

室内土質試験結果に基づく降雨時の斜面モニタリング結果に関する一考察

東北大学大学院

正会員

○里見 知昭

INAX メンテナンス

非会員

相方 のどか

立命館大学

正会員

酒匂 一成

立命館大学

フェロー会員

安川 郁夫, 深川 良一

1. はじめに

わが国では梅雨期や台風襲来期の大雨による斜面災害が多発し、多くの生命や財産が失われている。降雨に対する斜面の崩壊危険度をより定量的に評価するためには、地盤内の水分変動を具体的に把握することが望ましい。筆者らは2004年7月から図-1に示す京都市の重要文化財後背斜面で間隙水圧を計測し¹⁾、対象斜面の縦断方向の浸透特性に注目するため計測地点の多点化も実施している。本論文では計測地点付近から採取した土による室内土質試験結果(土の諸性質、透水性と安定性)を示し、現地モニタリング結果(雨量強度の違いによる地盤内水分の変動傾向)について検討する。

2. 室内土質試験結果

各計測地点の深さ方向に対する土の諸性質(湿潤密度、強熱減量、間隙比、含水比、飽和度、透水係数)を図-2に示す。湿潤密度は深くなるほど値は大きくなる傾向にある。特にM、C地点の表土の湿潤密度は 1.2g/cm^3 より小さく、強熱減量と間隙比から対象斜面の表土は有機質が多く緩く軟弱な土であると解釈できる²⁾。含水比は試料採取日までの天候の影響を受けており、M地点(2004年10月22日)は台風23号による降雨を記録し、B地点(2007年10月15日)とC地点(2007年11月19日)は試料採取5日前まで無降雨状態であった。なお、C地点の表土の含水比が39.5%と高いのは、C地点がB、M地点よりも高い木に覆われ表土が乾きにくい状況にあったためと推察される。飽和度は深くなるほど大きいものの、M-60cm、B-60cm、C-40cmはその傾向には該当していない。つまり、この飽和度分布が対象斜面の水分変動の特徴を表していると考えられる。

土の透水性と安定性について検討するため液性限界・塑性限界試験結果を表-1に示す。なお、透水性は塑性図に基づいており、図-2の透水係数と同様の傾向である。次に土の安定性を検討するため、液性指数 I_L と

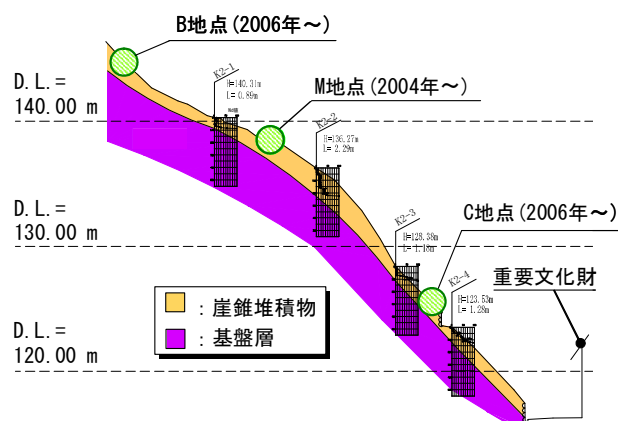


図-1 対象斜面の地質断面図と計測地点(B, M, C地点)

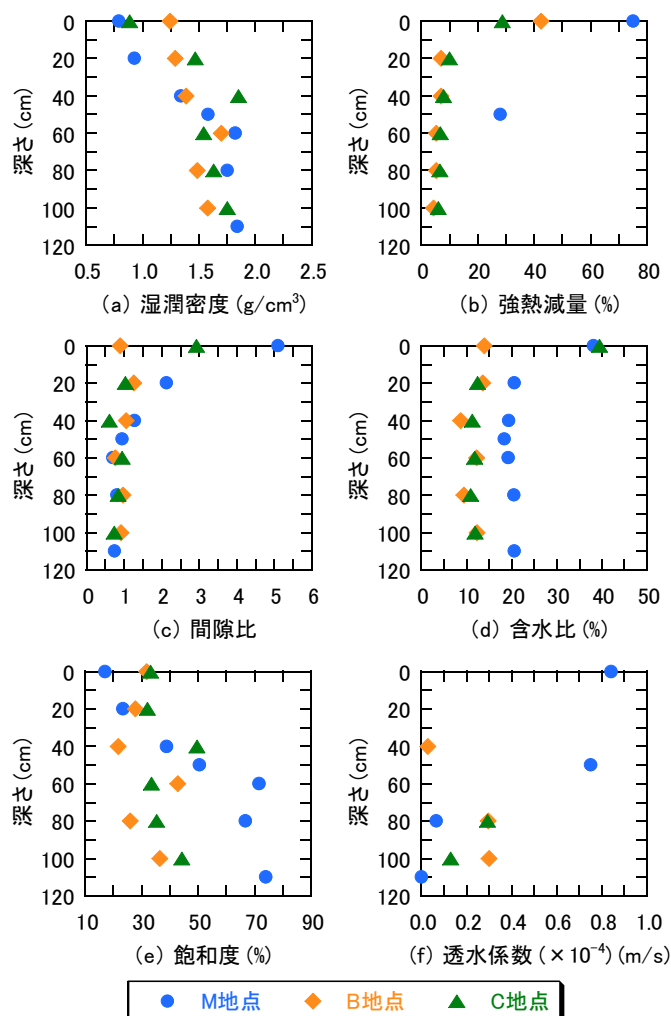


図-2 各計測地点の深さ方向に対する土の諸性質

キーワード 降雨, 現地斜面, モニタリング結果, 室内土質試験

連絡先 〒980-8579 仙台市青葉区荒巻字青葉 6-6-20 東北大学大学院環境科学研究科 TEL: 022-795-7396

表-1 液性限界・塑性限界試験結果

地点	M		B					C				
深さ	80	110	20	40	60	80	100	20	40	60	80	100
透水性(工学的性質)	小	小	大	小	小	小	小	大	大	小	小	小
液性指数 I_L	0.096	0.095	-0.726	-0.752	-0.468	-0.436	-0.246	-0.836	-1.056	-0.545	-0.555	-0.413
コンシステンシー指数 I_C	0.904	0.905	1.726	1.751	1.468	1.436	1.250	1.836	2.056	1.545	1.555	1.413

コンシステンシー指数 I_C に着目する。M 地点の深い部分では $I_L > 0$ 、 $I_C < 1$ となり、降雨後は鋭敏な粘土で不安定な状態になると解釈される²⁾。一方、B、C 地点は M 地点と逆の符号となり、晴天時は過圧密な粘土で安定した状態となる。以上より、対象斜面では晴天が続いて乾燥状態の場合は安定し、降雨によって斜面内が高含水状態になると不安定になりやすいと判断される。

3. 現地モニタリング結果に関する一考察

図-3 に現地モニタリング結果(間隙水圧, 10 分間雨量, 連続雨量)を示す。今回は降雨時間と最大 10 分間雨量(短期間指標)が異なり連続雨量(長期間指標)がほぼ等しい結果を用いる。連続雨量は降雨開始から無降雨状態が 3 時間継続した時間までの累積雨量とする。図-3 より雨量強度の影響を受けて間隙水圧が変動している。以下、特徴のある変動について検討する。

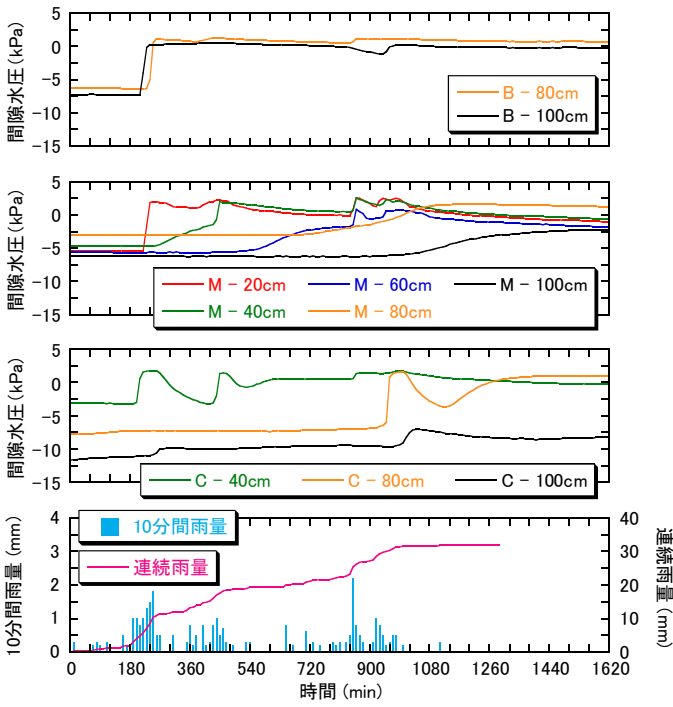
図-3(a)では降雨開始 240 分前後に B-80cm, B-100cm, M-20cm, C-40cm の間隙水圧がほぼ同時に急増している。実際、該当する土は細粒分質砂質礫として分類され 10^{-5} m/s オーダーの透水係数(M-20cm, C-40cm は他の透水試験結果から推測)であった。つまり、該当する土の透水性は類似している可能性があると考えられる。また、M 地点の 60cm, 80cm, 100cm の間隙水圧が浅い順に緩く増加したのは、透水係数が深くなるほど小さくなった結果が反映したためと解釈される。一方、図-3(b)では降雨開始 600 分後に M 地点の 60cm, 80cm, 100cm が同時に増加し、C 地点の 100cm が 80cm よりも先に増加している。この変化傾向は透水係数の影響を受けたと考えられ、図-2 の透水係数より M 地点では深くなるほど値は小さく、C 地点では 100cm のほうが 80cm よりも値が小さくなっている。したがって、図-3(b)の変化傾向は上流部からの雨水浸透の影響を受けた可能性があると考えられる。

4. おわりに

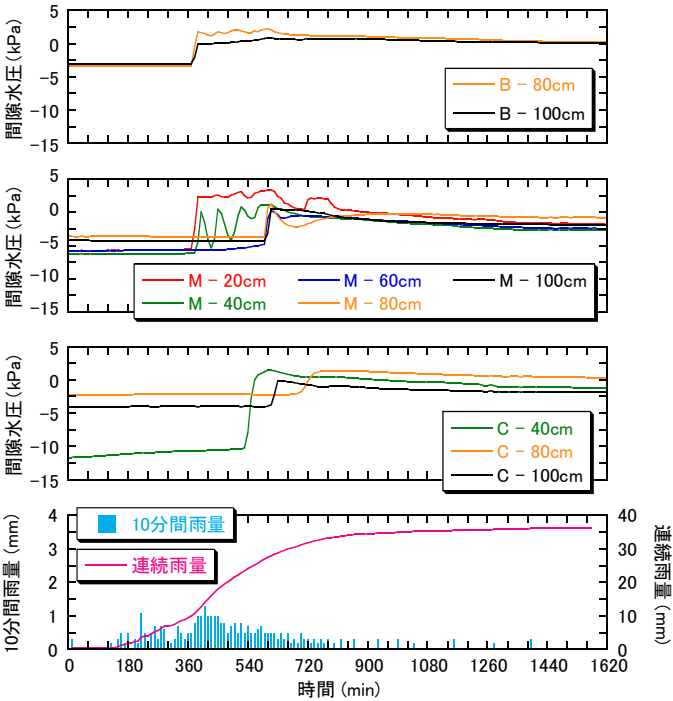
降雨に伴う地盤内の水分変動傾向をより客観的に検討するためには室内土質試験結果に着目することは重要であることが確認できた。今後は土質試験結果と現地モニタリング結果の関連性をより詳しく分析する必要がある。

参考文献

1) 酒匂ら：地盤工学ジャーナル, Vol.1, No.3, pp.57-69, 2006. 2) (社)地盤工学会編：土質試験の方法と解説(第一回改訂版), 2000.



(a) 2008 年 3 月 14 日



(b) 2008 年 5 月 28 日

図-3 雨量強度の違いによる現地モニタリング結果