

パイプインパイプ工事における CIM の活用

東急建設株式会社 正会員 ○中島 敏勝
東急建設株式会社 山本 博司 五戸 一貴
独立行政法人水資源機構 竹之内健太

1. はじめに

パイプインパイプ工事は既設 PC 管 (φ 2100mm) 内に新設鋼管を挿入・溶接接合する工事であるため、新設鋼管が既設管に接触せず所定の離隔を確保した管路線形、管割付であることが、スムーズで安全、さらに品質の良い施工を行う上で必要不可欠である。しかし、既設管が 1 本毎に屈折し合成角のある区間では新設鋼管を現地 (既設管内) 加工するのが一般的で、工程遅延、危険作業、費用の増大といった施工上の課題がある。これらの課題を解決するため、管路線形・管割付の見直しに CIM を活用した事例を紹介する。活用した工事の概要を表 1 に示す。

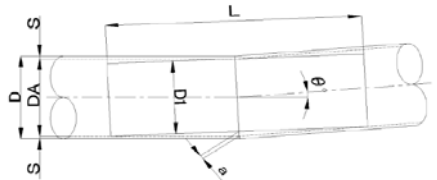
表 1 工事概要

工事件名	大規模地震対策 東部幹線水路芦ヶ池サイホン外改築工事
発注者	独立行政法人 水資源機構
工期	平成27年3月14日 ～ 平成28年3月25日
場所	愛知県田原市野田町地内外
主要工事数量	施工延長 L=約2,231m(鋼管 φ2000 t=9mm)

2. CIM 活用の背景

現地調査の結果、既設管は 1 本 (3.6m/本) 毎に屈折し合成角曲がり (平面縦断曲がり) のある区間が多数発生しており、設計照査の結果、設計の管路線形・管割付では既設管内に新設鋼管を挿入し必要な離隔を確保した状態で設置できないことが判明した。そのため、管路線形及び管割付を再検討することとした。

従来は、屈折点を通過できる管長を図 1 に示す計算式で二次元的に算出して、それを最大管長とした管の割付を行ない、屈折箇所のみ二次元で図を描画しテーパ角度を決定していた。ただ、計算結果と現地が合わず、既設管内で再加工するということが、度々発生していた。この方法で検討した場合、当工事では全ての屈折箇所において現地加工を行う可能性が高く、工程遅延、災害発生および品質不良の発生が懸念されたため、三次元で既設管を可視化して管割付をする新たな検討手法を用いた。



$$DA = D - 2 \cdot S$$
$$a = \frac{DA}{\cos(\theta/2)} - D1$$
$$L = \frac{a}{\tan(\theta/2)} \times 2$$

D : 既設管内径(mm)
D1 : 搬入時外径(mm)
θ : 既設管曲り角度
S : 最小隙間量 (mm)
L : 通過管長(mm)

図 1 二次元での通過検討計算式

3. CIM を活用した管路線形・管割付の検討

三次元でのモデル化には AutoCAD を活用した。既設管の測量データ (管継目管底中心部の平面座標・基準高、管継目部の水平鉛直寸法) から既設管をモデル化し、その中に同じく三次元でモデル化した新設鋼管をモデル内で挿入、据付、離隔の確認を行いながら、管路線形・管割付を検討することとした。三次元で検討するにあたり必要な条件は以下の通りとした。

- ・ 1 本当りの新設鋼管長を出来るだけ長くしつつ (定尺 6m)、直線となる区間を出来るだけ長くすること
- ・ 挿入通過検討 (新設鋼管が所定の位置まで立坑からスムーズに通れる) ができること
- ・ 既設管継目部における新設管据付後の離隔量の全周確認が出来ること
- ・ 新設管据付管端部における既設管との離隔量の全周確認が出来ること
- ・ 作図したデータの配布が可能であること

以下に検討手順の概略を実際の CAD 操作画面 (抜粋) (図 2 参照) とともに示す。

STEP1: 既設管 3D モデルの作成

既設管測量データの情報を三次元座標に変換し線形をプロットする。出来上がった線形に管の各継目位置で
キーワード パイプインパイプ、水路改修、CIM、管路線形、管割付

連絡先 〒150-8340 東京都渋谷区渋谷 1-16-14 東急建設 (株) 土木技術設計部 TEL : 03-5466-5272

“既設管内径－必要隙間量(20mm)×2(両側分)”の円または楕円で断面を作成し、それを結ぶソリッドデータを作成する。

STEP2:新設管描画

- ① STEP1で作成した既設管のソリッドデータ内に新設管を直線で設置できる距離を予測して、始点から予測近傍既設管継目中心を結ぶラインを設定する。
- ② 設定したラインで新設管外径の円柱型ソリッドを作成，“新設管”－“既設管”で干渉部を見つけるソリッドの集合演算を行う。演算の結果、干渉があるとその部分のみ図形が残る。干渉がある場合は新管外径円柱形ソリッドを作図する前の段階まで戻す。
- ③ 予測中心位置を集合演算後に干渉部が出ないように、新設管の中心軸をずらす、延長を短くするなど調整。
- ④ 干渉部の無い状態になったら円柱を定尺で分割、余りの長さは切り捨てる。
- ⑤ ④で確定した新設管端部中心を新たな始点とし、次の任意の点を結ぶZ軸を設定して①から④を繰り返す。

4. CIM 導入による効果

CIM 導入効果は以下となった。

- (1) 効果的な鋼管割付による鋼管溶接数の削減
(当初 439 箇所→393 箇所, 46 箇所減)
⇒溶接数削減による工程・工期確保,
発注者側の工事費削減
- (2) 既設管内での鋼管現場加工数の大幅な削減
(溶接箇所 393 箇所中 1 箇所のみ現場加工)
⇒工場での開先加工による溶接部の品質向上,
安全作業の確保(危険の排除), 工程短縮
- (3) 鋼管 1 本毎に管端部での既設管との離隔量の把握
⇒工程・工期確保(現場での微調整・手戻り無し),
エアモルタル充填に必要な最小離隔量の確保により,
エアモルタル充填の品質向上に寄与

5. まとめ

本工事では、既設管が 1 本毎に屈折し合成角を成す屈折が多数ある様な複雑な線形であったことより、当初設計の管路線形・管割付では施工が困難と想定したため、新設鋼管の管路線形・管割付、鋼管挿入方向、工程、全てを再検討、再計画した。再検討では、「足止めとなる要素・可能性は排除した最短の工程でできる方法」は何か、材料で工夫できること、施工で工夫できることは何かを考えた。そこで、CIM を導入し現地および設計データを可視化して管路線形・管割付を検討・計画した結果、新設挿入鋼管をほとんど現地加工することなく据付・溶接接合することができた。それにより、工程遅延の防止、安全施工の確保、品質向上に寄与し、更には発注者、地域・受益者の「三方良し」につながった。最後に本検討にご協力いただいた鋼管製作メーカー(JFE エンジニアリング(株)殿)、更に、本工事に携わったすべての方々に、深く感謝申し上げます。

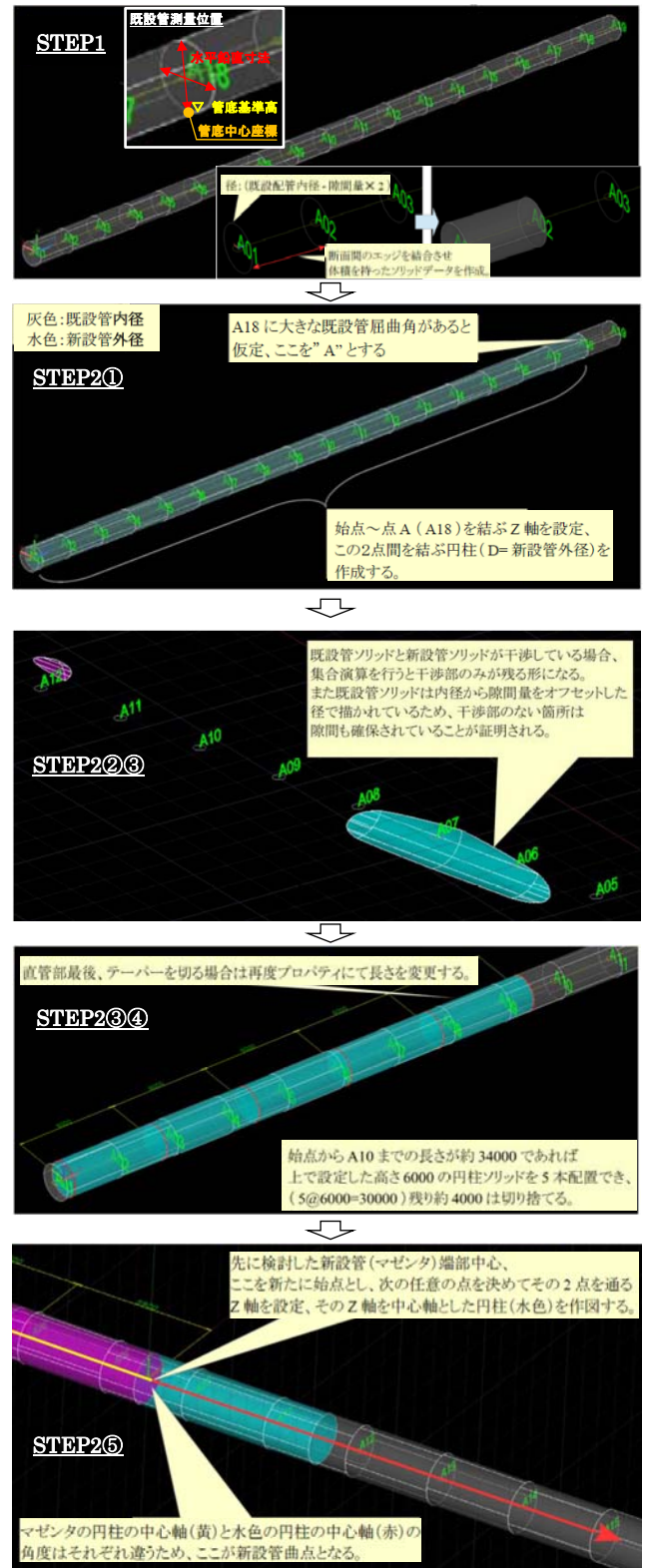


図2 検討時 CAD 操作画面