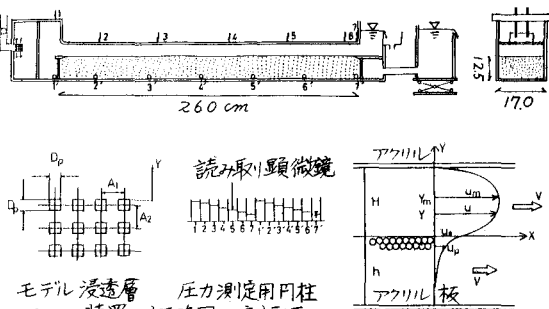


透水性壁面を有する平板内の流れについて (透水層内の流量特性)

山口大学 正員 〇深田三夫
安倍工業所 正員 吉田幹雄
森本組 正員 青木宏文

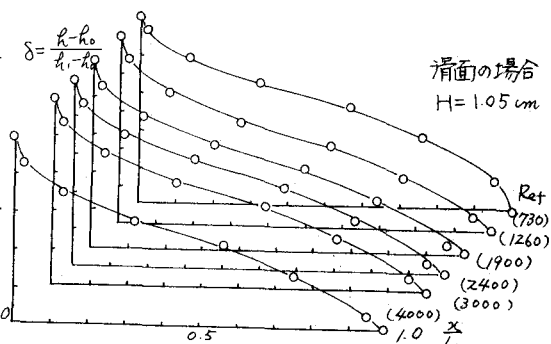
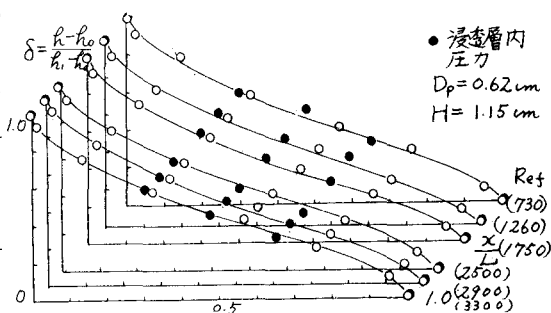
1. まえがき 本報告は一面が透水性壁面を有する平行な平板内の流れ、特に透水層内の圧力～流量関係についての実験結果である。多孔性媒質内の流体の挙動については流れの断面平均流速とその圧力勾配との間には線形な関係がありそれはDarcy則として広く知られている。一方これに従わない流れもあり、多孔性媒質内の乱流場、高粘性流体流れ、不飽和な流れなどがその例であるが、ここに報告するような自由流れ場と浸透流が共存するような流れもまたその例と考えられる。Joseph, Beavers⁽¹⁾は流れ全体が層流の場合について理論的、実験的研究を行っており、G. I. TaylorはHelmholtz型浸透層をもつ流れについて研究を行なっている。いずれも浸透層境界面上でのスリッ速度を仮定し、粘性によるせん断力により浸透層内への運動量伝達によって層内に速度分布を生じ、その結果として主流部、浸透層内の流量増加という結論を導いている。乱流場においても接地気象学においてCanopy flowの研究はこの種のもと考えられる。本実験では主流部の流れの浸透層に及ぼす影響が浸透層の構成媒質の大きさ、形状によってどのようなものか特に浸透層内の圧力～流量関係の変化に着目して調べた。



モデル浸透層 圧力測定用円柱
図1 装置の概略図、座標系

実験	平均粒径	すきま幅	H (cm)	浸透層厚 h (cm)
1	0.187 _{mm} (自然砂)	2.00	1.05	0.42
2	0.620 (粗骨材)	2.14	1.15	0.59
3	不透水壁面 (紙)	2.00	1.05	0.41
4	0.500 (枝)	2.00	1.00	0.50

表1 実験条件



2. 実験装置及び測定方法 実験に用いた水路は右に示してある。浸透層としては自然砂($d_{50}=0.186\text{mm}$)、粗骨材($d_{50}=0.62\text{mm}$)の2種類と、モデルとして5mm角の枝を用いた(右図)。水路の上流端、下流端での主流部、浸透層内の圧力水頭を一定な状態にし、流量、圧力分布の測定を行なった。浸透層内の流量は微小なので直接重量を、圧力は管径40mmのマノメーター内の水位を0.01mmの読み取り顕微鏡で読んだ。実験を行なった浸透層の種類、主流部のすきま間隔、座標、及びデータ整理に用いた主要記号はまとめて表に示しておいた。なお枝を用いた水路は浸透層部が長さ200cm、幅22cmである。

3. 実験結果について

3-1. 主流部及び層内の流れ方向圧力分布について

図2に圧力分布を示す。上下流端の圧力を用いて正規化 図2 主流部流れ方向圧力分布

化を行なっている。分布が示すように上下流端付近は直線分布をしていない。これは流れが完全に発達していないことを示すものであるが、特に入口付近の変化は、すきまの大きいほど大きく、また同じ開口度でも粗度の小さい滑面の方が大きいことが実験結果より示されている。上下流付近をのぞいた測定値を用いて平均の圧力勾配とした。

3-2. 浸透層内の圧力～流量特性について 一般に浸透層内の流れは粒径レイノルズ数 Re_d が 100 以下の時には層流とされ断面平均流速と圧力勾配との間には線形な関係がある。 Re_d をこれをこえるとこの関係は徐々にくずれこれは慣性項の影響が入ってくるからと考えられるが、図3(上,下)の曲線はいずれもその傾向がつかえる。図中で $H/d=0$ のデータは主流がない状態で行なった結果であっていわゆる通常の飽和透水実験である。浸透層が主流の影響を受けなければ、すきまの大小に関係なくこのデータに類似したものとなるはずであるが、この2つの場合主流の存在、しかもすきまの大小によって浸透層内の圧力～流量特性も異なることがわかる。 $D_p=0.62\text{cm}$ の場合は主流の存在によって層内の流量も $q=1.15\text{cm}$ をのぞいて増えている。これは多くの文献で示されているように層内に流速分布を生じその結果と考えられる。一方 $d_{50}=0.186\text{mm}$ (国中には示していない) 材粗度の場合はこの傾向が逆になっている。すなわち主流の存在によって逆に流れにくくなっている。このことを次に主流レイノルズ数でまとめてみたのが図4(上,下)である。ただしこんどは縦軸に V_p/I をとっている。この量は飽和透水実験の場合は透水性として用いられるものである。主流 Re 数が 1000 以下で主流部、層内とも層流流れと考えられる場合は、Joseph らが示しているように層内の流量が増加するという結果が本実験においても示されている。(しかし主流域が乱流になるとこのことはいえず、特に層内がまだ層流の場合には流れは複雑になる。浸透層内が層流であるにもかかわらず、流量は主流がない場合と較べ減っている($d_{50}=0.186\text{mm}$, 材の場合)、この原因については層内の流れがばらんかの力によって上面の主流部へ出たためと考えられる。

参考文献

- (1) G.S. Beavers and D.D. Joseph, JFM, 1967, pp.197
- (2) G.I. Taylor, J.F.M. (1971) pp.319

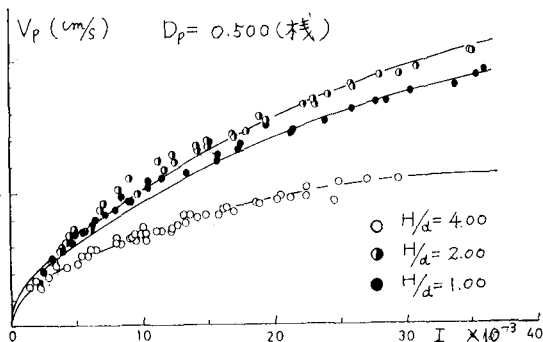
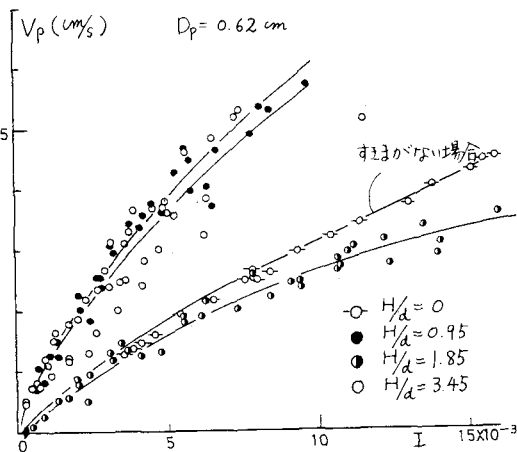


図3 浸透層内断面平均流速と圧力勾配との関係

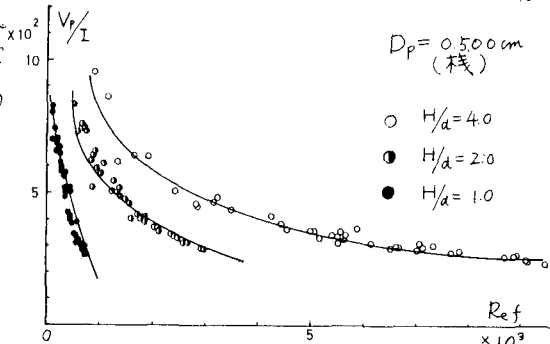
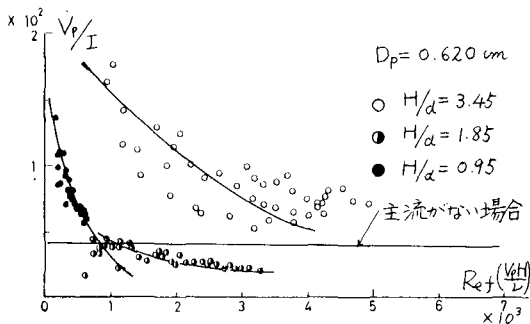


図4 主流レイノルズ数(Re_+)と浸透層内透水率との関係