

会社名
東急建設株式会社

所在地
東京都渋谷区
〒150-8340
東京都渋谷区渋谷1-16-14 渋谷地下鉄ビル
<https://www.tokyu-cnst.co.jp>

建設・土木業界向けコレクション
Autodesk® Architecture,
Engineering & Construction Collection



含まれる主なソフトウェア
Autodesk® Revit®
Autodesk® Navisworks®
Autodesk® ReCap™ PRO
Autodesk® Civil 3D®
Autodesk® InfraWorks®
Autodesk® 3ds Max®
AutoCAD®

“超精密”な薬液注入工事でCIMモデルを活用 東急建設が「Point Layout」を測量機器と 連携し、作業量を従来の1/4に圧縮

東京・渋谷駅付近で、東急建設は古い橋台を撤去するため、周辺地盤への薬液注入工事を行った。斜め下方に向かってボーリングし、地下にあるトンネルや建物の基礎などを傷つけず、橋台周囲の限られた地盤だけを改良するという“超精密”な工事を可能にしたのは、オートデスクのCIM（コンストラクション・インフォメーション・モデリング）ソフトと、トプコンの測量機を連携させるタブレット用アプリ「Point Layout」だった。



東京・渋谷駅付近で行われた薬液注入工事

地下埋設物の間を通す“超精密”な薬液注入

東京・渋谷駅の周辺では、大規模な再開発事業が行われている。その一環として行われたのが、東急東横線の旧渋谷駅跡に残っていた橋台の撤去作業だ。

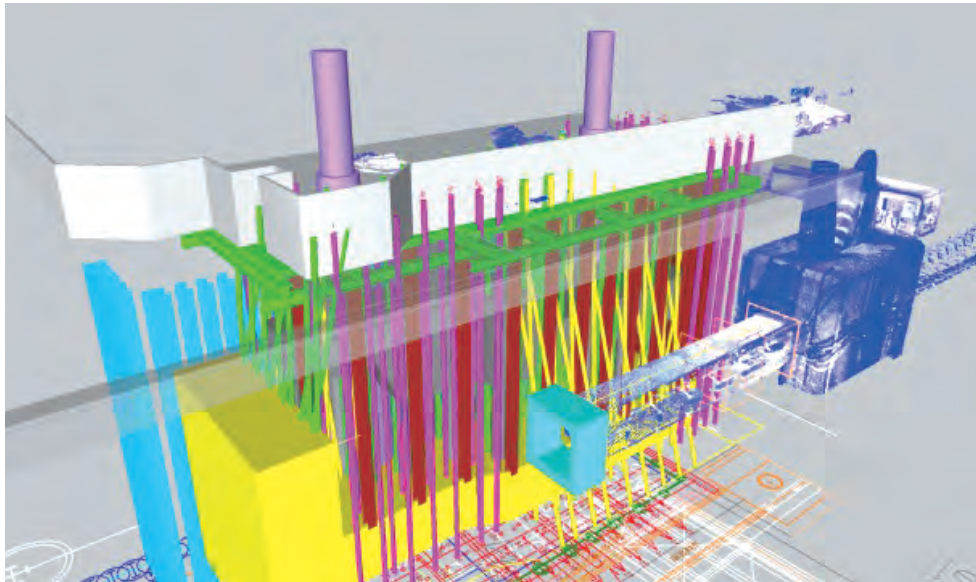
橋台を掘り出し、解体する際には橋台周囲や下の地盤を薬液注入によって改良する必要があった。地上の掘削機から斜め下方向にボーリングを行い、必要な部分だけに水ガラス系の薬液を注入していくのだ。

必要なボーリングは約100本。しかし、現場周辺には様々なライフラインのトンネルやビル基礎などの地下構造物が密集している。これらを傷つけず、狙った場所までボーリングを行うためには、地盤面上の正確に位置に墨出しを行う必要がある。

そこで施工者の東急建設が利用したのが、CIMモデルと測量機を連携させるオートデスクのタブレット用アプリ「Point Layout」だった。

Point Layout とは、CIM モデルをクラウドサービス経由でタブレットに取り込み、Wi-Fi（無線LAN）でトプコンのレーザー測量機「LN-100」と連携させることによって墨出しを行うシステムだ。

墨出しを担当する技術員が持つタブレット端末でBIM 360 Layoutアプリを開くと、現場のCIMモデルとこれから墨出しを行うポイント、そしてプリズムバーの現在位置がリアルタイムで表示される。



薬液注入で改良した橋台付近の地盤。周囲には様々な地下埋設物が密集している

そして現在位置から墨出しポイントまでの移動方法や距離を3Dモデルで直感的に案内してくれる。そのため1人でも次々とポイントを移動しながら、墨出しを行うことができる。その精度は3mm以内と高い。

電力トンネルを3Dスキャナーで点群化

薬液注入工事に先立って行ったのは、現場周辺の地下にある橋台や電力トンネルなどの地下構造物と地上の構造物をAutodesk Civil 3DでCIMモデル化する作業だった。

東急建設土木事業本部事業統括部 ICT 推進グループのグリープリーター、小島文寛氏は「これらの構造物は、所有者が別々の場合が多いので、図面が残っていてもお互いの位置関係の整合性がとれていないことがよくあります。そこで

Autodesk Civil 3D上で座標を合わせながら3D空間上に配置していきました。CIMモデルの作成は2日ほどでできました」と語る

約80年前に建設された橋台は、残っていた図面をもとに3Dモデル化した。また水平・上下方向に複雑なカーブを描く電力トンネルは橋台との位置関係がわからなかったため3Dレーザースキャナーを用いて、地上から連続して内部までを計測。その点群データをCIMモデルに取り込んだ。

「こうした作業により、これまでわからなかった地上と地下にある構造物などの位置関係が、Autodesk Civil 3D上で正確に再現されました。土で見えない地下が見える化されたわけです。その結果、地上のどの位置からどんな角度、どんな距離で薬液注入のボーリングを行えばよいのかを、3D空間上で検討することができました」と小島氏は説明する。



現場付近の CIM モデル。正確な位置がわからなかった電力トンネルは3Dレーザースキャナーで計測した点群データを取り込んだ

斜めボーリングに不可欠な3D墨出し

こうして作成されたCIMモデルは、オートデスクのクラウドシステム「BIM360」を通じてタブレットに取り込んだ。タブレット端末と測量機LN-100をWi-Fiでつなぎ、BIM 360 Layoutアプリを開くと、LN-100がプリズムバーの位置を計測し、現在位置がリアルタイムで表示される。

そしてボーリングを始める地盤面上の墨出し位置まで、CIMモデルと座標値を表示しながらわかりやすく誘導してくれるのだ。

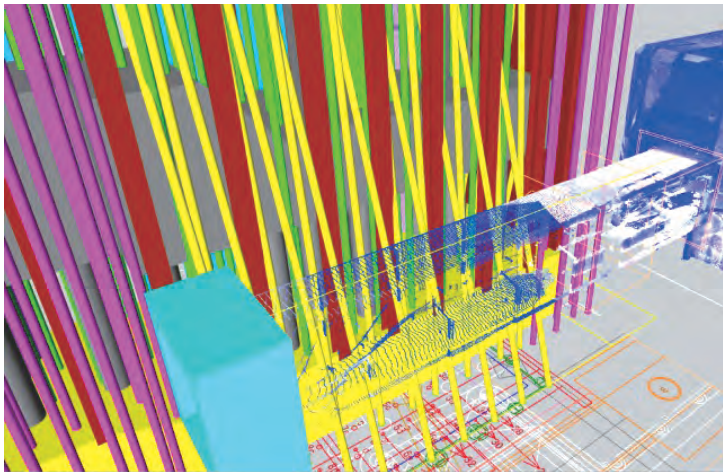
しかし、鉛直方向へのボーリングと違って、斜め方向にボーリングの場合は気をつけなければならないことがある。それは実際の地盤高が設計と違っていたとき、ボーリングの軸がずれ、埋設物を傷つけてしまう心配があるからだ。



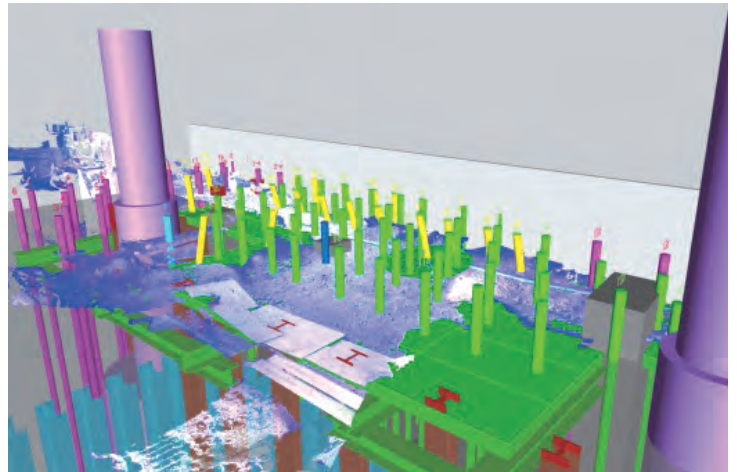
Point Layoutを使った墨出し作業のイメージ。奥はトプコンの測量機「LN-100」



タブレットの画面には、墨出しを行うポイントまでの方向と距離を3Dモデル上にわかりやすく表示する



CIM モデル上で作成した薬液注入のボーリング計画図



薬液注入用のボーリング孔がぴったりと並ぶ CIM モデル。
斜め方向のボーリングは地盤高に応じて進入位置を変える必要がある

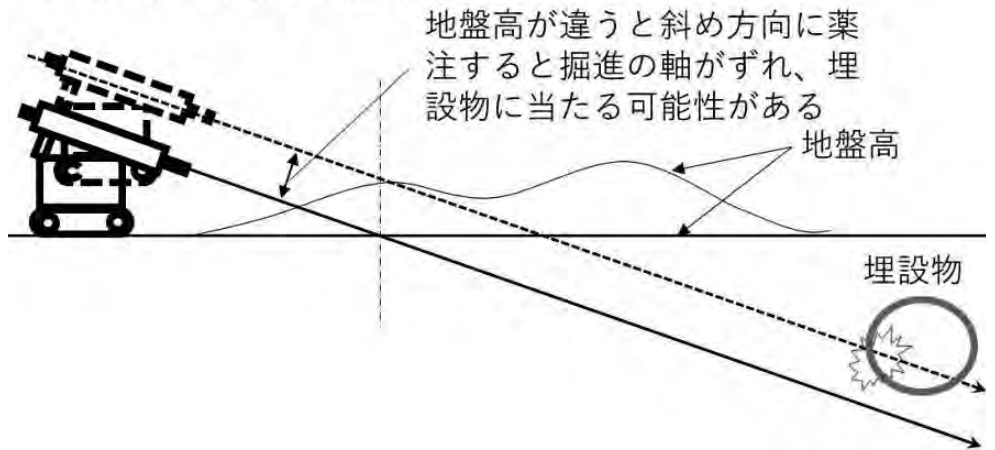
「その点、Point Layoutを使うと、CIMモデル上のボーリング軸と現場の地盤面の交点位置を、LN-100で現場をリアルタイムに計測しながら求め、墨出し位置へ誘導してくれるので安心でした」と、東急建設土木事業本部事業統括部 ICT 推進グループの太田啓介氏は説明する。

実際の施工時にはボーリングの長さを短くするため、作業前に地盤を掘り下げた。ボーリングの墨出し作業も再び行うことになった。

「Point Layoutシステムを使うと従来のように地盤高の変更に伴う再計算や、測量機やメジャーによる手計測、丁張りの設置が不要なため、現地での作業時間は従来に比べて4分の1に削減できました。約100本行うボーリング作業の墨出しも、数時間ほどで行うことができました」と太田氏は語る。

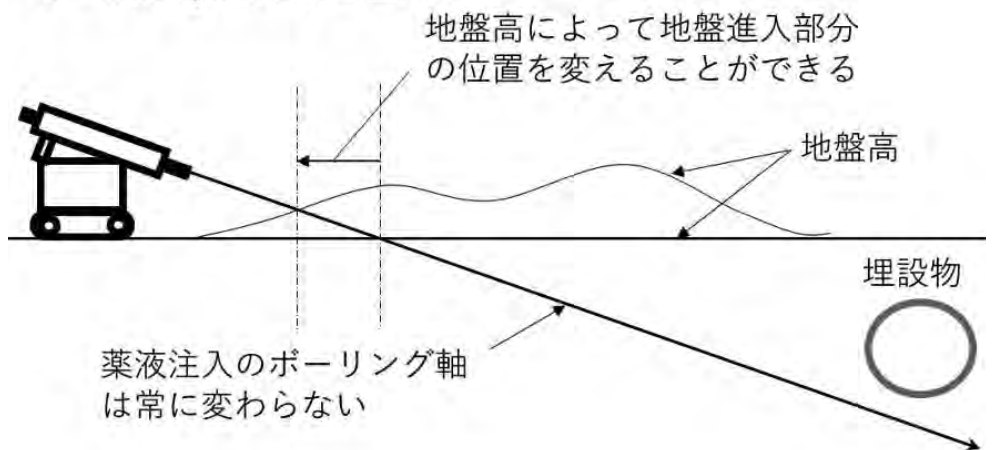
その後、行ったボーリングや薬液注入作業、地盤改良は計画通りに進んだ。改良された地盤を掘削して、古い橋台は無事、解体・撤去された。

●2Dによる墨出しの問題点



2Dによる墨出しシステムは、地盤高が設計と違っていったとき、ボーリングの軸がずれてしまう心配があった

●PointLayoutによる墨出し



CIM モデルと測量機を連動させる「Point Layout」による墨出しは、地盤高が設計と違っていてもボーリングの軸線と地盤面の交点をリアルタイムに計算し、地盤進入部分の位置を墨出ししてくれるので、ボーリングの軸線は一定となる





Point Layout によって墨出した位置からボーリングを行い、地盤改良用の薬液を注入する



改良された地盤から掘り出された橋台

オートデスクとトプコンの提携で誕生

測量機として使った LN-100 は、いわば「望遠鏡のないトータルステーション」のようなマシンだ。現場をよく見通せる場所に設置して、既知の2点を視準するだけで自分の位置が求められる。

また、自動整準機能を搭載しているため、三脚上に据え付けて電源スイッチを入れるだけで自動的に鉛直軸の方向を調整してくれるという便利さもある。

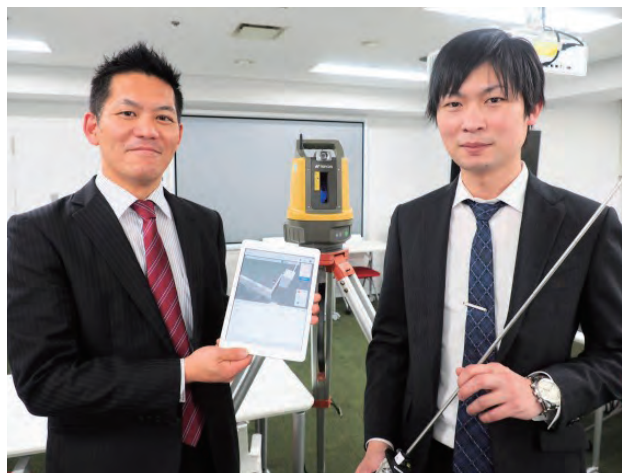
LN-100 の遠隔操作やデータ交換のため、トプコンでは API (Application Programming Interface) を公開している。Point LayoutはこのAPIを通して、LN-100との連携を実現している。

米国のトプコン・ポジショニング・システムズ社と米国オートデスク社は、2012年12月に BIM (ビルディング・インフォメーション・モデリング) 分野で包括的な業務提携を行って以来、オートデスクの BIM/CIM ソフトとトプコンの測量機器を連携させるシステムの開発を行ってきた。

Point Layoutはその成果の1つだ。バーチャルな CIM モデルで設計した構造物を、リアルな現場で再現するための第一歩となる墨出し作業を、面倒な手作業なしで行えるようにしたことで、現場の IoT (Internet of Things) 化はまた一歩、進んだといえるだろう。



電源を入れると自動的に鉛直軸の方向を調整する機能を搭載した「LN-100」



オートデスク株式会社 www.autodesk.co.jp

〒104-6024 東京都中央区晴海1-8-10 晴海アイランドトリトンスクエア オフィスタワー X 24F
 〒532-0003 大阪府大阪市淀川区宮原3-5-36 新大阪トラストタワー 3F

Autodesk, Revit, Navisworks, Civil 3D, InfraWorks, 3ds Max, AutoCAD are registered trademarks or trademarks of Autodesk, Inc., and/or its subsidiaries and/or affiliates in the USA and/or other countries. All other brand names, product names, or trademarks belong to their respective holders. Autodesk reserves the right to alter product and services offerings, and specifications and pricing at any time without notice, and is not responsible for typographical or graphical errors that may appear in this document. © 2019 Autodesk, Inc. All rights reserved.