

マイニング向け大型モーターグレーダーの開発

モーターグレーダー「GD955-7」

関 谷 茂 夫・原 田 宗 雄・米 俊 宏

モーターグレーダーは、土木工事での整地作業や除雪作業等に広く使われているが、マイニングの現場ではダンプトラック走路の整地（走路メンテナンス）に使用されている。ダンプトラックが走行を続けると走路に轍や凹凸ができて走行が困難となるため、走行できる状態に走路を維持するのがマイニングでのモーターグレーダーの役割となる。マイニング向けの大型モーターグレーダーとして、大幅な生産性向上、機能率アップ、および最新の安全装備を搭載したGD955-7を開発したので、その主な特徴を紹介する。

キーワード：モーターグレーダー、鉱山機械、大型化、機能率、安全性、快適性

1. はじめに

従来機 GD825A-2（以下、従来機）は発売から 30 年以上が経過しており、排ガスや安全の規制対応に加え、情報化・作業量アップなどの客先要望に応えられずにいた。また、従来機はコンストラクションの使い方ベースに設計された車両のため、マイニングで要望される耐久性や機能率を十分に満たすことができていない。更に主要市場での現場調査結果から 100 ton ～ 220 ton 積みクラスのダンプトラックにマッチングする大型グレーダーの開発が強く求められていた。この度これらの声と最新技術を織り込んだマイニングモーターグレーダー GD955-7（以下、本開発機）（図—1）を開発したのでその概要について紹介する。

2. 開発の狙い

商品力の高いマイニングモーターグレーダーとするため、車格アップ&エンジン出力アップによる「作業量の大幅アップ」と、ベアリング式サークルの採用に

よる「機能率アップ」をセールスフィーチャに設定し開発を進めた。また、各国の排ガス規制に合わせた 3 種類のエンジンを準備し、全世界に展開できる機種とした。以下にその特徴を紹介する。

(1) 生産性向上

- (a) 車格アップ
- (b) エンジン出力アップ

(2) 機能率アップ

- (a) ベアリング式サークル採用
- (b) コンポーネントの脱着性改善
- (c) 調整式ブレードレールガイド

(3) 安全性・快適性の向上

- (a) 安心・安全なキャブデザイン
- (b) 電気レバーの採用
- (c) KomVision システム搭載
- (d) アクセス性向上
- (e) LED ランプ標準搭載

(4) 整備性向上とマイニング装備の標準化

- (a) オートグリース
- (b) サービスセンター
- (c) サンプリングポート
- (d) ディスコネクトスイッチ
- (e) Komtrax Plus による車両管理
- (f) フィルター一極集中配置
- (g) 湿式パーキングブレーキ



図—1 車体外観

3. 主な特徴

(1) 生産性向上

マイニング現場におけるダンプトラックの走路メンテナンス効率化のため、従来機が4.9 m ブレードを装着しているのに対し、本開発機はスタンダードで5.5 m ブレード、オプションで6.1 m ブレードを装着できる車両とした。更にエンジン出力を49% アップと大幅に向上することで作業車速を上げ、作業量（時間当たりの整地面積）としては従来機に対して5.5 m ブレードで33% アップ、6.1 m ブレードで46% アップを実現した。5.5 m ブレードは競合機より高い線圧（ブレード単位長さあたりの押し付け荷重）で硬い路面での作業性を重視しており、6.1 m ブレードは0.6 m 長いブレードによる作業効率向上を狙って設定した（表－1、図－2）。

- ①スタンダード 5.5 m ブレード：ハードロックマイ
ン・凍結路面など比較的固い路面
- ②オプション 6.1 m ブレード：ソフトロックマイ
ン・大規模工事など比較的柔らかく、作業性を重視
する路面

表－1 主要諸元

	本開発機		従来機
ブレード長さ [m]	5.5	6.1	4.9
ホイールベース [mm]	8,330	8,330	7,100
重量 [ton]	47.3	47.5	31.4
エンジン出力 [kW]	311 (149%)		209 (100%)
作業速度 [km/h]	8.7 (119%)	8.5 (116%)	7.3 (100%)
作業量 [$\times 10^3 \text{m}^2/\text{h}$]	41 (133%)	45 (146%)	31 (100%)

(a) 車格アップ

・車体サイズと重量

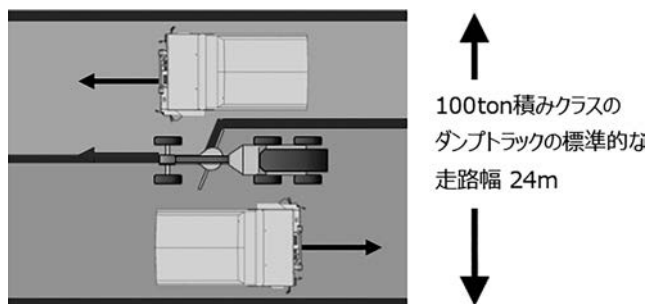
本開発機は、従来機に対しホイールベースを17% 延長することにより6.1 m ブレードでも車体とブレードの干渉を心配せず作業できる車体サイズとした。一方タイヤトレッドは、安定性向上のため従来機に対し大きく設定したが最小限に抑え、走路でのすれ違い性に配慮した（図－3）。また、車体重量は従来機に対し50% アップすることで硬い路面の掘削性能を向上させた。

・旋回半径

ホイールベース延長の背反として旋回半径が大きくなるが、本開発機ではタイヤ切れ角とアーティキュレート角を増やすことで他社の4.9 m ブレードクラスの機種と同等の旋回半径となり、車両の大きさに対して小さな旋回半径を実現している。これにより100 ton 積みクラスのダンプトラック走路で切り返しくなくUターンが可能となり、ダンプトラックの稼働の邪魔となることなく、幅広いサイズのダンプトラックとマッチングできる車両となった（図－4）。

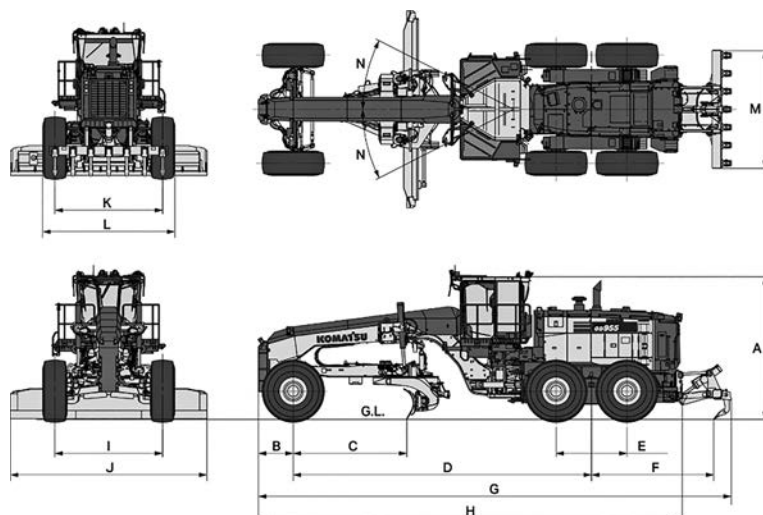
・耐久性

マイニング向けモーターグレーダーを新規開発する



図－3 すれ違い性

	本開発機
A 全高	3,990 mm
B フロントウェイト～前軸	970 mm
C 前軸～ブレードエッジ	3,160 mm
D ホイールベース	8,330 mm
E タンデムベース	1,980 mm
F タンデム中心～リッパツース	3,400 mm
G 全長	13,200 mm
H フロントウェイト～リッパ取付部	11,860 mm
I タイヤレッド（前軸）	3,005 mm
J ブレード長さ	5,490 mm
K タイヤレッド（後軸）	3,005 mm
L 全幅	3,685 mm
M リッパービーム幅	3,298 mm
N アーティキュレート角	27°



図－2 主要寸法

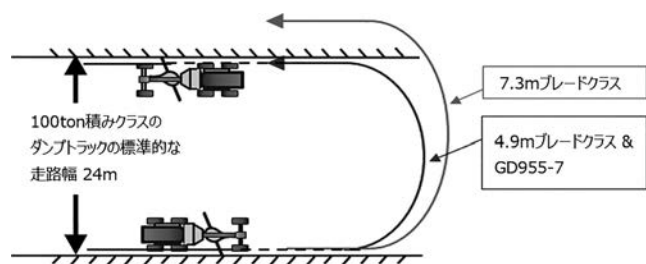


図-4 走路内でのUターン

際の耐久性指標が社内になかったため、本開発ではその作成からはじめることとなった。従来機が稼働しているお客さまの現場で負荷計測を実施するチャンスに恵まれ、マイニングに適したモーターグレーダーの耐久性標準を作成することができた。新しい耐久性標準をもとにフレーム等の構造物やパワートレインを設計することで耐久性向上を実現した。

・軽量化

大型車両を新たに開発する場合、軽量化も重要となる。従来車両の相似設計のまま大型化して必要な強度を持たせると、力学的に重量が大幅アップしてしまう。そのため、本開発機ではさまざまな装置について非相似設計による軽量化を実施し、車体サイズ、重量、強度の両立を実現した。例としてフレームの構造を紹介する（図-5）。

①フロントフレーム構造

高張力鋼板を使用した大断面構造や、構造の簡素化・板厚の最適化により、曲げやねじりに強い強靱なフレームを設計。従来比2倍の耐久寿命を実現した。

②リアフレーム構造

高張力鋼板を使用した「コの字断面構造」の採用により、軽量かつ耐久性に優れたフレームを実現。パワーラインの配置を最適化することにより従来機に対して整備性を大幅に改善した。

(b) エンジン出力アップ

マイニングモーターグレーダーの作業量は「時間当たりの整地面積」であり、ブレード幅×作業車速とな

る。作業量を上げるためにはブレード幅だけではなく作業車速を上げることが必要となる。そのため本開発機はエンジン出力を従来機に比べて49%アップと大幅に向上することで、ギア比の最適化と合わせ作業時の車速をアップして作業量を大幅に向上させた。

(2) 機能率アップ

(a) ベアリング式サークル採用

本開発機は伝達効率・応答性・耐久性に優れた『ベアリング式サークル』を採用した。従来機で採用されている『吊り下げ式サークル』はウェアプレートの調整や交換が必要だったが、ベアリング式サークルではウェアプレートのような消耗部品がないため、調整・交換作業が不要となる。更に標準搭載されたオートグリースにより、サークルに関する一切のメンテナンスが不要となった（図-6）。

(b) コンポーネントの脱着性改善

従来機はキャブをリアフレームにマウントしていたが、フロントフレームマウント化し、キャブを取り外すことなくトランスミッションが脱着可能となった。またエンジンとトランスミッションをプロペラシャフト接続とすることにより分離を容易化し、ダウンタイムを短縮した（図-7）。

(c) 調整式ブレードレールガイド

本開発機はブレードレールガイドに調整ボルト機構を追加した。これにより、従来機では必要であったシム調整が不要となり、ボルトによる短時間での調整が可能となった（図-8）。

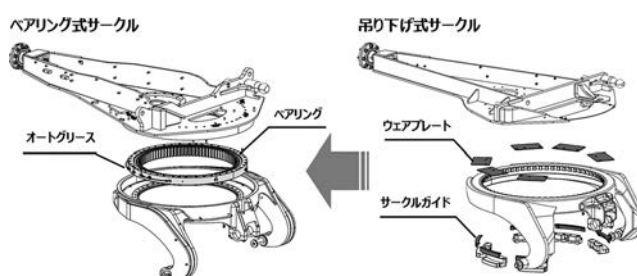


図-6 サークル構造比較



図-5 フレーム構造

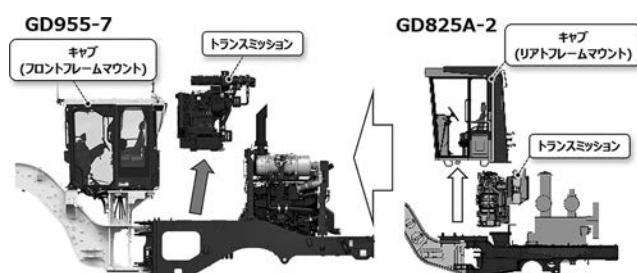


図-7 トランスミッション脱着性改善

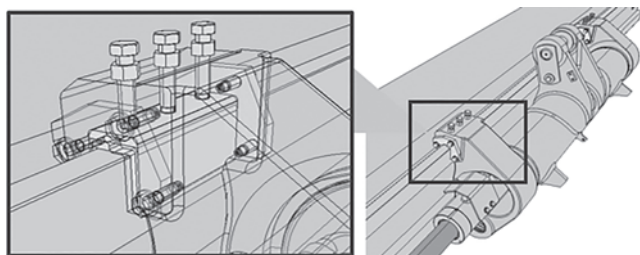


図-8 調性ボルト構造

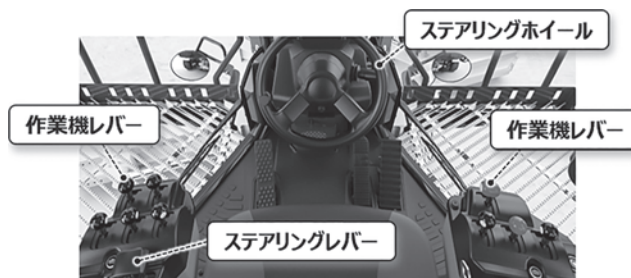


図-10 レバー配置

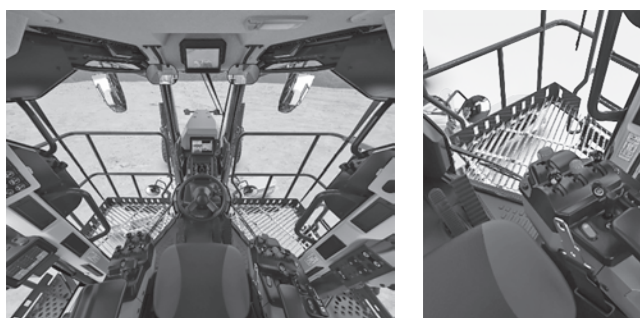


図-9 作業視界



図-11 オペレーターの手の動き比較

(3) 安全性・快適性の向上

(a) 安心・安全なキャブデザイン

従来機の ROPS 別体『4角キャブ』に変え、本開発機は『視界改善6角ROPSキャブ』を採用した。4角キャブではAピラーやフロアの前角部により、作業視界が遮られていたが、「視界改善6角ROPSキャブの採用」に加え「電気レバーの採用」により、抜群の視界性を確保した(図-9)。また、「ミラーの増設」や「KomVision 搭載」により、オペシートからの安全確認が確実に行え、高い安全性を求めるマイニング現場で安心して稼働できるキャブデザインとなった。

(b) 電気レバーの採用

機械式から電気式への変更により、作業機レバーのレイアウトの自由度が格段に向上した。作業機レバーをオペシート両脇に配置し、「作業視界の向上」と「快適性の向上」を同時に実現した。また回送用ステアリングホイールに加え、作業用電気式ステアリングレバーを左作業機レバーの近くに配置したことにより、ステアリングレバーと作業機レバーの同時操作が容易となり、持ち替え操作回数が従来機に対し大幅に削減した(手の動きが最大92%低減)(図-10, 11)。

(c) KomVision システム搭載

車体周囲に5台のカメラと5台のレーダーを配置したKomVisionシステムを搭載している。オペレーターは車体周囲の安全をモニタで確認できるとともに、レーダーが周囲の障害物を検知するとモニタをハイライトしブザーによって知らせることで発進時や積込場、給油所、整備工場付近などの低速走行時にオペ



図-12 KomVision モニタ表示

レーターを支援し、衝突事故防止・被害軽減に貢献する(図-12)。

(d) アクセス性向上

車格アップによりキャブまでの高さが高くなり、昇降時の負担が大きくなるため従来式に加え、後方から無理なくアクセスできる『リアエントリー仕様』をオプションとして準備した(図-13)。

(e) LED ランプ標準搭載

ヘッドランプ、作業灯、方向指示ランプ、リアコンビネーションランプにLEDランプを標準搭載し、長寿命、優れた視認性、経済性を実現した。解析ソフトを用いて、夜間視界性を検討し、光の反射を考慮した最適なランプレイアウトを達成した(図-14)。

(4) 整備性向上とマイニング装備の標準化

(a) オートグリース

工場装着の要望が多いオートグリースを標準装備とした。全給脂個所が自動化され、給脂個所が多く複雑な給脂作業を不要とした(図-15)。

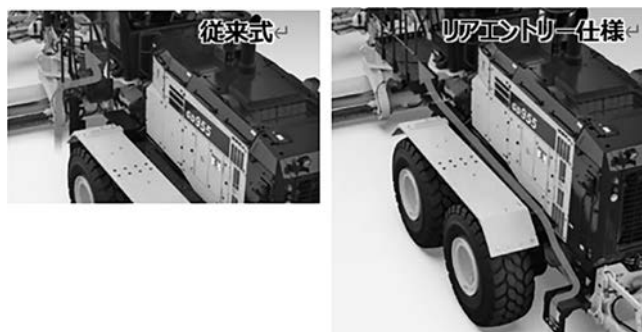


図-13 アクセス経路



図-14 夜間作業

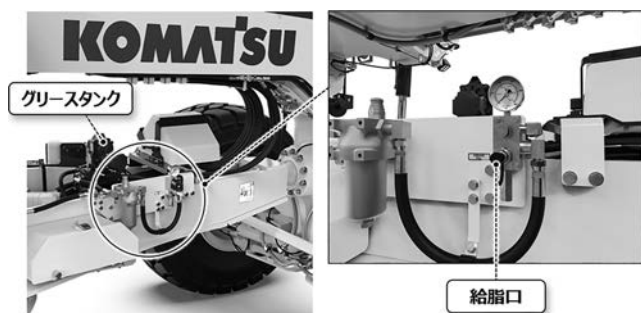


図-15 オートグリースタンクと給脂口（作業機上）

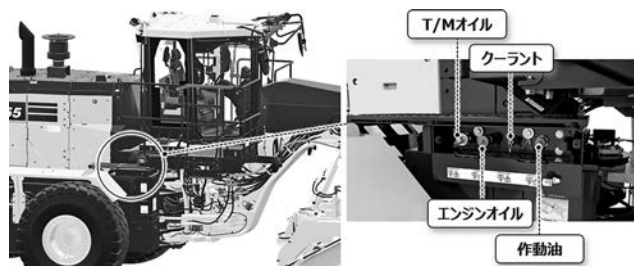


図-16 サービスセンター

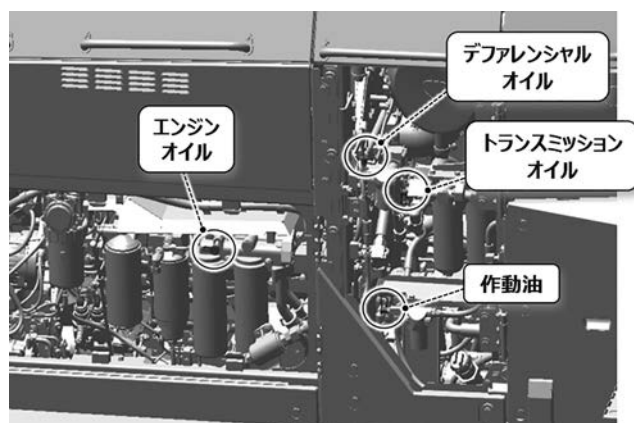


図-17 サンプルポート

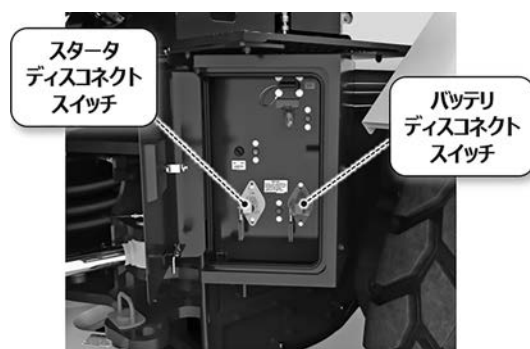


図-18 ディスコネクトボックス

(b) サービスセンター

エンジンオイル、トランスミッションオイル、クーラント、作動油の給油・給水ポートを地上から整備できる位置に集中配置し、交換作業を容易に実施できるようにした（図-16）。

(c) サンプルポート

車両のコンディション確認のため、オイルサンプリング専用のポートを装着した。エンジンオイル、トランスミッションオイル、作動油、アクスルオイルは加圧されているため、ポンピング不要で容易に採取が可能になった（図-17）。

(d) ディスコネクトスイッチ

整備作業時の安全性向上のため、バッテリーディスコネクトスイッチ、スタータディスコネクトスイッチを

標準装備した。これらを車両左側アーティキュレートヒンジ周辺に配置し、容易なグラウンドアクセスを可能にした（図-18）。

(e) Komtrax Plus による車両管理

マイニング向け大型機械の管理システムとして搭載されている「Komtrax Plus」をモーターグレーダーで初めて搭載した。更に作業機シリンダに圧力センサーを追加し、作業の種類や稼働状態を把握できるようにした。衛星通信経由により、遠隔地からでも車両の「健康状態」「稼働状態」を把握できるため、機械のトラブルを未然に防止できると同時に車両管理業務の効率化が図れるようになった。

(f) フィルター一極集中配置

主要なフィルターを車体右側のサービスドア内に集

中搭載することでサービス作業時の移動量を削減し、フィルター交換を容易化した（図－19）。

（g）湿式パーキングブレーキ

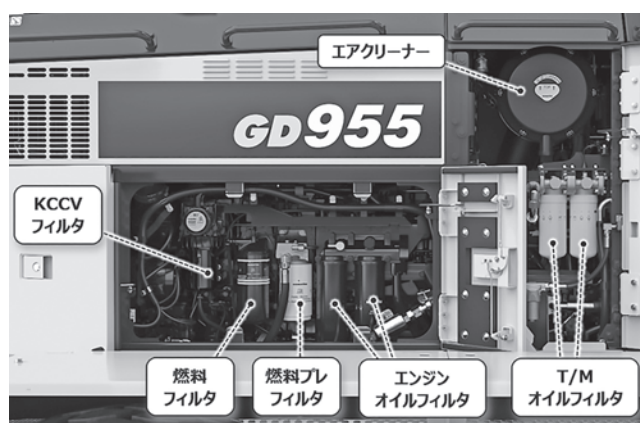
パーキングブレーキは、不具合が多かったエア作動による「乾式ディスクブレーキ」からサービスブレーキ兼用の「湿式多板ディスクブレーキ」に変更した。ブレーキ容量や信頼性を向上しメンテナンスフリー化した。

4. おわりに

本機は、従来機から30年ぶりのモデルチェンジ、かつ初めてのマイニング専用モーターグレーダーとして開発してきたため、製品コンセプトだけでなく、品

質確認方法についても関連部門と協議を重ね作り上げてきた。大変な苦労もあったが、最終的に規制対応だけでなく、マイニング現場で求められる性能や耐久性、装備を織り込むことができた。従来機以上にお客さまから評価され、長く使用される機種になると確信している。現在、さまざまな地域・国に出荷され、順調に稼働を続けている。今後もお客さまに満足いただき、信頼を築いていけるようサポートしていきたい。

JCM A



図－19 フィルターレイアウト

【筆者紹介】

関谷 茂夫（せきや しげお）
コマツ
開発本部 車両第一開発センタ
第一開発グループ
TM



原田 宗雄（はらだ むねお）
コマツ
開発本部 車両第一開発センタ
第三開発グループ
ATM



米 俊宏（よね としひろ）
コマツ
開発本部 車両第一開発センタ
第三開発グループ
技師

