

## 小型梁構造物の曲げ疲労試験機の開発と疲労試験

中日本ハイウェイ・エンジニアリング名古屋㈱ 正会員 ○伏屋和樹, 竹市雅人  
中日本ハイウェイ・エンジニアリング名古屋㈱ 正会員 山田健太郎

### 1. 目的

道路橋は技術革新により長大化が進み,耐震性・耐久性が向上している.これに伴って,伸縮装置には大きな伸縮量が求められる.ビーム型伸縮装置は,大きな伸縮量に追従することから,フィンガージョイントと共に用いられてきたが,その中には,供用開始から 10 年も満たない短期間に溶接部に疲労が原因と考えられるき裂が発生した.その発生メカニズムを解明するため,小型梁構造物の曲げ疲労試験機を開発して,その疲労挙動を検討することとした.ここでは予備試験として実施したH型鋼溶接継手試験の結果を報告する.

### 2. 小型梁構造物の曲げ疲労試験機の開発

長尺の試験体を疲労試験するために新たな疲労試験機を開発する必要があった.試験機は従来の「板曲げ疲労試験機」から長尺の試験体でも疲労試験が可能となる疲労試験機を考案した.概略を図-1,写真-1に示す.小型梁構造物の疲労試験を効率良く実施するために片持ち梁構造を採用し,载荷は偏心おもり付きのモーターを回転させることで外力を加えた.荷重範囲の変更はモーター内の偏心目盛を変化させる事,及び回転速度で調整することが可能である.また,载荷速度はモーターの回転速度と同等であるため,1~20Hzの機械性能範囲内でインバーターにより制御出来る.試験体への応力集中やフレッチング疲労を減少させるために,固定端はピン支承構造とした.また,試験体が長尺になることにより,弱軸方向へ振動する恐れがあった.その対策に横ブレ防止治具を製作した.

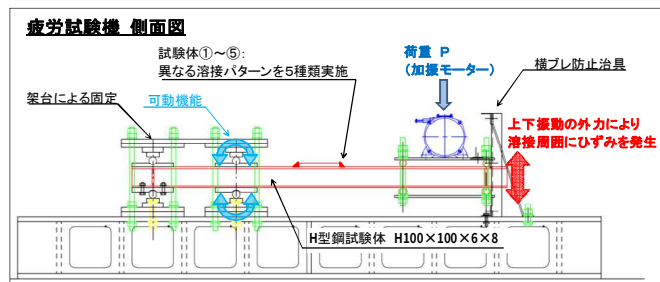


図-1 疲労試験機概略図



写真-1 疲労試験機の全景

### 3. 試験の概要

ここで対象としたマウラージョイントは,橋軸直角方向にミドルビームが並び,それぞれ橋軸方向に設置したサポートビームに溶接されている.その溶接継手を参考に予備試験では,H型鋼にカバープレート(200×80×22mm)を溶接した基礎的な溶接継手を試験した.H形鋼は一般構造用鋼材(SS400,引張強度 400~510N/mm<sup>2</sup>,H 100×100×6×8 mm),溶接材料は母材より静的強度の高いフラックス入りワイヤ(SF-1,軟鋼・490N/mm<sup>2</sup>級高張力鋼用,引張強度 580N/mm<sup>2</sup>)を用いた.カバープレートは,図-2に示す5種類(全周すみ肉溶接型,前面すみ肉溶接型,側面すみ肉溶接型,一部溶接残し型,マウラー型)の溶接方法でH型鋼フランジの中心部にすみ肉溶接している.



写真-2 試験体の溶接部(試験体5)

キーワード 疲労, 疲労き裂, 疲労試験機, ビーム型伸縮装置, 溶接継手

連絡先 〒491-0824 愛知県一宮市丹陽町九日市場字竹の宮 204 中日本ハイウェイ・エンジニアリング名古屋㈱ TEL 0586-77-9335

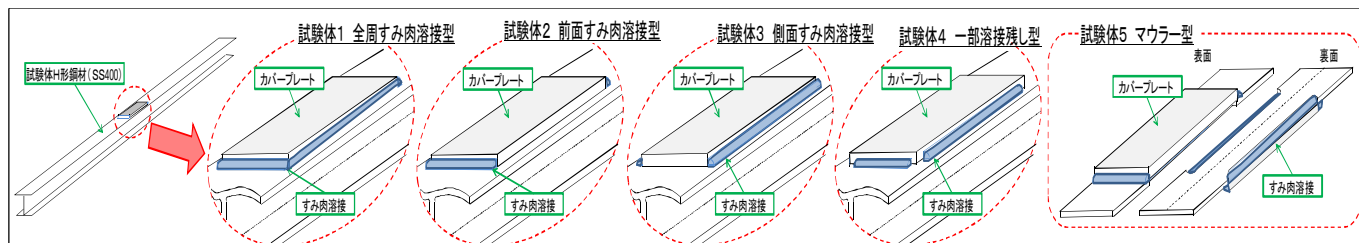


図 2 H型鋼を用いた溶接継手試験体

試験実施にあたり、動的ひずみを計測するため、例えば図 3 に示す箇所にひずみゲージを貼付した。応力集中の影響がある箇所の近傍に 3 枚、応力集中の影響が無い箇所に 2 枚、カバープレートの中心に 3 枚貼付し、ひずみ値を測定した。試験では支点側のカバープレート端部において目標応力範囲を  $120\text{N/mm}^2$  とした。

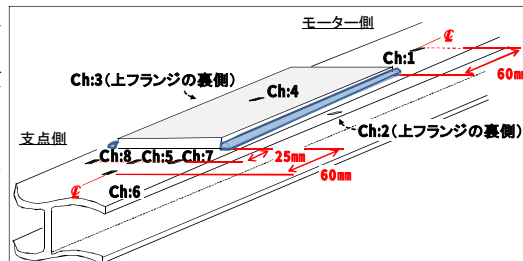


図 3 ひずみゲージ設置箇所の例(試験体 3)

#### 4. 疲労試験結果

試験体 3 に発生した疲労き裂の位置と進展方向を図 4 に示す。疲労き裂が溶接止端に沿って 7 mm 発生した時点疲労き裂発生寿命  $N_c$  (toe 7mm), その後、止端からフランジ(母材)へ進展した延長を疲労き裂進展寿命  $N_p$  (flange 9-19mm) と定義した。疲労き裂発生時に破面にビーチマークを作成するため、モーターの回転速度を変更している。繰返し数 45 万回で止端部に発生したき裂は、フランジ端部方向へ進展している。45 ~ 55 万回の範囲では、ビーチマーク試験のため、き裂の進展は 2 mm であったが、55 ~ 65 万回の範囲では、疲労き裂進展速度が速く約 10 mm 進展した。そのため、65 万回到達時にはき裂が H 型鋼のフランジ端部まで進展した。

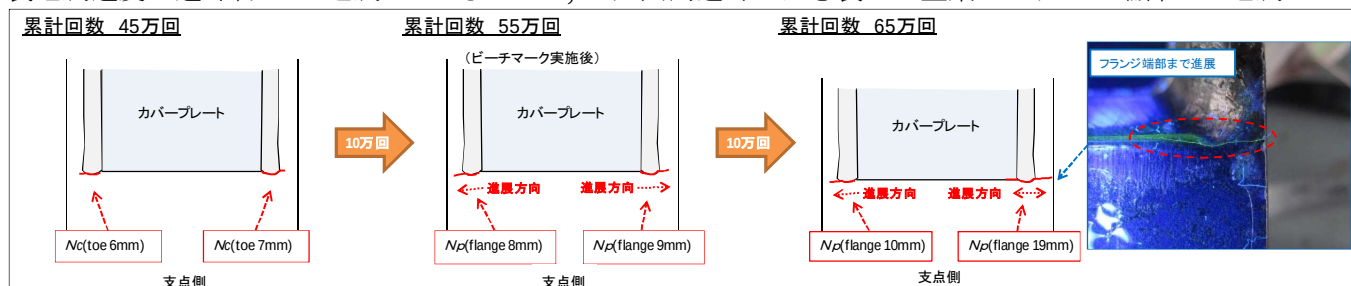


図 4 疲労き裂の発生位置と進行方向(試験体 3)

疲労試験中に計測したひずみ範囲と疲労き裂の進展状況を図 5 に示す。図 3 に示す Ch:7 と Ch:8 近傍の溶接止端から、疲労き裂が発生したため、ひずみが伝わらなくなり、ひずみ範囲が低下している。その一方で Ch:5 のひずみが徐々に増加している。Ch:5, 7, 8 は鋼材の同一断面に設置しているため、き裂発生により鋼材断面が減少し、応力の流れが変化し Ch:7 と Ch:8 の減少後に Ch:5 が増加した。そのため、き裂進展速度が速い 60 ~ 65 万回の範囲では Ch:5 が他のひずみ値より増加傾向が見られる。

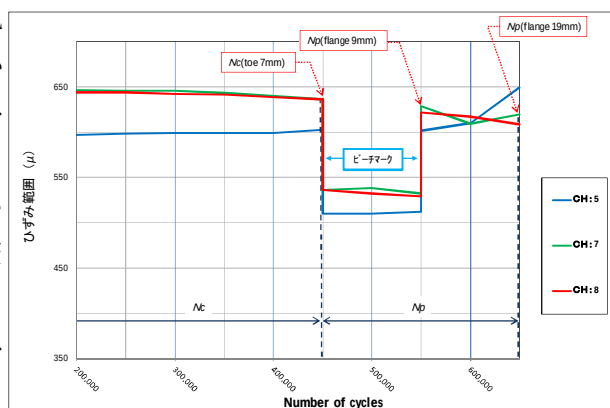


図 5 ひずみ範囲とき裂進展の関係(試験体 3)

#### 5. まとめ

小型梁構造物の曲げ疲労試験が可能な試験機を開発し、予備試験により疲労試験機の特長、曲げ荷重を受ける梁構造物のき裂発生位置やき裂の進展方向を把握することが出来た。今回開発した疲労試験機によりマウラージョイントの溶接部の疲労試験が可能と考える。振動疲労試験機の開発にあたっては、トピー工業研究開発センターの山田聡氏に多大な助力を得た事を付記して感謝の意を表す。

#### 参考文献

1)山田聡, 渡辺直起, 山田健太郎, 小塩 達也:簡易型振動疲労試験機の開発と適用試験, トピー鉄構技報 No.24(2008), 2)八木貴之, 山田健太郎, 小塩 達也:道路橋伸縮装置の疲労耐久性評価法の検討, 土木学会論文集A Vol.63, pp486-495,