

III-718 ベントナイト混合土の支持力実験に対するシミュレーション

清水建設(株) 正会員 鈴木健 河辺衛 ○森下裕史 江崎治
岡山大学 正会員 西垣 誠

1. はじめに

放射性廃棄物の処分分野においてバリア材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は、力学的挙動やその取り扱いに関して考慮しなければならない問題が多い。本文は、この力学的安定性の把握を目的として行われた支持力模型実験の結果に対し、FEM解析手法によるシミュレーションを行った結果について報告するものである。

2. 実験方法および実験結果

図-1に示すように鋼製の実験装置内にベントナイト混合土（豊浦砂85%、ベントナイト15%）の供試体（厚さ6cm、不飽和、 $w_{opt}=16.0\%$ ）を作製したのち、載荷板および各計器をセットした。その後、載荷板に載荷しながら各荷重段階で鉛直変位の測定を行った。実験終了後、アクリル板とビニールシートの格子のずれよりベントナイト混合土の水平変位を測定した。

実験結果を図-3, 4, 5に示す。載荷板の鉛直変位は約1cmとなった。また、載荷板とベントナイト混合土間にはほとんど水平方向のずれは生じないが、ベントナイト混合土と実験装置底部間には、水平方向のずれが生じる結果となった。

3. 解析手法および解析ケース

図-1に示した実験装置と供試体をモデル化し、二次元非線形FEM解析を行った。ここで、ベントナイト混合土については、Duncan-Changの提案による非線形弾性体（表-1）として取り扱い、載荷板については弾性体として取り扱った。また、実験結果におけるベントナイト混合土の変形状より、ベントナイト混合土と実験装置底部間にジョイント要素を用いることとした。解析モデル図を図-2に示す。解析は、ジョイント要素の摩擦抵抗(f)を粘着力 c で評価するケース(CASE-1: $f=c$)と内部摩擦角 ϕ で評価するケース(CASE-2: $f=\sigma \tan(2/3 \phi)$)の2ケースについて行った。 c 及び ϕ は、三軸試験により得られた値を用いた。

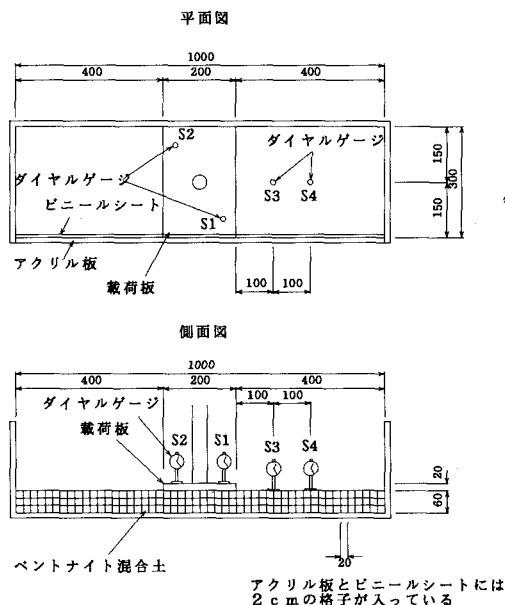


図-1 実験装置

表-1 ベントナイト混合土の物性値

K	n	R_f	C (tf/m ²)	ϕ (°)	γ (tf/m ³)	ν
1425	0.41	0.938	2.0	35.8	1.90	0.333

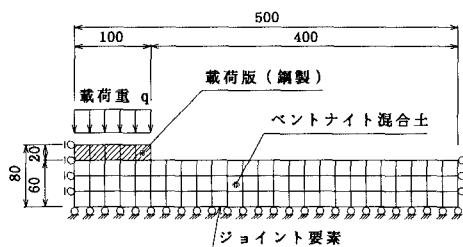


図-2 解析モデル図

4. 実験結果と解析結果の比較

側部の変位図を図-3に示す。載荷板部の鉛直変位は、CASE-2($\delta_y = -0.973\text{cm}$)の方が実験結果($\delta_y = -1.075\text{cm}$)に近い値となった。一方、載荷板端部の地中部最下端的水平変位は、CASE-1($\delta_x = 0.987\text{cm}$)の方が実験結果($\delta_x = 1.147\text{cm}$)に近い値となった。

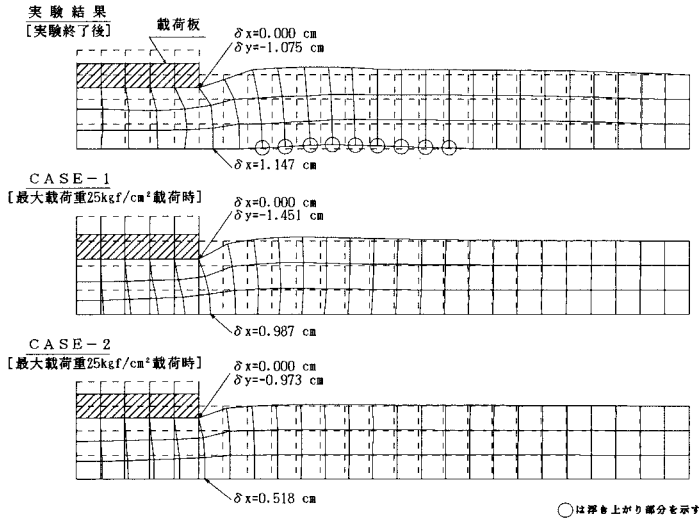


図-3 側部変位図(実験結果及びCASE-1, CASE-2)

傾向に近いのではないかと考えられる。

荷重～沈下曲線を図-4,5に示す。載荷板端部(S1, S2)に着目した場合、実験結果とCASE-2は非常によく一致しており、実験結果をうまくシミュレートしていることがわかる。載荷板から10cm離れた点(S3)および20cm離れた点(S4)では両ケースとも実験結果に比べて、小さい値になっているが、これは実験では浮き上がりが生じているのに対し、解析では、この現象が現れていないことが原因であると考えられる。

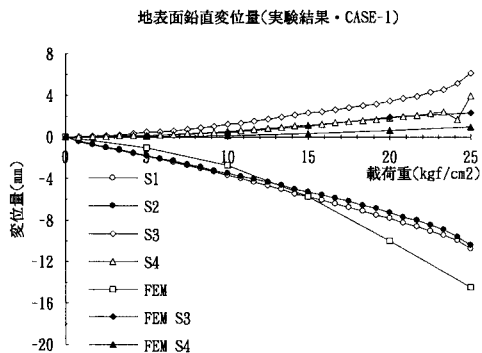


図-4 荷重～沈下曲線(実験結果・CASE-1)

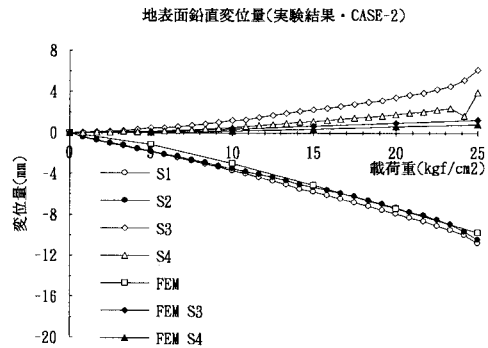


図-5 荷重～沈下曲線(実験結果・CASE-2)

5. おわりに

今回はベントナイト混合土と装置底部の摩擦をジョイント要素を用いて評価することとし、“c評価”したCASE-1と“φ評価”したCASE-2の2ケースについて解析を行った。解析の結果、ベントナイト混合土の摩擦に関して“φ評価”したCASE-2が実験結果をよくシミュレートすることがわかった。これにより今後のベントナイト混合土の力学的安定性の検討に対し、有用な知見が得られたと思われる。なお、本報告を行うにあたり、助言、指導を頂いた清水建設(株)電力エネルギー本部石井卓氏、中島均氏に感謝の意を表します。