

突起付き T 形鋼ジベル合成床版へのずれ止め押抜き試験法の適用

JFE エンジニアリング (株) 正会員 ○富永 理史 高須賀 丈広
熊野 拓志 村上 和也
京都大学大学院 正会員 杉浦 邦征

1. 背景・目的

鋼コンクリート合成床版（以下、合成床版と称す）において、底鋼板とコンクリートの合成効果を確保するため、様々なずれ止め構造が提案されている。このずれ止めは、それぞれの種類に応じた方法によって性能評価がなされている。例えば、ずれ止めに頭付きスタッドを用いる合成床版の場合、その評価は JSSC 案¹⁾の押抜き試験法が用いられてきた。しかしこの試験は合成桁のフランジなどでの評価を想定しており、フランジより板厚が薄い合成床版の底鋼板（6～9mm）を想定した試験とはなっていない。これに対し（一社）日本橋梁建設協会より、合成床版の底鋼板厚を考慮した押抜き試験法が提案されている²⁾。一方で、フランジ上面に横筋突起を設けた高機能鋼材である突起付き T 形鋼（以下、DFT と称す）も、合成床版の補剛材を兼ねたずれ止めとして利用されており、既往の引抜試験により異形鉄筋と同等以上の付着性能を有することが確認されている³⁾。本稿では、文献 2) で提案された押抜き試験法²⁾を拡張し、DFT をずれ止めとして用いたリブ系合成床版に対して試行した結果を報告する。

2. 試験体および試験方法

試験体の概要を図-1 に示す。床版厚 260mm（床版支間 6m を想定）の合成床版断面を模したブロック 2 体を底鋼板側で背合わせに組み合わせ、試験体を製作した。試験体幅や DFT 配置は実際に施工される合成床版の DFT 配置間隔の 800mm を考慮した。DFT は 180×204×8×12×370（SM490A）、底鋼板は t=8mm（SM400A）、鉄筋は SD345 を使用した。なお、鉄筋は実構造における DFT の拘束条件に近づけるため、主鉄筋は平均 200mm ピッチ、配力筋は 100mm ピッチで配筋した。底鋼板はコンクリートとの付着を防ぐためグリスを塗布し、載荷荷重が DFT へ伝わるようにした。コンクリートの設計基準強度は $f'_{ck}=30\text{N/mm}^2$ とし、打込み時は DFT が正立の状態で行い、コンクリート硬化後に添接板を用いて箱断面部材のウェブを高力ボルトで接合した。

試験状況を写真-1 に示す。押抜き試験は、同条件で製作した試験体 A と試験体 B の 2 体で行い、試験体上に載荷梁とロードセルを配置して行った。載荷方法は JSSC 案¹⁾に準拠した漸増繰り返し載荷とし、載荷荷重とその時の鋼とコンクリートの相対変位を計測した。試験体 A については、DFT 突起面の平均付着応力度がコンクリート標準示方書⁴⁾に基づき算出した鉄筋の付着耐力に相当する 3.53N/mm^2 となる荷重 448kN を試験体の最大耐力と推定した。このときのコンクリートの設計基準強度は試験当日の実測値 44.7N/mm^2 を用いた。この最大耐力の 1/20 の荷重増分ごとに載荷と除荷を 20 回繰り返す載荷ステップとし、目標の最大耐力以降は試験体が破壊に至るまで単調載荷を行った。試験体 B については、試験体 A の最大耐力を踏まえ 800kN を目標の最大耐力として試験を行った。なお、載荷中の万が一の脆性破壊に対するフェールセーフとして、隙間を設けた上で治具を設置した。（写真-1 参照）

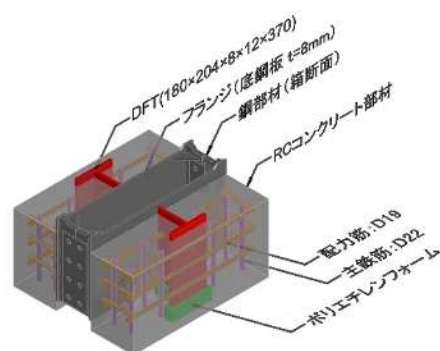


図-1 試験体概要図

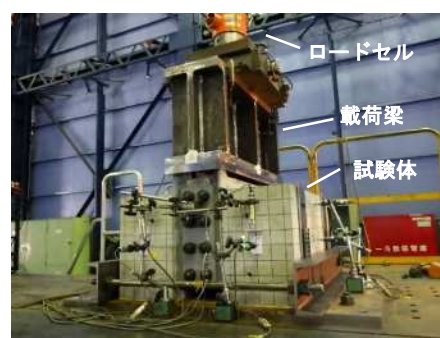


写真-1 試験状況

キーワード ずれ止め, 突起付き T 形鋼, 押抜き試験, 付着性能
連絡先 JFE エンジニアリング株式会社
〒230-8611 神奈川県横浜市鶴見区末広町二丁目 1 番地 TEL : 045-505-7555

3. 試験結果および考察

(1) DFT の付着耐力の評価

実験で計測した鋼とコンクリートの相対変位と平均付着応力度の関係を図-2 に示す。漸増载荷中の除荷時と再载荷時のデータは除外している。付着応力度は計測荷重および DFT 突起面の面積より算出した。また、図中では道路橋示方書⁵⁾で定義される鉄筋の付着応力度の基本値 1.80N/mm^2 、コンクリート標準示方書⁴⁾に基づき算出した付着耐力 3.53N/mm^2 を合わせて示す。試験体 A と試験体 B の最大付着耐力はそれぞれ 6.51N/mm^2 と 6.12N/mm^2 であり、コンクリート標準示方書から算出される推定付着耐力の約 1.8 倍の付着耐力を示した。2 体の最大付着応力度の差には漸増载荷の载荷幅の違いの影響があると推察されるが、その差は 6%程度と小さく、有意な差ではないと言える。また、本試験で確認された最大付着応力度は、既往の引抜き試験により確認された耐力³⁾の 1/3 程度であるが、これは両試験での試験体の拘束度の違いによるものと推察される。

(2) 試験体の破壊性状

写真-2 に試験体のひび割れ発生状況を示す。両試験体ともに最大荷重に到達した直後にひび割れが急激に進展し、荷重が低下して試験終了となった。DFT フランジ端を起点とした水平ひび割れが観察されたほか、DFT フランジ端部から底鋼板へ向けて進展するひび割れも確認された。後者は既往の曲げとせん断が同時に作用する実物大試験⁶⁾では観察されなかったひび割れであり、純せん断の卓越を狙った本試験特有のものと推察される。また、試験後の DFT と底鋼板の溶接部について目視できる箇所を観察したところ損傷が認められなかったため、DFT を対象とした本試験では、底鋼板の局所的な面外方向の変形量が少なく、その変形が付着耐力へ与える影響は軽微なものであったと推察される。

4. まとめ

本稿では、合成床版の底鋼板厚を考慮した押抜き試験法²⁾を突起付き T 形鋼ジベル合成床版のずれ止めである DFT へ適用し、純せん断を卓越させた場合の最大付着耐力について検証を行った。その結果、DFT 突起面とコンクリートとの付着性能について、コンクリート標準示方書から算出される推定付着耐力の約 1.8 倍の付着耐力を有することが確認された。また、コンクリート部にて今回の押抜き試験特有のひび割れが観察された。なお底鋼板については、面外方向の局所的な変形量が少なく、その変形が DFT の付着耐力へ与える影響は軽微なものであったと推察される。

【参考文献】

- 1) 日本鋼構造協会: 頭付きスタッドの押抜き試験法(案)とスタッドに関する研究の現状, JSSC テクニカルレポート, No.35, 1996.11.
- 2) 中本他: 鋼板厚を考慮した鋼コンクリート合成床版のずれ止め試験方法, 第 12 回道路橋床版シンポジウム論文報告集, 土木学会, pp.341-346, 2022.10.
- 3) 高須賀他: 突起付き T 形鋼の付着性能および水平せん断抵抗に関する実験研究, 鋼構造年次論文報告集, 日本鋼構造協会, 第 12 巻, pp.83-90, 2004.11.
- 4) 土木学会: コンクリート標準示方書 (設計編), pp.38-39, 2017.
- 5) 日本道路協会: 道路橋示方書・同解説 (Ⅲ コンクリート橋・コンクリート部材編), pp.84-87, 2017.11.
- 6) 高須賀他: 突起付き T 形鋼ジベル合成床版の耐荷力・疲労耐久性に関する考察, 鋼構造年次論文報告集, 日本鋼構造協会, 第 26 巻, pp.502-509, 2018.11.

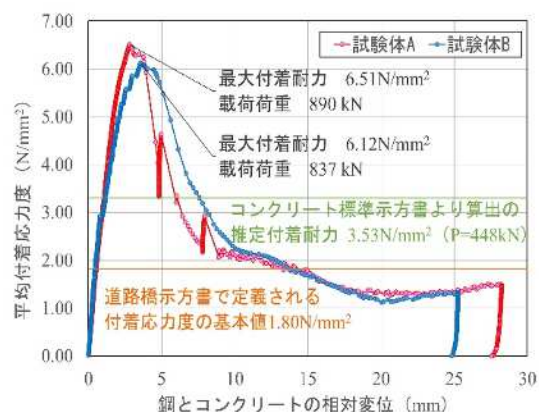


図-2 相対変位と付着応力度の関係

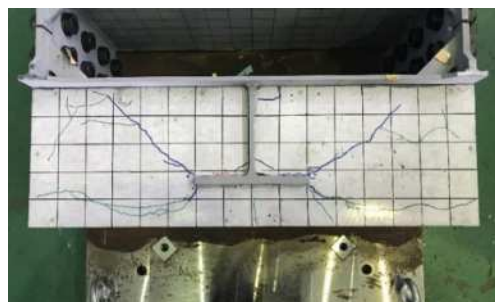


写真-2 ひび割れ発生状況