

開断面箱桁複合ラーメン橋の剛結部における突起付き H 形鋼の定着長の設計法

J F E エンジニアリング (株) 正会員 ○熊野拓志, 高須賀丈広
 富山県立大学 正会員 伊藤 始
 前田建設工業 (株) 正会員 白根勇二

1. はじめに

開断面箱桁複合ラーメン橋¹⁾(図-1)の剛結部は、鉄骨コンクリート複合構造橋脚から延長される突起付き H 形鋼(ストライプ H, 以下 S H と記す)と、鋼上部工の主桁と横梁により構成される鋼殻を充填コンクリートを介して接合する構造である。本研究は、S H 定着部の破壊メカニズムや割裂ひび割れ発生荷重の算定方法などの検討結果¹⁾より剛結部の設計方法を提案し、同方法に基づいて設計した縮小模型による実験と解析の結果を用いて、設計法の妥当性の検証を行うものである。

2. 検討の対象とした剛結部の断面力伝達機構

本研究で対象とした剛結部における主たる設計断面力は図-2 に示すとおりである。柱脚部上端の断面は 1 の位置に作用する断面力に対して設計される。また断面力の伝達機構は図-3 に示すとおりである。主桁と横梁から伝達される断面力は充填コンクリートを經由して柱脚部に伝達される。このうち剛結部から柱脚部に伝達される曲げモーメントについては S H の中心間隔に作用する偶力に置き換え、引張側の偶力は充填コンクリートと S H のフランジ突起面との間でせん断力により伝達される。

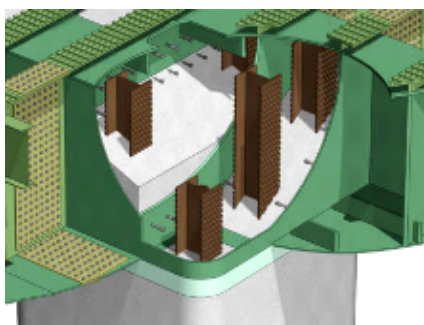


図-1 複合ラーメン橋の概念図

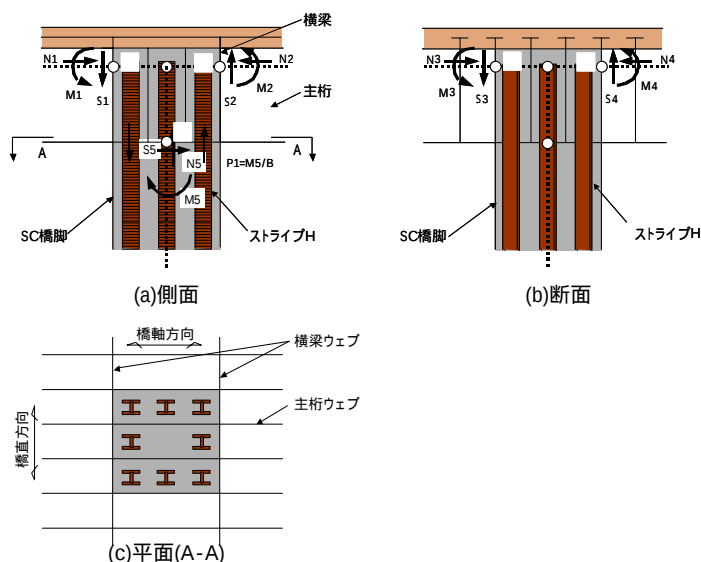


図-2 断面力の概念図

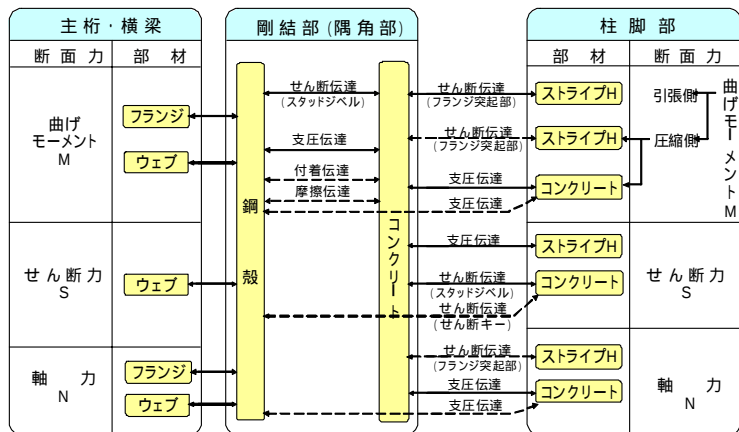


図-3 断面力の伝達機構

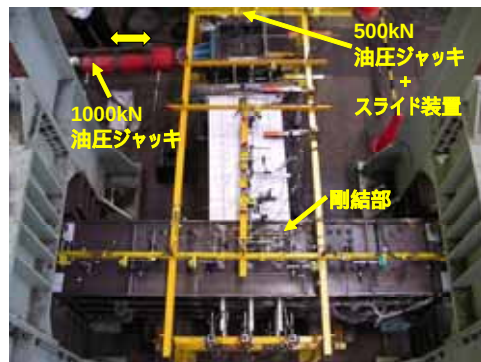


図-4 正負交番載荷実験の状況

キーワード: 突起付き H 形鋼, 定着長, 剛結部, 複合ラーメン橋, 開断面箱桁

連絡先: 〒230-8611 横浜市鶴見区末広町 2-1 Tel: 045-505-7555 Fax: 045-505-7542

3. 剛結部に埋め込まれたS Hの定着長の設計

本形式の剛結部においてS Hに軸方向引張力が作用した場合、S Hとコンクリートの境界部の付着損傷に先行して割裂ひび割れが発生することが明らかとなっている¹⁾。柱脚部が終局状態となった場合においても剛結部を塑性化させないための必要条件の一つとして、充填コンクリートに割裂ひび割れが発生しないようにS Hのせん断伝達部の定着長を設計する必要がある。そこで割裂ひび割れ荷重の算定式²⁾とS Hの降伏荷重の釣り合い条件より、S Hの定着長 L_d の算定式を式(1)のように設定した。

$$L_d = (A_s \cdot f_{y,d}) / (4 W_r \cdot f_{t,d} / \gamma_b) \quad (1)$$

ここに、 L_d ：ストライプHの設計定着長さ(mm)、 A_s ：ストライプHの断面積(mm^2)、 $f_{y,d}$ ：ストライプHの降伏荷重(N/mm^2)($f_{y,d} = f_{yk} / \gamma_s$ 、 γ_s ：鋼材の材料係数)、 W_r ：割裂ひび割れ抵抗長さ(mm)($W_r = 0.40 B + 40$ 、ただし、 $0.84 B \leq W_r$ 、 B ：ストライプHのフランジ幅(mm)(1本あたり)(ただし、 $150 \leq B$)、 $f_{t,d}$ ：コンクリートの引張強度の設計値(N/mm^2)($f_{t,d} = f_{tk} / \gamma_c$ 、 f_{tk} ：コンクリートの引張強度の特性値(N/mm^2)($f_{tk} = 0.23 f_{ck}^{2/3}$)、 f_{ck} ：コンクリートの設計基準強度(N/mm^2)、 γ_c ：コンクリートの材料係数)、 γ_b ：部材係数である。

4. 実験および解析によるS Hの定着性能の検証

定着長の設計方法の妥当性を検証するため、剛結部の縮小模型による正負交番載荷実験(図-4)とFEM解析による検討を行った。実験と解析の詳細については文献1)を参照されたい。実験供試体におけるS Hの設計定着長さは式(1)において材料係数と部材係数を $\gamma_c = 1.3$ 、 $\gamma_b = 1.1$ とした場合547mmとなるが、安全側の評価を与えることと種々の制約条件などにより400mmとした。検討結果の一例としてS Hの軸方向ひずみ分布を図-5に示す。柱脚部の降伏水平荷重が載荷された状態における発生ひずみはS H全長にわたり弾性範囲内であり、また剛結部近傍の柱脚部に塑性ヒンジが形成された状態($4\delta y$)においても降伏領域は比較的短く、定着先端部のひずみは弾性範囲内であった。S H定着先端部における拔出し変位量は実験終了時においても0.3mm程度以下であり、別途実施したS Hの引抜き要素実験におけるS H破断時の拔出し変位量(0.375mm)³⁾より小さい値であった。また鋼殻各部の発生応力度は設計想定どおり弾性範囲内であった。以上の結果より、柱脚部が終局状態となった状態においても、式(1)により設計した定着長を有するS Hの定着部は十分な定着性能を有していることが確認できた。

5. まとめ

本研究では、S Hの定着部の破壊メカニズムや割裂ひび割れの発生荷重に関する検討結果より、コンクリートが充填された鋼殻構造におけるS Hの定着長の設計法を新たに提案した。次に実験および解析により検討を行い、提案した方法により設計した定着長を有する剛結部は、S Hの引抜き荷重に対し十分な定着性能を有することを確認した。

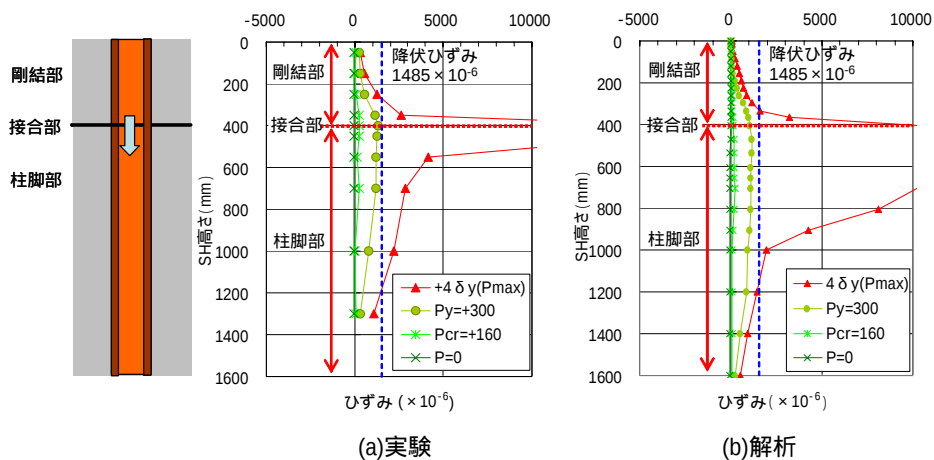


図-5 S Hのひずみ分布

参考文献

- 1) 先端建設技術・技術審査証明報告書 ハイパーHジョイント、(財)先端建設技術センター、2008.12
- 2) 伊藤、熊野、上村、白根：突起付きH形鋼と充填コンクリートにより形成された鋼殻構造の損傷メカニズムと割裂ひび割れ発生荷重、構造工学論文集、土木学会、Vol.56A、2010.3
- 3) 小原、原、三島、小泉、中西、大久保、内田：鋼桁と突起付きH形鋼を用いたSC柱脚との剛結構造の提案、構造工学論文集、土木学会、Vol.50A、pp1071～1082、2004.4