画像計測を用いたひずみ制御の低サイクル疲労試験法

- (財)電力中央研究所 正会員 酒井 理哉
- (株)吉沢技研計測 斎藤 智弥
- (株)日立製作所 向出 孝一

1.はじめに

電力施設などの耐震設計法を合理化していくためには,地震荷重に対する機器の破損モードを把握し適切な 損傷評価法を整備する必要がある。著者らはこれまでに薄肉配管の地震荷重による最終的な破損モードが低 サイクル疲労によるき裂発生であることを明らかにし^[1,2],数値解析に基づく疲労損傷評価法を提案してきた ^[3]。しかしながら,地震荷重を想定した数回から数百回程度の繰り返しによる極低サイクル疲労破壊につい ては,大ひずみ領域での疲労試験が難しいため,従来の試験結果と延性破断を補間するデータが乏しく,破 損評価法の精度向上には疲労データ拡充が不可欠である^[4]。このため平板曲げ試験について,大ひずみの画 像計測システムを開発し,試験機と連携させたひずみ制御の疲労試験を行い,計測精度を確認する。

2.画像計測制御システム

平板曲げのひずみ計測は, HiVison からキャプチャーした画像 から試験片の形状を認識させ,変形部の曲率半径よりひずみを 算出する方法を用いた(図1参照)。画像入力はIkegami製HDTV から計測技研製フレームバッファ(CFM-dash)経由で EWS(SGI Indigo2)に取り込み,画像処理にはAVSとSPiDERのサブルー チンを使用した。入力画素数は1920×1035(200万画素)であ り,そのフレーム内に約50万画素程度で試験片を認識させた。 ひずみは形状に沿って連続的に算出されるため,ひずみ分布を グラフ表示可能とし、また曲がり部のひずみのピーク値を保存, データ通信できるようにした。試験装置は Instron8500 を使用し, 計測制御プログラムは GPIB 接続された PC 上で LabVIEW を用 いて作成した。画像計測用 EWS より Socket 通信により送られ たひずみデータを試験機制御用 PC で受け取り,設定したひず み範囲内で繰り返し載荷できるようにプログラミングした。画 像計測制御システムは図2に示した装置より構成され,ひずみ によるフィードバック制御できる仕組みになっている。

3. ひずみ制御による大ひずみ疲労試験

図3に示した形状のSUS304 製の平板試験片を用いて画像計測 精度の確認と大ひずみ疲労試験を実施した。画像計測によるひ ずみを大ひずみゲージより直接計測して比較した結果を表1に 示す。大ひずみゲージを用いれば5%程度まではひずみ計測可 能であるが繰り返し載荷により接着剤が剥離してしまうため,



オリジナル画像

キーワード:画像計測,極低サイクル疲労,ひずみ制御,フィードバック制御 〒270-1194 我孫子市我孫子 1646 TEL 0471-82-1181 FAX 0471-83-2962 疲労試験に使用することは難しい。画像計測は曲率 が大きい範囲では精度良くひずみが算出できること が言える。

大ひずみ疲労試験は,試験機を変位一定でストロー ク制御による繰り返し載荷と,画像計測によるひず みの値をフィードバックさせたひずみ制御の2ケー ス実施した。疲労試験結果を図4,5に示す。10% 近い大ひずみの繰り返しのため,ゲージによるひず みの直接計測は不可能であるが,画像計測を用いて 間接的に計測することにより試験が可能になった。 試験機のストローク制御による試験ではひずみ振幅 は一定にならず,初期の振幅は途中一旦減少し,後 半の破断前数サイクルでかなり大きなひずみが生じ ている。SUS304 は繰り返しによりひずみ硬化する

ため,初期に降伏した箇所は周辺部より 硬くなり変形が生じづらくなるため,載 荷振幅一定ではひずみ振幅は一定になら ない。一方ひずみ制御の試験では,残留 変形が生じるためひずみの絶対値は増加 しているものの,ひずみ振幅は一定値で 繰り返されている。

4.まとめ

従来あまりデータが無かったステンレス 鋼(SUS304)の極低サイクル疲労データ を収集するため,画像計測を用いたひず み制御の材料試験システムを開発した。 平板曲げの試験について画像計測のひず みの精度を確認し,試験機と連携動作さ せてひずみ制御での極低サイクル疲労試 験を可能にした。

参考文献

- 酒井,山本,萩原:曲がり管の崩壊挙動に関 する検討,第51回土木学会年次学術講演会, 1-A,1995.9,pp.142-143
- 2) 酒井,他:曲がり管の動的崩壊挙動に 関する検討,第52回土木学会年次学術講 演会,1-A,1996.9,pp.118-119
- 3) 酒井,他:地震荷重下における曲がり管の低 サイクル疲労評価,第53回土木学会年次学 術講演会,1-A,1997.9,pp.470-471
- 4) 酒井,他:ステンレス鋼の極低サイクル疲労 強度,第 55 回土木学会年次学術講演会,1-A, 1999.9, pp. 56-67



図3:試験片形状

表1:大ひずみ計測結果

	圧縮側	引張側
画像	-0.0594	0.0556
ゲージ	-0.0509	0.0505

