

山岳トンネルにおける分割型プレキャスト覆工システムの実物大実証実験

(一社) 日本建設機械施工協会 施工技術総合研究所 正会員 安井成豊、正会員 井野裕輝
清水建設(株) 正会員 ○小池悠介、正会員 土谷勝也
(株) IHI 建材工業 非会員 夏目岳洋

1. はじめに

山岳トンネルにおける覆工コンクリートの生産性向上を目指して、筆者らは、分割型プレキャスト覆工システムの開発を行っている。これまで、設計の考え方や技術の概要に関して報告してきたが、今回、実物大の模擬トンネルにおいて、実際の架設機械を用いて、分割型プレキャスト覆工(以下、分割型 PCa 覆工と称する)の組立を行い、その効果を確認したので報告する。

2. 分割型 PCa 覆工システムの概要

分割型 PCa 覆工は、一般的な断面を複数に分割した PCa 覆工ピースで構成される。各ピースの寸法や分割数は、施工条件等に合わせ設定される。参考として、図-1 には、6 分割、奥行き 1m の構成を示す。ピースの厚さは、継手部で 200mm、一般部で 140mm と薄く、軽量化を図った。PCa 覆工の設計仕様および耐荷性能に関しては、前回、報告済であるので参照されたい。PCa 覆工ピース同士の接合には施工の高速化を目的に、シールド工事では一般的となるピース間のくさび継手とリング間のピン挿入型継手を採用している。また縦断方向のピース組は、施工性等の観点からイモ継ぎとしている。

分割型 PCa 覆工システムの架設装置は、PCa 覆工ピースを組み立てるエレクター(写真-1)と組立途中および組立直後の形状を保持する形状保持装置(写真-2)で構成される。これらの装置は、下空間が通行可能となるガントリー型とし、他の坑内作業と分割型 PCa 覆工の架設を並行して行う構造とした。

3. 実物大の組立実証実験

3-1. 模擬トンネル

前述した分割型 PCa 覆工システムの実物大実証実験を、施工技術総合研究所が所有する模擬トンネルで行った。写真-3 および図-2 に、模擬トンネルの概要を示す。模擬トンネルの内面は覆工されており、上半の内径が 5610mm の馬蹄形である。



写真-3 模擬トンネル

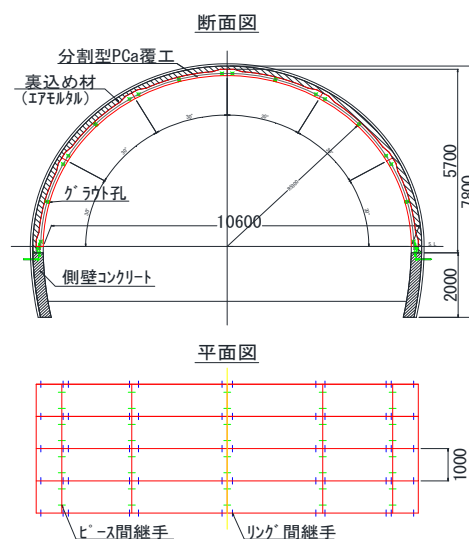


図-1 分割型 PCa 覆工の概要



写真-1 エレクター



写真-2 形状保持装置

キーワード 生産性向上、プレキャスト、山岳トンネル、覆工コンクリート、エレクター

連絡先 〒104-8370 東京都中央区京橋2丁目16-1 清水建設(株) 地下空間統括部 TEL 03-3561-3891

この覆工の内側に、PCa 覆工を組み立てるが、今回の実験で用いた分割型 PCa 覆工は、図-1 で紹介した寸法（6 分割、奥行 1m）とし、PCa 覆工の内径は 5300mm とした。また、実験終了後に設置した PCa 覆工を撤去するため、リング間のピン挿入型継手のオス側には箱抜きを設置し、ボルトが除去できるように工夫した。

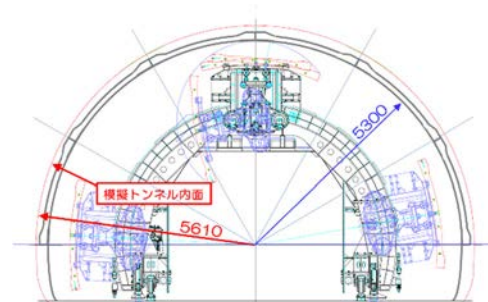


図-2 模擬トンネル断面

3-2. 実証実験概要

実験では、PCa 覆工の組立を 9 リング分（延長 9m）行い、架設装置の動作確認、組立サイクルおよび組立精度等の検証を行った。組立実験では、床面の架台上に置かれた PCa 覆工ピースをエレクターで把持し、トンネル内面に沿って所定の位置に移動・旋回した後に、エレクターの押し込み力にて接合を行った（写真-4）。エレクターが原点へと復帰するとともに、形状保持装置（写真-5）にて適宜組立後の PCa 覆工ピースを保持し、1 リング分の組立を完了させた。1 リング組立後は、形状保持ボルト（仮設であり、裏込め完了後撤去）を効かせることで、エレクターと形状保持装置を 1 リング分移動可能とし、計 9 リングの組立を完了させた（写真-6）。なお、組立途中の形状を計測するとともに、各リング組立後の既設リングの形状計測を行った。また、組立実験後、1～4 リング（延長 4 m）において、PCa 覆工背面空洞部の充填性実験（エアモルタルと通常のモルタルを使用）を合わせて実施した。



写真-4 PCa 覆工ピースの設置状況

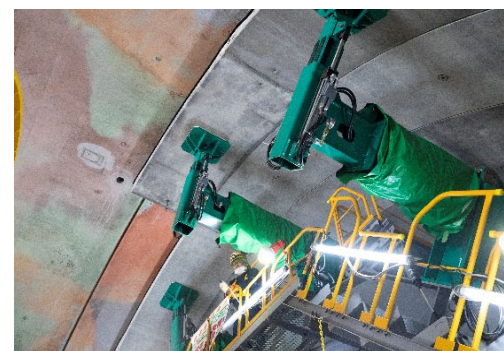


写真-5 PCa 覆工ピースの保持状況

3-3. 検証結果

9 リング分の組立実験を行い、以下の結果が確認された。

- 組立は、ピース間のくさび継手とリング間のピン挿入型継手により、容易に接合できた。
- PCa 覆工ピースの把持～設置～形状保持までの一連の作業は平均 10 分で完了した。
- 2～5 番目の PCa 覆工ピースに取り付けた形状保持ボルトを地山側に張ることにより自重変形を抑制することができた。
- 組立中のリアルタイムな形状計測および架設装置の高精度な作動により、PCa 覆工の形状は全線を通して設計値の±5 mm 以内と非常に高い精度を確保できた。
- 裏込め充填中は、リアルタイムにリングの変位を計測したが、前述の形状保持ボルトにより、変位は抑制され、最終的に、組立直後の±5mm 以内は確保された。

本システムの適用により、昼間作業（8 時間稼働として）において 6 リングの PCa 覆工の設置は可能となることがわかった。従って、より幅広の PCa 覆工ピース（例えば奥行 1.5m）の適用および昼夜間の作業等により、覆工工程の大幅な短縮が可能となるものと期待される。



写真-6 組立完了状況

4. まとめ

今回、実物大の模擬トンネルで実物の PCa 覆工および架設装置を用いて、本システムの施工性および性能を確認した。今後、さらなる改良・改善により、トンネルの生産性向上に貢献していきたいと考えている。