

23. 低スランプ生コン用コンクリートポンプの開発

石川島建機(株)：大村 高慶・*安間 孝之

1. まえがき

コンクリートポンプは、代表的な生コンクリート打設機械として幅広く土木建築工事現場で使用されており、多くのコンクリート構造物がポンプ工法にて建造されている。一方で、近年、コンクリート構造物には耐久性向上の観点から高度強化、品質向上が要求されつつあり、生コンクリートのスランプは低くなり、またその粘性も増大する傾向にある。こうした時代要請は現場でのコンクリート打設工法にも影響をおよぼし始め、ポンプ工法においては低スランプに強いピストン式ポンプの採用頻度が高まりつつある。

しかし、従来のピストン式ポンプでは低スランプ生コンクリートに対し容積効率が急激に低下するため種々の問題点がある。すなわち、

- (1) スランプ 5 cm が実用的な限界である。
- (2) 施工能率が容積効率に左右されるため、工期に制約がある場合、軟練りコンクリートを使用せざるを得ない。
- (3) ホッパ吸入口からの圧縮空気の吹き返しのためコンクリートが飛散して周囲を汚す。
- (4) 配管先端のコンクリートが間欠吐出となるため施工性が悪い。

以上の点を考慮して、石川島建機(株)では新構造のピストン式コンクリートポンプ I P K 4 0 S A 形を製作し、種々生コンクリートにつき圧送試験を実施し初期の性能が得られた。本報は本機の仕様、構造および各種生コンクリートに対する試験結果を紹介するものである。

2. 仕様および構造

本機の外観を写真-1に示す。

2-1 仕様

本機の主要諸元を表-1に、ポンプブロック外形寸法を図-1にそれぞれ示す。

2-2 構造

本機はホッパに受けた生コンクリートを鋼製配管により打設箇所まで圧送するもので、生コンクリートを吸入吐出するポンプブロック、油圧を供給する油圧ユニットより成る。ポンプブロックは輸送シリンダ、吐出弁、ホッパ、油圧シリンダ、および油圧弁から、また、油圧ユニットは電動機、油ポンプおよび電磁制御盤より構成される。

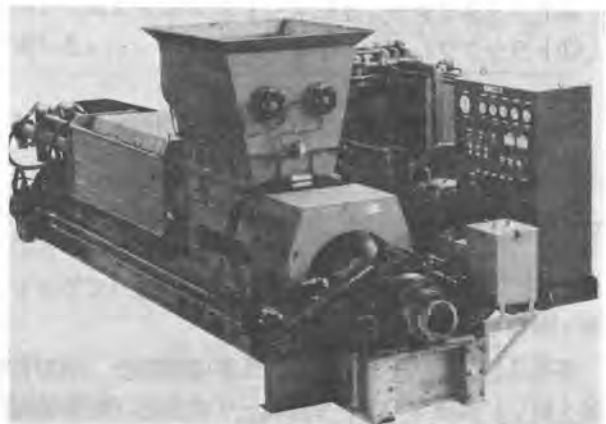


写真-1 全 景

以下に主要構成要素の概要につき説明する。

(1) ポンプブロック

ポンプブロックの縦断面を図-2に示す。

(a) 輸送シリンダ

輸送シリンダは内部に充填された生コンクリートをコンタリートピストンにより吐出するもので、専用の油圧シリンダでホッパ低部を往復作動可能なように2本並列に配列されている。本シリンダのホッパグランド側端部は往復運動が円滑に行なえるよう堅牢な3点支持式ガイド装置により支持されている。また、本シリンダ先端部は、ホッパ前面壁の穴に貫入するため、苛酷な噛み込み摩擦にさらされ早期に摩耗する。このため、先端部は単独で交換可能なようにしてある。輸送シリンダ内外面は摺動摩耗となるため硬質クロムメッキを施し寿命向上を計ると共に、ホッパグランド部の摺動面を摩擦抵抗および摩耗の低減のためグリスにて強制潤滑している。

(b) 吐出弁

吐出弁には外部水平揺動式を採用している。本弁は扇形の弁板、輸送シリンダ側開口部のシールリング、生コンクリートの通路となるS字形の曲り管、および両端の支持軸受により構成される。弁板は摺動摩耗が激しいため硬化肉盛処理を施した薄板をライラ方式で交換可能なようにしてある。また、摩擦抵抗および摩耗を低減するため、弁板摺動面をグリスにて強制潤滑している。開口部のシールリングには、生コンクリートを剪断する際の衝撃摩耗に耐えられるよう、超硬リングを埋設してある。S字管の内面は、生コンクリートが流れる際の管壁摩耗に

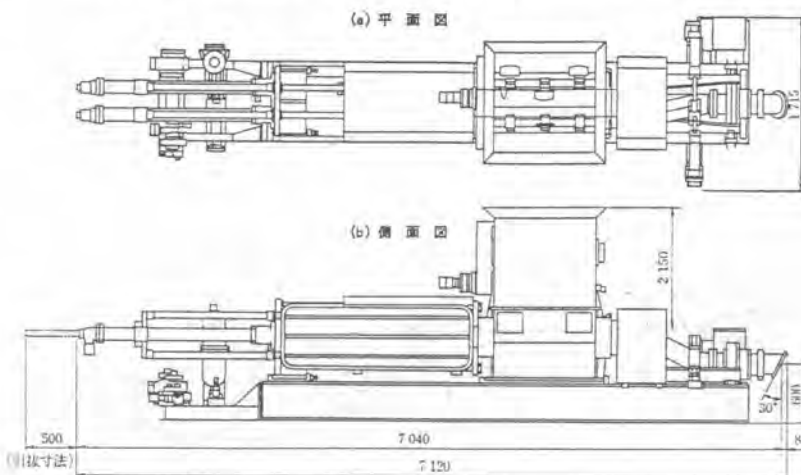


図-1 ポンプブロック外観図

ポンプブロック

形 式	横形複列貫入シリンダ式
理論吐出量	10~43 m ³ /h
理論吐出圧力	40.1 kgf/cm ² [3.9 MPa]
輸送シリンダ内径	180 mm
ストローク長	1 000
シリンダ数	2本
ホッパ容量	1 m ³
重 量	5 600 kg

油圧ユニット

電動機 形式	3相かご形誘導電動機
出力	90+22 kW
寸法 全長	4 280 mm
全幅	1 600 "
全高	1 800 "
作動油量	800 l
重 量	3 300 kg

表-1 仕様

さらされるため、ユーザーセラムックスを内張りして寿命向上を計っている。両端軸受部はグリスにて強制潤滑しており、滑らかな回転運動を維持できるようにしてある。以上示したとおり、本弁には種々摩耗形態が存在し、それぞれの摩耗特性に適した材料を採用している。また、弁板摺動面のシール機構には、シールリン

グ先端の超硬リングによる一次シール、および、輸送シリンダの2つの開口部周囲の特殊グラントパッキンによる二次シールを採用して、外部へのセメントペースト漏れに対処した。

(c) ホッパ

ホッパは上部、下部分割形を採用しており、下部ホッパには輸送シリンダのグラント部および掃除口等が設けられ、上部ホッパにはホッパ内生コンクリートの流動性を保つため攪拌装置が設けられている。下部ホッパ低面は輸送シリンダとの摺動摩擦にさらされるためライナ方式として交換可能なようにしてある。また、上部ホッパが分割形となっているため、適用コンクリートの性状に応じて最適な構造のものを採用することができる。

(d) 油圧シリンダ

生コンクリート押し用油圧シリンダ（主シリンダ）は左右並列に2本、輸送シリンダ往復作用油圧シリンダ（貫入シリンダ）は輸送シリンダ1本当たり2本計4本、さらに、吐出弁切換用油圧シリンダ（弁シリンダ）は2本それぞれ装備されている。

主シリンダは、安定作動を確保するためピストンロッド露出部に中間支持軸受を設けると共に、コンクリートピストンの交換を容易にするためヘッド側端部に抜きストロークを設けてある。

貫入シリンダは輸送シリンダ支持具に上下対称の位置に取付けられており、輸送シリンダを均等に往復作動させることができる。

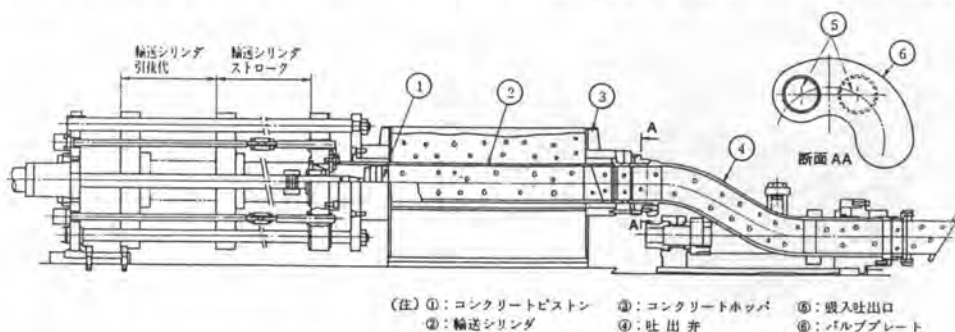
弁シリンダは吐出弁のS字管に2本対向して取付けられており、摺動弁の切換を両方向共同等の力でこなすことができる。

(2) 油圧ユニット

本ユニットはポンプブロックの各油圧アクチュエータへ圧油を供給する装置である。特に、コンクリートポンプの誤作動を防止し、また、電動機の過負荷運転を未然に防ぐため、各油ポンプの吐出口に設けられた圧力スイッチの信号をプログラマブルコントローラ（シーケンサ）で制御し、安全運転が維持できるよう配慮してある。

(a) 制御装置

3群5系統の油圧シリンダを効率的かつ正確に作動させるため、本機独自の油圧回路を採用すると共に、各油圧シリンダのストロークエンド部には防水構造の近接センサを装着してある。



(注) ①: コンクリートピストン ②: 輸送シリンダ ③: コンクリートホッパ ④: 吐出弁 ⑤: 吸入吐出口 ⑥: バルブプレート

図-2 ポンプブロック断面図

これらをシーケンサによりシーケンス制御し、コンクリートポンプの手動運転および正転逆転それぞれの自動運転を行なえるようにしてある。

3. 本機の特徴

- (1) 輸送シリンダとコンタリートピストンが同時にホッパ内から後退するため生コンクリートの落下性が良好で、低スランプおよび高粘性生コンクリートに対しても高い容積効率が得られる。
- (2) 吐出弁に揺動弁を採用したため弁内の圧力損失が小さく、特に圧送抵抗の大きい生コンクリートに対して有利である。
- (3) 輸送シリンダが複列であるためコンタリートの吐出は途切れることがなく、配管先端の作業も円滑にできる。
- (4) コンクリート吐出中の動力変動が少なく原動機の出力を最大限に活用できる。

4. 打設実績および適用範囲

本機は従来のコンクリートポンプに比し全く新しい構造であるため、社内で種々生コンクリートにつき圧送試験を実施すると共に、今後の本機の適用範囲を以下のように位置づけた。

4-1 試験結果

低スランプ普通コンタリート（スランプ 2～3 cm、最大骨材径 40 mm）、水中コンタリート（スランプ 2.5 cm、スランプフロー 4.30 mm×4.15 mm、最大骨材径 40 mm）、および、A/E 剤入り低スランプコンタリート（スランプ 6 cm、最大骨材径 20 mm）を 85～92% 程度の容積効率で圧送した。従来のピストン式コンタリートポンプでは、水中コンタリートを容積効率 50% で圧送できるだけで他のコンタリートはポンプ工法による実績はない。

4-2 適用範囲

社内試験の結果、本機の適用範囲は大旨図-4 のように考えられる。被圧送流体も生コンタリートのみならずシールド土砂等への展開も期待でき、その応用分野は広いものと予想される。

今後、本機の改良改善を計り完成度の高い機械にすると共に、ニーズに応じた性能を有する本構造のポンプの開発に注力する所存である。

最後に本機の開発にあたり社内外関係者各位の適切なる御助言に対し感謝の意を表したい。

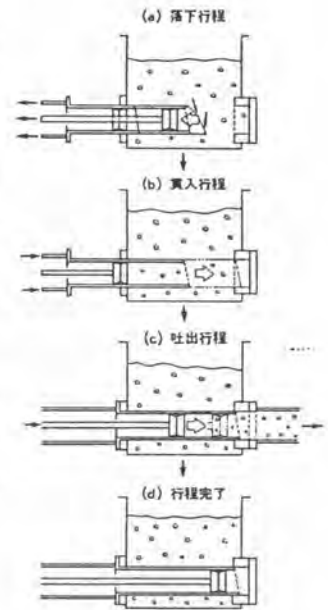
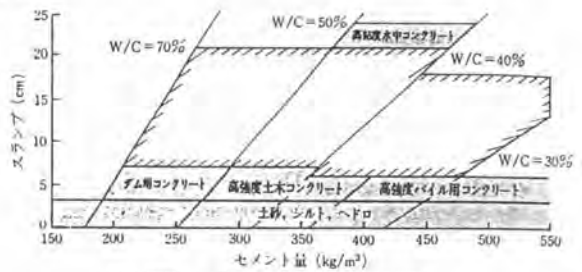


図-3 作動原理



(注) 斜線: 従来のコンクリートポンプの適用範囲
 □: 本機の適用範囲
 W/C: 水/セメント比

図-4 適用範囲