# 写真計測を用いた被災した通信専用橋の健全性評価

NTT アクセスサービスシステム研究所	正会員	o馬場	進
東洋大学 工学部	正会員	鈴木	崇伸
大成基礎設計株式会社		柏井	善夫
日本技術開発株式会社	正会員	森	敦

## 1. はじめに

新潟県中越地震によって NTT 通信設備が受けた被災は土 木学会の報告書にあるように道路崩壊を伴う被災を除いては 比較的軽微なものであった。通信専用橋にも通信支障に至る 被災はなかったが、橋梁の主桁が座屈する興味深い被災事例 が発生した。本報告は、被災した専用橋の座屈変形を写真計 測により定量化し、その結果に基づいて健全性について評価 したものである。

### 2. デジタル写真による変位計測の概要

被災程度の調査手法としては目視点検、メジャー計測が一般的であるが、今回は被害程度を定量化するため、デジタル 写真計測を用いた。デジタル写真計測は図 2-1 に示すように バンドル法により 3次元座標を計測する技術である。ターゲ ット、写真上の点、投影中心が直線状にあるという(共線条 件)とそれらのバンドル(光束)が投影中心とターゲットで 1 点に集まるという条件で3次元座標を計算される。撮影位 置は固定せずに手で持ち任意の位置で撮影することが可能で ある。撮影位置の特定には EO デバイスと呼ばれる既知の座 標点を用いる。一般的には既知の座標点を5 点配置した器具 を使用するが、今回は現地に座標点を設定した。この座標点 は厳密に計測する必要はなく、概略の撮影位置の分かった3 枚以上写真から共線条件により撮影位置、ターゲット座標を 求めることができる。さらに長さを検定したスケールバーに より大きさを決定する。



図2-1 バンドル法による3次元座標の計算

Keywordsデジタル写真、写真計測、新潟中越地震、専用橋、座屈 〒305-0805 茨城県つくば市花畑1-7-1 TEL.029-868-6247 FAX.029-868-6260

#### 3. 楢沢橋の緒元および被災状況

楢沢橋は通信ケーブルが河川を横断するために設置された旧 小国町内にある専用橋である。構造は溝型鋼(JIS G3192 200×80×7.5×11 L=8400mm SS400)2本を主桁とした単径 間の圧延鋼桁橋である。支承は板支承である。橋全体が防食 シートに覆われているため、確認できていないが、可動支承 が必ずしも機能していなかった可能性がある。

図3-2により主桁の変形(座屈)が確認できる。当該橋梁 について左岸側橋台の背面で沈下および橋台部の前面への移 動の報告がある。設置位置は道路橋下流側であり、漂流物が 当る可能性は少ない。これらのことから地震時の慣性力また は地盤の変状により左岸側橋台が前面に移動し、主桁に軸方 向の圧縮力が作用した可能性が指摘でき、その結果、主桁中 央部で座屈が発生したと想定される。



図 3-2 楢沢橋の被災状況



図 3-1 楢沢橋全景

#### 1-425

### 4. 変位計測

橋梁の変位を計測するため、上流側鋼桁上フランジに1本、 2 列並びの管路に各1本、下流側鋼桁上フランジに2本、下 流側主桁ウェブ中央に1本の6本の計測線を設定した。計測 線の設定状況ならびに座標系を図41に示す。地震発生前は 各計測線とも直線であったと仮定し、直線からの変位が地震 による変位と考える。測定は計測線上に貼った反射ターゲッ トを単焦点レンズカメラで撮影し、ターゲットの中心座標を プログラムにより解析する。同時に桁端部に水糸を張り、テ ープ測量も実施している.



図4-1 計測線の設定状況

#### 5. 計測結果と健全性評価

図 5-1 は下流側鋼桁ウェブ中央の計測線を除く、計測線 5 本の(x、y)座標を示したものである。直線であったと考え られる 5 本の計測線は全て上流側に湾曲しており、橋梁全体 に変形が発生していることが分かる。また、下流側鋼桁上フ ランジの中央部に局所的な変形が見られ、図 3-2 で確認でき る座屈位置と重なる。この計算結果はテープ測量の結果とお よそ一致している。

図 5-2 は (x、z) 座標系の計測結果である。計測線は上流 側主桁上フランジの1本、下流側鋼桁上フランジの2本とウ ェブ中央の1本が表示されている。下流側鋼桁上フランジの 2本の計測線は橋軸方向中央付近でずれており、ねじれが発 生していることが分かる。また下流側鋼桁上フランジのずれ もねじれの方向が一致しており、橋梁の中央付近でねじれが 発生していることが分かる。

図5-3 は下流側鋼桁上フランジの曲率を計算した結果を示 している。計測線上の隣り合う2つのターゲット間を直線と 仮定して傾きを求め、2本の直線の傾きの変化率から曲率を 計算している。曲率は負から正、正から負に変化し、蛇行し た変形が発生していることが分かる。最大の曲率は座屈位置 で発生し、0.0002(1/mm)である。曲率に中立軸からの距離を 乗じ、縁ひずみを算出できる。中立軸からフランジ端部まで の距離は約 60mm であるから、ひずみは 1.2%と算出するこ とができる。このひずみは弾性限度をはるかに超え、塑性範 囲に入っているものの限界強さに達するまではまだ余裕があ り、急激に変形が進行することはないと考えられる。しかし、 この状態を維持すると剛性の低下が予想されること、および 楢沢橋が多雪地域にあることから雪荷重に対する安全性に関 しては検討を実施する必要がある。



図 5-1 (x、y) 座標系の測定結果



図 5-2 (x、z)座標系の測定結果



図 5-3 主桁の曲率の計算結果

#### 6. まとめ

被災した構造物を合理的に復旧するためには、的確な状態 把握が必要であり、今回は手軽に現地計測が可能なデジタル 写真計測を用いて、被災した通信専用橋に水平面内での塑性 範囲に入る変形が発生していること、ねじれ変形により荷重 を受ける断面形状が崩れていることを定量化した。計測結果 にもとづいて解析的検討も行っているが別報で報告する予定 である. 今後、通信設備の被災後の健全性を簡便に評価する 手法の検討を進めるとともに、被災した専用橋に対しては計 測結果にもとづいて雪荷重に対する検討および必要な対策を 実施する予定である。

#### 参考文献

・土木学会:平成16年新潟県中越地震 社会基盤システム被害等に関する 総合調査, 2004

・廣田、柏井、後藤:土木学会第59回年次学術講演概要集、pp. 251~252