

70. コンクリート表面水処理ロボットの開発

(株)竹中工務店：*菊池 公男・河崎 義信

1 はじめに

コンクリート床工事は深夜・早朝になっても行っているような作業である。このような作業に今後若年労働者の参入を期待するのが無理であり、ロボット化が必要な作業の1つである。コンクリート表面水処理ロボット（以下吸水ロボ）は冬期の床仕上げ作業をできるだけ早く終了させるために開発されたものである。

本報告は吸水ロボットの概要と実施結果、今後の課題等について報告するものである。

2 開発のねらい

コンクリート打設から仕上げまでの一連の作業を自動化するねらいがある。吸水ロボットはそのうちのひとつとして位置づけられる。このねらいを達成させるためには図-1に示す各種のロボット技術の確立とそれらをうまく運用するシステムづくりが必要である。図において従来のポンプ工、土工、左官工によって行われていた作業を多能工で行うシステムを提案している。現在工場等の床工事中においてスクリードロボとサーフロボを組み合わせた施工を実施して効果を上げており、従来の均し、仕上げ作業を左官工だけで行えるようになってきている。しかし、水平デストリビュータの工場床への適用は効果が少なく完全なシステム化施工にまで至っていないのが実状である。最近簡易なデストリビューターが開発されており、今後が期待できる。

この一連のロボットの中で吸水ロボはコンクリートの硬化時間を短縮することをねらいとして開発されたものである。特に冬期においては深夜、早朝作業になるのが常で、それを4～5時間短縮することにより、労働環境の改善と工期の短縮を図ることが出来る。

3 吸水ロボの概要

3.1 機器構成

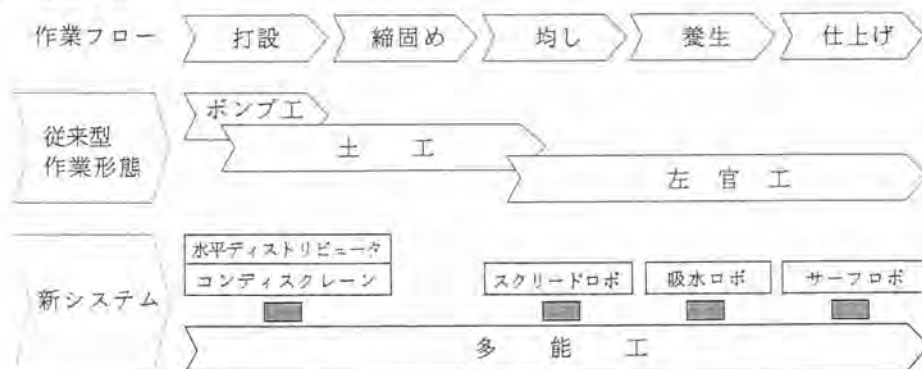


図-1 コンクリート工事作業のシステム化

図-2 に吸水ロボの概略図、写真-1 にその概観を、表-1 にその主な仕様を示す。

吸水ロボは歩行を兼ねた2枚の吸水板、吸水を行う真空ポンプ、歩行を行うためのスライドフレームおよび制御盤等によって構成される。駆動源としてはエンジンが用いられ、発電機によって真空ポンプ、各モーター、コンプレッサーが作動する。操作は無線リモコンによって行われ、手動・半自動の機能がある。吸水された水は左右に設けられたタンクに貯め、満杯になればコンプレッサーで強制排水する。

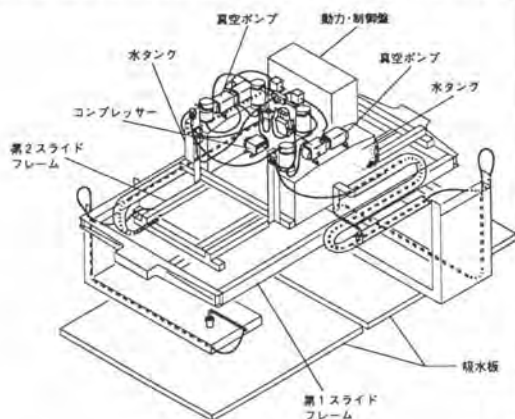


図-2 吸水ロボ概略図

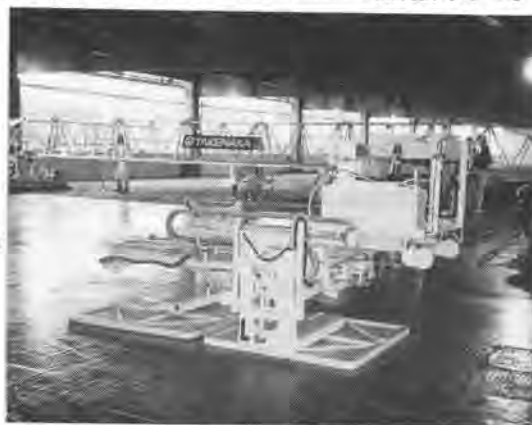


写真-1 吸水ロボ

表-1 主な仕様

外径寸法	L2200×W1490×H1230
重量	720kgf (乾燥重量)
水タンク	30ℓ×2
エンジン	750VA
真空ポンプ	-400mmHg 100ℓ/分
無線	50m

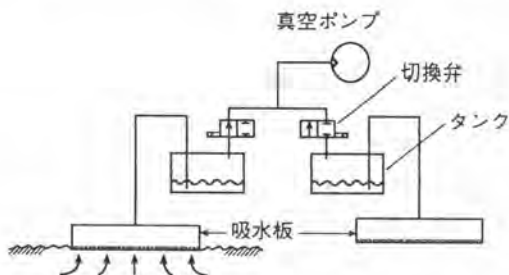


図-3 吸水の原理

3. 2 吸水の原理

図-3 に吸水の原理を示す。真空ポンプ、タンク及び吸水板より構成され、500mmHg前後の真空圧によりコンクリートの余剰水を吸水する。

3. 3 歩行の原理

図-4 に歩行の原理を示す。この吸水ロボは2枚の吸水板を足とし、片方の足が吸水しているときにもう一方の足が後方から前方に移動して歩行する。このとき重心位置のバランスをとるために、移動する足と反対方向に制御板を移動させる。この一連の動作を図-4の1から5に示す。後進も同じ方法で行われる。旋回は、図-4の1、5の状態において下部の吸水板を軸にして全体を90度回転させた後、上部の吸水板を前進させて図-4の1の状態にし、同じ動作をもう1回行い図-4の2の状態にして行われる。

歩行させる吸水板をコンクリート面から上昇させるとき、吸水板の下は真空状態にあり、無理に上昇させるとコンクリートごと剥離してしまうため、コンプレッサーによりエアーを送って大気圧化してから上昇させるようにしてある。

4 実施結果

4.1 真空圧と吸水量の関係

図-5は真空圧を変化させたときの吸水量を調べたものである。図を見て分かるように吸水量は真空圧にほぼ比例している。このときのコンクリートはスランプ18cm、骨材粒度20cm、強度220kg/cm²である。真空圧を増加することにより吸水はコンクリートの表面から深い(5~6cm以上)ところに達する。吸水板の下部の真空度をいかに高めるかが重要で、その方策としてフレーム下部の周囲に高さ約10mmの3角形状のゴムシールを張ってある。コンクリートが硬くなりすぎたり、骨材等がシールの下に当たった場合、エアーが進入し所定の真空度に達しないことがある。なお、施工効率を考えた場合、所定の真空度に出来るだけはやく到達させることが必要である。吸水量は最初の30秒で全体の8~9割吸水される。夏期のスランプ12cmのコンクリートに対する実施例では平均0.4%³/m²であったが、1994年1月の実施例ではスランプ18cmで1.2%³/m²の吸水量があった。

4.2 施工能率

図-6は吸水ロボのサイクルタイムを示したものである。一方の足が上昇・移動・下降の動作を行う間もう一方の足が吸水する。吸水時間は現在ロムの交換により3段階に設定されている。吸水時間を40秒に設定したときの1サイクルは93秒である。このときの施工能率は時間当たり60m²である。

吸水時間が長い方が吸水量は多くなるが施工能率を上げるためには吸水時間を短時間にする必要がある。コンクリートスランプが低いとき及び気温が高いときはできるだけ吸水時間を短くした方がよい。

4.3 時間の短縮

表-2は1994年1月13日に実施した例である。スランプ18cmのコンクリートで吸水した場合としない場合で比較すると3.5時間短縮されているのが分かる。吸水時間をもう少し長くすることによってねらいど通りの効果が期待できると思われる。

4.4 表面強度

シュミットハンマーにより表面強度を測定した結果、1週、2週強度とも約20%アップしているこ

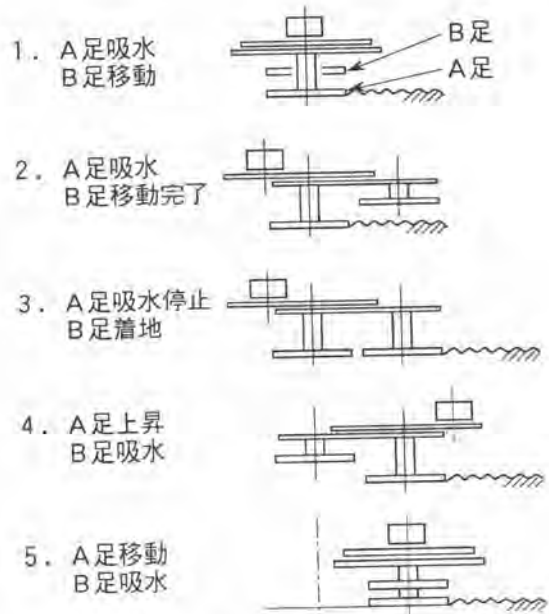


図-4 歩行の原理

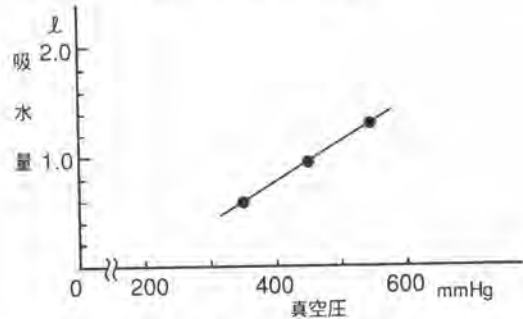


図-5 真空圧と吸水量の関係

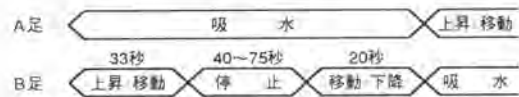


図-6 サイクルタイム

とが分かった。これは基礎実験結果と一致している。

5 吸水ロボの問題点

これまでの実験、施工結果より抽出された問題点を以下に上げる。

(1) 重量が重すぎる。

当初の要求性能300kgにたいし、720kgと大幅にアップした。ロボットを構成するエンジン、真空ポンプ、モーター等の重量が重いことのほか、重量バランスをとるために制御板をスライドさせる方式に変更したことによるレールの追加、真空度を確保するために吸水板に必要な剛性上からの材料アップ等が原因と考えられる。

(2) 操作性が悪い。

動作モードが多いため操作が複雑になっていることと2枚の吸水板に前後あるいは左右の区別がないためである。その結果手動運転の場合特に時間がかかる。

(4) 可搬性が悪い

重量が重いため揚重施設の他コンクリート打設箇所への水平運搬施設が必要である。

(5) コストが高い。

これまで多くの建設ロボットが開発されてきたが一般に普及されていない原因の1つとしてイニシャルコストが高すぎることがあげられる。基本的に建設ロボットは各専門工事業者が保有するものであり、できるだけ安価なロボットが必要である。

6 おわりに

今回開発した吸水ロボは重量、コストの面で要求性能を満足することが出来なかったが、吸水量、施工能率等をクリアーしており、当初のねらいを達成する目処が立った。

これまでの打設、均し、仕上げロボットに吸水ロボが加わり、コンクリート工事に対する自動化がより効果的に進むものと思われる。今後は、今回開発した吸水ロボによる冬期での効果把握と実用機の製作及び4機種 of ロボットによるシステム化施工へと発展させていきたい。

表-2 作業時間の短縮

