

国内ディーゼル式特殊自動車排出ガス第 4 次規制適合 空コンテナ専用フォークリフト “FC70H-3”

Compliant with the 4th Stage of Exhaust Emission Regulations
for Off-road Special Motor Vehicles Empty Container Handler “FC70H-3”



三菱ロジスネクスト株式会社
技術本部 技術開発部
車両開発課

三菱ロジスネクスト株式会社は、脱炭素及び環境対応として、最新の排出ガス規制に適合する車両を開発し、順次市場へ投入してきた。この度、空コンテナ運搬専用フォークリフトに対し、国内ディーゼル式特殊自動車排出ガス第 4 次規制に適合したディーゼルエンジンへ換装する開発を行い、2024 年 2 月から市場投入を開始した。本報にてその空コンテナ運搬専用フォークリフト“FC70H-3”の特長と安全性向上アイテムを紹介する。

1. はじめに

2014 年 10 月に施行されたディーゼル式特殊自動車排出ガス第 4 次規制は、更なる大気汚染の防止を図るため、第 3 次規制に対して窒素酸化物(以下、NO_x)に対する規制が強化されるとともに黒煙の測定方法にオパシメーターによる測定が採用され、より厳格な数値が採用された(表 1)。本報で紹介する空コンテナ運搬専用フォークリフト“FC70H-3”は、主に港頭地区に隣接する ECD(Empty Container Depot)で国際標準化機構(ISO)668 規格 20 フィート、及び 40 フィート 2 種類の空コンテナの蔵置及び、受渡し等荷役作業に使用されており、実入りコンテナ運搬フォークリフトと比較して機動性が高く車両価格が安価である特長を有する。三菱ロジスネクスト株式会社の年間販売台数は約 10 台と少ないため、少数生産車の承認を受けて第 3 次規制対応車を継続生産してきたが、少数生産車の特例枠 100 台の消化時期に合わせ、エンジン換装の開発を実施し、2024 年 2 月から市場投入を開始した。

表1 ディーゼル式特殊自動車の排出ガス規制値比較表

定格出力	CO (g/kWh)		NMHC (g/kWh)		NO _x (g/kWh)		PM (g/kWh)		ディーゼル黒煙*	
	第 3 次 規制	第 4 次 規制	第 3 次 規制	第 4 次 規制	第 3 次 規制	第 4 次 規制	第 3 次 規制	第 4 次 規制	第 3 次 規制	第 4 次 規制
19kW 以上 37kW 未満のもの	5.0	←	0.7	←	4.0	←	0.03	←	25% (0.80 m ⁻¹)	0.5 m ⁻¹
37kW 以上 56kW 未満のもの	5.0	←	0.7	←	4.0	←	0.025	←	25% (0.80 m ⁻¹)	0.5 m ⁻¹
56kW 以上 75kW 未満のもの	5.0	←	0.19	←	3.3	0.4	0.02	←	25% (0.80 m ⁻¹)	0.5 m ⁻¹
75kW 以上 130kW 未満のもの	5.0	←	0.19	←	3.3	0.4	0.02	←	25% (0.80 m ⁻¹)	0.5 m ⁻¹
130kW 以上 560kW 未満のもの	3.5	←	0.19	←	2.0	0.4	0.02	←	25% (0.80 m ⁻¹)	0.5 m ⁻¹

※ ディーゼル黒煙は、無負荷急加速黒煙の測定法で第 3 次規制は黒煙測定器、第 4 次規制はオパシメーターによる。

排出ガス規制への対応として、他の大型フォークリフトで採用実績のある VOLVO 製エンジンを採用し、排出ガス浄化システムに尿素 Selective Catalytic Reduction(以下、SCR)システムを採用(図 1)することで、ディーゼル式特殊自動車排出ガス第 4 次規制をクリアした。またエンジン補器

類や電気制御部品を他機種と共通化することで、環境性能と作業効率を改善する新たな特長を備えると同時に、開発に係る期間を最小限に抑制した。さらに作業現場に適した安心安全機能を拡充するため、安全性向上に係る機能を積極的に取り入れた。

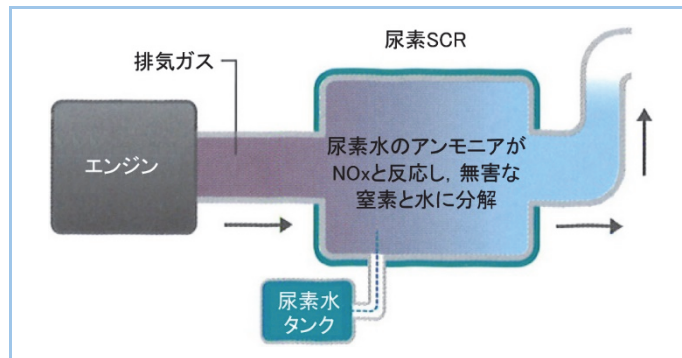


図1 尿素 SCR 装置図

尿素 SCR 装置の概略図を示す。

2. 特長

2.1 尿素 SCR 装置を搭載

排出ガス浄化システムに、尿素 SCR システムを搭載し、尿素水触媒による化学反応を利用することで、排出ガスに含まれるNOxを大幅に低減した。また Diesel Particulate Filter (以下、DPF) を使用しないシンプルな排気装置の構成とすることで、DPF 交換に係るメンテナンス費用や、車両のダウンタイムを抑え、ライフサイクルコストの低減を実現した。

2.2 国内トップの荷役上昇速度

第4次規制対応エンジンへの換装に伴い、同クラス国内トップの荷役上昇速度を達成し、荷役作業性能を向上した(図2)。

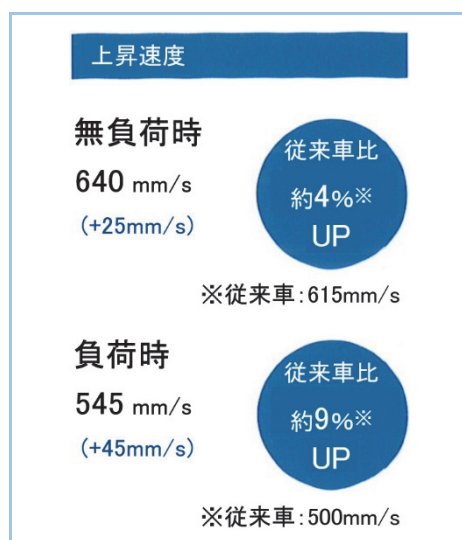


図2 荷役上昇速度図

従来機と荷役上昇速度の変化度合いを示す。

2.3 ビスカスファンクラッチシステムの採用

従来機はエンジンの出力軸に連結されたファンを、エンジン回転数と同様に回転させることで冷却装置への送風を行っていたが、本車両ではビスカスファンクラッチを採用し、エンジン出力軸とファンの間にビスカスオイルによる粘性クラッチを採用することで、特にエンジン冷却水が低温の時には、流体継手であるビスカスオイルの流入量を減らし、エンジン回転数に対しファン回転数を低く抑制することで、エンジンにかかる負荷を低減すると共に、ファン駆動時に発生する風切音を低減した。

2.4 ECO モード機能を搭載

約 10%の燃費向上と同時に二酸化炭素(以下, CO₂)の排出量を低減する, ECO モード機能を標準搭載した。標準モードではアクセルの踏み角をダイレクトにアクセル開度に変換し制御を行うが, ECO モード時は加速側へのアクセル開度変化に対し, 一定量を上限とした積算制御を行うことであたかもゆっくりとアクセルを踏んだように制御するアクセル開度ディレイ機能と, アクセル全開時におけるアクセル開度を標準モードよりも低く抑える 2 つの制御を行う(図 3)ことで, 実用レベルの動力性能を確保しながら燃費の向上と, CO₂ 排出量の抑制を可能にした。

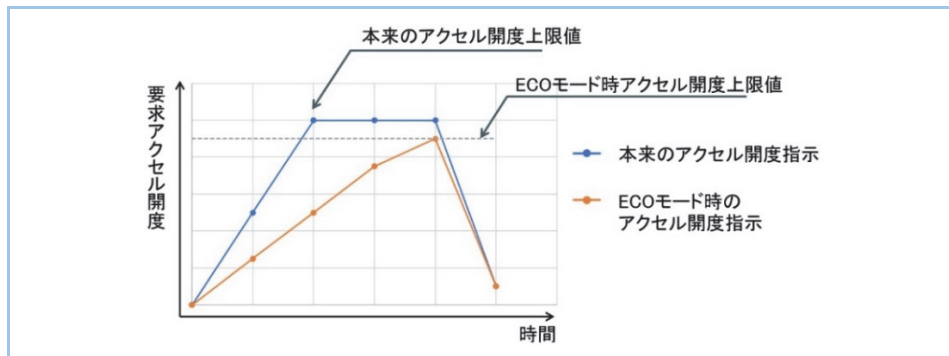


図3 ECO モード機能制御概略図

ECO モード時の要求アクセル開度ディレイ制御と, アクセル最高開度抑制機能の概略を示す。

2.5 ISO 規格 45 フィートコンテナの荷役に対応したロングホイールベース仕様を追加

今後の物流効率化と CO₂ 削減を見据え, 流通量の増加が見込まれる, ISO 668 規格 45 フィート空コンテナの運搬に対応可能なロングホイールベース仕様を, 新たに機種ラインナップへ追加した。45 フィート空コンテナは 40 フィート空コンテナに対し, 約 800kg 自重増加が見込まれるが, 標準モデルに対しホイールベースを 150 mm 延長することで, 空コンテナ運搬時に必要な車両前後安定比を保ち, 標準モデルと比較しても違和感のない作業性を確保した。

3. 安全性向上

3.1 全周囲モニターシステム“グッドビューア”を新規オプション設定

車両前後及び左右に取り付けた 4 個のカメラから入手した映像をリアルタイムに処理し, 車両真上から見たような車両周囲 360 度の俯瞰映像へ変換して運転室内のモニターに表示, これにより直接目視では確認することが難しいカウンターウエイト後面近傍等も, モニター上で確認することを可能にし, 安全作業をアシストするオプションを新規設定した(図 4)。

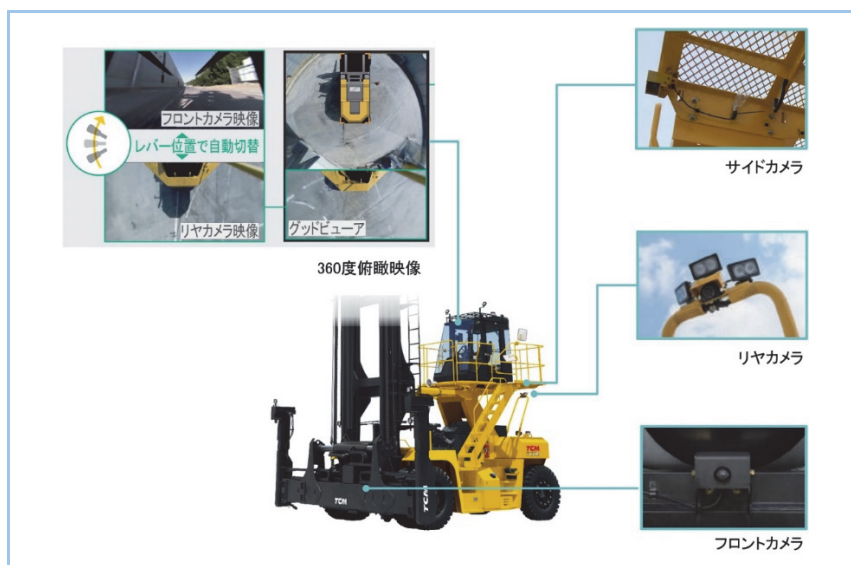


図4 グッドビューア概略図

グッドビューア装置の概略図を示す。

3.2 多機能液晶メーターパネルの採用と後輪タイヤ切れ位置表示を追加

従来機で使用していたアナログメーターに対し、9 インチの液晶画面をメーターパネル中央に配置した多機能液晶メーターパネルを採用した。液晶部分に走行速度表示の他、尿素水残量や、車両の各種エラーコード表示など情報表示を行うと共に、エンジン及び車両制御コントローラと Controller Area Network (CAN) で繋がり協調制御を行うことで、車両パラメーター調整や、故障診断等の機能を付加した。

また運転室内から直接目視確認が難しい後輪タイヤの切れ位置を、菱形のシンボルを使用し液晶画面へ表示することで、運転席着座状態から最小限の視線移動で後輪の切れ位置を把握でき、ハンドルの誤操作による積荷の損傷等、事故の未然防止に貢献する安全機能を付加した(図5)。



図5 多機能液晶メーターパネル図

液晶メーターパネルに付加した後輪タイヤ切れ位置表示の詳細を示す。

3.3 旋回走行時の車両安定性をサポートする SSC 機能を採用

後輪タイヤの切れ角に応じてリニアに車両最高速度を最適制御する、Speed Safety Control(以下、SSC)機能を新たに採用した。本機能によりタイヤ切れ角が大きい急旋回時に車両最高速度を低く抑制制御し、積荷を含む車両全体に作用する遠心力を低減させ、車両の安定性を確保し、安全に荷役作業ができるようサポートした(図6)。

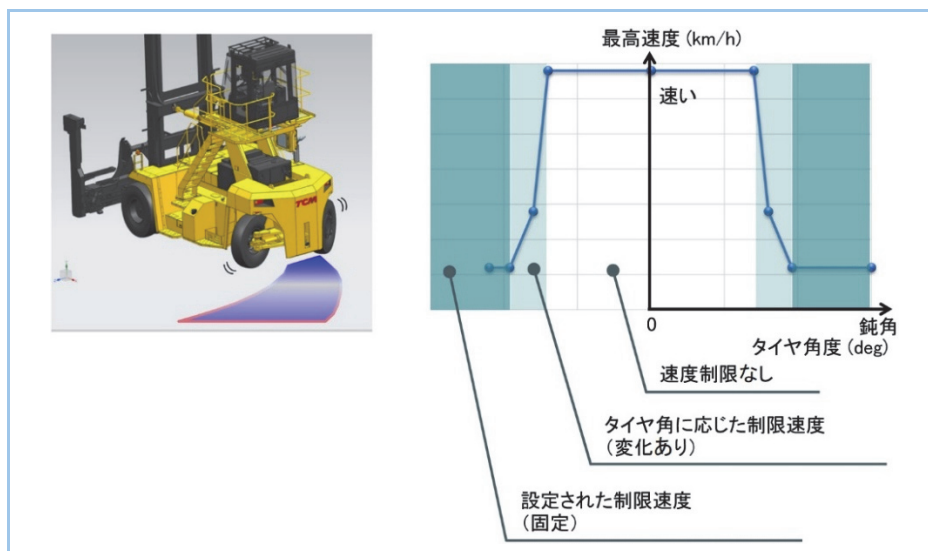


図6 SSC 機能概略図

SSC 機能の制御概略図を示す。

3.4 荷役上昇速度抑制機能を装備

車両の負荷/無負荷、及び走行中/停止の状態を車両制御コントローラで検出判断し、コンテナ積載時の走行中は、荷役上昇速度を低く抑制する機能を、従来機から引き続き採用した。特にコンテナ 5 段目等高揚高の積降し作業をする本車両において、動的車両前後安定度の確保を目的とし、走行中の荷役上昇速度を抑制することで、急激に前後安定度が悪化することを防止した。

4. 主要諸元

主要諸元を表 2 に示す。

表2 主要諸元

項目		車両型式	FC70H-3	FC70H-3L 45 フィートコンテナ対応 ロングホイールベース仕様
性能	最大荷重	kg	7 000	7 000
	荷重中心	mm	1 250	1 250
	揚高	mm	13 000	13 000
		ツイストロック下	mm	2 300-15 300
	荷役上昇速度	無負荷	mm/s	640
		負荷	mm/s	545
	荷役下降速度	負荷	mm/s	550
	サイドシフト量	左右各	mm	600
	マスト傾斜角	前傾/後傾	deg	4/6
	最小旋回半径	mm	5 680	5 870
諸元	最高走行速度	無負荷	km/h	29
	全高 マスト	揚高 min	mm	8 750
		揚高 max	mm	15 750
	全高 車体(キャビン)	mm	5 200	5 200
	全長	mm	6 520	6,670
	全幅 車体	mm	3 800	3 800
	軸距	mm	4 100	4 250
	輪距	前車軸	mm	2 930
		後車軸	mm	2 300
	タイヤ	前輪/後輪	14.00x24x24PR	14.00x24x24PR
エンジン	車両重量	kg	42 310	42 430
	エンジン	サプライヤー	VOLVO	VOLVO
		型式	TAD572VE	TAD572VE
		排気量	cc	5 130
		出力	kW/rpm	160 / 2 300
		トルク	N・m/rpm	910 / 1 450
	排気後処理装置		尿素 SCR	尿素 SCR

5. 今後の展開

環境規制・脱炭素社会に向けて、排出ガス規制の強化や電動化への対応を推し進め、港湾荷役のあらゆるシーンで、今後もお客様の安心と安全を支える高付加価値フォークリフトを拡充することで、物流の発展と効率化に貢献していく。