

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3625484号  
(P3625484)

(45) 発行日 平成17年3月2日(2005.3.2)

(24) 登録日 平成16年12月10日(2004.12.10)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

F I

E O 4 B 1/22

E O 4 B 1/22

E O 1 D 2/00

E O 4 C 5/08

E O 4 C 5/08

E O 1 D 7/02

請求項の数 17 (全 13 頁)

|               |                       |           |                        |
|---------------|-----------------------|-----------|------------------------|
| (21) 出願番号     | 特願平11-530553          | (73) 特許権者 | 帝人テクノプロダクツ株式会社         |
| (86) (22) 出願日 | 平成10年8月28日(1998.8.28) |           | 大阪府大阪市中央区南本町1丁目6番7号    |
| (86) 国際出願番号   | PCT/JP1998/003861     | (73) 特許権者 | 社団法人プレストレストコンクリート建設業協会 |
| (87) 国際公開番号   | W01999/029974         |           | 東京都新宿区津久戸町4番6号         |
| (87) 国際公開日    | 平成11年6月17日(1999.6.17) | (74) 代理人  | 弁理士 石田 敬               |
| 審査請求日         | 平成14年5月8日(2002.5.8)   | (74) 代理人  | 弁理士 鶴田 準一              |
| (31) 優先権主張番号  | 特願平9-350198           | (74) 代理人  | 弁理士 西山 雅也              |
| (32) 優先日      | 平成9年12月5日(1997.12.5)  | (74) 代理人  | 弁理士 樋口 外治              |
| (33) 優先権主張国   | 日本国(JP)               |           |                        |
| (31) 優先権主張番号  | 特願平10-113655          |           |                        |
| (32) 優先日      | 平成10年4月23日(1998.4.23) |           |                        |
| (33) 優先権主張国   | 日本国(JP)               |           |                        |

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 プレストレストコンクリート構造体

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

プレストレストコンクリート構造体において、  
 対設された一对の側面を有する長尺のコンクリート成形体と、  
 前記一对の側面の一方から他方へ前記コンクリート成形体内部を横断方向に貫通、延設され、両端において緊張状態で前記コンクリート成形体の側面に固定され、前記コンクリート成形体に圧縮荷重を付与する複数の張力部材と、  
 前記張力部材の端部を覆うように、前記コンクリート成形体の両側面に沿って配設された一对のサイドガードと、  
 前記一对のサイドガードの側面に配設され、前記緊張状態にある張力部材が破断したときに、破断した張力部材が前記サイドガードを突き破って、その側面から突出することを防止する補強部材とを具備し、  
 前記補強部材は、前記サイドガードの側面内において、サイドガードの側面の長手方向に伸びにくく、かつ、横方向に伸び易く、破断により突き出してきた張力部材の端部により内側から押されたときに、前記補強部材が前記サイドガード側面において、サイドガードの側面の長手方向に剥離が展開し易く、前記横方向へは剥離が展開しにくくなっていることを特徴とするプレストレストコンクリート構造体。

【請求項2】

プレストレストコンクリート構造体において、  
 並設された複数の長尺のコンクリート成形体と、

10

20

前記並設された複数の前記コンクリート成形体内部を横断方向に貫通、延設され、両端において緊張状態で、最も外側に配置された前記コンクリート成形体の外側の側面に固定され、前記複数のコンクリート成形体の全体に圧縮荷重を付与する複数の張力部材と、前記張力部材の端部を覆うように、前記最も外側に配置されたコンクリート成形体の外側の側面に沿って配設された一对のサイドガードと、前記一对のサイドガードの側面に配設され、前記緊張状態にある張力部材が破断したときに、破断した張力部材が前記サイドガード成形体を突き破って、その側面から突出することを防止する補強部材とを具備し、前記補強部材は、前記サイドガードの側面内において、サイドガードの側面の長手方向に伸びにくく、かつ、横方向に伸び易くなっており、破断により突き出してきた張力部材の端部により内側から押されたときに、前記補強部材が前記サイドガード側面において、サイドガードの側面の長手方向に剥離が展開し易く、前記横方向へは剥離が展開しにくくなっていることを特徴とするプレストレストコンクリート構造体。

10

**【請求項 3】**

前記補強部材は、前記サイドガードの側面の長手方向に延設された経系と、横方向に延設された緯系と、前記経系と緯系とを結合する樹脂材料とを含み、前記経系が $5000 \sim 18000 \text{ kgf/mm}^2$ の引張モジュラスを有し、前記緯系が $300 \sim 4500 \text{ kgf/mm}^2$ の引張モジュラスを有することを特徴とする請求項 1 または 2 に記載のプレストレストコンクリート構造体。

**【請求項 4】**

20

前記経系は、更に、 $500 \sim 2200 \text{ kgf\%/mm}^2$ の引張タフネスを有し、前記緯系は、更に、 $300 \sim 3000 \text{ kgf\%/mm}^2$ の引張タフネスを有することを特徴とする請求項 3 に記載のプレストレストコンクリート構造体。

**【請求項 5】**

前記経系は、更に、 $250 \sim 400 \text{ kgf/mm}^2$ の引張強度を有し、前記緯系は、更に、 $60 \sim 250 \text{ kgf/mm}^2$ の引張強度を有することを特徴とする請求項 5 に記載のプレストレストコンクリート構造体。

**【請求項 6】**

前記経系がアラミド繊維を含み、前記緯系が非アラミド繊維を含むことを特徴とする請求項 4 に記載のプレストレストコンクリート構造体。

30

**【請求項 7】**

前記緯系が、ポリエステル繊維、ビニロン繊維、および、ポリアミド繊維から成る群から選択されることを特徴とする請求項 6 に記載のプレストレストコンクリート構造体。

**【請求項 8】**

前記補強部材が、アラミド繊維と非アラミド繊維を用いた繊維強化樹脂複合材料からなり、かつ、下記の特性 A および特性 B を有する繊維を含むことを特徴とする請求項 1 または 2 に記載のプレストレストコンクリート構造体。

特性 A: 引張モジュラスが $150 \sim 15000 \text{ kgf/mm}^2$

特性 B: 引張タフネスが $400 \sim 4000 \text{ kgf\%/mm}^2$

**【請求項 9】**

40

前記繊維物は、経系が前記コンクリート成形体の長手方向に配向されており、緯系が横方向に配向されており、かつ、経系にアラミド繊維を50重量%以上含む糸条を用い、緯系に非アラミド繊維を含む糸条を用いている請求項 8 に記載のプレストレストコンクリート構造体。

**【請求項 10】**

前記緯系が、ポリエステル繊維、ビニロン繊維、および、ポリアミド繊維から成る群から選択されることを特徴とする請求項 9 に記載のプレストレストコンクリート構造体。

**【請求項 11】**

前記補強部材が、アラミド繊維と非アラミド繊維を用いた繊維強化樹脂複合材料からなり、かつ、アラミド繊維方向に $3000 \sim 15000 \text{ kgf/mm}^2$ の引張モジュラスを有し、かつ、非アラ

50

ミド繊維方向に $150 \sim 3000 \text{kgf/mm}^2$ の引張モジュラスを有する織物を有することを特徴とする請求項1または2に記載のプレストレストコンクリート構造体。

【請求項12】

前記織物が、更に、アラミド繊維方向に $500 \sim 2000 \text{kgf\%/mm}^2$ の引張タフネスを有し、かつ、非アラミド繊維方向に $400 \sim 4000 \text{kgf\%/mm}^2$ の引張タフネスを有することを特徴とする請求項11に記載のプレストレストコンクリート構造体。

【請求項13】

前記織物が、更に、アラミド繊維方向に $200 \sim 350 \text{kgf/mm}^2$ の引張強度を有し、かつ、非アラミド繊維方向に $50 \sim 150 \text{kgf/mm}^2$ の引張強度を有することを特徴とする請求項12に記載のプレストレストコンクリート構造体。

10

【請求項14】

前記織物は、経糸が前記コンクリート成形体の長手方向に配向されており、緯糸が横方向に配向されており、かつ、経糸にアラミド繊維を50重量%以上含む糸条を用い、緯糸に非アラミド繊維を含む糸条を用いている請求項11から13の何れか1項に記載のプレストレストコンクリート構造体。

【請求項15】

前記緯糸が、ポリエステル繊維、ビニロン繊維、および、ポリアミド繊維から成る群から選択されることを特徴とする請求項14に記載のプレストレストコンクリート構造体。

【請求項16】

前記補強部材が、更に、前記サイドガードの側面と前記補強部材の内面との間に配設された裏当て部材を含むことを特徴とする請求項1から15の何れか1項に記載のプレストレストコンクリート構造体。

20

【請求項17】

裏当て部材が、金属板である請求項16に記載のプレストレストコンクリート構造体。

【発明の詳細な説明】

技術分野

本発明は、プレストレストコンクリート構造体に関し、さらに詳しくは、コンクリート成型体単体または複数のコンクリート成型体を緊締しているPC鋼材が破断した場合に、破断したPC鋼材が、プレストレストコンクリート構造体の側部から外方に突出したり、あるいは、外方に飛び出すことを防止したプレストレストコンクリート構造体に関する。

30

背景技術

従来からプレストレストコンクリートが周知となっている。プレストレストコンクリートは、使用に先立って圧縮荷重を与えてコンクリートの引張荷重特性を高める技術であり、橋梁構造等の大型のコンクリート構造体では、一般的にプレストレストコンクリートが用いられる。プレストレストコンクリートの圧縮荷重の与え方には種々の方法があるが、大型のコンクリート構造体では、しばしばプレテンション法またはポストテンション法、若しくは、プレテンション法とポストテンション法を組み合わせる圧縮荷重を付与している。

大型のコンクリート構造体として、特に、橋梁構造への適用例では、橋梁の長手方向に垂直な水平横断方向に延設されたPC鋼棒またはPC鋼線から成る複数の張力部材を水平長手方向に並設して、この張力部材により、隣接する複数のコンクリート成型体を締結すると共に、前記張力部材に大きな張力を与えることによりコンクリート成型体を緊締し、コンクリート成型体の各々に横断方向の圧縮荷重を付与しているものがある。こうして形成されたコンクリート構造体では、高い張力が付与された張力部材が何らかの原因により破断すると、破断した張力部材がコンクリート構造体の側部から外方に突出したり、あるいは、外方に飛び出すことがあり得る。

40

この問題を解決するために、例えば、特許第2742675号公報では、プレストレストコンクリート構造体の側面においてPC鋼材軸線上に炭素繊維、アラミド繊維またはそれらを組み合わせた補強シートを固着している。前記補強シートは、経糸、緯糸に同じ材料の繊維を用いているために、破断したPC鋼材が補強シートに衝突したときに、補強シートは概ね均

50

等にプレストレストコンクリート構造体の側面から剥離することとなる。補強シートの剥離がプレストレストコンクリート構造体の縁部まで進むと、プレストレストコンクリート構造体の側面への補強シートの固着強度が著しく低下する問題がある。上述したように、補強シートは概ね均等にプレストレストコンクリート構造体の側面から剥離するので、プレストレストコンクリート構造体が橋梁構造等の長尺の構造体であり、その側面が細長い形状、つまり、アスペクト比が比較的大きい場合に、短い辺に平行な方向に進む剥離は、速くプレストレストコンクリート構造体の縁部に達してしまい、補強シートの固着強度が著しく低下する問題がある。

本発明は、この問題を解決するためになされたものであり、プレストレストコンクリート構造体に使用されているPC鋼材が破断した場合に、破断したPC鋼材がプレストレストコンクリート構造体の側部から外方に突出したり、あるいは、外方に飛び出すことを防止した

10

プレストレストコンクリート構造体を提供することを目的としている。  
更に、本発明は破断したPC鋼材がプレストレストコンクリート構造体の側部から外方に突出したり、あるいは、外方に飛び出すことを防止するために用いる繊維強化樹脂複合材料を提供することを目的としている。

更に、本発明は破断したPC鋼材がプレストレストコンクリート構造体の側部から外方に突出したり、あるいは、外方に飛び出すことを防止するために用いるシート材料を提供することを目的としている。

#### 発明の開示

本発明によれば、プレストレストコンクリート構造体において、対設された一对の側面を有する長尺のコンクリート成形体と、前記一对の側面の一方から他方へ前記コンクリート成形体内部を横断方向に貫通、延設され、両端において緊張状態で前記コンクリート成形体の側面に固定され、前記コンクリート成形体に圧縮荷重を付与する複数の張力部材と、前記張力部材の端部を覆うように、前記コンクリート成形体の両側面に沿って配設された一对のサイドガードと、前記一对のサイドガードの側面に配設され、前記緊張状態にある張力部材が破断したときに、破断した張力部材が前記サイドガードを突き破って、その側面から突出することを防止する補強部材とを具備し、前記補強部材は、前記サイドガードの側面内において、サイドガードの側面の長手方向に伸びにくく、かつ、横方向に伸び易くなっており、破断により突き出てきた張力部材の端部により内側から押されたときに、前記補強部材が前記サイドガード側面において、サイドガードの側面の長手方向に剥離が展開し易く、前記横方向へは剥離が展開しにくくなっていることを特徴とするプレストレストコンクリート構造体を提供される。

20

30

張力部材が破断すると、従前に張力部材に付与されていた張力が解放され、破断した張力部材には、その軸線方向に大きなスラスト力が作用する。このスラスト力により、破断した張力部材が軸方向に移動する。破断時に張力部材に作用するスラスト力の大きさは、破断した張力部材の長さ、破断時に張力部材に作用している張力の大きさ、破断の進度の緩急や張力部材の材質等の条件に依存しているが、特に、張力部材がPC鋼棒である場合には大きなスラスト力が作用することが知られている。スラスト力が大きいと、破断した張力部材がサイドガードの側面から突出することがある。

本発明では、サイドガードを突き抜けて突出した張力部材はサイドガードの側面に設けた補強部材に衝突し、補強部材は、引き延ばされながらサイドガードの側面から剥離することにより、破断した張力部材の運動エネルギーを効果的に吸収する。

40

一般的に、補強部材の剥離の展開により、剥離がサイドガードの側面において上下縁部に達すると、その部分において補強部材のサイドガードの側面への結合力が著しく低下し、破断した張力部材の運動エネルギーの吸収性能が著しく低下する。本発明によれば、補強部材は、サイドガードの側面内においてその長手方向に伸びにくく、かつ、横方向に伸び易くなっているため、補強部材は前記サイドガード表面においてその長手方向に剥離が進み、前記横方向に剥離しにくくなっており、こうした問題が回避される。

また、好ましくは、前記補強部材は、前記サイドガードの側面の長手方向に延設された経系と、横方向に延設された緯系と、前記経系と緯系とを結合する樹脂材料とを含み、前記

50

経糸が $5000 \sim 18000 \text{ kgf/mm}^2$ の引張モジュラスを有し、前記緯糸が $300 \sim 4500 \text{ kgf/mm}^2$ の引張モジュラスを有する。

経糸の引張モジュラスを大きくすることにより、経糸は伸びにくくなり、補強部材はサイドガードの側面において長手方向に伸びにくく、かつ、サイドガードの側面から剥離し易くなる。緯糸の引張モジュラスを小さくすることにより、補強部材は、サイドガードの側面において横方向に伸びやすく、かつ、剥離しにくくなる。

【図面の簡単な説明】

図1は、本発明に係るプレストレストコンクリート構造体の要部拡大断面図である。

図2は、補強部材の一部断面を含む正面図である。

図3は、橋脚上のプレストレストコンクリート構造体の斜視図である。

図4は、補強部材の他の実施形態を示すためのプレストレストコンクリート構造体の側部の斜視図である。

発明を実施する最良の態様

以下、添付図面を参照して、隣接配置された複数のコンクリート成型体を複数のPC鋼棒またはPC鋼線から成る張力部材（以下、単にPC鋼材と記載する）により互いに締結、緊締して形成されたプレストレストコンクリート橋梁構造体を一例として本発明実施形態を説明する。

図3を参照すると、矢印aで示す長手方向に一定の間隔で立設されている複数の橋脚1の上に大型のプレストレストコンクリート構造体10が設置されている。このプレストレストコンクリート構造体10は、略T字形の断面を有する複数の長尺のコンクリート成型体11を具備しており、コンクリート成型体11は、水平横断方向に延設、配置された複数のPC鋼材12により相互に締結、緊締されている。図3において、PC鋼材12は、水平方向に一列に配設されているが、二列またはそれ以上の複数の列に配設してもよいことは言うまでもない。

図1を参照すると、コンクリート成型体11の各々は、横断方向に貫通、延設された中空の管またはスリーブ13を有している。スリーブ13は、型枠（図示せず）内にコンクリートを充填する前に、該型枠に予め配設しておくことができる。スリーブ13にPC鋼材12を通したあと、ジャッキ等の張力付与装置によりPC鋼材12を緊張させ、PC鋼材12の両端部に螺着させたナット15を締め付け、PC鋼材12の両端をワッシャー14を介して最外端に位置しているコンクリート成型体11の側面16に定着させる。PC鋼材12に作用する張力によりコンクリート成型体11に圧縮荷重が付与される。なお、PC鋼材12とスリーブ13の間には、PC鋼材12の防錆を目的としてモルタルまたはペーストを充填することができる。

このプレストレストコンクリート構造体10の両側面、すなわち、並設された複数のコンクリート成型体のうち最も外側に配置されたコンクリート成型体の外側の側面16には、PC鋼材12の先端部が突出しており、かつ、図1に示すように、従来からコンクリートまたはモルタル製の横断面L字形の地覆またはサイドガード17が設けられている。サイドガード17は、橋梁から車両が逸脱することを防止すると共に、張力の負荷されているPC鋼材12が破断したときに、破断したPC鋼材がプレストレストコンクリート構造体10の側部から突出または飛び出すことを防止している。然しながら、従来技術のこうした構成では、破断時の条件によっては、破断したPC鋼材12は、サイドガード17を突き破って外方に飛び出してしまふ可能性がある。破断したPC鋼材が、サイドガード17を突き破ることを完全に防止するためには、サイドガード17を非常に頑丈な大型のものにしなければならず建設コストを増加させることとなる。

本発明の好ましい実施形態では、図1、3に示すように、サイドガード17の側面17aに接着剤を用いて補強部材20を貼着し、補強部材20によりサイドガード17の側面17aを補強するようになっている。補強部材20は、被覆部材21と裏当て部材22とを含んでいる。この裏当て部材22は、被覆部材21とサイドガード17の側面17aの間に設けられると共に、PC鋼材12に対して一直線上に配置されている。補強部材20は、図3に示すように、サイドガード17の長手方向の全長と概ね同じ長さを有することができるが、運搬や取り付け作業を容易にするために分割してもよい。

10

20

30

40

50

裏当て部材22は、好ましくは、サイドガード17の側面17aの面積よりも小さい側面を有している。裏当て部材22の面積が、サイドガード17の側面17aの面積とほぼ同等の場合には、破断によりPC鋼材が裏当て部材22に衝突したときに、補強部材20が伸張、変形しにくくなり、被覆部材21がサイドガード17から剥離し易くなる。また、裏当て部材22の面積が、被覆部材21の面積に比べて極端に小さい場合は、裏当て部材22にPC鋼材の衝突したときに、補強部材20に応力が集中し、PC鋼材が補強部材20を突き破って突出し易くなる。裏当て部材22の面積は、好ましくは、サイドガード17の側面17aの面積の10分の1から2分の1の面積とする。

図2を参照すると、被覆部材21は、補強繊維材料31を樹脂層32で結合した繊維強化樹脂複合材料（FRP）にて形成されており、補強繊維材料31は、織物から成る単層または複層のシート材料にて形成することができる。この織物は、図2において矢印aで示すサイドガード17の側面17aの長手方向に延設されたアラミド繊維を含む糸条から成る経系41と、図2において矢印bで示すサイドガード17の側面17a内において横方向に延設された非アラミド繊維を含む糸条から成る緯系42とを含んでいる。以下、横方向としてサイドガード17の側面17aの長手方向に対して垂直方向を一例として説明する。

補強繊維材料31を結合する樹脂層32の材料は、好ましくは、エポキシ系、ウレタン系、アクリル系、および、エステル系の樹脂から成る群から選択される。最も好ましい材料はエポキシ系の樹脂である。

緯系42は経系41よりも引張モジュラスが低いために、経系41に比べて緯系42は伸び易くなっている。このために、破断したPC鋼材12がサイドガード17を突き破って突出し、裏当て部材22に衝突したときに、被覆部材21が内側から押圧されると、被覆部材は図3において矢印aの方向、つまり、コンクリート成形体11またはサイドガード17の長手方向に伸びにくく、垂直方向bには伸び易くなる。従って、補強部材20のサイドガード17の側面17aからの剥離は、長手方向aに進み、これに垂直な垂直方向bには進みにくくなり、補強部材20においてサイドガード17の側面17a剥離した領域は、全体としてサイドガード17の側面17aの長手方向に長径を有する楕円形となる。

これに対して、経系と緯系に引張モジュラスの高い材料を用いると、長手方向aと、垂直方向bに同じように剥離が進む。補強部材20の剥離がサイドガード17の側面において上下縁部に達すると、その部分において補強部材20のサイドガード17の側面17aへの結合力が著しく低下し、突出してくる破断PC鋼材の運動エネルギーを吸収できなくなる。本実施形態のように補強部材20の剥離が長手方向aに進み易く、かつ、垂直方向bに進みにくくして、剥離の形状を長手方向aに長径を有する楕円形にすることにより、こうした問題を回避可能となり、補強部材20によって、より大きな破断PC鋼材の運動エネルギーを吸収可能となる。

こうした特性を有する材料として、経系41はアラミド繊維100重量%の糸条を用いることができるが、アラミド繊維50重量%以上を含む混繊維を使用してもよい。更には、経系41は、アラミド繊維から成る糸条と他の材料の糸条とを交互に配設してもよい。また、緯系42は、有機材料の非アラミド繊維を含む糸条を用いることができる。詳細には、上記非アラミド繊維は、ポリエステル繊維、ビニロン繊維、および、ポリアミド繊維から成る群から選択することができ、最も好ましい材料はナイロン繊維である。

また、補強繊維材料31は、図2に示すような2軸織物に限定されず、例えば、3軸以上の多軸織物を用いてもよい。

更に、補強繊維材料31は、好ましくは、織物として下記の特性Aおよび特性Bを有している。

特性A: 引張モジュラスが $150 \sim 15000 \text{ kgf/mm}^2$

特性B: 引張タフネスが $400 \sim 4000 \text{ kgf\%/mm}^2$

さらに、特性Cを有することが望ましい。

特性C: 引張強度が $50 \sim 350 \text{ kgf/mm}^2$

上記の各特性は、繊維強化樹脂複合材料中の繊維断面積あたりの値であるが、引張タフネスは破断時の応力と伸びの積、引張強度は破断時の応力である。なお、引張モジュラス、

10

20

30

40

50

引張強度および伸びを測定するときの引張試験機の諸条件は、次のとおりである。

すなわち、

a) 試験片のヨコ方向（経糸方向）

- ・試験片幅:12.5mm
- ・チャックの種類：くさび
- ・つかみ間隔:100mm
- ・伸度検出方法：ひずみゲージ
- ・引張速度:2mm/分
- ・引張モジュラスの求め方：応力 - 伸び曲線において、破断時応力の40～60%の範囲における直線部分の勾配

10

b) 試験片のタテ方向（緯糸方向）

- ・試験片幅:12.5mm
- ・チャックの種類：くさび
- ・つかみ間隔:100mm
- ・伸度検出方法：引張試験機
- ・引張速度:50mm/分
- ・引張モジュラスの求め方：応力 - 伸び曲線において、破断時応力の40～60%の範囲における直線部分の勾配

前記織物の好ましい引張モジュラスの値は、150～15000kgf/mm<sup>2</sup>の範囲であり、更に好ましくは、200～10000kgf/mm<sup>2</sup>の範囲である。引張モジュラスが150kgf/mm<sup>2</sup>未満の場合は、部分的な伸長が顕著になり、応力集中により繊維強化樹脂複合材料が突き破られてしまう。反対に引張モジュラスが15000kgf/mm<sup>2</sup>を超える場合は、破断したPC鋼材の運動エネルギーを吸収できず、繊維強化樹脂複合材料がサイドガードの側面から剥離し易くなる。より詳細には、前記織物は、好ましくは、経糸方向に3000～15000kgf/mm<sup>2</sup>の引張モジュラスを有し、かつ、緯糸方向に150～3000kgf/mm<sup>2</sup>の引張モジュラスを有している。

20

前記織物の、引張タフネスの好ましい値は、400～4000kgf%/mm<sup>2</sup>の範囲であり、更に好ましくは、750～3500kgf%/mm<sup>2</sup>の範囲である。引張タフネスが400kgf%/mm<sup>2</sup>未満の場合は、運動エネルギーを吸収できず、破断したPC鋼材により繊維強化樹脂複合材料が突き破られてしまう。反対に引張タフネスが4000kgf%/mm<sup>2</sup>を超える場合は、上述の引張モジュラスの好ましい範囲を満たすも材料が得られず、運動エネルギーを吸収することができない。より詳細には、前記織物は、経糸方向に500～2000kgf%/mm<sup>2</sup>の引張タフネスを有し、かつ、緯糸方向に400～4000kgf%/mm<sup>2</sup>の引張タフネスを有している。

30

前記織物の好ましい引張強度の値は、50～350kgf/mm<sup>2</sup>の範囲であり、更に好ましくは、70～300kgf/mm<sup>2</sup>の範囲である。引張強度が50kgf/mm<sup>2</sup>未満の場合は運動エネルギーの吸収能力が小さく、破断したPC鋼材により繊維強化樹脂複合材料が突き破られてしまう。反対に、引張強度が350kgf/mm<sup>2</sup>を超える場合は、上述の引張モジュラスの好ましい範囲を満たす材料が得られず、運動エネルギーが吸収できなくなって、繊維強化樹脂複合材料がサイドガードの側面から剥離し易くなる。より詳細には、前記織物は、経糸方向に200～350kgf/mm<sup>2</sup>の引張強度を有し、かつ、緯糸方向に50～150kgf/mm<sup>2</sup>の引張強度を有している。

また、補強繊維材料31は、図2に示すような織物ではなく、図4に示すように、経糸41'と緯糸42'をサイドガード17の側面17aに各々長手方向および垂直方向に別個に貼り合わせ、樹脂材料にて結合してもよい。経糸41'の好ましい特性は、引張強度が250～400kgf/mm<sup>2</sup>、引張モジュラスが5000～18000kgf/mm<sup>2</sup>、破断伸度が2～6%、引張タフネスが500～2200kgf%/mm<sup>2</sup>である。緯糸42'の好ましい特性は、引張強度が60～250kgf/mm<sup>2</sup>、引張モジュラスが300～4500kgf/mm<sup>2</sup>、破断伸度が3～30%、引張タフネスが300～3000kgf%/mm<sup>2</sup>である。

40

こうした特性を有する材料として、図2の実施形態と同様に、経糸41'はアラミド繊維100重量%の糸条を用いることができるが、アラミド繊維50重量%以上を含む混織糸を使用してもよい。また、緯糸42'は、有機材料の非アラミド繊維を含む糸条を用いることができる。詳細には、上記非アラミド繊維は、ポリエステル繊維、ビニロン繊維、および、ポ

50

リアミド繊維から成る群から選択することができ、最も好ましい材料はナイロン繊維である。

また、既述の説明では「横方向」は、サイドガード17の側面の長手方向に対して垂直方向であったが、本発明はこれに限定されず、本発明において「横方向」は、真の垂直方向から外れたバイアス方向を含むことができる。

更に、裏当て部材22は、被覆部材21と同様に繊維強化樹脂複合材料で形成したものを使用することもできるが、その代わりに鋼板などの金属板を使用してもよい。裏当て部材を繊維強化樹脂複合材料から形成する場合は、被覆部材21より引張タフネスが小さくてよい。図1において補強部材20は、横断面がコの字形の部材にて図示されているが、PC鋼材12がサイドガード17を突き抜けて突出してきたときに、補強部材20に負荷される応力を分散できる形状であれば、この形状に限らない。

10

次に、上記補強部材の作用について説明する。

破断したPC鋼材12がコンクリートまたはモルタル製のサイドガード17を突き破り、補強部材20の裏当て部材22に衝突して裏当て部材22をサイドガード17の側面17aから剥離させ、かつ、被覆部材21を伸長、変形させる。その際、裏当て部材22は、サイドガード17の側面17aから剥離することによりPC鋼材12の運動エネルギーを吸収する。

アラミド繊維から成る経系41は、引張モジュラスが比較的大きいので伸びにくく、サイドガード17の側面17aからの剥離により破断PC鋼材12の運動エネルギーを吸収する。他方、緯系42は、経系41に対して引張モジュラスが小さいので、剥離が展開せずに伸びることによりPC鋼材12の運動エネルギーを吸収する。

20

上記のように、補強部材20は、異なる2つの方向に全く異なったエネルギー吸収機構を有するため、これらが複合した結果として、サイドガード17の側面17aからの補強部材20の剥離形状が、側面17aの長手方向に長径を有する偏平した楕円形状となり、補強部材20の全体に剥離を生ずることなく、かつ、PC鋼材12が補強部材20を突き抜けて突出することもなく、効果的に破断したPC鋼材12の突出を防止可能となる。

なお、補強部材20は、織物を樹脂で硬化して繊維強化樹脂複合材料としてから接着剤を用いて貼着しても、織物に樹脂を塗布・含浸しながら貼着し、繊維強化樹脂複合材料化と接着を同時に行ってもよい。

以上の説明では、複数のコンクリート成型体内を横断方向に貫通して延設された複数のPC鋼材により締結、緊締して形成した大型のプレストレストコンクリート構造体の場合を説明したが、1つのコンクリート成型体を単体で用いて、ポストテンション法にてプレストレストコンクリート構造体を形成した場合にも同じ作用、効果が得られる。この場合、単体のコンクリート成形体の両側面にサイドガードが設けられることは言うまでもない。

30

また、補強部材20は、上記の如く、被覆部材21と裏当て部材22から構成してもよいが、被覆部材21のみで構成することもできる。その場合は、経方向と緯方向またはバイアス方向に引張タフネスの異なる素材を組み合わせて使用するとよい。

〔例1〕

3枚の織物を重ねて樹脂にて結合させた繊維強化樹脂複合材料から成る被覆部材の内側に鋼鉄製の裏当て部材（幅100mm、長さ1600mm、板厚3.2mm）を設け、エポキシ系の樹脂により結合すると共に、図1のようにサイドガードの側面に接着した。

40

補強繊維材料としての織物は、経系（方向a）を構成するアラミド繊維としてテクノーラ（商標名）繊維を、そして緯系（方向b）を構成する非アラミド繊維としてナイロン6,6繊維を含んでいる。

図1に示す構成のプレストレストコンクリート構造物において、直径32mm、全長10mのPC鋼棒を人工的に破断したところ、上記の補強部材により破断したPC鋼棒の突出を防止できた。

繊維強化樹脂複合材料の物性を表1に示す。

表 1

|         | テクノーラ 繊維使用方向                | ナイロン6,6 繊維使用方向               |
|---------|-----------------------------|------------------------------|
| 引張強度    | 2 4 4 kgf/mm <sup>2</sup>   | 8 4 kgf/mm <sup>2</sup>      |
| 引張伸度    | 3 . 2 %                     | 3 6 . 6 %                    |
| 引張モジュラス | 6 9 0 0 kgf/mm <sup>2</sup> | 2 8 0 kgf/mm <sup>2</sup>    |
| 引張タフネス  | 7 8 1 kgf%/mm <sup>2</sup>  | 3 0 7 4 kgf%/mm <sup>2</sup> |

また、補強繊維材料および原系の構成は以下の通りである。

補強繊維材料の構成

a) 織組織:2×1 マット織

b) 織密度:

・タテ:38本/2.54cm

・ヨコ:15本/2.54cm

c) 系使い:

・経糸(テクノーラ):1500de/1000fil

・撚りの有無:無撚

・緯糸(ナイロン6,6):1890de/306fil

・撚りの有無:60T/M

原系の構成

a) テクノーラ:

・デニール:1500de

・フィラメント数:1000fil

・強度:28g/de

・伸度:4.6%

・引張弾性率:590g/de

・比重:1.39

b) ナイロン6,6:

・デニール:1,890de

・フィラメント数:306fil

・強度:10.3g/de

・伸度:21.7%

・引張弾性率:50g/de

・比重:1.14

[例2]

補強部材を2枚の補強繊維材料を含む繊維強化樹脂複合材料にて形成し、内側の鋼板製の裏当て部材を省略した場合も、PC鋼棒の突出を防止できた。ただし、PC鋼棒の寸法は、直径32mm、全長6mであった。なお、繊維強化樹脂複合材料の物性、補強繊維材料および原系

10

20

30

40

50

の構成は、実施例 1 の場合と同様である。

〔例 3〕

3 枚の織物を重ねて樹脂にて結合させた繊維強化樹脂複合材料から成る被覆部材の内側に鋼鉄製の裏当て部材（幅100mm、長さ1600mm、板厚3.2mm）を設け、エポキシ系の樹脂により結合すると共に、図 1 のようにサイドガードの側面に接着した。

補強繊維材料としての織物は、経系（方向 a ）を構成するアラミド繊維としてケブラー 49（商標名）を、そして緯系（方向 b ）を構成する非アラミド繊維としてナイロン 6,6 繊維を含んでいる。

図 1 に示す構成のプレストレストコンクリート構造物において、直径 32mm、全長 10m の PC 鋼棒を人工的に破断したところ、上記の補強部材により破断した PC 鋼棒の突出を防止でき

10

た。

繊維強化樹脂複合材料の物性を表 2 に示す。

表 2

|         | ケブラー49使用方向                  | ナイロン6,6 繊維使用方向               |
|---------|-----------------------------|------------------------------|
| 引張強度    | 2 2 0 kgf/mm <sup>2</sup>   | 8 4 kgf/mm <sup>2</sup>      |
| 引張伸度    | 2 . 4 %                     | 3 6 . 6 %                    |
| 引張モジュラス | 9 0 0 0 kgf/mm <sup>2</sup> | 2 8 0 kgf/mm <sup>2</sup>    |
| 引張タフネス  | 5 2 8 kgf%/mm <sup>2</sup>  | 3 0 7 4 kgf%/mm <sup>2</sup> |

20

30

また、補強繊維材料および原系の構成は以下の通りである。

補強繊維材料の構成

a ) 織組織 : 2 × 1 マット織

b ) 織密度 :

・ タテ : 38 本 / 2.54cm

・ ヨコ : 15 本 / 2.54cm

c ) 糸使い :

・ 経系（ケブラー 49） : 1450de/1000fil

・ 撚りの有無 : 無撚

・ 緯系（ナイロン 6,6） : 1890de/306fil

・ 撚りの有無 : 60T/M

40

原系の構成

a ) ケブラー 49 :

・ デニール : 1450de

・ フィラメント数 : 1000fil

・ 強度 : 22g/de

・ 伸度 : 2.6%

・ 引張弾性率 : 820g/de

50

- ・ 比重 : 1.45
- b) ナイロン 66 :
  - ・ デニール : 1890de
  - ・ フィラメント数 : 306fil
  - ・ 強度 : 10.3g/de
  - ・ 伸度 : 21.7%
  - ・ 引張弾性率 : 50g/de
  - ・ 比重 : 1.14

〔例 4〕

補強部材を 2 枚の補強繊維材料を含む繊維強化樹脂複合材料にて形成し、内側の鋼板製の裏当て部材を省略した場合も、PC鋼棒の突出を防止できた。ただし、PC鋼棒の寸法は、直径 32mm、全長 6m であった。なお、繊維強化樹脂複合材料の物性、補強繊維材料および原系の構成は、実施例 3 の場合と同様である。 10

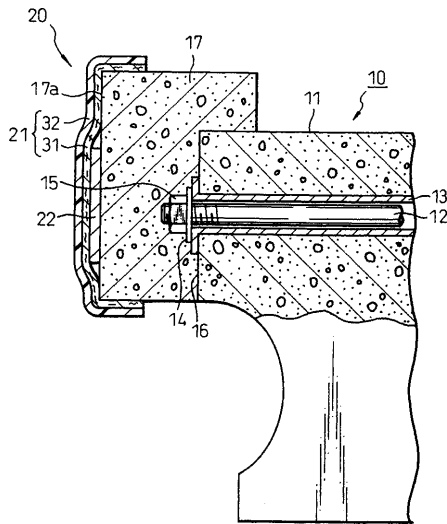
既述の実施形態では、断面が T 字形の長尺のコンクリート成形体の側面の地覆またはサイドガードに本願発明を適用した場合について説明したが、本願発明はこれに限定されず、比較的アスペクト比の大きな表面に補強部材を貼付する場合に適用可能である。

既述の説明から明らかなように、本発明によれば、破断張力部材が、その軸線方向に飛び出して補強部材に衝突すると、アラミド繊維は、引張モジュラスが相対的に大きいので伸びにくく、主にプレストレストコンクリート構造体の側面からの剥離により破断張力部材の運動エネルギーを吸収する。他方、非アラミド繊維は、アラミド繊維に比べて引張モジュラスが小さいので伸び易く、剥離ではなく伸びにより破断張力部材の運動エネルギーを吸収する。 20

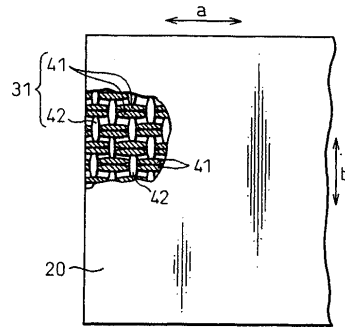
本発明によれば、2 つの方向で異なるエネルギー吸収機構を有するため、これらが複合した結果として、プレストレストコンクリート構造体の側面からの補強部材の剥離形状が、その側面の長手方向に長径を有する偏平した楕円形状となる。従って、補強部材の剥離がプレストレストコンクリート構造体の側面、詳細には、サイドガードの側面の上下縁部に達する事がないので、これによる破断張力部材の運動エネルギー吸収性能の低下が生じない。従って、破断張力部材が補強部材を突き破って突出することもなく、非常に効果的に、破断張力部材の突出を防ぐことが可能になる。

また、補強部材が繊維強化樹脂複合材料で一体的に形成されているから取り扱い易く、作業現場でプレストレストコンクリート構造物、あるいは、そのサイドガードなどに簡単に取り付けることができる利点がある。 30

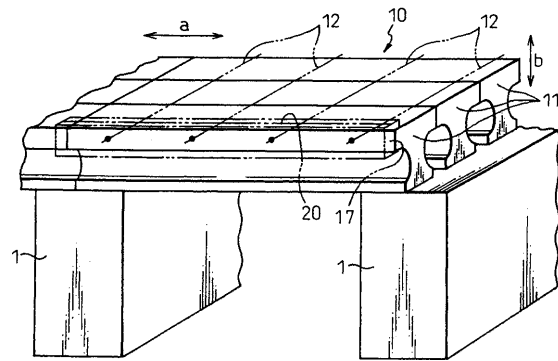
【図 1】 Fig.1



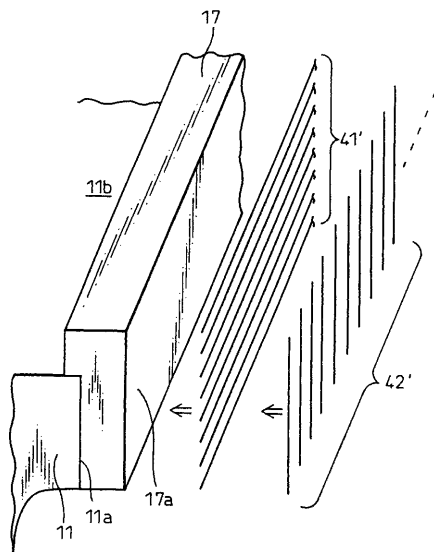
【図 2】 Fig.2



【図 3】 Fig.3



【図 4】 Fig.4



---

フロントページの続き

- (72)発明者 杉本 守彦  
大阪府茨木市耳原3丁目4番1号 帝人株式会社大阪研究センター内
- (72)発明者 柳 陽二  
大阪府茨木市耳原3丁目4番1号 帝人株式会社大阪研究センター内
- (72)発明者 木寺 章  
東京都新宿区津久戸町4番6号 社団法人プレストレストコンクリート建設業協会内

審査官 長谷部 善太郎

- (56)参考文献 特開平09-235827(JP,A)  
特開平09-067943(JP,A)  
特開平09-195445(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl.<sup>7</sup>, DB名)

E04B 1/22  
E01D 21/00  
E04C 5/08  
E01D 2/00