

緩衝材原位置締固め工法の検討 - 原位置締固め模擬試験 -

東京電力(株) 正会員 小野文彦, 出口朗
ハザマ 正会員 雨宮清, 小林正明, トシテュクフィオン

1. はじめに

高レベル放射性廃棄物の処分における緩衝材では、あらかじめ成形された圧縮ベントナイトブロックを積み上げる方式が考えられているが、岩盤とのすき間の処理やブロックのハンドリングなどに課題がある。課題の解決策の一つとして緩衝材を現場で締固める方法(原位置締固め工法)が考えられる。本研究では、室内試験の知見から、重錘落下方式による実規模締固め機械を設計・製作し、施工模擬試験を行なったので、その結果を報告する。

2. 締固め機器の試作

機器の設計に先立ち、緩衝材の目標性能として、熱伝導率 1.0W/mK (含水比 7%)、透水係数 k 10^{-12}m/s 、膨潤圧力 P_s 1.0MPa (隙間充填後)を設定した¹⁾。これを満足する緩衝材材料として、室内試験から「ケイ砂混合率 $R_s=20\sim 30\%$ で乾燥密度 ρ_d 1.75g/cm^3 」を得た¹⁾²⁾。そして室内レベルの締固め試験から、乾燥密度 1.75g/cm^3 を得るために必要な1打撃当たり締固めエネルギーは $0.2E_c$ 以上(図1)、総エネルギーは $2.5E_c$ であることを明らかにした(ここで、 E_c :標準締固め仕事量= $5.625\text{kgf}\cdot\text{cm/cm}^3$)²⁾。

以上の検討から 1.7m の堅置き緩衝材を施工する機械として、ピット断面の約 $1/9$ の部分に重さ 1ton の重錘を落下させる「プロペラ型重錘落下締固め機械」を試作した(写真1)。

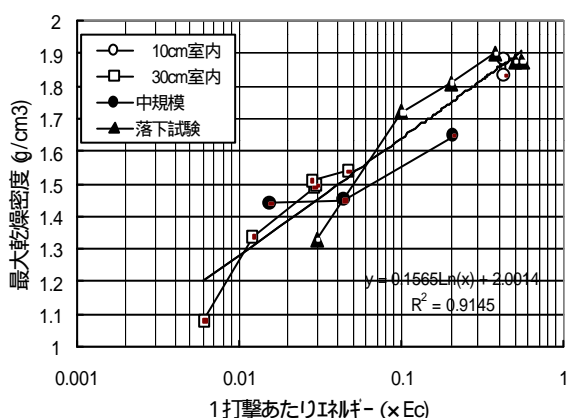


図1 1打撃あたりエネルギーと最大乾燥密度の関係



写真1 重錘落下締固め試験機

3. 施工模擬試験

(1) 試験概要

1.7m 、深さ 2.2m のコンクリート製実規模試験ピットを用いて締固め試験を実施した。試験ケースを表1に示す。試験パラメーターは、1打撃当たりの締固めエネルギー、層厚、ケイ砂混合率、締固め盤の面積である。緩衝材材料はケイ砂の混合率に応じた最適含水比を目標に練混ぜた。材料を、試験ピットに投入、敷き均し後、重錘の落下高さを上下させることで、1打撃当たりのエネルギーを変化させ締固めを行なった。締固めでは、乾燥密度 1.75g/cm^3 以上を目標とし、密度の管理は層厚さの測定によって行なった。

締固め試験後にコアボーリングによって緩衝材試料を採取し、乾燥密度測定、熱伝導率測定、透水試験、膨潤圧測定を実施した。

高レベル放射性廃棄物、緩衝材、原位置締固め、実規模試験

連絡先: 〒100-0011 東京都千代田区内幸町 1-1-1 TEL: 03-4216-4976 FAX: 03-3596-8562
〒107-8658 東京都港区北青山 2-5-8 TEL: 03-3405-1124 FAX: 03-3405-1814

表 1 試験ケース

試験	ケイ砂率 R_s (%)	目標含水比 (%)	層厚 L (cm)	試験の目的	1 打撃当りのエネルギー
Case1	30	16	15	層厚の比較	0.1 ~ 0.2 E_c
Case2	30	16	20	層厚の比較	0.1 ~ 0.2 E_c
Case3	30	16	30	層厚の比較	0.1 ~ 0.2 E_c
Case4	30	16	20	層厚の比較	0.2 E_c
Case5	50	14	15	砂 50%	0.1 ~ 0.15 E_c
Case6	50	14	15	砂 50%, 締固め盤面積 2 倍	0.1 ~ 0.15 E_c
Case7	30	16	15	再現性試験 最大密度	0.1 ~ 0.25 E_c

(2) 試験結果

図 2 に 1 打撃当りのエネルギーと乾燥密度の関係, 図 3 に総エネルギーと乾燥密度の関係を示す。

本試験の層厚 15 ~ 30cm の範囲では, ケイ砂混合率 30% の場合, 1 打撃当りのエネルギー 0.2 E_c で最終的に 1.75g/cm³ 以上の乾燥密度が得られることがわかった。これは, 図 1 に示す室内レベルの基礎試験の結果と良く一致しており, 機械の大型化による締固め効率の変化は小さかったと考えられる。

また, このときの総エネルギーは 3.5 E_c ~ 5 E_c であった(図 3)。これは, Case4 を除き, 最初は小さなエネルギー(効率の悪い条件)で締固めを開始したためと考えられる。

一方, ケイ砂混合率 50% の場合 (Case5) は, 1 打撃当りのエネルギーが 0.1 E_c で 1.75g/cm³ 以上の密度となり, 要する総エネルギーもケイ砂 30% に比べ小さいことがわかった。また, Case6 は締固め盤の面積を 2 倍にした試験(ケイ砂 50%) であるが, 乾燥密度が Case5 に比較して低下しており, 施工性の向上が図れないという結果になった。

図 4 に, 採取したコアの熱伝導率を乾燥密度との関係で示す。試料の含水比は 12 ~ 16% の範囲である。ケイ砂混合率 30% では, 熱伝導率は 1.2 ~ 2.0 W/mK, 50% では 1.8 ~ 2.6 W/mK の値となった。熱伝導率は, 乾燥密度, 含水比, およびケイ砂混合率の増大によって増加する¹⁾。本試験で製作した緩衝材は目標以上の熱伝導率を有しているが, 特にケイ砂量 50% の場合には, ケイ砂自体の良い熱伝導性に, ケイ砂混合による密度増大の効果が加わり, きわめて大きな熱伝導率を示した。

4. おわりに

室内の基本特性試験の結果から, 重錘落下方式による実規模の締固め機械を設計・製作し, 施工模擬試験を実施した。その結果, 原位置締固めで目標性能を満足する高密度の緩衝材が製作できること, 室内試験の締固め特性を実機でも良く再現していること, ケイ砂混合率の増大によって締固め性能, 熱伝導率が大きく向上することがわかった。

【参考文献】1) 出口朗ほか: 緩衝材原位置締固め工法に関する検討(その1), 第 53 回年次学術講演会, 1999
2) 小野文彦ほか: 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 -, 第 54 回年次学術講演会, 2000

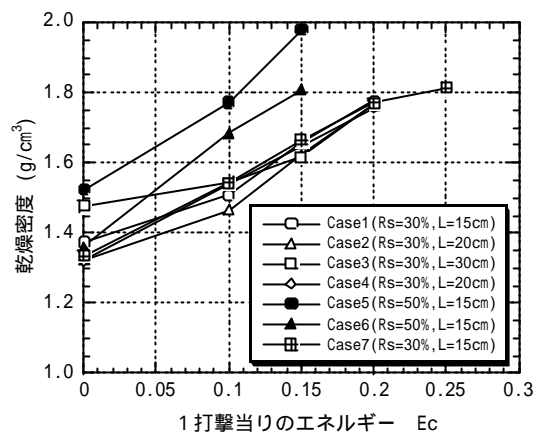


図 2 1 打撃あたりエネルギーと乾燥密度

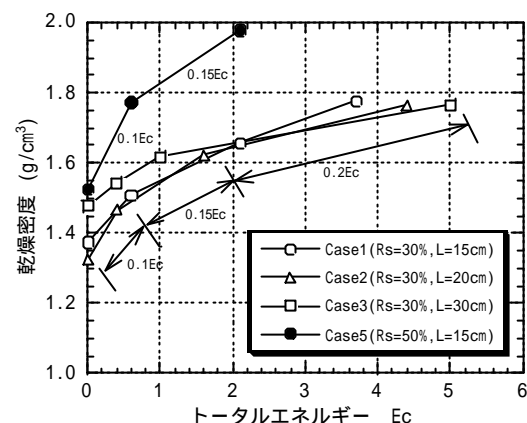


図 3 総エネルギーと乾燥密度

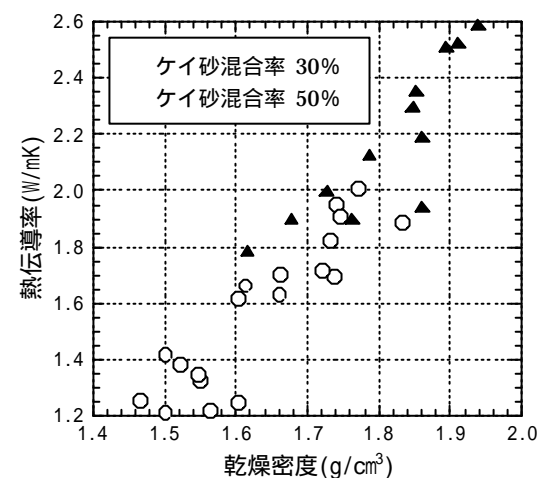


図 4 熱伝導率と乾燥密度