

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2017-166835

(P2017-166835A)

(43) 公開日 平成29年9月21日(2017.9.21)

(51) Int.Cl.
G01N 22/04 (2006.01)

F I
G O I N 22/04 C

テーマコード (参考)

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2016-49346 (P2016-49346)
(22) 出願日 平成28年3月14日 (2016.3.14)

(71) 出願人 000201478
前田建設工業株式会社
東京都千代田区富士見二丁目10番2号
(74) 代理人 100130362
弁理士 小川 嘉英
(72) 発明者 田中 麻穂
東京都千代田区富士見二丁目10番2号
前田建設工業株式会社内
(72) 発明者 笹倉 伸晃
東京都千代田区富士見二丁目10番2号
前田建設工業株式会社内
(72) 発明者 安井 利彰
東京都千代田区富士見二丁目10番2号
前田建設工業株式会社内

最終頁に続く

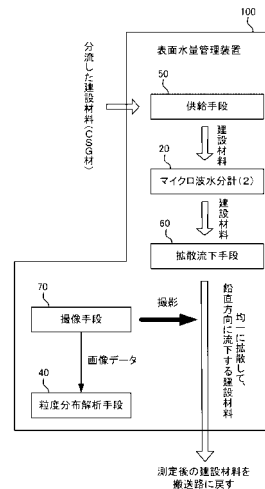
(54) 【発明の名称】 建設材料の表面水量管理方法

(57) 【要約】

【課題】 使用する建設材料の粒度分布及び含水率を正確に把握して、表面水量を適切に管理する。

【解決手段】 建設材料（例えばC S G材）の含水率をマイクロ波水分計20により測定する。拡散流下手段60により建設材料を均一に拡散した状態で流下させて撮像手段70により撮像し、撮像した画像データを画像解析し、粒度分布解析手段40により建設材料の粒度分布を求める。含水率の測定結果と、粒度分布の解析結果とを用いて、建設材料の表面水量を管理する。マイクロ波水分系による含水率の測定は、混合して使用する建設材料の種類毎に行うことが好ましい。建設材料を均一に拡散した状態で流下させる際、搬送経路で建設材料に振動を加えて薄層とした後に、建設材料を鉛直方向に落下させることが好ましい。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

マイクロ波水分計により建設材料の水分量を測定して含水率を算出し、前記建設材料を均一に拡散した状態で流下させ、前記均一に拡散した状態で流下する建設材料を撮像し、前記撮像した画像データを画像解析して前記建設材料の粒度分布を求め、前記含水率の測定結果と、前記粒度分布の解析結果とを用いて、前記建設材料の表面水量を管理する、ことを特徴とする建設材料の表面水量管理方法。

【請求項 2】

前記マイクロ波水分系による含水率の測定は、混合して使用する前記建設材料の種類毎に行うことを特徴とする請求項 1 に記載の建設材料の表面水量管理方法。

【請求項 3】

前記建設材料を均一に拡散した状態で流下させる際、搬送経路で前記建設材料に振動を加えて薄層とした後に、前記建設材料を鉛直方向に落下させることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の建設材料の表面水量管理方法。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、建設材料の表面水量管理方法に関するものであり、詳しくは、表面水量の管理対象となる建設材料の含水率を測定するとともに、当該建設材料を均一に分散して流下させ、流下する建設材料を撮像して画像処理を行うことにより粒度分布を解析し、粒度分布に基づいて表面水量を管理する方法に関するものである。

【背景技術】**【0002】**

一般的な建設工事はもちろんのこと、特に C S G (Cemented Sand and Gravel) ダムやコンクリートダム工事等では、施工品質を向上させるために、使用する建設材料の表面水量を管理することが重要である。また、C S G 材やセメント系材料(骨材)は、粒径の異なる材料が混ざり合っていることが一般的であり、材料の表面水量を管理するためには粒度分布を正確に把握する必要がある。そこで、建設材料の粒度分布や表面水量を管理するための技術が種々提案されている(特許文献 1 ~ 特許文献 4 参照)。

【0003】

特許文献 1 に記載された技術は、地盤材料の表面水量をリアルタイムで管理する方法及びシステムに関するものであり、工事現場に継続的に供給される様々な粒径の混在する地盤材料の含水率を連続的に計測し、供給される地盤材料の一部を所定時間おきに抜き取って粒度分布を検出し、地盤材料の含水率から粒度分布に応じて所定粒径別の含水率を算出し、その粒径別の含水率に基づき地盤材料の表面水量をリアルタイムで推定するようになっている。この技術において、地盤材料の含水率は、地盤材料に近赤外光を照射したときの所定波長の反射率または透過率に基づいて計測する。

【0004】

特許文献 2 に記載された技術は、多様な粒径の粒状材が混在する地盤材料の粒度を計測するためのものであり、地盤材料の所定量を蓋なし容器内に積載し、当該容器を加振して地盤材料の所定量を容器の底面全体に分散させ、容器の上方から容器内の地盤材料の分散画像を撮像する。そして、撮像した分散画像から地盤材料の粒度を測定するようになっている。

【0005】

特許文献 3 に記載された技術は、粒状材料の画像から各粒状材の全体に対する含有率を把握して粒度を管理するためのものであり、所定採取場で採取して継続的に供給される粒状材料の粒度品質を管理するために、粒状材料の撒き出し画像を入力する入力手段と、撒き出し画像中の粒状材の輪郭を検出する検出手段と、各粒状材の輪郭からその粒状材の面積

10

20

30

40

50

を求め、かつ撒き出し画像の対象材料全体の面積に対する所定粒径以上の粒状材の面積割合を粒度インデックスとして算出する算出手段と、粒状材料の最粗粒試料及び最細粒試料の粒度インデックスを記憶する記憶手段と、継続的に供給される粒状材料の粒度インデックスと最粗粒試料及び最細粒試料の粒度インデックスとを比較して供給材料の粒度品質を判定する判定手段とを備えている。

【0006】

特許文献4に記載された技術は、多様な寸法、形状を呈してなる粒状材料が混在した試料において、その粒度を特定するための粒状材料の粒度特定方法であり、試料を光学系手段にて撮像し、入力画像を作成するステップと、入力画像に対してラプラシアンガウシアン関数を適用してウェーブレット変換を実施し、ウェーブレット画像を作成するステップと、ウェーブレット画像に対して予め設定されている閾値を適用して二値化処理を実施し、二値化画像を作成するステップと、二値化画像を使用して、少なくとも粒状材料の寸法および形状からなる粒状材料情報を算出するステップと、粒状材料情報を使用して、試料の粒度分布曲線を作成するステップとからなる。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【特許文献1】特開2015-105898号公報

【特許文献2】特開2015-179044号公報

【特許文献3】特開2010-249553号公報

【特許文献4】特開2011-106923号公報

20

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

しかし、近赤外光等を用いて含水率を連続的に計測する技術では、測定物の表面から数百マイクロメートル（1ミリ以下）以下の含水率しか測定できず、また、測定物の色彩が変化すると、その色彩変化により測定結果が影響を受けることが多々あり、表面水量推定の精度が低下する。

【0009】

また、粒度測定の対象となる材料を加振して、容器底面に均質に分散させる手法により撮像すると、表面に存在する材料のみしか撮像できない。さらに、材料の含水状態によっては、粒子同士が付着して近接するため、土粒子の輪郭を把握することが難しくなり、画像処理の精度が低下する。この場合にも、測定対象となる材料の粒度分布を正確に把握できないため、施工品質が低下するおそれがある。

30

【0010】

ところで、従来、コンクリートの単位水量を求める際に、実機プラントまたは現場における粒度測定結果に基づく補正を行わない。このため、例えばダム工事などの現場において、粒度のばらつきを有する材料に対して、単位水量のばらつきが大きくなり、施工品質が低下するおそれがある。

【0011】

本発明に係る建設材料の表面水量管理方法は、上述した事情に鑑み提案されたもので、使用する建設材料の粒度分布及び含水率を正確に把握して、表面水量を適切に管理することが可能な建設材料の表面水量管理方法を提供することを目的とする。

40

【課題を解決するための手段】

【0012】

本発明に係る建設材料の表面水量管理方法は、上述した目的を達成するため、以下の特徴点を有している。すなわち、本発明に係る建設材料の表面水量管理方法は、マイクロ波水分計により建設材料の水分量を測定して含水率を算出する。また、建設材料を均一に拡散した状態で流下させ、当該建設材料を撮像して画像解析を行うことにより、建設材料の粒度分布を求める。そして、含水率の測定結果と、粒度分布の解析結果とを用いて、建設

50

材料の表面水量を管理することを特徴とするものである。

【0013】

ここで、マイクロ波水分系による水分量の測定は、混合して使用する建設材料の種類毎に行うことが好ましい。また、建設材料を均一に拡散した状態で流下させる際、搬送経路で建設材料に振動を加えて薄層とした後に、建設材料を鉛直方向に落下させることが好ましい。

【0014】

本発明に係る建設材料の表面水量管理方法では、水分量を計測する計測器としてマイクロ波水分計を使用し、建設材料を均一に拡散させた状態で（鉛直方向）に流下させることに主要な特徴点を有している。マイクロ波水分計の設置位置は、材料の搬送経路であれば特に限定されないが、複数の建設材料を混合して使用する場合には、各建設材料についてそれぞれ水分量を測定することが好ましい。また、建設材料を薄層として鉛直方向に落下させることにより、撮像対象となる建設材料が重なり合うことを防止している。

10

【発明の効果】

【0015】

本発明に係る建設材料の表面水量管理方法によれば、マイクロ波水分計を用いて建設材料の水分量を測定して含水率を算出するため、近赤外線等による含水率の連続測定手法と比較して、材料全体の水分量を把握することができるので、含水率の予測精度が向上する。また、事前に建設材料に対してキャリアレーションを行うことで、例えばベルトコンベア上を搬送する動的な建設材料に対しても計測が可能である。さらに、建設材料の厚みや幅などの形状の影響を受けず、製造設備に対して任意に取り付け位置を決定することが可能となる。

20

【0016】

また、加振装置により、例えばベルトコンベア上を搬送する建設材料を薄層で敷き詰め、さらに、鉛直方向に落下させることで、粒度分布解析のために撮像する建設材料を均質に分散させることができる。これにより、建設材料が重なり合うことを防止できるので、粒度分布解析の精度を高めることが可能となる。

【0017】

また、建設材料の粒度のばらつきを考慮したコンクリート製造プラントにおいて、単位水量を適切に管理することにより、常時、プラントでリアルタイムに表面水量を調整することが可能である。これにより、コンクリートの単位水量測定精度が向上し、従来よりも施工品質を向上させることができる。

30

【図面の簡単な説明】

【0018】

【図1】建設材料の表面水量管理方法を適用する装置群の概略構成を示す模式図。

【図2】表面水量管理装置のブロック図。

【図3】建設材料を拡散流下させて撮像するための装置群の概略構成を示す模式図。

【図4】建設材料の品質管理手順の概要を示す説明図。

【発明を実施するための形態】

【0019】

以下、図面を参照して、本発明に係る建設材料の表面水量管理方法の実施形態を説明する。図1～図4は、本発明の実施形態に係る建設材料の表面水量管理方法を説明するもので、図1は建設材料の表面水量管理方法を適用する装置群の概略構成を示す模式図、図2は表面水量管理装置のブロック図、図3は建設材料を拡散流下させて撮像するための装置群の概略構成を示す模式図、図4は建設材料の品質管理手順の概要を示す説明図である。

40

【0020】

<建設材料の表面水量管理方法の概要>

本発明の実施形態に係る建設材料の表面水量管理方法は、水分量を計測する計測器としてマイクロ波水分計を使用し、建設材料を均一に拡散させた状態で（鉛直方向）に流下させることにより、使用する建設材料の粒度分布及び含水率を正確に把握して、表面水量を

50

適切に管理するようになっている。

【0021】

< 建設材料の表面水量管理方法に使用する装置群 >

本発明の実施形態に係る建設材料の表面水量管理方法では、表面水量管理装置100を使用して建設材料の表面水量を管理する。以下、建設材料としてCSG材と砂を使用した場合を例にとって説明を行うが、本発明の表面水量管理方法は、CSG材や砂に限られず、セメントや骨材等、他の建設材料にも適用することができる技術である。

【0022】

図1に示す表面水量管理方法に使用する装置群は、CSG材に砂を混合して使用する際に、CSG材の水分量を測定して含水率を算出するとともに粒度分布を解析し、さらに、砂の含水量を測定して含水率を算出するための装置からなり、砂の搬送路に設けた第1のマイクロ波水分計10と、CSG材を分流して粒度分布を解析する搬送路に設けた第2のマイクロ波水分計20と、CSG材の搬送路に設けた第3のマイクロ波水分計30と、粒度分布を解析するための粒度分布解析手段40とを主要な構成要素とする。本実施形態では、粒度分布解析のために分流したCSG材は、CSG材の搬送経路に戻して砂と混合する。

10

【0023】

なお、第3のマイクロ波水分計30により適切にCSG材の水分量を測定して含水率を算出することができれば、第2のマイクロ波水分計20を省略することができる。さらに、予め含水率が判明している建設材料については、マイクロ波水分計による水分量の測定及び含水率の算出を省略してもよい。また、予め粒度が判明している建設材料については、画像処理による粒度分布解析を省略してもよい。

20

【0024】

< 表面水量管理装置 >

表面水量管理装置100は、建設材料の含水率を測定するとともに、当該建設材料を均一に分散して鉛直方向に流下させ、当該流下する建設材料を撮像することにより粒度分布を解析するための装置であって、図2に示すように、供給手段50と、拡散流下手段60と、撮像手段70と、粒度分布解析手段40とを備えており、供給手段50と拡散流下手段60との間に第2のマイクロ波水分計20を配設してある。この表面水量管理装置100は、図1に示すように、CSG材を搬送するベルトコンベア（搬送路）から分岐した分流路に設けてある。また、図示しないが、表面水量の管理対象となる建設材料の重量を測定するための計量装置を備えている。

30

【0025】

なお、各手段は、それぞれの機能を発揮するための単一または複数の部材、あるいはCPU等のハードウェアで実行されることにより、その機能を発揮するソフトウェアまたは同等の機能を有する論理回路から構成される。

【0026】

< 供給手段 >

供給手段50は、建設材料を供給するための手段である。供給手段50は、図3に示すように、分流したCSG材を受け入れるホッパー51と、ホッパー51で受け入れたCSG材を搬送するフィーダー52と、フィーダー52で搬送するCSG材を薄く敷き均す装置53（例えば、振動装置）とを備えている。また、フィーダー52には、分流して搬送するCSG材の水分量を測定するための第2のマイクロ波水分計20が配置してある。

40

【0027】

< 拡散流下手段 >

拡散流下手段60は、供給手段50から供給される建設材料を均一に拡散させて鉛直方向に流下させるための手段である。拡散流下手段60は、図3に示すように、板状のスクリーン部材61を備えている。

【0028】

なお、拡散流下手段60は、図3に示すような部材構成に限られず、供給手段50から

50

供給される建設材料を均一に拡散して流下させることができれば、どのような装置であってもよく、例えば、筒状の収容体及び当該収容体の内部に収容された円筒状、三角錐状、四角錐状、円錐状、あるいはこれらを組み合わせた拡散部を有する装置と、拡散部を振動させる振動装置とから構成してもよい。

【0029】

<撮像手段>

撮像手段70は、図3に示すように、拡散流下手段60により均一に拡散された建設材料を撮像するための手段である。また、図示しないが、撮像手段70は、撮像レンズ系、撮像素子、画像データの送信インターフェース等を備えたデジタルカメラにより構成する。撮像手段70の構成要素として、撮像対象となる建設材料を照明するための照明装置を含んでいてもよい。

10

【0030】

本実施形態では、拡散流下手段60を構成するスクリーン部材62を背景として撮像を行うため、デジタルカメラは、拡散流下手段60の下部近傍であって、流下する建設材料が接触（衝突）しない位置に設置してある。また、粒度分布解析の精度を上げるために、撮像手段70（デジタルカメラ）を複数箇所に設置してもよい。また、スクリーン部材62は、撮像する建設材料の色調とのコントラストが明確になる色の材料を用いることが好ましい。さらに、建設材料の撮り逃しを防止して粒度分布の解析精度の向上を図るため、撮像手段70による建設材料の撮像間隔を可能な範囲で短くすることが好ましい。すなわち、撮像間隔が短くなれば、それだけ粒度分布の解析精度を向上させることができる。

20

【0031】

<粒度分布解析手段>

粒度分布解析手段40は、撮像手段70で撮像した画像データを画像解析することにより、建設材料の粒度分布を解析するための手段である。例えば、粒度分布解析手段40は、パーソナルコンピュータ（PC）及び画像解析ソフトウェアからなり、パーソナルコンピュータにインストールされた画像解析ソフトウェアの機能により、撮像手段70から受信した画像データに基づいて画像解析を行って、解析対象となる建設材料の粒度分布を解析する。画像解析は、公知のどのような手法を用いてもよいが、基本的には、画像データに基づいて、粒状体の輪郭認識を行って、粒状体の粒径を解析する手法が用いられる。

30

【0032】

<粒度分布の解析>

以下、粒度分布の解析手順を説明する。粒度分布の解析は、粒度分布解析手段40の機能により実施されるものであり、粒度分布が既知である建設材料を用いて重回帰分析を行うことにより粒度毎に回帰式を作成し、作成した回帰式に、解析対象となる建設材料の画像解析結果から算出される説明変数を代入して、粒度毎の解析対象質量率を算出し、算出した各粒度の解析対象質量率を用いて、解析対象である建設材料の粒度分布を解析する。

【0033】

この粒度分布の解析は、大別して6つの工程からなる。第1工程は、粒度分布が既知である建設材料を用いて、当該建設材料における粒度毎の土粒子平均短径（ D_i ）と合計投影面積（ S_i ）とを算出する工程である。第2工程は、粒度毎の合計投影面積（ S_i ）を、各粒度の合計投影面積（ S_i ）の総和である全投影面積（ S ）で除して無次元化することにより、投影面積率（ S_i / S ）を算出する工程である。第3工程は、粒度分布が既知である建設材料を用いて、粒度毎の合計質量（ M_i ）を、各粒度の合計質量（ M_i ）の総和である全質量（ M ）で除して無次元化することにより、質量率（ M_i / M ）を算出する工程である。第4工程は、目的変数を質量率（ M_i / M ）とし、説明変数を土粒子平均短径（ D_i ）及び投影面積率（ S_i / S ）として重回帰分析を行い、粒度毎に回帰式を作成する工程である。第1工程、第2工程、第3工程、第4工程により、粒度分布解析の基本となる粒度毎の回帰式を作成する。

40

【0034】

なお、含水率を複数の範囲に区分し、各区分の含水率毎に、それぞれ異なる回帰式を作

50

成することが好ましい。これにより、含水率の影響を受けることなく、正確な粒度分布解析を行うことができる。ここで、含水率を区分する境界値の数は、1あるいは2以上とする。この境界値は、建設材料の土質に対応して適宜設定するが、例えば、建設材料が団粒化する限界値を境界値とすることができる。

【0035】

第5工程は、作成された回帰式に、解析対象となる建設材料の画像解析結果から算出される解析対象土粒子平均短径 (D_i) 及び解析対象投影面積率 (S_i / S_i) を代入して、粒度毎の解析対象質量率 (M_i / M_i) を算出する工程である。第6工程は、第5工程で算出した各粒度の解析対象質量率 (M_i / M_i) を用いて、解析対象である建設材料の粒度分布を解析する工程である。この第6工程により、解析対象である建設材料の粒度分布を解析することができる。

10

【0036】

また、第4工程において、説明変数として投影面積絶対量の逆数 ($1 / S_i$) を加えることにより、より一層正確に粒度分布を解析することができる。この場合、解析対象質量率 (M_i / M_i) を算出する工程 (第5工程) において、回帰式に代入する値として、解析対象となる建設材料の画像解析結果から算出される投影面積絶対量の逆数 ($1 / S_i$) を加えて演算を行う。

【0037】

< 粒度分布解析アルゴリズム >

また、粒度分布解析に用いる回帰式は、施工進捗に応じて、データ更新を行うことが好ましい。具体的な粒度分布解析アルゴリズムについて説明する。本実施形態で用いる回帰式は、解析対象となる建設材料の粒度分布を解析するための式であり、粒度毎に、それぞれ目的変数と、説明変数と、相関係数とからなる。

20

【0038】

上述したように、本実施形態で用いる回帰式の目的変数は、質量率 $Y = M_i / M_i$ であり、説明変数は、 $X_1 =$ 土粒子平均短径 D_i と、 $X_2 =$ 投影面積率 S_i / S_i である。また、説明変数として投影面積絶対量の逆数 ($1 / S_i$) を加えてもよい。例えば、粒度 D_{80} (mm)、粒度 D_{40} (mm)、粒度 D_{20} (mm)、粒度 D_{10} (mm)、粒度 D_5 (mm) について、それぞれ回帰式を作成して、当該回帰式に対して、解析対象となる建設材料の画像解析結果から算出される説明変数を代入することにより、解析対象である建設材料の粒度分布を解析する。

30

【0039】

< 建設材料の品質管理 >

図4を参照して、本発明の実施形態に係る建設材料の表面水量管理方法を用いて行う建設材料の品質管理について説明する。図4に示すように、本発明の実施形態に係る建設材料の表面水量管理方法では、自動的な粒度分布及び含水率の管理として、CSG材 (建設材料 (1)) について画像処理を行うことにより粒度分布を求め、第3のマイクロ波水分計30 (又は第2のマイクロ波水分計20) によりCSG材の含水率を求め、第1のマイクロ波水分計10により砂 (建設材料 (2)) の含水率を求める。また、人手による建設材料の管理として、吸水率の測定、表乾密度の測定を行う。そして、CSG材の粒度分布及び含水率、砂の含水率、表乾密度に基づいて、建設材料の表面水率 (表面水量) を管理することができる。各測定値は、コンピュータ処理により、数値、経時変化グラフ、統計グラフとして、逐次、出力して確認することができる。

40

【符号の説明】

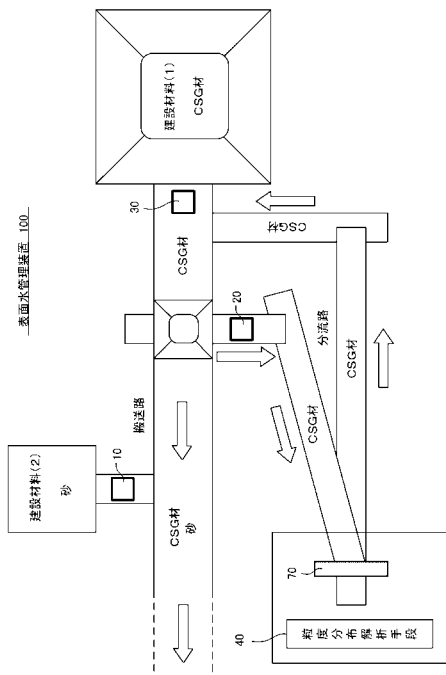
【0040】

- 100 表面水量管理装置
- 10 第1のマイクロ波水分計
- 20 第2のマイクロ波水分計
- 30 第3のマイクロ波水分計
- 40 粒度分布解析手段

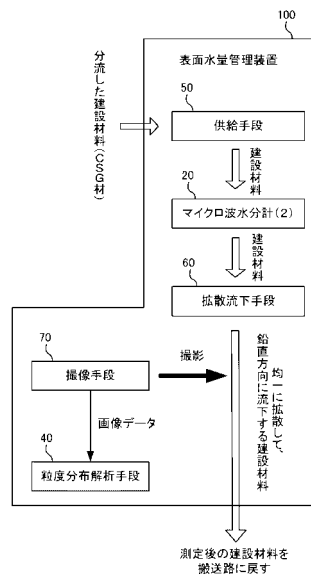
50

- 5 0 供給手段
- 5 1 ホッパー
- 5 2 ベルトフィーダー
- 5 3 振動装置
- 6 0 拡散流下手段
- 6 1 スクリーン部材
- 7 0 撮像手段

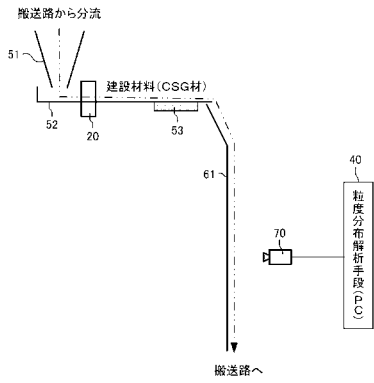
【 図 1 】



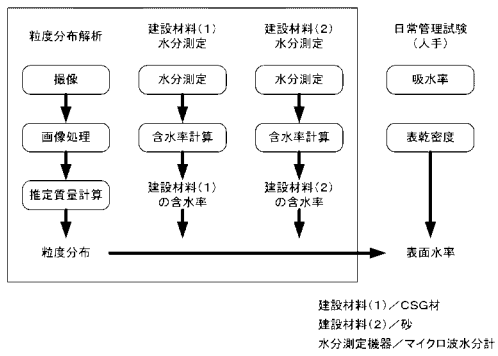
【 図 2 】



【 図 3 】



【 図 4 】



フロントページの続き

- (72)発明者 中島 具威
東京都千代田区富士見二丁目10番2号 前田建設工業株式会社内
- (72)発明者 水野 秀雄
東京都千代田区富士見二丁目10番2号 前田建設工業株式会社内
- (72)発明者 宇戸 和明
東京都千代田区富士見二丁目10番2号 前田建設工業株式会社内
- (72)発明者 高野 正年
東京都千代田区富士見二丁目10番2号 前田建設工業株式会社内
- (72)発明者 酒井 雅英
東京都千代田区富士見二丁目10番2号 前田建設工業株式会社内
- (72)発明者 高橋 雄治
東京都千代田区富士見二丁目10番2号 前田建設工業株式会社内
- (72)発明者 佐々野 輝敏
東京都千代田区富士見二丁目10番2号 前田建設工業株式会社内
- (72)発明者 清水 英樹
東京都千代田区富士見二丁目10番2号 前田建設工業株式会社内