

小型ティラー「FG201」の開発

Development of the Compact FG201 Tiller

笹岡 雅行*

Masayuki SASAOKA

片桐 信近*

Nobuchika KATAGIRI

池田 貴志*

Takashi IKEDA

佐藤 貴之*

Takayuki SATOH

要 旨

小型ティラーの中ではトップレベルの作業性能を実現しながら軽量のティラー FG201 を開発した。本ティラーは、車軸回転数を最適に保つメカニカルガバナを装備した専用設計 4 ストローク OHV エンジンの採用により、固い土の耕うん時でもエンジン回転の低下が少なく、優れた耕うん性能を発揮できる。耕うん爪軸に近い低重心設計、軽量機体にマッチした新設計爪の採用、抵抗棒形状と配置の工夫、最適車軸回転数の設定により、4 ストロークエンジン搭載機クラス最軽量の 17kg を達成すると共に小型ティラーの中ではトップクラスの作業能率を可能とした。操作性についてはデコンプのリフト量とバルブタイミングの最適な設定によりリコイルスタータ始動荷重を従来機の 40% 低減を可能とし、また遠心クラッチの採用によりスロットルレバー操作のみで転うん作業の開始、停止を可能にした。これにより初心者や高齢者にとっても使いやすい簡単操作を実現した。また、コンパクトに収納できる折りたたみハンドルと片手で持てるキャリーハンドルの採用により、持ち運びや乗用車への搭載を容易にした。環境適合性については、EPA Phase II 規制値と CARB Tier II 規制値をクリアし、また欧州騒音規制 2006 年ステージ 2 もクリアした。

ABSTRACT

The FG201 tiller was developed to realize the highest level of work performance among compact tillers while also achieving low weight. This tiller utilizes a specially-designed 4-stroke OHV engine equipped with a mechanical governor that maintains optimum rotor speed. This keeps the engine speed from falling off even when tilling hard soil, thus producing excellent tilling performance. The tiller is designed to keep the center of gravity low and near the tiller blade axis, and the blades are newly designed to match the lightweight body. Special care was taken with the shape of the drag bar, and the axial rotation was set at an optimum speed. These measures achieved a low weight of 17 kg, making this the lightest tiller in the 4-stroke engine class, and also made it possible to achieve the top class of work efficiency for compact tillers. In terms of operability, the recoil starter force has been reduced 40% over conventional tillers by giving the decompressor valve lift and valve timing their optimum settings, and a centrifugal clutch was adopted so that the throttle lever alone could be used to start and stop tilling. This realized a simplicity of operation that makes the tiller easy to use for beginners and elderly people. This model was also made easy to carry around and stow in a passenger vehicle by giving it a folding handle for compact storage and a carrying handle so it can be carried one-handed. In terms of environmental conformity, this model has cleared the EPA Phase II and CARB Tier II regulation levels. It has also cleared the European EN noise regulations 2006 Stage 2.

1. はじめに

近年、家庭菜園の人口は世界的に増加傾向になってきており、それに伴いティラーに対する要望も多様化してきている。また、初心者、高齢者が増加しているユーザー層の変化や、宅地の増加等による作業環境の変化が顕著になってきている。現在、家庭菜園市場で主流となっている 2 馬力以下の小

型ティラー市場は 2 ストロークエンジンが主流となっているが、昨今の環境保護に対する強い関心から高い作業性と操作性を兼ね備えたクリーンなティラーを求めるユーザーニーズが増えてきた。耕幅 600mm 以下、装備重量で 40kg 以下のティラーの国内市場は約 10 万台であり、その内 Honda のシェアは約 20%。拡大傾向にある家庭菜園の新たな市場を創造することをめざし FG201 を開発したのでここに紹介する。

2. 開発のねらい

一般的にティラーの耕うん深さなどの作業性能を向上させるには、車体重量を増やすことが重要と考えられていた。FG201の開発にあたっては、既成の常識にとらわれず、家庭菜園を楽しむ人にとってティラーはどうあるべきかという基本に立ち返り、4ストロークエンジン搭載機クラス最軽量で容易な取り回しや、持ち運び性と本格耕うんを同時に提供できることを基本として開発コンセプトを決定した。FG201の外観および商品の特徴を Fig. 1 に示す。

3. 基本構成と主要諸元

Table 1 に FG201 の主要諸元を示す。FG201 は歩行用トラクタの中でもティラーに類別され、走行装置と耕うん装置(ロータ)を駆動して耕うん作業を行なう駆動型動力耕うん機とは異なり、車輪の代わりに車軸に取付けられたロータを駆動回転し、耕うんを行なうと同時に走行する⁽¹⁾。ロータの後方には、機体の前進速度、耕うん深さをコントロールするための抵抗棒とハンドルが取り付けられる。

また、FG201は重量の大きなエンジンをロータの真上に配置し、耕うん時に発生する耕うん反力を自重によって効果的に受けとめることができる構成となっている。

バーチカルクランクシャフトタイプエンジンからの動力は、遠心クラッチ機構とウォームギヤ減速機構を内蔵したトランスミッションにより、回転軸が90°変換され車軸を前進方向に駆動する。

耕うん作業はオペレータがハンドルを上下に操作することにより、耕うん深さと前進速度を調整しながら行なう。

Table 1 Major specifications

Items	Specifications
Engine model name	GXV50
Engine type	Air cooled 4-stroke OHV single cylinder
Engine displacement (cm ³)	49
Maximum power (kW)	1.4
Rated power (kW/rpm)	1.1/4 600
Maximum torque (Nm/rpm)	2.56/4 600
Compression ratio	8.0
Minimum specific fuel consumption (g/kWh)	367
Fuel tank capacity (cm ³)	400
Overall length (mm)	1 050
Overall width (mm)	475
Overall height (mm)	995
Dry weight (kg)	16.5
Tine speed (rpm)	135
Tilling width (mm)	450
Tine diameter (mm)	φ 260
Starting system	Recoil starter
Main clutch type	Centrifugal clutch
Transmission speeds	1Forward

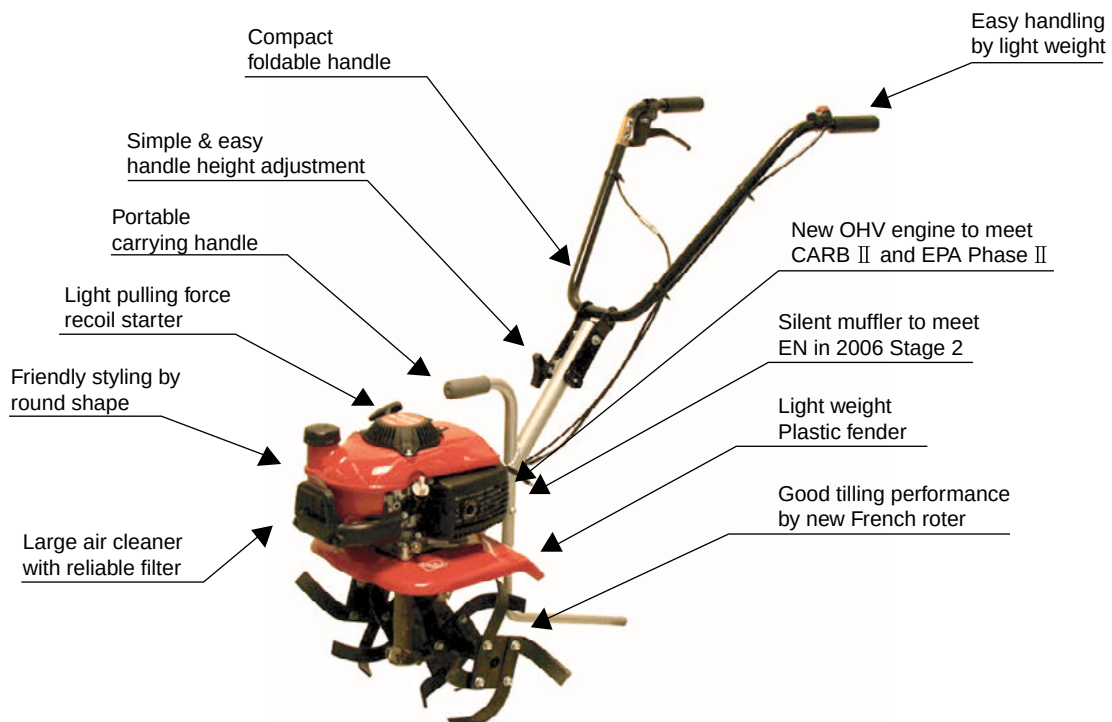


Fig. 1 External view and features

3.1. エンジン

家庭菜園用のティラーは容易な取り回しや持ち運びのために軽量であることが重要である。

軽量化のために FG201 のエンジンは、排気量 50cc クラスのオーバーヘッドバルブ(OHV)エンジンを採用した。また、ファンカバーと一体化した樹脂製の燃料タンクを採用し、部品点数を 12 点削減することで軽量化を行った。Fig. 2 にエンジンのレイアウトを示す。

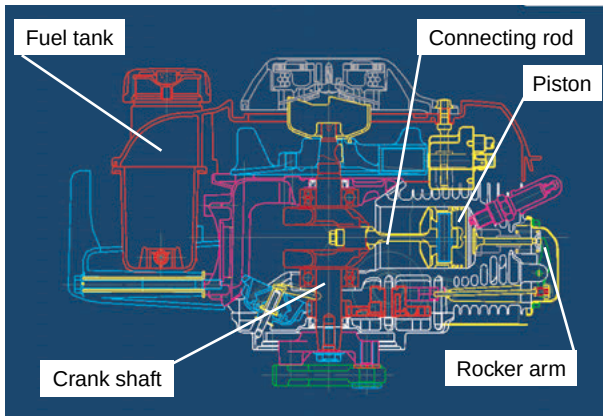


Fig. 2 Layout of engine

OHVエンジンを採用したことで、燃焼室のコンパクト化が可能となり、高圧縮比化をはかることができた。これにより熱効率が向上し、EPA Phase IIおよびCARB Tier II排気エミッション規制に適合させることができた。これには、シリンダひずみが少ないユニブロックシリンダ⁽²⁾を採用したことによりオイル消費が低減し、燃焼室内に堆積するカーボン量が大幅に少なくなったことが寄与している。

また、家庭菜園用のティラーには操作およびメンテナンスが容易であることも重要である。FG201 では後述するデコンプリフトやバルブタイミングの最適設定により、誰にでも容易かつスムーズに始動できるリコイルスタータ、およびメンテナンスインターバルを大幅に向上させる大型エアクリーナを採用した。

さらに、欧州騒音規制 2006年ステージ2をクリアし、近隣が住宅のほ場でも気兼ねなく耕うん作業ができるようにした。

3.2. トランスミッション

パワートレインの基本構成は、従来機 FG200 を踏襲し、バーチカルエンジンの動力取出し軸(クランクシャフト)にあるクラッチを介し、一對の軸方向変換ギヤでティンシャフトを前進方向に回転させロータを駆動している。パワートレイン構造を Fig. 3 に示す。

クラッチは遠心クラッチを採用し、バーチカルエンジンとの組み合わせにより機体の簡略化、小型化に貢献した。

耕うん性能向上を目的としたティンロータ大型化(耕幅は

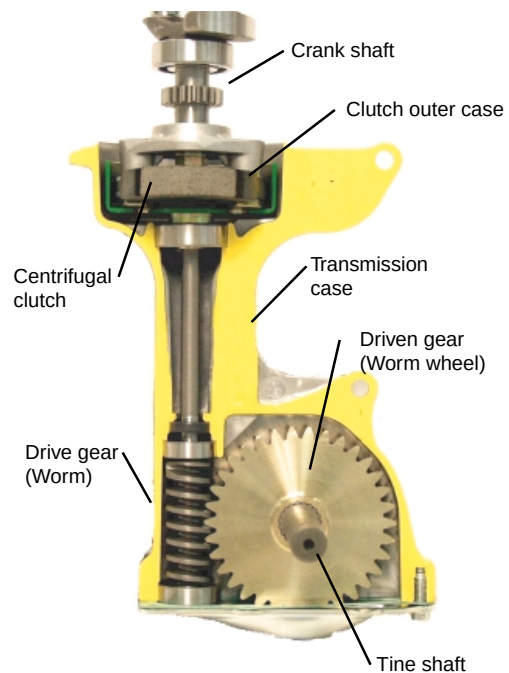


Fig. 3 Transmission of FG201

300mm から 450mm, ロータ径はφ 220mm からφ 260mm)に伴い、軸方向変換ギヤは従来機 FG200 に採用していたネジギヤに対し、新たにウォームギヤを採用した。低騒音、省スペースで大減速(1/34)が可能な特徴をいかした。

また、トランスミッションケース形状は耕うん作業時、ロータが巻上げた石が樹脂フェンダーの取付けボルトとロータとの間に噛み込むことを防止するために Fig. 4 に示すバリケードを設けた構造とし、巻上げた石を積極的にこの部分に当てることで周辺部品を保護した。このバリケードによりトランスミッションの全高を高くする必要がなくなり、コンパクトな機体レイアウトを可能にした。

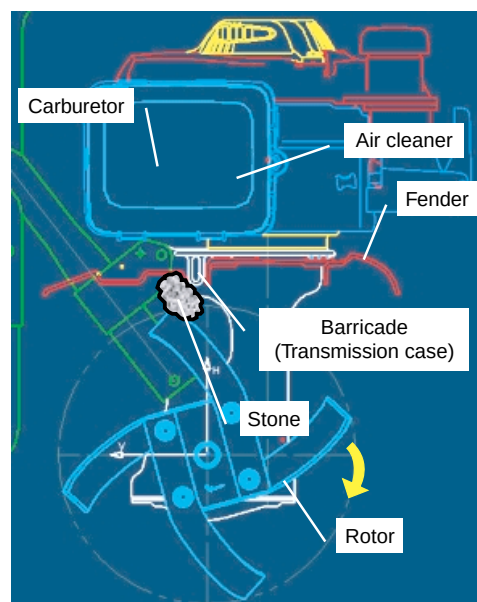


Fig. 4 Barricade of transmission case

3.3. ハンドル操作部

ハンドル部での3段階調整機構を新たに設定し、さらに抵抗棒を使用した調整方法を踏襲することにより757mmから1050mmまでのハンドル高さに設定することが可能となり、さまざまな体格の方が、作業内容にあわせて自然な姿勢で作業できるようにした。ハンドル形状は剛性感のあるY字ハンドルを採用し、その幅は肩幅に近い450mmにすることで作業時の安定性を考慮したハンドル仕様とした。

また、ハンドルは前後方向どちらにでも工具なしで手軽にたためる構造とし、小型自動車への搭載や保管についても省スペース化を可能とした。さらに本機重心位置近くに配置されたキャリーハンドルにより片手でも簡単に持ち運びが可能になり、小型ティラーでのメリットをいかした仕様とした。

3.4. アタッチメント

FG201は耕うん作業をはじめ畝立て、中耕、除草などの管理作業にも対応可能とした。畝立てとは、耕うんした土壌をもりあげることで日当たりや根の呼吸、排水性を高める作業。中耕は土を軽く反転させ土の中に空気や肥料を混ぜる作業である。アタッチメントの使われ方、作業姿勢を研究することにより、それぞれの作業に応じる足元余裕を設定した。小型ティラーでも十分な作業スペースを可能とした。また高齢者や女性でも安心して作業できるように左右振動をおさえるサイドディスクなど用途に応じ16種類のアタッチメントを設定した。Fig. 5のaに除草用、bに畝立て中耕用、cにサイドディスクアタッチメントを示す。

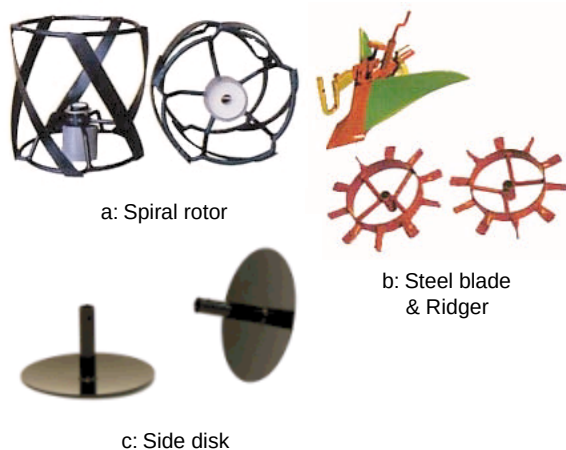


Fig. 5 Attachments

4. 特徴

4.1. 軽量化と耕うん性能の両立

FG201は、複数の部品を樹脂化することと、軽量OHVエンジンを搭載することによりティラー領域では20kg以

上が主流の中で17kgという軽量化を達成した。一般的に、耕うん性能を向上させると機体を前方斜め上方向へ押し出す耕うん反力が大きくなり、その反力をおさえる重量が必要とされていた。その結果、機体を軽量化すると耕うん反力の大きさに対しロータの接地荷重が不足し、十分な耕うん性能が得られないのが実状であった。しかしFG201では、以下の項目により軽量化と耕うん性能の両立を実現した。

1) 重量配分の最適化

機体の重心位置を、ハンドル周りの部品点数削減により耕うん爪軸上の近くにレイアウトした。その結果ロータと抵抗棒との重量バランスを9:1にし、耕うん爪側に加わる荷重を14.7kgと既存2馬力クラス耕うん機相当の接地荷重を実現することが可能となり、ロータの接地荷重の不足を解消し、十分な耕うん深さで安定して作業することが可能となった。

2) 抵抗棒形状の見直し

耕うん機には、ハンドル高さ調整およびほ場に依り推進力を微調整する抵抗棒が設定されている。その形状は、機体重量が重くなるほど車軸に発生するトルクが大きくなるため2馬力以上の耕うん機については土壤に突き刺す形状のものが多く、しかし、接地している面積が小さいため、土壤の硬軟の影響を受けやすくその結果均一に耕うんするのが難しかった。

FG201はFig. 6に示すように抵抗棒の折り曲げ部を1箇所にし、且つ角度を鈍角にした。それにより、従来は点で抵抗を加えていたものに対し抵抗棒下側面全体で抵抗を加え、面圧を下げることで土壤の変化にも柔軟に対応できる形状とした。

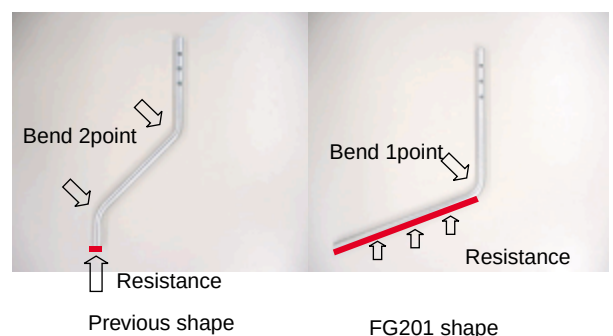


Fig. 6 Drag bar

3) 新型フレンチ爪の採用

従来機FG200のプレート形タイプから1本1本を独立させたフレンチ爪タイプに変更し、軽量でも土への食込み性が良かつ推進力がある形状とした。

食込み性は耕うん爪の後退角を大きくし、耕うん爪が土壌を切削する際に圧縮する作用を低減させることで向上さ

せた。推進力については、耕うん爪の屈曲角を大きくすることにより、トランスミッションケース下に残る残耕を少なくした。その結果、トランスミッションケースが残耕に乗り上げ推進力が不足することも解消された。このフレンチ爪により機体重量は軽量であるが、固いほ場においても十分作業が可能となった。Fig. 7 に新型フレンチ爪を示す。

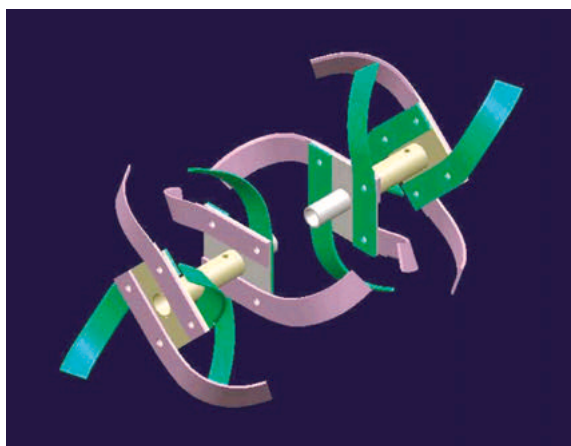


Fig. 7 French rotor of FG201

4) 車軸回転数の最適化

今回作業性能向上を目的に、ロータ径は260mmとし、耕幅はウォームギヤ許容トルク $31.1\text{N}\cdot\text{m}$ が発生する 450mm に設定した。従来機 FG200 に比べロータ径を 30mm、耕幅では 150mm 大きくしたことにより車軸に発生するトルクは $19.6\text{N}\cdot\text{m}$ から $29.4\text{N}\cdot\text{m}$ と、1.5 倍になる。その分回転数を $1/1.5$ (135rpm) にすることでエンジン使用回転数領域を変えずに負荷率は、従来機 FG200 と同様の設定とした。

また土壌の違いによる仕上がりに、土の飛散防止、作業上での機体安定性も満足できる 135rpm を上限とした足軸回転数を設定した。

以上により小型ティラークラス最軽量とトップの作業性能を両立することが可能となった。車重比較を Fig. 8 に、作業性能比較を Fig. 9 に示す。

4.2. 操作荷重の低減と操作性の向上

エンジンを始動する際に必要なリコイルスタータ引き荷重は従来機 FG200 に対しデコンプをインレットからエキゾーストに、またデコンプ角度を 240 度から 275 度に変更した。これによりリコイルスタータ操作時のコンプレッションは 0.5MPa から 0.28MPa となり 40% の低減を達成し、軽くスムーズで確実な始動性を実現した。リコイルスタータ引き荷重の比較を Fig. 10 に示す。

オペレータが頻繁に操作するレバーは、遠心クラッチの採用によりスロットルレバーとクラッチレバーを一体化したワンレバー(スロットルレバー)のみとし、あわせてデッ

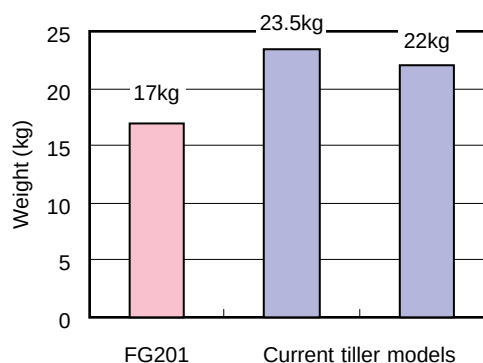


Fig. 8 Comparison of weight

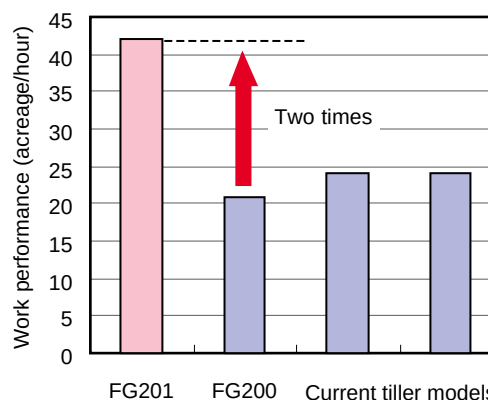


Fig. 9 Comparison of work performance

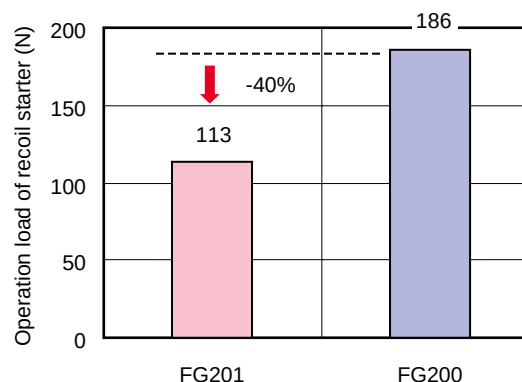


Fig. 10 Operation load of recoil starter

ドマンクラッチ機構とすることで握れば回転、放せば停止できる、初心者の方にも簡単かつ安心して使える操作形態とした。

また、レバーの操作荷重は 14.7N 、ホールド荷重は 11.8N と低荷重で操作可能とした。あわせてレバー形状は長時間握った状態でも違和感のない形とすることで、オペレータの快適操作に貢献した。

4.3. 取扱い性と持ち運び性の向上

従来機 FG200 に対し、Fig. 11 に示すように重心位置をより車軸に近づけることことで、耕うん作業時オペレータが頻繁に上げ下げするハンドルの操作荷重を 20% 低減した。クラス最軽量の機体とあわせて旋回時等のハンドル取り回し性の向上に貢献した。

また、軽量コンパクトな機体の特徴をいかすため保管、移動に便利な折りたたみハンドルとキャリーハンドルを標準設定した。ハンドル部は工具なしで簡単に折りたたみが可能な構造とし、機体前方と後方両方向に折りたたみができることによりさまざまな保管や車載場所の省スペース化に貢献している。キャリーハンドル部は機体の重心位置上に設置することで持上げ時最適バランスを確保、持運びやほ場での方向転換を手軽にした。ハンドル持上げ荷重の比較を Fig. 12 に、キャリーハンドルを Fig. 13 に、収納イメージを Fig. 14 に示す。

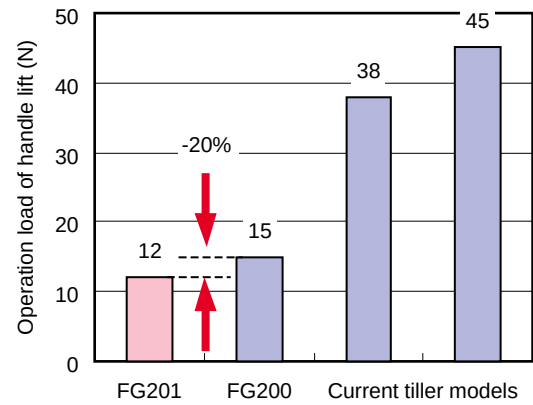


Fig. 12 Operation load of handle lift

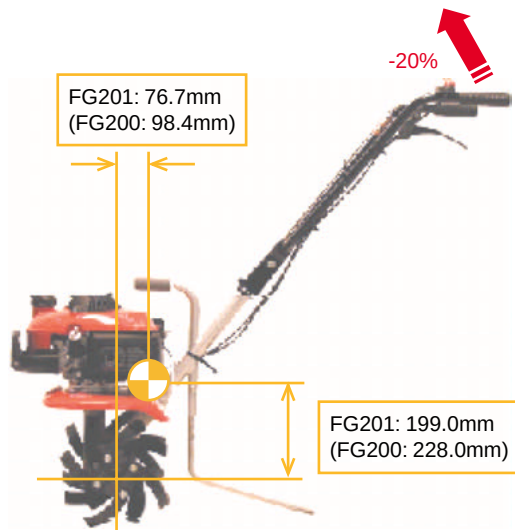


Fig. 11 Center of gravity



Fig. 13 Carrying handle

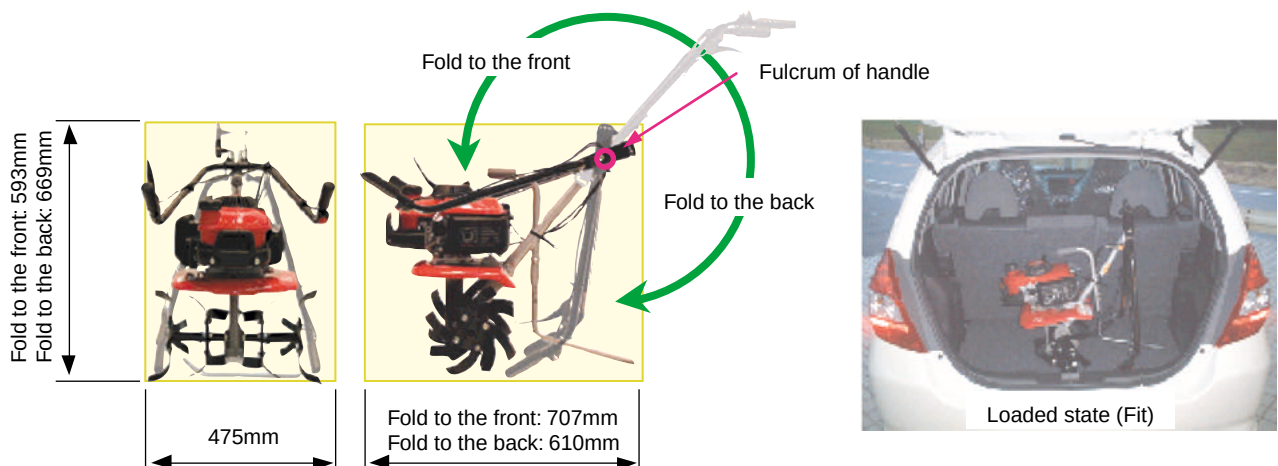


Fig. 14 Storing capacity of FG201

4.4. メンテナンス性の向上

ティラーの使用条件では耕うん時に土ぼこりが発生しやすいためエアクリナーのメンテナンスインターバルが長いことが要求されている。FG201 では、エアクリナーのダストキャッチ量を多くするため、エアクリナーエレメントはエンジン排気量 160cc の汎用エンジンに採用している乾式の大型エレメントを採用した。また、空気の吸い口をエアクリナーケースの内側に設定して土ぼこりを直接吸い込みにくいレイアウトにした。これらにより、一般的な使われ方においてエアクリナーのメンテナンスインターバルは従来機 FG200 の 20 時間に対して 5 倍の 100 時間とエアクリナーの清浄性能を格段に向上させることができた。FG201 のエアクリナーのレイアウトを Fig. 15 に、外観を Fig. 16 に示す。

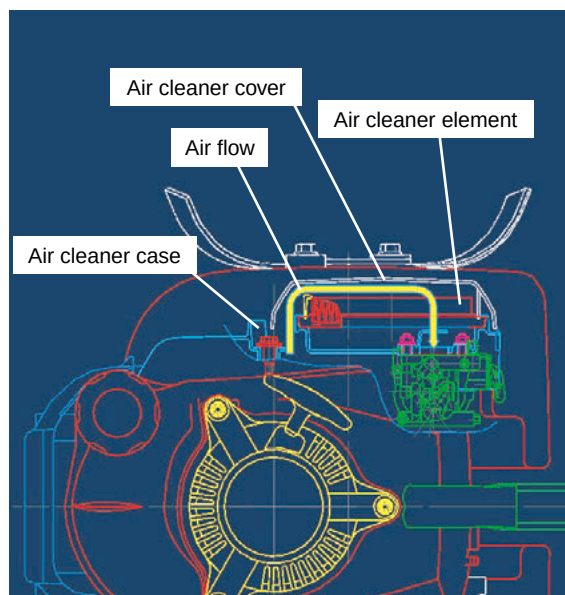


Fig. 15 Layout of air cleaner



Fig. 16 External view of air cleaner

5. むすび

アマチュアユーザが家庭菜園を楽しく、楽にする“らくらく本格派ミニティラー”をコンセプトに FG201 の開発を行った。

軽量で取り回し性に優れつつも、耕うん性能を向上させるというユーザの要望を満足するため、耕うん性能が 1 ランク下のカルチベータクラスと同一排気量のエンジンを搭載して車体重量を増やさずに、トランスミッションの変更、耕うん爪形状の最適化などさまざまな工夫を行いこの課題を解決することができた。

また、作業性能の向上だけでなく、メンテナンス性の向上や親しみやすいデザインの反映により、アマチュアユーザがより使いやすい製品を開発することができた。

このコンセプトが多くのお客様に伝わり、楽しく、楽に使って頂けることが、開発チームの願いであり、喜びである。

本開発にあたっては社内外の多くの方々から協力を頂いた。ここに深く感謝の意を表する。

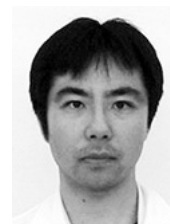
参考文献

- (1) 増田正三ほか：Ⅲ. 4. 小型トラクタ, Ⅲ. 5. 動力耕うん機, p.78-86 (1975)
- (2) 鈴木卓ほか：タイミングベルト内臓型汎用 OHC エンジンの開発, HONDA R&D Technical Review, vol.10, p.122-127 (1998)

■ 著 者 ■



笹岡 雅行



池田 貴志



片桐 信近



佐藤 貴之