II－6　貯水位の急速降下によるアースダムの破壊

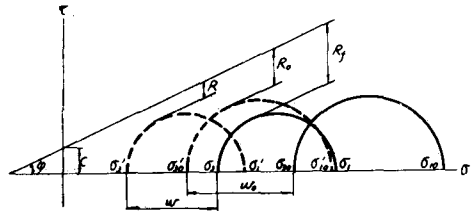
正員　京都大学防災研究所　工博　赤井浩一

1．序　　アースダムの破壊原因の中で，貯水位が急速に降下したために上流法面が脱落すべりを生じたものがかなり数えられる。この場合に盛土が不安定となるのは，堤内浸透水が上流法面の方へ向って逆流することによる浸透水圧もその原因の一つであるが，水位の降下が非常に急速で，いまだ水流の転換が生じない前に起る破壊の原因としては，それまで上流法面部分に加えられていた貯水による荷重が突然除去された結果，この部分の土要素に作用する全垂直応力が減少し，これに当然追随すべき間隙水圧の減少がかなり遅どって，アースダム用土の粒子間圧力が非常に減少するためと考えるのが妥当である。この場合の堤内残留間隙水圧の算定法と，それを用いて実際のアースダムの破壊機構を解析した結果について述べることにする。

2．水位降下直後の堤内間隙水圧

図－1はアースダムの上流法面近傍の土要素内の一点に関するMohrの応力円を示すが，水位降下前と降下直後及びそれより相当時間経過後の応力円の位置及びその点の余剰強度は次表の関係で示される。

図－1

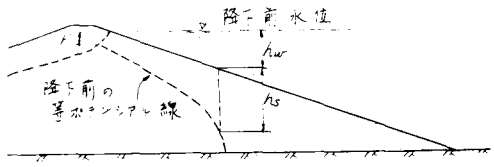


	全応力	間隙水圧	有効応力	余剰強度
水位降下前	σ_{10}，σ_{30}	w_0	σ_{10}'，σ_{30}'	R_0
降下直後	σ_1，σ_3	w	σ_1'，σ_3'	R
時間経過後	σ_1'，σ_3'	$w\to 0$	$\sigma_1'\to\sigma_1$，$\sigma_3'\to\sigma_3$	$R\to R_f$

これより貯水位の急速降下時には，Mohrの応力円は左方へ移動して堤内の余剰強度が減少し，破壊の危険に近づくことが知られる。このときの堤内の残留間隙水圧の大きさは堤体の形状や盛土材料の物理的性質及び締固めの程度などによって異なるが，Skempton-Bishopの間隙水圧係数を用いて表わすと次式のようになる（図－2参照）。

$$w=\gamma_w\{h_s+h_w(1-\bar{B})-h'\} \quad \cdots\cdots\cdots (1)$$

図－2



ここに $\bar{B}$ は

$$\left.\begin{aligned}&\frac{\Delta w}{\Delta\sigma_1}=\bar{B}=B\left\{1-(1-A)\left(1-\frac{\Delta\sigma_3}{\Delta\sigma_1}\right)\right\}\\ &\text{ただし}\quad \Delta w=B\{\Delta\sigma_3+A(\Delta\sigma_1-\Delta\sigma_3)\}\end{aligned}\right\}\quad\cdots\cdots (2)$$

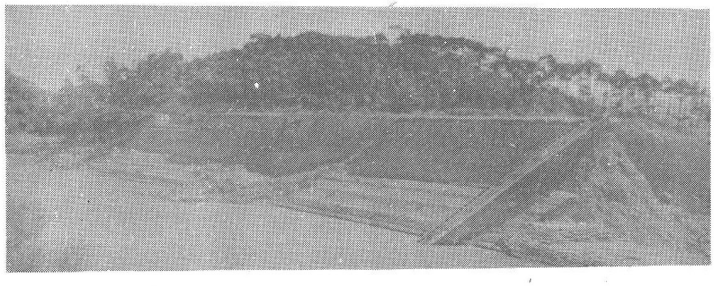
で与えられる全間隙水圧係数であり，この場合には荷重除去の際の応力減少に対応する値を採用せねばならない。式(1)からわかるように，$\bar{B}$が小さいほど残留間隙水圧wが大きく堤体は不安定になるが，応力減少に対しては常に$\bar{B}>1$であるから，安全側として$\bar{B}=1$とすると，式(1)はつぎの式(3)のようになって，これが最悪の場合の残留間隙水圧を与える。

$$w=\gamma_w(h_s-h') \quad\cdots\cdots\cdots (3)$$

3. 相合池アースダムの破壊機構の解析

兵庫県相合池アースダムは堤高13m，天端幅4.5m，表法1:1(空石積)及び1:2，裏法1:2の寸法をもつ灌漑用アースダム(貯水量約35万立方米)であったが，昭和32年7月中旬満水直後堤体延長中央部48mの長さにわたって浸透水圧により裏法面上部から破堤し，下流の村落に相当の被害を与えた。

写真-1



この破堤による減水と同時に中央部36mを残して，その左岸側37mの部分が上流法面の脱落すべりを生じ，天端幅約2mを残して池中へ崩壊した(写真-1)。これは典型的な貯水位の急速降下に起因する破壊であって，さきの浸透破壊につぐ二次的崩壊とみられる。

堤体用土(粘土ローム)の三軸圧縮試験の結果，$\phi = 18°$，$c = 0.1\ kg/cm^2$ を得たので，式(3)を用いて後者の破壊機構に関する安定解析を行ったところ，図-3，4のように最小安全率は0.87となって，この崩壊が上流法面近傍の残留間隙水圧の作用によるものであることを確かめることができた。

図-3

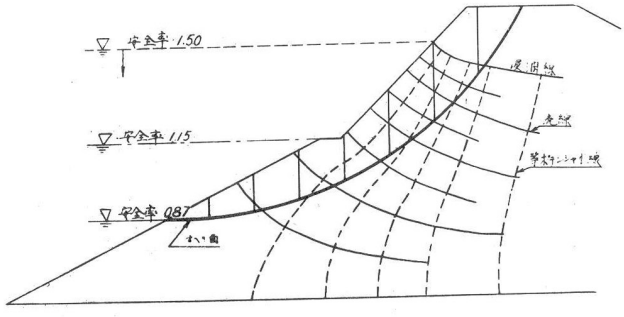
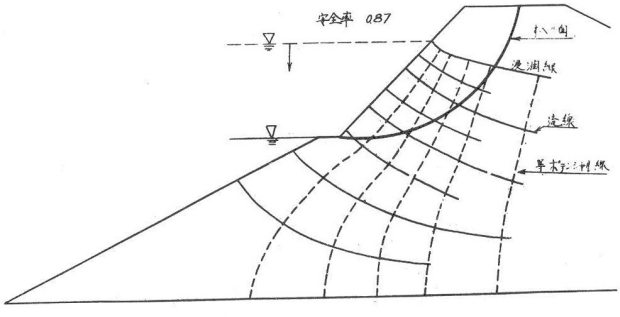



図-4