

神戸大学工学部 正員 頼良昌憲
大阪大学工学部 正員 前田孝雄
(株)片山鉄工所 正員 小沢健作

1. ま え が き

実際の鋼床版の疲労性状を把握するために、図1に示すような開断面縦リブを有する鋼床版の実物大(幅1.7m、支間3m)の供試体について疲労実験を行った結果、図中に示す位置に疲労き裂の発生が見られた。このうち、横リブと縦リブの交差部に発生した疲労き裂に注目し、実験で得られたデータとリブ十字前面すみ肉溶接継手に関する既往のS-N曲線との比較を示したのが図2である。図中、本実験データは作用主応力と疲労き裂発生寿命(N_c)との関係で示し、リブ十字継手は公称引張応力と破断寿命(N_f)との関係で示している。この図から明らかなように、実験データはS-N曲線に比べて全体的に下方に位置し、バラツキもかなり大きい。この原因として、疲労き裂の発生寿命推定における不正確さ、あるいは、疲労き裂の発生位置における溶接止端部形状のバラツキ、さらには、溶接残留応力による影響などが考えられる。そこで、今回は、これらの中から、特に、溶接残留応力に着目し、その大きさおよび分布形状を測定することにした。

2. 実験概要

(1)供試体 図1に示すような疲労実験用鋼床版供試体から、その一部を取り出したモデルを想定して、図3に示すような溶接残留応力測定用供試体を製作した。供試体の各部材寸法、組立て順序および溶接方法は、疲労実験用鋼床版供試体と同様となるようにした。ただし、切断機の制約から、縦リブの長さは100mmとし、デッキプレート幅も同一とした。使用鋼材はJIS-SS41であり、横リブウェーブ鋼板のJIS1号試験片3本による機械的性質の平均値は表1に示すとおりである。溶接棒はKS785φを使用し、溶接条件は電流260A、電圧30V、溶接速度26cm/min(手溶接)とした。溶接による組立ての順序は図4に示すとおりである。なお、縦リブと横リブウェーブの交差部の両側すみ肉溶接は上下のスカラップ部において、回し溶接を行っている。

(2)測定方法 溶接残留応力の測定位置は図3に示すように中央2本の縦リブのすみ肉溶接止端部近傍であり、L側およびR側の縦リブについて測定した。なお、図示のように横リブウェーブの手前の面をA面、裏面をB面と呼ぶ。測定方法は陥みゲージを用いた分割法とした。すなわち、横リブウェーブのA、B両面のすみ肉溶接線に沿って、溶接止端から4~5mm離れた位置にゲージ長1mmの3軸の陥みゲージをL

表1. 機械的性質

Steel	Yield Point (kg/mm ²)	Tensile Strength (kg/mm ²)	Elongation (%)	Young's Modulus (kg/mm ²)
SS41	35.4	48.2	24.1	2.05×10 ⁶

側およびR側のA、B面に合計64枚を貼り付け、バンドソーを用い

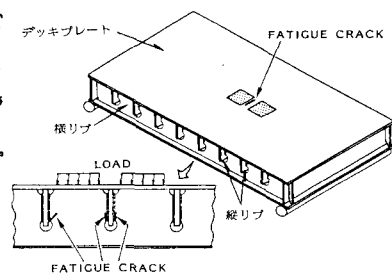


図1. 疲労実験用供試体

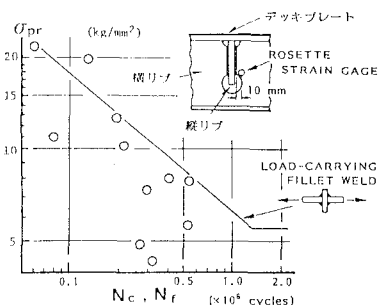


図2. 横リブのS-N線図

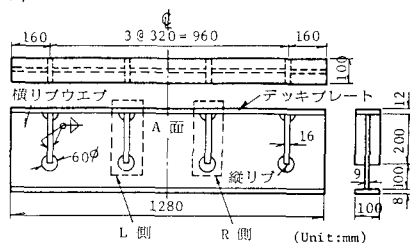


図3. 溶接残留応力測定用供試体

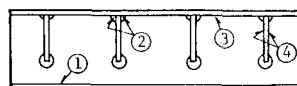


図4. 組立て順序

てゲージを中心として1cm X 1.5cm角の小片に切断し、切断の前後における測定ひずみの変化量を求めた。

3. 測定結果

測定結果の一例を図5および図6に示す。図5はL側-B面についての結果であり、図6はR側-A面についての結果である。なおこれらの図において、 ϵ_x は溶接線に直角方向のひずみ、 ϵ_y は溶接線方向のひずみであり、縦リブに関し中央側と、端部側の2つのすみ肉溶接線に沿っての分布を示している。また、中央の矢印群は ϵ_x 、 ϵ_y および45°方向のひずみ成分から求めた主ひずみの大きさと方向を示している。

a) 溶接線直角方向のひずみ分布(ϵ_x の分布)

ϵ_x は、供試体の上下フランジの拘束の影響によりかなり複雑な分布性状を示している。すなわち、各測定面において多少ばらつきはあるが、およその傾向として、上下スカラップ縁および中央部において引張側、その他は圧縮側となるほぼW形の分布を示している。また、その大きさは突合せ溶接の場合と比べるとかなり小さくなっているようである。

b) 溶接線方向のひずみ分布(ϵ_y の分布)

溶接線に沿った ϵ_y の分布形状はどの測定面においてもほぼ同様の傾向を示している。すなわち、溶接中央部においてわずかに減少するが、全体的にはほぼ一様な引張応力となり、上下スカラップ縁ではほとんどゼロとなっている。これは溶着金属の溶接線方向の収縮変形から推察すれば、ほぼ妥当な分布性状であると考えられる。

c) 主ひずみの分布

文献(2)に示された二孔孔拘束試験片の溶接による主応力線図である図7と比較すると今回の測定で得られた主ひずみの方向はほぼ妥当なものであると思われる。図

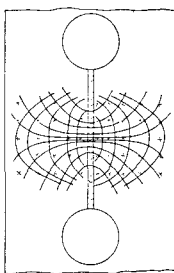


図7. 主応力線図

1に示したスカラップ部の疲労き裂の発生位置付近においては、円周に沿う方向に、L側で、最大31%、また、R側で、最大24%程度の引張残留応力が存在していることがわかった。このように縦リブと横リブウェブとのすみ肉溶接部には局所的にはほぼ降伏点(今回の場合354%)に近い大きさの引張残留応力の生じる可能性のあることが明らかとなった。

d) 溶接順序によるひずみ分布の相違

ϵ_x および ϵ_y の分布形状を溶接順序によって比較したのが図8である。なお、図中の①~④は図9に示すように縦リブと横リブウェブとのすみ肉溶接順序である。

ϵ_x の分布図からわかるように、④の場合に大きな引張ひずみが生じており、特に、L側において顕著である。この理由として、①②の溶接時に縦リブはX方向に容易に変形できるが、③の溶接時には縦リブのX方向の変形が拘束されるため、 ϵ_x が大きくなるものと考えられる。一方、 ϵ_y については、各溶接時において、Y方向の拘束度はほぼ同じ条件であり、 ϵ_x のように顕著な差は現れなかったものと思われる。

参考文献 1) 前田、瀬良、梅下：第35回土木学会年講概要集、I-102、1980。

2) 渡辺、佐藤：溶接力学とその応用、p.336。

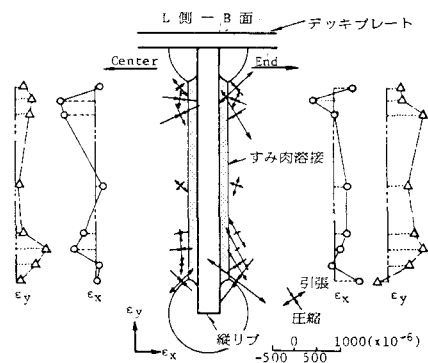


図5. L側-B面のひずみ分布

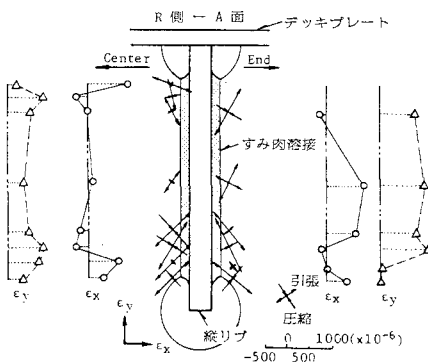


図6. R側-A面のひずみ分布

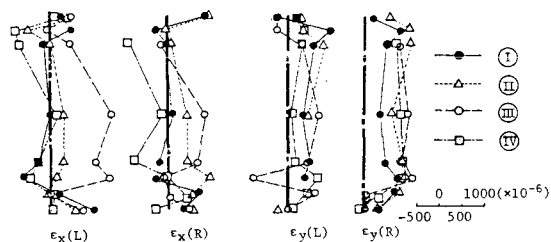


図8. ひずみ分布の比較

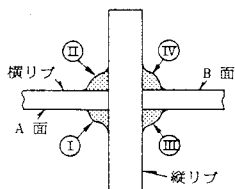


図9. 溶接順序