

無降雨期間を考慮した降雨データベースの構築に関する検討

広島大学大学院
広島大学大学院
香川県
呉工業高等専門学校
広島大学総合科学部

正会員
フェロー
正会員
正会員
非会員

○加納誠二
佐々木康
西本大介
森脇武夫
海堀正博

1. 背景・目的

斜面災害の重要な要因の一つは地下水位である。しかしながら地下水位の状況を直接モニターし斜面の不安定化を予測することは難しく、降雨量を用いた危険雨量指標、危険雨量からの避難解除指標の検討が進められている。この中で先行降雨として一般的に用いられているのは、半減期の概念を取り入れた実効雨量であるが、半減期の設定に地下水位の視点からの検討はあまり行われていないのが現状である。本研究では浸透流解析によって地下水位の低下挙動を求め、半減期を工学的に検討するとともに、今後雨量指標の検討に使い易い降雨データベースの作成を目的とし、降雨を区切ることの出来る無降雨期間の検討を行う。

2. 無降雨期間の検討

無降雨期間は、その斜面での限界地下水位 H_{wc} ($F_s=1$) が消散するために必要な時間を用いることとする。限界地下水位 H_{wc} は無限長斜面の安定計算によって求めた。

$$H_{wc} = \frac{\frac{c_d}{\cos^2 \beta} + \gamma_t \cdot H \cdot (\tan \phi_d - \tan \beta)}{(\gamma_t - \gamma') \cdot \tan \phi_d + (\gamma_{sat} - \gamma_t) \cdot \tan \beta}$$

(1)

解析パラメータは平成11年6月広島県豪雨災害の崩壊地域を対象に広島県の 6.29 広島県土砂災害対策検討委員会が行った調査結果に基づき¹⁾、呉市周辺の平均的なものを用いた(表1)。初期地下水位は、限界地下水位が層厚よりも大きいものは、層厚と等しいとした(表2)。地下水面形は最も排水時間が大きくなる、図1の Model 2 を採用した。

3. 浸透流解析

2で設定した限界地下水位を初期条件として、水位低下を浸透流解析によって求める。浸透流解析は図1の解析モデルについて次式で表わせる準一様流の非定常透水の基礎方程式に基づき、差分法によって行う。境界条件は上流端からの流入量=0、下流端水深=0、基岩への浸透量=0である。

$$n_e \frac{\partial z}{\partial t} = \frac{k}{2} \frac{\partial^2 (z^2)}{\partial x^2}$$

(2)

広島大学が行っている地下水位の現地観測結果と比較した結果、浸透流解析において透水係数を $2.0 \times 10^{-2} \text{cm/sec}$ に設定すると、ほぼ現地の挙動を再現できた²⁾。 $k=2.0 \times 10^{-2} \text{cm/sec}$ において斜面長 L を変えた計算結果が図2である。半減期の概念

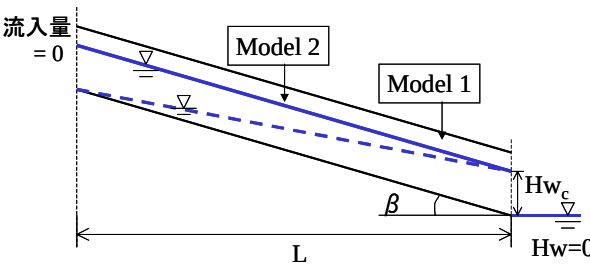


図1 解析モデル

表1 解析パラメータ

表層厚 H (m)	1.0
斜面勾配 β (°)	35.0
粘着力 c' (kN/m ²)	2.5
内部摩擦角 ϕ' (°)	35.0
γ_t (kN/m ³)	18.0
γ_{sat} (kN/m ³)	20.0
γ' (kN/m ³)	10.0

表2 限界地下水位

β (°)	H_{wc} (m)
15	1.00
20	1.00
25	1.00
30	0.82
35	0.53
40	0.24

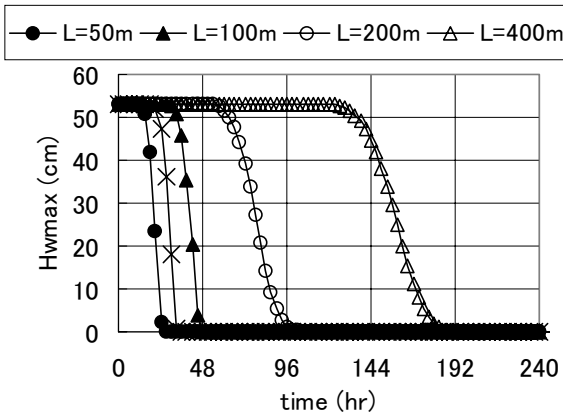


図2 地下水位の時間変動

キーワード 降雨データベース, 斜面崩壊, 浸透流解析

連絡先 〒739-8527 広島県東広島市鏡山 1-4-1 広島大学大学院地盤工学研究室 TEL 0824-24-7785

によって雨量 1mm が実効雨量の中でどのように評価されるかを図 3 に示した。斜面長 200m の地下水位の消散時間（図 2 の○印と 24 時間半減期の消散時間（図 3 の○印）はほぼ同じであるが、両者で減少する時間帯が異なり、降雨停止後早い段階（3 日以内）での先行降雨評価に注意が必要である。それぞれの斜面長における地下水位が消散するのに必要な時間を図 4 に示す。また斜面長を呉市周辺の最大谷線長さ 200m とし、限界地下水位の消散時間と透水係数の関係を求めたものが図 5 である。

表層厚 $H=1.0\text{m}$ ，斜面勾配 $\beta=35^\circ$ ，粘着力 $c'=2.5\text{kN/m}^2$ ，内部摩擦角 $\phi'=35^\circ$ ，斜面長 $L=200\text{m}$ ，透水係数 $k=2.0\times10^{-2}\text{cm/sec}$ に設定した斜面での地下水位の消散時間は 4.5 日（=108 時間）であった。つまり無降雨期間が 5 日以上あれば、それ以前の降雨による地下水位は消散していることになる。

4. 降雨データベースの作成

無降雨期間 5 日を用いて、雨量データを分割し、得られた一塊の降雨を雨ユニットとして番号を付け整理し、データベース化した。例として呉建設局における 2001 年 6 月から 9 月までの雨ユニットを示す（図 6，表 3）。ユニット長さが数時間から 1 ヶ月以上のものまでであるが、どんなに長期にわたるものでも、2 ヶ月以上のユニットは存在せず、参照するデータ量が少ないことが今後の工学的検討の際に有利となると考えられる。

次に観測局ごとの雨ユニットから広島県全体の雨ユニットを求めた（表 4）。観測局ごとに整理したときには別であった複数の雨ユニットを含んでいることが分かる（呉建設局での No.12-15 は全て県 No.5 に含まれる）。エリアでの雨ユニットをどのように定義するかは今後の検討課題である。

5. 結論

一般的なまさ土斜面における地下水位の消散時間の計算結果から無降雨期間が 5 日以上あれば降雨を独立として扱うことが出来ることが明らかとなった。無降雨期間によって降雨を区切り、独立した雨ユニットとして扱うという、降雨データベース構築の方向性を示した。

参考文献 1) 地盤工学会：平成 11 年の広島県豪雨災害調査報告集，pp.59-65，2000. 2) 西本大介：地震後のまさ土斜面の不安定化をもたらす降雨特性，広島大学大学院修士論文，pp.85-95，2003.

表 3 図 4 に示すユニットの説明

No.	Start	End
10	2001/6/5 9:00	2001/6/6 10:00
11	2001/6/13 18:00	2001/7/18 12:00
12	2001/8/10 3:00	2001/8/10 18:00
13	2001/8/20 16:00	2001/8/21 18:00
14	2001/8/30 13:00	2001/9/15 11:00
15	2001/9/30 6:00	2001/10/1 3:00

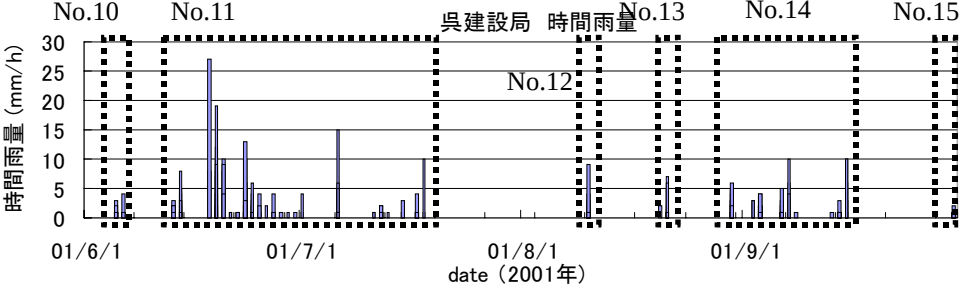


図 6 雨ユニット例（呉建設局 2001 年 6～9 月）

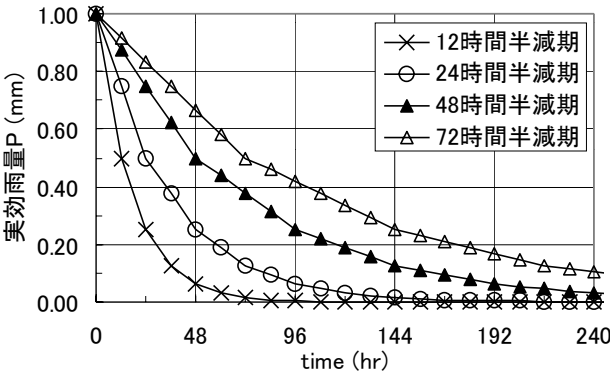


図 3 地下水位消散時間と透水係数の関係

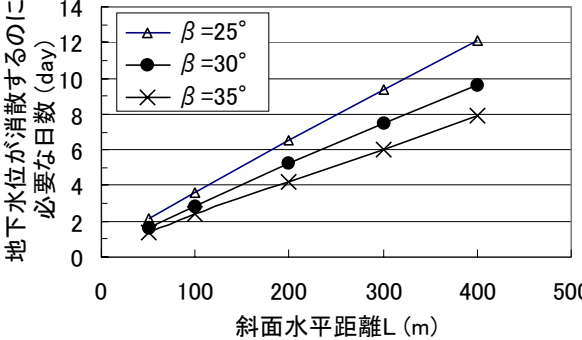


図 4 地下水位消散時間と斜面長の関係

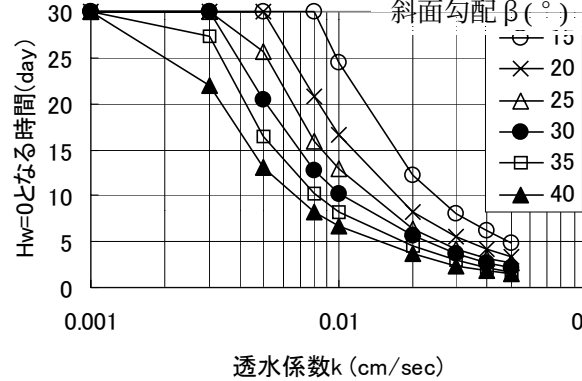


図 5 地下水位消散時間と透水係数の関係

表 4 広島県全体での雨ユニット（2001 年）

県 No.	Start	End
1	2001/1/2 8:00	2001/4/6 12:00
2	2001/4/9 8:00	2001/4/15 12:00
3	2001/4/21 5:00	2001/5/9 12:00
4	2001/5/21 17:00	2001/7/24 21:00
5	2001/7/30 3:00	2001/9/21 21:00
6	2001/9/27 17:00	2001/10/2 10:00
7	2001/10/8 17:00	2001/11/21 15:00
8	2001/11/24 8:00	2001/12/31 16:00