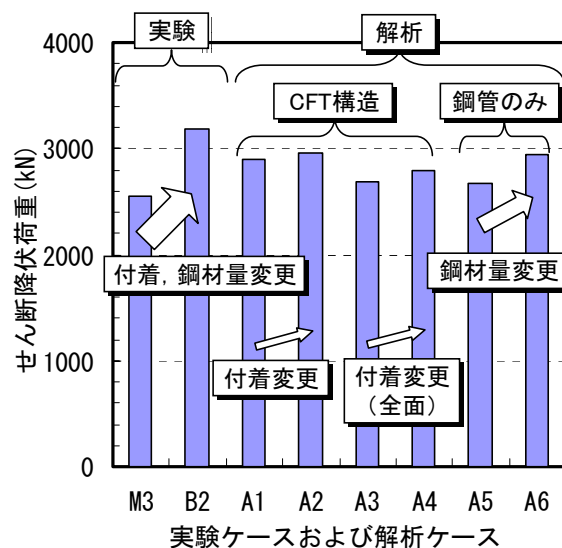


図 5 各ケースにおけるせん断降伏荷重