

腐食損傷を受けた上路トラス橋の格点部照査方法に関する考察

中日本ハイウェイ・エンジニアリング名古屋 ○ 橘 吉宏 有馬秀直
 中日本高速道路 金沢支社 戎家 隆
 川田テクノシステム 田巻嘉彦
 長岡技術科学大学 長井正嗣 岩崎英治

1. はじめに

上路トラス橋に凍結防止剤が散布されると、車両走行により凍結防止剤が舞い上がりトラス斜材に付着する。雨露で斜材に付着した塩分が下側に流れ、塩分はトラス格点部の内側に集まる。塗装の劣化は一般に角部から始まり塗装が劣化すれば、図-1 に示す格点部内側のガセットと弦材の境界線で腐食損傷が生じる。塗装トラス格点部の内側は近接目視が難しい場所であるが、ガセットはそれ自体が FCM 部材であるため、点検においては非常に重要な箇所である。本報告は、このような腐食損傷を受けたガセットを対象に、その応力度照査方法について検討を行った結果を報告するものである。

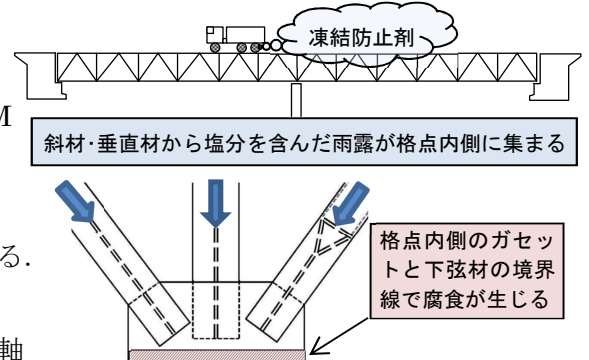


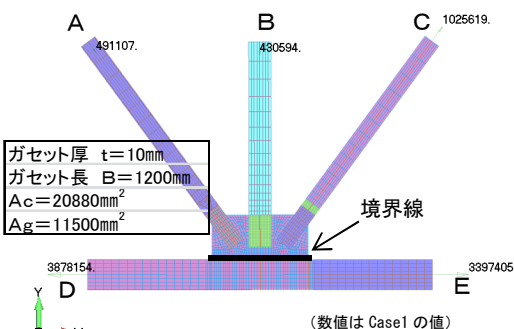
図-1 水の流れと格点内側の損傷部位

2. 下弦材とガセットの境界線における応力度分布

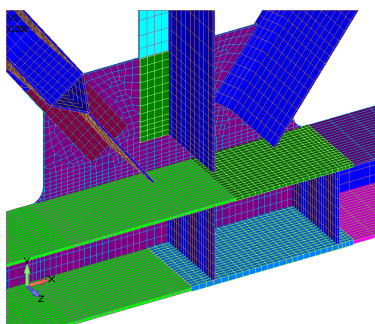
実橋のワーレン形式の上路トラス橋の格点部を対象に、設計軸力を作用させて下弦材とガセットの境界線に生じる応力度の分布を FEA により求めた。対象とした格点は、格点左右の下弦材軸力の差が小さくガセット厚が薄い部位である。

荷重条件	A (kN)	B (kN)	C (kN)	D (kN)	E (kN)
Case1 設計軸力	-491	-431	1026	3878	3397
Case2 斜材軸力成分	-491	-431	1026	0	-481
Case3 下弦材軸力成分	0	0	0	3878	3878

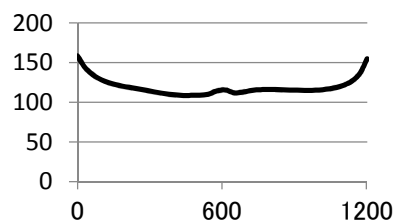
① ② ③ ④ ⑤ ⑥
 + 引張 - 圧縮



Output Set: D+L
 Deformed(3.128): Total Translation

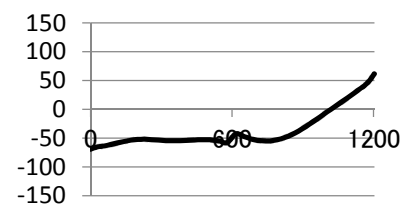


A) 橋軸方向の応力度 (N/mm²)

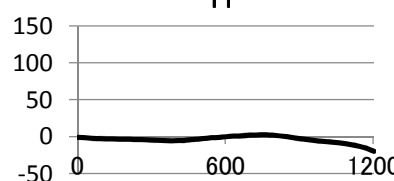


① Case1-A 全設計軸力

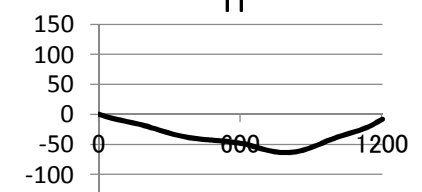
B) せん断応力度 (N/mm²)



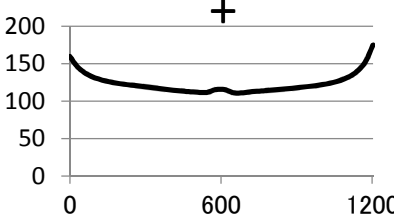
② Case1-B 全設計軸力



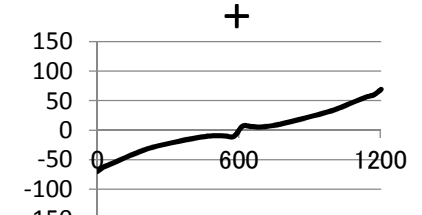
③ Case2-A 斜材軸力成分



④ Case2-B 斜材軸力成分



⑤ Case3-A 下弦材軸力成分



⑥ Case3-B 下弦材軸力成分

図-2 FEAにおける荷重条件および要素分割

図-3 境界線に沿った応力分布 (ガセット長 1200mm)

キーワード 維持管理, 鋼橋, トラス格点, 応力照査, 腐食

連絡先

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

図-2 に荷重とした軸力と要素分割を示す。荷重ケースとして、Case1 の設計軸力に加え、設計軸力を分解させて作用させた解析も行った。Case2 は斜材軸力を弦材に伝える力の流れ、Case3 は下弦材に等しい軸力を作用させた場合の力の流れを把握するための解析である。図-3 に解析結果として、境界線に沿った軸方向応力度とせん断応力度の分布を示す。

3. 境界線に沿った応力分布とガセット板厚の照査方法

1) 斜材軸力を下弦材に伝える力の流れ

ガセットを斜材軸力を下弦材に伝える構造系とみなすとせん断応力の最大値はガセット中央になる¹⁾が、図-3の④に示した解析結果では、せん断応力度の最大値は中央からやや右側に寄っている。これは垂直材の影響と考えられる。この力の流れに着目した格点中央部に対するガセット板厚の安全性の照査方法として、解説-1 に示した本四公団のトラス構造設計要領(案)¹⁾の規定がある。この規定では式(1)のミーゼス応力を照査することとしている。ここで、格点中央部におけるせん断応力度と軸方向応力度は式(2),(3)、および応力集中率 k で表される。一方、①,②に示した解析結果から、せん断応力と軸方向応力の最大値は端部にあり、同様にミーゼス応力の最大値もガセット端部にあるので、図-4の照査方法はこの格点では適用範囲外であるとわかる。

2) 下弦材軸力のガセットへの分担に伴う力の流れ

図-3の⑤,⑥に示した解析結果から、下弦材軸力がガセット部に伝わる際に、軸方向応力は中央部で小さくなり、境界線部でせん断応力が発生することがわかる。せん断応力は端部で最大で中央部でゼロであり、その分布は三角形に近い。また、図-4に示したガセット内での軸方向応力の分布から、ガセット中央部から上縁に向かって応力が小さくなり、式(3)に示した平均応力が一様でないことがわかる。ここで、ガセット部での平均応力は式(3)に示した平均応力の約 $1/3$ であった。この比を α とすれば、解説-2 に示したガセット部の力のつりあい式(4)から、端部におけるせん断応力の最大値 τ_0 は式(5)で表される。ガセット端部で最大となるミーゼス応力は、解説-1 の式(1)において $k \cdot \tau = \tau_0$ を、 σ_0 はガセット端部における値として式(6)を代入すれば、安全性の照査が可能である。

4. 残存板厚の安全性の照査方法について

ガセット境界線における残存板厚に対して、安全性の照査方法について考察を行った。ここで照査の着目点は、解説-1 で説明したガセット中央部に加え、解説-2 で示したようにガセット端部でも必要であることを示した。また、照査式の適用にあたり、ガセット内の軸方向応力の分布や上記係数 α の設定については、下弦材とガセットの寸法や面積比の影響を受けるため、今後の検討課題と考えられる。

ミーゼス応力による照査方法

$$\sqrt{3(k \cdot \tau)^2 + \sigma_0^2} \leq 1.2 \sigma_a \cdots \cdots (1)$$

照査部位は格点中央部であり、 σ_a は許容応力度。

$$\tau = (\sum P_i \cdot \cos \theta_i) / (2 \cdot B \cdot t) \\ = |P_l - P_r| / (2 \cdot B \cdot t) \cdots \cdots (2)$$

($P_l > P_r$ としたとき)

$$\sigma_0 = P_l / (A_c + A_g) \cdots \cdots (3)$$

ここに P_i : 斜材軸力 θ_i : 取付け角度

B : ガセットの長さ t : ガセット厚

A_c : 下弦材総断面積 A_g : ガセットの断面積

P_r, P_l : 下弦材軸力

k : 応力集中率、 τ は平均応力である。ワーレン形式では斜材間の取付け角度により $k = 1.4 \sim 1.8$

解説-1 本四公団の要領によるガセット板厚の照査

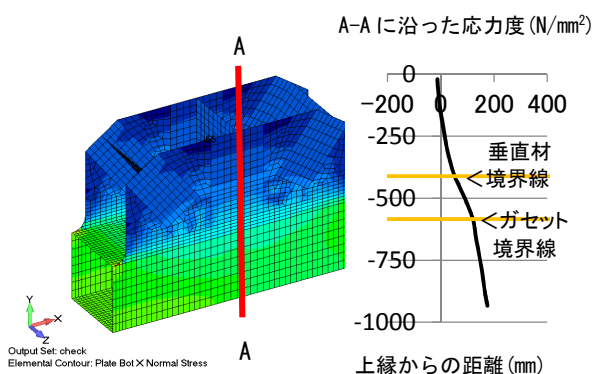


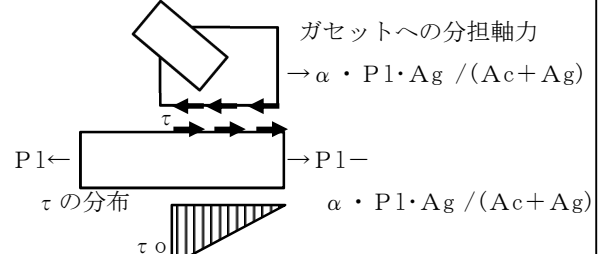
図-4 ガセット内の軸方向応力の分布

照査部位がガセット端部の場合

せん断応力分布を三角形分布と仮定した場合

$$\tau_0 \cdot B \cdot t / 2 = \alpha \cdot P_l \cdot A_g / (A_c + A_g) \cdots (4)$$

$$\tau_0 = 2 \cdot \alpha \cdot P_l \cdot A_g / B \cdot t \cdot (A_c + A_g) \cdots (5)$$



ここで、式(1)において $k \tau = \tau_0$

$$\sigma_0 = P_l / A_c \cdots \cdots (6)$$

解説-2 ガセット端部のせん断応力と力のつりあい