

ベントナイト砕石による処分場遮水工の施工管理 その1 転圧試験

大成建設（株）正会員 ○宮田 涼平 福田 和久 大久保 英也
小松 寛 守屋 雅之

1. はじめに

最終処分場の構造基準で必要とされる遮水層の仕様が規定されているが、更なる安全性を確保するための追加遮水層として、粒度調整したベントナイト砕石を使用するベントナイト砕石工法が適用されることも増えている。従来技術（ベントナイト混合土）に比べ、施工厚が薄い（通常 $t=10$ cm）ため出来形管理が難しくなることが考えられる。そこで、実機レベルの転圧試験を実施し、ベントナイト砕石の転圧時の沈下について考察を行った。

2. 転圧試験の概要

アスファルト舗装 ($t=50$ mm) 上に設置した定規（角材）の間にベントナイト砕石を投入し、人力で敷均した後、4t 振動ローラを用いて転圧試験を行った。図-1 に試験ヤードの概要を示す。試験ヤードは、各々縦 2.0 m × 横 5.0 m の無振動エリアと有振動エリアを設けて、図-2 の沈下量測点位置（15 測点）で沈下量を測定した。

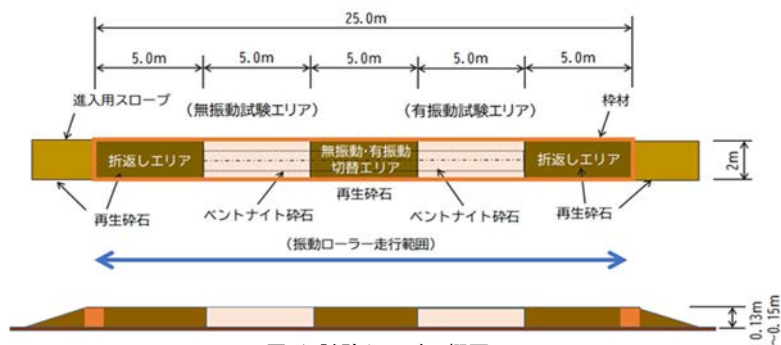


図-1 試験ヤードの概要

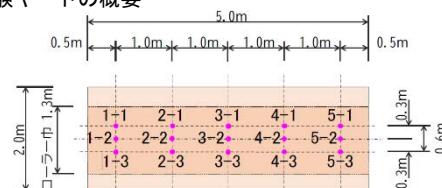


図-2 沈下量測点位置

転圧試験は、敷均し厚（13 cm, 14 cm, 15 cm）とし、転圧回数

（2 回, 4 回, 6 回, 8 回, 10 回）、転圧時の振動の有無をパラメータとして実施した。試験箇所の地盤は、コーン指数 $q_c \geq 1200 \text{ kN/m}^2$ であった。



ベントナイト砕石投入状況



敷均し後の状況



転圧状況（4t 振動ローラ）



転圧後の状況（4回転圧）

3. 転圧試験結果

図-3、図-4 に無振動と有振動における転圧回数毎の層厚測定結果を示す。図-3 の無振動の場合、敷均し厚 13 cm では層厚 10 cm を確保することが難しく、敷均し厚 15 cm では余裕が大きくなることから、3 ケースのうち敷均し厚 14 cm が最適であることが確認された。図-4 の有振動の場合、敷均し厚 15 cm のみ層厚 10 cm を確保できることが確認された。また無振動、有振動ともに転圧回数 2 回で大きく沈下することを確認した。

ベントナイト砕石の敷均し前と転圧後に舗装面のレベルを測定した結果、転圧に伴う舗装面への影響がほとんど無いことを確認した。

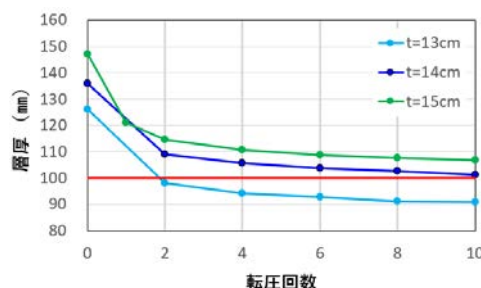


図-3 層厚測定結果（無振動）

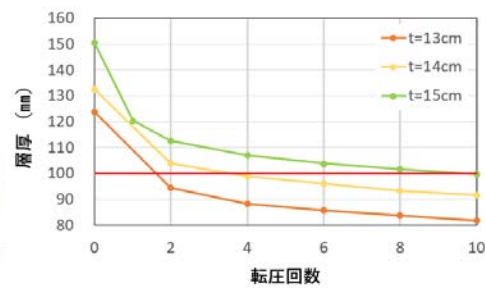


図-4 層厚測定結果（有振動）

キーワード 最終処分場、ベントナイト砕石、転圧試験

連絡先 〒163-0606 東京都新宿区西新宿 1-25-1 大成建設株式会社 TEL03-5381-5194 E-mail: mytruh00@pub. taisei. co. jp

4. 層厚変化曲線の作成

所定の層厚にする為の敷均し厚を決定するには、敷均し厚毎に層厚変化曲線を設定することが必要となる。図-3、図-4のグラフは、15測点の敷均し厚の平均値を用いているが、各測点位置の初期の厚さが異なるため、正確にはそれぞれの敷均し厚を代表するものにはなっていない。そこで、転圧回数毎の敷均し厚と層厚との線形近似による単回帰式から、転圧回数と層厚の関係を求め、さらに双曲線法を用いて整理し、層厚変化曲線を作成した。敷均し厚と層厚の関係の一例を図-5に示す。また図-6に無振動、図-7に有振動の場合における層厚変化曲線を示す。これより図-5と図-6の赤ラインに示すように敷均し厚から転圧回数を求めることができた。

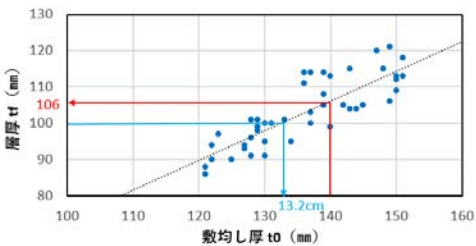


図-5 敷均し厚と層厚の関係 (4 回転圧 無振動)

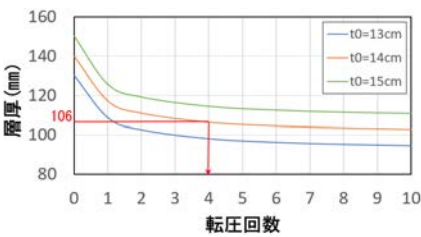


図-6 層厚変化曲線(無振動)

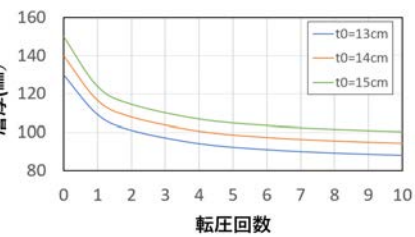


図-7 層厚変化曲線(有振動)

5. 層厚 10 cmとなる為の敷均し厚の検討とその再現性について

上述に記載した敷均し厚と層厚の関係より、層厚 10cm となる敷均し厚が設定できる。無振動 4 回転圧の場合の例を図-5の青ラインに示す。これより層厚が 10 cm となる敷均し厚は 13.2 cm となることがわかる。

ベントナイト碎石の仕様は、製品として管理されていることから再現性があると考え、敷均し厚 14 cm について再度転圧試験(2 回目)を行い、再現性を検討した。この一例を図-8に示す。これより無振動 4 回転圧の場合では、敷均し厚は 13.3 cm で層厚が 10 cm となり、1 回目の結果とは 1mm 程度の差であった。その他の場合においても表-1 より 1mm 程度の差であり、同様の結果となっている。以上より、転圧回数毎の敷均し厚と層厚の関係の再現性があることが確認された。

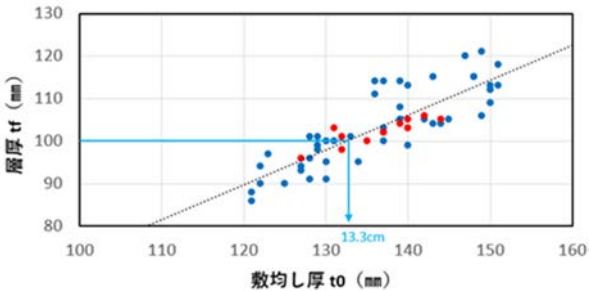


図-8 敷均し厚と層厚の関係(再試験データ ●追加)

表-1 層厚 10 cmとする敷均し厚算定結果の比較

転圧回数	4t 無振動で転圧の場合		4t 有振動で転圧の場合	
	1 回目	2 回目	1 回目	2 回目
2 回	12.8cm	12.8cm	13.0cm	12.9cm
4 回	13.2cm	13.3cm	13.9cm	13.8cm
6 回	13.4cm	13.4cm	14.3cm	14.3cm
8 回	13.6cm	13.6cm	14.7cm	14.7cm
10 回	13.8cm	13.7cm	15.1cm	15.0cm

6. 考察

- ① 振動エネルギーが加わる有振動の方が無振動よりも、同じ転圧回数での層厚変化量が大きくなっている。また、転圧回数 2 回での沈下量が 10 回転圧時と比べ、無振動の場合は約 80%，有振動の場合は約 70%であり、その後の沈下は緩やかになっている。これは、転圧に振動が加わることで間隙内の空気が追い出され易くなり、礫分の粒子破碎による細粒化の促進も相まって、より密に締め固められた為と考えられる。
- ② 今回の検討では、転圧回数と層厚の関係を正規化し、層厚変化曲線を作成した。今後、類似地盤において本図が参考になると考えられる。
- ③ 今回の転圧試験では、層厚 10 cmとなる為の敷均し厚の検討で再現性を確認した。これは、ベントナイト碎石の製品として品質管理が適切に行われていることを示唆していると考えられる。

参考文献

1) 守屋 雅之・大久保 英也・小松 寛・須網 功二・野本 裕：ベントナイト碎石による処分場遮水工の実証試験、第 50 回土木学会関東支部技術研究発表会、2023