

極厚板を有するプレートガーダーの曲げ耐荷力実験

広島大学 学生会員 ○南 鉄木
広島大学大学院 正会員 川見 周平
広島大学大学院 フェロー会員 中村 秀治

西日本旅客鉄道株式会社 正会員 入川 充夫
広島大学大学院 正会員 藤井 堅

1. 背景と目的

平成8年の道路橋示方書の改訂により、橋梁に利用できる鋼板の最大板厚が50mmから100mmまで許容され、少数主桁橋などで極厚フランジが多く用いられるようになった。ウェブの板厚は道路橋示方書ではウェブ高によってのみ定められており、極厚フランジに対してウェブの剛性が相対的に小さくなるため、通常は発生しないとされていた垂直座屈により崩壊する可能性が考えられる。

以上の議論から、筆者らは極厚フランジを有するプレートガーダーのフランジ垂直座屈に注目して、実験および解析し、この崩壊形式が発生する可能性があることを確認した。しかし、この種のプレートガーダーのフランジ垂直座屈は、フランジが降伏した後の挙動であり、圧縮フランジ降伏後も一定の耐力を保持し大きな変形能を有していることがわかった。本報では、極厚フランジを有するプレートガーダーの垂直座屈による崩壊の検証実験と、さらにウェブ幅厚比を変化させ、AASHTOの定めるコンパクト断面、ノンコンパクト断面とした場合の実験結果を報告する。

2. 実験概要

実験に用いる供試体は、「道路橋示方書」に基づいて設計した。供試体は、ウェブ幅厚比を変化させ、その他のパラメーターは同一とした。供試体は実橋の1/5程度とした。

ウェブ幅厚比を161とした供試体 NC161 とウェブ幅厚比を87とした供試体を C87 とした。供試体 NC161 はフランジ突出脚幅厚比のみ AASHTO の LRFD 示方書のコンパクト断面の規定を満たしている。供試体 C87 はフランジ突出脚幅厚比、ウェブ幅厚比ともに LRFD 示方書の規定を満たしている。供試体 NC161, 供試体 C87 につ

いての断面寸法とウェブ幅厚比を、Table1 に示す。供試体使用鋼材の材料特性を Table2 に示す。材料引張試験は25t オートグラフを用いて行い、引張速度=0.1mm/min の定ひずみ試験とした。試験片は供試体を作成した鋼板から切り出した JIS5 号試験片を用いた。

実験は2点単純支持2点荷重として、試験パネルに純曲げが生じるように荷重する。水平座屈を防止するためにねじれ角拘束装置を設置する。荷重概要を Fig.1 に示す。

Table1 供試体パラメーター

	h	t_w	b_f	t_f	h/t_w
NC161	516	3.2	120	16	161
C87	522	6	165	22	87

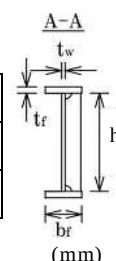


Table2 材料特性

	NC161		C87	
	フランジ	ウェブ	フランジ	ウェブ
降伏応力	245.7	346.7	264.7	363.5
引張強度	400.1	427.6	422.8	432.8

(MPa)

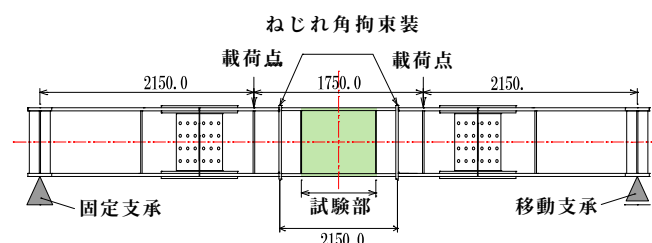


Fig.1 荷重概要

Table3 曲げ耐荷力(実験結果)

	曲げ耐荷力: M_u
供試体 NC161	358.8 (kN・m)
供試体 C87	744.5 (kN・m)

3. 崩壊性状

実験より得られた、各供試体の曲げ耐荷力を Table3 に示す。Photo1, Photo2 に、供試体 NC161 の橋軸直角方向と橋軸方向から見た崩壊後の変形状態を示す。Photo3, Photo4 に供試体 C87 の崩壊後の変形状態を示す。

Photo1, Photo2 から、供試体 NC161 は圧縮フランジ垂直座屈と水平座屈が確認できる。最終的に圧縮フランジ垂直座屈が支配的になり崩壊した。

Photo3, Photo4 から、供試体 C87 は、試験部の圧縮フランジの水平座屈とねじれ座屈が発生していることがわかる。最終的にはフランジ水平座屈により崩壊した。

4. 変形能

AASHTO の LRFD 示方書では有効塑性モーメント M_{pe} という概念を取り入れ、荷重が M_{pe} を越え再び M_{pe} に達した時点の塑性回転角 θ_{av} が、最初に M_{pe} に達した時点の塑性回転角 θ_{pe} の 3 倍の塑性回転が必要としている。また、AASHTO の LRFD 示方書ではウェブ幅厚比、フランジ突出脚幅厚比にそれぞれ規定を設け、その規定を満たせば上述した塑性回転容量を満足するとしている。

Fig.2 に実験から得られた供試体 161, C87 のモーメント - 回転角曲線を示す。また、Table4 に両供試体の有効塑性モーメント、塑性回転容量を示す。これらの図表から、両供試体ともに、有効塑性モーメント M_{pe} に達した後、十分な塑性回転容量を有しており、AASHTO で要求される塑性回転容量を十分に満たしていることが確認できる。

5. 結論

- 1) 極厚フランジを有する場合、ウェブ幅厚比が道路橋示方書の規定程度であっても、フランジ垂直座屈崩壊が生じることを実験的に確認した。
- 2) 極厚フランジを有する場合、フランジ垂直座屈崩壊は、フランジ降伏後に発生する。
- 3) 極厚フランジを有するプレートガーダーでは、ウェブ幅厚比が AASHTO の LRFD 示方書の規定より大きくなっても非弾性設計に必要とされる大きな変形能を有している。

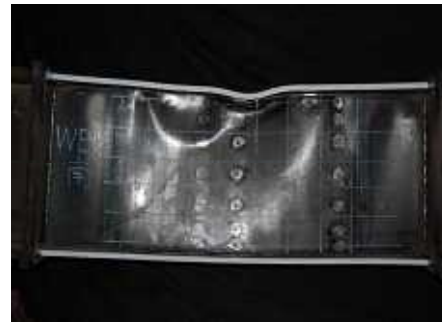


Photo1 NC161 実験後・橋軸直角



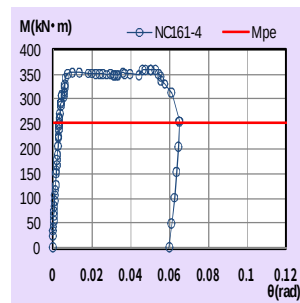
Photo2 NC161 実験後・橋軸方向



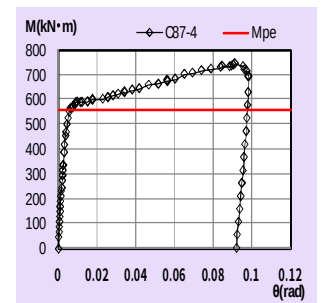
Photo3 C87 崩壊状態



Photo4 C87 実験後・橋軸方向



(a)NC161



(b)C87

Fig.2 モーメントー回転角曲線

Table4 有効塑性モーメント・塑性回転容量

	$M_{pe}(kN \cdot m)$	$\theta_{pe}(rad)$	$\theta_{av}(rad)$
NC161-4	252.15	0.0034	0.062
C87-4	558.59	0.0038	0.094

謝辞

本研究に際し、(社)日本鉄鋼連盟から研究助成金を賜りました。ここに記して謝意を表します。

参考文献

- 1) AASHTO: LRFD Bridge Design Specification, 2nd Ed, American Association of State Highway and Transportation Officials, 1998.
- 2) 日本道路協会: 道路橋示方書同解説 I 共通編 II 鋼橋編, 平成 14 年