

製品紹介

電子制御HST小型ブルドーザ"D31/37/39-21"の開発

Development of Small-Sized Crawler Dozers "D31/37/39-21" with Electronically Controlled HST

深澤 敏彦

Toshihiko Fukasawa

石橋 永至

Eiji Ishibashi

小型ブルドーザのメインマーケットである北米代理店や現場を調査し、お客様の真の声を開発に取りこみ、マイナーチェンジとしてD31/37/39-21をバージョンアップさせたので、これに織り込んだ特長を中心に紹介する。

We surveyed distributors and job sites in North America, or the main market of small-sized crawler dozer, for the purpose of reflecting users' opinion on our development work. According to the result of our survey, we made a minor change and upgraded models D31/37/39-21, which are described below, centering on their new features and other topics.

Key Words: Electronically Controlled HST, Small-Sized Crawler Dozer, KOMSTAT 2, Two Selectable Modes for Travel Speed, Preset Function of Reverse Travel Speed, Motor Speed Sensor, Servo Pump, Counter-Rotation Turn, Electric Travel Control Joystick.

1. 開発の背景

D39-21は2001年4月、D31/37-21は、2001年12月にサーボレス油圧ダイレクト制御によるHSTユニットを搭載して販売を開始したが、競合各社はサーボ機構付き電子制御によるHST車を市場に導入し、攻勢をかけてきた。

従来、小型ブルドーザに要求される性能は、滑らかな旋回やショックの少ない変速操作性と精度の高い整地性能との認識であった。しかしながら、市場を調査してみると、超信地旋回(左右の履帯を逆転)による小回り性や微速操作性ばかりか、旋回押し回し力(スピード)や登坂旋回での走破性など機敏性・機動性(パワフルさ)が最大の要求であった。本稿では、"PIVOT ON CUSTOMER"の考えから開発機に織り込んだ各特長について、述べていくことにする。(写真1)



写真1 D39PX-21外観図

2. 開発の狙い

本開発の狙いは、お客様の要望を取りこみシェアの向上につなげることである。そのために、北米の主要11代理店を訪問し、経営者・営業・サービスと膝を交えて議論し、シェアアップのためのセールスポイントとキャッチアップ項目を模索し、商品開発を進めた。

1) 現行機で評価されたポイント

現行機の良い点はそのまま踏襲すべきと考え、まず現行機で評価されているポイントを調査した結果、主に下記3点が評価された。

- ・優れた車体安定性と滑らかな旋回操作性による整地性能
- ・長時間連続稼動でも疲れないと評価されているバームノブ(PCCS)
- ・静かで手元スペースが広く、さらに優れた前方視界性を有するキャブ

2) キャッチアップおよびお客様の要望ポイント

積極的にシェアをアップさせるためには、販売の阻害要因となっている項目を取り除き、さらにお客様が望んでいるフィーチャを織り込むことである(図1)。これらを整理すると、主なポイントは下記3点である。

- ・サーボ機構付き電子制御HSTによる先進性と旋回押し回しなどでのパワフルさ
- ・スイッチで簡単に全域の車速を選択できる操作方式とそれを見やすく表示できるモニタパネル
- ・ブレードやヒッチの作業性能向上やジョイント部の長寿命化

この調査結果を設計コンセプトとし本開発を着手した。

マイナチェンジ車への対応
 印 織込み済
 - 印 マイナチェンジで対応しない

AA:Strong requirement2 points
 A :Request & Requirement1 point
 B :Slight Request0.5 points

Request & Requirement	北米代理店											Total
	A社	B社	C社	D社	E社	F社	G社	H社	I社	J社	K社	
● 1. Powerful steering with electronically controlled HST	AA	AA	AA	AA	AA			AA	AA	AA	AA	18
● 2. Infinite travel speed control with detent	A	A	AA	AA	AA			A	AA	A	B	12.5
— 3. 6 cylinder engine for reliability		B	B		B		A	B			A	4
— 4. Easy to clean radiator for forest application							A					1
— 5. Up-dated & hexagon cab design			A									1
● 6. Blade design should be improved - Pushing material does not roll up well	A		AA	AA	AA					A	A	9
— - Blade pitch adjustment	B		B		B					B	B	2.5
— - Blade visibility for grading	B					A						1.5
● - Center ball life should be extended	A							AA			B	3.5
● 7. Extended hitch by 6" to the rear	AA	AA	AA	A	AA	A		AA			A	13
● 8. 27" width shoe for D39PX as an option				AA				B				2.5

図1 北米代理店要望調査とマイナチェンジ車への織込み状況

3. 達成手段とセールスポイント

1) フル電子化 HST システム

a) パワフルな電子制御 HST

現行機で採用したサーボレス油圧ダイレクト制御による油圧システムは、制御機構がシンプルで、外部負荷の上昇

に対し、ポンプ機構内で自動的に容量が下げられるので、エンジンのハンチングが少なく、また負荷変動でのショックが低減されることが特長である。しかし、車速の制御は、走行PPCのパイロット圧と回路圧のバランスで決まるため、特に旋回押し回しでの内足では、エンジン出力を最大限に生かせないケースが出てくる。(図2)

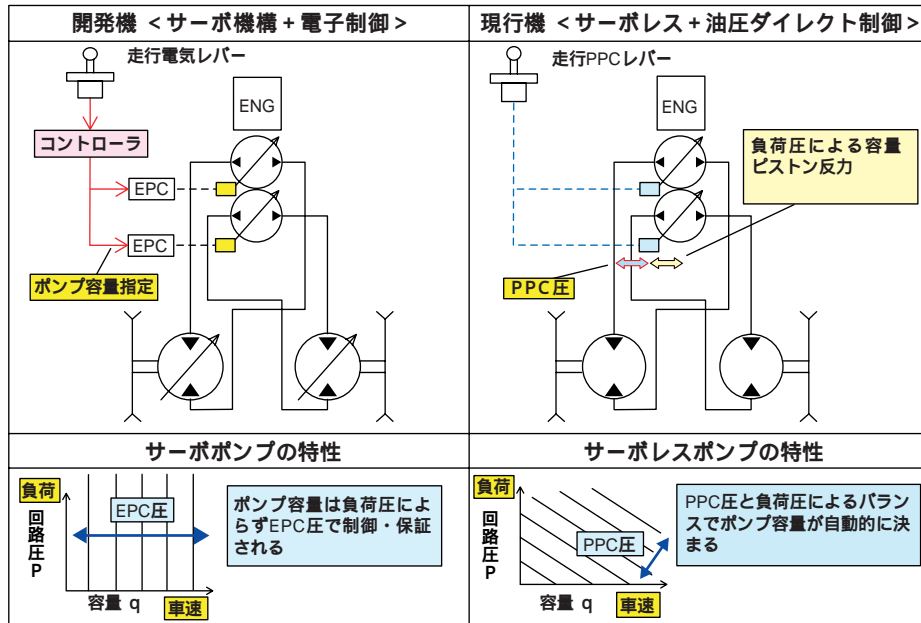


図2 サーボ電子制御システムとサーボレス油圧ダイレクト制御の比較

これを解決するためサーボ機構を追加し、コントローラでエンジンの出力状況(回転数)、外部負荷の状況(HST回路圧)、レバーの操作情報などから適切なポンプの容量を制御した結果、あらゆる作業条件でエンジンパワーを最大限にスプロケットへ出力できるようになった。(図3)

また、現行機で評価されている旋回操作・変速操作の滑らかさを確保するため、車両状況に応じ最適なチューニングを行い、また旋回操作の滑らかさを達成するために、ファイコン域を広げるロジックを新たに採用したことで、パワフルさとスムーズさを両立させることができた。(図4)

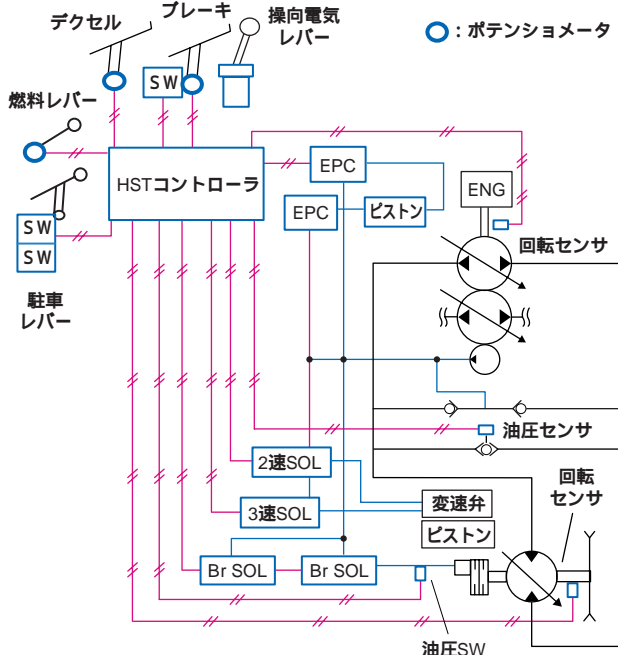


図3 電子制御HSTおよびブレーキシステム図

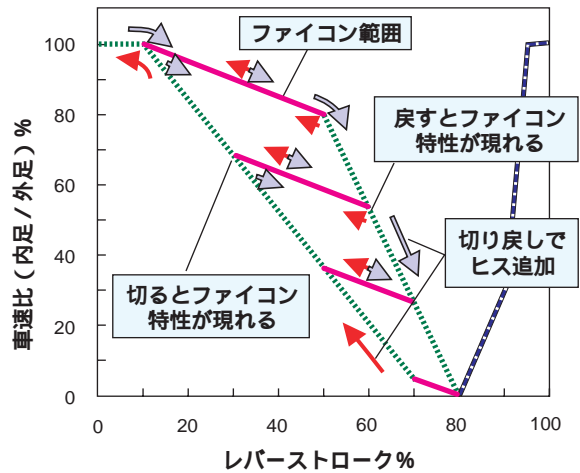


図4 ステアリング特性

さらに、新規に開発されたホールICの回転センサにより、微速からの回転センシングを可能とし、左右の車速差を見ながら、左右ポンプを常時制御することで、直進性を向上したのでパルプの調整が不要となった。

b) 安全設計のブレーキシステム

ブレーキペダルには、ポテンショメータとリミットスイッチを備え、安全性のため冗長化している。ペダルを途中まで踏むとポンプ容量を徐々に下げることによって車速を制限する油圧ブレーキがかかり、さらに踏み込むとモータ内部のブレーキディスクによるメカニカルブレーキもかかる。

また、駐車レバーにはリミットスイッチを2個、また、メカニカルブレーキ作動回路にはソレノイドを2個備え、万が一一方が故障しても、エラー故障コードをパネルに表示するとともに、正常なもう一方の機器が作動することで、危険が発生しないように冗長設計されている。(図3)

2) 走行・旋回レバー方式と電子モニタパネル

a) 走行レバーとノブ(PCCS)

現行機で評価の高かったパームノブを踏襲した。車速設定は、前後進方向のレバー位置で設定する方法から、前後進ポジションに入れた後、ノブの親指部に位置する増速・減速スイッチを押すことで簡単に全域の車速をセットできる方式に変更した。(写真2)

b) ノブスイッチで連続的に変速(バリエブルシフトモード)

走行レバーを前進あるいは後進側へ倒し、変速スイッチを押すことで、0.8km/h から最高速度の8.5km/hまで連続的に車速が変えられるので、作業条件やオペレータの好みに合った車速をきめ細かく選ぶことができる。(図5)

c) 従来のシフト方式ですばやく変速(クイックシフトモード)

従来のトルコンやハイドロシフト車のブルドーザの車速はF3R3で、現在でも広く市場で使われている。操作方式が変わることを嫌うオペレータに応えるため、パネル右中側のスイッチを回すことで、簡単にF3R3の変速モードに変えられる。変速を頻繁に必要とする作業や現場においては、このクイックシフトモードは非常に有効である。

d) 後進の車速をセットできるので変速不要

パネル右上側のスイッチを回すことで後進車速の前進車速に対する比率を設定できるので、作業に合わせて選択することにより、作業効率を上げることができる。(図6)

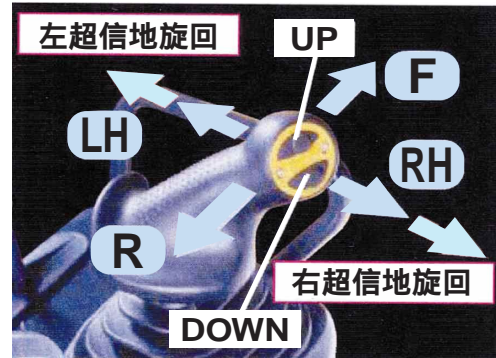
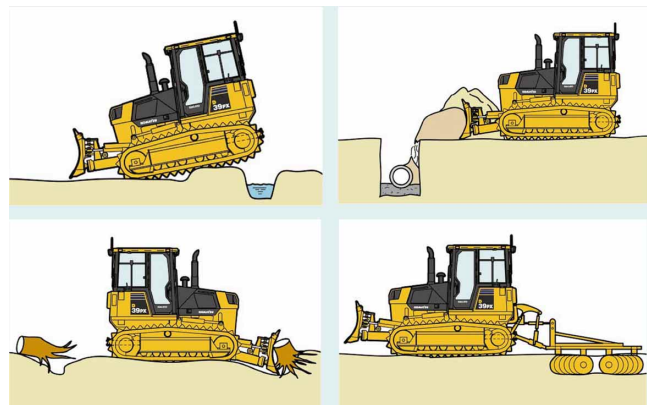


写真2 走行レバー+パームノブ(PCCS)



微速走行、伐根、農業、管理め戻し作業など運転者の好みに応じた最適速度が自由に設定できる
(例: 荒仕上げ作業を2.5速)

図5 バリエブルシフトモード

< 後進走行速度5段階活用 >

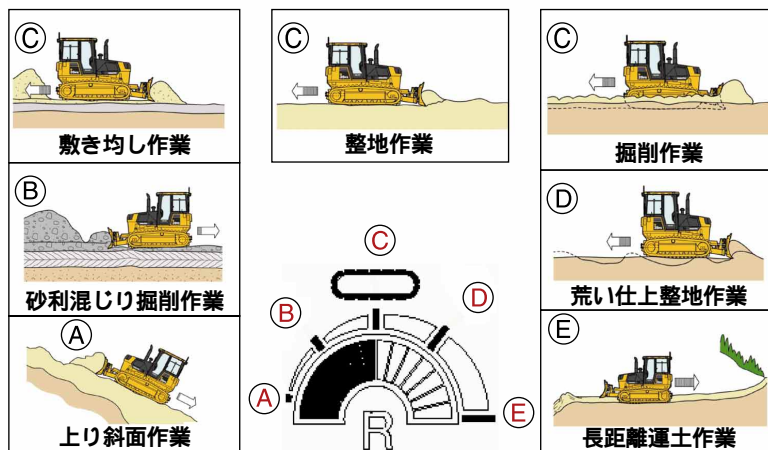


図6 後進車速モード

e) 電子モニタパネル

設定車速をモニタ中央部に見やすく表示し、右中央のスイッチで容易にシフトモードを切り替えられる。マルチインフォメーション部にはアワーメータやフィルタ・オイルの交換時期を表示し、メンテナンスをサポートしている。

また、故障時には、アクションコードを表示してオペレータに処置を促す。サービスマンが修理をする時には、モニタ左のスイッチを操作することにより、より詳細な情報を提供し、トラブルシューティングをサポートする。

(写真3)

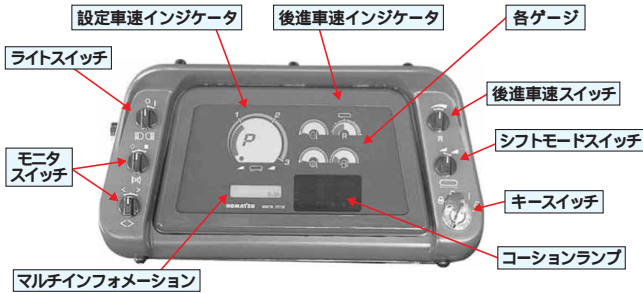


写真3 電子モニタパネル

3) その他

a) ブレードセンタボールの寿命アップ

PATブレードを支える中央のボール径を大幅にアップし、サポート構造を水平支持へ変更することで、ボールの摩擦寿命を3倍以上アップした。(図7)

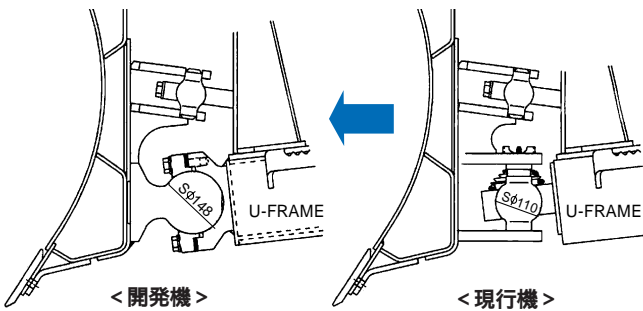


図7 ブレードセンタボール構造

b) ブレード土巻き性の改善

ブレード前面板半径を大きくし、掘削・運土での土巻き抵抗を減らし、土巻き性が格段に改良された。(図8)

c) ヒッチの延長

後方ヒッチを200mm延長し、けん引旋回時のワイヤとシューとのすきまを十分に確保した。

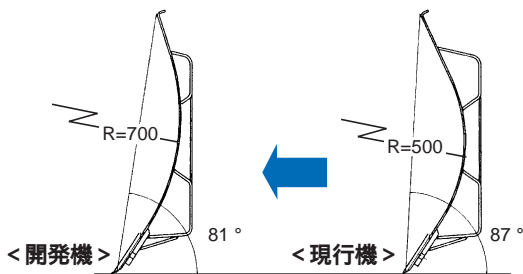


図8 ブレード土巻き性の改善

4.最後に

正式販売する前に、2004年2月には、北米代理店の営業マン約330名が参加して約一ヶ月「ドーザデー」が開催されたが、彼らの評価をまとめると下記6点に要約される。

- 1) パワフルな車になった。競合機と遜色ない。
- 2) ステアリングが滑らかで良い。
- 3) 変速モードに、パリアブルとクイックシフトがあり使いやすい。
- 4) モニタパネルが見やすく良い。
- 5) センタボールが大型化され、大きなセリングポイントになる。
- 6) ブレードの土巻きが非常によくなった。

また、3月にはユーザを集めての「フィールドデー」、8月には稼働車両を調査し、同様のコメントを頂くことができ、開発当初思い描いていた「PIVOT ON CUSTOMER」で進めたこの開発により、自信を持って多くのユーザに提供できる商品が完成したと確信した。

筆者紹介



Toshihiko Fukasawa
ふかさわ としひこ
深澤 敏彦 1983年、コマツ入社。

現在、コマツ 開発本部 建機第一開発センタ 所属。



Eiji Ishibashi
いしばし えいじ
石橋 永至 1999年、コマツ入社。

現在、コマツ 開発本部 建機第一開発センタ 所属。

【筆者からのひと言】

本開発は2003年1月に企画開始し、大口受注の見込みの中で、着手より14か月後には量産開始するという異例のスピードで開発することができました。これは、開発・生産部門の一致団結があってこそなしたものと実感しています。この紙面をお借りして、商品企画、試験センタ、各開発センタおよび粟津工場の各関係者に厚くお礼申し上げます。