

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

九州大学 正員 大塚久哲 同 正員 彦坂 熙
J R九州 正員 宮武洋之 九大4年 稲田健治

1. 緒言

AE試験は稼働中の構造部材の応力変位を瞬時に検知できる非破壊試験法として既に実用化されているが、橋梁の分野における利用はあまり普及していないようである。著者らは90余年供用した鉄道橋の静的及び疲労実験を行った¹⁾ので、この機会を利用して使用鋼材のAE信号発生特性と桁としての応力履歴推定のために、AE試験を実施した。本文はその結果の概要である。

表1 化学組成分析結果(単位: %)

採取部位/項目	C	Si	Mn	P	S	Al
ウェブ	0.14	0.017	0.57	0.057	0.066	0.001
スティッフナー	0.12	0.018	0.61	0.055	0.043	0.005

2. 試験体の化学組成と機械的性質

使用鋼材の化学組成は表1に、また降伏点応力と引張強度は表2に示すようであり、これらの結果から本鋼材はSS41と同等であることがわかる。ヤング率の平均値として、 $2.1 \times 10^6 \text{ kgf/cm}^2$ を得た。

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の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ば変化しないことがわかる。

表2 降伏応力と引張強度

試験体 No.	降伏点応力 (kgf/mm ²)	引張強度 (kgf/mm ²)
1	30.6	45.1
2	28.9	43.4
3	29.2	43.9
4	29.1	43.9

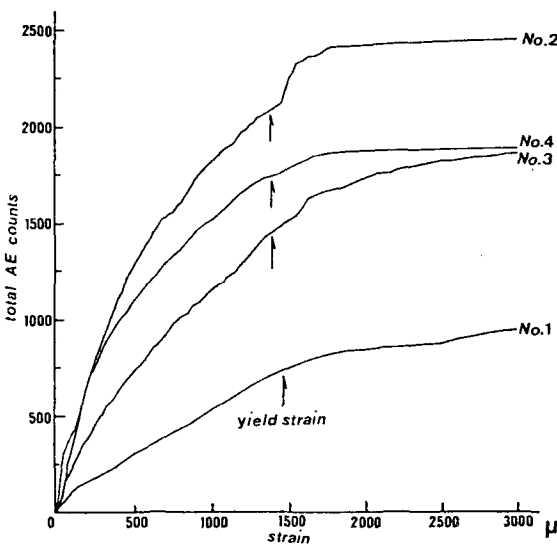


図1 累積カウント数とひずみの関係

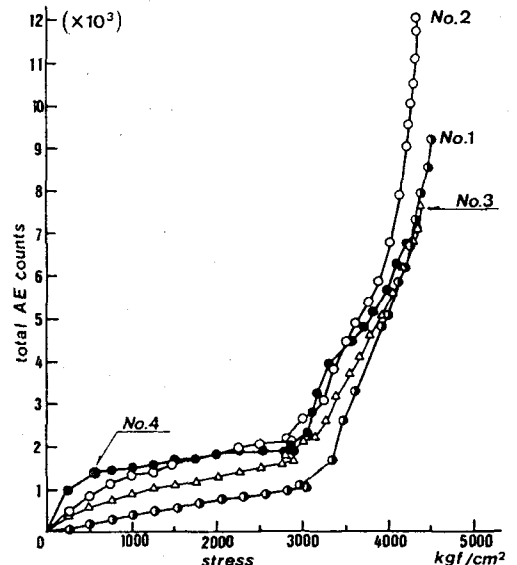


図2 累積カウント数と応力の関係

4. 静的載荷時の桁のA E 信号

静的曲げ載荷試験桁と曲げ疲労試験桁¹⁾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、A E 信号の測定を行った。A E 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。図3、4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A E 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A E 信号の発生を見ている。また、除荷時にもA E 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す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回目の載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3からは225 μ 、図4からは245 μ と読み取れる。したがって、本桁は約470から510kgf/cm²程度の応力履歴を受けているものと推定される。ちなみに本桁の最大入線機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はほぼ一致する。

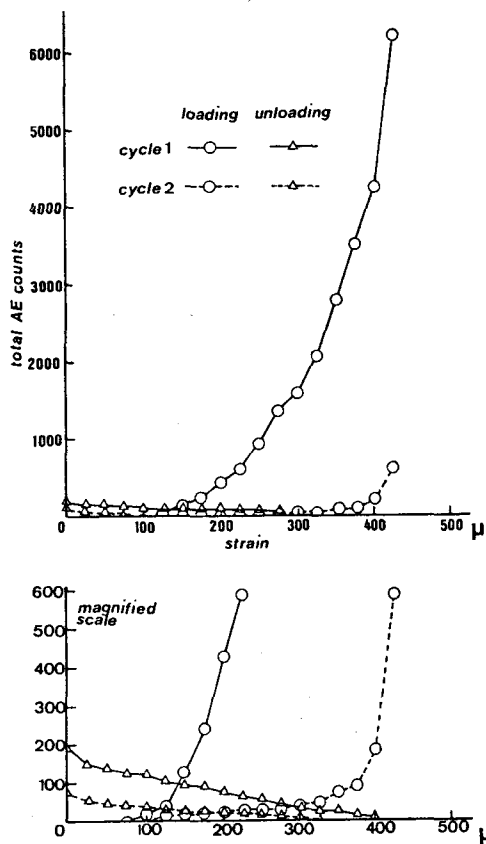


図3 繰返し載荷時のAE信号（加工前の桁）

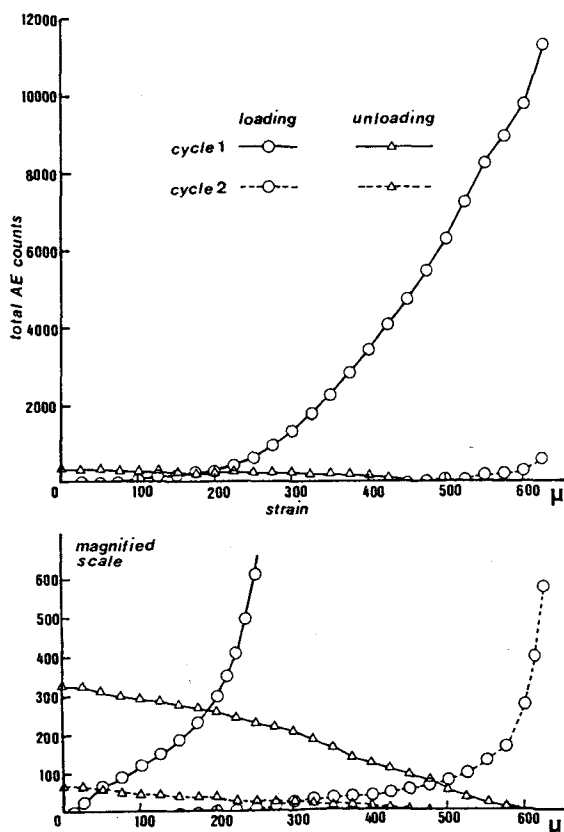


図4 繰返し載荷時のAE信号（疲労試験用桁）

謝辞：鋼材の化学組成分析には川崎製鉄（株）研究開発センター構造研究室のご協力を得た。また、A E 試験に関する情報は九州橋梁構造工学研究会の「A E 計測法の土木工学への応用に関する調査研究分科会」によるところが大きい。記して謝意を表する。

参考文献：1)宮武・大塚・彦坂・稲田：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、平成元年度土木学会西部支部研究発表会講演概要集

2)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。