

堤体内浸透流に対する Casagrande, A. の方法の適用性

愛知工業大学 学生会員 ○日高 和彦
愛知工業大学 正会員 木村 勝行
愛知工業大学 正会員 奥村 哲夫

1. はじめに

フィルダムや河川堤防では、貯水池や河川から堤体内を通して浸透が起こる．その浸透の浸出点が下流側法面に現れると浸透破壊が生じる可能性があるため、浸出点高を知ることは浸透破壊に対する安全性の検討のために必要である．また、フィルダムにおいては浸透する流量を合理的に見積もることは貯水池を計画するにあたってとても重要である．浸出点高や浸透流量を求める方法としてCasagrande, A. の方法が使われてきた．しかし、この方法は $\alpha=90^\circ$ 以降の適用性は明らかになっておらず、それ以降の適用性についても条件によっては精度が高くないことが明らかとなった．そこで本研究では、FEM解析と実験によりCasagrande, A. の方法の適用性を明らかにし、その結果から新たな係数 c を提案し、その結果がフィルダムや河川堤防を建設する際の基礎資料となることを目的とする．

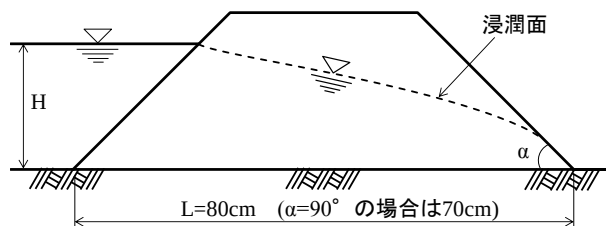


図 1 堤体の模式図

表 1 計算数値

堤体の長さ L (cm)	80 (70)
上流水深 H (cm)	10, 12, 16, 20 (8.75, 10.5, 14, 17.5)
角度 α ($^\circ$)	30, 45, 60, 75, 90, 105, 120, 135, 150, 165, 180

()内の数値は $\alpha=90^\circ$ の場合

2. 研究方法

2.1. FEM解析

解析の対象とする堤体の形状は、堤体の長さ $L=80\text{cm}$ ($\alpha=90^\circ$ の場合は $L=70\text{cm}$) で一定とする(図 1)．それ以外の計算数値は表 1 に示す．また、 $\alpha=30^\circ\sim 90^\circ$ の場合は堤体の上下流法面の傾斜角は同じで、 $90^\circ < \alpha \leq 180^\circ$ の場合は堤体の上下流法面の傾斜角を 30° とし、解析領域内は全て三角形要素で組み立て計算を行った．

2.2. 実験

堤体内浸透流の実験を行うにあたり、堤体の上流水深を自由に調整することのできる実験装置を作製した．

浸潤面形を測定するため、透明なアクリル板を使用し、毛管上昇の影響を少なくするため堤体はガラス玉を用いて作製し、潤滑油を用いて実験を行う．

3. 研究結果

3.1. 浸透流量

Casagrande, A. の方法で求めた浸透流量の適用性を図 2 に示す．図中の Δq は FEM と Casagrande, A. の方法の浸透流量の差で、 q_c は Casagrande, A. の方法の浸透流量である．図を見ると $L/H=4$ では、 $\alpha=60^\circ\sim 90^\circ$ の範囲で両者の相違は $\pm 5\%$ 未満にありほぼ一致しているが、それ以外の範

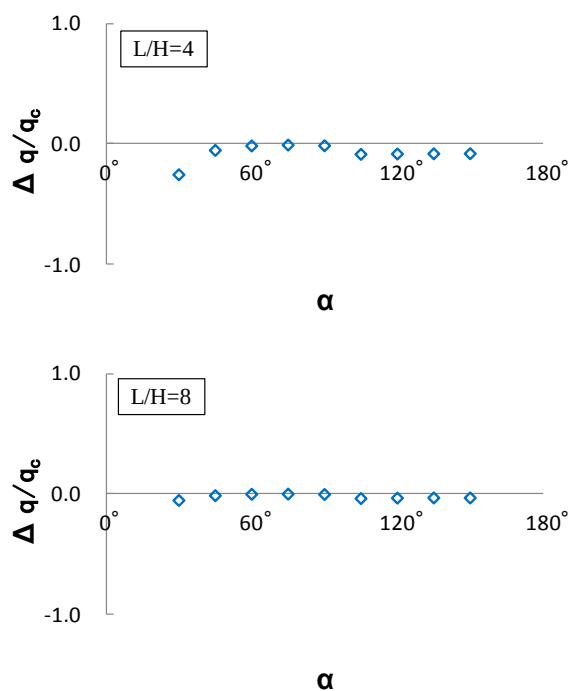


図 2 浸透流量

囲は $\pm 5\%$ 以上の相違が生じている。しかし、 $L/H=8$ では、ほぼ全ての範囲で両者の相違が $\pm 5\%$ 未満にありほぼ一致している。また、 $L/H=4$ 、 $\alpha=30^\circ$ 以外は両者の相違が $\pm 10\%$ 未満であることが分かった。このことから Casagrande, A. の方法で求める浸透流量は十分な適用性があるといえる。

3.2. 浸出点高

Casagrande, A. の方法で求めた浸出点高の適用性を図 3 に示す。図中の Δh は FEM と Casagrande, A. の方法の浸出点高の差で、 h_c は Casagrande, A. の方法の浸出点高である。図を見ると $L/H=4$ では、 $\alpha=30^\circ$ 以外は両者の相違が $\pm 5\%$ 未満にありほぼ一致しているが、 $L/H=8$ では、ほぼ全ての範囲で両者の相違が $\pm 5\%$ 以上になることが分かった。このことから Casagrande, A. の方法で求める浸出点高は L/H の値が大きい場合には適用できないことが分かった。

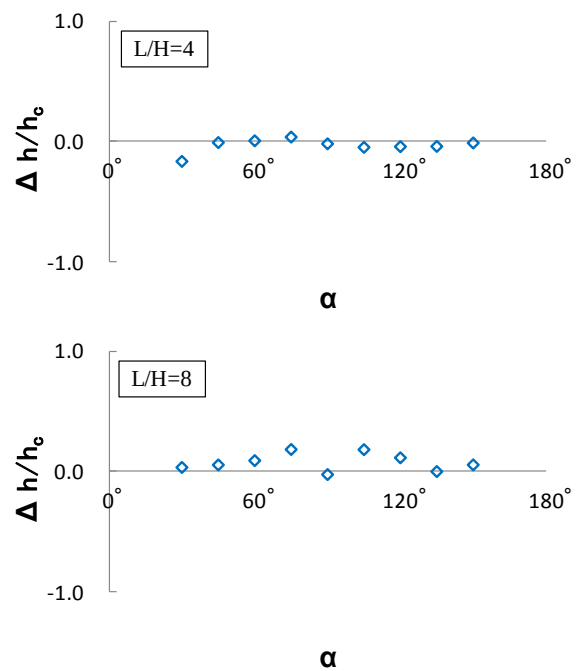


図 3 浸出点高の適用性

3.3. 本研究で提案する係数c

図 4 に FEM 解析の結果から求めた係数 c を示す。図を見ると FEM 解析の結果から得られた係数 c のほとんどが、従来から提案されている値よりも大きくなることが分かる。また、同じ α でも L/H の違いによって係数 c の値が変わってくるということが分かった。

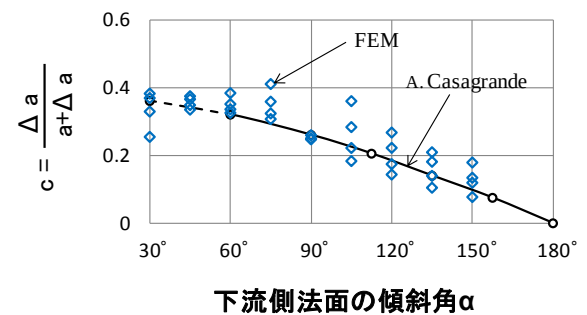


図 4 本研究で提案する係数 c

4. 結論

本研究では Casagrande, A. の方法の適用性と精度を高めるための方法として新たな係数 c の提案を FEM 解析を行って検討した。結果は以下のようにまとめられる。1)浸透流量はほぼ全ての範囲が $\pm 10\%$ 未満の相違であることから浸透流量の式の適用はほとんど問題がないものと考えられる。2)浸出点高については L/H の値が大きくなるにつれて両者の相違が大きくなることから条件によっては、浸出点高の式の適用は問題があると考えられる。3)係数 c は従来の値と同じような傾向を示したが、 L/H の違いによって値が変わってくるということが明らかとなった。実験がまだ終わっていないため実験結果を載せていませんが、発表時には実験結果も含めた結論を述べさせていただきます。

謝辞

本研究は科研費(23560599)の助成を受けたものである。

参考文献

- 1) 大根義男：実務者のための土質工学，技報堂出版，pp. 1-9，2010.
- 2) Casagrande, A. : Journal of the Boston Society of Civil Engineers, Boston Society of Civil Engineers, pp. 295-336, 1937.
- 3) 渡辺忠，吉武美孝：フィルダムの浸透流解析に対するCasagrandeの方法の適用性について，農業土木学会誌 第46巻 第5号，pp. 326-334，1978.