

山岳トンネルにおける斜坑用急曲線ベルトコンベアの施工実績

前田建設工業株式会社 正会員 ○武田 圭介, 齋藤 幸成 非会員 坂下 誠, 藤本 祐樹
 タグチ工業株式会社 非会員 富永 秀之, 永元 太

1. はじめに

現在整備中の北海道新幹線工事(新函館北斗・札幌間延長約212km)において、トンネルずりの坑外搬送には、連続ベルトコンベア(以下:ベルコン)方式が多く採用されている。渡島トンネル(延長約32.7km)のうち、前田・西武・協成・森川JVが施工する南鶉工区は、本坑(延長4,400m)に直交する斜坑(延長1,200m)用のベルコンを設置する必要がある。

本稿では、山岳トンネルの急曲掘削路線(交差角 90°)に対応した斜坑用急曲線ベルトコン(平面曲率 $R=32m$)の設備概要および製造メーカーであるタグチ工業株式会社との技術的な課題検討と対策を経て、現場導入に至った施工実績を報告する。

2. 設備概要

急曲線ベルトコン(写真-1)の設備配置平面図(図-1)を以下に示し、各区間における設備概要を本坑交差部から順に列挙する。

1) A区間: 斜坑用ベルコンテール部

本坑用ベルコンの自走式クラッシャによって200mm以下に破碎されたずりを受け入れ、斜坑用ベルコンに投入する。

2) B区間およびD区間: トラフ調整設備

ベルト幅900mmの帆布構造を要する直線区間である。a~c区間において、ベルトのトラフ(U型)形状を段階的に調整して、急曲線ベルトコン(C区間)とのスムーズなずり搬送を可能とする。

3) C区間: 斜坑用急曲線ベルトコン設備

ベルト幅900mmの帆布構造を要する平面曲率 $R=32m$ の単曲線区間である。

4) E区間: 斜坑用ベルコンヘッド部

ベルト幅900mmの平坦構造を要する直線区間である。ベルコンの動力部であるメインドライブの性能を以下に示す。

- ・搬送能力: 最大 300t/h
- ・ベルト速度: 130m/min
- ・輸送物: ずり(見かけ比重1.6)
- ・電動機: MD 55kW
- ・電源: 400V, 50Hz
- ・緊張形式: 巻上機式 18kW

5) F区間: 斜坑用直線ベルトコン設備

ベルト幅750mmの平坦構造を要する直線区間である。急曲線ベルトコンにより搬送されたずりを受け、上り勾配10%の斜坑(延長1,068.5m)を通じて坑外までずりを搬送する。

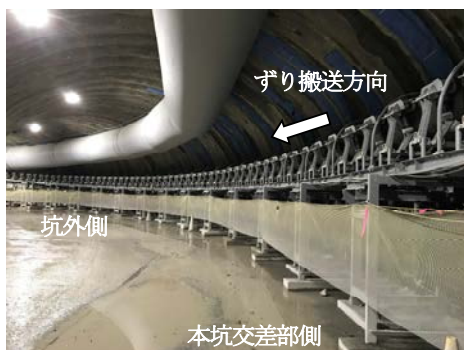


写真-1 急曲線ベルトコン全景

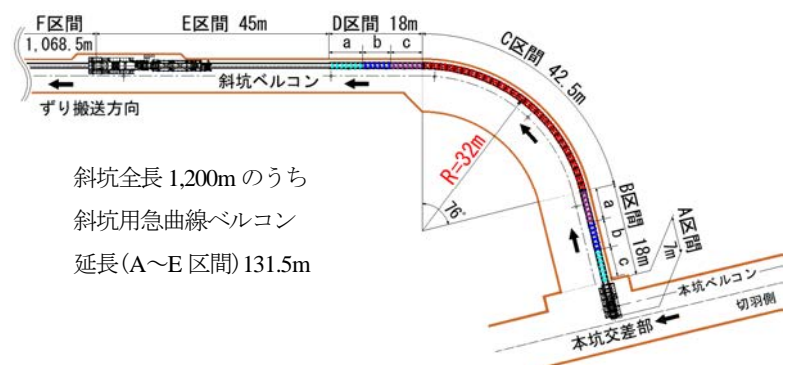


図-1 急曲線ベルトコン設備配置平面図

キーワード 山岳トンネル, 斜坑, 急曲線, 連続ベルトコンベア, キャリアローラ, ガイドローラ
 連絡先 〒060-8632 北海道札幌市中央区大通西7-1-1 井門札幌パークフロントビル8階
 前田建設工業(株) 北海道支店 TEL 011-252-7320 FAX 011-252-7341

3. 技術的な課題と対策

標準的なベルコン(図-2)において、平面曲率 $R=500m$ 程度までは、3個のキャリアローラ(図-2 ①)とベルト(幅750mm)の機構によってずりを搬送するが、今回導入した急曲線ベルコンでは、遠心力によるベルトからのずりのこぼれやずり重量の偏芯によるベルトの蛇行および逸脱が課題となるため、以下の技術(設備)的な対策を実施した。

- 追加キャリアローラ(図-3 ①) および ベルト幅900mm(図-3, 写真-2)
内カーブ側にキャリアローラを1個追加し、ベルトを帆布構造(トラフ形状)とすることで、ずりが外側にこぼれ落ちない機構とするとともに、ベルトの傾斜に伴うずり搬送量の減少を補うために、標準より幅の広い幅900mmのベルトを導入した。
キャリアローラの回転軸は、B区間およびD区間の各a~c(図-1)において、以下の段階的な傾き(θ_1)調整を実施することで、急曲線ベルコン(C区間)とのスムーズなベルトの連続搬送を可能とした。
・a区間： $\theta=30^\circ \sim 45^\circ$ ・b区間： $\theta=45^\circ \sim 60^\circ$ ・c区間： $\theta=60^\circ \sim 75^\circ$

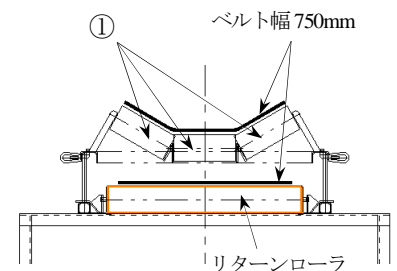


図-2 標準型ベルコン断面図

- 蛇行防止ガイドローラ(図-3 ②, 写真-2 ②)
カーブ線形による遠心力とずり重量の偏芯に起因するベルトの過度な蛇行を防止するために、両側および進行方向750mm毎に、蛇行防止ガイドローラを断面当たり3個設置した。ベルトは、内カーブ側に寄る傾向があるため、内側に2個設置し、接触箇所を増やすことで、反発力を高めた。
- 折れ防止ガイドローラ(図-3 ③, 写真-2 ③)
ずり重量の偏芯に起因するベルト両端部の内側への折れ曲がり防止のために、両側および進行方向750mm毎に、折れ防止ガイドローラを断面当たり2個設置し、ベルトのトラフ形状を保持した。
- リターンローラ(図-3 ④)
ずり搬送後のベルトは、内カーブ側に傾き(最大傾き $\theta_2=60^\circ$)を要する2個のリターンローラで挟み込む構造によって、カーブに沿ったスムーズなベルト返送を可能とした。

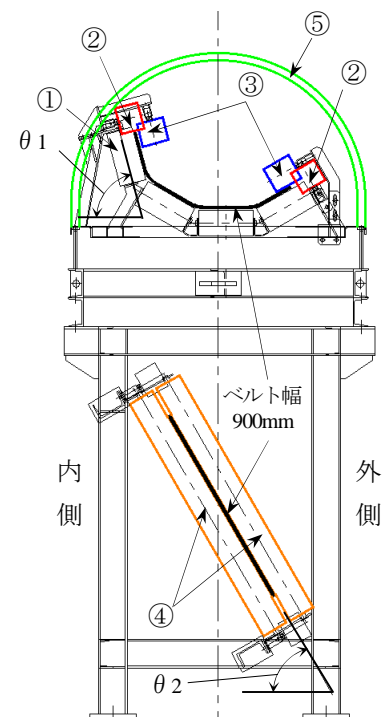


図-3 急曲線区間ベルコン断面図

- 脱柵防止フレーム(図-3 ⑤, 写真-3 ⑤)
ガイドローラの破損やベルトの破断などによるベルトの飛び出しや跳ね返りを防止するために、進行方向1.5m毎に、脱柵防止フレームを設置した。
- ベルト負荷運転調整
急曲線区間におけるベルト緊張力は、現場試験施工の結果により、以下のようになり、ベルトの負荷調整を実施し、スムーズなずり搬送を可能とした。
・ずり出し時：1,700~1,800kg ・運転停止時：2,100~2,200kg

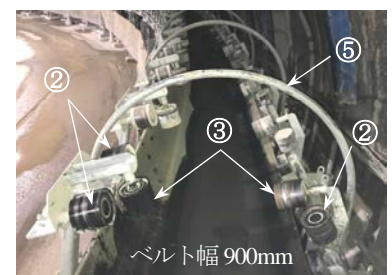


写真-2 急曲線ベルコン機構

4. まとめ

本設備による施工実績により、直交するトンネル線形のずり出し作業においても、連続ベルトコンベア方式の導入が可能であることが実証された。また、急曲線区間において、部分的な拡幅掘削を伴うベルコンの乗り継ぎ方式を採用することなく、必要最小限の掘削断面にて連続ベルトコンベアを実現したことは、トンネル地山の安定性向上、工程確保および工費削減にも寄与したと考える。当工事の施工条件のほか、トンネル仮設ヤードの用地制約や周辺地域への騒音・振動対策において、急曲路線上にベルトコンベアを導入せざるを得ない場合などの一事例として、参考にして頂けると幸いである。