

4D モデルを用いた山留架構の省力化による構築工程の短縮

前田建設工業（株）正会員 ○稲生 秀

前田建設工業（株）正会員 落合 秀和

日本下水道事業団馬場 省伍

1. はじめに

国土交通省の生産性革命プロジェクト i-Construction の一環として、国土交通省下水道局は平成 28 年度に「i-Gesuido」という取組みを打ち出し、その 4 本柱の 1 つとして BIM/CIM の活用を盛り込んでいる。また、日本下水道事業団(以下、JS)は平成 26 年度より CIM に関する研究を開始し、発注工事で CIM の試行を開始している。本稿では、JS と行った「下水道 BIM/CIM の有効性に関する調査研究」の成果の一部であり、雨水ポンプ場建設工事における、水処理設備特有の複雑な構造物及び仮設物の 3D モデルに、工程を加味した 4D モデルを作成し、施工検討に活用して構築工程を短縮した事例を報告する。

2. 工事概要と背景

『木更津市金田西雨水ポンプ場建設工事』は、多機能複合型都市”かずさアクアシティ”計画の中で金田西地区の雨水排除を目的とした雨水ポンプ場の建設工事である。その工事規模は、計画雨水量 7.7m³/s に対応する RC 造の地下 1 階(最大深さ約 12m)、地上 4 階(高さ約 20m)建の沈砂池ポンプ棟と貯水量 11,200m³ の雨水調整池及び付随する総延長約 400m の函渠（流入渠、導水渠、放流渠）である。

ポンプ場の上流側では上記計画のための大規模な造成が行われており、開業日も決定していた。そのため、本工事では開業に合わせて雨水を処理できるようにポンプ場設備を建設する必要がある、工程厳守が至上命題であった。後工程である建築工事及び機械設備工事、電気設備工事については工期の短縮が困難であるため、いかに地下躯体である土木構造物を短期間で竣工させるかが工事全体の工程短縮の要であった。



3. 4次元モデルの導入とその効果

地下構造物である土木躯体の工程短縮を図る上で重要となるのが、山留支保工の架設計画である(山留め支保工の詳細は表-1 に示す)。そこで、躯体の進捗に合わせた山留支保工の経時変化を表現した 4D モデルを作成し、躯体構築のリフト割を検討した。4D モデルの導入により、元設計の架設計画では約 2 ヶ月の工程ロスが発生することが明確になった。元設計では 3 段目の山留支保工はポンプ井側にのみ設置し、沈砂池の底版に控えをとる構造であったため、沈砂池の底版コンクリートの強度発現を確認した後に 3 段目の山留支保工を設置する必要がある。このため、沈砂池の底版を構築し、山留支保工を設置し終わるまでの約 4 週間はポンプ井側の掘削ができないため工程上のロスが発生する。また、沈砂池、ポンプ井を縦断する方向の通し梁があることで、撤去時は沈砂池とポンプ井を同時に解体しなければならないため、躯体構築の途中でも一時的に山留支保工の撤去待ちとなる時間が生じ、ここでも約 4 週間の工程ロスが生じることがわかった。

表-1. 山留め支保工詳細

|       | 沈砂池   | ポンプ井   |
|-------|-------|--------|
| 掘削深度  | 8.87m | 12.47m |
| 山留支保工 | 2段    | 3段     |
| 盛替え回数 | 1回    | 2回     |

キーワード 下水道 C I M, 3D モデル, 4D モデル, i-Gesuido, 生産性向上, 施工シミュレーション

連絡先 〒102-8151 東京都千代田区富士見 2-10-2 前田建設工業(株) TEL 03-5276-5166

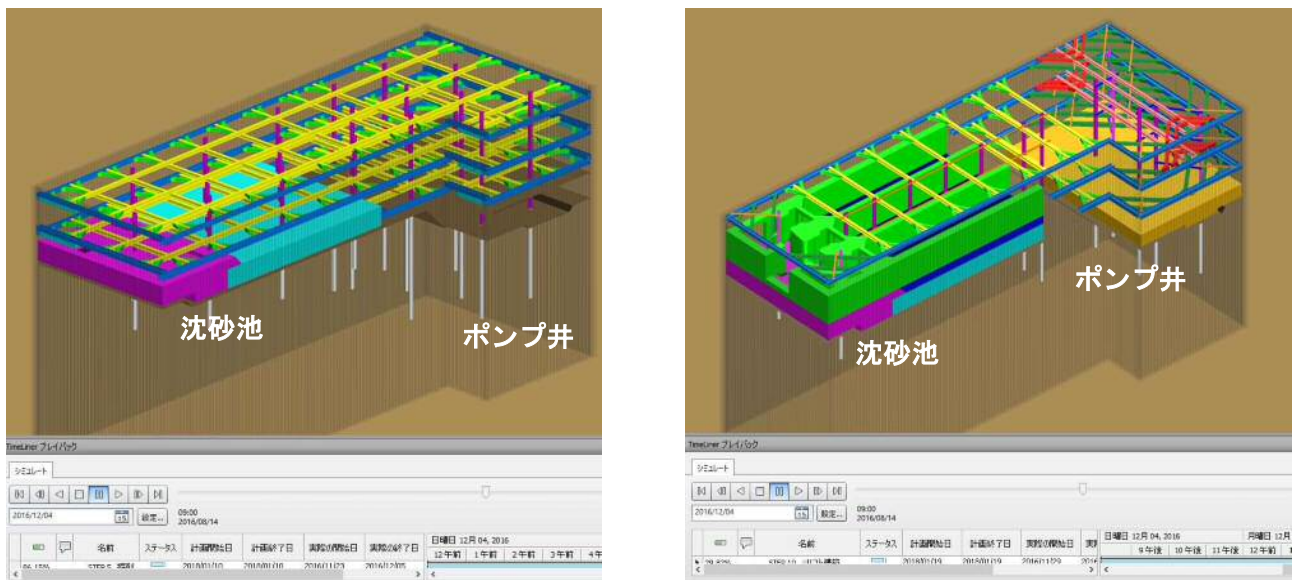


図-1. 同日 (2016/12/4) の工事進捗状況を表現した 4D-CIM モデル(左が元設計 右が変更設計)

#### 4. 支保工の簡素化と業務の効率化

元設計データを用いて作成した 4D モデルの導入により、工程ロスが発生しており、その原因が沈砂池とポンプ井を縦断する通し梁にあることが明確になったので、沈砂池とポンプ井の山留支保工を通し梁不要の大火打ち構造に変更した。その結果、沈砂池側とポンプ井側で切り離して山留支保工を施工できるようになり、掘削や躯体の構築において待ち時間が減少した。また、沈砂池の躯体と絡ませずに 3 段目の山留支保工を架設できるので、沈砂池の構築を待たずにポンプ井側の掘削を実施できるようになった。

架設計画変更後の施工手順についても、4D モデルによるシミュレーションを行い、各作業の順序と必要日数を確認した。図-1 は元設計（左図）と山留め構造の変更を反映した変更設計（右図）について、同日の 4D モデルにて比較した図である。構造物のモデルは、コンクリートの打設リフトごとに色分けされている。元設計では、沈砂池のコンクリート打設が 2 リフト目（打設量全体の約 20%）までしか完了していない状態であるのに対し、実施設計では、沈砂池側で 4 リフト、ポンプ井側で 1 リフト分（打設量全体の約 40%）のコンクリート打設が完了可能となることが確認できた。

作成した 4D モデルを活用することで、複雑な構造物の形状、工程が理解しやすくなったため、協力業者との施工検討会や機電施工者との工種間調整も円滑に実施することができた。また、躯体構造が複雑な場合、打設ボリュームを手計算で算出するのは時間を要することであるが、4D モデルを活用することで正確に素早く算出することが可能になり、残コンや計算時間の削減につながった。

#### 5. おわりに

4D モデルにより工程を可視化することで、より合理的な仮設構造への変更が実現し、地下躯体の全体工程を実質 2 か月短縮することができた。さらに、施工手順の可視化により、工事関係者間のコミュニケーション向上にも一定の効果を得られた。また、当現場では 3D スキャナによる出来形計測も試行した。その結果、課題は残ったものの、複雑な躯体の出来形寸法をある程度の精度で、短時間で取得できることが分かったため、将来的には現状の出来形計測にとって代わる可能性もあると思われる。

近年の ICT の進歩はめざましく、活用することで従来の業務の大幅な効率化が実現する技術も続々と開発されている。将来の下水道施設の管理を効率化するためには、これらの最新技術と CIM とを連携させることが必須であるため、今後も実案件を通して検証を続けていきたい。