

## I-A13 鋼床版縦横リブ交差部のすみ肉溶接部応力解析

北見工業大学 学生員 藤田 真仁      北見工業大学 正会員 山崎 智之  
 (株)日本製鋼所 正会員 小枝 日出夫      北見工業大学 正会員 三上 修一  
 北見工業大学 フェロー 大島 俊之      北見工業大学 学生員 M.S.Rahman

## 1. まえがき

鋼床版は重量が鉄筋コンクリート床版と比べ軽量であり、死荷重の影響が少ないことから、支間の長大化に伴って多く用いられるようになってきた。しかし、鋼床版は比較的薄い鋼板を用いて溶接により組み立てた複雑な構造のため溶接による欠陥や残留応力等が生じる可能性が高い。特に疲労損傷が多数報告されている縦横リブ交差部は複雑な応力状態になると予測されるため、この部分の応力状態を明らかにする必要がある。そこで本研究では縦横リブ交差部の溶接部に着目し、溶接部の温度変化に伴う溶接残留応力とこの状態で荷重が載荷された場合の応力解析を行い、縦横リブ交差部の溶接部の応力状態を検討した。

## 2. 解析概要

鋼床版溶接部の解析を行うために、円形スカラップ（直径 32mm）を設けた横リブ（200×300×12mm）とそれに交差する縦リブ（100×400×9mm）を組み合わせて作成した十字ばりの供試体を解析対象として図1のように厚肉4辺形シェル要素によりモデル化してFEM解析を行った。そして、さらに溶接部の詳細な解析を行うために着目交差部付近を切り取った形状のズーム解析モデルにより1）応力解析、2）熱応力解析を行い、荷重載荷状態の応力解析を境界条件、熱応力解析で得られた応力（残留応力）を初期条件として入力して二つの解析をあわせた重ね合わせ解析を行い、溶接残留応力状態での荷重載荷による溶接部の応力状態を検討した。表1に解析モデルの諸元を示す。

表1 解析モデル諸元

|       |                           |      |                                              |
|-------|---------------------------|------|----------------------------------------------|
| ヤング率  | 21000 kgf/mm <sup>2</sup> | 質量密度 | $7.83 \times 10^{-6}$ kg/mm <sup>3</sup>     |
| ポアソン比 | 0.3                       | 熱伝導率 | 0.046 kcal/mmh℃                              |
| 比熱    | 0.111 kcal/kg℃            | 熱伝達率 | $1.0 \times 10^{-5}$ kcal/mm <sup>2</sup> h℃ |

## 1) 応力解析

はじめに図1の全体解析モデルで静的載荷した状態の各節点の変化を計算し、次に着目部付近の要素をズームモデル（図2）として切り取り、全体解析で得られた変位を境界条件として与えた時の応力状態を検討した。なお、溶接ビードは脚長7mmとした。

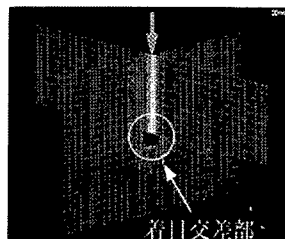


図1 全体解析モデル

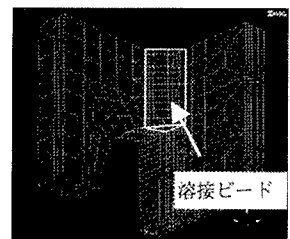


図2 ズームモデル

## 2) 熱応力解析

応力解析と同じモデルを用いて、ビード部に瞬間的に700℃の熱を作用させ、ビード部の温度が20℃に冷却されるまでの定常解析を行い、熱荷重によるビード部周辺の応力状態を検討した。解析の条件として弾性係数、降伏応力、線膨張係数を図3のように仮定した。また、このグラフの傾きを変化させて同様な解析を行った結果、傾きが変わることにより解析結果の分布は同じでも多少応力値の増減があることが確かめられており本研究では図3で仮定した条件に基づいて得られた解析結果について検討を行うこととした。

Keywords：縦横リブ交差部・溶接ビード・溶接残留応力

連絡先：〒090-8507 北海道北見市公園町165番地 TEL 0157-26-9476

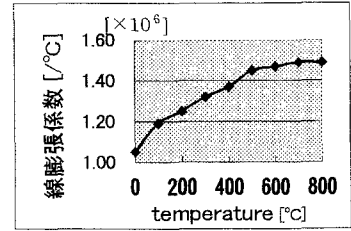
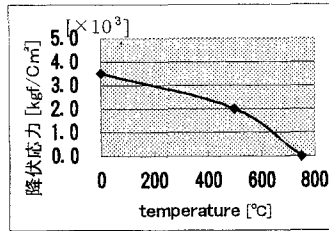
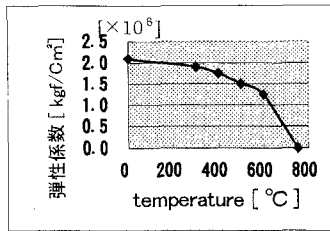
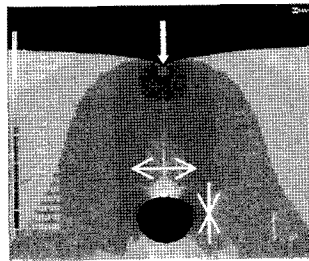


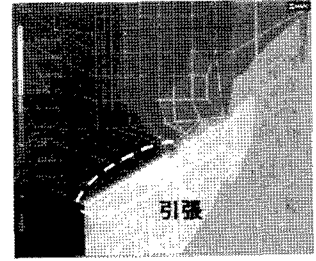
図3 解析条件

### 3. 解析結果

交差部直上に静的荷重が作用すると図4(a)のようにスカラップ上部で引張応力集中が発生し、この部分を詳細に見ると図4(b)のようにビード部の下側付近で引張となり、同様に熱応力解析に於いても図4(c)のようにビード部の下側付近で引張となっている。図5はビード部の温度変化による応力の変化を表しており、温度が低下するに従って応力が増加しているのがわかる。図4(b)と(c)の結果を合わせると図4(d)のようになり、応力解析・熱応力解析・重ね合わせ解析の結果を比較すると図6のようになる。この結果から残留応力状態で荷重が作用するとビード部では引張応力が増加し、溶着部には不利な力が作用するため疲労損傷の発生原因になると考えられる。



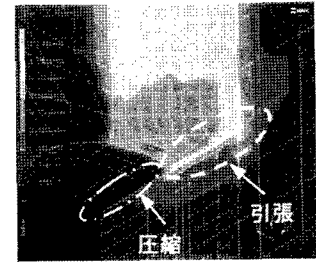
(a) 全体解析



(b) 応力解析



(c) 熱応力解析



(d) 重ね合わせ解析

図4 応力分布図

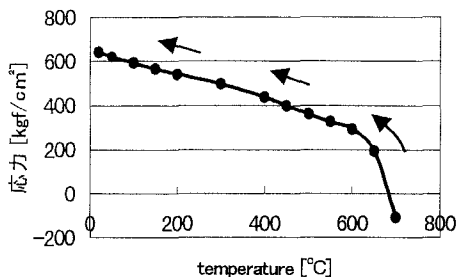


図5 温度変化による応力の変化

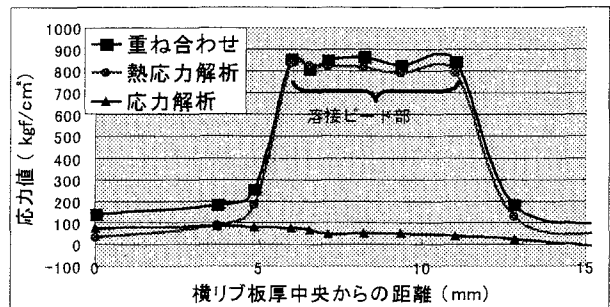


図6 解析結果の比較

### 4. まとめ

本研究の解析により、縦横リブ交差部の溶接部ではビード部の収縮作用による引張残留応力が生じており、荷重が載荷されると引張応力が増加し、疲労損傷の発生につながる可能性があるという結果が得られた。今後の課題として荷重位置を変化させて溶接部の溶接線直角方向に対する応力を検討する必要がある。

謝辞：本研究を行うにあたりまして（株）日本製鋼所の村井正光氏、熱海明彦氏、小枝日出夫氏には多大なる御協力、御助言を頂きました。ここで深く感謝申し上げます。

### 【参考文献】

- 1) 貝沼、森、一宮：十字すみ肉溶接継手のルート部から発生する疲労亀裂の進展性状、鋼構造論文集、1997.6
- 2) 上田、中長、金、村川：溶接残留応力の解析と測定の材料力学、溶接学会誌、第55巻、第6号、1986