

モータグレーダの新しい安全装備

山本茂太

大規模土木工事や鉱山での走路整備に活躍するモータグレーダのモデルチェンジに当たり、運転席左右のジョイスティックレバーによりブレードやステアリング、前後進および速度段の切り替えなどを同時に操作可能にする画期的な「ジョイスティックコントロールシステム」を新たに採用し、安全性を大きく向上している。その他の安全装備と併せて、詳細に紹介する。

キーワード：モータグレーダ、視界、安全、ジョイスティックコントロールシステム、ジョイスティックレバー

1. 14M/16M の主な仕様

1996年に発売を開始した前モデルであるHシリーズモータグレーダは、長らく世界の土木工事や鉱山アプリケーションなど広い分野において多大なご愛顧を頂いた。しかし当社では、早くからHシリーズモータグレーダにさらに変更を加えることの重要性を認識しており、そのプログラムは早くから綿密に計画され、排ガス規制への対応や競合機械との環境変化を考慮しつつ、次世代モータグレーダ開発の調査が続けられていた。

2003年2月、500を超える世界中のユーザを対象として、これからのモータグレーダに何が求められるのか広範な調査を実施し、次のような次世代モータグレーダのキーとなる貴重なユーザニーズが集約された。

- ・運転操作の容易化
- ・ドロバ、サークル、モールドボードのメンテナンス容易化

- ・キャブからの視界の向上

これらの調査を基に、このたびフルモデルチェンジされた14M/16Mは、ユーザの視点に立ったコンセプトのもと、さらなる商品力強化を実現すべく開発された。特に新たに採用されたジョイスティックコントロールシステムは、運転操作の容易化、視界の向上を大きく前進させる画期的な装備である。

16Mの外観は写真-1の通りである。また、主な仕様値は表-1を参照頂きたい。



写真-1 CAT16Mモデルビュー

表-1 14M/16Mの主な仕様

	14M	16M
運転質量 kg	24,210	28,970
ブレード幅 mm	4,270	4,880
全長 mm	10,895	11,670
全幅(車体) mm	2,790	3,095
全高(キャブ上端まで) mm	3,535	3,705
最小旋回半径(最外側) m	7.9	8.9
最高速度 km/h	前進 49.8/後進 39.4	前進 53.9/後進 42.6
速度段	前進 8段/後進 6段	←
エンジン名称	CAT C11 ACERT®	CAT C13 ACERT®
定格出力/回転数 kW(PS)/rpm	193~204 (262~277)/1,800	221~233 (300~316)/2,000

2. ジョイスティックコントロールシステム

Mシリーズモータグレーダの安全性向上に大きく貢献する新しいジョイスティックコントロールシステムについて以下に述べる。

(1) 開発の経緯

モータグレーダの構造・機能は過去50年にわたり大きな変更なく推移してきた。アーティキュレーションや電子エンジン・コントロールなど多少の前進はあったものの機械の基本的なレイアウト、特にオペレータコントロールシステムにはほとんど変化がなかった。

1990年代からジョイスティックコントロールシステムの革新的なデザイン・コンセプトについて研究が続けられており、2003年1月に試作機械がユーザによってテストされた。ユーザからの反応は良好なものであったが、さらに玉成のための研究が続けられた。

運転操作が難しいとされるモータグレーダにおいては習得が容易で、操作しやすい機械を求める多くのユーザからジョイスティックコントロールが好ましいとの声があり、これらをベースとしてMシリーズとして考えられていたコントロールシステムや、その他数々の新機構導入の開発が進められた。

研究・開発過程において、当初は他社によって採用されたジョイスティックコントロールシステムを開発の基準とし、約18ヶ月にわたりテストを実施したが、ジョイスティックをキャブ内にうまく統合することが難しく、また他の機能を同時にコントロールすることに困難があった。他社のジョイスティックコントロールシステムは、ジョイスティックの他にトランスミッションコントロール、デフアレンシャルロック、スロットルコントロールに加え、従来型のステアリングホイールやレバーがまだ必要であったため、Mシリーズではこれらの機能を全てジョイスティックに統合することが目標とされた。

Mシリーズの開発の全過程において、3,000以上のユーザからのインプットを集約している。これは80台以上のプロトタイプと80,000時間を超える稼働による、広範で精力的なフィールドフォロー検証プログラムに反映されている。

(2) システムの特徴とメリット

操作しやすい機械を望むモータグレーダユーザの強い要望により実現されたこのジョイスティックコントロールシステムは、8種類の油圧機能とステアリングホイールなど走行系の機能を2つの電子・油圧ジョイ

スティック・コントロールに統合している。

従来型のレバーコントロールシステムでは、腹でステアリングホイールを押さえながら両手で忙しくレバー操作を行うような神業が求められたが、このジョイスティックコントロールシステムによってオペレータは座ったまま全ての機能をコントロールすることができるようになった。手と手首の動きは従来型に比べ78%も削減され、オペレータの運転効率を驚くほど向上させることとなった。

このジョイスティック・コントロールシステムは、

- ・視界の向上
- ・疲労低減、オペレータの快適さ向上
- ・多機能能力の容易化
- ・習得の容易化
- ・作業機コントロールの精度向上

など、機械性能のあらゆる面で大きなプラスの影響を与える。以下にそれぞれの効果を詳述する。

(a) 視界の向上

ジョイスティックコントロールシステムにより、従来型ではキャブの前部に装備されていたステアリングホイールとコントロールレバーがなくなったため、運転席からの視界は下方に大きく開けることになり、劇的に改善された。また油圧バルブの位置をキャブ下から変更したことにより、キャブ・ドアが角度を持って取付けられており、ブレード端部への視界が開けている（写真—2）。



写真—2 従来型キャブ（左）と新型キャブ（右）の視界の比較

(b) 疲労軽減、オペレータの快適さ向上

14M/16Mでは、コントロールレバーとステアリングホイールを2本のジョイスティックに代えることにより、最も快適な運転空間をも実現した。

新デザインのキャブは、オペレータにより広い足元スペースと座席調整スペースを確保している。さらにアームレストは傾斜させることができ、上下に調整することもできる。リストレストも上下に調整が可能で、ジョイスティックは前後、上下に位置調整することができる。これによりオペレータが常に最適な姿勢で運

転でき、疲労軽減と作業効率向上を実現する（写真—3）。



写真—3 Mシリーズキャブの操作姿勢

また、14M/16Mはコンフォートシリーズサスペンションシートを装備している。このシートは人間工学に基づく高い背もたれを持ち、体型に合わせたデザインでオペレータに最高の快適さを提供する。無制限に調整可能なランバー・サポートとバック・サポートがあり、オペレータ体重を均等に分散している。シート調整レバーなどは操作しやすく、また届きやすい配置となっている。さらに快適さを増し、乗り心地をアップするためにオプションのエア・サスペンション・シートが用意されている（写真—4）。



写真—4 CAT コンフォートシリーズサスペンションシート

(c) 多機能能力の容易化

2本のジョイスティックは、ステアリングや前後進、速度段切り替えといった車輛制御と、ブレード制御の全てを行うことができる。このジョイスティックには、いくつかの飛躍的なテクノロジーが導入されている。

一つはアーティキュレーションの戻し機能である。オペレータはボタンを押す操作だけで、いかなるアーティキュレーション角度からも自動的に機械をストレートフレームポジション（直進位置）に戻すことができる。この機能によって、オペレータがブレードの操作に専念することができるため、生産性、安全性の大

幅な向上に寄与する。

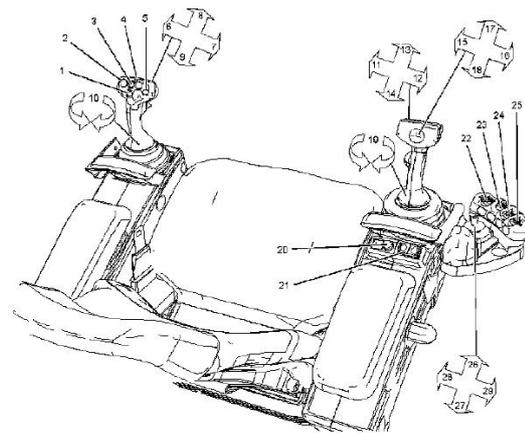
さらに、ステアリングコントロールをスムーズにし、想定どおりのステアリングを実現するために、高速走行時には自動的にステアリングの感度を小さくするようにしている。

(d) 習得の容易化

革新的なジョイスティックコントロールシステムと、類を見ない広い視界は14M/16Mに申し分ない運転・操作のしやすさを提供している。

直感的に理解しやすいジョイスティックのコントロールパターンは新人のオペレータでも、あるいはベテランであれば言うまでもなく、すぐに慣れて生産性をアップする。ジョイスティック上に合理的に配置された油圧コントロールにより、いくつかの機能を同時に、たやすく操作することが可能である。このため、オペレータはこれまでのように操作の習得に多くの時間をかける事なく、より生産的に、そしてあらゆる状況において快適さを確保しながら作業することができる（図—1）。これは誤操作の予防にもつながり、安全性の向上にも大きく寄与する特徴である。

なお、このジョイスティックコントロールシステムを、室内でも習得できるようにシミュレータを用意している（写真—5）。



- | | |
|---------------------------------------|-----------------------------------|
| (1) ダウンシフト・スイッチ | (15) センタシフト・コントロール(左) |
| (2) ホイール・リール・コントロール(左) | (16) センタシフト・コントロール(右) |
| (3) アップシフト・スイッチ | (17) ブレード・ピッチ・コントロール(前傾) |
| (4) ホイール・リール・コントロール(右) | (18) ブレード・ピッチ・コントロール(後傾) |
| (5) オートマチック・アーティキュレーション・センタリング・コントロール | (19) ブレード・サークル・ドライブ・コントロール |
| (6) ステア・レフト | (20) ホーン |
| (7) ステア・ライト | (21) ターン・シグナル・スイッチ |
| (8) ブレード・ロア・アンド・ブレード・フロント(左側) | (22) オグジリアリ・ボッド・コントロール・レバー-1 |
| (9) ブレード・リフト(左側) | (23) オグジリアリ・ボッド・コントロール・レバー-2 |
| (10) アーティキュレーション・コントロール | (24) オグジリアリ・ボッド・コントロール・レバー-3 |
| (11) ブレード・サイドシフト・コントロール(左) | (25) オグジリアリ・ボッド・コントロール・レバー-4 |
| (12) ブレード・サイドシフト・コントロール(右) | (26) オグジリアリ・ボッド・ミニ・ジョイスティック・レバー-5 |
| (13) ブレード・ロア・アンド・ブレード・フロント(右側) | (27) オグジリアリ・ボッド・ミニ・ジョイスティック・レバー-5 |
| (14) ブレード・リフト(右側) | (13) ブレード・ロア・アンド・ブレード・フロント(右側) |
| | (14) ブレード・リフト(右側) |
| | (28) オグジリアリ・ボッド・ミニ・ジョイスティック・レバー-6 |
| | (29) オグジリアリ・ボッド・ミニ・ジョイスティック・レバー-6 |

図—1 ジョイスティックコントロールシステムの運転操作
※日本国内標準仕様はリッパ仕様となっており、標準装備としては(22)～(29)のオグジリアリ関連レバーは装着されない



写真—5 室内用シミュレータ

3. その他の安全装備

M シリーズモータグレーダに新たに装着されたその他の安全装備について以下に述べる。

(1) スチール製タンデムカバー通路

タンデム装置の穴あきスチールカバーが通路となっており、整備のために立ったり歩いたりするための強固なプラットフォームとなる。また、ブレーキラインの防護ともなっている。エンジン上部にある手すりとりヤエンクロージャがその通路を歩くときの安全性を確保している (写真—6)。



写真—6 スチール製タンデムカバー通路

(2) ROPS/FOPS キャブ

振動、騒音を削減するため、フレームに独立懸架されたROPS/FOPS構造はオペレータ保護のためのISO、およびSAE基準に合致している。

(3) オペレータプレゼンスシステム

オペレータプレゼンスシステムは、オペレータが運転席におり、機械が安全な稼動のための準備が整うまで、パーキングブレーキが解除されず油圧装置が作動しないシステムである。準備が整う条件は、以下の通りである。

- ・オペレータがシートに座っている
- ・トランスミッション・アウトプット・スピードがゼロより大きくなる
- ・インチング・ペダルが90%よりさらに踏み込まれる
- ・トランスミッションが中立ではない

オペレータがシートに居ない(準備が整っていない)場合、自動的にパーキングブレーキがかかる。

(4) セコンダリステアリングシステム

標準であるセコンダリステアリングシステムは、ステアリング油圧が低下した場合でも自動的に電気式油圧ポンプが作動し、オペレータは機械を操作して停止することができる。

(5) ブレーキ・システム

ブレーキは各タンデム・ホイールに装着されており、パワートレーンに対する直接のブレーキ負荷を削減している。

各ブレーキは、完全密閉のオイルバス(オイルに浸す方式)された、油圧作動多板ブレーキである。スムーズで確実な制動および稼動経費の軽減を実現している。49,830cm²(16M)の大きなブレーキ表面積により、信頼できる制動力とブレーキの長寿命化が実現される。

加えて、ブレーキ・システムは故障・エラー防止のための代替機能を備えており、車両故障時には停止するため、アキュムレータを作動させ、さらに安全性を強化している。

(6) リヤ・ビュー・カメラ

14M/16Mともに国内標準仕様として装着される。

後傾したエンジンエンクロージャにより後方の視界は改善されているが、エンジンエンクロージャ後部上端に装着されたワークエリアビジョンシステム(WAVS: Work Area Vision System)により、さらに強化されている。178mmサイズのLCDカラーモニターを通して車両背後の視界を確認できることによって、後ろを振り返ったり、ミラーを確認したりする必要がなくなる。カメラは、堅固なデザインにより振動や洗浄の水圧にも充分耐えられるものとなっている。

4. おわりに

画期的なジョイスティックコントロールシステムを装備した新型モータグレーダ 14M/16M の安全装備について紹介した。当社の設計理念の一つは、比類無き作業性能と安全性の両立である。前述した通り 14M/16M の幾つかの装備によって、従来と比較して安全性が大きく向上したが、今後さらなる安全性の向上を図り、ユーザにより快適で安全に使用できる製品を提供する所存である。

JCMA



[筆者紹介]

山本 茂太 (やまもと しげた)
新キャタピラー三菱(株)
直販部
主任

橋梁架設工事の積算 ——平成 20 年度版——

■改定内容

1. 共通 (鋼橋, PC 橋)
 - ・ 共通仮設費率の改訂
 - ・ 架設用仮設備機械等損料算定表の改訂
 - ・ 機械設備複合損料の改訂
2. 橋種別
 - 1) 鋼橋編
 - ・ 設備損料の諸雑費の改訂 (ケーブルクレーン, 送出し設備, 門型クレーン, トラベラクレーン等)
 - ・ 架設桁組立・解体歩掛の改訂
 - 2) PC 橋編
 - ・ プレグラウト PC 鋼材縦締工歩掛の新規設定
 - ・ コンクリート床版の炭素繊維補強工法の吊

足場改訂

■ B5 判 / 本編約 1,120 頁 (カラー写真入り)
別冊約 120 頁 セット

■定 価

非会員：8,400 円 (本体 8,000 円)
会 員：7,140 円 (本体 6,800 円)

※別冊のみの販売はありません。
※学校及び官公庁関係者は会員扱いとさせていただきます。

※送料は会員・非会員とも
沖縄県以外 600 円
沖縄県 450 円 (但し県内に限る)

社団法人 日本建設機械化協会

〒105-0011 東京都港区芝公園 3-5-8 (機械振興会館)

Tel. 03 (3433) 1501 Fax. 03 (3432) 0289 <http://www.jcmanet.or.jp>