

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3960100号
(P3960100)

(45) 発行日 平成19年8月15日(2007.8.15)

(24) 登録日 平成19年5月25日(2007.5.25)

(51) Int. Cl.

F I

DO1F 6/06 (2006.01)
CO4B 16/06 (2006.01)
CO4B 28/02 (2006.01)

DO1F 6/06 Z
 CO4B 16/06 A
 CO4B 16/06 F
 CO4B 28/02

請求項の数 5 (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2002-96780 (P2002-96780)
 (22) 出願日 平成14年3月29日(2002.3.29)
 (65) 公開番号 特開2003-293216 (P2003-293216A)
 (43) 公開日 平成15年10月15日(2003.10.15)
 審査請求日 平成17年1月24日(2005.1.24)

(73) 特許権者 000002071
 チッソ株式会社
 大阪府大阪市北区中之島3丁目6番32号
 (73) 特許権者 399120660
 チッソポリプロ繊維株式会社
 東京都千代田区大手町二丁目2番1号
 (72) 発明者 宮内 実
 滋賀県守山市川田町230 チッソポリ
 プロ繊維株式会社 繊維開発研究所内
 (72) 発明者 岩田 満寿夫
 滋賀県守山市川田町230 チッソポリ
 プロ繊維株式会社 繊維開発研究所内

審査官 菊地 則義

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 高強度ポリオレフィン繊維及びこれを用いたコンクリート成形体

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

ポリプロピレン樹脂を主体とする、少なくとも9 c N / d t e x の単糸強度を有するポリオレフィン繊維であって、該ポリオレフィン繊維は、繊維表面温度に対して繊維内部温度が低くなる状態で延伸することで生じる変形応力差によって繊維表面の曲面に沿って円周方向に形成された筋状の粗面構造を有していることを特徴とする高強度ポリオレフィン繊維。

【請求項2】

ポリプロピレン樹脂を主体とする、少なくとも9 c N / d t e x の単糸強度を有するポリオレフィン繊維であって、該ポリオレフィン繊維は、Q 値（分子量分布 = 重量平均分子量 / 数平均分子量）が4以下であり、I P F（アイソタクチックペンタッドフラクション）が、93 < I P F（mol %）< 100であるポリプロピレン樹脂を用いて、250 ~ 350 の範囲の紡糸温度で紡糸し、紡糸時の未延伸糸の引取り速度が、200 ~ 1500 m / m i n であり、該未延伸糸を用いて、熱風温度が125 ~ 155 の熱風槽による非接触加熱下で、30 ~ 200 m / m i n の延伸速度で延伸することで得られる高強度ポリオレフィン繊維。

【請求項3】

高強度ポリオレフィン繊維が、少なくとも12 c N の対コンクリート引き抜き抵抗を有する請求項1または請求項2記載の高強度ポリオレフィン繊維。

【請求項4】

10

20

高強度ポリオレフィン繊維が、4以下のQ値（分子量分布）であり、 $93 < \text{IPF} (\text{mol} \%) < 100$ であるポリプロピレン樹脂からなる延伸系であって、該ポリオレフィン繊維は、少なくとも4.9GPaのヤング率を有する請求項1～3のいずれか1項記載の高強度ポリオレフィン繊維。

【請求項5】

請求項1～4のいずれか1項記載の高強度ポリオレフィン繊維を用いて成形したコンクリート成形体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

10

本発明は、コンクリート補強効果に優れた高強度ポリオレフィン繊維及びこれを用いて成形したコンクリート成形体に関する。

【0002】

【従来の技術】

コンクリート（セメントの硬化物）は、圧縮強度、耐久性、不燃性等の優れた性質に加えて安価であるため、建築、土木分野等に大量に使用されている。反面、コンクリートは、屈曲性が著しく低いことから、引張りや曲げ応力が加わることで、容易に亀裂や破損が生じる等、耐衝撃性が低いといった問題を有している。

【0003】

近年、これらの問題点を改善するために、無機繊維、有機合成繊維等の種々の繊維を使用し、コンクリートを補強することが提案されている。このようなコンクリートの補強用繊維として、耐アルカリ性、耐熱性に優れ、オートクレープ養生や蒸気養生ができることから、ポリオレフィン繊維が使用されている。しかし、ポリオレフィン繊維が疎水性で、セメントが親水性であるために、この繊維とセメントとを混合して製造したコンクリートの場合には、両者の接着性が悪いことから、ポリオレフィン繊維が、コンクリートマトリックスから素抜けてしまい、ポリオレフィン繊維の繊維強度等がコンクリート補強に十分に寄与されずに、コンクリートの補強が不十分であった。このように、従来のポリオレフィン繊維を補強用繊維として使用した場合には、ポリオレフィン繊維の長所と短所によって、補強性能を十分に発揮させることができず、コンクリートの補強が不十分となっていた。

20

30

【0004】

このような問題を解決するために、近年、補強用繊維の断面を異形化する試みや、A成分を芯成分とし、B成分をA成分と接合した状態で鞘成分とし、鞘成分に隆起した凸部と隆起していない凹部を有する複合繊維を用いて、コンクリート硬化後の繊維の引き抜きを制御して補強効果を向上させる試みがなされている（特開2000-64116）。しかし、補強用繊維に凹凸を付与することで、コンクリートとのアンカー効果は得られるものの、補強用繊維に凹凸を付与するために、構成樹脂や製糸条件が限定され、繊維本来の単糸強度が損なわれるという問題が新たに生じていた。このように、未だ満足できるコンクリート補強効果を有する補強用繊維は得られていない。

【0005】

40

【発明が解決しようとする課題】

本発明の課題は、コンクリートマトリックスとの物理的結合力、すなわちコンクリート成形体中の繊維とコンクリートの引っかかりであるアンカー効果を飛躍的に向上させ、繊維の引き抜きを防止することが可能であり、かつ繊維の単糸強度も著しく高く、コンクリート補強用繊維に適した高強度ポリオレフィン繊維を提供することである。

【0006】

【課題を解決するための手段】

本発明者らは、前記課題を解決するために、鋭意研究を重ねた。その結果、ポリプロピレン樹脂を主体とするポリオレフィン繊維の繊維表面を特定の構造とすることで、アンカー効果を飛躍的に向上できるという知見を見出し、この知見に基づいて本発明を完成するに

50

至った。

本発明は、前記課題を解決するために以下の構成を有する。

【0007】

(1) ポリプロピレン樹脂を主体とする、少なくとも 9 cN/dtex の単糸強度を有するポリオレフィン繊維であって、該ポリオレフィン繊維は、 Q 値 (分子量分布 = 重量平均分子量 / 数平均分子量) が 4 以下であり、 IPF (アイソタクチックペンタッドフラクション) が、 $93 < IPF (\text{mol} \%) < 100$ であるポリプロピレン樹脂を用いて、 $250 \sim 350$ の範囲の紡糸温度で紡糸し、繊維表面温度に対して繊維内部温度が低くなる状態で延伸することで生じる変形応力差によって繊維表面の曲面に沿って円周方向に形成された筋状の粗面構造を有していることを特徴とする高強度ポリオレフィン繊維。

10

(2) ポリプロピレン樹脂を主体とする、少なくとも 9 cN/dtex の単糸強度を有するポリオレフィン繊維であって、該ポリオレフィン繊維は、紡糸時の未延伸糸の引取り速度が、 $200 \sim 1500 \text{ m/min}$ であり、該未延伸糸を用いて、熱風温度が $125 \sim 155$ の熱風槽による非接触加熱下で、 $30 \sim 200 \text{ m/min}$ の延伸速度で延伸することで得られる高強度ポリオレフィン繊維。

(3) 高強度ポリオレフィン繊維が、少なくとも 12 cN の対コンクリート引き抜き抵抗を有する前記 (1) 項または前記 (2) 項記載の高強度ポリオレフィン繊維。

(4) 高強度ポリオレフィン繊維が、4 以下の Q 値 (分子量分布) であり、 $93 < IPF (\text{mol} \%) < 100$ であるポリプロピレン樹脂からなる延伸糸であって、該ポリオレフィン繊維は、少なくとも 4.9 GPa (約 500 Kg/mm^2) のヤング率を有する前記 (1) ~ (3) のいずれか 1 項記載の高強度ポリオレフィン繊維。

20

(5) 前記 (1) ~ (4) のいずれか 1 項記載の高強度ポリオレフィン繊維を用いて成形したコンクリート成形体。

【0008】

【発明の実施の形態】

以下、本発明を詳細に説明する。

本発明の高強度ポリオレフィン繊維は、ポリプロピレン樹脂を主体とする、少なくとも 9 cN/dtex の単糸強度を有し、繊維表面の曲面に沿って形成された筋状の粗面構造を有していることを特徴とするポリオレフィン繊維である。

【0009】

30

本発明の高強度ポリオレフィン繊維は、繊維表面に筋状の粗面構造を有することから、コンクリート補強用繊維として使用した場合には、アンカー効果を発揮し、コンクリートマトリックスと補強繊維との間に強力な引き抜き抵抗が働くので、コンクリートマトリックスと補強用繊維との物理的結合力を飛躍的に向上できる。このとき、対コンクリート引き抜き抵抗は、少なくとも 9 cN/dtex であり、さらに少なくとも 12 cN であることが好ましい。なお、この筋状の粗面構造は、多数の凹凸を繊維軸方向に対して垂直方向に間隔を置いて存在している。この結果、コンクリートマトリックスから補強用繊維が素抜けを抑制でき、さらに補強用繊維の有する強度が、コンクリート補強効果に十分に寄与できるようになる。従って、本発明の高強度ポリオレフィン繊維を補強用繊維として使用したコンクリート成形体は、該補強用繊維により曲げ強度や衝撃強さを著しく向上できる。

40

【0010】

図 1 は、本発明の高強度ポリオレフィン繊維の表面 (側面) を電子顕微鏡で観察したときの電子顕微鏡写真である。図 1 に見られるように、繊維表面の曲面に沿って形成された無数の凹凸からなる筋状の粗面構造を形成している。また繊維の断面形状は、部分的に円形または異形の断面形状とすることができる。異形断面の形状としては、偏平形、三角 ~ 八角形の角型、T 字形、多葉形、中空断面形等の任意の形状とすることができる。繊維の形状としては、繊維軸方向に直線的な形状、捲縮の付与により湾曲した形状、直線部と曲線部の両方を併せ持つ形状とすることができる。本発明の高強度ポリオレフィン繊維は、繊維表面の曲面に沿って形成された筋状の粗面構造を有していれば繊維形状は特に限定され

50

ない。

【 0 0 1 1 】

本発明の高強度ポリオレフィン繊維は、ポリプロピレン樹脂を主体として構成されている。なお、ポリプロピレン樹脂を主体とするとは、少なくとも80重量%のポリプロピレン樹脂を含有することをいう。具体的には、1種類のポリプロピレン樹脂のみを原料樹脂とする単一繊維、少なくとも2種類の異なるポリプロピレン樹脂の組成物を原料樹脂とする単一繊維、少なくとも2種類の異なるポリプロピレン樹脂を鞘芯型、並列型、偏心鞘芯型等の複合形態に配した複合繊維を挙げることができる。

【 0 0 1 2 】

本発明の高強度ポリオレフィン繊維の原料樹脂には、本発明の効果を妨げない範囲でさらに酸化防止剤、光安定剤、紫外線吸収剤、中和剤、造核剤、エポキシ安定剤、滑剤、抗菌剤、難燃剤、帯電防止剤、顔料、可塑剤等の添加剤を必要に応じて適宜添加してもよい。

10

【 0 0 1 3 】

本発明の原料樹脂としては、Q値（分子量分布＝重量平均分子量／数平均分子量）が4以下であり、IPF（アイソタクチックペンタッドフラクション）が、 $93 < \text{IPF} (\text{mol}\%) < 100$ であるポリプロピレン樹脂を用いることが望ましい。ポリプロピレン樹脂のQ値が4以下であると、延伸性を著しく阻害する高分子量成分が少なく、高い延伸性が得られるので好ましい。また、IPFは立体規則性の高さの指標であり、IPFが高いほど結晶性が高く、高強度のポリプロピレン繊維が得られるので、ポリプロピレン樹脂のIPFは、 $93 < \text{IPF} (\text{mol}\%) < 100$ の範囲が好ましい。

20

【 0 0 1 4 】

本発明の高強度ポリオレフィン繊維は、以下の製造方法により製造できる。

紡糸条件、延伸条件を以下のようにすることで、ポリオレフィン繊維に $9 \text{ cN} / \text{d tex}$ 以上の高い単糸強度を付与することができる。

本発明の高強度ポリオレフィン繊維は、前記ポリプロピレン樹脂を原料樹脂として用い、 $250 \sim 350$ の範囲の紡糸温度で紡糸することが好ましい。この範囲において、できるだけ高温で溶融紡糸することで、得られる未延伸糸は、分子配向が抑えられ、次工程の延伸工程において、高倍率で延伸できるため、高い単糸強度のオレフィン繊維が得られやすくなり好ましい。紡糸温度が 250 より著しく低温であると紡糸口金から押出された繊維状のポリプロピレン溶融物は、固化温度まで急速に冷却され、固化点での繊維の変形が大きく、より分子配向が進んだ未延伸糸となりやすい。また紡糸温度が 350 より著しく高温であると、ポリプロピレン樹脂の熱分解が急激に進み、ポリプロピレンの分子鎖が著しく切断されて低分子量化し、高倍率で延伸しても、ポリオレフィン繊維に高い単糸強度が得られない場合がある。

30

【 0 0 1 5 】

また、紡糸口金から押出されたポリプロピレン溶融物を冷却する場合、従来の方法、例えば冷風、水、グリセリン等でポリプロピレン樹脂の融点以下の温度まで冷却し、引き取ることができるが、未延伸糸の分子配向を極力抑えるためには、急冷するのではなく、送風等の方法で空気により徐冷却することが望ましい。このとき、より分子配向を抑えた未延伸糸を得るために、風量は弱く、温度は低温になり過ぎないように、空気の温度、風量を設定し、冷却速度を調節することが好ましい。紡糸口金から押出されたポリプロピレン溶融物の温度が $250 \sim 350$ の範囲であり、かつ適度な冷却速度である場合に、得られた未延伸糸の高次構造を延伸性に優れる擬似六方晶にすることが可能となる。

40

【 0 0 1 6 】

紡糸時の未延伸糸の引取り速度は、分子配向の進んでいない未延伸糸とするためになるべく低速であることが望ましい。引取り速度が低速であると、繊維状のポリプロピレン溶融物の固化点での変形が小さくなり、逆に引取り速度が高速であると繊維状のポリプロピレン溶融物の固化点での変形が大きくなる。即ち分子配向の進んだ未延伸糸構造となるために延伸性が低下し、結果として高強力なポリプロピレン繊維が得られない。また引取り速

50

度がポリプロピレン溶融物の自由落下速度よりも低速過ぎると均一な未延伸糸を得られなくなり、繊維のばらつきを起こす。従って引取り速度は $200 \sim 1500 \text{ m/min}$ 、更には $300 \sim 1000 \text{ m/min}$ であることが好ましい。

【0017】

次に、延伸工程について説明する。

本発明の高強度ポリオレフィン繊維は、延伸条件を以下のようにすることで、繊維表面の曲面に沿って形成された筋状の粗面構造を有することができる。なお、繊維表面を粗面構造とする方法としては、例えばエンボス加工法等の方法が知られているが、繊維の単糸強度が著しく低下する等の問題がある。しかし、以下の方法で延伸を実施することにより、繊維表面の曲面に沿って形成された筋状の粗面構造を有し、かつ高い単糸強度を持つ延伸糸を得ることができる。

10

【0018】

ポリオレフィン繊維に、 9 cN/dtex 以上の単糸強度を付与し、同時に前記繊維表面の曲面に沿って、筋状の粗面構造を形成する方法としては、前述の方法で得た未延伸糸を用いて、熱風槽による非接触加熱下で延伸することで得られる。非接触加熱下で延伸することで、金属加熱ロール延伸等の接触加熱下で延伸するよりも高倍率で延伸することが可能である。延伸倍率は、繊維の破断が起きない範囲で、可能な限り高い延伸倍率で行うことが好ましい。この結果として強度が極めて高いポリオレフィン繊維が得られる。なお、熱風を加熱媒体として用いると、熱風と被延伸物（延伸中の未延伸糸）との熱交換速度と、被延伸物の通過速度との兼ね合いにより、繊維内部と表面との間に温度勾配（熱勾配）が生じる。つまり繊維表面温度に対して繊維内部温度は低くなる。この状態で、未延伸糸を高倍率で延伸すると、繊維内部（中心部）と表面との間に変形応力差が生じ、変形応力の大きい、即ち変形しにくい繊維内部は、変形速度に対して分子コンホメーションの変化による分子再配列が追従できない現象が生じる。その結果、繊維内部には、微細なボイド、空孔が生じ、変形応力の小さい繊維表面には、そのボイドの生成に誘発されて凹凸状の筋状の粗面構造を形成するのである。

20

【0019】

被延伸物の熱風槽通過速度が、このような繊維内部と繊維表面との間に温度勾配が生じない程に十分に遅い場合には、繊維表面に粗面構造を形成しない。逆に被延伸物の熱風槽通過速度が、被延伸物を高倍率延伸するに足るまで十分に加熱されない程に速過ぎる場合には、結果として高強度のポリオレフィン繊維は得られない。従って延伸速度は、 $30 \sim 200 \text{ m/min}$ が好ましく、更には $50 \sim 100 \text{ m/min}$ であることが望ましい。

30

【0020】

熱風槽の熱風温度は十分な延伸性を確保するために、ポリプロピレン樹脂の結晶分散温度以上であり、かつ融点以下であることが望ましい。つまり、熱風温度は、 $125 \sim 155$ 、更には $135 \sim 150$ であることが望ましい。

【0021】

延伸操作は1段延伸、2段以上の多段延伸の何れであってもよい。2段以上の多段延伸を行う場合には、少なくとも最終延伸段階で熱風延伸槽による延伸を行うことで、繊維表面の曲面に沿って形成された筋状の粗面構造を有する高強度ポリオレフィン繊維を得ることができ、その前段階の延伸では金属加熱ロール延伸、温水延伸等のいずれの延伸方法を採用してもよい。

40

【0022】

このようなポリプロピレン樹脂を用いて、紡糸、延伸工程を経ることで、繊維表面の曲面に沿って筋状の粗面構造（凹凸の構造）が形成される。この結果、単糸強度が少なくとも 9 cN/dtex である高強度ポリオレフィン繊維が得られるのである。この高強度ポリオレフィン繊維は、少なくとも 12 cN の対コンクリート引き抜き抵抗を有することが好ましい。また、高強度ポリオレフィン繊維は、少なくとも 4.9 GPa （約 500 kgf/m^2 ）のヤング率を有することが好ましい。なお、ヤング率は、繊維補強コンクリート成形体の耐衝撃性を向上できることから、より好ましくは 6 GPa 以上であり、更に好

50

ましくは、9 GPa以上である。

【0023】

なお、本発明の高強度ポリオレフィン繊維をコンクリート補強用繊維として用いるときには、セメントスラリー中での分散性、セメントとの親和性を向上させるために、繊維表面を界面活性剤等で処理しておくことが望ましい。界面活性剤としては、高級脂肪酸金属塩、高級アルコール硫酸エステル金属塩、高級アルキルエーテル硫酸エステル金属塩、アルキルベンゼンスルホン酸金属塩、アルキルベンゼンナフタレンスルホン酸金属塩、パラフィンスルホン酸金属塩等の親水性油剤を使用することができる。高級脂肪酸金属塩としては、オレフィン酸カリウム塩、オクチル酸カリウム塩、ステアリン酸カリウム塩、ベヘニン酸カリウム塩、リノール酸カリウム塩が例示できる。

10

【0024】

繊維表面への界面活性剤の付着は、紡糸工程、延伸工程、繊維加工後のいずれの段階で付着させてもよい。また付着方法は、ローラー法、浸漬法、噴霧法、パットドライ法等を用いることができる。

【0025】

このようなコンクリート補強用繊維を混入させたコンクリート成形体は、高強度ポリオレフィン繊維の強度を損なうことなく、高強度ポリオレフィン繊維とコンクリート間の物理的結合力を向上させることができるので、高強度ポリオレフィン繊維のポテンシャルを十分にコンクリート成形体補強に発揮させることができる。このとき、前記繊維で補強されたコンクリート成形体は、少なくとも26.5 MPa (約270 kgf/cm²)の曲げ強度と、少なくとも17.64 kJ/m² (18 kgf·cm/cm²)の衝撃強さを有し、より好ましくは、少なくとも28 MPaの曲げ強度と、少なくとも19 kJ/m²の衝撃強さを有していることである。

20

【0026】

コンクリート成形体中へのコンクリート補強用繊維の配合割合は、目的とするコンクリート成形体の性能、機能、用途にあわせて任意に選択できるが、一般にはセメントを含む水硬性組成物に対して、0.05～20重量%の配合割合であることが望ましく、更には0.1～10重量%であることが望ましい。また補強用繊維として他の繊維を併用しても何ら差し支えない。併用できる繊維としてはパルプ等の天然繊維、PVA系繊維、アクリル繊維、ポリアリレート繊維等の合成繊維が挙げられる。更に、細骨材、粗骨材を併用することが可能であり、その一例としては、砂、砂利、碎石等が挙げられる。

30

【0027】

【実施例】

以下、実施例にて本発明を更に具体的に説明するが、本発明はこれらの実施例に限定されるものではない。

【0028】

各種物性は以下の方法に従って測定した。

Q値(分子量分布)：ゲルパーミエーションクロマトグラフィー(GPC)法により、カラムとして、東ソー(株)製「PSK gel GMH6-HT」(商品名)を使用し、測定装置として、ウォーターズ社製「GPC-150C型」(商品名)を用いて、試験体(ポリプロピレン樹脂)を、o-ジクロロベンゼンに、その濃度が0.05重量%となるように溶解し、得られた溶液を温度135℃で測定して求めた。

40

IPF(アイソタクチックペンタッドフラクション)：日本電子社製「JNM GX-270型」(商品名)を用いて、Macromolecules, 6, 925(1973)に記載の、¹³C-NMRスペクトル法により求めた。¹³C-NMRスペクトルにおいて5個連続したプロピレン単量体単位を示すピークからアイソタクチック結合に相当するピーク分率を求めた。ピークの帰属はMacromolecules, 8, 687(1975)に記載の方法で行なった。

実効延伸倍率：未延伸系繊維/延伸系繊維の式より算出した。

単糸強度：JIS L 1015に準じて行なった。

50

ヤング率：単系強度測定時の結果を解析して算出した。

対コンクリート引き抜き抵抗：水と普通ポルトランドセメントを水／セメント＝１／３の重量割合で混合して得られた成形体に、補強用繊維を１ｃｍ埋め込む。これを２５の水中で２８日間水中養生して、コンクリート成形体を得た。次いでコンクリートから補強用繊維を２０ｍｍ／ｍｉｎの速度で引き抜き、その際の最大引き抜き荷重を対コンクリート引き抜き抵抗とした。

繊維補強コンクリート成形体：水と普通ポルトランドセメントと補強用繊維を、水／セメント／繊維＝１／３／０．０３の重量割合で混合し、１１７６Ｎ（１２０ｋｇｆ）の圧力によって１０秒間圧縮し、１サンプル３０ｃｍ×２５ｃｍ×１．１ｃｍのサイズで成形体とした。これを６０の蒸気中で５時間養生させた後、２８日間室内に放置してコンクリート成形体を得た。

10

曲げ試験：ＪＩＳ Ａ １４０８（１９９５－１－１）に準じて行なった。

衝撃試験：ＪＩＳ Ｂ ７７２２（１９９５－１－１）に準じて行なった。

【００２９】

実施例 1

ポリプロピレン樹脂として、Ｑ値が３．２、ＩＰＦが９６ｍｏｌ％のチッソ（株）製アイソタクチックポリプロピレン（商品名「チッソポリプロ ＣＳ３５４０」、融点１６５）を使用し、これを３２０の紡糸温度で溶融紡糸して未延伸系を得た。得られた未延伸系を使用し、加熱ヒーターと循環ファンからなる熱風槽中で、破断延伸倍率の９０％の倍率で延伸し、繊維仕上剤として高級脂肪酸金属塩であるオレイン酸カリウム塩をローラー法で１．０重量％付着させて、延伸系を得た。このときの延伸ラインスピードは５０ｍ／ｍｉｎ、熱風槽温度は１４３とした。得られた延伸系を５ｍｍに切断して、高強度ポリオレフィン繊維とした。使用したポリプロピレン樹脂と、得られた高強度ポリオレフィン繊維の特性を表１に示す。この高強度ポリオレフィン繊維をコンクリート補強用繊維として使用して、前述のコンクリート成形体製造方法に従って製造し、コンクリート成形体を得た。この成形体の特性を表１に示す。

20

【００３０】

実施例 2

実施例１で得られた未延伸系を使用し、２段階延伸を行った。延伸の第１段目は９０の加熱ロールで、破断延伸倍率の６０％の倍率で延伸し、延伸の第２段目は熱風温度１３８の熱風槽中で、破断延伸倍率の９０％の倍率で延伸し、繊維仕上剤として高級脂肪酸金属塩であるオレイン酸カリウム塩をローラー法で１．０重量％付着させて、延伸系を得た。得られた高強度ポリオレフィン繊維の特性を表１に示す。この高強度ポリオレフィン繊維をコンクリート補強用繊維として使用して、前述のコンクリート成形体製造方法に従って製造し、コンクリート成形体を得た。この成形体の特性を表１に示す。

30

【００３１】

実施例 3

実施例１で得られた未延伸系を使用し、２段階延伸を行った。延伸の第１段目は熱風温度１４３の熱風槽中で、破断延伸倍率の６０％の倍率で延伸し、延伸の第２段目は熱風温度１４３の熱風槽中で、破断延伸倍率の９０％の倍率で延伸し、繊維仕上剤として高級脂肪酸金属塩であるオレイン酸カリウム塩をローラー法で１．０重量％付着させて、延伸系を得た。得られた高強度ポリオレフィン繊維の特性を表１に示す。この高強度ポリオレフィン繊維をコンクリート補強用繊維として使用して、前述のコンクリート成形体製造方法に従って製造し、コンクリート成形体を得た。この成形体の特性を表１に示す。

40

【００３２】

実施例 4

ポリプロピレン樹脂として、Ｑ値が３．８、ＩＰＦが９４ｍｏｌ％のチッソ（株）製アイソタクチックポリプロピレン（商品名「チッソポリプロ ＲＳ２５１４」、融点１６５）を使用し、これを３２０の紡糸温度で溶融紡糸して未延伸系を得た。得られた未延伸系を使用し、実施例１で用いた、熱風温度１４３の熱風槽中で、破断延伸倍率の９０％

50

の倍率で延伸し、繊維仕上剤として高級脂肪酸金属塩であるオレイン酸カリウム塩をローラー法で 1.0 重量% 付着させて、延伸系を得た。得られた高強度ポリオレフィン繊維の特性を表 1 に示す。この高強度ポリオレフィン繊維をコンクリート補強用繊維として使用して、前述のコンクリート成形体製造方法に従って製造し、コンクリート成形体を得た。この成形体の特性を表 1 に示す。

【0033】

実施例 5

実施例 4 で得られた未延伸系を使用し、2 段階延伸を行った。延伸の第 1 段目は 90 の温水槽で、破断延伸倍率の 60 % の倍率で延伸し、延伸の第 2 段目は熱風温度 138 の熱風槽中で破断延伸倍率の 90 % の倍率で延伸し、繊維仕上剤として高級脂肪酸金属塩であるオレイン酸カリウム塩をローラー法で 1.0 重量% 付着させて、延伸系を得た。得られた高強度ポリオレフィン繊維の特性を表 1 に示す。この高強度ポリオレフィン繊維をコンクリート補強用繊維として使用して、前述のコンクリート成形体製造方法に従って製造し、コンクリート成形体を得た。成形体の特性を表 1 に示す。

【0034】

比較例 1

ポリプロピレン樹脂として、Q 値が 7.2、IPF が 90 mol % のチッソ (株) 製アイソタクチックポリプロピレン (商品名「チッソポリプロ RS2236」、融点 162) を使用し、これを 320 の紡糸温度で熔融紡糸して未延伸系を得た。得られた未延伸系を使用し、90 の加熱ロールで、破断延伸倍率の 90 % の倍率で延伸し、繊維仕上剤として高級脂肪酸金属塩であるオレイン酸カリウム塩をローラー法で 1.0 重量% 付着させて、延伸系を得た。得られた延伸系を 5 mm に切断して、高強度ポリオレフィン繊維とした。使用したポリプロピレン樹脂と、この高強度ポリオレフィン繊維の特性を表 1 に示す。また得られた高強度ポリオレフィン繊維をコンクリート補強用繊維として使用して、前述のコンクリート成形体製造方法に従って製造し、コンクリート成形体を得た。この成形体の特性を表 1 に示す。

【0035】

比較例 2

比較例 1 で得られた未延伸系を使用し、90 の温水槽中で、破断延伸倍率の 90 % の倍率で延伸し、繊維仕上剤として高級脂肪酸金属塩であるオレイン酸カリウム塩をローラー法で 1.0 重量% 付着させて、延伸系を得た。得られた高強度ポリオレフィン繊維の特性を表 1 に示す。この高強度ポリオレフィン繊維をコンクリート補強用繊維として使用して、前述のコンクリート成形体製造方法に従って製造し、コンクリート成形体を得た。この成形体の特性を表 1 に示す。

【0036】

比較例 3

実施例 1 で得られた未延伸系を使用し、2 段階延伸を行った。延伸の第 1 段目は 120 の熱ロールで、破断延伸倍率の 60 % の倍率で延伸し、延伸の第 2 段目は 120 の熱ロールで、破断延伸倍率の 90 % の倍率で延伸し、繊維仕上剤として高級脂肪酸金属塩であるオレイン酸カリウム塩をローラー法で 1.0 重量% 付着させて、延伸系を得た。このポリオレフィン繊維の特性を表 1 に示す。また得られたポリオレフィン繊維をコンクリート補強用繊維として使用して、前述のコンクリート成形体製造方法に従って製造し、コンクリート成形体を得た。この成形体の特性を表 1 に示す。

【0037】

比較例 4

実施例 1 で得られた未延伸系を使用し、2 段階延伸を行った。延伸の第 1 段目は 90 の温水槽中で、破断延伸倍率の 60 % の倍率で延伸し、延伸の第 2 段目は 130 の熱ロールで破断延伸倍率の 90 % の倍率で延伸し、繊維仕上剤として高級脂肪酸金属塩であるオレイン酸カリウム塩をローラー法で 1.0 重量% 付着させて、延伸系を得た。得られたポリオレフィン繊維の特性を表 1 に示す。このポリオレフィン繊維をコンクリート補強用繊維

10

20

30

40

50

維として使用して、前述のコンクリート成形体製造方法に従って製造し、コンクリート成形体を得た。この成形体の特性を表 1 に示す。

【 0 0 3 8 】

比較例 5

特開 2 0 0 0 - 6 4 1 1 6 の実施例の条件に準拠して、ポリプロピレン樹脂として、Q 値が 3 . 2、IPF が 9 6 m o l % のチッソ（株）製アイソタクチックポリプロピレン（商品名「チッソポリプロ C S 3 5 4 0」、融点 1 6 5 ）を使用し、これを芯成分に配し、東ソー（株）製低密度ポリエチレン（商品名「ペトロセン P E 3 5 0」、融点 1 0 7 ）を鞘成分に配して熔融紡糸して得られた未延伸糸を 6 0 の熱ロールで 1 段延伸し、繊維仕上剤として高級脂肪酸金属塩であるオレイン酸カリウム塩をローラー法で 1 . 0 重量 % 付着させて、延伸糸を得た。得られた繊維の繊維表面は鞘成分が隆起した凸部と隆起していない凹部からなる凹凸を有していた。使用したポリプロピレン樹脂と、得られたポリオレフィン繊維の特性を表 1 に示す。このポリオレフィン繊維をコンクリート補強用繊維として使用して、前述のコンクリート成形体製造方法に従って製造し、コンクリート成形体を得た。この成形体の特性を表 1 に示す。

【 0 0 3 9 】

【表 1】

	樹脂	Q 値	IPF	延伸方法 (延伸温度)		実効延伸倍率 (倍)	単糸強度 (cN/dtex)	ヤング率 (GPa)	表面構造	対コンクリート 引き抜き抵抗	繊維補強コンクリート成形体	
			(%)	第 1 段目	第 2 段目					(cN)	曲げ強度 (MPa)	衝撃強さ (kJ/m ²)
実施例 1	PP	3.2	96	熱風 (143°C)	なし	7.1	9.6	9	筋状	14.1	31.3	19.2
実施例 2	PP	3.2	96	熱ロール (90°C)	熱風 (138°C)	7.4	9.4	9.6	筋状	12.9	31.9	19.7
実施例 3	PP	3.2	96	熱風 (143°C)	熱風 (143°C)	7.7	10.4	11.8	筋状	13.4	32.7	21.9
実施例 4	PP	3.8	94	熱風 (143°C)	なし	6.9	9.3	6.4	筋状	12.8	28.3	20.7
実施例 5	PP	3.8	94	温水 (90°C)	熱風 (143°C)	7.5	9.8	10.3	筋状	12.5	31.6	20.4
比較例 1	PP	7.2	90	熱ロール (90°C)	なし	5.1	5.2	1.3	平滑	6.2	16.8	6.3
比較例 2	PP	7.2	90	温水 (90°C)	なし	6.3	6.5	5	平滑	7.1	19.9	8
比較例 3	PP	3.2	96	熱ロール (120°C)	熱ロール (120°C)	6.3	6.3	4	平滑	4.1	18.4	8
比較例 4	PP	3.2	96	温水 (90°C)	熱ロール (130°C)	7.2	6.9	6.7	平滑	6.7	23.8	4.2
比較例 5	PP LDPE	3.2	96	熱ロール (60°C)	なし	4.2	4.2	2.1	凹凸	9.3 ^{*1} 繊維の破断	23.4	8.9

*1: 引き抜き試験時に繊維破断が生じた。

また、繊維補強コンクリート成形体曲げ試験片においても、補強繊維の破断が観察された。

【 0 0 4 0 】

実施例 1 ~ 5 に示すように非接触過熱下の熱風槽中で延伸することにより、9 c N / d t e x 以上の単糸強度と、筋状の粗面構造の両特性を兼ね備えた繊維を得ることができた。図 1 は実施例により得られた、本発明に係わる高強度ポリオレフィン繊維の表面（側面）を観察した拡大写真である。繊維表面には、曲面に沿って円周方向に形成された筋状の粗面構造が観察できる。このように繊維表面が粗面構造であることにより、コンクリートマトリックスに対するアンカー効果が向上し、1 2 c N 以上の対コンクリート引き抜き抵抗を有する。またこのポリオレフィン繊維をコンクリート補強用繊維として用いた場合、コンクリート成形体は、2 6 . 5 M P a (2 7 0 k g f / c m²) 以上の曲げ強度と、1 7 . 6 4 k J / m² (1 8 k g f · c m / c m²) 以上の衝撃強さを示し、高いコンクリート補強効果を発揮し、得られたコンクリート成形体は、力学物性に優れていることがわかった。

【 0 0 4 1 】

これに対し、比較例 1 ~ 4 に示す、製造方法で得られたポリオレフィン繊維は、単糸強度が低く、また繊維表面の構造は平滑であった。このポリオレフィン繊維をコンクリート補

強用繊維として用いたところ、コンクリートマトリックスから繊維の素抜けが生じる等、十分な補強効果を発揮できなかった。また比較例5に示した繊維は、繊維表面が凸凹の粗面構造を形成していたが、単糸強度は著しく低かった。このポリオレフィン繊維をコンクリート補強用繊維として用いたところ、単糸強度が低いために繊維に破断が生じ、コンクリート成形体の力学物性は、曲げ強度、衝撃強さともに低く、十分なコンクリート補強効果が得られなかった。

【0042】

【発明の効果】

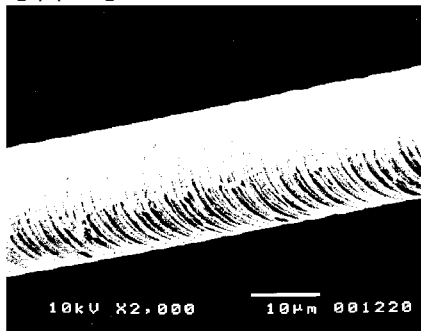
本発明の高強度ポリオレフィン繊維は、繊維表面の曲面に沿って形成された筋状の粗面構造を有し、かつ高い強度を有するので、コンクリートマトリックスとの物理的結合力が大

10

【図面の簡単な説明】

【図1】 高強度ポリオレフィン繊維の表面（側面）を電子顕微鏡で観察したときの電子顕微鏡写真（×2000倍）である。

【図1】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平 1 1 - 3 5 0 2 8 3 (J P , A)
特開平 0 2 - 0 8 4 5 0 4 (J P , A)
特開昭 6 1 - 1 0 2 4 1 5 (J P , A)
特開平 1 1 - 1 1 6 2 9 7 (J P , A)
特開平 1 0 - 2 1 2 6 1 9 (J P , A)
特開平 0 5 - 0 0 9 8 0 5 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

D01F 1/00-6/96
C04B 16/06
C04B 28/02