T2R2 東京科学大学 リサーチリポジトリ Science Tokyo Research Repository

論文 / 著書情報 Article / Book Information

論題(和文)	 高強度化学繊維によるワイヤ駆動のための基礎的検討 -第七報: 線 による強度低下-
Title(English)	
 著者(和文)	
Authors(English)	Masahito Kanekiyo, Gen Endo
出典(和文)	 日本ロボット学会学術講演会講演概要集, , ,
Citation(English)	, , ,
発行日 / Pub. date	2018, 9
Note	このファイルは著者(最終)版です。 This file is author (final) version.

高強度化学繊維によるワイヤ駆動のための基礎的検討 -第七報:γ線による強度低下-

兼清 真人(東工大) ○遠藤玄(東工大)

1. 緒言

1883年にニトロセルロースが合成されて以来, 多くの化学繊維が合成され高い機能性を付与した 素材が開発されている.中でも高い強度を持つ 高強度化学繊維が存在する.代表的な高強度化学 繊維としてはパラ系アラミド繊維(ケブラー),超高 分子量ポリエチレン(UHMW-PE)繊維(ダイニーマ), ポリアリレート繊維(ベクトラン),ポリパラフェニ レンベンズオキサゾール(PBO)繊維(ザイロン)など が存在する[1].

高強度化学繊維を用いたロープはステンレス ワイヤと同等以上の強度を持ちながら軽量,柔軟性 に優れた性質を持っており,ロボット研究の分野で はヒューマノイド[2][3]や多脚ロボット[4]に用い られている.しかしながら高強度化学繊維ロープを 利用するにあたって必要な耐久性や耐候性の情報 は不足している.これらは高強度化学繊維ロープを 構成する繊維やその編み方などによって多様な 特性が存在しうる.

これまで著者らは高強度化学繊維ロープの曲げ による強度低下[5],クリープ特性[6],伸び特性が 機構の動特性に与える影響[7]や繰返し曲げ耐久性 [8],熱延伸による影響[9],端部固定法[10]などに ついて報告している.

屋外や災害時の特殊な環境等では耐候性が必要 となり、例えば近年の福島第一原子力発電所の廃炉 作業を想定すると高放射線環境下での強度低下を 定量的に把握することは必要不可欠である.一般的 な高分子材料を含んだ有機材料の耐放射線性及び 使用限界線量についてのデータはこれまでに蓄積 されている[11]が、これらのデータは最近 利用さ れつつある高強度化学繊維のデータは含まれず、ま たロボット研究の分野などで利用される 化学繊 維ロープの形態でのデータも含まれてはいない.

本研究では高いγ線環境下での各種高強度化学 繊維ロープの強度低下を調査することを目的とす る.

2. 実験

2.1 試料

評価はいずれも直径 2.0 mm の(1) UHMW-PE 繊維 ロープ(ハヤミ工産:DB-60, 原糸:ダイニーマ SK60), (2) UHMW-PE 繊維ロープ(ハヤミ工産:DB-60HN, 原 糸:ダイニーマ SK71), (3) UHMW-PE 繊維ロープ(ハ ヤミ工産:DB-96HSL, 原糸:ダイニーマ SK71), (4) ポリアリレート繊維ロープ(ハヤミ工産:VB308, 原 糸:ベクトランHT),(5) 芯糸:ポリアリレート繊維ロープ(ベクトランHT), 側糸:ポリエステル繊維(PET)を用いたロープ(ハヤミ工産:SV-20),(6) PB0 繊維ロープ(ハヤミ工産:ZB308, 原糸:ザイロンAS),
(7) パラ系アラミド繊維ロープ(ハヤミ工産:KB308, 原糸:ケブラー29)の7種類に対して実験を行った.

2.2 γ線照射試験

γ線源として,東京工業大学コバルト照射実験 施設の⁶⁰Coを用いた.

高強度化学繊維ロープに対して⁶⁰Co-γ 線の照射 を行なった. 照射線量率は線源から試料までの距離 を 20cm(図 1)とし, 600Gy/h とした.



図 1 実験装置概観

試料に対する⁶⁰Co- γ 線の照射範囲は約5cmとし, 照射範囲外への $^{60}Co-\gamma$ 線の影響を低減するために 試料と線源の間に厚さ5cmの鉛の遮蔽材を設置した (図 2).

照射時間は 16.7, 83.3, 166.6 時間実施し総線量 はそれぞれ 10000, 50000, 100000 Gy とした.



図 2 照射線源と試料の設置状況

2.3 引張強度測定

引張試験機(SHIMADZU: AG-I 100kN)により各 試験条件で3つの試料(一部を除く)の破断強度を 測定し,平均値と標準誤差を調べた.

3. 結果

総照射線量と引張強度の関係を図 3 に示す.ここでは放射線の影響を受けていない試料との比較のため,強度効率を式(1)より求めた.

図 3 より各種 UHMW-PE 繊維ロープの強度効率は 総照射線量に対して大きく減少し,放射線の影響を 大きく受けていることがわかる.一方でパラ系 アラミド繊維,ポリアリレート繊維,PBO 繊維に 関しては本実験の総照射線量の範囲においては強度 効率の大きな減少は見られなかった.



図3総照射線量による引張強度への影響

4. 結言

高強度化学繊維ロープの放射線の照射による引張 強度の低下を調べた.UHMW-PE 繊維ロープは一般的な PE 材料と同様に大きな強度低下がみられた.その他 の高強度化学繊維ロープでは高い耐放射性がみられ た.今後は,照射強度の変更など試験条件を変更して 汎用的なデータを取得する予定である.

謝辞

この成果は、国立研究開発法人新エネルギー・産業 技術総合開発機構(NEDO)委託業務の結果得られた ものです.また、実験には東京工業大学機械系 轟・ 水谷研究室の引張試験機を使用しました.ここに感 謝致します.

参考文献

- [1] "日本化学繊維協会よくわかる化学せんい.", http://www.jcfa.gr.jp/fiber/super/ 2018 年6月12 日閲覧.
- [2] 中西雄飛,長田将彦,上月豊隆,溝口弘悟,浅野悠紀, 白井琢磨,浦田順一,稲葉雅幸:"人体模倣筋骨格ヒュ ーマノイド腱志郎の全身設計",日本機械学会ロボテ ィクスメカトロニクス講演会,pp.1A1-K07 1-4,2012.
- [3] 山野直哉,高椋慎也,細田耕:"馴染み把持を実現する 劣駆動人間型ロボットハンドの開発(ロボットハンド の機構と把持戦略)",日本機械学会ロボティクスメカ トロニクス講演会,pp.1A1-A11 1-4,2008.
- [4] S. Kitano, S. Hirose, G. Endo, and E.F. Fukushima: "Development of Lightweight Sprawling-type Quadruped Robot TITAN-XIII and its Dynamic Walking.", In 2013 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, pp.6025-6030, 2013.
- [5] A. Horigome, and G. Endo: Basic study for drive mechanism with synthetic fiber rope - investigation of strength reduction by bending and terminal fixation method, Advanced Robotics, Vol. 30, Issue 3, pp.206-217, 2016
- [6] 高田敦,遠藤玄,鈴森康一,難波江裕之: "高強度化学 繊維によるワイヤ駆動のための基礎的検討第三報:ク リープ特性試験機の製作と初期実験",日本機械学会 ロボティクスメカトロニクス講演会,pp.1P2-G07,2017.
- [7] A. Takata, G. Endo, K. Suzumori, H. Nabae, Y. Mizutani, and Y. Suzuki.: "Modeling of synthetic fiber ropes and frequency response of long-distance cable-pulley system", IEEE RA-Letters, Vol. 3, No.3, pp. 1743-1750, 2018.
- [8] A. Horigome, and G. Endo: "Investigation of Repetitive Bending Durability of Synthetic Fiber Ropes", IEEE RA-Letters, Vol.3, No.3, pp.1779-1786, 2018.
- [9] 髙田敦,遠藤玄,兼清真人,鈴森康一,難波江裕之: "高強度化学繊維によるワイヤ駆動のための基礎的 検討第六報:熱延伸されたダイニーマロープの繰り返 し曲げ耐久性",日本機械学会ロボティクスメカトロ ニクス講演会 H, pp.2A1-J11, 2018.
- [10] 遠藤玄,堀米篤史,若林陽輝,高田敦:"高強度化学繊維を用いたワイヤ駆動系のための基礎的検討 溝付き プーリと二重8の字結びによる端部固定",日本機械 学会論文集,Vol. 84, No.864, DOI: 10.1299/transjsme.18-00067, 2018.
- [11] P. Beynel, H. Schönbacher, and P. Maier: "Compilation of radiation damage test data : part III: materials used around high-energy accelerators", European Organization for Nuclear Research, Geneva, 1982.