

1. はじめに

都市近郊域において緑豊かな斜面は、残された数少ない緑の空間として貴重な存在である。したがって、緑の空間を残した急傾斜地崩壊防止工法が望まれているが、樹木群の斜面安定に対する評価はなされていないのが現状である。樹木が斜面の安定に及ぼす影響の観点から着目すると、樹木の根系については、補強土効果が想定される反面、地上部においては、樹木の風による転倒や、地上部の自重などによって斜面を不安定にする効果も予想される。また他方で、のり砕工法などに代表される樹木を残した急傾斜地崩壊防止工法等において、工事に伴う樹木根系の損傷による枯死を防ぐためには、樹木の根系分布を把握する必要がある。本研究では樹木の根系分布モデル等を用いて樹木群を考慮した斜面の安定評価手法等を検討した。

2. 研究方針

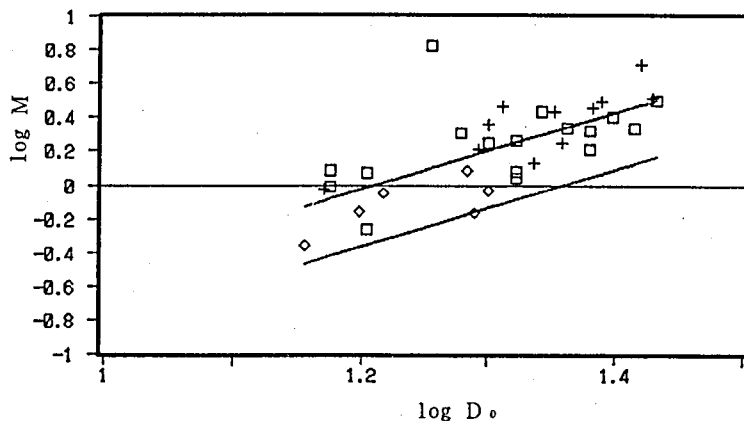
2. 1 研究の目的

研究の目的は①樹木の根系分布を把握することにより工事に伴う樹木根系の損傷による枯死を防ぐ参考にする、②風倒危険木の発見が可能になることにより、除伐等の対策の参考とすること、③樹木群を有することにより、斜面の安定性がどのような影響を及ぼすのか検討することにより、緑の空間を残した工法を選定する際の一助とすること、の3点である。

3. 検討方法及び結果

①根系の分布の状況推定<sup>2)</sup>、②樹木の転倒モーメントの算定、の検討方法については既に報告<sup>1)</sup>しているので本報告では割愛し、②の結果および、③樹木群の根系のせん断抵抗力を加味した安定解析、について記述する。

3. 1 樹木の転倒モーメントの算定



回帰式として、  
 $\log M = -0.76 + 2.28 \cdot \log D_0$   
 (相関係数  $R^2 = 0.476$ )  
 下限式として  
 $\log M = -0.10 + 2.28 \cdot \log D_0$   
 ここに、  
 M : 転倒モーメント (m·t)  
 D<sub>0</sub> : 根元直径 (m)  
 を得た。これにより斜面上の  
 樹木の転倒モーメントを推定できる。

□ 玉手の実験 + 本実験 ◇ 砂防研究室の実験 -- 回帰式 --- 下限の式

図-1 樹木の転倒モーメントの算定

3. 2 樹木群の根系のせん断抵抗力を加味した安定解析方法

下記の転倒のモーメント式と実験値を比較した結果、良好な結果が得られた。

$$M = M_w + M_s + M_t$$

$$= (2/3 \cdot \pi \cdot R^3) \gamma \sin \theta \cdot R + (2/3 \cdot \pi \cdot R^3) \gamma \cos \theta \tan \phi \cdot R + P_t \cdot R \cdot \tan \phi$$

ここに、

M : 転倒モーメント

M<sub>w</sub> : 土塊の自重による抵抗モーメント

M<sub>s</sub> : 土塊のせん断抵抗によるモーメント

M<sub>t</sub> : 樹木根の抵抗モーメント

P<sub>t</sub> : 発揮される樹木根系の軸力の総和

R : 転倒半径 (実験結果より概ね根元直径の3~4倍なので一律に3.5とした)

θ : 斜面勾配

- $\phi_s$  : 土の内部摩擦角 (45° と仮定)
- $\phi_r$  : 根と土の内部摩擦角 (45° と仮定)
- $\gamma$  : 土の単位体積重量 (1.5t/m<sup>3</sup>と仮定)

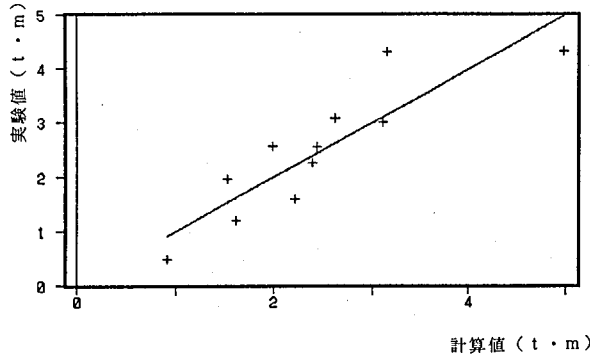


図-2 転倒モーメントの実測と計算値の比較

### 3. 3. 2 樹木を考慮した安定計算

転倒実験との比較からも良好な結果が得られたので、これらから無限長斜面式の安定計算をおこない、安全率を算出した。安全率F.Sを以下のように定義する。結果の詳細は、当日おこなう予定である。

$$F.S = \tau_r / \tau$$

$$\tau = (\gamma \cdot H + W_w) \cdot \sin \theta \cdot l/S$$

$$\tau_r = (\gamma \cdot H + W_w) \cdot \cos \theta \cdot l/S \cdot \tan \phi_s + P_t \cdot \tan \phi_r$$

$\tau$  : せん断抵抗力

l/S : 樹木一本あたりの水平に投影した林床面積 (Sは樹木密度)

$W_w$  : 樹木地上部の重量<sup>6)</sup>

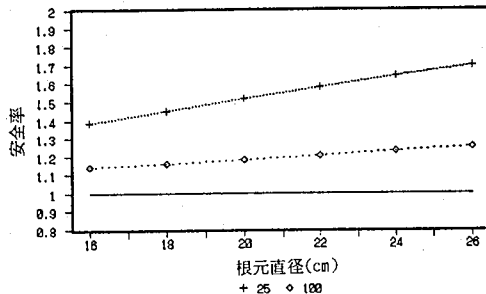


図-3 Nc値=10の深さ別の安定計算例  
( $\phi_s=45^\circ$ 、粘着力=0、 $\theta=45^\circ$ 、樹木密度1本/m<sup>2</sup>を仮定)

表-1 1m<sup>2</sup>面積で一本の樹木根系によるせん断抵抗力の増分(kgf)

		地表からNc=10の土層までの深さ(cm)			
		25	50	75	100
樹木の根元直径 (cm)	16	0.117628	0.130550	0.142790	0.154468
	18	0.142756	0.155360	0.167235	0.178504
	20	0.169704	0.182022	0.193594	0.204543
	22	0.198346	0.210400	0.221710	0.232395
	24	0.228577	0.240383	0.251459	0.261916
	26	0.260307	0.271879	0.282740	0.292995

### 4. 今後の課題

今年度までに、樹木の根系分布の把握から、工事に伴う樹木根系の損傷による枯死を防ぐために根元直径の3~4倍の半径をもつ範囲に留意すること、風倒危険木の判別のための転倒モーメントの計測、樹木群を有する斜面のせん断抵抗力の増分の試算等の検討をおこなった。

これらが実際の推定が現実の施工の場で有効かどうかの確認はまだなされていないので、来年度以降、現地斜面における試験施工と現地観測等を通じてこの確認及び樹木群の存在を目的とした新工法の開発をおこなうことが必要である。

### 参考文献

- 1) 藤平他：樹木根系を考慮した斜面安定評価手法の検討-Ⅱ、緑化工学会研究発表会、1996
- 2) 藤平他：樹木根系モデルの作成、砂防学会研究発表会、1996
- 3) 二見他：樹木根系を考慮した斜面安定評価手法の検討-Ⅰ、緑化工学会研究発表会、1996
- 4) 蒲原潤一也：樹木根系の予測モデルに基づいた斜面の安定度評価手法の検討、砂防学会研究発表会概要集pp107-110、1994
- 5) 塚本良則他：樹木根系による斜面安定効果の評価手法に関する研究、昭和60. 61年度文部省科学研究費補助金(試験研究1)研究成果報告書、1986
- 6) 菊庄昇：新装版樹木根系図説、誠文堂新光社、pp127、135、1987
- 7) 土木研究所砂防研究室：立木の衝撃力緩和効果に関する試験報告書、土研資料、昭和63年2月
- 8) 二見他：樹木根系を考慮した斜面安定評価手法の検討、緑化工学会研究発表会、1995