

保全工事におけるデジタルカメラ 3次元計測技術の適用について

日本橋梁建設土木施工管理技士会
 横河工事株式会社

設計担当主任技術者
 中村 智昭[○]
 Tomoaki Nakamura

現場代理人
 廣井 宏治
 Kouji Hiroi

監理技術者
 森本 賢一郎
 Kenichiro Morimoto

1. はじめに

近年、橋梁をはじめとする土木構造物の老朽化に伴い補修・補強を含めた保全工事による長寿命化対策が進められている。保全工事では新設工事と違い、部材を既設構造物に合わせて製作・架設するため、事前に建設時図面等の資料から設計値を確認した上で、調査用足場を設置して詳細な現場実測を行い、製作図面に反映させる必要がある。

現場実測は桁下など狭隘な空間での作業が多く、通常コンベックスや差し金などを使用したいわゆる「手計測」により実施される。そのため、計測精度は計測技術者の技量に大きく左右される。

一方、近年のデジタルカメラの高解像度化やコンピューターの発達により市販のデジタルカメラを用いた写真計測技術が発達し様々な分野でその適用が試みられているが、撮影環境が変化し易い橋梁架設現場において実施されている例は少ない。

本報告では、「デジタルカメラ 3次元計測」の橋梁保全工事現場実測への適用を目的として実工事において実施した検証事例を報告する。

工事概要

- (1) 工事名：阪和自動車道
 湯屋谷橋（上り線）耐震補強工事
- (2) 発注者：西日本高速道路株式会社
 関西支社

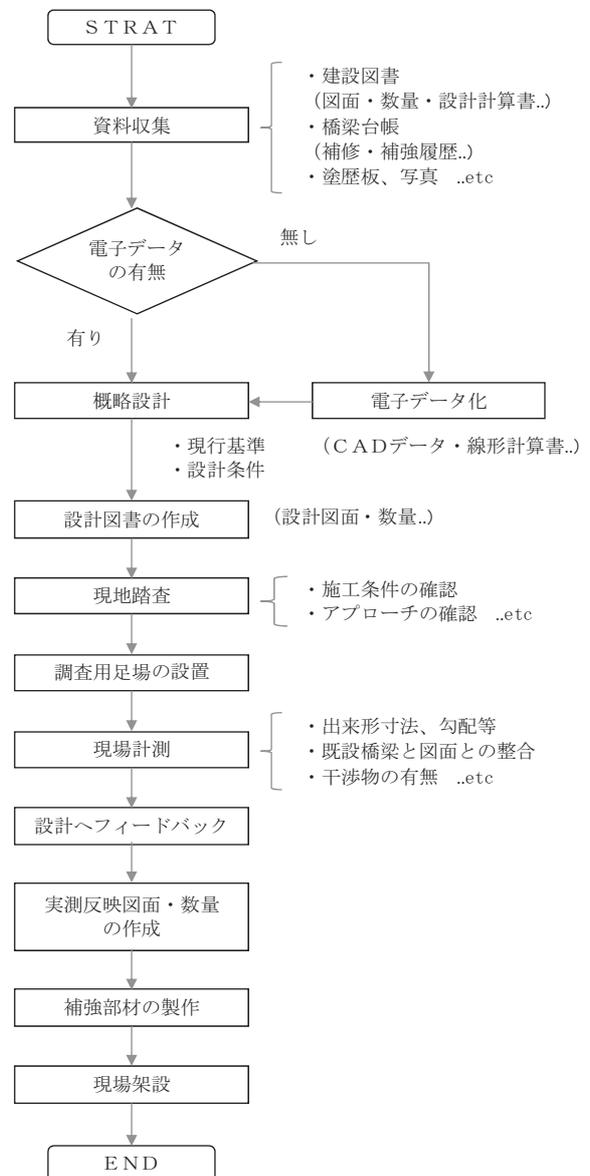


図-1 保全工事における工事全体の流れ

(3) 工事場所：和歌山県和歌山市湯屋谷～上黒谷

(4) 工 期：平成21年 8月19日～

平成25年 2月28日

概算施工数量

雄の山第一橋補強重量：149 t

湯屋谷橋補強重量：344 t

西池橋施工重量：218 t

下部工補強：RC巻立補強、縁端拡幅補強、
鋼板巻立補強、炭素繊維巻立補強実施

※その他 制震デバイスの施工、支承取替、
塗装、コンクリート塗装等

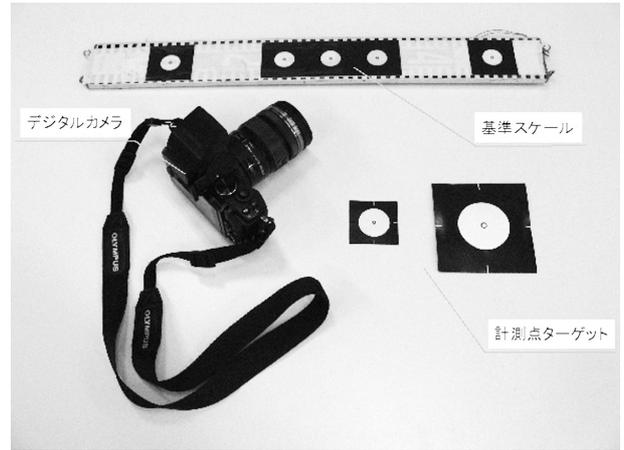


図-3 計測に必要な道具

デジタルカメラ3次元計測の概要

デジタルカメラ3次元計測とは、デジタルカメラで撮影した2枚以上の画像データをもとに被写体が各画像に写る画像座標およびカメラの位置・姿勢からその点の3次元位置座標 (X, Y, Z) を算出することができるシステムである。カメラを使った3次元座標特定のイメージを図-2に示す。

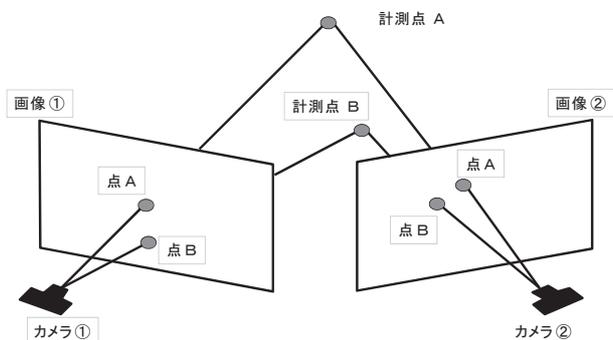


図-2 カメラを使った3次元座標特定のイメージ

デジタルカメラ計測では最低限以下に示す3つの道具があれば計測可能である。

- ・デジタルカメラ
- ・基準となる尺度を定義するための基準スケール
- ・計測点ターゲット

また、計測点ターゲットは計測位置をより明確に特定するために補助的に必要なものであり、ターゲットが無い部分でも塗装の劣化部など特徴を捉える事ができれば計測点として追加することも可能である。図-4、5にシステムの操作フローと現場での計測状況写真を示す。

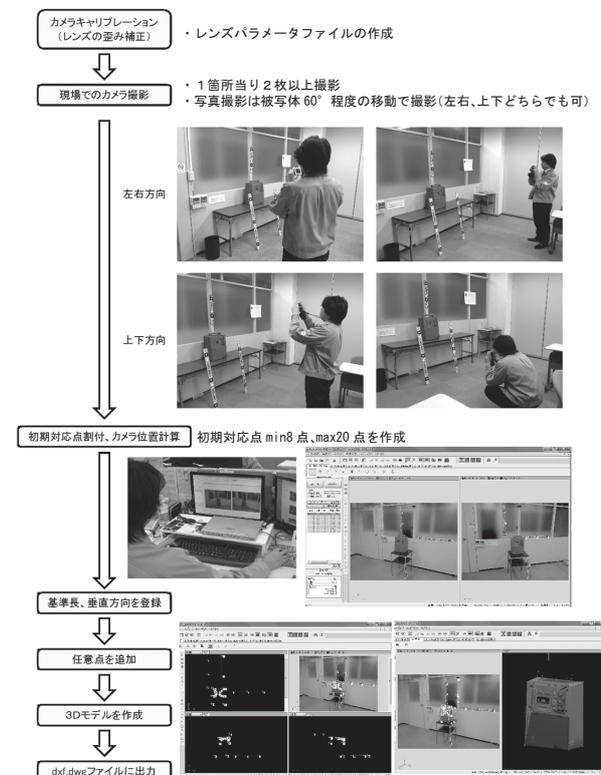


図-4 カメラ計測システム操作フロー

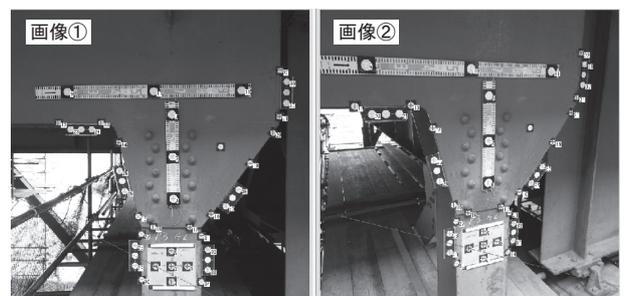


図-5 現場カメラ計測状況例 (既設ガセット形状)

2. 現場における問題点

本工事では、以下に示す4つの事例に対して現場でのデジタルカメラ計測の適用性を検討した。

1) 2次元計測【事例1】既設ガセット形状

- ①施工内容：斜材追加に伴う既設ガセットの拡幅現場溶接
- ②計測内容：既設ガセット及び周辺部材の外形状計測
(撮影距離：約1m、撮影範囲：1×2m)
- ③問題点：現場溶接により既設ガセット及び上弦材と取合う構造であるため、既設部材の外形状を正確に図面に反映する必要があった。

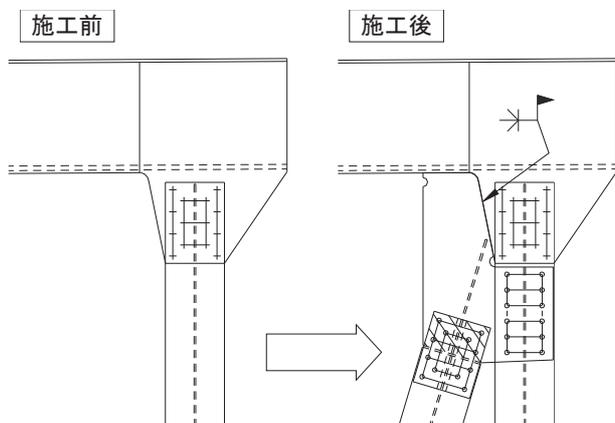


図-6 既設ガセット拡幅イメージ

2) 2次元計測【事例2】アンカーボルト配置

- ①施工内容：下部工ブラケットの取付け
- ②計測内容：アンカーボルト配置座標計測
(撮影距離：約3m、撮影範囲：2×3m)
- ③問題点：レベル2地震に対する耐震補強用の制震ダンパー下部工ブラケットなどは反力が大きいため、下部工に定着するアンカーボルト本数が多い(本事例では28本使用)。そのため、座標計測に手間がかかり計測誤差も生じやすい。

3) 3次元計測【事例1】方杖基部補強

- ①施工内容：レベル2地震に対する方杖基部のアップリフト対策補強
- ②計測内容：左右の方杖脚柱の相対関係
(撮影距離：約10m、撮影範囲：15×15m)
- ③問題点：本補強構造は左右の脚柱間に補強水

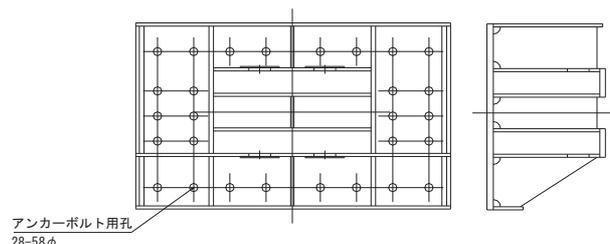


図-7 下部工ブラケット図

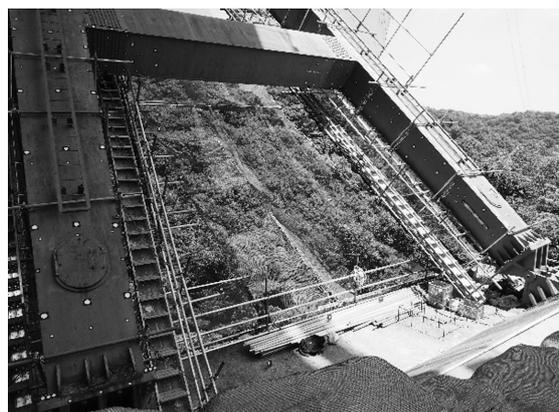


図-8 現場カメラ計測状況(方杖基部)



図-9 部材据付状況(方杖基部)

平梁を渡し、上下フランジ面の添接板で取合う構造である。既設脚柱は隅角部から基部にかけて間隔がハの字に広がると共に、箱断面の寸法が小さくなっている。これらの3次元的变化を考慮した上で計測を行う必要があった。

4) 3次元計測【事例2】鋼板巻立て補強

- ①施工内容：RC橋脚の鋼板巻立て補強
- ②計測内容：既設橋脚の断面寸法、倒れ、表面の不陸等
(撮影距離：約15~20m、撮影範囲：5×30m)
- ③問題点：鋼板巻立ては現場溶接の開先精度確

保のため、補強部材を鉛直に施工する必要がある。既設橋脚の倒れ・不陸等を考慮した上で、補強部材の断面サイズを最小にしてどの断面でも既設と補強部材の隙間を確保する必要があった。

3. 対応策と適用結果

前述した問題を踏まえ、デジタルカメラによる3次元計測を行った結果を以下に示す。

1) 2次元計測【事例1】既設ガセット形状

カメラ計測結果を図面に反映し部材を製作した結果、ルート間隔1mmで問題なく施工することができた。

2) 2次元計測【事例2】アンカーボルト配置

カメラ計測により全てのアンカーボルトを所定の孔位置に納めることができた。また、解析結果をそのまま図面データ化できるため図面反映作業

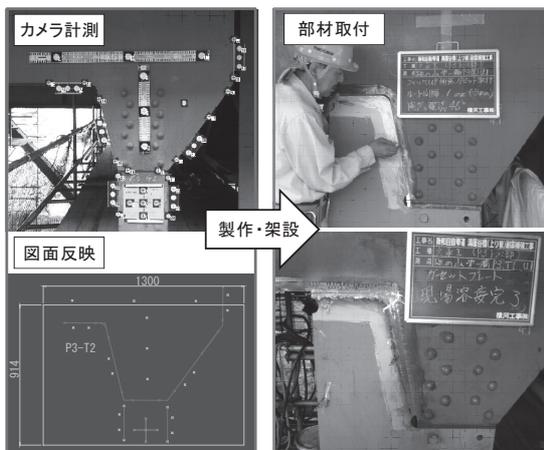


図-10 カメラ計測結果（既設ガセット形状）

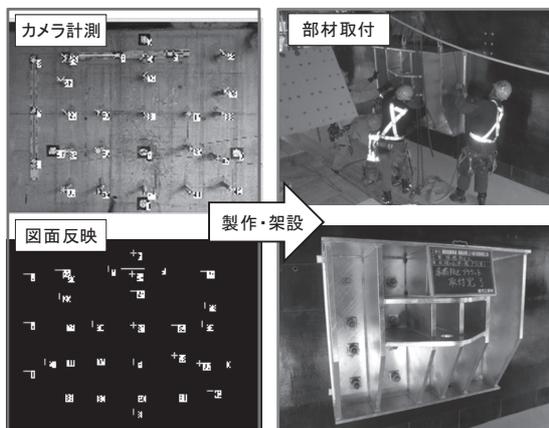


図-11 カメラ計測結果（アンカーボルト配置）

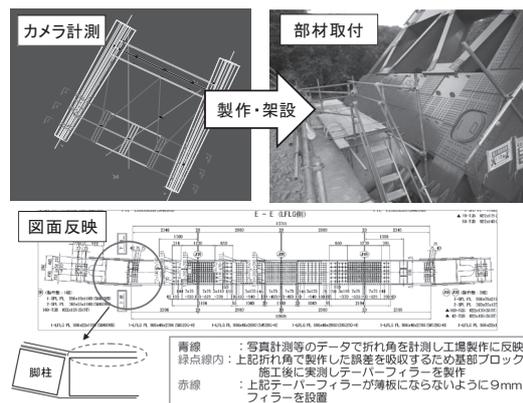


図-12 カメラ計測結果（方柱基部）

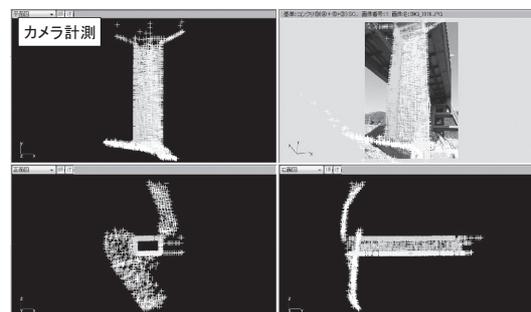


図-13 カメラ計測結果（RC 橋脚）

は従来よりも容易であった。

3) 3次元計測【事例1】方柱基部補強

カメラ計測の結果、左右の脚柱が脚柱中心軸に対して3度回転していることが判明した。その結果を既設と取合う添接板の折れ角に反映した。

4) 3次元計測【事例2】鋼板巻立て補強

カメラ計測により足場設置前に既設橋脚の形状を再現できたが、足場設置後に下げ振り等により再計測した結果との比較からカメラ計測結果を採用することはできなかった。

4. おわりに

本工事において「デジタルカメラ3次元計測」の橋梁保全工事現場実測への適用性を検討した結果、撮影距離が3m程度と近接できるものについては十分な計測精度を確認することができた。今後、さらに現場での検証を重ね撮影可能距離を延ばすと共に他工種への適用を検討していきたい。

最後に、本工事の設計・施工に当りご指導いただきました皆様方に厚くお礼申し上げます。