

粒状ベントナイトの効率的締固め技術の開発 (その 2)

大成建設(株) 正会員 ○根木 政広
 大成建設(株) 正会員 白瀬 光泰
 大成建設(株) 正会員 立石 洋二

大成建設(株) 正会員 森川 義人
 大成建設(株) 正会員 木ノ村幸士
 酒井重工業(株) 月本 行則

1. はじめに

(その 1) では、余裕深度処分埋設施設における低透水層（ベントナイト緩衝材）に使用される加水調整粒状ベントナイト「クニゲル GX」に関する効率的締固めの原理を述べ、ベントナイトが粒状体を維持した状態で密度が最大となる最適振動周波数帯 f_{opt} が存在する締固め曲線が得られることを確認した。粒状ベントナイトは容易に変形しやすい性状であることから、効率的な締固めを行うためには、①小さい起振力にて粒状体を維持したまま密度を最大（空隙を最小）にする技術、②大きい起振力にて粒状体を圧縮し（潰し）、目標とする密度を達成する技術が要求される。今回、締固め機械を改造して材料の撒き出しから締固めに至る一連の実験を行い、従来の締固め方法に対し 2 倍の締固め効率（開発技術）を得ることができた。

2. 締固め実験

(その 1) の基本実験の結果を基に、以下の開発技術「効率的締固めプロセス」に従った実験を行い、妥当性の検証を行った。

締固めステップ 1：最適振動周波数帯 f_{opt} を用いた撒き出し成形を行う

締固めステップ 2：比較的接地圧の小さい締固め機械にて密度を最大（空隙を最小）にする

締固めステップ 3：比較的接地圧の大きい締固め機械にて粒状体を圧縮し（潰し）、目標乾燥密度（ 1.6Mg/m^3 ）を達成する

締固め実験は、側部の低透水層を模擬した幅 1.0m ×長さ 4.0m の実験土槽（写 1）を用いて行った。

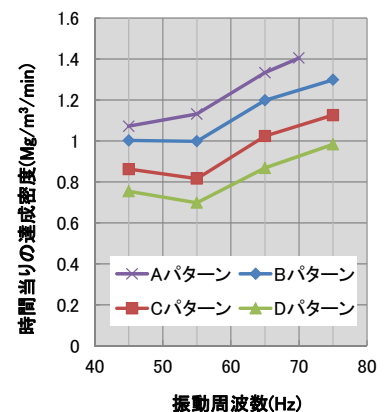
「締固めステップ 1」では、実施工においては専用の撒き出し装置の利用も考えられるが、実験では人力による敷均しを行った後、写 2 に示すような牽引式の成形機を用いて最適振動周波数帯 f_{opt} で振動成形を行った。「締固めステップ 2」では、比較的接地圧の小さい締固め機械として振動コンパクタ（接地圧約 10kN/m^2 ）を使用した。短時間にベントナイトの密度を最大にすることができるよう機械の振動系統部品を改造し、数ケースのパターンに絞り比較実験を行った。転圧時間当りの達成密度の違いを改造パターン別に示したものを図 1 に示す。これより、時間当りの達成密度がどの振動周波数でも大きくなる A パターンを選定した。また、比較として転圧初期の密度増加が大きかった D パターンも選定した。「締固めステップ 3」では、比較的接地圧の大きい締固め機械としてローラ幅 700mm の鉄輪を装着した小型振動ローラ（重量 1.55t ）を使用した。小型振動ローラの接地面は帯状のため、振動コンパクタと比較して 10 倍以上の接地圧を有している。



写 1 実験土槽



写 2 振動成形機



パターン	A	B	C	D
振幅	大	⇔	小	

図 1 転圧時間当りの達成密度

キーワード 粒状ベントナイト, 効率的締固め, 最適振動周波数, 余裕深度処分, 低透水層

連絡先 〒163-6009 東京都新宿区西新宿 6-8-1 大成建設(株)原子力本部 TEL 03-5381-5315

締固め転圧状況を写 2 に示す。「効率的締固めプロセス」に従い、順に振動成形機、改造振動コンパクタ、小型振動ローラを用いた。また、実験ケースと結果の比較を表 1 に示す。図 2 に転圧回数と乾燥密度の関係、図 3 に転圧時間と乾燥密度の関係を当社の従来方法と比較した結果を示す。



(a) 締固めステップ 1



(b) 締固めステップ 2



(c) 締固めステップ 3

写 2 締固め転圧状況

表 1 実験ケースと結果の比較

	ケース名	仕上り厚	締固めステップ			目標密度達成時	
			1	2	3	転圧回数	転圧時間※
1	CASE 1 (開発技術)	100mm	人力敷均し 振動成形	振動コンパクタ A パターン 1~4 パス	小型振動ローラ 振動 5~8 パス	8 パス	128 秒
2	CASE 2 (開発技術)			振動コンパクタ D パターン 1~4 パス	小型振動ローラ 振動 5~8 パス	8 パス	145 秒
3	CASE 3 (開発技術)			振動コンパクタ A パターン 1~2 パス	小型振動ローラ 振動 3~6 パス	6 パス	84 秒
4	従来方法 (TR)		人力敷均し	小型振動ローラ 無振動 1~6 パス	小型振動ローラ 振動 7~12 パス	12 パス	244 秒
5	従来方法 (PC)			振動コンパクタ 1~12 パス		12 パス	232 秒

※転圧時間はすべて 2.0m 区間の累計転圧時間に換算した値

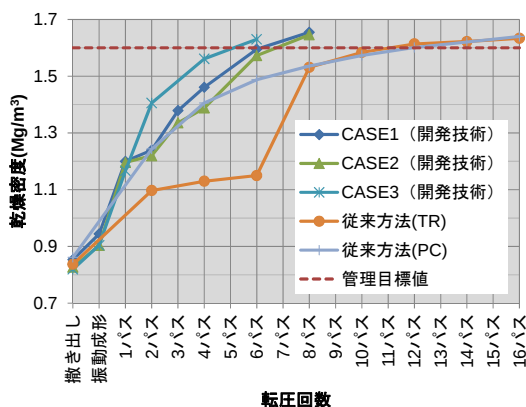


図 2 転圧回数と乾燥密度の関係

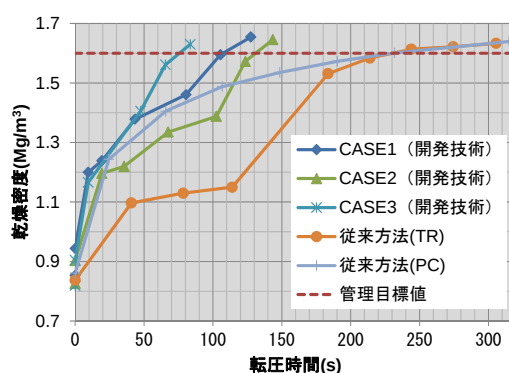


図 3 転圧時間と乾燥密度の関係

従来方法では、ローラ幅 700mm の小型振動ローラ (TR) 単体または標準仕様の振動コンパクタ (PC) 単体で締固めを行っている。小型振動ローラの場合 6 パスまで無振動、それ以降は振動をかけて締固めを行った。

「効率的締固めプロセス」に従った方法は、いずれのケースも従来の方法と比較して大幅に締固め効率が向上する結果を示した。特に、CASE 3 (振動コンパクタ 2 パス後、小型振動ローラ使用) の場合は、締固め効率 2 倍 (転圧回数 50%, 転圧時間 40%) を達成することができた。

3. まとめ

「効率的締固めプロセス」に従った締固め方法により、従来の締固め方法と比較して 2 倍の締固め効率を達成することができた。今後は、撒き出し成形専用の装置を実機ベースで開発していく予定である。