

繰り返し载荷を受けるガセット付き山形鋼長柱の実験的研究

早稲田大学院 学生会員 ○Shranay Sthapit
 早稲田大学 学生会員 川本 佑太
 日本鋼構造協会 正会員 志村 保美
 日本橋梁建設協会 正会員 澁谷 敦

早稲田大学 学生会員 丸山 拓也
 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
 早稲田大学 正会員 小野 潔

1. はじめに

対傾構が局部座屈する損傷事例が平成19年の新潟中越地震で報告されており、地震によって橋梁の横荷重に対する安定性が損なわれるため、対傾構などの部材は慎重に設計しなければならない。近年では南海トラフ地震のような大地震の懸念もあり、圧縮及び引張を繰り返し受ける载荷履歴の影響を調べなければならない。よって、対傾構の設計にあたっては繰り返し载荷を考慮する必要がある。

道路橋示方書²⁾にはこれらの部材の設計法を宇佐美らによる既往の実験的研究^{3), 4)}に基づいて規定されているが、単調载荷のみが検討されており、繰り返し载荷を受ける長柱に関する実験的研究は未だ不足している。よって、本稿では圧縮領域の単調载荷のみではなく、引張領域を含めて繰り返し载荷の影響を調べる。

また、このような部材の柱のみではなく、ガセットプレート⁵⁾の挙動も部材全体の健全度に大きくかわるため、繰り返し载荷を受ける部材のガセットプレートの健全度を調べる必要がある。よって、本研究の目的は、ガセットプレートに溶接された山形鋼長柱が繰り返し载荷を受ける時の耐荷力を実験的に評価することである。

2. 実験概要

図-1 に供試体図及び実験の様子を示しており、対応する柱及びガセットの供試体概要は表-1 に示す。鉛直変位は供試体の上ガセットに変位計を設置し、図-1 に示す通り計測をした。そして、柱とガセットは接触している四辺を溶接で接合している。実験終了後に、図-1 に対応するガセット設置面からの面外変位及び面内変位を計測した。また、図-1 の橙色で示されたガセットの主ひずみの推移を三軸ひずみゲージで計測した。

3. 実験結果

実験の荷重・鉛直変位関係は図-2 に示しており、得られた最大荷重は、図に示す通り、276.0 kN と確認した。次に、道路橋示方書に示されている耐荷力曲線との比較を行った。道路橋示方書では部材の細長比パラメータを基に、部材の設計耐荷力を示している。式-1 で計算された部材の細長比パラメータを計算し、溶接箱形断面以外の耐荷力と偏心を考慮した山形鋼及びCT鋼の耐荷力は式-2 と式-3 に示している。また、式-2 と式-3 で使用する変数の値は図-1 及び表-1 に示す。これに対応する耐荷力曲線は図-3 に示しており、本研究の実験の耐荷力も一緒に示す。宇佐美らによる既往の研究の実験値の耐荷力と同様、山形鋼及びCT鋼の耐荷力曲線を上回っているため、道路橋示方書に規定されている耐荷力曲線で本研究の供試体の耐荷力を評価で

表-1: 供試体概要

細長比率パラメータ	$\bar{\lambda}$	-	0.87
X軸回り断面二次半径	r_x	(mm)	30.3
柱降伏応力 (SS400)	σ_y	(MPa)	337
ガセット降伏応力 (SM400A)	$\sigma_{y,g}$	(MPa)	287

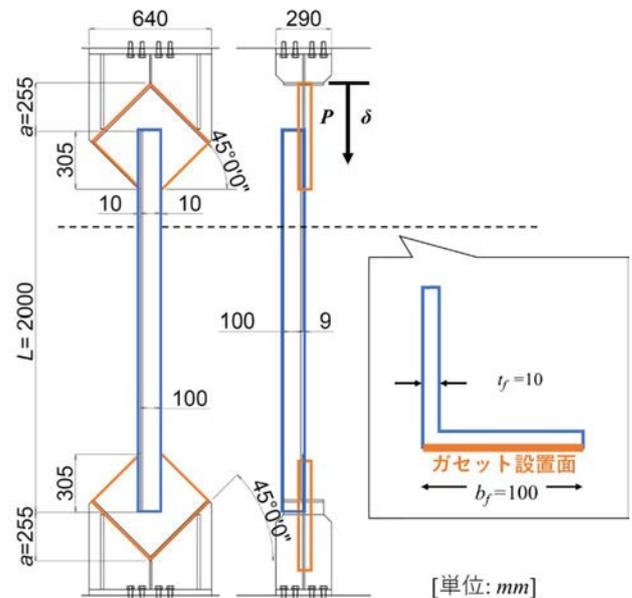


図-1 供試体図

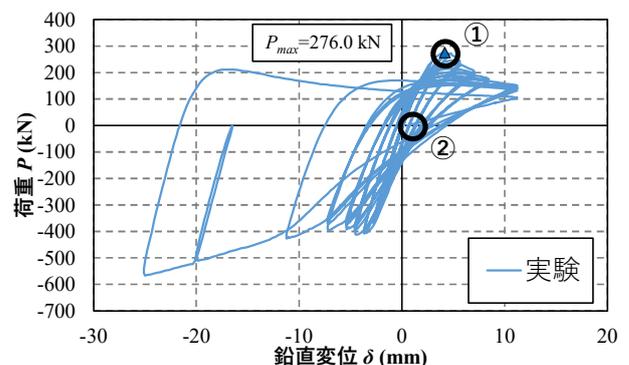


図-2 荷重・鉛直変位関係

$$\bar{\lambda} = \frac{L}{r_x} \cdot \frac{1}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{\sigma_y}{E}} \quad (1)$$

$$\frac{\sigma_{cr}}{\sigma_y} = \begin{cases} 1.00 & (\bar{\lambda} \leq 0.2) \\ 1.109 - 0.545\bar{\lambda} & (0.2 < \bar{\lambda} \leq 1.0) \\ 1/(0.733 + \bar{\lambda}^2) & (1.0 < \bar{\lambda}) \end{cases} \quad (2)$$

$$\frac{\sigma_{cud}}{\sigma_y} = \frac{\sigma_{cr}}{\sigma_y} \left(0.5 + \frac{L/r_x}{1000} \right) \quad (3)$$

キーワード：普通鋼，対傾構，繰り返し载荷，耐荷力

連絡先：〒169-8555 東京都新宿区大久保 3-4-1 早稲田大学 TEL 03-5286-3387

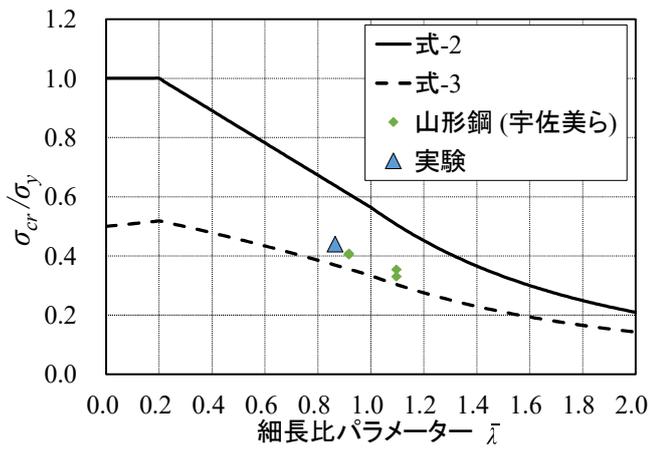


図-3 耐荷力曲線との比較

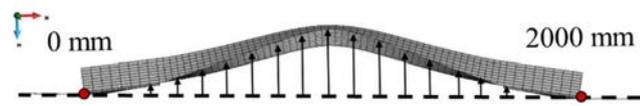


図-4 残留たわみ (面外変位) 計測基準点

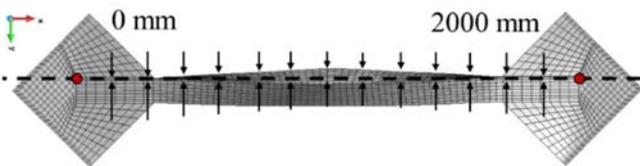


図-5 残留たわみ (面内変位) 計測基準点

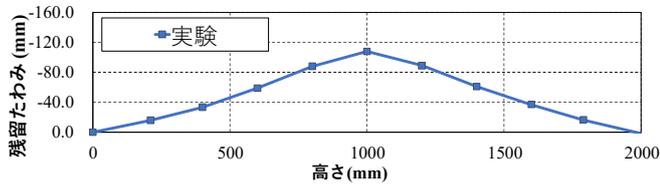


図-6 残留たわみ (面外変位)

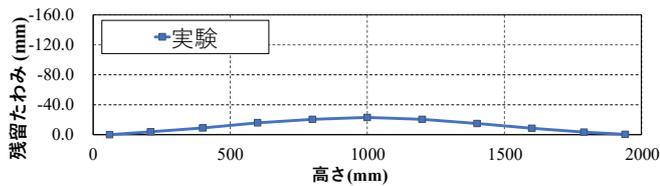


図-7 残留たわみ (面内変位)

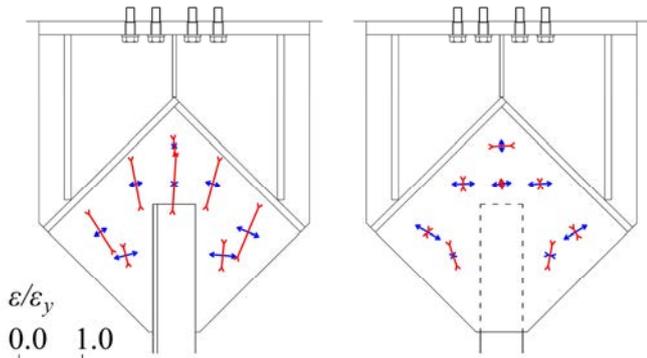


図-8 上ガセットの主ひずみ図 (①最大荷重時)

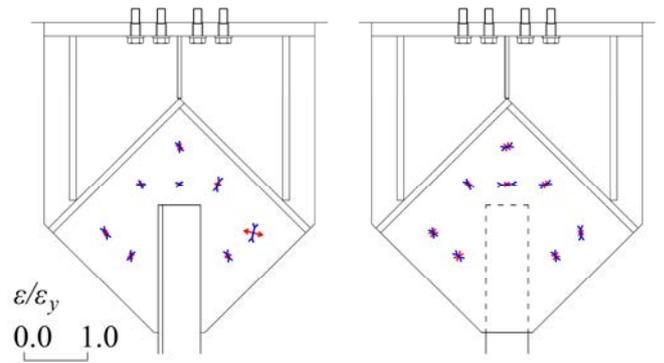


図-9 上ガセットの主ひずみ図 (②最大荷重後の除荷)

きることが分かる。

次に、実験終了後の柱の残留たわみを面外方向と面内方向で比較をした。面外方向及び面内方向の残留たわみの計測基準点は図-4及び図-5に示しており、実際の残留たわみの計測は同様に図-6及び図-7に示す。残留たわみ量の違いが示す通り、柱の変形方向は主にガセットプレートに対して面外方向に変形し、面内方向では残留たわみがほぼ確認されなかった。

最後に、上ガセットの主ひずみの推移を比較する。図-2に示す最大荷重点(①)の主ひずみは図-8に示しており、図-2に示す最大荷重到達後の除荷(②)の主ひずみは図-9に示す。最大荷重時は降伏ひずみに近い主ひずみが確認されたが、除荷をした後に主ひずみがほぼ残っていないことから、ガセットも健全であることが確認された。

4. まとめ

本研究ではガセットプレートに溶接された山形鋼長柱の耐荷力を調べ、本研究の部材の耐荷力を道路橋示方書の耐荷力曲線で評価することが可能ということが分かった。

また、柱の面外及び面内方向の残留たわみを確認することによって変形の方法を調べ、ガセットプレートの主ひずみを確認することによってガセットの健全度も調べた。

謝辞:

本研究は、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共同研究の一環として実施されたものです。共同研究者の皆様に深く謝意を表します。

参考文献

- 1) 小森暢行ら：地震による鋼上部構造横げたの損傷分析と部材補強に関する試算，第13回橋梁等の耐震設計シンポジウム講演論文集，2010.2.
- 2) 公益社団法人 日本道路協会：道路橋示方書・同解説Ⅱ鋼橋・鋼部材編，2017.11.
- 3) 宇佐美勉，T. V. Galambos：2軸曲げを受ける単一山形鋼柱の強度，土木学会論文報告集，Vol. 191，pp. 31-44，1971.7.
- 4) 宇佐美勉，福本誘士：プレーシング材としての山形及びT形鋼部材の圧縮強度と設計，土木学会論文報告集，Vol. 201，pp. 43-50，1972.5.