

44. 安全を考慮した接近検知型バックホウの開発

建設省東北技術事務所：菊地 幹雄， 関野 広光
後藤 晃一， *鈴木 邦昭

1. はじめに

建設工事では近年、機械施工の高度化が進み、省力化、建設費用のコスト縮減等の対策が行われている。しかしその反面、建設機械関連での事故災害が増加しており、安全対策をいっそうきめ細かく推進するため、施工の観点から機械のハード面に対策すべく検討を行った。

クレーンと並んで事故発生件数が多かったバックホウについて調査した結果、特に作業員との接触事故が多く発生しており、事故を防止するためにセンサを利用した接近検知型バックホウの開発を行い、現場適応性調査の結果を報告するものである。

2. システムの概要

2. 1 作業員・バックホウ接近時の自動制御

作業員のヘルメット（ベスト）とバックホウに超音波センサを取り付け、設定した領域において警報、減速、停止等の制御を行うものである。

表-1 バックホウセンサ取付位置

取付場所	取付個数	備 考
左側方	1	旋回用：1
右側方	3	旋回用：1、走行用：2
後方	2	走行用：2
作業機周り	2	作業機操作及び旋回用：2
計	8	

※作業機周り検知

切り替え式（減速モード：3m/停止モード：3m）

強制選択式（減速モード：3m→停止モード：1m）

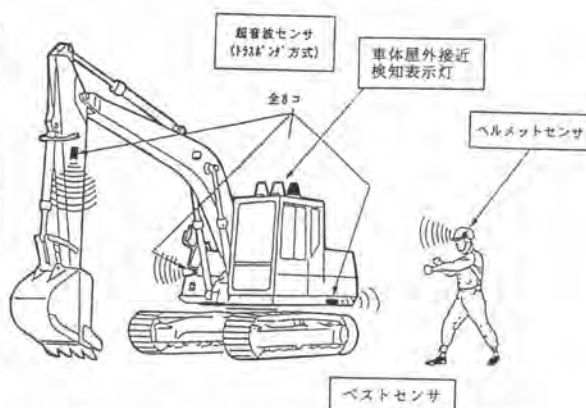


図-1 接近検知型バックホウシステムの概要

2. 2 作業機（バケット）周りへの作業員立ち入り要求機能

バックホウ施工では作業機（バケット）周りでの作業員の補助的な作業が必要となる場合があることから、接近するためのバックホウオペレータへ知らせる「立ち入り要求機能」を設定した。

2. 3 キャビン内の表示モニタ

バックホウのオペレータが作業員の接近方向を確認できるようにキャビン内に表示モニタを取り付けた。

表-2 接近検知システム

項目	内容			備考	
動作方式	超音波トラスポンダ方式			親局から子局までの到達時間と子局から親局までの到達時間から接近距離を演算する	
検知距離	10mまで可(60°)				
検知エリア設定機能	設定は可変(0.5mきざみで設定可) 1センサにつき3エリア設定可 警報用 2~6m可 減速用 0.5~6m可 停止用 0.5~6m可			例)警報:4m、減速:2m、停止:1mに設定時 4mに接近した場合警報→2mで自動減速→1mに接近した場合自動停止	
エリア設定値(試験時)		立入要求エリア	減速エリア	停止エリア	作業機エリア 切り替え式(減速モード:3m/停止モード:1m) 強制選択式(減速モード:3m/停止モード:1m)
	旋回 m	10	2.5	1.5	
走行 m	10	-	2.0		
作業機 m	3	(3.0)	(1.0)		
距離精度	±10%以下または±0.5m以下の小さい方(室温)				
警報	表示モニタ: 接近位置図式表示モニタ 自動減速エリア→赤ランプ点滅(0-) 自動停止エリア→赤ランプ点滅(0-) 作業機周りモード切替表示 停止モード→緑点灯 減速モード→黄点灯 フリーモード→赤点灯 屋外表示灯: 作業機周りモード切替表示 停止モード→緑点灯 減速モード→黄点灯 フリーモード→赤点灯+ブザー ヘルメットセンサ: 最大72個(10cm) 5段調整可				

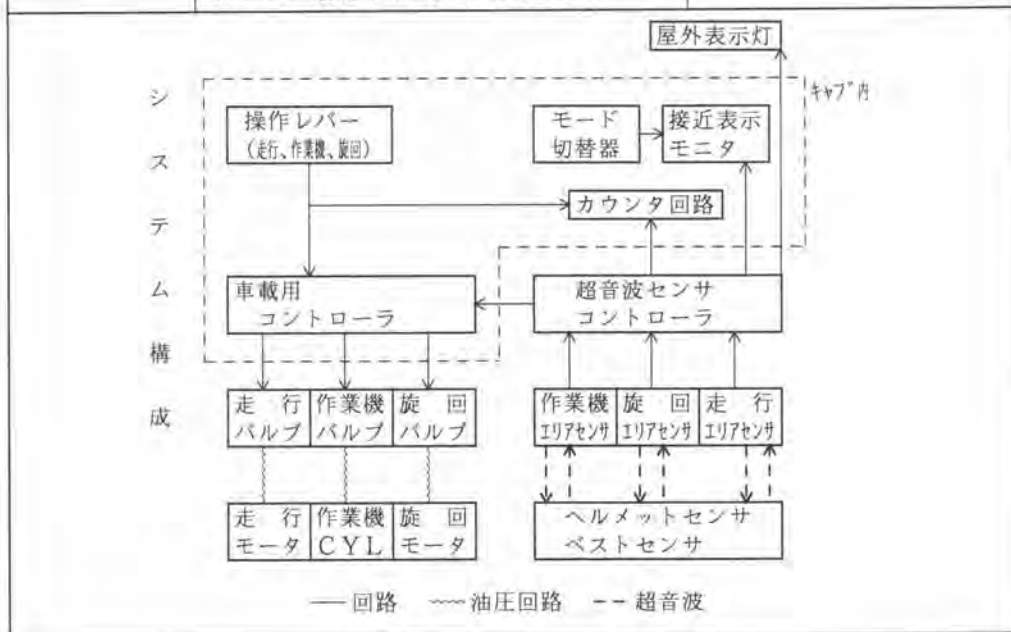




写真-1 ヘルメットセンサ



写真-2 ベストセンサ



写真-3 キャビン内表示モニタ

3. 現場適応性調査

工事工種：掘削・積込み作業、排水柵吊り作業、埋戻し作業、コンクリート打設作業等

試験日数：9日間（延べ48時間）

試験内容：システム作業状況確認及び作業員アンケート調査

表-3 現場適応性調査（その1）

項 目	調 査 及 び ア ン ケ ー ト 結 果		
自動制御機能	車体本体 周り	<ul style="list-style-type: none"> ・システムはあった方がいいという意見であった。 ・停止時に若干のショックはあるものの気にはならないという意見であった。 ・作業再開はスムーズであった。 	
	作業機周り	切り替え式（停止／減速） <ul style="list-style-type: none"> ・システムはあった方がいいという意見であった。 ・減速解除はスムーズであった。 ・モード切替操作はスムーズであった。 	強制選択式（減速→停止） <ul style="list-style-type: none"> ・システムはあった方がいいという意見であった。 ・自動減速を感知できた。 ・減速解除が遅く違和感があった。
立入要求機能	<ul style="list-style-type: none"> ・システムはあった方がいいという意見であった。 ・要求信号は認識できた。 ・誤認識信号（ノイズ）が時々入った。 ・立入要求信号を発信できるエリアを車体中心から10mと設定したが実際には車体前方については10mを割った結果となった。（図-2参照） 		
車内警報表示機能	<ul style="list-style-type: none"> ・モニタの表示は識別可能で注意喚起が出来た。 ・警報音は丁度良かった。（但し、最大音量では耳障りという意見があった。） ・模擬音声アナウンスは良好であった。 ・車体屋外接近表示灯の視認性が悪かった。 		
作業員側警報機能	<ul style="list-style-type: none"> ・ヘルメットセンサの配線等の取扱いがしにくい。 ・ヘルメットセンサの発信音が気になる。 ・ベストセンサの取扱いがしやすかった。 ・ベストセンサは現場で急に装着指示されても違和感がなかった。 ・警報音は丁度良いという意見であった。 		

表-3 現場適応性調査（その2）

項目	調査及びアンケート結果
作業機の掘削力等	・今回の減速機構ではメインポンプの吐出圧を絞る方式になっており、減速とともに作業機の掘削力、保持力、横当て力が減少した。
自動制御回数	・今回の自動制御回数（検知回数）が多かったのは作業機操作における作業機エリア内の減速であり、工種では生コンクリート打設時に多かった。

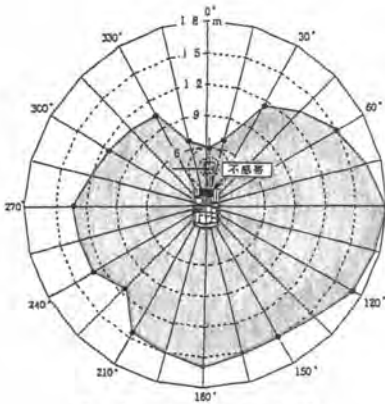


図-2 立入要求エリア



写真-4 現場適応性調査状況

4. 今後の課題

- ・車体屋外接近検知表示灯の視認性の改善
- ・作業機周りでの自動制御の改善
- ・作業員側ヘルメット、ベストセンサの改善（小型軽量化、装着性、メンテナンス性の向上）

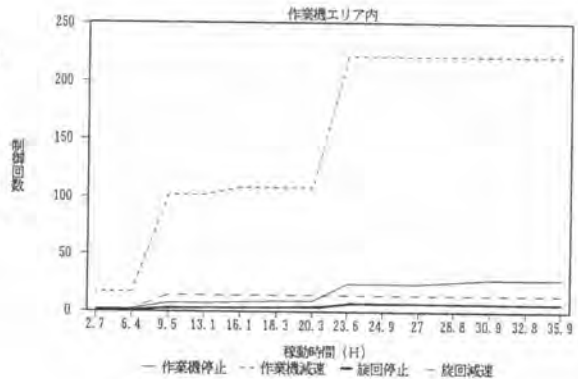


図-3 作業機エリア内制御回数

5. あとがき

接近検知型バックホウのシステムについて現場適応性調査の結果、実用化できる段階と判断した。

現場適応性調査のアンケート結果から若干の改善すべき要望箇所について対応し、改善後に現場適応性調査を行い、実用化の確立を図るものとする。