

III-231

礫混入ベントナイト混合土の現場施工実験

ー 透水係数と支持力について ー

in鹿島札幌支店	正員	八鍬 昇
in鹿島東北支店	正員	北本幸義
in鹿島技術研究所	正員	深沢栄造
in鹿島技術研究所	正員	田中俊行

1. はじめに

止水機能を有した基礎地盤材料への適用を目的に“礫混入ベントナイト混合土（礫と砂及びベントナイトを最適含水比付近の含水量で混合し締固めたもの）”の研究開発を進めている。礫混入ベントナイト混合土は、ベントナイトの膨潤特性による高い止水性と、礫の骨格形成による大きな地盤支持力を得ることを期待した材料である。これまで、室内において材料配合と締固め特性、止水性及び支持力特性の関係について検討を行い、高い止水性と大きな地盤支持力が得られることが判った¹⁾。今回、実施工における施工方法と礫混入ベントナイト混合土の品質の関係把握を目的として、実規模レベルの施工実験を行った。その結果、実施工においても室内試験とほぼ同等の止水性と支持力を得ることができたので、その実験結果について報告する。なお、材料の混合、転圧・締固め方法等の施工性に関する検討も同時に実施しており、その検討結果は別報にて報告している²⁾。

2. 実験概要

実験で使用した材料は、コンクリート用粗骨材（砕石2005）、コンクリート用細骨材（最大粒径5mm）、及びベントナイト（クニゲルV1）である。また、礫ベントナイト混合土の配合は、礫混入率（全乾土重量に対する礫の乾燥重量割合）を50%、ベントナイト混入率（全乾土重量に対するベントナイトの乾燥重量割合）を15%とし、混合時の含水比は室内締固め試験から得られた最適含水比（ $w_{opt}=9.5\%$ ）とした。

礫混入ベントナイト混合土の造成施工は、生コンプラント（二軸強制練りミキサ）で3材料と水を混合し、ダンプトラックで現地に運搬し、ブルドーザでまき出し（まき出し厚さ20cm）、振動ローラで転圧・締固める方法で行った。転圧・締固めはBOMAG社の振動ローラ（BW 200、起振力32ton）で8回転圧を行い、室内締固め試験における最大乾燥密度（ $\rho_{dmax}=1.986 \text{ g/cm}^3$ ）の95%以上に締固めた。試験項目及び方法を表-1に示す。

3. 実験結果及び考察

表-1 検討項目及び試験方法

(1) 透水係数について

室内締固め試料の透水係数と、現地で転圧し締固めた試料の透水係数を比較したものを図-1に示す。

同図から、以下のことが言える。

①室内締固め試料の透水係数は、最適含水比で $1.8 \times 10^{-9} \text{ cm/sec}$ である。また、最適含水比より湿潤側に移るに従って、更に小さくなる傾向を示しており、今回の配合に

おける最小透水係数は、最適含水比より5%程度湿潤側（15%程度）にあり、 $7 \times 10^{-10} \text{ cm/sec}$ であった。これらの透水係数の値から、非常に高い止水性を呈していることが判る。

②現地で転圧し締固めた地盤の透水係数は、コアサンプリング試料を用いた室内三軸透水試験と、ダブルパッカー方式による現場透水試験で調べたが、その値は $3.5 \sim 4.0 \times 10^{-9} \text{ cm/sec}$ の範囲であり、最適含水比における室

検討項目	試験法	試験条件	試験試料
止水性	室内透水試験	定水位法、水頭差1000cm 供試体形状： $\phi 100 \times h 127 \text{ mm}$	室内締固め試料
	三軸透水試験	供試体形状： $\phi 100 \times h 100 \text{ mm}$ 拘束圧： 1 kgf/cm^2	現場転圧地盤からの コアサンプリング試料
	現場透水試験	ダブルパッカー方式 掘削孔： $\phi 76 \text{ mm}$ 透水孔長： $\phi 500 \text{ mm}$ 注入圧力： 0.25 kgf/cm^2	現場転圧地盤
支持力	一軸圧縮試験	供試体形状： $\phi 100 \times h 200 \text{ mm}$	室内締固め試料
	三軸圧縮試験	不飽和試料、UU条件 $\sigma_3=0.1, 0.3, 0.5, 1.2, 4.8 \text{ kgf/cm}^2$ 供試体形状： $\phi 100 \times h 200 \text{ mm}$	室内締固め試料
	平板載荷試験	載荷板： $\phi 300 \text{ mm}$	現場転圧地盤

内締固め試料の透水係数と同じオーダーの値が得られた。

- ③この結果から、生コンプラントにて混合し、締固め度95%以上（平均97%）の転圧管理で造成施工を行った礫混入ベントナイト混合土の透水係数は、室内で得られる透水係数にほぼ近い値を再現できることが判った。

(2) 支持力について

現場施工で締固め・転圧した地盤の平板載荷試験結果を図-2に示す。同図より以下のことが言える。

- ①荷重を120tf/m²まで載荷したが、地盤の破壊には至らなかった。
- ②log P-log S 曲線法にて降伏荷重を求めたところ、降伏荷重は80tf/m²であった。また、極限支持力を降伏荷重の1.5倍とすると、極限支持力は120tf/m²となる。この値は締まった砂混じり礫地盤とはほぼ同程度の値³⁾である。
- ③極限支持力(q_d)をTerzaghiの円形基礎における根入れ深さゼロの支持力公式(1)式に代入し、支持地盤の c 、 ϕ を求めたものを図-3に示す。

$$q_d = 1.3 \cdot c N_c + 0.3 \cdot \gamma_1 B N_\gamma \quad \dots (1) \text{式}$$

ここで、 B ：載荷板直径(0.3m)、 c 、 γ_1 ：転圧地盤の

粘着力及び単位体積重量、 N_c 、 N_γ ：支持力係数

同図には、室内締固め試料の三軸圧縮試験(UU条件、不飽和試料)により求めた c 、 ϕ と、一軸圧縮試験より求めた c ($\phi=0^\circ$, $c=q_u/2$)を併記した。(1)式より求める c 、 ϕ は室内試験結果とほぼ同等であり、現場施工においても室内と同じような支持力特性が発揮されるものと考えられる。

4. おわりに

現場施工実験により、室内試験で得られる止水性及び支持力特性が現場施工においても十分に再現可能であることが判った。今後は、透水係数は最適含水比より湿潤側で最小となることから、湿潤側での止水性及び支持力特性の関係を把握することが必要である。さらに、現場において造成施工される礫混入ベントナイト混合土の品質は混合性や転圧による締固め度を更に上げることでより向上すると考えられることから、湿潤側での最適な混合機械、転圧機種 of 検討も同時に行っていきたい。

[参考文献]

- 例えば、八畝 他：止水材料としての礫混入ベントナイト混合土に関する室内試験、第38回土質工学シンポジウム—建設工事と地下水に関する諸問題—、1993年11月
- 平 他：礫混入ベントナイト混合土の現場施工実験—施工性について—、土木学会第49回年次学術講演会
- 土質工学会編：土質調査試験結果の解釈と適用例、pp. 63

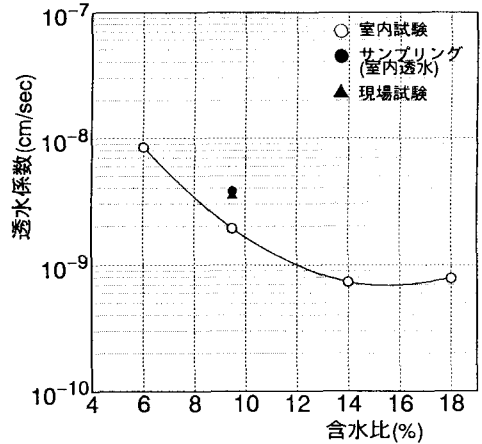


図-1 透水係数と含水比の関係

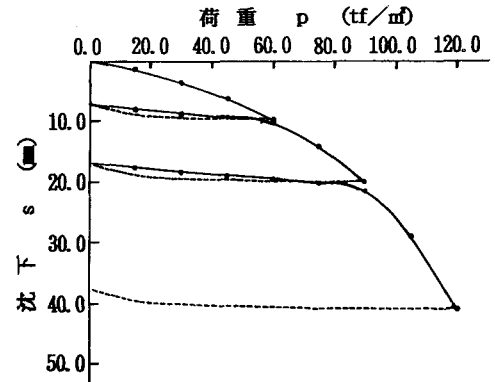


図-2 平板載荷試験結果・荷重～沈下曲線

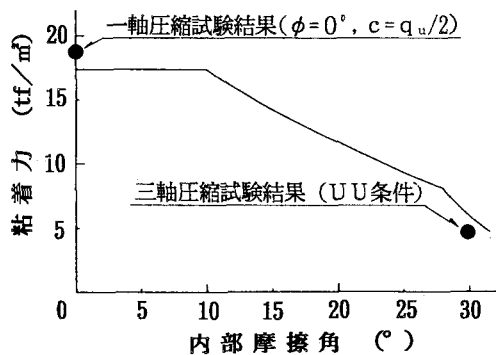


図-3 極限支持力からの逆算による c 、 ϕ