

無騒音基礎工法について

中 島 武*

1. 概 説

“無騒音基礎工法”という言葉は、読者諸氏にはきわめて耳新しい言葉であろう。戦後ジャーナリストによって創られた新語はきわめて多いが、“無騒音基礎工法”なる土木技術界の新語は、ジャーナリストによって創られたものではなく、かくいう筆者が創ったのである。

“無騒音基礎工法”を質的に正確にいえば、“騒音と振動の少ない基礎工法”というべきであろう。これを厳密に定義づけるためには、何 m 離れて騒音が何フォーン以下、振巾何 mm 以下とすべきであろうが、現在の段階では、まだそのような定義づけはしていない。

“無騒音基礎工法”を工法的に正確にいえば、“無騒音杭基礎工法”というべきであって、打撃力を用いることなく杭を所定の地層まで達せしめる工法である。井筒やケーソンは当然騒音基礎工法であるが、ここにいう“無騒音基礎工法”は從来は騒音や振動の激しいことを当然のことのように考えていた杭基礎を、騒音や振動の少ない方法で施工することなのである。

杭を所定の地層に達せしめるには、重錘の落下慣性を利用した打撃工法が最も効果的であって、古くから用いられた“よいとまげ”的人力方式や、これを動力化したウィンチで重錘を吊り上げ落下する現在も用いられている工法は、いずれも重錘の落下慣性を単純に利用したきわめて原始的な方法である。さらに進んだ近代的杭打機であるディーゼル ハンマーも、ディーゼル機関の爆発力をを利用して重錘を跳上げ、吊り上げによる時間を節約して能率化をはかっただけで、重錘の慣性による打撃力を利用している点は全く同じことである。

これらの打撃工法は、いずれも激しい騒音と振動とともに、特に市街地において施工する場合は、建築物が傾き、壁にきれつを生じ、あるいは病人の療養に支障をきたすなど、付近住民におよぼす悪影響は、はなはだしいものがある。この悪影響への住民の抗議に対し、從来は見舞金や補償金を支払うなどの姑息的な手段でその場を糊塗し、積極的にこの悪影響を除く努力がなされなかった。このようなことでは技術者としてあまりにも不勉強といわざるを得ないのではなかろうか。筆者は古くからこのことを考え、ひそかに文献などによって研究していたのであるが、無騒音基礎工法を実地に利用する機会に恵まれなかった。

首都高速道路公団の仕事は、そのほとんど全部が市街

* 正員 工博 首都高速道路公団理事

地において施工されるので、これに従来のような打撃工法を用いたならば、付近住民の抗議に対して応接にひまなく、工事の進捗に重大な影響をきたし、補償金の額もばく大なものになるばかりでなく、高速道路建設に対する反対の有力な要因となつたであろう。ここに無騒音工法が登場すべき必然性があつたのである。

筆者が首都高速道路公団の設計および施工を担当することに決った直後、かねて考えていた無騒音基礎工法を実現するのはこの機会であると考え、わが国基礎工法革命の先駆者たちとの意欲に燃えて、“首都高速道路公団では打撃工法は一切用いない”ことを公団の内外に声明し、その理由を説明して協力を求めた。この声明への反響は大きかった。ある建設業者は早速有能な社員を欧米へ派遣して無騒音基礎工法を調査研究し、有力な機械を購入したものもあり、またある業者は社内の有能な機械技術者を動員して、獨得のアイディアの無騒音基礎工法機を設計製作するなど、筆者の声明に対する業界の協力は目ざましいものがあった。これらの協力の結果を見ると、外国から購入した機械は概して優秀であって、外国と日本との地質の差からくる施工上の困難をいかにして克服するかという点と、機械の価格が比較的高い点に多少の問題がある程度であるが、わが国において急遽設計製作された機械は、概して優秀なアイディアのもとに製作されているにもかかわらず、機動性がないために段取替えに時間を使い、全体として非能率なものになっているものが多い。

わが国における無騒音杭打機はすべて筆者の声明後に設計製作されたものであるかというと、そうではなく、それ以前に実際に使用されていたものもある。森組のジェットリフター機、大成建設のジェットカッター機、清水建設の圧入機がそれである。後二者はそれぞれ具体的な必要性にせまられて設計製作し使用したものであるが、その後はあまり使用していないようである。森組のジェットリフター機は、具体的な必要にせまられて設計製作されたものではなく、筆者と同様な考え方から、将来必ず必要となるであろうし、また土木技術者としての立場からも基礎工法の進歩を企図すべきであるという考え方で研究されたもので、この点大いに敬意を表するとともに、かかる純粋な考え方でほかに例を見ない工法がわが国において発明されたことに、大きな喜びを感じるものである。

無騒音杭基礎を、既成の杭を無騒音工法で所定の地層まで達せしめる方法と、地盤に孔をあけてこれにコンク

リートを打ち込む場所打杭の方法と、二つに大別することができる。

2. 既成杭基礎

(1) 圧入工法

既成の杭を打撃に頼らず、無騒音工法で所定の地層まで達せしめる最も単純な方法は、杭の抵抗に打勝って無理矢理圧入する方法であろう。清水建設の圧入機は全くこの考え方をそのまま地で行なったもので二、三の実績を持っているようである。前田建設の圧入機はこれに多少の改良を加え、杭の途中をつかんで1ストローク約0.8mくらい圧入し、これをくり返す仕組になっている。

これら圧入機は、“無騒音”という点だけ考えれば、最も優秀な機械であるといふことができるが、杭の抵抗に打勝つために機重とカウンター ウェイトとを合わせた重さが非常に大きくなり、機械に機動性を持たせることが困難で、機械の搬入、組立、段取替えなどに長時間を要し、杭1本の圧入時間はきわめて短かいにかかわらず、全体としての能率はあまりよくない。また、杭の横抵抗は杭の直径の自乗に比例するので、地震時の水平力を考えると径の細い杭を数多く打込むよりは、太いものを數少なく打むことが望ましいのであるが、杭が太くなると圧入抵抗も大体径の自乗に比例して大きくなるので、ますます大きなカウンター ウェイトを必要とし、機械に機動性を持たせて能率化することがますます困難となる。そもそもこの圧入機は、考え方があまりにも原始的すぎるのではないかと思うが、杭を左右に揺動するとか、あるいは回転するなどの方法で杭と土との間の摩擦を切つたならば杭の圧入抵抗も減少し、能率化することも可能ではないかと思われる。

(2) 振動打込工法

既成の杭を横方向に回転または揺動して摩擦を切る方法はまだ現われていないが、杭に縦方向の振動を与えて杭と土との間の摩擦を切り、兼ねて杭の慣性を利用して所定の地層まで達せしめる方法に振動杭打機がある。

この機械はソ連において早くから研究されていたものであって、杭の打込みはもちろん、井筒の沈下などにも用いられ、数百馬力のものが使用されているとのことである。目下日本に輸入されているものは70HP程度であるが、わが国においても50HP程度のものがダイハツ工業KKから製作発売され、このほかにも大林組、大成建設、汽車製造KK、そのほか二、三の会社でも研究製作されている。

この振動杭打機の原理は図-1に示すおりで、偏心荷重を持つ左右対照の回転体の遠心力を利用したものである。水平方向の遠心力は、左右の回転体が相対的に回転することによって相殺され、垂直方向の遠心力のみが全回転体の共同作用によって有効に働く仕組になっている。

この回転体の回転は別に組込まれたモーターによるものであるが、ただ、大林組のものは全く違ったアイデアによるものである。これはモーターのローターとステーターを逆にしたもの、すなわちステーターを中心にして、ローターを外側に配し、外側のローターに偏心荷重をつけてその遠心力を利用するのであって、機械全体として非常にコンパクトにできる利点を持っている。ただ、機械の始動時に非常に大きな電流が流れる悩みを持っていることであるが、この悩みも今後の研究によって解消することであろう。

この機械は元来シート パイル打込用として設計されたものらしく、鋼矢板の打込みには非常に有効であるばかりでなく、抜取りの場合にもきわめて有効である。杭の場合でも鋼管杭やH杭のような鋼杭の場合は相當に有効であるが、自重の重いコンクリート杭の場合は、鋼杭ほどの効果を期待できない。地盤が軟かい場合はコンクリート杭でもよく入るが、堅い地層を打貫く場合は急激に効率が悪くなるばかりでなく、杭体のコンクリートにきれつを生じ、あるいは破碎するなど、N値40を超える堅い地層を貫くことは、コンクリート杭では無理なようである。しかしながら大型のもので回転数を落すなどの方法により、コンクリート杭でも十分に打込みうる時代がくることと思われるが、振動数を落したり上げたりすることにより、地盤を伝わる振動波の形や強さが問題になってくるので、振動杭打機がいかなる地盤でもコンクリート杭を打込みうるようになるには、まだ相当の日時を要するようと思われる。

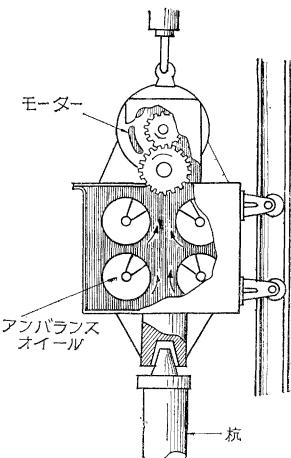
この振動杭打機を“無騒音”的立場から採点すると、あまりよい点はつけられない、というのは、騒音はきわめて少ないが、振動の初期においてかなり強い振動が地盤を伝わるばかりでなく、打込みの進行中においても、堅い地層に行当ると相当な振動を地表に伝えることがあるからである。

いずれにしてもこの機械の日本におけるキャリアはきわめて浅いので、わが国における実績をもってこの機械の価値を云々することは早計であろう。将来ある機械と評しておこう。

(3) ジェット リフター工法

ジェット リフター機はKK森組の技師長 渡辺秀幸氏

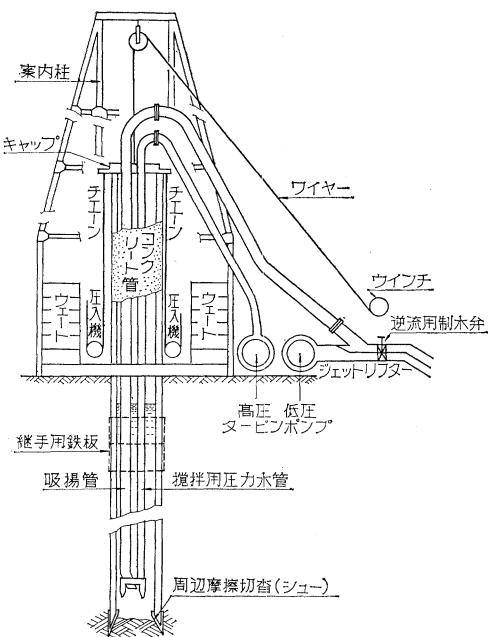
図-1



の多年の研究と、技術者である同社社長森幸治氏の強力な援助によって完成されたもので、本機の尊さは、具体的な必要にせまられて生れしたものではなく、無騒音工法の必要性を痛感し、基礎工法の革命を企図して基本的な研究から出発し、長年の研究と実験の結果、設計製作された点にあると思う。

本機のアイディアは 図-2 のとおりであって、先端を開いたコンクリート中空杭を地中に圧入し、杭内部へめり込んできた土砂をウォーター ジェットにて掘削し、その泥水をエジェクター ポンプにて排出するのである。ジェットのノズルは、杭端より常に上方に位置するように設計されているので、地盤をウォーター ジェットによって荒らす心配は全くなく、エジェクター ポンプを使用するので泥水はランナーを通過せず、掌大の石でも排出することができ、また杭端の地質や地耐力を具体的に知ることができるなど種々の利点を持っている。また、わが国において考案された無騒音工法機の中では、最も多くの実績を有している機械である。

図-2



しかしこの機械もまた種々の欠点をもあわせ持つてゐるのである。その第一は、日本において設計製作された機械に共通の欠点である“機動性がない”ことである。施工中の現場に立って見ていると、10mくらいの杭を見ている間に圧入されて行くのに、段取替えなどに長時間を要し、全体としてはあまり能率のよいものになっていない。第二の欠点は、水を多量に使用するので、用排水に便利な場所でなければならぬことである。ことに排水には多量の土砂がふくまれているので、少なくとも一時的に多量の土砂を流してもきしつかえない水路のあ

るところが好ましいのである。第三の欠点は、管先端に大転石や古木材などの異物が突当った場合、全く処置なすことである。

これら種々の欠点が、もしも全く改良の余地のないものであれば、このジェットリフター工法も存在価値を失なうわけであるが、幸いにして上記の欠点は容易に改良できそうに思われる。第一の欠点は、杭を圧入するためにカウンター ウェイトを用い、機械の重量がはなはだしく大きくなるのがその原因となっているのであるから、圧入方式を捨て、例えば小型振動杭打機を用いれば機重がはるかに軽くなるので、機動性を持たせることは容易となり、段取替えに要する時間も節約できて、能率をよくすることができるであろう。実際に振動杭打機を併用して見た結果によると、この振動がウォーター ジェットの掘削能力を助けることとなり、排水にふくまれる土砂の濃度が濃くなつて、沈下能率もきわめて良好になるようである。第二の欠点については、組立式の沈砂槽を用意し、うわ水をくり返し使用することによって解決できそうである。事実森組ではこのような方法で施工した例を有し、使用水に多少の土砂をふくむことによつて、かえつてウォーター ジェットの掘削能力が増大する傾向がある。第三の欠点は全く実績不足に起因するもので、今後経験を積むに従つて種々な場合に対処する器具を備えればよいわけである。

このように考えてみると、ジェットリフター工法の欠点はいずれも容易に改良できる性質のものであって、これらの欠点を是正し、さらに今後の経験を生かして改良を加えて行くならば、世界の一流機に伍して恥かしくないものができるのではないかと思われる。

(4) ジェット カッター工法

大成建設が考案したもので、アイディアはジェットリフター工法とほとんど同じである。異なる点は、エジェクター ポンプの代りにサンド ポンプを用いたこととウォーター ジェットの掘削能力を助けるためにカッターワークを併用したこととの2点であろう。

アイディアが同じものであるだけに、どちらが優れているとも断定できないが、サンドポンプの場合は土砂がランナーを通過するので、排出される土砂の粒子がエジェクターポンプほどに大きなものを望めないし、またランナーの土砂による摩耗も考えられる。カッターについては、ウォーター ジェットの土砂掘削力を助けるので、特に堅い地層を貫く場合は有効であろう。

以上既成の杭を打込む基礎工法のうち、首都高速道路公団において“無騒音工法”と認めているものについて説明したのであるが、コンクリートの既成杭を用いる場合には、各工法に共通の欠点がある。

その第一は、杭長がある程度以上に長くなると、継手

を設けなければならないことである。コンクリート杭の場合になぜ継手の存在が欠点になるかというと、全強継手が困難であること、最近は鋼鉄を溶接あるいは鋳鋼を用いて、ボルト接合により全強継手ができるようになってきたが、この場合でも杭の単価が約 20% 高価になることなどである。その第二は、杭の重量が重いので、継手の施工に相当な時間を要し、能率にかなり悪い影響をおよぼすことである。また、径が大きくなると杭の重量がますます重くなるので、既成杭 1 本の長さが短かくなり、継手の数が増して能率が落ち、価格も高くなる。

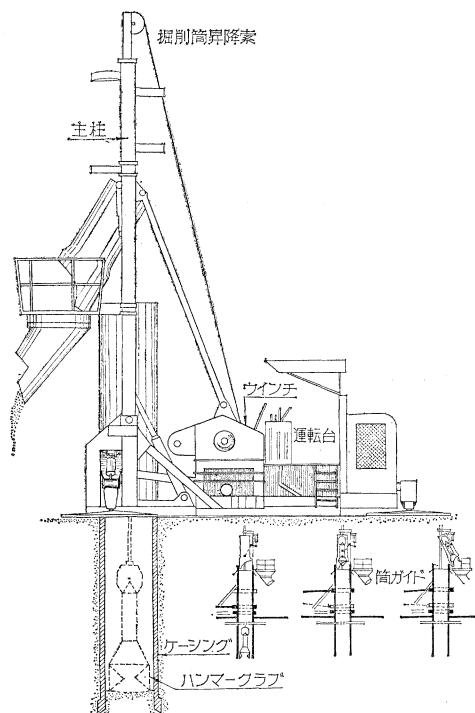
これらの欠点を補いうる方法として、場所打コンクリート杭がある。

3. 場所打コンクリート杭基礎

(1) ベノト杭

図-3 に示したのがベノト機であるが、これはフランスのベノト社において研究完成されたもので、この種の機械では最も完備したものであろう。

図-3



この機械は、ケーシングを左右に揺動して土とケーシングとの間の摩擦を切り、ケーシング中の土砂を特殊なハンマー グラブにて排出し、油圧により次第にケーシングを地中深く沈めて行き、所定の地層に達したとき別に組んである鉄筋をそう入り、コンクリートを打込みながらケーシングを抜き上げ、あるいはケーシングを抜き上げながら砂利を詰め込んで、後からモルタルを注入するなどの方法で、地中に鉄筋コンクリートの柱をつくる

のである。

ケーシングは摩擦を切り、中の土を排出するので、きわめて滑らかに沈降して行き、ケーシングの継手は特殊な特許の方法で簡単に完全に施工できるようになっている。排土用ハンマー グラブおよびこれに付属する器具も地質の硬軟に応じて種々のものが用意され、ケーシングの中心を所定の点に合わせるために微妙な動きができるように、特殊な工夫がしてあるなど、全く至れりつくせりの機械で、仕事の確実性はほかの機械にその比を見ることができないほどである。

この機械の欠点は、その価格が非常に高いことと、排土がおそいため、その割合に能率がよくないことであろう。最近は新三菱重工がベノト社と技術提携して国産をはじめると聞いているが、そうなると価格は 6,000 万円以下に下るであろうが、輸入したものは 1 台 8,000 万円もした。能率は価格がほぼ 1/4 のカルウェルド アース ドリルより、いくぶん悪いように思われる。

これらの欠点があるにもかかわらず、この機械は筆者が“無騒音基礎工法”を提倡する前にすでに 10 台近く輸入され、今日では 20 台をこえる数が輸入されているであろう。この事実は、この機械がいかに優秀であるかを如実に物語るものであって、国産化により安くなった上に、さらに普及することによって、もっと安くなることを期待するものである。

(2) ジェット工法

既成の鉄筋コンクリート杭を打込むのに用いたジェットリフターおよびジェット カッターの 2 工法を、そのままケーシングを沈める場合にも応用することができる。ケーシングを沈めてから、場所打杭を作るまでの操作は、ベノト杭の場合と全く同様である。

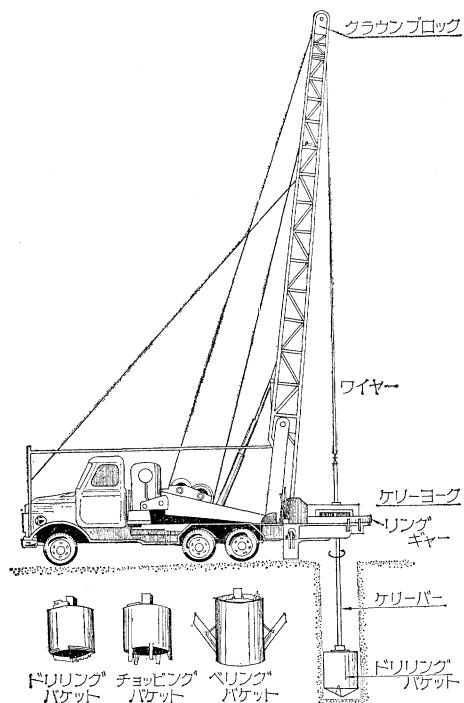
ケーシングを沈降させる場合は、既成の鉄筋コンクリート杭を沈める場合よりはるかに能率的である。なぜならば、ケーシングは既成杭にくらべて重量がはるかに軽く、刃口面積も小さく、継手を簡単に確実に施工することも容易だからである。

(3) カルウェルド アース ドリル

アメリカのカルウェルド社の設計製作によるもので、わが国では首都高速道路公団の現場においてはじめて使用された機械である。

図-4 はその構造の大略であって、エンジンによってリング ギヤーが駆動され、ケーラバーに沿って動くヨークがリング ギヤーの歯にかみ合ってケーラバーを回転せしめる。ケーラバーの回転によってその先端に固定されたバケットが回転され、バケットの下面についている歯によって土砂が削りとられ、バケット内に充満する。バケット内に土砂が充満したところでケーラー ワイヤーによって引上げられ、横に引寄せられて底ふたを開いて排土される。この操作をくり返して、次第に地中深く孔

図-4



を掘って行き、所定の地層まで掘り下げる後、場所打の鉄筋コンクリート杭をつくる操作は、ベノト杭の場合と同様である。

この機械は図に見るようにトラックに装備されているので、機動性は申し分なく、土質に応じて種々のバケットが準備され、掘進速度も非常に早い。ケリーバーとバケットの歯が特許になっており、ケリーバーは特殊鋼製で、四角の中空断面をなし、2本あるいは3本がテレスコープとなっている。バケットの歯はもちろん特殊鋼製で、取りつけ、取りはずしとも非常に簡単で、しかも施工中に歯がとれることはほとんどない。

この機械は全く地中に孔をうがつだけのものであるから、地下水が低く地質も良好で、孔の周壁が崩れる心配がない場合は、実に能率よく施工できるが、地下水が高く、あるいは砂質土で周壁の崩れる心配がある場合は、この崩れを防止するための特別な工夫が必要となる。

孔の周壁の土砂の崩れを防止する方法としては、ペントナイトミルクを用いる方法があるが、わが国ではまだペントナイトミルクを使いなれていないためか、現在の段階では能率的にはあまりよくないようである。

ペントナイトに頼らずに孔の内壁土砂の崩落を防止するには、鋼鉄製のケーシングを用いればよい。この場合はケーシングの外径を所要の杭の径に一致せしめ、掘削用バケットの外径は、いくぶん小さなものを用いる。バケットによる掘削をケーシングの先端より少々先行せしめ、ケーシングは振動杭打機で打込んで行く。このよう

にすれば確実に施工することができる。バケットをあまりに深く先行させると、ケーシングを打込む前に周壁土砂が崩落し、あとから打込んだケーシングの裏側に洞穴ができる心配がある。

カルウェルドアースドリルにケーシングを併用することによって、場所打鉄筋コンクリート杭はベノト杭に劣らぬほど正確な施工ができる。バケットの掘進速度が早いために、能率はベノト機より優れており、しかも機の価格は輸入品で2000万円、国産品で1500万円程度であるから、消耗費を考えると全く比較にならない。

カルウェルドアースドリルの国産品は、加藤製作所によって“加藤式アースドリル”として売出されている。この加藤式アースドリルはカルウェルド社と技術提携したわけではなく、特許部分のケリーバーとバケットの歯だけを輸入し、ほかはすべてカルウェルドアースドリルを真似て製作したものであるが、クローラーに装備してあるので安定して使いやすく、カルウェルド機にくらべて全く遜色ない。

価格の安いこと、能率がよいこと、施工が確実にできること、そして今後無騒音工法に頼らざるを得なくなる情勢にあることなどを考えると、この機械のわが国における普及は、火を見るより明らかであるということができるよう。

(4) ウィリアムズディッガー

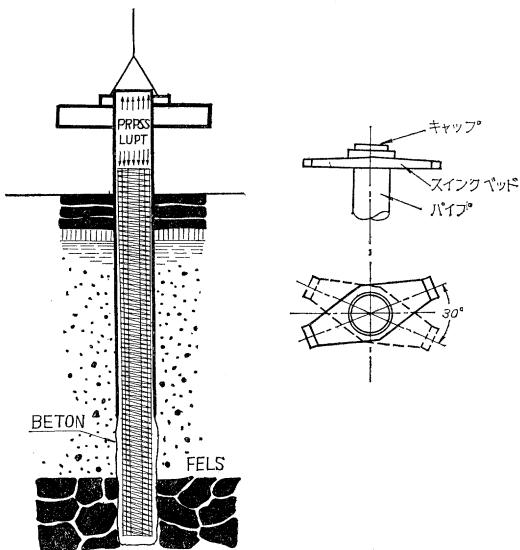
この機械はカルウェルドアースドリルと同様、単に土中に孔をうがつだけのもので、電柱植込機から発展したものである。その構造はトラックに装備されたアースオーガーであって、掘進速度はカルウェルドアースドリルより速いくらいである。ケーシングを併用すれば、カルウェルドアースドリルの場合と同様、相当能率よく使えることと思う。現在のところわが国には大成建設に1台輸入されているだけで、仕事の実績はまだないようである。

(5) ホッホストラッセル

この工法は俗に“H・W”と呼ばれ、西ドイツのR.Hochstrasser氏によって考案された方法である。わが国では清水建設が施工特約を結び、機械も輸入したが、国内の施工実績はまだないようである。

この工法はまず所定の位置に長さ2.5m程度のプレチューブを設置し、これをガイドとしてケーシングを建込み、このケーシングの頭部にスイングヘッドを取り付ける。このスイングヘッドは杭径や地質の硬軟によって1~7tのものを用い、その回転は内部に設けられた2個のシリンダーによって作動される。すなわちこのピストンロッドの一端はケーシングに固定され、圧縮空気をピストンの両側に交互に送ることによって、ヘッドは左右交互に水平回転をする。この回転はケーシングについている突起によって急激に止められ、スイングヘッド

図-5



の両端には慣性用の重量がついているので、その慣性によってケーシングはある程度回転を強制され、この操作が左右交互にくり返されることによってケーシングと外周土砂との間の摩擦が切られ、一方グラブにてケーシング内の土砂が排出されるので、ケーシングはその自重とスティング ヘッドの重量によって次第に沈降して行く。所定の地層に達した後のコンクリートの施工などは、他の工法と全く同様である。

グラブもハンマー グラブのほかに、水中掘のためのサンド ポンプや、硬い地層を抜く場合のチゼルなども用意され、またケーシングの抜取りのためには、その頭部に気密キャップを取りつけて圧縮空気を送り込むなど西ドイツにおいて相当の実績を持っているだけに、なかなかよく考えてあるようである。西ドイツでは杭径も50~180 cm まで、杭長も 42 m の実績を有するなど、相當に使えるような工法であるが、今のところわが国には実績皆無であることが弱点となっている。

(6) ミックスト・イン・プレイス杭

俗に“MIP 杭”と呼ばれ、プレバクト工法の一部門をなす一種のソイル セメント杭である。この工法は地中に孔を掘ってこれにプレバクト コンクリートを施工する工法から発展して生れ出たもので、砂氣の多い地層に孔を掘り、これに再び砂をまぜたモルタルを注入するよりも、一手間省略して地中に孔を掘りながらその土砂を排出することなく、地中にてセメント ミルクと混練したらソイル セメントの杭ができるのではないかとの考えから、実験を経て確立された工法である。この場合のセメント ミルクは、流動性をよくするためイントルージョン・エイドを用いたものであることはもちろんである。この工法の大要は次のようなものである。

地中に杭体を作るための中空 ドリル ロッドを持つ機

械と、グラウト用のミキサーおよびポンプが1台のトラックに積込まれ、このドリル ロッドを通じてセメント ミルクまたはモルタルを注入しながら、ロッドの先に装着してある混合翼で土砂と混合して掘進して行く。所定の地層に達したならば、ロッドを引抜くのであるが、このときも注入は続けるのである。このようにしてできた地中の杭体のソイル セメントは、その凝結硬化が相当おそく、混合翼を抜いた後に容易に鉄筋を差込むことができる、鉄筋コンクリート杭にすることもできる。

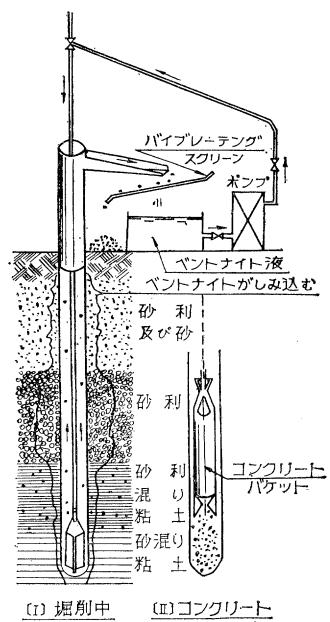
土砂と混合されるセメント ミルクの量は、地質によって相当な開きがあるが、大体杭体容積の 30~60% であって、このようにして施工されたソイル セメントの強度も、土質によって左右されるが、セメント ミルクの注入量を加減することによってある程度調整できる。また、少量のセメント ミルクしか入らない土質でも、多量のセメント ミルクを圧入することによって土砂を押出して置きかえ、ソイル セメントの強度を増すことができる。このようにして良好な施工をすれば、地中でできる杭体のソイル セメントの 28 日強度は、大体 100~200 kg/cm² 程度を期待することができるから、構造物の基礎用支持杭として十分使用できると思われるが、土砂に多量の有機物を含有する場合や、径 5 cm 以上の玉石が多量にある場合、あるいはあまりに堅い地層を貫かなければならぬ場合などは、この工法を用いることはできないで、あらかじめ十分な調査をして、この工法の可能性を検討しなければならない。諸条件さえ許すれば、この工法はケーシングの必要もなく、相当安価な基礎ができるであろう。

(7) イコス工法

イコス工法というものは Impresa Costruzioni Opere Specializzate というイタリアのミラノ市にある基礎工事会社の頭文字をとって、“I.C.O.S 工法”と呼んでいるのである。また、この工法の考案者はウイシ大学教授の Dr. Ing. Christian Veder で、“ベーダー工法”とも呼ばれている。

この設備は特殊なものと、これを操作する単胴ウインチからなり、ベントナイ

図-6



ト ミルクがノミの先端から送り出され、このベントナイト ミルクは非常に比重の重い懸濁水となっているので、土砂、砂利およびノミによって破碎されたずりを抱いて孔内を上昇し、地表にてバイプレーティング スクリーンでずりが分離され、ベントナイト ミルクは再びポンプで孔内へ送られる。ずりの大きさは大体 1~5 cm であるが、ときには 10 cm をこえることもある。孔の周壁は高比重の強ゲル状泥水の作用によって機械的に押えられ、ベントナイトによって水密となり、かつ固められるので、崩落することはない。このようにして所定の地層まで掘下げたならば、コンクリート ポンプまたはトレミー パイプを用い、水中コンクリートを打つ要領で杭体コンクリートを打ち、ベントナイト泥水と置きかえるのである。

このイコス工法は、わが国では間組一社だけで、実績も畠中第一発電所の仮締切工事に使用されたものただ一つである。このただ一つの実績も、イコス工法によるコンクリート杭を、お互いに重複するように配置して水密性の地中壁を作るために用いたもので、構造物の基礎杭としてイコス工法を用いた実績は、わが国には見られないようである。元来このイコス工法は、大転石の多量にある地層をも貫きうる強力な施工力が特徴であるので、途中にある堅い地層を貫かねばならないような場合は、威力を發揮するであろう。ただ、わが国における基礎杭の実績が全くないので、この工法の可否を論ずることはできないが、その性質上、無騒音工法の有力な一方法であろう。

(8) 深礎工法

この工法は人力を主としたきわめて簡単なアイディアからなるもので、木田式、鹿島式、大林式、など種々な方式があるが、最も古くから始められて今日なお用いられているのは木田式深礎工法であって、ほかはこの木田式の欠点を補って多少の改良を加えたものである。最も古くかつ考え方の基本になるという意味で、ここには木田式深礎工法について簡単に説明することにしよう。

木田式深礎工法はわが国で昔から行なわれていた井戸掘の工法を多少改良して基礎工法に応用したもので、木田建業が特許を得て“木田式深礎工法”をはじめたのは昭和 5 年頃のことであった。その後、主として建築基礎工法として利用されてきたが、土木構造物の基礎としても十分利用できるものと思われ、無騒音工法としても立派に及第点をつけられる。

本工法は要するに簡単な方法で山止をしながら、人力で所定の硬い地層まで掘り下げるのあって、人力掘削をするので、中で人夫が働きうるだけの広さを必要とし、また山止の方法がきわめて簡単なものであるから、ある程度以上に大きな断面とすることはむづかしい。このため孔径は大体 1.5~3.5 m 程度で、最近は 2.5~3 m 程

度が最も多い。山止はナマコ板と山形鋼のリングを用いるのであるが、ナマコ板は大体厚さ 1.6 mm、巾 900 mm のものを用い、リング用山形鋼は 90×90×10 のものが多く用いられ、径 3.0 m をこえる大形のものには 100×100×13 が使われる。このリングは一つの円形が 3 片にわけられ、径 22 mm 程度のつなぎボルトによって組立てられる。

施工に当ってはまず所定の位置を中心とされた徑の円を画き、この円内を鉛直に掘下げて行く。ナマコ板一枚分掘下げたならば、その周壁にナマコ板をあて、これをリングにて押える。最初の一枚は地上に 100~150 mm 出して、地表から土砂が崩れ込んだり水が流入したりするのを防ぐ。二回目以後は上のナマコ板に 150 mm 程度重なるようにするので、大体 750 mm ごとにリングが入ることになる。このようにして所定の地層まで掘下げたならば、下端を掘拵げて礎底面積を大きくし、一本当りの耐力の増加を計り、コンクリートを打上りながら山止をはずして行くのである。坑内の掘削はもちろん人力でスコップ掘削をし、土砂はバケットに入れられワインチにて巻上げ排出される。

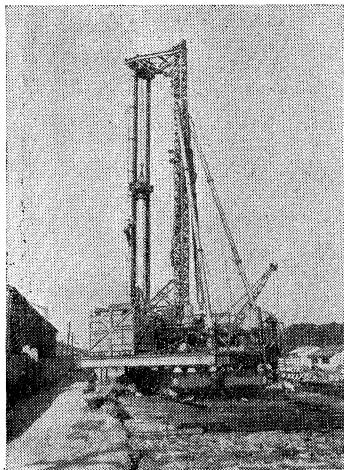
この工法は比較的工費も安く、地質を十分に観察しながら施工できるので信頼性も高い。ただ人力に頼る関係上工期が長く、地質が悪い場合や湧水が多い場合は施工不可能となることがあるので、事前に十分調査してこの工法を適用できるかどうかの判定をしなければならない。この判定を誤ると、工事の中途でこの工法を放棄し、ほかの工法に切りかえなければならない場合がある。

この工法が始められてからすでに 30 年、数多くの実績を持っているのであるから、もう少し機械力を駆使して、能率的な工法に改良されてしまうべきではなかろうか。この工法の欠点を補ない、鹿島式、大林式など種々な方式が考えられているが、いずれもどんな場合にも適用できるほどのものではない。無騒音工法という観点からは立派な工法であるだけに、さらに研究をすすめてこの工法として完成をはかってもらいたいものである。

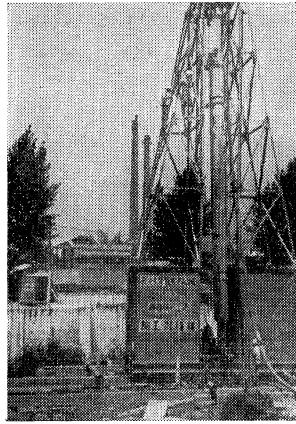
4. 結 語

以上わが国において考えられ使われている工法、あるいは外国において考案された工法のうち目下わが国に輸入されているもので、無騒音工法として推奨できそうなものについて述べたのであるが、打撃による騒音や振動さえなければ無騒音工法であるという考え方では、眞の無騒音工法はできない。例えばワインチにしても、現在のものは運転時、特に空荷で運転する際の歯車の音は、全くたまらない騒音である。こうした一つ一つの施工器機に至るまで、騒音を発しないように工夫をこらしてこそ、眞の無騒音工法ができるのであって、付近住民に迷惑をかけるのは、単に打撃音や振動だけではないのであ

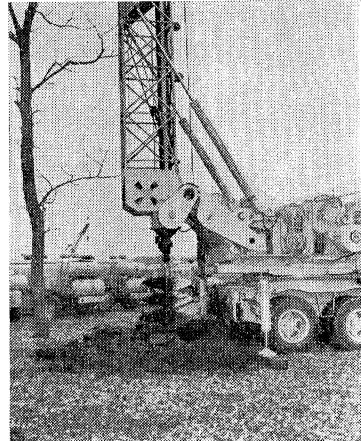
無騒音振動打込機の一例（前田式）



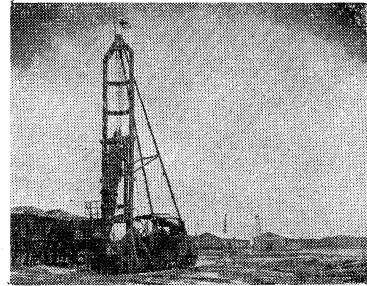
ジェット リフター（森式）



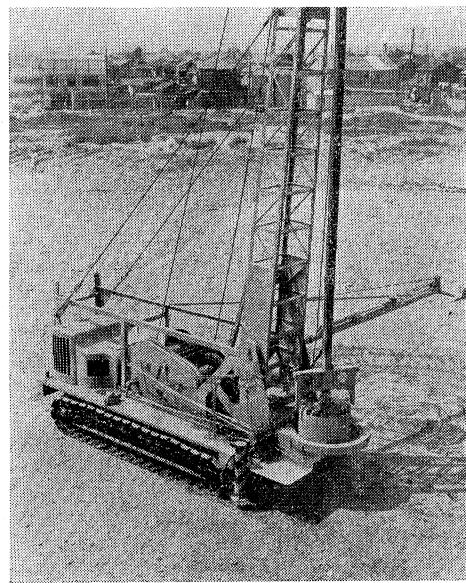
ウイリアムズ・ディッガー



ペノト機



カルウェルド アース ドリル（国産）



る。この点われわれ土木技術者は、現場における施工のあり方について反省する必要があると思う。

無騒音工法は現在の段階では、打撃工法にくらべていくぶん高価になっているが、それでも首都高速道路公団において無騒音工法を採用した当初にくらべれば、よほど安くなったのであるから、今後この工法になれ、さらに研究を積んで改良を加えて行くならば、打撃工法にくらべて高価でないようになるであろうし、進んでかえって安価にすることも不可能ではないと思う。

今日までは建築物や土木構造物の基礎には、打撃音や振動は避けることのできないものであるという世間一般のあきらめに似たものがあったので、見舞金や補償金を支払うことで、なんとかその場を糊塗してきたのであるが、無騒音工法の存在を認識してくると、市街地における打撃工法は世論が許さなくなるであろう。それだけにこの無騒音工法はわれわれ技術者として、今後無関心でいることはできない。大いに関心を持ち、さらに進んだ

無騒音工法を完成してほしいものである。

この一文が、今後の無騒音工法の発展への一助ともなれば、筆者としてこれに過ぎる喜びはない。

(原稿受付：1961.8.7)

第30回 化学工業懇話会

日本化学会、主催、日本工学会共催で次のとおり行なわれます。

日 時：1961年12月4日(月)14時
場 所：日本工業俱楽部講堂(千代田区丸ノ内1-2)
講師・演題：

- | | | |
|---------------------|-------------|--------|
| 1. 技術導入と技術輸出 | 東洋レーヨン副社長 | 岩永 嶽 |
| 2. 戦後化学工業界の推進と技術導入 | 日本科学振興財團副会長 | 桑田 時一郎 |
| 3. 技術導入と技術輸出における問題点 | 日本プラトン協会副会長 | 井上 春成 |
| 4. 未 定 | ソニーKK社長 | 井深 大 |

懇親会：12月4日(月)17時30分より同俱楽部にて開催(会費500円)