Advances in Geosciences 地球科学前沿, 2015, 5(5), 358-362
Published Online October 2015 in Hans. http://www.hanspub.org/journal/ag
http://dx.doi.org/10.12677/ag.2015.55035

Hans汉斯

Analysis on the Influence Mechanism of Groundwater to the Landslide of Artificial Accumulation Gravel Soil

Taili Zhang[1], Qiang Sun[1], Jinyu Huang[1], Jianbo Wu[1], Zhenghua Liu[2]

[1]Nanjing Center, China Geological Survey, Nanjing Jiangsu
[2]Zhejiang Institute of Geo-Environment Monitoring, Hangzhou Zhejiang
Email: zhangtaili@126.com

Received: Oct. 5th, 2015; accepted: Oct. 23rd, 2015; published: Oct. 29th, 2015

Copyright © 2015 by authors and Hans Publishers Inc.
This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).
http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/
Open Access

Abstract

The stability of landslide is very sensitive to groundwater. The consolidation of artificial accumulation gravel soil is very poor. Groundwater plays an important role in the deformation process as one of the important force. This paper, taking Lin Chuan landslide in Yixian County of southern Anhui Province as an example, analyzes the impact of groundwater on the artificial pile of debris landslide, combining with the formation lithology, topography and geomorphology human engineering activity. The results show that: groundwater increase the sliding force of the landslide by softening, erosion and undercutting the artificial accumulation gravel soil.

Keywords

Groundwater, Artificial Accumulation Gravel Soil, Landslide, Erosion, Undercutting

地下水对人工堆积碎石土滑坡的影响机制分析

张泰丽[1]，孙　强[1]，黄金玉[1]，伍剑波[1]，刘政华[2]

[1]南京地质调查中心，江苏 南京
[2]浙江省地质环境监测院，浙江 杭州
Email: zhangtaili@126.com

收稿日期：2015年10月5日；录用日期：2015年10月23日；发布日期：2015年10月29日

文章引用: 张泰丽, 孙强, 黄金玉, 伍剑波, 刘政华 (2015) 地下水对人工堆积碎石土滑坡的影响机制分析. *地球科学前沿*, **5**, 358-362. http://dx.doi.org/10.12677/ag.2015.55035

摘　要

边坡的稳定性与地下水的关系极为密切，而人工堆积碎石土固结性差，地下水作为重要营力之一，在其变形过程中发挥重要的作用。本文以安徽省南部黟县林川滑坡为例，结合地层岩性、地形地貌、人类工程等方面分析了地下水对人工堆积碎石土滑坡的影响，阐述其触发机制。结果表明：地下水对人工堆积碎石起到软化、冲蚀、掏蚀的作用，使其重力、抗剪强度增加，与滑面的摩擦力减少，碎石土中土体减少，粘度降低，致使滑坡下滑力增加。

关键词

地下水，人工堆积碎石土，滑坡，冲蚀，掏蚀

1. 引言

斜坡的稳定性由其自身的物质成份、结构条件等因素决定，但另一方面与滑坡所受的营力作用相关联，而地下水则是这种营力作用中最普遍最重要的因子之一[1] [2]。根据滑坡自身物质结构和成分的不同，地下水在滑坡变形过程中所起的作用也各不相同。本文将以安徽省黄山市黟县的林川滑坡为例，探讨分析水在人工堆积碎石土滑坡中的作用。

2. 概述

林川滑坡位于安徽省南部黟县西递镇艾丰村林川组北侧，低山区坡脚部位，村路与冲沟之间，坡脚高程 253 m，坡顶高程 399 m，相对高差 146 m，原山体由于灰岩开发，在海拔 277 m 处形成宽 15~30 m 的平台，呈长方形，平台西北侧靠山分布长 28 m，宽 7~17 m 的岩溶洼地，深 1~3 m，平台下部山体总体坡度 42˚，滑体上可见五级台坎，坎高 3~5 m，坡脚坎高约 10 m，坡向 145˚，东侧为冲沟，西侧为削坡形成的陡立斜坡，呈直线坡，高程差 27 m。平台前缘由于民国时期灰岩开挖形成人工废杂堆积厚度达 6~8 m。坡体植被主要为茶叶、农田，覆盖率 20%~50%以上(见图 1) [3] [4]。

3. 滑坡基本特征

(1) 滑坡周界及形态特征

该滑坡在平面上呈半圆形(见图 2)，滑坡长 41 m，前缘宽约 61 m，后缘宽约 31 m，高程差 24 m，厚约 10 m，面积 2500 m^2，规模 2.5 × 10^4 m^3，属于小型，该滑坡主要为松散层及强风化破碎岩体沿与中风化岩体发生滑动，滑体坡度 42˚，坡向 154˚，滑体呈阶梯状，滑面呈弧形，埋深 5~10 m，坡度 51˚，滑带岩性为含粘土碎石，厚约 0.2 m，碎石块度 10~20 cm。该滑坡目前主要威胁 11 户，约 37 人，资产约 100 万元。

(2) 滑体物质结构特征

根据野外勘探资料，结合室内土工试验，滑坡体岩土可分为两类。

1) 区域内松散层厚约 5~10 m，底板埋深 1.6~3.8 m 处岩性为含碎石粘土，土黄色，块度 20~30 mm，最大块度 60 mm，含量 40%~50%，性能松散，无分选性。4.4~10 m 处岩性为含粘土碎石，灰黑色，碎石块度 3~10 cm，最大块度 30 cm，性能松散，无分选性(见图 3)。

2) 基岩主要为寒武系下统大陈岭组($\in_1$d)的炭质硅质页岩和泥质灰岩，炭质硅质页岩，黑色，薄层，结构致密，较坚硬，上部见 4~6 m 的破碎带，块度 2~10 cm，最大块度 20 cm，弱风化；泥质灰岩，灰色，中厚层，岩体结构完整、致密、坚硬，无风化，产状 200˚∠45˚，基裸露区可见岩体破碎，风化强烈(见图 4)。

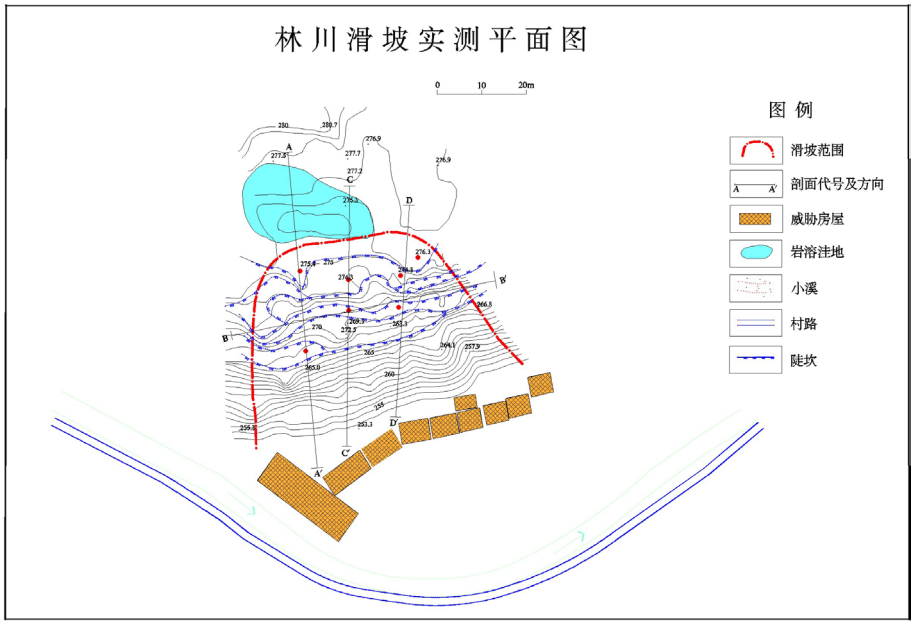

Figure 1. The landscape of Lin Chuan landslide
图 1. 林川滑坡全貌

Figure 2. The whole Lin Chuan landslide
图 2. 林川滑坡

Figure 3. Loose layer characteristics of Lin Chuan landslide
图 3. 林川滑坡松散层特征

Figure 4. Bedrock lithology of Lin Chuan landslide
图 4. 林川滑坡基岩岩性

4. 滑坡变形特征

该滑坡坡脚由于人类工程活动，促使滑坡体变形破坏。其总体变形破坏特征如下：

(1) 滑体西侧坡脚于 1995 年 6 月 15 日连续降雨时，产生滑动，毁坏詹秋农家 2 间房屋；2002 年 6 月 23 日再次滑动时，堵塞河道长度达 60 m，堆积高度 2 m，造成约 15 万的经济损失。

(2) 滑坡坡脚由于建房切坡，形成高陡斜坡，斜坡由于扰动，岩体破碎，风化严重，每年均产生小型崩塌，一般十几方左右。目前主要威胁 11 户，约 37 人，资产约 100 万元。

5. 地下水在斜坡变形破坏中的作用分析

(1) 地下水的补给来源

该斜坡地下水的补给来源主要可分为三大类：一类为降雨：滑坡区潮湿多雨，梅雨季节和台风季节暴雨及特大暴雨频发，多年平均降雨量在 1800 mm 左右。降雨直接通过与斜坡接触面入渗或形成地表径流入渗形成地下水；二类为降雨在斜坡后缘集水坑集聚，逐渐入渗，具滞后性；三类为人工灌溉入渗，滑坡体表部坡面改造，种植蔬菜，村民在种植期内不定期的灌溉入渗，形成地下水。

(2) 地下水与斜坡岩土体的相关性分析

斜坡由原山体灰岩开挖利用后废弃的含碎石粘土、含粘土碎石、碎石，间夹大块石，混杂堆积而成，孔隙发育，结构松散，块石间架空现象明显，渗透性强，从勘探钻进时泥浆无返水，孔壁坍塌，可以判定斜坡孔隙裂隙发育，可以为地下水流通提供通道，畅通的地下水将对斜坡上部土体起到软化作用，重力增加，其次会对斜坡碎石和土体起到冲刷和掏蚀作用，勘查钻孔也显示在 10~12 m 处，发现直径 0.5 m 的空洞。斜坡下部基岩为寒武系下统大陈岭组($\in_1$d)的薄层碳质硅质页岩，层理发育，由于节理切割岩体破碎，呈碎裂结构，地下水在此强风化层面，渗透受阻，形成光滑的下垫面，对上覆岩土体形成浮托力[5]，构成滑面。

(3) 斜坡地形地貌条件与地下水的相关性分析

斜坡顶部为宽缓的平台，面积约 700 km^2，斜坡可见五级台坎，多形成 2~4 m 的平台，总体坡度 42˚。斜坡宽缓的平台可以为降雨入渗形成地下水提供有力条件，其次斜坡总体存在高程差，斜坡陡峻，为地下水渗流提供了动力条件。

(4) 人为因素与地下水的相关性分析

斜坡地处人类密集区，人类活动强烈，坡脚由于居民建房，存在大量削坡，切坡高一般 5~10 m，形成坡度 60˚~80˚的高陡临空面，未采取相应的护坡措施。原有的斜坡结构被破坏，地下水夹带泥水不断从斜坡面渗出，斜坡土体不断流失，使碎石呈架空结构，渗出的地下水也对土体不断软化[6]，易导致坡脚

斜坡发生崩塌。

6. 地下水对滑坡的触发机制分析

降水及灌溉形成的地表水沿着岩土体孔隙裂隙入渗，形成地下水，浸泡土体，使其软化，其次地下水对斜坡土体不断冲刷，导致碎石呈架空结构，松散；地下水在基岩强风化层面受阻，形成饱和的光滑下垫面，在三大因素的综合作用下，斜坡岩土体孔隙水压力及重力增加，抗剪强度降低，导致斜坡岩土体下滑力增加，沿与强风化基岩接触面发生儒滑。此外坡脚由于村民开挖建房，形成临空面，破坏了原堆积体的平衡状态，使坡体下部的支撑力下降[7] [8]，增加了斜坡堆积体的失稳。

7. 结论

斜坡下滑力的增加或抗剪强度的降低，或是在其它物理化学方面的退化，均会导致坡体安全系数的降低，使斜坡向不稳定的趋势发展，而水的作用在滑坡的形成过程中起到了催化剂的作用，加快斜坡失稳的进程。地下水对林川滑坡的影响可以得出以下结论：

(1) 林川滑坡为人工堆积的碎石土滑坡，规模 2.5×10^4 m^3，目前变形迹象不明显，主要在坡体前缘存在小规模的滑塌，推测滑面为中强风化层接触界面，埋深约 10 m，高于地下水水位。滑坡体存在多级陡坎、后缘洼地，由于地表水集聚下渗。因此，地下水对林川滑坡的影响主要体现在地表水入渗过程中与岩土体的耦合作用。

(2) 林川滑坡的主要物质来源为人工堆积碎石土，该类土体性能松散，孔隙裂隙发育，渗透系数较大，其次人工堆积碎石固结能力差，降水在入渗过程中将不断软化及冲刷掏空土体，碎石堆积呈架空结构，同时形成多处空洞，导致斜坡稳定性降低，重力作用将起关键的破坏作用。

(3) 降雨入渗形成的地下水在碰到林川滑坡下部中风化基岩时，渗透性能发生突变，在坡面形成产流，变成光滑的下垫面，上下岩土之间摩擦力降低，对上部岩土体形成浮托力，亦将是导致林川滑坡失稳的因素之一。

(4) 林川滑坡所在边坡，斜坡坡度较陡，超过 40˚，将使地下水水流产生势能，提供动力条件，导致孔隙水动水压力增加，对滑坡起到触发作用。

(5)林川滑坡目前处于基本稳定状态，降雨为主要的诱发因素，因此，地质灾害管理部门应加强林川滑坡的监测，在雨季实施应急避让措施，同时对滑坡顶部洼地进行填埋，禁止农田种植。

基金项目

《皖南黟县地质灾害详细调查》(编号：1212011140010)。

参考文献 (References)

[1] 乔娟, 罗先启 (2005) 水对边坡失稳定的作用机理探讨. *灾害与防治工程*, **2**, 39-43.

[2] 陈近中, 赵其华 (2006) 水－岩相互作用对滑坡的影响. *路基工程*, **2**, 9-11.

[3] 安徽省地矿局第二水文地质工程地质队 (2003) 安徽省黟县地质灾害调查与区划报告.

[4] 南京地质调查中心 (2013) 皖南黟县地质灾害详细报告.

[5] 许建聪, 尚岳全 (2008) 降雨作用下浅层碎石土滑坡解体破坏机理研究. *自然灾害学报*, **3**, 117-124.

[6] 张丽芬, 魏贵春, 曾夏生, 廖武林 (2009) 清江水布垭库岸木竹坪滑坡失稳探讨. *长江科学院院报*, **4**, 13-17.

[7] 徐则民 (2007) 水岩化学作用对斜坡水文地质及滑坡的影响. *自然灾害学报*, **5**, 16-23.

[8] 李明, 唐红梅, 叶四桥 (2008) 典型地质灾害链式机理研究. *灾害学*, **1**, 1-5.