

繊維ロープの寿命予測用耐候性表示マーカの検討

原田 真^{*1}、廣瀬繁樹^{*2}

Study of the Weatherability Display Marker for Life Prediction of Fiber Ropes

Makoto HARADA and Shigeki HIROSE

Mikawa Textile Research Institute^{*1*2}

ロープは屋外で長期間使用されるケースが多いが、使用中にまだ使える状態か、いつまで使えるかの判断を目視で行うのは難しく、これらの取り換え時期などの明確な基準はない。本研究では、紫外線による退色傾向を調べた顔料を用いて、受けた紫外線照射量を目で見て判定でき、その寿命を予測できるマーカの検討を行った。検討した顔料の中から、紫外線暴露状況の判定に使用できそうな退色傾向を示す顔料を決定できた。これらの顔料を用いてロープを試作し、紫外線暴露による色相の変化と強度低下の相関関係を得た。

1. はじめに

愛知県が全国一の生産量を誇る繊維ロープは、継続使用による製品の信頼性、寿命の予測を求める要望は以前から強く、業界からの問い合わせも多い。ロープを安全に使用していくためにもその劣化具合を把握し、使用期限を見極める必要性は高い。しかし、繊維ロープの寿命予測を目で見て判定することは難しく、取替え時期などの明確な基準もないのが現状である。

そのため、本研究では、紫外線による退色傾向を把握した顔料を用いて、材料が受けた紫外線照射量を目で見て判定し、材料の寿命を予測できるマーカの検討を行った。

寿命予測の具体的な例として、紫外線照射による色相の変化をコントロールした顔料配合を利用して、紫外線暴露による強度低下を目視で確認できるロープを試作した。

2. 実験方法

2.1 試料

本研究に用いた試料は次のとおりである。

樹脂：ポリエチレン (Hizex5000S (三井化学株))

顔料：大日精化工業株製

黄(クロモファインエロー AF-1300)

赤(クロモファインレッド 6820)

青(シアニンブルー 5026)

緑(シアニングリーン 2G-550-D)

東洋インキ製造株

黄(PBB2320)

赤(PBB4220)

青(PBB7320)

緑(PBB5120)

2.2 試験条件

マーカに用いる顔料の選定

各顔料について0.05、0.2、1.0%の濃度でフィルムを作成し、屋外暴露および促進暴露試験を行って、マーカとして用いる最適な退色傾向を示す顔料を選定した。

フィルム製造機：フラットヘッドプレス (大栄科学株)

促進暴露試験 JIS L 1096 サンシャインウイザー

(WEL-SUN-HC(H)型、スガ試験機株)

マーカロープの試作

退色傾向を把握した顔料を用いて原糸を製造し、3つ打ちロープを試作した。試作したロープに対して促進暴露試験を行い、紫外線暴露による色相の変化と強度低下の関係を調べる。

2.3 評価方法

表面の色相変化

耐候試験後の試料表面を測色し、色相の変化を評価した。

測定機器：CM-3600d (ミノルタ株)製

強伸度測定

作成したロープの耐候試験後の強伸度を測定し、色相の変化と強度低下の関係を評価した。

測定機器：定速緊張形ロープ引張試験機

HTH-100KN (株)島津製作所製)

測定条件：JIS L 2705 (ポリエチレンロープ)

つかみ間隔 約50cm

引張速度 15cm/分

*1 三河繊維技術センター 加工技術室 *2 三河繊維技術センター 開発技術室

2.4 目視によって寿命がわかるロープの試作

紫外線による退色性の異なる顔料を用いながら、同色になるように配合した2種類の原系を作成した。そして、この2種類の原系をそれぞれ用いたストランドを組み合わせて、紫外線による劣化を色の变化で確認できるような3つ打ちロープを試作した。試作したロープに関して促進暴露試験による退色性および強度低下を測定した。

3 . 実験結果及び考察

3.1 マーカーに用いる顔料の選定

図1に顔料0.5%で作成したフィルムの促進暴露時間と色相の変化を示す。今回用いた顔料のなかでは、黄色の顔料が最も変色しやすい傾向を示した。なかでも東洋インキ製造の顔料が紫外線暴露量と色相の変化が線形になっており、紫外線の影響と色相の変化が最も明確に現れていた。青、赤、緑はいずれも1200時間の暴露後も色差10未満と黄色と比べ変化は小さかった。

これらの結果から、マーカーとして用いる顔料を次のように決定した。

黄色 PBB2320 (東洋インキ製造株)

赤色 加モファインレット 6820 (大日精化工業株)

青色 シアンブルー-5026 (大日精化工業株)

3.2 マーカーロープの試作と耐候性試験

3.1の試験で決定した顔料を用いて黄色、オレンジ(黄色+赤色)、緑色(黄色+青色)のロープを試作した。これらの初期物性を表1に示す。顔料による物性への影響は見られず、同じ性能のロープであると見なせる。

表1 マーカーロープの初期物性

	引張強さ (kN)	伸び率 (%)	リード (mm)
黄色	14.4	3.1	37.8
オレンジ	14.8	3.3	39.0
緑色	14.4	3.3	38.4

図2に試作したロープの促進暴露試験後の表面の色相の変化を示す。300時間まではいずれも変色は少ないが、600時間から次第に変化し始めている。特に黄色は600時間から急に変化が大きくなり、目視で確認できる程であった。オレンジ、緑色も600時間から変色が始まるが、黄色ほどではなく、また、これらは退色の割合も近い。これらは配合させた黄色顔料の濃度が同じであることから、黄色のみが退色したためと考えられる。

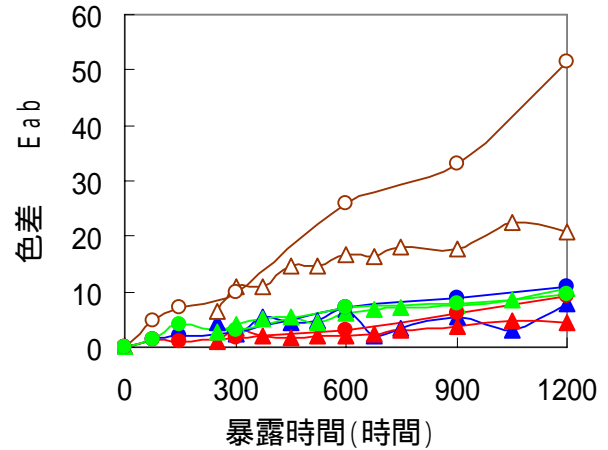


図1 顔料の選定試験結果

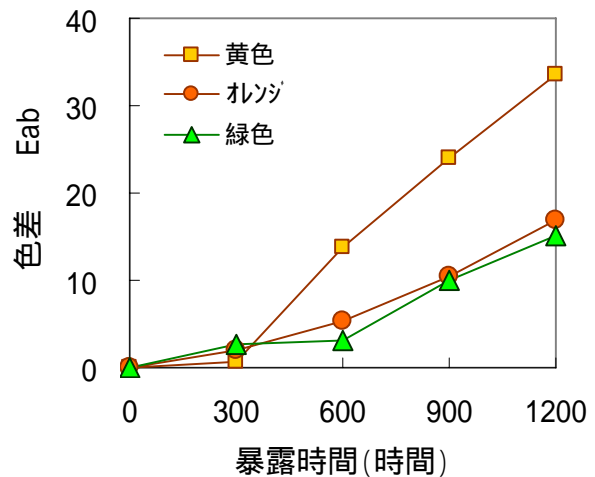


図2 促進暴露試験後の表面の色相の変化

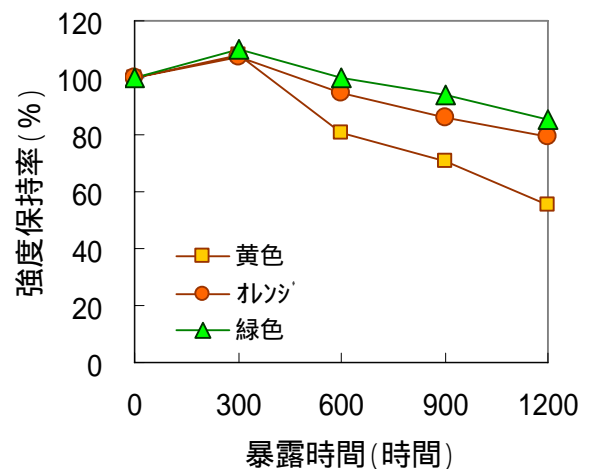


図3 促進暴露試験後の強度変化

図3に試作したロープの促進暴露試験後の強度の変化を示す。300時間まではいずれも強度低下はなく、若干の強度の増加が見られる。この傾向は、昨年度の研究¹⁾においても確認されている。600時間から強度低下がみられ、暴露時間が進むに従って強度が低下していく傾向が出ている。なかでも黄色の強度低下が激しく、1200時間で初期の約60%の強度になっている。黄色は退色が早いため、紫外線を遮蔽することが出来なくなり、劣化が早く進んだと考えられる。

3.3 色相の変化と強度低下の相関

図2, 3の関係から、紫外線暴露による色相の変化と強度低下の相関関係が得られた。黄色ロープでは、強度低下20%に値する色差 Eab は約15、強度低下30%に値する色差は約25であった。オレンジ、グリーンのロープでは強度低下が少なかったが、色相の変化との相関は得られている。オレンジ、グリーンともに、1200時間暴露後の色相の変化が約15を示し、この時の強度低下が約20%であった。この色差と強度の低下の関係は黄色ロープと同様で、顔料の種類によらず色相の変化と強度低下の間には相関関係が認められた。

3.4 目視によって寿命がわかるロープの試作

3.1の試験によって判明した各種顔料の退色性データおよびこれらを用いた配合試験の結果から、同色になるように配合する顔料および濃度は次のとおりと決定した。

- ・原系 (退色しやすい顔料の配合)
 - 青色 PBB7320 (東洋インキ製造㈱) 0.6%
 - 黄色 PBB2320 (東洋インキ製造㈱) 0.4%
- ・原系 (退色しにくい顔料を使用)
 - シアングリーン2G-550-D (大日精化工業㈱) 0.9%

退色傾向の異なる原系ごとでストランドを作成し、表面を測色した結果を図4に示す。図中でストランドは退色しにくい顔料を用いた原系からなり、ストランドは退色しやすい顔料を用いた原系で構成されている。目視ではストランドの色は3本ともほとんど同じで見分けが付き難いが、測色したデータを見ると、反射率のピーク位置が若干異なっていることがわかる。

これらの原系を用いて試作した、ストランドごとに退色傾向の異なる3つ打ちロープを図5に示す。見た目では同一の原系で作成したロープと同じである。このロープの初期物性は次のとおりであった。

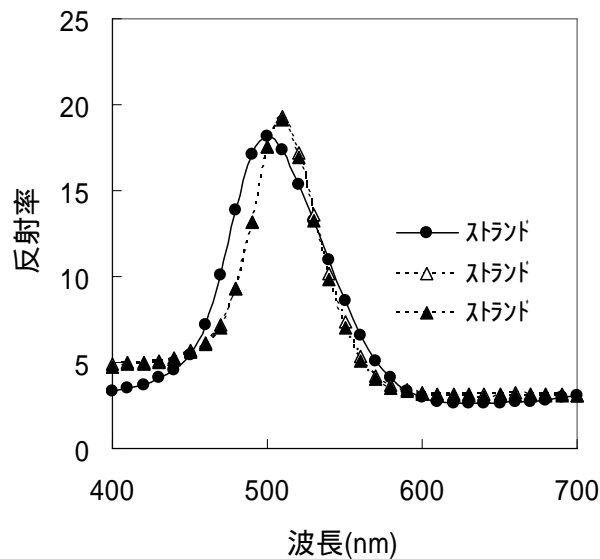


図4 各ストランドの測色結果



図5 目視によって寿命がわかるマーカーロープ

実測太さ 10.1 mm
 リード 35.0 mm
 引張強さ 8.45 kN
 伸び率 2.7%

このロープに対し促進暴露試験を実施した。暴露時間ごとのロープの色相変化を図6に示す。

300時間暴露させたロープでは変化は見られないが、600時間暴露から2本のストランドで黄色が退色し青っぽく変色し始めていることがわかる。1200時間暴露のロープは2本のストランドで黄色が退色し青色に変色しており、目視で十分確認できる。

青色に変色するストランドについて、暴露時間ごとに測色した結果を図7に示す。

暴露試験後のストランドは波長500 nm付近の



図6 ロープの色相変化

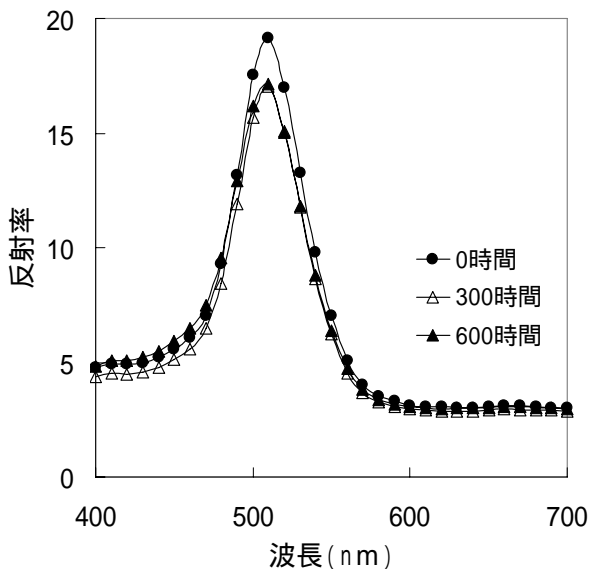


図7 変色するストランドの測色結果

ピークにおける反射率が減少し、色相が暗くなっていることを示している。しかし、300時間と600時間では、差がほとんど見られなかった。

このロープについて、促進暴露時間と強度低下の関係を図8に示す。

1200時間暴露した場合でも強度低下は少なく、80%以上の残存強度を示した。これは、顔料濃度が高く濃色であったため、顔料による紫外線の遮蔽効果が高すぎたためと考えられる。今回の結果では、ロープの色相の変化に対して、ロープの強度低下が少なかったため、寿命予測として用いるためにはさらなる検討が必要と思われる。

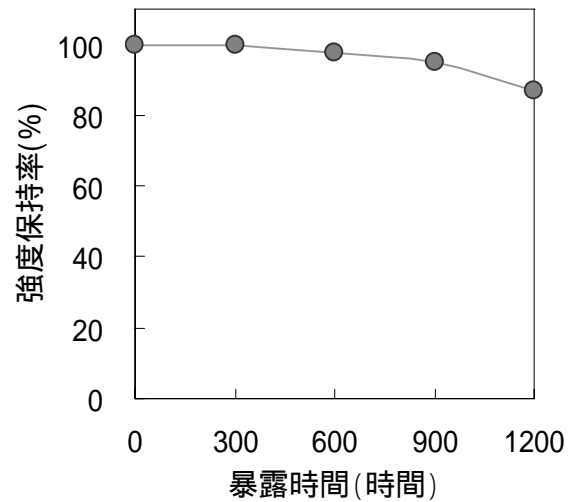


図8 促進暴露時間と強度低下の関係

4. 結び

本研究では、繊維ロープの寿命予測を探る一つの基礎試験として、ロープの受けた紫外線暴露量を目視で判定できるマーカーの開発を目的として行った。その結果、次の結果が得られた。

- (1) 顔料の紫外線による退色特性データが得られた。
- (2) 紫外線暴露量が目視でわかるロープを作製した。
- (3) 試作したロープについて、強度低下と紫外線による色相の変化の相関関係がわかった。
- (4) 退色性を把握した顔料を最適な配合で用いることで、目視によって寿命がわかるロープの試作に取り組んだ。

実際に使用するロープの場合、強度低下を引き起こす要因は紫外線のみではなく、外力、熱、加水分解、薬品など様々な要因が複合的に作用することがほとんどである。

そのため、今回の手法を実用化するには、他の劣化因子における検討やさらなるデータの蓄積が必要であると思われるが、繊維ロープの寿命予測の一つの可能性を示すことはできたと考える。

文献

- 1) 原田真, 加藤八郎: 愛知県産業技術研究所研究報告, 3, 142(2004)