

湖沼池組	正員	中沢 重一
"	正員	大北 康治
"	正員	山本 俊夫

1) まえがき

土が固体、液体、気体の三つの相で成り立ち、その三相の割合によつて物理的性質や工学的性質が特徴づけられる。この三相の構成状態を表示し、与えられた土の特徴をとらえようという試みは従来からなされて来ている。その一つに三相の体積率を三角座標にプロットする方法が提案されている。本報告は体積率表示の一つである後述の久野の方法を面積座標で整理し、X-Y座標で土の状態を表示する試みとその若干の表示例を示したものである。

2) 三相体積率表示の従来の試み

三相体積率の三角座標系での表示の試みは、A. Kézdi による方法¹⁾ (以下A方法という)と久野による方法²⁾

(以下B方法という)とがあげられる。A方法は図-1に示すように正三角形を作り、三角形の一辺を一つの相の体積率として示すものである。B方法は図-2に示すもので直角三角形の一辺を固相体積率、他の一辺を液相体積率とし、斜辺を飽和度 100% の線として示すものである。A方法は土の状態の変化をベクトル表示し、視覚的にとらえられる点、B方法は飽和度の概念が明確になる点の特徴といえるであろう。両者とも三相構成比率によつて変化する性質をもつものの分類、分帯、意味づけに有効な表示方法である。

3) 面積座標による三相体積率表示

三相体積率を面積座標(重心座標ともいう)で表わすと図-3のようになる。内容的には前述B方法と同様である。図のように三角形を辺長1.0の直角二等辺三角形に限定し、直角をはさむ二辺をX軸・Y軸としこれを標準三角形とする。座標表示は点Pの場合をとつて示すと以下である。

$$V = V_s + V_v + V_w = V_s + V_w + V_a$$

$$\xi_1 = \frac{V_w}{V} = X$$

$$\xi_2 = \frac{V_s}{V} = Y$$

$$\xi_3 = \frac{V_a}{V} = 1 - X - Y$$

(ここに、V:全体積、V_s:固相体積、V_v:間ゲキ体積、V_w:液相体積、V_a:気相体積、 ξ_1, ξ_2, ξ_3 :点Pの面積座標)。

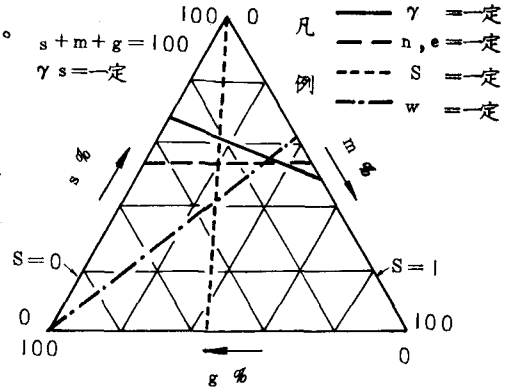


図-1 Kézdiの方法

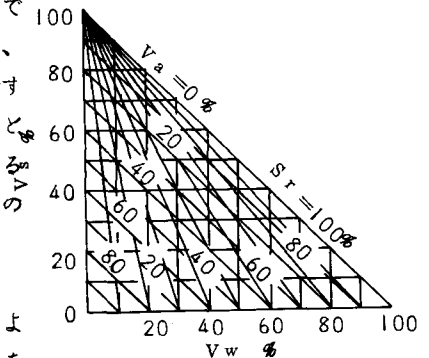


図-2 久野の方法

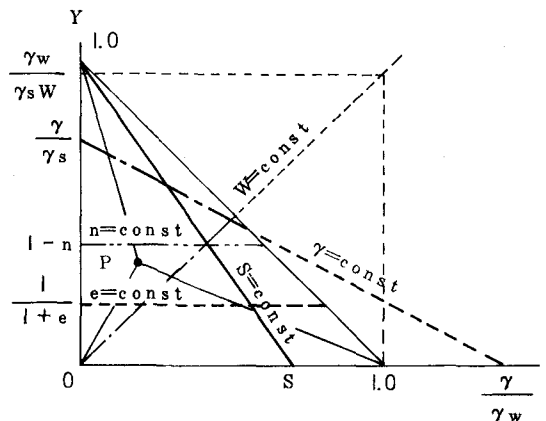


図-3 面積座標表示の説明図

したがって土の状態をX座標, Y座標で表示することができ
る。前述のA方法におけるベクトル表示も簡単に表わせる。
いま $P_1 (X_1, Y_1)$ が $P_2 (X_2, Y_2)$ になったとすれ
ばベクトルの長さ $P_1 P_2$ とX軸との傾きは次式である。

$$P_1 P_2 = \sqrt{(X_2 - X_1)^2 + (Y_2 - Y_1)^2}$$

$$\tan \alpha = \frac{Y_2 - Y_1}{X_2 - X_1}$$

このように考えると単位体積重量, 含水比, 飽和度, 間ゲキ
比などの一定の状態が一つの直線となることを式の誘導によつ
て説明可能である。各々については講演時に説明する。

4) 若干の表示例

三相体積率による土の状態の面積座標表示例を図-4から図
-8に若干示した。比重の異なる土の締固め効果の比較(図-
4), 泥水から乾燥土に至る状態変化の軌跡(図-5), 膨潤粘土の
比較(図-6), 飽和度と透水性(図-7, 8), などが意味づけられて
示される。一般的にいえば飽和度によつて変化する土の物理的性質や
工学的性質の分類, 土の状態のX-Y座標表示と無次元化などの利点
を有しているといえる。また施工という立場で考えると、自然含水比
の高い粘性土などで盛土する場合飽和度を施工管理の基準とするが、
このような要求に対しては有効な表示方法になるものと考えられる。

5) あとがき

従来から提案されている土の三相体積率表示の一つである久野の方
法をX-Y座標に変換, 表現する試みをのべた。このことにより土の
状態変化やたとえば盛土の施工管理限界を $aX + bY + c = 0$
という形で示すことが可能となり、土の状態の視覚化の
他に施工管理や品質管理の手法に利用可能と考えている。

[参考文献]

- 1) A. Kézdi: Handbook of Soil Mechanics. Vol. 1. 1974. pp45~47. Elsevier.
- 2) 久野悟郎: 土の締固め, 1963. pp47~50, 技報堂。

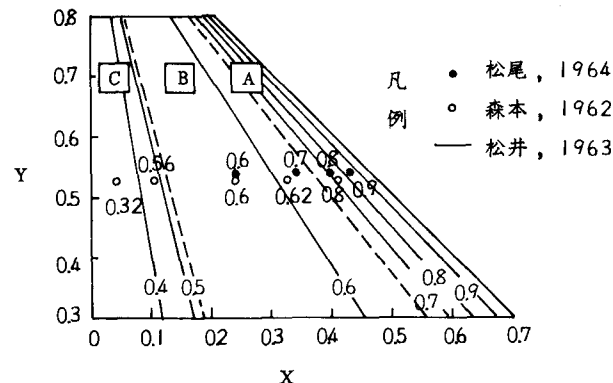


図-8 飽和度と透水系数比

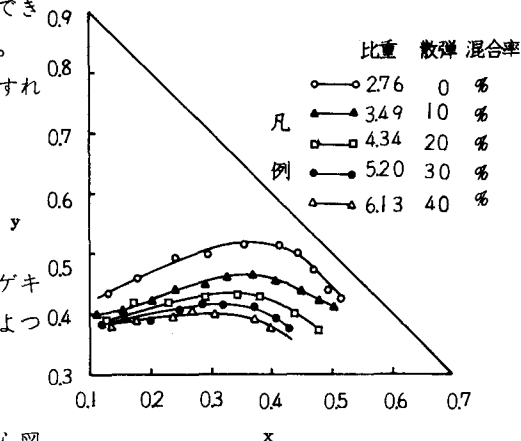


図-4 締固め効果の判定

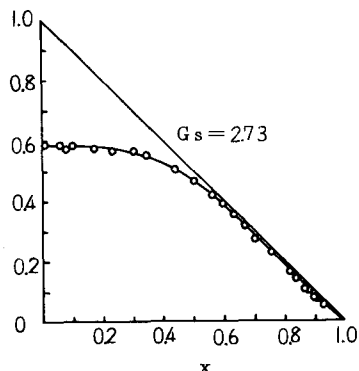


図-5 粘土の状態変化軌跡

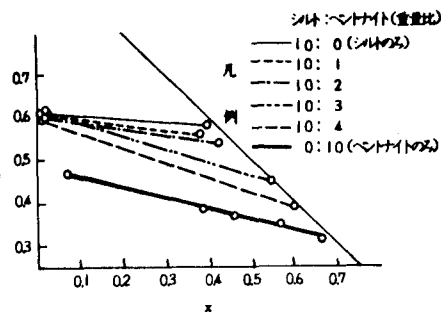


図-6 膨張粘土の比較

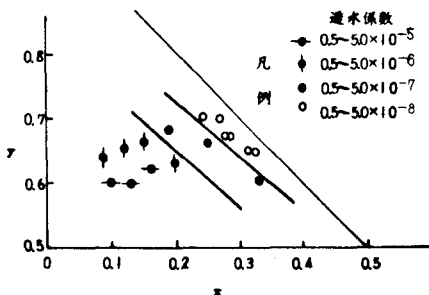


図-7 締固めと透水性