

ブルドーザ走行によるベントナイト混合土の2割勾配法面部密度特性

(株) ホージュン (正) 水野克己 水野正之
 大成建設(株) 樋口雄一 早瀬宏文
 大成建設(株) 衛藤英三 岩佐昌昭 森 雄治
 アキュテック(株) (正) 〇川村雄一 稲元裕二

1. はじめに 最終処分場において複合ライナーとして用いられるベントナイト混合土は、最適含水比付近以下で混合製造されるため砂質土の様な性状を示し、締固め後は吸水膨潤より粘土の様な難透水性と高い粘性を示す。これは水との相互作用と締固め度により特性が変化する、砂質土と粘土の両者の特性をもった人工混合物である。制約限定された環境条件下のベントナイト混合土を用いた施工で、特に 2 割勾配などの急斜面で、転圧重力式機械等の機械と工法の選定と密度特性の把握が重要である。筆者らは、急勾配法面における遮水工の敷設技術に取り組んでおり、既往のベントナイト混合土を含む新しい材料の開発も進めている。これら一連の技術を用意しておくことで、現場における施工条件によって適切な技術を選定することが可能になる。本論文は、急斜面にベントナイト混合土を敷設する際の施工技術で、2 割勾配に仕上げられた基盤面に、平行方向に 20t 級ブルドーザにてベントナイト混合土を巻出し、次に 20t 級ブルドーザのクローラー走行で転圧することで、表面のキメと遮水シート敷設のために平坦性の確保を兼ねた均等な密度を得る、2 割勾配ベントナイト混合土施工法の研究(以下 CASE-D と呼ぶ)を行った。その結果を報告する。

2. 研究の背景 ベントナイト混合土を用いた 2 割勾配などの斜面で、転圧重力式機械等の機械と工法の研究を行う前に従来工法の課題を把握することが重要である。(1)従来の2割勾配法面部の水平方向施工内容と課題 ベントナイト混合土は、厚さが約 10 ～ 20cm 程度になるように基盤面に対して水平に巻出しされる。次にローラ等で転圧を行い、所定の高さまで階段上に工程が繰り返される。その後、油圧ショベルの法面バケットで、2 割法面勾配になるように削り、表面のキメと遮水シート敷設のために平坦性が確保される様に仕上げられる(以下 CASE-C と呼ぶ)。

図-1 に示す様に CASE-C では、表面のキメを行うためベントナイト混合土のロスが生じ、また建設過程が多くなるなどの課題がある。(2)従来の2割勾配法面部の平行方向施工内容と課題 ベントナイト混合土は、2 割勾配に仕上げられた基盤面に、平行方向に巻出しされる。次にローラ等で平行方向に転圧し、表面のキメと平坦性が確保される様に仕上げられる。しかし、安定勾配と言われる 3 割勾配以上では、ローラによる自力登坂走行が不可能であり、降雨後などの環境条件では転倒など危険な作業が伴う。

3. 試験の目的と内容 室内試験では、まさ土とベントナイト混合土の特性把握を目的とした室内試験を行った。静岡産まさ土の乾燥質量に対して USA 産 Na 型ベントナイト(スーパークレイ)を用いて閾値を超えた 13 % 配合した。表-1 にまさ土とベントナイト混合土の物性値を示す。実規模モデル試験では、図-1 に示す CASE-C と CASE-D を想定し、ベントナイト混合土の巻出し厚さと重機の種類と転圧回数を変えて、含水比と乾燥密度を砂地置換法にて試験を行い締固め度を求めた。試験は、図-2 に示す様に転圧後の上下のバラツキを把握する目的から、転圧後のベントナイト混合土の天端部から-10cm までの層(以下、

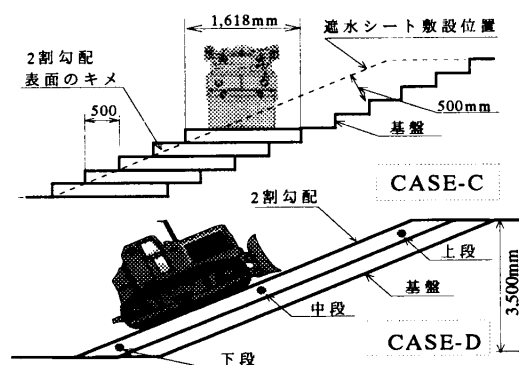


図-1 法面部での巻出し・転圧方向

表-1 まさ土とベントナイト混合土(13%)の物性値

項目	まさ土	ベントナイト混合土
水分 (%)	6.1	3.7
砂分 (%)	70.8	63.4
シルト分 (%)	12.4	34.3
粘土分 (%)	10.3	18.4
最大粒径 (mm)	19.0	9.5
土粒子の密度 ρ_s (g/cm ³)	2.645	2.632
最大乾燥密度 ρ_{dmax} (g/cm ³)	1.762	1.616
最適含水比 w_{opt} (%)	16.5	20.8

キーワード 密度 ベントナイト混合土 廃棄物最終処分場

連絡先 〒550-0002 大阪市西区江戸堀1-9-1 (株) ホージュン TEL066-441-5141 <http://www.hojun.co.jp/>

天端と呼ぶ)と-10cm から-20cm までの層(以下、天端-10cm と呼ぶ)の上下二カ所で砂地置換法を実施した。CASE-D では、転圧後の 20t 級ブルドーザーの走行と高さの違いによるバラツキを把握する目的から、図-1 と図-2 に示す上段、中段、下段の位置で砂地置換法を実施した。(1)2割勾配法面部での水平方向施工 水野ら(2001)は、平坦部における転圧重力式機械などの機械質量を変えた試験¹⁾を行っている。表-2 に示す様に 4t 級ブルドーザ巻出し厚さ 33cm で転圧後の厚さ 25cm 条件下で、4t 級ローラ振動 4 回転圧以上で締固め度が 90%以上となる。また表-3 に示す様に 20t 級油圧ショベルのクローラーによる 4 回走行以上で締固め度が 90%以上となると

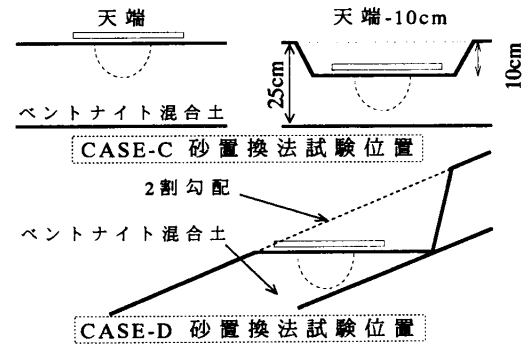


図-2 砂置換法試験位置

表-2 平坦部, 4t 級無振動, 振動ローラ密度特性, 水野ら(2001)

NO.	Flat 施工条件 転圧前後厚さ (cm)	試験 位置	含水比 (%)	乾燥密度 (g/cm ³)	締固め度 (%)
A1	ローラ無振動 4 回 前 33 → 後 25	天端	16.0	1.433	88.7
		天端-10	17.2	1.129	69.9
A2	ローラ振動 4 回 前 33 → 後 25	天端	15.5	1.572	97.3
		天端-10	15.8	1.511	93.5

※ブルドーザ巻出し

表-3 平坦部, 20t 級油圧ショベル密度特性, 水野ら(2001)

NO.	Flat 施工条件 転圧前後厚さ (cm)	試験 位置	含水比 (%)	乾燥密度 (g/cm ³)	締固め度 (%)
B1	クローラー走行 4 回 前 32 → 後 25	天端	17.9	1.574	97.4
		天端-10	17.9	1.494	92.4
B2	クローラー走行 6 回 前 32 → 後 25	天端	17.5	1.649	104.8
		天端-10	17.5	1.621	100.3

※ブルドーザ巻出し

表-4 法面部, 水平方向施工 4t 級振動ローラ密度特性

NO.	Flat 施工条件 転圧前後厚さ (cm)	試験 位置	含水比 (%)	乾燥密度 (g/cm ³)	締固め度 (%)
C1	ローラ振動 6 回 前 35 → 後 30.5	天端	17.9	1.757	108.7
		天端-10	17.9	1.371	84.8
C2	ローラ振動 4 回 前 45 → 後 34	天端	15.5	1.696	104.9
		天端-10	14.7	1.393	86.0
C3	ローラ振動 4 回 前 34 → 後 26	天端	15.4	1.707	103.9
		天端-10	14.7	1.393	86.0

※油圧ショベルバケット巻出し

表-5 法面部, 平行方向施工 20t 級ブルドーザー密度特性

NO.	Slope 施工条件 転圧前後厚さ (cm)	試験 位置	含水比 (%)	乾燥密度 (g/cm ³)	締固め度 (%)
D1	クローラー 走行 2 回 前 45 → 後 35	上段	15.8	1.335	82.6
		中段	15.7	1.453	89.9
		下段	15.5	1.585	98.1
D2	クローラー 走行 4 回 前 45 → 後 35	上段	15.2	1.497	92.6
		中段	15.2	1.474	91.2
		下段	15.2	1.606	99.4
D3	クローラー 走行 4 回 前 34 → 後 26	上段	15.2	1.506	93.2
		中段	15.1	1.497	92.7
		下段	15.8	1.530	94.7

報告している。CASE-C の試験結果を表-4 に示す。C1 は、ショベルのバケットにて転圧後に 4t 振動ローラで再転圧する方法である。C2 と C3 は最初から 4t 振動ローラ(加振時 339.3N/cm)で転圧する方法である。いずれの方法においても、天端では締固め度が 90%以上が得られているが、天端-10cm 以下では得られていない事が判る。特に C2 と C3 はベントナイト混合土の巻出し厚さを薄くした場合でも、同様な傾向を示していることが表-4 より判る。これは転圧表面よりおよそ 10 センチ以下からは、4t 振動ローラの荷重が基盤側に伝わらないことが原因である。(2)2割勾配法面部での平行方向施工 CASE-D の試験結果を表-5 に示す。D1 と D2 は、20t 級ブルドーザーのクローラーによる走行回数を変えた試験である。2 回走行では、締固め度が得られていないが、4 回走行では締固め度が 90%得られていることが表-5 より判る。D3 は、4 回走行でベントナイト混合土の巻出し厚さを薄くした場合であるが、同様な傾向を示している。これらから、ベントナイト混合土の巻出し厚さが 45cm 以内であれば、4 回走行で締固め度が 90%以上得られることが判る。試験結果から、上段部と中断部より下段部の方が密度が大きい。これは 20t 級ブルドーザーの走行移動圧で、ブルドーザーのクローラー荷重が下段部に伝わり下段部が圧密し、中段部や上段部側より以上に締固められたことが原因と考えられる。なお、水野ら(2001)が行った表-2 と表-3 に示す試験¹⁾と同じ品質のベントナイト混合土が、本試験でも用いられている。このため、最終処分場という限定制約された環境条件で、均等な密度を得るためには、ベントナイト混合土の巻出し厚さをより薄くするか、締固めに用いる転圧重力式機械質量を大きくすることが表-2 ～表-5 より判る。

4. まとめ 2割勾配に平行に 20t 級ブルドーザーのクローラー(無限軌道)走行で、ベントナイト混合土(13%)の巻出しと転圧をおこなった。この場合、転圧回数が 4 回以上で締固め度が 90%以上得られる。ただし、これらは一層当たりの仕上がり厚さが 35cm 条件下である。また、ベントナイト混合土を用いた施工では、特に転圧重力式機械などの機械質量の影響が大きい。参考文献 1)水野克己, 水野正之, 稲元裕二, 衛藤英三, 岩佐晶昭, 押方利郎: 油圧ショベル走行によるベントナイト混合土の平面部現場密度特性, 第 11 回廃棄物学会研究発表会講演集, pp.864 ~ 866, 2001。