

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2015 年 4 月 30 日(30.04.2015)



(10) 国際公開番号
WO 2015/059797 A1

- (51) 国際特許分類:
G01M 3/04 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/078827
- (22) 国際出願日: 2013 年 10 月 24 日(24.10.2013)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人: 中国電力株式会社 (THE CHUGOKU ELECTRIC POWER CO., INC.) [JP/JP]; 〒7308701 広島県広島市中区小町 4 番 3 3 号 Hiroshima (JP).
- (72) 発明者: 仁科 晴貴(NISHINA, Haruki); 〒7308701 広島県広島市中区小町 4 番 3 3 号 中国電力株式会社内 Hiroshima (JP). 横田 英嗣(YOKOTA, Hidetsugu); 〒7308701 広島県広島市中区小町 4 番 3 3 号 中国電力株式会社内 Hiroshima (JP). 大山 裕聡(OYAMA, Hirotoshi); 〒7308701 広島県広島市中区小町 4 番 3 3 号 中国電力株式会社内 Hiroshima (JP). 玉井 信也(TAMAI, Shinya); 〒7308701 広島県広島市中区小町 4 番 3 3 号 中国電力株式会社内 Hiroshima (JP). 二岡 克己(NIOKA, Katsumi); 〒7308701 広島県広島市中区小町 4 番 3 3 号 中国電力株式会社内 Hiroshima (JP). 浅間 康史(ASAMA, Yasufumi); 〒7308701 広島県広島市中区小町 4 番 3 3 号 中国電力株式会社内 Hiroshima (JP).

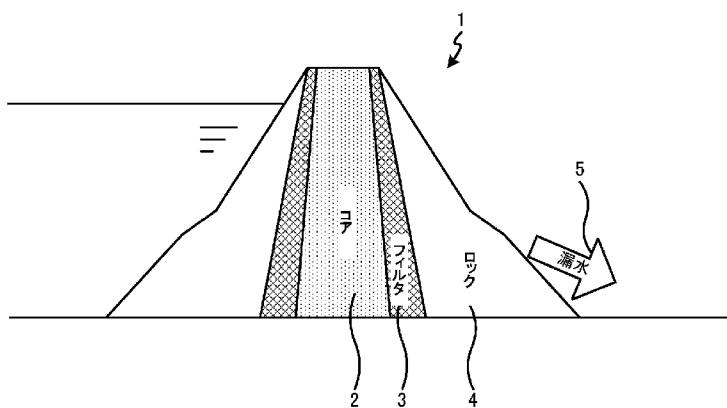
広島県広島市中区小町 4 番 3 3 号 中国電力株式会社内 Hiroshima (JP).

- (74) 代理人: 一色国際特許業務法人(ISSHIKI & CO.); 〒1050004 東京都港区新橋 2 丁目 1 2 番 7 号 労金新橋ビル Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): 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, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, 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, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (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), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[続葉有]

(54) Title: EMBANKMENT DAM MANAGEMENT SUPPORT DEVICE, EMBANKMENT DAM MANAGEMENT SUPPORT METHOD, AND PROGRAM

(54) 発明の名称: フィルダム管理支援装置、フィルダム管理支援方法およびプログラム



- 2 Core
3 Filter
4 Rock
5 Leaked water

(57) Abstract: [Problem] To make it possible to easily detect an abnormality in an embankment dam. [Solution] A dam management support device (10) acquires an electric conductivity level that is a value corresponding to the dissolved ion content in water that has leaked from a rock-filled dam and acquires the amount of the leaked water and detects the occurrence of an abnormality in the rock-filled dam on the basis of the electric conductivity level and the amount of the leaked water.

(57) 要約: 【課題】容易にフィルダムの異常を検出することができるようにする。【解決手段】ダム管理支援装置 10 は、ロックフィルダムからの漏水に含まれる溶存イオン量に応じた値である電気伝導度と漏水量とを取得し、電気伝導度および漏水量に応じてロックフィルダムに異常が発生したことを検知する。



添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称：

フィルダム管理支援装置、フィルダム管理支援方法およびプログラム

技術分野

[0001] 本発明は、フィルダム管理支援装置、フィルダム管理支援方法およびプログラムに関する。

背景技術

[0002] フィルダムにおける大きな災害の主原因の一つにパイピングがある。パイピングとは土粒子の自重および加わっている荷重からなる応力に比べて、堤体内を流れる地下水のもたらす浸透力が上回り、土中に筒状の浸食が生じる現象である。このような災害を未然に発見するべく堤体の定期的な観測が行われている。たとえば、特許文献１には、比抵抗トモグラフィ法を経時的に実施して堤体の異常部位を検出する手法が記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献１：特開２０００－３３８２５８号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] しかしながら、特許文献１に記載の手法では、堤体内の遮水部に予め電極を埋設しておく必要があり、電極を埋設していないフィルダムの異常を検出することはできない。

[0005] 本発明は、このような背景を鑑みてなされたものであり、容易にフィルダムの異常を検出することのできる、フィルダム管理支援装置、フィルダム管理支援方法およびプログラムを提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0006] 上記課題を解決するための本発明の主たる発明は、フィルダムの管理を支

援する装置であって、前記フィルダムからの漏水に含まれる溶存イオン量に応じた値であるイオン値を取得するイオン値取得部と、前記漏水に係る漏水量を取得する漏水量取得部と、前記イオン値および前記漏水量に応じて前記フィルダムに異常が発生したことを検知する異常検知部と、を備えることとする。

[0007] また、本発明のフィルダム管理支援装置は、過去の前記漏水の実績値および前記溶存イオン量の実績値を記憶する実績値記憶部と、前記異常検知部は、前記漏水の実績値および前記溶存イオン量の実績値に基づいて、前記漏水量および前記溶存イオン量の関係を表す関係式を作成する関係式作成部と、をさらに備え、前記異常検知部は、前記取得したイオン値を前記関係式に適用して前記漏水量の理論値を算出し、前記取得した漏水量と前記漏水量の理論値との差に応じて前記異常が発生したことを検知するようにしてもよい。

[0008] また、本発明のフィルダム管理支援装置では、前記実績値記憶部はさらに前記貯水位の実績値、前記降水量の実績値および前記漏水の温度の実績値を記憶し、前記漏水量を目的変数とし、前記イオン値、前記フィルダムの貯水位、降水量および前記漏水の温度を説明変数として含む関係モデルを記憶する関係モデル記憶部と、前記貯水位を取得する貯水位取得部と、前記降水量を取得する降水量取得部と、前記漏水の温度を取得する漏水温取得部と、をさらに備え、前記関係式作成部は、前記漏水量の実績値、前記イオン値の実績値、前記降水量の実績値、前記貯水位の実績値、前記降水量の実績値および前記漏水の温度の実績値と前記関係モデルとに基づいて回帰分析を行い、前記説明変数についての回帰係数を推計し、推計した前記回帰係数を前記関係モデルに設定して前記関係式を作成するようにしてもよい。

[0009] また、本発明のフィルダム管理支援装置では、前記イオン値は、前記溶存イオン量または前記漏水の電気伝導度であるようにしてもよい。

[0010] また、本発明のフィルダム管理支援装置では、前記異常検知部は、前記差が所定の閾値を超えた場合に前記異常を検知するようにしてもよい。

[0011] また、本発明の他の態様は、フィルダムの管理を支援する方法であって、

コンピュータが、前記フィルダムからの漏水に含まれる溶存イオン量に応じた値であるイオン値を取得するステップと、前記漏水に係る漏水量を取得するステップと、前記イオン値および前記漏水量に応じて前記フィルダムに異常が発生したことを検知するステップと、を実行することとする。

[0012] また、本発明の他の態様は、フィルダムの管理を支援するためのプログラムであって、コンピュータに、前記フィルダムからの漏水に含まれる溶存イオン量に応じた値であるイオン値を取得するステップと、前記漏水に係る漏水量を取得するステップと、前記イオン値および前記漏水量に応じて前記フィルダムに異常が発生したことを検知するステップと、を実行させることとする。

[0013] その他本願が開示する課題やその解決方法については、発明の実施形態の欄および図面により明らかにされる。

発明の効果

[0014] 本発明によれば、容易にフィルダムの異常を検出することができる。

図面の簡単な説明

[0015] [図1]ロックフィルダムの構造を説明する図である。

[図2]漏水中の溶存イオンを表す図である。

[図3]本実施形態のダム管理支援装置10のハードウェア構成例を示す図である。

[図4]本実施形態のダム管理支援装置10のソフトウェア構成例を示す図である。

[図5]実績値記憶部132の構成例を示す図である。

[図6]ロックフィルダムの異常を検知する処理の流れを示す図である。

発明を実施するための形態

[0016] ==本実施形態の概要==

以下、本発明の一実施形態に係るダム管理支援装置10について説明する。本実施形態のダム管理支援装置10は、ロックフィルダムの異常を検知する。図1はロックフィルダムの構造を説明する図である。ロックフィルダム

では、堤体 1 の内部には遮水のためのコア 2 が設けられ、その両面にコア 2 を支えるフィルタ 3 が設けられる。その外側にはコア 2 およびフィルタ 3 を支えるロック 4 が設けられる。

[0017] ロックフィルダムの異常として、たとえばパイピングが知られている。パイピングが生じる前兆として、貯水池から堤体 1 内のコア 2 を通過して堤体 1 下流に現れる漏水量が増加する。もっとも、降雨時にはロック 4 の上のリップラップを通過した雨水が漏水として混入することがあり、漏水量が多くても、必ずしもロックフィルダムにパイピングなどの異常が生じたとは限らない。

[0018] しかしながら、一般に雨水に含まれる溶存イオンは少なく、一方ロックフィルダムからの漏水には浸透経路の地質の化学的組成および浸透時間に応じて溶存イオンが豊富に含まれる。したがって、図 2 に示すように、降雨時には漏水量が増加しつつも漏水における溶存イオン量が減少することになる。そこで、漏水量が多く、かつ、溶存イオン量が多い場合に、パイピング等によるロックフィルダムに異常が発生したと判定することができる。

[0019] ここで、漏水量が多い場合とは、たとえば、漏水量が所定値以上となった場合や、漏水量の任意の単位時間あたりの増加量が所定値以上となった場合を含む。また、溶存イオン量が多い場合とは、溶存イオン量が所定の閾値以上となった場合を含む。所定の閾値は、漏水の温度（以下、漏水温という。）、降水量、気温、融雪量、貯水池の水位（以下、貯水位という。）、貯水池への流入量などに応じた値とすることができる。

[0020] 本実施形態では、漏水の電気伝導度を、溶存イオン量を表す値とし、過去の実績値から電気伝導度と漏水量との関係式を予め求めておき、漏水量と電気伝導度を測定して、測定した漏水量が、測定した電気伝導度を当該関係式に当てはめて求めた漏水量の理論値よりも所定値以上多くなった場合に、ロックフィルダムに異常が発生したものと判定する。これにより、堤体 1 の内部に電極等を設けることなく、堤体 1 からの漏水に着目してロックフィルダムの異常を検知することができる。

[0021] 図3は本実施形態のダム管理支援装置10のハードウェア構成例を示す図である。ダム管理支援装置10は、CPU101、メモリ102、記憶装置103、入力装置105、出力装置106を備える。記憶装置103は、各種のデータやプログラムを記憶する、たとえばハードディスクドライブやソリッドステートドライブ、フラッシュメモリなどである。入力装置105は、データを入力する、たとえばキーボードやマウス、タッチパネル、ボタン、マイクロフォンなどである。出力装置106は、データを出力する、たとえばディスプレイやプリンタ、スピーカなどである。

[0022] 図4は本実施形態のダム管理支援装置10のソフトウェア構成例を示す図である。ダム管理支援装置10は、漏水量取得部111、漏水温度取得部112、降水量取得部113、貯水位取得部114、電気伝導度取得部115、関係式作成部116、漏水量理論値算出部117、異常検知部118、関係モデル記憶部131、実績値記憶部132を備える。

[0023] なお、漏水量取得部111、漏水温度取得部112、降水量取得部113、貯水位取得部114、電気伝導度取得部115、関係式作成部116、漏水量理論値算出部117および異常検知部118は、ダム支援装置10の備えるCPU101が記憶装置103に記憶されているプログラムをメモリ102に読み出して実行することにより実現され、関係モデル記憶部131および実績値記憶部132はダム支援装置10の備えるメモリ102および記憶装置103が提供する記憶領域の一部として実現される。

[0024] 関係モデル記憶部131は、電気伝導度と漏水量との関係を表す関係モデルを記憶する。本実施形態では関係モデルは、漏水量を目的変数とし、漏水の温度（以下、漏水温度という。）、降水量、貯水池の水位（以下、貯水位という。）および漏水の電気伝導度を説明変数とする統計モデルである。関係モデルは次式（1）により表される。

$$\begin{aligned}
 Q = & X_{00} \cdot T \\
 & + X_0 + X_1 \cdot R_1 + X_2 \cdot \frac{(R_2 + R_3)}{2} + \dots + X_7 \cdot \frac{(R_{22} + \dots + R_{28})}{7} \\
 & + X_8 \cdot W_1 + X_9 \cdot \frac{(W_2 + W_3)}{2} + \dots + X_{14} \cdot \frac{(W_{22} + \dots + W_{28})}{7} \quad \dots (1) \\
 & + X_{15} \cdot E
 \end{aligned}$$

ここで、Qは漏水量であり、Tは当日の漏水温、 R_i ($i = 0 \sim 28$)は*i*日目の降水量、 W_i ($i = 0 \sim 28$)は*i*日目の貯水位、Eは電気伝導度、 X_{00} および X_0 は定数、 X_j ($j = 0 \sim 15$)は偏回帰係数である。

[0025] 実績値記憶部132は、漏水量、漏水温、降水量、貯水位および電気伝導度のそれぞれの実績値を記憶する。図5は実績値記憶部132の構成例を示す図である。同図に示すように、実績値記憶部132は、日付に対応付けて、漏水量、漏水温、降水量、貯水位および電気伝導度のそれぞれの実績値を記憶する。

[0026] 漏水量取得部111は、漏水量の測定値を取得する。漏水量取得部111は、流量計などの計測器から測定された漏水量を取得するようにしてもよいし、入力装置105を介してユーザから漏水量の入力を入力装置105から受け付けるようにしてもよい。また、漏水量取得部111は、他のコンピュータが記憶している漏水量をそのコンピュータにアクセスして取得するようにしてもよい。漏水量取得部111は、現在の日付に対応付けて、取得した漏水量を実績値として実績値記憶部132に登録する。

[0027] 漏水温取得部112は、漏水温の測定値を取得する。漏水温取得部112は、水温計などの計測器から測定された漏水温を取得するようにしてもよいし、入力装置105を介してユーザから漏水温の入力を受け付けるようにしてもよい。また、漏水温取得部112は、他のコンピュータが記憶している漏水温をそのコンピュータにアクセスして取得するようにしてもよい。漏水温取得部112は、現在の日付に対応付けて、取得した漏水温を実績値として実績値記憶部132に登録する。

[0028] 降水量取得部113は、降水量を取得する。降水量取得部113は、雨量

計などの計測器から測定された降水量を取得するようにしてもよいし、気象庁や気象会社などが運用するコンピュータから降水量の測定値を取得するようにしてもよいし、入力装置 105 を介してユーザから降水量の入力を受け付けるようにしても良い。また、降水量取得部 113 は、他のコンピュータが記憶している降水量をそのコンピュータにアクセスして取得するようにしてもよい。降水量取得部 113 は、現在の日付に対応付けて、取得した降水量を実績値記憶部 132 に登録する。

[0029] 貯水位取得部 114 は、貯水位を取得する。貯水位取得部 114 は、水位計などの計測器から測定された貯水位を取得するようにしてもよいし、入力装置 105 を介してユーザから貯水位の入力を受け付けるようにしてもよい。また、貯水位取得部 114 は、他のコンピュータが記憶している貯水位をそのコンピュータにアクセスして取得するようにしてもよい。貯水位取得部 114 は、現在の日付に対応付けて、取得した貯水位を実績値記憶部 132 に登録する。

[0030] 電気伝導度取得部 115 は、漏水についての電気伝導度の測定値を取得する。電気伝導度取得部 115 は、電気伝導度測定器から測定された電気伝導度を取得するようにしてもよいし、入力装置 105 を介してユーザから電気伝導度の入力を受け付けるようにしてもよい。電気伝導度取得部 115 は、現在の日付に対応付けて、取得した電気伝導度を実績値として実績値記憶部 132 に登録する。

[0031] なお、漏水量取得部 111、漏水温度取得部 112、降水量取得部 113、貯水位取得部 114 および電気伝導度取得部 115 は、定期的に漏水量、漏水温度、降水量、貯水位および電気伝導度を取得して実績値記憶部 132 に登録するものとする。

[0032] 関係式作成部 116 は、電気伝導度に基づいて漏水量を算出する関係式を作成する。関係式作成部 116 は、関係モデル記憶部 131 に記憶されている関係モデルと、実績値記憶部 132 に記憶されている実績値とを用いて、重回帰分析により偏回帰係数 X_j および定数 X_{00} 、 X_0 を算出し、算出し

た偏回帰係数 X_j および定数 X_{00} 、 X_0 を上記関係モデルに適用して関係式を作成する。関係式作成部116は、作成した関係式を関係モデル記憶部131に登録する。なお、関係式作成部116は、所定の期間（たとえば1日、1週間、1ヶ月など任意の期間とすることができる。）ごとに関係式を作成して関係モデル記憶部131に記憶される関係式を更新するものとする。

[0033] 漏水量理論値算出部117は、電気伝導度に応じて漏水量の理論値を算出する。漏水量理論値算出部117は、現在の日付に対応する漏水温、降水量、水位および電気伝導度を実績値記憶部132から読み出し、読み出した値を関係モデル記憶部131に記憶されている関係式に適用して漏水量の理論値を算出する。

[0034] 異常検知部118は、漏水量および電気伝導度に応じてロックフィルダムの異常を検知する。異常検知部118は、漏水量の実績値と理論値との差に応じてロックフィルダムに異常が発生したことを検知する。また、異常検知部118は、異常を検知した場合には、たとえばディスプレイに表示したり、スピーカから警報音を出力したりして、その旨をユーザに報知する。

[0035] 図6は、ロックフィルダムの異常を検知する処理の流れを示す図である。なお、図6の処理は、定期的に行うようにしてもよいし、ユーザからの指示に応じて行うようにしてもよい。

[0036] 漏水量理論値算出部117は、現在の日付に対応する漏水量、漏水温、降水量、貯水位および電気伝導度の実績値を読み出し（S201）、読み出した実績値を関係式に適用して漏水量の理論値を算出する（S202）。異常検知部118は、実績値が理論値に所定の閾値を加算した値よりも大きい場合に（S203：YES）、ロックフィルダムの異常を検知してその旨を報知する（S204）。実績値が理論値に閾値を加算した値以下であった場合には（S204：NO）、異常検知部118は、ロックフィルダムに異常はないと判断して処理を終了する。

[0037] 以上説明したように、本実施形態のダム管理支援装置10によれば、ロッ

クフィルダムからの漏水に係る漏水量および電気伝導度（溶存イオン量）に応じてロックフィルダムの異常を検知することができる。したがって、ロックフィルダムに電極等を配置することなく、ロックフィルダムの異常検知を行うことができるので、既存のロックフィルダムに対して本発明を容易に適用することが可能となる。

[0038] また、上述したように、堤体 1 中の浸透時間などによっても溶存イオン量は変化することから、漏水量が多い場合と少ない場合とでは同じ溶存イオン量であってもその意味するところが異なることがあるところ、本実施形態のダム管理支援装置 10 によれば、過去の実績値に基づいて漏水量と電気伝導度（溶存イオン量）との関係式を予め求めておき、関係式を用いて算出した漏水量の理論値と、漏水量の測定値との差に応じてロックフィルダムの異常を検知することができる。したがって、漏水量に応じて精度良くロックフィルダムの異常を検知することが可能となる。

[0039] また、本実施形態では、関係式には、電気伝導度のみならず、漏水温、漏水量および貯水位も説明変数として含まれている。漏水温の高低により地質から漏水へのイオンの溶出は変化し、また降水量が多ければ溶存イオンの少ない水が漏水に混入する。また、ロックフィルダムでは堤体 1 の内部への浸透水は 0（ゼロ）にはならないことが考えられ、貯水位が高ければ堤体 1 からの漏水量も必然的に増加することになる。したがって、漏水量を求める関係式の説明変数として、電気伝導度に加えて漏水温、降水量および貯水位も含めることにより、漏水量の理論値をより正確に求めることが可能となる。よって、理論値と測定値とに基づく異常判定をより正確に行うことができる。加えて、漏水量、漏水温および漏水の電気伝導度は、ロックフィルダムからの漏水について流量計、温度計、電気伝導度測定器などを用いて測定することが可能であり、降水量および貯水位についても、ロックフィルダムの構造とは関係なく測定が可能である。したがって、堤体 1 の内部に電極などを設けることなく、堤体 1 を監視することができる。よって、予め電極などを配していないロックフィルダムであっても、パイピングなどの異常を監視す

ることができる。

[0040] また、本実施形態のダム管理支援装置 10 によれば、過去の実績値から重回帰分析により漏水温、降水量、貯水位および電気伝導度と漏水量との関係式を作成し、漏水温、降水量、貯水位および電気伝導度をこの関係式に適用した理論値と実績値との差に応じてロックフィルダムの異常を検知することができる。したがって、降水量や温度によって変化する溶存イオン量にも柔軟に対応することが可能となり、精度良く異常を検知することができる。

[0041] なお、本実施形態では、関係モデルに偏回帰係数および定数を当てはめた関係式を予め作成するものとしたが、これに限らず、関係式を予め作成せず、偏回帰係数 X_j および定数 X_{00} 、 X_0 を記憶しておき、漏水量の理論値を算出するたびに、偏回帰係数 X_j および定数 X_{00} 、 X_0 ならびに実績値を関係モデルに適用するようにしてもよい。

[0042] また、本実施形態では、ダム管理支援装置 10 は 1 台のコンピュータであるものとしたが、これに限らず、複数台のコンピュータが仮想的に 1 台のコンピュータを実現するようにしてもよいし、複数台のコンピュータがダム管理支援装置 10 の機能部および記憶部を分散して備えるようにしてもよい。たとえば、記憶部を別体のデータベースサーバとして実現するようにしてもよい。

[0043] また、本実施形態では、漏水量、漏水温、降水量、貯水位および電気伝導度の実績値は定期的を取得して実績値記憶部 132 に登録しているものとしたが、これに限らず、実績値記憶部 132 には過去の実績値を予め登録しておくものの、追加は行わないようにしてもよい。この場合、関係式作成部 116 は、予め登録されている過去の実績値を重回帰分析することにより関係式を 1 度のみ作成し、漏水量理論値算出部 117 は、最新の実績値を関係式に適用して漏水量の理論値を計算する。

[0044] また、本実施形態では、関係式作成部 116 は、定期的に関係式を作成して更新するものとしたが、これに限らず、過去の実績値に基づいて 1 度のみ作成するようにしてもよいし、オペレータからの指示に応じて関係式を作成

するようにしてもよい。また、実績値が所定の日数分実績値記憶部 131 に登録されたときに関係式作成部 116 が関係式を作成するようにしてもよい。

[0045] また、本実施形態では、関係モデルは、漏水量を目的変数とし、漏水温、降水量、貯水位および電気伝導度を説明変数とする統計モデルであるものとしたが、これに限らず、たとえば、説明変数として電気伝導度のみを用いるようにしてもよいし、説明変数として、降水量と電気伝導度のみを用いるようにしてもよい。すなわち、目的変数が漏水量であり、説明変数に漏水の電気伝導度が含まれていればどのような統計モデルを用いてもよい。

[0046] たとえば、関係モデルの説明変数に融雪量を加えてもよい。この場合、関係モデルは次式（1'）のようにすることができる。

$$\begin{aligned}
 Q = & X00 \cdot T \\
 & + X0 + X1 \cdot P1 + X2 \cdot \frac{(P2 + P3)}{2} + \dots + X7 \cdot \frac{(P22 + \dots + P28)}{7} \\
 & + X8 \cdot W1 + X9 \cdot \frac{(W2 + W3)}{2} + \dots + X14 \cdot \frac{(W22 + \dots + W28)}{7} \quad \dots (1') \\
 & + X15 \cdot E \\
 & + X16 \cdot M1 + X17 \cdot \frac{(M2 + M3)}{2} + \dots + X22 \cdot \frac{(W22 + \dots + W28)}{7}
 \end{aligned}$$

ここで、 P_i （ $i = 0 \sim 28$ ）は i 日前の真の降水量であり、 M_i （ $i = 0 \sim 28$ ）は i 日前の融雪量である。真の降水量とは、降水量から降雪量を差し引いた値である。このように融雪量を説明変数として加えることにより、融雪の影響を考慮した関係式とすることができる。これにより、漏水量の理論値の妥当性を向上することができる。

[0047] 以上、本実施形態について説明したが、上記実施形態は本発明の理解を容易にするためのものであり、本発明を限定して解釈するためのものではない。本発明は、その趣旨を逸脱することなく、変更、改良され得ると共に、本発明にはその等価物も含まれる。

符号の説明

- [0048]
- 1 堤体
 - 2 コア
 - 3 フィルタ
 - 4 ロック
 - 1 1 1 漏水量取得部
 - 1 1 2 漏水温度取得部
 - 1 1 3 降水量取得部
 - 1 1 4 貯水位取得部
 - 1 1 5 電気伝導度取得部
 - 1 1 6 関係式作成部
 - 1 1 7 漏水量理論値算出部
 - 1 1 8 異常検知部
 - 1 3 1 関係モデル記憶部
 - 1 3 2 実績値記憶部

請求の範囲

[請求項1]

フィルダムの管理を支援する装置であって、
前記フィルダムからの漏水に含まれる溶存イオン量に応じた値であるイオン値を取得するイオン値取得部と、
前記漏水に係る漏水量を取得する漏水量取得部と、
前記イオン値および前記漏水量に応じて前記フィルダムに異常が発生したことを検知する異常検知部と、
を備えることを特徴とするフィルダム管理支援装置。

[請求項2]

請求項1に記載のフィルダム管理支援装置であって、
過去の前記漏水の実績値および前記溶存イオン量の実績値を記憶する実績値記憶部と、
前記異常検知部は、前記漏水の実績値および前記溶存イオン量の実績値に基づいて、前記漏水量および前記溶存イオン量の関係を表す関係式を作成する関係式作成部と、
をさらに備え、
前記異常検知部は、前記取得したイオン値を前記関係式に適用して前記漏水量の理論値を算出し、前記取得した漏水量と前記漏水量の理論値との差に応じて前記異常が発生したことを検知すること、
を特徴とするフィルダム管理支援装置。

[請求項3]

請求項2に記載のフィルダム管理支援装置であって、
前記実績値記憶部はさらに前記貯水位の実績値、前記降水量の実績値および前記漏水の温度の実績値を記憶し、
前記漏水量を目的変数とし、前記イオン値、前記フィルダムの貯水位、降水量および前記漏水の温度を説明変数として含む関係モデルを記憶する関係モデル記憶部と、
前記貯水位を取得する貯水位取得部と、
前記降水量を取得する降水量取得部と、
前記漏水の温度を取得する漏水温度取得部と、

をさらに備え、

前記関係式作成部は、前記漏水量の実績値、前記イオン値の実績値、前記降水量の実績値、前記貯水位の実績値、前記降水量の実績値および前記漏水の温度の実績値と前記関係モデルとに基づいて回帰分析を行い、前記説明変数についての回帰係数を推計し、推計した前記回帰係数を前記関係モデルに設定して前記関係式を作成すること、

を特徴とするフィルダム管理支援装置。

[請求項4] 請求項1ないし3のいずれか1項に記載のフィルダム管理支援装置であって、

前記イオン値は、前記溶存イオン量または前記漏水の電気伝導度であること、

を特徴とするフィルダム管理支援装置。

[請求項5] 請求項1ないし4のいずれか1項に記載のフィルダム管理支援装置であって、

前記異常検知部は、前記差が所定の閾値を超えた場合に前記異常を検知すること、

を特徴とするフィルダム管理支援装置。

[請求項6] フィルダムの管理を支援する方法であって、
コンピュータが、

前記フィルダムからの漏水に含まれる溶存イオン量に応じた値であるイオン値を取得するステップと、

前記漏水に係る漏水量を取得するステップと、

前記イオン値および前記漏水量に応じて前記フィルダムに異常が発生したことを検知するステップと、

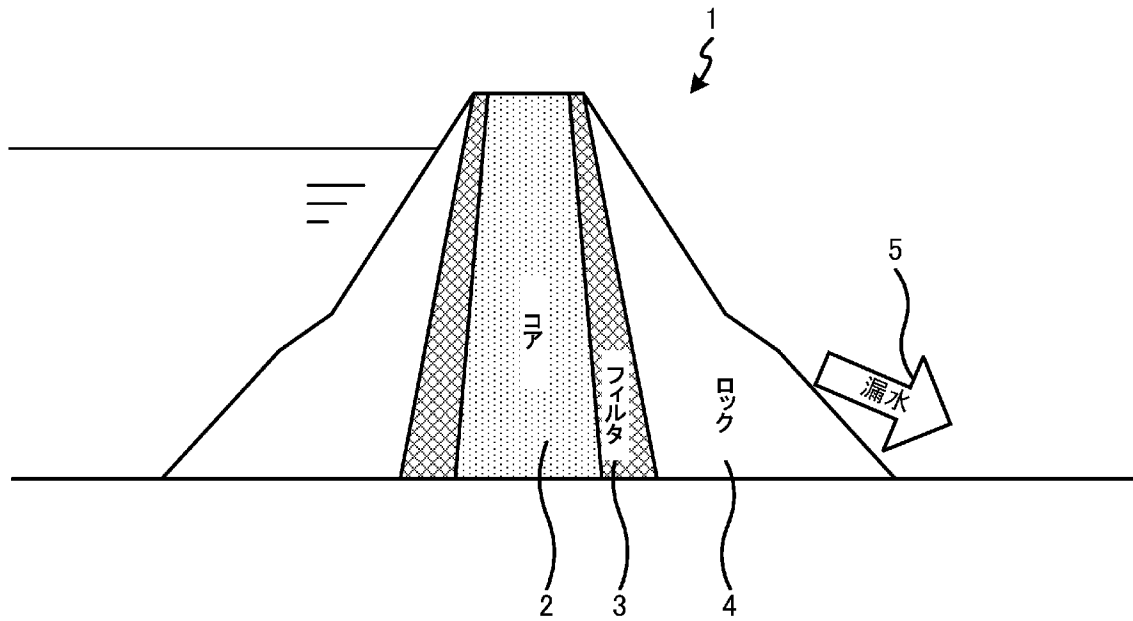
を実行することを特徴とするフィルダム管理支援方法。

[請求項7] フィルダムの管理を支援するためのプログラムであって、
コンピュータに、

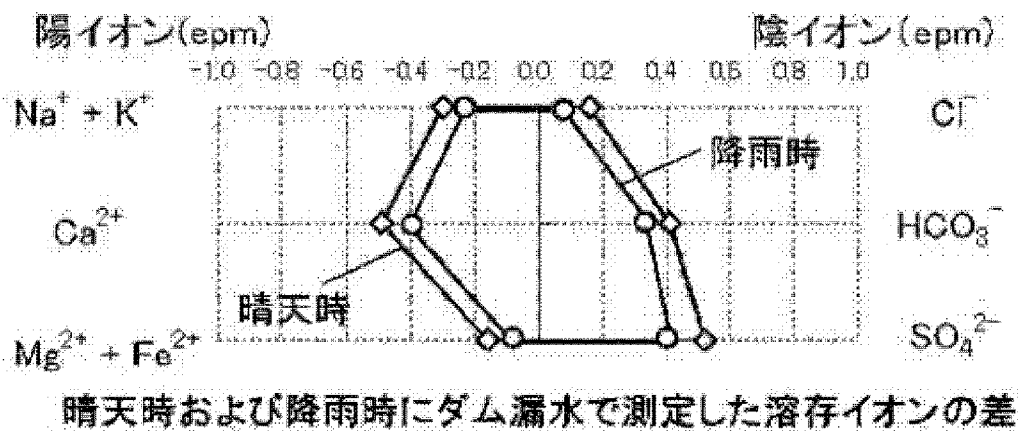
前記フィルダムからの漏水に含まれる溶存イオン量に応じた値であ

るイオン値を取得するステップと、
前記漏水に係る漏水量を取得するステップと、
前記イオン値および前記漏水量に応じて前記フィルダムに異常が発生したことを検知するステップと、
を実行させるためのプログラム。

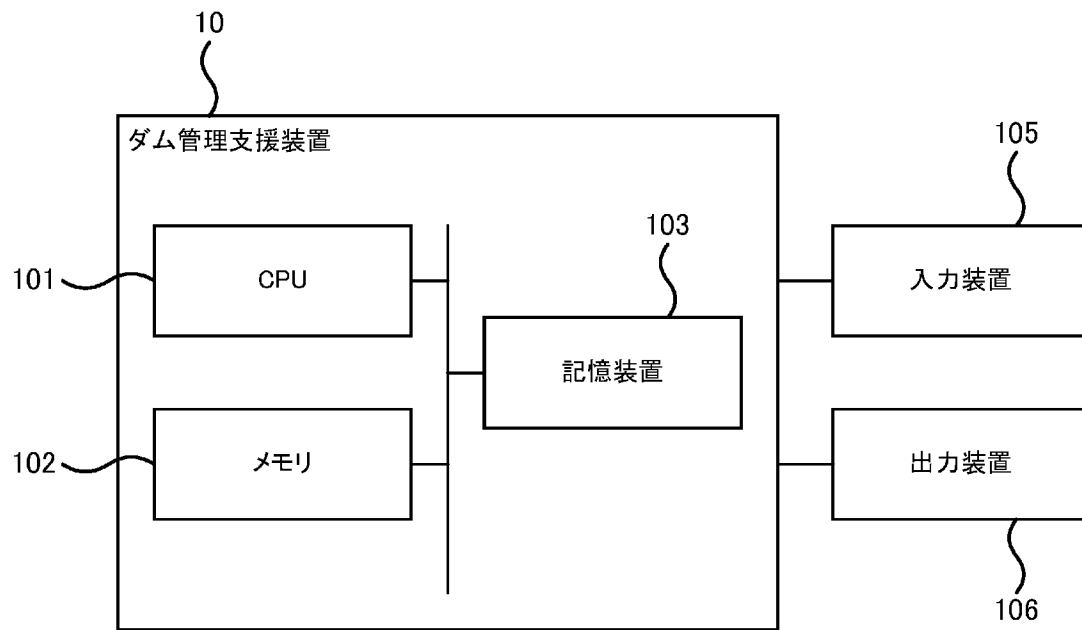
[図1]



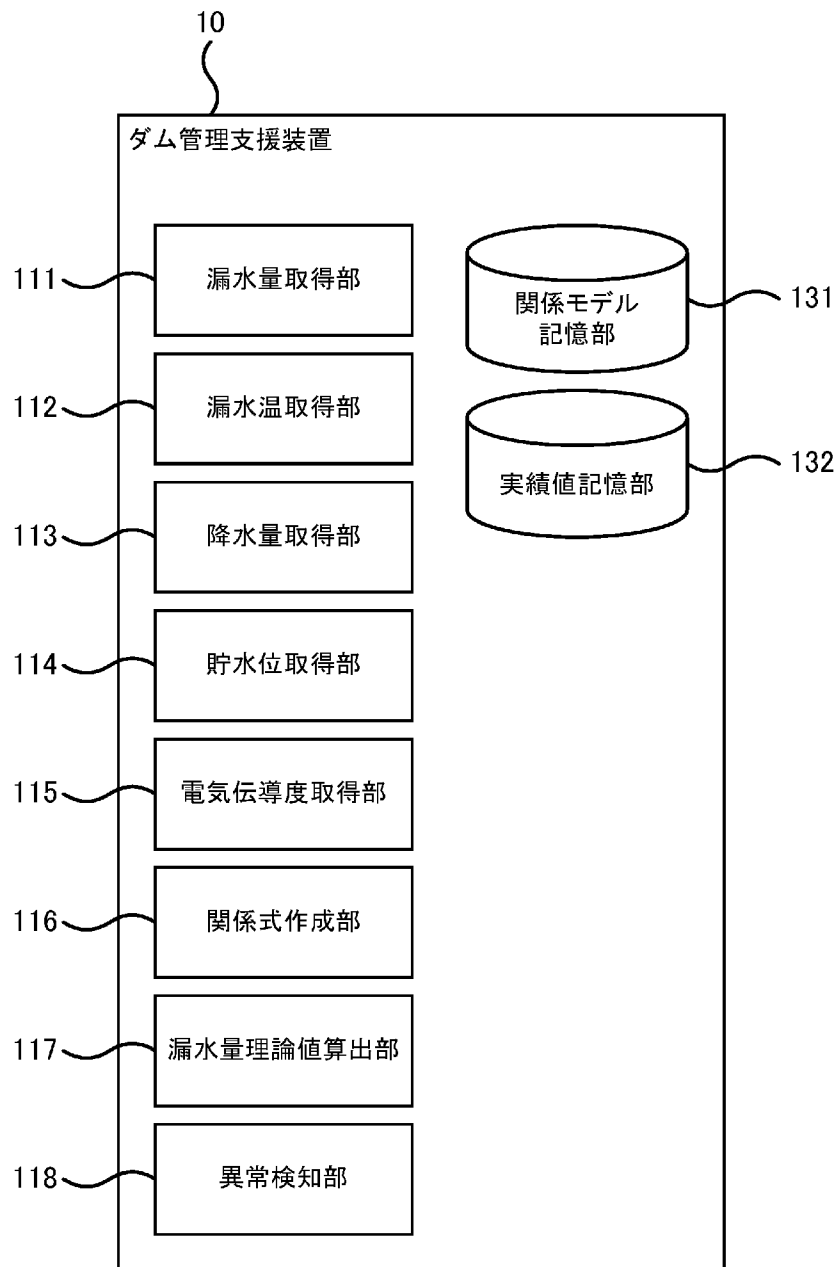
[図2]



[図3]



[図4]

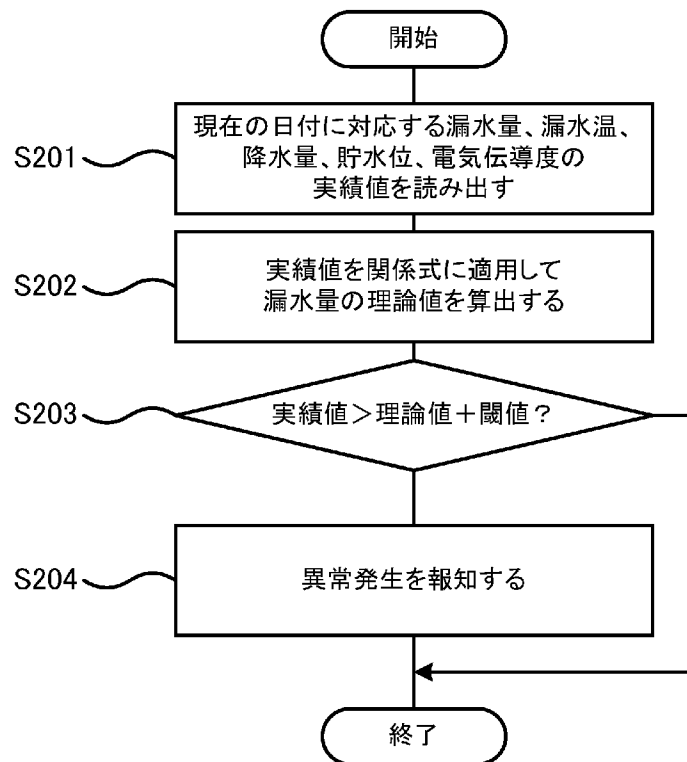


[図5]

132

日付	漏水量 (l/min)	漏水温 (°C)	降水量 (mm/h)	水位 (m)	電気伝導度 (μ S/cm)
2012/07/01	xxx	xxx	xxx	xxx	xxxx
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

[図6]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/078827

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01M3/04(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G01M3/04

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2013
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2013 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2013

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2004-85285 A (Kabushiki Kaisha Reidikku), 18 March 2004 (18.03.2004), paragraphs [0011] to [0017]; fig. 1 to 5 (Family: none)	1-7
A	JP 4366829 B2 (Obayashi Corp.), 18 November 2009 (18.11.2009), paragraphs [0010] to [0021]; fig. 1 to 4 (Family: none)	1-7
A	JP 64-63835 A (Taisei Corp.), 09 March 1989 (09.03.1989), page 2, upper left column, line 9 to lower right column, line 5; fig. 1 to 3 (Family: none)	1-7



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"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)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"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
"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
"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
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
16 December, 2013 (16.12.13)

Date of mailing of the international search report
24 December, 2013 (24.12.13)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/078827

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 4369065 B2 (Taisei Corp.), 18 November 2009 (18.11.2009), paragraph [0010] (Family: none)	1-7

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C）） Int.Cl. G01M3/04(2006.01)i			
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C）） Int.Cl. G01M3/04			
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2013年 日本国実用新案登録公報 1996-2013年 日本国登録実用新案公報 1994-2013年			
国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）			
C. 関連すると認められる文献			
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号	
A	JP 2004-85285 A (株式会社レイディック) 2004.03.18, 段落【0011】-【0017】, 第1-5図（ファミリーなし）	1-7	
A	JP 4366829 B2 (株式会社大林組) 2009.11.18, 段落【0010】-【0021】, 第1-4図（ファミリーなし）	1-7	
A	JP 64-63835 A (大成建設株式会社) 1989.03.09, 第2頁左上欄第9行-右下欄第5行, 第1-3図（ファミリーなし）	1-7	
☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。 ☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。			
* 引用文献のカテゴリー 「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願日の後に公表された文献 「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」同一パテントファミリー文献			
国際調査を完了した日 16.12.2013		国際調査報告の発送日 24.12.2013	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（I S A / J P） 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		特許庁審査官（権限のある職員） 萩田 裕介 電話番号 03-3581-1101 内線 3252	2 J 3102

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリ*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 4369065 B2 (大成建設株式会社) 2009.11.18, 段落【0010】 (ファミリーなし)	1-7