

ミニパワーショベルラジコン仕様車

Radio Controlled Mini Hydraulic Excavator

吉田 泰弘*
Yasuhiro Yoshida
中村 慎一**
Shin-ichi Nakamura
浅山 芳夫***
Yoshio Asayama
荒川 秀治****
Shuji Arakawa

安全な場所で、よく見える場所で運転したい、という市場のニーズに対し、ミニパワーショベル PC25、PC30、PC40 でラジコン仕様車を開発した。このラジコン仕様車は、「誰にでも、簡単に、安全に操作ができる」という特徴を有しており、これからの土木建設業の 3K 作業からオペレータを解放するために、一役をこなすものと期待する。

Radio control specification models have been developed for the PC25, PC30, and PC40 mini hydraulic excavators to meet the need to be able to operate the machine from a safe place where there is a good view. The feature of these radio controlled machines is that they can be operated by anyone simply and safely. In this way, they will play a big role in the future in freeing operators from the 3Ds (difficult, dirty, and dangerous work).

1. はじめに

最近の土木建設業をとりまく環境をみると、オペレータの安全、環境というものが一層重要視されてきている。そのため、危険な場所での作業、悪環境での作業に対し、ラジコンによる遠隔操作の要求が強い。

一方また、人手不足、高効率化から、作業機先端の作業部分がオペレータから、見にくい作業に

- * 建機事業本部 技術本部 新建機開発センタ
- ** 建機事業本部 技術本部 建機第一開発センタ 開発第一部 開発グループ
- *** 研究本部 中央研究所 電子材料・デバイス開発研究室 センサグループ マネージャ
- **** 研究本部 中央研究所 産業機械開発研究室 建設ロボットグループ

対し、補助作業員を減らし、見やすい場所で効率的に作業をするためにも、ラジコンによる遠隔操作の要求が強い。

表 1 に、パワーショベルにおけるラジコンが必要とされるであろう現場を示すが、さまざまな場所で、ラジコンの潜在的なニーズがあることがわかる。

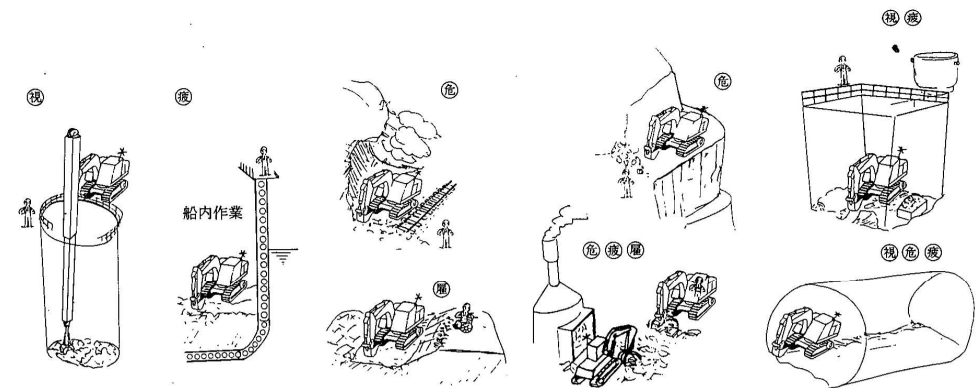
今回ミニパワーショベル PC25-1、PC30-7、PC40-7 のアバンセ R にて、ラジコン仕様車を開発した。

アバンセ RTM は、1990 年、人間尊重をテーマに開発されたミニパワーショベルであり、その完成度の高い品質、性能、デザインでユーザから高い評価を得ている。

今回、このシリーズに、ラジコン仕様を追加す

表 1 ラジコン仕様車の想定現場・作業

ラジコン化が必要		想定現場・作業
①危険が伴う作業	●落下物の危険性がある作業 ●本体落下の危険性がある作業 ●本体転倒の危険性がある作業 ●生命に係わる環境での作業 ●他の機械による危険性がある作業 ●落盤の危険性がある作業	1) 溶鉱炉改修工事（落下物） 2) 解体作業（落下、転倒） 3) 路肩での道路工事 4) 採石現場（落下、転倒） 5) 傾斜軟弱地での作業 6) 原子炉改修工事 7) 有毒ガス内での作業（化学プラントの改修etc.） 8) 基礎掘削作業 9) 坑内、トンネル内作業
②悪条件下での作業	●高温空間での作業 ●低温空間での作業 ●多湿空間での作業 ●振動を伴う作業 ●異臭を伴う作業	1) ノロ処理作業 2) アスファルト転圧作業 3) 地下掘削工事 4) ブレーカ作業 5) 岩掘削作業 6) 産廃処理現場（含ゴミ） 7) 硫黄臭などする現場 8) 船内作業
③ワーク手元での作業		1) U 字溝などの積み降し 2) U 字溝などの掘え付け
④作業機先端が見える位置で遠隔操作		1) 深層掘削 2) 石垣の裏込め作業
⑤埋設物を確認しながらの作業		1) 上下水工事 2) ガス管工事 3) 電設工事
⑥乗っけては操作が困難な作業		1) レンタル・プール地車両管理（車両をギッチリ詰める） 2) 傾斜地等無理な姿勢での操作



ることで、土木建設業の3K作業からオペレータを解放することをねらった。

以下にこのラジコン車の構造と特徴について詳細を記す。

2. 構造概要

2.1 外観

写真1にPC40R-7(PC40-7ラジコン仕様車)全景を示す。

ラジコン仕様車は、その外観上、標準車とよく似ており、異なる点は、アンテナ、回転灯、モニタランプがキャノピについていることと、車体マークのみである。

写真2に操作盤外観を示す。ケースは、樹脂性であり、小型軽量タイプである。

2.2 ラジコンシステム

図1にラジコン装置システム構成を示す。

操作盤のジョイスティックレバーおよびスイッチの信号は、CPUを経て、FM送信機より、内蔵のアンテナを介し送信される。使用電波は微弱電波を使用している。送信された電波は、車両本体の2本のアンテナによりFM受信機で受信される。アンテナはダイバーシティ機能を有している。FM受信機で変換された信号は、再びCPUに読み込んで、必要な指令を発する。この指令により、EPCバルブ(電磁比例制御弁)、ON-OFF弁、リレー等の電気アクチュエータを駆動し、車両がコ



写真1 PC40R ラジコン仕様車

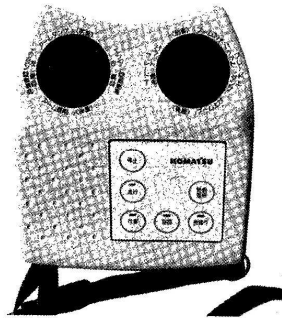


写真2 操作盤

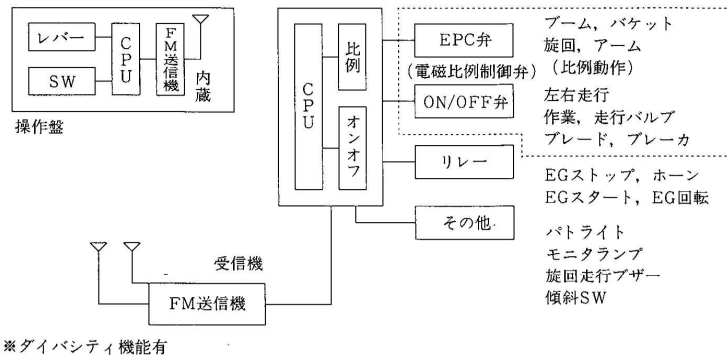


図1 ラジコン装置システム構成

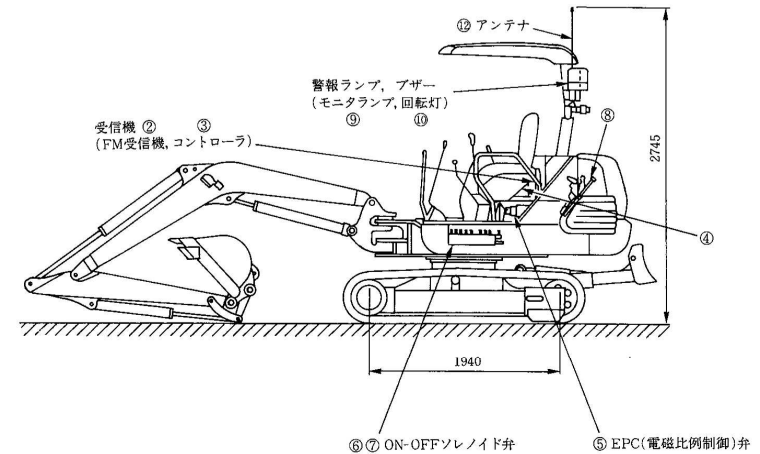


図2 ラジコン主要機器配置

ントロールされる。

図2にラジコン主要機器の配置図を示す。

ラジコン仕様は、これらの機器が標準車に対する変更を最小限にし、標準車に追加装着される形式となっている。

2.3 車両のコントロール

図3にラジコンコントロール用の油圧システム構成図を示す。

ブーム、アーム、バケット旋回のコントロールのため、EPC弁がPPC弁と直列に接属されている。マニュアルでの操作時は、PPC弁のパイロット圧により、メインバルブがコントロールされるが、ラジコン操作時は、EPC弁のパイロット圧でメインバルブがコントロールされる。

左右の走行およびブレーカ、ブレードには、メインバルブに内蔵して、シリンダが装着されている。マニュアルでの操作時は、通常のペダル、レバーにより直引で、メインバルブがコントロールされるが、ラジコン時には、ON、OFF弁のパイロット圧により、メインバルブの内蔵シリンダを動かし、メインバルブがコントロールされる。

エンジンの始動、停止は、マニュアル時のスタートの信号を、コントローラよりスタートリレー、ストップリレーを介し発することで行う。

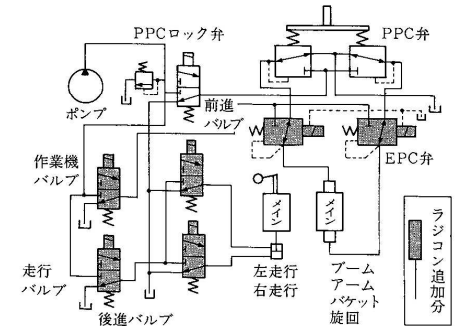


図3 ラジコン油圧システム構成

またエンジン回転のアップ、ダウンは、直流モータでピニオン、ギヤを介し、エンジンがバナレバーを駆動することで行う。

3. 特徴

本ラジコン仕様車の主要な特徴は次の二つである。

1. 操作しやすいラジコン
2. 安全なラジコン

特にミニパワーショベルのラジコンを考えるのと、

・専門オペでない素人のオペが多い。
 ・まわりに人が多い街中での稼働が多い。
 という理由で、重要なポイントである。
 以下この二つの特徴について詳細を記す。

3.1 操作しやすいラジコン

1) マニュアル、ラジコンの両操作が可能

前項 2-2) で述べたように、本ラジコン車は標準のミニパワーショベルに対し、ラジコンユニットを追加した構成になっている。これにより、標準車のマニュアル操作は、そのまま可能であり、車体のスイッチを切り換えることで、ラジコン操作が可能となる。ラジコンでは、エンジンの始動からブレーカまで、マニュアルとほとんど同じ操作が可能である。(アームスイングのみ不可)

これにより、作業内容、周囲の環境、危険性等に応じて、好きな方を選んで作業ができる。

2) 操作性のよい作業機コントロール

ブーム、アーム、バケット、旋回のコントロールは、EPC 弁による比例コントロールを実施している。分解能は 1 軸 6 ビットであり、レバーストロークに応じた微操作性が確保できる。これにより、作業機の細かい位置合わせの作業が、マニュアルと同等にできる。

また微操作モードスイッチにより、作業機速度を通常の約半分に設定できる。これにより微操作が必要な作業に対応できる。

走行は、ON・OFF 弁によるコントロールであるが、左右のレバーストロークを検出し、直進をしようとする時は、左右同時に走行の指令を出す。このため発進、停止時に、走行曲がりがない。また、走行のパイロット回路には絞りを有しており、ショックが少なく、レバーのインテング操作で、微少量の走行コントロールができる。

3) 小型軽量で操作しやすい操作盤

前項 2-1) で示したように操作盤は小型軽量タイプである。しかもケースは樹脂性でアンテナ内蔵のため、両手にすっぽりおさまリ、操作がしやすい形状となっている。またレバーは操作力が軽い。このため、長時間操作しても疲れない。

図 4 に操作盤の操作の方法を示す。

作業、走行、エンジン回転の調整の操作は、モ

ード切り換えのスイッチでモードを切り換え、2 本のジョイスティックレバーで操作する。作業、走行のジョイスティックレバーの動かし方は、マニュアル操作と同じであり、通常のパワーショベルの運転の経験があれば、数日で慣れることができる。

4) 資格不要の微弱電波操作可能距離 10 m

本ラジコンは、電波法に準拠した 141 MHz 帯の微弱な電波を使用しており、無線局の免許を必要としない。よって車両の運転資格があれば誰でも使用ができる。

電波到達距離は、仕様は 10 m 以上であり、電波環境がよければ、30~50 m にての操作が可能である。アンテナは 2 本あり、ダイバーシティ機能をもっている。このため、パワーショベルが旋回し、1 本のアンテナが作業機の影になって受信状態が悪くなくても、もう 1 本のアンテナが補って受信するため、360 度どの方向からでも死角がなく、ラジコン操作ができる。

また電波の周波数は 141 MHz 帯に 2 波もっており、スイッチにより切り換えが可能である。これにより周波数を変えることで同じ現場に 2 台のラジコン車が稼働しても互いに干渉なく操作が可能である。

3.2 安全なラジコン

ラジコンという新しいシステムに対して、

- ① オペレータの不慣れ、不注意による誤操作
- ② 電波異常による誤動作
- ③ 機器等の故障による誤動作

等の想定される危険なモードに対し、事故を未然に防ぐために安全機構を織り込んだ。

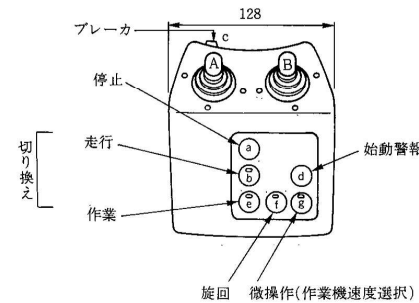
表 2 にその内容を示す。

ミニパワーショベルは、もともと専門オペでない不特定多数のオペが操作することが多い機械である。この安全機構により誰でも安全に操作ができることをねらった。

以下その中の四つの主要な安全機構を記す。

1) 決められた始動手順

他人が送信機をさわっていて、誤ってラジコン車を動かしてしまうことがないように、始動手順を決めた。始動手順は次のとおりである。



記号	名 称
A	ジョイスティック
B	ジョイスティック
a	停止スイッチ
b	走行スイッチ (LED付)
c	ブレーカスイッチ
d	始動警報スイッチ (LED付)
e	作業スイッチ (LED付)
f	旋回スイッチ (LED付)
g	微操作スイッチ

モード	A (左) レバー	B (右) レバー	各モードの状態
待機	エンジン回転 スロー ← フル →		作業、走行スイッチが押されていない状態 例：エンジン始動後の状態
作業 (ISO パターン)	アーム伸 (旋回) 左 → (旋回) 右 アーム縮	ブーム下 バケット掘削 ← バケット ダンパ → ブーム上	作業スイッチを押した状態 …作業スイッチ点滅中… (旋回は旋回切り換えスイッチも押した ときのみ作動する)
走行	左前進 左後進	右前進 ブレード下 ← ブレード 上 → 右後進	走行スイッチを押した状態 …走行スイッチ点滅中…

図 4 ラジコン操作盤操作方法

- ① 最初に停止スイッチを押す。
 - ② 停止スイッチ、始動・警報スイッチ以外のすべてのスイッチを順次押す。(ブレーカスイッチは除く)
 - ③ 始動・警報スイッチを最後に押す。
- ①~③の操作により、警報が鳴ってエンジンが始動する。
 この手順により、誤始動を防ぐほか次の効果がある。

- ① 最初に停止スイッチを押すことで、もし周囲に同一周波数のラジコン車が稼働していた場合、そのラジコン車にエンジン停止の指令を出しエンジンを止める。
 - ② すべてのスイッチを押す作業で、始動前に、操作盤のスイッチが正常かをチェックして、始動する。異常があれば始動不可能となる。
- 2) オペ転倒時の緊急停止
 操作盤に傾斜スイッチを内蔵しており、角度が

表2 ミニPS ラジコン車の安全機構

項 目		実 施 方 策
操作上の 安全性	始 動	操作盤スイッチを所定の順序で全て押すことにより、警報後に始動→誤始動防止 ラジコン・搭乗切替スイッチがラジコン時、常時回転灯点灯
	走 行	走行専門モード(電子ブザー警報 ON) のときのみ走行可能、10秒間操作しないと切 れます。
	旋 回	旋回モードのときのみ旋回可能(旋回時電子ブザー警報)、10秒間操作しないと切 れます。作業モードで旋回モードスイッチを押さないと旋回できない。
	停 止	送信機が異常に傾斜した場合(例えばオペレーター時) 操作盤内傾斜スイッチの感知によりエンジン停止(全方向50°~80°傾斜した場合)
電波異常 の安全性	電波切れ 混 信	0.13秒後アンテナ切替、0.3秒後作業機出力停止 また、異IDコード機を検出した場合、作業機出力停止。
そ の 他	車両異常	車両モニター信号を受けてエンジン停止
	車体傾斜	車体の傾斜が20°以上で警報ブザーが鳴ります。

50~80度以上傾くと、エンジンを停止する。この機能により、オペレータが誤って転倒した時や操作盤を落した時等に、レバーが誤って押され、車両が暴走することを防止する。

この機能は、次の2段階のステップで行う。

① 傾斜スイッチ ON で、即出力停止(コントローラより、EPC 弁、ON・OFF 弁、リレーへの電源を OFF にする)する。これにより、EPC 弁およびそれにパイロット圧を供給するラジコン切り換え用 ON・OFF 弁が OFF となり、車両は停止する。

② 傾斜スイッチ ON の状態が1秒以上連続するとエンジン停止する。

このように2段階に分けたのは、オペレータが体の向きを変えた時等、振動により傾斜スイッチが入り、オペレータの意思に反して、エンジンが止まることを防ぐためである。

この機能により、オペレータ転倒時の誤動作を防止するとともに、車両異常時の緊急停止スイッチとして、正規の停止スイッチと別系統のスイッチとして機能する。特にこの緊急停止の方法はスイッチの位置を探すことが不要で、万一の異常時には有効と考えられる。

3) 走行、旋回時の安全性

走行、旋回操作は、車両本体が移動する操作であり、標準車においても、後進、旋回時に、カウンタウエイトにはさまれる災害が発生している。

特にラジコン車の場合、新しい操作系となり、操作レバーもマニュアルに比べ小さく、不用意な操作が重大な災害に結びつきかねない。

本ラジコン車は、走行、旋回の誤操作による安全性を高めるために、走行、旋回がそれぞれ可能なモードを設定し、それぞれのモードで操作でき

表3 操作盤モードと可能操作

操 作		SW 操作				ジョイスティック操作						
モード		EG 停止	警 報	EG 始動	ブレーカ	アーム	バケット	アーム	旋 回	走 行	ブレード	EG 回転
待 機	旋 回	○	○	○	×	×	×	×	×	×	×	○
	通 常	○	○	×	○	○	○	○	×	×	×	×
	微 操 作	○	○	×	○	○	○	○	×	×	×	×
	旋 回	○	○	×	○	○	○	○	×	×	×	×
走 行	通 常	○	○	×	○	○	○	○	×	×	×	×
	微 操 作	○	○	×	○	○	○	○	×	×	×	×

表4 本体スペック (キャノピ仕様)

機 種		PC25R-1	PC30R-7	PC40R-7	
項 目					
運 転 整 備 重 量		kg	3110(3095)	3360(3345)	4160(4165)
* 標 準 バ ケ ッ ト 容 量		m³	0.08(0.14)	0.10(0.16)	0.13(0.22)
バ ケ ッ ト 容 量 (装 着 可 能 範 囲)		m³	0.03~0.1	0.05~0.12	0.05~0.14
標準バケット幅(サイドカッタ含む)		mm	425(500)	525(600)	535(600)
エ ン ジ ン 出 力		kW/rpm{PS/rpm}	20.6/2,700{28/2,700}	20.6/2,550{28/2,550}	27.2/2,700{37/2,700}
作 業 範 囲	最 大 掘 削 深 さ	mm	2,870	3,135	3,370
	最 大 垂 直 掘 削 深 さ	mm	2,170	2,390	2,605
	最 大 掘 削 半 径	mm	4,980	5,290	5,700
	最 大 床 面 掘 削 半 径	mm	4,850	5,170	5,560
	最 大 掘 削 高 さ	mm	4,950	5,250	5,615
	最 大 ダ ンプ 高 さ	mm	3,465	3,765	3,920
	作 業 機 最 小 旋 回 半 径 () ス イ ン グ 時	mm	1,710 (1,260)	1720 (1,300)	1,935 (1,490)
性 能	走 行 速 度 (高 / 低)	km/h	** 3.6/2.3	** 3.8/2.5	** 3.7/2.4
	旋 回 速 度	rpm	9.5(5)***	11(5)***	9.5(5)***
	登 板 能 力	度	30	30	30
	最 大 掘 削 力	kN{kg}	20.6{2,100}	23.5{2,400}	27.0{2,750}
	側溝オフセット量(左/右)	mm	**** 535/640	**** 535/640	**** 550/660
	バケット飛出量(左/右)	mm	**** -15/170	**** 35/220	**** -110/80
	ブームスイング角(左/右)	度	**** 90/50	**** 90/50	**** 90/50
寸 法	輸 送 時 全 長	mm	4,850	5,120	5,440
	輸 送 時 全 高	mm	2705(2710)	2705(2710)	2735(27450)
	全 幅	mm	1,550	1,550	1,880
	後 端 旋 回 半 径	mm	1,390	1,415	1,415
	タ ン プ ラ 中 心 距 離	mm	1,610	1,610	1,910
	ク ロ ー ラ 中 心 距 離	mm	1,200	1,220	1,440
	ク ロ ー ラ 全 長	mm	2,080	2,080	2,420
エ ン ジ ン	最 低 地 上 高	mm	290	290	320
	名 称	-	コマツ 3D84-2D	コマツ 3D84-2E	コマツ 4D84-2A
	シリンダ数-径×行程	-	3-84×96	3-84×86	4-84×86
足 廻 り	総 排 気 量	cc	1,429	1,429	1,906
	履 帯 形 式	-	溶接組立式 ダブルグロウサ	溶接組立式 ダブルグロウサ	ボルト組立式 トリプルグロウサ
	転 輪 数 上 / 下 (片側)	個	1/4	1/4	1/4
油 圧 装 置	履 帯 幅 / 接 地 圧	mm/kPa{mm/kg/cm²}	300/28.4{300/0.29}	300/30.4{300/0.31}	400/24.5{400/0.25}
	油 圧 ポ ン プ 形 式 × 個	-	ギヤ式×3	可変×2、ギヤ式×1	ギヤ式×3
	ポ ン プ 吐 出 量	ℓ/min	30×2+19	37×2+21	38×2+24
そ の 他	最 大 圧 力	MPa{kg/cm²}	20.6{210}	20.6{210}	20.6{210}
	燃 料 タ ン ク 容 量	ℓ	50	50	50
	ブ レ ード 幅 × 高 さ	mm	1,500×350	1,550×350	1,850×350
騒 音	オ ー ー 耳 元	dB(A)	78	78	79.5
	周 囲 7 m	dB(A)	68	68	69
	周 囲 30 m	dB(A)	55	55	56

() : ゴムシュー装着時

* : () ミニ表示

** : ラジコン操作時低速のみ

*** : () ラジコン操作時

**** : 搭乗運転時のみブームスイング及びオフセット可能

る機能を制限した。表3に各モードにおける可能な操作を示す。

これにより、走行したい時は走行モードへ、作業モード中に旋回したい時は旋回可モードへ入れる操作をさせ、オペレータに意識づけをさせることで誤操作を防止している。なお、これらのモードは、10秒間何も操作しないと解除され、走行、旋回が不可となる。

また走行モード時、および旋回モードで旋回レバーが入っている時に、ブザーが鳴り、オペレータ及び周囲の人に警報を発する。

その他、旋回速度は、ラジコン時はマニュアル時の約 $\frac{1}{2}$ に遅くし、走行は、ラジコン操作で走行2速の高速走行を不可とし、安全性を重視した。また、オペレータから車体の旋回方向、走行方向がわかりやすいように車体にラベルを貼った。

4) 電波障害による安全性

ラジコン車の無線データには、電波障害による

誤動作防止のため、IDコード、パリティコード、反転2連送により誤りチェックを行い、妨害電波を受けると、誤り検出により、動作を停止する。(各ソレノイドへの電源をOFFにする)

① IDコード：ラジコン車1台1台個別のIDコードを持っており、異なる車両の送信機からのデータは、IDコードが異なるため、誤り検出を行い、指令は受けつけない。

② パリティコード：データ伝送の各フレームごとに、データが正しく受信されたかどうかをチェックするパリティコードを付加して送っている。電波障害などでデータに受信誤りが生じると、このパリティコードにより、誤り検出を行う。

③ 反転2連送：データはデジタルで、0は01、1は10と送っている。この送り方では、0または1が3回以上続くデータはありえない。電波障害などで受信誤りが生じると、0または1が3回以上続く状態が発生し、これにより誤り検出を行う。

表5 ラジコン部仕様

項 目		仕 様
機 能	比 例 操 作	アーム、バケット、旋回、アーム
	ON / OFF 操 作	走行、エンジン始動・停止、エンジン回転アップダウン、ホーン ブレード、ブレーカ(ただし、ブレーカ配管はオプション)
安 全 装 置	送 信 機	転倒検出センサ(転倒すると非常停止が働きます)
		旋回可能ボタン(旋回の誤操作防止)
		内部故障検出表示機能
	受 信 機	ラジコン切替時、回転灯で表示
		旋回、走行時警報アラーム 車両傾斜時警報アラーム 内部故障検出表示機能
送 信 機	形 状	縦154×横128×高さ(奥行)74 mm
	重 量	430 g
	電 源	単4アルカリ電池5本(約40時間操作可能)
	構 造	防滴構造
通 信 関 係	操 作 有 効 距 離	10 m
	無 許 可 微 弱 電 波	14 MHz 帯の2波(141.3、141.72)
	変 調 方 式	FM-直接変調
	通 信 速 度	2400 bps
	ID コード	16 bit
	受 信 方 式	ダイバシティ受信

これらの機能により、誤動作が発生する確率は低く、実際に誤動作は、しないといつてよい。

4. 主要仕様

表4、表5にラジコン仕様車の、本体スペックおよびラジコン部スペックを示す。

5. さいごに

今回このラジコン車を先行して6台量産し、多くのユーザ評価を得た。

その結果、操作性については、通常のパワーショベルのオペなら数日で慣れ、しかも細かい作業もできるということで好評であった。

また、数々の安全機構についても高い評価を得た。一部、安全のため、面倒であるという評価も出ているが、これからの人間尊重、安全重視という傾向をみると、これで良いと確信する。現在、建機のラジコンについて特に明確な安全基準というものが無いが、このミニPSラジコン車が、そのひとつの実施例として参考になると思われる。

これから建機において、ラジコンというものが普及の段階に入ると思うが、このミニPSラジコン車は、その操作性の良さ、高い安全性、および低価格の点から、その先駆けとなるものと期待する。

これからは、さらにユーザの要望を取り入れ、さらに使いやすい、安全なラジコンということで改良を行っていききたい。また、土木建設業の3Kの追放のため、その他の建機にもラジコンの拡大を図っていききたい。

参考文献

- 1) 横山晶男, 長友正嗣, 堀口俊一郎, 中村慎一: 小松技報, 36, (1990), 126, 78.

筆者紹介



Yasuhiro Yoshida

よしだ やすひろ

吉田 泰弘 1982年, KOMATSU 入社。栗津工場にてパワーショベルの設計業務に従事。現在, 建機事業本部技術本部新建機開発センタ。



Shin-ichi Nakamura

なかむら しんいち

中村 慎一 1982年, KOMATSU 入社。栗津工場にてパワーショベルの設計業務に従事。現在, 建機事業本部技術本部建機第一開発センタ開発第一部開発グループ。



Yoshio Asayama

あさやま よしお

浅山 芳夫 1972年, KOMATSU 入社。建設機械のメカトロニクスシステムの研究開発業務に従事。現在, 研究本部中央研究所, 電子材料・デバイス開発研究室センサグループアマネージャー。



Shuji Arakawa

あらかわ しゅうじ

荒川 秀治 1981年, KOMATSU 入社。現在, 研究本部中央研究所産業機械開発研究室建設ロボットグループ。

【筆書からひと言】

今回の開発は、ユーザのニーズを具現化したものではありますが、一方では、建機において手軽にラジコンが使えるというシーズを提供したともいえます。その意味で、これから建機のラジコンがユーザの要求からどのように進んでいくか楽しみです。