

# 発破による既存杭の地中破砕における装薬量の検討

## Development of a Demolition Method for Concrete Pile in the ground

杉下 紗恵子                      中村 隆寛                      柳田 克巳<sup>1)</sup>  
 福島 隆<sup>1)</sup>                          峯村 敦雄                      田中 彩

### 要 約

地中の既存杭の解体は、周囲の土の掘削と同時に行うのが一般的なため、掘削・解体重機の錯綜により不安全かつ非効率な作業である。さらに、ブレイカーを使用するため周囲に長時間の騒音・振動の影響を与える問題がある。本報告では、鹿島マイクロブラスティング工法を応用し、既存杭の解体の為の装薬設計法及び発破方法を提案し、実験を行った。実験の結果、本方法により掘削時の既存杭の解体を、周囲に対する振動影響を低減しながら効率的に行う事が可能であることを示した。

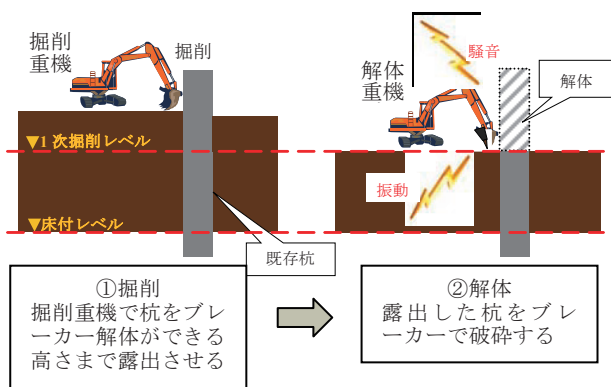
### 目 次

- I. はじめに
- II. 既存杭の地中破砕工法
- III. 現場実験
- IV. 実験の考察
- V. まとめ

#### I. はじめに

##### 1. 既存杭の解体の課題

地中の既存杭の解体は Fig.1 のように、土の掘削と既存杭の解体を繰り返し行いながら進めるのが一般的である。しかし、一連の作業が掘削重機と解体重機の錯綜による不安全な作業状況となり、さらにブレイカーを使用して露出した杭を解体する必要があるため長時間の騒音振動が発生する。



※①と②を繰り返し行う  
 Fig.1 従来の既存杭の解体イメージ  
 (The Image of Traditional Method for Demolition of Existing Piles)

掘削の前に、既存杭を地中にある状態で破砕をすることができれば、以下のような効果が期待できる。

- ①掘削重機、又は小型解体重機のニブラのみで破砕された杭の効率的な除去が可能。
- ②ブレイカーを使用せず解体可能であるため、騒音と振動を軽減。
- ③掘削作業効率の向上による工期短縮。
- ④掘削重機と解体重機の錯綜が無くなることによる安全性の向上。

#### 2. 鹿島マイクロブラスティング工法の適用検討

鹿島マイクロブラスティング工法（以下MB工法とする）は、RC躯体に穿孔及び装薬を行い、騒音振動を一瞬のみに抑えて解体する工法である<sup>1)</sup>。既存杭の地中破砕に対してその適用性を検討し、下記の課題を抽出した。

##### (1) 穿孔作業の非効率性

従来のMB工法で使用している穿孔機械の最大穿孔長さは1.8mであるため、長い既存杭を破砕するには掘削と並行して、1.8m毎に穿孔作業と発破作業を繰り返し行う必要があり非効率である。

##### (2) 装薬孔内の隙間による発破効率の低下

穿孔長さの延伸が可能である穿孔機械を使用した場合、穿孔径が太径になる。太径の装薬孔に装薬すると、爆薬と躯体の間に生じる隙間により発破の力が逃げるため、発破効率が低下する。

##### (3) 装薬量の増加による振動値の制限値超過

MB工法と比較すると装薬孔が長く、一度に発破する装薬量が多くなり、振動値が適用現場における制限値（敷地境界又は近隣条件による制限）を超える可能性がある。

#### 3. 本研究の目的

本報告では、既存杭を発破によって地中で破砕することを目的に、MB工法を改良し、新たな装薬量の算定方法、発破方法、振動予測

1) 建築管理本部 Building Construction Management Division

キーワード：解体，発破，既存杭，騒音振動

Keywords: demolition, blasting, existing pile, noise and vibration

方法を提案する。さらに、提案した方法を適用した現場実験を行い、その結果から、本工法の装薬量と振動及び破砕性状の関係を示す。

II. 既存杭の地中破砕工法

1. 既存杭の地中破砕工法の概要

既存杭の地中破砕工法は Fig.2 に示すように、穿孔機械を用いて地盤面から解体範囲まで装薬孔を穿孔し (Fig.2①)、杭天端から装薬孔に爆薬を装薬して発破を行う (Fig.2②)。そして掘削時に破砕されているガラ状の杭を土と同時に除去する (Fig.2③)。

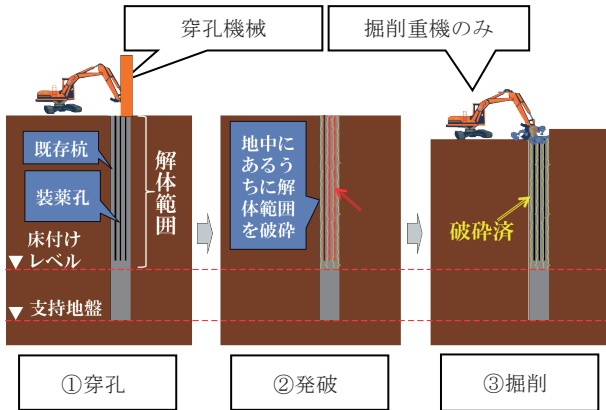


Fig.2 既存杭の地中破砕工法の概要  
(New Method for Demolition of Existing Piles)

ここで、MB工法を既存杭の破砕に用いる場合の課題に対する対策を下記に示す。

(1) 穿孔の効率化

穿孔にロックドリルを使用する。ロックドリルとは、一般的に土木現場の岩盤破砕工事で使用される重機である。ロットを繋ぎ合わせることで穿孔範囲を長くすることが可能である(穿孔実績 10m程度まで)。この重機を穿孔に使用することで、掘削中に穿孔を繰り返すことなく地盤面から破砕底まで一回の穿孔作業で済むことになる。

(2) 発破効率の維持

太径の装薬孔において破砕効率の低下を防ぐ方法として、装薬孔に水を注入する方法を採用する。非弾性体である水を躯体と爆薬の間に充填することで発破の力を効率的に伝達することが可能となる。

(3) 装薬量の増加による振動値の制限値超過の解決

1回の発破に使う装薬量を減らすため、装薬孔数を分割して時間差を設けて発破する方法を適用する。具体的な装薬方法を Fig.3 に示す。爆薬は Photo 1 のように導爆線を必要数束ねて電気雷管を取り付けたものを使用する。装薬孔内に装薬孔の内径に合致する径のCD管を設置し、CD管の中に水を充填し、その中に爆薬を装薬する。

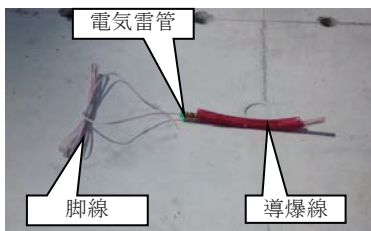


Photo 1 使用爆薬例 (導爆線と雷管)  
(Example of Explosive)

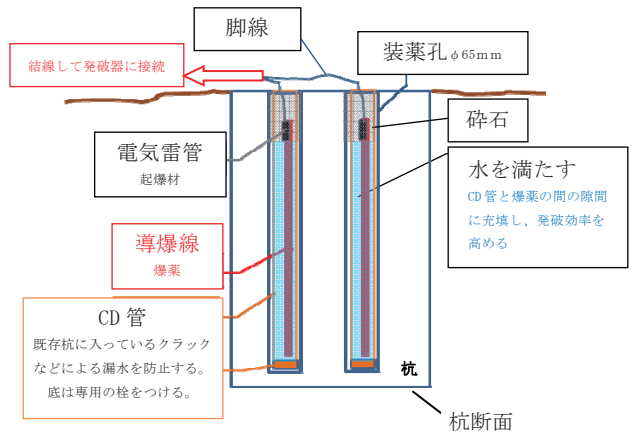


Fig.3 装薬断面図

(Sectional View of Explosive Loading)

CD管は、既存杭のクラックなどによる漏水防止の役割をする。

2. 杭破砕計画の概要

発破による既存杭の破砕は Fig.4 のように、杭の平面を複数の列に切断させるように、装薬孔の位置と数を決める。切断面積  $A(m^2)$  は式(1)のように、切断長さ  $B(m)$ と解体範囲までの杭の長さ  $H(m)$  を乗じて求める。切断幅  $W(mm)$ は切断列間の間隔であり、発破後の解体時に使用する重機が処理できるガラの大きさによって決定する。更に、切断列には複数の装薬孔を設け、1列に設ける装薬孔数を  $a(孔/列)$ とする。装薬孔数  $a$ は装薬孔ピッチ  $b$ をパラメーターとして式(2)で求める。装薬孔数  $a$ は装薬孔ピッチ  $b_0$   $(m) \leq b(m) \leq D(m)$ を満たすよう設定する。 $b_0$   $(m)$ は穿孔精度が深さ  $1m$ で  $0.05m$ 程度であるとして、装薬孔最下部にて隣接する孔同士が繋がらない長さとする。

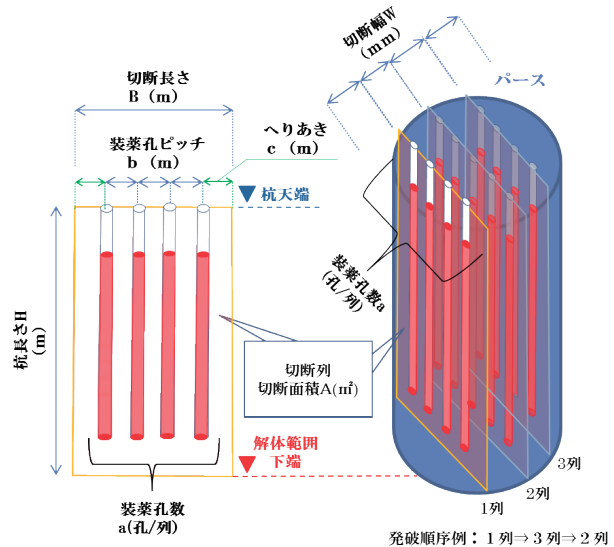


Fig.4 杭破砕計画の概念

(Concept of Demolition Design)

$$A=B \times H \cdots (1)$$

A:切断面積( $m^2$ )

B:切断長さ(m)

H:解体範囲の杭長さ(m)

$$a = \frac{B-2c}{b} + 1 \dots (2)$$

a:装薬孔数(孔/列)

b:装薬孔ピッチ(m)

ただし、 $b_0 \leq b \leq W$  とする。

$b_0 = 0.05H$

W:切断幅(m)

c:へりあき(m)

へりあき寸法は、杭外周から、鉄筋の内側かつ装薬孔外周が鉄筋に当たらない位置までの寸法とする。

発破順序は杭の外周側の切断列からとする。例えば、Fig.4 のように1列→3列→2列の順に、計3回の発破となる。

### 3. 装薬量の算定方法

切断長さ B(m)は切断列毎に異なるため、装薬量は切断列毎に算定する。

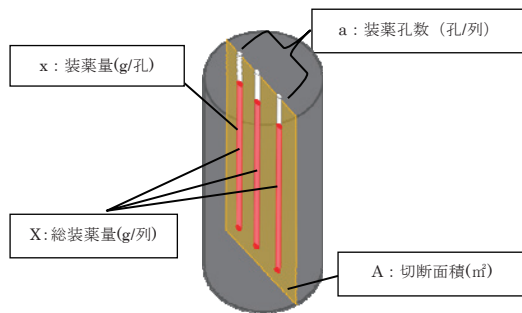


Fig.5 装薬設計のパラメーター  
(Concept of Charge Design)

切断列の総装薬量 X は式(3)に示すように切断面積 A (m<sup>2</sup>) と単位面積当たりの装薬量(装薬係数 C) (g/m<sup>2</sup>)を用いて求める。装薬係数 C の値は、鹿島マイクロプラスティング工法<sup>1)</sup>より、単位面積当たり 20(g/m<sup>2</sup>)を基本にしているが、当工法では発破対象の杭が地中に埋まっているため、新たな実験により補正して求める必要がある。

$$X = A \times C \dots (3)$$

X:切断列毎の総装薬量(g/列)

A:切断面積(m<sup>2</sup>)

C:装薬係数(g/m<sup>2</sup>)

各孔の装薬量 x(g/孔)を式(4)を用いて求める。

$$x = \frac{X}{a} \dots (4)$$

x:各孔の装薬量(g/孔)

a:装薬孔数(孔/列)

### 4. 振動予測

振動の予測は、式(10)を用いて行う。振動レベルを変化させる要素は、発破場所からの距離及び1回の発破に使用する装薬量で

ある。適用現場での試験発破の結果より振動の基準値(V0,L0,F0)を定め、基準値から距離による増減値を引き、装薬量による増減値を足すことで振動予測値を求める。(式(5))。

基準値(適用現場での試験発破から得られた測定値)

V0:試験発破での振動測定結果(dB)

F0:試験発破での1回の装薬量(g)

L0:試験発破時の発破対象から測定点までの距離(m)

$$V = V0 - f(l) + g(y) \dots (5)$$

V:振動予測値(dB)

f(l):距離に依存する振動値の増減関数

g(y):装薬量に依存する振動値の増減関数

それぞれの振動の増減値(dB)は、距離又は装薬量の基準値に対する比の対数に、増減率を乗じて求める<sup>2)</sup>(式(6),式(7))。

$$f(l) = D \times \log \frac{l}{L0} \dots (6)$$

D:距離の変化による振動値の増減率

$$g(y) = E \times \log \frac{y}{F0} \dots (7)$$

E:装薬量の変化による振動値の増減率

増減率 D 及び E は適用する現場の条件によって異なり、式(8)及び式(9)に示すように、適用する現場での試験発破の結果より求める。

試験発破では、Fig.6で示すように、発破1回に使用する装薬量が同じ場合の距離が異なる2点の振動値 V<sub>2</sub>と V<sub>1</sub>及び同距離での発破1回に使用する装薬量が異なる2回の振動値 V<sub>a</sub>,V<sub>b</sub>を測定する。

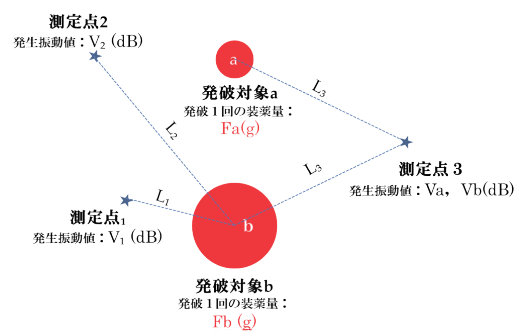


Fig.6 試験発破 測定値  
(Locations of Explosion and Measurement at Test Blasting)

$$D = \frac{(V_2 - V_1)}{\log \left( \frac{L_1}{L_2} \right)} \dots (8)$$

L1:試験発破での測定地点1の発破対象からの距離(m)

L2:試験発破での測定地点2の発破対象からの距離(m)

V1: 試験発破での測定地点 1 の振動値 (dB)

V2: 試験発破での測定地点 2 の振動値 (dB)

$$E = \frac{(V_a - V_b)}{\log\left(\frac{F_a}{F_b}\right)} \dots (9)$$

Fa: 試験発破での発破対象 a の発破 1 回の装薬量(g)

Fb: 試験発破での発破対象 b の発破 1 回の装薬量(g)

Va: 発破対象 a による振動値 (dB)

Vb: 発破対象 b による振動値 (dB)

式 (5) ~ (9) より, 振動予測式は式 (10) のようになる。

$$V = V_0 - D \times \log\left(\frac{L}{L_0}\right) + E \times \log\left(\frac{X}{F_0}\right) \dots (10)$$

V: 振動予測値 (dB)

X: 発破 1 回あたり (切断列 1 列) の装薬量(g)

L: 発破対象から測定点までの距離(m)

#### 4. 発破方法

切断列毎の総装薬量 X(g)で発破した時の V が適用現場における振動制限値を超えてしまう場合がある。振動制限値を Vmax(dB)としたとき, 列内の装薬孔数を更に分割して発破 1 回の V が Vmax 以下になるよう組み合わせ, 組み合わせ毎に時間差(T)を設定して発破する方法を適用する(Fig.7)。この方法によって発破時の振動を低減させることができる。ただし, 同装薬係数による発破であった場合, 従来の切断列 1 列内の複数孔を全ての同時発破と比較すると,

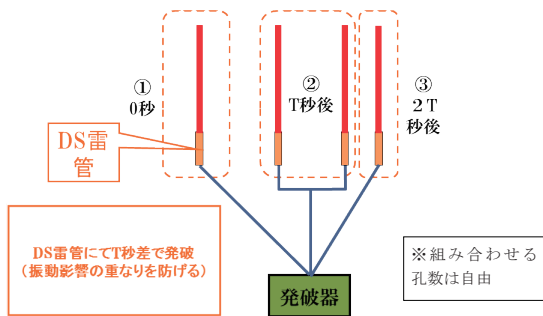


Fig.7 分割発破の概念

(Concept of Multistage Blasting)

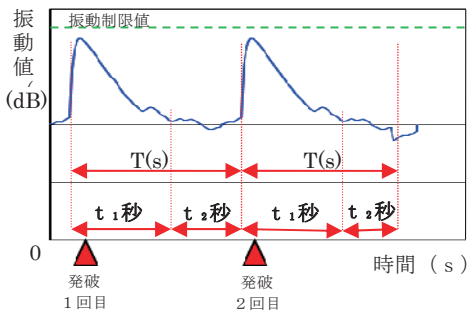


Fig.8 振動波形と発破時間差 T (秒)

(Wave of Vibration and Time Lag for Blasting)

列内の装薬孔数を分割した場合は発破効率が低下する。

発破の時間差は 1 回の発破の振動と次回の発破の振動が重ならないよう設定する。すなわち, 波形の振幅が減衰するまでの時間 t<sub>1</sub>秒間, 余裕時間 t<sub>2</sub>秒間とした場合, t<sub>1</sub> + t<sub>2</sub> = T となるよう発破の秒時差 T (秒) を決定する(Fig.8)。振動の波形は適用現場ごとの試験発破によって得る。

### III. 現場実験

#### 1. 目的

列毎に発破する場合と, 振動低減のために列内の装薬孔を分割して発破する場合における装薬係数 C と破砕性状の確認, 及び振動値の把握と当現場における振動予測式の精度確認のための試験発破を目的として現場実験を行った。

#### 2. 対象工事の概要

対象工事の概要を Fig.9 及び Table 1 に示す。

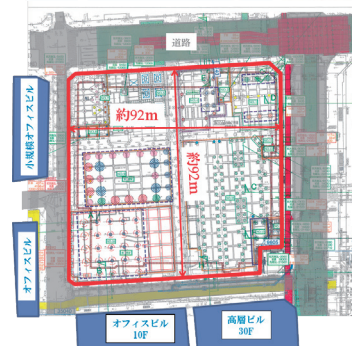


Fig.9 実験現場の平面図

(Plan View of Construction Site)

Table 1 対象工事概要

(Overview of Construction Site)

解体規模	敷地面積 8,564 m <sup>2</sup>
既存解体建物	SRC, S, RC 造 全 15 棟
既存杭本数 (内 φ1.8m 以上)	227 本 (45 本)

#### 3. 実験手順

実験は以下(a)~(f)の手順で行う。

##### (a)手順① 穿孔作業

ロックドリルを用いて杭天端から装薬孔を破砕深さまで穿孔する (Photo 2)。穿孔した装薬孔に CD 管をセットする (Photo 3)。



Photo 2 ロックドリルによる穿孔作業 (Boring By Rock Drill)

Photo 3 穿孔完了後の杭天端 (Top of Pile Head)

(b)手順② 火工作业

使用する爆薬の仕様を Table 2 に示す。導爆線を必要な長さに切断し、必要な本数を束ね (Photo 4)、電気雷管を装着する。

Table 2 導爆線と電気雷管の仕様

(Specification of Detonating Cord and Electric Detonator)

商品名	メーカー	薬量(g/m)	線径(mm)	爆速(m/s)	耐水性
導爆線	カヤク・ジャパン(株)	9.5~11.5	4.5~5.5	6000以上	水深3m、3時間
商品名	メーカー	薬量(g/個)	脚線長(m)		
電気雷管	カヤク・ジャパン(株)	0.4	3m		

(c)手順② 装薬作業

装薬孔内に CD 管を設置し、水道ホースで水を注入する。CD 管に加工した導爆線と雷管を通し、手順①で穿孔した穴に装薬する (Photo 5)。全ての装薬孔に装薬した後に脚線を結線する。



Photo 4 火工状況 (Explosives Processing)



Photo 5 装薬・結線 (Setting Explosives)

(d)手順④ 防護作業

装薬後、杭天端にゴムマット・防爆シートの順に重ね、防爆シートに土を入れたフレコンバックや鉄板等の重しをのせる (Photo 6, Fig.10)。

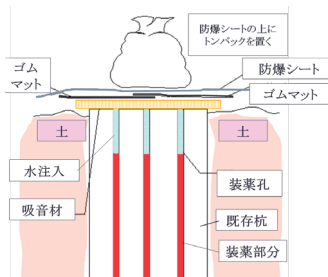


Fig 10 防護断面 (Sectional View of Protection)



Photo 6 防護完了 (Appearance of Protection)

(e)手順⑤ 発破作業

脚線を発破器に接続し、通電して発破する。

(f)手順⑥ ガラの除去

掘削作業と同時にバケット又は圧砕機 (ニプラ) を用いて破碎された既存杭を除去する。

4. 実験概要

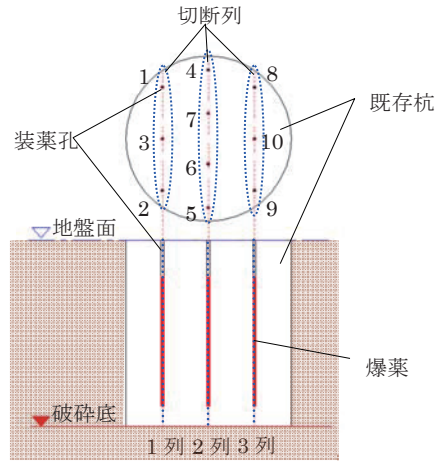
(1) 実験要因

破碎対象は杭径 3.6m 及び 1.8m (拡底部 2.6m) の無筋コンクリートの既存杭 4 本とし、次の 2 項目を実験要因として実験を行った。

①発破方法 (列毎の発破と 1 孔毎の発破)

②装薬量: 装薬係数 C(150,200,250) (g/m<sup>2</sup>)

(2) 当実験における装薬設計の概念と破碎計画  
当実験における装薬設計の概念を Fig 11 に示す。



発破順序の例

列発破: 1 列→2 列→3 列

孔発破: 1→2→3→4→5→6→7→8→9→10

Fig.11 実験における破碎計画の概念 (Method of Multistage Blasting)

切断列毎に発破する方法 (列発破と呼ぶ) のほかに、切断列毎に発破すると振動制限値  $V_{max}$  を超えてしまう場合を想定し、最も振動値が低減できるよう、切断列内の装薬孔を 1 孔ずつ発破する方法 (孔発破と呼ぶ) の 2 つの発破方法を採用した。孔発破する場合の装薬設計法を下記に示す。

装薬孔 1 孔毎に発破する場合の各孔の装薬量  $x$ (g/孔)は、式 (4) を用いて求める。この時、 $x$  による振動予測値  $V_x \leq V_{max}$  となることを確認する。

1 孔ずつの発破にしても尚、 $V_x \geq V_{max}$  となる場合は、振動制限値を  $V_{max}$ (dB)の場合の発破 1 回の装薬許容値を  $F_{max}$  とすると、式 (4) 及び式 (10) より、 $x \leq F_{max}$  となるように装薬孔数  $a$ (孔/列)を決定する。

$$x = \frac{X}{a} \leq F_{max} \dots (11)$$

上記の装薬設計の概念に基づき、発破方法及び装薬量を設定して実験を行った。

Table 3 に各杭のうち代表的な切断列を抜粋して破碎計画を示す。ただし、本実験では振動予測式が確定されておらず、 $V_{max}$  及び  $F_{max}$  の設定が不可能であるため、事前にほかの現場で行った実験結果を参考に装薬係数  $C$  を決定した。孔発破の場合の装薬係数は列発破と比較して破碎効率が低下する事を考慮し、列発破の装薬量  $C$  の値以上となる設定とした。

5. 現場実験結果

(1) 破碎性状結果

Table 3 破砕計画  
(Plan for Demolition)

		杭No①	杭No②	杭No③	杭No④
破砕計画図					
列名称 (抜粋)		①-A	②-A	③-A	④-A
発破方法 実験要因①		列発破	列発破	孔発破	孔発破
装薬量	装薬係数C (g/m <sup>3</sup> ) 実験要因②	150	200	200	250
	発破1回あたりの装薬量 (g)	1152	840	324	348
杭径φ (m)		3.6	1.8 (拡底2.6)	1.8 (拡底2.6)	1.8 (拡底2.6)
杭長さH(m)		2.5	2.1	2.45	2.2
切断長さB(m)		3	1.8	1.8	1.8
断面積A(m <sup>2</sup> )		7.5	4.2	4.8	4.3
切断幅W(m)		1, 0.8	0.38, 0.5	0.38, 0.5	0.38, 0.5
発破回数 (回/列)		1	1	3	3
装薬孔数a (孔/列)		5	3	3	3
装薬ピッチb (m)		0.75	0.6	0.6	0.6
へりあきc (m)		0.375	0.3	0.3	0.3
秒時差T (s)		0.5			

①～④の各杭の破砕結果を示す。

(a) 杭No①の破砕結果

Photo 7 に示すように杭天端には3列の亀裂が入った。Photo 8、に示すように軸部亀裂に沿って3つに切断された。拡底部は破砕されずに残った。

(b) 杭No②の破砕結果

Photo 9 に示すように、杭天端に各孔を繋ぐように幅 2~3cm 程度の亀裂が入った。軸部と拡底部は人頭大以下のガラに破砕された。Photo 10 に示すように小型掘削重機のバケットにて2次破砕(ガラの除去)が可能であった。

(c) 杭No③の破砕結果

Photo 11 に示すように、杭天端には幅 2~3cm 程度の亀裂が確認された。しかし軸部の下部に向かって亀裂は徐々に小さくなっており、拡底部は切断されずに一部残った。

(d) 杭No④の破砕結果

杭天端に各孔を繋ぐように幅 2~3cm 程度の亀裂が入った。Photo 12 に示すように、軸部と拡底部は人頭大以下のガラに破砕された。小型掘削重機のバケットのみでガラの除去が可能であった。

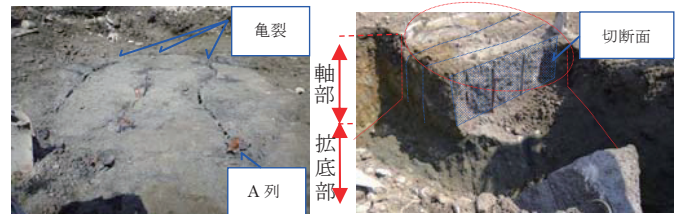


Photo 7 No①の杭天端  
(No.① Test Result)

Photo 8 No①軸部のみ切断  
(2次破砕)  
(No.① Test Result)

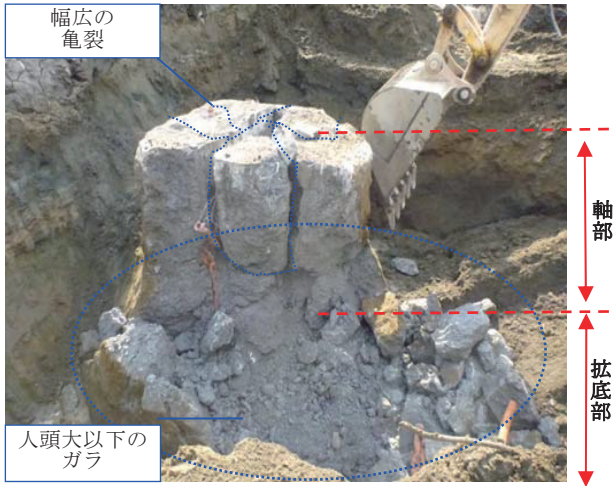


Photo 9 No. ②の破碎状況  
(No. ② Test Result)



Photo 12 No. ④の破碎状況  
(No. ④ Test Result)

(e) 破碎性状の結果まとめ

小型掘削重機のバケットにて2次破碎(ガラの除去)を行える程度のガラの大きさに破碎することが可能な装薬係数  $C$  ( $g/m^2$ ) はおおむね列発破の場合、 $200$  ( $g/m^2$ ) となり、孔発破の場合は  $250$  ( $g/m^2$ ) となった。

小型解体重機の圧砕機(ニブラ)を使用して2次破碎を行うための装薬係数  $C$  ( $g/m^2$ ) は列発破場合、 $150$  ( $g/m^2$ ) となった。孔発破場合は  $200$  ( $g/m^2$ ) となった。

Table 4 破碎結果  
(Test Result)

杭 No		①	②	③	④
切	断	① - A	②-A, B	③ - A	④-A, B
1	回	列 発 破	列 発 破	孔 発 破	孔 発 破
装薬係数 $C$ ( $g/m^2$ )		150	200	200	250
性 破 状 碎	杭天端	△	◎	◎	◎
	軸部	△	◎	△	◎
	拡底部	-	◎	×	◎
2次破碎 アタッチメント		ニブラ	バケット	ニブラ	バケット



Photo 10 No. ②の2次破碎状況  
(No. ② Test Result)

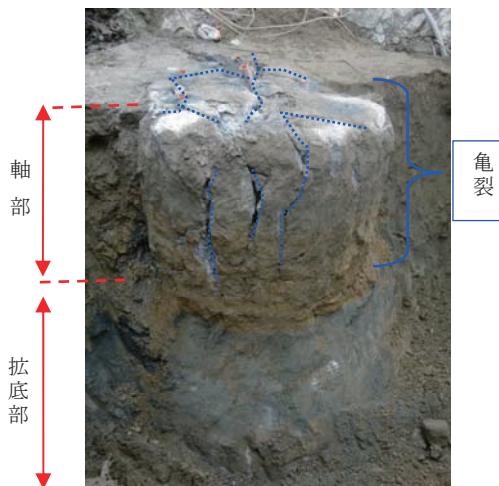
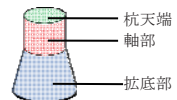
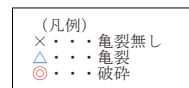


Photo 11 No. ③の破碎状況  
(No. ③ Test Result)



(2) 振動測定結果

振動測定は Fig.12 に示すように、発破地点から  $40m \sim 80m$  離れた敷地境界の3地点で行った。その結果、Table 5 のようになった。

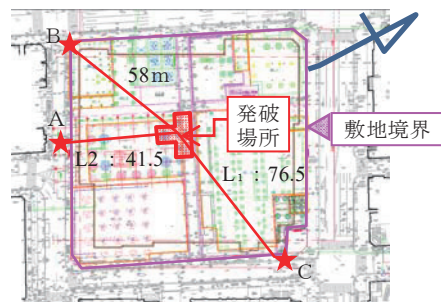


Fig.12 振動測定位置

(Measurement Point for Vibration Level)

Table 5 振動測定値  
(Measured of Vibration Level)

発破対象	装薬量※ <sub>1</sub>	A点 [dB] 41.5m (L <sub>2</sub> )	B点 [dB] 58.0m	C点 [dB] 76.5m (L <sub>1</sub> )
① ※ <sub>2</sub>	1152g (Fa)	76.2 (V <sub>0</sub> , V <sub>2</sub> , Va)	64.4	61.8
②	840g	67.0	58.1	56.8
③	516g (Fb)	64.7 (Vb)	55.2	49.7

※<sub>1</sub>: 装薬量は杭毎の1回の発破あたりの装薬量の最大値

※<sub>2</sub>: 試験発破は①及び③の結果とする。

#### IV. 実験の考察

##### 1. 装薬係数

破砕可能な装薬量については、Table 4 に示したように各発破方法における装薬係数を確認できた。ただし、装薬係数の下限値については今回の実験では明確に把握できなかったため、今後更に実験を行い把握する必要がある。

##### 2. 振動予測

現場実験で測定した Table 5 の実測値を式 (8) 及び (9) に入力し、当現場における D 及び E を求める。

式 (8) より、D=56 (杭①の結果より、距離 1.84 倍、L<sub>1</sub>:76.5m / L<sub>2</sub>:41.5m、測定地点 1 を A 点、測定地点 2 を C 点とした)、式 (9) より、E=34 (測定地点 A の結果より、薬量 2.23 倍、Fa:1152g / Fb:516g、発破対象 a を杭①、発破対象 b を杭③とした) とし、この値及び式 (10) を用いて当現場における振動予測式 (12) を求める。(基準値として A 点での測定値:V<sub>0</sub>=76.2, F<sub>0</sub>=1152(g), L<sub>0</sub>=41.5(m)を代入する。)

$$V = 76.2 - 56 \times \log\left(\frac{L}{41.5}\right) + 34 \times \log\left(\frac{X}{1152}\right) \cdots (12)$$

予測式の D 及び E の算定に用いていない杭②の振動測定値を、式 (9) から求めた振動予測値と比較すると Fig 13 のようになる。

予測値は振動測定値と比較して大きな値となり、最大で 5.7dB 大きい値となった (9.8%の誤差)。予測値が安全側に評価できている

ことから、地盤の状況の変化等を加味して精度を高めていくことで、今後装薬設計に反映できると考えられる。

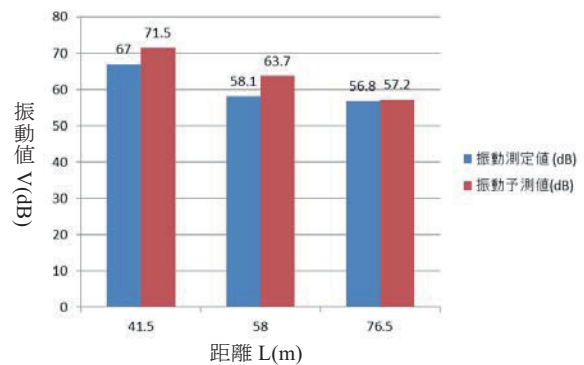


Fig.13 杭②の振動測定値及び振動予測値の比較  
(Comparison between Measured Vibration Level and Predicted Vibration Level)

#### V. まとめ

- ・提案した装薬設計法、発破方法によって既存杭を破砕することで、掘削時にブレーカーを使用せずに杭解体をすることができ、振動を低減しながら効率的に作業できることを確認した。
- ・小型バックホウのバケットのみで2次破砕を行う場合、切断する列毎に発破を行う場合の装薬係数は 200 g/m<sup>3</sup>、1 孔毎に発破を行う場合は 250 g/m<sup>3</sup>で破砕が可能であった。
- ・当現場の振動予測式による振動予測値と実測値の誤差と、予測値が安全側に評価できていることを確認した。
- ・破砕可能な装薬係数の下限値を求めるため、及び振動予測の精度を高めるためには、更なるデータの蓄積が必要である。

#### 参考文献

- 1) 中村隆寛他；極少量の爆薬を用いた鉄筋コンクリートの解体工法に関する研究、年報、63号、2015.11.
- 2) 社会法人日本騒音制御工学会：地域の環境振動、技報堂出版株式会社、2001.

## Development of a Demolition Method for Concrete Piles in the Ground

Saeko Sugishita, Takahiro Nakamura, Katsumi Yanagita<sup>1)</sup>,  
Takashi Fukushima<sup>1)</sup>, Atsuo Minemura and Aya Tanaka

If the basement of a new building is to be deeper than that of the old one, any existing piles need to be demolished. The demolition of existing piles is unsafe and inefficient because the demolition equipment and that for excavation work have to operate at the same time in a confined space. The process also causes noise and vibration. The authors have developed a new demolition method for existing piles. Site experiments have confirmed the effectiveness of the method and that it causes less vibration.