

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7528014号
(P7528014)

(45)発行日 令和6年8月5日(2024.8.5)

(24)登録日 令和6年7月26日(2024.7.26)

(51)国際特許分類

F I

G 0 1 N 33/38 (2006.01)

G 0 1 N 33/38

G 0 1 N 27/04 (2006.01)

G 0 1 N 27/04

Z

請求項の数 7 (全15頁)

| | | | |
|----------|-------------------------------|----------|---------------------|
| (21)出願番号 | 特願2021-57104(P2021-57104) | (73)特許権者 | 000195971 |
| (22)出願日 | 令和3年3月30日(2021.3.30) | | 西松建設株式会社 |
| (65)公開番号 | 特開2022-154195(P2022-154195 A) | | 東京都港区虎ノ門一丁目17番1号 |
| (43)公開日 | 令和4年10月13日(2022.10.13) | (74)代理人 | 100090033 |
| 審査請求日 | 令和6年2月9日(2024.2.9) | | 弁理士 荒船 博司 |
| | | (74)代理人 | 100093045 |
| | | | 弁理士 荒船 良男 |
| | | (72)発明者 | 高 木 雄介 |
| | | | 東京都港区虎ノ門一丁目17番1号 西 |
| | | | 松建設株式会社内 |
| | | (72)発明者 | 小林 孝一 |
| | | | 岐阜県岐阜市柳戸一丁目1番 岐阜大学内 |
| | | 審査官 | 海野 佳子 |

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 コンクリート材料分離抵抗性計測装置及びコンクリート構造物の施工方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

フレッシュコンクリートを保持する容器と、
前記容器に保持された前記フレッシュコンクリートに振動が加えられている間、前記容器に保持される前記フレッシュコンクリートの電気伝導率を継続的に計測する計測手段と、
前記フレッシュコンクリートへの加振が開始されてから、前記計測手段が計測した前記電気伝導率の変化の大きさが所定の閾値に達するまでの時間である変化点到達時間を計時する計時手段と、を備えることを特徴とするコンクリート材料分離抵抗性計測装置。

【請求項2】

前記計測手段は、前記容器に保持される前記フレッシュコンクリートのうち前記容器の上部に保持される部分の前記電気伝導率である第一電気伝導率と、下部に保持される部分の前記電気伝導率である第二電気伝導率と、をそれぞれ継続的に計測し、
前記計時手段は、前記フレッシュコンクリートへの加振が開始されてから、前記計測手段が計測した前記第一電気伝導率の変化の大きさが所定の閾値に達するまでの第一時間、及び前記第二電気伝導率の変化の大きさが所定の閾値に達するまでの第二時間のうち小さい方を前記変化点到達時間とすることを特徴とする請求項1に記載のコンクリート材料分離抵抗性計測装置。

【請求項3】

前記計時手段が計測した前記変化点到達時間に基づいて、前記フレッシュコンクリートの材料分離抵抗性を評価する評価手段を更に備えることを特徴とする請求項1又は請求項

10

20

2 に記載のコンクリート材料分離抵抗性計測装置。

【請求項 4】

前記評価手段は、前記変化点到達時間と所定の第二閾値とを比較することにより前記フレッシュコンクリートの材料分離抵抗性を評価することを特徴とする請求項 3 に記載のコンクリート材料分離抵抗性計測装置。

【請求項 5】

前記評価手段が評価した結果を出力する出力手段を更に備えることを特徴とする請求項 3 又は請求項 4 に記載のコンクリート材料分離抵抗性計測装置。

【請求項 6】

施工現場に、請求項 1 から請求項 5 のいずれか一項に記載のコンクリート材料分離抵抗性計測装置を設置する準備工程と、

前記コンクリート材料分離抵抗性計測装置の容器に保持された評価対象のフレッシュコンクリートに振動を加える加振工程と、

前記フレッシュコンクリートに振動が加えられている間、前記容器に保持される前記フレッシュコンクリートの電気伝導率を継続的に計測する計測工程と、

前記フレッシュコンクリートへの加振が開始されてから、前記計測工程において計測した前記電気伝導率の変化の大きさが所定値の大きさに達するまでの時間である変化点到達時間を計時する計時工程と、

前記計時工程において計測した前記変化点到達時間に基づいて、前記フレッシュコンクリートの材料分離抵抗性を評価する評価工程と、

前記評価工程における評価結果に応じた作業を行う評価後工程と、を有することを特徴とするコンクリート構造物の施工方法。

【請求項 7】

前記加振工程において、コンクリートパイプレータの棒状の振動部を、前記容器内に鉛直方向に下部まで挿入して、前記フレッシュコンクリートに振動を加えることを特徴とする請求項 6 に記載のコンクリート構造物の施工方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、コンクリート材料分離抵抗性計測装置及びコンクリート構造物の施工方法に関する。

【背景技術】

【0002】

フレッシュコンクリートは、用途に応じて流動性が異なる。

そして、フレッシュコンクリートのうち、流動性が相対的に低いものを用いる場合には、打設後の締固め（コンクリートパイプレータを用いた加振）が必要となる。

ところで、フレッシュコンクリートへの加振が過度になると、フレッシュコンクリートに含まれる材料が分離してしまう可能性がある。このため、フレッシュコンクリートへ加振する時間は、当該フレッシュコンクリートが有する材料分離抵抗性に応じた適切な長さとする必要がある。

そこで、従来、非特許文献 1 に記載されたような、フレッシュコンクリートの材料分離抵抗性を評価するための各種試験（コンクリートのブリーディング試験方法（JIS A 1123）、フレッシュコンクリートの洗い分析試験方法（JIS A 1112）等）が行われている。

【先行技術文献】

【非特許文献】

【0003】

【文献】日本規格協会，JISハンドブック第10巻，2020年，p. 1220 - 1223, 1251 - 1253

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 4 】

しかしながら、特許文献 1 , 2 に示した試験は、施工を行う前の段階（試験設備等でコンクリートの配合を決定する段階等）において行われるもので、大変手間と時間がかかるものであった。すなわち、特許文献 1 , 2 に示した試験を施工現場で行うことは現実的ではなかった。

このため、施工現場においては、材料分離抵抗性の評価及び適切な加振時間の設定を、今なお技術者の目視と経験に基づいて行っているのが実情である。

【 0 0 0 5 】

本発明は、上記課題に鑑みてなされたもので、フレッシュコンクリートの材料分離抵抗性の評価を、場所を選ぶことなく、かつ短時間で行えるようにすることを目的とする。

10

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 6 】

上記課題を解決するため、請求項 1 に係る発明は、
コンクリート材料分離抵抗性計測装置であって、
フレッシュコンクリートを保持する容器と、
前記容器に保持された前記フレッシュコンクリートに振動が加えられている間、前記容器に保持される前記フレッシュコンクリートの電気伝導率を継続的に計測する計測手段と、
前記フレッシュコンクリートへの加振が開始されてから、前記計測手段が計測した前記電気伝導率の変化の大きさが所定の閾値に達するまでの時間である変化点到達時間を計時する計時手段と、を備えることを特徴とする。

20

【 0 0 0 7 】

また、請求項 2 に記載の発明は、
請求項 1 に記載のコンクリート材料分離抵抗性計測装置であって、
前記計測手段は、前記容器に保持される前記フレッシュコンクリートのうち前記容器の上部に保持される部分の電気伝導率である第一電気伝導率と、下部に保持される部分の電気伝導率である第二電気伝導率と、を継続的に計測し、
前記計時手段は、前記フレッシュコンクリートへの加振が開始されてから、前記計測手段が計測した前記第一電気伝導率の変化の大きさが所定の閾値に達するまでの第一時間、及び前記第二電気伝導率の変化の大きさが所定の閾値に達するまでの第二時間のうち小さい方を前記変化点到達時間とすることを特徴とする。

30

【 0 0 0 8 】

また、請求項 3 に係る発明は、
請求項 1 又は請求項 2 に記載のコンクリート材料分離抵抗性計測装置であって、
前記計時手段が計測した前記変化点到達時間に基づいて、前記フレッシュコンクリートの材料分離抵抗性を評価する評価手段を更に備えることを特徴とする。

【 0 0 0 9 】

また、請求項 4 に係る発明は、
請求項 4 に記載のコンクリート材料分離抵抗性計測装置であって、
前記評価手段は、前記変化点到達時間と所定の第二閾値とを比較することにより前記フレッシュコンクリートの材料分離抵抗性を評価することを特徴とする。

40

【 0 0 1 0 】

また、請求項 5 に係る発明は、
請求項 3 又は請求項 4 に記載のコンクリート材料分離抵抗性計測装置であって、
前記評価手段が評価した結果を出力する出力手段を更に備えることを特徴とする。

【 0 0 1 1 】

また、請求項 6 に係る発明は、
コンクリート構造物の施工方法であって、
施工現場に、請求項 1 から請求項 5 のいずれか一項に記載のコンクリート材料分離抵抗性計測装置を設置する準備工程と、
前記コンクリート材料分離抵抗性計測装置の容器に保持された評価対象のフレッシュコ

50

ンクリートに振動を加える加振工程と、

前記フレッシュコンクリートに振動が加えられている間、前記容器に保持される前記フレッシュコンクリートの電気伝導率を継続的に計測する計測工程と、

前記フレッシュコンクリートへの加振が開始されてから、前記計測工程において計測した電気伝導率の変化の大きさが所定値の大きさに達するまでの時間である変化点到達時間を計測する計時工程と、

前記計時工程において計測した前記変化点到達時間に基づいて、前記フレッシュコンクリートの材料分離抵抗性を評価する評価工程と、

前記評価工程における評価結果に応じた作業を行う評価後工程と、を有することを特徴とする。

10

【0012】

また、請求項7に係る発明は、

請求項6に記載のコンクリート構造物の施工方法であって、

前記加振工程において、コンクリートパイプレータの棒状の振動部を、前記容器内に鉛直方向に下部まで挿入して、前記フレッシュコンクリートに振動を加えることを特徴とする。

【発明の効果】

【0013】

本発明によれば、フレッシュコンクリートの材料分離抵抗性の評価を、場所を選ぶことなく、かつ短時間で行うことができる。

20

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図1】本発明の実施形態に係るコンクリート材料分離抵抗性計測装置の一部の使用途中の状態を示す縦断面図である。

【図2】図1のコンクリート材料分離抵抗性計測装置の電氣的構成を示すブロック図である。

【図3】図1のコンクリート材料分離抵抗性計測装置が実行する材料分離抵抗性計測処理の流れを示すフローチャートである。

【図4】図1のコンクリート材料分離抵抗性計測装置を用いたコンクリート構造物の施工方法の一部工程を示す斜視図である。

30

【図5】第一、第二電気伝導率の経時変化を示すグラフである。

【図6】目視試験の結果と変化点到達時間との関係を示すグラフである。

【図7】7%変化点到達時間、円筒貫入試験の結果及び目視試験の結果の関係を示すグラフである。

【図8】各試料の配合及び各種性状を示す表である。

【発明を実施するための形態】

【0015】

以下、図面を参照して、本発明の実施の形態について詳細に説明する。

ただし、本発明の技術的範囲は、下記実施形態や図面に例示したものに限定されるものではない。

40

【0016】

< 1. コンクリート材料分離抵抗性計測装置 >

まず、本発明の実施形態に係るコンクリート材料分離抵抗性計測装置（以下、計測装置100）について説明する。

図1は計測装置100の一部の使用途中の状態を示す縦断面図、図2は計測装置100の電氣的構成を示すブロック図、図3は計測装置が実行する材料分離抵抗性計測処理の流れを示すフローチャートである。

【0017】

〔1-1. 構成〕

計測装置100は、図1に示すように、容器1と、電気伝導率計2と、を備える。

50

【 0 0 1 8 】

(容 器)

容器 1 は、フレッシュコンクリート（以下、コンクリート C）を保持するものである。

容器 1 に保持させるコンクリート C は、特に限定されるものではないが、スランプフロー値が 3 5 0 ～ 5 0 0 m m の範囲内となる流動性を有するもの（打設後にある程度締固めが必要になるもの）が好ましい。

また、コンクリート C は、型枠内へ打設する前の打設用フレッシュコンクリートから一部を抜き取ったものである。

なお、コンクリート C は、打設用フレッシュコンクリートとは別に、打設用フレッシュコンクリートと同様の配合となるように調製されたものであってもよい。

10

【 0 0 1 9 】

本実施形態に係る容器 1 は、筒部 1 1 と、板部 1 2 と、を有している。

筒部 1 1 は、コンクリート C の電気伝導率に影響を及ぼさない材質で形成されている。

本実施形態に係る筒部 1 1 は、市販の塩化ビニル管で構成されている。

本実施形態に係る筒部 1 1 の高さは 4 4 0 m m 程度となっている。

また、本実施形態に係る筒部 1 1 の直径は 2 0 0 m m 程度（後述するコンクリートバイブレータ 3 の振動部 3 1 の太さの 1 0 倍程度）となっている。

こうすることで、軽量且つコンパクトな計測装置 1 0 0 を構成することができる。

筒部 1 1 の所定箇所には、上孔 1 1 a と、下孔 1 1 b と、が形成されている。

板部 1 2 は、容器 1 の底をなすもので、筒部 1 1 の一方（下方）の開口を閉塞している。

20

【 0 0 2 0 】

(電 気 伝 導 率 計)

電気伝導率計 2 は、図 2 に示すように、センサ 2 1 と、演算装置 2 2 と、を備える。

本実施形態に係る電気伝導率計 2 は、第二センサ 2 3 を更に備える。

【 0 0 2 1 】

センサ 2 1 は、自身の周囲に存在する液体等（コンクリート C）の電気伝導率を 0 ～ 1 0 (m S / c m) の範囲で検知可能なものとなっている。

センサ 2 1 は、容器 1 の上部に取り付けられ、演算装置 2 2 とケーブルで接続されている。

本実施形態に係るセンサ 2 1 は、容器 1 の上孔 1 1 a に嵌合することにより取り付けられている。

30

なお、電気伝導率計 2 が第二センサ 2 3 を備えない場合、センサ 2 1 は、容器 1 の中間部や下部に取り付けられていてもよい。

【 0 0 2 2 】

第二センサ 2 3 は、容器の下部に取り付けられ、演算装置 2 2 とケーブルで接続されている。

本実施形態に係る第二センサ 2 3 は、容器 1 の下孔 1 1 b に嵌合することにより取り付けられている。

また、本実施形態に係る第二センサ 2 3 は、容器 1 の底から 3 0 m m の高さに取り付けられている。

40

第二センサ 2 3 は、センサ 2 1 と同様のものとなっている。

なお、第二センサ 2 3 は、センサ 2 1 と同様の範囲の電気伝導率を検知可能であるならば、センサ 2 1 と異なるものであってもよい。

【 0 0 2 3 】

演算装置 2 2 は、P C、専用の装置等で構成されている。

演算装置 2 2 は、制御部 2 2 1 と、記憶部 2 2 2 と、を有している。

また、本実施形態に係る演算装置 2 2 は、表示部 2 2 3 を更に有している。

各部 2 2 1 ～ 2 2 3 は、バス等で電氣的に接続されている。

【 0 0 2 4 】

制御部 2 2 1 は、C P U (Central Processing Unit)、R A M (Random Access M

50

emory)等を備えている。

そして、CPUは、記憶部222に記憶されている各種プログラムを読み出してRAM内に展開し、展開されたプログラムに従って各種処理を実行し、演算装置22各部の動作を集中制御するようになっている。

本実施形態に係る制御部221は、タイマ221aを有しており、所定処理の実行に要した時間を計時することが可能となっている。

【0025】

記憶部222は、不揮発性のメモリーやハードディスク等により構成されている。

また、記憶部222は、制御部221が実行する各種プログラム等を記憶している。

【0026】

表示部223は、例えばLCD(Liquid Crystal Display)、CRT(Cathode Ray Tube)等で構成されている。

そして、表示部223は、制御部221から受信した信号に応じた画面を表示するようになっている。

【0027】

〔1-2.電気伝導率計の動作〕

このように構成された演算装置22の制御部221は、以下のような機能を有する。

例えば、制御部221は、所定条件が成立したことを契機として、例えば図3に示すような材料分離抵抗性計測処理を実行する。

所定条件には、例えば、計測装置100に所定操作(例えば電源オン)がなされたこと、容器1にコンクリートCが収容されたこと、容器に収容されたコンクリートCへの加振が開始されたこと等が含まれる。

この材料分離抵抗性計測処理において、制御部221は、計測処理(ステップS1)と、計時処理(ステップS2)と、を実行する。

また、本実施形態に係る評価処理において、制御部221は、評価処理(ステップS3)と、出力処理(ステップS4)と、を更に実行する。

【0028】

(計測処理)

初めの計測処理(ステップS1)において、制御部221は、容器1に保持されたコンクリートCに振動が加えられている間、容器1に保持されるコンクリートCの電気伝導率を継続的に(繰り返し)計測する。

本実施形態に係る計測処理において、制御部221は、第一電気伝導率と、第二電気伝導率と、をそれぞれ継続的に計測する。

第一電気伝導率は、容器1に保持されるコンクリートCのうち容器1の上部に保持される部分の電気伝導率であり、センサ21によって検知される。

また、第二電気伝導率は、容器1に保持されるコンクリートCのうち容器1の下部に保持される部分の電気伝導率であり、第二センサ23によって検知される。

コンクリートCの配合によっては、加振に伴い、電気伝導率を含むコンクリートCの物性が上部と下部とで大きく異なってくる場合があるが、こうすることで、材料分離抵抗性の評価をより正確に行うことができるようになる。

【0029】

この計測処理において、制御部221は、具体的には、加振開始から所定時間(例えば2秒)経過後までの各センサ21,23の出力の平均値を初期値としてそれぞれ算出する。

以降、制御部221は、所定時間が経過する度に、各センサ21,23の出力を取得する。

そして、制御部221は、各センサ21,23の出力を取得する度に、取得した各センサ21,23の出力の、算出した初期値に対する変化の大きさを算出する。

具体的には、制御部221は、初期値に対する出力の割合を変化率として算出する

本実施形態に係る制御部221は、以上説明してきた計測処理を実行することにより計測手段をなす。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 0 】

(計時処理)

電気伝導率の計測を終えた後、又は電気伝導率の計測と並行して、制御部 2 2 1 は、計時処理を実行する (ステップ S 2) 。

この計時処理において、制御部 2 2 1 は、変化点到達時間を計時する。

変化点到達時間は、コンクリート C への加振が開始されてから、計測した電気伝導率の変化率が所定の閾値に達するまでの時間である。

具体的には、制御部 2 2 1 は、計測処理を開始してから、電気伝導率の変化率が所定の閾値に達するまでの間のタイマ 2 2 1 a のカウント値の増加量を変化点到達時間として取得する。

10

なお、この所定の閾値の具体的な値については後述する。

【 0 0 3 1 】

上述したように、上記計測処理で制御部 2 2 1 は、第一電気伝導率と第二電気伝導率の二種類の電気伝導率を計測する。このため、本実施形態に係る計時処理において、制御部 2 2 1 は、コンクリート C への加振が開始されてから、計測した第一電気伝導率の変化率が所定の閾値に達するまでの第一時間、及び第二電気伝導率の変化率の変化率が所定の閾値に達するまでの第二時間のうち小さい方を変化点到達時間とする。

なお、計時処理において、制御部 2 2 1 は、第一時間及び第二時間を両方とも最後まで計時するのではなく、第一電気伝導率の変化率及び第二電気伝導率の変化率のうち的一方が先に所定の閾値に達した (変化点到達時間が定まった) 時点で他方の経時は停止するようになっていてもよい。

20

本実施形態に係る制御部 2 2 1 は、以上説明してきた計測処理を実行することにより計時手段及び計時手段をなす。

【 0 0 3 2 】

(評価処理)

変化点到達時間を計時した後、制御部 2 2 1 は、評価処理を実行する (ステップ S 3) 。

この評価処理において、制御部 2 2 1 は、計測した変化点到達時間に基づいて、コンクリート C の材料分離抵抗性を評価する。

本実施形態に係る評価処理において、制御部 2 2 1 は、変化点到達時間と所定の第二閾値とを比較することによりコンクリート C の材料分離抵抗性を評価する。

30

具体的には、制御部 2 2 1 は、変化点到達時間が第二閾値未満であった場合にコンクリート C は施工に適していないと評価し、第二閾値以上であった場合にコンクリート C は施工に適していると評価する。

【 0 0 3 3 】

なお、この評価処理において、制御部 2 2 1 は、第二閾値の他、第三閾値及び第四閾値を用いて、コンクリート C の材料分離抵抗性を 4 段階で評価するようになっていてもよい。

具体的には、制御部 2 2 1 は、変化点到達時間が第二閾値以下である場合に ×、第二閾値超 ~ 第三閾値以下である場合に △、第三閾値超 ~ 第四閾値以下である場合に ○、第四閾値超である場合に ⊕ と評価するようになっていてもよい。

従来、フレッシュコンクリートの材料分離抵抗性は、見た目の状態に応じた 4 段階で評価されてきた。

40

具体的には、施工には適さないものを ×、下記問題点 (1) ~ (3) のうち 1 つ又は 2 つの問題点が過度に見られるものを △、下記問題点 (1) ~ (3) のうち 1 つの問題点が軽度に見られるものを ○、下記問題点 (1) ~ (3) が見られないものを ⊕ と評価してきた。

(1) コンクリート試料外周に自由水が確認される

(2) 試料が崩れ落ちる又は試料の粘性が大きい

(3) 試料に粗骨材がくっきりと浮き出ている

このため、評価処理において、3つの閾値 (第二 ~ 第四閾値) を用いて 4 段階評価をおこなうようにすれば、従来人が行ってきた評価と同様の評価を計測装置 1 0 0 が自動で行

50

うことができる。

なお、この第二～第四閾値の具体的な値については後述する。

本実施形態に係る制御部 221 は、以上説明してきた評価処理を実行することにより評価手段をなす。

【0034】

(出力処理)

材料分離抵抗性を評価した後、制御部 221 は、出力手段を実行する(ステップ S4)。

この出力処理において、制御部 221 は、評価した結果を出力する。

本実施形態に係る出力処理において、制御部 221 は、評価した結果を表示部 223 に表示させる。

なお、制御部 221 は、評価した結果ではなく、変化点到達時間(値)を出力するようになっていてもよい。

また、制御部 221 は、評価した結果と変化点到達時間を両方とも出力するようになっていてもよい。

また、制御部 221 は、評価した結果等を、演算装置 22 とは異なる装置(携帯端末、プリンタ等)に出力するようになっていてもよい。

本実施形態に係る制御部 221 は、以上説明してきた出力処理を実行することにより出力手段をなす。

【0035】

(1-3.その他)

なお、以上説明してきた計測装置 100 は、専用の加振手段(コンクリートバイブレータ等)を備えていてもよい。

また、計測装置 100 は、センサ 21, 23 とは別に、容器 1 の中間部に第三センサを備えていてもよい。

【0036】

<2.コンクリート構造物の施工方法>

次に、本発明の実施形態に係るコンクリート構造物の施工方法について説明する。

図4は、上記計測装置 100 を用いたコンクリート構造物の施工方法の一部工程を示す斜視図である。

【0037】

この施工方法は、準備工程と、加振工程と、計測工程と、計時工程と、評価工程と、評価後工程と、を有する。

【0038】

(2-1.準備工程)

初めの準備工程では、まず、使用器具を準備する。

本実施形態に係る準備工程では、例えば図4(a)に示すように、施工現場に、上記計測装置 100 を設置する。

そして、計測装置 100 の容器 1 に、評価対象のコンクリート C を所定量流し込む。

本実施形態に係る準備工程では、コンクリート C の表面の容器 1 の底からの高さが 40 mm 程度となるまで流し込む。

また、この準備工程では、コンクリート C に振動を加えるための加振手段を用意する。

本実施形態に係る準備工程では、加振手段として、棒状の振動部 31 を有するコンクリートバイブレータ 3 を用意する。

振動部 31 の太さは、容器 1 の直径の 10 分の 1 程度(上記計測装置 100 の場合、23 mm 程度)とすることが好ましい。

また、振動部 31 の振動数は、235 ~ 285 Hz の範囲内であることが好ましい。

コンクリートバイブレータ 3 は、施工にも用いられる併用のものであってもよいし、計測装置 100 専用のものであってもよい。

【0039】

(2-2.加振工程)

10

20

30

40

50

容器 1 に評価対象のコンクリート C を収容した後は、加振工程に移る。

加振工程では、容器に収容された評価対象のコンクリート C に振動を加える。

本実施形態に係る加振工程では、図 4 (b) に示すように、コンクリートパイプレータ 3 の振動部 3 1 を、容器 1 内に鉛直方向に下部まで挿入して、コンクリート C に振動を加える。

こうすることで、コンクリート C 全体に対し満遍なく振動を加えることができる。

【 0 0 4 0 】

〔 2 - 3 . 計測工程 〕

また、コンクリート C への加振開始と同時に、計測工程に移る。

この計測工程では、コンクリート C に振動が加えられている間、容器 1 に保持されるコンクリート C の電気伝導率を継続的に計測する。

本実施形態に係る計測工程では、計測装置 1 0 0 の演算装置 2 2 が上記計測処理を実行することにより計測を行う。

【 0 0 4 1 】

〔 2 - 4 . 計時工程 〕

電気伝導率の計測を終えた後、又は電気伝導率の計測と並行して、計時工程に移る。

計時工程では、コンクリート C への加振が開始されてから、計測工程において計測した電気伝導率の変化率が所定値の閾値に達するまでの時間である変化点到達時間を計時する。

本実施形態に係る評価工程では、計測装置 1 0 0 の演算装置 2 2 が上記計時処理を実行することにより計時を行う。

なお、この計時工程では、計測装置 1 0 0 とは異なる計時手段（例えばストップウォッチ等）を用い、人が表示部に表示された変化点到達時間の変化を見ながら計時を行ってもよい。この場合、計時機能を有していない（上記計時処理を実行しない）計測装置 1 0 0 を用いてもよい。

【 0 0 4 2 】

〔 2 - 5 . 評価工程 〕

変化点到達時間を計時した後は、評価工程へ移る。

この評価工程では、計時工程において計測した変化点到達時間に基づいて、コンクリート C の材料分離抵抗性を評価する。

本実施形態に係る評価工程では、計測装置 1 0 0 の演算装置 2 2 が上記評価処理及び出力処理を実行することにより評価を行う。

なお、この評価工程では、計測装置 1 0 0 に表示された変化点到達時間に基づいて、人が材料分離抵抗性を評価してもよい。その場合、評価機能を有していない（上記評価処理を実行しない）計測装置 1 0 0 を用いてもよい。

【 0 0 4 3 】

〔 2 - 6 . 評価後工程 〕

コンクリート C の材料分離抵抗性を評価した後は、評価後工程に移る。

この評価後工程では、上記評価工程における評価結果に応じた作業を行う。

具体的には、上記評価工程において、評価対象のコンクリート C を Δ , \bigcirc , \times と評価した（例えば図 4 (c) に示すように、演算装置 2 2 の表示部 2 2 3 に Δ 等の評価結果 R が表示された）場合には、コンクリート C と同様の配合である打設用のフレッシュコンクリートを型枠内に打設し、締め固める。

一方、上記評価工程において、評価対象のコンクリート C を \times と評価した（演算装置 2 2 の表示部 2 2 3 に \times の評価結果が表示された）場合には、コンクリート C と同様の配合である打設用フレッシュコンクリートに対し、打設する前に必要な調整を加えて、又は打設用フレッシュコンクリートを一から作り直して、型枠内に打設する。

【 0 0 4 4 】

< 3 . 閾値の設定根拠 >

次に、上記計測装置 1 0 0 に設定された（上記計測方法で用いられた）閾値、第二～第四閾値について説明する。

10

20

30

40

50

図 5 は第一，第二電気伝導率の経時変化を示すグラフ、図 6 は目視試験の結果と変化点到達時間との関係を示すグラフ、図 7 は 7 % 変化点到達時間、円筒貫入試験の結果及び目視試験の結果の関係を示すグラフ、図 8 は各試料の配合及び各種性状を示す表である。

【 0 0 4 5 】

発明者は、上記所定の閾値の決定に際し、様々な配合のフレッシュコンクリートの試料（ 2 3 種類 ）を製造した。

そして、試料を計測装置 1 0 0 の容器 1 に保持させ、コンクリートバイブレータ 3 で試料を加振しながら、各試料の第一電気伝導率及び第二電気伝導率をそれぞれ 6 0 秒間測定する試験を、各試料についてそれぞれ行った。

その結果、理想的な配合の試料は、図 5（ a ）に示すように、第一，第二電気伝導率の変化が小さい状態が長時間（ 3 0 秒超 ）継続するのに対し、空気量が相対的に多い試料は、図 5（ b ）に示すように、第一電気伝導率が早い段階（ 2 0 秒過ぎ ）から急激に上昇することが分かった。

10

また、空気量が相対的に少ない試料は、図 5（ c ）に示すように、第一，第二電気伝導率が早い段階（ 2 0 秒過ぎ ）から共に低下することが分かった。

また、水分量が相対的に多い試料は、図 5（ d ）に示すように、第二電気伝導率が早い段階（ 1 0 秒過ぎ ）から急激に低下することが分かった。

【 0 0 4 6 】

また、第一，第二電気伝導率を測定したときに、第一電気伝導率又は第二電気伝導率の変化の大きさが初期値の $\pm 3 \%$ ， $\pm 5 \%$ ， $\pm 7 \%$ ， $\pm 1 0 \%$ に達するまでの時間（ 3 % 変化点到達時間、5 % 変化点到達時間、7 % 変化点到達時間、1 0 % 変化点到達時間 ）をそれぞれ測定した。

20

また、従来の目視試験（ × ， ， ○ ， の 4 段階評価 ）を、各試料についてそれぞれ行った。

そして、目視試験の結果を横軸、電気伝導率の変化の大きさが初期値の $\pm 3 \%$ ， $\pm 5 \%$ ， $\pm 7 \%$ ， $\pm 1 0 \%$ に達するまでの時間を縦軸とする平面上に、各試料のうち目視試験の結果が × ， ， ○ ， になったものを一つずつ選び出して、それらの 3 ～ 1 0 % 変化点到達時間をプロットした。

その結果、図 6 に示すように、7 % 変化点到達時間が、目視試験の結果と最も良好な相関性を示した。

30

【 0 0 4 7 】

また、従来の円筒貫入試験を、各試料についてそれぞれ行った。

そして、各試料の 3 ～ 1 0 % 変化点到達時間を横軸、円筒貫入試験の結果を縦軸とする平面上に、各試料の目視試験の結果をプロットした。

その結果、図 7 に示すように、7 % 変化点到達時間を横軸としたグラフは、目視試験の結果が相対的に良好（ ， ○ ， ）であった試料が、分解限界とされている 3 0 m m 以下の範囲にほぼ収まり、適切とされている 2 0 m m の近傍に集まった。

【 0 0 4 8 】

以上の結果により、上記実施形態の条件（コンクリート C のスランプフロー値が 3 5 0 ～ 5 0 0 m m の範囲内、コンクリートバイブレータ 3 の振動部 3 1 の太さが 2 3 m m 程度）の場合、計時処理（計時工程）における所定の閾値は、初期値の $\pm 7 \%$ 程度とすることが望ましいとの判断に至った。

40

【 0 0 4 9 】

なお、コンクリート C の電気伝導率の変化の大きさが所定の閾値に達するまでの時間は、コンクリート C の流動性や、加振の際にコンクリート C に加えられるエネルギーの大きさ（振動部 3 1 の太さ等）等によっても変化する。

具体的には、コンクリート C の流動性が上記実施形態のものよりも大きい場合、変化点到達時間は上記実施形態よりも短くなる。

また、コンクリート C に加えられるエネルギーが上記実施形態の計測方法よりも大きい場合も、変化点到達時間は上記実施形態よりも短くなる。

50

一方、コンクリートCの流動性が上記実施形態のものよりも小さい場合、変化点到達時間は上記実施形態よりも長くなる。

また、コンクリートCに加えられるエネルギーが上記実施形態の計測方法よりも小さい場合も変化点到達時間は上記実施形態よりも長くなる。

【0050】

このため、変化点到達時間が長くなる条件が上記実施形態よりも多く含まれるコンクリートCを評価対象とする場合には、計時処理（計時工程）における所定の閾値を、初期値の $\pm 7\%$ よりも大きく（ただし、 $\pm 20\%$ 程度が上限）し、変化点到達時間が短くなる条件が上記実施形態よりも多く含まれるコンクリートCを評価対象とする場合には、初期値の $\pm 7\%$ よりも小さく（ただし、 $\pm 3\%$ 程度が下限）すればよい。

10

なお、上記計測装置100において、コンクリートの種類（例えば、普通ポルトランドセメント、特殊セメント等）、コンクリートCの流動性、及び振動部31の太さの少なくともいずれかの条件に応じた複数の所定の閾値を記憶部222に記憶しておき、評価を行う際の条件に応じて所定の閾値を使い分けることが可能としてもよい。

【0051】

また、上記目視試験の結果、円筒貫入試験の結果、7%変化点到達時間等を、図8に示すような一覧にし、目視試験の結果と7%変化点到達時間の関連を調べた。

その結果、目視試験の結果が×になった試料は、7%変化点到達時間が概ね13秒以下となった。

また、○になった試料は、7%変化点到達時間が概ね12～21秒の範囲内に収まった。

20

また、○になった試料は、7%変化点到達時間が概ね14～23秒の範囲内に収まった。

また、○になった試料は、7%変化点到達時間が概ね23秒以上となった。

【0052】

以上の結果により、上記実施形態の条件（コンクリートCのスランプフロー値が350～500mmの範囲内、コンクリートバイブレータ3の振動部31の太さが23mm程度）の場合、評価処理（評価工程）における第二閾値は13秒程度（13秒未満を×）、第三閾値は18（13秒以上18秒未満を○）、第四閾値は25秒程度（18秒以上25秒未満を△、25秒以上を×）とすることが望ましい。

なお、所定の閾値を上記実施形態よりも大きくする場合には、第二～四閾値を、13，18，25よりもそれぞれ大きくし、所定の閾値を上記実施形態よりも小さくする場合には、13，18，25よりもそれぞれ小さくするのが望ましい。

30

【0053】

<4. 効果>

以上説明してきた計測装置100は、容器1と、容器1に收容されたコンクリートCに振動が加えられている間、上部に位置するコンクリートCの第一電気伝導率と、下部に位置するコンクリートCの第二電気伝導率と、の差を継続的に計測、コンクリートCへの加振が開始されてから、前記第一電気伝導率と前記第二電気伝導率との差が所定値に達するまでの変化点到達時間を計時する制御部221（計測手段、計時手段）を備える。

また、以上説明してきた施工方法は、容器に收容された評価対象のコンクリートCに振動を加える加振工程と、コンクリートCに振動が加えられている間、第一電気伝導率と、第二電気伝導率と、の差を継続的に計測する計測工程と、変化点到達時間を計時する計時工程と、計測した変化点到達時間に基づいて、コンクリートCの材料分離抵抗性を評価する評価工程と、を有する。

40

【0054】

計測装置100は、簡易な構成をしており、任意の場所（例えば施工現場等）へ容易に持ち運ぶことが可能である。

また、計測装置100は、コンクリートCの電気伝導率の変化の大きさが所定の閾値に達すると、評価の基準となる変化点到達時間を直ちに算出する。

このため、計測装置100によれば、コンクリートCの材料分離抵抗性の評価を、場所を選ぶことなく、かつ短時間で行うことができる。

50

【符号の説明】

【 0 0 5 5 】

1 0 0 コンクリート材料分離抵抗性計測装置

1 容器

1 1 筒部

1 1 a 上孔

1 1 b 下孔

1 2 板部

2 電気伝導率計

2 1 センサ

2 2 演算装置

2 2 1 制御部

2 2 1 a タイマ

2 2 2 記憶部

2 2 3 表示部

2 3 第二センサ

3 コンクリートバイブレータ

3 1 振動部

C フレッシュコンクリート

R 評価結果

10

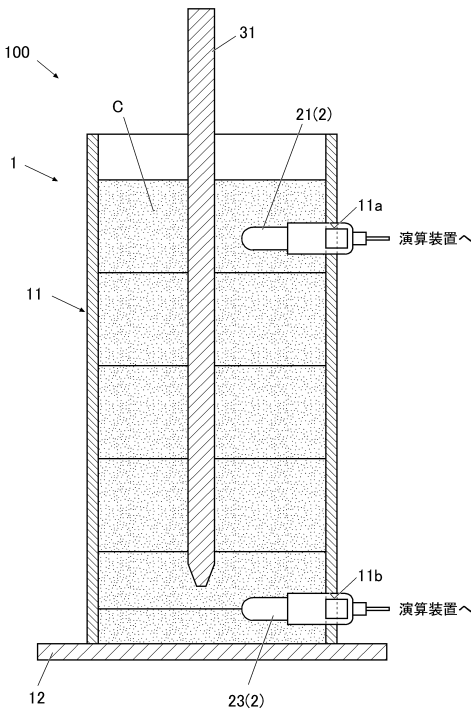
20

30

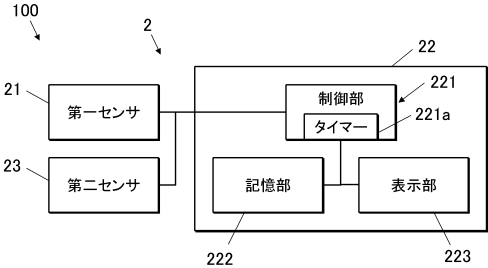
40

50

【図面】
【図 1】



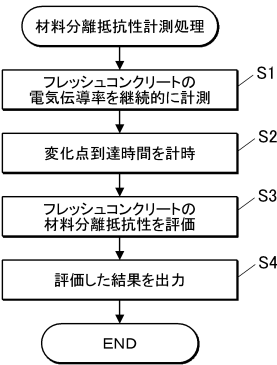
【図 2】



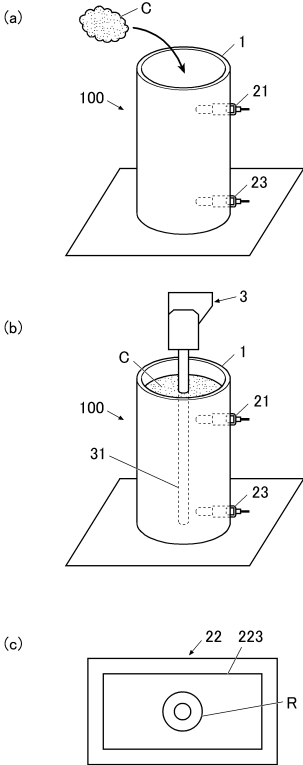
10

20

【図 3】



【図 4】

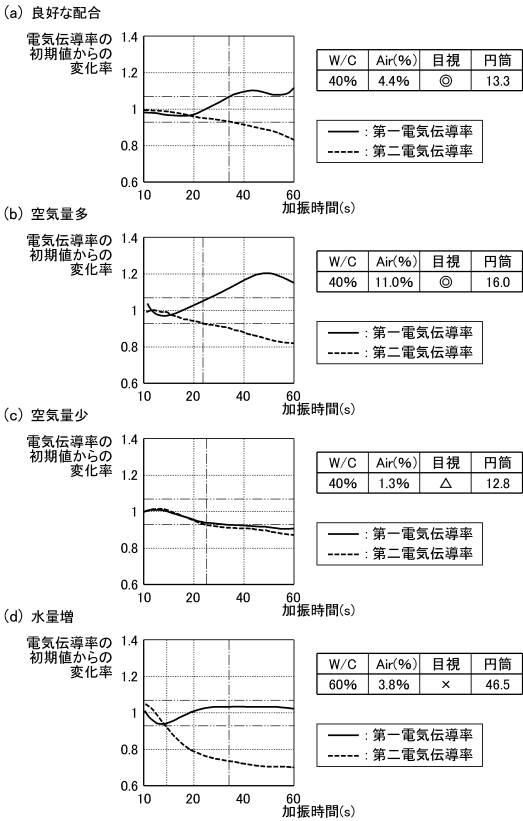


30

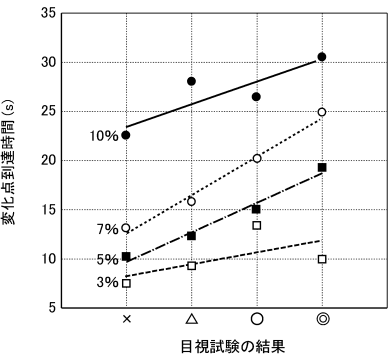
40

50

【 図 5 】



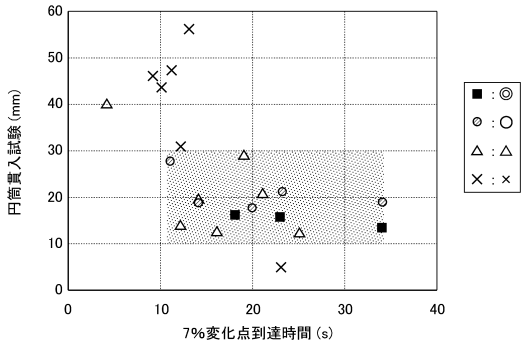
【 図 6 】



10

20

【 図 7 】



【 図 8 】

| | W/C | s/a | 単位量(kg) | | Air | SLF (mm) | 目視 (×△○◎) | 円筒試験 (mm) | 7% 変化点 (s) |
|-------|-----|-----|---------|------|-------|-------------|--------------|--------------|---------------|
| | | | W | C | | | | | |
| 試料 1 | 40% | 55% | 170 | 425 | 1.8% | 380 | × | 5.2 | 23 |
| 試料 2 | | | | | 2.4% | 380 | △ | 12.7 | 16 |
| 試料 3 | | | | | 1.3% | 420 | △ | 12.8 | 25 |
| 試料 4 | | | | | 5.3% | 440 | ○ | 19.0 | 14 |
| 試料 5 | 43% | 37% | 175 | 410 | 1.3% | 400 | △ | 20.0 | 14 |
| 試料 6 | 165 | | 441 | 2.2% | 450 | △ | 14.3 | 12 | |
| 試料 7 | 40% | 50% | 170 | 425 | 0.7% | 510 | ○ | 27.8 | 11 |
| 試料 8 | | 60% | | | 1.6% | 420 | ○ | 17.7 | 20 |
| 試料 9 | | 55% | | | 11.0% | 450 | ◎ | 16.0 | 23 |
| 試料 10 | | 50% | | | 5.7% | 410 | ○ | 19.2 | 34 |
| 試料 11 | 60% | 50% | 199 | 332 | 3.8% | 490 | × | 46.5 | 9 |
| 試料 12 | 40% | 55% | 170 | 425 | 3.7% | — | — | 0.7 | 60 |
| 試料 13 | 37% | | 165 | 441 | 3.8% | 470 | ○ | 19.7 | 14 |
| 試料 14 | 60% | | 199 | 332 | 1.9% | 430 | × | 56.7 | 13 |
| 試料 15 | 40% | | 60% | 170 | 425 | 5.1% | 460 | △ | 21.2 |
| 試料 16 | 43% | 55% | 175 | 410 | 3.6% | 570 | × | 31.2 | 12 |
| 試料 17 | 170 | | 425 | 5.4% | 610 | △ | 29.5 | 19 | |
| 試料 18 | | | | 5.6% | 440 | ○ | 21.3 | 23 | |
| 試料 19 | | | | 6.2% | 330 | ◎ | 16.2 | 18 | |
| 試料 20 | 50% | 48% | 175 | 350 | 1.1% | 610 | × | 44.0 | 10 |
| 試料 21 | | | | | 1.9% | 580 | × | 47.7 | 11 |
| 試料 22 | | | | | 2.8% | 460 | △ | 40.3 | 4 |
| 試料 23 | | | | | 4.4% | 420 | ◎ | 13.3 | 34 |

30

40

50

フロントページの続き

(56)参考文献 中国特許出願公開第 1 1 1 5 3 7 5 6 6 (C N , A)
特開平 1 1 - 0 7 2 4 2 7 (J P , A)
特開 2 0 0 3 - 1 7 7 1 1 5 (J P , A)
米国特許出願公開第 2 0 1 1 / 0 0 2 9 1 3 4 (U S , A 1)
菱刈智也ほか,フレッシュコンクリートの材料分離抵抗性の定量的評価方法の考案,コン
クリート工学年次論文集,2020年07月15日,Vol.42,No.1,P.971-976

(58)調査した分野 (Int.Cl., D B 名)
G 0 1 N 3 3 / 3 8
G 0 1 N 2 7 / 0 0
J S T P l u s / J M E D P l u s / J S T 7 5 8 0 (J D r e a m I I I)