

創意工夫に富む最先端の現場の取組みを追う!!



ボックスカルバートを分割施工 前例なき工法をDXでけん引 R2国道246号渋谷駅周辺地下道工事

各地で進む、都市部の地下開発。そこには、繁華街での安全確保、周辺交通への影響抑制、深夜に限られた作業時間など、常に多くの制約・課題が伴う。こうした課題をクリアするため大型部材のプレキャスト化に挑み、更にデジタル技術によってそれをスムーズに成し遂げた事例を紹介する。

駅利便性向上のため 国道直下に 地下道を構築

東京・JR渋谷駅周辺では、長年にわたって様々な大規模再開発、施設改良工事などが行われている。その一つ、「R2国道246号渋谷駅周辺地下道工事」が今回の取材先だ。

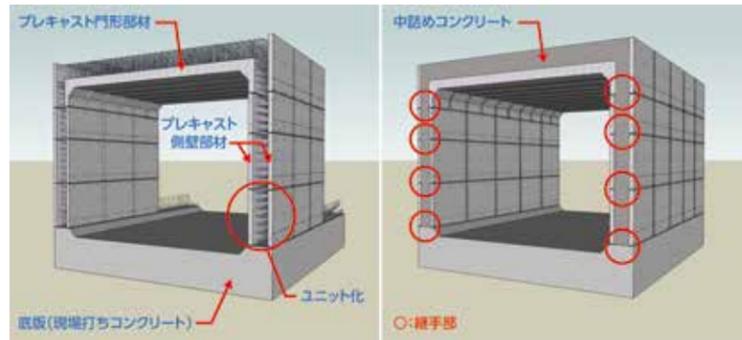
東急建設(株)東日本土木支店土木部で同工事の監理技術者を務める折田紘一郎氏に概要をお話いただいた。

「事業全体としては、駅の乗り継ぎが便利になることとバリアフリー化、交通渋滞の緩和を目的とした整備事業です。そのなかで、当工事では再整備中の駅前広場と、南側で建設中の再開発ビル



東急建設株式会社
東日本土木支店 土木部
R2国道246号渋谷駅周辺地下道工事
監理技術者

折田 紘一郎 Koichiro Orita



側壁部材と門形部材を組み合わせたPPCaボックスカルバート(左図)。ここに中詰めコンクリートを打設し、グラウトで一体化する(右図)。(画像提供:東急建設株)

を接続する地下道をつくっていきます」。

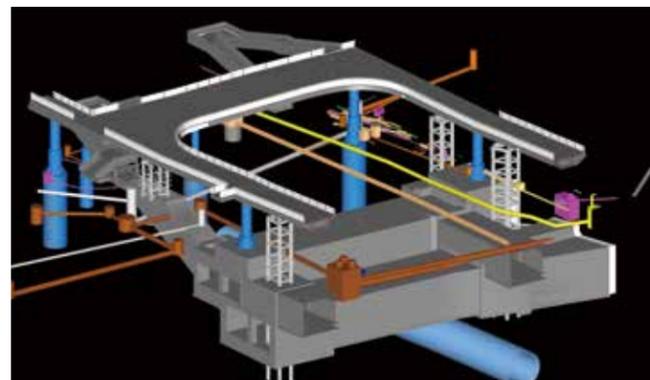
地下道は歩行者用と自動車用の二層で構成されており、自動車用の車路は全体工期より一年早く完成させる必要があった。しかも現場は渋谷駅西口バスターミナル近くの歩道橋直下。ここで夜間交通規制を行いつつ、限られた時間内に開削工法でボックスカルバートの地

下道を施工していくという難事業だ。車路は全長五五メートルのボックスカルバートで、そのうち約二二メートルが断面変化の無い四角形のボックスカルバート造となる。

「人も車もたくさん行き交うなかで、短時間・高効率な作業が求められました。検討を進めた結果、当社で開発していた新しいプレキャスト部材を初めて採用しようということになったんです」。

工程短縮にプレキャスト化が有効なのは知られているが、従来技術では内幅六メートル程度の中型ボックスカルバートに適用が限定されていた。本工事のボックスカルバートの内幅は約七メートル、高さは約五・八メートルと大型。プレキャスト化を実現できたのは、「パーシャル分割・ユニット化」という発想によるものだった。

地下道の床の部分に相当する底板コンクリートを場所打ちし、側壁部材と頂版部材は工場で作成。工程進捗に合わせて現場に運び込み、底板コンクリート上に組み上げていく。この側壁と頂版は中空であり、組み立ててから中詰めコンクリートを打設して一体化させる構



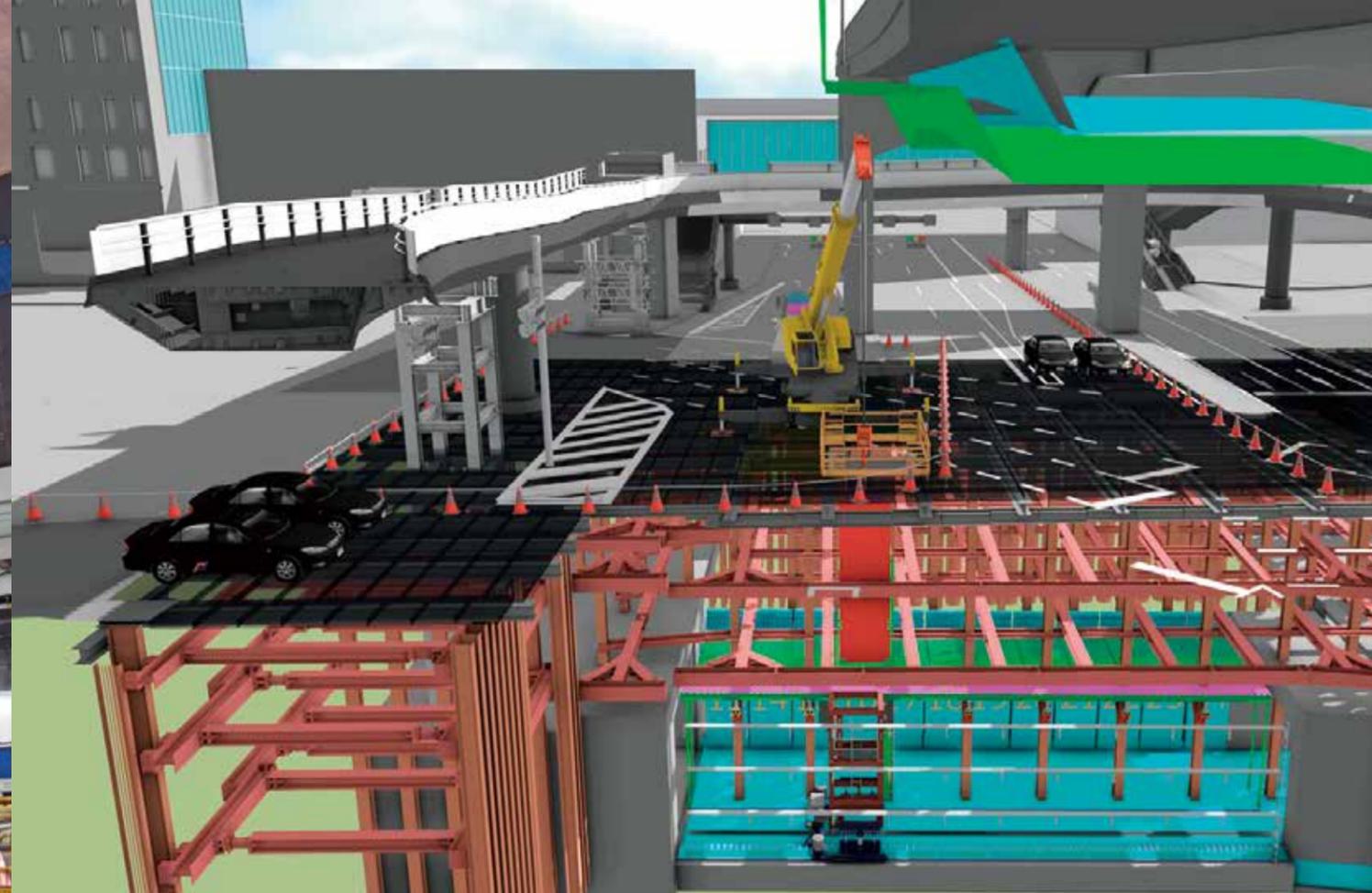
整備イメージ(画像提供:東急建設株)

工事概要

工事名	R2国道246号渋谷駅周辺地下道工事
工事場所	東京都渋谷区渋谷二丁目地先～ 東京都渋谷区桜丘町地先
発注者	国土交通省関東地方整備局
施工者	東急建設株式会社
工期	2020年7月21日～2024年3月29日(約44ヵ月) 【指定部分】2020年7月21日～2023年3月31日(約32ヵ月)
工事内容	渋谷駅西口における歩行者・車両の利便性向上のため、 国道246号線地下空間に歩道および地下車路を建設
工事延長	265m
掘削工	24,000㎡
埋戻工	11,000㎡
コンクリート	3,200㎡
鉄筋	390t



PPCaボックスカルバートの現場搬入状況。1車線を残して国道246号を規制し、上空の首都高速3号渋谷線の高架にも注意しながらの施工となる。(画像提供:東急建設株)



ゲームエンジンを用い、VRと4Dシミュレーションを組み合わせた施工検討の一例。画面手前の青く着色された部分が地下車路に該当する。(画像提供:東急建設株)



施工中のPPCaボックスカルバート。頂版・側壁部材が中空であることがわかる。プレキャスト部材は、BCCS(ボックスカルバート・キャレッジ・システム)工法で奥へスライドさせた。(画像提供:東急建設株)



工場製作した頂版部材。各種鉄筋を内蔵し、現場設置後は側壁との接合とコンクリート打設を行いボックスカルバートが完成する。(画像提供:東急建設株)



歩道橋から見下ろした現場の昼と夜。深夜は車線規制して覆工板を取り外し、開口部から各種部材を地下に下ろす。覆工板を外したり設置したりする作業があるため、実施工の時間は限られてしまう。(左画像提供:東急建設株)



画期的な工法ではあるが、初めての実践、しかも現場は厳しい施工環境。うまくいくかどうか、懸念もあったと折田氏は振り返る。「前例がない工法をあれだけの交通量のある国道直下で行うので、一〇〇回やっつて一〇〇回成功するくらいの綿密な施工計画が必要でした。二次元はもとより、三次元での

4Dでの検討により 計画の精度を高める



東急建設株式会社
技術研究所
土木構造グループ
主席研究員
笠倉 亮太 Ryota Kasakura

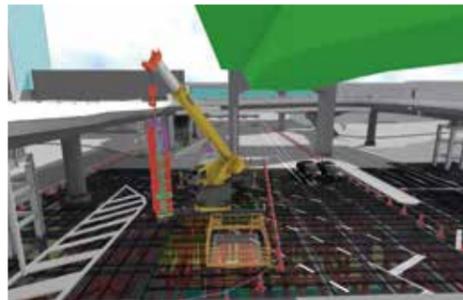
合わせにより様々な施工条件や機械の制約をクリアして生産性向上を図るとともに、現場打ちで施工した場合のボックスカルバートと同等の構造性能を発揮できる工法として初めて現場採用された。

造になっている。そのため、工場出荷時の重量はそれぞれ約八トと約三トで、一体成型のボックスカルバートに比べてはるかに軽量。現場までの運搬や荷下ろし、据付における作業負担を大幅に軽減・効率化できる。

この「パースナルプレキャスト(以下、PPCa)ボックスカルバート」を生み出した同社技術研究所・土木構造グループの笠倉亮太主席研究員に、開発の経緯を聞いた。

「人手不足解消にはプレキャスト化をより幅広く適用できるようにする必要があると感じ、大断面のボックスカルバートをプレキャストで効率的に施工できる方法を考えました。最大のメリットは、分割の方法を自由に変えられるという点です。現場の状況に合わせて形や分割数を変更し、施工の手間を減らすことができるのが特長です。現場打ちと比較して約三六%の工程短縮が可能となりました」。

東急建設と旭コンクリート工業(株)が共同開発したPPCaボックスカルバートは、二種類の部材の組み



PPCaボックスカルバートの部材搬入作業を、4Dシミュレーションと実施工で比較。クレーンと高架との干渉などを事前確認できたことで、生産性が向上した。(上・下画像提供: 東急建設株)



東急建設株式会社
土木事業本部 技術統括部 土木設計部
ICT推進グループ
グループリーダー

中山 亘 Wataru Nakayama

「一セットで想定していた施工サイクルは、実施工では一日当たり二〜三セットと飛躍的に向上し、工程短縮に寄与できた。」

「こういった制約条件が多い場所や、狭い空間での再開発やリニューアル案件が今後増えてくると思うので、そういうときに今回の知見を生かして、4Dのシミュレーションを更に推進していきたい。」

取材時点ですでに車路部のPPCaボックスカルバート部分の施工は完了。新工法とDX推進が両輪となって困難な施工を成し遂げた今、実感していることを再び折田氏に伺った。

「プレキャストの積極採用やBIM/CIM導入による労務費削減ももちろんですが、やはりDX人材の育成、各職員のデジタルリテラシーを高めることが重要だと感じました。当社の取組みともリンクしますし、プロジェクトのなかで生じるいろいろな課題をDXで解決する、その繰り返しから新たな活用方法や技術が生み出されるのではないかと思います。」



VRを使用しての施工シミュレーション。どのタイミングで誰がどの作業を行うか、関係者間で共有し、「腹落ち」させたことで生産性が大きく向上した。(画像提供: 東急建設株)

事前検討でもリスクを完全に排除できず、不安がありました。」

当工事でのDX技術導入・試行を主導した、同社土木事業本部のICT推進グループ・中山亘グループリーダーに事情を伺った。

「上空には首都高と歩道橋、地上には国道、更に地下では切梁・中間杭などの仮設物が干渉するという空間的制約、そして車線規制中に完結させるという時間的制約があるなかで、三次元のシミュレーションだけでは計画の精度を高めることが難しかったため、時間軸を加えた4Dシミュレーションに踏み切りました。」

当工事では、ゲームエンジンを用いたVRと4Dシミュレーションを組み合わせて施工検討を実施。その結果、次のような効果があったという。

- ・設計成果の可視化による不整合の防止
- ・工法・工程の妥当性検討による施工段階での手戻り防止
- ・施工手順・計画を把握することによる業務効率化
- ・危険箇所確認、安全対策徹底

「これだけでなく、信号の視認性に影響しないかの確認、一般車や歩行者目線からの安全確認など副次的な効果も得ることができ、我々施工者だけでなく交通管理者、道路管理者など関係機関との協議にも有効だということがわかりました。」

時間軸も加えた施工手順を事前に繰り返し、作業担当者が操作することで各関係者が納得して工事に臨むことができる。当初一日当

デジタルでの課題解決が 新たなDXを誘発する



Webサイト「WorkStyle Lab」で動く現場を見よう!!

建設業界の働き方改革を伝えるサイト「WorkStyle Lab」では、「現場イノベーション」と連動したコンテンツを随時掲載中です。取材先の更に詳しい取組みやこぼれ話など、誌面に載せきれなかった内容を動画などで紹介します。所長さんなどの想いを生の声で、また実際の工事現場の様子を臨場感あふれる動画でぜひご覧ください。たくさんのアクセスをお待ちしています。

WorkStyle Lab
<https://www.nikkenren.com/2days/workstylelab/>



地下構造物では、詳細設計段階でBIM/CIMを活用することが修正設計などの負荷低減につながる。(画像提供: 東急建設株)