

まさ土地盤における降雨、含水比、強度の関係について

呉工業高等専門学校 正員 星 健三
同 上 〃 石井 義明

1. まえがき

降雨と斜面災害の関係に関する研究例は多く、災害予知などに有効に利用されている。(ただし、その多くは比較的広い地域を対象としているため、「この斜面」と言うような、狭い場所の災害予測には十分でない。狭い地域、或いは場所の予測には、降雨と災害の関係以外にその斜面の土の物理、力学特性との関係も考慮しなければならぬ)。本文は、以上の観点にたう、降雨にともなうまさ土地盤の含水比の変化、含水比の変化にともなう不攪乱まさ土の強度の変化について調べた観測、実験結果である。

2. 降雨にともなうまさ土自然地盤の含水比の変化

地盤の強度は降雨の浸透により低下するため、斜面安定に及ぼす影響は大きい。そこで、降雨とともに自然地盤の含水比がどのように変化するかと、呉市大空山周辺で調べた。測定日時は1985年2月頃と7月頃の、災害の少ない季節と、多し季節と選んで得られた結果は図.1と図.2のようである。尚、降雨記録は呉測候所で、災害記録は呉市土木課で調査されたものである。No.1は頂上附近のまさ土を切土した平坦地で、ほとんど草木は無く、No.2は草が茂る斜面の中腹で、草根によって地盤の含水比が影響を受ける場所の結果である。含水比は測定時刻、試料採取深さにより異なるため、毎日15時頃、地表と、地表から15~20cm深さで採取し、実験室に持ち帰り測定した。図には深さ15~20cmの所の含水比を用いた。

両図とも降雨と含水比の変動が必ずしもよく対応をなしていない。その理由は測定方法にも問題もあるが、降雨時刻と測定時刻の不一致による影響が最も大きい。含水比は降雨後急増する場合が多いのに対し、減少する時は20%くらいまで急減した後、漸減する傾向がみられる。また6月下旬~7月上旬にかなりの樹量量の降雨があるにもかかわらず、含水比の最大値は約27%でほぼ一定であるのは興味深い。これは連日の降雨により、地盤が飽和状態に近く、これ以上の吸水をしにくくなったと考えられる。

若しくは以前より斜面災害の発生に及ぼす事前降雨の影響を調べている。それによれば、土中に残存する降雨の影響をより目安に先行降雨指数APIを用い、斜面災害発生との間により相関性が得ている。そこでAPIが降雨とともにどのように変化するかと示すと図.3のようである。APIの算出に用いる雨量は前日までの降雨量であるから、降雨のあった次の日のAPIが大きくなる。APIの最大は6月26日であるが、この日は災害は発生していない。尚、図.1、図.3に示す数値は当日、呉市内の急傾斜危険指定地域の自然斜面で発生した崩壊の件数である。6月26日は前日までの降雨の影響でAPIは大きい、当日は無降雨のため含水比が低下し、地盤の

強度が回復し災害が発生しなかつたと考えられる。一方、6月25日と

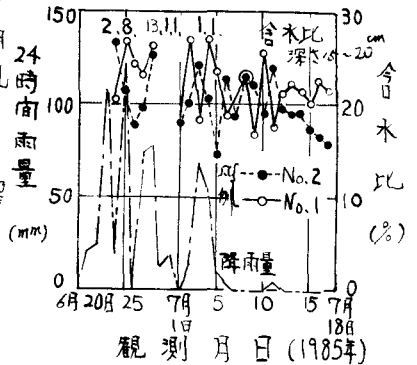


図.1 降雨量ならびに含水比の変動

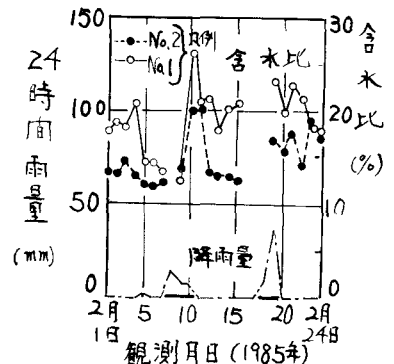


図.2 降雨量ならびに含水比の変動

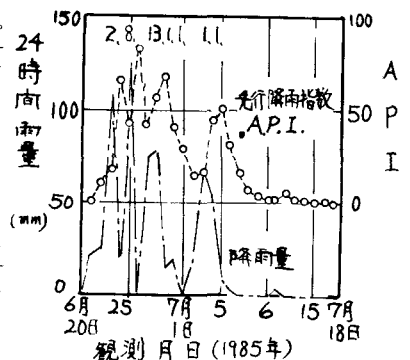


図.3 降雨量ならびにAPIの変動

28日は災害が多発している。前日のAPIはかなり大きく、降雨も122.5%と79%あり、更に、図1からも分るように地盤の含水比も高い。災害の発生場所と含水比の測定場所は全く異なり、降雨観測も異なる場所で行われたものであるが、含水比、APIが大きい、かつ降雨量も多い、多くの要素の重なる日に多くの斜面災害が発生していることが分る。

No.1とNo.2の両者と比較すると、図1では含水比が小さくすると16%の含水比がやや高く、図2においてその差が明確となる。この差は草根の影響と思われる。すなわち、No.1は切土された所でほとんど草が無く、No.2は草が茂る斜面の中腹である。このため降雨の少ない時は、降雨の多くは草根の周辺で吸収され、地中深く浸透しないから含水比が高い。しかし降雨の多い時は草根周辺で吸収できる限界を越えるため、降雨の多い地中深く浸透する。従って地表と地中での含水比の差が小さい。この様に草根の有無は斜面表面土の侵食だけでなく、地盤の含水状況、ひいては斜面安定に及ぼす影響が大きい。

3. 含水比とまき土の強さの関係

降雨量の増加は地盤の含水比を増大し、地盤の強度を低下させるため斜面崩壊が発生しやすくなる。そこで含水比により不攪乱まき土の強度特性がどのように変化するかと、一面せん断試験機を用いて調べた。不攪乱まき土の採取、成形は非常に困難であるため、供試体は圧密試験用のトリミングングで地盤に少しづつ押し込み採取し、せん断箱にセットした。セットの際、一部が破損するものもあったが、これを無視し思いきって行った。セット後、ただちにせん断する自然含水比のものとして、セット後3日向水浸、吸水させ含水比を変えてからせん断する二つの方法をとった。尚、試料は前述の大空山以外のまき土地盤でも採取した。

得られた結果の一例を示すと図4である。縦軸は吸水させを時に得られる内部摩擦角(吸中)と、自然含水比の状態でせん断し得られる内部摩擦角(自中)の比である。横軸は自然含水比に対して、吸水後の含水比が増加した分の比で、風化しているものほどこの値が大きいと考へられる。図はケチりばらついているが、2点を除いてみると、概ね破線を示すような傾向がみられる。すなわち、風化が進行し吸水性が大きくなると、吸水による内部摩擦角の減少割合も大きくなり、自然含水比時の $\frac{1}{2}$ 以下となるものが多い。三層はまき土の乾燥、湿潤、飽和状態におけるせん断強さについて調べ、湿潤によってせん断強さが $\frac{1}{2}$ 程度減少する結果を得ている。また内田らも攪乱したまき土を用い含水比の影響を調べている。それによれば含水比の増加比が2.0である場合、内部摩擦角の減少比は平均で、約0.83となる。図4の結果は不攪乱まき土に対するものだが、減少比は内田らのものと同くらである。

内部摩擦角の減少割合は風化度や密度によっても異なる。風化度の定義は明確でないため、ここでは3日向水浸の含水比と風化の指標とすると、図5のようである。図はばらつきが大きく一定の傾向は明確でないが、風化が進行するほど吸水による内部摩擦角の減少量が大きいことからみれば、風化指数が大きくなるほど減少比も小さくなる、右下りの傾向が得られると思われる。

4. おまけ

今回は降雨にともなう自然地盤の含水比の変動と含水比と強度特性の関係と調べたが、また資料が不足しているため、今後も更にデータの集積をしたい。資料と提供された呉市土木課、呉測候所に感謝の意を表します。

参考文献 1) 石井、星：呉市における切り崩れと降雨、地形、土質の関係について、昭和60年度中支部講演概要、p.221、

2) 並佐2名：お土のせん断特性、第回土木学会年次講演概要、p.171 昭和43年、3) 内田他3名：マリの工学的性質および微粒子の影響、第23回土木学会

