

交番繰返し曲げを受ける片側すみ肉溶接による斜角T継手の疲労強度

大阪大学工学部 正員 前田幸雄

大阪大学大学院 学頭 〇頼良昌憲

大阪大学大学院 学生員 足池利尚

(株)片山鉄工所 正員 玉置光男

1. まえがき 中空断面鋼床版は、2枚の面板（上面板と下面板）の間にV字形の心材をはさみこんだ鋼床版である。その製作上の制約から、上面板と心材の継手は片側のみをすみ肉溶接した斜角T継手になっている。著者らの実験によると、この中空断面鋼床版の心材長手方向を橋軸直角方向に使用した場合、輪荷重の通過によってこのすみ肉溶接継手に交番の繰返し面外曲げ応力が作用することが確認された。本研究では、この斜角T継手をモデル化した供試体を用いて両振りの疲労実験を行い、その疲れ強さについて検討するとともに、実物大の中空断面鋼床版の上面板と心材のすみ肉溶接継手の疲労きれつ発生の可能性について若干の考察を加えた。

2. 実験概要 1) 供試体 供試体のすみ肉溶接部の形状は、実物大の中空断面鋼床版のすみ肉溶接部の形状と同一になるようにした。各部材の寸法は、すみ肉溶接部の心材側の止端に最大の曲げ応力が発生し、面板が載荷点で疲労破壊しなうように決めた。供試体の諸元を図1に示す。面板は19mm厚、心材は6mm厚のSS41鋼材を用い、心材と面板のなす角度は、55°とした。また、面板と心材の溶接は手溶接とした。

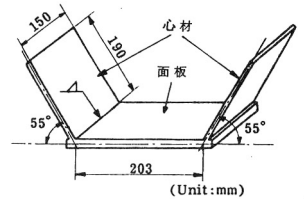


図1 供試体

2) 実験方法 供試体の支持状態は、図2に示すように心材の端部を固定支持とした。載荷方法は、図2に示すように、面板の中央部で上下の方向に繰返し荷重を載荷した。疲労実験は、油圧サーボバルブを使用し、荷重制御により行った。なお、疲労きれつの発見は、次の3つの方法を併用して行った。

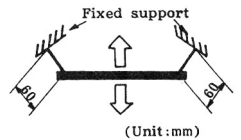


図2 供試体取付および載荷法

①数回毎に動的載荷を一時中断して静的載荷を行い、すみ肉溶接近傍に貼り付けたひずみゲージのひずみの変化を調べる。②疲労きれつが発生すると予想される箇所の近傍に貼り付けたひずみゲージの動的ひずみ振幅の乱れを自動検出する。③カラーチェックによる目視で、疲労きれつの有無を調べる。

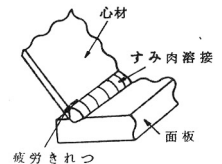


図3 止端部の疲労きれつ

3. 実験結果とその考察 1) 疲労きれつの発生状況 今回の疲労実験では、図3に示すようにすみ肉溶接部の心材側の止端部と、

すみ肉溶接のルート部に疲労きれつが発生した。写真1は疲労実験終了後、すみ肉溶接部で切断した破面の状態を示す。この写真から、ルート部の疲労きれつは、溶込み不足などの溶接欠陥が発生点になっていると考えられる。

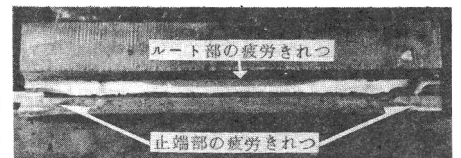


写真1 疲労きれつの破面

2) すみ肉溶接止端部とルート部のひずみ振幅の推定 すみ肉溶接止端部とルート部にひずみゲージを貼り付けることは困難であったので、図4に示すように、心材に貼り付けたひずみゲージからひずみ振幅の分布を求め、それを直線で近似して止端部とルート部の推定公

称ひずみ振幅を求めた。

3) 疲労きれつ発生に対する検討 疲労きれつが、止端部あるいはルート部に発生するとその近傍のひずみゲージのひずみ振幅は図5のように減少する。今回の実験では、疲労きれつの発生繰返し数とひずみ振幅が変化したときの繰返し数をもとに定めた。

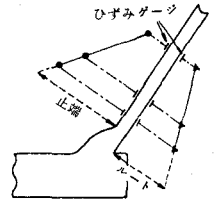


図4 ひずみの推定

4) S-Nc 曲線 疲労きれつが発生した止端部およびルート部の応力振幅と疲労きれつの発生繰返し数との関係をプロットすると図6、図7のようになる。ただし、図6は止端部に疲労きれつが発生した場合で、図7はルート部に疲労きれつが発生した場合である。各々のS-Nc 曲線を求めるに次のようになる。

a) 止端部から疲労きれつが発生する場合

$$\log \sigma_r(T) = -0.2146 \log N_c + 2.603 \quad (\text{応力比} = -1.12)$$

b) ルート部から疲労きれつが発生する場合

$$\log \sigma_r(R) = -0.3109 \log N_c + 2.597 \quad (\text{応力比} = -1.03)$$

ただし、 $\sigma_r(T)$ 、 $\sigma_r(R)$ は、各々止端部、ルート部の推定公称応力振幅

(kg/mm^2)で、 N_c は疲労きれつ発生繰返し数を示す。ルート部は、製作上、溶込み不足は避けられないので、溶接

止端部に比べてルート部の方が応力集中度は大きいと考えられる。

ところが、今回得られたS-Nc 曲線の応力振幅は疲労きれつ発生点の推定公称応力振幅を用いて整理しているの

ので、両者の疲れ強さの単純な比較は出来ないと思われる。今回得られた非常に少ないデータのみからではあるが、推定公称応力振幅が止端部において $19.9 \text{ kg}/\text{mm}^2$ 以下、またルート部において $12.3 \text{ kg}/\text{mm}^2$ 以下では疲労きれつは発生しなかった

ので、斜角丁継ぎに生じる応力振幅を上述の値以下に抑えれば、疲労きれつの発生の可能性は低いと思われる。そこで、著者らが以前行なった中空断面鋼床版において測定された応力振幅を用いて疲労きれつの発生可能性について考察する。中空断面鋼床版に、設計荷重 P が通過するときすみ肉溶接部に生じる応力振幅を求めると、止端部において $17.8 \text{ kg}/\text{mm}^2$ 、ルート部において $16.0 \text{ kg}/\text{mm}^2$ であった。これらの値と上で求めた疲労きれつ発生に対する応力振幅と比較すると、図8に示すように、ルート部に疲労きれつ発生の可能性があると考えられる。片側すみ肉溶接を行った斜角丁継ぎにおいては、ルート部の溶込み不足が疲れ強さに大きく影響するのを考慮して、開先と取ることで溶接入熱量を大きくして十分溶け込ませることでこの溶接欠陥を少なくするような溶接方法の改善が必要であろう。現在、上述の改善策のひとつの方法として手溶接に比べて入熱量の大きい CO_2 半自動溶接を用いた斜角丁継ぎの疲労実験を行っているので、今回得られた結果と共にそれらの結果も講演当日に報告する予定である。

参考文献 1) 前田、頼良、樺田：土木学会年次講演概要、I-12/1。

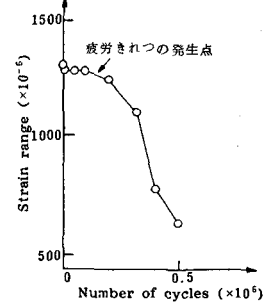


図5 ひずみ振幅の履歴

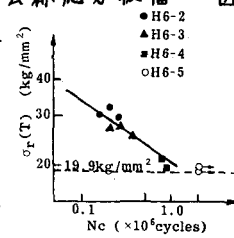


図6 止端部のS-Nc 線図

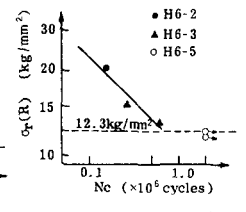


図7 ルート部のS-Nc 線図

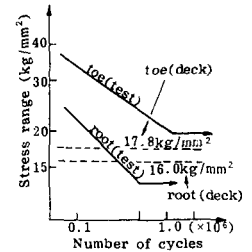


図8 疲労きれつ発生の可能性