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と変形能

広島大学	学生会員	〇入川	充夫	,
広島大学	学生会員	川見	周平	,

1. 目的

近年, 架設されている少数主桁橋では 50mm を超える 極厚フランジが多く用いられている. 極厚フランジを用 いた場合, フランジに対してウェブの曲げ剛性が小さく なるため, 従来では起きないと考えられていたフランジ 垂直座屈による崩壊が懸念される. AISI(アメリカ鉄鋼協 会)は,連続桁の中間支承部での局部的な塑性変形を認め ることで,モーメントの再分配を行う ASD 法(オートス トレス設計法)を提案し,降伏後もある一定の耐荷力を保 ちながら,大きな回転変形(以降,回転容量と呼ぶ)するこ とを要求している.

本研究では、極厚フランジを有するプレートガーダー について曲げ載荷実験を行い、崩壊形式と変形能につい て検討する.

2. 曲げ載荷実験

実験概要を図1に示す.実験では試験桁を2点単純支持,2点載荷とし、中央パネルに純曲げが作用するよう に行った.なおフランジ水平座屈を防止するために、エ ンドプレート位置でねじれ角を拘束した.供試体概要を 図2に示す.供試体は2軸対称直線I型桁で、SS400を用 いて、断面形状を変化させて3体製作した.供試体中央 パネル部の断面寸法を表1に示す.PG163-13は従来のプ レートガーダーの断面を想定し、その他の2体は極厚



広島大学	学生会員	南鉄	木
広島大学	正会員	藤井	堅

フランジを用いた場合を想定している. なお NC161-4 は ウェブ幅厚比を道路橋示方書の規定値程度, C87-4 は ASD 法のウェブ幅厚比を満たすように製作しており, そ れぞれ LRFD 法¹⁾のコンパクト, ノンコンパクト断面の 基準を満足している.実験では NC161-4, C87-4 について, 等辺山形鋼を供試体の中立軸に重なるように設置し, 変 位差から桁の回転角を求めた.

3. 有限要素解析

汎用構造解析コード ABAQUS を用いて,曲げ載荷実験 に対応する弾塑性大変形解析を行った.供試体のエンド プレートの間をモデル化し,4節点アイソパラメトリッ クシェル要素を用いた.解析では表2に示す材料試験結 果を用い,載荷前のウェブの面外たわみの実測結果を初 期不整として与えた.

4. 実験・解析結果

各供試体の載荷後の変形写真と崩壊後の解析モデルの 変形を図3に示す.図4に荷重-回転角曲線を実験結果, 解析結果と合わせて示す.図4の縦軸は曲げモーメンを

PG163-13 NC161-4 C87-4 ランミ ウェフ フラン ウェブ フランジ ウェフ 呼び板厚 6.0 32 16.0 32 22.0 6.0 59 3.2 15.7 3.1 21.5 5.8 板厚 (mm) 289 246 347 降伏応力(MPa) 280 265 364 引張応力(MPa) 347 371 397 425 420 434 弹性係数(Gpa) 198 198 190 200 198 207 0.25 0.27 0.26 0.27 0.26 ____ ポアソン比 0.26

表2 材料試験結果



図2 供試体詳細図

供試体	t _f (mm)	b _f (mm)	t _w (mm)	h(mm)	a(mm)	h/t _w	$b_f/2t_f$	A_w/A_f	a/h	$M_y(kN \cdot m)$	$M_p(kN \cdot m)$	$M_u(kN\boldsymbol{\cdot}m)$	M_u/M_y	M_u/M_p
PG163 - 13	5.9	160.0	3.2	520.0	750.0	163	13.6	1.8	1.5	179.0	199.1	157.6	0.88	0.79
NC161 - 4	15.7	120.0	3.1	516.0	750.0	161	3.8	0.8	1.5	276.2	312.7	358.8	1.30	1.15
C87 - 4	21.5	165.0	5.7	522.0	750.0	87	3.8	0.8	1.5	567.8	637.9	744.5	1.31	1.17

t_f:フランジ幅, b_f:フランジ幅, t_w:ウェブ板厚, h:桁高, a:ウェブ幅, h/t_w:ウェブ幅厚比, b_f/2t_f:フランジ突出脚幅厚比 A_w/A_f:ウェブ・フランジ面積比, a/h:ウェブ縦横比, M_u:終局モーメント, M_y:フランジ降伏モーメント, M_p:全塑性モーメント

キーワード プレートガーダー 極厚フランジ フランジ垂直座屈 オートストレス設計法 変形能

連絡先 739-8527 広島県東広島市鏡山 1-4-1 広島大学大学院工学研究科社会環境システム専攻



図3 供試体崩壊形状とモデル変形図

フランジ降伏モーメントで無次元化,横軸は測定した回 転角をフランジ降伏モーメント時にはり理論から求まる 回転角で無次元化している.

PG163-13は、最高荷重まで弾性的な挙動をした後、す ぐに耐力低下を起こし崩壊した.図3(a)を見ると、実験 供試体、解析モデルともにフランジねじれ座屈によって 崩壊していることがわかる.NC161-4 はフランジ降伏モ ーメント後も一定の荷重を保持しながら変形が進み、そ の後急激に耐力低下が生じた.図3(b)から圧縮フランジ が鉛直方向に変形をしており、フランジ垂直座屈によっ て崩壊したと判断できる.C87-4 はNC161-4 と同様に降 伏モーメント後、一定の耐力を保持して、変形が進むが、 その後再び荷重が増加し、最高荷重後は緩やかに耐力低

下している.図 3(c)からは、フランジ水平座屈による変 形が確認できる.

以上のように極厚フランジを用いた場合,道路橋示方 書²⁾のウェブ幅厚比制限値程度でもフランジ垂直座屈に よる崩壊を確認した.また極厚フランジを用いても,ウ ェブが厚肉の場合はフランジ垂直座屈による崩壊が起き ないことがわかった.

次に各供試体の回転容量について検討する. ASD 法で はフランジ,ウェブの幅厚比に制限値を定め,適用可能



断面を規定している. 極厚フランジを用いた供試体 C87-4 は LRFD 法¹⁾の規定を満たしているものの, AISI の規定 は満足しておらず, NC161-4 については両者の ASD 法適 用外である. しかし図 4 によると, C87-4 は塑性モーメ ント, NC161-4 はフランジ降伏モーメントに対して大き な回転容量を有しており, 極厚フランジを用いることで 大きな変形能が期待できると思われる.

5.まとめ

(1)極厚フランジを用いた場合,道路橋示方書²⁾のウェブ 幅厚比規定を満たしていても,フランジ垂直座屈による 崩壊が起こることを実験,解析的に示した.

(2)ウェブが比較的薄肉であっても、極厚フランジを用いた場合、大きな変形能が期待できると思われる.

謝辞

本研究に際して,(社)日本鉄鋼連盟から学生研究助成金 を賜りました.ここに記して謝意を表します.

参考文献

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