

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	降雨による道路盛土内の水位変動メカニズムの解明と要注意箇所選定方法の提案
Title(English)	
著者(和文)	日下寛彦
Author(English)	Hirohiko Kusaka
出典(和文)	学位:博士(工学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第11300号, 授与年月日:2019年9月20日, 学位の種別:課程博士, 審査員:高橋 章浩,北詰 昌樹,竹村 次朗,笠間 清伸,佐々木 栄一
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第11300号, Conferred date:2019/9/20, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	論文要旨
Type(English)	Summary

論文要旨

THESIS SUMMARY

系・コース： Department of Graduate major in	土木・環境工学 土木工学	系 コース	申請学位 (専攻分野)： Academic Degree Requested	博士 Doctor of	(工学)
学生氏名： Student's Name	日下 寛彦		指導教員 (主)： Academic Supervisor(main)	高橋 章浩	
			指導教員 (副)： Academic Supervisor(sub)		

要旨 (和文 2000 字程度)

Thesis Summary (approx.2000 Japanese Characters)

道路盛土の地震時の大規模崩壊要因の一つとして盛土内水位の存在が挙げられ、2011年の東北地方太平洋沖地震や2007年の能登半島沖地震でもこれを要因とする崩壊事例が報告されている。そのため、盛土内に高い水位が保持されるような箇所を特定することは大規模被害を防ぐ上で重要である。このような箇所を特定する方法として、集水地形等の外的要因に注目して選定する方法が、実務の中でも取り入れられている。一方で、盛土及び基盤の透水性や形状等の内的な特性に着目した選定はこれまであまり実施されてきていない。このことは、材料自体の違いや、盛土形状の違い等の複数の条件を考慮しなければならないこと等が、実用的な選定手法として確立していない理由の一つとして挙げられる。そこで本研究では、盛土内の水位上昇に影響を与えると考えられる、透水係数や盛土及び基礎地盤の形状といった指標について、浸透流解析や模型実験によってそれぞれの水位上昇に対する影響を評価し、その結果を踏まえた盛土内水位予測手法の提案を行っている。また、提案した手法について、実際の道路盛土の水位観測データを用いた検証を行っている。

まず、平野部に位置する道路盛土を対象に非定常浸透流解析を実施し、土の透水係数や盛土及び基礎地盤の形状が盛土内水位高さや水位上昇速度に与える影響を系統的に整理している。その結果、雨量を盛土の飽和透水係数で正規化した値に比例して盛土内の収束水位は増加し、この正規化した値の2乗に比例して水位上昇速度は増加することを示した。また、盛土内水位に大きく影響を与えるパラメータとしては、盛土の飽和透水係数、基盤の飽和透水係数、雨量、基盤厚さであることを明らかにし、基盤厚さが薄くなる場合や、基盤の飽和透水係数が盛土の飽和透水係数よりも低くなる場合に収束水位及び水位上昇速度は増加することを示した。更に、これらのパラメータを用いた盛土内の収束水位、水位上昇速度の推定式の提案を行っている。

また、前述した浸透流解析の成果を踏まえて、盛土中央部を対象としたコラム試験を実施している。実験では、土柱上部に降雨を与え、一定間隔に設置した間隙水圧系及び土壌水分計により、降雨による地盤内水分の時空間変化を調べている。これにより前述した浸透流解析の妥当性を検証するとともに、基礎地盤の飽和透水係数が小さい場合に、盛土内の収束水位が高くなることや、水位低下速度が小さくなることを明らかにしている。加えて、盛土内水位が同じ高さであっても基礎地盤の飽和透水係数が小さい方が盛土内間隙水圧は高くなることも明らかにしている。

続いて、上述した浸透流解析及びコラム試験の成果に国内の降雨条件を考慮することで、実際の道路盛土における盛土内水位上昇量を推定する手法を提案している。本手法は、降雨条件については道路の排水設計等に用いられているTalbot式を用いることで、継続時間が長くなると時間雨量が減少するといった一般的な降雨特性を盛り込んだ手法となっている。また、この手法を用いて、特定の地域の降雨特性と盛土の許容水位を設定することで、要注意箇所該当する透水係数を推定する方法も提案している。提案した推定手法を基に盛土の飽和透水係数と降雨の関係を整理した結果、盛土の飽和透水係数が小さい場合には継続時間が長い時に水位上昇量が大きく、盛土の飽和透水係数が大きい場合は継続時間が短く降雨強度が強い場合に水位上昇量が大きくなっており、透水係数によって影響を受ける降雨条件が異なることを明らかにしている。また、国内で想定される降雨では盛土内の水位上昇がほとんど発生しない盛土の透水係数の範囲が有ることを示している。

また、ここで提案した盛土内水位上昇量の推定手法の妥当性を、実際の高速道路盛土の水位観測データを用いて検証し、提案手法が概ね妥当であることを示している。また、水位観測データから、盛土の飽和透水係数が小さい箇所においては継続時間が長い降雨で水位上昇していることが明らかとなり、これは推定手法で整理した結果と同様の傾向を示している。加えて、短時間に大きく水位変動を示す観測結果は地表面付近やボーリング孔付近の宙水等の影響を受けている可能性があることについても指摘している。

以上のように、本研究では浸透流解析や模型実験によって盛土内に高い水位が保持される条件を明示するとともに、国内の降雨特性を踏まえた実務的な盛土内水位上昇量を推定する手法を提案した。これらの内容は既設盛土の維持管理や耐震性の向上、新設盛土の設計方法の高度化に資するものと考えられる。今後は今回の検討であまり考慮していない保水特性の違いや降雨到達時間の影響等の条件を本研究の内容に加えて整理し、実データと検証をすることでより実用的な評価手法になると考えている。

備考：論文要旨は、和文 2000 字と英文 300 語を 1 部ずつ提出するか、もしくは英文 800 語を 1 部提出してください。

Note：Thesis Summary should be submitted in either a copy of 2000 Japanese Characters and 300 Words (English) or 1copy of 800 Words (English).

注意：論文要旨は、東工大リサーチリポジトリ(T2R2)にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。

Attention: Thesis Summary will be published on Tokyo Tech Research Repository Website (T2R2).

(博士課程)
Doctoral Program

論文要旨

THESIS SUMMARY

系・コース： 土木・環境工学 系
Department of Graduate major in 土木工学 コース
学生氏名： 日下 寛彦
Student's Name

申請学位 (専攻分野)： 博士 (工学)
Academic Degree Requested Doctor of
指導教員 (主)： 高橋 章浩
Academic Supervisor(main)
指導教員 (副)：
Academic Supervisor(sub)

要旨 (英文 300 語程度)

Thesis Summary (approx.300 English Words)

Estimation of water level for the persistent situation or prior to earthquake is crucial for evaluation of seismic performance of road embankments. Screening of embankments vulnerable to earthquake due to the high water level has been made mainly based on geological and geomorphological information. However, for detailed assessment, soil properties, such as permeability and water retention characteristics, and their spatial distribution should be also considered.

Numerical modeling studies and model experiments are conducted to investigate effects of condition of foundation on the water level in the embankment. Variations of rainfall intensity, rainfall duration, thickness of permeable foundation are considered. Parametric study and model experiments reveal that the thinner the foundation thickness or the smaller the foundation permeability, the higher the convergent water level and rise velocity and the lower the drop velocity of water level. Based on these results, this study proposes framework for estimating water level rise velocity and position of water level by considering the permeability of embankment, the permeability of foundation, the thickness of foundation and rainfall intensity.

In addition, this study proposes practical method for estimating position of water level by using the above-mentioned framework and domestic rainfall characteristics. Validations of the proposed estimation methods are conducted by water level observation data of highway embankments. These validations reveal that rise of the water level in an embankment is expected when the permeability of the embankment is small and rainfall duration is long. On the other hand, short but strong rainfall is required for the water level rise when the permeability of the embankment is large. These suggest that influential rainfall conditions are different depending on the permeability of the embankment. This study also reveals that if the permeability of an embankment is sufficiently large, marked rise of the water level hardly occurs under the typical rainfall condition in Japan.

備考：論文要旨は、和文 2000 字と英文 300 語を 1 部ずつ提出するか、もしくは英文 800 語を 1 部提出してください。

Note: Thesis Summary should be submitted in either a copy of 2000 Japanese Characters and 300 Words (English) or 1 copy of 800 Words (English).

注意：論文要旨は、東工大リサーチリポジトリ(T2R2)にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。

Attention: Thesis Summary will be published on Tokyo Tech Research Repository Website (T2R2).