

精密写真測量を用いたアラミドロッドの微小変形計測

三井住友建設 正会員 ○塩崎 正人
四国職業能力開発大学校 秋本 圭一

1. はじめに

精密写真測量は、デジタルカメラを用いて対象物を撮影し、その画像から対象物の形状を計測する測量方法である。

今回計測に使用するアラミド繊維は、多くはシート形状に加工されたもので使用される。このアラミド繊維を組紐状に加工し、エポキシ樹脂で硬化させたものがアラミドロッド（図-1）であり、非磁性の鉄筋代替材として各種構造物に使用されている。



図-1 アラミドロッド供試体

このアラミドロッドの変形計測には、一般的に変位計やεゲージのほか、ひずみゲージといった接触式計測器を使用している。これらの計測器は設置作業・配線処理が煩雑であり、計測位置によっては設置そのものが困難な場合もある。精密写真測量は、非接触の計測方法であるため設置が容易であり、計測位置の自由度が高いという特徴がある。

今回、アラミドロッド引張試験において、従来の接触式計測器に加えて、精密写真測量を用いて伸び量計測を実施し比較検討を行った。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枚数の写真を撮り、解析により計測点の三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、三次元座標を算出する。

三次元座標は、共線方程式を求めることで算出する。

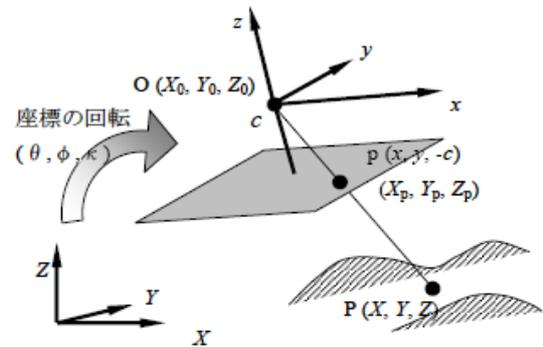


図-2 共線方程式の概念

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。

$$x = -c \frac{m_{11}(X - X_0) + m_{12}(Y - Y_0) + m_{13}(Z - Z_0)}{m_{31}(X - X_0) + m_{32}(Y - Y_0) + m_{33}(Z - Z_0)} \quad (1)$$

$$y = -c \frac{m_{21}(X - X_0) + m_{22}(Y - Y_0) + m_{23}(Z - Z_0)}{m_{31}(X - X_0) + m_{32}(Y - Y_0) + m_{33}(Z - Z_0)}$$

この式(1)を解くことにより、計測点の三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。

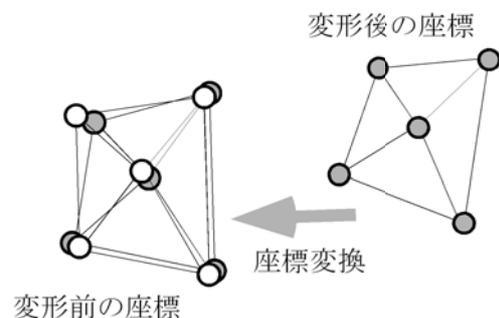


図-3 座標変換

3. アラミドロッドの伸び量計測

アラミドロッド引張試験では、ひずみゲージ、伸び計および変位計といった接触式計測器が通常用いられる。しかし3種類の計測値が一致しないという問題が

キーワード：精密写真測量，デジタルカメラ，アラミドロッド，微小変形計測

連絡先：〒270-0132 千葉県流山市駒木 518-1 TEL 04-7140-5203 FAX 04-7140-5217

あり、今回非接触計測である精密写真測量を加えた4種類の計測方法で伸び量計測を実施し、非接触計測での精度について検証した。

精密写真測量では、ターゲット（ $\phi 5\text{ mm}$ ）を用いるため、図-4に示すとおり、これをロッドやその周囲に計33枚を接着し、このうちの4枚をロッドに接着した。カメラにはNikon D1X（ 3008×1960 画素）、レンズは20 mmを使用し、4箇所から各8枚撮影した。

引張試験は、無荷重から破断強度まで6段階に分け、撮影中は荷重をホールドした。



図-4 ターゲット設置状況



図-5 引張試験の状況

4. 計測結果

計測結果の一例を図-6, 7に示す。計測器毎に異なる値を示しているが、4つの計測値の傾向は一致している。変位計と伸び計の計測値が途中までしかないのは、破断前に計測器を取り外しているためである。今回の計測では、精密写真測量の座標計測精度は $10.8\ \mu\text{ m}$ であった。加えて異なるロッド径（ $\phi 9$ 、 $\phi 19$ ）においても、精度の高い計測が可能であることを確認した。

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。

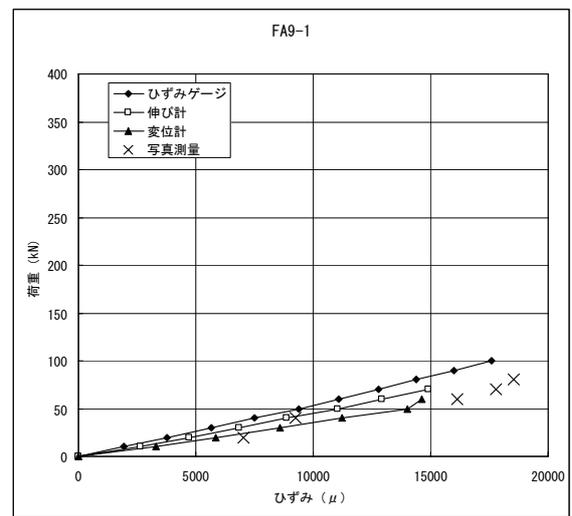


図-6 引張試験結果 FA9（ $\phi 9\text{ mm}$ ）

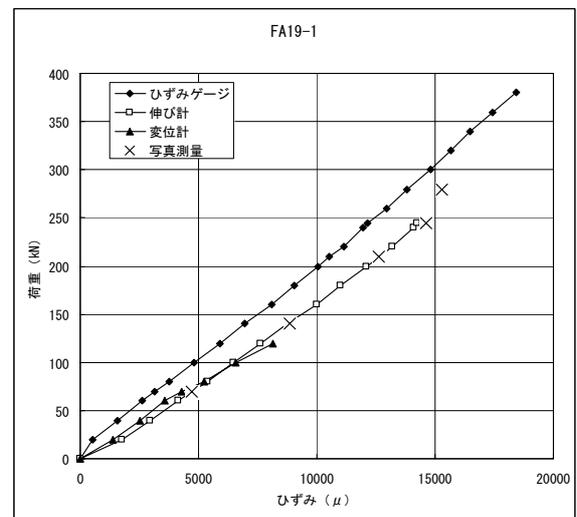


図-7 引張試験結果 FA19（ $\phi 19\text{ mm}$ ）

- ①簡易であること：ターゲット貼りと写真撮影で計測が可能で配線作業等が不要である
- ②安価であること：一眼レフ型デジタルカメラと解析用のパソコンだけで計測ができる
- ③高精度であること：数 m の距離から撮影した場合でも誤差 0.1 mm 程度の精度を得られる
 今後は更に計測データを増やし、今回の実験で得られた知見について検証する必要がある。

最後に、貴重な実験の場を提供していただいたファイベックス株式会社の関係者の皆様に謝意を表すものである。

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) 宮内克之, 秋本圭一 (2003): 画像計測法を用いた RC 柱の変形特性の測定, 土木学会講演大会, 2003.9