

老朽リベット継手の引張疲労試験とA E信号の測定

九州大学 学生員○新西 成男 九州大学 正 員 大塚久哲
J R九州 鶴 英樹 九州大学 4 年 荒木 剛

1. 緒言

現在使用されている老朽橋において残存寿命を適切に把握することができれば、老朽橋のタイムリーな補修、補強が可能となることから、長年月供用された老朽橋の疲労実験が既に幾つか行われている。^{2), 3)} 本研究では、老朽橋の構成要素であるリベット継手の引張疲労試験を行い、新材と比べての疲労強度の低下を検討したのでその結果を報告する。また疲労寿命予測に対し、A E信号のモニタリングが有用であるか否かの検討を行ったので合わせて報告する。

2. 試験体

試験体の形状および寸法は、図1に示すとおりであり、左右にそれぞれ1本のリベットを有している。この試験体は、77年供用した上路式2主桁リベット鉄道橋(上下対称I型断面)の主桁腹板より切り出されたもので、B-1~5の計5体を製作した。

3. 引張疲労試験

3.1 材料の機械的性質

使用鋼材の試験片より静的引張試験を行った。その試験結果を表1に示す。この結果より、本鋼材はほぼSS41に相当することがわかった。

3.2 試験方法

電気油圧式試験機により各試験体に表2に示す繰返し荷重をかけた。また載荷波形は正弦波で繰返し速度は2 Hzに設定した。

3.3 疲労強度

各試験体の疲労試験結果を表2に示す。また応力範囲と繰返し回数との関係を図2に示す。ここで応力範囲は、荷重幅を純断面積で除したもので表している。図中の直線A、B、C、Dは国鉄の非溶接継手に対する疲労設計曲線である。図2から、各試験体の疲労強度のいずれもがD等級以下であることがわかる。また既往の研究結果の疲労強度と比べてもかなり低いことがわかる。この原因として考えられるのは、まず、文献2)の供試体は経年50年、文献3)の供試体は経年70年であり、経年77年の本桁は、リベットのゆるみ等、経年劣化が他の文献の供試体より激しかったと考えられる。また降伏応力が低いことも原因の一つと考えられよう。さらに、リベット孔あけのための2度目のパンチング時に入るノッチが疲労強度を低下させることが知られているが、本桁では写真1, 2, 3に見られるように、リベット孔横にノッチの存在が確認され、これが特にB-3~B-5の疲労強度の低下をもたらしたと思われる。

4. 疲労試験におけるA E挙動

4.1 A E信号の測定

各試験体の疲労試験中、繰返し回数数千回ごとに200回の間に発生するA E信号の測定を行った。A Eセンサーは上方のリベット横のA E信号が測定できるように設

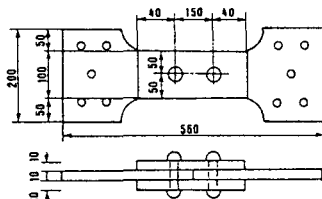


図1 試験体の形状と寸法

表1 静的引張試験結果

試験体 No	降伏点応力 (Kgf/mm ²)	引張強度 (Kgf/mm ²)	ヤング率 (Kgf/mm ²)	伸び率 (%)
1	25.6	45.2	2.12×10^4	41.0
2	25.1	45.4	2.16×10^4	39.1
3	24.8	43.6	2.16×10^4	40.6
4	26.5	47.3	2.16×10^4	37.9
平均値	25.5	45.4	2.15×10^4	39.8

表2 引張疲労試験結果

試験体	断面積		荷重		応力範囲 (MPa)	繰返し回数 ($\times 10^3$)	変位比
	純断面 (cm ²)	純断面 (cm ²)	上限 (Kgf)	下限 (Kgf)			
B-1	9.27	7.55	8000	1000	927(91)	38	2.33
B-2	9.70	7.48	5000	500	601(59)	573	1.45
B-3	15.00	12.71	8000	1000	550(54)	67	2.18
B-4	15.01	12.78	5000	500	352(35)	750	1.40
B-5	14.53	12.31	4000	500	284(28)	1153	1.13

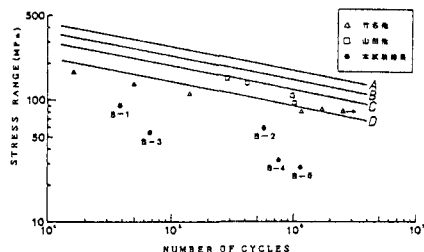


図2 応力範囲と繰返し回数との関係

置した。(写真4)

4.2 測定結果

図3に疲労試験開始から継手破断までのAE信号の発生状況を示す。これらの図より発生パターンに大別して2通りあることが知られる。1つは、B-1タイプであり、繰り返し初期において減少の後増加に転じて最後まで増加し続けるパターンである。もう一つは、B-3タイプのように繰り返し初期において増加の後わずかに減少し、途中増加に転じた後減少し続け、最後に急増するパターンである。B-2, B-4, B-5は、小さな波形を無視して大きな流れとしてみると、B-3タイプと同じであると考えられる。B-2, B-4において最後に増加していないのは、測定間隔の関係により、最後の増加傾向を測定することができなかったと解釈できる。ところで、B-1試験体は作用応力が91MPaと最も大きく疲労寿命も38000回と短い。従って疲労寿命の長いB-2試験体以降のタイプが実構造では生じるものと考えられる。疲労寿命の予測という観点からは、AE発生が増加から減少に転じた点から、少なくともそれまでの半分程度の寿命がさらに期待できると言えよう。

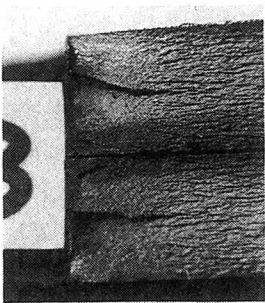


写真1 孔縁のノッチ(B-3)

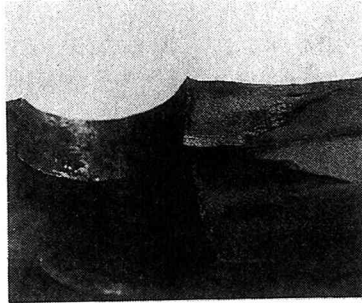


写真2 孔縁のノッチ(B-4)

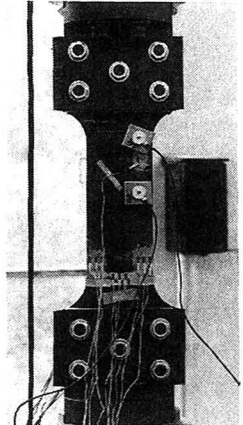


写真4 AEセンサーの設置状況

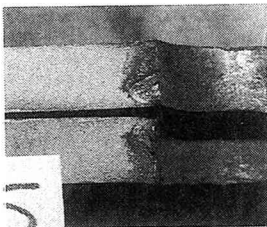


写真3 孔縁のノッチ(B-5)

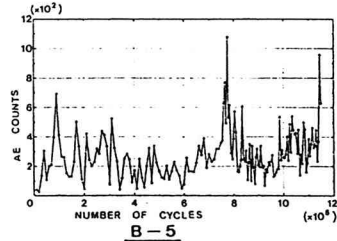
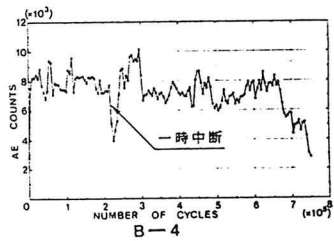
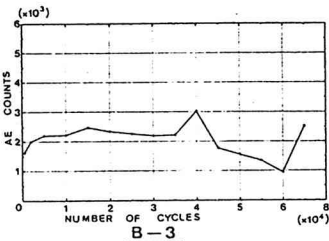
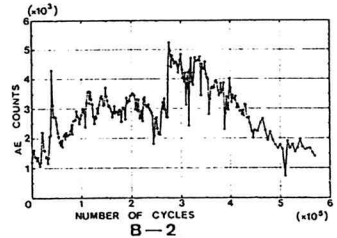
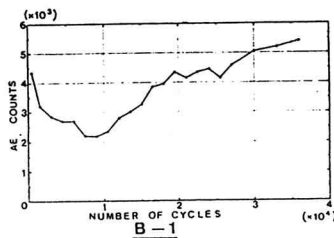


図3 疲労試験時のAE発生状況

- 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疲れ強さ、土木学会第45回年講、1990.9.
2)山田他：50年供用したリベット継手の疲労試験、構造工学論文集、Vol.36A,1990.
3)竹名他：経年リベットプレートガーダーの疲労強度、構造工学論文集、Vol.34A,1988.3.