

1. まえがき

本工法は既に報告したように、直接パイル自体を回転変入させる無音無振動工法の一策であり、現在、既に用いられている種々な施工法と比べても多くの利点を有するものと考えられる。だが、PCパイル自体のねじり耐力は鋼管パイル等と比較した場合、極めて小さく、プレストレス導入により増強されたとしても大幅な増強は期待できず、本工法の可能性を検討する時、是非とも変入時の正確なねじり抵抗モーメント値を知ることが必要である。そこで、本論文はねじり変入模型装置による砂質土中のねじり抵抗モーメントを測定し、簡単な理論式との比較、検討を目的としたものであり、以下、実験概要、結果等を報告する。

2. 実験概要

2-1 実験装置および使用材料

模型実験装置の概略を図-1に示す。図示するようにパイル上部にトルク変換器(型式 TP-5KMC-H)と可変減速機(型式 SCM-400B-G)を取り付け、更にカウンターウェイトでパイル軸方向力を調節できるようにした。また、土層は直径80cmとしたが、これはパイル変入時の側圧影響を考慮したためであり、パイル直径の20倍とした。ねじり抵抗モーメントの測定はトルク変換器に動ひずみ計を接続し、連続的に記録した。

なお、使用した砂質土は海砂(最大寸法 5mm、粗粒率 3.0)であり、試験時の含水状態 $w=5.4\%$ 、単位重量 $\gamma=1.60 \text{ t/m}^3$ 、一面せん断試験による内部摩擦角 $\phi=43^\circ$ であった。

2-2 実験目的

目的は主に変入時のねじり抵抗モーメントを調べることであるが、大別すると [1] パイル回転速度 ($N=20, 50, 75 \text{ 回/min}$) と抵抗モーメント、変入時間との関係、 [2] パイル先端角 ($\alpha=45, 60^\circ$) と抵抗モーメント、変入時間との関係、 [3] パイル軸方向力 ($P=7, 17, 27, 70 \text{ kg}$) と抵抗モーメント、変入時間との関係、 [4] 抵抗モーメントの理論式への適用、である。

2-3 ねじり抵抗モーメントの理論式 (図-2 参照)

土質状態から変入時のねじり抵抗モーメント(T)を推定する理論式として、

$$T_a = \alpha P_0 D \sqrt{D^2 + 4H^2} \tan \phi / 3(2H \tan \phi + D) \quad \text{--- (1)}$$

ここに、 T_a ：パイル先端部の抵抗モーメント、

P_0 ：同形状パイルの押込み変入値、

α ：ねじり変入と押込み変入の相違に対する係数、

ϕ ：砂質土の内部摩擦角、

なお、係数 α の値は昨年の実験では深さに関係なく、 $\alpha=0.2\sim0.3$ であった。

$$T_b = \frac{1}{2} \gamma K \pi D^2 \tan \phi' \quad \text{--- (2)}$$

ここに、 T_b ：ランキン土圧によるパイル周面部の抵抗モーメント、

γ ：砂質土の単位重量、 ϕ' ：壁面摩擦角、

なお、壁面摩擦角 $\phi' = \phi/2$ と考えると、全抵抗モーメント(T)は次式となる。

$$T = T_a + T_b \quad \text{--- (3)}$$

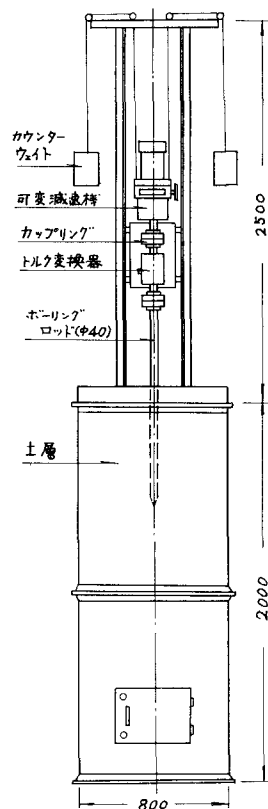


図-1 模型装置略図

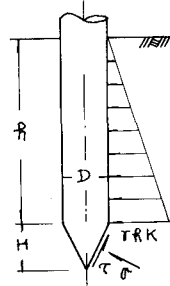


図-2 変入時応力図

3. 実験結果および考察

試験時、砂質土の締め固め、含水状態等を一定にすることは土量の関係から困難であったので、前記条件に照し、各々2回づつ実験を行ないその平均値をもって実測値とした。なお、深さ2mの土層を用いたが、実際には土層のサイロ効果現象により、土層直径以下では実測値のバラツキが極端になり、満足な結果を得ることはできなかった。

3.1 パイル回転速度と抵抗モーメントおよび貫入時間との関係

パイル回転速度と抵抗モーメントとの関係は実測値のバラツキにより明確ではないが、ほとんど関係ないものと考えられる。だが、一定貫入深度に対する貫入時間との関係は図-3に示すように非常に影響され、施工時間を考慮すれば、パイル回転速度を早くする方が時間短縮できる。

3.2 パイル先端角と抵抗モーメントおよび貫入時間との関係

先端角の相違に関しては、押込み貫入の場合と同様、抵抗モーメントも貫入時間も無関係である。なお、抵抗モーメントとの関係は理論式(1)の推定と一致する。(式(1)で $\phi=43^\circ$, $\alpha=45^\circ$ $T_a=0.99\alpha P_0$, $\alpha=60^\circ$ $T_a=0.95\alpha P_0$)

3.3 パイル軸方向力と抵抗モーメントおよび貫入時間との関係

パイル軸方向力と抵抗モーメントとの関係は図-4に示すように実測値のバラツキもあり断言できないが、昨年の結果と同様、軸方向力に比例し抵抗モーメントが増大する。また、貫入時間との関係も図-5のように軸方向力の増大に伴い貫入時間は急激に短縮されるが、上記抵抗モーメント増大との相対的關係で、適当な軸方向力を決定すべきである。

3.4 抵抗モーメントの理論式への適用

図-6は実測抵抗モーメント(T)が全てパイル先端部だけで生じると仮定し、押込み貫入値(P_0)との関係から式(1)を用い、係数 α を求めた結果の一例である。図示するように昨年の結果と異なり、 α は深さに比例して増大するが、これは測定精度との関係によるものであり、パイル周面摩擦による抵抗モーメントの増大を無視したためである。ただし、縦軸との交差は昨年の結果と同様、 $\alpha \div 0.3$ となる。いま、 $\alpha=0.3$ と仮定し式(2)から土圧係数(K)を求めると、 $K=3.0 \sim 5.5$ の範囲にあり、この値の最大値は砂質土のランキン受働土圧係数(K_p)に近似する。($\phi=43^\circ$ $K_p=5.3$)

4. 寸すび

以上、砂質土に関するねじり貫入模型実験の結論として、貫入時のねじり抵抗モーメントの最大値は式(3)を用い、 $\alpha=0.3$ $K=K_p$ として概算できるものとする。だが、この理論式を実物大のPとパイル(φ300)に応用した場合、パイルのねじり許容耐力 $T=2.88 \text{ t}\cdot\text{m}$ (ここに、コンクリートの許容引張応力 $f_t=10 \text{ kg/cm}^2$ 有効プロレストレス $\sigma_p=100 \text{ kg/cm}^2$ と考え、弾性式から求めた場合) であり、式(3)は $T=T_a+T_b=0.068h+0.273h^2$ (ただし、内部摩擦角 $\phi=45^\circ$, パイル先端角 $\alpha=$ の場合) となるので、この関係から求まる貫入深度 $h \div 3 \text{ m}$ である。このように現状のままでは本工法の施工可能範囲は極めて制限されることになるが、上式に見るように抵抗モーメントの大部分は周面摩擦(T_b)に起因するものであり、この影響を減少させるような工法改善を考えれば、まだ、本工法は十分検討の余地が残されているものとする。

(注) 第28回年次学術講演会 (V-136) “Pとパイルのねじり貫入工法に関する基礎実験”

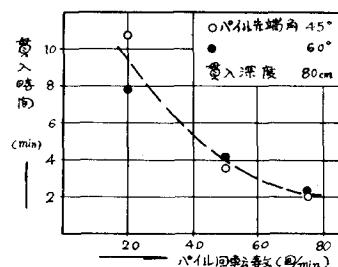


図-3 貫入時間とパイル回転速度の関係

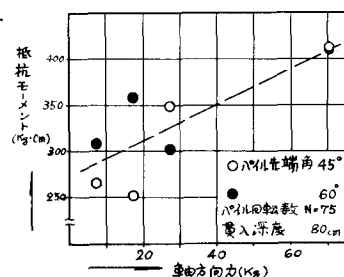


図-4 抵抗モーメントと軸方向力の関係

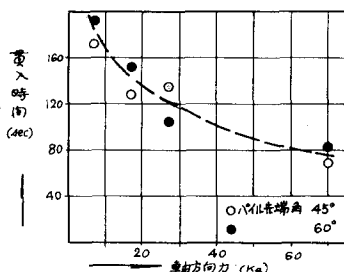


図-5 貫入時間と軸方向力の関係

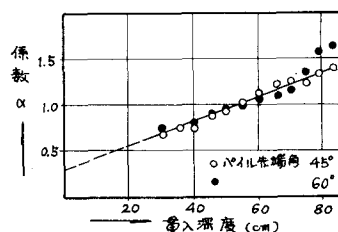


図-6 係数 α と貫入深度の関係