

粘土地盤中の抗土圧構造物に作用する側方土圧に関する研究

正会員	高知県庁	○彌勒昌史
フェロー会員	広島大学大学院	佐々木康
正会員	呉工業高等専門学校	森脇武夫
正会員	国土交通省関東地方整備局	大内香織

1. はじめに

軟弱地盤上に盛土を施工した場合、地盤は沈下するのみならず、水平方向にも変形する。その対策工として、盛土法尻下に鋼矢板などの抗土圧構造物を設置する場合、その構造物に作用する側方土圧の分布や規模、経時変化を予測することは必要不可欠である。しかしながら、地盤の側方流動は、複雑な現象であるため、側方土圧を評価するための適切な方法は確立されていない。

そこで本研究では、**Boussinesq** の弾性理論解を用いた側方土圧の簡易予測法を提案することを最終目的として、弾性理論解に基づく予測の妥当性について検討する。そのために、遠心模型実験を行い、盛土法尻下の抗土圧構造物に作用する側方土圧の基本的な性状を把握し、実験結果と弾性理論解を比較、検討する。

2. 実験方法

本研究では、遠心载荷装置を用いて、遠心力場(100G 場)での模型実験(図-1)を行い、模型粘土地盤に盛土を载荷し、その法尻下、中央下の側方土圧、過剰間隙水圧および、表面沈下量の経時変化を測定する。なお、実験は、盛土载荷重、盛土法面勾配の異なる条件で行う。また、ドレーンによる側方土圧の軽減効果を調べるために、直径 3.5mm、長さ 45mm の綿製のひもを 20mm 間隔で模型地盤に打設するケースの実験も行った。表-1 に実験ケースを示す。

表-1 実験ケース

case	1	2	3	4	5	6	7	8	20	21	22	23	21-2	30	14
勾配	1:1.2	1:1.3	1:2.4	1:1.7	1:2.6	1:2.3	1:2.1	1:1.6	1:1.3	1:1.6	1:1.3	1:1.9	1:1.6	無	1:1.4
载荷重 (kPa)	26.3	33.9	20.4	36.9	15.7	33.5	42.7	30.9	26.3	32	17.3	17.9	32.7	32.7	36.7
層厚 (cm)	6.13	6.45	6.11	6.07	6	6.13	6.05	5.48	6.35	6.38	6.33	6.24	6.2	6.2	6.23
ドレーン (cm)	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	全面 (4.5)

3. 結果および考察

結果の整理においては、盛土を载荷する前の状態を初期状態として、盛土载荷開始時刻を時間ゼロとし、側方土圧、過剰間隙水圧の盛土载荷開始時刻からの増分をそれぞれ $\Delta\sigma_h$ 、 Δu と表す。また、深度 z/h とは、地表面からの深さ z を地盤の初期層厚 h で正規化したものである。なお、遠心模型実験の縮尺は 1/100 であり、以下に述べる寸法及び時間は、模型実験におけるものであり、プロトタイプに換算すると、長さは 100 倍、時間は 100² 倍したものである。

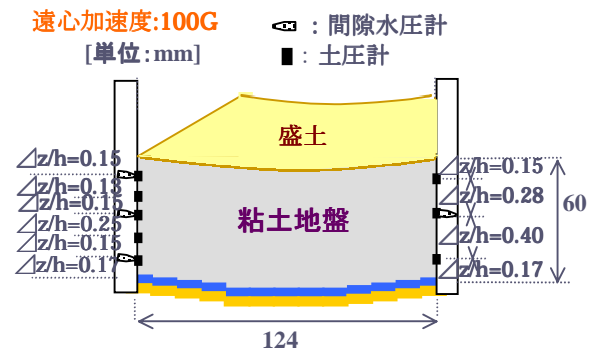


図-1 模型地盤と盛土

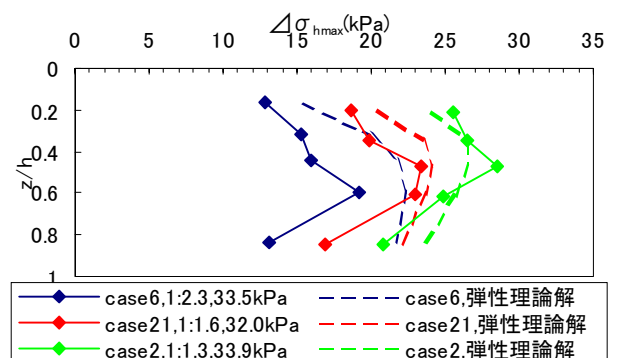


図-2 最大側方土圧発生時の深度方向分布

キーワード：側方流動、遠心模型実験、側方土圧、過剰間隙水圧、せん断変形、ダイレイタンス

〒739-8527 東広島市鏡山 1-4-1 Tel&Fax 082-424-7785

載荷重が 33kPa 程度で勾配の異なる条件の盛土法尻下の最大側方土圧の深度方向分布を図-2 に示す。盛土法面勾配がきついほど、法尻下の側方土圧は大きくなり、最大値発生深度は深くなる。これは、盛土法面勾配が急なほど、盛土法面下の偏載荷荷重により発生するせん断変形が大きくなるためであると考えられる。

図 3(a)、(b)は、盛土載荷重が 17kPa、33kPa 程度で盛土法面勾配が異なるケースについて有効応力が最大値の 80%に達するまでの時間を図示したものである。盛土法面勾配の有効応力の発現（過剰間隙水圧の消散）に与える影響は、載荷重が大きいほど大きく、載荷重が小さい場合は、盛土法面勾配の影響は小さくなる。このことから、過剰間隙水圧の消散の遅れに影響を与えるせん断変形は、盛土法面勾配の違いに応じて発生し、それは地盤に作用する載荷重が大きくなるほど相乗的に大きくなるといえる。

図-4 に盛土法尻下の実測最大過剰間隙水圧に対する弾性理論解から求めた平均主応力の割合を深度ごとに示す。地盤上層部での最大過剰間隙水圧のせん断変形成分(u_a)は 20~35%、地盤中層部では、0~20%であるといえる。

図-5 に、盛土法尻下 $z/h=0.18$ の弾性理論解の水平応力と側方土圧(実験値)との関係を示す。弾性理論解は、全体的に実験値をよく表している。

図-6 に、盛土法尻下 $z/h=0.18$ の過剰間隙水圧の計算値と実験値との関係を示す。過剰間隙水圧の計算値は、平均主応力によって発生する過剰間隙水圧と、せん断変形に伴って生じる過剰間隙水圧の和として求める。せん断変形によって生じる過剰間隙水圧は、Skempton の式を用いて偏差応力と間隙水圧係数の積で表すことができる。ここでの間隙水圧係数には、三軸圧縮試験の結果から求めた破壊時間間隙水圧係数を用いた。計算値は、過剰間隙水圧をよく表しているが、実験値より大きくなる傾向がある。これは、計算に用いた間隙水圧係数が大きすぎるためであると考えられる。

4. 結論

- 1) 盛土法尻下の過剰間隙水圧の消散の遅れに影響を与えるせん断変形は、盛土法面勾配の違いに応じて発生し、地盤に作用する載荷重が大きくなるほど相乗的に大きくなる。
- 2) 地盤上層部での最大過剰間隙水圧のせん断変形成分は 20~35%、地盤中層部では、0~20%である。
- 3) 弾性理論解を用いた側方土圧の理論値は、実験値をよく表している。
- 4) 間隙水圧の計算値は、実験値より大きな値を示す傾向がある。これは、計算に用いる間隙水圧係数が大きすぎたためであると考えられる。

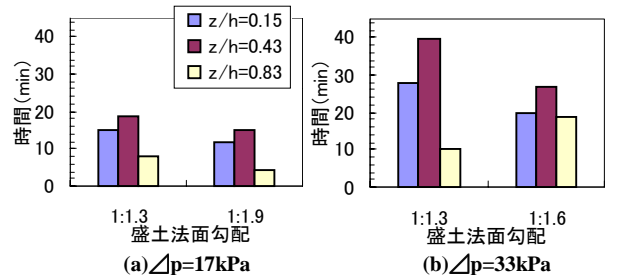


図-3 有効応力の発現までの時間

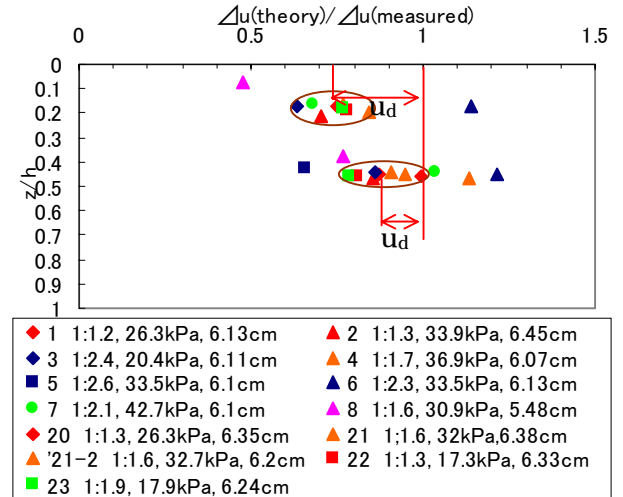


図-4 弾性理論解から求めた平均主応力/実験値

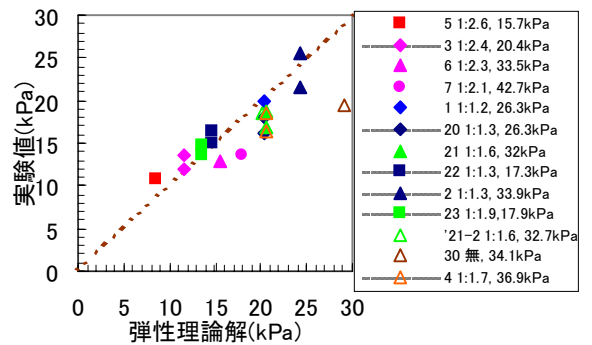


図-5 $\Delta\sigma_h$ ($z/h=0.18$)

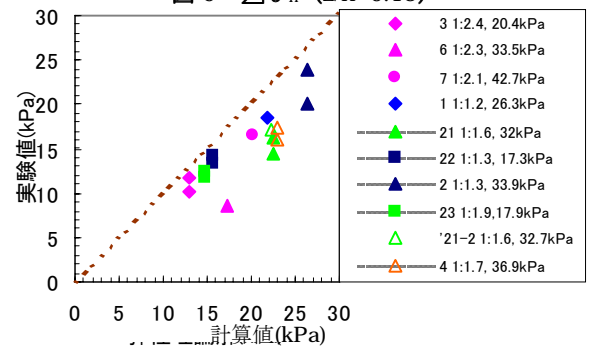


図-6 Δu ($z/h=0.18$)