

スクイーズ式コンクリートポンプの歩み

コンクリートポンプを方式により分類するとスクイーズ式とピストン式に大別される。極東開発工業は1966年(S41年)に米国チャレンジクックブラザーズ社(CCB社)とスクイーズ式コンクリートポンプ(スクイーズポンプ)に関する技術提携を結んでその歴史を刻み始めており、この黎明期の様子は技報vol.1の温故知新にて紹介した。また最新のスクイーズポンプの技術的な解説は技報vol.9の技術解説1に掲載している。今回はその開発の歴史に沿って技術的な変遷を記したい。

スクイーズポンプについて

①スクイーズポンプの構造

スクイーズポンプは、図1に示すように円盤状のポンプケース内にU字形に曲げたゴムチューブ(ポンピングチューブ)と、両端にゴムローラを備えるロータで構成される。チューブ吐出先(上端)はコンクリート輸送管に、吸込元(下端)はホッパに開口していて、回転するゴムローラで押し潰されたチューブが元の筒状に復元する際チューブ内部が負圧になりホッパから生コンを吸入する。(このチューブの復元はチューブ自体の復元力に因るが、極東開発工業ではポンプケース内を真空に保ち大気圧との差圧で復元を助ける真空復元式を採用している。)そして吸込まれた生コンは、次に回転してきたゴムローラでしごいて(SQUEEZE)吐出先に絞り出される。

2個のローラは吸入側の負圧部と吐出側の高圧部を仕切るバルブの役目を担い、ゴムパッドにチューブを押し付ける押圧力でシールしながら切替える構造となっている。(図2)ここで生コン内の骨材(石)によりゴムチューブ

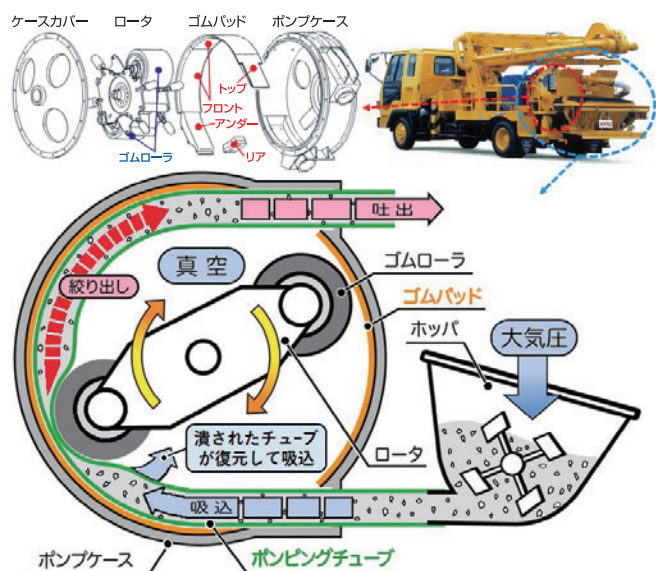


図1 スクイーズポンプの構造

が破損しないか懸念されるが、ゴムローラとゴムパッドが緩衝材となりチューブの寿命を安定させている。

②スクイーズポンプの性能と大きさ

コンクリートポンプの性能は吐出量と吐出圧力で示される。スクイーズポンプはポンピングチューブをしごいて生コンを吐出するが、このチューブの内径としごかれる周長によりロータ1回転当りの吐出量が定まり、これにロータの回転数を乗じることで時間当たりの吐出量となる。このチューブ径は、表1のように3.5B(インチ)から5.75Bまで8種類が現在設定されて、その数だけ大きさの異なるポンプケースが存在する。

【表1 ポンピングチューブ一覧】

サイズ	内径(mm)	長さ(mm)	適用ポンプ形式(ポンプ部)
3.5PTS	89	2650	PH09,PQ09
4SPTS	102	2600	PH20,PQ20(小径ポンプ)
4PTS	102	3150	PH10,PH30,PH40,PQ10
4.5PTS	108	3130	PH11,PH35,PH45,PH50 PQ05,PQ11,PQ20,PQ30
4.75PTS	115	3300	PH55
5PTS	127	3390	PH65
5.5PTS	136	4300	PH14,PH75,PQ14
5.75PTS	138	4070	PH80

※2025年6月現在で 特殊な物や定置式の物は除く

※“サイズ”は内径をインチで表した数値にPumping Tubeの“PT”と補強スチールコードの“S”を表現している

一方吐出圧力はローラ・チューブ・パッドのゴム同士が押さえ付けられる面圧にて左右され、この押圧力とゴムの摩耗のバランスより一定の数値に落ち着く。これはチューブの肉厚とローラ・パッド間のクリアランスの関係を定めて管理しており、ポンプケースのサイズに因らず2.5MPaを最大としている。(図2)

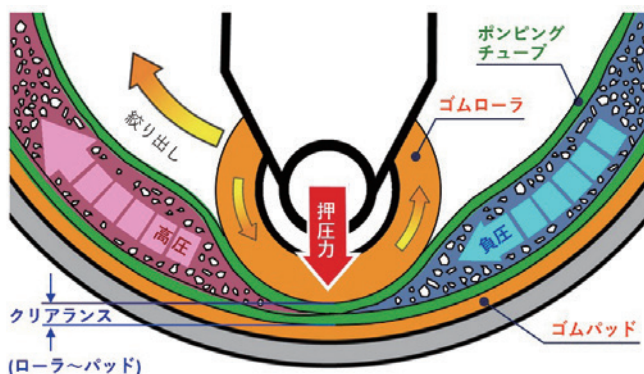


図2 ローラ・パッド・チューブの押圧

吐出量と吐出圧力を乗じると馬力になるが、吐出量が大きい大径のポンピングチューブを備える大きなポンプケースは、エンジン馬力の大きな大型車両に搭載される。ポンプケースが大きくなると重量も嵩む為、この面からも車格とポンプケースの大きさには相関がある。

③ポンピングチューブについて

スクイーズポンプは、生コンが接触して摩耗するのはポンピングチューブのみ、と言う特長がある。(ピストン式はシリンダー・パッキン・バルブ等々多岐に渡る。)そのためポンピングチューブは重要な消耗部品であり約6,000台のスクイーズポンプが稼働している日本市場では、年間約5,000本のポンピングチューブが交換部品として消費されている。そしてこの摩耗の度合いは総打設量と経験値(生コンの種類の影響も大きい)、及び水洗浄時のホップへの水の逆流具合など経験と感覚的な指標でその交換時期を決めている。

ここで安定した摩耗で定期的なチューブ交換が出来れば良いが、ゴムチューブを石や砂に押し付けて潰したり擦ったりする中、幾つかの原因で突然チューブが割けて作業が中断する事がある。このチューブのバーストがスクイーズポンプの最大の弱点であり、これを安定させ作業中にバーストさせずに事前に交換するのがユーザーにとって一番気を使う所である。(早く交換すると勿体なくギリギリまで使うと心配。)なおチューブがバーストすると、真空に保たれたポンプケース内部に圧送圧を伴った生コンが噴入して一気にロータやローラが生コンで埋まってしまう。そして生コンは硬化するため、修理に時間を要するとケース内部の分解・清掃・修理は困難を極め、最悪の場合修理不可能になってしまう。

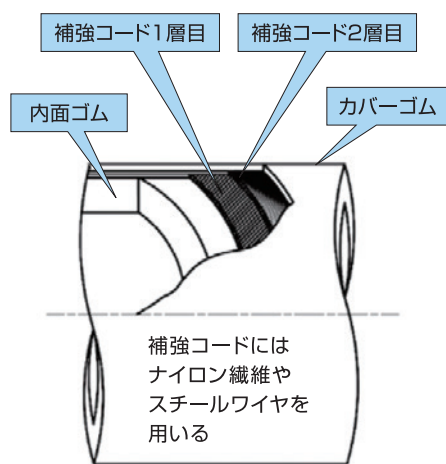


図3 ポンピングチューブの内部構造

ポンピングチューブは、1966～1968年(S41～S43年)の間は大阪府堺市にあるゴム会社と協同開発したナイロン補強チューブを採用していたが、ナイロンコードとゴムの接着強度が弱く、使用中に剥離した内面ゴムが筒先から出てくる事もあった。また最も高圧が作用する12時位置(ポンプケースの一番上の位置)にてナイロンコードが伸びてチューブが膨らみ、結果肉厚が薄くなって設定したクリアランスでは押圧力によるシールが甘くなってしまい高圧側から負圧側に急激な逆流が生じて極端に内面ゴスを摩耗させる逆流摩耗(図4)が生じる事もあった。そのため緻密なクリアランス調整やチューブの状態把握が必要な上チューブの寿命は短く、当初は3Bで100m³、4Bで300m³程度であり、チューブやポンプの改良が日々行われた。

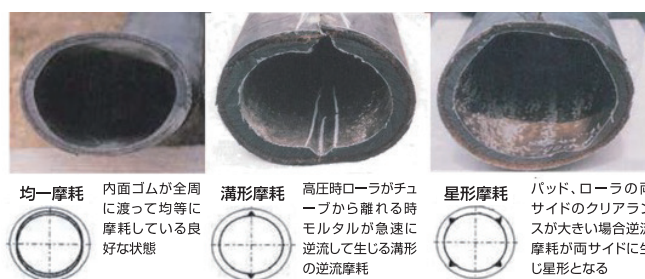


図4 12時位置の内面ゴムの摩耗

しかし1969年(S44年)より兵庫県加古郡にあるタイヤメーカーと共同開発したスチールコードによる補強を施したポンピングチューブが市場に投入されると安定して寿命が伸び、スクイーズポンプの現場における地位が確定して行った。これはスチールコードは力が作用しても伸びが小さいため逆流摩耗が少なくなったことや、コードとゴムの接着強度もタイヤの生産技術を応用して強化出来たことが主な要因である。このポンピングチューブは後述する5BチューブのPC-125モデル初期から採用され、当時改良が進み一定の評価を得ていた4BチューブのPC-100に対してチューブ径とポンプケースが拡大されロータ1回転当りの吐出量が約1.7倍になる事も加味してチューブ寿命の劇的な延伸が期待された。果たして、改良が進んだPC-100のナイロンチューブの寿命800～1,000m³に対して実験では4,000～5,000m³の飛躍的な寿命が確認された。しかし慎重を期して安全目の数値として3,000m³での公称寿命で販売を開始した。チューブがバーストすると現場に多大な迷惑を掛け、最前線でその対応を担うのは営業・サービス部門である。設計陣が「新しい5Bチューブは4Bの3倍となる3,000m³持つ」と説明すると期待と不安半々の状況だったが、実際には市場でも条件次第では4,000～5,000m³持つことが明らかになるとユーザー同士が寿命を競い合う傾向も見られ、

PC-125の評価はどんどん高まり大いに士気が上がった。また、ポンピングチューブは交換部品であり価格設定にも苦慮した。劇的な寿命向上を考えるとそれに見合った金額も考えられるが、ユーザーにとっては経費であり、何より極端な値段に見合う寿命への信頼が得られるかと言った不安の方が先に立ち、結局価格を抑えたという逸話が残っている。

④スクイーズポンプの特長

前述の通りスクイーズポンプは機種を問わず最大吐出圧力を2.5MPaとしている。(ピストンポンプは油圧とシリンダー径の設定により大きな吐出圧力を実現でき、極東開発工業は最大16MPaの機種を発売している。)生コンの圧送圧力は生コンの硬さ(スランプ値)と相関が有るため、吐出圧力が小さいスクイーズポンプは、圧損が小さな柔らかい生コン用途に用いられ、これを適用する一般住宅基礎工事に良く用いられる。

またスクイーズポンプの特長として”残コン0”が挙げられる。これは打設作業の最後に生コンを全てホッパ吸込み口に寄せ集めて吸い込ませ輸送管洗浄用のスポンジを挿入して蓋をし、その後水をホッパに投入して圧送することで生コンを全て筒先に打込むことが出来る機能を指し、無駄がなく現場も汚さずピストン式では叶わない美徳となっている。この”残コン0”の機能も、現場での残コン処理が難しい小規模な一般住宅基礎の工事に適しており、またこの迅速な残コン処理により午前・午後での2現場打設と言った工事にも対応可能としている。

スクイーズポンプは、生コンの吸込み口がホッパ底部に開口しており重力も利用して吸込み性能が高い。(ピストン式はホッパ底の横面に開口しており、また生コンの流路を切り替えるSバルブが吸込み口前面の生コンを一旦なぎ払ってしまうため吸込み性は不利である。)また生コンの流れには直管部のすべり流動と曲がり・絞り部のせん断流動があるが、硬い生コンほど変形を伴うせん断流動が難しい。(図5)そのためポンプの吐出口から筒先までは可能限絞り管や曲り管が無い方が有利だが、スクイーズポンプはチューブ径とほぼ同じサイズで輸送管を構築できるため絞り部が少なく圧送性が高いと言える。よって吐出圧力が低い事を除いた他の特長は、硬い生コンでもスムーズな圧送性を確保しているコンクリートポンプと言える。

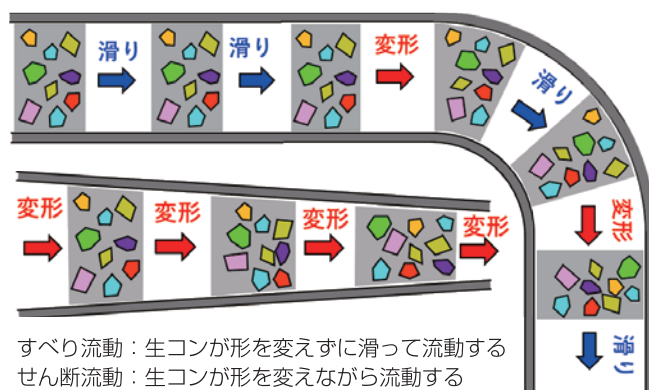


図5 生コンの流れ

⑤スクイーズポンプの形式

極東開発工業のコンクリートポンプの形式は複数回のルール変更があり、スクイーズポンプに関しては表2にて運用されている。当初チューブ内径で表していたが、平成に入り吐出量で記すようになった。

【表2 スクイーズポンプ形式変遷】(特殊除く)

時期	ブーム無し	ブーム有り
1966 (S41) ～	PC -○○ ○○:チューブ内径mm 例 PC-80, PC-100	PB ○○-□◇B ○○:チューブ内径mm □◇:※a 例 PB100-17B
1972 (S47) ～	PC ○○-□△ ○○:チューブ内径cm □△:※b 例 PC08-10, PC10-10	PB ○○-□△ ○○:チューブ内径cm □△:※c 例 PB10-10, PB10-50
1977 (S52) ～	PQ ○○-□△ ○○:チューブ内径cm □△:※b 例 PQ14-10, PQ11-10	PH ○○-□△ ○○:チューブ内径cm □△:※c 例 PH14-70, PH10-40
1988 (S63) ～	PQ ●●-□△ ●●:吐出量m³/h □△:※d 例 PQ45-10, PQ45-12	PH ●●-■▲ ●●:吐出量m³/h ■:ブーム高さm ▲:設変ABC～ 例 PH20-11, PH75-25
1998 (H10) ～		PH ●●▲-■▲ ●●:吐出量m³/h ▲:ユニット設変ABC～ ■:ブーム高さm ▲:ブーム設変ABC～ 例 PH45A-14A, PH80A-26C

※a □ / 1: 伸縮二段、2: 伸縮三段、4: 屈折二段、5: 屈折三段

◇ / 7: 先端屈折、8: 先端伸縮

※b □ / 1: トラック、2: スキッド、3: トレーラ、4: レール、6: ショットクリート

△ / 設計変更数

※c □ / 1: 伸縮二段、2: 伸縮三段、4: 屈折二段、5: 屈折三段

7: 伸縮+先端屈折、8: 屈折+先端伸縮

△ / 設計変更数

※d □ / 1: トラック、2: スキッド、3: トレーラ、4: 自走車

△ / 設計変更数

⑥スクイズポンプの駆動方式

ポンピングチューブを2個のゴムローラで交互にしごいて生コンを絞り出す方式は、表3に示す3つの駆動方式が考えられる。

【表3 スクイズポンプの駆動方式】

駆動方式	方法
ローラ駆動式	ローラをタイヤの如く回転させチューブ上を走らせロータを回転させる。
ロータ駆動式	ロータを回転させローラはフリーに回転させる。
同期駆動式	ローラとロータ両方を同期して回転させる。

これまでローラとロータの回転を同調させる同期駆動式は実用化されていない。ローラ駆動式とロータ駆動式はいずれも極東開発工業では製品化しており、それぞれの特徴は技報vol.9の技術解説にて詳解している。当初CCB社に倣ってローラ駆動式を採用していたが、現在は構造がシンプルでポンピングチューブへの負担も少ないロータ駆動式(“パワーロータ”と呼称)となっている。

スクイズポンプの黎明期

①3B(インチ)チューブ

冒頭述べた1966年(S41年)に米国CCB社と技術提携を結んだスクイズポンプの仕様を表4に、カタログからの抜粋画像を図6に示す。

【表4 CCB社スクイズポンプ仕様】

形式	CHALLENGE SQUEEZ-CRETE
駆動方式	ローラ駆動式(チェーン)
チューブサイズ	3B(ナイロンコード補強)
最大吐出量	27m ³ /h
最大圧送距離	3B輸送管 水平90m、垂直30m

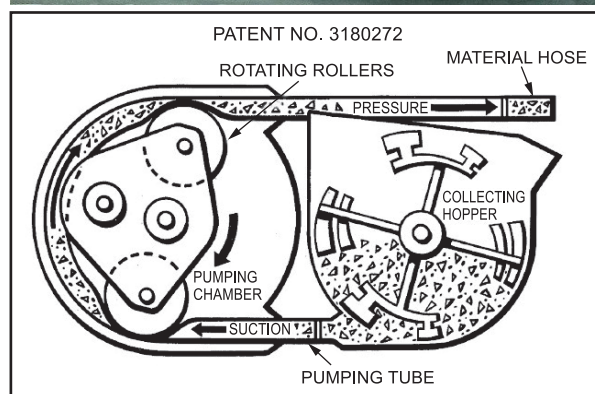


図6 CCB社 CHALLENGE SQUEEZ-CRETE

これをお手本として開発は進められ、1966年(S41年)6月に国内初の車載式コンクリートポンプとなる4トン中型車に架装したPC-80(図7,表5)を発売した。リアバンパに極東開発工業の社章プレートを、ホッパにCCB社の“CHALLENGE”(チャレンジ)のステッカーを掲げて発売され、現場では「チャレンジ」として親しまれ、今なお極東開発工業のスクイズポンプは「チャレンジ」と呼ばれることが多く有る。



図7 PC-80(1966年)

【表5 PC-80仕様】

形式 / 車格	PC-80 / 4Ton車
駆動方式	ローラ駆動式 (チェーン)
チューブサイズ	3B (ナイロンコード補強)
最大吐出量	24m ³ /h
最大圧送距離	3B輸送管 水平115m、垂直35m

PC-80のローラ駆動はオリジナルのCCB製同様3本のチェーンを用いており、油圧モータから減速しながら2つのローラを同時に回す構造となっている。(図8)

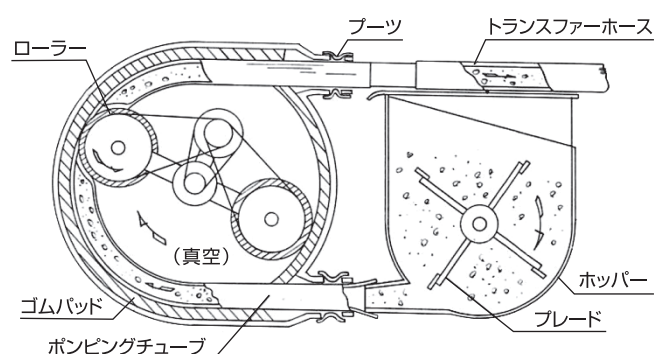


図8 PC-80ポンプ構造

PC-80は日本で初めてのスクイーズ式コンクリートポンプであり、他社は全てピストン式を採用している市場に受け入れて頂くために、特にサービス担当員は輸送管での生コンの閉塞やポンピングチューブのバーストと言った不具合への対応に連日追われ並々ならぬ苦労があった事を技報vol.1の温故知新にて解説している。

②4Bチューブ

PC-80のチューブ不具合に対して圧送性能を向上させることで対応すべく、当時CCB社で試作・テスト中であつたチューブサイズ4Bのポンプに関して技術提携して開発に取り掛かり、PC-80発売翌年の1967年(S42年)には6トン中型車に架装してPC-100として発売した。(図9・表6) PC-100はポンピングチューブと輸送配管を3Bから4Bへと一回り大きくすることで、輸送管での閉塞リスクや圧送抵抗を軽減した。またロータ1回転当りの吐出量を増やすことで最大吐出量を増やして余裕の有る打設が可能となり、“スーパースクイーズクリート”の商標にて好評を得た。また心臓部となるポンピングチューブに関しては国内のゴムメーカーと共にその耐久性を向上させるべく研究を行い、それまで300m³が打設の限界とされていた寿命を1,000~1,500m³に伸ばした。(技報vol.1 温故知新)



図9 スーパースクイーズクリート PC-100(1967年)

【表6 PC-100仕様】

形式 / 車格	PC-100 / 6Ton車
駆動方式	ローラ駆動式 (ギア+チェーン)
チューブサイズ	4B (ナイロンコード補強)
最大吐出量	60m ³ /h
最大圧送距離	4B輸送管 水平200m、垂直55m

PC-100のローラ駆動は、図10に示すように油圧モータと減速ギアの間をチェーンからギア駆動へと変更して駆動力の拡大に対応し、メンテナンス性も高めた仕様としている。

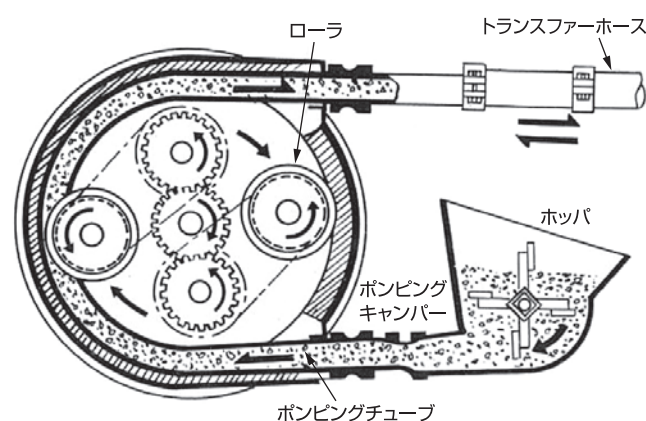


図10 PC-100ポンプ構造

③5Bチューブ

圧送性能が向上したPC-100であるが、4Bのポンピングチューブではいわゆる大容量コンクリート打設には役不足であつた。これに対して当時西ドイツWIBAU(ヴィバウ)社では5Bのスクイーズポンプを開発中であるとの情報を得たこともあり、PC-80、PC-100で培った技術を生かした極東開発工業オリジナルの5Bチューブスクイーズポンプの開発を決定した。

これは1968年(S43年)にPC-125(図11・表7)として発売され、PC-100より一回り大きく積載量8Tonクラスの大型車に架装された。当時のカタログ(図12)には、“世界で最初・最大のコンクリートポンプです…! 建築工事の大容量コンクリート打設ができます!!”と誇らしく記してある。最大の難関であったポンピングチューブに関しては、前述のタイヤメーカーと協同開発したスチールコード補強の5Bチューブが1969年(S44年)に完成し、スクイーズポンプ最大の弱点であるチューブの安定性を克服できた。また、この頃他社のコンクリートポンプはピストン式であり、5B輸送管にて最大40mm骨材の生コンを圧送することは一般的であったが、カタログ仕様には5B輸送管にてスランプ6cm・最大骨材粒径40mmの生コンへの対応を謳っている。このPC-125は基本的なローラ駆動方式はPC-100に倣っているが、ポンプケースはプレスされた鏡板とし内面をリブ補強して外観品質を向上させている。

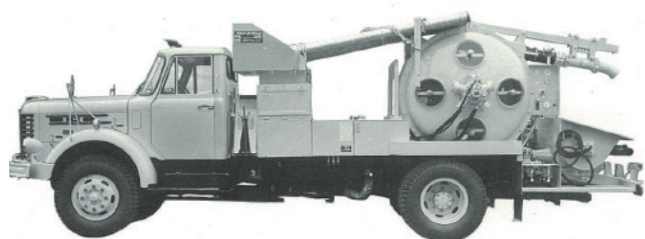


図11 PC-125(1968年)

【表7 PC-125仕様】

形式 / 車格	PC-125 / 8Ton車
駆動方式	ローラ駆動式 (ギア+チェーン)
チューブサイズ	5B (スチールコード補強)
最大吐出量	60m³/h
最大圧送距離	5B輸送管 水平300m、垂直60m



図12 PC-125カタログより抜粋

チューブサイズと車格の最適化

前述の通り極東開発工業のスクイーズポンプ黎明期となる1966～1968年(S41～43年)には、CCB社の技術をベースに3つのチューブサイズを開発・発売した。その後市場への適用を図りながら1972～73年(S47～48年)には、3Bチューブを2Ton積載の小型車に、4Bチューブを4.5～7Ton積載の中型車格に、そして8Ton大型車には5Bチューブを搭載した。形式の呼称も新しくして、それぞれPC08-10、PC10-10、PC12-10としてブラッシュアップを図っている。(表8)

【表2 車両制限令の緩和】

形式	PC08-10	PC10-10	PC12-10
(車格)	(2Ton)	(4.5～7Ton)	(8Ton)
駆動方式	ローラ駆動式 (サーペンティン)	ローラ駆動式 (ギア+チェーン)	
チューブ サイズ	3B スチールコード補強	4B スチールコード補強	5B スチールコード補強
最大 吐出量	20m³/h	60m³/h	60m³/h
最大 圧送距離	3B輸送管 水平100m 垂直30m	4B輸送管 水平200m 垂直55m	5B輸送管 水平300m 垂直60m

ここで、特にPC-80の後継機として開発されたPC08-10は狭小現場に適用するため車格を下げるべく、ローラ駆動方式を変更して軽量化を図っている。これは当時サーペンティン(Serpentine:サーペンタイン)と呼称した方式で、複数の回転駆動体を1本のチェーンで回す仕組みとなっており、2つのローラを同調回転させる合理的な仕組みとなっていた。(図13)合わせてポンプケースの補強リブの構造を見直すことで外観品質も向上させた。(図14)

またPC08-10ではアンダーパッドに工夫を施すことで6時位置(ポンプケースの一番下の位置)のチューブ損傷を解決することに成功した。パッドには図1に示す通りトップ・フロント・アンダー・リアの4つの部位が有ってそれぞれの役目を担っている。アンダーパッドは生コンを吸込んだチューブにローラが最初に食い込む部位であり、もし骨材を噛み込んでもパッドで柔軟に受け止めてチューブにダメージが生じない様にする目的が有り、CCB社ではここだけゴム硬度を下げて柔軟性を確保していた。しかしそれに続くフロントやトップは圧送圧力を確保できる押圧力に耐えるべく高い硬度が必要であり、このためアンダーとフロントの境目では硬度が急に变化して段差が付いた状態となり、ここでチューブにストレスが生じ早期破損

に繋がる傾向が見られていた。そこで硬度は同じにしてアンダーパッドを厚くすることでローラ噛み込みの衝撃を吸収しつつ、図13の様にフロントとの接合部に向かって同じ厚さに徐変させることで段差を無くし、6時位置での早期破損問題は解決できた。

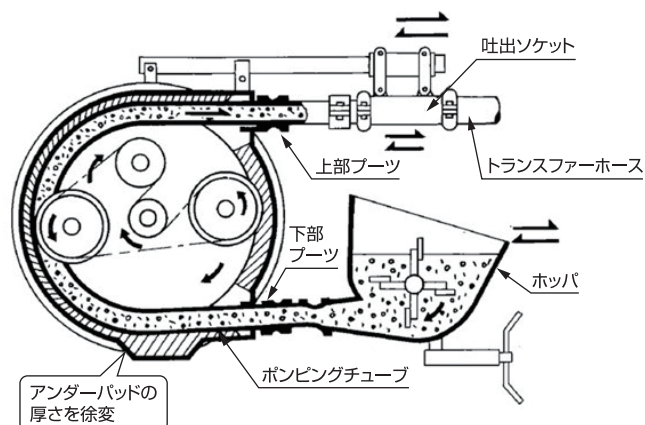


図13 PC08-10ポンプ構造(サーブنتين)



図14 PC08-10(1972年)

この6時位置でのチューブのダメージを解消したことで、12時位置の摩耗が進んだチューブを上下反転させることが上手くいくようになり、丁寧な運用と緻密な管理を行う事でチューブを更に長持ちさせる事が可能となった。

ロータ駆動式(パワーロータ)の開発

昭和50年代に入り圧送性能向上・コスト低減・維持費低減などを目指してスクイズポンプの大幅なモデルチェンジを行った。これは前述のWIBAU社の技術を基にした駆動方式で、チェーンを使わない減速機を介して油圧モータでロータを回し、ロータはフリーに回転しながらチューブをしごく方式、いわゆるロータ駆動式で“パワーロータ”と呼称した。(図15)チューブの表面でローラがタイヤの如く回転する黎明期のローラ駆動式は、ゴムの摩擦力にてロータ回転を得るためチューブとローラ接触面の損傷リスクが高いが、パワーロータではローラが自儘に回転しながらロータ回転する為この接触面の損傷リスク

が大幅に減少した。逆にローラをチューブに擦り付けて回転させるためチューブが引っ張られて早期の破損に繋がるのが懸念されたが、前述の丈夫なスチールコードによる補強や適切なねじれ、クリアランス管理により事無きを得た。またチューブ径を5.5Bと大径化して圧送性能を向上させたにも関わらず、構造がシンプルになったため大幅な重量軽減とコスト削減も図られた。そしてポンピングチューブの継続した改善や前述のアンダーパッド改善なども踏まえてこのパワーロータ式では3,000~6,000m³の安定した寿命が確保され、市場では緻密な管理や反転なども駆使して8,000m³持たすユーザーも現れた。このポンプユニットはPQ14型と呼称し、4.5Ton中型車に架装したブームの無い配管車は1978年(S53年)7月に新型スクイズクリーンPQ14-10として発売された。(図16・表9)

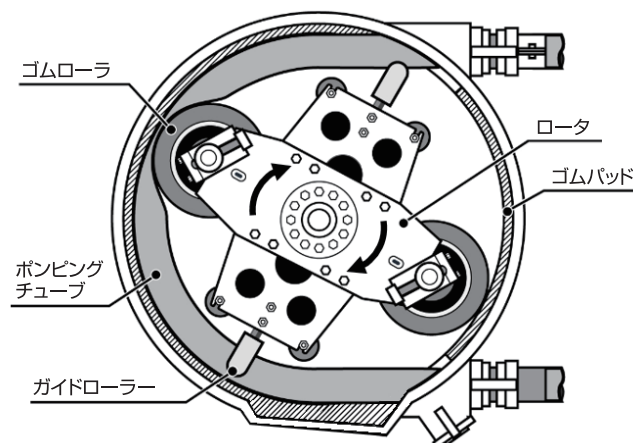


図15 PQ14-10ポンプ構造(パワーロータ)



図16 PQ14-10(1978年)

このパワーロータ方式は、チェーンやスプロケットがポンプケース内部に有る黎明期のローラ駆動式に対して減速機がケース外部に設けられている。そのためチューブがバーストしたら回復作業が困難なことに変わりはないが、ローラ駆動式よりも格段に整備性が良好になった。またPQ14型ポンプは、車両の高い位置に有るポンプ本体がシンプルな構造により軽量化されたことで最大安定傾斜角度(技報vol.1にて詳解)に対しても有利となった。そのため重心が高くなるブーム装置との組合せも積極的に行われ、この後約18年間に渡り様々なブーム装置と組み合わせられ8Ton大型車格の定番となり市場で活躍した。

【表9 PQ14-10仕様】

形式 / 車格	PQ14-10 / 4.5Ton車
駆動方式	ロータ駆動式 (パワーロータ)
チューブサイズ	5.5B (スチールコード補強)
最大吐出量	70m ³ /h
最大吐出圧力 (最大圧送距離)	25Kgf/cm ² (5B 水平300m 垂直60m)

このパワーロータ方式は他のチューブサイズにも順次展開され、特に建築用生コンにて吐出圧力が低めの現場では、安定した吐出性能とチューブ寿命、及びコンパクトな車格や“残コン0”という特長で圧倒的に支持された。表10にてチューブサイズ毎にパワーロータ方式展開の足跡を示す。

【表10 パワーロータの展開】

チューブ サイズ	輸送 管径	年/車格 配管車	年/車格 ブーム車	最大 吐出量	圧送性能 (最大圧)
5.5B	5B	1978/4.5Ton PQ14-10	1978/8Ton PH14-70	70m ³ /h	水平300m 垂直60m
4B	4B	1981/2Ton PQ10-10	1980/ 4.5Ton PH10-40	40m ³ /h	水平150m 垂直45m
3.5B	3.5B	-	1984/2Ton PH09-50	25m ³ /h	水平150m 垂直45m
4.5B	4B	1986/3.5Ton PQ11-10	1986/4.5Ton PH11-50	50m ³ /h	水平170m 垂直50m
5B	4B	-	1991/4.5Ton PH65-18	65m ³ /h	水平170m 垂直50m
5.75B	5B	-	1995/8Ton PH80-26	80m ³ /h	水平300m 垂直60m
4.75B	4B	-	2007/3.5Ton PH55-18	55m ³ /h	(2.5MPa)

※チューブサイズ毎に最初にパワーロータを採用した配管車とブーム車を、それぞれ記載した。

※順番はパワーロータが開発された順とした。

油圧回路

スクイーズポンプのロータやローラの回転には油圧モータが用いられる。そしてこれを駆動する油圧回路にはオープン回路とクローズ回路が考えられる。CCB社から学んだ黎明期にはオープン回路を用いていたが、油圧モータを転用している建設機械では油圧ポンプとモータをクローズ回路で繋ぎ、前進・停止・後進を無段階で切り換えるHST(Hydro Static Transmission/油圧式無段階変速機)を採用していた。これは構成部品がオープン回路より少なく機械効率も高いシンプルなシステムであり、スクイーズポンプでもこれを採用すべく開発を行った。

クローズ回路はまずパワーロータの採用と同時に5.5BチューブのPQ14型(1978年)で採用された。その後1986年には2Ton 3.5BチューブのPH09-50、そして4Bチューブの2Ton PH10-50と3.5Ton PH10-51へと展開された。

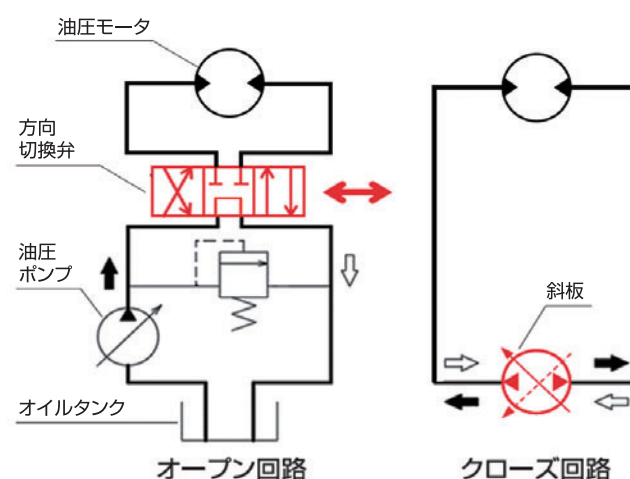


図17 油圧回路（概要図）

しかしその後ラジコンでの遠隔操作対応のために確実に停止させる部品が増えたり、元々期待されていた機械効率も回路のフラッシングなど考慮すると一定のレベルであり、また建機と異なり作業中は長時間連続運転されるため作動油の汚染を考慮するとスクイーズポンプにはオープン回路の方が相性が良いと判断された。これにより前述の1978～1996年の大型車(5.5B)と小型車(3.5B、4B)ではクローズ回路の車両が生産されたが、現在も含めて他の年代や中型車(4.5B、5B)の油圧回路は全てオープン回路で構築されている。

内蔵型減速機

スクイーズポンプの油圧モータは建機のキャタピラ駆動用を転用しており、トルクや回転数を合わせるべく減速機を介して装着されている。黎明期の製品はチェーンとスプロケットで減速してローラを回していたが、パワーロータ以降はロータの同軸上に遊星ギアなどを用いた減速機と油圧モータを配置してロータを回転させた。ここで、初期のパワーロータではポンプケース外部に減速機を取り付けてその先に油圧モータを装着したため、これらが突出して車両のデッキの活用を妨げる構造であった。しかし建機において動輪内に減速機を内蔵した油圧モータが採用されるようになり、これを転用して図18のようにロータ内部に減速機を内蔵してスマートに収める事が可能となった。減速機内蔵式は小型車(3.5B)のPH09-50(1984年)から採用され、その後4B、4.5B、5Bの中型車にも展開され、1996年の大型車(5.75B)PH80-26発売により全てのスクイーズポンプが減速機内蔵タイプとなっている。

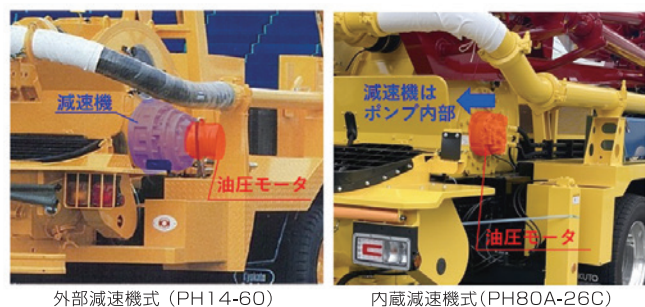


図18 減速機の内蔵

小径ポンプケース

クイーズポンプは真っすぐなポンピングチューブをU字形に曲げてポンプケース内に納めるが、極端に小さい半径で曲げると腰折れするため一定の曲げ半径が必要となる。ここでこの曲げ半径はポンプケースの半径を意味するためポンプの大きさに繋がる数字となる。径の大きなポンプを車両に搭載すると格納したブームに干渉したり重心が高くなって最大安定傾斜角度の確保が不利に働くリスクが考えられる。また大きいほど使用材料が増え重量や原価が不利となる一面も有る。一方で小さな半径のポンプを採用するとチューブが腰折れして負担が増えるリスクが考えられ、またロータ1回転当りの吐出量が少なくなるため同じ量を打設するには回転数を増やす必要があり、そのためチューブの押圧・復元の回数が増えてより疲労が蓄積することが懸念される。これらの事よりポンプケースの大きさは車両への搭

載性とポンプ性能のバランスを以て決められ、チューブサイズに対して基本は1種類の設定となっている。

ここで4Bと5.75Bには小径のポンプケースが存在する。4BはPH20-11(1988年)で、通常のポンプより一回り小さなポンプケースを採用し、段数の少ない2段ブームと合わせて仕様を簡素化した安価なスクイーズポンプとして発売されたが、市場からはブーム・ポンプ共に歓迎されず短命に終わっている。5.75Bの方はPH80-26(1996年)で、5.5Bポンプの後継機として5.75Bとチューブ内径を拡大したにも関わらず半径を小ぶりにした意欲作であった。しかし市場の生コンが高強度化して粘性が高まり圧損が増す傾向も有って、チューブ寿命の確保に苦戦し発売後1年半でポンプケース半径を5.5Bの時と同じに戻してPH80-26A(1997年)として現在に至っている。



図19 小径ポンプケース

【表11 小径ポンプケース】

年	機種	チューブサイズ	ケース直径
1986	PH10-50	4B	1100mm
1988	PH20-11	4B	880mm
1978	PQ14-10	5.5B	1510mm
1995	PH80-26	5.75B	1390mm
1997	PH80-26A	5.75B	1510m

現在のチューブサイズ

黎明期の項で記したが極東開発工業のスクイーズポンプは、小型車3B、中型車4B、大型車5Bのチューブサイズにてスタートした。その後市場での使われ方や生コンの高強度化などの影響も有って設定される車格とチューブサイズは変遷し、現在では、小型車4.5B(4機種)、中型車5B、大型車5.75Bのチューブサイズにてラインナップしている。ポンピングチューブ一覧の表2の通り、特殊・定置式を除いた車載式だけでも60年の歴史で9種類のチューブが設定され市場で運用されているが、やがて現在量産されている3つのサイズに落ち着くと考えられる。

ただ今後は世界市場を睨んだ機種展開も考えられ、常に現地の生コン事情に合わせた性能確保と良品化を考えた製品開発を行っていく必要が有る。また、スクイーズポンプ最大の弱点であるポンピングチューブのバーストに関しては、改善はされて来たものの定量的かつ機械的な改善は図られていないのが現状である。これまでチューブに電線を埋め込んだり、圧送圧力と打設量を乗じた数値にて交換の目安とした目安計の開発など定量的な寿命判断に挑戦してきたが、現在はコネクティング技術を用いて大量の情報を蓄積できる環境も有り、鋭意研究が進められている。



PH35B-11 (2011年) 4.5PTSポンピングチューブ



PH50B-18 (2011年) 4.5PTSポンピングチューブ



PH50C-15 (2021年) 4.5PTSポンピングチューブ



PH65A-19B (2012年) 5PTSポンピングチューブ



PH50C-17 (2021年) 4.5PTSポンピングチューブ



PH80A-26C (2019年) 5.75PTSポンピングチューブ

図20 現在のスクイーズポンプのラインナップ