繊維索の曝露及び海水浸漬試験について

(保持強力と伸びの変化)

西 原 義 久*

On the Sun Exposed Ropes and the Immersed Ropes in Sea Water.
(Variation rate of the tensible strength maintenance and the elongation)

Y. Nishihara

Abstract

To know the variation of the tensible strength and the elongation of fibre ropes, Manila, Vinyon, Polyethylene ropes have been exposed to the sun light and immersed in the sea water for three years and eight months.

As the result, in the experiment of exposition, the Vinyon ropes have shown a better tensible strength and elongation than the Polyethylene ropes, but in the experiment of immersion, the latter has shown a better result than the former.

1. ま え が き

ロープの安全性は船舶にとってその生命であり、またロープは船費の経済面からも重要視される。ロープには強力と適度の弾性が必要であることはいうまでもない。従来は船舶用ロープとして天然繊維のマニラ索が比較的強く又水にも強く取扱いも容易、かつ、廉価であるので多く使用されてきました。最近では合成繊維のナイロン、ビニロン、ポリエチレン、ポリエステル、ポリプロピレン等のロープが強くて腐らず取扱いも比較的によいので漸次多く使用されるようになった。

これらのロープは耐久性はよいといつてもはたしてどのようにその保持強力や伸びは変化するかということについて、3年8カ月間、太陽に曝露及び海水浸漬試験をマニラ、クレモナ（ビニロン）、シルバー（ポリエチレン）の12m/m索について、本学第二本館屋上及び繋船池内で行なつたので、その結果を次のように報告する。

2. 試 験 要 領

〔I〕 試験材料

マニラ索（東京製綱K.K.製普通索 12m/m）

クレモナ索（ビニロン系） 〃 〃

シルバー索（ポリエチレン系） 〃 〃

〔II〕 試験場所

*神戸商船大学（神戸市東灘区本庄町深江）

(1) 曝露試験 本学第二本館屋上で4カ所に木製台をおき、かつロープの摩損を防止するため表面に割った竹をとりつけて、その間に並べ曝露した。

(2) 浸漬試験 本学の繋船池西側に水深約2米のところに浸漬した。

〔Ⅲ〕 試験（切断試験）準備

所定の日数曝露又は浸漬した材料の夫々から約80cmの長さのものを3本宛計18本の試験片を得て、海水浸漬のものは洗滌乾燥した。

クレモナ索については両端にクレモナヤーンで詰め巻きを施し滑り止めとし、シルバー索についてはウオミングを施した後接着剤で接着させて滑り止めとした。

〔Ⅳ〕 測定方法

(1) 試験機 アームスラー式横型引張試験機（東京衡機社製、大阪麻綱組合備付）昭和38年11月（10カ月経過）以降の資料についてはアームスラー式縦型引張試験機（本学実験室備付）を使用した。何れも検定合格品である。

(2) 強度測定 試験機の両チャック間に試験片を挿入し、徐々に引張りその引張強度を得た。

(3) 伸度の測定 予め試験片に単位長さ（本実験では30cmとした）をマークして所定の張力時のマーク距離をスケールで実測した。

(4) 資料の整理 各3本の資料を用いたので、その破断力については特別な場合を除いて平均値をとった。伸度については各荷重時における伸びを平均し単位長さで除して百分率をだした。

〔Ⅴ〕 試験ロープ曝露期間中の天候

昭和38年1月22日から昭和41年9月22日迄の試験期間中の天候は第1表及び第1図に示すように、晴、半晴は69.4%、曇天（Overcast W₁）は9.9%、雨、雪等でロープの濡れた天候は20.7%であった。

（第一表） 試験ロープ曝露期間中の天候

試験期日 年 月 日	経 過 日 数			晴, 半晴 (b. bc. c)				曇 天 (o)				雨 (r. s)			
	期日 間別数	累 計 日 数	経過期間	期間別		累 計		期間別		累 計		期間別		累 計	
				日 数	天 候	日 数	天 候	日 数	天 候	日 数	天 候	日 数	天 候	日 数	天 候
昭和38年1月22日	0日			日	%	日	%	日	%	日	%	日	%	日	%
4月22日	90日	90日	0年3ヵ月	64	71.2	64	71.2	15	16.5	15	16.5	11	12.2	11	12.2
7月22日	91	181	6ヵ月	39	43.0	103	57.0	11	12.0	26	14.3	41	45.0	52	28.7
10月22日	92	273	9ヵ月	71	77.0	174	63.7	6	6.5	32	11.7	15	16.3	67	24.5
39年1月22日	92	365	1年0ヵ月	70	76.0	244	66.8	10	10.8	42	11.5	12	13.0	79	21.6
4月22日	91	456	3ヵ月	55	60.3	299	65.6	10	11.0	52	11.4	26	28.6	105	23.0
7月22日	91	547	6ヵ月	57	62.6	356	65.1	11	12.1	63	11.5	23	25.3	128	23.4
10月22日	92	639	9ヵ月	64	69.5	420	65.7	8	8.7	71	11.1	20	21.8	148	23.2
40年1月22日	92	731	2年0ヵ月	75	81.5	495	67.7	7	7.6	78	10.6	10	10.9	158	21.9
4月22日	90	821	3ヵ月	65	72.3	560	68.2	13	15.4	91	11.0	12	13.2	170	20.7
7月22日	91	912	6ヵ月	54	59.4	614	67.3	6	6.6	97	10.6	31	34.1	201	22.1
10月22日	92	1004	9ヵ月	79	85.8	693	69.0	3	3.3	100	9.9	10	10.9	211	21.0
41年1月22日	92	1096	3年0ヵ月	67	72.7	760	69.3	8	8.7	108	9.8	17	18.5	228	20.8
4月22日	90	1186	3ヵ月	59	65.5	819	69.0	9	10.0	117	9.9	22	24.4	250	21.1
9月22日	153	1339	8ヵ月	109	71.3	928	69.4	16	10.4	133	9.9	28	18.3	278	20.7

(第1図) 試験ロープ曝露期間中の天候

3. 実験成果

〔I〕 実験成果の資料

実験成果の資料を第2表のように得た。

〔II〕 (1) 経過日数と破断時の強力、及び各3本の試験片の破断時のバラツキを第2図のように表わした。

(第2図) 経過日数と破断時の強力

(2) 経過日数と各種ロープの破断時の伸度を第3図のように表わした。

(第3図) 経過日数と破断時の伸度

(第2表) 繊維素の曝露及び海水浸漬試験資料

		昭38年 1月0		3ヵ月		5ヵ月		6ヵ月		7ヵ月		8ヵ月		9ヵ月		10ヵ月		11ヵ月		昭39-11 1年3ヵ月		6ヵ月		昭40-12 2年3ヵ月		6ヵ月		昭41-13 3年3ヵ月		昭41-9 3年8月	
		kg	%	kg	%	kg	%	kg	%	kg	%	kg	%	kg	%	kg	%	kg	%	kg	%	kg	%	kg	%	kg	%	kg	%	kg	%
マニラ索12耗	曝	保持強力	1,045		1,016	900	816	826	756	717	820	722	786	767	652	531	573	561	464	463	396	380	317								
	露	保持率	100		97.0	86.1	78.2	79.2	72.2	68.6	78.3	69.0	75.2	73.5	62.5	50.7	54.7	53.7	44.4	44.3	38.0	36.4	30.3								
		ばらつき	200		160	40	90	140	70	110	210	95	70	47	80	112	125	60	67		110	170	80								
		伸び率	9.5		15.7	4.4	11.0	17.0	9.9	15.4	25.7	13.7	9.0	6.1	12.2	21.1	23.3	10.7	14.4		27.8	44.8	25.3								
マニラ索12耗	曝	伸び率	18.2		30.0	37.5	33.3	33.8	34.1	38.8	37.7	41.0	40.5	38.3	31.7	35.8	33.0	30.0	26.1	31.1	29.0	22.0	28.6								
	露	太さ	12.7		13.0	13.8	13.5	13.8	14.0	14.5	15.0	14.7	15.2	15.0	14.3	14.2	14.0	14.2	14.2	13.8	14.0	13.2	13.5								
マニラ索12耗	曝	保持強力	1,045		840	533	433	236	150	156	162	103	77	57	14																
	露	保持率	100		80.5	51.1	41.4	22.6	14.4																						
		ばらつき	100		100	140	240	240	190	50	60	69	35	40	50																
		伸び率	9.5		11.9	26.2	55.5	100.1	129	32																					
マニラ索12耗	曝	伸び率	18.2		22.8	22.5	24.3	21.1	21.7	21.2	17.8	17.5	17.7	16.6	12.1																
	露	太さ	12.7		12.8	12.8	13.0	12.5	12.5	12.5	12.5	12.3	12.2	11.5																	
マニラ索12耗	曝	保持強力	1,335		1,273	1,237	1,260	1,273	1,263	1,273	1,333	1,343	1,382	1,356	1,368	1,343	1,348	1,323	1,310	1,221	1,079	1,164	1,130								
	露	保持率	100		95.4	92.7	94.3	95.6	94.8	95.6	100	101	103	101.5	102.5	100.5	100.8	99.3	98.2	91.5	80.8	87.3	84.7								
		ばらつき	25		20	70	0	20	30	20	42	15	25	80	40	57	80	40	105		10	108	160								
		伸び率	1.9		1.6	5.5	0	1.6	2.4	1.6	3.3	1.1	1.8	5.9	2.9	4.2	5.9	3.0	8.0		0.9	9.3	14.2								
マニラ索12耗	曝	伸び率	40.8		38.3	39.6	41.6	41.7	37.8	38.1	38.9	40.0	39.7	36.3	35.8	39.9	33.5	37.0	36.1	36.2	36.7	40.2	42.7								
	露	太さ	12.3		12.5	12.2	12.0	12.0	12.0	12.0	12.2	12.3	12.0	12.3	12.0	12.0	12.2	12.0	12.3	12.1	12.2	12.5	12.3								

クレモナ索12耗	保持強力 保持率 ばらつき ばらつき 率 伸び率 太さ	kg 1,335	1,256	1,260	1,290	1,263	1,206	1,300	1,395	1,390	1,390	1,198	1,260	1,246	1,282	1,125	976	1,083	830	1,164	979	
		% 100	94.3	94.3	96.7	94.5	90.3	97.3	104.5	104.2	104.2	89.8	94.3	93.3	96.0	84.5	73.2	81.1	62.2	87.3	73.3	
		kg 25	10	0	80	150	424	50	195	275	100	500	250	630	365	561	215		577	111	63	
		% 1.9	0.8	0	6.2	11.9	35.0	3.8	14.0	19.8	7.2	41.6	19.8	50.6	28.4	50.0	22.0		70.0	9.6	6.5	
		kg 40.8	42.2	38.1	38.9	38.9	43.3	38.3	35.9	36.1	36.4	36.4	40.0	35.3	36.7	35.2	36.1	40.0	34.2	40.1	37.3	
		m/m 12.3	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12.2	12	12.5	12.5	12	12.3	12.5	12.3	12.5	12.5	
シ(ポルバチレン系)索12耗	保持強力 保持率 ばらつき ばらつき 率 伸び率 太さ	kg 1,045	990	900	1,192	1,187	100.3	1,007	1,222	1,088	1,160	1,177	813	577	488	561	497	449	436	440	350	
		% 100	95.0	86.2	114.2	113.4	96.3	96.4	117.0	104.0	111.0	112.5	77.7	55.1	46.7	53.6	47.5	43.0	41.7	42.1	33.5	
		kg 80	60	120	175	80	310	160	165	325	120	90	150	95	85	85	95		75	152	80	
		% 7.6	6.1	13.7	14.7	6.7	31.0	16.0	13.5	29.9	10.4	7.7	18.5	16.5	17.4	15.1	19.1		17.2	34.6	22.8	
		% 56.7	73.8	63.3	37.1	35.0	36.6	35.0	39.5	38.5	36.1	31.1	28.9	23.3	23.6	24.3	26.0	25.0	22.0	25.0	25.0	
		m/m 12.3	12.5	12.5	12.5	12.5	12.3	12.3	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.3	12.5	12.5	12.5	12.3	12.5	12.3	12.3	
シルバ1索12耗	保持強力 保持率 ばらつき ばらつき 率 伸び率 太さ	kg 1,045	963	1,010	1,287	1,165	1,130	1,193	1,148	1,183	1,173	1,217	1,190	1,180	1,156	1,258	1,269	1,150	973	853	1,133	
		% 100	92.0	96.5	123.0	111.3	108.0	114.3	109.6	113.3	112.2	116.5	114.0	113.0	110.5	120.3	121.3	110.1	93.2	81.7	108.5	
		kg 80	80	20	50	145	110	80	135	100	380	50	150	130	297	20	113		163	218	85	
		% 7.6	8.3	2.0	3.9	12.4	9.9	6.7	11.8	8.5	32.4	4.1	11.8	11.0	25.7	1.6	8.9		16.8	25.5	7.5	
		% 56.7	75.4	63.0	45.0	42.3	34.6	41.6	40.3	42.1	37.2	44.4	42.0	33.3	35.0	47.8	44.4	45.6	43.0	39.0	46.0	
		m/m 12.3	12.2	12.3	12.3	12.2	12.5	12.5	12.5	12.4	12.5	12.4	12.2	12.5	12.2	12.2	12.2	12.5	12.5	12.3	12.2	12.5

4. 考 察

〔I〕 経過日数と破断時の強力との関係

(1) マニラ索

i) マニラ索の曝露試験においてはその保持強力は日時の経過に従って漸時下降し、約1カ年の頃に多少の上下はあるが原索の70%位となり又約2年経過の頃には強度は半減している。尚破断時のばらつきは約2カ年間はあまり大きくない。外観は経過とともに黒墨み、かつ若干大きくなり油気は勿論失われ、撚も緩やかになっている。このような観点から曝露したマニラ12m/m 索は1カ年余り経過すると実用に供し難いと思われる。

ii) マニラ索の浸漬試験においては、その保持強力は曝露と同じく試験数値及び図表の示すように減少するが、特に著しく、5カ月で既に新索の50%となり、その後も同じく下降し、ばらつきも稍大きい。

(2) クレモナ索

i) 曝露した場合 その保持強力は若干の変動はあるが約2カ年6カ月間大差なく、その後は稍漸減する傾向が認められた。試験片の強度のバラ付も、いたって少なく、比較的に安定しているので耐候性は良好と認められる。

ii) 海水浸漬の場合、浸漬後約1カ年は多少の上下変動はあるがよくその強力を保持し、その後は平均強力は若干ずつ減少して、2カ年6カ月で原索の約70%の保持率を示している。但しこれは試験片3本の平均保持力であつて、1カ年を過ぎると切断時のバラ付は他のロープに比して非常に大きい。又その頃からこのロープには局部的に喰い切られたような弱点が時々認められた。従つて上位の部分是非常に強力であるが下位の試験片は平均値より著しく小さいところがあつて、平均値を信じて使用することは危険である。

(3) シルバー索

i) 曝露の場合、その破断力は多少の上下はあるが経過日数とともに始めは寧ろ上昇の傾向を示し、その破断時のバラ付も多少の上下はあるが概して良好であつて、約1カ年3カ月経過の頃から漸次強度は下降の一途をたどり、1カ年9カ月で約半減となり、マニラ索同様の強力となつた。しかしバラ付は図表の示すように割合に小さい。

ii) 浸漬の場合 その破断力は1カ年3カ月頃までは曝露の場合と略同様大差なくかつバラ付も少なく、その後は曝露の場合と異なり、これまでと同様の強力とバラ付を保持して変化なく、約2年9カ月経過して漸く若干減少の傾向が認められた。

iii) 曝露、浸漬のこのような相異の原因は曝露の場合はこのロープは紫外線に弱く漸次強度が減少したものと考えられる。又浸漬の場合はポリエチレンは耐水性良好で、又海水を透しての紫外線の影響も少ないので強度を保つことが出来るものと察せられる。

〔II〕 経過日数と破断時の強度と伸度との関係

(1) マニラ索

i) 曝露した場合 伸びは始めの新しい間は荷重と共に伸びるが日時の経過に従つて、荷重の始めの伸びが次第に大きく、約1カ年は大きくなり、その後は保持強度とともに減少の傾向を示した。これは日時の経過と共に撚が緩くなり、密着性がなくなつて荷重により伸び易い状態になつていく。

ii) 浸漬の場合 強度は急激に減少するが破断時の伸びは曝露のときのように特に増大することはない。しかし荷重の始めに対する伸びは曝露のときと同様撚の緩みにより日時とともに若干増大している。

(2) クレモナ索

曝露も浸漬の場合も原索の伸度40%に比して変動の差は小さく、又各荷重に比例して略伸び、比較的安定した弾性を全期間保持した。又外見上はクレモナ索はマニラ索と反対に日時の経過とともに撚が若干締り、かつ硬くなる。これは湿気の影響にもよるものと思う。

(3) シルバー索

i) 曝露の場合 試験初期のロープは各荷重に略比例して伸びるが、ある荷重に達すると伸びだけが増大し、遂に切断する特殊な伸び方をし、その伸度は日時の経過とともに若干増大して後下降するが、その下降の落付いた6カ月頃から1カ年の間が強力は却つて増大し、その後は強度とともに伸度も次第に減少する。そして強度の半減する1カ年9カ月頃には伸度も原索時の約半分となつて、逆にこのロープは伸度が減少しておれば強度も減少しているといえる。

ii) 浸漬の場合 伸度の変化は試験の初期は曝露の場合と略同様に切断前の荷重で特殊な伸びがあるが、1カ年経過の頃から曝露の場合は次第に下降するに反し、この場合は保持強度と共に全試験期間(3年8カ月)中大きな変化は認められなかつた。従つてこのロープは伸びを保持すれば強力も保持しているようである。

5. 結 論

今度の実験において合成繊維のクレモナ(ビニロン)、シルバー(ポリエチレン)のロープは天然繊維のマニラ索より曝露の場合も浸漬実験においても強く耐候性、耐水性は優秀で従つて耐久性もよいものと認められる。

特にクレモナ索は曝露の場合は最も安定して耐候性に勝れているが湿つた場合稍硬くなり又長期の浸漬においてはある時期以後には強度に不安定の部分を生じ安全度の低下となる。

ポリエチレンのシルバー索は強度は若干小さくかつ、滑る傾向はあるが、軽くて、濡れても硬くならず取扱いは容易である。しかしこのロープは若干の特異性を有する。すなわち始めの頃は破断時の伸が大きく、滑りと共に破断力に近い強力に対しては若干の危険性がある。又その後伸びの安定する頃から強度は寧ろ上昇するが1カ年余りを経過する頃から急激に強度も伸度ともに減少している。

又シルバー索の海水浸漬の場合は曝露試験の強度、伸度の下降時以後も永く(約3カ年間)強度及び伸度を保持した。すなわちこのロープは海水中で余り変質せず耐水性は良好と認めらる。

以上各種ロープの強度保持率の変化は12m/m索について検討したもので、ロープが大きくなるとその強度保持の期間の増大することは勿論である。