

犠牲試験片を用いた変動荷重下における疲労損傷パラメータの推定

大阪大学接合科学研究所

崎野 良比呂

大阪大学工学部（現 大阪市）

○堺 健吾

大阪大学接合科学研究所

金 裕哲

1. はじめに

鋼橋の疲労き裂に対する余寿命評価を行うための指標のひとつに、疲労損傷パラメータがある。その簡便な推定法として、犠牲試験片を用いた推定法が提案された¹⁾。犠牲試験片とは、構造物に取り付け、評価対象部材に先行して損傷させる試験片である。

一定振幅荷重下では犠牲試験片のき裂進展量のみから疲労損傷パラメータが推定できることが確認されている¹⁾。しかし、実際に鋼橋が受ける荷重は一定振幅荷重ではなく、変動荷重であり、変動荷重下において、本手法が適用可能か否かを検討する必要がある。

2. 実験方法

本研究では犠牲試験片として中央にき裂を有するはがき大の薄鋼板(図1)を用いる。実験は、50t 曲げ試験機上のH形鋼に犠牲試験片を取り付け、H形鋼に3点曲げで変動荷重を負荷した。そして、犠牲試験片のき裂進展量をクラックゲージで計測した。なお本研究では、以下の3つの実験を行った。

2. 1. 実験1

単純化した荷重パターンとして漸増・漸減を1サイクル(図2に示す)とする荷重パターンで変動荷重を負荷した。これを8サイクル繰り返し、き裂進展量を計測した。応力頻度は実際の道路橋で得られた約50日間分のデータの応力範囲を1.5倍したものをを用いている。

実験結果を図3に示す。犠牲試験片のき裂進展量から求めた疲労損傷パラメータと、実際に負荷した応力範囲と繰返し数から直接求めた疲労損傷パラメータ(応力換算式と称す)を比較すると、両者よく一致していることがわかる。

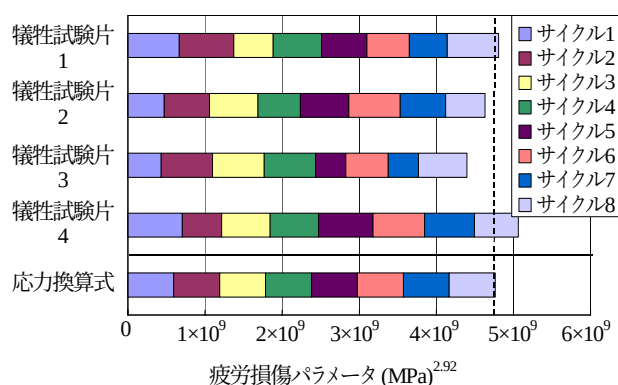


図3：実験1の疲労損傷パラメータの比較

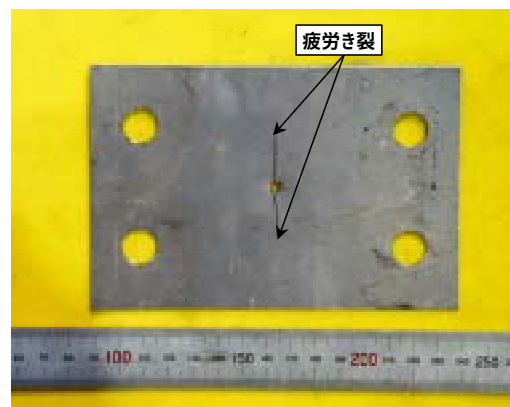


図1：犠牲試験片

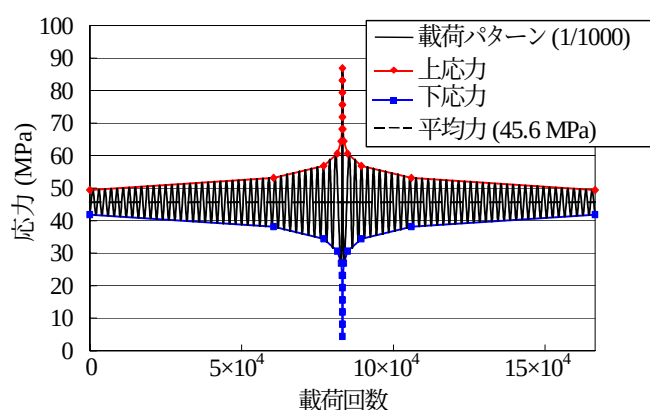


図2：実験1の荷重パターン

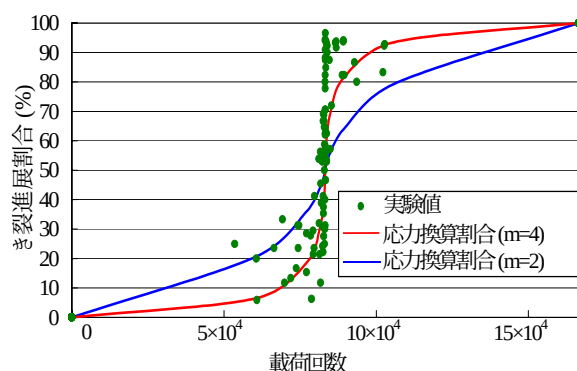


図4：1サイクル中におけるき裂進展量の比較

キーワード 犠牲試験片, 疲労損傷パラメータ, 変動荷重, 遅延, 促進

連絡先 〒567-0047 大阪府茨木市美穂ヶ丘11番1号 大阪大学接合科学研究所 TEL06-6879-8667

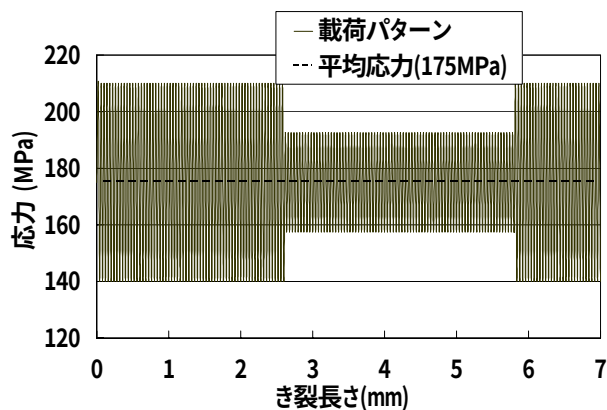


図5：実験2の荷重パターン

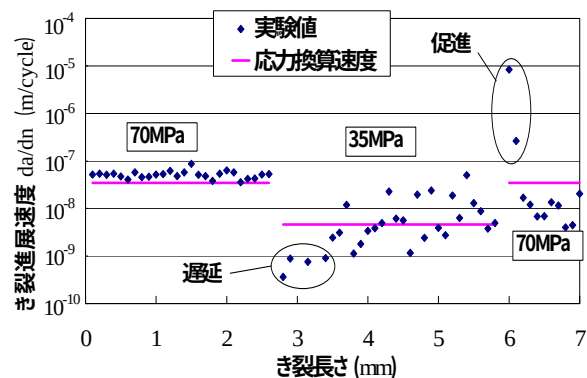


図6：実験2の実験結果

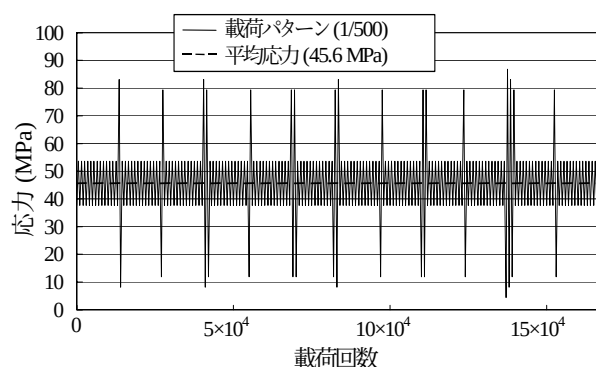


図7：実験3の荷重パターン

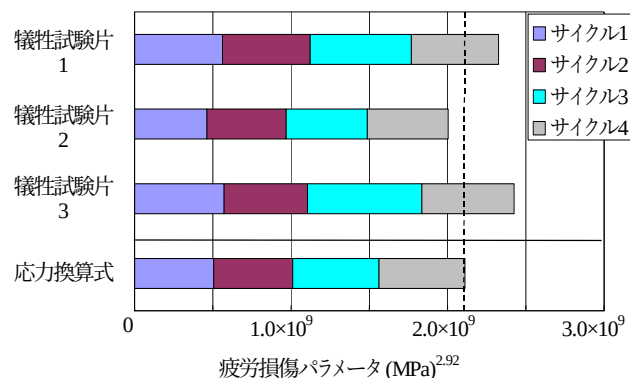


図8：実験3の疲労損傷パラメータの比較

次に、1サイクル中における荷重回数と、1サイクルで進展したき裂長さを100%としたときのき裂進展割合を図4に示す。実線は、き裂進展割合を求める際に用いるパラメータ m に、一定振幅荷重下の実験において得られたばらつきの中での最も小さい値、最も大きい値を与えた場合である。変動荷重下においても、実験値のばらつきが一定振幅荷重下と同様であれば、実験結果は実線で囲まれた範囲内にプロットされるはずである。しかし、実験結果はこの範囲外にプロットされている。この理由として、き裂進展の遅延、促進が考えられる。

2.2. 実験2

実験1の結果を受け、き裂進展の遅延、促進を確認するために実験2を行った。図5に示すように、一定距離き裂が進展するごとに、応力範囲を70MPa、35MPa、70MPaと変化させ、き裂進展速度を計測した。実験結果を図6に示す。実験結果によれば、き裂の進展において、遅延と促進が確認される。

2.3. 実験3

荷重パターンの違いにより、遅延、促進が、疲労損傷パラメータ推定に与える影響を確認するため、実験3を行った。実験3では、図7に示すように、小荷重振幅が続いた後に1～3回の大荷重が負荷されることによって、最も遅延、促進が生じやすいと思われる荷重パターンを用いた。この荷重パターンを4サイクル繰返し、き裂進展量を計測した。実験結果を図8に示す。

実験結果によれば、き裂進展量から求めた疲労損傷パラメータと、実際に負荷した応力範囲と繰返し数から直接求めた疲労損傷パラメータがよく対応していることがわかる。

3. まとめ

以下に、一連の実験で得られた知見を述べる。

1. 変動荷重下では、き裂進展の遅延、促進が起こる。
2. き裂進展の遅延が局部的に生じたとしても、その後の大荷重負荷によって生じるき裂進展の促進によって、き裂進展量の減少分は補われると思われる。
3. 変動荷重下においても、犠牲試験片を用いた疲労損傷パラメータ推定法は適用可能である。

参考文献

- 1) 崎野良比呂：累積疲労荷重推定に用いる犠牲試験片のき裂進展特性 溶接構造シンポジウム 2002 講演論文集, pp.517～520