

# 明日を築く48

## REPORTAGE

東北の高速交通ネット  
ワークをより繋密に――

## 钢管杭ゼミナール

摩擦杭設計要領(案)の  
紹介(日本道路公団の例)

## 钢管杭レポート

油圧パイルハンマの機  
構と打込み特性



東北の高速交通ネットワークをより緊密に――

東北横断自動車道・仙台—寒河江線

## 日本道路公団仙台建設局山形工事事務所



## もくじ

## 表紙のことば

- |                                         |    |
|-----------------------------------------|----|
| ●ルポルタージュ 48                             | 1  |
| 東北の高速交通ネットワークをより緊密に<br>東北横断自動車道・仙台－寒河江線 |    |
| ●鋼管杭ゼミナール                               | 6  |
| 摩擦杭設計要領(案)の紹介 (日本道路公団<br>の例)            |    |
| ●鋼管杭レポート                                | 10 |
| 油圧パイルハンマの機構と打込み特性                       |    |
| ●西から東から                                 | 14 |
| ●文献抄録                                   | 14 |
| 組織図・会員紹介                                |    |

編集MEMO

東北地方の交通網をよりきめ細かいものとするべく、建設のすすめられる東北横断自動車道。 昨年に比べるとおだやかな印象の冬もすぎ、そろそろ桜も散り始めだした今日この頃。「明日を築く」48号をお届けします。

そこでも、鋼管杭が活躍している。地質の状態や、その他さまざまな条件に対応し、「百年先を見越さなければならぬ」高速自動車道の、文字通り支えとして、ひと役買っているのである。俳聖・松尾芭蕉の詠んだ最上川今号では、建設すむ東北横断自動車道・仙台-寒河江線のルポルタージュと、このルポとも関連する「摩擦杭設計要領(案)の紹介(鋼管杭セミナー)」をご紹介しております。じっくりとお読みください。

なお、本誌に対するきたんないご意見をお待ちしています。



昭和38年7月、名神高速道路、尼崎 - 栗東間71kmが開通した。日本が本格的に、高速道路時代へと踏み出す、記念すべき第1歩といつてもいいだろう。翌39年には東京オリンピックを控え、高速道路建設は破竹の勢いで進められていた。因みに、東京オリンピックを開催するにあたり、道路整備に使われた費用は1700億円。高度成長期を迎えて以後45年の日本万国博覧会など、国家的行事の開催も手伝い、高速自動車道は全国を網目模様に覆いだしたのである。しばしば形容されるように、高速自動車道は日本の「大動脈」として、経済・産業の振興に重要な役割りを果たしている。

ところで、モータリゼーションが思  
いもかけないところで影響を与えた例  
がある。滋賀県は琵琶湖のほとりに、  
一大歓楽地があるのはご存知のことと  
あろう。かの地を通る国道161号線は、  
京阪地域と北陸を結ぶ重要な産業道路  
である。琵琶湖南端の浜大津で1号線  
と合流するこの国道は、さらにその先  
で名神高速道路に合流している。その  
利便性が、鄙びた温泉地であった街を  
歓楽街に変貌させた原因のひとつだと  
いうわけだ。モータリゼーションの落  
し子といってもいいだろう。閑話休題。  
高速自動車道が、全国を網目のように  
覆っているとはいえ、その恩恵を蒙ら

ない地域もまた多い。そのため、これから先も高速自動車道建設が各地で進められ、将来総延長7,600kmになる予定である。

さて今号では、東北地方の太平洋側（宮城県）と日本海側（山形県）を結び、より地域の結びつきを高めるために建設の進む「東北横断自動車道・仙台—寒河江線」にスポットを当てた。

山あり谷あり……

横断道・酒田線

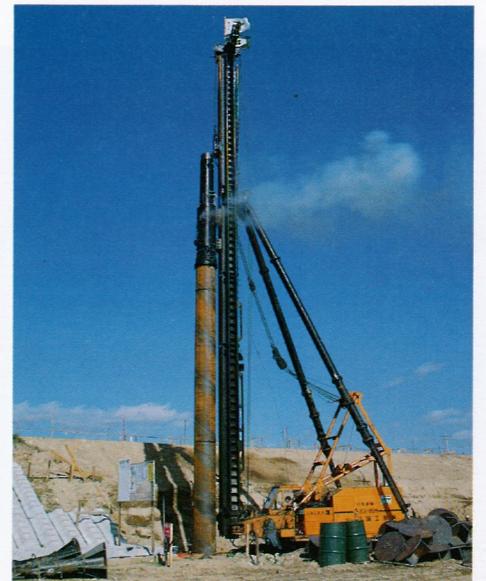
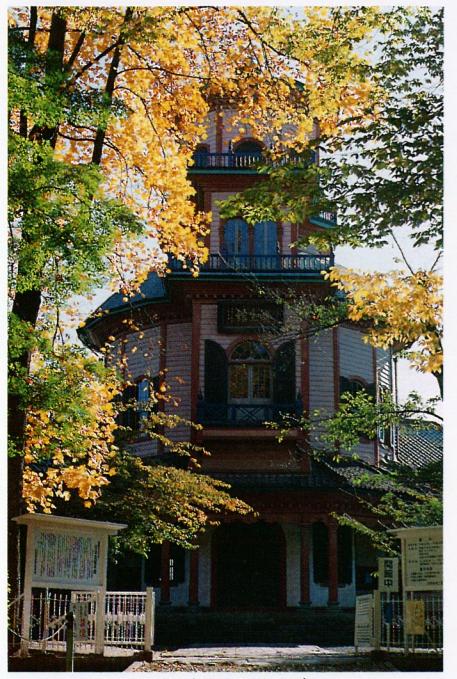
東北地方にはすでに、東京、盛岡を結び、さらに北へと伸びる大動脈、東北縦貫道がある。この縦貫道により、東北と首都圏は身近になった。そして次いで東北圏の各地域の交通ネットワークをさらに密にするため、東北横断道3線の建設が予定されている。秋田線（北上市－秋田市）、いわき・新潟線（いわき市－新潟市）、酒田線（仙台市－酒田市）の3線がそれである。

今回訪れたのは、酒田線のルートに含まれる、仙台－寒河江線の最上川橋下部工事現場と須川橋下部工事現場である。仙台－寒河江線は、仙台市を起点とし、寒河江市に至る延長約65kmの高速自動車国道である。このうち山形県内約25kmの施工を、山形工事事務所が担当している。

差約360m、平均縦断勾配は約4.6%と厳しい。さらに、急峻な山岳地帯を通過するので、全延長の約62%が、トンネル、橋梁等の構造物で占められる。横断道特有のいわゆる“事業費の高い”区間である。山形東I.C.からは、市街地を大きく迂回した形で、やや急峻な準山岳地帯を通過し山形北I.C.に続く。延長6.3kmのうち、トンネルが5ヶ所、約2.8kmを占める区間である。山形北I.C.から寒河江I.C.にかけては、前記2区間とは対照的に、山形盆地の典型的な水田地帯を通り、須川、最上川と交差、寒河江市に至る。この間延長11kmは、盛土で約250万m<sup>3</sup>の土量を必要とする。寒河江市から先は、朝日、鶴岡を経て、酒田市まで通じるわけである。

宮城県と山形県にまたがる笹谷トン





## 多くの川が流れる

### 山形盆地

山形北I.C.と寒河江I.C.の間に横たわる山形盆地は、南北40km、東西10kmの舟底形をなしている。盆地の大半は水田地帯である。山形県下では、庄内、最上、米沢とともに4大穀倉地帯のひとつとして、良質の村山米を産出している。盆地には、南西から最上川が流入、寒河江川と合流し、盆地北半を北に流れしていく。南からは須川が流れ込み、東からの馬見が崎川や立谷川と合流、さらに、乱川、野川とともに最上川に合流する。盆地東縁では、馬見が崎川、立谷川、乱川が扇状地を形成する。その扇状地や川原には、果樹園が多い。山形県は、柑橘類以外の果物ならほとんど取れる。なかでもサクランボは、全国の80%を山形産が占めるという。また、ぶどうが取れることから、ワインの種類も豊富である。目の前に広がる田園は、すでに刈り入れを終え、来たるべき春を待つごとく静謐なたたずまいを見せている。しかし、実りの季節を迎えると、盆地一帯を黄金のさざなみが覆うように、壯大な眺めになるにちがいない。

## 登る気も失せる

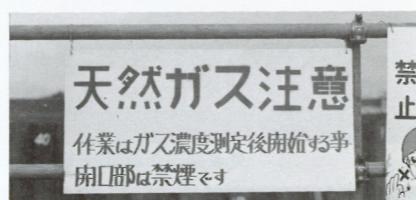
### 2千数百段の石段

山形県は松尾芭蕉と縁が深い。本谷海という地には、芭蕉がそこから舟で最上川を下ったと芭蕉乗船地碑が建てられている。また山寺の名で親しまれる宝珠山立石寺は、芭蕉が「奥の細道」行脚中立ち寄り「…岩に巖を重て山と、松柏年旧、土老て苔滑に岩上の院々扉を閉て、物音きこえず…」と記した東北地方でも屈指の靈場として知られている。さらに芭蕉が「閑さや岩にしみいる蟬の声」と詠んだ短冊を埋めたといわれる蟬塚もある。この山寺、山頂まで2千数百段の石段が続き、その間に開山堂、五大堂、経堂などが、奇岩にすがりつくようにして建ち並んでいる。石段の数を聞いた取材班は、それだけで、もはや登る意思をなくしてしまい、山形市内へと向かった。

山形市は、延文元年(1356年)、斯波兼頼が山形城を築いてから城下町として盛えた。その城はすぐではなく、現在は霞城公園として、市民の憩いの場になっている。園内には野球場、バレー、コート、テニスコート、体育館などのスポーツ設備がそろえられているが、郷土資料館として利用される旧市立病院済生館は、国の重要文化財に指定されている堂々たる洋館である。

## 天然ガス

### 注意!!



須川橋、最上川橋の工事現場はともに、架橋地点の地層が、第4紀湖沼性堆積物および新田河成堆積層が、200~400mと厚く堆積している。そのため、盛土に対する軟弱地盤と構造物に対する基礎の問題があり、特に基礎については、地下50m付近までN値が5~20程度のシルトと砂層で明確な支持層がなく、支持杭は使えない。そこで、摩擦杭についての検討が必要になり、昭和56年、「摩擦ぐい短期載荷試験工事」が実施された。試験は、鋼管杭とコンクリートパイルの2種類で行なわれ、その結果に加え、経済比較面からの検討もあり、鋼管杭の使用が決定したのである。また、須川はPH3~4の非常に酸性の強い水質なので、地表近くの砂れき層の防食対策が必要になった。各種防食法のうち、電気防食、腐食代、鋼管杭にポリエチレン被覆を施す重防食の3つについて、2~3年にわたり鋼片の腐食試験などを重ねた。その結果、肉厚を3~5mmにあげる腐食代、

および6~8mの被覆層をもつ重防食の方法を採用。さらに防食層の傷の影響調査のため、12m杭の打ち込み引き抜き試験が続いて行なわれ、良好な結果が得られたので、いよいよ工事に着手するはこびとなったのである。

須川橋、最上川橋工事をはじめにあたり、問題点がまだあった。天然ガス対策である。洪積砂質土層の地層に、ガスが含有されるというのだ。実際、工事現場近くでは、天然ガスを利用している農家もある。杭基礎工事については、ガス発生に充分すぎるほどの注意がはらわれた。近隣の農家にとっては自然の恩恵だが、現場で働く作業員にとっては、まさに自然の脅威以外の何物でもない。

## ゆるやかな最上川の流れの横で 杭打ち作業が……

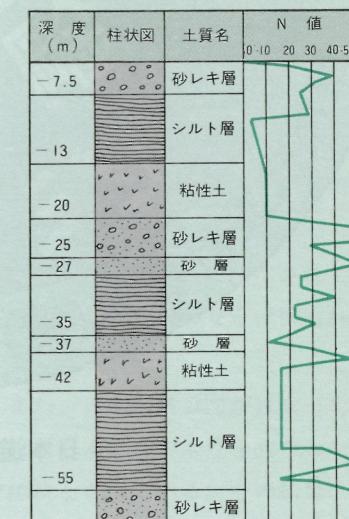
最上川橋下部工事現場。目の前を



流れるのは、芭蕉が「五月雨をあつめてはやし最上川」と詠んだその川である。が、五月はすでに過ぎ去り、芭蕉の立っていた場所とも違い、ただゆるやかな流れが続くのみである。両岸では、杭打ち作業が進められている。1本打ち込むごとに、溶接作業が行なわれる。杭は3本継ぎで打ち込まれ、2~3本/日のピッチで作業が続けられている。須川橋下部工事現場でも、作業は順調に進められていた。その現場には、杭打ち作業中に堀り出された、巨大な木の根が片隅に放り出されていた。永い眠りから突然起こされて、さぞ不機嫌なことだろうと、つい勝手な想像をしてしまった。

ここで使用された鋼管杭は、Φ800×9~12t×ℓ(22.5~32.5m)。最上川の工事現場では2020t、須川の工事現場では1940t使われた。両工事とも杭打ち作業は、昭和59年12月には

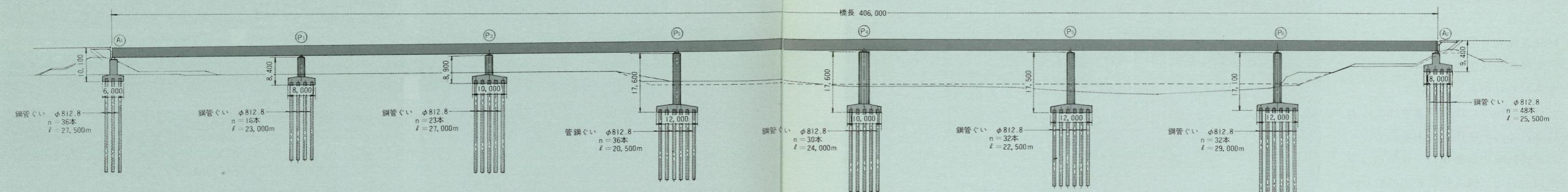
図-3 土質柱状図



無事終了した。

山形県酒田市と宮城県仙台市を、最終的につなぐこの横断道が開通すれば、東北地方の高速交通ネットワークはより緊密なものになる。周辺地域にとっては、産業、経済、文化の発展、福祉の向上などに寄与する重要な路線になることは間違いないだろう。東北、上越両新幹線が開業し、首都圏がより近づいたいま、東北一円の交通網の整備は、東北地方にとっても大きな課題である。その課題を早急に解決するための第1の段階として、東北横断自動車道・酒田線の完成は、大きな意味を持っている。

図-2 最上川橋側面図





## 日本道路公団 技術部構造技術課 前田良刀

### 1. まえがき

摩擦杭はその支持機構上、ほとんどを周面摩擦力に依存している。このため、杭先端が良質な支持層に根入れされた支持杭に比べ、長期の沈下特性や地震時の安全性に不明な点が多いことなどから信頼性に劣るとされてきた。

この種の不安の要因として構造物規模の大型化や上部工の高次不静定構造系の採用等により沈下に伴なう制約が厳しくなった反面、摩擦杭の挙動を的確に予測する信頼性の高い手法がないことなどが挙げられる。

また一方では、施工機械の高性能化に伴ない、中間層に密な層やレキ層が存在しても、大口径の杭を相当な深さまで比較的容易に施工し、支持杭とすることができるなどの施工技術が進歩した側面も見せない。

しかし、最近次に挙げる理由などから、道路橋、鉄道橋や建築構造物などにおいて摩擦杭の事例が増えてきている。

1) 良質な支持層が非常に深い場合は、支持杭を採用すると著しく不経済となるおそれがあること。

2) 長尺の杭では設計荷重を支える力がほとんど周面摩擦力であること。

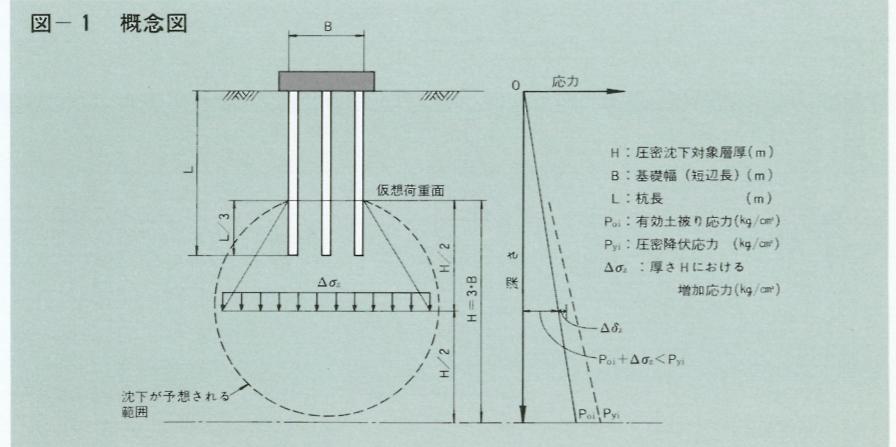
3) 載荷試験の結果から、長期の沈下特性については構造物、周辺地盤状況を総合的に判断すれば実用に支障がないこと。

摩擦杭を採用する場合には、下記の条件を満足しなければならない。

(1) 良質な支持層が非常に深く、支持杭では著しく不経済となる場合。

(2) 全層にわたり正規圧密状態ではなく、途中から過圧密状態となっている地層が存在する場合。

図-1 概念図



(3) 地下水の汲み上げや盛土等により著しい地盤沈下が進行中の地盤、または地盤沈下が将来予測される地盤でない場合。

### (1)について

良質な支持層が非常に深い場合に摩擦杭を採用できるとしたものがあるが、支持杭が原則であることに変りはない。したがって、摩擦杭で設計することが可能であっても、比較的浅い所に支持層が存在する場合には支持杭とすべきである。

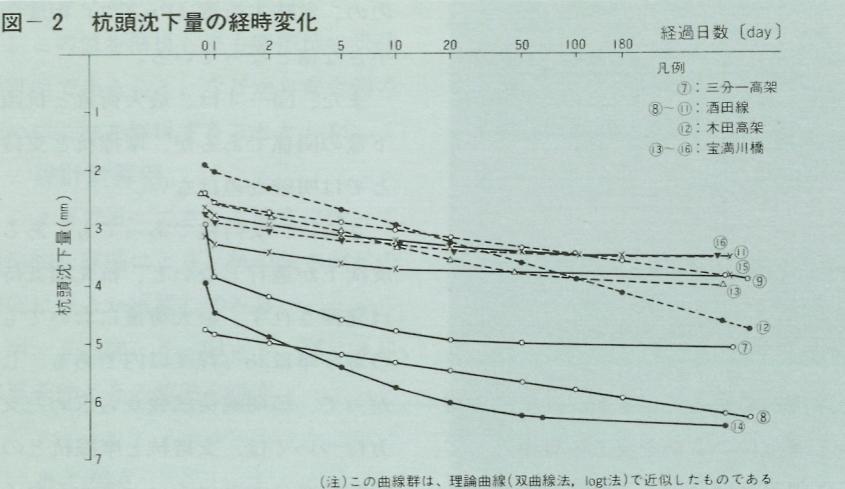
一般的に、良質な支持層が30m以深にある場合、摩擦杭を考えてよい。

### (2)について

正規圧密状態の地盤はわずかな荷重の増加によっても圧密沈下を生じるが、その沈下量を正確に予測しにくいこと。道路公団ではこのような地盤での試験例がないことなどから少なくとも容易に圧密沈下を生じないような過圧密層に根入れするものとした。粘性土地盤では圧密降伏応力と有効土被り応力の差が0.5~1.0kg/cm<sup>2</sup>程度以上ある過圧密層に根入れさせることが望ましい。

### (3)について

地盤沈下が生じているところでの摩擦杭の挙動については不同沈下やネガティブリクションなどの問題が支持杭よりもすぐれている場合があるとの報告もあるが不明な点が多く試験例も少ないとなどから高速道路橋の重要な



度を考慮して本規定を設けた。

### 3. 杭の根入れ長

摩擦杭の根入れ長さは、下記の条件を満足しなければならない。

(1) 杭本体の全長の1/3以上は過圧密地盤に根入れするものとする。また、仮想荷重面から基礎幅の3倍以内の深さにおける有効土被り応力と持続荷重による増加応力の和は、圧密降伏応力を超えないこと。

(2) 杭本体の全長の2/3以上は弾性

床上の梁理論による第一不動点以下に根入れすること。なお、第一不動点の算定は杭頭をヒンジとして計算するものとする。

載荷試験及び計算結果による支持力は十分であってもいたずらに短い杭とせずに長尺摩擦杭という観点からある程度以上の根入れを確保するようにしたのである。

### (1)について

過圧密層へ根入れすることにより杭の支持力は急速に増加し、長期的にも

圧密沈下の恐れが少なくなる。図-1に示すように仮想荷重面とは、杭先端から上方へ杭全長の1/3とする。また、過圧密層への根入れについては、阪口の提案、沈下については圧密沈下対象層厚内の平均增加応力に制限を加えたものである。

この程度の根入れが確保されていれば長期的に杭基礎の安定は得られると考えられる。

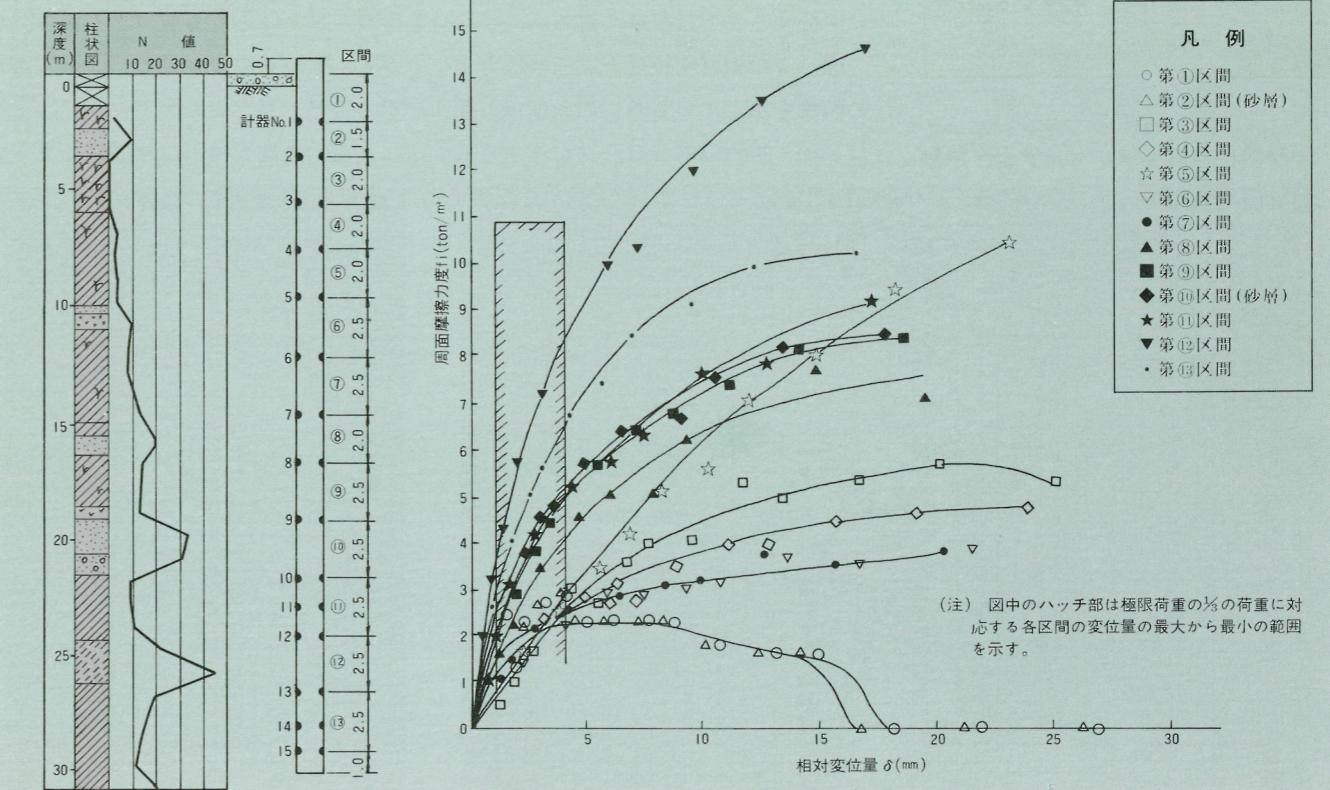
また、日本道路公団が行なった試験杭はほとんどこの条件を満たした長尺摩擦杭となっている。その結果、単杭においては長期的な沈下はほとんど増加せず安全であることが確認されている。

### (2)について

杭頭付近では、地震時に周面摩擦力が低下する可能性があるため、この条文を設けた。

また、第一不動点までの周面摩擦力を無視して許容支持力を算定することも考えられるが、支持杭との整合性をはかる意味で同じ取り扱いとした。

図-3 鋼管杭(Φ800)周面摩擦力度～相対変位量関係図(山形地区)





# 油圧パイルハンマの機構と打込み特性

建設省土木研究所機械施工部 施工研究室  
研究員 塚田幸広

## 1. はじめに

杭基礎工法のうちディーゼルパイルハンマ(以下、ディーゼルハンマと略す)に代表される既製杭の打込み工法は、他の杭基礎工法と比較して杭材の品質・寸法のばらつきが少なく確実な支持力が得られ、しかも経済性の点で有利であることから広く利用されてきた。

しかし、杭打ち時の騒音・振動および排油飛散による公害問題によってディーゼルハンマによる市街地やその周辺での杭打ち工事はほとんど見られなくなっている。ひいては既製杭そのものの使用頻度も低下しているのが現状である。このため、既製杭の持つ特長を生かしながら騒音・振動に対処できる工法の開発が待たれ、その結果として埋設杭工法、低公害型杭打ち工法など各種の公害対策工法が開発され多くの施工実績を積重ねてきている。

このうち、埋設杭工法は公害対策工法としては種類も多く騒音・振動については改善されているが、経済性、施工性および支持力の確実性の面では打込み杭工法と比較してかなり劣る場合が多い。(各種埋設杭工法の詳細に関しては、「钢管杭の騒音振動低減工法」; 钢管杭協会編を参照されたい。)一方、低公害型杭打ち機による打込み杭工法としては、ディーゼルハンマの騒音を防音カバー(J A S P P型防音カバーなど)で遮音する方法の他、最近では油圧パイルハンマあるいは低騒音型ディーゼルハンマといったパイルハンマ自体の機構を改善・開発することによって杭打込み時の騒音を小さくしようとすると杭打ち機が新たに開発され、その施工実績もしだいに増えてきてい

る。

これらの対策工法のうち、油圧パイルハンマ(以下油圧ハンマと略す)は、①防音構造となっているため杭打ち時の騒音が低減できる、②油煙の飛散がない、③ラムの落下高さを人為的に設定できるといった特徴を有していることから特に注目を集めており、各種学会論文集、雑誌などにおいても数多くの論文が発表されるなど最近の打込み杭工法の話題の一つである。

このように油圧ハンマの関心が高まる中で、昭和56年度には建設省土木研究所と钢管杭協会の共同研究テーマとして油圧ハンマを取り上げ、土木研究所構内において油圧ハンマの打込み特性と支持力に関する大規模なディーゼルハンマとの比較試験を実施している。<sup>2)</sup>次に、昭和58年度における建設省技術評価課題「低騒音型油圧パイルハンマの開発」の中では、低騒音性、施工性など4項目の開発目標を設け8グループから応募された各油圧ハンマ(12機種)に対して建設省土木研究所構内の性能確認試験結果および各社が有するデータなどをもとに評価を行い、昭和59年8月には建設省より評価書が公表されている。さらに、この技術評価の結果を踏まえ油圧ハンマの施工管理基準の充実を図るために財国土開発技術研究センター内に「低騒音型油圧パイルハンマ施工研究会」(委員長: 宇都一馬教授)が設置され数種の油圧ハンマに対して各種試験施工および研究を行った。その結果として「低騒音型油圧パイルハンマ施工研究報告書」<sup>4)</sup>が取りまとめられた。

以下では、上記の油圧ハンマに関する

研究結果に基づき、油圧ハンマの機構、打込み時の騒音・振動特性および貫入特性などについて概説する。なお、本文中では前述した「低騒音型油圧パイルハンマ施工研究報告書」から多くの部分を引用参照していることを断つておく。

## 2. 油圧ハンマの機構

油圧ハンマは、図-1に示すように油圧ハンマ本体、油圧ユニット、操作制御盤などから構成され、このうち油圧ハンマ本体はラム駆動装置および打撃力伝達装置とに大別される。以下には、①油圧ハンマの作動原理(ラム駆動装置)、②打撃力伝達機構、③ラム落下高さ制御機構および④防音構造についてその概要を述べることにする。

### ①油圧ハンマの作動原理(ラム駆動装置)

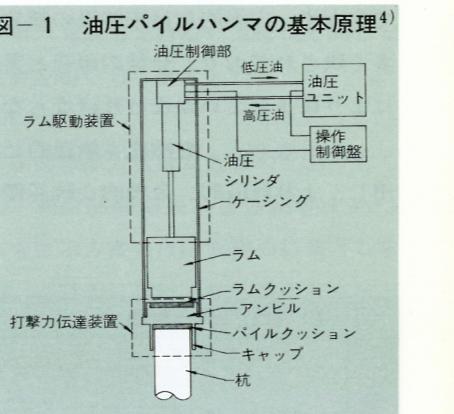


図-1 油圧パイルハンマの基本原理<sup>4)</sup>

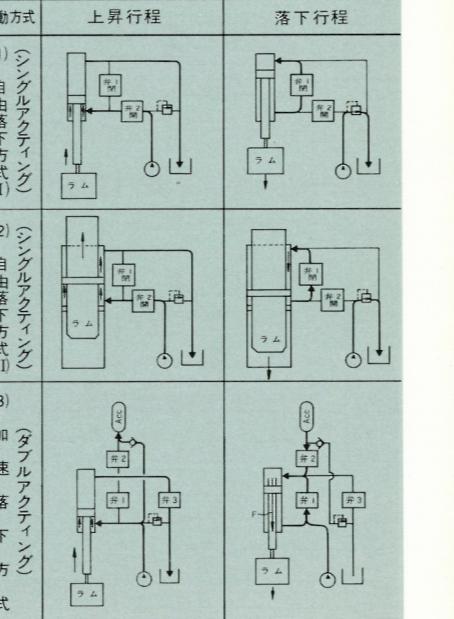


図-2 ラム駆動方式の分類<sup>4)</sup>

油圧ハンマの作動原理は、自由落下方式(シングルアクティング方式)と加速落下方式(ダブルアクティング方式)とに大別される。(図-2参照)

### (1)自由落下方式(シングルアクティング方式)

自由落下方式は、図-1および図-2に示すように油圧ユニットから油圧シリンダに供給される圧油を利用して比較的重いラム(一般には6.5~8ton程度)を上昇させ、所定の高さに達した所で急速に圧力を解放しラムを自由落下に近い状態で落下させるというものである。この方式には、図-2に示すようにラムを上昇・落下させる油圧シリンダが独立している構造とラム自体が油圧シリンダのピストンの役割を果たす構造がある。このように自由落下方式の油圧ハンマの場合、ラムを自由落下させるための油圧の開放機構が打撃性能(打撃効率)に大きく影響を及ぼすものと考えられ、各種油圧ハンマとも油圧回路の回路損失を極力抑えラムが自由落下に近い状態で落下するよう工夫されている。図-3(a)にはこれまでの試験施工から得られた自由落下方式のラム落下速度の実測例を示すが、概ね自由落下速度の理論値の95%以上にあることが確認されている。

なお、現在開発・実用化されている機種の大半はこの自由落下方式の範疇に入る。

### (2)加速落下方式(ダブルアクティング方式)

加速落下方式は、図-2に示すようにラム落下時に油圧シリンダ上下室を連通させることにより、ラムが油圧シリンダ上下室の断面積の差に油圧力を乗じた下向きの加速力を受けて落下する方式であり、この方式には現在2~3機種のハンマが実用化されている。すなわち、加速落下方式はラムに下向きの加速度(重力加速度+α)を与えることにより、ある落下高さに対して自由落下方式よりも大きな打撃力を発生

させようとするものである。図-3(b)には加速落下方式のラム落下速度の実測例を示す。

### ②打撃力伝達機構

油圧ハンマの打撃力伝達装置(機構)は、一般には、ラムの衝突を受けるラムクッション、同クッションを支えるラムの打撃力を伝達するアンビル、杭を所定の位置に保持するキャップ及び杭頭を保護するためのパイルクッションより構成され、ラムの打撃エネルギーを杭体に損傷を与えることなく伝達する働きをする。また、杭の打込みに伴う騒音はラムの衝撃部および杭との接合部から発生するものが主であり、後述するように打撃力伝達装置はこれらの騒音を防止する構造となっている。

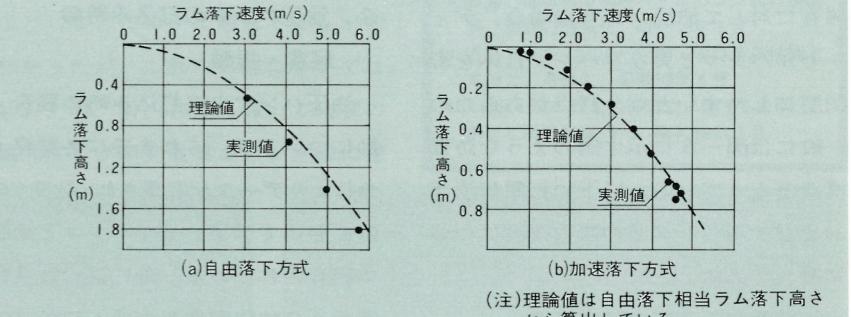
各種油圧ハンマの打撃力伝達装置を一般的なディーゼルハンマと比較して示すと図-4のように大別されるものと考えられる。すなわち、現状においてはディーゼルハンマと同様の構成となる“一般型”と水や油のような液体を媒体とした“ハイドロクッション併用型”がある。この両型式のクッションを打込み試験結果から比較すると騒音はもとより打撃時の杭頭応力特性

(波形)が大きく異なる。図-5は钢管杭φ600とコンクリート杭φ500について実測打撃応力波形を比較したものであるが、“一般型”がディーゼルハンマと似た波形であるのに対し、“ハイドロクッション併用型”では打撃後緩やかに打撃応力が増加しそのため応力のピーク発生時間もかなり遅れる傾向にある。

### ③ラム落下高さ制御機構

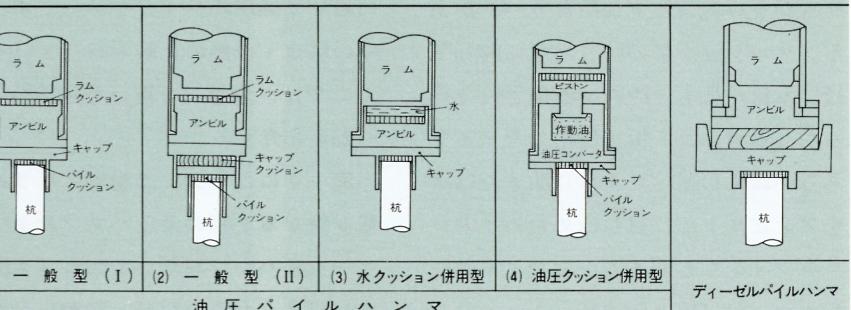
油圧ハンマの重要な特徴の一つとしてラム落下高さを人为的(任意)にコントロールできるという点がある。そのため、杭打撃時のラム落下高さの設定は打撃時の杭体損傷の防止、騒音防止あるいは打止め管理(動的支持力の算定も含む)など杭打ち時の施工管理を行う上で重要な項目である。現状の各種油圧ハンマに採用されているラム落下高さ制御の方法には、油圧ユニットからの圧油の供給時間をタイマにより制御し、ラムの落下高さを設定する方法、ケーシング内面に取付けられている近接スイッチまたは光電スイッチにより検知する方法などがある。これらを整理すると以下のようになる。

図-3 油圧パイルハンマのラム落下速度の実測例<sup>4)</sup>



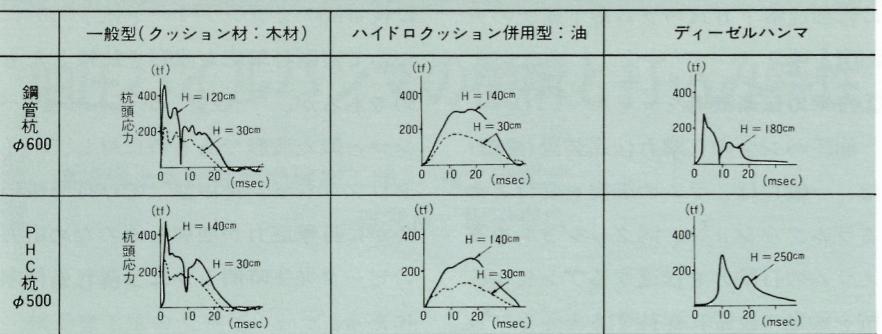
(注)理論値は自由落下相当ラム落下高さから算出している。

図-4 打撃力伝達装置<sup>4)</sup>



钢管杭協会「明日を築く」No48

図-5 打撃時杭頭応力の比較<sup>7)</sup>(図中のHはラム落下高さを示す)



(イ) ラム落下高さ設定装置

- 時間設定方式：油圧ユニットからの圧油の供給時間をタイムにより、制御し、ラムの高さを無段階に設定することができる。
- 位置設定方式：ケーシングに設置したラム位置検知装置からの信号で制御し、ラムの落下高さを段階的に設定する。

(ロ) ラム落下高さ検知装置

- 目視式：ケーシング側面の標尺窓およびラム位置標識を目視して、ラム落下高さを検知する。
- 近接スイッチ式または光電スイッチ式：ケーシングのラム位置検知装置により、操作制御盤上にラム位置を表示する。

④ 防音構造

一般に油圧ハンマによる打込み時の騒音発生源としては、杭本体の他にラムが直接衝突する打撃力伝達部および衝撃によって励振されて音を発するケーシング部が考えられる。このような騒音に対して油圧ハンマの場合、ディーゼルハンマと異なりハンマ自体を密閉型にしやすいという利点があるため一般には図-6に示す例のような防音構造となっている。以下に打撃伝達部およびケーシング部の防音機構について触れてみる。

（1）打撃力伝達部の防音構造  
打撃力伝達部の主な防音構造として、クッションおよび下部防音カバーがある。クッション部の防音対策に関しては、木材が最も一般的に使用されているが、木材にゴム板を併用したタイプ、あるいは先に述べたように油または水をアンビル上部に封じ込めたハイドロクッションなどがある。また、下部防音カバーは打撃力伝達部、キャップな

m地点)、杭地上高と打込み深度の関係を示す。この図より鋼管杭の場合、油圧ハンマはディーゼルハンマに比べて10~20dB(A)ほど騒音レベルが小さいことがわかる。さらに杭地上高を加味して考えると、ディーゼルハンマの場合、杭地上高にあまり影響を受けず騒音レベルが96~100dB(A)の範囲にあるのに対し、油圧ハンマの場合は両ハンマとも杭の地上高に対応した騒音レベルの顕著な変化を読み取ることができる。この試験結果から推察すると杭地上高が1m低くなると約1dB(A)の減少となる。(油圧ハンマの落下高さの影響を無視した場合)この結果は、ディーゼルハンマの場合その機構上、高い騒音レベルを示す爆発排気音および金属衝突音が卓越し、一方油圧ハンマで鋼管杭を打込む場合はハンマ自体が前述したように防音構造となっているため鋼管杭から放散される音が大きなウェイトを占めることを示唆するものである。図-8は騒音の周波数分析の結果の一例を示したものであるが、油圧ハンマの場合ディーゼルハンマと比較して特に500Hz以上の高音領域の音圧レベルが低い。

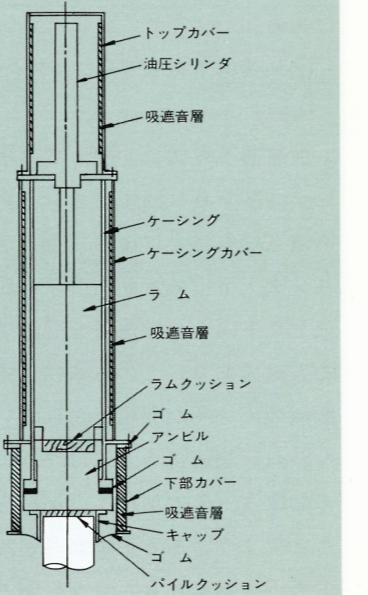
### 3. 油圧ハンマの打込み時の騒音・振動

油圧ハンマの杭打込み時の騒音・振動については、これまでに各開発メーカーによりデータが収集され、数多くの文献においてディーゼルハンマと比較して紹介されている。先に述べた共同研究および技術評価の中でも種類(鋼管杭、コンクリート杭)・寸法の異なる杭に対して油圧ハンマとディーゼルハンマの騒音・振動の比較を行っている。ここでは、鋼管杭を用いた試験結果の一部を紹介する。

図-7にはΦ500の鋼管杭をラム重量が異なる2種の油圧ハンマおよびディーゼルハンマを用いて45m(2回継続杭)打込んだ際の騒音・振動レベル(30

一方、振動レベルに関しては図-7

図-6 油圧パイルハンマ防音構造概念図<sup>4)</sup>



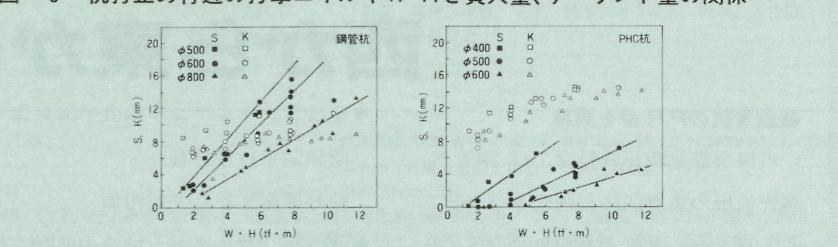
に示すように油圧ハンマとディーゼルハンマとの間には有意な差は認められない。これは、油圧ハンマの場合騒音に比べ機械的な振動対策が困難であることから特に講じていないためであり、実際に振動対策が必要な場合にはラム落下高さを低くして打込んだり、またプレボーリング工法などと併用して対処しているのが現状である。

### 4. 油圧ハンマの貫入特性

油圧ハンマの貫入特性を論ずる際、ラム重量、ラム落下高さ、機械の効率、クッション効果および地盤条件などの諸条件を十分考慮する必要があり、現状においては各種油圧ハンマの貫入性の比較はもとよりディーゼルハンマとの比較において必ずしも貫入性の優劣はつけられておらず今後の研究によるところが多い。ここでは、同一地盤における打込み試験から得られた打止め付近の貫入・リバウンド特性についての紹介にとどめる。

図-9(a)、(b)は、打止め時に各種油圧ハンマのラム落下高さHを4段階に変化させて打撃した際の打撃エネルギーW・Hと貫入量Sおよびリバウンド量Kの関係を各々鋼管杭、コンクリート杭(PHC)杭についてとりまとめたものである。これらの図よりハンマ機種によらず鋼管杭、PHC杭ともW・Hの増加に伴ない貫入量Sが比例的に増加しており、また杭径に応じて貫入量S

図-9 杭打止め付近の打撃エネルギーW・Hと貫入量、リバウンド量の関係<sup>4)(7)</sup>



の增加割合が異なっていることがわかる。例えば、鋼管杭についてみるとΦ500、Φ600、Φ800と杭径(杭先端断面積)が大きくなるに伴い同じW·H

に対して貫入量Sが減じる傾向にある。これに対して、リバウンド量Kは貫入量がある程度(ここではS=2mm)以上ではW·Hの増加に伴う顕著な差は認められない。これと同様の測定結果について宇都らによると報告されており、その報告の中では、このような貫入量・リバウンド量の関係を鋼管杭を打止める際の実際上の管理基準として用いている。

### 5. あとがき

ここでは、実測例を交えて油圧ハンマの基本的機構および打込み特性(騒音・振動、貫入性)を主体に述べてみた。なお、紙面の都合上油圧ハンマの重要な課題のひとつである支持力および施工管理手法(動力学的支持力算定法など)について触れることができなかつたが、これらの点については、文献3)、6)、9)、10)において現状の問題点および研究成果などが詳細に述

### 参考文献

- 1) 鋼管杭協会編；鋼管杭の騒音振動低減工法、山海堂
- 2) 建設省土木研究所、鋼管杭協会；昭和56年度共同研究報告書(内部資料)
- 3) 建設省；「低騒音型油圧パイルハンマの開発」技術評価書、昭和59年8月
- 4) 國土開発技術研究センター；低騒音型油圧パイルハンマ施工研究報告書、昭和59年9月
- 5) 宇都ら；鋼管杭打ち込み管理について、杭の貫入性・打撃性に関するシンポジウム発表論文集、土質工学会、昭和59年9月
- 6) 宇都、大志万、神長；油圧パイルハンマを用いた打込み杭の支持力、同上
- 7) 千田、塚田；油圧パイルハンマの貫入特性、同上
- 8) 高島；低騒音型油圧パイルハンマの技術評価、建設の機械化、昭和59年8月
- 9) 浅沼、神長；油圧ハンマの打込み性能と支持力、基礎工、昭和58年4月
- 10) 千田；杭の打止め管理式に関する考察、土木研究所資料第1915、昭和58年3月

図-7 油圧ハンマとディーゼルハンマの騒音レベル、振動レベルの実測例(Φ500の鋼管杭: 30m地点)<sup>2)</sup>

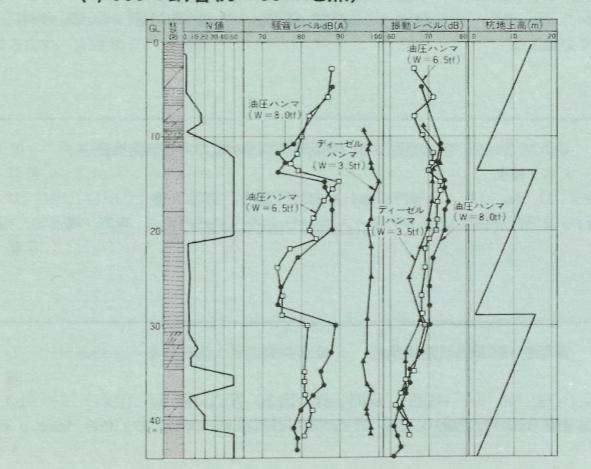
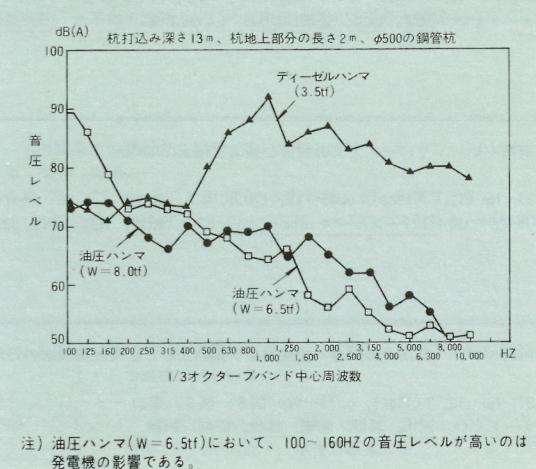


図-8 周波数分析結果(杭中心から30m地点)<sup>2)</sup>  
(杭打込み深さ13m、杭地上高2m、Φ500の鋼管杭)



注) 油圧ハンマ(W=6.5tf)において、100~160Hzの音圧レベルが高いのは発電機の影響である。

# 西から東から

## ●鋼管杭のPR会を実施

当協会需要開拓分科会では、钢管杭、钢管矢板の需要開拓の強化をはかるため、コンサルタントを対象に以下のよ  
うなPR会、見学会を実施した。

### <PR会>

#### ●建設コンサルタンツ協会近畿支部

昭和59年10月9日

大阪市鉄鋼会館



#### ●建設コンサルタンツ協会中部支部

昭和59年11月19日

愛知県産業貿易会館西館

#### ●建設コンサルタンツ協会中・四国支部

昭和59年11月29日

広島クラブ

### <見学会>

#### ●建設コンサルタンツ協会関東支部

昭和59年11月21日

新日本製鐵(株)君津製鉄所

## ●熱帯地域における钢管杭等の海洋暴

### 露試験の第2回調査を実施

当協会防食钢管杭研究チームは、58年1月からフィリピン・ミンダナオ島およびシンガポールで海洋暴露中の試

験材の第2回現地調査をこのほど実施した。

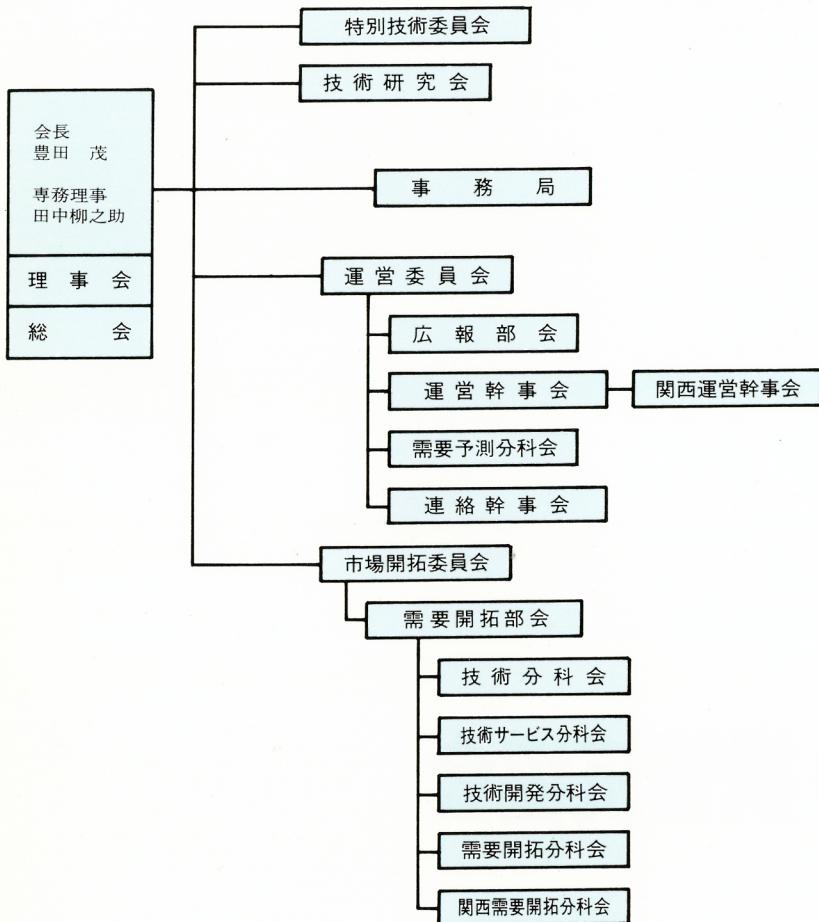
これは、ミンダナオ島カガヤン・デ・オロ地区(PSC社港湾内)とシンガポールジュロン地区(JSL社内岸壁)において各種の防食钢管杭および钢管矢板、H形鋼、耐海水性鋼を設置し、熱帯地域での防食効果などについての調査を行なっているものである。

今回の調査においては、一部钢管杭に国内(温帯地域)とは違った状況が見られた。

当協会では、今後8年間にわたって毎年調査を実施し、きめ細かく防食効果などを調べていくことにしている。

# 鋼管杭協会組織図

(昭和60年3月31日現在)



## 「明日を築く」

(広報部会、編集チーム委員)

### 編集関係者のご紹介

#### 広報部会

委員長 小林健二(久保田鉄工)  
 委員 小泉 煎(日本鋼管)  
 " 田幡隆英(住友金属工業)  
 " 神崎 和(川崎製鐵)  
 " 横山元信(新日本製鐵)  
 " 白庭瑞夫(久保田鉄工)

#### 編集委員会

委員長 白庭瑞夫(久保田鉄工)  
 委員 黒沢利彦(久保田鉄工)  
 " 川上圭二(新日本製鐵)  
 " 児玉文吾(川崎製鐵)  
 " 菅谷典夫(住友金属工業)  
 " 高野幸顕(新日本製鐵)  
 " 藤 丈詩(日本鋼管)  
 " 増田欽一(日本鋼管)

## 会員会社鋼管杭製造工場所在地 および設備

( ) 内は設備

**株式会社吾嬬製鋼所**  
 千葉製造所：千葉県市原市姉ヶ崎海岸7-1  
 (スパイラル)

**川崎製鐵株式会社**  
 知多工場：愛知県半田市川崎町1-1  
 (スパイラル, 電縫管)  
 千葉製鐵所：千葉市川崎町1番地  
 (U.O.E.)

**川鉄鋼管株式会社**  
 千葉市新浜町1番地  
 (スパイラル, 板巻)

**久保田鉄工株式会社**  
 市川工場：千葉県市川市高谷新町4  
 (スパイラル)

**新日本製鐵株式会社**  
 君津製鐵所：千葉県君津市君津1  
 (スパイラル, U.O.E.)  
 光製鐵所：山口県光市大字島田3434  
 (電縫管)  
 八幡製鐵所：北九州市八幡区枝光町1-1-1  
 (スパイラル)

**住友金属工業株式会社**  
 和歌山製鐵所：和歌山市湊1850  
 (電縫管, U.O.E.)  
 鹿島製鐵所：茨城県鹿島郡鹿島町大字光750  
 (U.O.E.)

**住金大径钢管株式会社**  
 本社工場：大阪府堺市出島西町2  
 (板巻, スパイラル)  
 鹿島工場：茨城県鹿島郡神栖町大字東深芝14  
 (スパイラル)

**東亜外業株式会社**  
 神戸工場：神戸市兵庫区遠矢浜町6-1  
 (板巻)  
 東播工場：兵庫県加古郡播磨町新島14  
 (板巻)

**西村工機株式会社**  
 兵庫県尼崎市西長州東通1-9  
 (板巻)

**日本钢管株式会社**  
 京浜製鐵所：横浜市鶴見区末広町2-1  
 (電縫管, U.O.E., 板巻)  
 福山製鐵所：広島県福山市钢管町1  
 (U.O.E., スパイラル)

## 明日を築く No.48

発行日 昭和60年3月31日発行

発行所 鋼管杭協会

東京都中央区日本橋茅場町  
 3-2-10(鉄鋼会館) TEL 03 (669) 2437

制作 株式会社 ニューマーケット  
 東京都新宿区三栄町20-3  
 TEL 03 (357) 5888  
 (無断転載禁)

## 鋼管杭協会会員一覧 (50音順)

株式会社吾嬬製鋼所	住金大径钢管株式会社
川崎製鐵株式会社	住友金属工業株式会社
川鉄鋼管株式会社	東亜外業株式会社
久保田鉄工株式会社	西村工機株式会社
新日本製鐵株式会社	日本钢管株式会社



鋼管杭協会