

(株) 中央復建コンサルタンツ ○正 中井博之
 神戸大学 正 田中泰雄
 (株) 鴻池組 岸本八州守

1. まえがき

これまで、砂の室内試験に AE 計測を併用し、砂の降伏曲面に関する研究を行ってきたが、原位置における砂地盤の降伏応力を検討するためには、凍結サンプリングなどを用いて採取した乱さない砂試料について AE 計測法の妥当性を調査する必要がある。本研究では、以上のような点に着目して、室内で既知の応力履歴を与えて作製した凍結試料について排水三軸試験を実施し、乱さない砂試料について AE 計測による降伏応力の決定方法の妥当性を検証したものである。

2. 凍結試料に関する降伏応力の検討 (A シリーズ)

実験に用いた試料は、神戸市和田岬地区の地下鉄工事現場から採取した沖積砂である。物理的性質は、最大粒径 9.5mm、平均粒径約 0.9mm、均等係数 1.15、土粒子密度 2.62g/cm^3 で粗粒分が多い砂である。実験手順としては、内側面を十分にグリースした一次元載荷装置(直径 150mm)に気乾試料を空中落下法で堆積させ、上部載荷板を通じで鉛直応力 1.0kgf/cm^2 まで段階載荷を行い、その状態で 4 時間放置した。その後、下部より水浸・脱水を行い湿潤状態とし、冷凍庫に移して凍結状態とし、凍結ブロックから三軸供試体を切り出した。供試体寸法は、高さ 100mm、外径 50mm であり、乾燥密度約 $1.50\sim 1.55\text{g/cm}^3$ であった。作製した凍結供試体を三軸セルに移動して、拘束圧 0.1kgf/cm^2 の状態で融解し、炭酸ガスの流入、脱気水の透過を行って飽和させ、拘束圧 0.1kgf/cm^2 の状態から図-1 に示す応力経路に沿って排水状態で載荷を行った。なお、三軸試験には既報告¹⁾と同様の AE 計測が可能な装置を用いている。また、試料が粗砂であるため、体積変化測定にはメンブレン貫入量の補正を行っている。

図-1 の異方圧密経路 A-1 に沿って載荷した場合の、軸ひずみ、主応力差、AE 計測結果を図-2 に示す。ある程度の軸ひずみが生じるまで AE は発生せず、その後連続的な AE が計測され、この応力を降伏応力とした。同様に他の応力経路で載荷し、得られた降伏応力から降伏曲面を求めたものが、図-3 である。図より、凍結試料の降伏曲面は先行応力点に比して大幅に小さくなっており、従来の結果と異なるものである。このことより、凍結作用で降伏応力の大幅な減少が生じたと考えられる。

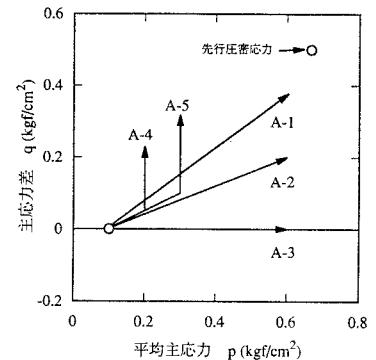


図-1 凍結砂の載荷応力経路

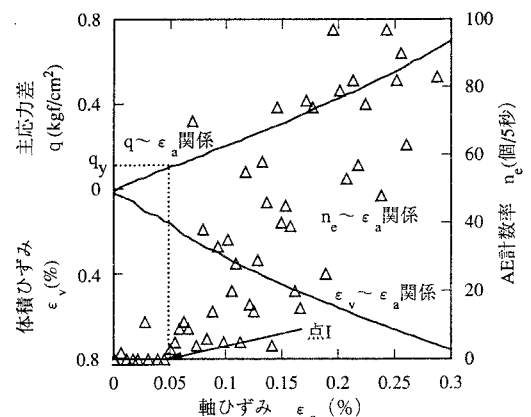


図-2 凍結砂の載荷試験結果 (微小変形部)

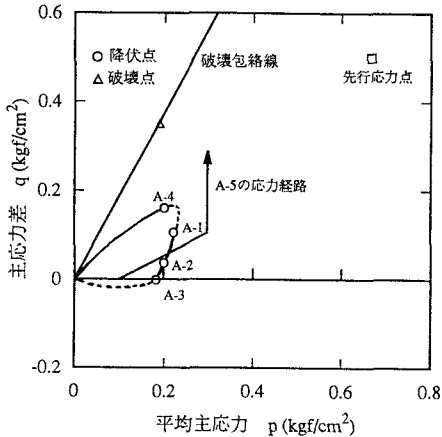


図-3 凍結砂の降伏曲面

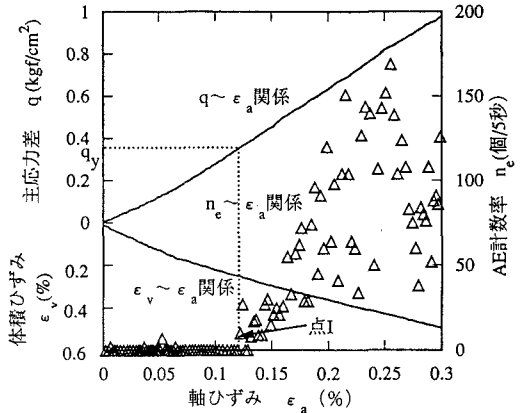


図-4 非凍結砂の载荷試験結果（微小変形部）

3. 非凍結試料に関する降伏応力の検討（B シリーズ）

上記の結果は、凍結作用による土の降伏応力の大幅低下を示したため、非凍結試料について凍結試料と同様な応力履歴を三軸セル内で与え、図-1 と同様な応力経路で载荷試験を実施し、AE 計測で降伏応力を決定することとした。同じ試料を三軸モールド内で空中落下法で作製し、炭酸ガス流入、脱気水透過を経て供試体を飽和させた後、異方圧密履歴を与えた。圧密履歴としては、土圧係数 K を 0.5 と仮定して、最大鉛直応力が 1.0 kgf/cm^2 まで段階载荷を行い、载荷と同じ経路で除荷後、図-1 とほぼ同様な応力経路でせん断した。

図-4 に異方再圧密時（図-1 の A-1 にほぼ同様な応力経路）の軸ひずみ、主応力差、AE 計測結果を示す。図から分かるように、自然沖積砂の和田岬砂についても従来の相馬砂の研究成果と同様に、AE 計測から降伏応力が決定でき、その値は凍結和田岬砂に比べて大幅に増加している。この様に、三軸セル内で異方圧密履歴を与えた非凍結試料から得られた降伏応力の全てを示したものが図-5 である。図より、非凍結試料の降伏曲面の大きさは凍結試料のものより大幅に拡大していることが分かる。しかしながら、従来の相馬砂やまさ土に関する降伏曲面の研究成果とは異なり、自然沖積砂の和田岬砂の降伏曲面は最大先行応力点を通過せず、最大先行応力の約 85% あたりに位置する降伏曲面となっている。この理由については不明であるが、従来の研究では最大先行応力の値を $4.0 \sim 6.0 \text{ kgf/cm}^2$ まで与えていたのに対し、今回は 1.0 kgf/cm^2 と低い応力で圧密したことに起因する可能性がある。今後の検討が必要である。

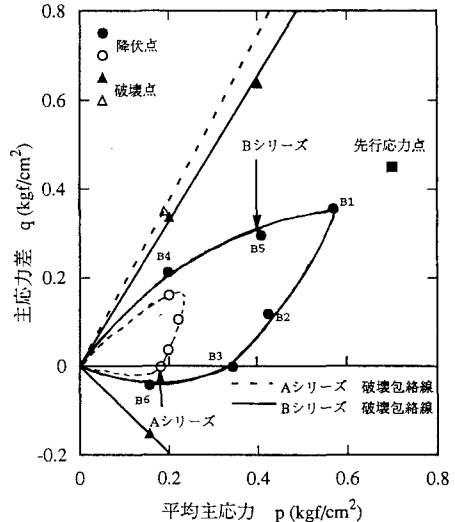


図-5 凍結砂・非凍結砂の降伏曲面

参考文献

- 1). 白川, 田中, 久保, 中井(1995): 第 30 回土質工学研究発表会