

早稲田大学理工学部 正会員 鮎川 登
清水建設 正会員 ○坪田 恵介
東京大学大学院 学生会員 内田 滋

1.はじめに 昭和30年代後半以降の経済の高度成長に伴う人口の都市集中により都市周辺の河川の流域の市街化が急激に進行した。その結果、洪水ピーク流量が増大し、洪水氾濫の危険性が増大した。このような都市河川の水害に対する対策の一つとして流域からの流出を抑制することが考えられている。ここでは、流出抑制法の一つである浸透トレンチの浸透特性に関して実験により検討した結果について述べる。

2.実験装置および実験方法 実験は、図1に示すような幅120 cm、高さ150 cm、奥行16 cmの片面ガラス張りの鋼製の箱に、平均粒径0.16 mmのほぼ均一な砂(間隙率0.42、飽和透水係数 0.0022 cm/s)を入れ、右上部に浸透トレンチ(深さ30 cm、幅40 cm)を設置して行なった。実験では、砂層の初期湿潤状態、初期地下水位およびトレンチ内の水深を条件として与え、トレンチ内の水深が一定になるようにトレンチに給水し、トレンチからの浸透量、砂層内の毛管圧水頭および地下水位の時間変化を測定した。なお、実験装置の左端の地下水位は一定となるようにした。トレンチからの浸透量はトレンチへの給水量を測定することにより求めた。砂層内の毛管圧水頭は図1に示した地点に設置したテンシオメーターにより測定した。地下水位は実験装置の底面に孔をあけ、ビニール管をつなぎ、マンオメーターにより測定した。

3.浸透過程 浸透量の時間変化の測定例を図2に示す。図2によると、浸透量は時間の経過とともに減少していき、一定の値になることがわかる。浸透トレンチの直下に設置されたテンシオメーターにより測定された毛管圧水頭および地下水位の時間変化の一例を図3に示す。図3によると、浸透トレンチからの浸透の影響が次第に下方へ伝わり、各点における毛管圧水頭はそれぞれ一定の値に漸近することがわかる。浸透流が定常状態に達した時点における等ポテンシャル線図(ポテンシャル=毛管圧水頭+高度水頭)の一例を図4に示す。図4で斜線を施した部分は飽和領域(毛管圧が正となる領域)を示す。図4によると、浸透トレンチからの浸透流はトレンチのごく近辺では

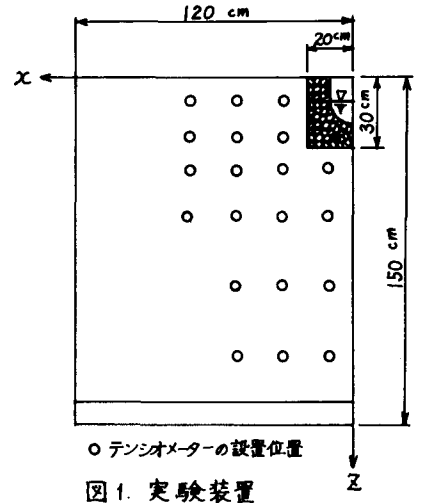


図1. 実験装置

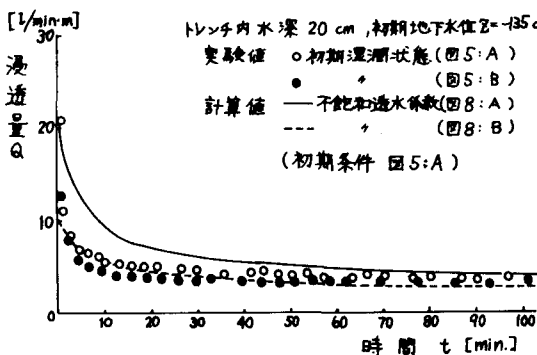


図2. 浸透トレンチからの浸透量の時間変化

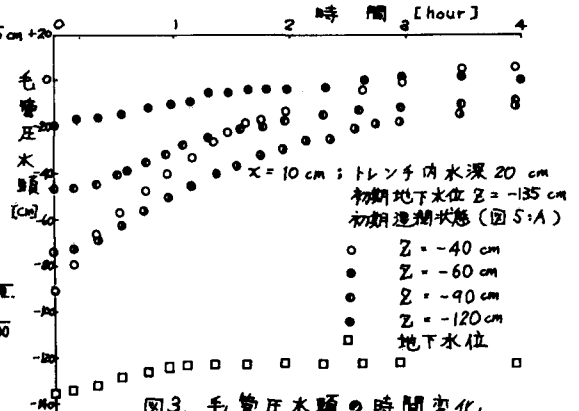


図3. 毛管圧水頭の時間変化

飽和流となるが、大部分の領域は不飽和の状態で浸透していくことがわかる。

4. 浸透特性 浸透トレンチからの浸透量はトレンチの長さ、幅、トレンチ内の水深、地下水位、降雨、地層の初期湿潤状態、間隙率、透水性、水分保留特性などの影響を受けると考えられるが、ここでは、地層の初期湿潤状態、地下水位、トレンチの水深がトレンチからの浸透量におよぼす影響に関して検討した結果について述べる。

(1) 初期湿潤状態の影響 図5に示すような二通りの初期湿潤状態について行なった実験における浸透トレンチからの浸透量の時間変化は図2に示されている。図2の白丸・は図5のケースA（乾燥）、黒丸・はケースB（湿潤）の場合の実験結果を示しているが、図2によると、砂層の初期状態が乾燥している場合（ケースA）は湿潤している場合（ケースB）と比較して、浸透初期においては浸透量が大きくなるが、時間の経過とともに浸透量の差は小さくなり、最終浸透量には殆んど差がなくなることがわかる。この二つの実験の定常状態に達した時点における浸透トレンチの直下におけるポテンシャル分布を比較して示すと、図5のようになり、定常状態においては二つの実験のポテンシャル分布はほぼ同じようになることがわかる。

(2) 地下水位の影響 地下水位を三通りに変えて行なった実験の結果に基づいて浸透トレンチからの最終浸透量と地下水位の関係を示すと、図6のようになり、地下水位が高くなると、浸透量が減少することが示された。

(3) 浸透トレンチ内の水深の影響 浸透トレンチ内の水深を三通りに変えて行なった実験の結果に基づいて浸透トレンチからの最終浸透量とトレンチ内の水深の関係を示すと、図7のようになり、水深が大きくなると、浸透量が増加することが示された。

(4) その他 砂層の不飽和透水係数と毛管圧の関係、Gardnerの図を参考にして、図8に示すような二通りに仮定し、それぞれの場合について数値シミュレーションにより浸透トレンチからの浸透量を計算した結果を図2に示したが、これによると、不飽和透水係数と毛管圧の関係形により計算結果にかなりの差がでることが示された。

5 おわりに 今後、浸透トレンチからの浸透量におよぼす地層の特性や降雨の影響について実験的に検討するとともに、浸透トレンチからの浸透現象の数値シミュレーションの方法について検討し、地下水位が深い場合の浸透特性については数値シミュレーションにより検討する予定である。

本実験では、市川雅明、釜井英行、竹本光宏の各氏の協力を得たことを記し、感謝の意を表します。また、本研究の一部は文部省科学研究費補助金（自然災害特別研究(1)：研究代表者早稲田大学理工学部吉川秀夫教授）の補助を得たことを付記し、謝意を表します。

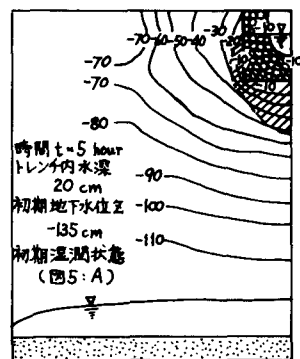


図4. 等ポテンシャル線図

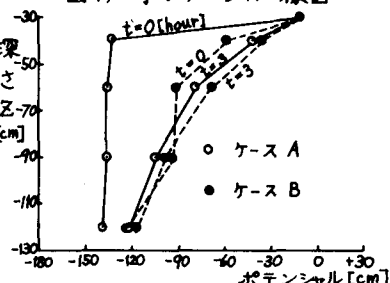


図5. ポテンシャルの鉛直方向分布

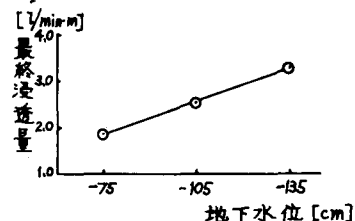


図6. 最終浸透量と地下水位の関係

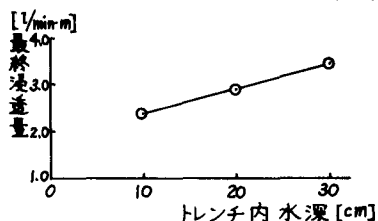


図7. 最終浸透量とトレンチ内水深の関係

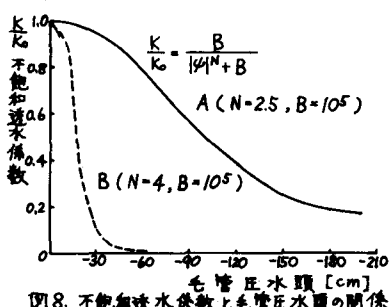


図8. 不飽和透水係数と毛管圧水頭の関係