

1. はじめに

橋梁などの社会基盤構造物の高齢化が進むなかで、それらの健全度評価、延命化が集眉の課題となっている。鋼橋の耐久性を低下させる主な要因は腐食と疲労である。本研究では、約百年前に架設され、高架化工事が原因で撤去された鉄道桁を対象として腐食状況と疲労挙動について検討する。

2. 腐食状況

(1) 全体的な腐食状況

撤去された桁は、I 型鋼を 2 本並べて上下フランジを連結板とリベットにより接合したものである。連結板をガス切断し、I 型鋼単独で腐食状況の調査および疲労試験に供した。図-1 に I 型鋼の形状・寸法および载荷状況を示す。I 型鋼全体にわたって塗膜はほとんど残っておらず、表面には腐食による比較的小さい凹み（直径数 mm 程度、深さ 1mm 程度）が生じている。また上フランジの枕木と連結板の間では、全幅に渡ってほぼ均一な板厚減少が観察された。下フランジでは、やはり連結板に接して比較的限定された範囲（幅数 cm、長手方向 2~3 cm 程度）で局部的な腐食が見られた。

(2) 局部的な断面減少量

比較的健全な箇所 12 断面、および腐食が目立つ箇所（ $a_2, b_1, b_2, c, c', b_2', b_1', a_2'$ 点付近）についてそれぞれ 6 断面（計 48 断面）のフランジの板厚を、キャリパ型のダイヤルゲージを用いて上下フランジの両端からそれぞれ 5mm と 50mm 内側の点で測定した。また下フランジ腐食部の形状を姿取りゲージを用いて 5mm 間隔で測定した。

図-2 に健全部断面と腐食部断面の測定結果の一例を示す。両者の形状を比較すると、上フランジにおいて全幅に渡り最大深さが 6mm 程度の腐食による断面減少が生じている。また下フランジではフランジ中央部に幅 100mm、最大深さ 7mm 程度の局部的な欠損となっている。図-3 に断面下フランジの腐食部形状測定結果を示す。幅 50mm、長さ 30mm、最大深さ 6mm 程度の局部的な凹みが生じていることがよく分かる。

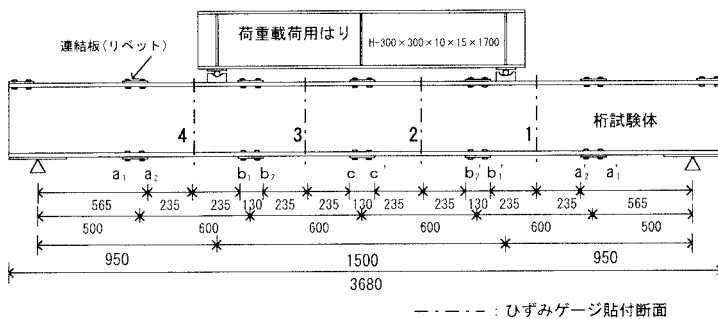


図-1 試験体の形状および载荷状況

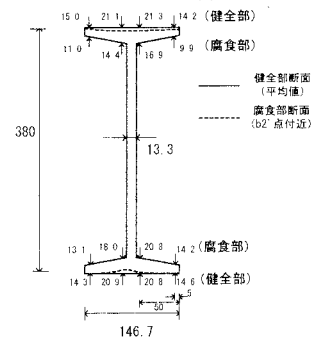


図-2 健全部と腐食部の断面の比較

3. 疲労挙動

(1) 疲労試験方法

载荷方法は図-1 に示すとおり両端支持、二点载荷の四点曲げである。载荷位置については腐食部が 6 点（ $b_1, b_2, c, c', b_2', b_1'$ 点）最大モーメント区間内に入るように設定した。ゲージ貼付け位置は図-1 に示すとおり健全部の 4 断面である。最大応力が許容応力 140MPa¹⁾程度になるように最大荷重を 294kN (30tf) に設定した。荷重範囲は健全部における応力範囲がある程度表面の粗い鋼材に適用される JSSC 疲労指針²⁾の C 等級の疲

労限 (115MPa) より低めの 100MPa 程度になるように 245kN(25tf) に設定した。

(2) 試験結果

最大荷重時の応力分布を図-4 と 5 に示す。長手方向の応力分布はほぼ梁理論による計算結果と一致している。一方、上下フランジの板幅方向では、応力分布に偏りが見られる。ソールプレートと下フランジ間の錆による桁の傾きや、フランジの片側のみにリベットが付いていること等の影響によるものと考えられる。

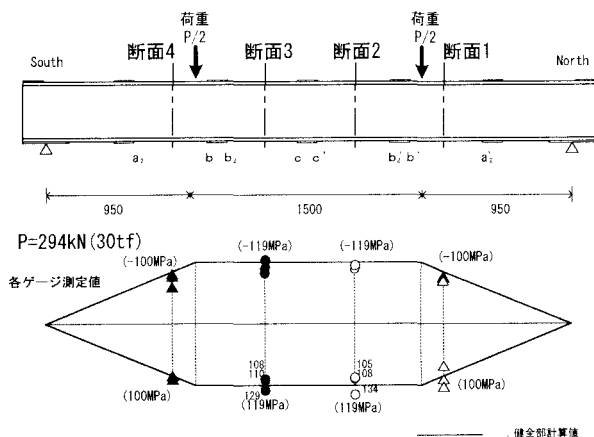


図-4 最大荷重時の応力分布 (長手方向)

疲労試験中、応力繰返し数 128 万回で b_2' 点付近のリベット継手部で下フランジが破断した。S-N 関係を図-6 に示す。純断面による応力の計算値はリベット継手に適用される C 等級に対して D 等級さえ満たしていない。フランジ断面内の応力の偏りを考慮した応力測定値(▲印)でようやく D 等級を満たすが、それでも C 等級には達しない。リベットがフランジの片側のみにあることから、フランジの片側のみについて、孔引きの影響を補正することでようやく C 等級を満たす。

4. おわりに

撤去された鉄道桁について、腐食状況と疲労試験の途中経過を報告した。今後は疲労損傷部の補強を行い、疲労試験を継続する予定である。

最後に本研究を行うにあたり、南海電気鉄道(株)宮野誠氏には試験体を提供して頂き、(株)BMC 阿部允氏、JR 西日本コンサルタンツ(株)矢島秀治氏、京橋工業(株)並木宏徳氏には研究の遂行にあたり貴重な御助言と御協力を頂いた。記して謝意を表します。

参考文献

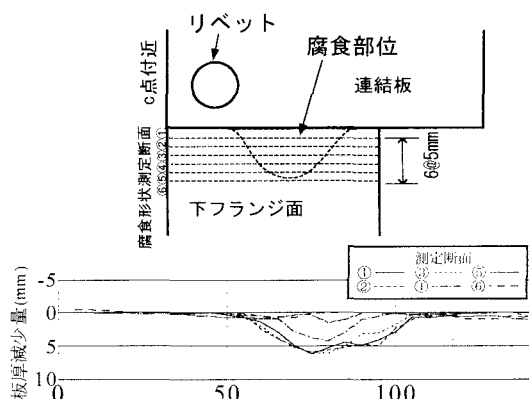


図-3 下フランジ腐食部の形状

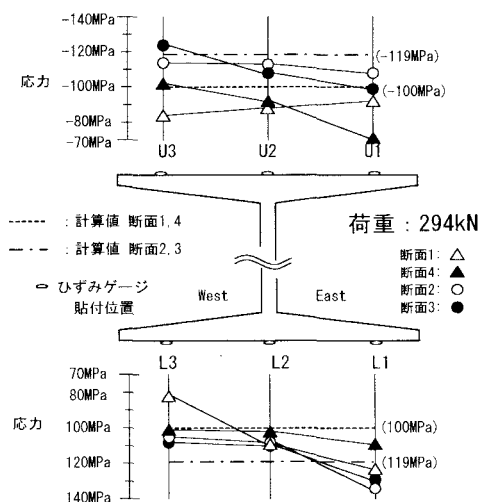


図-5 最大荷重時の応力分布(フランジ板幅方向)

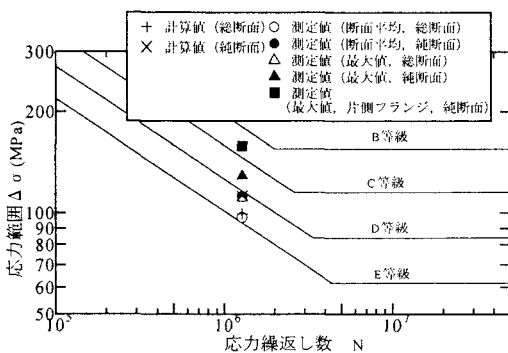


図-6 疲労試験結果 (リベット継手部)

- 1) 鉄道総合技術研究所：鉄道構造物等設計標準・同解説—鋼・合成構造物，丸善，1992。
- 2) 日本鋼構造協会：鋼構造物の疲労設計指針・同解説，技報堂，1993。