

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2020-529013

(P2020-529013A)

(43) 公表日 令和2年10月1日(2020.10.1)

|                        |  |              |   |             |
|------------------------|--|--------------|---|-------------|
| (51) Int.Cl.           |  | F I          |   | テーマコード (参考) |
| GO 1 N 9/00 (2006.01)  |  | GO 1 N 9/00  | Z |             |
| GO 1 N 33/38 (2006.01) |  | GO 1 N 33/38 |   |             |

審査請求 未請求 予備審査請求 有 (全 24 頁)

(21) 出願番号 特願2020-503966 (P2020-503966)  
 (86) (22) 出願日 平成30年7月24日 (2018. 7. 24)  
 (85) 翻訳文提出日 令和2年2月14日 (2020. 2. 14)  
 (86) 国際出願番号 PCT/EP2018/070031  
 (87) 国際公開番号 W02019/020621  
 (87) 国際公開日 平成31年1月31日 (2019. 1. 31)  
 (31) 優先権主張番号 62/538, 241  
 (32) 優先日 平成29年7月28日 (2017. 7. 28)  
 (33) 優先権主張国・地域又は機関 米国 (US)

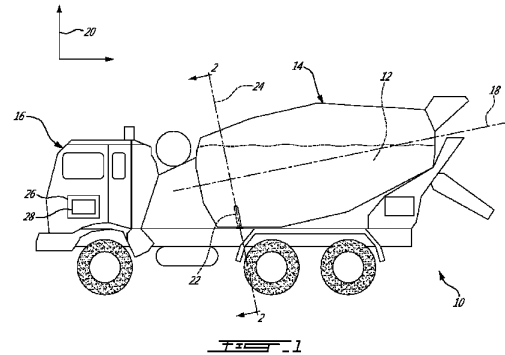
(71) 出願人 519005037  
 コマンド アルコン インコーポレイテッド  
 アメリカ合衆国 アラバマ バーミングハム  
 インターナショナル パーク ドライブ 1800  
 スイート 400  
 (74) 代理人 110001210  
 特許業務法人Y K I 国際特許事務所  
 (72) 発明者 ボーブル デニス  
 カナダ ケベック サントーカトリーヌー  
 デーラージャックスーカルティエ リュ  
 ローリエ 117

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 フレッシュコンクリート密度計測方法及びシステム

(57) 【要約】

ミキサトラックのドラム内にあるフレッシュコンクリートの密度を求める方法であり、プローブをそのドラム内に実装し、そのドラムの径方向に延ばし、且つそのドラムの回転に伴い周方向に運動させる。本方法は、ドラム回転中にそれに対応し相異なる第1及び第2周方向位置にてフレッシュコンクリートがプローブ上に及ぼす直交方向圧力を示す第1及び第2圧力値を受け取るステップと、そのプローブの体積に基づき且つ第1・第2圧力値間差分に基づきそのフレッシュコンクリートの密度値を求めるステップと、を有する。



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

ミキサトラックのドラム内にあるフレッシュコンクリートの密度を、プローブを用い求める方法であり、そのドラムの回転軸が少なくとも部分的に水平方向を向いており、上記プローブが、上記ドラム内に実装され、そのドラムの径方向に延び且つそのドラムの回転に伴い周方向に運動し、そして、そのプローブに、上記プローブが上記フレッシュコンクリート内に沈潜しているときにそのプローブの体積に因む浮力による直交方向圧力、並びに上記ドラムの回転による上記プローブのフレッシュコンクリート内運動に因む抵抗による直交方向圧力が、働く方法であって、

ドラム回転中に上記ドラムの第 1 周方向位置にて上記フレッシュコンクリートが上記プローブに及ぼす直交方向圧力を示す、第 1 圧力値を受け取るステップと、

ドラム回転中に第 2 周方向位置にて上記フレッシュコンクリートが上記プローブに及ぼす直交方向圧力を示す、第 2 圧力値を受け取るステップであり、第 1 周方向位置と第 2 周方向位置とが異なるステップと、

上記プローブの体積に基づき且つ第 1 圧力値・第 2 圧力値間差分に基づき上記フレッシュコンクリートの密度値を求めるステップと、

を有する方法。

**【請求項 2】**

請求項 1 の方法であって、第 1 周方向位置が鉛直線に対し上記ドラムの一方の側、第 2 周方向位置が鉛直線に対しそのドラムの他方の側に所在し、その第 1 周方向位置の正弦値と第 2 周方向位置の正弦値との間の差異に対応する三角関数因子により上記差分が補償される方法。

**【請求項 3】**

請求項 2 の方法であって、上記ドラムの頂部から測って、第 1 周方向位置が  $90^\circ \sim 135^\circ$ 、第 2 周方向位置が  $225^\circ \sim 270^\circ$  の範囲内にある方法。

**【請求項 4】**

請求項 2 の方法であって、鉛直線を基準として第 1 周方向位置が第 2 周方向位置に対し逆側にある方法。

**【請求項 5】**

請求項 1 の方法であって、上記直交方向圧力が、上記プローブの重量でありそのプローブに作用するものによっても及ぼされ、第 1 圧力値が、第 1 周方向位置における上記プローブの重量の直交方向寄与分により補償されたものであり、第 2 圧力値が、第 2 周方向位置におけるそのプローブの重量の直交方向寄与分により補償されたものである方法。

**【請求項 6】**

請求項 1 の方法であって、第 1 圧力値を受け取る上記のステップが、所与周方向範囲に属する第 1 群の周方向位置のうち対応するところから第 1 群の圧力値を受け取るステップを含み、第 1 圧力値がそれら第 1 群の圧力値の平均値であり、第 1 周方向位置が、当該所与周方向範囲内にある第 1 群の周方向位置の平均位置である方法。

**【請求項 7】**

請求項 4 の方法であって、第 2 圧力値を受け取る上記のステップが、所与周方向範囲に属する第 2 群の周方向位置のうち対応するところから第 2 群の圧力値を受け取るステップを含み、第 2 圧力値がそれら第 2 群の圧力値の平均値であり、第 2 周方向位置が、当該所与周方向範囲内にある第 2 群の周方向位置の平均位置である方法。

**【請求項 8】**

請求項 1 の方法であって、第 1 回転速度でのドラム回転中に第 1 及び第 2 圧力値が計測される方法。

**【請求項 9】**

請求項 6 の方法であって、更に、

第 1 回転速度とは異なる第 2 回転速度でのドラム回転中に上記ドラムの第 1 周方向位置にて上記フレッシュコンクリートが上記プローブに及ぼす直交方向圧力を示す、第 3 圧力

10

20

30

40

50

値を受け取るステップと、

第2回転速度でのドラム回転中に第2周方向位置にて上記フレッシュコンクリートが上記プローブに及ぼす直交方向圧力を示す、第4圧力値を受け取るステップと、

第1圧力値、第2圧力値、第3圧力値、第4圧力値、第1回転速度及び第2回転速度に基づき上記フレッシュコンクリートのレオロジー特性を少なくとも一通り求めるステップと、

を有する方法。

【請求項10】

ミキサトラックのドラム内にあるフレッシュコンクリートの密度を求めるシステムであり、そのドラムの回転軸が少なくとも部分的に水平方向を向いたシステムであって、

上記ドラム内に実装され、そのドラムの径方向に延び且つそのドラムの回転に伴い周方向に運動するプローブであり、自プローブに対し、自プローブが上記フレッシュコンクリート内に沈潜しているときに自プローブの体積に因む浮力による直交方向圧力、並びに上記ドラムの回転による自プローブのフレッシュコンクリート内運動に因む抵抗による直交方向圧力が働くプローブと、

上記プローブと可通信結合されており、

ドラム回転中に上記ドラムの第1周方向位置にて上記フレッシュコンクリートが上記プローブに及ぼす直交方向圧力を示す、第1圧力値を受け取るステップと、

ドラム回転中に第2周方向位置にて上記フレッシュコンクリートが上記プローブに及ぼす直交方向圧力を示す、第2圧力値を受け取るステップであり、第1周方向位置と第2周方向位置とが異なるステップと、

上記プローブの体積に基づき且つ第1圧力値・第2圧力値間差分に基づき上記フレッシュコンクリートの密度値を求めるステップと、

を実行するよう構成されている情報処理装置と、

上記情報処理装置と可通信結合されており、上記フレッシュコンクリートの密度値を表示するよう構成されているユーザインタフェースと、

を備えるシステム。

【請求項11】

請求項8のシステムであって、上記ドラムの回転に伴い周方向に運動しているときに上記プローブに作用するそのプローブの重量を補償するよう、そのプローブが構成されているシステム。

【請求項12】

請求項8のシステムであって、第1周方向位置が鉛直線に対し上記ドラムの一方の側、第2周方向位置が鉛直線に対しそのドラムの他方の側に所在し、第1周方向位置の正弦値と第2周方向位置の正弦値との間の差異に対応する三角関数因子により上記差分が補償されるシステム。

【請求項13】

請求項10のシステムであって、鉛直線を基準として第1周方向位置が第2周方向位置に対し逆側にあるシステム。

【請求項14】

請求項8のシステムであって、上記直交方向圧力が、上記プローブに作用するそのプローブの重量によっても及ぼされ、第1圧力値が、第1周方向位置における上記プローブの重量の直交方向寄与分により補償されたものであり、第2圧力値が、第2周方向位置におけるそのプローブの重量の直交方向寄与分により補償されたものであるシステム。

【請求項15】

請求項8のシステムであって、第1圧力値を受け取る上記のステップが、所与周方向範囲に属する第1群の周方向位置のうち対応するところから第1群の圧力値を受け取るステップを含み、第1圧力値がそれら第1群の圧力値の平均値であり、第1周方向位置が、当該所与周方向範囲内にある第1群の周方向位置の平均位置であるシステム。

【請求項16】

10

20

30

40

50

請求項 13 のシステムであって、第 2 圧力値を受け取る上記のステップが、所与周方向範囲に属する第 2 群の周方向位置のうち対応するところから第 2 群の圧力値を受け取るステップを含み、第 2 圧力値がそれら第 2 群の圧力値の平均値であり、第 2 周方向位置が、当該所与周方向範囲内にある第 2 群の周方向位置の平均位置であるシステム。

【請求項 17】

請求項 8 のシステムであって、第 1 回転速度でのドラム回転中に第 1 及び第 2 圧力値が計測されるシステム。

【請求項 18】

請求項 15 のシステムであって、更に、

第 1 回転速度とは異なる第 2 回転速度でのドラム回転中に上記ドラムの第 1 周方向位置にて上記フレッシュコンクリートが上記プローブに及ぼす直交方向圧力を示す、第 3 圧力値を受け取るステップと、

第 2 回転速度でのドラム回転中に第 2 周方向位置にて上記フレッシュコンクリートが上記プローブに及ぼす直交方向圧力を示す、第 4 圧力値を受け取るステップと、

第 1 圧力値、第 2 圧力値、第 3 圧力値、第 4 圧力値、第 1 回転速度及び第 2 回転速度に基づき上記フレッシュコンクリートのレオロジー特性を少なくとも一通り求めるステップと、

が実行されるシステム。

【請求項 19】

ミキサトラックのドラム内にあるフレッシュコンクリートの密度を、プローブを用い求める方法であり、そのドラムの回転軸が少なくとも部分的に水平方向を向いており、上記プローブが、上記ドラム内に実装され、そのドラムの径方向に延び且つそのドラムの回転に伴い周方向に運動し、そして、上記プローブが上記フレッシュコンクリート内に沈潜しているときにそのプローブの体積に因む浮力による直交方向圧力、並びに上記ドラムの回転による上記プローブのフレッシュコンクリート内運動に因む抵抗による直交方向圧力が、そのプローブに働く方法であって、

ドラム回転中に上記ドラムの第 1 周方向位置にて上記フレッシュコンクリートが上記プローブに及ぼす直交方向圧力を示す、第 1 圧力値を受け取るステップと、

ドラム回転中に第 2 周方向位置にて上記フレッシュコンクリートが上記プローブに及ぼす直交方向圧力を示す、第 2 圧力値を受け取るステップであり、第 1 周方向位置と第 2 周方向位置とが異なるステップと、

上記プローブの体積に基づき、且つ第 1 周方向位置の正弦値と第 2 周方向位置の正弦値との間の差異によって補償された第 1 圧力値・第 2 圧力値間差分に基づき、上記フレッシュコンクリートの密度値を求めるステップと、

を有する方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本改良は、概略、コンクリート生産の分野に関し、より具体的には、ミキサトラックのドラム内にあるフレッシュコンクリートの密度計測に言及するものである。

【背景技術】

【0002】

コンクリート業界にて周知の通り、フレッシュコンクリートの密度はコンクリート組成及び空気含有量により左右される。

【0003】

密度は、通常、既知の素材体積をその重量で除することで計算される。組成が与えられている場合、フレッシュコンクリート密度の計測値又は計算値を、空気の存在を考慮していない理論的密度と比べることで、理論的空気含有量を算出することができる。密度の計測には、通常、フレッシュコンクリートで満たされる容積が既知な容器を用いることが必

10

20

30

40

50

要であり、その容器の重量を差し引くことでコンクリートの重量が求まる。

【0004】

特許文献1には、ミキサトラックのドラム内にあるフレッシュコンクリートの密度を推定する技術が記載されている。この技術では、圧力/力計測プローブを用いて得た力や圧力からフレッシュコンクリートの密度が求められる。この技術では、プローブに働く圧力又は力のうち対応するものを示す圧力値又は力値と、それに関わるプローブ角とが、フレッシュコンクリート内プローブ運動経路に沿いプローブの周方向位置複数個に関し記録される。その上で、記録されたデータから有効なデータセットが抽出され、ひいてはその有効なデータセットに最良フィットする線形関係が計算される。この最良フィット線形関係はコンクリート密度に比例するカーブであり、その流体の三角関数因子たる係数と、その圧力センサの幾何的及び機械的特徴とに従う。以後は、既知密度での勾配計測結果に照らしその比例係数を校正していけばよい。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】国際公開第W02014/138968号パンフレット

【特許文献2】国際公開第W02011/042880号パンフレット

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

既存のフレッシュコンクリート密度計測技術は、ある程度は満足のいくものであるが、改良の余地が存している。

20

【課題を解決するための手段】

【0007】

記載されている方法及びシステムは、ミキサトラックのドラム内にあるフレッシュコンクリートの密度を、プローブを用い計測するものである。ミキサトラックのドラムは、鉛直線に対し少なくとも部分的に水平方向に向いた回転軸の周りで、回転させることができる。プローブは、ドラムの径方向に延びるようそのドラム内に実装される。従って、ドラムを回転させると、そのドラム回転につれプローブが周方向に運動する。ドラム内にフレッシュコンクリートがあるときに、プローブをそのフレッシュコンクリート内に沈潜させドラムの回転により動かすと、プローブ体積による浮力の直交方向寄与分と、フレッシュコンクリート内プローブ運動による抵抗の直交方向寄与分と、を含む直交方向圧力が、そのプローブに働く。

30

【0008】

こうしたことから分かったのは、ドラムの第1周方向位置にてプローブに働く直交方向圧力を示す第1圧力値に基づき、且つその第1周方向位置とは異なる第2周方向位置にてそのプローブに働く直交方向圧力を示す第2圧力値に基づき、フレッシュコンクリートの密度を求めうることである。より重要なのは、プローブの体積に基づき、且つ第1圧力値・第2圧力値間差分に基づきその密度値を求めうる事が、見出されたことである。幾つかの実施形態では、第1周方向位置の正弦値と第2周方向位置の正弦値との間の差異に対応する三角関数因子によって、当該差分が補償される。更なる諸実施形態によれば、ドラムの底部から周方向に離れたところになるよう第1及び第2周方向位置を好適に選択することで、プローブがドラム底部近辺にあるときの圧力計測値の潜在的な食い違いを排することができる。

40

【0009】

ある態様によれば、ミキサトラックのドラム内にあるフレッシュコンクリートの密度を、プローブを用い求める方法であり、そのドラムの回転軸が少なくとも部分的に水平方向を向いており、そのプローブが、そのドラム内に実装され、そのドラムの径方向に延び且つそのドラムの回転に伴い周方向に運動し、そして、そのプローブがフレッシュコンクリート内に沈潜しているときにそのプローブの体積に因む浮力による直交方向圧力と、その

50

ドラムの回転によるフレッシュコンクリート内プローブ運動に因む抵抗による直交方向圧力とが、そのプローブに働く方法であって、ドラム回転中にそのドラムの第1周方向位置にてフレッシュコンクリートがそのプローブに及ぼす直交方向圧力を示す第1圧力値を受け取るステップと、ドラム回転中に第2周方向位置にてフレッシュコンクリートがそのプローブに及ぼす直交方向圧力を示す第2圧力値を受け取るステップでありその第2周方向位置が第1周方向位置とは異なるステップと、そのプローブの体積に基づき且つ第1圧力値・第2圧力値間差分に基づきフレッシュコンクリートの密度値を求めるステップと、を有する方法が提供される。実施形態によっては、第1周方向位置の正弦値と第2周方向位置の正弦値との間の差異に対応する三角関数因子によって、当該差分を補償することができる。幾つかの実施形態によれば、第1及び第2周方向位置を好適に選択して、ドラムの底部から周方向に離れたところに行うことができる。

10

**【0010】**

別の態様によれば、ミキサトラックのドラム内にあるフレッシュコンクリートの密度を求めるシステムであり、そのドラムの回転軸が少なくとも部分的に水平方向を向いているシステムであって、そのドラム内に実装され、そのドラムの径方向に延び且つそのドラムの回転に伴い周方向に運動するプローブであり、自プローブがフレッシュコンクリート内に沈潜しているときに自プローブの体積に因む浮力による直交方向圧力、並びにそのドラムの回転によるフレッシュコンクリート内プローブ運動に因む抵抗による直交方向圧力が働くプローブと、そのプローブと可通信結合された情報処理装置であり、ドラム回転中にそのドラムの第1周方向位置にてフレッシュコンクリートがそのプローブに及ぼす直交方向圧力を示す第1圧力値を受け取るステップ、ドラム回転中に第2周方向位置にてフレッシュコンクリートがそのプローブに及ぼす直交方向圧力を示す第2圧力値を受け取るステップでありその第2周方向位置が第1周方向位置とは異なるステップ、並びにそのプローブの体積に基づき且つ第1圧力値・第2圧力値間差分に基づきフレッシュコンクリートの密度値を求めるステップを実行するよう、構成されている情報処理装置と、その情報処理装置と可通信結合されておりフレッシュコンクリートの密度値を表示するよう構成されているユーザインタフェースと、を備えるシステムが提供される。幾つかの実施形態では、第1周方向位置の正弦値と第2周方向位置の正弦値との間の差異に対応する三角関数因子によって、当該差分が補償される。更なる諸実施形態では、第1及び第2周方向位置がどちらもドラムの底部に対応しない位置とされる。

20

30

**【0011】**

別の態様によれば、ミキサトラックのドラム内にあるフレッシュコンクリートの密度を、プローブを用い求める方法であり、そのドラムの回転軸が少なくとも部分的に水平方向を向いており、そのプローブが、そのドラム内に実装され、そのドラムの径方向に延び且つそのドラムの回転に伴い周方向に運動し、そして、そのプローブがフレッシュコンクリート内に沈潜しているときにそのプローブの体積に因む浮力による直交方向圧力と、そのドラムの回転によるフレッシュコンクリート内プローブ運動に因む抵抗による直交方向圧力とが、そのプローブに働く方法であって、ドラム回転中にそのドラムの第1周方向位置にてフレッシュコンクリートがそのプローブに及ぼす直交方向圧力を示す第1圧力値を受け取るステップと、ドラム回転中に第2周方向位置にてフレッシュコンクリートがそのプローブに及ぼす直交方向圧力を示す第2圧力値を受け取るステップでありその第2周方向位置が第1周方向位置とは異なるステップと、そのプローブの体積に基づき、且つ第1圧力値・第2圧力値間差分を第1周方向位置の正弦値と第2周方向位置の正弦値との間の差異により補償したものにに基づき、フレッシュコンクリートの密度値を求めるステップと、を有する方法が提供される。

40

**【0012】**

本件技術分野に習熟した者（いわゆる当業者）であれば、本件開示を一読することで、本改良に関する数多くの更なる諸特徴及びそれらの組合せを想起できよう。

**【図面の簡単な説明】****【0013】**

50

図面は以下の通りである。

【0014】

【図1】一実施形態に係り、ミキサトラックのドラム内にあるフレッシュコンクリートの密度を求めるシステム例の側立面図である。

【図2】図1の線2-2に沿って採取された断面図である。

【図3】ドラム回転中にプローブにより計測された、重力の直交方向寄与分を示すグラフ例である。

【図4】相異なる二通りのドラム回転速度に関し、それら二通りのドラム回転速度のうち対応する速度でのドラム回転中に水中沈潜プローブにより計測された、浮力の直交方向寄与分から、重力の直交方向寄与分を数学的に差し引いたものを、示すグラフ例である。

10

【図5】相異なる二通りのドラム回転速度に関し、それら二通りのドラム回転速度のうち対応する速度でのドラム回転中にフレッシュコンクリート内へのプローブ運動がそのプローブに及ぼす抵抗の直交方向寄与分を示すグラフ例である。

【図6】相異なる二通りのドラム回転速度に関し、それら二通りのドラム回転速度のうち対応する速度でのドラム回転中に計測された、浮力及び抵抗の直交方向寄与分を示すグラフ例である。

【図7】相異なる二通りのドラム回転速度に関し、それら二通りのドラム回転速度のうち対応する速度でのドラム回転中に計測された、浮力及び抵抗の実験的直交方向寄与分を、ドラム底部近辺にて計測された圧力値に係る食い違いと併せ示すグラフ例である。

【図8】一実施形態に係り、周方向範囲の例を示すミキサトラックのドラムの断面図である。

20

【図9】相異なる二通りのドラム回転速度に関し、それら二通りのドラム回転速度のうち対応する速度でのドラム回転中に計測された、浮力及び抵抗の実験時直交方向寄与分を、ドラム底部近辺にて計測された圧力値に係る食い違い並びに図8の周方向範囲のうち幾つかに係る平均圧力値と併せ示すグラフ例である。

【図10】一実施形態に係り、ドラムの回転速度の関数として平均圧力値を示すグラフ例である。

【発明を実施するための形態】

【0015】

図1に、ミキサトラック16のドラム14内にあるフレッシュコンクリート12の密度を求めるシステム10の例を示す。図示のドラム14は回転軸18を有しており、それは鉛直線20に対し少なくとも部分的に水平方向を向いている。

30

【0016】

本例にて描写されているシステム10は、ドラム14内に実装されそのドラム14の径方向24に延びるプローブ22を有している。プローブ22は、ドラム14の回転軸18周り回転によりフレッシュコンクリート12内で周方向に動かされつつ圧力値を計測するよう、構成されている。その要領で動かされている間にプローブ22が到達する複数個の周方向位置が、そのプローブ22により計測された圧力値のうち対応するものに関連付けされる。このプローブ22の潜在例が特許文献2に記載されている。

40

【0017】

本システムは情報処理装置26を有しており、プローブ22により計測された圧力値及びそれに対応する周方向位置をその情報処理装置26にて受け取れるよう、その情報処理装置26がプローブ22と可通信結合されている。情報処理装置26・プローブ22間通信は、無線接続、有線接続又はそれらの組合せにより行うことができる。

【0018】

後述の通り、フレッシュコンクリート12の密度値Dは、受け取った少なくとも二通りの圧力値及びそれらに対応する周方向位置に基づき、且つ後述の如くプローブ22の体積に依存しうる少なくとも1個のパラメタに基づき、情報処理装置26により求めることができる。

【0019】

50

本システム 10 は、情報処理装置 26 に可通信結合されたユーザインタフェース 28 を有しており、フレッシュコンクリート 12 の密度値  $D$  が求めた暁にそれを表示しうようそのユーザインタフェース 28 が構成されている。密度値  $D$  は、ユーザインタフェース 28 上にリアルタイムで表示させることも、後刻の表示又は別のユーザインタフェース上での表示に備え情報処理装置 26 のメモリ上に保存することもできる。

#### 【0020】

図 2 にて最も良好に看取しうる通り、プローブ 22 はドラム 14 の径方向 20 に延びており、ドラム 14 が回転軸 18 周りで回転するのに伴い複数個の周方向位置 に到達する。より具体的に、本図示例では、プローブ 22 がドラム 14 の頂部にあるときのプローブ 22 の周方向位置 を  $0^\circ$ 、プローブ 22 がドラム 14 の右側にあるときのプローブ 22 の周方向位置 を  $90^\circ$ 、プローブ 22 がドラム 14 の底部にあるときのプローブ 22 の周方向位置 を  $180^\circ$ 、そしてプローブ 22 がドラム 14 の左側にあるときのプローブ 22 の周方向位置 を  $270^\circ$  としている。周方向位置 についてのこうした定義は専ら一例であり、周方向位置 は実施形態次第で別様にも定義されよう。

10

#### 【0021】

プローブ 22 は各周方向位置 にて圧力値を計測し、その圧力値及びそれに対応する周方向位置 を情報処理装置 26 へと送る。計測される圧力値は、そのプローブ 22 に対し直交する方向を向いたものである。こうした圧力値は「直交方向圧力値」と呼ぶことができ、これには、プローブ 22 の重量に因む重力がそのプローブ 22 に及ぼす直交方向寄与分  $P_{n,g}$ 、プローブ 22 がフレッシュコンクリート 12 内に沈潜しているときにそのプローブ 22 の体積に因む浮力がそのプローブ 22 に及ぼす直交方向寄与分  $P_{n,b}$ 、並びにドラム 14 の回転によるプローブ 22 のフレッシュコンクリート 12 内運動に因む抵抗がそのプローブ 22 に及ぼす直交方向寄与分  $P_{n,r}$  が含まれうる。図 2 では、相異なる周方向位置に位置しているときにプローブ 22 に働く力ベクトルによって、直交方向寄与分  $P_{n,g}$ 、 $P_{n,b}$ 、 $P_{n,r}$  が示されている。

20

#### 【0022】

重力はプローブ 22 の質量  $m$  及び重力加速度  $g$  に依存しており、鉛直線 20 に沿ってプローブ 22 に作用する。従って、プローブ 22 に働く重力の直交方向寄与分  $P_{n,g}$  は、その周方向位置 と共に変化する。一例としては、プローブ 22 が水平方向を向いているとき、例えばプローブ 22 が周方向位置  $= 90^\circ$  又は  $= 270^\circ$  にあるときに、重力の直交方向寄与分  $P_{n,g}$  が最大又は最小になる；これは、重力によってプローブ 22 が地面方向に引っ張られ、それに対する下方圧力が生じるためである。これに対し、プローブ 22 が鉛直方向を向いているとき、例えばプローブ 22 がドラム 14 の底部にあってその周方向位置が  $= 180^\circ$  であるときには、重力の直交方向寄与分  $P_{n,g}$  がヌルとなる。

30

#### 【0023】

図 3 に、プローブに働く重力の直交方向寄与分  $P_{n,g}$  と、ドラム 14 内プローブ 22 の周方向位置 と、の間にある関係の例を示す。看取しうる通り、ドラム回転中にプローブ 22 に働く重力の直交方向寄与分  $P_{n,g}(\theta)$  は、

$$P_{n,g}(\theta) = -K_{mg} \sin \theta \quad (1)$$

に従い変化する；但し、 $K_{mg}$  はプローブの重量ひいてはプローブの質量  $m$  に依存し且つ地球の重力加速度  $g$  に依存する定数であり、 $\theta$  はそのプローブの周方向位置である。方向変化及び符号規約故に、プローブによる圧力計測値は周方向位置  $90^\circ$  にて負、その逆の周方向位置  $270^\circ$  にて正となる。

40

#### 【0024】

幾つかの実施形態によれば、ドラム 14 が空っぽの（例．空気で満たされている）ときに、そのドラム 14 を周方向位置 全域に亘り回転させつつ圧力値  $P_{n,g}$  を計測することで、所与ドラム 14 内の所与プローブ 22 について、定数  $K_{mg}$  並びにそれに対応する重力の直交方向寄与分  $P_{n,g}(\theta)$  を得ることができる。そうしたデータを記録及び保存しておけば、後刻、所与プローブ 22 及び所与ドラム 14 に係る校正データとして用いることができる。例えば、重力の直交方向寄与分  $P_{n,g}(\theta)$  をそのプローブでの生の圧力計測

50

結果から減ずることで、「重量補償された」(WC)圧力値  $P_{n,WC}$  を得ることができる。圧力値がこうして重量補償されていれば、空っぽなドラム内にプローブ 22 があるときに、そのプローブ 22 によって、0 なる圧力値を所与精度で以て計測することができる。プローブ 22 は経時摩耗しうるしその重量及び表面積は減少しうるので、その重量補償分を調整することで、プローブ 22 の経時摩耗を考慮に入れることが可能になる。

#### 【0025】

他の幾つかの実施形態では、ドラム 14 の回転に伴い周方向に動いたときに自身の重量が補償されるよう、プローブ 22 が構成される。従って、ドラム 14 が空っぽなときにそうしたプローブで計測される圧力値は、複数個の周方向位置 に亘り一定となる。こうした実施形態では、プローブに働く重力の直交方向寄与分とそのプローブの周方向位置との間の関係が、いずれの周方向位置 でもヌルかそれに近いものとなろう。これらの場合は、従って定数  $K_{mg}$  と重力の直交方向寄与分とを無視しうるので、プローブでの生の圧力計測結果も「重量補償」圧力値  $P_{n,WC}$  と考えることができる。

10

#### 【0026】

浮力は、プローブ 22 により排除されたフレッシュコンクリートの密度  $D$  に依存し且つそのプローブ 22 の体積  $V$  に依存しており、鉛直線 20 に沿いそのプローブ 22 に作用する。従って、プローブ 22 に働く浮力の直交方向寄与分  $P_{n,b}$  は、その周方向位置 と共に変化する。一例として、プローブ 22 が水平方向を向いているとき、例えばプローブ 22 が周方向位置  $= 90^\circ$  又は  $= 270^\circ$  にあるときには、浮力の直交方向寄与分  $P_{n,b}$  が最大又は最小になる。これに対し、プローブ 22 が鉛直方向を向いているとき、即ち

20

#### 【0027】

図 4 に、プローブ 22 を水 (その密度は既知で  $1 \text{ g/cm}^3$ ) の中に沈潜させたときにプローブ 22 に働く浮力の直交方向寄与分  $P_{n,b}$  と、その周方向位置 との間にある関係の例であり、上述の如くプローブ 22 の重量を補償したときのそれを示す。看取しうる通り、プローブ 22 に働く浮力の直交方向寄与分 は

30

$$P_{n,b}(\theta) = K_V D \sin \theta \quad (2)$$

に従い変化する；但し、 $K_V$  はプローブ 22 の体積  $V$  に依存する定数、 $D$  は排除された流体の密度、本例ではフレッシュコンクリートのそれ、 $\theta$  はプローブ 22 の周方向位置である。等式 (2) では、どのような降伏応力の存在に起因する制限もないことを仮定している。

#### 【0028】

プローブが与えられれば、それに係る定数  $K_V$  を、既知密度を有する流体で満たされたドラム 14 内でそのプローブ 22 が動く校正工程中や、図 4 に示されているものの如くそのプローブにより重量補償圧力値  $P_{n,b}(\theta)$  が計測される間に、求めることができる。本例では、 $K_V = P_{n,b}(\theta_i) / (D_{\text{water}} \sin \theta_i)$ 、但し  $\theta_i$  はプローブ 22 の任意周方向位置、を計算することで、定数  $K_V$  を求めることができる。定数  $K_V$  は、プローブ 22 の構成に関連するがプローブ 22 の沈潜先流体には関連しないので、プローブ 22 の沈潜先流体の種類如何によらず定数  $K_V$  は同一に保たれよう。

40

#### 【0029】

フレッシュコンクリート 12 がプローブ 22 に及ぼす抵抗は、直交方向に沿いそのプローブ 22 に作用する。従って、プローブ 22 がどのような所与回転速度 (例・ $v_1, v_2$ ) にてフレッシュコンクリート 12 内を動いているときでも、フレッシュコンクリート 12 がプローブ 22 に及ぼす抵抗の直交方向寄与分  $P_{n,r}$  は全ての周方向位置 にて一定となる。例えば、ドラム 14 の回転途上にて、その抵抗は、プローブ 22 がフレッシュコンクリート 12 に入る際に大きく増大し、フレッシュコンクリート 12 内通過中を通じ一定

50

となり、その後そのプローブ 2 2 がフレッシュコンクリート 1 2 を出る際に大きく減少する。

【 0 0 3 0 】

図 5 に、プローブ 2 2 がフレッシュコンクリート 1 2 内に沈潜しているときにフレッシュコンクリート 1 2 がプローブ 2 2 に及ぼす抵抗の直交方向寄与分  $P_{n,r}$  と、その周方向位置 との間にある関係の例を、重力の直交方向寄与分  $P_{n,g}$  及び浮力の直交方向寄与分  $P_{n,b}$  抜きで示す。看取しうる通り、フレッシュコンクリート 1 2 がプローブ 2 2 に及ぼす抵抗の直交方向寄与分  $P_{n,r}$  は、

$$P_{n,r}(\theta) = K_R \quad \text{但し} \quad \theta_{in} < \theta < \theta_{out} \text{ の場合} \quad (3)$$

及び

$$P_{n,r}(\theta) = 0 \quad \text{但し} \quad \theta < \theta_{in} \text{ 及び } \theta > \theta_{out} \text{ の場合} \quad (4)$$

に従い変化する；但し、 $K_R$  はプローブ 2 2 を所与回転速度  $v$  にてフレッシュコンクリート 1 2 内で動かしたときにそのフレッシュコンクリート 1 2 がプローブ 2 2 に及ぼす直交方向抵抗を示す定数、 $\theta_{in}$  はプローブ 2 2 がフレッシュコンクリート 1 2 に入る周方向位置、 $\theta_{out}$  はプローブ 1 2 がフレッシュコンクリート 1 2 から出る周方向位置である。定数  $K_R$  はドラム 1 4 の回転速度に依存し且つフレッシュコンクリート 1 2 のワーカビリティに依存する。ご理解頂けるように、 $\theta_{in}$  及び  $\theta_{out}$  はそのドラム内にあるフレッシュコンクリート 1 2 の量に依存する。

【 0 0 3 1 】

理論的には、プローブ 2 2 により、

$$P_{n,raw}(\theta) = P_{n,g}(\theta) + P_{n,b}(\theta) + P_{n,r}(\theta) \quad (5)$$

の如く、重力、浮力及び抵抗の直交方向寄与分を示す生の圧力値  $P_{n,raw}(\theta)$  を計測することができる。

【 0 0 3 2 】

図 6 に、プローブがフレッシュコンクリート 1 2 内に沈潜しているときの浮力及び抵抗の直交方向寄与分と、周方向位置 との間関係の例を、重力の直交方向寄与分  $P_{n,g}$  抜きで示す。看取しうるように、こうした重量補償圧力値  $P_{n,wc}(\theta)$  は

$$P_{n,wc}(\theta) = P_{n,raw}(\theta) - P_{n,g}(\theta) = P_{n,b}(\theta) + P_{n,r}(\theta) \quad (6)$$

により与えられる。

【 0 0 3 3 】

見出されたところによれば、相異なる二通りの周方向位置 にて採取された圧力値間の差分は、フレッシュコンクリート 1 2 の密度値  $D$  に比例する。

【 0 0 3 4 】

図 7 に、プローブがフレッシュコンクリート内に沈潜しているときの浮力及び抵抗の直交方向寄与分  $P_{n,wc}(\theta)$  と、その周方向位置と、の間にある実験的關係の例を、重力の直交方向寄与分抜きで示す。図 6 中にプロットした理論データと、図 7 中にプロットした実験データと、の間の違いの一つは、プローブ 2 2 がドラム底部近辺、即ち周方向位置  $\theta = 180^\circ$  の付近にあるときに計測された圧力値に、理論的に期待されるだろうそれからの、幾ばくかの食い違い 30 があることである。こうした食い違い 30 は、プローブ 2 2 に作用する圧力が攪拌翼動作により低下すること、ひいてはフレッシュコンクリート 1 2 がドラム 1 4 の回転軸 1 8 に沿い幾ばくか運動することで、生じる可能性がある。

【 0 0 3 5 】

例 1 - 重量補償圧力値を用いフレッシュコンクリートの密度を求める

【 0 0 3 6 】

例えばある例では、図 6 に示す如く、プローブ 2 2 が第 1 周方向位置  $\theta_1$  にあるときに第 1 重量補償圧力値  $P_{n,wc}(\theta_1)$  が計測され、プローブ 2 2 が第 2 周方向位置  $\theta_2$  にあるときに第 2 重量補償圧力値  $P_{n,wc}(\theta_2)$  が計測される。

【 0 0 3 7 】

このとき、上掲の等式 (6) を用いることで、

$$P_{n,wc}(\theta_1) - P_{n,wc}(\theta_2) = (P_{n,b}(\theta_1) + P_{n,r}(\theta_1)) - (P_{n,b}(\theta_2) +$$

10

20

30

40

50

$P_{n,r}(\theta_2)$   
 か、それと等価な

$P_{n,WC}(\theta_1) - P_{n,WC}(\theta_2) = (P_{n,b}(\theta_1) - P_{n,b}(\theta_2)) + (P_{n,r}(\theta_1) - P_{n,r}(\theta_2))$   
 を得ることができる。

【0038】

図5及び等式(3)から分かる通り、 $P_{n,r}(\theta_1) = P_{n,r}(\theta_2) = K_R$ であるため量  
 $P_{n,r}(\theta_1) - P_{n,r}(\theta_2)$ が0に等しくなるので、等式(2)を用いることで、  
 $P_{n,WC}(\theta_1) - P_{n,WC}(\theta_2) = K_V D (\sin \theta_1 - \sin \theta_2)$  (7)  
 がもたらされる。

10

【0039】

等式(7)から求まる通り、フレッシュコンクリート12の密度値Dは  
 $D = (P_{n,WC}(\theta_1) - P_{n,WC}(\theta_2)) / (K_V (\sin \theta_1 - \sin \theta_2))$  (8)  
 で与えられる。

【0040】

図6に示した例では第1周方向位置 $\theta_1$ が90°、第2周方向位置 $\theta_2$ が270°である。  
 従って、三角関数因子 $(\sin \theta_1 - \sin \theta_2)$ は2に対応し、密度値は差分 $(P_{n,WC}(\theta_1) - P_{n,WC}(\theta_2))$ を  
 $2 K_V$ 相当の三角関数因子により補償したものに  
 対応する。先に言及した通り、定数 $K_V$ はプローブ22の体積Vに依存しており、  
 プローブ22が与えられていれば分かるので、フレッシュコンクリート12の密度値Dを  
 求めることが可能となる。

20

【0041】

なお、実施形態によっては三角関数因子 $(\sin \theta_1 - \sin \theta_2)$ が1相当になることがある。  
 例えば、第1周方向位置 $\theta_1$ が90°、第2周方向位置 $\theta_2$ が180°であるときにそれが  
 起こりうる。そうした実施形態では、密度値Dが、三角関数因子を考慮することなく、  
 主に定数 $K_V$ 及び差分 $(P_{n,WC}(\theta_1) - P_{n,WC}(\theta_2))$ に基づき求まる。実のところ、  
 差分 $(P_{n,WC}(\theta_1) - P_{n,WC}(\theta_2))$ を三角関数因子たる1により補償したとしても、  
 1による乗除は無影響であろうから、求まる密度値には影響がなからう。このように、  
 密度値Dは、差分 $(P_{n,WC}(\theta_1) - P_{n,WC}(\theta_2))$ を三角関数因子で以て補償することなく  
 求まることがありうる。

30

【0042】

例2 - 生の圧力値(重量補償されていない圧力値)を用いフレッシュコンクリートの  
 密度値Dを求める

【0043】

別の例においては、プローブ22が第1周方向位置 $\theta_1$ にあるとき第1圧力値  
 $P_{n,raw}(\theta_1)$ が計測され、プローブ22が第2周方向位置 $\theta_2$ にあるとき第2圧力値  
 $P_{n,raw}(\theta_2)$ が計測される。

【0044】

上掲の等式(5)を用いることで、  
 $P_{n,raw}(\theta_1) - P_{n,raw}(\theta_2) = P_{n,g}(\theta_1) + P_{n,b}(\theta_1) + P_{n,r}(\theta_1) - P_{n,g}(\theta_2) - P_{n,b}(\theta_2) - P_{n,r}(\theta_2)$   
 か、それと等価な

40

$P_{n,raw}(\theta_1) - P_{n,raw}(\theta_2) = (P_{n,g}(\theta_1) - P_{n,g}(\theta_2)) + (P_{n,b}(\theta_1) - P_{n,b}(\theta_2)) + (P_{n,r}(\theta_1) - P_{n,r}(\theta_2))$   
 を得ることができる。

【0045】

図5及び等式(3)から分かる通り、 $P_{n,r}(\theta_1) = P_{n,r}(\theta_2) = K_R$ であるため量  
 $P_{n,r}(\theta_1) - P_{n,r}(\theta_2)$ が0に等しくなるので、等式(1)及び(2)を用いることで

$$P_{n,raw}(\theta_1) - P_{n,raw}(\theta_2) = (K_V D - K_{mg}) (\sin \theta_1 - \sin \theta_2) \quad (9)$$

50

がもたらされる。

【0046】

等式(9)から求まる通り、フレッシュコンクリート12の密度値Dは

$$D = (P_{n,raw}(\theta_1) - P_{n,raw}(\theta_2)) / (K_V(\sin \theta_1 - \sin \theta_2)) + K_{mg} / K_V \quad (10)$$

で与えられる。

【0047】

第1周方向位置 $\theta_1$ が $90^\circ$ 、第2周方向位置 $\theta_2$ が $270^\circ$ である場合、三角関数因子 $(\sin \theta_1 - \sin \theta_2)$ が2となり、密度値は、差分 $(P_{n,wc}(\theta_1) - P_{n,wc}(\theta_2))$ を $2K_V$ 相当の三角関数因子により補償し定数 $K_{mg}$ 及び $K_V$ に基づく定数値を加味したものに、対応するものになる。先に言及した通り、定数 $K_V$ がプローブ12の体積Vに依存する一方、定数 $K_{mg}$ はプローブ22の質量mに依存し且つ地上での重力加速度gに依存しており、これらは全て所与プローブ22に関し定数であるので、フレッシュコンクリート12の密度値Dを求めることが可能となる。

10

【0048】

フレッシュコンクリート12の密度値Dの導出について上述した諸例から分かる通り、フレッシュコンクリート12の密度値Dは、プローブ22の体積Vに基づき、且つ第1周方向位置の正弦値と第2周方向位置の正弦値との間の差異に対応する三角関数因子により第1圧力値・第2圧力値間差分を補償したものにに基づき、求められる。その三角関数因子は、 $(\sin \theta_1 - \sin \theta_2)$ に等しくなることがありうるし、或いは他の何らかの好適且つ等価な三角関数因子に等しくなることもありうる。

20

【0049】

ドラム14の底部近辺にプローブ22があるとき計測された圧力値のうち幾つかは、理論的期待値に対する幾ばくかの食い違い、例えば図7に示した食い違い20を呈しうるので、フレッシュコンクリート12の密度値Dを求める際には、プローブ22がドラム14の底部にあるとき計測された圧力値が用いられないようにすることが、総じて望ましい。言い換えれば、第1及び第2周方向位置のどちらもドラム14の底部、例えば図示例中の $\theta = 180^\circ$ に対応させないのが望ましい。

【0050】

ご理解頂けるように、フレッシュコンクリート12の密度値Dが第1圧力値・第2圧力値間差分に比例するので、第1圧力値・第2圧力値間差分を大きくすることで、翻って、密度値Dが求まる精度を高めることができる。

30

【0051】

そのため、幾つかの実施形態では、鉛直線20に対しドラムの一方の側に所在するよう第1周方向位置 $\theta_1$ が選択され、第2周方向位置 $\theta_2$ はその鉛直線20に対しそのドラムの他方の側に所在させる。例えば、第1周方向位置 $\theta_1$ を $90^\circ \sim 180^\circ$ に所在させうる一方、第2周方向位置 $\theta_2$ を $180^\circ \sim 270^\circ$ に所在させることができる。

【0052】

それらの実施形態では、鉛直線20から見て第2周方向位置 $\theta_2$ の逆側に存するよう第1周方向位置 $\theta_1$ が選択される。例えば、第1周方向位置 $\theta_1$ が $90^\circ$ 、第2周方向位置 $\theta_2$ が $270^\circ$ とされる。別例によれば、第1周方向位置 $\theta_1$ は $112.5^\circ$ とされえ、第2周方向位置 $\theta_2$ が $247.5^\circ$ とされる。

40

【0053】

図8に、別の実施形態に従いドラム14の区分例を示す。図示のドラム14は複数個の仮想的周方向範囲32に区分されている。より具体的には、本例のドラム14は、周方向に沿い離隔した相異なる8個の周方向範囲に区分されており、それらがドラム14の下半部に亘っている。図示の通り、第1周方向範囲の周方向位置は $90^\circ \sim 112.5^\circ$ 、第2周方向範囲の周方向位置は $112.5^\circ \sim 135^\circ$ 、第3周方向範囲の周方向位置は $135^\circ \sim 157.5^\circ$ 、第4周方向範囲の周方向位置は $157.5^\circ \sim 180^\circ$ 、第5周方向範囲の周方向位置は $180^\circ \sim 202.5^\circ$ 、第6周方向範囲の周方向位置は $202.5^\circ \sim 225^\circ$ 、第7周方向範囲の周方向位置は $225^\circ \sim 247.5^\circ$ 、第8周方向範囲の周方向位置は $247.5^\circ \sim 270^\circ$ とされる。

50

、 $5^\circ \sim 225^\circ$ 、第7周方向範囲の周方向位置は $225^\circ \sim 247.5^\circ$ 、そして第8周方向範囲の周方向位置は $247.5^\circ \sim 270^\circ$ に亘っている。

【0054】

図9に、ドラム14の1回転中にプローブ22により計測された実験的重量補償圧力値 $P_{n,WC}$  ( )の例を示す。看取しうる通り、各周方向範囲32の諸周方向位置に係る圧力値を平均することで、各周方向範囲32内の平均圧力値 $P_{avg}$ を求めることができる。

【0055】

そのため、ある実施形態では、フレッシュコンクリート12の密度値Dを求めるための第1圧力値を、プローブ22が周方向範囲のうち一つ、例えば第1周方向範囲内を動いているときに計測された圧力値の平均値に対応させる。

10

【0056】

別の実施形態では、フレッシュコンクリート12の密度値Dを求めるための第2圧力値を、プローブ22が周方向範囲のうち他の一つ、例えば第2、第3又は第8周方向範囲内を動いているときに計測された圧力値の平均値に対応させる。

【0057】

更に、2個の周方向範囲が互いにより大きく離れているほど、求まる密度値Dをより正確なものにすることができる。例えば、ドラム14内にあるフレッシュコンクリート12の総量が徐々に低下するのに対応して、第1及び第2圧力値が計測されるところが徐々にドラム14の底部に近づき、それら第1及び第2圧力値がフレッシュコンクリート12の密度Dを求めるのに用いられることになりうる。ご理解頂けるように、ドラム14の底部近辺では食い違い30があらわになるので、第4及び第5周方向範囲は無視した方がよい。

20

【0058】

見出されたところによれば、第1・第2圧力値間差分は、ドラム14の回転速度 $v$ によらず総じて一定となる。例えば、図4に示した通り、第1回転速度 $v_1$ における浮力の直交方向寄与分 $P_{n,b}$  ( ,  $v_1$ ) は、第2回転速度 $v_2$ における浮力の直交方向寄与分 $P_{n,b}$  ( ,  $v_2$ ) に対し、定数 $K_1$ 分だけ異なるものとなる。より具体的には $P_{n,b}$  ( ,  $v_2$ ) =  $P_{n,b}$  ( ,  $v_1$ ) +  $K_1$ となる。

【0059】

同様に、図5に示した通り、フレッシュコンクリート12内をプローブが第1回転速度 $v_1$ にて動くときにそのコンクリートがそのプローブに及ぼす抵抗の直交方向寄与分 $P_{n,r}$  ( ,  $v_1$ ) は、そのフレッシュコンクリート内をプローブ22が第2回転速度 $v_2$ にて動くときにフレッシュコンクリート12がプローブ22に及ぼす抵抗の直交方向寄与分 $P_{n,r}$  ( ,  $v_2$ ) に対し、 $P_{in} \cdot P_{out}$ 間周方向位置では定数 $L_2$ 分だけ異なるものとなる。より具体的には $P_{n,r}$  ( ,  $v_2$ ) =  $P_{n,r}$  ( ,  $v_1$ ) +  $K_2$ となる。低い回転速度、例えば第1回転速度 $v_1$ にて回されているときには、水の粘度の影響を無視することができる。ドラム14が第2回転速度 $v_2$ にて回転しているときに計測された圧力値は、粘度の影響によりずれたものとなる。

30

【0060】

従って、図6に示した通り、フレッシュコンクリート12内を第1回転速度 $v_1$ にて動くプローブ22により計測された重量補償圧力値 $P_{n,WC}$  ( ,  $v_1$ ) は、フレッシュコンクリート12内を第2回転速度 $v_2$ にて動くプローブにより計測された重量補償圧力値 $P_{n,WC}$  ( ,  $v_2$ ) に対し、定数 $K_3$ 分だけ異なるものとなる。より具体的には $P_{n,WC}$  ( ,  $v_2$ ) =  $P_{n,WC}$  ( ,  $v_1$ ) +  $K_3$ となる。

40

【0061】

従って、図4～図7を通じ示した通り、幾つかの実施形態では、ドラム14が第1回転速度 $v_1$ にて回転している間に、プローブ22が第1周方向位置 $\theta_1$ にあるとき計測された第1圧力値と、プローブ22が第2周方向位置 $\theta_2$ にあるとき計測された第2圧力値と、の間の差分が、ドラム14が第2回転速度にて回転している間に、プローブ22が第1周方向位置 $\theta_1$ にあるとき計測された第1圧力値と、プローブ22が第2周方向位置 $\theta_2$ にあ

50

るとき計測された第2圧力値と、の間の差分と、同様のものとなる。実際、見出されたところによれば、ある一種類のフレッシュコンクリートが与えられている場合、差分 ( $P_{n,WC}(\theta_1, v_1) - P_{n,WC}(\theta_2, v_1)$ ) が差分 ( $P_{n,WC}(\theta_1, v_2) - P_{n,WC}(\theta_2, v_2)$ ) と同様のものになるはずである。

【0062】

故に、フレッシュコンクリート12の密度値Dは、プローブ22が第1回転速度  $v_1$  にて動いているとき計測された圧力値に基づき求めることも、プローブ22が第2回転速度  $v_2$  にて動いているとき計測された圧力値に基づき求めることもできる。別の実施形態によれば、想起される通り、上述の定数  $K_1$ 、 $K_2$  及び  $K_3$  のうちいずれか一つが判明していれば、フレッシュコンクリート12の密度値Dを、ドラム14が第1回転速度  $v_1$  にて回転していてプローブ22が第1周方向位置  $\theta_1$  にあるときに計測された第1圧力値と、ドラム14が第2回転速度  $v_2$  にて回転していてプローブ22が第2周方向位置  $\theta_2$  にあるときに計測された第2圧力値とに基づき、求めることができる。ひいては、既知な回転速度変化を踏まえてプローブ22を校正することができる。即ち、第1及び第2圧力値が同じ回転速度で計測される必要はない。

10

【0063】

図10に、ドラムが相異なる回転速度にて回転していてプローブが第1及び第2周方向位置  $\theta_1$  及び  $\theta_2$  にあるとき計測された第1及び第2圧力値の平均値を、それら相異なるドラム回転速度の関数として表したグラフの例を示す。図示の通り、フレッシュコンクリート12のレオロジー特性を図10のグラフから求めることができる。より具体的には、得られる線形関係34の勾配を計算することで、フレッシュコンクリート12の粘度  $\mu$  を求めることができる。更に、ヌル回転速度における圧力値を外挿することで、フレッシュコンクリート12の降伏応力  $\sigma_0$  を求めることができる。

20

【0064】

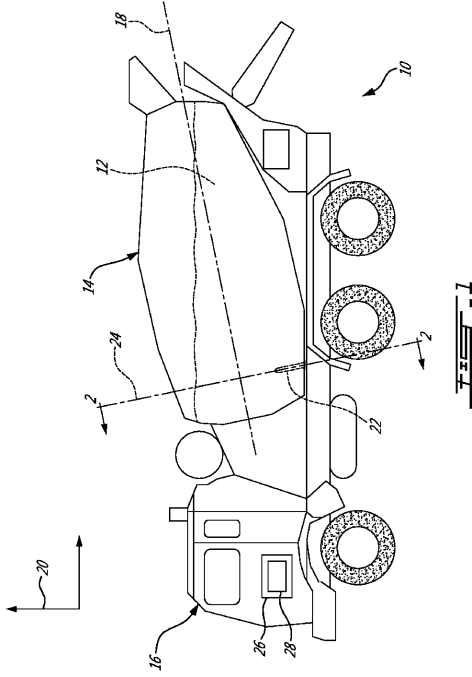
なお、ドラム内にあるフレッシュコンクリートの総量により攪乱されえないので、ドラムの底部から遠く離れたところで採取された圧力値を用いる方が、ドラム近辺で採取された圧力値を用いる計測よりも、精密なレオロジー特性計測を行うことができる。

【0065】

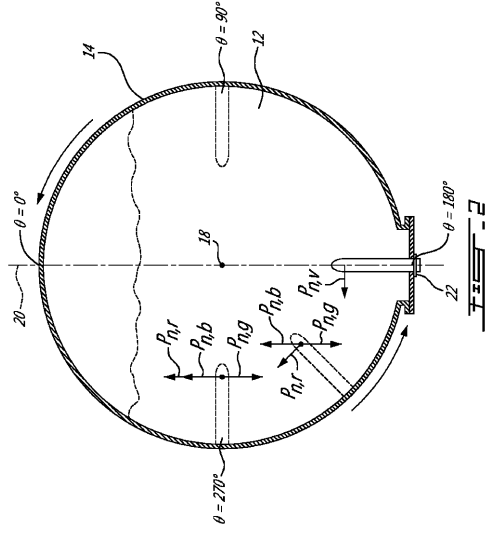
ご理解頂けるように、先に記述及び図示した諸例は専ら例示を旨としている。例えば、幾つかの実施形態では、第1圧力値・第2圧力値間差分を補償するのに用いられる三角関数因子が、第1周方向位置の正弦値と第2周方向位置の正弦値との間の差異に対応するものとされうるのに対し、別の幾つかの実施形態では、その三角関数因子が、代替的に、第1周方向位置の余弦値と第2周方向位置の余弦値との間の差異に対応するものとされうる。正弦値/余弦値の別は、ドラムの周に対し周方向位置がどのように定義されるかを踏まえ定められる。技術的範囲は別項の特許請求の範囲により示される。

30

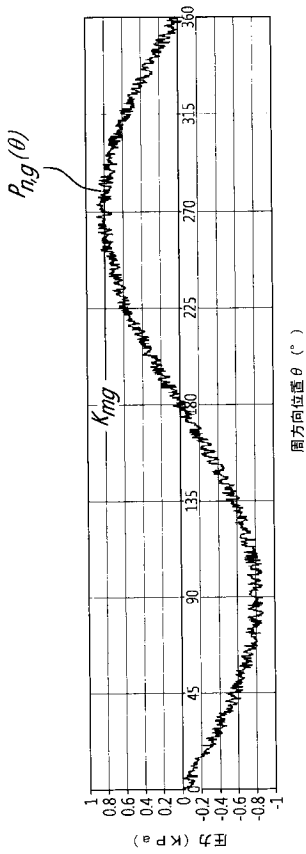
【 図 1 】



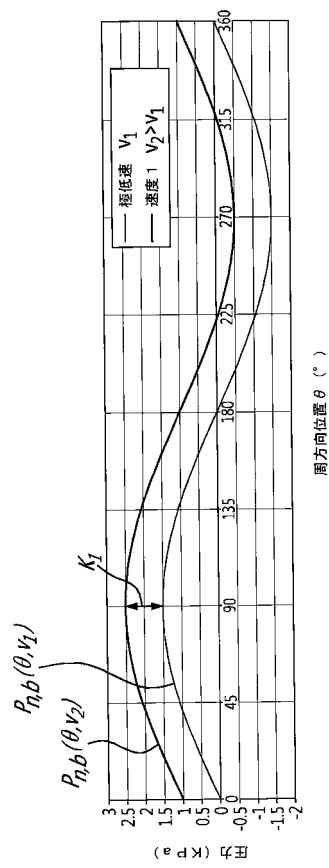
【 図 2 】



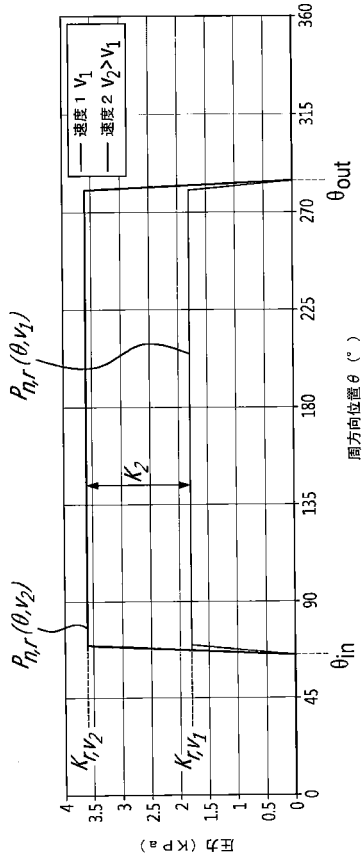
【 図 3 】



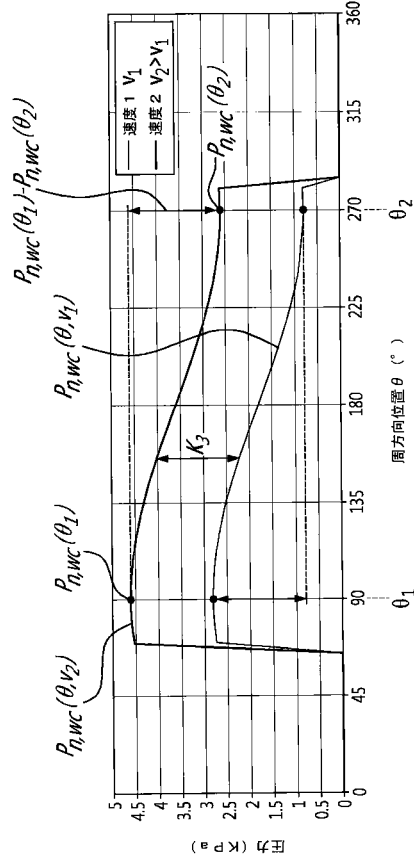
【 図 4 】



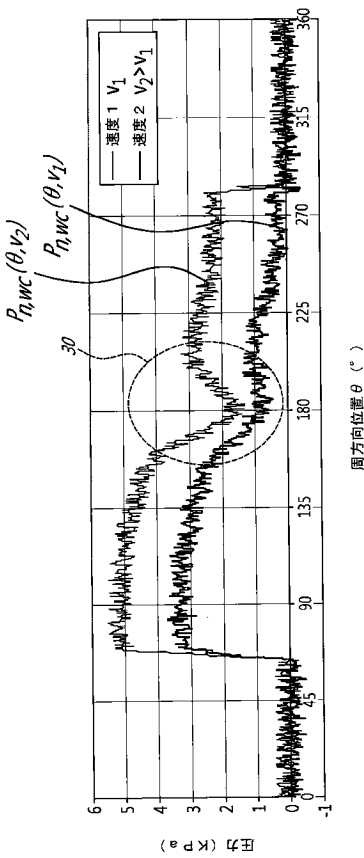
【 図 5 】



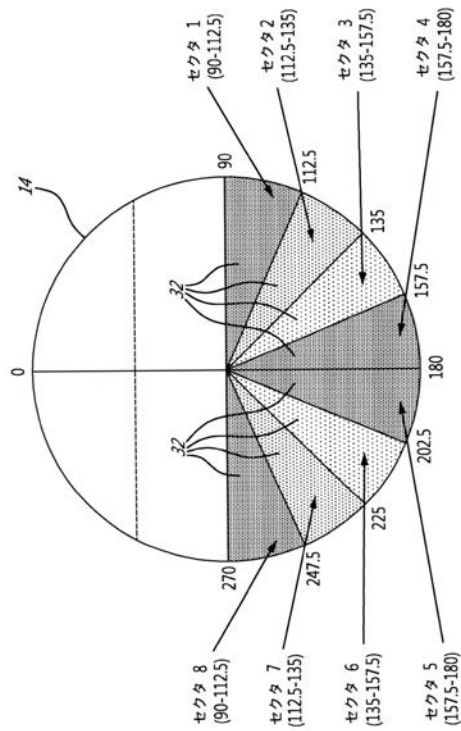
【 図 6 】



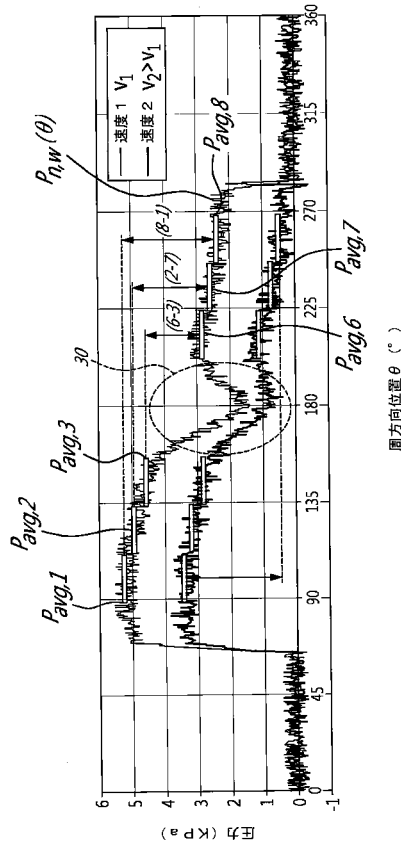
【 図 7 】



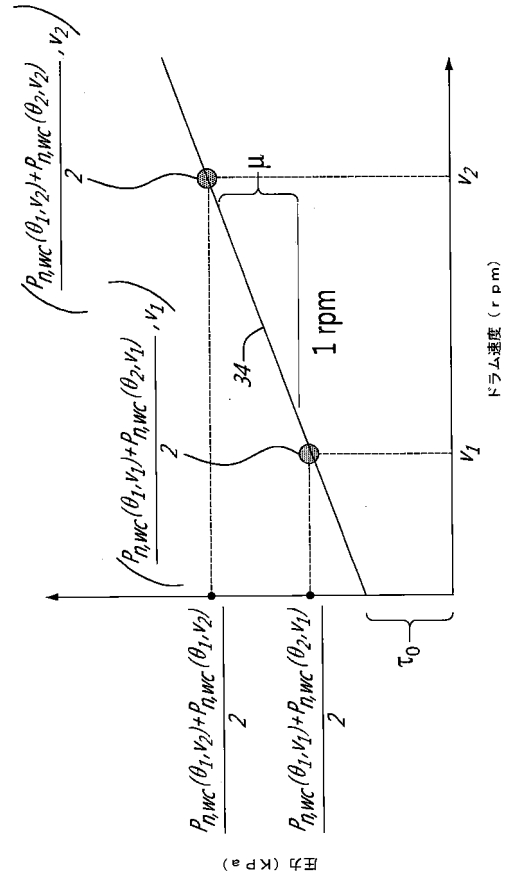
【 図 8 】



【 図 9 】



【 図 10 】



【 手続 補正書 】

【 提出日 】 令和1年8月27日 (2019.8.27)

【 手続 補正 1 】

【 補正対象書類名 】 特許請求の範囲

【 補正対象項目名 】 全文

【 補正方法 】 変更

【 補正の内容 】

【 特許請求の範囲 】

【 請求項 1 】

ミキサトラックのドラム内にあるフレッシュコンクリートの密度を、プローブを用い求める方法であり、そのドラムの回転軸が少なくとも部分的に水平方向を向いており、上記プローブが、上記ドラム内に実装され、そのドラムの径方向に伸び且つそのドラムの回転に伴い周方向に運動し、そして、そのプローブに、上記ドラムの回転による上記プローブのフレッシュコンクリート内運動に因む抵抗による直交方向圧力が働き、且つ、そのプローブが上記フレッシュコンクリート内に沈潜しているときには、そのプローブの体積に因む浮力による直交方向圧力寄与分が働く方法であって、

ドラム回転中に上記ドラムの第1周方向位置にて上記フレッシュコンクリートが上記プローブに及ぼす直交方向圧力寄与分を示す、第1圧力値を受け取るステップと、

ドラム回転中に第2周方向位置にて上記フレッシュコンクリートが上記プローブに及ぼす直交方向圧力寄与分を示す、第2圧力値を受け取るステップであり、第1周方向位置と第2周方向位置とが異なるステップと、

上記プローブの体積、第1圧力値及び第2圧力値間に基づき上記フレッシュコンクリートの密度値を求めるステップと、

を有し、第1周方向位置が鉛直線に対し上記ドラムの一方の側、第2周方向位置が鉛直線に対しそのドラムの他方の側に所在し、

上記求めるステップが、その第1周方向位置の正弦値と第2周方向位置の正弦値との間の差異に対応する三角関数因子を用いるステップを含み、第1及び第2周方向位置のどちらともドラムの底部に対応していない方法。

【請求項2】

請求項1の方法であって、上記補償するステップが、三角関数因子により第1圧力値・第2圧力値間差分を補償するステップを含む方法。

【請求項3】

請求項2の方法であって、上記ドラムの頂部から測って、第1周方向位置が $90^\circ \sim 135^\circ$ 、第2周方向位置が $225^\circ \sim 270^\circ$ の範囲にある方法。

【請求項4】

請求項2の方法であって、鉛直線を基準として第1周方向位置が第2周方向位置に対し逆側にある方法。

【請求項5】

請求項1の方法であって、上記直交方向圧力寄与分が、上記プローブの重量でありそのプローブに作用するものによっても及ぼされ、第1圧力値が、第1周方向位置における上記プローブの重量の直交方向寄与分により補償されたものであり、第2圧力値が、第2周方向位置におけるそのプローブの重量の直交方向寄与分により補償されたものである方法。

【請求項6】

請求項1の方法であって、第1圧力値を受け取る上記のステップが、所与周方向範囲に属する第1群の周方向位置のうち対応するところから第1群の圧力値を受け取るステップを含み、第1圧力値がそれら第1群の圧力値の平均値であり、第1周方向位置が、当該所与周方向範囲内にある第1群の周方向位置の平均位置である方法。

【請求項7】

請求項6の方法であって、第2圧力値を受け取る上記のステップが、所与周方向範囲に属する第2群の周方向位置のうち対応するところから第2群の圧力値を受け取るステップを含み、第2圧力値がそれら第2群の圧力値の平均値であり、第2周方向位置が、当該所与周方向範囲内にある第2群の周方向位置の平均位置である方法。

【請求項8】

請求項1の方法であって、第1回転速度でのドラム回転中に第1及び第2圧力値が計測される方法。

【請求項9】

請求項8の方法であって、更に、

第1回転速度とは異なる第2回転速度でのドラム回転中に上記ドラムの第1周方向位置にて上記フレッシュコンクリートが上記プローブに及ぼす直交方向圧力寄与分を示す、第3圧力値を受け取るステップと、

第2回転速度でのドラム回転中に第2周方向位置にて上記フレッシュコンクリートが上記プローブに及ぼす直交方向圧力寄与分を示す、第4圧力値を受け取るステップと、

第1圧力値、第2圧力値、第3圧力値、第4圧力値、第1回転速度及び第2回転速度に基づき上記フレッシュコンクリートのレオロジー特性を少なくとも一通り求めるステップと、

を有する方法。

【請求項10】

ミキサトラックのドラム内にあるフレッシュコンクリートの密度を求めるシステムであり、そのドラムの回転軸が少なくとも部分的に水平方向を向いたシステムであって、

上記ドラム内に実装され、そのドラムの径方向に延び且つそのドラムの回転に伴い周方向に運動するプローブであり、自プローブに対し、上記ドラムの回転による自プローブのフレッシュコンクリート内運動に因む抵抗による直交方向圧力が働き、且つ、自プローブが上記フレッシュコンクリート内に沈潜しているときには、自プローブの体積に因む浮力による直交方向圧力寄与分が働くプローブと、

上記プローブと可通信結合されており、

ドラム回転中に上記ドラムの第1周方向位置にて上記フレッシュコンクリートが上記プローブに及ぼす直交方向圧力寄与分を示す、第1圧力値を受け取るステップと、

ドラム回転中に第2周方向位置にて上記フレッシュコンクリートが上記プローブに及ぼす直交方向圧力寄与分を示す、第2圧力値を受け取るステップであり、第1周方向位置と第2周方向位置とが異なるステップと、

上記プローブの体積、第1圧力値及び第2圧力値に基づき上記フレッシュコンクリートの密度値を求めるステップと、

を実行するよう構成されている情報処理装置と、

上記情報処理装置と可通信結合されており、上記フレッシュコンクリートの密度値を表示するよう構成されているユーザインタフェースと、

を備え、第1周方向位置が鉛直線に対し上記ドラムの一方の側、第2周方向位置が鉛直線に対しそのドラムの他方の側に所在し、

上記求めるステップが、その第1周方向位置の正弦値と第2周方向位置の正弦値との間の差異に対応する三角関数因子を用いるステップを含み、

第1及び第2周方向位置のどちらもドラムの底部に対応していないシステム。

【請求項11】

請求項10のシステムであって、上記ドラムの回転に伴い周方向に運動しているときに上記プローブに作用するそのプローブの重量を補償するよう、そのプローブが構成されているシステム。

【請求項12】

請求項10のシステムであって、上記補償するステップが、三角関数因子により第1圧力値・第2圧力値間差分を補償するステップを含むシステム。

【請求項13】

請求項10のシステムであって、鉛直線を基準として第1周方向位置が第2周方向位置に対し逆側にあるシステム。

【請求項14】

請求項10のシステムであって、上記直交方向圧力寄与分が、上記プローブに作用するそのプローブの重量によっても及ぼされ、第1圧力値が、第1周方向位置における上記プローブの重量の直交方向寄与分により補償されたものであり、第2圧力値が、第2周方向位置におけるそのプローブの重量の直交方向寄与分により補償されたものであるシステム。

【請求項15】

請求項10のシステムであって、第1圧力値を受け取る上記のステップが、所与周方向範囲に属する第1群の周方向位置のうち対応するところから第1群の圧力値を受け取るステップを含み、第1圧力値がそれら第1群の圧力値の平均値であり、第1周方向位置が、当該所与周方向範囲内にある第1群の周方向位置の平均位置であるシステム。

【請求項16】

請求項15のシステムであって、第2圧力値を受け取る上記のステップが、所与周方向範囲に属する第2群の周方向位置のうち対応するところから第2群の圧力値を受け取るステップを含み、第2圧力値がそれら第2群の圧力値の平均値であり、第2周方向位置が、当該所与周方向範囲内にある第2群の周方向位置の平均位置であるシステム。

【請求項17】

請求項10のシステムであって、第1回転速度でのドラム回転中に第1及び第2圧力値が計測されるシステム。

【請求項18】

請求項17のシステムであって、更に、

第1回転速度とは異なる第2回転速度でのドラム回転中に上記ドラムの第1周方向位置にて上記フレッシュコンクリートが上記プローブに及ぼす直交方向圧力寄与分を示す、第3圧力値を受け取るステップと、

第2回転速度でのドラム回転中に第2周方向位置にて上記フレッシュコンクリートが上記プローブに及ぼす直交方向圧力寄与分を示す、第4圧力値を受け取るステップと、

第1圧力値、第2圧力値、第3圧力値、第4圧力値、第1回転速度及び第2回転速度に基づき上記フレッシュコンクリートのレオロジー特性を少なくとも一通り求めるステップと、

が実行されるシステム。

## 【国際調査報告】

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

|   |
|---|
| International application No<br>PCT/EP2018/070031 |
|---|

| <b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b><br>INV. G01N9/16 G01N9/26<br>ADD.  |   |  |
|---|---|--|
| According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC   |   |  |
| <b>B. FIELDS SEARCHED</b><br>Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)<br>G01N  |   |  |
| Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched   |   |  |
| Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)<br>EPO-Internal, WPI Data  |   |  |
| <b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>   |   |  |
| Category*   | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages  | Relevant to claim No.  |
| X<br>Y  | WO 2014/138968 A1 (I B B RHEOLOGIE INC [CA]) 18 September 2014 (2014-09-18)<br>abstract<br>paragraph [0005] - paragraph [0006]<br>paragraph [0009]<br>paragraph [0019] - paragraph [0020]<br>paragraph [0028] - paragraph [0046]<br>paragraph [0059]<br>paragraph [0063] - paragraph [0067]<br>claim 17<br>figures 3, 4 | 1-7,<br>10-16, 19<br>8,9,17,<br>18                               |
| Y   | -----<br>WO 2011/042880 A1 (I B B RHEOLOGIE INC [CA]; BEAUPRE DENIS [CA]; CHAPDELAINE JEROME [CA];) 14 April 2011 (2011-04-14)<br>figure 7<br>paragraph [00104]<br>-----  | 8,9,17,<br>18  |
|   | -/--  |  |
| <input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.   |   |  |
| * Special categories of cited documents :<br>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance<br>"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date<br>"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)<br>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means<br>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed<br>"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention<br>"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone<br>"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art<br>"&" document member of the same patent family |   |  |
| Date of the actual completion of the international search<br>25 October 2018  |   | Date of mailing of the international search report<br>06/11/2018 |
| Name and mailing address of the ISA/<br>European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2<br>NL - 2280 HV Rijswijk<br>Tel. (+31-70) 340-2040,<br>Fax: (+31-70) 340-3016  |   | Authorized officer<br>Schrauwen, Annelore                        |

2

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2018/070031

| C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT |  |                       |
|--|--|-----------------------|
| Category*  | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages   | Relevant to claim No. |
| A  | US 4 900 154 A (WAITZINGER FRANZ [DE] ET AL) 13 February 1990 (1990-02-13)<br>column 6, line 4 - line 64<br>figures 3, 4     | 6,7,15,<br>16         |
| A  | -----<br>WO 2016/023119 A1 (I B B RHEOLOGIE INC [CA]) 18 February 2016 (2016-02-18)<br>figure 8<br>paragraph [0034]<br>----- | 1-19                  |

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2018/070031

| Patent document cited in search report | Publication date | Patent family member(s)   | Publication date   |
|--|------------------|---|--|
| WO 2014138968 A1                       | 18-09-2014       | EP 2972196 A1<br>US 2016025700 A1<br>WO 2014138968 A1   | 20-01-2016<br>28-01-2016<br>18-09-2014   |
| WO 2011042880 A1                       | 14-04-2011       | CA 2771589 A1<br>CA 2795580 A1<br>CN 102713560 A<br>EP 2486385 A1<br>EP 3076155 A1<br>EP 3293506 A1<br>US 2012204625 A1<br>WO 2011042880 A1 | 14-04-2011<br>14-04-2011<br>03-10-2012<br>15-08-2012<br>05-10-2016<br>14-03-2018<br>16-08-2012<br>14-04-2011 |
| US 4900154 A                           | 13-02-1990       | DE 3732231 A1<br>EP 0308966 A2<br>US 4900154 A  | 13-04-1989<br>29-03-1989<br>13-02-1990   |
| WO 2016023119 A1                       | 18-02-2016       | NONE  |  |

---

フロントページの続き

(81)指定国・地域 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), EP(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT