

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） —

西日本高速道路株式会社 正会員 ○日浅 崇平 西日本高速道路株式会社 正会員 栗野 翔太
西日本高速道路エンジニアリング関西株式会社 非会員 田中 悟 西日本高速道路株式会社 非会員 河本 浩昭

1. はじめに

国土交通省は 2016 年を「生産性革命元年」と位置づけ、測量から調査、設計、施工、検査、維持管理・更新まで全ての建設生産プロセスにおいて抜本的に生産性を向上させる i-Construction を推進してきているところである。i-Construction 委員会では、3 つのトップランナー施策が整理され、特に ICT の活用は抜本的な生産性向上が見込まれている。測量から維持管理までのあらゆるプロセスにおいて 3 次元データを導入することで、ICT 建機など新技術の活用による施工・検査・点検等の自動化や、設計段階から施工だけでなく維持管理まで含めて最適化した道路・構造物設計並びに施工計画の検討など、コンカレントエンジニアリング、フロントローディングの実現が期待されている[1]。

CIM は、ICT を活用する上で必要不可欠なものであり、調査・設計段階から導入し、その後の施工・維持管理においても 3 次元モデルを連携・発展させることで、一連の建設生産システムの効率化・高度化を図るプロセスである。世界的には BIM として広く使われているが、主には建築分野であり、土木分野では例えばヨーロッパでも 2012 年から徐々に使われ始めてはいるものの、交通インフラ部門での適用は限定的である[2]。日本でも同様に 2012 年から CIM の活用が始まってきたが、交通インフラ部門での活用は限定的かつ部分的である。そこで、神戸西バイパス事業では、測量段階から各種レーザ測量を活用した 3 次元地形測量を実施し、その後の設計・施工・維持管理に至るまで全面的な CIM の導入を行うことで高速道路事業の最適化を図り、今後の交通インフラ事業のモデルケースとなることを目指して事業を進めてきているところである。本報文では、3 種類のレーザ測量の導入効果を中心に、本事業の進捗状況の報告を行う。

2. 3 次元レーザ測量の導入

神戸西バイパス事業は、1998 年に開通した 5.6 km を除く 6.9 km の一般部（直轄道路）及び専用部（有料道路）が建設中の事業である。NEXCO が担当している専用部は、2018 年 3 月 30 日の有料道路事業許可を受け同 4 月より事業着手したところであるが、並行する一般部の事業を行う国土交通省が先行して測量や用地取得等を行ってきた。しかし、全線の測量データは阪神・淡路大震災前に日本測地系で行われていたものであり、精度に問題があったことから新たに測量を実施することとした。従来であれば空中写真測量や路線測量を実施するところであるが、阪神・淡路大震災等の影響による座標値のズレによって中心線の見直しの可能性もあったことから、路線測量による線的な測量では設計時での再測量などの手戻りも懸念された。早期供用が求められている当事業では、そのような事態を避けるためにも、後々でも再計測が不要となる面的な地形測量が望まれた。また、i-Construction や CIM の導入を促進させるために国土交通省から多くのマニュアルやガイドライン等が策定され、新技術の活用が期待されているという背景もあったことから、従来の空中写真測量や詳細測量に加え、路線測量の代わりとしてレーザ測量による 3 次元測量を実施することとした。実施に際しては、当事業以外の事業も含めた範囲の測量を併せて行った方が効率的であったことから、一度に 3.36 km² の範囲（11.2 × 0.3 km）を測量することとした。測量手法としては航空レーザ測量若しくはドローンを用いたレーザ測量が検討されたが、装備できる計測器のスペックの違いから、航空レーザ測量の方がより精度の高いデータが得られると考え、航空レーザ測量を採用した。また、永井谷 JCT 部分は神戸西バイパス本線とランプ、阪神高速道路本線と IC、一般部の本線高架橋及び道路、並びに河川が複雑に交差する箇所であることから、施工検討も考慮した構造物設計を行う必要があると考えた。そのために、JCT 周りの地形や構造物等を全て 3 次元的に再現するために、JCT 周りについては地上レーザ測量を実施し、航空レーザ測量では計測できない橋梁の下側等も限無く測量した。また、第二神明道路に接続する箇所周辺で、本線を拡幅する際に支障となる跨道橋もあったことから、MMS を活用して車線規制を行わずに本線道路内から跨道橋も含めた道路構造の測量を実施した。

3. 測量成果

航空レーザ測量は計画中心線から幅 300m の範囲を地図情報レベル 500 の精度（0.5m 格子間隔で 1 点以上の計測）で計測する仕様としたが、受注者の提案により 1m 格子間隔で 10 点以上（2.5 倍）の精度で計測を行った結果、より良いデータの取得が可能となり、10 箇所の調整用基準点で格差の平均値の絶対値が最大 4cm（作業規定の準則の上限は 25cm）、RMS 誤差が最大 5cm（準則の上限は 30cm）となった。

キーワード CIM, 航空レーザ測量, MMS, 地上レーザ測量, 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 TEL 078-708-8392

また、計画路線上で2箇所の高圧送電線と交差する箇所があり、いずれも橋梁区間であることから、設計段階から施工検討をしっかりと行い、完成後の構造物や施工時のクレーンのブーム等が安全な離隔を常に確保できるかという事を検討する必要があった。そこで、それぞれの送電線を3次元データに取り込むために、航空レーザ測量によりそれぞれの点群データの取得も行った。図1は計測した点群データであり、高圧送電線が3次元点群モデル上ではっきりと確認できることがわかる。

図2は地上レーザ測量によって得られた点群データであり、航空レーザ測量では計測のできなかつた橋梁の下側まで計測できていることが確認できる。地上レーザ測量の精度は今回実施した3種類のレーザ測量で最も高く、20点の補助基準点における誤差は、水平方向の最大格差が1.5cm、鉛直方向が1.7cmであった。図3はMMSによって計測した点群データ(左側)及び同時に撮影したデジタル写真画像(右側)であり、(a)は第二神明道路本線上を通常で走行しながら跨道橋を含めた道路構造の測量を行ったもの、(b)は受注者の提案により行った、阪神高速道路ICランプ内を走行しながら測量した結果である。MMSの精度としては、3箇所の調整点を用いた結果、水平方向が最大3.4cm(マニュアル上限15cm)、標高値が3.1cm(マニュアル上限20cm)であったことから、非常に精度の高いデータ取得が行えたと考えられる。

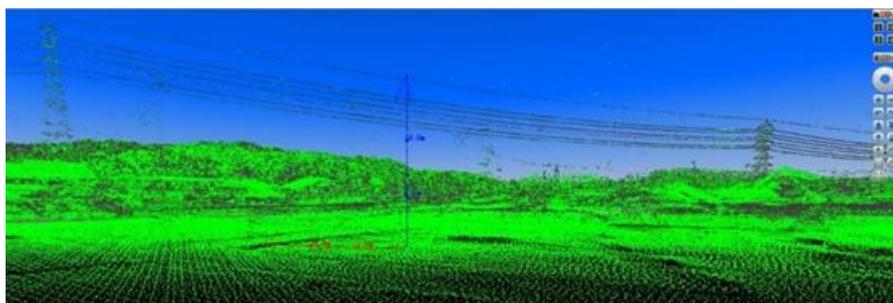


図1. 航空レーザ測量による高圧送電線の点群データ



図2. 点群データ(地上レーザ測量)



(a)

(b)

図3. MMSによる点群データ(左)及び写真(右)(a: 本線を横過する跨道橋, b: 阪神高速道路ICランプ)

4. フロントローディングの実施に向けて

上述した高圧送電線や、永井谷 JCT 部分の複雑に構造物が交差する箇所において、施工性や安全性を考慮した設計及び施工検討はもちろんのこと、その他にも設計で十分に検討すべき事項が3次元測量によって明らかとなった。例えば切土区間において、多くの小崩落地形や、宅地開発のための造成盛土が明らかとなり、そういった箇所において縦断線形を変更するなど、設計段階から対策を講じることで建設時や供用後の不具合を未然に防ぐことが期待出来る。また、2次元の設計段階では見落としとして施工中に問題となり手戻り等が生じてしまっていたようなことも、3次元モデルで設計段階から完成形のイメージを多くの人と共有・チェックすることで、不具合の可能性を最小限にすることが期待できる。今後のCIMによる3次元設計で、更なる効果や生産性向上の成果について検証していきたい。

5. おわりに

神戸西バイパス事業は、3次元レーザ測量のデータを基に、現在CIMによる3次元設計を実施中である。今後は、3次元設計成果を基に、i-Construction (ICT建機による工事施工など)を積極的に導入し、建設生産プロセスにおける抜本的な生産性向上に挑戦していくことで、今後の交通インフラ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事業を進めていく。

参考文献

- [1] i-Construction委員会, *i-Construction ~建設現場の生産性革命~*. 国土交通省, 2016.
- [2] A. Costin, A. Adibfar, H. Hu, and S. S. Chen, "Building Information Modeling (BIM) for transportation infrastructure – Literature review, applications, challenges, and recommendations," *Autom. Constr.*, vol. 94, no. June, pp. 257–281, Oct. 2018.