

雨水の鉛直浸透のモデル化に関する一考察

広島大学工学部 正員 金丸昭治
 広島大学工学部 正員 三島隆明
 野村不動産(株) 藤岡正義
 大 阪 市 正員 ○江口清司

1. はじめに、雨水の鉛直浸透現象を大別すると、飽和的な性質の強い現象と不飽和性の卓越する現象に分けられる。

ここでは、これらの各浸透状態に関する *Hele-Show* モデルを用いた実験を行ない、現象の特徴を把握し、簡便な解析を行なう場合の考慮すべき事項について定性的な検討を行なった結果について述べる。

2. *Hele-Show* モデルについて 間隙 w の平行板間における流動の層流を基本にした *Hele-Show* モデルと *Darcy* 則に従う流動との類似性より、透水係数 k は (1) 式のように表わされる。従って、間隙を楔型にすることにより種々の透水性を有する流動場を形成することが出来る。

3. 実験装置および方法

$$k = \frac{g w^2}{12 \nu} \quad \dots (1)$$

実験に用いた *Hele-Show*

モデル 装置は、2枚のガラス板(長さ:50cm, 幅:40cm, 厚さ:10mm)を楔状にセットして出来る間隙 ($w=0 \sim 0.5\text{mm}$) に水道水(20℃水:動粘度 $\nu=1.0 \times 10^{-6} \text{m}^2/\text{s}$, 表面張力 $\sigma=73.0 \text{mN/m}$) とグリセリン液(20℃原液:動粘度 $\nu=1.18 \times 10^{-3} \text{m}^2/\text{s}$, 表面張力 $\sigma=63.4 \text{mN/m}$) とを調合した液体を、雨滴状態(0.015cc/5min)ならびに湛水状態(10mm)

で供給し、浸透状況の時間的な変化をガラス側面よりトレースした後写真撮影し、解析した。

4. 結果および考察

図-1 は、間隙 $w=0.07, 0.25, 0.50\text{mm}$ の各位置から、また、図-2 は、同様に $w=0.04, 0.15, 0.20\text{mm}$ の各位置から液滴を連続滴下した時の流動の軌跡である。

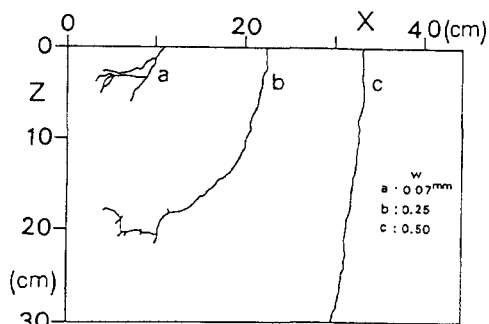


図-1 滴下実験 I

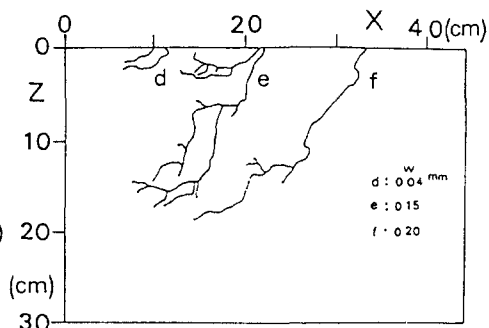


図-2 滴下実験 II

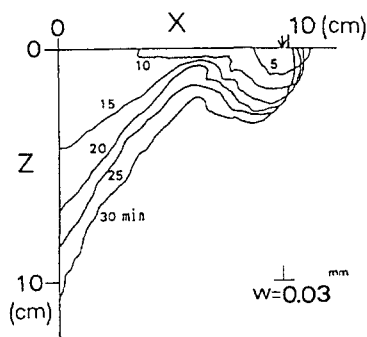


図-3 滴下実験 III

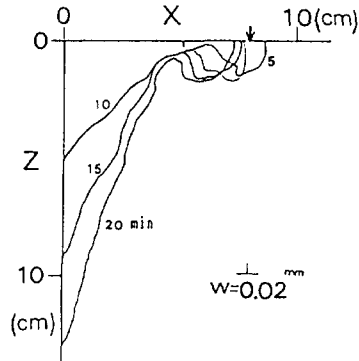


図-4 滴下実験 IV

これらの図から分かるように
 $0.5 < w$ の場合には、液滴は、ほぼ鉛直に浸透し、 $0.05 < w < 0.25 \text{ mm}$ の範囲では w が小さいほど浸透液は早い時期から小空隙の方へ引きつけられる傾向が現われる。

また、図-3 および図-4 は、 $w = 0.03$ と $w = 0.02 \text{ mm}$ の位置から同様な方法で滴下した時の浸透域の拡大する状況を示したものである。

これらの場合には、表面付近で一時滞留した後、急速に小空隙の方へ移動しながら浸透する。

以上の結果より、 $w = 0.03 \text{ mm}$ 以下の部分に液滴状態で供給された液体の浸透は、小空隙を優先的に満たした形で浸透するものと考えることが出来る。

一方、写真-1 および写真-2 は、右端の間隙 $w = 0.32 \text{ mm}$ とし、下端を自由開放にした時の湛水状態における浸透状況の時間的变化、ならびに下端を閉塞した場合の状況変化を示したものである。

また、図-5 および図-6 は、これら各実験の代表間隙 ($w = 0.27$ (右寄), 0.16 (中央), 0.07 mm (左寄)) の鉛直線上におけるウェッティングフロントの進行速度すなわち代表の浸透速度の時間的变化を示したものである。

写真-1 および図-5 より、下端を開放した時の浸透は全域でスムーズな浸透を提しており、鉛直方向の一次元的浸透傾向が卓越した流れになると考えることが出来る。

また、下端閉塞時の場合は、写真-2 に示すように、湛水開始18分以降、間隙の大きな右寄りの部分から内部の空氣の放出が間欠的に続くが、空氣が最右端から少し内側の位置から放出されたのは、右端壁の影響を受けたためと考えられる。

さらに、図-6 と図-5 を比較して分かるように、空隙の小さな部分ほど、内部空氣の閉塞による影響を受けにくいことが分かる。

4. あとがき このモデル実験によって浸透現象の基本的な性状を把握することが出来た。今後、この結果を基に浸透現象のモデル化を行ない、簡易な解析法を検討していく予定である。なお、詳細については講演時に述べる。

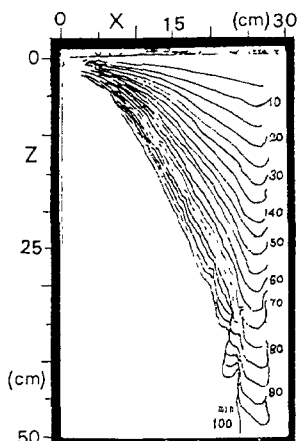


写真-1 湛水実験(下端開放時)

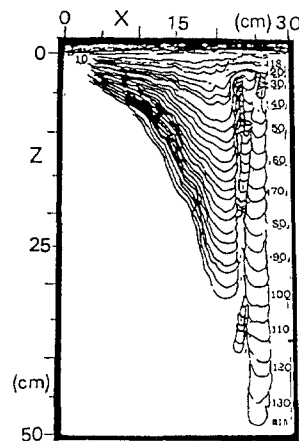


写真-2 湛水実験(下端閉塞時)

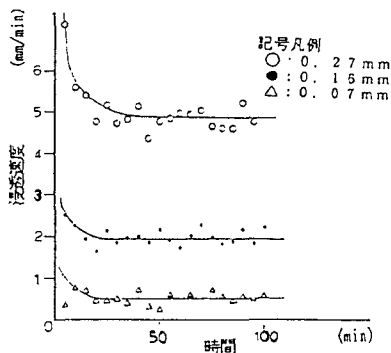


図-5 浸透速度の比較(下端開放時)

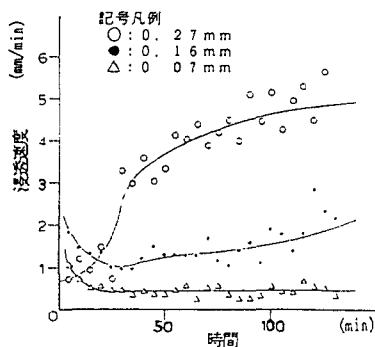


図-6 浸透速度の比較(下端開放時)