

7. 老朽ため池の地質調査と地質・土質的問題

Geotechnical investigation and problems of old small earth dam

株式会社ナイバ

長野恒一
赤坂忠生
岩本 晃
谷本清広

1. はじめに

小降雨地帯の瀬戸内沿岸には、小規模農業用ダム（以下「ため池」という）が点在する。その大半は、築造後長い年月を経て老朽化が進み、堤体安定や貯水・取水の機能低下等の問題を抱えている（図-1）。老朽ため池の改修工事に際しては、事前に、旧堤体・基礎地盤・築堤材料等のデータを得る目的で地質調査や土質調査が実施される。ここでは、調査時に得られた地質調査・土質調査に関する問題を紹介する。

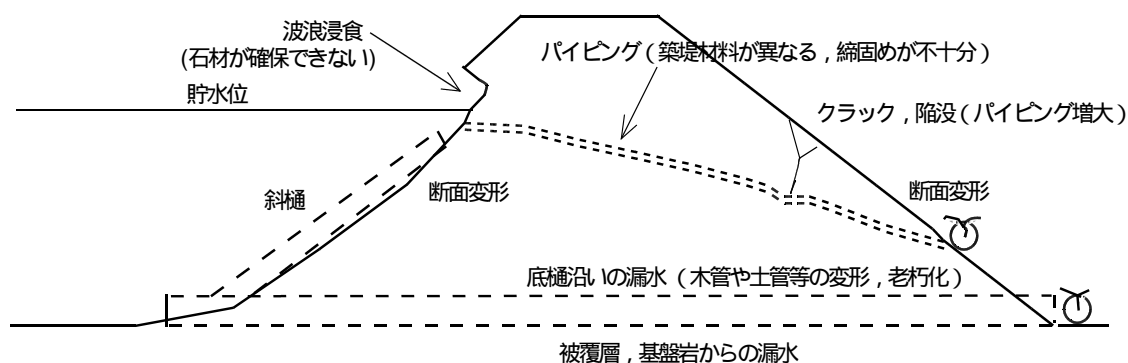


図-1 ため池の老朽化

2. 瀬戸内沿岸の丘陵地とため池築造

瀬戸内沿岸に展開する丘陵地は、風化したマサ等の軟岩や新第三紀～第四紀の堆積物等からなる。この丘陵地には谷筋が密に刻まれており、裾部を中心に崖錐堆積物が分布している。細粒化した軟岩や崖錐堆積物等からは、土質材料が得られる。先人たちは、この土質材料と谷筋からの湧水を活用して丘陵地周辺にため池を築造し、大河川の少ない平野部で水田農業を発展させてきた。

3. 老朽ため池改修時の地質調査

老朽ため池改修時の地質調査は、旧堤体・基礎地盤の地質調査と、再盛土に必要な築堤材料（遮水性材料，半透水性材料，透水性材料）に関する土質調査がある。

一般に旧堤体・基礎地盤の地質調査としては、ボーリング，現場透水試験，標準貫入試験を中心に行い，ボーリングは地質構成，現場透水試験は透水性，標準貫入試験は支持力の調査をそれぞれ目的としている。図-2に示す傾斜遮水ゾーン型で改修する場合，調査位置は底樋計画付近（堤体の最大断面付近）と遮水性ゾーン床掘計画付近で実施される（図-3）。

築堤材料の土質調査は，物理試験（土粒子の密度，粒度，含水比，塑性，液性）により材料としての適性を概略判定しながら，調査が進められる。同時に，採取可能量の評価のための調査を進めることも不可欠であり，ボーリングの他，試掘や簡易動的コーン貫入試験等の併用も有効である。

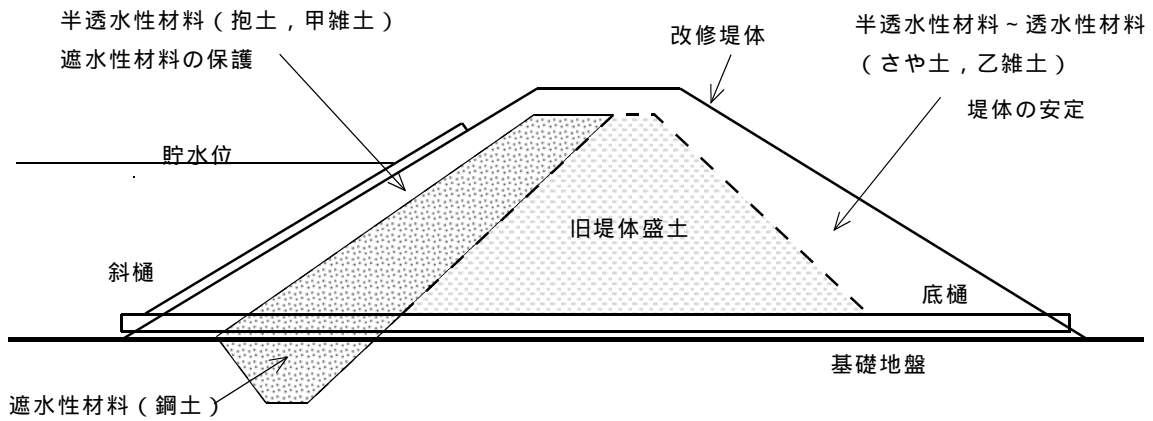


図-2 傾斜遮水ゾーン型による改修工法 (一般的な改修工法)

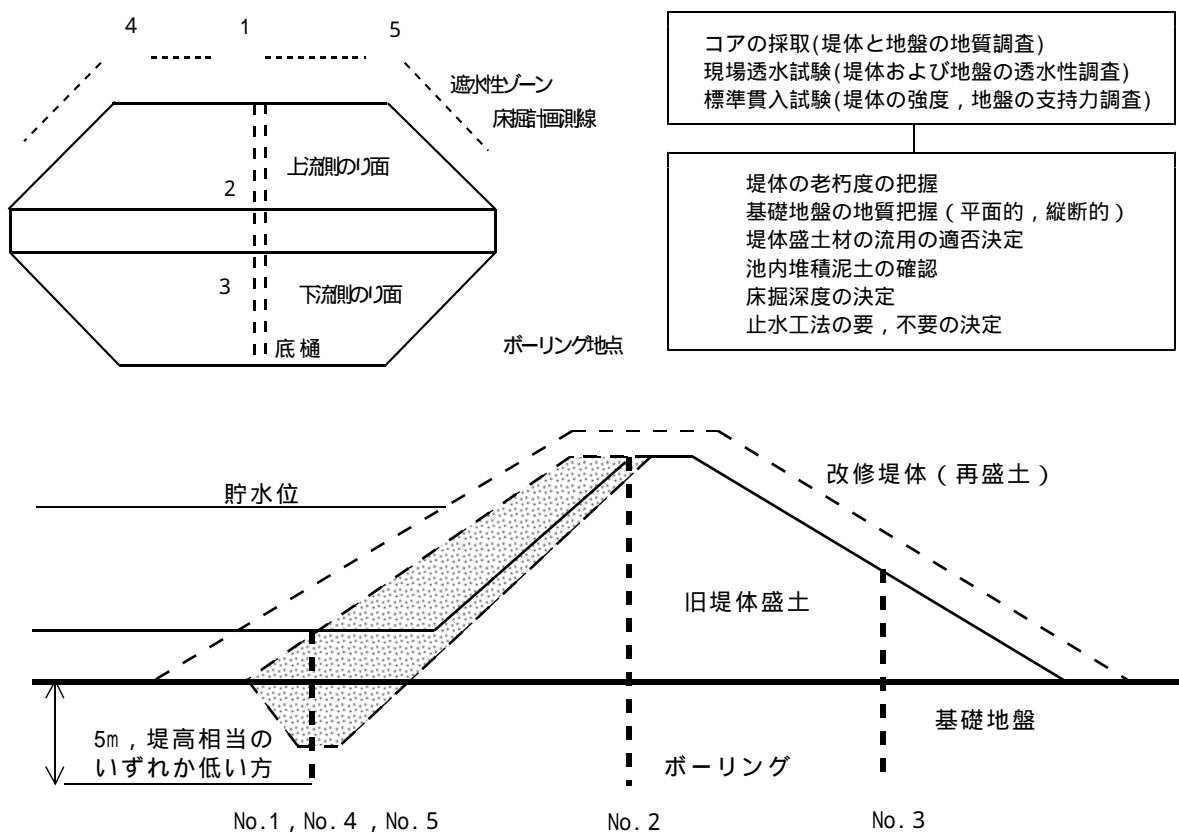


図-3 堤体の地質調査と調査目的¹⁾

4. 地質調査・土質調査に関する問題

(1) 既往資料の収集

事業所所有のため池台帳には、ため池の構造等が記載されている。この資料等を参考に調査を進めることが重要である。幾度となく繰り返されてきた改修や嵩上げを実施したため池では、複雑な堤体構造となっている。周辺に良質な土質材料が分布せず、堤体の変形や漏水等が認められる山間部のため池では、その傾向が強く、谷底や池内に堆積した有機質粘土等を築堤材料として使用しているため池もある。過去の改修等に関わる情報を出来るだけ収集して、調査位置を検討する必要がある。

(2) 花崗岩の岩質・土質

瀬戸内沿岸には花崗岩が広く分布している。ここには厚い風化帯が形成されている場合が多いが、堤体基礎地盤の支持力としての問題は少ない。しかし、マサ中に硬質岩が残るところや岩脈が発達するところでは、開口した割れ目からの漏水に注意する必要がある（写真-1参照）。

花崗岩の風化残積土であるマサは、一般的には細粒分の少ない砂質土であり、築堤材料の適否判定基準等からみると、その大半は半透水性材料～透水性材料となる（表-1）。また、丘陵地の尾根筋の一部には、遮水性材料となる粘土化の進んだマサが認められるが（表-2）、これらは分布範囲が狭く、土量や運搬経路が問題となることが多い。築堤材料に遮水性材料が得られない場合、改修堤体の上流側法面に遮水シート材料を設けて遮水する、表面遮水壁型堤体に変更されることもある。花崗岩地帯では、調査初期段階における地表地質踏査による築堤材料調査が改修計画の重要なポイントとなる。



写真-1 花崗岩中の岩脈

表-1 砂質土状マサの土質特性

粒 度 (%)			自 然 含水比 W_n %	コンシステンシー-特性			締固め特性		室内透水係数 k cm/s (最適含水比 D値92%)
礫分	砂分	シルト, 粘土分		W_L %	W_p %	I_p	最 適 含水比 W_n %	最 大 乾燥密度 d_{max}	
28	60	12	11	27	21	6	11	1.8	8×10^{-4}

締固め度：D値 = 盛土の乾燥密度 / 最大乾燥密度

表-2 粘土化の進んだマサの土質特性

粒 度 (%)			自 然 含水比 W_n %	コンシステンシー-特性			締固め特性		室内透水係数 k cm/s (自然含水比 D値95%)
礫分	砂分	シルト, 粘土分		W_L %	W_p %	I_p	最 適 含水比 W_n %	最 大 乾燥密度 d_{max}	
22	53	25	19	52	29	23	18	1.6	5×10^{-7}

(3) 軟弱層の分布

丘陵地周辺に築造されたため池の多くは、旧谷筋に分布する谷底堆積物を残したまま、あるいは基礎処理を十分しないまま築造されている。谷底堆積物を構成する物質は、谷筋の発達状況や背後斜面の地質により異なる。このうち砂質土からなる谷底堆積物は、ゆる詰めの状態にあり、地震時の液状化が問題となる。軟弱な粘性土が存在する場合は、堤体の安定性や底樋の変形に問題を残すとともに（図-4）、改修用施工機械のトラフィカビリティが確保できない。これらの軟弱層については、固化処理による地盤改良が行われる場合が多く、それらの分布範囲や土質特性を把握しておく必要がある。堤長が長いため池では、周辺の微地形や空中写真の判読を併用して、分布範囲等の追加調査を進めると効果的である。

(4) 築造方法

谷筋を堰き止めたため池では、近年まで両岸から中央部に向かって築造が行われ、洪水用排水路として残していた谷筋沿いを、最後に一気に締め切る施工方法を採用してきた（図-4）。このように短期間で築きあげた旧谷筋付近は、堤体の変形、底樋の劣化・変形、底樋からの漏水も加

わり、ため池堤体の弱点となりやすい。このようなことを避けるため、底樋を左右岸の斜面に設置しているため池もあるが、底樋の位置が高くなり、貯水を有効に活用できない欠点がある。谷筋をせき止めたため池堤体の調査計画や評価に当たっては、築造方法も考慮すべき重要な要因となる。

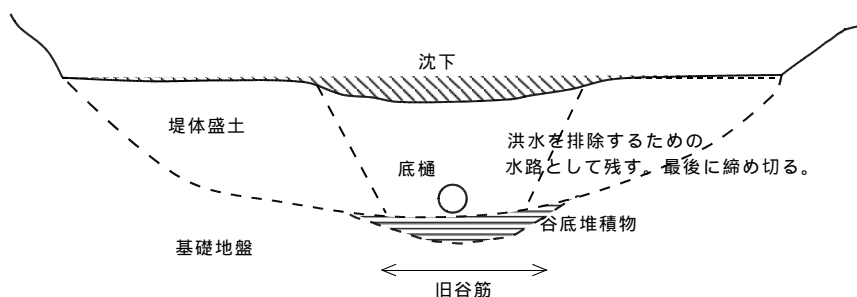


図-4 堤体変形概念図

(5) 旧堤体盛土の土質

旧堤体の調査では、現場透水試験や標準貫入試験を実施するとともに、安定計算に必要な地盤定数を求めるために、堤体中央の試料採取して三軸圧縮試験等が行われる。

表-3に示すため池は、堤体のり尻からの漏水の他、堤体・洪水吐の断面不足等が認められる要改修の老朽ため池である。旧堤体盛土は、いずれもマサ起源の砂質土からなる。ここで行われた各種試験の結果を示すと、旧堤体中央の盛土は N 値2~3のごく緩い状態にあり、強度定数は $c' = 10 \sim 13 \text{ kN/m}^2$ 、 $\phi' = 31 \sim 33^\circ$ である。乾燥密度 $\rho_d = 1.36 \sim 1.58 \text{ g/cm}^3$ 、間隙比 $e = 0.80 \sim 0.95$ であり、締固め度は管理基準値(D値 90~95%)より小さい73~89%の範囲にある。また、現場透水係数は $k = 5 \times 10^{-4} \sim 1 \times 10^{-4} \text{ cm/s}$ を示し、管理基準値($k = 5 \times 10^{-5} \text{ cm/s}$)より1桁程度大きい。このような試料採取や土質試験を行うことで、旧堤体盛土の地盤定数や現状が把握できる。なお、一般的には堤体盛土は土質構成が複雑であり、含有する礫分もかなり多い。土質試験用試料の採取に当たっては、採取位置や土質に合った採取方法を検討しておく必要がある。

表-3 旧堤体盛土の地盤定数等

ため池	N 値	粘着力 c' kN/m^2	内部摩擦角 ϕ' $^\circ$	乾燥密度 ρ_d g/cm^3	間隙比 e	締固め度 D値 %	現場透水係数 k cm/s
A池	3	10	33	1.36	0.95	73	2×10^{-4}
B池	2	12	32	1.58	0.86	89	5×10^{-4}
C池	3	13	31	1.37	0.80	79	1×10^{-4}

5. おわりに

中国四国地方には、約7万箇所のため池があるといわれている。築造時は農業用水を安定的に確保する水源であり、それを何世代にも渡って改修を繰り返しながら、農民生活の安定や地域社会の安定に寄与してきた。その結果、今日では農業施設の他、自然環境・社会環境等の多くの機能を有する貴重な遺産となっており、今後も地域の財産として、維持管理していく必要がある。

老朽ため池改修時の地質調査は、地質・土質特性、ため池の堤体構造、過去の改修工法の経緯等を考慮して実施する必要がある。また、新たな改修の際に得た各種データ等を次世代へ引き継ぎ、それを有効的に活用することが重要となる。

引用文献

- 1) 農林水産省構造改善局監修：土地改良事業設計指針「ため池整備」(平成18年2月)