

～セグメント自動搬送システムの構築について～

清水建設(株) 外環大泉シールド作業所 正会員 ○迫野涼、前田俊宏、福島一広、宮崎浩輝

東日本高速道路(株) 関東支社 東京外環工事事務所 高田幸次、今野圭太、堂村崇馬、門脇涼太

1. はじめに

本工事は、東京外かく環状道路の未開通区間のうち、関越道大泉JCT から井の頭通りまでの約7 kmのトンネルを泥土圧シールド工法で構築するものである。セグメントは外径 15.8m、幅 1.6m、厚さ 65cm で、1 リングが 13 ピースによって構成され、標準的なセグメントは1 ピース約 11 t になる。

セグメント搬入時のクレーン揚重回数は3 万回以上となり、クレーン作業に携わる作業人員の確保、人為的操作ミスによるセグメントの損傷防止、荷受けから搬送までのサイクルタイムの短縮、および吊荷関連災害の防止など、セグメントの搬送に関する課題があった。

これらの課題を解決すべく、本工事ではトンネル内のストックヤードから切羽後続台車までのセグメント搬送の自動化に取り組んでいる。本稿では、坑内セグメントストックヤードの天井クレーンの自動化について報告する。

2. セグメント自動搬送システム

本工事におけるセグメントの搬送は主に 7 つのステップに分類される (表-1)。

No. ①および④の荷取り操作のみ、人によるクレーン操作を行い、それ以外のステップにおいて自動運転システムを採用している (図-1)。

表-1 セグメントの搬送ステップ

| 番号 | 動作内容                         | 自動化の有無 |
|----|------------------------------|--------|
| ①  | 坑内搬送用トレーラーによる 30t クレーン①による荷取 | ×      |
| ②  | セグメントストック装置への荷降ろし            | ○      |
| ③  | セグメントストック装置上でのセグメント前送り       | ○      |
| ④  | 30t クレーン②によるセグメントストック装置からの荷取 | ×      |
| ⑤  | 作業床下のセグメント台車への荷降ろし           | ○      |
| ⑥  | セグメント台車による切羽への搬送             | ○      |
| ⑦  | セグメントセッターでの荷取                | ○      |

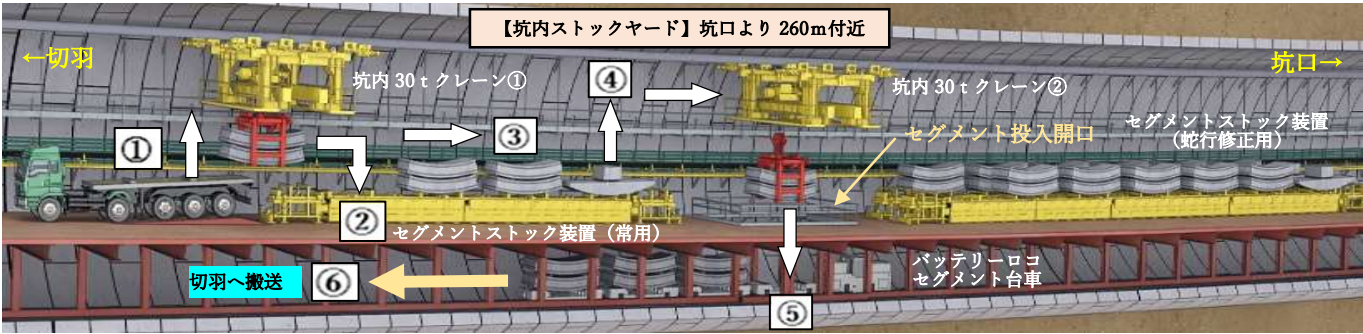
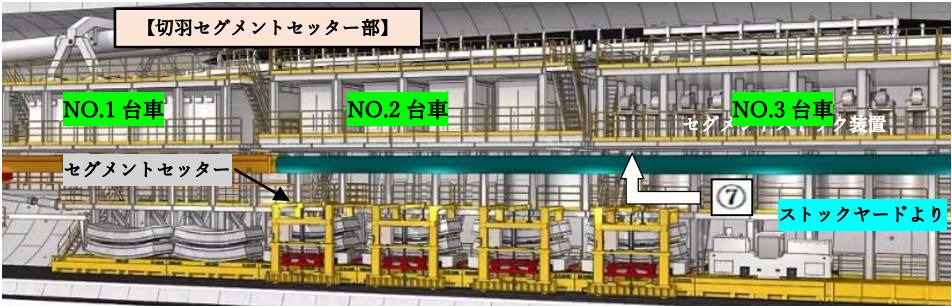


図-1 セグメント自動搬送システム

(1) 坑内 30t 天井クレーン

坑内クレーンは、トレーラーからの 2 ピースの荷取りと、セグメント搬送台車への荷卸しを同時進行で行えるよう、2 台のクレーンを装備している。

クレーンの自動運転を行うためには、荷取り位置と荷卸し位置を正確に認識させる必要があった。その為に、クレーン本体にエンコーダおよびレーザー距離センサーを搭載し、走行、横行、揚程のそれぞれの位置検出を可能とした。また、自動運転開始可能位置には、位置検出の基準点となるホームポジションを設置し、ホームポジションを通過する毎にクレーンの位置校正を自動的に行い、機械的な運転誤差が累積しないようにした。



## (2) セグメントストック装置

セグメントトレーラーからの荷取りと作業床下のセグメント台車への荷卸し作業を同時に行う際にバッファー機能を持たせることを目的に、坑内に0.5リング分のセグメントストック装置を設けた（写真-1）。

セグメントストック装置を設置したことにより、トレーラーからの荷卸しの際に、セグメントストック装置の定位置に荷卸しすることができるようになり、搬送の自動化が可能となった。

セグメント台車への荷卸し時については、荷取り時のわずかなずれによるセグメント損傷を防ぐため、現状では人の目視操作で荷取りを行った後自動運転を開始し、セグメント台車に荷卸しを行っている。

なお、坑内には常用のセグメントストック装置（0.5リング分）の他、蛇行修正用として2リング分のセグメントストック装置も装備している。

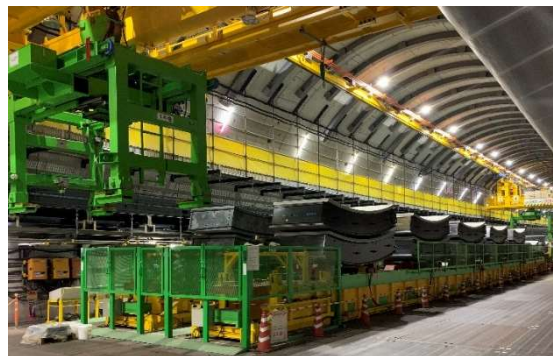


写真-1 セグメントストック装置

## (3) セグメント把持装置

現状のシステムでは、表-1の①、②、④、⑤の計4回の重量物の揚重作業が必要となる。これらの作業に対して効率化を図るため、2台の30tクレーンにセグメント把持装置を設置した。

把持装置はクレーンを所定の位置に移動した後、クレーン操作用のペンダントに設けた操作ボタンを押すだけで、2段積みみのセグメントをアームの開閉によって自動で把持することのできる装置である（写真-2）。



写真-2 セグメント把持装置

把持装置にはセグメント検出センサー（接触式及び非接触式）を搭載し、センサー非反応時にはクレーンの自動運転が開始できないようにインターロックを設け、操作者の誤操作を防ぐ措置を行った。これにより、狭小な場所での揚重作業を効率化するとともに、安全性を向上することができた。

## 3. 自動化の効果

- ・坑内30tクレーンの自動運転により、操作ミスに起因する他設備や作業者との接触災害を防止し、安全性を向上できた。
- ・セグメントストック装置の設置により、横持ちのための揚重が不要となりクレーンでの揚重回数を大幅に削減し、サイクルタイムを向上できた。また、2基のクレーンで荷取りと積み込みを同時に行うことができ、サイクルタイムを向上できた。
- ・セグメント把持装置の設置により、セグメントの荷取り、荷卸し時の玉掛作業が不要となり、人員の削減と安全性の向上を実現できた。

## 4. まとめと今後の課題

現段階では、坑内30tクレーンの自動運転までの運用を行っている。今後、バッテリーロコの自動運転と連動させ、セグメント供給における様々な課題を克服するとともに、安全性の向上を図る予定である。

また、現状では人間の目視操作が必要となるトレーラーやセグメントストック装置からの荷取りについても、画像センサー等を活用して自動化に取り組む所存である。