

III-160

ベントナイト・砂混合土の締固め特性

大成建設(株)

(正) 後藤 聡

(財)原子力環境整備センター

古賀善雄、 安部 聡

大成建設(株)技術研究所

(正) 末岡 徹、 (正) 谷澤房郎

1. はじめに

低レベル放射性廃棄物貯蔵施設において埋戻し材として用いられるベントナイト・砂混合土は、廃棄物を長期にわたって安全に貯蔵するための重要なバリアであることから、混合土の基本的性質を把握し、実施工に際しての施工性等を確認しておくことが必要である。そこで、筆者らはベントナイト・砂混合土の締固め、透水特性および施工性に関する種々の試験を実施している。

本報告は、その中の室内突固めおよび現場転圧時におけるベントナイト・砂混合土の締固め特性について述べたものである。なお、混合土に要求されている最も重要な物性の透水係数については別報¹⁾で報告する。

2. 突固めによる締固め特性

試験に用いた試料は、図-1に示すような粒度分布の3種類の砂（以下A砂、B砂、C砂と称する）およびクニゲルV1と岩木の2種類のベントナイトである。それぞれの物理特性を表-1に示す。

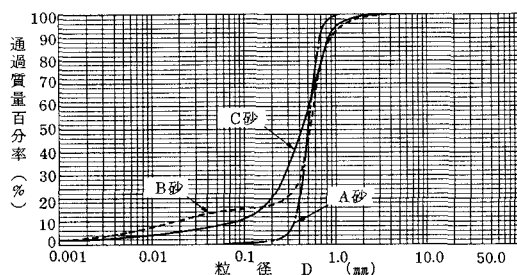


図-1 試験に用いた砂の粒径加積曲線

表-1 砂およびベントナイトの物理特性

試料名	A砂	B砂	C砂	クニゲルV1	岩木
比重 G_s	2.693	2.668	2.647	2.629	2.559
最大粒径 D_{max} (mm)	2.00	4.76	4.76	0.074	0.074
粒 分 (%)	0	1.0	0.2	0	0
砂 分 (%)	99.0	84.8	90.1	0	0
シルト分 (%)	—	9.2	—	29	38
粘土分 (%)	1.0	5.0	9.7	71 (30分:53)	62 (30分:36)
均等係数 U_c	1.5	17.1	6.0	—	—
曲率係数 C_u	1.0	8.8	2.0	—	—
日本統一土質分類	SPu	S-F	S-F	CH	CH
液性限界 w_L (%)	—	—	—	398.4	414.7
塑性限界 w_P (%)	—	—	—	24.5	36.9
塑性指数 I_p	—	—	—	373.9	377.8

図-2は、3種類の砂にクニゲルV1を混合した試料の締固め曲線を比較したものである。ベントナイト混合率（混合土に対するベントナイトの乾燥重量割合）は15%で、締固めエネルギーは $1E_c = 5.6 \text{ cm} \cdot \text{kgf/cm}^3$ である。ただし、C砂についてはエネルギーの違いによる締固め特性の変化を把握するため、 $2E_c$ および $4E_c$ の突固めも実施した。

細粒分を10~15%程度含むB砂およびC砂を用いた混合土の締固め特性は類似しているのに対し、細粒分をほとんど含まないA砂の場合は大きく異なり、締固め特性に及ぼす細粒分の影響が大きいことがうかがわれる。また、締固めエネルギーが大きくなるにつれて締固め曲線が鋭くなるとともに、ピークが左上方に移動することが分る。ただし、最適含水比よりも湿潤側ではいずれのケースもほぼ同一曲線上に収束している。

図-3は、A砂およびB砂に2種類のベントナイトを混合した場合の混合率による最大乾燥密度の変化を示している。B砂にクニゲルV1を混合した試料を除き、最大乾燥密度はベントナイト混合率によってかなり変化するが、その傾向は砂およびベントナイトの種類に

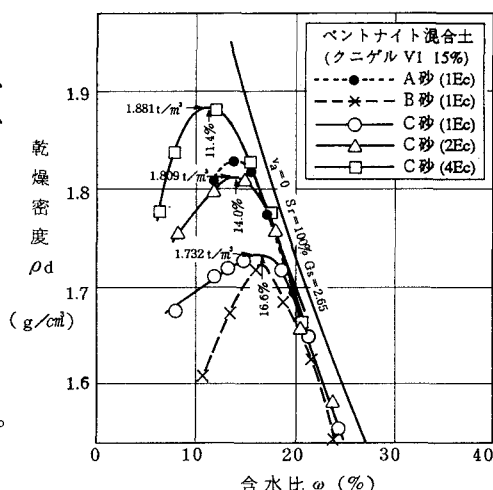


図-2 混合土（混合率：15%）の締固め曲線

よって異なることが分る。

3. 転圧機械による締固め特性

転圧機種および転圧回数の違いによるベントナイト・砂混合土の締固め特性を把握するため、ソイルプラントによって混合率15%でC砂とクニゲルV1を混合した材料を用いて転圧試験を実施した。使用した施工機械は表-2に示すとおりであり、タイヤローラについては接地圧を3, 4, 5 kgf/cm²と変化させるとともに、それぞれ4, 6, 8回の転圧回数でR I法と砂置換法による密度測定およびレベルによる沈下量測定を行った。なお、撒き出し厚は20cm、設定含水比は室内締固め試験による最適含水比とした。

図-4に接地圧を4 kgf/cm²としたタイヤローラによる転圧試験結果を示す。転圧4回で1Ecの室内締固め試験による最大乾燥密度の95%程度の値が得られることが分る。また、転圧回数4～6回で密度および沈下量ともにほぼ収束する傾向がうかがわれ、これは他のケースにおいても概ね同様であった。したがって、ベントナイト混合土の転圧回数は6回で十分であると考えられる。

図-5は、砂置換法およびR I法により測定された密度を各転圧機種別に比較したものである。タイヤローラの接地圧3, 4 kgf/cm²の場合に比べて、接地圧5 kgf/cm²のタイヤローラおよび振動ローラによる転圧の方がR I法による密度がやや大きめの値を示すようであるが、砂置換法による結果はほぼ同じ

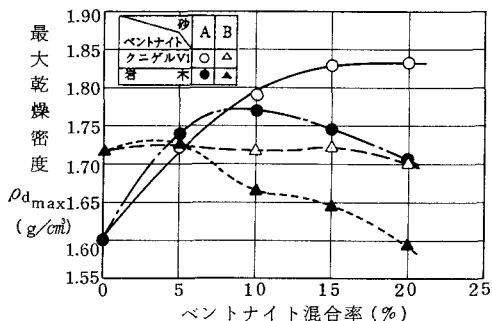


図-3 混合率による最大乾燥密度の変化

表-2 用いた施工機械

施 工 機 械		諸 元
撒き出し機	①ブルドーザ	
	・全重量	6.15t
	・全長	3.77m
	・排土板幅	2.42m
転圧機	・接地圧	0.50kgf/cm ²
	②タイヤローラ	
	・全重量	8.50～15.5t
	・全長	5.63m
振動機	・全幅	2.09m
	・締固め幅	2.05m
	③振動ローラ	
	・公称重量	11.00t
	・全長	5.54m
	・全幅	1.80m
	・締固め幅	1.68m

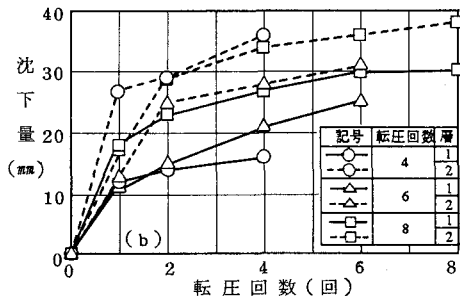
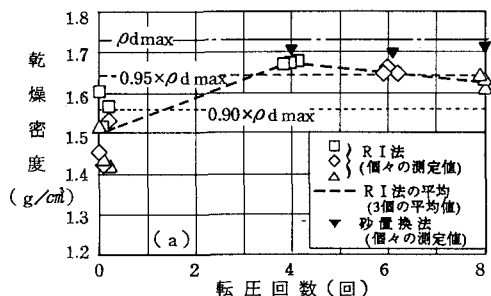


図-4 転圧回数と乾燥密度および沈下量の関係（タイヤローラ：接地圧4 kgf/cm²）

値となっており、全体的に見ると転圧機種による大きな差はないと言える。ただし、接地圧5 kgf/cm²のタイヤローラによる転圧面には明瞭なタイヤ跡が認められたことから、混合率15%のベントナイト・砂混合土に対しては若干過大な接地圧であると判断される。

4. おわりに

ベントナイト・砂混合土は特殊な材料であるが、一般的な転圧機械によって締固め度95%以上の値で施工可能であることが確認された。ただし、室内突固めによる締固め特性は砂、ベントナイトの種類および混合率によってかなり異なることから、材料の物理的性質を十分に把握した上で適切な転圧を行う必要があると考えられる。

（参考文献）1）谷澤ら（1993）：“ベントナイト・砂混合土の透水特性”，土木学会第48回年次学術講演会

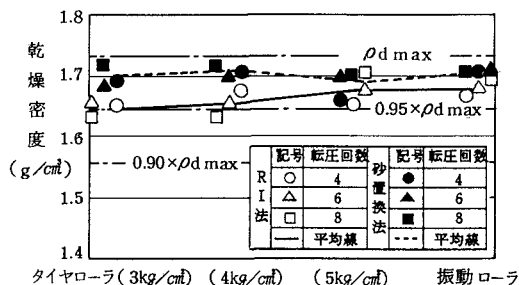


図-5 転圧機種と乾燥密度の関係