

# 雨水浸透施設の現地模型における不飽和帯水分等の自動計測システム

Automatic Measuring System for Soil Moisture around the Field Models of Stormwater Infiltration Facilities

虫 明 功 臣\*・岡 泰 道\*・小 池 雅 洋\*  
田 村 浩 啓\*・藤 原 道 正\*\*・屋 井 裕 幸\*\*

Katumi MUSIAKE, Yasumiti OKA, Masahiro KOIKE  
Hiroaki TAMURA, Mitimasa HUZIWARA and Hiroyuki OKUI

## 1. ま え が き

都市域における雨水浸透処理は、洪水流出抑制だけでなく、地下水涵養の促進、non-point sourceからの汚濁流出の制御など、水文環境の保全の面からの効果も期待され、また用地・コストの面でも他の手法に比べて有利であることから、近年都市域の雨水対策技術として脚光を浴びている。しかし、これを実用化するには、施設の設置地盤に即した浸透性能の評価ならびに目づまり対策などの維持管理手法を確立することが重要な課題である。

これらの課題を明らかにすることを目的として、当研究所千葉実験所構内の屋外の関東ローム地盤に実大規模の各種浸透施設模型（自然地盤の浸透トレンチ、盛土地盤の浸透トレンチ、浸透井、浸透池）と目づまり対策としての濾過層を設置するとともに、施設への雨水の流・出入量および浸透水の挙動を継続観測できる自動計測システムを配備した。図1に浸透施設模型等の全体的配置を示す。本稿では自動計測システムに焦点をあて、その概要について述べる。

## 2. 計測項目とその方法

### 2.1 不飽和帯内の吸引圧

不飽和帯吸引圧の測定装置の代表的なものとしてテンシオメータが挙げられる。このテンシオメータに圧力センサーを取り付け、アンプを通じてデータを取得するという方法が一般的であるが、1チャンネルあたり15万円以上もかかり、多くのチャンネルを必要とする場合は実用的でない。そこで、本研究では圧力検知器として廉価でしかもアンプの不要なポテンシオメータを採用し、テンシオメータと直結することにより、チャンネルあたりの単価を約5万円程度に抑えた。その構造を図2、3に示す。土中に埋設したテンシオメータ（ポーラスカップ）と、水タンク（空気溜め）をつけた負圧用ポテンシオメータとをシンプレックスチューブで接続し、脱気水を満たして、吸引圧の変動を出力電圧の変化として取り出す。ポテンシオメータの出力電圧と負圧（吸引圧）との関係は図4のように直線的になっており、十分な精度を有していることがわかる。

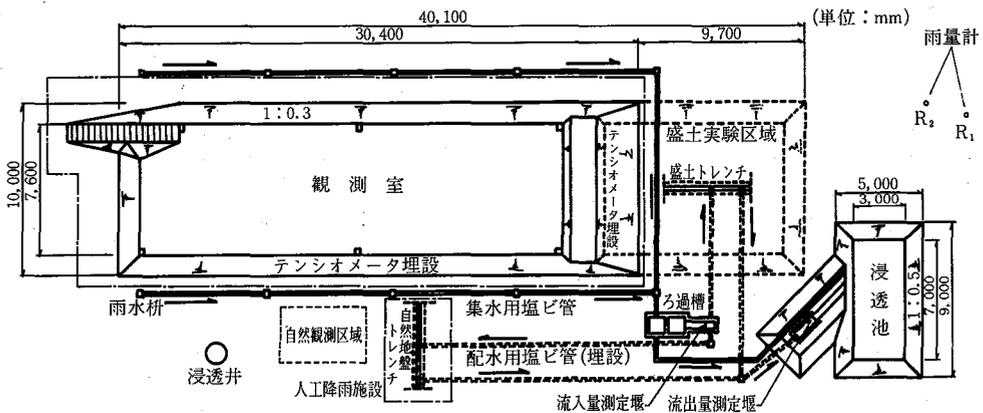


図1 浸透施設模型の全体的配置

\* 東京大学生産技術研究所 第5部

\*\* 東急建設株式会社土木技術部

研 究 速 報

従来のテンシオメータは本体内容体に水を満していたが、ここでは溶存空気量を最小限に抑えて水抜けを防止するため、先端部と受感部とを細いチューブで直結するという工夫を凝らした。図5～7に示すようにテンシオメータは自然地盤、切土トレンチおよび盛土トレンチの三か所にそれぞれ21, 34, 29点の計84点設置されている。地表面からの埋設にはハンド・オーガを、法面からの埋設には電動のパイロット・オーガをそれぞれ用いた。

地表面からテンシオメータを埋設する場合、深度が深くなるにつれて先端部のポーラスカップと地表面との水頭差は大きくなり、水ぬけの発生頻度が高くなるとも

に測定精度が低下する。したがって、長期観測を行うためにはこの水頭差をできるだけ小さくする必要がある。筆者らの経験では、信頼できるデータを得るための水頭差の上限は2m程度である。当実験区では一面を地下4mまで掘り下げ、テンシオメータを法面から斜めに挿入して水頭差を減ずることにより、深度6m付近までの計測を可能にしている。なお法面は、水分蒸発および崩壊を防止するため厚さ5cmのモルタルを吹き付けた。

ポテンシオメータの仕様は、測定範囲0～-1kg/cm<sup>2</sup>、全抵抗値1kΩ、出力電圧5Vとなっている。吸引圧の測定精度はA/D変換器の分解能に支配されており、±3.9cmH<sub>2</sub>Oである。

2.2 水位

水位流量測定地点は浸透トレンチ内、流入量測定堰、流出量測定堰の三点である。堰は切欠角30°の三角堰を用いた。測定装置はいずれも半導体圧力センサー方式で、水圧を出力電圧に変換することにより水位を計測する。この水位計には大気圧補正管が付いており、測定範囲は

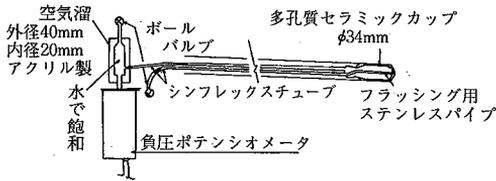


図2 不飽和帯水分測定装置

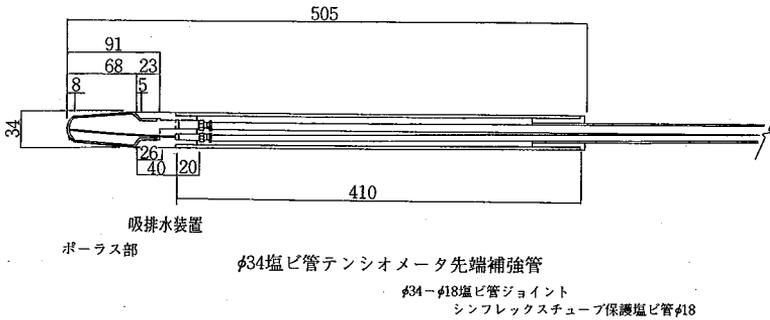


図3 テンシオメータの構造

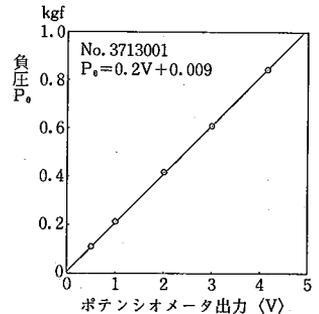


図4 ポテンシオメータ出力電圧と負圧との関係

- 地表設置
- 壁面設置

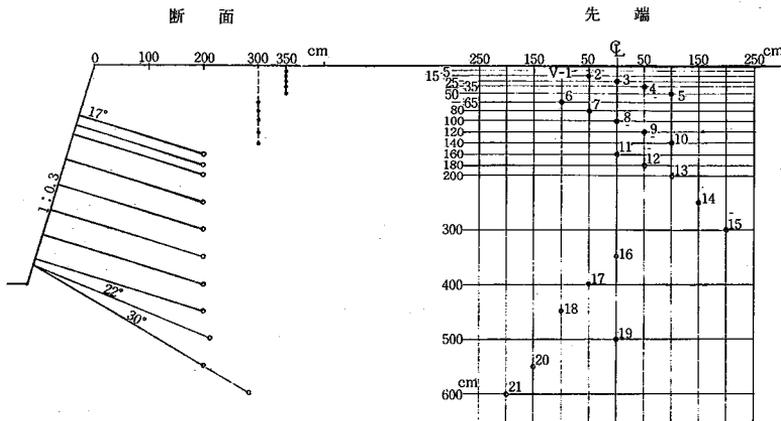


図5 テンシオメータ設置図 (自然地盤)

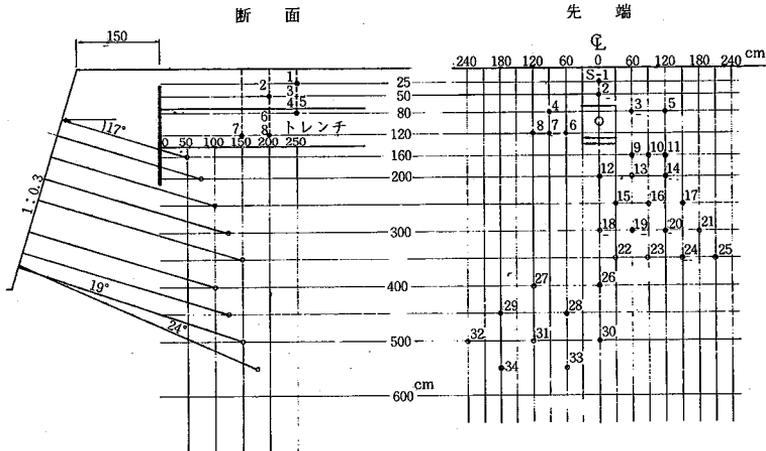


図 6 テンシオメータ設置図 (切土トレンチ部)

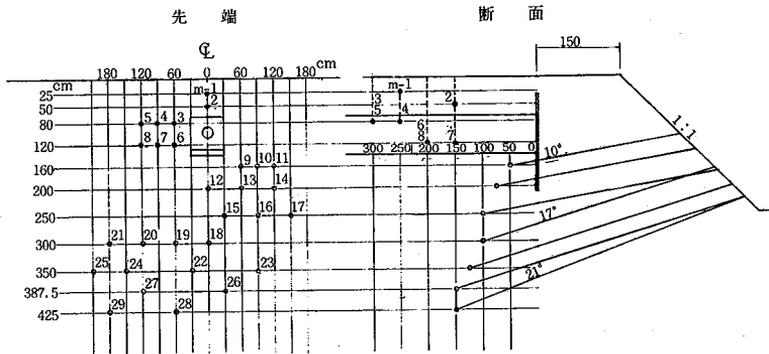


図 7 テンシオメータ設置図 (盛土トレンチ部)

トレンチ内用が 0~50 cm, 三角駆用が 0~1 m となっている。測定精度は圧力センサーの精度に支配され, 前者が 1.25 mm, 後者が 2.5 mm となっている。

2.3 雨量

雨量は 0.5 mm の転倒柵型隔測雨量計を 2 か所に設置して観測している。設置場所を図 1 の R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub> で示す。R<sub>1</sub> は地表から約 1.5 m の位置に, R<sub>2</sub> は本体を地中に埋設し受水口を地表面と同じレベルにしてある。後述するように柵の転倒に伴うパルスコンピューターにより自動カウントする方式をとっているため, 任意の時間間隔の雨量データが得られるが, ここでは 1 分としている。

3. 観測記録収集システム

3.1 システムの概要

実験施設の計測システム構成を図 8 に示す。観測室内に端子箱を置き, 各計測器からのリード線を中継して, そこからビニール多芯コード (16 芯 1 本, 12 芯 5 本, 8 芯 1 本, 長さ 100 m) を計測室内の端子箱まで引いている。

ポテンシオメータの出力は 64 チャンネル 8 ビットの

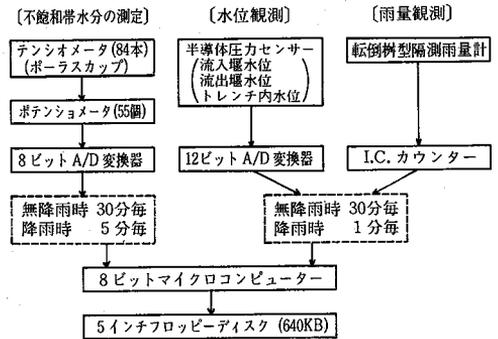


図 8 計測システムの構成

A/D 変換器により, また水位計の出力は 16 チャンネル 12 ビットの A/D 変換器によりデジタルデータに変換される。雨量データは 0.5 mm 転倒柵の一回転倒ごとにパルスがカウンター ( $\mu$ PD 8253) に送られ, 累積雨量としてカウントされる。

これらすべてのデータは計測室内の 1 台のマイクロ

## 研究速報

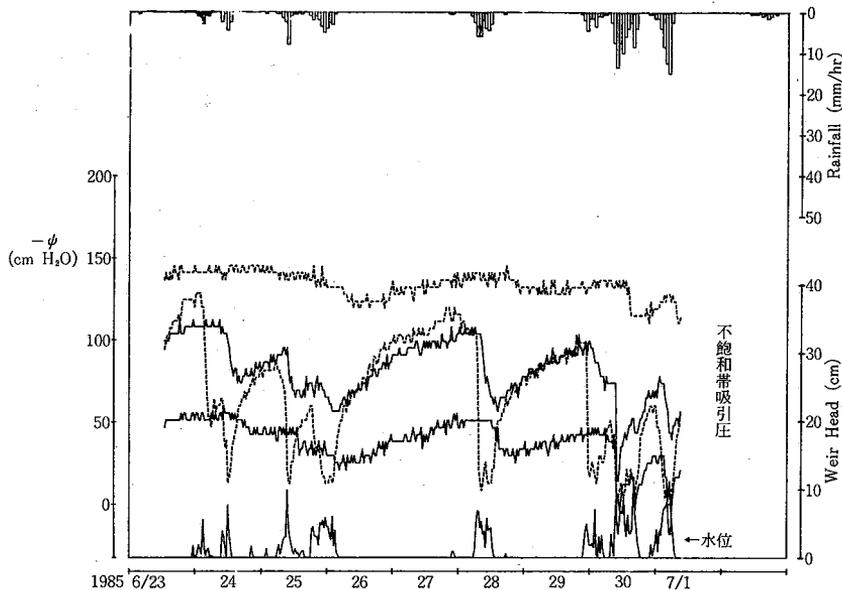


図9 観測成果の例

ンピュータ(8ビットCPU)に入り、5インチ・フロッピーディスクに記録される。この計測室には、水位計用の入力電源、出力増幅器3チャンネル分、およびポテンシオメータ用の小型直流化電源(出力5V)6個も収納されている。

この計測システムは'84年9月から稼働している。

### 3.2 システムの特長

本計測システムの特長は以下のとおりである。

- 1) 計測時間間隔は無降雨時で30分、降雨時で不飽和帯吸引圧が5分、水位と雨量が1分となっている。この時間間隔は流入量測定堰およびトレンチ内水位の増減、あるいは雨量の有無によって自動的に切り替わる。
- 2) 大量のデータが集積されるが、各データは2バイトの文字列としてディスクに記録されており、雨が降り続いた場合でも1週間分、無降雨が続いた場合には7週間分のデータが連続して収納できる。
- 3) データ収集はディスクの定期的な交換のみで、だれにでも簡単にできる。
- 4) 1分ごとのすべてのデータが室内のディスプレイ装置に表示されているため、随時状況を把握することができる。
- 5) 補助発電装置等がないため停電の際の欠測は止むをえないが、停電回復後は自動的に計測が継続されるようになっている。

## 4. 観測記録の整理と観測成果

### 4.1 観測記録の整理

定期的回収されたディスクは当研究室に持ち帰り、次の手順で整理される。

- 1) ディスクに記録された数値をそのまま取り出し、全データのリストを作成する。
- 2) 各測定項目ごとに、不飽和帯吸引圧・水位・雨量をそれぞれcmH<sub>2</sub>O, cm, mmの単位に換算したリストを作成する。
- 3) X-Yプロッターを用いて、各測定値を図化し、データのチェックを行う。
- 4) 長期(30分ごと)と短期(5分, 1分ごと)のデータを分けて、所定のディスクに所定の様式で格納する。長期のデータはディスク交換を境とした一つずつのデータ・ファイル、短期のデータは一降雨単位ごとの一つのデータ・ファイルとなっている。

### 4.2 観測成果

図9に観測成果の一例を示す。これは'85年6月23日から7月1日までの9日間の自然地盤の不飽和帯吸引圧の変化および浸透トレンチへの流入量の変化を表している。降雨に伴う吸引圧の低下とその後の回復状況がよく捉えられていることがわかる。

## 謝 辞

本計測システムの設計・製作にあたり、本研究所第5部龍岡研究室ならびに試作工場電子機器工作室より多大な協力を得た。記して謝意を表します。

(1985年9月4日受理)