

全面腐食を有する鋼 I 桁の曲げ耐力の解析と評価方法の検討

法政大学 学生員 ○渡邊 一

法政大学 学生員 正井資之

法政大学 正会員 森 猛

1. はじめに

鋼橋の代表的な経年劣化には腐食と疲労があるが、損傷事例の大半は腐食によるものである。腐食した部材の取り替えや補修の要否の判断は、腐食部分の表面積や腐食量に基づいて検討されている。しかし、その部材がどの程度の耐力を有しているのかを明らかにすることにより、さらに合理的な判断が可能になると考えられる。昨年、下フランジに局部腐食を有する鋼 I 桁の曲げ耐力を、フランジ長さをフランジ幅の 0.5 倍とした領域で平均腐食断面欠損率（修正腐食断面欠損率）を求め、それと同じ断面欠損率で下フランジの板厚を減じたモデルに対して簡易な計算から求められる全塑性モーメントで評価することを提案した。ここでは、下フランジに全面腐食を有する鋼 I 桁について同様の検討を行う。

2. 曲げ耐力の解析方法

解析対象は、図 1 に示す形状・寸法の I 断面桁であり、鋼橋の床組の縦桁を想定している。材料は SM400 を想定し、降伏応力は 294N/mm^2 (30kgf/mm^2)、ポアソン比は 0.3、ヤング率は $2.06 \times 10^5\text{N/mm}^2$ とした。応力-ひずみ関係は bi-linear とし、降伏後の応力-ひずみ関係の傾きは $4.66 \times 10^{-3}\text{N/mm}^2$ とした。この桁の下フランジ上面に図 2 に示す形状の腐食が生じているものと仮定した。それぞれのモデルで腐食の程度（腐食深さ）を 6 種類程度としている。また、腐食のない桁（健全桁）モデルも解析対象とした。

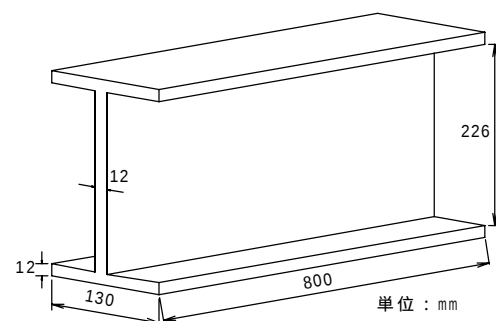


図 1 解析対象モデル

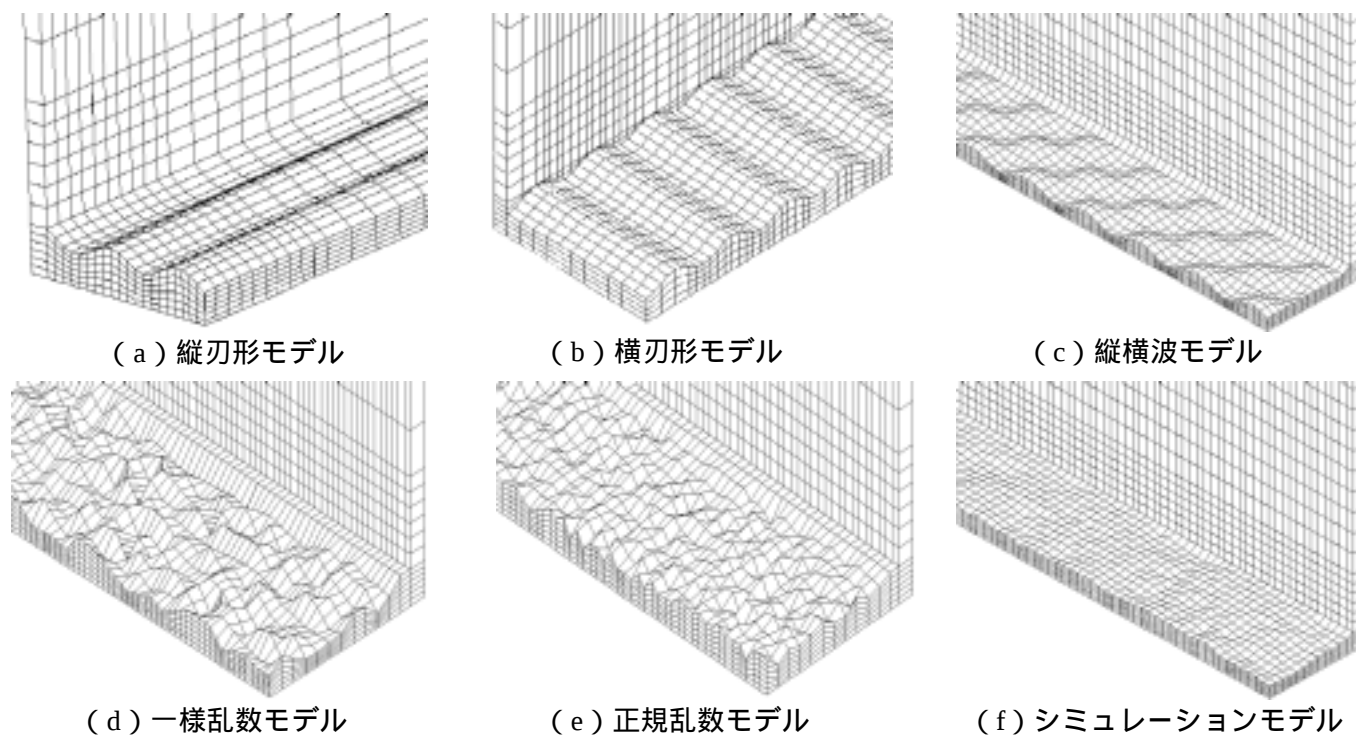


図 2 腐食形状モデル

キーワード 全面腐食 曲げ耐力 修正腐食断面欠損率 全塑性モーメント

連絡先 住所 〒184-8584 東京都小金井市梶野町 3-7-2 法政大学工学部 電話番号 042-387-6279

3. 解析結果

解析より求めたモーメント M と支間中央のたわみ δ の関係の例を図3に示す。曲げ耐力は、支間中央のたわみ δ が支間 L の $1/100$ (8mm) に達した時のモーメントと定義した。断面欠損率が大きくなるにしたがって、 M - δ 関係は下に位置しており、曲げ耐力が低下している。曲げ耐力比を最大腐食断面欠損率で整理した結果を図4に示す。曲げ耐力比とは各腐食モデルの曲げ耐力を腐食のない桁モデルの曲げ耐力で除したものの、最大腐食断面欠損率とは最大腐食部の腐食断面積を腐食のない桁の下フランジの断面積で除したものである。いずれの腐食モデルも最大腐食断面欠損率が大きくなるにしたがって、曲げ耐力比は低下している。しかし、最大腐食断面欠損率に伴う曲げ耐力比の低下の様子は腐食の形状により異なる。

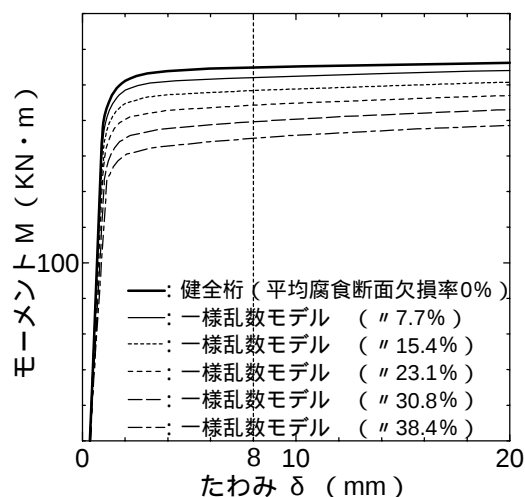


図3 一様乱数モデルの M - δ 関係

その理由としては、曲げ耐力は大きな塑性変形を受けるときのモーメントと定義され、桁断面が全塑性状態となるためには桁軸方向にある程度の長さが必要になることが考えられる。そのため、その長さを F_L とし、その領域での平均的な腐食断面欠損率を規則的に計算し、その中で最も大きい平均腐食断面欠損率で曲げ耐力を評価することを考えた。ここではこの平均的な腐食断面欠損率を修正腐食断面欠損率と呼び、その長さ F_L をフランジ幅 F_W の 0.5 倍として曲げ耐力比を再整理した。また、曲げ耐力の低下を簡易に求めるために、腐食による断面減少分だけフランジを薄くして全塑性モーメントを求め、全面腐食を有する桁の曲げ耐力を評価することを考えた。このような簡易計算より求めた曲げ耐力比と有限要素解析より求めた曲げ耐力比を修正腐食断面欠損率で整理したのが図5である。局部腐食の場合と同様に、簡易計算結果は解析結果とほぼ一致している。また、修正腐食断面欠損率は最大腐食断面欠損率で整理した場合に比べ、腐食モデルによる曲げ耐力比の差が小さくなっている。なお、曲げ耐力比を最大腐食断面欠損率、平均腐食断面欠損率、修正腐食断面欠損率で整理した場合の相関係数は、それぞれ 0.926 、 0.949 、 0.968 であった。

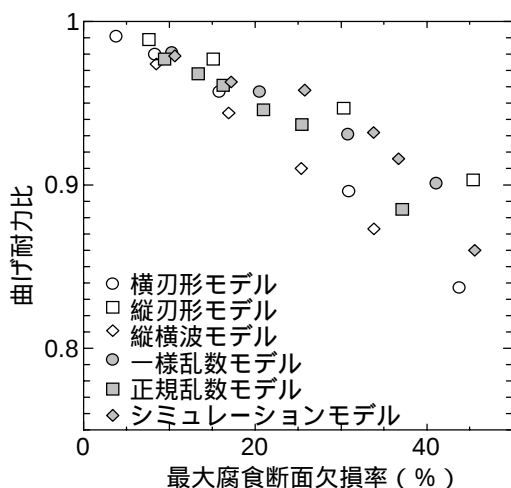


図4 曲げ耐力比と最大腐食断面欠損率の関係

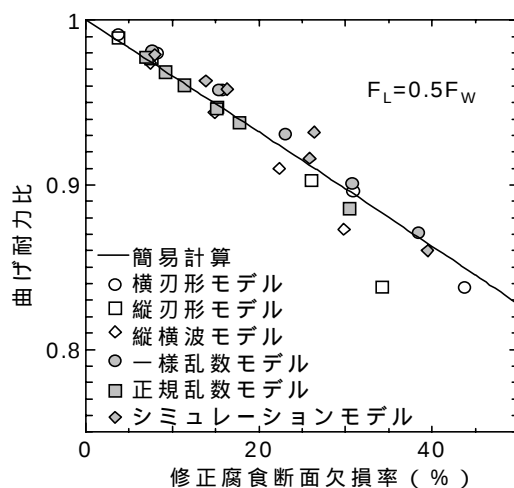


図5 曲げ耐力比と修正腐食断面欠損率の関係

4. まとめ

下フランジに全面腐食を有する鋼 I 桁の曲げ耐力を、フランジ長さをフランジ幅の 0.5 倍とした領域で平均腐食断面欠損率（体積欠損率）を求め、それと同じ断面欠損率で下フランジの板厚を減じたモデルに対して簡易な計算から求められる全塑性モーメントで評価することを提案する。