

東海大学工学部 学生員○大塚 泰洋, 南條 勇太
東海大学工学部 正会員 杉山 太宏, 赤石 勝

1. まえがき

地球環境問題への意識が高まる中、道路工事や宅造工事で出現する法面は、地形改変を露呈する土木工事の痕跡として最も人目にさらされやすいこともあって、これまでの法面緑化工法に変わる景観に配慮した斜面補強工や在来種による法面緑化技術（樹林化）の開発が盛んに行われている。著者らは、のり面の樹林化に関する基礎的研究として、樹木根系による斜面補強効果の検討を行ってきた^{1,2)}。これらは、根系ならびに根系を含む土の強度と樹木の振動による地盤応答特性に大別される。本研究は、風による樹木の揺れが地盤にどう影響するのかを調べるために昨年度実施した後者の継続として、突き固めた砂の土槽に設置した模型樹木を自由振動させ、模型樹木と地表面の加速度応答を測定した。模型樹木の形状や地盤の硬軟が応答性に及ぼす影響を調べるとともに、実樹木（幼木）でも実験を行って模型実験との比較を試みた。

2. 実験方法

室内土槽実験には、昨年度関東ロームで使用した装置を利用して同じ実験条件で行った。実験概要を以下に述べる。

2.1 室内土槽実験²⁾

風で揺れる樹木を室内試験でモデル化するために、幹部には2倍発砲塩ビの角材(10mm×12mm, ヤング係数 $E=1800 \text{ kgf/cm}^2$)を採用し、根系部は根鉢を形成し抵抗するものとして、直径を変え円形に切り出したベニヤ板(厚さ 5mm)を使用した。角材とベニヤ板を強力接着剤で固定し樹木の根幹とみなした。

実験装置の模式図を示したのが図-1である。樹幹モデルを土槽($\phi 300\text{mm} \times h110\text{mm}$)に設置し、釣糸でつり下げた 286g のおもりで初期変位 y を与えた後、釣糸をはさみで切断して自由振動させ、樹幹部と地表面に設置した計3つの加速度計(図中1,2,3)で加速度を測定した。計測時間は 2sec 間でサンプリングタイムは 1msec である。根鉢を模したベニヤ板の直径 $d=10, 20, 26\text{cm}$, 根鉢の深さ $h=5, 7, 9\text{cm}$ (地上部の樹幹部長さ 41cm) の各3種類としてこれらを組み合わせた。地盤材料は最適含水比で突固めた豊浦標準砂で、突固め回数 $N=50, 25$ 回である。

2.2 実樹木振動実験

室内実験と同様、強制的に人力で樹木を振動させるために、大学構内に約1年半前に苗木で植樹されたツバキの幼木(高さ 2.0m, 根元直径 5cm)を選定した。図-2に示すように、地表面から 1m の風心点³⁾に風糸を結び、荷重計を介して引張力 $P=1, 2, 3\text{kgf}$ を与えて風糸を切断し樹木から 3cm と 9cm の加速度応答を測定した。地盤はローム質の盛土で硬度等調べていないが、かなり締まった状態であった。

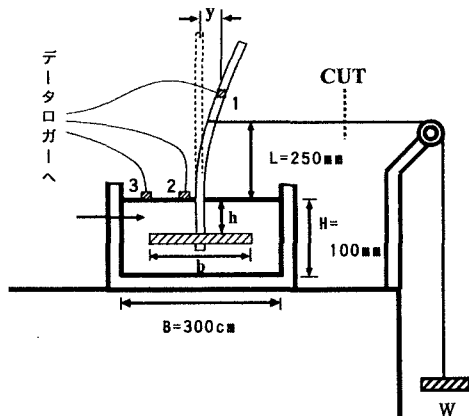


図-1 実験装置の模式図

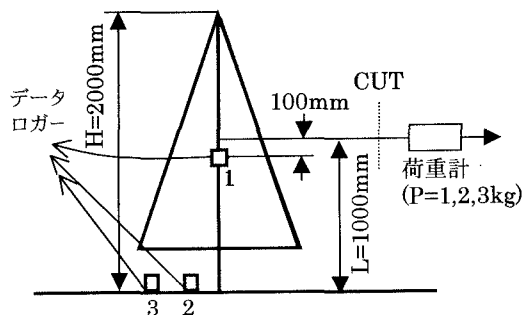


図-2 実樹木振動実験

キーワード：風荷重、加速度応答、法面緑化、樹林化

連絡先：〒259-1207 平塚市北金目 1117 東海大学土木工学科 TEL 0463-58-1211 FAX 0463-50-2045

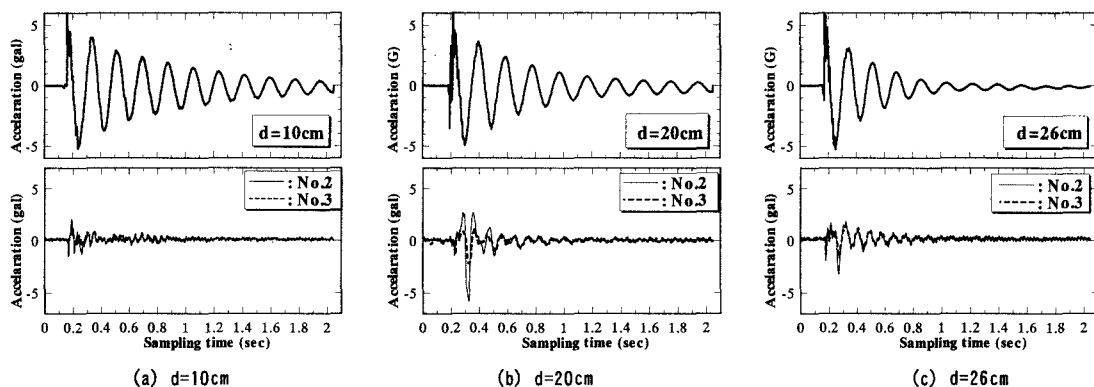


図-3 室内模型実験の根鉢直径による加速度波形の比較（地上部長さ41cm, h=9cm）

3. 実験結果と考察

模型実験結果の一例としてN=50回、深さh=9cmで直径dの異なる加速度波形を示したのが図-3である。各図において、上図は樹幹部のNo.1、下図の実線は樹幹部から1cmに設置したNo.2、破線が7cmに設置したNo.3の測定結果である。樹幹部加速度波形の最大加速度と周期は、直径によらずほぼ等しく減衰自由振動をしているのに対し、地表面では直径20cmの最大加速度が最も大きくなっている。また、6cm測定距離を離れたNo.2とNo.3の波形に大きな違いが認められず、この点は関東ロームと異なる。根鉢深さが浅い場合でも同様の傾向であった。

図-4は、突固め回数25回のNo.2で測定した最大加速度と根鉢直径の関係を標準砂と関東ロームで比較したものである。標準砂の最大加速度はロームの1/2以下と小さい。地震時において粘性土はその粘性により振動を増幅させると言われるが、この図から地盤による応答の違いが明らかである。また、いずれの地盤でも根鉢深さhは地表面加速度に影響しないことがわかる。なお、直径20cmの加速度が最も大きな値を示しているが、これが直径の違いによるものか実験装置の形状等が関係しているのか現時点では不明である。両地盤とも突固め回数50回の結果は図と大きな違いはなかった。

図-5と図-6は、引張力P=1kgfと3kgfで測定したツバキ幼苗の加速度波形である。これを風速に概算すると1.7m/secと5.1m/sec程度であるが、P=3kgfの初期変位は載荷点で約20cmにもなり樹木は大きく撓っていた。室内模型実験とは振動モードが異なること、Pに比例して地盤の応答が増加することがわかるが、樹木の種類や地盤種別との関係など更なるデータの蓄積が必要である。

4. あとがき

地盤による加速度応答の違いが明らかになった。実樹木のデータの蓄積と実際の風荷重による応答を調べ、工学的立場から根の補強効果に関する検討を継続して行きたい。

参考文献

- 1) 前田, 杉山, 赤石: 樹木の引抜き抵抗に占める根系の引張強度, 第25回関東支部技術研究発表会(VII), pp.1024-1025, 1998.
- 2) 原, 前田, 杉山, 赤石: 風荷重を想定した模型樹木による室内振動実験, 第26回関東支部技術研究発表会(VII), pp.1114-1115, 1999.
- 3) 菊住 昇: 樹木根室図説, 誠文堂, pp.101-111, 1980.

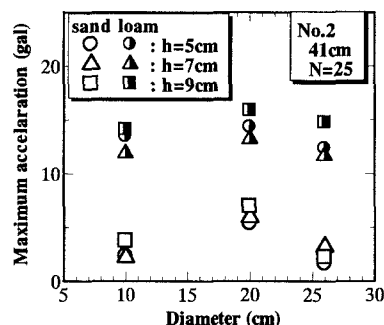


図-4 根鉢直径と最大加速度の比較

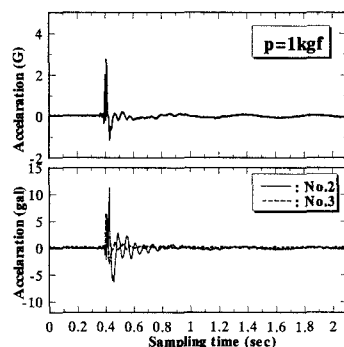


図-5 ツバキ幼苗の波形(P=1kgf)

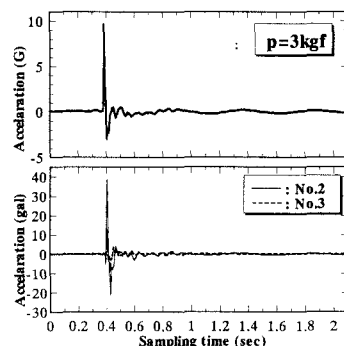


図-6 ツバキ幼苗の波形(P=3kgf)