高力ボルトにより摩擦接合された面外ガセットを有する鋼長柱の繰り返し載荷試験

早稲田大学大学院	学生会員	〇川本	佑太	
土木研究所	正 会 員	大西	孝典	
日本橋梁建設協会	正 会 員	小林	裕輔	

1. はじめに

今後、日本では南海トラフなどの巨大な地震が発 生することが想定される.その備えとして地震動に よる繰り返し荷重のかかる部材の耐荷力特性を理解 することは重要である.鋼橋の部材同士の接合にお いて多様な箇所で高力ボルトによる摩擦接合継ぎ手 は使われており、これらの部材の耐荷力特性を把握 することは今後の橋梁の安全性を確保するために必 要である.そのため、今回の実験では高力ボルトによ って接合されたガセットプレート付長柱に繰り返し 荷重を加え、ボルトの滑りの発生と滑り後の耐荷力 特性を調べた.

2. 繰り返し載荷試験

2.1 実験概要

供試体の外形寸法を図1に示す.この供試体は鋼橋の横構を想定したものであり,ガセットと長柱部 により構成されている.長柱部はCT 鋼となってお り,ガセットと長柱部はボルトによって接合されて いる.また,長柱部はSS400で,ガセット部はSM400A により構成されている.接合はF10T-M22高力ボル トによる摩擦接合であり,一つの接合面に6本のボ ルトが使用されている.また,これらの供試体の構造 諸元は表1~表3に示す通りである.表3における 継ぎ手耐力の計算は公称値を用いた.また,その他構 造諸元は既往のCT 鋼における繰り返し載荷試験¹⁾ を参考にした.

繰り返し載荷は地震動を想定したものであり,変 位を基準としたサイクルと,荷重を基準としたサイ クルの2パターンを入力している.ボルトの滑りが 発生した後は変位を基準としたサイクルを入力して おり,荷重が上昇した時点で圧縮及び引張を反転さ せた.

 日本橋梁建設協会
 正 会 員 澁谷 敦

 早稲田大学大学院
 学生会員

 Shranay Sthapit

 早稲田大学
 正 会 員 小野 潔



図1 供試体設計図

表1 長柱部の構造諸元

		柱部材
		CT-118-178-10-8
鋼種		SS400
降伏応力	$\sigma_y(N/mm^2)$	337
細長日パラメーター	$\bar{\lambda}$	0.8

表2 ガセット部の構造諸元

	ガセットプレート	
鋼種	SM400A	
板厚	t(mm)	9
ガセットの固定間距離	<i>a</i> (mm)	295
ガセットの固定間距離の2分の1		147.5
ガセットの固定間距離の2分の1と板厚の比	D/t	16.4

表3 ボルト部の構造諸元

鋼種		F10T
ボルト径	(mm)	22
滑り係数		0.4
ボルト許容力	(kN/本/面)	82
ボルト本数	(本)	6
継手耐力	(kN)	492

キーワード 高力ボルト摩擦接合継手,滑り試験,横構 連絡先 〒169-8555 東京都新宿区大久保 3-4-1 早稲田大学 TEL03-5286-338





写真1 ボルト孔にできた傷

ガセットの引張降伏は 803kN, 柱の引張降伏が 873kN であるため, **表 3** の継ぎ手耐力より, ボルトの 滑りが部材の降伏に先行する設計となっている.

図1の供試体に繰り返し載荷を加え、ボルトの滑りと滑りが発生した後の荷重-変位(*P*-δ)関係について調べた.

2.2 実験結果

実験結果の *P-δ* 関係を図3に示す. 圧縮方向を変 位,荷重ともに正とした. この際,圧縮における最大 荷重は414kN であった. 道路橋示方書²⁾に示される 耐荷力曲線と最大荷重を比較した図を図4に示す. また,基準となる耐荷力曲線を式(1),(2)に示す.

$$\frac{\delta cr}{\delta y} = \begin{cases} 1.00 & (\bar{\lambda} \le 0.2) \\ 1.109 - 0.545\bar{\lambda} & (0.2 \le \bar{\lambda} \le 1.0) & \vec{x} & (1) \\ \frac{1}{0.733 + \bar{\lambda}^2} & (1.0 < \bar{\lambda}) \\ \frac{\delta cud}{\delta y} &= \frac{\delta cr}{\delta y} (0.5 + \frac{L/r_x}{1000}) & \vec{x} & (2) \end{cases}$$

引張方向に 522kN の載荷をした際にボルトの滑り が発生した.滑りは供試体の上部における接合部に のみ発生した.図5に滑りが発生した後の P-δ 関係 を示す.実験では滑り発生後,3回の圧縮及び引張の サイクルで載荷をしたが,図5 が示すようにボルト の滑り耐力は安定しており,P-δ 関係は同じ軌跡を示 した.実験終了後のボルト孔を確認すると,溝状の傷 が残っていた.その写真を写真1に示す.図5で荷 重が一定となったあと耐力が上昇した際に,接合部 が摩擦接合から支圧接合へと移行したためこの傷が 発生したと考えられる.



3. まとめ

本実験では高力ボルトによって摩擦接合された面 外ガセットを有する鋼長柱に繰り返し載荷を行った. その結果,滑り発生後に圧縮及び引張のサイクル

で載荷をしたが,高力ボルトの滑り耐力は安定して おり,荷重-変位関係は同じ軌跡を示した.

謝辞:本研究は、(国研)土木研究所、日本鋼構造協会、 日本橋梁建設協会、早稲田大学、長岡技術科学大学、 長岡工業高等専門学校との「耐久性向上のための高 機能鋼材の道路橋への適用に関する共同研究」の一 環として実施されたものです.関係各位に深く謝意 を表します.

参考文献

- スタピットシラネー,松尾淳史,小野潔,大西孝 典,志村保美,小林裕輔,澁谷敦:載荷パターン の違いがガセットプレートを有するステンレス 製長柱に与える影響,土木学会全国大会第75回 年次学術講演会,I-122, 2020.
- 2) 公益社団法人 日本道路協会:道路橋示方書・ 同解説Ⅱ鉄橋・鋼部材編,2017.11.