

3,053点のRI法によるベントナイト混合土の性能と品質評価

浜北市市民経済部環境事業課 氏原康博

旭川市環境部

星野 實 佐藤道明 富田大学

(株) ホージュン

正会員 岡田朋子 水野克己

(財) 地域地盤環境研究所

正会員 本郷隆夫 藤原照幸

京都大学大学院地球環境学堂

フェロー 嘉門雅史

1. はじめに 水野ら(2003)¹⁾は、定められた試験と製造条件下で、砂置換法による土の密度試験と RI 法と締固めたベントナイト混合土から採取したブロックサンプルの乾燥密度は、ほぼ等しく、締固めプロセスの異なる締固め試験 (JIS A 1210: A-c 法) から求まる乾燥密度も、ほぼ等しいと述べている。また同様に、静的締固め法で供試体を作成しリジッドウォール型透水試験装置 (JIS A 1218 に準拠) から得られた透水係数と、締固めプロセスの異なるブロックサンプルから得られた透水係数も、ほぼ等しいと述べている。このため、初期含水比と乾燥密度を変えた JIS A 1218 に準拠した透水試験結果から得られた透水係数を、RI 法より得られた含水比と乾燥密度の二変数による相関図に併せてプロットすることで、締固めたベントナイト混合土の性能 ($k = 1 \times 10^{-7} \text{cm/s}$) と品質 (透水係数の最大値と最小値) を知ることができる。本論では、RI 計器による土の密度試験 (以下 RI 法と呼ぶ) にて乾燥密度と含水比を求め、これを統計学的に 3 シグマ法を用いて、性能と品質を評価した。

2. 品質と性能評価方法 図 - 1 に示す CASE-A の施工規模は 100m² で、火山灰を母材として用いたベントナイト混合土は、アスファルトフニッシャーを使用して締固め後の厚さが約 25cm になるように撒出を行った。8t 級ローラにて 8 往復転圧を行い、0, 2, 4, 6, 8 往復毎に RI 法で、5 種類 × 40 点、合計 200 点の含水比と乾燥密度を測定した。図 - 1 に示す様に 0, 2, 4, 6, 8 往復毎の全ての値 (以下、最大値と呼ぶ) から乾燥密度の標準偏差は 0.083, 平均は 1.134g/cm³ であり、8 往復だけの値 (以下、最小値と呼ぶ) から乾燥密度の標準偏差は 0.033, 平均は 1.165g/cm³ である。3 シグマは、平均値 ± 標準偏差 × 3 で求めることができる。最大値の 3 シグマは 0.885 ~ 1.383g/cm³ で、最小値は

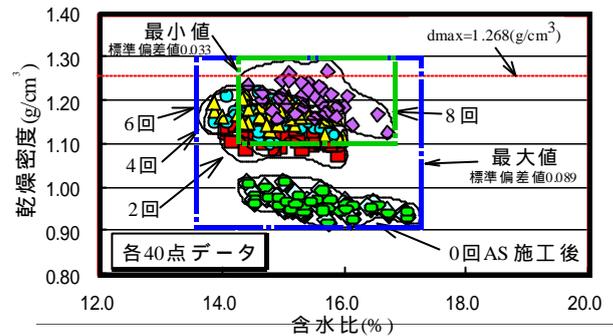


図 - 1 含水比と乾燥密度の相関図 (CASE-A)

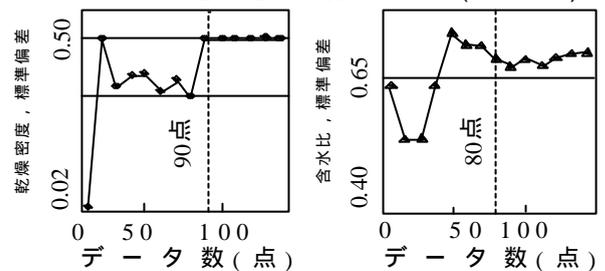


図 - 2 試験頻度 (データ数) と標準偏差の関係

1.078 ~ 1.252g/cm³ である。仮に、1,000 点の RI 法を行ったとしても、得られる値は、99.73 %が 3 シグマで得られた範囲 (以下、3 シグマ領域と呼ぶ) に入る。

3 シグマを適用するためには、RI 法での最小試験頻度を知ることが重要である。図 - 2 に示す様に CASE-B で 8 往復締固め後に 10 点毎の RI 法から得られた値から、標準偏差 (含水比, 乾燥密度) を求めた。含水比はおおむね 80 点以上, 乾燥密度は 90 点以上で、標準偏差がほぼ一定の値になる。このため統計学的に 3 シグマで評価するには、RI 法で 90 点以上の試験頻度が望ましい。RI 法により得られた含水比と乾燥密度の二変数をプロットした相関図と、透水試験結果から得られた透水係数を併せて図に示すことで性能を、統計学的に 3 シグマを適用することで最終処分場全体のベントナイト混合土の品質を知ることができる。

キーワード ベントナイト混合土 廃棄物最終処分場 性能評価 透水係数

連絡先 〒379-0133 群馬県安中市原市1433-1 (株) ホージュン TEL027-385-0233 <http://www.hojun.co.jp/>

3. 本施工による品質と性能評価結果 旭川市廃棄物処分場(CASE-C)は、平坦部と4割並びに2割法面部が混在する遮水構造である。ベントナイト混合土の製造と施工が2ケ年に渡りに尚かつ深夜に施工を行った。ベントナイト混合土は、最終処分場内で事前に製造を開始し、最大6,000m³程度仮置き、貯蔵され、工程にあわせて現地に運搬した。ベントナイト混合土(56,056m², t=250+250mm)の性能と品質は、RI法から得られた1,180点の値から、3シグマ法から最低透水係数は、 5.0×10^{-8} cm/sであった。図-3に示す様に透水係数の分布は、ほぼ横ばいで分布している。性能を示す透水係数は、 $k=4 \times 10^{-8}$ cm/sを中心軸としている。また、採取した18点のブロックサンプルの透水係数の最大と最小値は、 4.8×10^{-8} から 1.1×10^0 cm/sであった。母材の火山灰の自然含水比が降雨などで変動し、図-3の含水比の変位の幅が図-1と比べ14.1~32.4%と大きい。乾燥密度は、最大乾燥密度を中心軸としてほぼ均等に分布している¹⁾。

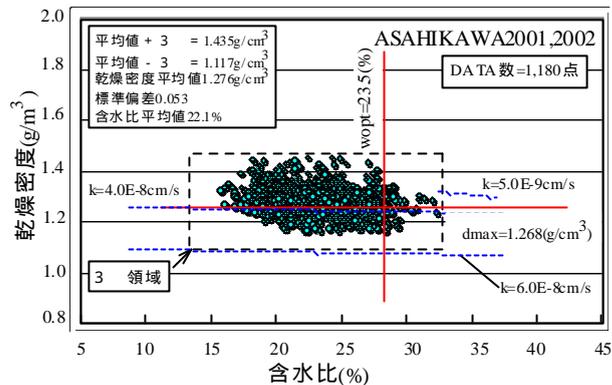


図-3 含水比と乾燥密度の相関図(旭川市 CASE-C)

浜北市最終処分場(CASE-D)は平坦部3,700m²、3割勾配法面部9,000m²の規模で3割勾配法面部が平坦部より面積が大きい。2段(最大高さ10m)ある3割勾配法面部のため20t級油圧ショベルのクローラ走行にて転圧を6往復行った。浜北市最終処分場の本施工からRI法により得られた325点の含水比と乾燥密度の二変数をプロットした相関図を図-4に示す。まさ土を母材として用いたベントナイト混合土は、工程に合わせてリアルタイムに製造と運搬を行った。このため、同一含水比で乾燥密度が上下に変動している。浜北市最終処分場のベントナイト混合土(12,700m²)の性能と品質は、RI法から得られた325点のデータをもとに、3シグマ法から最低透水係数は、 $k=5 \times 10^{-8}$ cm/sであった。性能を示す透水係数は $k=2 \times 10^{-8}$ cm/sを中心軸とし、透水係数の分布は、右肩下がりで分布し、採取した4点のブロックサンプルの透水係数の最大と最小値は、 2.6×10^{-8} から 1.5×10^0 cm/sであった¹⁾。何れの最終処分場も要求された性能と品質を満足している。

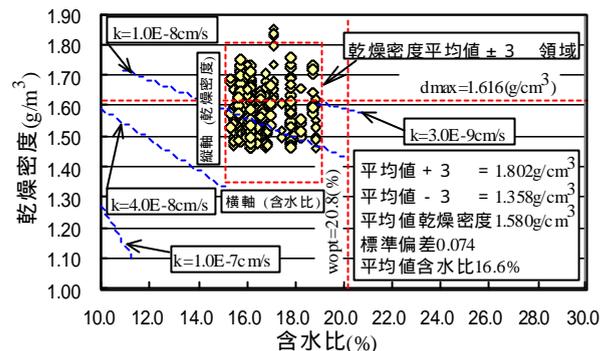


図-4 含水比と乾燥密度の相関図(浜北市 CASE-D)

4. まとめ 本論に述べたCASE-A~Dと他の本施工事例を加えた合計10ヶ所の相関図を最適含水比と最大乾燥密度の中心軸に図-5にまとめた。約256,424m²(t=25cm)の面積をRI法で試験した3,053点の含水比と乾燥密度の集合体である。面積は過去施工した最終処分場の二十数件の過半数を占めるが、母材

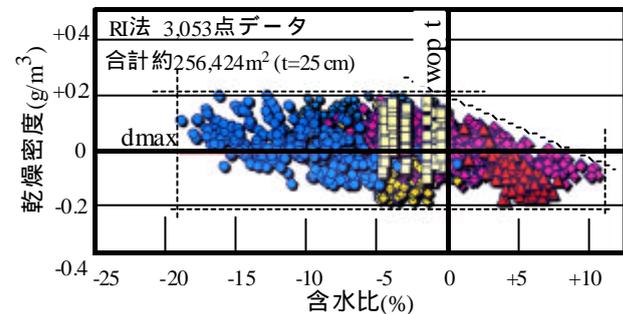


図-5 RI法で試験した3,053点、256,426m²の相関図

の土質は異なる。含水比は最適含水比を中心軸に-19~+11%の範囲に分布し、乾燥密度は最大乾燥密度を中心軸に約0.21~-0.21g/cm³の範囲に分布している。また、最適含水比を超えると含水比の増加と共に急速に乾燥密度が最大乾燥密度の中心軸よりマイナス側に分布し、自然含水比の増加が乾燥密度に影響することが判る。

参考文献

1) 氏原康博, 星野 實, 水野克己, 岡田朋子, 藤原照幸, 嘉門雅史: 最終処分場におけるベントナイト混合土の製造と施工例, 平成14年度施工技術報告会, 日本建設機械化協会, 土木学会, 地盤工学会, pp51-.60.2003