繰り返し軸方向力を受ける鋼橋二次部材の挙動について

川田テクノシステム㈱ 正会員 ○上野 勝敏\*川田テクノシステム㈱ 正会員 田巻 嘉彦\*\*

# 1. はじめに

大規模地震動に対する鋼橋において,橋軸直角方向への地震力に対しては,横構や対傾構などのブレース材 が変形抑制に大きく寄与する.従って,橋梁全体の耐震性能照査を適切に行うためには,ブレース材のように 細長い部材について,部材座屈を考慮することが重要となる<sup>[1]</sup>.このような座屈現象を考慮したモデルの研究 について,建築分野では古くから研究が進んでいた<sup>[2]~[4]</sup>.本報告では,橋梁部材で用いられているブレース 材断面を設定し,FEM解析による弾塑性有限変位解析を実施することで,これらの適合性について確認を行っ た.さらには,既設橋梁で見られるような,局部座屈に対して十分な座屈耐力を有していない断面についても, 検証を行ったのでここに報告する.

### 2. 若林モデルの概要

繰り返し軸方向力を受ける部材の復元力特性について、1960年代後半には既に若林らが実験を行っている.この実験では、断面寸法を15×15mmの正方形断面、細長比を40~160とした試験体を用い、繰り返し軸方向力を受ける部材の実験結果から、履歴モデルに関する定式化がなされている.これによると、復元力関数は、図-1に示す通り、引張側及び 圧縮側の耐荷力曲線(Stage B,C)と弾性除荷域(Stage D)および全断面引 張降伏域(Stage A)で構成されている.<sup>[3].[4]</sup>



図-1 若林モデルによる履歴モデル

## 3. FEM解析概要

解析対象とする部材は、細長比が 120, 100, 80 となるような、断面形状および部材長を選定した. さらに、 局部座屈が先行するような断面形状を想定して、フランジの幅厚比パラメータ R が 0.7 以上となる断面形状 についても検討を行った. これら対象断面を表-1 に示す.

	Case	Section	A (cm <sup>2</sup> )	I.min (cm <sup>4</sup> )	r.min (cm)	弹性係数 (N/mm <sup>2</sup> )	降伏点 (N/mm <sup>2</sup> )	幅厚比 パラメータR	座屈長 <i>l</i> (mm)	細長比 (l/r)
	Case-1	150*150*7*10	39.65	563	37.7	2.00E+05	235	0.39	4524	120.0
	Case-2	150*150*4.5*4.5	19.85	253	35.7	2.00E+05	235	0.89	4287	120.0
	Case-3	200*200*8*12	63.53	1,600	50.2	2.00E+05	235	0.44	5020	100.0
	Case-4	200*200*6*6	35.28	800	47.6	2.00E+05	235	0.89	4763	100.0
	Case-5	300*300*10*15	118.40	6,750	75.5	2.00E+05	235	0.53	6040	80.0
	Case-6	300*300*9*9	79.38	4,052	71.4	2.00E+05	235	0.89	5712	80.0

表-1 解析对象断面一覧表

FEM解析は,FLG,WEB などの鋼板をシェル要素にてモデル化し,繰り 返し変位増分による弾塑性有限変位解析を行った.モデルに与える初期不 整は,各プレートおよび,部材全体に1/1000を考慮し,残留応力について は考慮していない.これら,解析モデルの概要を図-2に示す.また,解析 プログラムとして NX-Nastran Ver11.0を使用した.



図-2 モデル概要図

キーワード 金	岡橋, 二次部材,	部材座屈		
<b>* ⊤</b> 541-0058	大阪市中央区南久	、宝寺町 3-1-8	総合技術部	TEL 06-7167-0703
** 〒114-0023	東京都北区滝野川	6-3-1	総合技術部構造課	TEL 03-6758-9095

#### -397

## 4. 解析結果

今回得られた解析結果を,図-3 に示すとおり,縦軸に降伏軸力比,横軸に変位を部材長で除した無次元化 グラフで表した.また,同時に若林らの行った実験結果についても,同様に無次元化処理し比較を行った.



図-3 解析応答履歴

### 5. まとめ

今回実施した解析結果と、若林らが行った実験結果を比較したところ、以下の事項が明らかとなった.

- ▶ 部材の全体座屈が先行する断面を想定した,幅圧比パラメータ R が 0.7 以下となる断面形状においては,繰り返し軸方向力を受けた際の挙動は,若林らの実験値とほぼ一致することが確認できた.
- ▶ 自由突出板の局部座屈が先行する断面として解析を行った、フランジの幅圧比パラメータ R が 0.7 以上となる断面では、圧縮側の耐荷力が全体座屈先行モデルと比較して 25%程度小さくなった. こ れは、道路橋示方書で用いられている基準耐荷力曲線と比較した場合、検討断面は R≒0.9 となって おり、これに対応する耐荷力低減率 σ crl/σ y:0.5/R<sup>2</sup>=0.63 であるため、10%以上の誤差が生じた結果 となっている.しかしながら、この基準耐荷力曲線は、幅圧比の大きい領域では低い応力度で面外た わみや剛度の低下が生じやすいことを考慮して安全側に定められている.したがって、今回の結果に ついても、妥当であると考えられる.

### 6. 今後の課題

本検討により,繰り返し軸力を受ける鋼橋二次部材に対して,細長比を指標とする非線形履歴モデルを 採用した場合に,部材座屈を適切に評価可能であるという点において,妥当性を確認できた.

今後においては、こうした履歴モデルを採用した全体系の挙動について確認を行い、合理性のある耐震 解析に活かしていきたいと考えている.

### 参考文献

[1]宇佐美勉ほか:鋼橋の耐震解析におけるブレース材のモデル化:構造工学論文集 Vol. 56A

[2]若林実ほか:繰返し軸方向力を受ける部材の挙動に関する実験(その1):京大防災研究所年報 第16号B
[3] 柴田道生,中村武,若林實:鉄骨筋違の履歴特性の定式化 -その1 定式化関数の誘導-,日本建築
学会論文報告集第316号,1982

[4] 柴田道生,若林實:鉄骨筋違の履歴特性の定式化 -その 2 応答解析への適用-,日本建築学会論文報告集第 320 号,1982