

製品紹介

超大型ホイールローダ WA1200-6 の紹介

Introduction of Large-sized Wheel Loader WA1200-6

瀧口 敬英
Takahide Takiguchi
松本 智
Satoshi Matsumoto
小林 正学
Masamichi Kobayashi
村本 卓也
Takuya Muramoto

ホイールローダ WA1200-3 のモデルチェンジとして、北米 EPA Tier2 排気ガス規制対応を織込みと同時に燃費低減と信頼性向上対応による稼働率向上を行った WA1200-6 を開発したので、その特徴について紹介する。

Komatsu developed wheel loader WA1200-6 as the new model of WA1200-3. This new model is EPA Tier 2 emission regulation in North America certified and features reduced fuel consumption and improved machine availability by upgraded reliability. In this paper, the features of this model are introduced.

Key Words: WA1200-6, ホイールローダ, EPA 排気ガス 2 次規制, ダンプアプローチ時 Mod/クラッチ制御, KOMTRAX Plus, パワーラダー

1. はじめに

WA1200-3 は 1999 年の市場導入後 100 台余の車両が世界の鉱山で稼働しコマツのフラッグシップローダとして特に高い生産性が評価されてきた。

一方北米では EPA Tier2 排気ガス規制対応が必要となっている。

そこで、排気ガス規制対応と同時に

(1)大幅燃費改善, (2)稼働率向上, (3)安全性向上と併せ PDI 改善等 鉱山カスタマの声を織込んだ, より市場に歓迎される WA1200-6 を開発したので紹介する。



図 1 WA1200-6

2. 開発のねらい

- (1) 北米 EPA Tier2 排気ガス規制対応 MCRS 式噴射システムを採用した コマツ SSDA16V160E-2 エンジンを搭載したモデルチェンジに併せ鉱山現場の要望に真摯に対応した下記改善を行った。コンセプトは「安全, 操作が楽で燃費が良く機能率の高い車両」
- (2) コマツの先進技術を終結させた大幅低燃費化 (従来

機比△15%)

- ・作業機ポンプの PNC 制御化
 - ・ステアリングポンプの可変制御
 - ・アクティブパワーアップ制御
 - ・ダンブアプローチ時の Mod/クラッチ制御
 - ・エンジンの E-P 2 モード自動切換え制御
- (3) 信頼性/耐久性を向上させ稼働率アップ
- ・エンジン回転数の低減 (定格回転/Hi-idle 回転共)
 - ・クーリングシステムの余力アップ (バランス温度低減)
 - ・耐熱性向上油圧機器の採用
 - ・KOMTRAX Plus
 - ・エンジンオイルリザーブシステム (opt)
- (4) 安全性の向上
- ・45 度リヤアクセスステップ
 - ・ラジエタグリル部ウォークスルーステップ化
 - ・緊急エンジン停止 Sw. (地上/CAB 内操作)
 - ・全ドライブシャフトにガード
 - ・マフラテールパイプのサーマルガード, 回転体ガード追加
 - ・パワーラダー (opt)
 - ・消火器タンク設置フロア (opt)
 - ・サービスセンタ (opt)
 - ・トレーナシート (opt)

3. 主な特徴

(1) Tier2 エンジン コマツ SSDA16V160E-2 の搭載

経済性に優れたコマツ SSDA16V160E-2 エンジン EPA (米国環境保護局) の排出ガス第 2 次規制 (Tier2) に対応している。

コンピュータ制御により燃料を各シリンダに噴射する電子ガバナは、最適な噴射量とタイミングを制御し、低い燃費性能を生み出した。

また、この迅速に対応する燃料制御により、パワフルな車両の走行性能と油圧性能を引き出した。

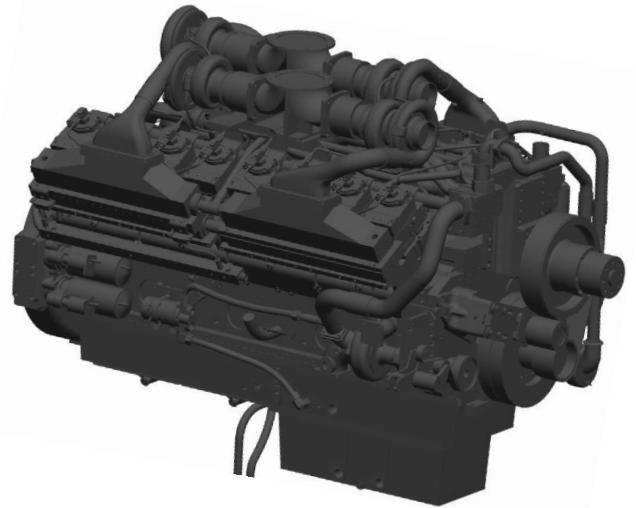


図 2 a MCRS 噴射システム採用コマツ SSDA16V160E-2 エンジン (Modular Common Rail System)

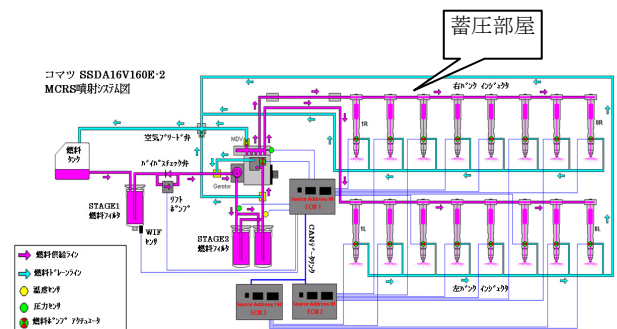


図 2 b MCRS 噴射システム図

- ・Tier2 エンジン コマツ SSDA16V160E-2 の Tier1 からの改良は下記 2 点
 - a. 燃料システムの変更 (HPI → MCRS)

燃料ポンプと噴射ノズル間に蓄圧部屋を持たせ、低速域から高圧多段噴射制御できるようにして Tier2 対応化した。
 - b. 信頼性, 耐久性の余力アップ (機能率向上).

以上エンジン改良に伴う車体側対応として LTC (アフタクーラ回路) の 8℃ものヒートバランス温度の改善を行う為,車両の冷却系の構造変更を行った。

(2) コマツの先進技術を終結させた大幅燃費低減

① 作業機回路の非操作時吐出量制御 PNC

PNC (Pump Neutral Cut) システムと組合せた可変容量ポンプは 作業機回路を操作した時だけ最大油量を吐出します。

作業機回路を操作しない時はポンプ吐出油量を最小限に抑制することにより燃費の低減を図ります。

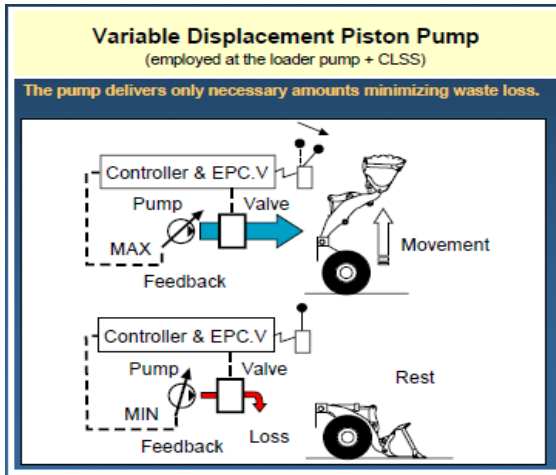


図 3

②ステアリング回路への Hydraul Mind の採用

(レバー操作量に応じたポンプ容量を吐出させる*)

ステアリング回路にも Hydraul Mind [可変容量ポンプとロードセンシング型油圧システム (CLSS)] を採用しました。

ポンプはステアリングが要求する油量だけ吐出する様に制御されます。

油圧ロスを徹底的に排除することにより効率を高めステアリング性能を維持しながら低燃費を達成しました。

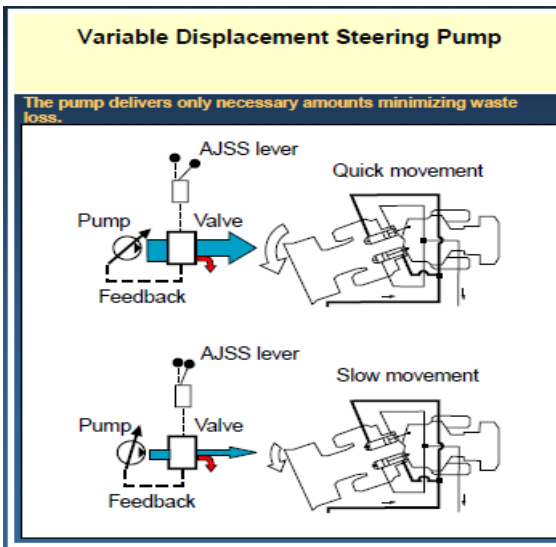


図 4

* : 下記吐出量制御

- ・早い STG 操作時にはポンプ吐出量を Max にする
- ・STG 非操作及びゆっくりした STG 操作時にはポンプ吐出量を Min にする

③アクティブワーキングシステム

現行機で好評のマルチステージ油圧システムを更に

発展させた 2 モードのシステムです。原石掘削作業、製品積み込み作業など作業負荷に応じてアクティブワーキング Sw.により 2つのモード (a.パワフルローディングと b.ノーマルローディング) の選択ができ、作業機回路の油量を最適化し効率的な作業を実現します。掘削時の作業機消費馬力の制御、牽引力 (=駆動力) のアップ、サイクルタイムの短縮が図れます。

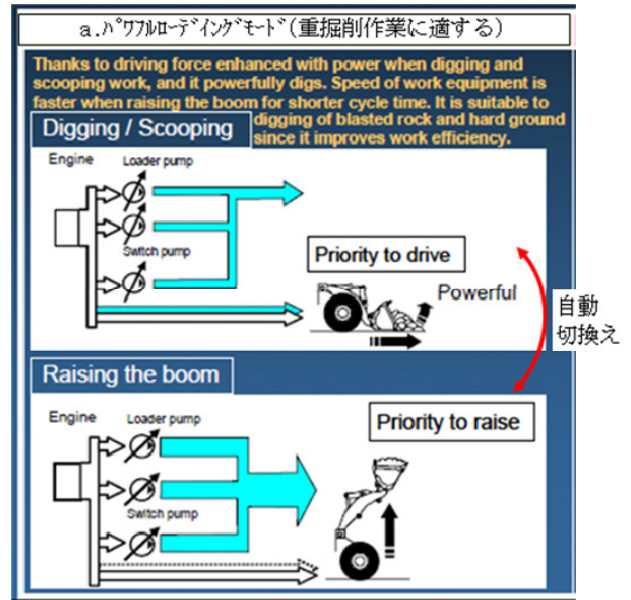
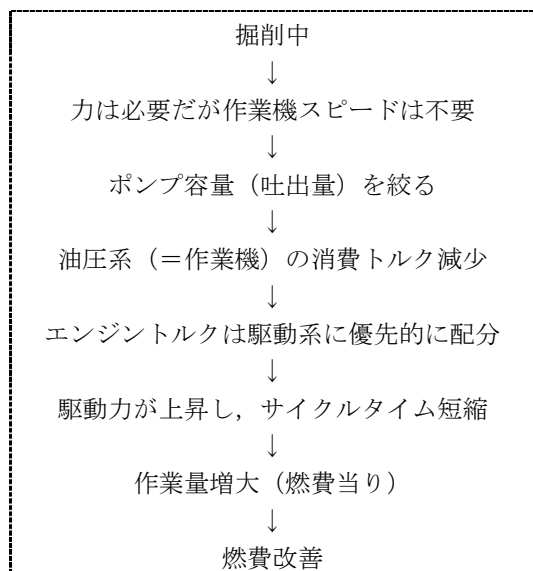


図 5 a

※シリンダ油圧・変速段その他の条件よりコントローラが「掘削中」と判定してポンプ容量切換



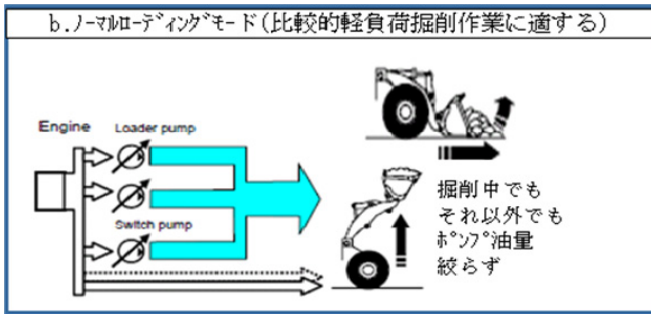


図 5b

④ ダンプアプローチ制御

モジュレーテッドクラッチを自動制御することにより、バケット上昇

速度を早くしながら前進速度を抑制する。これによりダンプアプローチ距離をブレーキ操作無しで短くできる為作業がスムーズに行えます。走行エネルギーをブレーキで抑制するロスも低減できます。

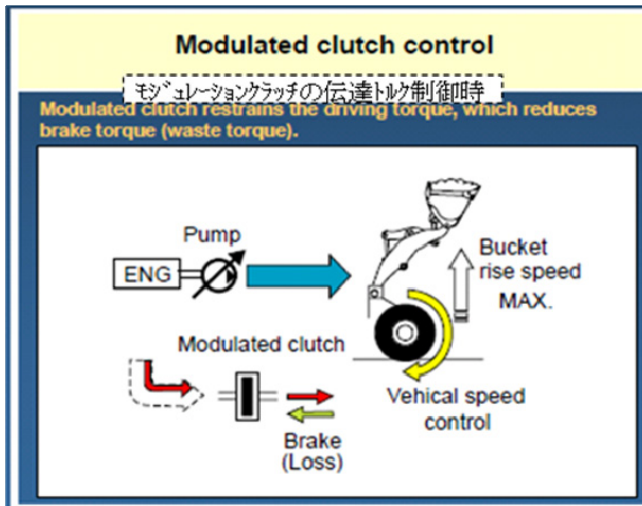


図 6

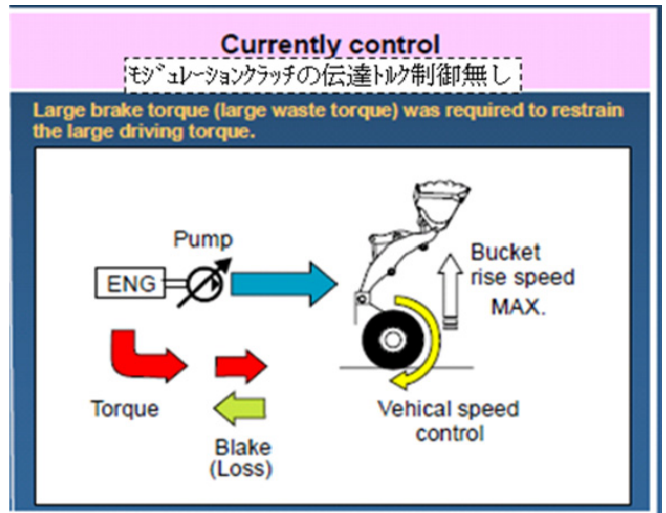
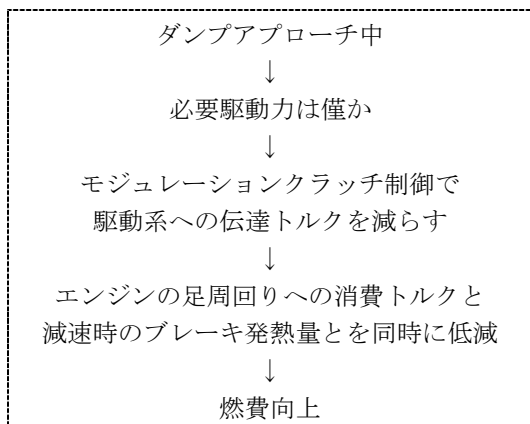
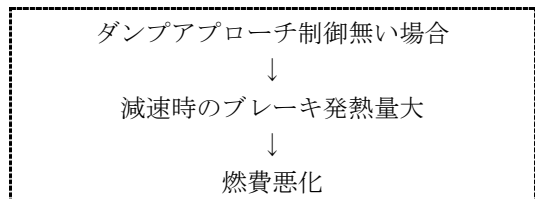


図 7



⑤ E-P モード自動切換

エンジン出力性能には E モード、P モードの 2 モードを持たせ 2 モードを自動選択制御することとしました。

掘削及びダンプトラックへのアプローチ時だけ P モードにする制御とした。これにより燃費低減のみならずエンジンの負荷を軽減し、耐久性向上にも寄与します。

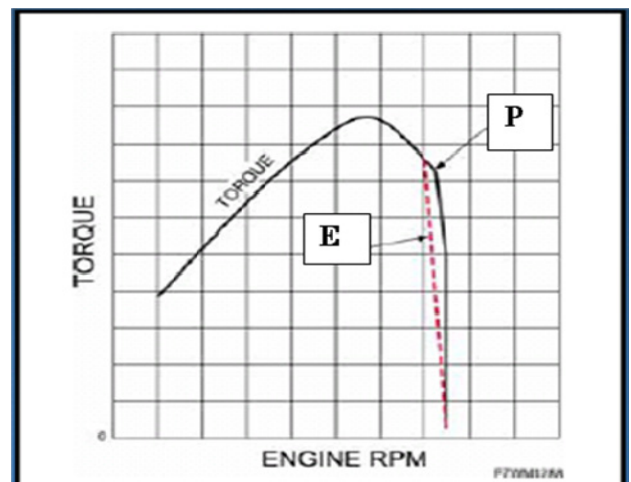


図 8

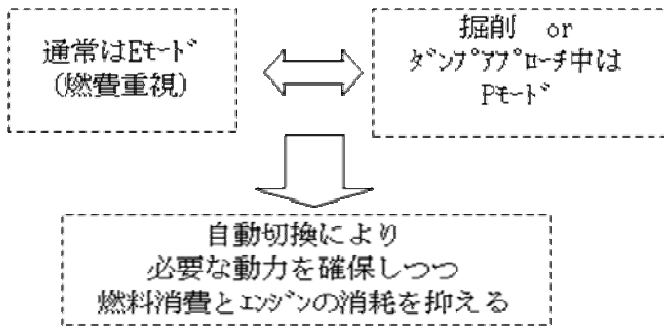


図 9

以上①作業機ポンプの省エネ化、②STG ポンプの省エネ化③、アクティブパワーアップ制御、④ダンプアプローチ作業時のMod/クラッチ制御、⑤エンジン性能 E-P 自動制御の織込みにより従来機と同等作業を行いながら燃費を 15%低減することができた。

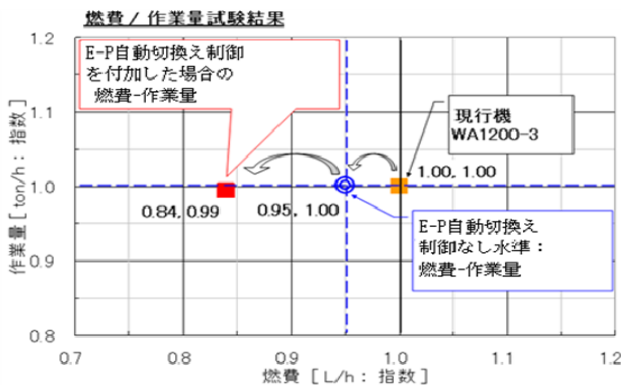


図 10

(3) 信頼性/耐久性を向上させ稼働率アップ

①エンジン回転数の低減

a. エンジン回転数の低減

定格回転数：1900rpm → 1800rpm

Hi-idle 回転数：2050rpm → 1900rpm

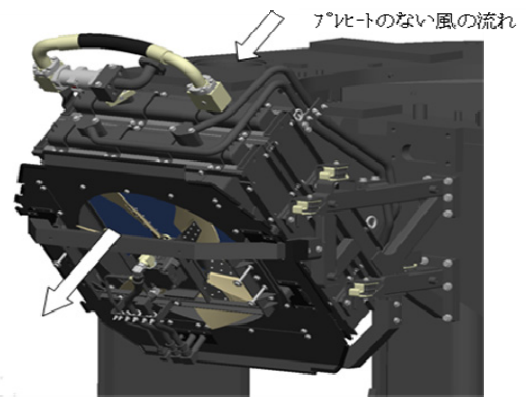
b. E モード性能と P モード性能の設定と自動制御によりエンジンの回転数と同時に負荷低減を織込みエンジンの耐久性向上を図った。

(前項省エネ項目 E-P 自動切換え制御説明と併せて参照下さい)

②空冷型トルクコンバータクーラの標準装備

水冷型トルクコンバータクーラに加え、空冷型クーラを追加標準装備した。

これにより、トルクコンバータ油温を低減させることにより、システムのオーバーヒートに対する余力を大幅に増加させ、システム全体のシール、ホース等の信頼性・耐久性を向上させた。クーラは外気を直接空冷クーラに当てる構造としている為、冷却空気のプレヒートがなく効率良く冷却を行うことができる。



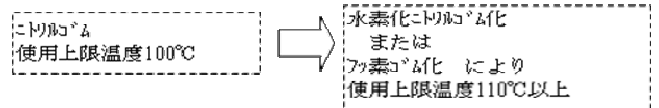
追加空冷 T/C クーラの STD 化

図 11

③作動油機器の耐久性向上

ねらい：油圧機器のオイル漏れ、効率低下防止による機器の信頼性/耐久性向上⇒車両の稼働率向上

a. 油圧機器に使用する O リング・オイルシール類の材質を水素化ニトリルゴムまたはフッ素ゴムに変更



作業機ハバルブ

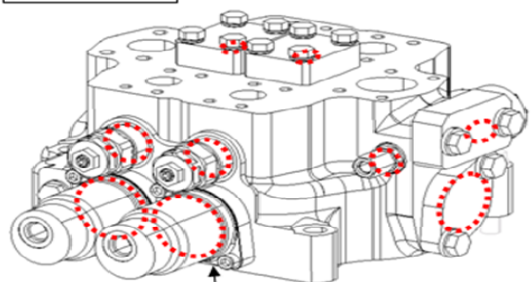


図 12

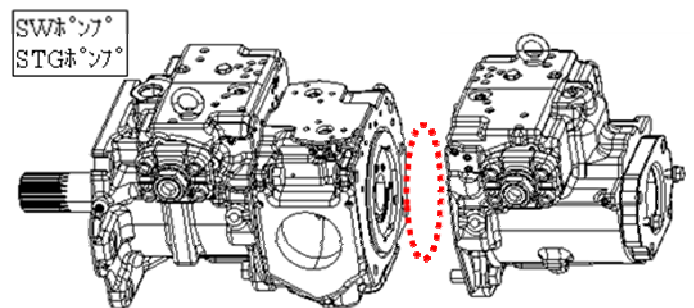


図 13

- b. シリンダのロッドシール構造変更
ねらい：耐ダスト性向上
現行機でロッドシール損傷による油洩れ防止

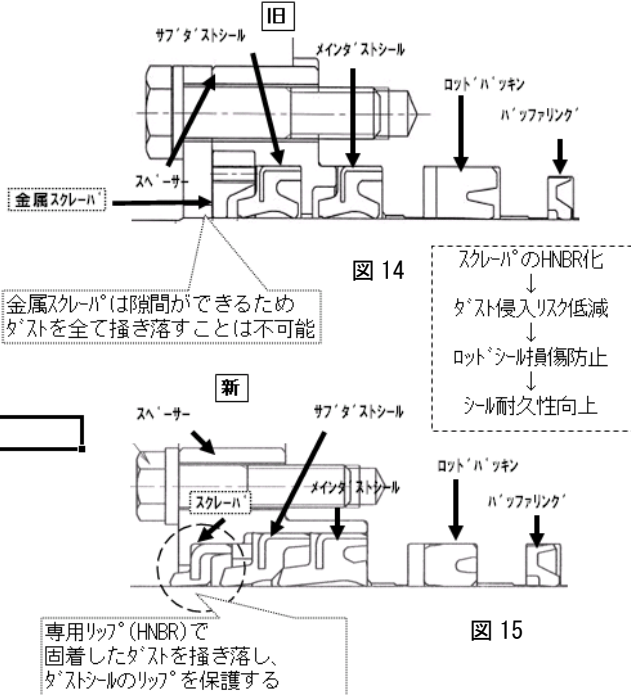


図 17a モニタパネル

メンテナンスモニタ	250 / 500h
01 コロシヨシシスタ交換	250
02 燃料フィルタ交換	200
03 エンジン油フィルタ交換	200
04 エンジン油交換	200
05 T/M油フィルタ交換	200
06 ブレーキ油フィルタ交換	400

図 17b マルチモニタ (メンテナンスモニタ表示例)

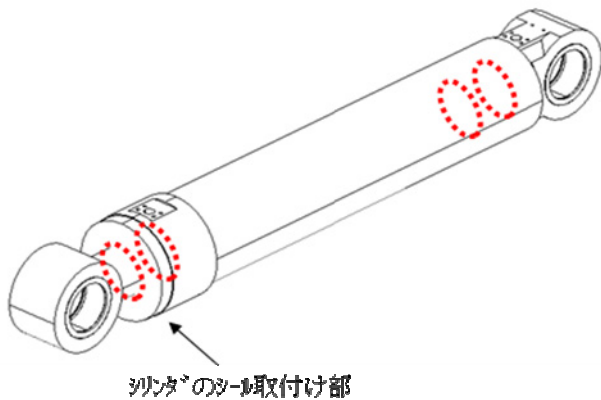


図 16

④ICT (Information and Communication Technology) 織込み

- a. 大型ローダ共通の最新デザインのモニタパネルを採用.

機械のコンディション把握の為に重要なゲージ、警告灯を運転中にも見易いよう、オペレータ正面に配置した。更に、モニタパネルの右側には液晶カラーグラフィックのマルチモニタを配置し機械のメンテナンス情報の提供、故障時の情報提供による稼働率アップサポート及び生産性管理情報である「作業量」「燃費情報」の提供を行っている。(図 17a) (図 17b)

b. KOMTRAX Plus の装備 (opt)

車両の状況を把握し、故障などに対する予防保全に有効な VHMS (Vehicle Health Monitoring System) を標準装備。これを GPS と衛星通信端末機能を持つ KOMTRAX と組み合わせることで、“KOMTRAX Plus”として、リアルタイムに車両管理を可能にした。これによりメンテナンスや主要コンポーネントのオーバーオールが計画的に出来る。

このシステムの VHMS 端末は、車両各部にあるセンサーで検出した温度・圧力等のトレンドデータや、トレンドデータから解析された不具合データ発信履歴をリアルタイムに集中管理し、必要に応じて前述マルチモニタに表示する。

また KOMTRAX の通信機能により VHMS 端末のデータを KDW (KOMTRAX-Data Warehouse) サーバーにダウンロードして継続的にフォローすることにより、特定号機の車両故障に対する予防保全処置のみならず、コマツ車両全体の地域別稼働状況、市場動向などの統計分析が可能となった。

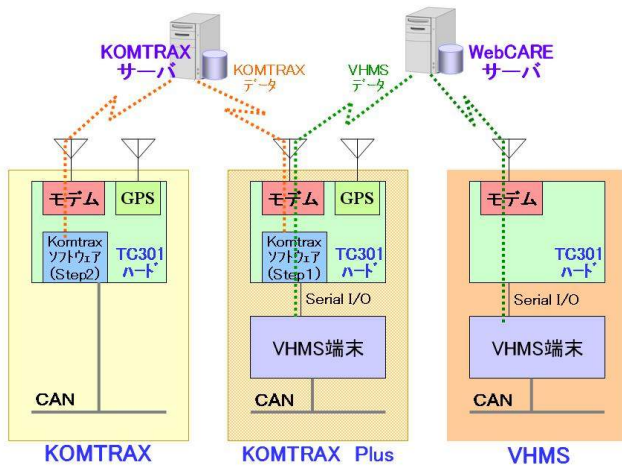


図 18 KOMTRAX Plus



図 20

⑤メンテナンスインターバルの延長

a. ダストの多い鉱山での稼働時にもエレメント整備インターバルを伸ばせるよう、エアクリーナ容量をアップ.

従来機：φ14 インチ エアクリーナ × 4 個
開発機：φ15 インチ エアクリーナ × 6 個 (STD)

b. エンジンオイル交換インターバル延長のための「オイルリザーブシステム※」を準備した. (opt)

※エンジンオイルパンに大容量の外付けのタンクを追加して、オイルパン内オイルと循環されることにより、オイル交換インターバルを 250h から 500h に延長.

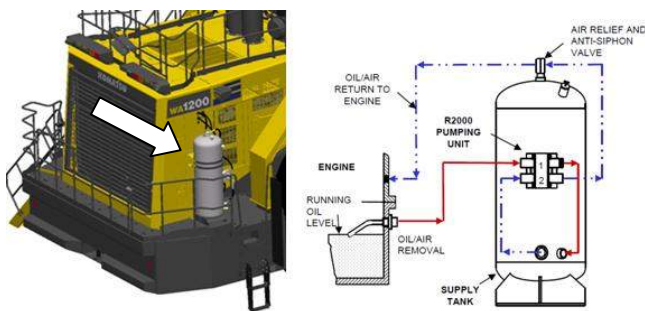


図 19 オイルリザーブシステム

(4) 安全性・整備性の向上

①リヤアクセスステップの傾斜角度変更

リヤアクセスステップの傾斜角度を従来機の 60 度から 45 度と緩やかにして車両昇降をより快適に行えるように変更した.



バック上 左右の行き来が可能

図 21

③エンジン緊急停止 SW

緊急時に、地上から操作できるエンジン緊急停止スイッチ 4 ヶ所と CAB 内に設置した. (図 22)



図 22

④整備時の安全性向上の為、回転部及び高温部に保護カバーを追加装着した.

- i) アッププロペラシャフトカバー (図 23)
- ii) オルタネータベルトカバー (図 24)

iii)ファンベルトカバー (図 24)

iv)マフラテールパイプカバー (図 25)

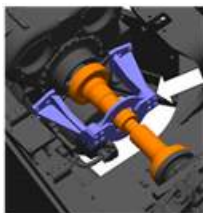


図 23

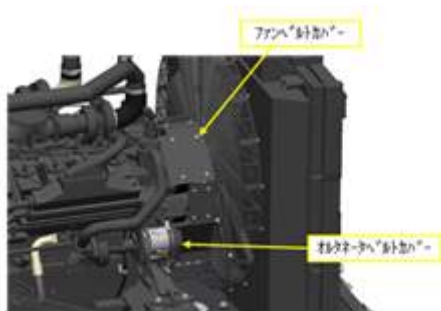


図 24



図 25

⑤整備用ステップ追加

作業機ピンの整備・修理の為にフロントフレームにステップを追加した (図 26).

エンジンやトランスミッションのメンテナンス様にリヤフレームのステップを追加した (図 27).



図 26

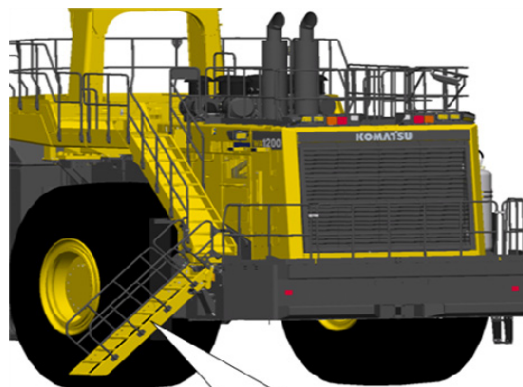


図 27

⑥パワーラダー (opt)

油圧アシスト型パワーラダーを opt 準備

地上からオペ席まで 45 度の階段で繋がる為、よじ登ったり後ろ向きで降りたりする事なく、歩行姿勢のまま昇降ができます。[特許申請中]



走行時/作業時は跳ね上げ収納
昇降時は図の通り地上400mm
迄下ろして昇降

図 28

⑦サービスセンタ (opt)

油脂類の交換・補給を地上で集中整備ができる様にリヤフレーム側面にサービスセンタを準備した。(大幅整備時間の短縮が期待できる)



図 29

サービスセンタポート用途

1. エンジンオイルEVAC	8. 作動油サンプリング
2. 冷却水EVAC	9. フレキタンクオイルEVAC
3. トルコン冷却水EVAC	10. フレキ冷却オイルEVAC
4. T/MオイルEVAC	11. フレキオイルサンプリング
5. T/Mオイルサンプリング	12. オートクワース給脂
6. 作動油EVAC	13. AUX (外部取出し)
7. 作動油 油圧解除	

⑧トレーナシート (opt)

新人オペレータの教育のためにベテランオペレータが運転席の隣りに座り運転技能を伝承する「トレーナシート」の要望に対応。[特許申請中]



図 30

4. おわりに

今回の開発は車両開発計画中に Cummins エンジンの噴射系のシステムが HPI から MCRS に変更になるという異例のスタートで始まり、エンジンの耐久性向上のためにエンジン定格回転、Hi-idle 回転を量産間際に変更するという異例の幕引きとなった開発でした。

幸運にもエンジン Tier2 化による燃費増を車両の制御で車両としての省エネ化制御を織込んでいましたが、その制御が作業量も改善する効果を発揮していた為、改善された作業量を現行機同等狙いとしてエンジン回転数を低減することが出来ました。(燃費低減をはじめとする 23 件の特許申請中)

これは更に燃費を向上させる副産物までもたらしエンジン耐久性向上と大幅燃費向上を実現できました。

反省としては、開発日程の遅れがあります。

遅れの最大の要因は噴射系の耐久性作り込みの遅れでした。再発防止として主要コンポの完了に合わせた試作車製作を開発日程とすることだと考えます。

筆者紹介



Takahide Takiguchi

たかひで たかぐち ひで
瀧口 敬英 1986年、コマツ入社。

現在、開発本部 建機第二開発センター所属。



Satoshi Matsumoto

まつもと さとし
松本 智 1997年、コマツ入社。

現在、KOMATSU CHINA 中国開発本部 品質保証部所属。



Masamichi Kobayashi

こばやし まさみち
小林 正学 2006年、コマツ入社。

現在、開発本部 建機第二開発センター所属。



Takuya Muramoto

むらもと たくや
村本 卓也 2001年、コマツ入社。

現在、開発本部 建機第二開発センター所属。

【筆者からひと言】

開発はTier2化が主目的であるが、ユーザに受け入れ易いO&Oコストを達成する様Tier2化によるエンジン及び車体の価格アップを燃費改善で補うこととしました。

但し“超大型機の主要コンポーネントは現行機に対して互換性を保たせる”と言う制約もありました。

そこで前述の下記制御機能を追加しました。

- ・油圧ポンプ容量制御
 WA1200-3 の作業機ポンプ&ステアリングポンプがピストンポンプであり、その一部は容量制御を行なっていたので、制御の追加が容易であった。
- ・ダンパアプローチ制御
 WA600-6 が、ブレーキングと同時にモジュレーションクラッチの伝達トルクを弱めるシステムを持っており、その思想(メカニズムは異なる)を応用。
- ・アクティブワーキングシステム
 市場評価の高い WA600~900-3 で採用している同システムを展開織込み。
- ・E-P 自動切替え制御
 作業モード毎に必要な馬力を見直し、エンジン馬力の効率的使用とエンジン負荷軽減(耐久性向上)を同時に狙った。

これらの制御作り込みに当ってシステム開セ、油開セその他大勢の方々の協力を得た結果の15%燃費低減です。

また、この開発は試作組立て、性能テスト、実用テスト、EMCテストを実施する場所を移動するたびに計11回の車両分解、輸送、組立てを行いましたが多くの関係者の協力を得て無事開発が完了できました。

改めて御協力頂いた皆様に感謝致します。