

平成22年度 戦略的基盤技術高度化支援事業

「伸縮織物を用いた装着性が高く安全な布タイヤチェーンの開発」

研究開発成果等報告書

平成23年9月

委託者 九州経済産業局

委託先 財団法人福岡県産業・科学技術振興財団

目次

第1章 研究開発の概要

- 1 - 1 研究開発の背景・研究目的及び目標 1
- 1 - 2 研究体制(研究組織・管理体制,研究者氏名,協力者) 3
- 1 - 3 成果概要 8

第2章 本論

1. 伸縮・非伸縮織物の一体製織技術の確立

- 1 - 1 新素材の超グリップ・超耐久性の検討、および織組織・素材の最適化 10
- 1 - 2 伸縮糸の広幅整経技術の確立 13
- 1 - 3 タイヤチェーンを目的とした一体製織技術の確立 14

2. 耐久性向上のための後加工・縫製方法の検討

- 2 - 1 均一な熱セット方法の検討 15
- 2 - 2 縫製部分の強化 16

3. 布タイヤチェーン製品の性能評価

- 3 - 1 安全性、保存性の検討 17
- 3 - 2 タイヤサイズ適応範囲の検討 22

第3章 全体総括

24

第1章 研究開発の概要

1-1 研究開発の背景・研究目的及び目標

はじめに

我が国の製造業の柱となっている自動車には、織染製品が多く使われている。安全に係る部品を始め、その軽量性や強靱性から繊維の複合材料が駆動部材、タイヤの補強等に使われている。国内外で評価されている安全性、耐久性、信頼性、省燃費といった機能は、織染技術が支えている。ここで取り組むタイヤチェーンは自動車などの駆動部材のタイヤに装着し、積雪や凍結路面での滑り止め器具として使われている。装着性、省燃費、快適性の観点から軽量で乗り心地の良い布タイヤチェーンが注目を浴びており、国内外の大手自動車メーカーは純正オプションとして販売している。しかしながら、従来の布タイヤチェーンはタイヤの形状寸法差異への適応柔軟性(寸法適応性)や、走行耐久性に改善が残されている。東洋ゴム織布(株)は糸ゴム、ウレタン糸などの伸縮糸の製織技術を保有している。さらに、伸縮糸の摩擦係数が大きい点に着目して、絡(からみ)織で織物表面に伸縮糸を8の字型に表面凹凸を出すことで多方向へのグリップ力を向上させた伸縮織物素材「デクスマ」(図1)を新たに研究開発し、デクスマを基点に国内初の布タイヤチェーンを開発し、事業化することを目的とした。



図1 伸縮織物、多方向滑り止め機能「deXma(デクスマ)」

[研究テーマと技術目標値]

本事業ではポリウレタン伸縮糸を用いた絡織を導入した新規な伸縮織物技術を活用して、フィット性、耐久性、制動性が高い安全な布タイヤチェーンの開発を行った。布タイヤチェーンの装着性を損なわずに耐久性、制動性を改良する試みとして、今までに多機能織物に取り組み、表面凹凸構造をもつ伸縮織物素材の有効性を見出してきた。そこで、本事業では、この新素材の製品化(軽自動車用)を目指して、新素材構

成の最適化を図るとともに、製織技術の高度化、品質の安定化、およびコスト削減へ向けて表1の研究テーマを設定し、目標値の達成を図ることを目的とした。

表1 サブテーマと技術的目標値


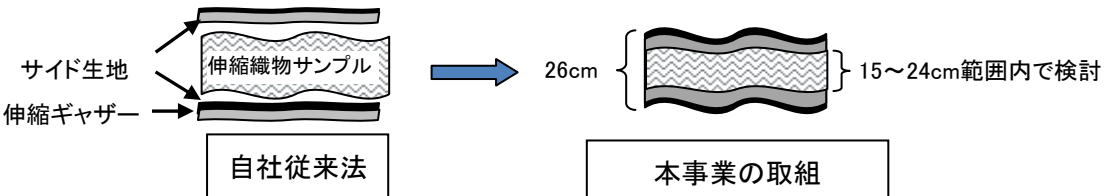
サブテーマ	技術的目標
①伸縮・非伸縮織物の一体製織技術の確立	
①-1 新素材の超グリップ・超耐久性の検討、および織組織・素材の最適化  図3 表面凹凸構造の織り	<ul style="list-style-type: none"> 表面凹凸構造の制御技術と織組織・素材の最適化 摩耗強さ(JIS L 1096)5,000回以上(伸縮織物部分) テーマ②-1の熱セットと併せてテーマ3-1の目標を達成
①-2 伸縮糸の広幅整経技術の確立	<ul style="list-style-type: none"> 糸ゴムの伸び率5~10%にて138~280本の均一整経
①-3 タイヤチェーンを目的とした一体製織技術の確立 	<ul style="list-style-type: none"> 一体製織で織幅26cm 製織後の糸ゴムの伸び率25±5%
②耐久性向上のための後加工・縫製方法の検討	
②-1 均一な熱セット方法の検討	<ul style="list-style-type: none"> 摩耗強さ(JIS L 1096)10,000回以上(伸縮織物部分) テーマ③-1の目標を達成 熱セット後の一体製織サンプルの幅25cm
②-2 縫製部分の強化	<ul style="list-style-type: none"> 乾燥路100km以上で縫製部分が破断しないこと
③布タイヤチェーン製品の性能評価	
③-1 安全性、保存性の検討	<ul style="list-style-type: none"> 8字走行50回以上(乾燥または雨天路で脱落しない回数) 走行距離100km以上(乾燥または雨天路) 老化試験(JISK6404)後、上記の50回、100km以上達成
③-2 タイヤサイズ適応範囲の検討	<ul style="list-style-type: none"> 5サイズに適応

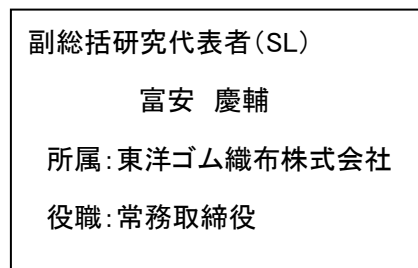
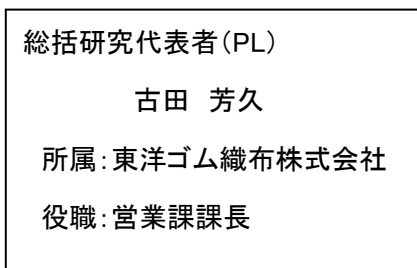
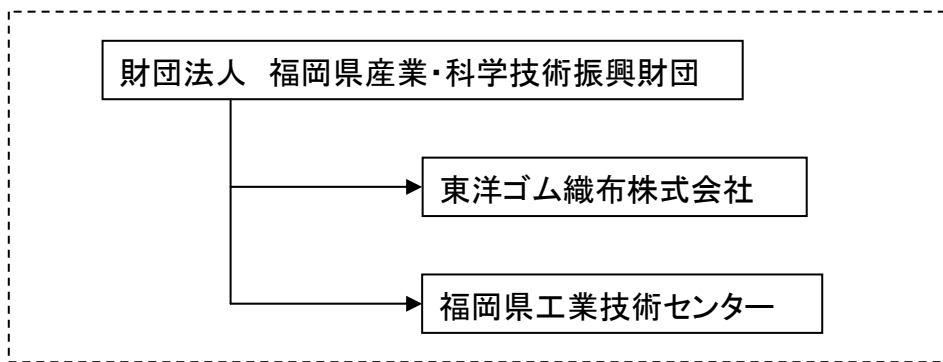
図4 伸縮・非伸縮織物の一体製織

1-2 研究体制(研究組織・管理体制, 研究者氏名, 協力者)

研究体制

(1) 研究組織及び管理体制

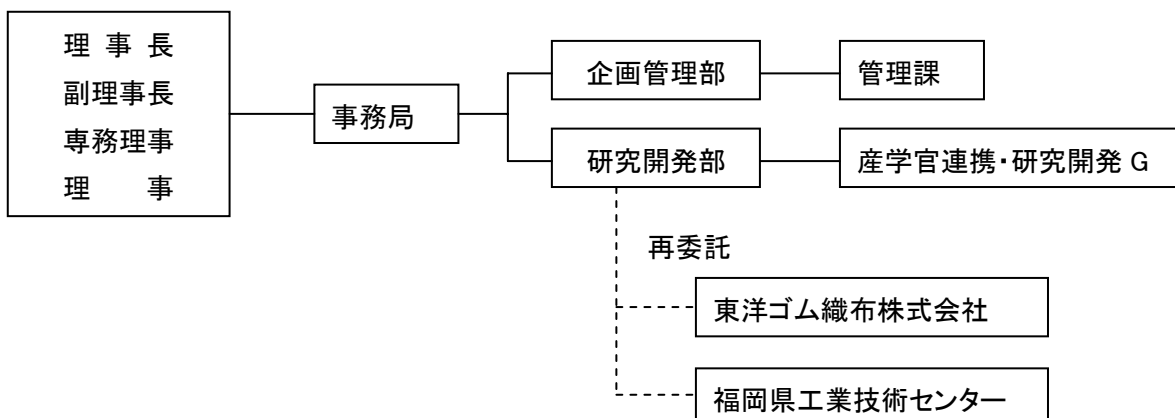
1) 研究組織(全体)



2) 管理体制

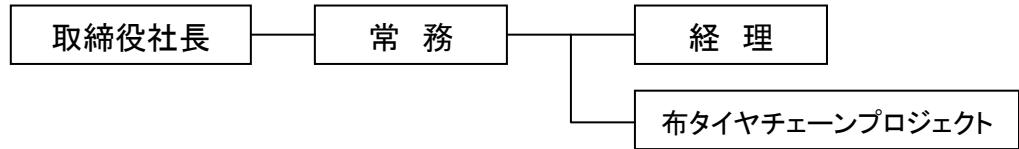
① 事業管理者

[財団法人 福岡県産業・科学技術振興財団]

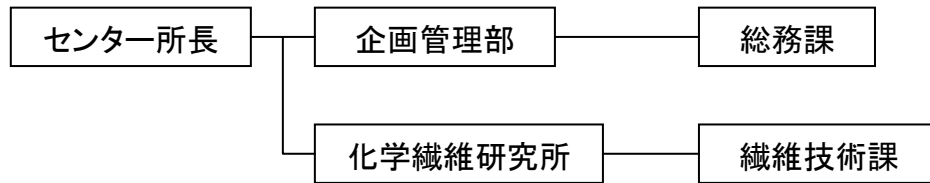


②(再委託先)

東洋ゴム織布株式会社



福岡県工業技術センター



(2) 管理員及び研究員

【事業管理者】財団法人 福岡県産業・科学技術振興財団

管理員

氏名	所属・役職
中村 裕章	研究開発部 部長
中村 憲和	研究開発部 主幹
河口 千弘	研究開発部 主幹
堂ノ脇 靖巳	研究開発部 副主幹
内野 正和	研究開発部 専門研究員
石川 正洋	研究開発部 主任主事
江田 智子	研究開発部 サブマネージャー
松尾 朱三江	研究開発部 サブマネージャー
小村 和彦	企画管理部 管理課長
平田 学	企画管理部 事務主査
舩添 史和	企画管理部 主任主事

【再委託先】※研究員のみ

東洋ゴム織布株式会社

氏名	所属・役職
古田 芳久	営業課・課長
別府 徹	製造1課・課長
永田 貞次	製造1課・係長
柳本 修	製造1課・係長
富安 慶輔	常務取締役
富安 収	代表取締役

福岡工業技術センター

氏名	所属・役職
大崎 徹郎	化学繊維研究所 繊維技術課 課長
藤田 祐史	化学繊維研究所 繊維技術課 専門研究員
泊 有佐	化学繊維研究所 繊維技術課 研究員
田村 貞明	化学繊維研究所 繊維技術課 主任技師

(3) 経理担当者及び業務管理者の所属、氏名

(事業管理者)

財団法人 福岡県産業・科学技術振興財団

(経理担当者) 企画管理部 管理課長 小村 和彦

(業務管理者) 研究開発部 部長 中村 裕章

(再委託先)

東洋ゴム織布株式会社

(経理担当者) 経理 寺島 十百子

(業務管理者) 代表取締役社長 富安 収

福岡県工業技術センター

(経理担当者) 企画管理部 総務課 課長 中原 貞典

(業務管理者) 化学繊維研究所 繊維技術課 課長 大崎 徹郎

(4)他からの指導・協力者名及び指導・協力事項

推進委員会委員

(外部推進委員)

氏名	所属・役職	備考
高田 芳邦		アドバイザー
太田 幹人	株式会社久留米リサーチ・パーク テクニカル・コーディネーター	アドバイザー

(内部推進委員)

氏名	所属・役職	備考
古田 芳久	東洋ゴム織布(株)営業課・課長	PL
別府 徹	東洋ゴム織布(株)製造1課・課長	
永田 貞次	東洋ゴム織布(株)製造1課・係長	
柳本 修	東洋ゴム織布(株)製造1課・係長	
富安 慶輔	東洋ゴム織布(株)・常務取締役	SL
富安 収	東洋ゴム織布(株)・代表取締役	
大崎 徹郎	福岡県工業技術センター化学繊維研究所 繊維技術課・課長	
藤田 祐史	福岡県工業技術センター化学繊維研究所 繊維技術課・専門研究員	
泊 有佐	福岡県工業技術センター化学繊維研究所 繊維技術課・研究員	
田村 貞明	福岡県工業技術センター化学繊維研究所 繊維技術課・主任技師	

1-3 成果概要

本事業で行った成果の概要を各テーマ毎に以下の表 2~4 に示す。

表 2 サブテーマ①伸縮・非伸縮織物の一体製織技術の確立

サブテーマ	技術的な目標	成果概要
①-1 新素材の超グリップ・超耐久性の検討、および織組織・素材の最適化	表面凹凸構造の制御技術と織組織・素材の最適化	【◎】目標達成 ① タテ糸の糸ゴムカバーリング糸はゴム系 2種類ポリエステル糸 2本を選定 ② タテ糸はポリウレタン糸を選定 ③ ヨコ糸はポリエステル糸を選定
	摩耗強さ(JIS L1096) 5,000 回以上(伸縮織物部分)	【◎】目標達成 13,000回以上
	テーマ 2-1 の熱セットと併せて 3-1 の目標達成	【△】テーマ 2-1 は目標達成だが 3-1 が一部未実施
①-2 伸縮糸の広幅整経技術の確立	糸ゴムの伸び率 5~10%にて 138 本~280 本の均一製経	【◎】技術目標達成 138本以上の均一整経の設定確立により一体製織が可能。
①-3 タイヤチェーンを目的とした一体製織技術の確立	一体製織で織幅 26cm	【○】織幅 22cmで一体製織可能(試織を繰返し行い技術蓄積)
	製織後の糸ゴム伸び率 25±5 %	【○】糸ゴム伸び率は目標達成

表 3 サブテーマ②耐久性向上のための後加工・縫製方法の検討

サブテーマ	技術的な目標	成果概要
②-1 均一な熱セット方法の検討	摩耗強さ(JIS L1096) 10,000 回以上(伸縮織物部分)	【◎】目標達成 約 15,000 回達成
	テーマ 3-1 の目	【○】3 パーツを縫製して走行試験を実施し、目

	標達成	標達成
	熱セット後の一体製織サンプルの幅 25cm	【○】22cm幅での一体製織は可能
②-2 縫製部分の強化	乾燥路 100km以上で縫製部分が破断しないこと	【◎】シーム形式、ステッチ形式において3方式の試験を実施し、目標の 100kmを実現。

表 4 サブテーマ③布タイヤチェーン製品の性能評価

サブテーマ	技術的な目標	成果概要
③-1 安全性、保存性の検討	8の字 50回以上(乾燥路または雨天路で脱落しない回数)	【○】3パーツを縫製して走行試験を行い目標達成
	走行距離 100km以上(乾燥路または雨天路)	【○】3パーツを縫製して走行試験を実施し、目標達成
	老化試験(JISK6404)後、上記50回、100km以上達成	【△】パーツでの老化試験実施。老化後の走行試験未実施
③-2 タイヤサイズ適用範囲の検討	5サイズに適用	【△】軽自動車用タイヤで圧力分布測定実施

第2章 本論

1. 伸縮・非伸縮織物の一体製織技術の確立

1-1 新素材の超グリップ・超耐久性の検討、および織組織・素材の最適化

目的

素材の各物性を評価し、布タイヤチェーンでの最適化を図る。検討が必要な素材としては、糸の種類、織度(太さ)、撚り数、織組織で伸縮織物サンプル作製を行った。各物性評価は、チェーン製品で路面に接する伸縮織物と伸縮織物のタテ糸である糸ゴムカバーリング糸の糸ゴムについての2種について検討を行った。

事前評価品は、長野での雪上走行試験で良好な結果となったが、8の字走行試験では、連続装着による8の字可能回数の減少が見られた。これは、糸ゴムの結晶化が原因と考えられる。そこで、事前評価品に用いた糸ゴム(NO.①)とその他選定した糸ゴム(NO.②～④)について低温時の荷重低下を調査し、より荷重低下の低い最適な糸ゴムを選定し、さらに織組織について各種条件の検討を行った。

実験方法

定伸長荷重試験は万能試験機 AG-5kNX((株)島津製作所)を用いて10%伸長した状態での荷重を測定した。伸縮繰り返し試験は万能試験機 AG-5kNX((株)島津製作所)を用いて所定の温度で58%～78%間での繰り返し伸縮を500回行った。動摩擦荷重試験は万能試験機 AG-5kNX((株)島津製作所)を用いて、JIS P 8147「紙及び板紙―静及び動摩擦係数の測定方法」に従い行った。摩耗試験はカスタム式摩耗試験機 CAT-125((株)大栄科学精器製作所)を用い JIS L 1096「織物及び編物の生地試験方法(ユニバーサル形法)」に従い行った。耐光試験は紫外線フェードメーターU48 H(スガ試験機(株))を用い JIS L 0842「紫外線カーボンアーク灯光に対する染色堅ろう度試験方法」に従い行った。構造観察はデジタルマイクロスコープ KH-7700((株)ハイロックス)を用いて行った。

結果と考察

[事前評価品]

事前評価品とは伸縮織物部分とサイド生地部分をそれぞれ製織し、3パーツの生地を縫製にて作製した布タイヤチェーンを示す。

[素材(糸ゴム)選定]

検討した糸ゴムは、NO.①～④である。各糸ゴムの 58%～73%間における定伸長サイクル試験結果は、図 2 のとおりである。この結果から、荷重低下が大きい装着時を想定した 58%伸び率の近似直線傾きと平均荷重を表 5 に表した。この結果から、NO.②～④は、NO.①(事前評価品)と比較して -20°C における近似傾きが小さいことから結晶化が生じ難いことが示唆された。また、平均荷重については、NO.②～④は、NO.①(事前評価品)と、同等であることが分かった。以上の結果から、荷重低下が少なく、平均荷重が NO.①(事前評価品)と同等である糸ゴムとして NO.④を選定し、また、平均荷重が事前評価品よりやや低いが断面積が一番近い NO.②を選定した。

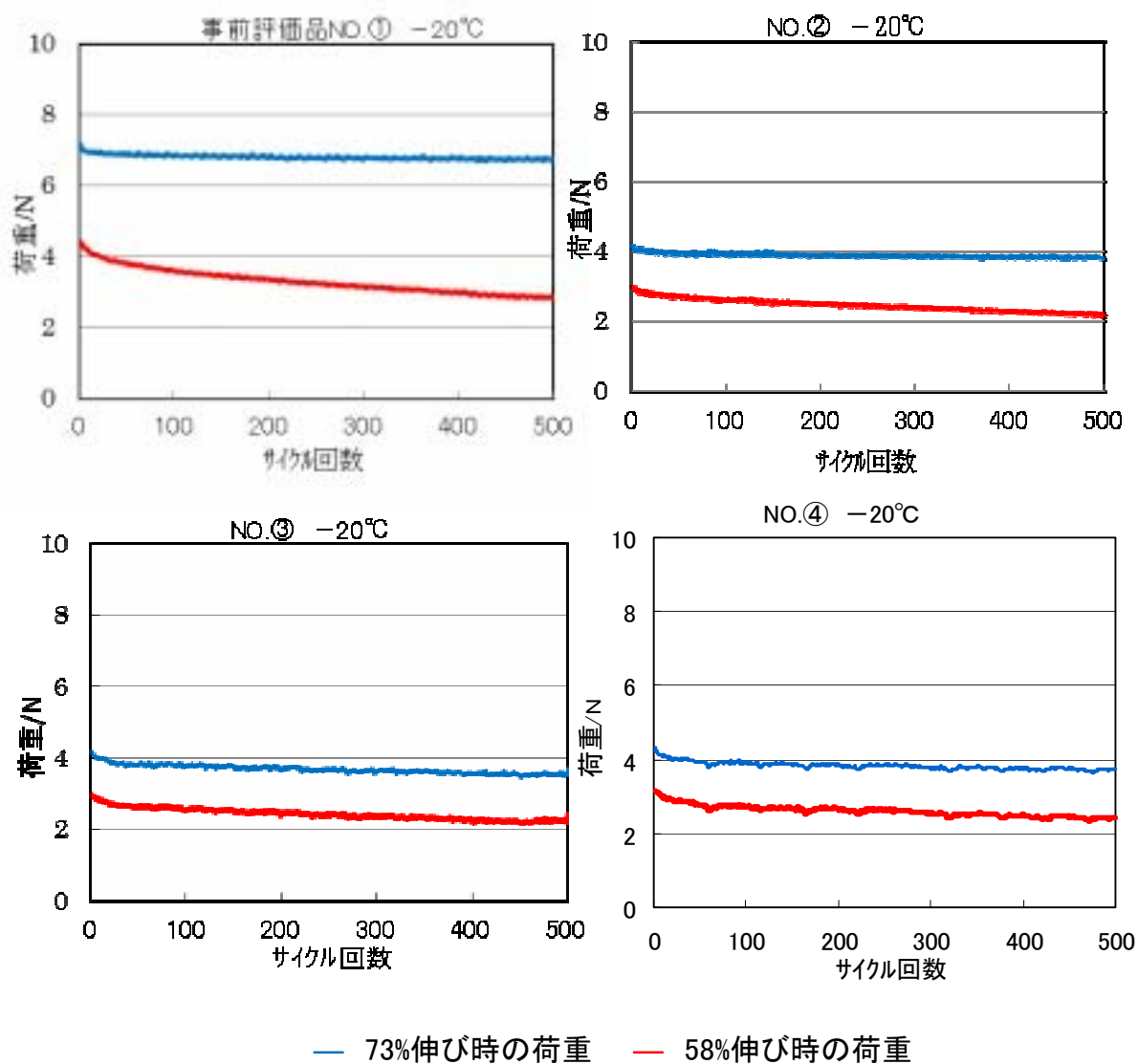


図 2 ゴム選定のための伸び率 58%～73%間のサイクル試験結果

表 5 素材(糸ゴム)選定のための-20°Cにおける評価

	近似直線傾き	平均荷重(N)	総合評価
事前評価品(NO.①)	-2.18E-03	3.11	○
NO.②	-1.19E-03	2.47	○
NO.③	-1.03E-03	2.52	○
NO.④	-1.00E-03	3.06	◎

[素材(糸ゴム選定した②と④)を用いた試織]

次に糸ゴムの検討で選定した②と④の糸ゴムで試織を行った結果を表 6 に示す。

表 6 に示すとおり、糸ゴム NO.②、④を用いた織物は、目標値である摩耗回数 10,000 回を超えていることが確認できた。また、事前評価品 NO.①と同等の平均動摩擦荷重(N)を示し、グリップ力があることから開発品に最適な織物条件であると選定した。今後は、この最適化した織物条件を用いて開発品を試織する。

表 6 試織した織物の物性結果

糸ゴム	平均動摩擦荷重 (N)	摩耗回数	総合評価
事前評価品 NO.①	7.31	17,567	○
NO.②	7.85	14,973	○
NO.④	8.36	13,199	○

1-2 伸縮系の広幅整経技術の確立

1-1 によって最適化された素材を用いて、一体製織の準備工程である広幅整経技術の確立を行った。整経工程は製織を行うために最も重要である。特に伸縮系は温度によって大きく伸び率が変化することが知られており、実際、1℃で伸び率は最大 17%以上異なる。一体製織では、タテ糸だけで伸縮糸が 4 種、非伸縮糸が 1 種類を同時に製織するので、それぞれ均一な張力調整の検討が必要である。ここでは、伸縮糸同士の摩擦、接触緩和のために広幅用の整経機で、糸の伸び状態を安定させる必要がある。そこで恒温恒湿条件下で張力制御を検討することによって、糸ゴム・ポリウレタン 138～280 本の伸び率が 5～10%で制御できるような広幅整経条件を確立する。そこで、温湿度調整装置と伸縮糸用整経機を導入し、ポリウレタン糸の整経を開始した。伸び率はクリルスタンドと中間ゴムローラーと整経機の巻き取りモーターの回転比率により算出する。本検討の数値及び状況は以下の表 7 にて示す。これより、II の条件で糸ゴムの伸び率 5～10%にて均一整経ができた。

表 7 整経機における各送り出し速度と伸縮糸の状態

		整経機	中間ローラー	クリルスタンド	糸ゴムの伸び率
I	伸縮糸送出速度 (フィードスピード) m/min	15	30	15	10%以下 張力不足で不安定
	伸び率	-	200%	0%	
II	伸縮糸送出速度 (フィードスピード) m/min	15	20	14	5～10% 無張力に近い
	伸び率	-	140%	-7%	
III	伸縮糸送出速度 (フィードスピード) m/min	15	23	15	10%以上 張力過剰で不安定
	伸び率	-	150%	0%	

1-3 タイヤチェーンを目的とした一体製織技術の確立

1-1によって選定された素材を1-2により、伸縮糸のビーム整経を行い、タイヤを包み込むような立体素材の製織技術開発を行った。ここでは、タイヤチェーンの安全性確保の観点からサイズ安定性は重要であり、生産性、コストの観点からも手作業で行う縫製工程の削減は必要不可欠である。そこで、タイヤを包み込むよう本体生地とサイド生地・伸縮ギャザーを一体にした立体素材の製織技術の確立のために製織機を導入し、研究を行った。当初は東洋ゴム織布(株)が保有する製織機を用いて、自動車のタイヤの幅に対応した織幅の織物を製作することが不可能な状況であったため、本体生地、左右ギャザー部の3パーツを縫製し一体化したものを試織し、これを事前評価品とし、走行試験評価を行った。その後、本体生地の両側にサイドギャザーを一体化した異組織の織物の試織に成功した。伸縮織物製織機を導入したが、伸縮糸の広幅整経機が未導入であったため、タテ伸縮糸の本数を当初 138 本の予定だったが、本数及び織幅を減少させた試織を行った。製織後の糸ゴムの伸び率は $25 \pm 5\%$ であり、目標値を達成した。しかしながら、織幅が 26cm という目標値に対して、現在は 22 cm の一体製織品である(図 3)。今後は補完研究により織幅 26cm の広幅化に取り組む。



図 3 本体、両サイド生地を同時に製織した一体製織織物

2. 耐久性向上のための後加工・縫製方法の検討

2-1 均一な熱セット方法の検討

本体生地である伸縮織物のタテ系にカバーリングゴム系を用い、このカバーリング系には熱で融着する機能性糸を導入し、熱セット加工で耐久性向上を試みた。1-1 で選定したユニバーサル摩耗試験にて 5,000 回以上の目標値を達成した伸縮織物を用いて、一般的な加工条件である 120～160℃の範囲で温度を変化させた熱セットを行い、各熱セット加工した織物について平均動摩擦荷重(N)、摩耗回数を測定した。伸縮織物は、事前評価品(熱融着糸あり)と 1-1 で素材選定したゴム系 NO.④及び一体製織品(幅 22cm)を用いた。表 8 に熱セット温度と物性の結果を示す。熱融着糸なしの場合、120℃以上の熱セットで平均動摩擦荷重に著しい低下がみられた。摩耗回数については、全ての温度で目標値の 10,000 回を超えている。ここで用いている熱融着糸は 120℃以下では融着しないことを確認している。従って、耐久性向上のための熱融着糸は必要なしという結果になった。そこで、1-1 で素材選定したゴム系 NO.④のカバーリング系に熱融着糸を入れずに(以下、熱融着糸なし)試織した後、熱セット加工した。この結果、平均動摩擦荷重は熱融着糸がある場合と同等以上の良好なグリップ力を示した。摩耗回数については、14,973 回と目標値を達成した。グリップ力を低下させない熱セット温度は 100℃以下ということが明らかとなり、一体製織の熱セット条件とした。本条件で、一体製織品(幅 22cm)を用いて熱セットを行った。その結果、平均動摩擦荷重が高く、摩耗強さが 20,000 回を超え、目標値を達成した。

表 8 熱セット温度と物性

伸縮織物	熱セット温度 (℃)	平均動摩擦荷重(N) グリップ力	摩耗回数 耐久性	総合評価
熱融着糸あり	100	8.03	17,567	○
	120	2.06	19,244	×
	140	2.06	17,242	×
	160	1.76	12,691	×
熱融着糸なし	100	7.85	14,973	○
一体製織品	100	9.54	24,045	○

2-2 縫製部分の強化

布タイヤチェーンでは縫製部分からの破断が懸念される。そこで、シーム形式とステッチ形式で最適な強化方法を見出す。目標値として、乾燥路 100km以上走行して縫製部分が破断しないこととした。シーム形式とステッチ形式において、①他の素材でつなぎ目部分をカバーする方式、②繋ぎ目部分を重ねる方式、③東洋ゴム織布方式(縫い合わせた部分を開く縫い方)の3種類で検討を行った。使用生地は事前評価品にて統一し、実際にタイヤに装着して走行試験を実施した。目標値として乾燥路 100km以上の走行であるが、①他の素材でつなぎ目部分をカバーする方式と②繋ぎ目部分を重ねる方式では目標値を満たすことができなかった。①と②に共通していたのは縫製部に繋ぎ目カバーや重ね部分による生地の段差が形成され、破断を促進されると考えられる。そこで、段差の緩和を行った③で乾燥路 100kmを達成することができた。

また、多機能型疲労試験機で、 -20°C の条件下、時速 50 キロを想定した設定で 2 時間以上の継続試験を行った。ステッチ方式での低温下試験においては 3 つの縫製したサンプルの結果を図 4 に示す。3 種の接合部分及び縫製部分に破断は認められなかった。多機能型疲労試験機と走行試験結果により、東洋ゴム織布方式③を選定した。

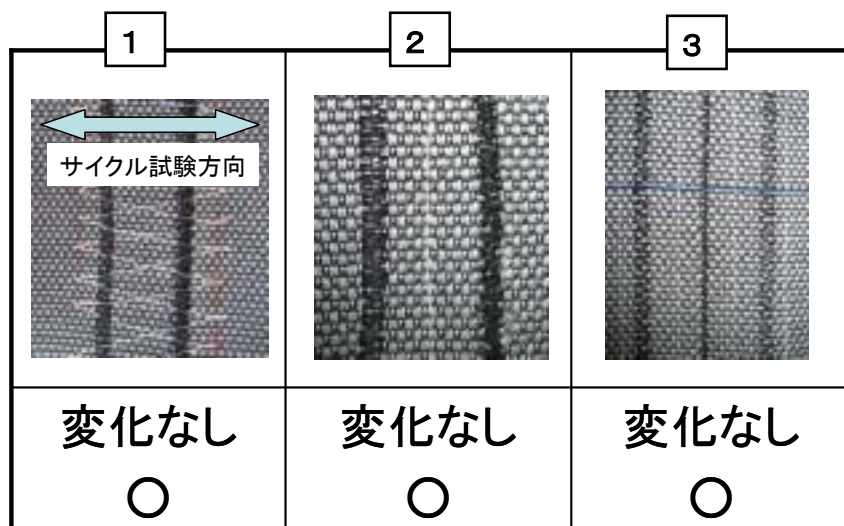


図 4 繰返し伸縮疲労試験の結果

3. 布タイヤチェーン製品の性能評価

3-1-A 安全性、保存性の検討(東洋ゴム織布(株)担当)

現状の既存品の製品性能を明らかとするために、東洋ゴム織布(株)が雪上及び乾燥路での実走試験を行い、現状の既存品の性能把握と最終製品で目指す性能スペックの確認を川下企業と共に行った。試験評価内容として、走行耐久試験、8の字走行試験、制動(ブレーキ)試験、登坂試験を実施した。評価試験品として、本研究開発品の事前評価品、既存布タイヤチェーン、金属チェーン、樹脂チェーンを使用した。

[事前評価品による雪上走行試験]

[雪上走行耐久試験]

雪上走行耐久試験は路面状態が、圧雪、シャーベット状が7割で、ウエットが3割の状態であり、走行距離は200kmまでと設定し、20km、50km、70kmの間隔で目視による破損状況を確認した。その結果において、既存布タイヤチェーンは200kmに到達せずに破損し試験を中止した。金属チェーン、樹脂チェーンは200km以上でも破損は見られなかった。事前評価品は200kmに到達後、縫製部分に破損を確認した。

[雪上8の字走行試験]

8の字走行試験ではタイヤチェーンのタイヤへのフィット性を評価した。積雪量によるタイヤから布タイヤチェーン脱落の評価試験を実施した。試験条件として、積雪量は5cm～20cmの間で、時速20kmで8の字周回走行し、タイヤチェーンが脱落せず20周以上の周回できたものが合格とした。結果として、積雪量20cmで金属チェーン、樹脂チェーンは問題なく20周を達成したが、一方で事前評価品、既存布タイヤチェーンは達成しなかった。

[雪上制動試験]

時速40kmの定速走行状態からフルブレーキングを行い、制動開始点から車両の停止点までの距離測定を5回ずつ実施した。測定時の最小距離と最大距離を外し、3回の測定距離の平均を記録とし、結果として、金属チェーン、樹脂チェーンより、短い制動距離で停止し、既存布タイヤチェーンとは同等の制動距離になった。

[雪上登坂試験]

雪上登坂試験は、傾斜11度距離約15mの坂を車両で登り、途中で停止後、再スタートし、登坂挙動を各3回実施し観察した。結果として金属チェーンの一部が登坂でき、事前評価品、既存布タイヤチェーン、樹脂チェーンは登坂できなかったが、事前評価品と樹脂チェーンはタイヤとの空転が起きなかった。

[事前評価品による雪上走行試験のまとめ]

最終製品で目指す性能スペックは走行耐久試験で200km、8の字走行試験は積雪量20cmでタイヤチェーンが脱落せず20回以上周回できること、制動試験は他の既存品より制動距離が短いこと、同等になること、登坂試験はチェーンとタイヤとの空転が起きないこととした。

[開発品による乾燥路走行試験]

雪上試験と同じく開発品を用いて雨天路または乾燥路での8の字走行50回以上、走行距離100km以上を目指した走行試験を行った。

乾燥路走行耐久試験においては、走行は100km以上とし、雪上同様に20km、50km、70km、100kmの間隔で目視による破損状況を確認した結果、特に異常も見受けられず、目標を達成した。

乾燥路8の字走行試験においては、15m間隔を空けた2つのコーンポールの間を時速20kmで8の字走行した結果、55回走行可能であったため目標を達成した。

3-1-B 安全性、保存性の検討(福岡県工業技術センター)

目的

1-1 と 2-1 で素材選定及び、熱セット条件などを最適化した 3 パーツ縫製品(開発品 A、B)の試織を行う。現在市販されている製品(以下、既存品)との性能比較を行い、現状把握と最終製品で目指す性能スペックの確認を行った。

実験方法

引張強度、摩耗性、繰り返し伸縮疲労試験、タイヤとのグリップ性試験(開発品等とタイヤとの動摩擦荷重試験)は、1-1 と同じ試験方法で行った。タイヤとのグリップ性試験で使用したタイヤは、ノーマルタイヤ、スタッドレスタイヤである。耐光試験は、強エネルギーロングライフキセノンフェードメーターSC700-FA を用いて、63°C50%で 168 時間(7 日間)照射を行った。老化試験(JIS K 6404-12)は、試験方法 C(耐熱帯試験)を用いて 70±1°C、95%で 168 時間(7 日間)とした。糸ゴムの形状観察はマイクロスコープを用いて行った。既存品、事前評価品、開発品について耐光試験、老化試験を行った後、10%時の伸び強度(装着性)、摩耗性、動摩擦荷重(タイヤのグリップ性)の比較を行った。

結果と考察

[タイヤとのグリップ性]

開発品とタイヤとのグリップ性を測定するために平均動摩擦荷重の結果を以下の表 9 に示す。測定は前述までの試験方法と同一であるが、対象物にタイヤ(ノーマルとスタッドレス)を用いた。これより、試織した開発品は既存品より平均動摩擦荷重が高く、事前評価品と同等以上であることから、タイヤとのグリップ性に優れていることが確認された。これは、布タイヤチェーンの空転が制御できると考えられ、安全性の向上に寄与すると考えられる。

表 9 タイヤとのフィット性

	タテ糸: カバーリング糸	平均動摩擦荷重(N)	
		ノーマル	スタッドレス
既存品	—	9.6	9.2
事前評価品	熱融着糸あり	11.4	12.1
開発品 A	熱融着糸あり	10.7	11.9
開発品 B	熱融着糸なし	11.6	12.6
		11.4	12.9

[老化試験]

事前評価品と開発品 A、B について老化試験後に 10%伸び強度と摩耗性の測定を行った。老化試験前の 10%伸び強度試験結果を図 5 に示す。

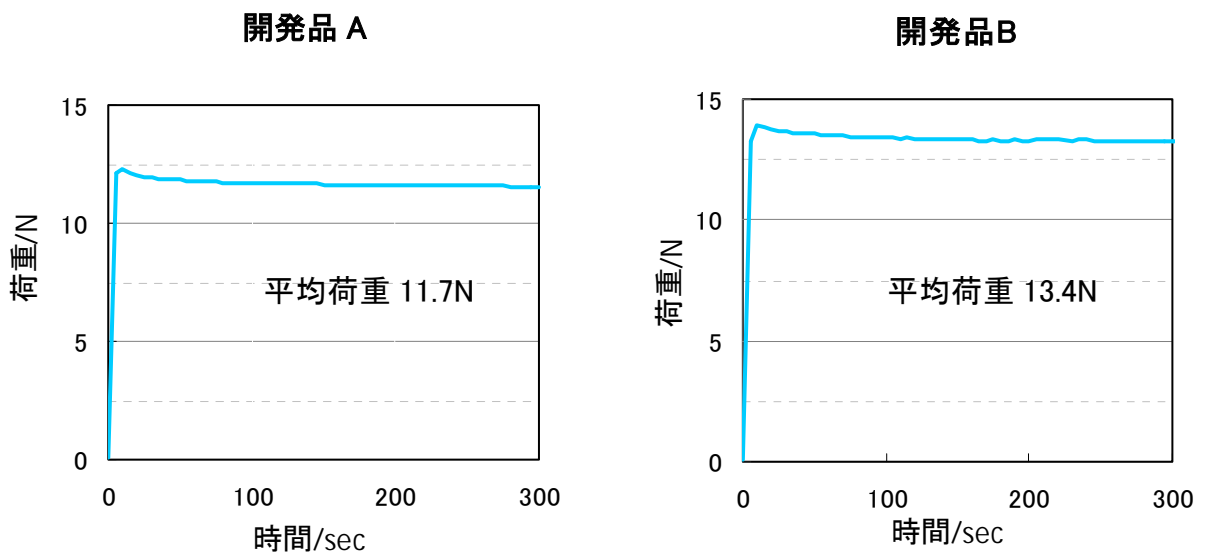


図 5 10%伸び強度試験結果(開発品A、開発品B)

開発品はどちらも事前評価品と同等の数値を示した。事前評価品は雪上走行試験においてタイヤに対しての装着性に優れていたことから、開発品もタイヤに対する装着性は良好であると考えられる。

老化試験後の 10%伸び強度及び摩耗性、グリップ性の結果を表 10 と表 11 に示す。糸ゴムについては、JIS K 6327 で熱老化後の引張強さと伸びの減少率が 20%以下と規定されている。開発品 B は老化試験後も減少率が 20%以内であり事前評価品と

同等の数値を示していることから、老化試験後もタイヤに対する装着性を保持しているといえる。

表 10 老化試験前後の 10%伸び強度(平均荷重 N)と減少率

	老化試験前(N)	老化試験後(N)	減少率(%)	判定
既存品	3.28	3.68	—	—
事前評価品	12.7	11.4	10.2	○
開発品 A	11.7	8.39	28.3	×
開発品 B	13.4	11.5	14.2	○

表 11 老化試験前後の摩耗性と減少率

	老化試験前(回)	老化試験後(回)	減少率(%)	判定
既存品	2,200	1,515	31.1	×
事前評価品	17,567	15,446	12.1	○
開発品 A	13,199	16,228	0	○
開発品 B	9,653	12,844	0	○

[耐光試験]

既存品と事前評価品と開発品について、耐光試験後に摩耗性の評価を行った。結果を表 12 に示す。既存品は、大幅な摩耗回数減少が見られた。全ての開発品について既存品や事前評価品より優れた値を出した。開発品 A、B は、耐光試験後も高い耐摩耗性を示すことが確認できた。

表 12 耐光試験前後の摩耗性と減少率

	耐光試験前(回)	耐光試験後(回)	減少率(%)	判定
既存品	2,200	3,853	—	○
事前評価品	17,567	15,160	13.7	○
開発品 A	13,199	20,312	—	○
開発品 B	9,653	11,822	—	○

3-2 タイヤサイズ適応範囲の検討

目的

布タイヤチェーンサイズ適応範囲は伸縮織物の伸縮機能を利用して既存品布タイヤチェーンの3サイズ適応から5サイズ適応に拡大し、商品を選択し易く、使い回し性の向上、在庫負担の軽減を図る。

現状の既存品および試織した開発サンプルを用いて、タイヤの幅が155mmの軽自動車用タイヤに装着した布タイヤチェーンのタイヤに対する圧力分布を測定し、タイヤチェーンの伸縮織物円周との関係を明らかとした。また、測定した圧力と8の字走行での実走試験結果により、タイヤチェーン製品のタイヤに対するフィット性を明らかとし、10%伸び強度、伸縮織物の円周、タイヤに対する圧力と、素材から製品まで物性相関の関係を明らかとした。

実験方法

タイヤサイズは多種あるので、本研究開発では軽自動車用タイヤ 155/65 R13(円周 167cm)のサイズについて検討を行った。試験は、既存品、事前評価品、開発品 B、一体製織品の4種で実施した。

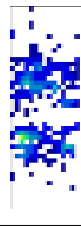
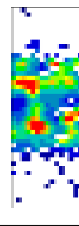
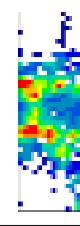
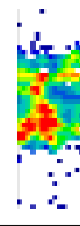
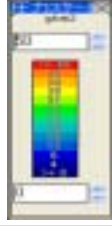

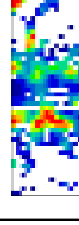
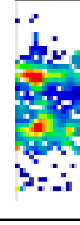
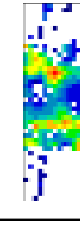
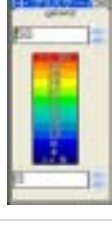
10%伸び強度試験は、万能試験機 AG-5kNX(株)島津製作所)を用いて10%伸張した状態での荷重を測定した。8の字走行試験は、雪上で20回、乾燥路で50回、8の字に走行した際に、布タイヤチェーンがタイヤから脱落したか否かで判定した。

圧力分布計測は、開発品等をタイヤに装着させ、常温時 30℃と寒冷地-20℃で、タイヤに対する布タイヤチェーンの圧力分布を計測した。

結果と考察

測定結果一覧を表 13 に示す。

表 13 タイヤサイズ適応範囲の検討結果

	既存品	事前評価品	開発品B	一体製織品	
円周 (cm)	170	150	150	151	
10%伸び強度 (N)	-	12.7	13.4	9.59	
8の字走行 (雪上)	×	×			
8の字走行 (乾燥路)	×	○	○		
圧力分布 (30℃)					
中心平均 g/cm ²	5.4	20.1	19.8	24.8	
圧力分布 (-20℃)					
中心平均 g/cm ²	5.5	15.9	16.1	18	

円周については軽自動車用タイヤの円周である 167cmに対して、事前評価品、開発品 B、一体製織品は 150cmでタイヤの円周より小さいが、伸縮織物であるために伸びで装着し易く、縮みでタイヤへのフィット性が期待される。10%伸び強度では、既存品は伸縮性がないため、10N 程度の荷重をかけても伸びがみられなかった。事前評価品、開発品 B、一体製織品については 10%伸び時(タイヤ装着時を想定)にそれぞれ10N 程度の荷重があることから、素材自体が縮もうとするためタイヤへのフィット性が高いことが判る。雪上 20 回の 8 の字走行試験において、既存品、事前評価品はタイヤからの脱落があった。乾燥路 50 回試験では既存品は脱落が見られたが、事前評価品、開発品 B は脱落が見られなかった。これらの結果により、開発品 B がタイヤに対するフィット性が高いことが判った。圧力分布試験より、タイヤに装着した際に既存品は圧力が低いが、事前評価品、開発品 B、一体製織品 30℃と-20℃共にタイヤへの圧力が高く、既存品に比べフィット性が高いことが判る。特に一体製織品については圧力分布上に高圧力を示す赤色部を多数確認でき、平均圧力も事前評価品、開発品 B に比べ 10%~25%程度高い。これは一体製織品が立体的に製織されたことにより、フィット性を増したと予想される。

今後は他サイズのタイヤに対するフィット性についても継続して研究開発を行う。

第3章 全体総括

国内初の伸縮織物で、かつ伸縮糸の摩擦力を利用した布タイヤチェーンは世界的に見ても独創的な技術である。本事業で取り組んだ国内初「伸縮織物を用いた装着性が高く安全な布タイヤチェーン」は、軽量、乗り心地、着脱操作性の良い、さらには、現状と同価格の布タイヤチェーンとなる。このため、今までタイヤチェーン装着の煩雑さ、価格、重量などから装備や装着を敬遠していた消費者が抵抗感なく使える商品になると考えられる。今後は、冬場の急な積雪や凍結、雪道走行での事故を未然に防げる商品として注目されることは間違いない。

今後は、市場ニーズ性から更なる耐久性向上を目指し、補完研究を行い、競争力のある商品確立について早急に検討し、事業化に向けて邁進して行くことで地域の活性化、経済の活性化への取り組みに繋げていく。