

## 2

## 土質試験

土工を安全かつ経済的に施工するためには、施工する土質の分布や性質等を把握することが重要である。このため、土質調査を行うことになるが、工事の内容を十分に踏まえ、総合的見地から時間的・予算的にもバランスの取れた土質試験を行うことになる。

土質試験には、室内試験と原位置試験があり、土工の計画、設計、施工、維持管理に必要なデータを得るために行われる重要な作業となる。

## 1 室内試験

室内試験とは、現場にて土を採取して試験室等で行われる試験である。土の判別分類のための試験と、土の力学的性質を求める試験とに大別される。

## 1) 土の判別分類のための試験

土は土粒子群、水、空気の3つから構成される。これらの体積や質量を知ることによって、土の概略的な性質を把握できる。

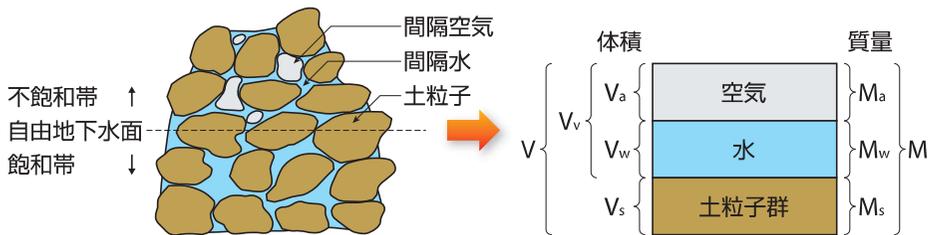


図-1 飽和と不飽和

$$\text{間隙比 } e = V_v / V_s$$

$$\text{間隙率 } n = V_v / V * 100 (\%)$$

$$\text{土粒子密度 } \rho_s = M_s / V_s = G_s (\text{比重}) \quad \text{湿潤密度 } \rho_t = M / V \quad \text{乾燥密度 } \rho_d = M_s / V$$

$$\text{水の密度 } \rho_w = M_w / V_w$$

$$\text{含水比 } \omega = M_w / M_s$$

$$\text{飽和度 } S_r = V_w / V_v * 100 = \omega \rho_s / e \rho_w * 100 (\%)$$

$$V: \text{Volume} \quad M: \text{Mass} \quad a: \text{air} \quad w: \text{water} \quad v: \text{void} \quad s: \text{soil}$$

土粒子密度は、2.30～2.75であり、有機物を含む土は2.50以下となる。

含水比は、土の間隙に含まれる水と土粒子群の質量比で示され、土の締固め管理に用いられる。一般に粗粒なほど小さく、細粒になるほど大きくなる。粘性土では沈下と安定の傾向を推定できる。

土のコンシステンシーとは、水の多少による柔らかさの程度をいう。

細粒土は、含水比が大きいときは液状となり流動性を帯び、含水比の減少につれ液性状となり、やがて固体状になる。

- ① **液性限界 ( $W_L$ )** : 土が自重で流動するときの含水比。盛土の安定の判断に利用。大きくなるにつれて圧縮性が増加。
- ② **塑性限界 ( $W_P$ )** : 土が塑性を示す最小の含水比。材料土の適否の判断に利用。
- ③ **収縮限界 ( $W_s$ )** : 体積収縮が完了した時の含水比。土の凍結性の判定に利用。
- ④ **塑性指数 ( $I_P$ )** :  $I_P = W_L - W_P$ 、土の取扱いの判断に利用。

塑性指数は、高いほど吸水による強度低下が著しい。

大きくなるほど粘性が増加。自然含水比が  $I_P$  より大きいときは、泥状化しやすい。

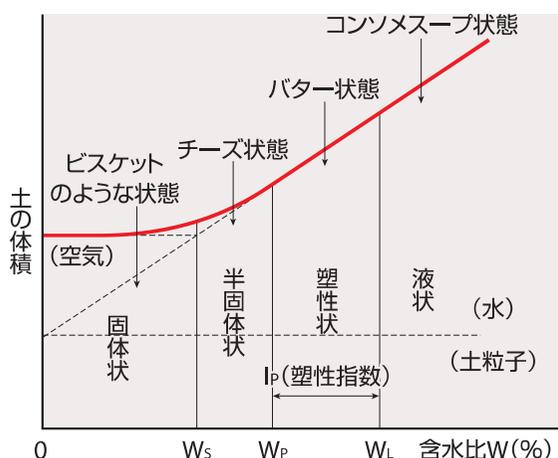


図-2 土の含水比と体積の関係

代表的な試験を表-1に示す。

表-1 土の判別分類のための試験

試験の名称	試験結果から求められるもの	試験結果の利用
含水量の判定(JIS A 1203) 湿潤密度の判定	含水比 $W$ 湿潤密度 $\rho_t$	土の締固め度の算定
土粒子の密度の規定 (JIS A 1202)	乾燥密度 $\rho_d$ 土粒子の密度 $\rho_s$ 間隙比 $e$ 飽和度 $S_r$ 空気間隙率 $V_a$	粒度、間隙比、飽和度、空気間隙率の計算
相対密度の測定	最大間隙比 $e_{max}$ 相対密度 $D_r$	自然状態の粗粒土の安定性の判定
粒度試験(JIS A 1204) ふるい分析 沈降分析	粒径加積曲線 有効径 $D_{10}$ 均等係数 $U_c$	粒度による土の分類、材料としての土の判定
コンシステンシー試験 液性限界の測定(JIS A 1205) 塑性限界の測定(JIS A 1206)	液性限界 $W_L$ 塑性限界 $W_P$ 塑性指数 $I_P$	塑性図による粗粒土の分類 自然状態の細粒土の安定性の判定

## 2 原位置試験

原位置試験とは、現場で実施される試験の総称である。現場で簡易的に土質を判定したい場合や、試料採取して室内試験を行うことが困難な場合に実施される。

表-4 土工の調査に用いる主な原位置試験

試験の名称	試験結果から求められるもの	試験結果の利用
弾性波探査	地盤の弾性波速度 $V$	地層の種類、性質、成層状況の推定
電気探査	地盤の比抵抗値	地下水の状態の推定
単位体積質量試験 (JIS A 1214)	湿潤密度 $\rho_t$ 乾燥密度 $\rho_d$	締固めの施工管理 試験法(砂置換法またはカッター法)
標準貫入試験 (JIS A 1219)	N 値	土の硬軟、締り具合の判定
スウェーデン式サウンディング (JIS A 1221)	$W_{sw}$ 及び $N_{sw}$ 値	土の硬軟、締り具合の判定
オランダ式二重管コーン貫入試験	コーン指数 $q_c$	土の硬軟、締り具合の判定
ポータブルコーン貫入試験	コーン指数 $q_c$	トラフィカビリティーの判定
ベーン試験	粘着力 $c$	細粒土の斜面や基礎地盤の安定計算
平板載荷試験 (JIS A 1215)	地盤反力係数 $K$	締固めの施工管理
現場透水試験	透水係数 $k$	透水関係の設計計算 地盤改良工法の設計

### ● 標準貫入試験

サウンディングの中では最も良く使われている方法で、ボーリングと併用して実施されるので地層の判別も容易である。この試験は、ボーリングロッドの先端にサンプラーを取り付け、 $63.5 \pm 0.5 \text{ kg}$ のハンマーを $76 \pm 1 \text{ cm}$ 自由落下させてボーリング孔先端地盤中のサンプラーを30cm貫入させるのに要する**打撃回数(N値)**を求めるもので、**地層の判別や硬軟の判定に利用される**。一般に、N値が5以下の地層を軟弱層、20以上を良好な地盤とみなす。支持層は砂質土  $30 \leq N$ 、粘性土  $20 \leq N$ となる。

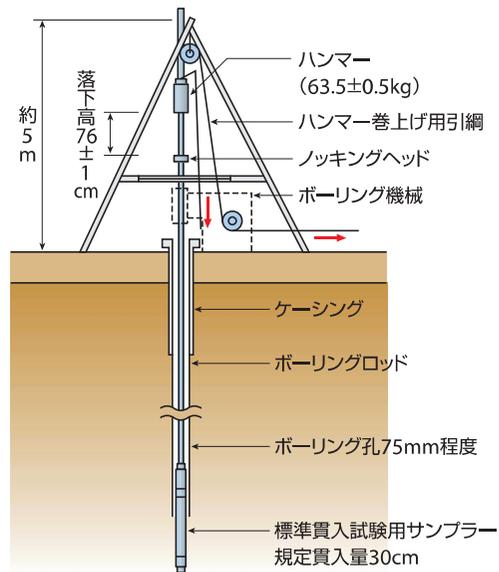


図-5 標準貫入試験(サウンディング)

### memo

---



---



---



---

### ● スウェーデン式サウンディング

この試験は、荷重による貫入と回転貫入を併用した原位置試験で、専用ロッドの先端にスクリューポイントを取り付け、静的荷重を50Nから1kNまで順次かけ、地盤中に貫入させてその時の荷重と貫入量の関係記録する。1kNの荷重をかけても貫入しなくなったときはロッドを回転させて、さらに25cm貫入させるのに要する半回転数を記録する。この時の貫入量と半回転数の関係から**静的貫入抵抗を求め、土の硬軟や締り具合を判定するために用いる。**

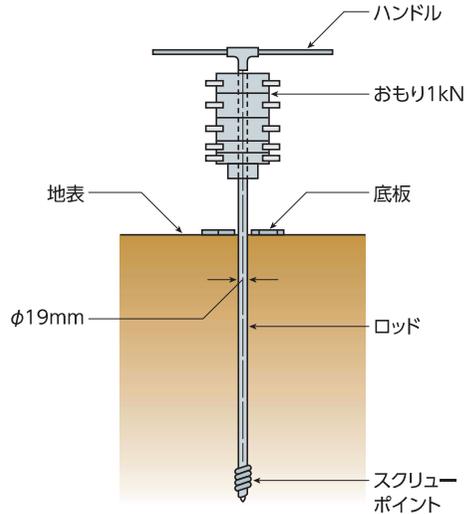


図-6 スウェーデン式サウンディング

### ● オランダ式二重管コーン貫入試験

この試験は、周面摩擦を取り除くために二重管にしたロッドに、先端角60°、断面積10cm<sup>2</sup>のマントルコーンを取り付け、静的荷重によりマントルコーンを5cm貫入させたときの圧入力を測定して、コーン貫入抵抗(kN/m<sup>2</sup>)を求めるもので、土の硬軟、締り具合や土層の構成を判定するために用いられる。この試験は、圧入装置によりコーンを貫入させるため比較的固い地盤(N値30程度)にも適用できるが、装置が大掛かりで機動性に欠ける。

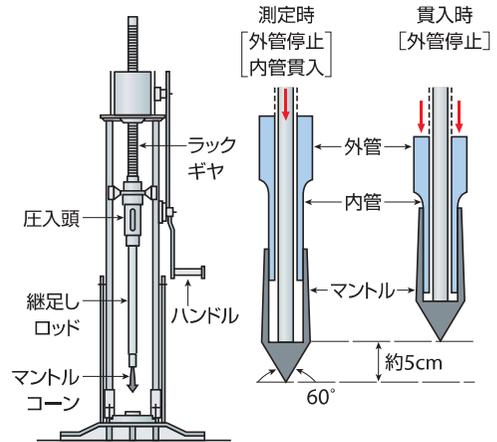


図-7 オランダ式二重管コーン試験

### ● ポータブルコーン貫入試験

ロッドの先端に先端角30°、底断面積6.45cm<sup>2</sup>のコーンを装着したハンドルの付いた貫入棒を1cm/secの速さで人力により地中に貫入させ、その時のコーン貫入抵抗から単位面積当たりの貫入抵抗値を求めてコーン指数を求める試験である。この試験は、**コーン指数により施工機械のトラフィカビリティ(走行性)の判定や、比較的浅い層の軟弱地盤の土質調査などに用いられる。**

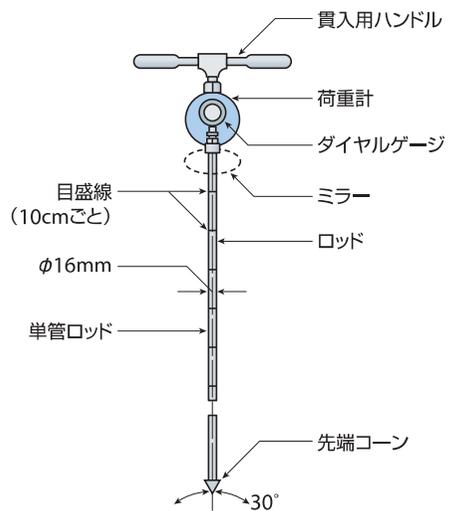


図-8 ポータブルコーン貫入試験  
(コーンペネトロメータ)