第Ⅰ部門　　　写真画像による構造物変形挙動の３次元可視化システムの構築

大阪市立大学工学部　学生員　○廣田　千晴
JIPテクノサイエンス（株）　正会員　和田　眞禎
大阪市立大学大学院工学研究科　正会員　北田　俊行
大阪市立大学大学院工学研究科　正会員　山口　隆司
大阪市立大学大学院工学研究科　正会員　松村　政秀

１．背景と目的

わが国の社会基盤構造物は高度経済成長期に建設されたものが多く，その耐久性や耐荷力の劣化・老朽化が多く見受けられるようになっている．このような状況をふまえ，交通ネットワークの中核となる橋梁を対象に，補修・補強を効果的かつ経済的に行うための点検，診断，補修技術ならびにそれらのデータの迅速かつ合理的な収集方法の確立が強く望まれている．

本研究では，点検・診断を経済的に行うことを目的とし，デジタルカメラで取得した画像を基に，数値解析モデルデータを作成し，解析を行い，その解析結果を３次元で可視化できるシステムを構築した．

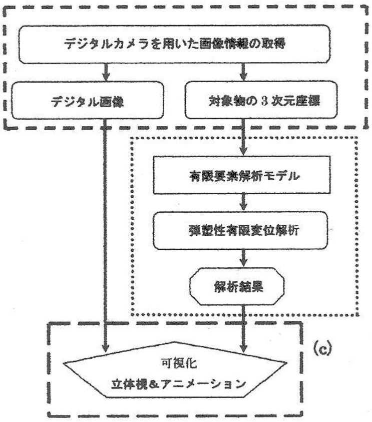


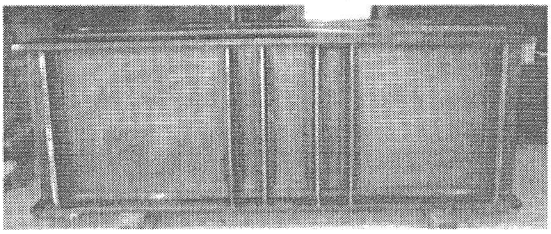
図-1　各システム構成とフロー

２．構築したシステムの概要

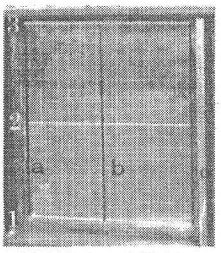
本研究で構築した，写真画像による構造物変形挙動の可視化システムは，３つのシステムから構成されている．図-1 には，システムの構成とそのフローを示す．３次元座標取得システムは，デジタルカメラで取得した画像から，(a)対象点の３次元座標を抽出し，(b)これをもとに数値解析のための入力データとそれを用いた数値解析を行う．(c)解析結果可視化システムは，解析結果とデジタル画像から３次元空間にモデルを表示するシステムである．このシステムの特徴は，Open GL を用いてデジタル画像により表示したテクスチャ表示，コンター表示，テクスチャ+コンター表示，メッシュ表示，ワイヤーフレーム表示，アニメーションなどの各種表示方法を有していることである．

３．Ｉ桁供試体の初期たわみ計測

図-2(a)には計測対象物であるＩ桁供試体の全体図を，同図(b)には対象腹板を示す．図-2(b)に示す垂直方向断面1～3および水平方向断面 a-c の部分を対象に，３次元座標を算出し，初期たわみを計測した．計測結果を図-3 に示す．実線Ｄが，画像計測から得た結果を示し，破線Ｌが，レーザー変位計による結果を示す．図-3 からレーザー変位計と画像計測とで求めた初期たわみ沿形にはかなりの差異があることがわかる．しかし，両者の初期たわみ方向が同様の傾向を示している．また，画像計測により得られた初期たわみの最大値と最小値の差は 3.78mm であり，レーザー変位計により得られたそれは 2.91mm であった．計測差の原因の１つとして，レーザー変位計では 0.05mm 単位まで計測できるのに対し，画像計測ではデジタルカメラの画素数から１画素あたり最大 0.4mm までしか計測できないことが考えられる．



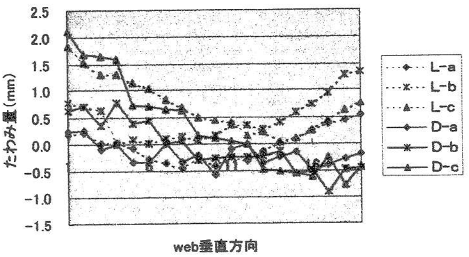
(a)　全体図



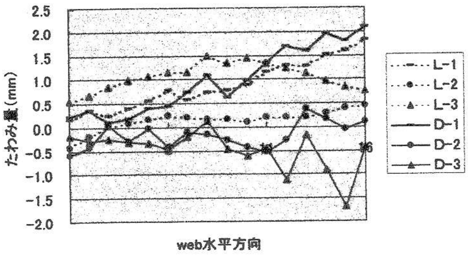
(b)対象とした腹板

図-2　対象としたＩ桁供試体

Chiharu HIROTA, Masayoshi WADA, Toshiyuki KITADA, Takashi YAMAGUCHI, and Masahide MATSUMURA



(a)対象とした腹板の垂直方向
断面の初期たわみ沿形



(b)対象とした腹板の水平方向
断面の初期たわみ沿形

図-3　初期たわみの計測結果

4．可視化システム

図-2(a)の対象腹板に示すように水平方向と垂直方向に引かれた白線の交点を数値解析のデータとし，得られた解析結果の荷重－変位曲線の例を図-4に示す．図-4に示す荷重－変位曲線の点(a)，(b)，および(c)に対応したアニメーションを図-5に示す．今回は変形倍率を10倍に設定しており，載荷前の状態(a)と座屈時の状態(b)，および解析終了時の状態(c)の3段階で本システムの特徴である画像データを，テクスチャ表示とテクスチャ+コンター表示で示している．

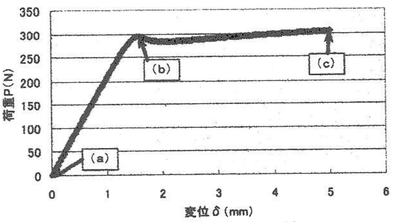
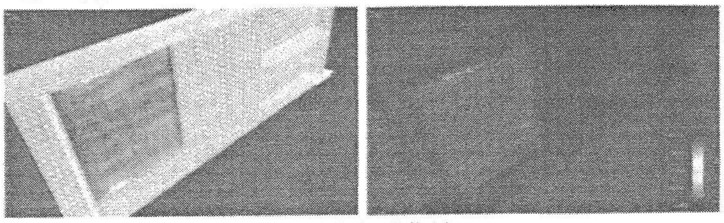
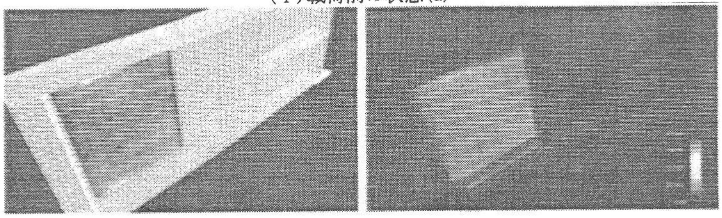
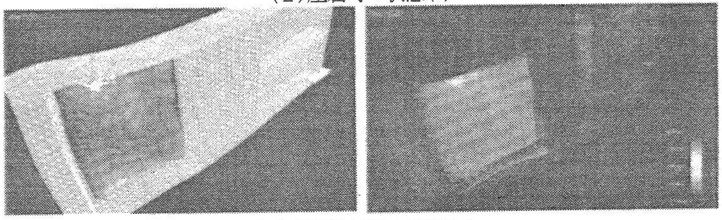


図-4　P-δ曲線


(ⅰ)載荷前の状態(a)


(ⅱ)座屈時の状態(b)


(ⅲ)解析終了時の状態(c)

(a)　テクスチャ表示　　(b)　テクスチャ+コンター表示

図-5　アニメーション

5．まとめ

(1) 画像からの3次元座標取得においては，必要とされる精度が，デジタルカメラの画素数からの最大精度内であれば有効であると考えられる．

(2) 可視化においては、テクスチャ表示部分に着目すると，実物のＩ桁供試体が変形している様子を見ることができ，現実感のある映像を得ることができた．

(3) 様々な描画方法やアニメーションの表示機能を有するため，場面により描画方法を選択することができ，特に写真の貼り付けてあるウェブ部分においては，専門の技術を持たない人にとっても対象物の挙動を容易に判断可能と思われる．

【参考文献】

1) 北村匡範：地震下の既設鋼構造物の終局崩壊現象の画像情報技術を用いた可視化システムの開発，大阪市立大学大学院工学研究科　土木工学専攻，修士論文，2003.3

2) 井口征士，佐藤宏介：三次元画像計測，昭晃堂，1990.

3) USSP研究会：USSPユーザーズ・マニュアル，理論編，Ver.3.0，日本構研情報㈱，1996

4) Open GL：http://www.uri.sakura.ne.jp/~cosmic/yuno/lab/gl_memo.html