

立命館大学理工学部 学生会員 ○有光 悠紀
立命館大学理工学部 正会員 藤本 将光
立命館大学大学院 学生会員 平岡 伸隆

独立行政法人防災科学技術研究所 正会員 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

近年、斜面崩壊が発生するような大雨や台風が増加傾向にある。京都市東山区に建立されている清水寺境内の斜面においても1972, 1999, 2013年に斜面崩壊が発生している。そのため、斜面の崩壊危険度を事前に把握することで人的、物的被害を軽減することが求められる。

降雨時の斜面崩壊は地盤の自重増加によるせん断応力の増大、せん断強度の減少が要因とされる。そのため、降雨時の土中の含水量を評価することが重要と考えられる。そこで本研究では、清水寺後背斜面において降雨時の間隙水圧変動の特性を把握することを目的とする。

2. 調査方法

本研究では調査対象斜面内において間隙水圧と雨量の計測を行った。間隙水圧はテンシオメータにより14地点で計測した(図-1)。テンシオメータは、簡易動的コーン貫入試験の結果から求めた土層深さを基準とし、各地点において多深度で設置した(表-1)。

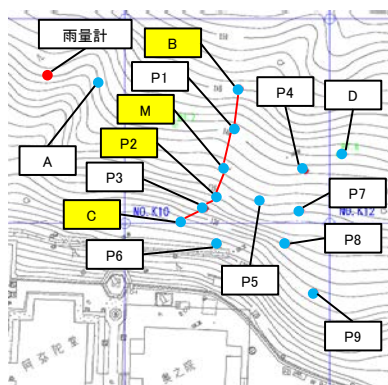


図-1 計測地点の位置

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
C	40,80,100,230	P5	30,60,100
D	40,80,100	P6	30,60,100,200,280
M	20,40,60,80,100,190	P7	30,60,100
P1	30,65	P8	30,60,100
P2	30,60,100,200	P9	30,60,110

3. 結果と考察

本研究では2014年8月13日から2015年1月1日までの計測結果を分析対象期間とし、図-1の赤の側線のうちB, M, P2, Cの4地点を分析対象地点とした。図-2にB地点における計測期間中の間隙水圧の時系列変化を示す。B-200, 260cmでは他深度に比べ、降雨後の間隙水圧値が高い値を示し、減衰が小さいことから、これらの深度では保水される傾向がある。また浅い計測深度では降雨後の減衰が大きく、排水される傾向があることが考えられる。他3地点においても同様な傾向が見られた。

累積雨量、最大1時間雨量など降雨の特徴の違いによる間隙水圧変動の特性を把握するため、降雨イベントを分割した。降雨イベントは無降雨状態が12時間継続した場合、異なるイベントとして取り扱った。本研究ではイベント総雨量10mm以上の17イベントを分析対象とする。図-3に分析対象の降雨イベントにおけるイベント総雨量と最大1時間雨量の関係を示す。

図-4に各降雨イベントにおいて降雨開始時の間隙水圧が飽和に至るまでの累積雨量を示す。本研究では4地点における深度100cmと基盤境界面の深度について検討した。

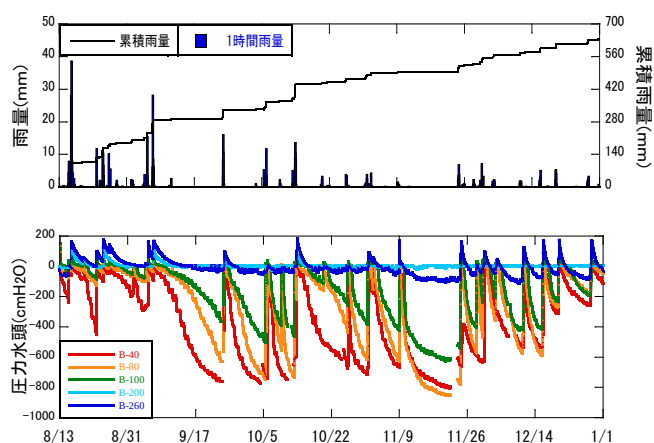


図-2 間隙水圧の時系列変化

深度 100cm では、各降雨イベントにおける降雨開始時の間隙水圧値が-600cmH₂O 付近の低い値であっても、累積雨量 15mm で飽和に達した。基盤境界面の深度においても同様に、降雨開始時の間隙水圧値によらず累積雨量 15mm で飽和に至った。以上の結果から 4 地点において土中の乾燥程度に関らず、累積雨量 15mm で飽和に到達することが示された。

図-5 に各降雨イベントにおいて飽和から間隙水圧最大値までの雨量と間隙水圧最大値の関係を示す。P2-100cm, C-100cm, M-190cm では雨量に関らず一定の間隙水圧最大値が計測された。M-100cm, P2-200cm, C-230cm, B-260cm では飽和後の累積雨量の増加に伴い間隙水圧最大値も増加し、その後一定の値が計測された。しかし B-100cm では間隙水圧値は雨量に伴い増加し続けた。本研究の計測結果は間隙水圧の最大値はある一定の値を超えない地点が多いことを示した。傾斜地において透水性の低い層の上位に、透水性の高い層があると、透水性の高い層内の内部に浸透した水分は、層内に滞水せず、斜面下部の方向へ境界面に沿いすぐに流れる。そのため透水性の低い層内の間隙水圧は一定の値を超えないと考えられる。

4. おわりに

本研究により調査対象斜面では、降雨開始前の土中の乾燥状態に関わらず、累積雨量 15mm で飽和に到達することが明らかになった。また透水性の異なる地盤の影響により、飽和後の間隙水圧は各地点における一定の値を超えないと考えられる。

本研究では 4 地点を分析対象としたが、今後は降雨時の間隙水圧の変動特性をその他の地点において明らかにする。

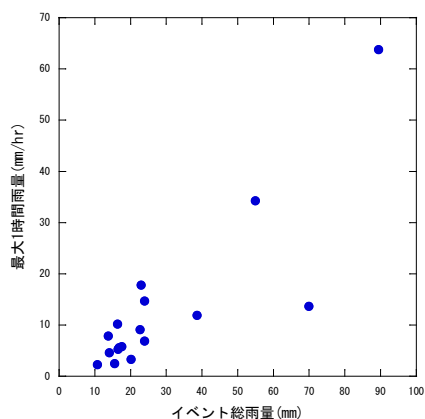


図-3 各降雨イベントの総雨量と最大 1 時間雨量

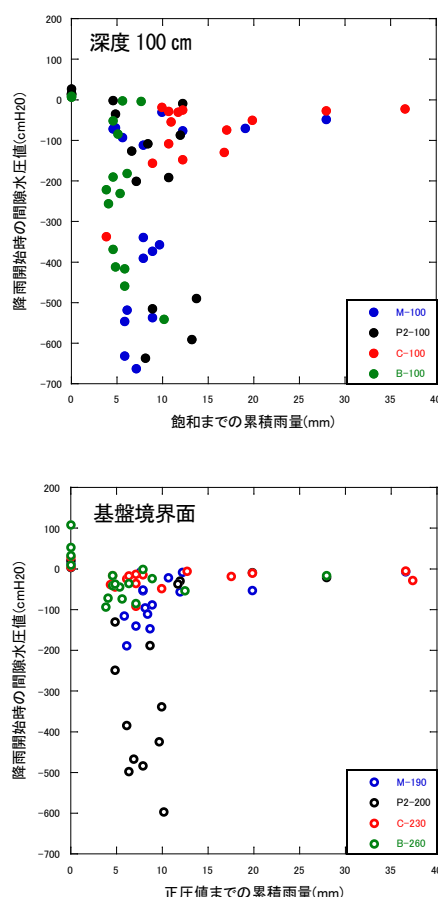


図-4 降雨開始時の間隙水圧と飽和までの雨量の関係

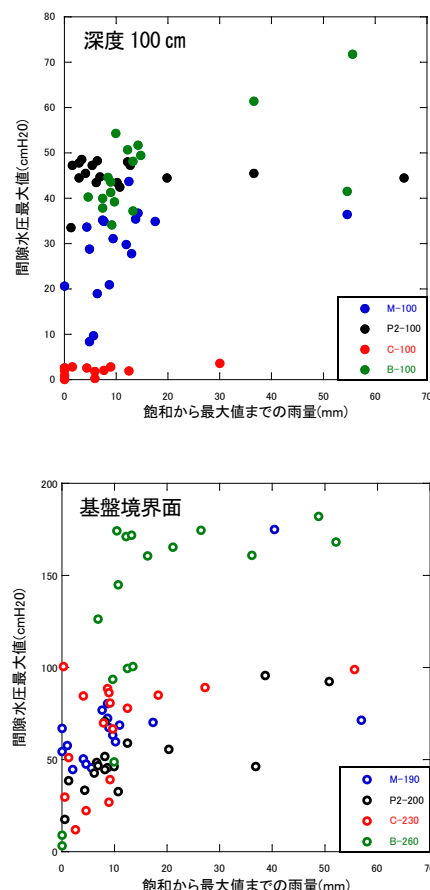


図-5 間隙水圧最大値と雨量の関係