

63. 補助作業ラジコンシステムの開発

コマツ：*黒本 和憲・川村 公一
鎌田 誠治

1. 開発の背景

建設機械は屋外産業機械の代表的存在として、大きなパワーデンシティを可能にする油圧ユニットをそのアクチュエータに主として用い、様々な形態での単機能高出力機械として発達を遂げ、土木・建築施工の省人・省力化に貢献してきた。しかし、過去十数年の国内外建設機械マーケットの飽和という現実の一方で、依然として建設現場においては、重機の周囲で数多くの人夫が人手作業をしているのが実態であり、これは即ち、建設機械に求められているものが、人力を越えた「力強さ」から、こうした人手作業を代替し得る「器用さ」へと移行しているのだと考えられ、その解決策が待たれている。

一般に、建設作業は工場内作業に比べ定型化が難しく、しかも個々の現場におけるつじつま合わせといった知的難易度の高い判断が要求され、それが自動化への障害となっていたが、現場で働く人夫はまさにこうした判断に基づく小修正を実施しているのであり、機械の知能化が飛躍的に高まらない限り、人間共存型機械を指向することは避けられない。

その場合、問題はいかに現場作業者にとって使いやすい操作系を提供できるかであり、その具体的なシステムの実現例として、人間の腕と相似な作業機を有する油圧ショベルにおいて、その傍らに立つ人間が片手で思い通りの動きを簡単に実現することで、自らの作業領域を油圧ショベルに手伝える「補助作業ラジコン」の概念と開発例を紹介する。

2. フィールドオートメーションへの進化過程

単機能工作機械からNC、MC、FMS、CIMと進化したファクトリーオートメーションに対し、屋外でのフィールドオートメーションの進展は遅れているが、その進化の過程にも工場内とは別の道程があると考えられる。図1は



図1 建設機械の知能化過程

我々が考えるフィールドオートメーションに至るその過程であるが、大きく3つのステージが必要であろうと考えている。

(1) 操作容易化

建設機械の操作を安全・容易とするため、キャビン内のオペレータをサポートするための機能を付加する。例えばオペレータの情報環境の整備、基本作業性の向上、熟練作業の容易化であり、当社が昨年市場導入した油圧ショベル「ハイパーGX」シリーズは、その典型である。

(2) 補助員省人化

屋外における環境認識や作業計画を機械が行うことは、現有の技術では難しく、省人化のためには上述の補助作業ラジコン操作系のような人間共存型の知能化は必須となり、建設機械の進化において極めて特徴的かつ重要な過程となる。即ち、作業計画に基づくマクロコマンドは傍らの人間により与えられ、機械内部では対応するマイクロコマンドを自動生成してこれを実行するのであるが、知能の進化に伴いマクロコマンドはよりマクロなもので可能となるから、それに伴い人間と機械の物理的な距離も徐々に離れていくと考えられる。

(3) 遠隔マルチ化

機械の知能化の進展に伴い、人間が機械と

コ ン セ プ ト		
傍らの人間の責任下でその人間の人手作業を手伝わせる操作系		
項 目	要 求 品 質	達 成 手 段
操作性	片手で操作盤を見なくとも思い通りに動かせる	・作業機先端の移動方向指令ボタン ・片手操作可能なボタン配置 ・指の感触で探せるボタン押面形状
安全性	今後の建機の操作系として十分な安全性を有す	起動安全性：重要ボタンを組み合わせた暗写入力で起動 停止安全性：落下時停止ボタン作動
距離性	操作可能20m	・新電波法微弱電波を使用

図2 補助作業ラジコンの要求品質

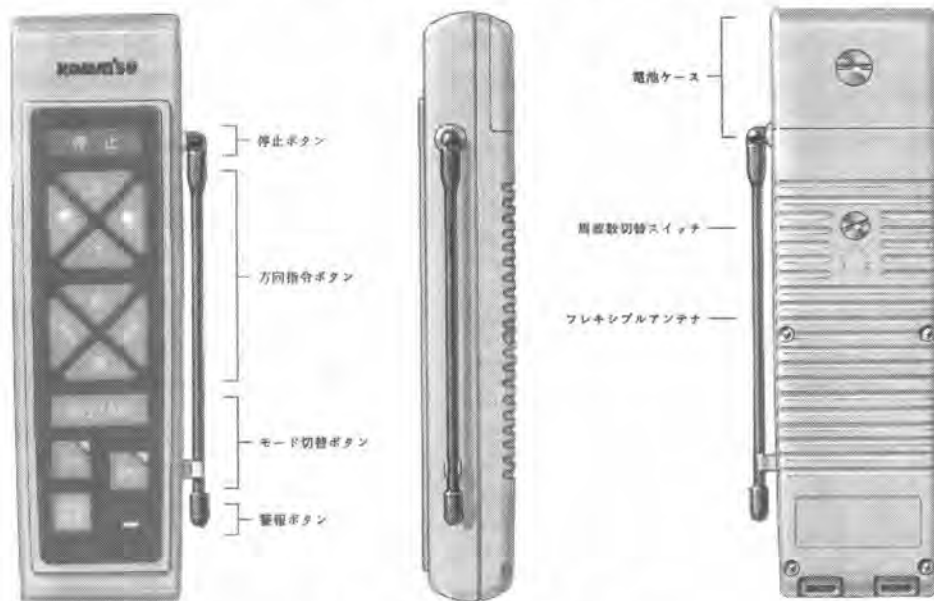


図3 補助作業ラジコン操作部

共有すべき環境情報も少なくすむようになっていくことで、自然な形で機械の自立化が促進され、フィールドオートメーションの究極の形に近づいていくと考えられる。

3. 補助作業ラジコンの要求品質と開発例

補助作業ラジコンは操作容易化のための部分自動化と将来の自立化機械の中間を埋めるものとして、未だ知能化が十分でない機械の傍らに立つ人間の責任の下に、その人間の人手作業を手伝わせる補助機械化システムであって、油圧ショベルにおいて考えられる要求品質を図2に示し、それを具現化した開発機の操作部を図3、今回開発母体とした当社油圧ショベルPC120HYPERGX、PC200HYPERGX本体を図4に示す。

本来円弧運動をする作業機先端に対し、上下前後といった移動方向を操作部でボタン入力すれば、その方向へ作業機先端は移動することができ、それに必要な作業機3軸複合動作の制御は本体側で実施する。各方向共に数mmのインテュングが可能であることから、油圧ショベルはフィールドで作業者の傍らに立つ天井クレーンとして機能することになる。

(1) 操作性

送信機は基本的に左手1本で操作するものとし、左手親指の稼働エリアに全ての方向指令ボタンを集めている。また送信機に目をやることなく、方向指令ボタンが指の感触で探せるように、ボタン表

項目	単位	PC120 HYPER GX	PC200 HYPER GX
運転整備重量	kg	11,800	19,550
定格出力	ps/mm	85/2,200	135/2,200
標準バケット容量	㎥	0.45	0.7
最大掘削高さ	mm	8,610	9,305
最大掘削深さ	mm	5,520	6,620
最大掘削半径	mm	8,290	9,875
最大掘削力(バケット)	kg	7,800	11,400

表1 主要諸元

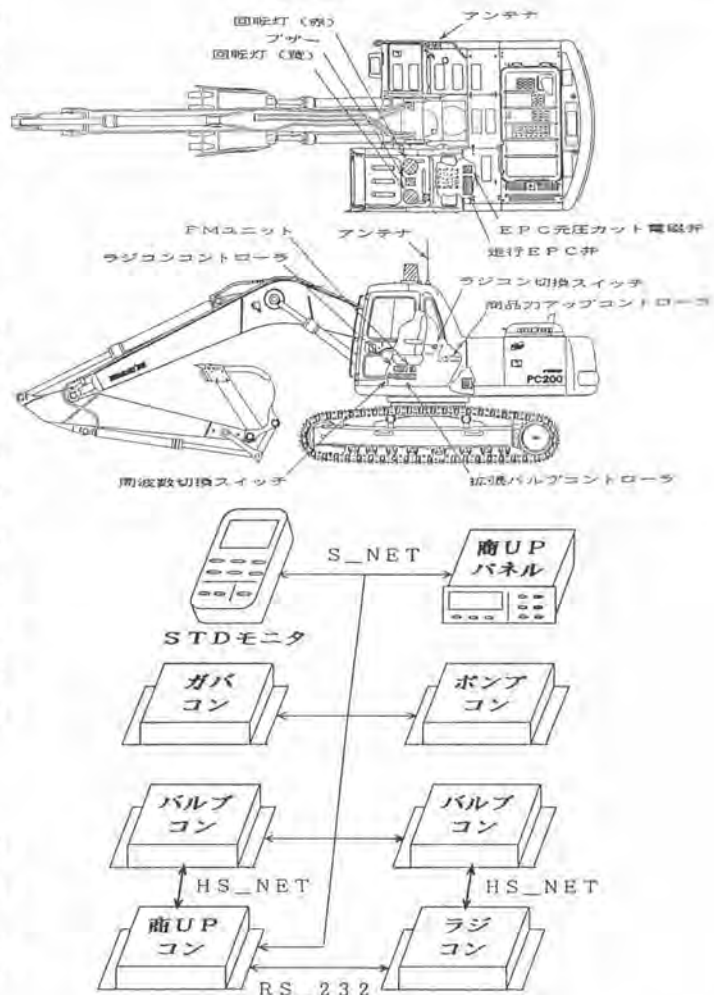


図4 補助作業ラジコン制御車

面は方向性をもった凹形状になっている。

(2) 安全性

送信機は安全上重要ボタンの動作確認といたずら防止を兼ねて、既設のボタン入力手順を実行することで起動される。停止ボタンの作動はこの始動時に確認されるが、それが送信機落下時にも確実に作動するよう、片側に重心を寄せた送信機の、その重心側端部に凸ボタンとして配備している。

(3) 拡張性

方向指令ボタンとしては4軸分が装備されているが、3個のモード切替スイッチにより、最大32の軸指令にまで対応可能である。

(4) 距離性能

テレコントロールとして使用できる電波には、微弱無線と特定小電力無線とがあるが、十分な知能化がなされていない状態の油圧ショベルを目視監視が不十分なエリアから操作されることの危険性から、操作可能距離としては20m程度が適当であり、従って微弱無線を採用した。

4. 今後の展開

開発した補助作業ラジコンは、油圧ショベルをフィールドマニピュレータへと変質させ、更に汎用的に機能させることを目指したものであるが、開発機においてはコンクリート二次製品等のハンドリングに良好に機能することをテストにより確認している。また、ハンドリング以外でも、本機のようなマニピュレータ母体の出現が更に効果的な先端アタッチメントの考案を促し、多機能化がはかられて展開していくと考えており、冒頭にのべた人手作業の多さの分だけ潜在的な市場はあると考えている。

例えば油圧ショベル本体も含めたバリエーションとして図5に示すものが考えられるが、こうした新しい操作系の形は既存建設機械以外の新しい機械化マーケットの創生を押し進めるのではないかと考えている。

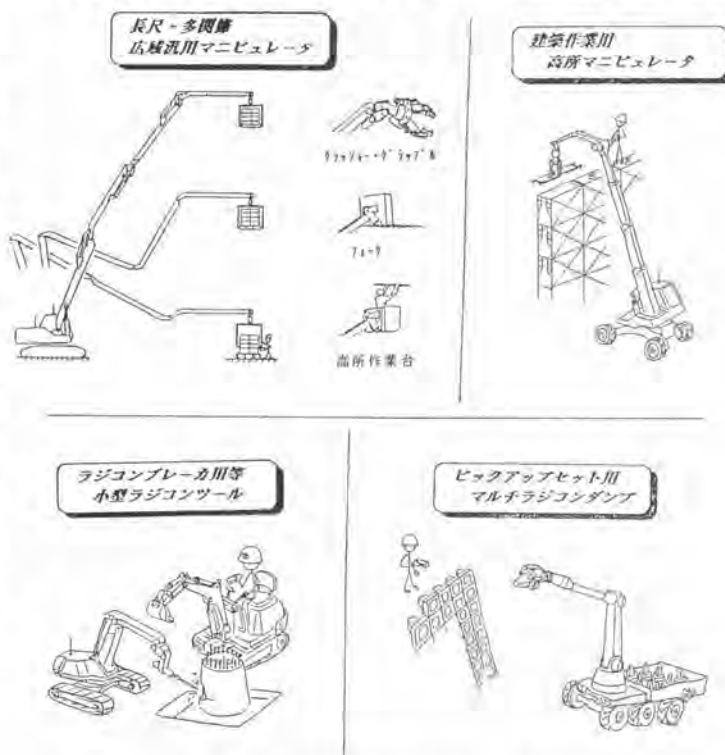


図5 補助作業ラジコンの展開