

I-409

90余年供用した2主桁リベット鉄道橋のAE試験と最大履歴応力の推定

九州大学 正員 大塚 久 哲

九州大学 正員 彦 坂 熙

J R九州 正員 宮 武 洋 之

1. 緒言 AE試験は稼働中の構造部材の応力変動をすみやかに検知できる非破壊試験法として実用化されているが、橋梁の分野における利用例の報告は少ない。著者らは老朽鉄道橋の静的及び疲労実験を行った¹⁾が、その際、使用鋼材のAE信号の特性把握と桁としての最大履歴応力推定のためにAE試験を実施したので、その結果の概要を報告する。

2. 試験体の化学組成と機械的性質²⁾ 使用鋼材の化学組成分析と引張試験を行ったところ、現在の鋼に比し若干不純物が多いものの、本鋼材はSS41と同等であることがわかった。降伏点応力と引張強度の平均値はそれぞれ29.5kgf/cm²、44.1kgf/cm²であり、ヤング率の平均値は 2.1×10^6 kgf/cm²であった。

3. 引張試験時のAE信号 図1は引張試験片(JIS1号A)に貼付したひずみゲージの値と累積カウント数の関係を示したものである(しきい値60dB)。図中の矢印は降伏点応力を弾性係数で除して得られる降伏ひずみを示す。この図から弾性範囲と降伏点以後の信号発生頻度が明確に異なることが知られる。すなわち、降伏点までは信号発生頻度がほぼ同じか若干減少気味に推移し、塑性流れの進行にともない信号発生頻度も大幅に減少する。ただし、試験片No.2やNo.3のように降伏直後に一定期間、発生頻度が急増する場合も観測された。図2は試験機の荷重の読みを初期断面積で割った公称応力と累積カウント数の関係を示している。下降伏点に到達以後、急激に発生頻度が上昇し、その傾向は破断に至るまではほぼ変化しないことがわかる。

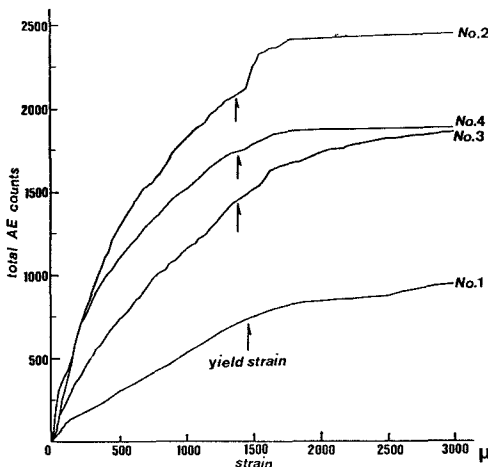


図1 累積カウント数とひずみの関係

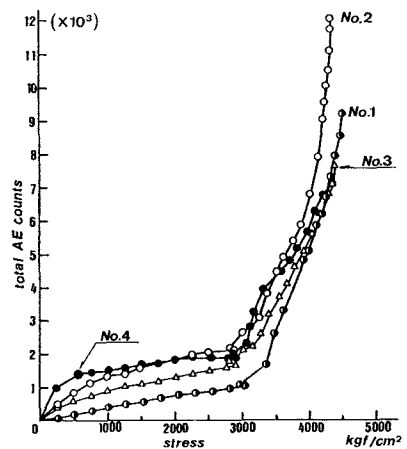


図2 累積カウント数と応力の関係

4. 静的載荷時の桁のAE信号 静的曲げ載荷試験桁と曲げ疲労試験桁の両桁に対し漸増載荷および漸減除荷試験(2回繰返し)を行い、AE信号の測定を行った(図3、疲労試験桁は図の断面を上下に切断し引張フランジを溶接した)。AEセンサーはスパン中央に近い引張側フランジ上面に、リベット(スパン中央点より約0.9mの位置)を真ん中に約9cmの距離を置いて設置した(写真1)。図4、5は両桁の繰返し載荷時の計測結果で、横軸にひずみゲージの読みを縦軸に累積カウント数をとっている。2回目の載荷時には荷重の最終段階付近までAE信号はほとんど発生していない(カイザー効果)が、最終段階でAE信号の発生を見ている。また、除荷時にもAE信号が発生していることがわかる。ここで、2回目載荷時の最終段階で発

生ずる程度のカウント数は応力履歴を受けていても発生すると考え、1回目の载荷でこれと同数のカウント数が発生するひずみを履歴ひずみとすれば、図4からは 225μ 、図5からは 245μ と読み取れる。したがって、本桁は約470から510kgf/cm²程度の最大履歴応力を受けているものと推定される。

一方、本桁の最大入線機D50、D51(KS相当値=15.6)による計算最大応力は463kgf/cm²（スパン中央点より0.375mの位置）であり、A E計測結果からの推定値とほぼ一致する。このように、A E信号発生におけるカイザー効果を利用すれば実桁の最大履歴応力が精度よく推定できることがわかった。

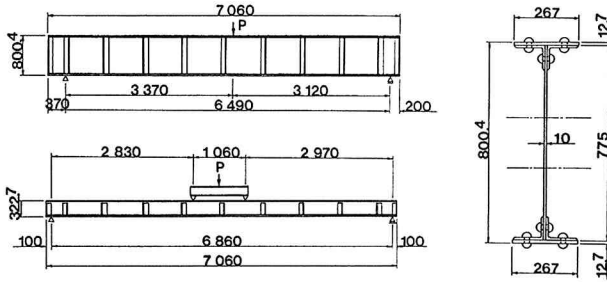


図3 静的試験桁（上）と疲労試験桁（下）（単位mm）

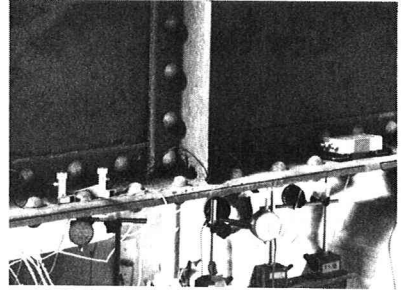


写真1 A Eセンサーの設置状況

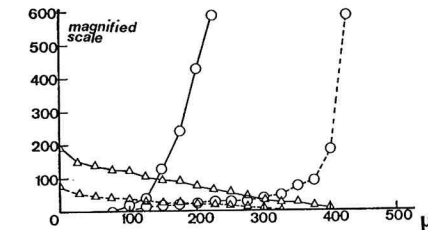
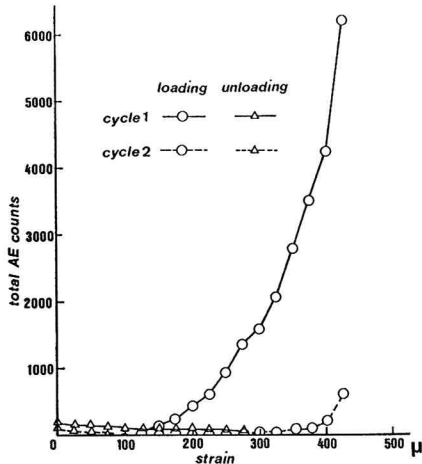


図4 繰返し载荷時のAE信号（加工前の桁）

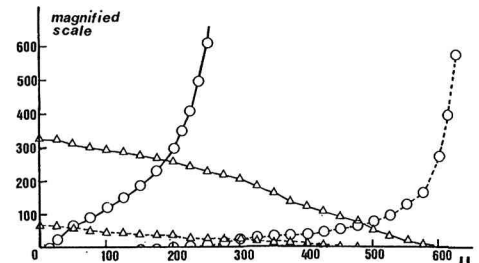
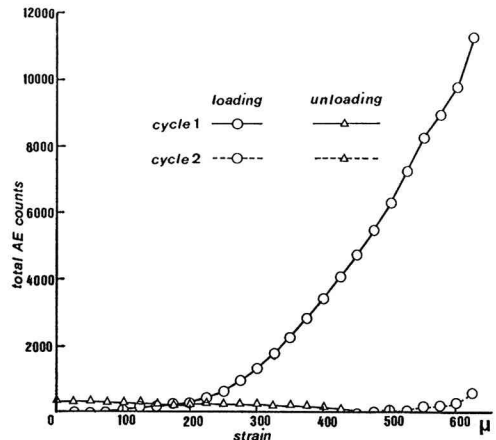


図5 繰返し载荷時のAE信号（疲労試験用桁）

謝辞：鋼材の化学組成分析には川崎製鉄（株）研究開発センターのご協力を得た。記して謝意を表する。

参考文献：1)宮武他：90余年供用した2主桁リベット鉄道橋の静的及び疲労実験、西部支部発表会、1990.3

2)大塚他：90余年供用した2主桁リベット鉄道橋のAE信号発生に関する基礎的考察、同上

2)宮武他：90余年供用した2主桁リベット鉄道橋の疲れ強さ、土木学会第45回年講、1990.9.

3)大津：アコースティック・エミッションの特性と理論、森北出版、1988.