

関東ロームの支持力実験に関する技術研修

建設・機械系（建設システム工学科） 菅原 久紀

1. 研修日時・場所

日時 1997年9月8日（月）～9月13日（土）

場所 防衛庁技術研究本部第4研究所

2. 研修目的

我が国の国土の大半は、火山灰土に覆われており、全国各地で様々な研究が行われている。土質工学的に代表的な火山灰質高含水比粘性土である関東ロームについて一連の試験を体験し、今後の糧となるように知識・技術の習得を目的とした。また、併せてK₀圧密（鉛直供試体の軸方向のみを圧縮して、半径方向にはひずませない）三軸試験機の使用方法等についても学習する。

3. 研修内容

3-1 実験試料

関東ロームは、堆積年代の違いにより、新しいものから立川、武蔵野、下末吉、多摩ロームの4つの層に区分されているが、今回実験に用いた試料は、多摩丘陵で採取された茶褐色の関東ロームである。

3-2 実験内容

○ 物理試験

・液性限界、塑性限界試験

含水量の多少による土の状態変化や変形のしやすさ（コンシステンシー）を求めるための試験である。液性限界とは土が液体から塑性状態に移る境界の含水比であり、また、塑性限界とは土が塑性体から半固体の状態に移る境界の含水比のことである。試験方法は、液性限界試験については、まず黄銅皿の落下高さが $10 \pm 0.1\text{mm}$ になるように調節し、へらを用いて試料を黄銅皿に最大厚さが約 1cm になるように入れ、溝切りを用いて試料を二つに分ける。1秒間に2回の割合で落下させ、溝の長さが約 1.5cm 合流するまで続け、合流付近の試料の含水比を求める。その際、落下回数が $10 \sim 25$ 回のもの2個、 $25 \sim 35$ 回のもの2個が得られるようにする。塑性限界試験については、試料の塊を手のひらとガラス板の間でころがしながら太さを直径 3mm のひも状になるようにする。直径が 3mm になった段階でひもが切れぎれになった状態の含水比を求める試験である。

・土粒子の密度試験

土粒子の密度試験は、土粒子の質量は容易に計測できるが、不定形な土粒子の体積を測定するには工夫が必要であり、これは土粒子の質量と体積を求めることが主な作業である。試験方法は、ピクノメーターの検定を行い、ピクノメーターに試料を入れて蒸留水を加え全体が $2/3$ になるようにする。湯せん用具を用いて10分間以上加熱し、気泡を除き室温まで放冷する。ピクノメーターに蒸留水を満たし、全質量と内容物の温度を計る。内容物をビーカーに取り出し 110°C で炉乾燥し、乾燥質量を計る試験である。

今回の試験の結果、土粒子の密度が 2.92 g/cm^3 と粘性土としてはやや大きな値を示し

ている。関東ロームの多くが 2.8 g/cm^3 前後であると報告されており、今回使用した試料には金属成分が含有しているものと考えられる。

・粒度試験

土の粒度を求める試験であり、試験方法は、最初に 2mm のふるいを用いてふるい分けを行う。残留分は水洗いをし、炉乾燥させた後 $75, 53, 37.5, 26.5, 19, 4.75\text{mm}$ のふるいを用いふるい分けする。 2mm ふるい通過分については沈降分析を行うため、約 100ml の蒸留水を加えた。これを15時間以上静置し分散剤を 10ml 加え、分散装置を用い1分間攪拌する。これに蒸留水を加え全体を 1L にし、恒温水槽に入れ一定温度になるようにする。定常状態になったら、内容物が均一な懸濁水になるように攪拌し、恒温水槽内で再度静置する。静置後、メスシリンダー内に浮ひょうを浮かべ、 $1, 2, 5, 15, 30, 60, 240, 1440$ 分後に計測する。計測終了後、 $75 \mu\text{m}$ ふるい上で水洗いし、炉乾燥させ、乾燥試料を $850, 425, 250, 106, 75 \mu\text{m}$ のふるいを用いてふるい分けをする。その結果は図1の通りである。

今回の試験より、均等係数 U_c が72であることから、各種の粒径を含んだ土粒子の集合体（良配合）であることがわかった。

なお、物理試験の結果は表1の通りになった。

表1 試料の物理的性質

土粒子密度	有効粒径	均等係数	液性限界	塑性限界	塑性指数
$\rho_s (\text{g/cm}^3)$	$D_{50} (\text{mm})$	U_c	$\omega_L (\%)$	$\omega_p (\%)$	I_p
2.92	0.127	72	90.5	65.3	25.2

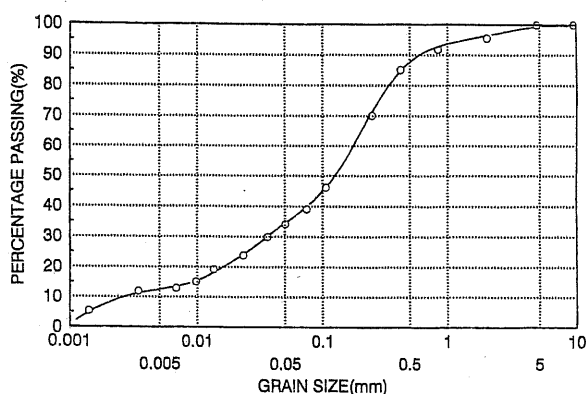


図1 粒径加積曲線

○ コーン貫入試験

関東ロームなどの火山灰性の粘性土は施工機械の走行などにより地盤が軟弱化し、施工時のトラフィカビリティーの確保が困難であり、その判定をするための試験法である。

試験はローラーで土槽内の地盤を締固め、供試体をその地盤から取り出す。静的連続圧入方式の電動式室内コーン貫入試験機を用い、供試体に速度 1cm/sec で貫入させた。コーン底面積は $S=3.23\text{cm}^2$ 、コーン支持力(q_c)は、貫入深さ $4, 6, 8\text{cm}$ での平均値として求めた。

○ 供試体作成方法

試料は 4.75mm ふるい通過分を含水比 $\omega=70\pm 2\%$ の範囲に調整した後、高さ 10cm 、直径 5cm の供試体となるように二つ割れモールドを用い5層に分け各層ごとに 1.1kg のランマーを落下高さ 20cm で1回落下させ作成した。この場合のコンパクションエネルギーは $110\text{cm}\cdot\text{kgf}$ である。この供試体を用いて以下の試験を実施した。

・一軸圧縮試験

自然状態の地盤から採取した乱さない試料の供試体の一軸圧縮強さを基に、その試料が原位置にあった状態での非排水せん断強さを推定することである。また、室内あるいは現場で、締固めや化学的処理によって、人工的な改良を加えた土の圧縮強さを求めて、

改良地盤の安定性を評価する目的にも利用できる試験である。

試験は自動一軸圧縮試験機を用い、上記で作成した供試体を毎分1%の圧縮ひずみが生じる割合を標準として、連続的に供試体を圧縮する。圧縮力が最大となってから引き続きひずみが2%以上生じるか、圧縮力が最大値の2/3程度に減少するか、または圧縮ひずみが15%に達したらならば圧縮を終了する。この場合の供試体の変形・破壊状況などを観察、記録し、土の圧縮強さを評価する。

・ K_0 圧密三軸試験

自然地盤の形成過程は通常一次元的であり、鉛直方向の圧密圧力 σ_{vc} と水平方向の圧密圧力 σ_{hc} の間には $\sigma_{hc} = K_0 \cdot \sigma_{vc}$ なる関係がある。 K_0 は静止土圧係数と呼ばれるもので、水平方向のひずみが生じないような状態での有効応力の比として定義されている。三軸試験では、圧密過程がすべて等方状態であるため、自然地盤の圧密状態を再現できていない。地盤の圧密状態を再現するためには供試体の側方のひずみを生じさせずに、原位置における強度を求めようとするための試験である。

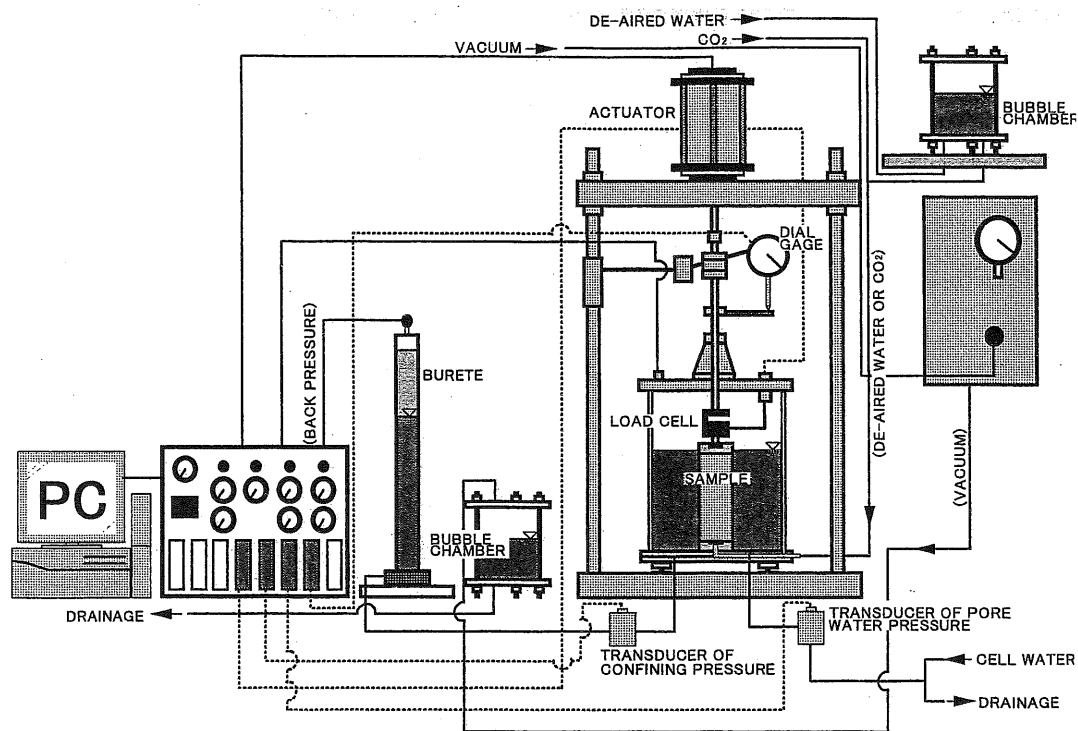


図 2 三軸試験装置

4. 所感

今回の研修を終えて、大学では行われていないコーン貫入試験、 K_0 圧密三軸試験を体験することができ今後の勉強になった。また一連の試験を通して、関東ロームと本研究室で用いている火山性粗粒土と比較すると、関東ロームは粗粒土よりも土粒子がかなり細かいので、粗粒土で行うような試験手順では飽和させることが困難であり、長時間を要することを実感した。

最後に、研修先である防衛庁技術研究本部第4研究所の方々、また本学建設システム工学科・三浦清一教授を始めとする教職員の方々に心よりお礼申し上げます。