

# 船用索으로서의 Polypropylene Rope 에 關한 比較研究

閔 丙 彦

## A Comparative Study on Polypropylene Ropes for Marine Use

Min Byeong Eon

### <目 次>

- |  |                   |
|--|-------------------|
| I. 序 言                                 | VI. 衝擊強度          |
| II. Polypropylene rope의 構成과 單糸<br>의 性質 | VII. 耐磨減性         |
| III. Polypropylene rope의 強度와 重量        | VIII. 耐 候 性       |
| IV. 含 水 率                              | IX. 耐 藥 品 性       |
| V. 伸 長 率                               | X. 各種 纖維索의 經濟性 比較 |
|  | XI. 結 言           |

### Abstract

Up to a few years ago, Manila ropes have been used widely as marine ropes. But, with a rapid development of synthetic fibre industries, ropes have been made of materials such as nylon, vinylon, polyethylene and polypropylene. Such synthetic ropes have been used in many ways on land and the sea for several years. But, polypropylene ropes have not been used widely in comparison with others as it was invented and produced lately.

In this thesis, the writer attempts to find out the advantage and disadvantage of polypropylene ropes in comparison with other synthetic ropes and especially, Manila ropes. The results of the research are as follows; Polypropylene ropes are superior to Manila ropes in the point of strength, light weight, easy handling owing to its small amount of contained water, and durability against abrasion, chemicals and weathering, etc.. But polypropylene ropes are inferior to Manila ropes in the point of elongation, heatproof resistance and slip. Polypropylene ropes have more strong points than weak points in comparison with other synthetic ropes. What is more, it is economical to use polypropylene ropes because of its low price.

My wish is that polypropylene ropes will be used more widely as marine ropes.

## I. 緒 言

船舶設備規程은 繫船設備中 法定의 艤裝品으로 닻, 닻줄 및 Rope를 지정하고 이들에 대하여 數量, 重量, 길이 및 直徑 등을 船舶의 크기에 의하여 定하여지는 艤裝數(Equipment number)에 따라 비치하도록 규정하고 있다. 이것은 船舶이 風壓이나 海潮流에 의한 流壓을 받아 닻줄이나 繫船索이 墮斷되거나 走錨(dragging anchor)로 인하여 壓流되지 않도록 하기 위한 배려에 서이다. 이 規程은 船用索으로서 麻索과 鋼索만을 對象으로 하여 왔다. 그러나, 近年 合成纖維工業의 급속한 진보에 따라 Manila rope로 대표되는 麻索보다 引張強度, 耐侯 耐蝕性, 耐磨減性 및 經濟性 등의 면에서 월등히 우수한 各種의 合成纖維索이 脚光을 받게 되었으므로 船舶設備規程<sup>1)</sup>이나 船級協會의 鋼船規則<sup>2)</sup>에서도 이의 사용을 認定하고 있는 형편이다.

合成纖維工業의 발달에 따라 이分野에 關한 理工學的인 專門書는 많이 출판되고 있지만 거의 모두가 이를 原料로 한 Rope類에 대해서는 별로 關心을 두지 않고 纖維化學이나 紡織學으로서의 側面에 重點을 두고 있으므로 이 方面에 専門적인 知識을 가지고 있지 못한 실제 Rope 使用者에게는 큰 도움이 되지 못하고 있다.

많은 合成纖維中 Polypropylene은 Nylon(1936年), Vinylon(1939年), Polyethylene(1952年)보다 훨씬 늦게 伊太利의 Montecatini社에 의하여 企業化(1957年) 되었다. 그러나, Polypropylene은 그 纖維가 가볍고 強度나 耐磨減性 등이 뛰어나며 또 纖維原料로서 가격이 비교적 싸므로 소위 “꿈의 纖維”로 불리우면서 급격한 需要의 增大를 보이고 있다.

우리나라에서도 最近 3,4年 사이에 Polypropylene rope의 製造業이 活氣를 띠고 있는데 그 原因은 內需用보다도 輸出品으로 大量 出荷되기 때문이다.

이 論文에서는 아직 船用索으로 널리 普及되지 못하고 있는 Polypropylene rope가 다른 合成纖維索이나 Manila rope에 比하여 船用索으로써 어떠한 得失點이 있는가를 比較檢討하여 그 結果를 提示함으로써 이 Rope가 船用索으로 널리 普及되는데 도움을 주코자 한다.

## II. Polypropylene rope의 構成과 單糸의 性質

船用索은 3줄짜기(3 Stranded rope)를 표준으로 하고 있으며, 꼬는 方式은 Rope는 왼편꼬임(Z twist), Strand는 오른편 꼬임(S twist)을 표준으로 한다. 따라서 原料의 纖維(Fiber 또는 Filament)를 왼편 꼬임으로 꼬아 Yarn을 만들고, Yarn 數10本을 오른편 꼬임으로 꼬아 Strand를 만들며, 다시 Strand 3本을 合하여 왼편 꼬임으로 꼬아 Rope를 만들게 된다.

合成纖維索의 Yarn을 구성하는 纖維는 短纖維(Staple fiber)와 長纖維(Filament)로 구분되며 後者는 다시 Mono-filament와 Multi-filament로 나누인다. 그러나, 船舶用의 Rope類로는 Nylon rope는 Multi-filament로, Vinylon rope는 Spun yarn (短纖維로 紡績의 工程을 거쳐 만든, 紡績糸)으로, 그리고 Polyethylene과 Polypropylene은 主로 Mono-filament로 만들어진다. 따라서 이 論文에서는 특별히 言及이 없는 限 이와 같은 纖維의 상태로 구성된 Rope를 가리킨다.

Polypropylene은 石油의 精製工程中 얻어지는 高純度の Propylene을 重合해서 만들어지는 것으로서 溶融紡糸, 延伸, 熱處理 등의 工程은 Polyethylene과 같으며 化學構造나 性質도 이와 비슷하다.

Polypropylene rope를 구성하는 單糸는 第1表와 같은 性質을 가지고 있다.<sup>3), 4), 5), 6), 7).</sup>

第1表

物理的性質	比重	0.91
	乾強度(g/d)	6~9
	乾濕強度比(濕/乾)	100%
	結節強度/乾強度比	85%
	乾伸度	10~20%
	吸濕性(%)	0.0(20℃, RH 95%)
	Young率(kg/mm <sup>2</sup> )	500
熱的性質	軟化點(℃)	140~150
	溶融點(℃)	165~175

### Ⅲ. polypropylene rope의 強度와 重量

Rope의 強度는 原糸의 형태 및 織度에 따라 다르며, 또 製造工程에 있어서의 Yarn, Strand 및 Rope의 꼬임과 구성에 따라 다르다. Polypropylene rope도 原糸의 형태에 따라 第2表<sup>8)</sup>와 같이 各各의 標準重量과 引張強度는 그 값이 약간 다르다.

第2表

直徑 (mm)	重 量 (kg/200m)			引 張 強 度 (t)	
	Multi-filament	Mono-filament	Spun yarn	Multi-filament	Mono-filament Spun yarn
10	9.9	9.9	9.5	1.13	0.99
20	39.0	39.5	37.0	4.29	3.73
30	87.5	88.5	82.0	9.11	7.94
40	156	158	144	15.6	13.6
50	243	248	221	23.6	20.5
60	349	356	320	33.1	28.8
70	476	485	439	44.1	38.4
80	621	634	575	56.5	49.2
90	786	802	725	70.3	61.3
100	970	990	893	85.5	74.5

Polypropylene rope의 특수한 것으로 Slit mono-filament로 구성될 것이 있다. 이것은 보통의 Mono-filament를 延伸加工한 뒤에 압착 Roller를 통하여 그 斷面을 납작하게 하며, 또 이 Roller

의 面은 아주 가늘고 날카로운 凹凸을 이루고 있어 Polypropylene의 單糸는 이를 풀어 헤치면 마치 Manila麻의 纖維와 비슷하게 된다. 이와 같이하여 만들어진 Rope는 強度와 耐磨減性이 增大되며 伸長率은 작아진다. 따라서 船舶用의 Hawser로서 여러 형태의 Polypropylene rope中 이 Rope가 實用上 가장 적합하다고 생각된다. 이 論文에서도 이 Rope를 主된 對象으로 하여 다른 Rope와 比較檢討하였다.

第3表<sup>9), 10)</sup>는 主로 많이 만들어지고 있는 3000 denier/1F의 單糸로 구성된 Slit mono-filament rope의 單糸數, 標準重量 및 強度를 나타낸 것이다.

第3表

直徑 (mm)	Strand의 單糸數	重 量(kg/200m)	引張強度 (t)
10	32	9.6	1.3
20	125	38.0	4.5
30	281	85.2	9.9
40	502	152	16.7
50	787	236	25.5
60	1,129	340	35.5
70	1,527	463	47.0
80	1,995	605	60.5
90	2,531	765	75.0
100	3,124	945	91.5

이와 같이 Slit mono-filament rope는 同徑의 Multi-filament rope보다 約 7% 더 強하며 Mono-filament나 Spun yarn rope보다는 約 25% 더 強하다.

各種의 合成纖維索과 Manila rope의 引張強度는 第4表<sup>11)</sup>와 같다.

第4表

索徑 (mm)	Manila	Nylon	Vinylon	Polyethylene	Polypropylene (Slit mono-F)
10	0.72	2.10	0.99	0.99	1.30
20	2.61	6.00	3.70	3.60	4.50
30	5.54	12.4	7.98	7.40	9.90
40	9.73	21.2	13.4	12.5	16.7
50	14.7	32.2	19.5	19.0	25.5
60	20.7	46.0	26.8	26.0	35.5
70	27.6	62.0	35.7	35.0	47.5
80	35.3	80.0	46.7	45.0	60.5

90	39.5	122.0	59.0	55.0	75.0
100	53.5	148.0	72.5	65.0	91.5
Manila rope의 強度를 100으로 한 경우		220~300	130~140	120~130	170~180

各種의 纖維中 Polypropylene rope의 強度는 Nylon rope 다음이며, Manila rope의 約 1.8倍이다.

우리나라의 船舶設備規程은 Hawser나 曳引索으로 사용되는 麻索이나 鋼索의 代용으로 合成纖維索의 사용을 인정하고 있다. 따라서 船舶設備規程 第60條나 韓國船級協會의 「鋼船構造 및 船級에 관한 規則」 第105條를 적용시킬 때는 Manila rope 대신 合成纖維索을 第5表와 같은 굵기

第5表

Manila 索의 直徑 合成纖維索의 直徑	Nylon	Vinylon	Polyethylene	Polypropylene	
				Mono-filament 및 Spun yarn	Multi-filament 및 Slit mono.
20(mm)	13	17	17	16	15
22	14	18	18	18	17
24	16	20	20	19	18
26	17	22	22	20	19
28	18	24	24	22	20
30	20	25	26	24	23
32	22	27	28	26	24
35	24	30	30	28	26
40	28	34	36	32	30
45	30	38	40	36	34
50	34	42	45	40	38
55	36	46	48	44	42
60	40	50	52	48	45
65	43	55	57	52	49
70	47	60	62	56	53
75	50	65	66	60	56
80	53	68	70	64	60
85	57	72	75	68	64
90	60	78	80	72	68
95	62	82	85	76	72
100	65	85	90	80	75

의 것으로 輕減할 수 있다. Polypropylene rope는 約20%의 索徑의 輕減으로도 Manila rope와 同等的 強度를 갖는다.

各種이 合成纖維索과 Manila rope이 標準重量은 第6表<sup>12)</sup>와 같다. Polypropylene rope는 同徑의 Manila rope의 約 66%에 불과하며 모든 合成纖維索中 가장 가볍다. 모든 合成纖維索은 Manila rope에 比하여 含水率이 작으므로 물에 젖었을 때의 重量比는 더욱 작아진다.

第6表

索徑 (mm)	Manila	Nylon	Vynylon	Polyethylene	Polypropylene
10	15.0kg	12.1kg	12.2kg	10.3kg	9.6kg
20	59.0	48.0	49.0	41.6	38.0
30	132.0	108.0	109.0	93.2	85.2
40	225.0	191.0	192.0	166.0	152.0
50	352.0	302.0	295.0	258.0	236.0
60	507.0	438.0	427.0	373.0	340.0
70	691.0	596.0	585.0	509.0	463.0
80	902.0	779.0	767.0	663.0	605.0
90	1140.0	986.0	967.0	842.0	765.0
100	1410.0	1210.0	1190.0	1048.0	945.0
Manila rope의 重量을 100으로 한 경우		86	85	73	66

그러나, 第5表와 같이 合成纖維索의 直徑의 輕減을 고려하면 Manila rope이 重量比는 훨씬 減少하여 第7表와 같이 된다.

第7表

Manila rope의 重量을 100으로 한 경우	Nylon	Vynylon	Polyethylene	Polypropylene
	37	60	55	40

즉, 強度가 같은 Rope를 사용할 때 Polypropylene rope는 Manila rope의 重量의 約 40%로 되며 Nylon rope의 約 108%로 된다. 따라서 Manila rope로는 取扱上 또는 強度上 사용이 불가능한 경우에도 Polypropylene rope를 사용하면 되므로 必히 鋼索을 사용하지 않아도 용이하게 목적을 이룰 수 있다.

#### Ⅳ. 含水率

直徑 20mm의 Manila rope와 Polypropylene rope(Slit)를 清水中(水溫 25°C, 水頭 30cm)에 浸

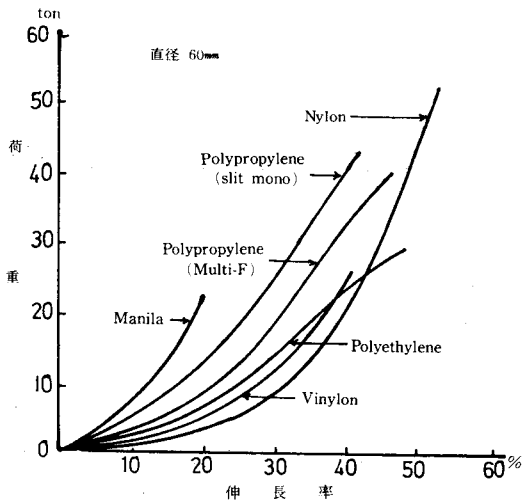
漬시켜 浸漬時間과 含水率과이 關係를 測定하였다. 浸漬後 10분에 含水率は Manila rope가 約 40%(重量比), Polypropylene rope가 5.5%이었고, 2時間 以內에 Manila rope가 約 50%, Polypropylene rope가 約 10%에 達하였다. 그 以後는 完滿히 상승하여 Manila rope는 浸漬後 14時間만에 最大含水率 65.3를 나타냈고 Polypropylene rope는 20時間만에 最大含水率 22%를 나타냈다. 이때 前者는 索徑이 約 15% 增加하였으나 後者는 거의 變化가 없었다.

第7表에서와 같이 強度가 같은 Rope를 사용할 때 Polypropylene rope는 Manila rope의 重量의 約 40% 정도이지만 最大含水時에는 그 重量差는 훨씬 커진다. 直徑 20mm의 Rope의 경우, 含水時의 Manila rope의 強度의 증가를 고려하여도 Polypropylene rope는 Manila rope의 約 30%의 重量으로도 同等의 強度를 낼 수 있는 것이다.

濕潤時의 強度의 變化는 Rope에 따라 다르며<sup>13)</sup> Manila rope는 乾濕強度化(濕/乾)가 約 105%이지만 Nylon과 Vinylon rope는 約 85%로서 濕潤時에 오히려 強度가 低下하며 Polyethylene과 Polypropylene rope는 거의 變化가 없다. 이와같이 Manila rope는 含水時에 強度가 約 5% 증가 하지만 時日의 경과와 함께 內部腐敗를 일으키므로 強度가 급속히 減少하는데 反하여 合成纖維索은 이와 같은 현상은 거의 볼 수 없다. 따라서 실제로 Rope를 사용함에 있어서 第5表와 같이 合成纖維索은 그 굵기를 輕減하여도 충분히 同等의 強力으로 사용이 가능한 것이다.

또 Manila rope는 Polypropylene rope에 比하여 含水에 의한 重量增加가 클 뿐만 아니라 Rope의 수축으로 꼬임이 조여진 결과 뻘뻘해져서 取扱이 곤란해지지만, Polypropylene rope는 外觀이나 柔軟性의 變化도 거의 없어 取扱이 용이하다.

## V. 伸長率



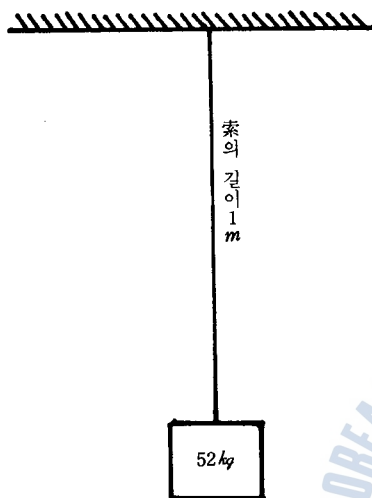
第1圖

伸長率は 일반적으로 合成纖維索이 Manila rope보다 크다. 이것은 反面 충격에 대해서는 強하다는 것을 나타낸다. 第1圖<sup>14)</sup>는 濕潤狀態에 있어서의 各種 纖維索의 伸長率을 나타낸 것이다. 合成纖維索中에서는 Polypropylene rope가 가장 伸長率이 작다. 引張強度에 있어서도 Nylon rope를 제외한 다른 어떤 纖維索보다도 우수하면서 伸長率에 있어서는 그 값이 가장 작다는 것은 Polypropylene rope가 가지는 큰 強點의 하나가 되는 것이다.

第1圖는 含水狀態에 있어서의 強度와 伸長率, 즉 濕強度와 濕伸率을 나타낸 것으로 船舶用이나 漁具로 사용되는 Rope類는 強度에서와 같이 伸長率에 있어서도 濕潤時의 값이 더 큰 意義를 갖는다. 伸長率은 일반적으로 乾燥時보다 濕潤時에서 크다.<sup>15)</sup> 이것은 吸水時에 Rope가 수축하는데서 오는 현상으로

보여진다.

#### IV. 衝擊強度



第2圖

第8表

Rope의 種類	Manila	Nylon	Vinylon	Polyethylene	Polypropylene
切斷에 要하는 回數	1	56	2	6	10

도 상당히 強하다는 것을 알 수 있다.

#### VI. 耐磨減性

纖維는 일반적으로 摩擦係數가 작을수록 磨減抵抗이 크다. 各種 纖維索의 單糸의 摩擦係數는 第9表<sup>16)</sup>와 같다.

第9表

Rope의 種類	Manila	Vinylon	Polyethylene	Polypropylene (Mono-filament)	Polypropylene (Slit mono)
摩擦係數(濕時)	0.286	0.287	0.154	0.221	0.243

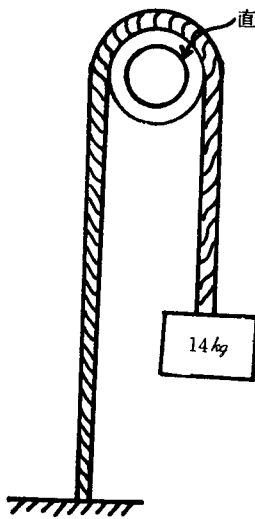
그러나, Rope는 原糸의 형태나 織度, 製造工程에 있어서의 Yarn, Strand 및 Rope의 꼬임과 구성 등의 差異에 의하여 摩擦係數와 磨減性 사이에는 一義的인 關係를 가지는 것이 아니고 그때마다 달라진다.



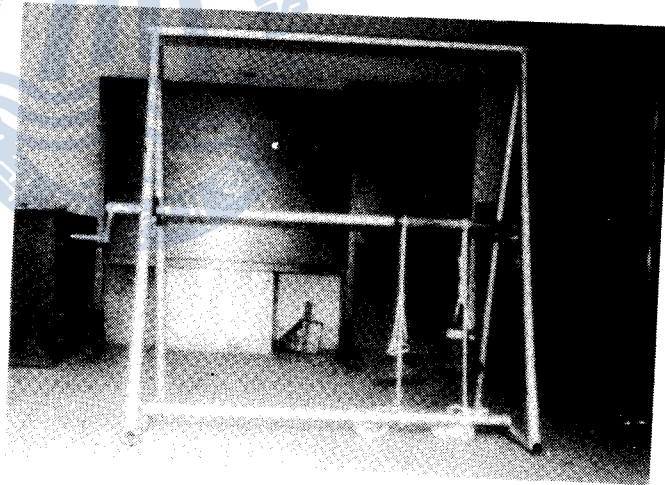
耐磨滅性이란 사용중에 機械的인 마찰에 견디는 성질을 말하지만 實驗室에서는 實船에서 겪는 것과 같은 條件을 완전히 만들 수는 없다. 따라서 摩擦強度를 시험하는데도 여러가지의 방법이 있겠지만 筆者는 Rope의 길이의 方向과 이에 直角인 方向으로 나누어 各各 다른 방법으로 實驗하였다. 또 磨滅抵抗의 判별도 絶단될 때까지 Rope에 摩擦을 실시하여 그 回數를 測定하는 방법과, 같은 回數의 摩擦을 실시한 다음 摩擦 實施前에 比하여 強度가 얼마만큼 減少하였는가를 보는 方法이 있으나 여기서는 前者를 擇하였다.

(1) Rope의 길이 方向의 磨滅試驗

外徑 48mm의 鋼棒의 表面에 輪처럼 旋盤으로 Knurling을 하여 第3圖와 같이 直徑 10mm의 Rope의 一端을 고정시키고 他端에는 14kg의 重量物을 내달고 鋼棒을 軀대(車軸) 모양으로 回轉시켰다. 이때 軀대의 回轉速度가 너무 빠르면 摩擦熱로 인하여 Rope를 구성하는 單糸가 融着할 우려가 있으므로 約70r. p. m의 微速으로 회전시켰다. 第10表는 Rope가 絶단될 때까지의 回轉數(各各 5回의 平均値)를 나타낸 것이다.



第3圖



第10表

Rope의 種類	Manila	Nylon	Vynylon	Polyethylene	Polypropylene
回 轉 數	1, 994	10, 000回轉에도 絶단 안됨	2, 135	3, 063	4, 213

이와같이 Polypropylene rope는 Nylon rope를 제외한 다른 어떤 纖維索보다도 길이 方向의 摩擦에 대해서는 强하다는 것을 알 수 있다.

## (2) Rope의 橫方向에 對한 磨滅試驗

直徑 10mm의 各種 Rope를 平板 위에 고정시킨 다음, 두께 6.5mm, 무게 12kg의 鋼板을 톱질하듯 Rope의 橫方向으로 70cm 정도 움직여 鋼板의 自重에 의한 磨滅로 Rope가 절단될 때까지의 回數를 測定하였다(第11表).

第11表

Rope의 種類	Manila	Nylon	Vynylon	Polyethylene	Polypropylene (Mono-filament)	Polypropylene (Slit mono)
磨 擦 回 數	291	90	296	102	135	193

Rope의 길이 方向의 磨滅과는 달리 Nylon rope가 가장 耐磨滅性이 약하며 또 Manila rope는 Vynylon rope를 제외한 다른 어떤 合成纖維索보다도 耐磨滅性이 우수하다. Polypropylene rope (Slit mono)는 193회의 磨擦로 절단되었다.

## VIII. 耐 候 性

太陽光中 主로 紫外線에 의하여 纖維分子가 分解되거나 酸化가 일어나며 또 長期間 屋外에 暴露하면 雨露 등 水分의 영향을 받아 纖維의 劣化가 일어난다. 耐候性에는 日光, 溫濕度, 空氣中の 酸素 등 自然界의 要因이 組合되어 복잡하게 작용하므로 耐候性은 實用試驗에 의하여 평가하는 것이 바람직하나 長期間을 필요로 하므로 현실적으로는 實用的 諸條件을 加味한 人工促進試驗에 의한 劣化狀態에서 그 耐久力을 추정하는 경우가 많다. 屋外暴露試驗은 天候條件(風雨雪, 溫濕度, 凍結, Ozone, 먼지, 大氣汚染 등)이나 太陽光의 強度(季節, 地域, 暴露角度) 등 不安定한 要素가 많으며 再現性이나 結果의 평가가 복잡하며 또 試驗에 長期間을 要하는 것이 문제가 되고 있다. 이에 比하여 人工促進試驗은 光線의 Energy 分布가 太陽光과는 同一하게 나타나지는 않지만, 短時日內에 耐候性을 평가할 수 있고 또 試驗條件의 再現이 가능하다. 그러나 人工促進試驗은 항상 屋外暴露試驗과의 關聯性, 促進倍率 등을 파악한 다음에 실시하지 않으면 그 試驗의 의의는 적다. 兩者間的 相關性은 아직도 충분히 파악되었다고 볼 수 없는데 그 이유는 試驗裝置의 器差, 試驗條件의 差異, 試驗操作의 不一致, 人工環境에 있어서의 劣化의 刺戟條件과 屋外條件과의 현저한 差異 등 때문이다.

人工促進試驗에 사용되는 Weather-O-meter는 紫外線 Energy가 日光의 約 40倍, 즉 이 裝置

第12表

纖維의 種類	Manila	Nylon	Vynylon	Polyethylene	Polypropylene
未 照 射	100	100	100	100	100
100 時間 照射	95	98	103	112	102
200 時間 照射	83	85	100	92	99.7

로 約 9日間 照射하면 約 1年間の 屋外暴露에 相當한다고 한다.<sup>17)</sup> 上述한 바와 같이 실제의 屋外暴露의 對應性에 對해서는 여러 가지의 問題點이 있지만 試料間이 相對的인 比較에는 問題點이 없다고 볼 수 있다.

各種 纖維의 耐候性 試驗結果는 第12表<sup>18)</sup>와 같이 Polypropylene(Slit mono-filament)은 Manila에 比하여 耐候性이 훨씬 우수하며 모든 合成纖維中 Vinylon 다음으로 耐久性이 크다.

第13表<sup>19)</sup>는 直徑 12mm의 Polypropylene rope (Slit mono-filament)를 Weather-O-meter로 4回 試驗한 결과이다. 強度 및 伸長率에 있어서 高度의 耐候性을 가지고 있다는 것을 알 수 있다.

第13表

回數	未 照 射		100 時 間 照 射		200 時 間 照 射	
	引張強度(t)	伸長率(%)	引張強度(t)	伸長率(%)	引張強度(t)	伸長率(%)
1	1.96	30	1.96	30	1.98	31
2	1.94	30	1.95	32	1.92	31
3	1.96	30	1.97	31	1.98	30
4	1.97	31	1.93	31	1.93	32
平 均	1.958	30.3	1.953	31	1.953	31

### IX. 耐藥品性

合成纖維는 일반적으로 化工藥品 등에 對한 耐久性이 強하지만 특히 Polypropylene은 Polyethylene과 함께 耐藥品性이 대단히 크다. Nylon과 Vinylon은 酸에는 弱(鹽酸, 黃酸, 蟻酸, 石炭酸 등)하며 Polyester는 Alkali에 比較적 弱하나 Polypropylene은 이 兩者가 거의 強力을 잃는 條件下에서도 거의 原強力을 유지한다. 그리고 통상 사용되고 있는 Alkali나 鹽類 뿐만 아니라 Alcohol, Acetone, 휘발유, Benzol, Ether, 四鹽化炭素, Crezol 등의 有機溶劑에도 不溶性이다.

第14表는 各種 纖維의 耐藥品性을<sup>20), 21)</sup> 나타낸 것이다.

第14表

	鹽 酸 HCl	黃 酸 H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	蟻 酸 H·COOH	水 酢 酸 CH <sub>3</sub> ·COOH	石 炭 酸 C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> ·OH	Acetone CH <sub>3</sub> CO·CH <sub>3</sub>	5% 苛性Soda NaOH
Manila	不	溶	不	不	不	不	不
Nylon	溶	溶	溶	溶	溶	不	不
Vinylon	溶	溶	溶	不	溶	不	不
Polyethylene	不	不	不	不	不	不	不
Polypropylene	不	不	不	不	不	不	不

## X. 各種 纖維索의 經濟性 比較

現在 市販되고 있는 Rope는 製造者에 따라 그 값이 약간 차이가 있지만 1976年 12月 現在의 販賣價格은 대략 Manila rope가 Kg當 586원, Nylon rope 1530원, Vinylon rope 1800원, Polyethylen과 Polypropylene rope가 560원이다. 따라서 各 Rope의 1Coil(200m)의 값은 第15表와 같다.

第15表

直徑 (mm)	Manila	Nylon	Vynylon	Polyethylene	Polypropylene (Slit mono)
10	8,790원	18,513원	21,960원	5,768원	5,376원
20	34,574	73,440	86,400	23,296	21,280
30	77,352	165,240	194,400	52,192	47,712
40	131,850	292,230	343,800	92,960	85,120
50	206,472	462,060	543,600	144,480	132,160
60	297,102	660,140	788,400	208,880	190,400
70	404,926	911,880	1,072,800	285,040	259,280
80	528,572	1,191,870	1,402,200	371,280	338,800
90	668,040	1,508,580	1,774,800	471,520	428,400
100	826,260	1,851,300	2,177,800	586,880	529,200
Manila rope를 100으로 한 경우		220	260	70	63

Polypropylene rope는 原料의 價格이 쌀 뿐만 아니라(Manila麻의 約 95%, Nylon의 約 37%, Vynylon의 約 31%) 比重이 第一 작으므로 同徑의 다른 Rope에 比하여 값이 월등히 싸다. 즉 Manila rope의 63%, Nylon rope의 29%, Vynylon rope의 24%에 불과하다. 그리고 第16表와 같이 同等의 強度를 가지는 굵기의 Rope의 값을 비교하면 Nylon rope를 제외한 다른 종류의 Rope와의 價格差는 더욱 커진다.

第16表

直徑 (mm)	Manila麻	Nylon	Vynylon	Polyethylene	Polypropylene (Slit mono)
10	8,790원	6,900원	17,460원	3,584원	2,680원
20	34,574	31,500	63,000	14,784	12,320
30	77,352	73,440	136,800	35,592	28,560
40	131,850	145,800	255,600	75,600	47,712
50	206,472	212,670	376,200	117,040	75,600

60	297, 102	292, 230	531, 000	155, 680	106, 960
70	404, 926	403, 900	768, 600	222, 880	147, 840
80	328, 572	515, 600	999, 000	285, 040	190, 400
90	668, 040	670, 140	1, 315, 800	371, 280	266, 560
100	826, 260	784, 890	1, 548, 000	471, 520	297, 360
Manila rope를 100으로 한 경우		98	189	55	37

이 表에서 알 수 있는 바와 같이 같은 強度의 Rope를 사용할 때 Polypropylene rope의 값은 Manila rope의 37%, Nylon rope의 38%, Vinylon rope의 20%, 그리고 Polyethylene rope의 67%로 된다. 이 값은 販賣價格만을 고려한 것이지만 실제로 사용함에 있어서는 耐用期間까지 고려해야 되므로 Manila rope와의 價格差는 훨씬 더 커질 것이다.

## Ⅺ. 結 言

各種 纖維索中 Polypropylene rope는 가장 가볍고 또 強度도 Nylon rope 다음으로 크다. 含水率도 Manila rope보다 훨씬 작아 취급이 용이하며 伸長率을 Manila rope보다는 크지만 다른 合成纖維索보다는 작다. 그리고 衝擊的인 荷重이나 Rope의 길이 方向의 耐磨減性, 耐候性 및 耐藥品性도 Manila rope보다 훨씬 우수하다. 따라서 耐用年數가 길고 또 價格도 다른 Rope에 比하여 월등히 저렴하므로 經濟的이다.

Polypropylene rope를 실제로 船上에서 사용할 때의 參考事項 및 長短點을 Manila rope와 比較說明하면 다음과 같다.

① Manila rope는 含水率이 크므로 重量의 增加가 크고 또 Rope의 수축으로 뽁뽁해져서 취급이 불편하지만 Polypropylene rope는 含水率도 작고 柔軟性의 변화도 거의 없어 취급이 용이하다. Manila rope는 雨天時에 긴장이 과중하게 걸리지 않도록 늦추어 주어야 하는 결점도 가지고 있다.

② Polypropylene rope는 Manila rope를 제외한 다른 合成纖維索에 比하여 表面이 거칠어 摩擦係數가 크다. 따라서 耐 Slip性이 좋아 Windlass나 Winch의 Warming drum에 감을 때 잘 미끄러지지 않아 취급이 용이하다.

③ Polypropylene rope는 Manila rope에 比하여 橫方向의 磨減抵抗은 약하다. 그러나, 船用索으로서 이 정도의 磨減強度를 가지고 있으면 磨減에 대한 우려는 불필요하다고 보여진다. 合成纖維索의 磨減에 의한 強度低下는 직접 눈으로 볼 수 없는 부식 등에 의한 Manila rope의 強度低下에 比하면 대책을 세워 대처하기 용이하므로 不意의 사고가 야기될 가능성이 희박하다고 보겠다.

④ Polypropylene rope는 Manila rope에 比하여 柔軟하므로 Kink가 잘 일어나지 않으며, 또 일어나도 強度의 低下가 Manila rope에 比하여 훨씬 작다.

⑤ 伸長率은 合成纖維索中 Polypropylene rope가 가장 작지만 Manila rope보다는 크다. 그러나 이 정도의 伸長은 使用時에 操作에 조금만 注意를 하면 거의 결점이 되지 않으며 오히려 충격

적인 荷重에 대해서는 強하므로 繫船索이나 曳引索으로는 長점이 될 수 있다.

以上에서 살펴 본 바와 같이 Polypropylene rope는 Manila rope보다는 물론, 다른 合成纖維索에 比하여 단점보다는 長점을 많이 가지고 있다. 또 Manila rope에 比하여 훨씬 長期間 사용할 수 있을 뿐만 아니라 값도 다른 纖維索에 比하여 월등히 저렴하므로 船用索으로 널리 보급될 것으로 기대된다.

### 參 考 文 獻

- 1) 船舶設備規程 第60條.
- 2) 鋼船構造 및 船級에 관한 規則 第105條.
- 3) 高木謙行, 佐々木平三: 폴리프로피렌樹脂, 日刊工業新聞社, 東京, pp. 65~81, (1970)
- 4) 許泳祐: 合成纖維, 普成文化社, 서울, pp. 406~411, (1976)
- 5) 松川哲哉: 新しい天然纖維, 家政教育社, 東京, pp. 60~61, (1971)
- 6) 松川哲哉: 改訂 化學纖維의 知識, 家政教育社, 東京, pp. 108~123, (1973)
- 7) 杉浦昭典: 結索, 海文堂, 東京, pp. 2~4, (1966)
- 8) 愛知縣三河纖維試驗場, 研究資料 第3輯, 紡糸・製網技術, 愛知縣浦郡市, p. 22, (1970)
- 9) 萬鋼製網(株) Catalog
- 10) 愛知縣三河纖維試驗場, 上揭書, p. 104
- 11), 12) 萬鎬製網(株) Catalog
- 13) 萬鎬製網(株) 合成纖維로우프
- 14) 萬鎬製網(株) Catalog
- 15) 高冠瑞: 漁具漁法學, 高麗出版社, 서울, p. 60, (1975)
- 16) 萬鎬製網(株) Catalog
- 17) 愛知縣三河纖維試驗場, 研究資料 第2輯, 紡糸・製網技術, 愛知縣浦郡市, p. 39, (1969)
- 18), 19) 萬網製網(株) Catalog.
- 20) 高木謙行, 佐々木平三: 前揭書, pp. 89~94.
- 21) 松川哲哉: 前揭書(5), pp. 59~63.