

軌陸バックホウ高さ制限自動切換え装置の バックアップ機構の開発



起田 勝美*1



高橋 秀寿*2

Development of the back upper system which is the height limiting automatic switching device for backhoe

Katsumi OKITA*1, Hidetoshi TAKAHASHI*2

*1 Researcher, Technical Center, Research and Development Center of JR EAST Group

*2 Researcher, Technical Center, Research and Development Center of JR EAST Group(Manager, Head Office of Kotsu Transport Construction)

Abstract

The track-road backhoe which is used for the track maintenance is equipped with the height limiting device to prevent from getting an electric shock when we use it under overhead contact line. Existing track-road backhoe has two type of conditions which are on rail condition (traveling mode) and caterpillar condition (working mode). The criteria of height limiting is set by on rail condition. Therefore, the height limiting automatic switching device is developed in priority to judge the machine condition in the purpose of effective use of space up to overhead line because caterpillar condition which is got off the rail has enough space to the overhead line.

However, development of the height limiting automatic switching device cannot control in the case of the error which is electric system because it is controlled by electric control to adjust the height restriction.

This report will introduce about the back upper system which can be controlled automatically as of the error which is electric system.

●**Keywords:** Track-road backhoe, Height limit, Backup mechanism

1. 緒言

軌道工事で使用する軌陸バックホウには、架線下で使用する際に、感電防止のため軌陸バックホウのブームを一定の高さ以下におさえるため高さ制限装置が搭載されている。既存の軌陸バックホウは、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、高さ制限値はオンレール状態を基準に設定している。そのため、キャタピラ状態では架線との離隔に余裕ができることから、架線までの空間の有効活用を目的に車体状態を判別し、自動で高さ制限値を切り換える機構がこれまで開発されてきた。しかし、開発された高さ制限自動切換え装置は、電気制御により高さ制限を行っているため、電気系統に不具合が生じた場合は制御することができなくなる。

そこで、本報告では電気系統の不具合発生時に機械的に制御するバックアップ機構の開発を行ったため、その内容について紹介する。

2. 高さ制限自動切換え機構の概要

2・1 車体状態の検知方法

軌陸バックホウは構造上、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。

車体状態検知方法として、軌陸フレーム前後に車体状態検知用のドグ(センサ検知治具)を取り付け、上部旋回体前後に近接センサを取り付けた。センサが検知するとキャタピラ状態、非検知の場合はオンレール状態と判断する(図3)。

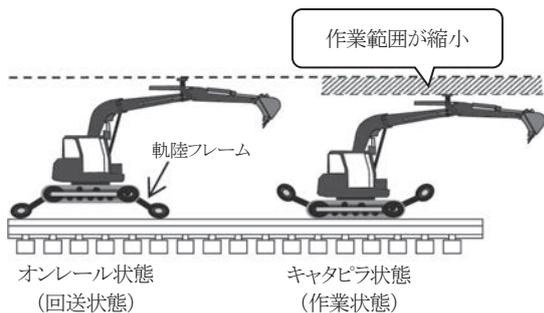


図1 作業状態別の車体状態

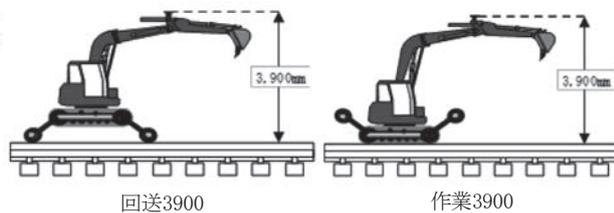


図2 作業機(ブーム)最大高さ固定

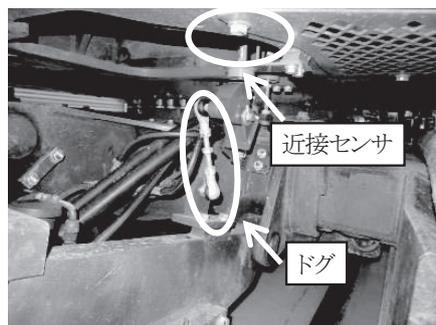


図3 軌陸フレーム位置検出センサ

2・2 作業機(ブーム) 角度検出センサによる最大高さ検出方法

作業機(ブーム)最大高さの検出は、現行の高さ制限機構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ー方式にてブーム角度を検出し、ブーム上昇停止電磁弁で停止させる。キャタピラまたはオンレール状態に応じて、ブーム角度検出メーターによりブーム高さ位置を検出し、ブーム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させる。

2・3 作業機(ブーム) 最大高さ固定

作業機(ブーム)最大高さ固定方法は、高さ制限値を最低架線高さ4400mmから500mmの離隔を考慮し、図2に示すオンレール状態でレール頭面から作業機の最大高さを3900mmとする「回送3900」と、キャタピラ状態でレール頭面から作業機の最大高さを3900mmとする「作業3900」の2つの機構になっており、この切り換えは車体状態を検出して自動で切り換わる機構となっている。「作業3900」で高さ制限値を設定している状態から軌陸フレームを操作すると車体が上昇し、上昇した分だけ架線と作業機の離隔が縮まる。それを防止するため、軌陸フレーム操作を検出すると高さ制限値が「回送3900」に自動で切り換わり、架線との離隔を一定に確保する機構となっている。

3. 高さ制限装置バックアップ機構の概要

今回、軌道工事で使用しているコベルコ社製および、コマツ社製の2種類の軌陸バックホウについて開発したバックアップ機構について説明する。

前節で記述した高さ制限自動切換え装置は、油圧回路に流れる油(油圧)により制御を行っている。ブームの上昇下降も油の流れる方向を切り換えることにより制御している。この切換え装置がブーム上昇用コントロールバルブであり、コントロールバルブ自体に不具合が生じた場合は、制御不能となる。この状況を改善するために、電気制御に加え、機械的な制御を行うバックアップ機構について開発を行った。

3・1 コベルコ社製バックアップ機構

コベルコ社製軌陸バックホウには、機械的なバックアップ機構としてワイヤー（図4）が取り付けられているが、ワイヤーの長さは変化しないため、高さ制限自動切換え装置の高さ制限設定状態（キャタピラ状態、オンレール状態）に対応することができない。そのため、新たなバックアップ機構の開発を行った。開発仕様は以下のとおりである。

・開発仕様

- ① 自動で高さ制限値の切り換えが可能な構造とすること。
- ② ブーム（作業機）の異常上昇が発生しても高さ制限を行う構造とすること。

・バックアップシリンダによる制御方式

ワイヤーとシリンダ（バックアップシリンダ）を直列に繋ぎ、従来のワイヤーのみの場合と同様に機械的にブーム上昇を停止させる機構とした。高さ設定状態により自動でシリンダが伸縮し、高さ制限自動切換え装置の設定状態に合わせた長さに切り換わる。シリンダには伸縮用の検出センサが取り付けられ、設定状態に合ったシリンダ長さになるまで、ブーム上昇動作がしないようになっている（図5）。

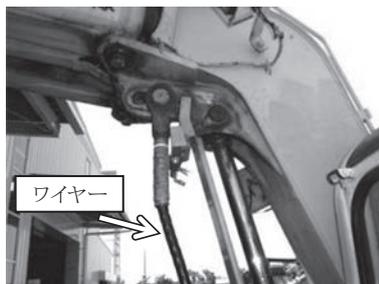


図4 ワイヤー（従来）

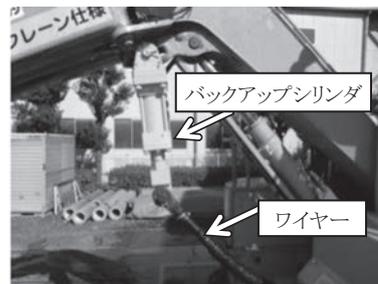


図5 バックアップシリンダ（開発品）

3・2 コマツ社製バックアップ機構

コマツ社製軌陸バックホウにも、機械的なバックアップ機構としてワイヤーが取り付けられているが、構造上、バックアップシリンダを取り付けるスペースがなく、同方式では対応することができない。そのため、コマツ社製軌陸バックホウには油圧回路による制御方式でのバックアップ機構の開発を行った。開発仕様は以下のとおりである。

・開発仕様

- ① 高さ制限自動切換え装置の回路に付随した制御機構であること。
- ② 高さ制限自動切換え装置を使用しない場合、バックアップ機構が通常の操作に影響を及ぼさないこと。
- ③ ブーム（作業機）上昇用コントロールバルブの異常等で高さ制限値を超過した場合、作業機動作を制御し、ブームの上昇を停止させること。

・油圧回路による制御方式

コントロールバルブの不具合で、上昇側に油が流れたまま動作しなくなった場合は制御不能となる。このような場合、ブームの上昇を強制的に停止させるために、油圧回路に新たにバックアップ回路を追加し、ブーム上昇側の油の流れをカットしブームの上昇を停止させる機構とした。

・バックアップ回路と動作状態確認機構

追加したバックアップ回路図を図6に示す。バックアップ作動原理は以下のとおりである。また、バックアップ動作確認機構として、運転室内に表示灯を設置し、オペレータが正常に機能していることを確認可能とした（図7）。

- ① ブーム限界停止により、近接スイッチが外れる(非検知)
- ② ①により低圧回路ロック用電磁弁がOFFになる。
- ③ ①によりパイロット電磁弁がOFFになる。
- ④ 不具合により、ブーム上昇用コントロールバルブが中立に戻らない。
- ⑤ ブーム上昇側への送油が止まらない(ブーム上昇操作をしていないのにブーム上昇)。
- ⑥ ③の動作においてチェック弁が閉じ、ブームシリンダへの送油が遮断される。
- ⑦ ブーム上昇が停止する。

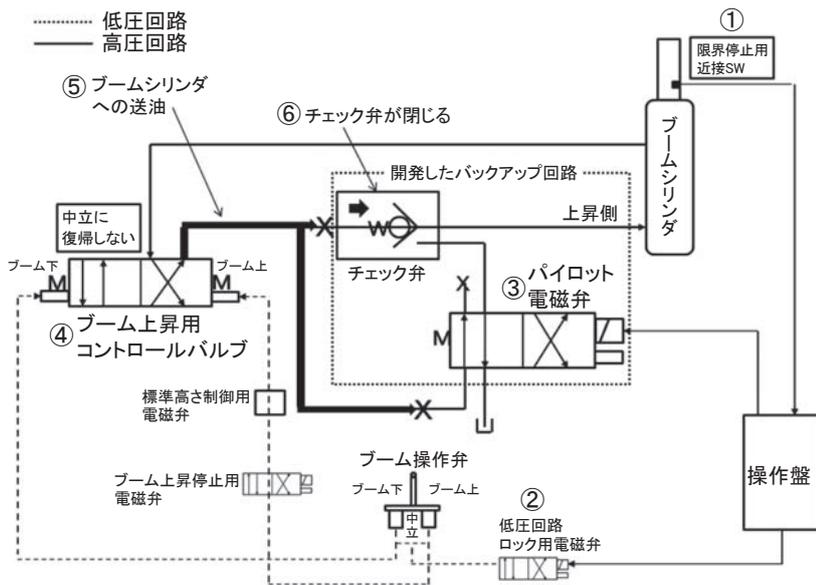


図6 バックアップ回路図

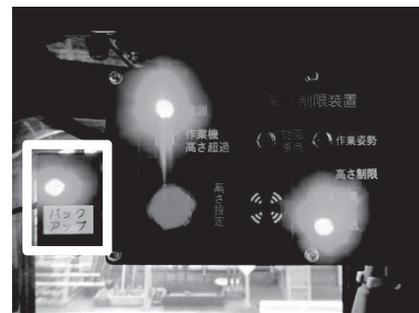


図7 バックアップ動作確認機構(表示灯)

4. 結言

電気系統の不具合時に機械的に制御を行えるバックアップ機構の開発において、コベルコ社製、コマツ社製の開発・性能確認を行い、実用上問題なく適用できることを確認した。以下、開発成果を記載する。

- ① コベルコ社製軌陸バックホウについて、バックアップシリンダによるバックアップ機構を使用することで、コントロールバルブの不具合でブームが異常上昇した場合でも、ブームの上昇停止が可能。
- ② コマツ社製軌陸バックホウについて、バックアップ回路機構を使用することでコントロールバルブの不具合でブームが異常上昇した場合でも、ブームの上昇停止が可能。

今後は導入に向け、保守用車マニュアルの整備を進めていくとともに、機械化作業のさらなる安全性向上に向け、新たなる技術の検証に取り組んでいく。

謝辞

本開発にあたって、委託開発先である(株)レンタルのニッケン、(株)ケー・エス・ピーはもちろんのこと、ご指導、ご協力いただいた関係者の皆様に深く感謝いたします。