

(技術資料)

油圧ショベルを応用した商品開発への取り組み

Approach for Developing Products Applying Hydraulic Excavators



山崎隆典*1

Takanori YAMASAKI

Hydraulic excavators have been widely used in various industries, other than civil engineering, in which their attachments, undercarriage, cabs, etc., are designed exclusively for the applications on the basis of the standard specifications. Kobelco Construction Machinery Co., Ltd. continues to develop such exclusive machines as important pillars of our business along with standard excavators and maintains a high share in the domestic market. Different functions are required in different fields. Specifically, in the field of building demolition, attachments are required to be transported in compliance with the regulations, and their assembly and disassembly must be done quickly and safely. In the field of metal recycling, an abundant variety of attachments and cabs is required to suit the site of operations. In the field of industrial waste, measures against dust are necessary; and in the field of forestry, the machines must be able to perform on sloping land and protective structures are required for safety in the forest. This paper summarizes the main features as well as the differences in the machines we produce for use in environmental recycling in these four fields.

まえがき＝コベルコ建機(株)（以下、当社という）の主力商品である土木用途の標準油圧ショベルは、低燃費性や静粛性で他社と差別化し、国内で20%前後の高いシェアを獲得している。いっぽう油圧ショベルは、アタッチメントや足回り、キャブなどを用途に合わせて標準仕様をベースに専用設計することにより、土木以外の各種産業に応用されている。当社はこの応用商品（「環境リサイクル建機」と呼んでいる）も標準ショベルと並ぶ重要な事業の柱として1970年代から取り組んできた。

最近では主に建物解体、金属リサイクル、産廃処理、および林業の四つの分野（図1）で差別化した専用機を継続的に開発し、国内市場で高いシェアを確保してい

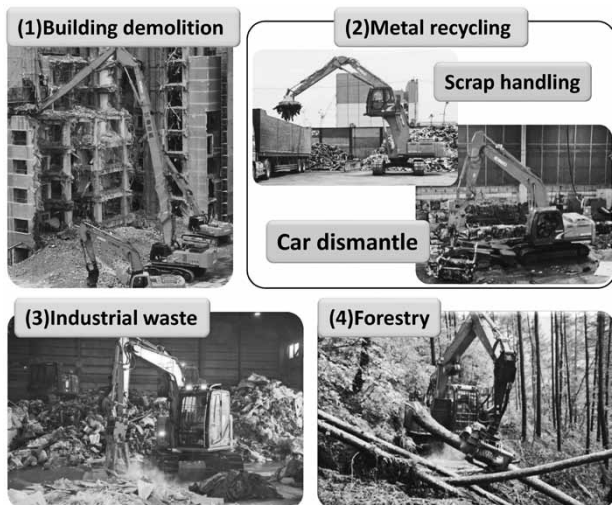


図1 油圧ショベルの応用分野
Fig. 1 Application field of hydraulic excavator

る。本稿ではこれら4分野を対象とした環境リサイクル建機商品の特徴について紹介する。

1. 建物解体分野

現在、建物解体機のスタンダードとなっている超ロング解体機は、当社の前身である油谷重工(株)が今から約30年前に世界で初めて開発、商品化したものである（図2）。以来、当社はこの分野のパイオニアとして現場のニーズに応えた新しい商品を継続して開発、市場展開してきた。

現在では図3に示すように小さいものは3トンの木造家屋解体機（SK30UR-5）から最大では350トンの超大型解体機（SK3500D）まで幅広くラインアップしており、国内市場で約40%前後の高いシェアを確保している。今後も高度成長期に建設された高層建築物やインフラ、発



図2 世界初の超ロング解体機：YS1200（1977）
Fig. 2 World's first demolition machine with ultra long attachment: YS1200 (1977)

*1 コベルコ建機(株) グローバルエンジニアリングセンター 開発本部 ショベル開発部

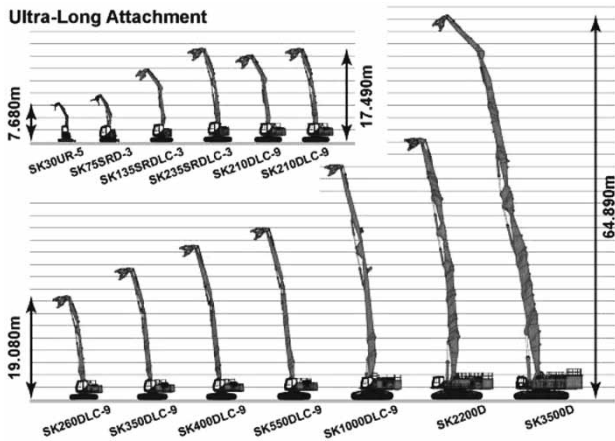


図3 建物解体機のラインアップ
Fig. 3 Lineup for building demolition machine

電所や工場設備などの更新が続くため、安定した需要が継続すると思われる。

1.1 NEXTシリーズ

建物解体機は、解体作業が終わると分解して次の現場に搬送し、再び組み立てる作業が必ず発生する。このため、解体作業性のみならず、分解・組み立て性と搬送性が非常に重要な要素になっている。また、最近の社会的なコンプライアンス意識や安全意識の高まりから、過積載による違法搬送や分解・組み立て時の高所での不安全な作業が非常に問題視されるようになってきた。

このような背景を基に開発したのがNEXTシリーズである。新しい建物解体機のコセプトに基づき、従来の超ロングアタッチメントを根本的に見直すことによって搬送性と分解組立性を大きく改善した。図4にSK400DLCの従来型およびNEXTシリーズの外観を示す。

1.1.1 アタッチメントの搬送性改善

40tクラスの従来型では取り外したアタッチメントの搬送高さは3.3mと高く、搬送高さを法令の制限内に抑えるために低床トレーラが必要であった。また、接地面に対してアームが跳ね上がるうえに配管やシリンダが飛び出すため安定して搭載できず、搬送には専用のラックが必要であった。

NEXTではインターブームを短くし、ブームに対してアームの背中が平行かつフラットな形状となるよう設計した。これによってトラックへの積載性と搬送高さを大幅に低減した(図5)。また、インターブームに対しては、従来1本であったジブシリンダを左右2本に分け、アームシリンダを挟んでクロスに配置する独自の構成とすることによって長さを2.3mから1.4mまで短縮できた。これによりアタッチメントの高さは2m以下に収まり、一般的な10トントラックでも搬送制限を気にすることなく運べるようになった。

また、アタッチメントは倒れ防止の簡単なスタンドのみで自立できるため、大がかりなラックは不要となった。

1.1.2 アタッチメントの分解組立性改善

従来型ではアタッチメントは上下2箇所のピンで接続

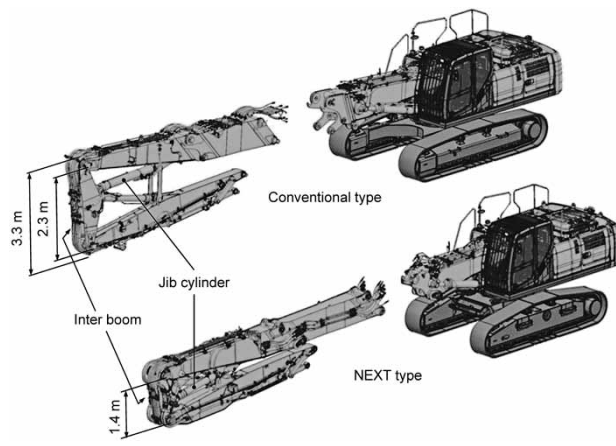


図4 SK400DLC従来型とNEXTの外観
Fig. 4 Appearance of conventional and NEXT type SK400DLC

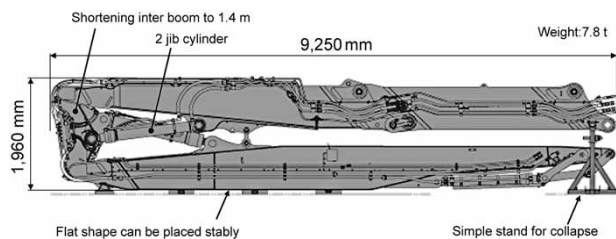


図5 NEXTアタッチメントの搬送性
Fig. 5 Transportability of NEXT attachment

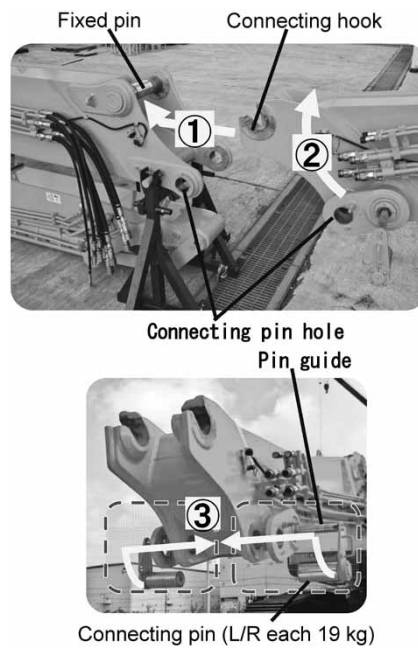


図6 NEXTのブーム接続システム
Fig. 6 Boom joint system for NEXT

される構造となっていた。またその位置が高いため脚立などに登って大きなハンマによる打撃作業が必要であったうえに、配管をつなぐなどの不安全な作業が行われていた。

NEXTではブームの接続構造を根本的に見直し、図6に示す新方式のフックジョイント方式を採用した。この方式は、上側のピンはブームに取り付けた状態で、フック形状のメインブームをこのピンに引っ掛ける(図中の①の動き)構造となっている。この構造によって、ブームを上げるだけで上側のピンが支点となって自動的に

下側の穴も合わせられる（図中の②の動き）。下側のピンは左右に二分割にしたため、はめ込む長さが短くなったうえに質量も1/3以下になり、扱いやすくなった。また、ピンはピンガイドで保持されているため落下の心配もなく、ピン穴合わせも確認しやすくなっている。これらの工夫により、従来型に比べてはるかに簡単かつ安全にピンを脱着できるようになった。

上記の改善の結果、NEXTでは脱着作業はすべて地上から安全に行えるようになったうえに、作業者が重いピンを持つ必要がなくなり、ハンマや高所作業車、クレーンも不要になった。ほかにも、油圧配管レイアウトの見直しの効果もあり、従来2時間以上かかっていた分解あるいは組み立て作業は、それぞれわずか30分で可能になった。

2. 金属リサイクル分野

2.1 自動車解体

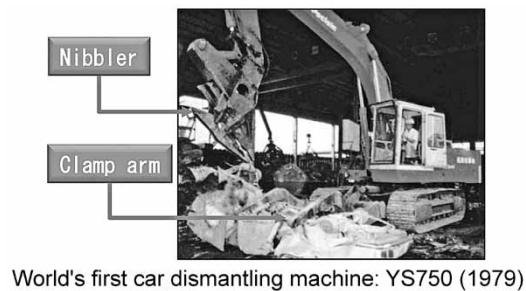
当社は自動車解体分野でも世界に先駆けて機械化に取り組んできた。お客様のアイデアを基に専用に設計したクランプアームと「ニブラー^{注1)}」を取り付けた自動車解体機（図7）を世界で初めて商品化した。その後30年以上にわたってノウハウを積み重ねており、国内では常に60%以上の高いシェアを維持している。

自動車解体機を使った解体作業は、クランプアームで車体を押さえつけ、自動車の各部をニブラーで切断、引きちぎって分解し、同時に素材ごとの選別作業を行う。最近では、車の隅々に張り巡らされた価値の高いワイヤハーネス（銅線）をより多く回収するための専用形状のニブラーも開発し、お客様の細かなニーズに対応している。

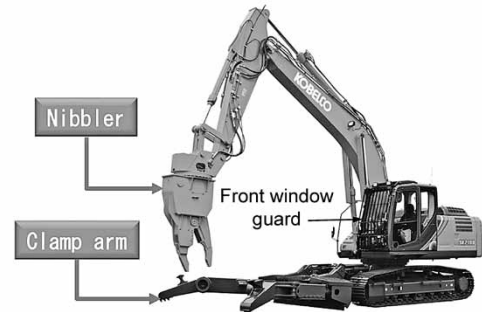
実際の解体作業はオペレータが自動車を目視しながら運転席近くで行うため、フロントガラスへの解体片の飛散やニブラー自体の干渉のリスクがある。そこで安全性を高める配慮として、前者に対しては鋼鉄製格子と高強度ポリカーボネートの保護ガードを取り付け、飛散してくる種々の解体片からオペレータを保護している。また後者に対しては、まずアタッチメントの各部に角度センサを取り付けてニブラーの先端位置を把握する。つぎに、先端が運転席に接近すると作動速度を自動的に落とし、干渉する前に停止させる機能を開発した（図8）。これによって、経験の浅いオペレータでも誤操作によってキャブに干渉させる心配がなくなり、安全に作業ができる。

2.2 スクラップハンドリング

鉄／非鉄の各種スクラップの処理、流通過程でこれらを効率的にハンドリングする用途にも油圧ショベルが応用されている。この用途では、スクラップの圧縮・切断機への投入、トラックや船への積み込み／積み降ろしなど、お客様の作業環境によって多様なニーズがある。これらのニーズに幅広く対応するため、当社ではアタッチ



World's first car dismantling machine: YS750 (1979)



Newest car dismantling machine: SK210D-10

図7 自動車解体機
Fig. 7 Car dismantle machine

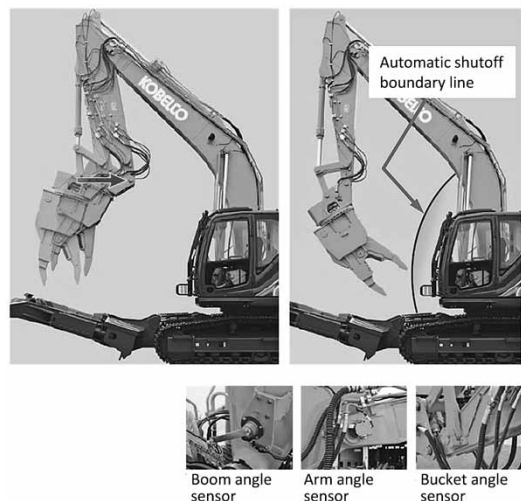


図8 先端アタッチメントのキャブ干渉防止機能
Fig. 8 Prevention function of interference between cab and work tool


メントやキャブなどの仕様に豊富なバリエーションを取りそろえている。図9にスクラップハンドリング機の各種バリエーションを示す。

鉄スクラップの用途では、マグネットを使った選別とハンドリング作業への対応が課題であり、高性能のマグネット装置が要求される。こうしたなか、マグネットシステムは従来、油圧駆動方式の建機専用発電システムを開発し搭載してきたが、最新モデルではハイブリッドショベルのエンジン直結型発電電動機とインバータ制御盤を活用した高効率な新システム「eマグ」を開発した（図10）。「eマグ^{注2)}」システムの特徴を以下に示す。

2.2.1 生産性

エンジン直結型発電電動機の採用、および新たに専用

脚注1) ニブラーはコベルコ建機㈱の登録商標（第5757266号）である。

脚注2) eマグ（）はコベルコ建機㈱の登録商標（第5934495号）である。

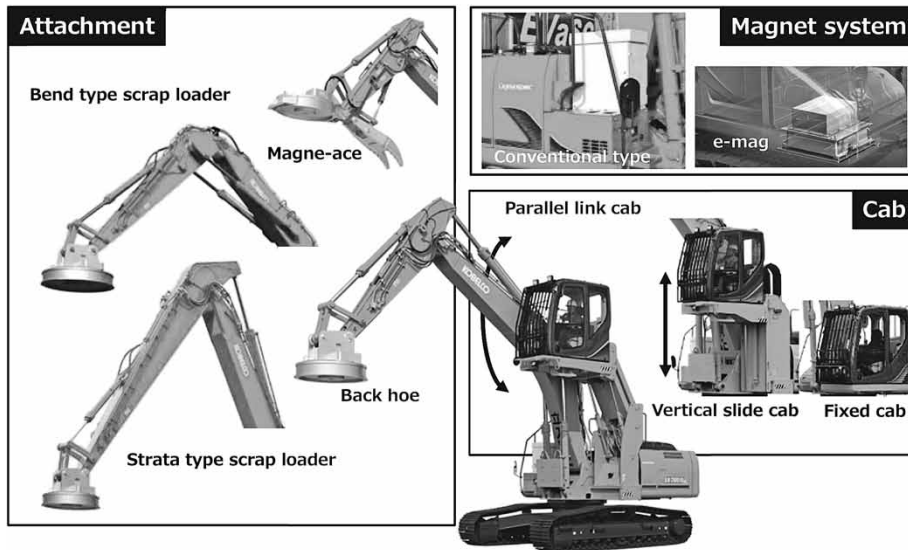


図9 スクラップハンドリング機のバリエーション
Fig.9 Variations of scrap handling machines

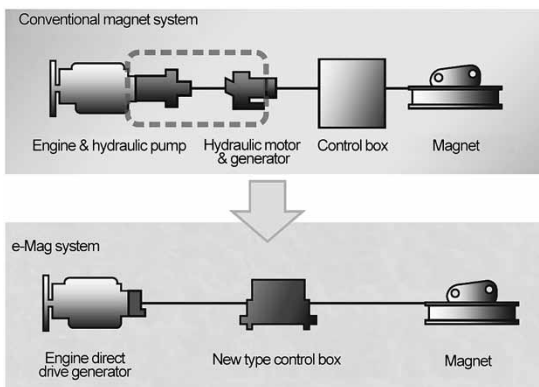


図10 新型マグネットシステム
Fig.10 New type magnet system

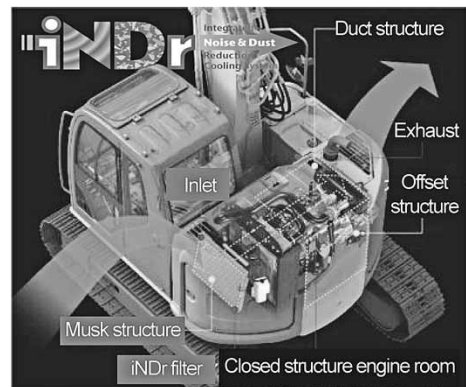


図11 独自の防塵・防音構造「iNDR」
Fig.11 Unique noise and dust reduction system

開発したインバータ制御盤により、励磁電圧を290 Vから350 Vへ高電圧化し、マグネット出力を従来比約20%高めた。これにより、マグネットが一度に吸着できるスクラップ量は、マグネット径 ϕ 1,350 mmで990 kgから1,070 kgに8%増加した。また、逆励磁電圧も220 Vから500 Vに高電圧化した。これによって釈放時の荷離れ性が大幅に改善し、作業サイクルタイムの改善に貢献している。これらの改善の結果、本システムの採用によってトータルでの時間あたりの生産性（作業量）は従来システムに比べて7~10%向上している。

2.2.2 省エネ性

従来システムでは、エンジンがマグネットに供給する動力の半分以上を油圧損失として失っていた。これに対して本システムでは、エンジン出力を直接電気エネルギーに変換することによってエネルギーロスを従来の57%から14%まで大幅に改善した。また上記構成によってエンジンの負荷も低くなり、省エネ性能が格段に向上した。

2.2.3 快適性

これまで騒音発生源となっていた発電電動機駆動用油圧ポンプや油圧モータを不要にした。これによって耳障りな油圧音がなくなって静粛性が高まり、オペレータの

快適性が向上した。

2.2.4 信頼性

本システムに搭載する発電電動機は、従来の油圧モータ駆動からエンジン直結方式を採用した。従来あった軸受などの機械系摩耗部品がなくなることでメンテナンスフリーを実現し、機械の稼働を止めない高い信頼性を確保した。

3. 産廃処理分野

国内における産業廃棄物処理は、最終処分場の不足や焼却時のダイオキシン問題との関係から分別・リサイクルが主体である。このため、産業廃棄物工場においては廃棄物の前選別やホッパへの投入に油圧ショベルが活躍している。しかしながら、廃棄物から大量の粉塵が発生することから、ラジエータの目詰まりによってエンジンがオーバーヒートすることが最大の問題となっていた。

当社の後方小旋回ショベルは、図11に示す独自の防塵・防音構造「iNDR[®] (Integrated Noise & Dust Reduction Cooling System)」を搭載し、このような粉塵の多い現場で大きな効果を上げている。「iNDR」はエンジンルームを密閉式のダクト状に構成し、エンジンルーム手前の大型フィルタで粉塵をキャッチする。このフィルタはワ

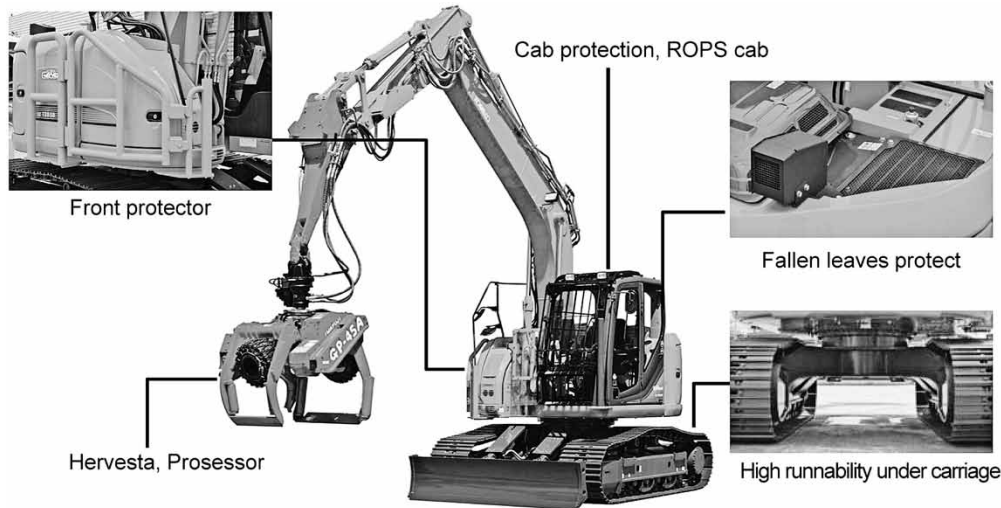


図12 SK165SR-3F 林業仕様機
Fig.12 SK165SR-3F Forestry

ンタッチで脱着できるためメンテナンスが容易にでき、オーバーヒートによるマシングダウンを防止できる。また静粛性も非常に高く、SK135SR-3で93dB (A)とクラストップの超低騒音で作業環境改善に貢献している。

4. 林業分野

日本は国土の約70%を森林が占め、豊富な森林資源を有している。ここ数年は低迷していた国産材の需要は海外輸出の増加やバイオマス発電促進などの影響で大幅に拡大している¹⁾。さらに、政府の補助金政策²⁾にも助けられ、林業の機械化が急速に進んでいる。

林業用途の油圧ショベルは、アーム先端に専門メーカーが供給する種々の林業用作業装置を取り付けて立木の伐倒、造材やハンドリング作業を効率的に行う。従来人力で行っていた作業に比べ、作業効率は格段に向上するとともに労働災害の低減にも大きく貢献している³⁾。

当社は2012年に林業分野へ本格参入し、林業専用仕様機を開発・販売している。林業仕様機は山林での作業に対応するため、性能面では急傾斜地での走行・旋回力向上や作業装置への油圧供給量を増加させた。いっぽう、安全面では転倒時保護構造 (Roll-Over Protective Structure Cab) や木材の衝突からオペレータを守る保

護ガード、火災防止のための枯葉進入防止ガードなどを採用し、作業性と安全性を高めている。その一例としてSK165SR-3F 林業仕様機を図12に示す。

むすび= これまでに紹介した環境リサイクル建機は、国内市場での実績を足掛かりに徐々に海外市場への展開も図っている。分野によって状況は異なるが、細かなお客様ニーズを取り入れて完成度を高めたこれらの建機は、海外市場でも高く評価されており、今後の拡販が期待される。

当社の環境リサイクル建機ビジネスは、今後ともお客様のニーズに応えた建機を開発し、各種産業分野の省力化や機械化において社会に貢献して行く所存である。

参考文献

- 1) 林野庁. 平成27年度 森林・林業白書. 第IV章 木材産業と木材利用. 第1節 木材需給の動向. <http://www.rinya.maff.go.jp/j/kikaku/hakusyo/27hakusyo/zenbun.html>. (参照2018-03-04).
- 2) 林野庁. 次世代林業基盤づくり交付金. 平成28年6月21日. <http://www.rinya.maff.go.jp/j/keiei/kouzoukaizen/koufukin.html>. (参照2018-03-04).
- 3) 林野庁. 林業を支える高性能林業機械. 優良事例の紹介. <http://www.rinya.maff.go.jp/j/kaihatu/kikai/>. (参照2018-03-04).