

鋼床版デッキプレート-垂直補剛材溶接部の局部応力に関する検討（その1）

施工技術総合研究所 正会員 ○井上一磨 小野秀一

日本橋梁建設協会 正会員 齊藤史朗 林暢彦 宮山浩太郎 石川誠

法政大学 正会員 内田大介 東京都立大学 正会員 村越潤

1. はじめに

鋼床版橋梁におけるデッキプレートと垂直補剛材溶接部における疲労損傷は1980年代から報告されてきている¹⁾。この疲労損傷は大型車両が垂直補剛材上部を通過する際のデッキプレートの変形を垂直補剛材が拘束することによる応力集中が原因とされている。このような応力集中を低減する方法として、垂直補剛材上端を切断しデッキプレートと分断することによって拘束を開放する上端カット構造が検討されている^{2),3)}。しかしながら、この構造に対する解析的な検討はされているものの、実験的に検証された事例は少なく、実橋への適用性について十分に検討されているとは言い難い。

そこで本研究では、垂直補剛材上端部をカット構造とした際の応力性状を明らかにすることを目的とし、実大鋼床版試験体を用いた載荷試験を実施した。

2. 試験体

本研究で用いる鋼床版実物大試験体（図1）はY橋と同じ構造を再現したものであり、橋軸方向6850mm、橋軸直角方向6740mmで閉断面リブを有し、縦桁3本、横桁4本の鋼床版パネル試験体である。図2に垂直補剛材上端部の構造を示す。中央の縦桁ウェブに設置されている3つの垂直補剛材について着目することとし、

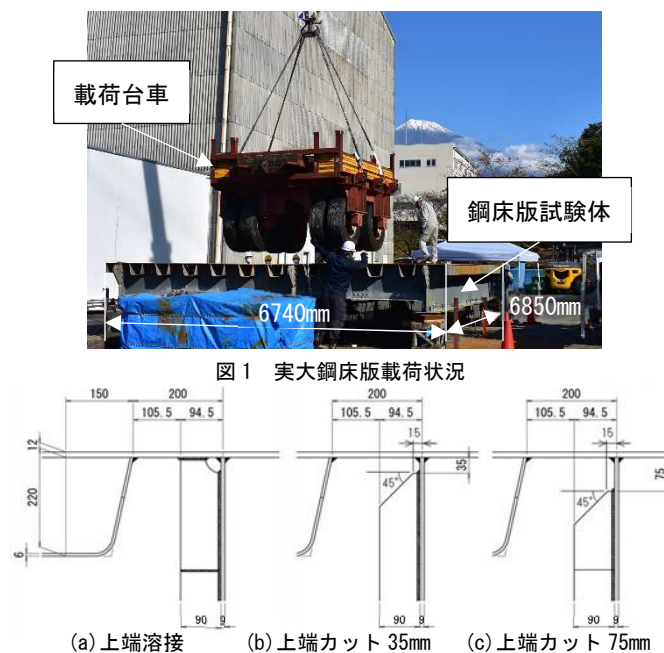


図1 実大鋼床版載荷状況

(a) 上端溶接 (b) 上端カット 35mm (c) 上端カット 75mm

図2 垂直補剛材上端部の構造

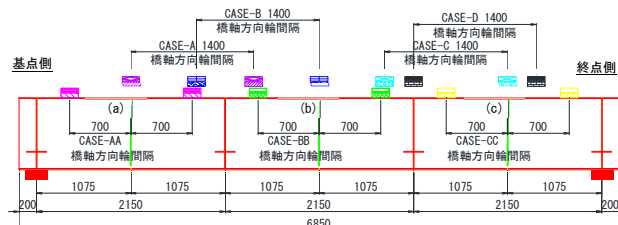
それぞれの垂直補剛材上端部の構造を変えている。1箇所は従来から用いられている上端溶接構造としたものである（図2(a)）。残り2箇所は上端カット構造とし、切断長さを35mm（図2(b)）と75mm（図2(c)）とした。なお、舗装は設けていない。

3. 載荷方法

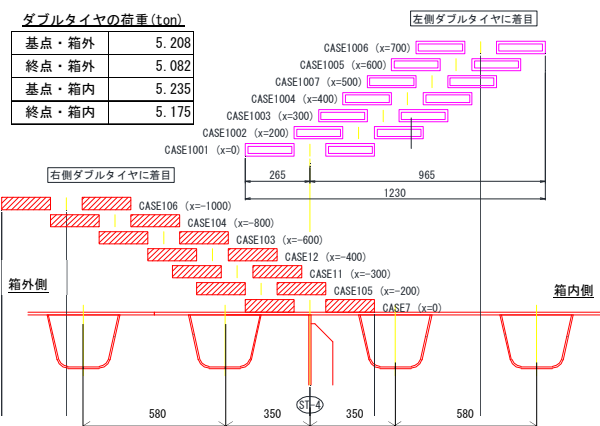
図3に載荷位置を示す。載荷試験では総重量20.7tのタンデム軸の実ダブルタイヤ荷重を載荷できる台車を用いて橋軸方向に7ケース、橋軸直角方向に14ケース、合計98ケースの載荷とした。橋軸直角方向の載荷では、箱内側の載荷では左輪着目とし、箱外側の載荷では右輪着目とした。支持条件は、3縦桁それぞれの両端の6点支持とした。垂直補剛材の周りの着目部の溶接止端部にはゲージ長1mm、Uリブ溶接の止端部にはゲージ長3mmのひずみゲージを貼付した。

4. 試験結果

載荷試験において橋軸方向ではダブルタイヤが各垂直補剛材の直上に載荷するケース（CASE-A, B, C）でひずみが最大値となった。このため本稿では、橋軸方向は直上載荷時の値で整理した結果を示すこととする。



(1) 橋軸方向



(2) 橋軸直角方向

図3 載荷位置

キーワード 鋼床版, 垂直補剛材, 疲労, 局部応力, 輪荷重

連絡先 〒417-0801 静岡県富士市大淵3154 (一社) 日本建設機械施工協会 施工技術総合研究所 TEL 0545-35-0212

図4に上端溶接構造の溶接止端部の直応力の影響線を示す。横軸はウェブ中心からダブルタイヤ中心までの橋軸直角方向の距離を示しており、縦軸は図中に示す着目部の応力で、デッキプレート側の溶接止端から2mm位置と垂直補剛材側の溶接止端から2mm位置の値である。図より、垂直補剛材側では、最大発生応力は $x=300$ で 120.6N/mm^2 であった。また、デッキプレート側では、最大発生応力は $x=400$ で 71.8N/mm^2 となった。

図5に上端カット構造の溶接止端部の直応力の影響線を示す。上端カット構造の回し溶接部の溶接止端から2mm位置の値である。切断長さ35mmと75mmはともに $x=300$ で発生応力は最大となり、それぞれ 68.2N/mm^2 と 55.0N/mm^2 であった。以上より、上端溶接構造および上端カット構造の溶接止端部の応力性状を確認することができた。

図6に縦桁ウェブの首溶接位置の曲げ応力の影響線を示す。各垂直補剛材位置において、首溶接止端部から5mm位置にウェブの表裏でひずみを計測し、それらのひずみ値からウェブに発生する曲げ応力成分を算出した値である。垂直補剛材上端部の構造によって、最大値が発生する橋軸直角方向の载荷位置が異なる結果となった。それぞれの最大発生曲げ応力で整理すると、上端カット構造35mmの最大曲げ応力は 47.3N/mm^2 ($x=300$)であり、上端溶接構造の 42.2N/mm^2 ($x=-300$)と比較すると約12%増加した。上端カット構造75mmの最大曲げ応力は 24.9N/mm^2 ($x=-300$)であり、上端溶接構造の 42.2N/mm^2 ($x=-300$)と比較すると約41%低減した。以上の結果から、首溶接部に発生する曲げ応力は、上端カット35mmでは上端溶接と同程度、上端カット75mmでは低減することが確認された。

図7にはUリブ溶接のデッキプレート側止端部の応力の影響線を示す。各垂直補剛材に隣接するUリブのデッキプレート側溶接止端部から5mm位置の値である。どの垂直補剛材においても $x=200$ で最大値を示している。この結果より、上端カット構造35mmの直応力 50.0N/mm^2 および75mmの直応力 54.8N/mm^2 は、上端溶接構造の直応力 40.8N/mm^2 と比較して約23%および約34%増加した。以上の結果から、Uリブ溶接部に発生する応力は上端カット構造にすることで大きくなるのが分かった。ただし、一般部の直応力は 61.5N/mm^2 であり、上端溶接構造と上端カット構造の直応力の方が小さいことから、大きな影響はないと考えられる。

5. おわりに

本研究では、実大鋼床版試験体を用いた载荷試験を実施し、垂直補剛材上端部をカット構造とした際の応力性状を確認した。詳細な疲労照査が必要であるが、上端カット構造は垂直補剛材上端部の疲労対策として効果がある可能性が示された。疲労照査については、後報で検討している。

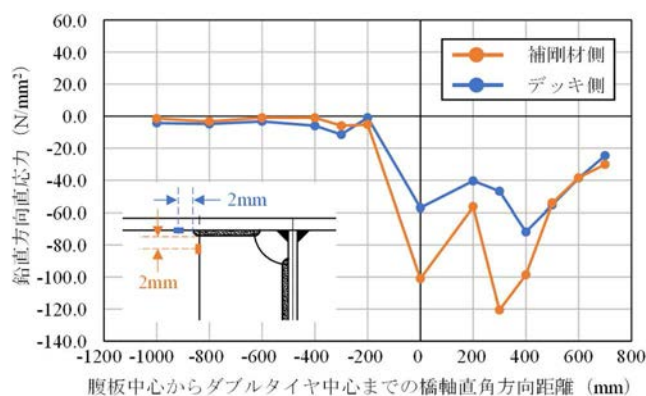


図4 上端溶接構造の溶接止端部の直応力の影響線

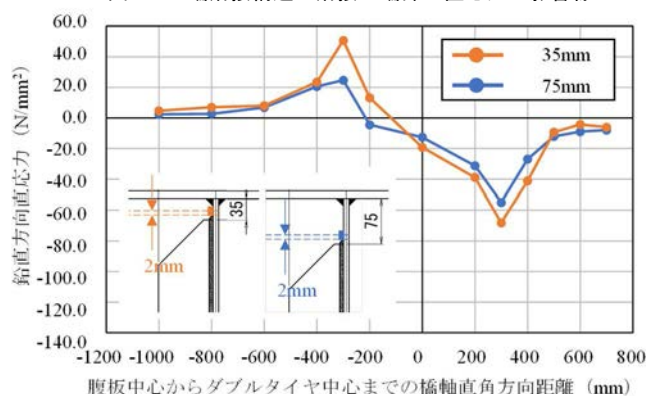


図5 上端カット構造の溶接止端部の直応力の影響線

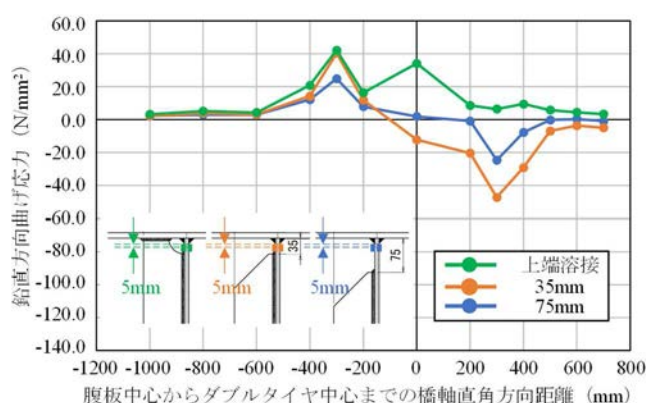


図6 首溶接部の曲げ応力の影響線

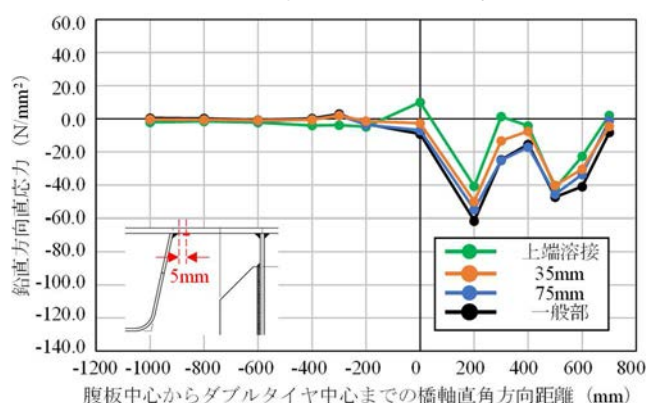


図7 Uリブ溶接止端部の直応力の影響線

参考文献 1) 土木学会：鋼床版の疲労，2010。2) 志賀弘明，津野和宏，山本泰幹：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，I-152，2009。9。3) 内田大介，齊藤史朗，井口進，村越潤：鋼床版垂直補剛材溶接部の局部応力に関する解析的検討，構造工学論文集，Vol.66A，pp.562-575，2020，3。