

改良自記型簡易貫入試験機の砂防調査への適用性

高知大学農学部

○平松 晋也・宮前 崇

ジオグリーンテック(株)

長谷川秀三・漆崎 隆之

1. はじめに

近年、コンピュータの処理能力が飛躍的に向上したこともあり、崩壊の発生予測を行う際に「物理モデル」が使用されるようになった。しかし、この物理モデルは、数多くのパラメータを必要とし、その設定に多大な時間や労力を必要とする。本研究では、これらのパラメータの内、土の粘着力と同様に崩壊の発生の有・無に多大な影響を及ぼすことが指摘されている「表土層厚」に着目し、その効果的かつ確実な調査手法について検討を行った。

2. 改良自記型簡易貫入試験機の概要

改良自記型簡易貫入試験機(以下、改良型と呼ぶ)は、土壌調査用として使用されている長谷川式土壌貫入計に従来の斜面調査用簡易貫入試験機(以下、土研式と呼ぶ)の機能を兼備させることにより、少労力で表土層厚調査ができて(女性でも)、かつ貫入深を自動計測可能なように改良を加えたものである。改良型は写真1に示すように、側面に目視計測用の目盛りが記されたガイドポール、直径25mmの貫入先端コーン、ノッキングヘッド、3kgと2kgに分割可能錘、長さ1m・直径16mmのロッド、自動的に一打撃毎の貫入量を記録することのできるペネトロカウンター(写真2)によって構成されている。



写真1 貫入試験の実施状況

3. 試験地の概要と調査方法

試験地は愛媛県重信川に位置する上宿野谷流域の小斜面である。試験地周辺は林齢15~20年程度のスギ植林地であり、下層にはバラ科の植物が点在している。試験地の基岩地質は砂岩と泥岩の互層である。斜面表層部は、過去に崩壊が発生したものの、その後安定した条件下で風化が進行し、現在の土層を形成している。対象斜面内に縦24m、横12mの平方区を設定し、3m間隔で区切られた各測線の交点(45地点)に対して、改良型(錘:3kg)と土研式(錘:5kg)を用いて貫入試験を実施した。

4. 試験結果

各試験実施地点での土研式と改良型の貫入抵抗値の関係を示す図-1より、改良型の貫入抵抗値: N_c' は土研式の貫入抵抗値: N_c を用いて $N_c = 0.58 \cdot N_c'$ で換算可能となることがわかる。(1,7), (3,4)地点の結果を例として、両試験機による貫入抵抗値の深度分布を図-2に示す。図中には、土研式と改良型による表土層厚を判断するための境界値を $N_c' = 17$, $N_c = 10$ とした場合の表土層厚を併記した。改良型による N_c' 値は1打撃ごとに得られるため土層内部の微細な変化を反映しているのに対し、土研式では錘が改良型と比較して2kg重く10cm貫入深の平均値として得られるため、微細な土層構造の変化が平均化され、その結果として表土層厚が改良型よりも厚く判断されている。両試験機により得られた表土層厚の関係を示す図3より、両試験機により得られた表土層厚を比較すると、土研式 \geq 改良型といった傾向が若干ながら認められるものの、概ね同値を示していることがわかる。

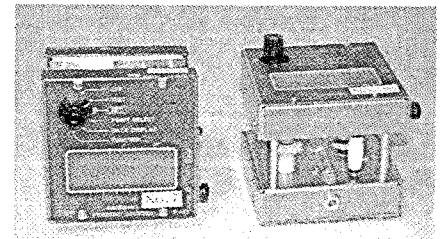


写真2 貫入深自動計測用ペネトロカウンター

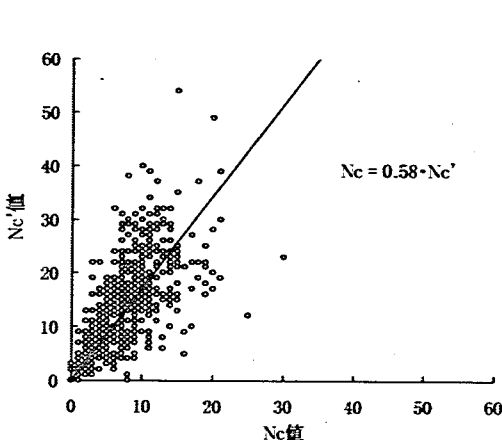


図-1 N_c' 値と N_c 値との関係

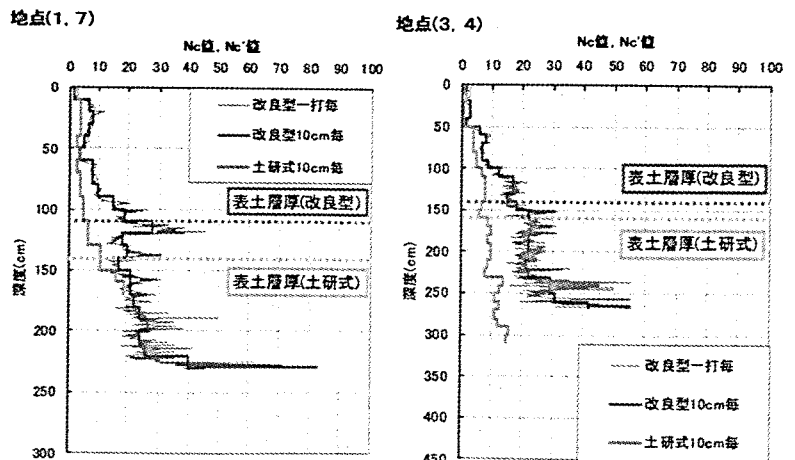


図-2 N_{10} 値と N_c 値の深度分布状況

5. 考察

改良型による操作性や作業効率を確認するため、土研式と改良型による作業所要時間の関係を取りまとめたものを図4に示す。作業所要時間は、貫入開始直後から貫入ロッドを引き抜き終わるまでの時間として計上した。土研式のほうが改良型よりも作業所要時間が長くなるのがわかる。また、図中の赤丸で示す地点(2,1)については両者の関係に極端な差異が認められたため、Nc値とNc値の深度分布を比較したところ、貫入深が土研式では280cmであったのに対し改良型では82cmであった。この貫入深の差や貫入ロッドの継ぎ足し回数の差が、50分もの時間差を生じさせたものと推測される。

土研式と改良型における貫入深度の相違が作業所要時間に及ぼす影響を除去するため、地点ごとに得られた所要時間をそれぞれの地点の最終貫入深度で割ることにより得られる「単位長さあたりの作業所要時間」を用いて両試験機による作業効率の比較を行った。単位貫入深あたりに換算した土研式と改良型による作業所要時間の関係を示す図5より、土研式は改良型の1.2倍程度作業に時間を要することがわかる。このよう

に、土研式の方が改良型よりも作業所要時間が1.2倍以上必要とする結果となったのは、土研式では貫入ロッドの長さが50cmであるのに対して改良型では1mと長く、その継ぎ足しに約2倍の時間を要したことが挙げられる。また、土研式の貫入ロッドには5cm間隔で目盛りが付けられているものの、周囲が暗くなると読み取りにくくなり(特に、林内では)、予想外に時間を要したのに対し、改良型ではペネトロカウンタによって自動的に一打撃あたりの貫入深が記録されるため読み取り時間が不要となり、結果的に作業所要時間が短縮されたものと判断される。しかし、図5中には改良型の方が土研式よりも作業に時間を要する結果となった地点(図中に丸印で示した地点:(4,5),(4,9),(5,8))も見受けられる。この原因としては、土研式による貫入開始時の貫入ロッドの長さが150cmと最終貫入深度よりも長く、継ぎ足し作業を行う必要がなかったことが挙げられる。土研式と改良型による貫入ロッドの継ぎ足し回数の差と単位貫入深あたりの作業所要時間の差との関係を示す図6より、両者の間には右上がりの傾向が認められ、土研式の貫入ロッドの継ぎ足し回数が改良型より1回増えると、単位長さあたりの作業所要時間が0.4sec/cm程度増加し、土研式と改良型との貫入ロッドの継ぎ足し回数と同じ場合、土研式の方が1.0sec/cm程度作業に時間を要することがわかる。

6. おわりに

作業性を指標として両試験機を比較すると、以下の事項が指摘される。1)土研式とは異なり、改良型ではノッキングヘッドと貫入ロッドが一体になっているため、試験後の貫入ロッドの引き抜きが容易である。2)改良型では、ペネトロカウンタにより1打撃ごとの貫入深さが自動計測されるため、値の読み飛ばしや読み誤りがない。3)改良型の貫入ロッドの長さは土研式より50cm長いため、継ぎ足し回数が少なくすみ時間短縮になる。4)改良型では錘が3kgと軽く1打撃ごとの貫入量が少ないため、小礫や根などを一気に貫くことがなく土層構造や樹木根系の分布範囲などをより詳細に把握することが可能となる。

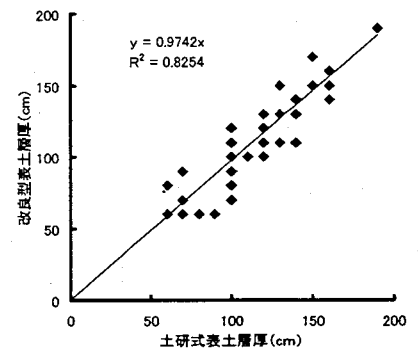


図3 土研式と改良型による表土層厚

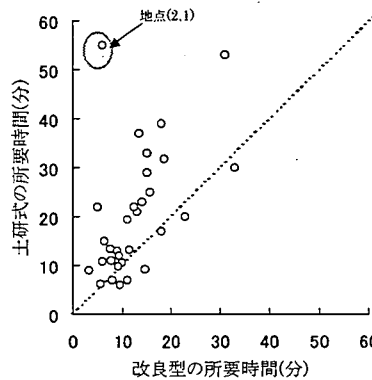


図4 土研式と改良型の作業所要時間の比較

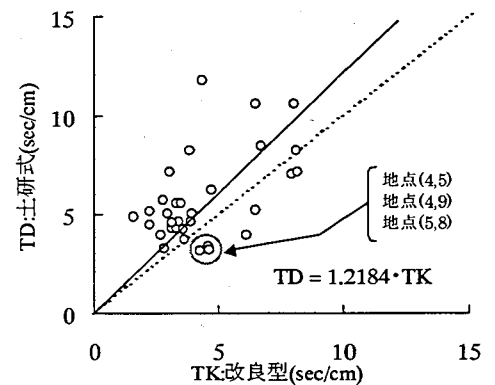


図5 単位貫入深あたりの作業所要時間の比較

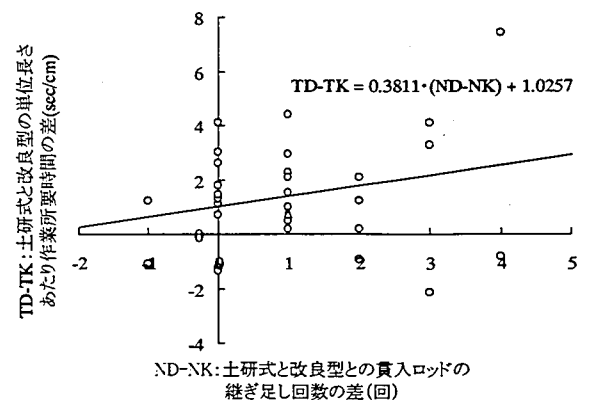


図6 土研式と改良型による貫入ロッドの継ぎ足し回数の差と単位貫入深あたりの作業所要時間の差との関係