

運輸省港湾技術研究所 正員 松並仁茂
同 上 正員 ○吉田行秀
同 上 柴田鋼三

1. まえがき

係船岸のための杭生控え工などは、すでに報告されているように、土かぶり厚を考慮した杭の設計表を用いることにより、適切な解を得ることができるとされている。これまで述べられてきた算定法は、一応地震時の地中埋設杭の設計を可能にしたが、これらは、杭の周辺が一様で杭の挙動に影響を与えるものが何もない場合についてのものである。しかし、係船岸の控え工は常にこのような状況下におかれているとは限らない。控え杭の設置の方法について、港湾の技術基準は、図-1に示すように剛な控え版とたわみ性の控え直杭の場合について示されているが、両者の扱いは相当異なったものとなっている。これらは過去の地震災害から推察されるように、元来、図の(a)と同様に一致させるべきものであると思われる。従来の直杭控え工の位置の決定法は久保らの研究結果を参考にしたものであるが、この実験は地表面杭によるものであり、地中埋設杭の場合は扱われていない。ここでは、この点に着目し、地表面杭と地中埋設杭について、主働・受働すべり面の交差の程度が杭へ与える影響を実験によって確かめ、杭の位置の決定法について考察することにした。

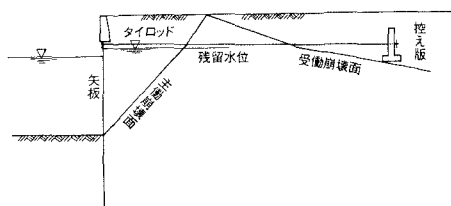
2. 実験の方法

前の報告に述べられた実験装置を用いて、地中埋設杭の挙動と主働・受働すべり面の関係を確認するための実験ケースを追加することにした。土かぶり厚は0~25cmまで5cmごとの6種類、タイロッド長としては60, 82.5, および110cmの3種類、壁高は40, 50および60cmの3種類とし、これらを組合わせて計19ケースとした。

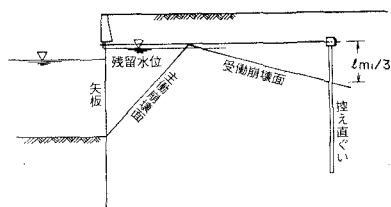
3. 実験結果と考察

主働・受働すべり面が地盤内で交差する場合の杭の横抵抗の影響を知るため図-2に例示した。実線群は土かぶり厚 $d=10$ cmの場合であり、点線群は20cmの場合である。これらは、久保の算定法によつて、主働・受働すべり面の交差位置が地表面から深いもの(T-2, T-3, T-6)、浅いもの(T-5, T-9)および交差しないもの(T-8)に分けることができるが、交差の程度の大きい場合の水平変位はやはり大きいことが明瞭にわかる。

一方、上述の $d=10$ cmの場合について、それぞれ、最大曲げモーメント M_{max} 、その位置 l_m および曲げモーメント第1零点 l_{m1} について一括図-3に示した。久保の報告によると $HdCM_{max}^{2/3}$, $HdCl_{m1}$ であるが、地中埋設杭の場合は、他の例を含めて全体的に小さく、 $n=0.7-0.8$ および $n=4-7$ である。しかし、これらによるすべり交差の影響を明確に判断することは相当困難であると思われる。表-1にはさらに、ある載荷レベルにおける M_{max} , l_m , および l_{m1} について、すべり面交差の影響のない場合の基準ケースとの比較を示したが、交差位



(a) 控え版の設置位置



(b) 控え直ぐいの設置位置

図-1 控え工の設置位置

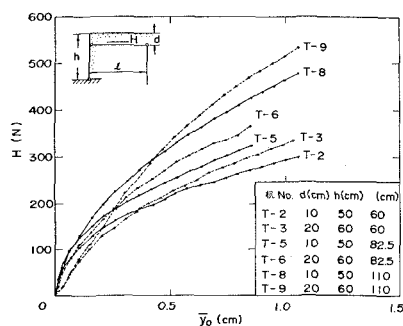


図-2 地中埋設杭の杭頭変位量

置が深い場合ほど大きな比率を示していることがわかる。なお、表中の主働・受働すべり面の交差位置に関する判定は、上述したことの総合的な検討結果を示したものである。

又保は受働すべり面の出発点は杭頭から $l_{m1}/3$ であると提案したが、地中埋設杭の場合についても確かめる必要がある。表-2は実験によって得た l_{m1} と受働すべり面の出発点を杭頭から $\frac{2}{3} \cdot l_{m1}$ 、 $\frac{1}{2} \cdot l_{m1}$ および $\frac{1}{3} \cdot l_{m1}$ とするときのすべり面交差位置を又保の算定法によって得た結果とともに地表面からの長さで示したものである。表-1で検討したすべり面の交差位置の総合判定との関連において、実験値の場合は受働すべり面の出発点を杭頭から $\frac{1}{3} \cdot l_{m1}$ とする場合が最もよく一致しているが、これはまた又保の算定法による場合と同様の結果となっ

ている。これに対し、図-1b)に示す港湾の技術基準の手法と比較すると、表中の土のめり厚さの関係からわかるように、T-2、T-5およびT-6の3ケースの交差位置がさらに地表面上にあるという結果になる。これは総合判定の結果とはかなり異なるものであり、好ましいものとはいえない。以上により、すべり面の交差については、地表面を基準とする方が従来の手法よりよ

4. まとめ

係船岸のたわみ性控え工の位置は、直杭前面の受働すべり面の出発点を(従来の又保の提案と同様に)杭頭より $l_{m1}/3$ の長さとし、主働・受働すべり面の外側に控え工を設置することとする。

主働・受働すべり面が地盤内において交差する場合は、主働すべり面を斜面とする受働域のうえに主働域の土砂が載荷しているものとして、地盤の抵抗力を算定する方法が考えられる。

参考文献

- 1) 松並仁茂: 係船岸におけるたわみ性控え工の設計に関する研究, 港湾技術研究所報告, Vol.19, No.3, 1980.
- 2) 又保浩一他: 垂直控え杭の横抵抗について, 港湾技術研究所報告, Vol.4, No.2, 1965.

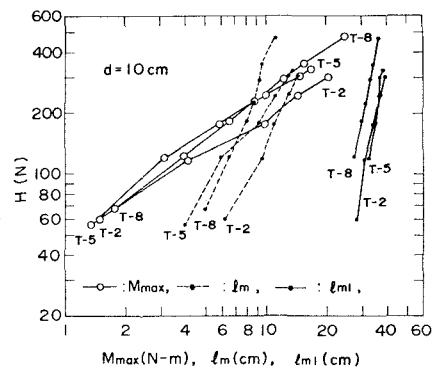


図-3 地中埋設杭の M_{max} , l_m および l_{m1}

杭 No.	杭頭の土のめり厚さ d (cm)	パイロットの長さ l (cm)	基準ケース ¹⁾ と材料変位の比率	水平力(H)との関係 ²⁾			基準ケースとの比率 ³⁾			主働・受働すべり面の交差位置の判定
				M_{max} の指数	l_m の指数	l_{m1} の指数	M_{max} の比率	l_m の比率	l_{m1} の比率	
T-1	0	60	2.07	0.70	7.0	7.0	1.28	1.40	1.23	地盤内
T-4	0	82.5	0.99	0.70	1.3	9.0	0.86	0.98	1.08	地表面上
T-7	0	110	1.18	0.72	4.5	9.5	1.08	1.16	1.06	地表面上
T-10	0	110	1.00	0.77	4.5	7.0	1.00	1.00	1.00	地表面上
T-15	0	82.5	0.85	0.77	6.0	10.0	0.89	1.07	1.05	地表面上
T-2	10	60	2.35	0.77	2.3	4.1	1.56	1.54	1.18	地盤内
T-5	10	82.5	1.65	0.60	1.6	7.0	1.12	1.41	1.13	地盤内
T-8	10	110	1.00	0.78	3.0	5.2	1.00	1.00	1.00	地表面上
T-3	20	60	2.00	0.77	1.8	7.0	1.24	1.61	1.28	地盤内
T-6	20	82.5	1.42	0.78	5.0	4.6	1.20	1.11	1.16	地盤内
T-9	20	110	1.00	1.00	5.0	5.0	1.00	1.00	1.00	地表面上

註1): 基準ケースとは $d=0$ cmの場合はT-10, $d=10$ cmの場合はT-8, $d=20$ cmの場合はT-9をいう。

2): ここでの水平力は $d=0, 10, 20$ cmの各グループにおいて、比較可能な高い値の範囲を対象とする。

3): 1)の基準ケースと同様である。ここに用いる水平力は比較可能な最高の値とする。

表-1 主働・受働すべり面の交差とその影響

杭 No.	杭頭の土のめり厚さ d (cm)	パイロットの長さ l (cm)	水平力 H (N)	曲げモーメント第1零点 l_{m1} (cm)	$\frac{2}{3} \cdot l_{m1}$ 主働・受働すべり面交差位置 (cm)	$\frac{1}{2} \cdot l_{m1}$	$\frac{1}{3} \cdot l_{m1}$	又保の方法によるすべり面 の交差位置 (cm)	主働・受働すべり面の 交差位置の判定
T-1	0	60	138.0	42.4	12.91	7.07	1.23	2.09	地盤内
T-4	0	82.5	149.2	37.5	3.84	-1.35	-6.54	-5.87	地表面上
T-7	0	110	167.0	37.8	-3.87	-9.12	-14.78	-10.90	地表面上
T-10	0	110	288.0	38.1	-0.49	-5.73	-10.97	-10.04	地表面上
T-15	0	82.5	292.4	39.4	8.20	2.77	-2.61	-2.06	地表面上
T-2	10	60	298.6	38.7	20.97	15.61	10.26	9.5	地盤内
T-5	10	82.5	322.4	38.0	14.07	8.82	3.57	2.04	地盤内
T-8	10	110	475.5	36.0	17.21	1.01	-17.18	-6.37	地表面上
T-3	20	60	333.9	37.4	30.15	24.97	19.86	22.23	地盤内
T-6	20	82.5	339.0	33.9	21.74	17.07	12.39	11.90	地盤内
T-9	20	110	532.3	34.0	13.84	9.15	4.46	3.25	地表面上

表-2 受働すべり面と曲げモーメント第1零点の関係