

# 滋賀県におけるCIM推進に向けた 取り組みについて

(CIM/Construction Information Modeling/Management)

足立 憲悟<sup>1</sup>・赤田 憲俊<sup>2</sup>

<sup>1</sup>土木交通部 監理課 技術管理室

<sup>2</sup>(公財)滋賀県建設技術センター 技術課

関係者間や事業プロセス間(調査・設計・施工・維持管理)で共有する情報を高度化(ex.3次元データ)し、公共事業の更なる効率化を図るCIM・CALISの次のステージとして、国土交通省をはじめとした官民各方面で導入促進の取り組みが進められている。

滋賀県においても去る8月28日、滋賀県CIM推進勉強会を設立し、これまで約4ヶ月間にわたってCIM推進に向けた各種の検討を進めてきた。

建設生産システムの最先端ともいえるCIMについての紹介も兼ねて、これまでの取り組み成果について、実業務への適用の可能性にも触れつつ、報告を行う。

キーワード CIM, 3次元データ, フロントローディング, 全体最適化

## 1. はじめに

「CIM」は2012年度、建築事業で導入が進む「BIM」を土木分野にも展開すべく、国土交通省で提唱された。

CIMとは、「フロントローディング」による「全体最適化」である。プロジェクトの初期工程(front)に負荷をかけ(load)し、課題を早期に発見することで、プロジェクト全体のコスト・時間を圧縮し「全体最適化」を図ることができる。

くしくも、改正品確法が今年6月に施行され、担い手確保が発注者の責務として規定されたところである。担い手不足の一因として、建設産業の生産性の低さも指摘されており、CIMによる生産性向上への期待も大きい。

## 2. CIMとは

### (1) CIMの概念

CIMとは、計画・調査・設計段階から3次元モデルを導入し、その後の施工、維持管理の各段階でも、更新・発展させ、事業全体の関係者間で情報を共有することにより、建設生産システム全体での効率化・高度化を図るものである。

### (2) CIM導入により期待される効果

CIM導入により、各事業プロセス段階で、次のような効果が期待されている。

### a) 調査・設計段階での効果

設計の可視化によるミスの防止、設計の自動化による比較検討作業の省力化や数量算出ミスの防止など。

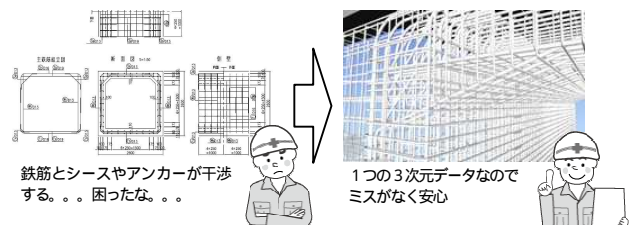


図-1 調査・設計段階でのCIM効果イメージ

### b) 施工段階での効果

3次元データの活用による情報化施工の促進や安全性の向上、施工計画の精度向上による工期の短縮など。

(図-3および図-19参照のこと)

### c) 維持管理段階での効果

施工段階からの引継情報の高度化による維持管理の効率化やアセットマネジメントシステムの確立・運用など。

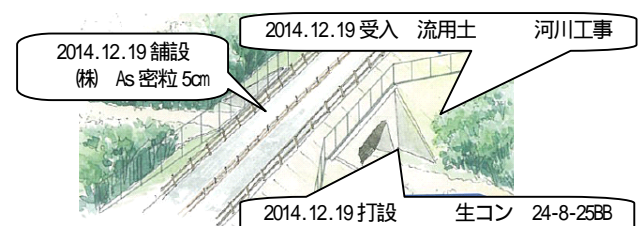


図-2 維持管理段階でのCIM効果イメージ

#### d) 各段階に共通した効果

3DのCGや模型を活用した意思決定の迅速化，関係機関協議や住民合意形成の円滑化など。

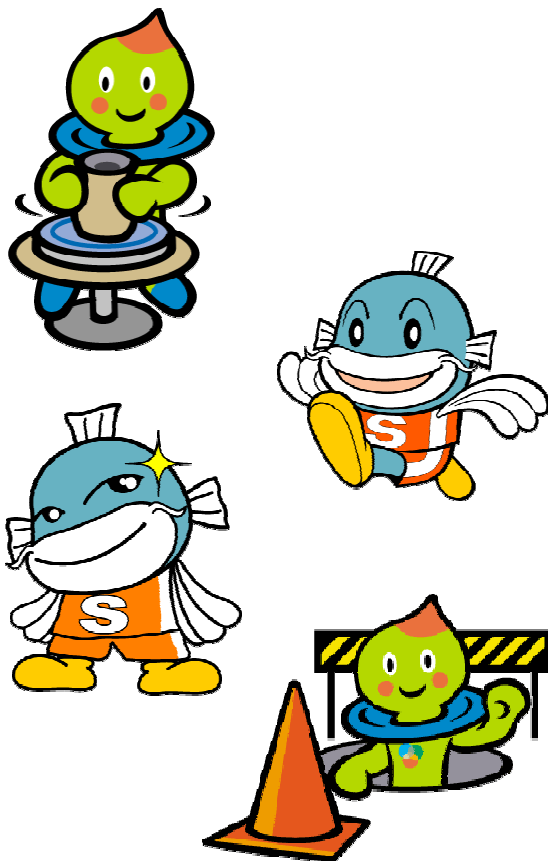
(図-10,11,13,15,16参照のこと)

#### (3) CIM推進に向けた国の取り組み

民を主体とし技術開発の検討を行う「CIM技術検討会」と、官を主体とし制度の検討を行う「CIM制度検討会」が2012年度に設立され、2016年度の導入ガイドライン策定に向けて、検討が進められている。

2012年度には試行設計が全国で11件、2013年度には試行設計および試行工事がそれぞれ全国で19件ずつ実施され、効果や課題の検証が行われている段階である。

滋賀県内でも、2012,2013年度の試行設計、2013年度の試行工事の対象として、高島市青柳地先の国道161号交差点の立体化事業が選定されている。



### 3. 滋賀県の取り組み方針

#### (1) 取り組みの方向性

県の取り組みの方向性として、次の3点を設定した。

国における検討状況（導入効果や課題の検証など）

や導入工程の把握

県独自課題の洗い出しと対策の推進

（ハードウェア，ソフトウェア，スキル，コンセンサス〔意識〕の向上など）

#### 部分先行導入に向けた取り組み

（3D模型を活用した合意形成など）

#### (2) ロードマップ（素案）

取り組みの方向性と国のロードマップを踏まえ、滋賀県におけるCIM推進に向けたロードマップ（素案）を策定し、必要に応じて随時見直しを行っていくこととした。

2014年度 (H26)	技術管理室担当職員による情報収集 <u>勉強会立ち上げ</u> プレ試行（既存設計成果の3次元化〔検討用〕） 維持管理への活用に関する検討（デジタル写真、3D測量） CIM、情報化施工の現場見学（滋賀国道事務所発注工事）
2015年度 (H27)	<u>プレ試行設計</u> （既存設計成果の3次元化〔実事業〕） 維持管理への活用に関する検討（デジタル写真、3D測量） 試行設計発注に向けた課題の抽出と対策の検討 ロードマップ（案）の立案
2016年度 (H28)	<u>試行設計</u> を通じた課題の抽出と対策の検討 ・受、発注者に求められるスキル ・部分先行導入の可能性 など
2017年度 (H29)	<u>試行工事に向けた検討</u> ・実施する内容の絞り込み ・積算、発注方法 など
2018年度 (H30)	<u>試行工事</u> を通じた課題の抽出と対策の検討 ・受、発注者に求められるスキル ・部分先行導入の可能性 など <u>CIM導入に向けたスケジュールの打ち出し</u> ・試行設計および工事の拡大方針、本格導入時期 ・発注者側準備（人、モノ）の推進方針 など

図-3 滋賀県CIM推進計画 ロードマップ（素案）

#### (3) 滋賀県CIM推進勉強会

滋賀県におけるCIMの推進に向けた取り組みを行うことを目的とし、「滋賀県CIM推進勉強会」を今年8月に設立した。

様々な立場の意見を持ち寄るため、また検討状況の情報共有を図るため、県庁各課および各土木事務所等から若手職員2名前後が参加する体制とした。

当面、この検討会でロードマップに沿って検討を行いながら、得られた知見に基づき随時ロードマップ（素案）の見直しも行っていく予定である。

### 4. 今年度の取り組み報告

#### (1) 試行設計への取り組み

試行設計に先立つプレ試行設計として、異なった観点から2つの作業を実施した。

##### a) インハウス作業

CIM導入における県独自課題の洗い出しのうち、ハードウェア・ソフトウェア・スキルの面で必要な水準を確認するため、県に導入済の3DCAD（AUTOCAD CIVIL3D）を用いた図面作成を行った。

題材は、構造が比較的単純な砂防施設とし、3次元化のメリットも併せて模索することとした。

まずは、既存の平面図・縦断面図・構造図などの2次元図面から、立体形状を把握する必要があるが、土木技術者でも初見の図面では時間を要することが再認識された。地元住民の方々などが、図面から立体形状を想像することは、かなり困難と思われる。

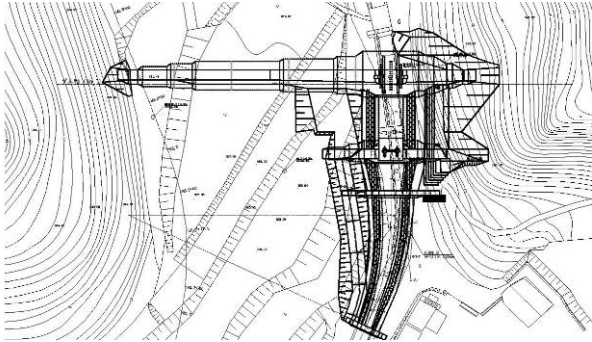


図-4 砂防施設 計画平面図

実際に作図すると、これまでの図面作成とは全く方法が異なり、頭の切り替えが必要であることが分かった。

2次元での図面作成では、基準線を距離指定して複写（オフセット）した下書線を作成し、下書線の交点を結んで対象物を作図する方法が一般的である。

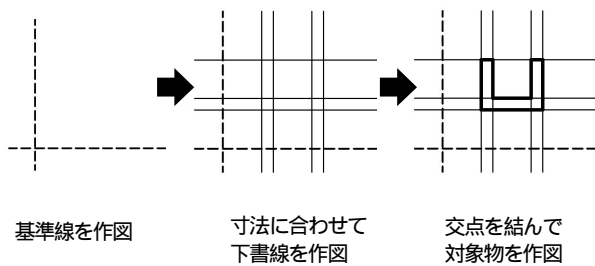


図-5 一般的な2次元CAD作図方法

この考え方を3次元作図に適用すると、下書線から3次元の辺を作成する形になる。この場合、作成した辺から面（サーフェス）、面から立体（ソリッド）に合成していく必要があるため、作業時間がかかり、接続漏れなどのミスも生じやすい。接続漏れがあると、各合成段階でエラーが発生し、3次元の造形までたどり着くことができない結果となってしまう。

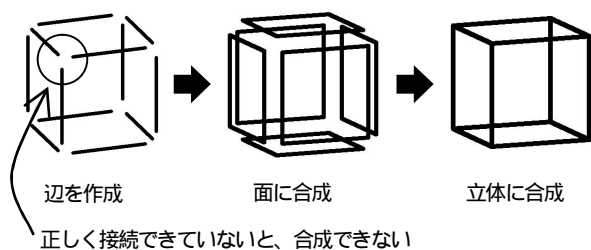


図-6 3次元CAD作図 失敗例

そのため、3次元作図は、初めから立体で作図する方法が一般的になっている。一本の木材をカットして部材を作成し、部材を接着して全体を作成するイメージであり、図面の作成方法が、実際の“ものづくり”に近づいて来たような感覚をおぼえる。

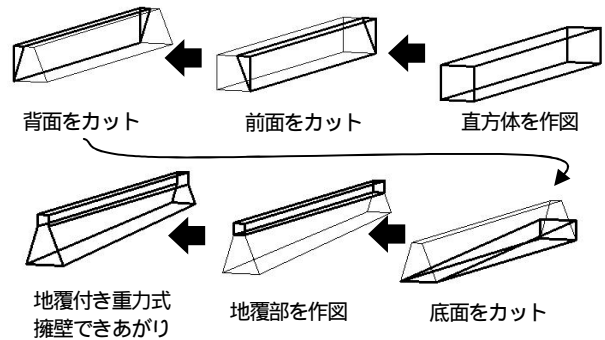


図-7 一般的な3次元CAD作図方法

筆者も例に漏れず、当初は慣れた2次元作図の方法をそのまま3次元に持ち込み、立体化ができず失敗を繰り返した。慣れた方法を捨てることに抵抗はあったが、3次元作図に適した方法に切り替えることで、砂防施設の主たる部分について、3次元化することができた。

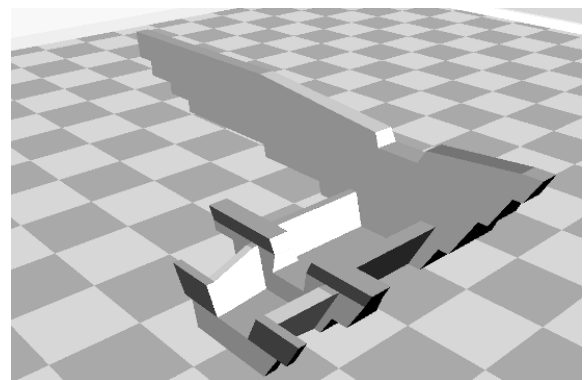


図-8 砂防施設 3次元モデル

図-4と8を比較すれば、形状を感覚的に理解するうえで、3次元モデルが非常に優れていることは明白である。さらに、3Dプリンタを使用すれば、簡単に立体印刷を行うことができ、合意形成などに大きな力を発揮する可能性が高い。

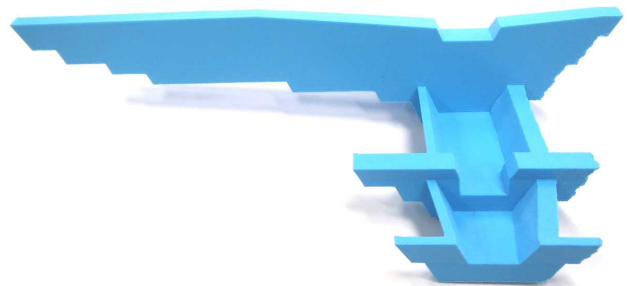


図-9 砂防施設 3Dプリンタ印刷物

操作に特殊な知識は不要であり、2DCADを利用できる職員であれば、慣れれば同程度の作業は可能である。また、この作業では、ソフト・ハードの面で不都合を感じることはなかった。

ただし、平面縦断線形に沿いながら横断勾配や幅員のすりつけがあるような道路や、線形に沿いながら断面が変化する水路などについては、汎用のAUTOCADだけでは作図にかなりの時間を要するため、CIVIL3Dの独自機能を活用することが現実的である。また、3次元の地形データなど、サイズの大きなデータの取り扱いについても、併せて今後検討していく予定である。

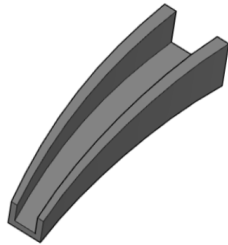


図-10 作図にスキルが必要な構造物の事例

#### b) 瀬田唐橋図面の3次元化

CIMの部分先行導入に向けた、課題と効果を検討するため、CADインストラクターへの委託により、AUTOCAD CIVIL3Dを用いて、瀬田唐橋の紙図面から3次元図面を作成した。

線形の設定や線形に沿った上部工の作図など、CIVIL3Dのツールを使用できるものは利用して構成し、下部工のようにツールの使用ができない部分は、別途作図した部材を手作業で配置している。

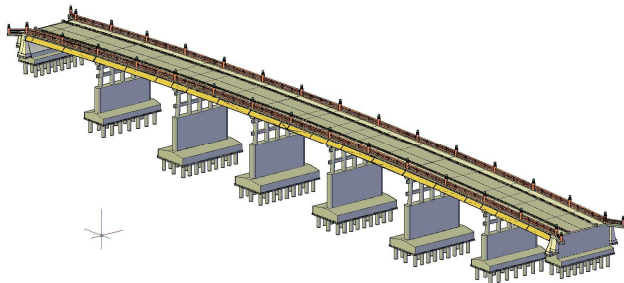


図-11 瀬田唐橋 3次元モデル(全景)

地形図は、後述の地上レーザ計測による3次元測量データから作成したサーフェスモデル(表面だけで中身が詰まっていないモデル)を基に、手作業による修正を加えながら、ソリッドモデル(中身が詰まったモデル)への合成を行った。

その結果、既存の作図ツールが不足しているため作業時間がかかることや、共通事務端末レベルのハードでは処理遅れが生じること、また3D印刷の倍率によっては部材の寸法がプリンタの再現能力を超えてしまい造形できない場合があるなどの課題も見えてきた。

一方、3次元化によって、2次元の図面では確認できなかった構造物間の不整合、例えば構造物同士の干渉や接続部分の延長不足などが確認された。作図の基になった紙図面は、実際に発注されたものであり、これらの不

整合は施工段階で発見し、急遽あわてて現場で対応されたと推測される。

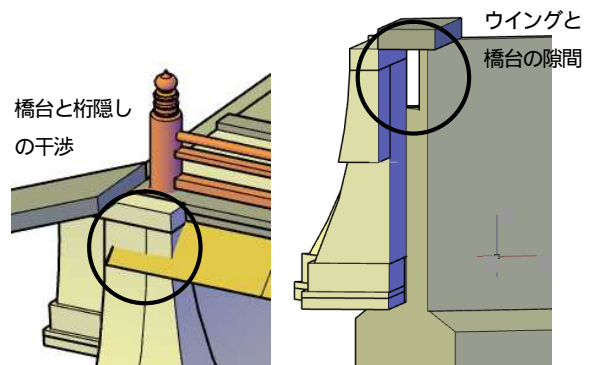


図-12 3次元化により発見された図面の不具合

作成したモデルには、紙図面にはない分かりやすさとインパクトがあり、意思決定や合意形成の場において、大きな力を発揮するものと思われる。

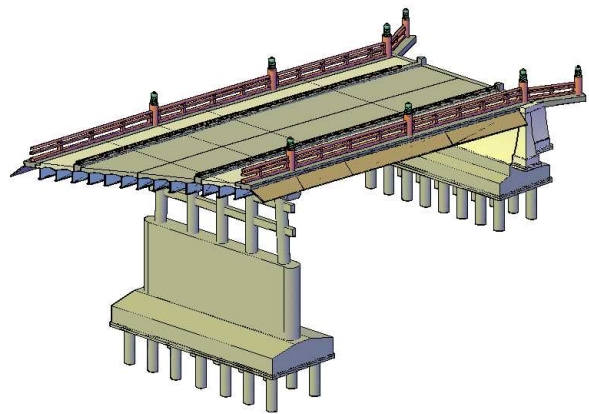


図-13 瀬田唐橋 3次元モデル(細部1)

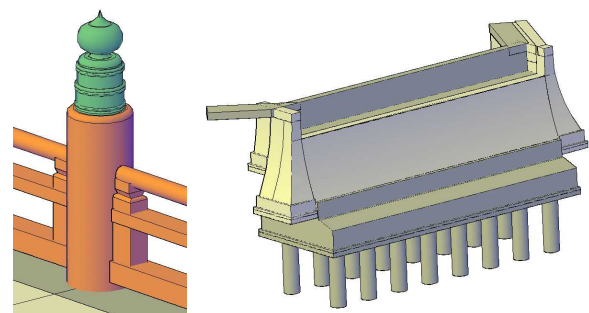


図-14 瀬田唐橋 3次元モデル(細部2)

この取り組みを通じ、地形も含めた細密な3次元モデルを構築・印刷する場合には、作図ツールの充実が不可欠であること、ハードウェアは一般に市販されている最上位程度のものが望ましいこと、また、場合によっては3D印刷用にデフォルメしたデータが必要であるなど、課題も少なからずあるが、3次元化により構造物間の不整合が発見できることや、意思決定や合意形成に活用できるなどの効果が確認できた。

今回の作業内容は、通常は設計会社が担う部分である。

これを踏まえて、発注者側にどの程度の質・量のハード・ソフト・スキルが求められるのか、インハウス作業による検討や国の制度設計の動向も踏まえながら、引き続き検討していきたい。

(2) 維持管理への活用に関する検討

CIMの部分先行導入の可能性を探るため、非接触による3次元面計測技術の活用を検討した。

a) 写真による3次元モデル化

近年、デジタル写真から3次元モデルを作成するツールが登場し始めている。実際の状況が通常の写真では分かりにくい場合でも、3次元モデル化することにより、円滑で正確な情報共有化を行うことができる。

ツールは多数存在するが、現在のところ、次のように大別され、特性に応じた使い分けが必要である。

表-1 写真の3次元モデル作成ツール大別表

		標定点（ポール・的など）の現地設置	
		あり	なし
ソフトウェア	要操作	高精度 (mm単位図化可能)	中精度 (cm単位図化可能)
	半自動	中精度 (cm単位図化可能)	撮影環境が良ければ 低精度ながら作成可

例えば、災害時であれば、初動時は低精度でも簡易なもの、応急対策の検討には中精度のもの、などステージに応じて活用すれば、強力なツールになり得る。

最も簡易なものでは、20枚前後の写真を撮影してクラウド上にアップロードすることで、自動的に3次元モデルを作成する無料のアプリケーションが存在する。動作確認を行った結果、屋内で近距離から対象物の全周囲を撮影できるような場合は、簡単に3次元モデル化が可能であった。

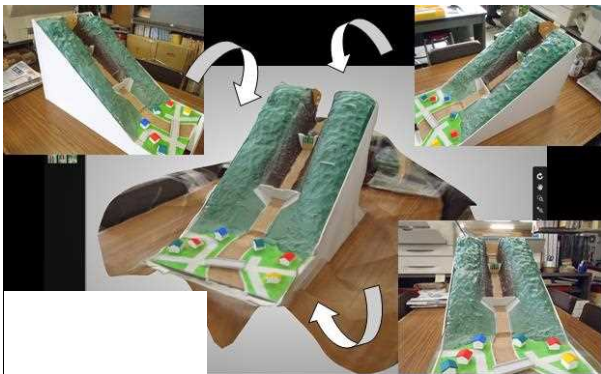


図-15 簡易アプリによる写真の3次元モデル化の例

土木の現場で、屋外・遠距離・撮影角度限定という条件下にある場合は、現在のアプリではモデル化は難しい

が、現場で写真を撮影し、その場でアップロードすることで、県庁や事務所から現地の状況を3次元ですぐに確認することも夢ではなくなりつつある。

また、写真の撮影方式として、UAV（小型無人飛行体）による航空撮影も注目されている。ジャイロセンサーや加速度センサー技術の進歩により、機体の安定性や操縦性の改良が進み、実際の業務で活用されるケースも増えている。

土木現場特有の遠距離・撮影角度限定といった条件に縛られずに写真を撮影する方法として、非常に有効と思われる。勉強会でも先進企業に依頼して講義・実演を行ってもらい、情報収集に努めているところである。



図-16 第3回勉強会でのUAV実演デモ

ソフトウェア、撮影方式とも、日進月歩の技術であることから、最新の動向に注目しながら、県の実務への導入の可能性について、引き続き検討を進めたい。

b) 地上レーザ三次元測量

3次元面計測で、現在最も精度が高い方法が、地上レーザ計測による3次元測量である。1秒間に3万点のスキニングができ、150m離れた場所から4mmの精度で観測が可能とされる。また、デジタルカメラを内蔵しており、カラーの点群データ（3次元の座標を持った無数の点の集まり）を取得することができる。

点群データから、平面図や任意の断面図を作成することも可能であり、立入りが難しい軌道や接触が難しい高圧線などの測量にも有効である。



図-17 鉄道高架の点群データ

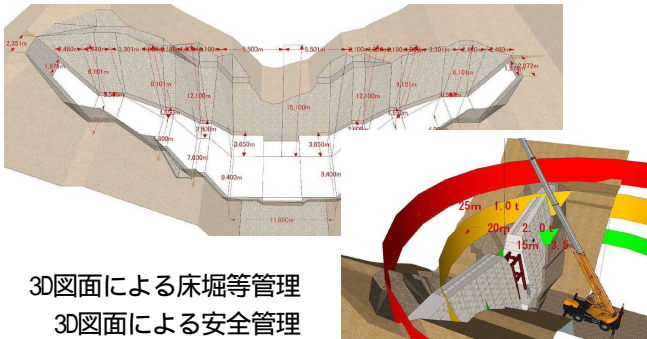
既に公共測量規程にも記された手法であるが、現場条件によっては、現地計測やデータ処理作業に時間を要することや、機器検定の基準がないなどの課題が残る。これらの利点と課題を理解したうえで使用すれば、現時点でも効果的な測量手法といえる。

### (3) その他の取り組み

#### a) 各委員の取り組み

各委員もそれぞれテーマを持って作業にあたり、勉強会での報告を行っている。過去3回の勉強会では、3DCADのトレーニング、CIM関連の情報収集、写真による3次元モデル化の試行、CIMを活用した施工事例の報告などがなされた。

特に、CIMを活用した施工事例報告は、県発注工事での事例であり、業界の取り組み速度と進捗に対して、勉強会でも驚きの声が上がった。



3D図面による床掘等管理  
3D図面による安全管理

図-18 勉強会で報告されたCIMを活用した施工事例

砂防施設の工事において、床掘の寸法や切り出し位置の確認やクレーン能力図による安全管理など、様々な場面で3次元図面を活用しながら施工が進められており、先進的なモデルケースになる事例である。

勉強会の委員は、CIMが差し迫った話であることを、肌で感じたところである。それぞれの所属においても、情報の共有化を図り、その認識が広まっていくことに期待している。

#### b) 現場見学会（2014年10月27日実施）

勉強会の委員をはじめ18名の参加のもと、国のCIM試行工事（2(3)参照）である国道161号交差点立体化事業の現場見学会を実施した。2012年度に行われたCIM試行設計の成果を基とした高架橋の下部工事であり、CIMの施工段階における課題や効果の検証が行われている。

CIMの効果面としては、3次元モデルを活用することで、複雑な配筋施工に関する協議や、新規入場者への安全教育を円滑に実施できるところが挙げられた。

課題としては、維持管理段階へ引き渡すために施工情報をモデルに反映していく必要があるが、現場で実施できる作業の質・量の限界がある一方、その効果が限定的である面が挙げられた。

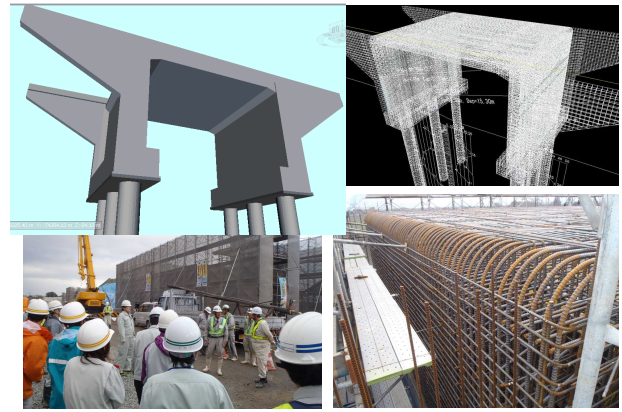


図-19 国のCIM試行工事 現場見学会

#### c) 情報化施工

情報化施工はCIMに先立ち実用化が進んでおり、特にGNSS（旧GPS）やトータルステーション（TS）を用いた出来形管理や締固め管理などは一般化している。

近年では、丁張りや補助員が不要で、GNSSや各種センサーを基にオペレータが機械操縦を行うマシンガイダンス（MG）や、さらに機械操縦も自動化したマシンコントロール（MC）による施工も実用化されている。いずれも設計の3次元座標が必要であるが、現在は設計が2次元であるため、施工段階で計算して必要な座標データを導いており、CIM導入による設計の3次元化が待望されている。

勉強会では、今後、MC・MGなど情報化施工の先進現場も訪問し、知見を深める予定である。

#### d) 先行導入の方向性検討

これまでに得られた知見を活かし、導入効果が高いと思われる内容、時期に適合する実際の事業について、勉強会で抽出し、今後試行的に実務に活用していく予定である。

## 5. おわりに

CIMが産声を上げて、まだ3年に満たない。しかし、各方面での動きは速く、CALSが建設生産システムにもたらしたようなイノベーションが、CIMによって再び、あるいは上回って訪れることは確実である。

決して対岸の話でも、遠い未来の話でもなく、CIMはすぐそこまで来ていることを是非認識していただきたい。

滋賀県として、この技術革新の恩恵をいち早く享受するため、流れの最先端に身をおきながら、今後も検討を進めていきたい。

#### <参考文献>

- 1) 国土交通省における CIM の取り組みについて（土木学会 CIM 講演会 2014 資料）
- 2) CIM 技術検討会：CIM 技術検討会 平成 25 年度報告

