

令和 6 年 6 月 27 日現在

機関番号：13601

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2019～2023

課題番号：19K02293

研究課題名（和文）絡み織構造耐突刺し防護テキスタイルの開発

研究課題名（英文）Development of stab resistant textile material using leno weave structure

研究代表者

坂口 明男（Sakaguchi, Akio）

信州大学・学術研究院繊維学系・准教授

研究者番号：40205729

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,300,000円

研究成果の概要（和文）：警察官などが安全に職務を遂行する上で防護服は重要な装備である。銃砲刀剣類所持等取締法が徹底されている日本においてはアイスピックなどの先端な鋭利な日用品の対策として防護服では耐突き刺し性能が重要とされている。また常時着用していても負担が軽いものであることも求められる。高強度繊維織物の利用は一つの有力な可能性ではあるが、織物は鋭利なものの突き刺し時に織目が寄ってしまうため、高強度繊維が本来持っている強度が防護性能として十分に生かすことができないという点が指摘されていた。本研究では絡み織の技術に注目し、高強度繊維で絡み織物を作製することでこれらの課題を高度に両立させる方法を探った。

研究成果の学術的意義や社会的意義

絡み織は古くからのテキスタイル技術であるが、新技術である高強度繊維と組み合わせることで現代的な課題解決にも適応可能なことを示すことは学術的な意義がある。同時に着用負担が少ない一方で高い防護性をそなえた防護服の素材を提供することは社会的な意義も大きいと考える。併せて、これらの作製技術や評価方法を確立していくことも意義があると考えられる。

研究成果の概要（英文）：Protective clothing is important equipment for police officers, security guards and so on for their safe operation. In Japan, where the Firearms and Swords Control Law is strictly enforced, stab resistant performance against sharp items such as ice picks is considered to be important. It is also required that protective clothing should be low burden, because they were worn all the time during operation. The use of high-strength fiber fabrics is one promising possibility, but it has been pointed out that the inherent strength of high-strength fibers cannot be fully utilized as protective performance because the weave of the fabric is pulled together when pierced by a sharp object. In this study, we focused on leno weaving technology. Using leno fabrics produced by high-strength fibers, we attempted to achieve these requirements simultaneously.

研究分野：繊維工学

キーワード：絡み織 防護服 高強度繊維 耐突刺し性能

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

1 研究開始当初の背景

警察官などが安全に職務を遂行する上で防護服は重要な装備である。銃砲刀剣類所持等取締法（銃刀法）が徹底されている日本においては銃などの武器による危険は少ないが、アイスピックなどの先端な鋭利な日用品は数多く存在するため、その対策として防護服では耐突き刺し性能が重要と考えられてきた。また、安全の確保のためには職務中は常に防護服を着用していることが必要である。つまり防護性能と長時間着用に適する衣服としての基本的な機能が両立されている必要がある。従来の金属板をうろこ状に配置した防護衣は連続した着用に向いているとはいえ、着用者の負担が大きいものであった。

2. 研究の目的

本研究の目的は防護性を確保しつつ、長時間の着用にも適する防護服の素材を開発することである。またその試験方法についても検討を行う。

3. 研究方法

防護性を確保しつつ、長時間着用に堪えるようにするため、高強度繊維織物を素材とすることにした。ただし、通常の高強度繊維織物では、鋭利なものの突き刺し時に、織目が本来の位置から布面内で移動してしまうことにより、高強度繊維がもつ性能を防護性能として十分に発揮できない点が問題である。

そこで、本研究では絡み織に注目した。絡み織とは2本1組の経糸が交互に位置を交代しながら緯糸を織り込む構造の織物であり、衣服への応用としては「紹」、「紗」などが身近に知られている。織目の部分で経糸が交差し、互いにひっかけあっているため、織目を布面内に移動させるような力がはたらいても糸の引張、引掛け抵抗により織物移動が起こらない。このような原理により「紹」や「紗」は大変薄地の生地であるが、一定の丈夫さを持っており、夏用の衣服時として以前より用いられてきた。この絡み織の技術が現代の防護服の主要な課題である、防護性と長時間着用適性を高度に両立するのに役立つと考えて、試作に取り組み、実験を行った。

4. 研究成果

(1) 高強度繊維による絡み織物の試作

高強度繊維としてアラミド繊維フィラメント糸を用いた。撚糸機を用いて撚糸して三子糸を作製し、これを材料として手織物の専門作家の協力を得て、「紗」の構造の絡み織物とした。その外観の例を Figure 1 に示す。

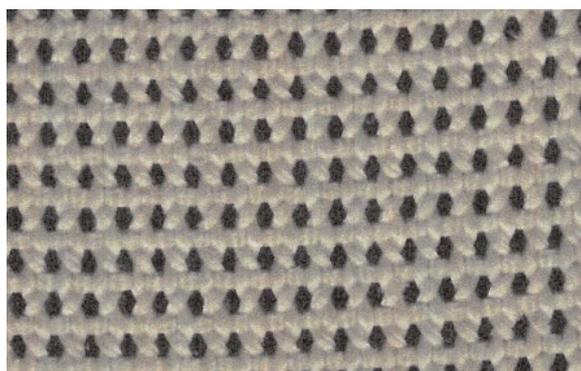


Figure 1 試作した高強度繊維絡み織物(紗)

このほかに織物製造業者の協力を得て、絡み構造を応用した高強度繊維織物(KLS-10-A, KLS-10-B)の作製もした。これらの織物分解結果を Table 1 に示す。

Table 1 各織物の織物分解結果.

試料名	平織物	紗組織絡み織物	KLS-10-A	KLS-10-B
目付, g/m ²	346	423	290	325
織密度, thread/cm				
経	7.2	6.5	16.3	15.5
緯	5.7	5.2	8	10.9
厚さ, mm	1.04	1.15	1.16	1.21
糸番手数, tex				
経	262	262	132	-
緯	262	262	123	-

(2) 通気性能の確認

通気性能の確認試験は通常の織物と同様の試験を行った。KES-F8 通気性試験機(カトーテック)を用いて通気抵抗を測定したところ、十分な通気性が確保できていた(Table 2)。

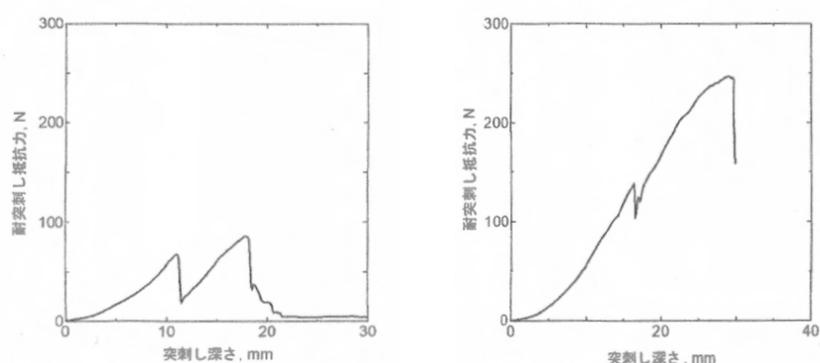
Table 2 通気抵抗の測定結果 (単位: Pa · s/m)

	平織	紗組織絡み織物	KLS-10-A	KLS-10-B
平均	50.4	4.4	2.5	3.4
標準偏差	11.9	0.5	0.3	0.2
CV, %	24	10	14	5

(3) 突刺し試験

実際の突刺し試験を行う装置を試作し、試験を実施した。試験方法は JIS L 1096 織物及び編物の生地試験方法 8.18 破裂強さ B 法(低速伸長形法)を参考にし、同試験法の押し棒を先端の鋭利な棒に付け替えて試験する装置を自作した。

試験を行ったところ、通常の織物をもちいた突刺し試験では、高強度繊維の糸が切断しなくても押し棒は貫通してしまうのに対して、絡み織物では、糸の切断が生じないと貫通しないという様子が確認できた。しかしその抵抗力はばらつきを伴うものであった(Figure 2)。



(a) 耐突き刺し抵抗力が小さい場合 (b) 耐突き刺し抵抗力が大きい場合

Figure 2 突き刺し試験の結果の例.

(4) 突刺しプロセスの観察

上記のばらつきの原因を探るために、突刺し時の織目の様子の詳細を観察した。前述の突刺し試験の試料取付台の下方にビデオカメラを設置して測定と同時に、先端の鋭利な棒が貫通していく様子を記録した。

その結果、棒の先端部が織物の織目の構造のどの部分で接触を始めるかに影響されて貫通に対する抵抗力が変化する可能性が示唆された。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計2件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 清水俊彦, 坂口明男, 木村裕和
2. 発表標題 防護服用高強度繊維系織物の突刺しにおける貫通プロセスの観察
3. 学会等名 日本繊維機械学会北陸支部繊維学会北陸支部研究発表会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 清水俊彦, 坂口明男, 木村裕和, 鮑力民, 森川英明
2. 発表標題 アラミド系製絡み織物における通気性および耐突刺し性の検討
3. 学会等名 繊維学会(秋季研究発表会)
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------