

砂質土の盛土における設計時に適用する降雨モデルの評価

（財）鉄道総合技術研究所 正○小島謙一，正 館山 勝
中央開発（株） 正 橋本和佳，正 西原 聡

1. はじめに

土構造物の限界状態設計法による性能評価にあたり，降雨の影響を無視することはできない．降雨を考慮した設計方法を検討する際には，計算手法の評価は当然であるが用いる降雨についての検討が非常に重要となる．著者らは，土構造物の降雨時の設計法を提案するための検討にあたり，日本の降雨の特性¹⁾，確率降雨^{1,2)}，不飽和浸透特性³⁾について評価を行ってきた．本論文では，これらの検討を基に浸透流解析を実施し，設計時に用いる適切な降雨パターンモデルを提案するものである．

2. 検討条件

検討にあたって，土の浸透特性を決定する必要がある．浸透特性は図-1 に示す浸透曲線を用いた．本曲線の決定理由については参考文献³⁾を参照されたい．また，飽和透水係数は既往の粒度試験の結果（1139 試料を用いて土質分類に対応する飽和透水係数を Creager の方法により評価し， $k_s=1.0 \times 10^{-3}\text{cm/s}$ とした（A，B 群⁴⁾（図-2 参照））．

モデルは高さ 5m，のり勾配 1:1.5 の盛土を想定し，基礎地盤は不透水性の地盤を仮定した．設計降雨を与えるにあたり，初期状態として日本の 1 年分（2500mm）に相当する降雨をパターン化（1 年間の 1/3 が降雨日数）して与えて定常状態となった状態を採用した³⁾．

3. 設計降雨モデルの検討

降雨は時間の違いにより年降水量，日降水量，時間降水量，10 分間降水量などがある．本検討においては降雨後の盛土の安定を求めるものであるから日降水量，時間降水量，10 分間降水量によりモデルの検討を行った．設計降雨のモデルとしては種々のモデルが考えられるが，過去の検討により日降水量と時間降水量を基に降雨モデルを考えた場合，一定時間降水量のモデルよりも降雨終了時に近づくにつれて時間降水量を多くしたモデル（ここでは後方集中型モデルと呼ぶ：図-3 参照）が設計上安全側の答えを与えることがわかっている（盛土内の降雨浸透量が多い）．ここでは，近年多発する短時間の集中豪雨（ゲリラ的な降雨）を視野に入れ，10 分間降水量をモデル化し日・時間降水量によるモデルとの比較を行うこととした．図-4 に都道府県別の 70 年確率の 10 分間降水量のヒストグラムを示す．70 年確率の 10 分間降水量は，概ね 20～40mm 程度であることがわかる．この結果から，本検討におけるモデルとして 10 分間降水量を最大レベルの 40mm として次のモデルを用いることとした．

パターン ：一定降雨（10 分間あたり 40mm，総降雨量：100mm）

パターン ：60 分後方集中型降雨（総降雨量 100mm，最大値 40mm）

キーワード：盛土，降雨，モデル，浸透流解析

連絡先：（住所）〒185-8540 東京都国分寺市光町 2-8-38，（TEL）042-573-7261，（FAX）042-573-7248

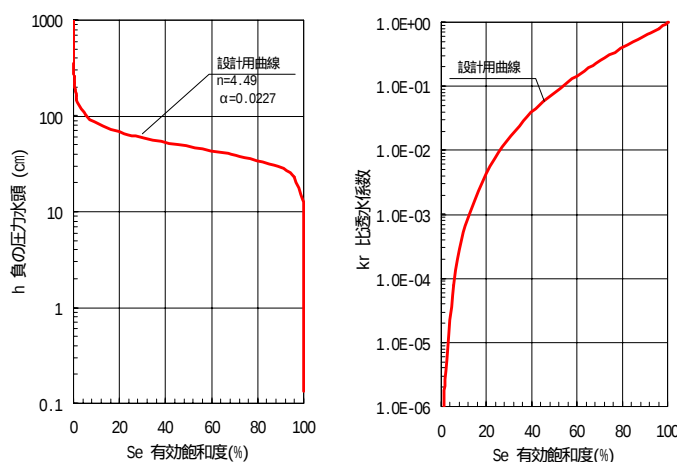


図-1 不飽和浸透特性

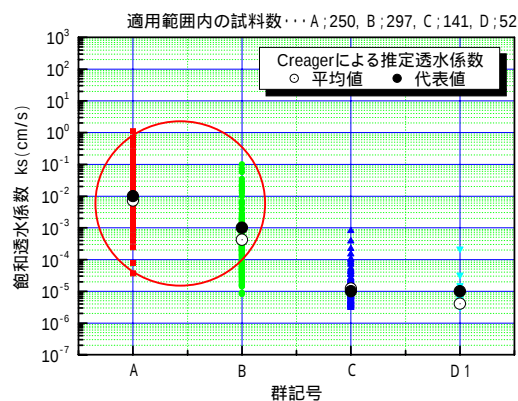


図-2 飽和透水係数

なお、図-5 における総雨量 100mm は、東海道新幹線沿いの 70 年確率時雨量の最大値より設定した。図-5 にパターン 1 のモデル図を示す。

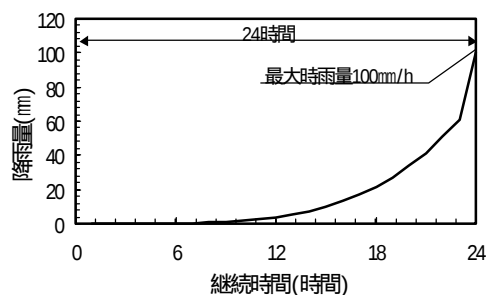


図-3 日・時間降雨水量による降雨モデル

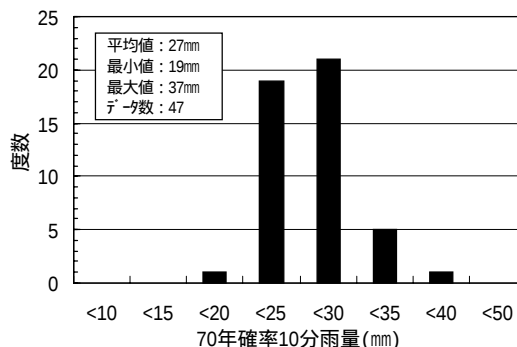


図-4 10 分間降水量（70 年確率）

図-6(a), (b)にパターン 1 および 2 の計算結果を示す。双方の降雨パターンを比較してもあまり大きな差がないことが分かる。短時間に多くの雨を与えても、盛土内に浸透する量は限界があり浸透していかない点、本検討では砂質土を対象としているため、比較的、飽和透水係数が良く浸透量に対し流出量も多い点が要因ではないかと考えられる。図-7 に日・時間降雨水量による後方集中型モデルでの計算結果を示す。図-6 の結果と比較すると、明らかに日・時間降雨水量による後方集中型モデルの方が盛土内に降雨が浸透している。

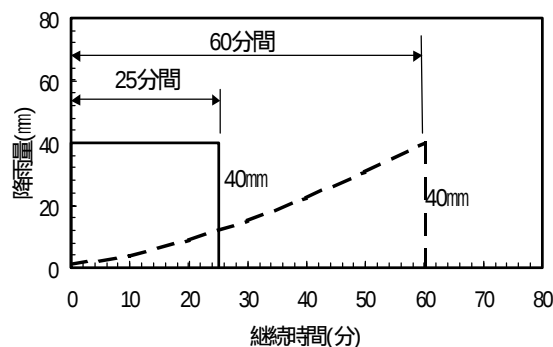


図-5 10 分間降水量を基にした降雨モデル

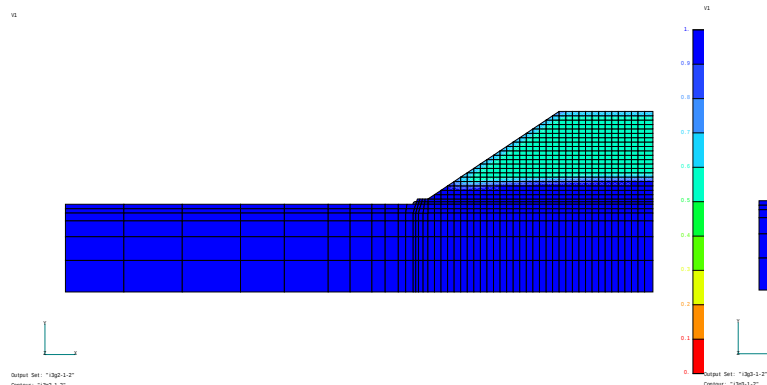


図-6(a) 飽和度分布（パターン 1）

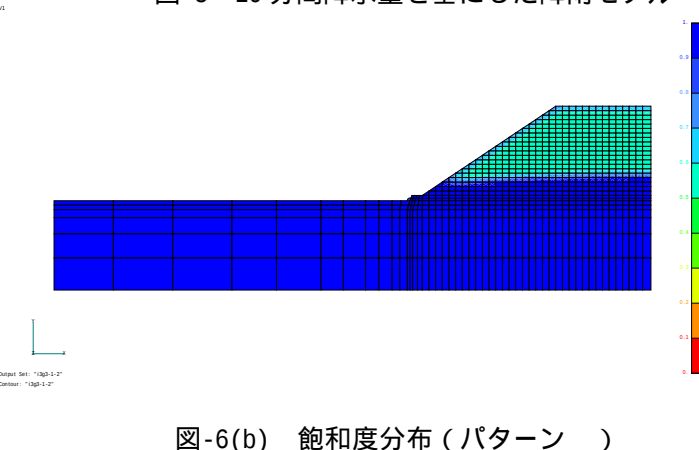


図-6(b) 飽和度分布（パターン 2）

4. まとめ

砂質土の盛土の降雨時の設計に用いる設計降雨のモデルについて、浸透流解析による評価を行った。その結果、近年の都市部で発生するような短時間集中型の降雨よりも、盛土の安定に対しては日・時間降雨水量による降雨が盛土の安定に対して安全側の結果を与えることがわかった。今後は、この結果をもとに安定計算等を行い、降雨時設計法や設計法のためのモデルの確立を行っていく予定である。

<参考文献>

- 1)小島，館山，橋本，西原：土構造物の設計に用いる設計降雨に関する検討，第 58 回年次学術講演会，（社）土木学会，2003，
- 2)橋本，西原，小島，館山：確率統計手法の違いによる各種時間確率降雨量の検討，第 39 回地盤工学研究発表会，（社）地盤工学会，2004（投稿中），
- 3)小島，館山，橋本，西原：設計時における降雨の盛土内浸透のための浸透特性曲線の検討，第 39 回地盤工学研究発表会，（社）地盤工学会，2004（投稿中），
- 4)（財）鉄道総合技術研究所：鉄道構造物等設計標準（土構造），丸善，1992

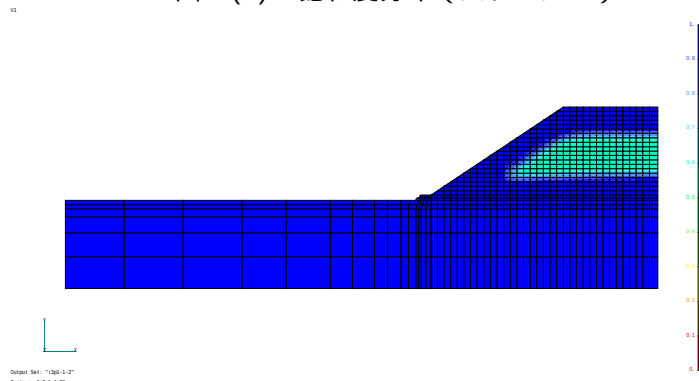


図-7 飽和度分布

（日・時間降雨水量による後方集中型モデル）