

ウォールソーを利用した解体機械の開発と適用



鈴木 信也 *1

半田 雅俊 *1 上長三千良 *2
 中村 良雄 *2 吉原 長吉 *3
 松尾 明弘 *3 甲野 陸泰 *2

概 要

近年の建設工事は既存建物を解体した後、新築工事を行うことが多くなってきている。騒音や振動の環境問題から、近年の解体工事においては低騒音低振動で解体できる技術が求められている。しかしながら、地下構造物の解体工事は、作業範囲が狭く、投入できる機械も限られてしまうため、低振動・低騒音で解体することが難しい。騒音振動規制法により騒音や振動が大きい工事は作業時間が制限され、工期を圧迫する問題があった。そこで、低騒音・低振動の解体工法であるウォールソーに着目し、地下躯体解体工事を対象とした、掘削重機の先端に専用アタッチメントを介し電動ウォールソーを把持した機械を開発した。その後リニューアル工事でも使用したいというニーズが増えてきたので、リニューアル工事に適用できる小型化した機械を開発した。本報では、ウォールソーを利用した解体機械の開発と適用について報告する。

Development of Noiseless Dismantling System

Shinya SUZUKI*1 Masatoshi HANDA*1
 Michiyoshi KAMINAGA*2 Yoshio NAKAMURA*2
 Choukichi YOSHIHARA*3 Akihiro MATSUO*3
 Michiyasu KOUNO*2

Recently, the newly-built construction is often done after the demolish work. In the demolish work in recent years, the technology that can dismantle it because of the low noise and low vibration is requested. However, the demolish work in the underground structure is narrow the working range, and limited the machine that can use it. Therefore, it is difficult to dismantle it because of a low noise and low vibration. The working hour is limited by the law and the term of works becomes insufficient. Then, it paid attention to Wall-saw that was the dismantlement industrial method of the low noise and low vibration. The machine that installed wall saw on the point of the excavator was developed intended for the demolish work in the underground. Afterwards, the demand that it wants to use it has increased as for renewal construction. A small machine that was able to use it for renewal construction was developed. In this report, it reports on development and the application of the dismantlement machine using wall-saw.

*1 戸田建設(株) 技術研究所 *2 戸田建設(株) 建築工事技術部 *3 戸田建設(株) 機材部

*1 Technical Research Institute, Toda Corp. *2 Architectural Engineering Dept., Toda Corp.

*3 Machinery & Materials Dept., Toda Corp.

ウォールソーを利用した解体機械の開発と適用

鈴木 信也^{*1} 半田 雅俊^{*1}
 上長三千良^{*2} 中村 良雄^{*2}
 吉原 長吉^{*2} 松尾 明弘^{*3}
 甲野 陸泰^{*3}

1. はじめに

大都市の建設工事では既存建物の解体が新築工事と同時に進められている。しかし、地下の解体工事は計画時の解体工期が遅れることにより新築工事の工期を圧迫することが多い。そこで、工事の安全を図るとともに工期を遅延することなく工事を進めるために、近隣環境と調和を図る低騒音・低振動の近隣配慮型解体工法の開発をした。2006年に地下躯体解体工事を対象とした、掘削重機の先端に専用アタッチメントを介し電動ウォールソーを把持した機械(以下NEOカッター工法)を開発した。その後リニューアル工事にも適用できるように新たに小型化した機械(以下RN-NEOカッター工法)を2008年に開発した。本報は主にリニューアル工事を対象とした小型化した開発機械についての報告である。

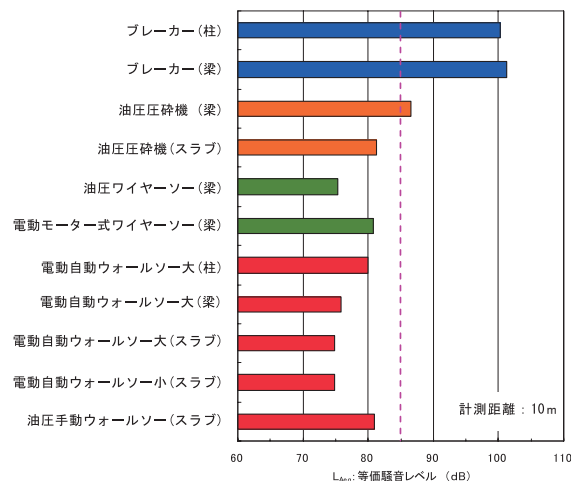


図-1 解体種別と等価騒音レベル

2. 従来方法の課題、解決方法と発展

現状の解体工事において工期に影響する因子は、「実働作業時間」と「施工能率」がある。隣地境界線で騒音 85dB、振動 75dB を超えた場合、作業時間が 10 時間または 14 時間から 4 時間までの範囲で規制される。そのため、「実働作業時間」が短くなる。一方の「施工能率」は、重機の大きさとアタッチメントにより決定され、重機が大きいほど施工能率は良い。施工能率が最も良いアタッチメントは油圧ブレーカーであるが、騒音振動が非常に大きいため、大都市の解体工事では、低振動・低騒音型の油圧圧砕工法を使用することが多い。特に地下外壁の裏面は山留壁や土があり、油圧圧砕機を使用できないため、油圧ブレーカーを使用して解体することになる。油圧ブレーカーを使用すると大きな騒音・振動が発生し、近隣からのクレームなどにより作業時間が制限される。図-1に解体種別と実測した等価騒音レベルを示す。図-2に解体作業時の振動レベルを示す。地下工事は、切梁や構台支柱があるため、大型の重機を入れることができず、施工能率が低下する(写真-1参照)。そこで、0.2m³クラスの小型重機に電動ウォールソーを専用アタッチメントに取り付けた機械を2006年に開発した。その後、この機械をリニューアル工事の壁解体工事に適用できないかというニーズが多くあったため、さらに小型化し、エレベータに入り移動できる大きさとし、またスラブが荷重に耐えられるように軽量化を図った機械を2008年に開発した。

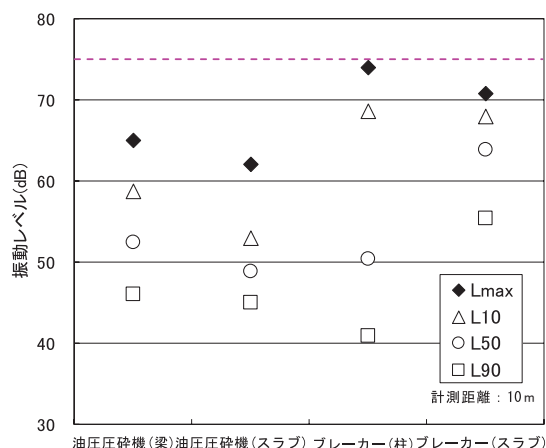


図-2 解体作業時の振動レベル



写真-1 地下既存躯体解体工事の状況

^{*1} 戸田建設(株) 技術研究所 ^{*2} 戸田建設(株) 建築工事技術部 ^{*3} 戸田建設(株) 機材部

3. 地下解体用機械（NEO カッター工法）

事前調査により、低騒音、低振動のための解体機器としての電動ウォールソーの効果を確認できた。しかし、準備時間と切断時間の時間が同じぐらいかかり効率が悪いなどの欠点もあった。そこで、開発目的（低騒音、低振動、効率、安全性の向上）を達成するために、電動ウォールソーを小型重機に取り付け、どの場所でも、自由に早くセットすることが可能となる専用アタッチメントを開発した。これにより無足場で地下外壁の解体が可能となった。

3.1 機器構成

図-3にNEO カッター工法の機器構成を示す。本機械は掘削機先端に専用アタッチメントを取り付け、その先端に電動ウォールソーを取り付けたものである。アタッチメントは旋回装置、首振装置、伸縮装置、レール把持フレーム、レールで構成している。切断時の反力は切断部材にアタッチメントを押し付けることで確保する。

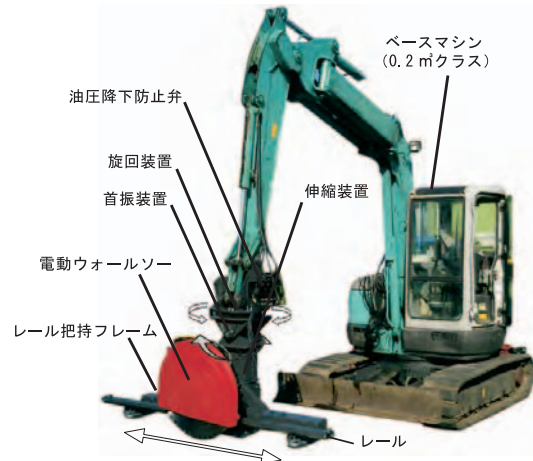


図-3 機器構成（NEO カッター工法）

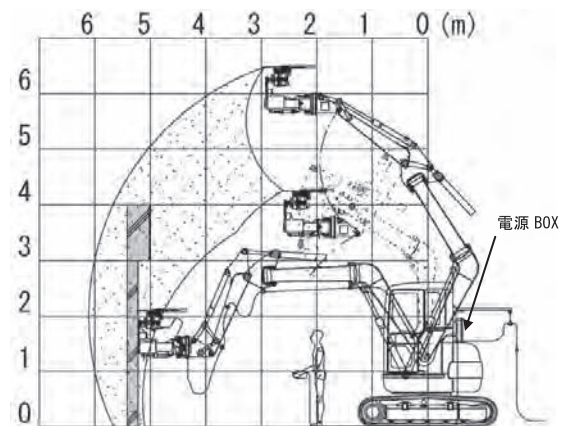


図-4 作業範囲図（横切りの場合）

3.2 主な特徴及び機能および操作方法

図-4に作業範囲図および作業全体図を示す。専用アタッチメントの動きは、重機のキャビン内部にある操作盤で各動きを切り替えながら行う。動作は、旋回（左右各200度）、首振り（各45度）、伸縮（100mm）がある。切断する位置と切断面の状況によりこれらを組み合わせてセットをする。主な特徴および機能を以下に示す。

- ①本体重機：0.2m³クラス専用重機。重量：5400kg
- ②専用アタッチメント重量：340kg
- ③専用アタッチメントの大きさ：
 - 全長2.3m × 全巾0.90m × 1.40m
- ④先端旋回角度：左右各200度（ストッパー時160度）
- ⑤先端首振角度：左右各45度
- ⑥壁への押し付け方向への伸縮距離：100mm
- ⑦ウォールソー：電動ウォールソー（小）
 - ※電動ウォールソー（大）も取り付け可能
- ⑧切断深さ：27cm（ブレード径745mm）
- ⑨電源：200V
- ⑩その他：ウォールソー冷却用水道水

3.3 施工方法と施工時間

写真-2に施工状況を示す。アタッチメントを重機アームで所定の高さにした後、所定の位置に旋回装置、首振装置、伸縮装置を用いてセットする。外壁、柱、梁の鉄筋コンクリートをレールに沿って1回の切断で約2mごとに切断する。縦方向・横方向に切断して、ブロック化して解体を行う。写真-3に横切りの施工状況を、写真-4に縦切りの施工状況を示す。壁にセットする時間は、手動のウォールソーセット時間20分と比較して、NEOカッター工法は約半分の時間の約10分でできた。しかし、この時間はオペレータが専門のオペレータではなく、また重機の位置が斜面で位置を合わせにくかったことを考慮すると、5分程度まで短縮できると思われる。



写真-2 施工状況（梁切断）



写真-3 横切りの施工状況



写真-4 縦切りの施工状況

4. 小型解体機械 (RN-NEO カッター工法)

NEO カッター工法をリニューアル工事の壁解体工事に適用できないかというニーズが多くあったが、0.2m³の重機で室内作業は難しいため、さらに小型化し、エレベータに入り移動できる大きさとし、またスラブが荷重に耐えられるように軽量化を図った機械を開発した。

4.1 機器構成

図-5にRN-NEO カッター工法の機器構成を示す。本機械は反力を受け持つ上下の突っ張り機能を有するフォークリフトタイプの専用台車に専用アタッチメントを取り付け、その先端に電動ウォールソーを取り付けたものである。アタッチメントは上下装置、旋回装置、首振りチルト装置、押付装置、伸縮装置、把持フレーム、レールで構成している。また、これとは別に電源・油圧ユニットがある。

4.2 主な特徴及び機能および操作方法

小型機械は重機のような重さがないために切断時の反力を自重で受けることができない。そのため、伸縮サポートを床、天井に突っ張ることにより、その摩擦力で反力を受ける機構としている。ウォールソーレールの固定方法は、アンカーを用いずにアタッチメントを壁に押し付けるだけで固定される。操作は図-6に示す操作レバーを用いて行い、誤作動防止の為に操作スイッチを押さないと操作レバーは作動しないようにしてある。各装置は油圧で作動するため、重機に取り付けることも可能である。切断の向きは、アタッチメントを旋回(図-7)、首振り(図-8)、押付装置(図-9)を用いてセットする。1回の切断で約2mごとに切断する。縦方向・横方向に壁を切断し、ブロック化して解体を行う。機械の主な仕様を以下に示す。

- ① 大きさ：高さ 2,015 ~ 3,950mm × 1,375mm × 2,210mm
- ② 重量：1,040kg (内アタッチメント 220kg)
- ③ 先端旋回角度：360度
- ④ チルト首振り角度：±7度
- ⑤ 押し付け伸縮距離：150mm
- ⑥ 先端伸縮距離：250mm
- ⑦ ウォールソー：電動ウォールソー (大)
※電動ウォールソー (小) の取り付けも可能

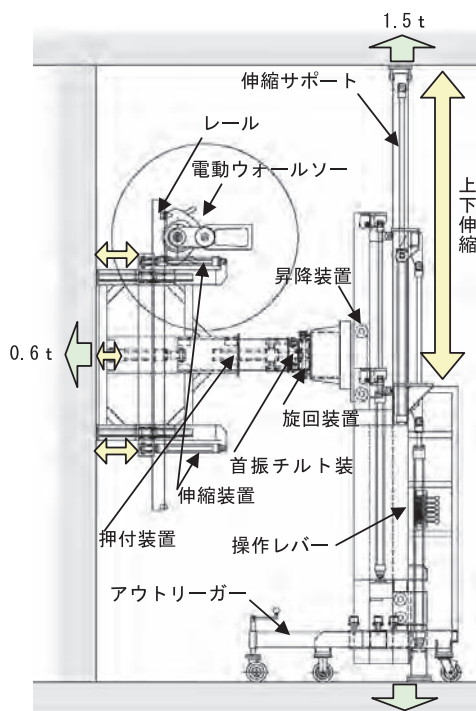


図-5 機器構成 (RN-NEO カッター工法)

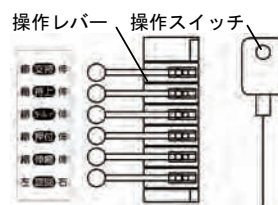


図-6 操作レバー

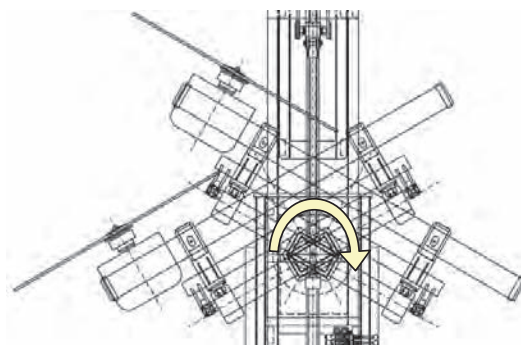


図-7 旋回装置

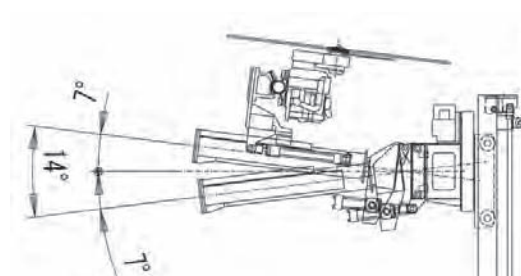


図-8 首振りチルト装置

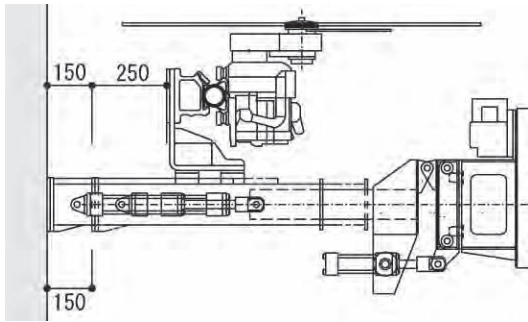


図-9 押付装置

- ⑧切断深さ：50cm（ブレード直径 1,200mm）
- ⑨電源：三相 400 V（切断時）、200 V（操作時）
- ⑩その他：ウォールソー冷却用水道水

4.3 設置手順および切断範囲

図-10 に設置手順を示す。施工場所へ機材を搬送し機械の組立および配線を行う。このときに施工場所まで 400V の電源と水の供給が必要となる。動作確認完了後、機械を施工位置に移動し、切断位置に合わせて、アタッチメントの旋回および本体の微調整を行う。その後、サポートを突っ張り、アタッチメントを押し付けて固定する。

本機械の動作範囲を図-11 に示す。水平切断高さは 0～3,220mm、垂直切断の切断高さは 0～3,965mm（切残しを含む）まで施工可能である。床の高さは 2,015mm～3,965mm の建物で使用可能である。

アタッチメント固定後の切断手順を図-12 に示す。切断深さが 250mm～300mm までは一次切断で切断することが可能であるが、切断深さが 300mm～500mm の場合は、148mm 以上の一次切断を行った後、伸縮装置を用いてアタッチメントを切断面に設置して、2次切断を行う。

通常のウォールソー工法で切断深さ 300mm 以上の施工を行う場合、φ 800mm のブレードを使用して切り込みを入れた後、φ 1,200mm のブレードに交換して施工を行っているが、本工法は先端の伸縮機能を使うことにより φ 1,200mm のブレード 1 枚で切断深さ 0～500mm の施工ができるため、ブレードの交換作業が不要となり施工能率が向上している。

5. 現場での実証実験

Y 耐震補強工事作業所において、地下内壁（壁厚 32cm）1 面を撤去する作業にこの機械を使用し、その施工能力を測定した。写真-5 に縦切り、横切りの施工状況を示す。

5.1 切断方法

図-13 に切断計画図を示す。切断部材の重量が 2t 以下となるように壁を高さ約 2,500mm × 横 800cm の大きさで 5 ブロックに切断した。柱や梁は、オーバーカットすることが出来ないため、先行工事としてコーナー部はコア抜きを行った。ブレードが切断部材に挟

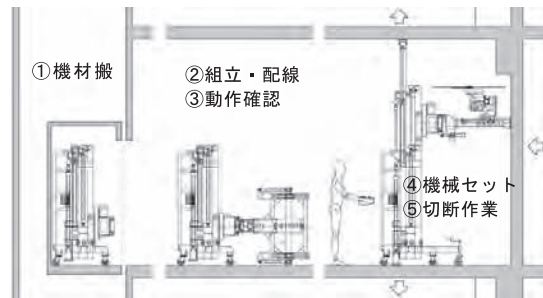


図-10 設置手順図

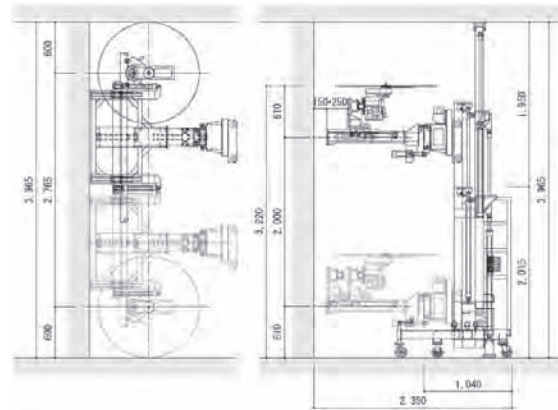


図-11 動作範囲

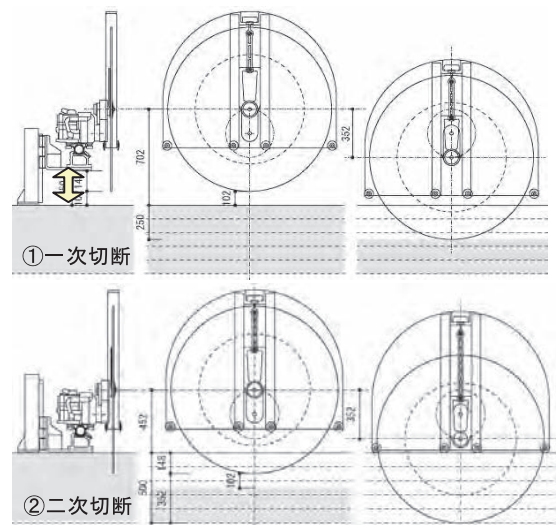


図-12 切断手順

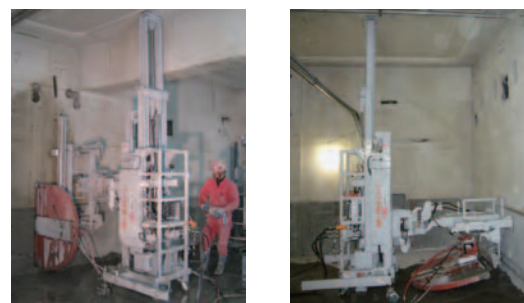


写真-5 施工状況（左：縦切り、右：横切り）

まれないように、水平切断は下部の切断を行った後、上部の切断を行った。水平切断完了後、垂直切断を行い、切断したコンクリートはアングルで固定し、倒れないようにした。また、解体時に取り出しやすくするために、中央のブロックは下部水平切断と横の縦切断を壁に直角ではなく、テーパを取って切断した。縦方向は切断長さ2,500mmなので1回のセットで1か所切断することができ、合計6か所切断した。横方向は下を2回、上を2回の計4か所切断した。

5.2 切断能率

計測した項目は、機械の組み立て時間と各切断作業のための所定の場所までの機械のセットのための準備時間、切断時の時間である。機械を組み立てる前に電

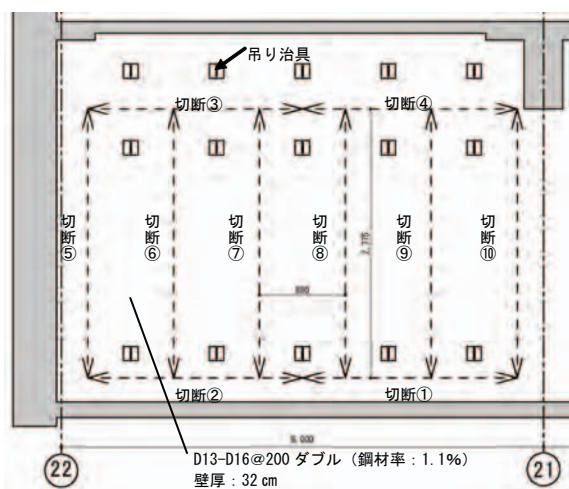


図-13 切断計画図

表-1 切断作業時間（平均）

準備時間	07:08	分:秒
切断時間	19:04	分:秒
施工時間	26:11	分:秒
切断能率	2.19	m ² /h
施工能率	1.55	m ² /h

気配線、水道ホースの段取りなどで約1時間、機械の組み立て時間は約43分であった。この組み立て時間は機械を持ってきた最初の時間である。表-1に切断作業時間を示す。各切断作業は、深さ32cm、長さ2~2.5mで、平均の時間は、機械のセット準備時間が7分8秒、切断時間が19分4秒、合計26分11秒であった。つまり1回の切断サイクルは約30分である。切断能率としては2.19m²/hとなる。図-14に以前に計測したデータと今回のRN-NEOカッター工法の実測

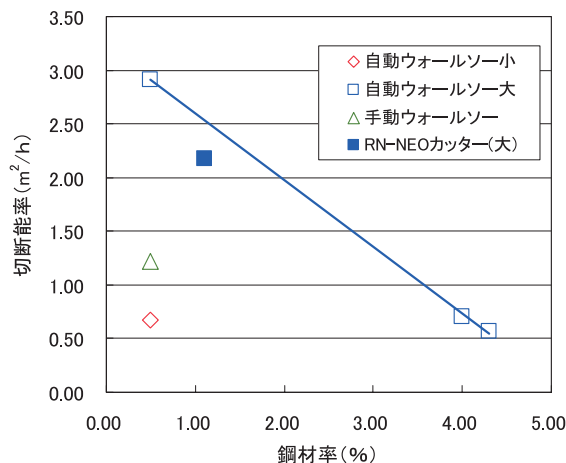


図-14 鉄筋量と切断能率



写真-6 切断部材撤去状況

表-2 リニューアル用解体工法比較表

	ハンド ブレイカー	ハンド クラッシャー	小型油圧 圧砕工法	RN-NEO カッター	ウォールソー
騒音	×	◎	△	○	○
振動	×	○	△	◎	◎
工期	○	×	◎	○	△
コスト	◎	△	△	○	△
資機材搬入	○	○	×	△	○
解体材搬出	○	○	○	△	△

データから鋼材率と切断能率の関係を示す。切断の時間で多くかかっているのは、ほとんど鉄筋部分の切断時間であり、コンクリート部分での切断は早い。

5.3 解体方法

写真-6に切断部材撤去状況を示す。切断した5つのコンクリートのブロックは、壁の上の梁と対面の壁に仕込んだ2つのウィンチで吊り下ろした。1ブロックの重量は約2tである。撤去時間は1ブロック平均21分であった。

5.4 解体工法比較

表-2にリニューアル工事における解体工法の比較表を示す。現場の状況による使い分けが重要である。

6. まとめ

低騒音・低振動・低コストの小型解体機械を開発し

た。本報では、工法概要と実際の現場での作業能率について述べた。今後、地下躯体の解体工事にNEOカッター工法を、リニューアル工事にはRN-NEOカッター工法の適用を行っていく予定である。

【参考文献】

- 1) 宮下他：ワイヤーソーを用いた鋼製ライナー付きコンクリート構造物切断技術の研究、日本建築学会大会学術講演梗概集、pp.455-456. (1998)
- 2) 鈴木他：近隣配慮型解体工法の開発、日本建築学会大会学術講演梗概集、pp.815-816. (2006)
- 3) 長谷部他：100N/mm²級超高強度コンクリートを使用したRC構造物の解体実験（その1. 実験概要と騒音測定結果）日本建築学会大会学術講演梗概集、pp.1275-1276. (2007)
- 4) 鈴木他：100N/mm²級超高強度コンクリートを使用したRC構造物の解体実験（その2 解体工法の適用性）日本建築学会大会学術講演梗概集、pp.1277-1278. (2007)

