

一般社団法人日本建設業連合会 生産性向上事例集 ～土木編～ より

# コンクリート構造物の施工における 生産性向上への取り組み

株式会社大林組 土木本部 本部長室 i-Conセンター 現場支援第一課 伊藤 益嗣

## 1. はじめに

本稿では、株式会社大林組が生産性向上に向けて取り組んでいる種々の施策のうち、コンクリート構造物の施工に関する4つの事例を紹介する。これらの事例は2017年から2018年にかけて施工し、一般社団法人日本建設業連合会へ2018年末に報告した内容を基にしているため、新規性という点では少々物足りないかもしれない。現在のコンクリート構造物施工の省力化への取り組みが、この数年でどれくらい進化しているか比較していただくとともに、今後より一層推進していくために何が必要か、という観点で読んでいただければと思う。

## 2. 大型プレキャストの採用事例① (竹割坑門工への適用)

高速道路トンネル工事において、トンネル掘削工事が終盤となった段階で、路線開通をより確実にするために、次工事（舗装工事）へ早期に引き渡す必要が生じ、トンネル掘削後の工程短縮が課題となった。しかし、インバート工および覆工では大幅な工程短縮は望めなかった。発注者と協議を重ねた結果、竹割坑門工のうちU型擁壁部の

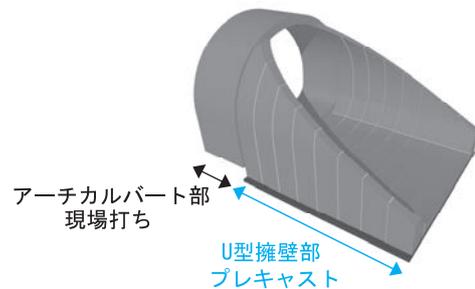


図-1 竹割坑門工の構造

プレキャスト化（図-1）を提案し、設計変更が認められた。

プレキャスト化に決定するまでの検討では、①現場打ちの施工（標準案）、②移動式型枠増設による現場打ちの施工（セントルの追加）、③坑門工のプレキャスト化、④面壁に形状変更の4案について、比較検討（表-1）を行った。また、比較要素に優先順位をつけ、工程＞施工性＞経済性として優劣を判断した。

設計上の工夫について：U型擁壁部分をプレキャスト化するにあたり、製品運搬の都合上、1リングを3ピースに分割し、横断方向は、U型擁壁のハンチ部で機械式継手により鉄筋を水平方向に剛結合することにした（図-2）。側壁部を上下に分割しないことで、据付時に側壁部を単独で自立させることができ、据付歩掛の向上に寄与した。

製作時の工夫について：側壁部の部材は、全4坑門で64ピース必要となる。1リング毎に高さ

表-1 工法比較

番号	①		②		③		④	
工法	竹割式坑門工（現場打ち） 【当初標準案】		竹割式坑門工（現場打ち） セントルを追加		竹割式坑門工 （一部プレキャスト化） 【採用】		面壁式坑門工（現場打ち）	
概要	竹割式坑門工を現場打ち で施工 （セントル1基、人員1班）		施工方法は①と同じ。セ ントル、人員を倍にして、 工程を短縮 （セントル2基、人員2班）		竹割式坑門工の形状はそ のままに、アーチカルバ ート部を現場打ち施工/ U型擁壁部は二次製品		面壁式坑門工に形状変更	
工程	11カ月（基準）	△	9カ月（▲2カ月）	○	8カ月（▲3カ月）	◎	13カ月（+2カ月）	×
施工性	・実績多数あり		・セントルの組立ヤードの確保が困難		・現場での作業量、作業時間を大幅に削減 ・現場打ち部分とラップして施工可能		・実績多数あり ・面壁取り合い部に土留め構造物が新たに必要となる	
経済性	基準		基準に対して1.3倍		基準に対して2.1倍		基準に対して1.2倍	
総合評価※	—		施工性において③に劣る		最も高コストだが、工程短縮が可能		工程・施工性・経済性いずれも①に劣る	

※総合評価は、工程>施工性>経済性の優先順位により判断した。

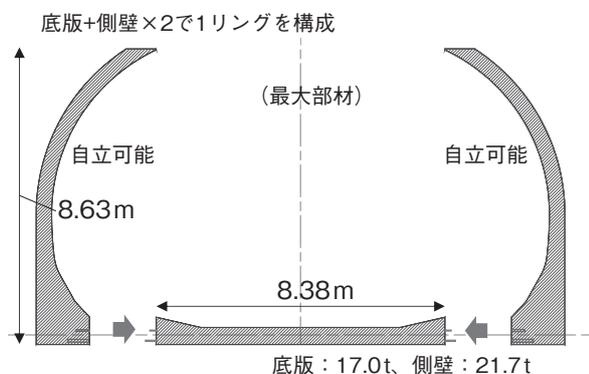


図-2 リングの部材構成

が異なるため、側壁部材は竹割り面の端部仕切りを組替えることにより、高さの異なる部材の製作を1つの型枠で行い、コスト削減を図った。また、側壁部の上部先端部には鋭角部ができるため（写真-1）、脱型時、運搬時、据付時に角欠けが起らないように注意した。

施工時の工夫について：側壁部材は、幅に対する高さの寸法比が大きいので、極めて高い据付精度が要求された。上げ幅を50mm確保し、高さの微調整を最薄1mmのライナープレートを使用し、3点で支持（写真-2）することで据付精度を確保した。また、側壁部材を水平移動することにより底版部材と結合するため、側壁の連結面が鉛直になるように工夫をした。また、部材を水平に吊るために、あらかじめ部材毎に吊位置を計算して製品を製作し、実施工ではチェンブロック等を用いて微調整を行った。

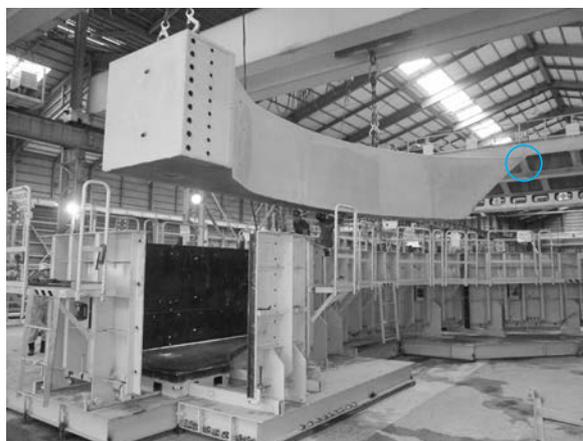


写真-1 側壁部の上部先端部（鋭角部）



写真-2 側壁部材の設置

その結果、現場打ち坑門工のU型擁壁部で想定していた累計690人の作業人員が、本工法の採用で380人となり、310人少ない人員（45%減）

で施工することができた。工程を3カ月短縮し、安全面についても良好であったことを考慮すると、メリットは非常に大きかったと言える。過去に例のない構造物でも、一度はプレキャスト化の可能性を検討することが、建設現場の生産性向上を図る上で重要であると考えられる(写真-3)。



写真-3 竹割坑門工 (3分割)

### 3. 大型プレキャストの採用事例② (2連ボックスカルバートへの適用)

高速道路ICの施工において、本線とランプが交差する箇所に、延長約50mの2連ボックスカルバートが計画されていた。

当初工程は、軟弱地盤対策工(載荷盛土併用真空圧密工法)実施後、載荷盛土を撤去して構造物(現場打ち2連ボックスカルバート)を施工する計画であった。しかし、軟弱地盤対策工を開始した直後に地盤内の転石や、改良対象地盤内に鉛直ドレーンが貫入不能となる硬度な中間層があることが分かり、軟弱地盤対策工の設計見直しが必要となった。地盤の再調査・再設計期間に6カ月を要するため、工事を一時中止することとなった。

遅れた工程を取り戻して予定した開通に間に合わせるため、現場打ちからハーフプレキャスト(FAボックス、NETIS QS-110006-A)へと設計変更した。FAボックスとは、3分割されたプレキャスト部材(図-3)と現場打ちコンクリート(写真-4)を併用することにより、大断面ボッ

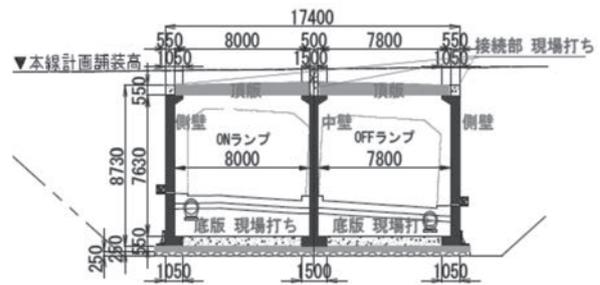


図-3 断面図

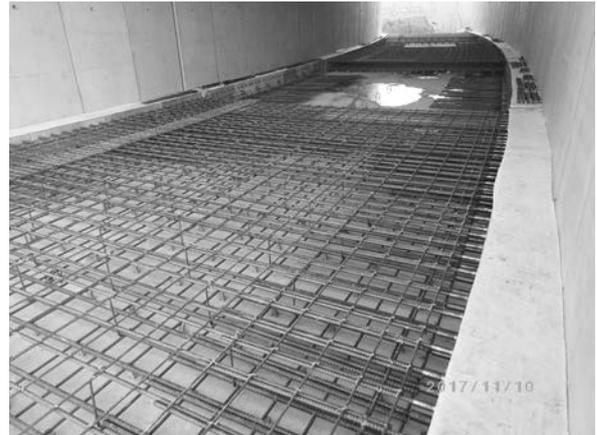


写真-4 現場打ちコンクリート (底版部)



写真-5 ループ継手構造

クスを構築する工法である。頂版・壁材はセグメント化されており、頂版・側壁・中壁の接続部はループ継手構造(写真-5)で現場打ちコンクリートを充填して一体化する。頂版をPRC構造とすることで荷重を軽減し大断面化、頂版目地をせん断キーの形状とすることで一体化を図り、横締め不要として施工性の向上を図っている。

工程については、工事着手時は軟弱地盤処理対策工も含めて、26カ月(内訳:真空設備3カ月、

載荷盛土6カ月，載荷期間6カ月，載荷盛土撤去2カ月，構築工6カ月，積雪期間冬季施工中断3カ月）の計画としていた。実施工において，FAボックスを採用することで20カ月となった。FAボックスを採用した2連ボックスカルバート構築の詳細施工日数を以下に示す。①基礎工（レール用鋼材設置含む）：16日，②揚重機等の組立：2日，③部材の組立：11日（写真－6，7），④揚重機等の解体：2日，⑤接続工・頂版工：15日，⑥底版工・防水工：14日，計60日（プレキャスト部材工場製作：70日）。構築工においてFAボックスを採用することで，6カ月の工程を短縮した。

また，当初計画の現場打ち施工では累計3,000人を見込んでいたが，本工法の採用で800人となり，技能労働者および管理職員を含めて2,200人少ない人員（73%減）で施工を行うことができた。さらに，採用した工法においては，大断面の2連形状かつ曲率半径150mの施工実績をつくることができた。

同工法は部材が単純な形状でセグメント化されており，接続部の構造も簡素であるため，様々な形状の大断面ボックスカルバートに適用できると思われる。今回の事例が，工期が短い工事および技能者が不足している現場において，現場打ちからプレキャスト部材採用による合理化の一例で参考になると考えられる（写真－6～8）。

#### 4. 流動性を高めたコンクリートの採用①（スランプの保持）

高速道路JCT工事において，仮設のコンクリート舗装に当社開発のフレッシュキープ工法を採用した。当該工法は，荷卸し時に特殊混和剤（液状，JIS規格適合品）を所定量（セメント量の0.3～0.6%）添加することでコンクリートの流動性を保持し，荷卸しから打込みに要する時間を大幅に延長できる工法である（図－4）。また，JIS規格品のレディーミクストコンクリートにそのまま適用することができ，ブリーディングの増大や凝結，強度発現の遅延は生じず，硬化後の品質に



写真－6 部材の組立



写真－7 部材の組立・接合



写真－8 2連ボックスカルバート全景

無影響であることを証明している。

当該現場は山間部のため交通アクセスが不便であり，運搬に時間がかかること，舗装コンクリートのような広範囲の打設の場合には，荷卸しから打込みまでに時間を要することから，ワーカビリティの低下が課題であった。同種工事の場合，通常は1班（4人程度）増やすことで打込み速度

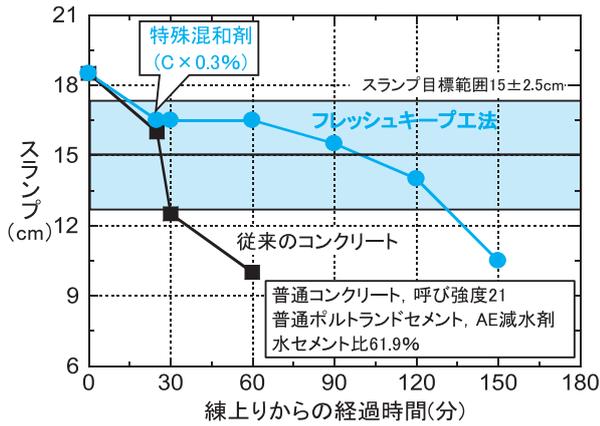


図-4 スランプの低下の比較



写真-9 コンクリート打込み

を上げる等の対策が考えられるが、施工箇所が非常に狭隘（写真-9）なため、増員による最大限の効果は見込めなかった。しかし、同工法により配合 18-8-25N のコンクリートへ 0.3% の特殊混和剤を添加することで、スランプを約 3 時間保持することができた（写真-10）。増員の必要がなくなったことから、打設 1 回当たり 4 人の縮減ができたと考えられる。

今回の適用事例は仮設構造物が対象となったが、上述のとおりコンクリートの品質への影響がないことから本設のコンクリートにおいても有効であり、荷卸しから打込みまでに時間を必要とする場合には特に効果的である。



写真-10 スランプ試験（150分経過後）

## 5. 流動性を高めたコンクリートの採用②（高流動コンクリート）

道路トンネル工事の覆工コンクリートに当社開発の低セメント量の高流動コンクリート「ニューロクリート Neo」（図-5）を使用し、施工の省力化を行った。ニューロクリート Neo は特殊増粘剤と市販の高性能 AE 減水剤を用いることで、従来の普通コンクリートに比べセメント量を増加することなく、高い流動性と自己充填性を実現している。そのため、従来の高流動コンクリートの 1/4 程度の追加コストで製造でき、型枠の大幅な補強も不要である。当該工事においては、最大骨材粒径 40 mm のニューロクリート Neo をトンネ

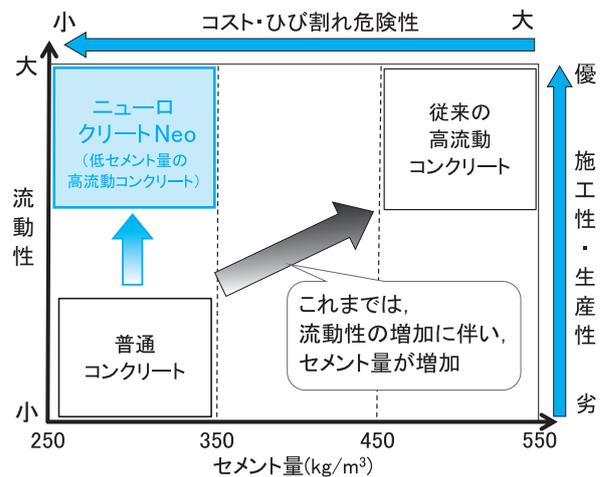


図-5 コンクリートの比較

ル全線にわたって使用した。

本施工に先立ち、側圧試験および流動試験を行った。

側圧試験では、柱部材を用いて試験を行った（写真-11）。一般的に高流動コンクリートを用

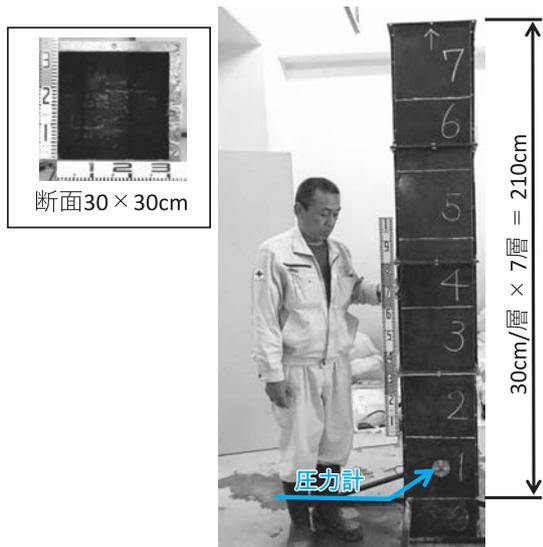


写真-11 柱部材による側圧試験

いる場合、型枠には液圧が作用するとしてセントルの設計を行う必要がある。覆工は施工高さが高く、液圧として考慮すると、セントルへの大がかりな補強が必要となり不経済である。そこで、型枠に作用する側圧を推定・把握し、経済性を考慮したセントル補強を行った。

流動試験では、覆工の1スパン長と同じ10.5mの壁状型枠を用いて試験を実施した。端部よりア

ジテータ車のシュートにてコンクリートを打ち込み、反対側端部まで均質な状態でコンクリートが充填されることを確認した。打設後のコンクリート仕上がり面の勾配はわずか約1/175であり、1スパン長分の流動性を十分確保できていた（写真-12）。

この結果を踏まえ、当初計画の打設口は各段左右それぞれ最低2箇所の使用が可能な片側3列構造としていたが、本施工での使用はそれぞれ1箇所とした（図-6）。打設口を1箇所とすることで、配管切替え作業が減り作業効率が向上した。また、補強鉄筋区間においてもパイプレータによ

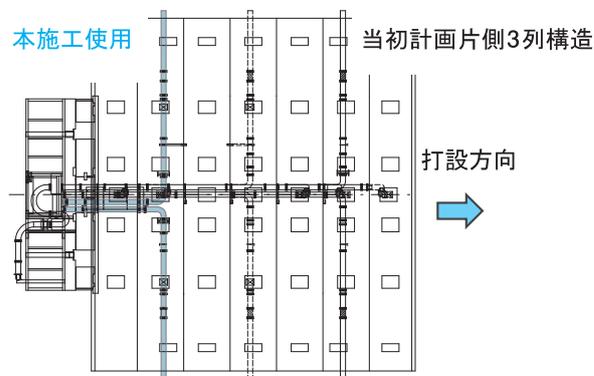


図-6 打設口の配列



写真-12 流動試験の流動状況（上）と充填後の側面および上面の状態（右）

る締固めを行わなくても高い充填性を有し、均質な覆工コンクリートの構築が可能であった。その結果、打設1回当たり3人少ない作業人員で打設作業を行うことができた。

ニューロクリート Neo は、その流動性・充填性、品質・美観等あらゆる点において、従来のコンクリート同等以上であることが確認できた（写



写真-13 側面の仕上がり



写真-14 全景

真-13, 14)。また、打設時には、パイブレータの締固めが不要であることから、打設作業の省力化が可能であることが確認できた。今後、同種工事における高流動コンクリートの使用を標準とするべく、他の現場への普及を促進していく。また、技能労働者不足に対する生産性向上施策として、自己充填性の高い同コンクリートのトンネル以外の工種への展開も図っていく。

## 6. おわりに

今回紹介した事例は、建設工事の中でも技能労働者の技能によるところの大きいコンクリート構造物の施工に関するものであるが、プレキャスト化だけでなく、ワーカビリティに着目した省力化についても記載した。各現場の課題に対して、品質・コスト・工程・安全・環境の面から総合的に評価し導かれた解決策であるが、共通していることは発注者および設計者の理解がなければ実現できなかった点である。

これらの取り組みを過去の事例として終わらせることなく、建設業界において最重要テーマである生産性向上へ向けて、技術開発と現場での具体的成果の創出の高速化を図っていきたい。