

# 腐食したフェライト系ステンレス鋼板の終局圧縮強度評価法

大阪大学大学院工学研究科 学生員 ○宮本 沙織  
 大阪大学大学院工学研究科 正会員 奈良 敬

## 1. はじめに

優れた耐食性を有するステンレス鋼を土木構造物へ活用することは、構造物の超長寿命化および維持管理費削減に有効である。ステンレス鋼は、その種類が多く存在し、それぞれが機械的性質、耐食性など異なった性質を示す。しかし、その高耐食性というイメージから、ステンレス鋼は炭素鋼のように腐食しないという誤認識による腐食損傷に関する失敗事例が少なくない<sup>1)</sup>。安全性の確保と維持管理費の最小化を実現するには、材料強度だけでなく、構造物の部材環境を考慮し、条件に最適な鋼種を選定することが重要である。

本研究では、圧縮力を受けるステンレス鋼板の腐食に着目し、数値計算により終局強度特性を明らかにするとともに、数値計算結果を基に終局圧縮強度評価法を提案することを目的とする。対象鋼種はフェライト系ステンレス鋼 SUS410L とする。

## 2. 数値計算概要

図-1 のような縦横比 $\alpha = 1.0$  ( $a = b = 700\text{mm}$ ) の一様圧縮を受ける周辺単純支持板を取り上げ、幅厚比パラメータ  $R$  (0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.6, 0.7, 0.8), 腐食形態 (TYPE1~6 (図-2)), 最大腐食率 $\bar{C}_t$  (10%, 20%) を変化させて計 72 通りの数値計算を行う。

## 3. 腐食鋼板の終局圧縮強度

図-3 に、腐食した SUS410L 鋼板の圧縮強度曲線 (TYPE1, 5, 6) を示す。各腐食形態の幅厚比パラメータに着目すると、腐食鋼板の耐荷力は最大腐食率 $\bar{C}_t$ の大きさに比例するように低下し、その低下量は断面欠損量に依存することがわかる。

図-4 は、SUS410L の終局強度と腐食パターンとの関係を幅厚比パラメータごとに示す。図中の青、赤、黄緑、黒、橙および紫色の折れ線は、幅厚比パラメータ  $R = 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7$  および  $0.8$  の終局強度を示す。

図-4 より、腐食鋼板の終局圧縮強度は腐食形態によって明らかに異なっており、ある特定の傾向を持つことがわかる。腐食量の等しい TYPE2, TYPE4, TYPE6 の終局強度に着目すると、TYPE2>TYPE6>TYPE4 の大小関係がどの幅厚比パラメータにおいても成立することが確認できる。これは、腐食の位置や腐食断面積の大きさの違いが、終局強度の低下に影響を与えることを示している。

## 4. 腐食鋼板の終局圧縮強度評価法

### 4.1 等価板厚の概念

数値計算から得られた腐食鋼板の終局圧縮強度  $N_u$  と、板厚 $t_{eq}$ の等厚板の終局強度 $\bar{N}_u$ が等しくなる時、 $t_{eq}$ を等価板厚と呼ぶ。式(1)に表現されるように、任意の測定点  $i$  の板厚 $t_i$ に、その点における腐食の影響 $w_i$ を重み付けした重み付き板厚の平均値を等価板厚 $t_{eq}$ と定義する。ここに、 $w_i$ は腐食の量、位置、幅厚比パラメータが残存強度に及ぼす影響を定

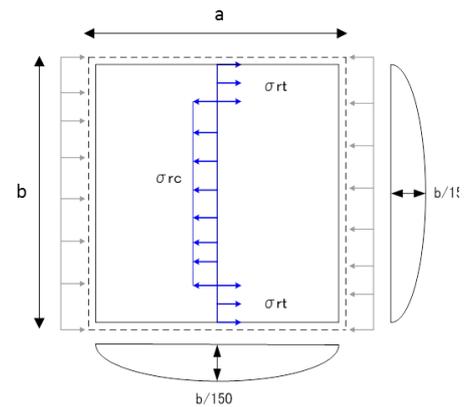


図-1 圧縮力を受ける周辺単純支持板

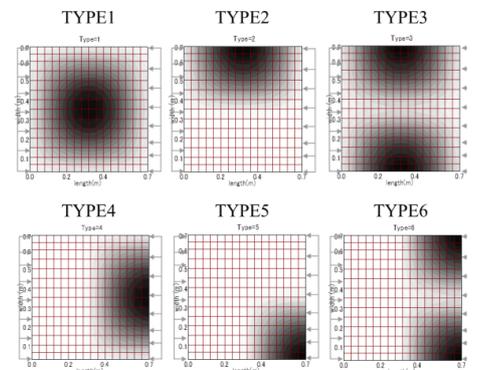


図-2 腐食形状パターン

キーワード フェライト系ステンレス鋼, 腐食鋼板, 終局圧縮強度評価法, 等価板厚, 重み関数

連絡先 〒565-0871 大阪府吹田市山田丘 2-1 大阪大学大学院工学研究科 TEL 06-6879-7599

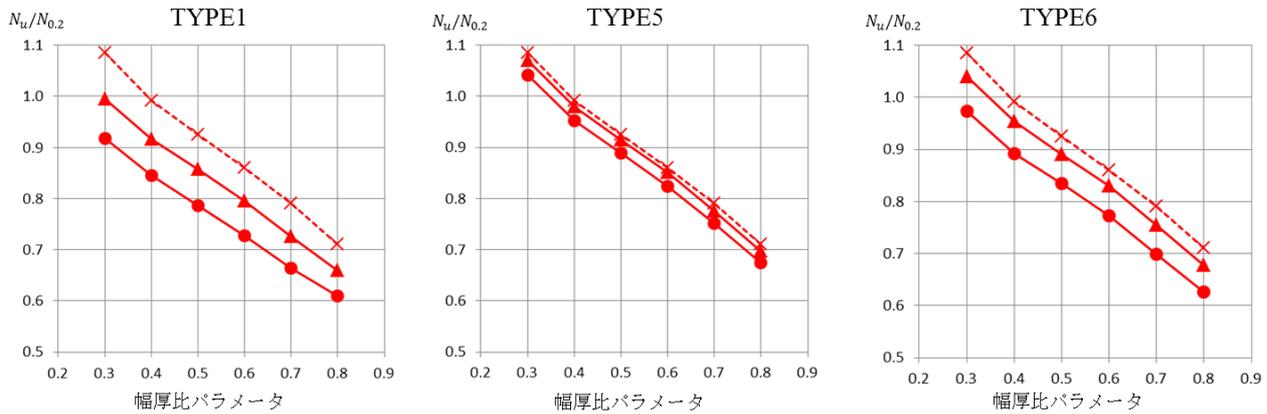


図-3 腐食した SUS410L 鋼板の終局圧縮強度と幅厚比パラメータの関係

量化する重み関数である。

$$t_{eq} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n t_i(x_i, y_i) \cdot w_i(x_i, y_i) \quad (1)$$

腐食鋼板の終局強度  $\bar{N}_u$  は等価板厚  $t_{eq}$  を用いて式(2)のように表せる。

$$\bar{N}_u = \left\{ \left( \frac{\sigma_u}{\sigma_{0.2}} \right)_{plate} \cdot b \cdot t_{eq} \right\} \sigma_{0.2} \quad (2)$$

ここに、 $(\sigma_u/\sigma_{0.2})_{plate}$  は等厚板の終局圧縮強度<sup>3)</sup>。数値計算結果の終局強度  $N_u$  と式(2)により推定される終局強度  $\bar{N}_u$  を基に回帰分析を行い、幅厚比パラメータ  $R$  と最小断面腐食率  $\bar{C}_t$  の2次多項式と仮定した以下の重み関数(式(3))に含まれる係数  $a_j, b_j, c_j, d_j, e_j, f_j$  を決定する。

$$w_i(x, y) = f_1(\bar{C}_t, R) \left( \frac{x}{A} \right)^2 \left( \frac{y}{B} \right)^2 + f_2(\bar{C}_t, R) \left( \frac{x}{A} \right)^2 + f_3(\bar{C}_t, R) \left( \frac{y}{B} \right)^2 + f_4(\bar{C}_t, R)$$

$$f_j(\bar{C}_t, R) = a_j R^2 \bar{C}_t + b_j R^2 + c_j R \bar{C}_t + d_j \bar{C}_t + e_j R + f_j \quad (j = 1, 2, 3, 4) \quad (3)$$

#### 4.2 終局強度評価法の精度

腐食鋼板 SUS410L の終局圧縮強度を本評価法で推定した結果を、幅厚比パラメータで分類して図-5 に示す。図の縦軸は数値計算による解析値、横軸は本手法による推定値を示す。解析値と推定値の最大誤差は安全側で3.9%、危険側で5.5%、平均1.7%であった。幅厚比パラメータ別のプロットがそれぞれ直線状に並ぶような傾向を示しており、重み関数の式中の幅厚比パラメータ  $R$  が推定強度に及ぼす影響が確認できる。

#### 5. おわりに

本研究では、腐食したフェライト系ステンレス鋼板の終局圧縮強度特性を明らかにするとともに、その評価法を提案した。本研究で得られた内容は次の通りである。(1)腐食鋼板の終局強度は、幅厚比パラメータ  $R$  および最大腐食率  $\bar{C}_t$  の変化により、鋼板の断面積が減少することで低下するほか、腐食の量や位置などの腐食形態により大きく異なる特徴がある。(2)腐食したフェライト系ステンレス鋼 SUS410L 製周辺単純支持板に対して、終局圧縮強度の評価法に用いられる重み関数を提案した。

【参考文献】1) 尾崎敏範：事例で探すステンレス鋼選び，丸善出版，2012.4 2) 宮寄靖大，奈良敬，小野潔，三好崇夫，森省吾：高性能鋼材の塑性履歴特性と構成式，構造工学論文集，Vol.53A，pp.25-32，2007.3 3) 宮寄靖大：ステンレス鋼板の圧縮強度特性と終局強度評価法，2010. 大阪大学学位論文

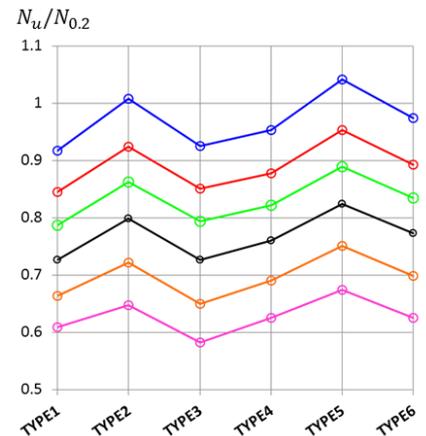


図-4 終局強度と腐食形態の関係

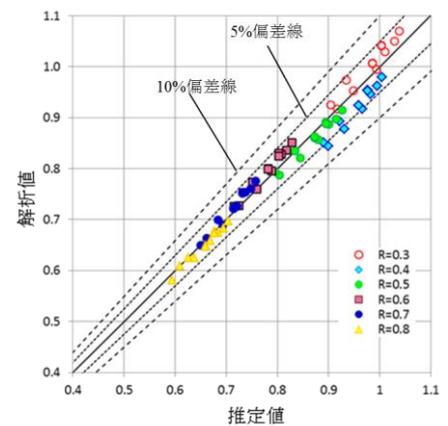


図-5 腐食鋼板の終局圧縮強度 (数値計算結果と推定結果の比較)