

画像情報技術を用いた既設構造物の 終局状態に至るまでの現象を可視化するシステムの開発

大阪市立大学大学院 学生員 ○北村匡範
大阪市立大学大学院 正会員 北田俊行
日本電子計算 正会員 丹羽量久

日本電子計算 正会員 和田眞禎
大阪市立大学大学院 正会員 山口隆司
長崎大学工学部 正会員 松田 浩

1. はじめに

本来、構造物が有している現在の性能を正しく評価する手法としては、実物を用いた実験が最も望ましいが、予算的制約や実験に必要な空間的制約などから不可能な場合が多い。一方、非破壊的に数値解析を行うとしても、膨大な出力データから、必要なデータを抽出して、構造特性や性能を理解しなければならず、熟練した技術者の判断が必要不可欠となる。それゆえ、今後増え続けるであろう補修あるいは補強が必要な構造物に対し、その性能を正しく評価し、合理的な補修・補強方法を迅速に決定するためには、技術者の負担を軽減し構造物の現状を正しく評価できる使い勝手のよい安価で簡易なシステムの構築が望まれている^[1]。

2. システムの概要

本研究において開発したシステムは図1に示すように5つのサブシステムから構成されている。第1サブシステムでは、デジタルカメラで撮影した2枚の画像からマッピング技術を用いて三次元座標を認識する。第2サブシステムでは、構造物の応答性状などを可視化するための基となる画像を生成する。第3サブシステムでは、認識した三次元座標と材料情報を統合させることによって、数値解析モデルを構築する。第4サブシステムでは、構造物の性能および挙動を評価するために解析を行う。第5サブシステムでは、再びマッピング技術を用いて解析結果と画像データとを統合して、構造物の応答性能や挙動を可視化する。

3. 鋼製箱型断面供試体を用いたシステム適用の検討

上述したシステムの適用可能性を検討するために、実験で用いる鋼製箱型断面供試体を対象とした。まず、図2(a)に示すように供試体の1つのコーナー部分につき2方向から撮影し、これを供試体の4つのコーナーそれぞれに対して行い、二次元座標で表される供試体の画像情報を取得した(第1サブシステム)。撮影では、図2(b)および(c)に示すように、絶対座標系を表すキャリブレーションフレームを供試体と一緒に撮影している。この得られた画像情報からステレオ画像法^[2]の理論に基づいてマッピングを行い、供試体の三次元座標を導出した。表1に供試体のある面(Face 3)の実測値との比較を示す。上段はレンズのひずみの影響を考慮しない場合の結果で、下段はレンズのひずみの影響を取り除くために、レンズのひずみ補正^[3]を行って同定した結果である。一般に、カメラレンズにはひずみが存在していることが知られており、計測精度に大き

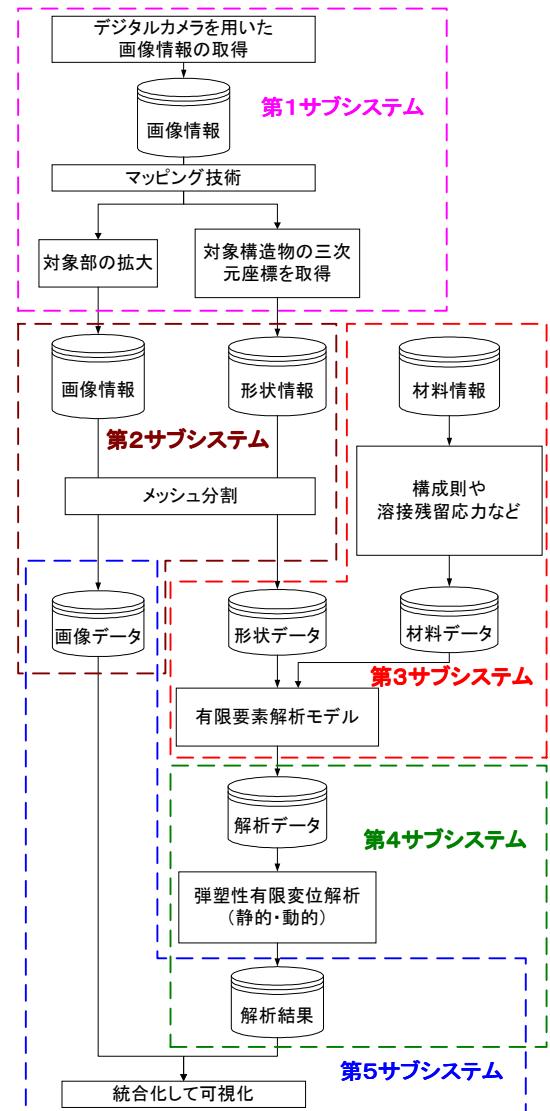
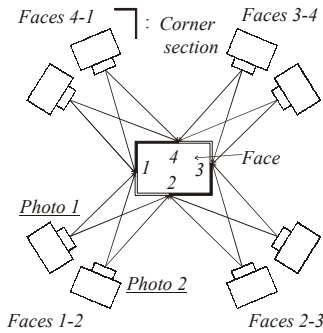


図1 開発したシステムの概要

キーワード：既設構造物、画像情報技術、マッピング技術、可視化

〒558-8585 大阪市住吉区杉本 3-3-138 大阪市立大学大学院 TEL:06-6605-2735 FAX:06-6605-2765

く影響する．ここで誤差とは，実測値と本システムから得られた座標値との差と定義している．表よりレンズのひずみ補正を行うと誤差が小さくなっており，その必要性がわかる．また，その他の面も同様にひずみを考慮することで誤差が1%以内と収まっている．



(a) デジタルカメラの位置



(b) Photo 1



(c) Photo 2

図 2 三次元座標を取得するための撮影方法

次に，導出した三次元座標にヤング係数などの材料情報を統合さ

せ，さらに単調載荷による弾性有限要素解析を行った（第 3，4 サブシステム）．構築された解析モデルを境界条件および載荷条件とともに図 3 に示す．ここで構築したモデルの面にやや凹凸が生じているのが見られる．これは 4 つのコーナーで導出した三次元座標を合成させる際に，その誤差が積み重なったためと思われる．さらに高さ方向に関して，合成して構築した解析モデルは合成前の長さと比較して約 1% 短くなった．これより，合成方法の新たな手法を考える必要があると思われる．

そして最後に，マッピング技術を用いて解析後に取得した三次元座標を二次元座標に再変換し，基の画像に重ね合わせることによって，変形した状態を示した（第 5 サブシステム）．その結果を図 4 に示す．本システムにより板厚や材質などの写真から判断できない情報を付け加えるのみで構造物の力学的特性や挙動を容易に判断できることがわかった．

4. 結論と今後の展望

本研究の主な結論と今後の展望を以下に述べる．

- 1) 様々な情報技術を用いて二次元の画像から三次元座標を導出し，既設構造物の力学的特性や挙動を可視化することによって，簡単にそれらを把握することのできるシステムの基本部分を構築した．また従来の計測システムと比較して，安価で可搬性に優れているため，建設現場においてデジタル画像による使用も可能である．
- 2) より精度よく三次元座標を導出するためには，より高性能なデジタルカメラ（画素数の多い）を用いることや，被写体の撮影方法を工夫し，合理的な三次元座標の合成方法を検討する必要がある．
- 3) 材料定数，板厚，補剛材の位置など，写真からだけでは判断できない材料情報を何らかの形で容易に解析に取り込める方法を考える必要がある．

参考文献

[1] 丹羽量久，北田俊行，山口隆司，打越丈将：画像情報技術を用いた既設構造物の保有耐力評価システムの開発について，平成 13 年度土木学会関西支部年次学術講演会講演概要，I-111-1～2，2001.6.

[2] 井口征士，佐藤宏介：三次元画像計測，昭晃堂，1990.11.

[3] 松田 浩，小嶋 悟，和田眞禎，古賀掲維，仲村政彦ほか：膜・シェル構造解析のための 3D 計測+FEM 解析システムの開発，鋼構造年次論文集，Vol.8，pp.595～602，2000.11.

表 1 計測精度（Face 3 のフランジ幅方向）

	actual	measurement	errors
normal	250.0	262.1	4.84%
compensated		251.0	0.39%

(Unit : mm)

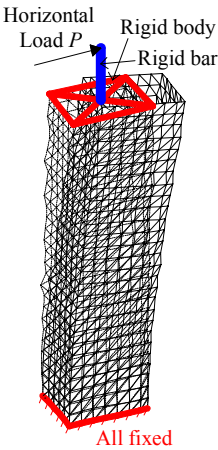


図 3 変形後の供試体

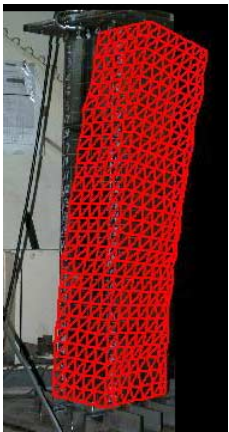


図 4 解析結果と画像データを統合した結果（変形倍率 1 0 倍）