

腐食切れが一辺に2つ生じたトラス橋圧縮部材の座屈強度に関する研究

鋼構造研究室 多田 優斗
指導教員 岩崎 英治

1. 研究背景

我が国の橋梁インフラは、高度経済成長期に建設されたものが多く、建設後50年を経過した橋梁が急増し、老朽化が問題となっている。また、少子高齢化の影響により、橋梁保全業務に携わる土木技術者は減少しており、老朽化した橋梁の急増に対し、それらの補修・補強工事が追いついていない現状にある。そのため、専門知識を要することなく、補修工事の優先度や緊急性の明確化のために、構造物の健全性を簡易的に評価する手法の確立が求められる。

トラス橋は、他の橋梁形式に比べて、構造的冗長性は高くなく、主構部材の損傷により橋梁全体の構造安定性を損なう恐れがある。鋼トラス橋圧縮斜材は鋼板の溶接により箱型断面部材として構成されているが、腐食が進行すると、溶接部が分離し腐食切れ(写真1)が生じる。腐食切れの範囲が長くなると、部材全体の座屈強度が低下する。座屈強度はFEAによる弾塑性有限変位解析により評価できるが、専門知識が必要なため、解析業務を専門業者に依頼する必要がある。そのため、結果を速やかに入手することができず、補修工事の緊急性の判断には使い難い。このような背景から、FEAを用いずに腐食切れの生じた圧縮斜材の座屈強度を簡易的に評価する座屈強度式が必要とされている。

2. 研究目的

既往研究では単一の腐食切れが生じた斜材¹⁾および腐食切れが二辺生じた斜材²⁾を対象として座屈強度式が提案されているが、腐食切れが一辺に2つ生じた斜材(図1)の座屈強度式については検討されていない。

そこで、本研究では一辺に2つの腐食切れが生じたトラス橋圧縮斜材の座屈強度を明らかにすることを目的とした。一辺に腐食切れが2つ生じた板および斜材について弾塑性有限変位解析を実施し、座屈強度を明らかにする。一辺に腐食切れが2つ生じた場合において、腐食切れの間隔が大きい場合は単一の腐食切れとして扱えると考えられるが、どの程度離れると単一の腐食切れとして扱うことができるか、また腐食切れが接近したときに生じる影響について

は明らかになっていない。そのため、FEAにより得られた座屈強度と既往の座屈強度式により算出された座屈強度との比較を行い、単一の腐食切れがどの座屈強度の差を確認する。

3. 腐食切れが一辺に2つ生じた板の線形座屈解析

斜材を構成する板の座屈特性を検討するため、図2に示す板について、腐食切れ長さ比 a/b 、腐食切れ間隔 d/b を変化させて線形座屈解析を実施する。

解析結果を図3に示す。 $a/b \geq 0.7$ の場合、腐食切れ間隔 d/b が小さくなるほど弾性座屈応力の比が小さくなるのが分かる。

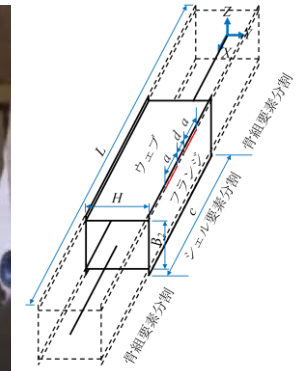


写真1 腐食切れ

図1 圧縮部材のモデル

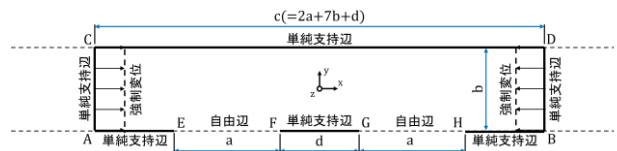


図2 腐食切れが一辺に2つ生じた板のモデル

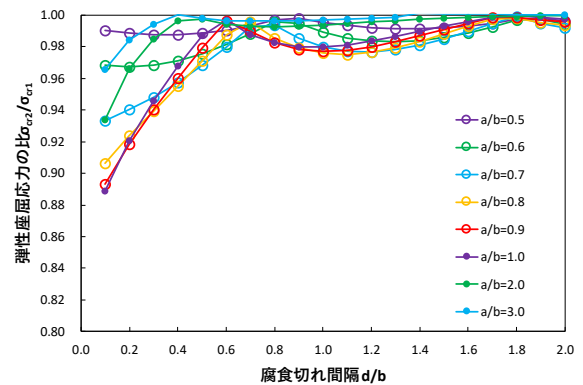


図3 弾性座屈応力の比

4. 腐食切れが1辺に2つ生じた板の座屈強度式

斜材を構成する板の座屈強度を明らかにするため、図2に示す板について、腐食切れ長さ比 a/b 、腐食切れ間隔比 d/b 、板厚 t を変化させて弾塑性有限変位解析を実施する。また、単一の腐食切れが生じた板の座屈強度式の適用性を検証する。

腐食切れ間隔比 $d/b = 0.1$ の場合の座屈強度を図4に、単一の腐食切れが生じた板の座屈強度式との誤差を図5に示す。誤差は最大でも降伏応力の7%程度であり、その差はほとんどないことが分かった。この結果から、一辺に2つの腐食切れを生じた板の座屈強度は、単一の腐食切れが生じた板の座屈強度式を適用できる。

5. 腐食切れが1辺に2つ生じた部材の座屈強度式

図1に示す圧縮部材について、既設のトラス橋の部材の諸元を用いて、弾塑性有限変位解析を実施する。また、単一の腐食切れが生じた圧縮部材の座屈強度を算出する修正積公式の適用性を検証する。

FEAにより得られた座屈強度と、修正積公式により算出される座屈強度を図6に示す。座屈強度の誤差は、降伏応力の $\pm 10\%$ の範囲に収まっていることが分かる。既往研究において、座屈強度の誤差は、降伏応力の $-12 \sim +8\%$ の範囲にあるとされている。修正積公式との誤差が小さいため、一辺に2つの腐食切れを生じた圧縮部材の連成座屈強度は、単一の腐食切れが生じた斜材の連成座屈強度式を適用できる。

6. 結論

本研究では、一辺に2つの腐食切れが生じた板および圧縮部材の座屈強度を明らかにした。

解析結果より、一辺に2つの腐食切れが生じた場合の座屈強度と単一の腐食切れが生じた場合の座屈強度の差は、降伏応力の $\pm 10\%$ 程度であり、単一の腐食切れが生じた場合の座屈強度式を適用できることを明らかにした。

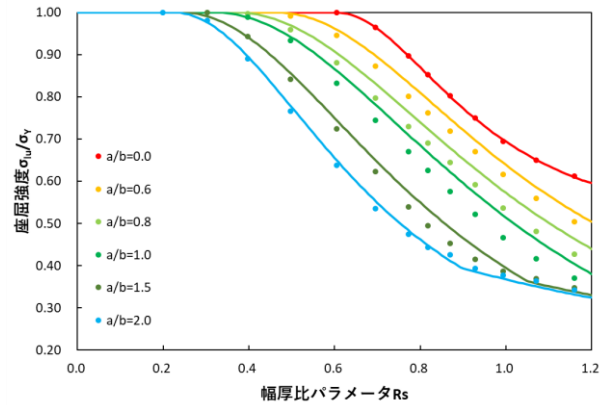


図4 腐食切れ間隔比 $d/b=0.1$ の座屈強度

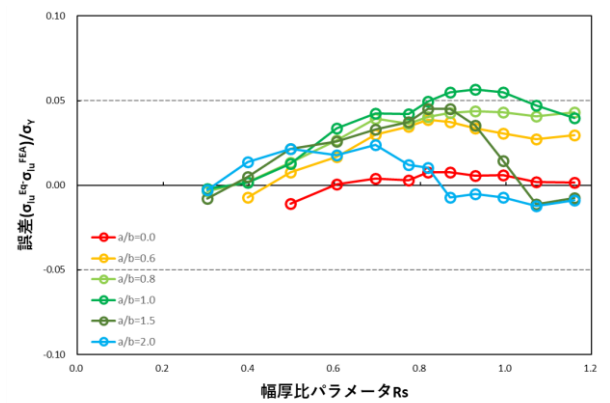


図5 腐食切れ間隔比 $d/b=0.1$ における誤差

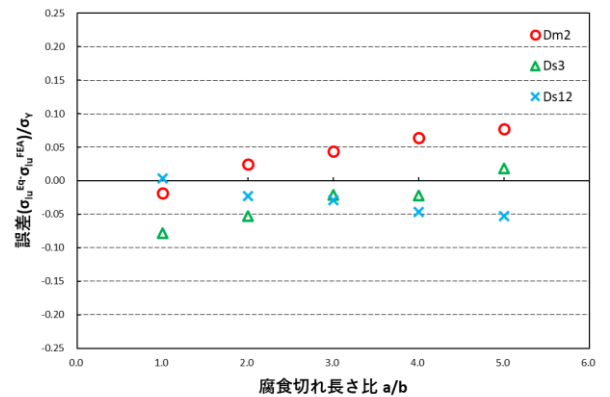


図6 圧縮部材の解析結果

参考文献

- 1) 岩崎英治, 仲井大樹, 山本寧々: 腐食切れの生じた鋼トラス橋圧縮斜材の座屈強度と健全性評価, 土木学会論文集, Vol. 79, No. 8, 23-00035, 2023
- 2) 中島慧士: 腐食切れが生じたトラス橋圧縮斜材の座屈強度に関する検討, 長岡技術科学大学 大学院 工学研究科, 修士論文, 2025.