

神戸西バイパス事業における CIM 導入：三次元データを用いた道路設計の効果と課題

西日本高速道路㈱ 正会員 ○日浅 崇平, 正会員 栗野 翔太, 非会員 河本 浩昭

1. はじめに

神戸西バイパスは、1998年に第二神明道路北線として開通した5.6kmと、現在事業中の6.9kmの一般部（直轄道路）および専用部（有料道路）で構成される路線である。既に一般部では、国土交通省が事業中であり、2018年3月30日にNEXCO西日本が専用部の有料道路事業許可を受け、同年4月より事業着手した。本事業（神戸西バイパス事業）では、道路全線にわたって測量・設計段階からCIMを導入することで、神戸西バイパス事業が今後の道路事業における生産性向上のモデルケースとなることを目指している。昨年は、道路事業へ三次元レーザ測量を導入することに関する効果や課題等について、国内外で情報発信を行ってきた[1-3]。本報文では、三次元測量から三次元道路設計を進めていく上での効果や課題等について得られた知見を述べるものである。

2. 三次元測量の効果

三次元測量から道路・橋梁の三次元設計へデータを引き継ぐ際の課題は、地形(TIN)モデル作成時の既設橋梁の取扱い及びデータサイズであったが、それらの対応については[2]の通りである。三次元測量の効果で大きかったこととして、計測範囲内であれば地形や構造物等のデータをいつでも確認・取得できることが挙げられる。当初は図化範囲を計画路線の中心線から300mの幅としていたが、施工計画の結果、その範囲外の箇所（図1参照）も工事用道路として使用する計画が出てきた。当該箇所は計測範囲内であったことから、再計測も不要で三次元地形モデルの作成ができた。さらに、追加の測量を実施する手間やコストを削減し、工事用道路設計に用いる現地形の縦・横断図を三次元モデルから作成することもできた（図1）。また、コスト面に関しても、航空レーザ測量は従来の路線測量の代わりとして縦・横断図を作成する目的で行ったが、同範囲を従来の路線測量で実施した場合と概算比較をしたところ、4分の1以下のコストで実施できたことが確認できた。再測量が不要となったことのメリット等を考慮すると、それ以上に効果があったと考えられる。

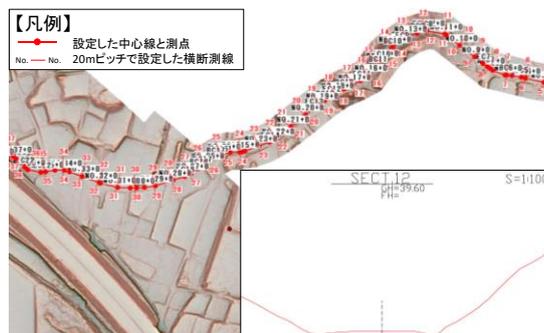


図1. 縦・横断測線の設定（図は横断図）

再計測も不要で三次元地形モデルの作成ができた。さらに、追加の測量を実施する手間やコストを削減し、工事用道路設計に用いる現地形の縦・横断図を三次元モデルから作成することもできた（図1）。また、コスト面に関しても、航空レーザ測量は従来の路線測量の代わりとして縦・横断図を作成する目的で行ったが、同範囲を従来の路線測量で実施した場合と概算比較をしたところ、4分の1以下のコストで実施できたことが確認できた。再測量が不要となったことのメリット等を考慮すると、それ以上に効果があったと考えられる。

3. 三次元道路設計の進め方と効果

本事業では、初めに三次元測量により作成したTINモデルと概略設計で決定した平面・縦断線形をInfracore上で取込み、図2に示すような概略三次元モデルを作成した。橋梁部については、ソフト上のコンポーネントを用いて仮の橋梁モデルを作成し、初期段階から全線の完成形イメージを受発注者で共有できるようにした。当該モデルは簡易的に線形の修正が可能のため、従来の平面・縦断図だけで検討するよりも効果的な検討が行えた。実際、施工性等を考慮した際に、構造変更をした方が良いと考えた区間については、線形や施工性、概算工事費だけでなく、概略の三次元モデルを比較したうえで、土工から橋梁へと構造の変更を実施した。通常20mピッチで作成した横断図と平面図から完成イメージを想像するしかなかったものが、三次元化することによって容易に同じイメージの共有が可能となったことは、後工程での手戻り等を防ぐ意味でも効果が大きいと考える。本事業では一般部と専用部が並行し、擁壁区間が多く、平面図では擁壁がどの部分かが分かり難くなっているが、三次元モデルで確認すれば簡単にイメージが可能となった（図3参照）。特に、専用部と一般部、生活道路が交差している箇所については、平面図上では見落としてしまっていたが、三次元モデルを確認することで不必要な部分まで函渠が設計されていることに気付くことが出来た（図3）。



図2. 永井谷 JCT 部概略完成イメージ

実際、施工性等を考慮した際に、構造変更をした方が良いと考えた区間については、線形や施工性、概算工事費だけでなく、概略の三次元モデルを比較したうえで、土工から橋梁へと構造の変更を実施した。通常20mピッチで作成した横断図と平面図から完成イメージを想像するしかなかったものが、三次元化することによって容易に同じイメージの共有が可能となったことは、後工程での手戻り等を防ぐ意味でも効果が大きいと考える。本事業では一般部と専用部が並行し、擁壁区間が多く、平面図では擁壁がどの部分かが分かり難くなっているが、三次元モデルで確認すれば簡単にイメージが可能となった（図3参照）。特に、専用部と一般部、生活道路が交差している箇所については、平面図上では見落としてしまっていたが、三次元モデルを確認することで不必要な部分まで函渠が設計されていることに気付くことが出来た（図3）。

キーワード CIM, 三次元道路設計, 生産性向上, 神戸西バイパス, i-Construction

連絡先 〒655-0852 神戸市垂水区名谷町字前田 953 第二神明道路事務所 西神工事区 TEL078-708-8392

また、任意の地点で任意の方向に断面を切れるのでチェックが容易になるとともに、取付・付替道路等の検討も容易となった。特に幅杭設計を行う際、本事業区間のように谷地形が多く起伏が多い地形状況では、全線にわたる三次元地形データを基に切・盛土の設計をしているため、従来の20mピッチの横断測量を基にした場合よりも高い精度で設計を行えただけでなく、変化点の多い地形状況の区間でも、再測量せずに任意の断面で幅杭設計が可能となった。

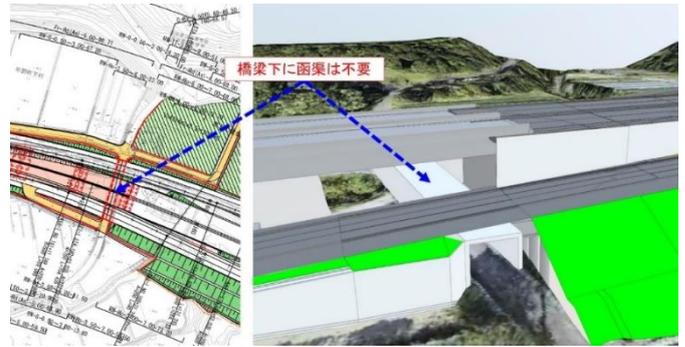


図3. 三次元モデルのチェックで判明した不要函渠部分

4. 三次元道路設計の現況と課題

上述した道路設計は、予備設計段階として、CIMモデル詳細度300相当で実施したものであり、並行してCIMモデル詳細度200相当において橋梁一般図の設計を行っている。上述したように測量・設計段階からCIMを導入することで得られた効果は多数確認できた一方、課題もいく

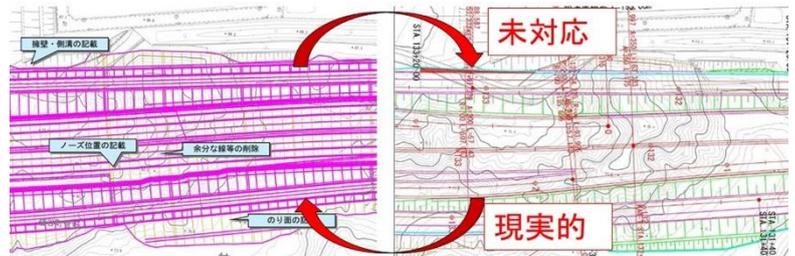


図4. (左) 三次元モデルから作成した平面図, (右) 従来の平面図

つか出てきたため、大きな課題2点について述べる。1つ目は、三次元と二次元の互換性である。三次元モデルは細部をより理解しやすいという利点はあるものの、広域な道路事業全体の計画を把握する上では、二次元の平面図の方が容易で利便性が高いと考える。しかし、現時点では三次元モデルから従来の平面図を自動で作図するところまでは対応できておらず、別途三次元モデルの線形要素から平面図を作成する必要がある（図4）。現時点では、詳細なモデルについては、二次元で設計をしてから三次元化の方が効率的だと考えられた。特に橋梁設計に関しては、橋梁形式を決める段階では、二次元図面で比較案を作成し、形式や支間割が決定してから三次元化しなければ、現況では設計が進まない（複数の検討案の作成には時間がかかる）事が分かった。

2つ目の課題は、土工部の設計に関して、本事業のように単純なのみ面ではなく、切盛りの変化や擁壁が多い区間においては、地形に沿って自動で設計ができないことや、擁壁や側溝等の構造物については測点間隔（20m）で各パーツを作成し、その断面を押し出してモデル化する必要があることが分かった。また、法尻についても、任意の間隔で設定した断面を押し出してモデル化し、その間は地形に合わせてではなく直線補完されることが分かった。そのため当設計では、0.1m間隔から設定可能ではあるが間隔を狭めるとデータが重くなるという問題もあることから、5m間隔で押し出してモデルを作成した。上記の通り、三次元モデルからの二次元図面の自動作成や、構造に依らない自動設計の対応等、まだまだ解決すべき課題が現時点ではあることが確認できた。

5. おわりに：今後の設計・施工段階でのCIM有効活用に向けた課題

本事業は現在詳細設計～施工の段階であるが、現在直面している課題としては、設計で作成した三次元モデルがどこまで施工の効率化に活用できるか、どのような三次元モデルを施工へ引継ぐべきかという事である。土工部については、切・盛土、擁壁等の構造物など、施工条件によって制約があるのか、橋梁部については、設計段階の施工方法等が本当に施工に反映されるのかといった疑問がある。これらの課題を解決する手段としてECI(Early Contractor Involvement)方式等の新たな契約方式が有効ではないかと考える。現在のデジタル技術の急速な発展とi-Constructionの推進を基に、建設業界が大きな変革期を迎えている状況下、建設事業の生産性を大幅に向上させるためには、発注者、測量、調査、設計、施工各社が協調をし、現在の課題を解決しながら全面的なCIM導入の成功事例を積上げて行くことが重要だと考える。本事業が今後のモデルケースとなるよう、引続き情報収集を続け、施工～維持管理まで、今後もCIMを最大限活用し、生産性を向上させていく取組を続けていきたいと考える。

参考文献

- [1] 高速道路事業における測量から維持管理までの全面的なCIM導入に向けて-神戸西バイパス事業における挑戦（測量編）-, 令和元年度土木学会全国大会, 2019
- [2] 神戸西バイパス事業への測量段階からのCIM導入効果と課題, 第33回日本道路会議, 2019
- [3] Introduction of Construction Information Modeling/Management (CIM) to Road and Bridge Design for Optimizing a Highway Project from Construction to Maintenance Phases, 26th World Road Congress, 2019