

## 輪荷重走行試験による鋼床版デッキプレート進展亀裂の再現

（独）土木研究所 正会員 ○有馬敬育 （独）土木研究所 正会員 村越 潤

### 1. はじめに

近年、Uリブを有する鋼床版橋梁において、厳しい活荷重実態を背景に、図-1に示すようなUリブとデッキプレートの溶接ルート部から亀裂が発生し、デッキプレートに進展する疲労損傷事例(以下、デッキ進展亀裂)が報告されている。この亀裂は走行路面に変状をきたす恐れがあるため、早期に発見、補修・補強をする必要がある。

本論文では、疲労損傷対策の検討に資するため、実大鋼床版試験体を用いた輪荷重走行試験を行い、デッキ進展亀裂の発生を確認したので、その結果について報告する。

### 2. 载荷条件

まず、デッキプレート-Uリブ溶接ルート部に最も影響を与える輪荷重位置を確認するため、FEM解析を実施した。解析モデルは、舗装を考慮せず、実際にデッキ進展亀裂が確認されている橋梁の箱桁部の諸元を参考にソリッド要素を用いて作成し(図-2)、MSC NASTRANを用いて、ルート部の要素に着目した弾性解析を行った。

Uリブ支間Lの中心L/2ライン上に大型車後輪のダブルタイヤを想定した荷重を橋軸直角方向に移動させた場合、Uリブウェブをタイヤが挟み込む位置(以下、挟み込み位置)(図-3上図)でルート部のデッキ側に最大圧縮応力が発生することが確認された。実際にデッキ進展亀裂が確認された橋梁の損傷溶接部とレーン位置から推測される輪荷重位置の関係も同様であったため、本試験においても、まず挟み込み位置の载荷を実施した。荷重は、国道357号線東京都江東区有明での活荷重実態調査(S59)において計測された最大軸重 $30.4t(298kN)^{1)}$ に相当する輪荷重 $150kN$ (ダブルタイヤ)とし、繰り返し载荷を行った。つづいて、同一大型車の前輪-後輪の位置関係から推定される前輪位置(シングルタイヤ)(図-3下図)で $75kN$ 、続けて $100kN$ の载荷を行い、その影響を確認した。

### 3. 輪荷重载荷試験

試験体の諸元は、デッキ進展亀裂が確認されている橋梁の諸元を参考に、試験機の制約より、図-4のとおりとした。試験体のデッキプレートとUリブとの溶接は、自動 $CO_2$ ガスシールドアーク溶接として製作した(のど厚:実測 $6mm$ 程度、不溶着部:実測 $2mm$ 程度)。損傷が縦リブ支間内で発生している事例が報告されていること、輪荷重が横リブ交差部を通過するとスカラップやスリットまわりから先に疲労亀裂が発生し、デッキ進展亀裂が確認できない可能性があることを考慮して、本試験では横リブ交差部上を輪荷重が通過しないよう $1m$ の範囲で载荷を行った。

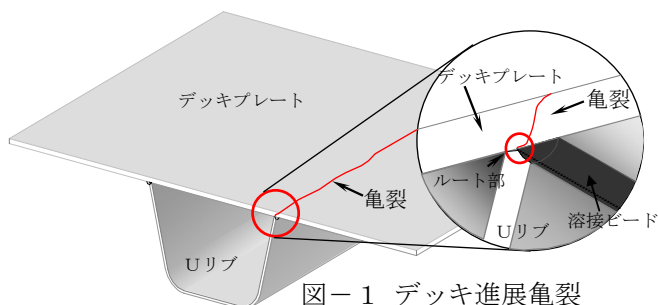


図-1 デッキ進展亀裂

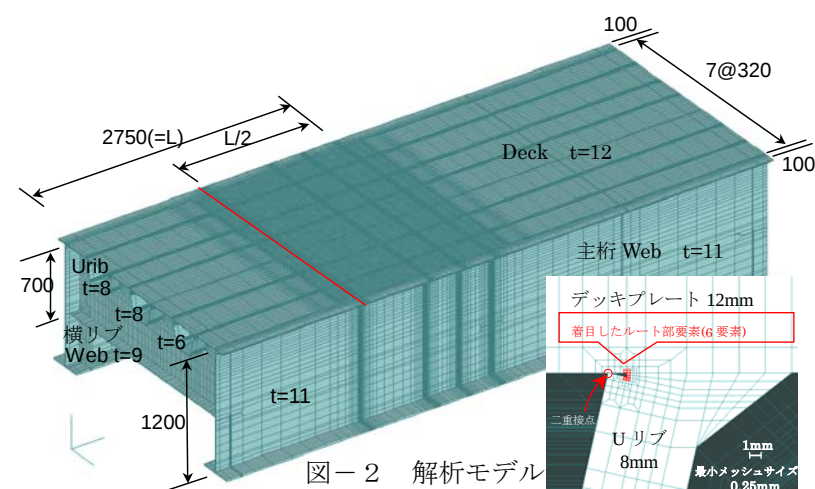


図-2 解析モデル

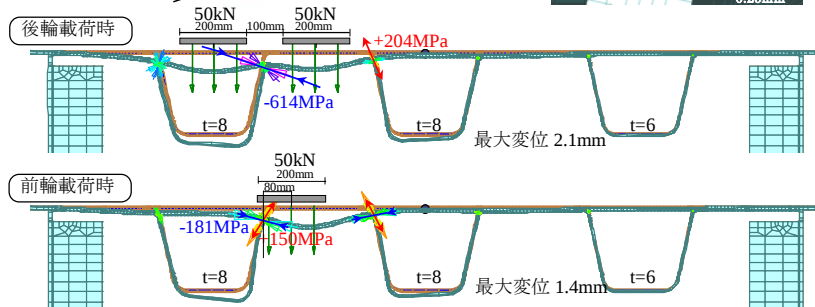


図-3 ルート部の主応力の解析結果

キーワード：鋼床版，デッキプレート進展亀裂，輪荷重走行試験，FEM解析

連絡先：構造物研究グループ(橋梁)〒305-8516 茨城県つくば市南原1番地6 Tel:029-879-6793 Fax:029-879-6739

図－4に示すように、鋼製載荷ブロックと厚さ 22mm、幅 200mm の鋼板入りゴム板を介して載荷を行った。L/2 断面上のダブルタイヤ載荷時の荷重分布を感圧紙により確認した結果を写真－1に示す。ゴム板の端部にやや荷重の集中が見られ、橋軸方向には約 300mm の長さで荷重が分布していた。

試験中は適宜、デッキプレート下面を採傷面とした表面 SH 波による超音波探傷を行った。

まず U リブ 8mm 側において、図－4に示すダブルタイヤ載荷(150kN)で載荷したところ、96 万回載荷時に図中亀裂 1 の一カ所からルート亀裂と思われるエコーを検出した。180 万回載荷時には、亀裂 1 は 100mm 程度に進展した。

続いて、大型車の前輪の影響を確認するため、シングルタイヤ載荷を行った。まずダブルタイヤ載荷の 1 輪あたりの荷重と等しい 75kN で載荷したところ、150 万回で亀裂 1 が 200mm 程度、亀裂 2 の発生が超音波探傷によって確認され、100mm 程度となった。その後、亀裂の進展を促進させるため、荷重を 100kN に上げ、つづけて 70 万回載荷し、亀裂 1 が 230mm 程度、亀裂 2 が 200mm 程度となったところで繰り返し載荷を終了した。

載荷終了後、デッキ表面（鋼材 SM490Y，黒皮付き）の磁粉探傷試験を行ったところ、後述するコア 2 の採取位置付近のみに、しわ状の指示模様(写真-2(1))が確認された。この指示模様はダブルタイヤ載荷終了時には検出されていなかった。

超音波探傷で亀裂と判断した範囲から図－3に示す 3 カ所から  $\phi 25\text{mm}$  のコアを採取した。コア 1，コア 3 には、ルートからの亀裂のみ検出されたが、コア 2 についてはデッキ上面からの亀裂を含んでいたため（写真-2(2)）、しわ状の指示模様は疲労亀裂であることが判明した。コアの表面にみられた亀裂はコア 1，コア 2 で 6mm 程度、コア 3 で 4mm 程度であった。

次に U リブ 6mm 側において、ダブルタイヤ載荷(150kN)を行ったところ、65 万回載荷時に超音波探傷でルートからの亀裂が確認され、そのまま 414 万回載荷を行ったが、デッキ表面の変状は見られず、亀裂も貫通しなかった。

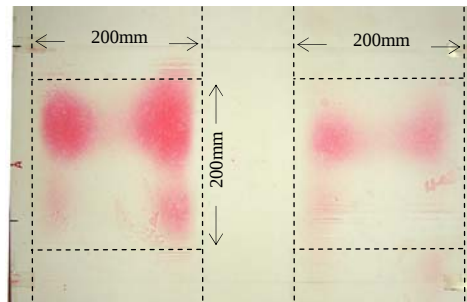
#### 4. まとめ

鋼床版デッキ進展亀裂を対象とした輪荷重走行試験により確認された主な結果を以下にまとめる。

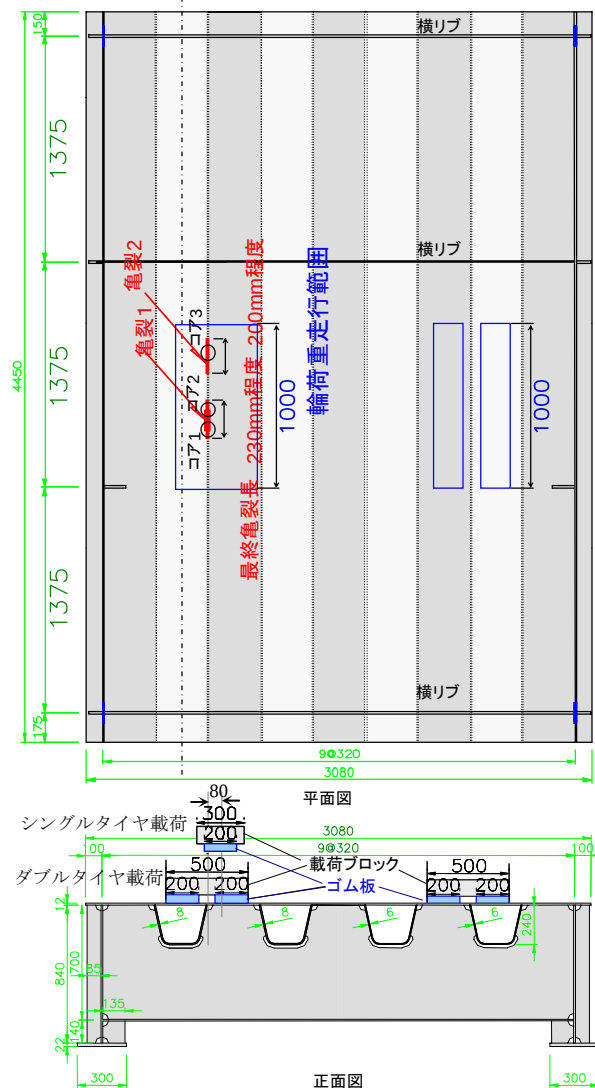
- ・大型車後輪を模擬したダブルタイヤ載荷(150kN)により、デッキ進展亀裂が発生した。
- ・亀裂発生後では、大型車前輪を模擬したシングルタイヤ載荷(75kN)でも亀裂が発生・進展した。
- ・荷重の大きさによっては、ルート部のみならず、デッキ表面からも亀裂が発生する可能性があることが確認された。

#### 参考文献

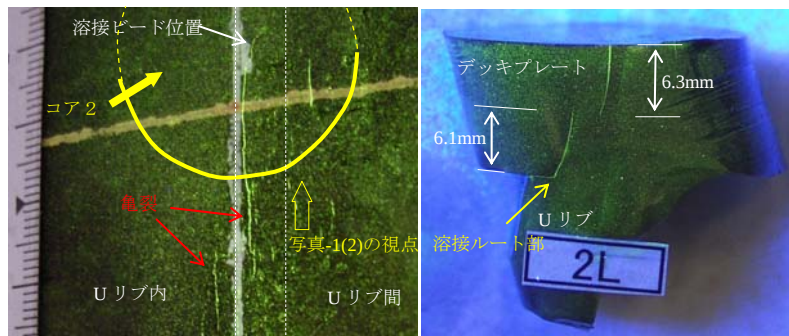
- 1) 藤原，岩崎，田中：限界状態設計法における設計活荷重に関する検討，土木研究所資料第 2539 号，昭和 63 年 1 月
- 2) 下里，神木，稲葉，富田，小野：鋼床版の移動輪荷重疲労試験，土木学会第 60 回年次学術講演会，I-399,2005.9



写真－1 載荷時のデッキ上荷重分布



図－4 試験体



(1)デッキ表面(コア2採取付近)

(2)コア2

写真－2 磁粉探傷試験結果