

13. 簡易なコンクリート打設ロボットの開発

三和機材(株)：*鳴野 亨

(株)竹中工務店：川村 建夫・青柳 隼夫

1. はじめに

建設工事のなかでも主要工事であるコンクリート打設工事は、コンクリート圧送ポンプの性能向上、生コンクリートの品質向上、ミキサー車の大型化など作業所への供給には多くの改善がなされているが、作業所での打設・締固め作業は締固め機器の改善以外はほとんどなく、依然として熟練者の勘と経験に負うところが大きい。また、作業は多くの作業員の人力に頼り、極めて労働集約的な作業であり、作業そのものも大変な重労働作業であり、かつ汚れ作業である。一方、重いホースの振回しなどで配筋をいためるなどの品質上の問題もあり、その施工管理の良否がコンクリート構造物の品質に直接的な影響を及ぼす懸念がある。

コンクリート打設はポンプ圧送工法が一般的で、筒先のホースの振回しと配管の盛り替え作業がある。

これら各作業の問題点は、①作業環境は重労働で、かつ汚れ作業という好ましくない環境である、②筒先ホースが重く、振回し作業をキメ細かくするほど配筋を乱し、品質に悪影響を及ぼす、③圧送による脈動で配筋が乱れ、品質に悪影響を及ぼす、④煩雑な人力作業のため、コンクリート打設方法の標準化が図り難い等である。

これらの打設作業を改善するために、これまで開発され稼働実績のあるコンクリート打設ロボットには水平型と縦型の2種類がある。しかし水平型は据え置き式であり、縦型はクレーン機能を有する多目的機能を合わせもっているが、これらの打設ロボットは設置のための仮設作業を必要とし、比較的大型の工事に適している。

そこで中小規模の工事でも使用可能で、より汎用的な簡易なコンクリート打設ロボットの開発に着手した。

生コン ⇒ 運搬 ⇒ 打設 ⇒ 均し・レベル出し ⇒ 仕上げ ⇒ 養生

2. 試作機(I)の概要

開発の狙いは、下記の通りである。

- ①人力によるホースの振回しを機械化する。
- ②特別な仮設を必要としない可搬式とする。
- ③配筋上を移動できる。

製作した試作機(I)の主仕様を表-1、概要を写真-1、概要図を図-1に示す。

試作機(I)は水平方向に曲がる関節アームを1つ有した走行台車が、レール上を移動する。移動はレールフレームに装備したウィンチで、躯体に反力を取り牽引する方式とした。移動する打設ロボットとポンプ側の配管とは、フレキシブルホースで連結する。

試作機（Ⅰ）での約40m³の実験を行なった結果、下記の改善項目が判明した。

- ①レールフレーム移動の際、配筋端部を引っ掛けて配筋を乱さないために、別の移動機構が必要である。
 - ②コンクリートをキメ細かく分配するために、筒先の上下機構が必要である。
- そこでこれらの問題点を解決するため1992年には試作機（Ⅱ）の開発を行なった。

表-1 試作機（Ⅰ）の仕様

外形寸法(mm)	6500×7650×1340
重量	790kg
使用電力	3.0KVA (AC200V)
配管径	4 ^φ (φ100mm)
筒先振り速度	4.6 r.p.m.
走行速度	11.7 m/min



写真-1 試作機（Ⅰ）



図-1 試作機（Ⅰ）の概要図

3. 試作機（Ⅱ）の概要

試作機（Ⅱ）の仕様を表-2、概要を写真-2、概要図を図-2に示す。

試作機（Ⅱ）は分配部と走行部で構成され、操作盤からの有線遠隔操作方式で運転する。

分配部はコンクリート打設用の配管を装備しており、配管先端部はゴムホース構造でウィンチによりホース筒先を上下する。さらに、配管中央部および筒先部の2ヶ所が水平旋回可能な構造で、広範囲にわたり筒先を移動可能な構成となっている。

走行部は2組の走行レールを有し、走行レール上を走行可能な構造である。また、センタジャッキで走行部をGLよりリフトアップした状態で、分配部に対して走行部を任意の方向にターン可能で、かつ走行レールを送り出し可能な構造としている。

移動は走行レールを接地した状態で走行部に装備した車輪を駆動し、走行レール上を移動する。レール端部に達した場合はセンタジャッキで本体を上昇させ（走行レールをGLより上昇させた状態）、走行レールを送り出した後、センタジャッキを縮めて走行レールを接地させることで、レールを前方（後方）へ盛り換えることができる。走行動作の概要を図-3に示す。

表-2 試作機(Ⅱ)の主仕様

名称	デービーロボ
外形寸法(mm)	5050×3200×1690
重量	650kg
使用電力	4.1KVA(AC200V)
配管径	4 ^B (φ100mm)
旋回速度	4.4 r.p.m.
筒先振り速度	4.4 r.p.m.
筒先上下速度	100 mm/s
走行速度	16.7 m/min
ジャッキ速度	20.0 mm/s
ターン回転数	2.2 r.p.m.



写真-2 試作機(Ⅱ)

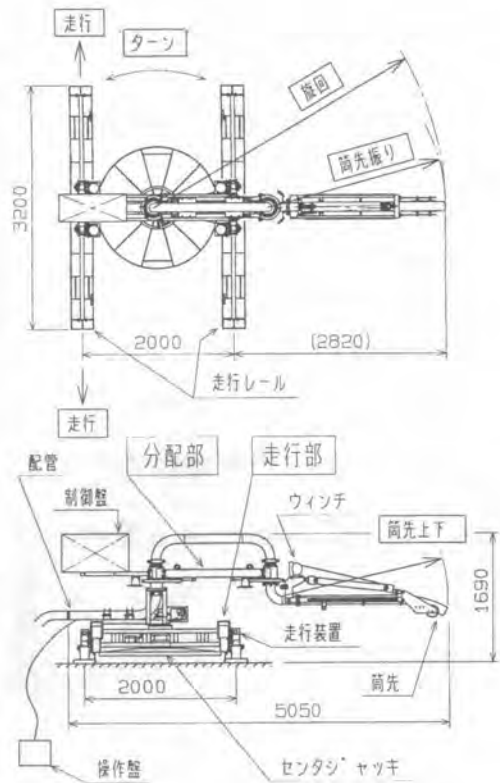


図-2 試作機(Ⅱ)の概要図

(1) 走行前後



(2) レール盛り換え

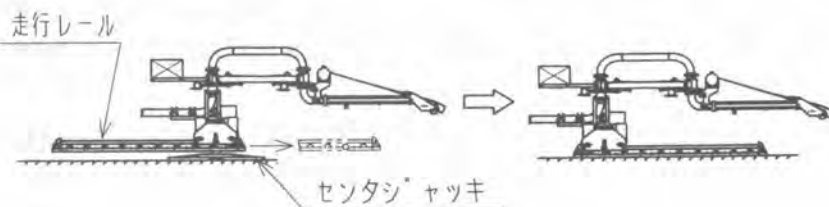


図-3 走行動作の概要

方向転換はセンタジャッキを伸ばし走行部をターンさせ、センタジャッキを縮め走行レールを接地することで行なう。方向転換動作の概要を図-4に示す。

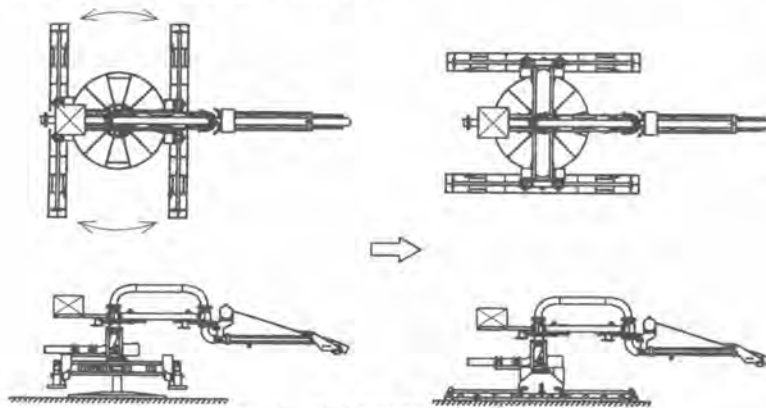


図-4 方向転換動作の概要

4. 施工実験

施工概要を図-5に示す。

現場実験は2社、3作業所で行い、うち2例は事務所ビル躯体、1例は地下躯体で合計約1100m³の打設を実施した。

その結果、移動による配筋の乱れを防ぎ、きめ細かくコンクリートを分配できることを確認した。

打設工の評判および現場管理者の評価は良好であった。

今後の検討課題としては、①多くのレバーを同時に動かす必要があり、操作に熟練を要するためモード運転（部分自動）を取り入れる、②有線操作の煩わしさを解消するため無線の遠隔操作を導入する、③装置の耐久性の検討を行なう、等が挙げられる。

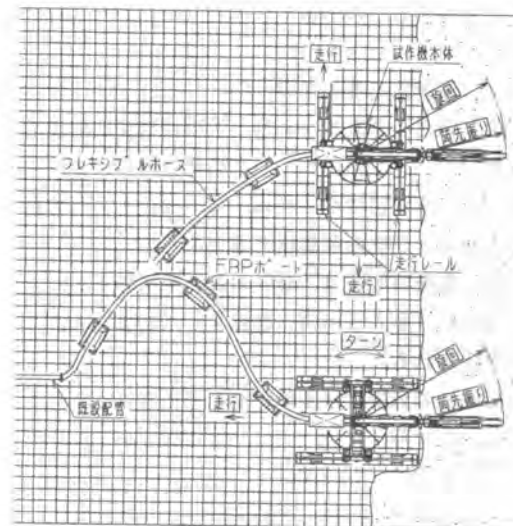


図-5 試作機(Ⅱ)の施工概要

5. おわりに

中小規模の工事において使用可能な簡易なコンクリート打設ロボットの開発により、打込み・均し・仕上げの各作業の組み合わせによる工事レベルのシステム化が可能となった。

今後、現場稼働を通じさらに改良を加え、現業への定着を図り、現場におけるコンクリート作業の改善に貢献したい。

なお、本開発は建設ロボット・コンソーシアムの中で開発されたものであり、構成会社は竹中工務店・浅沼組・新井組・大日本土木・地崎工業・西松建設・長谷工コーポレーション・フジタ・村本建設である。

関係各位の皆様のご協力に感謝の意を表します。