

疲労亀裂を有する鋼床版垂直スティフナーすみ肉溶接部の補強に関する検討

法政大学大学院 学生会員 ○大住 圭太
 法政大学 正会員 森 猛
 東京鐵骨橋梁 正会員 田中 雅人

1. はじめに

近年、道路橋の鋼床版に疲労亀裂の発生事例が数多く報告されている。その中でも特にデッキプレートと垂直スティフナーのすみ肉溶接部において疲労亀裂発生事例が多い。(図1参照)このような疲労亀裂を防止する方法として、著者らは既に垂直スティフナー溶接部をL形鋼で補強することを提案し、亀裂のない状態を対象とした応力測定試験・疲労試験・応力解析を行ないその高い補修効果を確認している。

本研究では、亀裂が入っている状態を対象に疲労試験と応力解析を行ない、L形鋼補強の効果について検討する。

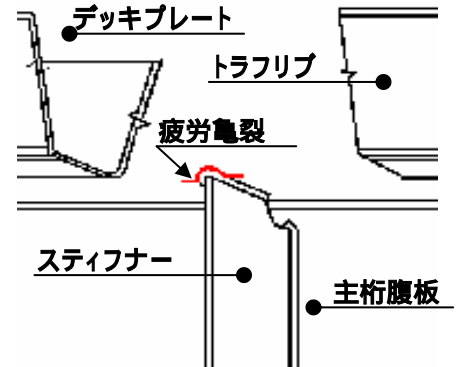


図1 亀裂発生部位

2. 試験体

試験体の形状と寸法を図2に示す。この試験体は鋼床版の垂直スティフナー取り付け部を模擬したものである。デッキプレートの板厚は12mm、ウェブ・スティフナーの板厚は10mmである。補強は図3に示すように、スティフナーの両面にL形鋼をボルトで接合し、L形鋼の上部でデッキプレートを支えるという仕組みである。その際、テーパカラーを介してボルトを締め付けることによりスティフナー孔の下端とテーパカラーの上面に反力を生じさせ、その力でL形鋼を上方向に移動させている。これによりL形鋼とデッキプレートの密着が可能になる。さらに、L形鋼上面とデッキプレートの間の隙間を埋めるため、その面に鉄粉入りのエポキシパテを事前に塗布している。

3. 疲労試験

疲労試験は、2つのウェブの直下を支点として、図2に示す位置に繰り返し荷重を与えることにより行った。試験体は、無補強のものと、事前に亀裂を生じさせた状態にL形鋼による補強を行ったもの、計2体である。その際、事前に生じさせた亀裂の長さはデッキプレート上面で27mm、デッキプレート下面スティフナー廻り溶接部で60mmである。荷重範囲は30kNとした。疲労亀裂の観察は磁粉探傷試験を用いて行った。磁粉探傷により観察した疲労亀裂の例を写真1に示す。

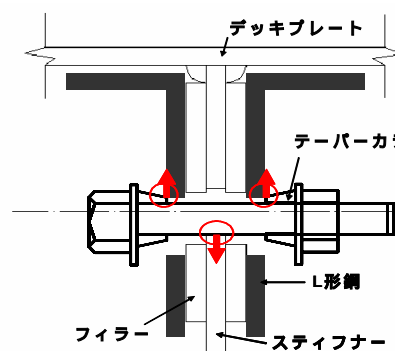


図3 補強の仕組み

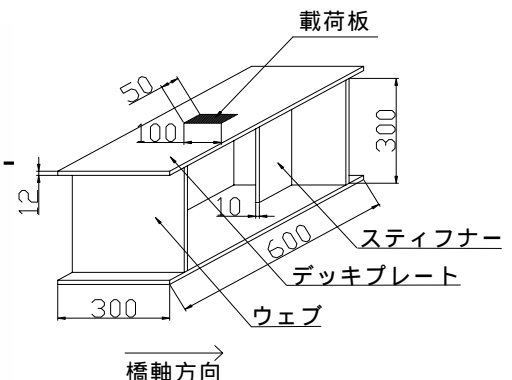
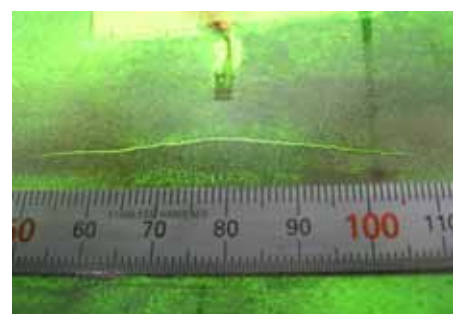


図2 試験体



(a) デッキプレート下面

(b) デッキプレート上面

写真1 疲労亀裂写真

キーワード：垂直補剛材，疲労，亀裂，補修，補強，L形鋼

連絡先：〒184-8584 東京都小金井市梶野町 3-7-2 法政大学工学部 TEL 042-387-6287

無補強試験体で得られた亀裂長さと荷重繰返し数の関係を図4に示す。疲労亀裂は写真2に示すように、デッキプレート下面の溶接止端から発生し、半楕円亀裂として進展する。その後、デッキプレート上面から亀裂発生し、貫通亀裂となる。貫通前のデッキプレート下面の疲労亀裂は荷重繰返し数にほぼ比例して進展している。そして、亀裂長さが70mm程度で、デッキプレートを貫通した後は、進展が遅くなっている。これは、亀裂の進展モードがモードⅠからモードⅡに変わるためと考えられる。



写真2 破面写真

図5(a)・(b)は亀裂が生じた状態で補強を行った試験体の疲労亀裂進展状況と図4に示した補強のない状態での亀裂進展状況を比較したものである。補強後250万回の繰返し荷重を与えたが、デッキプレート上下面とも、亀裂は停留したままであった。

4. 応力解析

疲労亀裂が生じた状態での補強効果を確認するため、長さ40mm、深さ8mmの亀裂をデッキプレート下面に設置し、ソリッド要素を用いた3次元有限要素応力解析を行った。その際、弾性係数は $2.0 \times 10^5 \text{ N/mm}^2$ 、ポアソン比は0.3とした。対象部の要素分割図を図6に示す。図7は補強前と補強後の亀裂を含む断面での応力コンター図を示したものである。補強により、亀裂先端の応力が大きく緩和されている。

5. まとめ

間詰め材としてエポキシパテを用い、L型鋼でデッキプレート・ステイフナー溶接部を補強する方法の疲労亀裂進展防止効果を疲労試験と応力解析から確認した。

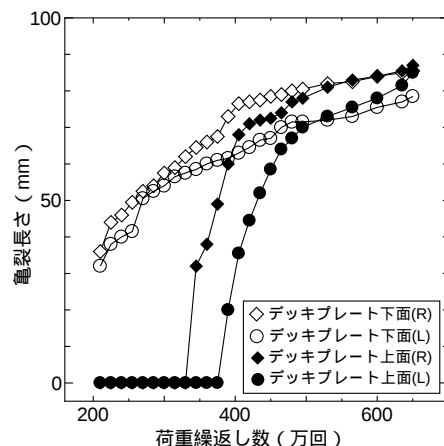
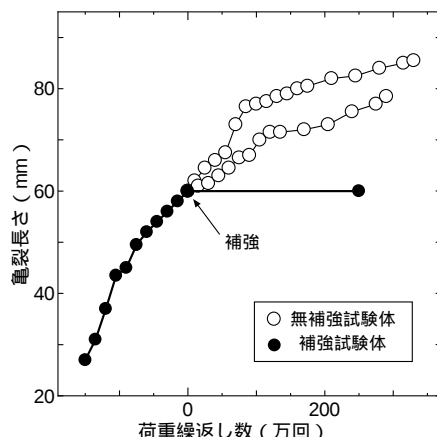
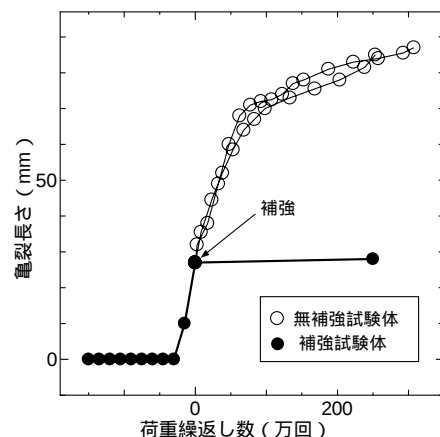


図4 無補強試験体の亀裂進展



(a) デッキプレート下面



(b) デッキプレート下面

図5 無補強と補強試験体の亀裂進展比較

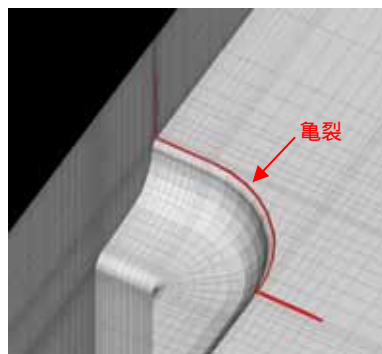
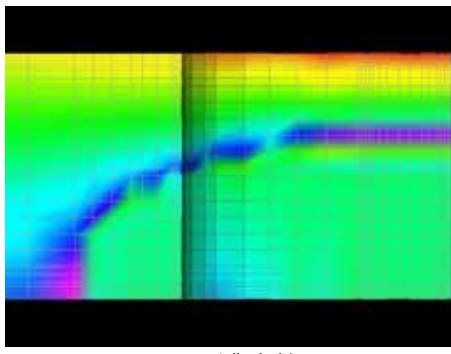
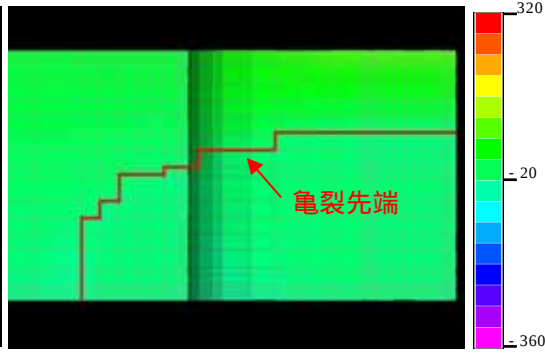


図6 溶接分割図



(a) 補強前



(b) 補強後

図7 亀裂を含む断面での応力解析コンター図