

杭 打 ち 機 械 の 振 動 対 策

VIBRATION REDUCTION METHOD IN PILE DRIVING

きた が わら
北 川 原とおる
徹*はら
原まこと
誠**ひ
樋の
野ちか
親とし
俊**

1. ま え が き

建設工事の騒音、振動に対する苦情の大半は、基礎工事用機械が原因となって発生しており、騒音規制法、振動規制法でも、ディーゼルパイルハンマーや振動パイルドライバーを使用して行う杭打ち作業は規制の主な対象とされ、その使用方法などについてかなり厳しい制約規定が設けられている。

このため、基礎工事用機械の騒音、振動対策技術は早くから研究開発がなされた結果、現在、既に数十種類以上にも及ぶ騒音、振動対策工法と称されるものが開発されており、今日の市街地における基礎・土留め工事はこれらの対策工法、機械に頼って施工されているといっても過言ではない。

このように、騒音・振動防止の観点から、ディーゼルパイルハンマーによる直打工法に取って替わった騒音・振動対策形の既製杭工法の概要を調べてみると、表-1に示すとおり、あらかじめアースオーガーで先掘りしてから杭を建て込むプレボーリング工法や、杭中空部をアースオーガーで掘削しつつ杭を沈設する中掘り工法のいわゆる埋設杭工法と、ディーゼルパイルハンマーやドロップハンマーを改造して低騒音化したり、ディーゼルパイルハンマーと杭の全体又は部分的にカバーするなどの改良形の杭打ち工法が行われている。

すなわち、埋設杭工法は、杭の貫入を静的に行うことにより、騒音・振動の発生を根本的に防止しようとするものであり、改良形の杭打ち工法は、従来どおり杭の貫入は、打撃力により行いながらも、発生する騒

音を極力避けようとするものである。

これらの各種対策工法は、表-1から分かるように施工能力、施工単価、施工された杭の支持力、騒音・振動対策効果などについては一長一短があり、その優劣は決して簡単につけられるものではないが、総括的にみた場合、杭の貫入及び支持力の発生を静的に行う工法は、騒音・振動対策効果は非常に優れているが、施工能力、施工単価、支持力の面では、打撃力を利用するものよりかなり劣っている。

一方、打撃力により杭を貫入し支持力を発生させる工法は、施工能力等においては、従来のディーゼルパイルハンマーによる直打工法にほぼ等しく、又、騒音対策効果もかなり良いものも見られるが、残念ながら振動対策効果はほとんど認められない。

このように、以前はディーゼルパイルハンマーを用いて行った既製杭工法は、騒音・振動の発生を極力防止しなけ

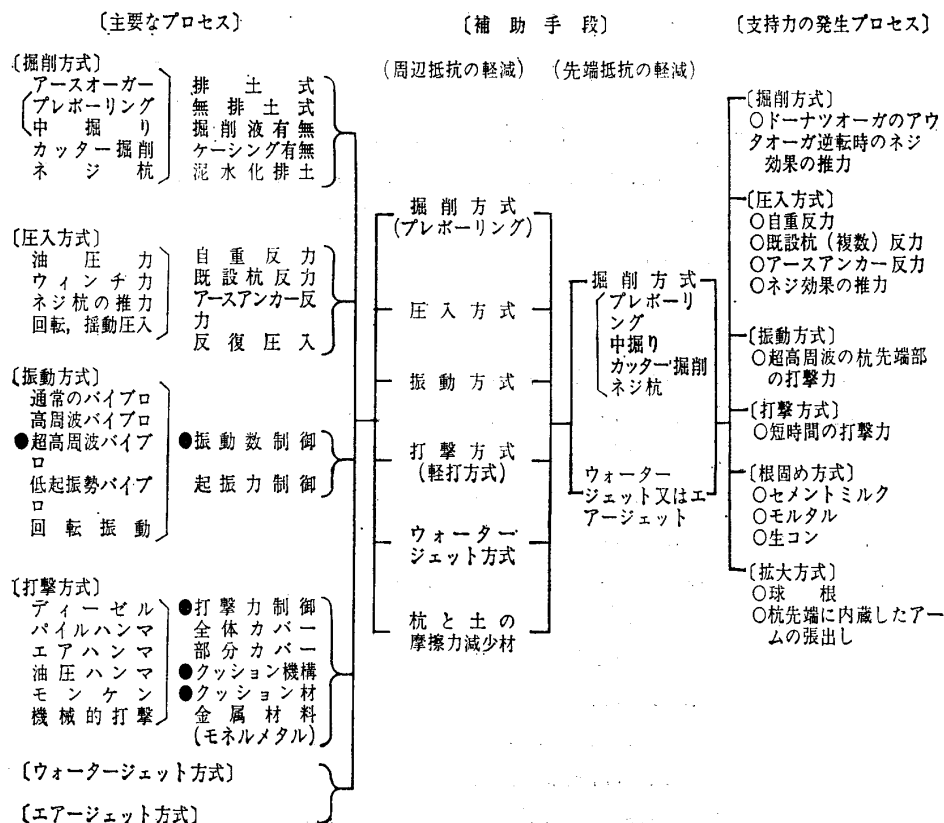


図-1 工法・機械の組合わせの可能性

*建設省土木研究所 機械研究室 主任研究員
**建設省土木研究所 機械研究室 技官

表-1 既製杭工法の相互比較

工法名 比較内容	ディーゼルパイルハンマー による直打工法	プレボーリング工法根固め 方式 A-1-(P+C)	中 掘 工 法	
			根 固 め 方 式 A-2P-(P+C)	打 止 め 方 式 A-2P-b
通常施工される杭径	300~1,000φ	300~600φ	400~1,200φ	400~1,200φ
通常施工される杭長	10~40m	10~30m	20~40m	20~40m
N値=30程度 施工速度φ500 ℓ=20m (2本継)	10~12本/日	3~5本/日	4~5本/日	5~6本/日
N値=30程度 施工単価φ500 ℓ=20m 100本施工時	1,300~1,600円/m	4,500~6,000円/m	4,500~6,000円/m	4,000~5,000円/m
長期応力に対する地盤 の許容支持力の算定式	Meyerhof の式を用いた場合 $\frac{1}{3}\left\{30\bar{N}\cdot A_p + \left(\frac{1}{5}\bar{N}_s\cdot L_s + \frac{1}{2}\bar{q}_u\cdot L_c\right)\phi\right\}$ ただし、 $N_{\max}=50$, $q_{u\max}=20$ とする	$\frac{1}{3}\left\{20\bar{N}\cdot A_p + \left(\frac{1}{5}\bar{N}_s\cdot L_s + \frac{1}{2}\bar{q}_u\cdot L_c\right)\phi\right\}$ ただし、 $N_{\max}=25$, $q_{u\max}=10$	現在、検討中であるが、通常は東京部の指導基準が使用される。 $\frac{1}{3}\left\{20\bar{N}\cdot A_p + \left(\frac{1}{5}\bar{N}_s\cdot L_s + \frac{1}{2}\bar{N}_c\cdot L_c\right)\phi\right\}$	
騒 音 レ ベ ル	85~90 dB(A)/30m (全体カバーで70~75 dB(A))	65~70 dB(A)/30m	80~85 dB(A)/30m	
振 動 レ ベ ル	70~75 dB/20m	55~60 dB/20m	65~70 dB/20m	
開 発 時 期	昭和5年(ドイツ) 昭和29年(国産)	昭和42~48年	昭和40~50年	昭和48~49年
そ の 他	中間層が硬い場合は施工が難しい。	地盤によっては孔壁の崩壊、高止まりの問題がある。	粘土、粘性土では、長尺杭の場合、内圧の上昇により破裂する危険がある。	

れば施工できないという今日の社会的制約条件により、対策工法へと移り変わった結果、確かに静かな施工は可能となった。しかしその代償として施工能力、経済性の面でかなり不利なものとなったばかりか、施工された杭の支持力算定を杭先端支持力は約35%減、周面摩擦力はおおむね50%減に評価されざるを得ないという大きな問題を抱えている。

このため、われわれ研究室においては、従来のディーゼルパイルハンマーや振動パイルドライバーの長所である施工能力などを確保した騒音・振動対策工法、機械の開発可能性について、ここ2~3年間にわたって研究しているの、その概要を紹介する。

2. 研究の対象

現在、既に行われている工法や今後、開発される可能性があると思われる工法について検討した結果、図-1に示すものが考えられた。このうち、施工能力を確保し、かつ騒音、振動対策の可能性があると判断されたものが図中●印を付けた「超高周波振動杭打ち工法(超高周波パイプロ)」と「打撃力制御(クッション機構、クッション材)方式による杭打ち工法」である。

すなわち、超高周波振動杭打ち工法は杭を50~150 Hzの非常に高周波の起振力で加振させ、杭体に生じる共振現象を利用して強力な貫入力を得るばかりか、高周波振動は地盤を伝ばする過程で大きな内部減衰効果により減衰し、又、杭から側面地盤への振動伝達率自体も大幅に減少するため振動対策に有効であると考えられた。

次に打撃力制御方式の杭打ち工法(以下打撃力緩衝式杭打ち機と称す)は、杭に作用する過大な打撃力のピークをカットすることにより、打撃音を減少させようとするものであり、支持層においては、最大の打撃力を発揮させて打込み、杭の支持力を確保することが可能である。しかし、打撃力による杭の貫入機構は、図-2に示すとおり杭側面及び先端地盤の弾性変形領域があると考えられる以上、必然的に地盤の振動は発生するものと思われ、振動対策効果を期待することは不可能であろうと予期される。

このように、開発可能性を調べる研究対象としては、超

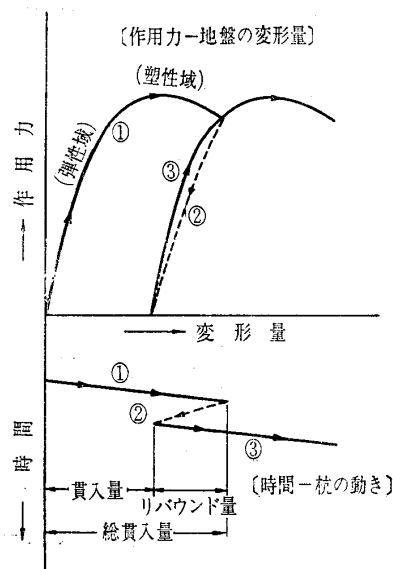


図-2 杭の貫入モデル図

高周波振動杭打ち工法と打撃力緩衝式杭打ち工法とすることとし、前者は主として地盤振動対策、後者は騒音対策効果を期待したものである。

3. 超高周波振動杭打ち工法についての研究結果

3.1 超高周波振動杭打ち工法、機械の開発経緯

超高周波振動杭打ち工法は、残念ながらわが国で考案されたものではなく、既に1960年にアメリカの公共土木展示会にシェル・ギルド基礎会社より BRD-1000 と称されるものが出品されており、以来、欧米においては優れた打込み能力と、騒音・振動がディーゼルパイルハンマーに比して著しく小さいということがキャッチフレーズとなり、数多く使用されたと報告されている。

一方、わが国でも、1972年に商社の手でこの BRD-1000 が持ち込まれ、この性能試験を建設省の研究補助金を受けて建設機械メーカーが2年間にわたって実施したものがある。この性能試験は東京都足立区及び茨城県土浦市で行われた結果、足立区における試験はほぼ良好の成果を得たが、土浦市での試験中に機械的トラブルが多発し、試験は中止され、以来、再び BRD-1000 はその性能を調べられることなく鉄屑として処理されてしまった。

又、欧米での使用も機械のトラブルが原因と思われ、その後の施工例は全く報告されておらず、わが国の建設技術者の記憶からも幻の杭打ち機として忘れられていた。

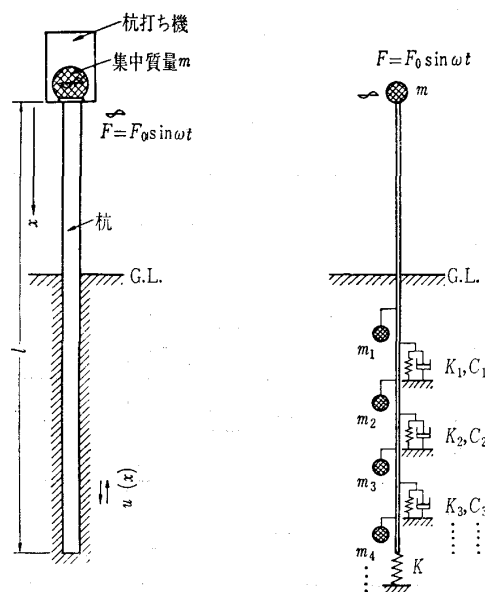
しかし、最近の油圧制御技術の進歩に伴い油圧アクチュエータで 150 Hz 程度の起振力が容易に得られるようになり、BRD-1000 で最も問題となった偏心体を回転させ機械的に起振力を発生させた場合に遭遇するオシレータの軸受けや動力伝達装置の耐久限界を回避することが可能となったこと及び振動規制法が検討され始め、杭打ち作業時の振動が規制を受ける情勢となったことが契機となり、ここ数年来超高周波振動杭打ち工法を振動対策形の杭打ち工法として実用化しようとする試みが、われわれの研究開発以外にも数多く試みられており、現在も数例の研究開発が行われている。

3.2 杭の振動特性

従来の振動杭打ち工法のように 10~20 Hz で杭を加振した場合、杭は、ほぼ剛体として加振力に応答するが、超高周波振動で杭を加振すると、あたかもコイルスプリングに重りを吊して上下に振動させた時のように、杭は伸縮し始め、杭長などから定められる振動条件と加振振動数がマッチングすると杭先端部には強力な振動力が発生することは容易に理解される。

このため、超高周波振動杭打ち時のモデルを図-3(a)のように、杭側面及び先端抵抗が理想的に減少されて杭が打ち込まれている状態を仮定して、加振力に杭がどのように応答するか調べてみる。

加振力を $F = F_0 \sin \omega t$ とし、杭各部における振幅量を



(a) 杭側面、先端抵抗を無視した場合 (b) 杭側面、先端抵抗を考慮した場合

図-3 超高周波振動杭打ちモデル

$u(x)$, 杭頭に接続するチャック、起振部などの集中質量を m とすれば、この時の杭頭 ($x=0$), 杭先端 ($x=l$) の運動方程式、境界条件は、(1), (2)式で示される。

$$m \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} + AE \frac{\partial u}{\partial x} = F_0 \sin \omega t \quad \dots\dots\dots (1)$$

$$AE \frac{\partial u}{\partial x} = 0 \quad \dots\dots\dots (2)$$

ただし、 A : 杭の断面積、 E : 杭材のヤング率

(1), (2)式の一般解は(3)式となり、この第1項は自由振動であり、通常は時間の経過に伴い減衰し、第2項が加振力に応答するいわゆる強制振動項である。

$$u = B \sin\left(\frac{\omega n}{V_c} x + \phi\right) \sin(\omega n t + \phi) + \frac{F_0 \cos\left[-\frac{\omega}{V_c}(x-l)\right] \sin \omega t}{AE \frac{\omega}{V_c} \sin \frac{\omega l}{V_c} - m \omega^2 \frac{\omega l}{V_c}} \quad \dots\dots\dots (3)$$

ただし、 V_c は杭体の波動伝ば速度 ($\sqrt{E/\rho}$)

この強制振動項は(4)式に変形され、杭各部の振幅量 (振動モード) は、加振力の振動数 ($f = \omega/2\pi$) によって変化する。特に杭頭部の集中質量が非常に大きい場合は $\tau = \pi/2$ であり、 $\omega = V_c \pi/2l$ で杭先端部で最大振幅量となり、又、集中質量が非常に小さい場合は、 $\tau = 0$ であり、 $\omega = V_c \pi/l$ で最大振幅量となることが分かる。

すなわち、前者は一端固定他端自由の基準モード、後者は両端自由の基準モードを示している。

$$\frac{F_0 \cos\left[-\frac{\omega}{V_c}(x-l)\right] \sin \omega t}{AE \frac{\omega}{V_c} \sin \frac{\omega l}{V_c} - m \omega^2 \cos \frac{\omega l}{V_c}} = \frac{F_0}{\omega} \cdot \frac{\cos\left[-\frac{\omega}{V_c}(x-l)\right] \sin \omega t}{\sqrt{c^2 + m^2 \omega^2} \sin(\omega l/V_c - \tau)} \quad \dots\dots\dots (4)$$

ただし、 $c = AE/V_c$, $\tau = \tan^{-1} m \omega / c$

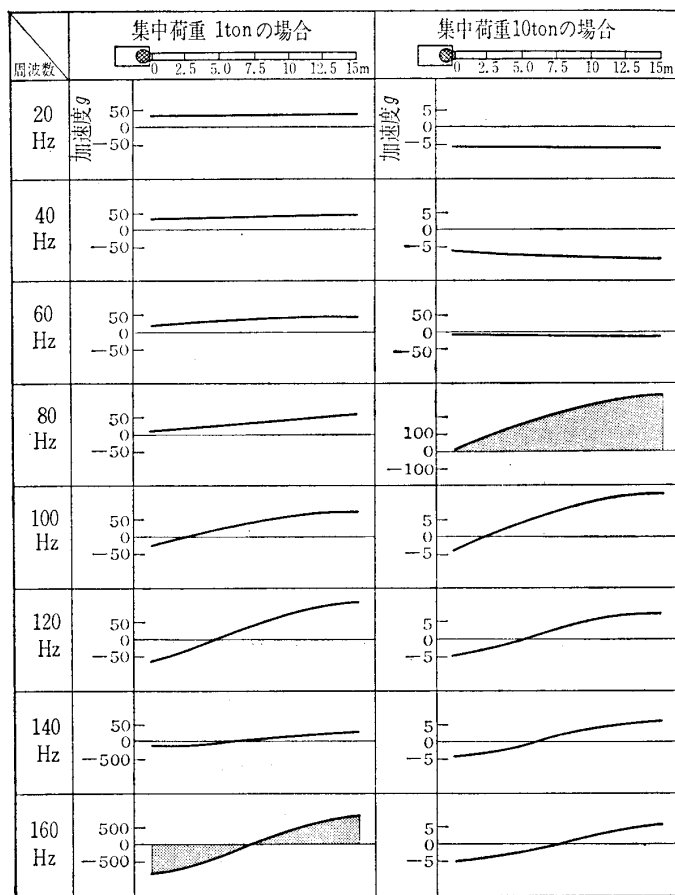


図-4 杭の振動加速度モデル

この関係を、実際の杭打ち作業を想定し、杭径 40 cm, 杭長 15 m の鋼管杭を集中質量が 1 t 又は 10 t である超高周波振動杭打ち機の加振出力を周波数に関係なく 50 t とした場合の杭各部の振動加速度モードを調べたものが図-4 であり、この結果、集中質量が 1 t の場合は 160 Hz, 10 t の場合は 80 Hz で共振状態となることが分かる。従って、超高周波振動杭打ち機の開発に当たっては、杭の拘束条件などで共振振動数が大幅に変化することに注意し、次に説明する地盤振動の伝ば特性も考慮した上で、アクチュエータの出力特性を設定しなければならない。又、ここでの超高周波振動杭打ち時の振動モデルは、図-3(a)のように非常に単純化しているが実際に中間層を打ち抜いて深い支持層へ根入れさせる場合は、図-3(b)のように、杭側面及び先端の抵抗を安易に無視することはできないと思われ、このような状態でのより厳密な杭体の波動方程式を検討中であり、これが完成すれば施工前に杭打ちの成否が判定できるばかりか、打撃式杭打ち工法の場合と同様に施工中に杭の動きから支持力を算定することも可能であろうと考えられる。

3.3 超高周波振動の伝ば特性

超高周波振動杭打ち時の杭からの振動伝ば特

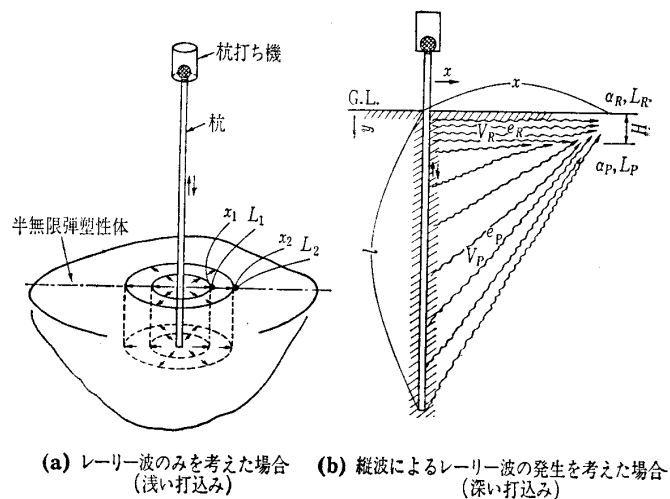


図-5 超高周波振動杭打ち時の振動伝ばモデル

性は、図-5(a)、図-5(b)に示す2つのモデルで考えることができる。すなわち、図-5(a)は杭の打込み深さが比較的浅く、半無限弾塑性体表面に点振源があった場合で、レーリー波のみを考慮した振動伝ばであり、図-5(b)は杭が深く打ち込まれた状態であり、これは半無限弾塑性体内の線振源からのレーリー波と実体波が半無限弾塑性体表面へ伝ばした場合である。

前者の振動伝ばについては、これまでの報告例によると、振動源からの距離 x_1 , x_2 における振動レベル L_1 , L_2 の関係は(5)式で示される。

$$L_1 - L_2 = 10 \log \frac{x_2}{x_1} + 8.7 \alpha (x_2 - x_1) \quad \dots\dots\dots (5)$$

ただし、 α は地盤の減衰定数

この第1項は、いわゆる幾何減衰量を示すものであり、単に x_1 と x_2 の関係のみで決定され、このレーリー波の場合には、倍距離 ($x_2/x_1=2$) で 3 dB/DD となることは良く知られている。第2項は振動が伝ばする過程で媒体の粘性抵抗などによって生じる内部減衰量であり、地盤性状、

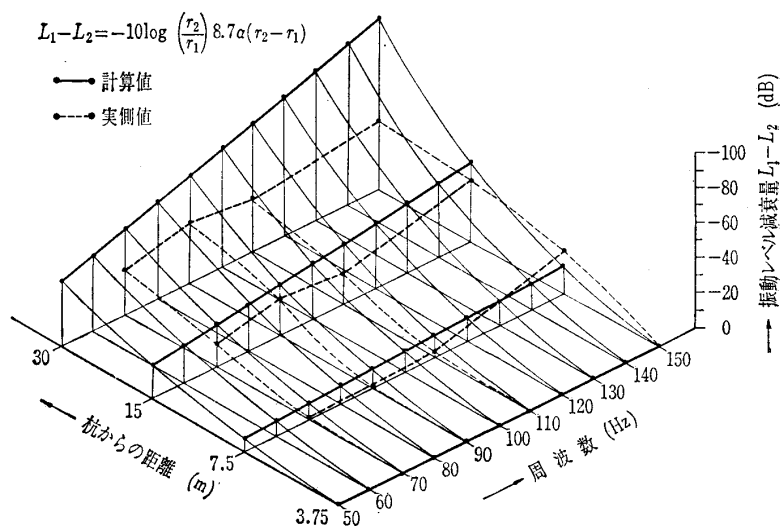


図-6 レーリー波の減衰量

周波数によって決定され、内部減衰が粘性抵抗のみによる場合は(5)式の減衰定数 α は(6)式で示される。

$$\alpha = 2\pi f\eta / V_R \sqrt{1-\eta^2} \dots\dots\dots (6)$$

ただし、 η は地盤の損失係数、 V_R はレーリー波の伝ば速度、 f は周波数

この減衰定数 α の値を決定する地盤の損失係数 η は、一般に 0.1~0.05 程度であると報告されており、また、レーリー波の伝ば速度 V_R はおおむね 100~300 m/s であることから α の値としては、約 $1 \sim 6 \times 10^{-3} f$ 程度となるものと考えられる。

以上の結果をもとに、通常の振動杭打ち工法や打撃式杭打ち工法と、超高周波振動杭打ち工法の距離減衰量を、砂質土 ($\eta=0.1$, $V_R=240$ m/s と仮定) で比較してみると、7.5m から 15m までの伝ば過程で、前者は、5~6 dB、後者は 11~28 dB となり、超高周波振動杭打ち工法が振動対策の面で、有効であることは容易に理解されよう。図-6 は、50~150 Hz の範囲におけるこの理論的な距離減衰量と後述する杭打ち実験時の実測値を示す。

次に、図-5(b)に示した杭の打込みが深くなった場合の振動伝ばについて検討するが、このように半無限弾塑性体内部における線振源からの振動が表面へ伝ばされる現象を直接取り扱った報告例は残念ながら見当たらないので、これらに関する波動現象を調べて、それより類推してみたい。

まず、この場合のレーリー波の伝ばは地表面からおおむね 1 波長分相当の深度内を波動エネルギーの大半が通過するとされていることから超高周波振動杭打ち工法の場合も 1~6 m の深度内を伝ばするものと考えられる。従って、杭の打込み深さがこれ以上深くなっても直接レーリー波自体の発生には影響することはない、これより浅い層においてのみ杭から発生するレーリー波の波動エネルギー量は、打込み深さに比例して増加するため、地表面の振動レベルは打込み深さの平方根に比例して増加するものと考えられる。一方、地盤内を伝ばしてきた実体波が地表面でレーリー波を発生させる場合について調べてみると、このような実体波によるレーリー波の発生限界として、(7)式なるものが発表されている。

$$x > y \cdot V_R / \sqrt{V^2 - V_R^2} \dots\dots\dots (7)$$

ただし、 x はレーリー波が発生する振動源からの水平距離、 V は実体波の伝ば速度、 y は振動源の深さ、 V_R はレーリー波の伝ば速度である。

これを、 N 値 15~50 程度の地盤における実際の杭打ち現場を想定してみると横波の場合には $x \gg y$ となり、全く考慮する必要はないが、縦波では $x > (0.5 \sim 1.0)y$ となり、杭が地盤に貫入してゆく時点で発生すると思われる縦波によるレーリー波は打込み深さとほぼ同程度離れたところでも発生することになる。この縦波により発生するレーリー

波の振動レベル L_P と、点振源又は線振源であったとした場合の振動レベル L_R の関係を幾何減衰についてのみ調べてみると次のとおりである。

杭からの距離 x における縦波により発生するレーリー波の波動エネルギー e_P 、レーリー波によるものの e_R は(8)、(9)式で示される。

$$e_P = \int_V \frac{K e_0}{H 4\pi(x^2 + y^2)} dy = \frac{K e}{4\pi x} \left[\tan^{-1} \frac{l}{x} - \tan^{-1} \frac{H}{x} \right] \dots\dots (8)$$

$$e_R = \frac{e_0 H}{2\pi x} \dots\dots\dots (9)$$

ただし、 K は縦波がレーリー波を発生される波動エネルギーの変換率、 H はレーリー波の伝ば深度、 e_0 は杭の単位長当たりの発生する波動エネルギーとおおの仮定する。

波動エネルギー e と地盤の振動加速度 α の関係は、 $\alpha = \sqrt{2e/m} \omega$ (ただし、 m は単位体積当たりの質量、 ω は振動数) であるから、 L_P 、 L_R はおおの(10)、(11)式で示され、これより L_R と L_P の差を求めてみると(12)式となる。

$$L_P = 20 \log \frac{\sqrt{2e_P/m} \cdot \omega / \sqrt{2}}{\alpha_0} \dots\dots\dots (10)$$

$$L_R = 20 \log \frac{\sqrt{2e_R/m} \cdot \omega / \sqrt{2}}{\alpha_0} \dots\dots\dots (11)$$

$$L_R - L_P = 10 \log \frac{e_R}{e_P} = 10 \log \frac{2H}{K \left(\tan^{-1} \frac{l}{x} - \tan^{-1} \frac{H}{x} \right)} \dots\dots (12)$$

ここで、 $l/x=1.0$, 2.0 及び $K=1.0$ とした場合の振動数 50, 100, 150, 200 Hz における振動源からの距離 x の変化に対する(12)式の計算結果は図-7 に示すとおりであり、高周波の振動程、又、遠距離でレーリー波が発生する地盤条件となるに従って縦波による影響が強くなっている。更

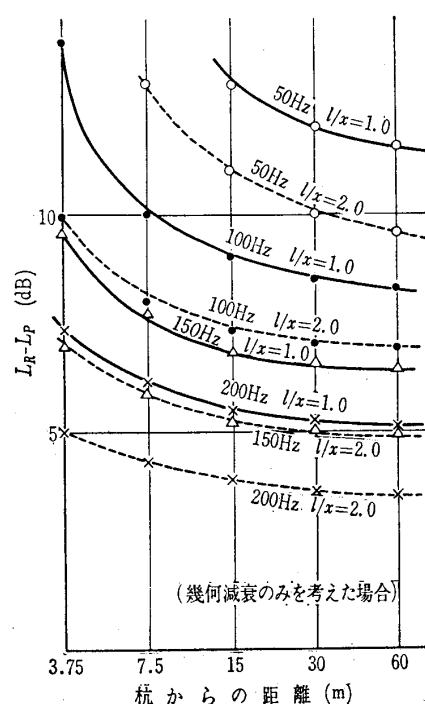


図-7 縦波により発生するレーリー波の程度

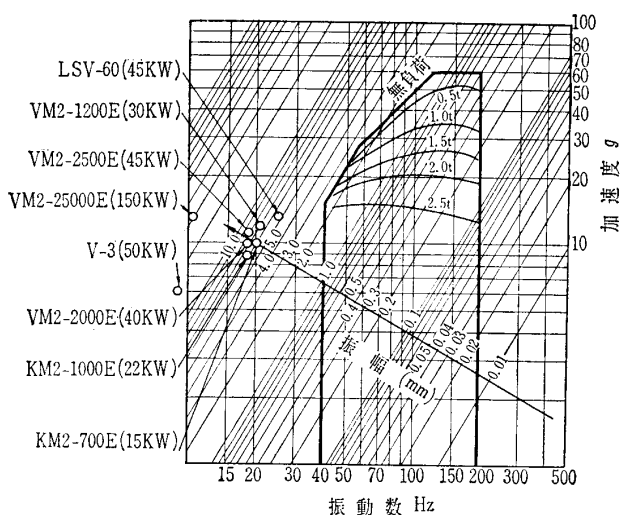


図-8 杭打ち機の出力特性と従来の振動パイルドライバーの特性比較

に、ここで求めた L_P , L_R は幾何減衰についてのみ検討したものであるが、内部減衰を考慮した場合には、縦波はレーリー波に比して伝ば速度が約2倍以上速いため、(6)式で調べた減衰定数 α は逆に小さくなり、この結果、レーリー波に比して内部減衰量はかなり小さくなると考えなければならず、実際の杭打ち現場における L_P と L_R の関係は図-7のものより差がなく、逆に、 L_P の方が大きくなることも十分考えられる。従って長い杭を深く打ち込んでいる場合の振動の伝ば特性は、これらの影響にも注意して調べなければならないと考える。

3.4 超高周波振動杭打ち実験結果の概要

実験は先端開放の鋼管杭 ($\phi 406$, $l=15\text{m}$, $t=9$) を振動数 70, 90, 110 Hz で打ち込み、この時の杭の貫入速度と地盤振動の測定を主として行った。実験に使用した超高周波振動杭打ち機の出力特性は図-8に通常の振動パイルドライバーと比較して示したとおり、振動数、加速度については、かなり上回っているが、動力源の容量に制限され振幅は著しく小さくなっているものである。

各振動数における杭の貫入速度、地盤振動の測定結果は、図-9～12に示すとおりであり、杭の貫入はどの振動数でも、ほぼ1～2 m/分の速度で N 値 40～50 の支持地盤まで行われており、別に行った打ち込み実験でも、30mの継杭を支持層まで正味10分程度で打ち込めていることから、超高周波振動杭打ち工法の打ち込み能力については、基本的な問題はないと判断できる。

地盤振動は、図からも分かるように、より高い振動数で打ち込む程、近距離内で減衰し、特に、110 Hz の場合は、70 dB/7.5 m, 60～65 dB/15 m, 40～50 dB/30 m というように非常に小さくなって

おり、これはまえがきで説明した埋設杭工法とほぼ同じ振動レベルである。

以上が超高周波振動杭打ち実験結果の概要であり、今後は、誌面の都合で省略した局部的に地盤振動が大きくなる現象、杭打ち機と杭の接続方法や騒音対策などの残された問題解決に取り組み、1日も早くこの工法が実用化できるか否かの結論を得ることとしている。

4. 打撃力緩衝式杭打ち工法についての研究結果

4.1 打撃力緩衝式杭打ち機の概要

打撃式杭打ち工法は、杭打ち機の構造が比較的簡単であり施工性、経済性に優れかつ施工中に杭の支持力が容易に判定できるという利点はあるものの、その騒音・振動が著しく大きいこと市街地工事ではほとんど使用できなくなっていた。しかし、最近、少機種ではあるが各種のクッション機構などを利用して騒音対策を図っているものが、試験的に使用され始めている。このように打撃力を緩衝させて騒音・振動（主として騒音）対策効果がどの程度得られるか、又、打込み力をどの程度減少させるかについて実際に杭を打って調べられたものが少ないため、打撃力緩衝式杭打ち工法の開発可能性などを調べるために以下の実験を行ったものである。

4.2 打撃力緩衝式杭打ち実験結果

この実験に用いた打撃力緩衝式の杭打ち機は、ディーゼルパイルハンマーの下部シリンダーを改造して、ここに封入する液量を変えられるようにしたドロップハンマーである。すなわち、ラムとアンビルの間に液体を封入しておき、液体の体積弾性圧縮性を利用して、衝撃力が任意に緩衝で

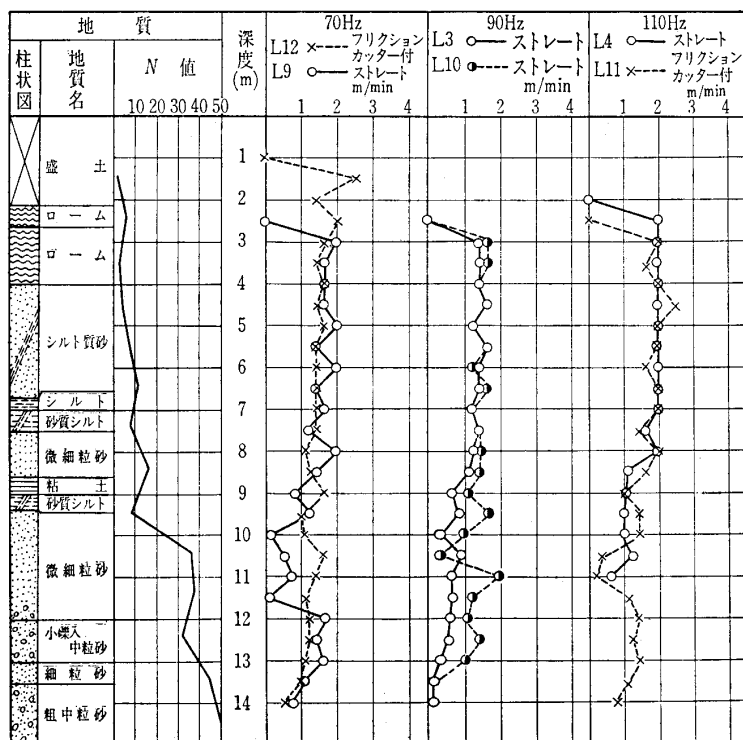
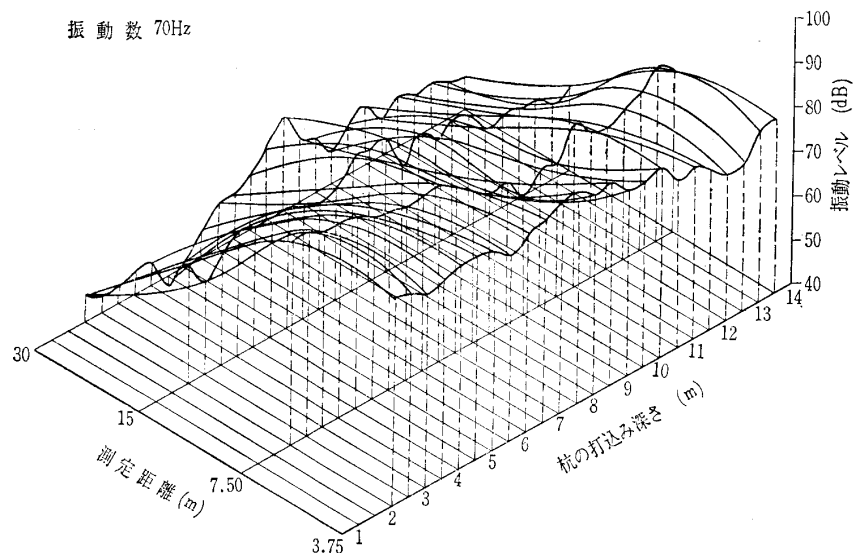
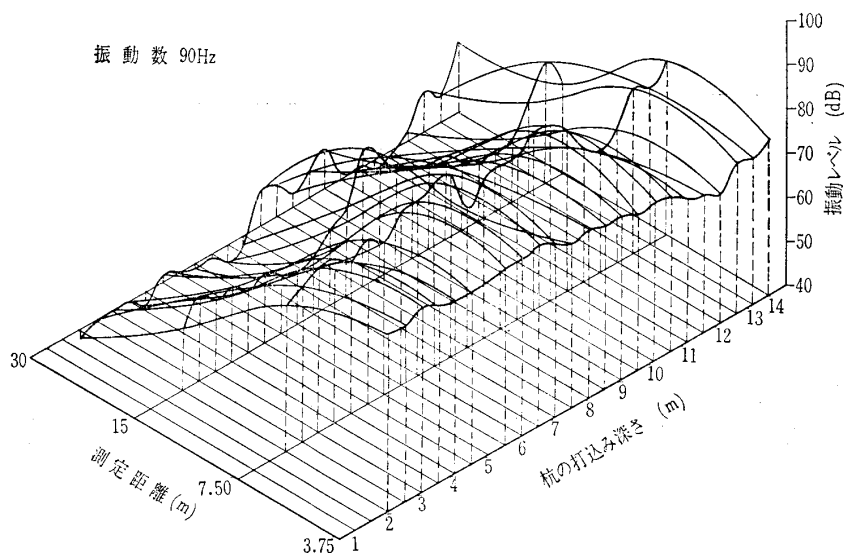


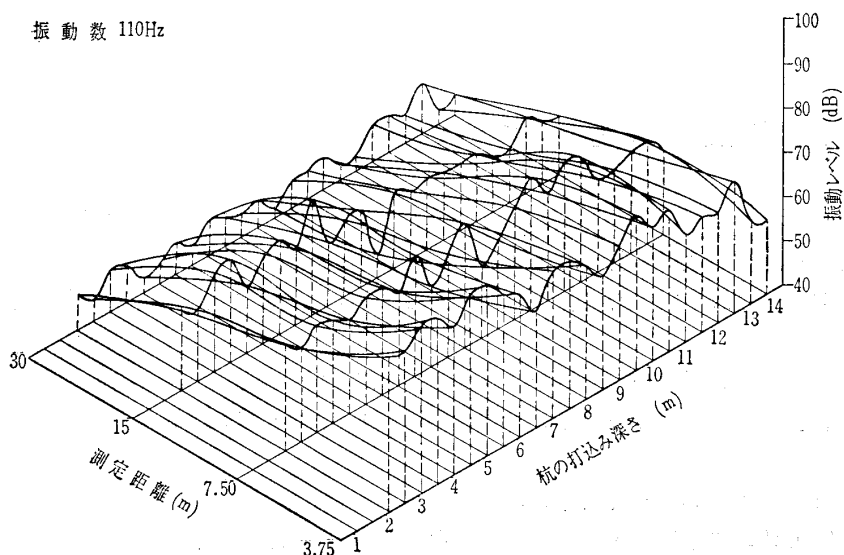
図-9 超高周波振動杭打ち時の杭の貫入速度



図—10 超高周波振動杭打ち時の地盤振動 (70 Hz)



図—11 超高周波振動杭打ち時の地盤振動 (90 Hz)



図—12 超高周波振動杭打ち時の地盤振動 (110 Hz)

きる機構の杭打ち機である。実験は、先端開放の鋼管杭 ($\phi 406$, $l=15$ m, $t=9$) をラム (2.5 t) の落下高さを常に 2 m として、緩衝液量 200, 100, 50, 25 l のおのおのの条件で打ち込み、この時の打撃力、1 打撃当たりの貫入量、騒音・振動などを測定した。各実験条件とも杭を 4～5 m まで打ち込み後、貫入状態が安定してから貫入が停止するまで連続してデータを測定することとした。

実験結果として、まず、緩衝液量と 1 打撃当たりの貫入量の関係を図—13 に示す。図より緩衝液量が少ない程 (すなわちクッションが硬い) 貫入量は大きく、これは、杭頭のひずみ量より求めた打撃力の傾向とも良く一致している。

次に、騒音についても、図—14 に示すとおりのクッション効果の差異がよく表れており、打ち込み深さが 8～10 m 時点では打撃力が半分になるとおおむね 12 dB(A) 程、小さくなっている。しかし、図からも分かるように、騒音は打ち込み深さが深くなるにつれて (空中に出ている杭長が短くなる程) 小さくなっており、特にこの傾向は、クッションが硬い場合には著しく、又、どの場合でも打ち込み完了時の騒音が、ほとんど同じであることから、この打ち込み完了時の約 75 dB(A)/15 m の騒音は杭打ち機自体のものであると考える。

以上のことから、打撃力緩衝式杭打ち機の騒音対策効果としては、支持層までの地盤があまり硬くない場合には、打撃力を緩衝させて騒音を下げて杭を打ち込むことは可能であるが、地盤が硬い場合には、大きな打撃力を要求されるため、杭からの騒音を下げることが困難になってしまうものと考えられる。

一方、地盤振動については、クッション効果による差異は、ほとんど認められず、これは、「2. 研究の対象」で既に説明した理由によるものと考えられる。

以上、超高周波振動杭打ち工法と打撃力緩衝式杭打ち工法の研究概要を紹介した。

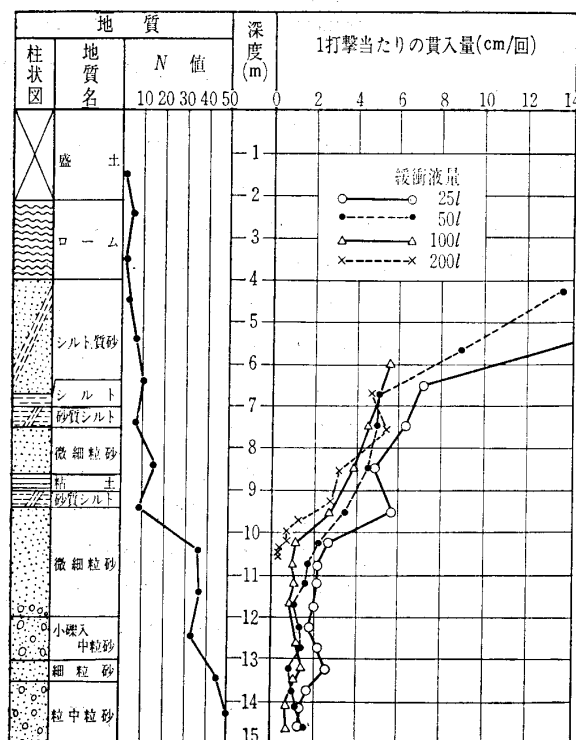


図-13 緩衝液量と貫入量

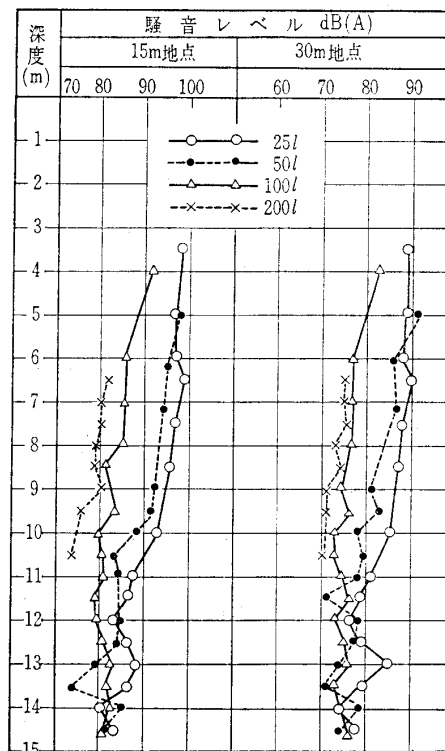


図-14 緩衝液量と騒音レベル

今後も、杭打ち作業の騒音・振動問題の解消に少しでも役立つよう本研究開発を進めることになっているので、この問題に早くから手がけられている先輩諸氏のご指導、助言をいただければ幸いである。

最後に、ここまでの実験データなどが得られたのは、研究開発に参画いただいている関係各位のたまものと深く謝

意を表すとともに、今後も引き続きご協力の程をお願いしたい。

参考文献

- 1) 本多弘吉: 地震波動, 岩波書店
- 2) 基礎工, 1959, Vol.7, No.2, 総合土木研究所
- 3) 騒音制御, 1978, Vol.2, No.2, 日本騒音制御工学会
(原稿受理 1979. 6.19)

日本学術会議第12期会員選挙についてお知らせ

日本学術会議中央選挙管理会

昭和55年11月には、3年に一度の日本学術会議会員選挙が行われます。

この選挙は、会員を選挙する方も、会員に選挙される方も有権者でなければなりませんので、次のことにご留意ください。

- (1) 新たに有権者としての登録を希望する方は、登録用カードを早めに提出してください。
- (2) 引き続き有権者の方は住所、勤務機関、勤務地等登録カード記載事項に変更があった場合は、すみやかに異動届を提出してください。

以上について不明の点がありましたら、下記にお問い合わせください。

〒106 東京都港区六本木7-22-34 日本学術会議会員選挙管理事務局 電話 03-403-6291