

京都大学工学部 正 員 大西有三
 京都大学工学部 正 員 田中 誠
 神戸製鋼所 正 員 ○中田 潤

○ はじめに

地盤の透水性を評価するための原位置試験の一つであるルジオン試験は、従来硬質岩盤に用いられることが主であったが、近年には亀裂性岩盤に対しても行なわれることが多くなっている。そのため亀裂性岩盤におけるルジオン試験がどのような意味を持つのか検証することは課題となっている。本研究では、亀裂性岩盤におけるルジオン試験に対し等価連続体岩盤モデルを用いて解析を行なう。

○ 解析方法

Fig.1に示すようなルジオン試験を模したモデルを用いて解析を行なった。1枚の平面亀裂と等価な透水層が難透水層の中に存在している。透水係数は透水層、難透水層でそれぞれ 1.33×10^5 、 1.0×10^9 (cm/s)であり、間隙率は2層とも35%とする。透水層の最大傾斜角度 θ を0, 15, 30, 45, 60(°)に設定する。今回は試験を初期の地下水面位置によりcase1(地下水面位置が $Z=25$ m), case2(地下水面位置が $Z=12.5$ m), case3(地下水面位置が $Z=0$ m)の3種類に分類する。また各caseについて透水層の幅の与え方により2種類に区別した。type1は透水層の傾斜角度によらず透水層の幅が一定(=2m)であり、type2はボアホールに現われる透水層の幅が一定(=2m)である。境界条件は初期に地下水面下にある部分には初期に等しい静水圧を、地下水面上にある部分には浸出面条件を与える。なお本解析は赤井らの飽和-不飽和浸透流解析の理論とその有限要素法定式化¹⁾に従い、不飽和浸透特性を設定したがその詳細は省略する。

○ 解析結果および考察

Fig.2, Fig.3に、ボアホールにおける注水量と透水層の傾斜角度 θ の関係を示す。Fig.2はcase1, Fig.3はcase3についてのグラフであり、case2についてはcase1とほぼ同様である。 θ が大きくなると、type1は増加傾向を、type2は減

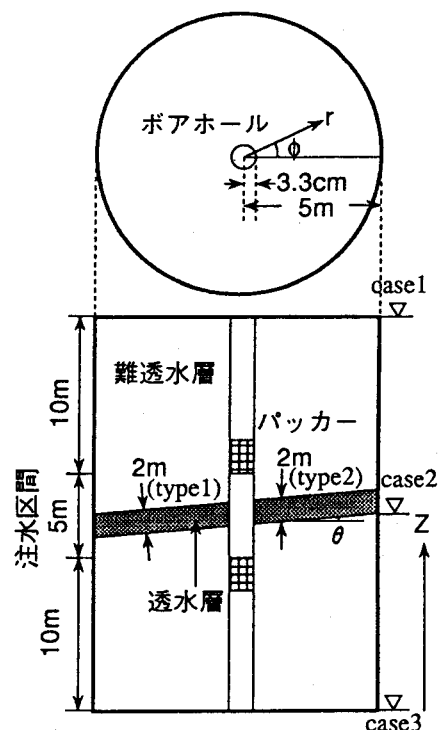


Fig.1 モデル図

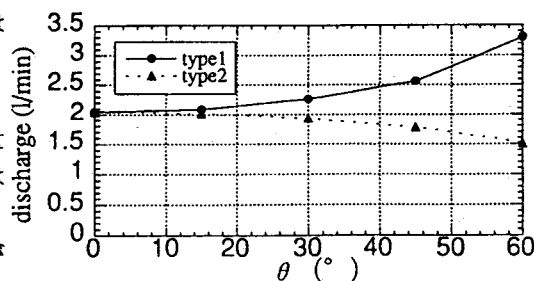


Fig.2 θ -注水量(case1)

少傾向を示す。ただcase3のtype1の場合には θ が 60° になると、注水量がほぼ無いに等しくなった。この原因は不明であり、検討を必要とする。

透水層の中央断面における流速ベクトル分布を描くと(ただしボアホールの近辺のみ)次の傾向が見られた。透水層が傾斜するに従い、透水層の中央断面において最大傾斜方向(以下長軸方向と呼ぶ)と垂直な方向(短軸方向)に浸透流の軌跡は引き寄せられること、またボアホール近辺においては短軸方向に流れる浸透流の方がより速く多いということである。これは透水層中央断面における等ポテンシャル線を引くと確認できる。case1の等ポテンシャル線分布はFig.4のようになる。ボアホール近傍の等ポテンシャル線は、ボアホールの断面形状に等しい楕円であるが、ボアホールから離れるに従い円形に近づく。そして境界付近になると、その面内においてはボアホールからの境界の位置が楕円形であるため再び楕円形にひずむ。等ポテンシャル線が楕円形であると浸透流はその短軸方向に引き寄せられる。

○ 結論

1. 亀裂が傾斜していると、同じ開口幅を持つ水平な亀裂よりもルジオン試験時において注水量は多い。それゆえ開口幅や傾斜角度等の亀裂に関する幾何情報が無い場合、傾斜した亀裂を含む岩盤の透水性を実際の透水性よりも過大に評価する可能性がある。
2. 試験前の地下水位の位置によって注水量はあまり影響を受けない。
3. 亀裂面内の浸透流は長軸方向よりも短軸方向に卓越している。
4. 注水の影響範囲と、亀裂とボアホールの交差面形状について考慮する必要を認めた。

○ 今後の研究課題

1. 傾斜した亀裂を含む岩盤におけるルジオン試験に対して不連続モデルを用いて同様の検証を行ない、その結果を今回のものと比較する。
2. 亀裂面内の浸透流の性質を決定づける要因について考える。
3. 非定常問題としてルジオン試験をとらえ、不飽和領域に水が浸透する様子を解析する。
4. 浸透流に対する重力の影響を示す。

○ 参考文献

- 1) 赤井 浩一・大西 有三・西垣 誠：有限要素法による飽和-不飽和浸透流の解析，土木学会論文報告集第264号，pp.87-96, 1977.

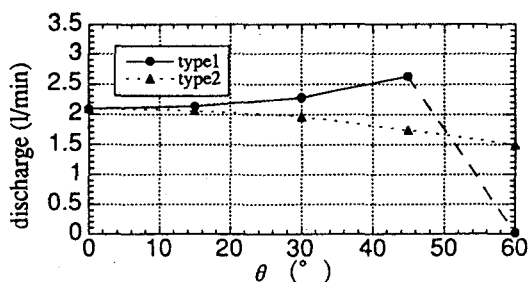


Fig.3 θ -注水量(case3)

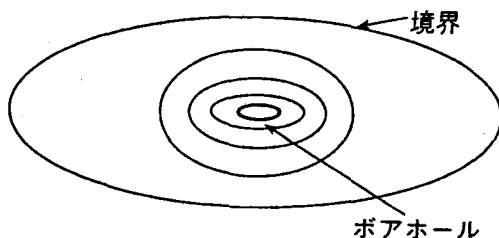


Fig.4 透水層中央断面における等ポテンシャル線概念図