

(12) 3次元写真計測データを用いた歩道橋撤去計画

Pedestrian bridge removal plan using three-dimensional photograph measurement data

小林一郎¹・嶋津卓郎²・明瀬健一³・藤田陽一⁴

Kobayashi Ichiro, Shimazu Takuro, Myose Kenichi, and Fujita Yoichi

抄録：通常の設計業務は、2次元の資料を参照しながら設計案について検討・協議をするが、業務には様々な立場の関係者が多数存在しており、全員が共通の認識を持って業務が進んでいくことは難しい。そのため、施工が開始されてから、様々な問題が生じる恐れがある。一方最近では、3次元設計の業務や研究が盛んにおこなわれており、3次元CADや4Dシミュレーション技術を用いた取り組みが進められている。本研究では、VR上で2次元図面データと写真計測データを併用させ現況を再現する手法を提案する。この手法により、設計対象物や既存構造物の図面が存在しないような場合においても現況を再現することが可能であることを示し、提案手法を用いて設計業務の改善することを目的とする。

キーワード： 3次元写真計測, 施工シミュレーション, モデル空間

Keywords : 3D photograph measurement, Construction simulation, Model Space

1. はじめに

通常、設計業務においては、平面図や立面図などの2次元の資料を参照しながら設計案について検討・協議をおこなっている。この方法は、熟練した技術者のみで検討を進めていくならば有効であるが、業務には発注者・設計者・住民・警察など様々な関係者が多数存在しており、設計案の内容や周囲に及ぼす影響などを十分に理解し、全員が共通の認識を持って業務を進めていくことは困難である。そのため、関係者間で十分な合意を得られないままに施工が開始され、手戻り工事や施工期間の延長といった問題が発生してしまう恐れがある。

一方最近では、3次元設計の業務や研究が盛んにおこなわれており、3次元CADや4Dシミュレーション技術を用いた取り組みが進められている¹⁾。著者らの一連の研究では、モデル空間を用いて設計及び施工段階に発生する問題を可視化させ、設計の質を向上させる3次元設計の手法が提案された。²⁾

本研究では、VR上で2次元図面データと写真計測データを併用させることで現況を再現する手法を提案する。これにより、設計対象物や周辺構造物の正確な図面が存在しないような場合においても現況を再現可能であることを示す。また、提案手法により再現された空間

を、歩道橋撤去計画での検討に用いて業務を進めていくことで、設計の質を向上させることを試みる。第2章では、設計業務における現状・課題について述べる。第3章では、写真計測データの概要、提案手法について述べる。第4章では、歩道橋撤去計画への適用を示し、考察をする。

2. 設計業務の課題

(1) 現状

通常の設計業務では、主に2次元の資料を用いて設計案について検討や協議をおこなっている。施工性の検討においても、図-1 a) b) で示すような平面図や立面図を参照しながら、重機の可動範囲や動きなどを確認しながら検討を進めている。このとき、施工に伴い変化する交通状況や、周辺に及ぼす影響などについて考慮しながら業務を進めていく必要がある。そのため、周囲の地形や既存構造物との位置関係を把握しなければならない。しかし、2次元図面を主体に用いた協議では、周辺との関係や完成後の動きの想定など、考慮すべき様々な事項について十分に把握することは困難である。これにより、手戻り工事や工期の延長などの様々な不具合が起こる恐れがある。

1 : 正会員 工博 熊本大学大学院 教授 自然科学研究科

(〒860-8555 熊本県熊本市黒髪2丁目39-1, Tel : 096-342-3531, E-mail : ponts@gpo.kumamoto-u.ac.jp)

2 : 学生会員 熊本大学大学院 自然科学研究科 博士前期課程(Tel:096-342-3531, E-mail : 124d8811@st.kumamoto-u.ac.jp)

3 : 非会員 学士(工) 株式会社 JM 設計本部

(〒102-00083 東京都千代田区麹町5丁目4番地 KY 麹町ビル, Tel:03-5276-5237, E-mail : myose@matabee.com)

4 : 学生会員 熊本大学大学院 自然科学研究科 博士後期課程(Tel:096-342-3531, E-mail : 128d9406@st.kumamoto-u.ac.jp)

(2) モデル空間

現状で述べた課題を解決・改善するため、著者らの一連の研究では、**図-2** で示すようなモデル空間を用いた協議システムの手法を提案した。モデル空間とは、設計対象やその周辺を 3 次元的に表現した空間である。モデル空間を用いて業務を進めることで、設計・施工段階に発生する問題を可視化させ、設計の質の向上させることが可能となった。モデル空間の詳細については参考文献 2) を参照されたい。

(3) 課題

モデル空間は、2次元図面データをもとに設計対象物や周辺構造物の3次元オブジェクトを作成することにより構築するが、この手法では設計対象物や既存構造物の図面が存在していない場合は3次元オブジェクトを作成することが困難であるため、モデル空間を構築することができない。図面が存在していない場合とは、例えば、建設から長年が経過しており、設計当初のデータの紛失が生じている場合などである。

3. 写真計測データと2次元図面の併用

(1) 写真計測データの概要

写真測量は、写真から対象物の 3 次元位置を求める技術である。広範囲の地図などを作成する空中写真測量技術などが一般的である³⁾。最近では、高解像度でかつ安価なデジタルカメラの普及や、関連した各種ソフトウェアの充実などにより、デジタル写真測量として土木をはじめ様々な分野において期待・ニーズが高まっている。

(2) VR 上での利用

写真測量により、**図-3 a)** で示すような現況写真を複数枚と専用のツールを用いることで、**図-3 b)** で示すような 3 次元オブジェクトを作成することが可能となっている。本研究では、写真測量により作成された 3 次元モデルを写真計測データとして取り扱う。ここで注目すべき点として、この 3 次元オブジェクトは複数枚の写真をもとに、専用のソフトウェアを用いて作成されたものであり、作成する際に撮影対象である構造物の図面を必要としないということである。

そこで本研究では、VR 上で 2 次元図面データと写真計測データを併用させることで現況を再現する手法を提案する。これにより、設計対象物の図面が存在しない場合でも、現況の再現が可能であることを示す。**図-4** は提案手法の概念図である。再現した空間を用いて、施工工程に従って施工のシミュレーションや、施工との相互関係で変化する周辺構造物や交通状況の変化などについて、十分に確認しながら協議者間で検討を進めていき、設計・施工段階に発生する問題を可視化させ、設計業務の改善を目指す。

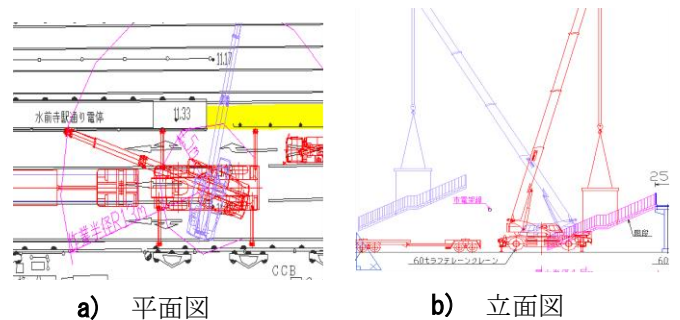


図-1 計画平面図



図-2 モデル空間

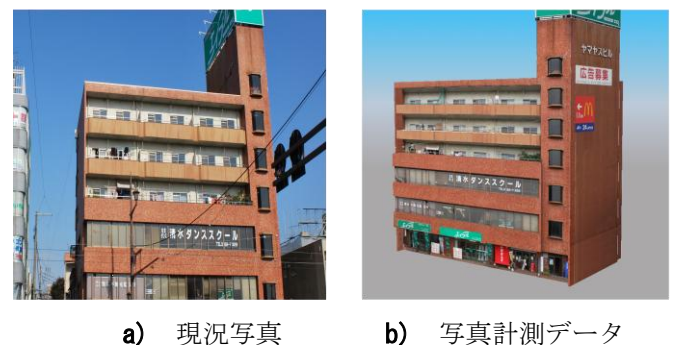


図-3 写真計測データ

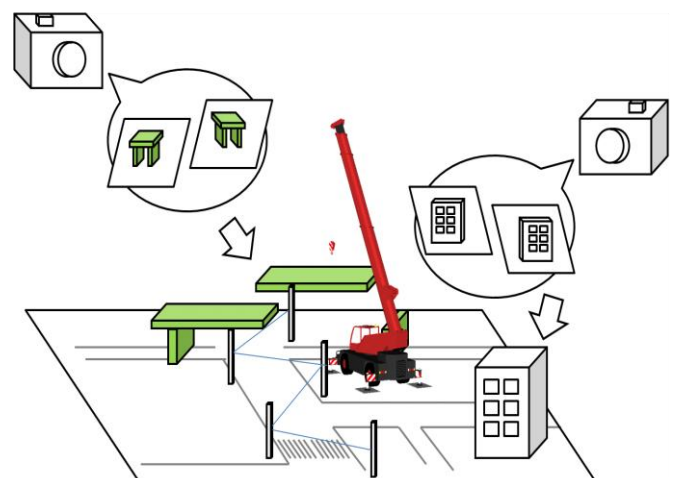


図-4 提案手法概念図

4. 適用事例

(1) 事業概要

対象事業は、熊本県熊本市新水前寺駅地区交通結節点改善事業における旧歩道橋撤去計画である。図-5 で示すように、旧歩道橋の周辺には、民家や街灯などの既存構造物が多数存在している。また、路面電車の軌道や架線に近接していることや、交通量が非常に多い道路を横断する工事であることから、計画では夜間工事が予定されていた。そのため、施工性の確認や交通への影響を十分に考慮する必要があった。また、撤去対象である旧歩道橋は図面を紛失していたため、3次元オブジェクトを作成することが困難であった。そこで、提案手法により現況を再現し、撤去シミュレーションをすることで、干渉や交通規制の確認をした。

(2) 対象地の再現

図-6 は本手法に基づいて、対象地を再現したものである。2次元図面データに、旧歩道橋(写真計測データ)および周辺構造物(点群データ、オブジェクトデータ)を併用させることで現況を再現した。図-7 は協議風景である。本論文において取り扱う写真計測データは、写真測量により作成された3次元モデルのSketchUpデータである Matabee-3D⁴⁾を元に、各種ソフトウェアと対応させるためデータ形式を適宜変換したものを利用した。対象地を再現するにあたり、2次元図面と写真計測データの併用に AutoCAD Civil3D 2012、施工工程の再現や干渉確認に Autodesk Navisworks 2012 を用いた⁵⁾。また、Navisworks のアドオンツールである NaviCrane を用いて、建機の配置計画や施工手順をシミュレーションした⁶⁾。

(3) 適用結果

a) 施工検討

図-8 a)b) は、撤去シミュレーションをおこない、施工性や干渉の確認をおこなったものである。撤去シミュレーションにより施工性を確認したところ、重機と道路交通標識が干渉しているため、配置箇所を変更する必要があることが確認された。これは、当初の計画では2次元図面をもとに検討を進めていたため、記載されていない交通標識の情報を見落としていたからである。そこで、VR を参照しながら改善案を検討した。どの位置からならば施工が可能か、実際にその場で重機を動かしながら改善案を検討した。実際の施工では、検討事項をもとに、当初の計画とは違う箇所に重機を配置し、かつ階段の一部を先に解体しておくことで交通標識と干渉を避ける対策をとって撤去工事をおこなった。(図-8 c))

b) 交通規制検討

施工検討をする際、重機の稼働範囲や動きを確認し、看板やコーンなどの保安用品などの配置箇所を検討し



図-5 現況写真

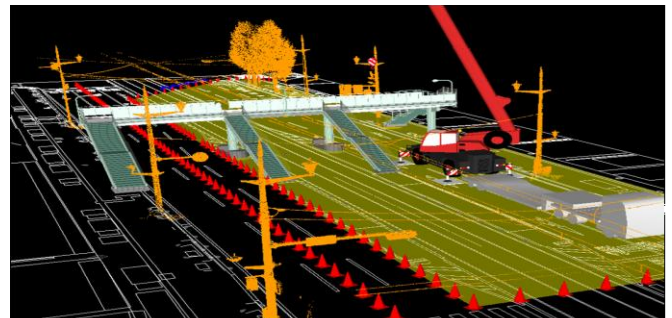
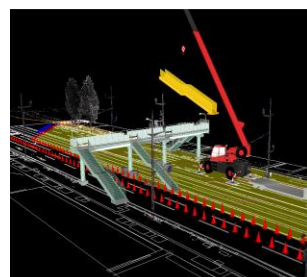


図-6 対象地の再現



図-7 協議風景



a) 撤去シミュレーション



b) 干渉確認



c) 現場写真

図-8 施工検討

た.これにより,施工日程の時系列にそった施工検討と同時に,施工状況に合わせて変化する交通規制のシミュレーションも同時に検討することが可能となった.対象地は交通量が多いこと,片側3車線の道路を1車線に規制することから,渋滞や事故がおこることが懸念された.当初の計画では,施工現場には赤色のコーンを配置して規制箇所に進捗する車を誘導する予定だったが,VR上で自動車の運転手目で施工現場がどのように見えているかを確認したところ,どの車線に進捗していけばよいかわかりづらいことが確認された.そこで,改善案として,図-9 a)で示すように,一部コーンの配色を変更する案や,図-9 b)で示すような,看板の適切な配置箇所について検討した.図-9 c)は実際の工事現場の写真である.検討結果をもとに,コーンの配色を一部変更し,予定数より多くの看板を設置するなど十分に配慮がなされた対策が施された.

(4) 考察

2次元図面と写真計測データを併用させて現況を再現する手法を提案した.旧歩道橋の撤去工事において,施工性・交通規制の2つの項目に関して,提案手法を用いた検討が可能であることを示した.

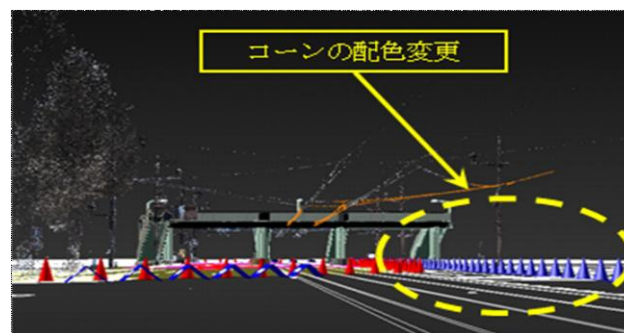
施工日程の時系列にそって順に施工検討をおこなっていくことで,交通規制のシミュレーションを同時に検討可能である.施工と関連して交通規制箇所がどのように変化するかをふまえつつ,カラーコーンや看板などのオブジェクトを適宜追加して,任意の位置から車の目線で交通規制箇所できるため,設計の不備を発見するのみではなく,各関係者に対して合意をうながす手段としても有効であると考ええる.

5. 結論

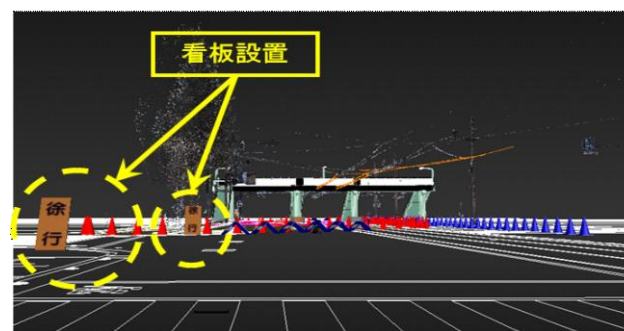
本論文では,VR上で2次元図面データと写真計測データを併用させる手法を提案した.2章では,設計業務における現状・課題について述べた.3章では,写真計測データの概要,提案手法について述べた.4章では,提案手法を旧歩道橋撤去計画に適用し,各種検討をおこない,考察を述べた.

今後の展望として,本論文では提案手法を主に施工性の検討に用いたが,他の設計業務へ適用事例を増やし,概略検討や景観検討といった各設計段階における提案手法の活用法について研究を進める.

謝辞:本研究を進めるにあたり,株式会社エスケイエンジニアリング,株式会社インフォマティクス,熊本県熊本土木事務所,旭測量設計株式会社,九機工業株式会社からのデータ提供により本研究をおこなうことができました.ここに記して謝辞を表します.



a) 看板配置箇所確認



b) コーンの配色確認



c) 現場写真

図-9 交通規制検討

参考文献

- 1) 矢吹信喜, 有賀貴志, 城古雅典, 吉田善博, 小菅生賢: 土工ブロックモデルを用いた切盛土工事検討のための簡便な4次元システム, 土木情報利用技術論文集, 土木情報利用技術論文集, vol.18, pp.9-16, 2009年10月.
- 2) 小林一郎, 池本大輔, 竹下史朗, 坂口将人: 3D-CADを基盤としたトータルデザインシステムの提案, 土木情報利用技術論文集, Vol.17, pp.171-182, 2008年11月.
- 3) 石川貴一郎: 屋外環境下におけるGPSを用いた移動式三次元計測システムに関する研究, 早稲田大学大学院理工学研究科学位論文, 2010年2月.
- 4) 株式会社JMホームページ: <http://www.matabee.com/business/matabee_3d.html>, (入手2012/07現在).
- 5) Autodesk社ホームページ: <<http://www.autodesk.co.jp/adsk/servlet/home?siteID=1169823&id=3551938>>, (入手2012/07現在).
- 6) 株式会社インフォマティクス ホームページ: <<http://www.informatix-inc.com/navisworks/solution/navicrane.html>>, (入手2012/07現在).