

ため池底泥土の性質とそれを利用した改修工法について

Property of muddy soil and repairing method of earth dam using stabilized sedimentary muddy soil

谷 茂* 福島 伸二** 北島 明**

Shigeru TANI* Shinji FUKUSHIMA** Akira KITAJIMA**

1. はじめに

ため池には底泥土が堆積していて、貯水容量の低下や富栄養化による水質の悪化など環境に悪影響を及ぼしていることが多い。しかし、環境問題から高含水比の底泥土の廃棄が難しい。また、改修のための築堤土の確保が困難になっていることもあり、底泥土を盛土材に利用することが出来ればこの問題の解決が可能になる。本報告ではため池底泥土の性質と、底泥土を利用したため池改修方法について報告する。

2. ため池底泥土の性質について

ため池底泥土の性質については、上流域の地質によって大きく異なるし、同じため池の中でも上流池では粗粒質で、堤体近傍では細粒質の物が多い傾向がある。表-1は日本全国の代表的な地域のため池（11ため池、各3ヶ所で33試料）の底泥土の土質パラメータを示したものである。図-1は特にフミン酸含有量と強熱減量の関係を見たもので相関が認められる。フミン酸含有量から固化の難易度を推定できるため、簡便な試験である強熱減量からも推定が可能になる。含水比は $w_n=28\sim 525\%$ と非常にばらついているが、その平均値は $W_n=157\%$ となる。次に述べる盛土工法では含水比は最大で200%程度の底泥土も堤体材としてすでに利用した実績が

あり、底泥土のかなりのものが利用出来そうである。また、この他に鉱山由来等の重金属が含まれた底泥土を調べたが、環境基準を超えたものもあり、そのままでは固化後に溶出する可能性があり、不溶化材の併用も必要になる。

表-1 底泥土の土質パラメータ

| 土質パラメータ | 最小値 | 最大値 | 平均値 |
|--------------------------|------|------|------|
| 土粒子の比重 | 2.19 | 2.6 | 2.49 |
| 湿潤密度(g/cm ³) | 1.1 | 1.84 | 1.37 |
| 自然含水比(%) | 28 | 525 | 157 |
| 液性限界(%) | 42 | 235 | 104 |
| 塑性限界(%) | 19 | 83 | 39 |
| 塑性指数 | 20 | 152 | 64 |
| PH | 4.8 | 7.2 | 6.5 |
| 強熱減量(%) | 3.3 | 24 | 10.6 |
| フミン酸含有量(%) | 0.1 | 4.1 | 1.5 |
| 軸圧縮強度(KPa) | 98 | 169 | 411 |

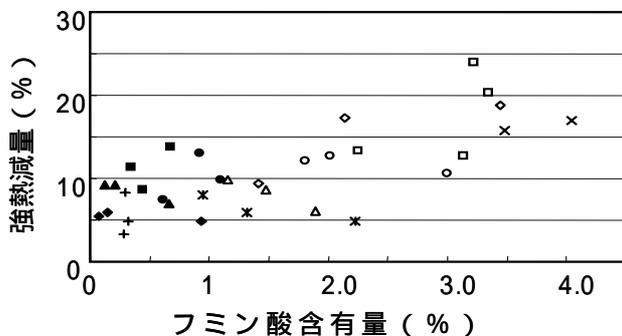


図-1 フミン酸含有量と強熱減量の関係

* (独)農業工学研究所, ** (株)フジタ Nat. Res. Ins. for rural engineering, Fujita .Co. ため池、底泥土、改修法

2. ため池底泥土を利用した改修方法

2.1 砕・転圧土工法の概要

従来のセメントを用いた改良土は、強度は大きいですが、小さなひずみで最大強度が発生するため、クラックが入りやすく、ため池の遮水材には適さないとされていたが、開発した盛土工法では、ピット内で固化した処理土を一定期間(t_s)だけ固化させた底泥土（初期固化土と称す）を、新たに開発した破碎機により、所定の粒径(D_{max})に破碎し、築堤し養生する（期間 t_{cc} とする）ことで、通常土と同様な変形性を持つ盛土となる。破碎して、撒きだし・転圧・再固化させる事により、強度は低下するが、大きなひずみで最大強度が生じるようになり、クラックの発生しにくい盛土（砕・転圧土）を築造出来るようにした。

次に 砕・転圧土の強度と遮水特性について述べる。図-2 は同一配合条件での $t=t_s=10$ 日の初期固化土と、 $t=t_s+t_{cc}=3+7=10$ 日の砕・転圧土の三軸圧縮試験による応力～ひずみ関係を示したものである。供試体は現地盛土から採取したものである。初期固化土は2%程度のひずみで最大強度を示し、以降強度が低下していく。これに対し砕・転圧土は初期固化土の最大強度に比べ小さいが、通常土に近い応力～ひずみ曲線を示し、地盤や既設堤体との極端な変形性の違いがなくなっている。次に、破碎粒径の違いが一軸圧縮強度、透水係数に及ぼす影響についても調べた結果、破碎粒径が大きいほど透水係数は大きくなり、一軸圧縮強度も大きくなることから、破碎粒径を変えることにより用途（遮水材、ランダム材等）に応じた盛土を築造することが出来る。

初期養生日数については締固め用重機の施工性や固化効率を考慮して、強度低下が少なく、所要のトラフィカビリティーが得られる $t_s=3$ 日を標準としている。設計強度はトラフィカビリティーか堤体のすべりに対する安全性に必要な強度のうち大きい値となる。堤高が 10m 以下では概ねトラフィカビリティーが得られる強度のほうが大きく、10m 程度を超えてくると、すべり安全性から求められる強度のほうが大きくなる。本工法では、築堤材料については底泥土、地山掘削土、旧堤体土の掘削土がすべて使用可能であり、必要な盛土の性能条件（強度、透水係数）が与えられれば、セメント混合率、用土の混合率、破碎粒径を变化させることにより要求を満たすことが可能で、急勾配の盛土断面や、従来と同じ断面でも高地震力にも耐えるため池に改修が可能である。

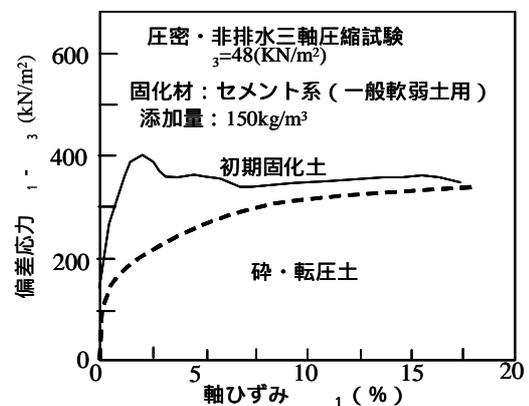


図-2 砕・転圧土の応力・ひずみ関係

4. おわりに

実際のため池の底泥土は場所によって土質が大きく異なっているため、混合して使用する必要が生じてくる。このため、施工前に底泥土の粒度分布等を十分調べ、盛土の用途に合わせて混合比、セメント添加量、破碎粒径の決定を行うことも必要である。本工法の実施例は現在5例あるが、底泥土の他に、旧堤体の掘削土、地山の掘削土などを混合使用して、盛土材はすべて池敷き内から調達しているため、新たな盛土材の搬入、廃棄土の搬出は行っていない。現地の発生土に応じた配合設計、破碎粒径等の決定のためには、施工管理を十分行うことが重要である。