

極厚フランジを有するプレートガーダーの曲げ崩壊形式

広島大学大学院

学生会員

○川見 周平

広島大学大学院 学生会員 入川 充夫

三造テクノサービス(株)

正会員

小川 靖之

広島大学大学院 正会員 藤井 堅

広島大学大学院

フェロー会員 中村 秀治

1. 背景と目的

Basler ら¹⁾によれば、プレートガーダーの曲げ崩壊形式には、圧縮フランジの水平座屈(横倒れ座屈)、ねじれ座屈、垂直座屈の3つの崩壊形式があるとされている。

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、極厚フランジが少数主桁橋や桁高を抑えたプレートガーダー橋などで多く用いられるようになった。極厚フランジを用いる場合、ウェブにはフランジ垂直座屈を防ぐための支持力が要求されるが、ウェブの板厚は道路橋示方書ではウェブ高のみによって定められており、フランジの剛性は考慮されていないためフランジ垂直座屈を生じる可能性がある。既往の研究では、極厚フランジを有するプレートガーダーについて解析的に検討を行い、フランジ垂直座屈が発生するという結果を得ている。

そこで、本研究では極厚フランジを有するプレートガーダーの曲げ耐荷力実験を行い、曲げ崩壊形式を明らかにする。また、Basler らの曲げ耐荷力推定式から、曲げ崩壊形式と終局強度について検討する。

2. 実験概要

実験に用いる供試体は、道路橋示方書²⁾に基づいて設計した。供試体は、フランジ厚が6mm(供試体6)と22mm(供試体22)の、2軸対称直線I型断面である。供試体の諸元をTable1に示す。

荷重は、2点単純支持2点荷重により試験パネルに純曲げが生じるように荷重した。また、フランジ水平座屈を防止するために、ねじれ角拘束装置を設置した。実験装置をFig.1に示す。

3. 崩壊性状

各供試体の曲げ耐荷力をTable2に示す。

また、実験後の供試体をPhoto.1~Photo.3に示す。Photo.1より供試体6は明らかにフランジねじれ座屈により崩壊している。Photo.2より供試体22は圧縮フランジが鉛直方向に変形していることからフランジ垂直座屈が生じたと考えられる。また、Photo.3よりフランジが橋軸直角方向へ変位しているためフランジ水平座屈もほぼ同時に生じたと考えられる。供試体22はどちらの崩壊形式であるかは特定できなかった。

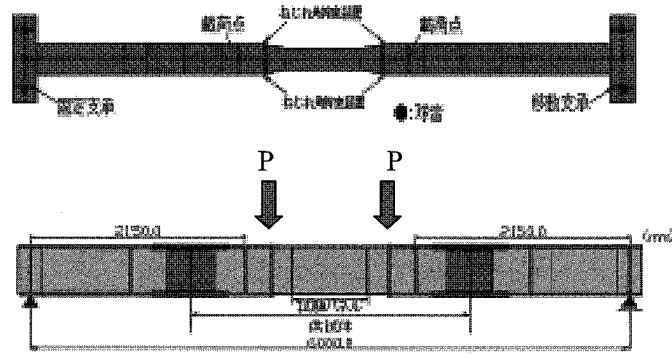


Fig.1 実験装置

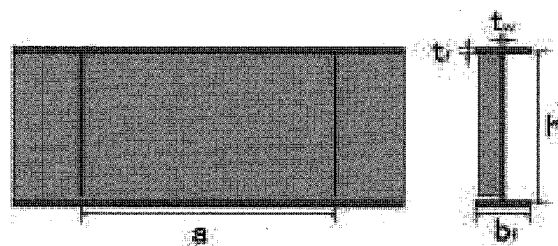


Fig.2 試験パネル詳細

Table1 供試体パラメータ

	b_f	h	t_f	t_w
供試体6	160	520	6	3.2
供試体22	160	520	22	3.2

(mm)

Table2 曲げ耐荷力(実験結果)

	供試体6	供試体22
曲げ耐荷力 M_u (kN・m)	157.02	575.02

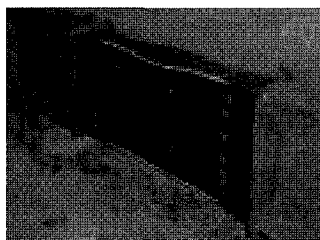
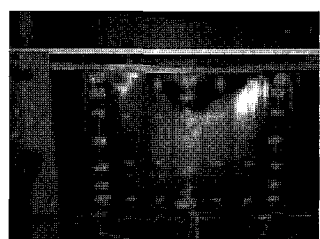
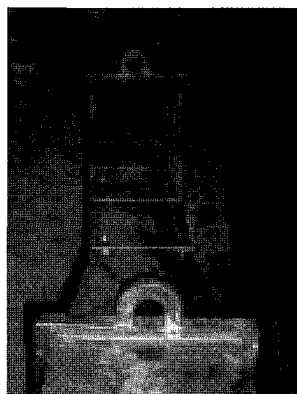


Photo. 1 実験後(供試体 6)

Photo. 2 実験後・橋軸直角方向
(供試体 22)Photo. 3 実験後・橋軸方向
(供試体 22)

5. 変位性状

フランジ降伏曲げモーメントにより無次元化した荷重-上下フランジ間隔の変化量, 荷重-ねじれ角をそれぞれ Fig. 3, Fig. 4 に示す。

明らかにフランジねじれ座屈で崩壊している供試体 6 と比較すると, 供試体 22 は Fig. 3 より上下フランジ間隔の変化量は大きく, フランジ垂直座屈が生じていることが考えられる。また, Fig. 4 より供試体 22 のフランジねじれ角は供試体 6 同様, 荷重の増加とともに急増するが, 供試体 22 は目視ではフランジのねじれ変形がほとんど確認できなかったことから, 桁全体のねじれ角が増加していると考えられる。よって, 供試体 22 はフランジ水平座屈とフランジ垂直座屈を連成して崩壊したと考えられる。

4. 既往の曲げ耐荷力推定式による崩壊形式

Basler ら¹⁾によると曲げ崩壊形式は3つの崩壊形式のそれぞれの曲げ耐荷力の中で, 最も小さい曲げ耐荷力における座屈形式で崩壊に至っている。Table3 に曲げ耐荷力の算定結果を示す。Table3 では, 供試体 6 はフランジねじれ座屈, 供試体 22 はフランジ水平座屈により崩壊すること

になる。しかし, Table3 に示すように, 供試体 22 はフランジ水平座屈とフランジ垂直座屈の曲げ耐荷力の差はなく, 実験では両者が同時に生じたと考えられる。

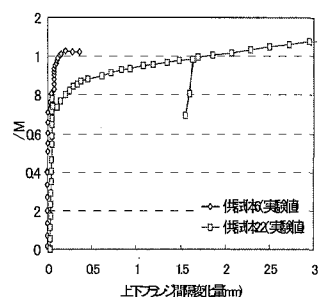
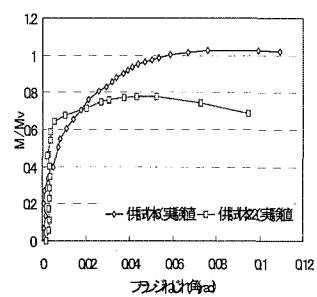
Fig. 3 荷重-
上下フランジ間隔変化量Fig. 4 荷重-
ねじれ角変化量

Table3 Basler の曲げ耐荷力推定式

	供試体6	供試体22
水平座屈 M_{Lult}	180.14	515.55
ねじれ座屈 M_{Tult}	166.11	—
垂直座屈 M_{Vult}	181.42	521.91
曲げ耐荷力(実験値)	157.02	575.86

(kN・m)

6. まとめ

1) 極厚フランジを有するプレートガーダーでは道路橋示方書の規定内であっても, フランジ垂直座屈が生じることを確認した。

2) 実験結果と Basler らの曲げ耐荷力理論を比較すると, 本実験では Basler らの式は終局強度をよく表現できていた。

謝辞

本研究に際し, (社)日本鉄鋼連盟の学生研究助成を賜りました。ここに記して謝意を表します。

参考文献

- (1) Basler, K. and Thurlimann, B. : Strength of Plate girders in bending, Proc. of ASCE, Vol. 87, No. ST6, pp. 153-181, Aug, 1961
- (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
- (3) 土木学会：座屈設計ガイドライン, 鋼構造シリーズ 12 2005.10.