

東京大学生産技術研究所 正員 虫明 功臣
 住宅都市整備公団 正員 橋本千代司
 東京大学生産技術研究所 正員 田村 浩啓

1. はじめに 雨水浸透処理施設は、都市域における雨水流出抑制策むらびに地下水涵養機能の保全策として近年注目を浴びてゐる。筆者らは、住宅・都市整備公団が東京都昭島つつじヶ丘ハイツ内に試験施工してゐる各種の雨水浸透処理施設のうち、浸透地下トレンチを対象に注入実験を行った。実験は、自然降雨に近い浸透を再現するため、トレンチ周辺の地表へ散水も施しながら行ったものである。本稿では、各土中水分条件下での浸透能の相違及び、トレンチ周辺の土中水分の時間変化を浸透水注入中と注入停止後に分け、前者については飽和域の発達状況とその安定時間と浸透能との関係、後者は土中吸引圧の回復状況について検討した。

2. 実験対象とした 注入実験の概要

対象とした浸透地下トレンチの諸元を図1に示す。トレンチ周辺の土層は表層90cmまでが造成工事により攪乱されたローム質土壌、90~300cmが立川ローム層、それ以下は立川礫層で、地下水面は地表面下約10mである。注入実験は、トレンチ上面に達した水位を保ちながら調節し、注入量をほぼ一定にした時点を注水を停止する。散水はトレンチ上方4mから周辺の地表へ周囲7×14mに施した。散水量2.1mm/hから散水範囲で150mm/h相当の降雨強度となるが、湛水面積が散水面積の約5倍(湛水深0~10cm)にも拡大したため、実際は30mm/h程度の降雨強度である。実験中の周辺土壌の吸引圧変化を測定するテンシオメータの埋設位置を図2に示す。また、合計8回行った注入実験の各条件を表1に示す。

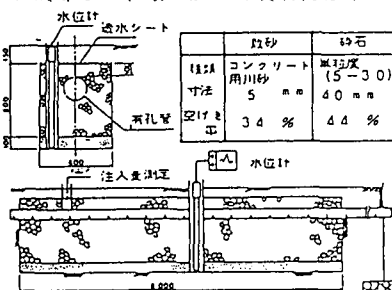


図1 対象トレンチの概要

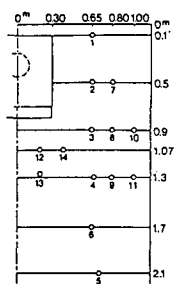


図2 テンシオメータの配置

表1 実験条件

実験日	CASE	注入時間	総注入量	散水
81.8.11	A	3 hr	9.41 l	X
81.12.9	B	4	8.20	X
82.4.9	C	8	11.00	X
82.7.8	D	3	5.60	X
83.9.14	E	375	7.92	X
83.10.18	F	4	7.13	O
83.10.24	G	4	6.61	O
83.10.25	H	4.41	6.74	O

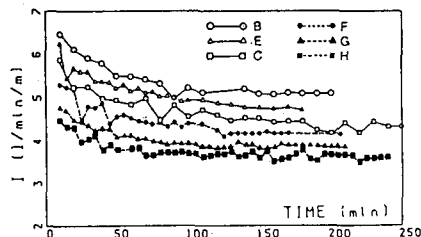


図3 浸透能の時間変化

3. 浸透能の時間変化及び初期土中水分との関係 図3は定水位注入実験の測定結果も、トレンチの長さ当たりの浸透量の時間変化として表わしたものである。散水を伴う注入実験において、終期浸透量が無散水実験より最大3割程度小さくなる。また、各実験も比較すると、初期浸透能における高低の差が終期に至るまで保存されている点が注目される。この要因として考えられるトレンチ周辺の土中水分条件が浸透能に与える影響について考察する。周辺土中水分条件の一つ指標として、本稿では、空隙率(飽和含水率-実験前の含水率)を用いることとした。図4は各実験における空隙率の深度方向分布を示す。これより、実験B、E、...、Hの順に周辺の土壌が乾燥していることがわかる。この順序は図3の高低の順とほぼ一致している。これより、現実的な時間範囲では土中水分が終期浸透能の境界条件として影響をもつと考えられる。また、浸透能が安定したとみせる経過時間に注目すると、初期浸透能の差異にかかわらず3時間前後となっている。

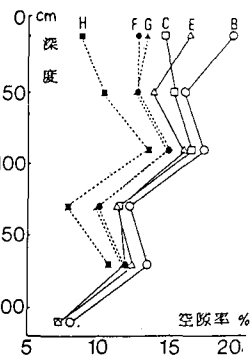


図4 空隙率の深度方向分布

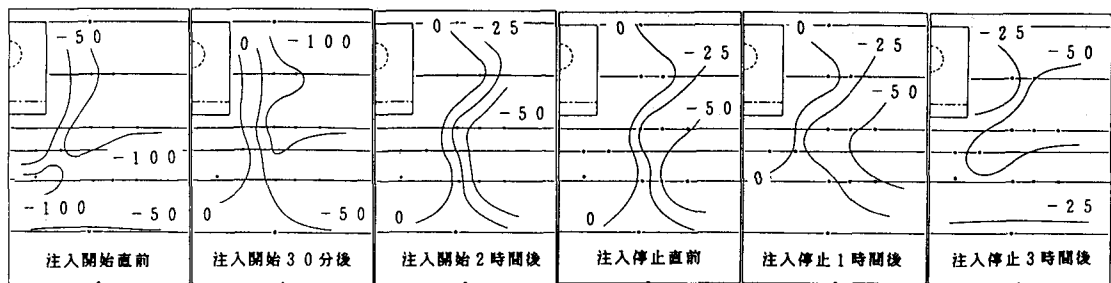


図5 実験Eの土中吸引圧分布の時間変化

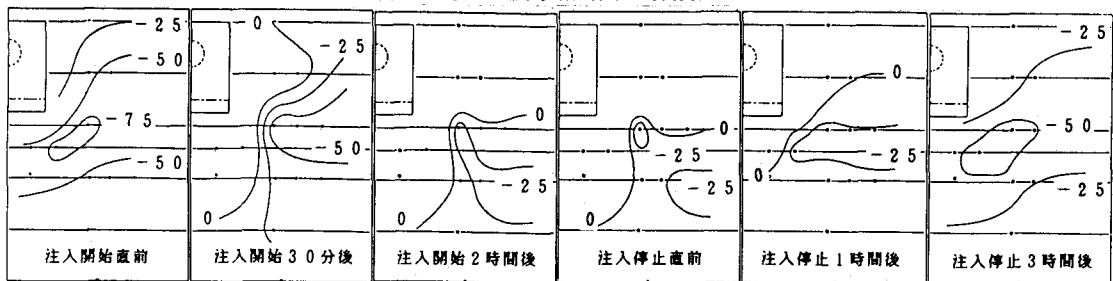


図6 実験Hの土中吸引圧分布の時間変化

4. トレンチ周辺の土中吸引圧の時間変化

4-1. 注入実験中の挙動 図5にトレンチ周辺の地表に散水を行わなかった注入実験Eの土中吸引圧分布を示し、図6に散水を行った実験Hのそれを示す。図中、値が0の部分には飽和状態であることを示している。トレンチ周辺の吸引圧は注入開始直後に急激な変化を示し飽和域が形成されるが、2～3時間後には飽和域はあまり拡大しなくなり注入停止までその状態を維持する。これは、浸透能が3時間前後で安定するのと時間的に符合する。次に、散水実験時と無散水実験時における飽和域の拡大範囲を比較すると、散水時ではトレンチ側方の水平方向全域に深度90cm前後まで飽和しているのに対し、無散水時では側方70cm程度までしか飽和域が及んでいない。この差は散水時においては地表からの浸透がかなり多いことに起因する。しかし、トレンチ下方における飽和域は両者間にはほとんど差はみられない。降雨時には地表からの雨水の浸入によりトレンチ側方からの浸透量はかなり減少するが、底部からの浸透量は実験に用いた降雨量程度ではほとんど影響を受けないと考えられる。これらのことから、降雨による地表からの浸透の影響を受けずにトレンチの機能を有効に活用するには、深部にトレンチを設けることが望ましいといえる。

4-2. 注入停止後の土中吸引圧の回復 図7(a), (b), (c)に、注入停止時刻を原点として各深度の土中吸引圧の回復状況を示す。各深度について、経過時間の対数と吸引圧の関係には直線的な関係が見られ、その勾配は散水、無散水にかかわらず深度毎にほぼ一定のようであり、深度が浅い50cmでは、重なり排水が完了したと考えられる吸引圧 $-100\text{cmH}_2\text{O}$ (pF2)に2～3日で達し安定するが、深度が深いものほど吸引圧の回復速度が遅くなっている。1981年11月から1983年10月のテンシオメータ自記観測によれば、深度170cmでは約3ヶ月の暴雨期間の後の2月下旬に吸引圧が $-100\text{cmH}_2\text{O}$ に近づいたのを除いて、3月～11月の間では吸引圧は $-60\text{cmH}_2\text{O}$ (pF1.8)程度までしか回復していない。

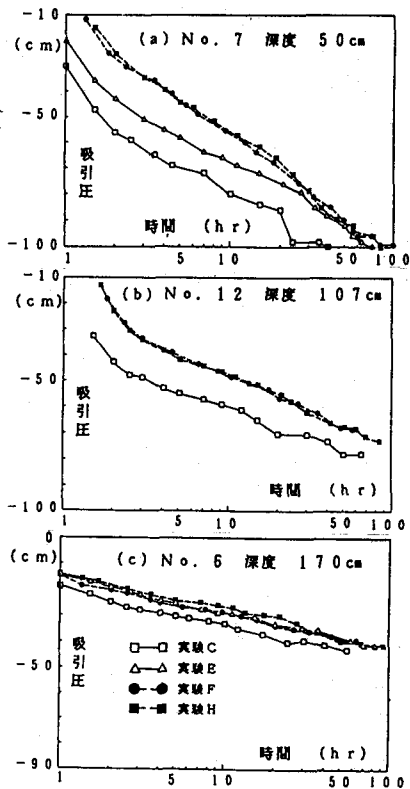


図7 注入停止後の土中吸引圧の時間変化