

愛知工業大学

正員 ○木村 勝行

〃

〃

大根 義男

〃

学生員

佐藤 浩一

1. はじめに

長方形断面堤体が水平な2層から成る場合すなわち下層の透水性が上層に比べてかなり大きい場合は浸透流を上部の自由浸透流と下部の被圧浸透の2部分に分けて取り扱う方法が提案されている。しかし、上層の透水性が下層に比べて大きい場合についての提案はないようである。ここでは、後者の場合について粗粒子モデル実験を行ない、その実験結果と 1) 浸透流を上層と下層とに分けて取り扱う方法 2) 下層の厚さを上層と下層の透水係数の比を乗じた値とし、一様な透水係数の堤体に置き換える方法 の2方法による解析結果を比較し、この種の浸透に対する実用的な解析方法について検討したものである。

2. 実験材料および方法

堤体構成材料としてのガラス球は3種類使用し、直径はそれぞれ約 $d_1 = 2.5 \text{ mm}$, $d_2 = 3.5 \text{ mm}$ および $d_3 = 5.3 \text{ mm}$ である。流体には機械油を使用した。この組合わせにより透水係数(23.3°C時)が $k_1 = 0.0166 \text{ cm/sec}$, $k_2 = 0.0340 \text{ cm/sec}$ および $k_3 = 0.0730 \text{ cm/sec}$ に相当する透水層が得られる。長方形堤体の断面を図-1に示す。上層には d_3 径、下層には d_1 あるいは d_2 径のガラス球を使用した。堤体の長さ l は 40 cm と 60 cm の2種類、下層厚さは 5 cm , 10 cm , 15 cm および 20 cm の4種類である。水深は下流側を 0 cm とし、上流水深は下層厚さプラス 5 cm あるいは 10 cm から 40 cm まで数種類変化させた。

3. 流量算出式および浸出点

堤体の単位奥行当りの浸透流量は次の式により算出する。

1) の方法 $h_0 \geq t$ と $h_0 < t$ の場合に分ける。 $h_0 \geq t$ の場合は下層の上流面および下流流出面の水頭をそれぞれ h_0 および $t/2$ とする。 $h_0 < t$ の場合は図-1のC点より上流側と下流側で浸透流量は等しいという条件から求める。

$$h_0 \geq t: \quad q_1 = \frac{k' h_0 t}{l} + \frac{k h_0^2}{2l} \quad (1)$$

$$h_0 < t: \quad q_1 = \frac{k t^2}{2l c} = \frac{k \{ 2(h_0 - t)t + t^2 \} + k(h_0 - t)^2}{2l} \quad (2)$$

2) の方法

$$q_2 = \frac{k k_1^2}{2l} \quad (3)$$

ここに、 $k_1 = (h_0 - t) + t \frac{k'}{k}$ である。

浸出点については測定した浸出点高 h_0 を以下のように修正した値を

2) の方法により一様な透水係数に置き換えた堤体の浸出面高 h_0' とする。

$$h_0 \geq t: \quad h_0' = (h_0 - t) + t \frac{k'}{k} \quad (4)$$

$$h_0 < t: \quad h_0' = h_0 \frac{k'}{k} \quad (5)$$

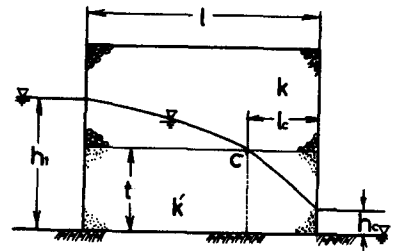


図-1

4. 実験結果および考察

図-2に実験による単位奥行当りの浸透流量 q と(1)および(2)式によ

り算出した q_2 の比を示す。図からある h_0 の値に対する q_2/q_1 の値には下層の透水係数の差異による相違はほとんど見られないことがわかる。さらに $h_0 < t$ と $h_0 \geq t$ の場合の q_2/q_1 の値の差もみられない。そして k , t および h_0 のどの組合わせについても h_0 の値が増加するにつれて q_2/q_1 の値は減少している。しかもこの減少の割合はどの組合わせについてもほぼ同程度であり、平均すると h_0 の値の1増加に対して q_2/q_1 の値は約0.05減少している。また、図-2を全体的に見た場合、 q_2/q_1 の値は0.9~1.1の範囲に分布していることからこの場合の浸透流量は(1)式および(2)式によりその概略値を知ることができる。

図-3には(3)式により算出した q_2 を用いて q_2/q_1 の値を示してある。図から $h_0 \geq t$ の場合に対する q_2/q_1 の値は0.9~1.1の範囲に分布しているが、 $h_0 < t$ の場合に対する q_2/q_1 の値は0.5~1.1の範囲に広く分布しており、 $h_0 < t$ の場合に(3)式を用いて浸透流量の概略値を求めた場合は流量を過小に見積もりすぎる可能性がある。また、 $h_0 < t$ の場合に対しては(3)式の適用は不適当であろう。 $h_0 \geq t$ の場合に対しては(3)式により浸透流量を推定することからできる。 $h_0 \geq t$ の場合についての q_1 と q_2 を比較すると q_1 の方がやや大きめの値を与える。

図-4は(4)式および(5)式による修正浸出面高 h_0' と h_0 の関係を示したものである。図中には(2)の方法により一様な透水係数に置き換えた長方形断面の堤体に対する浸出面高をKochina²⁾の厳密解を実線で、またCasagrande³⁾の方法によるものを破線で示してある。図から(4)式および(5)式により修正した浸出面高 h_0' はCasagrandeの方法によるものよりKochinaの解に近いことがわかる。しかし、実用的にはCasagrandeの方法を採用しても十分であるといえよう。

今後さらに種々の k , t , h_0 および q_1 などの組合わせに対する検討を行ない、各式の適用範囲を明らかにしていくつもりである。

[参考文献]

- 1) ペー・ペ・クリメントフ他(外尾他訳)：地下水の力学、丸善(1967)
- 2) Polubarinova-Kochina, P. Ya. : Theory of ground water movement, Princeton (1962)
- 3) 農林省農地局：土地改良設計基準、第3部 設計、第1編 フィルム(1966)

