

(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
2020年8月27日(27.08.2020)



(10) 国際公開番号

WO 2020/170828 A1

(51) 国際特許分類:
E04G 23/02 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2020/004447

(22) 国際出願日: 2020年2月6日(06.02.2020)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

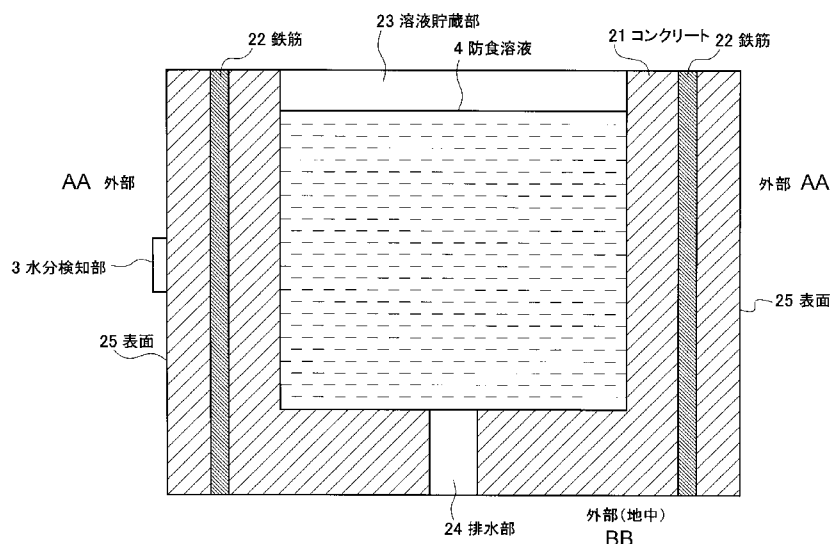
(30) 優先権データ:
特願 2019-028058 2019年2月20日(20.02.2019) JP

(71) 出願人: 日本電信電話株式会社 (NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008116 東京都千代田区大手町一丁目5番1号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 竹内 陽祐 (TAKEUCHI Yosuke); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-11 NTT知的財産センタ内 Tokyo (JP). 石井 龍太 (ISHII Ryuta); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-11 NTT知的財産センタ内 Tokyo (JP). 大木 翔太 (OKI Shota); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-11 NTT知的財産センタ内 Tokyo (JP). 上庄 拓哉 (KAMISHO Takuya); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-11 NTT知的財産センタ内 Tokyo (JP). 津田 昌幸 (TSUDA Masayuki); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-11 NTT知的財産センタ内 Tokyo (JP).

(54) Title: CORROSION PREVENTION METHOD AND CORROSION PREVENTION DEVICE

(54) 発明の名称: 防食方法および防食装置



- 3 Water detection section
- 4 Corrosion prevention solution
- 21 Concrete
- 22 Reinforcing steel
- 23 Solution storage section
- 24 Drainage section
- 25 Surface
- AA Outside
- BB Outside (underground)

(57) Abstract: The purpose of the present invention is to repair reinforced concrete in a simple manner at low cost. This corrosion prevention method comprises: a moistening step of causing a corrosion prevention solution 4 retained inside concrete 21 in reinforced concrete to permeate in the vicinity of reinforcing steels 22 through the concrete 21 to passivate the reinforcing steels 22; a detection step of detecting that the corrosion prevention solution 4 has permeated to a surface 25 of the concrete 21; and a drainage step of, subsequent to the detection of the corrosion prevention solution 4 in the detection step, draining the corrosion prevention solution 4 to the outside of the concrete 21 to form a corrosion-preventing coating film on the surfaces of the reinforcing steels 22.

(74) 代理人: 三好 秀和, 外 (MIYOSHI Hidekazu et al.); 〒1050001 東京都港区虎ノ門 1 丁目 2 番 8 号 虎ノ門琴平タワー 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, 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, 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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, ST, 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).

添付公開書類:

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

(57) 要約: 鉄筋コンクリートを簡易に低コストで補修する。鉄筋コンクリートのコンクリート 2 1 内部に保持された防食溶液 4 を、コンクリート 2 1 を介して鉄筋 2 2 の近傍に浸透させて鉄筋 2 2 を不働体化させる湿潤工程と、防食溶液 4 がコンクリート 2 1 の表面 2 5 まで浸透したことを検知する検知工程と、検知工程で防食溶液 4 を検知した後に、防食溶液 4 をコンクリート 2 1 の外部に排出し、鉄筋 2 2 の表面に防食性被膜を形成する排水工程とを備える。

明 細 書

発明の名称： 防食方法および防食装置

技術分野

[0001] 本発明は、鉄筋コンクリートの防食方法および防食装置に関する。

背景技術

[0002] 鉄筋コンクリート内部の鉄筋は、コンクリートがアルカリ性であることから不働態化しており、コンクリートが健全な限り鉄筋の健全性も保たれる（非特許文献1）。

[0003] ただし、コンクリートが中性化した場合には鉄筋は腐食する恐れがある。特に、コンクリートにひび割れが生じた場合には、ひび割れた箇所内部でコンクリートの中性化が急速に進行し、ひび割れた箇所の鉄筋が早期に腐食する（非特許文献2）。

[0004] そのため、鉄筋コンクリート構造物においては、十分なかぶり厚が求められるとともに、ひび割れが生じた鉄筋コンクリートに対しては、電気化学的工法による補修が施される（非特許文献3）。電気化学的工法は、電気化学装置を使用して劣化した既設コンクリート構造物に対して大きな電流を短期間流すことで、脱塩して補修する技術である。

先行技術文献

非特許文献

[0005] 非特許文献1：原，“金属の腐食の基礎概念”，J.Vac.soc.，vol.44_860

非特許文献2：半田，“コンクリート中鉄筋の水素による遅れ破壊”，IEICE Technical Report, R2009-47, pp.7-10(2009)

非特許文献3：上田，“コンクリート構造物の劣化と問題点”，材料と環境，59, pp.111-116(2010)

非特許文献4：遠藤，“表面含浸工法による劣化抑制対策の現状と課題”，コンクリート工学，48, pp.97-100(2010)

非特許文献5：山辺，“表面含浸材の施工の違いがコンクリートの耐久性に与

える影響”，第39回土木学会関東支部技術研究発表会，V-35

非特許文献6：“Standard Test Method for Corrosion Potentials of Uncoated Reinforcing Steel in Concrete”，ASTM C 876-15, Annual book of ASTM Standards, vol. 03.02,

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0006] 中性化が進行した鉄筋コンクリートに対して、電気化学的工法による再アルカリ化を実施するには、鉄筋に電氣的接続をする必要があるため、一部のコンクリートを研り、鉄筋を露出するなど破壊を伴う施工が必要となる。
- [0007] また、表面含浸材を用いた防食工法では破壊が不要であるが、既設構造物への効果は未知である（非特許文献4、非特許文献5）。
- [0008] 本発明は、前記課題に鑑みてなされたものであり、本発明の目的は、電気化学装置などの特別な機械を用いることなく、鉄筋コンクリートを簡易に低コストで補修することにある。

課題を解決するための手段

- [0009] 上記目的を達成するため、本発明の一態様は、鉄筋コンクリートの鉄筋の腐食を抑制する防食方法であって、前記鉄筋コンクリートのコンクリート内部に保持された防食溶液を、前記コンクリートを介して前記鉄筋の近傍に浸透させて前記鉄筋を不働体化させる湿潤工程と、前記防食溶液が前記コンクリートの表面まで浸透したことを検知する検知工程と、前記検知工程で前記防食溶液を検知した後に、前記防食溶液を前記コンクリートの外部に排出し、前記鉄筋の表面に防食性被膜を形成する排水工程と、を備える。
- [0010] 本発明の一態様は、鉄筋コンクリートの鉄筋の腐食を抑制する防食装置であって、前記鉄筋コンクリートのコンクリート内部に形成され、防食溶液を保持する貯蔵部と、前記防食溶液が前記コンクリートの表面まで浸透したことを検知する検知部と、前記検知部が前記防食溶液を検知した後に、前記貯蔵部から前記防食溶液を排出する排水部と、を有し、前記防食溶液は、前記コンクリートを介して前記鉄筋の近傍に浸透して前記鉄筋を不働体化し、前

記鉄筋の表面に防食性被膜を形成する溶液である。

[0011] 本発明の一態様は、鉄筋コンクリートの鉄筋の腐食を抑制する防食装置であって、前記鉄筋コンクリートのコンクリート内部に形成され、防食溶液を保持する貯蔵部と、前記貯蔵部から前記防食溶液を排出する排水部と、を有し、前記防食溶液は、前記コンクリートを介して前記鉄筋の近傍に浸透して前記鉄筋を不働体化し、前記鉄筋の表面に防食性被膜を形成する溶液であり、前記排水部は、前記コンクリートと同じコンクリートで形成され、前記排水部の厚さは、前記貯蔵部と前記鉄筋との間のコンクリートの厚さ以上であって、前記貯蔵部と前記鉄筋を介した前記コンクリートの表面までの厚さ未満である。

発明の効果

[0012] 本発明によれば、鉄筋コンクリートを簡易に低コストで補修することができる。

図面の簡単な説明

[0013] [図1]電位測定の結果を示す図である。

[図2]pHの時間変化と、防食性被膜有りおよび無しの場合の電荷移動抵抗値の時間変化とを示す図である。

[図3]本発明の実施形態に係る防食装置の全体構成を示す図である。

[図4]本発明の実施形態に係る鉄筋コンクリート構造物の断面図である。

[図5]防食処理を示すフローチャートである。

[図6]変形例の鉄筋コンクリート構造物の断面図である。

発明を実施するための形態

[0014] 以下、本発明の実施の形態について、図面を参照して説明する。

[0015] 鉄筋コンクリートは、内部の鉄筋がコンクリートの強度を高める役割を持つことに加え、アルカリ性のコンクリートが鉄筋を覆うことで鉄筋を防食する。ひび割れのない健全な鉄筋コンクリートの中の鉄筋は、コンクリートのアルカリ環境に覆われているため不働態化している。しかし、ひび割れが生じた鉄筋コンクリートでは、ひび割れた部分のコンクリート内部の中性化が

進行し、脱不働態化して鉄筋の腐食が進行する。

[0016] 本実施形態は、ひび割れが生じた鉄筋コンクリート構造物など、中性化が進行した鉄筋コンクリートに対して、鉄筋コンクリートに破壊を伴う施工をすることなく、鉄筋を防食する技術である。

[0017] コンクリートにひび割れが生じると、ひび割れ内部が中性化し、ここに中性から酸性の水分が侵入した際に鉄筋が腐食する。しかし、ひび割れ内部が中性化した場合でも、アルカリ性の溶液を鉄筋近傍に滞留させることで防食することが可能となる。

[0018] また、コンクリートの中性化の深さ（進度）は、1年で数mm単位であることから、コンクリートには未中性化領域が多く残っている。そのため、ひび割れ内部に雨水などの中性から酸性の水分が侵入した場合でも、この水分が滞留した場合には、滞留した水分に未中性化領域のコンクリートの水酸化カルシウムが溶解し、コンクリートを介して拡散することで、鉄筋近傍がアルカリ環境に変化する。

[0019] したがって、鉄筋コンクリートにアルカリから中性の水分を供給し、鉄筋近傍にアルカリ性の水分を保持させることができれば、鉄筋を防食できる。

[0020] 図1は、電位測定の結果を示す図である。図1は、0.1mm幅のひび割れを有する鉄筋コンクリートの供試体に対し、7時間の水浸漬による湿润過程と、41時間の恒温槽設置（60℃維持）による乾燥過程を1サイクルとする乾湿繰り返し試験を実施したのち、湿度約70%の環境に放置した際の電位測定の結果を示したものである。図1では、乾湿繰り返し試験を継続した期間（0～40日）では、電位の卑化が示され、湿度約70%の環境に放置した期間（100日～）では電位の貴化が示されている。なお、40～100日の期間の測定データはないが、電位は-350mVから-200mVまで緩やかに上昇していると考えられる。

[0021] 非特許文献6のAPPENDIX X1.1.3によれば、ある領域の電位が-350mV vs. CSEよりもマイナスの場合、90%以上の確率でその領域の鉄筋が腐食していると判定される。このことから、乾湿繰り返しにより腐食が進行しているとみなすことができる。一方、電位の貴化は腐食の停止を示しており、湿度70%

の環境に放置することにより、ひび割れ内部に水分が滞留した結果と考えられ、水分の滞留が防食効果を有することが示されている。

[0022] 滞留した水分がアルカリ化され、その後蒸発する際には、水分中の溶質を含む防食性被膜が形成される。

[0023] 図2は、防食性被膜を形成させた鋼材（被膜あり）と、防食性被膜のない鋼材（被膜なし）とをアルカリ環境であるアルカリ溶液中に浸漬し、その後、環境が中性化していく際の電荷移動抵抗の変化を示したものである。鋼材はいずれもSS400を用いた。防食性被膜がない場合には、pHが10程度まで低下すると、電荷移動抵抗が低下し始める。電荷移動抵抗の低下は腐食が進むことを意味することから、環境の中性化に伴い腐食が進行したとみなせる。一方、防食性被膜を有する鋼材は、pHが10程度まで低下し、環境の中性化が進行しても、電荷移動抵抗は低下しなかった。したがって、防食性被膜により鋼材を防食できることは明らかであり、防食性被膜の形成によりコンクリートのひび割れ内部の鉄筋を防食することができる。

[0024] 上記のとおり、コンクリート内部で水分がアルカリ化し、アルカリ性の水分の除去過程においては防食性被膜が形成されることから、鉄筋近傍に水分を供給することで鉄筋を不働態化した後は水分を除去しても防食性被膜は形成されたままの状態とすることができる。

[0025] なお、水分をコンクリートに供給することで防食効果が得られるが、一方で、滞留した水分は冬季に凍結した際に体積膨張するため、コンクリート構造物に応力負荷がかかり、破壊される恐れがある。したがって、再不働態化が十分進行した後には、凍結が発生するような低温環境においては、滞留した水分が除去されることが望ましい。

[0026] 図3は、本実施形態の防食装置（システム）の構成を示す図である。防食装置は、鉄筋コンクリートの鉄筋近傍への水分の供給と、水分供給が確認された後に水分の除去を実現することで、鉄筋コンクリート内部の鉄筋の腐食を抑制する。すなわち、コンクリートに囲まれた溶液貯蔵部に防食溶液を貯蔵し、防食溶液は拡散によりコンクリート内部に浸透する。防食溶液が鉄筋

の位置に達し、さらにコンクリートの外表面に到達したことを検知すると、防食溶液の凍結膨張によるコンクリートの破壊を防ぐため貯蔵している防食溶液を排出する。

- [0027] 本実施形態の防食装置は、制御装置 1（制御部）と、溶液貯蔵部 2 3 と、排水部 2 4 と、水分検知部 3 と、を備える。
- [0028] 鉄筋コンクリート構造物 2 は、コンクリート 2 1 の内部に複数の鉄筋 2 2 が配置されている。本実施形態では、コンクリート 2 1 の内部に、防食溶液を保持（貯蔵）するための溶液貯蔵部 2 3 が形成されている。溶液貯蔵部 2 3 は、コンクリート 2 1 に囲まれた空間であって、防食溶液が溜められる領域である。溶液貯蔵部 2 3 は、鉄筋コンクリート構造物 2 に製品形状としてあらかじめ形成されているものとする。また、鉄筋コンクリート構造物 2 のコンクリート 2 1 部分に、後から溶液貯蔵部 2 3 を形成してもよい。
- [0029] 防食溶液は、コンクリート 2 1 を介して鉄筋 2 2 の近傍に浸透および拡散することで、鉄筋 2 2 近傍のコンクリート 2 1 をアルカリ化により鉄筋 2 2 を不働体化するとともに、防食溶液の中の溶質の析出による防食性被膜を鉄筋 2 2 の表面に形成する溶液である。
- [0030] 防食溶液は、あらかじめ溶液貯蔵部 2 3 に貯蔵されていてもよい。あるいは、鉄筋コンクリート構造物 2 の表面 2 5 に、鉄筋 2 2 の腐食を進行させる要因となるひび（亀裂）が発生した際などの任意のタイミングで、溶液貯蔵部 2 3 に防食溶液を供給してもよい。表面 2 5 は、鉄筋コンクリート構造物 2 のコンクリート 2 1 が外部と接する外表面（露出面）である。
- [0031] また、鉄筋コンクリート構造物 2 は、溶液貯蔵部 2 3 に貯蔵された防食溶液を排水する排水部 2 4（排水機構）を備える。排水部 2 4 は、防食溶液が鉄筋コンクリート構造物 2 の表面 2 5 まで浸透したことを水分検知部 3 が検知した後に、防食溶液を溶液貯蔵部 2 3 から鉄筋コンクリート構造物 2 の外部（例えば、地中など）に排出する。排水部 2 4 は、例えば、制御装置 1 からの制御信号に応じて開閉する排水弁、または、制御信号に応じて作動する排水ポンプなどである。

- [0032] 水分検知部 3（水分センサ）は、防食溶液がコンクリートの表面 2 5 まで浸透したことを検知する。本実施形態では、水分検知部 3 は、コンクリート構造物 2 の表面 2 5 に設置され、鉄筋コンクリート構造物 2 の表面 2 5 の水分値を計測する。そして、水分検知部 3 は、鉄筋コンクリート構造物 2 の表面 2 5 の水分値が所定の値を超えた場合に、防食溶液がコンクリートの表面 2 5 まで浸透したと検知し、検知信号を制御装置 1 に送信する。
- [0033] 制御装置 1 は、排水部 2 4 および水分検知部 3 と電氣的、物理的、またはネットワークを介して接続される。制御装置 1 には、例えば、パソコンなどのコンピュータを用いる。
- [0034] 制御装置 1 は、排水部 2 4 に制御信号を送信して、排水部 2 4 を制御および作動させる。排水部 2 4 は、制御装置 1 からの制御信号を受信すると、溶液貯蔵部 2 3 に貯蔵された防食溶液を鉄筋コンクリート構造物 2 の外部に排出する。
- [0035] 図 4 は、図 3 に示す鉄筋コンクリート構造物 2 の断面図である。図 4 では、溶液貯蔵部 2 3 に防食溶液 4 が貯蔵されている。防食溶液 4 は、pH 7 から pH 12 の範囲の pH 値である。すなわち、防食溶液 4 は、アルカリ性の溶液である。
- [0036] また、防食溶液 4 は、炭酸水素ナトリウム、水酸化カリウム、水酸化ナトリウムおよび水酸化カルシウムの少なくとも 1 つを含んでもよい。
- [0037] また、防食溶液 4 は、炭酸水素ナトリウム、水酸化カリウム、水酸化ナトリウムおよび水酸化カルシウムのいずれか 1 つを主成分としてもよい。主成分とは、少なくとも 0.1% 以上の濃度とすることを意味する。
- [0038] また、防食溶液 4 の水分は、コンクリートの未中性化領域からの水酸化カルシウムの溶出によりアルカリ化することから、水分の供給源として雨水を利用し、防食溶液 4 の供給を不要とすることが可能である。すなわち、防食溶液 4 は、雨水を溶媒とし、雨水にコンクリート 2 1 の未中性化領域の水酸化カルシウムが溶出することでアルカリ化した溶液であってもよい。この場合、溶液貯蔵部 2 3 の上部は開放されて、溶液貯蔵部 2 3 に雨水が溜められ

る。未中性化領域を残すコンクリート構造物 2 に対しては、雨水を溶媒とし、未中性化領域のコンクリート 2 1 からの水酸化カルシウムが雨水に溶出することで、雨水がアルカリ化し、防食性能を発現する。これにより、溶液貯蔵部 2 3 への防食溶液 4 の供給は不要となる。

[0039] ただし、中性以下の水分を防食溶液 4 として用いる場合には、コンクリートの劣化を促進する恐れがあることから、炭酸水素ナトリウム、水酸化カリウム、水酸化ナトリウム、水酸化カルシウムなどを主成分とする中性からアルカリ性の防食溶液 4 を用いることが望ましい。

[0040] 本実施形態の排水部 2 4 は、例えば、溶液貯蔵部 2 3 の底部から防食溶液 4 を排出するための開閉可能な排水弁を有してもよい。水分検知部 3 が鉄筋コンクリート構造物 2 の表面 2 5 に防食溶液 4 が浸透したことを検知するまで、排水弁は閉じており、溶液貯蔵部 2 3 から防食溶液 4 は排水されない。一方、水分検知部 3 が表面 2 5 に防食溶液 4 が浸透したことを検知すると、制御装置 1 からの制御信号に応じて、排水弁が作動し、排水弁が開放され、防食溶液 4 が排水部 2 4 を介して、地中などの外部に排出される。

[0041] また、排水部 2 4 は、溶液貯蔵部 2 3 から防食溶液 4 を排出するための排水ポンプを有してもよい。水分検知部 3 が表面 2 5 に防食溶液 4 が浸透したことを検知すると、制御装置 1 からの制御信号に応じて、排水ポンプが作動し、防食溶液 4 が排水部 2 4 を介して、地中などの外部に排出される。

[0042] 次に、本実施形態の防食処理について説明する。

[0043] 図 5 は、防食処理の処理フローの一例を示す図である。まず、制御装置 1 は、溶液貯蔵部 2 3 に防食溶液 4 を貯蔵するために排水部 2 4 の作動を停止する（ステップ S 1）。例えば、排水部 2 4 の排水弁は閉じられた状態であり、または、排水部 2 4 の排水ポンプは作動していない状態である。

[0044] 排水部 2 4 が作動していない状態で、コンクリート 2 1 に囲まれた溶液貯蔵部 2 3 に防食溶液 4 を供給する（ステップ S 2）。防食溶液 4 の溶媒に雨水を用いる場合は、雨が降るのを待つ。溶液貯蔵部 2 3 に防食溶液 4 が供給されることで、湿潤工程が開始される。湿潤工程では、防食溶液 4 がコンク

リート 2 1 に浸透および拡散することで、コンクリート 2 1 を介して鉄筋 2 2 の近傍に浸透し、鉄筋 2 2 近傍のコンクリート 2 1 のアルカリ化により鉄筋 2 2 を不働体化する。

[0045] 水分検知部 3 は、防食溶液 4 がコンクリート 2 1 の表面 2 5 まで浸透したか否かを判別する（ステップ S 3）。水分検知部 3 は、コンクリート 2 1 の表面 2 5 で防食溶液 4 を検知した場合（ステップ S 3：YES）、検知信号を制御装置 1 に送信する。制御装置 1 は、検知信号を受信すると、排水させるための制御信号を排水部 2 4 に送信する。

[0046] 排水部 2 4 は、制御信号に従って作動し、溶液貯蔵部 2 3 の防食溶液 4 を鉄筋コンクリート構造物 2 の外部に排水する（ステップ S 4）。防食溶液 4 が排水されることで、コンクリート 2 1 は自然乾燥し、コンクリート 2 1 から水分が除去される。すなわち、排出工程（乾燥工程）が開始され、水分が除去されることで、防食溶液 4 の中の溶質（例えば水酸化カルシウム、炭酸カルシウムなど）が析出され、鉄筋 2 2 の表面に防食性被膜が形成される。

[0047] このように、本実施形態では、溶液貯蔵部 2 3 に防食溶液 4 を溜めて、防食溶液 4 がコンクリート 2 1 を介して鉄筋 2 2 近傍に浸透することで、鉄筋 2 2 近傍のコンクリート 2 1 がアルカリ化し、鉄筋 2 2 表面を不働態化することができる。また、本実施形態では、防食溶液 4 を排出し、コンクリート 2 1 を自然乾燥することで、防食溶液 4 の中の溶質の析出による防食性被膜を鉄筋 2 2 に形成することができる。すなわち、コンクリート 2 1 内部に含浸させた防食溶液 4 の水分を除去し、乾燥させることで、防食溶液 4 のアルカリ成分が中性化されて防食性被膜が形成され、当該防食性被膜が鉄筋 2 2 表面を覆うように固着形成される。これにより、防食性能が発現する。防食性被膜は、防食溶液 4 のアルカリ成分、または雨水の含浸によりコンクリート 2 1 から浸出したアルカリ成分が、水分の除去により中性化して形成されたものである。

[0048] なお、コンクリートの主成分である水酸化カルシウムを主成分とする防食溶液 4 を用いる場合、湿潤工程において、ひび割れが発生した部分の中性化

したコンクリートをアルカリ化し、排出工程において、水酸化カルシウムおよび炭酸カルシウムの析出による防食性被膜が生成される。炭酸カルシウムは、水酸化カルシウムが空気中の二酸化炭素と接触および反応することで析出される。

[0049] また、本実施形態では、鉄筋コンクリート構造物 2 の表面に設置された水分検知部 3 が防食溶液 4 を検知し、また、自然乾燥によりコンクリート 2 1 を乾燥させる。このため、比較的長い時間、コンクリート 2 1 に防食溶液 4 を含浸させた状態を維持することができる。

[0050] <変形例>

次に、本実施形態の排水部 2 4 の変形例について説明する。図 3 に示す本実施形態の排水部 2 4 は、排水弁または排水ポンプなどのコンクリート 2 1 とは異なる排水機構を備えるものである。本変形例の排水部は、溶液貯蔵部 2 3 を囲む一部のコンクリート 2 1 の厚さを調整することで、防食溶液 4 を外部に排水する。

[0051] 図 6 は、本変形例の排水部 2 4 A を説明するための図である。本変形例では、図 4 に示す排水部 2 4 のかわりに、コンクリート 2 1 と同じ材質のコンクリートである排水部 2 4 A を有する。また、本変形例では、水分検知部 3 および制御装置 1 は不要である。その他は、図 3 および図 4 に示す実施形態と同様である。

[0052] 本変形例では、溶液貯蔵部 2 3 の一部の厚さ t を、下記の式の範囲の厚みにすることで自動的に溶液貯蔵部 2 3 から防食溶液 4 を排出する。

[0053] $a \leq t < b$

図 6 に示すように、 a は溶液貯蔵部 2 3 から鉄筋 2 2 までのコンクリート 2 1 の厚さであり、 b はコンクリート 2 1 全体の厚さである。排水部 2 4 A の厚さ t を a 以上とし、排水部 2 4 A を鉄筋コンクリート構造物 2 のコンクリート 2 1 と同じ構成のコンクリートとすることで、少なくとも鉄筋 2 2 に防食溶液 4 が到達するのに要する時間、溶液貯蔵部 2 3 で防食溶液 4 を保持することが可能となる。排水部 2 4 A の厚さは、図示する例では溶液貯蔵部 2 3 の

底部から鉄筋コンクリート構造物 2 の外部までの厚さである。

[0054] すなわち、本変形例の排水部 2 4 A は、鉄筋コンクリート構造物 2 のコンクリート 2 1 と同じコンクリートで形成され、排水部 2 4 A の厚さ t は、溶液貯蔵部 2 3 と鉄筋 2 2 との間のコンクリート 2 1 の厚さ a 以上であって、溶液貯蔵部 2 3 と鉄筋 2 2 を介したコンクリート 2 1 の表面 2 5 までの厚さ b 未満である。このように、排水部 2 4 A の厚さ t を、 a 以上とすることで、鉄筋 2 2 に防食溶液 4 が到達した後に、防食溶液 4 が拡散することで鉄筋コンクリート構造物 2 の外部に排出される。

[0055] 以上説明した本実施形態および変形例では、鉄筋コンクリートのコンクリート 2 1 内部に保持された防食溶液 4 を、コンクリート 2 1 を介して鉄筋 2 2 の近傍に浸透させて鉄筋 2 2 を不働体化させる湿潤工程と、防食溶液 4 がコンクリート 2 1 の表面 2 5 まで浸透したことを検知する検知工程と、検知工程で防食溶液 4 を検知した後に、防食溶液 4 をコンクリート 2 1 の外部に排出し、鉄筋 2 2 の表面に防食性被膜を形成する排水工程とを備える。

[0056] これにより本実施形態では、鉄筋コンクリート内部の鉄筋 2 2 の腐食を抑制し、鉄筋コンクリートを簡易に低コストで補修することができる。すなわち、従来では、鉄筋コンクリート構造物のひび割れ部の補修には、コンクリート工作機や電気化学装置等の大型の装置が必要で、コンクリートの除去など煩雑なプロセスが必要であったが、本実施形態では、防食溶液 4 をコンクリートに浸透させ、防食溶液 4 を排出し自然乾燥させるという簡便な方法で、防食効果を鉄筋に付与し、鉄筋コンクリート構造物 2 の補修を実施することができる。

[0057] したがって本実施形態および変形例では、微小なひび割れが生じた鉄筋コンクリート構造物 2 に対し、鉄筋 2 2 の露出を伴う施工を要することなく、簡便かつ安価に鉄筋コンクリート構造物 2 の防食および補修が可能となる。また、本実施形態は、鉄筋コンクリート構造物の点検作業において、ひび割れを検知した際の処置としても有用な技術である。

[0058] また、本実施形態および変形例では、鉄筋 2 2 近傍に防食溶液 4 を供給し

た後で溶液貯蔵部 2 3 から防食溶液 4 を排出する。これにより、鉄筋 2 2 を防食することができるとともに、防食溶液 4 の凍結膨張による鉄筋コンクリート構造物 2 への応力負荷を防止することができる。

[0059] なお、上記説明した制御装置 1 には、例えば、CPU (Central Processing Unit、プロセッサ) と、メモリと、ストレージ (HDD : Hard Disk Drive、SSD : Solid State Drive) と、通信装置と、入力装置と、出力装置とを備える汎用的なコンピュータシステムを用いることができる。このコンピュータシステムにおいて、CPUがメモリ上にロードされた制御装置 1 用のプログラムを実行することにより、制御装置 1 の各機能が実現される。また、制御装置 1 用のプログラムは、HDD、SSD、USBメモリ、CD-ROM、DVD-ROM、MOなどのコンピュータ読取り可能な記録媒体に記憶することも、ネットワークを介して配信することもできる。

[0060] また、本発明は上記実施形態に限定されるものではなく、その要旨の範囲内で数々の変形が可能である。なお、上記実施形態では、水分検知部 3 は検知信号を制御装置 1 に送信し、制御装置 1 が排水部 2 4 に制御信号を送信することとした。しかしながら、水分検知部 3 と排水部 2 4 とが電氣的、物理的、またはネットワークを介して接続され、水分検知部 3 が、検知信号を直接、排水部 2 4 に送信し、排水部 2 4 は検知信号を受信することで作動してもよい。この場合、制御装置 1 は不要である。

符号の説明

- [0061] 1 : 制御装置
 2 : 鉄筋コンクリート構造物
 2 1 : コンクリート
 2 2 : 鉄筋
 2 3 : 溶液貯蔵部
 2 4、2 4 A : 排水部
 2 5 : 表面
 3 : 水分検知部

請求の範囲

- [請求項1] 鉄筋コンクリートの鉄筋の腐食を抑制する防食方法であって、
前記鉄筋コンクリートのコンクリート内部に保持された防食溶液を、前記コンクリートを介して前記鉄筋の近傍に浸透させて前記鉄筋を不働体化させる湿潤工程と、
前記防食溶液が前記コンクリートの表面まで浸透したことを検知する検知工程と、
前記検知工程で前記防食溶液を検知した後に、前記防食溶液を前記コンクリートの外部に排出し、前記鉄筋の表面に防食性被膜を形成する排水工程と、を備えること
を特徴とする防食方法。
- [請求項2] 鉄筋コンクリートの鉄筋の腐食を抑制する防食装置であって、
前記鉄筋コンクリートのコンクリート内部に形成され、防食溶液を保持する貯蔵部と、
前記防食溶液が前記コンクリートの表面まで浸透したことを検知する検知部と、
前記検知部が前記防食溶液を検知した後に、前記貯蔵部から前記防食溶液を排出する排水部と、を有し、
前記防食溶液は、前記コンクリートを介して前記鉄筋の近傍に浸透して前記鉄筋を不働体化し、前記鉄筋の表面に防食性被膜を形成する溶液であること
を特徴とする防食装置。
- [請求項3] 前記排水部は、前記貯蔵部から前記防食溶液を排出する排水弁を有し、
前記検知部が前記防食溶液を検知すると、前記排水弁が作動すること
を特徴とする請求項2に記載の防食装置。
- [請求項4] 前記排水部は、前記貯蔵部から前記防食溶液を排出する排水ポンプ

を有し、

前記検知部が前記防食溶液を検知すると、前記排水ポンプが作動すること

を特徴とする請求項2に記載の防食装置。

[請求項5]

鉄筋コンクリートの鉄筋の腐食を抑制する防食装置であって、

前記鉄筋コンクリートのコンクリート内部に形成され、防食溶液を保持する貯蔵部と、

前記貯蔵部から前記防食溶液を排出する排水部と、を有し、

前記防食溶液は、前記コンクリートを介して前記鉄筋の近傍に浸透して前記鉄筋を不働体化し、前記鉄筋の表面に防食性被膜を形成する溶液であり、

前記排水部は、前記コンクリートと同じコンクリートで形成され、前記排水部の厚さは、前記貯蔵部と前記鉄筋との間のコンクリートの厚さ以上であって、前記貯蔵部と前記鉄筋を介した前記コンクリートの表面までの厚さ未満であること

を特徴とする防食装置。

[請求項6]

前記防食溶液は、pH7からpH12の範囲のpH値であること

を特徴とする請求項2から5のいずれか1項に記載の防食装置。

[請求項7]

前記防食溶液は、雨水を溶媒とし、前記雨水に前記コンクリートの未中性化領域の水酸化カルシウムが溶出することでアルカリ化した溶液であること

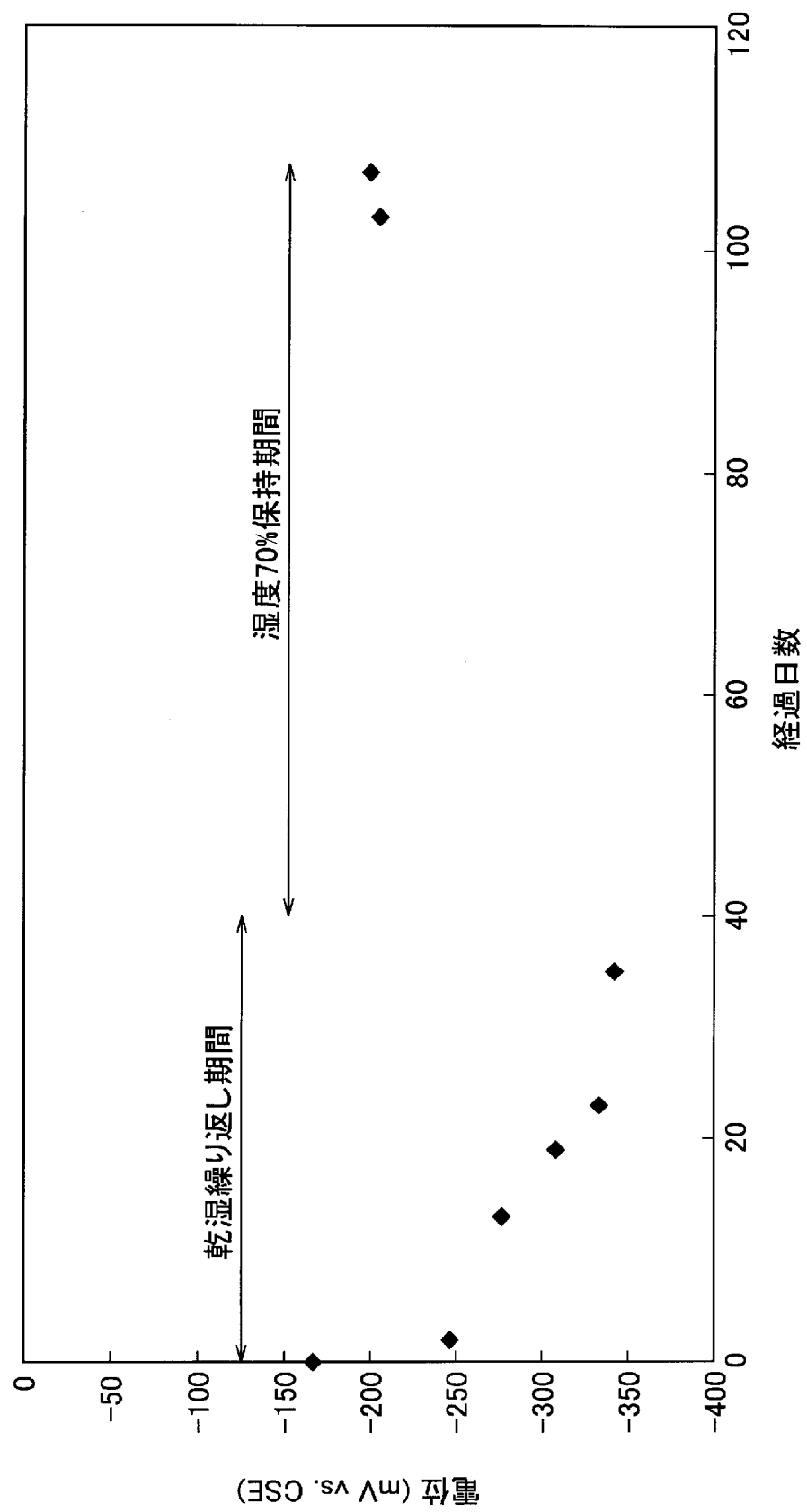
を特徴とする請求項2から6のいずれか1項に記載の防食装置。

[請求項8]

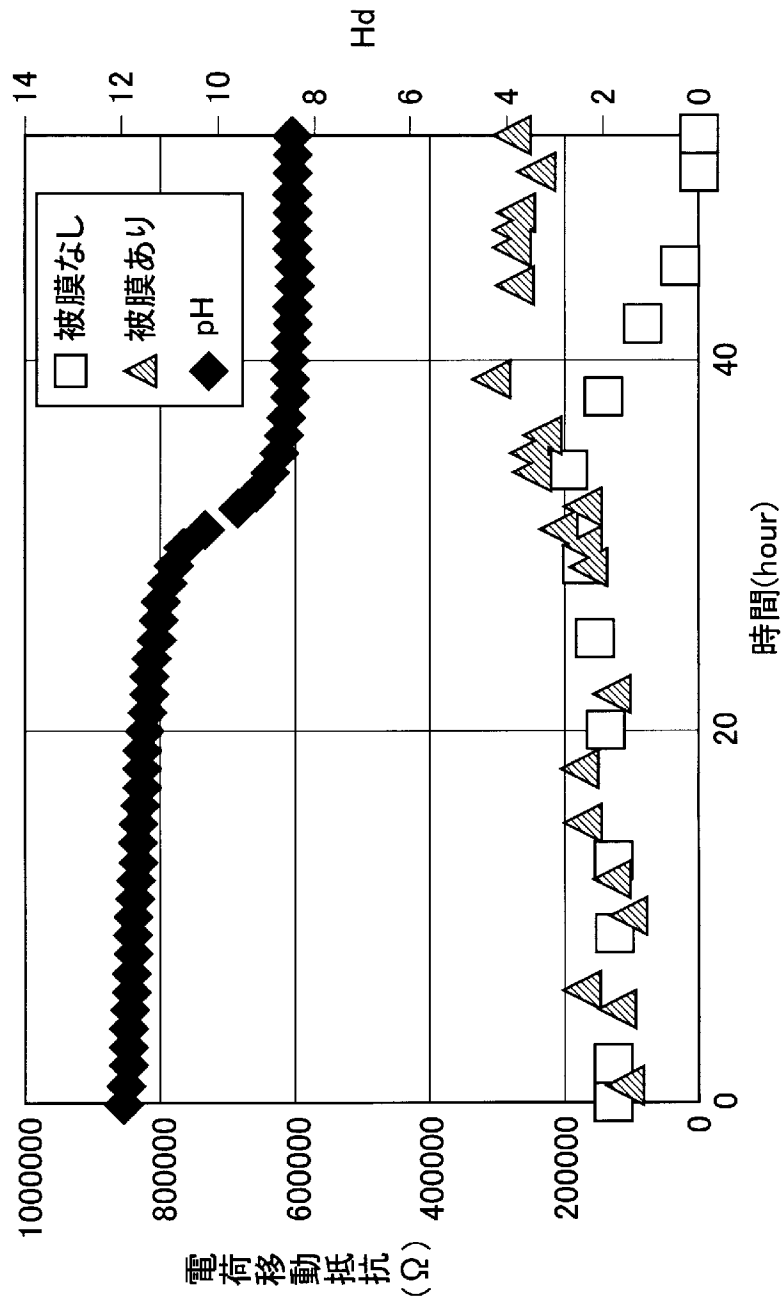
前記防食溶液は、炭酸水素ナトリウム、水酸化カリウム、水酸化ナトリウムおよび水酸化カルシウムの少なくとも1つを含むこと

を特徴とする請求項2から6のいずれか1項に記載の防食装置。

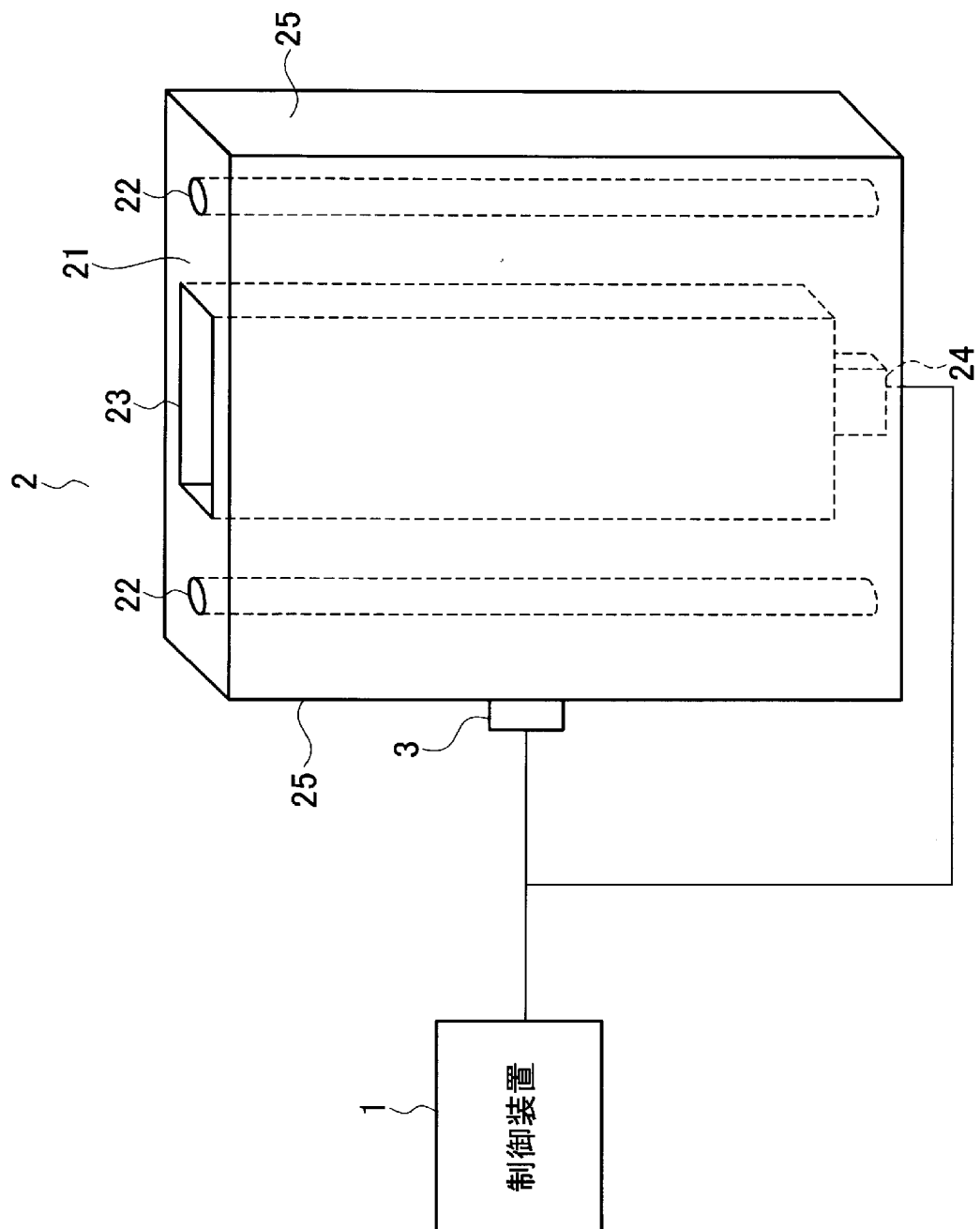
[図1]



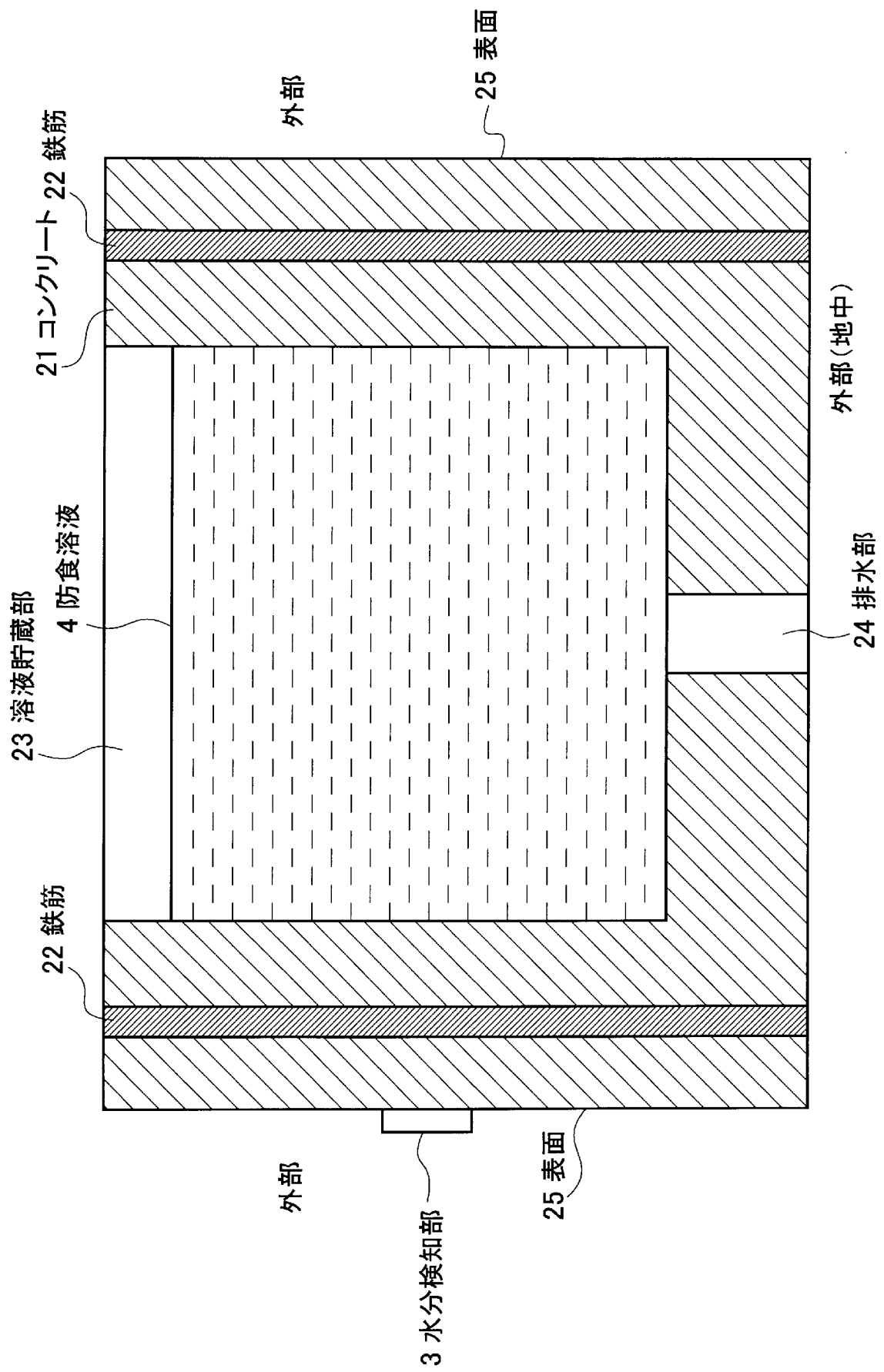
[図2]



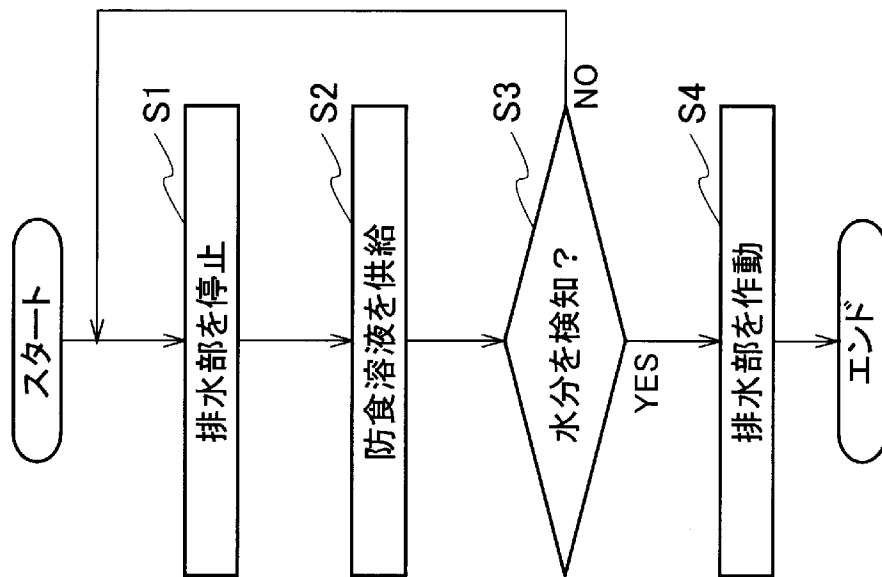
[図3]



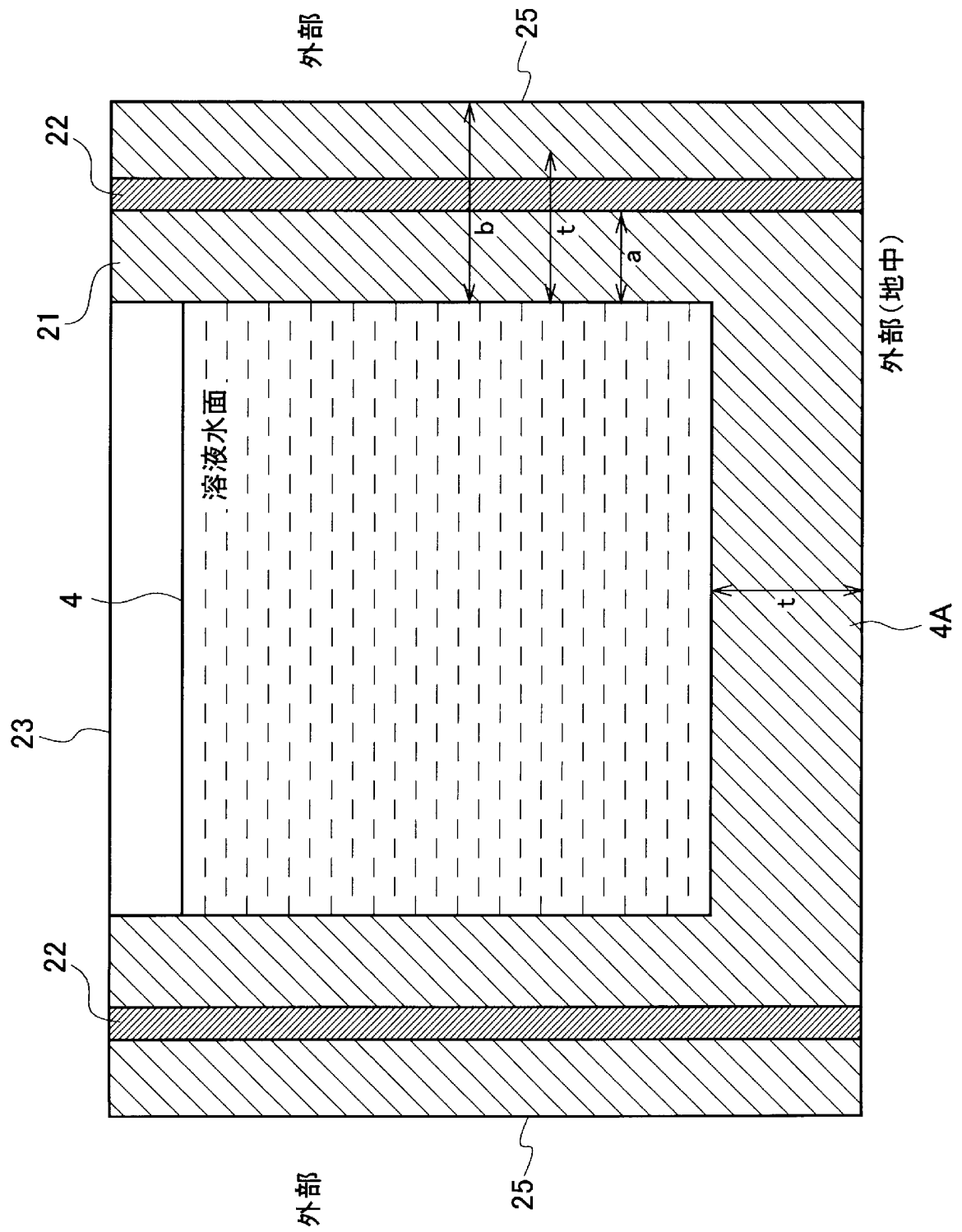
[図4]



[図5]



[図6]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2020/004447

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl. E04G23/02 (2006.01) i
FI: E04G23/02

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)

Int. Cl. E04G23/02, C23F11/00, G01N33/38

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

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2020
Registered utility model specifications of Japan 1996-2020
Published registered utility model applications of Japan 1994-2020

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.
Y	JP 2007-2585 A (HASEGAWA KOMUTEN KK) 11 January 2007, paragraphs [0001]-[0034], fig. 1-3	1-4, 6-8
Y	JP 2011-153497 A (MAEDA CONSTRUCTION CORP.) 11 August 2011, paragraphs [0073]-[0078], fig. 3	1-4, 6-8
Y	JP 9-67937 A (OBAYASHI CORP.) 11 March 1997, paragraphs [0014]-[0020]	6-8
Y	JP 2010-189871 A (MIYAMOTO, Akio) 02 September 2010, paragraph [0014]	7-8
X	JP 3056298 U (OZAWA CONCRETE INDUSTRY CO., LTD.) 12 February 1999, paragraphs [0013], [0014], fig. 3	5-8

☐ 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
05.03.2020

Date of mailing of the international search report
17.03.2020

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2020/004447

Patent Documents referred to in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 2007-2585 A	11.01.2007	(Family: none)	
JP 2011-153497 A	11.08.2011	(Family: none)	
JP 9-67937 A	11.03.1997	(Family: none)	
JP 2010-189871 A	02.09.2010	(Family: none)	
JP 3056298 U	12.02.1999	(Family: none)	

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2020/004447

The International Searching Authority has found that this international application has two or more inventions, as shall be explained below.

(Invention 1) Claims 1-4, and claims 6-8 citing claims 2-4

Claims 1-2 have the special technical feature of "detecting that an anti-corrosion solution has penetrated to the surface of concrete."

Accordingly, claims 1-4, and claims 6-8 citing claims 2-4 are classified as invention 1.

(Invention 2) Claim 5, and claims 6-8 citing claim 5

Claim 5 shares with claim 2 classified as invention 1, the feature of "an anti-corrosion device that suppresses corrosion of the reinforcement in reinforced concrete, the device having a storage part that is formed inside the concrete of the reinforced concrete and holds an anti-corrosion solution, and a drainage part that discharges the anti-corrosion solution from the storage part, wherein the anti-corrosion solution penetrates through the concrete to the vicinity of the reinforcement to passivate the reinforcement and to form an anti-corrosive coating film on the surface of the reinforcement." However, this feature does not make a contribution over the prior art in light of the content disclosed in document 1, and thus this feature cannot be said to be a special technical feature. Furthermore, there is no other identical or corresponding special technical feature between these inventions.

Moreover, claim 5 is not a dependent claim of claim 1 or 2. Additionally, claim 5 is not substantially identical to or similarly closely related to any of the claims classified as invention 1.

Therefore, claim 5 cannot be classified as invention 1.

Claim 5 has the special technical feature of "the drainage part

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2020/004447

is formed of the same concrete as the aforementioned concrete, and the thickness of the drainage part is equal to or greater the thickness of the concrete between the storage part and the reinforcement, and less than the thickness as measured from the storage part to the surface of the concrete through the reinforcement."

Accordingly, claim 5 and claims 6-8 citing claim 5 are classified as invention 2.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） E04G 23/02(2006.01)i FI: E04G23/02														
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（IPC）） E04G23/02; C23F11/00; G01N33/38 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 <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922 - 1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971 - 2020年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996 - 2020年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994 - 2020年</td> </tr> </table> 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）			日本国実用新案公報	1922 - 1996年	日本国公開実用新案公報	1971 - 2020年	日本国実用新案登録公報	1996 - 2020年	日本国登録実用新案公報	1994 - 2020年				
日本国実用新案公報	1922 - 1996年													
日本国公開実用新案公報	1971 - 2020年													
日本国実用新案登録公報	1996 - 2020年													
日本国登録実用新案公報	1994 - 2020年													
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												
Y	JP 2007-2585 A（株式会社長谷工コーポレーション）11.01.2007（2007 - 01 - 11） 段落0001 - 0034、図1 - 3	1-4, 6-8												
Y	JP 2011-153497 A（前田建設工業株式会社）11.08.2011（2011 - 08 - 11） 段落0073 - 0078、図3	1-4, 6-8												
Y	JP 9-67937 A（株式会社大林組）11.03.1997（1997 - 03 - 11） 段落0014 - 0020	6-8												
Y	JP 2010-189871 A（宮本 明雄）02.09.2010（2010 - 09 - 02） 段落0014	7-8												
X	JP 3056298 U（小沢コンクリート工業株式会社）12.02.1999（1999 - 02 - 12） 段落0013 - 0014、図3	5-8												
☐ 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。														
<table border="0"> <tr> <td>* 引用文献のカテゴリー</td> <td>“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抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの</td> </tr> <tr> <td>“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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）</td> <td>“&” 同一パテントファミリー文献</td> </tr> <tr> <td>“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献</td> <td></td> </tr> <tr> <td>“P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献</td> <td></td> </tr> </table>			* 引用文献のカテゴリー	“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抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの	“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの	“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	“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	“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	“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）	“&” 同一パテントファミリー文献	“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の日の後に公表された文献	
* 引用文献のカテゴリー	“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抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの													
“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの	“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													
“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	“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													
“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）	“&” 同一パテントファミリー文献													
“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の日の後に公表された文献														
国際調査を完了した日 05.03.2020	国際調査報告の発送日 17.03.2020													
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	権限のある職員（特許庁審査官） 兼丸 弘道 2E 5717 電話番号 03-3581-1101 内線 3245													

第Ⅲ欄 発明の単一性が欠如しているときの意見（第１ページの３の続き）

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるとこの国際調査機関は認めた。

（発明１）請求項１－４、及び請求項２－４を引用する請求項６－８

請求項１－２は、「防食溶液がコンクリートの表面まで浸透したことを検知する」という特別な技術的特徴を有している。

よって、請求項１－４、及び請求項２－４を引用する請求項６－８は、発明１に区分する。

（発明２）請求項５、及び請求項５を引用する請求項６－８

請求項５は、発明１に区分された請求項２と、「鉄筋コンクリートの鉄筋の腐食を抑制する防食装置であって、前記鉄筋コンクリートのコンクリート内部に形成され、防食溶液を保持する貯蔵部と、前記貯蔵部から前記防食溶液を排出する排水部と、を有し、前記防食溶液は、前記コンクリートを介して前記鉄筋の近傍に浸透して前記鉄筋を不働体化し、前記鉄筋の表面に防食性被膜を形成する溶液である」という共通の技術的特徴を有している。しかしながら、当該技術的特徴は、文献１の開示内容に照らして、先行技術に対する貢献をもたらすものではないから、当該技術的特徴は、特別な技術的特徴であるとはいえない。また、これらの発明の間には、他に同一の又は対応する特別な技術的特徴は存在しない。

さらに、請求項５は、請求項１又は２の従属請求項ではない。また、請求項５は、発明１に区分されたいずれの請求項に対しても実質同一又はそれに準ずる関係にはない。

したがって、請求項５は発明１に区分できない。

そして、請求項５は、「前記排水部は、前記コンクリートと同じコンクリートで形成され、前記排水部の厚さは、前記貯蔵部と前記鉄筋との間のコンクリートの厚さ以上であって、前記貯蔵部と前記鉄筋を介した前記コンクリートの表面までの厚さ未満である」という特別な技術的特徴を有している。

よって、請求項５、及び請求項５を引用する請求項６－８は、発明２に区分する。

1. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求項について作成した。
2. ☒ 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求項について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったので、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求項のみについて作成した。
4. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったので、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求項について作成した。

追加調査手数料の異議の
申立てに関する注意

- ☐ 追加調査手数料及び、該当する場合には、異議申立手数料の納付と共に、出願人から異議申立てがあった。
- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあったが、異議申立手数料が納付命令書に示した期間内に支払われなかった。
- ☐ 追加調査手数料の納付はあったが、異議申立てはなかった。

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2020/004447

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2007-2585	A	11.01.2007	(ファミリーなし)	
JP	2011-153497	A	11.08.2011	(ファミリーなし)	
JP	9-67937	A	11.03.1997	(ファミリーなし)	
JP	2010-189871	A	02.09.2010	(ファミリーなし)	
JP	3056298	U	12.02.1999	(ファミリーなし)	