

広島大学 学生会員 板垣 はるか
 広島大学大学院 フェロー会員 中村 秀治
 広島大学大学院 正会員 藤井 堅

1. 背景・目的

近年、効率的に維持管理を行う予防保全型の管理体制への転換が要求されてきており、構造物の残存強度を把握する必要性が増している。鋼橋においては、経年劣化の主な原因は腐食であり、プレートガダーの腐食で最も多い損傷箇所が支点反力を受ける支承部付近であることを考えると、支承部が腐食した際の耐荷力評価法を確立する必要がある。

そこで本研究では、局部腐食損傷を有するプレートガダー橋支承部付近の残存耐力を、簡易に評価することを試みる。

2. 方法

支点付近の腐食が軽微で局部座屈が生じていなければ、耐力低下は板厚の減肉に対応して線形に低下すると予想される。この考えに基づき、線形解析による耐力評価を試みる。まず全橋モデル (Fig.1) と部分モデル (Fig.2) を作成する。部分モデルは、全橋モデルの桁端部をモデル化したもので、橋梁全体の応力解析に対応するモデルである。次に、局部座屈が生じない程度の減肉を再現した部分モデルについて、支承部付近の板厚比 (式1) と発生応力比 (式2) の関係を線形解析により調べる。腐食表面の作成には、藤井らに開発された腐食表面作成モデルを用いる。腐食による板厚比と発生応力比は着目範囲での平均値とし、着目範囲は Fig.3 の赤枠で示す。

終局強度解析と同様の範囲、支承部からソールプレート端部までの範囲、十字柱の範囲内の3パターン設定する。本解析から求まる発生応力比と、弾塑性変位解析により求められた終局耐力比を経過年毎に比較し、線形解析を用いて残存強度を評価する妥当性と、適切な着目範囲について検討する。

$$a = t/t_0 \dots\dots\dots (式1)$$

$$b = \sigma/\sigma_0 \dots\dots\dots (式2)$$

ここで、 t_0 は元板厚、 t は残存板厚、 σ_0 は健全時

の相当応力平均値、 σ は腐食後の相当応力平均値とする。

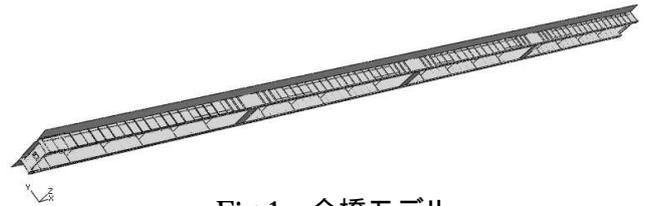


Fig.1 全橋モデル

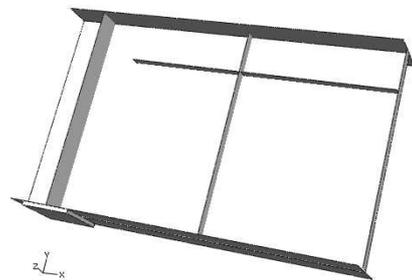


Fig.2 部分モデル



Fig.3 着目範囲

3. 解析モデル

Fig.1 に全体解析のモデルを、Fig.2 に部分解析のモデルを示す。要素は主に4節点アイソパラメトリックシェル要素を用い、一部3節点シェル要素、2節点はり要素、8節点ソリッド要素を用いた。鋼材は耐候性鋼 SMA490W を想定し、初期不整については、現象の把握を簡易化するために考慮しないこととした。

4. 腐食表面

腐食表面作成モデルを用いて腐食表面を作成する。Fig.4 にモデルのイメージを示す。このモデルは、腐食を発生させる外的要因をアタック因子で表し、アタック因子が鋼表面にランダムに落下することで穴があき、その穴が時間経過とともに横方向に広がっていくことで腐食表面を作成するモデルである。本研究で用いたモデルでは、耐候性鋼の良質な錆発生を考慮して、一定以上（腐食深 cm 以上）腐食進行するとそれ以降の腐食を減速させるモデルとなっている。また、支承部付近の腐食を激しくするため、アタック因子の落下分布を x 軸、y 軸方向共に支承部を中心とした指数分布形とした。

5. 結果と考察

次に、局部腐食による耐力低下について、Fig.5 に板厚比と経過年との関係を、Fig.6 に応力比と経過年との関係を示す。本研究でいう板厚比と相当応力は、着目範囲内の平均値を取ったものである。Fig.5 を見ると、経過年 20 年までは線形解析を行うモデルの範囲での板厚比と、終局強度解析を行うモデルの板厚比がほぼ等しいのが分かる。また、Fig.6 を見ると、経過年 20 年までは線形解析結果のほうが終局強度解析結果より安全側の評価ができることが分かる。このとき、着目範囲を 終局強度と同様の範囲あるいは ソールプレート内の範囲としたとき、終局強度解析結果に近い値が得られるのが分かる。

これらより、本研究で再現した腐食形態では、着目範囲を あるいは とした場合に、経過年 20 年までは弾性解析に基づく評価が可能であると言える。

ただし、腐食形態は様々なので、今後は異なる腐食形態を再現して解析を行う必要がある。

6. 結論

(1) 局部座屈が発生しなければ、弾性解析で残存耐力評価は可能である。

(3) 本研究で再現した腐食形態では、着目範囲を 終局強度解析と同様の範囲あるいは、 支承部からソールプレート端部までの範囲とした時、着目範囲内の平均板厚および相当応力を求めることで、非線形解析とよく一致する耐力低下曲線を求めることができる。

6. 参考文献

(1) DUC TUAN HOANG ANH, 藤井堅：腐食した鋼橋支

承部のせん断耐力評価，広島大学卒業論文 (2008)

(2) VO THANH HUNG, 永澤洋：腐食が原因で取り替えられた実鋼橋支点部の载荷実験及び解析，土木学会論文集 No.710/160

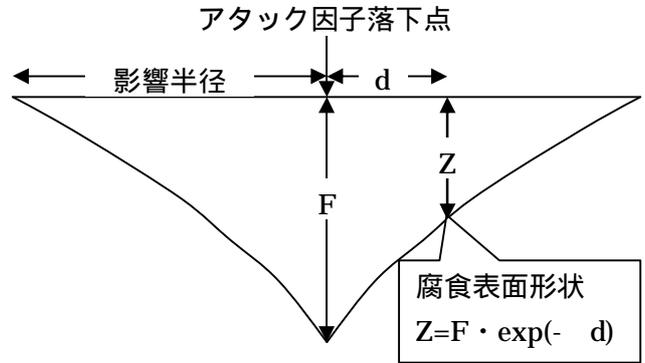


Fig.4 因子による格子点の腐食イメージ

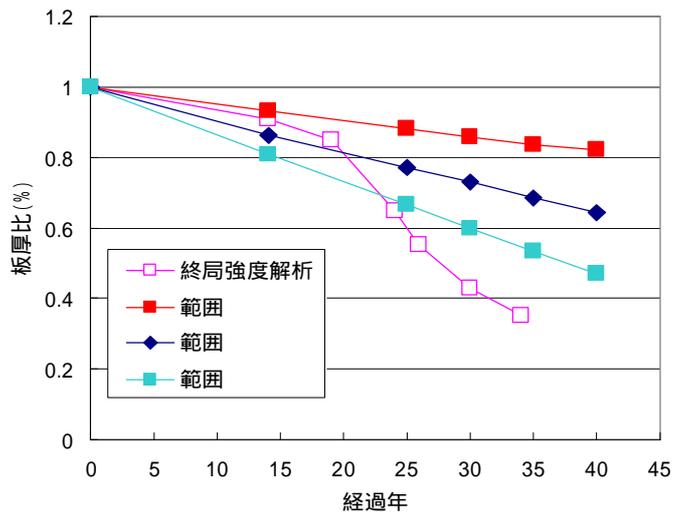


Fig.5 板厚比と経過年

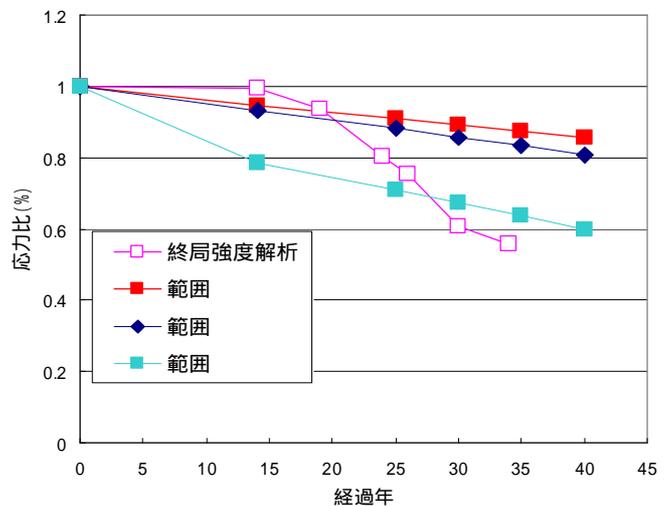


Fig.6 応力比と経過年