

鋼床版垂直スティフナー溶接部に生じる疲労き裂の補修・補強方法

法政大学大学院	学生会員	○原田	英明
法政大学	正会員	森	猛
東京鐵骨橋梁	正会員	平山	繁幸
中央コンサルタンツ		桜井	勇人

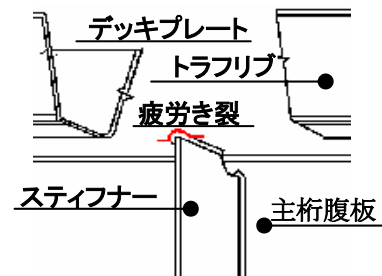


図1 き裂発生部位

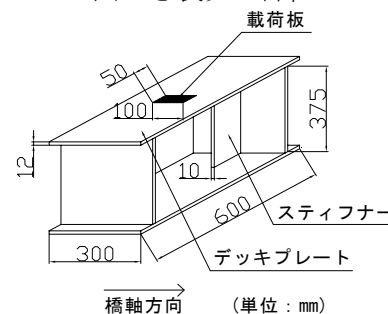


図2 試験体

1. はじめに

近年、鋼床版のデッキプレートと垂直スティフナーのすみ肉溶接部に疲労損傷事例が数多く報告されており、適切な補修や補強が必要とされている(図1参照)。この部分の補修・補強方法として、著者らは、テーパカーラーを介してL形鋼をデッキプレートに密着させて補強することを提案し、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、一昨年度報告している。しかし、この方法では、L形鋼のリフトアップによるデッキプレートとの密着が均一とならない場合もあった。

本研究では、当該箇所のき裂に対する補強方法として、油圧ジャッキでL形鋼をリフトアップすることを考え、その効果を確認する目的で、疲労試験と応力測定試験、そして応力解析を行う。

2. 試験体

試験体の形状と寸法を図2示す。試験体は、鋼床版の垂直スティフナーが桁ウェブとデッキプレートに溶接された部分を模擬したものである。デッキプレートの板厚は12mm、ウェブとスティフナーの板厚は10mmである。試験体には、2つの垂直スティフナーが取り付けられているため、試験体1体に対し2箇所の試験対象部があり、それらをL、Rと区別する。

試験体は、無補強試験体4体、き裂のない状態で補強した試験体1体、き裂を有する状態で補強した試験体3体の3種類である。

3. 補強方法

補強は垂直スティフナーから橋軸直角方向中央部に向かって張り出したL形鋼を垂直スティフナーの両側に取り付け、L形鋼を油圧ジャッキでリフトアップするものである。写真1に油圧ジャッキの設置状況を示す。デッキプレートとL形鋼を隙間なく密着させることを目的とし、間詰め材を用いる。様々な種類の間詰め材を用いた試験体の疲労試験と応力測定試験が行われ、エポキシパテが最も確実な補強効果と優れた作業性を有していることが確認されているため、間詰め材にはエポキシパテを用いることとする。

4. 疲労き裂の発生進展性状

無補強試験体の疲労試験を繰返し速度5.0Hz、荷重範囲30kN(下限荷重0.1kN)という条件で行った。載荷位置は図2に示すようにデッキプレート中心部50mm×100mmの範囲とし、ウェブ直下をローラー支持することで試験を行った。



写真1 ジャッキ設置状況

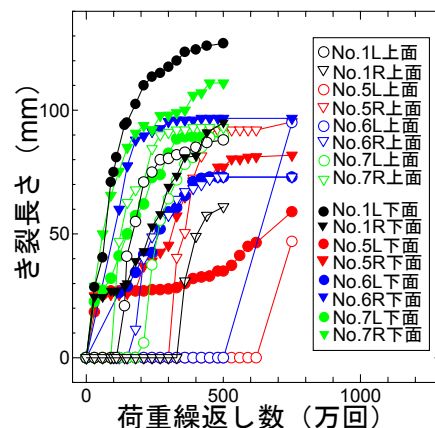


図3 疲労き裂進展性状

キーワード：鋼床版、垂直補剛材、疲労き裂、補修、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

図3にデッキプレート側の疲労き裂進展性状を示す。き裂は、試験開始後すぐに溶接部のデッキプレート側止端とスティフナー側止端で発生した。磁粉探傷試験で観察したデッキプレート下面の疲労き裂を写真2に示す。このき裂は、発生後急速に進展し、70mm程度まで進展した時点でデッキプレート上面のき裂が発生する。上面のき裂は、発生後急速に進展し、下面の長さと同程度まで進展すると上下面のき裂進展は遅延し、ほぼ停留する。しかし、停留した後もさらに載荷し続けると、デッキプレート上面に橋軸直角方向のき裂が新たに発生した。このき裂が成長するとデッキプレート陥没へつながる。一方、スティフナー側のき裂は発生後すぐに停留した。

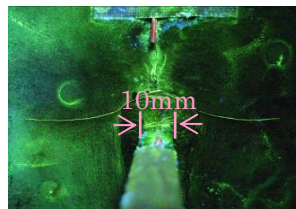


写真2 き裂の様子

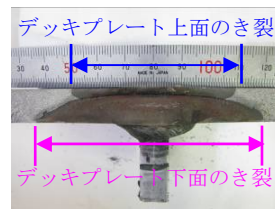


写真3 疲労破面正面図

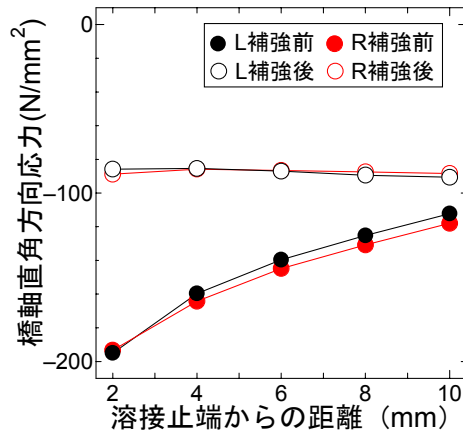


図4 補強前後の応力

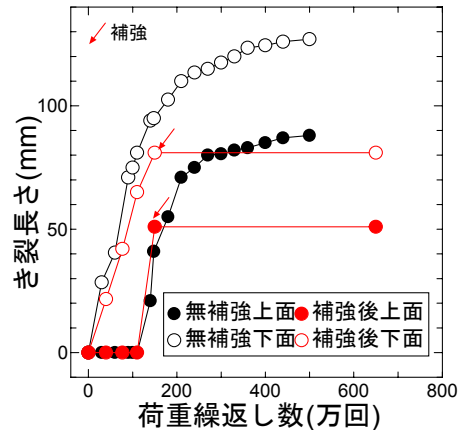


図5 き裂進展の比較

表1 試験終了後のき裂進展量

試験体	繰返し数(万回)	補強後のき裂進展量(mm)			
		L	DL	R	DR
4	150+500	0.0	0.0	0.0	0.0
9	50+500	5.4	0.0	0.2	0.0
10	230+500	0.0	0.0	0.0	0.0

※繰返し数 = (補強前繰返し数) + (補強後繰返し数)

※L・R=L側・R側デッキプレート下面のき裂

※DL・DR=L側・R側デッキプレート上面のき裂

5. き裂がない状態での補強効果

き裂が無い状態で補強した試験体に対して応力測定試験を行った。図4に補強前後の応力の比較を示す。なお、応力測定試験は21kNの静的荷重載荷時に行った。補強により応力は大きく軽減されており、特に止端から2mm位置の応力はLRともに補強前の0.45倍程度となっている。さらに、LRの差も小さいため油圧で補強作業を管理することにより、確実な補強効果が得られると考えられる。また、前章で示したものと同一条件で補強試験体の疲労試験を行った結果、繰返し回数が500万回に達しても疲労き裂は生じなかった。

6. き裂が生じた後の補修効果

き裂を有する状態で補強した試験体に対して疲労試験を行った。図5に無補強試験体とき裂を有する状態で補強した試験体のき裂進展状況を比較した結果の例を示す。この試験体では、補強によりき裂の進展が完全に抑制できている。他の補強試験体では、き裂が多少進展したもののあったが、その進展量は0.2mm～5.4mmと微小であった。表1に試験終了後のき裂進展量を示す。

き裂を有する無補強モデルと補強モデルの3次元有限要素弾性応力解析を行った。載荷荷重は、20kNである。想定したき裂は、デッキプレート下面溶接止端部に生じた深さ2mm・長さ8mmの半楕円形き裂である（図6参照）。解析より得られたき裂先端A、Bの応力を図7に示す。いずれの位置においても、き裂先端の応力は、補強により1/6以下となっている。

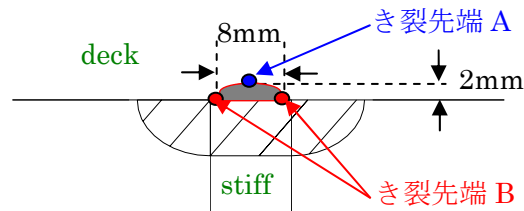


図6 き裂の概略

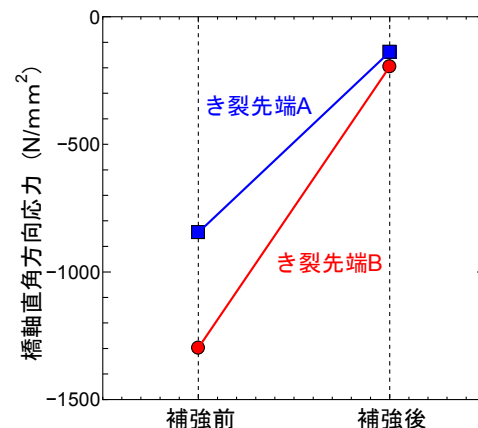


図7 補強前後のき裂先端の応力