



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2021년07월15일

(11) 등록번호 10-2277331

(24) 등록일자 2021년07월08일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C25D 9/10 (2006.01) E04B 1/64 (2006.01)(52) CPC특허분류
C25D 9/10 (2013.01)
E04B 1/642 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2020-0008016

(22) 출원일자 2020년01월21일

심사청구일자 2020년01월21일

(56) 선행기술조사문헌

JP2004257021 A*

KR101523589 B1*

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

동아대학교 산학협력단

부산광역시 사하구 낙동대로550번길 37, 동아대학교 내 (하단동)

(72) 발명자

김재경

부산광역시 사하구 낙동대로550번길 37, 동아대학교 P2312

기성훈

부산광역시 사하구 낙동대로550번길 37, 동아대학교 P2312

이정재

부산광역시 사하구 낙동대로550번길 37, 동아대학교 P2312

(74) 대리인

정남진

전체 청구항 수 : 총 4 항

심사관 : 한석환

(54) 발명의 명칭 콘크리트 구조물속에서 부식된 철근의 재부동태화를 위한 전기화학적 전착공법

(57) 요약

본 발명은 콘크리트 구조물속에서 부식된 철근의 재부동태화를 위한 전기화학적 전착공법에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 일반적으로 사용되는 전기화학적 장치시스템인 정류기를 사용하여, 콘크리트 속 부식된 철근은 음극(-)이 되도록 하며 스테인레스 혹은 티탄과 같은 금속을 양극(+)으로 하여, 0.1~0.3M 농도의 $Mg(OH)_2$ 전해질 용

(뒷면에 계속)

대표도 - 도2



액속에서 전착을 진행하여 재부동태화를 시킴으로서 공정시간 단축 및 효과를 극대화 시켜 유지/보수 비용을 대폭 감소시킬 수 있도록 하는 콘크리트 구조물속에서 부식된 철근의 재부동태화를 위한 전기화학적 전착공법에 관한 것이다.

본 발명의 바람직한 일 실시예는 (a) 내부에 부식된 철근이 구성된 콘크리트를 정류기를 사용하여, 0.1~0.3M 농도의 $Mg(OH)_2$ 전해질 용액속에서 전기화학적 전착을 진행하는 단계; (b) NaOH 용액을 사용하여 콘크리트를 침지시켜, 콘크리트 표면 및 내부에 Free OH^- 이온을 침투시켜, Free Mg^{2+} 와 반응시키도록 하는 단계; (c) 콘크리트를 건조처리하는 단계;를 포함하여 이루어진다.

명세서

청구범위

청구항 1

- (a) 내부에 부식된 철근이 구성된 콘크리트를 정류기를 사용하여, 0.1~0.3M 농도의 $Mg(OH)_2$ 전해질 용액속에서 전기화학적 전착을 진행하는 단계;
- (b) NaOH 용액을 사용하여 콘크리트를 침지시켜, 콘크리트 표면 및 내부에 Free OH^- 이온을 침투시켜, Free Mg^{2+} 와 반응시키도록 하는 단계;
- (c) 콘크리트를 건조처리하는 단계;를 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 콘크리트 구조물속에서 부식된 철근의 재부동태화를 위한 전기화학적 전착공법.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

- (a) 단계에서,

전류밀도는 $2\sim 10\mu A/cm^2$ 인 것을 특징으로 하는 콘크리트 구조물속에서 부식된 철근의 재부동태화를 위한 전기화학적 전착공법.

청구항 3

청구항 1에 있어서,

- (a) 단계에서,

Mg^{2+} 이온을 전기화학적인 방법으로 콘크리트 속에 매입된 철근표면에 24시간동안 농축시키도록 하는 것을 특징으로 하는 콘크리트 구조물속에서 부식된 철근의 재부동태화를 위한 전기화학적 전착공법.

청구항 4

청구항 1에 있어서,

- (b) 단계에서,

국부적으로 중성화된 콘크리트를 pH12~13 NaOH 전해질로 처리함으로써 Mg^{2+} 이온을 $Mg(OH)_2$ 로 석출속도를 증가시키는 것을 특징으로 하는 콘크리트 구조물속에서 부식된 철근의 재부동태화를 위한 전기화학적 전착공법.

발명의 설명

기술 분야

[0001]

본 발명은 콘크리트 구조물속에서 부식된 철근의 재부동태화를 위한 전기화학적 전착공법에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 일반적으로 사용되는 전기화학적 장치시스템인 정류기를 사용하여, 콘크리트 속 부식된 철근은 음극(-)이 되도록 하며 스테인레스 혹은 티탄과 같은 금속을 양극(+)으로 하여, 0.1~0.3M 농도의 $Mg(OH)_2$ 전해질 용액속에서 전착을 진행하여 재부동태화를 시킴으로서 공정시간 단축 및 효과를 극대화 시켜 유지/보수 비용을 대폭 감소시킬 수 있도록 하는 콘크리트 구조물속에서 부식된 철근의 재부동태화를 위한 전기화학적 전착공법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002]

해상 교각 및 겨울철 제설작업에 의한 염화물 이온이 콘크리트속으로 침투하여 철근의 부식을 일으켜, 철근 콘

콘크리트 구조물의 수명을 급속히 단축시킨다.

[0003] 그러나, 종래의 기술은 $MgCl_2$, $ZnSO_4$, $AgNO_3$, $CuCl_2$, $Mg(NO_3)_2$, $CuSO_4$ 와 같은 전해액을 사용하여, 수주 이상의 긴 처리시간을 사용하였다. 특히, 상기 용질을 전착용액으로 사용하면, 수용액 중에 그 용질이 전리될 경우, 철근 부식속도를 증가시킬 수 있는 Cl^- , SO_4^{2-} , NO_3^{2-} 와 같은 철근에 유해한 이온을 함유하고 있다.

[0004] 본 발명의 배경이 되는 기술로는 대한민국 특허등록 제1081991호 "전기화학적 전착기법을 이용한 콘크리트 균열의 인공균열치유방법"(특허문헌 1)이 있다. 상기 배경기술에서는 '콘크리트 구조물의 균열부에 전해액을 주입하는 단계; 상기 전해액과 전기적으로 접하도록 양극을 배치하는 단계; 콘크리트 구조물 내부에 설치된 전기전도성 부재를 음극으로 하여 상기 양극과 음극에 통전되도록 전류를 인가하는 단계; 및 인가된 전류에 의해 상기 전기화학적 반응을 하여 전착물을 균열부에 석출시키는 단계; 를 포함하되, 상기 전해액은 몰농도 $0.1 \sim 0.5 \text{ mol/l}$ 의 $MgCl_2$ 이고, 상기 전류의 전류밀도는 $0.01 \sim 0.03 \text{ A/m}^2$ 인 것을 특징으로 하는 전기화학적 전착기법을 이용한 콘크리트 균열의 인공균열치유방법'을 제안한다.

[0005] 그러나 상기 배경기술은 금속에 유해한 음이온을 함유한 전착용액을 사용하며, 철근부식의 주요원인이 콘크리트 중성화임에도 불구하고, 그 대응공법의 부재(전착용액의 낮은 pH) 등에 의해서, 큰 전착효과를 보여주지 못하는 문제점이 있었다.

선행기술문헌

특허문헌

[0006] (특허문헌 0001) 대한민국 특허등록 제1081991호 "전기화학적 전착기법을 이용한 콘크리트 균열의 인공균열치유방법"

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위한 것으로, 일반적으로 사용되는 전기화학적 장치시스템인 정류기를 사용하여, 콘크리트 속 부식된 철근은 음극(-)이 되도록 하며 스테인레스 혹은 티탄과 같은 금속을 양극(+)으로 하여, $Mg(OH)_2$ 전해질 용액속에서 전착을 진행하여 알칼리성 전착 용액(NaOH, pH12~13)을 사용함으로써 중성화된 콘크리트의 알칼리화 및 부식된 철근표면에 석회질 석출을 가속화하여 철근의 재부동태화가 가능하도록 함으로써 공정시간 단축 및 효과를 극대화 시켜 유지/보수 비용을 대폭 감소시킬 수 있으며, $Mg(OH)_2$ 를 주성분으로 하는 화합물 형태로 음극표면(철근표면)에 균일하게 석출하여 석회질막(Calcareous deposit)이 코팅되도록 하여 철근표면에 용존산소의 확산을 억제하는 물리적인 장벽이 되어 부식속도를 감소시킬 수 있도록 하는 콘크리트 구조물속에서 부식된 철근의 재부동태화를 위한 전기화학적 전착공법을 제공하는데 그 목적이 있다.

과제의 해결 수단

[0008] 본 발명은 (a) 내부에 부식된 철근이 구성된 콘크리트를 정류기를 사용하여, $0.1 \sim 0.3M$ 농도의 $Mg(OH)_2$ 전해질 용액속에서 전기화학적 전착을 진행하는 단계; (b) NaOH 용액을 사용하여 콘크리트를 침지시켜, 콘크리트 표면 및 내부에 Free OH^- 이온을 침투시켜, Free Mg^{2+} 와 반응시키도록 하는 단계; (c) 콘크리트를 건조처리하는 단계;를 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 콘크리트 구조물속에서 부식된 철근의 재부동태화를 위한 전기화학적 전착공법을 제공하고자 한다.

[0009] 또한, (a) 단계에서, 전류밀도는 $2 \sim 10 \text{ uA/cm}^2$ 인 것을 특징으로 하는 콘크리트 구조물속에서 부식된 철근의 재부동태화를 위한 전기화학적 전착공법을 제공하고자 한다.

[0010] 또한, (a) 단계에서, Mg^{2+} 이온을 전기화학적인 방법으로 콘크리트 속에 매입된 철근표면에 24시간동안 농축시키도록 하는 것을 특징으로 하는 콘크리트 구조물속에서 부식된 철근의 재부동태화를 위한 전기화학적 전착공법을 제공하고자 한다.

[0011] 또한, (b) 단계에서, 국부적으로 중성화된 콘크리트를 pH12~13 NaOH 전해질로 처리함으로써 Mg^{2+} 이온을 $Mg(OH)_2$ 로 석출속도를 증가시키는 것을 특징으로 하는 콘크리트 구조물속에서 부식된 철근의 재부동태화를 위한 전기화학적 전착공법을 제공하고자 한다.

발명의 효과

[0012] 본 발명의 콘크리트 구조물속에서 부식된 철근의 재부동태화를 위한 전기화학적 전착공법은 일반적으로 사용되는 전기화학적 장치시스템인 정류기를 사용하여, 콘크리트 속 부식된 철근은 음극(-)이 되도록 하며 스테인레스 혹은 티탄과 같은 금속을 양극(+)으로 하여, $Mg(OH)_2$ 전해질 용액속에서 전착을 진행하여 알칼리 용액에 의해 중성화된 콘크리트를 알칼리화할 수 있으며 석회질 석출을 가속화하여 철근의 재부동태화가 가능하도록 함으로써 공정시간 단축 및 효과를 극대화 시켜 유지/보수 비용을 대폭 감소시킬 수 있으며, $Mg(OH)_2$ 를 주성분으로 하는 화합물 형태로 음극표면(철근표면)에 균일하게 석출하여 석회질막(Calcareous deposit)이 코팅되도록 하여 철근표면에 용존산소의 확산을 억제하는 물리적인 장벽이 되어 부식속도를 감소시킬 수 있도록 하는 매우 유용한 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0013] 본 명세서에서 첨부되는 다음의 도면들은 본 발명의 바람직한 실시 예를 예시하는 것이며, 발명의 상세한 설명과 함께 본 발명의 기술사상을 더욱 이해시키는 역할을 하는 것이므로, 본 발명은 첨부한 도면에 기재된 사항에만 한정되어서 해석되어서는 아니 된다.

도 1은 해수중에 함유된 이온을 도시한 도이다.

도 2는 본 발명의 콘크리트 구조물속에서 부식된 철근의 재부동태화를 위한 전기화학적 전착공법을 개략적으로 도시한 도이다.

도 3은 철근 부식속도에 따른 분류를 도시한 도이다.

도 4는 본 발명의 콘크리트 구조물속에서 부식된 철근의 재부동태화를 위한 전기화학적 전착공법의 적용효과에 대한 모니터링 결과를 도시한 그래프이다.

도 5는 전착공법을 적용하지 않은 시험체에 대한 분석을 도시한 도이다.

도 6은 본 발명의 콘크리트 구조물속에서 부식된 철근의 재부동태화를 위한 전기화학적 전착공법을 적용한 시험체에 대한 분석을 도시한 도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0014] 아래에서 본 발명은 첨부된 도면에 제시된 실시 예를 참조하여 상세하게 설명이 되지만 제시된 실시 예는 본 발명의 명확한 이해를 위한 예시적인 것으로 본 발명은 이에 제한되지 않는다.

[0015] 이하 바람직한 실시예에 따라 본 발명의 기술적 구성을 상세히 설명하면 다음과 같다.

[0016] 도 1은 해수중에 함유된 이온을 도시한 표이다.

[0017] 일반적으로, 해수중에 침지된 콘크리트속 철근의 부식방지를 위해, 외부전원을 이용한 음극방식법을 장기간 적용할 경우, 도 1에 도시된 바와 같이, 해수중에 함유된 Ca^{2+} , Mg^{2+} 등의 이온들이 철근표면에 석출된다고 알려져 있다. 이러한 석회질 피막은 철근표면에서 용존산소의 확산 및 환원속도를 낮추는 역할을 하며, 철근의 부식속도를 감소시키는 원인중의 하나로 알려져 있다. 하지만, 해수중에 함유된 Ca^{2+} 및 Mg^{2+} 등 석회질 피막을 형성하는 주요 이온의 농도는 매우 희박하여, 장기간에 걸친 음극방식법을 사용하여, 일정전류를 흘려준 이후에야 관찰된다. 특히, Mg^{2+} 이온을 이용하는 전착기술은 $Mg(OH)_2$ 를 주성분으로 하는 화합물 형태로 음극표면(철근표면)에 균일하게 석출하여 코팅되는 것으로 알려져 있다. 이와 같이, $Mg(OH)_2$ 형태로 석출되는 화합물을 석회질막(Calcareous deposit)라고 한다. 철근표면에 생성된 석회질막은 용존산소의 확산을 억제하는 물리적인 장벽이 되어, 부식속도를 감소시킨다.

[0018] 본 발명에서는 부식된 철근의 재부동태화를 위해, 일반적으로 사용되는 전기화학적 장치시스템인 정류기를 사용

하여, 콘크리트 속 부식된 철근은 음극(-)이 되도록 하며, 스테인레스 혹은 티탄과 같은 금속을 양극(+)으로 하여, 0.1~0.3M 농도의 $Mg(OH)_2$ 전해질 용액속에서 전착을 진행하도록 한다.

[0019] 도 2는 본 발명의 콘크리트 구조물속에서 부식된 철근의 재부동태화를 위한 전기화학적 전착공법을 개략적으로 도시한 도이다.

[0020] 도 2에서와 같이, 본 발명의 콘크리트 구조물속에서 부식된 철근의 재부동태화를 위한 전기화학적 전착공법은 먼저, 내부에 부식된 철근이 구성된 콘크리트를 정류기를 사용하여, 0.1~0.3M 농도의 $Mg(OH)_2$ 전해질 용액속에서 전기화학적 전착을 진행하도록 한다(a).

[0021] 정류기를 사용하여, 0.1~0.3M $Mg(OH)_2$ 농도의 용액속에서 일정 전류밀도(약 $2\sim 10\mu A/cm^2$)로 Mg^{2+} 이온을 전기화학적 방법으로 콘크리트 속에 매입된 철근표면에 24시간동안 농축시킨다. 여기서, 철근표면은 음극으로 작용하며, 식 (1)과 같은 반응이 일어나서, 표면에는 $Free OH^-$ 이온이 생성되고, 0.1~0.3M $Mg(OH)_2$ 용액속에서 콘크리트 속 철근표면에 확산된 Mg^{2+} 이온과 반응하여 식 (2)와 같은 반응을 통해, 석회질막으로 석출된다.

[0022] $O_2 + 2H_2O + 4e^- \rightarrow 4OH^-$ 식 (1)

[0023] $2OH^- + Mg^{2+} \rightarrow Mg(OH)_2$ 식 (2)

[0024] $Mg(OH)_2$ 가 0.01M일 경우 전착액의 pH는 약 9 정도이고, 0.1M일 경우는 약 11이 되며, 0.3M의 경우 11.5까지 상승하지만, 그 이상의 농도에서는 거의 변화가 없다. 철근부식의 가속화 시점은 콘크리트 중성화이며, 대략 이때의 pH는 약 9~10 정도이기 때문에, 콘크리트 중성화를 개선하여 알칼리화를 위해서는 pH10이상은 되는 것이 필요하므로 $Mg(OH)_2$ 는 0.1 ~ 0.3M 농도인 것이 바람직하다.

[0025] 이후, NaOH 용액을 사용하여 콘크리트를 침지시켜, 콘크리트 표면 및 내부에 $Free OH^-$ 이온을 침투시켜, $Free Mg^{2+}$ 와 반응시키도록 한다(b).

[0026] 콘크리트 속 철근이 부식문제가 발견될 경우는, 콘크리트 타설 초기 pH13에서 중성화가 이루어져 pH10 정도의 수준으로 감소한다.

[0027] 따라서, 충분한 OH^- 를 생성시켜 $Free Mg^{2+}$ 와 반응을 촉진시켜, $Mg(OH)_2$ 를 석출시키기 위해, 본 단계에서는 24시간동안 NaOH 용액을 사용하여 철근콘크리트 시험체를 침지시켜, 콘크리트 표면 및 내부에 $Free OH^-$ 이온을 침투시켜, $Free Mg^{2+}$ 와 충분히 반응시킨다.

[0028] 도 2에 도시된 바와 같이, 본 발명의 콘크리트 구조물속에서 부식된 철근의 재부동태화를 위한 전기화학적 전착공법을 콘크리트 속에서 부식된 철근에 적용할 경우 철근의 재부동태화가 일어나게 되는 것이다.

[0029] 특히, 국부적으로 중성화된 콘크리트를 pH12~13 NaOH 전해질로 처리함으로써 Mg^{2+} 이온을 $Mg(OH)_2$ 로 석출속도를 증가시키도록 할 수 있다.

[0030] 콘크리트가 처음에 만들어지면 pH13 정도이며, 이 정도 pH에서는 철근은 전혀 부식이 되지 않고, 부동태 상태로 존재하게 된다. 그리고, 콘크리트가 중성화가 되면 pH9~10정도로 감소하게 되며, 이때에는 철근부식속도는 가속하게 된다.

[0031] 따라서, 본 발명에서는 pH12~13 NaOH 전해질로 처리함으로써 가능하면 초기 콘크리트 상태의 pH에 전착용액의 pH를 맞추도록 하여, $Mg(OH)_2$ 에서 전리된 Mg^{2+} 이온, $Ca(OH)_2$ 에서 전리된 Ca^{2+} 이온 등이 이러한 높은 pH속에서 석회질피막($Mg(OH)_2$, $Ca(OH)_2$)으로서 철근표면에 석출하기 쉬운 조건으로 만들도록 할 수 있는 것이다.

[0032] 마지막으로, 콘크리트를 건조처리하도록 한다(c).

[0033] 건조는 자연건조를 포함한 공지의 다양한 방법으로 할 수 있다.

- [0034] 본 발명에서와 같이 콘크리트 속 철근에 대한 전착공법뿐만 아니라, IT, 제강공정 분야에서 사용되는 습식 도금/전착공정 후에 마지막 공정은 건조처리이며 이 과정을 통해, 습식으로 제작된 Layer의 결정화의 Finish가 이루어지며, 어느 정도의 경도를 가지게 된다.
- [0035] 따라서, 만약, 건조를 거치지 않고 바로 부식환경(중성용액)에 노출시키면 미처 석출되지 못한 Mg^{2+} , Ca^{2+} 이온들이 부식환경에 용해되어 콘크리트 밖으로 나갈수도 있기 때문에, 본 발명에서도 건조공정 앞 공정인 고 알칼리 pH용액처리를 함으로서 콘크리트속에 주입된 Free Mg^{2+} , Free Ca^{2+} 이온들이 석회질($Mg(OH)_2$, $Ca(OH)_2$)피막으로 석출하는 데 충분한 시간을 부여하기 위해 건조과정을 거치도록 하였다.
- [0036] <전착효과 시험>
- [0037] 종래에는 $MgCl_2$, $Zn(SO_4)_2$ 등 다양한 종류의 전해질 용액을 사용하여, 전착을 적용한 철근 콘크리트 시험체를 주로 침지한 상태에서 효과검증을 하였다.
- [0038] 전착효과를 검증하기 위해 선택한 부식환경이 비교적 미약한 부식환경인 염화물이 존재하는 침지상태의 부식환경이었지만, 그 효과는 미미한 결과를 나타내었다. 그에 대한 주요원인으로는 ① 저농도의 전착용액, ② 철근부식의 주요원인이 콘크리트 중성화임에도 불구하고, 전착용액의 pH가 중성 혹은 약산성이므로 그 대응공법의 부재 등에 의해서 큰 전착효과를 보여주지 못하였다.
- [0039] 도 3은 철근 부식속도에 따른 분류를 도시한 도이다.
- [0040] 본 발명에서는 종래의 효과검증으로 주로 사용된 부식환경보다 더욱 가혹한 염화물이온(3wt.% NaCl)이 존재하는 침지-건조 부식환경이 반복되는 부식환경에서 전착효과를 검증하였으며, 전착효과를 판정하기 위한 부동태, Low/Middle Corrosion rate 기준은 도 3와 같이 분극저항(R_p)를 측정하여, 그 역수를 이용하였다.
- [0041] 도 4는 본 발명의 콘크리트 구조물속에서 부식된 철근의 재부동태화를 위한 전기화학적 전착공법의 적용효과에 대한 모니터링 결과를 도시한 그래프이다.
- [0042] 도 4(a)~(d)는 콘크리트 속에 매입된 철근이 부식되어, 도 3에 표시된 부동태 및 Low/Middle 부식속도 경계에 도달하게 되면, 도 2에서와 같은 본 발명의 콘크리트 구조물속에서 부식된 철근의 재부동태화를 위한 전기화학적 전착공법을 이용하여 전기화학적 전착한 후, 그 효과를 검증한 것이다.
- [0043] 도 4(a)~(d)의 전착효과에 대한 철근의 재부동태화 모니터링 결과, 본 발명의 콘크리트 구조물속에서 부식된 철근의 재부동태화를 위한 전기화학적 전착공법을 적용하지 않은 경우와 저 농도의 전기화학적 공법을 적용한 결과는 부식된 철근의 재부동태화에 기여하지 않은 것을 보여 주었다.
- [0044] 그러나, 1M~3M $Mg(OH)_2$ 전해질 용액을 사용한 경우는 철근의 부식속도를 감소시켜, 콘크리트에 매입된 철근의 가장 초기 부식속도보다 낮은 상태의 부식속도를 나타내었다.
- [0045] 이는 본 발명의 콘크리트 구조물속에서 부식된 철근의 재부동태화를 위한 전기화학적 전착공법이 콘크리트속 철근이 부식될 경우 철근의 재부동태화에 유효하다는 것을 나타낸 것이다.
- [0046] 도 5는 전착공법을 적용하지 않은 시험체에 대한 분석을 도시한 도이고, 도 6은 본 발명의 콘크리트 구조물속에서 부식된 철근의 재부동태화를 위한 전기화학적 전착공법을 적용한 시험체에 대한 분석을 도시한 도이다.
- [0047] 도 5(a)(b)는 본 발명의 콘크리트 구조물속에서 부식된 철근의 재부동태화를 위한 전기화학적 전착공법을 적용하지 않은 콘크리트 시험체와 적용한 시험체(도 6(a)(b))에 대한 SEM/EDAX를 이용하여 관찰한 결과이다.
- [0048] 분석결과에 의하면, 본 발명의 콘크리트 구조물속에서 부식된 철근의 재부동태화를 위한 전기화학적 전착공법 적용 유무에 관계없이 Mg는 관찰되었으나, 전기화학적 전착을 적용함으로써 다량의 마그네슘이 분석되었으며, 또한, 석출물의 형상도 관찰되었다. 일반적으로 콘크리트에 매입된 철근은 염분 등의 침투에 의해 초기 철근의 부동태상태에서 부식속도가 증가된다. 일단 부식속도가 증가되어 부동태 손상상태가 시작되면, 철근 주위에서 용존산소의 환원속도($O_2 + 2H_2O + 4e \rightarrow 4OH^-$)가 증가하고, 이에 따라 철근의 부식속도($F \rightarrow F^{n+} + ne$)는 동반하여 증가하는 것이다. 하지만, 전착에 의해 마그네슘 등의 석회질 성분은 콘크리트와 부식된 철근계면에 석출하거나 콘크리트 공극 등에 석출하여 용존산소의 확산속도 및 환원속도를 감소시켜 철근의 재부동태화를 가속시키는 것이다.

[0049] 상기와 같은 본 발명의 콘크리트 구조물속에서 부식된 철근의 재부동태화를 위한 전기화학적 전착공법은 일반적으로 사용되는 전기화학적 장치시스템인 정류기를 사용하여, 콘크리트 속 부식된 철근은 음극(-)이 되도록 하며 스테인레스 혹은 티탄과 같은 금속을 양극(+)으로 하여, $Mg(OH)_2$ 전해질 용액속에서 전착을 진행하여 알칼리 용액에 의해 중성화된 콘크리트를 알칼리화할 수 있으며 석회질 석출을 가속화하여 철근의 재부동태화가 가능하도록 함으로써 공정시간 단축 및 효과를 극대화 시켜 유지/보수 비용을 대폭 감소시킬 수 있으며, $Mg(OH)_2$ 를 주성분으로 하는 화합물 형태로 음극표면(철근표면)에 균일하게 석출하여 석회질막(Calcareous deposit)이 코팅되도록 하여 철근표면에 용존산소의 확산을 억제하는 물리적인 장벽이 되어 부식속도를 감소시킬 수 있도록 하는 매우 유용한 효과가 있다.

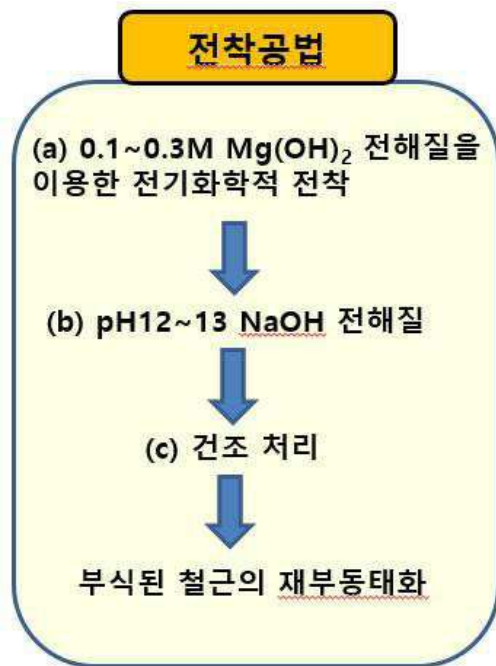
[0050] 지금까지 본 발명은 제시된 실시 예를 참조하여 상세하게 설명이 되었지만 이 분야에서 통상의 지식을 가진 자는 제시된 실시 예를 참조하여 본 발명의 기술적 사상을 벗어나지 않는 범위에서 다양한 변형 및 수정 발명을 만들 수 있을 것이다. 본 발명은 이와 같은 변형 및 수정 발명에 의하여 제한되지 않으며 다만 아래에 첨부된 청구범위에 의하여 제한된다.

도면

도면1

Anions	Component	Symbol	Weight ratio
	Chloride	Cl^-	55.07
	Sulfate	SO_4^{2-}	7.72
	Bicarbonate	HCO_3^-	0.70
	Bromide	Br^-	0.19
	Borate	$H_2BO_3^-$	0.01
	Fluoride	F^-	0.01
Cations	Component	Symbol	Weight ratio
	Sodium	Na^+	30.62
	Magnesium	Mg^{2+}	3.68
	Calcium	Ca^+	1.18
	Potassium	K^+	1.10
	Strontium	Sr^{2+}	0.02

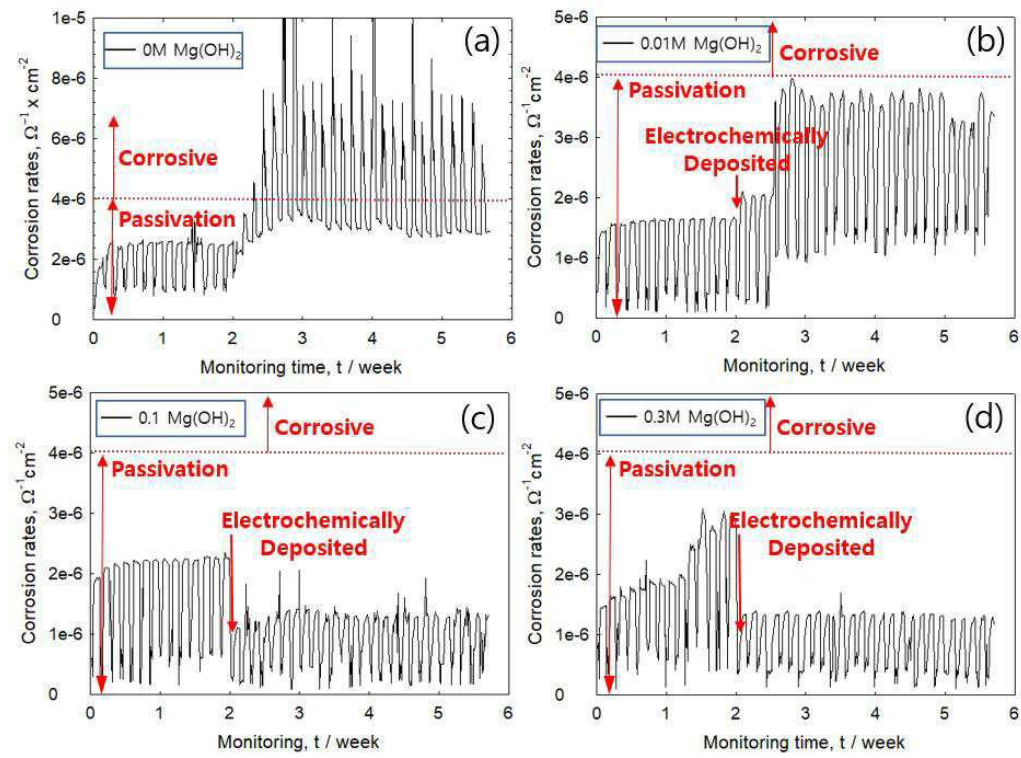
도면2



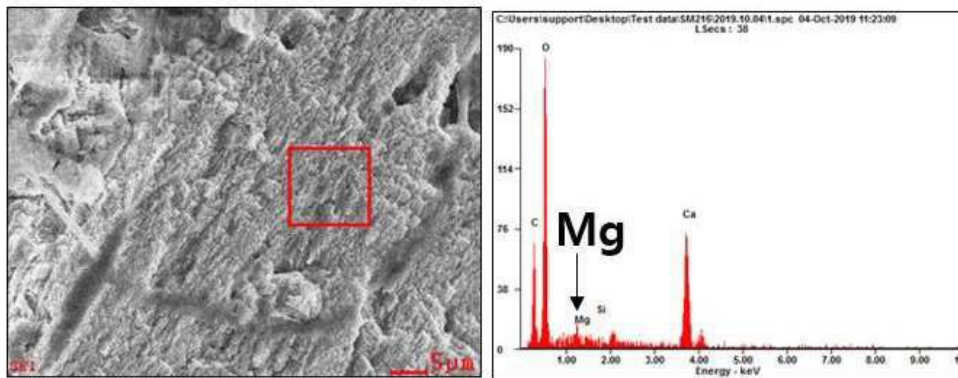
도면3

polarization resistance R_p ($\text{k}\Omega\text{cm}^2$)	corrosion rate
more than 250	passive state
250~25	low/middle
25~2.5	high
2.5~0.25	very high

도면4



도면5



도면6

