

V-70

ゲート用ワイヤーロープに代わる新素材の選定について

東北電力株式会社 正会員 小山内哲也

1. はじめに

従来のゲート用ワイヤーロープは、所定の機能を維持するため定期的に給油等のメンテナンスが必要である。さらに、メンテナンスにあたっては、高所作業となる場合もありコスト低減、安全管理面からも課題となっている。そこで給油等のメンテナンスが不要となるワイヤーロープの代替品について種々検討した結果、高張力繊維ロープが新素材としてワイヤーロープと同等の機能を満足することがわかった。本報告は、高張力繊維ロープの性能比較、室内試験結果および実機試験結果について取りまとめたものである。

2. 高張力繊維ロープについて

(1)高張力繊維ロープの種類

高張力繊維ロープは、高張力材料を構成する原糸により分類され、アラミド、ポリアリレート、超高分子量ポリエチレン、PBO、炭素繊維、ガラス繊維の6分類がある。

(2)高張力繊維ロープの性能比較

今回材料選定した6分類の高張力繊維ロープに関する性能比較結果を表-1に示す。これによると、ゲート用ワイヤーロープに代わる材料としては、融点・炭化点が他の材料に比べて著しく低い超高分子量ポリエチレンと経済性がワイヤーロープの約1.5倍と高価なPBO、ロープ材料として柔軟性が無く巻上用ドラムへの巻取りが出来ない炭素繊維、曲げ疲労性試験値の無いガラス繊維については検討から外し、アラミド繊維とポリアリレート繊維について採用可能であると判断した。また、アラミド繊維とポリアリレート繊維を比較すると、アラミド繊維が曲げ疲労性に優れていることから、今回の試験ではアラミド繊維製ロープを採用した。

表-1 高張力繊維ロープの性能比較

	アラミド	ポリアリレート	超高分子量ポリエチレン	PBO	炭素繊維	ガラス繊維	ワイヤー
引張強度 N/mm ²	3,080	3,234	2,567	5,703	3,577	2,401	1,960
引張弾性率 N/mm ²	69,580	74,578	86,240	176,400	235,200	68,992	196,000
伸び率 %	4.4	3.9	3.6	2.0	1.7	4.0	1.0
比重	1.44	1.41	0.97	1.54	1.80	2.54	7.86
融点又は炭化点 °C	500	400	150	650	2,500	730	1,500
曲げ疲労性 回	30,311	7,313	20,648	5,321	—	—	23,000
紫外線強度劣化	有り	有り	少ない	有り	無し	無し	無し
絶縁性	有り	有り	有り	有り	無し	有り	無し
価格 円/m	約2,400	約2,400	約2,400	約7,200	約2,400	約2,400	約480
長 所	・引張強度が高い ・軽量である ・耐薬品性に優れる ・絶縁性がよい ・耐疲労性がよい ・腐食しない	・引張強度が高い ・軽量である ・耐薬品性に優れる ・絶縁性がよい ・腐食しない	・引張強度が高い ・軽量である ・耐薬品性に優れる ・絶縁性がよい ・耐疲労性がよい ・耐熱性がよい ・腐食しない	・引張強度が高い ・軽量である ・耐薬品性に優れる ・絶縁性がよい ・伸び率が小さい ・腐食しない	・引張強度が高い ・軽量である ・耐薬品性に優れる ・耐熱性がよい ・伸び率が小さい ・腐食しない	・引張強度が高い ・耐薬品性に優れる ・絶縁性がよい ・耐熱性がよい ・腐食しない	・耐熱性がよい ・伸び率が小さい ・耐疲労性がよい ・衝撃に強い ・低価格
短 所	・耐熱性が劣る ・伸び率が大きい ・高価格	・耐熱性が劣る ・伸び率が大きい ・高価格	・耐熱性が低い ・伸び率が大きい ・高価格	・耐熱性が劣る ・高価格	・耐熱性が劣る ・柔軟性が無い ・高価格	・伸び率が大きい ・高価格	・重い ・腐食する ・給油が必要
総合評価	○	○	×	×	×	×	—
備 考			耐熱性に劣る	経済性に劣る	ドラムへの巻取不可	実験データの不足（曲げ疲労性）	

3. 室内試験

室内試験は、引張試験およびU曲げ疲労試験を乾燥・湿潤状態でそれぞれ行った。U曲げ疲労試験については、実機試験モデルの旭発電所ダム排砂門巻上機の1年動作回数相当の3000回、2年動作回数相当の6000回を行った後、引張試験を行いそれぞれの残

表-2 引張試験結果

	乾燥時引張強さ	湿潤時引張強さ
	k N	k N
1	151.0	151.0
2	148.0	149.0
平均	149.5	150.0
規格値	142.0	—

①乾燥状態試験時の温度：20℃、湿度：39.5%

②湿潤状態試験時の温度：24℃、湿度：33.0%

湿潤状態は試料を水道水中に5時間浸漬後、

湿潤状態で引張試験を実施した。

表-3 U曲げ疲労試験結果

		乾燥時	湿潤時
		k N	k N
残存強度	3000回	151.0	151.0
	6000回	148.0	149.0
ロープ破断までの回数		306117	85150

①ロープ張力：1.63 t f

②ロープ速度：19.6 m / m i n

存強度を測定した。表-2、表-3に結果を示す。これによると、ロープ破断までの回数は湿潤状態が乾燥状態を大きく下回ってはいるが、1年動作回数を3000回とすると約28年に相当する動作回数となり、ワイヤーロープの代替として使用可能であると判断した。

4. 実機試験

室内試験では良好な結果が得られることから、旭発電所ダム排砂門巻上機用ワイヤーロープの代替として平成13年3月より実機試験を開始した。試験は、ロープの目視点検とロープの伸びを測定した。測定方法は、左右ロープ固定側を50cm間隔に1箇所、左右巻上装置側ロープを50cm間隔に2箇所ずつマークし測定した。その結果を表-4に示す。取付け当初は伸びが発生し、ロープの端末調整によりロープの弛みを解消する必要があったが、1度調整した後は著しいロープの伸びも見られなくなった。取付け後の機器動作回数が1500回を経過した平成13年12月現在、ロープ外観にも異常は見られない。

表-4 旭発電所ダム排砂門巻上機ロープ測定状況

	ロープ測定 c m						ゲート動作回数	
観測月	左固定側	左巻取側1	左巻取側2	右固定側	右巻取側1	右巻取側2	回数	累計
4月	50.2 (0.2)	50.2 (0.2)	50.2 (0.2)	50.2 (0.2)	50.2 (0.2)	50.3 (0.3)	231	231
5月	50.2 (0.2)	50.2 (0.2)	50.2 (0.2)	50.2 (0.2)	50.2 (0.2)	50.3 (0.3)	24	255
6月	50.2 (0.2)	50.2 (0.2)	50.0 (0.0)	50.1 (0.1)	50.2 (0.2)	50.2 (0.2)	185	440
7月	50.0 (0.0)	50.0 (0.0)	50.1 (0.1)	50.0 (0.0)	50.1 (0.1)	50.1 (0.1)	691	1131
8月	50.1 (0.1)	50.1 (0.1)	50.1 (0.1)	50.1 (0.1)	50.1 (0.1)	50.2 (0.2)	134	1265
9月	50.1 (0.1)	50.2 (0.2)	50.1 (0.1)	50.1 (0.1)	50.2 (0.2)	50.1 (0.1)	44	1309
10月	50.1 (0.1)	50.2 (0.2)	50.1 (0.1)	50.1 (0.1)	50.2 (0.2)	50.2 (0.2)	136	1445
11月	50.2 (0.2)	50.2 (0.2)	50.1 (0.1)	50.1 (0.1)	50.1 (0.1)	50.2 (0.2)	4	1449
12月	50.1 (0.1)	50.2 (0.2)	50.2 (0.2)	50.1 (0.1)	50.2 (0.2)	50.2 (0.2)	69	1518

※ () 内の数値はロープ取付時からの伸び (単位：c m)

4. おわりに

高張力繊維ロープは、ワイヤーロープに比べて高価ではあるが、給油等も不必要でありかつ非常に軽量で取り扱いやすいことから、資材運搬の困難な山間部や施工個所によってはワイヤーロープよりメンテナンスや施工性に優れており、トータルコスト低減が図られることが可能であることがわかった。

今後は、実機試験を引続き行い取付後2年経過後ロープを取外し、室内引張試験により残存強度を確認することとしている。