

製品紹介

大型ホイールローダ WA500-6 製品紹介

Introduction of Large Wheel Loader WA500-6

畠中靖史
Yasushi Hatanaka
簾田賢治
Kenji Misuda
伊藤健太郎
Kentarou Itou

ホイールローダ WA500-3 のモデルチェンジとして、ダントツ性能、車格アップ、規制対応を織込んだ WA500-6 を開発したので、その特徴について紹介する。

As changing of models of the Wheel Loader WA500-3, WA500-6 has been developed featuring “Dantotsu” performance, upgraded vehicle classification and regulation compliance. The features of the new model are described.

Key Words: WA500-6, ホイールローダ, EPA 排気ガス 3 次規制, EU 排気ガス 3 次規制, EU 騒音 2 次規制, ダントツ, 低燃費, 車格, 車格アップ, Hydrau MIND, ロックアップクラッチ, ロックアップ T/C, 車両登録

1. はじめに

WA500-3 は 1996 年に市場導入され、その後 2001 年に Tier2 排気ガス規制対応を行い今日に至っているがその耐久性と生産性は多くのユーザから評価されてきた。

但し、競合機のモデルチェンジによる仕様アップ、それに伴う積込み対象ダンプの大型化、ワイドレンジ化が始まってきている為、2006 年から施行される第 3 次排気ガス規制及び EU 2 次騒音規制対応と併せフルモデルチェンジを行う事となった。

同時にこのモデルチェンジを機にコマツの総合力、最新技術を織込み、ダントツの経済性とコマツホイールローダの伝統的フィーチャである高い生産性を両立させた WA500-6 型を市場導入したので紹介する。

2. 開発のねらい

積込み機とダンプのマッチングが、従来に比べ変わりつつあるフィールドのニーズに応える為、オンロードダンプから 25 トンダンプまでが積込み対象ダンプサイズであったものを 32 トンダンプまでベストマッチする車両とした (図 1)。

その為に、バケット容量、エンジン馬力の最適化等、車格アップをした (表 1)。

併せてコマツの基本コンセプト「経済性/安全/環境/IT」を最新技術織込みにより実現させ商品力の向上をねらった。

特に O & O コストに占める比率の大きな燃費を低減する事をダントツフィーチャとすることとした。

表 1 車格アップ

	単位	KOMATSU		CAT	Volvo
		WA500-6	WA500-3	980H	L220E
バケット容量	m ³	5.6	5.0	5.4	5.6
エンジン馬力 (ISO9249)	hp	332	316	318	334
車両重量	ton	32.5	29.4	30.5	31.4
車格値 (*)	-	39.2	35.9	37.4	38.9

*: $\sqrt[3]{(\text{バケット容量}) \times (\text{エンジン馬力}) \times (\text{車両重量})}$



写真 1 WA500-6

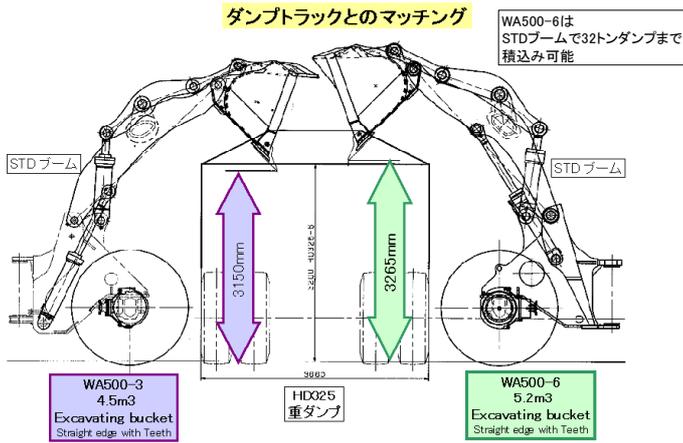


図1 ダンプトラックとのマッチング

表2 開発のねらいと達成手段

	ねらい	達成手段
経済性	作業量アップ ・積み作業	車格アップ ・積み対象ダンプサイズアップ(ワイドレンジ化)作業効率アップ対応 ・オンロードダンプ~25tonダンプ-オンロードダンプ~32tonダンプ ↳ バケット容量アップ、ダンプクリアランスアップ、駆動カアアップ ・オンロードダンプへ1杯積み可能な6.3m3ストックハイラバケット準備
	・L&C作業 ・現場間移動	走行性能向上 ↳ 登坂車速向上
燃費低減		・低速マッチング(大容量トルコン+低回転、高トルクエンジン) ・可変容量ポンプ+CLSS(作業機、ステアリング回路共) ・エンジン出力2モードシステム(Pモード、Eモード) ・T/M自動変速2モードシステム(Hモード、Lモード) ・エコインジケータ ・ロックアップラッチ付きT/C(国内:STD,海外:OPT)
	安全	オペレータの 疲労軽減
	視界性向上	・全面ガラス付 インテグラルROPSキャブ ・前方視界改善(ハイマウントCAB) ・後方視界改善(後方不可視距離改善/リアアンダービューミラー)
環境	日米欧新排気ガス 規制対応	ecot3エンジン
	EU2次騒音 規制対応	・可変容量ファンポンプ+ハイブリッドファン ・エンジンルーム遮音構造
	有害物質の低減	・アルミコアロジエタ
IT	故障診断容易化	EMMS(メインモニター)
	情報の集中管理	KOMTRAX2

3. 主な特徴

3.1 作業量アップ

(1) 積み作業の効率向上

・従来機 WA500-3 に対して車格アップし、STD 車で 32 トンダンプに 4 杯積み可能とした。従来機に比べて積み回数減らす事が出来る為、時間あたり生産性の向上 (=ダンプ 1 台積み込みの時間短縮と燃費低減) ができた。

表3 ダンプマッチング積み回数 (重量)

・バケットの種類 : SE (Straight Edge) = 平刃 SN (Spade Nose) = 山刃

		WA500-3	WA500-6	980H	L220E
オンロード ダンプ	国内	11ton	2SP	2SP	2SP
	USA	~21.5ton	3SP	3SP	3SP
	欧州	~38.0ton	5HL	4SP	5SP
アーティキュレート ダンプ	HM400-1	40.1ton	5SP	5SP	5SP
	HM350-1	35.6ton	5SP	4SP	4SP
	HM300-1	29.9ton	4SP	4SP	4SP
	HM250-1	27.0ton	4SP	3SP	3SP
リジッド ダンプ	HD405-6	40ton	6HL	5HL	5HL
	HD325-6	32ton	5HL	4EX	4HL
	HD255-5	25ton	3EX	3EX	3EX

■ : 現行機に対し、積み回数が減るマッチング
■ : 現行機に対し、競合機の積み回数が減ったマッチング

EX: STDブーム&掘削バケット SP: STDブーム&製品積みバケット HL: ハイリフトブーム&掘削バケット

中型機および従来機 WA500-3 では、3 杯から 2 杯積み込ざるを得なかったコマーシャルダンプ (11ton 積) への積み込みを、ストックパイラバケット 6.3m を使用する事により、1 杯積みが可能となり、大幅に作業効率向上させた。

(2) ロード&キャリア作業の効率向上と現場間移動の効率向上

トルクコンバータとエンジンのマッチング最適化を行い、中速域の走行性能を向上し 登坂車速を改善した。これによって、登坂路を含むロード&キャリア、現場間移動時の時間短縮が可能となった (図5)。

3.2 燃費低減

燃費低減達成の手段として下記5項目を織込んだ。

(1) ロードが高負荷・高頻度で使用される領域と、エンジンの低燃費領域が一致するようにトルクコンバータとエンジンをマッチングさせた (図2)。

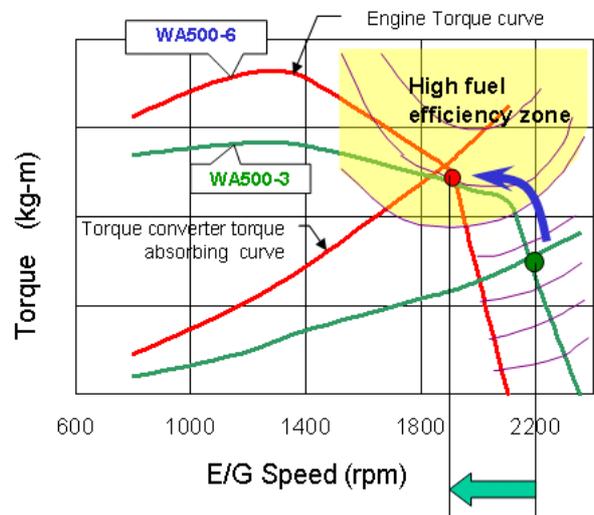


図2 エンジン-トルクコンバータ マッチング

(2) Hydrau MIND (ハイドロマインド油圧) システム

可変容量ピストンポンプと CLSS の組合せを作業機、ステアリング両回路に採用して従来機の固定容量ポンプ方式に比べて大幅に油圧ロス低減を実現した (図3)。

掘削中には油圧力は必要だが油量は少なくて良い、この必要油量だけポンプが吐出する制御をすることにより、掘削時の油圧消費馬力を低減した。

さらに、作業機制御についてはブーム水平以上領域での流量カット、リリースカット等必要とされる油圧馬力以外の油圧馬力を徹底的に排除する制御とした。

また、エンジンファンに関しても、可変容量ピストンポンプとの組合せの油圧駆動ファンを採用し、油圧消費馬力を低減した。

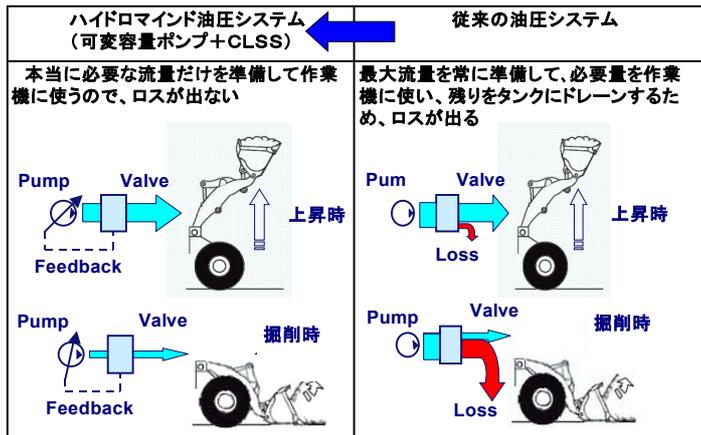


図3 新油圧システム

(3) デュアルモードパワーセレクトシステム

エンジン出力を2つのモード（Pモード，Eモード）から選択出来るシステムを採用した。Eモードは“従来のEモードの力不足感”を感じさせない設定とした。通常の作業はEモードで燃費を抑え且つ競合機と同等の作業が出来るものとした。特に短時間で大作業量をこなす必要のある時の為にPモードを設定した。

これは、大容量トルクコンバータとエンジンのマッチング最適化および作業機制御のチューニングにより成り得た。省エネのため、通常作業はEモードで稼動するようにデフォルト設定した。

E，Pモードの切換えはワンタッチスイッチで容易に切換えできるようにした（図4★1）。

(4) トランスミッション自動変速点2モードシステム（Hモード，Lモード）

走行路条件及び作業モードに適した自動変速を選択可能なシステムとした（図4★2）。

通常の平坦な現場，走行路での作業および走行はLモードで作業を行い省エネ運転。

急勾配登坂または登坂距離が長い場合に通常の自動変速での動きでは動きが緩慢，または頻繁な変速による車速のスムーズさが損なわれる場合，Hモードを選択する事により変速車速を高くしてクイックでスムーズな走行が出来るようにした。



図4 シフトモード切替スイッチ

(5) ロックアップクラッチトルコン

走行モード比率が高いロード&キャリアおよび現場間移動の時の走行性能と燃費の向上の為，ロックアップトルクコンバータを準備した（一部仕向地はSTD）。

よりロックアップトルクコンバータの効果を発揮させる為に2速から4速でロックアップが機能するようにした（図5）。

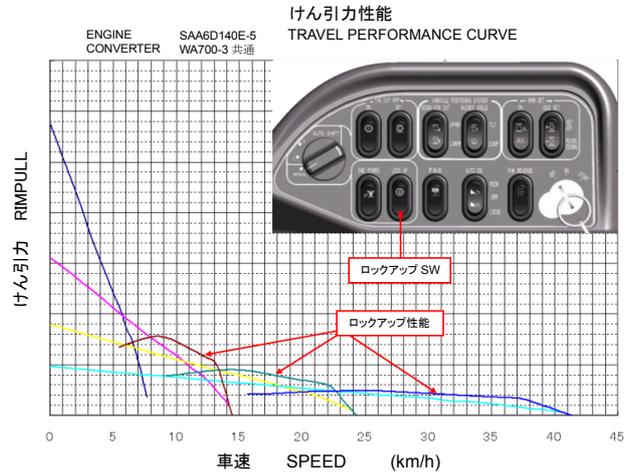


図5 牽引力性能

表4 WA500-3 vs WA500-6 の燃費比較

社内標準値(現行機を100として表記)

		WA500-3	WA500-6		
			Eモード*	Pモード*	
Vシフト 積込み (30sec×1台)	燃費	リットル/h	100	86	88
	燃費効率	m3/リットル	100	128	125

3.3 操作性改善/居住性改善

積込み対象ダンプのワイドレンジ化をしても、オペレータ負担は軽減出来るように視界性改善と作業操作容易化を実施した。

(1) EPC 作業機レバー

専任オペレータが長時間連続運転するこのクラスの使用方を考慮して，ショートストローク・軽操作力のフィンガーチップ式 EPC 電気作業機操作レバーを採用し，オペレータの負担を軽減した。更に，電子制御による下記機能追加によってより操作負担軽減を行った。

①リモートブームポジション

オペレータ席で“ブームの最上昇高さ”と“ブーム下げ自動停止高さ”を可変設定とした。

- ・ブーム上昇止め高さの可変設定化により，積込対象ダンプサイズが変わっても，そのダンプベッセルに最適な高さで自動停止する為，従来のオペレータによる止め操作が不要となる。

- ・ブーム下げ止め高さの可変設定化により，排土後のブーム下げ停止操作が不要となる。

以上により，掘削・積込み時の作業操作負担が大幅に

軽減される (図6)。

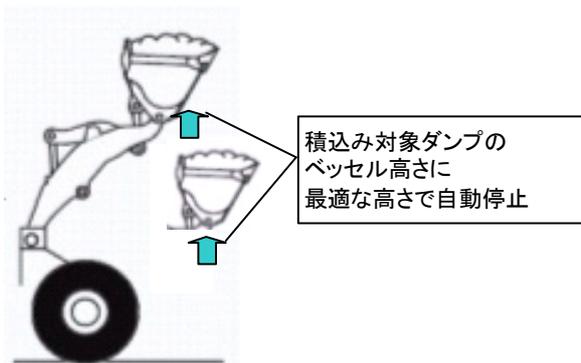


図6 リモートブームポジションナ

②リモートバケットポジションナ

オペ席でバケット角度を設定できる機能を採用した。この機能は従来作業土場の硬さにより、オペレータがバケット地上時のエッジ角度を、作業機レバーで調整操作していたものを自動設定し、オペレータ負荷を軽減する (図7)。



図7 EPCレバー, リモートバケットポジションナ

③セミオート掘削

よりオペレータの負荷を軽減し、かつベテランオペレータのバケットとブームの複合操作に近い操作を、ブームレバーのみの操作で出来るように、バケット自動操作を行う機能を織込んだ。

掘削対象物は、製品積み用と碎石を対象とした2モード選択が出来る。

(2) 走行ダンパ

走行路面の凹凸により発生する車両振動を減衰させて、優れた走行性を実現させオペレータの疲労を軽減すると共に、ロード&キャリア作業時の荷こぼれを抑え作業効率を向上させた (図8)。

本機能は車速が上がると自動的に“ON”状態となり、掘削時には“OFF”になる為、稼働中の切換え操作は不要。

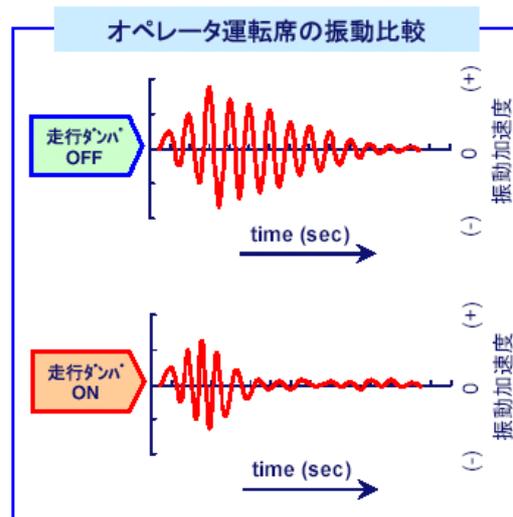


図8 オペレータ運転席の振動比較

(3) 調整機構付き大型アームレスト

上下、チルト調整可能タイプ大型アームレストを採用した為、オペレータは右腕を無理の無い姿勢でアームレストにあてがいがい、上半身を自然に保持し、右指先で EPC 作業機レバーを操作することが出来る (図9)。



図9 調整機構付き大型アームレスト

3.4 視界性の改善

(1) 全面大型ガラス付きインテグラル ROPS キャブ

従来機 WA500-3 に対して 12%ガラス面積率を向上させた新設計全面大型ガラス付きキャブ。

新キャブは ROPS, FOPS 機能を兼ね備えたインテグラルキャブとした (図10)。



ワイドな視界を確保した密閉加圧式大型ピラーレスキャブを採用

図10 全面大型ガラス付きキャブ

(2) 積み込み対象ダンプを従来機の25トンダンプから32トンダンプへ格上げしたのに伴い、キャブのハイマウント化によりオペレータのアイポイントをアップし、積み込み時対象ダンプのベッセル内を見下ろせる様にして、積荷の片積みにならない様に配慮した(図11)。

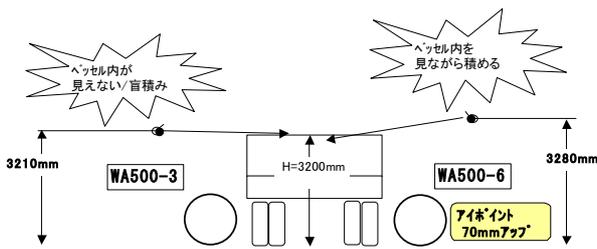


図11 オペレータのアイポイント高さ比較

(3) 後方不可視距離の改善・ラジエタグリル直下視界の改善

車格を大幅にアップしながら後方不可視距離を短縮、従来機 15.0mから開発機 12.1mとした(図12)。

さらにラジエタガード後部の視界を確保する為リヤアンダビューミラーを追加した。

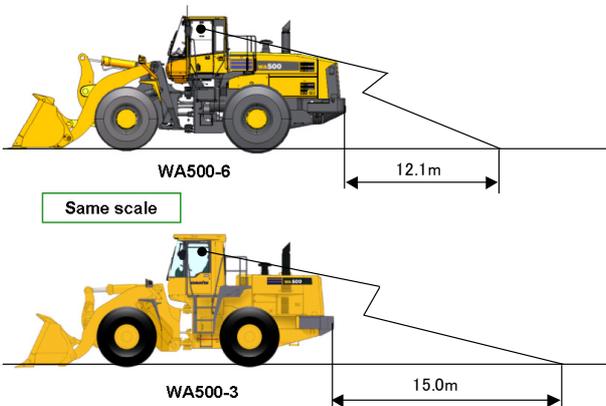


図12 後方不可視距離の比較

3.5 整備性・修理性

①スイングアウトクーリングファン

油圧駆動クーリングファンをスイングアウトする構造として、ラジエタコアを直視して清掃が出来る様改善した。

さらに、油圧駆動ファンは逆転駆動によりコア目詰まりをブロー清掃出来る(図13)。

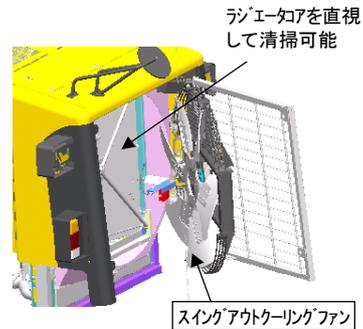


図13 スイングアウトクーリングファン

②モジュラコアラジエタ

ラジエタはモジュラコア型(2分割)構造として、修理時にはラジエタ本体を車体から取外すことなく、コア単体を脱着出来る為修理工数を大幅低減出来る(図14)。

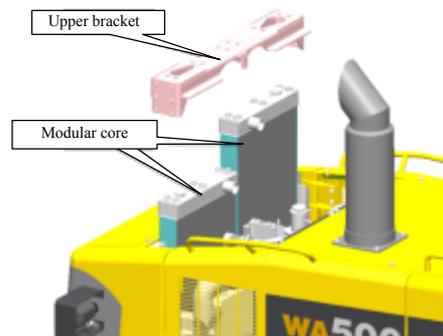


図14 モジュラコアラジエタ

3.6 信頼性・耐久性

・作業機ピンブッシュ

作業機ピンのブッシュは、潤滑性保持性能に優れる細溝ブッシュに浸炭焼入れ、デフリックコートを施し信頼性・耐久性を高めて、仕様向上した作業機性能に充分耐えられるものとした(図15)。

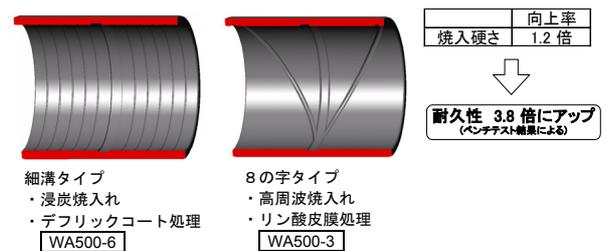


図15 細溝ブッシュ

3.7 汎用性

多様な使用方法に対応できるよう、OPT ウェイトを装着しても STD 車の背離角が保てるアディショナルウェイトを採用。

WA500-6 は STD ウェイト、ハイリフト用アディショナルウェイト、ログ仕様用ウェイトを準備。

いずれのウェイトを選択しても STD ウェイトと同一背離角が保たれる為、掻上げ作業時にもウェイトと地面の隙間に大きな余裕が保てる (図 16)。

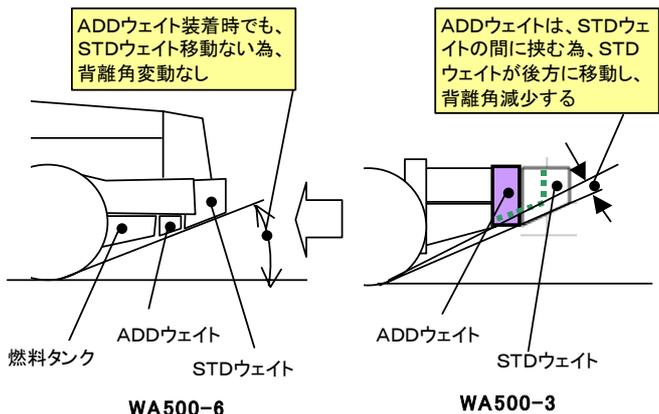


図 16 背離角の比較

3.8 排気ガス規制対応 (図 17)

コマツの最先端テクノロジーである“ecot3”を用いたエンジンを搭載することにより、燃費を改善しつつ第 3 次排気ガス規制に対応した。主な変更点は下記の通りである。

- ・ クールド EGR (Exhaust Gas Recirculation) システムを搭載し、排気ガスの一部をシリンダに再度送り込み燃焼温度を低下させて NOx の発生を抑えた。
- ・ 電子制御された燃料噴射による燃焼の最適化、空冷アフターラ化による吸気温度低減、低燃費を実現した。
- ・ EGR によるヒートリジェクション増加および EU 2 次騒音規制対応として、大径ハイブリッドファン採用と油圧駆動化を併せ、車体冷却システムの効率アップと低騒音化を図った。

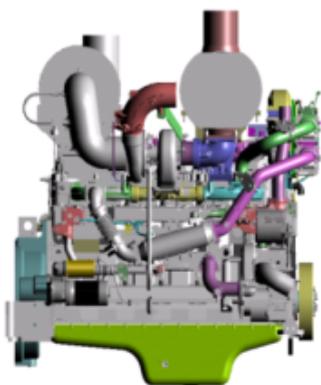


図 17 排気ガス規制対応エンジン

3.9 EU 2 次騒音規制対応

エンジンの定格回転低減、ギヤポンプからピストンポンプ化、大径高効率低騒音ハイブリッドファン採用による音源の低減、エンジンルーム遮音隔壁採用による車両周囲騒音低減を図り、規制値をねらい通り達成した。

3.10 有害物質の低減

低公害コンセプトに則り、鉛フリーラジエタを採用。オールアルミコアラジエタを採用して、従来の銅チューブとフィンを鉛半田付けした型式から脱却した。

3.11 IT の織込み

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

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、故障が発生した場合の故障コードや機械のメンテナンス状況を、メインモニタに設けたキャラクターディスプレイに必要に応じて表示できるようにした。

また水温計やトルコン油温計などのゲージは、より視認性を良くするためにデザインを改善した。

さらに、省エネ運転の奨励の目安とする為“エコランプ”をパネル内に設けて、アクセル開度に応じて省エネ運転時ランプを点灯してオペレータに知らせることとした (写真 2)。



写真 2 エコインジケータ

(2) KOMTRAX 2

- ① 車両の稼働位置と状況把握が可能
- ② 機能向上

STEP1→STEP2 により機能を追加した (表 5)。

表 5 KOMTRAX の機能比較

機能	KOMTRAX 2	KOMTRAX 1
車両位置	○	○
サービスメータ	○	○
稼働状況	稼働マップ ○	稼働マップ ○
	月間稼働状況 ○	月間稼働状況 ○
エンジン再始動禁止	○	○
ゲージレベル	燃料残量 ◎	燃料残量 ---
	エンジン水温 ◎	エンジン水温 ---
エラー履歴	6桁エラーコード ◎	エラー履歴 ---
コーション	シンボルマーク ◎	コーション ---
交換時期お知らせ	◎	交換時期お知らせ ---
負荷頻度	エンジン負荷率 ◎	エンジン負荷率 ---

◎: KOMTRAX 2 で機能アップ

4. おわりに

本開発は大きな下記課題を目標日程内で達成しなければならぬものであった。

- ① EPA 3次排気ガス規制, EU 3次排気ガス規制および EU 2次騒音規制対応
 - ② ダントツフィーチャである大幅燃費改善
 - ③ 9年ぶりの大幅車格アップを伴うフルモデルチェンジ
- これに対して先行研究および、ベンチテストと試作車3台仕立てによる多項目品質確認並行実施により、開発効率化を図った。

結果、品質についてはほぼ目標を達成でき、様々な技術を多くの担当者が身につける事が出来た開発であったと考える。

次の開発ではより効率的スムーズな開発が出来るようにしたいと考えている。

【筆者からの一言】

今回の開発は今まで担当した中でも最も印象に残る開発のひとつでした。

始めに、①WA500が大型機と中型機の両方の性格を併せ持つ車格の車両であり、②製品積みに使用され、③一般公道も走行し、④まとまった数が出る車両で、⑤日本以外の海外2現地法人で量産する車両であること。

開発日程が厳しい為、3台の試作車を仕立てて品確を実施したが、3台が指摘される改善項目対応は予想を超えた多忙さであったこと。

様々なハードルがありましたが、現在日・米・欧3拠点での量産が思いのほかスムーズに立上りました。

今後のフィールドの評価が気になるところです。

筆者紹介



Yasushi Hatanaka

はた なか やす し
畠中靖史 1986年、コマツ入社。
現在、開発本部 建機第二開発センタ所属。



Kenji Misuda

みす だ けん じ
簾田賢治 1980年、コマツ入社。
現在、開発本部 建機第二開発センタ所属。



Kentarou Itou

い とう けん たら う
伊藤健太郎
現在、開発本部 建機第二開発センタ所属。