

TECHNICAL REPORT

Jun. 2015 Vol. 3

極東開発工業グループ

技 報

極東開発工業株式会社
日本トレクス株式会社

極東開発工業グループ

技 報

TECHNICAL REPORT

Jun. 2015

vol.3

CONTENTS

2 | ご挨拶

技術解説

- 3 「eパッカーハイブリッド」の開発
- 8 ダンプトラック用高圧ギヤポンプの開発
- 13 二次製品向けコンクリートポンプの開発
- 19 ブーム振動抑制装置「KAVS」

新製品紹介

- 25 スタイリッシュなデザインに進化した1台積車輻運搬車
フラトップZeroII JN02-47、JN04-47
- 26 大型車並みの最大吐出能力を実現した中型コンクリートポンプ車
ピストンクリート PY90-17
- 27 高圧大容量ポンプユニット搭載のコンクリートポンプ配管車
ピストンクリート PT110-10
- 28 建築基礎の地盤改良工事に最適
定置式スクイズクリート PQ30-22MT
- 29 低床化を実現したダイハツ・ハイゼット用軽ダンプユニット
新型軽ダンプユニット DD01-52、DD01-02
- 30 展開完了まで約5分以内という早さを実現した展開式シェルタ
自動展開シェルタ
- 31 高い輸送効率を実現したフルトレーラ
21mセンターアクスル式フルトレーラ

トピックス

- 32 創立60周年記念
コンクリートポンプ車模型の製作
- 33 インドのダンプトラックの紹介
- 34 極東開発工業グループ技術士会の紹介
- 35 **特集** 座談会「製品開発とデザイン」

温故知新

- 41 小型ダンプトラック

※「極東開発工業株式会社」「日本トレクス株式会社」「三菱自動車工業株式会社」「日野自動車株式会社」「プロシフト」「日本コンクリート工業株式会社」「ダイハツ工業株式会社」「ハイゼット」「ダイハツ九州株式会社」「トヨタ輸送株式会社」「トヨタ自動車株式会社」「マツダ株式会社」「いすゞ自動車株式会社」「三菱ふそうトラックバス製造株式会社」「日産自動車株式会社」「日産ディーゼル工業株式会社」「UDトラックス株式会社」

これらの社名・商品名・ロゴ等は各社の商標または登録商標です。

※「eパッカー」「eパッカーハイブリッド」「KAVS」「フラトップ」「フラトップZero」「ピストンクリート」「スクイズクリート」「ジェットバック」「パワーゲート」「フックロール」「バルコン」「プレスバック」「シャトルバック」「シャトルローダ」は、極東開発工業(株)の登録商標です。

創立60周年を迎えて



執行役員 技術本部長
博士(工学) 布原 達也

極東開発工業は本年6月1日に創立60周年を迎えることができました。これは創立以来、弛まない努力で会社を常に発展させ支え続けて下さった先輩諸氏と、極東開発工業を選んで頂いたお客様方、そして応援し続けて頂いた全ての皆様のおかげであり、感謝の念に絶えません。

いま、改めて私どもの製品を見廻しますと、ダンプ、ジェットバック、コンクリートポンプ、パワーゲート、また、環境関連では再資源化プラントなど、先輩諸氏の残してきた製品群が主な収益の柱となっています。

そこには、現在に至るまで、幾度となく新製品が投入され、新分野にも挑戦してきた歴史があり、その結果、幾つかは主要製品、新事業分野となりましたが、一方、市場に入りきれずに終息した製品もありました。しかしながら、これら新しい試みへのチャレンジは失敗しても決して無駄にはならず、次のチャレンジへの知見となって活かされていきます。極東開発工業は各々個人がスキルアップするための各種教育をサポートしておりますが、そこにも同様の考え方があります。新しい試みを完遂するためには、幅広い知見と情熱が必要です。その知見は新しいことへのチャレンジにより初めて獲得され、その広さと厚みが次のチャレンジへの質と完成度を高め、結果とし

て新規プロジェクト成功の可能性を押し上げていきます。私たち極東開発工業には直近の損得だけにこだわらずチャレンジすることを許容、奨励する社風があります。それは私たちの宝であり、この精神が極東開発工業の未来を明るく照らしていると思います。これから次の10年、更に創立100年を目指して、新しい製品、技術を開発して製品価値を向上し続け、更に新しい事業分野を開拓していくことが重要です。チャレンジする極東開発工業の心と情熱が、これらを成功へと導いてくれると考えます。

今後とも、皆様の厚いご支援を賜れますよう、よろしくお願い申し上げます。

「eパッカーハイブリッド」の開発



秋山 優二
Yuji Akiyama

【概要】

「eパッカーハイブリッド」は、ハイブリッドトラックシャシに搭載されている走行用モータ、バッテリー等のハイブリッドシステムをごみ収集車の収集作業時にも活用することで、低騒音化や作業時の排気ガスの発生を抑えることを可能にした製品である。架装側のシステムは、ハイブリッドシステムとの協調制御を行うためのECU (Electronic Control Unit) と機能切替を行うスイッチ、ランプ等のシンプルな構成である。追加する構成部品を最小限に抑えることで、ボデー容積の確保や、各種要求仕様への対応を容易にし、市場のニーズを満たす製品開発に成功した。

【ABSTRACT】

It is a product that allows reduction of noise and gas emission by utilizing a hybrid system including a drive motor, battery, etc. installed in a hybrid truck chassis during refuse collection by the truck. The system on the refuse collector side simply consists of an ECU (Electronic Control Unit) for coordinated control with the hybrid system, switches to switch functions, lamps, etc. We have secured the body capacity and responded to various required specifications by minimizing the components to be added and succeeded in developing a product that satisfies the needs in the market.

1. まえがき

特装車は、そのほとんどの製品でトラックシャシのエンジンから動力を取り出すPTO (Power Take Off) を採用している。したがって、装置が作動している間は常にエンジンが回っており、燃費、騒音や排気ガスによる周辺環境の悪化が問題となっていた。特にごみ収集車は、住宅密集地や各住宅の前(写真1)で作業することが多く、収集時間帯も早朝や深夜になることが多いため、騒音や作業時の排気ガスを低減した製品が求められている。



写真1 住宅密集地

本稿では、ハイブリッドトラックシャシのシステムを活用することでこれらの要求に対応した、「eパッカーハイブリッド」(写真2)について解説する。

【表1 主要諸元】

架装シャシ	2t車(対応型式:TQG-XKU600X-TYUMC5)	
架装形式	GB43-27-S	GB44-820D-S
圧縮方式	プレス式	回転板式
容積	4.3m ³	4.4m ³
投入口 寸法	幅	1,440mm
	高さ	800mm
ホッパ容積	0.60m ³	0.34m ³
原動機	エンジン/モータ	
電動時積込回数 (1ステーションあたり)	10～20回(充電状況による)	
積込時間	10～11秒	
排出方法	排出板押出式	ダンプ式



写真2 「eパッカーハイブリッド」
左:2トンプレス式「プレスバック」
右:2トン回転板式「バックマンチルト」

2. 背景

極東開発工業はこれまでに、環境に配慮したごみ収集車として、2010年に「eパッカー」を開発した。

「eパッカー」は、大容量のバッテリーシステムと、電動式塵芥収集車にカスタムした電動油圧ユニットを搭載している(写真3)。外部電源より充電されたバッテリーの電力で、電動油圧ユニットを駆動させることにより、エンジンを止めた状態で積込装置を作動させることが可能である。

バッテリーの容量は16kWhで、2tプレス式のごみ収集車でフル積載・排出作業を約6回行うことが可能である(フル充電の場合)。また専用電動油圧ユニットはエンジンによる積込と同等の出力性能を持っている。これらの組み合わせにより、「低騒音」「作動時排気ガスゼロ」「高効率」等の高い環境性能と、標準車と同等の積込性能を実現した。

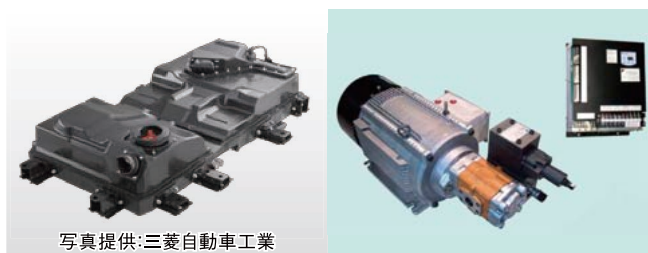


写真3 大容量バッテリーと電動油圧ユニット

ただし、「eパッカー」は、専用の大容量バッテリーと電動油圧ユニットを必要とするために、下記のような課題があった。

①ボデー容積の減少

大容量バッテリーがシャシフレームとボデーの間に収まる構造のため、ごみを収納するボデー容積が減少する。例として2tプレス式の場合、4.3m³から4.0m³になる。

②艙装品の設置スペース

ごみ収集車でいう「艙装品」とは各地域での収集形態



写真4 艙装品の例

に合わせて、ボデー周辺に設置する、金物や蛍光管を入れるための箱などのことを指す。例としては、キャブバックに金物を入れるためのキャブバックボックスや、ボデー下に使用済みの蛍光灯を入れるためのボックスが必要な場合がある(写真4)。このような艙装品の設置スペースに制限がある。

③コスト

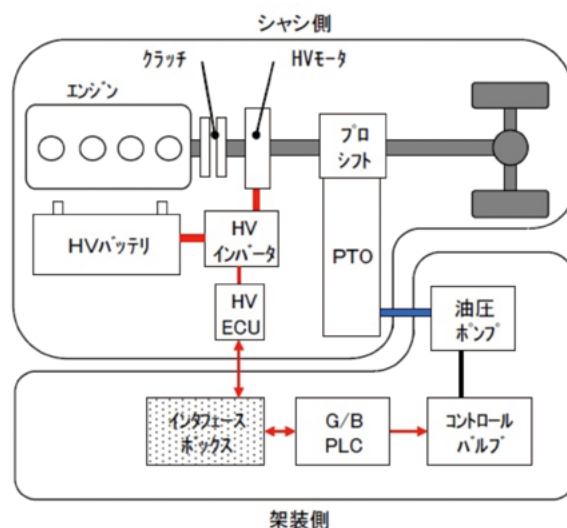
専用の大容量バッテリーや電動油圧ユニットにより、車両価格が高額になってしまう。

3. システム概要

先述の「eパッカー」における課題を解決するため、日野自動車株式会社殿と共同で「eパッカーハイブリッド」を開発した。

「eパッカーハイブリッド」のシステム概略図を図1に示す。「eパッカーハイブリッド」は、「日野デュトロハイブリッド」シャシ(以下HVシャシ)に搭載されている、ハイブリッド車用バッテリー(以下HVバッテリー)や走行用モータ(以下HVモータ)などのハイブリッドシステムを利用し、エンジンの代わりにHVモータを駆動させてPTOに動力を供給するシステムを採用している。

また、本システムを実現するにあたり、架装側システムとシャシ側システム間の通信による協調制御を追加した。これは、相互の状態及び要求等を把握することで、架装側では、駆動方式の切替要求や電池残量表示、シャシ側では、駆動方式切替時のクラッチ制御やエンジン制御等、一連の協調動作を安全で確実に実施可能にした。



【図1 システム概略図】

「eパッカー」及びHVシャシ標準架装車との性能比較を表2に示す。ボデー容積や積載量はHVシャシ標準架装車と同等でありながら、電動作動を可能にしている。また、「eパッカー」にない特長として、走行中に充電されるため、充電を行う手間や設備を必要としない。

【表2 性能比較】

製品	eパッカー	eパッカー ハイブリッド	HVシャシ標準架装 (低騒音仕様)
適応シャシ	—	TQG-XKU600X-TYUMC5	—
架装形式	GB40-27L-S	GB43-27-S	GB43-27-S
ボデー容積	4.0m ³	4.3m ³	4.3m ³
積載量	2t (オプションによる)	2t	2t
追加重量	約450kg	5kg以下	—
動力	電動油圧ユニット	PTO (エンジンorHVモータ)	PTO(エンジン)
電動作動 回数	約600サイクル	10～20サイクル	—
充電方式	プラグイン充電	走行充電	—
充電時間	7時間(AC200V) 14時間(AC100V)	約3分 (1200rpm)*	—
騒音	約60dB	約70dB	約78dB

※走行状態による。

4. 外観

写真5に「eパッカーハイブリッド」の外観を示す。架装側では、シャシ側システムとの通信を行うためのインタフェースボックスと機能切替を行うスイッチ、ランプ等で構成されている。ボデー周辺では、写真5のようなインタフェースボックスが設置されるのみであ



写真5 外観とインタフェースボックス

る。これにより、従来の電動式塵芥収集車のようなボデー容量の制限がなくなり、標準2t車のごみ収集車と同じ容量のボデーの搭載が可能である。また、「eパッカー」の課題の一つであった艤装品の設置スペースも確保できる。

5. ユーザインタフェース

「eパッカーハイブリッド」は、写真6のようにキャブ内及びテールゲートに設置された切替スイッチにてPTO駆動方式の切替を行う。作業者は電池残量や、周辺状況に応じて、電動駆動とエンジン駆動の切替を行うことが出来る。キャブ内とテールゲート双方にスイッチを設けることで、走行中はキャブ内のスイッチ、積込作業中はテールゲートのスイッチで切替操作を可能とした。また、従来の操作性をなるべく低下させない手段として、「セレクト方式」を採用した。これは、駆動切替用のスイッチをあらかじめ「自動」の方向にセットしておく、PTOを接続した際に自動的に電動駆動モードに切り替わるものである。



写真6 切替スイッチとランプ

6. 評価

6.1 場内評価システムの構築(擬似負荷装置)

製品開発を行うにあたり、場内にて性能評価するためのテスト車両を製作した(写真7)。ここではその車両について説明する。



写真7 テスト車両

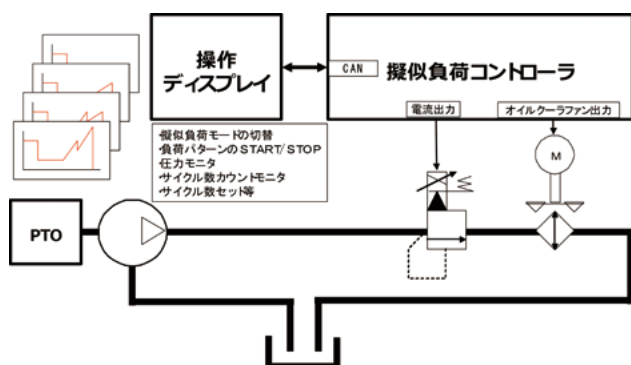
通常、積込装置の各種データを収集する場合、実際の収集物を模した「擬似ごみ」を準備し、作業者がホッパ内に擬似ごみを投入して積込作動を行い、評価を行う。しかし、今回の開発では、電力収支等のデータを、ごみ集積所(ステーション)間の一般走行も含めて記録する必要があるため、実際の収集作業を模した積込・走行パターンをテストコース内で実施することが求められた。しかし、積込作業のためにコース内に人が立ち入ることは安全上問題がある。

そこで、積込することなく、同等の負荷を発生させる手段として、擬似負荷装置を考案し、テスト車両のキャブバックスペースに搭載した(写真8)。擬似負荷装置は、比例電磁式リリーフ弁、コントローラ、オイルクーラ、操作ディスプレイで構成されている。



写真8 擬似負荷装置

比例電磁式リリーフ弁は、油圧システム内の圧力を入力電流に応じて比例的に変えられる油圧バルブである。これにより、入力電流値をコントローラにて制御し、実際の積込作業時の圧力変化にすることで、積込作業における負荷変動を再現させることが可能になった。また、擬似負荷装置のコントロールはキャブ内に設置された操作ディスプレイで擬似負荷装置に関するすべての操作及び作動中の各種データの閲覧が可能であ



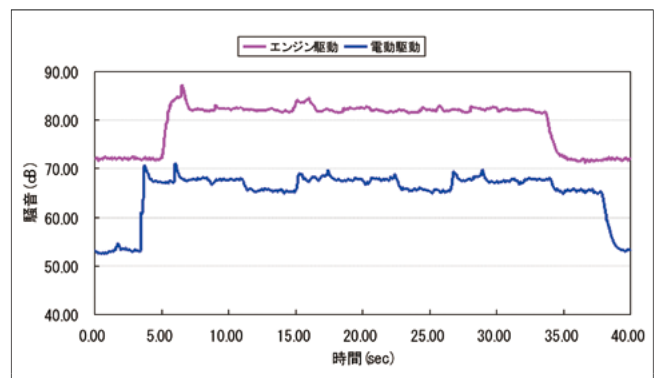
【図2 擬似負荷システム概略図】

る。これにより、安全且つ効率的な評価が実施できた(図2)。

6.2 騒音

「eパッカー」同様、電動作業中はエンジン停止状態での作業が可能のため、排気ガスゼロと低騒音化を実現している。

エンジン駆動時と電動駆動時の音圧レベルの比較を図3に示す(計測ポイントは、車両左舷側2m、高さ1.2m)。電動駆動時は、エンジン駆動時と比較して-10dBとなり、電動駆動時の音圧は、70dB以下を達成した。



【図3 騒音比較】



写真9 騒音計測風景

6.3 市場評価

市場評価を行うため、自治体と民間業者にてそれぞれの仕様に合わせてモニタ評価車両を製作し、モニタ

調査を実施した(写真10)。



写真10 モニタ評価車両 左:自治体 右:民間

調査の結果を表3に示す。

自治体での収集エリアは住宅街で家庭ごみの収集が主な用途であった。収集時間帯は主に日中で、収集作業形態は、地域で指定されているごみ集積所を順次回っていくものであった。

また、民間業者での収集エリアは商店街や住宅地内の店舗等で事業系一般廃棄物の収集が主な用途であった。収集時間帯は各店舗及び商店街が営業していない深夜から早朝で、収集作業形態は、契約店舗を1件ずつ訪問して収集していくものであった。

【表3 モニタ評価結果】

解析項目	自治体	民間業者
計測期間	6ヶ月間	6ヶ月間
実稼動日数	116日間	172日間
総走行距離	6,300km	15,326km
日当たり走行距離	40.7~69.2km	40.2~154.8km
平均車速	9.4km/h	11.0km/h
平均作動回数(1日)	200回	53回
平均電動作動回数(1日)	69回	40回
平均電動稼働率	35%	74%

6.3.1 電動稼働率

電動稼働率は、1日の積込作動における電動による作動回数の割合を示したものである。結果は自治体で35%、民間業者で74%となった。実際の収集の様子を観察すると、自治体ではステーション毎に積込装置を作動させているのに対し、民間業者では、なるべく積込装置を作動させずに、ホッパー内にごみがある程度投入されてから1回作動させる運用を行っていた。積込作動から次の積込作動までの走行距離が長く、十分に走行充電されるため、電動率が上昇したと思われる。

このように電動稼働率は運用方法によって大幅に増加することがわかった。

6.3.2 燃費

いずれのモニタ評価においても燃費の向上が確認でき、所有するディーゼルエンジン車と比較して自治体ユーザで42%、民間ユーザで20%の燃費向上が達成された。

6.3.3 排気ガス

写真11のような地下施設での収集作業の際、通常のエンジン駆動では排気ガスが充満するため、作業環境の悪化が懸念されていたが、電動駆動で収集作業をした結果、排気ガスを発生させずに収集作業を行うことが出来、収集業者より好評を頂いた。



写真11 地下施設での収集

7. あとがき

今回の開発では、ハイブリッドシャシのシステムを活用することで、これまでの特装車にはない高い環境性能を実現できた。また、開発を通じて、日野自動車株式会社のエンジニアの方々との交流を深められたことが小生にとっての一番の経験になった。ここに改めてモニタ評価をしていただいたユーザ各位をはじめとして、日野自動車株式会社殿及び関係各位の皆様へ感謝申し上げますとともに、今回の経験を糧に今後も社会に貢献できる製品を開発していく所存である。

参考文献

- 1) 鈴木伸岳ほか:ハイブリッドシステムを活用した電動塵芥収集車の開発、自動車技術会秋季学術講演会論文前刷集 20145776,p1-4(2014)

ダンプトラック用高圧ギヤポンプの開発



川副 幸二
Koji Kawasoe



中尾 幸雄
Yukio Nakao

【概要】

ダンプトラックは特装車において代表的な製品であるが、ボデー、ホイストメカニズム、シリンダ及びギヤポンプからなる単純な構造もあり、これまでの長い歴史の中で大きな変化が無い製品であった。このダンプトラックを一新すべく高圧ギヤポンプを開発し、油圧システムにおいて従来の16～20MPaから一気に34MPaの高圧化を図ることによって、重量軽減と低重心化による走行安定性の向上を実現した。

【ABSTRACT】

Among special purpose vehicles, dump trucks are positioned as typical products. However, they have not been much changed in their long history because of their simple structure that consists of a body, a hoist mechanism, a cylinder, and a gear pump. To renew such dump trucks completely, we have developed high-pressure gear pumps to increase the pressure drastically from previous 16 – 20 MPa to 34 MPa in the hydraulic system, realizing reduction in weight and improvement of driving stability with lowered center of gravity.

1. まえがき

ダンプトラックの油圧源は、従来から低コストでメンテナンス性に優れたギヤポンプ(外接式)を採用してきた。油圧ポンプの種類としては、実質的にギヤポンプとプランジャ(ピストン)ポンプの2種となり、単に高圧化だけを求めるならば、プランジャポンプを採用すれば簡単であるが、ダンプトラック全体のコストバランス上、成立が困難なため、ギヤポンプによる高圧化が求められた。

ギヤポンプの構造としては、固定側板方式と圧力バランス方式に分かれ、極東開発工業も含め特装車分野ではより簡単な固定側板方式を用いてきたが、最高使用圧力は20MPaが限界であった。一方市販ギヤポンプにおいては圧力バランス方式が主流で、その最高使用

圧力(瞬間)は中圧域である25MPaには達しているものの、34MPaもの高圧仕様は存在していない。

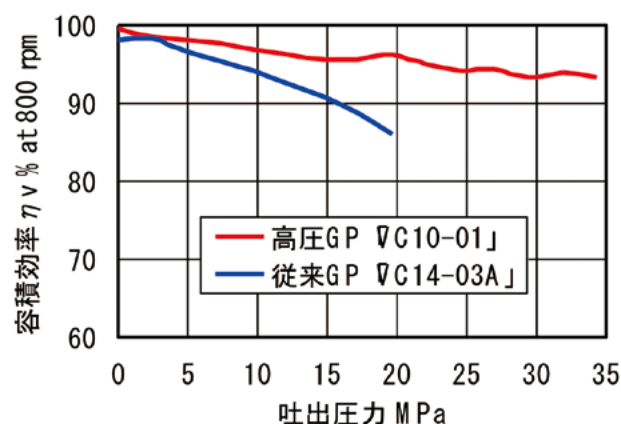
極東開発工業においても高圧化に向けて圧力バランス方式を採用し、最高使用圧34MPaにチャレンジした結果、多くの苦労と失敗を伴ったもののギヤポンプによる高圧化技術を確立させることが出来、また他社ダンプトラックとの差別化につなげることが出来たと考えており、その設計技術と生産技術をここに紹介する。

【表1 仕様比較】

機種	区分	型式	理論吐出量 cc/rev	最高圧力 MPa
大型	従来機	VC14-03A	136.1	20
	高圧型	VC10-01	97.0	34
中型	従来機	VC05-01A	44.6	20
	高圧型	VC03-15	26.6	34
小型	従来機	VC03-07	29.7	16
	高圧型	VC02-03	17.0	34



写真1 大型高圧ギヤポンプ



【図1 従来機との容積効率比較】

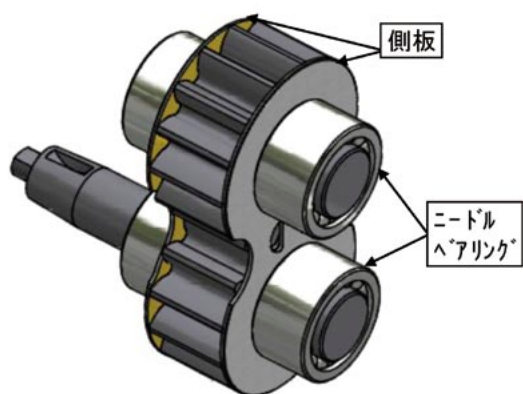
2. 圧力バランス方式とは

2.1 固定側板方式と圧力バランス方式の比較

(1) 固定側板方式(図2)

側板(サイドプレート)が単なる板状のものであり、ギヤとの摺動面には、テフロンを含浸させた青銅焼結合金が形成されている。ポンプ内圧が上昇すると、側板がギヤから離れる方向へ移動する。

ポンプ内圧の上昇に伴い側板とギヤの隙間が大きくなるため、シール性能が悪くなり内部漏れが増加し容積効率(η_v)が著しく低下する。サイドクリアランスの管理が厳しく要求され、高圧仕様には適していない。

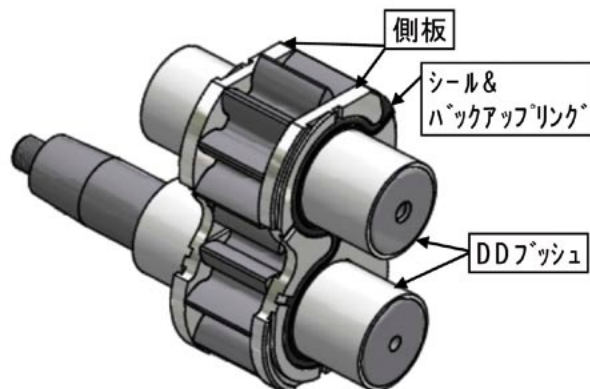


【図2 固定側板方式】

(2) 圧力バランス方式(図3)

側板にシール(及びバックアップリング)を組み込みギヤ摺動面と反対側にも圧力を導いて、側板の両面で圧力的にバランスさせることにより、ポンプ内圧上昇時も側板は移動しない。

部品点数が増えるが、ギヤと側板摺動面に隙間が生じないためサイドからの内部漏れが少なく、高圧域でも容積効率に優れ、中圧仕様以上に適している。但しポ



【図3 圧力バランス方式】

ンプ容量が小さくなるに従い、トップクリアランスの管理が必要かつ重要で、一般的にギヤ歯先をケース内面に齧らせてシール性能を確保している。

2.2 圧力バランスの設計

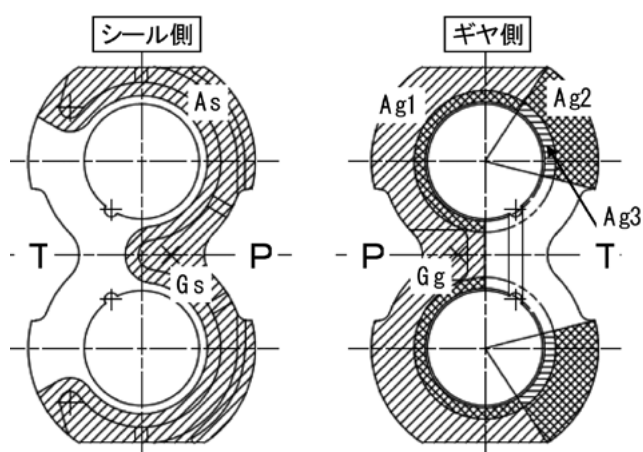
圧力バランスは側板上の圧力分布、ギヤ側とシール側の力のバランス及び重心位置に十分留意して設計する必要がある。側板上の圧力分布図(図4)において、シール側はシール溝内側までを高圧域($A_s=P$)とし、ギヤ側については高圧域($A_{g1}=P$)、中圧域($A_{g2}=1/2P$)及び低圧域($A_{g3}=1/4P$)の3区分に分けて考える。またシール側の重心位置を G_s 、ギヤ側の総合重心位置を G_g とすると、下記2式を満足するように圧力バランスの設計、すなわち側板の形状寸法(シール溝寸法)を決定する。

(1)式はギヤ側とシール側の力のバランスを示しており、シール側の押付力がギヤ側よりも約3~5%大きくなるように設計する。

(2)式は重心位置の差を示しており、その差は0.5mm以内とし高圧域方向にずれるようにする。

$$P \cdot A_s > \left[P \cdot A_{g1} + \frac{P}{2} \cdot A_{g2} + \frac{P}{4} \cdot A_{g3} \right] \cdots (1)$$

$$0 \leq [G_s - G_g] \leq 0.5 \cdots (2)$$



【図4 側板上の圧力分布】

2.3 トップクリアランスと容積効率

圧力バランス方式の採用により、サイドクリアランスからの内部漏れは無視することが出来るが、ギヤ歯先とケース内面との隙間、すなわちトップクリアランスからの内部漏れが容積効率を大きく左右する。

今、トップクリアランスからの内部漏れを平行平板面モデルの隙間流れと考えると、容積効率と内部漏れ量の関係は次式で表される。

$$\eta_v = \frac{Q}{q \cdot N} \quad \cdots (3)$$

$$Q = q \cdot N - \Delta Q \quad \cdots (4)$$

$$\Delta Q = \frac{b \cdot c^3}{12 \cdot \mu \cdot l} \cdot (P_1 - P_2) \quad \cdots (5)$$

$$\eta_v = 1 - \frac{\Delta Q}{q \cdot N} \quad \cdots (6)$$

η_v :容積効率 Q :実吐出量 μ :粘性係数
 ΔQ :トップクリアランスからの内部漏れ量
 q :1回転当りの理論吐出量 N :回転数
 b :隙間の幅 c :隙間の高さ(トップクリアランス)
 l :隙間の長さ P_1 :吐出側圧力 P_2 :吸込側圧力

内部漏れ量は歯幅に比例し、またトップクリアランスの3乗に比例する。1回転当りの理論吐出量と歯幅との比率を考慮しても、1回転当りの理論吐出量が小さくなればなるほど、トップクリアランスが容積効率に大きく影響することがわかる。従って所定の容積効率を確保するためには、小型ギヤポンプに対してはケース内面をギヤ歯先で齧らせることが必須条件となった。

油圧ポンプ作動時は、図5のように吐出側の圧力とギヤの噛み合いによりギヤは吸込側に寄せられ、ギヤ歯先がケース内面を齧るが、齧り面が粗いと内部漏れの増大に直結するため、齧り面には研磨面のような滑ら

かさが要求される。この齧り面は、完成検査時の慣らし運転により形成させるが、量産当初においては安定して滑らかな齧り面を形成させることが難しく、検査合格率が50%を切ることもあった。そのため製造先である大窪精機工業(株)殿と、検査合格率改善を主目的とした「Gプロジェクト」を発足させ、考えられるだけの対策を施した。

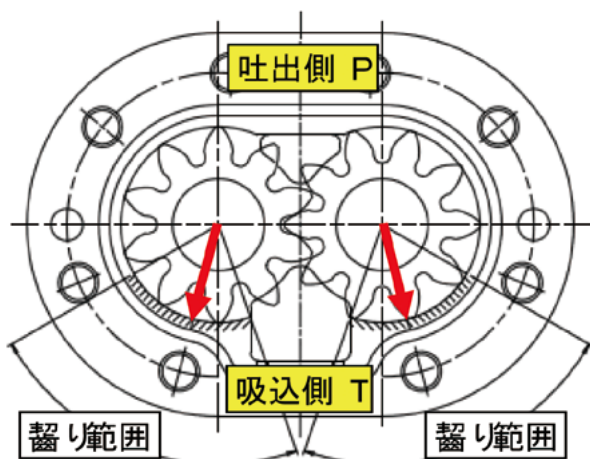
- (1)完成検査時の慣らし運転サイクルの最適化:滑らかな齧り面の形成→効果有り。
- (2)圧力バランスの見直し:容積効率の向上→効果有り。
- (3)あらかじめ機械加工で齧り面を形成させ、ギヤ歯先による齧り量を最小限に抑える:滑らかな齧り面の形成→効果なし。
- (4)ギヤ歯先の角部にR部を設け、歯先にバリが発生させないようにする:滑らかな齧り面の形成→効果なし。
- (5)DDプッシュ圧入後の内径寸法を安定させ、齧り量を一定にする:安定した滑らかな齧り面の形成→効果有り。
- (6)あらかじめ齧り面になる箇所に潤滑剤を塗布:滑らかな齧り面の形成→効果なし。
- (7)完成検査装置の作動油の最適化:滑らかな齧り面の形成→効果有り。

これらの対策を試行錯誤した結果、最終的には第(7)項の完成検査装置の作動油を変更したことが、容積効率の向上と安定化に最も効果があった。これは、ギヤ歯先でケース内面を齧らせることは切削加工を行っているのと同じであると考え、切削性を向上させるには適正な油を使用するのが当然であるという発想から生まれたものである。これらの対策を実施することにより、飛躍的に検査合格率が改善され、合格率としては99%以上を維持することが出来た。

3. 高圧化に伴う設計上のポイント

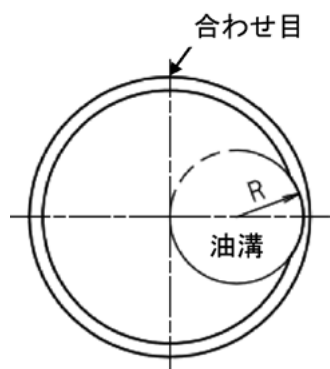
3.1 DDプッシュ

従来のギヤポンプはニードルベアリングを使用していたが、圧力バランス方式への変更に伴いブッシュ(プレーンベアリング)を採用した。一般的にドライベアリングと呼ばれるが、境界及び流体潤滑条件に適したものを選択し、更に潤滑性能向上のため油溝を設けている(図6)。またギヤ軸部の摺動面には、耐摩耗性向上のため研磨後にバフ加工を追加した。従来のニード



【図5 齧り範囲】

ルベアリングの転がり接触と異なり、境界及び流体潤滑条件下での使用となるため、ギヤ軸部とブッシュ内面には所定の隙間が必要となり、基本的に現合嵌合としている。



【図6 DDブッシュの油溝】

3.2 側板の材質

側板の材質には開発当初砲金(BC6)を使用していたが、材料費及び機械加工費(総削り)が非常に高価となるため他の製法を探した結果、ダイカストが可能な「A-1」という材料に巡り合うことが出来た。この「A-1」材は、一般的なダイカスト材である「ADC12」材に対し、亜鉛(Zn)を多量に含有することで同等の靱性を保ちながら機械的強度、特に耐力、硬さを飛躍的に向上させたものである。「A-1」材のダイカスト化により最小限の機械加工で済み、ギヤポンプASSYコストを従来機と同等に抑えることに大きく寄与した。

3.3 ノックピンを用いたケースの剛性アップ

高圧化に伴い吐出側ケース内壁には大きな荷重が作用し、ケース内壁の倒れによる容積効率低下とギヤ室隅部からの割れが懸念されたため、ノックピン数を通

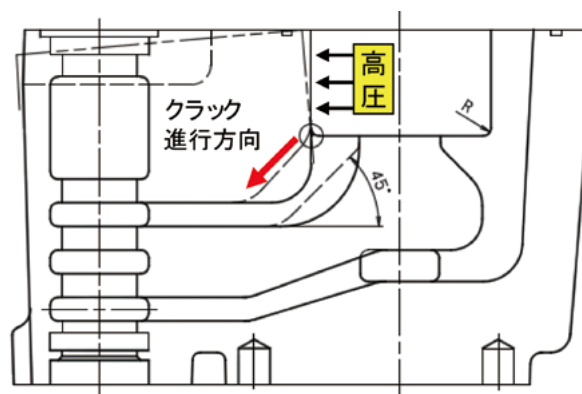


【図7 大型ギヤポンプのノックピン】

常の2本から5本に増やし、その内3本は吐出側に設け、ノックピンを介してカバーを含めたケースの剛性化を図っている(図7)。

3.4 小型ギヤポンプのケース吐出側油道形状

小型ギヤポンプの耐久試験において、図8のケースギヤ室隅部にクラックが発生した。この時吐出側油道がクラック進行方向と同じ45度方向になっていたため、油道を垂直方向に変更することで、クラックの発生を防ぐことが出来た。このようにギヤポンプの設計においては、ケース油道の方向についても注意が必要である。



【図8 小型ギヤポンプ・ケース吐出側油道の形状改善】

3.5 スプールクリアランスと耐圧性能

ダンプトラック用のギヤポンプは車格に関わらず油圧ポンプと油の流れを切り替えるバルブが一体化した構造となっている。油の流れの切り替えは手動によりスプール位置を操作することで行う。スプールポジションは「上げ」「中立」及び「下げ」の3ポジションとなっており、荷箱を動作途中で停止させることができる。荷箱の保持はシリンダ内の油を切替バルブのスプールにて遮断することになるが、特にシール機能をもっているわけではなく、スプールとケース側スプール孔の隙間で遮断しているため、隙間部から内部漏れが生じ、徐々に荷箱は降下する。

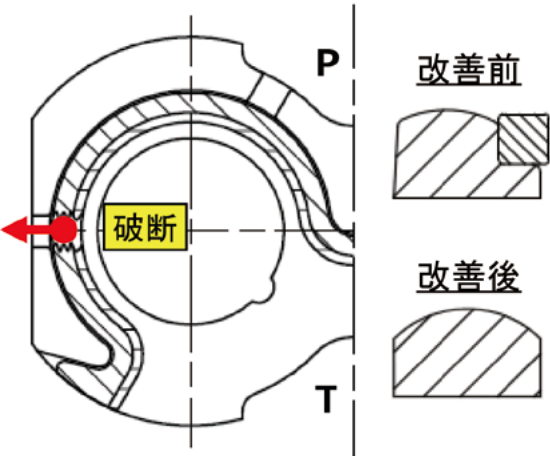
シリンダ内径を小径化し、作動圧力の高圧化を行ったことで空荷状態での荷箱保持圧も全領域で高くなっており、ユーザーが空干しのため荷台を上げ状態に維持した時は、荷台の自然降下の点で不利であった。スプール径は従来機と同等法なので、スプールクリアランスを従来機の8~10 μ から3~5 μ まで詰めることで対処した。

3. 6 大型ギヤポンプのケース材質

製造先の提案もあり軽量化とコスト抑制のため、大型ギヤポンプのケース材質を従来のFC250に対しFCD450を採用した。FCD450材は摺動性でFC250材よりも劣るとの認識はあったが、大型ギヤポンプでは、ケース内面とギヤ歯先は基本的に接触しないので問題ないと判断して量産スタートさせた結果、市場においてはギヤ歯先がケース内面に接触し焼付に至る不具合が頻発し、結局従来のFC250に変更した。FCD450材を摺動に使用する製品は皆無ではないが、本件のようにギヤ歯先でケース内面を齧る可能性がある場合は、使用を抑えるべきである。

3. 7 中小型ギヤポンプの側板シールの改善

中型ギヤポンプにおいて、側板の軸間方向に設けた圧力導入溝よりシールが引き込まれて折損する市場不具合が散発した。再現試験の結果、吸込側に負圧がかかった状態で且つ吸込量不足が生じ、更に吐出側に圧力が発生している条件下で、市場と同じシール折損現象が発生することがわかった。対策としては、バックアップリングを廃止してシール断面形状を変更しゴム硬度を70度から90度にアップし、シール自体の強度アップを図った(図9)。



【図9 側板シールの改善】

4. 成果

4. 1 重量軽減

機能部品であるギヤポンプとシリンダの合計質量は、何れの機種も軽減されており、特に中型では40kgを越える質量の軽減となった(表2)。これによりダンプトラック全体の重量軽減に大きく寄与することが出来た。

【表2 機能部品の機種ごとの質量比較】

単位:kg

機種	区分	ギヤポンプ	シリンダ	合計	質量差
大型	従来機	38.2	126.8	165.0	-4.2
	高圧型	32.8	128.0	160.8	
中型	従来機	13.0	80.2	93.2	-41.7
	高圧型	11.5	40.0	51.5	
小型	従来機	9.5	44.0	53.5	-8.3
	高圧型	9.4	35.8	45.2	

4. 2 コスト

ギヤポンプは、部品点数は増えたものの前述の側板のダイカスト化により、従来機と同等のコストに抑えることが出来ている。シリンダについては、中型及び小型が質量軽減に伴いコストダウンが図れ、また省資源にも大きく寄与している。

4. 3 生産性

高圧化に伴い中小型シリンダのチューブ内径統一化が図られ、これによってシリンダ生産時の省段取化と、重量軽減に伴うハンドリングが容易になり、生産性が大きく向上している。

4. 4 他機種への展開

高圧化技術、すなわち圧力バランス方式の修得により、フックロール用、パワーユニット用及びミニダンプ用ギヤポンプへの展開を図ることが出来た。

5. あとがき

ギヤポンプの高圧化という非常に難度の高いテーマにチャレンジし、開発時並びに量産移行時に数多くの苦労が伴ったが、性能、品質及びコストの何れにおいても当初の目標を達成することが出来た。また高圧化に伴う圧力バランス方式を、後の開発製品に活用することが出来たことも、大きな成果であった。

最後に、本開発に多大な御協力頂いた関係各位に心より感謝申し上げます。

二次製品向けコンクリートポンプの開発



三ッ井 実
Makoto Mitsui

【概要】

コンクリート二次製品とはコンクリートを主原料として工場にて製造し、納入されるコンクリート製品の総称である。その中で建設基礎の杭として使用される「パイル」や電柱などに使われる「ポール」の生産においてコンクリートポンプを用いた工法が採用されているが、更新時期を迎えた設備が多い中、コンクリート二次製品に対応した新しいコンクリートポンプは久しく登場していない。そこで極東開発工業は車載型コンクリートポンプの実績と技術で、現在のコンクリート二次製品の生産ニーズに合わせた設備機械としてのコンクリートポンプを開発した。

【ABSTRACT】

“Concrete secondary product” is a general term for concrete products that are manufactured at plants by using concrete as main material and then delivered. Among such products, a construction method using concrete pumps is adopted to produce building foundation piles and telegraph poles. Though many facilities are expected to be renewed, a new concrete pump for concrete secondary products has not appeared for a long time. Therefore, we have developed concrete pumps as machineries used in facility that meet the current production needs of concrete secondary products, utilizing our performance and technology of on-board concrete pumps.

1. まえがき

コンクリート二次製品(以下「二次製品」と呼ぶ)はコンクリートを主原料として工場にて製造し、納入されるコンクリート製品の総称であり、我々の生活の身近なところで多く使用されているものである。その中で建設基礎の杭として使用される「パイル」や電柱などに使われる「ポール」(写真1)の生産においてはコンクリートポンプを用いた工法が採用されているが、生産現場では更新時期を迎えたコンクリートポンプ設備も多い。その理由の一つとして二次製品に対応した新しいコンクリートポンプが登場していないことが挙げられる。極東開発工業は車載式のコンクリートポンプ車を中心に、主に建設や土木の工事現場で使用する製品を揃えてきたが、二次製品向けの製品はこれまで存在しなかった。そこで、極東開発工業がコンクリートポンプ車で培ってきた技術、経験を踏まえ、二次製品生産の現場ニーズに合わせたピストン式コンクリートポンプであるピストンクリートPT95-60Mおよび派生形式であるPT70-60Mを開発し市場へ投入した。その開発過程と技術について解説する。



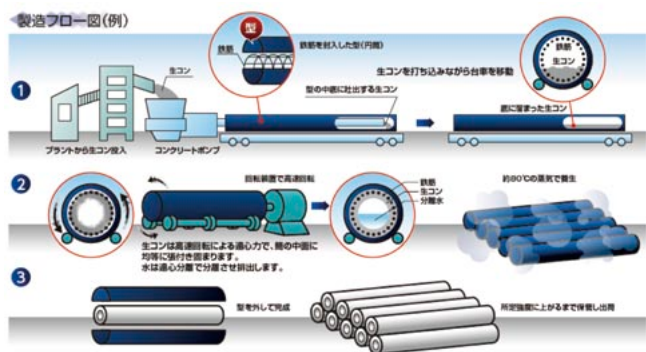
写真1 パイル(左)と ポール(右)

2. 背景

パイルおよびポールはJIS A5373をはじめ各規格で規定されており、用途、工法などに応じて多くの種類が生産されているが、その大きさはパイルで口径300～1,200mm、長さ2～15m、ポールで口径120～450mm、長さ7～17mのものが主流となっている。

パイルおよびポール生産の工程概要を図1に示す。工場建屋の上部にある生コンクリートプラント(パッチャープラント)で混練された生コンクリート(以下「生コン」と呼ぶ)は、階下に置かれたコンクリートポンプのホッパへ投入される。コンクリートポンプは直径およそ5～7B(125～175mm)の輸送管を経て直径2～5B(50～125mm)程度の注入用配管へ生コンを圧送する。パイルおよびポールの型は内部に鉄筋を編んだ鉄筋籠がセットされており、台車に載った状態で移動し注入用配管の先端を型の内部へ導く。台車は型の奥まで生コンが入るように進んで停止、続いて注入用配管の先端が型から出るまで後退すると生コン注入が完了となる。この間、型の内部には規定量の生コンを注入する必要がある、台車の移動速度とコンクリートポンプの吐出量は決められたスピードに調整される。生コンの注入を終えた型は遠心回転装置で高速回転され、遠心力によって締め固められる。遠心成形された型を蒸気で一定時間養生して型を外すとパイルおよびポールの姿となるが、その後も所定の日数を気中養生して出荷できる製品となる。

使用する生コン配合の詳細は二次製品メーカーのノウハウ部分であるが、圧縮強度がおよそ60～110N/mm²



【図1 パイルおよびボールの生産工程(概要)】

のいわゆる高強度生コンとなっている。遠心成形される過程では遠心力で型の内面に生コンを締め固め、同時に余分な水分が絞り出される。そのため、発生する排水の量を抑制すべく水分量の少ない生コンが望まれるが、生コンの水分量は流動性に関係しコンクリートポンプの圧送性能に影響を及ぼすので注意が必要となる。また生コンは生産品目ごとに配合を調整した上で一定本数分をまとめて混練、供給されることが多いため十分なホッパ容積を確保する必要もある。

3. PT95-60Mの開発方針

二次製品は極東開発工業のコンクリートポンプにとって初めての用途であり、二次製品の生産工場のニーズを調査すると共に、開発初期にはホッパ周りに改造を施した極東開発工業のピストン式コンクリートポンプPT90-30E(海外市場向け、トレーラ式)を二次製品生産工場のラインへ搬入し実打設テストを行ない、改良点や変更点を絞り込んでいった(写真2)。



写真2 二次製品生産工場で行った事前の実打設テスト

その結果、以下の方針で二次製品向けコンクリートポンプの開発を行なうことにした。

- (1) 粘性の高い高強度生コンに対応した吐出性能と流動性に配慮したホッパおよびブレードを備えていること
- (2) 正確で安定した吐出量調整が可能なこと
- (3) 工場設備として長期間に亘り安定した性能と優れたランニングコストを発揮すること
- (4) 他の設備機械との連動や遠隔からの操作にも配慮した設計となっていること
- (5) 既存機械との更新など、限られた場所への据付要求に対し柔軟に対応できること

次章から開発した二次製品向けコンクリートポンプPT95-60Mの仕様とその設計内容について解説する。

4. PT95-60Mの仕様

PT95-60Mの諸元を表1に示す。

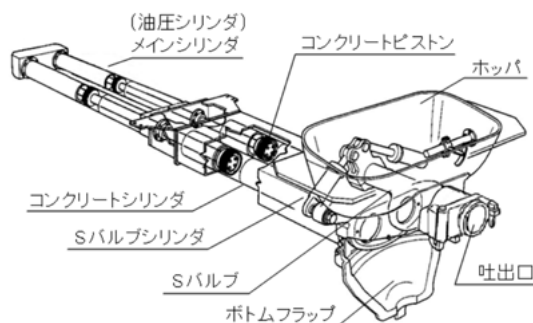
【表1 PT95-60M諸元】

仕様			PT95-60M
ポンプユニット	最大吐出量 (吐出量×吐出圧力)	標準圧送	94m³/h×5.7MPa
		高圧圧送	68m³/h×8.3MPa
	コンクリートシリンダ数		2
	シリンダ径×ストローク		φ205×1,650mm
	Sバルブ駆動		主回路+アキュムレータ
	ホッパ	容積	0.5m³
		嵩上げ部容積	1.1m³(アジテータ付)
パワーユニット	全長×全幅×全高		約5,200×2,160×3,030mm
	形態		独立(ポンプ本体と分離)
	電源		三相交流200V 定格容量165kVA
	電動機・出力		110kW
	電動機の制御		インバータ(定トルクベクトル制御)
	油圧ポンプ		主回路用、補機回路用各1機
	オイルタンク容量		200L
	オイルクーラ		空冷式
パワーユニット	全長×全幅×全高		約3,200×1,540×1,950mm

①ポンプユニット

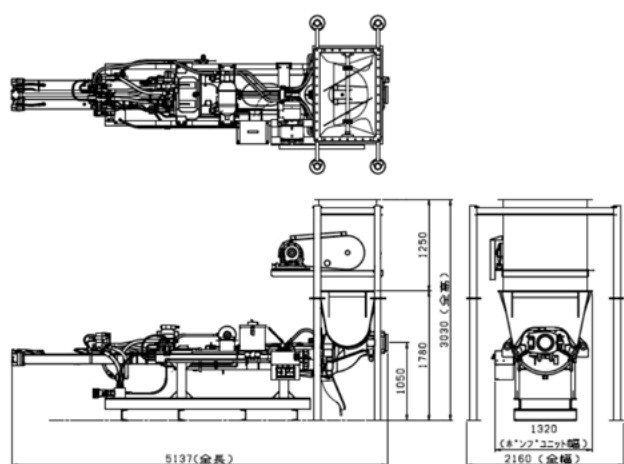
コンクリートポンプ本体の基本設計は極東開発工業の大型ピストン式コンクリートポンプ車の標準モデルとして実績のあるPY115A-26Cと共通の機構・部品を採用し信頼性の確保と消耗部品コストの抑制を図った。ピストン式コンクリートポンプは、油圧シリンダで駆動するコンクリートシリンダを左右並列に配置し、これらに対向して動かすことで生コンの吸込みと吐出を同時に行なう。ストロークエンドでは「S」形のパイプが付いた揺動バルブ(Sバルブと呼ぶ)を左右に切換えると同時

にシリンダを反転させて吸込みと吐出を入替える。これらの動作を繰り返すことで連続的に生コンを吐出させる仕組みとなっている。極東開発工業ではこの構造を持つコンクリートポンプを「ピストンクリート」の名称で呼んでいる(図2)。



【図2 ピストンクリート構造】

二次製品特有の高強度生コンに対してはホッパ部分での高い吸込み能力と十分な容積が求められるため専用設計として強化。具体的にはホッパを下側のホッパタンクと上側の延長タンクの二分割構造とし、ホッパタンクの内面は傾斜させ底部中央へ生コンを導く形状とした。容積はホッパタンクが0.5m³、延長タンクは1.1m³を基本とするが、ホッパ全体では約3.5tの生コン重量(計1.6m³比重2.3)を受けるためタンク本体を補強した上で4本の支柱で構成。上下二分割とすることで延長ホッパの高さを変更すれば顧客工場のバッチャープラント高さに合わせることができる(図3)。



【図3 PT95-60M ポンプユニット】

生コンは粘性が高く硬いため、ホッパ内部で固まることがない様に攪拌用の回転羽根(ブレード)が必要となるが、羽根の形状によっては背面部分に空洞を作ってエアの吸込みを起こしたり、ホッパ底方向へ落ちていく生コンを押し上げたりして流れを阻害する場合があります。そこで、生コンが落下する流れを阻害せずに混練することを狙い楕円形状ブレードとした(写真3)。

この楕円形状のブレードをシャフトに対し傾斜させて装着し回転させることで、落下する生コンを左右に均すように攪拌することができる。また独自の楕円形状はブレード先端とホッパ壁面との隙間を一定に保つので壁面全体で生コンの付着を抑える。

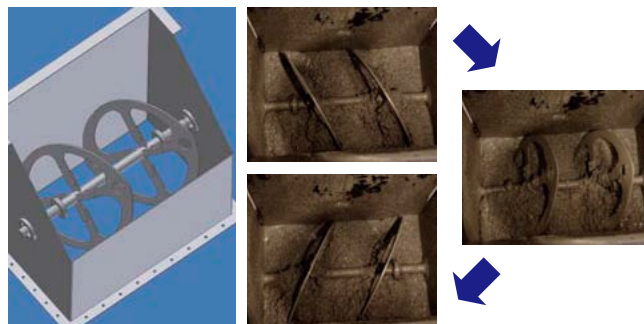
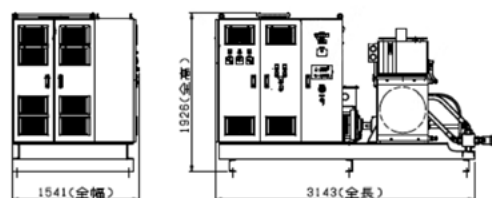
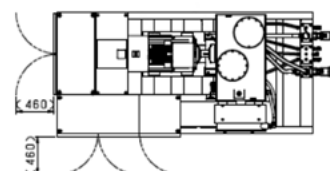


写真3 楕円形状ブレード

ブレードについては楕円形状の他にも車載式で実績のあるスクリュ形状など数種類を用意し、使用する生コン性状に合わせた対応が可能である。ホッパ底部は大きく開閉するボトムフラップを踏襲。作業後の洗浄作業が容易なだけでなく、Sバルブ周りのメンテナンスの際はホッパを降ろすことなく作業が行なえるので消耗部品の交換に要する作業時間も最小限で済む。

②パワーユニット

コンクリートポンプの動力源は、車載式では架装するトラックシャシのエンジンで油圧ポンプを駆動しているが、二次製品用では電力を受電し電動機で油圧ポンプを駆動する。これらをパワーユニットとし、コンクリートポンプ本体から分離独立させることで工場の設備機械として多様なレイアウトに対応できるようにした。また、パワーユニット上の各機器は、調整や部品交



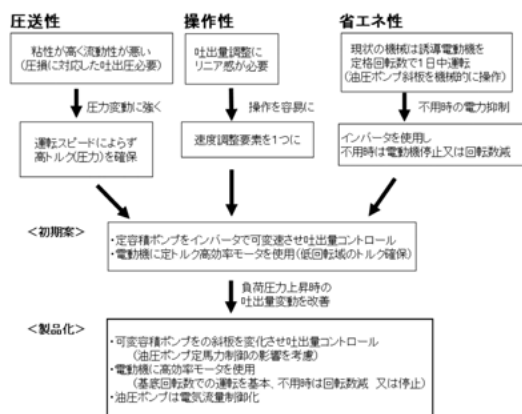
【図4 PT95-60M パワーユニット】

換時に作業し易い配置としてメンテナンス性にも配慮した(図4)。電動機は出力110kWの永久磁石式高効率モータ(IPMモータ)をインバータで制御している。

5. パワーユニットの設計

5.1 電動機と油圧ポンプの設定

パワーユニットの設計で主眼を置いた点は、圧送性、吐出量調整の操作性、省エネ性である(図5)。



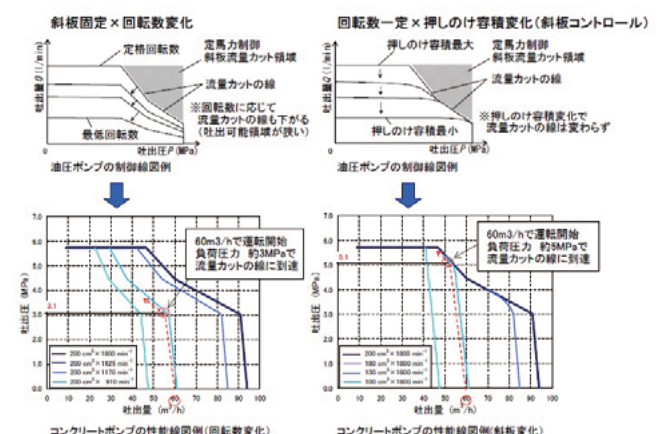
【図5 課題に対するアプローチ(パワーユニット)】

生コン粘性が高く流動性が悪いことに加え、型への注入管が細いことから通常の建築や土木工事の用途と比較して閉塞を起こし易い。そのため、急激な圧力上昇による吐出スピードの変化やコンクリートポンプの停止が発生すると、台車など他の機械と連携が重要な二次製品向けコンクリートポンプでは作業効率の大幅な低下を招くことになる。そこで、どのような速度域においても安定した吐出圧、つまり油圧を確保できる油圧ポンプと電動機が必要となる。

通常のコンクリートポンプ車の場合、吐出量調整の操作は、油圧ポンプの押しのけ容積を変える「斜板レバー」と、動力源である「エンジン回転数」の2要素を調整して行う。オペレーターの経験に頼る部分があるが、コンクリートポンプ車では吐出先の状況を確認しながら吐出量を調整する作業形態であること、また、押しのけ容積が定容積であるブームの油圧ポンプがエンジン回転数に比例した油量を発生するため、ブーム操作を同時に行う場合にはエンジン回転数と斜板レバーを任意に操作できる方が使い易い。一方、二次製品の用途では注入管の先は型の中へ入るため、吐出状況を確認しながらの微調整が困難なことから、連動する機械とスピードを維持する必要性から吐出量の目標値を1要素の操作で調整した方がオペレーターへの負担は少なくなる。そこで、吐出量の調整は

「吐出量調整スイッチ」のみで行い。吐出状況の確認ができない点を補うべく制御盤上にデジタル指示器を装備して調整した吐出量設定値を表示するようにした。

従来の二次製品向けコンクリートポンプを見ると、主回路および補機回路ごとに油圧ポンプと電動機を備えているものが多い。また電動機は朝の作業開始時に起動して夕方の洗浄作業が終了するまで定格回転数で運転を続けているのが現状である。そこで、本機では主回路と補機回路の2つの油圧ポンプを直結して1つの電動機で駆動させると共に、インバータを組合せることでコンクリートポンプの運転に合わせて電動機を起動、停止または減速させるようにした。インバータの制御方式はベクトル制御である。ベクトル制御は始動トルクが大きく、負荷変動のある用途に適した制御方法である。当初はインバータの機能を活用すべく、油圧ポンプの斜板(押しのけ容積)を固定した上で回転数変化にて吐出量を調整する方法を検討したが、動力源の出力上限に合わせて設定している油圧ポンプの定馬力制御(圧力上昇時に自動的に斜板を戻すトルク一定制御)の作用を受けて圧力が一定以上まで上昇すると吐出量が大きく絞られてしまう。そこで、電動機の回転数は効率良く回転できる基底回転数での運転を基本とし、斜板を可変させることで吐出量を調整する方法に変更して圧力上昇時に作用する油圧ポンプの定馬力制御の影響を小さくするようにした(図6)。さらに、斜板のコントロールには比例弁を使い、電流に比例させて流量を増加させる電流量制御も採用した。二次製品の生産では生産品1本毎に型の入換え作業があるためコンクリートポンプを停止させる頻度も高い。通常、コンクリートポンプの停止時には油圧回路をアンロードしてエネルギー損失を抑えるが、これに加えて補機類が必要とする最低レベルまで回転数を下げ、同時に斜板を最小容積まで戻すことで更なる省エネ化を図った。



【図6 吐出量調整方法と性能線図への影響】

た。コンクリートポンプの再運転時には瞬時に元の斜板位置へ正確に戻しインバータによる電動機の起動と合わせ、設定していた吐出量で素早く生コンの吐出を再開できるようにした。斜板の電気流量制御の採用は、これらのきめ細かな動作が可能となるだけでなく、従来のコントロールワイヤーやリンク、ロッドなど機械式の方法で発生していた伸びやガタに対する再調整が不要となり、長期に亘って安定したコントロールが可能となった。

5.2 制御盤

制御盤はパワーユニット側に置かれており、受電部、インバータ部、コンクリートポンプ制御部で構成している。コンクリートポンプ制御部のPLC(Programmable Logic Controller)をはじめ油圧ポンプの比例弁コントローラなども市販の汎用品を使用。長期間の運用を想定し、修理や部品手配が容易に行なえるよう配慮した。

二次製品の生産工場内は生コンを扱う都合上、セメントや砂などの粉塵が多いことも考えられる。そこで、制御盤の通風口にはフィルタを装着し内部の機器が粉塵の影響を受けない構造とした。また現場の状況に応じ制御盤を密閉構造としてクーラを装着することも可能である。

制御盤表面には電動機の起動、停止やコンクリートポンプの操作スイッチ、状態表示灯、デジタル指示器等を見易く配置。工場に既設された制御台からの遠隔操作にも対応できるよう外部信号線の接続用レセプタクルや端子台を装備した。PLCの通信モジュールを追加すれば工場設備側との各種通信にも対応ができる。



写真4 制御盤操作パネルと内部機器

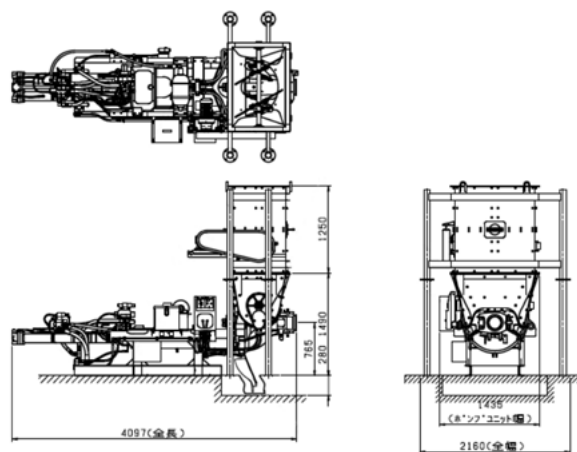
6. PT70-60Mの設計

PT95-60Mは主にパイル生産も想定した言わば大容量モデルであるが、パイルとボールの混流ライン、もしくはボールの生産ラインに限定する場合は、吐出能力を抑えたモデルの需要も存在する。また、既存コンク

リートポンプとの代替えとして計画する場合は設置できるスペースやレイアウトに制約が生じることも多い。そこでPT95-60Mの基本設計をベースに吐出能力を抑え、ポンプユニットの全長を短縮したPT70-60Mを設計し顧客へ納入した。この諸元を(表2)に示す。

【表2 PT70-60M諸元】

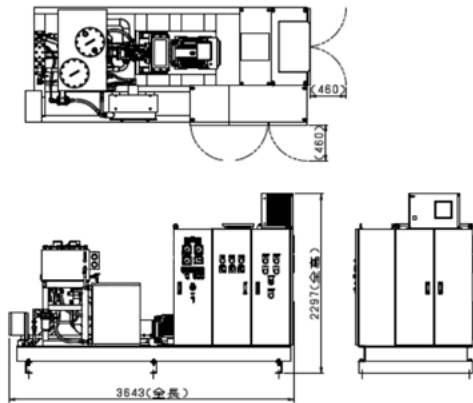
仕様			PT70-60M(実績例)
ポンプユニット	最大吐出量 (吐出量×吐出圧力)	標準圧送	70m³/h×5.7MPa
		高圧圧送	50m³/h×8.3MPa
	コンクリートシリンダ数		2
	シリンダ径×ストローク		φ205×1,150mm
	Sバルブ駆動		主回路+アキュムレータ
	ホッパ	容積	0.5m³
		嵩上げ部容積	1.1m³(アジテータ付)
パワーユニット	全長×全幅×全高		約4,100×2,160×2,740mm
	形態		独立(ポンプ本体と分離)
	電源		三相交流200V 定格容量112kVA
	電動機・出力		75kW
	電動機の制御		インバータ(定トルクベクトル制御)
	油圧ポンプ		主回路用、補機回路用各1機
	オイルタンク容量		200L
	オイルクーラ		空冷式
	全長×全幅×全高		約3,600×1,540×2,300mm



【図7 PT70-60M ポンプユニット】

ポンプユニット(図7)はシリンダストロークを極東開発工業の中型コンクリートポンプ車と同一の1,150mmとして消耗品となるコンクリートシリンダを共通部品とした。これによりポンプユニット全長はPT95-60Mと比較し約1,100mm短縮。パワーユニット(図8)は電動機出力を110kW→75kWとして油圧ポンプの押しのけ容積を下げることで吐出量、吐出圧ともに最適なものとした。また設置場所に合わせ制御盤操作面の位置と油圧パイピングの接続位置などを変更する必要があったが、制御盤の受電部、インバータ部、コンクリートポンプ制御部の区画を

入れ換えることで操作部の配列を変更し、制御盤クーラも備えた。油圧ポンプを含む油圧部品、作動油タンク等の基本設計は共通のままフレーム上で各機器を入れ換える形で要望に合わせたレイアウトへ変更した。



【図8 PT70-60M パワーユニット】

なお上記実績例以外にも、電動機出力と油圧ポンプの押しのけ容積を変更することで吐出能力の仕様を変更することが可能である。ポンプユニットもシリンダストロークを2種類から選択できるので、パワーユニットの仕様に関わらず、Sバルブ周りの消耗部品の寿命を優先する場合はロングストロークのポンプユニットを選択するなど、PT95-60Mを基本に用途に応じた多様な展開が可能である。

7. 納入後の状況

極東開発工業では今回開発した二次製品向けコンクリートポンプを現在までに3台納入した(写真5)。

いずれも工場の生産計画に合わせ順調にお使いいただいているが、開発にあたり目標としていた消費電力の削減について、納入前後の電力量比較の一例を示したい(表3)。



写真5 稼働中のPT70-60M

【表3 納入前後での電力量比較】

生産ライン	機械形式	単位吐出量当たりの電気量(kW/m³)	更新機/従来機
No.1	従来機	3.23	53.6%
	更新機	1.73	
No.2	従来機	4.28	51.9%
	更新機	2.22	

比較は2つの生産ラインにおいて行ない、それぞれ納入前と納入後の機械で吐出した生コンの総量と要した電力量を測定した。同一ラインであるので納入前後での生產品目や運転条件はほぼ同じであるが公平を期するため、積算電力量を吐出量で除して単位吐出量あたりの電力量を算出し、これを数日間計測して平均化した数値で比較した。この結果、極東開発工業PT70-60Mを納入したラインでは従来機と比較し45%以上の電力量削減効果が確認できた。また消耗部品についても現時点で一定の評価をいただいております、引き続き運用状況を観察しながら、より作業効率の高い製品へと改良を進めていきたい。

8. あとがき

コンクリートポンプ車では法規により車両の重量や寸法が制限されており、限られた空間に如何に多くのパーツをレイアウトできるかがポイントとなる。一方、設備機械である二次製品向けコンクリートポンプではパーツの詰め込み過ぎは厳禁で、車両以上に各部品へのアクセスと脱着が容易なレイアウトを求められた。理由は「部品交換時間＝生産ライン停止時間」となるからである。二次製品向けのコンクリートポンプは40年近く使用される例もあるとのことで、顧客と同じ目線で共に仕様を作り上げていく姿勢がより一層求められる製品と言える。勿論、これらは車両の場合でも大切なことであるが、あらためて認識した次第である。

二次製品向けコンクリートポンプは社内外の多くの方々のご協力で製品化することができた。特に日本コンクリート工業株式会社様には開発の初期より多大なるご支援、ご指導をいただいた。この場を借りて御礼を申し上げたい。今後も極東開発工業コンクリートポンプの商品力と技術力を向上させるべく邁進する所存である。

参考文献

- 1) JISA5373 プレキャストプレストレストコンクリート製品
- 2) (社)コンクリートポール・パイル協会資料
- 3) 日本コンクリート工業(株)製品カタログ

ブーム振動抑制装置「KAVS」



布原 達也
Tatsuya Nunohara

【概要】

KAVS(Kyokuto Anti Vibration System)はコンクリートポンプ車のブームの振動を抑制する装置である。生コン打設作業時には、ポンプの脈動によるブームの共振でブームが工事の安全に支障をきたし、最悪の場合、ブーム折損事故に至ることがある。本装置はブームの起伏関節の駆動シリンダを制御して、ブームの持つ共振しやすい振動特性を共振しにくいものに改善し、ブームが過大に振動するのを抑制する。本稿では、KAVSの作動原理と、実機への搭載時に盛り込まれた技術内容を解説する。

【ABSTRACT】

KAVS (Kyokuto Anti Vibration System) is a system to reduce boom vibration of a concrete pump vehicle. During ready-mixed concrete placing work, the boom resonance caused by pump pulsation has adverse effects on safety of the work. In the worst case, the resonance may lead to a boom breakage accident. By controlling the driving cylinder of the boom hoisting joint, this system improves the highly resonant vibration characteristic to become a less resonant one and prevent excessive boom vibration. This article describes the operating principle of KAVS and the technology incorporated when it is installed in an actual product.

1. はじめに

KAVS(Kyokuto Anti Vibration System)は、ブーム自体の振動特性を改善することにより、生コン打設時の危険なブームの過大振動を抑制する技術で、1996年に当時日本最大のブーム高さ36mを誇るコンクリートポンプ車PY120-36型機に初搭載された。これは、当時から建設現場で懸案となっていた生コン打設工事中のブーム折損によるブーム落下事故に対する極東開発工業の回答であった。以降、30m超の長尺ブーム車にはKAVSを標準搭載し、工事中のブーム過大振動に対する安全性が飛躍的に高まった。その結果、KAVS搭載車でブーム折損による事故は現在に至るまで起こっていない。

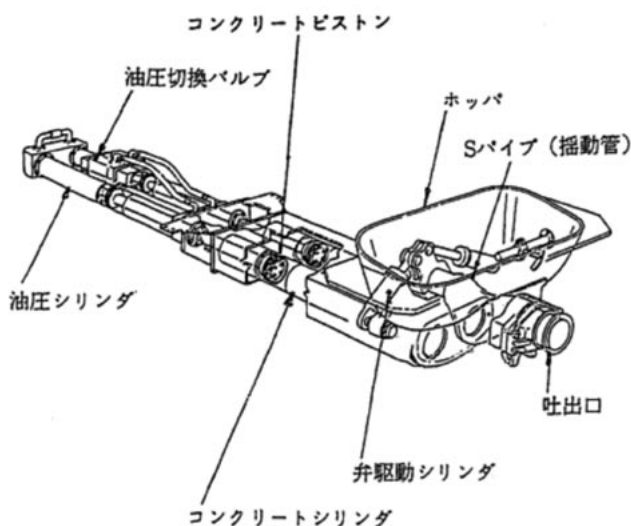
本稿ではKAVSによる振動抑制の原理と、実機に盛り込まれた技術内容について解説する。



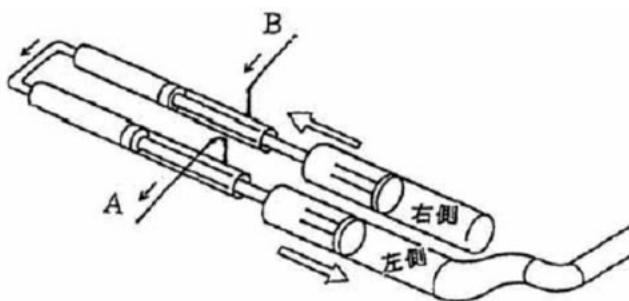
写真1 生コン打設工事

2. ポンプの脈動によるブーム共振

一般に現在のコンクリート打設現場ではコンクリートポンプ車を中心とした作業形態をとっている。この生コン打設工事の様子を写真1に示す。ミキサートラックで建設現場に運ばれた生コンはコンクリートポンプ車に装備されたコンクリートポンプと、ブームによって打設現場まで直接圧送される。このブームはその全長に沿ってコンクリート配管が取り付けられ、様々な現場に対応できるように3～4関節を持つ姿勢自由度の高い構造となっており、打設現場でのコンクリート配管の設置作業を省略して迅速な工事を行うことが可能である。また、このブームは作業時のセッティングの自由度と高所への対応能力を高めるために、より長尺なものが望まれる。



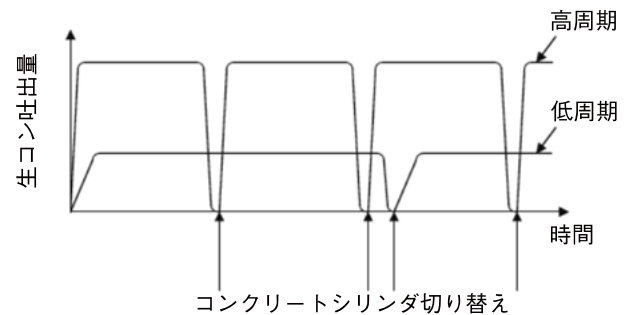
【図1 ピストン式コンクリートポンプ】



【図2 ポンプの作動】

ここで、ピストン式のコンクリートポンプの構造を図1に示す。これは図2に示すように、2本のシリンダが交互に生コンの吸入と吐出を繰り返すことにより生コンを圧送する方式であるが、その構造上、吐出と吸入サイクルの切り替わり時に生コンの吐出速度がゼロとな

る。それに伴いブーム配管内の生コンも流動と停止を繰り返すことになる。このブーム配管内の生コンの周期的な流れの変化がブームへの加振力となり、これを生コンの脈動と呼ぶ。図3に脈動による吐出量変化のようすを示す。



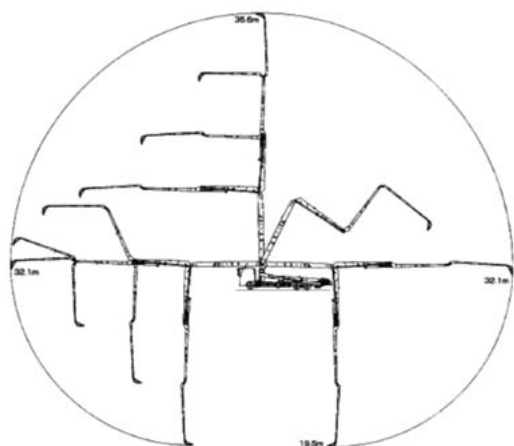
【図3 吐出量の変化】

一方、コンクリート圧送用のブームは、それ自体の長尺化と、車両への搭載時に必要な極限までの軽量化などの影響で、柔軟で撓みやすく、また鋼製構造のため減衰が低く、非常に共振しやすい性質を持っている。その固有振動周波数は30mクラスのブームで0.5～0.7Hz程度であるが、生コン打設作業時にはブーム配管内の生コンと先端のデリバリーホースの質量が加わって更にその周波数は低くなる。ポンプによる脈動周波数はその最大吐出量時に0.5～0.6Hzとなるのが一般的であるため、作業中にその脈動周波数がブームの固有振動周波数に近づいて共振を起こすことがある。ブームの共振状態は、過大な振動を引き起こし、生コン打設作業中ではブーム先端に取り付けられたデリバリーホースの暴れを誘発し、ホース筒先を操作する作業者にとって過酷で危険な労働となるばかりでなく、打設現場での配筋の破損、さらにはブーム自体への過大応力による折損事故などの主要原因となり、工事安全面で大きな障害となる。

3. ブームの振動抑制手法

コンクリートポンプ車のブームは図4に示すように、非常に広範囲なブーム姿勢を取ることができる。また、ブームセッティング中はブームに沿って取り付けられたコンクリート配管は空であるが、打設作業中には生コンで満たされ、ブームを制御する際には無視できない質量増加となる。更に、打設作業はデリバリーホースを地面に寝かせた「寝かし打ち」が基本ではあるが、状況によっては「吊打ち」、もしくはブーム先端を固定す

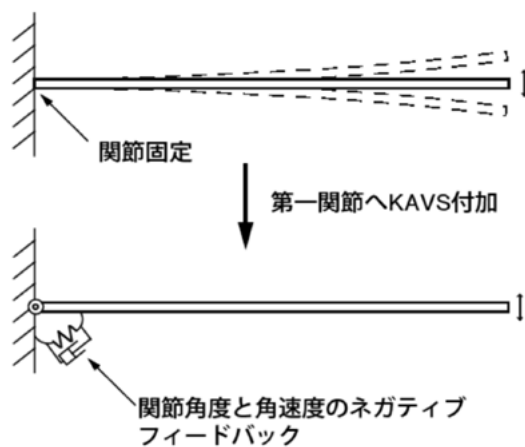
るなど、さまざまな状況での使用が想定される。実用的なブーム振動制御には、いずれの状態でも制御上安定で、効果の高い手法を選ぶ必要がある。



【図4 コンクリートポンプ車のブーム作動範囲図】

KAVSでは、ブーム起伏関節の駆動トルクを関節角度と角速度のネガティブフィードバック制御（以降DVFB制御と呼ぶ）（Direct Velocity Feedback control）することにより、ブーム自体が持つ振動特性を共振しないものに抑え込むことに成功した。

この制御は図5に示すように、一方端固定の片持梁にダンパ効果を持たせた関節を配置、そのバネとダンパ特性を最適化することにより、ブーム全体に大きな減衰効果を持たせて、ブーム自体の振動徳性を共振しないものに改良する手法である。



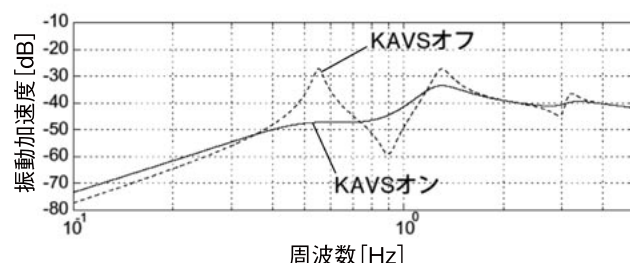
$$\text{制御則: } \tau = -k \cdot \theta - d \cdot \dot{\theta}$$

【図5 片持ち梁のDVFB制御】

DVFB制御は本質的に安定な制御則であるので、制御対象の質量、姿勢、拘束などの基本条件が、都度大き

く変化するコンクリートポンプのブームには最適である。またセンサ、アクチュエータの構成が非常にシンプルであることも実用に適している。

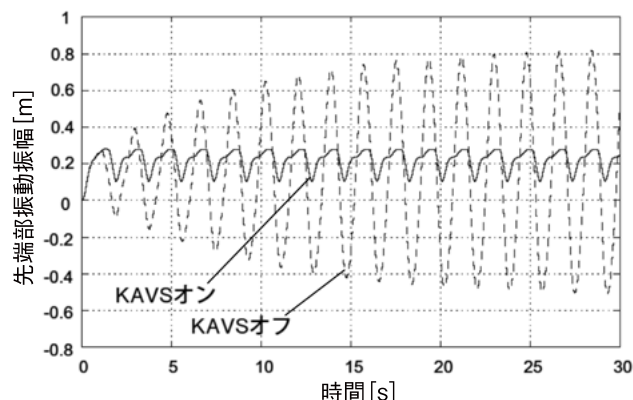
図6にブーム起伏関節にDVFB制御を施す前後のブーム振動特性の計算値を示す。これはブーム先端の加振力に対する加速度応答を周波数領域で表したものであるが、約0.55Hzに発生していた共振時のブーム先端の振動加速度は、約-20db(1/10)に抑えられている。また、図7に共振周波数でブーム先端を加振したときの、その振動振幅の計算値を示すが、その振幅が約1.3mから0.2m以下に収まる結果を得た。



$$\text{制御則: } \tau = -k \cdot \theta - d \cdot \dot{\theta}$$

$$k = 4.4 \times 10^6 [N \cdot m / rad] \quad , \quad d = 4.0 \times 10^6 [N \cdot m \cdot s / rad]$$

【図6 ブーム振動特性の計算値】

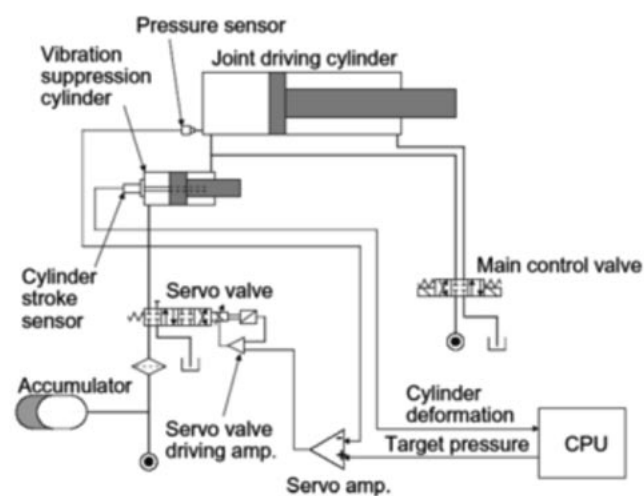


【図7 ブーム振動振幅の計算値】

4. 実機の制御システム

図8にKAVSの実機システム図を示す。起伏シリンダには振動抑制シリンダが付加され、この振動抑制シリンダのピストンの変位と起伏シリンダの油圧がマイコンを搭載したコントローラに送られる。そして前述した関節角度と角速度のネガティブフィードバック制御力を加えるために、サーボバルブにより振動抑制シリンダを介して起伏シリンダの油圧が制御される。コントローラでは、最適なフィードバック定数の決定と関

節摩擦力の補償などの演算がなされる。振動抑制制御に必要な油圧系統は、振動抑制シリンダによって他の油圧系統と分離したシステム構成となっているが、これは起伏シリンダの油圧系統に絶対の安全性が要求されるためである。このシステムでは、万が一、振動抑制制御の油圧系統に異常が生じてその油圧がダウンしても、起伏シリンダは振動抑制シリンダ内の油量分だけしか動かないので、ブーム全体としての安全性は確保される。写真2にKAVSを装備した起伏シリンダの様子を示す。



【図8 実機システム図】

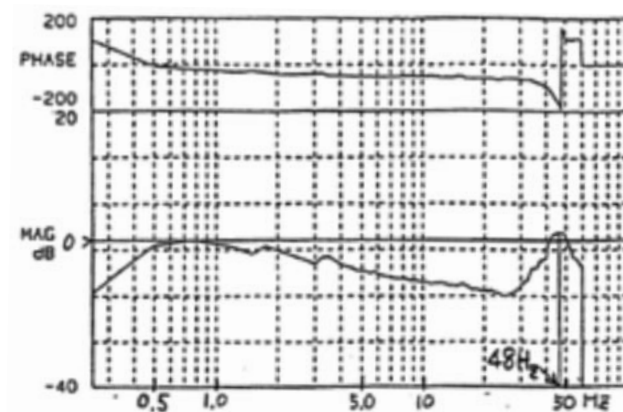


写真2 実機の起伏シリンダ

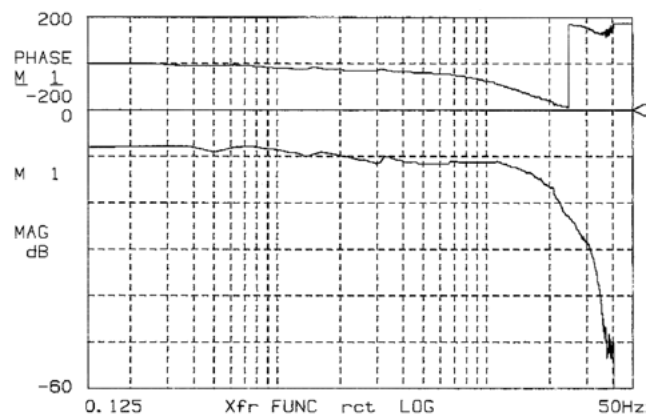
5. 関節トルクの制御

KAVSでは起伏関節の駆動トルクを制御するが、実機では起伏シリンダのボトム圧で駆動トルク制御する。そこで起伏シリンダのボトム側に圧力センサを設けている。制御用のサーボバルブは旋回台下に配置されているため、油圧ホースで振動抑制シリンダに接続するので、制御上は駆動点と観測点の間に油圧ホースの弾性性質と振動抑制シリンダのダイナミクスが不安定要素として介在する。実機ではシステムの共振点が50Hz付近にあり、古典的なPID制御則を用いた制御設計では高い油圧制御性能を得ることが難しい。本機ではH無限大制御設計則を適用することにより、良好な制御特性を得ることができた。

図9と図10にそれぞれの制御設計則を用いた油圧制御特性を示すが、H無限大制御は、PID制御のそれに比べて、広い周波数帯域の制御性能と高い安定性を持つ。



【図9 PID制御設計による制御特性】



【図10 H無限大制御設計による制御特性】

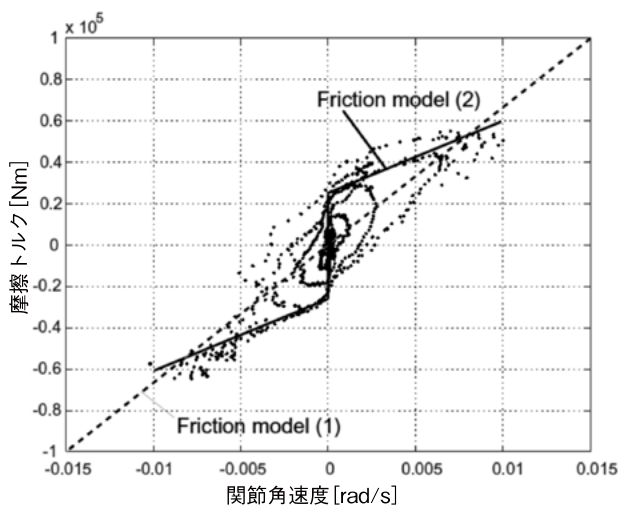
6. 関節摩擦力の補償

DVFB制御で期待された振動抑制効果を得るためには、最適な制御定数を維持することが必須である。しかしながら、実機の制御関節には、70～80tもの静荷重が加わるため、非常に大きな関節摩擦が存在しており、実施する制御則はこれを補償しなければならない。図11に関節速度と関節摩擦トルクの実測値を示す。いずれも大きなヒステリシス特性を持つ事が確認できる。しかしながら、このヒステリシス特性は加振条件によってその特性が大きく変化し、一般的なモデル化は困難である。これはクーロン摩擦のもつカオス的一面であると考えている。実機の制御則は、クーロン摩擦を粘性摩擦で近似した修正DVFB則を採用した上で、振動抑制で実質的に重要な帯域が一次の共振周波数前後であることを着目し、関節のヒステリシス特性を制御出力の一次遅れ特性にて補償している。

「実機の制御則」

$$\begin{aligned} \text{目標トルク} &: \tau_t = -k \cdot \theta - (d - d_r) \cdot \dot{\theta} \\ \text{位置のフィードバック (バネ)} &: k = 4.4 \times 10^6 [N \cdot m / rad] \\ \text{関節速度のフィードバック} &: d = 4.0 \times 10^6 [N \cdot m \cdot s / rad] \\ \text{実機の等価粘性摩擦係数} &: d_r = 9.5 \sim 7.0 \times 10^6 [N \cdot m \cdot s / rad] \\ \text{出力トルク} &: \tau_{out} = LPS(\tau_t) \end{aligned}$$

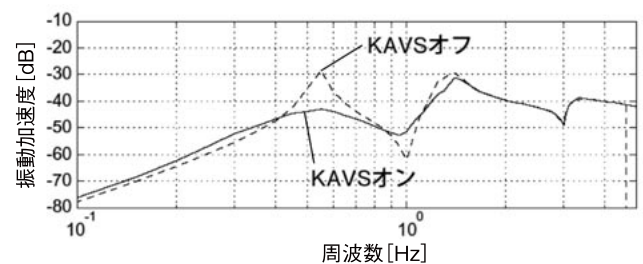
LPS():ローパスフィルタ関数



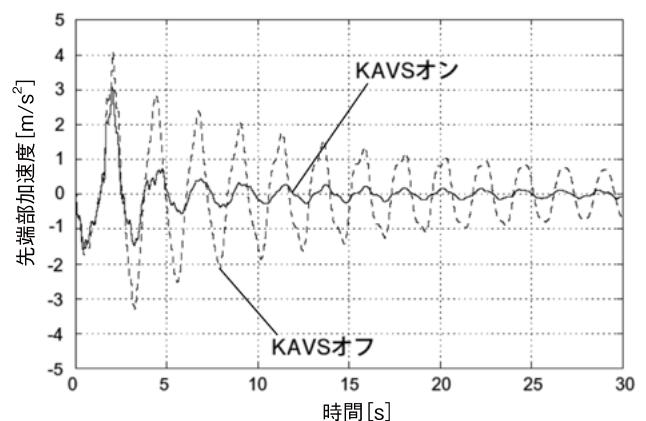
Friction model 1: 等価粘性摩擦モデル
Friction model 2: クーロン摩擦モデル
【図11 関節摩擦トルクの実測値とモデル】

7. KAVSの振動抑制効果

KAVSを装備したPY120-36型コンクリートポンプ車を用いた実車試験の結果を示す。図12はブーム先端を正弦波加振装置で周波数を変えながら加振したときのアーム先端で発生する加速度を示したものである。0.55Hzの共振周波数において、KAVSを作動させることにより重要な1次の振動モードで-20dB(約1/10)の振動抑制効果が得られた。図13はブームに振動を与えた後の振動の減衰を示したものであるが、ここでもKAVSの付加により効果的に振動が抑制されていることがわかる。この特性は主にブーム姿勢を操作するときに過大な振動が発生しないため、操作の容易性と安全性が向上する。



【図12 実機のブーム先端の加速度応答】



【図13 実機ブーム先端の振動減衰特性】

写真3に実打設現場においてブーム先端振動振幅がKAVSにより抑制されたようすを示す。この現場では約1mある振幅がKAVSを作動させることにより1/3以下に抑制された。

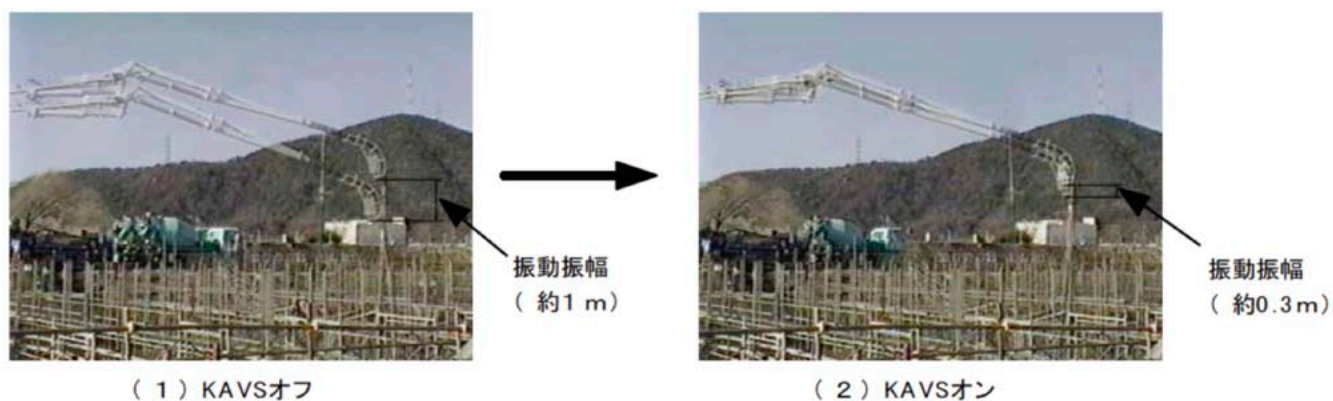


写真3 打設工事現場でのKAVSオン、オフの様子

8. 最後に

KAVSは開発後、約20年を経過しているが、その技術的独創性と高い振動抑制効果は他社の追従を許しておらず、建設工事の安全性の面から作業者のみならず、ゼネコンなどの建設業界からも高い評価を受けている。しかしながら、システムの複雑さに起因するサービス性の向上など改良すべき点も散見される。今後、コンクリートポンプ車のシステム全体と協調した信頼性とサービス性の向上を目指すなどの改良を重ね、お客様の安全なコンクリート打設工事を確実にサポートできるシステムとして更に熟成して行きたい。

スタイリッシュなデザインに進化した1台積車輛運搬車 フラトップZero II JN02-47、JN04-47

フラトップは、荷台を地面に降ろしたフラットな状態で安全・簡単に積み込みできる1台積車輛運搬車のパイオニアとして、ブランドイメージを確立してきました。しかし近年、同様の機能を謳う他社製品が登場し、差別化が難しくなっています。

そこで、フラトップの優位性をより確固としたものにするため、機能性のさらなる向上と、高級乗用車やスポーツカー運搬に相応しいスタイリッシュな外観を両立した、フラトップZero IIを新開発しました。

特長

①斬新なデザインのフロントアーチ

フロントアーチは、スッキリとした外観で運転席からの視界も良好なデザインとし、FRP製サイドカバーを採用し防錆性向上を実現しました。

②テールゲートのプレス化

車載専用車のテールゲートは、低床車の乗込み性を確保し、溶接を最大限減らした画期的なプレス一体構造により剛性と外観品質の向上を図りました。

車両乗込みパネルはボルト止めとなっており用途に応じて5種類のバリエーションから選択できる構造としました。これにより、多様化するニーズに合わせてユーザー自身が選択できる喜びを提供しています。また、経年で最も傷みやすいパネルだけを交換することが可能となりました。

③ボデー外観部品の防錆性向上

美しい状態で長く使っていただく為に、テールゲートやサイドフレーム後方の化粧板、フロントアーチセンター部といった外観上目を引く箇所には、より防錆力の高い粉体塗装を採用しました。

④ニーズの高い装備を標準装備

ユーザーから要望の高かった、以下のオプションを標準装備しました。

- ・夜間でも安心して積み込み作業が出来る高輝度で省電力のLED作業灯を採用しました。
- ・ボデー後端ローラを樹脂製とし、ボデー上げ降ろし時の地面への傷付きを防止しました。
- ・車載専用車のテールゲート先端にはクッションゴムを取付けて地面に接地する部位の傷付きを防止しました。

⑤スタイリッシュなサイドスカート(オプション)

スタイリッシュさを追求したサイドスカートは、開閉可能な構造とし、ツールボックス使用時の作業性やメンテナンス性向上も両立させました。



写真1 フラトップZero II (2t車載専用車) 走行時



写真2 フラトップZero II (2t車載専用車) 作業時

主要諸元

機種		JN02-47	JN04-47
用途		車載専用車	
架装シャシ		2～3.5t車級	4t車級
車両寸法	全長	7,540～7,615mm	7,830～8,200mm
	全幅	2,190mm	2,320mm
	全高	2,145～2,255mm	2,450～2,550mm
荷台内法	内法長	5,700mm	
	内法幅	2,070mm	2,200mm
	内法高	78mm	
最大積載量		2,000～3,500kg	約3,000kg
作業全長		約12,850mm	約13,500mm
荷台傾斜角	積降し時	約0.9°	
	引上時最大傾斜角	約12°	
	テールゲート傾斜角	約4.5°	

大型車並みの最大吐出能力を実現した中型コンクリートポンプ車 ピストンクリート PY90-17

コンクリートポンプ車は、生コンクリートをミキサトラックから受けて、「コンクリート輸送管」を通して打込み場所まで圧送する車両です。

近年の市場では、中型車においても大型車並の仕事をこなせるコンクリートポンプ車が求められています。

PY90-17は、最大吐出量90m³/h、最大吐出圧力8.5MPaと大型車並の能力を持つ圧送装置を、軸距3.85m、車両総重量11t級の中型シャシに搭載し、この要求に応えた中型ピストン式コンクリートポンプ車です。

特長

①コンクリート圧送装置

コンクリート圧送装置は大型車へ搭載されている油圧制御システムを採用し、新規設定したトランスファPTOと油圧ポンプを動力源とすることで、大幅な高圧・大容量化を実現しました。

また、コンクリートポンプと同時作業が可能な高圧水ポンプや特定小電力型デジタルラジコン RK26-10DSを搭載し作業効率の向上を図っています。

②ブーム装置

ブーム装置には、実績のあるブーム最大地上高さ17mの仕様を採用し信頼性を確保しています。

また、ブーム旋回台内部には耐摩耗性に優れる2重管を採用することで、配管作業の労力と配管破裂のリスクを大幅に低減しています。

③安全対策

安全停止装置として、ホッパ側面とラジコン送信機に緊急停止ボタンを取付けており、非常時の際はこのボタンを押すことによりホッパ攪拌ブレード、ポンプ、ブームの全ての作業を瞬時に停止させることができ、高い安全性を確保しています。



写真1 ピストンクリートPY90-17

主要諸元

機種	PY90-17
仕様	8B ^{注1)} 仕様
最大吐出量 標準/高圧	90/65 m ³ /h
最大吐出圧力 標準/高圧	5.9/8.5 MPa
コンクリートシリンダ径	205mm
シリンダストローク	1,150mm
水ポンプ 吐出圧力	8.0MPa
ホッパ容積	0.43m ³
ブーム形式	全油圧3段 屈折式
ブーム最大長さ	13.7m
ブーム最大地上高	16.6m
ブーム旋回角度	360度(全旋回)
コンクリート輸送管径	125mm
アウトリガ張出スパン フロント(m) リヤ (m)	標準4,295mm/ワイド4,700mm 3,050mm
車両 全長×全幅×全高	7,550×2,240×2,960mm
車両総質量	10,500kg

注1) 配管サイズの呼称で、インチ表記したもの。(8B≒205mm)

高圧大容量ポンプユニット搭載のコンクリートポンプ配管車 ピストンクリート PT110-10

コンクリートポンプは、生コンクリートをミキサートラックから受けて、「コンクリート輸送管」を通して打込み場所まで輸送する機械です。

PT110-10は最大吐出量110m³/h(8B^{注1)}仕様)、最大吐出圧力16.0MPa(8B^{注1)}仕様)の仕様で、オールマイティな能力を有するPY135-28-Hをベースにユーザーニーズに応じて仕様を限定し、「高圧打設」「長距離打設」に特化したブーム非搭載のピストン式コンクリートポンプ車です。

特長

①コンクリート圧送装置

新規開発した油圧シリンダ、及び油圧制御ブロックと、大容量油圧ポンプを採用し、それら全体をコントロールする新油圧制御システムを採用することにより、従来の高圧ピストン車よりもさらに高圧で大容量かつ低騒音仕様としました。

②圧送シリンダ

シリンダストローク2,100mmのロングストロークシリンダを採用することによりコンクリートバルブの切換回数を少なくし、各機器の摩耗を軽減しランニングコストの低減を図っています。

③サービスポート

高所打設に使用されるストップバルブ(生コン逆流防止用)作動用の油圧取出しポートを車両左右側面に各2セット装備しており、最大4台(同時操作2台)のストップバルブを作動させることができます。

④安全対策

ホッパ側面に設けた緊急停止ボタン(ホッパ攪拌ブレード、ポンプ運転を停止)、攪拌自動停止装置(ホッパスクリーンを開くと自動的に攪拌ブレードを停止)などを装備しています。



写真1 ピストンクリートPT110-10

主要諸元

機種	PT110-10
仕様	8B ^{注1)} 仕様
最大吐出量 標準/高圧	112/83 m ³ /h
最大吐出圧力 標準/高圧	10.1/16.0MPa
コンクリートシリンダ径	205mm
シリンダストローク	2,100mm
水ポンプ 吐出圧力	10.5MPa
ホッパ容積	0.5m ³
リアアウトリガ張出スパン	2,380mm
車両 全長×全幅×全高	9,980×2,490×3,015mm
車両総重量	15,300kg

注1) 配管サイズの呼称で、インチ表記したもの。(8B≒205mm)

建築基礎の地盤改良工事に最適

定置式スクイズクリーン PQ30-22MT

スクイズクリーンPQ30-22MTは、地盤改良工事に最適な定置式コンクリートポンプです。

地盤改良工事とは、建築物などを地盤上に構築するにあたり、安定性を保つため地盤に人工的な改良を加える工事です。

その方法として、地盤をドリルで掘削して軟弱地盤を薬液（硬化剤）と混合して強化するなど、状況に応じて様々な工法があり、いずれにおいても薬液注入量管理の観点から圧送時の脈動の低減が求められています。

PQ30-22MTはこのような要求に応え、更に使い勝手や安全性にも配慮した新製品です。



写真1 定置式スクイズクリーン PQ30-22MT

特長

①テーパチューブ

新規開発したポンピングチューブはチューブ内部が先細となるテーパチューブです。圧送時に流体が加圧され、流体の逆流を防止することにより圧力脈動を緩和します。

②インバータ制御

インバータ制御の採用により、吐出量を最適制御できるなど省エネ性と作業性の向上を図っています。また、閉塞などによる過負荷を検知した際は、瞬時に圧送を停止させるのではなく自動で減速運転に切り替え、緩やかな圧送にて過負荷解除を待ちます。その状態で一定時間過負荷が解除されない場合は強制的にポンプの運転を停止し、安全性を確保します。

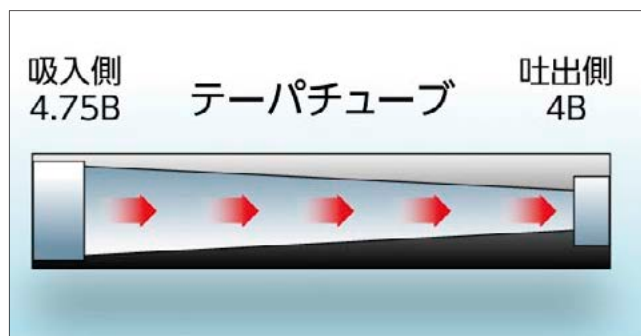
③真空ポンプの自動運転機能

ポンプ内部を真空にすることにより、ポンピングチューブの復元を助け、吸入効率の低下を防ぐだけでなく、チューブの長寿命化に繋がります。

真空ポンプは自動運転となっており、ポンプASSY内部を常に最適な真空状態に保つことができます。

④安全性

緊急停止スイッチをコードリモコン式とし、作業者が携帯しての作業を可能にし、無人運転時の安全性を更に高めています。



【図1】テーパチューブ

主要諸元

機種	PQ30-22MT
最大吐出量	30m ³ /h
常用最高吐出圧力	2.0MPa
瞬間最高吐出圧力 ^{注1)}	2.5MPa
ポンピングチューブ	4.75B-4Bテーパ ^{注2)}
電源	三相交流 AC200V
電動機出力	30kW
電動機の制御	インバータ
全長×全幅×全高	2,665×1,340×1,925mm
重量	2,400kg

注1) 短時間のみ吐出可能な吐出圧力

注2) 吸入側・吐出側のチューブ内径を、それぞれインチ表記したもの。
(吸入側4.75B≒118mm、吐出側4B≒100mm)

低床化を実現したダイハツ・ハイゼット用軽ダンプユニット 新型軽ダンプユニット DD01-52、DD01-02

軽ダンプユニットとは軽トラックシャシへ架装することに特化したダンプ装置のキットで、大別するとサブフレーム、ホイストメカニズム、ボデーから構成されています。極東開発工業はダイハツ・ハイゼット特装車・ダンプシリーズ向けの専用部品としてダイハツ工業株式会社殿へ納入しています。

ダンプの駆動方式はPTO式と電動式の2種類があり、ボデー仕様も多目的、土砂、清掃の3種類が設定されています。又、多目的ボデーにはプロテクタ仕様と鳥居仕様の2種類の前壁形状が設定されており、それらの組合せで計5種類のバリエーションが展開されています。

ボデー仕様 駆動方式	多目的 プロテクタ	多目的 鳥居	土砂	清掃
P.T.O.	○	×	○	×
電動	○	○	×	○

○：設定有り、×：設定無し

2014年、ダイハツ工業株式会社殿よりハイゼットの15年ぶりのフルモデルチェンジ車両に架装するための、商品力向上を目的とした様々な改善事項を盛り込んだ新型ダンプユニットの開発要請がありました。この度この要請に応えるべく、ダンプユニットの架装拠点※1であるダイハツ九州株式会社殿主導のもと、新型軽ダンプユニットの開発を行いました。



特長

①荷台の低床化

クラストップレベルの低床荷台を実現すべくホイストメカニズムの姿勢を見直し、ボデー床裏のデッキフレーム、ボデーとサブフレーム間のスペーサ、サブフレーム高さ寸法の全てを変更しました。それによりダンプユニットのみで35mmの低床化を実現することが

でき、床面地上高が775mmとなりました。人手による荷役作業が行われる機会が多い軽ダンプにとって、荷台の低床化は商品力向上に繋がっています。

②防錆性能の向上

ダイハツ工業株式会社殿が旧型車両で実施された塩害耐久試験の結果に基づき、ボデー外観(表面)の早期発錆を徹底的に抑制する方向で取り組みました。

●多目的ボデーの煽り下部の断面構造を変更

煽り下部のフレーム部分をプレス加工にて成形し、ボデー外観におけるパネル継ぎ箇所を排除しました。防錆性能向上と同時に外観品質向上にも繋がっています。

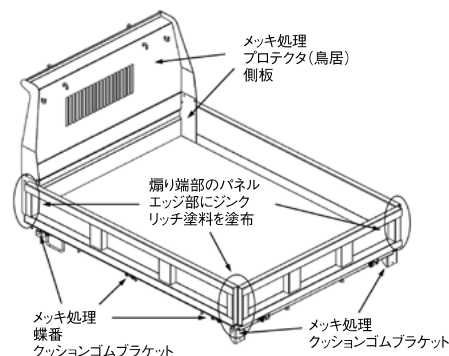
又、断面構造の変更に際してはパネル同士の重ね構造を無くすことで、塗料が付着しない箇所(=早期発錆の要因となる箇所)を排除しています。

●ジンクリッチ塗料の塗布

煽り端部のパネルエッジ部(パネルの板厚部分)は上塗り塗料が付着しにくい塗装困難部位です。当該箇所からの発錆を抑制するため、防錆を目的とした下塗り塗料であるジンクリッチ塗料を塗布しています。

●構成部品単体でのメッキ処理

プロテクタ、鳥居といった大物部品から多目的ボデーの煽り蝶番、クッションゴムブラケット等の小物部品に至るまで、早期発錆しやすい部品をメッキ処理しています。



主要諸元

ボデー仕様		多目的			土砂	清掃
		プロテクタ		鳥居		
ダンプ駆動方式		PTO	電動	電動	PTO	電動
架装形式		DD01-52	DD01-02		DD01-52	DD01-02
ボデー形状		角底三方開			角底一方開	角底一方開
ボデー 内法 (mm)	長さ	1,880			1,700	1,880
	幅	1,380			1,380	1,380
	高さ	320			115	540
ボデー パネル 板厚 (mm)	デッキ	2.3			3.2	2.3
	フロント	2.3			3.2	1.6
	サイド	2.3			3.2	1.6
	テール	2.3			3.2	1.6
最大ダンプ角度(°)		50			50	50
ダンプ上昇時間(秒)		20~30 ^{※1)}	10~20		20~30 ^{※1)}	10~20
最大積載量(kg)		350			350	350

注1) PTO式は3rdギヤ、アイドリング回転での数値

展開完了まで約5分以内という早さを実現した展開式シェルタ

自動展開シェルタ

展開式シェルタは発動発電機を動力とした油圧装置の搭載により、1人でおおよそ5分という早さで展開できるシェルタです。拡張時の室内空間は、畳約18畳分の広大なスペースを確保することができ、災害対策本部や

簡易医療施設として使用することができます。また、十分な強度を持っているため、物資を積んだままトレーラや鉄道はもちろん、船舶や飛行機を使って移動することができます。



格納

展開

写真1 格納から展開まで

特長

①大容量

格納時の外寸法はISO20ftコンテナのサイズに収めながら、展開後の床面積は約2.8倍。エアコンを標準で装備しており、長時間快適な環境を維持することが可能です。自動展開式シェルタは用途を選ばず、簡易医療施設、指揮所・災害対策本部、簡易宿泊施設など様々な用途に対応できます。

②簡易操作

ディーゼル発電機を標準で搭載し、電気を動力とした油圧装置により、展開／格納作業の簡素化・省力化・効率化を実現しました。出入り口横にある操作盤のボタンを長押しするだけで、ほぼ全ての開閉動作が自動で行われます。(側壁のロックハンドルとエンドウォールの操作は手動)。5分以内に展開または格納作業を完結でき、1人で作業が可能です。

③機動性

トレーラ、トラックのみならず船舶、航空機でも容易に運搬できるように設計されており、輸送手段を選ばません。また、トレーラに積載したままの展開も可能で、展開部の耐荷重も1,000kgを確保しており、そのままシェルターとして使用することができます。着脱式のアウトリガを装着すれば、展開後も不安定感はなく、使用の幅が広がります。



写真2 室内空間

主要諸元

項目	展開時	格納時
全長	6,058mm	
全幅	6,805mm	2,438mm
全高	2,438mm	
内寸長	5,070mm(展開部)	5,015mm
内寸幅	6,110mm	1,695mm
内寸高	1,970mm(展開部)	2,145mm
重量	7,050kg	
最大積載量	5,000kg	
展開部耐荷重	1,000kg	
燃料タンク容量	62L(発動機)+53L(サブタンク)=115L	
床面積	32.4m ²	8.5m ²
内容積	65.4m ³	18.2m ³
ディーゼル発電機 ^{注1)}	容量13kVA、電流34.1A、定格出力13.5kW、燃料消費率2.7L/h、室内騒音レベル63dB	

注1) 定格電流を超えない範囲での単相3線式と三相4線式の使用が可能です。
騒音レベルは、発電機を引き出した状態での値。

高い輸送効率を実現したフルトレーラ

21mセンターアクスル式フルトレーラ

フルトレーラとは、車両後部に連結装置があるトラック（以下、フルトラクタ）に連結して牽引されるトレーラです。

平成25年の長大フルトレーラ連結車による輸送効率化事業の全国展開に伴いフルトレーラ連結車の長さの

上限値が、19mから21mに緩和されました。21mセンターアクスル式フルトレーラは高い輸送効率と共に環境に優しく、大型車1台分のCO₂排出量で中型車1台分多く稼働でき、省エネルギーにも効果的なフルトレーラです。



▲全長20,985mm（トラクタ11,990mm・トレーラ10,460mm）、全幅2,495mm、全高トラクタ3,790mm・トレーラ3,770mm、最大積載量25,000kg（トラクタ13,300kg・トレーラ11,700kg）。



写真1 車両全体

特長

①センターアクスル式低床ドロワー

新開発したセンターアクスル式低床ドロワーにより、連結すき間を最小限にすることでの荷台スペースの拡大と約200kgの軽量化により、長さ以上の高い輸送効率を実現できました。

②高い走行安定性

同トレーラの発注元であるトヨタ輸送株式会社殿の協力のもと走行テストを重ねて車両を完成させていき、その結果、走行安定性は19mの従来車の運転感覚と変わらないものとなっています。又、エアサスペンションを装備し、スタビライザー効果により高い走行安定性があります。

主要諸元

項目		フルトラクタ	フルトレーラ
型式		(低床4軸車)	FCH226AB
車両	全長	11,990mm	10,460mm
	全幅	2,495mm	2,495mm
	全高	3,790mm	3,770mm
荷台	長さ	10,060mm	7,760mm
	幅	2,410mm	2,410mm
	高さ	2,700mm	2,700mm
サイド開口長		10,060mm	7,680mm
最大積載量		13,300kg	11,700kg
ウイング		ホロウイングタイプ	
アオリ		700Hアルミブロックタイプ	
懸架装置		エアサスペンション	
タイヤ		245/70R19.5 136/134J	235/70R17.5 136/134J

創立60周年記念

コンクリートポンプ車模型の製作

概要

今年で創立60周年を迎える極東開発工業の記念行事の一環として、主力製品のコンクリートポンプ車をモデルとしたオリジナル模型の製作を行いました。全体の形状や、ブーム、アウトリガの可動はもとより、メーカーならではのこだわりで細部まで忠実に再現しました。その一部を写真にてご紹介します。

特長

モデル化したコンクリートポンプ車は、弊社ピストンクリートのフラッグシップモデルであるPY125-36Aです。

車両全体の比較として、写真1にモデルとなったPY125-36Aの実車を、写真2に今回製作した模型を示します。ブームは形状だけでなく屈折部のコンクリート配管貫通や検知孔付きエルボ、KAVSⅡも再現しています。



写真1 PY125-36A



写真2 模型写真

写真3はホoppa内部です。スプラッシュガードを開けると、スクリーン、Sパイプ、そして特徴的なスクリュブレードまで、実物さながらに構成されています。



写真3 ホoppa内部

写真4は模型車両の裏側です。大型コンクリートポンプ車では必須となるトランスファP.T.O.や油圧ポンプなど、表から見えない部分も手を抜かずに作り込みました。

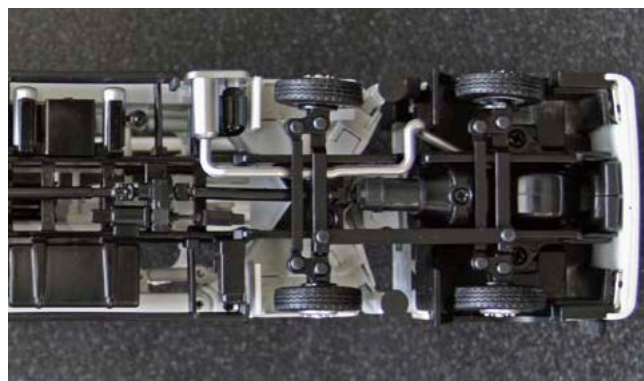


写真4 シャン裏側

主要諸元

製品	コンクリートポンプ車
機種	ピストンクリート PY125-36A
スケール	1/50
模型仕様	ボデー、ブーム：ダイキャスト製 その他：樹脂製 ブーム、フロント・スイングアウトリガ可動式

インドのダンプトラックの紹介

インド工場

インド工場は2012年12月にインド東南部の交通の要所であるアンドラ・プラデシュ州 ビジャヤワダに、ダンプトラック、ミキサートラックを製造、販売する合併会社として開業されました。

合併先は乗用車、トラックメーカーのディーラ業務を主に営んでいる地元の有力企業であるMITHRA社で、合併会社名はMITHRA KYOKUTO SPECIAL PURPOSE VEHICLE CO. Pvt .Ltd. (略; MKSPV)です。

アンドラ・プラデシュ州が2014年に分離独立し、ビジャヤワダは新首都として開発される予定で、インド政府の要望により、日本政府も日系企業の誘致や新たな工業団地を建設する等の計画があり、これから発展していく町として注目されています。

工場敷地面積 約60,000m²、建築面積 約19,000m²、人員は日本人駐在員2名、従業員約100人で運営されています。

ダンプトラック

現在は主に欧州系シャシメーカーのOEM製品として採用されるべく4軸車、5軸車のダンプボデーを製造し、すでにモニタ車として稼動5,000時間(走行距離約55,000km)のテストの後、改良を実施し、欧州メーカーの厳しいチェックをクリアしています。

オフロードで最大積載量32t(4軸車)及び44t(5軸車)と日本では考えられない高容積/高積載のため、デッキパネルには耐磨耗鋼が使用され、各鋼板の板厚も厚くなっています。ボデーの外観上、特徴的なのは、山のように積まれる岩石からキャブを保護するため、フロントパネルのルーフが非常に長い構造となっているところです。

ダンプシリンダ機構は世界では主流のフロントエンド テレスコピック式を採用しMKSPV製ボデーとの組み合わせで、インドのダンプメーカーと競合することとなります。

最後に:インドでの生活

ビジャヤワダは小さな町で外国人向けの住居が無いため、日本人駐在員は工場から車で約1時間掛かるホテルの1ルームを住居としています。

食事は、昼は工場の食堂で毎食カレー、朝夜はホテルのレストランでbuffetスタイルの食事ですが、カレーを始めとする料理は、香辛料がたくさん入ってお

り、日本とは味付けが異なります。また、インドでは宗教上、牛肉、豚肉を食べることが禁じられているので、駐在員はこの点でも苦勞しています。(もちろん町にも日本食レストランはありません。)

日本人が快適にくらせる住環境ではありませんが、駐在員はインドに極東開発工業の製品を展開すべく頑張っております。



写真1 4軸車(最大積載量32t)



写真2 5軸車(最大積載量44t/実積載は50t超?)

【表1 ダンプ諸元表】

写真No.	1	2
積載物	岩石	岩石
架装対象シャシ 軸数	主に欧州系シャシ 4軸	主に欧州系シャシ 5軸
シリンダ機構	フロントエンド テレスコピック式	フロントエンド テレスコピック式
ボデー容積	19.5m ³	26.1m ³
ボデー形状	スクープエンドタイプ	スクープエンドタイプ
内法長	5,770mm	6,970mm
内法幅	2,350mm	2,600mm
内法高	1,460mm	1,480mm
想定最大積載量	32t	44t
ダンプ角度	49°	45°
デッキパネル板厚	8mm	メイン:8mm スクープ:10mm
フロントパネル板厚	6mm	6mm
サイドパネル板厚	6mm	6mm

極東開発工業グループ技術士会の紹介

極東開発工業グループ技術士会は、会員相互の親睦を通じ、広く技術協力の気運を増進すると共に、会員が相互啓発と後進の指導を行うことで、極東開発工業、関連会社の発展に寄与すると共に、技術を通じて社会へ貢献することを目的とし、2013年4月1日に発足しました。

今回、技報への投稿機会を頂きましたので、技術士制度などについて紹介させていただきます。

1. 技術士制度

技術士制度は、「科学技術に関する技術的専門知識と高等の応用能力及び豊富な実務経験を有し、公益を確保するため、高い技術者倫理を備えた、優れた技術者の育成を図る」ための国による資格認定制度(文部科学省所管)です。受験する際の技術部門は、図1に示す21部門からなります。

2. 技術士会

極東開発工業グループ技術士会員は、図2に示された修習技術者、技術士ならびに博士号取得者で構成しています。

現在、会員数は26名で、年1回の技術交流会議と、会員数増員に向けた普及活動を行っています。

3. 技術士試験

技術士になるには、大学認定過程の修了もしくは、第一次試験を受験合格し、修習技術者になり、そして実務

経験年数が確認された後、第二次試験を受験することになります。本年度の試験日程は、表1の通りです。

【表1 平成27年度試験日程】

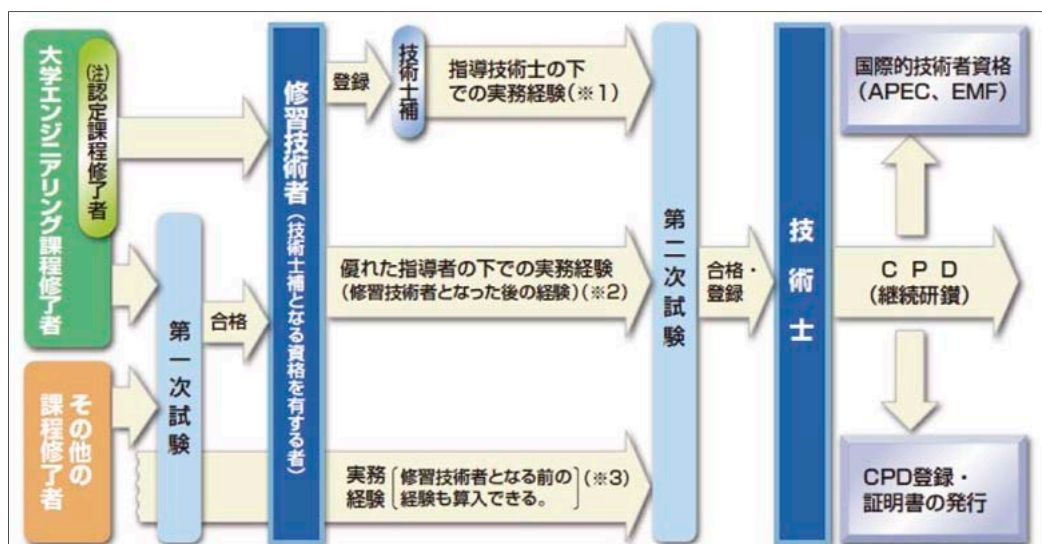
時期	事項
技術士第二次試験	平成27年 3/2 官報公告(第二次試験の施行)
	4/6～4/27 受験申込書 受付 (4/1 受験申込書配布開始)
	6月中旬 官報公告(試験会場の名称・所在地)
	7/19 筆記試験 * 総合技術監理部門の必須科目
	7/20 筆記試験 * 総合技術監理部門以外の技術部門 * 総合技術監理部門の選択科目
	10月下旬 筆記試験合格発表
	11月下旬～平成28年1月 口頭試験(試験地:東京) ⇒ 期間中の指定した日
技術士第一次試験	平成28年 3月上旬 口頭試験合格発表
	平成27年 3/2 官報公告(第一次試験の施行)
	6/16～7/1 受験申込書 受付 (6/1 受験申込書配布開始)
	9月中旬 官報公告(試験会場の名称・所在地)
	10/12 筆記試験 12月中旬 合格発表

4. おわりに

情報技術がめまぐるしい発展を続ける中、これからの科学技術には、利便性だけにとらわれない、自然と共生し、人々に真の幸福をもたらす新たな技術が求められています。極東開発工業グループ技術士会は、技術者間で異分野技術の交流ができる機会を作り、相互啓発ならびに後進指導を活性化することで、技術を通じて人々の安全、福祉などの公益確保に努めてまいります。

- 機械部門
- 船舶・海洋部門
- 航空・宇宙部門
- 電気電子部門
- 化学部門
- 繊維部門
- 金属部門
- 資源工学部門
- 建設部門
- 上下水道部門
- 衛生工学部門
- 農業部門
- 森林部門
- 水産部門
- 経営工学部門
- 情報工学部門
- 応用理学部門
- 生物工学部門
- 環境部門
- 原子力・放射線部門
- 総合技術監理部門

【図1 21の技術部門】



【図2 技術士制度の仕組み】

〈特集〉座談会「製品開発とデザイン」

創立60周年にあたり特集として専属デザイナー 株式会社プロップ 金井修氏を迎え、筆谷会長、米田取締役、布原執行役員、栗山執行役員、鍋井広告宣伝担当、阪口開発担当らで極東開発工業のデザインについて座談会を行いました。

プロフィール

■ 金井 修

株式会社プロップに入社後、極東開発工業の製品デザインを担当している。その他ではデザイン専門学校で講師を務める。

■ 筆谷 高明

入社後、開発部管理課に配属。その後、情報システム部長や経営企画部長、特装事業部長、代表取締役社長などを経て、現在代表取締役会長。

■ 米田 卓

入社後、開発部に配属。初代フラトップなどを開発。その後、パワーゲートセンタ長や技術本部長などを経て、現在取締役生産本部長兼三木工場長。

■ 布原 達也

入社後、開発部に配属。ワイヤレスリモコン「パルコン」などを開発。その後、三木工場技術部長や開発部長などを経て、現在執行役員技術本部長兼品質保証部担当。

■ 栗山 裕章

入社後、開発部に配属。スライドダンプなどを開発。その後、経営企画部門、商品企画部長や特装事業部生産推進部長、三木工場長などを経て、現在執行役員営業本部長。

■ 鍋井 健志

現在、経営企画部で広告宣伝を担当、金井氏とともにカタログ製作や展示会出展などに従事する。

■ 阪口 洋

現在、開発部で塵芥車改善プロジェクトを担当、金井氏とともに新しいデザインへの取り組みや製品の改良改善を行う。

特装車は、自動車メーカーがつくるトラックシャシに特装車メーカーがつくる「上モノ」を架装してできあがる——つまり異なる2つの要素が組み合わさり1つの形となって完成しています。

そのため、シャシとの一体化はもちろん、お客様が満足する機能と生産性を念頭に置き、新しいデザインに取り組んでいます。



特装車デザインのはじまり

はじめに、デザイナーと製品開発をするようになったきっかけを伺いました。

筆谷: 私は入社して開発部の管理課に配属されました。その頃、当時の米田(稲次郎)開発部長が「これからは特装車にもデザインが必要だ。ダンプのデザインを良くしよう。」と仰ったのがきっかけです。そして、私が開発の中でいちばんセンスがありそうだと、とデザイナーとのパイプ役に指名され、それから約20年間デザイナーとのパイプ役をしておりました。

金井: その当時は、私ではなく代表の宿輪哲也がデザインしておりました。極東開発工業さんとは、宿輪が他社で手がけたオートバイ「ポインター スーパーラッシー」がご縁で宮原(当時)社長とお知り合いになったそうです。

米田: それで、そのときお付き合いのあった宮原(当時)社長が宿輪さんを連れて来られたのですね。

筆谷: そうです。

栗山: キっかけは、ダンプのデザインからだったのですね。

金井: 宿輪から昭和52年に発売されたダイハツダンプと聞いています。

筆谷: デザインに、従来にない力強さやキャビンとのバランスの良さを取り入れるため、市場に出ている多くのダンプを調査しました。そして、宿輪さんに描いてい

ただいたラフスケッチ数種類から最も良いものを選び、要望を伝え、また次のデザインを描いていただき、と何度も打合せをしました。時々宮原(当時)社長も顔を覗かせ初めてデザイナーとつくるダンプに工場も一丸となって取り組んでいました。

布原:そして完成したものが、デッキ裏の枠組を井桁構造にしゲートのスチフナをなくした、いわゆる「額縁仕様」のダンプですね。

筆谷:そうです。各所の部品も強度アップさせました。網状だった鳥居の前壁をプレス機で打ち抜いて、生産性も向上しました。生産と開発でトライ&エラーを繰り返し自信の持てる商品とするまでに約2年かかりました。



ダイハツダンプ(昭和52年10月)

Gマーク取得からコーポレートカラー誕生

創立30周年にあたる昭和60年10月にシャトルパック(2トン塵芥車)が極東開発工業で初めてグッドデザイン賞に選ばれました。



シャトルパック GB05-40(昭和60年10月)

筆谷:ちょうど昭和60年にグッドデザイン賞に車両部門ができ、特装車で初めて賞をいただきました。

鍋井:グッドデザイン賞は、外観だけではなく機能や安全性などを含め製品全体として、お客様やくらし・社会への効果・効用を有するものをよいデザインと捉え評価されてきたと聞いています。

金井:中には落選した製品もあって私も悔しい思いをしましたが、初めて受賞してから8年連続12製品がGマークを取得しましたね。

米田:毎年新しい製品を開発するという意気込みで、頑張る1つの糧でした。

栗山:展示会に出展したときもGマーク取得製品だ、と自信が持てました。

布原:よく「早よせえ！」と言われながら頑張っていました。このシャトルパックのカラーリングは、金井さんが手がけたのですか。

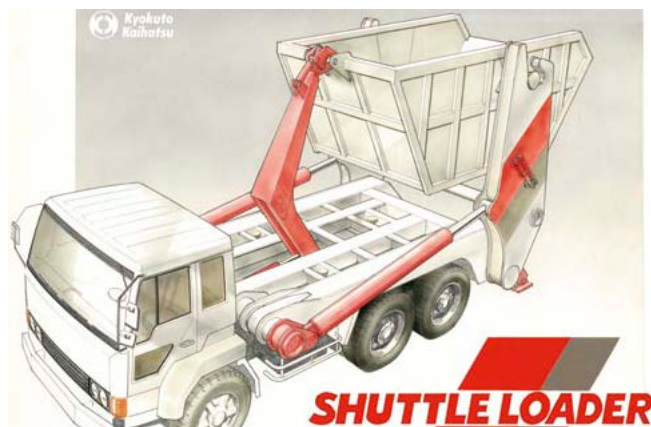
金井:そうです。宿願と白いボデーにインパクトをつけるため赤とグレーを選びました。

筆谷:このカラーリングが好評で、そのあと昭和62年の展示会で、車両だけでなくパネルやブースなど全て「赤とグレー」で統一しました。ここから、この「赤とグレー」が極東開発工業のコーポレートカラーとなっています。

金井:私が初めて手がけたシャトルローダやムービングデッキを出展した展示会なので、私もよく覚えています。

米田:コンクリートポンプ車に垂れ幕を下げて遠くからでも目立っていましたね。Gマークは取得していませんが、シャトルローダの開発はとても面白かったです。28トン級のオフロード車で、金井さんにイラストを描いていただき、図面に描いたものが形になったときは感慨深いものがありました。

筆谷:その当時は、金井さんといつも次の展示会に向けて新しいデザインを考え盛り上がっていたのを覚



シャトルローダ イラスト(昭和61年)

デザイナーと設計者

お客様に満足してもらう製品を開発するためには、何を優先すべきか。それぞれの立場で思いがあります。まず、昭和47年以降数多くモデルチェンジしてきたごみ収集車についてお話いただきました。



金井: Gマークを取得したシャトルパックに続き、プレスパックもデザイン面で大きく変えようといういろいろ思案していましたね。

布原: 昭和56年にモデルチェンジした「プレスパックMⅡ」は、今では他社も採用している曲面シェル構造を採用しました。

金井: スチフナ無しでいける！という設計陣のアイデアを我々プロップがお手伝いして仕上げました。

布原: 多様化している市場の要望に応えるため、同時期に「パックマン(80型)」も発売しました。その後、極東開発工業オリジナルの曲面シェル構造を活かしたデザインでモデルチェンジを続け、平成18年にモデルチェンジした「プレスパック26型」ではテールゲートも丸みの

ある形状に一新しました。

阪口: 街並みと調和したデザインへと樹脂性のサイドカバーを標準装備にしていました。

栗山: サイドカバーと言え、三木工場長をしていたときにその種類の多さに驚きました。

阪口: 2tと4tで部品の共有化を図りたいと思いますが、大きさが異なるのでどちらかに合わせるとバランスが悪くなり、デザイン面でも金井さんと苦慮しています。

米田: 「帯に短し襷に長し」にならないように検討してください。しかし、本当にきれいなモノはカバーをしなくても見せられると思います。

栗山: そうですね。市販されているサイクロン式掃除機には動きが見えるものがあり、それらは機能がデザインになっています。

布原: シャトルパックは複雑な機構がたくさんあったのでカバーで隠すという発想でした。

栗山: 隠そうとするのではなく、メカを見せるという発想があっても良いと思います。

米田: 安全性は確保しなければいけません、隠すという発想をなくせば品質もあがると思います。

金井: フルカバーが当たり前になっていますが、無くしてしまうのはいかがでしょうか。

布原: 今でもハーフカバーがありますので、安全性に関わる部分は覆うという手もありますね。

阪口: 正直、フルカバーにするとメンテナンス性が悪くなるというお声もいただきます。

栗山: あるロボットメカでは、「壊れない。壊れる前に知らせる。壊れてもすぐ直せる。」を商品開発においてコンセプトとしているそうです。我々の特装車においても同じだと思います。



初代プレスパック20型(昭和47年)



プレスパックMⅡ 21型(昭和56年)



プレスパック26型デザイン案



プレスパック26型デザイン(平成18年)

米田:安全性を確保した上で、カバーを必要最小限にすれば、メンテナンスもしやすく良いものができるかもしれません。

阪口:仰る通りだと思います。金井さんには、より良いデザインを考えていただき、我々はいただいたご意見を付加したより良い機能を考えていきたいと思っています。

鍋井:特装車に限らないと思いますが、造形美を重視する人は多いです。金井さんには、灯火器をはじめ法規などの制約があるなかで機能美まで考えてデザインして頂いていると思います。

布原:それは重要ですね。

米田:金井さんとは長い付き合いで極東開発工業の内情をよく知っていただいているので、機能を含め作りやすさも考えてデザインしていただいています。

栗山:この業界は制約が多いと思います。そのなかで考えてデザインしていただいているので、私も安心して依頼できました。正直、もっと自由にデザインしたいところもあるんじゃないですか。

金井:私もこの線を入れると作りにくくなるだろうな、と考えながらデザインしているところはあります。しかし、こういうデザインにすると金型にいくらか掛かって、生産財としてペイできるのかとも考えてしまいます。

米田:確かにそうです。特装車ビジネスはBtoBで、はたらく車は生産財です。たとえデザインが素晴らしくても価格にオンできるかと言えばそうではありません。

布原:デザインを優先しすぎて使いにくくなってはいけませんからね。

栗山:そういう意味では、デザインとのバランスは大事ですね。

つぎに、主力製品であるコンクリートポンプ車やパワーゲート、フラトップ等を手元でコントロールするパルコン(ワイヤレスリモコン)についてお話をいただきました。

布原:平成4年頃から自社で開発するようになりました。

金井:初代の通称「石鹼箱」は当時の設計担当者が外装を、プロップがパネル面をデザインしました。工業デザイナーとしてはユーザが直接手に持って使う機器のデザインは是非ともやりたいアイテムなので、2代目からは外装も担当させて頂きました。

布原:2代目からは金井さんにデザインしていただい

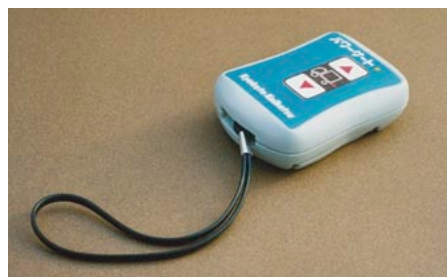
て、現在、パワーゲート用としては4代目になっています。

金井:車両製品と違い、プロダクトデザインとしては自由度があるのでやりがいがあります。特に、平成12年に発売された「特小パルコン」は印象に残っています。

米田:フラトップ用として開発したのですね。

金井:当初4ch.と6ch.共用でデザインした筐体が8ch.仕様にまで対応できたことが嬉しかったです。

布原:今では試作段階でスイッチなど簡単に再現できるようになりましたが、昔は金型をつくるのに時間と費用がかかり、「まだパルコンをしているのか」と怒られながら稟議を上げていました。おかげ様で2年前に発売した「パルコンⅣ」はデザインが好評で不具合も少なく本当に良くなりました。



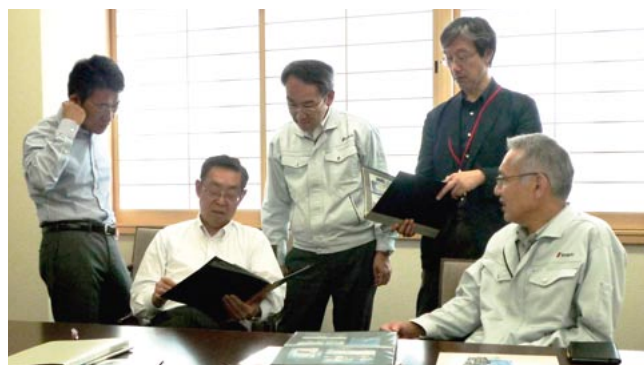
初代パルコン模型 パワーゲート用(平成4年)



パルコンⅣ パワーゲート用(平成25年)

おわりに

最後に、特装車の開発やデザインについてご意見をお伺いしました。



筆谷:特装車に継続して専属デザイナーをつけたのは極東開発工業が初めてだと思います。それは、はたらく車にもデザインは重要だからです。

金井:設計の要望をもってデザインしても製品化されない、製品化しても売上に繋がらないものはたくさんあったと思います。それでもデザインは重要だからと極東開発工業とのお付き合いを大事にしてくださいました。

米田:開発としては、「徹底的に機能をこだわりました」と言えるものにしなければいけません。それが、デザインとのバランスを併せ持った製品だと品質も良くなると思います。開発者はもちろん、それぞれの立場で良いものを作り上げ自信をもった製品にしたいですね。

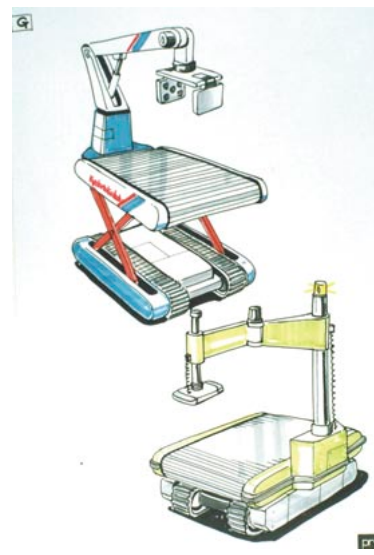
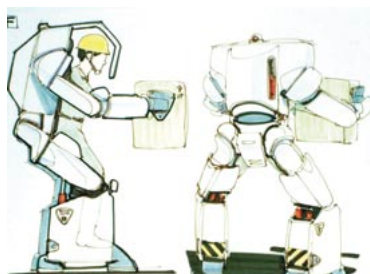
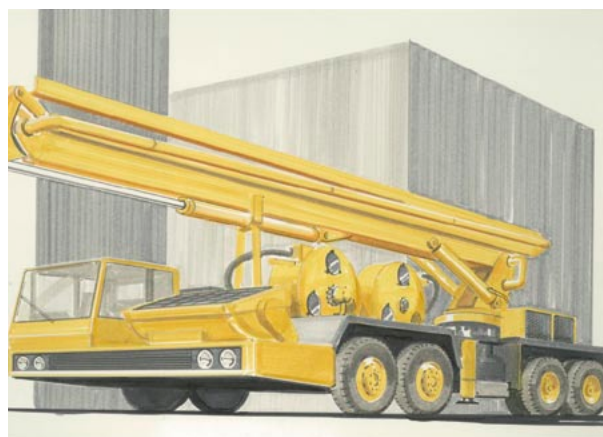
栗山:昔あったダンプのスチフナの話ですが、極東開発工業は直角で他社は15度くらい広げた「ハの字」でした。強度計算上は直角の方が強いのですが、顧客は安定感とボデーが強そうだという見た目から他社のデザインが良いと言っていました。開発には、もちろん理論値も大事ですが、理論だけでない顧客目線のセンスも大

事だと思います。

布原:そうですね。技術者には、技術力とそういったセンスも必要ですね。開発に「スピードアップ」が求められることは昔と変わりありません。それだけ期待が込められているからだと思います。良い製品をつくって極東開発工業の歴史に足跡を残して欲しいです。

金井:開発者は設計段階で「思い」があってひとつひとつ線を描いています。ですので、デザイナーと真っ向から「思い」をぶつけ合うと収拾がつかなくなります。そのため、私は時々「余計なお世話をしているんじゃないか」と思うことがあります。しかし、今回改めて極東開発工業さんの製品開発やデザインに対する「思い」を確認できました。これからも「よりよい製品を」という気持ちを共有して取り組みたいと思います。

筆谷:同業他社の素晴らしいところは、難しいデザインでも形にし、量産化することだと思います。極東開発工業では「つくれない」と後ろ向きになった製品がたくさんあります。今後は「これが特装車か」と思えるかっこいいものにも挑戦してください。



1980年代 未来の特装車

1991年 荷役装置アイデア

小型ダンプトラック

～シャシの変遷～

特装車といえばダンプトラックが最も台数が多く一般の方もご存知の代表機種だと思います。

今回は、その中でも小型ダンプトラックのシャシの変遷についてご紹介致します。

小型ダンプといえば自動車メーカーのブランドで販売されその自動車メーカーカタログには架装物製作メーカーが掲載されることはありませんでした。今でこそ「写真の荷台は極東開発工業製」と記載されているカタログが出てきていますが一般の方々の認知度は低いままです。日本で小型ダンプの上物を生産しているのは、たった2社しかないのですが。

1980年頃には小型ダンプの架装は4社で行なわれており、極東開発工業は指定自動車としてダイハツ、トヨタ車へ架装していました。他架装メーカーはマツダ、いすゞ、ふそう、日産車の指定自動車へ架装しており、当時の極東開発工業のシェアは高くありませんでした。指定自動車というのは、道路運送車両法第75条に基づく自動車型式指定の申請を行ない国土交通大臣より型式について指定された自動車のことで、新規検査時の現車提示が省略されるという利点があり、主に乗用車など大量生産される自動車に利用されています。現在、特装車のなかで指定自動車となっているのは小型ダンプトラックのみですが、当時は4トン（GVW8トン）ダンプも指定自動車でした。横浜工場は4トンダンプの主幹工場であり、ディーゼル4メーカーの指定ダンプを製作しているなか、小型ダンプ車は名古屋工場架装のトヨタ車のみ指定自動車となっている現状を打破すべく、直納部、横浜技術部、営業技術が一丸となって各シャシメーカーへ働きかけ、1984年にふそう、1988年にいすゞ、1991年に日産、日デ（現：UDトラックス）の指定自動車を受注し、現在も横浜工場で生産を続けています。

小型ダンプは大中型ダンプと異なり、サブフレーム＋ホイストメカニズム＋ボデーをシャシへ搭載するのではなく、シャシフレームへ直接ホイストメカニズム



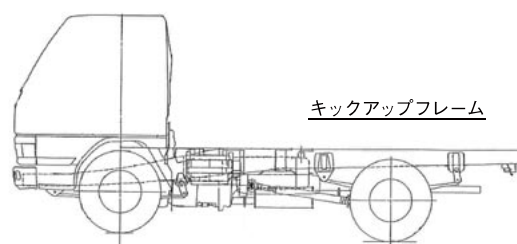
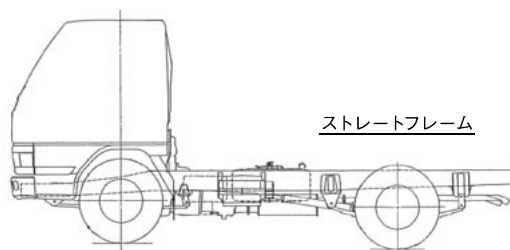
1988年 Gマーク受賞（いすゞ指定自動車 低床ダンプ）

を取り付ける特種な搭載方法を採用しています。これはダンプ車を安価に顧客へ提供できるよう、シャシメーカーとダンプメーカーが協力してホイストメカニズムやボデー等の取付部をシャシフレームへ組み入れサブフレームを無くした結果です。



サブフレーム無しの小型ダンプ

サブフレームを無くすと、その高さ分ホイストメカニズムが下がり、デフ跳ね上がり時に干渉することになります。それを回避するために、当時のサブフレーム高さ140mm程度、普通のシャシフレームより地上高が高くなるように作られ、普通のシャシフレームをストレートフレームと呼ぶのに対し、キックアップフレームと呼んでいました。

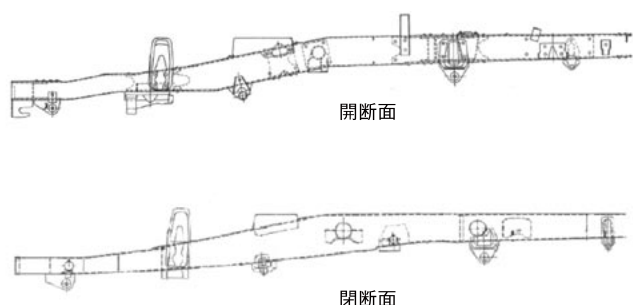


また、ダンプ専用シャシフレームはサブフレームを無くした分、剛性を上げるため板厚をUPしていましたが、不整地での使用等による横転事故が少なからずありました。

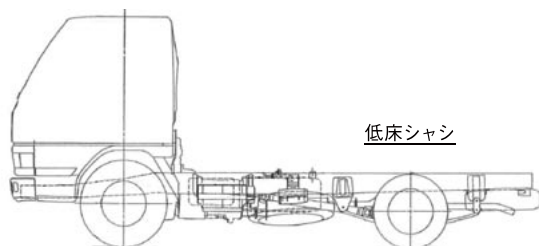


横転事故事例

更なるフレーム剛性UPのために、開断面を閉断面とし且つ、フレーム単体高さを高くしました。約20年前に設定したフレームの考えが今も継承されています。

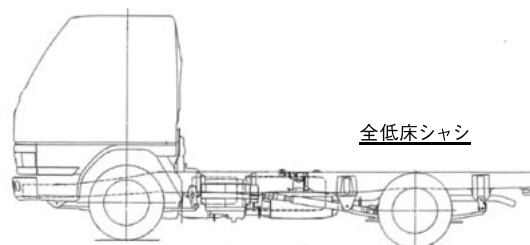


キックアップのダンプフレームシャシへの架装が主流であった小型ダンプにも、平ボデートラックに設定のあった荷台床面高さが低く荷物の積み降ろしが容易な低床シャシへの架装の要求がでてきました。従来のダンプシャシに対しストレートフレームで、かつ、後輪タイヤを小径にしたものです。デフの最大跳ね上がり時にホイストメカニズムと干渉せぬよう、シャシへの潜り込み量を減らし、左右方向に広げた新しいホイストメカニズムを開発して架装できるようにしました。この低床シャシに対して従来のものを高床シャシと呼び区別していました。

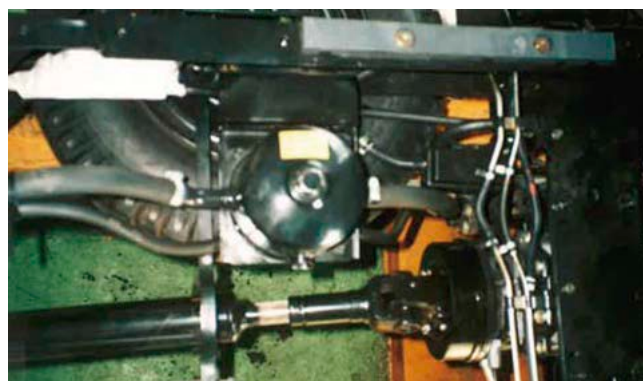


高床、低床の2種類のシャシに対し2種類のホイストメカニズムでダンプ架装対応していましたが、キャブへの乗降性を楽にするというコンセプトで、前輪タイヤを小径にしたシャシが開発されました。前後輪小径タイヤであることから全低床シャシと呼ぶことにしました。シャシメーカはそれぞれ個別の名称をつけて

いましたが、極東開発工業では高床、低床、全低床と呼んで生産をしていました。



シャシ図でわかるように低床シャシは前後輪タイヤが異なるため、スペヤタイヤを2個取り付けなくてはなりません。それまでの高床シャシはホイールベース間にスペヤタイヤを1個、斜めに取付け、その内側上部にギヤポンプを配置していましたが、シャシフレーム地上高、荷台床面高が低い低床、全低床シャシには斜め取付けのスペヤタイヤではタイヤ地上高が低くなり過ぎて成立しません。タイヤを水平に巻き上げるシャシメーカー製のスペヤタイヤキャリアを採用し適正地上高を確保、スペヤタイヤが車両中心側へきてギヤポンプを配置できなくなったため、PTOへ直結するタイプのギヤポンプで対応しました。



PTOポンプ一体型

その後、PTOポンプ一体型を開発し架装性、安全性の向上を果たしたが、シャシメーカとの話合いでPTOはシャシメーカ製装着、ポンプは一体型の安全性を確保したセミー一体型タイプを架装メーカーで取付けとなり現在に至っています。

高床ダンプが8割を占め、残りが低床であった時代から、道路事情、使用用途の変化等で全低床が低床に取って代わるという変遷を経て、現在は全低床ダンプが9割、高床ダンプが1割程度の生産比率になっています。今後も、時代の変化に対応し、新しいダンプを提案し続ける極東開発工業であるよう取り組み続けます。

極東開発工業グループ技報 Vol.3

編 集 委 員 長	布原 達也	(技術本部)
編 集 長	松本 典浩	(技術本部 開発部)
編 集 委 員	牛尾 昌史	(技術本部 開発部)
	中尾 幸雄	(技術本部 開発部)
	三ッ井 実	(技術本部 開発部)
	千々岩 伸佐久	(横浜工場 技術部)
	青柳 興季	(横浜工場 技術部)
	亀岡 浩太郎	(名古屋工場 設計課)
	黒川 知範	(名古屋工場 パワーゲートセンター)
	大村 信二郎	(三木工場 第三設計課)
	小西 拓	(三木工場 第二設計課)
	甲山 正治	(三木工場 第一設計課)
	山岸 信人	(福岡工場 第一製造課)
	鍋井 健志	(管理本部 経営企画部)
日本トレクス編集委員	桑鶴 洋二	(開発部 開発設計課)
事 務 局	淀川 宏之	(技術本部 技術管理部)

発 行 日	2015年6月1日
発 行	極東開発工業株式会社
編集協力・印刷	株式会社アイブラネット

