

桁端部の腐食パターンとせん断耐荷力との関係に関する基礎的検討

大阪市立大学大学院 学生員 ○金 仁浩
 大阪市立大学大学院 正会員 山口 隆司
 大阪市立大学大学院 正会員 北田 俊行

1. 背景と目的

現在、高度経済成長期に建設された多くの構造物が老朽化し、様々な損傷事例が報告されるにつれ、構造物の維持管理が極めて重要な課題として認識されるようになってきている。鋼橋における鋼部材の腐食は、その安全性や耐久性を左右する構造物の深刻な損傷である。過去に架け替え工事を実施した鋼道路橋の架け替え理由を調査した結果¹⁾によると、直接的な理由としては、改良工事および幅員不足などの機能上の問題によるものが大半を占めているものの、続いて上部構造の損傷(12.1%)、耐荷力不足(4.5%)、となっている。さらに、上部構造の損傷が原因とされた橋梁について、その内訳をみると床版の破損(67.2%)と鋼材の腐食(26.0%)がほとんどを占め、腐食は架け替えの大きな原因の一つとなっている。腐食の発生は雨水の滞水や塩分の付着などが原因であり、その結果塗膜が早期に劣化し、経年による局部的な腐食の発生と進行により部材板厚が減少することもある。本研究では、鋼桁橋の主桁を対象に局部的な腐食が発生して部材板厚が減少した場合のせん断耐荷力について解析的に検討した。解析モデルは鋼桁橋で一般的な鋼 I 桁の断面構成を参考に道路橋示方書²⁾に基づいて設計を行い決定した。

2. 研究の方法

解析には板構造の弾塑性有限変位解析で実績のある FEM 解析コード USSP³⁾を用いた。解析モデルを図-1 に示す。鋼 I 桁に用いる鋼材は SS400 とし、その材料特性を表-1 に示す。解析における応力-ひずみ関係は硬化域を有するバイリニア形として導入した。

腹板の初期たわみは道路橋示方書の製作許容たわみ²⁾である($b/250$)を導入した。ただし、フランジには導入していない。また、残留応力も考慮していない。腹板の腐食は、腹板厚の減少としてモデル化し、解析モデルの腹板の板厚を減少させた。

本研究では腹板の腐食パターンによるせん断耐荷力の変化を検討するために板の腐食による体積欠損率⁴⁾、そのパターン、および座屈パラメータ(1.5, 1.25, 1.13, 1.0, 0.75, 0.5)をパラメータとした。表-2 には、それらの一覧を示す。表-2 中には体積欠損率に対応する板厚欠損率も参考のため示している(すべて一様に板厚が減少すると仮定)。

道路橋示方書には腐食環境などの条件は異なるが、I 桁鋼やみぞ形鋼の腹部の板厚は市場品使用の便を考慮して 7.5mm までと緩和している。そこで、道路橋示方書の基準に従って腹板厚さ 7.5mm の場合についても解析を行った。

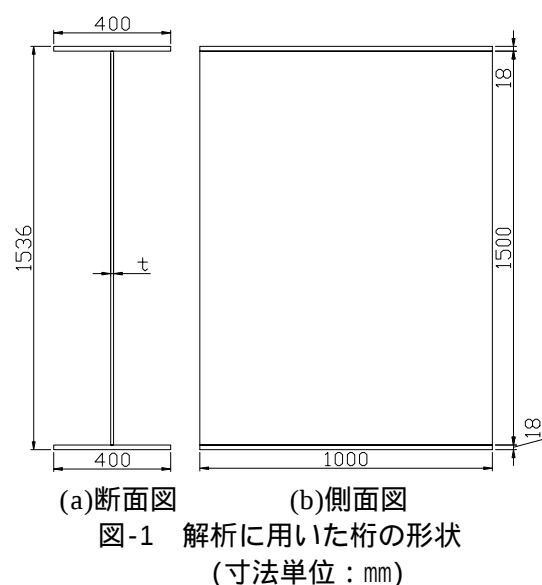
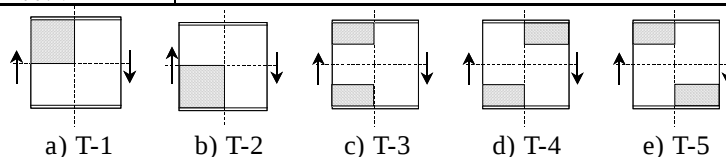


表-1 解析に用いた鋼材の材料特性

	鋼材	降伏点 (N/mm ²)	ヤング率E (N/mm ²)	ポアソン比
腹板 上・下フランジ	SS400	235	2.05E+05	0.3

表-2 解析モデルのパラメータ

	解析モデルのタイプ					
座屈パラメータR	1.5	1.25	1.13	1	0.75	0.5
腹板厚(mm)	7.5	9	10	11	15	22.5
体積欠損率 (板厚欠損率)	0, 0.017, 0.033, 0.05, 0.067, 0.083, 0.1 (0), (0.067), (0.13), (0.2), (0.27), (0.33), (0.4)					
腐食パターン	T-1, T-2, T-3, T-4, T-5					



キーワード 腐食, 腐食パターン, せん断耐荷力, 斜張力場

連絡先 〒558-8585 大阪市住吉区杉本 3-3-138 TEL. 06-6605-2765

3. 解析結果

図-3 には、体積欠損率別の解析結果を耐力力曲線上にプロットしている。図-3 より欠損率が同じでも T-5 のように斜張力場が形成される部位に腐食を想定したモデルの耐力力の減少が一番大きく、その減少度は T-4、T-2、T-3、T-1、および T-5 の順に大きくなっている。

解析モデルでせん断耐力が大きく減少した T-5 と T-1 に注目すると、体積欠損率が 0 から 0.1 までの場合 (体積欠損率: 0, 0.017, 0.033, 0.05, 0.067, 0.083, 0.1), せん断耐力は体積欠損率に応じておおよそ 3% から 18% 減少している。このように、斜張力場のアンカーとなる部位に腐食を想定するとその耐力力は大きく減少することがわかる。このような腐食パターンは実際の桁構造の腐食パターンとして一般的なものと考えられ、腐食がせん断耐力の低下に与える影響が大きいと言える。

板厚欠損率に注目すると、体積欠損率が 0.05 の場合の板厚欠損率は 0.2 であり、腐食部位で 20% の板厚減となる。この場合のせん断耐力の低下はおおよそ 10% であり、腐食の進行度にもよるが腐食によるせん断耐力の低下量の一つの目安と考えられる。

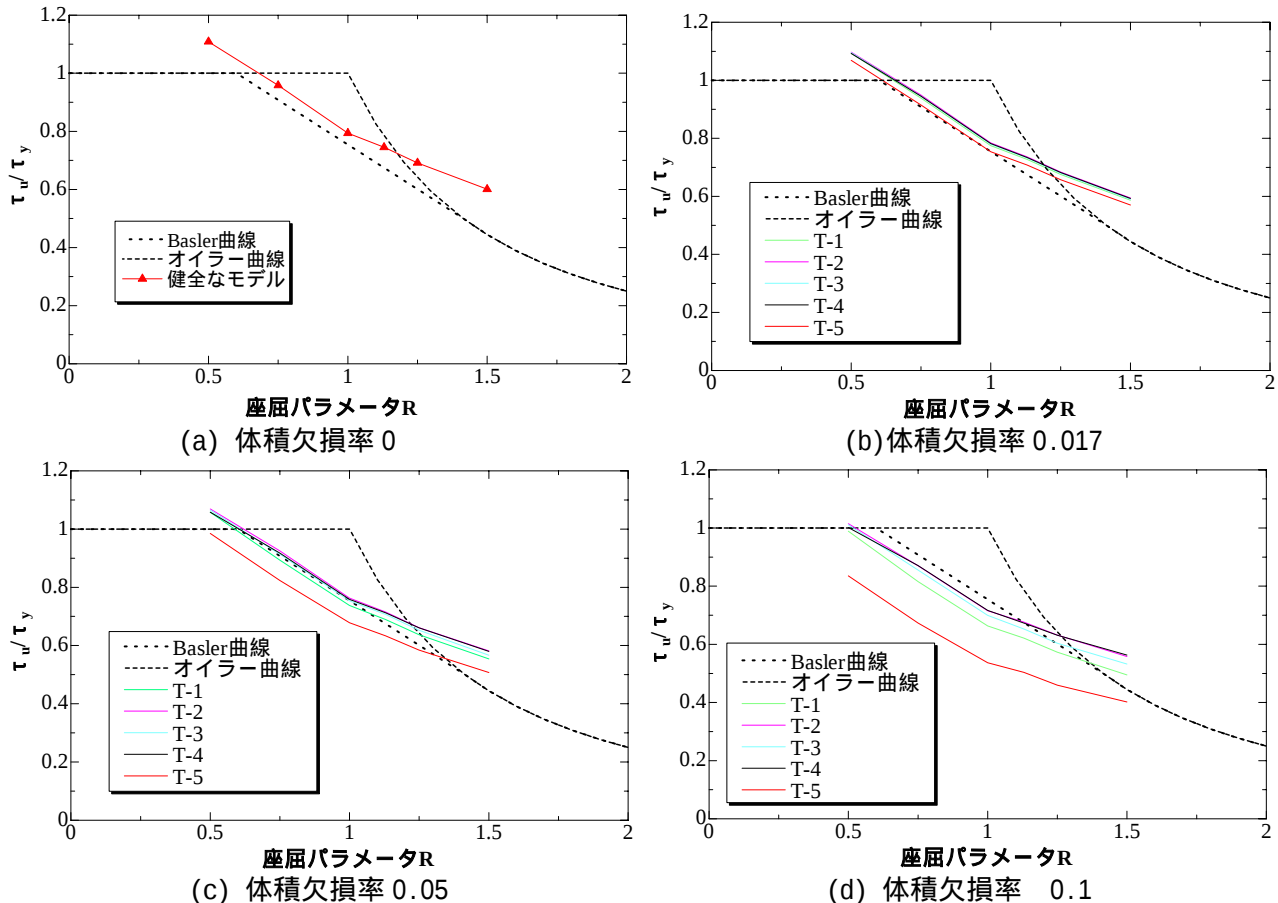


図-3 解析結果

4. まとめ

本研究では、鋼橋の主桁を対象に局部的に腐食が生じた場合のせん断耐力を、同じ体積欠損率でも腐食パターンの違いによりせん断耐力の減少度が異なることを明らかにするために、腐食パターンと座屈パラメータをパラメータとした解析を行った。得られた成果を以下にまとめる。

- (1) 鋼桁にせん断力が作用した場合、腐食の程度が同じでも腐食の部位によりせん断耐力の減少傾向は異なり、斜張力場のアンカーとなる部位に腐食がある場合、せん断耐力の減少は最も大きい。
- (2) 今後はパラメータを増やして現実的な腐食を模擬したモデルを用いて解析を行い、より現実的な腐食による残存耐力の評価を行う必要がある

参考文献

- 1) 西川和廣, 村越潤, 上仙靖, 中島浩之: 橋梁の架替に関する調査結果(), 土木研究所資料, 第3512号, 1997, 10
- 2) 日本道路協会: 道路橋示方書・同解説, 共通編および鋼橋編, 丸善, 2002
- 3) USSP ユーザーズ・マニュアル, Ver.5.0, 日本構研情報(株), 2001.3
- 4) 螺良愛作, 北田俊行, 山口隆司, 松村政秀: 腐食した鋼橋桁端部の座屈耐力評価に関する基礎的研究, 関西支部年次学術講演会講演概要集, I-7-1-I-7-2 頁, 2003