

溶接残留応力を考慮した鋼製橋脚の準静的挙動

長岡工業高等専門学校 学生会員 ○ 柳澤茉依, 正会員 宮寄靖大
 横浜国立大学 正会員 田村洋, 室蘭工業大学 正会員 小室雅人, 株式会社長大 正会員 田中賢太

1. はじめに

巨大地震時等を考慮した準静的または動的負荷を受ける鋼構造物の解析では、材料および幾何学的非線形性が顕著に現れるため、溶接残留応力や製作時に導入される初期たわみなどの初期不整を考慮しない方法が一般的である。しかしながら、鋼製橋脚等を詳細にモデル化した解析においては、初期不整がこれら構造物の力学的挙動にどの程度影響を及ぼすかが明らかにされていない。そこで、本研究では、鋼製補剛箱形断面橋脚を対象として、残留応力の有無による準静的負荷下の力学的挙動を解析により明らかにする。

2. 解析方法

本研究で対象とする材料は、橋梁用高降伏点鋼板 SBHS500 とする。対象とする SBHS500 の材料特性は、ヤング係数 E を 200GPa, 降伏応力 σ_y を 500MPa およびポアソン比 ν を 0.3 とする。また、SBHS500 の材料構成則は、二次勾配が $E/400$ となるバイリニア型の応力ひずみ関係に等方移動硬化則を適用したものとす。

図 1 は、本研究で対象とする SBHS500 製補剛箱形断面橋脚を示す。対象橋脚の断面寸法は、表 1 に示すように、道路橋示方書¹⁾に示される構造パラメータの適用範囲を満たすように決定したものである。同表中の記号は、 R_R が幅厚比パラメータ、 γ_l/γ_l^* が縦補剛材剛比、 λ が細長比パラメータを意味する。解析モデルでは、柱頭頂部に柱の全断面降伏荷重の 0.124 倍の大きさとした一定鉛直力 N を考慮し、上部構造の重心位置に漸増水平変位 H を作用させる。この漸増水平変位は図 2 に示すように、橋脚基部降伏時の柱頭頂部の水平変位 δ_y を正負の整数倍で漸増させて与える。

表 1 解析モデル諸元

R_R	γ_l/γ_l^*	$\bar{\lambda}$
0.500	1.110	0.468

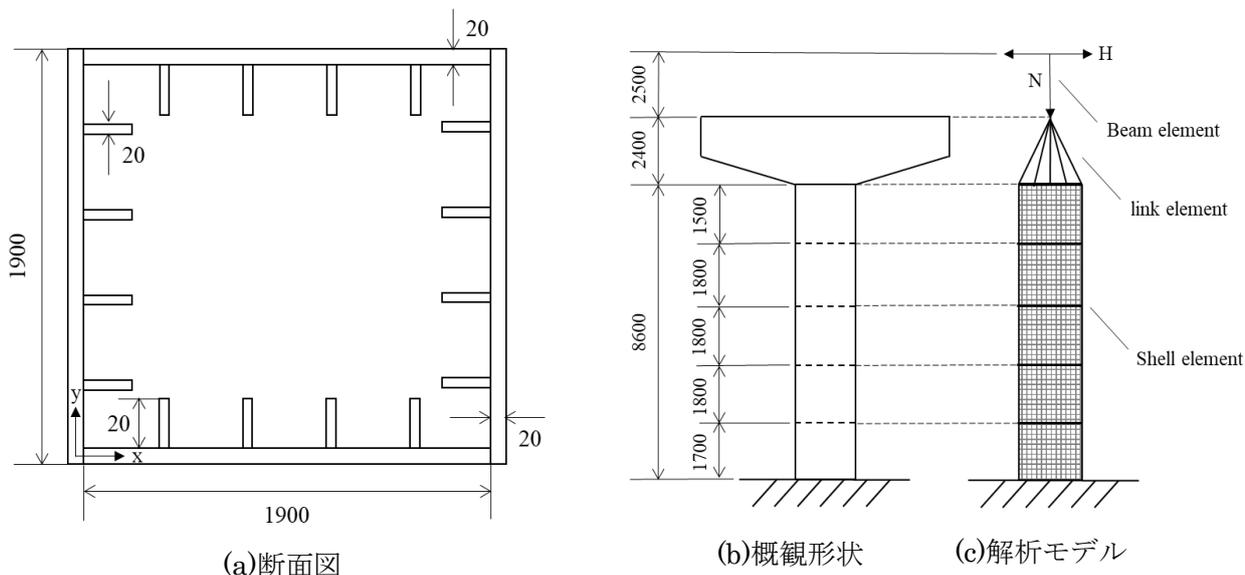


図 1 SBHS500 製補剛箱形断面橋脚の形状

また、本研究の解析で考慮する初期不整は溶接残留応力のみとする。残留応力は、図3に示す自己平衡を保つ台形分布で与える。この残留応力の大きさは、式(1)の値とする。

$$\sigma_{rc} = -0.3\sigma_y, \quad \sigma_{rt} = \sigma_y \quad (1a, 1b)$$

ここで、 σ_{rc} は圧縮残留応力、 σ_{rt} は引張残留応力を意味する。

解析ではシェル要素を用いて、補剛材間の各板パネルの幅を10分割し、各要素の縦横比1.0を目標に分割する。数値計算には、汎用非線形有限要素解析ソフトウェアMARC²⁾を用いる。

3. 解析結果

図4は、本解析で得られた水平荷重と水平変位関係の結果を示す。同図より、残留応力の有無の違いによる荷重と水平変位の関係は見られないことがわかる。また、図5は、解析終了時のSBHS500製橋脚の変形形状を示す。同図より、両モデルとも橋脚基部に変形が確認できたが、残留応力の有無による違いはほとんど見られなかった。

4. おわりに

本研究で、残留応力の有無による鋼製補剛箱形断面橋脚の力学的挙動への影響は見られなかったため、解析において、残留応力を考慮する影響はほとんどないことを明らかにした。

参考文献

- 1) 日本道路協会：道路橋示方書(V耐震設計編)・同解説，日本道路協会，2017.
- 2) MSC. Software Co.：Marc User's Guide，MSC Software Corporation，2022.

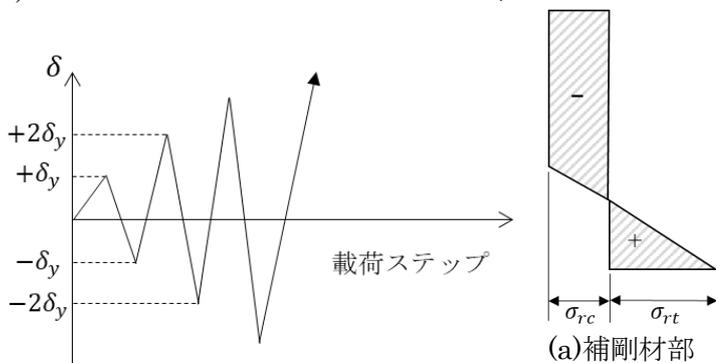


図2 荷重パターン

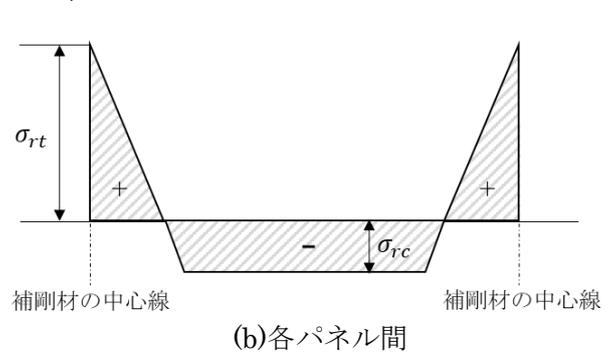


図3 残留応力分布

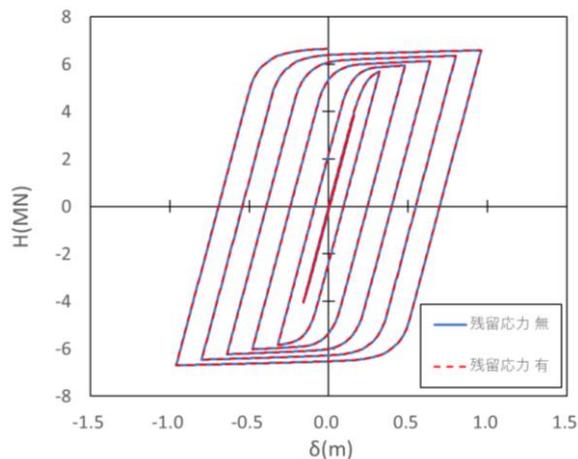


図4 水平荷重と水平変位の関係

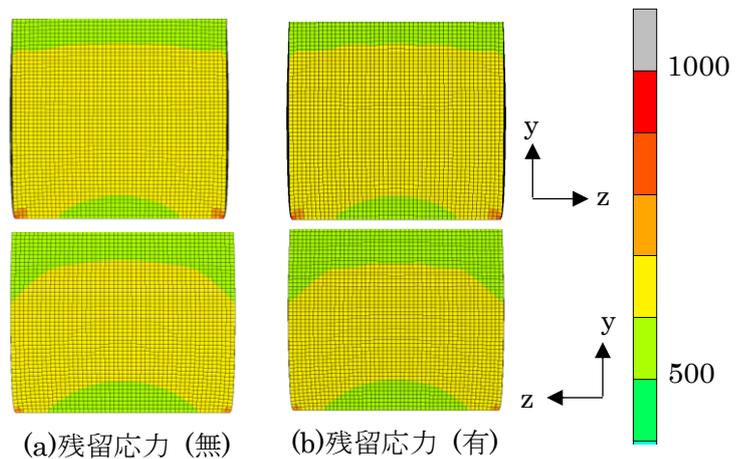


図5 解析終了時のSBHS500製橋脚の変形形状(単位:MPa)