

腐食した鋼板の座屈耐力に及ぼす腐食深さ分布特性の影響

東京都市大学院 学生会員 ○神尾泰一郎
元東京都市大学大学院 二村健太
東京都市大学教授 フェロー会員 増田陳紀

1. はじめに

鋼橋で最も代表的な劣化損傷は腐食であり¹⁾、腐食鋼部材の耐力評価法に関する様々な研究が行われている。しかし、腐食によって生じる鋼板の凹凸が座屈耐力に与える影響に関して統一的な見解がなされていないのが現状である。そこで本研究では、圧縮荷重下における腐食鋼板の腐食形状の不規則分布特性を考慮したモデルおよび腐食深さを調和波形により模擬したモデルを基に、座屈解析を行い、座屈耐力に及ぼす、腐食深さ分布特性の影響を明らかにすることを目的とする。

2. 解析対象と解析モデル

解析対象は幅 100mm×長さ 400mm×平均厚さ 8mm の長方形鋼板とする。材料は、降伏強度 267N/mm²、ヤング率 200kN/mm²、ポアソン比 0. 3 の SM400 とする。拘束条件は、3 辺単純支持 1 辺自由および周辺単純支持の 2 種類設定した。前者はフランジの座屈解析に用いられる拘束条件であり、後者は基準耐力評価の基本となる拘束条件である。要素は、全モデル共通で 8 節点ソリッド要素を使用し、長方形鋼板モデルの分割数は、解析値が収束する最小の分割数である幅 20 分割×長さ 40 分割×厚さ 2 分割とした。鋼板表面のメッシュ間隔は、5mm×5mm とした。

3. 腐食深さの不規則分布特性を考慮したモデルの作成法

腐食した鋼板の表面形状シミュレーション法は様々な提案がなされている^{2), 3)}。本研究では、森ら²⁾が提案する腐食形状シミュレーション法を用いる。

- ① 腐食深さを模擬する鋼板を基盤の目状に分割し、各格子点に一様乱数を利用してランダムに番号付けを行う。
- ② 平均腐食深さ、標準偏差を設定し、腐食鋼板全体に対して正規分布に従う腐食深さの順列を作成する。
- ③ で設定した番号1に順列1番目の腐食深さを与え、それを繰り返す。

- ④ 隣接点間の腐食深さの変化量に連続性の観点から制約を設け、その変化量が制約に収まらない場合、制約に収まる腐食深さとなるまでその作業を繰り返す。全節点の腐食深さを決定する。得られた結果を図1に示す。

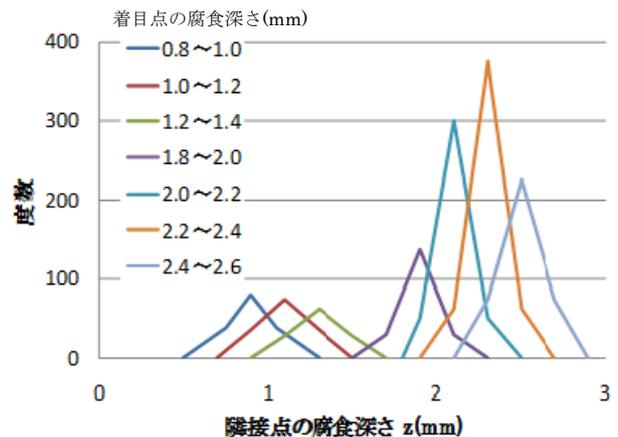


図1 腐食深さの連続性の確認

4. 腐食深さのばらつきが座屈耐力に及ぼす影響

平均腐食深さ 4. 4mm、標準偏差 0. 52mm の正規分布を有するランダムな腐食を発生させた圧縮荷重解析を行った。拘束条件を周辺単純支持とする。解析結果を図2に示す

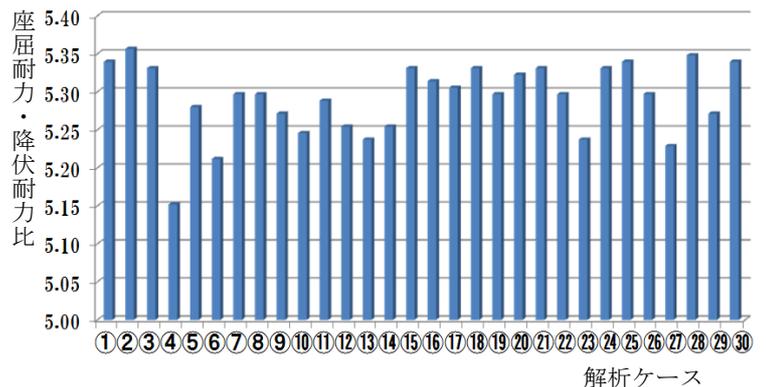


図2 座屈耐力・降伏耐力比のばらつき(周辺単純支持)
座屈耐力比は、5. 15~5. 35の範囲にあり、±約5%の違いが生じている。

5. 標準偏差が座屈耐力に及ぼす影響

力の伝達軸方向ならびにその直交方向における腐食

キーワード：腐食鋼板、腐食形状シミュレーション法、座屈耐力

〒158-8557 東京都世田谷区玉堤 1-28-1

分布形状を調和波形でモデル化したときの、座屈耐力に及ぼす波数および振幅の影響を検討した。応力伝達軸方向に対して直角な波の場合を「横波モデル」、応力伝達軸方向に対して平行な波の場合を「縦波モデル」と定義し、2種類のモデルを検討した。解析モデルの寸法、材料条件、荷重条件は、前述のものと同じである。拘束条件は、3辺単純支持とする。

5. 1 横波モデルの解析結果

解析モデルの対象とする半波の個数は、3、5、10、20個を採用した。この半波の個数を基準とし、それぞれの半波個数モデルの標準偏差を0.1mm~1.2mmまで変動させた。解析結果を図3に示す。

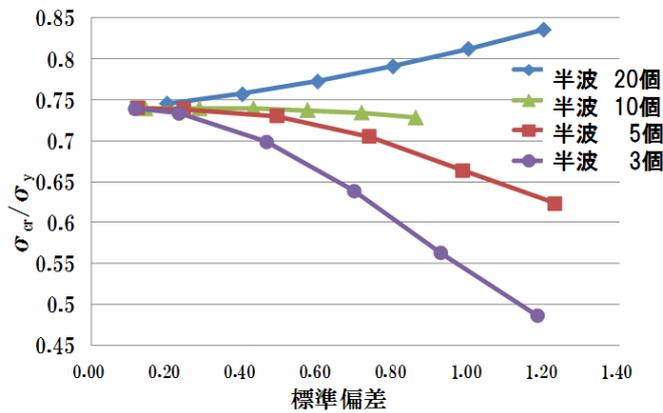


図3 各横波モデルの標準偏差(振幅)と σ_{cr}/σ_y の関係

半波が20個の場合、標準偏差が増大すると、座屈耐力が増大することがわかる。しかし、半波の個数が10個以下の形状モデルは、標準偏差が増大すると、座屈耐力が減少する。半波の数が10個以下の形状モデルでは、標準偏差が増大すると、板厚の薄い部分の影響が顕著になることがわかる。

5. 2 縦波モデルの解析結果

座屈耐力に影響がそれほど見られないため結果は省略する。解析結果より、鋼板の形状が長方形であり、3辺単純支持の自由辺が長辺である場合、長手方向の座屈モードで鋼板の耐力は決まるため、標準偏差の影響は、板長手方向のばらつきに依存し、幅方向の凹凸形状は、座屈耐力にそれほど影響を与えないと言える。

6. 腐食鋼板の腐食位置が座屈耐力に及ぼす影響

拘束条件が3辺単純支持1辺自由および周辺単純支持のこれまでと同じ解析対象に対して、腐食領域が幅100×長さ(10, 20, 40mm)×腐食深さ1mm(一定)

の部分腐食の位置が座屈耐力に及ぼす影響を検討した。解析結果を図4に示す。

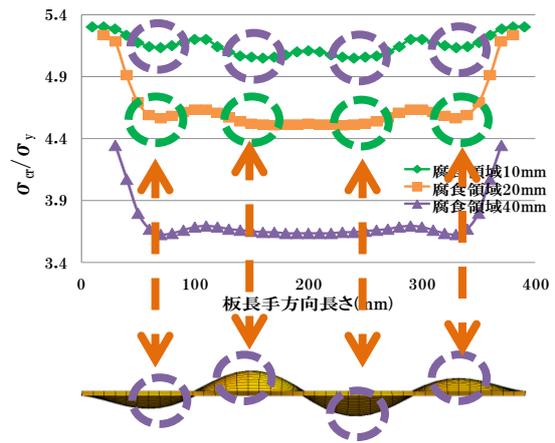


図4 腐食位置が及ぼす座屈耐力への影響

各19ケース検討した結果、周辺単純支持の座屈モードでたわみが極大の位置に部分腐食領域の中心が位置する場合に座屈耐力が低下している(図4参照)。この結果より、座屈モードのたわみが最大となる位置での腐食は、他の部位に比べ、座屈耐力をより低下させることがわかる。

7. まとめ

- (1)腐食した鋼板の座屈耐力は、腐食深さが正規分布する場合、一定の平均腐食深さ および標準偏差であっても、本研究で示した寸法等の緒元の範囲内では、土約5%のばらつきを生じる。
- (2)腐食深さが板長手直角方向の調和波(横波)で表されるとき、波の個数の増加とともに、座屈耐力は増加する。
- (3)対象とする鋼板の座屈モードでのたわみが極大となる位置での腐食は、他の部位での腐食と比較して、より座屈耐力を低下させる。

参考文献

- 1)名取鴨, 西川和廣, 村越潤, 大野崇: 鋼橋の腐食事例調査とその分析, 土木学会論文集, No. 688, pp299-311, 2001. 1
- 2)奥村誠, 藤井堅, 塚井誠人: 空間的自己相関を考慮した鋼板腐食形状のモデル化, 記載なし, pp1-8, 2000. 3
- 3)森猛, 渡邊一, 正井資之: 腐食した鋼板の表面形状シミュレーションと腐食鋼桁の靱耐力, 構造工学論文集, Vol. 49A, pp675-686, 2003. 3