第Ⅲ部門　　重要文化財後背斜面における地盤特性および地盤内水分変動関係に関する考察

立命館大学理工学部　学生会員　○木村　亘
立命館大学理工学部　正 会 員　藤本　将光
立命館大学理工学部　学生会員　平岡　伸隆
立命館大学理工学部　学生会員　檀上　徹
立命館大学理工学部　フェロー　深川　良一

1. はじめに

京都市東山区に建立されている清水寺は京都市内有数の観光地であり，季節を問わず多くの参拝客が訪れる．一方，清水寺は山地に建立されているため，最近でも重要文化財である釈迦堂が全壊したり，負傷者が出るような斜面崩壊が発生している [1)]．したがって，斜面崩壊を予測し，人的被害を最小限に抑えることは重要な課題となっている．

表層崩壊が発生する大きな誘因として，降雨時の地盤内への雨水の浸透がある．浸透流の流路把握は，斜面崩壊箇所の予測にとって重要な情報になる可能性が高い．そこで本研究では，清水寺境内の重要文化財後背斜面（**図-1**）において，簡易貫入試験および間隙水圧の計測を実施し，これらの結果から地盤特性と降雨時の水分変動の関係を把握することを目的とした．

2. 計測方法

調査対象斜面は，山地裾部に連続する急斜面の一部であり，斜面下部に奥之院が存在している．本研究では，調査対象斜面において簡易貫入試験を行い，計 14 地点において基盤層深さの測定を行った（**図-2**）．また簡易貫入試験から得られた結果より，各地点でのテンシオメータ計測深度を設定し（**表-1**），間隙水圧の計測によって地盤内の水分変動の把握を行うとともに，熱電対線による地温の計測も行った．また D 地点において，10 分間雨量を計測している．

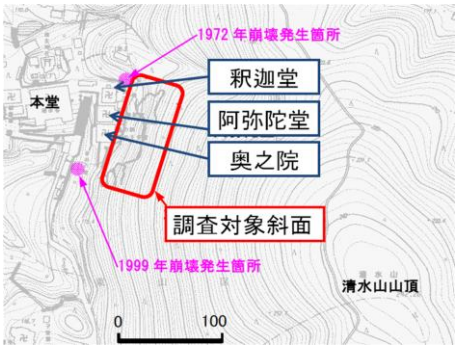

図-1　清水寺周辺図

3. 結果と考察

簡易貫入試験の結果，調査対象斜面全体の基盤層深さは 1m～4m となった．深度 1m 以浅で N_d 値が 10 を超える土層も存在したが，深度 2m 付近まで N_d 値が 5 以下である地層も存在するなど，試験箇所により試験結果に大きな違いがあった．ここから調査対象斜面は比較的複雑な土層の分布をしていると考えられる．

図-3 に，簡易貫入試験結果の中から，特徴的な違いのある M 地点および P6 地点での結果を示す．M 地点は深度 1.6m 付近で N_d 値が 16 を示した．一方 P6 地点は 1.8m付近まで N_d 値は 2～4 の範囲で分布した．他の地点では N_d 値が 2 以下であるのは深度 1m程度まであったことより，P6 地点は他の地点と比較して脆弱で不均一な土層で構成されていると考えられる．

図-4 に M 地点および P6 地点の間隙水圧計側結果と 10 分間雨量を示す．連続降雨時間は 650 分，最大時間降雨量は 4.8mm，累積雨量は 18mm と，比較的弱い雨であった．この降雨時において，M 地点ではすべての深度での間隙水圧計測値が 12/21/22:00 前後にほぼ同時に上昇している．また間隙水圧が 12/22/2:00 前後に M-190cm および M-100cm が最大値を示し，M-190cm は 130cmH_2O，M-100cm は 30cmH_2O であった．

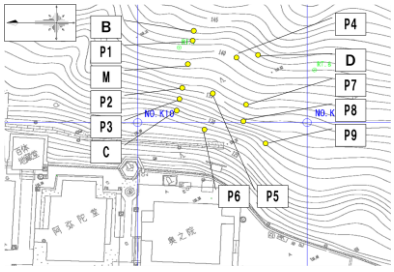

図-2　計測地点の位置

表-1　テンシオメータ計測深度

地点名	計測深度(cm)	地点名	計測深度(cm)
A	40, 80, 100	P3	30, 80
B	40, 80, 100, 200, 260	P4	30, 60, 100, 230
C	40, 80, 100, 230	P5	30, 60, 100, 200, 320
D	40, 80, 100, 200, 300, 400	P6	30, 60, 100, 200, 280
M	20, 40, 60, 80, 100, 190	P7	30, 60, 100, 220
P1	30, 65	P8	30, 60, 100, 200, 300, 370
P2	30, 60, 100, 200	P9	30, 60, 110

Toru KIMURA, Masamitsu FUJIMOTO, Nobutaka HIRAOKA, Toru DANJO and Ryoichi FUKAGAWA,
rd004080@ed.ritsumei.ac.jp

これらの結果より M 地点では地表面下 60～70cm に地下水面が存在していることが推定できる．一方 P6 地点では計測点ごとに間隙水圧が反応を示す時間に大きな差が生じている．この結果は設置した地温計からも，地温が浸透水の影響を受けて変化を示す時間に差が生じるという結果が出ている（**図 - 5**）．また計測点ごとに示す間隙水圧をみると，P6-60，P6-200，P6-280 が正値を示している．この結果は，地表面下 40cm，200cm，250cm 付近に複数の地下水面が存在することを示している．またこの結果より，P6 地点においては降雨による鉛直浸透だけでなく，上流部からの地下水流入の影響も大きいと考えられる．

他の計測地点においても，M 地点と同様に深度 1m 以浅で N_d 値が 5 を超えるような土層では，間隙水圧変動は，降雨に対してほぼ同時に反応を示すという結果を示した．一方，P6 のように N_d 値が深度 2m 付近まで 5 以下を示す比較的脆弱な土層では，間隙水圧の変動傾向も深度により降雨に反応する時間の差が生じるという傾向が見られた．これらの結果より，深度 2m 付近まで N_d 値の低い値を示すような脆弱な土層では，降雨時の地盤内水分の変動が不均一であるという事が考えられる．

4. おわりに

本研究により，地盤特性と降雨時の間隙水圧の変動に着目することで，強度の不均一な地盤では，降雨時における地盤内水分変動も，強度の均一な地盤の結果と異なる結果を示すという傾向が明らかになった．

本研究では，1 つの降雨イベントに対して考察したが，今後はすべての地点において，さらに長期的な計測結果をもとに地盤特性と間隙水圧の関係を明らかにしていく予定である．

謝辞

本研究の一部は科学研究費補助金（若手（B），23780163）の助成を受けて行った．また本研究は演算工房の白坂氏に多くのご助力とご助言を頂いた．ここに記して謝意を示す．

［参考文献］

1) 酒匂一成，深川良一，岩崎賢一，里見知昭，安川郁夫：降雨時の斜面災害防止のための重要文化財周辺斜面における現地モニタリング，地盤工学ジャーナル，Vol1No3, pp.57-69, 2006.

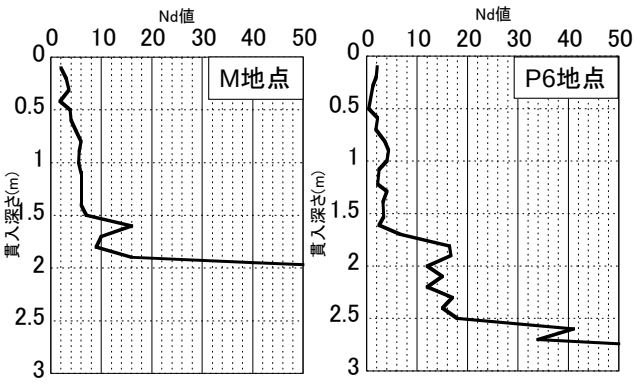

図-3 簡易貫入試験結果

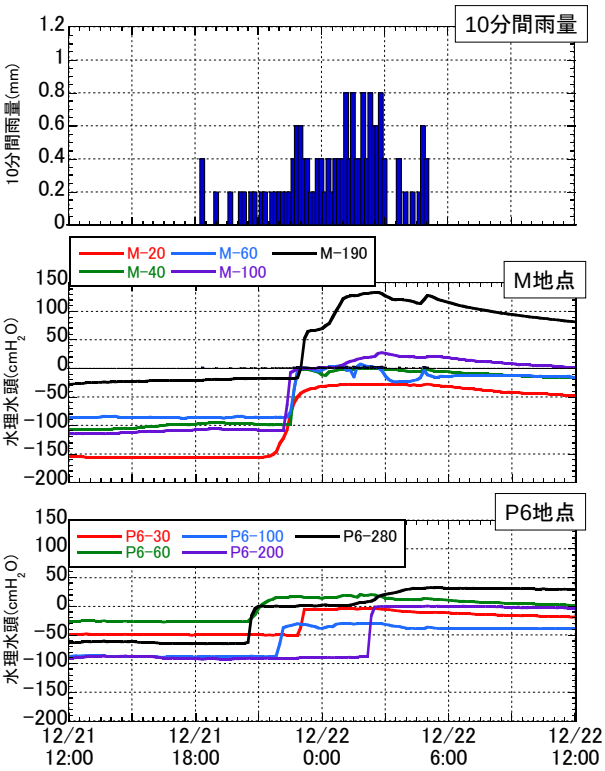

図-4 降雨時における M 地点，P6 地点の間隙水圧の変動

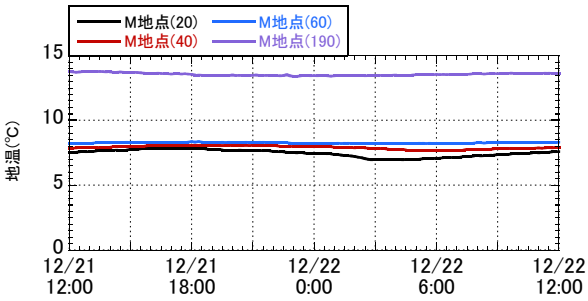

図-5 降雨時における M 地点の地温変動