

## 2 ピース構造新型油圧ブレーカ

### 高出力・高耐久・低騒音を実現した新シリーズブレーカ Fxj シリーズ

長野 新介・塩田 敦

鉱山・解体現場などで使用される油圧ブレーカは、破碎性・耐久性・低騒音／低振動といった性能の向上が、作業効率と安全衛生面から求められている。

本報で紹介する新型油圧ブレーカ Fxj シリーズは（以下「本シリーズ」という）、従来の大型油圧ブレーカを基本構造から見直して、打撃出力と耐久性の向上を図った。従来機種で開発した SS-box の低騒音／低振動性を高め、ブレーカの出力向上に対して、騒音／振動値は従来機と同レベルとした。破碎性能が上がったため、作業時間の短縮によるショベルの燃費向上と騒音／振動の発生時間が短縮することで、周辺環境や作業への負担を低減できる。

キーワード：油圧ブレーカ、解体、環境対策、高効率、高耐久、低騒音、低振動、NETIS

#### 1. はじめに

##### (1) 油圧ブレーカとは

油圧ブレーカは、油圧ショベルのアタッチメントとして装着され、ショベルからの油圧エネルギーをブレーカ内蔵ピストンの運動エネルギーに変換し、ピストンがロッドを打撃することにより発生する打撃エネルギーが、ロッドを通して伝わることで、対象物を破碎する。

油圧ブレーカの稼働現場は、山間部の鉱山から都市土木まで多岐にわたり、各現場での役割は破碎・解体が主となる。写真—1のように、鉱山や採石場では発破によってできた岩石などの大塊を、クラッシャに投入するために細かくする2次破碎に多く用いられ、ダイナマイトで発破されて荒れた壁面を平らにするハツリ作業にも使用されたりする。また、市街地



写真—1 採石場での2次破碎



写真—2 住宅の基礎解体

が近く、規制により発破作業を行えない現場では地山を掘削する用途にも使用される。都市土木では、写真—2のような住宅の基礎解体、ビル解体、コンクリート破碎といった作業に使用される。

##### (2) 求められる性能

求められる性能は使用される現場により様々であるが、共通していることは、打撃出力向上・耐久性向上・騒音／振動低減である。

###### (a) 破碎性能向上

出力向上は動力源を元に仕事を行うアクチュエータとして求められる永遠の命題である。油圧ブレーカの

打撃出力向上は、破碎性能に直結しており、生産性向上、ショベルの燃費向上、工期の短縮などの効果が期待できる。

#### (b) 耐久性向上

耐久性はランニングコストの低減、部品交換・故障によるダウンタイムの低減につながり、油圧ブレーカにかかわらずあらゆるアクチュエータにとって重要な性能である。特に油圧ブレーカは打撃振動工具であり、大質量のピストンが高速でシリンダ内を摺動し、ピストンがロッドを打撃する衝撃で破碎対象物を破碎するという構造上、打撃・振動により各部品には大きな負荷がかかっており、耐久性の向上が重要な課題となっている。

#### (c) 騒音／振動低減

打撃振動工具であるため、鋭い金属打撃音と振動の発生源となることは、油圧ブレーカの機能・構造上避けられない宿命である。このため、騒音／振動の低減は難しい課題となっており、都市土木などでは、騒音規制法の特定建設作業において、敷地境界線 85 [dB (A)] 以下を満たせない場合、油圧ブレーカ自体の使用ができなくなってしまうこともある。近年では山間部の鉱山などでも住宅が近くなることでの低騒音化と低振動化、周辺環境への影響と作業員への負担低減が求められている。

### (3) 新型油圧ブレーカ

以上の油圧ブレーカに求められる各々の性能を実現すべく、従来機に対し構造を大幅に見直した新型油圧ブレーカ(本シリーズ)を開発した。図-1に本シリーズの本体構造を示す。本稿ではその具体的施策について報告する。

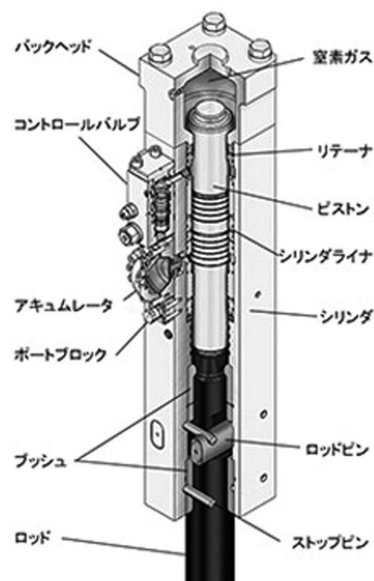


図-1 本シリーズの本体構造

## 2. 打撃出力向上

本シリーズは従来機同様に油圧・ガス併用型の打撃システムを採用しているが、新しいシールシステムを採用し、従来機種に比べバックヘッドガス圧を高圧化し、ガス寄与率を高めた。バックヘッドガス（窒素ガス）は油圧の補助として働き、ピストン後退時にガスを圧縮し、前進時にそのエネルギーを利用することで打撃エネルギーを増加させる。バックヘッド容積を増加し、ピストンストロークによるガス圧変動の影響を低減し、従来よりも強く安定した打撃性能を実現している。また、新規に開発した油圧効率の高いバルブシステムにより、総合的な打撃出力を増加させた。

図-2に従来機種 F12 の打撃出力を 100 [%] とした時の各機種の打撃出力 [%] を示し、グラフの下側には適合ショベルのクラスを示す。各ショベルのクラスにおいて本シリーズはいずれの従来機よりも高い打

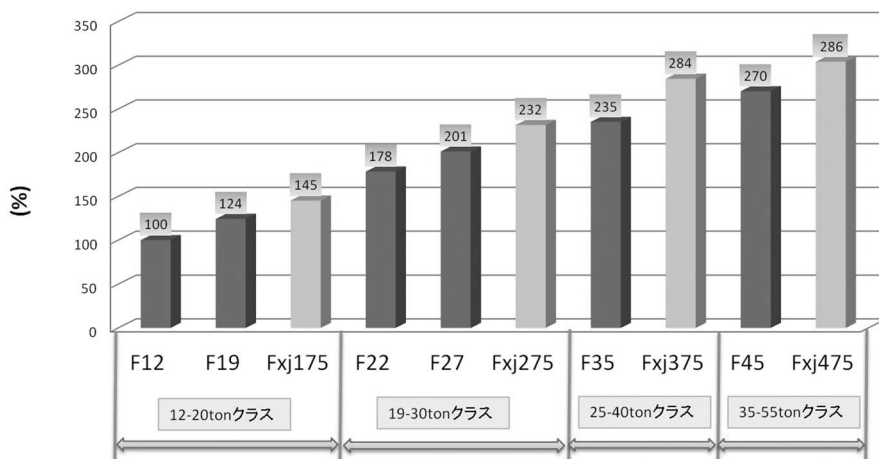


図-2 打撃出力の比較

撃出力を達成している。打撃出力が増加したことで作業効率が上がり、ショベルの燃費向上、工期の短縮などの効果が期待できる。本シリーズに変更した現場では、従来機種にて破碎が困難であった大塊も容易に割ることができ、ブレーカの稼働時間を大幅に短縮できた事例がある。

### 3. 耐久性向上

本シリーズでは打撃出力を向上させ、さらに耐久性を向上させるために、構造を大幅に見直した。図—3に本シリーズと従来機種の構造比較を示す。

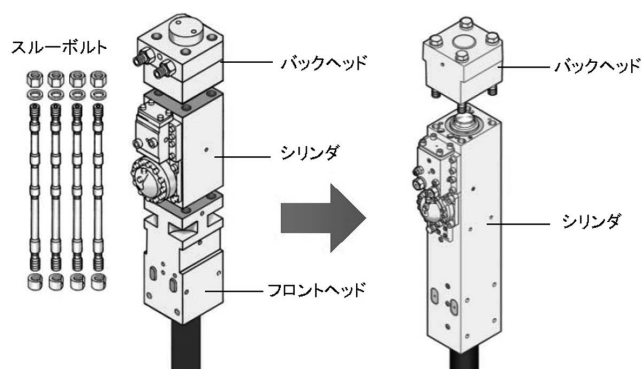
#### (1) スルーボルトとフロントヘッド

図—3に示すように従来機種はバックヘッド、シリンダ、フロントヘッドの3つの部品をスルーボルトと呼ばれる長尺のボルトで締結する構造であった。スルーボルトは打撃の際に大きな負荷が加わり、またフロントヘッドについても、スルーボルトのナットを配置する箇所の急激な断面変化による応力集中が発生し、いずれも耐久性の低下が懸念される。

そこで、本シリーズではFx小型シリーズで実績のあるシリンダとフロントヘッドが一体となった「一体型シリンダ」を、ブロック長尺化により難度が高まる機械加工・熱処理を克服することで、大型機種への採用を実現した。一体型シリンダにより本体を2ピース構造とし、耐久性の低下が懸念されるスルーボルトそのものを廃止したことで、高出力化にも拘らず耐久性が向上した。さらに、スルーボルトの廃止によりシリンダ（フロントヘッド）の断面積が増加することでシリンダ自体の剛性が向上し、応力集中も無くなり、より安定した打撃を行えるようになった。

#### (2) ピストン

図—1に示すように、本シリーズではFx小型シリー



図—3 一体型シリンダ構造

ズで採用したシリンダライナ支持方式を大型機種にも展開した。高出力化に伴い、ピストンの耐久性を高めるには摺動時のピストンの直進性を高める必要がある。従来の構造では、一箇所から高压油がピストン受圧部に流入するため、ピストンに作用するフローフォースの偏りが発生しやすい。本シリーズではシリンダライナに等配の油圧通路を配することで、フローフォースの偏りを低減し、ピストンの直進性を向上させた。また、シリンダライナに特殊な表面処理を施すことで、ピストンとシリンダライナ間の油膜切れを防止し、潤滑性、初期なじみ性を向上させた。これらの改良により本シリーズではピストン自体の耐久性を高め、高打撃出力を有しながら高い耐久性を実現している。

### 4. 騒音／振動低減

都市土木では、騒音規制法の特定建設作業において、敷地境界線上で85 [dB (A)] 以下を確保することが求められる。油圧ブレーカは打撃振動工具であるため激しい騒音源であり、従来は十分広い敷地を確保できなければ、遮音壁や防音シートを設ける等の2次的手段しかなく、工費と工期を圧迫していた。最も大きな騒音源がブレーカ本体とロッド出口であることが判明しており、この問題を解決するため、従来機種ではブレーカ支持構造を大幅に見直したSS-box構造を開発し<sup>1)</sup>、本シリーズもそれを踏襲している。さらに、本シリーズは2ピース構造となったことで、従来機種においてシリンダとフロントヘッド接合面から発生していた騒音と振動が無くなり、本体からの騒音と振動が更に低減している。

図—4に本シリーズSS-boxの構造を示す。本シリーズのSS-boxは従来機から適用されている機能に追加して、「グリス式ダンパアジャスタ」及び新構造の「フロント部ダストプロテクション」を採用している。

稼働時間が経過するとともに、本体とそれを支持しているブラケットの間には振動によりガタが生じる。本体とブラケットはウレタン製のダンパによって支持されており、特に負荷の大きくなる油圧ブレーカのこじり方向には、ダンパアジャスタによるダンパのガタ調整機構を備えている。今回開発したグリス式ダンパアジャスタは、従来のネジ式ダンパアジャスタを油圧化し、アキュムレータ機能を持たせたことでガタを自動調整できる。本体の騒音と振動を長期間にわたり維持・抑制することが可能であり、ダンパの長寿命化にも寄与している。また、グリスはグリスガンにより供



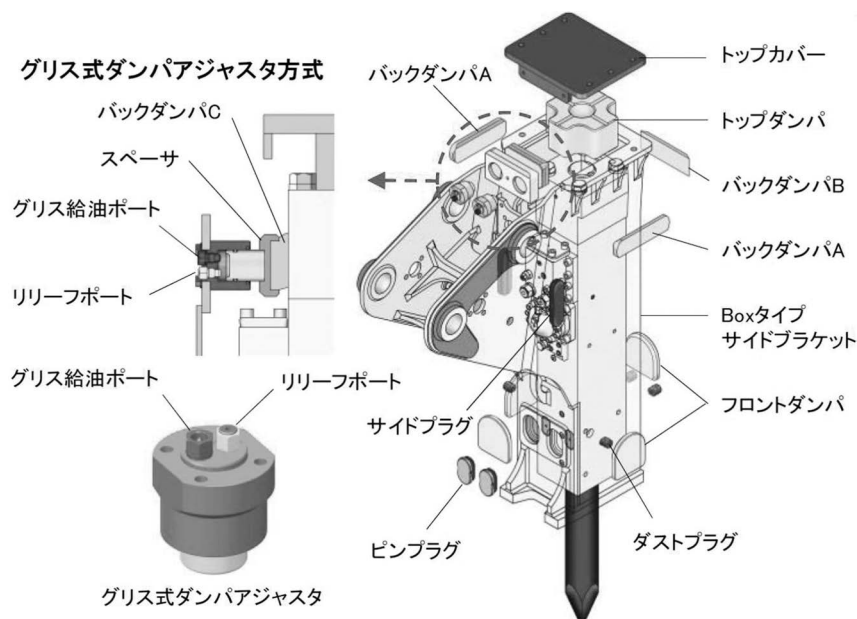


図-4 本シリーズ SS-box 構造

給可能であり、メンテナンスが容易である。

またフロント部ダストプロテクションの構造は、従来型の構造を見直し、図-5に示すように、ボトムスペーサに2種類のダストプロテクタと追従型プロテクタシールを装着することにより、音の漏れを低減した。

本シリーズのブラケットは超低騒音仕様の SS-box タイプと低騒音仕様の box タイプの2種とした。box タイプは SS-box と同じダンパ支持構造、油圧式ダンパアジャスタを装備しており、2ピース構造の効果も合わせ、従来機種のセットプレート型と比較し騒音／振動が大幅に低減している。

図-6に従来機種のセットプレート型と SS-box、本シリーズの box と SS-box の騒音値の比較を示す。前述したように本シリーズでは打撃エネルギーが従来機種よりも大きいにも拘らず、本シリーズの SS-box では、騒音値は2ピース構造、油圧式ダンパアジャスタ、フロント部ダストプロテクションの効果により従来機種と同等レベルに抑えられている。敷地境界線までの距離となる 85 [dB (A)] の位置は、19～30 [t] ク

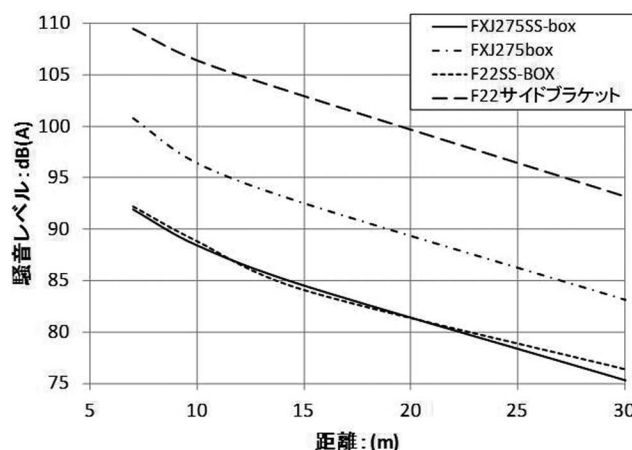


図-6 騒音値測定結果

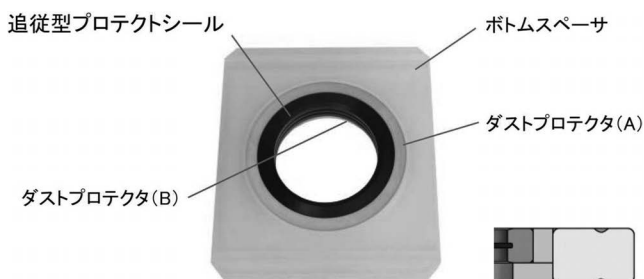
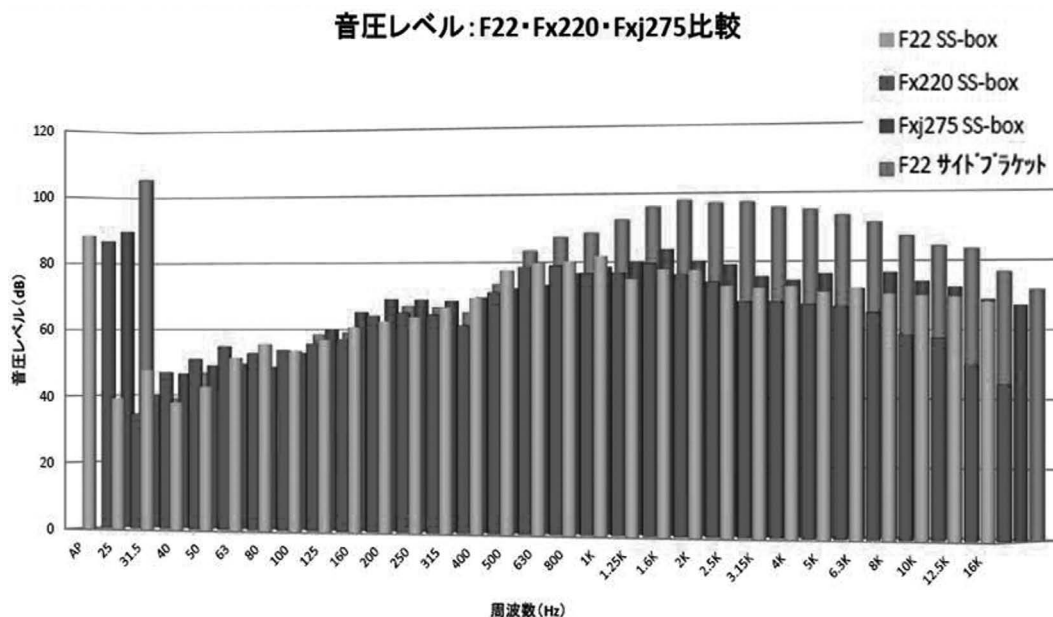


図-5 フロント部ダストプロテクション

ラス用のブレーカで比較すると、図-6より、従来機種である F22 のサイドブラケットが 40 [m] 以上であるのに対し、Fxj275box は 27 [m]、SS-box は 15 [m] 以下を実現している。特に SS-box 仕様で F22 と Fxj275 を比較すると、Fxj275 は図-2に示す通り、F22 に比べ出力が大幅に向上しているにもかかわらず、ほぼ同等の騒音を実現している。

図-7に音圧レベルの比較を示す。人間が聴覚上不快に感じる 630 [Hz] 以上の周波数帯の音が特に抑えられていることが確認でき、SS-box により体で感じる実騒音を効果的に低減できた。

また、振動についてもサイドプレート型と比較し、アーム先端部で 90 [%]、シート部で 50 [%] の低減が確認され、従来機種の SS-box 仕様と同等かそれ以上の振動低減効果を持っている。この振動低減効果はオペレータの疲労軽減のみならず、ショベルの部品に



図ー7 音圧レベル比較

与える負担を軽減する効果もある。

以上の騒音／振動低減効果から SS-box 仕様の油圧ブレーカは「超低騒音仕様油圧ブレーカを用いた解体・掘削工法」として国土交通省の新技术情報提供システム (NETIS) に登録されている<sup>2)</sup>。これまでに公共事業での活用実績が重ねられたことで、活用効果評価が実施され、2012 年 3 月に「申請情報」から「評価情報」に登録変更となり、2013 年 4 月からは「活用促進技術」の位置付となっている。今回新たに開発した本シリーズも 2013 年 9 月に NETIS に追加登録しており、SS-box による超低騒音／低振動油圧ブレーカは有用な新技术として評価されている。

## 5. おわりに

破碎性能向上・耐久性向上・騒音振動低減は本シリーズ Fxj シリーズにとどまらず、油圧ブレーカに求められた永遠の課題であり、今後も引き続き取り組んでいくことは言うまでもない。

一方で、製品自体の性能・耐久性向上とは別に、製品個々の稼働状態を蓄積把握すると同時に、客先にフィードバックすることで、適正な稼働と定期メンテナンスを促すシステムとして、製品個々に装備する稼働記録装置 B-Pro を開発し、リリースを開始した。B-Pro は搭載台車及び油圧ブレーカの稼働時間や稼働圧を記録すると同時に、稼働状況が表示され、異常

力での稼働や異常連続稼働などの異常運転時は警報が鳴り、オペレータに注意を促す。また、定期メンテナンス時期をアナウンスする機能も有する。

B-Pro を装備することで、客先により積極的に稼働情報をフィードバックし、メンテナンスコストの最適化とロングライフを提案することが可能である。

今後は、このようなソフト面のビジネス強化も重要であると判断しており、B-Pro の改良普及にも努めていきたい。

J C M A

### 《参考文献》

- 1) 小柴英俊 超低騒音仕様油圧ブレーカを用いた解体・掘削工法, 建設の施工企画, 1, 731, p33-38 (2011)
- 2) NETIS 登録 TH-090016-V 超低騒音仕様油圧ブレーカを用いた解体・掘削工法

### 【筆者紹介】

長野 新介 (ながの しんすけ)  
古河ロックドリル(株)  
吉井工場 開発設計部 さく岩機設計課



塩田 敦 (しおだ あつし)  
古河ロックドリル(株)  
吉井工場 開発設計部 さく岩機設計課  
主任技師

