

I-408

90余年供用した2主桁リベット鉄道橋の疲れ強さ

J R九州 正会員 宮武 洋之 九州大学 正会員 大塚 久哲
九州大学 正会員 彦坂 熙

1. はじめに

我が国の鋼鉄道橋においては、老朽橋が現在も現役として使用されている場合も少なくない。これら老朽鉄道橋は、明治・大正時代に製造あるいは輸入されたものが多く、このうちプレートガーダー橋は全てリベット接合橋である。今後、このような老朽橋梁が問題となると考えられるが、長年月自然環境にさらされ続け、しかも供用中に応力変動を繰返し受けた桁が、どれだけの残存寿命を有するかの判定基準は今のところない。本研究は、90余年供用された実橋を実験桁として使用し、疲労実験等を行うことにより、老朽桁の疲れ強さの把握を行ったものである。

2. 試験桁

試験桁は、供用期間92年の後、3年の放置期間をもつ経年95年の桁であり、上下対称I型断面の2主桁で、フランジは2つのアングルと1つのカバープレートで構成され、全てリベットで組立てられている。リベットピッチは約8~14cmである。引張フランジは、アングル水平脚が全体的に腐食しており、貫通孔が所々に生じていた。圧縮フランジは、鉄道橋特有の枕木下の腐食が進んでおり、リベット頭部が欠損している箇所もあった。このように、上下フランジとも供用中に上向きにあった面あるいは水分の溜りやすい箇所腐食による鋼材の損傷が顕著であった。本実験では、2主桁の横構、対傾構を切断のうえ除去し、2本の主桁に分け、ショットブラストにて塗装および錆を落とした。その後2本の主桁を切断し、中間を除く上下2体に新材の圧縮フランジを溶接で取付け曲げ疲労試験桁とした。なお、切断の際切り取られたウェブ中立軸付近より引張試験片を作成し、1号試験片とした。

3. 試験および試験結果

3.1 鋼材の機械的性質

上記1号試験片により静的引張試験を行った結果、実験桁の鋼材はほぼSS41に相当し、ヤング率は $E = 2.1 \times 10^8 \text{ kgf/cm}^2$ であることがわかった¹⁾。

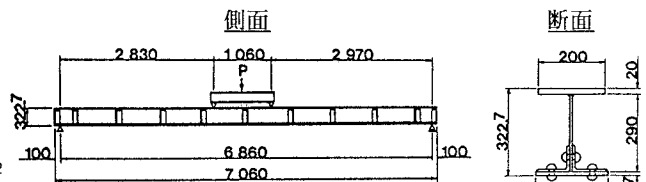


図-1 曲げ疲労試験桁(単位:mm)

3.2 曲げ疲労試験

表-1 試験桁の荷重載荷条件

曲げ疲労試験桁の形状を図-1に示す。曲げ疲労試験は図に示すような2点曲げ載荷により行った。繰返し載荷は電気油圧式試験機により正弦波の片振荷重で行った。上フランジ試験桁 A-U桁、B-U桁、下フランジ試験桁 A-L桁、B-L桁の荷重載荷条件は表-1に示すとおりである。

試 験 桁		最小荷重(tf)	最大荷重(tf)	荷重振幅(tf)	繰返し速度(Hz)
A主桁	A-U	1.5	16.5	15.0	1.0~1.5
	A-L				
B主桁	B-U	1.0	11.0	10.0	1.8
	B-L	1.0	7.0	6.0	2.0~2.3

3.2.1 き裂発生状況

A-U桁、B-U桁、A-L桁のき裂発生状況を各々図-2に示す。各試験桁とも、最初のき裂はアングル水平脚腐食凹み(A-U桁 a b, B-U桁 b)あるいは貫通孔(A-L桁 b)から発生し、アングル水平脚が破断した後、隣接したリベット孔のカバープレートにき裂が発生した。このことから、アングル水平脚の破断による応力上昇の結果、リベット孔を起点として二次的にき裂が発生したと考えられる。

3.2.2 疲れ強さ

各試験桁の疲労試験結果を表-2に示す。腐食による断面減少を考慮しない原断面、断面減少を考慮した実断面に基づく応力範囲と繰返し回数との関係をアングル水平脚からのき裂について図-3に、カバープレ

ートリベット孔からのき裂について図-4に示す。実断面に基づく応力はフランジの原厚とき裂を生じた断面のフランジ厚の最小値との比を原断面に対して算出した応力に乗じたものである。図中の直線A、Bは国鉄の非溶接継手に対する設計寿命曲線である。図-3,4より原断面では全てリベット継手に適用されるB等級以下であり、腐食を受けている状態では疲れ強さが著しく低下する。図-4から、リベット孔からのき裂については実断面ではほぼB等級に準じており、長期間使用され腐食した部材のリベット孔の疲労寿命は、腐食部分の最小板厚から求めた実断面についてB等級の設計寿命曲線から推定が可能と考えられる。

一方、アングル水平脚のき裂については断面減少を考慮に入れてもB等級より疲れ強さが低いことがわかる。供用中引張応力を受けていた下フランジの疲労寿命は、圧縮応力を受けていた上フランジに比べて特に低下は認められないが、アングル水平脚のき裂のように特に腐食損傷の著しい箇所では、断面減少による応力集中を生じ、早い時期にき裂が発生している。

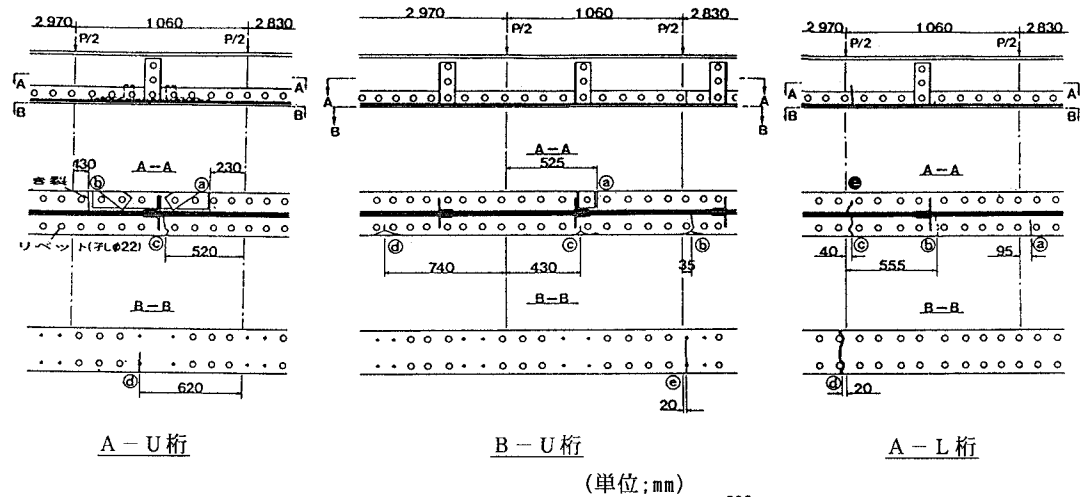


図-2 き裂発生状況

表-2 曲げ疲労試験結果

試験桁	荷重範囲 (KN)	応力繰返し数 (10^5 回)	き裂位置	き裂発生時の応力繰返し数 (10^5 回)	原断面に基づく応力範囲 (MPa)	下フランジの最小板厚 (mm)	実断面に基づく応力範囲 (MPa)
A-U	147	4.60	a	2.0	100	16.5	138
			b	2.0	101	14.0	163
			c	3.4	100	10.5	217
			d	4.3	136	17.5	177
A-L	147	7.46	a	6.5	96	13.5	162
			b	2.1	100	11.0	207
			c	2.9	101	13.5	169
			d	7.1	136	15.0	206
B-U	98	6.89	a	1.6	67	10.5	144
			b	0.1	66	7.0	213
			c	1.9	67	10.5	145
			d	1.5	50	7.5	213
			e	4.5	90	10.0	204

参考文献

1)大塚・彦坂・宮武・稲田：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，平成元年土木学会西部支部研究発表会講演概要集，pp.58～59

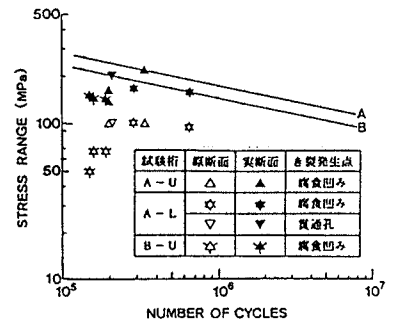


図-3 応力範囲と繰返し回数との関係

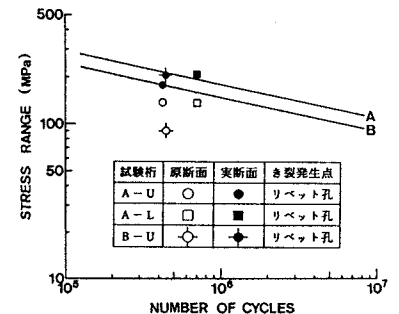


図-4 応力範囲と繰返し回数との関係