I−6　　　　浸透解析に対する有限要素法の適用について

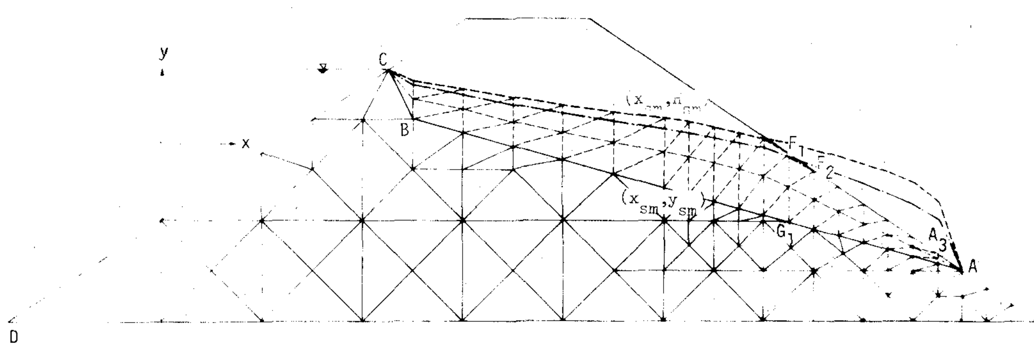
名古屋大学工学部　学生員　○駒田広也
名古屋大学工学部　正員　川本朓万

有限要素法による浸透流の方程式は次式になる。*

$$[P]\{H\}=0 \qquad (1)$$

ここに $[P]$ は浸透性行列、$\{H\}$ は浸透流の水頭ベクトルで、$H=P/\gamma g+y$ である。

堤体内部の浸透流のように自由水面が存在する場合には、自由水面の位置が最初未知であるから境界条件を与えて（1）式を解くこともできない。自由水面での境界条件 $\partial H_s/\partial n=0$、$H_s=y_s$ （$P_s=0$）を満足させるためには、不透水層となる自由水面の位置（$\partial H_s/\partial n=0$）を仮定して、水頭分布を求め、その位置での水頭が $H_s=y_s$ になるまで、くり返し計算して自由水面の位置を求める。



図−1

図−1の堤体を例にして、解析の手順について述べる。上流側の水位はC点にあり、底部DEは不透水層とする。

第1段階　予想される浸潤線よりも下方に自由水面CBAを仮定し、浸透領域ABCDEAを三角形要素に分割する。境界条件として、H_{CD}、H_{AE} の水頭を与える。この条件より水頭分布を求めるが、自由水面CBA上の節点（x_{sm}, y_{sm}）での水頭 H_{sm} は、一般に、$H_{sm}>y_{sm}$ となるから、（x_{sm}, H_{sm}）なる点を上流側よりプロットして、CBA上の節点のうちで、その水頭 H_s が最初に、堤体の下流側法面より高くなるような節点 G_1 を求め、それを通る y 軸に平行な直線と、法面との交点を F_1 とする。

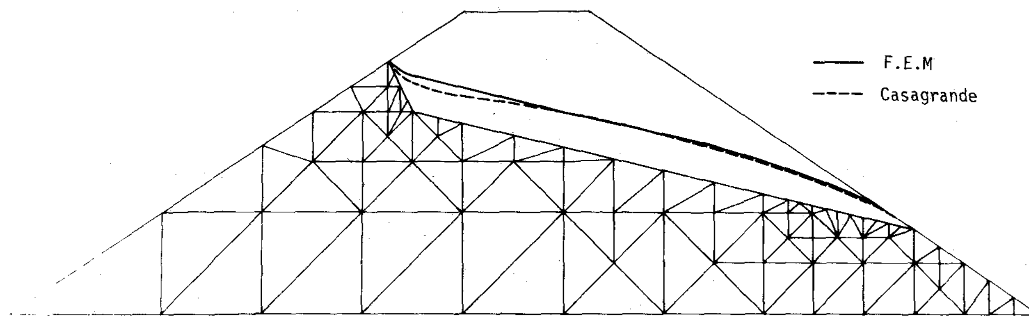
第2段階　線CBAと $\widehat{CF_1}$、$\overline{F_1A}$ とに囲まれた領域に節点をとり、上流側と下流側の両端を除いて各列4個の三角形要素に、両端の列は2個の三角形要素に分割する。浸透領域ABCDEAに新しい領域 AF_1CBA を加えた要素で、$\widehat{CF_1}$、$\overline{F_1A}$ を自由水面として、境界条件 H_{CD}、H_{AE} を与えて水頭分布を求め、第1段階と同様にして、新しい自由水面 $\widehat{CF_2}$、$\overline{F_2A}$ を定める。

第3段階　領域 AF_2CBA を第2段階と同様に新しく分割しなおして、境界条件 H_{CD}、H_{AE} に新しく H_{A3} の水頭を与えて、水頭分布を求める。

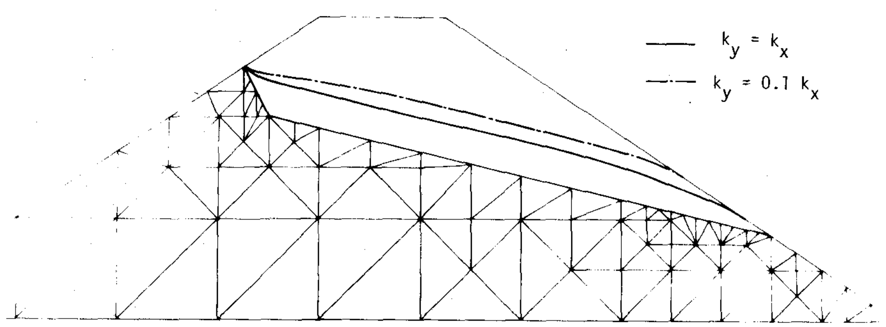
第4段階以後（第n段階）．前段階の境界条件に新しくH_{An}を与えて，F_nとA_nが同一節点になるまで，第3段階と同じ操作をくり返す．それ以後は境界条件を固定して，自由水面上において，仮定したy_sと計算結果のH_sとの差が一定値以下になるまでくり返し計算する。

以上，一連の計算は最初に仮定する領域ABCDEA内の三角形要素のデータと，堤体の形状を表わすデーターを input するだけで，以後の処理は計算機内ですべての操作をおこなって，最終的な浸潤線および水頭分布が得られる。

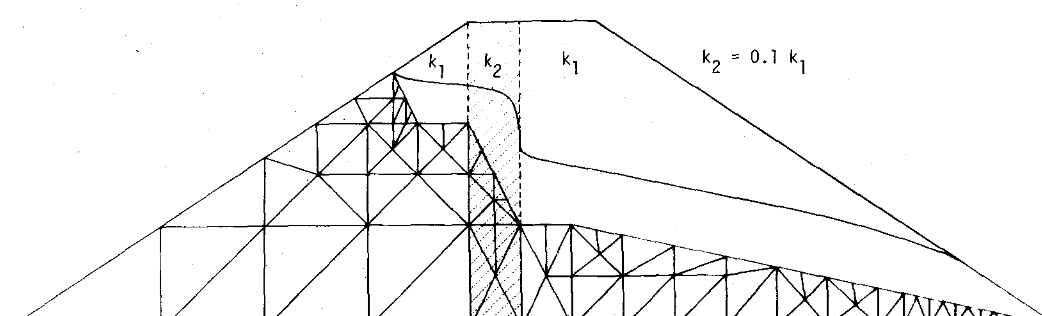
図－2，図－3，図－4に計算例を示す．



図－2　等方等質材料の堤体における浸潤線と三角形要素分割



図－3　異方性材料の堤体における浸潤線と三角形要素分割



図－4　コアーを含む堤体における浸潤線と三角形要素分割

*　O. Zienkiewicz and Y.K. Cheung ; " The Finite Element Method in Structural and Continuum Mechanics "
McGraw-Hill　p 148 ～ p 169