

日建設計中瀬土質研究所 正会員 大野 雅幸 片桐 雅明 斎藤 邦夫

1. はじめに

遠心模型実験において深さ方向にせん断強度が増加するような粘性土地盤を作製するには、その透水係数の低さから莫大な時間を必要とし、長期にわたる実験装置の占有や経済面で好ましくない。こうしたことを避けるためには予め遠心場での鉛直有効圧力を想定し、1 G 場でその状態を再現すればよい。その方法として、①粘土層を数層に分割し、それぞれに所定の圧密圧力を加えて粘性土地盤を作製する方法(分割法)、②浸透圧を作用させ有効圧力を増加させる方法(浸透圧密法)が考えられる。しかし、分割法は確実ではあるが、理想的状態に近づけるは予圧密作業を数多く繰り返す必要がある。一方、浸透圧密法を用いれば理想の圧密圧力分布を与えることが可能である。今回は、浸透圧密法では正規圧密地盤の作製をめざし、分割法ではわずかではあるが過圧密状態の地盤となるように作製し、それぞれ、コーン貫入抵抗、含水比、一軸圧縮強度を測定し、比較・検討した。なお、コーン貫入試験は地盤の性状を簡便にかつ連続的に把握できるため、同試験による模型粘性土地盤の特性把握の妥当性も併せて検討した。

2. 模型地盤の作製手順

実験に用いた試料は川崎粘土($\rho_s=2.704\text{g/cm}^3$, $w_L=52.8\%$, $w_p=29.0\%$, 砂分含有率 18.8%)である。

浸透圧密法では、含水比 80%に調整した試料を模型容器に投入し、両面排水条件の下で上載圧 2.5kPa に加え、同時に粘土層下端に負圧-98kPa を作用させ浸透圧密し、層厚さ 30cm の地盤Aを作製した。一方、分割法では、粘土層を 5 層に分け、同様に調整した試料を用いて、各層ごとに異なる圧密圧力を加えて圧密し層厚さ 27.5cm の模型地盤を作製した(地盤B)。

図-1 にそれぞれの圧密圧力分布の模式図を示す。60G の遠心加速度場では、地盤Aは正規圧密状態に、地盤Bは過圧密状態になるように設定した。60G の遠心場での圧密打ち切り時間は、地盤Aでは 3t 法に準じた 1.5t 時間(45 時間)、地盤Bでは 2t 時間(4 時間)であった。

遠心载荷終了後、コーン貫入試験を行い、模型地盤から採取した試料に対して、含水比および一軸圧縮強度を測定した。

3. 含水比分布

両地盤の含水比分布を図-2 に示す。与えた圧力に違いがあるため、両者は一致しない。しかし、地盤Aでは深さ方向に連続的に、地盤Bでは階段状の分布というように、与えた圧力に応じた含水比分布が得られた。

図-3 に先行圧密圧力と含水比の関係を示す。ここで、先行圧密圧力は、遠心加速度が作用して正規圧密状態となる地盤Aでは、遠心加速度場の有効上載圧力と、遠心場では過圧密状態となる地盤Bでは、模型作製時に加えた圧力とした。また、地盤Bから採取した試料の圧縮指数を用いて推定した正規圧密地盤の含水比と圧密圧力の関係も同図にあわせて示した。地盤Aではその関係曲線よりも含水比がやや大きめの方向に、

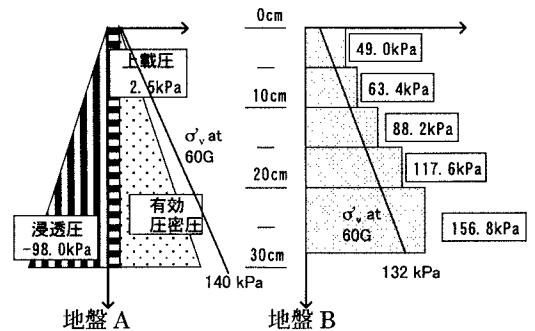


図-1 圧密圧力

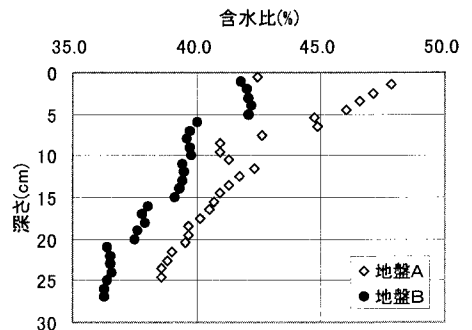


図-2 含水比分布

キーワード：浸透圧密、含水比分布、コーン貫入試験、一軸圧縮強度

連絡先：日建設計中瀬土質研究所 〒212-0055 川崎市幸区南加瀬 4-11-1 TEL 044-599-1151 FAX 044-599-9444

地盤Bでは小さめ方向に位置しているが、両地盤とも、推定した関係に近接していることがわかる。

4. コーン貫入試験

コーン貫入試験は、先端角 60 度、直径 11mm のコーンを用いた。それを 14mm/min の一定速度で地盤内に貫入し、ロッド頭部における反力を貫入抵抗とした。

図-4 にコーン指数～貫入深さ関係を示す。地盤Bは5層からなる地盤であるため、含水比分布と同様に階段状に貫入抵抗が変化している。また、地盤Aは1層で地盤を作製したにもかかわらず多少のばらつきが見られる。含水比の違いに応じて、コーン指数にも違いがあることがわかる。

5. 含水比～コーン指数関係

含水比とコーン指数の関係を明確にするために、図-5 に含水比～コーン指数関係を示す。同図には、伊藤ら(1998)が行った礫子粘土 ($\rho_s=2.708\text{ g/cm}^3$, $w_L=56.5\%$, $w_p=30.4\%$, 砂分含有率 29.0%) を用いた同様の試験(浸透圧密と2層分割)結果も併せて示してある。試料ごとに含水比とコーン指数には地盤の作製方法によらないユニークな関係があることがわかる。

6. 一軸圧縮強度～コーン指数関係

地盤Bの一層厚さが5cmであることから、高さ40mm 直径35mmの供試体を、両地盤から切出し、一軸圧縮試験を行った。なお、供試体上下端には摩擦除去層を設置し端面摩擦の除去に努めた。図-6 に一軸圧縮強度～コーン指数関係を示す。両地盤とも、供試体位置でのコーン指数の幅、および q_u の最大・最小値をそれぞれの平均値に対してプロットした。この関係は地盤ごとに直線的な関係を示した。また、正規圧密地盤である地盤Aでの傾き N_k は、16.4 であり、Lunne & Kleven(1981)が示した原位置試験における塑性指数 25 程度の N_k の範囲(13～18)内に位置した。一方、過圧密比が 1.2～2 程度の過圧密地盤である地盤Bでは、23.4 と正規圧密地盤よりも大きくなり、彼らの示した傾向と一致した。

7. まとめ

浸透圧密を用いることにより、正規圧密地盤の作製でも遠心場での圧密時間を短縮することができた。また含水比とコーン指数は作製方法にはほとんど依存しないが、コーン指数と強度の関係は地盤の応力履歴に依存することが、原位置試験と同様に認められた。今後、高塑性の粘土を含めた多くの粘性土に対して同様の実験を行い、データを蓄積していきたい。

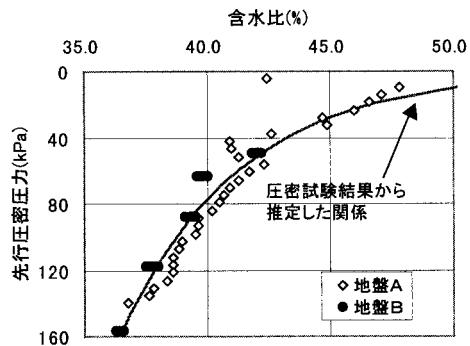


図-3 先行圧密圧力と含水比の関係

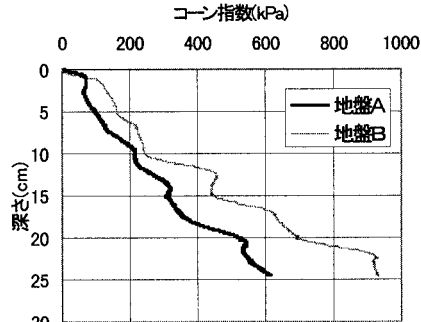


図-4 コーン指数～貫入深さ関係

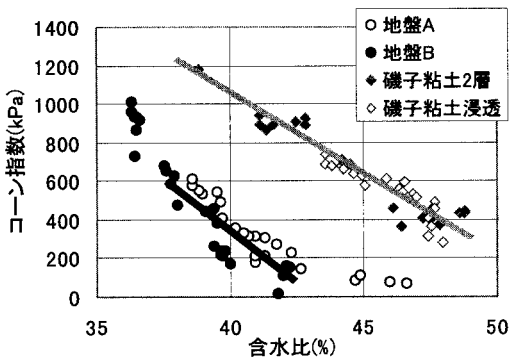


図-5 含水比～コーン指数関係

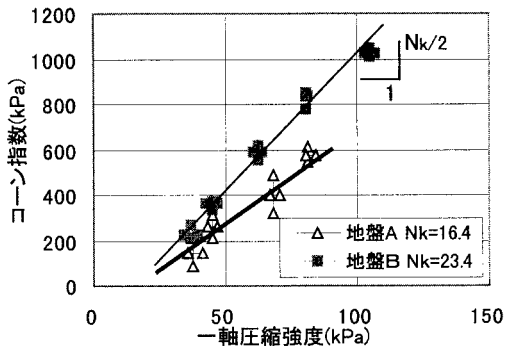


図-6 一軸圧縮強度～コーン指数関係

<参考文献> 1)伊藤和也ら：過圧密模型粘土地盤のコーン貫入抵抗と含水比の関係，第53回年次学術講演会概要集Ⅲ-A，pp.758-759，1998 2) Lunne & Kleven：Role of CPT in North Sea foundation engineering. Proc. Session sponsored by GED at ASCE. St. Louis. pp.76-107. 1981