

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B1)

(11)特許番号
特許第7670245号
(P7670245)

(45)発行日 令和7年4月30日(2025.4.30)

(24)登録日 令和7年4月21日(2025.4.21)

(51)国際特許分類	F I				
D 0 7 B	1/06	(2006.01)	D 0 7 B	1/06	A
B 6 0 C	9/00	(2006.01)	B 6 0 C	9/00	L
B 6 0 C	9/20	(2006.01)	B 6 0 C	9/20	E

請求項の数 9 (全27頁)

(21)出願番号	特願2024-543191(P2024-543191)	(73)特許権者	000002130
(86)(22)出願日	令和6年2月19日(2024.2.19)		住友電気工業株式会社
(86)国際出願番号	PCT/JP2024/005840		大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号
審査請求日	令和6年7月19日(2024.7.19)	(74)代理人	110004381
(31)優先権主張番号	特願2023-94993(P2023-94993)		弁理士法人I T O H
(32)優先日	令和5年6月8日(2023.6.8)	(72)発明者	中島 徹也
(33)優先権主張国・地域又は機関	日本国(JP)		大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号 住友電気工業株式会社内
早期審査対象出願		(72)発明者	松岡 映史
			大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号 住友電気工業株式会社内
		(72)発明者	真鍋 賢
			大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号 住友電気工業株式会社内
			最終頁に続く

(54)【発明の名称】 スチールコード、コードーゴム複合体、タイヤ

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

4本の素線を撚り合わせた、1×4構造を有するスチールコードであって、
前記素線の素線径が0.15mm以上0.20mm未満であり、
ゴム中に埋設した場合の、前記スチールコードの長手と垂直な断面において、
前記スチールコードの外表面と接する、隣接する前記素線の間の共通接線と、前記スチールコードの前記外表面に沿って隣接する前記素線の中心間を結ぶ線分と、で囲まれた領域を複合領域とし、前記複合領域の面積を有効断面積と定義した場合に、
前記有効断面積が0.099mm²以上0.224mm²以下であり、
少なくとも1本の前記素線が、長手に沿って第1屈曲部と第1非屈曲部とを繰り返し有する第1波付け素線である、スチールコード。

10

【請求項2】

前記断面における、前記有効断面積に対する、鋼が分布した領域の面積の割合が30%以上128%以下である、請求項1に記載のスチールコード。

【請求項3】

前記第1波付け素線の長手に沿って連続する3つの前記第1屈曲部を、第1点、第2点、第3点とし、
前記第1点、前記第3点のうち前記第2点に近い前記第1波付け素線の端部を通る直線と、前記第2点との間の最短距離を第1波付け高さとして定義した場合に、
前記第1波付け高さに対する、前記素線径の割合が1.029以上1.818以下であ

20

る、請求項 1 または請求項 2 に記載のスチールコード。

【請求項 4】

前記第 1 波付け素線の、前記第 1 点と前記第 3 点との間の距離を第 1 波付けピッチと定義した場合に、

前記スチールコードの撚りピッチに対する、前記第 1 波付け素線の前記第 1 波付けピッチの割合が 0.09 以上 0.35 以下である、請求項 3 に記載のスチールコード。

【請求項 5】

4 本の前記素線のうち、前記第 1 波付け素線を除いた、少なくとも 1 本の前記素線が、長手に沿って第 2 屈曲部と第 2 非屈曲部とを繰り返す第 2 波付け素線であり、

前記第 2 波付け素線の長手に沿って連続する 3 つの前記第 2 屈曲部を、第 4 点、第 5 点、第 6 点とし、

前記第 4 点、前記第 6 点のうち前記第 5 点に近い前記第 2 波付け素線の端部を通る直線と、前記第 5 点との間の最短距離を第 2 波付け高さ、前記第 2 波付け素線の前記第 4 点と前記第 6 点との間の距離を第 2 波付けピッチと定義した場合に、

前記第 2 波付け素線は、前記第 2 波付け高さに対する、前記素線径の割合が 1.029 以上 1.818 以下であり、

前記スチールコードの撚りピッチに対する、前記第 2 波付け素線の前記第 2 波付けピッチの割合が 0.50 以上 1.50 以下である、請求項 3 に記載のスチールコード。

【請求項 6】

初期伸度が 0.20% 以上 0.50% 以下である、請求項 1 または請求項 2 に記載のスチールコード。

【請求項 7】

ゴム浸透度が 60% 以上である、請求項 1 または請求項 2 に記載のスチールコード。

【請求項 8】

ゴムと、

前記ゴムに埋設された、請求項 1 または請求項 2 に記載されたスチールコードと、を含む、コードーゴム複合体。

【請求項 9】

請求項 1 または請求項 2 に記載のスチールコードを含むタイヤ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、スチールコード、コードーゴム複合体、タイヤに関する。

【0002】

本出願は、2023 年 6 月 8 日出願の日本出願第 2023-094993 号に基づく優先権を主張し、前記日本出願に記載された全ての記載内容を援用するものである。

【背景技術】

【0003】

特許文献 1 には、線径 0.23～0.50mm のスチール素線を 2～13 本撚り合わせて形成されるスチールコードであって、破断荷重の 10% の引張り荷重を負荷したときのコード伸び率が 1.5～3.0% であり、且つ下記式で示す値 A が 50～100N/% であることを特徴とするタイヤ補強用スチールコードが開示されている。

【0004】

$$(式) \quad A = \{ (L_{50} - L_{10}) / n \} / (E_{50} - E_{10})$$

ここで L_{50} : 破断荷重の 50% 荷重 (N)

L_{10} : 破断荷重の 10% 荷重 (N)

E_{50} : 破断荷重の 50% 荷重負荷時のコード伸び率 (%)

E_{10} : 破断荷重の 10% 荷重負荷時のコード伸び率 (%)

n : スチール素線の本数 (本)

【先行技術文献】

10

20

30

40

50

【特許文献】

【0005】

【文献】特開2002-275772号公報

【発明の概要】

【0006】

本開示のスチールコードは、4本の素線を撚り合わせた、1×4構造を有するスチールコードであって、

前記素線の素線径が0.15mm以上0.20mm以下であり、

ゴム中に埋設した場合の、前記スチールコードの長手と垂直な断面において、

前記スチールコードの外表面と接する、隣接する前記素線の間の共通接線と、前記スチールコードの前記外表面に沿って隣接する前記素線の中心間を結ぶ線分と、で囲まれた領域を複合領域とし、前記複合領域の面積を有効断面積と定義した場合に、

前記有効断面積が0.099mm²以上0.224mm²以下である。

【図面の簡単な説明】

【0007】

【図1】図1は、本開示の一態様に係るスチールコードの斜視図である。

【図2】図2は、本開示の一態様に係るスチールコードをゴムに埋設し、コードーゴム複合体とした状態における、スチールコードの長手と垂直な面での断面図である。

【図3】図3は、波付け素線の説明図である。

【図4】図4は、本開示の一態様に係るコードーゴム複合体の断面図である。

【図5】図5は、本開示の一態様に係るタイヤの断面図である。

【図6】図6は、曲げ剛性の評価方法の説明図である。

【図7】図7は、耐久性の評価方法の説明図である。

【発明を実施するための形態】

【0008】

〔本開示が解決しようとする課題〕

【0009】

従来から、複数本のスチールコードを引き揃えてゴムに埋設した、シート状のコードーゴム複合体が、タイヤの補強材として用いられている。

【0010】

そして、タイヤの転がり抵抗を小さくすることを目的として、コードーゴム複合体の軽量化が求められている。

【0011】

コードーゴム複合体は、スチールコードが埋設できるようにゴムの厚みを選択している。このため、コードーゴム複合体を軽量化する方法として、スチールコードを構成する素線の素線径を小さくすることで、スチールコードの外径（コード径）を小さくし、コードーゴム複合体の厚みを薄くする方法が考えられる。しかしながら、素線の素線径を小さくした場合、コードーゴム複合体を繰り返し屈曲させた際にコードーゴム複合体が破断し易くなり、耐久性が低下する恐れがある。

【0012】

このため、本開示は、コードーゴム複合体に適用した場合に、コードーゴム複合体を軽量化しつつ、耐久性を高めることができる、撚線のスチールコードを提供することを目的とする。

【0013】

〔本開示の効果〕

【0014】

本開示によれば、コードーゴム複合体に適用した場合に、コードーゴム複合体を軽量化しつつ、耐久性を高めることができる、撚線のスチールコードを提供できる。

【0015】

〔本開示の実施形態の説明〕

最初に本開示の実施態様を列記して説明する。以下の説明では、同一または対応する要素には同一の符号を付し、それらについて同じ説明は繰り返さない。

【0016】

(1) 本開示の一態様に係るスチールコードは、4本の素線を撚り合わせた、1×4構造を有するスチールコードであって、

前記素線の素線径が0.15mm以上0.20mm以下であり、

ゴム中に埋設した場合の、前記スチールコードの長手と垂直な断面において、

前記スチールコードの外表面と接する、隣接する前記素線の間の共通接線と、前記スチールコードの前記外表面に沿って隣接する前記素線の中心間を結ぶ線分と、で囲まれた領域を複合領域とし、前記複合領域の面積を有効断面積と定義した場合に、

前記有効断面積が0.099mm²以上0.224mm²以下である。

【0017】

素線径を0.20mm以下とすることで、スチールコードの外径を小さくできる。コードーゴム複合体は、含有するスチールコードを埋設できるように厚みを選択する。このため、本開示の一態様に係るスチールコードの外径を小さくすることで、コードーゴム複合体の厚みも薄くでき、コードーゴム複合体や、コードーゴム複合体を含むタイヤを軽量化できる。

【0018】

素線径を0.15mm以上とすることで、本開示の一態様に係るスチールコードを含むコードーゴム複合体について、所望の曲げ剛性とするために要するスチールコードの本数を少なくできる。このため、コードーゴム複合体や、コードーゴム複合体を含むタイヤを軽量化できる。

【0019】

有効断面積を0.099mm²以上0.224mm²以下とすることで、コードーゴム複合体の曲げ剛性を適切な範囲とし、耐久性を高められる。

【0020】

(2) (1)において、前記断面における、前記有効断面積に対する、鋼が分布した領域の面積の割合が30%以上128%以下であっても良い。

【0021】

有効断面積に対する、鋼が分布した領域の面積の割合である鋼領域の面積割合を30%以上とすることで、コードーゴム複合体とした場合に、コードーゴム複合体の曲げ剛性を高められる。また、鋼領域の面積割合を128%以下とすることで、コードーゴム複合体とした場合に、コードーゴム複合体の曲げ剛性が過度に高くなることを防止できる。その結果、コードーゴム複合体の耐久性を特に高められる。

【0022】

(3) (1)または(2)において、少なくとも1本の前記素線が、長手に沿って第1屈曲部と第1非屈曲部とを繰り返して有する第1波付け素線であり、

前記第1波付け素線の長手に沿って連続する3つの前記第1屈曲部を、第1点、第2点、第3点とし、

前記第1点、前記第3点のうち前記第2点に近い前記第1波付け素線の端部を通る直線と、前記第2点との間の最短距離を第1波付け高さとして定義した場合に、

前記第1波付け素線は、前記第1波付け高さに対する、前記素線径の割合が1.029以上1.818以下であっても良い。

【0023】

第1波付け高さH1に対する、素線径Dの割合であるD/H1を1.818以下とすることで、スチールコードにおける隣接する素線間の距離を拡げ、ゴム中に埋設し、コードーゴム複合体とした場合のゴム浸透度を高められる。このため、コードーゴム複合体とした場合に、スチールコードとゴムとの密着性を高められ、コードーゴム複合体の曲げ剛性を高められる。

【0024】

D/H1を1.029以上とすることで、ゴム中に埋設し、コードーゴム複合体とした場合のゴム浸透度が過度に高くなることを防止できる。このため、コードーゴム複合体とした場合に、スチールコードとゴムとの密着性を特に好ましい範囲にでき、コードーゴム複合体の曲げ剛性が過度に高くなることを防止できる。その結果、コードーゴム複合体の耐久性を特に高められる。

【0025】

(4) (3)において、前記第1波付け素線の、前記第1点と前記第3点との間の距離を第1波付けピッチと定義した場合に、

前記スチールコードの撚りピッチに対する、前記第1波付け素線の前記第1波付けピッチの割合が0.09以上0.35以下であっても良い。

10

【0026】

スチールコードの撚りピッチに対する、第1波付け素線の第1波付けピッチの割合を0.35以下とすることで、スチールコードにおける隣接する素線間の距離を上げ、ゴム中に埋設し、コードーゴム複合体とした場合のゴム浸透度を高められる。このため、コードーゴム複合体とした場合に、スチールコードとゴムとの密着性を高められ、コードーゴム複合体の曲げ剛性を特に高められる。

【0027】

スチールコードの撚りピッチに対する、第1波付け素線の第1波付けピッチの割合を0.09以上とすることで、ゴム中に埋設し、コードーゴム複合体とした場合のゴム浸透度が過度に高くなることを防止できる。このため、コードーゴム複合体とした場合に、スチールコードとゴムとの密着性を特に好ましい範囲にでき、コードーゴム複合体の曲げ剛性が過度に高くなることを防止できる。その結果、コードーゴム複合体の耐久性を特に高められる。

20

【0028】

(5) (3)または(4)において、4本の前記素線のうち、前記第1波付け素線を除いた、少なくとも1本の前記素線が、長手に沿って第2屈曲部と第2非屈曲部とを繰り返す第2波付け素線であり、

前記第2波付け素線の長手に沿って連続する3つの前記第2屈曲部を、第4点、第5点、第6点とし、

前記第4点、前記第6点のうち前記第5点に近い前記第2波付け素線の端部を通る直線と、前記第5点との間の最短距離を第2波付け高さ、前記第2波付け素線の前記第4点と前記第6点との間の距離を第2波付けピッチと定義した場合に、

30

前記第2波付け素線は、前記第2波付け高さに対する、前記素線径の割合が1.029以上1.818以下であり、

前記スチールコードの撚りピッチに対する、前記第2波付け素線の前記第2波付けピッチの割合が0.50以上1.50以下であっても良い。

【0029】

第2波付け高さH2に対する、素線径Dの割合であるD/H2を1.818以下とすることで、スチールコードにおける隣接する素線間の距離を上げ、ゴム中に埋設し、コードーゴム複合体とした場合のゴム浸透度を高められる。このため、コードーゴム複合体とした場合に、スチールコードとゴムとの密着性を高められ、コードーゴム複合体の曲げ剛性を高められる。

40

【0030】

D/H2を1.029以上とすることで、ゴム中に埋設し、コードーゴム複合体とした場合のゴム浸透度が過度に高くなることを防止できる。このため、コードーゴム複合体とした場合に、スチールコードとゴムとの密着性を特に好ましい範囲にでき、コードーゴム複合体の曲げ剛性が過度に高くなることを防止できる。その結果、コードーゴム複合体の耐久性を特に高められる。

【0031】

スチールコードの撚りピッチに対する、第2波付け素線の第2波付けピッチの割合(P

50

2/Psc)を1.50以下とすることで、スチールコードにおける隣接する素線間の距離を拡げ、ゴム中に埋設し、コードーゴム複合体とした場合のゴム浸透度を高められる。このため、有効断面積を高めることができる。

【0032】

また、P2/Pscを0.50以上とすることで、ゴム中に埋設し、コードーゴム複合体とした場合に、スチールコードを構成する素線間の距離が過度に大きくなることを防止できる。このため、コードーゴム複合体とする際にスチールコードを埋設するために要するゴム厚を薄くし、コードーゴム複合体の重量を小さくできる。

【0033】

(6) (1)から(5)のいずれかにおいて、初期伸度が0.20%以上0.50%以下であっても良い。

【0034】

初期伸度を0.20%以上とすることで、スチールコードに、スチールコードの長手と直交する力が加えられた際に破断することを防止できる性能である、耐衝撃性能を高められる。

【0035】

また、初期伸度を0.50%以下とすることで、コードーゴム複合体を製造する際等のゴムの成形加硫中に加わる張力で素線が引き寄せられ、素線間の隙間が小さくなることを防止できる。このため、コードーゴム複合体を製造する際等にゴム浸透度が低下することを防止できる。

【0036】

(7) (1)から(6)のいずれかにおいて、前記スチールコードに対するゴム浸透度が60%以上であっても良い。

【0037】

ゴム浸透度を60%以上とすることで、コードーゴム複合体とした場合に、スチールコードとゴムとの密着性を高め、コードーゴム複合体の曲げ剛性を高くできる。

【0038】

(8) 本開示の一態様に係るコードーゴム複合体は、ゴムと、

前記ゴムに埋設された、(1)から(7)のいずれかのスチールコードと、を含む。

【0039】

本開示の一態様に係るコードーゴム複合体によれば、厚みを薄くし、コードーゴム複合体や、コードーゴム複合体を用いたタイヤの軽量化を図ることができる。さらに、本開示の一態様に係るコードーゴム複合体によれば、コードーゴム複合体や、コードーゴム複合体を用いたタイヤの耐久性を高められる。

【0040】

(9) 本開示の一態様に係るタイヤは、(1)から(7)のいずれかに記載のスチールコードを含む。

【0041】

本開示の一態様に係るタイヤによれば、ベルト層の厚みを薄くし、ベルト層を含むタイヤの軽量化を図ることができ、タイヤの転がり抵抗を小さくできる。

【0042】

また、本開示の一態様に係るタイヤによれば、耐久性に優れたタイヤとすることができる。

【0043】

〔本開示の実施形態の詳細〕

本開示の一実施形態（以下「本実施形態」と記す）に係るスチールコード、コードーゴム複合体、タイヤの具体例を、以下に図面を参照しつつ説明する。本発明はこれらの例示に限定されるものではなく、請求の範囲によって示され、請求の範囲と均等の意味及び範囲内での全ての変更が含まれることが意図される。

【0044】

10

20

30

40

50

本明細書において、第1波付け素線、第2波付け素線、第1屈曲部、第2屈曲部、第1非屈曲部、第2非屈曲部のように、部材や部分の名称に第1、第2等を付加して説明する場合がある。第1、第2等は、各部材等を識別し、説明の際に混同を生じること防止するために記載しているに過ぎず、配置や、優先順位等を表すものではない。このため、特に混同の恐れがない場合には、単に波付け素線、屈曲部、非屈曲部のように表記できる。

【0045】

また、説明に用いる各図面は本開示の一形態に係るスチールコードや、コードーゴム複合体、タイヤに含まれる部材の配置等の構成例を説明するために模式的に示したものであり、各部の長さや、長さの比等を正確に示したものではない。

〔スチールコード〕

以下、本実施形態に係るスチールコードについて図面を用いて説明する。

【0046】

図1は、本実施形態のスチールコード10の斜視図である。図2は、本実施形態のスチールコード10をゴム21に埋設し、コードーゴム複合体20とした状態におけるスチールコード10の長手と垂直な面での断面図である。図1、図2におけるY軸がスチールコード10の長手に沿った軸である。また、図1、図2におけるXZ平面がスチールコード10の長手と垂直な面となる。

(1) スチールコードの構造について

本実施形態のスチールコード10は4本の素線11である、素線11A、素線11B、素線11C、素線11D（図2を参照）を撚り合わせた、撚線のスチールコードである。4本の素線11は、図1に示すように、スチールコード10の長手に沿って、螺旋状に撚り合わされている。

【0047】

本実施形態のスチールコード10は、単撚り構造である1×4構造を有することができる。1×N構造の様に表記される単撚り構造は、N本の素線11を単層（1層）となるように撚り合わせた構造を意味する。単層とは、スチールコード10の長手と垂直な断面において、素線11が1つの円の円周に沿って1列に配列されている構造を意味する。

(2) 素線について

(2-1) 素線径について

本実施形態のスチールコード10が有する素線11の素線径D（図2を参照）は、0.15mm以上0.20mm以下とすることができる。

【0048】

素線径Dを0.20mm以下とすることで、スチールコード10の外径を小さくできる。コードーゴム複合体は、含有するスチールコード10を埋設できるように厚みを選択する。このため、本実施形態のスチールコード10の外径を小さくすることで、スチールコード10を用いたコードーゴム複合体の厚みも薄くでき、コードーゴム複合体や、コードーゴム複合体を含むタイヤを軽量化できる。

【0049】

素線径Dを0.15mm以上とすることで、本実施形態のスチールコード10を含むコードーゴム複合体について、所望の曲げ剛性とするために要するスチールコード10の本数を少なくできる。このため、コードーゴム複合体や、コードーゴム複合体を含むタイヤを軽量化できる。

(2-2) 素線の材料について

本実施形態のスチールコード10が有する素線11は、線材111のみから構成することもできるが、表面にプラスめっき膜112を有することもできる（図2を参照）。具体的には、素線11は、線材111と、線材111を覆うプラスめっき膜112とを有することもできる。

(線材)

線材111は例えば鋼線とすることができ、高炭素鋼線を用いることもできる。

(プラスめっき膜)

10

20

30

40

50

プラスめっき膜 112 は、銅 (Cu) と、亜鉛 (Zn) とを含むことができる。図 2 に示すように、プラスめっき膜 112 は、線材 111 の側面を覆うように配置できる。

【0050】

プラスめっき膜 112 が含有する銅は、スチールコード 10 をゴム 21 中に埋設し、コード-ゴム複合体 20 等とする場合に、ゴム 21 に含まれる硫黄 (S) と反応する。そして、ゴム 21 内の、素線 11 とゴム 21 との界面の近くに、反応生成物である硫化銅 (Cu₂S) を含有する接着層を生成する。

【0051】

生成された接着層は、スチールコード 10 とゴム 21 との初期接着性能を高めることができる。初期接着性能とは、コード-ゴム複合体や、コード-ゴム複合体を含むタイヤの製造時、加硫を行った直後の、スチールコード 10 と、ゴム 21 との接着性能を意味する。

【0052】

プラスめっき膜 112 が含有する亜鉛は、接着層を形成する反応を促進、制御していると考えられる。

【0053】

プラスめっき膜 112 は、銅、亜鉛以外の元素を含有することもできる。プラスめっき膜 112 は、コバルト (Co)、ニッケル (Ni)、スズ (Sn)、鉄 (Fe)、マンガン (Mn) から選択された 1 種類以上をさらに含むこともできる。

【0054】

添加元素であるコバルト、ニッケル、スズ、鉄、マンガンは、イオン化傾向が銅よりも大きい。このため、プラスめっき膜 112 が銅、亜鉛に加えて添加元素を含むことで、プラスめっき膜 112 が犠牲防食として機能、あるいは銅、亜鉛の合成電位を貴にできる。従って、プラスめっき膜 112 が添加元素を含むことで、スチールコード 10 の耐腐食性を高めることができる。

(2-3) 波付け素線について

本実施形態のスチールコード 10 が含有する素線 11 は、その一部または全部について、例えば図 3 に示すように長手に沿って屈曲部 31 と非屈曲部 32 とを繰り返し有する波付け素線 30 であっても良い。素線 11 の一部または全部を波付け素線とすることで、スチールコード 10 へのゴムの浸透度や、スチールコード 10 の伸び特性等を調整、選択できる。

【0055】

本実施形態のスチールコード 10 が波付け素線を有する場合、波付けの形状や、サイズは、波付け素線により調整する特性等に応じて選択でき、特に限定されない。

(第 1 波付け素線)

例えば、本実施形態のスチールコード 10 は、少なくとも 1 本の素線 11 を、長手に沿って第 1 屈曲部と第 1 非屈曲部とを繰り返し有する第 1 波付け素線としても良い。

【0056】

図 3 を用いて、波付け素線 30 である、第 1 波付け素線 300 の構成例を説明する。

【0057】

図 3 は、第 1 波付け素線 300 を、平面 S 上に、平面 S と、屈曲部 31 である第 1 屈曲部および非屈曲部 32 である第 1 非屈曲部を通る面とが垂直になるように置いた場合の図である。

【0058】

ここで、第 1 波付け素線 300 の長手に沿って連続する 3 つの屈曲部 31 である第 1 屈曲部を、第 1 点、第 2 点、第 3 点とする。例えば図 3 において、第 1 点は屈曲部 31 A となり、第 2 点は屈曲部 31 B となり、第 3 点は屈曲部 31 C となる。

【0059】

そして、第 1 点、第 3 点のうち、第 2 点に近い第 1 波付け素線 300 の端部 30 A を通る直線 LA と、第 2 点との間の最短距離を、第 1 波付け高さ H1 と定義する。第 1 波付け高さ H1 は、直線 LA と、第 2 点のうち、第 1 点、第 3 点に近い第 1 波付け素線 300 の

10

20

30

40

50

端部 30B を通る直線 LA に平行な直線 LB との間の距離ということもできる。

【0060】

第1屈曲部が同一平面上にある場合、図3に示した様に、平面S上に第1波付け素線300を配置した際に、平面Sの鉛直方向に沿った、屈曲部31である第1屈曲部間の最短距離を第1波付け高さH1と定義することもできる。すなわち、例えば第1点である屈曲部31Aまたは第3点である屈曲部31Cと、第2点である屈曲部31Bとの間の、平面Sの鉛直方向に沿った最短長さを第1波付け高さH1と定義することもできる。このため、図3において、第1波付け高さH1は、例えば屈曲部31Aと、屈曲部31Bと、における第1波付け素線300の向かい合う部分の間の、平面Sの鉛直方向に沿った距離になる。

10

【0061】

第1波付け素線300は、例えば第1波付け高さH1に対する、素線径D（図2を参照）の割合である $D/H1$ を1.029以上1.818以下とすることができる。

【0062】

$D/H1$ を1.818以下とすることで、スチールコード10における隣接する素線11間の距離を拡げ、ゴム中に埋設し、コードーゴム複合体とした場合のゴム浸透度を高められる。このため、コードーゴム複合体とした場合に、スチールコード10とゴムとの密着性を高められ、コードーゴム複合体の曲げ剛性を高められる。

【0063】

$D/H1$ を1.029以上とすることで、ゴム中に埋設し、コードーゴム複合体とした場合のゴム浸透度が過度に高くなることを防止できる。このため、コードーゴム複合体とした場合に、スチールコード10とゴムとの密着性を特に好ましい範囲にでき、コードーゴム複合体の曲げ剛性が過度に高くなることを防止できる。その結果、コードーゴム複合体の耐久性を特に高められる。

20

【0064】

図3に示した様に、第1波付け素線300の、第1点である屈曲部31Aと、第3点である屈曲部31Cとの間の距離を第1波付けピッチP1と定義する。なお、第1波付け素線300を平面S上に置いた場合の、平面Sに沿って隣接する屈曲部31である第1屈曲部間の距離を第1波付けピッチP1と定義することもできる。すなわち、平面Sに沿った、第1屈曲部間の距離である、第1点である屈曲部31Aと、第3点である屈曲部31Cとの間の距離を第1波付けピッチP1とすることができる。

30

【0065】

この場合、スチールコードの撚りピッチ Psc に対する、第1波付け素線300の第1波付けピッチP1の割合である $P1/Psc$ は0.09以上0.35以下であってもよく、0.10以上0.34以下であってもよく、0.11以上0.33以下であってもよく、0.15以上0.33以下であってもよい。

【0066】

$P1/Psc$ を0.35以下とすることで、スチールコード10における隣接する素線11間の距離を拡げ、ゴム中に埋設し、コードーゴム複合体とした場合のゴム浸透度を高められる。このため、コードーゴム複合体とした場合に、スチールコード10とゴムとの密着性を高められ、コードーゴム複合体の曲げ剛性を高められる。

40

【0067】

$P1/Psc$ を0.09以上とすることで、ゴム中に埋設し、コードーゴム複合体とした場合のゴム浸透度が過度に高くなることを防止できる。このため、コードーゴム複合体とした場合に、スチールコード10とゴムとの密着性を特に好ましい範囲にでき、コードーゴム複合体の曲げ剛性が過度に高くなることを防止できる。その結果、コードーゴム複合体の耐久性を特に高められる。

（第2波付け素線）

本実施形態のスチールコード10は、波付け素線30として、第1波付け素線300以外に、波付けの条件が異なる第2波付け素線310を有していても良い。

50

【0068】

本実施形態のスチールコード10が第1波付け素線300と、第2波付け素線310とを含む場合、各波付け素線の本数は特に限定されず、第1波付け素線300の本数と、第2波付け素線310の本数とは同じであってもよい。本実施形態のスチールコード10は、含有する第1波付け素線300の本数が、第2波付け素線310の本数より多くてもよい。本実施形態のスチールコード10は、含有する第2波付け素線310の本数が、第1波付け素線300の本数より多くてもよい。

【0069】

すなわち、本実施形態のスチールコード10は、4本の素線11のうち、第1波付け素線300を除いた、少なくとも1本の素線11を、長手に沿って第2屈曲部と第2非屈曲部とを繰り返し有する第2波付け素線310とすることもできる。

【0070】

第2波付け素線310は、波付けの条件が異なる点以外は第1波付け素線300と同じ構成にできるため、図3を用いながら、構成例について説明する。

【0071】

この場合、図3は、第2波付け素線310を、平面S上に、平面Sと、屈曲部31である第2屈曲部および非屈曲部32である第2非屈曲部を通る面とが垂直になるように置いた場合の図になる。

【0072】

ここで、第2波付け素線310の長手に沿って連続する3つの屈曲部31である第2屈曲部を、第4点、第5点、第6点とする。例えば図3において、第4点は屈曲部31Aとなり、第5点は屈曲部31Bとなり、第6点は屈曲部31Cとなる。

【0073】

そして、第4点、第6点のうち、第5点に近い第2波付け素線310の端部を通る直線LAと、第5点との間の最短距離を、第2波付け高さH2と定義する。第2波付け高さH2は、直線LAと、第5点のうち、第4点、第6点に近い第2波付け素線310の端部30Bを通る直線LBに平行な直線LBとの間の距離ということもできる。

【0074】

第2屈曲部が同一平面上にある場合、図3に示した様に、平面S上に第2波付け素線310を配置した際に、平面Sの鉛直方向に沿った、屈曲部31である第1屈曲部間の最短距離を第2波付け高さH2と定義することもできる。すなわち、例えば第4点である屈曲部31Aまたは第6点である屈曲部31Cと、第5点である屈曲部31Bとの間の、平面Sの鉛直方向に沿った最短長さを第2波付け高さH2と定義することもできる。このため、図3において、第2波付け高さH2は、例えば屈曲部31Aと、屈曲部31Bと、における第2波付け素線310の向かい合う部分の間の、平面Sの鉛直方向に沿った距離になる。

【0075】

第2波付け素線310は、例えば第2波付け高さH2に対する、素線径D（図2を参照）の割合である $D/H2$ を1.029以上1.818以下とすることができる。

【0076】

$D/H2$ を1.818以下とすることで、スチールコード10における隣接する素線11間の距離を拡げ、ゴム中に埋設し、コードーゴム複合体とした場合のゴム浸透度を高められる。このため、コードーゴム複合体とした場合に、スチールコード10とゴムとの密着性を高められ、コードーゴム複合体の曲げ剛性を高められる。

【0077】

$D/H2$ を1.029以上とすることで、ゴム中に埋設し、コードーゴム複合体とした場合のゴム浸透度が過度に高くなることを防止できる。このため、コードーゴム複合体とした場合に、スチールコード10とゴムとの密着性を特に好ましい範囲にでき、コードーゴム複合体の曲げ剛性が過度に高くなることを防止できる。その結果、コードーゴム複合体の耐久性を特に高められる。

10

20

30

40

50

【0078】

第2波付け素線310の第4点である屈曲部31Aと、第6点である屈曲部31Cとの間の距離を第2波付けピッチP2と定義する。なお、第2波付け素線310の、平面Sに沿って隣接する屈曲部31である第2屈曲部間の距離を第2波付けピッチP2と定義することもできる。すなわち、平面Sに沿った、第2屈曲部間の距離である、第4点である屈曲部31Aと、第6点である屈曲部31Cとの間の距離を第2波付けピッチP2とすることができる。

【0079】

この場合、スチールコードの撚りピッチ P_{sc} に対する、第2波付け素線310の第2波付けピッチP2の割合である $P2/P_{sc}$ は、例えば0.50以上1.50以下であってもよく、0.52以上1.48以下であってもよく、0.53以上1.47以下であってもよい。

【0080】

$P2/P_{sc}$ を1.50以下とすることで、スチールコード10における隣接する素線11間の距離を拡げ、ゴム中に埋設し、コードーゴム複合体とした場合のゴム浸透度を高められる。このため、有効断面積を高めることができる。有効断面積については、「(3) ゴムに埋設したスチールコードの構造について」で説明する。

【0081】

また、 $P2/P_{sc}$ を0.50以上とすることで、ゴム中に埋設し、コードーゴム複合体とした場合に、スチールコード10を構成する素線間の距離が過度に大きくなることを防止できる。このため、コードーゴム複合体とする際にスチールコードを埋設するために要するゴム厚を薄くし、コードーゴム複合体の重量を小さくできる。

(3) ゴムに埋設したスチールコードの構造について

(3-1) 複合領域、有効断面積について

本発明の発明者は、コードーゴム複合体に適用した場合に、コードーゴム複合体を軽量化しつつ、耐久性を高めることができる、撚線のスチールコードについて検討を行った。

【0082】

本明細書において耐久性とは、コードーゴム複合体を繰り返し屈曲させた際にコードーゴム複合体が破断することを防止できる特性を意味し、コードーゴム複合体が破断するまでに繰り返し屈曲させた回数により評価できる。

【0083】

その結果、ゴムに埋設し、コードーゴム複合体とした場合の曲げ剛性を適切な範囲内に制御することで、コードーゴム複合体を繰り返し屈曲した場合でも、コードーゴム複合体が変形に追従でき、破断することを防止できることを見出した。また、曲げ剛性を適切な範囲に制御したコードーゴム複合体をタイヤに用いた場合、耐久性に加えて乗り心地も両立できることを見出した。すなわち、コードーゴム複合体の曲げ剛性を適切な範囲内に制御することで、コードーゴム複合体の耐久性を高め、かつタイヤに適用した場合の乗り心地を高められることを見出した。これは、コードーゴム複合体の曲げ剛性を所定の範囲内とすることで、コードーゴム複合体を繰り返し屈曲させた場合に、コードーゴム複合体が、コードーゴム複合体を屈曲させるために加えた力に追従して適切に変形できるためと考えられる。

【0084】

図2に示すように、スチールコード10をゴム21中に埋設し、コードーゴム複合体20とした場合、素線11間の隙間12にゴム21が浸透するため、スチールコード10が有する素線11間の隙間12が埋設前と比較して変化する。そして、本発明の発明者の検討によれば、ゴム21中に埋設した場合の、スチールコード10の長手と垂直な断面において、複合領域13の面積がコードーゴム複合体20の曲げ剛性と相関を有している。このため、複合領域13の面積である有効断面積を所定の範囲内とすることで、コードーゴム複合体20の耐久性を高められることを見出し、本発明を完成させた。

【0085】

複合領域 13 は、スチールコード 10 をゴム 21 中に埋設した場合の、スチールコード 10 の長手と垂直な断面において、共通接線 L O 1、共通接線 L O 2、共通接線 L O 3、共通接線 L O 4、線分 L I 1、線分 L I 2、線分 L I 3、線分 L I 4 で囲まれた領域と定義する。

【0086】

共通接線 L O 1、共通接線 L O 2、共通接線 L O 3、共通接線 L O 4 は、いずれもスチールコード 10 の外表面 100 と接する、隣接する素線 11 の間の共通接線である。スチールコード 10 の外表面 100 は、スチールコード 10 の外部に露出した表面を意味する。

【0087】

具体的には、接線 L O 1 は素線 11 A と素線 11 B との共通接線である。接線 L O 2 は素線 11 B と素線 11 C との共通接線である。接線 L O 3 は素線 11 C と素線 11 D との共通接線である。接線 L O 4 は素線 11 D と素線 11 A との共通接線である。

【0088】

図 2 に示すように、線分 L I 1、線分 L I 2、線分 L I 3、線分 L I 4 は、いずれもスチールコード 10 の外表面 100 に沿って隣接する素線 11 の中心間を結ぶ線分である。

【0089】

具体的には、線分 L I 1 は素線 11 A の中心 O A と、素線 11 B の中心 O B とを結ぶ線分である。線分 L I 2 は素線 11 B の中心 O B と、素線 11 C の中心 O C とを結ぶ線分である。線分 L I 3 は素線 11 C の中心 O C と、素線 11 D の中心 O D とを結ぶ線分である。線分 L I 4 は素線 11 D の中心 O D と、素線 11 A の中心 O A とを結ぶ線分である。

【0090】

複合領域 13 は、スチールコード 10 をゴム 21 に埋設した場合に、スチールコード 10 の素線 11 と、ゴム 21 とが配置される領域である。このため、複合領域 13 は、スチールコード 10 とゴムとが一体化していると評価できる領域であると考えられ、複合領域 13 の面積である有効断面積が、コードーゴム複合体 20 の曲げ剛性と相関を有する。

【0091】

そして、本実施形態のスチールコード 10 は、有効断面積を 0.099mm^2 以上 0.224mm^2 以下とすることができる。有効断面積を 0.099mm^2 以上 0.224mm^2 以下とすることで、コードーゴム複合体の曲げ剛性を適切な範囲とし、耐久性を高められる。コードーゴム複合体の曲げ剛性を特に適切な範囲とし、耐久性を高める観点から、有効断面積は 0.100mm^2 以上 0.222mm^2 以下であってもよく、 0.100mm^2 以上 0.220mm^2 以下であってもよく、 0.100mm^2 以上 0.210mm^2 以下であってもよい。

(3-2) 鋼が分布した領域の面積について

本実施形態のスチールコードは、スチールコード 10 をゴム 21 中に埋設した場合の、スチールコード 10 の長手と垂直な断面における、有効断面積に対する、鋼が分布した領域の面積の割合、すなわち鋼領域の面積割合が 30% 以上 128% 以下であってもよい。

【0092】

鋼が分布した領域 14 は、素線 11 の線材 111 が配置された領域になる。素線 11 がプラスめっき膜 112 を有しない場合には、鋼が分布した領域 14 は素線 11 が配置された領域になる。通常、プラスめっき膜 112 は非常に薄いため、素線 11 がプラスめっき膜 112 を有する場合においても、鋼が分布した領域 14 は、素線 11 が配置された領域としてもよい。

【0093】

このため、鋼領域の面積割合（鋼分布面積割合）は、複合領域 13 の面積である有効断面積に対する、線材 111 の断面積、もしくは素線 11 の断面積の割合ということもできる。

【0094】

鋼領域の面積割合を 30% 以上とすることで、コードーゴム複合体とした場合に、コードーゴム複合体の曲げ剛性を高められる。また、鋼領域の面積割合を 128% 以下とする

ことで、コードーゴム複合体とした場合に、コードーゴム複合体の曲げ剛性が過度に高くなることを防止できる。その結果、コードーゴム複合体の耐久性を特に高められる。

【0095】

コードーゴム複合体の耐久性を特に高める観点から、鋼領域の面積割合は、33%以上126%以下であってもよい。

(4) スチールコードの特性について

(4-1) 初期伸度

本実施形態のスチールコード10は、初期伸度が0.20%以上0.50%以下であってもよい。

【0096】

初期伸度を0.20%以上とすることで、スチールコード10に、スチールコード10の長手と直交する力が加えられた際に破断することを防止できる性能である、耐衝撃性能を高められる。

【0097】

また、初期伸度を0.50%以下とすることで、コードーゴム複合体を製造する際等のゴムの成形加硫中に加わる張力で素線11が引き寄せられ、素線11間の隙間12が小さくなることを防止できる。このため、コードーゴム複合体を製造する際等にゴム浸透度が低下することを防止できる。

【0098】

本実施形態のスチールコードの初期伸度は、耐衝撃性能およびゴム浸透度をさらに高める観点から、0.21%以上0.49%以下であってもよい。

(4-2) ゴム浸透度

本実施形態のスチールコードは、ゴム浸透度が60%以上であっても良い。

【0099】

ゴム浸透度を60%以上とすることで、コードーゴム複合体とした場合に、スチールコードとゴムとの密着性を高め、コードーゴム複合体の曲げ剛性を高くできる。

【0100】

本実施形態のスチールコードのゴム浸透度は、コードーゴム複合体に適用した場合にコードーゴム複合体の曲げ剛性を特に最適な範囲とする観点から、60%以上100%以下であってもよく、65%以上95%以下であってもよい。

【0101】

初期伸度や、ゴム浸透度は、スチールコード10が有する波付け素線の本数や、波付け素線30の波付け高さH、波付けピッチP、スチールコード10の撚りピッチ等を選択することで調整できる。

【0102】

〔コードーゴム複合体〕

図4にスチールコード10の長手と垂直な面における、本実施形態のコードーゴム複合体40の断面図を示す。

【0103】

図4に示すように、本実施形態のコードーゴム複合体40は、ゴム41と、ゴム41に埋設された本実施形態のスチールコード10と、を有することができる。

【0104】

コードーゴム複合体40は、ゴム41内にスチールコード10を埋め込めるようにその厚みを選択できる。具体的には、スチールコード10の下部に配置するゴム厚み t_1 や、スチールコード10の上部に配置するゴム厚み t_2 を選択できる。

【0105】

スチールコード10について、素線11の素線径D（図1を参照）を所定の範囲内とすることで、外径を小さくできる。スチールコード10の外径を小さくすることで、コードーゴム複合体40の厚みも薄くできる。その結果、本開示の一態様に係るスチールコード10を用いることで、本実施形態のコードーゴム複合体40に含まれるゴムの量を少なく

10

20

30

40

50

し、軽量化することができる。さらに、本実施形態のコードーゴム複合体 40 を含むタイヤも軽量化できる。

【0106】

また、本開示の一態様に係るスチールコード 10 を含むコードーゴム複合体 40 によれば、曲げ剛性を適切な範囲内とすることができ、耐久性を高められる。

【0107】

以下、本実施形態のコードーゴム複合体が含む部材について説明する。

(1) コードーゴム複合体が含む部材について

(1-1) スチールコード

コードーゴム複合体 40 は、スチールコード 10 を複数本含むことができる。コードーゴム複合体 40 が含有するスチールコード 10 は、各スチールコード 10 の長手が図 4 中の Y 軸に沿うように配置できる。そして、複数本のスチールコード 10 は、コードーゴム複合体 40 の幅に沿って、すなわち図 4 中の X 軸に沿って配列できる。

【0108】

複数本のスチールコード 10 は互いに並列に配置してもよい。

【0109】

スチールコード 10 の詳細については既に説明したので、説明を省略する。

(1-2) ゴム

コードーゴム複合体 40 のゴム 41 は、ゴムの組成物を成形し、必要に応じて加硫することで製造できる。

【0110】

ゴムの具体的な組成はコードーゴム複合体 40 を適用するタイヤ等の各種製品の用途や、要求される特性等に応じて選択することができ、特に限定されない。ゴムは、例えばゴム成分と、硫黄と、加硫促進剤とを含むことができる。

【0111】

ゴム成分は、ゴム成分中、例えば天然ゴム (NR: natural rubber)、およびイソプレンゴム (IR: isoprene rubber) から選択された 1 種類以上を 60 質量%以上含んでもよく、70 質量%以上含んでもよく、100 質量%含むこともできる。

【0112】

これは、ゴム成分中の天然ゴム、およびイソプレンゴムから選択された 1 種類以上のゴムの割合を、60 質量%以上とすることで、コードーゴム複合体 40 や、タイヤの破断強度を高めることができるからである。

【0113】

天然ゴムや、イソプレンゴムと混用して用いるゴム成分としては、例えばスチレン・ブタジエンゴム (SBR)、ブタジエンゴム (BR)、エチレン・プロピレン・ジエンゴム (EPDM)、クロロプレンゴム (CR)、ブチルゴム (IIR)、アクリロニトリル・ブタジエンゴム (NBR) から選択された 1 種類以上を挙げることができる。

【0114】

硫黄としては特に限定されないが、例えばゴム工業において加硫剤として一般的に用いられる硫黄を用いることができる。

【0115】

ゴムの硫黄の含有量は特に限定されないが、ゴム成分 100 質量部に対して例えば 5 質量部以上 8 質量部以下としてもよい。

【0116】

これは、ゴム成分 100 質量部に対する、硫黄の割合を 5 質量部以上とすることで、得られるゴムの架橋密度を高め、特にスチールコードとゴムとの接着力を高めることができるからである。また、ゴム成分 100 質量部に対する、硫黄の割合を 8 質量部以下とすることで、硫黄をゴム内に特に均一に分散させることができ、またブルーミングが生じることを防止できるためである。

10

20

30

40

50

【0117】

加硫促進剤についても特に限定されないが、例えばN，N'-ジシクロヘキシル-2-ベンゾチアゾリルスルフェンアミド、N-シクロヘキシル-2-ベンゾチアゾリルスルフェンアミド、N-tert-ブチル-2-ベンゾチアゾリルスルフェンアミド、N-オキシジエチレン-2-ベンゾチアゾリルスルフェンアミド等のスルフェンアミド系促進剤を用いてもよい。また、所望により、2-メルカプトベンゾチアゾール、ジ-2-ベンゾチアゾリルジスルフィド等のチアゾール系促進剤や、テトラベンジルチウラムジスルフィド、テトラメチルチウラムジスルフィド、テトラエチルチウラムジスルフィド、テトラキス(2-エチルヘキシル)チウラムジスルフィド、テトラメチルチウラムモノスルフィド等のチウラム系促進剤を用いてもよい。

10

【0118】

本実施形態のコードーゴム複合体40に用いるゴム組成物は、ゴム成分等の原料を混練りし、熱入れおよび押し出しすることにより製造することができる。

【0119】

本実施形態のコードーゴム複合体40のゴムは、コバルト単体、およびコバルトを含有する化合物から選択された1種類以上を含有することもできる。

【0120】

コバルトを含有する化合物としては、有機酸コバルトや、無機酸コバルトを挙げることができる。

【0121】

有機酸コバルトとしては例えば、ナフテン酸コバルト、ステアリン酸コバルト、ネオデカン酸コバルト、ロジン酸コバルト、パーサチック酸コバルト、トール油酸コバルト等から選択された1種類以上を用いることができる。なお、有機酸コバルトは有機酸の一部をハウ酸で置き換えた複合塩でもよい。

20

【0122】

無機酸コバルトとしては例えば、塩化コバルト、硫酸コバルト、硝酸コバルト、リン酸コバルト、クロム酸コバルトから選択された1種類以上を用いてもよい。

【0123】

また、ゴムは上記ゴム成分や、硫黄、加硫促進剤、コバルト等以外に任意の成分を含むこともできる。ゴムは、例えば補強剤(カーボンブラック、シリカ等)、ワックス、老化防止剤などの周知のゴム用の添加剤を含有することもできる。

30

(2) コードーゴム複合体のエンズについて

本実施形態のコードーゴム複合体40が有するスチールコード10の本数は特に限定されず、コードーゴム複合体40や、コードーゴム複合体40を含むタイヤに要求される特性等に応じて選択できる。ここで、コードーゴム複合体40のスチールコード10の長手と垂直な断面における、コードーゴム複合体40の50mmの幅あたりに配置されたスチールコード10の本数をエンズとする。このため、本明細書において、エンズの単位は「本/50mm」になる。

【0124】

本実施形態のコードーゴム複合体40は、エンズが例えば30本/50mm以上60本/50mm以下となるようにスチールコード10を含んでいてもよい。コードーゴム複合体40のエンズは、36本/50mm以上60本/50mm以下であってもよく、40本/50mm以上60本/50mm以下であってもよい。

40

【0125】

コードーゴム複合体40のエンズを30本/50mm以上とすることでコードーゴム複合体40に含まれるスチールコード10間の隙間を小さくし、高密度でスチールコードを配置できる。このため、コードーゴム複合体40を異物が貫通することを防止する特性である、耐打ち抜き性を高められる。また、コードーゴム複合体40の曲げ剛性を所望の範囲内に容易に制御できる。

【0126】

50

コードーゴム複合体 40 のエンズを 60 本／50 mm 以下とすることで、コードーゴム複合体 40 を製造する際に、スチールコードを供給する供給装置の数を少なくし、生産性を高められる。

【0127】

本実施形態のコードーゴム複合体 40 には、本開示の一態様に係るスチールコード 10 を用いている。このため、コードーゴム複合体 40 の厚みを薄くし、コードーゴム複合体や、コードーゴム複合体を用いたタイヤの軽量化を図ることができる。さらに、本実施形態のコードーゴム複合体 40 によれば、コードーゴム複合体 40 や、コードーゴム複合体 40 を用いたタイヤの耐久性を高められる。

【0128】

〔タイヤ〕

次に、本実施形態におけるタイヤについて図 5 に基き説明する。

【0129】

本実施形態のタイヤは、本開示の一態様に係るスチールコード 10 を含むことができる。

【0130】

図 5 は、本実施形態に係るタイヤ 50 の周方向と垂直な面での断面図を示している。図 5 では CL（センターライン）よりも左側部分のみを示しているが、CL を対称軸として、CL の右側にも連続して同様の構造を有している。

【0131】

図 5 に示すように、タイヤ 50 は、トレッド部 51 と、サイドウォール部 52 と、ビード部 53 とを備えている。

【0132】

トレッド部 51 は、路面と接する部位である。ビード部 53 は、トレッド部 51 よりタイヤ 50 の内径に近い位置に設けられている。ビード部 53 は、車両のホイールのリムに接する部位である。サイドウォール部 52 は、トレッド部 51 とビード部 53 とを接続している。トレッド部 51 が路面から衝撃を受けると、サイドウォール部 52 が弾性変形し、衝撃を吸収する。

【0133】

タイヤ 50 は、インナーライナー 54 と、カーカス 55 と、ベルト層 56 と、ビードワイヤー 57 とを備えている。

【0134】

インナーライナー 54 は、ゴムで構成されており、タイヤ 50 とホイールとの間の空間を密閉する。

【0135】

カーカス 55 は、タイヤ 50 の骨格を形成している。カーカス 55 はポリエステル、ナイロン、レーヨンなどの有機繊維あるいはスチールコードと、ゴムと、により構成されている。

【0136】

ビードワイヤー 57 は、ビード部 53 に設けられている。ビードワイヤー 57 は、カーカス 55 に作用する引っ張り力を受け止める。

【0137】

ベルト層 56 は、カーカス 55 を締め付けて、トレッド部 51 の剛性を高めている。図 5 に示した例では、タイヤ 50 は 2 層のベルト層 56 を有している。ベルト層 56 としては本開示の一態様に係るコードーゴム複合体 40 を用いることができる。コードーゴム複合体 40 については、既に説明したため、説明を省略する。

【0138】

このように、本実施形態のタイヤでは、ベルト層 56 に、本開示の一態様に係るスチールコード 10 を含む、コードーゴム複合体 40 を用いている。

【0139】

このため、本実施形態のタイヤ 50 によれば、ベルト層 56 の厚みを薄くし、ベルト層

10

20

30

40

50

56を含むタイヤ50の軽量化を図ることができ、タイヤの転がり抵抗を小さくできる。

【0140】

また、本実施形態のタイヤ50によれば、耐久性に優れたタイヤとすることができる。

【0141】

以上、実施形態について詳述したが、特定の実施形態に限定されるものではなく、請求の範囲に記載された範囲内において、種々の変形及び変更が可能である。

【実施例】

【0142】

以下に具体的な実施例を挙げて説明するが、本発明はこれらの実施例に限定されるものではない。

(評価方法)

まず、以下の実験例において作製したスチールコード、コードーゴム複合体の評価方法について説明する。

(1) 素線径

素線径Dは、JIS G 3510 (1992) に従って測定している。

(2) 撚りピッチ

各実験例で製造したスチールコードの撚りピッチP_{sc}は、JIS G 3510 (1992) のトレース法により測定を行う。具体的には、まず製造したスチールコードの外表面にトレース可能な薄い紙を載せ、該紙の上から鉛筆でこすって4本の素線11の撚りの跡を複写する。そして、得られた素線11の撚りの跡から、5ピッチ分の長さを定規により測定し、5で割った値を撚りピッチP_{sc}としている。

(3) 有効断面積

各実験例で製造したコードーゴム複合体の1断面を撮像し、得られた画像を用いて有効断面積を測定している。

(4) 鋼領域の面積、鋼領域の面積割合

素線径Dから素線の断面積を求め、4倍することでスチールコードの素線部分の面積であり、鋼が分布した領域の面積である鋼領域の面積を求めている。各素線はプラスめっき膜112を有しているが、プラスめっき膜112はその厚さが非常に薄いため、素線の断面積を鋼が分布した領域の面積としている。また、以下の式(A)に示すように、鋼領域の面積と有効断面積とから、鋼領域の面積割合を求めている。

(鋼領域の面積割合) = (鋼領域の面積) ÷ (有効断面積) × 100 …… (A)

(5) 曲げ剛性

図6に示すように、三点曲げ試験によりコードーゴム複合体の曲げ剛性を評価する。

【0143】

曲げ剛性の試験には、各実験例で作製したコードーゴム複合体を切断し、30mm×50mmの試験片としたものを供している。試験片のうち、長さ50mmの長辺が、試験片に含まれるスチールコードの長手に沿った辺になる。

【0144】

具体的には、試験体60の幅の端部である第1端部601と、第2端部602とを下面から支持治具611、支持治具612により支持する。次いで、支持治具611と、支持治具612との間の中点を、押圧治具613により、ブロック矢印62に示すように下方に押圧する。

【0145】

このため、図6中の距離L601と、距離L602とは等しくなる。距離L601は、試験体60が支持治具611と接する点と、試験体60が押圧治具613と接する点との間の距離を意味する。距離L602は、試験体60が支持治具612と接する点と、試験体60が押圧治具613と接する点との間の距離を意味する。

【0146】

そして、押圧治具613により押圧した箇所が、ブロック矢印62に沿って1mm変位した場合の反力を測定することで曲げ剛性を求める。

10

20

30

40

50

【0147】

試験体60は、試験体60内に含まれるスチールコードの長手が、図6中のY軸に沿うように、すなわち支持治具611、押圧治具613、支持治具612の配列に沿うように配置している。支持治具611と、支持治具612との間の距離は30mmとしている。

【0148】

試験体60は、長さ50mmの長辺が、支持治具611、支持治具612の配列、すなわち図6中のY軸に沿うように、長さ30mmの短辺が図6における紙面と垂直なX軸に沿うように配置している。

(6) ゴム浸透度

各実験例で製造したコードーゴム複合体からカッターナイフでスチールコードを取出す。

10

【0149】

そして、取出したスチールコードについて、隣接する2本の素線を除去する。隣接する2本の素線を除去することで露出した領域の中央線に沿って100mmの観察長さのうち、ゴムで被覆されている部分の長さの割合を百分率で算出し、ゴム浸透度とする。中央線は、露出した領域の長手に沿って引いた線であり、露出した領域の長手と直交する幅の中央を通るように引いた線になる。

【0150】

ゴム浸透度は数値が大きいほどゴム浸透性に優れていることを意味し、ゴム浸透度が60%以上の場合、実用上十分な性能を有することを意味する。

【0151】

20

(7) 初期伸度

初期伸度は、スチールコードに50Nの荷重を加えた際の伸び率であり、引張試験機を用いて評価を行う。

【0152】

まず、引張試験機のチャック間の距離である第1距離L0を500mmとし、各実験例で製造したスチールコードをチャックに設置する。次いで、スチールコードに荷重を加えてチャック間の距離を変化させ、スチールコードに加えた荷重が50Nに達したときのチャック間の距離を第2距離L1とする。

【0153】

この場合のスチールコードの初期伸度を以下の式(B)により算出する。

30

【0154】

$$(\text{初期伸度}(\%)) = [(L1 - L0) \div L0] \times 100 \quad \dots (B)$$

(8) 耐久性評価

まず、各実験例で作製したコードーゴム複合体から、コードーゴム複合体に含まれるスチールコードの長手と垂直な断面において、幅10mmの紐状の試験体となるように試験体を切り出す。幅は、図4におけるX軸に沿った長さであり、スチールコード10の配列に沿った長さである。

【0155】

図7に示すように、得られた試験体70をローラー径が25mmである第1ローラー71、第2ローラー72、および第3ローラー73にかける。試験体70を第1ローラー71、第2ローラー72、および第3ローラー73にかけた際、試験体70に含まれるスチールコードの長手に沿って、第1ローラー71、第2ローラー72、および第3ローラー73が配置されることになる。3つのローラーに試験体70をかける際、図7に示すように第1ローラー71と第2ローラー72との間に位置する試験体70と、第2ローラー72と第3ローラー73との間に位置する試験体70とが平行になるように、各ローラーの位置を調整している。また、第1ローラー71、第2ローラー72、第3ローラー73にかけられた試験体70には、長手に沿って29.4Nの荷重が加えられている。そして、第1ローラー71、第2ローラー72、第3ローラー73を回転させ、図7中の矢印74が示す向きに試験体70を移動させる。次いで、第1ローラー71、第2ローラー72、第3ローラー73を逆回転させ、図中の矢印74とは反対の向きに試験体70を移動させ

40

50

る。以上の操作を1セットとして、係る操作のセットを繰り返し実施する。各ローラーは、上記往復移動を1分間に100セットできるように回転速度を設定している。そして、試験体70が破断するまでの試験体の上記往復移動のセットの回数のカウントを行う。

【0156】

実験例11のコードーゴム複合体についての評価結果を基準、すなわち100として、各実験例のコードーゴム複合体について測定した評価結果を規格化したものを耐久性の指標値に用いる。

【0157】

そして、耐久性の指標値が110以上の場合にはA、耐久性の指標値が100より大きく110未満の場合にはB、耐久性の指標値が100以下の場合にはCと評価する。

10

【0158】

評価がA場合に、コードーゴム複合体について、耐久性が特に優れているといえ、B、Cの順に評価が低下することになる。評価がAまたはBの場合に、コードーゴム複合体について、高い耐久性を備えていることになる。

(9) 軽量性評価

各実験例で作製したコードーゴム複合体について、100mm角のサイズにカットして、重量を測定する。ここでのサイズは、図4に示したコードーゴム複合体40の上面400から見たサイズになる。

【0159】

そして、実験例11のコードーゴム複合体についての評価結果を基準、すなわち100として、各実験例で測定した重量を規格化したものを軽量性の指標値に用いる。

20

【0160】

そして、軽量性の指標値が90未満の場合にはA、軽量性の指標値が90以上100未満の場合にはB、軽量性の指標値が100以上場合にはCと評価する。

【0161】

評価がA場合に、コードーゴム複合体について、重量を特に小さくし、軽量化できているといえ、B、Cの順に評価が低下することになる。評価がAまたはBの場合に、コードーゴム複合体について、重量を特に小さくし、軽量化できていることになる。

(実験例)

以下、実験条件について説明する。実験例1から実験例9が実施例、実験例10から実験例13が比較例となる。

30

[実験例1]

(スチールコード)

本実験例では、図1、図2に示した構造を有するスチールコードの製造を行っている。

【0162】

素線11として、表1に示した波付けを行った第1波付け素線を1本と、第2波付け素線を3本用意する。4本の素線はいずれも素線径Dは同じであり、表1に示した値となっている。また、4本の素線11はいずれも鋼線である線材111の表面に、銅と亜鉛を含有するブラスめっき膜112が配置されている。そして、4本の素線を撚り合わせて1×4構造を有する撚線のスチールコードの製造を行っている。

40

【0163】

得られたスチールコードについての評価結果を表1に示す。

(コードーゴム複合体)

エンズが46本／50mmとなるように、本実験例のスチールコードをゴム中に埋設し、図4に示した構造を有するコードーゴム複合体40を製造する。

【0164】

上記ゴムとしては、ゴム成分と、添加剤とを含むゴム組成物を用いて製造を行っている。ゴム組成物は、ゴム成分として天然ゴムを100質量部含む。そして、ゴム組成物は添加剤として、ゴム成分100質量部に対して、カーボンブラックを60質量部、硫黄を7質量部、加硫促進剤を0.5質量部、酸化亜鉛8質量部、有機酸コバルトとしてステアリ

50

ン酸コバルトを2質量部の割合で含有する。

【0165】

コードーゴム複合体は本実験例のスチールコードを用いて予め試作を行い、スチールコードの位置のばらつき幅を加味して、スチールコード10を埋設できるようにゴムの厚さを選択し、製造を行っている。

【0166】

コードーゴム複合体についての評価結果を表1に示す。

[実験例2から実験例13]

用意した第1波付け素線、第2波付け素線の素線径、波付け条件を表1、表2に示す値となるように変更している。また、4本の素線を撚り合わせる際の撚りピッチを変更している。

10

【0167】

以上の点以外は、実験例1と同じ手順、条件で、スチールコード、コードーゴム複合体の製造を行い、評価を行っている。

【0168】

評価結果を表1、表2に示す。

【0169】

20

30

40

50

	実験例1	実験例2	実験例3	実験例4	実験例5	実験例6	実験例7	実験例8	実験例9
燃り構成	1 × 4								
素線径D (mm)	0.15	0.15	0.15	0.18	0.18	0.18	0.20	0.20	0.20
燃りピッチPsc (mm)	9.5	9.5	9.5	10.5	10.5	10.5	14.5	14.5	14.5
第1 波付け 素線	第1波付け 高さH1 (mm)								
	0.083	0.140	0.130	0.097	0.130	0.170	0.110	0.150	0.190
	D/H1								
	1.807	1.071	1.154	1.804	1.346	1.029	1.818	1.333	1.053
第2 波付け 素線	第1波付け ピッチP1 (mm)								
	1.55	1.55	3.15	1.55	1.55	3.15	1.55	3.15	3.15
	P1/Psc								
	0.16	0.16	0.33	0.15	0.15	0.30	0.11	0.22	0.22
第2 波付け 素線	本数 (本)								
	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	第2波付け 高さH2 (mm)								
	0.083	0.140	0.130	0.097	0.130	0.170	0.110	0.158	0.190
第2 波付け 素線	D/H2								
	1.807	1.071	1.154	1.804	1.346	1.029	1.818	1.266	1.053
	第2波付け ピッチP2 (mm)								
	5.0	9.5	14.0	9.5	14.0	14.0	9.5	14.0	18.0
第2 波付け 素線	P2/Psc								
	0.53	1.00	1.47	0.90	1.33	1.33	0.66	0.97	1.24
	本数 (本)								
	3	3	3	3	3	3	3	3	3
第2 波付け 素線	有効断面積 (mm ²)								
	0.100	0.150	0.210	0.100	0.150	0.210	0.100	0.150	0.220
	鋼領域の面積 (mm ²)								
	0.071	0.071	0.071	0.096	0.096	0.096	0.126	0.126	0.126
第2 波付け 素線	鋼領域の面積割合 (%)								
	70.7	47.1	33.7	96.2	64.1	45.8	125.7	83.8	57.1
	曲げ剛性 (N)								
	0.618	0.743	0.879	1.134	1.431	1.605	2.736	3.040	3.510
第2 波付け 素線	ゴム浸透度 (%)								
	65	75	80	60	70	85	75	80	90
	初期伸度 (%)								
	0.327	0.431	0.489	0.268	0.354	0.435	0.213	0.275	0.333
第2 波付け 素線	耐久性評価								
	A	A	A	A	A	A	A	A	A
第2 波付け 素線	軽量性評価								
	A	A	A	A	A	A	B	B	B

【表 2】

	実験例10	実験例11	実験例12	実験例13
燃り構成	1×4			
素線径D (mm)	0.10	0.25	0.18	0.18
燃りピッチPsc (mm)	6.5	16.0	10.5	10.5
第1 波付け 素線	第1波付け 高さH1 (mm)	0.085	0.095	0.171
	D/H1	1.176	1.842	1.023
	第1波付け ピッチP1 (mm)	1.55	3.15	3.15
	P1/Psc	0.24	0.30	0.30
	本数 (本)	1	1	1
第2 波付け 素線	第2波付け 高さH2 (mm)	0.085	0.095	0.171
	D/H2	1.176	1.842	1.023
	第2波付け ピッチP2 (mm)	5.0	14.0	14.0
	P2/Psc	0.77	1.33	1.33
	本数 (本)	3	3	3
有効断面積 (mm ²)	0.120	0.220	0.080	0.250
鋼領域の面積 (mm ²)	0.031	0.196	0.096	0.096
鋼領域の面積割合(%)	26.2	89.2	120.3	38.5
曲げ剛性 (N)	0.294	6.386	0.999	1.805
ゴム浸透度 (%)	75	80	55	90
初期伸度 (%)	0.534	0.220	0.195	0.510
耐久性評価	C	C	C	C
軽量性評価	A	C	A	A

表1、表2によると、素線径が0.15mm以上0.20mm以下、かつ有効断面積が0.099mm²以上0.224mm²以下である、実験例1から実験例9のスチールコードについて、耐久性評価、軽量性評価が共にAまたはBになることを確認できる。すなわち、実験例1から実験例9のスチールコードは、コードーゴム複合体に適用した場合に、コードーゴム複合体を軽量化しつつ、耐久性を高めることができる、燃線のスチールコードであることを確認できる。

【符号の説明】

【0171】

10 スチールコード

1 0 0	外表面	
1 1	素線	
1 1 A	素線	
1 1 B	素線	
1 1 C	素線	
1 1 D	素線	
O A	中心	
O B	中心	
O C	中心	
O D	中心	10
L O 1	共通接線	
L O 2	共通接線	
L O 3	共通接線	
L O 4	共通接線	
L I 1	線分	
L I 2	線分	
L I 3	線分	
L I 4	線分	
1 1 1	線材	
1 1 2	プラスめっき膜	20
1 2	隙間	
1 3	複合領域	
1 4	鋼が分布した領域	
D	素線径	
2 0	コードーゴム複合体	
2 1	ゴム	
X	X 軸	
Y	Y 軸	
Z	Z 軸	
3 0	波付け素線	30
3 0 0	第 1 波付け素線	
3 1 0	第 2 波付け素線	
3 0 A	端部	
3 1	屈曲部	
3 1 A	屈曲部（第 1 点、第 4 点）	
3 1 B	屈曲部（第 2 点、第 5 点）	
3 1 C	屈曲部（第 3 点、第 6 点）	
L A	直線	
3 2	非屈曲部	
H	波付け高さ	40
H 1	第 1 波付け高さ	
H 2	第 2 波付け高さ	
P	波付けピッチ	
P 1	第 1 波付けピッチ	
P 2	第 2 波付けピッチ	
S	平面	
4 0	コードーゴム複合体	
4 0 0	上面	
4 1	ゴム	
t 1	ゴム厚み	50

t 2	ゴム厚み	
5 0	タイヤ	
5 1	トレッド部	
5 2	サイドウォール部	
5 3	ビード部	
5 4	インナーライナー	
5 5	カーカス	
5 6	ベルト層	
5 7	ビードワイヤー	
C L	センターライン	10
6 0	試験体	
6 0 1	第 1 端部	
6 0 2	第 2 端部	
6 1 1	支持治具	
6 1 2	支持治具	
6 1 3	押圧治具	
6 2	ブロック矢印	
L 6 0 1	距離	
L 6 0 2	距離	
7 0	試験体	20
7 1	第 1 ローラー	
7 2	第 2 ローラー	
7 3	第 3 ローラー	
7 4	矢印	

【要約】

4 本の素線を撚り合わせた、 1×4 構造を有するスチールコードであって、
 前記素線の素線径が 0.15 mm 以上 0.20 mm 以下であり、
 ゴム中に埋設した場合の、前記スチールコードの長手と垂直な断面において、
 前記スチールコードの外表面と接する、隣接する前記素線の間の共通接線と、前記スチールコードの前記外表面に沿って隣接する前記素線の中心間を結ぶ線分と、で囲まれた領域を複合領域とし、前記複合領域の面積を有効断面積と定義した場合に、
 前記有効断面積が 0.099 mm^2 以上 0.224 mm^2 以下である、スチールコード。

10

20

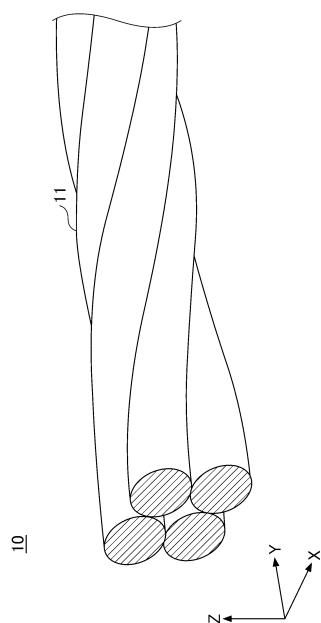
30

40

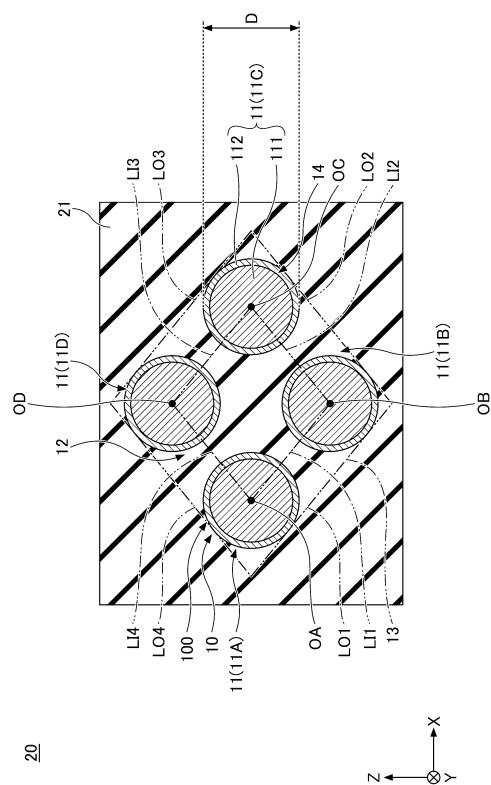
50

【凶面】

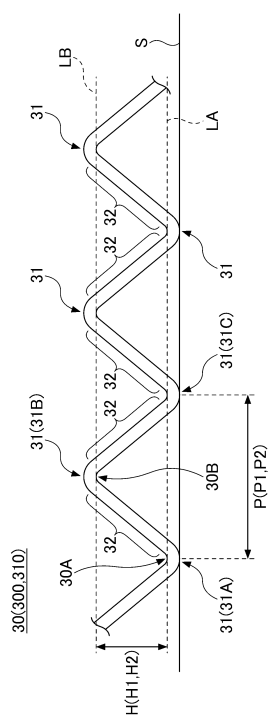
【図 1】



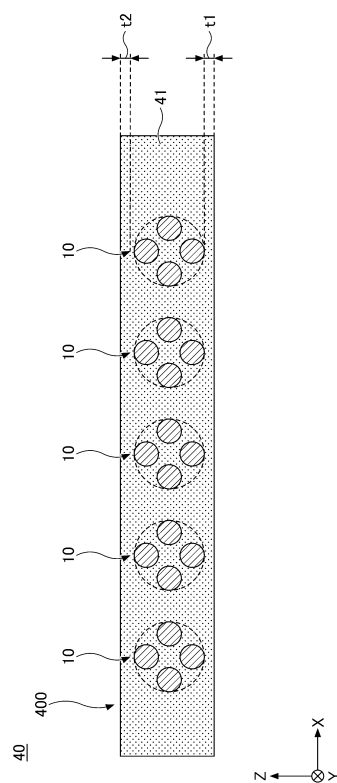
【圖 2】



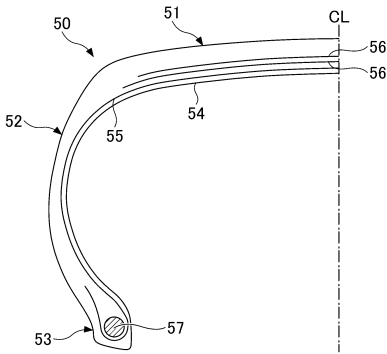
【圖 3】



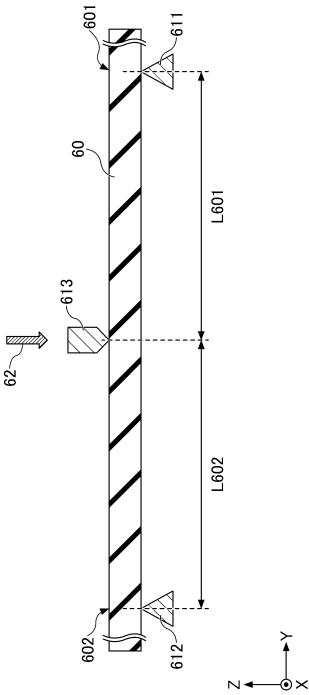
【図 4】



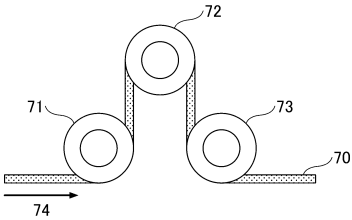
【図 5】



【図 6】



【図 7】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

審査官 山下 航永

- (56)参考文献 特開 2000-203213 (JP, A)
特開平 05-140881 (JP, A)
特開 2018-178332 (JP, A)
国際公開第 2018/142691 (WO, A1)
特開昭 62-125084 (JP, A)
特開平 5-171579 (JP, A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
- | | | | |
|------|------|---|-------|
| D07B | 1/00 | - | 9/00 |
| B60C | 1/00 | - | 19/12 |
| D02G | 1/00 | - | 3/48 |