

II-13 矢板の挙動と安定解析

長崎大学 正会員 伊勢田 哲也
 学生員 ○田中 克則
 学生員 甲斐 若志

1. まえがき

近年、軟弱地盤上の盛土工事に土留め矢板がよく用いられているが、矢板の根入れ深さの定め方など、その設計法は必ずしも十分に確立されているとはいえない。本研究は、軟弱地盤に打ち込まれた矢板とその周辺地盤の変形挙動を模型実験によって観察するとともに、有限要素法(FEM)による解析を行ない、両者の結果を比較することにより、FEMによる矢板の変形解析法を確立しようとするものである。

2. 実験方法および条件

実験に用いた試料は、有明海諫早湾で採取した粘土(有明粘土)である。この材料をまず5mmフルイでこした後、液性限界以上で練り返し、実験槽(120×90×30cm)に詰め込み、0.1%の等分布荷重で約1ヶ月向圧密した。なお、圧密を促進するため試料下部に厚さ約15cmの砂層を設けた。また、圧密後の試料は約45cmであった。実験は図-1に示すように、矢板背面の粘土層上に直接荷重を加えた場合(ケース①)と、厚さ30cmの砂層を設け、その上に荷重を加えた場合(ケース②)の2種である。矢板はジュラルミン板で、その寸法はケース①の場合、30×30×0.12cm、ケース②の場合、60×30×0.12cmであり、矢板の根入れ長さともに30cmである。また、矢板背面の荷重を0.05%/dayの速度で、段階的に0.3%まで載荷した。各荷重段階ごとに矢板自身の変形、矢板の移動量および地盤の変位を測定した。なお、地盤の変位はあらかじめ地盤内に埋め込んだ標尺の動きにより測定した。

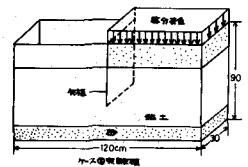
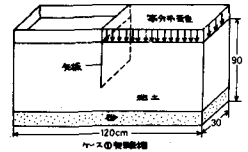


Fig. 1

Table.1

object	parameter	symbol	value
sheet pile	Unit weight (t/m ³)	γ_p	0
	Young's modulus (kg/cm ²)	E_p	700
	Poisson's ratio	μ_p	0.33
Foundation (clay)	Unit weight (t/m ³)	γ_f	1.4
	Young's modulus (kg/cm ²)	E_f	2.8
	Poisson's ratio	μ_f	0.45
	Shearing modulus (kg/cm ²)		
	at primary (kg/cm ²)	G_{fo}	0.966
	at failure (kg/cm ²)	G_{ff}	0.00097
	Angle of internal friction (°)	ϕ_f	0
	Cohesion (kg/cm ²)	c_f	0.066

3. 実験結果

ケース①の実験結果を図-2.4に示す。図-2は各荷重段階ごとの矢板の変位を示したものである。矢板は下部が前面にほぼ水平変位を起こすのに対し、上部は前面に変位しながらも後傾し、矢板自身は全体として後傾した弓形の変形をする。また、載荷荷重が0.15%になるとそれまでほぼ平行に変位していた矢板は、前面土の隆起をとまじながら前面上部に押し上げられ、その後載荷重の増加とともに主として矢板下部の水平方向への変位量が増大する。図-4は $\phi = 0.3\%$ まで載荷した時の矢板および地盤の変化を示したもので矢板設置付近を軸とするような円弧に近い地盤の動きがあることが認められる。

ケース②の実験結果を図-5.7に示す。図-6は各荷重段階ごとの矢板の変位で、ケース①の場合と異なり、前傾した弓形の変形を起こし、矢板

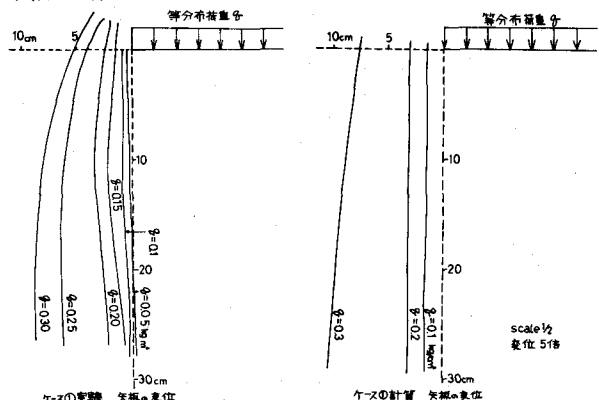


Fig.2

Fig.3

上部が後傾することはない。また、矢板上部は $\theta=0.15\%$ までに大きく変形し、その後、荷重の増加とともに漸増するが、矢板自身の変形後の形状はほぼ変わっていないようである。図-7は $\theta=0.3\%$ まで載荷した時の矢板および地盤の変形であり、地盤はケース①の場合と同様にほぼ円弧に近い動きが起っている。

4. 解析方法および条件

解析方法は、先に発表した「摩擦力を考慮したFEM解析」と同じなのがこの点は省略する。

この矢板の解析で問題となるのは、ケース①、ケース②の相方ともに、粘土、矢板、砂の物理的特性と、矢板と砂・矢板と粘土のみかけの粘着力： C_0 、内部摩擦角： ϕ をどのようにとるかという問題である。解析に用いた物理的特性（ヤング率、ポアソン比、単位重量、粘着力）を表1に示した。粘土の粘着力、ヤング率は、模型実験終了後の試料を使って一軸圧縮試験によって求めた。矢板-砂・矢板-粘土系の不連続部分のみかけの粘着力： C_0 、内部摩擦角： ϕ は、引抜試験により求めた。引抜試験とは、モールドに繰り返し土を詰め込み、圧密しあらかじめ埋め込んだ矢板を引抜いて C_0 を求めるものである。一面せん断試験によって C_0 、 ϕ を求めたが適正な値を得られなかったため引抜試験を行った。ただし、今回の解析においては、みかけの粘着力 $C_0=0$ として計算した。

5. 模型実験結果と計算値との比較

ケース①の計算結果を図35に示した。模型実験の結果図24と同じく $1/5$ のスケールとしたが図35は変位を5倍に拡大して示している。図-3は、各荷重段階ごとの矢板の変位を示したものである。矢板は全体的に前面へ水平移動しながら上部が後傾し小さな弓形の変形をする。図-5は、 $\theta=0.3\%$ まで載荷した時の矢板および地盤の変位を示したものである。地盤の変形に際しては、矢板付近を中心とする円弧を描いた挙動を示している。変位、矢板の変形に際して実験と計算はかなり一致した。定量的にはともかく、定性的にはかなり信頼できる結果を得た。

ケース②については、模型実験は終了した（図-67）が現時点、解析の方は途中なので結果は当日発表する予定である。

6. あとがき

この実験、解析によってFEM解析の一応の目安がついたと思われる。今後、検討を重ね解析法を確立させたい。最後に、実験に協力していただいた池田敏明（長崎市役所） 八百山孝（太宰技術開発）両氏に謝意を表すものである。

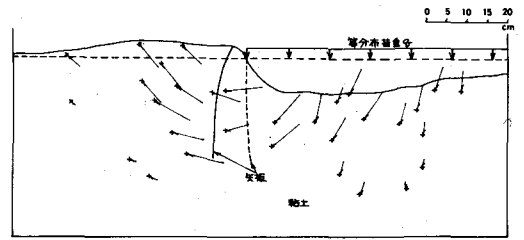


Fig.4

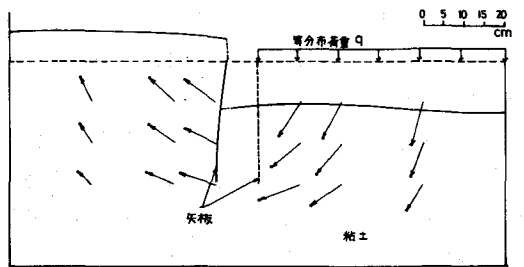


Fig.5

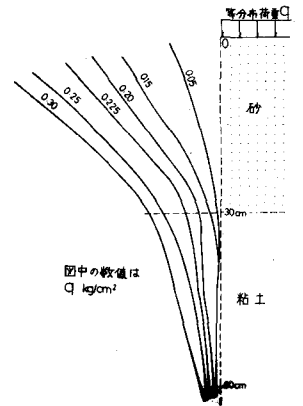


Fig.6

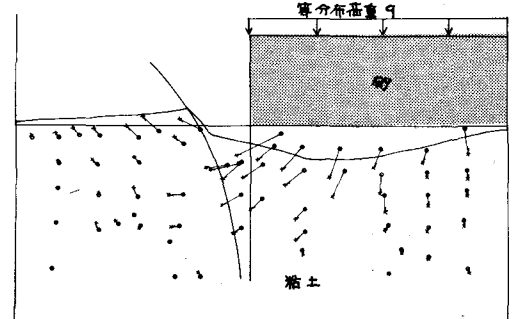


Fig.7