

縞鋼板を用いたCFT複合梁の曲げ性能について

川田工業株式会社 正会員 ○栗山 浩 正会員 藤林 博明
川田工業株式会社 米田 達則 田島 久嗣 年代 翔一

1. はじめに

縞鋼板 CFT 複合梁は、縞鋼板の突起面を内側に配置した角鋼管と I 形もしくは T 形断面の鋼製梁を接合したもので、鋼管内部にコンクリートが充填された梁である。縞鋼板 CFT 複合梁の概念図を図-1 に示す。

CFT 構造は、鋼管内にコンクリートを充填することにより、軸圧縮耐力・曲げ耐力および変形性能が増大するため従来から建築物の柱部材等で使用されている。また、床材の滑り止めなどに使われる縞鋼板の突起を鋼製杭の摩擦力向上に応用するなどの報告が見られる。

縞鋼板 CFT は、縞鋼板の突起により鋼管とコンクリートとの付着力を高めて合成効果を得るもので、コンクリートを鋼管で覆うことで、ひび割れ拘束や乾燥収縮低減により梁剛性の向上や振動抑制が期待できる。

ここでは、縞鋼板 CFT 複合梁の静的曲げ載荷試験を実施した結果を報告する。

2. 静的曲げ載荷試験の概要

今回実施した試験体の側面図および断面形状を図-2 に示す。実構造物で支間長 20m を想定した断面構成となる梁の支間長を 8.80m に縮小し載荷試験を実施した。T 梁の腹版高は 0.70m、鋼材の材質は SM490 材とした。下フランジ側の CFT 鋼管は幅 200mm、高さ 150mm とし、縞鋼板（板厚 6mm、材質 SM490 材相当）を L 形に曲げ加工したものに合わせて鋼管形状にした。充填コンクリートは、設計基準強度（ f'_{ck} ）50N/mm² の普通コンクリートとし、充填性を考慮しスランプフローは 40cm とした。載荷試験は、2 点集中荷重載荷により 40kN から 500kN まで段階的に載荷と除荷を繰返し、荷重、鉛直変位および応力を実測した。

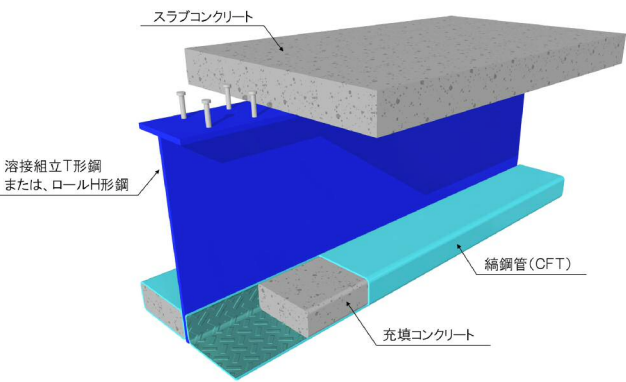


図-1 CFT 複合梁の概念図

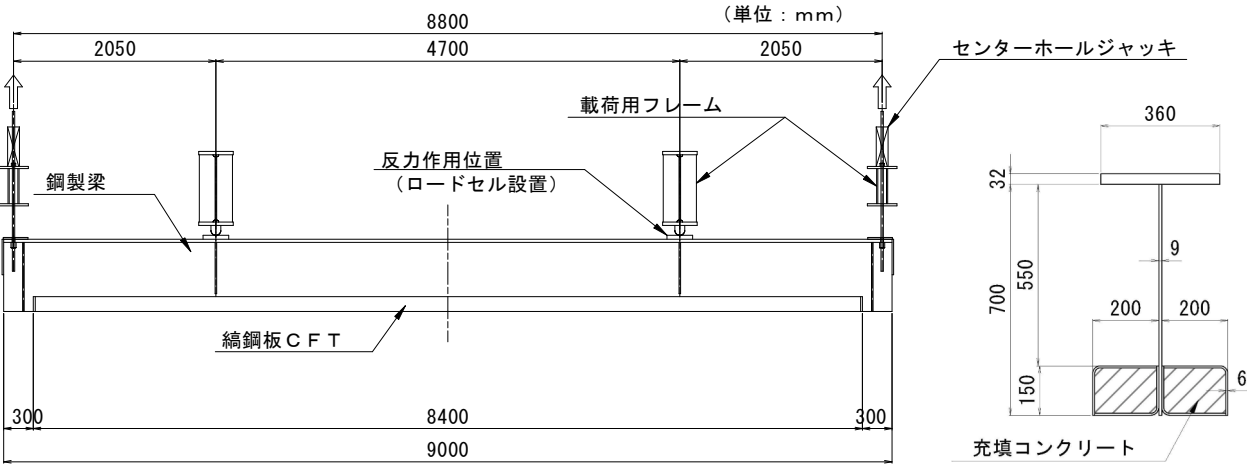


図-2 曲げ載荷試験体

3. 試験結果の検証

試験結果について、曲げ載荷試験体をモデル化した FE 解析結果との比較により検証を行った。解析モデルは、鋼板をシェル要素、コンクリートをソリッド要素とした立体モデルとした。コンクリートのヤング係数は、養生日数 28 日における実測値を用いた。解析ケースは、全断面有効時（状態Ⅰ）とコンクリート断面無効時（状態Ⅱ）の 2 ケースとした。

キーワード 縞鋼板, CFT, 複合構造, たわみ特性

連絡先 〒939-1593 富山県南砺市苗島 4610 川田工業株式会社 TEL 0763-22-7834

(1) 曲げ剛性の変化

載荷荷重とたわみの測定結果を図-3に示す。測定結果は、各載荷段階における最終除荷時の傾きを求め、それらを連続的に表現した。

曲げ剛性は、載荷初期において全断面有効時の解析値に等しく、以降徐々に低下し、最終的にコンクリート断面無視時の解析結果へ徐々に近似していくことが確認できた。この曲げ剛性の変化は、載荷荷重が約80kNから乖離し始めていた。

充填コンクリート下縁の引張応力度が、コンクリートの引張強度 ($f_{tk}=3.12\text{N/mm}^2$) に達した時の荷重は約79.5kNであり、剛性変化の挙動と一致した。これは、コンクリートが引張応力度に達したことで、ひび割れが発生し徐々に曲げ剛性の低下が生じたと言える。

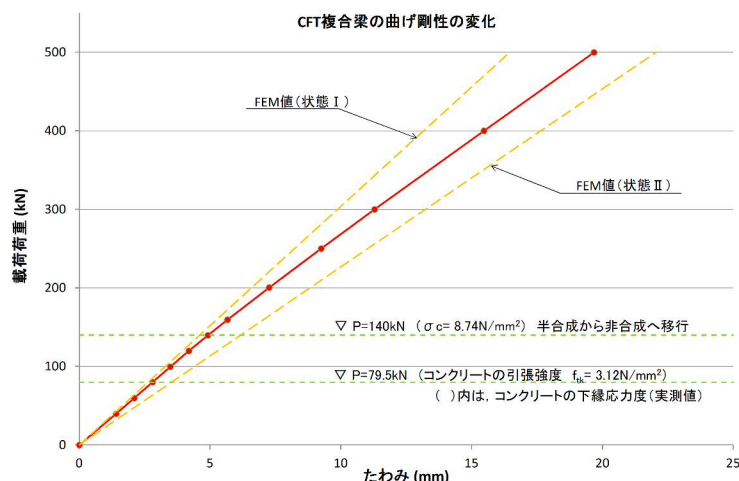


図-3 CFT 複合梁の曲げ剛性の変化

(2) 載荷荷重とひずみの関係

ひずみゲージ貼付位置と載荷荷重 100kN, 140kN および 300kN における支間中央断面でのひずみ分布を図-4に示す。グラフ化した数値は、各高さにおけるひずみ測定値の平均とした。また、各載荷荷重段階における中立軸位置の変化を図-5に示す。これらの結果により載荷荷重が100kNから140kNの間に中立軸が上方へ約60mm移動し、この間で合成領域から非合成領域へ移行したことが分かる。載荷荷重300kNを超えると、中立軸の位置は、非合成断面の解析値より高くなる傾向となった。載荷荷重300kNのひずみ分布では、腹板下縁のひずみが平面保持の逸脱がみられた。これは、計測点が溶接線近傍に位置しており、コンクリート打設前のプレ載荷が200kNまでであったため、荷重載荷により残留応力が解放された影響と考えられる。以上により、コンクリートの引張強度に到達した荷重80kNを上回る100kNの載荷荷重まで完全合成効果があることが確認できた。

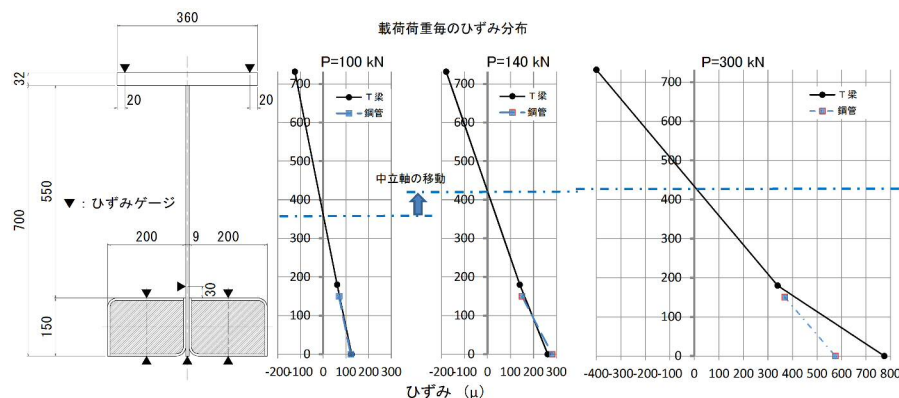


図-4 ひずみゲージ貼付位置とひずみ分布

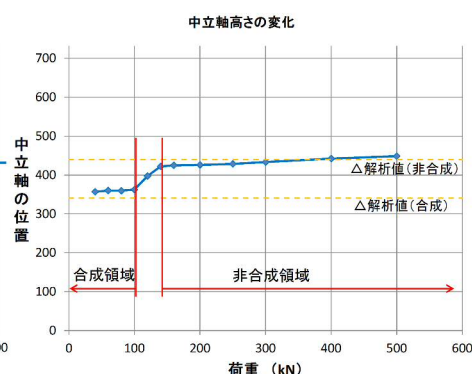


図-5 中立軸高さの変化

4. まとめ

縞鋼板 CFT 複合梁の曲げ載荷試験結果および解析結果より、以下のことが確認できた。

- 1) 鋼管に用いた縞鋼板は充填コンクリートとの合成作用に有効であることが確認できた。
- 2) 縞鋼板の突起はコンクリート接触面の全面に分布しているため、微細なひび割れが分散したことにより、コンクリートの引張強度より高い100kNまで完全合成状態であることが確認できた。

なお、縞鋼板 CFT 複合梁の合成効果を充分発揮するためには、コンクリートの鋼管内への確実な充填が不可欠である。今後、製作性や施工性に関する課題を解決し、新しい複合梁として実現したい。

参考文献

- 1) コンクリート充填鋼管構造 設計ガイドブック：日本建築学会，2012. 10
- 2) 佐藤，石渡：平鋼および突起付鋼材とコンクリートの付着特性，コンクリート工学年次論文集，Vol. 2, No. 1, 1980