

III-433

アロフェン質火山灰土の水分特性の判別分類への応用

熊本大学・正員・鈴木敦巳
 熊本大学・正員・北園芳人
 熊本大学・正員・丸山 繁
 東洋建設・水口 均

まえがき

アロフェン質火山灰土は、乾燥に伴う工学的性質の非可逆的变化など、いくつかの特異性を持つが国の代表的な特殊土として知られている。しかしながら、通常の塑性図上では他の高含水比土と区別する事が困難であるため、誤った土質分類をして土工上のトラブル招く場合が少なくない。本研究ではこの様なトラブルを避ける事を目的としたもので、アロフェン質火山灰土の水分特性に着目して、以下のような成果を得た。

1. アロフェン質火山灰土と沖積土の塑性図上の比較

図-1はわが国各地のアロフェン質火山灰土（赤ぼく42試料、及び黒ぼく99試料）^{1)~3)}を沖積土（19試料）、非溶結凝灰岩風化土（灰土4試料）、カオリナイト（1試料）、およびベントナイト（2試料）と塑性図上で比較したものである。ただし、ベントナイト2試料はそれぞれ液性限界が411%と436%、塑性指数が373%と400%であったので図中には入れていない。図で明かなように、沖積土とアロフェン質火山灰土は互いに分布領域が重なり合って、アロフェン質火山灰土と沖積土とを塑性図上で区別する事は困難である。

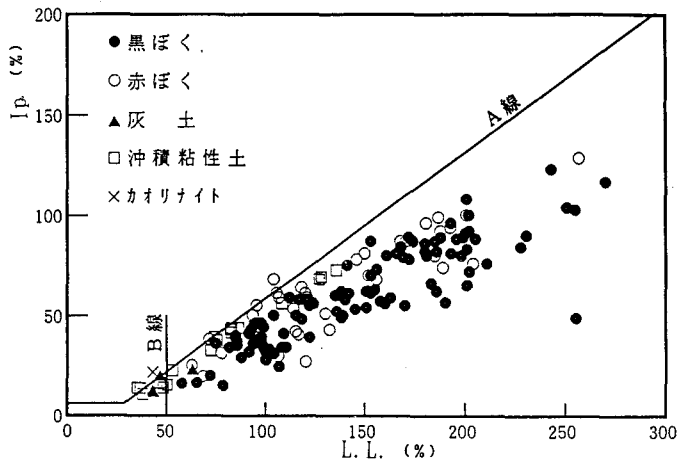


図-1 試料の塑性図

2. アロフェン質火山灰土の水分特性

土中水は自由エネルギー（ pF ）によって、自由水（ $pF < 3.3$ ）、準拘束水（ $3.3 \leq pF < 4.2$ ）、拘束水（ $4.2 \leq pF$ ）に分けられるが、アロフェン質火山灰土には多量の拘束水分が含まれており、乾燥による工学的性質の非可逆的变化はこの拘束水の脱水に伴って生じる事が明らかにされている⁴⁾。

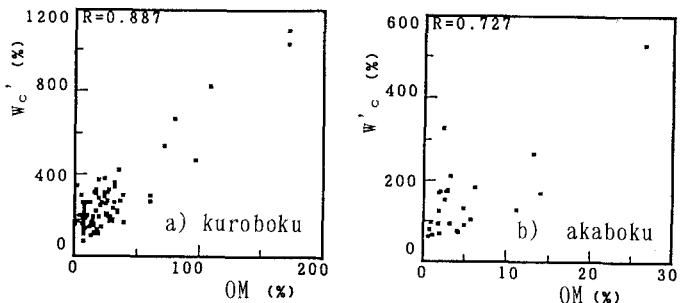


図-2 有機物含有量（OM）と拘束水量（ w'_c ）の関係

またアロフェン質火山灰土の粘土分の殆どは非晶質鉱物からなり、その表面に有機物（腐植）を集積し易く（特に黒ぼくでは腐植の集積が著しい）、これらが互いに凝集して微細な団粒構造形成しているので、その中に多量の拘束水が保持されている。そこで、有機物含有量と拘束水量の関係をプロットすると、図-2の様に赤ぼく、黒ぼくの何れにおいても明かな相関性が認められる。ただし、ここに示す拘束水量（ w'_c ）は、非乾燥試料（0.425mmふるい通過）

を用いて蒸気圧法で求めた値を粘土分 ($d < 0.002\text{mm}$) に対する重量パーセンテージで表示している。

3. 拘束水量によるアロフェン質火山灰土の判別

横軸に塑性指数 (I_p)、縦軸に拘束水量 (w_c) をとり、図-1に対応する試料のデータをプロットすると図-4のようになる。さらに I_p-w_c 平面を直線 $w_c = I_p$ で区切ると、黒ぼくの95%, 赤ぼくの85%はこの直線の上方、即ち $w_c > I_p$ の領域に位置している。しかし、この領域に位置する沖積土は38%存在し、この直線だけでアロフェン質火山灰土と沖積土を判別するには無理が感じられる。そこで別の直線 $w_c = 40$ を引くと、黒ぼくの95%, 赤ぼくの93%はこの直線の上方、即ち $w_c > 40$ の領域に位置し、一方沖積土の90%はこの直線の下方、即ち $w_c < 40$ の領域に位置している³⁾。

以上の事実より、 I_p-w_c 平面を直線 $w_c = I_p$ と直線 $w_c = 40$ とで区切り、区切られた4領域を図のように2直線の交点を中心に時計回りにI, II, III, IVとすれば、各領域は次のように特徴づけられる。

領域I ($w_c > I_p$ かつ $w_c > 40$) :

アロフェン質火山灰土領域で、沖積土や他の粘土分中に結晶質粘土が卓越する土はほとんど含まれない。土工に際しては最も注意を要する土が属する領域である。

領域II ($w_c < I_p$ かつ $w_c > 40$) :

比較的有機物含有量の少ないアロフェン質火山灰土(赤ぼく)の領域であるが、わずかに沖積土も共存している。この領域の土は領域Iのものと比較すると、拘束水量が多い点で、同様に土工上の注意を要するが、有機物含有量が比較的少ない点ではやや取扱い易い。

領域III ($w_c < I_p$ かつ $w_c < 40$) :

最も一般的な土の属する領域で、アロフェン質火山灰土はこの領域にはほとんど存在しない。この領域の上部の境界線に近い土ほど土工上注意を要する。

領域IV ($w_c > I_p$ かつ $w_c < 40$) :

拘束水量が比較的少ないアロフェン質火山灰土と沖積土やその他の種類の土の共存領域で、塑性指数に比較して拘束水量が多い点で、土工上やや注意を要する土の領域である。

この様に拘束水量を判別分類指標として用いるには、拘束水量を実験的に決定しなければならない、その方法としては、遠心法、蒸気圧法、加圧法⁵⁾、或いは乾燥過程で塑性限界が急減し始める点に着目する簡易な方法がある。

むすび

従来の塑性図だけでは土工上問題の多いアロフェン質火山灰土を沖積土と区別する事が困難であったが、拘束水量の軸を新たに導入することによって I_p-w_c 平面上で上記のようにこれを容易にする事ができた。

参考文献

- 1) Koji Wada, Ando Soils in Japan, pp.117-275, Kyusyu University Press, 1986
- 2) 高橋康規, 火山灰質粘性土の分類指標に関する研究, pp.1-29, 昭和61年度熊本大学卒業論文
- 3) 福島 崇, 火山灰質粘性土の判別分類指標の検討, pp.1-29, 平成3年度熊本大学卒業論文
- 4) 鈴木敦巳, 黒ぼく, 赤ぼく, 赤ぼや, 及びよな, pp.93-119, 九州・沖縄の特殊土, 1983
- 5) 土質工学会, pF試験方法, PP.90-105, 土質試験の方法と解説, 1990

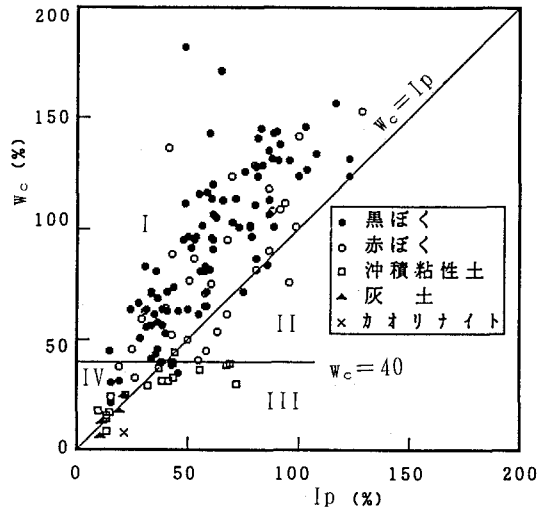


図-3 塑性指数 (I_p) と拘束水量 (w_c) による分類