

製品紹介

モータグレーダ GD655・675-6

Motor Grader GD655 and 675-6

坂井 幸尚
Yukihisa Sakai

GD655/675-6 はグレーダ初の Tier4 規制対応車として Tier4Final/EUstage4/日本国内 2014 年規制（以下 Tier4Final）に適合させ、北米、欧州、日本国内への販売を開始した。

特に日本国内仕様は 2013 年のグレーダ国内販売中止以来 2 年ぶりの復活となった。
この車両の技術を紹介する。

The GD655/675-6 series is the first motor grader model which conforms to the Tier 4 Final/EU stage IV/Japan 2014 regulation (hereinafter "Tier 4 Final"), and has been launched to North American, European, and Japanese markets.

In particular, the Japan model is the revival of the grader since its discontinuation in 2013, 2 years ago.
The technology of this machine is introduced here.

Key Words: モータグレーダ, 排出ガス規制, 除雪, デュアルモードトランスミッション, 低燃費, 視界, 安全, ICT



図 1 日本国内土工仕様



図 2 北米仕様

1. はじめに

GD655/675-6（以下 6 型）の開発開始時点では排ガス規制対象地域向けのコマツモータグレーダは北米、欧州には 2009 年に市場導入した GD655/675-5（以下 5 型）を販売する一方、日本国内には一世代前の GD655-3（以下 3 型）を販売していた。

グレーダは商品寿命が長いことから排ガス規制の過渡期にあたる Tier4Interim/EUstage3B/日本国内 2011 年規制対応はスキップし、Tier4Final 対応として、日米欧の世代を統一し、日本国内向けは 2013 年に販売中止となった GD755、GH320 の代用も考慮した 6 型の開発を行った。

後処理装置搭載や安全規制対応を行い、フルモデルチェンジの開発となった。

【開発機】 6型に統一	日本	GD675-6	←	【旧型機】 国内は3型	日本	GD655-3E0/Y0 2013年生産終了
	北米	GD655-6			北米	GD655-5
	欧州	GD675-6			欧州	GD675-5



図3 機種統合

2. 開発の狙い

6型の開発にあたっては、5型をベースにディメンションや主要コンポーネントの変更はせずに、排ガス対策エンジンへの換装とこれに伴う補機類や制御システムの一斉更新、安全基準の対応を目的とした変更を行った。

一方、日本国内向けは前述のとおり、3型からのフルモデルチェンジとして導入となるため6角キャブによる視界改善や出力アップなどによって商品性がアップした。

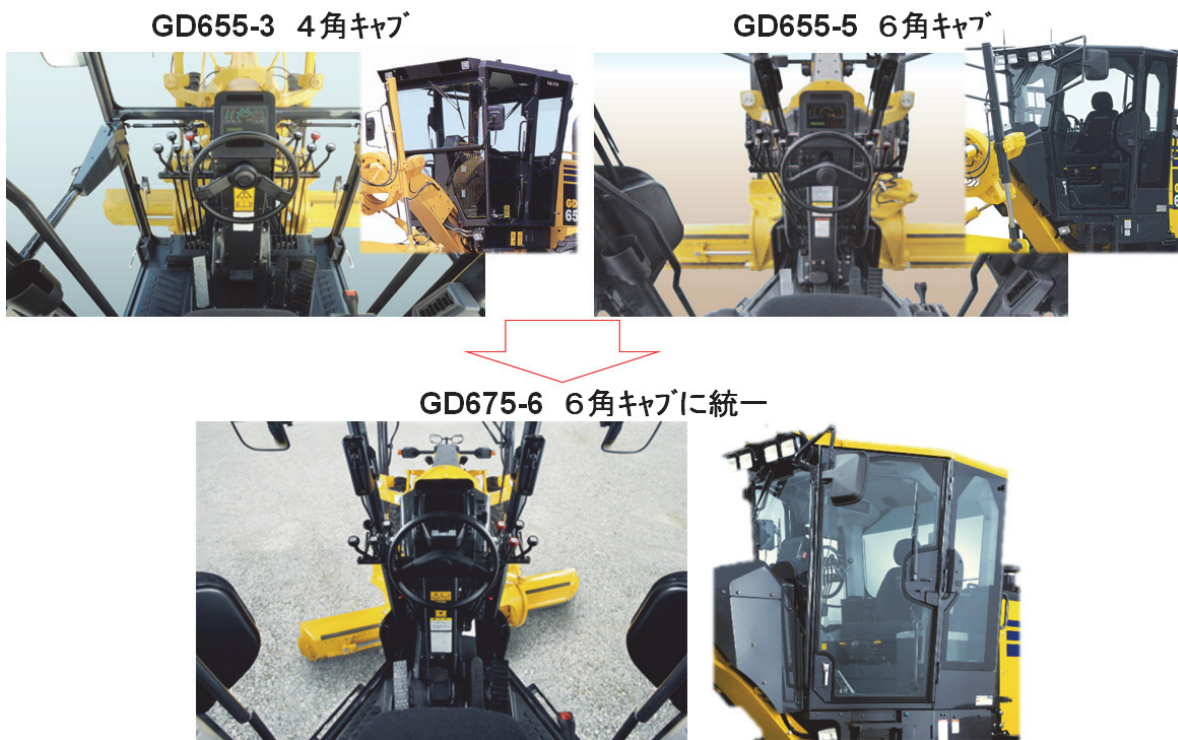


図4 キャブ変更

機種名は従来、欧州では GD675 北米や日本は GD655 として販売していた。6 型も海外はこれにならったが、日本向けは GD675 に変更した。

6 型では日米欧の 3 仕様をできるだけ統一し、日本国内の保安基準対応部品を除けば、ほぼ同じ仕様の車両を 3 地域に販売できるようにした。

仕様統一の例

- ・ EU 規制車のみ装着していた作業機レバーロックを全仕様展開
- ・ オプション弁、オプションレバーを標準装着とした
- ・ ブレードアキュムレータ、ブレードフロートのレス仕様を廃止
- ・ 日本仕様固有の作業機レバー配列やドローバシフトシリンダ配置を海外仕様と統一

上記の作業機レバー配列は、従来日本国内向けだけが他と異なっており、同じ機種に海外仕様と日本仕様の二種類の部品が存在した。現在のクローズドセンタロードセンシングシステム (CLSS) を採用した油圧系は同時操作時の油圧干渉の配慮は不要である。そのため、同時操作するレバーを片手で二本ずつまとめて操作できる海外仕様のレバー配列 (グローバルパターン) の方にメリットがあり、6 型では国内外のレバー配置をこれに統一した。尚、作業機コントロールはいわゆる「直引き」と呼ばれる、リンクを介してレバーでバルブスプールを直接操作するメカニカルタイプを踏襲している。

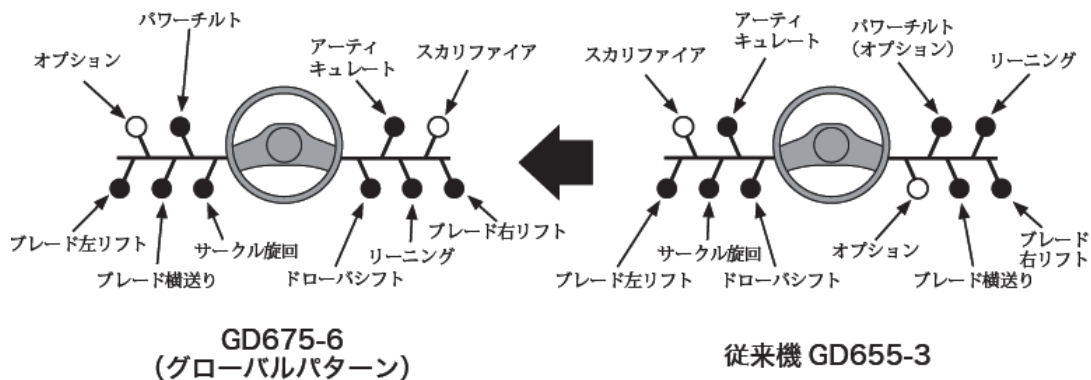


図 5 作業機レバー操作パターン共通化

他にもエンジンフードは仕向地によって装着する灯火器が変わっても共通使用できるように海外用、日本国内用両方の取付け穴をあけておくなどの考慮をした設計としている。

あわせて従来の日本仕様は北米仕様と比べると作業機の仕様や快適装備で違いがあったが、仕様統一したことにより日本国内仕様の機能向上も図られた。

グレーダではアフターマーケットの情報通信技術 (ICT) 機器が普及しているため、TOPCON 社製の 3DMC 機器装着を容易にするため、取付け座装着や配線穴プレカットを折り込んだ“装着可能 (Provision) 仕様”も設定している。

3. 主な変更点

3.1 Tier4Final対応

(1) エンジン

5 型と同じく SAA6D107 エンジンを採用し、規制適合のため可変出力制御 (VHPC) は 134, 149, 163kW とした。

燃費はエンジン単体で 5 型比約 5% 向上しており、さらに 5 型から採用したエンジンパワーモード切り替え機能で燃費重視の E モードを選択することも可能である。

E モードでは作業時に使用する F1~F6 速でエンジン回転の上限制御を行い、作業時の実用燃費を低減している。

グレーダ作業は多くの場合で負荷が小さいため、フルアクセルのまま作業を行うとエンジン最高回転を常用してしまい燃料消費率が悪化してしまうが、エンジン回転数上限の頭打ち制御を行い、アクセル全開にしても必要以上にエンジン回転が上がらなくすれば、オペレータに意識させることなく燃費を向上させることが可能である。

	P Mode		E Mode	
	AUTO	MANU.	AUTO	MANU.
F1	134	134 (182)	134 (182)	134 (182)
F2	(182)			
F3	149 (203)	149 (203)	134 (182)	134 (182)
F4				
F5				
F6	163 (222)	163 (222)	163 (222)	163 (222)
F7				
F8	(222)	(222)	(222)	(222)

	P		E	
	AUTO	MANU.	AUTO	MANU.
F1	134 (180)	134 (180)	108 (145)	108 (145)
F2	(180)			
F3	149 (200)	149 (200)	134 (180)	134 (180)
F4				
F5				
F6	163 (218)	163 (218)	149 (200)	149 (200)
F7				
F8	(218)	(218)	(200)	(200)

図6 5型から6型への馬力設定変更

(2) 排気後処理装置マウント

排ガス規制対応のためにはコマツディーゼルパーティキュレートフィルタ (KDPF), 選択還元触媒 (SCR) などの排気後処理装置搭載が必要になる。6型は後方振り返り時のエンジンフード高さによる圧迫感や視界悪化, さらにはエンジン本体の整備性悪化を避けるため, 排気後処理装置をエンジンとクーリングユニットの間に配置し, エンジンフードの最大高さはTier3の5型と変えないことを目標とした。

このレイアウトにより排気後処理装置の長さ分リアオーバーハングが伸びたが, 伸びたスペースにはAdBlue®*タンクを収めることで全長増加を有効に利用し, エンジンフード前側は5型と変わらない高さとする事ができた。後方視界は6型から標準装備としたリアビュモニタで向上している。

(3) トランスミッション

トランスミッションはオートマチックとマニュアルをスイッチで任意に切替え可能なデュアルモードトランスミッションを採用している。5型同様にマニュアルモードでもエンスト防止機能によりエンストの心配がないため, 負荷を気にせず作業に集中が可能である。

また, トルコンモードの1速, ローアイドルングではクリーブ制御により, 約1km/hの一定速度を維持するため, 仕上げ作業の速度調整が容易である。



図7 エンジンフード内配置

(4) AdBlue®*タンク

AdBlue®*タンク搭載にあたっては, 道路機械としての使い勝手を考慮して地上から補給できることを必須条件として前述の通り車体後端にタンクを搭載, 補給口はその右側に配置した。

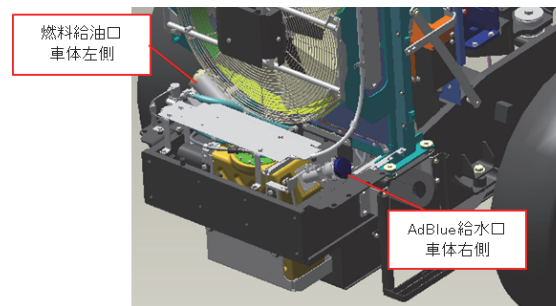


図8 AdBlue®*タンク配置

* AdBlue®はドイツ自動車工業会 (VDA) の登録商標です

3.2 モニタパネル開発

Tier4Final 化に伴い増加した表示項目への対応や、表示切替機能に対応するため、モニタパネルは従来のモノクロ液晶に代え 7 インチカラー液晶ディスプレイ (LCD) を採用した。

グレーダのモニタパネルは作業視界の邪魔にならないように、コンパクトなステアリングポストに収める必要があるため、エンジン回転数、走行速度表示を LCD モニタ本体に表示し、インジケータ用の LED ユニットもグレーダのステアリングポストに合わせて別体構造にするなどグレーダ用に最適のモニタを構成することが出来た。

LCD モニタ通常画面の中央にはグレーダ独特のアーティキュレートインジケータ (車体の屈折状態表示) を配しており、コマツのタイヤ系建機共通の意匠を取り入れながらグレーダの使い勝手を考慮したものとすることができた。



図9 高精細 7 インチ液晶モニタ

3.3 作業機ウェアプレート樹脂化

作業機を保持するドロバと、その下のサークルと呼ぶ回転可能部分の間にはウェアプレートという、従来は金属製の摺動材が挟まれている。6 型では、このウェアプレートを樹脂化してウェアプレートの摩耗寿命向上とサークル回転時の摺動抵抗低減を図った。

自己潤滑性のある樹脂に繊維を含有させ強化した複合樹脂を採用したことにより、摺動部へのグリス給脂無しでも使用できるうえに、自己潤滑性があるため部品摩耗が減少した。その結果作業機隙間調整の整備間隔も延長可能となり、金属から樹脂への材質変更により、プレート 1 枚当たりの重量は従来の 1/6 に軽減され取り扱いも容易になった。

このような樹脂部品の適用拡大によりメンテナンス容易化も可能になると考えている。

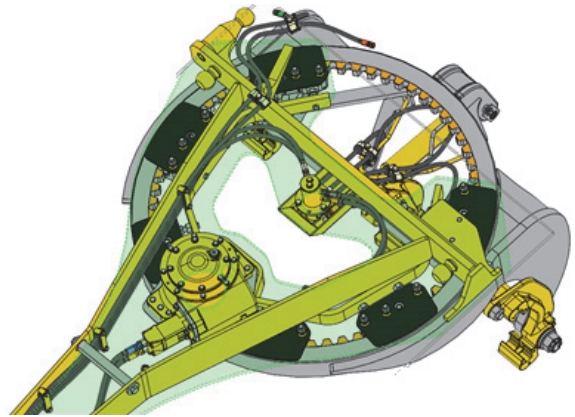


図10 作業機とウェアプレート

4. 除雪グレーダ

4.1 除雪仕様設定

前述の通り、日本国内向け除雪グレーダとしては標準仕様の 3.7m ブレードが対応する 3.7m 級に加え、上位の 4.0m 級、4.3m 級の代替も考慮した仕様が必要となり、従来は海外専用として設定していた 4.3m ブレードを日本国内仕様に設定することとした。3 種類のブレードの選択で 3.7m 級、4.0m 級、4.3m 級除雪グレーダ規格に対応できることとなった。

除雪グレーダとしては前窓熱線、雪用ワイパや散光式警光灯などの除雪用指定装備に加え、エンジン吸気への雪の吸込みを防止するスノープルーフや熱線付サイドミラーを装着し寒冷地での除雪作業に対応している。



3.7m級除雪グレーダ
オプション:4.0m,4.3mブレードを用意

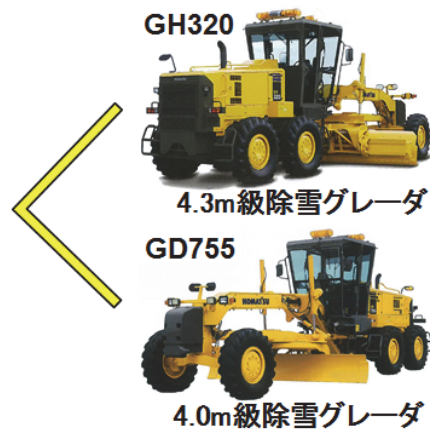


図 11 除雪グレーダ

4.2 除雪グレーダの1名乗車化

従来、日本国内の除雪用グレーダは規定でオペレータと助手の2名乗車が必要であったが、2名乗車できる仕様を設定するために、土工標準車の視界性や機器レイアウトを犠牲にせざるを得ず、また2名キャブでは構造上転倒時運転者保護構造が設定できないこともあって除雪車の1名仕様化を従来から待望していた。

コマツでは近年のグレーダの装備の進歩（オートマチック T/M 標準化やクラッチ式サークル回転機の普及）で操作が容易になったことに加え、新型グレーダでの視界改善を前提に土工用グレーダと除雪専用グレーダを共通化することを目的とした除雪グレーダ1名化の働きかけを行ってきた。

1名化のためには、十分な視界確保と助手に代わる新たな技術を組み合わせる必要があり、側方カメラの搭載や双方向通信システムの搭載を検討し採用した。

これらの装備を装着することにより、6型の開発途中で除雪グレーダはオペレータ1名での運用が認められ、除雪仕様も1名仕様に統一することが出来た。



図12 寒冷地テスト



図13 除雪タイプテスト

4.3 除雪用オプション機器

除雪 1 名化のために追加設定された機器を紹介する。

これらの機器は販売店オプションとして設定しており、仕様を問わず装着可能である。

(1) 側方カメラ

標準装備のリアビューモニタに加え、追い越し車両や、周囲の確認をするための側方カメラを設定した。標準のカメラはエンジンフード後端に装着されているが、側方カメラはキャブ上部に装着し、追加したモニタに左右画像を同時に表示している。これにより、前方を見て作業しているときにも、モニタを使用して後方周囲の状況を確認可能である。

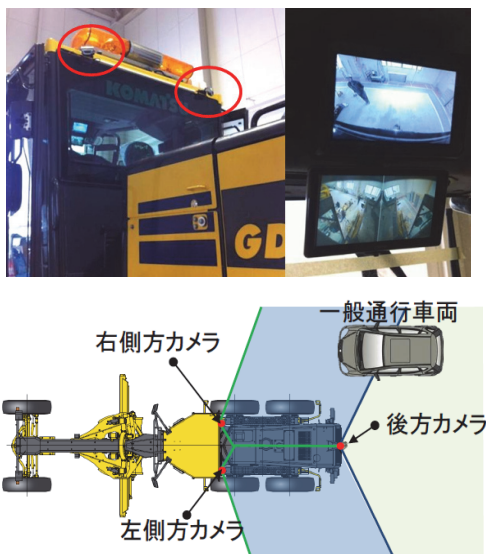


図 14 側方カメラ（キャブ上部丸印が追加カメラ、モニタは下段が側方用）

(2) 双方向同時通信システム

オペレータ 1 名で作業するためには、周囲からの安全確認や、梯団を組む他の車両とのコミュニケーションが重要であり、これを実現するための手段として双方向同時通信システムを設定した。これはグレーダの搭載した親機と、他の車両のオペレータが装着した子機から構成される。従来のトランシーバと異なり 4 名が同時に会話できる装置で、別々の車両に乗っていないながら、あたかも顔を合わせているかのように会話ができる。

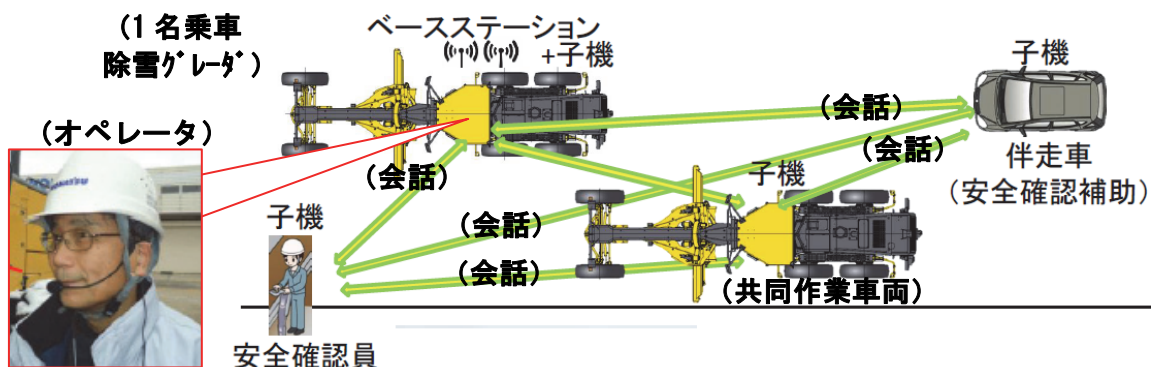


図 15 双方向同時通信システム

5. おわりに

6型の開発は、排ガス規制対応が遅れていたグレーダとしては一足飛びの進化であり、その結果大型特殊車両としては国内初の2014年規制対応車となった。また、本稿に挙げた技術のほかにも各部にノウハウや市場の声を織り込むことが出来た。

今後も新技術の採用に向けて検討を行い、より使いやすいグレーダを開発していきたい。

表1 国内仕様主要諸元

項目	機種	国内仕様主要諸元	
		GD675-6 土木仕様	GD675-6 除雪仕様
運転質量	kg	17845 (3.7m ³)	18285 (3.7m ³)
			18355 (4.0m ³)
			18485 (4.3m ³)
エンジン名称	コマツSAA6D107E-3		
型式	水冷4サイクル直噴式、ターボ、空冷アフタクーラ、EGR		
定格出力(ネット) (JIS D0006-1)	kW/min ⁻¹ (PS/rpm)	1~3速: 135 / 2000 (183 / 2000) 4~6速: 150 / 2000 (203 / 2000) 7~8速: 163 / 2100 (221 / 2100)	
全長/全幅/全高	mm	9510 / 2410 / 3175	9765 / 2410 / 3410
ブレード長さ×高さ×厚さ	mm	3710×545×19 (3.7m ³)	3710×545×19 (3.7m ³)
			4010×545×19 (4.0m ³)
			4265×580×25 (4.3m ³)
最高速度	km/h	前進8速 48.5 後進4速 40.3	

筆者紹介



Yukihisa Sakai

坂井 幸尚

1995年、コマツ入社。

開発本部建機第2開発センタ

グレーダ開発グループ チーム長

【筆者からひと言】

日本国内では3型の発売中止以降、特に除雪向けとしてグレーダが購入できなくなったことによるインパクトは想像以上に大きく新聞報道などでも話題になりました。そのため、とにかく早く新しいグレーダを市場に届けたい一心で困難な開発を乗り越えてきました。この開発に協力をいただいた皆様に感謝します。

そして海外はもちろん、日本の各地でGD675-6が活躍し、皆さんのお目にかかることを期待しています。