

金沢大学工学部 正員 西田 義親

正員 八木 則男

○学生員 山岸 一也

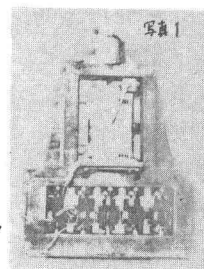
1. はじめに

近年、杭基礎は非常に多く用いられ、地層の種類、地盤の支持力の大小、建設物の用途・規模に応じて、多くの工法が開発されている。その中で、縦振動を利用した振動工法は既に実用に供されており、目新しい考えうではないが、施工速度増大の見地から「振動+頭部打撃」というシステムを考えると、縦振動ではその機構上実現は困難である。そこで筆者等は、前年の実験をさらに精密にするため、新しくねじり振動を生じる起振機を製作し、それによって砂地盤に模型杭を打ち込んでみた。

2.

2. 実験装置及び方法

振動機は写真1に示すように、偏心マスを利用してねじり振動を起し、起振力は偏心マスの相互位置を変化させることにより、調節する。杭は振動機の下部に剛結し、打撃は、起振機の上殻を打撃する間接打撃とする。実験に使用した杭及び砂の諸元を次に示す。



杭	材質	長さ	直径	先端角	砂	γ	ϕ	C_{max}	C_{min}	Day D ₀
	鋼	94.5cm	3.00cm	100°	砂	2.69	34°	0.36	0.18	0.2

直. 砂の密度 平均 $C=0.755$ である。

又実験は次の2方針に基づき行なった。

1) 静的貫入試験：杭にねじり振動を付し、同時に静荷重をのせてその時の況下と杭周囲加速度との関係を見る。

2) 打撃貫入試験：杭にねじり振動を付し、同時に頭部打撃を行ない、同一貫入量を得る時の打撃回数の変化と杭周囲加速度との関係を見る。(静荷重 0, 40 kg の2種について)

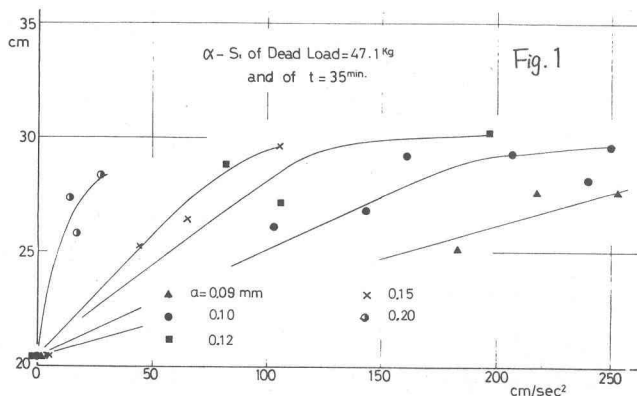
3. 実験結果

(1) 静的貫入試験

静荷重 47.1 kg, 打ち込み時間 35 分、の場合の貫入量 S_t と周囲加速度 α の関係を振幅 a で整理したものを Fig. 1 に示す。なお、無振動時の貫入量は $S_t = 20.4$ cm である。又、無振動時の S_t を 100 とした時の各振幅、各加速度における S_t 値をグラフより求め、Tab. 1 に示した。

無振動時に比べ振動を付けると貫入量は約 1.5 倍まで増加し得る。従って、ねじり振

動でも、縦振動の場合と同じく、杭の貫入を促進する効果があることがわかる。又、Tab. 1 より、振幅と振動効果（つまり、同一貫入量を得るために、杭周囲に与える加速度の減少の割合）は、比例関係ではない。（筆者の試算では、振幅が杭全周の 0.4% 以上の大きさでは、あまり振動効果はないものと思われる。）



Tab. 1

α	a	0.09mm	0.10	0.12	0.15	0.20
0	100	100	100	100	100	100
25	104	105	110	114	138	
50	108	111	120	127	146	
75	111	117	130	137	148	
100	115	126	139	145	150	
125	118	129	144	147		
150	122	134	147	150		
175	125	139	148			
200	128	143	149			
220	131	144	150			
250	133					

(2) 打撃貫入試験

静的貫入試験により、ねじり振動も、杭の貫入に対して効果があ

ることがわかったので、続いて打撃試験を行った。実験に使用したランマーは、重量5.04kg、落下高150cmである。実験は、静荷重が0.40kgの2種について行った。

静荷重(D.L.)=0の場合

20cm貫入時の全打撃回数 N_{20} と加速度 α との関係を振幅別に整理したものをFig.2に示す。無振動時の N_{20} は53回である。振幅が大きくなると利度のバラツキが多くなるが、 $\alpha=0.09$, 0.10mmの2種についてはグラフに示さうな曲線が描ける。加速度が増大すると共に打撃回数は減少するが、加速度が140cm/sec以上になるとほぼ一定値をとり、減少は見られぬ。

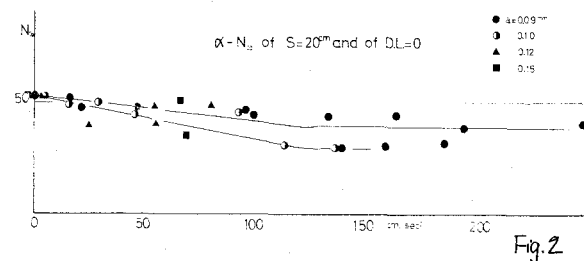


Fig.2

静荷重(D.L.)=40kgの場合

杭に40kgの荷重をかり、打撃と振動を併せて行ったものをD.L.=0の場合と同様に整理し、Fig.3に示す。無振動時の N_{20} は44回である。この場合、打撃回数の減少は、加速度が70cm/sec以上になると止まり、以後一定値となっている。

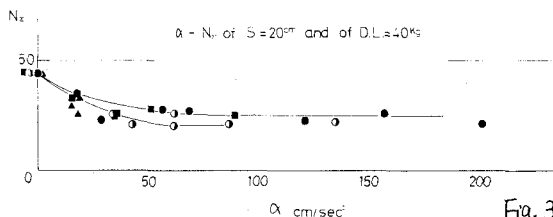


Fig.3

無振動時の N_{20} を1とした場合の各加速度における N_{20} をグラフより求め、Tab.2に示した。無振動時と同一貫入量を得るための打撃回数は振動をかけたると約1/2まで減少させる。又、静荷重を増加すると小さい加速度で打撃回数を減少させることができる。

α	DL = 0		DL = 40kg	
	0.09mm	0.10	0.09	0.10
0	1	1	1	1
25	0.96	0.91	0.75	0.68
50	89	83	64	50
75	85	72	57	44
100	79	64	57	44
125	77	58	57	44
150	75	56	57	44

Tab.2

4. まとめ

- (1) 杭周囲の加速度が大きくなると貫入量は増大する。
- (2) 静荷重が同一の場合、加速度を増加して行くと貫入量は増大するが、ある加速度以上になると一定値をとるようになる。(無振動に比べて約1.5倍) 又その一定値に達する時の加速度の大きさは振幅の大小に直接影響され、振幅の大きい程、小さい加速度で済む。
- (3) 杭頭に打撃(間接打撃)を加え、同時にねじり振動を与える場合、無振動時に比べて打撃回数を1/2以下に減少させることができる。
- (4) (3)において、杭周囲における加速度が増大するにつれ、一定貫入量を得るための打撃回数は減少するが、ある加速度以上になると一定となる。又、振幅の大きい程その一定値は小さく、かつそれに達する加速度は小さくて済む。

今回の実験により、「打撃+振動」というシステムの可能性はある程度裏付けられたが、今後「ねじり振動工法」の実現のための課題として、杭工層での打ち込み、砂地盤(特に間隙水がある時)、振動伝束の改善(特に杭頭に直接打撃できるように)などの検討が必要である。又本文では触れなかったが、ねじり振動による杭先の地盤の密度変化の対策も重要と思われる。

最後に、本実験は、文部省科学研究費(試験研究)の補助を受けたのでここに謝意を表す。

参考: Pile Driving by Means of Longitudinal and Torsional Vibrations — A.Kovacs and F.Michetti

土木学会誌 第29回年次学術講演会・講演要録第III巻 p.282~283 西田、八木、伊藤