

6. た め 池 調 査

ため池調査は、改修の必要性の判定及び設計等を行うために必要な資料を得るものであり、工学的な精度と内容を有するものでなければならない。また、環境との調和に配慮した対策の検討を行うための調査では、対象地域において「概査」を行い、必要に応じて「精査」を実施し、設計に必要な情報を収集する。

重要！

改修の必要性の判定及び設計等を行うためには、ため池の安全性が損なわれる原因を明らかにすることが重要であり、最も適切な対策及び改修方法を探るためにも入念な調査を行い、改修又は補強の必要となる施設は、その状態を定量的に把握する必要がある。 **既存資料の収集(今後への記録)**

現況の漏水量及びその状態を把握するためには、底樋周辺等漏水箇所が明らかな場合はその箇所において、堤体等全体にわたると考えられる場合には下流法尻部にピットを設けて観測を行う。

なお、漏水量観測に当たっては、貯水位との関係についても考察を加える必要がある。

これらの調査は現存のため池を対象としたものであることから、各種の既存資料や管理者等からの情報等を適切に収集・把握し、活用することが望ましい。

また、環境調査に係る概査では、田園環境整備マスタープランで整理されている地域環境の現況や環境配慮の基本方針を把握するとともに、地域の環境を把握する上で有効な情報について、文献調査、聞き取り調査及び現地調査により補完する。

精査は、概査により明らかとなった地域環境の概況と事業実施の影響等を勘案し、地域環境の特性やため池整備に係る環境配慮対策を想定しつつ、有識者等の指導・助言を踏まえ、必要な調査項目、調査方法（調査範囲、調査手法、調査時期及び頻度）について調査方針を作成し、地域の合意形成を行う。

※用地関係の把握

2.1.1 測量

ため池並びにため池周辺の地形及び各種条件を把握するために必要な測量を行うものとする。

(1) ため池周辺測量

ため池周辺の地形図は、ため池敷だけでなくその上下流にわたって十分な範囲を含むものでなければならない。また、堤体両岸部では、洪水吐その他の施設を含ませて、できるだけ広く包含させる。

縮尺は、1/250～1/1000、等高線間隔は普通1mが使用されている。

(2) 堤体測量（縦・横断）

a. 堤軸の決定 **上流から下流に向かい左岸、右岸**

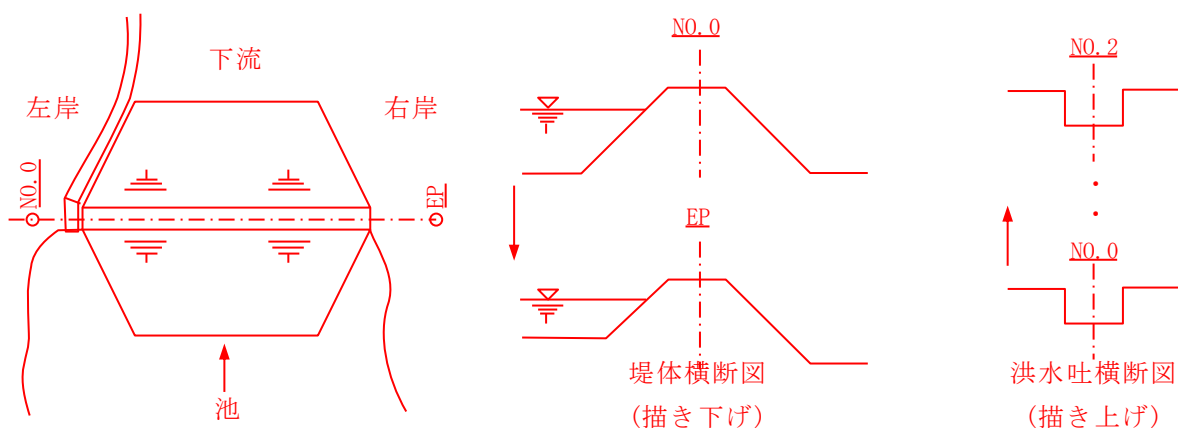
堤軸は、基礎地盤、両岸の地形地質、改修盛土による貯水量の増減、土工量の増減、用地範囲等を考慮して決定する。

b. 縦断測量 **左岸をNO.0とする。左側を左岸、右側を右岸**

縦断測量の測点間隔は地形に左右されるが、10～20mを標準とし、地表面の高低、起伏が激しいところでは適宜中間点を設ける。始点は左岸側とする。

縮尺は、鉛直1/100～1/200、水平1/200～1/1000とする。**縦、横同スケールの方が判断しやすい。**

縦断面図は、左側を左岸側とする。



- c. 横断測量左側が上流、右側が下流で上から下向きに作図する。(背中を向けて下がるように)
横断測量は、縦断測量にて設けた測点及び中間点ごとに行い、堤体法面上下流端の外側については、設計に必要な範囲を十分に包含するものとする。縮尺は、1/100を標準とする。
横断面図は左側を上流側とする。
なお、自然ブランケットの効果を把握し、生息している生物への配慮を検討するためにも、横断測量に併せて池内堆積泥土の厚さを確認することが望ましい。
- (3) 洪水吐測量(縦・横断)上池(池側)がNO. 0、下から上方向へ作図する。
必要に応じて、次により洪水吐の縦・横断測量を行う。
 - a. 縦断測量
測点は計画に合わせて断面変化点ごとに設置し、必要に応じて中間点を設ける。始点は上流側とする。
縮尺は、鉛直1/100～1/200、水平1/200～1/1000とする。
 - b. 横断測量
横断測量は、縦断測量にて設置した測点ごとに、両側とも余裕をもって測量する。
縮尺は、1/100を標準とする。
- (4) その他の測量
 - a. 工事用道路の測量
工事用道路を設ける場合であって測量が必要な時は、路線決定の後、中心線測量・縦横断測量を行う。
 - b. 土取場及び建設発生土受入地の測量
土取場及び建設発生土受入地を計画する場合は、材料の賦存量、受入れ可能量又はこれらの施工方法決定のための地形測量を必要に応じて行う。

2.1.2 地質調査及び土質試験

ため池及びため池周辺の地盤状況を把握し、その工学的性質を明らかにするために必要な地質調査及び土質試験を行うものとする。

(1) 堤体及び堤体基礎地盤の調査

堤体及び堤体基礎地盤の調査は、ボーリング調査を原則とする。

a. 調査の種類と目的

ボーリング孔を利用した調査の種類及び目的は、図-2.1.1に示すとおりである。

地耐力(N値換算)と概略の土層確認であれば、安価なスウェーデン式サウンディング試験も対応が可能である。

現位置の試料が必要な場合は、乱さない試料を採取(シンウォールサンプリング)

【ため池整備 P.11】

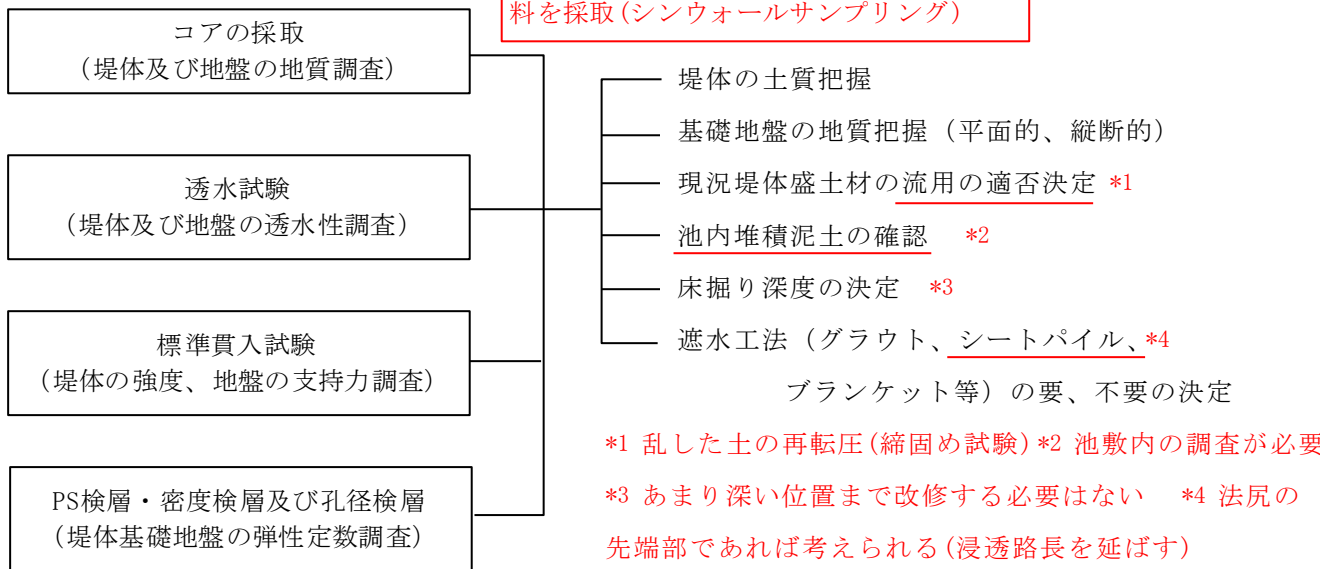


図-2.1.1 ボーリング調査の種類と目的

b. ボーリング位置及び本数の決定

谷地形状を確認して、旧河道位置となる最深部位置を選定する。

ボーリング位置及び本数は、堤体最大断面の中央及び上下流1箇所ずつの計3箇所を標準とする(図-2.1.2)。ただし、谷地の袖部、皿池等の堤頂が長い場合は現場諸条件を考慮し追加調査を行う。

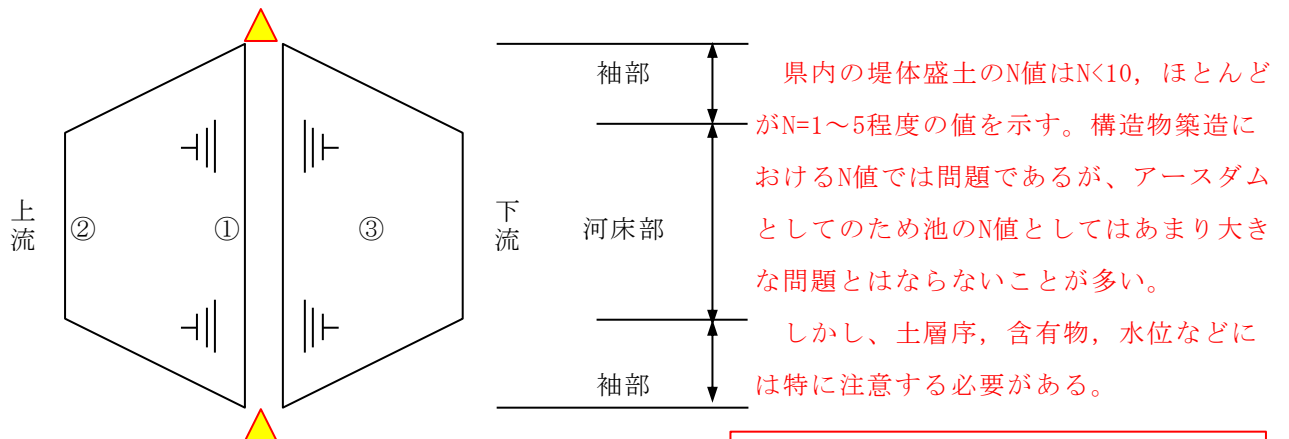


図-2.1.2 ボーリング位置と本数の標準例

N値：63.5kgの重りを75cmの高さから落下させ、30cm貫入させるために要する回数

c. ボーリングの深度

ボーリングの深度は、基礎地盤面からおおむね5m又は堤高相当の深さのいずれか浅い方を標準とする。(図-2.1.3)。

この深度までを調査することにより、各設計段階で必要とする地盤の透水性及び強度を把握するには十分と考えられる。

なお、ここでいう基礎地盤面は、既存資料により、又はボーリング作業により判断されるが、判断が困難な場合は現況底樋底面の高さとしてよい。

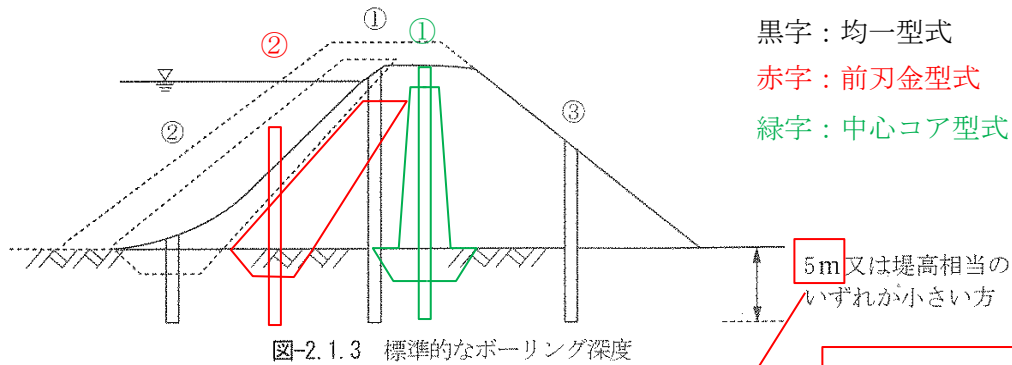
コウセキ

第4紀洪積世… 更新世(200万年前～1万年前) 洪積層

チュウセキ

第4紀沖積世… 完新世(1万年前～現在) 沖積層

固い洪積台地の上に沖積低地が広がる構造となる。



d. 各種試験等の方法及び頻度

(a) ボーリング孔径

ボーリング孔径は、調査試験目的に応じて決定する必要があり、透水試験及び標準貫入試験を行う場合は66mm以上、不攪乱試料の採取を行う場合は86mm以上を標準とし、採取対象土質に適合するサンプリング方法で実施する。逸水状況、浸出口も確認する。

また、孔壁や堤体を変質・変状させないように、土質に適した掘削方法を選定する。

(b) 透水試験 *1

透水試験は、パッカー法により、掘進するごとに連続して行う。ただし、ボーリング孔壁が自立しないような土質（水の多い砂や礫等）の場合は、ケーシング法が良好な結果が得られることがある。

試験長は2mを標準とするが、透水性が大きい場合は、試験長を短くして透水箇所を確認する。

また、木曽路盤面付近にあっては試験長をできる限り短くする。

注水圧は、堤体に影響が及ばない範囲とする。

(c) 標準貫入試験

標準貫入試験は、一般に1mごとに実施するが、土層に変化があれば可能な限り、少なくとも各層1回は実施する。

(d) PS検層、密度検層及び孔径（キャリパー）検層

PS検層、密度検層及び孔径検層は一般に1mごとに実施するが、土層に変化があれば可能な限り、少なくとも各層に1回は実施する。

(e) 水位 *2

堤体内水位並びに基礎地盤内水位は既存ため池の耐震診断の際に必要な場合もあるため、ボーリング調査時に安定した孔内水位を記録する。

(2) 洪水吐基礎地盤の調査 貯水池水位との関係が大きな検証の要素となる ← 貯水位を計測する

洪水吐を地山上に設けようとする時は、基礎地盤の地質を確認しておく必要がある。特に側水路式洪水吐を計画する場合は、その構造上良好な基礎地盤が要求されるため、ボーリング調査により確認しておかなければならない。

特に流入部と減勢工は、流水による衝撃が加わるので十分良好な基礎地盤上に設置する。

(3) 底樋基礎地盤の調査

堤体及び堤体基礎地盤におけるボーリング調査位置は、できるだけ底樋の計画路線や規模に配慮する。

また、堤体縦断方向に土層の変化が予想される場合や、複数の取水管を設置する場合等では、調査本数を増やすことが望ましい。特に次のような場合は、適切な方法による補足調査を行うことが望ましい。

- ① 軟弱層の層厚が著しく変化していたり、複雑な地層構成であるため、地層の連続性を明確にできない場合。
- ② 調査結果のばらつき等により、地盤の特性を的確に把握できない場合。
- ③ 液状化の可能性がある等、更に詳細な検討を必要とする場合。

*1 実施位置が重要であることから現場透水用のボーリング孔で行う。（地層確認ボーリングを別途に先行する）

*2 孔内水位は非常に大切な判断要素であることから貯水位とともに観測し柱状図ならびに報告書に必ず記載する。（1日～数日間の経緯も含めて観察する）

(4) 土質試験

現況堤体及び基礎地盤にて実施する土質試験項目は、表-2.2.1を参考に、対象土に応じて適切に選定するものとする。

なお、三軸圧縮試験では、当該土層を代表する不攪乱供試体を用いることが望ましいが、それが困難な場合は、乱した試料から供試体を作製する。

→ 現地状況に即した供試体を作成する。

※現状土により供試体を作成し三軸試験を実施する。

2.1.3 環境調査

適切な環境配慮対策の検討を行うための調査は、地域における環境の特性は何か、ため池が対象地域の生態系にとってどのような役割を果たしているのか、という視点から、必要に応じて実施する。

必要に応じて実施する精査では、注目種の生息状況（分布、移動性、定着性等）と主要な生息環境との関連状況等を詳細に調査し、調査地域における生態系の特性を明らかにするとともに、ため池の維持管理や営農等の人為的攪乱と地域生態系との関わり、事業の実施が及ぼす環境への影響の程度等を検討し、計画へ反映させるものとする。

・ 土質とN値

N値は多くの地点で測定され、かなりの精度で必要な土質定数が推定できるようになっており、土質の工学的に判断できる数値であることから、重要な指標ではあるが、機械的な評価とされる問題点も含む。

千葉県内のため池の堤体(盛土)部のN値を見ると、3~6程度がほとんどであり、N>10を示すことは稀である。しかし、大きな問題を生じているところは少ない。これは、次の事によるものであり、注意して評価する必要がある。(地質工学会「N値及びC・φ」 P.74~)

- ① 同じN値であっても土質により工学的性質が非常に異なる。
- ② 粘性土層はN値が小さくても良好な地盤と言える。(を示すことも多い。)
- ③ 砂・礫は粒径にもよるが、N値が大きくないと良好な地盤とは言えない。

【地質工学会「N値及びC・φ」 P.74】

表-4.1 粘性土と砂質土でのN値による取扱いの相違^{1) 2)}

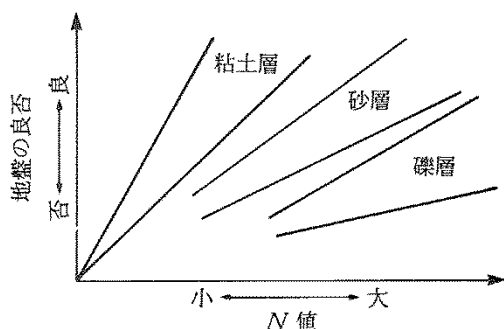


図-4.1 N値と地盤の良否

土質	粘性土層	砂質土層
地震基盤面	N値 25 以上	N値 50 以上
せん断波速度 (m/s)	$V_s = 100 \frac{1}{3} N$ ($1 \leq N \leq 25$)	$V_s = 80 \frac{1}{3} N$ ($1 \leq N \leq 50$)
摩擦力 打ち込み杭	$f_s = N$ (≤ 15)	$f_s = 0.2 N$ (≤ 10)
fs(tf/mf) 場所打ち杭	$f_s = N$ (≤ 15)	$f_s = 0.5 N$ (≤ 20)
良質な支持層 (直接基礎)	N値 ≥ 20 *	N値 ≥ 30

* 粘性土層が基礎底面下 3 m かつ基礎巾 $\times 0.5$ 以上深い位置にある時はN値 ≥ 8 の粘性土を良質な支持層とする。

- 1) Matsuo, S., Nishida, K.: The Properties of Decomposed Granite Soils and their Influence on Permeability, Soil and Foundations, Vol. X, No. 1, pp. 93-105, 1970
- 2) 西田一彦：風化残積土の工学的性質, 鹿島出版会, pp. 30-31, 1986

また、一例としてN値から許容地耐力(qa)との関係を以下と考えられるとするものもある。

礫層 $qa = N/2 \quad (t/m^2) \quad (50\%程度)$

砂層 $qa = N \quad (t/m^2) \quad (同値)$

粘土層 $qa = 2.5N \quad (t/m^2) \quad (2.5倍)$

* $t/m^2 = 9.807 \text{ kN/m}^2$

目視確認
触手確認

2.2 材料調査

【ため池整備 P.13】

築堤材料の性質を明らかにするために必要な地質調査及び土質試験を行うものとする。

(1) 築堤材料の確保

築堤材料はボーリング、サウンディング、試掘坑等により十分な調査を行い、その必要量を確保しておかなければならない。

(2) 築堤材料の試料採取

試掘坑での試料採取の一例を、図-2.2.1に示す。地層面はカラー写真により記録する。

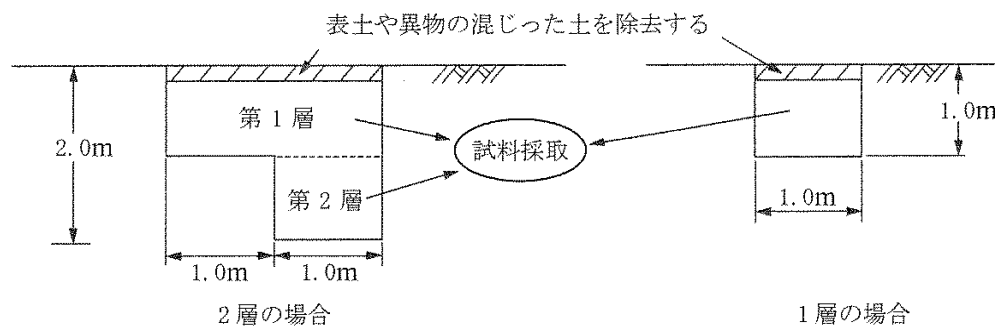


図-2.2.1 試掘坑の例

(3) 土質試験

堤体の常時及び地震時安定性は、想定される常時荷重及び地震荷重に対する安定計算によって評価するため、それぞれ常時及び地震時に発揮される堤体土の強度を試験によって求めるものとする。

a. 試験項目

試験項目は、対象土に応じて適切に選定するものとする。表-2.2.1に各試験項目を示す。

表-2.2.1 土質試験項目

試験項目	試験規格	築堤材料	現況堤体	基礎地盤	備考
土粒子の密度試験	JIS A 1202	○	○	△	○：必ず実施する。 △：必要に応じて実施する。
粒度試験	〃 1204	○	○	△	
含水比試験	〃 1203	○	○	△	
液性限界・塑性限界試験	〃 1205	○	○	△	
現場密度の測定	〃 1214他	—	○	—	
突固めによる土の締め試験	〃 1210	○	○	—	
透水試験	〃 1218他	○	○ (現場)	△	
一軸圧縮試験	〃 1216	△	△	△	
三軸圧縮試験	JGS 0524他	○	○	△	
圧密試験	JIS A 1217	△	△	△	
単調載荷試験	JGS 0523	△	△	△	
液状化試験	〃 0541	△	△	△	
繰返し三軸試験	〃 0542	△	△	△	

b. 三軸圧縮試験等の室内試験と堤体の安定解析

(a) 改修堤体

堤体の安定解析では、締め固めエネルギー $E_c = JIS \times 100\%$ での室内締め固め試験結果で得られるD値95% (=最大乾燥密度の95%密度)以上を設計締め固め密度 (図-2.2.2に示す $0.95\rho_{dmax}$ 以上)として、図-2.2.2の●点 (設計締め固め密度 [D値95%以上の湿潤側])の状態で三軸圧縮試験の供試体を作製するものとする。

ただし、●点の含水比 w_{wet} が盛土施工困難な高含水比となり、

$$w_{dry} < w_f < w_{wet}$$

ここに、 w_{dry} : 設計締め固め密度 [D値95%] の乾燥側含水比
 w_{wet} : " の湿潤側含水比
 w_f : 自然含水比

※D値: Density (密度)

注) 三軸圧縮試験の拘束圧を設定する際には、想定されるすべり面にかかる土被り厚を考慮して適切に設定する必要がある。

となる場合には、自然含水比の変動が予想される湿潤側含水比 w_f にて設計締め固め密度の供試体としてもよい (ただし、 w_f は図-2.2.2のハッチの範囲内とする)。

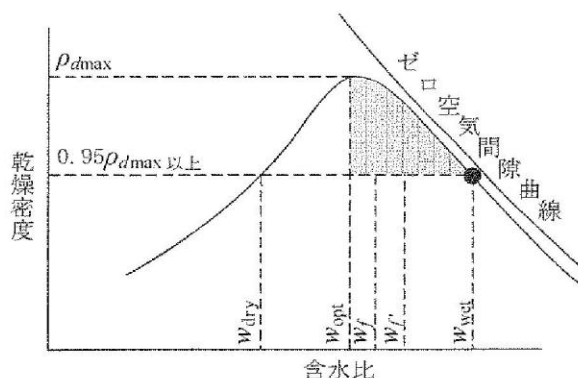


図-2.2.2 三軸圧縮試験供試体の作製条件

JIS: Japanese Industrial Standards

日本工業規格

JGS: The Japanese Geotechnical Society

公益社団法人地盤工学会基準

(b) 現況堤体及び基礎地盤

現況堤体の安定解析の場合は、堤体土及び基礎地盤の不攪乱試料を採取する。しかし、軟弱な土層でその採取が極めて困難な場合、若しくはボーリング調査等により堤内材質や密度が均一でなく、土層全体を代表する不攪乱試料採取位置が容易に決定できない場合には、試料採取に多くの経費が必要となる。このような場合、現況堤体の築堤材料（又は対象土層）を用いて現状の締固め度に合わせて締固め供試体を作製する。いずれの場合も、供試体を飽和化後に適切な室内試験を実施する。

(c) 試験法の選定

試験法と安定解析への適用は、表-2.2.2によることとし、安定解析の対象ケースに適合した試験法を選定しなければならない。

表-2.2.2 試験法と安定解析の適用^{注)}

安定解析のケース	試験法	計算斜面	安全率
完成直後	非圧密・非排水(UU)試験 圧密・非排水(CU)試験、又は 圧密・排水(CD)試験	上下流側	1.2以上
常時満水位	圧密・非排水(CU)試験、又は 圧密・排水(CD)試験	〃	〃
設計洪水位	圧密・非排水(CU)試験、又は 圧密・排水(CD)試験	〃	〃
水位急降下	圧密・非排水(CU)試験、又は 圧密・排水(CD)試験	上流側	〃

ため池においては
条件の無いケース

注) 試験法の適用については、「表-3.3.8 三軸圧縮試験法と応力表示」参照。

UU試験：遮水材料の全応力強度

CU試験：遮水性材料の有効応力強度

CD試験：透水性、半透水性材料の有効応力強度

※ 圧密：Consolidated
排水：Drained

c. 土質材料の設計密度

設計密度 ρ_{ds} は、原則として現場含水比で締固め可能な密度をとるものとする。

一方、透水係数は最適含水比よりやや湿潤側で最小値を示し、それより含水比が増加しても透水係数の変化は少ないが、最適含水比より乾燥側では急激に大きくなる傾向がある。このため、一般に遮水性ゾーンの盛立では、 $w_{opt} \sim w_3$ の範囲を許容含水比としている事例が多い (図-2.2.3)。

最大乾燥密度 (ρ_{dmax})
=最適含水比 (w_{opt})

透水係数 (k) は最適含水比より少し大きい付近で最小を示す。

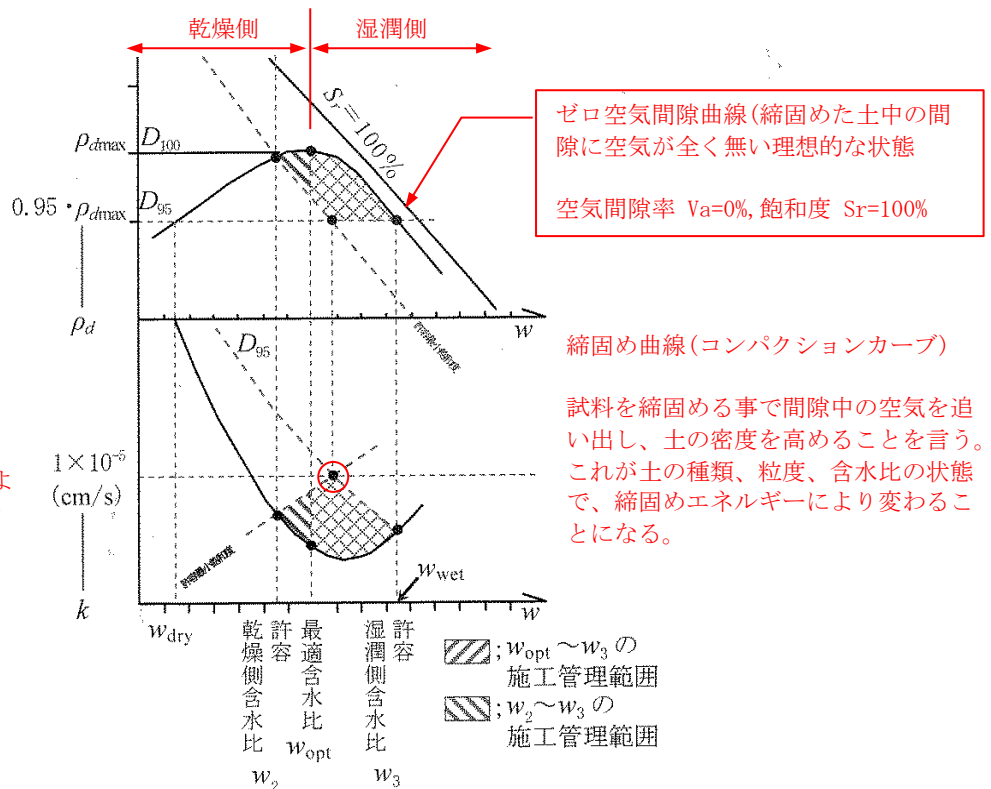


図-2.2.3 土質材料の施工管理範囲例

d. 築堤材料の設計強度定数

築堤材料の設計強度定数は、設計締固め密度の状態に締固めた供試体を飽和化した後に行った室内試験の結果に基づいて決定する。その具体的方法はそれぞれの場合に応じて検討すべきであるが、室内試験の結果には不可避免的にバラつきが生じることから、以下の方法によって、複数の同一条件での試験結果がある場合には式(2.2.1)～式(2.2.3)より求めた統計値^(注)を用いる方法もある。

c、 ϕ' : 三軸圧縮試験の際に使用した軸力 σ_1 及び側圧 σ_3 より間隙水圧 U を控除した値をそれぞれ最大主応力、最小主応力としてモールの応力円により求めた粘着力と内部摩擦力。

c、 ϕ : 三軸圧縮試験の際に使用した軸力 σ_1 (最大主応力) 及び側圧 σ_3 (最小主応力) の値をそのまま使用してモールの応力円により求めた粘着力と内部摩擦力。

$$\phi_m = \frac{\sum_{i=1}^n \phi_i}{n} \dots\dots\dots (2.2.1)$$

$$\sigma_\phi = \sqrt{\frac{1}{n-1} \{ (\phi_1 - \phi_m)^2 + (\phi_2 - \phi_m)^2 + \dots + (\phi_n - \phi_m)^2 \}} \dots\dots\dots (2.2.2)$$

$$\phi_{ds} = \phi_m - \frac{1}{2} \sigma_\phi \dots\dots\dots (2.2.3)$$

- ここに、 ϕ_{ds} : せん断抵抗角の設計数値
 n : 試料数
 ϕ_m : せん断抵抗角の平均値
 ϕ_n : それぞれの材料のせん断抵抗角
 σ_ϕ : せん断抵抗角の標準偏差

注) 調査期間や試験費用の制限等により、上記の統計的な手法を得るだけの試料数が確保出来ない場合には、試料の粒度等の物理特性について吟味し、築堤材料の材質的なバラつきに対し、平均的若しくは代表性を有すると判断される材料により室内試験を実施する必要がある。

e. 土質試験の手順

土質試験の手順を示せば、図-2.2.4のとおりである。

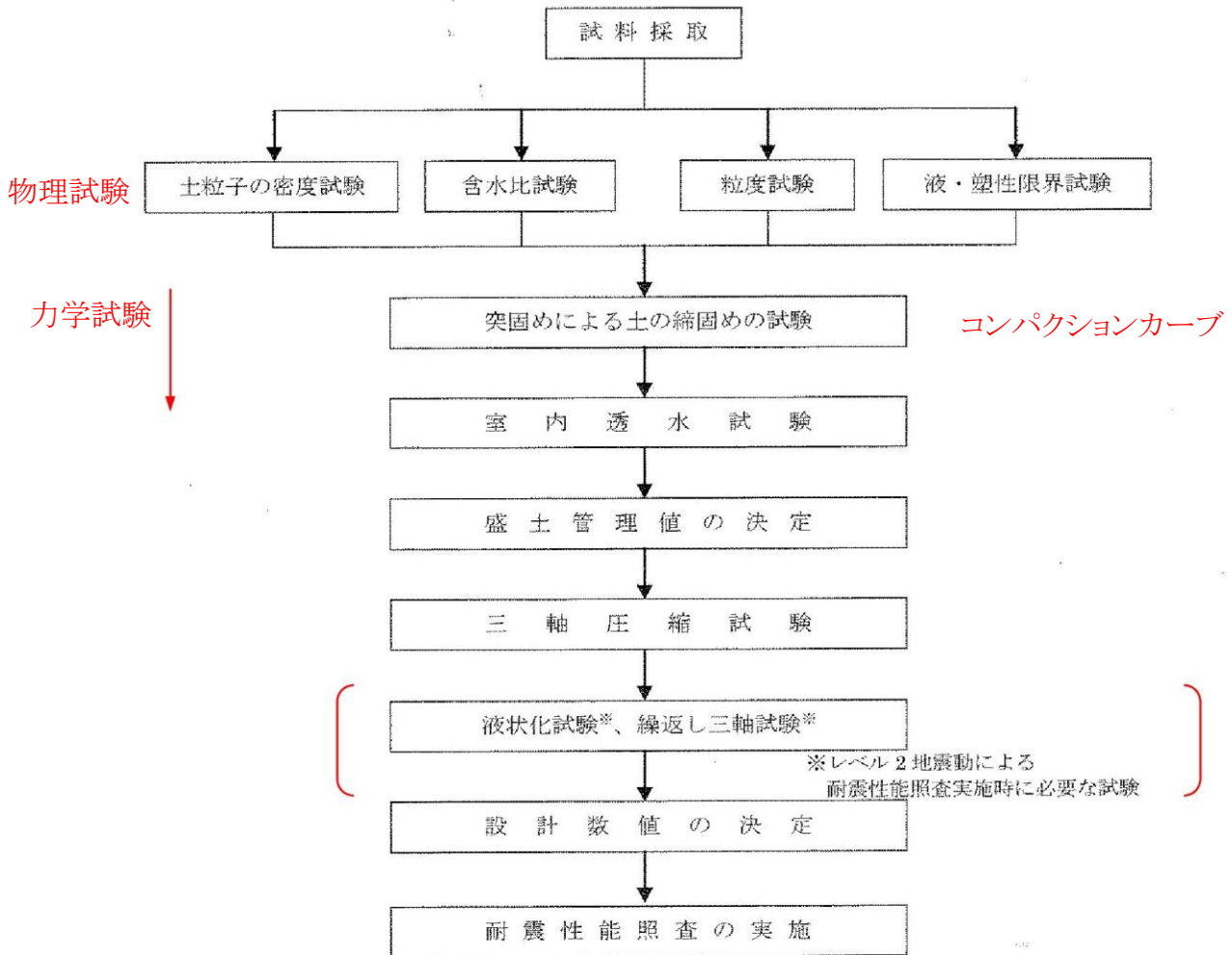


図-2.2.4 土質試験の手順

(4) 材料判定の目安

堤体盛土材料は、必要な水密性及び強度を有し、かつ、すべり破壊又は浸透破壊が生じないものとする。

ゾーン型堤体では、遮水性材料と、半透水性又は透水性材料（ランダム材料）のそれぞれに適した盛土材料を選定するものとする。

ここで遮水性とは、締固めた土質材料の透水係数が $1 \times 10^{-5} \text{cm/s}$ ($1 \times 10^{-7} \text{m/s}$) より小さい場合を、透水性とは、締固めた土質材料の透水係数が $1 \times 10^{-3} \text{cm/s}$ ($1 \times 10^{-5} \text{m/s}$) より大きい場合を、それぞれ目安として総称する。

堤体盛土材料使用区分の目安として、下記を参考とする。

cm/s と m/s を間違わない

粒 度 分 布	： 高い密度を与える粒度分布であり、 適度に細粒分が含まれること。	} 図-2.2.5参1、図-2.2.5参2参 照。
コンシステンシー	： 収縮性が小さく、適度の塑性を有する こと。	
比 重	： <u>2.6以上であれば、まず問題はない(2.6以下であれば有機質を含んでいる可能性 がある)。</u>	
透 水 性	： 遮水性材料は、堤体の安全性、現場条件、施工条件等を総合的に検討して選定す るものとし、上記定義の透水係数を目標とするが、その達成が困難な場合は、少 なくとも現場にて締固めた状態の透水係数が $5 \times 10^{-5} \text{cm/s}$ を最大値として緩和す ることができる (<u>室内試験値は $5 \times 10^{-6} \text{cm/s}$ 以下とする</u>)。ただしこの場合、堤体 内の浸透経路や、動水勾配の分布、浸透流速等、堤体の浸透に対する安全性につ いて十分検討し、必要に応じて対策を講じるものとする。	
締 固 め 度	： 土質材料の含水状態により、密度、せん断強度、透水係数が変化し、最適含水比 付近でせん断強度が極大となり、 <u>最適含水比からやや湿潤側で透水係数が極小と なること等から、材料の透水性、強度、施工性を判定する。(図-2.2.3参照)</u>	
せん断強さ	： 見掛けの粘着力と内部摩擦角で表されるが、安定解析を行う場合には三軸圧縮試 験により求める必要がある。また、統一分類等によりある程度せん断強さが推定 できる。	

[参 考] 遮水性材料の粒度範囲

農林水産省で建設した主なゾーン型フィルダム (25 ダム) における各ゾーンの材料の粒度分布の範囲を図-2.2.5参1に示す。図-2.2.5参1によれば、遮水性ゾーンを構成する材料は、最大粒径 100~150mm で、礫率 $P_{4.75} = 10 \sim 70\%$ 、0.075mm 以下の細粒分の含有率は 15~45%の範囲となっている。

一般に、遮水性を確保するための粒度としては、0.075mm 以下の細粒分を 10~15%程度以上含有し、0.005mm 以下の粘土分を 5%程度以上含有していることが目安とされている。

また、図-2.2.5参2は、乾燥側の施工条件で施工した場合に、クラックの発生しやすい範囲を示したものである。この図はアメリカ開拓局で施工したダムのうち、遮水性ゾーンにクラックが発生した 17 個のダムの調査結果を基に作成したもので、塑性指数が 15 以下の低~中塑性の無機質粘土に属する材料でクラックが発生しやすいといわれている。

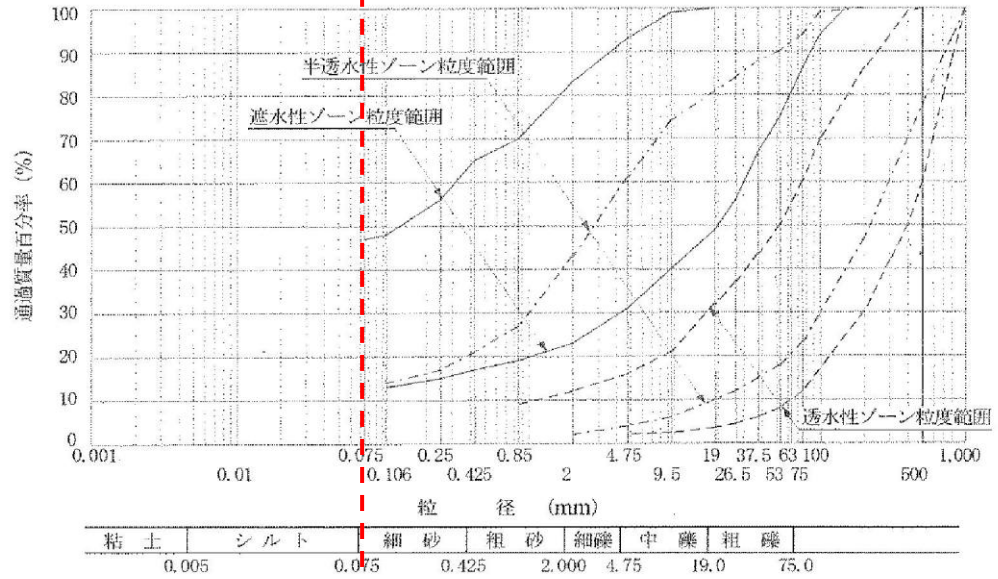


図-2.2.5参1 フィル材料の粒度範囲¹⁾

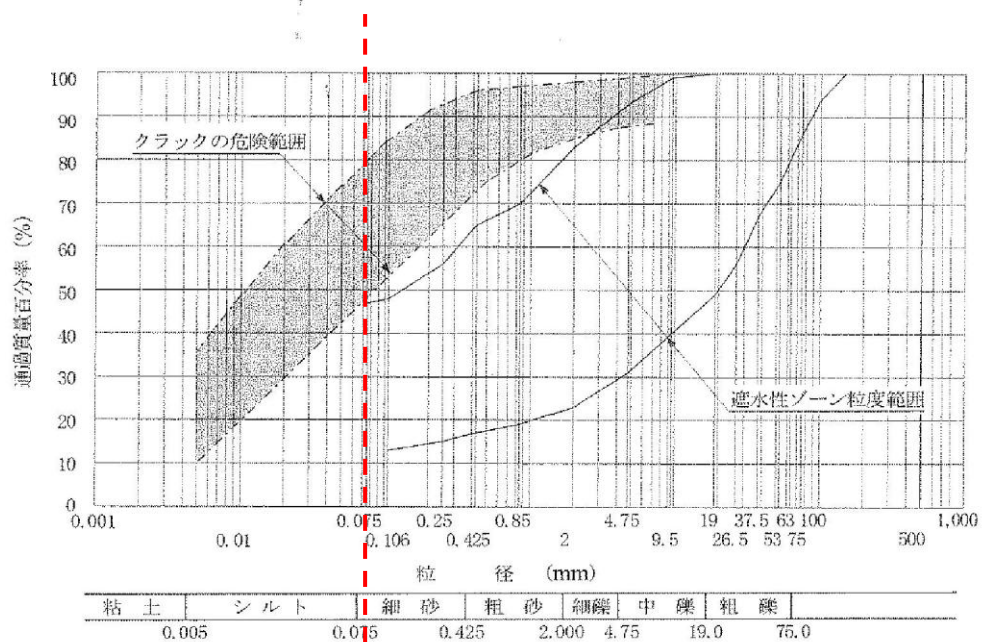


図-2.2.5参2 遮水性材料の粒度範囲¹⁾

引用文献

1) 農林水産省農村振興局：土地改良事業計画設計基準 設計「ダム」(平成15年4月)

参考文献

農林水産省構造改善局建設部防災課：老朽ため池整備便覧 (昭和57年5月)

環境との調和に配慮した事業実施のための調査計画・設計の手引き (第2編)

(社)地盤工学会：「地盤調査の方法と解説」(平成25年3月)

7. 施 工 管 理

4.1 施工計画

施工計画の目的は、所定の期間内に、設計条件を満足する構造物を経済的かつ安全に建設することである。

計画立案に当たっては、地形、地質、気象、水文、生態系といった自然的条件に加え、工事的・社会的条件等多岐にわたる事項を考慮することが必要である。

表-4.1.1に、考慮すべき事項を示す。

表-4.1.1 考慮すべき事項

条 件		検 討 事 項
自然的条件	地形・地質	ため池周辺・洪水吐・材料採取地・建設発生土受入地・ストックヤード・工事用道路
	気象・水文	雨量・降雨日数・気温・降雪・水利用の状況等
	生態系	動植物
工事的条件	堤体材料及び施工設備	粒度・含水比・密度等の材料の性質と賦存する量等 施工機械・仮設備等
	付属構造物	仮排水路・洪水吐・工事用道路
社会的条件	工事環境	騒音・振動・夜間工事・自然保護・環境保全等
	社会環境	用地補償・地域の慣習等

搬入道路の有無

借地(ストックヤード) 用地関係の整理

4.2 施工

(1) 施工フロー

一般的なため池整備工事の施工フローを、図-4.2.1に示す。

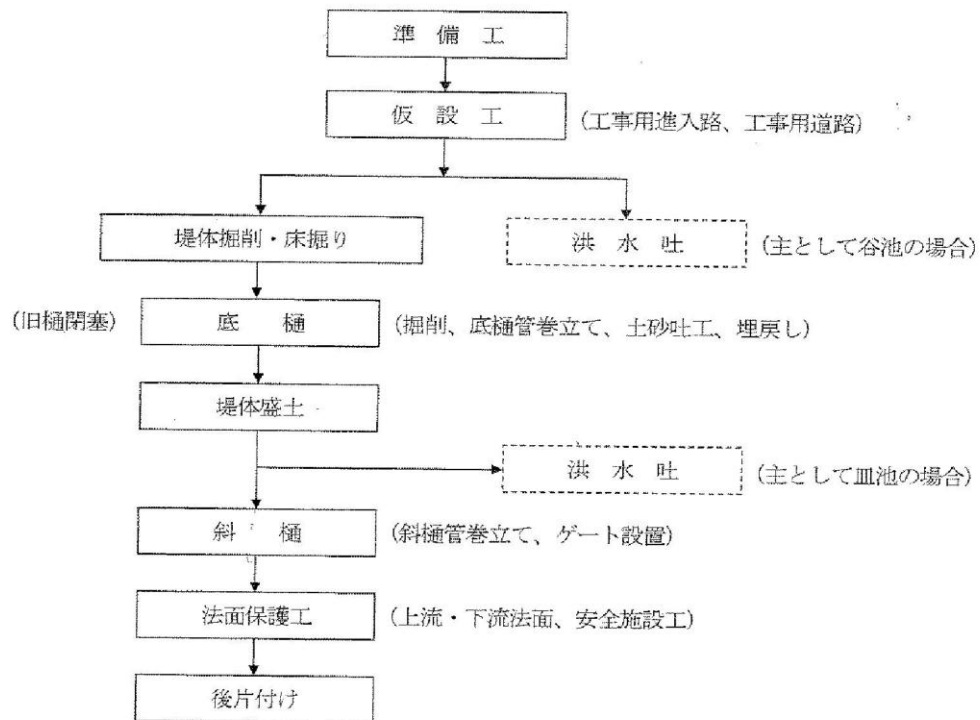


図-4.2.1 ため池整備工事の施工フロー

(2) 施工内容

a. 準備工

(a) 落水及び排水処理

- ア. ため池の落水はできるだけ早期に行い、工事箇所をドライな状態にする。落水の時期は、ため池を養魚池として利用している場合等もあるため、一年程度前から調整しておく必要がある。
また、現況底樋では落水できない死水が池底に存在する場合には、池底に排水溝を設けることが有効である。
- イ. 工事中の排水は原則として新設底樋で処理するが、新設底樋が完成するまでの間は、現況底樋の利用、又はポンプ排水により行うこととする。現況底樋の排水能力が不足する場合は、ポンプの併用、仮締切堤の検討を行うものとする。
- ウ. 遮水性ゾーン床掘り部の排水は、素掘り水路により集水し、釜場を設置してポンプ排水を行うものとする（図-4.2.2）。

堆積土による底樋の開放ができないことから落水が行えない池や底樋がない（わからない）池などは、特に事前に注意する。

用水の使用時期が終わった時点で早急に池の水位を低下、排水させ、池敷を湿潤状態とする。

全ての施工に有効に働く要件となる。

“乾燥させる” とあるが、土材が乾燥することはない。

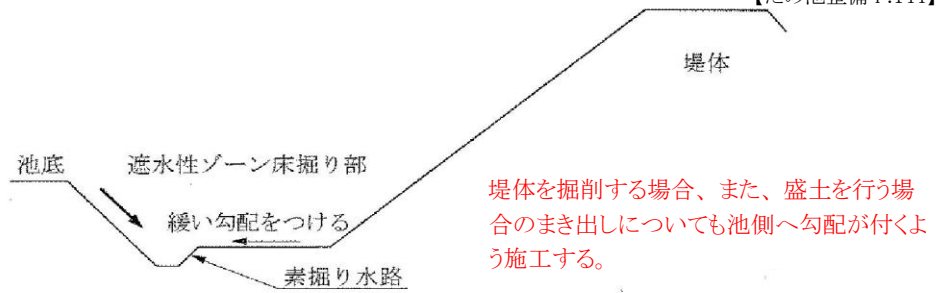


図-4.2.2 遮水性ゾーン床掘り部の排水

(b) 安全管理

工事用進入路の出入口等には、一般車両の通行に支障を来さないよう、必要に応じて交通誘導員、安全標識等を配置し、安全管理に努める。

b. 仮設工

(a) 工事用進入路

工事用進入路は、工事用資機材、土砂等の搬入出を目的に、公道から工事現場に進入するための道路であり、地形、作業手順、施工機械の種類等を考慮し計画する。

(b) 工事用道路

工事用道路は、工事用資機材、土砂等の搬入出及び施工機械による作業を目的に、工事現場内に設置する道路であり、地形、作業手順、施工機械の種類等を考慮し計画する。

ため池内に工事用道路を設置する場合には、泥土の固化処理を施す例が多い。

c. 堤体掘削・床掘り

(a) 表土掘削

旧堤体の不良土層及び草木根のある表土のはぎ取りを行う。

腐植土、有機質となる要素を排除する。→流用可能となる。

(b) 堤体掘削

7. 掘削は、堤体全体の力学的バランスをよく検討し、その手順を決めるものとする。斜面が崩壊する場合、基礎の状態により次の2タイプに分かれる(図-4.2.3)。

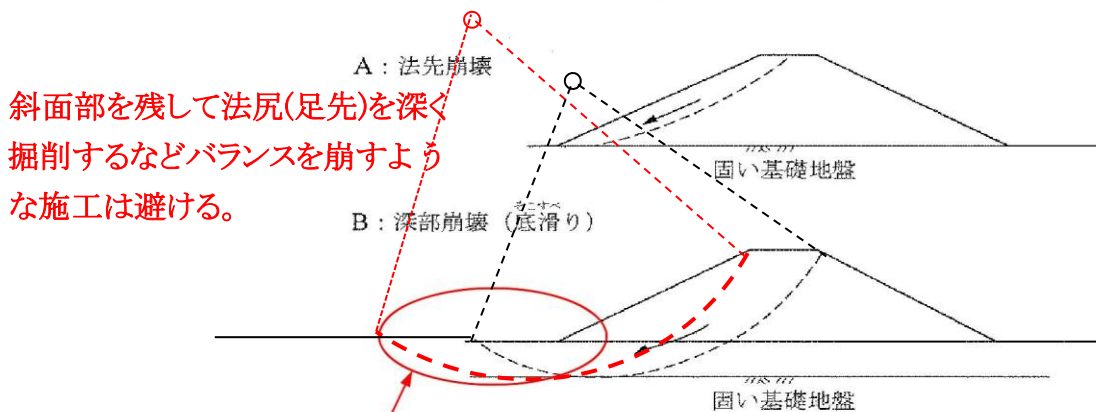


図-4.2.3 斜面の崩壊タイプ

前面の土性が軟弱な場合には、特に注意が必要となる。

※応力解放

ため池は、沖積層の水で飽和された粘性土の上に造られていたり、また、堤体が貯水により飽和されている場合が多いので、Bタイプの崩壊が起こる可能性が高く、細心の注意が必要である。崩壊が起きた場合、復旧に多額の費用と日数を要し、本来の工事が困難になる場合がある。また、地山を乱すことは、工事完成後の安定性にも大きく影響する。

永年圧密された堤体を広範囲に掘削し長時間放置すると、荷重の開放による変形や過乾燥によるせん断耐力の低下が生じる場合があるので注意が必要である。

ため池は、現存の堤体が現位置で安全を保ってきたという、いわば永年の実験を得た結果ともいえる。よって、現況堤体より危険な断面にはせず、現況堤体と地山等の状況を乱さず施工すれば安全であるといえる。

- また、堤体下部を掘削する場合は、漏水、滑動に対する安全性の検討を必ず行うものとする。
- イ. 基礎が比較的軟弱な粘性地盤の場合、堤体を広範囲に掘削すると力学的なバランスが崩れ、深部崩壊（底すべり）を起こす場合がある。安全のためには、上流部分等（図-4.2.4の①の部分）に先に盛土しておき、施工中のカウンターウェイトとする等の工夫が必要である（図-4.2.4）。

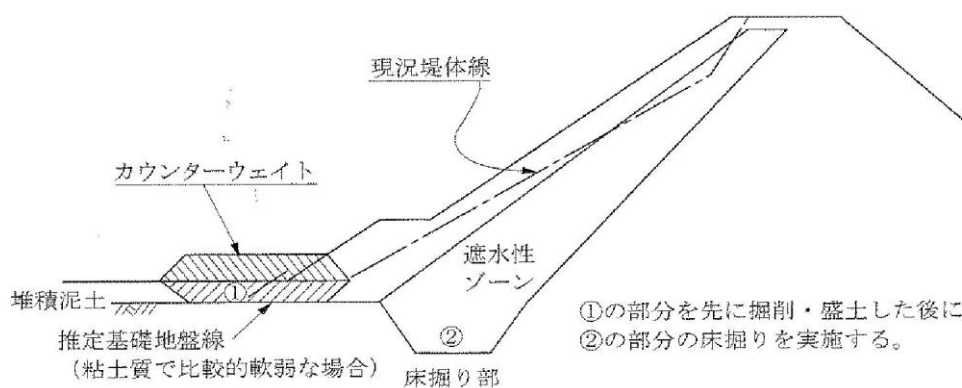


図-4.2.4 上流部分の盛土例

ウ. 掘削は1回の盛土範囲より少し広めにし、浸出水の排水を容易にし、積極的な排水を行えば、施工性の改善が図られる（図-4.2.5）。

①②③④⑤⑥…の手順で施工する。

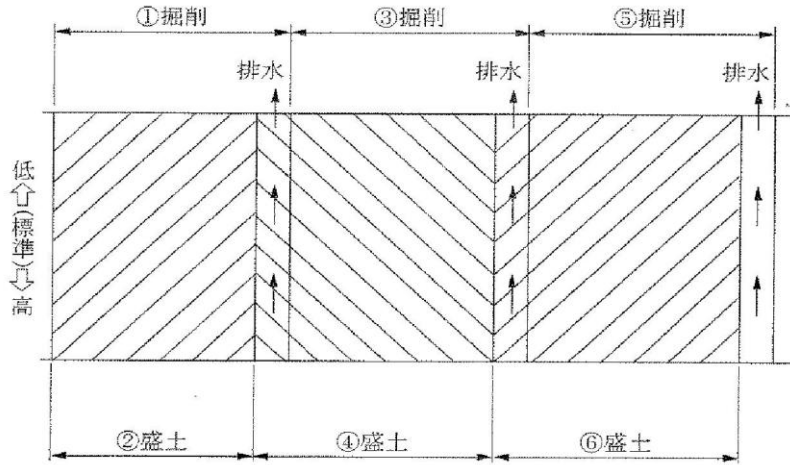


図-4.2.5 施工性の改善例

- エ. 機械施工位置の地盤支持力は、調査・設計段階で詳細に把握することが困難であるので、コーンペネトロメータ等で確認を行いつつ、施工することが必要である。
- オ. 基礎地盤の掘削形状は、著しい変化のないようにするものとする。オーバーハング状、凹状等の地盤上にそのまま盛土を行うと、不等沈下等が生じることが考えられるので、基礎地盤を図-4.2.6のように整形しておく。

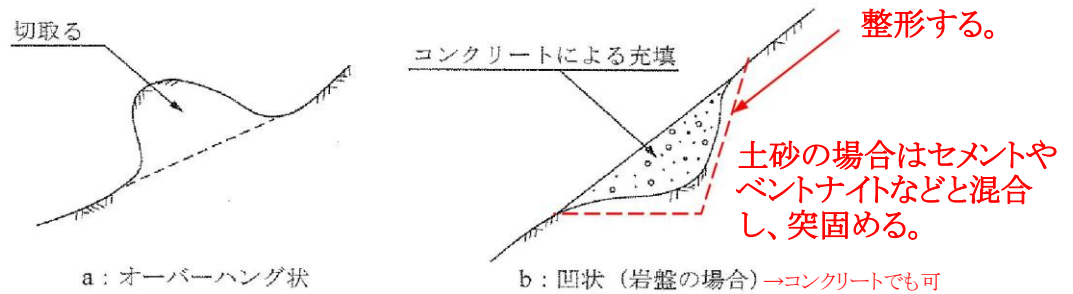


図-4.2.6 基礎地盤の整形

カ. 機械施工が確実にできる形状に掘削することで、盛土施工の管理が容易である。

図-4.2.7aのように、地山接続部の角度が急であると、斜線の部分に転圧不足の弱点が生じやすい（人力により用土をかき出し、タンバ等で転圧する作業を確実に行えばよいが、非常に手間がかかり、品質が低下しやすい）。

a 図の破線の位置まで地山を切取れば、ローラによる転圧が端まで可能となる（図-4.2.7b）。

なお、地山線が岩盤の場合は、接着性の改善を図るためコンタクトクレイ等を検討する。

*** 昔の人は「粘り刃金」などと言って、壁土をこねた粘性土を木樋などの回りを巻き立て、その上に堤体の盛土を行っていた。これがコンタクトクレイとして施工される方法に整合する。材質の違う(性格の違う)土質同志のなじみを良くする(密着性)ために行うものである。**



旧堤体との密着及び均一化を図るため段切りを行う。なお、段切り部は、開放面積の増加による含水比の低下、乾燥収縮ひび割れ、鉛直突起部の緩み、雨水の湛水と乾燥の繰り返しによる強度低下等により盛土材との密着部に弱点を生じるおそれがあるため、養生に注意する。

なじみを良くする転圧効果の向上滑り面とならない



段切はまき出した層の下部への転圧効果を向上させる。

基礎地盤の状況、高さを慎重に確認しながら掘削を行い、丁寧に整形する。掘削完了時は基礎地盤の支持力確認を行う。

(b) 埋戻し

土とコンクリートの材料の違いで土中の流速への相違により流速が増す。

7. 底樋管周辺部はパイピングが発生しやすいため、底樋管巻立てコンクリート及び止水壁周辺部の盛土は、構造物との確実な密着性及び所定の密度が得られるよう、タンパやランマ等で入念に転圧しなければならない。また、転圧機械により底樋管等を破損しないよう、十分注意しなければならない。なお、盛土との付着をよくするためには、底樋管巻立てコンクリート表面を目荒しするチッピング処理も有効である。

4. 土砂吐工と底樋管の接合部は、調査・設計段階で詳細に把握することが困難な場合が多く、不等沈下等が発生することが考えられるため、状況を確認し、漏水が発生しないよう細心の注意を払い施工しなければならない。

壁にテーパー(傾斜)をつける。
コンタクトクレイを貼り付ける(特に遮水ゾーンにおいては)



基礎地盤支持力確認



底樋密度管理

- ウ. やむを得ず旧底樋の一部を利用し、上流側に新底樋を接続する場合には、その継手部が漏水を誘発するおそれがあるため、十分に安全な方法にて確実に施工しなければならない。
 - エ. コンクリート止水壁を設ける場合は、施工時に底樋が破損した事例もあるため、締固め時には応力集中が生じないよう注意が必要である。
- (c) 旧底樋閉塞
- やむを得ず不要となる旧底樋を残す場合には、パイピング等の発生によって、堤体を崩壊に至らしめるおそれがあるため、以下に示す手順等により確実に閉塞しなければならない。
- ア. 旧底樋の清掃
 - 旧底樋の閉塞に先立ち、旧底樋内の堆積土を清水で押し流し洗浄する。
 - イ. コンクリートによる閉塞
 - 旧底樋の両端をコンクリートで閉塞するに当たり、下流側の底にグラウトパイプを、上流側の天井に空気抜きを設置しておく。
 - ウ. モルタルグラウトの注入
 - モルタルグラウト等の注入は下流側から行い、上流空気抜きからモルタルグラウト等がオーバーフローするまで確実に行う。



モルタルグラウトオーバーフロー確認（上流側）



モルタルグラウト注入（下流側）

表面を粗く仕上げる。

e. 堤体盛土

(a) まき出し、転圧

7. 堤体盛土におけるまき出し、転圧は、堤軸に平行に行うものとする。なお、転圧に先立ち、草木根及びオーバーサイズ粒径（一般に一層の仕上げ厚さの1/3以上）の石が混入している場合は取除くものとする。なお、1層のまき出し厚さ及び転圧機械は、所定の設計密度が得られるよう適切に設定する。

上・下流方向と水の流れと等しくなる横断方向の転圧は行わない

まき出し厚 25~30cm, 仕上り厚 20~25cm とすれば 6~8cm。これより5cmと想定するものひとつである。

所定幅の転圧が終わり、隣接する次の転圧に移る場合は、転圧終了部分と重複（30~50cm）するようにし、未転圧部分が残らないようにしなければならない。（少なくともキャタピラ幅以下）

盛立ては、ほぼ水平か、又は池側に多少傾斜をつけ、降雨時の排水対策を行っておくこととする。降雨等により盛立てを中止した場合は、雨水によって細粒分が流出した部分があれば、その部分を除去した後、再開するものとする。（ブルーシート等による養生は必須である）

→含水比の高い土は締固まるのが難しい。

刃金土のまき出しの際には、下層とのなじみを良くするため、バックホウの爪等を用いてかき起こし、平滑な面を残さないようにする。（付着）

また、底樋等の構造物周辺の転圧は、まき出し厚を小さくするなどして入念な施工を行う。

タンパ・ランマなど自重が軽く下部への効果が小さい機種

トレンチ挿入とする。

イ. 地山接続部は、機械施工の場合、図-4.2.8のようにすると、地山の損傷が少なく、かつ端まで転圧が可能である。

現場条件により機械施工ができない部分については、タンパやランマ等で入念に締固める。

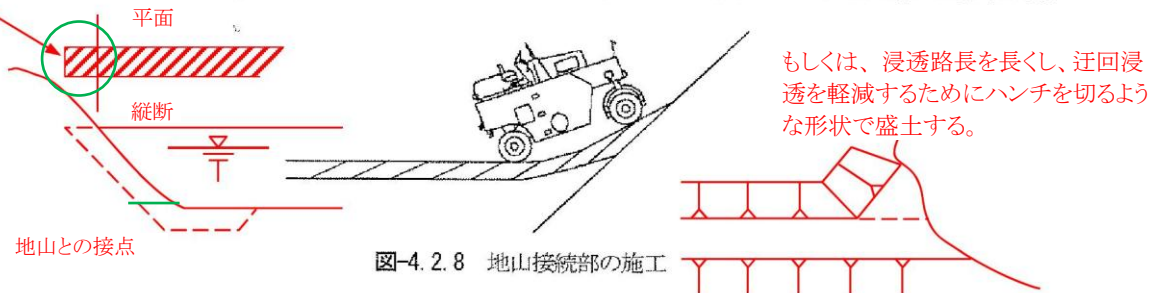


図-4.2.8 地山接続部の施工

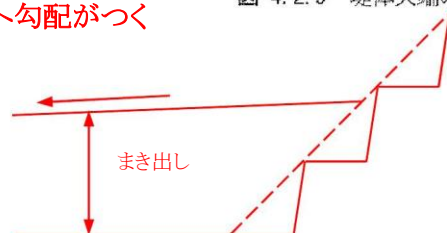
ウ. 堤体天端の余盛りは、5~15cm程度とする。また、盛土斜面についても、0.5~1.0m程度余盛りを行い、正規断面に切取ること、品質が安定する（図-4.2.9）。



転圧が盛土の生命であり、入念に施工したものは簡単に漏れ出すことはない。

図-4.2.9 堤体天端の余盛り

まき出し、転圧する時の盛土勾配は池側へ勾配がつくように施工する。



軟弱であるからとまき出し厚を厚くすると、下層まで重さが届かず、何層重ねても堅固な盛土層の構築とはならない。基盤作りが最も重要な施工と言える。

エ. 湧水・降水の処理

- (ア) できるだけ湧水等を1箇所を集めるように工夫し、その部分のみ壺状に盛土を残し、盛土高50cm程度ごとに、集中的に追って盛土する(図-4.2.10)。
- (イ) 湧水が少ない場合には、30~50cmの円筒を湧水箇所を立て、その周囲の土をよく締固め、30~50cm程度の厚さになれば、円筒を引抜き、直ちに中の水をくみ出して手早く一気に埋戻す(図-4.2.11)。

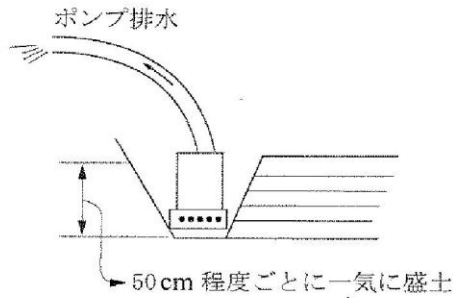


図-4.2.10 湧水等の処理

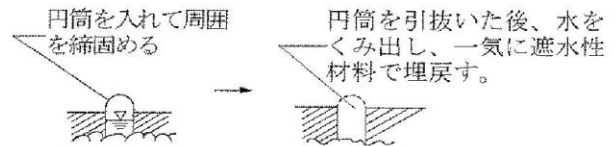


図-4.2.11 湧水が少ない場合の遮水性材料の築堤法

- (ウ) 湧水がやや多い場合には、上記円筒の中にφ13~25mm程度のパイプを1本立て、周囲を碎石で埋めながら円筒を引抜き、周囲の遮水部を締固めていく。湧水量に応じて適当な深さに達したならば、更にパイプを1本追加して円筒を引抜き、2本のパイプを残したまま、遮水部を築堤していく。4~5mの厚さに遮水部が上がった後、2本のパイプのうち深い方の1本から、**濃い**グラウトミルクを極めて低圧で注入する。この場合、ほかの1本のパイプは空気抜きである(図-4.2.12)。

比重が大きい(1.1~1.5)

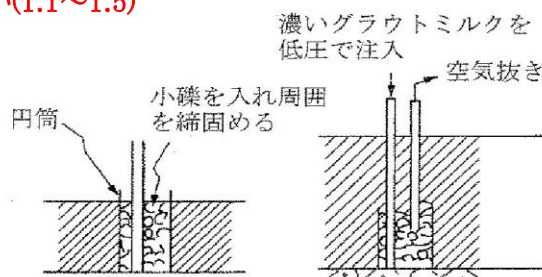


図-4.2.12 湧水が多い場合の遮水性材料の築堤法

- セメント 水と反応(水和)して硬化する性質を有する紛体
- コンクリート 「セメント」と「砂」と「砂利(骨材)」の混合物
- モルタル 「砂(細骨材)」と「セメント」と「水」を練りで混ぜたもの
- グラウト セメントミルク、ベントナイト等の非薬液系水ガラス, 分子等の薬液系

1-1-2 目的による分類

- ① 軟弱地盤補強・改良グラウト工事
- ② 岩盤補強・改良グラウト工事
- ③ 空洞裏込めグラウト工事
- ④ 止水グラウト工事
- ⑤ 変形防止グラウト工事
- ⑥ 継目グラウト工事
- ⑦ プレバックドグラウト工事

1-1-3 注入材料による分類

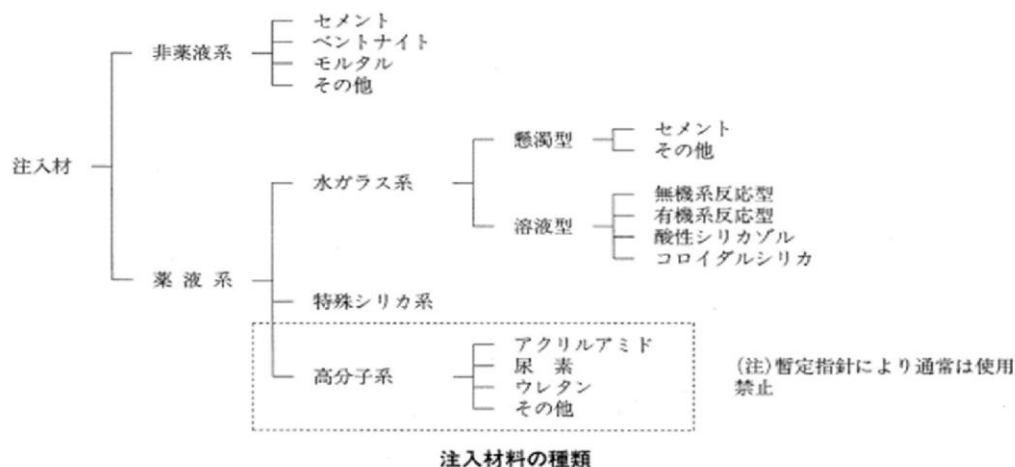
注入材料には次頁の注入材料の種類に示すように種々あるが、ここでは下記を取り上げる。

- ① セメントミルク
- ② セメント-ベントナイト
- ③ セメントモルタル
- ④ エア-モルタル
- ⑤ エア-ミルク
- ⑥ 薬液
- ⑦ 可塑性グラウト

注入材料の適性一覧表

目的 注入材料	軟弱補強 地盤改良	岩盤補強 改良	空洞 裏込め	止水	変形 防止	継目	プレバ ックド
セメント	○	○	△	○	○	○	△
セメント- ベントナイト	○	×	△	○	×	×	×
セメントモルタル	×	△	○	△	○	△	○
エア-モルタル	×	×	○	×	△	×	×
エア-ミルク	×	×	○	×	×	×	×
薬液(溶液形)	○	×	×	○	○	△	×
"(懸濁形)	○	△	×	○	○	△	×
可塑性グラウト	×	×	○	×	△	×	×

(注) 1. ○適、△場合によっては適、×不適
2. 可塑性グラウトとは、グラウト自体は流動性が無く液体と固体の中間領域に属するが、加圧すると流動化する性状を持つグラウトをいう。



C. Bモルタル配合表

(参考)

セメント kg	ベントナイト kg		水 L	フロー値 sec	ブリー ジック 率(%)	7D強度 kg/cm ²	7D強度 N/mm ²	28D強度 kg/cm ²	28D強度 N/mm ²	w/C+B (%)
721	200	メッシュ 36	757	10.0		20.1	1.97	52.2	5.11	100
500	200	メッシュ 100	800	11.7	0.0	26.8	2.41	60.4	5.92	130
498	200	メッシュ 50	822	10.0		6.7	0.66	18.3	1.79	100
423	200	メッシュ 70	838	10.0		3.5	0.34	8.2	0.80	170
316	200	メッシュ 79	869	10.0		2.0	1.96	3.0	0.29	220
300	200	メッシュ 100	865	10.0	1.0	4.9	0.44	14.8	1.45	210
300	200	メッシュ 50	885	8.4	5.0	3.4	0.31	7.8	0.76	250
264	200	メッシュ 88	882	10.0		0.6	0.06	1.7	0.17	250
194	200	メッシュ 97	901	10.0		0.5	0.05	0.8	0.08	310
107	200	メッシュ 107	924	10.0		0.2	0.02	0.4	0.04	430
750	250	メッシュ 50	750	12.0	5.0	80.0	7.84	150.0	14.7	94
721	250	メッシュ 36	757	10.0		27.5	2.69	71.0	6.96	100
650	250	メッシュ 50	780	12.0		50.0	4.90	90.0	8.82	110
540	250	メッシュ 50	810	12.0	5.0	25.0	2.40	40.0	3.90	150
527	250	メッシュ 53	812	12.0		9.1	0.89	19.1	1.87	140
430	250	メッシュ 50	850	11.0	5.0	10.0	0.98	18.1	1.76	177
400	250	メッシュ 50	857	11.0	5.0	6.0	0.59	12.0	1.17	214
385	250	メッシュ 64	853	10.0		3.5	0.34	6.4	0.62	190
350	250	メッシュ 50	830	10.0		5.0	0.49	10.0	0.98	210
334	250	メッシュ 33	881			4.0	0.39	5.6	0.54	240
300	250	メッシュ 100	865	8.7	1.0	5.4	0.48	14.9	1.46	210
300	250	メッシュ 50	885	8.4	5.0	3.4	0.33	7.8	0.76	250
273	250	メッシュ 68	887	10.0		1.1	0.10	2.0	0.19	260
250	250	メッシュ 80	890	10.0		2.5	0.24	11.0	1.07	270
250	250	メッシュ 60	898	10.0		2.3	0.22	8.4	0.28	290
250	250	メッシュ 50	900	10.0	5.0	2.0	0.19	4.0	0.39	300
240	250	メッシュ 50	905	10.0	5.0	1.0	0.09	3.0	0.29	377
218	250	メッシュ 73	902	10.0		0.9	0.08	1.6	0.15	310
200	250	メッシュ 80	906	10.0		1.4	0.13	6.8	0.66	323
200	250	メッシュ 60	914	10.0		1.3	0.12	4.9	0.48	352
165	250	メッシュ 82	915	10.0		0.7	0.06	1.2	0.11	310
150	250	メッシュ 80	922	9.8		0.7	0.06	3.8	0.37	400
150	250	メッシュ 60	930	9.8		0.6	0.05	2.3	0.22	442
100	250	メッシュ 100	929	9.7	1.8	0.5	0.05	0.8	0.08	460
93	250	メッシュ 93	934	9.2		0.2	0.02	0.3	0.03	500
88	250	メッシュ 88	938	9.0	2.8	0.2	0.02	0.3	0.03	533
83	250	メッシュ 83	940	8.6	1.5	0.0	0.00	0.9	0.09	566
600	300	メッシュ 50	800	12.0	5.0	30.0	2.94	50.0	4.90	133
570	300	メッシュ 28	808	13.5		15.1	1.48	28.5	2.79	135
306	300	メッシュ 31	891	10.0		1.8	0.17	2.6	0.25	265
250	300	メッシュ 42	904	10.0		0.9	0.08	1.3	0.12	310
198	300	メッシュ 50	918	10.0		0.5	0.05	0.7	0.06	370
165	300	メッシュ 55	926	10.0		0.4	0.04	0.5	0.05	420
135	300	メッシュ 67	931	10.0		0.2	0.02	0.4	0.04	460
83	300	メッシュ 83	940	8.9	0.01	0.0	0.00	1.5	0.14	566
83	300	メッシュ 42	957	8.0	7.0	0.0	0.00	0.2	0.02	765
60	300	メッシュ 60	958	10.0		0.2	0.02	0.3	0.03	800

*単位換算例 21Nmm² = 2.14kg/mm² = 214kg/cm² = 0.214t/cm² = 2140t/m²

- (b) 法面整形
堤体盛土法面は、余盛りを行い、計画勾配に切り取り整形する。
- f. 洪水吐
- (a) 掘削、基盤整形
基礎地盤の状況を確認しながら掘削を行い、丁寧に整形する。掘削完了時は基礎地盤の支持力確認を行う。
- (b) ドレイン設置 **☆下流のドレイン工は設置することを標準とする。浸透水、雨水処理に有効である。**
湧水等がある場合は、必要に応じてウィーブホール及びドレインを設ける。
- (c) コンクリート工、埋戻し **構造物廻りはまき出し厚を薄く(25cm以下)、入念に行う**
コンクリート打設及び養生後、洪水吐側壁の埋戻し、盛土は構造物との確実な密接性及び所定の密度が得られるよう、タンパやランマ等で入念に転圧しなければならない。(20cm)
- g. 斜樋
斜樋管及びスライドゲートの据付けは正確に行う。なお、箱抜き等の間詰めモルタルは、空隙が生じないように十分注意する。
- h. 法面保護工
張ブロック等は、美観を害することのないよう高さに注意し、慎重に施工する。
- i. 安全施設工
設置場所に配慮し、安全性を備えたものを使用する。
- (3) 生物に対する配慮
- a. 水生生物・水生植物等や魚類が生息するため池においては、工事中においても水を確保し、水生植物等を保全することや、工事期間中の避難場所として「いけす」を設置し、そこへ魚類を避難させ、工事後にため池に放流する等の生物の保全対策を検討する。
- b. 生物の生育条件等によっては、締切りにより施工範囲を限定し、ため池へ流入する沢や湿地等が枯れないように配慮する。また、必要に応じて、汚濁防止膜や沈砂池等の設置による汚濁水の処理や、低振動・低騒音機械の使用により生物の生息・生育環境への影響を低減する。
- c. ため池を全面的に改修する場合には、植物の種子や越冬する水生動物の移動・供給により既存生態系の復元が期待されるように、可能な範囲で施工区域を分割することが望ましい。

4.3 施工管理

施工管理は、盛土の均質性と平均的性質が設計値に合っているかどうかを確認するのが目的であり、この目的に沿って計画的に実施しなければならない。

(1) 築堤材料管理

土取場等で、設計条件と異なるような材料が発見された場合は廃棄する、又は混合する等の処理を行った上で使用する。もし、土取場等で確認できずに盛立面にまき出された場合でも、含水比の異なる材料や、粘土塊、粗粒分の多い材料、粒径の大きく異なる材料等は、除去等の適切な処理をとらなければならない。

↑ **小割、ほぐす、除去**

締固めの試験によるコンパクションカーブより求める。 P.154

(2) 含水状態

土の含水状態は、採取地において土質試験を行い、ほぼ最適含水状態であるか確認する。また、降雨等の影響を受けないよう適切に養生するものとする。なお、慣れてくれば土を握り固めることにより把握することも可能になり、施工中においては締固め機械の通過状況によって含水状態が判断できる。締固め機械のわだちが顕著な場合は、土が湿潤過ぎる状態である。

(3) 施工状況管理

作業の関係で築堤材料を長期間放置する場合は、土中の水分蒸発による含水比低下を防ぐために表面をよく締固めるとともに、表面の状況により乾燥によるひび割れの発生を防ぐため、散水等を行う必要がある。**(はぎとり、除去し、再転圧を行う)**

また、降雨に対処するためには、盛土表面を平滑に仕上げ、雨水の進入を防ぐことが必要である。更に、必要に応じてシート等で保護する。

(4) まき出し厚さ

まき出し厚さは締固めに大きな影響を与えるものである。施工に当たっては、これを規定どおりにまき出すのは容易なことではない。したがって、運搬車当たりのまき出し区間を定めて行うのが有効であり、効果的な方法である。

(5) 締固め

締固めは、必ず隣接層に重複させ、未転圧部を残さないように注意するとともに、締固め機械の通過回数及び走行速度を確認しなければならない。

隣接部は先行部を掘削し、重なるように取り付けるように施工する。

(6) 品質管理

盛土管理は、施工された盛土がそれぞれ設計で意図した品質を有しているかどうか、施工中常に管理し確かめることが必要である。このため施工に先立ち、品質管理項目を設定する。

品質管理には、それぞれの材料の特性、バラツキ及び重要度に応じ、試験項目、試験方法、試験頻度を定める。表-4.3.1に、品質管理の項目を示す。そのほかの試験方法による場合には、試験結果の妥当性について検証を行うものとする。

また、試験については、材料の性質と所要の品質に応じて、できるだけ簡便かつ確実な方法で迅速に行うこととし、極力施工に支障のないように配慮する必要がある。

なお、現場透水試験の実施箇所は、原則として転圧エネルギーが達しにくい下層部又は下層境界付近とする。

1. 乾燥密度で規定する場合

JIS A1210 締固め試験で最大乾燥密度(ρ_{dmax})に対する締固め度(D値)は

A法、B法 ……95%以上

C法、D法、E法 ……85%以上

2. 飽和度(Sr)で規定する場合

飽和度は、85～95%の範囲とする。

3. 空気間隙率(Va)で規定する場合

空気間隙率(Va)は、2～10%の範囲とする。

※ 土は同じ転圧回数ならば、含水比の高い方が透水係数(k)は小さくなる。

透水係数の単位は必ず注意し、確認する。 cm/s と m/s では100倍違う

表-4.3.1 品質管理項目

材料	試験項目	試験方法	試験頻度(参考)	規格値(参考)
遮水性ゾーン	土粒子の密度試験	JIS A 1202	工事着手前に1回及び盛土材料の変わった時	
	粒度試験	" 1204		
	含水比試験	" 1203		
	突固めによる土の締固め試験	" 1210		
ランダム	現場密度の測定 ^{注4)}	JIS A 1214	盛土高さがおおむね60cmに達するごとにおおむね50~100m間隔に1回	D値95%以上 ^{注1,2,3)} $k=1\sim5\times 10^{-5}\text{cm/s}$ (設計値)以下
	現場透水試験 ^{注5)}	JGS 1316		
ランダム	土粒子の密度試験	JIS A 1202	工事着手前に1回及び盛土材料の変わった時	
	粒度試験	" 1204		
	含水比試験	" 1203		
	突固めによる土の締固め試験	" 1210		
ランダム	現場密度の測定 ^{注4)}	JIS A 1214	盛土高さがおおむね60cmに達するごとにおおむね50~100m間隔に1回	D値95%以上 ^{注1,2,3)}

注1)D値95%は、JIS A 1210のA法又はB法で求めた値に対する数値。

注2)火山灰粘性土を用いる場合には、D値に加えC値を併用して適切な施工管理を実施する。

注3)C値： $E_c=JIS\times 100\%$ の締固め曲線に対する密度比の値であり、施工時に必要な支持力より設定する。

注4)現場密度の試験数は1回当たり原則、横断方向に3箇所実施する(図-4.3.1)。

なお、横断幅が狭く横断方向で3箇所の試験が出来ない場合は千鳥配置又はため池軸方向で3箇所実施する。

注5)現場透水試験の試験数は1回当たり横断方向の中央付近で1箇所実施する。

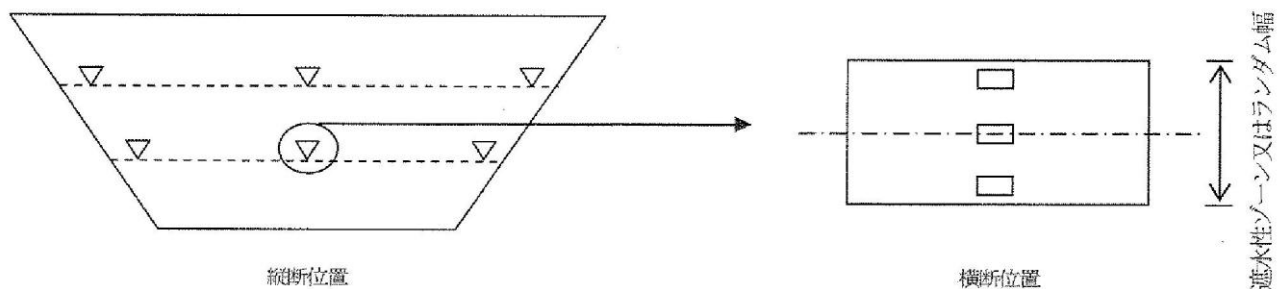


図-4.3.1 現場密度試験の実施位置

施工時 目視管理

目視管理は、材料状態はよいか、施工方法が正しく行われているか、均一性は保たれているか等を、常に施工の状態を観察して判断するものである。目視管理項目としては次の項目がある。

- 1) まき出し厚さのチェック
全体あるいは部分的に厚すぎないか、転圧面とのなじみはよいか
- 2) 含水比のチェック
基準値はずれていないか、全体に均一か
- 3) 粒度状態のチェック
オーバーサイズはないか、全体に均一か
- 4) 転圧作業状況のチェック
締固め回数は不足していないか、未転圧部分はないか、締固め機械は正常であるか
- 5) 着岩部状態のチェック
岩盤部の清掃はなされているか、岩盤の状態はどうか、材料はあらくないか
- 6) 湧水処理状況のチェック
湧水は確実に処理されているか

(Fc)

刃金土(遮水用土)として利用可能な土質は、粘土・シルト分が30%以上と言われる。

----- 目視・触手の判断 -----

粘土・シルト分が30%含有の土を実際に見るとかなり砂質っぽく見える。「これは粘性土だ」と感覚的に思われる土は粘土・シルト分が50~70%程度含んでいる場合が多い。
砂質土で含水比が高いと思っても、10%程度のものがある。

盛土の施工管理

盛土の管理基準値は、設計時に意図した条件と施工方法との総合的見地から、安全かつ経済的で、しかも実施可能な範囲で選定される。したがって、盛土管理基準値は設計条件を満足していると同時に、選定された施工方法によって容易に得られるものでなければならない。これらは室内試験や試験盛土の結果に基づいて決められる。

堤体盛土（刃金部）の施工管理は特に重要であり、施工の結果、所定の管理値に達していない場合は該当する盛土部分を取除かなければならない。

不透水性材（刃金部）の管理基準は次のとおりとする。

項目	規格値	摘要
最大粒径	100mm	
含水比	最適含水比以上 w_{90} 以下	高含水比の場合 特別規定値
締固め度	D値 90%以上 C値 95%以上	標準規定値
現場透水係数	1×10^{-5} 以下 (cm/s)	

8. そ の 他

1. 発注後すぐ実施すること

固化材の種類は土質によって変える。

配合試験

池敷内土砂を改良し堤体盛土に流用するため、前もって配合試験を行う。配合試験に使用するセメント系固化材は、一般軟弱土用、六価クロム対策型、セメント石灰複合型の3種類とし、配合量を50kg/m³、100kg/m³、150kg/m³、と変えて一軸圧縮強度を計測する。

目標強度は室内で300kN/m²(現場目標強度100 kN/m²)とし、最も経済的な材料を決定する。

また、池敷内土砂の土質が場所により相違する場合は、監督議員に報告し、配合試験を再度行う等の措置をとり、適正な配合方法を決定するものとする。

六価クロム溶出試験

池敷内をセメント系固化材で改良する前に適用配合量による六価クロム溶出試験を行い、下記品質管理に示した環境基準以下であることを確認すること。

配合試験による供試体を使用し、環境基準値0.05mg/l以下を確認する。(試験頻度：3検体)

改良土の土質試験

改良土が盛土材料として適しているかどうか決定するため、下記の土質試験を行う。

土粒子の密度試験

粒度試験

含水比試験

突き固めによる土の締固め試験

(試験頻度：工事着手前に1回及び盛土材料が変わった時)

2. 工事施工中の品質管理

池敷土改良に伴う注意事項

池敷内土砂の含水比が高い場合、セメント系固化材で改良後、最適含水比(締固め試験による値)に近づけるよう含水比調整を行った後、堤体盛土材として使用すること。

(改良後3日程度の養生が必要となる。)

場合により使用前に含水比試験を行う。

養生期間は現場の土質により変える。

雨天時の土工、掘削盛土は避ける。

混合状態

フェノール反応による目視

50mに1箇所

改良強度

一軸圧縮強度試験(3供試体/1ヶ所)材令7日及び28日

コーンペネトロ試験による…盛土が目標強度100kn/m2以上あることを確認する。

盛土管理

ア) 堤体盛土 転圧方法

転圧は、堤体縦方向に施工するものとし層状にならないようにする。また、次層の転圧をする時、下層が平滑な場合は上面を若干緩めてから、なじみを良くしてから次層を開始する。

転圧の重複層は、30cm以上とする。

撒きだし厚30cm、転圧回数は5回を標準とし、試験施工により盛土材料の調査結果と照合し、大きく違わないようか確認を図る。

イ) 現場密度試験…D値90%以上

(試験頻度：盛土高さがおおむね60cmに達するごとに1回：1回あたり3試料とし平均をとること)

密度試験は下記式による。

$$D値 = \frac{\text{現場乾燥密度}}{\text{室内最大乾燥密度}} \times 100\%$$

現場密度はRI(ラジオアイソトープ)法が迅速で簡便であることから多く用いられる。密度と含水比を知ることができる。

ウ) 一軸圧縮試験…盛土が目標強度100kN/cm2以上あることを確認する。

(試験頻度：1箇所(3供試体)、7日及び28日強度を確認する。)

50mに1箇所

積算関係

1. 遮水シートの資材単価は物価本（建設物価・積算資料）による。
2. 歩掛は、20年度まではメーカーに見積もりを取って最低価格となるものを採用していた。

工事材料調達100万円以上となる場合、歩掛を特別調査単価で決定する。

品質関係

1. 材料の室内透水係数は $k=5 \times 10^{-6}$ cm/s以下とする。（ため池指針 P. 18）
2. ベントナイト質量は 4kg/m^2 以上とする。（ため池指針 P. 213）
3. ベントナイトが顆粒状である場合は、施工時かたよらないように注意させる。

（ボルクレイシート）

4. 日本水工水谷さんが推奨する遮水シートは、ローマット、ベントフィックスである。

ローマットは工場ですぐに膨潤しているため、現場ですぐに遮水効果を発揮するが、あらかじめ水を含んでいるため、重いという欠点がある。あと、ローマット・ベントフィックスは、不織布にはさんであるだけなので突然の降雨にはビニールシート等で養生が必ず必要である。また、シート敷設後はすぐに盛土すること。

ガンドシールは、ベントナイトが高密度ポリエチレンに挟まっているので、降雨の影響は受け辛く、施工性は良いが過信し、シートの上を頻繁に載っていると、ベントナイトがはがれる恐れがある。特に斜面部ははがれやすいので、やはり敷設後はすぐに盛土した方が良い。

5. 構造物まわりについては、漏水の一番の原因になるため、敷設を業者任せにせず、メーカー指導のもと、確実に敷設する。（場合により、ベントナイトを練ったものをコンクリート接着部に張ったり、ベントナイトの粉をまいたりすることもある。）
6. シートとの重ね幅は、最低15cmは確保すること。（シートの種類によっても違う。ガンドシールは20cm）

7. ベントナイトシートの実績

合 有 戸	・・・	ローマット
足 長	・・・	ローマット・ガンドシール
原 岡	・・・	ベントフィックス・ガンドシール
葛 原	・・・	ボルクレイマット・ローマット
岩 婦	・・・	ガンドシール
市 部	・・・	ガンドシール

8. 堤体掘込部は水が出る事が多く、そのままシートを敷くとベントナイトが水没し、外に流れ出てしまうので、なるべくドライな状態にして敷設すること。（固化改良や、ベントナイトの粉末を撒く等も場合により検討する。）

遮水工法比較表

工法名	ベントナイトシート(3.0~6.0mm厚)	高密度ポリエチレン(1.5mm厚)	軟質塩化ビニル系(1.5mm厚)	合成ゴム系(1.5mm厚)	アスファルトシート系(3.0mm厚)
工法概要	天然ベントナイトをジオテキスタイル等で保護した難透水性遮水材であり、特別な施工技術を必要とせず敷設できる。重ね代幅は150mm重ね合わせるだけでよい。	エチレンを重合した熱可塑性の遮水シートである。重ね合わせ部分については熱溶解となるので特殊技術を有する。完全遮水シートである。	塩化ビニル樹脂を主成分として、可塑性・安定剤・充填剤で構成される熱可塑性プラスチック遮水シートである。	エチレンプロピレンゴムとブチルゴムを主成分とした加硫ゴムシートとポリオレフィン系の非加硫ゴムシートがある。	アスファルトシート系(3.0mm厚)
遮水性	優れている。継ぎ目部は重ね合わせによることから施工時には注意を要する。透水性係数は 1×10^{-9} (cm/sec)以下である。	優れている。重ね合わせ部分の熱溶解に注意を有する。	優れている。重ね合わせ部分の熱溶解に注意を有する。	優れている。重ね合わせ部分の接着に注意を有する。	優れている。重ね合わせ部分の熱溶解に注意を有する。
遮水性能	◎	◎	◎	◎	◎
防水性	柔軟性があるため下地のある程度の凹凸に対しては追従性がある。	炭素分子を混合させため硬い。下地への追従性に難あり。	柔軟性があるため下地のある程度の凹凸に対しては追従性がある。	柔軟性があるため下地のある程度の凹凸に対しては追従性がある。	柔軟性がある。低温で柔軟性が失われる。
作業性	運搬敷設にクレーンが必要。	シートが覆いために複雑な形状や細かい部分には不向き。運搬敷設にはクレーンが必要。	運搬敷設には運搬器具が必要。	運搬敷設には運搬器具が必要。	運搬敷設には運搬器具が必要。
下地調整	基礎面の平滑性を得るために一般的な転圧が必要である。	基礎面の平滑性を得るために一般的な転圧が必要である。	基礎面の平滑性を得るために一般的な転圧が必要である。	基礎面の平滑性を得るために一般的な転圧が必要である。	基礎面の平滑性を得るために一般的な転圧が必要である。
施工性	ベントナイト同士を接合するだけでよく特殊技術を必要としない。	自走式融着機を使用して重ね合わせを行なう。接合作業は熱練工が必要。	熱融着にて施工を行なう。接合作業は熱練工が必要。	200mm重ねて、溶剤型接着剤で接着する。接合作業は熱練工が必要。	150mm重ね合わせプロパンバーナーで加熱溶解及び溶解アスファルトで接合する。接合作業は熱練工が必要。
接合精度確認	重ね幅の確認のみ。	加圧法、減圧法等の試験方法があるがベントナイト以外の器材が必要であり、熱練工が試験を実施する。	加圧法、減圧法等の試験方法があるがベントナイト以外の器材が必要であり、熱練工が試験を実施する。	加圧法、減圧法等の試験方法があるがベントナイト以外の器材が必要であり、熱練工が試験を実施する。	加圧法、減圧法等の試験方法があるがベントナイト以外の器材が必要であり、熱練工が試験を実施する。
施工時の天候	降雨時の敷設は不可。	降雨時の敷設は不可。	降雨時の敷設は不可。	降雨時の敷設は不可。	降雨時の敷設は不可。
評価	◎	△	○	○	○
材料劣化	ベントナイトは自然の鉱物であり、劣化がない。	時間が経過すると強度劣化が起こる可能性がある。温度変化によっても強度低下する。	時間が経過すると強度劣化が起こる可能性がある。温度変化によっても強度低下する。	紫外線劣化による強度劣化が起こる。	温度変化によって強度低下を起こす可能性がある。
耐損傷性	ベントナイトの特徴である自己修復機能により、小さな切り傷や削し傷などの損傷が生じても自己修復をする。	引裂強度は強いが損傷が生じた場合、漏水は補修工事が終了するまで止まらない。	引裂強度は強いが損傷が生じた場合、漏水は補修工事が終了するまで止まらない。	損傷が生じた場合、漏水は補修工事が終了するまで止まらない。	損傷が生じた場合、漏水は補修工事が終了するまで止まらない。
耐薬品性	天然ベントナイトなので海水・石油類に対しても耐性を有する。	非常に優れている。	強酸・石油類には弱い。	強酸・石油類には弱い。	石油類を除いて優れている。
評価	◎	○	△	△	×
安全性	ベントナイトは自然の鉱物であり、特別な機械が不要であるため特別な安全管理は不要である。	熱源が必要であり、作業上注意を有する。	熱源が必要であり注意を有する。安価な製品はPCB融出事故の例もあり選定に注意が必要である。	溶剤型接着剤が必要であり、注意を有する。	熱源が必要であり、作業上注意を有する。
安全性	生物に対する影響	自然の鉱物である天然のNaベントナイトを使用しているため、生物に対してやさしく影響はない。	柔軟性を持たせるために可塑性が含まれており、生物に対して影響を及ぼす可能性が大きい。	柔軟性を持たせるために可塑性が含まれており、生物に対して影響を及ぼす可能性が大きい。	アスファルト特有の油分の浮遊があり、生物に対して影響を及ぼす可能性がある。
経済性	直接工事費	4,500円/㎡	4,200円/㎡	4,300円/㎡	4,300円/㎡
重ね代検査費	0円/m	不明	700円/m(継ぎ目延長当たり)	700円/m(継ぎ目延長当たり)	600円/m(継ぎ目延長当たり)
評価	×	△	◎	×	△
その他	付帯施設(空気抜き)	不要である。	基本的には必要であるが現場条件によっては必要としない場合がある。	基本的には必要であるが現場条件によっては必要としない場合がある。	基本的には必要であるが現場条件によっては必要としない場合がある。
評価	◎	△	△	△	○
総合評価	◎	△	○	△	△

※直接工事費については各種シートの価格表及びシート敷設参考歩掛より抜粋した価格である。(別紙資料参照)

G C I 比較表

製品名	ローマット	パラシール	ペントフィックス	ガンドシール	ボルクレイシート
構造	<p>ポリプロピレン織布 ベントナイト(一次膨潤, t=4.5mm) ポリプロピレン不織布</p>	<p>高密度ポリエチレン(HDPE) 顆粒状ベントナイト(t=3.0mm) 顆粒状ベントナイト</p>	<p>ポリプロピレン不織布 粉状ベントナイト(t=6.0mm) ポリプロピレン織布</p>	<p>高密度ポリエチレン(HDPE) 顆粒状ベントナイト(t=3.0mm) 顆粒状ベントナイト</p>	<p>ポリプロピレン織布 顆粒状ベントナイト(t=5.0mm) ポリプロピレン不織布</p>
製品概要	米國ワイオミング産の一次膨潤された高密度Naベントナイトをジオテキスタイル(ポリプロピレン織布、不織布)で保護した難透水性シートである。	米國ワイオミング産の顆粒状ベントナイトをジオテキスタイル(ポリプロピレン織布、不織布)で保護した二重構造のシートである。	米國ワイオミング産の顆粒状ベントナイトをジオテキスタイル(ポリプロピレン織布、不織布)で保護した二重構造のシートである。	米國ワイオミング産の顆粒状ベントナイトをHDPE(高密度ポリエチレン)で保護した二重構造のシートである。	顆粒状のNaベントナイトをジオテキスタイル(ポリプロピレン織布、不織布)の中に充填してニードルパンチ加工によって連結したシートである。
長所	工場で一次膨潤しているため、現場での養生を必要とせず敷設してすぐに遮水効果を発揮する。また、天然のベントナイトなので自然に影響がなく耐用年数も永久的である。海水や化学薬品に対して遮水性の低減が小さい。	一次膨潤タイプのベントナイトシートと違い、水を含んでないので重量が軽い。	一次膨潤タイプのベントナイトシートと違い、水を含んでないので重量が軽い。	一次膨潤タイプのベントナイトシートと違い、水を含んでないので重量が軽い。	一次膨潤タイプのベントナイトシートと違い、水を含んでないので重量が軽い。
短所	一次膨潤しているデメリットとしてあらかじめ水を含んでいるので顆粒状のベントナイトシートより重い。	高密度ポリエチレンと顆粒状ベントナイトの二重構造のため、現場でカッターにベントナイトが散逸する可能性があり斜面に敷設する場合はベントナイトが漏れ均一性を確保できない。真水以外は膨潤しないので海水や化学薬品に対して遮水性の低減が大きい。	高密度ポリエチレンと顆粒状ベントナイトの二重構造のため、重ね合わせの侵入水を止水できない。また、HDPEを熱溶着する対応できない。顆粒状ベントナイトの漏れ均一性を確保できない。真水以外は膨潤しないので海水や化学薬品に対して遮水性の低減が大きい。	重ね合わせにおいてベントナイトとの間にHDPEが入っているため完全な止水は期待できない。HDPEを熱溶着するため施工性が悪く、顆粒状のベントナイトなので均一性を確保できず、真水以外は膨潤しないので海水や化学薬品に対して遮水性の低減が大きい。	顆粒状のベントナイトを使用しているもので、現場で散逸する可能性があり、ジオテキスタイルをはがして施工ができず、重ね合わせの部分に漏水の可能性がある。また均一性を確保できず、真水以外は膨潤しないので海水や化学薬品に対して遮水性の低減が大きい。
重ね代施工方法	<p>150mm以上 ポリプロピレン織布 ベントナイト ベントナイト(一次膨潤) ポリプロピレン不織布</p>	<p>100mm ガムテープ(布製) HDPE 顆粒状ベントナイト HDPE 顆粒状ベントナイト</p>	<p>150mm 粉状ベントナイト 粉状ベントナイト ポリプロピレン織布</p>	<p>100mm ガムテープ(布製) HDPE 顆粒状ベントナイト HDPE 顆粒状ベントナイト</p>	<p>150~300mm 顆粒状ベントナイト 顆粒状ベントナイト ポリプロピレン織布</p>
透水性係数(cm/sec)	1×10 ⁻⁹ ～1×10 ⁻¹²	2.7×10 ⁻¹²	5.0×10 ⁻⁹ 以下	2.0×10 ⁻¹¹ ～1×10 ⁻¹²	2×10 ⁻⁹
厚さ(mm)	4.5mm以上	3.5mm以上	6.0mm	3.5mm以上	6.4mm
重量(kg/ロール)	480kg以上	44kg	278kg	885kg	720kg
重量(kg/m ²)	8.0kg以上	5.1kg	4.7kg	6.0kg以上	6.4kg
重ね幅(mm)	150mm以上	100mm	150mm	150mm	150～300mm
価格(円/m ²)	建設物価表示価格 3,240円	建設物価表示価格 3,150円	建設物価表示価格 3,600円	建設物価表示価格 3,800円	建設物価表示価格 5,000円
メーカー名	日本アイ・シー・シー(株)	(株)豊順洋行	(株)丸紅テツゲン	(株)豊順洋行	日商岩井ベントナイト(株)
評価	○	△	○	△	△

(水谷作成)

土工関係

1. ため池堤体工事にかかるいわゆる「段切り」について
設計積算の手引きP2-7-27により、段切りにかかる経費は準備費の率対象となっている為、直接工事費には一切計上してはならない。（段切りにかかる掘削、整形、盛土等）
2. 盛土水平面整形については、整形面積に含めない。（設計積算の手引きP2-4-5）
3. 盛土の転圧については、締固め幅 $B=4.0\text{m}$ 以上の部分は15tブル転圧で、それ以下は振動ロー転圧とする。（搭乗式かハンドガイド式かは、扱い土量が 500m^3 以上なら搭乗式を用いる）

構造物周りは、人力（振動コンパクタ・タコ）等で念入りに締固めること。
4. 転圧の重複層は 30cm 以上とする。