

## III-717

## ベントナイト混合土の支持力模型実験

清水建設(株)電力・エネルギー本部 ○中島均 石井卓 三谷泰浩  
岡山大学工学部土木工学科 西垣誠 孫躍 家木博史

## 1.はじめに.

砂にベントナイトを混合し締固めた材料であるベントナイト混合土は、その遮水性の高さから放射性廃棄物処分施設のバリア材料として使用することが検討されている。ベントナイト混合土の研究および開発は、遮水性能および膨潤特性に関するものが大部分であり、力学的な問題については解明されていない部分が多い。低レベル放射性廃棄物のより高度化した処分概念として、廃棄体を内包するコンクリート躯体全体を、ベントナイト混合土で取り囲む方式が提案されている<sup>1)</sup>が、この方式を採用する場合には、施設の底部に敷設されたベントナイト混合土の安定性を確保することが求められる。

ベントナイト混合土の支持力安定性を議論するうえで問題視されているのは、既存のTerzaghi系の支持力公式を使用し設計することが妥当であるか、また飽和状態に変化した後は絞り出し形態の破壊を起こすのではなかろうか、と言うことである。本報告では、ベントナイト混合土の支持力模型実験を行い、底部ベントナイト層の設計検討の際に必要なとなる有益な結果を得た。

## 2.模擬地盤の作製および実験条件.

支持力模型実験の概念図を図-1に示す。実験は、不飽和状態で、ベントナイト混合土の層厚および載荷板の幅を適当に変化させて十数ケース行い、その他に1ケースのみ、ベントナイト混合土を飽和させて同様に実験を行った。

模擬地盤としては、乾燥重量比でベントナイト(クニゲルV1)と豊浦標準砂を15:85に混合したものをを用いた。模擬地盤の作製は、乾燥密度が $1.68\text{kg}/\text{cm}^3$ になるように各層(1層は2cmとした)に必要な量の試料を計り、試験を行なう砂箱に一樣になるように広げ突き固めた。なお、設定した含水比および乾燥密度は、予め締固め試験を実施して得られた、最適含水比と最大乾燥密度の値である。

載荷は、荷重一定条件でしばらく放置する段階載荷の方法とし、沈下量は、載荷板の上部に設置したダイヤルゲージにより計測した。

また、不飽和で締固めた模擬地盤を飽和にする場合には、載荷板に予め $0.33\text{kgf}/\text{cm}^2$ の荷重を作用させて、膨潤変形の発生を起こさないように制御した。

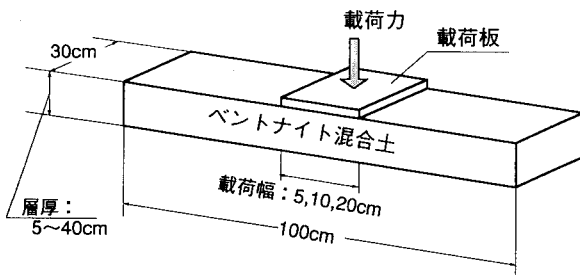


図-1 支持力模型実験の概念図

## 3.不飽和支持力実験

載荷幅が20cmのケースに着目し、荷重強度と載荷板の沈下量の関係を図-2に示す。これより、層厚が薄い方が、同じ沈下量に対する荷重強度は増加することがわかる。特に、層厚5cmのケースにおいては沈下が直線的であり、層厚が厚いケースのように降伏が起きたと思われるような折れ曲がりは見つけられない。

図-3は縦軸を載荷幅の5%ひずみを起こさせるに必要な荷重強度をプロットしたものである。実験は、3種類の載荷幅について実施したので、載荷幅/層厚の正規化した値を横軸にして示した。これより、載荷幅に対して層厚が薄いケースは、荷重強度が増加することがわかる。

一般的なTerzaghi系の支持力公式で検討する場合には、層厚はかぎりなく無限であると仮定し、載荷幅の違いで支持力が変化する。Terzaghi系の支持力公式を用いて、実験を実施した載荷幅5~20cmで支持力を算

定すると、およそ図中に示したように  $2.7 \sim 2.9 \text{ kgf/cm}^2$  程度になる。この結果より、載荷幅に比較して層厚が厚い場合には、その支持力はTerzaghi系の支持力公式を用いて算定できる程度であり、また載荷幅に比べて層厚が薄い場合には、支持力公式により得られる値は、かなり保守側である。なお、計算に用いた物性値は粘着力  $2.0 \text{ kgf/cm}^2$ 、内部まっ角  $35.8^\circ$  であり、使用した材料の基礎特性試験より得られた値である。

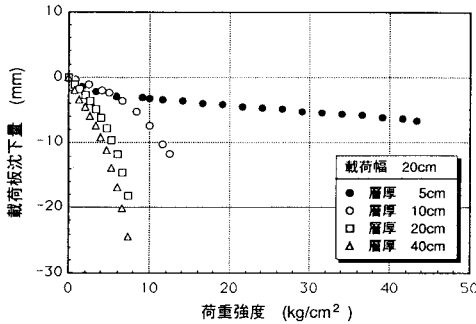


図-2 荷重-沈下曲線と地盤厚さの関係

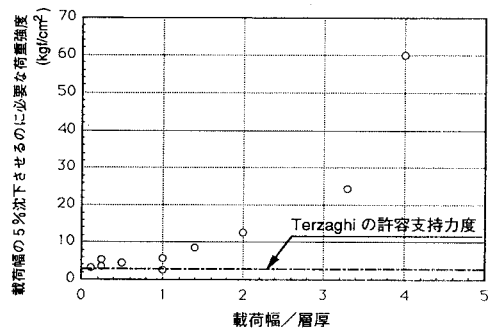


図-3 地盤厚さと荷重強度の関係

#### 4. 飽和支持力実験

飽和条件の支持力実験は、層厚  $5 \text{ cm}$ 、載荷幅  $20 \text{ cm}$  の1ケースのみ実施した。図-4に飽和支持力実験と不飽和支持力実験を比較して示す。これより、層厚も載荷幅も同じケースでは、その沈下量曲線がほとんど変化しておらず、飽和状態の方が支持力小さいとは言えない。不飽和状態で構築したベントナイト混合土は、膨潤変形を拘束して飽和させた場合には土粒子の骨格構造に変化が生じなかったために、支持力性能に差がなかったと判断できる。

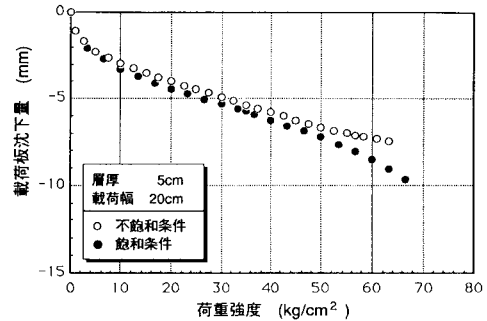


図-4 不飽和と飽和の荷重-沈下曲線の比較

#### 5. おわりに.

本報告に示した支持力模型実験は、境界条件の設定、相似則の検討等を詳細に行っていないことから、この結果を用いて実設計での支持力問題をすべて解決することはできない。しかし、実施した支持力実験の結果より、以下に示す知見を得た。

①不飽和状態の支持力は、ベントナイト混合土層の層厚が小さくなるほど増加する傾向にある。一般的なTerzaghi系の支持力公式を用いて得られた支持力値を、層厚が薄いケースに適用する場合、十分安保守的な値であることがわかった。

②ベントナイト混合土層は、不飽和状態から飽和状態に変化しても、飽和吸水に伴う膨潤を拘束することができれば、特に大きな支持力の低下は起こさず、その破壊形態が絞り出し破壊になることもない。

今後、この結果を参考にして、より詳細な支持力実験の実施、シミュレーションモデルの作成および設計手法の確立を目指していくのが望ましい。

#### —参考文献—

- 1) A. Fujiwara. et al: STUDIES OF ADVANCED REPOSITORY SYSTEM WITH ENHANCED ENGINEERED BARREIRS (A FRAMEWORK), PROCEEDING OF THE 1993 INTERNATIONAL CONFERENCE ON NUCLEAR WASTE MANAGEMENT AND ENVIRONMENTAL REMEDIATION.