

## 重機旋回規制システムの開発 (バックホウの旋回による接触防止)

Development of heavy machine turning control system

大成建設(株) 技術センター F会員 ○森田 泰司・正会員 青木 浩章・正会員 片山 三郎  
 (株)アクティオ 技術部企画計画課 太田 八生

### 1. はじめに

バックホウは、建設工事に欠かせない重機として多くの現場で使用されている。土木工事では、作業場所が電力・通信等の架空線に近接していたり、路上の狭小な作業帯で第三者と近接して作業を行ったりすることも多い。このような場合、架空線側や第三者側に旋回しないよう安全指示を行うが、オペレータが誤って操作すれば、架空線や第三者への接触事故を発生させる可能性がある。一般的な接触防止対策としては、レーザセンサ等を用いて、重機先端部分が近接部に侵入した際に警報を出すシステムが使用されている(図-1)。これらのシステムでは、警報を出すことのみにより留まり、危険な状況を把握して自動的に重機の旋回を停止させることは出来ないため、オペレータによる停止操作が必要である。

バックホウによる事故としては、周囲の確認不足や機械操舵の誤り等といった、ヒューマンエラーに起因するものが多く挙げられる。こういったヒューマンエラーによる災害は、作業に「人」が介在する限り払拭されない。そこで、予め設定した旋回規制帯方向に旋回操作した場合、バックホウの油圧回路を制御し、旋回規制帯の手前で段階的に旋回速度を緩めて規制帯に到達しないよう動作制限を行うシステムとして「旋回規制バックホウ」を開発した。本論では、システムの概要について報告する。

### 2. システム概要

#### (1) 搭載装備

本システムは、「どのバックホウにも対応可能で、専門工事業者の手持ち重機にも搭載できる汎用性の高いシステム」をコンセプトとして開発を行った。バックホウに搭載する設備としては、GPS 方位計・制御ユニット・旋回系電磁弁・モニタ・パトライトを後付けするのみである(図-2)。

#### (2) 旋回規制の入力

配水管の地下埋設のため、高圧線に並行して溝掘削作業を行っている機械配置を作業条件例として示す(図-3)。バックホウが、ダンプトラックへの残土積込のための旋回で高圧線に接触しないよう、高圧線と逆の方向を旋回可能方向と定めて作業を行う。作業

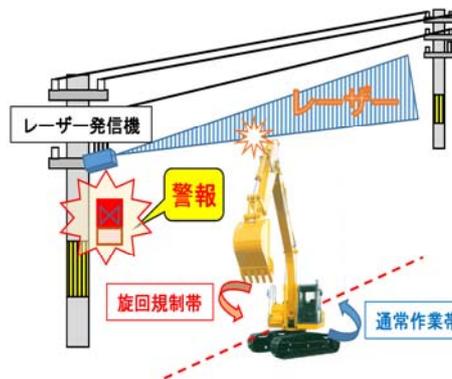


図-1 レーザバリアシステム



図-2 後付装置

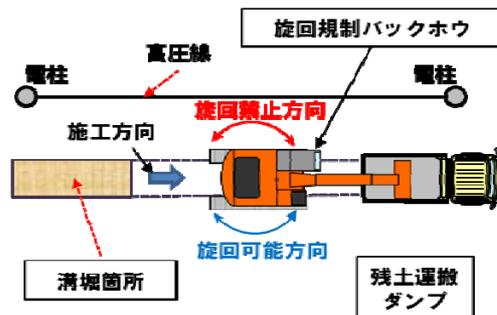


図-3 作業条件例



図-4 旋回規制帯設定イメージ

キーワード バックホウ, 旋回規制, 安全対策, GPS方位センサ, 電子制御,

連絡先 〒245-0051 横浜市戸塚区名瀬町 344-1 大成建設(株)技術センター TEL 045-814-7229

開始前に、オペレータは図-4 に示すように旋回規制帯の始点と終点を定める (図の赤エリア)。

まず、規制エリア端 (高圧線の下手前) にバケットを置き、キャビンに設置されたモニターでその位置をクリックする。次に、反対側の規制エリア端 (高圧線の下手前) まで、旋回可能方向側にバケットを旋回させ、キャビンに設置されたモニターでその位置をクリックする。この作業により、旋回規制範囲が設定される。また、バックホウは、掘削と共に移動しながら作業を進めるケースが多い。図-5 上図のように電柱と平行して掘削する場合は、一度設定した旋回規制帯が平行して適用できるため、規制帯の再設定は不要である。しかし、図-5 下図のように移動前の旋回規制帯をそのまま移動後に適用すると、周囲の状況によっては接触事故などが懸念される。よって、旋回規制帯を設定した位置を記憶し、設定した場所から大きく移動した場合は、旋回範囲の再設定を促す警告機能も搭載している。

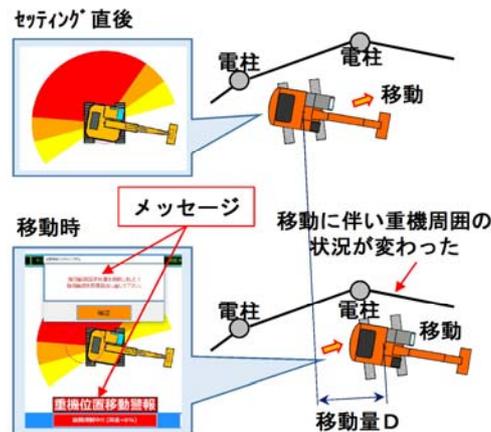


図-5 旋回範囲再設定を催促するシステム

(3) 旋回減速帯の設定

旋回規制バックホウは、速度を上げて旋回しても赤エリアに達しないよう、段階的に減速帯を設けて旋回規制帯の始点または終点付近で停止するよう油圧制御を行う。すなわち、規制の無い白色帯では旋回油圧バルブ開度は 100% であるのに対し、黄色の第一、橙色の第二減速帯では徐々にバルブ開度を減じることになり、赤色の旋回規制帯ではバルブ開度が 0% となる (図-6)。

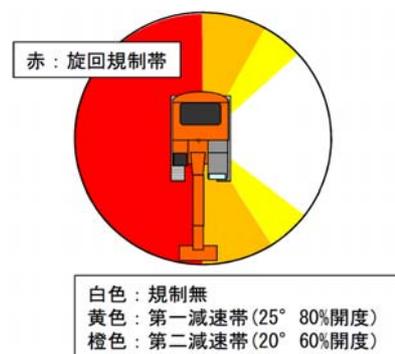


図-6 決定した旋回規制範囲

なお、当該重機における減速帯の設定は、以下の方法による。減速帯決定のため、エンジンの回転数を最大にし、バケットに 1t のウェイトを置き (バケット内に土砂を抱え込んだ状態を想定)、次の要領で実施した。旋回角 180° で急に不動作 (バルブ開度 0% : 停止) にした場合、できるだけ小さな滑り角で停止する旋回バルブ開度 Y% と滑り角の関係を求めた。実験結果を図-7 に示す。ここでは、60% のバルブ開度であれば、急に不動作としても 0.4° 程度の滑り角で機械が停止することがわかった (減速帯の段数や開度の設定は、機種毎に考慮する必要があると考えている)。

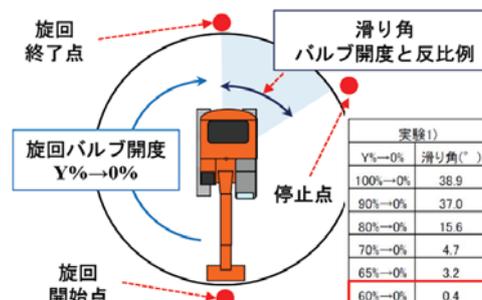


図-7 バルブ開度を設定する実験例

3. まとめ

- ① 従来システムのような警報だけ発信する方式ではなく、確実にバックホウの旋回を停止させ、重要構造物・車両・架線・配管などの接触や損傷を事前に防止できる技術である。
- ② 汎用重機のどの機種にも (手持ち機械にも) 容易に取り付けられ、接触防止を図ることができる技術である。
- ③ 規制範囲の設定は簡便で、初めての操縦者や ICT に不慣れな操縦者であっても 15 分程度で使いこなせる設定である。
- ④ 旋回停止動作は、規制エリアに近づくと油圧量を制御して徐々に止まる機構で、オペレータへの注意喚起に効果的かつ、急に旋回を止めることによるバックホウ本体の転倒を防止することが出来る。
- ⑤ 全ての建設工事で利用できる技術である。

参考文献)

青木ほか：バックホウの旋回による接触事故防止-旋回規制バックホウの開発-中国地方建設技術開発交流会 (2017. 10)