

Ⅱ-2 透水性の異なる二層間の自由水面挙動について

徳島大学工学部 正員 山上 拓 男
徳島大学工学部 学員 武 正 敏 男

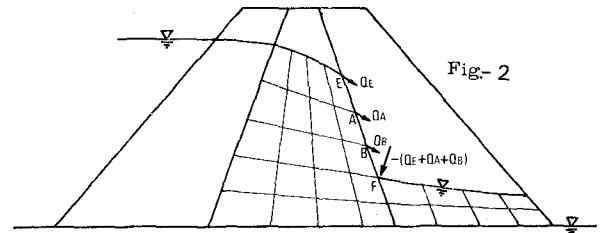
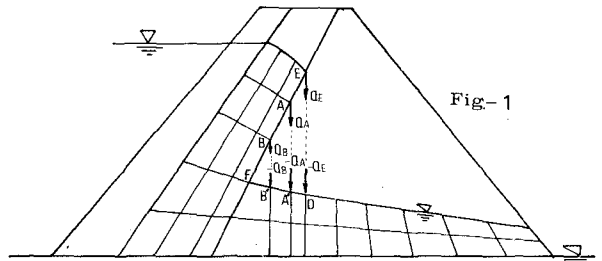
1. まえがき

有限要素法を用いて浸透問題を解く場合の問題点の1つに、透水性の大きく異なる二層間近傍の自由水面をいかに決定するかが指摘される。たとえば、コア一部とロック部のみで構成された理想化されたダムを考えた場合、下流側ロック部の排水能力に比べ、コア部よりの水の供給が少ないため、両者の境界面で自由水面が連続するとの条件で解析すれば、奇妙な形の自由水面が得られることはよく経験されることである。この難点を解消する簡単な方法は下流側ロック部の流れを無視することであり、通常用いられている手段である。

本報告は、問題を定常流れに限定し、上記のごとく透水性の大きく異なる二層間の境界面で自由水面が不連続性を認めた解法の定式化、ならびに、その応用例を提示したものである。

2. 不連続自由水面決定法

透水性が大きく異なる二層の境界面でその左右の自由水面に不連続性を許す、換言すると境界面上に新たな浸水面 EF の存在を許し、かつ系全体としての流量の連続性を保証するようなアプローチを試みた。以下に本解析法による自由水面決定法を簡潔書きで示す。

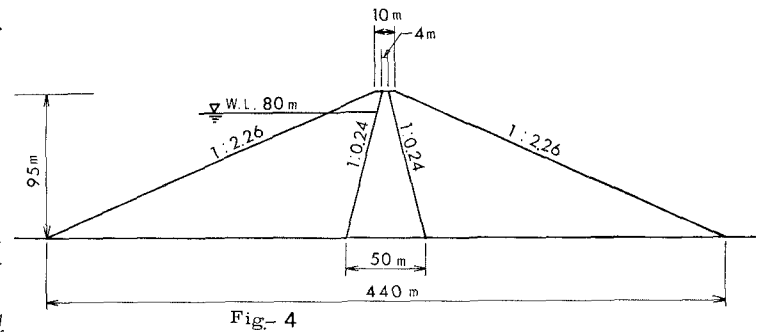
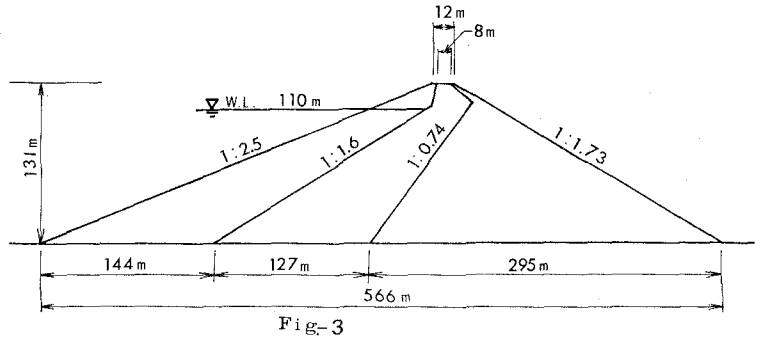


- 1) Fig-1, 2 に示すようにコアゾーンと下流側ロックゾーンについて自由水面を適当に仮定し、この上でポテンシャル既知として解析。
- 2) 上の結果を用いて境界面上および下流側法面上の浸出面の節点流出流量を算定。
- 3) 同じ解析領域で今度は自由水面、浸出面を流量既知の境界として再度解析。このとき境界条件として用いる流量は2) で評価した節点流量である。そしてこの段階で系全体としての流量の連続性を保証するために、多少の工夫を要するがこれに関しては次節で述べる。
- 4) 3) の結果求めた自由水面上の全水頭と位置水頭を比較し、収束しているかどうかを判定する。そして、収束していなければ、自由水面を修正したのち 1)~4) を繰返す。

3. 境界面における流量の連続性： 本研究の最大の特徴は、境界面で浸出面の存在を許すところにある。このとき浸出面 EF より流出した水量をどのように処理すればよいのが重要な問題となる。これについては Fig-1 の傾斜コア型ダムの場合、 EF より流出した水はそのまま鉛直下方に落下し、下流側自由水面上の FH (点 H は浸出点 E の直下) に流入すると考える。また Fig-2 の中央コア型ダムの場合、 EF より流出した流量はすべて下流側ロック部に再度流入するものと仮定する。これらによって系全体としての流量の連続性が保証されることになる。この過程を上記の反復段階3) と関連させて述べる。

1. 傾斜コア型ダムの場合： Fig-1 において、ある自由水面のもとで反復段階2) の結果求めた浸出面 EF 上の節点流出流量を Q_E, Q_A, Q_B とする。もちろんこのとき下流側法面上の浸出面の流出流量も算定するのであるが、この流量の処理については従来の解析と同じであるので割愛する。さて、同じ解析領域のもとで反復段階

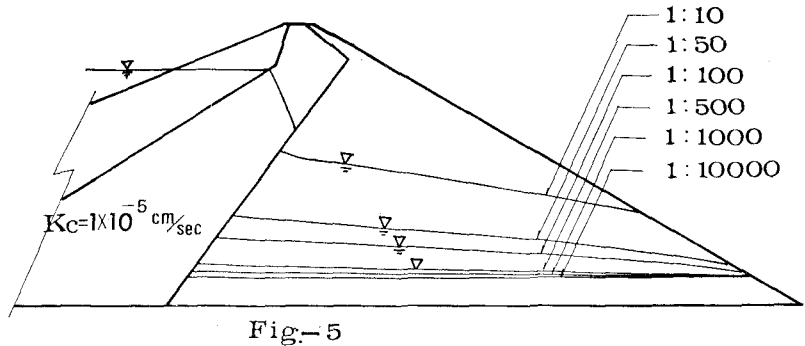
階3)に移り、今度は浸出面 $\overline{EF}$ は流量既知の境界としてこの上の節点E, A, Bにそれぞれ Q_E, Q_A, Q_B を作用させる。またE, A, Bの直下にある下流側自由水面上の節点D, A', B'にはそれぞれ $-Q_E, -Q_A, -Q_B$ なる流量を与える(負符号は流入であることを意味する)。なお、下流側自由水面の出発点Fは流量零の節点とすべきことは自明である。また自由水面上の他の節点もいずれも流量零の境界とする。以上の境界条件のもとに再度解析し、自由水面上で今求めた全水頭をその点の位置水頭と比較しつつ、収束しているの否かを判定することは従来の解法と同じである。



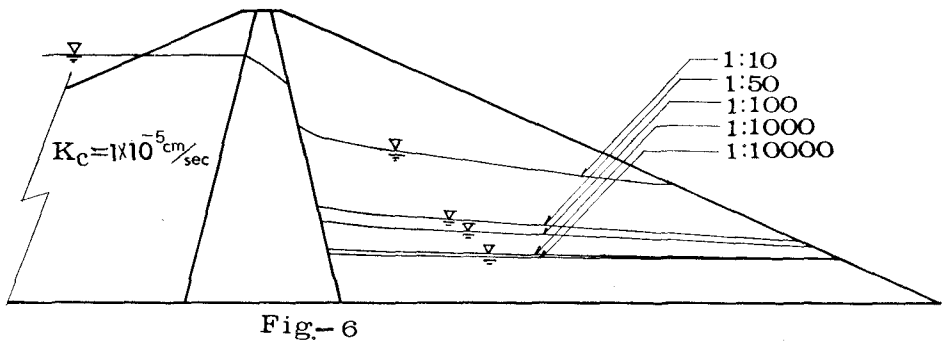
ii. 中央コア型ダム
の場合 : Fig-2において、浸出面 $\overline{EF}$ より流出した水はすべてF点でこの系に再度流入すると仮定する。その他の詳細については当日発表。

4. 解析例

Fig-3,4に示す断面諸



元のもとに
解析した結果をFig-5, 6に示す。
これらの図はコア部の透水係数をいずれも $1 \times 10^{-5} \text{ cm/sec}$ とし、下流



側ロッド部の透水係数を種々変化させたときの自由水面形を示したものである。図にみられるように、ロッド部の透水性の変化にかかわらず、コア部の自由水面形がほとんど有意の差をみせていないことは興味深い。