

I - 46

腐食を受けた鋼板の圧縮耐力の低下に関する研究

東北学院大学工学部 正 員 中沢 正利

1. まえがき

腐食を受けた鋼構造物の余寿命や健全度診断の際の基礎資料とすることを目的として、腐食を受けた鋼板の圧縮耐力特性を数値解析により求めてきた。その結果、腐食形状を最も基本的な二重正弦級数で仮定すると、腐食波形の半波数が少ないほど圧縮耐力は低下するという傾向を得ている。今回はさらに、局部腐食を鋼板の両面にかつ対称に受ける場合に着目した。鋼板の腐食形状および腐食量の違い、さらに残留応力の有無により、圧縮耐力がどの程度低下するかという基本的特性を調べた結果について報告する。

2. 解析モデルおよび解析方法

解析には MARC の solid 要素 (7 番) を使用し、局部的な板厚の変化を考慮するため、板厚方向に 4 層に solid 要素を積み重ねた。正方形板に一樣圧縮変位を与える変位制御解析を行ない、境界条件は四辺単純支持とし、対称性から 1/4 解析を行った。幅 $b=600\text{mm}$ で一定とした解析モデルを図-1に示す。鋼板の両面に局部腐食を仮定する際、 x 軸方向に一半波、 y 軸方向に二半波 (モデル a) および x 軸、 y 軸方向共に二半波 (モデル b) の二重正弦級数を仮定した。この時の解析モデルを図-2に示す。これらに対して、腐食前の板厚 $t=8, 10, 12\text{mm}$ について振幅を 0.2 から 0.6 まで変化させて腐食形状を仮定した。なお、腐食と残留応力の影響の連成作用を見るために、全ての場合に対して図-3に示す残留応力を導入し、その有無による強度低下も比較した。

3. 結果および考察

解析結果の一例として、健全板厚 $t=8\text{mm}$ の場合の圧縮軸力-圧縮変位関係を図-4,5に示す。ここで、縦軸は降伏軸力で無次元化した圧縮強度を、横軸は降伏変位で無次元化した強制変位を示している。残留応力の存在により、かつ板の表面に与えた波の振幅 (amp) にほぼ比例して耐力が減少することが分かる。腐食面のモードも低次の方がやはり小さな残存耐力を与えている。

これらの結果を整理するために、腐食面の中での最大断面欠損率をパラメータとして、残存圧縮耐力を示したのが図-6,7である。図-4,5に対応させて健全板厚 $t=8\text{mm}$ について示してある。図中の解析ケース表記 d8a02w12z は、板厚 8mm、振幅 0.2、腐食形状が x 軸方向に 1 半波、 y 軸方向に 2 半波で

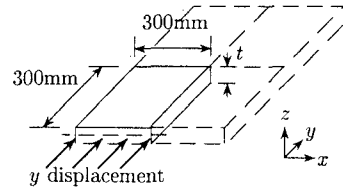


図-1 圧縮板の 1/4 解析モデル

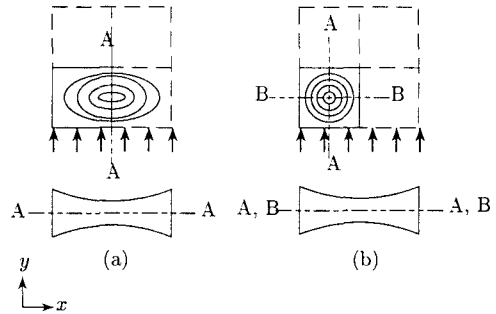
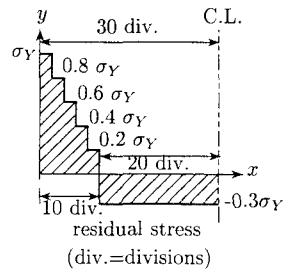
図-2 解析モデル: (a) x 方向に 1 半波、 y 方向に 2 半波、
(b) x, y 方向共に 2 半波

図-3 仮定した残留応力分布

あるを意味し、 z は残留応力の有無を表わす。ここで、 A_0 は腐食前の断面積、 A は腐食後の最小断面位置での断面積、 $\left(\frac{N_{cr}}{N_Y}\right)$ は荷重-変位曲線のピーク荷重を降伏軸力で無次元化した極限圧縮強度、 $\left(\frac{N_{cr}}{N_{Y0}}\right)$ は腐食前の無次元化強度、 N_{cr} は極限強度、 N_Y は降伏軸力である。残留応力の影響により、荷重ピーク時の極限強度は約 8% ほど低下する。また、図中の直線は残存耐力特性を直線回帰

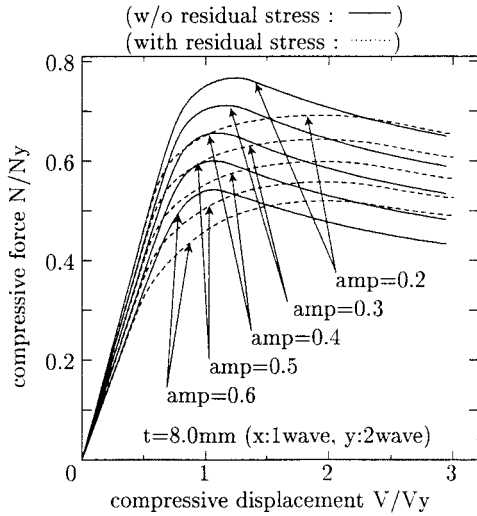


図-4 x 軸方向 1 半波、 y 軸方向 2 半波の局部腐食を受ける鋼板の荷重—変位曲線

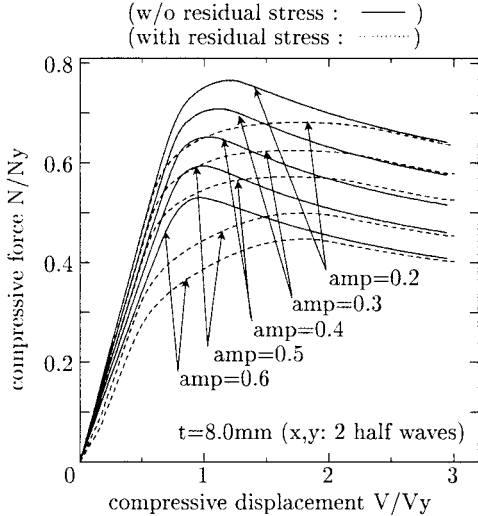


図-5 x, y 軸方向 2 半波の局部腐食を受ける鋼板の荷重—変位曲線

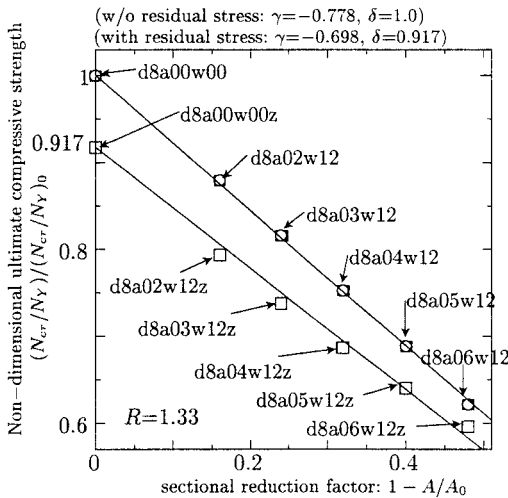


図-6 x 方向 1 半波、 y 方向 2 半波の局部腐食を受ける鋼板の無次元化終局圧縮強度—断面減少率関係

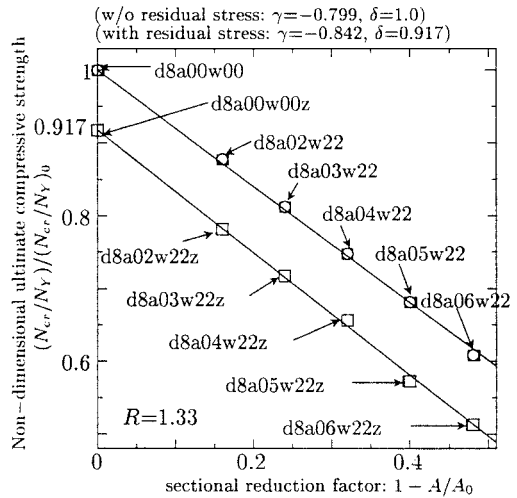


図-7 x, y 方向 2 半波の局部腐食を受ける鋼板の無次元化終局圧縮強度—断面減少率関係

して評価したものであり、断面減少率 $(1 - A/A_0)$ を主要なパラメータとして耐荷力を推定するための式が以下のように得られた。

$$\left(\frac{N_{cr}}{N_Y}\right) / \left(\frac{N_{cr}}{N_Y}\right)_0 = \left\{ \gamma \left(1 - \frac{A}{A_0}\right) + \delta \right\} \quad (1)$$

ここで、 γ は直線の傾き、 δ は縦軸の切片である。

4. 結論

- 二重正弦級数による局部腐食形状の仮定では、やはり腐食形状モードの次数が低次で振幅が大きいほど耐荷力低下は大きい。

- 残留応力により荷重ピーク時の極限強度は約 8% ほど低下する。
- 断面減少率 $(1 - A/A_0)$ を主要なパラメータとして残存圧縮耐荷力の推定式を式 (1) のように提案した。

参考文献

- 1) 土木学会：鋼構造シリーズ 7 鋼橋における劣化現象と損傷の評価、平成 8 年。
- 2) 松本 勝・白井義郎・中村幾雄・白石成人：腐食鋼材の有効板厚評価法の一提案、橋梁と基礎、pp.19-21、1989.12。