

ソ連式振動杭打機 (VP-1) による 長尺軽量鋼矢板の打込試験について

鋼管基礎工業株式会社技術 部長

○ 三 木 森 雄

日本鋼管株式会社加工製品部

菅 原 庄 一

昨 3 5 年 1 2 月に日本鋼管製の長尺 軽量鋼矢板の打込試験を新潟市に於て施工した。新潟地区の地盤沈下対策の一つとして地下水が海或は河川から堤防下を浸透して堤内地区に浸入するのを防ぐため地下 10 m ~ 15 m 程度迄の根入のある止水壁を作つたらどうかという意見がありましてその工法として薄肉の鋼板を使用したらどうか、鋼板と言つても中の広いものは打込不可能なので N K K 軽量鋼矢板が如何であろうか、但し此の地帯の地質は砂であつて粘土質の地層とは異つて杭の打込には困難が予想される。長 10 m ~ 15 m という長尺の軽量鋼矢板が砂地盤で打込可能かどうかやつて見る、という事がこの試験の目的であつて、打込機械は 1 t のドロップハンマーとソ連式振動杭打機 (VP-1) との二種類を使用して比較した。

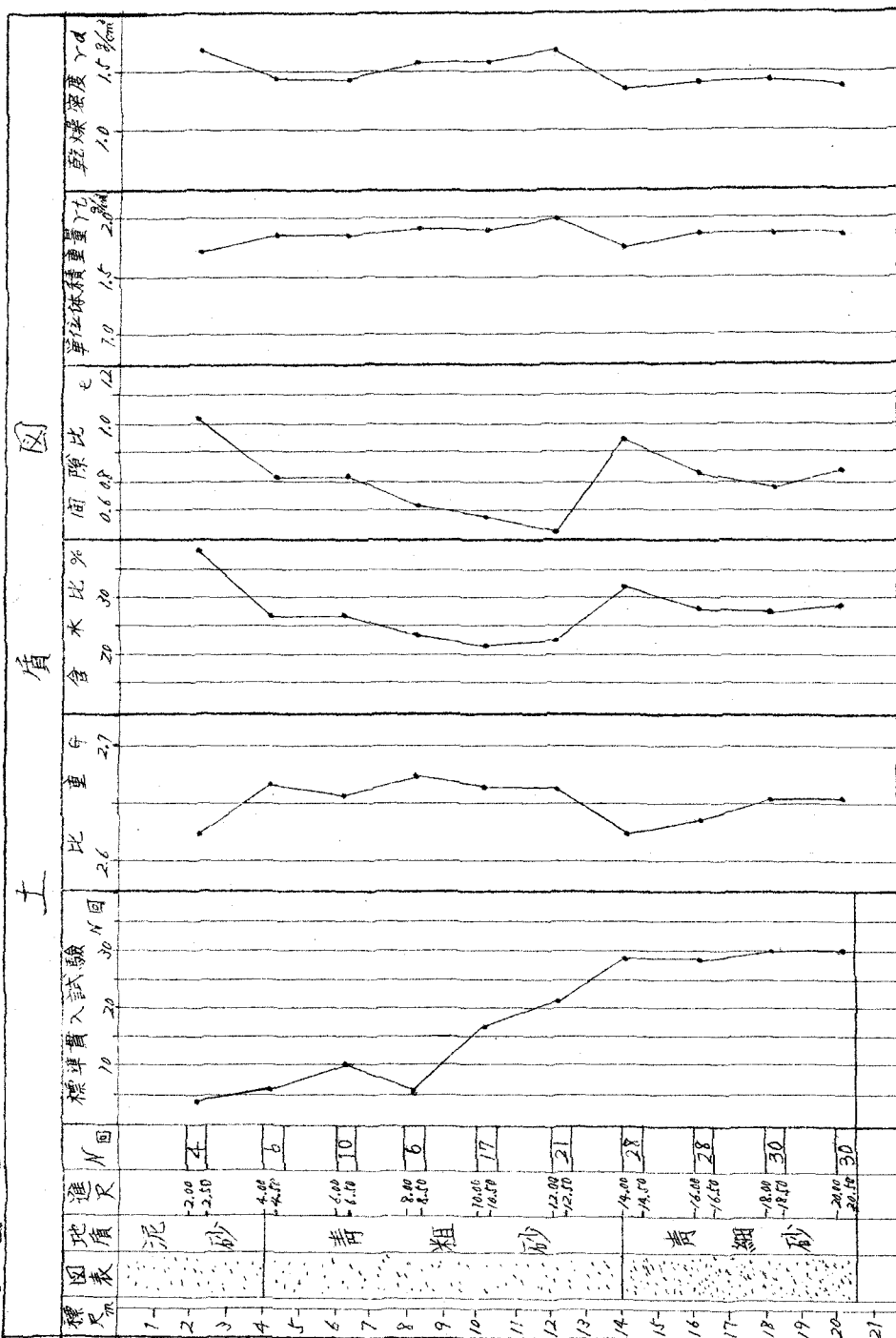
試験地点の地質は付図 3 のようであつた。

大体地下 10 m では標準貫入試験の N 値が 17、15 m では N 値が 24 であつて上部 4 m があとで埋立てた泥交りの砂である以外は旧阿賀野川により堆積されたある程度締つた砂になつている。試験に用いた長尺の軽量鋼矢板は日本鋼管株式会社製で次のような性能をもつてゐる。

項 目	単 位	矢板 1 板につき	壁長 1 m につき (矢板 4 板)
断 面 積	cm^2	24.84	99.36
重 量	Kg/m	19.5	78.0
断面二次モーメント	cm^4	161	644
断 面 係 数	cm^3	45.8	183.2
回 転 半 径	cm	2.51	2.51

N K K 軽量鋼矢板は一般に用いられている鋼矢板より肉厚のうすいもので厚は 5.5 mm 一枚の有効延長 25 cm で鋼矢板を使う程ではない簡易な工作物用として使用されるもので冷

付図-3



間ロール成型法によつて製造されているので材質は均一であり銅の成分をふやして耐食性に留意し、継手は噛合せに工夫し平板部にリブを付けて打込時に局部挫屈の起るのを防止する等の工夫をして居るもので、錆の点、噛合せの効果としての水密性は此の試験では対象としなかつた。

長さに就ては10m及び15mのものについて行なつた。15mものは製造可能でありましたが時間的に間に合わず10mと5mとを現場溶接した。

次に杭打機について述べる。

戦後土質の研究が盛になり之に伴つて基礎方面の今迄判明しなかつた部分が漸次解明されるに及び基礎の構造及施工方法が著しく発達を見るに至つた。基礎に杭を用いる構造は昔から採用されて居たが最近では長60m以上の杭が見られる様になつた。杭打機については従つて高性能のものが要求されるようになってきた。

現在使用されている杭打機はドロップハンマー、蒸気又はエアーハンマー、ディーゼルハンマー及びバイプロハンマーである。

ドロップハンマーは設備費も安く手軽に扱う事ができるので小規模な工事に用いられる。木杭、短いコンクリート杭及び鋼矢板用として使用される。最近では4～5tもある大型のドロップハンマーを之に相応する槽に取付けて径及び長さの大きいコンクリート杭、鋼管杭用として使用されている例もある。蒸気或はエアーハンマーはドロップハンマーに比べると格段に高性能のものであつて従前からドロップハンマーで施工不可能な杭打は此のハンマーによつていた。

ディーゼルハンマーは軽油の爆発によつてラムを跳上げて杭を打つもので能率が高く設備が簡単のため最近では此の種の杭打機の利用度の伸びは著しいものがある。

バイプロハンマーは前述の杭打機とは異り杭に上下の振動を与えて杭の周囲及び先端の土の抵抗を小さくして杭を沈下させるものである。之はソ連で研究されソ連国内の諸工事及中国の武漢大橋の橋脚施工に使用され、その優秀さが報告されてる。

現在使用されているバイプロハンマーは10以上の型がありますが大別するとバルカン型、サビノフ、イ、ルスキン型、チャツプリン型の3つになる。今回試験に用いたのはV P - 1であつて、バルカン型に属する。

次にその構造の大半を述べる。

V P - 1は電動機、振動機、ハンマーと杭を固着させる装置の3つより成つて居る。

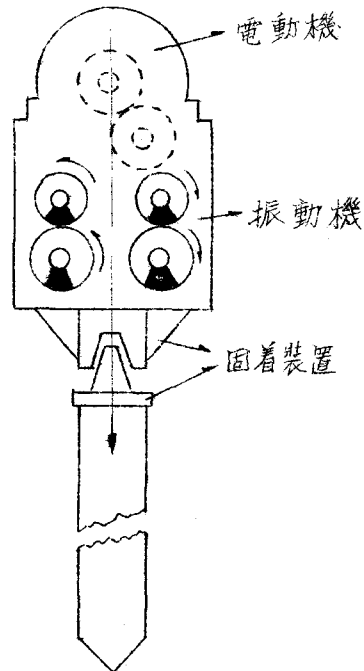
電動機は振動機の上部に取付けられていて60KW 220又380Vのもので、振動機を減速ギ

ヤーによつて駆動する。モーターのスイッチは別に離れた処に置いてある制御盤で行う。振動機は偏心重錘廻転軸4個を対に組合せ之を水平におき中の水平遠心力を相殺する様にバランスさせ、上下動だけが発生する様にしたものである。振動機の下には緊結金具がついていて打込作業時間中、杭の頭部と打込機とを固定保持する役目を果すものである。

寸法性能は次の通りです。

偏心静力学モーメント	9.3 $\text{t}\cdot\text{cm}$
振 動 数	420 rpm
起 振 力	17.5 t
電 動 機	60 KW 220 及 380 V 50 ∞
振動部重量	4.5 t
外型寸法	長 1.45 $\times$ 巾 1.35 $\times$ 高 2.13 m

パイプロハンマー V P - 1 の能力はカタログでは次のように言われている。極限支持力 100 t までの鋼杭、コンクリート杭の直又は斜杭の打込用として設計してあるもので、杭重量はジェットを併用した場合に 10 t である。鉄筋コンクリート杭では径又は辺長 35 cm 迄、鋼管杭では 426 mm 、Hパイルでは 35 cm 以下の杭打用として使用できる。然し杭の打込の難易は土質によつて左右されるので上記の説明は極めて一般的なものとして受取りたい。当社では日本鋼管製 400 $\times$ 400 mm の H パイルを N 値 4 程度（中間に N = 13 の砂層若干あり）の所で 2.4 m まで打込んだ例がある。鋼矢板は杭に比して打込に力を要しないから、打込力の面から



言えば当然 V P - 1 で打込可能である。パイプロハンマーの特長として言われている事は

1. 他の杭打機に比較すると杭打時間が常に少なくて済む、軟弱地盤では特に早い。

2. 衝撃による打込みではないから杭の頭部を損傷しない、又杭打機の損傷も少ない。
3. 騒音が極めて少ない。
4. 1台の機械で打込みと引抜きを兼用できる。

以上の通りであるが、一方欠点として考えられる点は、

1. 杭打力の割合に大きな電力を必要とする。特に起動の際に著しい。
2. 杭と機械を固着し一体とする必要があるが、杭に適応する装置を作ることと、之の取付け、取外しに時間をかけない工夫をしなければならぬ。
3. 打込時の振動が土質によつては速くまで伝播する。等が数えられる。

然し、これらの欠点があつても非常に優れた杭打機であることは疑いない。VP-1は35年末に始めてソ連から輸入されたもので各所で杭打作業に使用されているから順次その成果が発表されることと思われるが此処では地盤の支持力という方面には関係が薄いのであるが、砂地盤に肉厚の薄い矢板が容易に打てるかという主旨に打込試験の結果について述べる。前述の通り今回の新潟における試験はドロップハンマー及びVP-1で行つたのである。試験の内容は次の通りである。

試験の種類 施工方法	打 込 試 験			引 抜 試 験		
	長 10 m	長 10 m ダブル	長 15 m	長 10 m	長 10 m ダブル	長 15 m
ドロップハンマー	3	-	3			
振動打込機 VP-1	3	1	1	1	-	1

使用機械器具は次の通りです。

機 械 器 具 名	主 要 寸 法 能 力	摘 要
ドロップハンマー	角型重量 1 t	
振動杭打機 VP-1		
シヨクアブソーバー	12 t	
ウォータージェット	みのくち式 4 段水圧 17 馬力 30 HP	設備したのみ使用せず
杭 打 機	鋼製全高 20.5 m 巾 7.1 m 長 7.7 m	
捲 揚 機	総重量 12 t 複動 30 HP 電動機付	
キ ャ ッ プ	ドロップ用及パイプロ用	
矢板振れ止め	" "	
ワイヤーロープ	φ 18 mm 檣の位置固定用	
キャブタイヤコード	100 □ mm 及 14 □ mm	

ドロップハンマーによる打込み状況は次の通りである。

矢 番	板 号	矢板長	ハンマー 重 量	落 下 高	打込深	打 撃 累 計	打込に要し た 時 間	打 込 状 況
No. 1		10 m	1 t	0.15~2.0 ^m	9.5 ^m	204 回	18 分 10 秒	振れ止め 3 個使用 キャップ 破損矢板頭部損傷キャ ップ取替
No. 2		10 m	1 t	0.10~1.1	9.5	527	16. 41	振れ止め 2 個使用
No. 3		10 m	1 t	0.20~0.16	10	257	9. 35	振れ止め 2 個使用
No. 4		15 m	1 t	0.15~2.1	11.7	243	12. 25	振れ止め 3 個使用 10 ^m で異常なし 11.5 m で頭部坐屈 11.7 m = キャップ破損
No. 5		15 m	1 t	0.20~1.0	12.5	796	33. 40	振れ止め 3 個使用 12.5 m で頭部坐屈
No. 6		15 m	1 t	0.50~2.5	14.5	740	27. 01	振れ止め 3 個使用 14.5 ^m で頭部坐屈、亀裂を 生じた

次頁の表は No. 6 の打込状況を示したものである。

軽量鋼矢板、トレンチシートのような小型の矢板は、長さが 8 m 以上のものは、稀にし
か使用されない。貫入抵抗の多い砂地盤で、而も 10 m 及び 15 m という長尺の矢板であ
るので、矢板の彎曲を防ぐ為途中に 2~3 個の振れ止めを付けた。又、杭の頭部は、打撃
時に大きな圧力を生ずるので、キャップを取付けて、頭部に荷重が均一にかゝるよう配慮
した。ハンマー重量は 0.3~0.5 t 程度のものを使用するのであるが、1 t のものを、落
下高を小さくして打込むようにした。以上のような配慮をして打込んだのであるが、打込
中にキャップの損傷が度々あつたし、9.5 m (N 値 15) ~ 14.5 m (N 値 28) の所では
頭部の坐屈をさけることが出来なかつた。尚 No. 3. (長 10 m) No. 6 (長 15 m) に見るよ
うに、振れ止め及びキャップに充分な改良を加え、ウインチの操作等に細心の注意を払え
ば、此の程度の固い地質にでも打込は可能である。

然し万全の策としては、ウオータージェットを使用するべきものと判断される。

次にパイロハンマー VP-1 の打込状況を述べる。パイロハンマーで打込む方法と
してはパイプホルダー (杭全長の $\frac{1}{3}$ 程度の場所をおさえる) を用いる方法をタタルニコ
フは推奨していたが、此の試験では、2 本の角柱の外側にハンマーを取付ける方法を用い
た。尚矢板にかゝるハンマーの重量を加減するためショックアブソーバーを装置した。

打込状況は次の通りである。

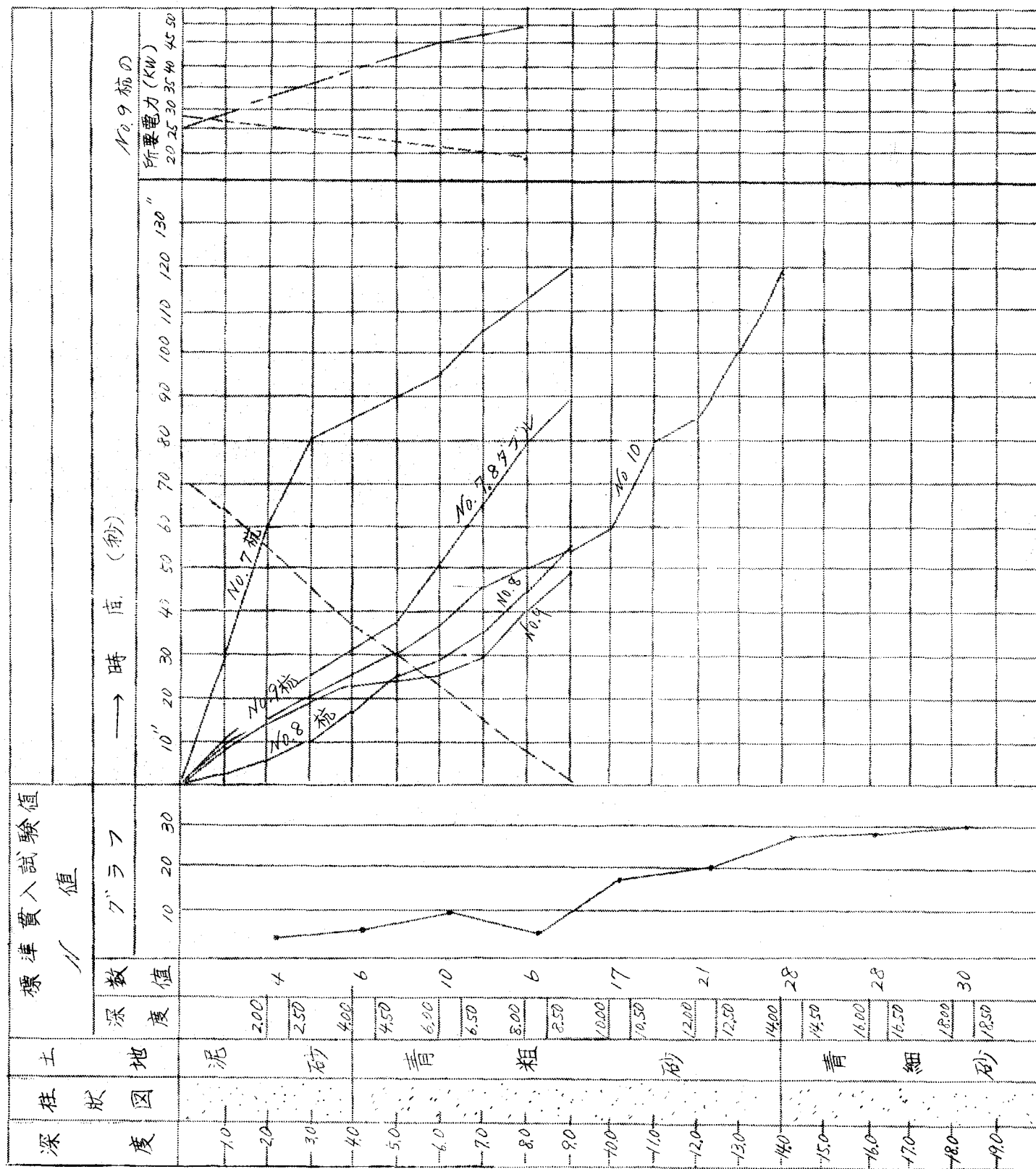
矢 番	板 号	矢板長	打込深	打込に要した時間	所要電力	打込状況
№. 7		10 m	9 m	120 秒	20 KW	振れ止め3個使用 荷重 1.5 t 程度
№. 8		10	9	55	22～28	以下振れ止め使用せず 荷重 1.5 t 程度
№. 9		10	9	50	25～32	
№. 10		15	14	120	25～50	荷重 1.5 t、深 8 m より 4.0 t 11.5 m 以下では貫入量が減少した。
№. 7, 8 ダブル		10 m × 2	9	90	28～38	
№. 9		10	9	引抜き 71	20～28	荷重 1.2 t を越えた。
№. 10		15	14	引抜き 120	20～25	

電圧は、220 V に一定しようと計つたが 222～200 V になつた。然し運転に支障を来すとはなかつた。電流は 140～240 A で、始動時は 240～300 A であつた。次の表は、パイプロハンマー V P - 1 による打込状況及び №. 9 の引抜き状況を示したものである。№. 7 は初めの試験であるため振れ止め3個使用したが、その取付及び取外しに時間を要した。№. 8 以後は振れ止めの使用をやめた。打込中に矢板に彎曲屈折の起るのを防ぐため、ハンマー及びその附属品（ショックアブソーバー及びキャップ等）の全重量を矢板頭部に載荷せず、ウインチとショックアブソーバーで吊り、重量を加減し乍ら打込を行つた。載荷は大体 1.5 t 程度とした。ただ 1.5 m もの打込の際は深度 8 m で 4 t を載荷し、1.0 m 附近で貫入困難となり櫓が共振れしたが注意し乍ら 1.4 m 迄打込んだ。電力も 20 KW 程度にコントロールした。

打込中に頭部の坐屈等の損傷は全然なく、引抜いて検査したところ、噛み合せの箇所にも破損がなかつた。以上で試験結果の概要を述べたが、パイプロハンマーによる長尺軽量鋼矢板打込については、次の諸点が考えられる。

- (1) 長尺薄肉の軽量鋼矢板であるので、打込み中の彎曲が心配されたが、ドロップハンマーの場合と異り、振動杭打機では振れ止めを付けなくても安全に打込み得た。又、頭部にも何等の損傷も認められなかつた。

- (2) 深さ10m (N=20程度)までは、1分未満で貫入した。ただし、振動杭打機の自重全部を、矢板にかけられない。軽量鋼矢板の打込みには、VP-1に比して自重が軽く、馬力が小さく、しかも地質に合わせて振動数を変化させ得る振動杭打機を使用することが好ましい。
- (3) VP-1を、使用する場合は、2枚あるいは、3枚同時に打込んだ方が能率的である。
- (4) 振動杭打機を使用すると打込時間が甚だしく短縮されるから、杭打櫓の構造、杭との緊結装置を工夫して櫓の移動、杭の吊上げ、緊結装置及び、キャップの取付け、取外し、に要する時間を短縮すれば従来の杭打機を使用する場合より著しく良好な精度と施工能率の向上が期待される。



No. 7 ~ No. 9 造 10 m 杭 9 m 打込。

No. 10 15 m 杭 14 m "

—— 打込時間

--- 引抜時間