

施工 CIM の最前線

目的を明確にした施工 CIM の使い方

杉 浦 伸 哉

生産性向上を目的とした CIM 導入は、国土交通省が 2012 年 7 月から本格的な取り組みとして進みはじめすでに 3 年が経過した。その間、試行業務や試行工事をはじめ多くの取り組みがなされている。建設業にこのような新しい流れを起こさせた、もしくは起こさせざるを得ない状況とさせたのは、人材不足が大きく関与している。

建設就業者数が 1997 年のピーク時である 685 万人から 2014 年では 505 万人となり、約 120 万人の減少 (73.7% の減少) となっており、今後、日本の人口構成や生産人口の減少の流れが変わらない限り、品質を維持して施工を進めていくためには、一人当たりの生産性を向上させ、少数精鋭で臨まなければならない。少ない人数で手戻りをなくし、多くの効率的な検討を行うには従来と同じ方法では実現できない。規格化された製品を大量に作り上げる製造業と違い、我々建設業は、一つとして同じ条件がないものに対し、一定の期限と品質を確保して取り組まなければならない。そのためのツールとして、昨今 CIM というマネジメント手法に注目が集まっている。

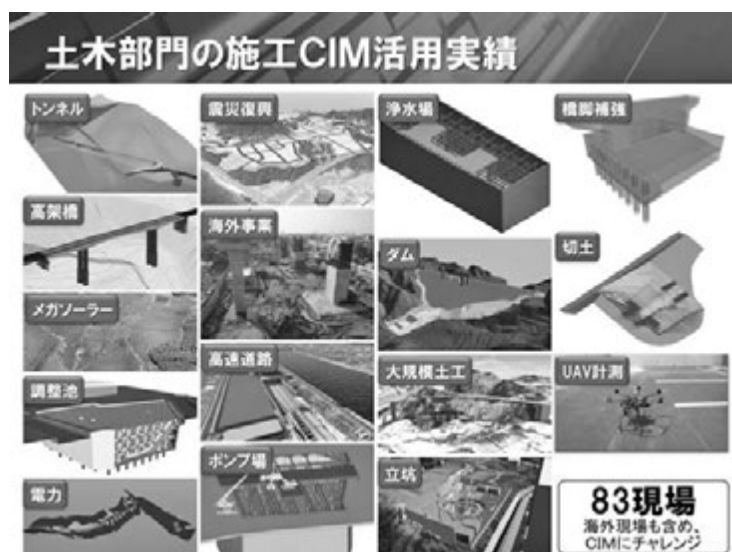
CIM は一般的に、設計段階における不具合をなくし、手戻りなく、効率的な設計を行うツールとしての位置づけが強いが、本報告では、施工での利用に特にこだわり、その中で特に効果を上げている UAV や AR/VR を利用した出来形管理も含めた事例を紹介する。

キーワード：生産性向上、施工 CIM、UAV、AR、VR

1. はじめに

2012 年 7 月から実施されている CIM の効果検証を確認する取り組みでは、国土交通省にて主に設計段階での試行と、そのデータを施工で利用した場合の施工段階での効果検証が行われている。

構造物などを 3 次元で表現し、そこに施工に必要な時間軸を入れて 4D シミュレーションを実施し、3 次元情報に物性値を入れることで、コストや数量などの情報が取得できるようになるため、検討や管理として利用するツールとしては非常に効果のあるものであることが確認できつつある。

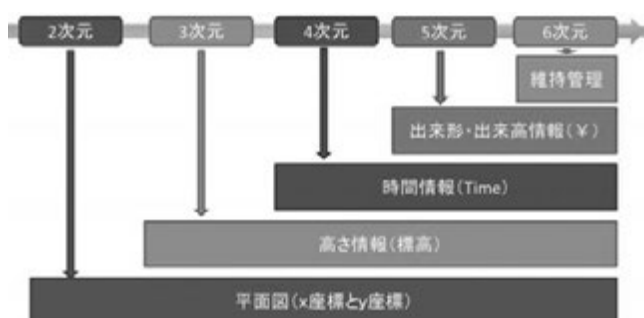


図ー1 CIM 実施工種一覧

従来より施工段階における CIM 活用の可能性にいち早く着目し、生産性向上の切り札として現場での活用を進めてきた。

2012 年 2 月から取り組みをはじめ、2015 年 9 月末で 83 現場の適用実績があり全現場の約 30% を超える実施状況となっている（図—1）。

CIM 適用範囲は、幾何座標軸（空間）に工程軸（時間）、コスト管理軸（出来形計測）と維持修繕軸（メンテナンスデータ）を加え 6 次元 CIM モデルとしている（図—2）。



図—2 CIM 実施の各ステージ

すでに施工段階での CIM 活用は、生産活動を向上させるツールとして非常に有益なものとしての認識が高く、また施工現場における利用も進んできたことから、さらに次の具体的な取り組みとして、土木工事での施工管理として必要な土工出来形管理に関して、UAV を活用した出来形管理手法についてまとめた。

2. 土工事への見える化

土という不定形な形状の表現の難しさなどから、構造物の 3 次元対応とは違い、土工の出来形管理への取り組みには高いハードルがある。

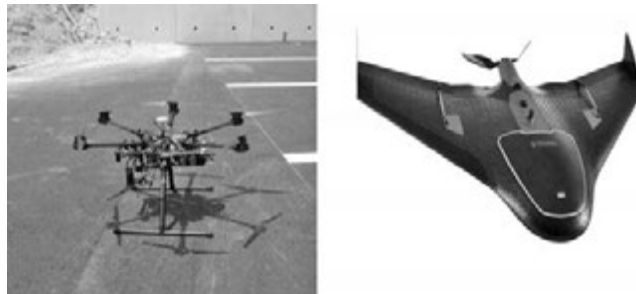
3D レーザスキャナによる点群を利用した形状計測管理は従来より実施しているが、3D レーザスキャナにおける計測は広範囲計測には不向きで、さらに大規模土工では出来形数量や形状管理に必要な時間的制約や、データ処理の制約があり、実利用まで至らないことが多々あった。

そこで、短時間で大規模なエリアの形状、出来形を把握する方法として、写真撮影を利用した取り組みを進めることにした。

土工現場全体の写真を大量に撮影し、その画像データを解析し土工の出来形管理を実施することで、短時間でいち早く現場の形状と、その形状差から土量を把握し、施工管理に役立てようとするものである。

写真の撮影方法としては UAV を利用しており、現在は固定翼と呼ばれる UAV を 1 機、回転翼と呼ばれる UAV を 6 機保有している（図—3）。

さて、この固定翼と回転翼では、その特性から、撮影できるエリアの大きさが違ってくる（図—4）。



図—3 保有 UAV（回転翼と固定翼）

	固定翼	回転翼	スキャナー	デジカメ計測
広いエリア ($< 2\text{km}$)	○	△	×	×
狭いエリア ($< 500\text{m}$)	△	○	△	×
極小 ($< 200\text{m}$)	△	△	○	◎
精度	cm	cm	mm	cm

図—4 点群取得手段の比較表

これらの特性を生かし、かつこれらの特性を混ぜ合わせながら、土工計測を実施する全体を写真撮影し、その画像から 3 次元点群を構築している。

ここで表示したのは撮影から画像解析を実施し、点群を作成するまでの流れである（図—5）。

UAV で撮影した情報が点群として画像解析され、その後点群モデルが生成される。点群として生成されたあとは、時間軸でその点群モデルを比較することにより、土量変化を確認することが可能である。

3 次元 CAD にさえなってしまうえば、土量差分を出すことも容易にできそうに思われるが実はかなり高度な 3 次元 CAD をつかった操作を行わなければならない。そのためには 3 次元 CAD の利用に精通しなければならないが、施工会社の職員が全員、3 次元 CAD の利用に精通しているわけではない。

そこで「誰でも」「迅速に」「簡単に」実施することができるといふ点で、市販されているソフトウェアを組み合わせる方法で、着実に差分を出す方法を実施し、効果を上げている（図—6）。



図一5 3DCAD 対応までの流れ

3次元CADの利用に長けた一部の職員だけが利用するのではなく、すべての職員が対応できる仕組みを構築することこそ、施工での利用が進むポイントである。

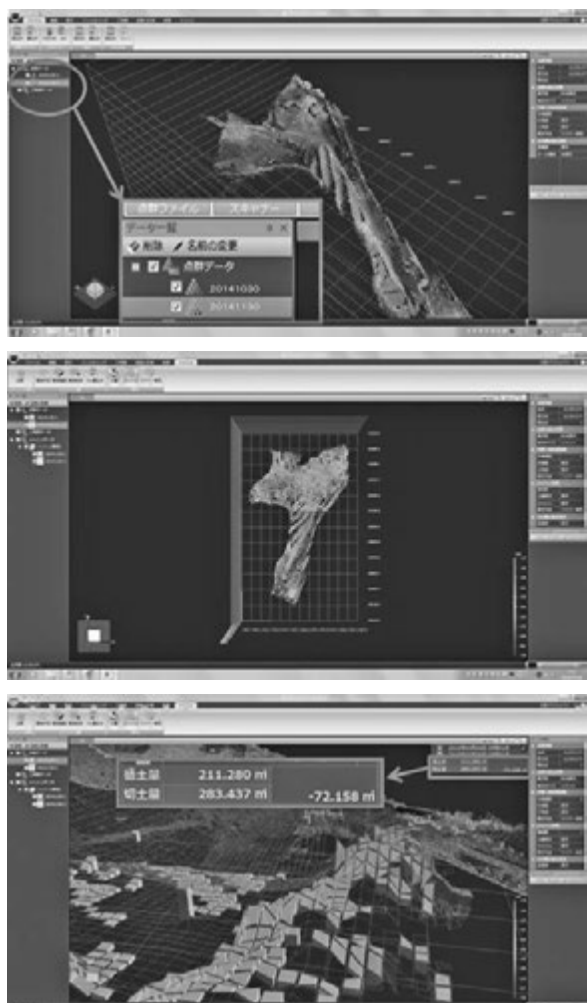
3. 計測管理データの見える化

ここでは、施工管理として重要な計測管理データの見える化事例を紹介する。

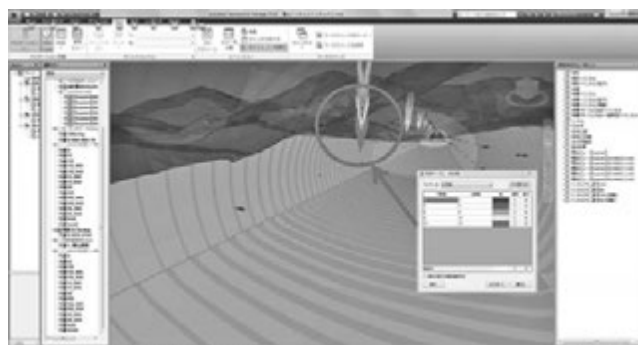
従来は計測機器から出力されるデータをEXCELなどでグラフ化し、閾値を超えるか否かという管理をするのが一般的な計測管理の見える化であった。

しかし、昨今の3次元データを表現する多くのツールを組み合わせることで、変位や応力の変化が線形上で時系列に見えることにより、変化の傾向が理解しやすくなった。

例えばトンネルの天端や側壁の変位といった地山の挙動を見る化することで、施工管理として全体像が把握でき、安全管理のみならず品質管理への利用も可能である（図一7）。



図一6 点群をつかった土量差分取得の流れ

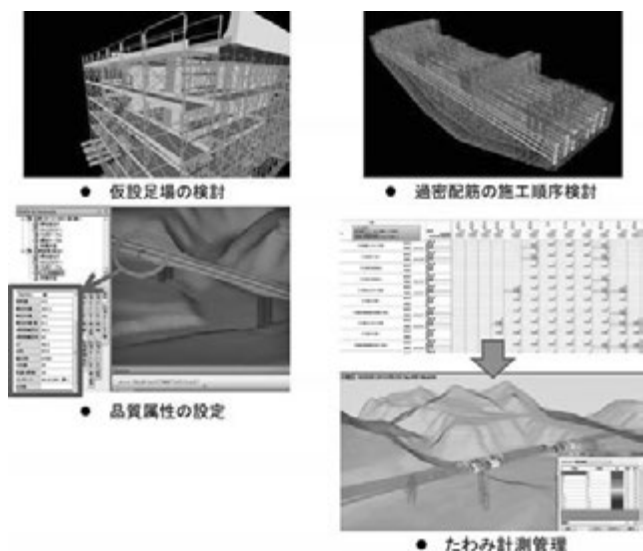


図一7 トンネル内変位計測の状況

4. 施工管理ツールとしての活用

PC 上部工工事への適用では、仮設足場計画検討、過密配筋の施工順序検討、品質属性の設定、たわみなど計測データをモデルに取り込み、危険予知・回避といった施工管理での活用などで効果を発揮した（図一8）。

デジタルモックアップとしての活用においては、発注者～技術者、技術者～技能者間のコミュニケーションにより、問題点・注意箇所の早期認識・特定に役立ち、また計測結果をモデルに取り込むことで品質確保・工程厳守が達成された。今後は、竣工後の不具合の原因特定手段としても利用される予定である。



図—8 各種検討活用

5. 合意形成ツールとしての利用

着工前の現地空間データに設計モデルを組み入れることで将来計画全体像を、技術者・技能者だけでなく、地元住民や納税者に対して現況～施工各段階～全体完成～供用までを立体可視化して提供・共有化することで理解が深まり、ステークホルダー全員の事業に対するベクトルが揃い迅速な事業推進が可能となる。

図—9 は街づくりへの適用例で、6D モデルで街づくり計画・ステークホルダー間の合意形成・土工計画・維持管理計画などの取り組みを実施した。街全体のイメージを共有化することで、地元説明会では従来の3D モデルでは説明しにくい経時的な質問にも迅速に対応でき、また関係機関との協議では合意形成を早めるといった効果があった。



図—9 街づくりへの適用事例

6. 最新テクノロジーを活用したイメージの共有ツール

これら3次元データを活用した見える化ツールや施工管理ツールとしての取り組みを、職員だけではなく、建設事業に携わるすべての関係者が共有することで、CIM の持つポテンシャルがいかに発揮できるものと思っている。

そのために、最新テクノロジーを建設産業にも適用することを積極的に進めている。

3D モデルがあれば仮想空間の中で自由に移動できるといった AR 技術を通して、多くの関係者が仮想空間のデータをもとに建設事業を進めていけるのではないかと、これら新しいデバイスをつかった建設事業への展開に様々な現場で取り組みを始めている（図—10）。



● ゴーグル型の仮想空間



● タブレットをつかった仮想空間体験

図—10 最新デバイスを活用した仮想空間

7. おわりに

2014 年に土木学会の米国 CIM 視察調査団として参加した際、イリノイ大学の Nora 博士が「20 世紀のものしか使っていないければ、20 世紀の方法で得た利益しか得られない。21 世紀の新しいものを使って、プロセスやルールなどの仕組みを変えるパラダイムシフトができれば、20 世紀の技術で得られる利益を大きく超えることができる。」と言われていた。

今まさに、建設産業は新しいマネジメント手法を得て、それをどのように活用するか、産学官全体で挑戦しているところである。従来の手法でも十分対応できるマネジメントを 21 世紀型にチェンジするには、従来の思考回路を大きく変える必要がある。そのためには大局的な視野でマネジメント手法や、全体プロセスを見直す必要がある。

施工フェースにとどまらず、本来の建設産業全体のイノベーションとして CIM の持つ意味を理解し、現状にとどまらずさらなる活用を広げていきたい。

そのためには、個別最適化にとどまらず、施工全体の利用の流れとしてつなげていくことが重要だと思いい、将来の建設現場が ICT や CIM といった生産性向



図— 11 ICT を活用した将来の施工現場

上ツールを活用し、魅力ある建設業となることを期待してやまない。

少なくとも現場では、これらの展開を積極的に進めることで、さらなる施工の効率化を図っていく予定である（図— 11）。

J C M A

[筆者紹介]

杉浦 伸哉（すぎうら しんや）
 ㈱大林組
 土木本部本部長室情報企画課
 課長



平成 27 年度版 建設機械等損料表 発売中

■平成 26 年度版に対する変更点

- ・ 損料算定表の諸元記載要領も変更し読み易さを改善
- ・ 「機械運転単価表」の作成例を、現行歩掛に合わせて見直し
- ・ 関連通達・告示に「東日本大震災の被災地で使用する建設機械の機械損料の補正」を追加

■B5 判 モノクロ 本編 592 ページ

■一般価格

7,920 円（本体 7,334 円）

■会員価格

6,787 円（本体 6,285 円）

■送料（単価） 600 円（但し沖縄県を除く日本国内）

注 1）沖縄県の方は一般社団法人沖縄しまたて協会（電話：098-879-2097）にお申し込み下さい。

■発刊 平成 27 年 5 月 9 日

一般社団法人 日本建設機械施工協会

〒 105-0011 東京都港区芝公園 3-5-8（機械振興会館）

Tel. 03 (3433) 1501 Fax. 03 (3432) 0289 <http://www.jcmanet.or.jp>