

製品紹介

油圧駆動式フォークリフト FH100/FH120/FH135/FH160-1

Hydro Static Transmission Forklift Models FH100/FH120/FH135/FH160-1

齊藤 誠
Makoto Saito
大熊 教郎
Norio Ookuma

油圧駆動式フォークリフト FH35/40/45/50-2, FH60/70/80-2 に続き、日本の特定特殊自動車排ガス 2014 年基準適合、欧州 EU Stage IV の排ガス規制に対応した 10~16 t 油圧駆動式フォークリフトを日豪向けに開発、2017 年より市場導入した。この 10~16 t 油圧駆動式フォークリフトは、これまで培ってきた燃費低減技術、最新の安全性および情報通信技術 (ICT) を織込み、さらなる進化を実現させた。その主な特徴について紹介する。

Following products such as the hydro static transmission forklifts FH35/40/45/50-2, FH60/70/80-2, Komatsu has been introducing 10-16t hydro static transmission forklifts conforming to the Japanese Regulation of Emissions From Non-road Special Motor Vehicles (2014), and the European EU Stage IV emissions regulations to the Japanese, and Australian markets since 2017. In addition to our cultivated fuel consumption reduction technologies, these 10-16t hydro static transmission forklifts are featured with the latest safety and Information and Communication Technology (ICT) to promote further evolution. In this report we like to introduce the features of the new products.

Key Words: フォークリフト, 排出ガス規制, 環境, 安全, ICT, 電子制御ハイドロスタティックトランスミッション (HST), クローズドセンタロードセンシングシステム (CLSS), 低燃費

1. はじめに

近年、世界的な環境意識の高まりや原油高騰などにより、産業車両にも、低燃費環境負荷低減のニーズが急速に高まっている。これに対応すべく油圧駆動で大幅な燃費改善と操作性向上を特徴としたフォークリフト「FH シリーズ」は 4~5 t クラス FH40/45/50-1 を 2012 年 7 月より市場導入、その後 3.5 t, 6~8 t をシリーズ化した。

このたび新排ガス規制対応および上位機種への系列拡大を目的に、さらに操作性を進化させた 10~16 t クラス FH100/120/135/160-1 を市場導入したので、その概要について紹介する。

なお本機は特定特殊自動車排ガス 2014 年基準適合のため、排出ガス後処理装置を搭載し、NO_x と粒子状物質 (PM) を大幅に低減している。



図1 FH160-1 外観

表 1 主要諸元

項目		単位	開発機 FH160-1	現行機 FD160E-8
性能・寸法	最大荷重	kg	16000	16000
	最高車速	km/h	23.5	32
	ホイールベース	mm	3050	3100
	車両重量	kg	18500	17440
エンジン	製造メーカー	-	KOMATSU	KOMATSU
	型式名称	-	SAA4D107E 4次規制	SAA6D107E 3次規制
	気筒数/ 総排気量	-/cc	4/4460	6/6690
	定格出力 グロス	kW	110	129
情報	ICT	-	KOMTRAX	-
燃費	社内規定 コース (現行機比)	-	70	100

2. 開発のねらい

(1) 環境対応

- ① 日本の 2014 年基準排ガス規制 (EU Stage IV)
- ② 最大 30% の大幅燃費低減 (対現行機 FD160E-8)

(2) 操作性と安全性の向上

- ① 電子制御 HST (Hydro Static Transmission) の採用による走行操作性の向上
- ② クリープレス・坂道発進・スイッチバック時の作業性の向上
- ③ コンテナ荷役・港湾作業時の微速走行性の向上
- ④ 作業機手元操作レバー/大型アームレストの標準装備による疲労低減 (※)
- ⑤ 車速制限機能を標準装備
- ⑥ シートベルト未着用インターロック機能追加 (オプション) (※)

(3) ICT

- ① カラー液晶マルチモニタ搭載による視認性向上及び多機能化
- ② FH シリーズから標準装備の「KOMTRAX」の機能向上
- ③ リヤビューカメラ, モニタによる車両後方の視認性向上 (オプション) (※)

(4) 点検整備性の向上

- ① 大型点検カバーの採用 (※)
 - ② サイドバイサイドクーリングの採用
- (※) : FH100/120/135/160-1 にて新たに搭載

3. セリングポイント

3.1 環境

3.1.1 排ガス規制対応

日欧排出ガス 4 次規制に対応する. 本クラスの日本における排出ガス規制と実施年は次の通りである. (表 2)

表 2 排ガス規制値比較(日本)

		開発機 4次規制	現行機 3次規制
規制時期		'15/10~	'12/10~
規制値 (g/kW・h)	NOx	0.4	3.6
	PM	0.02	0.2

前記排出ガス規制を満足させ, かつフォークリフトに求められる経済性とメンテナンス・フリー化に対応するために, 様々な新技術をエンジンに織り込んだ. 以下にその項目を列挙する.

・排出ガス後処理装置

新規開発の選択触媒還元 (SCR) システムとコマツディーゼル酸化触媒 (KDOC) を組み合わせることにより, 排気ガス中の PM および NOx を大幅に低減した. SCR システムは, NOx を無害な窒素 (N₂) と水 (H₂O) に分解する装置である. AdBlue® を排気ガス中に噴射し, AdBlue® から生成するアンモニアと NOx を SCR 触媒で反応させ, 窒素と水に分解する. (図 2)

* AdBlue® はドイツ自動車工業会 (VDA) の登録商標.



図2 排出ガス後処理装置

また、高効率の酸化触媒 KDOC を搭載し、スツフィルタが無いシンプルな構造で、すす除去のための再生制御や定期メンテナンスの必要がない。

・電子制御システム

新規に開発されたエンジンコントローラを採用することにより、電子制御コモンレール噴射システムに加え、新開発の SCR システムの高精度な制御を行うことが可能となり、最適な車体の制御を実現した。また、排出ガス 4 次規制 (EU Stage IV) では、AdBlue® の残量がわずかとなると、エンジン出力を制限する法規が設定されており、(これを SCR Inducement とする) この SCR Inducement に適合するため、故障診断システムのさらなる高度化を行った。

また、エンジンの状態は、車載ネットワークを通じてマルチモニタに表示される。

さらに、これらの情報を KOMTRAX で管理することにより、最適なメンテナンスを行うことができる。

3.1.2 燃費低減

フォークリフトは狭い場所で稼働することが多く、加速・停止 (前後進の切り替え) 及び荷役・走行同時操作の頻度が多い。特に高負荷・高稼働な現場 (例: 陸運・コンテナ荷役) になるほどこのような使われ方が顕著になり、また燃料消費量も多くなることから燃費低減に対するユーザの関心も大きい。この様な燃費低減によるユーザメリットが大きな作業現場を考慮し、以下の様な燃費低減技術を織り込むことにより、上記現場を想定した社内規定コース (図 3) にて従来のトルクコンバータ (T/C) 車に対し、最大 30% の燃費低減を達成した。

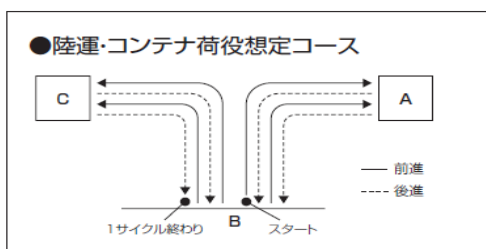


図3 陸運・コンテナ荷役想定コース

① 走行電子制御 HST+作業機可変ポンプ CLSS (Closed-center Load Sensing System) の採用

従来の T/C 車の、走行・作業機同時操作では、インテングペダルでクラッチの滑りを調整し、速度をコントロールするため、クラッチの滑りロスや発熱ロスが発生する。また、作業機の固定容量ギヤポンプの空転ロスも同時に発生してしまう。一方、電子制御 HST 車では、クラ

ッチを滑らせる代わりにポンプ斜板の角度を変え、油量を減らすことによって、車速をコントロールするので、発熱ロスや滑りロスを発生しない分、燃費低減になる。(図 4)

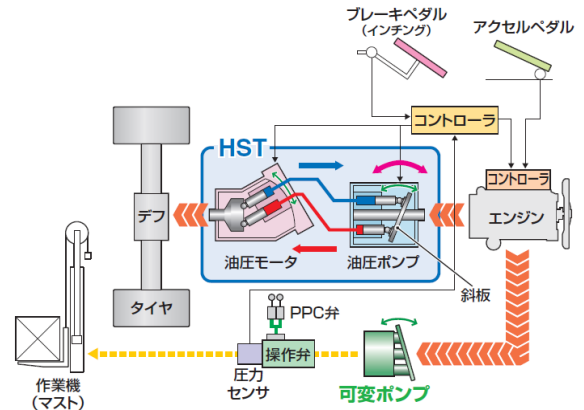


図4 電子制御HST車システム構成図

また、作業機可変ポンプ CLSS を採用し、作業機を動かす際、ポンプ吐出圧と各作業機の負荷圧の差圧が一定になる様に制御することによって、必要な油量だけ供給するので、油圧ロスが少ない。(図 5)

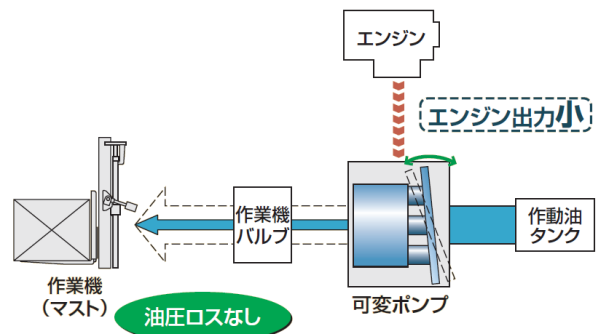


図5 可変ポンプCLSSシステム構成図

② エンジン定格出力の最適化 (110←129 kW)

電子制御 HST により、動力伝達ロスを低減できた為、エンジン出力を減らすことが可能となり、無駄な燃料消費を抑えることができた。また、エンジン回転と HST ポンプの流量を最適に制御することで、十分な動力性能を発揮することができる。(図 6 ②)

③ 走行加速時のエンジン低速マッチング

一般的に、エンジン定格回転速度付近の燃料消費率よりも、最大トルクが得られるエンジン回転速度付近の燃料消費率の方が小さい。エンジンに対する油圧ポンプの吸収トルクのマッチング点を、トルクコンバータの吸収トルクより最大トルク付近に設定した。これにより、加

速時に燃料消費率の小さい範囲を極力長く使うことができるようになり燃費低減につなげた。(図6 ③)

④ 荷の重量に合わせたエンジン出力制御

荷の荷重をセンサーで感知し、エンジン出力を自動で制御、負荷が軽い時は通常より低い設定に切り替えて無駄な燃料消費を抑える。(図6 ④)

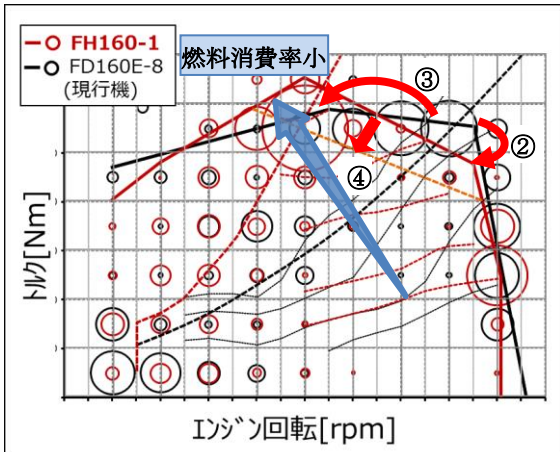


図6 エンジンとのマッチング線図

⑤ オートエンジンストップ機能

オートエンジンストップ機能を標準装備。エンジンを止め忘れて降車した場合、設定時間が経過するとエンジンが自動停止し、アイドリングの無駄な燃料消費を抑える。(図7)

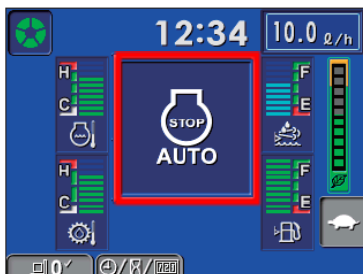


図7 オートエンジンストップ作動画面

3.2 操作性・安全性

3.2.1 電子制御HSTの採用による走行操作性の向上

① クリープス・坂道発進・スイッチバック時の作業性の向上

従来の「FH シリーズ」同様、電子制御 HST により切替え時の斜板を連続的にコントロールし、ブレーキ操作で一旦停止せずにアクセル ON のままでもショック無く前後進の切替えができること、その特徴でもある斜板中立時のブレーキにより、坂道でのずり下がりも少なくオペレータの疲労が軽減されることを織込み、好評価が期待できる。

② 港湾作業・コンテナ荷役作業時の微速走行性の向上

荷物や棚などへの接近・停止が、アクセルペダル操作による微速走行だけでスムーズに行えるので、インテング操作が少なく、疲労感を軽減する。HST はアクセルペダルを戻した時点でモータへ送る油量を少なくし減速するため、インテング (ブレーキング) 操作が少なく速度調整が可能。(図8)

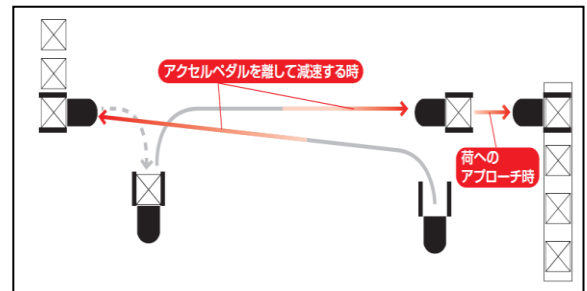


図8 インテング操作が少なくなる作業

本開発では、アクセルオフの減速制御をより改善、さらにフィーリング良く荷物、棚などへの接近・停止が可能になった。

3.2.2 作業機手元操作レバー/大型アームレストの標準装備による疲労低減

操作しやすく疲れにくい作業機手元レバーは大型アームレストの採用でオペレータの疲労を最小限に抑えることができる。(図9)



図9 作業機手元操作レバー/大型アームレスト

3.2.3 車速制限機能を標準装備

車速制限機能を標準装備し、狭い場所での作業時の速度抑制や、工場内で決められた制限速度に対し4段階で最高速度を設定可能にした。(図10)



図10 制限車速設定画面

3.2.4 シートベルト未着用インターロック機能追加 (オプション)

フォークリフトは乗降動作が多く、シートベルトをするのを面倒と思うオペレーターが多い一方、転倒事故が多くある。オペレーターにシートベルトを確実に装着させるため、シートに正しく座った状態 (図 11 ①) でシートベルトを装着 (図 11 ②) しないと、走行・荷役ができないようにするインターロックをオプションとして用意した。

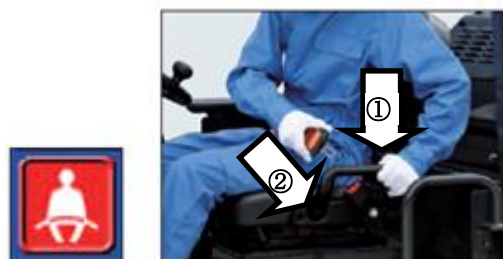


図11 インターロック機能

また、稼働中にシートベルトを外すと走行・荷役が停止する。これにより乗車時は確実にシートベルトを装着するため、転倒時の重大事故が防げると考える。

3.3 ICT

3.3.1 カラー液晶のマルチモニタ搭載による視認性向上及び多機能化

カラー液晶マルチモニタを搭載し、車両情報の視認性を大幅に向上した。

・車速計/荷重計

従来機ではオプションであった車速計や荷重計を標準装備するなどの機能向上も織込んでいる。

・後輪タイヤ切れ角表示

大型のフォークリフトでは、着座時に後輪タイヤが直進を向いているか確認することが難しい。そこで新たに後輪タイヤの向きをモニタに表示、ハンドルが切れていることがわかり車両を動かす際の安全性を高めた。(図 12 ①)

・エコゲージ/平均燃費

モニタ画面にエコゲージと平均燃費を常時表示する燃費計を装備。さらに、任意で燃費目標値 (グリーン表示の範囲内) を設定することで、より燃費効率の良い運転を支援できる。(図 12 ②)



図12 カラー液晶マルチモニタ

3.3.2 KOMTRAXの機能向上

車両の稼働状況を把握する KOMTRAX を標準搭載。位置情報、稼働状況に加え、燃料消費量などお客様に車両の情報を提供すると共に、今回新たに採用した排出ガス後処理装置に必要な AdBlue®消費量を KOMTRAX で把握することで、AdBlue®消費量を管理可能としている。

3.3.3 リヤレビューカメラ、モニタシステムによる車両後方の視認性向上 (オプション)

車体後方に視認用カメラを装備 (図 13)、7 インチの液晶ディスプレイモニタで車両の後方を鮮明に確認できる (図 14)。本機能の採用によりオペレーターが直接目視確認できない車両後方状況を一目で確認できるようになり、オペレーターの安全確認の負担を軽減することが可能となった。

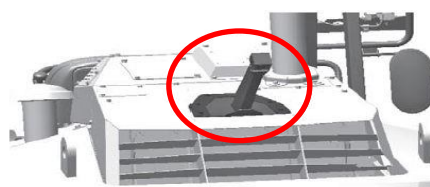


図13 リヤレビューカメラ



図14 リヤービューモニター

3.4 点検整備性の向上

3.4.1 大型点検カバーの採用

点検整備性の向上を図り、従来必要だった高い場所への昇降をなくし、日常点検（作業開始前点検）箇所は地上からアクセス可能な車体左右のサイドカバー内に集約した。サイドカバーは工具不要、ワンタッチで開閉でき、カバー内奥まで手が届きやすいよう点検用ステップも配置した。（図15）



図15 大型点検カバー

3.4.2 サイドバイサイドクーリングの採用

ラジエータ、空冷アフタークーラ、作動油クーラは横一列に配置されたサイドバイサイドクーリングを採用。車体後方のカウンタウエイト部からエア、スチームなどを吹きつけて簡単に清掃可能にした。（図16）



図16 サイドバイサイドクーリング

4. おわりに

電子制御 HST+可変ポンプ CLSS を搭載しコマツの「ダントツ商品」となった FH35/40/45/50-1 の発売から、市場ニーズや様々な新機能を織込み、さらに進化させた形で FH100/120/135/160-1 の製品化を実現した。これにより、「FH シリーズ」は 3.5 t～16 t までのシリーズ化が完成した。今後も「FH シリーズ」としての進化と成長を継続させてお客様にさらに満足していただける魅力ある製品を出していきたい。

筆者紹介



Makoto Saito
さいとう まこと
齊藤 誠 1991年、コマツ入社。
開発本部 ユーティリティ開発センタ



Norio Ookuma
おおくま のりお
大熊 教郎 2004年、コマツ入社。
開発本部 ユーティリティ開発センタ

【筆者からひと言】

きびしい開発日程の中、Tier4 Final 規制対応だけでなく、10年ぶりのフルモデルチェンジを実施することができた。フォークリフトでは初の SCR を搭載し FH シリーズの様々な特徴を織込んだ集大成ともいえる製品になったと考えている。

この開発に関わったすべての方に厚く感謝を申し上げます。