

VII-174

樹木根系の引張強度試験

大成建設（株） 正会員 ○前田 浩之助
東海大学工学部 正会員 杉山 太宏
東海大学工学部 正会員 赤石 勝

1. まえがき

樹木根系が斜面の土をしっかりと拘束すれば、法面補強効果が期待できる¹⁾。しかし、これまでの土木工事による斜面緑化には、草本類が主に使用され、樹木（特に高木）の積極的な利用はなされていない。これは、樹木が大木化すると風による振動で地盤を緩めるという要因を重視しているためと思われる。しかし、根系の緊縛力により土のせん断強度を増加させる補強効果が、どのような条件（例えば樹高、樹種、風速など）で消失するのか明らかにされていない。既往の研究の多くは、土と根の複合体としての強度から根系の抵抗力を推定する方法が主体であって、根系自体の強度を調べた事例は多くない。

本報告では、根系による斜面補強効果を調べるための前段として、単一根の引張抵抗力を調べることを目的に樹種の異なる根の引張強度試験を行い、その違いについて検討した。

2. 根系の引張試験装置と試験方法

引張強度試験は 10mm 以下の根系を対象とした。これは、斜面崩壊地の残存根を調査した既往の研究において、残存する根のほとんどが直径 1cm 以下で、数 mm 程度のものが卓越したという報告が多い²⁾ためである。

(a)試験装置：一般に材料の引張試験では、材料の両端を破断するまでしっかりと拘束し、試験中のスベリや拘束による材料の劣化を防ぐことが、試験における最も重要なポイントとなる。例えば、均質な材料の紡績糸では、“一般紡績糸試験方法（JIS L 1095(1990)）”として試験法が基準化されているが、ドラムに巻き付けるなど機関ごとにスベリ防止の工夫がされている。Abe ら³⁾、E.R.Burroughs ら⁴⁾は、根系の引張試験装置自体を製作しており、Abe らは、根の両端を鉄パイプに通し接着剤で固結することで、直径 10mm までの試験結果を報告している。

本報告で使用した試験装置は、図-1 に示す一般的な材料引張試験機（島津製作所 AUTOGRAPH(AG-E 10t)）で、根系を拘束するつかみ部は、図-2 のように平チャック型の既製品である。平チャックの間隔は締付けネジで調整するが、根系を直接固定し試験を行ったところ、締付けの強弱により試験の途中で抜けたりつかみ部で切断してしまい信頼できるデータが得られなかった。根系の両端に針金を巻いたり早強セメントで固結してみたが、2～3mm の直径までが限界であった。そこで Abe らの方法を参考に、

アルミパイプに挿入した根系をエポキシ系の接着剤で固めることにより、以下の方法で試験を行った。

(b)試験方法：試験には樹齢 30 年前後のイヌシデ⁵⁾、アメリカフー、アカマツの根系を使用した。採取した根系は、乾燥しないようポリ袋に入れ暗所に保管した。直径の異なる根系を長さ 20cm 程度に切断し、両端数 cm をドライヤーで乾かした後、アルミパイプと根系を接着剤で固めて 1 昼夜水中養生した。上下つかみ部の間隔が 10cm となるよう試験機にセットして、引張速度 10mm/min で引張力を加え、切断までの引張抵抗力と伸張量ならびに切断部の皮付き直径をノギスで測定した。また、それぞれ 3 ヶ月間水中養生と気乾した根系でも同様に試験を行い、引張抵抗力の変化を調べた。

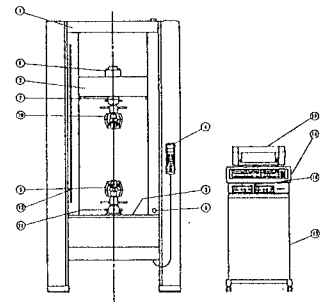


図-1 材料引張試験機

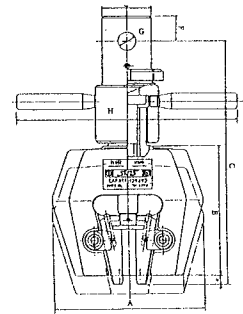


図-2 つかみ部

キーワード：樹木、根系、引張強度

連絡先：〒 259-12 平塚市北金目 1117 東海大学土木工学科 TEL 0463-58-1211 FAX 0463-58-2045

3. 実験結果と考察

図-3は、一昼夜水浸した全根系の引張抵抗力 T ならびに切断時の伸張量 L と切断部直径 D の関係を両対数紙上にプロットしたものである。7mm 以上の根のほとんどは、試験中につかみ部から抜けたり、つかみ部で切断したりして結果が得られなかった。しかし、6mm 以下では約 7～8 割の成功率であった。ばらついたデータであるが、引張抵抗力は直径と相関性が認められ、これは樹種により異なるようである。最小二乗法により回帰した直線と係数を図中に併記したが、針葉樹のアカマツの抵抗力が他（広葉樹）と比較して小さいことが注目される。一方、切断時の伸張量は、10mm 程度で樹種によらない。供試根の長さはいずれも 10cm と同じであることから、アカマツは抵抗力だけでなくいわゆる剛性も低いことを示す結果である。

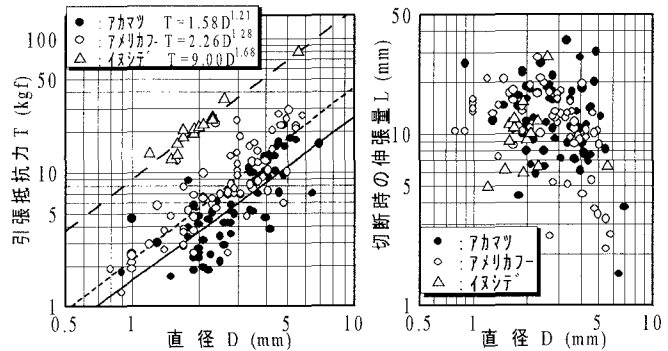


図-3 引張抵抗力、伸張量と直径の関係（一昼夜水浸）

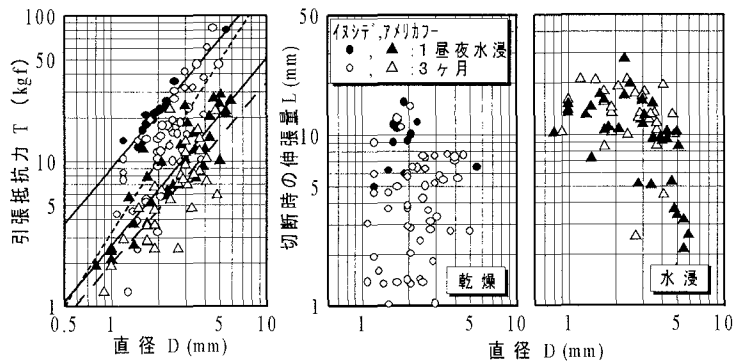


図-4 一昼夜水浸と3ヶ月気乾燥・水浸した根系の比較

伐採され残った切株の根系は、月日の経過とともに朽ちて、5年以内に腐ることが調べられている^{1)・4)}。そこで、3ヶ月間気乾燥・水浸した根系と一昼夜水浸したものを比較したのが図-4である。養生方法の違いによらず、引張抵抗力は低下している。また、水浸養生の伸張量は、ほとんど変わらないが気乾した根系では著しく低下することがわかる。法面の維持管理において自生した樹木は、根株を残し伐採されることが多い。根系の抵抗力の低下とともに地盤のせん断強度を低下させる可能性もあるので、維持管理には注意が必要と考えられる。図-5は、アカマツの引張抵抗力を中根⁶⁾の結果（15年生）と比較したものである。樹齢や生育環境の違いからか本試験では、全体的に小さい結果となった。

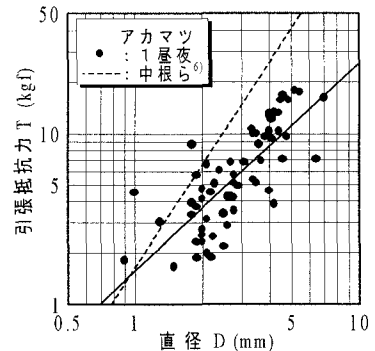


図-5 既往の結果との比較

4. あとがき

樹木の根系は樹種毎に異なり、また生育環境にも影響されるため、今後はより多くのデータを収集し、根系による法面補強効果について検討していく予定である。本研究は、平成9年度文部省科学研究費（奨励研究(A)09750582）の補助を受けて行った。ここに謝意を表す。

参考文献：1) 塚本良則：樹木根系の～，東京農工大演習林報告，No.23，pp.65-124，1987。2) 野々田他：根系の引張強度～，日林誌，Vol.76，No.5，pp.456-461，1994。3) 前田他：樹木の引抜き抵抗に～，関東支部第25回技術研究発表会，pp.1024-1025，1998。4) K.Abe et al.：An Evaluation of ～，J. Jpn. For. Soc. Vol.68，No.12，pp.505-510，1986。5) E.R.Burroughs,Jr. et al.：Declining root strength ～，USDA Forest Service. Res.Paper. INT-190. 1997。6) 中根他：アカマツの山火枯死～，日林誌，Vol.65，No.5，pp.155-165，1983。