

# 100N/mm<sup>2</sup> 級超高強度コンクリートを使用した RC 構造物の解体実験報告



鈴木 信也 \*1

長谷部廣行 \*2  
半田 雅俊 \*1  
鹿籠 泰幸 \*2  
和田 高清 \*2

## 概 要

近年、超高層RC住宅で、60N/mm<sup>2</sup>を超える超高強度コンクリートが採用されている。これら超高層RC構造物は太径の鉄筋が使用され配筋量も多く、切断及び破砕が困難であることが予想される。そこで、 $F_c$ 54~100N/mm<sup>2</sup>のコンクリートを使用した実大構造体の解体実験を行った。本報では、100N/mm<sup>2</sup>級超高強度コンクリートを使用したRC構造物の解体における施工能率、騒音、振動について報告する。

## Dismantling experiment of the reinforced concrete construction which was made with $F_c$ 100N/mm<sup>2</sup> high-strength concrete

Shinya SUZUKI\*1      Hiroyuki HASEBE\*2  
Masatoshi HANDA\*1    Yasuyuki SHIKAMORI\*2  
Takakiyo WADA\*2

Recently, a high-strength concrete that exceeds 60N/mm<sup>2</sup> is adopted by the super highrise housing built with reinforced concrete construction. As for These super highrise housing, It is expected that dismantlement is difficult in the reason why reinforcement ratio is high. Then, the dismantlement experiment of a real large structure built with  $F_c$ 54-100 N/mm<sup>2</sup> high-strength concrete. It reports on the Dismantling efficiency in the dismantlement of the reinforced concrete construction which was made with  $F_c$ 100N/mm<sup>2</sup> high-strength concrete, the noise, and the vibration in this report.

\*1 戸田建設(株) 技術研究所      \*2 西松建設(株) 技術研究所

\*1 Technical Research Institute, Toda Corp.      \*2 Technical Research Institute, Nishimatsu Corp.

# 100N/mm<sup>2</sup> 級超高強度コンクリートを使用した RC 構造物の解体実験報告

鈴木 信也\*<sup>1</sup>    長谷部廣行\*<sup>2</sup>  
 半田 雅俊\*<sup>1</sup>    鹿籠 泰幸\*<sup>2</sup>  
 和田 高清\*<sup>2</sup>

## 1. はじめに

近年、超高層RC住宅で60N/mm<sup>2</sup>を超える超高強度コンクリートが採用されている。これら超高層RC構造物は太径鉄筋が使用され配筋量も多い特徴がある。そのため、解体工法も一般的な建築物とは異なり、切断および破砕が困難であることが懸念される。

そこで、Fc54~100N/mm<sup>2</sup>のコンクリートを使用した実大構造体を解体し、解体工法の切断能率、破砕能率、騒音および振動の調査を行った。

## 2. 実験計画

### 2.1 構造体の概要と実験要因と水準

解体する構造体の形状を図-1、写真-1、2に、スラブ・梁・柱のコンクリートの調査、設計基準強度および解体時のコア圧縮強度を表-1に、実験の要因と水準を表-2に示す。

### 2.2 測定項目

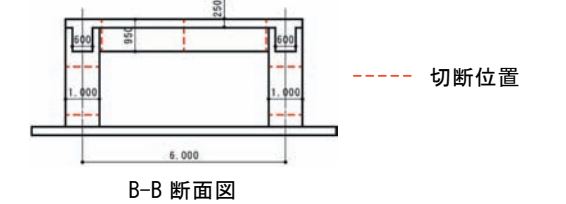
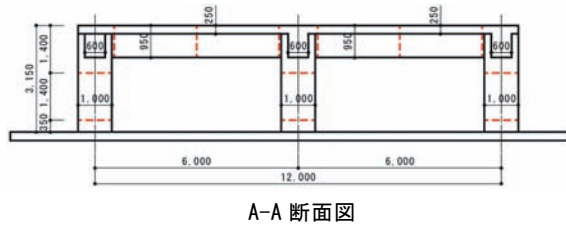
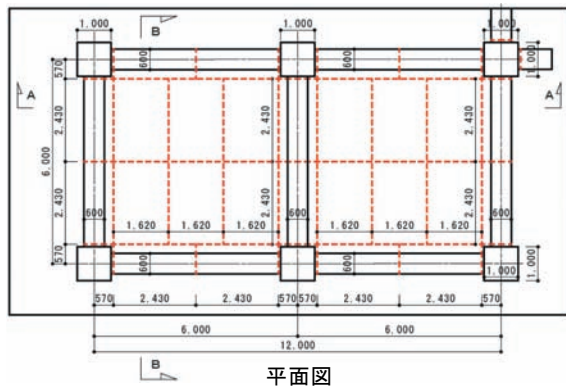
切断、破砕時間および作業時の騒音と振動を測定項目とした。



写真-1 構造体の外観①



写真-2 構造体の外観②



--- 切断位置

図-1 構造体の形状

表-1 各部材のコンクリート強度

部材	Fc (N/mm <sup>2</sup> )	セメント種類	W/C (%)	解体時コア圧縮強度 (N/mm <sup>2</sup> )
スラブ	54	低熱ポルトランドセメント	33.0	84
梁	54	低熱ポルトランドセメント	33.0	84
柱	70	低熱ポルトランドセメント	27.0	102
	80	シリカヒュームプレミックスセメント	27.0	115
	100	シリカヒュームプレミックスセメント	27.0	123

表-2 要因と水準

要因	水準		
	スラブ	梁	柱
Fc	①54N/mm <sup>2</sup>	①54N/mm <sup>2</sup>	①70N/mm <sup>2</sup> ②80N/mm <sup>2</sup> ③100N/mm <sup>2</sup>
主筋配筋	①D13-200@ダブル	①上端8-D41 下端8-D41	①上端24-D41 下端32-D41
鉄筋機械継手	①なし (鋼材率0.5%)	①なし (鋼材率3.8%) ②機械式継手A (鋼材率5.3%) ③機械式継手B (鋼材率6.8%)	①なし (芯鉄筋なし: 鋼材率3.2%) (芯鉄筋あり: 鋼材率4.3%) ②機械式継手C (芯鉄筋なし: 鋼材率6.2%) (芯鉄筋あり: 鋼材率7.2%)
切断機械	①自動ウォールソー小 (電動200V) ②自動ウォールソー大 (電動400V) ③手動ウォールソー (油圧: 手動)	①ワイヤーソー (標準ワイヤー) ②自動ウォールソー大 (電動400V)	①ワイヤーソー (標準ワイヤー) ②ワイヤーソー (ガルバニックワイヤー) ③自動ウォールソー大 (電動400V)
破砕機械	①ジャイアントブレーカー(0.7m <sup>2</sup> ) ②パクラ (0.7m <sup>2</sup> )	①ジャイアントブレーカー(0.7m <sup>2</sup> ) ②パクラ (0.7m <sup>2</sup> )	①ジャイアントブレーカー(0.7m <sup>2</sup> )

\*<sup>1</sup> 戸田建設(株) 技術研究所    \*<sup>2</sup> 西松建設(株) 技術研究所

### 3. 施工能率および騒音・振動の測定方法

#### 3.1 切断能率

切断は、ウォールソー3種類(自動ウォールソー小、自動ウォールソー大、手動ウォールソー)およびワイヤーソー2種類(標準ワイヤー、ガルバニックワイヤー)を用い、準備時間、切断時間および切断面積を計測した。

#### 3.2 破砕能率

破砕は、階上解体に用いられる0.7m<sup>3</sup>級の重機に取り付けたパクラーおよびジャイアントプレーカを用い、破砕時間および破砕体積を計測した。

#### 3.3 騒音計測

切断作業および破砕作業について、音源から10mの位置で計測した。

#### 3.4 振動計測

切断作業および破砕作業について、振動源から10mの位置で計測した。

### 4. 測定結果

#### 4.1 切断能率 (ウォールソー)

切断部材と切断能率を表-3に示す。切断能率は、機種性能により異なることがわかる。切断部位がスラブの場合においてウォールソー3機種の切断能率を比較すると手動ウォールソーは自動ウォールソー小の1.82倍であり自動ウォールソー大は自動ウォールソー小の4.34倍であった。スラブの切断能率は0.67~2.91m<sup>2</sup>/hで切断できることが確認できた。

鋼材率と切断能率の関係を図-2に示す。自動ウォールソー大の切断能率と鋼材率の相関係数は-0.99であるので、負の相関関係が強いことが確認できた。コンクリートコア強度と切断能率の関係を図-3に示す。自動ウォールソー大のコンクリートコア強度と切断能率の相関係数は-0.54であり、負の相関関係は弱いことが確認できた。このことから切断能率はコンクリート強度よりも鋼材率の影響が大きいことがわかる。スラブと梁を比較すると、鋼材率が8倍違うため切断能率は1/4程度に低下することがわかる。

準備時間を含めた施工能率のスラブでは、05~1.48m<sup>2</sup>/hで切断できることが確認できた。施工計画を

行う場合は移動時間による施工能率の低下を考慮する必要がある。



写真-3 自動ウォールソー小 (左) 及び大 (右)



写真-4 手動ウォールソー

表-3 切断能率計測結果 (ウォールソー)

切断方法	切断部位	切断部材		③切断能率 (m <sup>2</sup> /h)	施工能率 <sup>※2</sup> (m <sup>2</sup> /h)	r:相関係数	
		①鋼材率 <sup>※1</sup> (%)	②コア圧縮強度 (N/mm <sup>2</sup> )			①:②	①:③
ウォールソー	自動小	0.50	84	0.67	0.50	-0.99	-0.54
	手動			1.22	0.68		
	自動大			2.91	1.48		
	梁	4.00	0.70	0.38			
	柱	4.30	123	0.57	0.31		

※1 鋼材率 : 切断面積に対する鋼材率の割合  
 ※2 施工能率 : 切断面積÷(準備時間+切断時間)

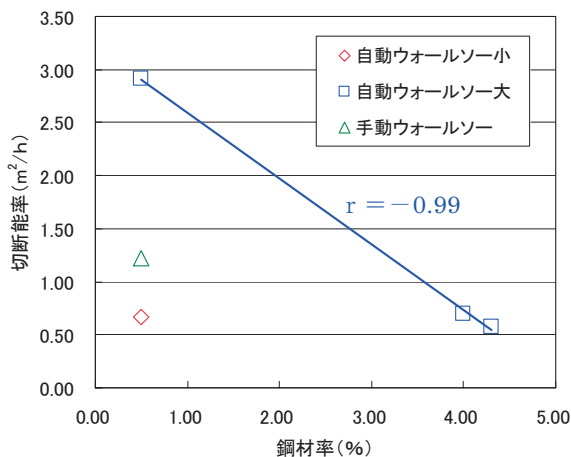


図-2 鋼材率と切断能率

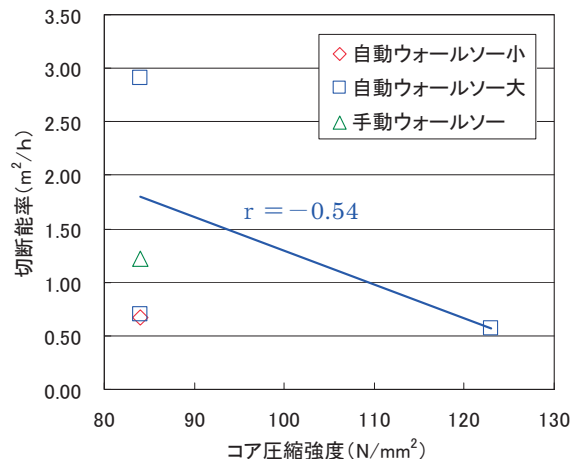


図-3 コア強度と切断能率



### 4.2 切断能率（ワイヤーソー）

切断能率測定結果を表-4に示す。鋼材率と切断能率の関係を図-4に示す。標準ワイヤーを用いた場合の鋼材率と切断能率の相関係数は-0.23であり、負の相関関係はあまりないことがわかる。コンクリートコア強度と切断能率の関係を図-5に示す。相関係数は0.57であり弱い相関関係であることがわかる。相関関係があまりない要因のひとつに、プーリーの位置やワイヤーの巻き方を切断状況に合わせて変えていたことが考えられる。また、鉄筋機械式継手部の有無により分けをした場合の鋼材率と切断能率の関係を表-5に示す。標準ワイヤーを用いた場合、梁柱は0.55~0.67m<sup>2</sup>/hで切断できることがわかった。ガルバニックワイヤーを用いることで、切断能率は7~22%程度向上することがわかる。

ワイヤーソーの機器を準備する時間は20分程度、片付け時間は10分程度、養生にかかる時間は40分程度であった。施工部位が近い場合は養生を盛り替える必要がないので、施工条件に合わせて切断能率を適宜低減する必要がある。

表-4 切断能率計測結果（ワイヤーソー）

切断方法	切断部位	切断部材			r:相関係数		
		①鋼材率 (%)	②コア圧縮強度 (N/mm <sup>2</sup> )	③切断能率 (m <sup>2</sup> /h)	①:③	②:③	
ワイヤーソー	標準ワイヤー	梁	3.80	84	0.68	-0.23	0.57
			5.30	84	0.36		
			5.90	84	0.52		
			6.80	84	0.50		
	ガルバニックワイヤー	柱	3.20	115	0.74		
			4.30	102	0.45		
			4.30	123	0.62		
			6.20	115	0.71		
			7.20	102	0.64		
			7.20	123	0.59		



写真-5 梁切断状況

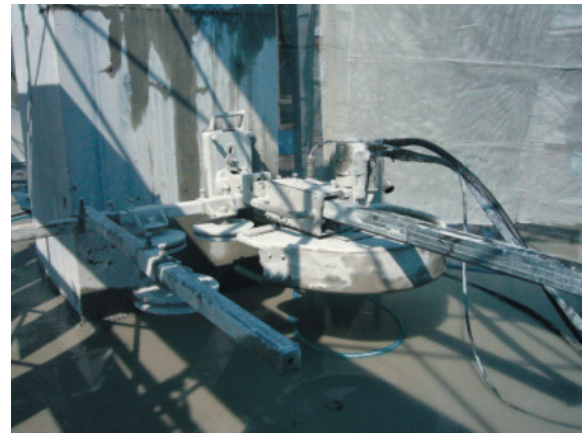


写真-6 柱切断状況

表-5 鋼材率と切断能率（ワイヤーソー）

切断方法	機械式継手の有無	鋼材率 (%)	切断能率 (m <sup>2</sup> /h)
標準ワイヤー	無	3.2~4.3	0.67
	有	5.3~7.2	0.55
ガルバニックワイヤー	無	3.2~4.3	0.81
	有	6.2~7.2	0.59

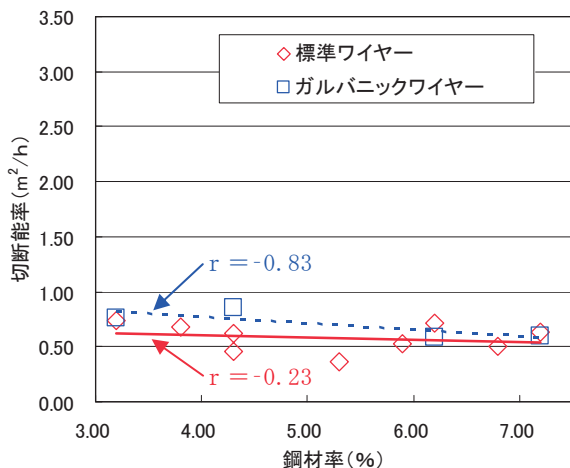


図-4 鋼材率と切断能率

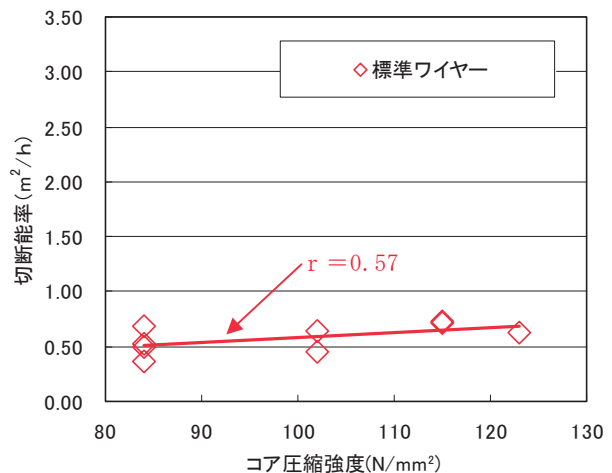


図-5 コア強度と切断能率

### 4.3 破砕能率

破砕能率計測結果を表-6に示す。スラブの場合はパクラーとジャイアントブレイカは同程度の施工能率である。梁の場合はパクラーの破砕能率はジャイアントブレイカの1/4程度であった。破砕能率が低下している要因のひとつにパクラーの最大開口幅が850mmであるのに対して、梁幅は600mmであるため、パクラーの根元で挟むことができないことが挙げられる。柱の場合は柱幅が1000mmであり、パクラーで挟むことができないので、角部から破砕することを試みたが破砕できないため、実験を中止した。破砕部材の幅がパクラーの最大開口幅よりも大きい場合は、破砕部材幅よりも大きい開口のパクラーを用意するか、コア等により爪が引っかかるようにする必要がある。ブレイカの破砕能率は2~2.45 m<sup>3</sup>/hであることが確認できた。柱中心部にも主筋がある場合は破砕能率が18%程度低下することがわかった。



写真-7 ベースマシン (0.7m<sup>3</sup> クラス)



写真-8 梁破砕状況 (パクラー)



写真-9 柱破砕状況 (ジャイアントブレイカ)

表-6 破砕能率計測結果

破砕方法	切断部材		破砕能率 (m <sup>3</sup> /h)	
	破砕部位	コア圧縮強度 (N/mm <sup>2</sup> )		
パクラー	スラブ	84	D13@200ダブル	8.40
	梁		主筋：上端 8-D41 下端 8-D41 STP：D13@200	1.17
ジャイアントブレイカー	スラブ	124	D13@200ダブル	10.80
	梁		主筋：上端 8-D41 下端 8-D41 STP：D13@200	4.45
	柱	124	柱主筋：24-D41 HOOP：4-D13@100	2.46
			柱主筋：24-D41+ 8-D41 HOOP：4-D13@100	2.00

### 4.4 騒音測定結果

騒音レベルの測定については記録値が大きく変動するため、計測値は等価騒音レベルとした。解体の種類による騒音の大きさやその特性を図-6、7に示す。

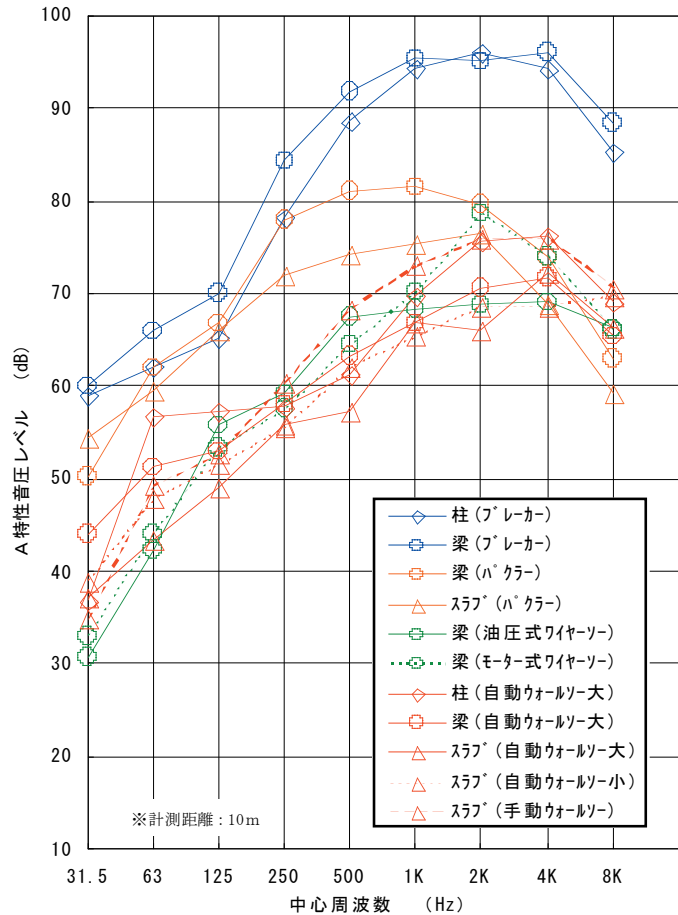


図-6 解体種別と騒音特性

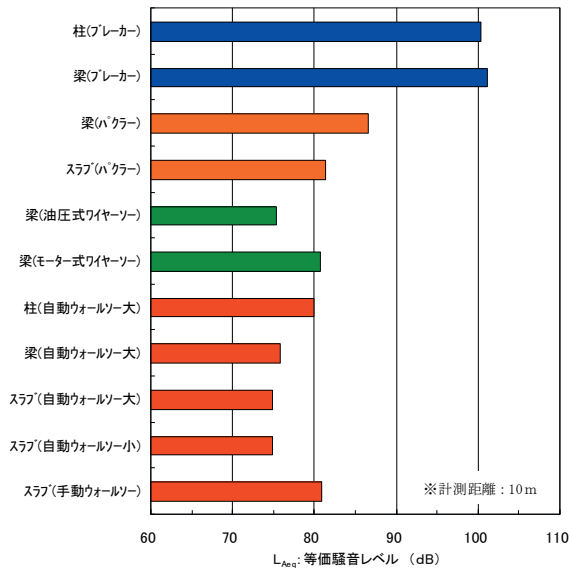


図-7 解体種別と等価騒音レベル

騒音計測結果より、以下のことがわかった。

- 1) 解体時に発生する騒音は、ジャイアントブレイカによるものが最も大きかったが、コンクリートの強度差による変化はみられない。
- 2) 油圧駆動式モーターとモーター駆動式のワイヤーでは、油圧式の方が騒音レベルが約5dBほど低い。
- 3) ウォールソーとワイヤーソーとの騒音比較では、前者はブレードカバーがあるため、全体的に低騒音であった。
- 4) ウォールソーによる柱・梁・スラブの切断では、鉄筋量の多い柱切断時が最も高いレベルを記録し、鉄筋量の最も少ないスラブ切断時が最も低騒音であった。

#### 4.5 振動計測

解体作業により発生する振動はランダムに変動するため、図-8に示すように最大値と80%レンジ値を記録した。

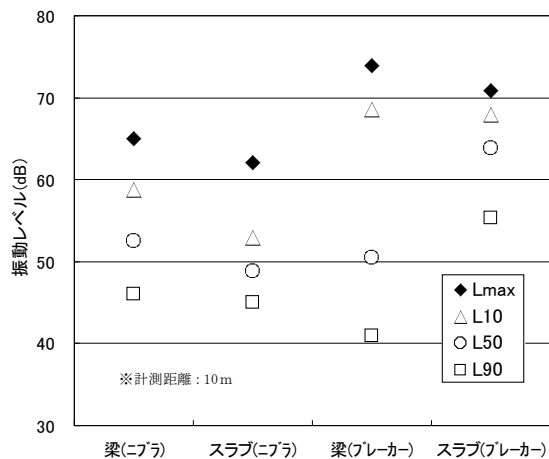


図-8 解体作業時の振動レベル

振動計測結果より、以下のことがわかった。

- 1) ウォールソーとワイヤーソーによる解体振動レベルは小さく、ともに記録にあらわれるようなものではなかった。
- 2) ニブラによって発生する振動は、重機の稼働により発生するもので、解体によって発生するものではなかった。
- 3) 最も大きな振動を記録した柱、梁のブレイカによる解体では、一般的な強度・配筋の構造体に比べて、高強度コンクリートであり鉄筋量の多い配筋の影響により拘束力が大きく、容易には解体できず、結果として大きな振動レベルとなった。

#### 5. まとめ

本実験により、現状技術を用いて切断ができることを確認した。破碎においては、パクラの最大開口幅よりも部材が大きいものに関しては、ジャイアントブレイカを用いれば破碎できることを確認できた。しかし、ジャイアントブレイカは騒音振動が大きいので、都心部の解体工事で用いると近隣に迷惑がかかるので、他の工法でも破碎できる方法を検討する必要がある。開口幅の大きいパクラを用いれば解体は可能になるが、重機本体も大きくなり重くなる傾向があるため、スラブの補強なども含めて検討する必要がある。

本調査結果を基に、今後超高層建築物の解体工法(解体・運搬・処理・安全対策・環境対策)やリニューアル工事への適用性を検討していく予定である。

最後に、本研究に御指導、御協力を頂きました西松戸田共同研究PJのメンバーの方に謝意を表します。

#### 【参考文献】

- 1) 宮下剛士ほか：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) 稲井慎介ほか：ワイヤーソーによる鋼管切断技術の開発-切断基礎試験-、日本建築学会大会学術講演梗概集、pp.1035-1036. (2003)
- 3) 神山義則ほか：ワイヤーソーによる鋼管切断技術の開発-切断基礎試験(その2)-、日本建築学会大会学術講演梗概集、pp.1175-1176. (2004)