

ベントナイト混合土を用いた補強土壁による調整池堤体の施工

(株)熊谷組 首都圏支店 正会員 ○上田高輝
(株)熊谷組 土木事業本部 正会員 山口哲司

1. はじめに

ベントナイト混合土は、土砂にベントナイトを一定の配合で均一に混合したもので、混合土を締めることによって透水係数の低い材料に変えることができ、変形に対する追従性も優れ、天然の無機材料であることから長期的にも安定した土質材料である。また、ベントナイト混合土は膨潤作用による自己修復能力を有していることから、一時的に発生したクラックは吸水によって閉塞するという研究結果もある。

近年では、ベントナイト混合土が廃棄物処分場等の遮水工で用いられることが多いが、本工事においては補強土壁による調整池堤体の遮水層として採用した。本稿では、ベントナイト混合土の遮水性や適用性を確認する為に実施した室内試験結果とベントナイト混合土を用いた補強土壁の施工について報告する。

2. 工事概要

本工事は、新設高速道路の延長約6.8km区間の路面排水・法面排水の流出抑制を目的とした計画容量92,230m³の洪水調整池を築堤式の補強土壁により築造するものである。図-1に調整池堤体の標準断面を示す。

3. 室内配合試験

本工事では1×10⁻⁶の透水係数が堤体の遮水層に要求されている。この透水係数を満足する配合の設定や、補強土壁の設計に用いる強度定数等の把握を目的として室内配合試験及び土質試験を実施した。ただし、配合試験においては設計透水係数1×10⁻⁶に対し、現場配合の不確定さを考慮して1×10⁻⁷を管理目標係数として設定した。

ベントナイト混合土は母材である現地発生土（砂質土）とベントナイト（赤城 ホージュン）を混練して生成した。ベントナイトの添加率を5%、10%、15%、20%と変化させて締固め試験や透水試験を実施し、目標とする透水係数が満足できる添加率を求めた。図-2に透水係数と乾燥密度の相関図を、図-3に95%乾燥密度における透水係数と添加率の相関図を示すが、添加率15.6%で管理目標係数1×10⁻⁷を満足することが確認できた。

次に決定した添加率におけるベントナイト混合土の強度定数を調べるために三軸圧縮試験（CD条件）を実施した。ただし、三軸試験においては安全側を考慮し締固め度90%とした。表-1に母材（砂質土）とベントナイト混合土の三軸試験結果の比較を示す。表-1に示すように、ベントナイト混合土は母材と比べ単位体積重

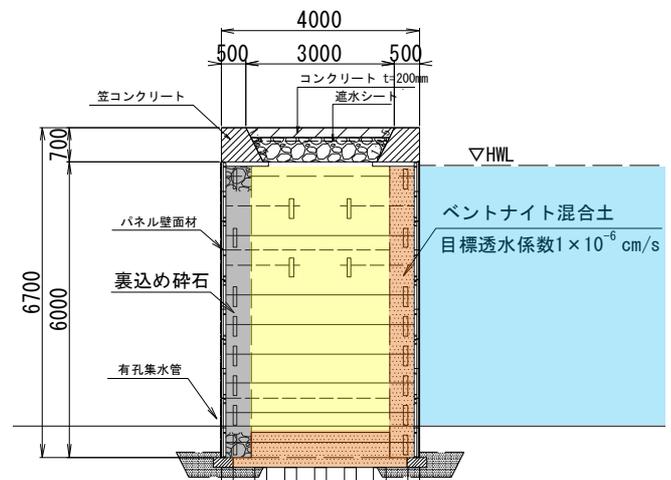


図-1 調整池堤体断面図

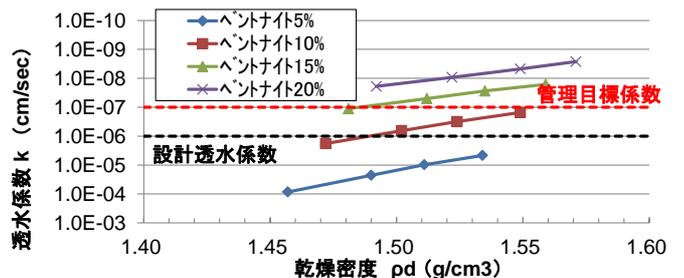


図-2 透水係数と95%乾燥密度の相関図

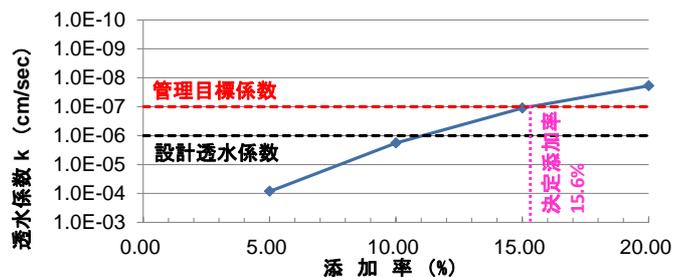


図-3 透水係数と添加率の相関図

キーワード：ベントナイト混合土，透水係数，補強土壁，遮水層

〒162-8557 東京都新宿区津久戸町2-1 ・TEL 03-3235-8622 ・FAX 03-3266-8525

量に変化がなかったが、内部摩擦角が小さくなり粘着力が大きくなる結果となった。これは、母材がベントナイトを含んだことによって、混合土のせん断挙動が砂質土的な挙動から粘性土的な挙動へと変化したものと考えられる。

また、補強土壁の築造に際し、試験施工（ランマー起振力16～28kN級・締固め度92%）を実施してブロックサンプリングより作成した供試体で透水試験を行ったところ設計透水係数の1/100となる $k=2.3 \times 10^{-8}$ cm/secの結果が得られたことから本施工においても試験施工と同様の施工をおこなった。

4. 補強土壁の施工

本工事の補強土壁による調整池堤体は図-1に示すように堤体内側・排水層の裏込め碎石層（500mm）、堤体中央・普通盛土部の砂層（3000mm）、堤体外側・遮水層のベントナイト混合土層（500mm）の3層に別れており、それぞれで薄層転圧による施工、RIによる品質管理を行った。

ベントナイト混合土層の施工は発生土とベントナイトを混合攪拌し、その混合土をランマーで転圧・締固めることにより行う。発生土とベントナイトとの混合は0.7m³級バックホウを用いて均質に攪拌・混合し、混合むらが少ない良質な混合土が製造できるように母材上に均等に敷均し満遍なく攪拌した。混合土の敷均し・転圧・締固めは仕上り高さ30cm以下で実施し、敷均しは0.15m³級バックホウ、転圧はランマー（起振力16～28kN級）で6回行った（締固め度92%）。また、降雨や露による含水比増加を防ぐために、ベントナイト混合土の母材と混合土の仮置き・養生は常にシートによる養生を行い、敷均し・転圧完了後も降雨による影響を防ぐためにシート養生を行った。

碎石層や砂層の施工も同様に、仕上り高さ30cm以下（締固め度92%）で実施した。

表-1 母材とベントナイト混合土の三軸試験結果

	母材 (砂質土)	ベントナイト混合土 (添加率15.6%)
単位体積重量 γ (kN/m ³)	17.6	17.6
内部摩擦角 ϕ (°)	33.6	26.5
粘着力 C (kN/m ²)	6.8	24.1
備考	CD条件 締固め度90%	CD条件 締固め度90%



図-4 ベントナイト混合土 攪拌状況



図-5 ベントナイト混合土 転圧・締固め状況

5. まとめ

本工事で得られた知見を以下に示す。

- 1) ベントナイト混合土は、ベントナイトの添加量が多いほど透水係数が小さくなる。
- 2) ベントナイト混合土は、締固め度（乾燥密度）が大きいほど透水係数が小さくなる。
- 3) ベントナイト添加率15.6%、締固め度95%で管理目標係数 1×10^{-7} を満足する。
- 4) ベントナイト混合土の試験施工（ランマー起振力16～28kN級・締固め度92%）からブロックサンプリングした供試体の透水係数は $k=2.3 \times 10^{-8}$ cm/secであった。
- 5) 母材（砂質土）はベントナイトを含むことによって内部摩擦角が小さくなり、粘着力が大きくなる傾向にあるが、これは母材のせん断挙動が砂質土的な挙動から粘性土的な挙動へと変化した為と考えられる。
- 6) 現地発生土とベントナイトを混合することにより経済的かつ高性能な遮水材料を製造することができ、また、補強土壁による調整池堤体の遮水層に用いること可能であることが確認できた。本事例が今後の同種工事の参考になれば幸いである。