

トンネル工事における連続ベルトコンベヤシステム

田 口 一 生 ・ 大 浦 春 雄

トンネル工事におけるずり出し方法のひとつとしての連続ベルトコンベヤシステムは、最近ではTBM工法のみばかりでなく、環境面に留意してNATM（ナトム）工法、シールド工法においても使用されている。本報文では、トンネル工事における連続ベルトコンベヤシステムの概要、使用例の紹介を中心に付帯している設備などを報告する。

キーワード：トンネル、ずり出し方法、連続ベルトコンベヤ、自走式クラッシャ、坑内環境

1. はじめに

連続ベルトコンベヤシステムは、アメリカ、フランス、オーストラリア等の諸外国で、主に切羽状態が安定している岩盤等の地山で施工される比較的小断面のTBM工法でのずり搬出設備として急速施工を目的に開発されてきた。

近年急速施工の観点ばかりでなく坑内環境、安全性の観点からNATM（ナトム；New Australian Tunneling Machine）工法の課題であった。

連続ベルトコンベヤシステムの牽引、発破により発生する大塊処理等を克服する事によりナトムトンネル工事においても急速に連続ベルトコンベヤの採用事例が増えてきた。

第二東名、名神トンネルの先進導孔掘削においても採用され急速施工、坑内環境、安全性等の目を十分に達成することが出来た。

さらに、シールドトンネル工事においても粘性土の運搬、カーブ部分によるベルトの蛇行等課題もクリア出来た。

本報文では、連続ベルトコンベヤの使用例について、これら各種トンネル工事への導入を可能、かつ効率的にしてきた付帯設備の工夫例とともに報告する。

2. 連続ベルトコンベヤの概要

（1）連続ベルトコンベヤの概要

最初に一般的なベルトコンベヤの機構について

説明する。

連続ベルトコンベヤとは、1本のベルトコンベヤの中間部にベルトの格納部を有し、TBM等トンネルの掘進に同調させて格納部のベルトを徐々に繰出し、機長を自動的に延伸していく構造を有したベルトコンベヤである。

以下連続ベルトコンベヤの各部構造について、簡単に説明する。

（2）メインドライブ

コンベヤを駆動する部分であり、インバータ制御によりコンベヤのスムーズな始動及び速度調整が可能である（写真-1参照）。

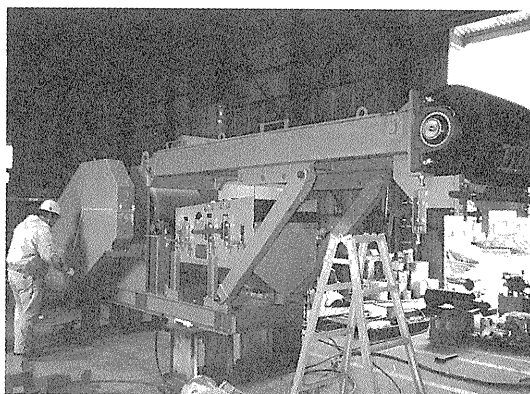


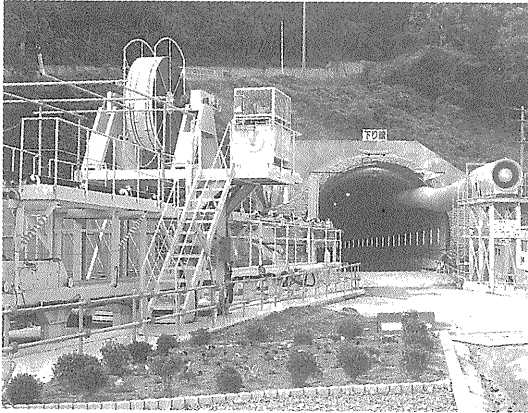
写真-1 メインドライブ

（3）ストレージカセット

連続ベルトコンベヤの心臓部であり、カセット内に格納したベルトを自動的に繰出していく部分である。

全長約 60 m, ベルト格納 400 m, トンネル長 150 m 分の延伸が可能である。

TBM (シールドマシン) の推進によりカセット内のベルトが自動的に連続で繰出された後ベルト巻込み装置の予備ベルトを延伸作業に支障を起さないように補給してゆく (写真—2 参照)。

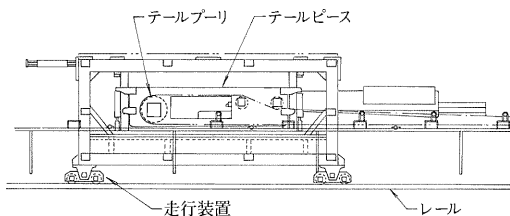


写真—2 ストレージカセット, 巻取り装置

(4) 牽引式バックアップデッキ

TBM 工法, シールド工法では牽引式のバックアップデッキ台車を使用される。

バックアップデッキはマシン側より排出されるずりを連続ベルトコンベヤに中継する場所であり, 同時に延伸部材をストックして作業を行う基地でもある (図—1 参照)。



図—1 牽引式バックアップデッキ

延伸時の走行は, TBM 及びシールドマシンの後続台車に牽引されて軌条を走行する。

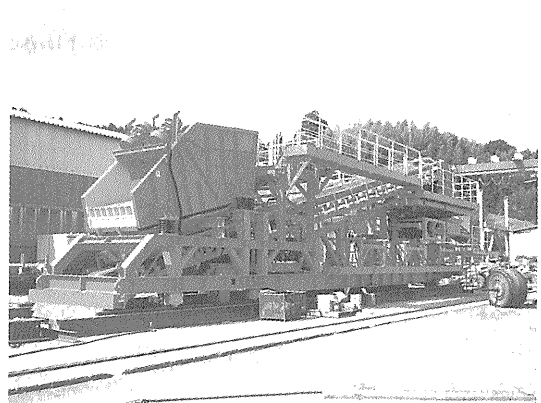
3. 連続ベルトコンベヤと各種トンネル工事への導入事例

(1) ナトムトンネルへの導入

(a) バックアップ (コンベヤ追従) 装置の開発

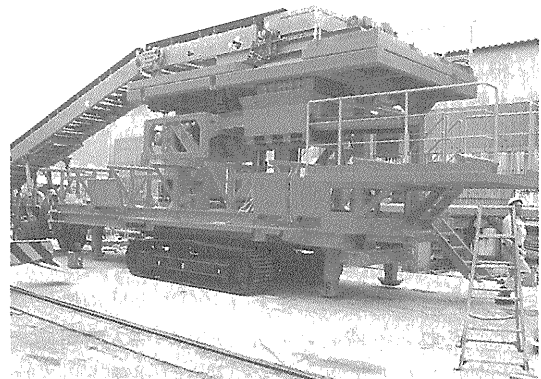
ナトムトンネル工事においては, TBM 工法の場合と異なりトンネルの掘削に伴いコンベヤを自動的に延伸 (牽引) する機能を新たに付加することが必要である。

初期にはこれらの機能としてバックホウショベル, ウインチ等により軌条を牽引したが脱線等が起り, 作業性も悪く延伸作業に予定以上の時間を費やした (写真—3 参照)。



写真—3 牽引バックアップデッキ (NATM トンネル)

年々連続ベルトコンベヤ採用の事例が増えつつあり, 設備投資の効果が得られやすい状況下でもあり, クローラ走行装置による自走式のバックアップデッキ台車を開発し, 作業性を格段に向上させている (写真—4 参照)。



写真—4 自走式バックアップデッキ

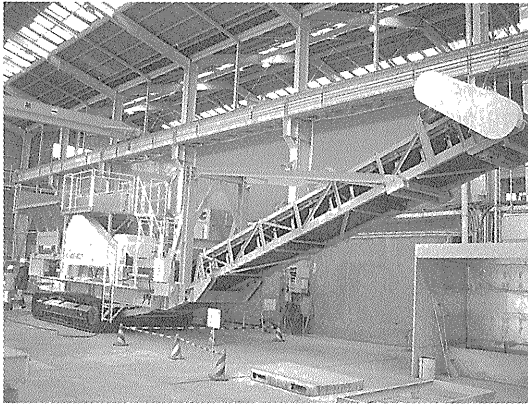
(b) 塊の破碎装置の開発

ナトムトンネル工事における掘削には, 機械掘削 (ロードヘッダ, ツインヘッダ) と発破掘削があるが, いずれの場合にもベルトコンベヤでの運

搬が困難な大きな塊が発生する。

これを克服するためにコンベヤの運搬に適したサイズ（ベルト幅の1/3以下）に大塊を破碎するクラッシャを装置する必要がある。

当初は、汎用性の点からジョークラッシャ（写真—5 参照）が装備されたがトンネルの断面によっては投入口が高くなり作業性が極端に悪くなる場合もある。



写真—5 ジョークラッシャ

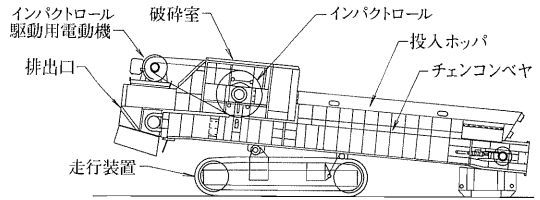
したがって、最近では投入口の高さを低く抑えることができるインパクトロールクラッシャを導入し、この問題を解決した事例がある（図—2、写真—6 参照）。

ジョークラッシャとインパクトロールクラッシャとのホッパ投入口高さを表—1 に紹介する。

インパクトロールクラッシャは、回転体（ドラム）に装置された衝撃歯により、高速回転で大塊を打撃する事により破碎する。

表—1 ホッパ投入口比較表

名称	ジョークラッシャ	インパクトロールクラッシャ
型式	NC 420 GXEST	SB 1310-1000
主要電動機	55 kW	200 kW
破碎能力	150 t/h	400 t/h
ホッパ容量	2.53 m ³	6 m ³
投入口高さ	3,500 mm	2,800 mm



図—2 インパクトロールクラッシャ



写真—6 インパクトロールクラッシャ

切羽での環境、安全性を考慮し電動油圧による走行、無線による操作等の開発をした。

硬岩質（2,000 kg/cm²～3,000 kg/cm²）に対する破碎能力も高いが、

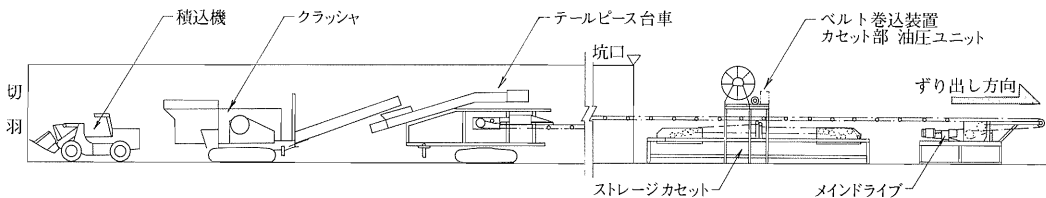
- ・ジョークラッシャに比べランニングコストが高い、
- ・衝撃歯の調整の必要性がある、

等の短所もある。

（c）坑内環境、安全性

ナトムトンネルへ適用するためには以上のような工夫が必要であるが、前述したように坑内環境、安全性の観点からの大きなメリットにより導入されてきた経緯がある（図—3 参照）。

- ① 作業環境の改善
- ② 換気設備の小容量化
- ③ 安全性の向上



図—3 NATM 工法

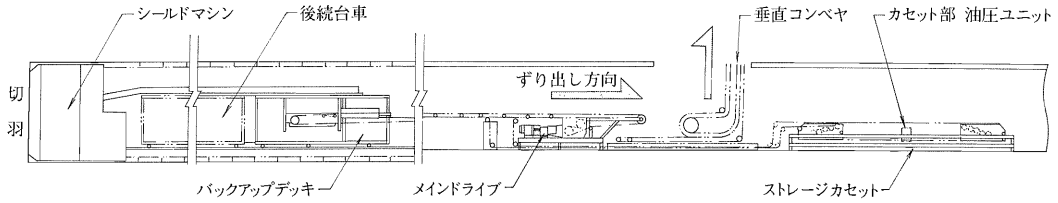


図-4 シールド工法

- ④ 後向き作業の効率向上
- ⑤ 路盤補修費の低減

(2) シールドトンネルへの導入

シールドトンネル工事において連続ベルトコンベヤを採用する場合、粘性土運搬に対する対策、カーブ線形への適合が求められる(図-4参照)。

粘性土、カーブ線形によるベルトの蛇行が心配されたが、自動調芯ローラ、クリーナを従来より数多く取付けることにより問題を解決した。

事例では、初期掘進を短くし作業性を高めるため、駅舎部にストレージカセットを工夫して設置した。現在、ストレージカセットを坑外に設置する事も計画之中である。

4. おわりに

トンネル工事では作業環境はもとより、従来以上に安全な環境と作業の効率化が求められてい

る。連続ベルトコンベヤは、急速施工を可能にすること、作業員の負担を軽減し、生産性の向上を追求できる。

連続ベルトコンベヤシステムがトンネルのずり搬出設備として貢献し、システムとして定着する事を期待する。

J C M A

【筆者紹介】

田口 一生(たぐち いっせい)
タグチ工業株式会社
代表取締役社長



大浦 春雄(おおうら はるお)
タグチ工業株式会社
東京支店長



大深度地下空間を拓く建設機械と施工技術

最近の大深度空間施工技術について取りまとめました。主な内容は鉛直掘削工、単円水平掘削工、複心円水平掘削工、曲線掘削工等実施例を解説、分類、整理したものです。工事の調査、計画、施工管理にご利用ください。

頒 価 2,310円(本体価格2,200円) 送料500円

申込先 本部：FAX.03-3432-0289

社団法人 日本建設機械化協会

東京都港区芝公園3-5-8(機械振興会館) TEL03-3433-1501 FAX03-3432-0289