

## 製品紹介

### GALEOシリーズ 除雪モータグレーダ GD755/GH320

#### Introduction of GD755/GH320 GALEO Series Snow-Removal Motor Graders

井口 慎治

Shinji Iguchi

1983年に発売を開始したGD705A-4A除雪モータグレーダを22年ぶりに、また1990年に建設省開発プロジェクトとして5年間の共同研究を経て開発発売を開始した高速圧雪整形機GH320-2を15年ぶりにフルモデルチェンジし、新しい時代のニーズにこたえるべく、最新技術を織り込んだGD755-3, GH320-3の2機種を市場導入したので紹介する。

GD705A-4A snow removal motor grader, which has been marketed since 1983, and GH320-2 high-speed compacted-snow removal grader, which was developed and marketed after 5 years of joint study as a development project of the Ministry of Construction that started in 1990, were fully model-changed after 22 years and 15 years, respectively, to incorporate advanced technologies and thus meet the needs of new age. They are marketed as models GD755-3 and GH320-3. This report introduces these new models.

*Key Words:* Motor Grader, GD755, GH320, Snow Removal, Product Introduction, Snow Removal Attachment, Variable Horsepower, Dual Mode Transmission, Tier2 Emissions Regulation, CLSS Hydraulic System, Hydraulic Control Brake System, Steering System with Quantity Amplifier

## 1. はじめに

コマツGD700系(ブレード長さ4mクラス)モータグレーダは国内においてはほぼ100%官庁除雪に使用され、道路除雪の主要機種として冬場の交通手段確保の社会的使命を果たしている。国内市場は年間70台前後と決して大きくないが、販売後の補給部品販売を含めDBに必要な不可欠な機械となっており、また官庁から厚い信頼を得ている。排ガス2次規制の対応を機会に新しい時代のニーズを先取り織り込みし開発したので、その概要を紹介する。(写真1)



写真1 GD755全体写真

## 2. 開発コンセプト

品質では既に発売している中型GXXモータグレーダ(GD 655/ GD 675/ GD 555)が世界最高水準となっており、同一コンセプトを踏襲した。ただし、20年ぶりの本格的なモデルチェンジであるため、性能アップによるコストアップをどのように抑えお客様にリーズナブルな価格で提供できるかを課題とした。

以下に基本コンセプトを列記する。

- (1) 排ガス2次規制対応  
環境に配慮したクリーンエンジンと低騒音
- (2) 運転操作性の向上  
オートマチックトランスミッション(自動変速)によるオペレートの容易化
- (3) 作業能力の向上  
バリエブルホースパワーによる作業スピードのアップ
- (4) 信頼性の向上と安全への配慮  
全油圧ブレーキシステム、フェースシール、DTコネクタの採用とエマージェンシステアリング標準装備

(5)整備 / 運用性の向上

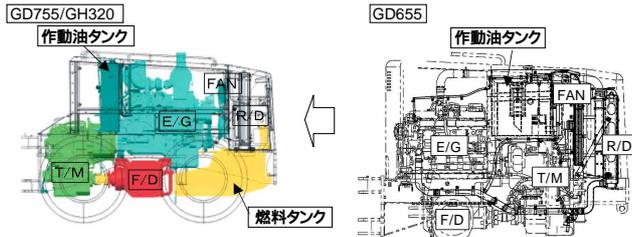
機械モニタの採用とエンジンオイルのロングドレイン化、及びKOMTRAXのオプション準備

(6)多彩な除雪アタッチメント

各地域の雪質に合わせた除雪アタッチメント

コストアップを抑えるためにパワーラインの構成は中型とは異なりトランスミッションを車体前方側に配置する工夫によりシステムの簡素化をはかった。

その結果として、大型燃料タンク(416)を車体下部に配置でき給油性の改善も達成できた。(図1)



中型GXXと思想を合わせているが、パワーラインの構成についてはT/Mを車体前方側に配置(中型は後方配置)として構成の簡素化と地上からの燃料給油を可能とした。

図1 パワーライン構成の比較

さらに道路走行車両としての安全性への配慮のためブレーキシステムを空圧から全油圧に変更し、油圧配管はフェースシールとした。

GD755は高速除雪化の要望にこたえ、旧型機に比べ除雪能力の大幅向上をパリアブルホースパワー(VHP)を採用することにより達成した。

特に先行している技術はロックアップトルコン付きトランスミッションの採用による自動変速とダイレクト/トルコンパータモード(トルコンモードと記す)選択である。

ダイレクトモード及びトルコンモードをオペレータが任意に選択できるシステムは、世界中でコマツのみのユニークなシステムとなっている。

3. 主な特徴

3-1 排ガス2次規制対応

3-1-1 Tier 対応のSAA6D125E-3を搭載

(1)大容量燃料フィードポンプ装着のSAA6D125E-3を搭載し、排ガス2次規制への対応とサービス性改善を図った。また、GD755はエンジンコントローラに220HPと250HPの2種類の馬力カーブを持たせVHP対応可能とした。

(2)GD755とGH320のエンジンを同一アプリケーションで構成することにより補給性の向上にも配慮した。

3-2 運転操作性の向上

3-2-1 ロックアップトルコン付きトランスミッションの採用

(1)中型GXXと同一思想で、既にUSA市場で高い評価を得ているトルコン付きトランスミッションを搭載した。(図2)

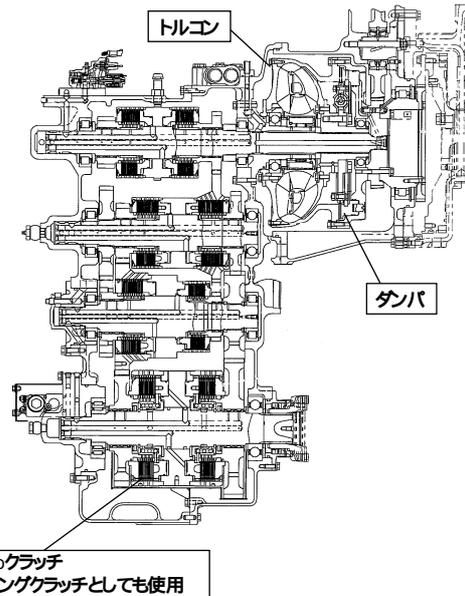


図2 8速ロックアップトルコン付きトランスミッション

グレーダ用トランスミッションにはヨーロッパ車ではトルコンが採用され、USAおよび日本ではダイレクトが採用されていた。どちらのシステムが作業性で勝るかは賛否両論があり、GXXではトルコンでもダイレクトでもモード切替で使用可能とした。日本ではオペレータ経験の長い人ほど馴れからダイレクトを好む傾向があるが、若いオペレータは使いやすいトルコンを好む。除雪に関しては、冬季間(3ヶ月)のみ操縦する人が増えており操作が簡単なトルコンが優位である。今回のモデルチェンジではトランスミッションの操作性向上をダントツの目玉としている。

(2)トルコンモードで中速度段以上は自動変速機能をもたせ、除雪作業時のオペレータ疲労の軽減をはかった。

複雑な作業機操作と変速操作を一般通行車両に混じったなかで実施することはオペレータにとって大きな疲労の原因となっている。(図3)

トルコンと自動変速はオペレータの変速操作を軽減し安全性も高めている。

オペレータは走行レバーの他に各アクチュエータのコントロールを道路状況に合わせて実施している。

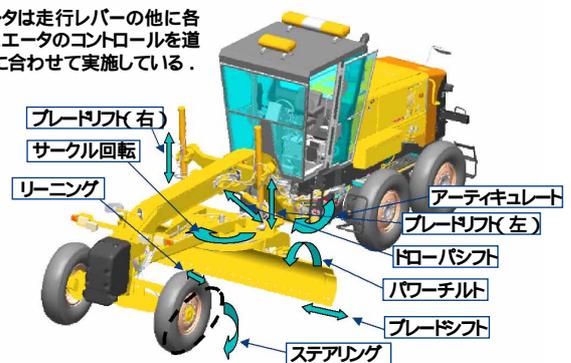


図3 グレーダのオペレーション

(3)トランスミッションはメカニカルダンパ内蔵式とし、コマツ製ダンパを新技術として開発し搭載した。

エンジンとトランスミッションを直結するバックボーン方式としたため、ハウジング内温度上昇を考慮しメカニカルダンパを採用し信頼性向上に配慮した。

3-2-2 油圧システム

(1)作業機・ブレーキ・ステアリングを一つの可変ピストンポンプで制御する統合型のCLSSシステムを採用した。(図4)

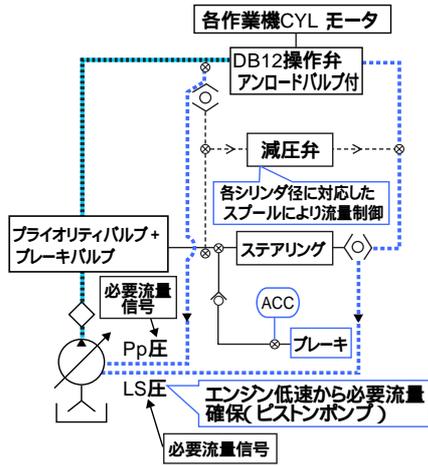


図4 油圧回路

従来機はギアポンプを採用していたため、エンジン回転により作業機スピードが大きく変化していた。ピストンポンプによりエンジン低速から高速まで作業機スピードの変化を抑えたため、オペレータの作業機コントロール感覚を一定とし操作の容易化がはかれた。(図5)

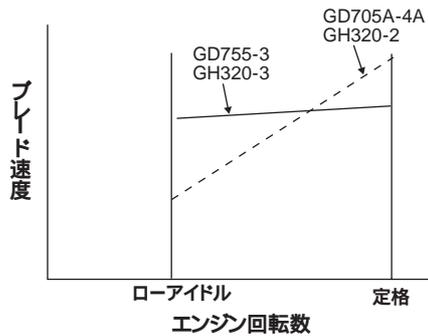


図5 作業機スピード

(2)DB12操作弁の開口面積をシリンダのヘッド・ボトム面積比例とし、エンジン低速から高速までの作業機一定スピードを確保した。また、定比配分機能により複数作業機レバーの同時操作時にも下流の操作弁の確実な作動を保証し、前述の冬季間専門のオペレータにも早くグレーダの作業感覚が戻るよう配慮している。

3-2-3 キャブ内の騒音低減

フロントフレームマウントキャブの採用によりエンジンルームおよびトランスミッション、油圧ポンプから運転室を隔離しキャブ内の騒音を軽減させた。(図6)

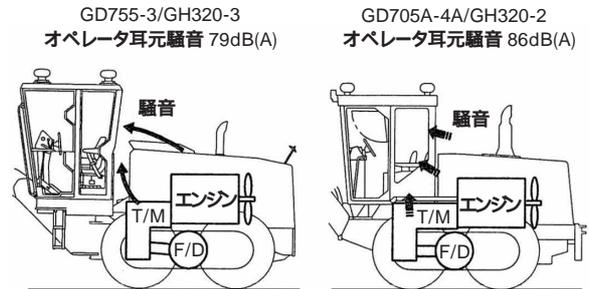


図6 キャブ内騒音比較

3-2-4 前方/作業視界の向上

ガラス面積の大きいGXXキャブの採用により視界範囲を15%向上させた。(図7)

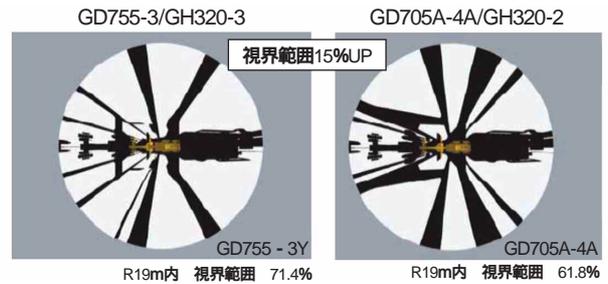


図7 視界範囲比較



写真2 GXXキャブ

3-3 作業能力のアップ

3-3-1 バリアブルホースパワー(VHP) GD755  
(GH320 は固定馬力)

燃費削減とタイヤ寿命増加を目的にバリアブルホースパワーをGD755に採用した。

エンジンコントローラにHi(250HP)とLo(220HP)パワーの2種のカーブを持たせ、トランスミッションコントローラとの会話により低速度段ではLoカーブを、高速速度段ではHiカーブを選択させた。低速度段ではタイヤスリップによる燃費・タイヤ摩耗軽減を目的としている。また、高速速度段では除雪速度アップによる作業量の向上および回送時の加速性向上をはかっている。(バリアブルホースパワーの説明については、技報2001年1月のGD655商品紹介で説明しているため割愛する。図8は北海道江別市にて社団法人 日本建設機械化協会が実施した除雪タイプテストの結果である。GD755は従来機GD705Aに比べ1.4倍の除雪能力を発揮している。

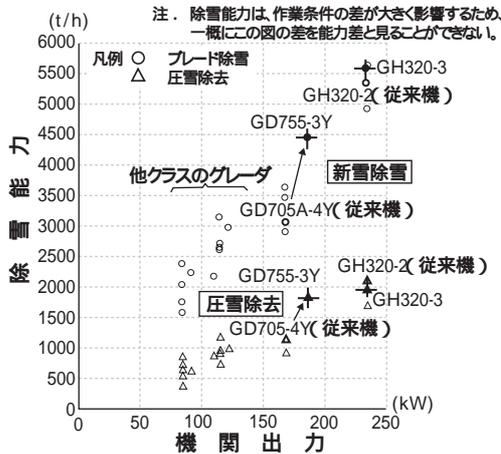


図8 除雪能力

3-4 信頼性の向上と安全への配慮

3-4-1 ブレーキシステム

全油圧ブレーキシステムを採用し信頼性・整備性を向上させた。従来機はエアシステムを採用していたが、モデルチェンジ車は全油圧ブレーキシステムを採用した。エアシステムではドライヤ装備でも冬季間の回路内の結露、および空気中のダストによる機器への影響を配慮する必要があった。全油圧システムとすることで機器の信頼性向上とタンク内のメンテナンス等の手間を削減した。

3-4-2 燃料タンク

燃料タンクをリアフレーム下部に配置し地上給油可能とし、給油時の安全性に配慮した。(図9)

従来機は給油時にノズルを持ってタンデムに乗り作業する必要があったが、タンデム上は雪や泥が溜まりやすく凍結している場合は滑る可能性もあった。地上給油により安全に作業可能となった。

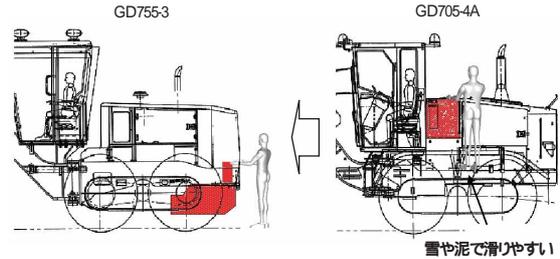


図9 燃料給油比較

3-4-3 エマージェンシーステアリング

Q-Amp 付きオービットロールの採用により、エンジン停止時でも一時的にステアリング操作可能とした(図10)

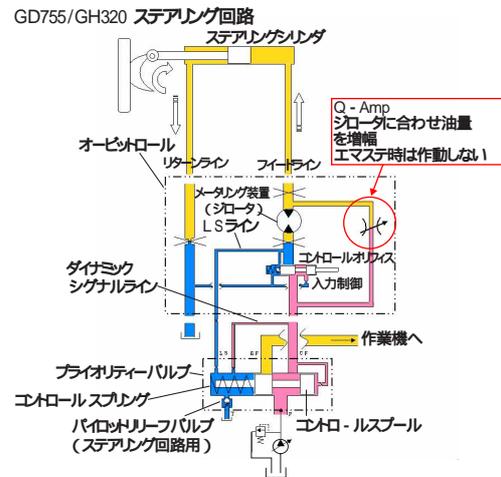


図10 ステアリング回路

通常時はオービットロールのジロータ回転に合わせ Q-Amp 回路が増幅してシステムに必要な流量を供給する。

緊急時はジロータの供給する流量でステアリングをコントロールさせるシステムである。

3-4-4 その他の配慮

(1) 油圧システムに O-RING フェースシール採用

道路走行車両のため道路への油流失は少量でもあってはならない事である。フェースシールに変更することで信頼性をさらに高めた。

(2) 電気システムに DT コネクタ採用

道路に撒かれた融雪剤や舞い上がった雪の影響を最小とするため、シール性の高い DT コネクタを採用した。

3-5 整備性 / 運用性の向上

3-5-1 機械モニタパネル

16桁×2行の機械モニタをステアリングポストパネルに配置し整備性に配慮した。(写真3)

<表示内容>

- (1)サービスメータ & 走行距離積算
- (2)アクション表示
  - ・車両状況 / メンテナンス指示
- (3)故障コード表示
- (4)サービス機能
  - ・リアルタイムモニタ
  - ・エンジン減筒モード
  - ・調整機能
  - ・オプション選択機能
  - ・強制ローアイドル固定機能
  - ・トルコンストール機能



写真3 新型モニタパネル

3-5-2 KOMTRAX

国土交通省の各地方整備局では独自の運行管理システムを搭載しているためKOMTRAXはオプション設定とした。

3-6 多彩な除雪アタッチメント / オプション

3-6-1 複合ブレード自動制御

ブレードに取り付けた振動センサの情報により路面に雪が残らないように、かつ最大の効率でブレード切削角と押し付け力を自動制御する複合ブレード自動制御をオプション準備した。(図11)装置の詳細は既に技報2002年2月にて紹介されているために割愛する。

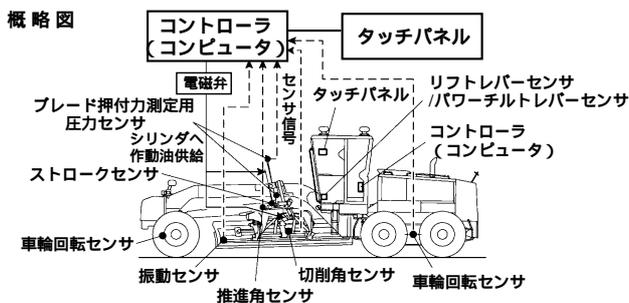


図11 複合ブレード自動制御

図12は除雪作業中にオペレータが作業機レバーを操作する回数を示す。操作の大半はブレード昇降操作であり、この操作が自動化されるとオペレータの負担を大幅に軽減できる事が判る。本装置によりブレード左右リフトの操作が不要となりオペレータの疲労軽減と除雪効率向上となっている。

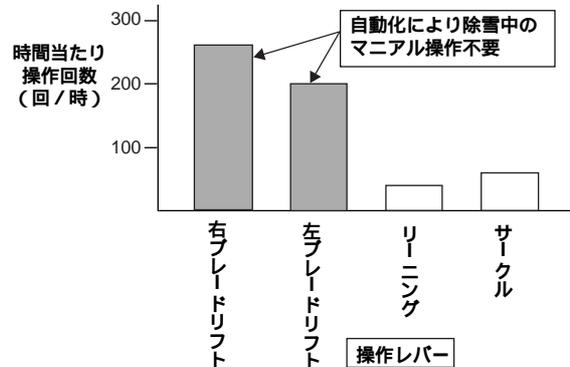


図12 除雪時間当たり操作回数

図13は北陸地区での稼働調査結果である。

作業速度がマニュアルに対し18%の向上、従来制御(後述の3-6-7の装置)に対し7%の向上が報告されている。

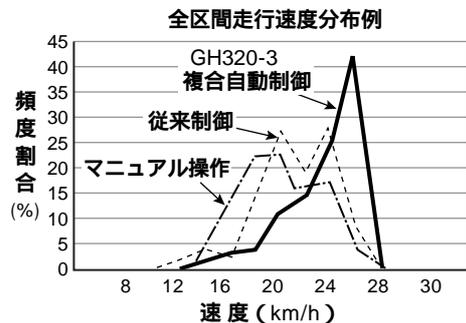


図13 複合自動制御によるスピードアップの一例

3-6-2 ブレード衝撃逃げ装置 (図14)

除雪作業中に道路構造物(マンホール、橋のジョイント、歩道境界の縁石)にブレードを接触させてしまうことがある。この時に通常ではサークル回転部に装着されたシャーピンまたはクラッチにてサークル回転をフリーとさせて逃げる機構をもたせているが、希にブレード中央部にかかった衝撃をサークル回転では逃げられず機械に損傷を与えてしまう場合がある。このようなブレード中央部に構造物が衝突した場合にサークル機構本体を後方上方に跳ね上げて衝撃をかわす装置である。

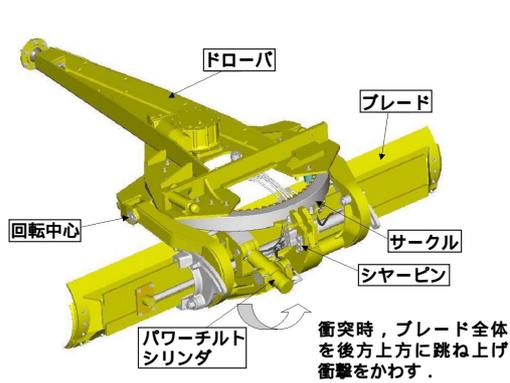


図14 ブレード衝撃逃げ装置

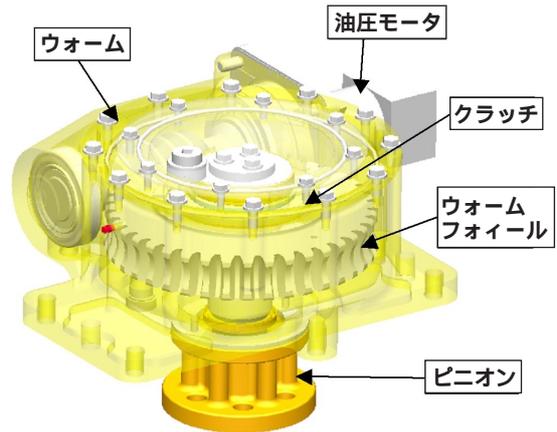


図16 クラッチ式サークル回転機

3-6-3 2枚ブレード装置(図15)

高規格道路においては交差点部に右折専用ラインを設けているところが多くある。このような交差点では除雪幅が広がるためワンパスでは処理しきれなくなり、数回の前後進にて処理するか除雪ホイールローダとペアを組ませ交差点処理はローダに任せることになる。除雪ブレードを2枚にして、広く除雪したい現場は2枚のブレードを左右にスライドさせることにより除雪幅を増やし、処理時間を短縮させる装置である。

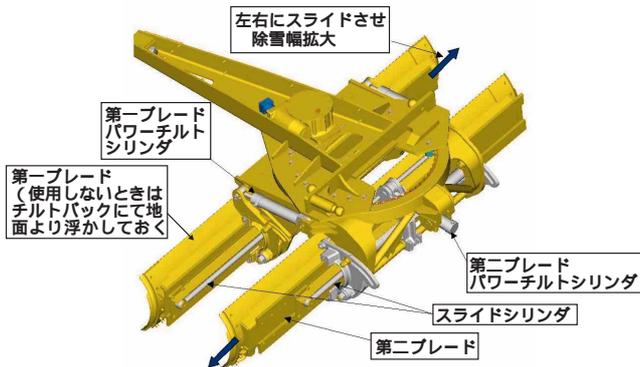


図15 2枚ブレード装置

3-6-4 クラッチ式サークル回転機(図16)

ブレード端部に加わる高負荷または衝撃荷重をサークルが逃げる方向に回転させることにより逃がし、オペレータおよび機械を守る装置である。シャーピン式回転機に比べ、クラッチ式サークル回転機は下記の利点がある。

衝撃 / 高負荷時に回転して逃げるが、衝撃 / 高負荷が回避されたところで回転が止まり復帰するため、シャーピン式のように切れた反動でブレードが後輪タイヤ又はタイヤガードを強く傷つけてしまう可能性が低い。

衝撃を回避した後が自動復帰のため、公道上において交通を規制しながら寒風の中でサークル回転部にシャーピンを交換する作業を実施しなくてすむ。

3-6-5 ブレードフロート(図17)

新雪除去では強いブレード押し付け力を必要とせず、作業機の自重のみで除去可能である。ブレードフロート装置を使用すると約3Tonの作業機自重で処理ができるためオペレータのブレード昇降操作を不要とし効率的な除雪が可能となる。ただし、新雪時のみ有効で通行車両に締め固められた圧雪には効果がない。

3-6-6 ブレードアキュムレータ(図17)

圧雪除去作業でブレードの押し付け力を保持させることで作業機昇降レバー操作回数を低減させ除雪効率を高める装置である。昇降レバー操作で適切に除雪できるブレード荷重となったところで本装置を作動させるとブレード荷重が保持できる。その後の操作は雪の取れ具合を見ながら適時昇降レバーで荷重を増やしたり減らせばよく、道路のワダチ(横断での凹凸)には自動で追従する。

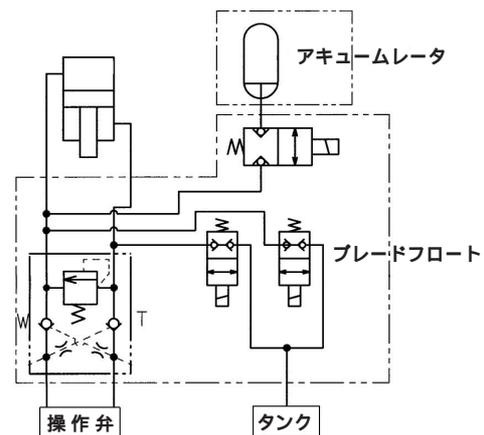


図17 ブレードアキュムレータ/フロート回路

### 3-6-7 ブレード自動制御

前述の複合ブレード自動制御およびブレードアキュムレータと似た機能を有している。複合ブレード自動制御との違いは昇降シリンダの制御によりブレード押し付け力のみをコントロールしておりブレードの切削角は制御しない。複合ブレード自動制御が除雪負荷を効率的な切削角で軽減し除雪スピードをアップさせる目的に対し、ブレード自動制御は複合ブレード自動制御の機能のうち、オペレータの技量に関係なくブレード左右に加える荷重を制御し、エッジの片減りを防止すると共に最適なブレード線圧を保持する部分に特化したシステムである。

### 3-6-8 粗面形成装置(岩崎工業 写真4)

アタッチメントメーカーの粗面形成装置を装着可能としている。本装置はブレードでの圧雪処理で走行路面が鏡面になり、後続の車両がスリップしてしまうことを防止するために、除雪面に傷をつける装置である。通常ブレード除雪作業と同時に車体後部に取り付けた本装置を作動させる。



写真4 粗面形成装置

### 3-6-9 シャッターブレード(岩崎工業, 協和機械工業 写真5)

アタッチメントメーカーのシャッターブレードを装着可能としている。交差点や民家の出入り口付近に除雪ウインドローを残さないように一時的に排雪をストップさせる装置である。

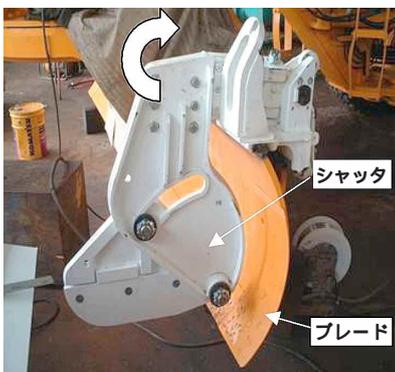


写真5 シャッターブレード装置

### 3-6-10 パワーチルト

雪の状況に応じてブレードの切削角を変更する装置である。一般的に硬い圧雪はブレードを起こしエッジを立てて圧雪への食い込み性を高める。逆にブレードを寝かすと排雪効率があがり除雪スピードを高める。

### 3-6-11 開発局向けブレード(GH320)

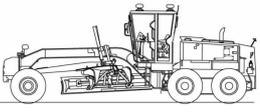
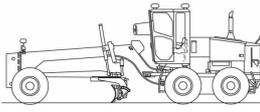
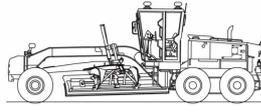
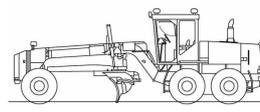
雪質は地方により異なり、例えば北陸は湿った重い雪が降り、北海道は軽いパウダースノーとなる。除雪作業ではブレード内での雪の巻きが雪質により異なり、かつブレードからこぼれる雪がパウダースノーであれば時には前方視界を妨げることとなる。特に高速で除雪処理を実施するために開発されたGH320には、地域に合わせた最適なブレード形状として開発局向けブレードが用意されている。

### 3-6-12 その他の主なアタッチメント及びオプション

- (1) 大容量ヒータ 8000kcal
- (2) デフ / デフロック
- (3) バンクカット
- (4) 大容量オルタネ - タ(140A), バッテリー(C200)

## 4. おわりに

GD755 クラスモータグレーダ市場は米国、中近東、日本の3地域に大きく分られる。現在は国内のみ発売されているが、品質は世界中で通用するものとなっている。日本のユーザのみでなく、世界中のユーザから好評を早くいただくよう更なる努力が必要と考えている。

機種	GD755-3Y	GD705A-4A(従来機)	GH320-3	GH320-2(従来機)
項目				
エンジン	SAA6D125E-3 164~186kW(223~254PS) 可変出力(リアプルホースパワー) 排ガス2次規制対応	S6D125E-2A 169kW(230PS) 固定出力 排ガス2次規制対応	SAA6D125E-3 235kW(320PS) 固定出力 排ガス2次規制対応	SA6D125E-2A 235kW(320PS) 固定出力 排ガス1次規制対応
トランスミッション	F8/R8 多軸式 自動変速 ロックアップT/C付き 電子制御( ECMV )	F8/R8 遊星式、メカニカルコントロール (自動変速、電子制御は工場OPT)	F8/R8 多軸式 自動変速 ロックアップT/C付き、電子制御( ECMV )	F7/R6 遊星式、メカニカルコントロール (自動変速、電子制御は工場OPT)
ファイナル	一軸デブなし (デフ/デフロックはOPT)	一軸ノースピン	一軸デブ無し (デフ/デフロックはOPT)	一軸ノースピン
主ブレーキ	湿式ディスク全油圧式	湿式ディスク空気圧式	湿式ディスク全油圧式	乾式ドラム エア-オーバハイトロック式
パーキングブレーキ	スプリング作動油圧解除式 乾式ディスク	内部拡張式機械式 ドラム	スプリング作動油圧解除式 乾式ディスク	内部拡張式機械式 ドラム
油圧システム	CLSS ヒストポンプ	コンベンショナルギアポンプ	CLSS ヒストポンプ	コンベンショナルギアポンプ
電装	T/Mコントロール E/Gコントロール	コントロールなし	T/Mコントロール E/Gコントロール	コントロールなし
ブレーキ コントロール	全油圧式	空気圧式	全油圧式	エア-オーバハイトロック式
駐車ブレーキ作動	電子作動	メカニカル(ケーブル)作動	電子作動	メカニカル(ケーブル)作動
キャブフロア	フロントフレームマウント	リアフレームマウント	フロントフレームマウント	リアフレームマウント
キャブ	4角キャブ	6角キャブ	4角キャブ	6角キャブ
作業機	複合プレート自動制御(OPT) 一定押し付けプレート自動制御(OPT)	一定押し付けプレート自動制御(OPT)	複合プレート自動制御(OPT) 一定押し付けプレート自動制御(OPT)	一定押し付けプレート自動制御(STD) 複合プレート自動制御(OPT)
燃料タンク装着位置	リアフレーム下部 (地上給油)	エンジンルームと運転席の間 (タンデム上から給油)	リアフレーム下部 (地上給油)	リアフレーム下部 (地上給油)
その他	車検対応部品STD ・タイヤガード 後方アンダミラー/前方左右ミラーSTD 電装コネクタ:DTコネクタ 油圧配管:O-Ringフェースシール	車検対応部品STD ・タイヤガード 後方アンダミラー/前方左右ミラーSTD 電装コネクタ:SWPコネクタ 油圧配管:テーパシール	車検対応部品STD ・タイヤガード 後方アンダミラー/前方左右ミラーSTD 電装コネクタ:DTコネクタ 油圧配管:O-Ringフェースシール	車検対応部品STD ・タイヤガード 後方アンダミラー/前方左右ミラーSTD 電装コネクタ:SWPコネクタ 油圧配管:テーパシール

筆者紹介



Shinji Iguchi  
井口 慎治 1981年、小松造機 入社。  
現在、コマツ 開発本部 建機第二開発センタ  
所属。

【筆者からひと言】

1年間の国内排出ガス2次規制適用猶予を使い果たし、開発の各ステップに遅れが生じると冬場の除雪タイプテスト受験、発売前の車検の全国公開ができなくなるギリギリで開発を進めてきた。

連夜日程の夢で顔から血の気が引くのを感じた。辛い開発ではあったが、実に多くの方々に支えられ高品質の仕上がりとなったことに感謝している。