

画像解析による地盤変形の高精度計測技術

テーマ 高度な画像解析技術と撮影技術を組み合わせた地盤変形計測

キーワード 画像解析、地盤変形、遠心力模型実験

高精度画像解析手法の開発

地盤構造物の変形・破壊現象を解明するために、地盤の変形・破壊挙動を詳細に観察することが非常に重要となっています。模型実験の分野ではこれまで、多数の標点を埋め込んだ模型地盤の写真を撮影し、変形前後の標点の座標を読み取ることで、地盤の変位の計測が行われてきました。

しかし、この手法は設置された標点の数と間隔が限られているため、計測精度には限界があります。最近では、標点を用いずに地盤表面の写真を撮影して、画像解析することで、地盤の変位を計測できる手法が開発されています。当社は、徳島大学との共同研究により、標点を用いない高精度な画像解析手法を開発しました。

画像撮影システムの概要

遠心場での画像撮影は回転中に撮影しなければならないため、耐Gカメラと特殊な画像データの保存方法が必要となっています。本手法では図-1に示す簡易的な画像撮影システムを開発しました。膨大な生画像データを保存するために、回転内軸付近にPCを設置し、無線LAN経由もしくはワイヤレスディスプレイシステムで管理室から遠心内のPCを操作し、静的現象のみならず動的現象における地盤の画像を観察・記録することが可能となっています。

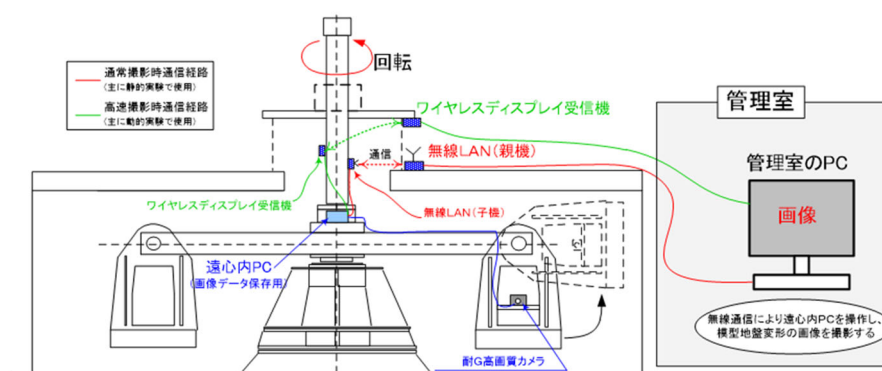


図-1 遠心力模型実験の画像撮影システム

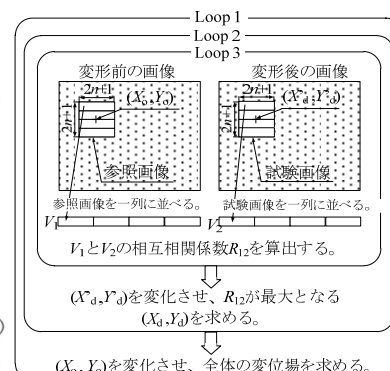


図-2 計算流れ

また、変位計測の手法は図-2に示すパターン認識を用いました。本手法の原理は、まず変形前・後の2つの画像から、それぞれ (X_o, Y_o) 、 (X'_d, Y'_d) を中心とする、大きさ $(2n+1) \times (2n+1)$ の小画像（テンプレートと呼ぶ）を切り出します。それを一次元のベクトルデータ V_1 、 V_2 に変換し、両者の相互相関係数 (R_{12}) を式(1)により求めます。

$$R_{12} = \frac{\sum_{i=1}^{(2n+1)^2} v_{1i} \cdot v_{2i}}{\sqrt{\sum_{i=1}^{(2n+1)^2} v_{1i}^2 \cdot \sum_{i=1}^{(2n+1)^2} v_{2i}^2}} \quad (1)$$

日本工営株式会社

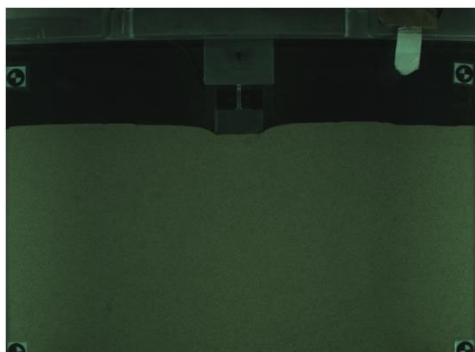
お問合せ

内容に関するご質問は、以下のページからお問い合わせ下さい。

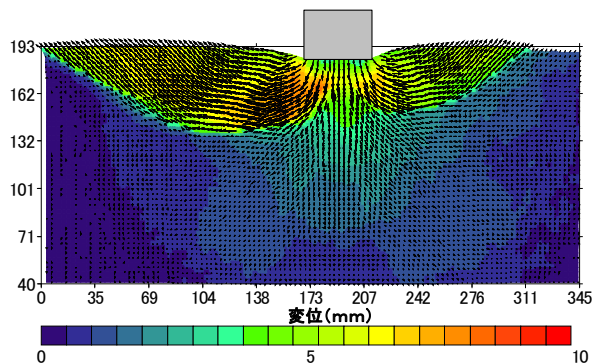
URL <http://www.n-koei.co.jp/contact/>

静的実験での計測の事例

写真—1 に実施した遠心場の支持力実験から撮影した画像の一例です。図—3 は本手法で解析した結果から得られた変位分布と変位ベクトルを示します。本手法により地盤の微小変位の測定が可能であることが分かります。



写真—1 撮影した画像



図—3 画像解析結果 (変位分布と変位ベクトル)

動的実験での計測の事例

図—4 に遠心場で実施した石積み擁壁模型の加振実験の画像です。実験では 20G の遠心力加速度場で実施し、400gal 加振による石積み擁壁の変形挙動を撮影しました。図—5 は画像解析結果から得られた地盤の変位ベクトルです

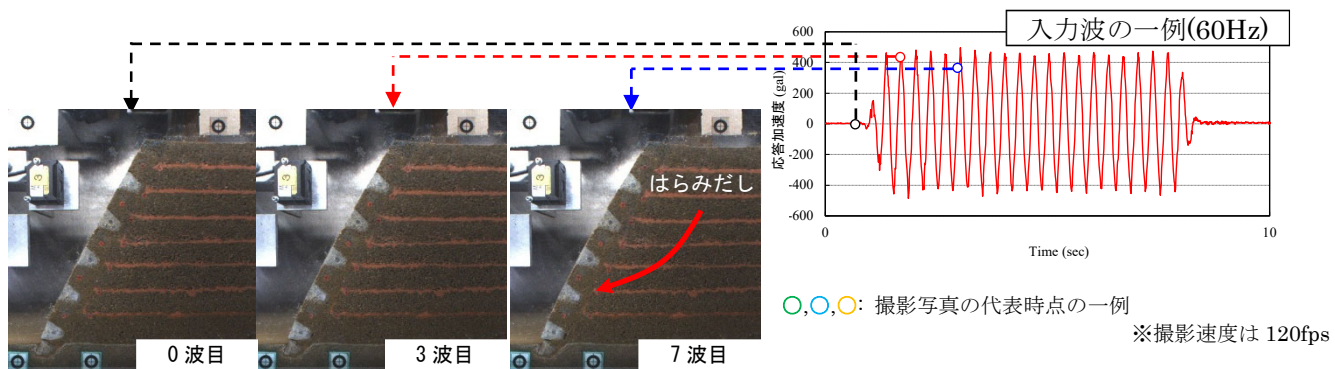


図-4 入力波 (60Hz)

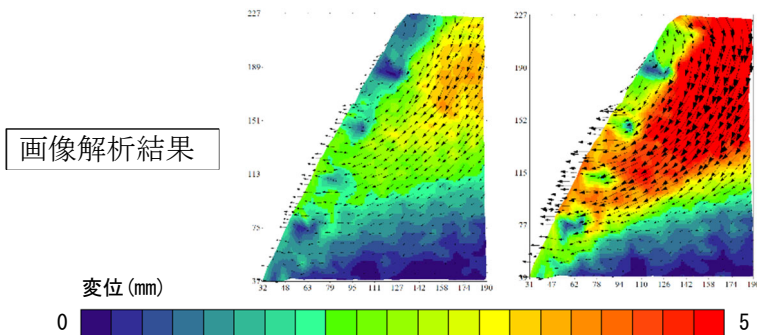


図-5 撮影画像と画像解析結果

撮影写真は加振中の石積み擁壁の挙動を精緻にとらえています。さらに画像解析結果から、擁壁前面のはらみだしの進展が良くとらえられており、本解析システムにより動的加振中においても地盤変形の面的な把握が可能であることがわかります。

本手法の特徴

当社の地盤変形計測システムでは、静的・動的実験における地盤の変形を高精度 (誤差 0.2 pixel 以内) で計測することが可能になったので、特に地盤工学における数値解析の妥当性の検証あるいは数値解析で解明できないような問題でも活用できます。