

(技術資料)

KOBELCO超大型解体機SK3500D

KOBELCO Large-size SK3500D Demolition Machines



庭田孝一郎*

Koichiro Niwata

KOBELCO large-size SK3500D demolition machines, with a working height of 65.03 m, are the largest in the world. These machines were designed to dismantle tall, strong buildings. Kobelco has adopted a new machine structure design which incorporates detachable built-in hydraulic pins. Such pins improve the disassembly and transportation of these large machines. This paper outlines KOBELCO SK3500D and the technologies used in its design.

まえがき = 近年、都市部での再開発事業や製鉄所、電力所などの老朽化したプラントの設備更新が活発化するなか、解体する対象物は高層化や高強度化が進み、解体作業はますます複雑化しており、これらの要求に対応できる解体機や装着される先端アタッチメントである破砕機の大型化が求められている。コベルコ建機㈱では、このような解体工事の市場動向に対応すべく、世界一の作業高さを実現した超大型解体機 SK3500D を開発した。

高層建築物を解体する場合、大きく分けると二つの工法がある。一つは、建物の屋上に機械を上げて、階上から解体して降りてくる工法と、製鉄所や発電所などの各種プラントの解体などの場合で、機械を上にあげる場所の床強度がなく、地上から解体専用超ロングアタッチメントで解体する工法がある。解体現場では、解体作業の効率化だけでなく、現場搬入出時の分解と組立を含めた工期短縮や高所作業の増加による安全性の向上など要求も多様化している。本稿では、地上からの作業に対応する超大型解体機 SK3500D の概要について紹介する(写真1)。

1. 超大型解体機 SK3500D の概要

1.1 主要諸元

主要諸元を表1に、本体外形寸法を図1に示す。

1.2 SK3500D の概要

1) SK3500D の本体概要

SK3500D は、最大全装備質量 327t で、質量 2.9t の破砕機を装着したときの最大作業高さは 65m に達する。SK3500D の下部構造体は、200t 吊りクローラクレーンをベースに設計されており、超大型解体仕様機に求められる安定性と分解輸送性が両立する機械である。作業時のクローラ全幅は 7,730mm で、上部本体の旋回全周における安定度を確保した。通常、解体機のキャブは上部本



写真1 SK3500D 外観

Photo 1 Appearance of SK3500D

体の全幅内に収まるものであるが、SK3500D では、最大高さ 65m のアタッチメントを支えるメインブームの強度を確保するためにブームフット幅を大きくしている。その結果、作業時にはキャブがアッパ全幅よりはみ出るようになったが、輸送時には上部本体の幅を輸送規制内に納まるよう、図2に示すような折りたたみタイプ

*コベルコ建機㈱ 開発生産本部

表 1 SK3500D 主要諸元
Table 1 Main specifications of SK3500D

Operating mass	t	327.6
Rated output	kW/min ⁻¹	338/1,800
Maximum working height	m	65.03
Maximum working radius	m	22.0
Swing speed	min ⁻¹	1.8
Travel speed	km/h	1.1/0.7

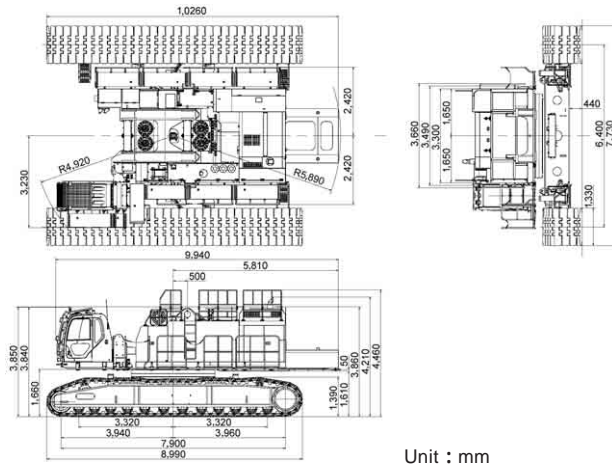


図 1 本体外形寸法
Fig. 1 General dimensions

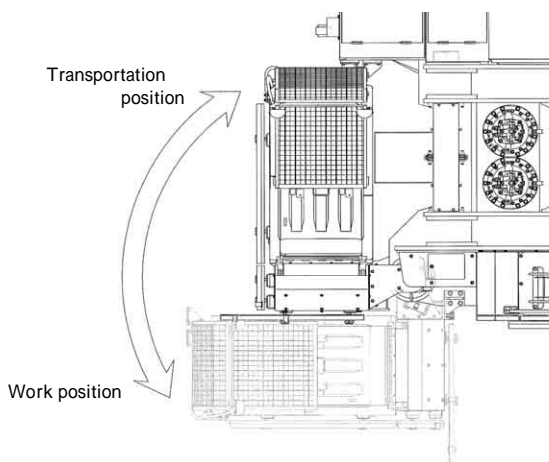


図 2 スイングキャブ外観図
Fig. 2 General dimensions of swing cab

のスイング機構式キャブを採用した。更に、メンテナンス用の足場も取外しができるようにし、輸送高さの規制もクリアするために、上部旋回体は新設計の分割形ブームフットフレーム構造を採用した。その組立図を図 3 に示す。

2) 作業性の向上

本機は、分割されたアタッチメントの組み合わせにより作業高さを変え、装着する破砕機のサイズを変えることができる。例えば、最大作業高さ 65m では、開口幅 1,600mm、最大圧砕力 1,314kN、質量 2.9t の破砕機が適用限界であるのに対して、作業高さ 41m では、質量 12t、開口幅 1,600mm、最大圧砕力は 2,716kN と 2 倍以上の圧砕力を確保することができる。表 2 に、代表的な作業高さである 65m、53m、50m、45m、41m の高さで装着できる破砕機を示す。作業高さと破砕機の組み合わせで、解

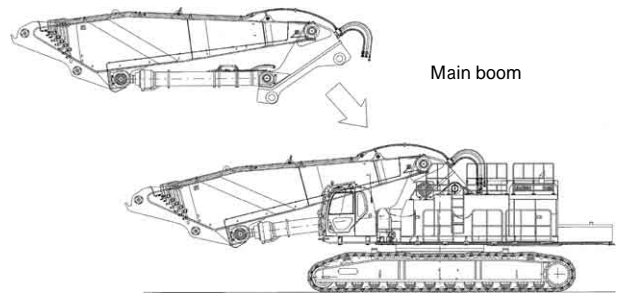


図 3 メインブーム組立図
Fig. 3 Assembly of main boom frame

表 2 装着可能な破砕機の組み合わせ
Table 2 Combination of nibbler

Working height	41m	45m	50m	53m	65m
Nibbler type	KR1600TPR	KR1500PR	KR1200PR - 2	KR1100PR - 2	KR1000LPR - 2
Mass (t)	12.0	6.7	4.75	4.0	2.87
Maximum cutting force (kN)	2,716	2,195	2,029	1,764	1,314
Maximum opening width (mm)	1,600	1,500	1,200	1,100	1,000

体対象物に応じた幅広い作業を可能とした。

またキャブ構造は、最大 30 度上方に傾くチルト可動式機構を採用して作業性を向上させた。

3) 分解組立作業時間の短縮

図 4 に示すように、トレーラの積載能力に対応した質量になるように、機械全体を最高 17 個まで分解できるようにして、道路交通法などの各種法令を遵守した輸送を可能にした。なお、図 4 のうち 印の輸送図は、緩和条件下で法定内にある。また、現場での組立作業においても種々の装備を充実させることで、作業時間を短縮した。

下部構造体両サイドのクローラフレームの分解には、クローラクレーンで使用されている 4 本の油圧シリンダで持上げるトランスリフタやクローラ脱着時に使用する油圧駆動式ピンを備え、遠隔操作で安全かつ容易な作業が可能である。

アタッチメントの組立分解性においては、内蔵式ブーム接続油圧ピンを独自技術として新規開発し、従来の外部からのピンの脱着作業を排除でき、大幅な時間短縮を達成した。また、各アタッチメントの接続部分には油圧カプラを採用し、配管の脱着容易化を図っている。

質量約 100t のカウンタウエイトは、分割積層式とすることで輸送効率の向上だけでなく、7 個に分解することができ作業高さに応じた最適な質量を選択できるようにしており、作業性の向上も図っている。

2. SK3500D の織込み技術の紹介

2.1 超ロングアタッチメント構造物の開発

解体超ロングアタッチメントの開発では、「砕く」「切る」「ねじる」などの解体作業の反力に対する耐久性とアタッチメントの持上げや位置調整などの作業性の両面から、質量を決定しなければならない。SK3500D の開発では、最大作業高さ 65m のアタッチメントを引起こし可能とする自立性を確保するため、商品寿命や使用頻度を勘

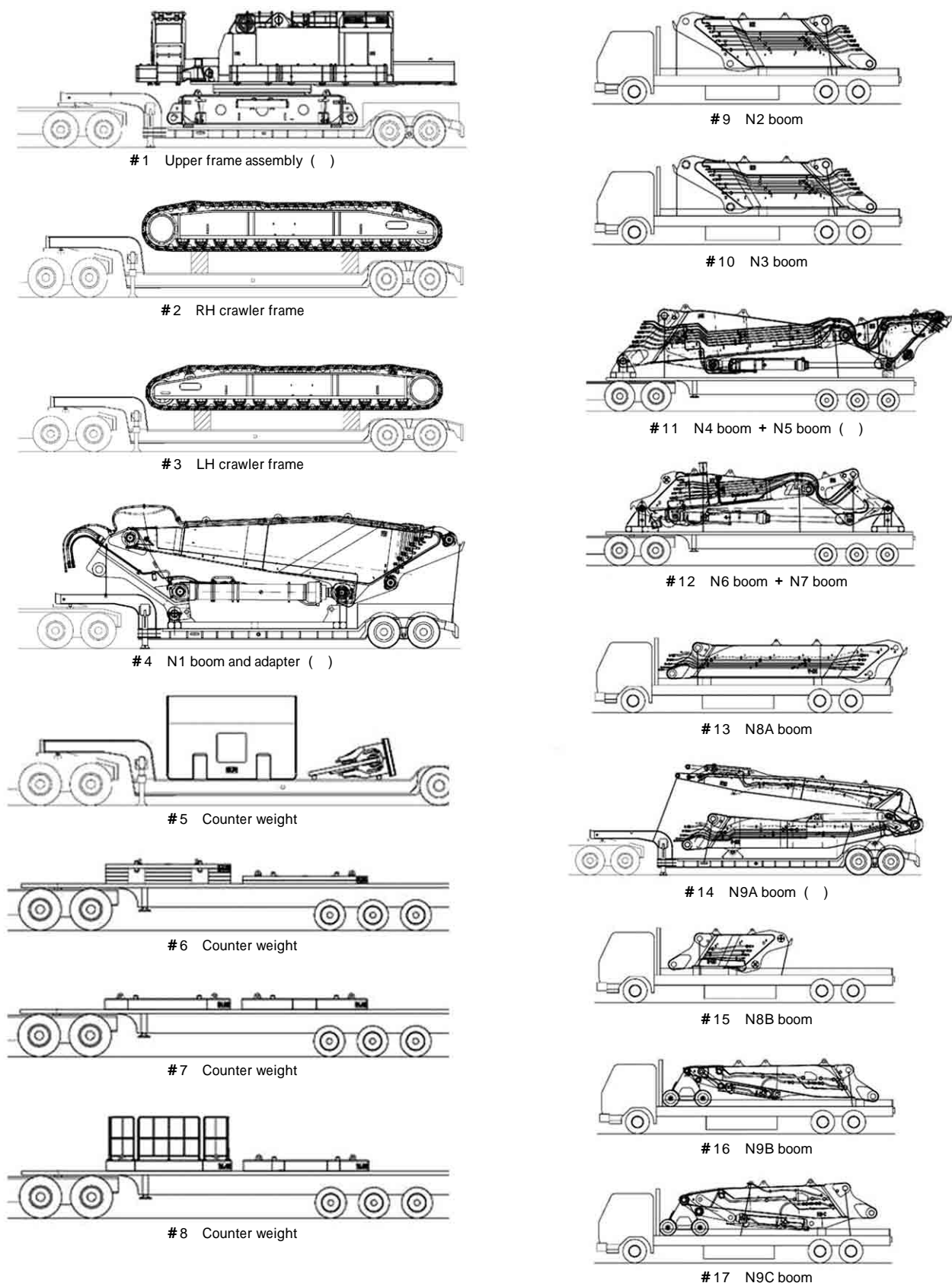


図4 輸送時分解図
Fig. 4 Machinery parts for transportation

案し繰返し構造解析を行った。部位によっては、配管サイズを見直すことで軽量化した箇所もある。構造物の設計妥当性確認は、これまでの解体機の実績より想定した実働条件を置換えた姿勢と荷重で構造解析を行うと同時に、実機試験では解析と同じ条件の荷重を加えることで

検証し、定量的にも解析結果との整合性を確認した。応力測定においては、超大型解体機の計測技術として初めて、ワイヤレスによる測定方法を活用した。

2.2 内蔵油圧式脱着ピン

1) 内蔵油圧式脱着ピンの目的と効果

SK3500Dでは、輸送高さをクリアするため図3の上部本体とメインブームフット側のフレームの接続部および各ブームの接続部(最長4つ折れ65mアタッチメント装着時20箇所)に、内蔵油圧式脱着ピンを採用した。従来は、ピンをクレーンで吊り大ハンマで叩いて入れる重作業があり、また足場が不安定な高所作業で危険であることなどの多くの問題があった。内蔵油圧式脱着ピンを採用することでこれらの問題を全て解決でき、ピン接続作業の省力化と安全の確保、作業時間の大幅な短縮が可能となった。写真2、写真3は実機での伸縮状況を示す。

2) 内蔵油圧式脱着ピンの構造

内蔵油圧式脱着ピンの縮小時断面図を図5に、伸張時断面図を図6に示す。内蔵式油圧ピンは、ブームなどの構造物の幅に収まるように設計した。このためピンを中空にし、縮小時にその中空部の空間に油圧シリンダが収まることで、全体の幅を抑える構成としている。また、シリンダはロッドの中を2重管にし、ロッド側から油を供給して伸縮できるようになっている。ピンはピンガイドの中を移動し、伸張時にはお互いのロッドを押合いながら伸張し、縮むときはピンガイドに反力を取って縮む構成としている。

また整備面からシリンダは、ピンなどほかの部品とは完全に独立させ、部品交換を容易とする構成とした。

3) 品質確認

中空ピンの局部変形による強度確認を万能試験機にて実施した。実機荷重相当の1,000kNの荷重をかけて応力測定を行った。

また性能確認用試験治具を用意し、実機相当の負荷をかけた作動試験を実施した。写真4にテスト状況を示す。意図的にピン穴をずらした場合も問題なく作動し、実機での有用性が確認できた。

1万回の耐久作動テストも実施し、特に作動の支障となるような部分はなく良好であった。

2.3 安全装置の充実

作業時の安全性確保のために、転倒警報防止装置を装備した。これは、それぞれのアタッチメントのピン部分に装着された角度センサにて姿勢を検出し、あらかじめ入力された質量中心データに基づき解体機アーム先端位置に応じて作業半径を計算し、作業半径が規定以下になった場合に警報音を鳴らし、オペレータに作業姿勢が危険であることを知らせる装置である。転倒警告域では断続音、さらに転倒危険域に入ると連続音を鳴らして、オペレータに注意喚起する方式としている。

本装置は超大型解体機のみならず、解体超ロングアタッチメント機では非常に重要な安全装置である。クローラクレーンの下部構造体を採用し、低重心化と低接地圧化を図り安定性を確保したうえで、このような安全装置を装備することで二重三重の危険防止システムとした。

また、モニタリング機能として、2台のカメラを装備している。1台はキャブ内からアタッチメント先端の破

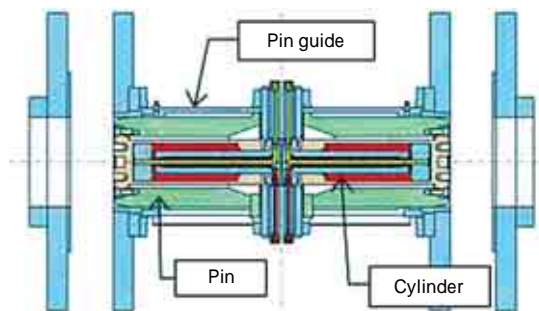


図5 ピン縮小時断面図

Fig. 5 Cross section of shortened position

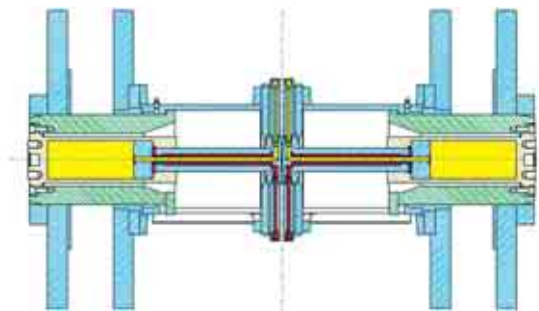


図6 ピン挿入時断面図

Fig. 6 Cross section of expanded position



写真2 縮小時の脱着ピン

Photo 2 Shortened position of pin



写真3 伸長時の脱着ピン

Photo 3 Expanded position of pin



写真4 耐久テスト装置

Photo 4 Durability testing device



写真5 稼働中の KR1600TPR
Photo 5 KR1600TPR in operation



写真6 稼働中の SK3500D
Photo 6 SK3500D in operation

碎作業状況が確認できるようにアタッチメントに取付けた作業先端確認カメラで、もう1台は後方視界を確保するための後方確認カメラである。そのほか、本体が許容角度を超えるとブザーで知らせる本体傾斜警報装置や、万一油圧配管が損傷しても、アタッチメントの急激な落下を防止するバルブをブームシリンダ、ジブシリンダおよびアームシリンダに装着している。

2.4 機械整備性の向上

万一マシニングダウンが発生したときにも停車時間を最小限に抑えるために、SK3500Dでは、破碎機取付シリンダのストロークエンド制限装置や保護用のスライドプレートを装着した。メンテナンス面では、ハンドレールをボンネット周辺だけでなくキャットウォークにも設けるとともに、ホースリール付電動式給脂装置を取付けることで、より安全で確実な整備作業が行えるように配慮した。

3. 先端アタッチメントの開発

コベルコ建機株式会社は本体の解体機の開発だけでなく、先端アタッチメントの開発にも歴史がある。イギリス、ハイマック社からの技術導入以降、自社開発によりメニュー

一拡大と大型化に取り組んできた。SK3500Dでは、最も作業頻度の高い作業高さ41mで使用する破碎機質量12tの鉄筋コンクリート解体用KR1600TPRと、鉄骨構造物解体用KS1300TPRの2種類の破碎機を開発した。昨今、破碎対象物の強度がアップしており、破碎機の開口幅と破碎力の両方が求められている。これに対し、2本シリンダ構造の採用により、開口幅を大きくできるとともに、作動角度に対して圧碎力の変化が少なく、効率的な解体作業の実現を可能とした。写真5は、実作業時のKR1600TPRを示す。

むすび= SK3500Dは、2005年10月に納車後、高層ビルやプラントなど全国各地の数々の現場で活躍している(写真6)。また、作業高さにおいて世界一の解体機であることが、ギネスブックに2005年10月登録された。

今後、解体分野に限らず、環境商品へのユーザーニーズはますます多様化・専用化の要求が増えていくなかで、多方面の技術へのアンテナ機能の感度を高め、オンリーワンの商品開発にチャレンジしていく。

最後に、開発にあたり多大なご協力を頂いた渡辺解体興業株式会社に心よりお礼申し上げます。