

深礎杭工事におけるCIMの活用について

木内建設株式会社

大池 正之 ・ 森田 真史

工 事 名	平成27年度 由比地区深礎杭 S C 2 工事	
工 事 場 所	静岡市清水区由比西倉澤地先	
工 期	平成27年 8月 1日 ～ 平成28年 12月 16日	
発 注 者	国土交通省 中部地方整備局 富士砂防事務所	
工 事 概 要	砂防土工	1式
	抑止杭工	
	シャフト工 $\phi 5000$ L=71.9m	1基
	掘削（土砂）	8.0m
	掘削（岩）	63.4m
	鉄筋 SD345 （主筋D38、帯筋D22）	132.85 t
	コンクリート 24-8-25BB	1412m ³
	グラウト注入	117m ³
	仮設工	
	仮設土留工	1式
	作業ヤード整備工	1式

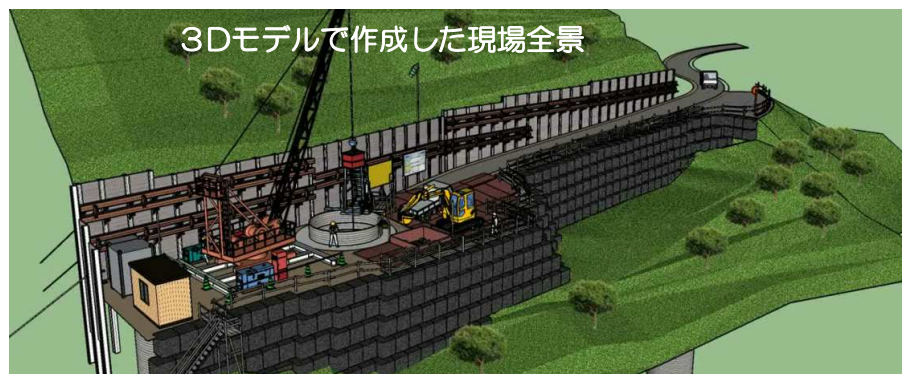
1. 現場状況

本事業箇所であるサッタ峠は、富士山の眺望が素晴らしく毎年多くの人を訪れる観光名所となっている。また、急傾斜地でありながらその地形を生かした果樹等の栽培が盛んに行われており、みかんやビワがこの地域の特産品となっている。

このような風光明媚なこの地域では、地すべり地帯に特徴的に見られる地すべり地形が確認されており、昔から小規模な地すべりや土砂崩れ等の土砂災害が度々発生していた。また、以前より豪雨や東海地震による大規模地すべりの発生も懸念されていた。

この地区の海岸沿いには、国道1号線、東名高速道路、J R 東海道線といった重要な交通網が集中しN T Tなどの情報通信基幹網や上水道、ガスといった重要なライフラインも並行している為大規模地すべりが発生した場合の経済的、人的被害の影響は計り知れないものがある。

本工事は、大規模地すべり対策として深礎杭（ $\phi 5000\text{mm}$ 深さ71.9m）1基を築造する工事である。



2. CIMの試行に当たって

本工事は、急傾斜地の山腹に作業ヤードを造成した非常に狭いヤードで作業を行わなければならないが、施工ヤードを満足に確保できない中でクレーンやバックホウの重機及び発電機等の機械、更には休憩所といった仮設備を配置しなければならなかった。平面図上での配置想定は、経験や勘を頼りカタログから旋回寸法を確認し図面上で想定するなど、重機・機械等の配置計画はできるがそこに潜む危険の想定までは難しかった。作業を行いながらその時々に見出される危険箇所に対し対策をとることが多かったが、今回CIMの試行により施工計画時に効果的な安全対策の計画を行った事例を報告する。

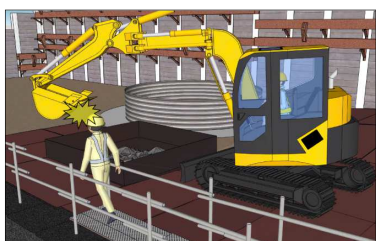
また、CIMを活用した施工管理についても併せて報告する。

3. 実施した事例

3-1. 重機旋回時の接触事故対策

深礎杭の掘削土砂をダンプトラックに積込む為に0.25m³級のバックホウを配置したが、その横を歩行者通路にしなければならない現場状況であった。ここでCIMを活用し、オペレーターの視線に立ちバックホウの死角に配慮した位置に左旋回禁止の標識を設置する計画を立てた。平面図上でも危険だという認識はできるが、どのような対策を講ずるかその場で決定することは意外に難しいものである。CIMではオペレーターの見線と同じように周囲を見ることができ、実際に重機周りの状況も確認できるので講ずべき対策のイメージが格段につきやすい。

下の画像はCIMのイメージと実際の施工状況の画像であるが、施工前のイメージ通りに対策を実施できたのが確認できる。



CIMでのイメージ画像



実際の施工画像

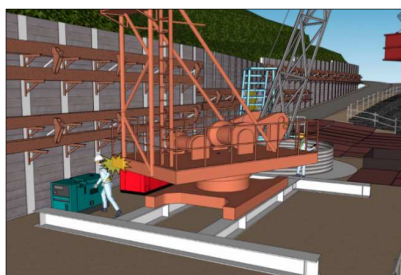
3-2. クレーン旋回内立入禁止措置

クレーンの配置は大きさや旋回半径によりほぼ決まっていたが、その他の機械配置には十分な検討が必要だった。使用頻度や使い勝手を考慮し発電機等の機械類、資材置場の位置を決めた。クレーン旋回内への立入禁止措置は当然行うが、狭大なヤードゆえ旋回内に使用頻度の低い機械や資材等を置く計画とせざるを得なかった。

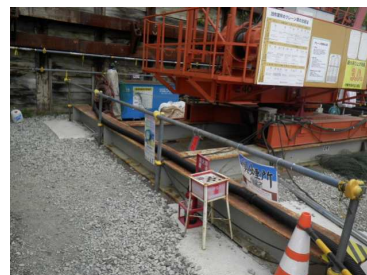
CIM画像で改めてクレーン動作を確認すると、オペレーターからの死角が多くクレーン周囲の安全確認ができない為、確実な立入禁止措置の実施が求められることが改めて確認でき、現場では単管パイプによる強固な手摺を設置することとした。



オペ側から見たクレーン



クレーン後方の状況



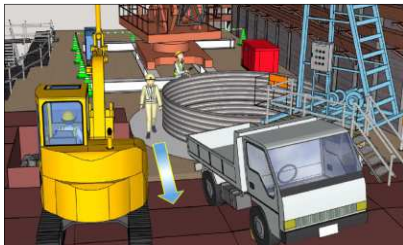
クレーン後方（実際の画像）

3-3. 重機横通路の安全確保

深礎杭で掘削した残土を一時仮置きするピットが必要であるが、資材等の移動でその横を作業員が通らなければならない状況が時々発生する。通常時は利用せず見通しも良い為簡易的な注意喚起表示を設置する計画を立てていた。

CIM画像で改めてバックホウオペレーターからの視点で確認すると、重機のアームがオペレーターからの視界を遮り旋回する時に通路部分が死角となることが確認できた。

実際現場ではスイング標識を設置し、通行の際に一呼吸おいて周囲を確認するきっかけとなる設備とすることができた。



通路部分計画前



オペからの視点



注意喚起スイング標識

3-4. 安全教育への活用

従来の新規入場時の安全教育では、平面図の仮設備計画に基づき各現場独自のルールや現場内の危険箇所を図面や写真を用い工夫した資料により説明を行ったり、事業全体の特別ルール等の説明も全体図や資料等で説明を行っていた。資料を基に口頭で説明する為その場ですべてを理解することは難しく、現場を案内する際にもう一度同じことを説明する場合もあった。

今回の現場では、CIMの動画を用いて現場の状況を視覚的に見せることにより現場状況のイメージが湧き易く、現場のルールや危険箇所の説明も画面を見ながら行うことで作業員の理解度が格段に上がり、現場へ行ってすぐに作業についての打合せができるなど業務効率の向上に繋がった。

また、作業員についても危険箇所の認識が高まり、より安全に行動しようという意識が高まったと思う。実際作業員にヒアリングしても、動画で見ることにより今まで以上に現場の状況がわかりやすく、危険な箇所も把握しやすくなり、安全に対し以前よりも高い意識で現場に乗り込めると評判であった。



新規入場時安全教育実施状況

4. 3Dモデルを活用した施工管理について

CIMにおいて、施工完成時に品質管理、出来形管理等のデータを属性情報として保存することは、完成後の維持管理業務において非常に重要な要素となってくる。現時点では試行的な意味合いが強いが、将来的には設計、施工から維持管理までの一元管理が必須となり、工事施工中の各種データは構造物の状態を把握する上で重要なデータとなる。

今回工事では、施工管理データを3Dモデルに属性情報として紐付けて、各工程段階での品質管理や出来形管理データ等の検索を容易に行えるようにした。

以下に当現場で実施した施工管理3Dモデルを説明する。

4-1. 掘削作業中における施工管理

掘削作業においては、10mを1ロッドとしてライナープレートのずれ等の施工管理データを属性情報として紐付け管理した。各ロッド毎に掘削面を360°撮影した壁面展開写真を登録したり、土質の変化や湧水の状況等特異な情報をコメントとして残すことも可能であった。

【ライナーのずれ】

測 定 項 目	ずれ(北側) 寸			ずれ(南側) 寸			ずれ(東側) 寸			ずれ(西側) 寸		
	設計	実測	差	設計	実測	差	設計	実測	差	設計	実測	差
掘削面又は既設												
10m	2475.0	2485.0	+10.0	2475.0	2472.0	-3.0	2475.0	2470.0	-5.0	2475.0	2474.0	-1.0
10m	2475.0	2480.0	+5.0	2475.0	2469.0	-6.0	2475.0	2469.0	-6.0	2475.0	2471.0	-4.0
10m	2475.0	2470.0	-5.0	2475.0	2473.0	-2.0	2475.0	2467.0	-8.0	2475.0	2477.0	+2.0
10m	2475.0	2477.0	+2.0	2475.0	2465.0	-10.0	2475.0	2463.0	-12.0	2475.0	2469.0	-6.0
10m	2475.0	2482.0	+7.0	2475.0	2473.0	-2.0	2475.0	2461.0	-14.0	2475.0	2465.0	-10.0

【3Dモデルにリンクした資料】

- ライナーのずれ
- ライナー点検表
- ライナー偏心
- 壁面展開写真
- コメントによる記録

掘削中における施工管理3Dモデルのイメージ図

4-2. 鉄筋組立・コンクリート打設作業における施工管理

鉄筋組立・コンクリート打設作業においては、1ロッドを1回の打設高であるH=6.0mとし、下から第1リフト、第2リフトとし一番上の第13リフトまでロッドを分けた。各ロッド毎に鉄筋組立出来形管理測定表やコンクリートの受入時の品質管理試験値、1週・4週の圧縮強度試験値等の結果を紐付け管理した。

このように1つのソフトウェア上ですべて管理できる為、データ検索を行う時は非常に効率がよく写真情報も登録できる等第三者が見ても分かりやすく検索できると思われる。

【3Dモデルをクリックするとモデル毎に紐づけられた品質管理関連資料を表示】

測 定 項 目	設計	実測	差
10m	2475.0	2485.0	+10.0
10m	2475.0	2472.0	-3.0
10m	2475.0	2469.0	-6.0
10m	2475.0	2473.0	-2.0
10m	2475.0	2465.0	-10.0
10m	2475.0	2463.0	-12.0
10m	2475.0	2461.0	-14.0

【3Dモデルにリンクした資料】

- リフト別生コン品質管理(写真)

5. 考察

今回初めてCIMを試行し作業効率の向上を図る体験をしたことは、今後の業務遂行に大きな糧となった。当初はCIMというものを完全には理解できていなく、社内での勉強会や外部資料等により少しずつ理解しながら3D図面を操作するうちに、2次元の図面より遥かに現場状況が思い描かれる事に感動を覚えた。まだできていないヤードでクレーンやバックホウの重機が動き、オペレーターの視点で現場を見渡すことができ、危険要因を事前に把握できるということが今までにない新鮮なものであった。

しかしながら、従来の平面図、断面図から3D図面を作成する時間と費用が想定以上に掛かり、現場着手時の仕事量が更に増えることになった。外部委託してもその図面のチェックや微修正に時間を取られてしまった。

CIMの将来像は、設計段階から3Dモデルを作成しそのデータに設計、施工、維持管理の各段階のデータを加えて関係者がその共通データを共有することで、誤認識を防ぎ効率的な管理を行うことを目的としているが、現状ではまだその段階に達していないと思われる。

近い将来には、発注時から3Dデータでの設計図面を提供していただける体制になることを期待する。

2016年度からはi-Constructionとして、CIMやICT技術を活用し生産性の向上に努める取組みを行っている。CIMもi-Constructionもまだ始まったばかりの取組みであるが、今後はこれらの技術が主流になるのは間違いなく、すでに各地であらゆる会社が取組みを行っている現状をみれば、我々も生産性向上を目指す一員として今後も積極的に活用していきたいと思う。