

ステンレス鋼材の応力 - ひずみモデルの設定と強度評価

日立造船 正会員 松下 裕明 日立造船 正会員 岩田 節雄
 琉球大学 フェロー 矢吹 哲哉 琉球大学 正会員 有住 康則

1. はじめに

ステンレス鋼は長期耐候性および意匠性に優れることから、近年、ライフサイクルコスト縮減や環境への配慮が期待できる材料として着目されている。このような中、著者らは図1に代表されるステンレス橋梁を提案し、各構成部材の耐荷力特性に関する実験・解析的研究を行っている¹⁾。ステンレス鋼の機械的性質は図2に示す様に明確な降伏棚がなく、設計基準強度に達する前に非線形性が現れるいわゆるラウンドハウス型を示す。よって、耐荷力解析に用いるステンレス鋼の構成式は、降伏棚を有する一般の構造用鋼材とは異なったものに設定すべきと考えられる。そこで本研究では、耐荷力解析に適したステンレス鋼の構成式を提案し、さらに、提案構成式を用いた補剛板の軸圧縮耐荷力解析結果と既往の研究結果¹⁾の比較によりその妥当性を検討した。

2. ステンレス鋼の構成式

着目するステンレス鋼はSUS304N2A (JISG4321)とする。文献1)で採用された式(1)のラウンドハウス型の構成式は、図3に示す様に材料試験結果を比較的精度よく表せるため、実験結果との比較解析に適した構成式である。しかし、一般に用いられる構成式は正確なだけでなく、そこに含まれる定数が少なく、その決定根拠も明確でなければならない。この点で式(1)は $a \sim d, \varepsilon'$ など明確な決定根拠を持たない定数が多く、一般的な構成式としては適用が難しい。

$$0 \leq \varepsilon \leq \varepsilon_p \quad \sigma = E_0 \varepsilon \quad (1a)$$

$$\varepsilon_p < \varepsilon \leq \varepsilon' \quad \sigma = a \ln \varepsilon + 2b\sqrt{\varepsilon} + c\varepsilon + d \quad (1b)$$

$$\varepsilon' < \varepsilon \quad \sigma = E'' \varepsilon + \sigma' \quad (1c)$$

ここに、 ε_p ：比例限のひずみ、 ε' ： $5\varepsilon_p$ でのひずみ、 $a \sim d$ ：定数、 σ' ： ε' での応力、 E_0, E'' ：初期ヤング係数および ε' 以降のヤング係数である。

そこで、本研究では下式に示す構成式を提案した。

$$0 \leq \varepsilon \leq \varepsilon_p \quad \sigma = E_0 \varepsilon \quad (2a)$$

$$\varepsilon_p < \varepsilon \leq \varepsilon_y \quad \sigma = \frac{\sigma_y - \sigma_p}{\varepsilon_y - \varepsilon_p} (\varepsilon - \varepsilon_p) + \sigma_p \quad (2b)$$

$$\varepsilon_y < \varepsilon \quad \sigma = E' (\varepsilon - \varepsilon_y) + \sigma_y \quad (2c)$$

ここに、 σ_y ：設計基準強度（0.1%耐力、以下、降伏点と呼ぶ）、

ε_y ：降伏点でのひずみ、 E' ：降伏点以降のヤング係数である。

上式は図3に示す様に、比例限および降伏点で剛性が変化するトリリニア型の構成式である。本構成式において公称値以外の定数は、比例限 σ_p および降伏点以降のヤング係数 E' のみである。そこで、板厚3.2~22mmの41体の材料試験結果から次の様に決定した。

まず、比例限は、原点を通り傾き E_0 の直線と材料試験から得られた応力ひずみ曲線の交点とした。この結果、表1に示す様にほとんどの試験片で、比例限のひずみは0.1%以上となった。この結果と、降伏点に0.1%耐力、すなわち残留ひずみ0.1%の点がいわれている点を考慮し、比例限をひずみ0.1%の応力とした。

次に、降伏点以降のヤング係数は降伏点と3%ひずみ点を結ぶ直線の傾きとし、表1に示す平均値 $E/43$ とした。これは、筆者らが行った補

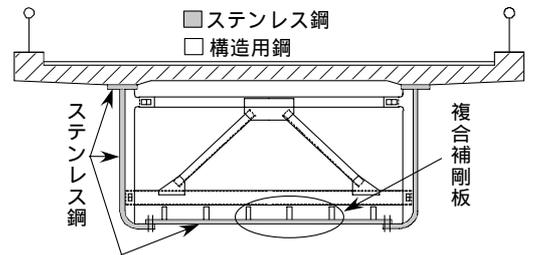


図1 ステンレス箱桁橋

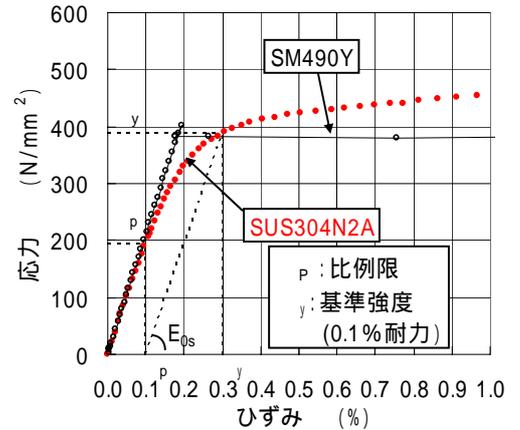


図2 材料試験結果の1例

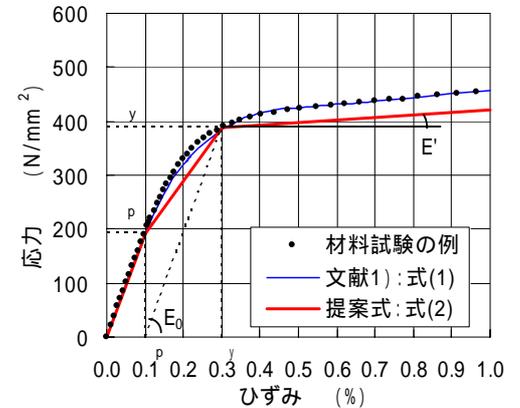


図3 材料試験結果と構成式

