

線形地盤条件における地震応答解析を用いた樹木振動が
せん断応力に与える影響

The influence of the tree vibration on the shear stress using the
seismic response analysis under the linear ground conditions

○辻本彩名, 中島悠斗, 田中宣多

Ayana TSUJIMOTO, Yuto NAKASHIMA, Yoshikazu TANAKA

1. はじめに

樹木根系は、土のせん断強度を増加させる効果がある(例えば, 阿部, 1996)。平成30年北海道胆振東部地震では、広範囲で樹木を伴って斜面が崩壊した。地震のような大きな外力を受ける場合、樹木による斜面安定効果は限定的な可能性がある。本研究では、斜面崩壊発生地と植生分布の関係を明確にすること、地震応答解析において根系周辺地盤に生じる最大せん断応力を樹木の有無で比較することを目的とした。

2. 研究方法

解析は、ArcMap 10.8.1(Esri社)を使用し、地理情報(国土地理院)、崩壊箇所(株式会社地域環境計画)、植生分布(環境省)の情報公開されているデータを使用した。地震応答解析は、表層地盤と樹木を各質点として線形条件とした。地盤は水平地盤とし、質点系地震応答解析の運動方程式は、以下の式を用いた。

$$[m]\{\ddot{x}\} + [c]\{\dot{x}\} + [k]\{x\} = -[m]\{1\}\ddot{y} \quad (1)$$

ここで、 $[m]$ は質量マトリクス、 $[c]$ は減衰マトリクス、 $[k]$ は剛性マトリクス、 $\{\ddot{x}\}$ は加速度ベクトル、 $\{\dot{x}\}$ は速度ベクトル、 $\{x\}$ は変位ベクトル、 \ddot{y} は地震加速度、 $\{1\}$ はすべての成分が1のベクトルを表す。樹木は、対象地に植栽されている針葉樹とした。表層地盤のパラメータは、表1に示す値とした(王ら, 2019)。樹木のパラメータは、表2に示す値とした(澤田, 1983; 水井・畠山, 1984; 中川木材産業株式会社)。解析条件として表層地盤は、幅1m、奥行1m、層厚2mとした。表層地盤の樹木を1本と仮定し、樹高は20mとした。強震データの加速度時刻歴を図1に示す。入力地震動は、厚真町京町役場で観測された気象庁の強震観測データを用いた。

表1 表層地盤のパラメータ
Table1 Parameters of surface
ground

項目	数値
N値	5
層厚 m	2
せん断剛性 kN/cm	25.9

表2 樹木(針葉樹)のパラメータ
Table2 Parameters of tree
(Conifer)

項目	樹木
胸高直径	26
ポアソン比	0.4
比重	0.53
質量 t	0.59
平均曲げヤング率 kN/cm ²	1.03×10 ³
せん断剛性 kN/cm	97.56

3. 結果

斜面崩壊発生地と植生の関係を図 2 に示す。広葉樹は、崩壊地面積の約 6 割、針葉樹は約 3 割であった。樹木の有無による地震応答解析の結果を図 3 に示す。図 3 は、入力波の 30 秒から 45 秒の間におけるせん断応力を抽出した。樹木がある場合の最大せん断応力は、 2112 kN/m^2 、樹木がない場合は 1115 kN/m^2 であった。樹木を考慮した地盤の最大せん断応力は、樹木を考慮していない地盤よりも大きくなった。

4. まとめ

本研究は、斜面崩壊発生地と植生の関係を明確にすること、地震応答解析において水平地盤に生じる最大せん断応力の違いを樹木の有無で比較することを目的とした。結果を以下に示す。

- ・斜面崩壊地域において、広葉樹は約 6 割、針葉樹は約 3 割を占めていた。
- ・樹高 20 m の樹木を考慮した表層地盤の最大せん断応力は、樹木を考慮しない表層地盤よりも大きくなった。

謝辞 研究の一部は、科研費 JP24K17348 を受けて実施した。ここに記して謝意を示す。

参考文献 阿部和時，原位置一面せん断試験によるスギ根系の斜面崩壊防止機能の研究，日本緑化工学会誌，22 卷 2 号 p 95-108, 1996. 国土地理院ウェブサイト，https://nlftp.mlit.go.jp/cgi-bin/isj/dls/_choose_method.cgi(参照 2025 年 4 月 24 日)。株式会社地域環境計画ウェブサイト，<https://www.chiikan.co.jp/iburi/>(参照 2025 年 4 月 24 日)。環境省ウェブサイト，https://www.biodic.go.jp/kiso/vg/vg_kiso.html#mainText(参照 2025 年 4 月 24 日)。

王功輝，古谷元，渡部直喜，土井一生，馬寧，平成 30 年北海道胆振東部地震による土砂災害の特徴，京都大学防災研究所年報，第 62 号，2019. 水井憲雄，畠山末吉，カラマツ人工林の台風被害と耐風性，北海道林業試験場研究報告，第 22 号，1984. 澤田，木材の変形挙動，材料，第 32 卷，第 359 号，1983. 中川木材産業株式会社ウェブサイト，<https://wood.jp/7-mokuzai/exmk/>(参照 2025 年 4 月 24 日)。

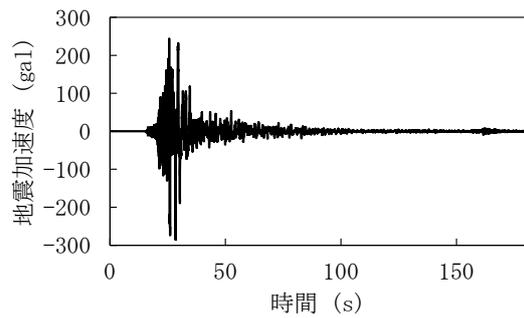


図 1 厚真町京町役場の加速度時刻歴
Fig.1 Acceleration time history of Atsuma Kyomachi Town Hall

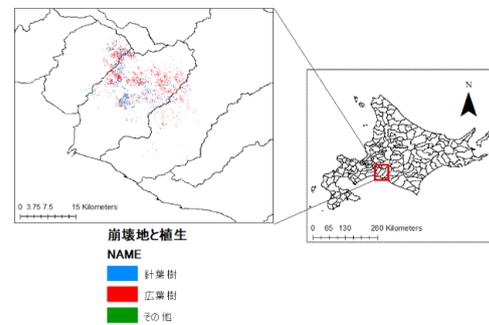


図 2 斜面崩壊発生地と植生
Fig.2 Slope Failure areas and vegetation areas

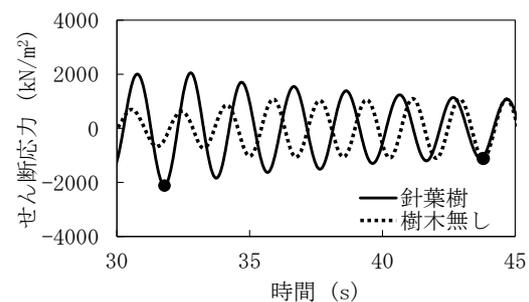


図 3 樹木の有無による最大せん断応力
Fig.3 Maximum shear stress with and without trees