

金属繊維編成用DLC膜コーティング編針の開発

産業用資材として、これまでに様々な材質の織物が使用されてきましたが、ニットはその編成上の特質から織物に比べて、普及が遅れています。編成を容易にするために、DLC膜コーティング編針を開発しました。

はじめに

我々は、様々な繊維製品に囲まれて生活しています。みなさんは繊維というと何を想像されるでしょうか？絹、羊毛、綿、ナイロン、アクリル・・・と様々な繊維が衣類には使用されています。ここで、「繊維」を広辞苑第五版でみると「一般に細い糸状の物質」と説明されています。つまり、植物、動物、石油、金属、ガラス・・・原料を問わず細くて長いものは繊維と呼べるのです。

金属繊維は、様々な産業用資材として活躍しています。しかし、金属繊維を編機で編成すると編針が負けてしまい、キズやさびが発生します(図1)。1回の編成で数十～数百本単位の編針の交換が必要でした。

そこで本研究では、編針に発生するキズやさびを防ぐことを目的とし、編針にダイヤモンドライクカーボン(DLC)膜のコーティングを検討しました。



図1 編針に発生したキズ

編針表面に無数のキズが発生しています

キズ及びさびの発生部位

横編機(島精機製作所製SWG-V14G)で金属繊維(SUS304直径0.1mm)を編成した後、編針を顕微鏡で観察すると、編針のフックとベラ(図2)にキズやさびが発生することがわか

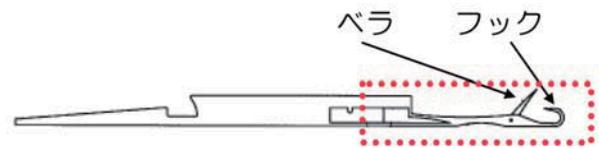


図2 DLC膜コーティング部位

りました。DLC膜はこの部位を中心に成膜しました。

イオン化蒸着法による成膜と耐久性試験

DLC成膜法のうち、各分野で著しい成果を上げているイオン化蒸着法(表1)で編針に成膜を行いました。成膜時間は1時間、編針表面に約0.3μmのDLC膜を形成しました。

作製したDLC編針と未加工編針を用いて横編機による編針の耐久性試験を行い、比較しました。金属繊維はSUS304 直径0.1μm、編み速度は0.4mm/s、両面編としました(図3)。

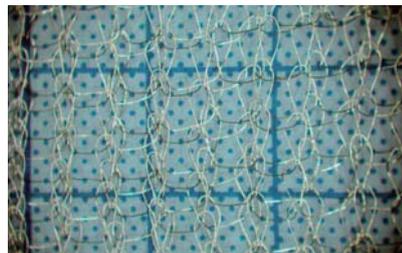


図3 金属繊維による編成物

編成物後方の方眼は1cm×1cm

編成後、編針を電子顕微鏡で観察したところ、未加工編針は100コース編成後、キズが発生しましたが、DLC編針では確認されませんでした。また、未加工編針は300コース編成後にさびが確認されました。DLC編針はさびは発生しませんでした。DLC膜の剥離が確認されました(図4)。イオン化蒸着法は、DLC膜が

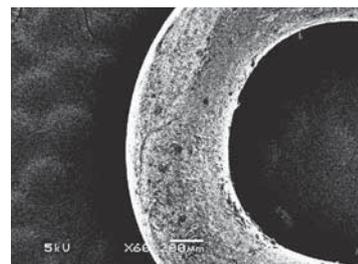


図4 DLC膜の剥離(フック)

300コース編成後、剥離したDLC膜

剥離するもののDLC膜がキズやさびを防ぐ可能性が示されました。

プラズマイオン注入成膜(PBII)法による成膜と編針の耐久性試験

イオン化蒸着法ではDLC膜の剥離が認められたため、イオン化蒸着法より基板との密着性がよいプラズマイオン注入成膜(PBII)法(表1)で編針にDLC膜を成膜しました。横編機で耐久性試験を行ったところ、800コース編成後もキズやさび、剥離が確認されませんでした。

そこで、PBII法の成膜時間を変化させた3タイプのDLC編針(表2)を加工し、SUS304系で8,000コース、アルミナ前駆体系で2,000コース、計10,000コースの編成試験を行いました。

表1 DLC膜の成膜条件

	イオン化蒸着法	PBII法
RF電源出力	—	500W
基板電圧	1kV	1.5kV(パルス1kHz)
成膜圧力	2×10^{-2} Pa	1.0Pa
成膜時間	1hr	1hr
原料ガス	C ₆ H ₆	CH ₄

表2 PBII法で試作した編針

編針名	成膜時間	膜厚
未加工針	—	—
30minPBII編針	30分	約0.05 μ m
1hrPBII編針	1時間	約0.1 μ m
3hrPBII編針	3時間	約0.3 μ m

10,000コース編成後の編針を観察すると、フックは未加工編針には著しくキズが発生しま

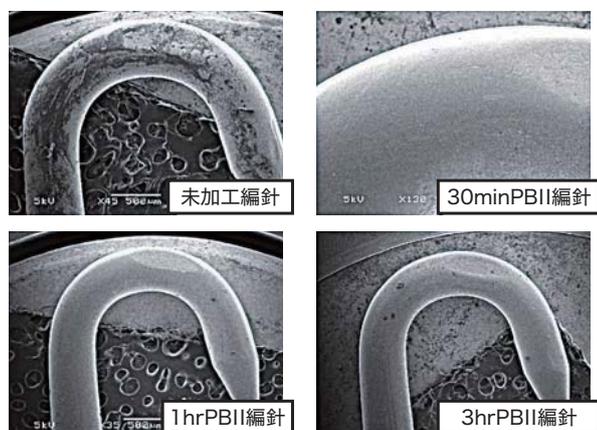


図5 10,000コース編成後の編針(フック)

DLC編針にはキズやさびが発生しませんでした

したが、PBII法でDLC膜を施した編針には成膜時間に関係なくキズやさび、剥離が発生しませんでした(図5)。

次にベラを観察する(図6)と、成膜時間30minPBII編針はさびが発生しましたが、1hrPBII編針、3hrPBII編針にさびは発生しませんでした。しかし、1hrPBII編針、3hrPBII編針ともにベラに開閉に伴うキズが確認されました。

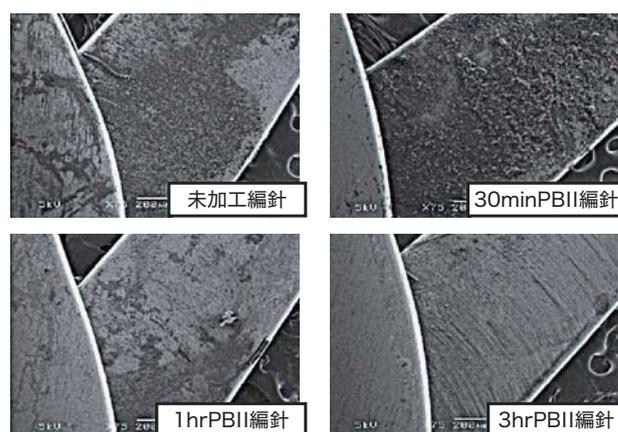


図6 10,000コース編成後の編針(ベラ)

ベラには編成時の開閉に伴うキズが発生しました

最後に

本研究では、まだDLC編針は完成していませんが、現時点でも未加工編針と比較して耐久性性能が格段に向上しています。また、針の交換率も低下しました。今後、DLC膜の成膜方法をさらに検討して、完成を目指します。

金属繊維のニットは、伸びない糸で編成したにもかかわらず、構造物として優れた伸縮性能を有し、成型編など様々な形の編成が可能です。これは、金属繊維の織物にはない大きな特徴です。

「こんな糸が編めるだろうか?」「産業資材としてこのように使ってみたい」「DLC編針を使ってみたい」という方は、どうぞお気軽にご相談下さい。

事業化支援部 <墨田支所>

堀江 暁 TEL 03-3624-4095

E-mail: horie.akira@iri-tokyo.jp