

軌陸バックホー高さ制限自動切換え装置の開発

東日本旅客鉄道株式会社 正会員 ○米山 泰広
 東日本旅客鉄道株式会社 正会員 原田 彰久
 東鉄工業株式会社 加藤 章

1. はじめに

軌陸バックホーは、道床掘削などの軌道作業を効率良く実施するためには必要不可欠となっており、電化区間等では、ブーム等が架線等に支障しないように高さを制限して使用している。現行の高さ制限装置では設定に時間がかかり、特に架線高さが低い箇所では軌陸ダンプへの積込作業の効率が低下している。

そこで本研究開発では、現行と同等以上の安全性の確保と作業効率性の向上を目的として、軌陸バックホー高さ制限自動切換え装置の開発を行った。

2. 現行の高さ制限装置の課題

軌陸バックホーはオンレール状態（回送状態）とキャタピラ状態（作業状態）の2種類の車体状態があり、高さ制限はオンレール状態で設定している。

その結果、レールからおりるキャタピラ状態では架線までの離隔に余裕があるが、オンレール用に高さ制限が設定されているため、図1に示すとおり架線までの空間を有効に活用できず、架線高さが低い箇所では軌陸ダンプに碎石を積込む作業の効率が落ちているのが現状である。(図2) また高さ制限は、重機オペレーターと誘導員により現場毎に高さ制限を計測するスケールを使用して実施されているため、ヒューマンエラーによる設定誤りが原因で感電事故につながるリスクがある。

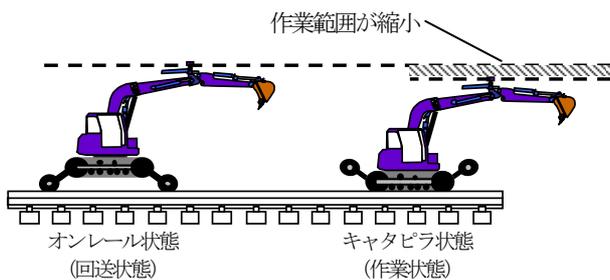


図1 作業範囲の縮小および作業状態

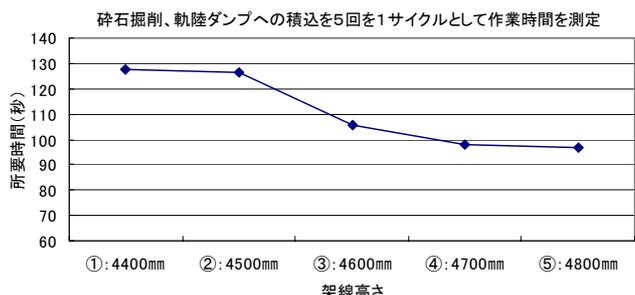


図2 架線高さ別の作業時間

3. 研究開発内容

3. 1 開発方針

現行の高さ制限装置の課題を踏まえ、本研究開発では、キャタピラ状態でも架線までの空間を有効活用でき、より安全に高さを設定できるオンレール状態とキャタピラ状態の高さ制限自動切換え装置として

・車体装置検知機構

オンレール状態とキャタピラ状態を検知し、作業機高さに反映

・安全性を高めた作業機高さの設定機構

作業機最大高さ検出、誤動作時等の作業機高さの設定方法、作業機高さの精度

の開発を進めた。また各機構を組合せて高さ制限自動切換え装置を試作し、試験を実施した。

3. 2 車体装置検知機構の開発

軌陸バックホーは構造上、上部旋回体と下部走行体に分かれている。図1に示すとおり車体状態を変化させても上部旋回体は常に同じ状態であり、下部走行体のみが変化する構造となっている。そこで下部走行体の軌陸フレームの状態を検出し、車体状態を検知することとした。

下部走行体の状態検出装置は表1に示すとおり3タイプある。

表1 検出タイプ

タイプ	方式	特徴
非伝送	レーザーセンサ	比較的安価で改造が容易
電気スイッチ	ポテンションメータ	高価で改造が困難
非接触	ロータリエンコーダ	0℃以下では使用不可

比較分析した結果、安価で安定性のあるレーザーセンサを使用した。また確実に車体状態を検知するため次に示すとおり軌陸フレームの状態を検知することとした。

- ①上部旋回体に設置した位置検出レーザーセンサにより軌陸フレームと上部旋回体までの距離を計測
- ②計測結果をもとに軌陸フレームの状態（車輪位置）をコントローラで演算
- ③車体状態がキャタピラ状態とオンレール状態のどちらあるかを判定

3. 3 安全性を高めた作業機高さの設定機構

(1) 最大機最大高さ検出方法

作業機最大高さの検出は現行の高さ制限装置でも用いられているブーム角度検出タイプのポテンションメータ方式にてブーム動作角度を検出し、ブーム上昇停止電磁弁で停

キーワード 軌陸バックホー、高さ制限、検知センサー

連絡先 〒331-8513 埼玉県さいたま市北区日進町2-479 JR 東日本 テクニカルセンター レール交換機械化PT TEL048-651-2389

止させることとした。検出方法および停止方法は次に記すとおりである。

- ・キャタピラまたはオンレール状態に応じて、ブーム角度検出ポテンションメータにより、作業機高さ位置を検出し、作業機高さ位置が高さ制限値を超過した時点でブームの上昇動作のみを停止する。

(2) 誤動作時の作業機高さの設定方法

キャタピラ状態での作業機高さ設定のデフォルト値は、架線高さの管理を踏まえ 3900mm とした。高さ制限値は実際の架線高さに合わせて、精度面から 50mm ピッチで簡易に設定できるようにした。フェールセーフ機構として誤動作及び軌陸フレーム操作時には必ずデフォルト値に戻す仕組みとした。軌陸フレーム操作時においてもデフォルト値としたのは、操作により車体状態が変化して架線と作業機の距離が縮まる恐れがあるためである。またオンレール状態では作業を行わないことから、常に 3900mm とするよう設定した。

(3) 作業機高さの精度

作業機高さの精度は、電気的な信号伝達時間、機械の組立て精度、油圧バルブの応答時間等の要因が挙げられる。なかでも誤差を大きくする主要因は油圧バルブの応答時間と考えられるため、油圧に関連する作動油温と作業機高さの精度の関係を調査した。図3に示すとおり、実際の使用条件である 20~60℃ であれば、誤差 50mm として設定できることがわかった。

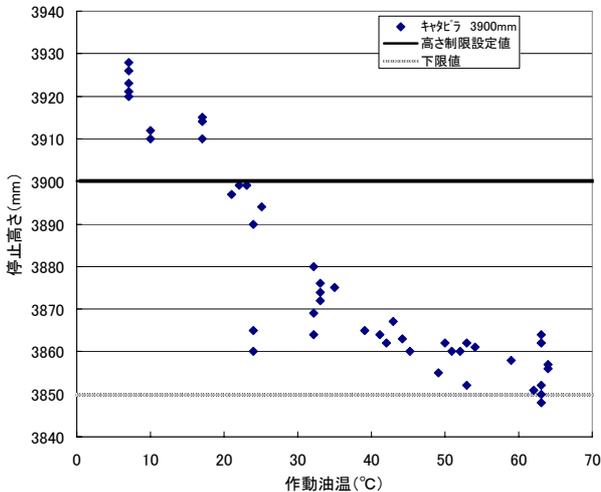


図3 作動油温と停止精度との関係

4. 性能確認試験

4. 1 機能確認試験

キャタピラ・オンレール状態のそれぞれで、高さが自動で切換わるのかを確認するために高さ制限7段階で試験を3回実施した。結果は図4に示すとおり、軌陸バックホーをオンレール状態からキャタピラ状態にしても設定した高さ制限以下にすることができた。

精度については図4の結果から、設定値-50mm 内に納めることができた。

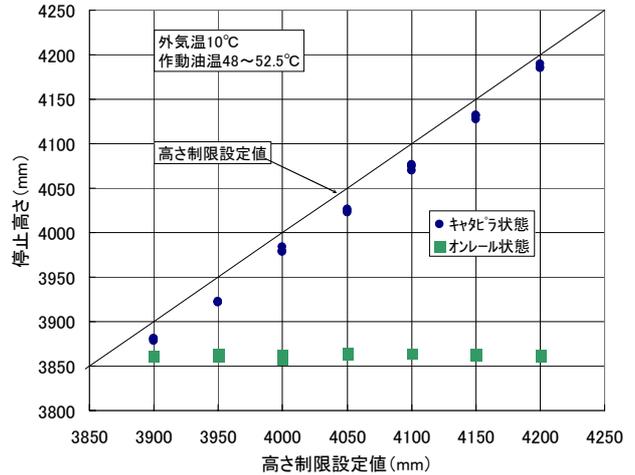


図4 試験結果

また、暖気運転と作動油温について検証したところ、30分以上の暖気運転で作動油温 20℃以上になるため、使用上問題ないことを確認した。(図5)

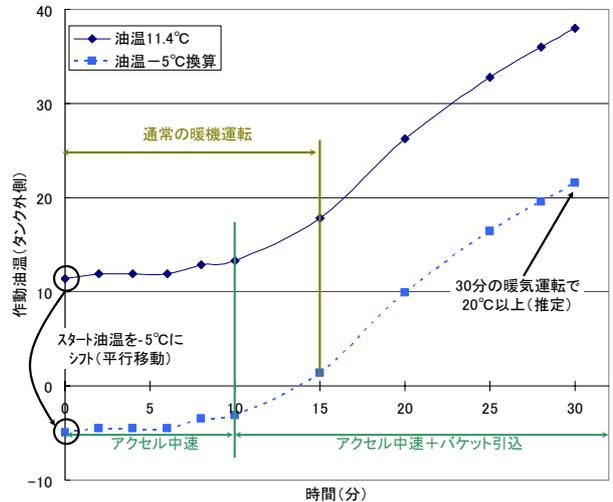


図5 暖機運転時間と作動油温

4. 2 作業性確認試験

高さ制限自動切換え機能を使用した場合の作業性として、軌陸ダンプへの積込み作業時間を測定した。図6に示す結果のとおり、架線高さの低い箇所での効率が向上していることがわかった。

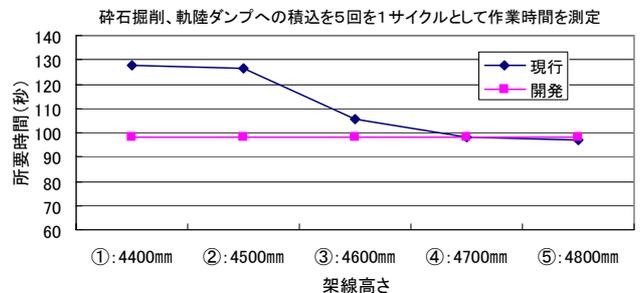


図6 現行と開発の比較

5. おわりに

今回開発した高さ制限自動切換え装置を導入することで、現行と同等以上の安全性を確保したまま、作業効率性の向上が期待される。