

ベントナイト碎石の力学特性および遮水特性に関する試験とその評価

神奈川県 正会員 ○遠藤 清亮
 神奈川県 正会員 田口 雅丈
 NB 研究所 佐古田 又規

1. はじめに

谷戸地形に整備した最終処分場埋立地は全7区画のうち、第1区画から第5区画の一部までの遮水施設を整備し、廃棄物を埋立している。今後埋立を実施する第5区画から第7区画についても、底面部、法面部、直壁部の各遮水施設は力学安定特性と浸出水漏水に対する高い遮水特性を保持することが求められている。中でも底面部は冗長性を考慮し、多重遮水施設の一部として天然粘土鉱物の一種であるベントナイト鉱物を導入することから、品質管理規定を整備してベントナイト遮水施設（NB工法）を施工するものとした。

最初に、力学特性を把握するための締固試験、簡易支持力測定器、簡易 RI 水分計等の試験結果を比較し、第6、7区画の次期施工の際に簡易測定器を活用できるように利便性と妥当性を検証した。さらに、遮水特性を把握するための加圧式透水試験を実施し、指標となる漏水通過時間を敷設材料と敷設厚のケースごとに整理してベントナイト碎石の有効性を評価するものとした。

2. 埋立地の遮水構造について

埋立地の第4、5区画の遮水構造は、図-1、2に示すと通りの各構造部に区分される。直壁部はゴムアスファルト含浸シートを主体とした遮水構造になっている。法面部は勾配が1:0.8、高さ5m程度の規模のものが3から4段ほど連なる形で各遮水シートを敷設してある。対象となる底面部には底面部コンクリート、ベントナイト碎石、各種シートを敷設するものとし、浸出水に対する遮水構造の多重化により冗長性を備えている。

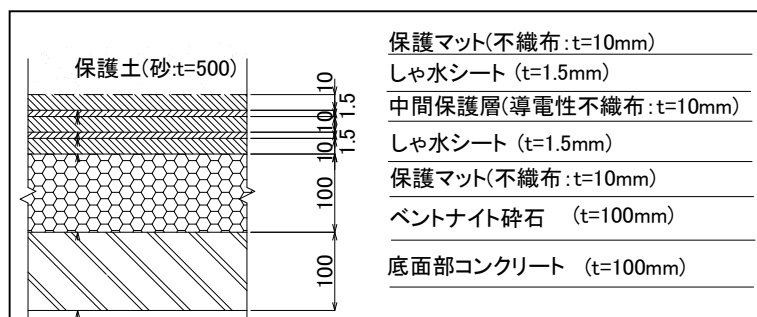


図-1 埋立地底面遮水施設模式図（第4区画～第7区画）

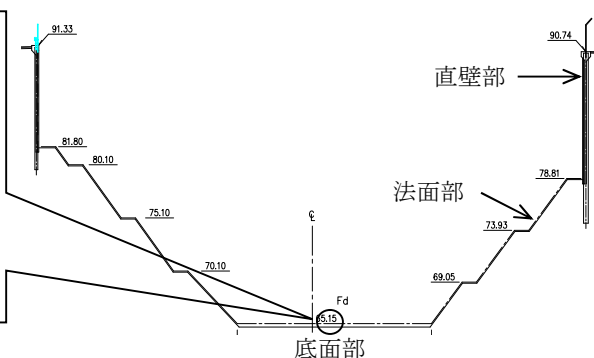


図-2 埋立地標準横断面図

3. ベントナイト碎石の力学特性と遮水特性について

ベントナイト碎石の品質を管理するうえで、力学特性の一要素である締固度と、遮水特性の一要素である透水係数を主体として各種試験、原位置簡易試験等を通じて当該処分場の遮水構造の構成に応じた管理規定の実証とその作成を行い、現場管理時に運用するものとした。

3.1 ベントナイト碎石の力学特性

敷設するベントナイト碎石は、粒度分布として粒径26.5mmのふるいの通過率90%以上を保持し、含水比13~30%（第4区画・鉱床A）、17~28%（第5区画・鉱床B）の範囲で敷設厚さを10cm以上確保するように、4t

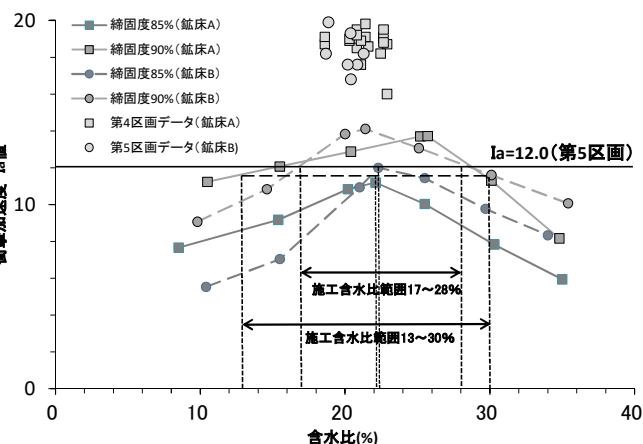


図-3 衝撃加速度検量線と計測値の関係

キーワード ベントナイト碎石、最終処分場、漏水冗長性、RI 水分計、衝撃加速度 Ia 値、漏水通過時間

連絡先 〒214-0038 神奈川県川崎市多摩区生田 4-25-1 神奈川県 横浜川崎治水事務所 川崎治水センター TEL044-932-7211

振動ローラーにより転圧するものとした。最初に第4区画は碎石の締固指標である90%を確保するため、日々の含水比試験結果を用いて検量線¹⁾から目標衝撃加速度Ia値を定めて締固管理を実施するものとした。施工時の実測Ia値は目標Ia値を全箇所で満足していることが認められる。次に第5区画は第4区画の性能を鑑みて、検量線から目標Ia値=12.0を設定して締固度85%で締固施工した。実測Ia値は目標Ia値を全て上回っていることから、十分な性能を有していることが認められた(図-3)。

Ia値はベントナイト碎石の表層付近の支持力を計測したものと推定されることから、碎石層の中層5cmと下層10cm部の深度支持力が得られているかどうか、第4区画で締固度を確認することにした。中層は下層よりも、起振による振動エネルギーが伝播しやすいことから、締固効果を発揮して締固度が大きくなることが推測されるが中層、下層ともに目標締固度の90%を満たしていた(図-4)。次に、締固部非破壊の測定器としての衝撃加速度計測とRI水分計(WARP線源挿入棒6cm)により乾燥密度を求め、それぞれの差異を検証することにより計測精度による妥当性を確認するものとした。締固度とIa値の結果を図-5に示す。RI計測値は分散傾向にあるが、Ia値と比較して、回帰曲線の相関性からみて衝撃加速度計測を併用すれば、締固計測の補間が可能と考えられる。

3.2 ベントナイト碎石の遮水特性

ベントナイト碎石層の遮水特性に関して、第4、5区画で採取した供試体で加圧式透水試験(図-6)を実施した結果を図-7に示す。透水係数は第4、5区画ともに10⁻⁹cm/秒以下(品質管理規定値10⁻⁸cm/秒以下)に収束している結果となった。この結果を踏まえて、遮水特性を表現する指標となっている、漏水通過時間(トラベルタイム)をダルシーの法則から算出するものとした。埋立が終了した第1~3区画まではベントナイト混合土で過去に施工し、今回施工した第4、5区画はベントナイト碎石であることから、計算結果は表-1に示すとおりである。各漏水通過時間について、混合土、碎石ともに基準省令の遮水特性を上回っている。特に碎石は優れた施工性、品質性と材料の均一性が認められ、さらに導入施工するに当たり、遮水構造の冗長性の観点から力学特性、遮水特性ともに有効な結果が得られた。

表-1 漏水通過時間(トラベルタイム)の比較

	透水係数 (cm/秒)	層厚 (cm)	動水勾配	漏水通過時間 (年)
基準省令 (ベントナイト混合土工法)	1.0×10 ⁻⁶	50	2	0.8
第1~3区画 (ベントナイト混合土工法)	1.0×10 ⁻⁶	20	3.5	18
第4~5区画 (ベントナイト碎石工法)	1.0×10 ⁻⁹	10	6	53

4. おわりに

第4、5区画のベントナイト碎石の各種特性を把握したことから、この結果を踏まえて次期施工範囲(第6、7区画)の碎石敷設に関する、施工及び品質管理に適用可能な技術的根拠の一助になれば幸いである。

【参考文献】 1) ベントナイト碎石の締固度に関する土質特性 第47回地盤工学会(2012年): 成島誠一

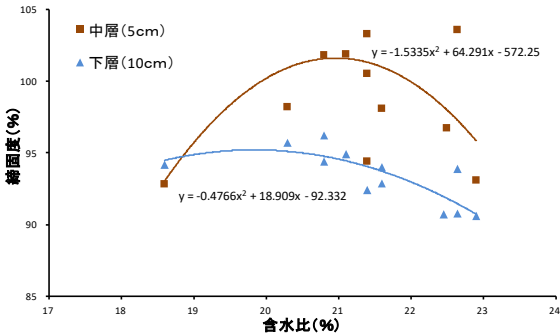


図-4 含水比と締固度の関係(締固試験2層)

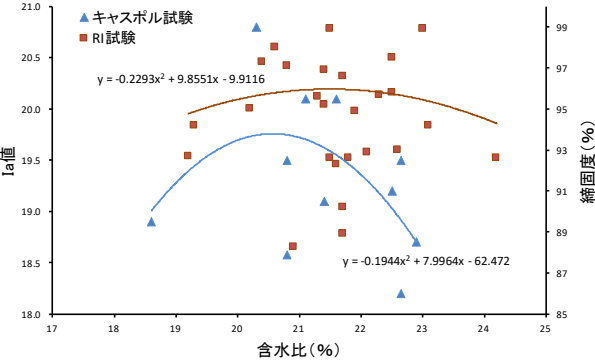


図-5 RI計測と衝撃加速度計測の性能比較

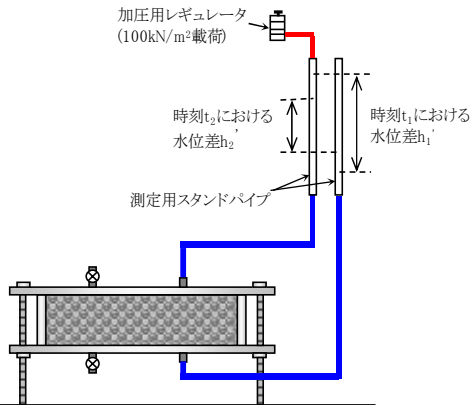


図-6 加圧式透水係数試験模式図

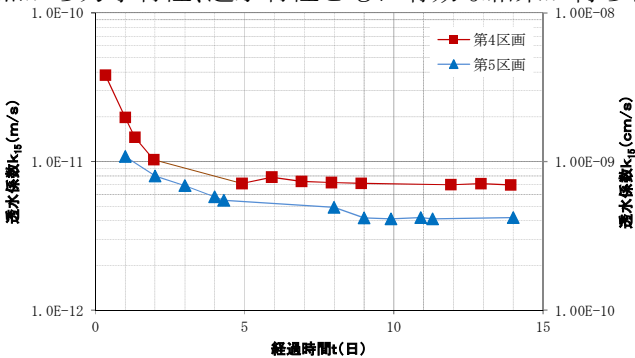


図-7 ベントナイト碎石透水係数の経過