

PC78US-6, PC78UU-6 の開発

Development of PC78US-6 and PC78UU-6

今井 寛
Hiroshi Imai

油圧ショベルの後方超小旋回化が進む中で、PC78US-6, 78UU-6は「GALEO」に象徴される新世代建機として2001年8月に市場導入された。

標準機をすべての面で凌駕した後方超小旋回機であるPC78US-6と、今までの超小旋回機の持っていた弱点をすべて解消した全方向超旋回機PC78UU-6の小型油圧ショベル新商品の主な特長について紹介する。

With the popularity of short tail swing hydraulic excavators increasing, the PC78US-6 and the PC78UU-6 were put on the market as new-generation construction machines symbolized by GALEO in August 2001.

In this paper, I will introduce the main features of the PC78US-6 short tail swing hydraulic excavator, which is superior to the standard excavators in all phases, and the PC78UU-6 all-direction short tail swing hydraulic excavator which has eliminated all the drawbacks of the conventional short tail swing hydraulic excavators.

Key Words: Short Tail Swing Hydraulic Excavator, New-generation Standard

1. はじめに

超小旋回機のPC75UUは、1992年に当時としては画期的な電子制御システム、ラウンドキャブ、作業機ホースを内蔵したオフセットブームを搭載し、2型としてモデルチェンジされた。そのコンセプトが市場ニーズにマッチし、主に管工事分野で爆発的なヒットとなった。しかし、超小旋回機であるがゆえにキャブの狭さ、オペレータ耳元騒音の大きさ、小さな燃料タンク、整備の困難さなどの弱点を抱えていた。

一方、PC78USは1999年にPC75UUをベースに標準機PC60と同等の作業能力を持つ後方超小旋回機として、上位機種PC128USの大型ラウンドキャブを搭載し、5型としてモデルチェンジした。その安全・安心のコンセプトが市場の評価を得て、2000年には標準機の販売台数を越えるまでになった。

しかし、オペレータ耳元騒音の大きさ、燃料タンク容量、走行性能、整備の困難さで、標準機に対し劣っているという弱点を抱えていた。また、国内仕様のみのため、今後の伸びが期待できる海外市場には輸出できないという課題もあった。

本稿では「GALEO」コンセプトを踏襲しつつ、それぞれの問題点を解消した小型油圧ショベルPC78US-6、PC78UU-6の特長について述べていくことにする(写真1)。

GALEO コンセプト

- ・IT (情報技術)活用によるソリューション提供
- ・地球環境負荷の軽減
- ・より安全な作業環境の確保
- ・全世界で通用する高い基本機能と品質



PC78US-6



PC78UU-6

写真1 車両外観

2. 開発のねらい

従来機だけでなく標準機をも凌駕した新世代スタンダードマシンを目指した。狙いは下記である。

- ・居住性の大幅な向上と小旋回性を両立
- ・作業性能、走行性能の向上と燃料タンク容量アップ
- ・標準機をも上回る整備性の良さ
- ・安全性、信頼性向上と環境・グローバル・ITへの対応

3. 達成手段

3.1 居住性の大幅な向上と小旋回性を両立

(1) ISO規格をクリアした大型キャブ搭載

車体レイアウトの変更により、大型キャブを搭載しながら履帯はみ出し量を最小限に留めた。エンジン配置の最適化とメインバルブおよび作動油タンクの配置を見直した(図1)。後端はみ出し量は後方超旋回機PC40MRxと同じ80mmとした(表1)。

表1 履帯からの後端旋回半径はみ出し量比較

機種	PC78US/UU-6	PC78US-5	PC75UU-3	PC60-7
はみ出し量	80 mm	130 mm	0 mm	675 mm

特にPC78UU-6は従来機に対し大幅な居住空間のアップを達成し(図2、表2)、次のオペレータ耳元低減と合わせて快適に作業できるようになった。

表2 オペレータの居住空間比較

項目	対PC78US-5	対PC75UU-3
容量	9%アップ	37%アップ
エルボクリアランス	77 mmアップ	150 mmアップ
ヘッドクリアランス	64 mmアップ	64 mmアップ
足元スペース	29 mmアップ	90 mmアップ

(2) オペレータ耳元騒音の低減

フロアの密閉化、キャブ側壁剛性アップ、エンジン定格回転数の変更、油圧配管のゴムマウント化、旋回マシナリのギア精度向上などにより、オペレータ耳元騒音を大幅に低減した。本機の静かさは小旋回機の常識を打ち破ったものである。これにより、オペレータの疲労が大幅に軽減された(表3)。

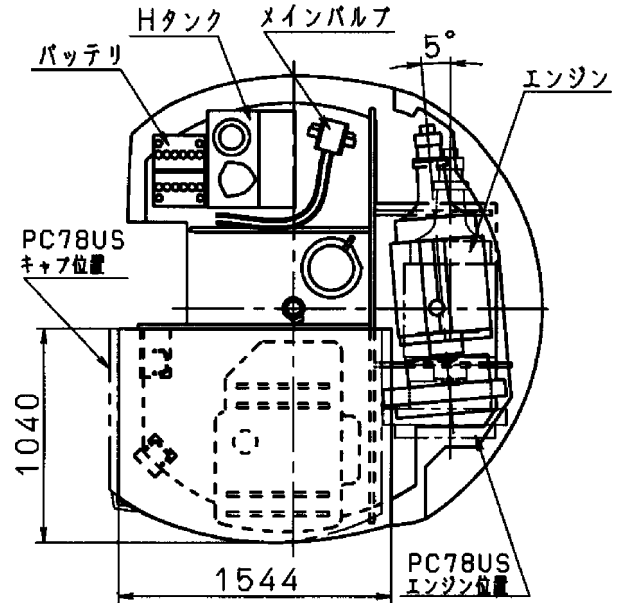


図1 大型キャブ

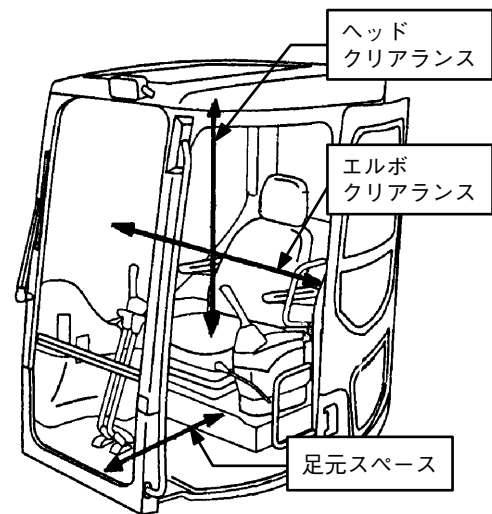


図2 オペレータの居住空間

表3 オペレータ耳元騒音低減量の比較

機種	PC78US/UU-6	PC78US-5	PC75UU-3	PC60-7
無負荷	△3dB	+2dB	+3dB	基準
リリース時	△3dB	+3dB	+2dB	基準
旋回時	△4dB	±0dB	±0dB	基準

(3) 中型油圧ショベルと共通インテリア

従来機はいわゆるミニ油圧ショベルのインテリアであったが、USシリーズの最上位機種であるPC228US-3と共通のインテリアとし、居住性と質感を大幅に向上した(写真2)。居住性は標準機をも大幅に越えたものである。実施項目は下記のとおりである。

- ・外気導入タイプ大容量エアコン採用
吹出口は4カ所で切替えタイプ
- ・デフロスタ採用
- ・FM/AM ラジオ採用
FM ラジオはもちろんステレオである。
- ・新モニタを前方に設置し、視認性向上(写真3)
- ・マガジンラック付きフルガーニッシュ採用
- ・カップホルダの採用
- ・ウシヤ連動リモートワイパ採用
モータをモニタ下に内装し、ワイパブレード格納式にすることで通常時はブレードとモータが完全に見えなくなり、視界性が向上した。



写真2 格納式ワイパ



写真3 新モニタ

3.2 生産性の向上

(1) 作業量のアップ

このクラスでは初めてエンジン回転センシングを採用した。エンジンの馬力をフルに活用できるため、作業量のアップが可能となった(表4)。

また、環境負荷軽減のため燃費優先のEモードを追加し、作業量優先のAモードと合わせ、2モードとした。両モード共、コントローラにより、作業機レバーに応じて細かくエンジン出力馬力を制御することで作業量と燃費を両立させた。

Aモード：従来機と燃費同等で作業量 10%アップ

Eモード：従来機と作業量同等で燃費 8%改善

表4 作業量の比較

機 種	PC78US/UU-6		PC78US-5	PC60-7
	Aモード	Eモード		
モ ー ド			—	—
作業量比	110	103	100	100
燃 費 比	102	92	101	100

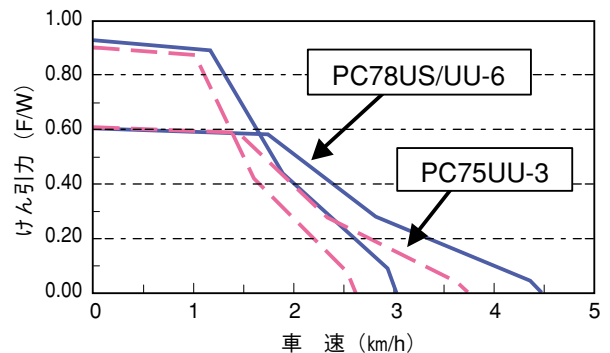


図3 PC78US/UU-6 vs. PC75UU-3けん引力線図

(2) 走行性能の向上

エンジン回転センシングの採用とダブルポンプシステムの採用により、平地・傾斜地の速度アップ、ステアリング時の速度アップを達成し、走破性を大幅に向上した(図3)。この結果従来機はもとより、標準機に対しても優れた力強い走行性能を達成した(表5)。

表5 走行性能の比較

機 種	PC78US /UU-6	PC78US-5	PC75UU-3	PC60-7
最高速度比率	100	89	82	100
ステアリング速度比率	117	86	93	100
けん引力比率	116	115	115	100

注) ステアリング速度は半径10m時である

(3) 燃料タンク容量のアップ

新規設計の樹脂製燃料タンクをフロア下に設置し、目一杯の容量を稼ぐことにより、標準機とほぼ同等のタンク容量を達成した(図4)。

前述のEモード作業では約2日の連続稼働が可能となった。特にPC78UU-6は従来機に対し大幅に改善した(表6)。

表6 燃料タンク容量・稼働時間の比較

機種	PC78US/ UU-6	PC78US-5	PC75UU-3	PC60-7
タンク容量 (ℓ)	125	115	80	130
連続稼働時間 (h)	15.6	13.2	9.3	14.9
時間比率	105	88	62	100

注：PC78US/ UU-6の連続稼働時間はEモード時

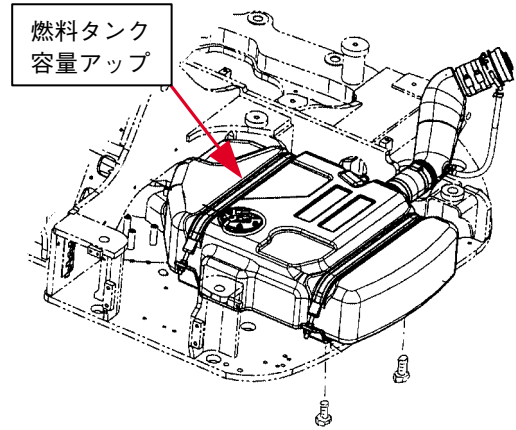


図4 樹脂製燃料タンク

3.3 標準機をも上回る整備性の良さ

(1) 点検は工具レス化

外装の構造を変更し開閉カバーを増やすことで、点検は工具レスに改善した(写真4)。

なお、エンジン廻りは従来も開閉カバーである。点検および作業項目と部位を下記に示す。

- ・土砂カバー部
 - ・作動油およびウォッシュ液補給
 - ・メインバルブ廻り点検
- ・右前カバー部
 - ・バッテリー液面点検
 - ・作動油量点検
 - ・工具の出し入れ



写真4 外装

(2) 燃料タンク水抜きドレンをリモート化

従来機は標準機も含め、コックは燃料タンク下にあった。水抜きをするには、レボフレームの下に入りアンダーカバーを工具で取り外す必要があった。ドレンコックをリモート化し、点検カバー追加により、工具レスで、かつ、楽な姿勢で水抜きドレンができるように改善した(写真5)。

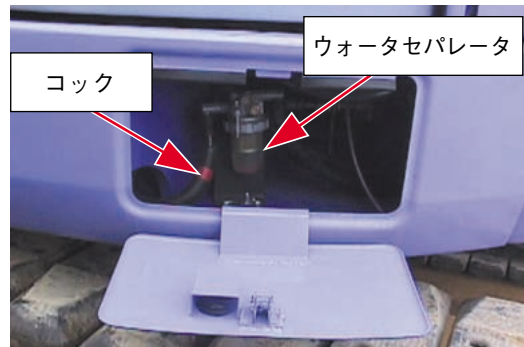


写真5 燃料タンク水抜きドレンコック

(3) ラジエータの清掃容易化

粉塵の多い現場では、ラジエータに塵が詰まり、オーバーヒートすることがあった。その塵を掃除するにはオイルクーラを外す必要があるが、従来機は標準機も含め、オイルクーラが簡単には取れず、掃除するには大変な労力を必要としていた。カウンタウエイトの形状とオイルクーラ取り付け方法・クーラホースの取り回しの工夫により、約10分の作業で、ラジエータの前面にアクセスできるように改善した(写真6)。

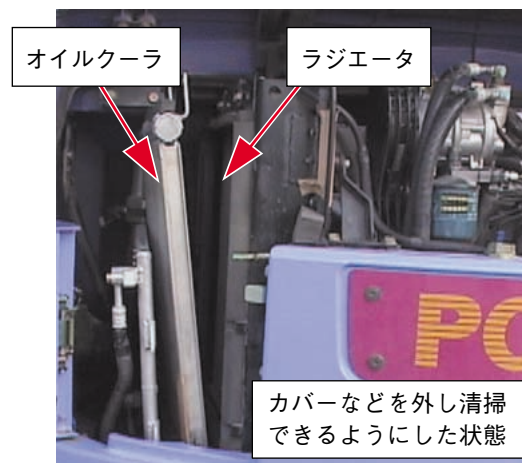


写真6 ラジエータの清掃容易化

(4) 作業機給脂時間間隔延長

作業機およびブレードにSCSブッシュを採用することにより、給脂時間間隔を従来100hから250hに延長した。(アームトップ部は除く)

(5) 作動油フィルタ交換時間延長

マイクログラスフィルタを採用することにより、交換時間を従来の500hから1000hに延長した。

(6) トラックフレームの土落ち改善

クローラハウス傾斜化と上転輪サポート向きの変更により、土砂が溜まり難く、かつ、落としやすくなり、洗車時間を短縮できた(図5)。

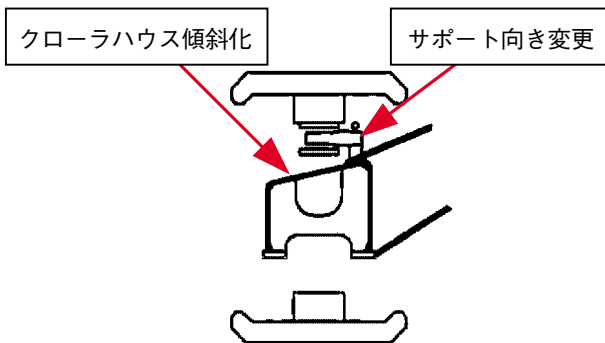


図5 トラックフレーム

(7) エアコンコンプレッサのベルト調整容易化

コンプレッサの取り付け位置の変更と、ベルト張調整用ボルトを追加することにより、従来に対しベルト張りが簡単にできるように改善した。

以上のような改善をきめ細かく真面目に織込むことで、従来機だけでなく標準機をも大幅に上回る整備性の良さを持つ機械となった。

次に、21世紀に向けて、GALEOコンセプトにある安全、信頼性、環境、GLOBAL、ITに対応した項目について紹介する。

3.4 安全性の向上

(1) 前も後ろも安全なラウンドフォルム

後方超旋回機は標準機に比べ、履帯からのみ出し量が圧倒的に小さく旋回時の接触事故の危険性が少ないので、安全な機械としてJCMAS規格に取り入れられた。PC78US-6は従来機に対し、車体レイアウトの見直しと作業機リンクモーションの変更で、小旋回性をさらに改善した(表7)。

表7 小旋回性比較

機種	PC78US-6	PC78US-5	PC60-7
後端はみ出し量(mm)	80	130	675
前方はみ出し量(mm)	140	175	475
作業機最小旋回半径(mm)	1750	1890	1750

注) 前方はみ出し量はキャブの手すりである

(2) ヘッドガード機能内蔵キャブの採用

新設計のフルプレス強化キャブは、柱強度のアップや、天窗の強化により新たにガードを追加することなく、労働安全衛生法のヘッドガード基準をクリアし、高い安全性を確保した。フロントガラスも労働安全衛生法の基準をクリアする強化グリーンガラスを採用した。

(3) エンジンニュートラルスタートの採用

作業機ロックレバーがロックの位置でのみ、エンジンが始動可能な電気回路を採用した。これは、作業機ロックレバーがフリーの位置にある時、誤って作業機レバーを入れたままエンジンをスタートさせて作業機が不意に動くことを予防するためである。

3.5 信頼性の向上

(1) 燃料トラブルの未然防止

PC75UUは過去に燃料系トラブルがあり、その対策に苦労したが、今回さらに改善を織り込み、燃料系の信頼性を向上させた。実施項目は次のとおりである。

- ・フィルタ付きウォータセパレータを標準装備
ごみ・水によるトラブルの未然防止を図った。また、水抜きドレンコックを集中配置して点検性も良くした(図6)。

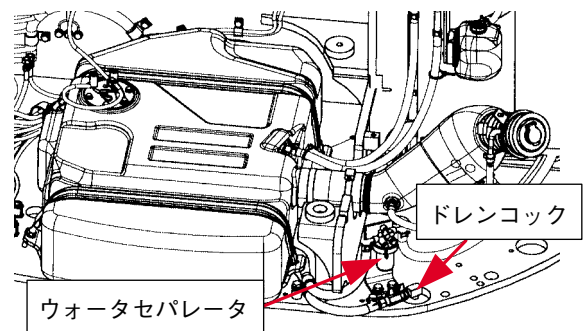


図6 ウォータセパレータ

- ・清掃窓とセンサ部を兼用化し、燃料漏れ抑制
従来機は燃料タンクが簡単に外せない構造であったため、清掃窓を追加しており、燃料漏れの心配があった。今回は窓を廃止し燃料センサ部から清掃可能にした。センサ部へはフロア中央の点検カバーを外すことでアクセス可能である。またタンクの取り付け方法を工夫し、万一の際でもフロアを上げることなくタンクを外せるようにした(図7)。
- ・大型ストレーナ採用(100ℓ/min 対応)
従来機は燃料補給時に100ℓ/minの給油ガンで補給すると燃料がこぼれてしまうので、ストレーナを外して給油されることがあった。これが燃料のトラブルの遠因でもあったが、今回、給油ホースの形状改善により、大型ストレーナの採用が可能となった(図7)。

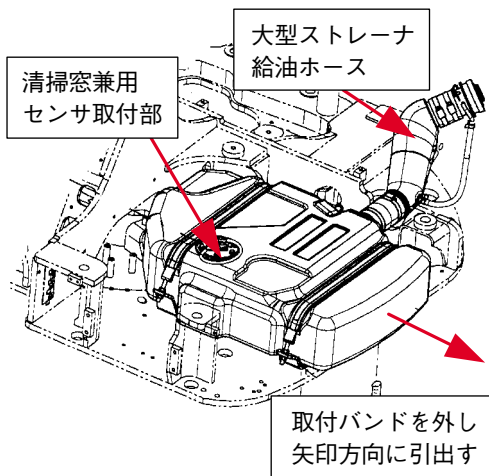


図7 清掃窓兼用センサ取付部

(2) ラジアルシール方式のエアクリーナの採用

従来機はスラストシール方式であったが、今回、PC78US用にラジアルシール方式のエアクリーナを新規開発し、シールの信頼性向上を図った。また3点ヒッチ取り付け方式とし、エレメントの交換性も向上した。

(3) 油圧回路の信頼性向上

従来機はテーパシールタイプの配管継手であったため油漏れの問題があったが、今回すべての継手をOリングフェイスタイプに変更した(図8)。

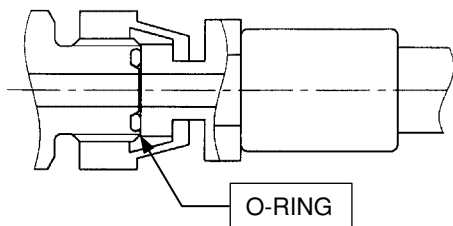


図8 Oリングフェイスタイプ継手

(4) 電装品の信頼性向上

従来機は、まれではあるが、コネクタの接触不良などによるトラブルがあった。今回、電気系の信頼性向上を図った。実施項目は次のとおりである。

- ・重要回路にはドイツコネクタを採用
コントローラやその指令回路には防水性が高く、接触不良に強いドイツコネクタを採用
- ・ヒューズ回路数を5本→20本にアップ
従来機は5本のため、電源回路がたこ足となっており、万一のトラブル時に他回路へ影響したり、故障回路の特定が困難であったが、20本に増やすことにより、単独回路とした。これにより、原因の特定が容易になった。

ここまでがPC78US/ UU共通の向上項目であるが、次にPC78UU-6固有の信頼性向上項目について述べる。

(5) 作業機ポテンショメータの損傷防止

UUシリーズは作業機の自動停止制御を行っているため、作業機の姿勢検出用としてポテンショメータを装着している。従来機ではポテンショメータの損傷防止のため、保護カバーを追加していたが、今回、ポテンショメータの位置を変更することで、さらに損傷の心配を少なくした。

実施項目は次のとおりである。

- ・オフセットポテンショメータの位置変更
ポテンショメータを第1ブームの上面から、ぶつけ難い側面に変更した(写真7, 8)。

ポテンショメータ上面
+カバー装着

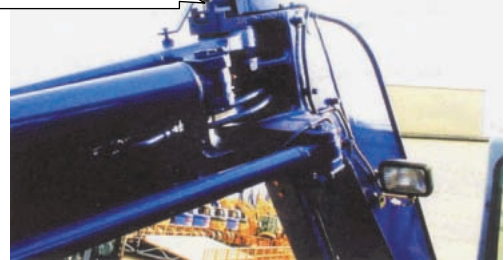


写真7 従来機



ポテンショメータ
側面配置

写真8 開発機

・アームポテンショメータの内蔵化

ポテンショメータをアーム側面から、内部に変更し、損傷し難くした(写真9, 10)。

UUシリーズは管工事でよく使われるが、そこではアームポテンショまで溝に入れて掘削することがあり、その際にぶつけて損傷する場合があった。従来機にカバーが追加されているのは、ぶつけた時のポテンショメータの損傷を少しでも防止するためである。



写真9 従来機

ポテンショメータ側面
+カバー装着

3.6 環境への対応

(1) CO₂ 排出量の低減

作業モードにEモードを追加することにより、燃費を8%改善している。これによりCO₂の排出量を現行機比で92%に低減した。

(2) リサイクル性の向上

リサイクル可能な部材を採用し、可能率を向上した。

- ・アルミ製ラジエータおよびオイルクーラの採用
- ・キャブ天井内張りにケナフ材採用
- ・吸音材の一部にペット材を採用

3.7 GLOBAL への対応

従来機は国内仕様のみであったが、今後の伸びが期待できる海外市場に輸出できることを狙って、開発したので織込み項目を紹介する。

主なターゲットは北米であり、予定どおり2001年12月からPC78US-6の輸出を開始した。

(1) 許容大気温の改善

世界中(特殊な地域を除く)どこへでも出荷できるように、標準仕様で許容大気温を改善した。主な内容はクーリング容量のアップ・風の流れ改善によるヒートバランス温度の改善である。

(2) デフロスタ標準採用

北米はデフロスタが必要なため、あらかじめ標準で採用

(3) トラベルアラームのアドオン容易化

北米はトラベルアラームが必要なため、標準ハーネスに回路を準備し、後付けを容易にした。

(4) EU 騒音規制の標準化

標準仕様でEU騒音規制をクリアした。

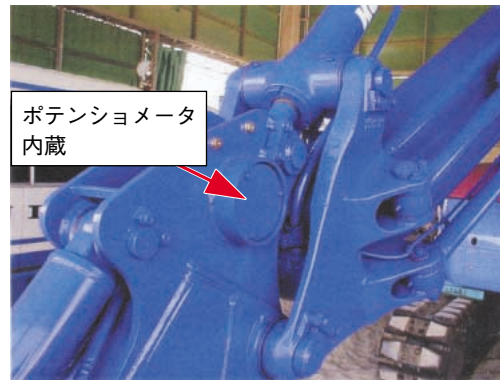


写真10 開発機

ポテンショメータ
内蔵

3.8 IT 対応

(1) KOMTRAX のオプション準備

PC200-7で標準採用したKOMTRAXをオプションで準備した。2002年春から販売の予定である。

4. 最後に

2001年8月にPC78US/UU-6は、発売となった。ユーザからの好評事例も数多く寄せられている。その評価を聞くと、我々の狙いは間違っていなかったと意を強くすることができた。

主な好評事例は下記のとおりである。

- ・居住性は抜群である
- ・このクラスとしては抜群に静かである
- ・キャブが広く、視界性も良い
- ・作業機スピードも速く、また力もある
- ・操作性は申し分ない
- ・サイドカバーが大きく開くので、点検が容易
- ・給油のサイクルが減って助かる

今後、国内だけでなく北米にも販売が増えコマツの売上・収益増大に寄与することを期待している。

最後に、本車両の開発および市場導入にご協力頂いた関係者の皆様に深く感謝いたします。

筆者紹介



Hiroshi Imai

いまい ひろし

今井 寛 1979年、コマツ入社。
現在、開発本部建機第一開発センタ所属。

【筆者からひと言】

開発している時は「この問題の答えは本当にあるのか？」と内心不安になったこともあったが、開発部隊のベクトルを合わせて、粘り強くやり続けたので最後は何とか格好になったと思っている。

今回の開発は、いざという時のコマツの底力を強く感じました。