

老朽トラス橋の健全度判定に関する研究

茨城大学 学生会員 ○福田修平
 茨城大学 フェロー 横山功一
 茨城大学 正会員 原田隆郎

1.はじめに

近年、アメリカ・ミネアポリスの橋梁崩落事故をはじめとして、様々な橋梁の事故が発生した。この崩落原因としては、橋梁中央部で破断していた8箇所のカセットプレートの厚さが必要な厚さの半分しかなかったことと、20年以上も前から橋桁にたまっていた鳩のフンが鉄骨を腐食させた可能性があるとされている。

日本では、三重県の国道23号線に架かる木曽川大橋のトラスを構成する幅40cm、厚さ1cmの斜材の一本が破断したという問題が発生した。その原因として、コンクリートと鋼材のわずかな隙間に雨水が染み込み、雨水が錆の原因となり、過積載車両の通行によって破断したとされており、これまで車線規制がされていた。その他にも、秋田県の本荘大橋でも同様の部材損傷事故が発生しており、点検の強化や設計の見直しなどの措置を早急に講じる必要がある。

そこで本研究では、近年報告されている橋梁の崩落事故、部材の損傷などに対応するため、橋梁台帳・設計図面等の橋梁詳細情報がない場合に、実測不可能な部材においても遠隔からの計測が可能である写真計測を用いて、老朽化したトラス橋の部材寸法を精度よく測定し、3次元の構造モデルを復元設計できるようにする。そして、作成したトラス構造を用いて崩壊解析を行ない、老朽化したトラス橋の耐荷性能評価に役立てる。

2. 老朽橋と写真計測の関係

図1に示す本研究の対象となる千歳橋は、架橋後30年以上が経過しており、コンクリート床版の遊離石灰・剥離・鉄筋露出、舗装のひびわれなどの老朽化が見られるが、平成4年の茨城県内一斉点検以後の補修等は施されていない¹⁾。また、以上のような劣化・橋梁自体の経年変化から、トラス部材の部材長は設計時と同等の値をとっているとは限らない。そこで、遠隔からの計測が可能である写真計測を用いて、現在の橋梁の状態を把握するためにトラス部材の部材長を再度計測する必要がある。

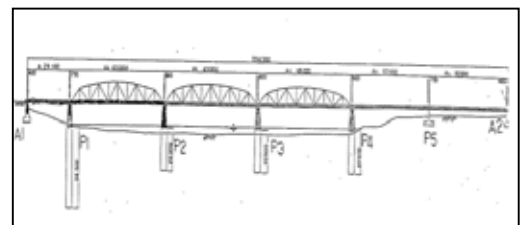


図1.千歳橋一般図¹⁾

3. 撮影方法の変化に伴う計測値の比較

まず、本研究では市販のデジタルカメラで計測が可能である三次元写真計測システム「Kuraves-G²」を用い、9月2日に第1回計測、11月23日に第2回計測を行い、その際に得られた計測値の比較を行った。第1回計測では、計測地点を任意に3箇所選定し、1径間のトラスを5分割して撮影を行った。第2回計測では、第1回計測同様、1径間のトラスを5分割し、三脚を使用して撮影を行ったが、各区間ごとに計測地点を3箇所選定し撮影を行った。また、5区間に分割したうち、撮影距離が近い2区間においてはカメラ設定をワイドのままで行い、残りの3区間をズームで撮影した。

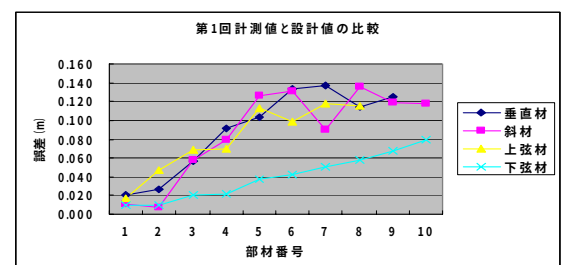


図2.第1回計測値と設計値の比較

キーワード：復元設計、写真計測、老朽化、モデリング

連絡先：連絡先：〒316-8511 茨城県日立市中成沢町4-12-1 TEL：0294-38-5172 FAX：0294-38-5268

図2・図3に計測値と設計値の比較図を示す。

そこで、計測値の傾向を見てみると、第2回計測では誤差が小さくなっているものの、第1回・第2回ともに、撮影距離が離れるにつれて撮影誤差が増大している傾向が見られた。

誤差増大の要因としては、解析時における対応点（異なる場所から撮影された2枚以上の画像に写っている同一箇所を示すポイント）のプロット誤差が挙げられる。また、第1回計測では、三脚をしていないことから、手ぶれによる誤差も含まれると考える。

この解析結果から、次に撮影距離の変化に伴う計測誤差の傾向を見ていく。

4. 撮影距離の変化に伴う計測値の比較

3.の計測結果より、撮影距離が離れるにつれて撮影誤差が増大している傾向が見られた。そこで、第1回・第2回計測のときよりも撮影区間が狭く、一定の距離で撮影が可能である千歳橋の側道橋から、上弦材の撮影を行い、一定距離で撮影した際の計測精度を確認する。

図4に第2回計測結果と側道橋より撮影した上弦材の比較図を示す。

図4より側道橋より撮影を行った場合には誤差増大の傾向はみられず、最大誤差は2cmにとどまっている。側道橋からの撮影では、設計値とほぼ等しい値を得ることができた。誤差が小さくなった要因として、側道橋から撮影を行なったことで、撮影対象部材までの撮影距離がほぼ一定のままで撮影できたこと、撮影区間を第2回計測時の半分にしたこと、そして全ての撮影を同じカメラ設定で行えたことが考えられる。

撮影距離が遠くなると、ズーム機能を用いなければならなくなる。そのため、カメラ設定においてズームとワイドを使い分ける必要がある。本ソフトウェアは解析前に、ズームとワイドに分けてカメラの較正を行う。今回のカメラ内部パラメータ誤差（撮影画像の歪みの除去度合い）はワイドが0.28、ズームが0.67（0.7以下であれば合格となる）であった。そのため、ズームを使用した第1回・第2回計測においては計測誤差が増大し、全てワイドで撮影を行った側道橋からの画像では誤差のばらつきが小さくなったと考える。

5. おわりに

ここまで述べてきたことを考えると、撮影距離・カメラ内部パラメータ誤差が計測精度に大きく影響していることが確認できた。撮影距離において、上弦材以外の部材を一定距離で撮影することは難しい。そのため、精度を向上させるために、撮影区間を狭くする・部材1本ずつ撮影を行う・カメラ較正をやり直す・画素数の大きいデジタルカメラを使用するなどの対策を講じ、再度写真計測を行う予定である。今後は、以上のような対策を講じて得られた計測値を用いて、精度の良いトラスモデルを作成することで、老朽化した橋梁の耐荷性能評価に役立つと考える。

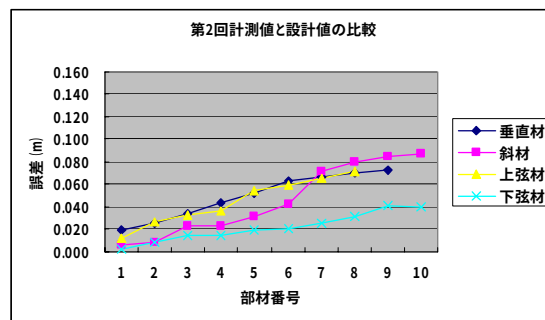


図3. 第1回計測値と設計値の比較

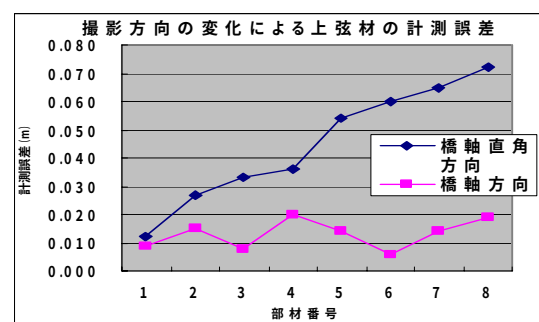


図4. 上弦材に着目した寸法比較