

第 I 部門 リベット頭部が腐食損傷したリベット集成部材の曲げ耐荷力に関する実験的研究

大阪市立大学工学部 学生員 ○堀 嗣輔
 大阪市立大学大学院 正会員 山口 隆司
 大阪市立大学大学院 正会員 松村 政秀

京都大学大学院 正会員 橋本 国太郎
 新構造技術株式会社 正会員 三ツ木 幸子

1. 研究背景および目的

高力ボルト接合や、溶接接合が主流になる以前は、鋼部材同士をリベット接合したリベット集成部材が広く用いられていた。そのため、リベット集成部材からなる鋼リベット橋には、架設後 60 年以上経過したものが多く、腐食による損傷や機能不全などの問題が発生している。

しかし、腐食劣化したリベット接合部の耐荷力に関する、基礎的な実験¹⁾は実施されているものの、腐食の程度と接合部耐力の関係や、集成部材としての耐荷力は明らかにされていないのが現状である。そのため、鋼リベット橋の補修の必要性の判断や適切な補修を施す上でも、損傷を受けたリベット集成部材の耐荷力特性を明確にする必要がある。そこで、本研究では、リベット頭部が腐食損傷したリベット集成部材の曲げ耐荷力を実験により算定するとともに、腐食損傷を受けていない健全な部材と比較することで、リベット頭部の損傷が集成部材の曲げ耐荷力に及ぼす影響を検討している。

2. リベット集成部材の曲げ実験

2.1 供試体概要およびリベット損傷パターン

実験には、約 50 年間の供用後、撤去された滝谷川橋²⁾より切り出された横桁（リベット集成部材・I 桁）を 2 本使用する（写真-1 および写真-2）。なお、本橋の撤去理由は歩道が必要という橋の機能向上に関わるものであり、腐食や、疲労き裂などの損傷は認められず、桁は健全な状態であった。本研究では、2 対のうち 1 対のリベット頭部に人為的に損傷を与え、1) 損傷なし（P-1）、2) 損傷あり（P-2）の 2 体の供試体を準備した。ここで、供試体 P-2 では、リベット頭部が腐食損傷した状態を模擬し、文献 3) を参考にして、上下フランジに配置されているリベット頭部の上面のみを図-1 に示すように、リベット頭

高さの 8 割以上をグラインダーにより削り取った。損傷ありと損傷なしのリベット頭部を写真-3 に示す。



写真-1 滝谷川橋



写真-2 切り出した横桁

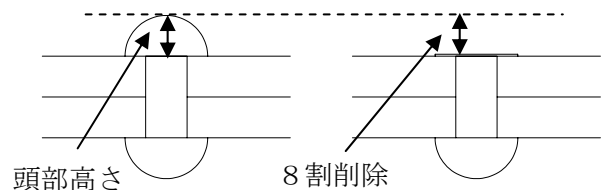


図-1 リベット頭部の損傷



(a) 損傷なし



(b) 損傷あり

写真-3 リベット頭部の損傷状況

2.2 載荷方法

図-2 に示すように 4 点載荷により供試体の中央パネルに純曲げモーメントを漸増させる。載荷には京都大学が所有する 2,500kN 載荷試験装置を使用した。

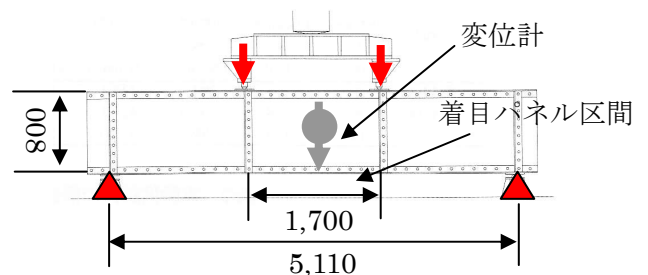


図-2 実験概要図（単位：mm）

2.3 実験結果および考察

図-3 には供試体中央における荷重-変位曲線を示す。荷重は下フランジが降伏する時の降伏荷重 P_y で、変位はそのときのたわみ量 δ_y で、それぞれ無次元化している。なお、 P_y は材料試験から得られた σ_y をもとに、初等はり理論によって算定¹⁾している。表-1 には、下フランジの降伏、およびすべりが発生したときの荷重および変位についてまとめている。

図-3 より、 $P/P_y=0.6$ までは損傷の有無にかかわらず剛性は理論剛性と一致している。計算より求まる下フランジの降伏荷重よりも小さい $P/P_y=0.6$ 以降で供試体の剛性が理論剛性よりも低下している。この原因は、リベット孔周り応力集中したためである。

さらに、供試体 P-1 に比べ P-2 の剛性の低下が大きい。これは、リベット頭部が健全な場合には桁の変形に伴うリベットの抜け出しが防止されていたのが、損傷がある場合には、写真-4 および図-4 に示すようなき裂が発生したため、剛性の低下がより顕著に発生したと考えられる。しかし、 $P/P_y = 1.1$ 付近で供試体 P-1 の変位が大きく増加している。その後の供試体 P-1 および P-2 は同じ挙動となることから、この原因は、リベット部でリベット孔周りの応力集中とそれに伴うフランジの伸び変形により、ずれが生じたためだと考えられる。

また、 $P/P_y=1.3$ で、着目パネル以外のパネルにてせん断降伏したため、本実験では最大耐力まで載荷できていないが、そのため、下フランジに大変形が発生した場合には、損傷リベット頭部のき裂がより顕著に進展し、桁の耐力挙動に大きな影響を与えた可能性がある。

また、実験では、両者とも上フランジにおける局部座屈の発生は認められなかったことから、リベット頭の 8 割程度の損傷は、圧縮力を受けるリベット集成部材の局部座屈発生に及ぼす影響はほとんど無いことが考えられる。

表-1 下フランジ降伏、すべり発生時の荷重および変位

	P/P_y	P (kN)	δ/δ_y	δ (mm)
下フランジの降伏 (P-1)	0.6	846	0.55	6.61
下フランジの降伏 (P-2)	0.6	846	0.55	6.61
下フランジの降伏 (計算値)	1.0	1410	1.0	8.38
すべり (P-1)	1.1	1551	1.1	9.22

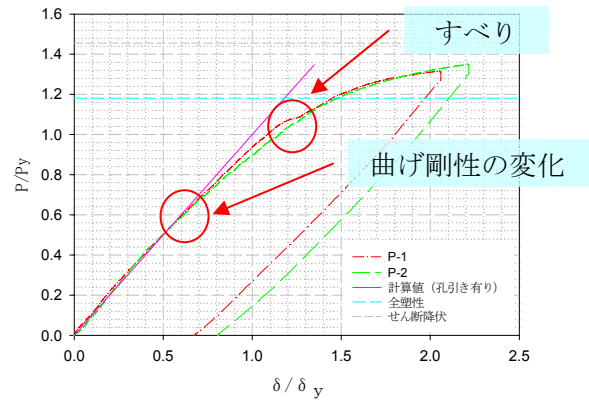


図-3 荷重-変位曲線



写真-4 き裂状況

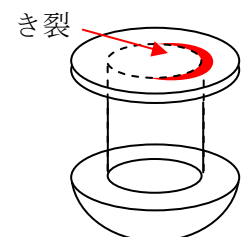


図-4 き裂状況

3. 結論および今後の課題

本研究では、リベット頭部の損傷が、リベット集成部材の曲げ耐荷力に及ぼす影響を明らかにするため、載荷実験を実施した。その結果、リベット頭部の損傷により、リベット集成部材に局所的な変化(下フランジのとり合せの影響)は発生したが、桁全体の耐力に対しては大きな影響を与えないことがわかった。

今後、せん断力に対するリベット頭部の損傷がせん断耐力に及ぼす影響について、実験を行う予定である。

参考文献

- 1) 奥野寿哉：55年間供用されたリベット接合部材の耐荷性能に関する研究，京都大学卒業論文，2009.2
- 2) 会津若松建築事務所・新構造技術株式会社：第 07-340-0376 号 橋梁部材損傷度調査業務（国道改築費）{滝谷川橋} 概要版，2008.3
- 3) 橋本国太郎・山口隆司・三ツ木幸子・杉浦邦征：腐食損傷を受けた一面せん断リベット継手の力学的挙動に関する検討，構造工学論文集，Vol.56A，2010.3