

III-B 164

軟弱粘性土地盤の切羽安定泥水圧検討のための遠心模型実験（その2）

清水建設（株） 正会員 杉山 博一 後藤 茂
正会員 後藤 徹 岡崎 雅好

1. 研究の背景

筆者らは極めて軟弱な粘性土地盤を対象に、泥水式シールドの切羽安定泥水圧を検討している。前回は泥水圧が低い場合に生じる地山の呼び込み破壊について遠心模型実験の方法とその結果の一部について報告した。今回はさらに実験結果を加え、軟弱粘性土地盤での泥水圧の下限値に関する検討を行った。

2. 実験装置の概略

図-1に遠心模型実験用土槽の概要図を示す。本装置は土槽部と泥水を満たした泥水室とからなっており、土槽部と泥水室の間には開口部が設けられている。常時は遮蔽板により開口を閉じておき遮蔽板自体が地盤を支持しているが、実験中は遮蔽板をペロフラムシリンダーを介して引き落とすことにより圧力泥水が地盤を支持する機構になっている。本実験は遠心载荷装置を用いて遠心力を作用させて実験を行っており、小型の模型実験ではあるが実地盤に近い応力状態で地盤の安定性を検討している。

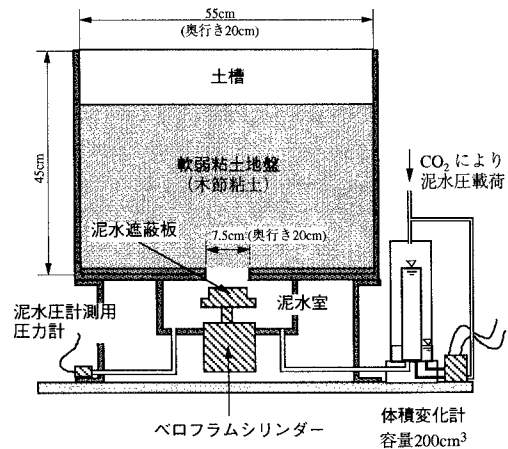


図-1. 遠心実験土槽の概要図

表-1. 模型地盤諸物性

	圧密荷重(kgf/cm ²)		
	1.0	1.5	2.0
湿潤密度(g/cm ³)	1.85~1.90	1.90~1.92	1.91~1.94
乾燥密度(g/cm ³)	1.39~1.43	1.45~1.49	1.46~1.53
含水比(%)	32.0~34.0	30.0~31.5	28.0~30.5
間隙比	0.86~0.91	0.81~0.84	0.75~0.80
一軸圧縮強さ(kgf/cm ²)	0.20~0.22	0.37~0.40	0.55~0.62

表-2. ベントナイト泥水物性

濃度(%)	10.0
比重	1.05~1.06
ファンネル粘性(sec)	29~33

3. 実験条件

模型地盤は木節粘土を水と練り混ぜたものを一様に圧密して作製した。模型地盤のパラメータとなる地盤の強度は圧密荷重を変えることにより変化させ、また応力状態は粘性土地盤の上に標準砂を載せることにより調整した。表-1に圧密して作製した粘性土地盤の物性値を示す。泥水は豊順ベントナイト（浅間印）の10%濃度のものを使用した。泥水の物性値を表-2に示す。

4. 実験方法および手順

- ① 遠心载荷装置に土槽を載せ遠心加速度を約30G（ $30 \times 9.8\text{m/sec}^2$ ）作用させた後に泥水室内の泥水圧を模型地盤底部における鉛直全土圧相当に設定する。
 - ② 遠心加速度が安定した後に開口部を開き圧力泥水により地盤を支持させる。
 - ③ 泥水圧を徐々に除荷しながら地盤の変形量（圧力室側に変形した土の体積）と泥水圧を計測する。
- また地盤変形の様子は小型ビデオカメラにより土槽側面より観察した。

5. 実験結果

図-2は泥水圧と地盤の変形量の関係を示したものである。この図より泥水圧の除荷に伴って地盤が変形するが、ある圧

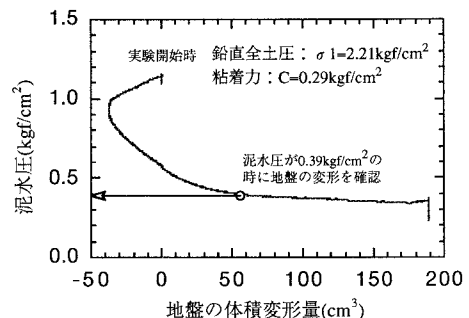


図-2. 泥水圧と変形量の関係（一例）

力値以下になったところから急速に地盤の変形が進行することが分かる。この実験結果例では泥水圧の下限値は地盤の変形状況を観察したビデオで地盤の変形が確認できた時点の泥水圧： 0.39kgf/cm^2 とした。またビデオによる地盤変形の観察では図-3に示すと通りの順序ですべり線が発生することが確認された。地盤の変形は①の開口部直上から始まり、その後アーチ領域の拡大とともに最終的にはすべり線は開口の端部から約45度で進展し、円弧すべりのような形状となった。

6. 考察

図-4は実験中の開口部付近の模型地盤の応力状態を示す。鉛直方向での力のつりあいを考えた場合、下向きに全土圧、上向きに泥水圧が作用しており、実験は泥水圧を除荷することにより開口部付近の地盤のせん断力を増加させていることになる。図-5は地盤強度と、地盤が変形し始めるときに地盤に作用しているせん断力（鉛直全土圧と泥水圧の差）との関係を示したものである。図中の+印は各実験における土槽底盤の鉛直全土圧であり、泥水圧下限値を0とした場合の開口部付近のせん断力に相当する。この図から開口部付近地盤に作用しているせん断力と地盤強度との間に明確な相関は見られなかった。

図-6は横軸に地盤強度、縦軸に鉛直全土圧に対する泥水圧の下限値の比率をとり実験結果を再整理したものである。つまりプロットされた比率以上の泥水圧が作用していれば地盤は安定していると考えられる。この図より地盤が不安定になるときの泥水圧と土圧の比率は地盤強度に依存し、地盤が軟弱なほど鉛直全土圧に対する泥水圧の下限値の比率は大きくなる事が分かる。

7. まとめ

軟弱粘性土地盤における切羽泥水圧の下限値を検討するために遠心模型実験を行ない、以下の知見を得た。

- ①地盤の変形は開口部直上付近から生じ、その後泥水圧の除荷に伴ってアーチ領域が拡大し、最終的には開口部から約45度の広がりをもった円弧すべりのような形状になった。
- ②地盤が不安定になる時の泥水圧の鉛直全土圧に対する比率は、地盤が軟弱になるほど大きくなる事が明らかになった。したがって土被りの浅い場合には強度が低いために泥水圧の下限値は全土圧に近くなり、厳密な泥水圧管理の必要性を示唆している。

参考文献

軟弱粘性土地盤の切羽安定泥水圧検討のための遠心模型実験、土木学会第50回年次学術講演会、Ⅲ部門、p.1304-1305

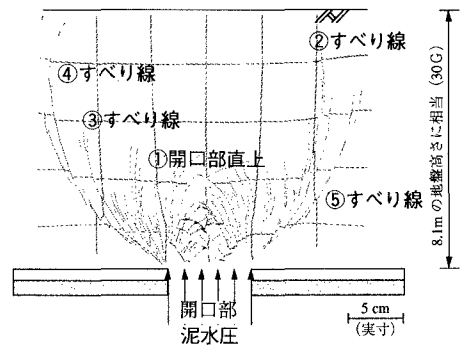


図-3.模型地盤に現れたすべり線の観察結果

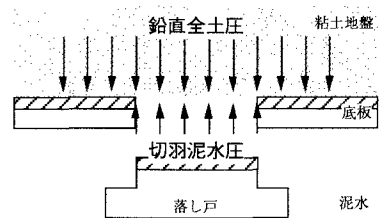


図-4.開口部付近の地盤に作用する応力状態

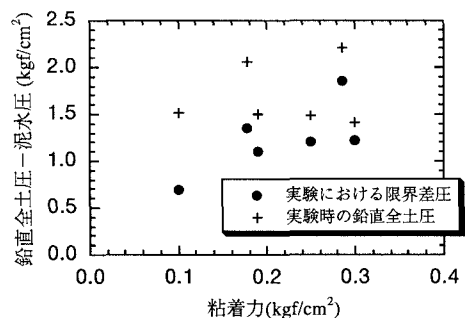


図-5.地盤が破壊し始めるときのせん断力と地盤強度の関係

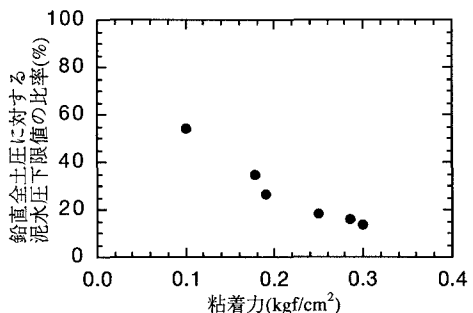


図-6.地盤が安定するための鉛直全土圧に対する泥水圧下限値の比率と地盤強度との関係