

最近の土質調査方法について

土質基礎研究室

近年の技術進歩に伴い、土質調査の機器、手法にも新しいものが現われています。ここでは、その動向の一端を紹介します。

〔問〕 最近の土質地盤調査の新しい手法、機器について教えてください。

〔回答〕 一般的に土質地盤調査といっても対象、ここでは、サウンディングの近年の進歩について目的の幅が大変広いものです（表-1）。 取上げます。

表-1 土質地盤調査に使われる主要な原位置試験（文献¹⁾より抜粋・整理）

調査手法分類	調査手法	計測量	
ボーリング孔を利用した試験	孔内物理検層 P S検層 電気探査 密度検層 温度検層 地下水検層	弾性波速度 比抵抗 密度 温度 流量, 流向, 流速	
	孔内計測試験 湧水圧測定試験 原位置透水試験 孔壁戴荷試験 孔底戴荷試験 ベーン試験 孔壁・底貫入試験 地中変位計測	湧水圧 透水量 水平戴荷変位 鉛直戴荷変位 せん断強度 貫入抵抗 地盤変位・ひずみ	
サウンディング	標準貫入試験	標準貫入試験 貫入抵抗 (N値)	
	動的コーン貫入試験	動的コーン貫入試験	貫入抵抗 (Nd値)
		静的動的コーン貫入試験	貫入抵抗 (Nd, qc値)
		振動コーン貫入試験	貫入抵抗 (D値)
	回転貫入試験	スウェーデン式サウンディング	貫入抵抗 (Wsw, Nsw値)
	静的コーン貫入試験	オランダ式二重管 コーン貫入試験	貫入抵抗 (qc値)
多成分コーン貫入試験		貫入抵抗, 周面摩擦力 間隙水圧など	
プルサウンディング	イスキメータ引抜き試験	引抜き抵抗 (qi値)	
圧入型変形計測	ダイヤトメータ試験	壁面戴荷変位	
現場せん断試験	原位置せん断試験	地盤せん断強度	
	平板戴荷試験	戴荷沈下量	
戴荷試験	杭戴荷試験	杭の鉛直戴荷試験 杭の水平戴荷試験	
		戴荷変位量 戴荷変位量	

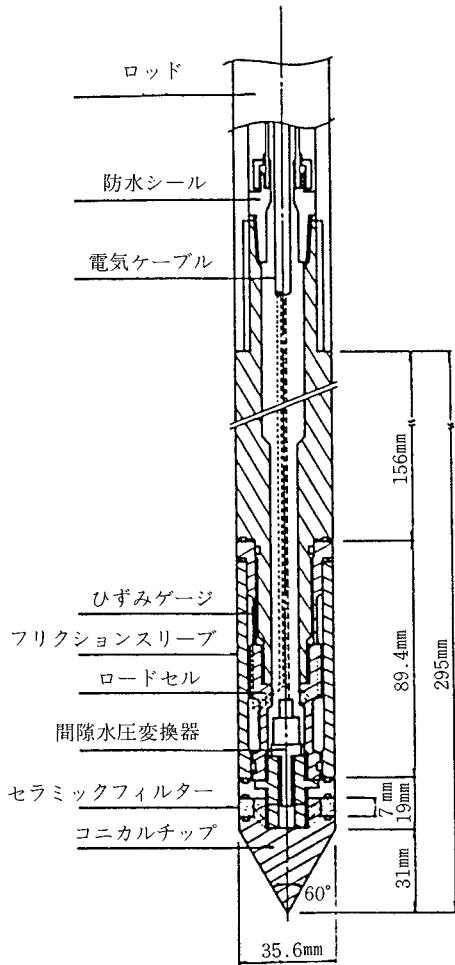


図-1 三成分コーン貫入試験機の先端コーン部分

サウンディングは「ロッドにつけた抵抗体を地中に挿入し、貫入、回転、引抜きなどの抵抗から土層の性状を探查すること」²⁾と説明されます。標準試験、各種のコーンペネトロメータによる貫入試験、スウェーデン式サウンディング、ベーン試験などがこれにあたるものです。いずれも、それぞれの試験に特有な試験値が測定されます。標準貫入試験のN値、動的コーン貫入試験のNd値、オランダ式二重管コーン貫入試験のqc値、スウェーデン式サウンディングのNsw値などです。これらの測定値は、数多くの経験に基づき、砂の内部摩擦角や粘土の粘着力などの地盤の強度を示す値に換算されます。つまり、サウンディングは間接的な試験といういい方もできます。

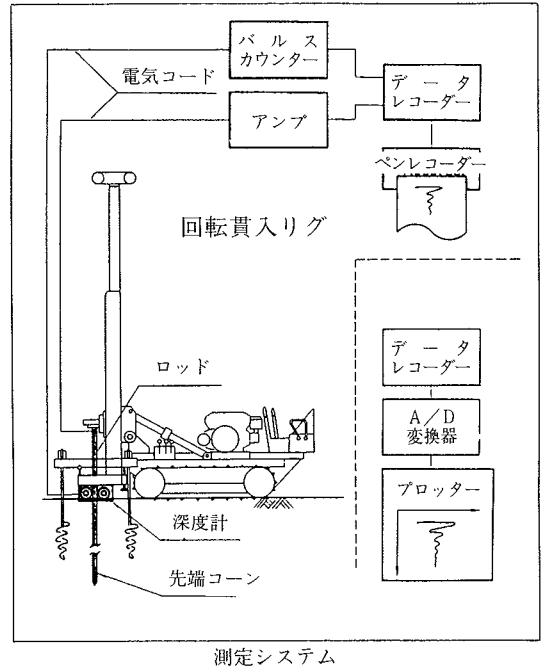


図-2 三成分コーン貫入試験の測定システム

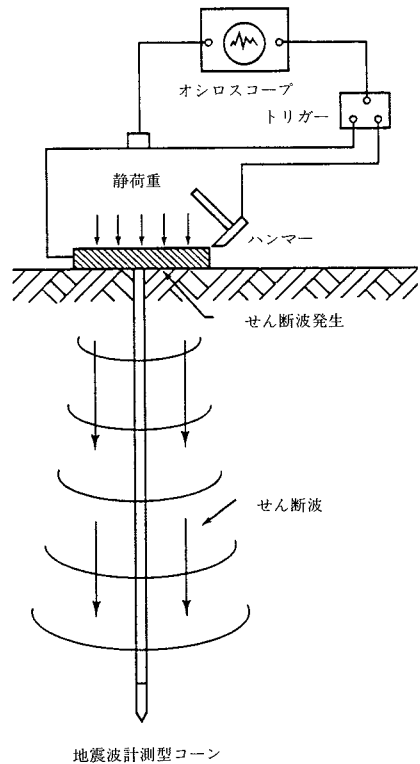


図-3 弾性波伝播速度を測るコーン貫入試験

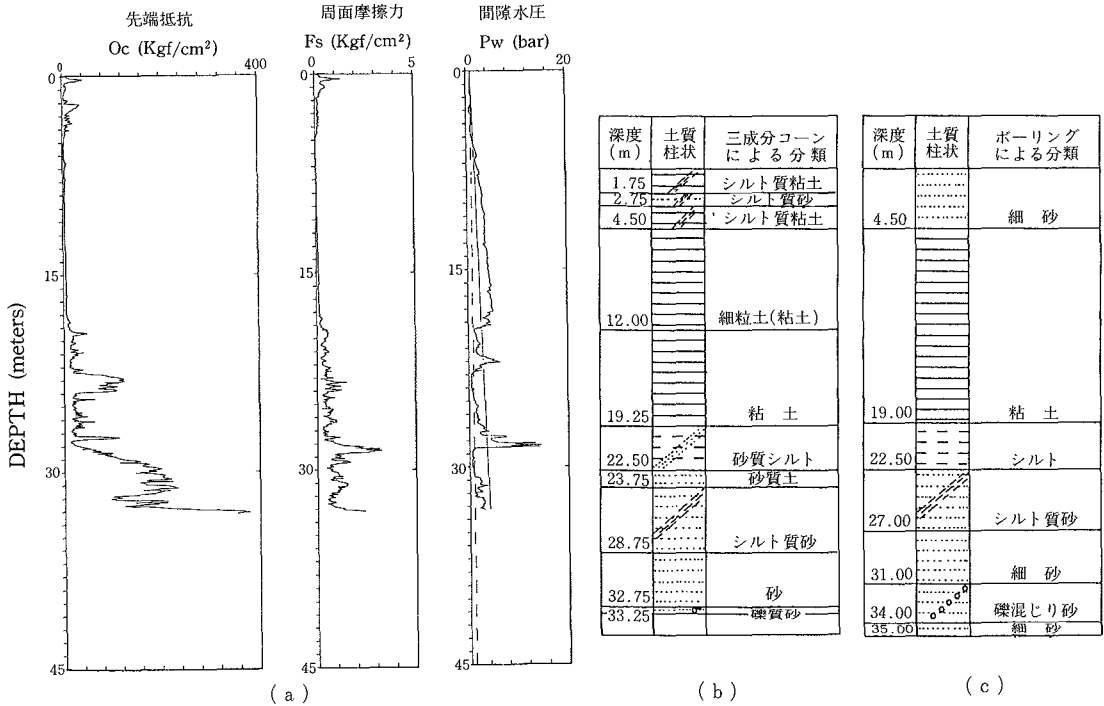


図-4 三成分コーン貫入試験の測定結果と土質柱状

さて、このようなサウンディングは、その後、改良が加えられ、エレクトロニクス化と多センサー化が図られています。

ここでは、最初に、三成分コーン貫入試験について紹介します。これは、図-1に示すようなコーンを地盤鉛直方向に静的に貫入させ、所要の深度の先端貫入抵抗、周面摩擦抵抗、間隙水圧が同時に測定できるようになっています(図-2)。

機種によってはこの3種類の測定のほかに傾斜角、温度、弾性波を測定できるようになっているものもあります。貫入口のところで、ハンマーの打撃などによって発生させた弾性波をコーンで受振して、鉛直方向の弾性波伝播速度変化を見いだそうというわけです(図-3)。

コーン先端および貫入ロッドの強度を大きくし、コーンを貫入させるためのジャッキの能力を大きくさせることによって、貫入可能な深度は軟弱地盤において40~50mになります。

三成分コーン貫入によって先端貫入抵抗、周面摩擦抵抗、間隙水圧について、図-4(a)に示すような記録が得られます。それぞれの計測値は、順に、土の固結度合、粒度、間隙率・透水性に関連して

ると推測されますので、数多くの実績から土質判別の経験則をつくるのが可能です。図-4(b)の土質柱状は、このような経験則によってつくられたものです。ボーリングによるコア採取によって、直接確認された土質柱状(図-4(c))と比較的よく一致していることがわかります。

三成分コーンによるサウンディングは、このような土質判別のほか、先端貫入抵抗、周面摩擦抵抗のデータを支持杭、摩擦杭の設計に使うことが考えられ、土質基礎研究室では、摩擦杭の設計への利用手法について研究を進めているところです。

次いで、ダイラトメータ試験について説明します。これは、図-5に示すような幅96mm、厚さ15mmの鋼製のブレードで、先端は15°の角度の刃先がついたものを貫入させて行う試験です。ブレードの中央には、ダイアフラムが取り付けられており、これはロッド内のエアチューブを介してガス圧で膨らませることができます。

このブレードを2 cm/secの速度で貫入させ、深さ20 cmごとに試験を行います。試験は、ガス圧を徐々に増加させて、ダイアフラムがブレードから離れるときの圧力、中央部が1 mm膨らんだときの圧力を測定

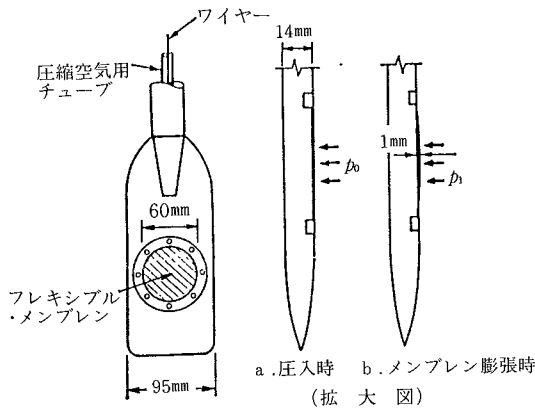


図-5 ダイラトメータのブレード部

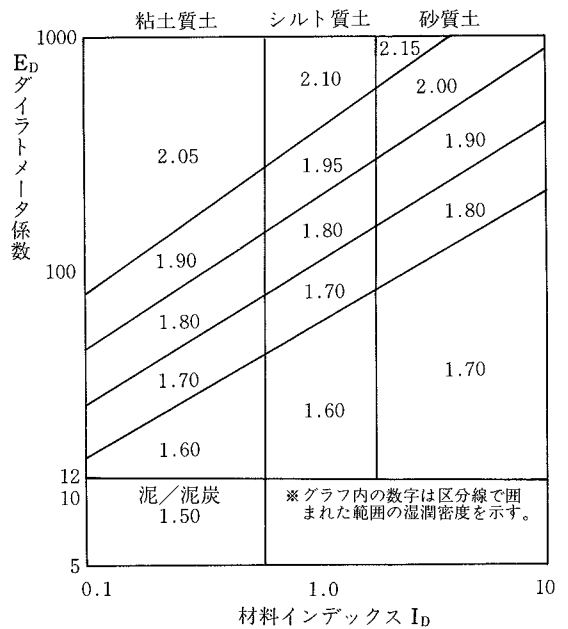


図-6 ダイラトメータの材料インデックス \$I_D\$ とダイラトメータの係数 \$E_D\$ による土質判別

します。必要な補正を加え、圧力 \$P_0\$、\$P_1\$ を得ます。これから、
 材料インデックス：\$I_D = (P_1 - P_0) / (P_0 - U_w)\$
 水平応力インデックス：\$K_D = (P_0 - U_w) / \sigma_v\$
 ダイラトメータ係数：\$E_D = 34.7 (P_1 - P_0)\$
 (ただし、\$U_w\$：静水圧、\$\sigma_v\$：有効上載圧)
 の諸係数が得られます。これらの係数より土質判別を行ったり、各土質パラメータの推算を行ったりします(図-6)³⁾。

二つの手法を紹介しましたが、サウンディングによって得られる値は、それから設計に必要な値を推算することが普通で、当然ながら、ある程度の誤差を含んだものであることを、十分承知しておく必要があります。いずれにしても新しい調査手法を一般化していくに当たっては、調査事例を積み重ねることによって適用の限界、誤差を確認していくことが必要です。

(文責 西川純一)

参考文献

- 1) 室町忠彦：原位置試験の成立と発展，土と基礎，37，7，5-10，1989年。
- 2) 土質工学会編：土質調査法，土質工学会，P P. 869，1982年。
- 3) 岩崎公俊ほか：ダイラトメータによる土質判別，第24会土質工学研究発表平成元年度発表講演集，土質工学会，217-220，1989年。