

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4268704号  
(P4268704)

(45) 発行日 平成21年5月27日(2009.5.27)

(24) 登録日 平成21年2月27日(2009.2.27)

(51) Int.Cl.	F 1
D03D 1/00	(2006.01)
B32B 5/26	(2006.01)
D03D 15/00	(2006.01)
D03D 15/02	(2006.01)
EO4G 23/02	(2006.01)
DO3D 1/00	DO3D 1/00
B32B 5/26	B32B 5/26
D03D 15/00	D03D 15/00
D03D 15/02	D03D 15/02
EO4G 23/02	EO4G 23/02

請求項の数 5 (全 10 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平10-249475  
 (22) 出願日 平成10年9月3日(1998.9.3)  
 (65) 公開番号 特開2000-80535(P2000-80535A)  
 (43) 公開日 平成12年3月21日(2000.3.21)  
 審査請求日 平成17年5月24日(2005.5.24)

(73) 特許権者 000003159  
 東レ株式会社  
 東京都中央区日本橋室町2丁目1番1号  
 (73) 特許権者 000107044  
 ショーボンド建設株式会社  
 東京都江東区南砂2丁目2番17号  
 (74) 代理人 100091384  
 弁理士 伴 俊光  
 (72) 発明者 西村 明  
 愛媛県伊予郡松前町大字筒井1515番地  
 東レ株式会社愛媛工場内  
 (72) 発明者 小林 阜  
 愛媛県伊予郡松前町大字筒井1515番地  
 東レ株式会社愛媛工場内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】強化繊維織物およびコンクリート構造物におけるFRP積層数検出方法

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項1】

下記(A)~(C)の要件を満足することを特徴とする強化繊維織物。

(A) 応力が集中するような屈曲を有しない強化繊維マルチフィラメント糸を、一方に互いに並行かつシート状に引き揃えてなる糸条群のシート両面側によく方向補助糸群が位置し、それらによく方向補助糸群と、前記強化繊維マルチフィラメント糸と並行するたて方向補助糸群とが織組織をなして糸条群を一体に保持し、

(B) 前記隣接する強化繊維マルチフィラメント糸間には0.3~2mmの間隙を有し、

(C) かつ金属線が30~100cmの間隔を有して織物面内に挿入されている。

10

## 【請求項2】

前記強化繊維マルチフィラメント糸が炭素繊維であり、前記金属線には絶縁被覆がなされていることを特徴とする請求項1に記載の強化繊維織物。

## 【請求項3】

下記(a)および(b)の要件を満足することを特徴とするコンクリート構造物における請求項1または2に記載の強化繊維織物の積層数を検出する方法。

(a) 請求項1または2に記載の強化繊維織物を、複数枚、金属線の挿入箇所が2cm以上互いに異なるように積層し、樹脂含浸後、樹脂を硬化してコンクリート構造物を補強した後、

(b) 前記金属線を感知することによって前記強化繊維織物の積層数を検出する。

20

## 【請求項 4】

前記金属線を交流磁界内に導入し、該磁界を乱すことで前記金属線を検出することを特徴とする請求項3に記載のコンクリート構造物における請求項1または2に記載の強化纖維織物の積層数を検出する方法。

## 【請求項 5】

前記金属線を電磁誘導によって発熱させ、該発熱部分を赤外線カメラで検出することで前記金属線を検出することを特徴とする請求項3に記載のコンクリート構造物における請求項1または2に記載の強化纖維織物の積層数を検出する方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

10

## 【発明の属する技術分野】

本発明は、コンクリート構造物の補修、補強に用いられた纖維強化プラスチック（以後FRPと呼称する）板を構成する強化纖維織物およびその強化纖維織物の積層数を検出する方法に関する。

## 【0002】

## 【従来の技術】

土木、建築の分野におけるコンクリート構造物、すなわち橋の橋脚、桁、床版および建築物の柱、壁や桁などの地震対策や劣化対策として、施工が容易であることなどからFRPで補修、補強されるケースが多くなってきている。

## 【0003】

20

FRP板による補強は、設定した機械的特性となるように、強化纖維が所定の方向に、所定の量が配列するように織物などの強化纖維からなるシート基材を積層し、樹脂含浸、樹脂を硬化することによって行われる。これら作業は人間が行うため、基材の積層方向や積層数を人的ミスによって誤ることがある。FRPは強化纖維の方向には引張強度や引張弾性率の機械的性質に優れるが、纖維の方向とずれると急激に機械的性質が低下する、異方性の大きな材料である。また、補強によるコンクリート構造物の機械的特性の補強効果は纖維量によって支配されるから、補強工事後の強化纖維の方向、つまり基材の方向や、とくに基材の積層枚数が規定通りになっているか確認することが信頼性の観点から重要なことである。

## 【0004】

30

現在、強化纖維の配列の方向や積層数の確認は、1層の積層、含浸作業が完了した後に写真撮影して確認する方法などによって行われているが、補強箇所の全体を網羅するには膨大な数の写真を取る必要があり、厄介である。また、補強した箇所のFRP板のサンプルを切り出し、FRP板の断面を観察したり、樹脂部分を焼き飛ばして強化纖維の基材を取り出し、層数や纖維の配列方向を調査、確認する方法もあるが、折角補強した箇所を破壊して調査しなければならず非効率であり、また、サンプル採集にあって補強箇所の強度や剛性が低下するという問題もある。

## 【0005】

## 【発明が解決しようとする課題】

本発明の目的は、従来の技術における上述した問題点を解決し、FRPに成形した後の基材の積層状態が簡単に検出可能な強化纖維織物およびコンクリート構造物をFRP板で補修・補強工事した後の、基材の強化纖維の配列方向や積層数や検出する方法を提供することにある。

## 【0006】

40

## 【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために、本発明の強化纖維織物は応力が集中するような屈曲を有しない強化纖維マルチフィラメント糸を、一方に向かって互いに並行かつシート状に引き揃えてなる糸条群のシート両面側によく方向補助糸群が位置し、それらによく方向補助糸群と、該強化纖維マルチフィラメント糸と並行するたて方向補助糸群とが織組織をなして糸条群を一体に保持し、隣接する強化纖維糸間には0.3~2mmの間隙があり、かつ金属線が30

50

~100cmの間隔を有して織物面内に挿入されていることを特徴とする。

【0007】

また、本発明の強化繊維織物の積層数検出方法は、上記強化繊維織物の積層数を検出する方法であって、コンクリート構造物面に樹脂を塗布し、ついでシート状の強化繊維織物を貼付けながら同時に該強化繊維織物に樹脂を含浸させ、常温硬化させてFRPとなすことで該コンクリート構造物を補強した後、該強化繊維織物の積層数を検出する方法において、本発明に係る上記強化繊維織物を、複数枚、金属線の挿入箇所が互いに異なるように積層し、樹脂含浸後、樹脂を硬化してコンクリート構造物を補強した後、前記金属線の挿入箇所を感知することによって該強化繊維織物の積層数を検出することを特徴とする方法からなる。

10

【0008】

本発明に係わる金属線の感知は、

- (1) 金属線を交流磁界内に導入し、磁界を乱すことにより感知する、
- (2) 金属線を電磁誘導によって発熱し、該発熱部分を赤外線放射温度計で感知する、のいずれかを特徴とする方法からなる。

【0009】

【発明の実施の形態】

以下、本発明について詳細に説明する。

【0010】

本発明の強化繊維織物の積層数検出方法を説明するに、まず、コンクリート面に付着している油などの不純物をアセトンなどの有機溶剤や石鹼水で除去し、コンクリートのひび割れ部や欠けた箇所に樹脂やモルタルを充填し、また、コンクリートの凸部を削り接着面を平滑にする。コンクリート面とFRP板の接着性を向上させるため、粘度の低いエポキシ樹脂系プライマーを塗布し、1~2日間程度プライマー樹脂が硬化するまで放置する。つぎに、プライマーの上にFRPのマトリックスとなる樹脂を塗布ローラで塗布し、長さ方向に強化繊維が並行配列している強化繊維織物を所定の方向に積層し、含浸ローラ掛けし、強化繊維織物への樹脂含浸と同時に脱泡を行い、常温で硬化させる。同様に、さらに強化繊維織物を所定の方向に積層し、樹脂を塗布した後ローラ掛けし、樹脂含浸および脱泡を行って常温で硬化させて、コンクリート面にFRP層を形成し、コンクリート構造物の補強を行う。補強の度合いによって、これら積層作業を繰り返し、積層枚数、すなわち強化繊維量を増やす。

20

【0011】

以上は、通常行われている、FRPによるコンクリート構造物の補修、補強方法であり、本発明においてなんら変わることはないが、本発明では、上記において金属線が挿入された強化繊維織物を、金属線の挿入箇所が各層で異なるように積層する。

30

【0012】

図1に本発明の、金属線が挿入された強化繊維織物1の一例を示す概略図を示した。図1に基づいて本発明の織物を説明するに、応力が集中するような屈曲を有しない強化繊維マルチフィラメント糸2を一方向に互いに並行にシート状に引き揃えてなる、強化繊維マルチフィラメント糸の糸条群1と、強化繊維マルチフィラメント糸間に強化繊維マルチフィラメント糸と並行するたて方向補助糸3群口と、よこ方向はシート面の両側に位置するよこ方向補助糸4群ハと金属線5とからなり、金属線5は織物の表面と裏面に2本ずつ配列し、たて方向補助糸群口とよこ方向補助糸群ハおよび金属線5とが織り組織をなして糸条群1が一体に保持されている。また、隣接する強化繊維マルチフィラメント糸間には間隙Aを有し、また、たて糸とよこ糸の交点は、樹脂含浸ローラ等による糸のずれ、すなわち目ずれを防ぐため低融点ポリマー6が接着されている。

40

【0013】

このような一方向織物は、強化繊維マルチフィラメント糸1が、屈曲することなく真直ぐに配列して、いわゆるノンクリンプ構造となっているので、樹脂で固めても、応力集中が発生することなく、FRPの引張強度、引張弾性率が大きくなる。

50

## 【0014】

なお、上記において、金属線が1箇所で2本引き揃えてあり、これを2回、つまり4本挿入しているが、金属線は1箇所で1本であってもよい。

## 【0015】

図2は本発明の強化繊維織物1の長さ方向に間隔をあけてよこ方向に上記金属線5が配列している様子を示しているが、織物の長さ方向にピッチBの間隔で配列されている。

## 【0016】

本発明の織物に使用する強化繊維は、炭素繊維、ポリアラミド繊維、ガラス繊維などであるが、なかでも炭素繊維は耐アルカリ性に優れ、引張強度、引張弾性率に優れるのでコンクリート構造物の補修、補強には好ましく用いられる。なお、安価に織物を製造することが出来ることから強化繊維マルチフィラメント糸の織度は3,000デニール～30,000デニール程度が好ましい。

いる。

## 【0017】

たて方向およびよこ方向の補助糸は、加熱によって共重合ナイロンなどの低融点ポリマー糸を溶融する際、加熱収縮しないようにするために、ガラス繊維やポリアラミド繊維が好ましい。また、補助糸は本質的には強化繊維として作用させるものではなく、織物形成のために使用するものであるから、織度は100デニール～1,300デニール程度であることが好ましい。

## 【0018】

また、強化繊維マルチフィラメント糸間の間隙Aは0.3mm～2mmが好ましい。補修、補強で用いられる樹脂は、樹脂の垂れ落ちや織物の滑り落ちを防ぐ観点から、常温硬化型の25における粘度が30ポイズから200ポイズとハンドレイアップ成形としては粘度の高いエポキシ樹脂が使われている。このような樹脂を、たとえばコンクリート面に下塗り樹脂を塗布し、織物を貼り付けて上塗り樹脂を塗布した後、へら掛けやローラ掛けしても、下塗り樹脂が織物を通過して上塗り樹脂側に移動しない。したがって、下塗り樹脂はコンクリート面と織物の間に残り、余分な樹脂によってへら掛けやローラ掛けの跡が残り、硬化後のFRPの表面が凸凹し、見栄えが悪くなってしまう。このようなことから間隙は0.3mm以上あることが好ましい。また、間隙が大きいと、逆に相対的に強化繊維糸が配列可能な間隔が小さくなるので、強化繊維の目付が小さな織物しか得られなくなる。また、通常の炭素繊維目付が300g/m<sup>2</sup>～400g/m<sup>2</sup>程度の織物にすると、狭い間隔の中に強化繊維糸が配列させられることになるから、強化繊維のフィラメントの配列密度が大きくなり、強化繊維糸への樹脂の含浸を阻害されるので、2mm以下が好ましい。

## 【0019】

金属線の配列方向は、図1ではよこ方向に配列した例について記載したが、たて方向に配列してもよい。ただ、FRPにした後、層数検出するには金属線の位置をずらしながら積層することが必要となるので、たて方向に配列させておくと、挿入位置の異なる織物を多種類準備しなければならず、織物製造やロット管理も厄介でとなる。一方、よこ方向に一定間隔に金属線が配列した織物であると、1種類の織物で、積層の際、金属線挿入箇所が所定の間隔づつずれるように裁断すればよい、また、このような織物はドバーの操作によって自動的に製造することが可能であるので、織物製造の製造は簡単であり、またロット管理の必要も無くなる。

## 【0020】

図3は本発明の強化繊維織物1がコンクリート構造物7の表面8に積層され、FRPになつた状態で、金属線の検出法の一例を説明する部分破断概略図である。

## 【0021】

図3において、コンクリート表面8に本発明の強化繊維織物1が4層、強化繊維の方向が同じになるように積層され、マトリック樹脂が含浸されてFRPの状態となっている。FRPにおいて1層目の織物1<sub>1</sub>、2層目の織物1<sub>2</sub>、3層目の織物1<sub>3</sub>および4層目の

10

20

30

40

50

織物 1<sub>4</sub> の金属線 5<sub>1</sub>、5<sub>2</sub>、5<sub>3</sub> および 5<sub>4</sub> は等間隔で C づつずれるように積層されている。この間隔 C はあまり小さいと、金属線を検出する際、各層の金属線を判別できなくなるので、2 cm 以上とする。また、FRP における各層の金属線のずれ間隔 C は必ずしも等間隔である必要はないが、等間隔であると検出の際、検出本数を間違えることはないので好ましい。

【0022】

本発明の織物における金属線挿入箇所のピッチ P は、積層枚数や積層する際のずらし間隔 B によっても異なるが、30 ~ 100 cm のピッチ P とされ、金属線が 30 ~ 100 cm の間隔を有して織物面内に挿入されている。金属線検出で、金属線配列のピッチ P のなかに全ての層の金属線が 1 箇所づつ入るように積層すると、このピッチ P 内で検出される金属線挿入箇所の数を積層数とすることが出来る。

10

【0023】

FRP の上部で検出装置のセンサー 9 を金属線の存在する箇所を移動させ、または検出装置のセンサー 9 を設置し、FRP に埋め込まれた金属線の挿入箇所を把握することによって、強化繊維織物の積層数を非破壊で検出することができる。

【0024】

本発明の金属線の感知は、

A 法；金属線を交流磁界内に導入し、磁界を乱すことで行う方法、

B 法；金属線を電磁誘導によって発熱させ、該発熱部分を赤外線放射温度計で検出する方法、

20

のいずれかで行うことが好ましい。

【0025】

つぎに、本発明の検出方法について説明する。

【0026】

図 4 および図 5 は検出手段が A 法の原理の一例を説明する概略図である。図 4 に示すように発振器 10 及び励磁コイル 11 によって平衡な 1 次磁界 12 が形成されているなかに、図 5 に示すように、FRP の金属線 5 が入ると定常交流磁界が乱れて金属線 5 に誘導電流が流れる。この誘導電流によって金属線の周りに 2 次磁界 15 が発生し、平衡な磁界を乱す。この乱れによって受磁コイル 13 に微小電圧が誘起され、この電圧を検出器 14 が検知し、金属線の存在を感知することが出来るのである。

30

【0027】

織物の積層数検出は、FRP 表面に検出装置を置き、これを基材への金属線挿入箇所のピッチ P、つまり 1 周期の距離だけ、検出装置を金属線の配列方向に対して垂直方向に移動しながら、その間に検出装置が金属線挿入箇所を感知する回数を数える。金属線挿入箇所を感知した回数が FRP の積層数となる。

【0028】

この方法に用いられる検出装置としては、金属探知器や近接スイッチが挙げられる。これらの装置は、小型で軽量なので取扱いが簡単で高所や狭い部分など、検出が困難な所でも使用できるのでよい。

【0029】

B 法の検出手段、すなわち検出手段は赤外線カメラであり、金属線を電磁誘導によって発熱させ、該発熱部分を赤外線放射温度計で検出する方法について説明する。

40

【0030】

この方法は、誘導発熱装置のコイルを流れる電流によって発生する磁界のなかに、FRP の金属線を入れ、金属線に渦電流を流し、この渦電流によって金属線にジュール熱を発生させ、金属線を加熱する。この発熱部分を赤外線放射温度計で検出して、金属線の位置を検知することができる。なお、時間が経過すると熱が FRP 中に伝わって拡散して金属線の温度が下がるので、赤外線放射温度計による検出作業を温度が下がる前にすみやかに行うことが好ましい。

【0031】

50

この方法では発熱させた部分が赤外線放射温度計を用いて観察すると、発熱部分が線状に現れるので、シート材への金属線配列の1周期の間隔内にある発熱部分の総数から、積層数を検出することが出来るのである。

【0032】

B法の検出手段である赤外線放射温度計は、測定対象物から自己放射される赤外放射エネルギーを検出し、最終的にカラーまたは白黒の熱画像として表示するものであり、サーモトレーサ、サーモグラフィ、赤外線カメラなどがあるが、このような機能を有しているものであれば、特に指定はしない。

【0033】

なお、B法は金属線を線状に検出することが出来るので、積層数のみならず積層方向も容易に検出することができる。 10

【0034】

本発明に用いる金属線は、磁界によって容易に磁化されるので、検知が容易となる鉄、ニッケル、及び、これらの合金、並びに酸化クロムIV( $\text{CrO}_2$ )などの強磁性体からなる線材がよく、なかでも鉄線が安価であり好ましい。

【0035】

但し、挿入箇所での金属線の断面積が小さいと感知が困難となり、また太過ぎると金属線の剛性が高くなってしまってシート材と一緒ににくくなってしまうし、挿入箇所が凸状に盛り上がるなどの好ましくない。従って、金属線は、断面積が $0.005 \sim 0.07 \text{ mm}^2$ 以下の単線を2~4本シート材と並行になるように挿入するとよい。 20

【0036】

本発明において強化纖維に炭素纖維を使用し、金属線と炭素纖維の電位が異なるので電流が流れ、金属線が電蝕で錆びてしまい、炭素纖維強化プラスチックの変色や物性へ悪影響する。従って、金属線の周囲に絶縁被覆をすることが好ましく、特に、被覆率100%とすると電蝕防止が確実となるのでよい。

【0037】

絶縁性被覆材としては、樹脂を透過する纖維状物がよく、これを金属線周囲に捲回するのがよい。たとえば、被覆材としてはポリエステル、ナイロン、ガラス、ビニロンなどの纖維フィラメント糸があり、これらを、芯材とする金属線の周囲にカーリング法や製紐法で捲回することにより被覆ができる。 30

【0038】

ポリエステル、ナイロン、ガラス、ビニロン、ポリプロピレン、ポリアラミドなどの纖維が挙げられるが、上記材料の役割は絶縁性の確保なので、特に限定しない。但し、マトリックス樹脂との接着性の良さや電蝕防止から吸水率の低いものを選択するのがよい。また、被覆材に赤や緑などの色を着けていると、シート材の積層における金属線のずれ量を目視しながら設定しやすく、積層作業が効率よく行える。

【0039】

【実施例】

(実施例1)

金属線として線径が $0.11 \text{ mm}$ の鉄線を使用し、この鉄線に75デニールのポリエステルフィラメント糸をS方向に、ついで100デニールの低融点ナイロン糸をZ方向とともに1,000回/m捲回して被覆し、被覆率が100%の絶縁被覆した鉄線を準備した。 40

【0040】

ついで、本発明の強化纖維織物は次のように作製した。

【0041】

たて方向に炭素纖維マルチフィラメント糸(单糸数: 24,000本、纖度: 14,400デニール、引張強度4,900 MPa、引張弾性率230 GPa)とたて方向の補助糸としてガラス纖維糸(405デニール)を1本交互に各々を $1.88 \text{ 本/cm}$ の密度で配列させ、よこ方向には203デニールのガラス纖維に50デニールの低融点ナイロン糸を被覆したカーリング糸をよこ方向の補助糸として5本/cmの密度で打ち込み、50c 50

mの間隔で2ピック分補助糸の打込みを止めて、前記の被覆鉄線2本引き揃えて合計4本の鉄線を打込み(1箇所の金属線の挿入長さは2mm)、その後補助糸を打込み、これを繰り返すことによって、よこ方向に50cmの間隔で被覆鉄線を挿入しながら、織機上に取りつけたヒータで鉄線に絶縁被覆に使用した低融点ナイロン糸および補助糸の低融点ナイロン糸を溶融することによって、よこの補助糸とたての補助糸および炭素繊維糸と接着することによって、目どめした。50cmの間隔、つまり配列周期が50cmで鉄線が配列した炭素繊維目付が300g/m<sup>2</sup>の25cm幅の、炭素繊維マルチフィラメント糸が直ぐに配列し、炭素繊維糸間の隙間が0.5mmの本発明の一方向性炭素繊維織物を作製した。

## 【0042】

10

ついで、積層に備えて、織物のよこ方向が揃えられた状態で金属線挿入箇所の位置が5cmづつずれるように4枚裁断した。

## 【0043】

ついで、プライマーが塗布し1昼夜放置された橋脚のコンクリート表面に下塗りとして25における粘度が55poisの常温硬化型のエポキシ樹脂を400g/m<sup>2</sup>塗布し、まず1層目の織物を橋脚の周方向に貼り付け、さらに織物の上に上塗りとしてエポキシ樹脂を200g/m<sup>2</sup>塗布した後、含浸ローラで樹脂を織物に含浸し、ついで200g/m<sup>2</sup>の樹脂を塗布した後2層目の織物を1層目の上に、織物のよこ方向を揃えて橋脚の周方向に貼り付けて1層目と同じように樹脂を塗布し、含浸ローラで樹脂を織物に含浸した。同様に3層目、4層目の積層、樹脂の塗布、樹脂の含浸を行い、常温で硬化させて、コンクリート表面を積層体、すなわち炭素繊維織物のFRPで補強した。

20

## 【0044】

織物の炭素繊維糸間に隙間があるので、各層の織物への樹脂含浸ローラ掛けの際、余分の樹脂が部分的に偏在することなく、下塗りの樹脂が織物の炭素繊維糸間に隙間から抜けて上塗り樹脂側の方に抜けて、硬化したFRPの表面は平滑であった。

## 【0045】

金属線の検出には金属探知器として、センサ外径30の近接スイッチを使用した。この装置は、金属を感知するとランプが点灯するもので、これをFRPの表面に置いた。次に、スイッチを2m/minのスピードで、金属線の長手方向に対して垂直な向きに動かし、50cm移動させた所でスイッチを止めた。この移動の間のランプ点灯回数を測定したところ4回であり、積層数が4枚であることが確かめられた。

30

## 【0046】

炭素繊維は黒いため、積層体も黒くなり、外観から金属線の存在を視認することが出来ないが、近接スイッチで非破壊で積層数の検出が可能であった。

## 【0047】

## (実施例2)

実施例1と同じコンクリートに貼り付けられたFRPを、100V、1400Wの電磁誘導装置で1分間金属線を加熱したのち電磁誘導装置を取り外し、FRPから1mの距離に設置した赤外線放射温度計で測定した。なお、赤外線放射温度計として、HgCdTe検出器で、30での最小検知温度差が0.08、温度測定範囲が-50~2000のものを使用した。

40

## 【0048】

温度分布をカラーの熱画像として表示させた所、橋脚の長さ方向に細長く続く高温部分が4ヶ所観察され、積層数が4枚であることが検出できた。

## 【0049】

## 【発明の効果】

本発明の強化繊維織物は、通常の非破壊検査方法では検出することができないFRP積層数、積層方向を容易に検出することが出来る。また本発明の積層数検出方法によれば、コンクリート構造物におけるFRPの積層数、積層方向を非破壊で、簡単に検出することができる。

50

**【図面の簡単な説明】**

【図1】本発明の一実施態様に係わる、金属線が織物の幅方向と並行に配列した一方向強化繊維織物を説明する図である。

【図2】本発明の一実施態様に係わる、織物の長さ方向に挿入されている状態を説明する図である。

【図3】本発明の一実施態様に係わる、積層体における金属線配列状態と積層数検出の様子を説明する図である。

【図4】本発明の一実施態様に係わる、金属線の感知の原理を説明する図で、磁界が平衡状態にあることを説明する図である。

【図5】本発明の一実施態様に係わる、金属線の感知の原理を説明する図で、磁界の中に金属線が入り不平衡状態にあることを説明する図である。

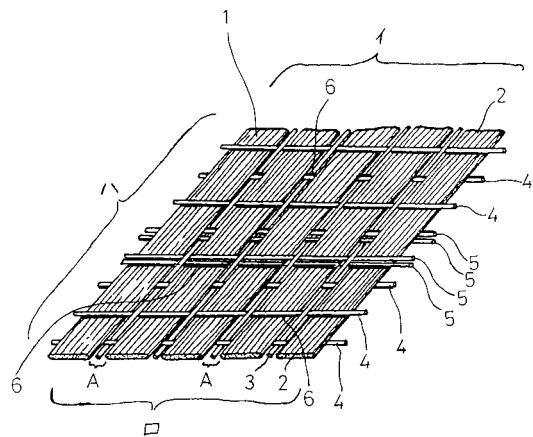
**【符号の説明】**

- 1 : 強化繊維織物
- 2 : 強化繊維マルチフィラメント糸
- 3 : たて方向補助糸
- 4 : よこ方向補助糸
- 5 : 金属線
- 6 : 低融点ポリマー
- 7 : コンクリート構造体
- 8 : 構造体表面
- 9 : センサー
- 10 : 発振器
- 11 : 励磁コイル
- 12 : 1次磁界
- 13 : 受磁コイル
- 14 : 検出器
- 15 : 2次磁界

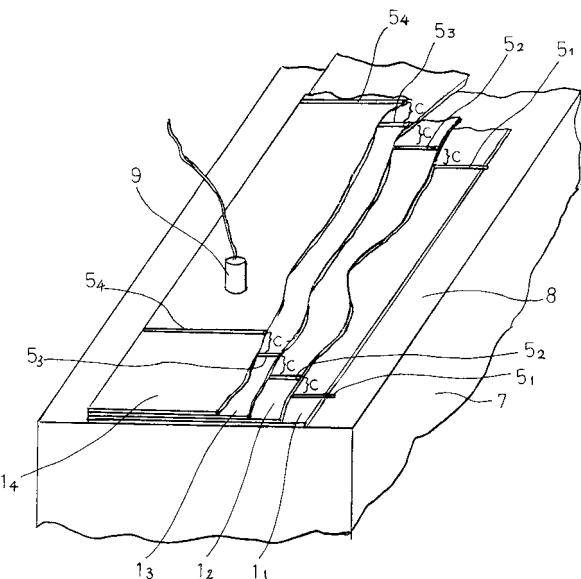
10

20

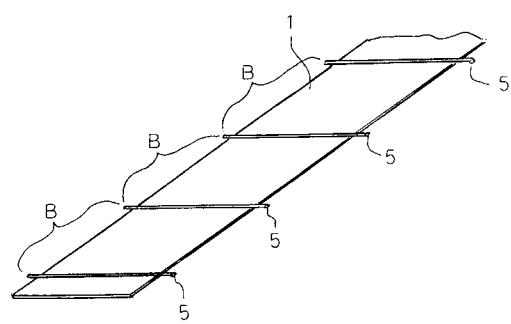
【図1】



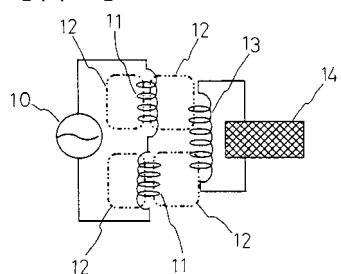
【図3】



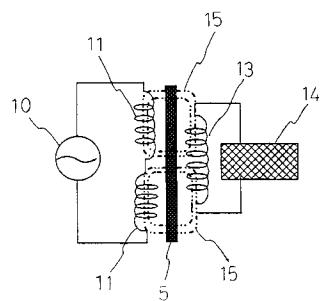
【図2】



【図4】



【図5】



---

フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I  
G 01N 25/72 (2006.01) G 01N 25/72 K  
G 01N 27/72 (2006.01) G 01N 27/72

(72)発明者 堀部 郁夫  
愛媛県伊予郡松前町大字筒井1515番地 東レ株式会社愛媛工場内

(72)発明者 吉永 達郎  
茨城県つくば市桜1丁目17番地 ショーポンド建設株式会社 補修工学研究所内

(72)発明者 江口 和雄  
茨城県つくば市桜1丁目17番地 ショーポンド建設株式会社 補修工学研究所内

(72)発明者 佐藤 孝志  
東京都千代田区神田錦町3丁目18番地 ショーポンド建設株式会社内

審査官 佐藤 健史

(56)参考文献 特開平08-156152 (JP, A)  
特開平07-227912 (JP, A)  
特開平11-302936 (JP, A)  
特開平02-038945 (JP, A)  
特開2000-062838 (JP, A)  
特開平09-283916 (JP, A)  
特開昭61-179888 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

D03D1/00 ~ 27/18