

(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2019-19590

(P2019-19590A)

(43) 公開日 平成31年2月7日(2019.2.7)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
E 0 2 D 29/05 (2006.01)	E 2 1 D 10/04	2 D 0 5 9
E 0 4 G 23/02 (2006.01)	E 0 4 G 23/02 E	2 D 1 4 7
E 0 2 B 9/06 (2006.01)	E 0 2 D 29/10 Z	2 E 1 7 6
E 0 2 F 5/10 (2006.01)	E 0 1 D 22/00 B	
F 1 6 L 1/038 (2006.01)		

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 17 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2017-140104 (P2017-140104)	(71) 出願人	591205536
(22) 出願日	平成29年7月19日 (2017.7.19)		J F E シビル株式会社
			東京都台東区蔵前2丁目17番4号
		(74) 代理人	100066980
			弁理士 森 哲也
		(74) 代理人	100103850
			弁理士 田中 秀▲てつ▼
		(74) 代理人	100105854
			弁理士 廣瀬 一
		(74) 代理人	100116012
			弁理士 宮坂 徹
		(72) 発明者	塩田 啓介
			東京都台東区蔵前2丁目17番4号 J F
			E シビル株式会社内

最終頁に続く

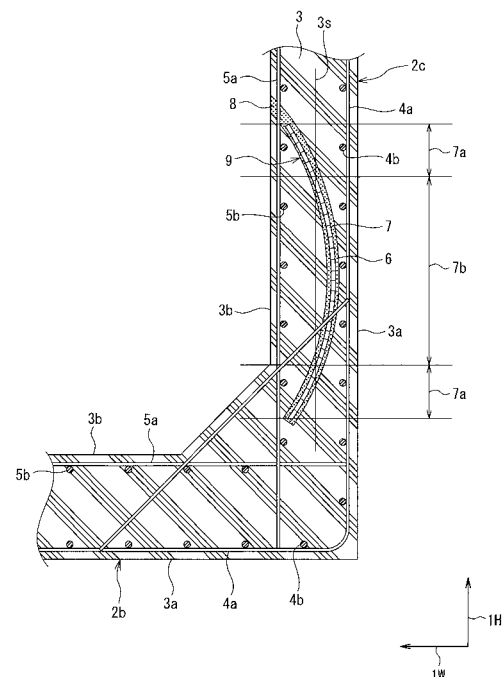
(54) 【発明の名称】 鉄筋補強方法

(57) 【要約】

【課題】コンクリート層の一面側に埋設された鉄筋を一面とは反対側の他面側から補強する補強材として鉄筋を使用する事が可能な技術を提供する。

【解決手段】コンクリート層3の互いに反対側に位置する第1の面3 a及び第2の面3 bのうちの第1の面3 a側に埋設された鉄筋4 aを第2の面3 a側から施工して補強する鉄筋補強方法であって、コンクリート層3に、第2の面3 b側から施工して第1の面3 a側に反る弧状孔6を形成する工程と、弧状孔6の内部に補強材を導入する工程と、弧状孔6の内部に導入された補強材をコンクリート層3に定着させる工程と、を備える。

【選択図】図2



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

コンクリート層の互いに反対側に位置する第 1 の面及び第 2 の面のうちの前記第 1 の面側に埋設された鉄筋を前記第 2 の面側から施工して補強する鉄筋補強方法であって、

前記コンクリート層に、前記第 2 の面側から施工して前記第 1 の面側に反る弧状孔を形成する工程と、

前記弧状孔の内部に補強材を導入する工程と、

前記弧状孔の内部に導入された前記補強材を前記コンクリート層に定着させる工程と、
を備えたことを特徴とする鉄筋補強方法。

【請求項 2】

前記弧状孔は、一端側及び他端側が前記第 1 の面側よりも前記第 2 の面側に位置し、前記一端側と他端側との間の中間部が前記第 2 の面側よりも前記第 1 の面側に位置していることを特徴とする請求項 1 に記載の鉄筋補強方法。

【請求項 3】

前記弧状孔の前記一端側と前記他端側とは、前記鉄筋の延伸方向に離間していることを特徴とする請求項 2 に記載の鉄筋補強方法。

【請求項 4】

前記弧状孔の前記一端側は前記第 2 の面に連なり、前記弧状孔の前記他端側は前記コンクリート層の内部で終端していることを特徴とする請求項 2 又は 3 に記載の鉄筋補強方法。

【請求項 5】

前記補強材の一端側及び他端側は、前記コンクリート層の厚さの中間線よりも前記第 2 の面側に位置し、

前記補強材の前記一端側と前記他端側との間の中間部は、前記中間線よりも前記第 1 の面側に位置していることを特徴とする請求項 1 から 4 の何れか 1 項に記載の鉄筋補強方法。

【請求項 6】

前記補強材の前記一端側と前記他端側とは、前記鉄筋の延伸方向に離間していることを特徴とする請求項 5 に記載の鉄筋補強方法。

【請求項 7】

前記補強材は、前記一端側及び他端側に突起を有することを特徴とする請求項 5 に記載の鉄筋補強方法。

【請求項 8】

前記補強材は、曲率が前記弧状孔と同一の弧形状で形成された鉄筋であることを特徴とする請求項 1 から 7 の何れか 1 項に記載の鉄筋補強方法。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、鉄筋補強方法に関し、特に、コンクリート層に埋設された鉄筋を補強する鉄筋補強方法に適用して有効な技術に関するものである。

【背景技術】**【0002】**

土木構造物としては、例えば、橋梁や栈橋の梁、床版、橋脚、トンネルや立孔の覆工コンクリート、ボックスカルバート、擁壁、ケーソンなどが知られている。また、建築構造物としては、例えば、ビルや建屋の床スラブ、梁、柱、煙突、サイロなどが知られている。これらの構造物の多くは、コンクリート層に鉄筋が埋設された鉄筋コンクリート構造物によって構築されている。

そして、近年、想定される強大な地震に対する安全性を確保する目的や、車両重量の増加と共に、道路の拡幅、増設などに伴う車両通行量の増加による建設当初の想定荷重を上回る荷重に対して安全性を確保する目的で、既存の鉄筋コンクリート構造物を補強する補

10

20

30

40

50

強工事が増加している。

【 0 0 0 3 】

既存の鉄筋コンクリート構造物においては、コンクリート層に作用する土圧、水圧、車両の重量や積載荷重、地震力などが設計当初よりも増加することで、コンクリート層中の鉄筋に作用する応力が許容値（許容応力度）を超過する。このため、既存の鉄筋コンクリート構造物の補強においては、既存の鉄筋を新たな補強材で補強して既存の鉄筋に作用する応力を低減することが有効である。

【 0 0 0 4 】

ところで、地中に埋設されたボックスカルバートでは頂版、底版、側壁の外側が土などで覆われるため、このような鉄筋コンクリート構造物の鉄筋を補強するにあたってはコンクリート層の互いに反対側に位置する外面及び内面のうちの内面側からの施工が条件となる。内面側からの施工では、内面側の鉄筋を補強することは十分可能であり、多くの技術が実用化されている。

10

【 0 0 0 5 】

一方、内面側からの施工で外面側の鉄筋を補強する技術も提案されている。特許文献 1 には、鉄筋コンクリート構造物の互いに反対側に位置する 2 つの面のうちの一方の面側から他方の面側に向けて穿孔してなる上方導入孔及び下方導入孔を設ける。そして、この上方導入孔及び下方導入孔を連結するように穿孔してなる収容孔を設ける。そして、この収容孔の内部に補強部を設けることにより、鉄筋コンクリート構造物の内面側（内空側）からの施工で外面側（地山側）の鉄筋の補強を可能とする技術が開示されている。

20

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 0 6 】

【 特許文献 1 】 特開 2 0 1 7 - 2 5 1 4 号 公 報

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 7 】

しかしながら、この特許文献 1 の技術は、上方導入孔及び下方導入孔に対して収容孔が直交する方向に延伸しているため、既存の鉄筋の補強材として、可撓性（フレキシビリティ）が低く撓み難い鉄筋などの一般的な材料を収容孔に導入することが困難である。すなわち、既存の鉄筋の補強材として鉄筋などの一般的な材料を使用することが困難であった。

30

そこで、本発明者らは、補強材を導入する孔の形状に着目し、本発明をなした。

本発明の目的は、コンクリート層の一面側に埋設された鉄筋を一面側とは反対側の他面側から補強するための補強材として鉄筋を使用することが可能な技術を提供することにある。

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 0 8 】

上記目的を達成するため、本発明の一態様に係る鉄筋補強方法は、コンクリート層の互いに反対側に位置する第 1 の面及び第 2 の面のうちの第 1 の面側に埋設された鉄筋を第 2 の面側から施工して補強する鉄筋補強方法である。そして、コンクリート層に、第 2 の面側から施工して第 1 の面側に反る弧状孔を形成する工程と、弧状孔の内部に補強材を導入する工程と、弧状孔の内部に導入された補強材をコンクリート層に定着させる工程と、を備える。

40

【 発明の効果 】

【 0 0 0 9 】

本発明の一態様の鉄筋補強方法によれば、コンクリート層の一面側に埋設された鉄筋を一面とは反対側の他面側から補強する補強材として鉄筋を使用する事が可能となる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 0 】

50

【図 1】本発明の実施形態 1 に係る鉄筋補強方法を説明するための図であって、ボックスカルバートが地中に埋設された状態を示す断面図である。

【図 2】図 1 のボックスカルバートの底版及び側壁が連結された角部付近を拡大して示す要部拡大断面図である。

【図 3】図 1 のボックスカルバートの側壁での鉄筋の配筋状態を部分的に示す要部斜視図である。

【図 4】図 1 のボックスカルバートの外側鉄筋に作用する応力状態を示す図である。

【図 5】図 1 のボックスカルバートの側壁の外側鉄筋に作用する応力状態を示す図である。

【図 6】本発明の実施形態 1 に係る鉄筋補強方法を説明するための要部断面図である。

10

【図 7】本発明の実施形態 1 に係る鉄筋補強方法を説明するための要部断面図である。

【図 8】本発明の実施形態 1 に係る鉄筋補強方法を説明するための要部断面図である。

【図 9】本発明の実施形態 1 に係る補強鉄筋の変形例を示す図である。

【図 10】本発明の実施形態 2 に係る鉄筋補強方法を説明するための図であって、橋梁の床版の概略構成を示す要部断面図である。

【図 11】図 10 の橋梁の床版に作用する応力状態を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0011】

以下、図面を参照して本発明の実施形態を詳細に説明する。なお、発明の実施形態を説明するための全図において、同一機能を有するものは同一符号を付け、その繰り返しの説明は省略する。

20

(実施形態 1)

本実施形態 1 では、地中に埋設されたボックスカルバートの側壁において、補強材として補強鉄筋を使用して、コンクリート層の外側面に埋設された鉄筋を内側面からの施工により補強する鉄筋補強方法について説明する。

【0012】

< ボックスカルバートの構造 >

まず、鉄筋補強方法を説明する前に、ボックスカルバートの構造について説明する。

図 1 に示すように、ボックスカルバート 1 は、例えば地中に埋設されて車両通行用の地下トンネルを構築している。そして、ボックスカルバート 1 上には、車両通行用道路が構築されている。

30

ボックスカルバート 1 は、第 1 の方向としての高さ方向 1 H において互いに離間して対向する頂版 2 a 及び底版 2 b と、第 1 の方向と直交する第 2 の方向としての幅方向 1 W において互いに離間して対向し、かつ頂版 2 a 及び底版 2 b の各々に連結された 2 つの側壁 2 c , 2 d とを有する。そして、これらの頂版 2 a 、底版 2 b 、2 つの側壁 2 c , 2 d の各々は、図 1 から図 3 に示すように、各々の厚さ方向において互いに反対側に位置する第 1 及び第 2 の面としての外面 3 a 及び内面 3 b を有するコンクリート層 3 と、このコンクリート層 3 の外面 3 a 側に埋設された鉄筋 4 a , 4 b (以下、外側鉄筋 4 a , 4 b と呼ぶ) と、このコンクリート層 3 の内面 3 b 側に埋設された鉄筋 5 a , 5 b (以下、内側鉄筋 5 a , 5 b と呼ぶ) とを具備する鉄筋コンクリート構造物で構築されている。

40

【0013】

2 つの側壁 2 c , 2 d において、外側鉄筋 4 a 及び内側鉄筋 5 a の各々は、高さ方向 1 H に延伸し、かつ第 1 の方向及び第 2 方向と直交する第 3 の方向としての奥行き方向 1 L (図 3 参照) に所定の配列ピッチで複数本配置されている。また、外側鉄筋 4 b 及び内側鉄筋 5 b の各々は、奥行き方向 1 L に延伸し、かつ高さ方向 1 H に所定の配列ピッチで複数本配置されている。そして、外側鉄筋 4 a 及び外側鉄筋 4 b は、各々の一部が互いに重なり合って立体交差するように組まれている。また、内側鉄筋 5 a 及び内側鉄筋 5 b においても、各々の一部が互いに重なり合って立体交差するように組まれている。これらの鉄筋が立体交差する交差部では、細い結束筋や溶接によって固定されている。

なお、頂版 2 a 及び底版 2 b では、外側鉄筋 4 a 及び内側鉄筋 5 a は幅方向 1 W に延伸

50

し、外側鉄筋 4 b 及び内側鉄筋 5 b の各々は幅方向 1 W に所定の配列ピッチで複数配置されている。

【 0 0 1 4 】

外側鉄筋 4 a 及び内側鉄筋 5 a の各々は、コンクリート層 3 に働く曲げモーメントによって生じる引張応力に抵抗する役割を担う。ボックスカルバート 1 の頂版 2 a、底版 2 b 及び側壁 2 c、2 d の各々では、スパンの短い短辺方向の負担が大きいため、短辺方向が主筋、長辺方向が配力筋（副筋）となる。この実施形態 1 では、一例として、高さ方向 1 H 及び幅方向 1 W に延伸する外側鉄筋 4 a 及び内側鉄筋 5 a の各々が主筋をなし、奥行き方向 1 L に延びる外側鉄筋 4 b 及び内側鉄筋 5 b の各々が配力筋をなす。

【 0 0 1 5 】

< 鉄筋補強構造 >

次に、鉄筋補強構造について、図 2 及び図 3 を用いて説明する。

図 2 及び図 3 に示すように、ボックスカルバート 1 の側壁 2 c の外側鉄筋 4 a は、鉄筋補強構造 9 によって補強されている。鉄筋補強構造 9 は、コンクリート層 3 に、コンクリート層 3 の内面 3 b 側から施工されて外面 3 a 側に反るように設けられた弧状孔 6 を具備している。また、鉄筋補強構造 9 は、弧状孔 6 の内部に導入されて充填材 8 によりコンクリート層 3 に定着され、外側鉄筋 4 a に作用する引張応力を低減する補強材としての鉄筋 7（以下、補強鉄筋 7 と呼ぶ）を具備している。すなわち、ボックスカルバート 1 の側壁 2 c の外側鉄筋 4 a は、コンクリート層 3 に定着された補強鉄筋 7 により補強され、外側鉄筋 4 a に作用する引張応力が低減される。

【 0 0 1 6 】

弧状孔 6 は、一端側及び他端側がコンクリート層 3 の外面 3 a 側よりも内面 3 b 側に位置し、一端側と他端側との間の中間部がコンクリート層 3 の内面 3 b 側よりも外面 3 a 側に位置している。そして、弧状孔 6 の一端側と他端側とは、外側鉄筋 4 a の延伸方向に離間している。そして、弧状孔 6 の一端側はコンクリート層 3 の内面 3 b に連なり、弧状孔 6 の他端側はコンクリート層 3 の内部で終端している。弧状孔 6 の形状としては、応力集中を避けるため、弧状円筒形状が好ましい。

【 0 0 1 7 】

補強鉄筋 7 は、弧状孔 6 の内部において、コンクリート層 3 の内面 3 b 側から外面 3 a 側に反る弧形状になっている。そして、補強鉄筋 7 は、一端側及び他端側の各々に定着部 7 a を有し、一端側と他端側との間の中間部に補強部 7 b を有する。そして、一端側及び他端側の各々の定着部 7 a はコンクリート層 3 の厚さの中間線 3 s よりも内面 3 b 側に位置し、中間部の補強部 7 b は中間線 3 s よりも外面 3 a 側に位置している。そして、補強鉄筋 7 の一端側の定着部 7 a と他端側の定着部 7 a とは、外側鉄筋 4 a の延伸方向に離間している。そして、補強鉄筋 7 は、曲率が弧状孔 6 と同一の弧形状で形成されている。補強鉄筋 7 としては、応力集中を避けるため弧状円柱形状が好ましい。また、補強鉄筋 7 としては、外周面が凹凸の無い滑らかな曲面形状の鉄筋を用いてもよいが、コンクリート層 3 との定着性を高めるため、既存の異形鉄筋のように外周面がリブや節などの凹凸を有する曲面形状の鉄筋を用いてもよい。

【 0 0 1 8 】

充填材 8 としては、流動性及び硬化性があるものを用いることが好ましい。例えば、無収縮モルタル、コンクリート、有機系材料、セメント系無機系材料などを用いることができる。

外側鉄筋 4 a に作用する引張応力を補強鉄筋 7 で効果的に低減させるためには、補強鉄筋 7 の定着部 7 a をコンクリート層 3 の厚さの中間線 3 s よりも内面 3 b 側でコンクリート層 3 に定着させ、補強鉄筋 7 の補強部 7 b をコンクリート層 3 の厚さの中間線 3 s よりも外面 3 a 側で定着させることが重要である。

【 0 0 1 9 】

なお、この実施形態 1 では、補強材として補強鉄筋 7 を用いた場合について説明している。しかしながら、本発明は補強材として補強鉄筋 7 の使用を可能とするが、この補強鉄

10

20

30

40

50

筋 7 に限定されるものではない。補強材としては、補強鉄筋 7 の他に、弧状孔 6 に導入するときにフレキシブル性を有す材料、例えば鋼線、鋼より線、炭素繊維、アラミド繊維、ガラス繊維などを用いることができる。補強材としては、コンクリート層 3 よりも引張強度が高い材料、好ましくは、外側鉄筋 4 a と同等以上の引張強度を有する材料であればよい。本発明の鉄筋補強方法では、既存の鉄筋を補強するための補強材として可撓性が低く撓み難い鉄筋も使用することができる。

【 0 0 2 0 】

< 外側鉄筋に作用する応力 >

次に、ボックスカルバート 1 の外側鉄筋 4 a に作用する応力について、図 4 を用いて説明する。

地中に埋設されたボックスカルバート 1 には、頂版 2 a 上の車両通行用道路を通行する車両の重量や積載量の増加と共に、道路幅の拡張や道路の増設などに伴う車両通行量の増加により建設当初の想定荷重を上回る荷重が負荷される。そして、ボックスカルバート 1 に負荷される荷重が建設当初の想定荷重を上回ると、コンクリート層 3 中の鉄筋に作用する引張応力が許容値（許容応力度）を超過する。

図 4 は、図 1 のボックスカルバート 1 の外側鉄筋 4 a に作用する応力状態を示した図である。図中、A は、ボックスカルバート 1 を埋設してトンネルを建設した建設当初において外側鉄筋 4 a に作用する応力である。また、図中、B は、ボックスカルバート 1 に負荷される荷重が建設当初の想定荷重を上回った時点において外側鉄筋 4 a に作用する応力である。

【 0 0 2 1 】

図 1 及び図 4 に示すように、頂版 2 a 及び底版 2 b と 2 つの側壁 2 c , 2 d とは、各々の端部で互いに連結されている。このため、図 4 に示すように、外側鉄筋 4 a に作用する応力 A 及び応力 B は、頂版 2 a 、底版 2 b 及び 2 つの側壁 2 c , 2 d の各々の端部側、換言すればボックスカルバート 1 の角部側で引張応力となり、頂版 2 a 、底版 2 b 及び 2 つの側壁 2 c , 2 d の各々の中央部で圧縮応力となる。そして、引張応力及び圧縮応力の何れも荷重増加後の応力 B の方が建設当初の応力 A よりも増加している。

【 0 0 2 2 】

鉄筋コンクリート構造物では、主に、コンクリートが圧縮応力に抵抗する役割を担い、鉄筋が引張応力に抵抗する役割を担う。したがって、既存の鉄筋を補強材で補強するにあたっては、既存の鉄筋のうちの引張応力が作用する部分を補強することが好ましい。本実施形態 1 では、図 2 に示すように、ボックスカルバート 1 の側壁 2 c において、外側鉄筋 4 a の引張応力作用部分を補強鉄筋 7 で補強し、外側鉄筋 4 a に作用する引張応力を低減している。

【 0 0 2 3 】

< 外側鉄筋に作用する引張応力の低減効果 >

次に、ボックスカルバート 1 の側壁 2 c において、外側鉄筋 4 a に作用する引張応力の低減効果について、図 5 を用いて説明する。

図 5 は、図 2 のボックスカルバート 1 の外側鉄筋 4 a に作用する引張応力状態を示した図である。図中、A 1 は、ボックスカルバート 1 を埋設してトンネルを建設した建設当初において外側鉄筋 4 a に作用する引張応力である。また、図中、B 1 は、ボックスカルバート 1 に負荷される荷重が建設当初の想定荷重を上回った時点において外側鉄筋 4 a に作用する引張応力である。また、図中、C 1 は、補強鉄筋 7 で補強した後の外側鉄筋 4 a に作用する引張応力である。図中、M 1 は許容応力度、N 1 は応力ゼロ基準である。

【 0 0 2 4 】

図 5 に示すように、外側鉄筋 4 a に作用する建設当初の引張応力 A 1 は、外側鉄筋 4 a の許容応力度 M 1 よりも低くなっている。そして、外側鉄筋 4 a に作用する荷重増加後の引張応力 B 1 は、外側鉄筋 4 a の許容応力度を超過している。そして、補強後の外側鉄筋 4 a に作用する引張応力 C 1 は、外側鉄筋 4 a の許容応力度 M 1 よりもピーク値が低くなっており、しかも、建設当初の引張応力 A 1 よりもピーク値が低くなっている。

したがって、外側鉄筋 4 a に作用する引張応力を補強鉄筋 7 により低減できることが分かる。これは、補強鉄筋 7 の設置により、下側鉄筋 4 a の合計断面積が増加し、その効果によって下側鉄筋 4 a に作用する引張応力が減少したことに起因する。

【 0 0 2 5 】

< 鉄筋補強方法 >

次に、ボックスカルバート 1 の側壁 2 c において、コンクリート層 3 の外面 3 a 側に埋設された外側鉄筋 4 a を内面 3 b 側から施工して補強する鉄筋補強方法について、図 6 から図 8 を用いて説明する。

まず、図 6 に示すように、ボックスカルバート 1 の側壁 2 c において、コンクリート層 3 に、コンクリート層 3 の内面 3 b 側から施工して外面 3 a 側に反る弧状孔 6 を形成する。この弧状孔 6 は、外側鉄筋 4 a のうち、引張応力が作用する部分の近傍に形成する。この弧状孔 6 は、コアボーリングマシンやウォータージェットなどの公知の技術によりコンクリート層 3 を切削することで容易に形成することができる。例えば、特開 2 0 0 6 - 2 8 7 5 1 号公報には、トンネルの側壁に曲線孔を削孔可能な曲線削孔装置が開示されている。

10

【 0 0 2 6 】

この弧状孔形成工程において、弧状孔 6 は、一端側及び他端側がコンクリート層 3 の外面 3 a 側よりも内面 3 b に位置し、一端側と他端側との間の中間部がコンクリート層 3 の内面 3 b 側よりも外面 3 a 側に位置している。そして、弧状孔 6 の一端側と他端側とは、外側鉄筋 4 a の延伸方向に離間している。そして、弧状孔 6 の一端側はコンクリート層 3 の内面 3 b に連なり、弧状孔 6 の他端側はコンクリート層 3 の内部で終端している。

20

【 0 0 2 7 】

次に、図 7 に示すように、弧状孔 6 の内部に、外側鉄筋 4 a に作用する引張応力を低減する補強材として補強鉄筋 7 を導入する。補強鉄筋 7 は、弧状孔 6 の内径よりも小さい外径寸法で形成されている。また、補強鉄筋 7 は、曲率が弧状孔 6 と同一の弧形状で形成されている。

この補強鉄筋導入工程において、補強鉄筋 7 は、曲率が弧状孔 6 と同一の弧形状で形成されているので、弧状孔 6 の内部に補強鉄筋 7 を容易に導入することができる。

【 0 0 2 8 】

次に、弧状孔 6 の内部に導入された補強鉄筋 7 をコンクリート層 3 に定着させる。補強鉄筋 7 の定着は、例えば、図 7 に示すように、弧状孔 6 の内部に補強鉄筋 7 が導入された状態で弧状孔 6 の内部に充填材 8 を充填し、その後、充填材 8 を硬化させることによって行う。

30

これにより、ボックスカルバート 1 の側壁 2 c の外側鉄筋 4 a を補強するための鉄筋補強構造 9 がほぼ完成する。

【 0 0 2 9 】

< 実施形態 1 の効果 >

以上のように、本実施形態 1 の鉄筋補強方法によれば、コンクリート層 3 に、コンクリート層 3 の内面 3 a 側から施工して外面 3 a 側に反る弧状孔 6 を形成し、この弧状孔 6 の内部に補強材として補強鉄筋 7 を導入してコンクリート層 3 に定着させることにより、コンクリート層 3 の互いに反対側に位置する外面 3 a 及び内面 3 b のうちの外面 3 a 側に埋設された外側鉄筋 4 a を内面 3 b 側から補強することができる。

40

また、埋設されたボックスカルバート 1 のように、頂版 2 a、底版 2 b 及び側壁 2 c、2 d が土など覆われていて、側壁 2 c の外面 3 a 側から外側鉄筋 4 a の補強が困難な場合であっても、コンクリート層 3 の外面 3 a 側に埋設された外側鉄筋 4 a をコンクリート層 3 の内面 3 b 側から補強することができる。

【 0 0 3 0 】

また、曲率が弧状孔 6 と同一の弧形状の補強鉄筋 7 を用いることにより、弧状孔 6 の内部に補強鉄筋 7 を容易に導入することができる。したがって、コンクリート層 3 の外面 3 a 側に埋設された外側鉄筋 4 a を外面 3 a とは反対側の内面 3 b 側から補強するための補

50

強材として補強鉄筋 7 を使用することができる。

また、補強材として補強鉄筋 7 を使用できることから、特殊な材料を使用する必要がなく、しかも安価で大量の材料調達ができるため、施工管理が容易である。

【 0 0 3 1 】

また、コンクリート層 3 に 1 つの弧状孔 6 を形成することで鉄筋補強構造 9 を構築することができるので、従来のように 3 つの孔（上方導入孔，下方導入孔，収容孔）を形成して補強鉄筋構造を構築する場合と比較して、外側鉄筋 3 a の補強に要する工期及びコストを低減することができる。

また、コンクリート層 3 の内面 3 b 側から施工して外面 3 a 側に反る弧状孔 6 を用いるので、外側鉄筋 4 a の補強を部分的に行うことができる。

また、弧状孔 6 は他端側がコンクリート層 3 の内部で終端しているので、充填材 8 の漏れを抑制することができると共に、定着後の補強鉄筋 7 の抜けを抑制することができる。

【 0 0 3 2 】

（実施形態 1 の変形例）

上述の実施形態 1 では、弧状円柱状の補強鉄筋 7 を用いた場合について説明したが、図 9 に示すように、補強鉄筋 7 に突起 7 c を設けてもよい。図 9（a）では、補強鉄筋 7 の両端に突起 7 c を設けている。図 9（b）では、補強鉄筋 7 の両端側に突起 7 c を設けている。何れにおいても、突起 7 c は、補強鉄筋 7 の定着部 7 a に設けることが好ましい。

なお、上述の実施形態 1 では、地中に埋設されたボックスカルバート 1 の側壁 2 c の外側鉄筋 4 a を補強する鉄筋補強方法について説明した。しかしながら、本発明は、この側壁 2 c の外側鉄筋 4 a を補強する鉄筋補強方法に限定されるものではない。例えば、本発明は、ボックスカルバート 1 の頂版 2 a、底版 2 b の各々の外側鉄筋 4 a を補強する鉄筋補強方法にも適用することができる。

【 0 0 3 3 】

また、上述の実施形態 1 では、コンクリート層 3 の外面 3 a 側に埋設された外側鉄筋 4 a を内面 3 b 側から施工して補強する鉄筋補強方法について説明した。しかしながら、本発明は、このコンクリート層 3 の外面 3 a 側に埋設された外側鉄筋 4 a を内面 3 b 側から施工して補強する鉄筋補強方法に限定されるものではない。例えば、本発明は、コンクリート層 3 の内面 3 b 側からの施工が困難であり、コンクリート層 3 の外面 3 a 側からの施工が可能である場合には、コンクリート層 3 の内面 3 b 側に埋設された内側鉄筋 5 a を外面 3 a 側からの施工で補強する補強方法にも適用することができる。

また、本発明は、外側鉄筋 4 b 及び内側鉄筋 5 b の補強にも適用することができる。

【 0 0 3 4 】

（実施形態 2）

本実施形態 2 では、橋梁の床版の下側鉄筋を補強する鉄筋補強方法について、図 1 0 及び図 1 1 を用いて説明する。

< 橋梁の構成 >

まず、鉄筋補強方法を説明する前に、橋梁の構成について説明する。

図 1 0 に示すように、橋梁 1 0 は、床版（床スラブ）1 1 と、この床版 1 1 を支持する梁 1 2 と、この梁 1 2 を支持する橋脚（図示せず）とを具備している。

床版 1 1 は、第 1 の方向としての厚さ方向 1 1 T において互いに反対側に位置する第 1 の面及び第 2 の面としての下面 1 3 a 及び上面 1 3 b を有するコンクリート層 1 3 と、このコンクリート層 1 3 の下面 1 3 a 側に埋設された鉄筋 1 4 a，1 4 b（以下、下側鉄筋 1 4 a，1 4 b と呼ぶ）と、このコンクリート層 1 3 の上面 1 3 b 側に埋設された鉄筋 1 5 a，1 5 b（以下、上側鉄筋 1 5 a，1 5 b と呼ぶ）とを具備する鉄筋コンクリート構造物で構築されている。

【 0 0 3 5 】

下側鉄筋 1 4 a 及び上側鉄筋 1 5 a の各々は、第 1 の方向と直交する第 2 の方向としての幅方向 1 1 W に延伸し、かつ第 1 の方向及び第 2 の方向と直交する第 3 の方向としての奥行き方向（図示せず）に所定の配列ピッチで複数本配置されている。また、下側鉄筋 1

4 b 及び上側鉄筋 1 5 b の各々は、奥行き方向に延伸し、かつ幅方向 1 1 W に所定の配列ピッチで複数本配置されている。そして、下側鉄筋 1 4 a 及び下側鉄筋 1 4 b は、各々の一部が互いに重なり合って立体交差するように組まれている。また、上側鉄筋 1 5 a 及び上側鉄筋 1 5 b においても、各々の一部が互いに重なり合って立体交差するように組まれている。これらの鉄筋が立体交差する交差部では、細い結束筋や溶接によって固定されている。

【 0 0 3 6 】

下側鉄筋 1 4 a 及び上側鉄筋 1 5 a の各々は、コンクリート層 3 に働く曲げモーメントによって生じる引張応力に抵抗する役割を担う。床版 1 1 では、スパンの短い短辺方向の負担が大きいため、短辺方向が主筋、長辺方向が配力筋（副筋）となる。この実施形態 2

10

【 0 0 3 7 】

< 鉄筋補強構造 >

次に、鉄筋補強構造について、図 1 0 を用いて説明する。

図 1 0 に示すように、橋梁 1 0 の床版 1 1 の下側鉄筋 1 4 a は、鉄筋補強構造 1 9 によって補強されている。鉄筋補強構造 1 9 は、コンクリート層 1 3 に、コンクリート層 1 3 の上面 1 3 b 側から施工されて下面 1 3 a 側に反るように設けられた弧状孔 1 6 を具備している。また、鉄筋補強構造 1 9 は、弧状孔 1 6 の内部に導入されて充填材 1 8 によりコン

20

【 0 0 3 8 】

弧状孔 1 6 は、一端側及び他端側がコンクリート層 1 3 の下面 1 3 a 側よりも上面 1 3 b 側に位置し、一端側と他端側との間の中間部がコンクリート層 3 の上面 1 3 b 側よりも下面 1 3 a 側に位置している。そして、弧状孔 1 6 の一端側と他端側とは、下側鉄筋 1 4 a の延伸方向に離間している。そして、弧状孔 1 6 の一端側はコンクリート層 1 3 の上面 1 3 b に連なり、弧状孔 1 6 の他端側はコンクリート層 1 3 の内部で終端している。弧状

30

【 0 0 3 9 】

補強鉄筋 1 7 は、弧状孔 1 6 の内部において、コンクリート層 1 3 の上面 1 3 b 側から下面 1 3 a 側に反る弧形状になっている。そして、補強鉄筋 1 7 は、一端側及び他端側の各々に定着部 1 7 a を有し、一端側と他端側との間の中間部に補強部 1 7 b を有する。そして、一端側及び他端側の各々の定着部 1 7 a はコンクリート層 1 3 の厚さの中間線 1 3 s よりも上面 1 3 b 側に位置し、中間部の定着部 1 7 a は中間線 1 3 s よりも下面 1 3 a 側に位置している。そして、補強鉄筋 1 7 の一端側の定着部 1 7 a と他端側の定着部 1 7 a とは、下側鉄筋 1 4 a の延伸方向に離間している。そして、補強鉄筋 1 7 は、曲率が弧状孔 1 6 と同一の弧形状で形成されている。補強鉄筋 1 7 としては、応力集中を避けるため弧状円柱形状が好ましい。また、補強鉄筋 1 7 としては、外周面が凹凸の無い滑らかな曲面形状の鉄筋を用いてもよいが、コンクリート層 3 との定着性を高めるため、既存の異形鉄筋のように外周面がリブや節などを設けて凹凸を有する曲面形状の鉄筋を用いてもよい。

40

【 0 0 4 0 】

充填材 1 8 としては、流動性及び硬化性があるものを用いることが好ましい。例えば、無収縮モルタル、コンクリート、有機系材料、セメント系無機系材料などを用いることができる。

下側鉄筋 1 4 a に作用する引張応力を補強鉄筋 1 7 で効果的に低減させるためには、補強鉄筋 1 7 の定着部 1 7 a をコンクリート層 1 3 の厚さの中間線 1 3 s よりも上面 1 3 b

50

側でコンクリート層 13 に定着させ、補強鉄筋 17 の補強部 17b をコンクリート層 13 の厚さの中間線 13s よりも下面 13a 側で定着させることが重要である。

【0041】

なお、この実施形態 2 では、補強材として補強鉄筋 17 を用いた場合について説明している。しかしながら、本発明は補強材として補強鉄筋 17 の使用を可能とするが、この補強鉄筋 17 に限定されるものではない。補強材としては、補強鉄筋 17 の他に、弧状孔 16 に導入するときにフレキシブル性を有す材料、例えば鋼線、鋼より線、炭素繊維、アラミド繊維、ガラス繊維などを用いることができる。補強材としては、コンクリート層 13 よりも引張強度が高い材料、好ましくは、下側鉄筋 14a と同等以上の引張強度を有する材料であればよい。本発明の鉄筋補強方法では、既存の鉄筋を補強するための補強材として可撓性が低く撓み難い鉄筋も使用することができる。

10

【0042】

< 外側鉄筋に作用する引張応力の低減効果 >

次に、橋梁 10 の床版 11 において、下側鉄筋 14a に作用する引張応力の低減効果について、図 11 を用いて説明する。

橋梁 10 の床版 11 には、床版 11 上の車両通行用道路を通行する車両の重量や積載量の増加などにより建設当初の想定荷重を上回る荷重が負荷される。そして、床版 11 に負荷される荷重が建設当初の想定荷重を上回ると、コンクリート層 13 中の鉄筋に作用する引張応力が許容値（許容応力度）を超過する。

【0043】

図 11 は、図 10 の床版 11 の下側鉄筋 14a に作用する応力状態を示した図である。図中、A2 は、橋梁 10 を建設した建設当初において下側鉄筋 14a に作用する応力である。また、図中、B2 は、床版 11 に負荷される荷重が建設当初の想定荷重を上回った時点において下側鉄筋 14a に作用する応力である。また、図中、C2 は、補強鉄筋 17 で補強した後の下側鉄筋 14a に作用する応力である。また、図中、M2 は許容応力度、N2 は応力ゼロ基準、G1 は建設当初の想定荷重、G2 建設当初の想定荷重を上回った荷重である。

20

【0044】

図 10 及び図 11 に示すように、床版 11 は、幅方向 11W において互いに離間する 2 つの支点部がそれぞれ梁 12 に支持されている。このため、図 11 に示すように、下側鉄筋 14a に作用する応力 A2 及び応力 B2 は、床版 11 の 2 つの支点部近傍で圧縮応力となり、2 つの支点部の間の中間部で引張応力 A2a, B2a となる。そして、引張応力及び圧縮応力の何れも荷重増加後の応力 B2 の方が建設当初の応力 A2 よりも増加している。

30

【0045】

鉄筋コンクリート構造物では、主に、コンクリートが圧縮応力に抵抗する役割を担い、鉄筋が引張応力に抵抗する役割を担う。したがって、既存の鉄筋を補強材で補強するにあたっては、既存の鉄筋のうちの引張応力が作用する部分を補強することが好ましい。本実施形態 2 では、図 10 に示すように、床版 11 において、下側鉄筋 14a の引張応力作用部分を補強鉄筋 17 で補強し、下側鉄筋 14a に作用する引張応力を低減している。

40

【0046】

図 11 に示すように、下側鉄筋 14a に作用する建設当初の引張応力 A2a は、下側鉄筋 14a の許容応力度 M2 よりも低くなっている。そして、下側鉄筋 14a に作用する荷重増加後の引張応力 B2a は、下側鉄筋 14a の許容応力度 M2 を超過している。そして、補強後の下側鉄筋 14a に作用する引張応力 C2 は、下側鉄筋 14a の許容応力度 M2 よりもピーク値が低くなっており、しかも、建設当初の引張応力 A2a よりもピーク値が低くなっている。

したがって、下側鉄筋 14a に作用する引張応力を補強鉄筋 17 により低減できることが分かる。これは、補強鉄筋 17 の設置により、下側鉄筋 14a の合計断面積が増加し、その効果によって下側鉄筋 14a に作用する引張応力が減少したことに起因する。

50

【 0 0 4 7 】

< 鉄筋補強方法 >

次に、橋梁 1 の床版 1 1 において、コンクリート層 1 3 の下面 1 3 a 側に埋設された下側鉄筋 1 4 a を上面側から施工して補強する鉄筋補強方法について、図 1 0 を用いて説明する。

まず、図 1 0 に示すように、橋梁 1 0 の床版 1 1 において、コンクリート層 1 3 に、コンクリート層 1 3 の上面 1 3 b 側から施工して下面 1 3 a 側に反る弧状孔 1 6 を形成する。この弧状孔 1 6 は、下側鉄筋 1 4 a のうち、引張応力が作用する部分の近傍に形成する。この弧状孔 1 6 は、コアボーリングマシンやウォータージェットなどの公知の技術によりコンクリート層 1 3 を切削することで容易に形成することができる。

10

【 0 0 4 8 】

この弧状孔形成工程において、弧状孔 1 6 は、一端側及び他端側がコンクリート層 1 3 の下面 1 3 a 側よりも上面 1 3 b に位置し、一端側と他端側との間の中間部がコンクリート層 1 3 の上面 1 3 b 側よりも下面 1 3 a 側に位置している。そして、弧状孔 1 6 の一端側と他端側とは、下側鉄筋 1 4 a の延伸方向に離間している。そして、弧状孔 1 6 の一端側はコンクリート層 1 3 の上面 1 3 b に連なり、弧状孔 1 6 の他端側はコンクリート層 1 3 の内部で終端している。

【 0 0 4 9 】

次に、図 1 0 に示すように、弧状孔 1 6 の内部に、下側鉄筋 1 4 a に作用する引張応力を低減する補強材として補強鉄筋 1 7 を導入する。補強鉄筋 1 7 は、弧状孔 1 6 の内径よりも小さい外径寸法で形成されている。また、補強鉄筋 1 7 は、曲率が弧状孔と同一の弧形状で形成されている。

20

この工程において、補強鉄筋 1 7 は、曲率が弧状孔 1 6 と同一の弧形状で形成されているので、弧状孔 1 6 の内部に補強鉄筋 1 7 を容易に導入することができる。

【 0 0 5 0 】

次に、弧状孔 1 6 の内部に導入された補強鉄筋 1 7 をコンクリート層 1 3 に定着させる。補強鉄筋 1 7 の定着は、例えば、図 1 0 に示すように、弧状孔 1 6 の内部に補強鉄筋 1 7 が導入された状態で弧状孔 1 6 の内部に充填材 1 8 を充填し、その後、充填材 1 8 を硬化させることによって行う。

これにより、橋梁 1 0 の床版 1 1 の下側鉄筋 1 4 a を補強するための鉄筋補強構造 1 9 がほぼ完成する。

30

【 0 0 5 1 】

< 実施形態 2 の効果 >

以上のように、本実施形態 2 の鉄筋補強方法によれば、コンクリート層 1 3 に、コンクリート層 1 3 の上面 1 3 b 側から施工して下面 1 3 a 側に反る弧状孔 1 6 を形成し、この弧状孔 1 6 の内部に補強材として補強鉄筋 1 7 を導入してコンクリート層 1 3 に定着させることにより、コンクリート層 1 3 の下面 1 3 a 側に埋設された下側鉄筋 1 4 a をコンクリート層 1 3 の上面 1 3 b 側から補強することができる。

【 0 0 5 2 】

また、橋梁 1 0 の床版 1 1 において、コンクリート層 1 3 の下面 1 3 a 側に埋設された下側鉄筋 1 4 a を下面 1 3 a 側から補強する場合は、足場を組む必要があった。これに対し、本実施形態 2 では、コンクリート層 1 3 の下面 1 3 a 側に埋設された下側鉄筋 1 4 a をコンクリート層 1 3 の上面 1 3 b 側から補強することができるので、足場を組む必要がない。したがって、下側鉄筋 1 4 a の補強に要する工期及びコストを低減することができる。

40

【 0 0 5 3 】

また、曲率が弧状孔 1 6 と同一の弧形状の補強鉄筋 1 7 を用いることにより、弧状孔 1 6 の内部に補強鉄筋 1 7 を容易に導入することができる。したがって、コンクリート層 1 3 の下面 1 3 a 側に埋設された下側鉄筋 1 4 a を下面 1 3 a とは反対側の上面 1 3 b 側から補強するための補強材として補強鉄筋 1 7 を使用することができる。

50

また、補強材として補強鉄筋 1 7 を使用できることから、特殊な材料を使用する必要がなく、しかも安価で大量の材料調達ができるため、施工管理が容易である。

【 0 0 5 4 】

また、コンクリート層 1 3 に 1 つの弧状孔 1 6 を形成することで鉄筋補強構造 1 9 を構築することができるので、従来のように 3 つの孔（上方導入孔，下方導入孔，収容孔）を形成して補強鉄筋構造を構築する場合と比較して、外側鉄筋 1 3 a の補強に要する工期及びコストを低減することができる。

また、コンクリート層 1 3 の上面 1 3 b 側から施工して下面 1 3 a 側に反る弧状孔 1 6 を用いるので、下側鉄筋 1 4 a の補強を部分的に行うことができる。

また、弧状孔 1 6 は他端側がコンクリート層 1 3 の内部で終端しているので、充填材 1 8 の漏れを抑制することができると共に、定着後の弧状孔 1 6 の抜けを抑制することができる。

【 0 0 5 5 】

なお、本実施形態 2 においても、図 9 に示す補強鉄筋 7 を用いることができる。

また、上述の実施形態 2 では、コンクリート層 1 3 の下面 1 3 a 側に埋設された下側鉄筋 1 4 a を上面 1 3 b 側から施工して補強する鉄筋補強方法について説明した。しかしながら、本発明は、このコンクリート層 1 3 の下面 1 3 a 側に埋設された下側鉄筋 1 4 a を上面 3 b 側から施工して補強する鉄筋補強方法に限定されるものではない。例えば、本発明は、コンクリート層 1 3 の上面 1 3 b 側からの施工が困難であり、コンクリート層 1 3 の下面 1 3 a 側からの施工が可能である場合には、コンクリート層 1 3 の上面 1 3 b 側に埋設された上側鉄筋 1 5 a を下面 1 4 a 側からの施工で補強する補強方法にも適用することができる。

また、本発明は、下側鉄筋 1 4 b 及び上側鉄筋 1 5 b の補強にも適用することができる。

【 0 0 5 6 】

以上、本発明を上記実施形態に基づき具体的に説明したが、本発明は上記実施形態に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲において種々変更可能であることは勿論である。

例えば、本発明は、土木構造物として、例えば、橋梁や栈橋の梁，床版，橋脚、トンネルや立孔の覆工コンクリート、ボックスカルバート、擁壁、ケーソンなどの鉄筋コンクリート構造物の補強に適用することができる。

また、本発明は、建築構造物として、例えば、ビルや建屋の床スラブ，梁，柱，煙突、サイロなどの鉄筋コンクリート構造物の補強に適用することができる。

【 符号の説明 】

【 0 0 5 7 】

- 1 ... ボックスカルバート（コンクリート構造物）
- 1 H ... 高さ方向（第 1 の方向）
- 1 W ... 幅方向（第 2 の幅方向）
- 1 L ... 奥行き方向（第 3 の方向）
- 2 a ... 頂版
- 2 b ... 底版
- 2 c , 2 d ... 側壁
- 3 ... コンクリート層
- 3 a ... 外面（第 1 の面）
- 3 b ... 内面（第 2 の面）
- 4 a , 4 b ... 外側鉄筋
- 5 a , 5 b ... 内側鉄筋
- 6 ... 弧状孔
- 7 ... 補強鉄筋（補強材）
- 7 a ... 定着部

10

20

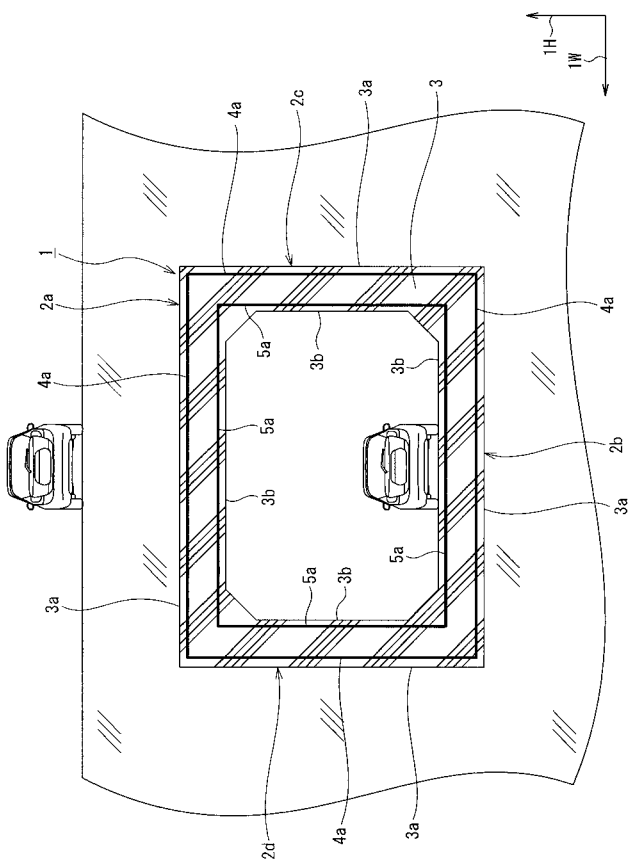
30

40

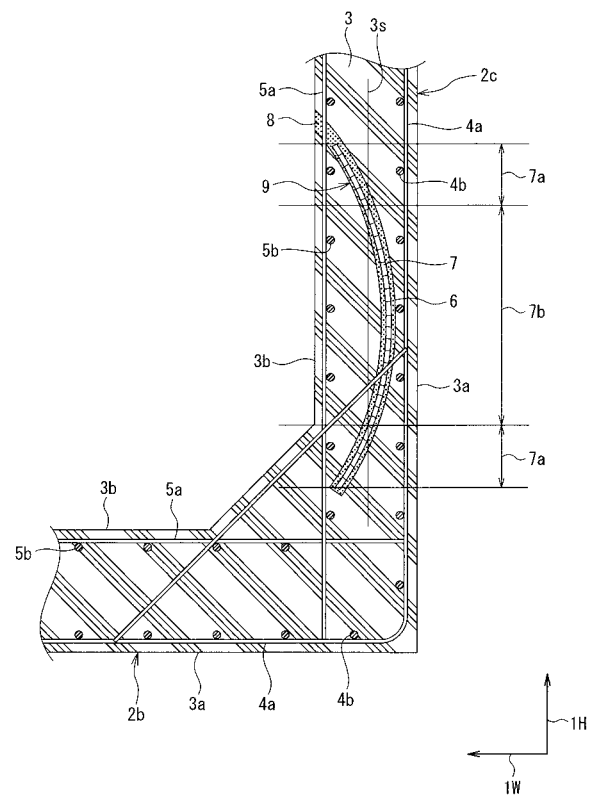
50

- 7 b ... 補強部
- 7 c ... 突起
- 8 ... 充填材
- 9 ... 鉄筋補強構造
- 1 0 ... 橋梁
- 1 1 ... 床版（コンクリート構造物）
- 1 1 T ... 厚さ方向（第 1 の方向）,
- 1 1 W ... 幅方向（第 2 の方向）
- 1 2 ... 梁
- 1 3 ... コンクリート層
- 1 3 a ... 下面（第 1 の面）
- 1 3 b ... 上面（第 2 の面）
- 1 4 a , 1 4 b ... 下側鉄筋
- 1 5 a , 1 5 b ... 上側鉄筋
- 1 6 ... 弧状孔
- 1 7 ... 補強鉄筋（補強材）
- 1 8 ... 充填材
- 1 9 ... 鉄筋補強構造

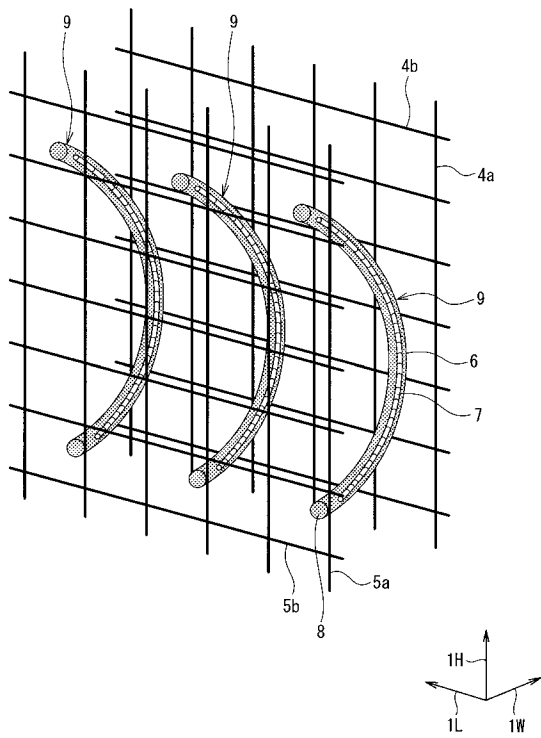
【 図 1 】



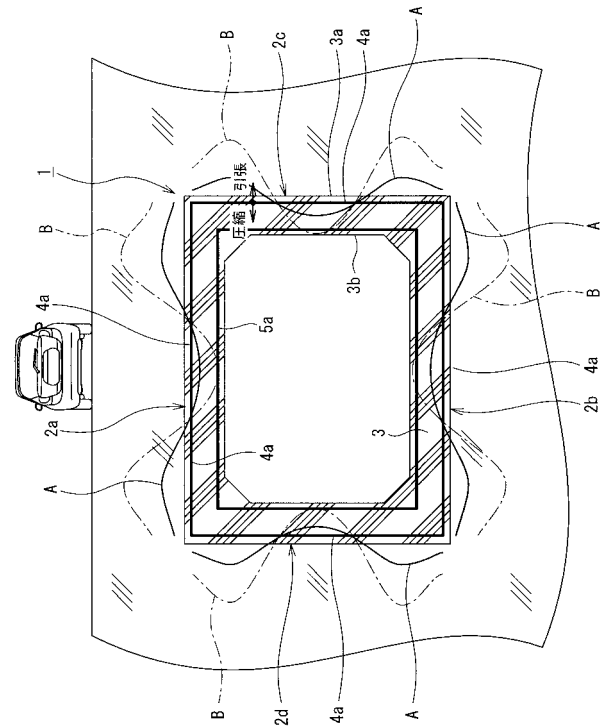
【 図 2 】



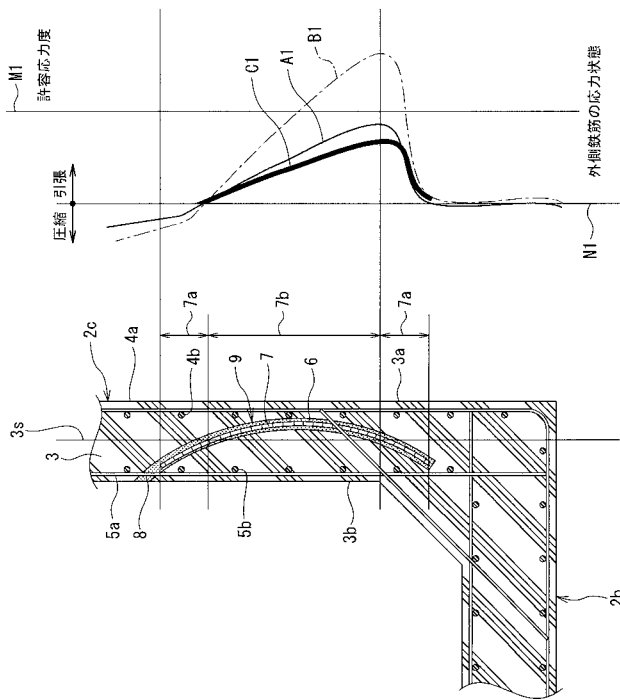
【図 3】



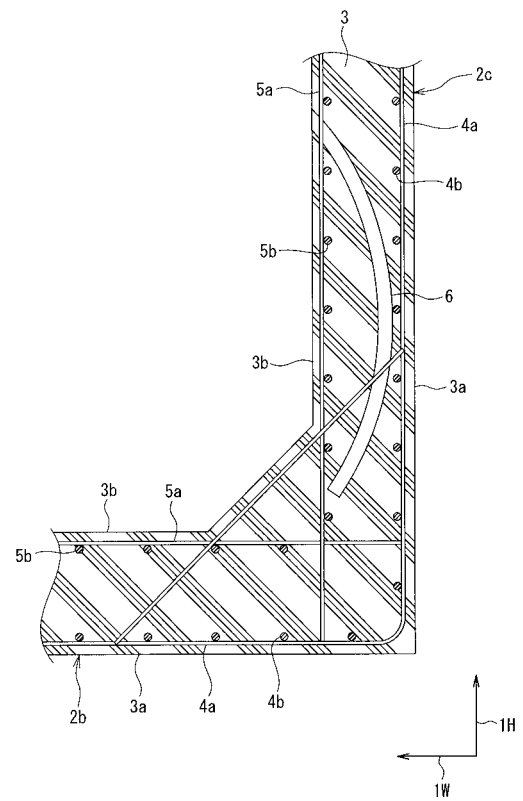
【図 4】



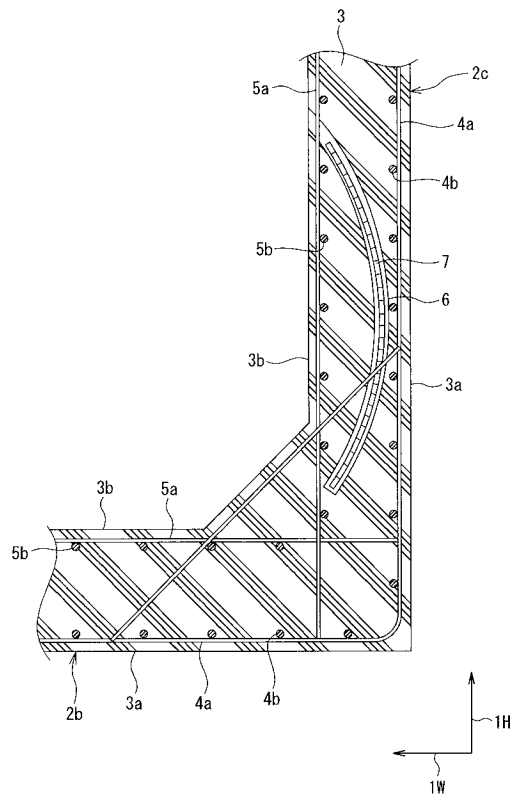
【図 5】



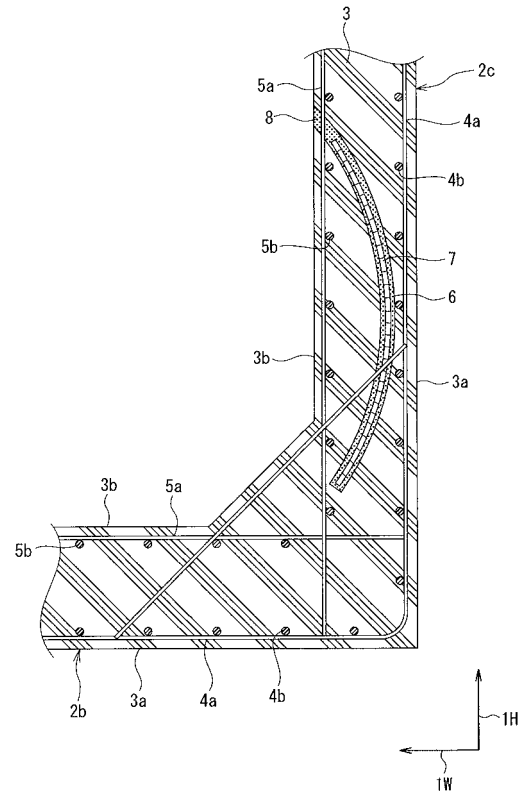
【図 6】



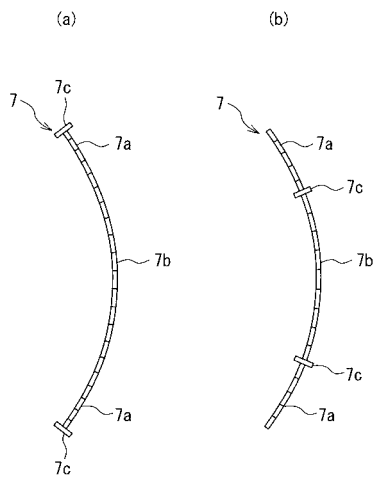
【図 7】



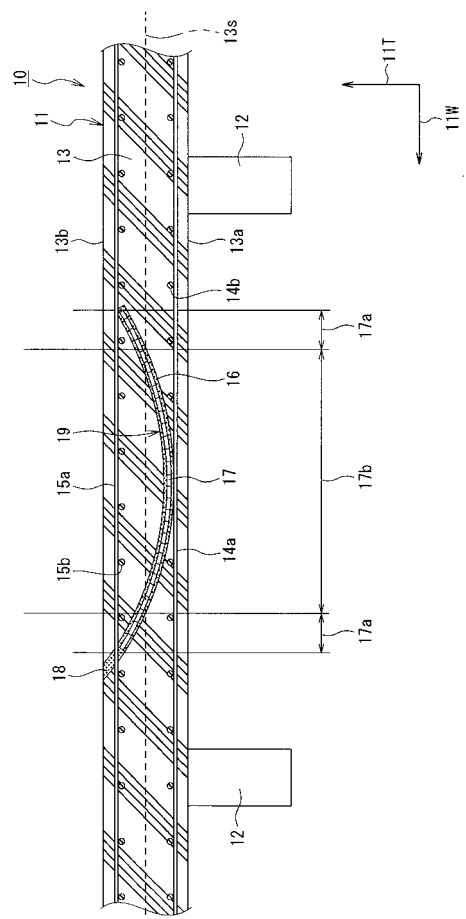
【図 8】



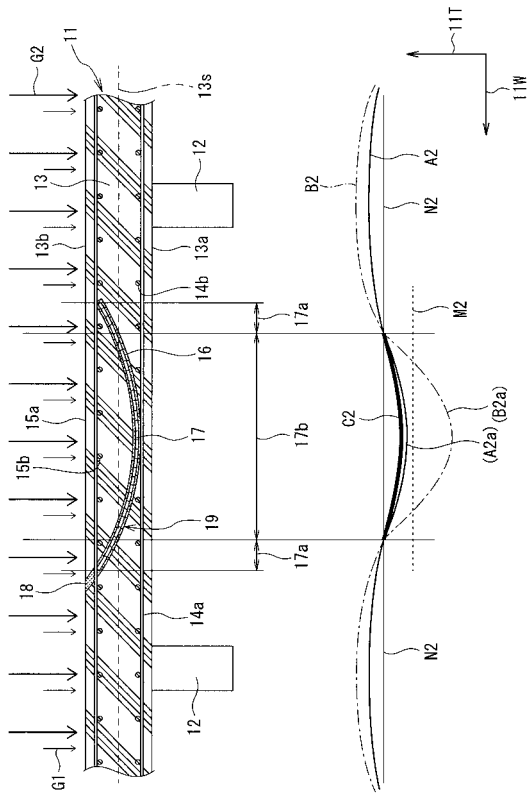
【図 9】



【図 10】



【図 11】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I テーマコード(参考)
E 0 1 D 22/00 (2006.01)

(72)発明者 吉岡 泰邦
東京都台東区蔵前二丁目１番４号 J F E シビル株式会社内

(72)発明者 内藤 仁志
東京都台東区蔵前二丁目１番４号 J F E シビル株式会社内

(72)発明者 有園 和樹
東京都台東区蔵前二丁目１番４号 J F E シビル株式会社内

F ターム(参考) 2D059 GG40
2D147 AC02 CA07 DA07 DB03 MB08 NA16
2E176 AA02 AA09 BB28