

# ブルドーザの技術動向

迎 野 雅 行

建設機械として歴史も長く馴染み深いブルドーザについて近年市場導入された最新機種を題材に進化を続けているブルドーザの技術動向を紹介する。特にシグマドーザとロックアップ機構付き自動変速機能により大幅な作業量アップと共に大幅な燃費低減を両立した D65EX/PX-16 と D155AX-6、スーパースラントノーズガードにより比類のないブレード前方視界性を実現した D31 ~ D51EX/PX-22 シリーズを中心に、その達成手段について解説する。

キーワード：ブルドーザ，技術動向，スーパースラントノーズガード，シグマドーザ，ロックアップ，自動変速

## 1. はじめに

近年の社会動向の上からも全ての製品に対し『環境』『安全』に関連する要求が一段と強まっていることは周知の通りである。この情勢を背景に、ブルドーザに於いても排ガス規制対応、エンジン単体での省エネ対応技術の開発はもとより車両全体システムでの燃費効率改善技術の開発を進めてきた。

また一方では誰もが安全にかつ簡単に運転操作でき

るように車体の基本構成から見直しを図り、作業能率そのものを改善させるためのアプローチ、更に建設機械として欠かすことのできない耐久性、整備性、居住性についても粛々と改善を進めてきた。

そこで本稿では、近年市場に導入された最新機種を題材に、表—1 に挙げるテーマに焦点を当てながらブルドーザの技術動向とその成果について紹介する。

表—1 改善のねらいと達成手段

ねらい		着眼点	達成手段	適用機種郡	旧型機状況
燃費効率 向上	作業量の増加	掘削抵抗低減、土こぼれ低減	☆シグマドーザ	中型～大型	セミUブレード
		パワーターン化	☆HSS：Hydrostatic Steering System	中型～大型	トルコン＋クラッチ&ブレーキ
	燃料消費量の 低減	ロス低減	☆ロックアップ機能付き自動変速パワーライン	中型～大型	手動変速トルコンミッション
			☆油圧駆動ファンシステム	小型～大型	エンジン直動ファン
安全性、 作業性 向上	視界性の改善	ブレード前方視界の向上	☆スーパースラントノーズガード	小型	フラットノーズガード
			☆リヤマウントクーリングシステム	小型	フロントマウントクーリングシステム
			☆インシュモータ&ファイナルドライブ	小型	横軸＋車体マウントファイナル
	居住性の改善	車両側方視界の向上	☆ROPS 統合型キャブ	小型～大型	ROPS 分離型キャブ
		乗り心地の改善	☆CDM：Cab Damper Mount	小型～大型	ラバーマウント
	走行／旋回性 能の改善	人間工学的操作パターンとノブ形状	☆PCCS: Palm Command Control System	小型～大型	棒状ノブ
パワーターン化、無段変速化		電子制御 HST: Hydro Static Transmission	小型	ハイドロシフト＋クラッチ&ブレーキ	
整備性 向上	冷却コア清掃 容易化	パワーターン化	HSS：Hydrostatic Steering System	中型～大型	トルコン＋クラッチ&ブレーキ
		ファン逆転によるフィン目詰まり清掃	油圧駆動ファンシステム	小型～大型	エンジン直動ファン
	車両状態把握 の容易化	冷却ユニットへのアクセスの容易化	☆スイングアップファンシステム	小型	位置固定ファン
		車両情報の集中管理と制御	☆マルチモニタシステム	中型～大型	ゲージ式
耐久性 向上	足回りの寿命 向上	車両集中管理、遠隔管理	KOMTRAX	小型～大型	該当方法なし
		クリティカル部品の寿命向上	☆PLUS：ロータリブシュ	中型	固定ブシュ
		ガタ低減によるショック、磨耗低減	☆隙間自動調整式アイドラサポート	中型	隙間調整機構なし

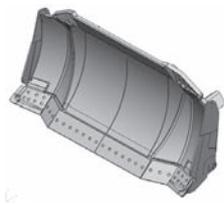
## 2. 改善のねらいと達成手段

表—1 に改善のねらいと最新機種での達成手段、及び旧型機状況を対比させることで簡単な技術変遷を示す。そして本稿では本表の各達成手段（☆印）についての技術的概要を解説する。

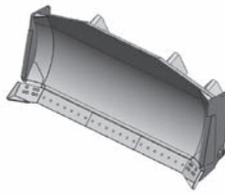
### (1) シグマドーザ

ブレードの前面形状の見直しにより掘削抵抗を大幅に低減させ同じ燃料消費量で押土作業量を 15% 増大（旧型機セミ U ブレード比）できるブレードである。

図—1、図—2 に両ブレードの概観を示す。



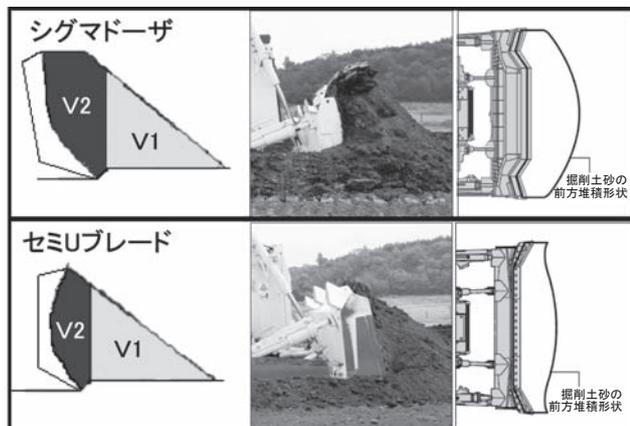
図—1 シグマドーザ



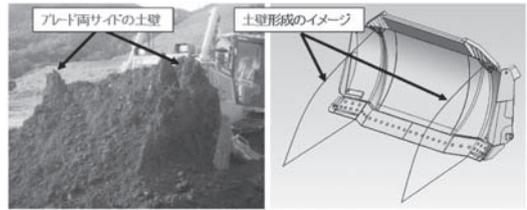
図—2 セミUブレード

本技術の特長は①新規に考案された凸型の刃先形状により車体推進力をブレード中央部に集中させ掘削中の抵抗を減少②ブレードを後傾させ土砂を抱え込むことで運土中の抵抗を減少させたことにある。図—3 にその解説を示す。掘削された土砂を運ぶ際、車体を受ける抵抗は地上と接した土砂堆積（V1）に比例するのでブレード内で保持する量（V2）を増すことにより抵抗を増加させることなく運土量を増大させることが可能となる。

次に図—4 に示すように、この独特な刃先形状によりブレード両側に土壁を形成、それにより土こぼれを減少させブレード中央部に土砂を保持しながら運土することを可能にしている。



図—3 シグマドーザの特長 1



図—4 シグマドーザの特長 2

### (2) ロックアップ機構付自動変速パワーライン+HSS

本技術は、動力伝達系のパワーロス低減のため、トルクフローミッションにロックアップ機構を搭載、更にロックアップ状態であってもクラッチ係合制御とエンジン出力制御により自動変速を可能にし、燃料消費量 10% 低減（旧型機比）を達成した技術である。

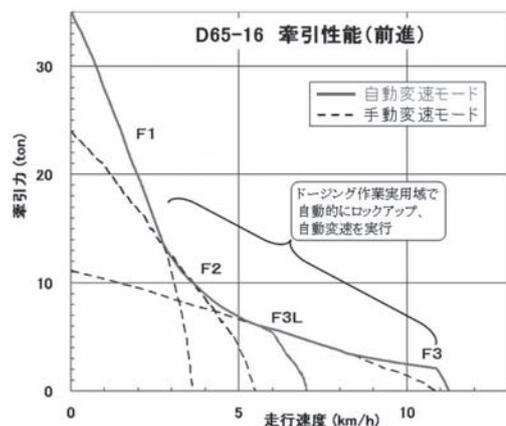
図—5 に代表機種の走行牽引性能線図を示す。線図が表すように自動変速域の牽引カーブを滑らかに接続し燃費低減のみならず自動変速時の変速ショックも大幅に軽減させている。また旧型機では横軸に配備された操向用クラッチを切り、更にブレーキを作動させることで旋回（操向）を行っていたが、最新機種ではクラッチを廃止、その代わりに遊星式差動装置を油圧モータで作動させる HSS（Hydrostatic Steering System）を搭載し旋回性能、旋回操作性を大幅に改善している。図—6 にそのパワートレーンの模式図を示す。

これらの技術の組合せにより合計 25% の燃費効率の改善を可能としている（図—7 参照）。

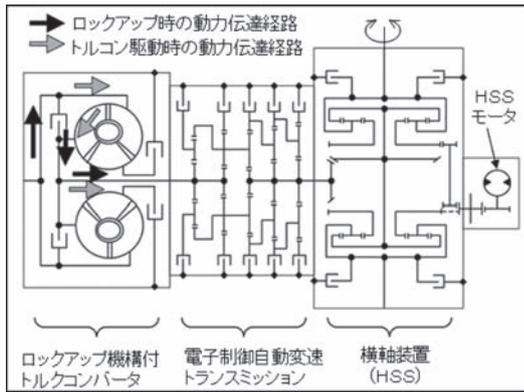
### (3) 油圧駆動ファンシステム

本技術は、実作業時のファン騒音低減とロス馬力低減を目的に開発したもので、従来のエンジン直動式ファンをエンジンから分離し油圧駆動化したものである。

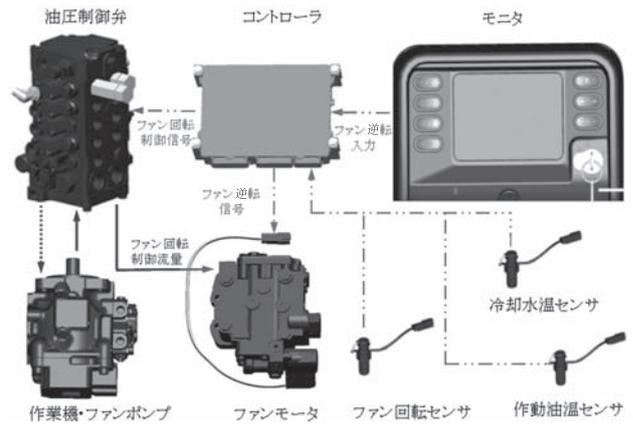
そのシステム系統図を図—8 に示す。従来、ファ



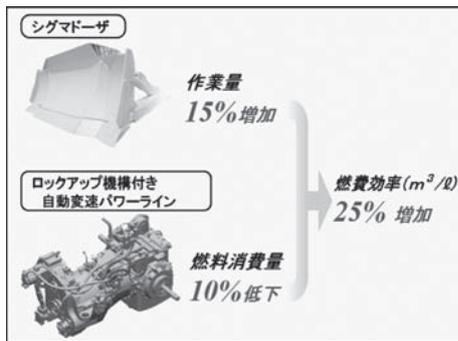
図—5 D65-16 走行牽引性能線図



図一六 ロックアップ機構付自動変速パワーライン



図一八 電子制御油圧駆動ファンシステム



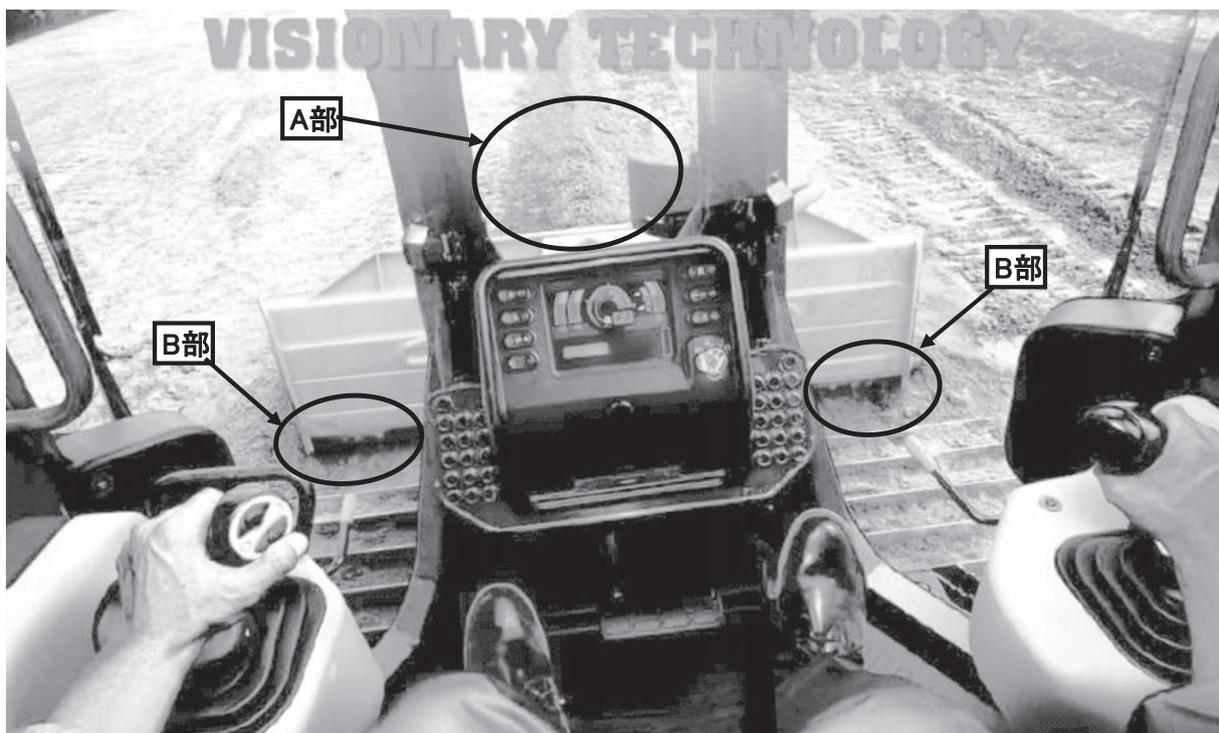
図一七 燃費効率改善結果

転を抑制できるため燃費・騒音低減に効果を発揮する。更にバルブ切り替え信号により簡単にファンモータを逆回転させ冷却コアのフィン間に詰まった塵を吹き出し、コア清掃を容易化する機能も付加している。

(4) スーパースラントノーズガードとリヤマウントクーリングシステム

本技術は、ブレード前方視界を格段に向上し、特に狭い現場で稼働する小型ブルドーザの接近作業性、整地作業性を向上させたものである。図一九にその達成状況を示す。従来のブルドーザの運転席からは全く見えなかったブレード上端とその前方の土壌状態 (A部) を視認可能にしている。また、ブレード刃先の接

ン回転はエンジン回転のみに依存し気温や車両の負荷状態 (冷却水温, 作動油温) とは無関係に駆動され、不必要に高速回転させていた。本システムは、水温や油温に応じて最適にファン回転を制御し無駄な高速回



図一九 運転席からのブレード前方視界 (D51PX-22)

地面と接地幅の可視可能域も同時に増加させている(B部)。この結果、刻々と変化する車体挙動やブレード接地状態、現場環境等、オペレータにとって不可欠な情報のフィードバックを容易にし作業性を向上させている。

図-10に示すように、この視界性確保の達成手段はノーズガード(エンジンフード)のスーパーズラント化であり、それを可能とした技術がリヤマウントクーリングシステムである。従来のブルドーザ前方にはエンジンと共に冷却ユニット(ラジエータ、オイルクーラ、ファン)が鎮座しブレード上端の可視化には、その高さを半減しない限り達成できえないハードルの高い技術テーマであったが、(3)項で紹介した油圧駆動ファンシステムを応用し冷却ユニットを車体後方に配置するリヤマウントクーリングシステムと後述するインシュモータ&ファイナルドライブシステムを開発することで実現している。図-11にその機器の配置イメージ図を示す。

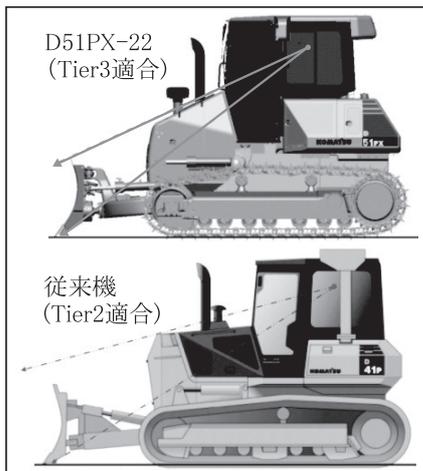


図-10 車両側面形状比較

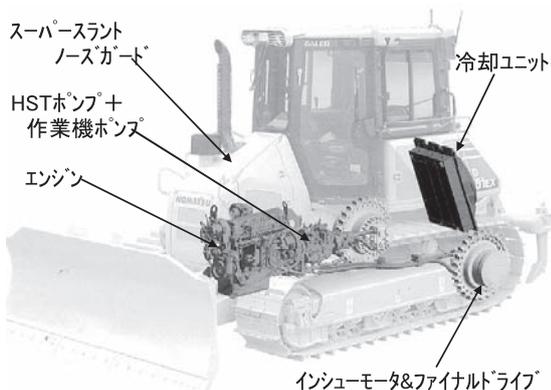


図-11 機器車載透視図

### (5) インシュモータ&ファイナルドライブシステム

前述したように冷却ユニットを車体後方に配置するにはその配置スペースの有ることが条件だが、従来のブルドーザは横軸装置を内蔵するSケースによって占有されており冷却ユニット用の配置スペースは皆無である。そこで、パワーラインには横軸装置が不要なHST(Hydro-Static Transmission)を採用、且つHSTモータとファイナルドライブをコンパクトに結合させたインシュモータ&ファイナルドライブを開発する事でその配置スペースを確保している。図-12に従来機と新型機の車体構成比較を示す。

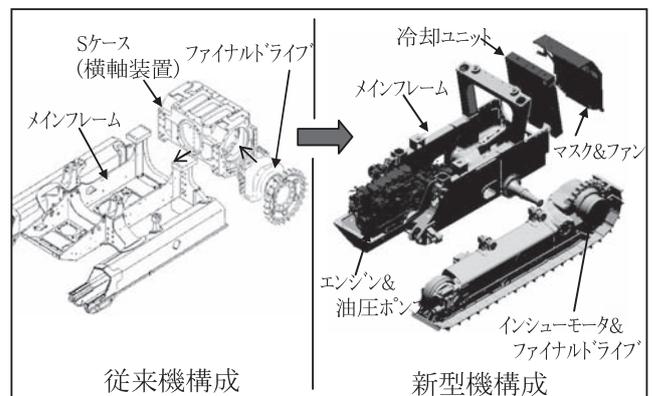


図-12 車両構成比較

### (6) ROPS 統合型キャブ

本技術は、従来、キャブと分離されていたROPS機能をキャブ本体支柱に統合することで車体側方視界の大幅改善と居住空間の拡大を図ったものである。図-13に従来機との構成比較図を示す。

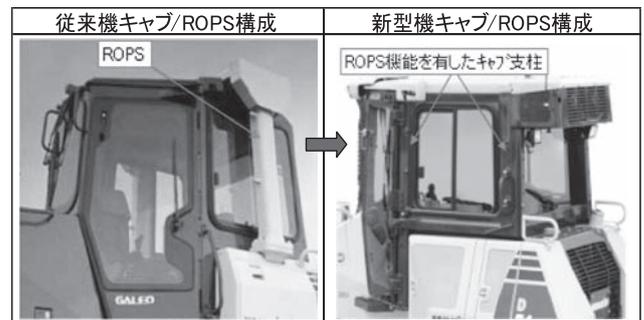


図-13 キャブ構成比較図

### (7) CDM (Cab Damper Mount)

本技術は、スプリングとラバーによるショック低減機能とシリコンオイルによる振動減衰機能を1個のカートリッジに統合した物で、従来のラバーマウントに対して大幅に乗り心地を改善している。図-14に

キャブ構成と CDM 配置図を示す。

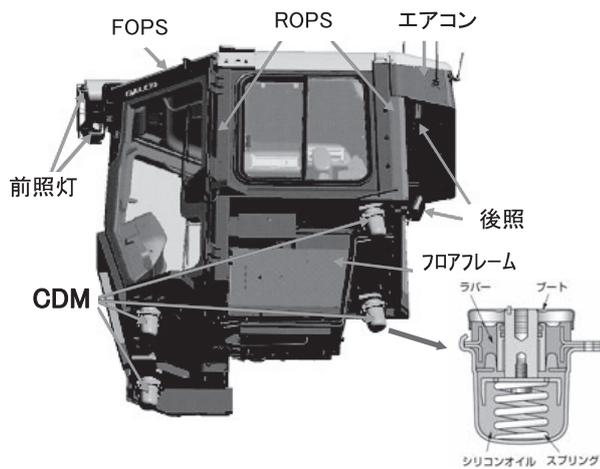


図-14 キャブ構成と CDM

(8) PCCS (Palm Command Control System)

本技術は、人間工学的見地からアプローチし、ブルドーザを運転（走行・作業機操作）する場合に最適なノブ形状と操作パターンを両立させた物であり、国内標準操作パターンにも適合している。図-15のレバー機能図が示すように、車両・作業機の動きとレバー操作方向が合致し、レバーを握り替える事なく車速設定も可能としている。

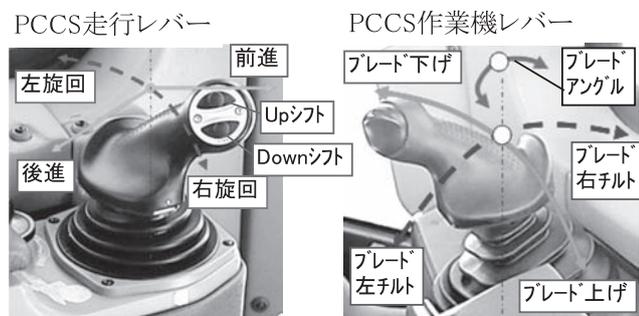


図-15 PCCS レバー機能

(9) スイングアップファンシステム

本技術は、前述した油圧駆動ファンのリモート化技術のメリットを更に活用し、リヤマスクとファンと一緒にスイングアップ（跳ね上げ）し、従来のブルドーザでは容易でなかった冷却コアへのアクセス性を向上、整備性の大幅な改善を実現したものである。（図-16 参照）

(10) マルチモニタシステム

17 インチ液晶カラーモニタにより車体情報を見やすくタイムリーに表示するシステムであり燃料残量、

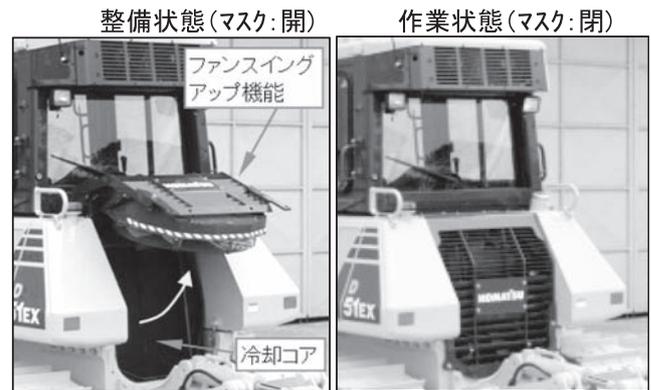


図-16 スイングアップファン機能

油水温情報はもとよりメンテナンス時期、車体異常の警告等を自動的にオペレータに知らせる故障診断機能を備え更に、運転状況をモニタし、燃料消費効率の良い運転状態を教えてくれる「エコゲージ」機能も備えている。図-17 にその表示例の一部を紹介する。

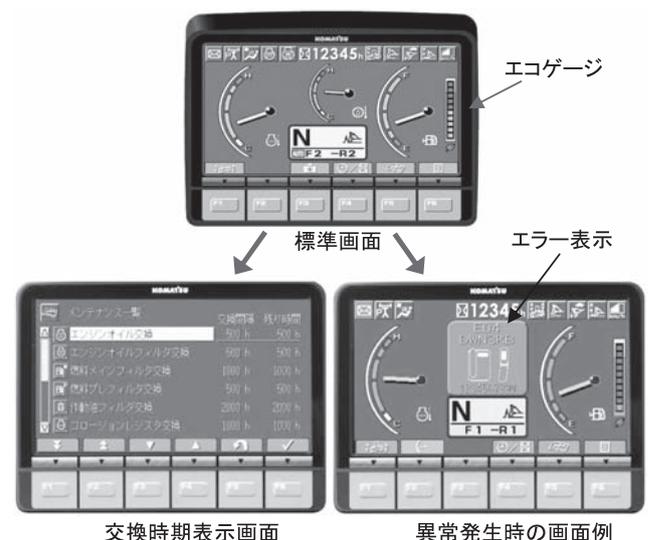


図-17 マルチモニタシステム

(11) PLUS : Parallel Link Undercarriage System

本技術は、足回り部品の寿命限界となっていたトラックブッシュ及びsprocket刃先の磨耗寿命改善のために開発されたものでトラックリンクを平行化し従来、回転固定であったトラックブッシュを回転可能な構造（ロータリブッシュ化）にしたものである。この結果ブッシュとsprocket刃先間で発生していた噛み合いによるスベリ摩耗が大幅減少し（稼働地域での差はあるが）旧型トラックリンクに対し約2倍の寿命延長を可能にしている。図-18 にその構造図を示す。

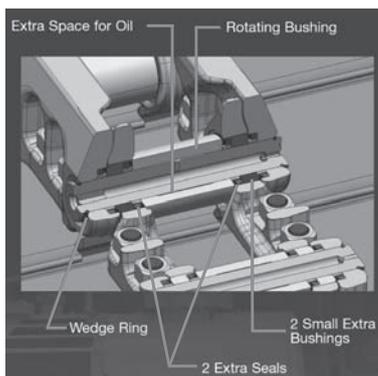


図-18 PLUS (ロータリブシュ)

(12) 隙間自動調整式アイドラサポート

本技術は、トラックフレーム前方に設置するアイドラサポート部にアイドラを支えるリフトスプリングを埋込み、スプリングでアイドラを保持するようにしたもので隙間自動調整機能による摺動板の大幅な摩耗寿命改善と整備性改善，更にガタ抑制による乗り心地の改善に効果を与えている。図-19 にその構造図を示す。

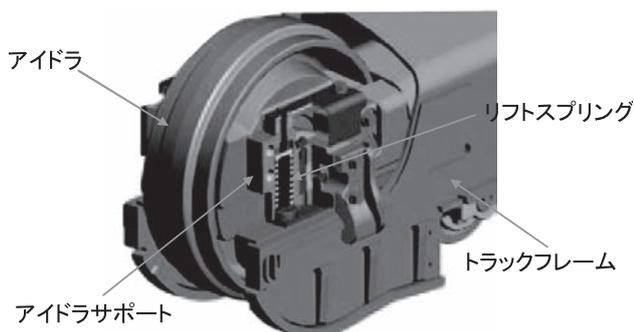


図-19 自動隙間調整式アイドラサポート

3. 最新機種群の紹介

最後に今回の技術動向を表す題材として取り上げた最新機種の一部を図-20 に紹介する。

4. おわりに

本稿ではブルドーザの最新機種を題材にその進化を支えている技術を簡単に紹介したが，技術動向を一口で言えば『環境対応』『安全対応』『IT 対応』に舵が

D31PX-22

エンジン出力: 59.6KW  
 運転整備重量: 8550kg



D51PX-22

エンジン出力: 99KW  
 運転整備重量: 13100kg



D65EX-16

エンジン出力: 153KW  
 運転整備重量: 19510kg



図-20 最新機種例

向けられていると言える。そして，建設機械が人と地球のインターフェースであり続ける限り，これらのテーマは今後更に重要な地位を占め，その改善のための様々な技術進化が醸成されるものと確信する。

JCMIA

【筆者紹介】

迎野 雅行 (むかいの まさゆき)  
 コマツ  
 開発本部 建機第一開発センタ  
 小型開発 Gr.  
 GM

