

## 4D モデルを活用した循環水管路敷設手順可視化による安全性の向上

清水建設（株） 正会員 ○小島 梨恵子、岡田 佳紀、出田 拓郎

### 1. はじめに

西条発電所 1 号機リプレース計画は、運転開始から約 50 年が経過した石炭を燃料とする火力発電設備を、最新鋭の超々臨界圧発電設備へ更新(出力 15.6 万 kW→50 万 kW)するものである。

今回紹介する工事（以下、本工事という）はリプレース計画のうち、内径φ2,900mm、延長約 480m の循環水管路の設置をおこなうものである。本工事では、発注者である四国電力殿が工事の計画・設計段階から CIM の導入を試行していた。このため、それらの 3D データを活用し、施工段階においても、施工計画を反映した CIM の活用に取り組んでいる。

本稿では、レイアウトの都合上、今後も 2 号機で使用する既設循環水管と新設循環水管が立体交差することから吊防護が必要となる新設管路の敷設について、4D モデルの活用事例を述べる。

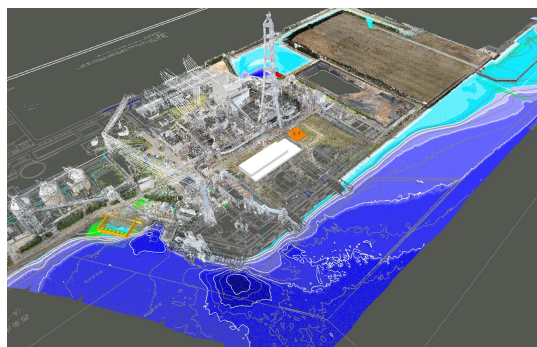


図-1 発注者作成の統合モデル

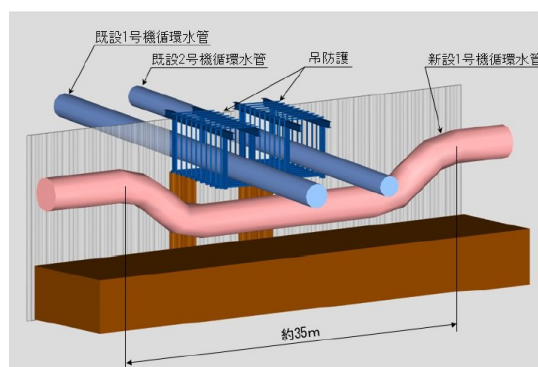


図-2 既設循環水管下越し部イメージ

### 2. 計画・設計段階から施工段階への 3D モデルの連携

四国電力殿は、計画・設計段階において発電所構内の三次元測量結果、既設埋設物調査結果、地質 3D モデルおよび新設構造物の 3D モデル等からなる統合モデル（図-1）を作成し、新設構造物の検討や施工計画検討を行ってきた。既設循環水管の下方に新設循環水管を敷設する箇所（以下、下越し部という）においては、管同士の取合いや吊防護の構造等について複数の案を 3D モデル化し、可視的に検討のうえ構造を決定した（図-2）。

施工段階においては、さらに仮設構造物等を追加して、施工計画の検討に活用している（図-3）。

仮設構造物を 3D 化することは、立体的に入り組んだ構造であっても仮設材同士の干渉を事前に確認でき、施工不具合の防止に役立っている。既設循環水管の下越し部においても、土留め鋼矢板と吊防護材受桁が干渉することが事前に判明し、施工計画に反映することができている（図-4）。

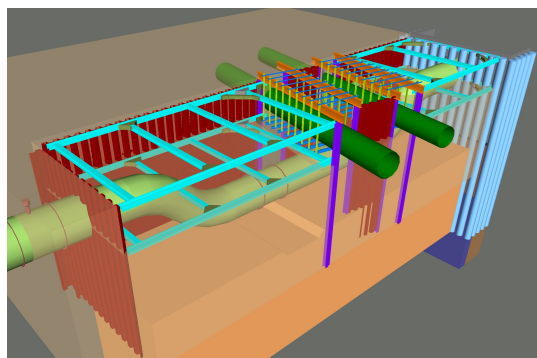


図-3 3D モデルへの仮設計画の反映

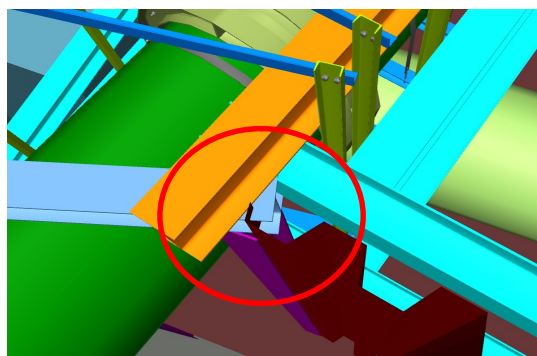


図-4 鋼矢板と受桁の干渉チェック

### 3. 4D モデルの導入とその効果

本工事では、3D モデルに時間軸を追加して 4D モデルを作成している。今回紹介する 4D モデルは、既設循環水管を損傷することなく吊防護を設置することを目的に作成を行なった。4D モデルは利用場面ごとに施工ステップの粒度（表現すべき事象の細かさ）が異なるので、作成前に関係者間で粒度を検討した。

キーワード CIM, 4D モデル, 施工シミュレーション

連絡先 〒104-8370 東京都中央区京橋二丁目 16-1 清水建設（株） TEL 03-3561-3896

既設循環水管の下越し部では、施工の安全性確認を主目的としたため、施工手順が表現できる程度の施工ステップの粒度で分割することとした。まず施工ステップごとの重機配置を 3D モデルに追加したのち、アニメーションを用いて重機の動き・部材の投入方法等を表現した（図-5、図-6、図-7）。

4D モデルを導入により得られた効果を以下に示す。

#### （１） 施工方法の妥当性の確認

施工方法に関しては、重機や部材の動きを含めて 4D モデルにしたことで、重機と仮設材の離隔・既設循環水管と吊防護材の離隔が明確になり、旋回範囲の小さい重機の選定、部材の割付の変更等、より安全性の高い施工方法検討を行えた。

#### （２） 既設構造物、隣接工区との施工干渉チェック

施工場所は既設発電設備に近接しているとともに、施工時に同時に実施される発電所の定期点検に関する作業と輻輳する。4D モデルを作成したことにより、施工ステップを可視化でき、重機配置が適切であるかを確認することが可能となった。

#### （３） 作業員への現場状況周知

作業員への注意喚起等については、実際に作業する協力業者の作業員が 4D モデルにより現場状況を容易に理解でき、危険箇所の特定制や特に注意を要する箇所の事前把握に活用できた。

#### （４） 円滑な施工前協議

吊防護設置手順のイメージを四国電力殿・施工者間で共有することにより、安全性を確認し、スムーズな意思決定を実現することができた。

### 4. おわりに

4D モデルにより施工手順を可視化することで、より安全な仮設構造・作業方法への変更が実現し、無事故で既設の循環水管下越し部における既設管底面までの掘削工事を完了することができた（図-8）。さらに、工事関係者間の情報連携・認識共有にも一定の効果を得られた。今後も放水路と放水口との取合部など、本発電所内の他の施工箇所にも CIM を活用し、安全性の向上や施工管理の効率化を進めていく予定である。

また、本工事では四国電力殿が計画・設計段階で作成した 3D モデルを、施工段階で引き継いで活用することで、CIM をスムーズに導入することができた。将来的には出来形や数量等の属性データを 3D モデルに付与し、維持・管理段階での活用を図っていききたい。

### 参考文献

増田 盛士、山口 浩希、宇高 幸生：西条発電所 1 号機リプレースに伴う土木工事の概要、電力土木、No. 403 p. 38-42、2019

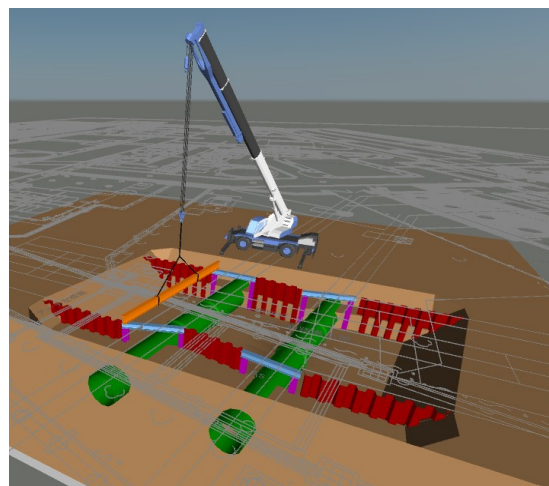


図-5 ラフタークレーンによる吊桁設置

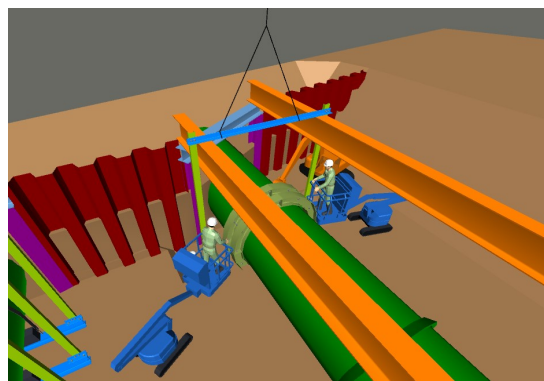


図-6 高所作業車を用いた吊防護設置

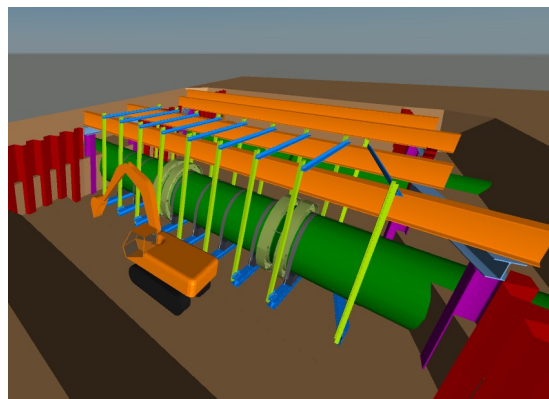


図-7 ミニバックホウでの掘削



図-8 吊防護設置完了