

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5940628号
(P5940628)

(45) 発行日 平成28年6月29日(2016.6.29)

(24) 登録日 平成28年5月27日(2016.5.27)

(51) Int.Cl. F1
E02D 17/20 (2006.01) E02D 17/20 106

請求項の数 13 (全 17 頁)

| | | | |
|--------------|------------------------------|-----------|---|
| (21) 出願番号 | 特願2014-224432 (P2014-224432) | (73) 特許権者 | 506081530 |
| (22) 出願日 | 平成26年11月4日 (2014.11.4) | | 코리아 イン스티テュート 오브 ジオ サイエンス アンド ミネラル リソース ズ |
| (65) 公開番号 | 特開2016-41900 (P2016-41900A) | | 大韓民国 デジョン 305-350 ユ ソン-グ グァハン-ノ 124 |
| (43) 公開日 | 平成28年3月31日 (2016.3.31) | | |
| 審査請求日 | 平成26年11月4日 (2014.11.4) | (74) 代理人 | 110000729 |
| (31) 優先権主張番号 | 10-2014-0107051 | | 特許業務法人 ユニアス国際特許事務所 |
| (32) 優先日 | 平成26年8月18日 (2014.8.18) | (72) 発明者 | チョン、スン ウォン |
| (33) 優先権主張国 | 韓国 (KR) | | 大韓民国 616-734、プサン、プク -グ、ファミヨン-ドン、デーウ アパー トメント 103-1403 |

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 間隙水圧-地表変位-せん断面完全連携山崩れ早期探知試験装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

フレーム；

前記フレームに角度調節可能に設置され、山崩れ物質の傾斜面を提供するフルム；

前記フルムの長手方向に沿って移動可能に結合され、山崩れ物質 (landslide materials) を構成する土体 (soil mass) が積載され、土体のせん断面を提供し、前記フルムの長手方向に沿って土体とともに移動しながら土体上部の地表変位と土体底面の斜面破壊を模写するスライダ-；及び

前記スライダ-の移動による土体の間隙水圧及び重量に基づいて斜面の破壊面で発揮されるせん断強度及びせん断応力を算出し、算出されたせん断強度及びせん断応力に基づいて斜面の安全率を算出する算出部；を含むことを特徴とする、間隙水圧-地表変位-せん断面完全連携山崩れ早期探知試験装置。

10

【請求項2】

前記算出部は、

前記スライダ-の底面に設置され、前記スライダ-の移動による土体の重量を測定して印加する重量センサー；

前記スライダ-の内周面に沿って設置され、土体内部の間隙水圧を測定して印加する間隙水圧センサー；及び

前記重量センサー及び前記間隙水圧センサーから印加された測定値に基づいて斜面のせん断強度及びせん断応力の決定による斜面の安全率を算出する算出サーバー；を含むこと

20

を特徴とする、請求項 1 に記載の間隙水圧 - 地表変位 - せん断面完全連携山崩れ早期探知試験装置。

【請求項 3】

前記算出部は、

前記スライダの内周面に溝状に形成され、前記間隙水圧センサーを埋込状態で収容するセンサーホルダー；及び

前記センサーホルダーの上部に設置され、水分の流入を許容するが水分以外の物質はフィルタリングするセンサーフィルター；をさらに含むことを特徴とする、請求項 2 に記載の間隙水圧 - 地表変位 - せん断面完全連携山崩れ早期探知試験装置。

【請求項 4】

前記スライダは、

前記フルムに移動可能に設置され、上部が開放した箱体状に形成され、積載される土体の底面にせん断面を模写する土車；

前記土車の上部を遮蔽するカバー；及び

前記土車を移動可能に支持し、前記土車の移動または移動速度を制御する駆動部材；を含むことを特徴とする、請求項 1 に記載の間隙水圧 - 地表変位 - せん断面完全連携山崩れ早期探知試験装置。

【請求項 5】

前記駆動部材は、

前記土車の一側に連結された状態で支持力を提供し、長さが伸縮しながら前記土車を移動させる油圧シリンダー；を含むことを特徴とする、請求項 4 に記載の間隙水圧 - 地表変位 - せん断面完全連携山崩れ早期探知試験装置。

【請求項 6】

前記スライダは、

前記土車の底面に粗面を提供し、土体の底面に崩壊斜面の粗面を模写する崩壊斜面模写部；をさらに含むことを特徴とする、請求項 4 に記載の間隙水圧 - 地表変位 - せん断面完全連携山崩れ早期探知試験装置。

【請求項 7】

前記崩壊斜面模写部は、

前記土車の一側面に設置される巻取ローラー；

前記巻取ローラーに巻き取られた状態で先端部が前記土車の他側面を向けて引き出されながら前記土車の底面と土体の底面の間に介在されて、粗さを持つ素材に形成されて粗面を提供する粗面部材；

前記土車から離隔して設置され、前記粗面部材の先端部を巻取して前記粗面部材を前記巻取ローラーから引き出す引出口ローラー；及び

前記土車の他側面に長溝状に形成され、前記粗面部材が貫いて前記引出口ローラーと前記粗面部材を一直線状に連結させる貫通スロット；を含むことを特徴とする、請求項 6 に記載の間隙水圧 - 地表変位 - せん断面完全連携山崩れ早期探知試験装置。

【請求項 8】

前記粗面部材は、

表面に粗さを持つ不織布、サンドペーパー及び表面に凹凸型突部が突設されて表面粗さを現すことができる部材のいずれか 1 種からなることを特徴とする、請求項 7 に記載の間隙水圧 - 地表変位 - せん断面完全連携山崩れ早期探知試験装置。

【請求項 9】

前記崩壊斜面模写部は、

前記貫通スロットに備えられ、前記粗面部材に密着して、土体に含有された水分が前記貫通スロットを通じて排出されることを防止する水密部材；をさらに含むことを特徴とする、請求項 7 に記載の間隙水圧 - 地表変位 - せん断面完全連携山崩れ早期探知試験装置。

【請求項 10】

前記スライダは、

前記スライダは、

10

20

30

40

50

前記フルムの底面に沿って回転可能に設置され、前記土車のスリップ面を提供する複数のフルムローラー；をさらに含むことを特徴とする、請求項4に記載の間隙水圧 - 地表変位 - せん断面完全連携山崩れ早期探知試験装置。

【請求項11】

前記スライダは、

前記カバーに設置され、土体の上部から水を供給して土体に降雨環境を提供する降雨模写部；をさらに含むことを特徴とする、請求項4に記載の間隙水圧 - 地表変位 - せん断面完全連携山崩れ早期探知試験装置。

【請求項12】

前記降雨模写部は、

前記カバーの底面に沿って設置され、土体に向けて水を噴射する噴射ノズル；及び前記噴射ノズルに水を供給する供給ポンプ；を含むことを特徴とする、請求項11に記載の間隙水圧 - 地表変位 - せん断面完全連携山崩れ早期探知試験装置。

【請求項13】

前記試験装置は、

前記フルムの上方に設置され、前記スライダの移動を撮影し、移動による前記スライダの位置または前記スライダに積載された土体の状態を撮影するカメラ；をさらに含むことを特徴とする、請求項1に記載の間隙水圧 - 地表変位 - せん断面完全連携山崩れ早期探知試験装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は山崩れ早期探知試験装置に係り、より詳しくは山崩れ物質を構成する土体の間隙水圧、地表変位及びせん断面の変化に基づいて斜面の安全率を算出することで、地盤の微小変形による安全率変化の予測によって山崩れの早期探知をはかることができる間隙水圧 - 地表変位 - せん断面完全連携山崩れ早期探知試験装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

一般に、山崩れは斜面の崩壊現象をいい、局地性豪雨、地震、解氷などのような多様な要因によって発生する。地形の特性上、山が多く、道路などの建設によって山や丘を切開するとかダムまたは堤防などを構築し、山崩れの危険性評価が必要な地域を対象に斜面の安全性を把握し、山崩れの発生頻度が高い地域で早期に山崩れ発生開始部の動きを探知することで、防災対策を講ずることが要求されている。山崩れは地震または夏季の集中豪雨によって主に発生する。山崩れは活動面（破壊面）が形成された斜面において任意の活動面より上側にある土体（soil mass）が変形される現象で、活動面で発生するせん断力の合力が抵抗力の合力より大きくなるときに発生する。このように斜面が破壊されれば、破壊斜面は降雨条件と地形学的条件によって流れ形態の土石流（debris flow）発生につながり、人命被害及び莫大な財産被害をもたらしている。

【0003】

このような山崩れの安全性を評価するためには、斜面の安全率を求めなければならない。安全率は破壊時点に限界平衡状態に到達する条件で発揮されるせん断応力とせん断強度の比である。すなわち、安全率はせん断強度 / せん断応力として表現される。一般に、安全率が1より小さな場合、斜面は不安定したものに解釈される。斜面の安全率は斜面の安定可否解釈に適した解釈法であるが、斜面の破壊時点を予測することは易しくない。斜面の破壊面で発揮されるせん断強度の合力が持続的に変わるからである。それで、斜面が変形される地表の変位量と破壊面の間隙水圧を考慮したせん断強度及びせん断面の粒子破碎程度を考慮することができる山崩れ早期探知試験装置が必要である。

【0004】

一方、本発明の先行技術として、大韓民国公開特許公報第10 - 2012 - 0073406号に開示された人工降雨装置を用いた山崩れ模型土槽試験機を調べると、先行技術は

10

20

30

40

50

、斜面が造成される土槽と、土槽の斜面が人工降雨を噴射する人工降雨装置と、斜面の挙動を計測する計測装置とからなる。

【0005】

このような先行技術は、土槽の長手方向に沿って土石流物質を配置して斜面を形成し、人工降雨装置によって人工降雨を散水しながら斜面の挙動を計測する。

【0006】

ところが、先行技術は、人工降雨によって水分の供給量のみを変化させるだけで、土石流物質のせん断面環境や地表変位を提供することができないので、地表変位及び土体変形による安全率の変化を算出することができない限界点がある。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【特許文献1】大韓民国公開特許公報第10-2012-0073406号明細書

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

本発明は前記のような従来技術の問題点を改善するためになされたもので、斜面破壊による地表変位を模写し、地表変位による間隙水圧の変化によって斜面破壊面に発揮されるせん断強度を算出し、これにより安全率を決定することで、斜面の安全率変化による山崩れの早期探知をはかることができる間隙水圧 - 地表変位 - せん断面完全連携山崩れ早期探知試験装置を提供することにその目的がある。

【0009】

また、本発明は、斜面の破壊面 (failure plane) からせん断帯 (shear band) の形態に現れるせん断面 (shear surface) を提供するとともに崩壊斜面の粗面を模写して提供することにより、もっと正確な試験環境を造成することができる間隙水圧 - 地表変位 - せん断面完全連携山崩れ早期探知試験装置を提供することに他の目的がある。

【課題を解決するための手段】

【0010】

前記のような目的を達成するための本発明による間隙水圧 - 地表変位 - せん断面完全連携山崩れ早期探知試験装置は、フレーム；前記フレームに角度調節可能に設置され、山崩れ物質の傾斜面を提供するフルム；前記フルムの長手方向に沿って移動可能に結合され、山崩れ物質 (landslide materials) を構成する土体 (soil mass) が積載され、土体のせん断面を提供し、前記フルムの長手方向に沿って土体とともに移動しながら土体上部の地表変位と土体底面の斜面破壊を模写するスライダ；及び前記スライダの移動による土体の間隙水圧及び重量に基づいて斜面の破壊面で発揮されるせん断強度及びせん断応力を算出し、算出されたせん断強度及びせん断応力に基づいて斜面の安全率を算出する算出部；を含むことを特徴とする。

【0011】

前記算出部は、前記スライダの底面に設置され、前記スライダの移動による土体の重量を測定して印加する重量センサー；前記スライダの内周面に沿って設置され、土体内部の間隙水圧を測定して印加する間隙水圧センサー；及び前記重量センサー及び前記間隙水圧センサーから印加された測定値に基づいて斜面のせん断強度及びせん断応力の決定による斜面の安全率を算出する算出サーバー；を含むことができる。

【0012】

前記算出サーバーは、下記の式 (1) によって斜面破壊面で発揮されるせん断強度を算出し、下記の式 (2) によって斜面破壊面で発揮されるせん断応力を算出し、下記の式 (3) によって斜面の安全率を算出することができる。

【0013】

せん断強度 = 粘着力 + 有効応力 × tan (内部摩擦角) ... (1)

10

20

30

40

50

有効応力 = 全応力 - 前記間隙水圧センサーの間隙水圧

(ここで、粘着力、内部摩擦角及び全応力は設定された定数)

【0014】

せん断応力 = 前記重量センサーの重量によって得られた活動を起こす力の和 ... (2)

【0015】

安全率 = せん断強度 / せん断応力 ... (3)

【0016】

前記重量センサーは、前記スライダの底面に沿って複数が設置され、土体の総重量を前記算出サーバーに印加し、前記スライダの移動による土体の重量分布を前記算出サーバーに印加することができる。

10

【0017】

前記算出部は、前記スライダの内周面に溝状に形成され、前記間隙水圧センサーを埋込状態で収容するセンサーホルダー；及び前記センサーホルダーの上部に設置され、水分の流入を許容するが水分以外の物質はフィルタリングするセンサーフィルター；をさらに含むことができる。

【0018】

前記スライダは、前記フルムに移動可能に設置され、上部が開放した箱体状に形成され、積載される土体の底面にせん断面を模写する土車；前記土車の上部を遮蔽するカバー；及び前記土車を移動可能に支持し、前記土車の移動または移動速度を制御する駆動部材；を含むことができる。

20

【0019】

前記駆動部材は、前記土車の一侧に連結された状態で支持力を提供し、長さが伸縮しながら前記土車を移動させる油圧シリンダー；を含むことができる。

【0020】

前記スライダは、前記土車の底面に粗面を提供し、土体の底面に崩壊斜面の粗面を模写する崩壊斜面模写部；をさらに含むことができる。

【0021】

前記崩壊斜面模写部は、前記土車の一側面に設置される巻取ローラー；前記巻取ローラーに巻き取られた状態で先端部が前記土車の他側面を向けて引き出されながら前記土車の底面と土体の底面の間に介在されて、粗さを持つ素材に形成されて粗面を提供する粗面部材；前記土車から離隔して設置され、前記粗面部材の先端部を巻取して前記粗面部材を前記巻取ローラーから引き出す引出口ローラー；及び前記土車の他側面に長溝状に形成され、前記粗面部材が貫いて前記引出口ローラーと前記粗面部材を一直線状に連結させる貫通スロット；を含むことができる。

30

【0022】

前記粗面部材は、表面に粗さを持つ不織布、サンドペーパー及び表面に凹凸型突部が突設されて表面粗さを現すことができる部材のいずれか1種からなることができる。

【0023】

前記引出口ローラーは、回転速度を制御するとともに前記粗面部材の引出速度を可変することができる。

40

【0024】

前記崩壊斜面模写部は、前記貫通スロットに備えられ、前記粗面部材に密着して、土体に含有された水分が前記貫通スロットを通じて排出されることを防止する水密部材；をさらに含むことができる。

【0025】

前記スライダは、前記フルムの底面に沿って回転可能に設置され、前記土車のスリップ面を提供する複数のフルムローラー；をさらに含むことができる。

【0026】

前記スライダは、前記カバーに設置され、土体の上部から水を供給して土体に降雨環境を提供する降雨模写部；をさらに含むことができる。

50

【 0 0 2 7 】

前記降雨模写部は、前記カバーの底面に沿って設置され、土体に向けて水を噴射する噴射ノズル；及び前記噴射ノズルに水を供給する供給ポンプ；を含むことができる。

【 0 0 2 8 】

前記試験装置は、前記フルムの上方に設置され、前記スライダの移動を撮影し、移動による前記スライダの位置または前記スライダに積載された土体の状態を撮影するカメラ；をさらに含むことができる。

【 発明の効果 】

【 0 0 2 9 】

本発明による間隙水圧 - 地表変位 - せん断面完全連携山崩れ早期探知試験装置は、スライダを構成する土車に土体を積載した状態で移動させることによってせん断面及び地表変位環境を提供するとともに間隙水圧及び重量に基づいてせん断強度及びせん断応力を算出することができ、これにより間隙水圧及び地表変位による安全率を算出するとともに安全率変化によって山崩れの早期探知をはかることができる。

10

【 0 0 3 0 】

また、本発明は、スライダを構成する土車が駆動部材によって移動が制御されるとともに移動速度が制御されるので、多様な形態の地表変位を模写することができる。

【 0 0 3 1 】

これに加え、本発明は、土車の内周面に設けられる粗面部材が巻取ローラーから引き出されながら土体の底面に粗面を提供することにより、山崩れ発生地域の地形学的特性（底面）を考慮した粗面が模写できるので、より正確な試験環境を提供することができる。

20

【 0 0 3 2 】

また、本発明は、粗面部材が土車の側面に設けられる貫通スロットを貫いて一直線状に引出口ローラーに連結されるので、粗面部材がなだらかに引出口ローラーに引き出されながら粗面を提供することができ、貫通スロットに水密部材が備えられるので、土体に含有された水分の排出を防止することができる。

【 0 0 3 3 】

また、本発明は、算出部を構成する間隙水圧センサーがセンサーホルダーに收容されるとともにセンサーフィルターによってフィルタリングされる状態で收容されるので、異物による間隙水圧センサーの誤作動を防止することができる。

30

【 0 0 3 4 】

一方、本発明は、フルムの底面に沿ってフルムローラーが設置される場合には土車の移動がよりなだらかになることができる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 3 5 】

【 図 1 】本発明による間隙水圧 - 地表変位 - せん断面完全連携山崩れ早期探知試験装置を示す斜視図である。

【 図 2 】本発明による山崩れ測定試験装置を示す縦断面図である。

【 図 3 】図 2 に示したスライダの他の実施例を示す縦断面図である。

【 図 4 】図 2 に示したフルムの他の実施例を示す構成図である。

40

【 図 5 】本発明の算出部を示すブロック図である。

【 図 6 】図 2 に示した間隙水圧センサーを示す拡大断面図である。

【 図 7 】図 2 に示したスライダのさらに他の実施例を示す縦断面図である。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 3 6 】

以下、添付図面に基づいて本発明の実施例をより詳細に説明する。本発明の説明において、関連の公知の汎用的な機能または構成についての詳細な説明は省略する。

【 0 0 3 7 】

本発明による間隙水圧 - 地表変位 - せん断面完全連携山崩れ早期探知試験装置は、図 1 及び図 2 に示したように、フレーム 100、フルム 200、スライダ 300 及び算出部

50

400を含んでなることができる。

【0038】

フレーム100は、本発明の試験装置を室内に構成するために、支持力を提供する部材であり、試験室の形態や大きさに適した形態に設置することができる。

【0039】

例えば、フレーム100は、図1に示したように、キャスター110が下端に設けられた台車状に形成され、移動式で構成することができ、図示のものとは異なり、水平フレームと垂直フレームの組合せによって室内に固定式で構成することもできる。

【0040】

フルム200は山崩れ物質を構成する土体の斜面を線形または非線形の曲線部の形態に提供して斜面挙動や地表変位の模写のための傾斜路を提供する構成要素であり、フレーム100に角度調節可能な状態に設置され、角度調節によって多様な試験環境を提供する。

【0041】

例えば、フルム200は、図2に示したように、ヒンジ210によって一端部がフレーム100に結合された状態で、他端部が油圧シリンダー220のような昇降部材によって昇降することで傾斜角度を調節することができる。

【0042】

これとは異なり、フルム200はホイスト(図示せず)に連結され、他端部がホイストによって上方に引かれることで、傾斜角度を調節することもできる。

【0043】

そして、フルム200は、図示のものとは異なり、試験条件によって複数で構成されて連結されることができる。

【0044】

一方、フルム200は、図1に示したように、半円形に湾曲して形成され、円弧破壊現状の再現ができるように設計することができる。

【0045】

これとは異なり、フルム200は、図2に示したように、直線形に製作することができ、図4に抜粋して示したように、曲線形に製作することもできる。

【0046】

ここで、本発明で言及する土体(soil mass)は、山崩れ発生現場の山崩れ物質(landslide materials)に現場の圧密状態と土の透水特性を反映して後述する土車310に積載される試験試料(soil sample)を言う。土車310に積載される土試料は一定の圧力で上部から押し固めて現場の密度を再現して土車310の高さまで満たすとか一定の高さに維持することができる。

【0047】

スライダー300は山崩れ物質を構成する土体Sのせん断面を模写して土体Sと一緒に移動して地表変位や斜面破壊を模写する構成要素である。

【0048】

例えば、スライダー300は、図1及び図2に示したように、土車310、カバー315及び駆動部材320を含んでなることができる。

【0049】

土車310は、図1に示したように、上部が開放した箱体状に形成され、フルム200に移動可能に設置され、図2に示したように、土体Sが漏水防止状態で積載され、積載された土体Sの底面にせん断面を模写する。

【0050】

ここで、土車310は試験条件によって、図2に示したように、土体Sが全て満たされることもでき、図3に示したように、土体Sが部分的に満たされることもできる。

【0051】

このような土車310は、図2に示したように、後述する算出部400を構成する重量センサー410及び間隙水圧センサー420が内周面に沿って設置される。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 2 】

一方、土車 3 1 0 は、図 1 に示したように、フルム 2 0 0 に備えられるレール 2 0 0 a に装着された状態でレール 2 0 0 a に沿って移動することが好ましい。

【 0 0 5 3 】

例えば、レール 2 0 0 a はフルム 2 0 0 の長手方向に沿って突設されて土車 3 1 0 の両側をガイドする形態に構成することができ、フルム 2 0 0 と土車 3 1 0 が向い合う面に突起及び溝の形態に備えられて土車 3 1 0 の移動をガイドすることができる。

【 0 0 5 4 】

カバー 3 1 5 は、図 2 及び図 3 に示したように、土車 3 1 0 の開放した上部を遮蔽して土体 S 及び水分が土車 3 1 0 の外部に排出されることを防止する。

10

【 0 0 5 5 】

このようなカバー 3 1 5 は透明材から形成され、土車 3 1 0 の内部を透視可能なように遮蔽することが好ましい。これは後述するカメラ 5 0 0 によって土車 3 1 0 の内部状態を撮影するためである。

【 0 0 5 6 】

駆動部材 3 2 0 は土車 3 1 0 を移動可能に支持するとともに土車 3 1 0 の移動や移動速度を制御することにより土体 S の地表変位や土体の動きによる斜面破壊を模写する部材である。

【 0 0 5 7 】

このような駆動部材 3 2 0 は、図 1 及び図 2 に示したように、土車 3 1 0 の一側端にロッド 3 2 1 を介して連結される油圧シリンダーからなり、土車 3 1 0 を支持し、油圧によってロッド 3 2 1 を出没させて土車 3 1 0 を移動させる。

20

【 0 0 5 8 】

この際、駆動部材 3 2 0 を構成する油圧シリンダーは、図 1 に示したように、前述したフレーム 1 0 0 にヒンジ 3 2 2 を介して結合され、支持力を提供するとともにフルム 2 0 0 の傾斜調節によって回転する。

【 0 0 5 9 】

一方、本発明のスライダ 3 0 0 は、図 3 に示したように、崩壊斜面模写部 3 3 0 をさらに含んでなることができる。

【 0 0 6 0 】

崩壊斜面模写部 3 3 0 は、土車 3 1 0 の内周面に摩擦力を提供することにより、土車 3 1 0 に積載された土体（土試料）の底面に崩壊斜面の粗面を模写する構成要素である。

30

【 0 0 6 1 】

例えば、崩壊斜面模写部 3 3 0 は、図 3 に示したように、巻取ローラー 3 3 1、粗面部材 3 3 2、引出口ローラー 3 3 3 及び貫通スロット 3 3 4 を含んでなることができる。

【 0 0 6 2 】

巻取ローラー 3 3 1 は、図 1 及び図 3 に示したように、土車 3 1 0 の下部側面に回転可能に設置される。

【 0 0 6 3 】

引出口ローラー 3 3 3 は、図 1 及び図 3 に示したように、土車 3 1 0 から離隔した状態でフルム 2 0 0 に回転可能に設置される。

40

【 0 0 6 4 】

このような引出口ローラー 3 3 3 は空回り可能に設置され、図 1 に示したように、自動回転ができない固定式で構成できる。これとは異なり、図 3 に示したように、駆動モーター 3 3 3 a の駆動力によって自動回転可能な回転式で構成されることができ、これについては後述する。

【 0 0 6 5 】

粗面部材 3 3 2 は、図 3 に示したように、土車 3 1 0 の底面と土体 S 底面の間に介在された状態で土体 S の底面に粗面を提供する部材である。

【 0 0 6 6 】

50

このような粗面部材 332 は粗さを持つ素材から構成され、図 3 に示したように、巻取ローラー 331 に巻き取られた状態で先端部が土車 310 の底面に沿って伸びて引出口ローラー 333 に結合され、土車 310 の移動によって巻取ローラー 331 から引き出されながら土体 S の底面に粗面を提供することによって崩壊斜面の粗面を模写する。

【0067】

例えば、粗面部材 332 は表面に粗さを持つ不織布からなるとかあるいはサンドペーパーまたは表面に凹凸形突部が突出して表面粗さを現すことができる部材からなることができる。

【0068】

ここで、粗面部材 332 は、図 3 に示したように、土車 310 の側壁の内側に挿入されて土車 310 の底面に沿って引き出されることが好ましい。これにより、粗面部材 332 は土体 S の底面とばかり接触し、土体 S の側面とは接触しない。

10

【0069】

前述した引出口ローラー 333 は、図 1 に示したように、固定式で構成される場合、単に粗面部材 332 の一端部を支持することにより、粗面部材 332 が土車 310 の移動によって巻取ローラー 331 から引き出されるようにする役目をする。

【0070】

具体的に、粗面部材 332 は土車 310 が駆動部材 320 によって下降しながら巻取ローラー 331 と一緒に下降することにより、引出口ローラー 333 の支持力によって巻取ローラー 331 から引き出されながら土体 S の底面をせん断させる。

20

【0071】

すなわち、引出口ローラー 333 が固定式の場合は、粗面部材 332 による土体 S のせん断速度と土車 310 の移動速度が比例する。例えば、見掛けで斜面が多い変形を現したようであるが、斜面内のせん断部で大きな変形が発生しない場合を模写することができる。

【0072】

これとは異なり、引出口ローラー 333 は、図 3 に示したように、回転式で構成される場合、駆動モーター 333a による回転速度制御が可能なので、土車 310 の移動速度より遅いとか早い速度で粗面部材 332 を巻取ローラー 331 から引き出すことができる。

【0073】

また、引出口ローラー 333 は土車 310 が停止した状態でも駆動モーター 333a によって回転して粗面部材 332 を巻取ローラー 331 から引き出すことで、土体 S の底面にせん断面を模写することもできる。

30

【0074】

これにより、引出口ローラー 333 が回転式の場合は、例えば見掛けでは山地斜面の動きがほぼなさそうであるが、実際斜面内のせん断部で相当な変形が発生する条件を再現することができる。

【0075】

貫通スロット 334 は粗面部材 332 の幅に対応する長さの長溝状に土車 310 の側壁に貫設されることにより、粗面部材 332 を引出口ローラー 333 と一直線状に連結する。

【0076】

これにより、粗面部材 332 は引出口ローラー 333 の回転によってもっとなだらかに引き出されながら土体 S の底面に摩擦力を提供する。

40

【0077】

ここで、貫通スロット 334 は、図 3 に拡大して示したように、水密部材 335 を備えることが好ましい。

【0078】

水密部材 335 は例えばゴムパッキングからなることができ、拡大して示すように、粗面部材 332 に密着することにより、土体 S に含有された水分が貫通スロット 334 を通じて外部に排出されることを防止する。

【0079】

50

一方、貫通スロット 334 は、図 3 に示したように、巻取ローラー 331 が設置された土車 310 の側壁にも同様に設置されることもできる。

【0080】

そして、スライダ 300 は、図 4 に示したように、フルムローラー 340 をさらに含んでなることができる。

【0081】

フルムローラー 340 は土車 310 のスリップ面を提供する構成要素で、図 4 に示したように、複数で構成され、フルム 200 の長手方向に沿って回転可能に設置される。

【0082】

このようなフルムローラー 340 は、図 4 に抜純抜粋して示したように、フルム 200 が曲線状に製作される場合にもフルム 200 の曲面に沿って設置することができる。

10

【0083】

また、スライダ 300 は、図 7 に示したように、降雨模写部 360 をさらに含んでなることができる。

【0084】

降雨模写部 360 は土体 S の上部に水を噴射して土体に降雨環境を提供する構成要素である。

【0085】

このような降雨模写部 360 は、例えば図 7 に示したように、噴射ノズル 361 及び供給ポンプ 362 を含んでなることができる。

20

【0086】

噴射ノズル 361 は、図 7 に示したように、カバー 315 の底面に沿って複数設置され、供給ポンプ 362 から供給される水を土体 S に噴射する。

【0087】

供給ポンプ 362 は噴射ノズル 361 に水を供給し、試験条件によって水の供給量を一定に供給するとか可変させて供給することができる。

【0088】

すなわち、降雨模写部 360 は、地盤変形が発生するとき、降雨（地盤の飽和度）を一定に維持するとか増加させることができる試験環境を提供する。

【0089】

一方、フルム 200 の上部には、図 1 に示したように、カメラ 500 が設置できる。

30

【0090】

カメラ 500 は、フルム 200 の上部で土車 310 の移動を撮影しながら土車 310 の移動による土車上部の任意の地点に対する土体 S の変位を撮影する。このようなカメラ 500 は高解像度デジタルカメラまたは精密地上ライダー（LiDAR）などから構成され、土体 S の位置及び時間の変化を精密に撮影することが好ましい。

【0091】

このようなカメラ 500 は前述した駆動部材 320 に連結され、駆動部材 320 の作動に連動して土車 310 を撮影することが好ましい。

【0092】

すなわち、カメラ 500 のヘッドは駆動部材 320 を構成する油圧シリンダーの長さ変化によって撮影角度を可変させながら土車 310 に従って撮影する。

40

【0093】

算出部 400 は、スライダ 300 を構成する土車 310 の移動によって発生する土体 S の底面及び側面部の間隙水圧と重量を測定し、これにより斜面のせん断強度及びせん断応力を算出するとともに、算出されたせん断強度及びせん断応力に基づいて斜面の安全率を算出する構成要素である。

【0094】

例えば、算出部 400 は、図 2 及び図 5 に示したように、重量センサー 410、間隙水圧センサー 420、及び算出サーバー 430 を含んでなることができる。

50

【 0 0 9 5 】

重量センサー 4 1 0 は、図 2 に示したように、土車 3 1 0 の底面に設置され、土体 S の重量を測定し、後述する算出サーバー 4 3 0 に印加する。

【 0 0 9 6 】

このような重量センサー 4 1 0 は、図 2 に示したように、土車 3 1 0 の底面に沿って複数設置されることが好ましく、土体 S の総重量を算出サーバー 4 3 0 に提供するとともに土車 3 1 0 の移動による土体 S の重量分布を提供する。

【 0 0 9 7 】

間隙水圧センサー 4 2 0 は土体 S の内部を流れる水分の間隙水圧を測定する部材で、図 1 に示したように、複数で構成され、土車 3 1 0 の底面及び壁面に沿って設置される。

10

【 0 0 9 8 】

ここで、間隙水圧センサー 4 2 0 は、図 2 に示したように、重量センサー 4 1 0 と一緒に固定式で設置されることができ、移動可能な形態に構成され、土体 S の内部に互いに異なる位置に配置されることができる。

【 0 0 9 9 】

このような間隙水圧センサー 4 2 0 は、設置された地点の間隙水圧を測定して算出サーバー 4 3 0 に印加することにより、土車 3 1 0 の移動による地表変位によって変わる間隙水圧を提供する。

【 0 1 0 0 】

間隙水圧センサー 4 2 0 は、図 6 に拡大して示したように、センサーホルダー 4 3 0 及びセンサーフィルター 4 4 0 によって収容されるように設置できる。

20

【 0 1 0 1 】

センサーホルダー 4 3 0 は、土車 3 1 0 の内周面に溝状に形成されて間隙水圧センサー 4 2 0 を埋込状態で収容する。

【 0 1 0 2 】

ここで、間隙水圧センサー 4 2 0 に連結されるケーブル 4 2 1 は、図 6 に拡大して示したように、センサーホルダー 4 3 0 及びフルム 2 0 0 を貫いて長く伸び、ケーブルリール（図示せず）に巻き取られることができ、土車 3 1 0 が移動することによってケーブルリールから引き出されることができる。

【 0 1 0 3 】

センサーフィルター 4 4 0 は異物をフィルタリングする部材で、図 6 に拡大して示したように、センサーホルダー 4 3 0 の上部に設置され、水分の流入のみを許容し、水分以外の異物はフィルタリングする。

30

【 0 1 0 4 】

これにより、間隙水圧センサー 4 2 0 はセンサーフィルター 4 4 0 によってフィルタリングされた水分の圧力のみを測定することができるので、誤作動を防止することができる。

【 0 1 0 5 】

このようなセンサーフィルター 4 4 0 は、例えば金属フィルター 4 4 1 及び紙フィルター 4 4 2 を含んでなることができる。

40

【 0 1 0 6 】

金属フィルター 4 4 1 はセンサーホルダー 4 3 0 の外側に設置され、土体 S と直接接触して異物を 1 次にフィルタリングする。

【 0 1 0 7 】

紙フィルター 4 4 2 は金属フィルター 4 4 1 の内側に設置され、水分以外の異物を 2 次にフィルタリングする。

【 0 1 0 8 】

算出サーバー 4 3 0 は、重量センサー 4 1 0 及び間隙水圧センサー 4 2 0 から印加された測定値に基づいて斜面のせん断強度及びせん断応力を算出した後、安全率を算出する構成要素である。

50

【 0 1 0 9 】

このような算出サーバー 4 3 0 は、制御プログラムが組み込まれたコンピュータから構成され、重量センサー 4 1 0 及び間隙水圧センサー 4 2 0 にケーブル 4 2 1 を介して連結できる。

【 0 1 1 0 】

ここで、算出サーバー 4 3 0 は斜面破壊面で発揮されるせん断強度を次の式 (1) によって算出する。

【 0 1 1 1 】

せん断強度 = 粘着力 + 有効応力 $\times \tan$ (内部摩擦角) ... (1)

有効応力 = 全応力 - 間隙水圧センサーの間隙水圧

ここで、粘着力と内部摩擦角は土体 S の地盤工学的定数であり、全応力は土体 S による定数である。

【 0 1 1 2 】

すなわち、せん断強度は有効応力を成す間隙水圧の大きさに反比例する。

【 0 1 1 3 】

また、算出サーバー 4 3 0 は、土体 S のせん断応力を次の式 (2) によって算出する。

【 0 1 1 4 】

せん断応力 = 重量センサーの重量によって得られた活動を引き起こす力の和 ... (2)

【 0 1 1 5 】

すなわち、せん断応力は土体 S が流れ下がろうとする力で、土体 S の重量に比例する。

【 0 1 1 6 】

そして、算出サーバー 4 3 0 は、算出されたせん断強度及びせん断応力に基づいて斜面の安全率を次の式 (3) によって算出する。

【 0 1 1 7 】

安全率 = せん断強度 / せん断応力 ... (3)

【 0 1 1 8 】

すなわち、斜面の安全率はせん断強度が減少するとかせん断応力が増加する場合に低くなり、1 以下になる場合に斜面破壊が発生する。

【 0 1 1 9 】

総合すれば、算出サーバー 4 3 0 は、土車 3 1 0 によって土体 S が移動するにつれて各地点で土体 S の底面のせん断強度及びせん断応力を算出し、斜面の安全率を算出する。

【 0 1 2 0 】

ここで、算出サーバー 4 3 0 は、前述した駆動部材 3 2 0 の制御によって土車 3 1 0 が設定の速度で連続して移動することによって斜面の安全率を連続的に算出することができ、これとは異なり、土車 3 1 0 が段階的に移動することによって斜面の安全率を設定地点で算出することができる。

【 0 1 2 1 】

これにより、試験者は斜面の移動形態や時間による安全率の変化を予測することができ、これに基づいて山崩れ危険地域の間隙水圧やせん断面及び地表変位によって山崩れの発生を早期に探知することができる。

【 0 1 2 2 】

以上のように、本発明による間隙水圧 - 地表変位 - せん断面完全連携山崩れ早期探知試験装置によれば、スライダ 3 0 0 を構成する土車 3 1 0 に土体 S を積載した状態で移動させることにより、せん断面及び地表変位をせん断時間によって提供し、間隙水圧及び重量に基づいてせん断強度及びせん断応力を算出することができ、これにより間隙水圧及び地表変位による安全率を算出するとともに斜面の安全率変化によって山崩れの早期探知をはかることができる。

【 0 1 2 3 】

また、駆動部材 3 2 0 によって、スライダ 3 0 0 を構成する土車の移動が制御されるとともに移動速度が制御されるので、多様な形態の地表変位を模写することができる。

10

20

30

40

50

【 0 1 2 4 】

これに加え、土車 3 1 0 の内周面に設けられる粗面部材 3 3 2 が引出口ローラー 3 3 3 の作動によって移動しながら土体 S の底面に摩擦力を提供することによって崩壊斜面の粗面を模写することができるので、より正確な試験環境を提供することができる。

【 0 1 2 5 】

また、粗面部材 3 3 2 が土車 3 1 0 の側面に設けられる貫通スロット 3 3 4 を貫いて一直線状に引出口ローラー 3 3 3 に連結されるので、粗面部材 3 3 2 が引出口ローラー 3 3 3 によってなだらかに引き出されながら粗面を提供することができ、貫通スロット 3 3 4 に水密部材 3 3 5 が備えられるので、土体 S に含有された水分排出を防止することができる。

【 0 1 2 6 】

さらに、スライダ 3 0 0 に降雨模写部 3 6 0 を備える場合には、地盤変形が発生するとき、降雨（地盤の飽和度）を一様に維持するとか増加させることができる試験環境を提供することができる。

【 0 1 2 7 】

また、算出部 4 0 0 を構成する間隙水圧センサー 4 2 0 をセンサーホルダー 4 3 0 に収容するとともにセンサーフィルター 4 4 0 によってフィルタリングするので、異物による間隙水圧センサー 4 2 0 の誤作動を防止することができる。

【 0 1 2 8 】

一方、フルム 2 0 0 の底面に沿ってフルムローラー 3 4 0 が設置される場合には土車 3 1 0 の移動がもっとなだらかになされることができる。

【 0 1 2 9 】

以上、本発明の具体的な実施例を例として説明したが、これらはただ説明の目的のためのもので、本発明の保護範囲を制限しようとするものではない。本発明の技術的思想を逸脱しない範囲内で多様な置換、変形及び変更が可能であるのは本発明が属する技術分野の通常の知識を持った者に明らかであろう。

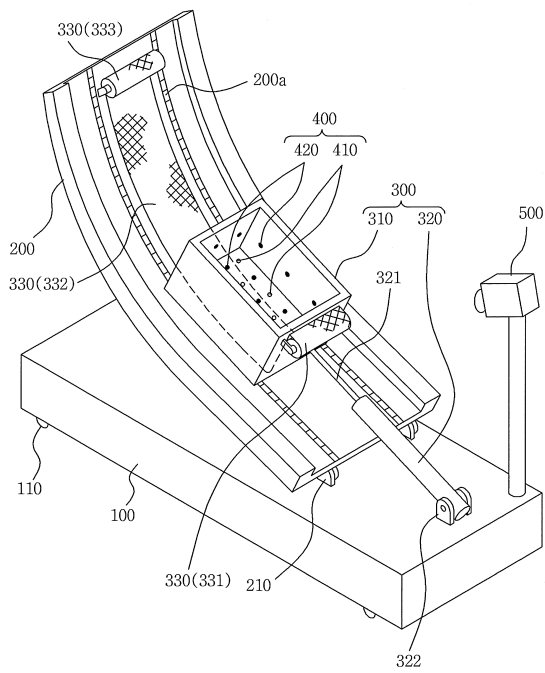
【 符号の説明 】

【 0 1 3 0 】

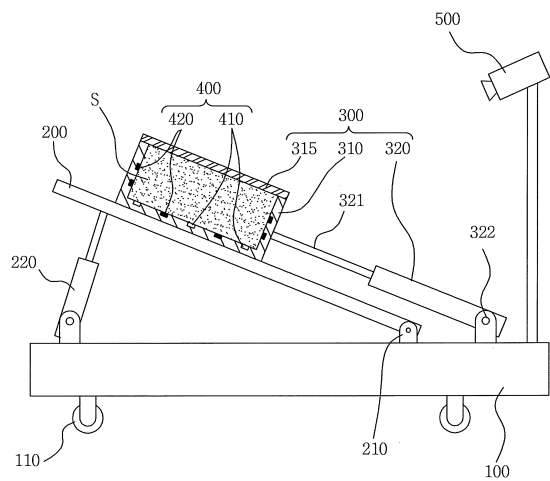
| | | |
|---------|---------|----|
| 1 0 0 | フレーム | |
| 1 1 0 | キャスター | |
| 2 0 0 | フルム | 30 |
| 2 0 0 a | レール | |
| 2 1 0 | ヒンジ | |
| 2 2 0 | 油圧シリンダー | |
| 3 0 0 | スライダ | |
| 3 1 0 | 土車 | |
| 3 1 5 | カバー | |
| 3 2 0 | 駆動部材 | |
| 3 2 1 | ロッド | |
| 3 2 2 | ヒンジ | |
| 3 3 0 | 崩壊斜面模写部 | 40 |
| 3 3 1 | 巻取ローラー | |
| 3 3 2 | 粗面部材 | |
| 3 3 3 | 引出口ローラー | |
| 3 3 4 | 貫通スロット | |
| 3 3 5 | 水密部材 | |
| 3 4 0 | フルムローラー | |
| 3 6 0 | 降雨模写部 | |
| 3 6 1 | 噴射ノズル | |
| 3 6 2 | 供給ポンプ | |
| 4 0 0 | 算出部 | 50 |

- 4 1 0 重量センサー
- 4 2 0 間隙水圧センサー
- 4 3 0 算出サーバー
- 4 3 0 センサーホルダー
- 4 4 0 センサーフィルター
- 4 4 1 金属フィルター
- 4 4 2 紙フィルター
- 5 0 0 カメラ
- S 土体

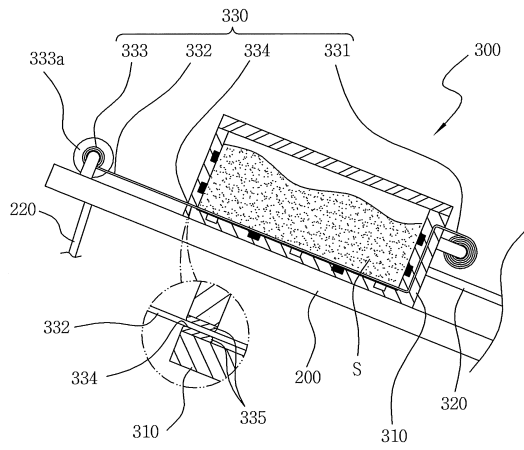
【図 1】



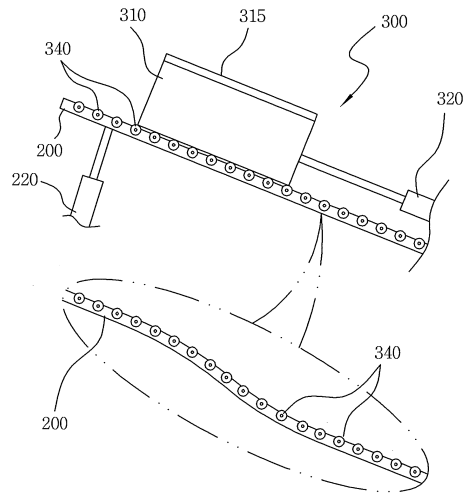
【図 2】



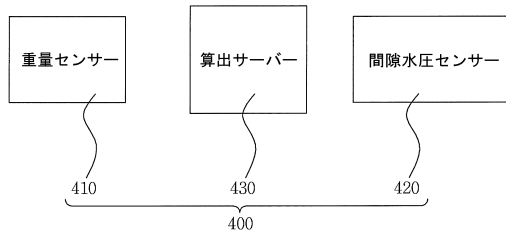
【図3】



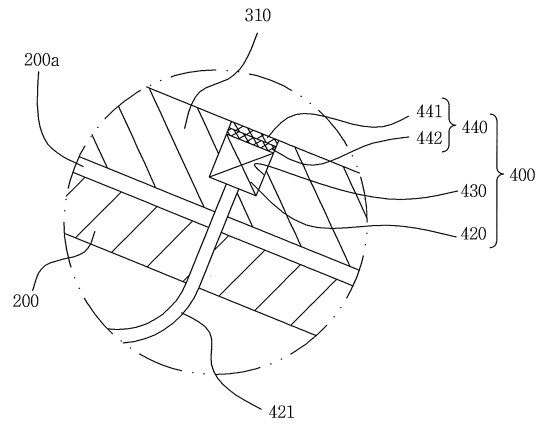
【図4】



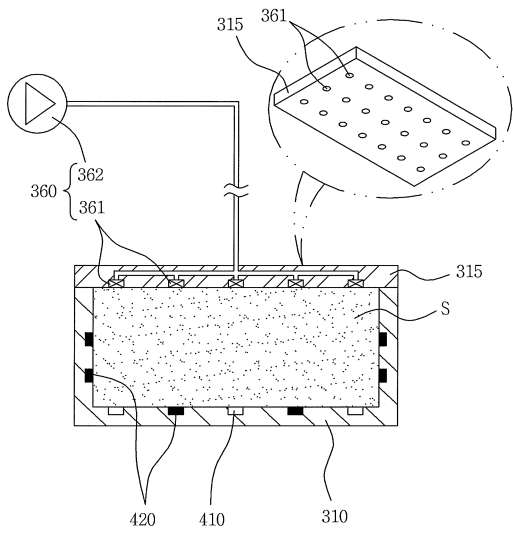
【図5】



【図6】



【図7】



フロントページの続き

- (72)発明者 イ、チュン オ
大韓民国 テジョン、ユソン グ、ジジョク ドン 905 5、ギョンナム オナースビル セ
カンド 1208
- (72)発明者 キム、キョン ス
大韓民国 テジョン、ユソン グ、バエウル 2口、42、515 801
- (72)発明者 チェ、ピュン コン
大韓民国 テジョン、ユソン グ、バソク ドン、バンソク マウル アpartment、507
1601
- (72)発明者 ソン、ヨン ソク
大韓民国 テジョン、ユソン グ、ハギ ドン、ソンリム マウル アpartment、204 2
03
- (72)発明者 チェ、チョンエ
大韓民国 テジョン、ユソン グ、チョンミン ドン、エキスポ アpartment 106 30
6

審査官 富山 博喜

- (56)参考文献 特開2007-051987(JP, A)
韓国登録特許第10-1426897(KR, B1)
韓国登録特許第10-1195409(KR, B1)
韓国公開特許第10-2012-0120632(KR, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
E02D 17/20
G01D 21/00