

き裂を有する鋼床版の当て板補強に関する定点疲労試験

日立造船鉄構 正会員    ○松下裕明    石川島播磨重工 正会員    齊藤史朗  
(独) 土木研究所 正会員    村越潤    正会員    梁取直樹    正会員    宇井崇  
JFE エンジニアリング 正会員    川畑篤敬    正会員    志賀弘明  
住友重機械工業 正会員    佐々木靖彦    宮地鐵工所 正会員    林暢彦

1. はじめに

近年、大型車の交通条件の厳しい鋼床版を有する道路橋において各部に疲労損傷が報告されている。この様な中、著者らはデッキプレートーUリブ溶接部から発生し、デッキプレート（以下、デッキと呼ぶ）を貫通するき裂を対象にデッキ上面からの鋼板設置（当て板）による補強工法に着目し、静的載荷試験およびFEM解析により補強効果や補強に伴う周辺部への影響を検討<sup>1)2)</sup>した。本研究はこれらの研究に引き続き、き裂を有する供試体の定点疲労試験により当て板の有無による疲労耐久性について比較検討したものである。なお、本研究は(独)土木研究所と民間8社による「鋼床版の疲労耐久性向上技術に関する共同研究（その1）」の一環として実施した。

2. 試験概要

試験体は、図1に示すように3本のUリブと、桁端およびスパン中央に横リブを有する実大モデルであり、静的載荷試験<sup>3)</sup>で用いた試験体を使用した。デッキ厚は12mmとし、試験体にはデッキを貫通するき裂を想定した「人工き裂（スリット）」、および、その両端にφ40mmの「観察孔」（図2）を設けた。この観察孔は、実橋において、き裂先端部の確認およびその先端部の除去の役割を兼ねるものである。なお、デッキーUリブ溶接部は観察孔から50mm程度の範囲で止端仕上げを行っている。当て板は静的載荷試験<sup>3)</sup>を参考に、き裂損傷を受けたUリブ（サイズ：320×240×8）に対し両側2列の打ち込み式高力ボルト（M22）で挟み込む構造とし、観察孔から当て板縁端までの橋軸方向の距離は100mmとした。また、載荷はトラック荷重の後輪ダブルタイヤを想定し200mm角の硬質ゴム2枚（載荷位置がボルト直上となる場合はボルト頭径と同径の孔を切削）を介して載荷した。載荷波形はサイン波で与え周波数は2.0～3.5Hz程度とした。載荷位置は静的載荷試験およびFEM解析において最も高い応力が発生した観察孔周辺に着目し、着目部に最も高い応力が発する載荷位置、すなわち、観察孔を跨ぐ位置とした。なお、供試体には静的載荷試験時<sup>3)</sup>と同様に、デッキーUリブ溶接部近傍のデッキ下面およびUリブウェブ面、Uリブ下面、観察孔周辺等にひずみゲージを貼付した。写真1に供試体全景を示す。

載荷ケースについて表1に示す。き裂の検出に当たっては、20万回ごとの静的載荷時に目視および磁粉探傷試験により確認するとともに、き裂が発見された場合には、その後、随時進展状況を確認することとした。

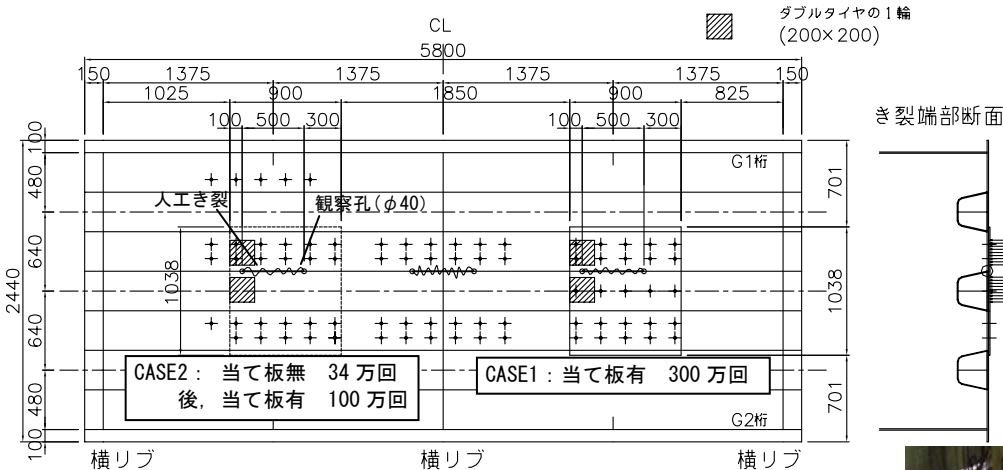


図1 試験体と載荷位置

表1 載荷ケース

| 載荷ケース | 当て板 | 荷重範囲  | 載荷回数                   |
|-------|-----|-------|------------------------|
| CASE1 | 有   | 100kN | 300万回                  |
| CASE2 | 無   | 100kN | 疲労損傷が発生するまで(34万回繰返し載荷) |
|       | 有   |       | 当て板補強後、100万回繰返し載荷      |



図2 人工き裂と観察孔



写真1 試験体全景

キーワード：鋼床版、疲労、き裂、当て板、実大試験  
〒592-8331 大阪府堺市西区築港新町1町5番1 TEL 072-243-6815 FAX 072-243-6816

3. 試験結果と考察

1) き裂進展状況

当て板を設置した CASE1 では 20 万回ごとに実施した目視および磁粉探傷試験において載荷終了までき裂が検出されなかった。一方、CASE2 では 20 万回載荷時に最初のき裂が検出された。CASE2 におけるき裂発生部位とその進展状況を表 2 に、代表的なき裂進展状況を写真 2～3 に示す。なお、以下のき裂はいずれも人工き裂の向かい側から生じている。CASE2 では、まず、20 万回載荷時点でデッキ上面側から長さ 18.5mm、深さ 4mm のき裂（デッキ上面き裂①）が検出され、34 万回時点で長さ 36.6mm、深さ 7.8mm に進展した。また、34 万回載荷時点で①のき裂とは別に、デッキ上面に長さ 8mm、深さ 1mm のき裂（デッキ上面き裂②）が確認された。さらに、20.58 万回時点で、ルート部に深さ 1mm 程度のき裂指示模様（ルート部からのき裂）が確認され、34 万回時点では深さが 2mm に進展した。この内、デッキ上面き裂②は除去し、その他のき裂は残置したまま当て板を設置し、100 万回の繰り返し載荷を行ったが、き裂は進展せず、また、新たなき裂も検出されなかった（写真 3）。

表 2 CASE2 におけるき裂進展状況 (mm)

| 載荷回数(万回)     |    | 当て板なし   |       |      |     |      |      | 当て板設置後 |
|--------------|----|---------|-------|------|-----|------|------|--------|
|              |    | 20      | 20.58 | 25   | 28  | 30   | 34   | 100    |
| (a)デッキ上面き裂①  | 長さ | 18.5    | ⇒     | 24.1 | ⇒   | 30.6 | 36.6 | 進展なし   |
|              | 深さ | 4       | 5     | 7.2  | 7.5 | 7.8  | 7.8  | 進展なし   |
| (b)デッキ上面き裂②  | 長さ | き裂検出されず |       |      |     |      |      | 発生なし   |
|              | 深さ |         |       |      |     |      |      | 発生なし   |
| (c)ルート部からのき裂 | 長さ | 1       |       |      |     |      |      | 発生なし   |
|              | 深さ |         |       |      |     |      |      | 進展なし   |

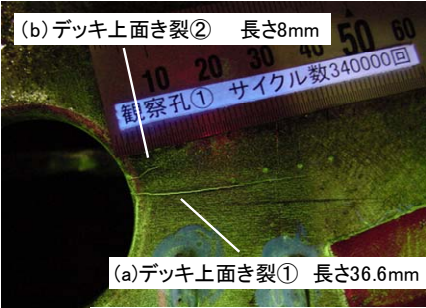


写真 2 34 万回載荷時のき裂発生状況

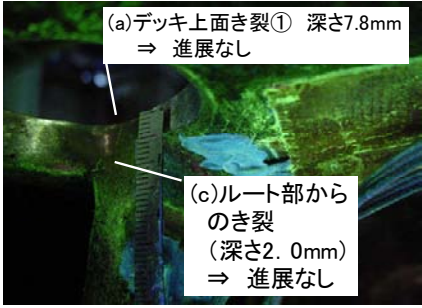
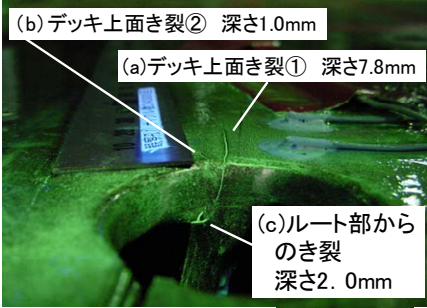


写真 3 134 万回載荷終了時のき裂状況

2) 代表点でのひずみの履歴

CASE2 における荷重載荷直下の観察孔止端から橋軸方向に人工き裂とは反対側に 30mm 離れた位置でのデッキ下面の載荷回数－ひずみ範囲関係について図 2 に示す。図 2 のひずみ範囲は、図中のプロット位置で静的に計測したものである。ゲージは、溶接止端から橋軸直角方向に 5mm 離れた位置に橋軸直角方向に貼付した。図に示すように、20 万回から 34 万回時点でひずみ範囲が低下しており、ゲージ貼付位置付近でのき裂の発生が考えられる。また、34 万回時点での当て板設置によりひずみ範囲が 1/2 程度となった。その後 134 万回載荷終了後までひずみ範囲に変化がなく、ゲージ位置付近でき裂の発生および進展が無かったと考えられる。134 万回載荷終了後、当て板を撤去してひずみ範囲を計測した結果、当て板設置前の 34 万回載荷時のひずみ範囲とほぼ一致した。

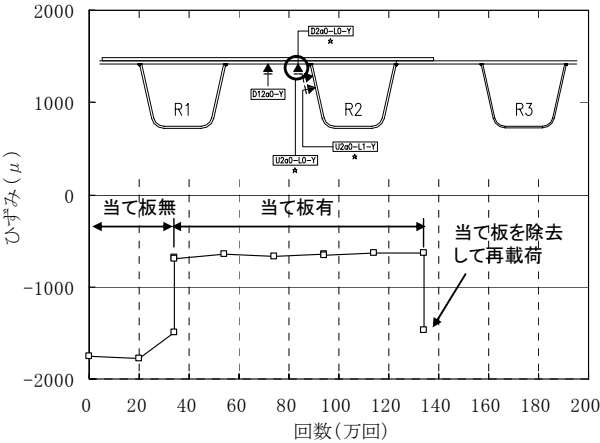


図 2 載荷回数－ひずみ範囲関係

4. まとめ

CASE 1 (0～300 万回：当て板有)，および CASE 2 (0～34 万回：当て板無し，34 万回～134 万回：当て板あり) の 2 ケースの定点疲労試験を行った結果、①当て板有で 300 万回の繰り返し載荷を行った結果き裂は検出されなかった。一方、②当て板無しで 34 万回の定点載荷試験を行った結果、載荷直下の観察孔周辺のデッキ上面およびルート部からき裂が検出されたが、当て板補強を行い 100 万回の繰り返し載荷を行った結果、き裂の進展は確認されなかった。以上より、本実験で用いた荷重条件では、当て板無しの場合、繰り返し載荷回数が 20 万回程度でき裂が発生するが、当て板を設置することにより 300 万回の繰り返し載荷でも少なくとも観察孔周辺からはき裂は発生せず、発生したとしても進展する可能性が低いと考えられる。

参考文献 1) 佐々木，村越他：き裂を有する鋼床版の当て板補強に関する検討，第 61 回土木学会年次学術講演会，2006. 9  
2) 松下，齊藤，村越他：き裂を有する鋼床版の当て板補強に関する解析的検討，第 61 回土木学会年次学術講演会，2006. 9