

### 垂直スティフナの設置による鋼 I 桁支承部の疲労強度改善に関する検討

法政大学大学院 学生会員 ○武下 美那 法政大学 フェロー 森 猛  
三井造船 正会員 内田 大介

#### 1. はじめに

鋼橋に生じる代表的な損傷の一つに図1に示すような支承ソールプレート近傍の溶接部に生じる疲労き裂がある。これらのき裂は支承部の回転・移動機能が錆の発生などにより損なわれることで生じるものである。これらのき裂の対策についてはこれまでもいくつかの検討がなされているものの、比較的大がかりなものが多い。昨年の発表では、比較的容易と考えられる

- (1) ソールプレート・下フランジ溶接の溶込みを深くする
- (2) 溶接止端部をグラインダで仕上げる
- (3) 垂直スティフナを設置

するといった補修の効果についての検討結果を述べた。そして、垂直スティフナを新たに設置する方法が簡便で効果的ということが明らかになった。しかし、適切なスティフナの設置位置や寸法については明らかにされていない。

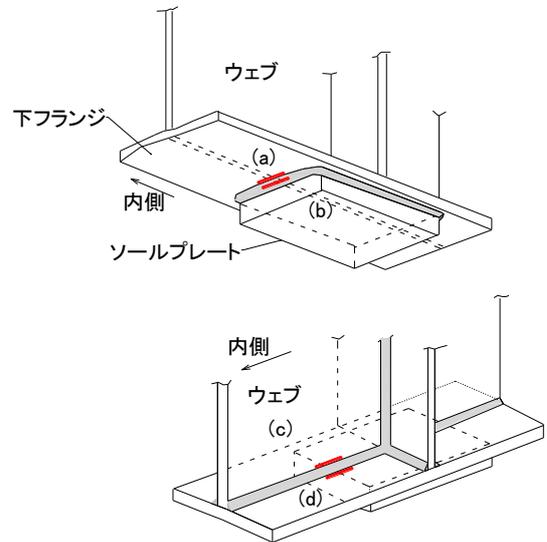


図1 支承ソールプレート部に生じる疲労損傷

本研究では、モデル試験体のひずみ測定試験と3次元応力解析を行うことにより、スティフナ設置の効果とその適切な設置位置と寸法について検討する。

#### 2. ひずみ測定試験と試験体の応力解析

図2に試験体の形状と寸法を示す。図2に示した試験体をB試験体、補強用垂直スティフナを設置したものをB'試験体とよぶ(図3参照)。ソールプレートの溶接の脚長は10mm程度で、ウェブとフランジの溶接と設置したスティフナの溶接の脚長は6mm程度である。スティフナの設置前後で図1に示したき裂発生位置近傍のひずみを測定した。ひずみゲージ貼付位置を図4に示す。スティフナは、その外側にソールプレート端直上に位置するように被覆アーク溶接で取り付けた。試験は、動的能力300kNの電気油圧サーボ式材料試験機を用い、試験体中央に荷重210kNを載荷することによって行った。その際、試験体の支承部は、回転・移動機能が失われた状態を想定して、写真1に示すようにソールプレート下面を剛な架台に高力ボルトで接合している。

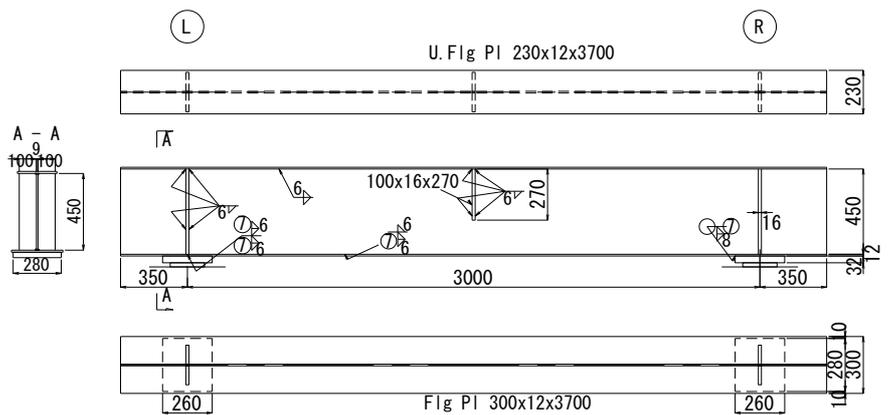


図2 試験体 B

応力測定を行った試験体を対象とした3次元応力解析を行った。解析コードにはMD NASTRANを用い、線形弾性解析とした。解析モデルは試験体の対称性を考慮して試験体の1/4モデルとし、ヤング率は $2.0 \times 10^5 \text{N/mm}^2$ 、ポアソン比は0.3とした。図1に示したき裂が発生すると予想される位置ではソリッド要素の寸法を0.25mmとした。なお、昨年度の研究で明らかになったボルト締

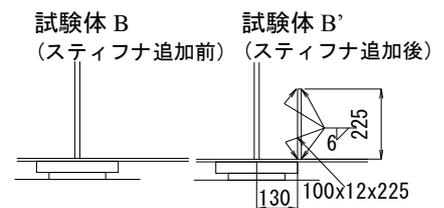


図3 試験体 B と試験体 B'

キーワード 桁形式橋梁, 支承部, 疲労損傷対策

連絡先 〒162-0843 東京都新宿区市谷田町 2-33 法政大学大学院デザイン工学研究科 TEL : 03-5228-1429

めによる支承拘束の不確実性を模擬するためにソールプレート下面に厚さ 3mm の要素を 3 層加え、その層のヤング率を 50 N/mm<sup>2</sup> として、解析を行った。

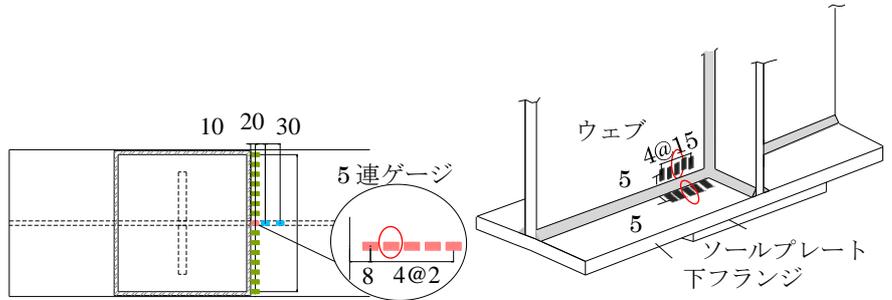


図4 ひずみゲージ貼付位置

図1に示したき裂(c), (d)が生じる位置のひずみ測定結果(図4で○印

を記したゲージ)を表1に示す. 表中には、応力解析から求めた結果も示している. 垂直スティフナを設置することにより、ひずみは大幅に軽減されている. き裂(a)が生じるソールプレート-下フランジ溶接の下フランジ側止端から 10mm 離れた位置の桁直角方向に沿うひずみ分布を図5に示す. いずれの場合も、最大のひずみはウェブ直下である下フランジ中央で生じている. これは実橋で観察された疲労き裂の発生位置と対応している. フランジ中央で測定されたひずみは補修前で-290μ, 補修後で-234μと、20%程度ではあるが補強用垂直スティフナを設置することにより軽減されている. 応力解析から求めた溶接止端位置のひずみ軽減も 20%程度である.



写真1 拘束支持

表1 ひずみ測定結果

	スティフナの追加	ウェブ近傍最大ひずみ	フランジ近傍最大ひずみ
実験	無	-433	-349
	有	-89	-184
解析	無	-468	-73
	有	-113	-20

3. 3次元応力解析によるスティフナの設置位置と形状の検討

ここでは試験体モデルを対象とした応力解析を行うことにより、補強用スティフナの寸法と設置が各疲労き裂発生位置の応力に及ぼす影響について検討する. 解析パラメータは以下のとおりである. (1) 垂直スティフナの位置: 前面すみ肉溶接止端直上を 0 とし、長手方向の距離を x とする (図6参照). (2) 垂直スティフナの長さ: 主桁ウェブ高さの 1/4, 2/4, 3/4, 4/4 (3) 垂直スティフナの板厚: 8mm, 12mm, 16mm. モデル試験体の下フランジとソールプレートのギャップは 1mm とし、着目部の最小要素寸法は 0.25mm としている.

ソールプレートと下フランジの溶接止端の応力と各パラメータの関係を図6に示す. 補強用スティフナを溶接止端直上あるいはそこから多少内側に設置した場合に多少ではあるが応力が小さくなっている. スティフナの長さがウェブの 1/2 以上では、それが応力に及ぼす影響は小さい. スティフナが厚くなるにしたがって止端部の応力は低下している. これらの結果から、スティフナの設置位置を溶接止端直上、板厚をフランジと同じ、高さをウェブ厚の 1/2 とすることを提案する. このような補強を行うことにより、下フランジとソールプレートの溶接部の下フランジ側溶接止端とルートの応力は、補強前と比べてそれぞれ 55%と 43%に低減された. また、主桁ウェブと下フランジの溶接止端の応力は、ウェブ側で 31%、フランジ側で 33%程度となった.

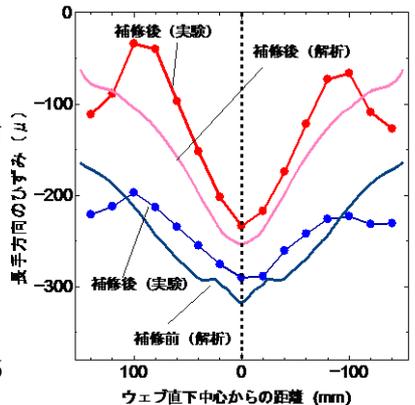


図5 ひずみ測定結果と解析結果

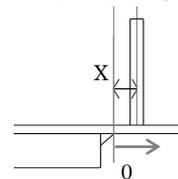


図6 最適位置検討時の基準位置

4. まとめ

ここで示した結果は図2に示した試験体に対象としたものであり、さらに検討が必要と考えている. また、疲労試験による検証も必要である.

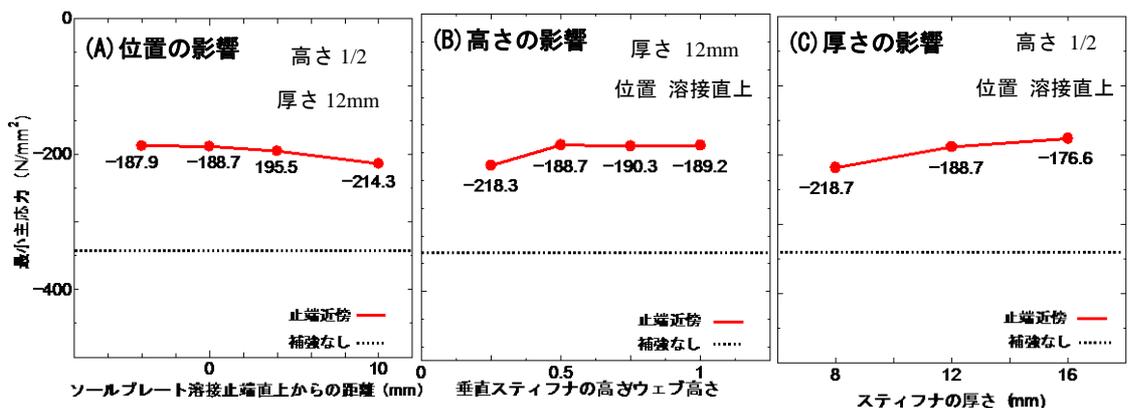


図7 溶接止端の応力に及ぼすスティフナの設置位置と寸法の影響