

コンクリート橋脚試験体を用いた載荷試験への精密写真測量の適用

三井住友建設	正会員	○塩崎	正人
三井住友建設	正会員	篠崎	裕生
東京理科大学	学生会員	河野	竜之
東京理科大学	学生会員	佐々木	憲明

1. はじめに

精密写真測量は、反射ターゲット（以下、ターゲットとする）を貼り付けた対象物を複数箇所からデジタルカメラで撮影し、その画像を解析してターゲットの三次元座標を算出する非接触の測量方法である。

従来より航空写真測量等で利用されていたが、近年のデジタルカメラの性能向上に伴い、より身近な計測手法となってきた。

一般に、構造物を構築する場合、事前にスケールモデルを用いた試験を実施することが多い。この際、構造物の強度・変形を調べるため、多種多様な計測機器が試験体にセットされるが、計測点が増えるにつれて、機器設置が困難になり、また計測機器への配線も整理が必要となる（図-1）。一方、精密写真測量であれば、試験体へはターゲットの貼り付けを行うのみであり、煩雑な機器設置が不要という利点を有している。

今回、コンクリート橋脚試験体の正負交番試験に精密写真測量を適用しその有用性を確認した。以降に計測結果を報告する。

2. 写真測量の計測原理^{1) 2)}

精密写真測量では、変形前の静止状態において所定

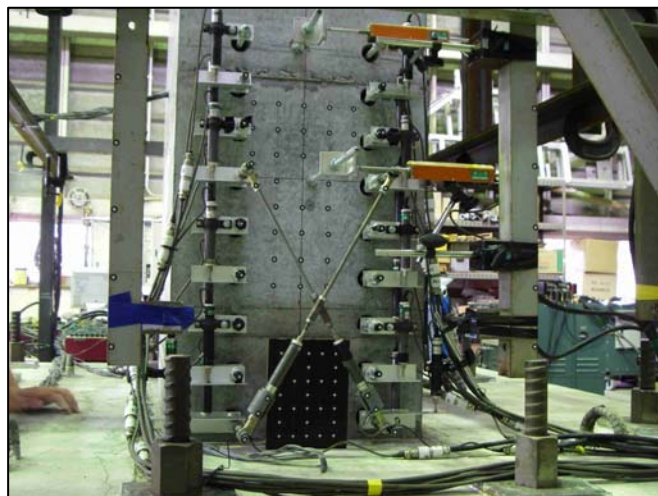


図-1 計測機器の設置例

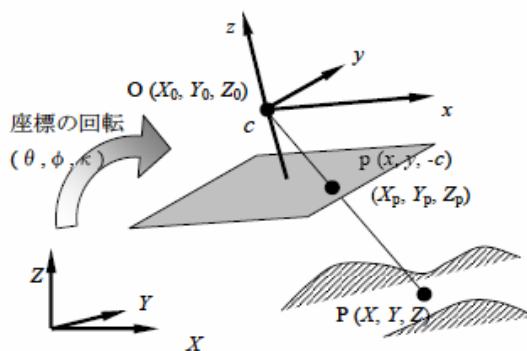


図-2 共線方程式の概念

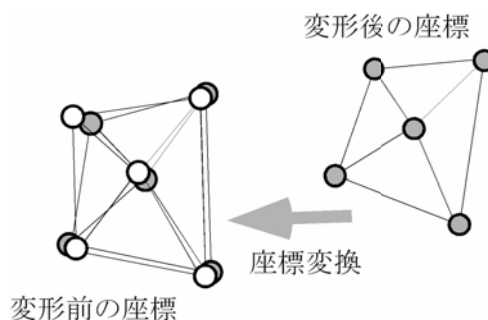


図-3 座標変換イメージ

枚数の写真を撮り、解析により計測点の3次元座標を算出する。変形後についても同様に写真を撮り、同様に3次元座標を算出する。この3次元座標は共線方程式を求めることで算出する。図-2は共線方程式を導く模式図であり、共線条件から式(1)にある共線方程式を得ることができる。ここでcはレンズ焦点距離を表す。

$$\begin{aligned} x &= -c \frac{m_{11}(X - X_0) + m_{12}(Y - Y_0) + m_{13}(Z - Z_0)}{m_{31}(X - X_0) + m_{32}(Y - Y_0) + m_{33}(Z - Z_0)} \\ y &= -c \frac{m_{21}(X - X_0) + m_{22}(Y - Y_0) + m_{23}(Z - Z_0)}{m_{31}(X - X_0) + m_{32}(Y - Y_0) + m_{33}(Z - Z_0)} \end{aligned} \quad (1)$$

この式(1)を解くことにより、計測点の3次元座標を算出する。算出した変形前後の座標は、図-3のように座標変換により重ね合わせを行い、対応する座標の差が伸び量となる。

キーワード：精密写真測量，デジタルカメラ，正負交番載荷試験，微小変形計測

連絡先：〒270-0132 千葉県流山市駒木 518-1 TEL 04-7140-5202 FAX 04-7140-5216

3. 正負交番载荷試験

橋脚の正負交番载荷試験では、計測用のカメラに Nikon D1X (3008×1960 画素)、レンズは焦点距離 20 mm の広角レンズを使用した。広角レンズは1枚の画像により多くのターゲットを写すために使用している。試験体には計 184 枚のターゲットを貼り付けた。ターゲットは、基部の変形を重点的に捉えるため、基部は高密度で貼り付けている。撮影は各ケースのピーク荷重時に、荷重をホールドした状態で行い、6箇所から各4枚ずつ撮影した(図-4)。

4. 計測結果

計測結果の一例を図-5に示す。これは試験体の各

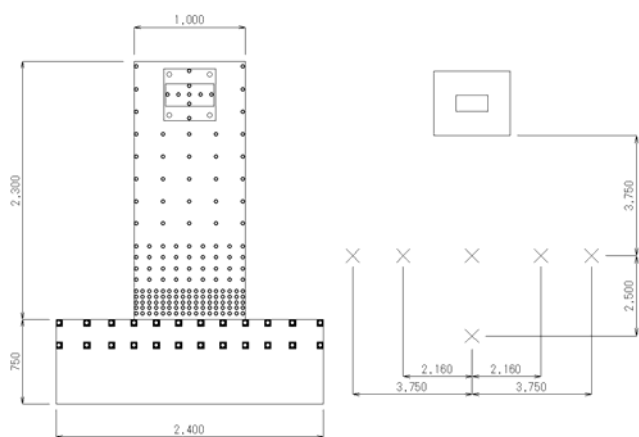


図-4 試験体寸法と撮影位置

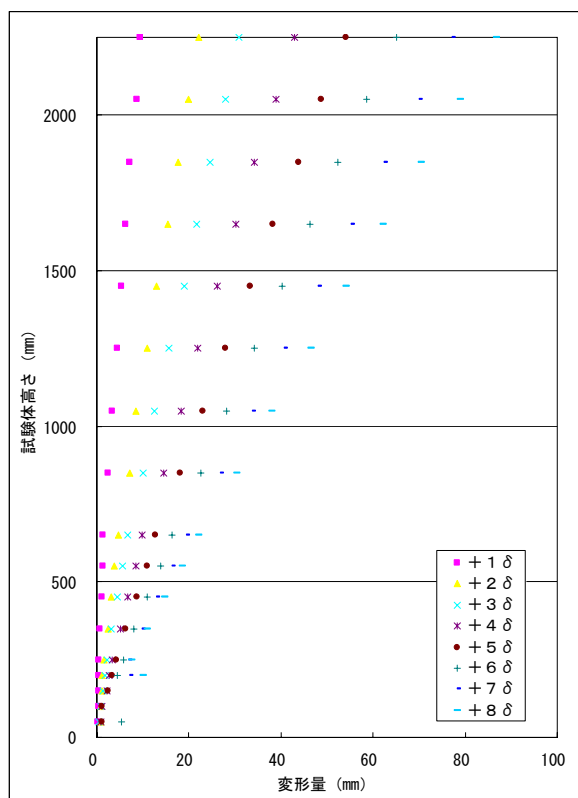


図-5 载荷ケースごとの変形量

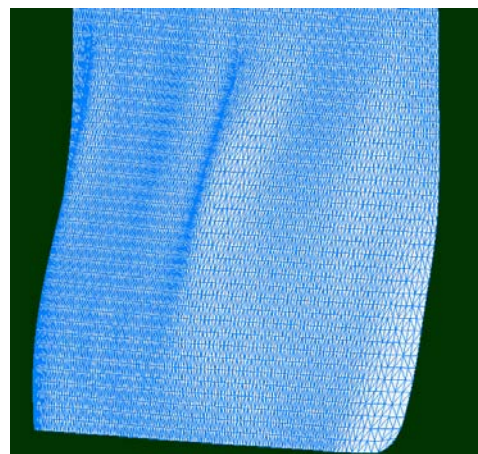


図-6 基部変形のメッシュ図【+6δ】
(変形量を2倍にして表示)

ケースによる変形状態を表しており、荷重が大きくなるにつれて、変形が増大していることが判る。

また、ターゲット座標値からメッシュ化処理を行った結果が図-6である。これは荷重の増大により基部の鉄筋が座屈したことで、基部コンクリートが孕み出したことを捉えている。このように、3次元座標をメッシュ化することで、点で捉えていた変形を面的に捉え、かつ可視化することが可能となる。

5. おわりに

今回の計測結果から、精密写真測量に関する利点が挙げられる。

- ①ターゲット貼り付けと写真撮影で計測を行うため、配線作業等が不要
- ②数 m の距離から撮影した場合でも誤差 0.1 mm 程度の高精度な計測が可能
- ③メッシュ化処理により変形状態を可視化することが可能

しかし、現状では計測結果の算出までに解析時間を要している。実験時においてはリアルタイムに結果算出がされることが求められるため、今後は解析時間短縮を図れるよう研究を進めたい。

参考文献

- 1) 秋本圭一, 服部進, 大西有三, 三浦悟 (2001): 画像計測法のトンネル内空形状計測への応用, 土木学会論文集 No.687/III-56, pp.289-301, 2001
- 2) 塩崎正人, 秋本圭一 (2004): 精密写真測量を用いたアラミドロッドの微小変形計測, 平成 16 年度土木学会年次学術講演会, 2004.9