

画像解析によるひずみと応力測定について

飛島建設 技術研究所 正○熊谷 幸樹 正 近久 博志
 正 小林 薫 正 中原 博隆
 正 松元 和伸 正 筒井 雅行
 正 阿保 寿郎

1. はじめに

筆者らはこれまでに、土槽を用いたトンネル模型実験や落し戸実験を実施し、土槽中に設置した測点の挙動を撮影した写真画像を解析することにより地盤内のひずみ分布を求め、せん断破壊領域の範囲やその進展状況を把握してきた¹⁾。この際のひずみの算定は、撮影した銀塩焼付け写真を用いて、測点の移動量を基準長により補正して行っていた。コンピュータ技術の発展に伴って、デジタルカメラの性能も飛躍的に向上するとともに、写真測量の分野でも3次元基準点を配置することによって非測定カメラに対してもカメラのキャリブレーションを行う手法が研究され、各方面で実用化されている²⁾。

本報告では、コンクリート供試体による曲げ強度試験を実施し、ひずみゲージによって計測されたひずみ分布と精密写真測量を用いた画像解析によって得られたひずみ分布を比較し、画像解析によるひずみ測定の精度などを検討した結果について述べる。

2. 実験概要と実験方法

精密写真測量を適用して構造物のひずみや応力分布を測定できるかを検証するため、繊維補強コンクリート供試体（混入率：1.5%、供試体寸法：15×15×53cm）を用いて曲げ強度試験を行った。図-1に、実験の概要図を示す。

図-2に示すように、コンクリート供試体には、3次元座標を算出するための測点が約25mm間隔で格子状にマーキングされている。ひずみは、図-2に示す位置でひずみゲージにより連続的に測定した。写真撮影は、荷重を一定状態に保ちながら、図-1に示すように特定の方向からカメラの焦点距離を固定して行った。なお、写真撮影時の荷重Pは、P=1kN、70kNの2ケースである。

今回使用したカメラは、約270万画素のデジタルカメラで、焦点距離は約60～80mm、撮影距離は約1.3mである。測点の写真座標は、画像上に写った測点の色の濃さによる重み付き重心座標を自動的に算出し、Self Calibration法を用いて測点の3次元座標を算出した。

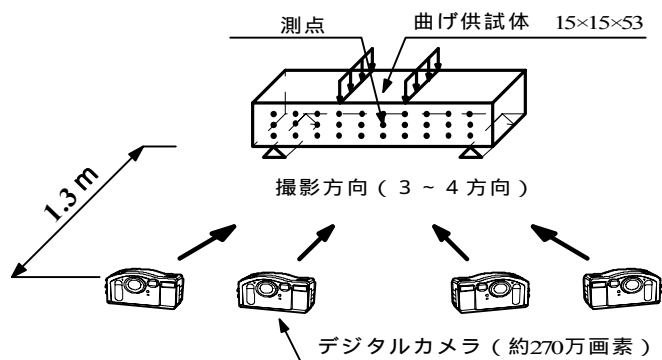


図-1 実験の概要

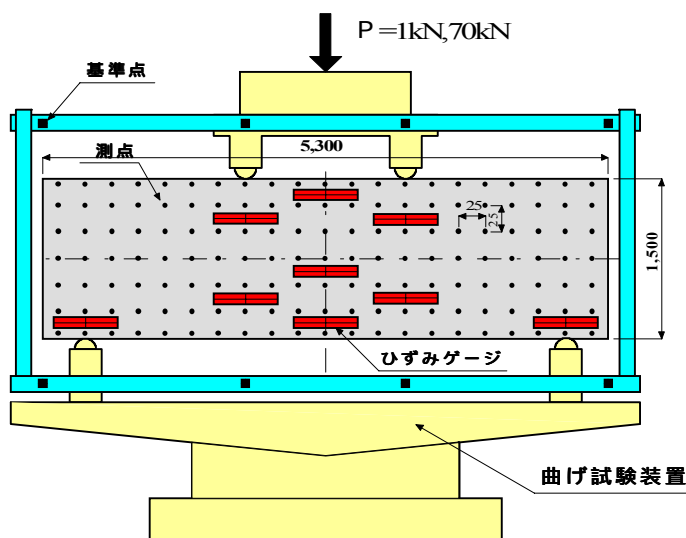


図-2 供試体と測点、ひずみゲージの配置図

キーワード：精密写真測量、セルフキャリブレーション法、デジタルカメラ、ひずみ、応力、計測
 〒270-0222 千葉県東葛飾郡関宿町木間ヶ瀬5472 TEL.0471-98-7572、FAX.0471-98-7586

3. 実験結果

(1) ひずみ分布について

図 - 3 に、 $P = 1 \text{ kN}$ を初期状態とし、精密写真測量解析により得られた $P = 70 \text{ kN}$ までの増分ひずみの分布図を示す。

図 - 3 より、画像解析により得られた最大引張ひずみ位置は、図 - 4 に示すひび割れ発生位置と良く対応していることから、本手法は面的なひずみ分布を把握するのに有効であることが分かる。

(2) ひずみの測定精度について

表 - 1 に、 $P = 1 \text{ kN}$ から 70 kN までのひずみ増分の解析値を、ひずみゲージによる計測値と対比して示す。

ひずみの測定精度については、表 - 1 に示すように、今回の測定条件では 0.1% 以上のひずみについては比較的精度良く測定できることが分かる。

(3) 応力分布について

今回実施した曲げ強度などの強度試験では、ひび割れが発生する前の荷重レベルにおいては、(1) 式により構造物の応力分布を算定することが可能である。

$$\sigma = E \varepsilon \quad (1) \text{ 式}$$

ここで、 σ : 応力、 E : ヤング係数、 ε : ひずみ

したがって、画像解析によるひずみ測定により構造物などの応力分布を視覚的に示すことができると考えられる。

4. おわりに

精密写真測量を用いた画像解析により、構造物のひずみ分布を面的に測定できることを示した。また、ひずみの測定精度は、今回の測定条件では 0.1% 程度以上であった。本手法を用いればひずみや応力分布を面的に、比較的簡易に計測することが可能である。今後は、より小さいひずみレベルまで適応範囲を広げるよう、解析精度や画像取得精度の向上に関する研究を進めて行きたい。

参考文献

- 1) 近久、荒井、筒井、櫻井：砂の異方性パラメータについて、第27回土質工学研究発表会講演集、pp.2051-2054、1992。
- 2) 中原、近久、筒井、熊谷、藤井、石橋：法面の挙動監視における精密写真測量の評価について、土木学会第56回年次学術講演会講演概要集、2001。

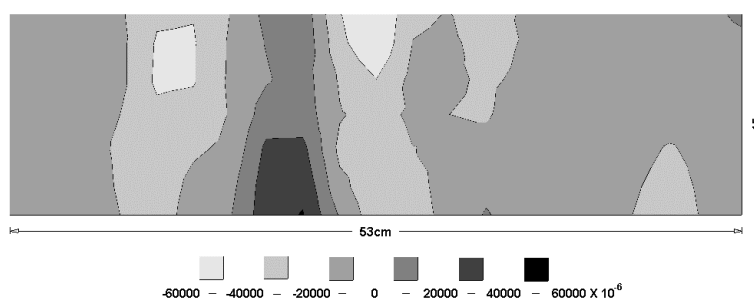


図 - 3 画像解析によるひずみ分布 ($P = 70 \text{ kN}$)

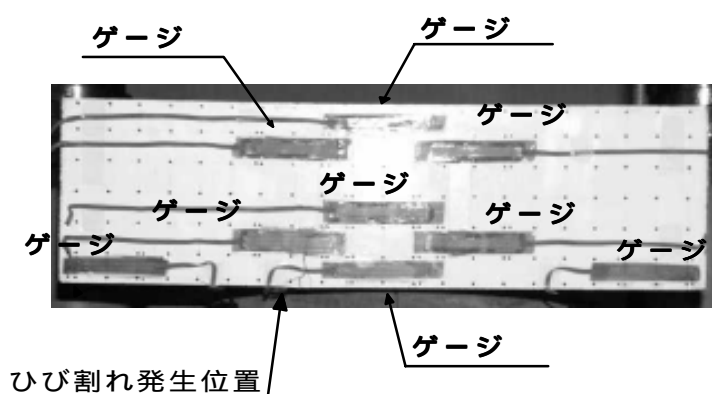


図 - 4 載荷試験後の供試体状況

表 - 1 ひずみ測定結果

ゲージ番号	P=1kNから70kNまでのひずみ増分(μ)	
	計測値(ゲージ)	解析値(画像解析)
ゲージ①	1166	2312
ゲージ②	2959	4232
ゲージ③	1143	2122
ゲージ④	44	504
ゲージ⑤	147	1205
ゲージ⑥	-35	1183
ゲージ⑦	-439	-1361
ゲージ⑧	13	1144
ゲージ⑨	10	351

*) ひずみは正が引張、負が圧縮を表す。