

垂直補剛材上端部にウェブギャップを有する鋼箱桁橋の強度特性

東京工業大学 フェロー 三木 千壽 大阪大学 正会員 小野 潔
東京工業大学 船戸 啓二 東京工業大学 ○正会員 鈴木 啓悟

1 序論

近年、交通量の多い鋼床版構造において図1に示すような垂直補剛材上端部の疲労損傷が多数報告されている。そのような疲労亀裂を防ぐ目的で図2に示すように垂直補剛材上端部を切り取り、ウェブギャップを設けるディテールが提案され、いくつかの橋梁に適用されるとともに、さらには疲労対策として標準化される傾向にあることが昨年の一連の研究^{4.)5.)6.)7.)8.)}などから伺える。

垂直補剛材はウェブの面外方向の剛性を増加させるとともに、鉛直方向の荷重伝達に重要な役割を果たしている。このためこのような補修ディテールの変更は慎重に行う必要がある。

本研究は、鋼製箱桁橋の垂直補剛材上端部におけるウェブギャップの耐荷力及び疲労に影響を及ぼす局部応力への作用をFEM解析により評価することを目的としている。

2 耐荷力に関する検討

解析には図3に示すモデルで8節点要素のシェル要素を用いた。解析手法には弧長法を用いた。ウェブの初期たわみを考慮するため、箱桁橋梁全体のモデルを用い、解析を行った。ウェブギャップの大きさは首都高速道路公団で標準的に用いられている75mmとし、初期たわみには、固有値解析より得られた1次モードを道路橋示方書で規定されている上限値である桁高の250分の1にあたる11.5mmとして導入した。鋼の弾性係数Eは200GPaとして降伏後のひずみ硬化域でのヤング率をE/100とした。

荷重ケースは図4に示す6ケースを想定した。耐荷力を評価するのに載荷位置での荷重を上昇させ、得られる面外方向の変位値と荷重の関係を把握する。以下ではウェブギャップを有する補剛材をギャップあり、従来の補剛材をギャップなしとする。

以下ではウェブギャップ75mmの構造に載荷をした場合



図1 垂直補剛材上端部での疲労亀裂

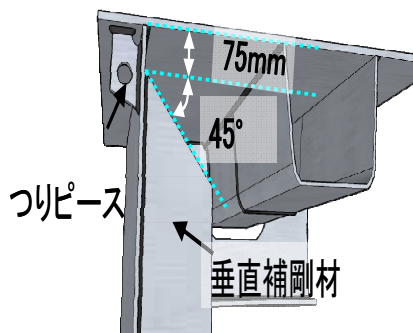


図2 補剛材ディテール

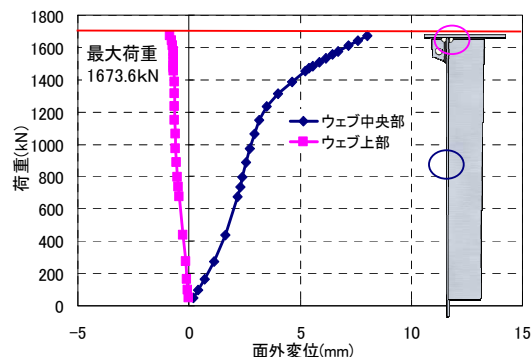


図5 ギャップなしウェブ面外変形

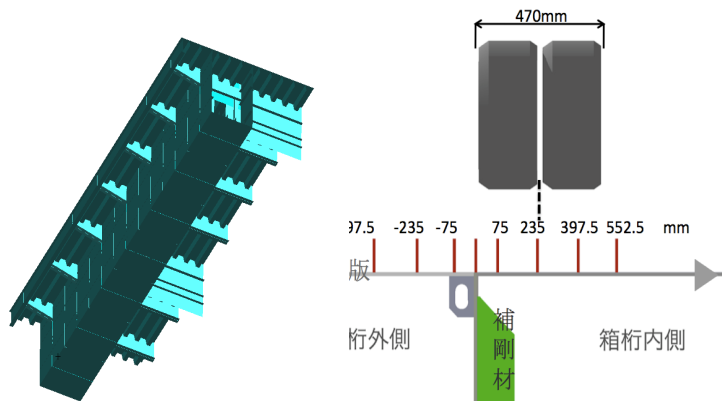


図3 モデル概要

図4 載荷位置

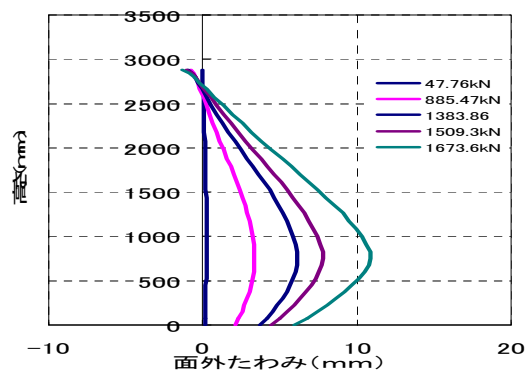


図6 ギャップなしウェブ面外変位

キーワード 垂直補剛材、ギャップ、耐荷力、FEM

連絡先 東京工業大学理工学研究科土木工学専攻 三木研究室 (〒152-8552 東京都目黒区大岡山2-12-1 M1-2)

について述べる. 図 5, 6 のギャップありのウェブ面外変形及び荷重とウェブ上部と中央部の変位, 図 7, 8 にはギャップなしのそれを示した. ギャップを設けたケースでは 1155.56kN を超えたときに突如ギャップ付近で 17mm 程度の面外変形が生じた. 図 6 の変形モードから見て取れるようにウェブギャップにおいて局部座屈が生じておりこの変形に引きずられるようにウェブギャップ以下の部位も面外方向へはらみだしている. これに対してギャップなしの場合は 1673.6kN に達した状態でも 12mm 程度の変位量とギャップありの場合と比較して小さく, また局所的な変位ではなくパネルの固有モードである 1 次モードで変位が生じている.

ギャップありの構造では, 直上荷重を載荷させたときに, 面外方向の剛性が低い上部に変形が集中する. この部位が不安定現象へと移行しやすいウィークポイントとなり垂直補剛材上部部を中心に大きく面外に変形してクリッピングが発生したと考えられる.

3 局部応力に関する検討

実構造物ではメンテナンスのためにつりピースを設けることが多く, 応力状態に影響を及ぼす恐れがある.

図 4 と同様の荷重ケースを想定し, 図 9

に示す 2 箇所におけるギャップの有無による主応力の差異を求める. 図 10, 11 の横軸は図 4 の荷重載荷位置を表している.

図 10 に見られるようにウェブギャップを設けることにより補剛材上部部の主応力の絶対値を大きく低下できる. しかし, 図 11 からわかるようにウェブ上部部と鋼床版の接続部の主応力が 4 倍近く(載荷位置 75mm)上昇し, 新たな問題箇所を発生させてしまう.

4 結論

・ウェブギャップを設けることにより, 垂直補剛材上部部の応力が減少するものの, 鉛直集中荷重の作用に対して耐荷力が大きく減少する

参考文献

- 1.) 西村宜男ら: 局部座屈を考慮した鋼箱形断面より一柱部材の強度算定式 土木学会論文集 I 416 号 pp385-394 (1990)
- 2.) 久保全弘: 局所荷重を受けるプレートガーターの耐荷性能 構造工学論文集 vol46A1 pp161-169 (2000)
- 3.) 山本泰幹ら: 鋼床版デッキプレートと垂直補剛材の改良ディテールの局部応力の検討 土木学会年次学術講演会講演概要集 60 号 (2005)
- 4.) 鋼床版の垂直補剛材形状が疲労強度に与える影響に関する疲労試験 第 64 回年次学術講演会 志賀 弘明

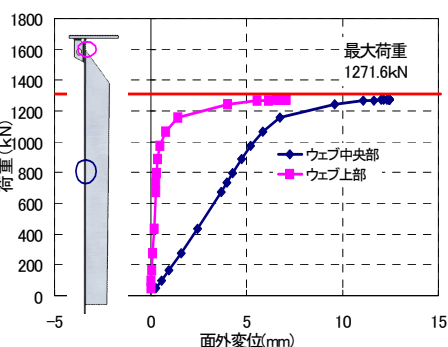
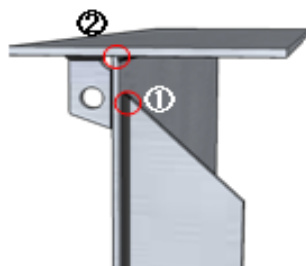


図 7 ギャップありウェブ面外変形



①: 垂直補剛材上部部
②: ウェブ上部部と鋼床版接合部

図 9 検討対象箇所

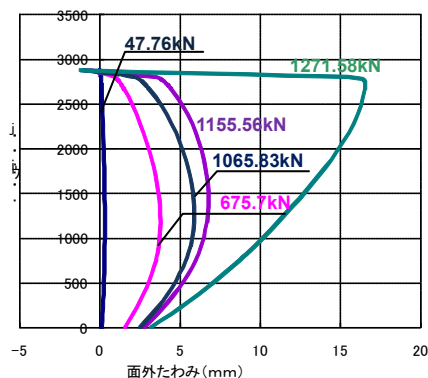


図 8 ギャップありウェブ面外変形

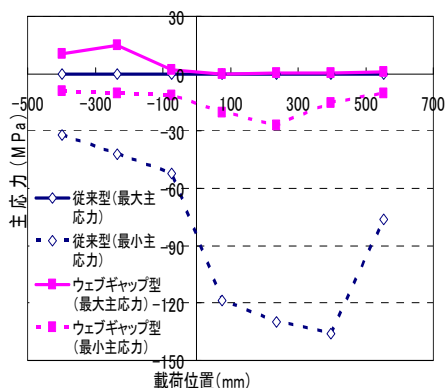


図 10 補剛材上部部分での主応力

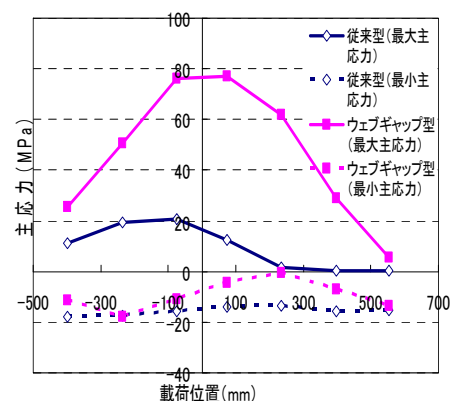


図 11 ウェブ上部部での主応力