

Ⅲ－18 石膏系中性域改良材による旧堤体土の遮水材への適用

香川大学大学院 学生会員○松浦 慎一
香川大学工学部 正会員 山中 稔
香川大学工学部 正会員 長谷川修一
池田建設工業株式会社 土居 勉

1. はじめに

ため池堤体に用いる土質材料には、従来近郊で採取し利用してきた。しかし近年の、ため池近郊での良質な土質材料の確保難や、運搬経路への配慮の必要性等により、既存の築堤材を再利用する技術開発が必要とされている。著者らの位置する香川県は、まさ土が広く分布する地域であり、古いため池は、堤体土に必要とされる物性を満足しない土質材料であることが多い。また、旧堤体土を現地再利用する場合、新規材料の場合と比べて、遮水性の低下が懸念されている。この遮水性を向上させるためにはベントナイトの添加が考えられるが、別の添加材の利用を検討することも必要である。

本研究では、ため池の旧堤体土に石膏ボードのリサイクル材料である石膏系中性域改良材を添加することにより、ため池堤体に必要な土質物性の確保を目的とし試験を行った。用いた石膏系中性域改良材は、セメント系固化材に比べて低いpH特性を示す材料であり、ため池水環境や生態系に優しいとされている。試験内容としては、まず旧堤体土の基本特性試験を行うとともに、石膏系中性域改良材を添加した旧堤体土の一軸圧縮試験及び三軸型変水位透水試験を行い、用いた旧堤体土が鋼土としての規定値を満足するか否かの検討を行った。

2. 基本土質物性

表-1に、鋼土として利用できる規定値を示す。鋼土は難透水性を期待するために、塑性指数 15 以上を示す粘性土であること、透水係数は $k=5\times 10^{-6}\sim 1\times 10^{-7}$ (cm/s) の低い透水係数に規定されている。

また、一軸圧縮強さについては、ため池堤体毎のすべりに対する安定性から評価するために規定値はないが、既往のため池堤体設計報告書²⁾から、一軸圧縮強さ $q_u=200$ (kN/m²) 以上を満足することとした。

表-2に、後述する配合試験に用いた旧堤体土と、比較対照として近郊の土取場から採取した新鋼土の基本物性を示す。塑性指数は両試料とも 20 以上を示しており鋼土としての規定値 15 以上を満足している。

その他の特性として、土粒子の密度は両試料とも一般的なまさ土の値であるが、強熱減量値は旧堤体土の方が若干大きな値であると言える。日本統一分類法では、旧堤体土はシルト(低液性限界)(ML)、新鋼土は礫まじり細粒分質砂(SF-G)と分類される。

最大乾燥密度は、旧堤体土が小さい値を示している。これは、新鋼土と比較して細粒分が多かったためと考えられる。

3. 石膏系中性域改良材による旧堤体土の配合試験

1) 供試体作成条件

供試体の石膏系中性域改良材の配合比は重量比で 3~10%の 4 配合とした。含水比は自然含水比 20.3%とし、ホバート型ミキサーで約 10 分攪拌混合した。円筒形モールド(φ5cm, h10cm)に締固め度D値 95%が確保出来るようにランマーで締固めて供試体を作成した。作成した供試体は乾燥しないようにラッピングし、養生方法は温度 20℃の密封養生とし、養生日数は 3、7 日の 2 条件とした。

表-1 鋼土としての規定値¹⁾

項目	規定値
土粒子密度 ρ_s (g/cm ³)	2.6 以上
塑性指数 I_p	15 以上
透水係数 k (cm/s)	$5\times 10^{-6}\sim 1\times 10^{-7}$

表-2 基本物性

項目	旧堤体土	新鋼土
土粒子の密度 ρ_s (g/cm ³)	2.710	2.716
液性限界試験	44.9	69.6
塑性指数 I_p	21.9	36.7
最大乾燥密度 ρ_{dmax} (g/cm ³)	1.717	1.775
最適含水比 w_{opt} (%)	19.59	16.40
強熱減量値 L_i (%)	4.19	2.86
pH	6.2	6.4
電気伝導率 (mS/m)	4.2	1.3

2) 一軸圧縮試験結果

図-2に、応力-ひずみ曲線（7日養生）を示す。石膏系中性域改良材の添加量を多くすると、一軸圧縮強さ、変形係数も比例して大きくなっていることが分かる。石膏系中性域改良材の添加量が3%と10%の時を比べると、添加量10%のときは添加量3%の時よりも一軸圧縮強さはおよそ3倍大きくなっている。これは、石膏系中性域改良材は旧堤体土の自然含水比のみで反応し、高強度が期待できることを示している。

ため池堤体土に要求される強度変形特性として、破壊ひずみが大きく、急激なひずみ軟化挙動を呈さない材料が好ましい。添加量10%と多くなると、強度低下が大きくなるために、今後、土質と配合量の関係等について検討を行う必要があると考えられる。

図-3に、養生日数と一軸圧縮強さの関係を示す。3日養生に比べ7日養生は1～3割ほどの一軸圧縮強さの上昇が見られる。ここから養生日数を長くすることによって、石膏系中性域改良材の固化作用が進行し、強度上昇につながったものと考えられる。

3) 透水試験結果

透水試験は、三軸型変水位透水試験装置を用いた。この試験装置は圧密圧力のもとで圧密した後、透水試験を行うことにより、透水性の拘束圧依存性を求めることが可能であり²⁾、より実際の現象に即した透水係数が得られるものである。所定の養生日数が経過した供試体を本装置に設置し、水頭圧差10 kN/m²で飽和させた。セル圧100kN/m²で圧密後、B値が90%以上となることを確認し、水頭圧差10 kN/m²で変水位透水試験を実施した。

図-3に、3日養生における各配合比の透水係数結果を示す。旧堤体土のみは鋼土のみに比べ若干透水係数は小さいことが分かる。これは、粒度の影響と考えられる。また、石膏系中性域改良材の配合比を大きくするにつれ透水係数は小さくなっており、3%と10%を比較すると $k=1 \times 10^{-1}$ (cm/s)程度の減少が見られる。このことから、石膏系中性域改良材の添加量を増減することによって、規定値範囲内で透水性を低下させ、鋼土としての性能を向上させることが出来るものと考えられる。

4. おわりに

今回使用した旧堤体土は透水性については築堤材料としての規定値を満足しているが、強度に関しては旧堤体土のみの場合、一軸圧縮強さ $q_u=113\text{kN/m}^2$ と低い値を示しており、そのままの状態では使用困難である。しかし、石膏系中性域改良材を添加することにより、築堤材料としての強度を満足させる値が得られた。また、透水係数においても規定値範囲内のより低い値を確保でき、良質な鋼土として再生させることが可能であると考えられる。今後は、より詳細な石膏系中性域改良材の配合条件の設定や養生期間の追加などを検討し、三軸圧縮試験を実施することによって各配合条件、養生期間における強度定数を求めていく所存である。

<参考文献>

1) 中国四国農政局香川農地防災事業所（2001）：ため池改修工事共通仕様書、2) 谷・福島・北島・酒巻（2004）：砕・転圧盛土工法の設計・施工法について、農業工学研究所技報，No. 202, pp. 141-182.

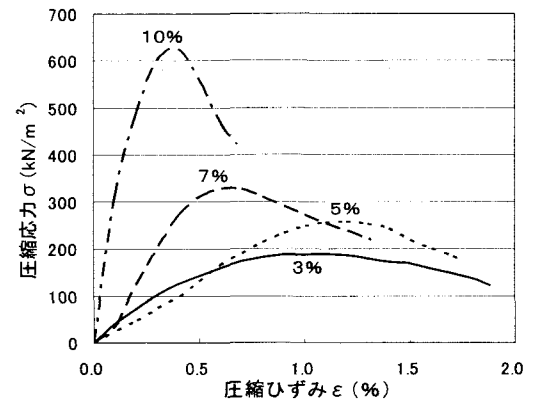


図-1 応力～ひずみ曲線（7日養生）

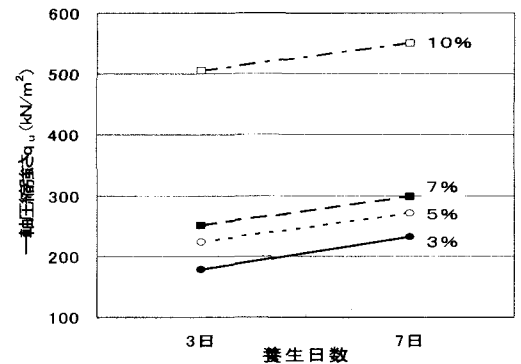


図-2 養生日数と強度との関係

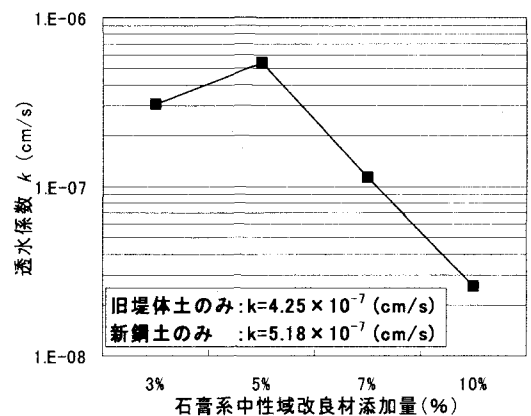


図-4 透水試験結果（3日養生）