

III — 1

非定常浸透流に対する細管網モデル法の応用について

東京電力 (株)

一畑好充

全 上

伊藤金通

非定常浸透流に対する実験的な解法としては、従来より、Heile-Shawモデル、砂モデル、その他が考えられている。しかし、Heile-Shawモデルは、平行板の間隙を一様に作成することがむづかしく、一方砂モデルには、毛細管中の流れの影響が大きく、これを取り除くことはきわめて困難とされている。このような従来方法の欠点を補う方法として、1970年、松尾、河野により細管網モデル法が開発され、地下ダムの浸透流問題に適用された¹⁾。本稿は、この方法をフィルダムにおける貯水位の降下速度と、堤体内の非定常浸透流問題に応用し、モデルとしては、水位低下区間ゾーンのみを対象として実験的な検討を行なったものである。なお一般にフィルダムは、透水係数の異なる種々のゾーンから構成されるので、モデルの境界条件の設定については、貯水位変動△t時間内では、水位が変化しないと仮定し、逐次、浸潤面形状およびポランシヤル分布を求めていく電気相似逐次法により、検討を行なった。

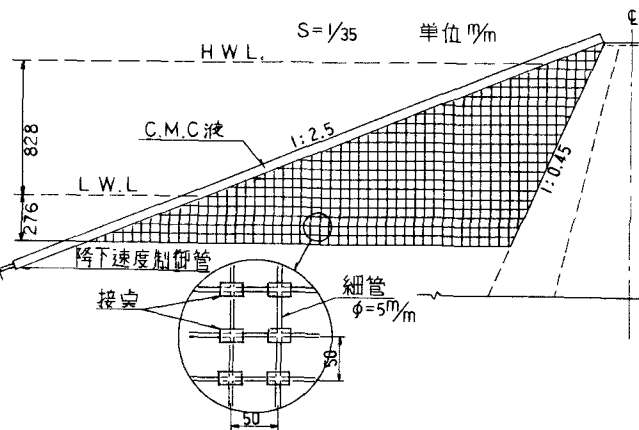
1. 貯水位の降下速度と堤体内の非定常浸透流 (細管網モデル法による)

1-1. 細管網モデル法

細管網モデル法は、Newton粘性を示す粘性流体が、細管内を流れる場合の基礎方程式と、堤体内の浸透流の基礎方程式とが同形であることを利用したものである。

図-1 細管網モデル

図-1に示す通りである。図-1のモデルは、フィルダム内の上流水位低下区間ゾーンのみを対象としたものであり、このゾーンと境界をなす上流シェルゾーン およびL.W.Lより10m下のシェルゾーンは、完全不透水層と考え、完全に水の条件を与えた。モデルは、φ5mmの塩化ビニール管を5cmの格子に組み立て格子網の細管に粘性流(CMC液)を与え、堤体内の浸透流に模擬させた。また、上流貯水位の変動速度は、貯水池モデルと連通している管を手動で操作し制御した。なお、細管網モデルテストの時間の縮尺は、次の様に示される。



$$t_m = \frac{\beta_m}{\beta_p} \cdot \frac{k_p}{k_m} \cdot X_r \cdot t_p$$

ここに、 t_m : 模型の時間、 t_p : 原型の時間、 β_m : 模型の間隙率、 β_p : 原型の間隙率、 k_p : 原型の透水係数、 k_m : 模型の透水係数、 X_r : 模型の縮尺、 $\frac{k_m}{\beta_m} = \frac{\gamma_f}{16\pi\mu}$ 、ここに、 γ_f : 流体の単位体積重量、 μ : 流体の粘性係数

なお、浸潤面形状の測定は、4箇所メジャーを取り付け、10sec毎に測定を行なった。

1-2. 実験結果

図-2, 3には、水位低下区画ゾーンの k をそれぞれ 10^{-1}cm/sec , 10^{-3}cm/sec とした場合の経過時間 T と、浸潤面水位 H の関係を示したものである。図より、いずれのケースにおいても浸潤面水位と貯水位の差は、時間と共に大きくなり、貯水位が停止すると、以後、水位差は減少し、水位が降下し終った時侯で最も大きい向滲水圧が残存する。

図-4には、貯水位降下速度と、貯水位が降下した時侯での浸潤面水位 (H_{max}) の関係を示したものであり、降下速度が速く、また透水係数が小さい程、浸潤面水位の残存は大きくなる。

2. 種々のゾーンより構成される場合の非定常浸透流 (電気相似逐次法による)

一般に、透水係数の異なるゾーンより構成される場合の、非定常浸透流の解析は、相似律上の問題が明確でなく、困難とされているが、ここでは、貯水位変動 Δ も時間内では、境界値が変化しないと仮定して、逐次、浸潤面およびポテンシャルを求める電気相似逐次法により求めた。実験装置は、図-5に示す通りであり、モデルは電媒紙 ($4.80 \times 10^{-4} \text{u}$) に、D-362, SH-3 L等を所定の電導度が得られるように、シンナーで適量混合した電導液をエアークラフトで塗布し、作成した。

図-6は、水位低下区画の $K=10^{-1} \text{cm/sec}$ で貯水位降下速度が、 4.14 cm/sec の場合の貯水位が降下し終った時侯での浸潤面形状、および堤内のポテンシャル分布の状況を示したものである。水位低下区画部の浸潤面形状は、細管網法の結果と比較し、大差はなかった。すなわち、フィルター、コア、シェル等が 10^{-3}cm/sec 以下程度の小さい場合、水位低下区画の浸潤面形状に、ほとんど影響は与えないものと判断される。

図-5 電気相似モデル

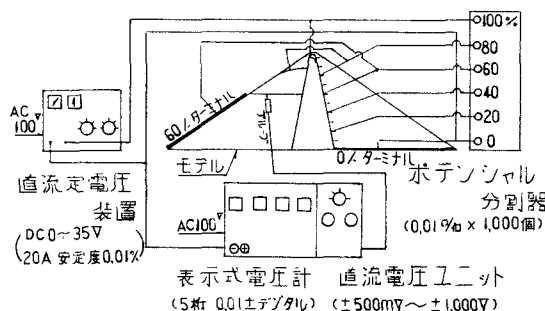


図-2 経過時間と浸潤面水位の関係

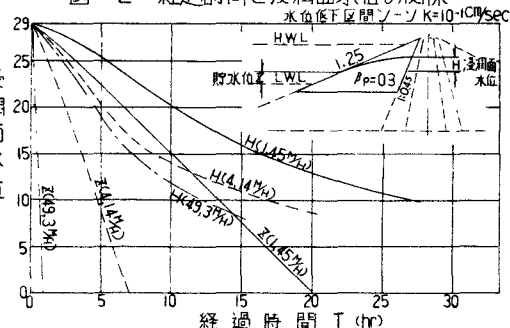


図-3 経過時間と浸潤面水位の関係

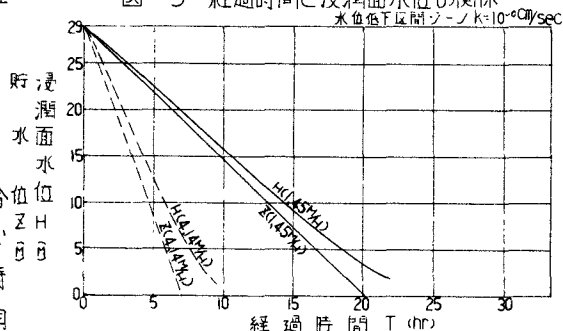


図-4 貯水位降下速度と浸潤面水位の関係

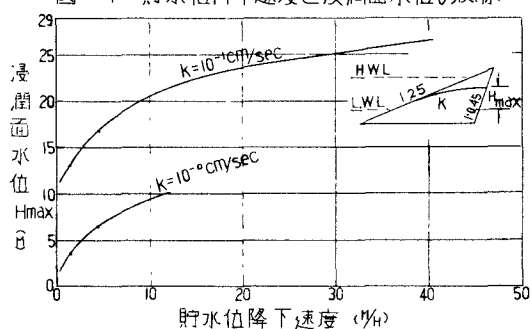
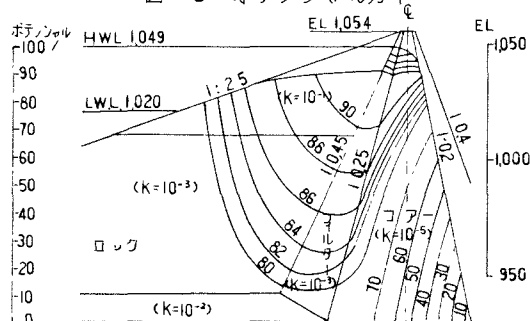


図-6 ポテンシャル分布



- 参考文献 1)松尾、河野；地下止水壁による地下水規制の実験的研究，土木学会論文集 第178号，1970. 6
2)本島；堤体内非定常浸透流の実験的解法，電研土木講演会講演概要集，第12回，1970.