

呉市周辺の土砂崩壊地、非崩壊地における土の工学的特性の比較について

呉工業高等専門学校 正員 石井義明

1. まえがき 休山を中心とする呉市周辺はまき土が広く分布し、土砂崩壊による災害が多い所としてよく知られている。一方、近接する熊野、黒瀬町、東広島市は記録に残さないうほど非常に少ない。山麓まで宅地が密集する呉市と多少条件は異なるが、同一地域に災害の多発地と非多発地が存在する事は興味深く、その原因を確かめることは災害防止の観点から重要である。本文は上述の地域における自然斜面で測定した簡易貫入試験ならびに予撹乱試験の透水試験等の結果をまとめ、両地域における土の工学的特性を比較したものである。

2. 調査箇所と地形の特徴 調査箇所は呉市休山周辺の過去に災害が多く発生している神原町、鹿田町、門賀町等の地域と災害の少ない隣接する熊野、黒瀬町等の住宅地と山林の境界近くの自然斜面である。尚、休山、郷原町は呉市であっても地形的に、災害発生状況等の条件は熊野、黒瀬地区に属するものと思われるので、以降のテーターは崩壊地と「呉市内地区」、非崩壊地と熊野、黒瀬、休山、郷原或いは東広島市の地域を「その他の地区」の二つに分けて整理した。自然斜面の崩壊に関係する地形的要因に平均傾斜角と起伏量がある。調査に先立ち、地形図上でホトン法により平均傾斜角 θ と求め、同時に起伏量も求め、地形的特徴と示したものが図.1 である。地形図の縮尺は $\frac{1}{50,000}$ 、等高線間隔は 20m、地形図上に描いた方眼の長さは 200m。但し、方眼を描く場所の選定により θ と起伏の両方に異なるため、できるだけ同一条件の所で求める必要がある。このため呉市内と、東広島市内とを中心とする半径 1.5~2.0km の円弧帯内に 21 箇所の方眼を描き求めたものである。呉市内地区は $\theta = 21 \sim 37^\circ$ の範囲に集中し、その他の地区より急傾斜地が多く、起伏についても 50m~100m に集中し、土砂流出のポテンシャルが大きい、つまり地形的にもその他の地区より土砂災害が発生しやすい条件と有ると見える。

3. 現位置調査ならびに室内試験の結果 斜面前壊の形式は種々あるが、表層前壊の形式が最も多い。このため表層土の状況と簡単に調べ方法として簡易ハンマー式貫入試験が行われていることがある。これは略述すると、コンベクトロメータのロッドと先端のコンと重さ 1.35kg のハンマーで 40~50cm の高さから、7ft 貫入するもので、幾分か個人差の生ずるのを避けられない。得られた貫入深さとハンマーの打撃回数との関係は模式的に示せば図.2 のようである。最初は急速に貫入するが、ある深さに入ると貫入量は漸減し横軸と平行に近づく。そこで最初の直線部と平行に近づく直線部を延長し、その交点より上を表層、下を基盤とみなし、貫入抵抗と風化の

指数の関係を示すと図.3 のようである。ただし、貫入抵抗は図.2 の貫入曲線のこう配 (10cm 貫入に要した打撃回数) で、風化の指数は風化度の定義が明確でなかったため、試料を 3 日間水浸後の含水比を用いた。図は破線で示す

図.4 表層土の粒度過積曲線

ように風化の進行とともに貫入抵抗は減少する傾向を認め、呉市内地区のものゝ風化の指数は小さく貫入抵抗は大きい。これは図.1 で呉市内地区の平均傾斜角が大きく、表層土中の細粒分が運搬されやすいことと関連があるものと思われる。呉市内地区の表層土中に細粒分が少なくかどうかを確かめるため粒度分析を行なった結果が図.4 である。呉市内地区 7 箇所、その他の地区 5 箇所について調べたもので、図に示す範囲に分布している。呉市内地区試料の平均粒径係数は 132、その他の地区の試料の平均粒径係数 85 で、呉市内地区の表層土のほうが粒度分布はよいことになる。しかし、粒度曲線は

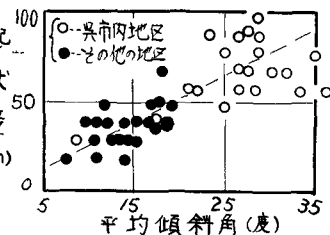


図.1 平均傾斜角と起伏量

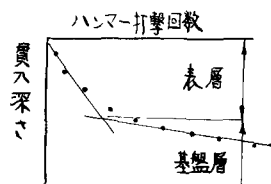


図.2 貫入曲線

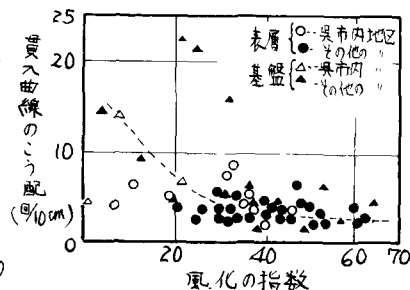


図.3 風化の指数と貫入抵抗の関係

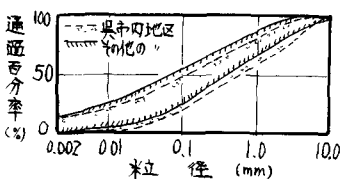


図.4 表層土の粒度過積曲線

その他の地区のもの、下側にあり、吳市内地区の表層土のほうが細粒分は少ないといえる。

運搬が容易な簡易弾性波速度測定器(本体重量400g)を用い表層土、又は表層に近い地盤の縦波伝播速度 V_p の測定を行い、得られた表層土の V_p と風化の指数の関係を図5のように示している。また、弾性波速度と貫入抵抗は本質的に異なるものであるが、一般に地盤が硬くなると、両者の値が大きくなるため、この関係は図6に示すように比較的よい相関性も示している。ただし、この図における表層基盤というのとは走時曲線から得られるもので、図2.3における表層基盤層とは異なる、横軸の貫入曲線のこの配が $10 \frac{kg}{cm^2}$ 以上では破線のように折れ曲る傾向があり、これは表層と基盤の境界ではないかと思われる。南地区と比較すると、同一の貫入抵抗の時、吳市内地区のもの V_p が低い。これはその他の地区のものに地盤の細粒分が多く保水性が高い、つまり自然含水比が高いためではないかと思われるが、今後更しくのしく調べてから考察したい。

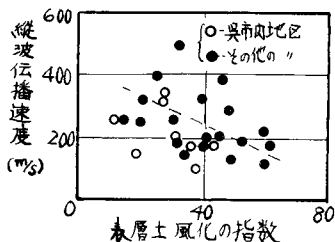


図5 弾性波速度と風化指数の関係

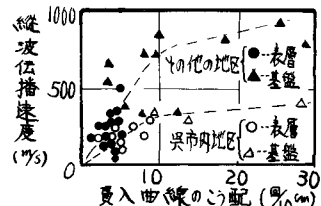


図6 弾性波速度と貫入抵抗の関係

上述の調査地点で不攪乱表層土と採取し透水試験を行ない、得られた結果を図7、図8のようである。ただし、通常の透水試験方法では供試体とガラス管間筒容器間の漏水が大きくなり、透水係数の測定は困難である。このため大型透水容器を作成し、供試体と透水容器間に粘土と填充、漏水の影響を小さくする方法により測定したもので、測定方法等の詳細はあぐで昨年度報告³⁾しているのをごく省略する。図7は破線のように風化が進行するほど透水係数は減少している。これは風化の進行とともに土粒子が細粒化するためと思われる。このため図4で示したように吳市内地区のものは細粒分が乏しいため、全般的にその他の地区のものより大きく透水性の上といえる。吳市内地区のものの方が大きいこと図8からもうかえる。この図は同じく比の図体で、細粒分の少ない吳市内地区のものは、破線で示すように、一般に同じく比の傾向と一致しているが、その他の地区のものについてはばらつきが非常に大きく一定の傾向はみられない。しかし見方によれば同じく比が1.25くらいまでは同じく比の増大とともに比も増大するが、それ以上では比が減少するようにも見える。これはその他の地区のものは風化の進行度が大きく、同じく比が増大するが、細粒分が増加するため、むしろ透水性が悪くなることも考えられるので、更にデータと集積し確かめるつもりである。その他、吳市内地区とその他の地区とを比較すると明らかに、同一同じく比の場合、吳市内地区のものの方が大きい。

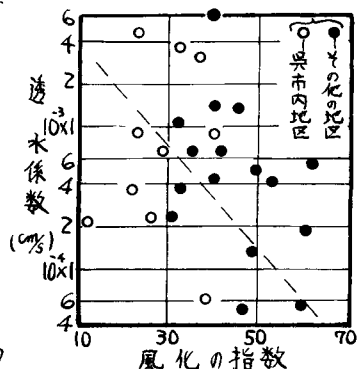


図7 不攪乱表層土の透水係数と風化の指数

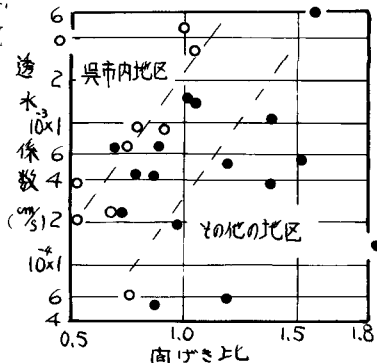


図8 不攪乱表層土の透水係数と同じく比

斜面傾斜角が急になるほど表層の風化残留物が下方へ運搬されやすいため風化の指数は小さくするものと思われる。これらの関係は図9に示している。縦軸の傾斜角は現地でも測定した値で、図11同様に、吳市内地区の傾斜角が急で風化の指数も小さい傾向がみられる。

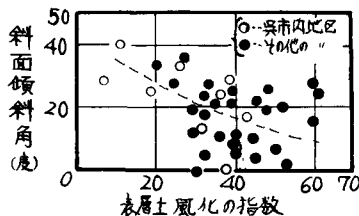


図9 風化の度合と自然斜面の傾斜角(実測)

4. もうひとつ

以上の結果を要約すると以下のようである。(1)吳市内地区は周辺部市町村より地形的に土砂崩壊と発生しやすい条件を有している。(2)吳市内地区表層土中の細粒分が少なく、風化の指数も小さい。(3)吳市内地区表層土の透水係数はその他周辺地区のものより大きい。

参考文献 1) 橋本 6名: 池ノ部、崩壊、土流予測と対策、鹿島出版会、昭和55年、pp174-175。 2) 小橋 澄治: 斜面安定、鹿島出版会、1975、pp27。 3) 石井 義明: 試料と容器間の漏水の影響を考慮した一透水試験、第35回中国学術講演会要旨集、昭和58年5月、pp221。