

ベントナイトの締固めにおける締固めエネルギーと初期含水比の影響

清水建設株式会社 正会員 ○中島均
 清水建設株式会社 正会員 石井卓
 清水建設株式会社 後藤高志

1. はじめに

放射性廃棄物処分施設のバリア材料としてベントナイトを用いることが考えられている。一般的な土質材料と同じように、ベントナイトにおいても高い止水性を確保するためには高密度に施工する必要がある。市販されている粉末状のベントナイトを用いる場合、材料全体が細粒分であるため、振動ローラーなどを用いる振動系の締固め方法より、重錘落下工法のような衝撃系の締固め方法のほうがより高い密度が実現できると考えられる。ベントナイトバリアを原位置において突固めにより施工することを想定すると、室内の締固め試験により締固め条件を変えて締固め特性を取得しておくことが望ましい。

本報では、ベントナイト単体について室内の突固めによる締固め試験を実施し、締固めエネルギーの違いやベントナイトの初期含水比の違いが、締固め後のベントナイトの密度に及ぼす影響を検討した。

2. 実験方法

倉庫内に保管してある自然含水比状態のベントナイト（クニゲルV 1，25kg 袋体）を用いて、突固めによる締固め試験（「突固めによる土の締固め試験方法（JIS A 1210）」に準拠）を実施した。自然含水比は7～9%であった。試験はφ10cm×H12.7cm（1000cm³）のモールドを用いて、ランマーの重量，落下高さおよび1層当たりの突固め回数を変えて行った。締固め層数は3層とした。ランマーの重量および落下高さを変えることによって、1回の落下当たりのエネルギーを増加することができる。使用したランマーは2.5kgと4.5kgの2種類とし、前者を30cmの高さから後者を45cmの高さから落下させることで、1回の落下当たりのエネルギーに2.7倍の違いをつけた。材料は、所定の水分を加水し、オムニミキサーもしくはアイリッヒミキサーで混練したのちに24時間以上静置して使用した（自然ベントナイト）。

次に、初期含水比の違いによる影響を確認した。筋内らは、各種の土において初期含水比が締固めに与える影響があるとしている¹⁾ ベントナイトは、自然含水比状態のものを110℃で24時間以上炉乾燥し、絶乾状態にした後に室温程度に冷ましたものを用いた。材料は、アイリッヒミキサーにより短時間（1分程度）混練し、すみやかに締固め試験を実施した（絶乾ベントナイト）。締固め条件は、4.5kg ランマー，45cm，25回／層×3層とした。

3. 実験結果および考察

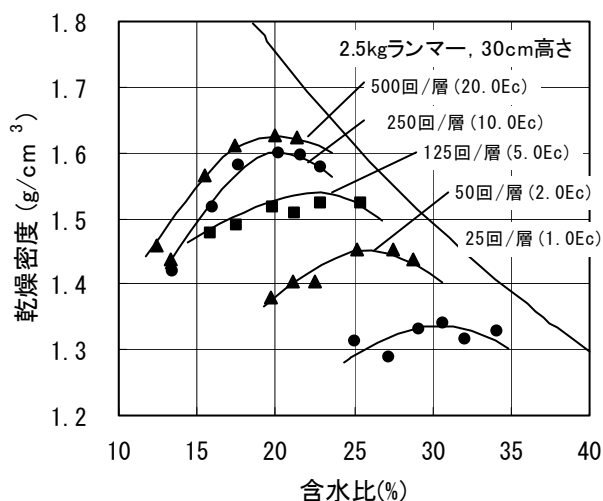
図－1，2に締固め試験結果を示す。締固め回数を増加させると締固め密度が増加する。締固め回数が同じであれば、4.5kg ランマーを用いた方が高い密度に締固めることができる。図－3に、2.5kg ランマー，30cm，25回／層×3層の場合を1Ec（標準エネルギー）として、与えた総エネルギーと最大乾燥密度の関係を示す。重いランマーを高い高さから落下させることにより1回当たりのエネルギーを大きくしたほうが、総エネルギーが同じであっても、高い密度に締固められることがわかる。これは小野らが、ベントナイトにケイ砂を20～30%混合した材料で締固めエネルギーを変化させて行った検討と整合する。その効果は、総エネルギーがEc=5～20Ecの範囲で5～7%程度の最大乾燥密度の増加となり、総エネルギーが大きくなっても効果が減少しないことがわかった。

図－4に初期含水比を変えた場合の締固め特性を示す。自然ベントナイト（初期含水比7～9%）は最適含水比24.5%で最大乾燥密度1.55g/cm³であったが、絶乾ベントナイト（初期含水比0%）は最適含水比22.5%で最大乾燥密度1.60g/cm³と、明らかに増加していることがわかる。この現象は、初期含水比として存在する

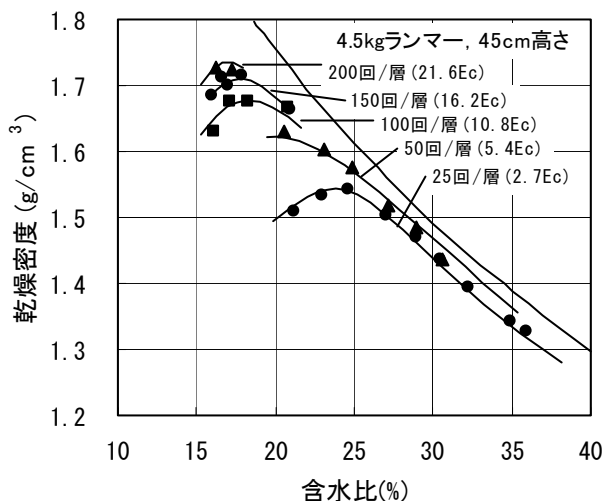
キーワード：ベントナイト，締固めエネルギー，初期含水比

連絡先：〒135-8530 東京都江東区越中島 3-4-17 清水建設㈱技術研究所原子力グループ TEL03-3820-5476, FAX03-3820-5959

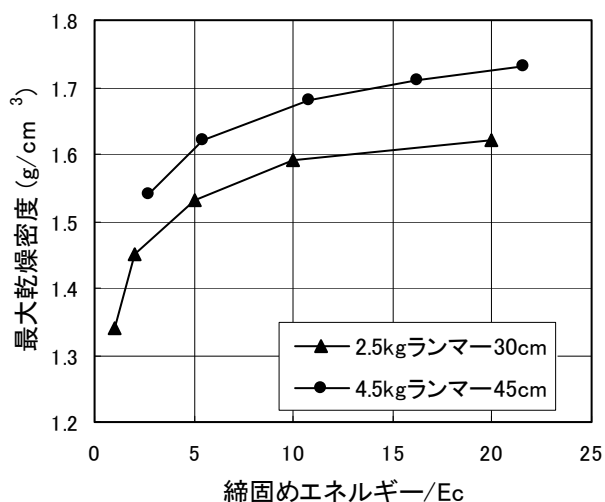
水分の一部は、締固めに有効に働いていないためである。その効果は、絶乾ベントナイトを用いることにより、締固め回数を2倍にするのと同程度の効果が得られると言える。



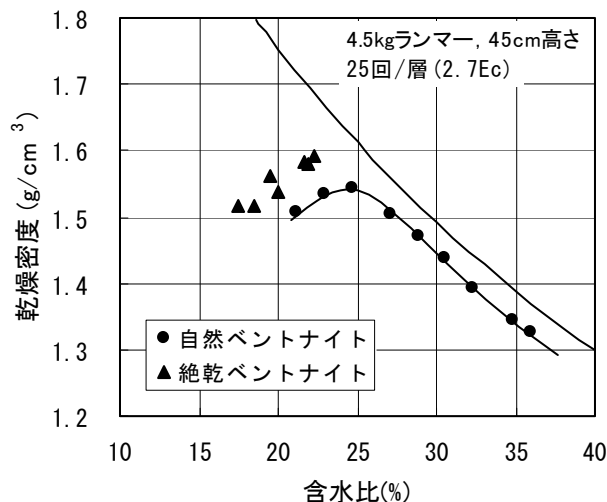
図－1 締固め曲線（2.5kg ランマー，30cm 高さ）



図－2 締固め曲線（4.5kg ランマー，45cm 高さ）



図－3 締固めエネルギーと最大乾燥密度の関係



図－4 絶乾ベントナイトの締固め曲線

4. おわりに

突固めによるベントナイトの締固めを行う場合、突固め回数を増加させるよりも1回あたりに与えるエネルギーを増加させる方が効果的であることが確認できた。今後は、広い領域を突固める場合に、その効果がどの程度あるかを把握することが重要である。また、初期含水比を少なくしたベントナイトを用いれば、最適含水比が少なく、最大乾燥密度が大きくなることがわかった。このことから、ベントナイトの含水比を事前に低下させておくことで、同じ締固め施工をしても高い密度に施工できる可能性がある。また、保管中に含水比が高い状態になったベントナイトを使用する場合には、期待する密度に施工できない可能性があることにも注意が必要である。

参考文献

- 1) 箭内ほか：土の締固めにおける水分の働きについて，土と基礎，Vol118，No5，pp.21-28，1970
- 2) 小野ほか：緩衝材原位置締固め工法の検討－締固めエネルギーに関する一考察－，土木学会大 55 回年次学術講演会，2000