

腐食したリベット集成部材の力学的挙動に関する研究

広島大学 正会員 ○藤井 堅

広島大学 学生会員 山下 泰勲

1. はじめに

現在、架設後 50 年以上が経過した橋梁のリベットには際立った腐食損傷が現れ始めている。部材同士の応力伝達を目的として用いられている耐力リベットの腐食が進展した場合、継手の強度低下が懸念される。また、部材を一体化させるために使用されている、とじ合わせリベットが腐食によって減肉している場合には、部材の一体性の解消が懸念される。しかしながらリベットに関する研究データはまだ少ない。

そこで本研究では実際に供用されていた橋梁からリベット継手を切り出し、腐食したリベット集成部材が持つ力学的特性の解明を試みた。

2. リベットにより一体化された部材の力学的特性

2.1 供試体概要と試験条件

リベットによってとじ合わされたリベット集成部材の 3 点曲げ試験は 100(tf)の万能試験機を用いて行った。なお、供試体 2 は板の間に錆層が存在するので、みかけの板厚は両サイドで異なり、そのまま載荷するとねじれが発生する恐れがある。よって本実験ではジェットモルタルを用いて高さを調整し、載荷試験を行った

Table1 供試体寸法

	高さ(mm)	幅(mm)	断面積(mm ²)	断面二次モーメント(mm ⁴)
供試体1	20.5	99.82	2046.31	71663
供試体2	20.50(錆側25.00)	99.8		

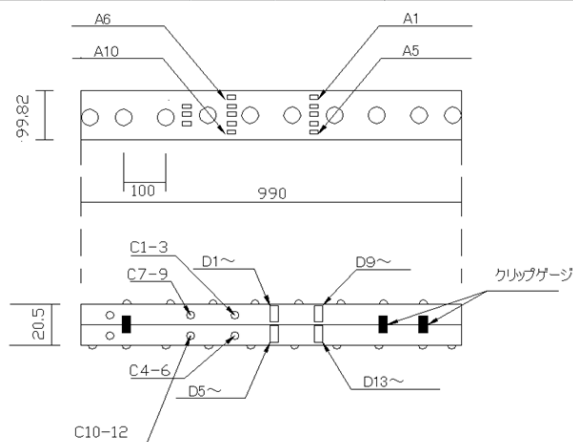


Fig. 1 3点曲げを実施する供試体概要

3. 実験結果と考察

3.1 荷重-たわみ関係

3 点曲げ試験を行って得たリベットによってとじ合わされた部材の荷重-たわみ曲線を Fig.2 に示す。破線で描かれているのが、2 枚の板が完全に一体化していると仮定した場合の梁の理論曲線で、硬化則を用い、加工硬化を弾性係数の約 1/50 としたものである。また、白抜きの破線は、重ね梁の理論曲線であり、塑性状態は考慮していない。今回 3 点曲げ試験をするにあたって供試体を 2 体用いたが、そのうち一体はかなり腐食が進展し、Fig.3 に示す写真のように 2 枚の板の間に錆層が存在していることから、断面形状を特定することが極めて難しい。このことから、理論値を計算する際には供試体 2 に発生していた錆層は考慮せず、供試体 2 は供試体 1 と同じ断面であることを仮定している。

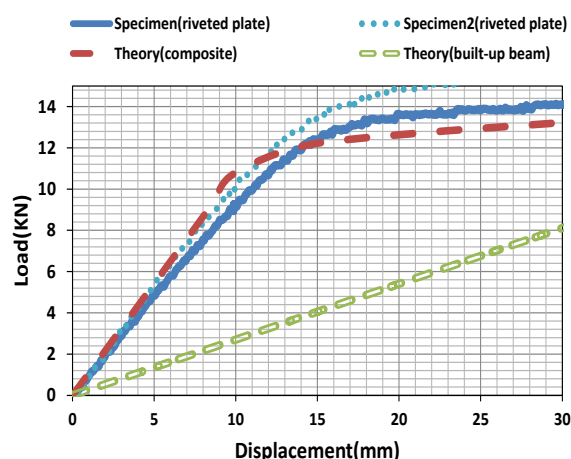


Fig. 2 荷重-たわみ曲線



Fig.3 供試体 2 の側面写真

キーワード：リベット、継手、せん断耐力、維持管理

連絡先：〒739-8527 広島県東広島市鏡山 1-4-1 広島大学大学院工学研究科社会基盤環境工学専攻 TEL 082-424-7792

グラフからわかるように、弾性域では2体の供試体は、共に完全一体型(破線)の剛性に近い線形的な挙動を示している。供試体1と2で剛性の大きさがやや異なっているのは、錆層が存在している供試体2の断面二次モーメントが錆層により大きくなったためであると考えられる。

次に弾性域を超えた後の挙動であるが、通常、物体が弾性限界を超える荷重を受けると塑性変形が現れる。軟鋼(特に ss400)の場合、塑性が発生するひずみは 1200μ 程度といわれており、理論値では荷重が 8kN 前後での曲げモーメントが最大となるスパン中央位置では一部が降伏している。

実験結果でも、8kN 載荷時に曲げスパン 330mm の位置(センターまで 430mm)で塑性ひずみに相当するひずみが表れていたことから、スパン中央位置ではすでに塑性変形が始まっており、ほぼ完全一体型の理論に沿った挙動を示していると判断できる。そして、降伏後の挙動は理論値よりも高い値を示していることがわかる。

3.2 板厚方向の歪分布

次に実験によって得られた板厚方向の歪分布図を Fig.4, Fig. 5 に実線で示す。図中には、比較のために2枚の板が完全に一体化していると仮定した際の、板の歪分布を破線であわせて示す。この図が示すように、実験によって得られた歪分布はどの荷重状態でもほぼ直線的で完全合成に近いことがわかる。加えて、12.191kN の際の歪分布は、理論値と実験値でほぼ同一のものとなり、リベットによってとじ合わされた2枚の板は完全に一体化されたものと同様の挙動を示していることがわかる。特に錆層が存在する供試体2の歪分布図を示す Fig.4(10～15mm の部分)を見ると、平面保持の仮定を保ったまま2枚の板と共に変形が進んでいることが確認できる。今回、ひずみのみの測定であったため、錆部分がどの程度の応力を負担していたのかは不明であるが、荷重変位曲線が完全一体化を仮定した場合の理論値に沿うことと、歪分布が2枚の板を一体化させたものと同様の分布を示していることから、錆層が存在しても2枚の板の一体性が必ずしも損なわれていないように見える。そしてこのことは、2枚の板間でのずれがほとんど確認できなかったことから完全合成とみなしてよいと判断できる。

以上のことから、リベットによってとじ合わされた2枚の板が、完全一体化していると仮定すると、弾性係数は実験値に比べていくらか大きめとなるが、塑性域での挙

動は、たとえ実際に部材やリベットがいくらか腐食していたとしても解析値よりも大きな値となっている。さらに弱点になると思われる錆層は、平面保持の仮定を保ったまま2枚の板と共に変形が進んでいたこと、そして今回、断面二次モーメントが増加し、曲げ剛性を大きくすることに起因していたことから、二枚の板間に錆が存在することが必ずしも耐力の低下をもたらすとは言えないことがわかる。

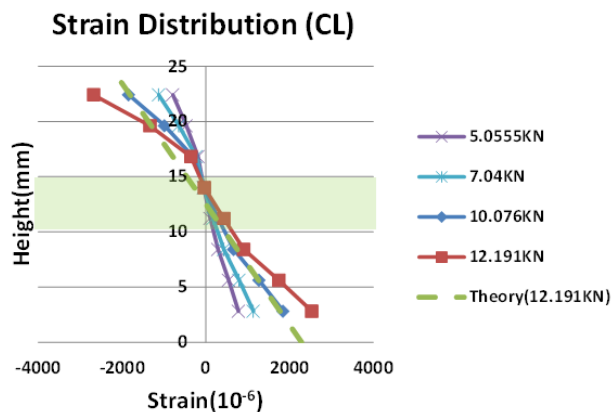


Fig. 4 板厚方向の歪分布(錆層側)

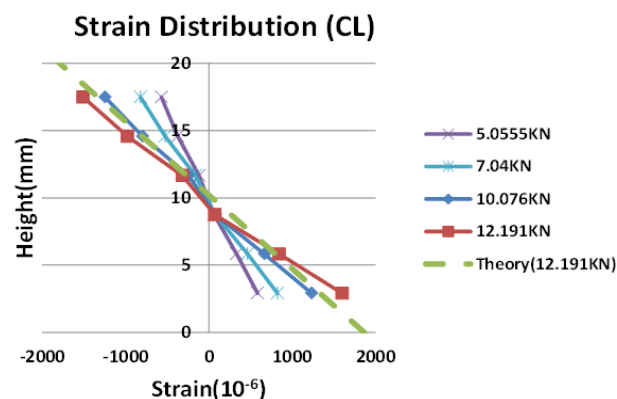


Fig. 5 板厚方向の歪分布(錆無し)

4. 結論

- (1)とじ合わせリベットによって2枚の板がとじられている場合、リベットや母材が腐食し、減肉していたとしても2枚の板は完全一体型とほぼ同様の挙動を示す。
- (2)リベットによってとじ合わされた2枚の板は、2枚分の板厚を有する1枚板のモデルと同等の耐力を有する。

参考文献

- 1) 柿本祥子, 藤井堅, 皆田理, 勝野壽男, 梶本勝也, 田中雅人: 腐食したリベットの HT ボルト取りかえ補修における継手の力学挙動, 土木学会第 57 回年次学術講演会, 平成 14 年。