(19)日本国特許庁(JP)　(12)公開特許公報(A)　(11)特許出願公開番号
特開2017-14567
(P2017-14567A)
(43)公開日　平成29年1月19日(2017.1.19)

(51)Int.Cl.		F I			テーマコード（参考）
C23F 13/22	(2006.01)	C23F	13/22		4K060
C23F 13/02	(2006.01)	C23F	13/02	L	
C23F 13/10	(2006.01)	C23F	13/02	A	
		C23F	13/10	A	

審査請求 未請求　請求項の数 4　OL　（全 11 頁）

(21)出願番号　特願2015-131542 (P2015-131542)
(22)出願日　平成27年6月30日 (2015.6.30)

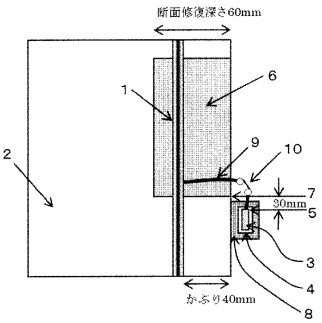
特許法第３０条第２項適用申請有り　発行者名：京都大学　刊行物名：ｈｔｔｐ：／／ｈｄｌ．ｈａｎｄｌｅ．ｎｅｔ／２４３３／１９５９７７　発行日　：平成２７年　１月２３日

(71)出願人　505398963
西日本高速道路株式会社
大阪府大阪市北区堂島一丁目６番２０号
(71)出願人　506045118
株式会社ドーユー大地
広島県広島市西区西観音町１７番１７号
(71)出願人　000003296
デンカ株式会社
東京都中央区日本橋室町二丁目１番１号
(74)代理人　100127513
弁理士　松本　悟
(72)発明者　横山　和昭
大阪府大阪市北区堂島１－６－２０　西日本高速道路株式会社

最終頁に続く

(54)【発明の名称】コンクリート構造物における犠牲陽極工法のモニタリング方法

(57)【要約】　（修正有）
【課題】鉄筋防食性能のモニタリングが可能であるコンクリート構造物における犠牲陽極工法のモニタリング方法の提供。
【解決手段】亜鉛又は亜鉛合金の陽極材３と、陽極材の周りに陽極の不動態の生成を避けるのに充分なｐＨを持った電解質溶液を含有するバックフィル材とで構成された犠牲陽極材４を、コンクリート硬化体２の表面に設置し、コンクリート硬化体の内部の鉄筋１と犠牲陽極材とを電気的に接続する断面修復工法における鉄筋を防食する犠牲陽極工法であって、犠牲陽極材の内部の陽極材の打継界面側端部５が断面修復材６とコンクリート硬化体２の打継界面７上に犠牲陽極材を設置し、リード線９を介して鉄筋１と犠牲陽極材４と接続し、リード線の一部がコンクリート硬化体の表面及び／又は断面修復材６の表面に露出しており、露出したリード線９に電気的な接続の開閉が可能な接続端子１０を備え、電気化学的計測を行う犠牲陽極工法のモニタリング方法。
【選択図】図１



【特許請求の範囲】
【請求項１】
亜鉛又は亜鉛合金の陽極材３と、陽極材３の周りに陽極の不動態の生成を避けるのに充分なｐＨを持った電解質溶液を含有するバックフィル材とで構成された犠牲陽極材４を、コンクリート硬化体２の表面に設置し、コンクリート硬化体２の内部の鉄筋１と犠牲陽極材４とを電気的に接続する鉄筋コンクリート構造物の断面修復工法における鉄筋を防食する犠牲陽極工法のモニタリング工法であって、犠牲陽極材４の内部の陽極材３の打継界面側端部５の位置が、断面修復材６とコンクリート硬化体２の打継界面７上、もしくは、打継界面７から30cm以内のコンクリート硬化体２の表面になるように犠牲陽極材４を設置し、リード線９を介して鉄筋１と犠牲陽極材４と接続し、リード線９の一部がコンクリート硬化体２の表面及び／又は断面修復材６の表面に露出しており、表面に露出したリード線９に電気的な接続の開閉が可能な接続端子１０を備え、電気化学的計測を行うことを特徴とする鉄筋コンクリート構造物の犠牲陽極工法のモニタリング方法。
【請求項２】
表面に露出したリード線９の接続端子１０に、照合電極１１と電位差計１２をつなぎ、リード線９と導通のある鉄筋１及び／又は犠牲陽極材４の電位の測定を行うことを特徴とする請求項１記載のモニタリング方法。
【請求項３】
表面に露出したリード線９の接続端子１０に、電流計をつなぎ、鉄筋１と犠牲陽極材４との間に流れる電流量の測定を行うことを特徴とする請求項１又は２記載のモニタリング方法。
【請求項４】
表面に露出したリード線９の接続端子１０に、分極抵抗値測定装置をつなぎ、リード線９と導通のある鉄筋１及び／又は犠牲陽極材４の表面の分極抵抗値の測定を行うことを特徴とする請求項１～３のいずれか１項に記載のモニタリング方法。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、主に土木・建築分野において用いられるコンクリート構造物の断面修復工法における鉄筋を防食する犠牲陽極工法のモニタリング方法に関するものである。
【背景技術】
【０００２】
コンクリート構造物は、コンクリート構造物の内部に、鋼材が埋め込まれており、コンクリートと鋼材が一体となって、外力を受け持つものであるが、現在早期劣化が問題となっている。
【０００３】
コンクリート構造物の劣化要因としては、塩害、中性化、凍害、アルカリ骨材反応、及び化学的コンクリート腐食等が挙げられ、これら劣化に対する選択可能な補修工法として、断面修復工法、表面保護工法、ひび割れ補修工法、除塩工法、及びアルカリ再付与工法等が挙げられている。
【０００４】
塩害等で劣化したコンクリート構造物の補修工法として、一般に断面修復工法が広く用いられている。
【０００５】
断面修復工法は、コンクリート構造物の劣化しているコンクリートをはつり取り、はつり取った部分をポリマーセメントモルタルなどの劣化に対する耐久性の高い材料、断面修復材で埋め戻す工法である。
しかし、断面修復材とコンクリート硬化体との打継界面を貫通する鉄筋において、同じ鉄筋表面で劣化因子の濃度に濃淡が生じてしまう。例えば、塩害では、塩化物イオン量に、また、中性化では、ｐＨに差異が生じる。同じ鉄筋表面でこれらの劣化因子の濃度に差

異が生じた場合、主に打継界面付近のコンクリート硬化体側の鉄筋表面にマクロセル腐食が生じることが知られており、これにより断面修復部が施工後数年で再劣化してしまうことがある。

【０００６】

即ち、鉄筋のマクロセル腐食とは、連続する鉄筋の同じ表面において劣化因子の量が部分的に異なる場合に生じ、離れた位置にある陽極部（腐食部）と陰極部（非腐食部）の間をマクロセル電流が流れ、陽極部が腐食する現象である。

【０００７】

このため、土木・建築分野では、鉄よりもイオン化傾向の高い金属を陽極材とした犠牲陽極材を断面修復部に設置することにより、マクロセル腐食を防止する工法が知られている（特許文献１～８参照）。

しかしながら、従来の方法は、断面修復材の内部に犠牲陽極材を埋め込むことを前提としており、断面修復材に犠牲陽極材を埋め込んだ後に犠牲陽極材の鉄筋防食性能を確認するのは困難であった。

【先行技術文献】

【特許文献】

【０００８】

【特許文献１】特許第５３８８４３５号公報
【特許文献２】特許第４８０１０５１号公報
【特許文献３】特許第５４３７０４４号公報
【特許文献４】特許第５６３１０２４号公報
【特許文献５】特許第４０９１９５３号公報
【特許文献６】特許第４６４８３８９号公報
【特許文献７】特許第４５７４０１３号公報
【特許文献８】特許第３０９９８３０号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００９】

本発明者は鋭意努力の結果、特定の材料や特定の工法を用いることによって、従来技術の持つ課題を解消し、コンクリート構造物の犠牲陽極工法における鉄筋防食性能のモニタリングが可能であるとの知見を得て本発明を完成するに至った。

【課題を解決するための手段】

【００１０】

本発明は、上記課題を解決するために以下の手段を採用する。

（１）亜鉛又は亜鉛合金の陽極材３と、陽極材３の周りに陽極の不動態の生成を避けるのに充分なｐＨを持った電解質溶液を含有するバックフィル材とで構成された犠牲陽極材４を、コンクリート硬化体２の表面に設置し、コンクリート硬化体２の内部の鉄筋１と犠牲陽極材４とを電気的に接続する鉄筋コンクリート構造物の断面修復工法における鉄筋を防食する犠牲陽極工法のモニタリング工法であって、犠牲陽極材４の内部の陽極材３の打継界面側端部５の位置が、断面修復材６とコンクリート硬化体２の打継界面７上、もしくは、打継界面７から30cm以内のコンクリート硬化体２の表面になるように犠牲陽極材４を設置し、リード線９を介して鉄筋１と犠牲陽極材４と接続し、リード線９の一部がコンクリート硬化体２の表面及び／又は断面修復材６の表面に露出しており、表面に露出したリード線９に電気的な接続の開閉が可能な接続端子１０を備え、電気化学的計測を行う鉄筋コンクリート構造物の犠牲陽極工法のモニタリング方法である。

（２）表面に露出したリード線９の接続端子１０に、照合電極１１と電位差計１２をつなぎ、リード線９と導通のある鉄筋１及び／又は犠牲陽極材４の電位の測定を行う前記（１）のモニタリング方法である。

（３）表面に露出したリード線９の接続端子１０に、電流計をつなぎ、鉄筋１と犠牲陽極材４との間に流れる電流量の測定を行う前記（１）又は（２）のモニタリング方法である

。
（４）表面に露出したリード線９の接続端子１０に、分極抵抗値測定装置をつなぎ、リード線９と導通のある鉄筋１及び／又は犠牲陽極材４の表面の分極抵抗値の測定を行う前記（１）～（３）のいずれかのモニタリング方法である。
【発明の効果】
【００１１】
本発明の犠牲陽極工法のモニタリング方法は、断面修復工法における鉄筋１を防食する犠牲陽極工法について、犠牲陽極材４の性能評価が容易になり、犠牲陽極材４の交換時期の把握が容易になる効果を奏する。
【図面の簡単な説明】
【００１２】
【図１】図１は、本発明方法に用いる装置の概要の断面図である。
【００１３】
【図２】図２は、犠牲電極４をコンクリート硬化体２の表面に設置した本発明方法に用いる装置の概要の平面図である。
【００１４】
【図３】図３は、電位測定装置の概要の配置図である。
【発明を実施するための形態】
【００１５】
以下、本発明を詳しく説明する。
本発明で使用する部や％は特に規定のない限り質量基準である。
なお、本発明でいうコンクリートとは、セメントペースト、セメントモルタル、及びセメントコンクリートを総称するものである。
【００１６】
本発明では、コンクリート硬化体２の内部の鉄筋１を陰極とし、コンクリート硬化体２の表面に犠牲陽極材４を設置して陽極とし、両者を電気的に接続することにより、鉄筋１に防食電流を供給し、鉄筋１を防食する。
【００１７】
犠牲陽極材４は、電気化学的防食工法で使用される一種であるが、電流量の調整や外部電源のメンテナンスは不要であり、設置後の維持管理の負担が少なく、塩害を受けるコンクリート構造物の断面修復工法と併用することで耐久性の向上が図れるものと考えられる。
【００１８】
ここで、犠牲陽極材４とは、鉄よりもイオン化傾向が高い金属を含み、鉄よりも先にイオン化することにより、鉄筋１を防食する材料をいう。
犠牲陽極材４を構成する陽極材３としては、亜鉛、又は、亜鉛のアルミニウム及び／又はマグネシウム合金が挙げられ、使い易さから亜鉛を陽極材３として使用することが好ましい。
【００１９】
陽極材３の不動態化を避けるため、陽極材３の周囲を、バックフィル材（図示せず）で充分なｐＨに保持する必要がある。例えば、陽極材３が、亜鉛や、亜鉛－アルミニウム合金の場合には、ｐＨ値は13.3以上が好ましく、使用する金属によって不動態化を抑えるためのｐＨ値は異なるが、通常、ｐＨ値は12以上である。
【００２０】
陽極材３の周りに付設されるバックフィル材中に含有する電解質溶液のｐＨが高いため、バックフィル材が接触するコンクリート部分でアルカリシリカ反応が懸念される。そのため、電解質溶液にアルカリシリカ反応抑制剤を存在させることが好ましい。
【００２１】
アルカリシリカ反応抑制剤としては、電解質溶液のｐＨの低下を避けるため、リチウムイオンが好ましく、水酸化リチウム、炭酸リチウム、又はリチウム型ゼオライトを使用す

ることが好ましい。

【００２２】

本発明で、鉄筋１と犠牲陽極材４とを電気的に接続する方法は、鉄筋１と陽極材３とが電気的に導通されるリード線９を介して行う。

鉄筋１とリード線９との接続は、巻きつけによる方法や溶接による方法が可能である。

リード線９は、その端部がコンクリート硬化体２及び／又は断面修復材６の表面に露出している必要がある。

【００２３】

リード線９の種類は、特に限定されるものではないが、耐久性を考慮すると、ステンレス加工されたものや、チタンメッキ処理、亜鉛メッキ処理、又はクロメート処理などの表面加工処理されたリード線９、及び／又は、ビニル樹脂、フッ素樹脂、又はクロロプレンゴムなどの被膜で覆われたリード線９を用いることが好ましい。

【００２４】

さらに、本発明では、表面に露出したリード線９に電気的な接続の開閉が可能な接続端子１０を備えることが好ましい。接続端子１０は、本発明の目的を阻害しない範囲で公知のいかなるものも使用可能であるが、耐久性を考慮すると、防水型の圧着端子による接続端子やコネクタなどを用いることが好ましい。

【００２５】

本発明では、劣化したコンクリート構造物の劣化部分をはつり取った後、鉄筋１にリード線９を電気的に接続し、断面修復材６を打設し、断面修復材６の打設後に犠牲陽極材４内部の陽極材３の打継界面側端部５の位置が、断面修復材６とコンクリート硬化体２の打継界面７上、もしくは、打継界面７から30cm以内のコンクリート硬化体２の表面になるように、犠牲陽極材４を設置し、陽極材３とリード線９とを電気的に接続するか、陽極材３と、断面修復材６を打設した断面修復部内部の鉄筋１を電気的に接続し、陽極材３表面を不動態被膜の生成を避けるのに充分なｐＨを持った電解質溶液を含有するバックフィル材で覆った後、犠牲陽極材４をモルタルなどで包み込む形でコンクリート硬化体２の表面に設置することによって鉄筋１と犠牲陽極材４との間に防食電流が流れ、コンクリート内部の鉄筋１が防食される。

【００２６】

本発明では、鉄筋１及び／又は犠牲陽極材４の電位、犠牲陽極材４から流れる電流、及び／又は、鉄筋１の分極抵抗値を測定することで、犠牲陽極材４の鉄筋防食効果をモニタリングすることができる。

【００２７】

コンクリート硬化体２の内部の鉄筋１に、それより標準電極電位の低い金属を電気的に接続すると、鉄筋１自体の電位が低くなる。そのため、電位を測定することで、その数値から鉄筋防食の有効性を判断できる。

【００２８】

電位の測定は、犠牲陽極材４を設置した面の１点を測定点とし、飽和硫酸銅を用いた照合電極１１を用い測定する。このとき犠牲陽極材４と鉄筋１の接続を切り離せるようにしておき、接続を切り離した直後のインスタントオフ電位と、24時間経過後の電位（24時間後オフ電位）を測定し、これらの差から復極量を算出する。復極量が大きいほど鉄筋を防食する効果が大きく、一般に、コンクリートの鉄筋中では100mV以上の復極量が得られれば防食が達成されているとされている。

【００２９】

また、リード線９に流れる電流値は、コンクリートの環境条件により大きく影響を受けるので、明確な閾値は確立されていないが、鉄筋１と犠牲陽極材４に接続したリード線９に流れる電流が鉄筋１から犠牲陽極材４に流れていることを確認することで、犠牲陽極材４が鉄筋防食に有効に作用しているか否かの判定が可能となる。

電流の計測については、既存のいかなる電流計でも測定可能であるが、電流値が小さくなることがあることから無抵抗電流計を用いることが好ましい。

【００３０】
本発明では、コンクリート硬化体２の内部の鉄筋１の分極抵抗値を測定することでも鉄筋防食効果のモニタリングが可能である。
【００３１】
分極抵抗値とは、鉄筋１の表面上の反応抵抗、即ち、腐食反応に対する反応抵抗を意味する。抵抗値が大きいほど腐食反応が生じにくい、即ち、不動態化していることを意味している。
分極抵抗値を測定する方法には、直流抵抗分極法、交流インピーダンス法等が知られている。
【００３２】
直流抵抗分極法は、微少な直流電流（ｉ）を鉄筋１に通電し、その時の電位変化量（ΔＶ）から分極抵抗値（ΔＶ／ｉ）を算出する方法である。
【００３３】
一方、交流インピーダンス法は、低周波数（0.1mHz程度）から高周波数（100kHz程度）までの交流電流を通電し、両周波数におけるインピーダンス（抵抗）の差を分極抵抗値とするものである。交流インピーダンス法の原理に基づく計測器が市販されており、それを用いることが好ましい。
【００３４】
分極抵抗値は、ヨーロッパコンクリート委員会による基準値から、分極抵抗値で130～260ｋΩcm^{2}のときは「不動態状態」、52～130ｋΩcm^{2}のときは「低～中程度の腐食速度」、26～52ｋΩcm^{2}のときは「中～高程度の腐食速度」、26ｋΩcm^{2}未満のときは「激しい、高い腐食速度」とされている。（コンクリート診断技術‘１５〔基礎編〕、p.195、日本コンクリート工学会）
【００３５】
本発明では、犠牲陽極材４の設置位置を規定することにより、鉄筋腐食を防止する効果を保持しつつ、モニタリングも可能としている。具体的には、断面修復材６とコンクリート硬化体２の打継界面７を起点とし、犠牲陽極材４内部の陽極材３の打継界面側端部５の位置が、コンクリート硬化体２側30cmの範囲内になるようにコンクリート硬化体２の表面に犠牲陽極材４を設置する。この範囲内に犠牲陽極材４の全部もしくは一部がかかっていれば所定の鉄筋のマクロセル腐食の防止効果が得られるが、この範囲を外して設置した場合、打継界面７からコンクリート硬化体２側の鉄筋１に発生する腐食の防止効果が得られない場合がある。
【００３６】
本発明では、犠牲陽極材４をコンクリート硬化体２の表面に設置する際に、犠牲陽極材被覆材８で包み込むことは好ましい。
【００３７】
犠牲陽極材被覆材８に用いる材料としては、後述する比抵抗を満たせば特に限定されるものではないが、セメントモルタルとするのが好ましい。
【００３８】
セメントモルタルに使用するセメントとしては、普通、早強、超早強、低熱、及び中庸熱等の各種ポルトランドセメントや、これらポルトランドセメントに、高炉スラグ、フライアッシュ、又はシリカを混合した各種混合セメント、石灰石粉末や高炉徐冷スラグ微粉末等を混合したフィラーセメント、並びに、都市ゴミ焼却灰や下水汚泥焼却灰を原料として製造された環境調和型セメント（エコセメント）などのポルトランドセメントが挙げられ、これらのうちの一種又は二種以上が使用可能である。
【００３９】
本発明では、犠牲陽極材被覆材８の比抵抗は、陽極材３からの防食電流が過剰に供給されることもなく、耐久性が期待でき、マクロセル腐食の防止に必要な防食電流量が供給できる面から、１～300ｋΩ・cmが好ましく、10～100ｋΩ・cmがより好ましい。
【００４０】

本発明で使用する断面修復材６は、特に限定されるものではなく、既存のいかなるものも使用可能であるが、長期耐久性やコンクリート硬化体２との一体性を考慮した適量のセメント混和用ポリマーを混和したポリマーセメントモルタルが好ましい。

【実施例】

【００４１】

以下、実施例、比較例を挙げてさらに詳細に内容を説明するが、本発明はこれらに限定されるものではない。

【００４２】

実験例１

塩害を受けた鉄筋コンクリート構造物の壁面を模擬した、厚さ150mmの供試体を作製し、500×500mmの範囲において断面修復工法を実施した。

図１に本発明方法に用いる装置の概要の断面図、図２に平面図を示す。

図２に示すように、内部には150mmピッチで直径16mmの鉄筋１を配し、縦1,500mm、横1,500mm、厚さ150mmの供試体を作製し、その500×500mmの範囲に断面修復工法を実施した。

【００４３】

供試体の作製は20℃の恒温室内にて実施した。コンクリートを鉄筋のかぶりが40mmとなるように打設後、翌日に脱型し、材齢28日で断面修復部(500×500mm)をウォータージェットで60mmの断面修復深さまではつり取り、鉄筋１の縦横交点に、リード線９を溶接にて接続した。リード線９には、防水型の圧着接続端子１０を取り付け、断面修復材６を打設した。断面修復材６として市販のポリマーセメントモルタルを打設した。この断面図を図１に示す。

【００４４】

断面修復材６の打設の翌日に犠牲陽極材４を設置した。

犠牲陽極材４は、亜鉛金属を陽極材３としたものに、水酸化リチウムを混和したモルタルをバックフィル材としたものを用い、さらに、犠牲陽極材被覆材８で被覆した。犠牲陽極材被覆材８で被覆した後の大きさは、縦14cm、横4.5cm、厚さ1.3cmの板状である。犠牲陽極材被覆材８で被覆した犠牲陽極材４を、図１及び図２に示すように、打設した断面修復部の上下の両端に近接し、打継界面７から、犠牲陽極材４中の陽極材３の打継界面側端部５までの距離が30mm(３cm)となるように、コンクリート硬化体２の表面に設置した。

犠牲陽極材被覆材８は、比抵抗が50ｋΩ・cmのポリマーセメントモルタルで、犠牲陽極材被覆材８として、ポリマーセメントモルタルの厚みが20mmとなるようにした。

【００４５】

コンクリート配合は、その圧縮強度が24N/mm^{2}となるよう、セメント300kg/cm^3、細骨材757kg/cm^3、粗骨材1,047kg/cm^3、混和材3.0kg/cm^3、NaCl8.2kg/cm^3、水165kg/cm^{3}で、Ｗ／Ｃが55％、Gmaxが25mm、s/aが42.7%、及びAirが4.5±１％とした。混和する塩化物イオン量は５kg/m^{3}を目標として試薬のNaClを外割で混和した。なお、目標スランプは12±2.5cmとした。

【００４６】

ポリマーセメントモルタルの材齢28日まで湿布養生を行った後、鉄筋１と犠牲陽極材４との接続を行い、屋外に供試体を静置し、モニタリングを開始した。測定は４カ所実施し、その平均値を求めた。

モニタリングは、試験開始直後から２ヶ月毎に実施した。

電位測定は、図３に示すように、照合電極１１として飽和硫酸銅照合電極を用い、コンクリート表面からの接続を切り離した直後のインスタントオフ電位と、24時間経過後の電位（24時間後オフ電位）を測定し、これらの差から復極量を算出した。

電流は、各リード線９に流れる電流値を無抵抗電流計で測定を行い、電流値の平均値を求めた。

分極抵抗値は、株式会社四国総合研究所製携帯型鉄筋腐食診断機「CM-V」を用いて、対象となる鉄筋位置で測定を行った。

打継界面７から、3cm、10cm、30cm、50cmの位置における鉄筋１の直上で電位を測定し

た結果から算出した復極量の測定結果と、分極抵抗値の測定を行った結果を表１に示す。各リード線９に流れる電流値を測定した結果を表２に示す。なお、リード線９を鉄筋１から犠牲陽極材４へ流れる方向が防食側の電流であり、プラス方向とする。

【００４７】

＜使用材料＞

セメント（Ｃ）：普通ポルトランドセメント、市販品、密度3.15g/cm^3

細骨材（Ｓ）：新潟県姫川産川砂、密度2.62g/cm^3

粗骨材（Ｇ）：新潟県姫川産砕石、Ｇmax15mm、密度2.66g/cm^3

混和材（Add）：ナフタレンスルホン酸系高性能ＡＥ減水剤

NaCl　　：試薬１級

犠牲陽極材：直径3.9cm×高さ0.7cmの円盤状の亜鉛塊を２本の軟鋼線で導通させ、砂／セメント比＝３／１で、水／セメント比＝60％のモルタルで、練り混ぜ水は飽和水酸化リチウム水溶液を用いて、モルタル内部のｐＨが常に13以上になるようにしたLiOHを含有する細孔溶液を有するバックフィル材で被覆し、直径６cm×高さ3.5cmの円柱状

犠牲陽極材被覆材：砂／セメント比＝１／１、水／セメント比＝60％の普通セメントを用いたモルタルで、材齢28日の比抵抗が20kΩ・cm

断面修復材：市販のポリアクリル酸エステル（ＰＡＥ）系ポリマーセメントモルタルで、ポリマー／セメント比（Ｐ／Ｃ）＝５％、水／セメント比（Ｗ／Ｃ）＝45％

【００４８】

【表１】

実験 No.	打継界面からの距離 (cm)	復極量 (mV)					分極抵抗値 (kΩcm^2)					備考
		直後	2ケ月	6ケ月	12ケ月	24ケ月	直後	2ケ月	6ケ月	12ケ月	24ケ月	
1-1	3	205	191	182	177	175	218	222	234	244	248	実施例
1-2	10	187	172	165	159	153	200	205	212	217	221	実施例
1-3	30	168	160	152	135	123	164	166	168	169	172	実施例
1-4	50	95	92	89	85	82	142	136	128	120	114	比較例

【００４９】

【表２】

電流値 (mA)				
直後	2ケ月	6ケ月	12ケ月	24ケ月
+0.15	+0.13	+0.12	+0.10	+0.10

【００５０】

表１より、試験開始から24ヶ月後まで、打継界面７から30cmの位置まで復極量や分極抵抗値が大きいことが、また、表２より、試験開始から24ヶ月後まで電流が流れていることがわかり、試験開始から24ヶ月後まで、高い鉄筋防食効果を維持していることがモニタリングできていることが確認される。

【００５１】

実験例２

犠牲陽極材４の消耗を模擬した実験を行った。消耗した犠牲陽極材４が陽極となるように直流の外部電源につなぎ、強制的に10mAの電流を２ヶ月間通電したものを用いた以外は、実験例１と同様の試験を行った。モニタリング結果を表３と表４に示す。

【００５２】

【表３】

実験 No.	打継界面からの距離 (cm)	復極量 (mV)					分極抵抗値 (kΩcm^2)				
		直後	2ケ月	6ケ月	12ヶ月	24ケ月	直後	2ケ月	6ケ月	12ヶ月	24ケ月
2-1	3	64	52	27	15	12	127	107	92	78	62
2-2	10	52	40	23	10	5	125	105	85	64	52
2-3	30	12	8	5	1	−2	102	82	65	42	35
2-4	50	5	2	1	−2	−5	65	45	26	20	15

【００５３】

【表４】

電流値 (mA)				
直後	2ケ月	6ケ月	12ヶ月	24ケ月
+0.02	+0.01	−0.01	−0.02	−0.03

【００５４】

表３と表４より、試験開始から24ヶ月後まで、消耗を模擬した犠牲陽極材４を用いた場合、犠牲陽極材４の鉄筋防食効果は限定的となり、試験開始から24ヶ月時点では、打継界面７から30cmの位置では鉄筋腐食が懸念され、モニタリングできていることが確認される。

【産業上の利用可能性】

【００５５】

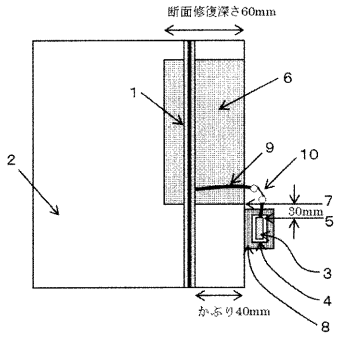
本発明の犠牲陽極工法のモニタリング方法は、断面修復工法と付随して実施する犠牲陽極工法について犠牲陽極材４の性能評価が容易になり、犠牲陽極材４の交換時期の把握が容易となるので土木、建築分野に好適である。

【符号の説明】

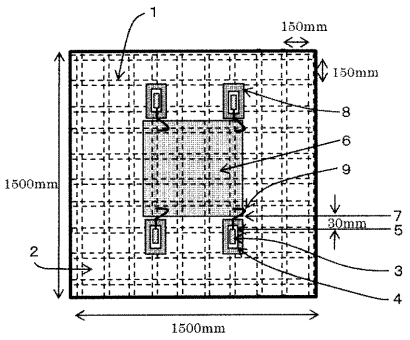
【００５６】

１：鉄筋
２：コンクリート硬化体
３：陽極材
４：犠牲陽極材
５：陽極材の打継界面側端部
６：断面修復材
７：打継界面
８：犠牲陽極材被覆材
９：リード線
１０：接続端子
１１：照合電極
１２：電位差計
１３：電位測定点

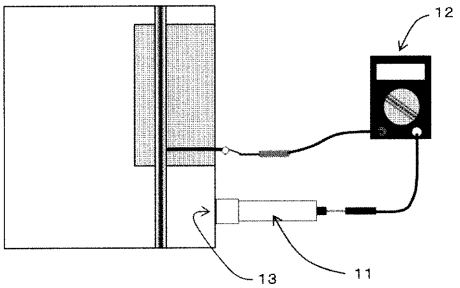
【図１】


断面修復深さ60mm
1
2
6
9
10
7
30mm
5
3
4
8
かぶり40mm

【図２】


1
150mm
150mm
8
6
9
1500mm
7
30mm
5
2
3
4
1500mm

【図３】


12
13
11

フロントページの続き

(72)発明者　松井　隆行
大阪府大阪市北区堂島１－６－２０　西日本高速道路株式会社
(72)発明者　石塚　宏之
広島県広島市西区西観音町１７番１７号　株式会社ドーユー大地
(72)発明者　伊川　嘉昭
広島県広島市西区西観音町１７番１７号　株式会社ドーユー大地
(72)発明者　宮口　克一
新潟県糸魚川市大字青海２２０９番地　電気化学工業株式会社　青海工場内

Ｆターム(参考) 4K060 AA02　CA01　CA04　CA06　CA15　DA03　EA08　EB01　FA07