

大動力・大張力・長距離曲走コンベヤの実機実験による検証

清水建設（株） 外環大泉シールド（作） 正会員 ○丑屋 智志
 （株）熊谷組 外環大泉シールド（作） 正会員 古賀 善友
 東日本高速道路（株） 関東支社 東京外環工事事務所 佐々木 博昭，塚田 裕史
 古河産機システムズ（株） 片股 博美，横幕 歩

1. はじめに

大型トンネル工事等の掘削土砂運搬計画において、通常のダンプトラック運搬に比べて周辺道路への交通負荷が低減でき、かつ CO₂ の排出量が削減できる土砂搬送設備のひとつにベルトコンベヤがある。通常のベルトコンベヤ計画では、直線に配置し、1～2km 間隔でベルトコンベヤの乗継ぎ部を設けるのが望ましい。本稿で検証したベルトコンベヤは、既設自動車道路への設置を想定し、5km 程度乗継および中間駆動部を設けず、最小曲線半径 700m を含む複数の曲線部を有する計画とした。長距離かつ曲走するベルトコンベヤは、ベルトの蛇行や荷こぼれの有無が、運用時の維持管理性やローラー耐久性に大きく影響を与えることから、想定したコンベヤ設備のスペックが妥当であるか、実機実験によって検証した結果を報告するものである。

2. 想定ベルトコンベヤ計画

ベルトコンベヤの想定条件を表-1に示す。これに基づくスペック検討の結果、駆動動力 2000kW、ベルト最大張力 350kN という世界最大級の動力・張力を有する長距離曲走コンベヤとなった（表-2）。また、ベルト幅を 1400mm、ベルト速度を 180m/min と仮定した。

表-1 ベルトコンベヤの想定条件

延長 (m)	4,700
揚程 (m)	15
搬送量 (t/h)	1,150
最小平面曲線半径 (m)	右 700 左 700
最小縦断曲線半径 (m)	800

表-2 ベルトコンベヤのスペック検討結果

モータ動力 (kW)	2,000 (400kW×5 台)
ベルト最大張力 (kN)	350
ベルト幅 (mm)	1,400
ベルト速度 (m/min)	180
ベルト芯体材質	スチールコード

3. 実機実験概要

想定コンベヤは、動力・張力が世界最大級であり、長距離の曲走コンベヤとしては、ほぼ実績のない最小平面曲線半径 (700m) となったため、実機による検証試験を行った。試験では、想定したベルト張力およびベルト速度において、ベルトの蛇行や荷こぼれの有無を確認し、ベルト幅やローラーの仕様の妥当性を検証した。実験コンベヤと想定コンベヤ

表-3 実験コンベヤと想定コンベヤの比較表

機名	実験コンベヤ	想定コンベヤ
機長 (m)	169	4,700
揚程 (m)	3.2	15
曲線半径 (m)	400・700	700
モータ動力 (kW)	110	2,000
ベルト最大張力 (kN)	40～350	350
ベルト幅 (mm)	1,400	
ベルト速度 (m/min)	200	180

のスペック比較表を表-3に示す。実験コンベヤの延長は短いですが、想定コンベヤと同等の張力が加わる装備とした。また想定最小平面曲線半径より小さい半径 400m 区間を設置し、半径 700m 区間との運転時性状を比較した。実験ではベルト張力 60～400kN を加えた状態で運転し、ベルト蛇行量、走行抵抗、荷こぼれの有無等を測定した。コンベヤのキャリア側は幅広のトラフ形状、リターンベルトは荷こぼれ（落鉱）防止、線形への追従性向上を目的としてパイプ状とした。

キーワード ベルトコンベヤ，長距離，曲走，リターン，パイプ

連絡先 〒178-0062 東京都練馬区大泉町 5-4 清水建設（株）土木東京支店外環大泉建設所 TEL 03-5947-5256



写真-1 実験コンベヤ全景



写真-2 400R 部



写真-3 400R 部 (奥) 700R 部 (手前)

4. 実験結果と考察

実験による確認項目および結果を表-4 に示す。700R 区間では 60～350kN の張力において、想定最大蛇行量の 350mm 以下かつ荷こぼれなしを確認できた。また、その他確認事項も良好であった。従って、700R の曲走区間においても想定ベルト仕様で要求性能を満足する搬送が可能であることが確認できた。またリターンをパイプ状とすることで、荷こぼれがなかった。

表-4 実験による確認項目および結果

項目	確認事項	備考		結果	評価
無 負 荷 運 転 確 認	曲走コンベヤ	ベルト蛇行状況 (ベルト張力を変化)	張力と蛇行の関係を測定	想定される、いかなる張力でも 想定範囲内の蛇行量	良
	リタンパイプ	ベルトの丸まり具合 ローリングの発生状況 (ベルト張力を変化)	各種張力でのパイプ形成、 ローリングの発生を見る	想定される張力範囲では、 パイプ形成良好 左右カーブともローリング生じず	良
負 荷 運 転 に て 確 認	曲走コンベヤ	運転全般	リターン部の走行抵抗も測定	走行抵抗は想定範囲内 その他いかなる異常も無し	良
		ベルト蛇行状況 (ベルト張力を変化)	張力と蛇行の関係を測定	想定される、いかなる張力でも 想定範囲内の蛇行量	良
		荷こぼれの有無	最大運搬量時に曲走部分にて 荷こぼれしないか確認 搬送量はコンベヤスケールで計測	最大量を搬送中に、いかなる 張力・蛇行状況・負荷再起動を 行っても荷こぼれせず	良
	リタンパイプ	落鉤の有無	リタンパイプ隙間などからの落鉤	パイプ区間は落鉤が発生せず	良

写真-4, 5 に 700R 曲走区間の運転状況を示す。負荷運転時は、搬送物自重によりベルトが下がり、無負荷運転時は張力によりベルトが曲線の中心側へ



写真-4 700R 区間 負荷運転時



写真-5 700R 区間 無負荷運転時

せり上がることを確認した。しかし、せり上がり時でもベルトがローラーから脱落することはなく、ローラー配置が妥当であることを確認できた。

5. まとめと今後の課題

今回の実験で、延長約 5km の長距離・曲走ベルトコンベヤでは、想定したベルト幅 1400mm およびベルト速度 180m/min で、半径 700m の曲走区間を荷こぼれなく搬送できることが確認できた。一方、半径 400m の曲走区間ではベルトのバタツキが生じ、ベルトやローラーの破損が懸念されたため、長期間におよぶ連続搬送は耐久性上問題があることがわかった。

長距離・曲走ベルトコンベヤは、通常の直線配置のものと比べ、曲線区間のベルト挙動の制御が運用時の維持管理や消耗品の耐久性に大きく影響を与える。運転時の保守点検を通じて、曲走部のベルト挙動を把握・分析することで、長距離・曲走ベルトコンベヤの最適仕様を確立し、適用範囲を広げていきたい。