

森林総合研究所 ○阿部和時
 " 真島征夫
 " 水谷完治
 静岡県林業技術センター 森 充

1 はじめに

樹木根系がもつ斜面崩壊防止機能を、主要造林樹種であるスギを対象にして、その根の表層土中での分布状態と根による表層土の土質力学的な強度補強の両面から捉えて定量的に評価する方法を考案した。さらに、この手法をスギ林の斜面安定計算に適用し、スギ林の果たす斜面安定機能を検討した。

2 スギ林の斜面崩壊防止機能の評価方法

スギ根系による斜面崩壊防止機能を、スギ根系の分布状態を表す「スギ根系分布再現モデル」と樹木の根による土のせん断抵抗力補強強度を表す「根系補強モデル」を用いて、図1に示す手順で評価する方法を考えた。

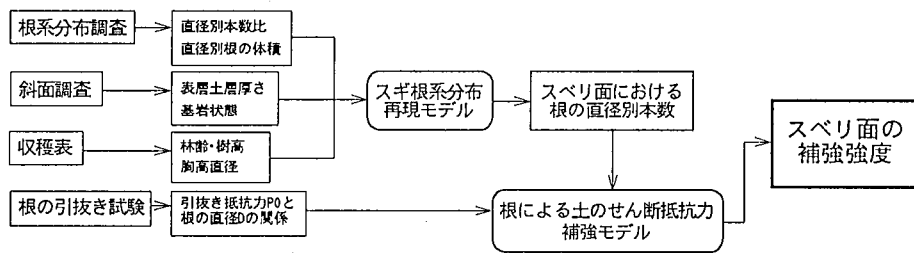


図1 スギ根系による土のせん断抵抗力補強強度を推定する方法

2.1 スギ根系分布再現モデル

図1の中で用いているスギ根系分布再現モデル(図2)は、5地域で15本のスギについて根の分布状態の調査を行っていただいた、深さ方向の分布はワイブル分布に従うこと、直径別の根の本数割合と直径別の根の体積は一次対数関数で示されること等の規則性や、根系量に関する相対生長曲線式によって構成されている。その特徴は、樹高・胸高直径・根の最大伸長深さの情報から任意の深さの直径階別の根系本数を推定することができることである。ただし、調査対象地域のスギの直径別の根の本数割合と直径別の根の体積の関係は予め調査しておく必要がある。

2.2 根による土のせん断抵抗力補強モデル

同じく、図1の中で用いている補強モデルは、根による土のせん断抵抗力補強強度 ΔS を土の中から根を引抜くときの引抜き抵抗力 P_0 によって求めるモデルである(図3)。このモデルの基本的考え方は、図3に示すように土のせん断変位ともなって根が引っ張られて応力 T が生じ、 T のせん断面と平行な成分は直接せん断抵抗力の増加に、せん断面と垂直な成分は垂直応力の増加につながり土のせん断抵抗力が補強されるというものである。さらに、 T がとり得る最大値はせん断面下の土と根の最大接線摩擦力によって決まるが、この力はせん断面下の根を引き抜くときの抵抗力 P_0 に等しいと考えて、 P_0 から ΔS を求めている。 P_0 は根の太さ、長さ、分岐状態、屈曲、細根の量など根の形状の複雑さや、斜面の土壌、土質、基盤構造等が ΔS に与える影響も反映した力で、また根の強度を表す力の中では比

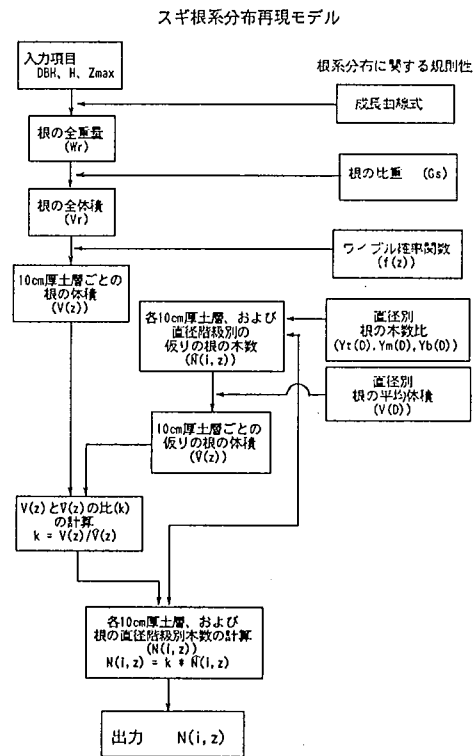


図2 スギ根系分布再現モデル

較的容易に測定できるので、 ΔS の推定には最も適していると考えられる。

2.3 崩壊すべり面における補強強度の推定

図1に示した崩壊すべり面における補強強度の求め方を説明する。まず、根系分布再現モデルを使うために調査地域のスギ根系の直径階級別本数比と直径階級別体積を求める必要がある。これは地域や品種によってこの値に違いがみられるためである。また、根系が伸張できる深さを知るために表層土厚さと基岩表面状態も調べなくてはならない。これらの情報によって、崩壊すべり面に存在するスギ

一本当たりの根の直径別根系本数を推定することができる。なお、スギの収穫表を使って林齢別の樹高と胸高直径を調べておけば、各林齢ごとに推定することができる。次に、補強モデルを使うために調査地のスギの根の引抜き抵抗力 P_0 を測定し、 P_0 と根の直径の関係を明らかにしておく。最後に前述したすべり面に存在すると推定された全ての根の補強強度を補強モデルで計算し、それらを合計してスギ一本当たりの補強強度とする。

3 スギ林の斜面安定解析例

1991年に日雨量400mmの集中豪雨によって多数の崩壊が発生した静岡県伊豆河津町のスギ林を対象に安定解析を行い、スギ林の崩壊防止機能を検討した。調査地域の斜面土壌層は貫入試験結果からみると50~150cmで、その下層には風化が非常に進んだ凝灰岩層が存在した。この結果をもとに図4に調査斜面の縦断形状を示した。安定解析は斜面中央のハッチング部分を対象にして行った。スギ根系の掘りだし調査を行った地点では深さ60cmから風化基岩層が表れたが、根は非常に風化が進んだ部分を伸張して深さ150cmに達していたことや、未風化の亀裂にも根の侵入がみられたことから、スギの根は崩壊すべり面より20cm深く侵入するものとした。土の粘着力は0.014kgf/cm²、内部摩擦角は27度とし、土壌層内の飽和水帯が地表面に一致した状態で計算した。また、スギ林分を0年生(裸地)から60年生まで10年生ごととして計算した。図5には計算結果から林齢と斜面安全率の関係を示した。裸地の状態では安全率は0.28であるが60年生では1.46に達し、この調査地域での表層崩壊防止にスギ根系は重要な役割を果たしていることが推定された。

4 おわりに

この評価方法を使うには調査対象地での根系分布調査と根の引抜き試験を行う必要があり容易ではないが、ここに述べてきたようにスギ林の崩壊防止機能の定量的評価が行えることを示した。安定計算ではスギ根系による補強強度が斜面安定力として大きな割合を占めることが示されたが、その結果の信頼性については、今後さらに検討する必要があると考えている。

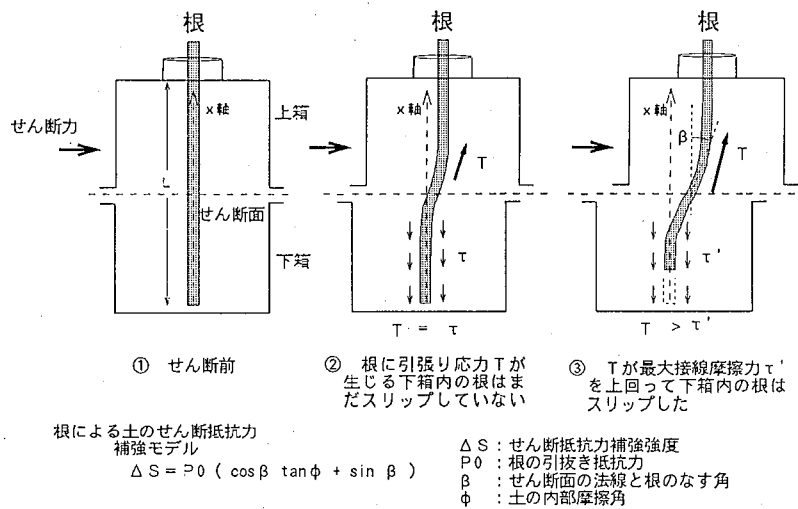


図3 根による土のせん断抵抗力補強の模式図

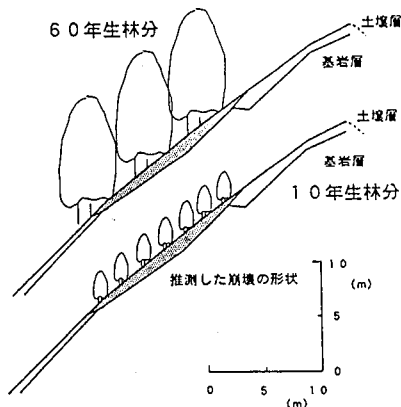


図4 調査対象斜面と想定した崩壊形状

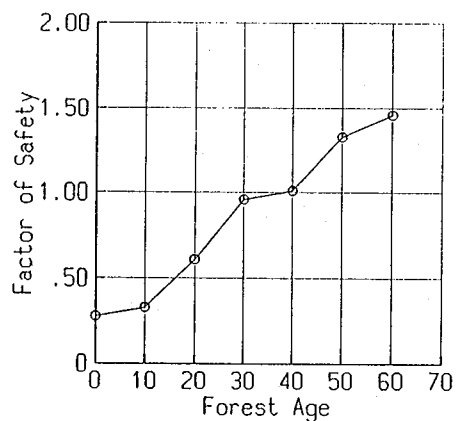


図5 スギ林の林齢と斜面安全率の関係