

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第3613591号

(P3613591)

(45) 発行日 平成17年1月26日(2005.1.26)

(24) 登録日 平成16年11月12日(2004.11.12)

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>G01N 3/40  
E02D 1/02

F I

G01N 3/40 B  
E02D 1/02

請求項の数 4 (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2002-28185 (P2002-28185)	(73) 特許権者	301031392
(22) 出願日	平成14年2月5日(2002.2.5)		独立行政法人土木研究所
(65) 公開番号	特開2003-227786 (P2003-227786A)		茨城県つくば市南原1番地6
(43) 公開日	平成15年8月15日(2003.8.15)	(74) 代理人	100110179
審査請求日	平成14年2月5日(2002.2.5)		弁理士 光田 敦
		(72) 発明者	佐々木 靖人
			茨城県つくば市南原1番地6独立行政法人 土木研究所内
		審査官	本郷 徹
		(56) 参考文献	特開平03-028411 (JP, A)
			特開平10-068119 (JP, A)
			特開平09-015126 (JP, A)
			実開昭63-105861 (JP, U)
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 土のせん断強度測定方法及び装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

ロッドの先端に取り付けた羽根なしコーン先端具を土中に押し込み、深度方向荷重のない状態でロッドの軸心を中心に回転して第1のトルクの測定を行い、ロッドの先端に取り付けた羽根付きコーン先端具を土中に押し込み、上記所定の深度方向荷重と同じ深度方向荷重をかけながらロッドの軸心を中心に回転して第2のトルクの測定を行い、上記第1のトルクの測定及び第2のトルクの測定の組み合わせを、上記の深度方向荷重を変えて複数回を行い、上記トルクの測定の組み合わせの各測定毎に得られる上記コーンの面における直応力とせん断加重から、土の粘着力及び内部摩擦係数を得ることを特徴とする土のせん断強度測定方法。

【請求項2】

羽根なしコーン先端具、ロッド、ばね秤及び取手を有する土のせん断強度測定装置を、上記羽根なしコーン先端具から土中にゆっくりと押し込み、該押し込みを停止し、深度方向荷重のない状態でロッドの軸心を中心に上記せん断強度測定装置を回転しロッドの周面摩擦である第1のトルク測定を行い、

次に、第1のトルク測定を行った箇所またはそこからずらした箇所において、羽根付きコーン先端具、ロッド、ばね秤及び取手を有する土のせん断強度測定装置を、上記羽根付きコーン先端具から土中にゆっくりと押し込み、該押し込みを停止し、所定の深度方向荷重をかけながらロッドの軸心を中心にせん断強度測定装置を回転し第2のトルク測定を行い、

10

20

上記第2のトルク測定で得られたトルクから上記第1のトルク測定で得られたトルクを差し引いて、上記羽根によりせん断されるコーンの面に作用するせん断トルクを得て、

上記所定の深度荷重と上記せん断トルクにより、コーンの面に作用する直応力とせん断応力を求め、

上記第1のトルク測定及び第2のトルク測定を組み合わせた組み合わせトルク測定を、測定箇所をずらし、かつ上記所定の深度荷重の大きさを変えて複数回実施し、各回の組み合わせトルク測定の測定結果に基づいて得られた直応力とせん断応力を、グラフ上にプロットして土層の粘着力及び内部摩擦角を求めることを特徴とする土のせん断強度測定方法。

**【請求項3】**

上記羽根付きコーン先端具、ロッド、ばね秤及び取手を有する土のせん断強度測定装置は、上記羽根なしコーン先端具、ロッド、ばね秤及び取手を有する土のせん断強度測定装置における上記羽根なしコーン先端具を上記羽根付きコーン先端具に付け替えたものを使用することを特徴とする請求項2記載の土のせん断強度測定方法。

10

**【請求項4】**

コーン先端具、ロッド、ばね秤及び取手を有するせん断強度測定装置であって、

コーン先端具、ロッド、ばね秤及び取手は、使用時には互いにねじにより結合されて組み立てられ、非使用時には分解可能であり、

上記コーン先端具は、羽根なしコーン先端具と羽根付きコーン先端具の2種類あり、該2種類のコーン先端具が互いに取り替え自在に上記ロッドに結合されて使用されることを特徴とするせん断強度測定装置。

20

**【発明の詳細な説明】**

**【0001】**

**【発明の属する技術分野】**

本発明は、土のせん断強度測定方法及び装置に関し、特に、山地斜面などにおいて、斜面崩壊が起こりやすい場所を推定するために、斜面の土層深とせん断強度を簡易かつ短時間に測定する、斜面防災分野で有用な土のせん断強度測定方法及び装置に関する。

**【0002】**

**【従来の技術】**

山地斜面などにおいて、柔らかい土から成る表層部の下の硬い土や岩から成る部分までの土層深を測定し、又その部分のせん断強度を測定し把握することは、山地斜面等の崩壊が起こりやすい場所を推定するために重要なことである。

30

**【0003】**

このように、斜面防災の目的で土層深を測定するためには、従来、例えば図5に示すような、簡易動的コーン貫入試験機が用いられている。この簡易動的コーン貫入試験機及び試験方法は、質量5kgのハンマー(錘)を、50cmの高さからガイドロッドで案内させて、円錐状の先端コーン(先端角度60度、直径25mm)を有するロッドノッキングヘッドに落下衝突させて、先端コーンが10cm貫入するのに要する落下回数から、土層の硬さや土層深を測定するものである。

**【0004】**

一般に斜面崩壊の起こりやすい土層の硬さは、簡易動的コーン貫入試験のNd値(先端コーンおよびロッドが10cm貫入するのに要する錘の落下回数)で、約5~10程度以下といわれている。

40

**【0005】**

その他、貫入試験を行うための土壌強度測定装置としては特開平9-15126号公報等の記載の発明が知られている。

**【0006】**

又、従来、斜面の安定解析においては、粘着力と内部摩擦角が必要であり、一般には地盤中から複数のサンプルを採取して、室内において三軸圧縮試験または一面せん断試験によって求めている。

**【0007】**

50

さらに、山地斜面などの現場において、せん断強度を測定する方法としては、羽根を回転させて純せん断強度を測定する方法（ベーンせん断試験）などがあるが、ベーンせん断試験では垂直荷重をかけることができないので、内部摩擦角の測定ができない上に、測定は極軟らかい土に限られており、斜面崩壊に関わるようなやや硬い土層の強度を測定することができない。他の貫入試験も同様に、土の内部摩擦角まで現場で簡易に求められるような方法はない。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】

本発明は、上記従来の技術及び問題点を背景に、次のような二つの具体的案課題を有する。

10

【0009】

（1）土層深の測定に関する課題

簡易動的コーン貫入試験は、機器が総重量10kg程度であり、急峻な山地斜面での運搬が不便であるだけでなく、測定は5kgの錘を繰り返し落下させる方法であるため、1箇所測定に通常2人で作業する必要があるが、その場合の測定時間は一般に1箇所10分～数10分要し、しかも錘に指を挟み怪我をしやすいという危険な面もあった。

【0010】

斜面の土層深は場所により大きく異なるため、できるだけ多くの個所で数多くの試験を行う必要があるが、上記の欠点のため、斜面の土層深の不均質性を十分把握できるだけの試験を行えないのが斜面防災上の課題である。本発明は、このような課題を解決するものである。

20

【0011】

（2）せん断強度の測定に関する課題

斜面の土層のせん断強度は斜面安定解析を行う必要性から一般に内部摩擦角 $\phi$ と内部摩擦角 $C$ で表現される。内部摩擦角 $\phi$ と内部摩擦角 $C$ を得るための従来の方法は、数10cm～数m掘削し、地盤から直径5cm、長さ10cm程度の乱さないサンプルを3～4試料採取する必要があるが、また、そのサンプルを壊さないように運搬し、室内で試験する必要があるため、手間を要するという課題があった。本発明は、このような課題を解決するものである。

【0013】

【課題を解決するための手段】

本発明は上記課題を解決するために、ロッドの先端に取り付けた羽根なしコーン先端具を土中に押し込み、深度方向荷重のない状態でロッドの軸心を中心に回転して第1のトルクの測定を行い、ロッドの先端に取り付けた羽根付きコーン先端具を土中に押し込み、上記所定の深度方向荷重と同じ深度方向荷重をかけながらロッドの軸心を中心に回転して第2のトルクの測定を行い、上記第1のトルクの測定及び第2のトルクの測定の組み合わせを、上記の深度方向荷重を変えて複数回を行い、上記トルクの測定の組み合わせの各測定毎に得られる上記コーンの面における直応力とせん断加重から、土の粘着力及び内部摩擦係数を得ることを特徴とする土のせん断強度測定方法を提供する。

30

【0014】

本発明は上記課題を解決するために、羽根なしコーン先端具、ロッド、ばね秤及び取手を有する土のせん断強度測定装置を、上記羽根なしコーン先端具から土中にゆっくりと押し込み、該押し込みを停止し、深度方向荷重のない状態でロッドの軸心を中心に上記せん断強度測定装置を回転しロッドの周面摩擦である第1のトルク測定を行い、次に、第1のトルク測定を行った箇所またはそこからずらした箇所において、羽根付きコーン先端具、ロッド、ばね秤及び取手を有する土のせん断強度測定装置を、上記羽根付きコーン先端具から土中にゆっくりと押し込み、該押し込みを停止し、所定の深度方向荷重をかけながらロッドの軸心を中心にせん断強度測定装置を回転し第2のトルク測定を行い、上記第2のトルク測定で得られたトルクから上記第1のトルク測定で得られたトルクを差し引いて、上記羽根によりせん断されるコーンの面に作用するせん断トルクを得て、上記所定の深度荷

40

50

重と上記せん断トルクにより、コーンの面に作用する直応力とせん断応力を求め、上記第1のトルク測定及び第2のトルク測定を組み合わせた組み合わせトルク測定を、測定箇所をずらし、かつ上記所定の深度荷重の大きさを変えて複数回実施し、各回の組み合わせトルク測定の測定結果に基づいて得られた直応力とせん断応力を、グラフ上にプロットして土層の粘着力及び内部摩擦角を求めることを特徴とする土のせん断強度測定方法を提供する。

**【0015】**

上記羽根付きコーン先端具、ロッド、ばね秤及び取手を有する土のせん断強度測定装置は、上記羽根なしコーン先端具、ロッド、ばね秤及び取手を有する土のせん断強度測定装置における上記羽根なしコーン先端具を上記羽根付きコーン先端具に付け替えたものを使用するようによい。

10

**【0016】**

本発明は上記課題を解決するために、コーン先端具、ロッド、ばね秤及び取手を有するせん断強度測定装置であって、コーン先端具、ロッド、ばね秤及び取手は、使用時には互いにねじにより結合されて組み立てられ、非使用時には分解可能であり、上記コーン先端具は、羽根なしコーン先端具と羽根付きコーン先端具の2種類あり、該2種類のコーン先端具が互いに取り替え自在に上記ロッドに結合されて使用されることを特徴とする土のせん断強度測定装置を提供する。

**【0017】****【発明の実施の形態】**

20

本発明に係る土のせん断強度測定方法及び装置の実施の形態を実施例に基づいて図面を参照して、以下説明する。本発明は、山地斜面などにおいて、斜面崩壊の起こりやすい柔らかい土層の下の硬い土や岩から成る部分までの土層の深さを貫入試験により簡単に測定するとともに、この柔らかい土層や硬い土層のせん断強度を測定するものである。

**【0018】****(測定装置)**

図1は、本発明の土のせん断強度測定方法を実施するためのせん断強度測定装置を示す図であり、且つ本発明の土のせん断強度測定装置の実施例を示す図である。図1(a)において、このせん断強度測定装置1は、コーン先端具、ロッド3、ばね秤4(円筒型のテンションゲージ)及び取手5から成る。

30

**【0019】**

コーン先端具2は、鋼材を焼き鈍し加工して形成し、円錐状のコーン6、首部7と軸部8とから一体に構成されている。そして、本発明に係るコーン先端具2の特徴は、コーンが、図1(a)に示すような通常のコーンを有するコーン先端具(これを「羽根なしコーン先端具」という。)9と、図1(b)に示すようにコーンに羽根10が付いているコーン先端具(これを「羽根付きコーン先端具」)11の2種類から構成されている。

**【0020】**

羽根付きコーン先端具11は、通常のコーン6の外面に等角度間隔に複数枚の羽根10、本実施例では4枚の羽根10が放射状に一体に取り付けられて構成されている。このような羽根なしコーン先端具9と羽根付きコーン先端具11の2種類のコーン先端具は、取り換え自在に上記ロッド3に螺着されて、後述する夫々のトルク測定において使用可能である。

40

**【0021】**

ロッド3は、高強度ステンレス鋼等の材料で形成され、測定対象である場所の土層環境に適用できるくつかの異なる長さのものを用意しておくよよい。取手5は、使用者が手で把持できる程度の寸法であり、左右両端に開口した左右の中空部12が形成されており、後述するせん断強度測定を行う際には、トルクレンチが装着されて使用される。

**【0022】**

コーン先端具、ロッド3、ばね秤4及び取手5は、非使用時には、夫々分解して持ち運び可能である。そして、使用に際しては、互いに螺着して図1に示すように組み立てること

50

が可能である。即ち、コーン先端具 2 の上端は、ねじでロッド 3 の下端に螺着可能であり、ロッド 3 の上端はねじでばね秤 4 の下部軸に螺着可能であり、ばね秤 4 の上部軸はねじで取手 5 に螺着可能な構成である。

【 0 0 2 3 】

ここで、上記本発明に係る土のせん断強度測定装置 1 を利用して、本発明に係る土のせん断強度測定方法について説明する。具体的には、せん断強度測定装置 1 を利用して土層深の測定を行うとともに、粘着力と内部摩擦力の測定を行う方法である。

【 0 0 2 4 】

(土層深の測定)

せん断強度測定装置 1 を使用して、貫入試験を行い土層深を測定する方法を説明する。コーン先端具 2 は、羽根なしでも羽根付きでもよいが、いずれにしるコーン先端具 2 は、(羽根なし及び羽根付きコーン先端具)は、直径 15 mm、端角度 60 度の円錐状のコーンである。コーン先端具 2 の軸部 8 及びロッドの直径 10 mm の寸法のものを使用する。

【 0 0 2 5 】

このせん断強度測定装置 1 をそのコーン先端具 2 から、人力で層中に最大 500 N (約 50 kg) の力で静かに押し込み、深度方向荷重 W (押し込んでいく際にかかる荷重であり、ばね秤 4 で測定される荷重) と、その際のロッドの土中への貫入量を測定する。柔らかい土層の下で硬い土や岩から成る土層の近くとなると、深度方向荷重 W が急激に増加するので、その際の深度方向荷重 W とロッドの貫入量でその深さを測定することができる。

【 0 0 2 6 】

このような測定方法で実際に、裏つくば(花崗岩風化土)、高知(四万十層風化土)及び愛媛(旧河床砂礫層)について測定実験を行った。その実験データを図 2 に示す。この実験結果からも把握できるように、この測定方法によると、500 N の力で押し込むと、斜面崩壊の起こりやすい土層の硬さである N d 値 5 ~ 10 よりもやや硬い N d 値 15 相当の硬さまで貫入できる。

【 0 0 2 7 】

この土層深を測定する方法は、従来の動的コーン貫入試験機による斜面の土層深測定方法と異なり、斜面の土層にコーン先端具からロッドを静かに押し込むようにして貫入し土層深を求めることを特徴とするもので、装置の総重量が約 4 kg で、従来の簡易動的コーン貫入試験機の 1 / 3 程度であり、分解組み立てが自在であるため、急峻な山地でも運搬や取り扱いが容易で、試験方法も簡易であるために 1 人で容易に測定作業ができる。

【 0 0 2 8 】

さらに、この土層深を測定する方法は、1箇所の測定時間は 1 ~ 2 分程度と簡易動的コーン貫入試験の約 1 / 5 以下の調査効率であるため斜面の土層深が不均質な個所でも短時間に把握できる。さらに、従来の貫入試験のように、落下する錘を用いないので安全である。

【 0 0 2 9 】

(粘着力と内部摩擦力の測定)

次に、土層の粘着力と内部摩擦力を測定する方法について説明する。この粘着力と内部摩擦力を測定する方法では、次の 1、2 を組み合わせた組み合わせトルク測定を、深度荷重 W の条件をいくつか変えて実施する。

1 羽根なしコーン先端具 9 を有するせん断強度測定装置 1 によるトルク測定(これを「第 1 のトルク測定」という。図 3 ( a ) 参照。)

2 羽根付きコーン先端具 11 を有するせん断強度測定装置 1 によるトルク測定(これを「第 2 のトルク測定」という。図 3 ( b ) 参照。)

以下、1 第 1 のトルク測定と、2 第 2 のトルク測定、について具体的に説明する。

【 0 0 3 0 】

まず、1 第 1 のトルク測定(図 3 ( a ) 参照。)を行う。羽根なしコーン先端具 9 をロッド 3 の先端に装着して、上記の土層深の測定方法により深さを把握しながら、粘着力

10

20

30

40

50

と内部摩擦角を測定したい所定の深さ（柔らかい土層と硬い土層の境界付近の深さ）まで押し込んでいく。そして、所定の深さまで貫入し、押し込みを停止し、この状態で深度方向荷重のない状態において、取手5にトルクメータ付きのレンチを適宜装着して、せん断強度測定装置1を、ロッド3の軸心を中心にねじが緩まない方向にゆっくり回転させる。

【0031】

この回転したときの最大トルク $T_0$ を、トルクメータで測定する。この最大トルク $T_0$ は、ロッド3などの測定系が持つ固有摩擦により生じるトルクである。このトルク測定が終了後、せん断強度測定装置1を土中から引き抜く。

【0032】

次に、2 第2のトルク測定（図3（b）参照。）を行う。羽根なしコーン先端具9を取り外して、図1（b）に示す羽根付きコーン先端具11に交換する。そして、せん断強度測定装置1を引き抜いた箇所またはそこから少しずれた箇所の土層中に、せん断強度測定装置1の羽根付きコーン先端具11及びロッドを静かに押し込む。

10

【0033】

このように押し込みながら土層深を把握し、第1のトルク測定を行った際の土層深と同じ所定の深さに達したとき、深度方向荷重 $W_1$ をかけながら、トルクメータ付きのレンチでせん断強度測定装置1をゆっくり回転させる。

【0034】

この回転したときの最大トルク $T_1$ をトルクメータで測定する。このときの羽根付きコーン6沿いの土（羽根によりせん断荷重がかかる部分の土）にかかる回転トルク $T$ は、ロッド3などの測定系が持つ固有摩擦により生じるトルク $T_0$ を差し引いて、 $T = T_1 - T_0$ である。

20

【0035】

この状況下において、このせん断試験の直応力 $n$ とせん断応力 $t$ は、以下のように計算される。但し、羽根によってせん断される面に作用する応力分布は、直応力 $n$ 、せん断応力 $t$ とも一様とする。又、コーンと土の摩擦、首部7のせん断は考慮しない。

【0036】

図3（c）はコーンの模式図である。

コーン全体の高さ： $H$

図3（c）において、コーンのせん断面について、コーン先端から高さ $h$ の地点における扇型の微小面積を考える。

30

コーン先端角度（コーン傾斜面の軸心に対する角度）：

微小面積部分のコーン先端からの高さ： $h$

とすると、

コーン先端からの微小面積部分までの距離： $l$ （この $l$ は小文字のエルである。）

$$l = h / \cos$$

コーンせん断面の扇型の微小面積 =  $l d \cdot dl$

である。

【0037】

微小面積に作用するせん断応力：

40

微小面積に作用するせん断応力によるトルク： $t$

とすると、この微小面積に作用するせん断応力 $t$ によるトルク $t$ は次のとおりである。

腕の長さ =  $h \tan$

$$t = \cdot h \tan \cdot l d \cdot dl$$

である。

ところで、 $2 H \tan = H / \cos$

であるから、 $= 2 \sin$  となる。

微小面積に係るトルク $t$ をせん断面全体に対して積分した全体のトルク $T$ を求め、このトルク $T$ でせん断応力 $t$ を表すと次の数式1のとおりとなる。

【0038】

50

【数式 1】

$$T = \int_{\varphi=0}^{\varphi=2\pi \sin \theta} \int_{l=0}^{l=h/\cos \theta} \tau \cdot h \tan \theta \cdot l d\varphi dl$$

$$= \int_{\varphi=0}^{\varphi=2\pi \sin \theta} \int_{h=0}^{h=H} \tau \cdot h \tan \theta \cdot \frac{h}{\cos \theta} d\varphi \frac{dh}{\cos \theta} = \frac{2\pi H^3 \tau \sin^2 \theta}{3 \cos^3 \theta}$$

$$\therefore \tau = \frac{3T \cos^3 \theta}{2\pi H^3 \sin^2 \theta}$$

10

【0039】

図3(d)は、コーンの側面図である。この図において示されるように、コーンせん断面に作用する直応力  $\sigma_n$  の鉛直成分の総計は、深度方向荷重  $W$  に等しいから、直応力  $\sigma_n$  は次の数式2のとおりとなる。

【0040】

【数式 2】

$$W = \int_{\varphi=0}^{\varphi=2\pi \sin \theta} \int_{l=0}^{l=h/\cos \theta} \frac{\sigma_n}{\sin \theta} l d\varphi dl = \int_{\varphi=0}^{\varphi=2\pi \sin \theta} \int_{h=0}^{h=H} \frac{\sigma_n}{\sin \theta} \cdot \frac{h}{\cos^2 \theta} d\varphi dh$$

$$= \frac{\pi H^2 \sigma_n}{\cos^2 \theta} \quad \therefore \sigma_n = \frac{W \cos^2 \theta}{\pi H^2}$$

20

【0041】

以上、深度方向荷重  $W = W_1$  の場合について、1 第1のトルク測定と、2 第2のトルク測定について説明したが、このような 1、2 を組み合わせた測定を、深度方向荷重  $W$  の測定値が異なるいくつかの条件について試験し、この試験結果に基づいて上記計算を行い、直応力  $\sigma_n$  とせん断応力  $\tau$  を求める。

【0042】

このようにして得られた複数の直応力  $\sigma_n$  とせん断応力  $\tau$  について、直応力  $\sigma_n$  を横軸 (X軸) に、せん断応力  $\tau$  を縦軸 (Y軸) にプロットして、図4(e)に示すようなXYグラフを作成する。このグラフのY切片  $c$  及び傾き  $\tan t$  を求めれば、  
 $\tau = \sigma_n \cdot \tan t + c$  の式から、粘着力  $c$  と内部摩擦角  $t$  が求まる。

30

【0043】

このように、本発明に係る土のせん断強度測定方法及び装置1によれば、羽根なしコーン先端具9及び羽根付きコーン先端具11を用いることにより、垂直応力(深度方向荷重)を発生させながら測定現場でせん断試験を行うことができ、粘着力及び内部摩擦角まで測定可能となる。

【0044】

以上、本発明に係る土のせん断強度測定方法及び装置の実施形態を実施例に基づいて説明したが、本発明は特にこのような実施例に限定されることなく、特許請求の範囲記載の技術的事項の範囲内でいろいろな実施例があることはいうまでもない。

40

【0045】

例えば、上記実施例では、せん断強度測定装置1のコーン先端具2として羽根付きコーン先端具11と羽根なしコーン先端具9の2種類を用意し、互いに取り換え自在にロッド3に螺着したが、このようにせず、羽根なしコーン先端具9を着脱自在に取り付けたせん断強度測定装置1と、羽根付きコーン先端具11を夫々着脱自在に取り付けた2種類のせん断強度測定装置を予め用意して使用することで、コーン先端具の取り替えの手間を省いてもよい。

50

## 【 0 0 4 6 】

## 【 発明の効果 】

以上の構成による本発明に係る土のせん断強度測定方法及び装置によれば、次の効果が生じる。即ち、山地斜面等では、貫入試験の作業環境が悪く、しかも斜面の位置により土層深が大きく異なるので多くの箇所で試験を行う必要がある。

## 【 0 0 4 7 】

このようなシビアな条件であっても、本発明に係る土のせん断強度測定方法及び装置は、装置自体がコンパクトであるから、又羽根付きコーンを用いることにより、垂直応力を発生させながら原位でせん断試験を行うことによって、直接、現場において、多くの箇所についての内部摩擦角まで比較的簡単かつ短時間に測定できる。したがって、サンプルを

10

## 【 図面の簡単な説明 】

【 図 1 】本発明に係る土のせん断強度測定装置を説明する図であり、( a ) は羽根なしコーン先端具を付けたせん断強度測定装置を示し、( b ) は羽根付きコーン先端具を示す図である。

【 図 2 】本発明に係る土のせん断強度測定装置を使用した土層深の実験例を説明する図である。

【 図 3 】本発明に係る土のせん断強度測定方法及び装置を利用した、土層の粘着力と内部摩擦力の測定方法を説明する図である。

20

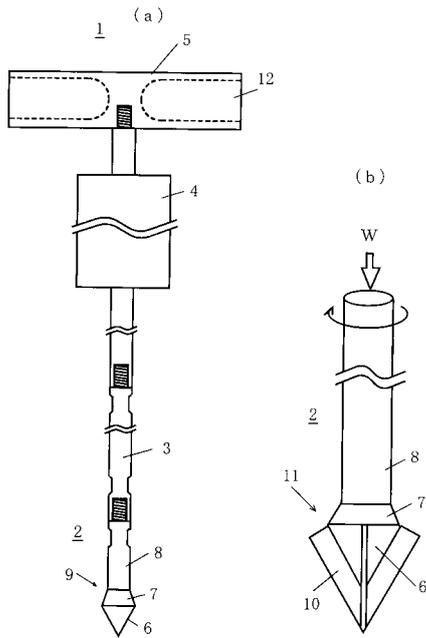
【 図 4 】従来の簡易動的コーン貫入試験機を説明する図である。

## 【 符号の説明 】

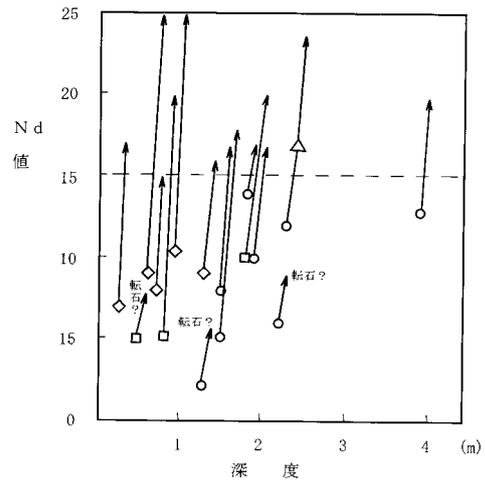
- 1     せん断強度測定装置
- 2     コーン先端具
- 3     ロッド
- 4     ばね秤（円筒型のテンションゲージ）
- 5     取手
- 6     コーン
- 7     首部
- 8     軸部
- 9     羽根なしコーン先端具
- 1 0   羽根
- 1 1    羽根付きコーン先端具
- 1 2    取手の中空部

30

【 図 1 】



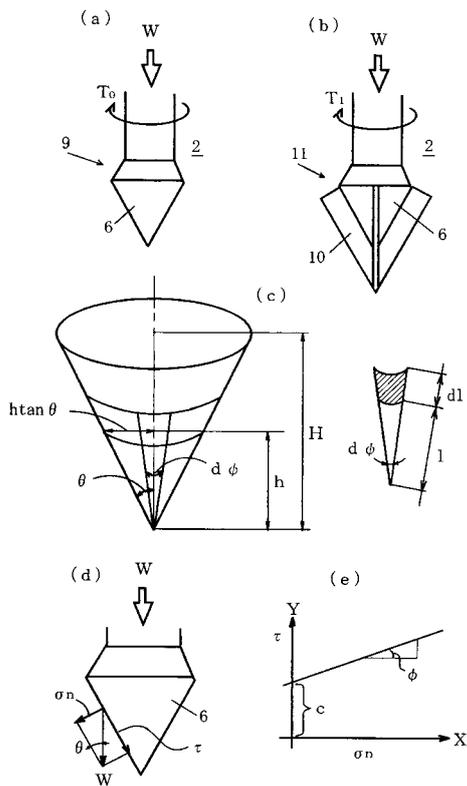
【 図 2 】



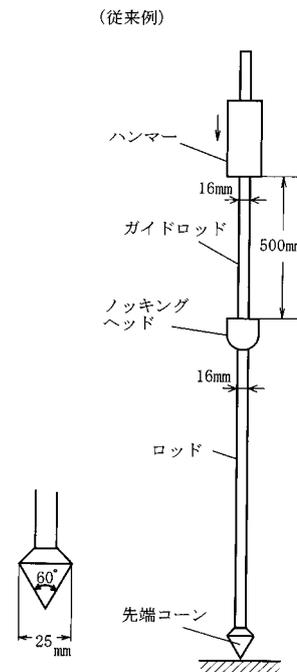
一部の転石の影響を除くと、深さにかかわらず、  
N d 値 15 以下の土層深が測定できる

- ↑ 貫入できなかった点
- 貫入できた最後の点
- 花崗岩風化土 (裏つくば)
- 四万十層風化土 (高知)
- ◇ 旧河床砂礫層 (愛媛)

【 図 3 】



【 図 4 】



フロントページの続き

(58)調査した分野(Int.Cl.<sup>7</sup>, DB名)

G01N 3/40

E02D 1/02