

研究論文

繊維ロープの耐摩耗性評価

池上大輔^{*1}、平石直子^{*1}

Abrasion Resistance Evaluation of Fiber Rope

Daisuke Ikegami^{*1}, and Naoko Hiraishi^{*1}Mikawa Textile Research Center^{*1}

ポリプロピレン(PP)、ナイロン(PA)およびポリエステル(E)のロープに対し、一定回数摩耗させた後、引張試験から残存破断強度を測定した。いずれの素材においても、摩耗回数が増加すると、残存破断強度の減少率が逡減して一定値で収束することが分かった。

1. はじめに

愛知県東三河地域は、繊維ロープや網などの産業資材の繊維関連産業の盛んな地域である。繊維ロープは金属、岩石、砂などにより摩耗して使用不可能となるため¹⁾、耐摩耗性が重要な指標となっている。地元企業からの繊維ロープの摩耗に関する相談は多々あるが、JIS等の明確な規格がなく、材料や摩耗子、試験荷重等と摩耗の関係性やノウハウが蓄積されていないため、各種ロープの耐摩耗性評価法は明確でないのが現状である。

本研究では、耐摩耗性の良否判断が付きにくいポリプロピレン(以下、PP)、ナイロン(以下、PA)及びポリエステルスパン(以下、E)の三打ち形状のロープを試料として用い、所定回数まで摩耗させた後、引張試験による残存破断強度の測定を行い、耐摩耗性の評価を検討した。

2. 実験方法

2.1 試料

直径4mm、6mm及び9mmのPP、PA及びEを試料として用いた。各供試材の公称直径、重量、引張強さは表1のとおりである。

表1 試料の引張特性

材料	公称直径 (mm)	重量 (g/m)	引張強さ (kN)
PP	4	6.3	2.54
	6	14.8	4.46
	9	34.5	8.71
PA	4	10.2	4.80
	6	20.9	9.62
	9	44.9	21.0
E	9	49.5	8.04

2.2 摩耗試験

当センター所有のロープ摩耗試験機((株)市川鉄工所製)を用いて試験を行った(図1)。摩耗粉除去のため、試験機はエアブローを行う機構となっている。摩耗子はグラインダ((株)ノリタケ製 粒度:No.120)を使用し、PP、PA及びE材料の各直径の試料に表2の条件で荷重を負荷して摩耗試験を行った。前年度の破断回数の研究結果を参考²⁾に、摩耗回数は100、200、500、1,000、2,000、5,000、10,000回とした。摩耗子の回転数は摩耗試験機の機構の都合上、50rpmで実施した。

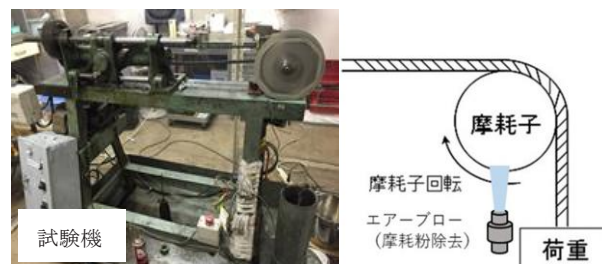


図1 摩耗試験(左図は試験機、右図は模式図)

表2 試料の摩耗試験条件

材料	公称直径 (mm)	荷重 (N)	摩耗回数 (回)
PP	4	9.8	100~5,000
	6	27.4	100~5,000
	9	49.0	100~5,000
PA	4	9.8	100~5,000
	6	27.4	100~10,000
	9	49.0	100~10,000
E	9	49.0	100~10,000

2.3 引張試験による残存破断強度の測定

摩耗試験の評価は、「①試料が摩耗によって破断にい

*1 三河繊維技術センター 製品開発室

たるまでの摩耗回数を測定する方法」及び「②規定回数まで摩耗後の試料の引張強度と摩耗前の試料の引張強度を比較して強度保持率を算出する方法」がある。今回は「②規定回数まで摩耗後の試料の引張強度と摩耗前の試料の引張強度を比較して強度保持率を算出する方法」を行った。測定回数は5回とした。強度保持率(%)は以下の式のとおりである。ここでは、5,000回摩耗時における強度保持率を式(1)により算出した。

$$\text{強度保持率(\%)} = F_b / F_a \times 100 \quad (1)$$

F_b : 摩耗後の試料の引張強度(kN)

F_a : 摩耗前の試料の引張強度(kN)

2.4 摩耗回数と残存破断強度の相関性

摩耗回数と残存破断強度に相関関係があるかを検証するために、横軸に摩耗回数、縦軸に残存破断強度をとり、5回の測定の平均値から近似曲線を算出し、相関係数 R^2 値を求めた。

3. 実験結果及び考察

3.1 φ4 mmロープの摩耗回数と残存破断強度の相関性

PPロープの摩耗回数と残存破断強度の結果を図2、PAロープの摩耗回数と残存破断強度の結果を図3に示す。図中破線は、5回測定値の各平均から算出した近似曲線を示す。いずれの試料も摩耗回数の増加に伴い、近似曲線の勾配は緩やかになり、さらなる摩耗回数の増加で一定値に収束した。すなわち、強度減少の割合は、摩耗により逓減することが分かった。このことについては、摩擦熱により試料が溶解している影響があると考えられる。 R^2 値はPPが0.96、PAは0.98となり、両者の間には高い相関関係があることが分かった。

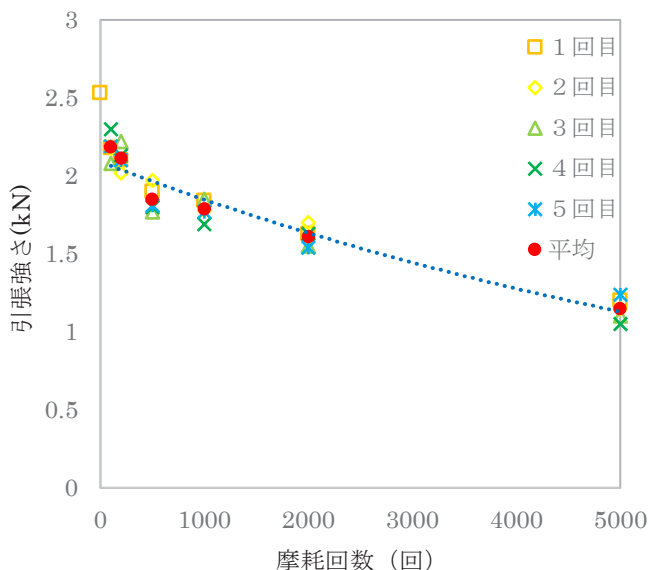


図2 φ4mm PPロープの摩耗回数と残存破断強度

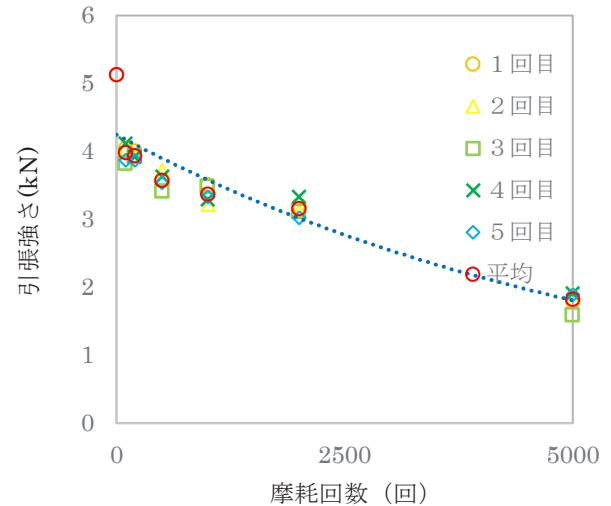


図3 φ4mm PAロープの摩耗回数と残存破断強度

3.2 φ6 mmロープの摩耗回数と残存破断強度の相関性

PPロープの摩耗回数と残存破断強度の結果を図4、PAロープの摩耗回数と残存破断強度の結果を図5に示す。傾向としてはφ4mm試料と同様であり、摩耗回数の増加に伴い、摩耗による強度減少の割合が逓減していることが分かった。 R^2 値はPPは0.95、PAは0.95となり、φ4mmロープと同様に両者の間の高い相関関係が示された。

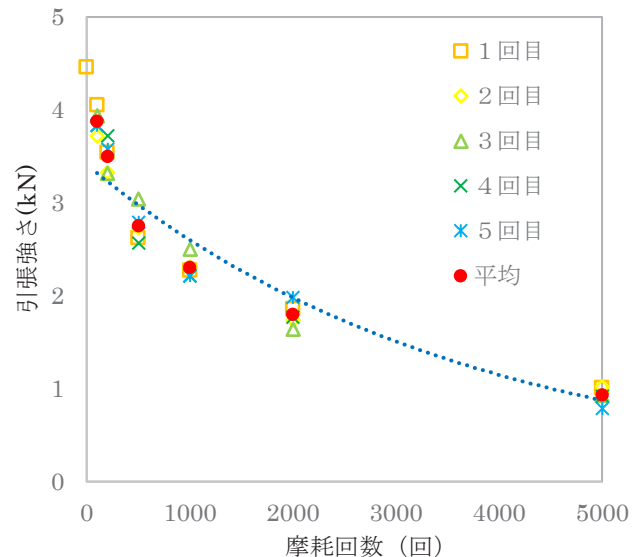


図4 φ6mm PPロープの摩耗回数と残存破断強度

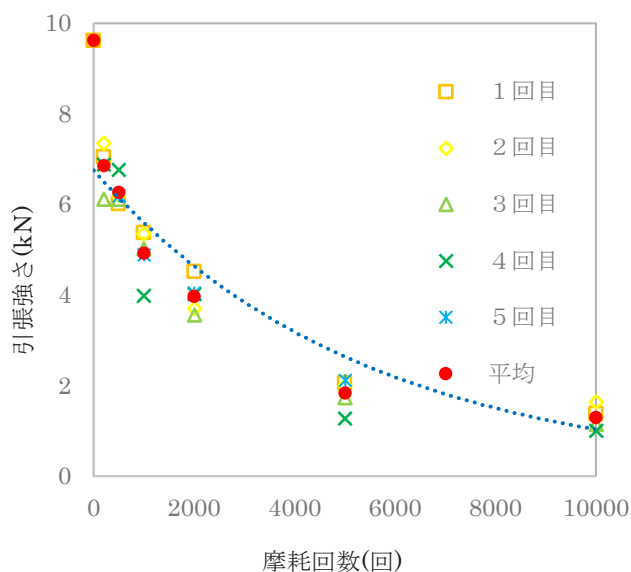


図5 φ6mm PA ロープの摩耗回数と残存破断強度

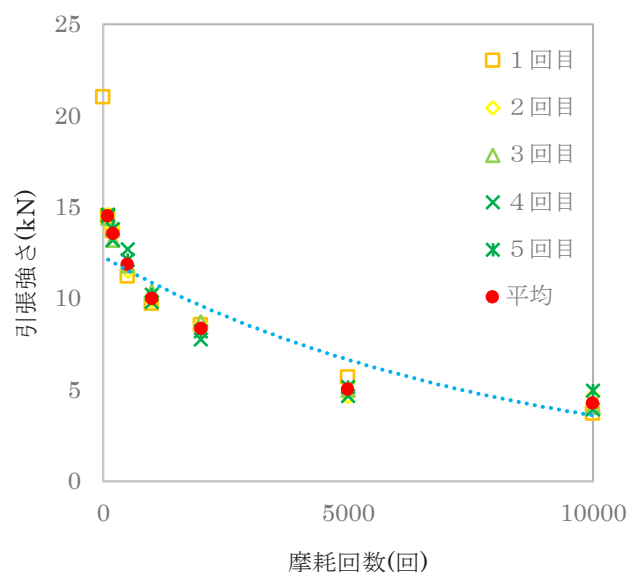


図7 φ9mm PA ロープの摩耗回数と残存破断強度

3.3 φ9mmロープの摩耗回数と残存破断強度の相関性

PP ロープの摩耗回数と残存破断強度の結果を図6、PA ロープの摩耗回数と残存破断強度の結果を図7、E ロープの摩耗回数と残存破断強度の結果を図8に示す。この系についても前項の系列と同様であった。ここで本結果を R^2 値は PP が 0.98、PA は 0.87、E は 0.89 となり、φ4mm 及び φ6mm ロープと同様に両者の間には高い相関関係があることが分かった。

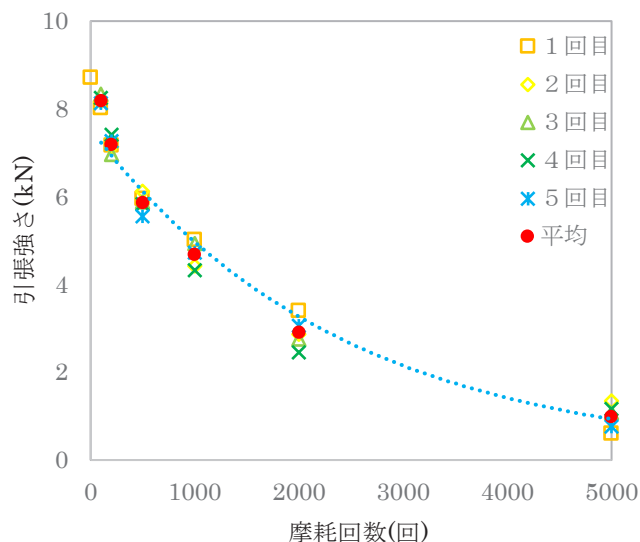


図6 φ9mm PP ロープの摩耗回数と残存破断強度

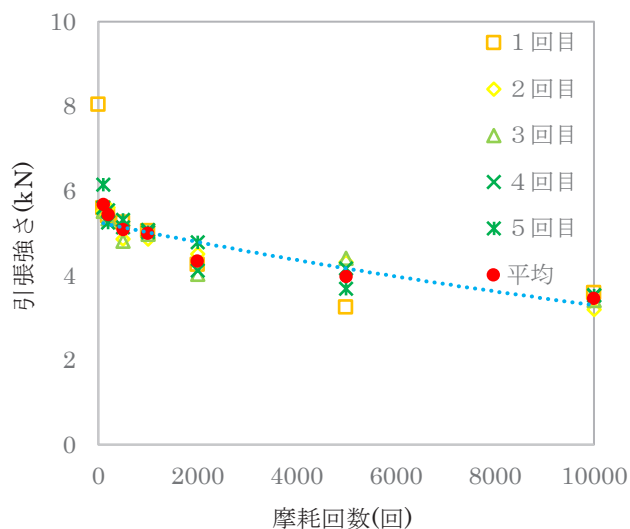


図8 φ9mm E ロープの摩耗回数と残存破断強度

3.4 強度保持率

5,000 回摩耗時の各ロープ試料の強度保持率の結果を表3に示す。PPφ4mm と Eφ9mm の強度保持率が高い結果となった。PP は荷重が軽すぎたこと、E は耐摩耗性が強いことが影響していると考えられる。

表3 5000 回摩耗時の各試料の強度保持率

材料	公称直径 (mm)	強度保持率 (%)
PP	4	47.4
	6	10.7
	9	11.3
PA	4	35.4
	6	21.3
	9	24.0
E	9	49.4

4. 結び

- (1) 今回用いた $\phi 4\text{mm}$ ロープでは、摩耗回数と残存破断強度との相関関係から求めた近似曲線の勾配が、摩耗回数を増加させると緩やかになっていき、強度減少の割合は摩耗により逓減することが分かった。このことについては、摩擦熱により試料が溶解している影響があると考えられる。
- (2) 今回用いた $\phi 6\text{mm}$ 及び $\phi 9\text{mm}$ ロープでは、 $\phi 4\text{mm}$ ロープの系列と同様、摩耗回数を増加させると緩やかになっていき、強度減少の割合が摩耗により逓減することが分かった。このことから、少なくとも実験を行った太さの範囲内では、ロープ径によらず摩

耗回数と残存破断強度の関係において同じ傾向であることが示された。

- (3) 5,000 回摩耗時の強度保持率は、PP $\phi 4\text{mm}$ と E $\phi 9\text{mm}$ が高い結果となった。適切な荷重条件での試験および、摩耗回数 5,000 回程度を目安とした試験をすれば耐摩耗性の傾向が掴めることが分かった。

文献

- 1) 杉浦清治: 三河繊維研究資料, **30**, 219(1980)
- 2) 山本紘司, 平石直子: あいち産業科学技術総合センター研究報告, **11**, 166(2022)