

竹林斜面の諸特性と豪雨による竹林斜面の崩壊挙動の把握

福岡大学大学院 学生会員 大原 史稔

福岡大学工学部 正会員 佐藤 研一 藤川 拓朗 古賀 千佳嗣

1. はじめに 現在、放置竹林が周囲の森林へ侵入・拡大を続けており、竹林面積は年々増加し、森林破壊や土砂災害が多発する可能性が懸念されている。そのため、竹林の植生する地盤の諸特性について調べ、竹林と斜面崩壊の因果関係を明らかにすることが重要である。このような背景の下、著者らはこれまでに竹林斜面の崩壊メカニズムについて把握すべく、まさ土と麻布(竹林の根茎網を模擬)を用いた降雨模型実験を行っており、模擬斜面の密度、細粒分含有率、麻布の配置が崩壊挙動に及ぼす影響について一連の検討を行っている^{1),2)}。本報告では、①竹林が植生する地盤の諸特性と斜面特性、②竹林斜面からサンプリングした試料を用いて降雨模型実験を行った結果について報告する。なお、②については、麻布を竹林の根茎網に見立て、植生位置が崩壊形態に与える影響について検討を行った。

2. 実験に用いた竹林斜面の諸特性及び実験条件

2-1 竹林斜面の諸特性 竹林斜面の土壌の特性について把握を行うため、竹林が植生する数ヶ所の斜面より試料を採取して物理・力学試験等を実施した。図-1に粒径加積曲線、表-1に物理特性を示す。なお、比較のため杉林、まさ土やシラスの結果についても示している。竹林が植生する地盤では、まさ土が分布する地盤に比べ細粒分含有率が高い傾向にあることが分かる。また、竹林斜面にて簡易動的コーン貫入試験を行った結果、竹林が植生する斜面はN値が10以下と比較的軟らかい地盤に繁茂していることが明らかとなった。また、他の樹木が植生する斜面と比較するため、杉林においても簡易動的コーン貫入試験を実施した結果、竹林が植生する斜面と杉林が植生する斜面ではあまり差がないことが確認された。次に、竹林斜面の特性を把握すべく、航空写真及びGoogle Earthを用いて福岡県内に植生する竹林を50箇所抽出し、地形データアプリ(スーパー地形)を用いて、標高と傾斜角を求めた。図-2に傾斜度別の竹林分布、図-3に標高別の竹林分布をそれぞれ示す。その結果、竹林は0~20度と比較的傾斜が緩く標高が0~200m付近に植生しやすいことが分かった。これは、竹は水分要求度が大きい植物であるため土壌中の水分が絶えず確保されている場所に生育しやすいためと考えられる³⁾。

2-2 竹林斜面における斜面崩壊への影響 図-4に竹林模型斜面の概略図を示す。また、斜面内への雨水の浸透挙動を把握するため、模型斜面内P-1~P-4地点に間隙水圧計を設置した。間隙水圧設置位置は概略図中に示す。降雨強度は斜面崩壊が発生しやすくなるとされている50mm/hとした。模擬斜面の試料は、竹林が植生する地点Aより採取した土を用いて作製している。なお、模型斜面密度は $D_c=83\%$ (地点Aにおける現場密度)に設定している。また、採取した土壌には、竹林の根系が多数混入されていたため、実験では、採取土壌中の根茎を取り除き、著者らの研究成果を基に、竹の根茎網の模擬材料として目合い約3mmの麻布を用いている^{1),2)}。なお、麻布は竹林の根茎網が斜面表層より浅い部分を横に伸びていることを考慮して模型斜面では表層より2cmの部分に敷設している⁴⁾。麻布の配置は、

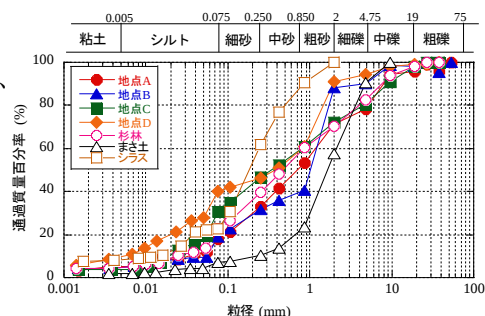


図-1 粒径加積曲線

表-1 物理特性

		初期含水比 w_0 (%)	土粒子の密度 ρ_s (Mg/m ³)	細粒分含有率 F_c (%)	強熱減量 I_g -loss(%)	換算N値
竹林	地点A	31.8	2.616	17.9	7.7	2.3
	地点B	60.5	2.641	18.9	12.8	3.5
	地点C	14.6	2.615	30.7	8.9	—
	地点D	40.9	2.608	41.5	13.3	—
杉林	—	23.2	2.723	22.2	14.1	4.6
まさ土	—	8.7	2.642	6.9	2.9	—
シラス	—	—	2.390	29.7	4.8	—

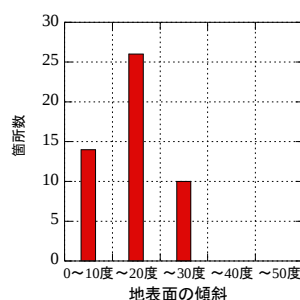


図-2 傾斜度別竹林分布

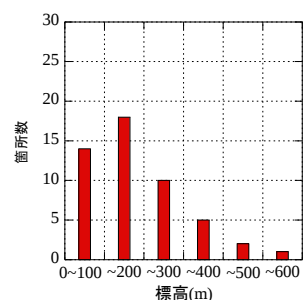


図-3 標高別竹林分布

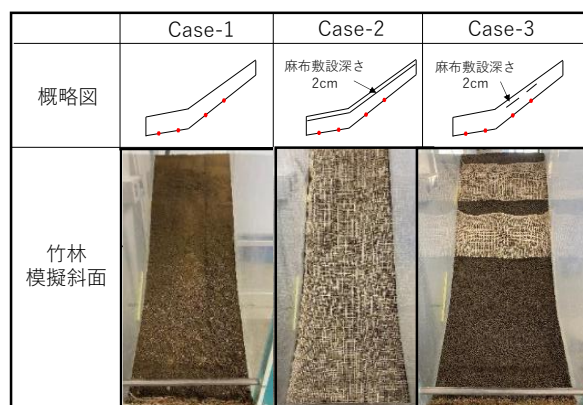


図-4 模型斜面概略図

①竹林が植生していない斜面(麻布の敷設なし)、②麻布を斜面全体に敷設し、竹林が斜面全体に植生している斜面、③麻布を斜面 2 ヶ所に敷設し、竹林が不連続に植生している斜面を模擬した。

3. 実験結果及び考察 写真-1 に崩壊前の様子、写真-2(a)～(c)に各 Case の崩壊後の様子、図-5 に斜面上部に設置した P-1 地点における各 Case の間隙水圧の挙動、図-6 に間隙水圧が発生しやすいとされる遷急点付近の各 Case の P-3 地点における間隙水圧の挙動を示す。その結果、間隙水圧計設置付近で

は 0.5kPa 前後とあまり差はみられ

ないものの、3つの Case の中で Case-1 の麻布を敷設していない(=竹林が植生していない)時が降雨開始より斜面崩壊に至るまでの時間が最も短い結果となった。これは、降雨開始から短い時間で深層部分まで降雨が浸透し、斜面の安定力が失われたことが原因と考えられる。崩壊規模は、斜面の上部に源頭部が現われ、源頭部を境目に斜面部全体が崩れる崩壊となった。Case-2、Case-3 に関しては Case-1 の麻布を敷設していない条件と比較し、水圧が発生するまでに時間を要する結果となった。これは、麻布を敷設したことにより降雨が麻布と土との間を水みちとして流れたことが要因ではないかと考える。Case-2 は Case-1 に比べ、崩壊発生までに 2 倍の時間を要したが、竹林が植生する Case-2 においては斜面地盤の飽和や降雨により根茎網(麻布)自体が保水し自重が増加したことで、大規模崩壊(深層崩壊)に至る結果となった。しかし、Case-3 のように竹林の分布が局所化することで崩壊規模も小さくなり表層崩壊が生じることが分かった。この崩壊規模については、図-7 に示す PIV 解析結果からも崩壊形態に違いが確認できる。以上の結果より、竹林の植生位置は崩壊形態や崩壊発生までの時間に影響を及ぼすことが示唆された。今後は竹林斜面の土地の形状等も考慮し竹林斜面の再現性を高め、斜面崩壊への影響について照査を行う必要があると考える。

4. まとめ

竹林が植生する地盤の諸特性と竹林斜面の崩壊挙動に関する実験的検討より得られた知見を以下に示す。

①竹は比較的標高が 0～200m と低く傾斜角の緩い(0～20 度)場所に植生しやすい。

②竹林斜面は、竹林の植生位置によって崩壊形態や発生時間に影響を及ぼすと考えられる。

【参考文献】1) 日浦ら：都市周辺山麓部の放置竹林の拡大にともなう土砂災害危険性, Journal of the Japan Landslide Society, pp.323-334, 2004. 2) 高口ら：豪雨による竹林斜面の崩壊と根茎網の影響, 第 8 回土砂災害に関するシンポジウム論文集, pp.151-156, 2016 年 9 月. 3)徳永ら：竹林と環境, 京都教育大学環境教育研究年報第 15 号, pp99-123, (2007). 4) 「竹害」はどうして起こるのか？日本の放置竹林の現状と課題, URL: https://bambooroll.jp/blogs/study/bamboo_utilisation. 2021 年 9 月 7 日.

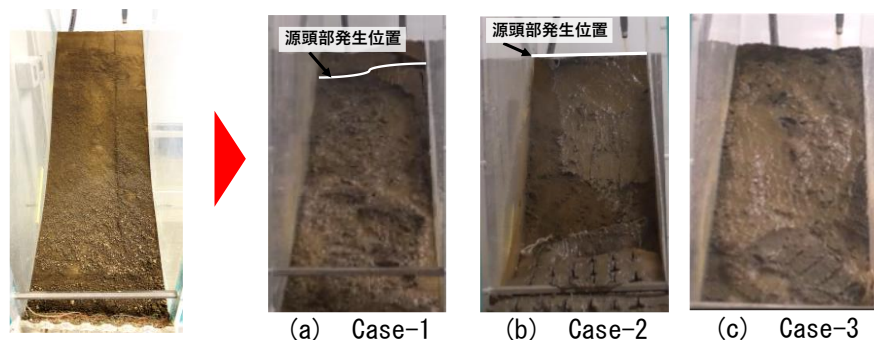


写真-1 崩壊前の様子

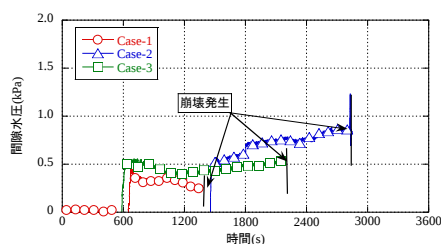


図-5 P-1 地点における間隙水圧の挙動

写真-2 崩壊後の様子

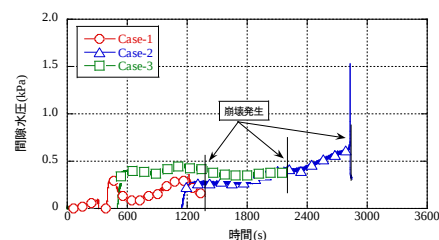


図-6 P-3 地点における間隙水圧の挙動

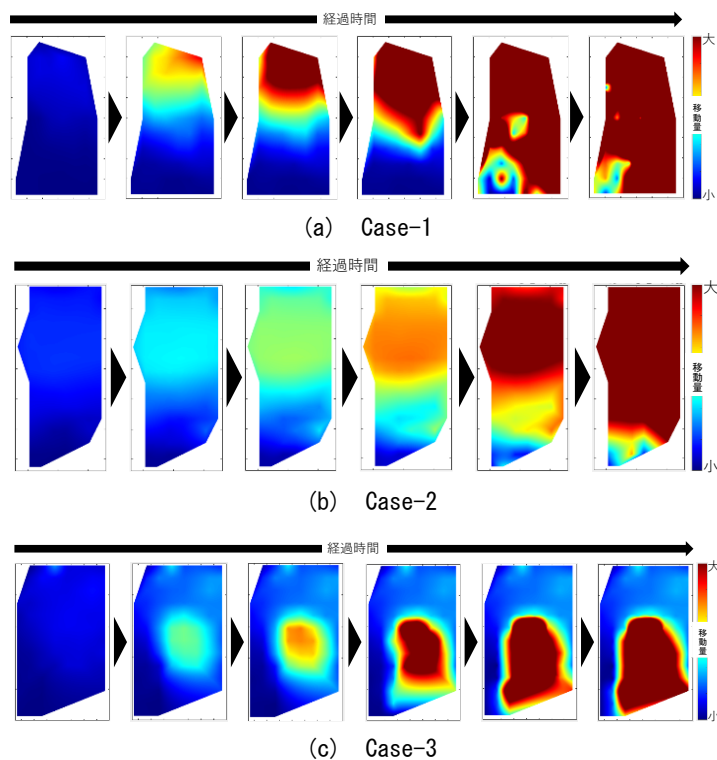


図-7 PIV 解析結果