

VII-60 長大連続ベルトコンベयर搬出システムによるトンネル工事での CO₂ 排出抑制への取組

○鉄道・運輸機構 正会員 赤澤正彦
 鉄道・運輸機構 正会員 夢沼慶正

1. はじめに

近年、気候の温暖化が全地球的規模で進行していることを踏まえ、社会全体で温室効果ガス、特に CO₂ 排出量の削減が要請されている。そこで、本発表では新幹線トンネル建設工事のずり搬出に、ダンプに代わり長大連続ベルトコンベヤシステムを採用することによる CO₂ 排出量の抑制効果について試算・評価した。

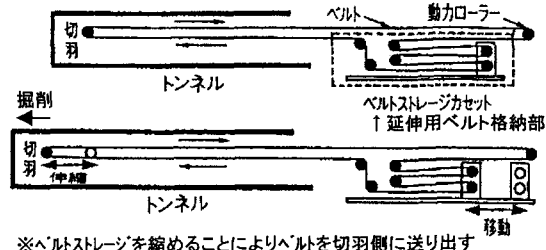
2. 建設工事における CO₂ 排出抑制への取り組み

鉄道の輸送人キロ当たり CO₂ 排出量は自家用自動車の約 10 分の 1 とされていることから、旅客流動数の多い地点間では大量輸送可能な鉄道を整備し、自動車交通から鉄道交通へシフトさせることにより運輸部門の CO₂ 排出削減が可能になると考えられる。しかし、鉄道の新規路線建設にも多大なエネルギーが必要であり、CO₂ の排出源となり得る。従って、建設段階を含めたシステム全体を見据えた取り組みが必要である。

日本における CO₂ 削減目標としては、気候変動枠組条約京都議定書(1997 年協定)で約束期間(2008 年～2012 年)に 1990 年水準比 6%減という数字が挙げられている。建設部門ではこの内容を受け、1998 年に建設業 3 団体が建設工事（施工）段階における CO₂ 排出量について 1990 年度を基準として、2010 年度までに 12%削減する目標を定めた¹⁾。同時にこの目標を達成するための具体的施策を定め、その中の 1 つに「燃料消費の少ない建設機械・車両の採用促進」というのがあり、ベルトコンベयर搬出システムはこれに該当する。

3. ベルコン方式によるずり搬出のメリット

現在、NATMによるトンネル掘削のずり搬出は、経済性や施工法の変化に追随しやすいタイヤ（ダンプトラック）方式が主流となっている。しかし、この方式はずり搬出時に数多くの大型車両が通行するため、坑内の交通安全対策や路盤維持にかかる負担が大きい。さらに、坑内の空気を良好に保つため車両の排ガスを坑外に排出しなければならず換気設備も大型になる。これに対しベルコン方式は坑内の通行車両を大幅に減らせることから、これらタイヤ方式の欠点を解決できると考えられる。CO₂ 排出量についても化石燃料を使わずクリーンな電気エネルギーを利用するため、減少が期待できる。また、近年導入が進んでおり、今回の試算モデル工区でも採用されている延伸型長大連続ベルトコンベयरはベルト長を自在に変化させられるため（図-1）、ずり積み用サイドダンプの走行距離を常に最小限にできる。従って、これも排出量抑制の要素となり得る。



※「ベルトストレージ」を縮めることによりベルトを切羽側に送り出す
 図-1 延伸型ベルトコンベयरのベルト延伸イメージ図（文獻2に加筆）

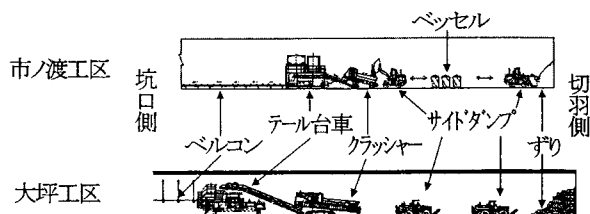
4. 試算条件

試算のモデル工区は東北新幹線の延伸工事区間（八戸～新青森）にある全長 26,455m の八甲田トンネル 6 工区のうち、最も起点方の市ノ渡工区（本坑 4,325m）および起点から 3 番目の大坪工区（本坑 4,300m、斜路 738m）とした。現在、両工区とも坑口から 3,000m 以上にわたりベルトコンベयरによるずり搬出実績がある。

両工区におけるベルトコンベयर搬出システムの切羽付近の概要は図-2のとおりである。両工区とも発破掘削のため掘削時に巨大な岩ずりが発生することから、ずりはクラッシャーに投入して破碎するが、その際直接クラッシャーに投入するか（大坪工区）、ベッセルに入れて切羽後方で一旦仮置きするかの違いがある（市

ノ渡工区)。また、大坪工区では斜路があるため、斜路との交差部で斜路ベルコンへの乗り継ぎがある。

求める CO2 排出量はトンネル本体工事完成まで（掘削～インバートコンクリート・覆工コンクリート）とした。また試算方法は文献 3 に基づいた。その際、計算を簡単にするため掘削パターンはこれまでの施工区間で代表的なものとし、トンネル掘削進行は一定であると仮定した。



図－2 排出量試算モデル工区のベルコンずり搬出概要図

5. 試算結果

まず 1 点目の CO2 削減効果としては、化石燃料を使用するダンプトラックから電気エネルギーを使用するベルコンに置き換えることによるものがある。ただし、トラックミキサー車等の資材運搬車はベルコンの有無によって交通量の変化はないとした。試算の結果、掘削では市ノ渡工区で 394 トン（18.5%）、大坪工区で 383 トン（16.2%）、それぞれ削減効果があることがわかった。

2 点目の削減効果は、坑内の通行車両を減らすことによる換気設備の簡素化が挙げられる。発破の後ガス、ロードヘッダー等の機械掘削やコンクリート吹付けによる粉塵は発生源が限定されているが、坑内の通行車両による粉塵は発生源が特定されないため、換気設備は主に通行車両による粉塵や排ガス中の有害物質への対策として設けられている。ベルコン方式ではずり出し時に車両が通行しないことから換気設備稼動時間を大幅に減らせるため、市ノ渡工区で 858 トン（43.8%）、大坪工区で 811 トン（39.2%）削減できたと試算した。

このほか、ずりの大きさが均等化されることで土捨て場でのずり盛土時における重機車両運転が省力化され、また通行車両の減少による坑内路盤維持作業の低減が可能になることから、これらにより両工区とも 130 トン程度の削減効果があると考えられる。以上から、工事全体では市ノ渡工区で 1,377 トン（12.6%）、大坪工区で 1,324 トン（11.1%）の CO2 排出削減が可能であるという結果となった（表－1）。

表－1 CO2 排出量試算結果

市ノ渡工区	掘削	換気	その他	合計	大坪工区	掘削	換気	その他	合計
タイヤ	2,130t	1,956t	6,871t	10,957t	タイヤ	2,362t	2,071t	7,470t	11,903t
ベルコン	1,736t	1,098t	6,746t	9,580t	ベルコン	1,979t	1,260t	7,340t	10,579t
削減率	18.5%	43.9%	1.8%	12.6%	削減率	16.2%	39.2%	1.7%	11.1%

※掘削にはずり出しを含む。その他にはコンクリート・ロックボルト・給排水・土捨て・照明などを含む。

6. おわりに

ベルコン方式採用による市ノ渡工区の削減率 12.6%は建設業 3 団体の削減目標(12%)を達成しており、大坪工区の削減率 11.1%もそれに近い値であった。また両工区とも京都議定書の削減率(6%)はクリアしている。従ってタイヤ方式と比較して CO2 の排出量が少なく、より環境に優しいずり搬出システムであるといえる。ベルコン方式は初期投資額の大きさから短いトンネルには向かない点もあるが、地球環境と坑内作業環境の両方に配慮できる工法として、今後導入事例の拡大を図っていきたい。

文献：

- 1) 地球温暖化防止対策ワーキンググループ：CO2 削減量実態調査報告書－平成 12 年度調査結果－、(社)日本建設業団体連合会・(社)日本土木工業協会・(社)建築業協会、2001.9
- 2) 丹後勝弘・安東亮一郎・吉富幸雄・栗原勝美：発破掘削に連続ベルコンずり出しシステム、トンネルと地下、1999.3
- 3) 阿部愛和：建設工事における CO2 排出量の算定－現場データによるケーススタディとその分析例、建設機械、2003.6