(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第3585929号
(P3585929)
(45)発行日　平成16年11月10日(2004.11.10)　(24)登録日　平成16年8月13日(2004.8.13)

(51)Int.Cl.[7]　F I
E02D 3/026　E02D 3/026
E01C 19/28　E01C 19/28

請求項の数 26　(全 11 頁)

(21)出願番号　特願平8-526696
(86)(22)出願日　平成8年3月1日(1996.3.1)
(65)公表番号　特表平11-501376
(43)公表日　平成11年2月2日(1999.2.2)
(86)国際出願番号　PCT/GB1996/000489
(87)国際公開番号　WO1996/027713
(87)国際公開日　平成8年9月12日(1996.9.12)
審査請求日　平成13年8月7日(2001.8.7)
(31)優先権主張番号　9504345.1
(32)優先日　平成7年3月3日(1995.3.3)
(33)優先権主張国　英国(GB)

(73)特許権者
コンパクション　テクノロジー　(ソイル)リミテッド
イギリス国　エイチエー2　7エイチエイチ　ミドルセックス　ハロウ　インペリアル　ドライブ　204－226　シー／オー　シドニー　ド　レオン　オブ　タルボット　ハウス
(74)代理人
弁理士　秋元　輝雄
(72)発明者　クック，エリック，ジョンストン
南アフリカ共和国　1490　ニゲル　ソマーセット　ストリート　57

最終頁に続く

(54)【発明の名称】土壌硬度の監視方法および装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

硬化機により硬化された地表の硬度水準を監視する方法であって、
前記硬化機は、複数の側面を有する少なくとも１つの回転可能な硬化用重量物を備え、
前記硬化用重量物は、前記地表を転がる時に周期的な圧縮を前記地表に与え、
前記地表の硬化水準に関するデータが、前記地表の硬化中に、前記重量物が前記地表に圧縮を与えるときの前記重量物の減速度から導き出されることを特徴とする方法。

【請求項２】

請求項１の方法において、前記硬化機は衝撃硬化機であり、かつ前記硬化用重量物は、前記地表を転がる時に周期的な衝撃を前記地表に与えることを特徴とする方法。

【請求項３】

請求項２の方法において、前記衝撃硬化機の、前記硬化用重量物の動きに対応する動きを受ける位置に取り付けられた、少なくとも１つの加速度計によって、前記硬化用重量物の減速度が監視されるステップを備えることを特徴とする方法。

【請求項４】

請求項２または３の方法において、前記硬化用重量物が前記地表を転がるときの前記地表の硬度水準に関する情報を、可視的に表示するステップを備えることを特徴とする方法。

【請求項５】

請求項４の方法において、前記地表の硬度水準に関する情報を、前記衝撃硬化機のオペレータに対し表示するステップを備えることを特徴とする方法。

【請求項６】
請求項４または５の方法において、前記地表の硬度水準に関する情報を、前記衝撃硬化機から離れた位置に表示するステップを備えることを特徴とする方法。
【請求項７】
請求項２～６のいずれかの方法において、前記地表の硬度水準に関する情報と、前記衝撃硬化機の地理的な位置に関するデータとを関連づけるステップを備えることを特徴とする方法。
【請求項８】
請求項７の方法において、前記衝撃硬化機の地理的な位置に関するデータは、位置測定システム（GPS）を使用して得られるものであることを特徴とする方法。
【請求項９】
請求項７または８の方法において、前記衝撃硬化機のオペレータに対し、硬化用地上の前記衝撃硬化機の移動が、所定の基準に従っているか否かを、可視的に指示するステップを備えることを特徴とする方法。
【請求項１０】
請求項２～９のいずれかの方法において、前記硬化用重量物が前記地表を転がるときの前記衝撃硬化機の速度を監視するステップを備えることを特徴とする方法。
【請求項１１】
請求項10の方法において、前記衝撃硬化機の速度に関するデータと、前記地表の硬度水準に関するデータとを関連づけるステップを備えることを特徴とする方法。
【請求項１２】
請求項２～11のいずれかの方法において、前記地表の硬度水準に関するデータをデータ記録機に記録するステップと、前記データを前記地表の硬化の後にダウンロードするステップとを備えることを特徴とする方法。
【請求項１３】
複数の側面を有し、地表を転がる時に周期的な圧縮を前記地表に与える少なくとも１つの回転可能な硬化用重量物を有する硬化機と；
前記硬化用重量物が前記地表を転がるようにする手段と；
前記重量物が前記地表に圧縮を与えるときの前記重量物の減速度を監視する手段と；そして
硬化の期間中に、前記重量物が前記地表に圧縮を与えるときの前記重量物の減速度から、前記地表の硬度水準に関するデータを導き出す手段と
を備えることを特徴とする土壌硬化装置。
【請求項１４】
請求項13の装置において、硬化機が衝撃硬化機であり、前記重量物は周期的な衝撃を与えることを特徴とする装置。
【請求項１５】
請求項14の装置において、前記硬化用重量物が前記地表に衝撃的打撃を与えるときの前記重量物の減速度を監視するために、前記衝撃硬化機に取り付けられた少なくとも１つの加速度計を備えることを特徴とする装置。
【請求項１６】
請求項15の装置において、前記加速度計は、前記硬化用重量物が結合された車軸に装着されていることを特徴とする装置。
【請求項１７】
請求項14～16のいずれかの装置において、
前記硬化用重量物は、周辺に離れて配置された複数の突出点と、突出点の間で当該重量物の周辺に配置された同数の硬化面とを有し、
前記突出点と硬化面は、前記地表を転がるとき、前記硬化用重量物が交互に突出点に上昇し、それから下方に落下して、次に続く硬化面が地表に衝撃的打撃を与えるように配置され、

加速度計が、前記硬化用重量物の前記硬化面のそれぞれに対して提供され、且つ前記硬化用重量物の垂直方向の減速度を検出するように指向されていることを特徴とする装置。

【請求項１８】

請求項14～17の装置において、前記硬化用重量物が前記地表へ衝撃的打撃を与えるときの前記重量物の減速度に関する信号を前記加速度計から受信して処理し、そして前記地表の硬度水準に関する信号データを導き出す電気的処理手段を更に備えることを特徴とする装置。

【請求項１９】

請求項18の装置において、前記地表の硬度水準に関する情報を、前記衝撃硬化機のオペレータに表示する手段を更に備えることを特徴とする装置。

【請求項２０】

請求項18または19の装置において、前記地表の硬度水準に関する情報を、前記衝撃硬化機から離れた位置に表示する手段を更に備えることを特徴とする装置。

【請求項２１】

請求項18～20のいずれかの装置において、前記衝撃硬化機の地理的な位置に関するデータを生成し、そのデータを前記電気的処理手段に入力するための位置測定システム（GPS）を更に備えることを特徴とする装置。

【請求項２２】

請求項21の装置において、前記電気的処理手段は、前記地表の硬度水準に関する情報と、前記衝撃硬化機の地理的な位置に関するデータとを関連づけるように設定され、これにより、硬化用地に関し、前記用地の異なる複数の位置における地表の硬度水準に関連したデータを生成することを特徴とする装置。

【請求項２３】

請求項21または22の装置において、前記衝撃硬化機のオペレータに対し、硬化用地上の前記衝撃硬化機の移動が、所定の基準に従っているか否かを、可視的に指示する手段を更に備えることを特徴とする装置。

【請求項２４】

請求項14～23のいずれかの装置において、前記硬化用重量物が前記地表を転がるときの前記衝撃硬化機の速度を監視する手段を更に備えることを特徴とする装置。

【請求項２５】

請求項24の装置において、前記衝撃硬化機の速度に関するデータと、前記地表の硬度水準に関するデータとを関連づける手段を更に備えることを特徴とする装置。

【請求項２６】

請求項14～25のいずれかの装置において、前記地表の硬度水準に関するデータを記録し、前記データを前記地表の硬化の後にダウンロードするデータ記憶部を更に備えることを特徴とする方法。

【発明の詳細な説明】

発明の背景

本発明は、土壌表面に周期的な衝撃的打撃を与える硬化（地均し）機械を使用した土壌硬度（固さ）の監視に関する。

本発明の出願は、衝撃硬化機による土壌硬度の監視に応用できる。「衝撃硬化機」（impact compactor）という用語は、最初に米国特許2,909,106で使用されたように、地表を引かれたり他の方法で駆動されるときに一連の衝撃的打撃を土壌表面に与えるための、完全には丸くないが回転可能な硬化用重量物を組み込んだ土壌硬化機械（soil compaction machine）を指す。衝撃硬化機の前記硬化用重量物は、離れて配置された複数の突出点の配列を規定する複数の側面を周辺に有し、各突出点は硬化面へとつながる。衝撃ローラは、地表を引かれたり動かされると、各突出点において立ち上がり、それから前記点を通過する時に前方下方へ落下し、この結果、続く硬化面が地表に衝撃的打撃を与える。前記重量物の動作は、それ故、各突出点上に上昇したときに位置エネルギーを蓄え、それからこのエネルギーを衝撃的打撃として使用する。

上述した衝撃硬化機は、地表からかなりの深さにおいても、高度な土壌硬化を達成する上で良く機能することが確認されている。しかしながら、用地の硬化中に遭遇した問題がある。それは、土壌の不均一さと用地に関する他の条件が、用地全体にわたる硬度を不均一にする問題である。

発明の要約

本発明の第１の態様によると、衝撃硬化機により硬化された地表の硬度水準を監視する方法であって、前記衝撃硬化機は、複数の側面を有する少なくとも１つの回転可能な硬化用重量物を備え、前記硬化用重量物は、前記地表を転がる時に周期的な衝撃的打撃を前記地表に与え、前記地表の硬化水準に関するデータが、前記地表の硬化中に、前記重量物が前記地表に衝撃を与えるときの前記重量物の減速度から導き出されることを特徴とする方法が提供される。

前記方法は、好ましくは、前記衝撃硬化機の、前記硬化用重量物の動きに対応する動きを受ける位置に取り付けられた、少なくとも１つの加速度計によって、前記硬化用重量物の減速度が監視されるステップを備える。

好ましくはまた、前記方法は、前記硬化用重量物が前記地表を転がるときの前記地表の硬度水準に関する情報を、可視的に表示するステップを備える。この情報は、例えば、衝撃硬化機のオペレータに対し表示される。変形例としては、または追加するものとして、前記情報は、衝撃硬化機から離れた位置に表示される。

本発明の好ましい実施例では、前記地表の硬度水準に関する情報と、前記衝撃硬化機の地理的な位置に関するデータとは自動的に関連づけられる。後者の情報は、典型的には、位置測定システム（GPS:global positioning system）を使用して得られる。このような配置により、用地技術者は、硬化中に、硬化用地を横切る土壌表面の硬度状態を示す十分な情報を入手できる。用地を硬化する正確さはまた、前記衝撃硬化機のオペレータに対し、硬化用地上の前記衝撃硬化機の移動が、所定の基準に従っているか否かを指示するための可視的な表示を生成するという、この方法の改善によって得られる。この表示に対応して、オペレータは、硬化期間中に継続して所定の基準に従うように衝撃硬化機のコースを修正するための１つの位置、即ち典型的には硬化用地をカバーするように予めプログラムされた格子状のパターン内にいることができる。

前記地表の硬度水準に関するデータは、前記地表の硬化の後にダウンロードする目的のために、継続的にデータ記憶部に記録される。

本発明の第１の態様によると、複数の側面を有し、地表を転がる時に周期的な衝撃的打撃を前記地表に与える少なくとも１つの回転可能な硬化用重量物を有する衝撃硬化機と；

前記硬化用重量物が前記地表を転がるようにする手段と；

前記重量物が前記地表に衝撃的打撃を与えるときの前記重量物の減速度を監視する手段と；そして

硬化の期間中に、前記重量物が前記地表に衝撃的打撃を与えるときの前記重量物の減速度から、前記地表の硬度水準に関するデータを導き出す手段と

を備えることを特徴とする土壌硬化装置が提供される。

好ましい装置では、前記硬化用重量物が前記地表に衝撃的打撃を与えるときの前記重量物の減速度を監視するために、前記衝撃硬化機に取り付けられた少なくとも１つの加速度計を備える。前記加速度計は、便宜上、前記硬化用重量物が結合された車軸に装着されている。

前記硬化用重量物は、通常、周辺に離れて配置された複数の突出点と、これら複数の突出点の間に配置された同数の硬化面とを有し、前記突出点と硬化面は、前記地表を転がるとき、前記硬化用重量物が交互に突出点に上昇し、それから下方に落下して、次に続く硬化面が地表に衝撃的打撃を与えるように配置され、加速度計が、前記硬化用重量物の前記硬化面のそれぞれに対して提供される。より正確には、前記加速度計は、前記硬化用重量物の関連した硬化面と交差する方向の減速度を検出するように指向されている。

前記装置は、前記硬化用重量物が前記地表へ衝撃的打撃を与えるときの前記重量物の減速度に関する信号を前記加速度計から受信して処理し、そして前記地表の硬度水準に関する

信号値を導き出す電気的処理手段を備える。この手段は好ましくは、前記地表の硬度水準関する情報を前記衝撃硬化機のオペレータおよび／または前記衝撃硬化機から離れた位置に表示する機能をも含む。
本発明の更に洗練された実施例では、前記衝撃硬化機の地理的な位置に関するデータを生成し、そのデータを前記電気的処理手段に入力するための表示位置測定システム（GPS）を備える。その様なケースでは、前記電気的処理手段は、前記地表の硬度水準に関する情報と、前記衝撃硬化機の地理的な位置に関するデータとを関連づけるように設定され、これにより、硬化用地に関し、前記用地の異なる複数の位置における地表の硬度水準に関連したデータを生成する。
【図面の簡単な説明】
本発明の詳細が、実施例だけによって、対応する図面を参照して説明される。
図１は、本発明に係る衝撃硬化機の構成を示す。
図２は、本発明の好ましい実施例を示す。
図３は、図２の好ましい実施例で使用された単一の硬化用重量物の斜視図である。
実施例の説明
図１において、符号10は本発明に係る衝撃硬化機を概略的に示す。この衝撃硬化機10は、大部分は従来と同様であり、Berrangeに与えられた米国特許4,422,795に記述されている２つの重量物を有する衝撃硬化機と同様である。硬化用重量物の１つだけが、図中に符号12で示されている。符号14は、（２つの）重量物の一方から他方へと結合し、両者を連結して回転させる車軸を示している。
図示されるように、各硬化用重量物12は、衝撃硬化機が矢印16で示される前方へ移動するときの回転の方向に沿って３つの側面を有する重量物であり、３つの側面は、凹角部18を介して３つの突出点15につながっている。各凹角部18は、順番に硬化面20につながる。衝撃硬化機12は、一方のみが図示されている車輪24に装着されたシャーシ22によって搬送される。このシャーシと硬化用重量物は、駆動輪の１つが符号28で示されたトラクターまたは完全な駆動ユニット27によって、硬化（地均し）すべき地表26上を引き回される。
動作中は、シャーシと硬化用重量物のアッセンブリは、所定の硬化パターンに従って、地表26上を引き回される。この移動中に、硬化用重量物は、交互に、突出点15上に立ち上がり、それから前方に落下して、硬化面20が地表26に衝撃的打撃を与えることができるようにする。各衝撃において、重量物が立ち上がったときに蓄えられた位置エネルギーが地表に与えられ、その結果、地表が硬化される。各打撃毎に硬化に利用できるエネルギーは、硬化用重量物の質量と形状に依存する。
多くのケースで、衝撃硬化機は、土壌を十分に硬化するために、硬化用地内の多数の経路を通過する。硬度水準は従来、多数の経路が発生した後の用地で選択された地点に導入された「インシチュ」（insitu）試験により測定されている。この試験がいくつかの地点について不十分な硬度を示した場合、衝撃硬化機は、前記試験が希望する硬度水準が達成されたことを示すまで、更なる複数の経路を通過する。
しかしながら、通常の試験によっても、用地全域にわたる均一な硬度を実現することは伝統的に困難である。その理由は、土壌の条件および成分、表面層の厚さ、湿度成分および土壌の硬度に影響するその他の自然要因が各地で異なるためである。用地内に小さな、未試験の領域が十分に硬化されないまま残る状況が生じると、その領域に建設される道路や建造物の一部に重大な結果を生じさせる可能性がある。
本発明は、硬化が実際に行われているときに地表の硬度水準を監視することによって、この問題に対応する。土塊の密度により、土壌の硬度を測定できる。そして、土塊の密度が、反発性の弾性または弾性係数に関連することが知られている。換言すれば、土壌の弾性または弾性係数は、地表に衝撃を与えた重量物の減速度に影響を与える。即ち、弾性の大きな地表ほど、減速度は小さくなり、そして逆もまた真である。本発明は、後述するように、硬化水準の指示を与えるために、これらの関係を使用する。
車軸14のケースには、車軸の垂直方向の速度変化率を測定するように指向された加速度計30が配設されている。この加速度計は、車軸に結合した硬化用重量物の垂直方向の加速度

と減速度を検出する。加速度計の出力は、衝撃硬化機の、例えば運転台に搭載された電気的プロセッサ32に供給される。地表26に対する各衝撃における硬化用重量物12の減速度に関する信号は、土壌密度に対するこれらの信号を導き出す前記プロセッサで処理される。プロセッサは、例えば５から10回の衝撃のバッチからピーク減速度値を抽出し、そして各バッチに対する土壌密度の値を計算する。その後、土壌密度値は、前記プロセッサに接続されたデータ記憶ユニット、即ちデータ記憶部34にストアされる。

加えて、プロセッサ32は、可視的指示ユニット36および38を駆動するように設定されている。ユニット36は、運転台の天井部の上に配置され、そして赤色のライト40、緑色のライト42および琥珀色のライト44からなるバンクを有する。これらは、外部の離れた位置から衝撃硬化機の動作を視野に入れる観測者が見ることができる。ユニット38は、運転台の内部に設置され、オペレータが見ることができる。このユニットも同様に、赤色、緑色および琥珀色のライト46、48および50をそれぞれ有する。

用地の硬化を開始する前に、用地技術者または硬化作業に従事する他の人は、例えばプリセットダイヤルを使用して、プロセッサ32をプリセットする。例えば、用地技術者は、対応する減速度が15G（重力加速度定数の15倍）である硬化水準、即ち土壌密度の達成を希望する場合、希望する上限硬度水準として15Gをプロセッサにプリセットする。

硬化期間中に、土塊中に空気ゼロの空所が出現したら、これは個々の土壌粒子間の間隙が水分で満たされていることを示す。この土塊は実効的に非常に不安定で、水平方向にせん断変形する流動化された塊になり、この土塊に対するそれ以上の硬化は何の硬化も生じさせない。同時に、その様な土塊は、土壌の不安定さと水平方向へのせん断変形により、非常に小さな減速度しか与えない。このような条件下の土塊を更に硬化するような試みを回避するために、用地技術者はまた下限硬度値として、例えば7Gをプロセッサ32にプリセットする。

このような代表的なプリセット値により、全ての瞬時硬度水準は7Gから15Gの間の読みを与えるため、緑色のライト42および48は点灯して、遠方の観測者および衝撃硬化機のオペレータに対し、硬化が進行していることを指示する。かくして、用地内の経路に沿って硬化が行われているとき、緑色のライトの照明は、不十分な水準の硬度があり、更なる硬化経路が必要であることを指示する。

プロセッサが、十分な水準の硬度、即ちプリセット値15Gに対応する水準が達成されたことを判断すると、直ちに緑色のライトが消滅し、琥珀色のライト44および50が点灯して、観測者およびオペレータに対し、現在の領域の硬化を終了することができ、そして次に硬化すべき領域に注意を移すことができる旨を指示する。琥珀色のライトが点灯している間の更なる硬化経路から得られる過剰な水準の硬度は、構造的視点から不必要であり、時間と費用を無駄に消費するだけである。

プロセッサが、7G以下の減速度値を検出すると、これは土壌が空気ゼロの空所の状態に達し、更なる硬化が無意味になることを指示している。赤色のライト40および46は点灯し、オペレータが問題の領域を更に硬化する試みを拒絶し、特殊な処理の土壌測定がその領域については必要であることを指示する。

プロセッサの出力は、後にデータをダウンロードして用地全体の硬化状態の指示を得る目的のために、継続してデータ記憶部34に記憶される。

密度に関するデータをデータ記憶部34に記憶することに加えて、プロセッサ32はまた、地表を走行する衝撃硬化機の速度に関するデータを抽出してこれを記憶する。速度の微細な変化は、密度に関するデータに実質的に影響するものではないが、速度の大きな変化はそのデータの精度に影響するものと考えられる。それ故、衝撃硬化機の動作速度は、硬化期間中は、プリセットされた限界内に維持されることが望ましいと考えられる。この目的のために、磁気式ピックアップ52は車軸14の回転速度を監視し、対応する信号をプロセッサに入力する。プロセッサは、この信号から、衝撃硬化機の速度に関するデータを抽出する。

車軸14上のピックアップを使用した対地速度の測定の変形例として、車輪24または28上のタコメータを使用することもできる。車輪28の場合はスリップの可能性を考慮する必要が

ある。他の変形例として、速度の測定値を、衝撃硬化機により地表へ与える衝撃的打撃の周波数から導き出すこともできる。

硬度水準に関するするデータと速度に関するデータを基に、プロセッサは衝撃硬化機の動作全体を制御する基準を持つことができる。図示したように、プロセッサは、足踏み式スロットル60を踏み込むことにより、あるいは足踏み式ブレーキ62を踏み込むことにより、好適なインターフェースを介して、車両の速度を制御できるように設定されている。プロセッサは、駐車用ブレーキ64の設定も制御できる。あるいは、または追加的に、プロセッサは、エンジンスピードの関数として、ガバナ66を通して、そしてギヤ選択レバー68の位置により、前記速度を制御できる。

プロセッサはまた、不十分な水準の硬度が達成されたときにエンジンを停止して、無駄な過剰硬化を回避させることもできる。エンジン停止は、プロセッサが土壌中の空気ゼロの空所、即ち上述した異常に低い減速値を検出したときも実行される。

衝撃硬化機の位置についての最初の認識と、衝撃硬化機の対地速度に関係する車軸14の角速度に関する入力値とから、プロセッサはまた、衝撃硬化機の地理的な位置を計算し、そしてこのデータと、加速度計の出力を分析して得られる密度データとを関連づけることができる。かくして、データ記憶部34に記憶されたデータは、用地の地理的位置に対する土壌密度に関連づけられる。これは通常、衝撃硬化機が既知の資料から得られる用地内の格子パターンに沿って機能することを要求する。この場合、データ記憶部に記憶されている用地硬化データの完全なマトリックスは、用地に建設しようとする建造物のデザインに関し、構造技術者にとって非常に有用である。

蓄積されたデータは、特に乏しい土壌条件やその他の要因が十分な硬度水準の達成を妨げ、それ故に特別な土壌処理が必要である地域を指摘する場合に有用である。

更に洗練された本発明の実施形態では、地理的な位置に関するデータは、衝撃硬化機に搭載されたGPS（衛星を使用した位置測定システム）から得られる。その様な場合には、GPS出力信号は、用地上の衝撃硬化機の絶対的な地理的位置に関する。

プロセッサは、加速度計による減速度、即ちＧの値から土壌密度を導き出すものとして説明された。ある場合には、より正確な土壌硬度水準の基準、および構造技術者にとってより意味のある情報の事項が、加速度計により生成される減速度、即ちＧの値から直接導き出される土壌の弾性係数であると信じられている。それ故、プロセッサは、土壌密度よりはむしろ弾性係数と用地位置とを関係づけた値のマトリックスをデータ記憶部へ出力するようにプログラムされている。前記値のマトリックスは、単にＧの値と地理的用地位置とを関連づけたものでも良い。

各場合に、１群の衝撃的打撃に対する減速度の平均値や、１群の衝撃的打撃中の減速度のピーク値は、プロセッサの計算に使用される。

上述したように、本発明の有利な点は、遠隔地の観察者が硬化作業の進行を監視できることである。かくして、遠隔地の現場事務所に居る用地技術者が、周期的に衝撃硬化機を見るだけで、土壌硬化が適切な手法で進行されていることを確認することができる。あるいは、用地技術者は、適当な遠隔計測伝送技術により、衝撃硬化機を見えない遠隔地からも硬化作業の状況を監視することができる。

図２および３は、現在で最も好ましい本発明の実施例を示している。これらの図は、再び衝撃硬化機の形態をとった衝撃硬化機械を示している。この衝撃硬化機は、車輪76に装着されたシャーシ74で支持された車軸72の両側に取り付けられた硬化用重量物70（一方のみが見える）を使用する。シャーシは、車輪80と運転台82を備えた主要な自己推進ユニット78に結合している。図示の硬化用重量物70は、突出点84、凹角部86および硬化面88を有する５つの側面を備える。

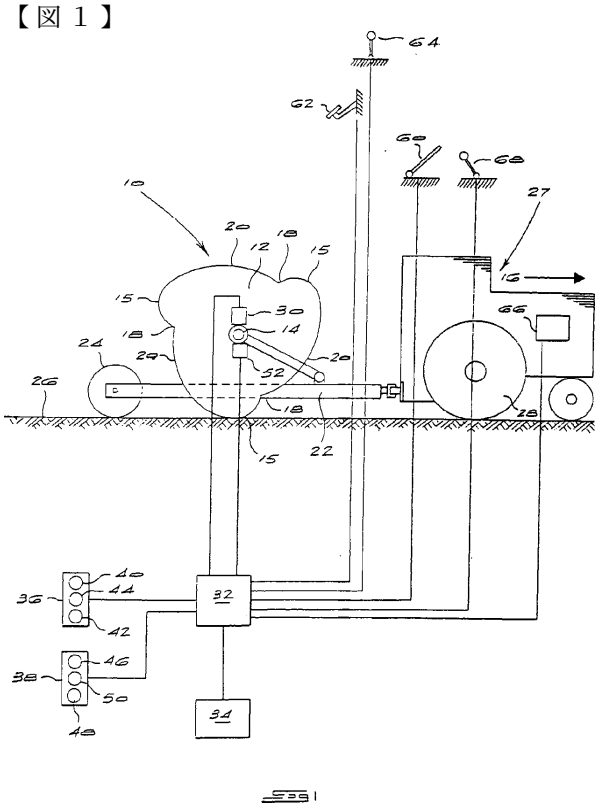
図２および３の実施例は、少なくとも１つの硬化用重量物70に対し、データ入手および処理ユニット90を有する。図３に示すように、ユニット90は車軸72の外部ボード端に搭載されている。

データ入手および処理ユニット90は、５つの加速度計92と協動する。各加速度計は、硬化面76の１つに概ね直交する方向の減速度を検出するように指向されている。説明を明瞭に

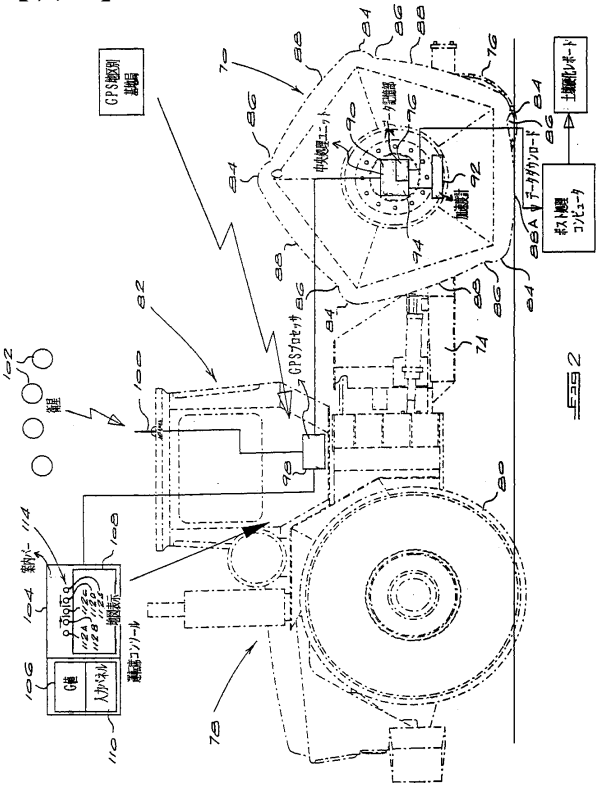
するために、１つの加速度計92だけが図２に示されており、この図示された加速度計は、88Aで示す硬化面により地表に衝撃が与えられた結果生ずる硬化用重量物の垂直減速度を検出する。
５つの加速度計に加えて、データ入手および処理ユニット90は、図１の処理ユニット32およびデータ記憶部34にそれぞれ対応する、処理ユニット94およびデータ記憶部96と協動する。処理ユニット94は、地表の硬化中に５つの加速度計から信号を受信し、そしてこれらの信号から、図１に関連して説明したように、Ｇ値用の値、土壌の弾性係数用の値、または土壌密度用の値を導き出す。
処理ユニット94はまた、推進ユニット78に搭載されたGPSプロセッサ98から衝撃硬化機の地理的位置に関するデータを受信する。GPSプロセッサ98は、図示のように、運転台82の上のアンテナ100に接続され、頭上の衛星102からの衛星データを受信する。かくして、図１に示した第１の実施例のように、前記処理ユニットは、対応する加速度計92とGPSプロセッサ98から受信したデータに基づき、用地硬化情報と地理的位置情報とを関連づけることが可能になる。プロセッサ94からの計算されたデータは、後のダウンロードのために継続してデータ記憶部96に記憶される。
制御パネル104が運転台82の中に装着されている。この制御パネルは、それ自身の処理ユニットを備え、Ｇの瞬時値のリードアウト106と協動する。このリードアウトから、衝撃硬化機の運転手やオペレータは、横断する用地上の各位置におけるＧの瞬時値を判別することができる。勿論、Ｇ値の代わりに土壌密度や弾性係数が計算される場合には、オペレータに提供されるリードアウトはそれに応じて修正される。この用地上の土壌硬化状態を示す関連した値のリードアウトに加えて、上述したパネル36および／または38と同様の特性および機能の１もしくは複数のパネルが、運転手および／または遠隔地の観察者に対し硬化状態を示すために設けられる。上述したように、土壌の硬化状態は、適当な遠隔計測伝送技術により遠隔地に伝送され得る。
図２に示す制御パネルはまた、硬化中の用地を図式的に表示する地図表示ユニット108を有する。地図表示に必要なデータは、硬化作業の開始時点において、制御パネル104を含む入力パネル110から別々に入力される。
図示されたように、制御パネル104はまた、符号114で全体を示す１つの案内バーを構成するための、水平方向に配列された５つのライト112A～112Eと協動する。典型的な硬化作業では、衝撃硬化機は、予め定められた直線経路の正確な格子に従って用地を横断するように要求される。衝撃硬化機が、GPSプロセッサの入力から決定され、与えられた格子線に沿って正確に移動している場合は、案内バーの中央の、典型的には緑色のライト112Cが点灯する。衝撃硬化機が所定の格子線から少し逸脱すると、案内バーの１つのまたは他の、典型的には琥珀色のライト112Bまたは112Dが点灯し、オペレータに対し要求される経路から逸脱したことを可視的に指示し、同時に要求される経路に対する逸脱の方向が左か右かを伝える。この状況で、オペレータは、衝撃硬化機を予め定めた格子に沿う正しい経路に乗せるように、ハンドル操作することができる。衝撃硬化機が所定の格子線から大きく逸脱すると、案内バーの最外側の１つのまたは他の、典型的には赤色のライト112Aまたは112Eが点灯し、衝撃硬化機が正しくない経路をとっていることを指示し、そして正しい経路に対する逸脱の方向が左か右かを示す。
案内バーのライトに加え、正しい経路からの逸脱はまた、ブザーのような音響生成デバイスによって可聴的に指示され得る。
GPSプロセッサから受信した信号に反応して、運転台の地図表示は図形的に表される用地上の衝撃硬化機位置を可視的に指示する。
図２には図示されていないが、種々の制御オプション、例えば速度制御、エンジンスピード制御、ブレーキ制御等がこの実施例には含まれる。
硬化用重量物の車軸上に直接搭載されたデータ入手および処理ユニット90は、衝撃負荷に耐えるように適度にきつく固定される必要がある。この場合、配線によって接続することの潜在的な困難さ故に、ユニット90は関連する装置との間で関連する信号を送信および受信するためのトランシーバを有することができる。

実際問題としては、データ入手および処理ユニット90は、硬化用重量物により横断される両方のトラックに対する正確な用地データを提供できるように、各硬化用重量物毎に設られる。

【図１】



【図２】



【図３】

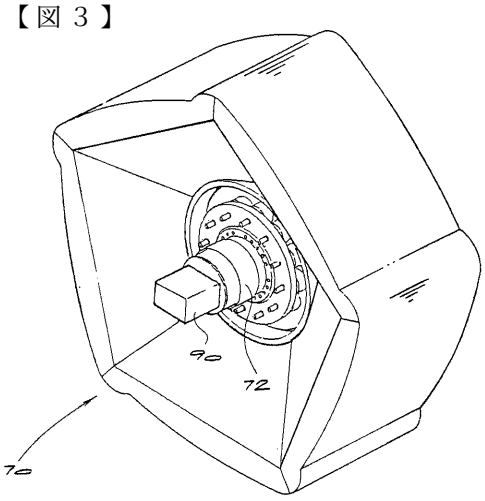


図３

フロントページの続き

(72)発明者 ベランジ，オウブレイ，ラルフ
イギリス国 エイチエー５ ５イーエス ミドルセックス ピナー レイナーズ レーン ３１１ ビー

審査官 深田 高義

(56)参考文献 特開平０６－３１６９０６（ＪＰ，Ａ）
桜井他３名，土工事統合施工管理支援システム，基礎工，日本，統合土木研究所，１９９３年２月１５日，第２１巻第２号，98-105
神崎他２名，グローバル・ポジショニング・システム（ＧＰＳ），基礎工，日本，総合土木研究所，１９９３年 ２月１５日，第２１巻第２号，88-93
特集・雲仙普賢岳における無人化施工を終えて，川上他１９名，建設の機械化，日本，日本建設機械化協会，１９９４年 ８月２５日，1994年8月号，3-28

(58)調査した分野(Int.Cl.[7]，ＤＢ名)
E02D 3/026
E01C 19/28