

トラス橋の下弦材直上ガセット部の応力分布と点検時の着目点について

中日本ハイウェイ・エンジニアリング名古屋 ○ 橋 吉宏 石川裕一
長岡技術科学大学 岩崎英治 長井正嗣

1. はじめに

図-1 に示すような上路トラス橋の下弦材直上の部位は、海塩粒子や凍結防止剤、塵などが雨露により堆積しやすく、塗膜の劣化と腐食の進みやすい部位である。著者らは、格点部のこの部位を対象とした応力分布の計算式を文献1)で提案しており、腐食減肉に対する安全性の評価は可能になっている。このトラス格点部ガセットの板厚は、道路橋示方書では腹材に作用する最大軸力とその腹材の幅で決定されており、一般に、板厚は支点付近では厚く支間中央付近では薄くなる。一方、腐食減肉は全ての格点で生じる可能性があり、設計で想定している荷重作用に対して、それぞれの格点におけるリスクについて理解しておくことは、点検時の重要な情報である。そこで、本報告は2径間連続トラス橋の格点部に対して、応力分布を算定して考察を行った結果を報告する。

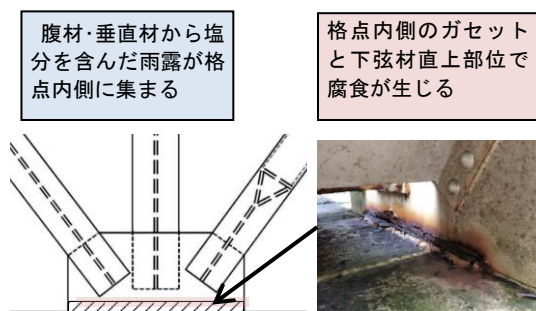
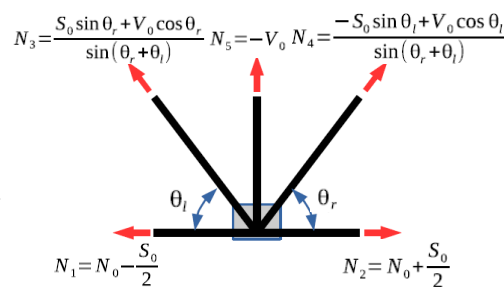
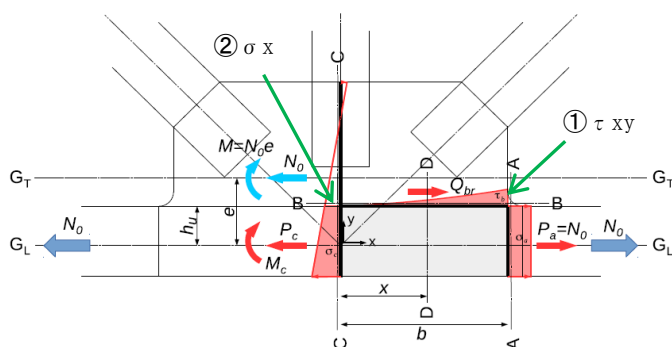
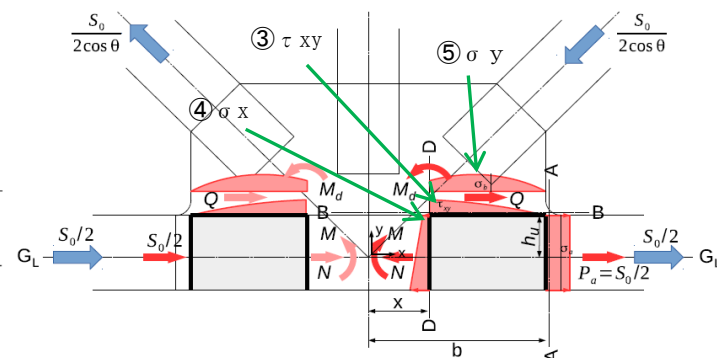


図-1 格点部内側の腐食損傷例

2. 下弦材直上ガセット部の応力評価

ここで、下弦材直上の応力分布の計算式について概要を説明する。トラス格点に作用する力は、図-2 に示すように引張力 N_0 とせん断力 S_0 に垂直力 V_0 に分解される。文献1)では、 V_0 については影響が小さいため考慮に入れず、 N_0 と S_0 に対する応力分布の計算式が提案されている。引張力 N_0 による下弦材直上の応力分布は、図-3 に示すように、①軸力差 (A-A 断面と C-C 断面) により生じるせん断応力 τ_{xy} (C-C 断面でゼロ、A-A 断面で最大) と、②下弦材断面とガセットを含めた断面の重心のずれにより生じる水平方向の垂直応力 σ_x (ガセット部で応力勾配を持つ) の2つの成分で表される。また、せん断力 S_0 による下弦材直上の応力分布は、図-4 に示すように、③格点をはさんだ左右の下弦材の軸力差が腹材に伝達される際のせん断応力 τ_{xy} (C-C 断面で最大、A-A 断面でゼロ)、④軸力による水平方向の垂直応力 σ_x (ガセット部で応力勾配を持つ)、⑤腹材から伝わる鉛直方向の垂直応力 σ_y (a の位置で最大) の3つの成分で表される。ここで、①～⑤の応力分布は、断面内の力のつりあいと適合条件により計算式が誘導され、文献1)で詳述されている。

図-2 格点における力の分解¹⁾図-3 引張力 N_0 によるガセット部の応力¹⁾図-4 せん断力 S_0 によるガセット部の応力¹⁾

キーワード 維持管理, 鋼橋, トラス格点, 応力照査, 腐食損傷

連絡先 〒920-0025 石川県金沢市駅西本町3-7-1 TEL 076-264-7872

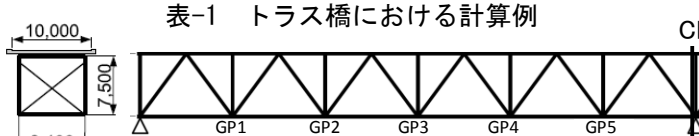
3. 応力分布と腐食減肉に対する安全性

(1) 対象橋梁 検討対象とした橋梁は、表-1 に示す 2 径間連続上路トラス橋で $2@56\text{m}=132\text{m}$ 、格点距離は 11m である。昭和 39 年版の鋼道路橋設計示方書により設計され、活荷重として TL-20、ガセットの板厚は現行の道路橋示方書と同様の規定により決められている。また、ガセットの材質は SM490Y であり、許容応力度は 210N/mm^2 である。ここでは、表-1 に示すように、下弦材の設計軸力から格点における引張力 N_0 とせん断力 S_0 とを算出して、下弦材直上のガセット部の応力分布と許容される減肉量を計算した。

(2) 応力分布 図-4, 5 に、応力成分として水平方向の垂直応力 $\Sigma \sigma_x$ (図-3, 4 における②+④)、鉛直方向の垂直応力 σ_y (図-4 における⑤)、せん断応力 $\Sigma \tau_{xy}$ (図-3, 4 における①+③)、合成応力(ミーゼス応力)を、引張力 N_0 が卓越する格点 GP2 と、せん断力 S_0 が卓越する格点 GP5 について示す。格点 GP2 では $\Sigma \sigma_x$, $\Sigma \tau_{xy}$ 、合成応力ともに端部で最大となった。格点 GP5 では $\Sigma \tau_{xy}$ が中心位置で最大であるが、合成応力が最大となるのは中心から離れた位置となった。このように、図-3, 4 に示した引張力 N_0 とせん断力 S_0 による特徴ある応力分布が重ね合わさった応力分布となる。設計では腹材に作用する軸力により板厚が決定されるが、図-4 に示すように引張力 N_0 によりかなり大きい合成応力が働いていることに留意しておく必要がある。

(3) 許容される減肉量 死活荷重時における合成応力により、腐食減肉に対する安全性が照査できる。道路橋示方書では、合成応力については許容応力度の割増しは 10% であり、この許容応力度は 231N/mm^2 である。ここでは、下弦材直上ガセットのある一点が許容応力度に達する時の減肉量を算出し表-1 に示した。ここで、格点 GP4~GP5 間の下弦材軸力は交番するので、正負の場合について算出を行った。この結果によれば、腐食減肉に対して余裕の小さいのは、ガセット厚が薄い格点 GP2 であることがわかる。

表-1 トラス橋における計算例



格点番号	GP1	GP2	GP3	GP4	GP5
ガセット板厚 (mm)	16	10	15	16	22
死荷重時					
下弦材設計軸力 (kN)	952	2131	2344	1591	+ 引張 - 圧縮
引張力 N_0 (kN)	1541	2237	1968	733	-126
せん断力 S_0 (kN)	1179	213	-753	-1717	-2684
死活荷重時					
下弦材設計軸力 (kN)	1492	3397	3878	2951	(-849)
引張力 N_0 (kN)	2444	3638	3414	-1804 (1051)	-1657 (-2410)
せん断力 S_0 (kN)	1906	481	-928	-2292 (3800)	-4630 (-3022)
許容減肉量 (mm)	8.2	2.1	5.6	8.4 (4.0)	7.4 (11.9)

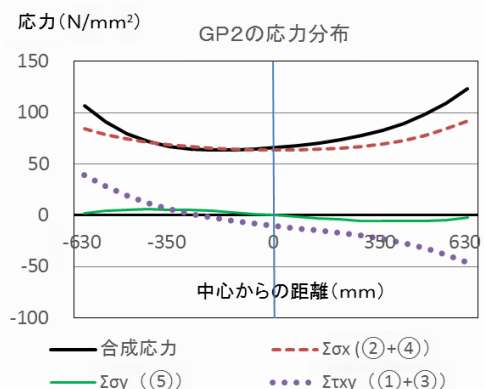


図-4 格点 GP2 の応力分布 (死荷重時)

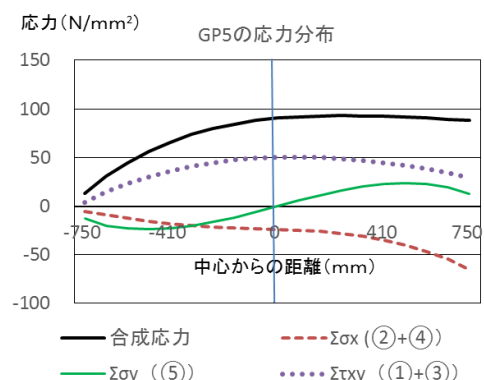


図-5 格点 GP5 の応力分布 (死荷重時)

4. おわりに

表-1 に示すような許容減肉量は設計計算書から算定でき、トラス橋の点検を行う際に事前にわかっているならば、安全性を判断するうえで重要な情報になる。文献 1) では、損傷レベルに応じた維持管理方針を提案しており、表-1 の許容減肉量に達した状態は文献 1) に示す損傷レベル 3~4 の状態である。より詳細な安全性の照査として、部位に応じた許容減肉量や、せん断力 S_0 に着目した活荷重条件などについて、文献 1) に示されているので参照されたい。

【参考文献】 1) 岩崎, 長井, 橋, 石川, 戎家: 腐食減肉の生じたトラス橋の下弦材直上ガセット部の応力評価と維持管理方針の提案, 土木学会論文集 A1, Vol. 74, No. 1 (2018)