

デッキプレート・トラフリブ溶接ルート部からの疲労亀裂性状と応力緩和方法

法政大学 学生会員 ○佐矢野 圭悟
法政大学 正会員 森 猛
法政大学 学生会員 嶋原 志保
(株)東京鐵骨橋梁 正会員 永崎 央輔

1. はじめに

デッキプレート・トラフリブ接合部の溶接ルートに生じた疲労亀裂は、検出することが困難である。本研究では、溶接ルートからの疲労亀裂発生形状を実験的に調べるとともに溶接ルート部の応力集中を緩和させるために片側すみ肉溶接を両面すみ肉溶接とすることによる、ルート部の応力緩和効果を鋼床版試験体の応力解析より検討する。

2. 疲労試験

図1に示す鋼床版試験体を用いて2体の試験体について疲労試験を行った。トラフリブの厚さは6mm、デッキプレートの厚さは、12mmである。荷重は、上限荷重 10kN、下限荷重 110kN の荷重範囲 100 kN で、図2に示す通りトラフリブ間に橋軸方向に 130mm、橋軸直角方向に 280mm に載荷した。

1 体目の試験体では、図1から溶接線 2, 3 トラフリブ間で載荷した。疲労試験開始後 75 万回終了時に荷重載荷位置直下のデッキプレート上に亀裂（目的としない亀裂）が発生した。図3のように溶接部の試験体を切り出しその後デジタルマイクロスコップで写真を撮ったところ、目的としていたデッキプレート・トラフリブにおける溶接線のルート部から溶接ビードを切る亀裂が発見された。

2 体目の試験体では、図1から溶接線 2,3 トラフリブ間と溶接線 4,5 トラフリブ間において2回疲労試験を行った。載荷位置溶接線 2,3 トラフリブ間の疲労試験開始後 120 万回で溶接線 2 のトラフリブ溶接止端部に、載荷位置溶接線 4,5 トラフリブ間の疲労試験開始後 105 万回で溶接線 4 のトラフリブ溶接止端部に疲労亀裂が発生した。滋粉探傷試験の様子を図4、図5に示す。亀裂の長さは、溶接線 2 は、203mm で溶接線 4 は、218mm である。

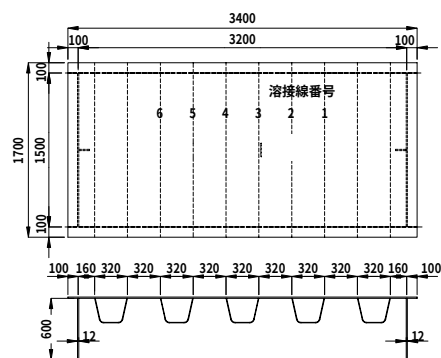


図1 鋼床版試験体

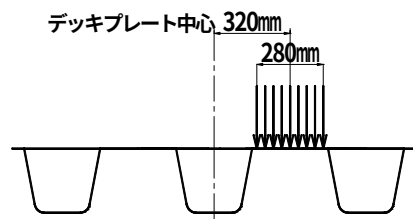


図2 荷重載荷位置

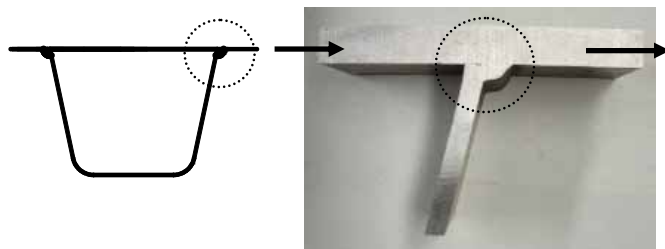


図3 疲労亀裂

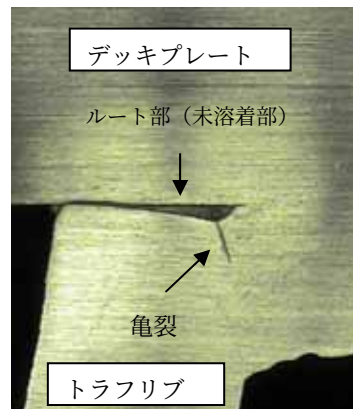


図4 溶接線 2 疲労亀裂



図5 溶接線 4 疲労亀裂

キーワード：鋼床版、疲労亀裂、ルート部、トラフリブ・デッキプレート溶接部

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 電話番号 042-387-6279

3. 内側溶接による応力緩和効果

応力解析では、デッキプレート・トラフリブ溶接部に内側溶接を追加することでの溶接ルート部の応力集中緩和効果を見る。1次応力解析では、図1の鋼床版試験体全体をシェル要素でモデル化し有限要素解析を行った。デッキプレート厚は

12mmでトラフリブ厚は6mmである。荷重は、第3章で示した通り橋

軸方向に130mm、橋軸直角方向に280mmで行いトラフリブ間に荷重をかけた。また荷重の大きさは50kNで行った。1次応力解析で得られた変位、回転角を境界条件にデッキプレート・トラフリブ溶接部の応力をさらに調べるためにその溶接部周辺を取り出し2次応力解析を行った。要素分割図を図6に示す。2次応力解析より溶接部のルート部、デッキプレート止端部、トラフリブ止端部の主応力の大きさ、方向を求め片面すみ肉溶接と両面すみ肉溶接の比較を表1と図7に示す。表1より片面すみ肉溶接から両面すみ肉溶接に変更したことによりルート部には高い引張応力が発生していたが緩和されたのが分かる。しかしながら、デッキプレート溶接止端部は圧縮応力が高くなった。また、亀裂は主応力の方向と直角に進展することから図7より片面すみ肉溶接の時ルート部の主応力の方向の直角方向は、疲労亀裂の進展方向と同じことが分かる。内側溶接の主応力図を図8に示す。デッキプレート側溶接止端部は圧縮応力が発生しており、トラフリブ側溶接止端部には引張応力が発生しているのがわかる。

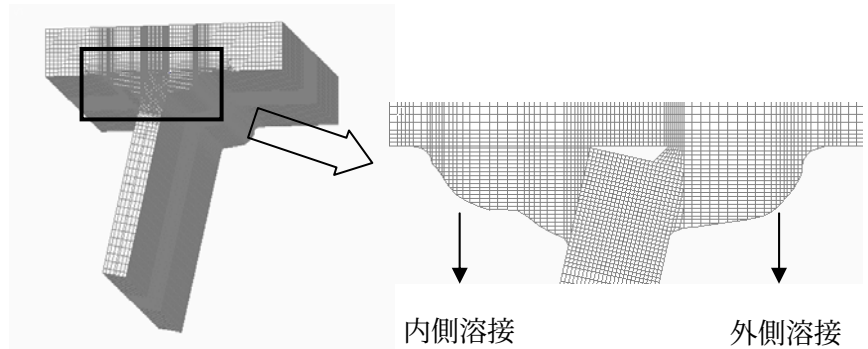


図6 要素分割図

表1 主応力の変化		
片面すみ肉溶接	主応力 (N/mm ²)	角度 (°)
ルート部	234.61	7
デッキプレート溶接止端部	-234.65	14
トラフリブ溶接止端部	-492.36	45

両面すみ肉溶接	主応力 (N/mm ²)	角度 (°)
ルート部	-66.23	2
デッキプレート溶接止端部	-378.22	13
トラフリブ溶接止端部	-447.36	44

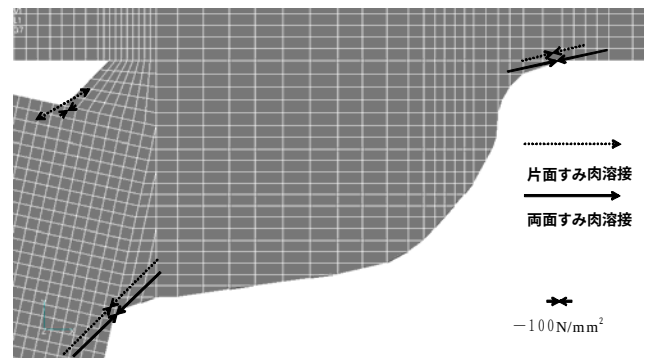


図7 主応力の変化

4. 考察

本研究の鋼床版試験体は、溶接溶け込みが浅い試験体であった。疲労試験、応力解析よりルート部に高い応力が発生し亀裂は、ルート部から溶接ビード方向に進展することがわかった。嶋原らの研究¹⁾でも溶接溶け込みが浅い試験体では、ルート部から溶接ビード方向に亀裂は進展するとされている。また、内側溶接を追加し、両面すみ肉溶接にすることによるルート部の応力緩和効果はあることが認められたが、外側溶接デッキプレート溶接止端の応力は高くなり内側溶接のトラフリブ止端部には、引張応力が発生するので注意が必要である。

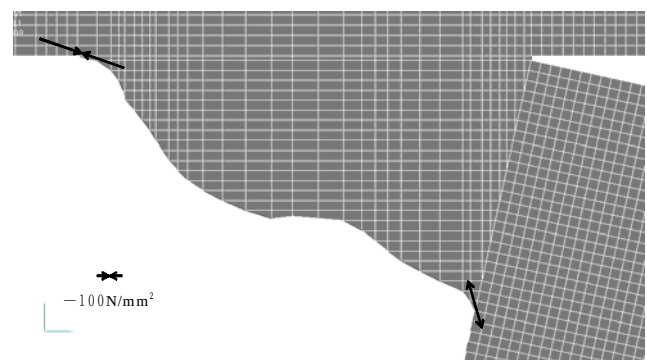


図8 内側溶接主応力の方向

参考文献：1) 嶋原ら：鋼床版デッキプレート・トラフリブ溶接部の応力解析

土木学会第59回年次学術講習会（平成16年9月）、1-543