

道路事業における 3次元CADデータの 利用とデータ 連携

国土交通省 国土技術政策総合研究所
高度情報化研究センター 情報基盤研究室

主任研究官 青山 憲明

データの効果的な利用方法や、3次元データを事業フェーズで流通していくための調査・研究に取り組んでいる。ここでは、こうした研究のなかで、道路事業を対象とした3次元CADデータの活用およびデータの連携に関する検討の結果を紹介する。

1.はじめに

建設事業において最も重要な情報のひとつである図面については、現在CAD製図基準(案)が策定されている。これによって、標準化された2次元CADデータの電子納品がすべての業務、工事で実施され、図面の修正、加工が効率的に行える環境が整いつつある。一方、近年コンピュータの性能が格段に高まり、これまではワークステーションでしか利用できなかった3次元CADシステムも、パーソナルコンピュータで稼働できるよう

になるなど、3次元CADの利用環境が向上している。また、自動車、電気、金属、プラントなどの製造業においては、3次元設計や各種シミュレーション、CAM(コンピュータ支援製造)などで3次元CADデータの活用が一般的となっている。このように、製造業における3次元CADの普及状況を見ると、建設事業においても今後は3次元設計、CG、3次元シミュレーションなどの利用が一般化すると考えられる。

こうしたなかで、国土技術政策総合研究所では、建設事業における3次元

2.3次元CADデータの効果的な利用場面

道路事業では2次元図面を用いて設計、施工、維持管理業務が行われているが、a)道路構造を平面図、縦断面図、横断面図をそれぞれ作図することから、全体の道路構造と周辺との関係のイメージが把握しにくい、b)設計変更が生じ

表-1 道路事業における3次元CADデータ利用への移行業務の例

事業フェーズ	業務	3次元データを活用した業務モデルと想定される効果	
計 画	路線検討	数値地図や3次元DMを3次元CADに取り込んで、3次元CADデータにより、路線検討の効率化、高度化を図る。	
調 査	地形測量	現状は設計精度に応じて縮尺1/500~1/10000の範囲で複数の測量を実施しているが、測量技術が向上しているため、最終測量精度にあわせ3次元DMを作成し、予備~詳細まで活用することで無駄を排除する(予備~詳細まで時間間隔が短いときに有効)。	
設 計	概略設計	現状は2次元検討を行っており、複雑化している検討内容の対応により多くの路線比較は困難である。3次元CADを利用することで路線検討の効率化、検討内容の向上が図られる。また、1/1000の精度の3次元DMを利用した場合に、精度の高い路線選定が可能である。	
	環境アセスメント	騒音、振動等の解析は、解析システムと3次元地形・設計情報との連携を図る。また解析結果の3次元分布のビジュアル化による説明力の向上を図る。	
	予備設計	3次元道路設計CADの活用により、概略設計段階で詳細な路線検討ができていたため、概略設計との重複作業を排除し、予備設計の効率化が図られる。	
	地元説明	現状は2次元図面で説明しているが、3次元CADデータを利用してCG、動画等を作成することで説明内容がビジュアル化され、景観、利便性等の説明が向上する。(図-1)	
	予備設計修正	2次元CADでは平面、縦横断面計画の修正に時間を要したが、3次元CADを利用することで線形等を修正しても迅速な対応ができる。	
工 事	詳細設計	現状では構造物巻き込み部や既存構造物とのすり付け部などの表現が難しいが、3次元CADを用いることで、立体的な複雑な形状も表現でき、不明瞭な箇所についても確認可能となる。(図-2)	
	用地取得	幅杭打設	幅杭打設位置を連携活用することで、測量機器への座標入力作業の軽減や入力ミスがなくなる。
	積算・発注	工事積算	2次元図面では表現が難しい箇所の数量算出精度が向上する。(図-3) また、施工シミュレーションを実施して詳細な施工計画が可能となり、積算精度が向上する。
工 事	施工計画	2次元図面では複雑な箇所は現地合わせで施工していたが、3次元モデルによる施工シミュレーションにより実施工を考慮した施工計画が行える。(図-4)	
	工事準備	丁張り設置のための位置情報の計算、測量機器への入力が煩雑であるが、3次元CADから丁張り情報を連携活用することで、入力ミスの防止と時間、コストの縮減を図る。	
	検 査	3次元設計形状とTSIによる出来形測量とを比較して出来形管理を行うことで、構造物の品質を向上させる。(図-5)	
維持管理	補修、災害復旧	高所、危険箇所の補修、復旧工事が生じた場合、2次元データだけでは施工計画の策定が困難であるが、3次元データを用いてシミュレーション検討を行うことで効果的な検討が行える。	
	施設管理	3次元データを用いることで地中埋設管など管理が容易になる。	

た場合それぞれの図面を修正しなければならぬ、c)2次元図面では詳細な数量計算が困難である、といった種々の課題がある。このため、これらの課題解決として、3次元データを用いた業務への移行を検討した。また、先進的な取り組みとして、3次元CAD、測量機器、情

報化施工システム、維持管理システムの事例を資料・文献やHPで調査し、このなかから効率化、高度化に資する業務モデルを検討した。

3次元データの効果的な利用場面を抽出した業務モデルを表-1、図-1~5に示す。表に示したように、道路事業にお

いて、3次元CADや3次元DM(デジタルマップ)を活用することで、業務の効率化、高度化が図られる場面が多く存在する。また、3次元データを事業フェーズ間で連携して活用することで、データ作成の労力低減、品質向上につながると考えられる。

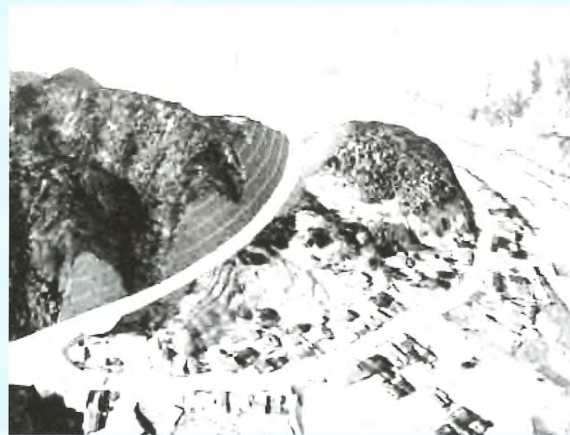


図-1 地元説明のためのCG
出典 中国地方整備局浜田河川国道事務所

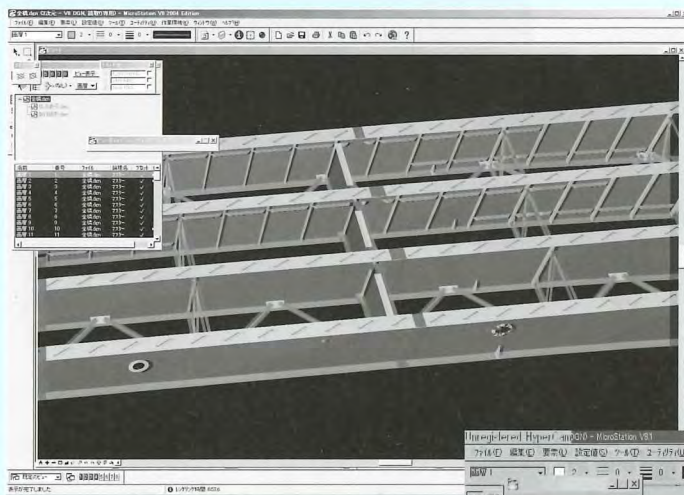


図-2 橋梁の3次元詳細設計
(設計の可視化による干渉チェック)

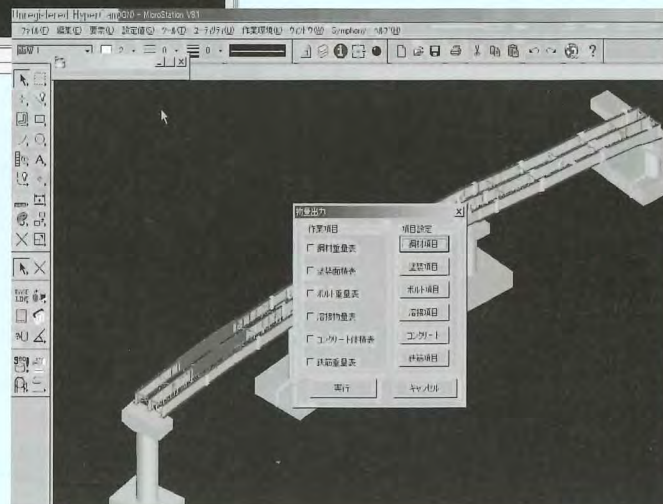


図-3 工事数量算出

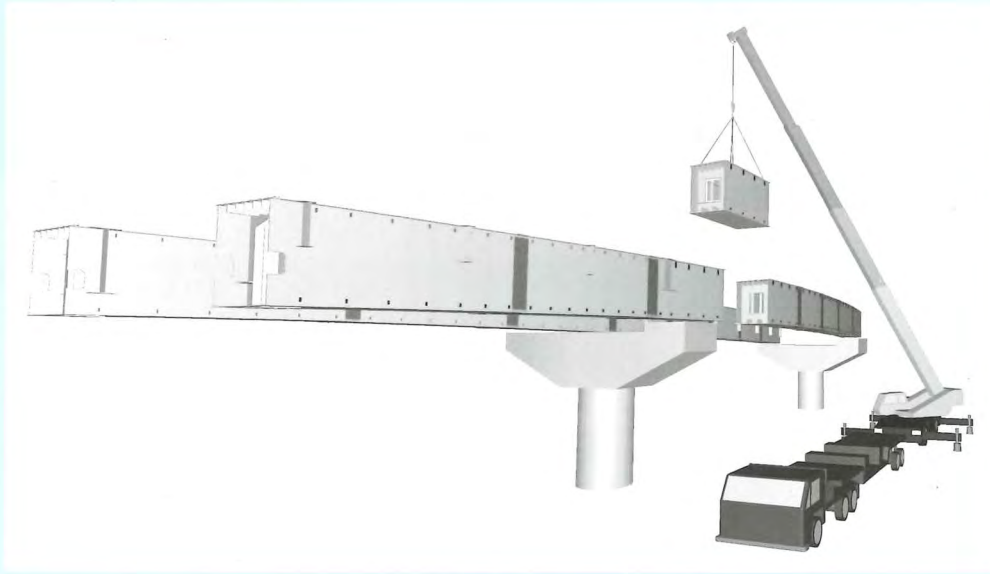


図-4 橋梁の施工シミュレーション
出典 シンフォニー資料

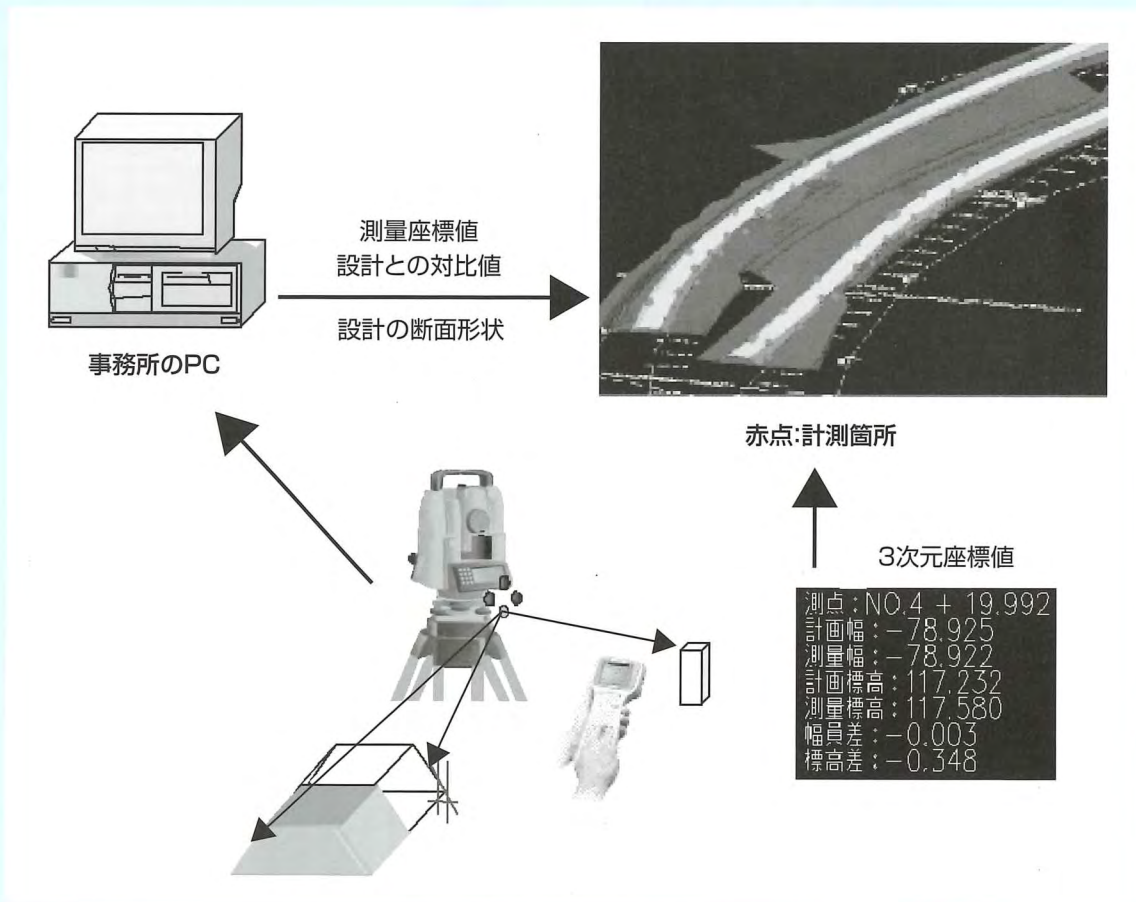


図-5 3次元設計情報を用いた出来形管理

3.道路土工における 3次元CAD利用 の実証実験

道路設計について、3次元CAD利用と3次元データ連携による業務改善の効果と課題を把握するための実証実験を実施した。以下に、道路予備設計、環境影響評価、道路詳細設計から工事施工へのデータ連携における実証実験を紹介する。

(1) 道路予備設計

現状の道路設計は、平面、縦横断計画を2次元の図面上で行っている。製図する上で有利な2次元図面ではあるが、a)2次元図面では道路形状の表現と把握が難しい、b)測点ごとの横断面図の作成に手間がかかる、c)最適計画を行うために縦断、横断設計の繰り返し作業が生じる、などの課題も存在する。こ

のような課題の解決を図るため、予備設計に3次元測量および3次元CADを利用する業務モデルを提案することにした。以下に、提案した業務モデルを示す。

- ①最終的な精度である1/1000の縮尺で3次元DMを作成する(事業期間が短く地形改変が少ない場合に有効)
- ②平面・縦断線形、標準横断、構造物形状や位置情報を作成して入力情報とする。入力情報のうち、概略設計から得られる情報は、データ連携を図る
- ③3次元CADを用いて平面計画、縦・横断計画を実施し、結果を2次元の平面図、縦横断図として作成するとともに、3次元可視化のための3次元モデルを作成する
- ④必要に応じて3次元モデルをもとに事業説明用CG、動画等を作成する

⑤次フェーズへのデータ連携を行うために、標準的なデータ交換方法で電子納品を行う

⑥予備設計の修正が必要な場合にも、3次元CADを用いて修正を行う

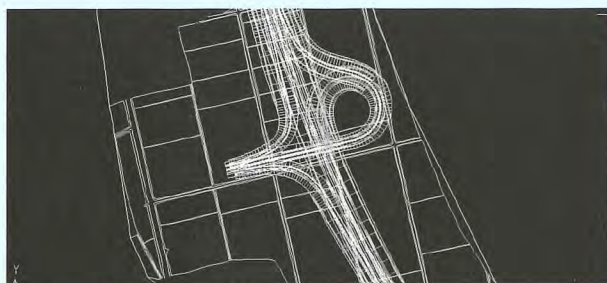
実証実験は、圏央道東IC～千葉県県境区間を対象として、上記業務モデルをもとに、Autodesk社Civil3D2005を用いて道路予備設計を実施した。図-6は標準断面を展開して作成した平面図、図-7は作成した平面図に3次元処理を行ったものである。

3次元CADを用いた予備設計を実施した結果、以下の効果が確認された。

- ・平面図、横断図作成時間が2次元CADを用いた場合に比べ、およそ1/10まで時間短縮できた
- ・3次元形状での出来形が容易に把握可能なので、スキルに関係なく道路構造の把握が容易になり、現道、地盤との取り付けが容易に確認できた

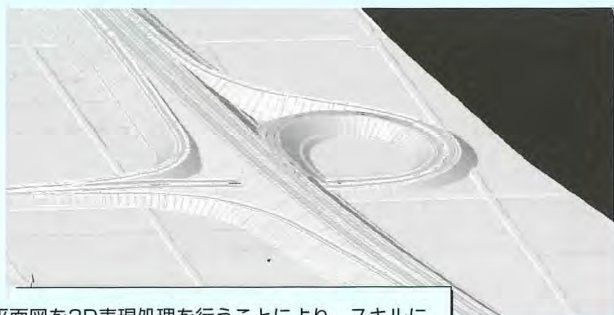
また、今回の実験で確認された課題は以下のとおりであった。

- ・道路設計用3次元DM作成では、段差のある地形や高低差のある地形では段差の上端、下端の高さを取得する、3次元データは重複して取得しない、3次元データの交差部は高さの不整合を極力なくすなど、データ取得、作成に留意しなければならない。このための、道路事業に必要な3次元DMのためのデータ取得・作成仕様が必要である



標準断面を展開することにより、法面等を考慮した平面図を短時間に作成することができ、平面計画における用地などの検討が容易にできる

図-6 標準横断の平面図への展開



作成した平面図を3D表現処理を行うことにより、スキルに関係なく道路構造を把握することができる。

図-7 作成した平面図の3次元表示

(2) 環境影響評価

環境影響評価で自動車騒音の予測・評価に関しては、日本音響学会のASJ Modelによる解析ソフトが利用されることが多い。しかし、地形や道路構造データに2次元データを利用していることから、解析ソフトにこれらのデータを入力する時間、コストが発生する。また、予測・評価結果が2次元資料にまとめられるので、細部の説明が難しい。これらの課題の解決を図るため、自動車騒音

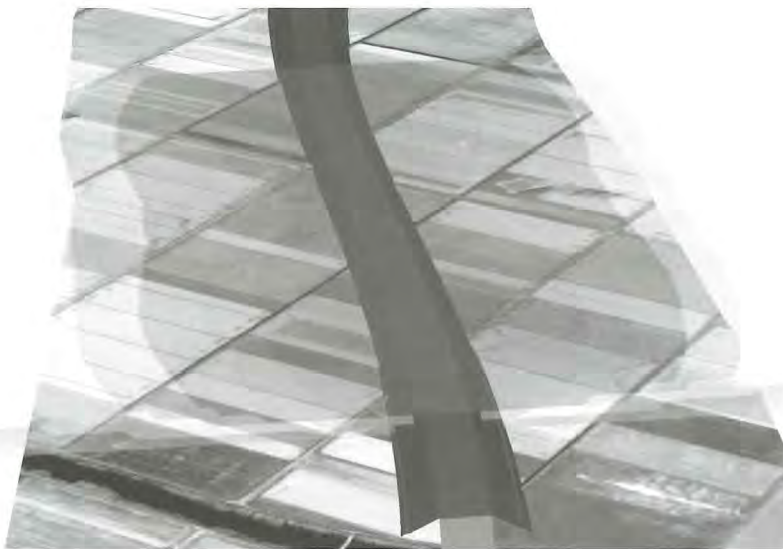


図-8 騒音の3次元分布図

予測に3次元データを利用する業務モデルを検討した。以下に3次元データを利用した業務プロセスモデルを提案することにした。

- ①3次元道路設計情報と騒音予測システムとを連携させ、データ入力を省力化する
- ②予測・評価結果を道路形状や周辺施設の状況と重ね合わせて3次元表示し、説明資料とする

実証実験は、予備設計と同じ圏央道東IC～千葉県県境区間の一部を対象として実施した。使用した3次元道路形状および周辺地形は、予備設計で作成した3次元道路形状(CADデータ)および3次元DMである。

はじめに、騒音予測システムに入力する道路座標の算出を、3次元CADより道路中心位置を20mピッチで指定して、道路横断形状の座標を抽出した。騒音解析システムに道路座標を入力するとともに、交通条件、道路条件、周辺条件、遮音壁などを入力して、騒音解析を実施した。騒音解析には、環境総合研究所の道路交通騒音予測システムSuperNOISE(H)を用いた。3次元での騒音予測結果は、3次元CADを用いて道路形状や周辺地形と重ね合わせて

表示させた。図-8は、今回の実験での道路形状と重ね合わせた予測結果を示したものである。

3次元CADデータを用いた騒音解析を実施した結果、以下の効果が確認された。

- ・今回の現場は平坦な土地であったために、3次元による評価の必要性は低い
- ・地形が複雑な区間、遮音壁設置区間、ビルと近接する区間などでは3次元評価が有効である
- ・3次元CADデータから予測地点の位置や道路横断形状が容易に取得でき、作業負担の軽減につながった
- ・予測結果を視覚的にとらえることができ、住民説明などの分かりやすい説明資料の提供が可能となる

また、実験で判明した課題は、以下のとおりであった。

- ・実験では、道路横断形状をシステムに入力する手作業が生じた。騒音解析システムと道路形状データを連携して自動的な道路座標値を入力可能とするために、標準的なデータ交換方法の確立と騒音解析システムのデータ連携強化が必要である

(3) 3次元道路設計データの連携

現状の2次元CADデータ交換は、CAD製図基準(案)をもとにデータを作成し、SXF形式のデータ交換フォーマットで異なるシステム間のデータ連携を図っている。しかし、3次元CADでは、2次元CADのような交換標準がなく、データ連携を図ることができない。このため、システムごとに道路設計情報の再入力が必要となっている。

このような課題を解決するために、以下の業務モデルを提案することにした。

- ①道路中心線については、予備設計、詳細設計、工事施工段階で修正されることは少ない。このため、道路中心線(平面線形、縦断線形)をXMLデータで作成し、フェーズ間でデータ連携する
- ②道路横断面は、標準横断をXMLデータとして作成し、フェーズ間でデータ連携を行う
- ③道路中心線、標準横断XMLデータと3次元DMを3次元CADソフトに取り込んで、3次元道路設計を行い、3次元データを生成する
- ④異なる3次元CAD間のデータ交換のために、道路中心線、測点ごとの横断面XMLデータを出力し、次フェーズ(例えば設計-施工)に受け渡す

上記の情報連携の提案の特徴は、異なる3次元CADでもデータ連携が可能となるように、3次元データ作成のものとなる道路中心線、標準横断、測点ごとの横断データをXMLデータで交換することである。これによって最低限の情報の交換で3次元CADデータの作成が可能となる。

実証実験は、道路詳細設計から工事施工に必要な3次元データを交換する場面を想定し、3次元道路設計情報の連携を検証するため、姫路北バイパスを対象として実施した。実験には、Bentley社InRoadsを用いた。

