

氏名	臼倉 誠		
学位の種類	博士（工学）		
学位記番号	第 6317 号		
授与報告番号	(甲)第 3580 号		
学位授与年月日	平成 27 年 9 月 30 日		
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当者		
学位論文名	鋼 I 桁橋の腐食した桁端部の耐荷力とその簡易評価法に関する研究		
論文審査委員	主査 教授 山口 隆司	副主査 教授 鬼頭 宏明	
	副主査 准教授 角掛 久雄		

論文内容の要旨

本研究は桁端部の下端部が腐食した鋼 I 桁橋を対象とし、ウェブや支点上補剛材の桁端部の腐食損傷が耐荷力の低下に及ぼす影響を検討し、桁端部の耐荷力特性の分析および簡易耐荷力評価法に関する検討を行った。

第 1 章では、腐食した鋼橋 I 桁の桁端部について、国土技術政策総合研究所が整理した腐食の傾向、腐食形態、および腐食した桁端部に対する実務者のヒアリング結果をもとに実状を把握した。また、腐食した鋼橋 I 桁の桁端部の耐荷力照査に用いる道路橋示方書の規定とその変遷および照査方法を整理し、腐食した桁端部の耐荷力照査における課題を抽出した。さらに、既往の研究成果で示されている耐荷力評価や耐荷力評価式を整理した。

第 2 章では、載荷条件、初期たわみ、スカーラップ、支点部の拘束条件をパラメータとして、桁端部をモデル化した FEM 解析を実施し、解析モデルの特性を把握し、既往の実験結果で示された変形モードや既往の解析結果の最大荷重とも比較することでモデルの妥当性を検証した。さらに、損傷を有しない健全時モデルに対して補剛材の異種材質の影響を検討した。これらの検討を踏まえ、桁端下端部における、統計的に多い腐食損傷に着目したパラメトリック解析を実施し、材質、下フランジによる拘束効果、欠損位置、ソールプレート形状の違い、腐食による欠損幅への影響、腐食による欠損高の影響を検討し、損傷状態別の耐荷力低下の程度などの耐荷力特性を明らかにした。

第 3 章では、桁端下端部が腐食した場合のパラメトリック解析から得られた結果を精緻に分析し、腐食した桁端部の崩壊プロセスを 6 つの崩壊タイプに分類した。崩壊タイプは欠損位置に依存し、一部のケースでは欠損高にも依存していることを示した。さらに、崩壊タイプ別に、非線形開始点の荷重、最大荷重、最大荷重後の荷重低下量に着目して分析し、桁端部損傷時の崩壊メカニズムを明らかにした。

第 4 章では、経年劣化にともなう支承機能の劣化を考慮するために、支点位置が偏心するケースを設定し、支点が偏心した場合の崩壊タイプ、崩壊メカニズム、耐荷力を明らかにした。

第 5 章では、実務での適用可能な 3 つの簡易耐荷力評価法（①確立された設計基準を活用し、腐食損傷の影響を構造パラメータとして考慮する方法、②既往の研究結果を腐食損傷パターンとの関係で整理し、腐食損傷と終局耐力の低下率の分布図に基づく方法、③崩壊プロセスに支配的な構造パラメータを用いて、崩壊タイプ別に評価する方法）を提案した。最後に、耐荷力と使用限界強度の関係についても分析し、腐食損傷した桁端部の耐力余裕と使用限界状態の関係を整理し、恒久補修時の判断と応急補修時の評価方法を提案した。

第 6 章では、本論文で得られた結論をまとめ、残された課題をまとめるともに腐食した桁端部の簡易耐荷力評価法に関する今後の展望を示した。

論文審査の結果の要旨

鋼橋の桁端部は、伸縮装置からの漏水や局所的な漏水、凍結防止剤の飛散の影響などにより、腐食しやすい部位・部材として認識され、腐食による桁端部の損傷が維持管理上大きな問題となっている。腐食した桁端部の補修・補強に対する恒久対策や応急対策の必要の有無を判断するため、現場の目視情報に基づき、簡易かつ迅速に判断できる手法の確立が望まれている。このような状況から、想定される様々な腐食パターンに対して桁端部の耐荷力特性を把握し、これに基づいた簡易評価法を検討することは非常に有用である。本論文は、腐食した鋼 I 桁橋の桁端部を対象に、想定される腐食パターンを分類・設定した上で、パラメトリックな FEM 解析を実施し、残存耐荷力やその崩壊に至るまでの過程を精緻に分析し、実務者に有益な、桁端部の目視情報を入力パラメータとする簡易的な耐荷力評価法を提案し、その適用性について検討している。

まず、桁端部を対象としたパラメトリック FEM 解析の結果から、腐食損傷位置やその程度と桁端部の耐荷力の関係を明らかにしている。次に、最大荷重に至るまでの崩壊プロセスを腐食損傷パターンと関連づけて精緻に分析し、それが主に崩壊部位と桁高方向での欠損高に支配され、6つの崩壊タイプに大別できることを明らかにしている。次に、分類した崩壊タイプごとに、非線形開始荷重、最大荷重、最大荷重後の荷重低下量に着目し、それぞれの崩壊メカニズムを明らかにしている。また、経年による支承機能の劣化を考慮し、解析において支点が偏心したケースも検討し、耐荷力の低下とその崩壊メカニズムを示している。そして、これらの解析結果に基づく、考察・分析を踏まえ、実務への適用を目指した、3つの簡易耐荷力評価式（①確立された設計基準を活用し、腐食損傷の影響を構造パラメータとして考慮する方法、②既往の研究結果を腐食損傷パターンとの関係で整理し、腐食損傷と終局耐力の低下率の分布図に基づく方法、③崩壊プロセスに支配的な構造パラメータを用いて、崩壊タイプ別に評価する方法）を提案し、いずれの手法も、耐荷力評価の要求精度に応じて有効かつ適用可能であることを示している。最後に、耐荷力と使用限界強度の関係についても分析し、日常維持管理における有益な情報を提供している。

以上のように、本論文では、腐食した桁端部の崩壊メカニズムを精緻に分析し、6つの崩壊タイプに分類した上で、実務に適用可能な簡易耐荷力評価法を提案しており、本論文で示された内容は新規性も高く、鋼橋の維持管理実務への有用性も高い。よって本論文の著者は、博士（工学）の学位を受ける資格を有するものと認める。