

【背景】

近年の地震・豪雨の影響で、ため池の決壊による被害が発生しているが、これを踏まえ、防災重点農業用ため池に関わる防災工事等の推進に関する特別措置法（ため池工事特措法）が令和 2 年 10 月 1 日に施行された。都道府県は基本指針に基づき防災重点農業用ため池を指定し、劣化状況や地震・豪雨耐性評価、防災工事、廃止工事を計画的に実施している。地震・豪雨耐性評価はため池の改修判断を行うが、現在評価をする際に用いられている解析方法は地震によって生じる粘性土中の間隙水圧を無視して安全率を算定している。そこで、本研究では従来の解析方法（有効応力法）と地震によって生じる粘性土中の間隙水圧を考慮する一般全応力法を比較検討した。

【材料および方法】

岐阜県が改修予定の防災重点農業用ため池について、標準スライス法（フェレニウス法）を用いて安定解析を行った。図はすべり土塊の一つのスライス面にかかる力を示す。平常時におけるすべり面の抵抗力（ τ ）は $\tau = \sigma \tan \phi + c$ で表され、全応力を σ 、中立間隙水圧を u 、せん断による間隙水圧を $\dot{u}$ とすると、圧密非排水（CU）条件下において、一般全応力法： $\tau = (\sigma - u) \tan \phi_{cu} + c_{cu}$ 、有効応力法： $\tau = \{ \sigma - (u + \dot{u}) \} \tan \phi' + c'$ となる。地震発生時、地震によってすべり面に対して垂直な力（ Ne ）と地震による間隙水圧（ $\ddot{U}$ ）が発生し、すべり面の長さを L 、 $\sigma L = N$ 、 $uL = U$ 、 $\dot{u}L = \dot{U}$ とすると、一般全応力法： $\tau L = \{ N + Ne - (U + \ddot{U}) \} \tan \phi_{cu} + c_{cu}L$ 、有効応力法： $\tau L = \{ N + Ne - (U + \dot{U} + \ddot{U}) \} \tan \phi' + c'L$ となる。粘性土の場合は Ne がすべて間隙水圧（ $\ddot{U}$ ）となり、すべり面の抵抗力（ τ ）に影響を及ぼさない。よって、一般全応力法： $\tau L = (N - U) \tan \phi_{cu} + c_{cu}L$ 、有効応力法： $\tau L = \{ N - (U + \dot{U}) \} \tan \phi' + c'L$ となる。 $\dot{U}$ の推定は困難であり、有効応力法は $\dot{U}$ を無視して計算する。安全率はすべてのスライス面に働く抵抗力（ $\Sigma \tau$ ）を分子に、すべてのスライス面に働く滑動力を分母に置くことで求められ、1.2 を超えると安全といえる。なお、一般全応力法は水面以下の粘性土について適応した。

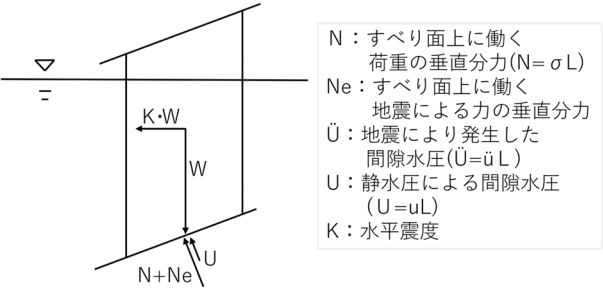


図1 スライス面に働く力

【結果および考察】

従来の方法と一般全応力法の安全率を比較すると、従来の方法で安全率が 1.2 を下回っていても一般全応力法による安全率は 1.2 を超えるため池があることが示された（表）。ため池工事特措法により、多くの防災重点農業用ため池を改修が予想されるが、一般全応力法を用いることにより、過度な改修による改修費の削減につながると思われる。

表1 一般全応力法と有効応力法の比較

	有効応力法	一般全応力法	差
北洞池	0.807	0.953	0.146
竹之洞池	0.838	1.632	0.794
大明洞池	1.138	1.674	0.536
城下池	1.017	1.68	0.663
深谷ため池	1.154	1.269	0.115
一の木戸上池	1.052	1.925	0.873
次月ため池	0.805	1.065	0.26
願浮ため池	1.025	1.212	0.187
長瀬洞ため池	0.996	1.273	0.277
西門前第2池	0.952	1.919	0.967