

エレクタージャンボコンクリート吹付システムの安全対策

中村博則

エレクタージャンボコンクリート吹付システム（以下「EJS」と呼ぶ）は、トンネル施工時の作業員の安全性の配慮とトンネルという限られた空間での合理化・効率化に応えるべく開発した機械で、エレクターに吹付システムを搭載することにより、安全性・効率性を軸に、サイクルタイムの大幅な短縮化を実現する。

今回は安全性に主眼を置き、その開発上の施策を述べる。

キーワード：ヒューマンエラー、墜落・転落、誤操作、視認性、安全確保

1. はじめに

トンネルという制限された空間内での作業では、環境問題としての粉塵対策、施工面での安全対策、工期の短縮の為の効率化が常に課題として存在する。

施工面での安全対策では、ヒューマンエラーによる事故が後を絶たない。

「気をつければミスはなくなる」という精神論ではなく、「人は本来エラーするもの」という前提のもとで、各種の安全上の施策を実施する必要がある。

EJSの開発に際しては、予測される危険を把握し、災害を未然に防止するという観点より各種の施策を実施した。

2. EJSの安全対策と重点となる危険性

(1) 墜落・転落の危険性

予測される危険としては、バスケット及びバスケット

トへのアクセスルート（高所）（写真—1）からの墜落・転落、添加装置の作業台（低所）からの墜落・転落が考えられる。

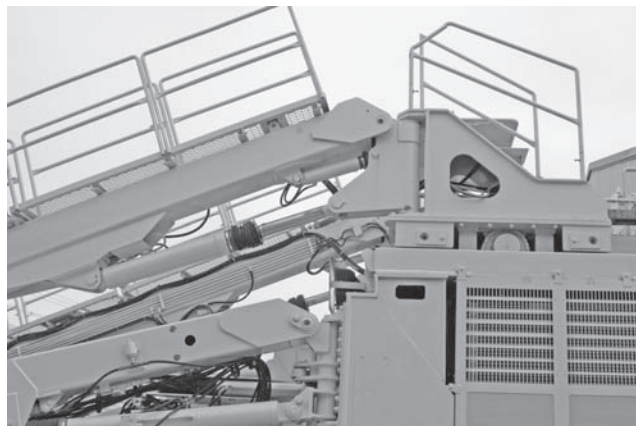
EJSはドリルジャンボをベースにしており、EJSは、労働安全衛生法にいう高所作業車には該当しない（平成10年3月5日労働者労働基準局安全衛生部安全課長事務連絡）為、バスケットの操作は、資格のない者でも操作が出来る状況にあり、その状況を踏まえ、下記の施策を実施した。

①バスケット及びバスケットブーム上のアクセスルートの手すりの高さを90cm〔注1〕とし、各手すりには、中さん、下さんを設けて滑り落ちないようにした。

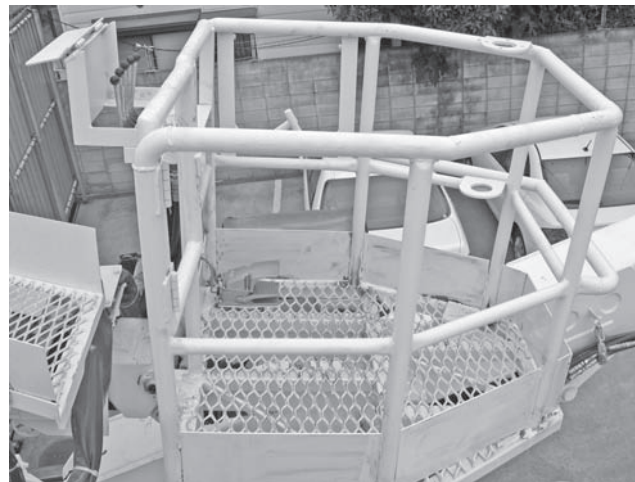
〔注1〕手すりの高さ等について、足場関係の法律の一部が改正され、手すりの高さは85cm以上と改正された。

平成21年6月1日改正「労働安全衛生規則（足場関係）の一部改正」

②バスケットの開口部からの乗り降り時、扉を設け、内開き方向しか開かない構造とした（ドリルジャン



写真—1 バスケットブームのアクセスルート



写真—2 バスケットの安全ボール・安全バー

ボの方式をそのまま採用)。

③上記墜落・転落以外で、バスケットに係わる危険として、

〈1〉バスケットに安全ボール(脱着式)(写真—2)を取付け、作業員の誤操作によりトンネルの天井と挟まれないようにした。

〈2〉バスケットの手すりの上部にトンネルの壁との挟まれを防止する為の安全バー(写真—2)を取付けた。

〈3〉バスケットブームのトラベルのレールを機械の両端に設置する外レール方式を採用することにより、切り羽(トンネルの最先端で常に危険が予測される場所)に近づかずにバスケットへの乗り降りを可能とした。

④添加装置の作業台についても、上記①②と同じである。

(2) 視認性の確保～狭い作業環境での危険からの回避

①支保工建込み作業時の視認性の確保

〈1〉支保工建込み作業時、バスケットブームにトラベル機構を採用することにより、バスケットブームを後部に移動させることが出来る。また、吹付ロボット

も、スライド機構、ブーム伸縮機構を採用することにより、縮めることが可能となり、支保工建込み時の作業の視認性を確保した。

〈2〉操作オペレーティング部も前側中央部の高い所に設置されており、〈1〉と合わせて視認性を確保している。

②機械の後退時の死角部の視認性を確保する、バックモニター(写真—3)、バックミラーを配置した。

③作業中を表示する回転灯(写真—4)により、人と機械を分離し、人が機械に近づかないようにした。

(3) 操作上の危険からの回避

①フットスイッチの採用

各操作レバーは安全装置としてのフットスイッチを踏まなければ動かない構造になっており、作業員に慣れ等による操作ミスのないように注意を喚起する。

②支保工建込み時のワンマンコントロール(写真—5)の採用

支保工建込み時、左右の支保工を2名の作業員で操作して、中央で合わせるよりは、1名で作業する方が危険性が少ないので、ワンマンコントロールとした。



写真-3 運転席・運転席横のバックモニター

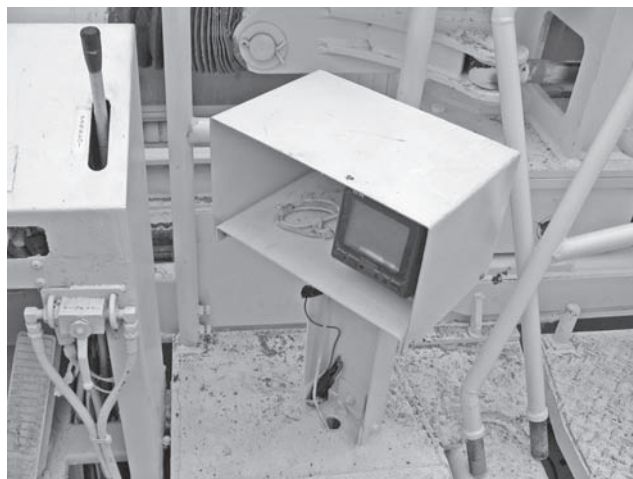


写真-4 バックカメラ・回転灯

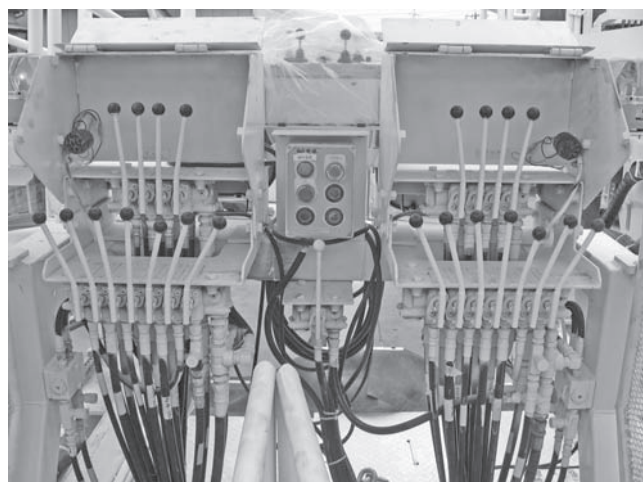


写真-5 ワンマンコントロール用操作席

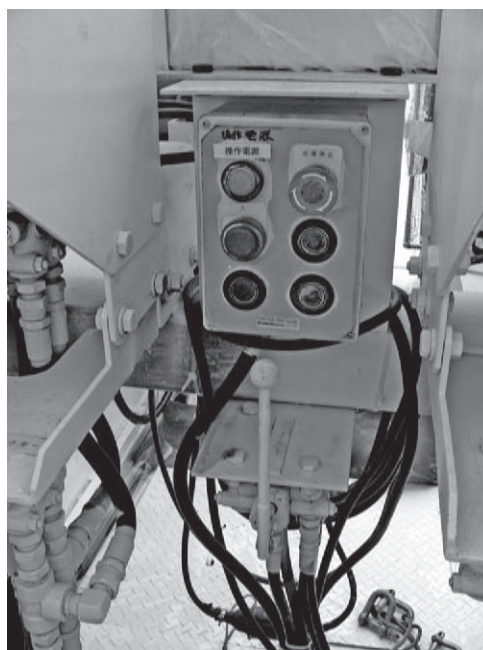


写真-6 非常停止押釦スイッチ

3. EJS の作業手順工程と安全対策

① EJS の設置

↓

②一次吹き…「視認性が確保」されている為、EJS の操作席より実施が可能（他の吹付機では機械の外からの操作となる）

↓

③一次鏡吹き

↓

④右側の支保鋼の建て込み…「ワンマンコントロール」により実施が可能

↓

⑤左側の支保鋼の建て込み

↓

③非常停止装置（写真-6）

緊急時、電動機を停止させる為、バスケット側、操作席側に非常停止用押釦スイッチを設置。

④走行時の安全性

前進走行時のリアの振れを少なくし、後退走行時のフロントの振れを少なくする事により、走行時の安全性を確保するホイール式を採用した。

- ⑥タイロット取付作業…操作席より「アクセスルート」
を通過してバスケットへの移動が可能
↓
⑦二次吹き
↓
⑧吹付作業終了 後退…回転灯, バックモニターによる安全の確保

4. EJS の構造上の安全対策

(1) サブフレームによるフロント部分の強化

フロント部分には, エレクターブーム (2基), 吹付ロボット (1基) を取り付ける為, 本来のフレームにサブフレームを増設することにより構造的な補強を施し安全性を向上させている。

(2) 車両重量の軽量化及び機器のバランス配置

90 kW の電動コンプレッサーを分解配置し, 不要な鋼材を取り除き機器をバランスよく配置する事により, 機械自体の重心を本来の前荷重が可能になるようにした。

これにより機械の走行安定性, 斜路でも後部に無理な荷重がかからないようにした。

(3) 後部リフトの取付

溶接で固定するのではなく, 手間のかかるボルト止めにより, 溶接部の二番割れによる事故がないようにした。

(4) 支保鋼キャッチャーの安全対策

エレクターは支保鋼を掴んで切羽まで移動する為,

支保鋼を掴むキャッチャー部の把持力は強力なものでなければならない。EJS のキャッチャー部は支保鋼重量 1250 kg / 基を保持出来る能力を有する (通常は 1000 kg 以下)。

(5) その他

- ① EJS はドリルジャンボをベースにコンクリート吹付機 (エレクター付) として開発したもので, 初期型は全長が長く重心位置も後側にあったが, 現在は機器をバランスよく配置する事により, 全長の短い前重心が可能となりコンパクトでより軽量の機械となっている。
- ② トンネル内での使用で問題となるディーゼルエンジンの黒煙についても, 国交省の第三次 (トンネル工事用) 排出ガス規制の適合認定を受け, 今後は坑内作業での健康面への安全に対する配慮が可能となった。

5. おわりに

ヒューマンエラーはどのようにして発生し, その原因はどこにあり, それを防止するにはどのようにしたら良いかを常に念頭において, 機械自体に安全対策を実施していく必要があり, EJS もこのような観点から改良, 改善を実施していく。

JICMA

[筆者紹介]

中村 博則 (なかむら ひろのり)
ニシオティーアンドエム㈱
大阪支店 業務部 業務部長