

ダム取付け部の迂回浸透に関する実験(III)

愛知工業大学 土木工学科 正会員 ○木村 勝行

ゝ 大根 義男

ゝ 伊藤 孔一

1. まえがき

貯水池の建設によりダム取付け部の地山内に浸透流が起る。この浸透流は堤体の取付け部を迂回する、いわゆる迂回浸透と別の谷や河川へ向うものとの組合わせである。後者の流れは2次元的な取扱いもできるが、前者の迂回浸透流は3次元流として取扱わねばならない。しかも流れが大きくなると曲することや上下流の水位差が大きいことなどから Forchheimer 則が適用できず理論解を得ることは困難である。著者らはこのような3次元浸透流についての模型実験を行ない、その実験結果と2次元浸透流の理論解とを対比することにより、3次元浸透流の諸量を2次元浸透流の理論解から推定する方法を明らかにしてきた。ここでは半無限の浸透領域を有する3次元浸透流を模型実験により解析する場合の適当な模型寸法について検討した。

2. 実験装置および方法

実験装置の概略を図-1に示す。実験箱は厚さ10mmの亚克力樹脂板で作製した。浸透媒質には2.5mm~5.0mmのガラス球を、流体には潤滑油を用いた。この組合せにより透水係数 $k = 0.045 \text{ cm/sec (24°C)}$ に相当する浸透領域が得られる。毛管上昇高は約4mmである。浸透領域の大きさを図-1のT(地山の深さ)とb(流入出面長)で表わすと、実験したTとbの組合せは、① $b = 25 \text{ cm}$, $T = 45 \text{ cm}$ ② $b = 25 \text{ cm}$, $T = 35 \text{ cm}$ ③ $b = 25 \text{ cm}$, $T = 25 \text{ cm}$ ④ $T = 22.5 \text{ cm}$, $b = 40 \text{ cm}$ ⑤ $T = 22.5 \text{ cm}$, $b = 80 \text{ cm}$ の5種である。さらに各組合せについてS(地山への止水壁の侵入長)およびh(上下流水位差)をそれぞれ数種変えて実験した。また、下流側に浸出する流量は区分して測定できる。すなわち、上記①②および③については下流側浸出部はほぼ均等に8つに、④は4つに、⑤は8つにそれぞれ区切られている。

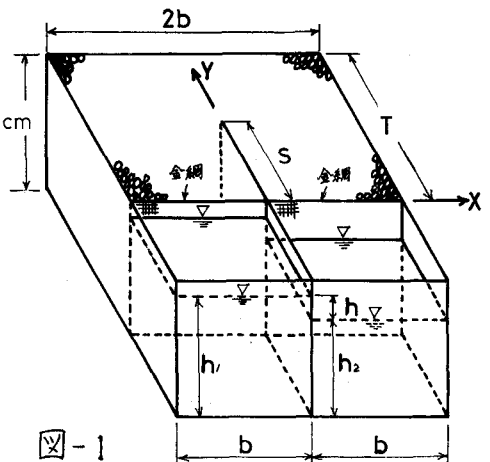
3. 2次元浸透流の理論解

図-1のような迂回浸透流は平面的には図-2となる。このような流れの系において下流側浸出面(X軸)のO点($x=0$)からX点($x=x$)までのOX面に浸出する単位 $a=45 \text{ cm}$ 奥行当りの流量 q_x は次のように求わる。

$$\frac{x}{b} = \frac{F(\sin^{-1} \sqrt{\frac{1-\beta^2}{1-\beta'^2}}, m)}{K_1(m)} \quad \dots\dots (1)$$

$$\frac{q_x}{kh} = \frac{F(\sin^{-1} \sqrt{\frac{1}{\beta'^2} (1 - \frac{\beta^2}{t^2})}, \beta')}{2K_2(\beta)} \quad \dots\dots (2)$$

ここに、 $\beta = \text{sn}(\frac{S}{b} K_1(m), m')$ or $\text{sn}(\frac{S}{T} K_1(m), m')$, $\frac{T}{b} = \frac{K_1'(m)}{K_1(m)}$, F : 第一種楕円積分, K_1 および K_2 : 第一種完全楕円積分である。(1), (2) 式から媒介変数 m を用いて



x と q_x の関係が得られる。また、単位奥行当りの全浸出流量 q ($x=b$ の時) は

$$\frac{q}{kh} = \frac{K_s(b)}{2K_s(b)} \quad \text{----- (3)}$$

となる。図-3は図-2の2次元流の q/kh と T/b および b/s との関係である。

4. 地山の深さが無限 ($T=\infty$) の場合

図-3中、破線は $T/b=2$ の線であるが、この線の右方は b と s が一定ならば T/s が大きくなっても浸透流量はほとんど増加しないことがわかる。

図-4は $b/s=2.5$ の場合における浸出流量の分布である。この図からも $T/b=1.8$ に対する浸出流量の分布は $T=\infty$ のそれとほぼ一致していることがわかる。全浸出流量の差もわずか0.8%である。

一方、実験により測定された止水壁から下流側 X の距離間に浸出する流量を Q_x とし、 $b/s=2.5$ ($b=25\text{ cm}$, $s=10\text{ cm}$) の場合についての実験結果を同じく図-4にプロットしてある。2次元流の理論解との対比から、地山の深さが無限な3次元浸透流においても $T=2b$ とすれば十分であることがわかる。

5. 流入出面長が無限の場合

図-5は T と s を一定としたときの $s/T=7/9$ の場合における図-2の2次元流の浸出流量の分布と b/T との関係を示している。図から $b/T=32/9$ の場合には浸出流量の分布が $b=\infty$ の場合とほぼ一致していることがわかる。図-5にはさらに実験の結果もプロットしてある。すなわち、 $s/T=7/9$ ($s=17.5\text{ cm}$, $T=22.5\text{ cm}$) の場合の浸出流量の分布を $b/T=16/9$ ($b=40\text{ cm}$, $T=22.5\text{ cm}$) と $b/T=32/9$ ($b=80\text{ cm}$, $T=22.5\text{ cm}$) の時についてプロットしてある。2次元流の理論解との対比から、流入出面長が無限な3次元浸透流においても $b=3T$ とすれば十分であることがわかる。

[参考文献]

木村大根 : ダム取付け部の迂回浸透に関する実験(I), 第11回土質工研, 1976

木村大根・藤本 : " (II), 土学会第30回年講, 1976

大根・木村 : ダムの浸透性について, 第11回石川947ダム施工技術講習会デフスト, 日本ダム協会, 1976

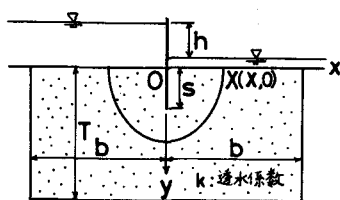


図-2

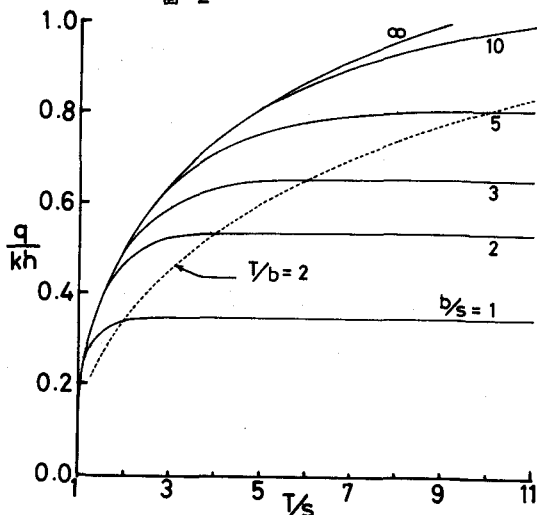


図-3

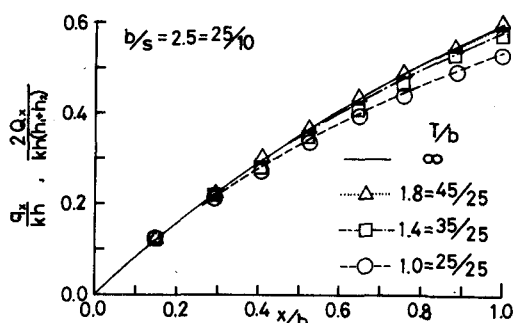


図-4 地山の深さと浸出流量の分布

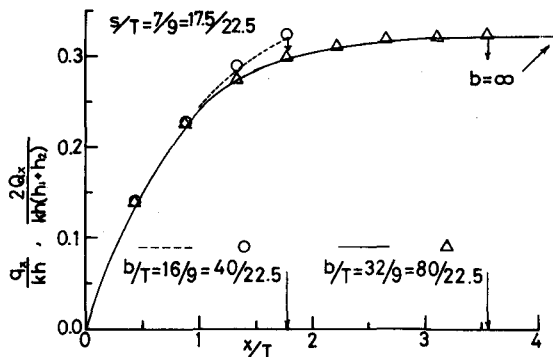


図-5 流入出面長と浸出流量の分布