

リベットの腐食程度および腐食箇所が継手の耐荷性能に及ぼす影響

熊本大学 学生会員 ○否笠 弘実

熊本大学大学院 自然科学教育部 学生会員 秦子策

熊本大学大学院 先端科学研究部 正会員 森山 仁志

熊本大学大学院 自然科学教育部 正会員 松村 政秀

1. 研究背景および目的

古い鋼橋にはリベット接合が用いられていることが多い。リベット継手部はその凹凸形状から雨水の滞留・塗膜の劣化に起因した腐食が生じやすく、橋梁の健全度に影響を与える箇所である。しかしながら、リベットの腐食程度が継手の耐荷性能に与える影響は未解明であり、補修の要否を判断する材料が不足しているのが現状である。そこで本研究では、既設橋から製作した要素リベット継手の引張実験を行い、リベットの腐食程度が継手の耐荷性能に与える影響を検討した。

2. 対象橋梁および実験計画

対象橋梁は 1973 年に完成し、約 45 年間供用された鋼ランガー桁橋である。部材の連結には高力ボルトとリベットが使用され、高力ボルトが 1964 年に初めて JIS¹⁾に規定された背景を考えると、リベットが使用された橋梁の中では最も新しい部類に属する。また、使用鋼材は化学成分が管理された構造用鋼であること、健全な状態で架替えとなったことから、リベット継手の挙動を調査するのに適切な橋梁といえる。

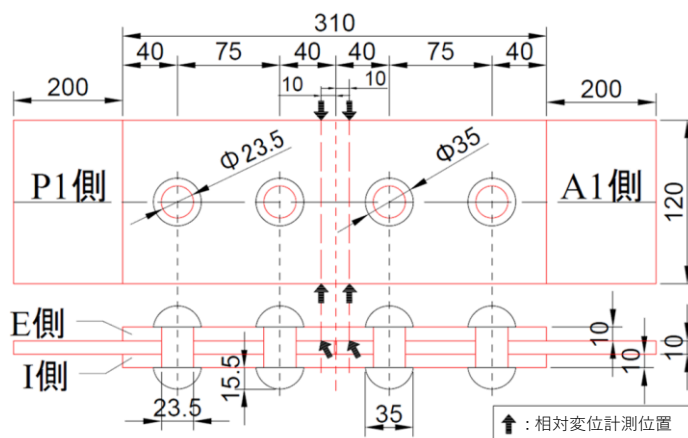
実験供試体(図-1)は、ガス切断により切出した主桁ウェブパネルを用い、ウォータージェットによりシアプレートを短冊状に切断して製作している。

母材とリベットの機械的性質を材料試験により確認した。試験結果を表-1 に示す。試験結果と JIS の規格値^{2),3)}を比較すると、母材 SMA490AP は降伏点・引張強度・伸びのいずれも規格を満たし、リベットは引張強度と伸びが規格値を満たさない結果となった。

表-2 に実験ケースを示す。実験パラメータは図-2 に示すとおり、リベット頭部の腐食程度および腐食位置である。腐食減肉は機械切削により模擬、切削高さ h はリベット頭部の初期高さ h_0 に対して、 $h/h_0 = 0.1, 1.0, 1.2$ とした。腐食位置は、パネル両面が腐食している場合(E010-I010, E100-I100, E120-I120)と片側のみが大きく腐食している場合(E010-I120)の 2 パターンとした。

E120-I120 のリベット軸部の減肉量は連結板厚 10mm の約 30%($=3.1\text{mm}$)である。

引張実験での载荷速度は 2kN/s とした。継手の力学挙



注：E→External（海側（桁の外側））I→Internal（桁の内側）

図-1 供試体形状（単位：mm，記載寸法は基準値）

表-1 材料試験結果（A1 側：橋台側，P1：橋脚側）

	鋼種	採取位置	降伏点 σ_y (N/mm ²)	引張強度 σ_t (N/mm ²)	伸び (%)
板	SMA490AP	規格値	355以上	490-610	19以上
		A1	469	593	32.4
		P1	419	589	34.4
リベット	SV400	規格値	-	400-490	28以上
		-	335	505	25.2

注：板は 5 体・リベット 3 体の平均値を示す

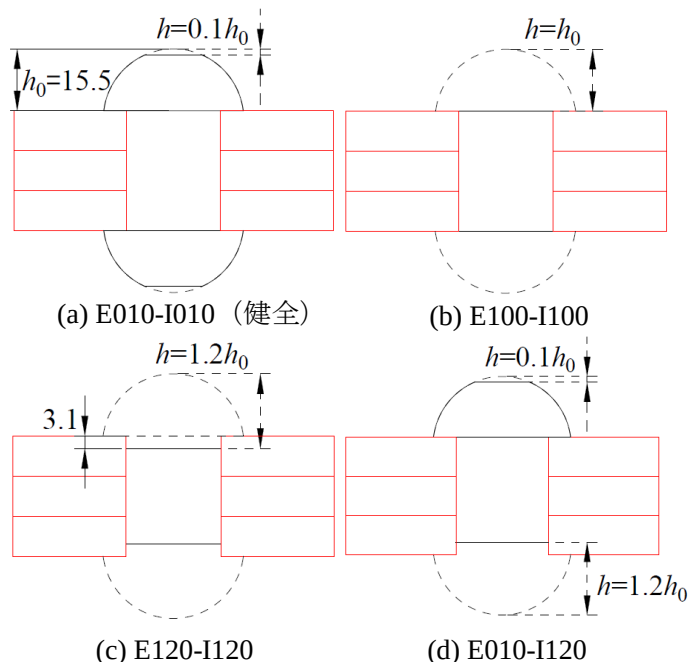


図-2 実験ケースの腐食程度のイメージ図（単位：mm）

動を評価するため、母板と連結板の相対変位を図-1 に示す縁端 10mm 位置において計測した。相対変位の計

測にはクリップ式型変位計(東京測器研究所製:RA-5)を用いた。

3. 実験結果および考察

最大荷重と破壊モードを表-2 に、供試体の載荷後の様子を図-3 に、荷重と母板-連結板の相対変位の関係を図-4 にそれぞれ示す。損傷状態にある E100-I100 と E120-I120 の最大荷重 $P_{\max}$ は、健全状態にある E010-I010 のそれに対して、前者はほぼ一致しており、後者は 8% 程度低下した。腐食減肉に偏りのある E010-I120 の場合についてもほぼ一致した。図-3 に示すように、E120-I120 を除いて縁端の端抜け破断とリベットのせん断破断が連成して発生した。一方、E120-I120 はリベットのせん断破断が発生した。したがって、リベット軸部が連結板内部まで腐食減肉が進行する状態でなければ、リベット継手のせん断耐力は低下しないといえる。

図-4 に示す荷重と相対変位の関係は、腐食程度に比例して変位が増加する傾向にあり、非線形性が現れる荷重レベルも小さくなっている。E010-I010 と E010-I120 は、最大荷重の差異は確認されなかったが、相対変形は E010-I120 が大きくなった。これは、E010-I120 は腐食減肉に偏りがあることで、相対変位を計測した健全側 (E 側) の連結板の分担力が増加したためと考えられる。しかしながら、両ケースの最大荷重はほぼ一致しており、この荷重分担率の変化が耐荷性能に及ぼす影響は小さいといえる。

4. まとめ

本研究では、既設橋から製作した要素リベット継手の引張実験を行い、リベットの腐食程度が継手の耐荷性能に与える影響を検討した。以下に、得られた結果をまとめる。

- 1) リベットの頭部および軸部の腐食が継手の耐荷性能に及ぼす影響は、継手内にリベット軸部が残存し、軸部の減少量が連結板厚の 30%未満であれば、小さいといえる。
- 2) 片側のリベット頭部が減肉しており腐食箇所が偏りがある場合、健全側連結板の分担力が増加する傾向が確認された。

謝辞

本研究は(公財)前田記念工学振興財団の令和2年度研究助成「45年間供用された実橋を用いた健全および損傷時のリベット接合部の性能評価」(研究代表者:森山仁志)を受けて行いました。ここに記して感謝の意を表します。

表-2 実験ケースおよび実験結果

実験ケース	供試体番号	リベット頭部腐食程度 h/h_0 (%)		$P_{\max}$ (kN)		破壊モード	破断側
		E側	I側				
E010-I010 (健全)	1	10	10	484.8	481.5	縁端端抜け +リベット せん断破断	P1
	2			487.0			
	3			472.6			
E100-I100	1	100	100	479.8	481.0	縁端端抜け +リベット せん断破断	A1
	2			482.3			
E120-I120	1	120	120	443.1	443.3	リベットの せん断破断	P1
	2			443.4			
E010-I120	1	10	120	476.1	479.9	縁端端抜け +リベット せん断破断	A1
	2			483.7			



(a) E010-I010-3 (P1 側)

(b) E100-I100-2 (A1 側)



(c) E120-I120-1 (P1 側)

(d) E010-I120-1 (A1 側)

図-3 供試体の載荷後の様子

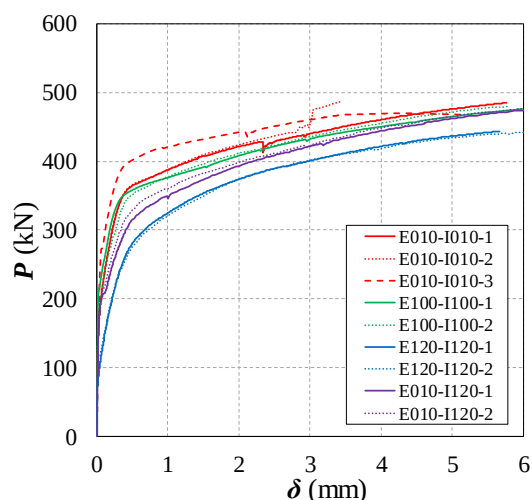


図-4 荷重と母板 - 連結板の相対変位関係

参考文献

- 1) 日本工業規格: 摩擦接合用高力六角ボルト・六角ナット・平座金のセット, JIS B 1186, 1964.
- 2) 日本工業規格: 溶接構造用耐熱性熱間圧延鋼材, JIS G 3114, 2016.
- 3) 日本工業規格: リベット用丸鋼, JIS G 3104, 2004.