

運輸省港湾技術研究所

正会員

沢口 正俊

夕

夕

○ 高橋 印尺

1. まえびき

港湾構造物として重要な棚式矢板岸壁は、矢板背面に打設された杭によって載荷重のつた棚を支え、矢板に働く土圧を減少させる構造である。矢板の背面に大きな重量を支える杭があれば、この杭は鉛直荷重を支える以外に、矢板に加わる土圧のうちのいくらかを直接に受けると考えられる。Tschebotarioffはこれをスクリーニング効果と呼んでいる。棚式矢板岸壁以外にも、矢板壁の控え杭によってとった斜撑杭式矢板壁^{2),3)}、組杭式鋼矢板壁等にスクリーニング効果は考えられる。設計上、算定の困難はこのスクリーニング効果を定量的に把握するため、模型を用いて室内実験を行った。

2. 実験概要

図-1は用いた実験装置の見取図である。下端ヒンジで回転移動する受圧壁の背面に接して、杭を固定したスクリーンが実験槽に取り付けられる。スクリーンは5種類あり、杭幅、杭間隔を変えたものにしている。5種類のスクリーンへの様子を表-1に示す。ここでSは杭の中心間隔、Bは杭幅で単位はどちらもcmである。実験槽の内面には、側壁の摩擦の影響を除くために表面の滑らかなステンレス板を張った。摩擦をなくすることはできず検定により摩擦角 α とする。実験材料として用いた砂は高萩海岸にて採取されたものであり、三軸圧縮試験により単位体積重量と内部摩擦角の対応をつけてある。実験は

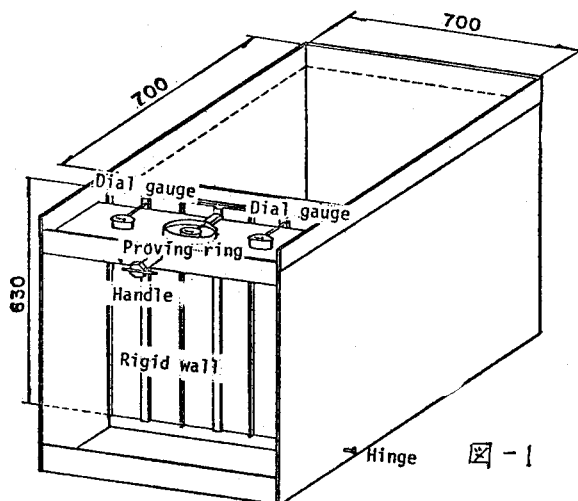


表-1

杭	S(cm)	B(cm)	B/S
A	32	7	0.218
B	21	7	0.333
C	22.5	2.5	0.111
D	13.5	2.5	0.185
E	7.5	2.5	0.333

乾燥砂で行い、実験槽の底積から直接単位体積重量を求め、これより更に内部摩擦角を推定した。実験は、最初下端ヒンジで上端をアルーミンリングによりスクリーンに押しつけ、砂を入れたらアルーミンリングをゆるめて主動化させ、最終的に安定するまで荷重と変位の関係を測定した。砂は稀固の状態を3通りに制御し、稀固の少ない、緩く稀の、固く稀ののそれぞれに対しスクリーンの5種類を15 Case、その他スクリーンを入れない受圧壁のみで主動土圧を測定したものが6 Caseの計21 Caseの実験を行った。表-2に示す通りである。杭と壁体の間隔も実験条件の一つであると考えられるが、今回は併せて行った。杭を含む平面(スクリーン面)で、これを通過して伝えられる土圧は決まっており、この土圧が杭と壁体との間の土の影響を受けて変化した。壁体に加わるものと考えられるが、今回は条件が基本的であり、特に、測定もしやすいスクリーン面での土圧を追求した。なお、砂の有効径は 0.30mm 、均等係数は 1.842 である。

3. 結果と考察

以上の実験でそれぞれのCaseに対して、上端のアルーミンリングが変化を示さなくなった状態、すなわち完全に主動化した状態での荷重を、表-2に最終荷重として記してある。 0.5mm 程度変位すると殆ど完全に主動化するが(壁高が 60cm から変位は壁高の $\frac{5}{6000}$)、最終荷重としてとったのは $1/2\text{mm}$ 変位させたところである。

最終荷重に、求めていた壁面の摩擦角 21.5° を用いて側壁の摩擦の補正を施したのが、次々補正荷重である。補正は、クーロンの主働クサビの分だけ側面摩擦の原因になると仮定し、側壁と直角の方向には静止土圧($K_0 = 1 - \sin \phi$ といた)が加わるとして行った。以後の荷重に対する議論は、全て補正荷重に対して行う。

スクリーニングの程度を表す比 n を次のように定義する。¹⁾

$$n = \frac{E_a - E_b}{E_a}$$

E_a は主働土圧であり、 E_b は杭がある場合に受圧壁に伝えられる土圧である。この比 n は、スクリーンの有無にかかわらず土圧分布が同じとした場合、我々の実験で上端に現われる荷重の比から求めることができる。各 E_b に対する E_a は、各Caseの γ に対して E_a の方の γ がその差 ± 0.1 程度以内にある。同程度の密度にならているものを選んで n を求めた。 n も B/S に対してプロットしたのが図-2である。杭が密になる程スクリーニングの程度が大きくなる傾向がよくでている。図中に曲線で示したものは、参考文献1)にのせられているStreckの実験結果である。我々の結果と比較して更にスクリーニングの程度が大きい。しかしStreckの実験は杭も水平に置いて鉛直荷重の減少を見たものであって、水平土圧の減少に関する我々の実験とは異質の要素がある。

またこのような形に整理すると、我々の実験結果はStreckの曲線形状と違って直線的に増大している。図中黒丸で示したのは参考文献4)による値であり、今回の実験結果とよく一致している。なお、破線で示した直線は、受圧壁の面積に対してスクリーンのしめる面積を示すものであり、もし測定値がこの直線上にあれば、土圧は単に面積比に従って分配されたことになる。従って測定値が面積比を越えている分だけ、杭のすき間から壁に当たっている土の土圧が更に減少したことになる。

4. あとがき

今回はデータの提示だけに終ったが、スクリーニング効果はアーチ作用が大きな原因であると思われる。特に、参考文献2), 3), 4)等ではたわみ性の矢板と実際の杭を対象にしてあり、矢板と杭の剛性の問題とされている^{2), 3)}に対して、今回の実験では矢板も杭も剛性ものとしてあり、そのたわみ性はほぼ問題にならないと考える。従ってこのような条件では、Terzaghiが取り上げている蒸しけりのような形のアーチ作用が、スクリーニング効果の原因と思われる。

この実験は、東海大学の米田博君(現熊谷組)が卒業研究として当研究室において行ったものである。

参考文献

- 1) Leonards "Foundation Engineering" McGraw Hill 1970
- 2) 石黒健 "鋼矢板工法" 小海堂 1968
- 3) 大島実・杉山通彦 "斜め控え杭式鋼矢板壁の設計について" 土と基礎 Vol. 13, No. 3, 1965
- 4) 近藤伸治・三好弘樹・沢口正俊 "組杭式鋼矢板工法について" 第27回国土学会年次学術講演会 III-108, 1972

表-2

締固め	杭	γ (g/cm ³)	ϕ	最終荷重(kg)	補正荷重(kg)
不	無	1.398	34°05'	12.3	13.8
"	"	1.414	34°15'	11.4	12.8
緩	"	1.445	34°20'	10.9	12.4
"	"	1.477	34°25'	10.4	11.9
固	"	1.494	34°35'	10.7	12.2
"	"	1.503	34°35'	11.1	12.6
不	A	1.377	33°55'	6.1	7.5
"	B	1.407	34°00'	3.9	5.4
"	C	1.367	33°50'	8.1	9.5
"	D	1.397	34°00'	6.7	8.2
"	E	1.375	33°50'	2.1	3.5
緩	A	1.445	34°15'	5.7	7.2
"	B	1.475	34°25'	3.5	5.0
"	C	1.418	34°05'	7.3	8.8
"	D	1.454	34°20'	5.1	6.6
"	E	1.453	34°20'	2.2	3.7
固	A	1.489	34°30'	5.4	6.9
"	B	1.515	34°40'	3.4	4.9
"	C	1.467	34°20'	5.8	7.3
"	D	1.473	34°25'	4.6	6.1
"	E	1.490	34°30'	2.2	3.7

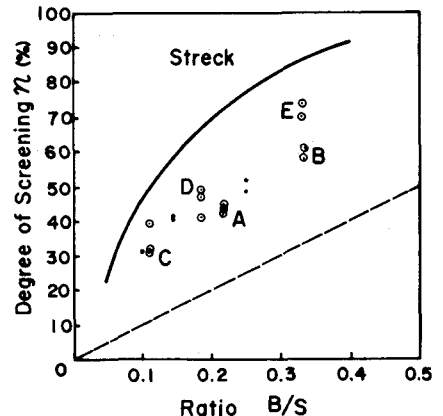


図-2