

(19) モデル空間での2次元図面データ利用に関する一提案

A Proposal for Using 2D Drawing Data in Model Space

小林一郎¹・吉田史郎²・小林優一³・高橋優介⁴

Kobayashi Ichiro, Yoshida Fumio, Kobayashi Yuichi, and Takahashi Yusuke

抄録：通常、設計業務は2次元図面を用いておこなわれているが、業務が複雑化していくと設計案の把握は困難になる。そのため、協議者間で十分な合意が得られないまま施工が開始され、その後さまざまな問題が生じる。一方で、近年では3次元設計の業務や研究が盛んにおこなわれているが、実業務へ直結させるには未だ課題が残っている。本研究では、モデル空間に2次元図面データを基盤とし、そのデータに必要な最小限の簡易なデータを併用する手法を提案する。これより完全な3次元化をおこなわずとも、各種検討が可能となることを実証し、設計業務の改善を目的とする。

キーワード：モデル空間、設計協議、2次元図面データ、併用データ

Keywords : Model Space, Design Work, 2D Drawing Data, Combination Data

1. 序論

通常、設計業務は技術者の経験則に基づき、紙媒体の2次元図面を用いて、設計案の検討、協議をおこなう。しかし、これでは各協議者で設計案に対する認識の相違が生じやすく、全員で共通の認識をもつことは難しい。そのため、施工開始後にさまざまな問題が発生する。したがって、設計案を可視化し、協議者全員の合意形成を図る必要がある。

一方、近年では3次元設計の業務や研究が盛んに進められている。筆者らもモデル空間を用いて、設計および施工段階に発生する問題を可視化し、設計の質を向上させる手法を提案した¹⁾。しかし、データ作成に時間、労力およびコストがかかることが課題となった。それらの課題を解消する手法として点群データの活用を提案した²⁾。

本研究は、その継続研究であり、モデル空間に2次元図面データを基盤とし、写真データやオブジェクトデータなど必要最小限の簡易なデータを追加、併用する手法を提案する。これより、設計段階で完全な3次元化をしなくても、各種検討が可能となることを実証し、設計業務の改善を試みる。

2. 設計における課題

従来の設計業務は、2次元図面を用いて技術者の経験則に基づきおこなわれている。協議・検討の際、その他の技術者、発注者、施工者などさまざまな関係者が集まる。このとき、紙媒体である2次元図面では、設計案に対する認識の相違が生じる。その結果、施工開始後に手戻り工事や工期の遅延などさまざまな問題が生じている。以下に、設計の課題を述べる。

(1) 周囲との関係

2次元図面には、縮尺に応じた範囲の情報が記載されている。しかし、設計対象物の周辺には地形、既存構造物、交通機能など考慮すべき対象が複数あるが、2次元図面のみではそれらの関係の把握が十分であるとはいえない。

(2) 立面での検討

設計を行う際、平面図と立面図を相互に確認することで設計案の把握をしてきた。しかし、それでは各個人の判断によるものが大きく、事業が複雑化すると、関係者間で設計案に対する認識の相違が生じる。

(3) 動きの想定

完成形を3次元的に想定することが困難な2次元図面では、設計の対象となる構造物と、その他周辺との関係まで考慮することができない。そのため、構造物を利用する動線計画や、サイン計画などの検討が十分におこなわれていない。

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：正会員 旭測量設計株式会社 代表取締役

(〒 861-2106 熊本県熊本市東野 4 丁目 15-80, Tel : 096-368-3074, E-mail : info@asahi-sk.com)

3：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 : 108d8820@st.kumamoto-u.ac.jp)

4：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 : 111d8817@st.kumamoto-u.ac.jp)

3. モデル空間での2次元図面との併用

(1) 概要

本論文では、モデル空間において2次元図面データと①広域データ、②レイヤーデータ、③立面データ、④点群データ、⑤オブジェクトデータを併用することを提案する(図-1)。本提案では、可能な限り簡易なモデルで検討をおこない、従来の3次元設計で得た効果を目指すことを目的とする。

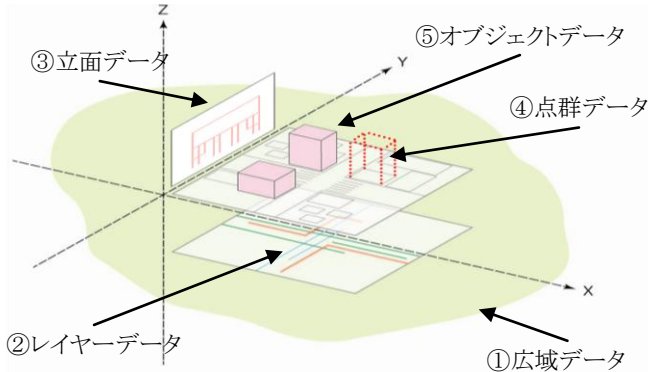


図-1 概念図

(2) 併用データの種類

a) 広域データ

図-2は、2次元図面データと航空写真データを併用したものである。モデル空間では縮尺を任意に変更可能なため、図-2a)のように広域な範囲から見ることで、対象地にもたせる役割を検討する。また、図-2b)のように縮尺を小さくすると、対象地内の既存構造物や交通から、注意、検討すべき点を把握する。

b) レイヤーデータ

図-3は、2次元図面データと標高の異なる2次元図面データを併用したものである。計画平面図に記載されていない情報に標高を与えることで、現況を概ね再現することが可能となる。このとき、2次元図面データは、CALS/EC³⁾の電子納品システムによりレイヤー分けされている。そのため、各レイヤーを個別に操作できる。

c) 立面データ

図-4は、2次元図面データと立面図を併用したものである。これより、概略的に設計案を把握することができる。また、地形や道路など、縦断面図と横断面図を組み合わせることで、対象地を模型⁴⁾で再現していたものを、モデル空間内で把握できる。

d) 点群データ

図-5は、2次元図面データと点群データを併用したものである。対象地周辺を計測したデータを追加することで、迅速にモデル空間を構築できる。また、点群データが色情報を保持しているため、景観検討へ用いることも可能である。

e) オブジェクトデータ

図-6は、2次元図面データとオブジェクトデータを併用したものである。追加するオブジェクトは必要最小限で簡易なものを用いる。モデル空間ではオブジェクトを任意に移動、変形が可能であり、視点も自由に動かすことができるので、オブジェクト同士の干渉確認や、可視、不可視の確認をおこなうことができる。



a) 縮尺：大

b) 縮尺：小

図-2 計測データとの併用

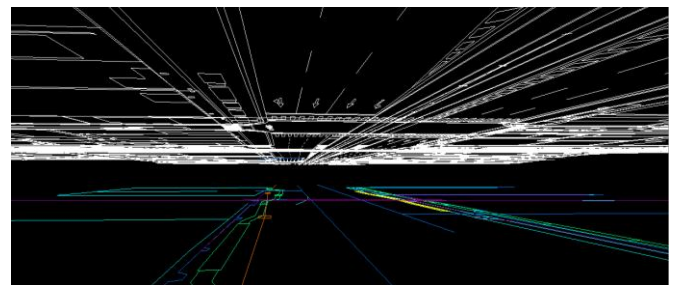


図-3 レイヤーデータとの併用

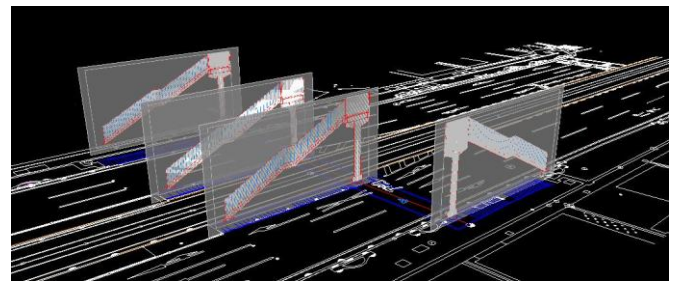


図-4 立面データとの併用



図-5 点群データとの併用

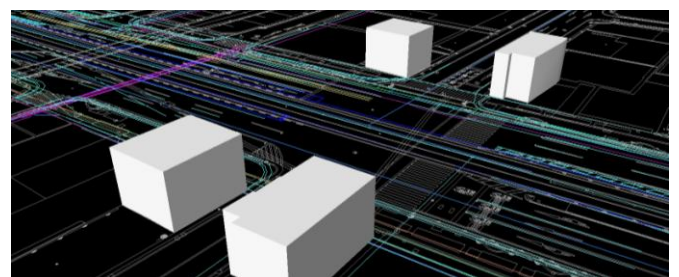


図-6 オブジェクトデータとの併用

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である。対象地内には鉄道、路面電車、既存構造物、地下埋設物などが存在し、それらを考慮する必要があった(図-7)。

本事例の対象は道路拡幅工事計画とそれに伴う信号機移設計画である。県、コンサルタント、大学で設計検討を行った後、図-8 のような警察協議会の場で、複数の関係者間に対して、設計案の合意形成を図った。



図-7 現場写真



図-8 警察協議会

(2) 対象地の再現

図-9 は本手法に基づいて、対象地を再現したものである。モデル空間で2次元図面データに周辺構造物と信号機のオブジェクトデータ、地下埋設物のレイヤーデータを追加し、各種検討を行った。

モデル空間の構築には、簡易オブジェクトを3次元で作成するツールを持つ、AutoCAD Civil3D 2011 を用い、自由に移動できる機能を持つ Autodesk Navisworks 2011 を用いた。また、関係者間の共通の Viewer として、構築したモデル空間を無料で閲覧できる Autodesk Navisworks Freedom 2011 を使用した。各ツールについての詳細は文献5) を参照されたい。

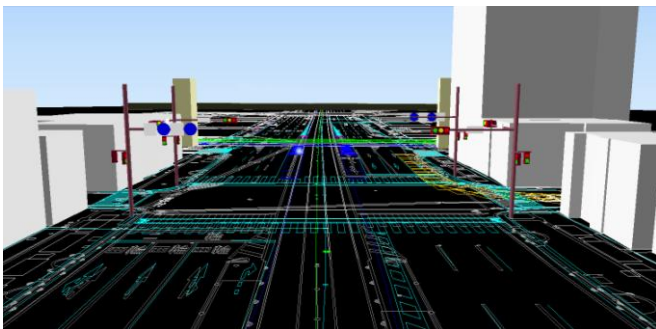


図-9 対象地の再現

(3) 適用結果

a) 道路拡幅工事計画

当初、現況の道路線形を維持し、拡幅のみで計画が可能か検討した。しかし、現況のままでは図-10 で示すようにバスなどの大型車両が左折する際、回転半径が大きくなり、直進車両の妨げになることが危惧された。対策としてA地点の停止線をB地点まで7.2m後退させる案がでたが、交通量が非常に多い車線であるため、渋滞の発生が予想された。そこで、2次元図面

上に建物、バス、自動車の簡易オブジェクトを配置し、大型車両が左折する際の最適な道路設計を把握した(図-11)。このとき、①自動車運転手からの見え(図-12)、②バス運転手からの見え(図-13)、③歩行者からの見え(図-14)をそれぞれ確認した。

その結果、図-15 で示す歩道の赤部分を、道路拡幅と併せて道路線形を改善し、切り込むことが決定した。これより、大型車両の走行軌跡が改善され、B地点の停止線位置を5.4m前進させることが可能となり、懸念されていた交通渋滞の緩和対策にも繋がった。

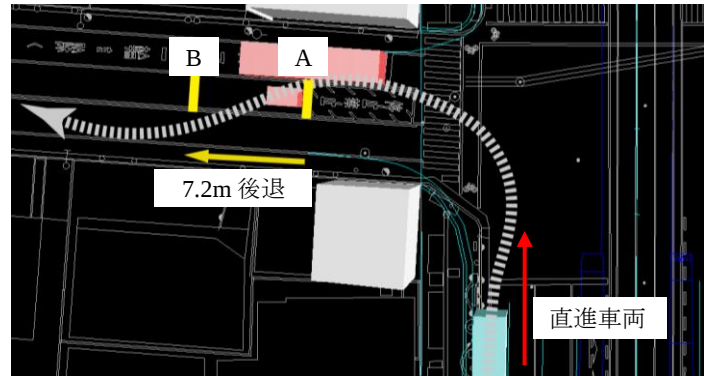


図-10 大型車両の軌跡



図-11 位置関係

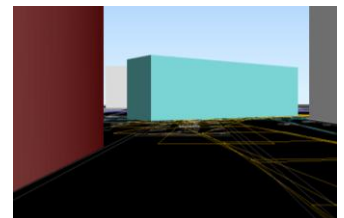


図-12 自動車運転手目線

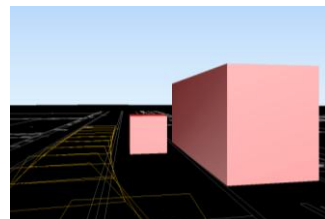


図-13 バス運転手目線

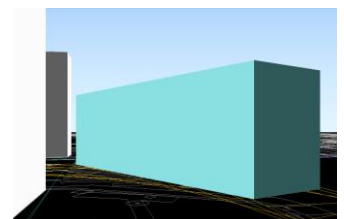


図-14 歩行者目線

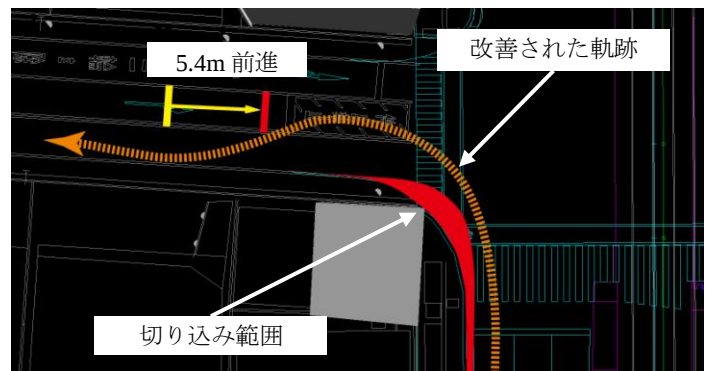


図-15 改善後の軌跡

b) 信号機移設計画

図-16 は計画前の既存の信号機位置を示したものである。道路線形の改善，拡幅および歩道の切り込みにより，それらの範囲内に存在する全ての信号機を移設する必要があった。しかし，歩道の地下には複数の埋設物が存在しており，それらを考慮する必要があった。そこで，図-17a), b) で示すように信号機支柱と地下埋設物の干渉をさまざまな視点から確認し，移設位置を検討した。また，移設に伴い，信号機のアームの設置箇所も変更になった。そのため，移設検討と同時に図-16 に示す運転手目線から信号機のアームと灯具位置の視えの検討をおこなった。図-18 の A は移設前，B は移設後の信号機を示したものである。両者を比較すると，B の方が信号機の灯具位置が運転手の視線上に近くなったため，視えやすくなることが確認でき，移設先を決定した。

(4) 考察

2つの設計検討において，モデル空間で2次元図面データに，オブジェクトデータ，レイヤーデータをそれぞれ追加，配置することで，対象地を再現した。これらの各検討に必要なデータは，従来の3次元設計と比較すると，数日で作成が可能であり，迅速に設計検討・協議へ移行することが可能であった。また，複数の関係者が集まった警察協議会では，リアルタイムに発生するニーズに対してその場でモデル空間へ反映させた。通常ならば，検討すべき案件として，次の協議会まで持ち越されるべきだが，モデル空間を用いた本協議会のみで設計変更をおこない，最終決定することができた。したがって，合意形成の手段として有効であったといえる。

5. 結論

本論文では，モデル空間において2次元図面データと広域データ，レイヤーデータ，立面データ，点群データ，オブジェクトデータを併用することを提案した。2章では，設計業務における課題について述べた。3章では，2次元図面データと各データを併用する手法を述べた。4章では，提案した手法を新水前寺駅地区交通結節点事業に適用し，設計改善をおこない，考察を述べた。

設計案をモデル空間として可視化し，従来設計における課題を解消することができた。また，併用するデータを必要最小限にし，時間，労力およびコストという3次元設計の課題も解消できた。

今後の展望として，本論文で提案した手法をより多くの設計業務に適用し，各設計段階に応じたデータの利用法を確立する。

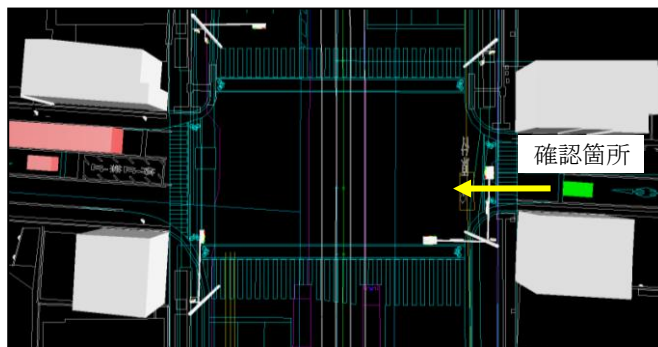
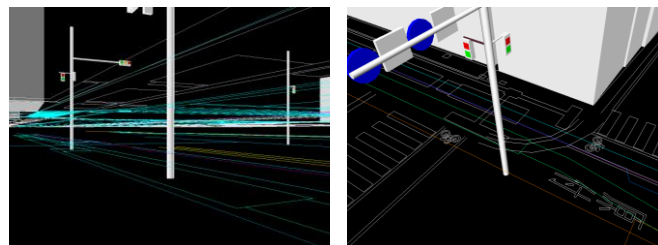


図-16 信号機の配置図



a) 地下より

b) 地上より

図-17 信号機と地下埋設物の干渉確認

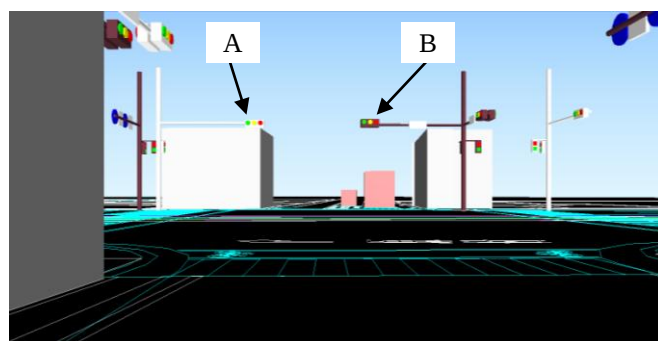


図-18 運転手目線での確認

謝辞：本研究を進めるにあたり，熊本県土木事務所には，設計に関連した様々なデータを提供していただきました。ここに記して謝辞を表します。

参考文献

- 1) 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。
- 2) 小林一郎，吉田史朗，野間卓志，小林優一：モデル空間を用いた予備設計協議への点群データの活用，土木情報利用技術論文集，Vol.19，pp.157-164，2010年10月。
- 3) 財団法人日本建設情報総合センター：公共事業受発注者のためのCALS/ECガイドブック，財団法人経済調査会，125p，2009。
- 4) 朝重亜紀子，小林一郎，松尾健二，竹本憲充：3D-CADを用いた分水路設計検討に関する実証的研究，土木情報利用技術論文集，Vol.17，pp.161-170，2008年11月。
- 5) Autodesk社ホームページ：
<<http://www.autodesk.co.jp/adsk/servlet/home?siteID=1169823&id=3551938>>，(入手2011.07現在)。

(2011.7.29 受付)