

ヘリコプターを活用した根固めブロック工の測量

東海旅客鉄道(株)	正会員	○鈴木 佑
ファーストエアートランスポート(株)		松崎 義人
ジェイアール東海コンサルタンツ(株)		樋口 邦寛
東海旅客鉄道(株)	正会員	石川 達也
東海旅客鉄道(株)	正会員	鍛冶 秀樹

1. はじめに

鉄道においてヘリコプターは専ら鉄道周辺の土地の状況を調べるために利用されてきたが、最近では、画像処理技術がめざましく進歩したことから鉄道土木構造物そのものの検査や計測といった分野に活用されるようになった。

筆者らは、これまで下路トラス橋りょうの上弦材上面の検査や河川内の根固めブロック工の測量への適用を検討してきた。

今回、富士川に設置した根固めブロック工(図-1)の移動量管理がヘリコプターを活用した測量によって可能となったので報告する。



図-1 富士川橋りょうと根固め工

2. 取組みの背景

(1) 不安全作業の存在

東海道新幹線富士川橋りょうでは、過去台風による出水の為、橋脚が洗掘を受けた経緯がある。その対策として、根固めブロック工を設置し、維持、管理を行ってきた。こうした中で、根固めブロック工の検査、特にブロックの移動量管理のための測量は、台風等による増水の後に行わざるを得ない環境や、測量作業に不慣れた社員の増加もあり、河川内への転落や水難等の危険性が高い作業となっている。

(2) 画像処理技術の進展

現在までヘリコプター等を活用した空中査察は、写真やビデオに加え、熱赤外線センサーや電磁気センサーなどの空中物理探査機器、レーザースキャナ等の特殊な計測機器の利用が試みられてきたが、写真やビデオは、最近とみにデジタル化技術が飛躍的な進歩を遂げ、高倍率、高解像度の画像が得られるようになり、改めてそれらの空撮利用が見直される状況となっている。

3. ヘリコプターからの根固めブロック工の撮影、解析の実施

こうした背景があり、2005年より、ヘリコプターより撮影した高解像度の画像を基に、写真計測ソフト(クラボウ社製「クラビス G2」)を用いて解析をする試みを始めることとした。

(1) 撮影範囲の設定

現在までの滞筋の変化や増水時における流水の集中等の河道の特性を考慮し、撮影範囲を18P～21Pまでの3径間約180m間とした。(図-2)

(2) 基準点、測量点の設定

測定にあたり基準点と測量点の設定を行った。基準点は橋りょうとし、18P～21P間の点検通路上に28点(図-2の12A,B～25A,B)、橋脚上に3点(図-2の青丸)の設置を行うこととした。移動量管理の対象となる根固めブロック工は18P～21P間の下流端とし、ほぼ等間隔に選んだ9個(図-2の①～⑨)に設定した。

(3) 撮影方法の決定

現地での試行を重ねた結果、実用上有効な方法として〔1〕高画素数カメラ(1,600万画素以上)の使用、〔2〕撮影高度、角度は計測精度を増すために40度50度60度とし径間単位で撮影を実施することとした。(図-3)

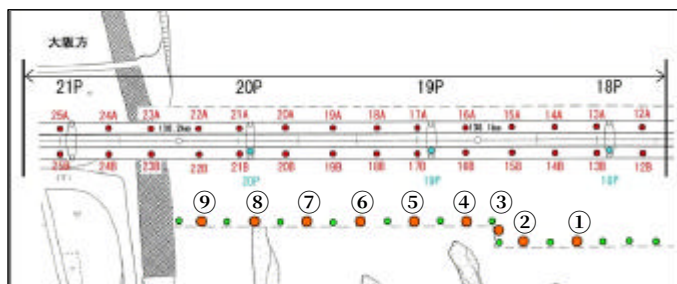


図-2 撮影範囲と測点設置箇所

キーワード：ヘリコプター、写真、鉄道

連絡先：〒420-0851 静岡市葵区黒金町29番地 東海旅客鉄道(株) 静岡新幹線構造物検査センター Tel:054-282-8116

(4) 解析手法の決定

撮影した画像の解析方法を以下のように決定した。

- ① 1 径間につき方向、角度の異なる 5 枚の写真を使用し、画像上の基準点に対応する点を確定しそれらに相対座標系の座標値を持たせる。
- ② 1 径間単位で各基準点にトータルステーションによる地上測量から得られた絶対座標値を入力する。
- ③ 基準点について、地上測量による座標値と画像から算出した座標値の差が最小になるよう、画像上の基準点に対応する点を変更する。
- ④ 画像上の測量点に対応する点の絶対座標値を算出する。

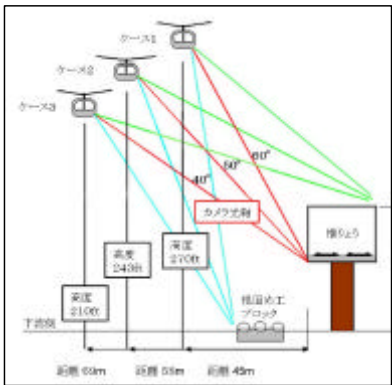


図-3 ヘリコプターの撮影位置

なお、解析結果の比較の為、測量点もトータルステーションにより地上測量を併せて行うこととした。

(5) 精度向上に向けた改良

2006 年の測定で明らかとなった課題を受け、今回は主に測点の改修を行った。

表-1 に前回との比較と期待する効果を示す。

表-1 測点の比較と期待する効果

	前回 (2006 年)	今回 (2008 年)	期待する効果
基準点	黒地にφ200mm の白丸	黒地にφ50mm の反射材	再帰反射光を利用した視認性の向上や、測点サイズの縮小により形状や、橋りょう部材の影による影響の削減
測量点	黒地にφ200mm の白丸	黒地にφ80mm の反射材入り樹脂	
基準点の数	基準点測量結果は 4 測点分のみ解析に使用	28 測点を解析に使用	基準点座標値の統合による精度向上
追加する基準点		高水敷上へ基準点の追加設置	橋軸直角方向の傾き誤差の補正

4. 実施結果

測点の改修による効果は高水敷上での予備試験により確認できたので、根固めブロック工に適用し撮影、解析を行い、地上測量との比較を行った。結果は表-2 に示す。

表-2 測量値と解析値の比較結果

	X 軸 (線路方向)		Y 軸 (線路直角方向)		Z 軸 (高さ方向)	
	2006 年	2008 年	2006 年	2008 年	2006 年	2008 年
誤差幅 (MAX~MIN)	82mm	37mm	84mm	33mm	151mm	53mm
標準偏差 (σ)	20mm	11mm	26mm	10mm	41mm	15mm

今回、地上測量との誤差幅の目標値を 50mm とした。従来の検査では根固めブロック工の安定性に影響を及ぼす移動量は 100mm 程度としており、この移動量を確実に捉えるためこの量の 1/2 を誤差幅の目標値とした。結果は、高さ方向は 53mm となり 3mm 目標値をオーバーしたものの線路方向と線路直角方向はそれぞれ 37mm と 33mm となり目標値内に収まった。さらに、2006 年の結果と比較すると高さ方向の誤差幅は 151mm から 53mm へ大きく減少したほか、3 方向の平均でも半分以下に誤差が減少したことがわかる。

まとめ

これまで取組んできたヘリコプターによる富士川根固めブロック工の測量において、技術的には、移動量管理の実務に適用できる目途がたった。この方法によれば、測量に際して根固めブロック工上での作業は一切発生しないため、作業員の安全が確保され極めて有効であると言える。今後、撮影機材の進歩によって更なる精度向上が見込まれ、根固めブロック工の測量のみならず、さらに本計測技術の活用の可能性を広げていきたい。

【参考文献】

1) 吉岡直行ほか(2006)「ヘリコプターを活用した鋼桁橋りょうの検査」土木学会第 60 回年次学術講演会(2006 年 9 月)4-191