

## カバープレート継手の疲労強度評価

名古屋大学

早川 知邦

名城大学

牧 孝幸

正会員 山田 健太郎

林 忠利

正会員 貝沼 重信

### 1. まえがき

アッチメントやソールプレートなど、鋼橋にはプレート状の付加物が取り付けられることが多い。これらはその大半が全周すみ肉溶接で取り付けられているが、その溶接止端部は応力集中が生じやすく、疲労損傷が起きる可能性がある<sup>1) 2)</sup>。そこで本研究では、この継手の疲労強度を評価するため、まず解析対象としてアッチメント（以後カバープレートと呼ぶ）を全周すみ肉溶接した引張試験体の疲労試験を行い、疲労挙動を調べた。そして試験体の継手を、有限要素法による局部応力解析と破壊力学の手法を用いた疲労き裂進展解析により疲労寿命予測を行う。さらに同様な解析手法を用いて、主板及びカバープレートの寸法や溶接形状等、疲労強度に影響を及ぼすと思われる諸因子を変化させたパラメトリックな解析を行い、カバープレート溶接継手の疲労強度評価を行う。

### 2. 疲労試験

#### 2.1 試験体

疲労試験に用いた試験体をFig. 1に示す。これは幅200mm、板厚12mmの主板の両面中央部に長さ350mm、幅170mmのカバープレートがすみ肉溶接されているものである。カバープレートの板厚による疲労挙動の違いを調べるために、カバープレート厚として12mm（CA試験体）と25mm（CB試験体）の2種類を用いた。溶接には炭酸ガスシールドアーク溶接を用いた。供試鋼材は普通構造用鋼JIS SM490Aである。溶接止端部は仕上げを行っていないが、試験体全体は実部材を考慮しサンドブラストを施した。

#### 2.2 試験方法

疲労試験にはアムスラー型万能疲労試験機（容量100tf）を使用し、約4.5Hzの一定振幅荷重で繰り返し載荷した。応力範囲は98MPa(10kgf/mm<sup>2</sup>)、123MPa(12.5kgf/mm<sup>2</sup>)、147

MPa(15kgf/mm<sup>2</sup>)を設定した。なお、最小応力は16.3MPaとした。

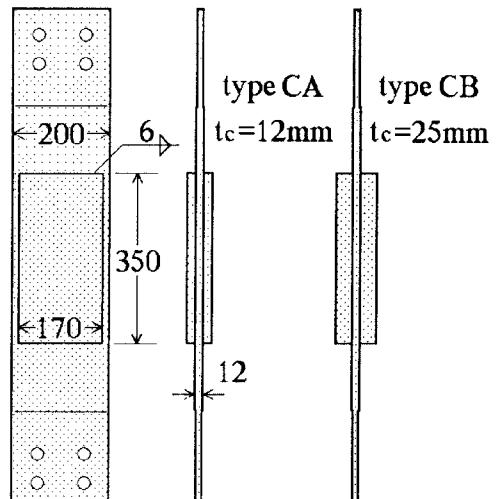


Fig. 1 試験体図

疲労試験では、試験体の溶接止端部に直径0.04mmの銅線（ウレメット被覆）を3~5mmの間隔で貼付した。これを試験機の電源スイッチと連動させ、き裂発生により銅線が破断し試験機が停止した繰り返し回数を疲労き裂発生寿命Ncとした。この時点でダイマーキングを行い、破断後に疲労き裂の寸法を測定した。また、破断に至るまでに疲労き裂の進展性状を見るため、数回ビーチマーク試験を行った。そして、試験体端部から15mmの位置に貼付した銅線が破断した繰り返し回数をこの試験では疲労寿命Nfとした。

### 3. 疲労試験結果

疲労試験結果の△σ-Nf線図をFig. 2に示す。JSSC疲労設計指針<sup>3)</sup>によるカバープレートの許容S-N線図を併記した。指針では長さ350mmのカバープレートは溶接部仕上げがD等級、非仕上げがG等級である。試験結果はすべてG等級を満たしている。板厚の大きいCB試験体は応力範囲98MPaで700万回以上の繰り返し数の間疲労き裂が発生しなかったため、応力範囲を147MPaに変えて試験を続行した。この試験ではCB試験体の方が疲労限も高く疲労寿命も長くなった。

疲労き裂は CA 試験体はすべて溶接止端部から発生した。これに対して、CB 試験体のうち 147 MPa の応力範囲で行った 2 つの試験体では、共に溶接ルート部からき裂が発生した。そのうちの 1 体はルート部と止端部の両方からき裂が発生し、最終的には止端部から発生したき裂が進展し、破断に至った。

#### 4. 疲労き裂進展解析

疲労試験体の FEM による局部応力解析には、まず試験体全体を三次元のソリッド要素によりモデル化して一次解析を行う。溶接未溶着部は接触要素を用いてモデル化する。この一次解析の結果を用いて、止端付近の変位を強制変位として与え、平面ひずみ要素を用いた二次解析を行い、き裂発生部位となる溶接止端部の局部応力を求める。これまでに行った二次解析の要素分割図を Fig. 3 に、一次解析でカバープレートの板厚のみを変化させた場合の二次解析結果（溶接止端部から主板板厚方向の応力集中係数）を Fig. 4 に示す。

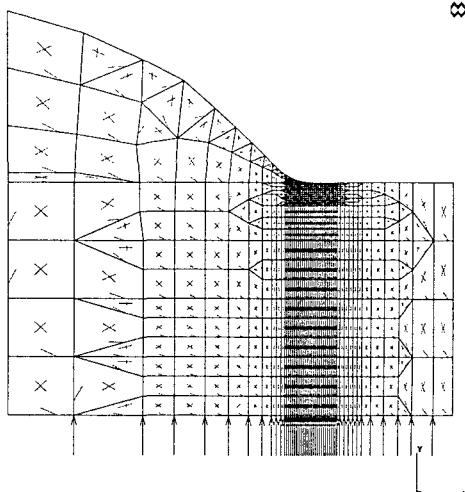


Fig. 3 二次解析モデル

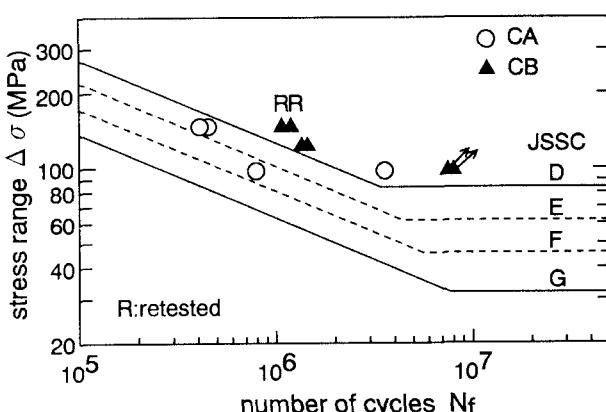


Fig. 2 疲労試験結果

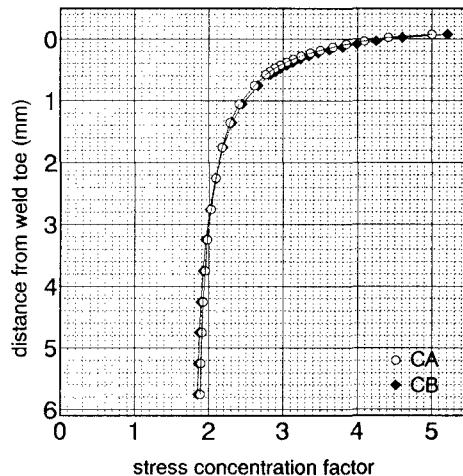


Fig. 4 応力集中係数

#### 5. あとがき

疲労試験では、カバープレートの板厚を変えた二種類の試験体を比較して、カバープレート厚の大きい試験体の方が疲労強度が高くなる傾向がみられた。今後、溶接止端形状やカバープレート端の溶接サイズなどを変化させた解析を進めていく予定である。

#### 参考文献

- 1)三木、妹尾、森：鋼橋支承部ソールプレート端に生じた疲労損傷と局部応力についての考察、構造工学論文集、Vol. 36A、1990年3月、pp. 949-958
- 2)坂野、三上、米本、藤沢：あて板型アタッチメント付フランジの長寿命疲労挙動、土木学会第50回年次学術講演会講演概要集、平成7年9月、pp. 784-785
- 3)日本鋼構造協会：鋼構造物の疲労設計指針・同解説、技報堂出版、1993