

GALEOシリーズ中型ホイールローダの製品紹介

Introduction of Medium Size Wheel Loader in GALEO Series

野 沢 康 彦
Yasuhiko Nozawa
森 本 克 之
Katsuyuki Morimoto
相 良 和 幸
Kazuyuki Sagara

1993年に発売を開始したWA-3型ホイールローダの中型モデルを8年ぶりにフルモデルチェンジし、新しい時代のユーザーニーズにこたえるべく、最新技術を織り込んだWA380-5, WA400-5, WA430-5, WA470-5, WA480-5ガレオシリーズを市場導入したので紹介する。

Komatsu's line of medium size Dash 3 wheel loaders went on sale in 1993 and have enjoyed a great favor from a wide spectrum of users ever since. In order to respond to new requirements from users in the new era, however, we have decided to implement a full model change on the five leading models for the first time in eight years. The new model have recently made debut as WA380-5, WA400-5, WA430-5, WA470-5 and WA480-5 in GALEO Series which have incorporated the state-of-art technology now available in the industry.

Key Words: Wheel Loader, GALEO Series, Global Environment, Safety, IT, Tier 2 Emission Regulations, Tier 2 Noise Regulations of EU, Low Fuel Consumption Ratio, Reduction of CO₂ Emission, KOMTRAX 2

1. はじめに

ホイールローダは、砂利、碎石などの建設資材の掘削、運搬、積み込み作業、特に中小型クラスは、かき上げ作業、整地作業や除雪作業など色々な用途に使用され、その汎用性は高い。WA-3型は、1993年導入以来、これらの幅広いユーザー層から高い評価を得てきたが、近年の相次ぐ他メーカーのモデルチェンジや新規参入により、その商品力も衰えてきた。国内のみならず、北米、欧州などの定評のある競合機を凌駕し、世界のお客様に、新しい旋風を吹き込む時代のニーズにマッチした商品の開発が要望されている。

また、一方、近年の社会的な潮流として北米、欧州、日本などで漸次厳しくなってくる排気ガス規制や低騒音化の要望、あるいは地球温暖化防止のためのCO₂削減などに見られるように、地球環境保護、人間尊重が重要視されている。

このような背景のもと、最新技術を織り込み、環境と安全に配慮した、生産性の高いホイールローダ(GALEOシリーズ)を市場導入したのでその概要を紹介する。(写真1)



写真1 WA470-5 GALEO外観

2. 開発の狙い

シリーズ開発のスタートに際し、次世代ローダとして十分な競争力を備え、かつそれが維持できること、そして、世界のユーザーニーズに合致すべく、新世紀をにらんだコマツの基本コンセプト、「環境・安全・IT」を機軸に新技術を織り込みセリングポイントとして具現化することを念頭に置き、開発の狙いを図1のように設定した。

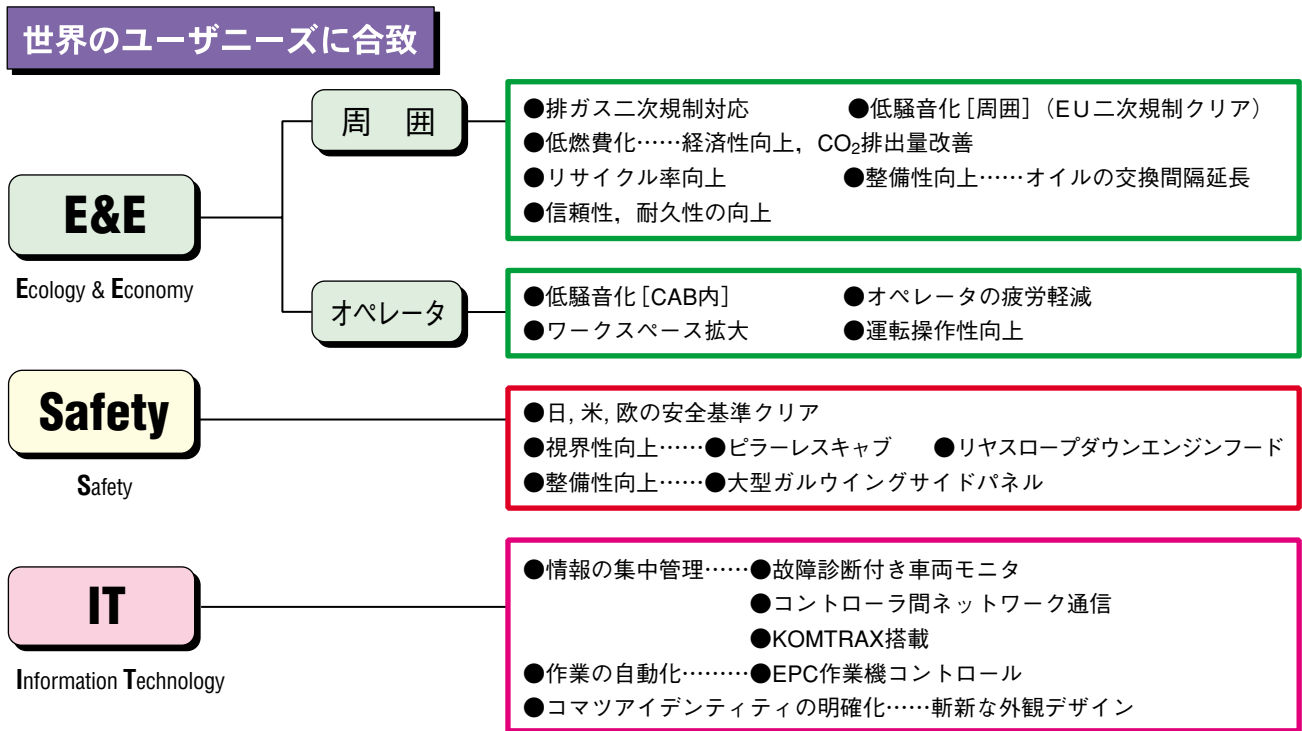


図1 開発の狙い

3. 機種系列について

国内, 海外の競合機との対抗上, 機種系列は図2のように設定した。

中型クラスは, 国内仕様と海外仕様で機種名が異なっていたが, 国内, 海外の統一化の要望があり, 車格を考慮し, 大きい機名符号に統一した。

また, 従来機には, 国内のみの設定として「大径タイヤ+電子ガバナエンジン」を特徴とするハイパー仕様車があったが, 今回の開発機は, 大径タイヤを標準とし, エンジンについては排気ガス二次規制対応で統一して, ハイパー仕様を廃止した。

車格=3√ (PS x m³ x ton)

	従来機 WA-3		GALEO WA-5	
	国内	海外	国内	海外
20				
21	WA350	WA380		WA380
22				WA400
23	WA400		WA430	
24		WA420		
28	WA450	WA470	WA470 (WA450北米)	
29		WA470M		
30				WA480
31				

図2 中型ホイールローダ機種系列比較

4. 主な特徴

4.1 環境との調和

(1) 低燃費

低燃費、高トルクのエンジンと大容量トルクコンバータとの低回転域マッチングおよびキックダウンスイッチとの連動によりスイッチポンプがカットされるパワーアップ2ステージ油圧システムとの組み合わせにより、従来機に比べ15%以上の大幅な燃費を改善した。

また、作業条件に応じてPowerモードとNormalモードを選択することにより更に燃費の改善が図れるよう、エンジン出力を選定できる2モードシステムを採用した(図3)。

10トンダンプへの積込み作業での作業量、燃費の比較例をWA470-5について図4、図5に示す。

(2) 低騒音

低騒音エンジンと定格回転を従来機に対し約10%下げ、騒音を下げると共に、バリエブル油圧駆動ファンの採用や

エンジンルーム遮蔽構造により大幅な周囲騒音の低減を図った。

今回採用の油圧駆動ファンシステムの効果および特長は、

- ① エンジン水温、作動油温、トランスミッション油温に応じた回転制御により、最高ファン回転を低減し、騒音低減すると共にロス馬力の低減も図れる。
- ② エンジン側とファン・ラジエータ側のスペースをクーリングルームとして独立でき、エンジン音の遮音を容易にした。また、シュラウドとのファンチップクリアランスを小さくでき、風量効率をアップできる。
- ③ ファン駆動用油圧モータをファンと一体でコンパクトに収め、更にモータにファン逆転機能を持たせたコマツ独自のインファンモータ構造を採用した。
- ④ ファンモータの流路切り換えバルブにより運転席にあるスイッチで容易にファン逆転でき、コアの清掃を大幅に容易化した。

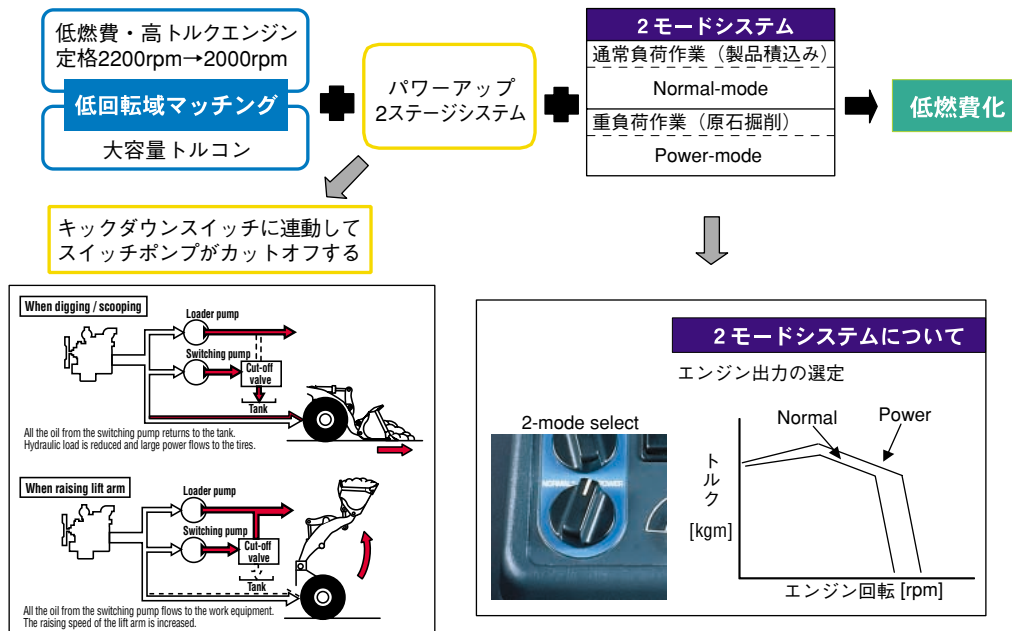


図3 燃費低減の手段

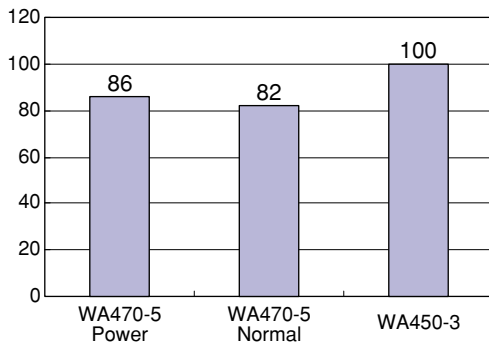


図4 時間当たり燃料消費 l/h [%]

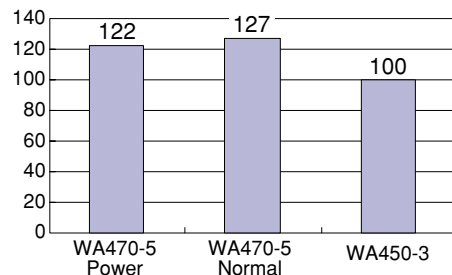


図5 燃料当たり作業量 m³/l [%]

本システムの概略図を図6, 図7に示す。

周囲騒音については、EU新一次規制値より2dB(A)低い値をラベル表示できるよう設定し、実現した。また、国土交通省の低騒音仕様については、従来機のような車両後部にダクト装着などを行わず、外観を変更することなく達成可能とした。WA470-5の各仕様での達成値を表1に示す。

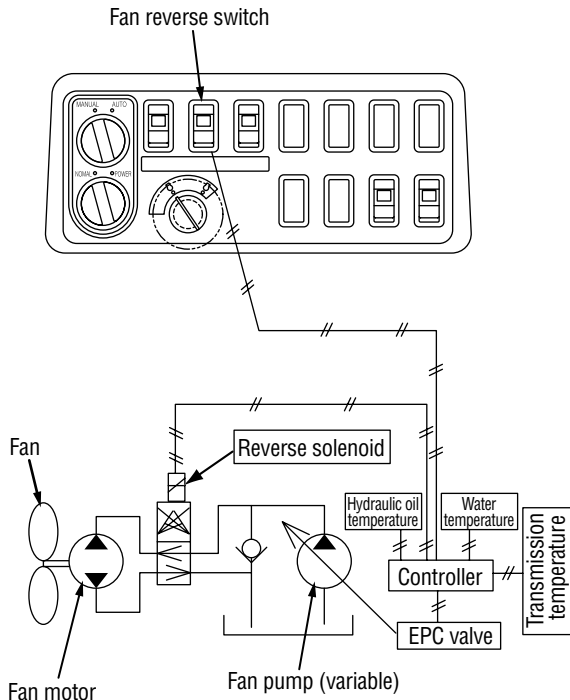


図6 バリャブル油圧駆動ファンシステム

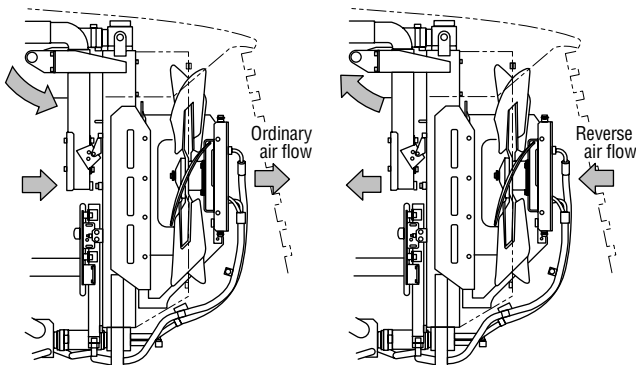


図7 ファン逆転機能付きインファンモータ

表1 周囲ダイナミック騒音[dB(A)]

WA470-5の例			()内: 規制値
標準仕様	国交省 低騒音仕様	EU仕様	従来機 標準仕様
109	107 (107)	107 (110)	116

(3) 排気ガス二次規制対応のエンジンを搭載

EPA(米国環境保護局)排気ガス二次規制, EU排気ガス二次規制および国土交通省排気ガス二次規制に適合の新開発のエンジンを採用した。

WA470-5/WA480-5は電子制御高圧噴射のコモンレール式を採用。

また, WA380-5/WA400-5/WA430-5はメカニカルガバナタイプで高圧噴射ノズルの採用。燃料噴射時期を遅くし、効率の良い空冷式アフタークーラを採用して排気ガス二次規制適合を実現した。WA470/WA480の例を図8に示す。

排気ガス成分の低減割合は、従来機の一次規制に対して図9のようになる。

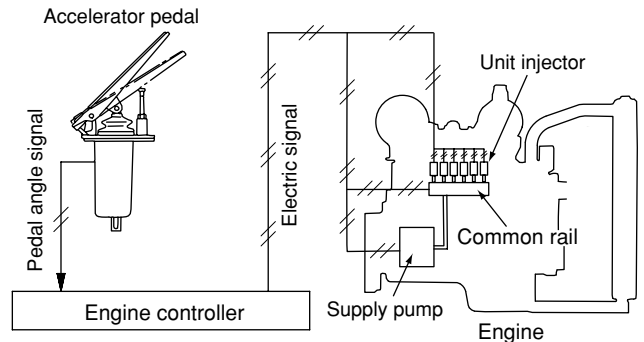


図8 コモンレール式電子制御のエンジン

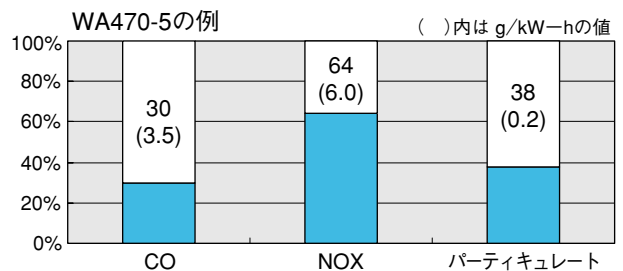


図9 排気ガス成分低減割合(従来車比)

4.2 居住性、操作性の向上

(1) オペレータ耳元騒音の低減

キャブのビスカスマウントや油圧配管・油圧バルブのラバーマウントに加え、フロアフレームの剛性アップ、ハーネス・配管などのフロア通過部のシール性改善によるキャブの遮音性・気密性の向上を図り、オペレータ耳元騒音の低減を図った。従来機に対し約5dB(A)の低減を達成している(表2)。

表2 オペレータ耳元騒音

項目	WA470-5	従来機
オペレータ耳元騒音	71	76
室内加圧特性	4.5	6.0

(2) LCAS(Lumber Care Air Suspension)シートの採用

ホイールローダは車両全体が移動しながら作業し、また、車速も早いという特性から、一般的にオペレータへの疲労度合いは高く、特に長時間作業する機会の多い中型クラス以上のオペレータシートへの改善要望は強い。これらのユーザ要望にこたえるべくランバーサポート、サイドサポートが体形に合うよう調整可能なオペレータシートを採用した。サスペンションは適度な減衰が得られるよう、エアサスペンションとダンパを組み合わせ設定した(写真2)。

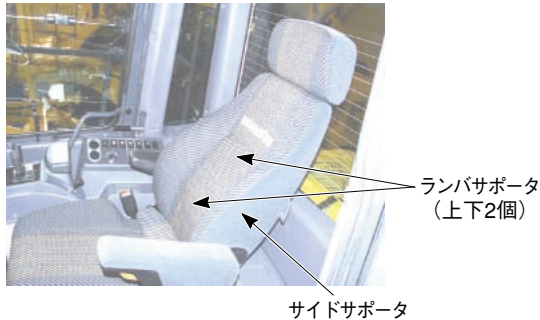


写真2 LCASシート

(3) 全段電子モジュレーションのトランスミッション

頻繁な前後進と変速操作に対しても、ショック、タイムラグが少なく長時間の運転でも疲れにくいトランスミッションが要求される。これを達成すべく、各々の速度段のモジュレーションを独立に設定可能な全段電子モジュレーションのトランスミッションを採用した。また、クラッチディスクの摩耗など、経時変化しても最適のモジュレーションが得られるよう、学習制御機能を持たせている。

2~4速まで最適速度段が選定されるオートマチックトランスミッションについて、今回、シフトポイントを選定できるようにした。平坦路で走行の時、なるべく低いエンジン回転で早めにシフトアップできるようにし、走行時燃費の低減を図り、登坂路では高いエンジン回転でシフトアップできるようにし、不要なシフトチェンジを避けるようにすることができるのが狙いである。

(4) EPC(Electric Pilot Control)作業機レバー

自動掘削機能を持たせることを可能にしたEPC作業機レバーをオプション設定した。この装置は、次の3つの機能を持つ。

① 作業機停止時ショックレス機能

リフトアームを停止する時のショックを低減するよう、停止直前のスピードコントロールを自動で行う。

② リモートブームポジション機能

キャブ内からブームキックアウトの位置を自由に調整ができる。

③ セミオート掘削機能(図10)

バケットの掘削操作をブームレバーの上げ操作のみで自動的にできるため、ブームレバーとバケットレバーの同時操作が不要になり、誰にでも掘削時の作業機操作が容易にできる。操作パターンは、作業対象物により、ルーズマテリアル用の「ソフト」と碎石用の「ハード」の2モードを設定した。

ブームレバー操作によりバケットが自動でチルトする

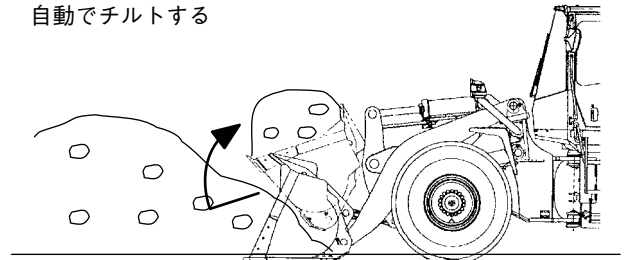


図10 セミオート掘削機能

4.3 安全性の向上

(1) 大型ROPSキャブの採用

大柄のオペレータでも楽に運転できるワークスペースの確保のため、従来のキャブより面積で25%大きい大型ROPSキャブを採用した。

前面ガラスは平面ガラスでピラーレスとし、前方視界性を向上した。さらに、破損した時の飛散防止、視界性確保のため、合わせガラスを採用した。

後面には熱線ガラスを採用。ガラス表面の結露や霜を容易に除去できるようにし、後方視界性の向上を図っている(図11)。

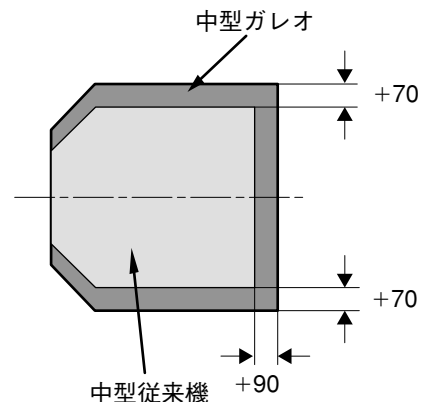


図11 キャブの大型化

(2) 乗降性の良いリヤヒンジオープンドア

大型キャブを採用したことに伴い、乗降性については従来と同様、サイドステップに一旦乗ってドアを開ける方式では中型クラスのキャブ回りのスペースの制約から困難なため、リヤヒンジオープン方式を採用した。

この構造をとることにより、直接ステップからキャブ内に入れるようになり、出入り口の開口部が広くとれること、また、ステップの傾斜角度を大きくとれるので、キャブへの乗降性がよくなる(写真3)。



写真3 乗降性

4.4 IT 織込み

(1) EMMS(Equipment Management Monitoring System)の採用

新モニタパネルには、故障診断機能およびメンテナンス管理機能を持たせ、故障が発生した時の故障コードや機械のメンテナンス状況をメインモニタの中央下部に設けたキャラクタディスプレイに必要に応じて表示できるようにした。

(2) メインモニタ内蔵ロードメータの採用

メインモニタ中央部に液晶表示画面を設け、ロードメータの表示をできるようにした。コンパクトにまとまっているため、キャブの前方視界を妨げず、精度も高いのが特長である。WA380-5, WA430-5の国内仕様は、製品積込みが主であることから、標準装備とした。

(3) KOMTRAX 2の装備

車両の稼働位置、サービスメータ、故障コードなどの車両情報が電波で発信され、オフィスでそれらの情報が簡単に入手できるシステムである。今回の中型で標準装備している。この機械管理システムの装備により、

- ① 車両の稼働状況、故障状況把握による迅速なサービス対応が可能
- ② 中古車の再販価格向上
整備履歴、稼働履歴の管理により、中古車再販価格向上につながる

などのメリットが考えられ、データベースの蓄積と解析により、今後の活用次第で、建機ビジネスにおいて優位に展開できる。

4.5 優れた生産性

ここでは、WA470-5/WA480-5国内仕様で標準装備したASD(Anti Slip Differential、一般的には Limited Slip Differential)と5型から新規にオプション設定したロックアップトルコンについて紹介する。

(1) ASDの採用

ASDを内蔵したASD付きアクスルは、左右両輪の抵抗差が約2.6倍になるまで片輪のスリップを防止するよう設定されている。これにより、軟弱地、砂地、水でぬれた路面や凹凸のある路面など、左右タイヤ負荷のアンバランスが生じやすい場合でもタイヤスリップを防ぎ、通常のアクスルに比べ、タイヤカット防止や摩耗低減の効果がある。また、ホイール駆動力もスリップを防いでいる状態では実質的にアップし、すくい込み性も良くなる。

ASDの効果について、左右輪スリップ率の比較を実車テストにより比較評価した結果を図12に示す。

路面状況	乾燥路面		湿路面	
	掘削作業	押土作業	掘削作業	押土作業
ASDなし	43	76	43	100
ASDあり	7	8	7	4

- [備考] 1. WA470-5のテスト結果による
2. 作業対象物は40号砕石
3. 湿路面は水散布による
4. 数値は湿路面、押土作業を100とした指数

$$\text{スリップ率} = \frac{(r-l)}{(r+l)}$$

r = 右タイヤ回転角, l = 左タイヤ回転角

図12 ASDの効果(左右輪スリップ率の比較)

(2) ロックアップトルコンの準備

ロードアンドキャリア作業や現場間移動など、高速走行頻度の多いユーザからは、登坂路での車速アップ、走行燃費の改善などの要望が強い。今回、中型ガレオシリーズでは初めてロックアップトルコンを設定し、従来機や競合機に対して登坂時車速の大幅アップおよび走行時燃費を大幅改善し、上記のユーザ要望を達成させた。

ロックアップは3速、4速の場合、設定の車速以上になった時、自動的に作動するようになっている。ロックアップありとなしで比較した走行時の燃費改善の効果を図13に示す。

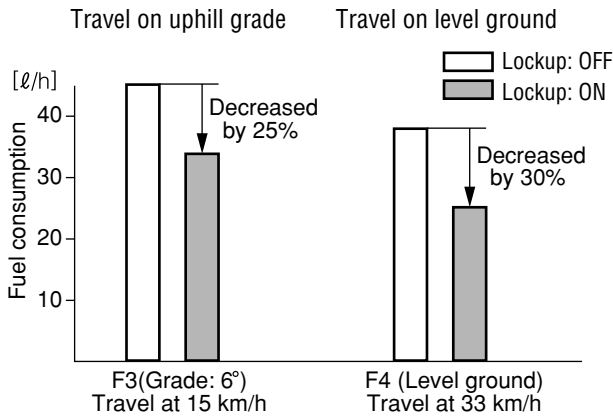


図13 ロックアップトルコンの効果

4.6 信頼性・耐久性の向上

パワーラインの各コンポーネントやメインフレームからハーネス、油圧配管にいたるまでの信頼性・耐久性の向上については、開発初期の段階から調査検討し、改善策を立案し、織り込んできた。内容紹介については、誌面の都合もあり、省略する。

5. おわりに

今回の中型ホイールローダのモデルチェンジ車の開発は、排気ガス二次規制対応の期限、海外現法での早期量産立上げのための図面や技術情報移植のスピードアップの要求に加え、開発スタート時にはまだやり始めたばかりで慣れない3D-CADによる設計など、色々な制約条件のもとで行ってきた。途中、場所や人員の移動もあるなか、開発中に発生する様々な問題点を解決しながらシリーズ開発が完了できた。この開発をとおし開発に携わる人たちのコミュニケーションの重要性をあらためて痛感した次第である。

筆者紹介



Yasuhiko Nozawa

のざわ やすひこ

野沢康彦 1977年、コマツ入社。
現在、開発本部建機第二開発センタ所属。



Katsuyuki Morimoto

もりもと かつゆき

森本克之 1978年、コマツ入社。
現在、開発本部建機第二開発センタ所属。



Kazuyuki Sagara

さがら かずゆき

相良和幸 1981年、コマツ入社。
現在、開発本部建機第二開発センタ所属。

【筆者からひと言】

今回の開発で今までと大きく異なることは、海外現法での立ち上げを国内とほぼ同時にしなくてはいけない点でした。

そのため、商品企画の初期段階から営業、サービスの要望も国内のみでなく、コマツハノマール(欧州)、コマツアメリカ(米国)からも取り入れ、真のグローバルスタンダードの開発を目指しました。

一方、川越で始まった開発は小山を経由し、粟津へと移りました。場所と人の移動によるカルチャーの違いを含めた考え方の相違は、当初摩擦を生みましたが、それがお互いを刺激し、切磋琢磨することで新しい発想と活力を生み出したのです。

日、米、欧の夢と情熱のハイブリッドがこのGALEOシリーズ中型ホイールローダです。