

鹿児島大学工学部 正 扇 春 山 元 寿

はじめに 桜島の爆発・噴煙活動に伴う降下火山灰の堆積は、降雨時に侵食、流動、あるいは崩壊によって移動する。火山灰の流動・崩壊は在来地盤の崩壊の引き金となり、この崩壊土砂石は土石流構成材料の供給源となる。桜島の中腹以上の裸地に堆積した火山灰は降雨にさらされている。斜面上への火山灰の堆積限界勾配は堆積面が滑らかな場合約 22° 、粗な場合約 27° 、また水平面上に堆積した火山灰の移動開始勾配は底面が滑らかな場合約 31° 、粗な場合約 41° である。斜面上に堆積した火山灰は常時自重によるせん断応力を受けており、降雨時には水分増加によってせん断応力を増加させ、流動あるいは崩壊にいたる。ここでは、一定のせん断応力のもとにある乾燥した降下火山灰が、水浸を受けたときの強度・変形挙動とその結果の火山灰崩壊機構への応用について述べる。

試料及び試験方法 試料は爆発・噴煙に伴う降灰を桜島で採取したもので、降雨の影響を全然受けていない。粒度組成は粘土分9%、シルト分24%、砂分67%、有効径 0.007 mm 、均等係数31.4、粒子比重は2.66である。最も弛い状態の間隙比は1.03（乾燥密度 1.31 g/cm^3 ）、最も密な状態の間隙比は0.51（ 1.76 g/cm^3 ）である。用いた試験機は改良型一面せん断試験機、供試体の大きさは直径 60 mm 、高さ 20 mm 、その初期間隙比は2～3段階。垂直応力 σ が 19.61 、 49.03 、 98.07 kPa のもとにおける乾燥火山灰のせん断強度 τ_f を圧密定圧せん断試験で求める。上記の σ のもとにある乾燥供試体に τ_f より小さい一定のせん断応力を加え、平衡状態に達した後、供試体の下面から徐々に給水して飽和度を上昇させ、この過程における供試体の垂直変位と水平変位を測定する。

結果及び考察 給水によって水平変位は増加し、垂直変位はゆるい供試体では収縮を、密な供試体では膨張を示す。以下変形状況と水平変位のみによって検討する。試験結果の代表例を図-1に示す。図-1からせん断強度 τ_f に対する作用せん断応力 τ の比、 τ/τ_f 、が低い場合は給水・水浸による水平変位量 Δr は小さいが、 τ/τ_f がある限界を越えると破壊にいたる変位を起すことがわかる。この限界値を $(\tau/\tau_f)_f$ と表示する。いす、図-1における τ/τ_f と Δr の実験値をプロットすると、図-2(a)のようになる。他の σ のもとでの同様な関係が図-2(b)、(c)に示される。図-1、2から一般約傾向として密な状態ほど、また拘束条件が強いほど、 $(\tau/\tau_f)_f$ は高い値を示すといえるであろう。従って、弛く、薄く堆積した新鮮火山灰の $(\tau/\tau_f)_f$ は低い値となる。各供試体の $(\tau/\tau_f)_f$ の値を図-2から読み取って、 σ をパラメーターとし

e_0 に対してプロットすると図-3が得られる。一定の σ のもとで $(\tau/\tau_f)_f \times e_0$ = 一定の関係がみられる。斜面上に薄く堆積した新鮮火山灰の $(\tau/\tau_f)_f$

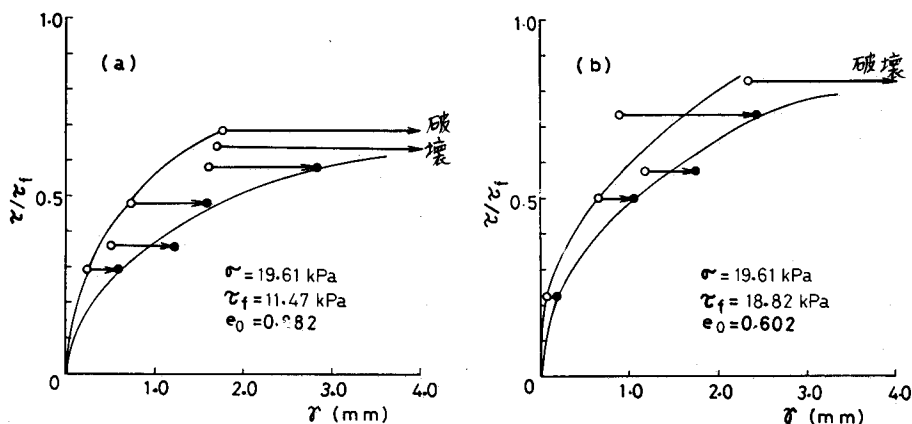


図-1 水浸による水平変位の発生状況（○給水前の変位，●給水後の変位）

の値は0.6程度であろう。

また、給水による飽和度は、破壊にいたらない τ/τ_f 水準では約70%以上となっており、破壊にいたっている場合は50%以下である。即ち、飽和に達する以前に破壊的変位が発生する、弛い状態ほど低い含水比で破壊にいたっている。

いま、間隙比 e_0 が1.00及び0.80のもとで10 cmの厚さで斜面上に堆積している新鮮火山灰を考えると、飽和度40%に達する降雨量はそれぞれ20及び18 mmである。この試算では降雨は全て火山灰中に浸透して、浸透したものは他方へ移動しないという仮定を置いているが、この火山灰中のせん断応力水準 τ/τ_f が $e_0 = 1.00$ のとき約0.60、 $e_0 = 0.80$ のとき約0.65以上であれば、この降雨で火山灰は崩壊にいたることになる。桜島の土石流は少量の降雨で発生する事実から、このような計算結果は理解できるものである。

間隙比1.00及び0.80のときの火山灰のせん断抵抗角は、それぞれ 32° 及び 34° である¹⁾から、 $\tau/\tau_f = 0.65$ となる斜面勾配を計算すると間隙比1.00の場合に約 22° 、0.80の場合に約 23.5° である。この勾配は堆積底面が滑らかな場合の堆積限界勾配に近いものである。いま、 e_0 と ϕ をパラメーターとして斜面勾配 α と τ/τ_f の関係を求めると図-4のようになる。図-4から $e_0 = 1.00$ 、 $(\tau/\tau_f)_f = 0.60$ のとき $\alpha \approx 20.5^\circ$ 、 $e_0 = 0.80$ 、 $(\tau/\tau_f)_f = 0.65$ のとき $\alpha \approx 23.5^\circ$ が得られる。これらの勾配以上の不透水性の斜面上に弛く堆積した厚さ10 cm程度の火山灰は、表面流出がなければ20 mm程度の降雨で飽和度約40%に達し、崩壊にいたる。

まとめ 弛く堆積した火山灰はせん断強さの6割程度のせん断応力を受けている場合、水分供給を受けると破壊的変形を起す。

文献

1) 春山元寿他
(1977): 桜島
火山灰砂の物理的
諸性質、鹿児島大
学農学部演習杯報
告, No. 5, pp.
65~92.

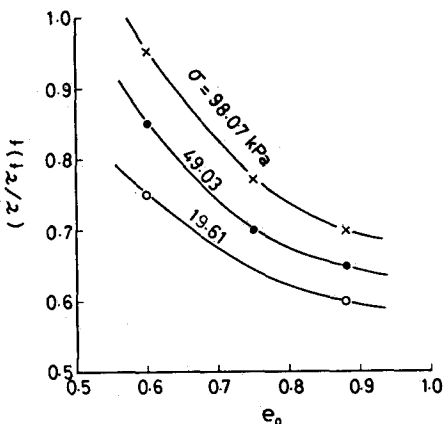


図-3 e_0 と $(\tau/\tau_f)_f$ の関係

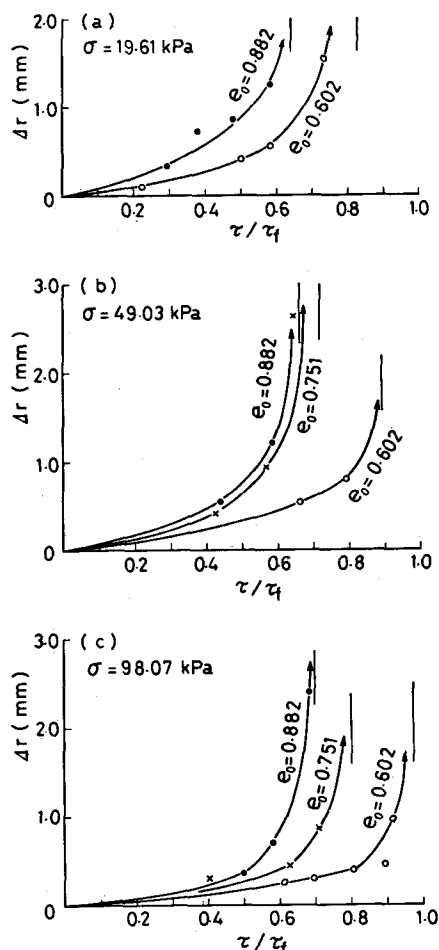


図-2 τ/τ_f と Δr の関係

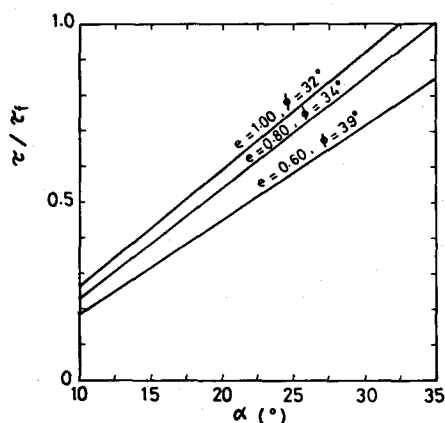


図-4 α と τ/τ_f の関係