

PIXXIS

デジタルカメラ三次元計測システム



平成28年4月1日



SoftBridge株式会社

PIXXIS

デジタルカメラ計測とは

- 複数の角度から撮影した写真から三次元座標を求める
 - 二次元データから三次元データを復元する技術
 - エピポーラ幾何と呼ばれる数学技法の応用
- 計測位置の自動認識
 - 計測位置にマーク(ターゲット)を設置すると複数写真上の同一点をコンピュータが自動認識する
- 計測位置を写真で確認
 - 計測位置を写真上のマークで確認する
- トータルステーションと同程度の計測精度がある
 - 1秒読みトータルステーションと同程度の計測精度



PIXXIS デジカメ計測の原理(2)

- 写真上の位置とカメラ視点から方程式を作成
 - 詳細はエピポーラ方程式(幾何)で検索

カメラ視点 $O^1(x_0^1, y_0^1, z_0^1)$

カメラ視点 $O^2(x_0^2, y_0^2, z_0^2)$

カメラ視点 $O^3(x_0^3, y_0^3, z_0^3)$

SoftBridge株式会社

PIXXIS の特徴(1)

- デジタルカメラ計測機器としては大型構造物に対応
 - 計測対象構造物サイズ～30m程度まで
 - コードターゲットの大型化と長尺基準バーで対応

1 ~ 30m程度

SoftBridge株式会社

PIXXIS

PIXXISの特徴(2)

- 手軽に計測
 - 光波系測距器に比べ取扱いが簡単
 - 屋内・屋外いずれでも使用可能



SoftBridge株式会社

PIXXIS

PIXXISの特徴(3)

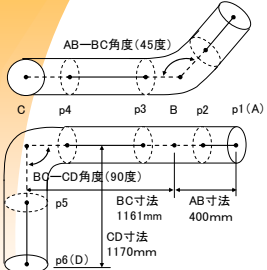

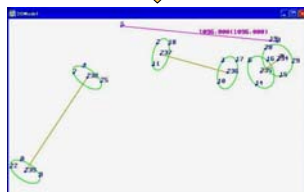
- 状況写真と計測データが連動
 - 撮影写真上で寸法を確認
 - 工事看板なども一緒に写し込み

左図JPG画像、右図RAW画像



SoftBridge株式会社


PIXXISの特徴(4)

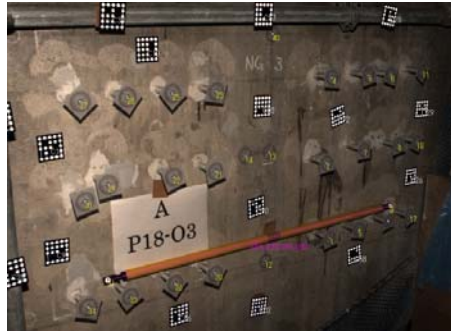
- テープでは求めにくい三次元角度や長さを簡単に計算
 - 
 - 
 - 
 - | | テープ計測 | カメラ計測 | 誤差 |
|---------|-------|---------|-------|
| AB寸法 | 400 | 396.07 | -3.93 |
| BC寸法 | 1061 | 1063.85 | 2.85 |
| CD寸法 | 1170 | 1171.49 | 1.49 |
| AB-BC角度 | 45 | 46.04 | 1.04 |
| BC-CD角度 | 90 | 90.05 | 0.05 |

SoftBridge株式会社

PIXXISの特徴(5)

- データ取り間違いミスの防止
 - 類似形状が多い場合部材位置を記載した用紙を一緒に撮影
 - 計測データの天地左右向きも写真を見ればわかる

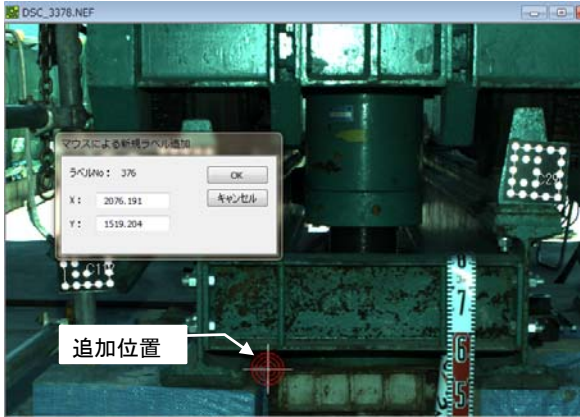




SoftBridge株式会社

PIXXISの特徴(6)

- 計測忘れ点を写真上で追加設定
 - 写真に計測点を追加することができる
 - 3枚以上の異なる角度から撮影した写真上で同一点を指定

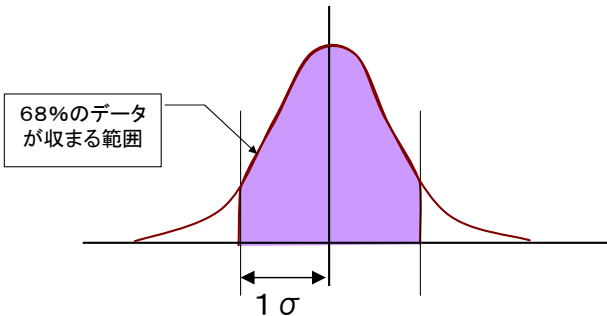


追加位置

SoftBridge株式会社

PIXXIS基本計測精度

- 三次元高精度計測
 - 計測精度に影響する要因
 - カメラ素子画素数、レンズ焦点距離、被写体平均撮影距離
 - 1500万画素、24mm広角レンズ、被写体平均撮影距離3mの場合
 - $1\sigma = 0.165\text{mm}$ (三次元上の誤差)
 - 1σ : 標準偏差と言われ、約68%の確率で入る誤差
 - 計測精度は同じ計測点を繰り返し計測した場合の値のばらつき度合い



68%のデータ
が収まる範囲

1σ

SoftBridge株式会社

PIXXIS画面

- 操作画面

撮影写真リスト



計測点





カメラ位置

計測点

SoftBridge株式会社

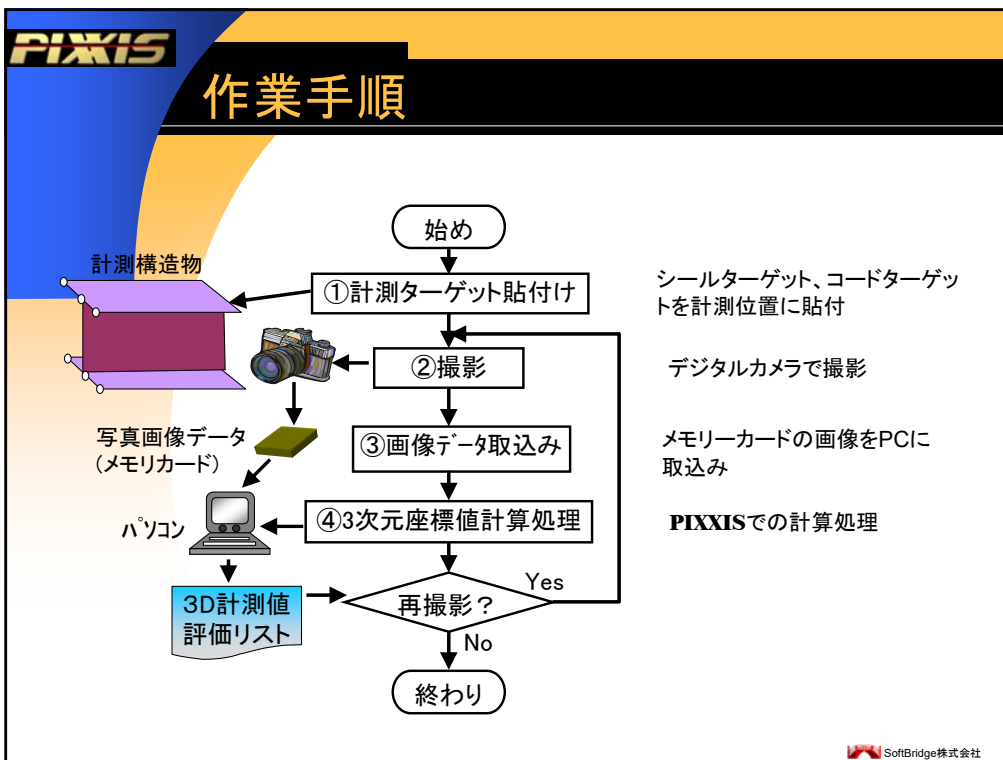
既存計測器との比較

- 光学系三次元計測器との計測精度比較

10m長さ比較(単位mm)	計測平均値	標準偏差	計測精度
トータルステーション(MONMOS)	10000.049	0.047	1/212,767
PIXXIS(平均78枚撮影)	10000.255	0.157	1/63,696
PIXXIS(平均54枚撮影)	10000.401	0.260	1/38,463

SoftBridge株式会社



PIXXIS

作業状況ビデオ

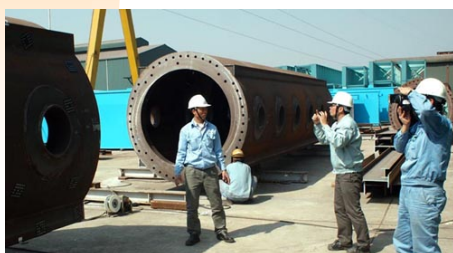


SoftBridge株式会社

PIXXIS

作業時間

- 鋼構造物(7m×1m×2m程度の全周計測)
 - ターゲット貼付け、撮影、ターゲット撤去で1時間程度
 - ターゲット貼付け作業で脚立などの足場有無により変わる
- 既存補修現場(2m×2m程度の面)
 - ターゲット貼付け、撮影、撤去で1か所20~30分程度
 - 現場条件により変わる

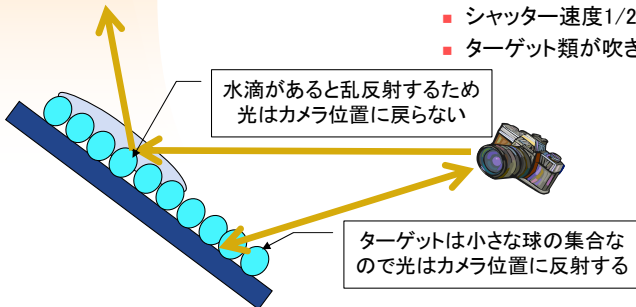


SoftBridge株式会社

PIXXIS

制限事項

- 撮影距離 1m～15m程度
 - ストロボの光が届く範囲
- ターゲット類に水滴を付けない
 - ストロボ反射光がカメラ方向に戻らない
- 温度
 - 氷点下の気温でも計測可能であるがカメラ内部温度が0～40度程度の範囲内となる時間内
- 風・振動
 - シャッター速度1/250でぶれない程度
 - ターゲット類が吹き飛ばされない程度



水滴があると乱反射するため
光はカメラ位置に戻らない

ターゲットは小さな球の集合なので
光はカメラ位置に反射する

SoftBridge株式会社

PIXXIS

厳しい環境下での計測

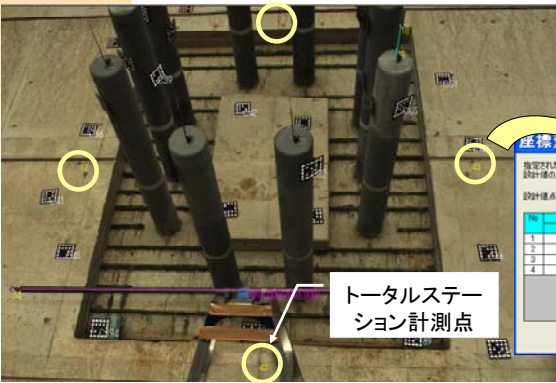
- 寒冷地屋外夜間計測を実施
- 計測精度など問題なし



SoftBridge株式会社

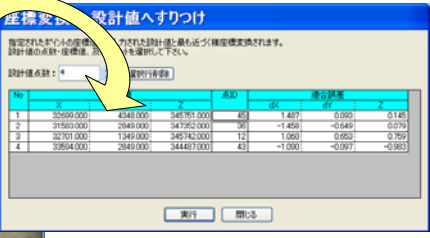
PIXXIS 他の三次元計測器との連携

- トータルステーション計測座標系にPIXXIS計測座標を変換
 - 工事全体の主要点はレーザを使用したトータルステーションで計測
 - 主要点内の細かい計測点はPIXXISで計測
 - PIXXISの計測座標系合わせ機能により全体座標系に変換



トータルステーション計測点

基準4点のトータルステーション座標を入力



No	X	Y	Z	高さ	傾斜	傾斜角
1	22020.000	4343.000	345767.000	45	-1.4391	0.0901
2	31563.000	2649.000	347962.000	35	-1.4548	-0.6449
3	22707.000	1349.000	342742.000	12	1.0061	0.6657
4	23644.000	2649.000	344467.000	43	-1.0981	-0.0971

SoftBridge株式会社

PIXXIS 計測データをCADに連携

- 写真上の計測点を指定して部材外形線を作成
 - 現場で型板を取る作業を写真上で行うようなイメージ
 - オプション機能





多内形数値補設定

部材名: PKCY_001

サブライド ID: *

ツールターゲットを指定して部材を取得する場合は、数値取得ボタンを押下します。

数値取得:

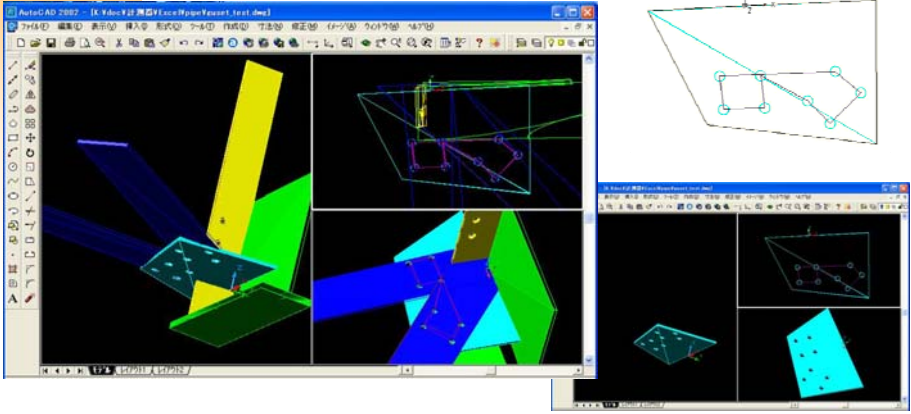
備考1

SoftBridge株式会社

PIXXIS

三次元ソリッドデータ出力(1)

- 部材形状を設定した計測データを基に3DCADデータを作成
 - オプション機能
 - 下図は前スライドで設定したデータをAutoCADに出力した例



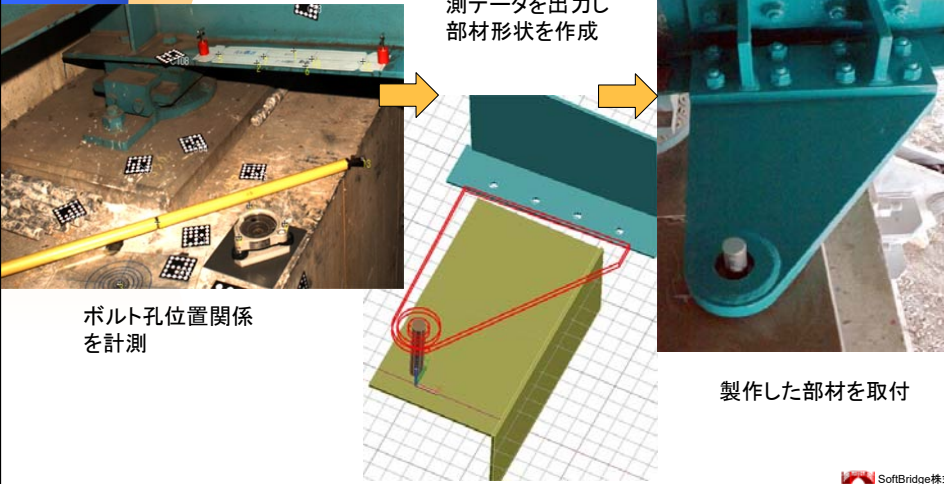
SoftBridge株式会社

PIXXIS

三次元ソリッドデータ作成(2)

- 三次元空間上の部材形状を簡単に作成
 - オプション機能

三次元CADに計測データを出力し部材形状を作成



ボルト孔位置関係を計測

製作した部材を取付

SoftBridge株式会社

PIXIS

三次元ソリッドデータ作成(3)

- 既設構造物三次元形状CAD出力
オプション機能

撮影作業

PIXIS画面

AutoCAD三次元形状出力

SoftBridge株式会社

PIXIS

立体面の二次元投影図を作成

- 側面・上面の位置関係を持つ投影図を作成

撮影

3D位置関係図

完成

ボルト孔二次元加工図

SoftBridge株式会社


PIXIS

ボルト上下端二次元投影図を作成

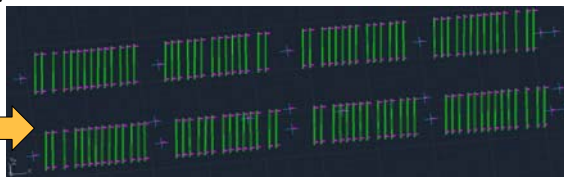

- 橋梁下部工鉄筋を計測し橋梁上部工製作図面に反映
 - オプション機能

計測結果三次元CAD図


撮影状況



上部工製作図に計測ボルト位置を重ね合わせ

拡大図


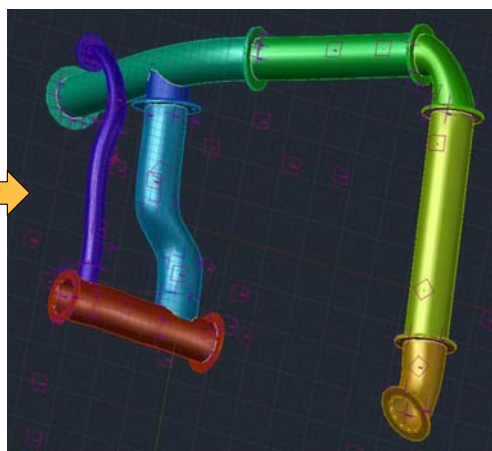


SoftBridge株式会社

PIXIS

配管三次元形状計測


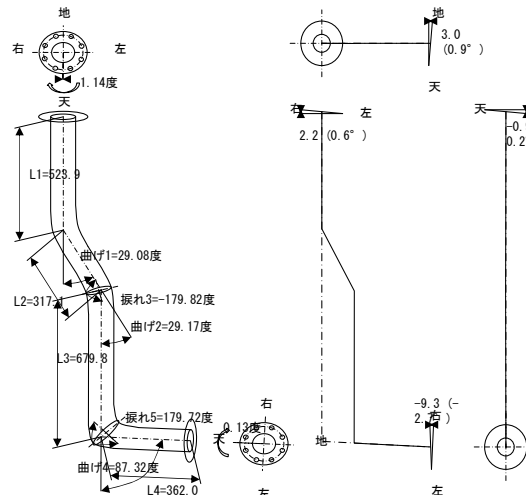
- 既存管を計測し三次元CADデータを作成
 - オプション機能

SoftBridge株式会社

PIXIS 配管加工帳票の作成

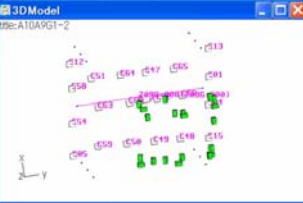
- PIXIS計測データから管加工図帳票を作成
 - オプション機能

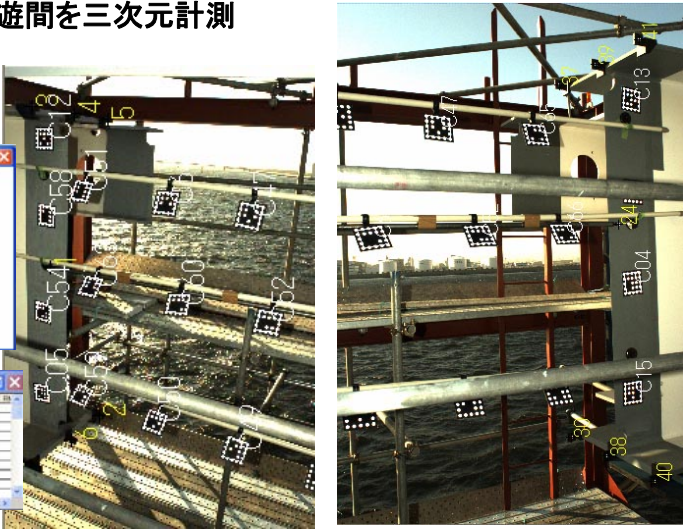
SoftBridge株式会社

PIXIS 港湾構造物計測事例

- 構造物遊間を三次元計測



Point ID	名称	X	Y	Z	RMS (mm)	注
1	TARGET 1	130.662	-11.021856	-52.1153	0.1489	
2	TARGET 2	-853.1969	-964.9411	432.2013	0.1444	
3	TARGET 3	874.1937	-881.213	-553.1115	0.1659	
4	TARGET 4	893.2396	-993.5243	-522.7861	0.1398	
5	TARGET 5	1085.4589	-897.6991	118.8853	0.2111	
6	TARGET 6	-307.8758	-1046.8371	204.1001	0.1303	
24	TARGET 24	378.4352	1368.8551	33.1524	0.2069	
30	TARGET 30	-865.5398	817.2659	704.102	0.1811	
37	TARGET 37	893.7792	1706.2881	134.1448	0.1491	
TO 38	TARGET 38	-1049.1341	934.4903	376.1271	0.1541	



SoftBridge株式会社

PIXIS

コンクリート構造物計測事例

- シールドトンネルセグメント計測

PC橋形状計測

SoftBridge株式会社

PIXIS

高精度な変位量計測

コンクリート構造物変位量計測

- 計測対象物とカメラ間距離が1m程度の場合±0.05mm程度の精度
 - 下記写真は「PC道路橋の健全度評価の高度化に関する共同研究」
 - 社)プレストレスト・コンクリート 建設業協会, 国土技術政策総合研究所 提供

SoftBridge株式会社


PIXXIS

技術論文雑誌運用報告

- 雑誌「橋梁と基礎」2008年5月号
 - デジタルカメラ計測を使用した数値仮組立てと架設計測との比較
- 雑誌「配管技術」2011年9月号
 - デジタルカメラを使用した三次元計測技術
- 雑誌「橋梁と基礎」2014年1月号
 - デジタルカメラ計測の橋梁補修補強工事への適用







 SoftBridge株式会社

PIXXIS

NETIS登録

- 国土交通省新技術情報提供システム(NETIS)に登録
- 登録番号 : KT-070053-VE
- 登録名称 : デジタルカメラ三次元計測システムPIXXIS
- 副題 : 土木・鋼構造物向け高精度三次元デジタルカメラ計測システム
- 工種 : 調査試験／測量／写真測量
- 震災復興NETISにも登録
- NETIS「平成24年度活用促進技術」に指定

 SoftBridge株式会社