

鉛直一次元排水実験による 浸透層定数の検討

宮崎大学工学部 正 員 杉尾 哲

〃 学生員 ○野見山隆二

〃 井上 徹

1. まえがき

飽和理論を用いた自由地下水面の変動に係わる浸透層定数は、一般に揚水試験によって決定されているが、貯留係数に関しては、地盤の有効空隙率に相当する値と考えられながら、揚水試験で算定される値は、一般的に小さい値をとる。この貯留係数は、水資源問題などにおいて重要なパラメータであると考えられる。ところで、Neuman, Boulton らは、遅れ排水を考慮した解析法を示し、標準的な水面低下曲線を示しているものの、揚水試験の結果は必ずしもこの曲線上に並ばない。この様なことから、この貯留係数をどの様に評価するかを目的として検討を行っているが、今回はさらに実験装置を改良して実験を行い、その結果について検討した。

2. 実験装置と実験方法

貯留係数は「単位の水平断面積を持つ鉛直土柱において、単位の地下水位の変化が起きたときに生ずる、貯留水の変化量の絶対値」と定義されている。この定義にしたがって、次のように浸透層からの排水実験を行った。

実験装置は、図-1のような断面積 $10 \times 10 \text{ cm}^2$ 、高さ 80 cm の透明な塩化ビニール板製の鉛直一次元浸透槽を使用した。浸透部の下から 15 cm の位置には圧力変換器を取り付けた。実験砂は熊本産硅砂と宮崎産川砂を使用し、浸透部内には水締めで、装置天端まで充填した。砂の粒度分布を図-2に、別のモデル実験⁵⁾によって求めた透水係数などを表-1に示す。

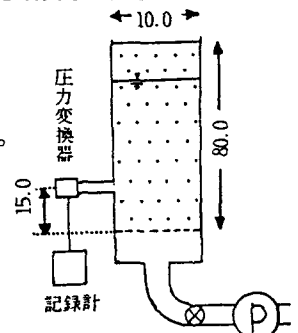


図-1 実験装置

実験方法は、浸透層の表面下約 10 cm の位置に初期水面を決定し、浸透槽の下部から脈動のない定量ポンプ(PA-21B)で排水して、そのときの水頭変化を記録計に連続記録させた。測定は2種の実験砂について排水量を変えて5回づつ行った。

貯留係数 S の算定は、次式によって行った。ここに、 D_t は浸透層内の水頭が D_0 低下する所要時間、 A は浸透層の断面積、 Q は浸透層からの排水量であり、水頭低下量と自由水面降下量を等しいとして計算している。

$$S = \frac{Q \cdot D_t}{A \cdot D_0} \quad \text{----- (1)}$$

表-1 実験砂

	平均粒径	均等係数	透水係数 k	k 測定時の空隙率
川砂	0.94mm	3.148	0.253cm/s	33.8%
硅砂	0.76	1.673	0.959	37.3

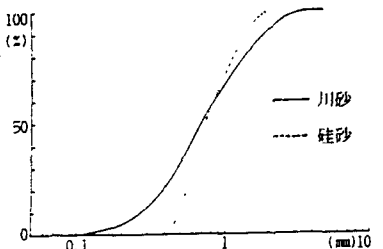


図-2 粒度分布曲線

3. 実験結果とその検討

以上の方法で、2種の砂について測定した水頭の変化を、両対数グラフを用いて表したのが図-4、図-5である。図-4では、初期に大きな曲線勾配

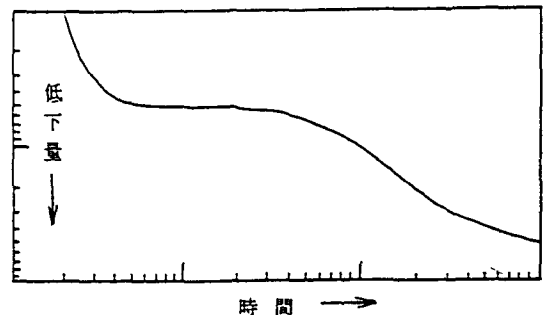


図-3 Boultonの遅れ排水曲線

が見られるが、その後は勾配は緩やかなままで、曲線形状の変化は見られない。図-5では、初期に大きな曲線勾配が現れ、その後で一時的に小さくなり、再び大きくなる傾向が見られる。この曲線勾配は、図-3に示した Boultonの遅れ排水曲線の傾向に似ている。この遅れ排水理論によると、初期の排水は、水や浸透層および浸透層内に閉じ込められた多数の気泡の弾力変化によるものに相当し、一時的に勾配が小さくなった時期が遅れ排水の時期に相当し、再び大きくなる時期の排水が、不圧浸透層本来の空隙内からのものに相当すると考えられている。

この観点から考えると、図-4の実験は本来の空隙の排水が開始される前に実験を終了していることになるが、図-1の実験装置では実験を継続できなかった。この事を考慮すると、透水係数が小さく、均等係数が大きい砂ほど、本来の空隙からの排水が遅く現れることが分かる。

次に、式(1)を用いて川砂の貯留係数を算定したが、水頭の低下が大きくなると、水頭低下曲線は図-4にもわずかに見られるように不連続になるため、貯留係数の算定値は非常にばらついた。このため、移動平均法(5点)でsmoothingを行って図-6に示している。硅砂の場合は smoothingせずに式(1)を用いて算定した。これを図-7に示す。図-7の値を、図-5の曲線形状に対応させて考えると、水頭低下曲線の勾配が小さくなる以前の1~3秒の時間帯の微小な値が弾性変化による貯留係数と考えられ、水頭低下曲線の勾配が再び大きくなる以前の3~20秒の時間帯の次第に大きくなっていく値が、遅れ排水による貯留係数で、20秒以後のほぼ一定と見なされる値が有効空隙率に相当する本来の貯留係数と判断される。この判断を図-6に適用すると、1~4秒の時間帯の値が弾性変化による貯留係数、4~200秒の値が遅れ排水による貯留係数、200秒以降の値が本来の貯留係数であろう。

以上の実験結果より、透水係数が小さく均等係数の大きい土で構成された浸透層ほど遅い時点の揚水試験の測定結果を使用しなければ、有効空隙率に相当する値を得ることができないことが分かる。

参考文献 (1)杉尾、野見山：第43回年次講概第II部、

1988, (2)S.P.Neuman: Water Resour. Res., 8-4, 1983, (3)N.S.Boulton: Proc. Inst. Civil Eng., 26, 1963,

(4)杉尾：土木学会論文報告集 296, 1980, (5)杉尾、野見山：土木学会西部支部, 1988

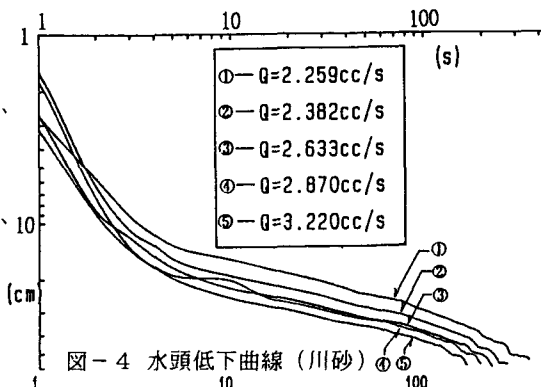


図-4 水頭低下曲線 (川砂)

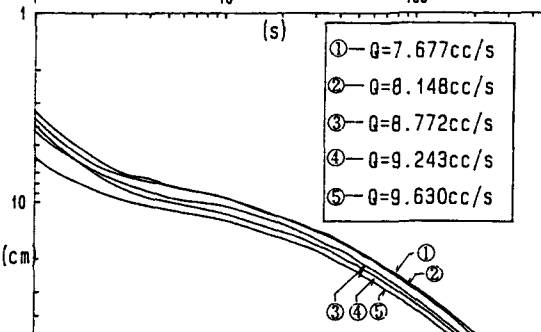


図-5 水頭低下曲線 (硅砂)

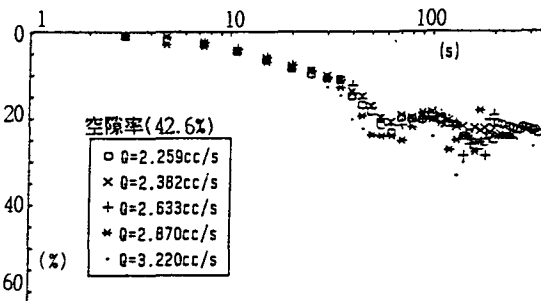


図-6 貯留係数の経時変化 (川砂)

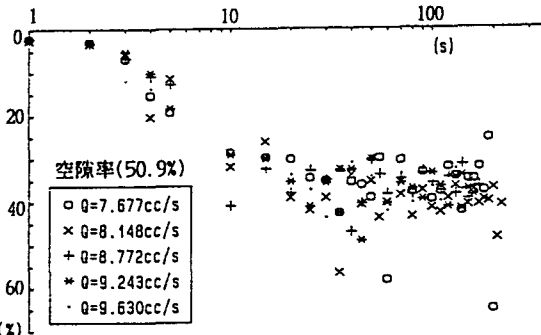


図-7 貯留係数の経時変化 (硅砂)