

II-70

鉛直一次元排水実験による 不圧浸透層の貯留係数の検討

宮崎大学工学部 正 員 杉尾 哲
学生員 野見山隆二

1. まえがき

飽和理論を用いた不圧浸透層内の地下水解析では、地下水面の変動に係わる水理地盤定数として、透水係数と貯留係数があり、これらは一般に揚水試験によって決定されている。このうち透水係数については、種々の方法によって値を決定してもほぼ同一の結果が得られるが、貯留係数については非常に大きく異なり、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に非常に小さい。この事について、Boultonや Neuman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、不圧浸透層の貯留係数をどの様に評価するかを目的として種々の検討を行っているが、今回は、鉛直一次元の排水実験を行い、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「単位の水断面積を持つ鉛直土柱において、単位の水頭の変化が起きた時に生ずる、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、つぎの様に砂層からの排水実験を行った。

実験装置は、図-1の様な断面積10×10cm、高さ80cmで、厚さ10mmの透明な塩化ビニール板製の鉛直一次元浸透層を使用した。浸透層の下から15cmの位置には、砂層内水頭観測用のマノメータが取り付けられてある。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、透水係数等を表-1に示す。

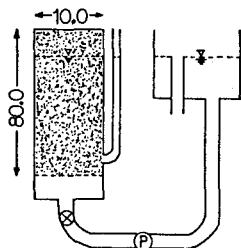


図-1 実験装置

実験装置は砂層表面下15.5cmの位置に初期水面を設定し、浸透層の下部から定量ポンプ(Ep-c55)で排水して、そのときの経時的な水頭変化を測定した。測定は2種の実験砂について表-2に示す種々の流量で行った。いまD t時間内に浸透層内の水頭がD h低下したとき、浸透層の断面積をA、マノメータの断面積をa、砂層からの排水量をQ、ポンプ排水量をQ pとおくと、そのときの貯留係数Sは次式で算定される。

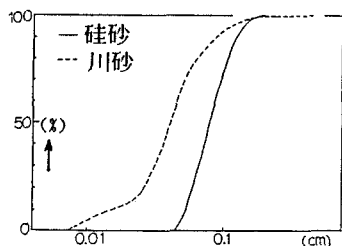


図-2 粒度分布曲線

$$S = \frac{Q \cdot D t}{D h \cdot A} = \frac{Q p \cdot D t}{D h \cdot A} - \frac{a}{A} \quad \dots\dots (1)$$

3. 実験結果とその検討

以上の方法で、川砂について測定した水頭の変化を図-3に示している。この図から水頭は初期に大きく低下し、その後次第に低下速度が小さくなって、一定の低下速度に変化して行く傾向を示していることが分かる。この低下曲線を片対数で描いたものが図-4である。この図から実験開始初期に大きな曲線勾配が一時期小さくなり、その後再び大きくなる傾向を示していることが分

表-1 実験砂

かる。この曲線傾向は Boulton等の遅れ排水曲線のものと同じであるから

	平均粒径	均等係数	透水係数 k	k 測定時の空隙率
川砂	0.61mm	3.097	0.253cm/s	33.8%
硅砂	0.76	1.673	0.959	37.3

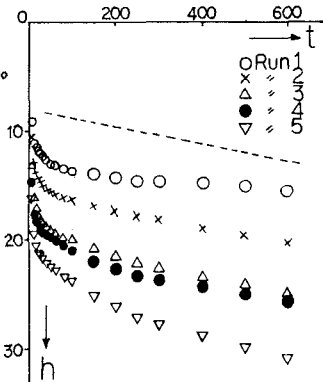


図-3 水頭低下曲線(川砂)

遅れ排水の理論に従えば、傾斜の緩やかな時期が遅れ排水の時期に相当し、それ以後の再び勾配が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解釈されることになる。なお勾配の変曲点は排水量が大きいほど早く現れているようである。次に図-5は珪砂について測定した水頭低下を図-4と同様に描いたものである。透水係数が大きいために、現象が速く、傾向的には図-4の右半分だけが測定されていることに相当している。

以上の測定結果を移動平均法（3点）で smoothing の後、式-1 を用いて貯留係数を算定したものが図-6、7である。この図から、時間が経過するに連れて貯留係数が大きくなり、ついには空隙率よりも大きな値になっていることが分かる。また、その変化は透水係数が小さい程遅いことが分かる。したがって貯留係数の算定には、十分に経過した時点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は出来ないことが分かる。いま図-6の貯留係数が空隙率の70%に増大する時点を選んで、その時点を図-4に示すと矢印の位置になる。この時点を前述した遅れ排水の終了時期と比較しても整合性は見られない。ちなみに図-3に描いた破線を図-4に描くと破線のようになる。すなわち一定速度で低下する水頭の変化を時間軸を対数で描くと必ず変曲点が現れるわけで、曲線形状の変化が遅れ排水を表現するものでないことが言える。

表-2 排水量

		Run1	Run2	Run3	Run4	Run5
川	空隙率(%)	31.9				
砂	排水量(cc/s)	0.171	0.25	0.288	0.30	0.32
珪	空隙率(%)	40.4		47.5		
砂	排水量(cc/s)	3.40	7.45	10.40	4.14	9.76

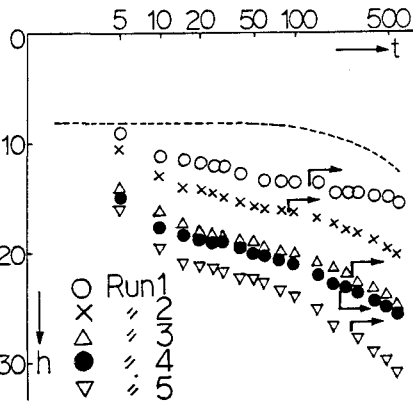


図-4 水頭低下曲線(川砂)

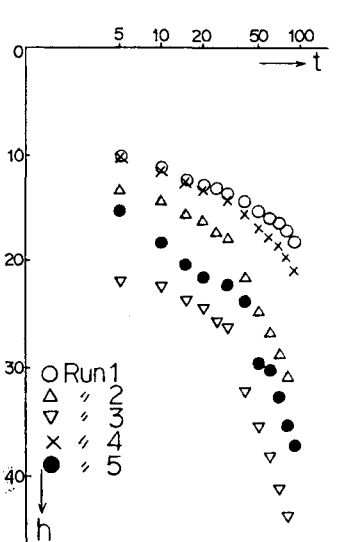


図-5 水頭低下曲線(珪砂)

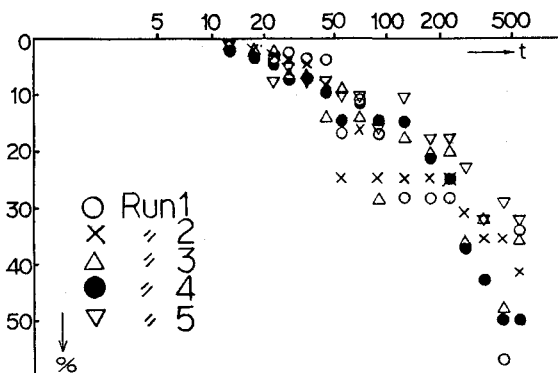


図-6 貯留係数の経時変化(川砂)

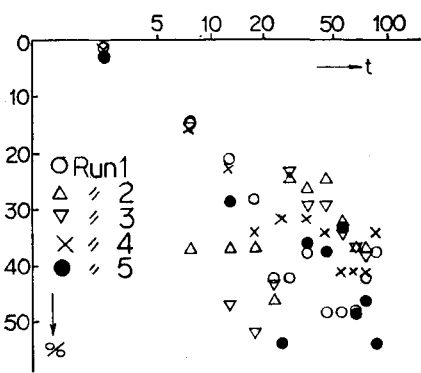


図-7 貯留係数の経時変化(珪砂)

参考文献

- (1)S.P.Neuman: Water Resour. Res., 8(4), 1983, (2)N.S.Boulton: Proc. Inst. Civil Eng., 26, 1963, (3)杉尾: 土木学会論文報告集 296, 1980, (4)杉尾、堂上: 土木学会西部支部講概、1987, (5)杉尾、野見山: 土木学会西部支部講概、1988