

極厚フランジを有するプレートガーダーの断面区分と変形能

広島大学大学院 学生会員 ○川見 周平
 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・目的

平成8年の道路橋示方書の改訂により、経費削減などを目的として少数主桁橋が多数架設されるようになり、フランジでは50mmを超える極厚鋼板が採用されるようになってきている。このように極厚フランジを用いる場合、フランジ垂直座屈崩壊が生じる可能性があると考え、筆者ら¹⁾はこれまでに曲げ載荷実験、有限要素解析を行い、フランジの降伏後にフランジ垂直座屈が起こることを確認した。また、ウェブが比較的薄肉の場合であっても大きな変形能を有することも確認した。

AISIやAASHTOのLRFD示方書²⁾ではASD法(オートストレス設計法)を提案し、大きな回転変形を要求している。これらの設計では、ASD法の適用可能範囲をウェブ、フランジの幅厚比によって制限しているが、この幅厚比制限は極厚フランジについて十分に検討されていない。

本研究では極厚フランジを有するプレートガーダーの変形能について検討し、AISIおよびAASHTOで提案されている断面区分について検討する。

2. パラメトリック解析

2.1 解析概要

解析は4節点シェル要素を用いて行った。解析モデルを図-1に示す。材料定数はSS400鋼材の引張試験結果から得られた公称応力-公称ひずみを真応力-真ひずみに変換して用いた。鋼材定数を表-1に示す。

本解析では、プレートガーダーの曲げ耐力に影響を及ぼす断面形状パラメータであるウェブ幅厚比、フランジ突出脚幅厚比を変化させて解析を行った。図-2にAISIおよびAASHTOのLRFD法で規定されている非弾性設計適用範囲と解析範囲を示す。

2.2 変形能の評価

本研究での変形能の評価は、フランジ降伏モーメントおよび全塑性モーメントの回転容量を用いて比較する。それぞれの回転容量の考え方を図-3に示す。図-3に示す塑性回転容量を弾性限界回転角で無次元化した R_p 、 R_y を用いて変形能を評価する。

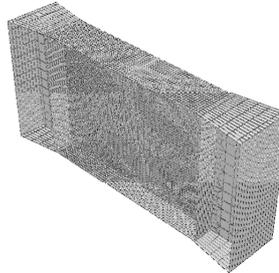


図-1 解析モデル

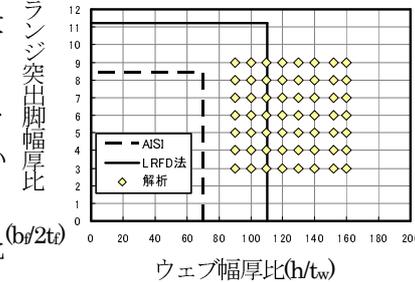


図-2 パラメトリック解析範囲

表-1 材料定数(鋼材:SS400)

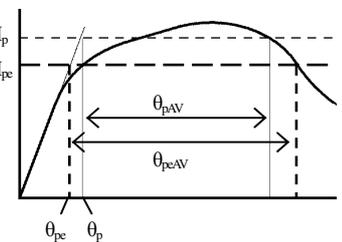
	σ_y	σ_t	E	ν
No.1	239	421	206	0.25
No.2	243	422	207	0.27
Ave.	241	421	207	0.26

σ_y : 降伏応力(MPa)

σ_t : 引張応力(MPa)

E: 弾性係数(GPa)

ν : ポアソン比



$R_p = \theta_{pAV} / \theta_p$ $R_{pe} = \theta_{peAV} / \theta_{pe}$

図-3 回転容量

(荷重-回転角曲線)

2.3 解析結果

図-4を見ると、フランジ水平座屈が生じる場合、崩壊後の耐力低下が急激であることがわかる。また、図-5のフランジねじれ座屈で崩壊する場合を見ると、崩壊後の耐力低下が緩やかであることがわかる。図-4と図-5を比較するとわかるように、曲げ耐力にはほとんど差はないが、崩壊後の耐力低下の挙動により、回転容量に影響することがわかる。また、図-6に示すフランジ垂直座屈で崩壊する場合も急激な耐力低下が生じているため、フランジ垂直座屈での崩壊も回転容量を低下させる原因になると考えられる。

3. 非弾性設計法適用の断面区分

3.1 非弾性設計法の適用条件

AASHTOのLRFD法では、非弾性設計法の適用範囲内では、有効塑性モーメントに対する塑性回転容量 θ_{peAV} が弾性限界回転角 θ_{pe} の3倍以上を保証している。したがって、本研究ではAASHTOのLRFD法で定められている指標($\theta_{peAV} \geq 3\theta_{pe}$)を全塑性モーメント M_p にも用

キーワード プレートガーダー, 極厚フランジ, オートストレス設計法, 断面区分

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 TEL082-424-7791

いて、非弾性設計の断面区分を検討する。また、パラメトリック解析より、フランジ垂直座屈が生じた場合、崩壊後の耐力が急激に低下することを確認した。したがって崩壊後の危険性を考慮し、AASHTO の LRFD 法の指標に加え、フランジ垂直座屈で崩壊する断面には非弾性設計を適用しないという条件を加えた場合の非弾性設計の断面区分も検討する。

3. 2 非弾性設計法適用の断面区分の緩和

図-7にAASHTO の LRFD 法の指標を用いた断面区分の緩和を示す。この図より、極厚フランジをプレートガーダーに用いた場合、非弾性設計法適用の断面区分の緩和ができることがわかる。また、フランジ突出脚幅厚比が小さい範囲では、フランジ水平座屈崩壊の影響により、緩和が小さくなっている。また、図-7にフランジ垂直座屈が生じる断面を考慮した非弾性設計法適用の断面区分の緩和を示す。この図より、崩壊形式を考慮した場合であっても、非弾性設計法適用の断面区分の可能であることがわかる。これらを考慮し、本研究では図-8のような非弾性設計法適用の断面区分の緩和を提案する。図より、全塑性モーメント、有効塑性モーメントを用いた非弾性設計法適用のウェブ幅厚比はともに120まで緩和できる。

4. 結論

- 1) フランジ突出脚幅厚比が小さくなると、フランジ水平座屈が生じやすくなり、曲げ耐荷力が低下することを確認した。
- 2) 崩壊形式が異なると耐力低下の挙動が異なり、回転容量に大きく影響することがわかった。
- 3) 極厚フランジを用いた場合の非弾性設計法適用の断面区分の緩和ができることを確認し、新たにウェブ幅厚比120までの断面区分の緩和を提案した。

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) AASHTO LRFD 橋梁示方書: LRFD Bridge Design Specification, 2nd Ed, American Association of State Highway and Transportation Officials, D.C., 1998.
- 2) 入川充夫, 藤井堅, 川見周平, 南鉄木: 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, 構造工学論文集, 土木学会, Vol.55A, 2009.

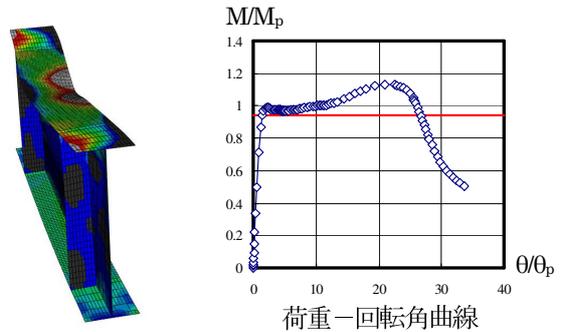


図-4 h/tw=100, bf/2tf=4(フランジ水平座屈)

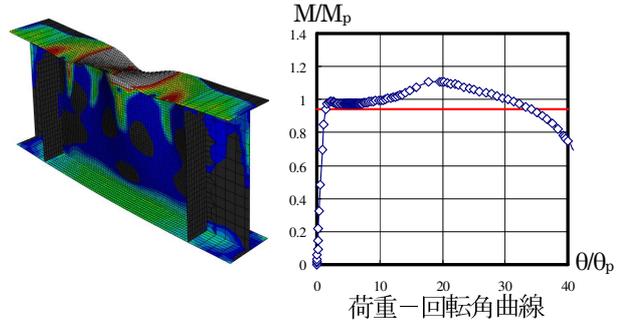


図-5 h/tw=100, bf/2tf=6(フランジねじれ座屈)

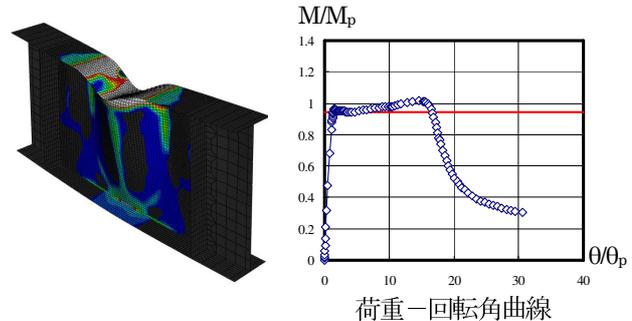


図-6 h/tw=140, bf/2tf=5(フランジ垂直座屈)

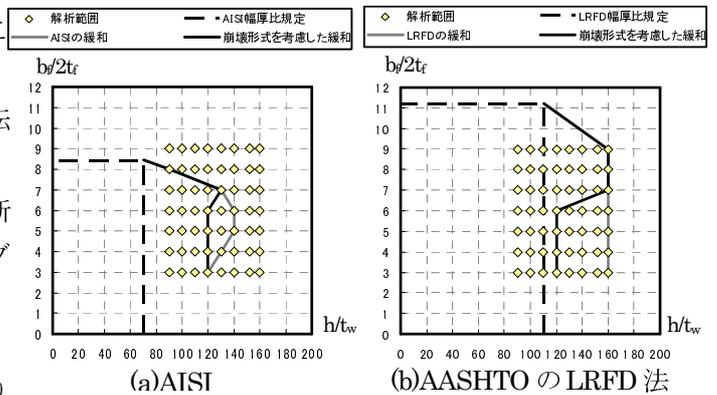


図-7 非弾性設計適用の断面区分の緩和

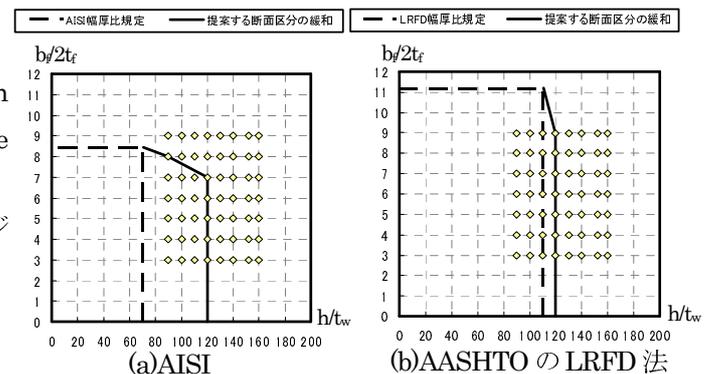


図-8 提案する非弾性設計適用の断面区分