

# 船舶用 Rope 로서의 Nylon Rope 에 관한 研究

閔 丙 彦

## An Experimental Study on Nylon Ropes for Marine Use

Min Byeong-Eon

### Abstract

Up to now, manila ropes have been used widely as marine ropes, But, with a rapid progress of synthetic fibre industries, ropes have been made of such as vinylon, polyethylene, and nylon, etc..

Nowadays, polyethylene ropes have been used in many ways on land for several years but nylon ropes have not been used widely owing to their high price and rope makers are producing a small quantity of them in accordance with demand. In this thesis, the writer attempts to find out advantage and disadvantage of nylon ropes in comparison with manila ropes. The results of the research are as follows; Nylon ropes are superior to manila ropes in the point of durability against chemicals, oils, moisture, and solar radiation, etc., as well as strength. But nylon ropes are inferior to manila ropes in the point of heat proof and durability against defacement. In conclusion, nylon ropes have many advantages in comparison with manila ropes. My wish is that nylon ropes will be used widely as marine ropes.

### <目 次>

- |                             |                  |
|-----------------------------|------------------|
| I. 緒 言                      | V. 化工藥品等에 對한 耐久性 |
| II. Nylon rope 의 構成과 單糸의 性質 | VI. 伸長率          |
| III. Nylon rope 의 強度 및 重量   | VII. 結 言         |
| IV. 耐摩耗性                    | VIII. 參考文獻       |

## I. 緒 言

船舶用的 繫留索, 曳引索 其他의 雜用索에는 鋼索(Steel wire rope)과 纖維索(Fibre rope)으로 大別되고, 纖維索은 다시 이를 植物性纖維索(Vegetable fibre rope)과 合成纖維索(Synthetic fibre rope)으로 分類된다. 從來에는 纖維索으로는 Manila rope 로 代表되는 植物性 纖維索이 船舶用 Rope 로서 널리 使用되어 왔으나 近年 合成纖維工業의 進歩에 따라 Vinylon rope, Polyethylene rope 및 Nylon rope 等의 合成纖維索이 漸次로 脚光을 받게 되었다.

우리 나라에서도 現在 Polyethylene rope 는 陸上 및 船舶用으로 널리 使用되고 있으며, 여러 Rope 製造業體에서는 市中的 需要를 超過하여 生産하고 있으나, Nylon rope 는 아직까지도 널리 使用되지 않고 있으며, Rope maker 들도 需要者의 要求에 依하여 少量의 生産을 하고 있는 實情이다.

이 論文에서는 Nylon rope 가 Manila rope 에 比하여 實際 船用索으로써 어떤 得失點이 있는가에 重點을 둔 研究實驗結果를 提示하여 앞으로 Nylon rope 가 船用索으로 널리 普及되고 나아

가서 이의 製造業이 活氣를 띠어 國家의 工業發展에 寄與코자 한다.

## II. Nylon rope 의 構成과 單糸의 性質

船用索은 原料의 纖維(Fibre or Filament)를 Z twist 로 꼬아 Yarn 을 만들고, Yarn 數 10本을 S twist 로 꼬아 Strand 를 만들고 다시 Strand 3本을 合하여 Z twist 로 꼬아 만든다. Rope 를 만든 다음 高周波處理 또는 蒸氣處理를 行하여 使用한다. 合成纖維索의 Yarn 을 構成하는 纖維의 狀態는 다음의 3種類가 있다.

① Spun yarn; 紡績糸, 短纖維를 平行狀態로 꼬아서 Yarn 을 만든 것. 모든 植物性纖維索의 Yarn 은 이 形式이다.

② Mono-filament yarn : 單一의 長纖維를 그대로 Yarn 으로 한 것 Polyethylene rope 等에 採用되고 있다.

③ Multi-filament yarn : 多數의 長纖維를 모아 만든 Yarn. Nylon rope 等에 採用되고 있다. Nylon rope 를 構成하는 單糸는 Caprolactam (Lactam)을 原料로 하는 Polyamide 系의 Nylon 6 으로 된 210, 420, 840 Denier (Denier 은  $\frac{\text{실의 重量(g)}}{\text{실의 길이(m)}} \times 9000$ ) 等 210 Denier 또는 그 倍數의 굵기의 Multi-filament 糸로 되어 있으며, 매끈한 表面과 圓形의 斷面을 이루며 光澤이 있는 白色의 長纖維로써 다음 表와 같은 性質을 갖고 있다.

第 1 表

	種 別	Multi-filament Nylon糸 (210 Denier)
物 理 的 性 質	比 重	1.14
	吸 濕 性(%)	4.5
	强 度(乾燥時)(g/d)	6.3
	" (濕潤時) (")	5.2
	伸 長 度(乾燥時)(%)	20.4
	" (濕潤時) (")	29.1
	彈性回復度(伸長하여 100秒間 維持後 60秒後의 回復度)	
伸 度(%)	2 4 8 16 25	
回 復(%)	100 100 100 91 85	
熱 的 性 質	融 點(℃)	眞空中 264, 空氣中 253
	融 解 熱 (cal/g)	18
	比 熱 (cal/g/℃)	0.46(25℃~200℃ 平均)
	耐 熱 性	100℃ 水蒸氣中 6日間 變 어도 強度는 거의 不變 아이론 200℃까지 強度不變
	熱傳導率(cal/cm/hr/℃)	1.52(20℃~200℃ 平均)
體 膨 脹 係 數	$3 \times 10^{-4} + 1 \times 10^{-6}t$ (0℃~200℃)	
熱 分 解 溫 度(℃)	300	

Multi-filament Nylon rope 의 索徑과 이를 構成하는 單糸(210 Denier), Yarn 및 Strand 와의 關係는 다음表와 같다.

第 2 表

索徑 (mm)	構 成 (單糸×Yarn×Strand)	單 糸 總 數	重 量(kg/m) (氣溫 30°C R·H 65%)
12	70×13×3	2,730	0.088
14	88×14×3	3,696	0.115
16	88×18×3	4,752	0.154
18	88×23×3	6,072	0.194
20	88×28×3	7,392	0.240
22	120×25×3	9,000	0.289
24	120×30×3	10,800	0.347
26	120×35×3	12,600	0.407
28	120×39×3	14,040	0.477
30	120×45×3	16,200	0.542
32	150×41×3	18,450	0.618
34	150×46×3	20,700	0.695
35	150×49×3	22,050	0.726
36	150×51×3	22,900	0.778
38	150×58×3	26,100	0.870
40	150×63×3	28,350	0.959
42	150×70×3	31,500	1.067
45	150×80×3	36,000	1.224
50	150×98×3	44,100	1.512
55	150×118×3	53,100	1.835
60	150×140×3	63,000	2.192
65	150×165×3	74,250	2.566
70	150×191×3	85,950	2.985
75	150×219×3	98,550	3.435
80	150×251×3	112,950	3.895

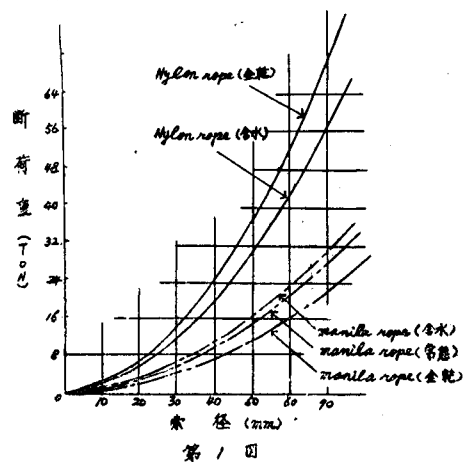
420 Denier, 840 Denier 의 單糸를 使用 할 때는 Strand 의 單糸數는 各各 上表의 1/2 및 1/4 까지 減할 수 있다

### Ⅲ. Nylon rope 의 強度 및 重量

Nylon rope 는 Manila rope 와 反對로 含水率이 높아 짐에 따라 그 強度는 減少하는 性質을 갖고 있다. 全乾狀態 및 含水狀態에 있어서의 索徑과 強度와 의 關係는 第 1 圖과 같으며, 同徑의 Manila rope 에 比하여 約3倍의 強度를 갖는다.

Manila rope 와 Nylon rope 의 切斷荷重(Breaking load)은 第3表와 같다.

各種 狀態에 있어서의 同徑의 Manila rope 와 Nylon rope 의 強度比는 第4表와 같으며, 同一 強度의



(常態下)

索種 \ 索徑(mm)	40	42	45	50	55	60	65	70	75	80
Manila rope	9.7	10.7	12.1	14.7	17.6	20.7	24.0	27.6	31.3	35.3
Nylon rope	22.8	30.4	34.6	42.1	50.3	59.1	68.5	78.6	89.5	100.9

第 3 表

單位: ton

Rope의 直徑比는 第5表와 같다.

各狀態의 平均을 取하면 Nylon rope는 Manila rope의 約 40%의 索徑의 輕減을 期할 수 있겠으나 Manila rope에 比하여 뒤떨어지는 諸性能을 考慮하여 30% 程度의 直徑의 輕減을 期하는 것이 使用上 安全할 것이다. 따라서 Nylon rope를 繫留索 또는 曳引索等으로 使用할 때 第6表와 같이 Manila rope보다 小徑의 Rope로도 同等의 効力を 갖게 된다.

第 4 表

狀態 \ 索種	Manila rope	Nylon rope	Manila rope의 各狀態의 強度를 100으로 한 경우
常態	100	260	—
全乾	78	273	350
最大含水	110	216	196

第 5 表

狀態 \ 索種	Manila rope	Nylon rope	Manila rope의 各狀態의 強度를 100으로 한 경우
常態	100	64	—
全乾	115	62	54
最大含水	94	70	75

第 6 表

Manila rope(mm)	24	28	30	32	35	40	45	50	55	60	65	70
Nylon rope(mm)	17	20	21	22	25	28	32	35	39	42	46	49

Nylon 單糸는 100°C 以下の 溫度에서 거의 強度에는 變化가 없으며, 170°C로 30分, 150°C로 2時間, 135°C로 4時間 以上 加熱하여야만 비로소 強度가 低下한다. Nylon rope는 乾燥狀態에서 溫度를 -20°C에서 +80°C 까지 變化시킬때 30°C를 基準으로 하면 80°C에서는 93%, -20°C에서는 104%로 되므로 變化는 거의 없다고 볼 수 있다. 따라서 使用溫度 範圍內에서는 溫度影響에 의한 強度의 變化는 考慮할 必要가 없다.

그러나 Nylon rope는 切斷荷重附近의 荷重이 걸리면 상당한 熱이 發生하여 單糸가 融解附着하고, 또 全單糸가 同時에 切斷되는 傾向이 있다. Nylon rope도 他纖維索과 같이 長時間 日光에 暴露되면 紫外線의 影響을 받아 若干 強度의 低下를 가져오는 傾向이 있다.

各種狀態에 對한 同徑의 Manila rope와 Nylon rope의 重量比는 第7表와 같다. 어느 狀態에서든 Nylon rope가 가벼우며 各狀態를 平均하면 約 20 程度가 가볍다. 그러나 第6表에서와 같이 Nylon rope의 直徑의 輕減을 考慮하면 Manila rope와의 重量差는 훨씬 增加하여 第8表와 같이 된다. 即 이들 Rope를 船用索으로 使用할 때는 常態에서 Nylon rope는 Manila rope의 約40

%로 되고 最大含水時에는 約 35%로 되어 從來 Manila rope 로서는 取扱上 使用不可能한 境遇에도 Nylon rope 를 使用하면 되므로 必히 鋼索을 使用하지 않아도 容易하게 目的을 達成할 수가 있다. 近來 船舶의 大型化에 따라 繫留索 및 曳引索에 Nylon rope 를 使用하여 그 價値를 充分히 發揮할 수 있는 것이다.

第 7 表

狀態	索種	Manila rope	Nylon rope	Manila rope의 各狀態의 重量을 100으로 한 경우
常 態		100	86	—
全 乾		89	83	93
最 大 含 水		165	115	69

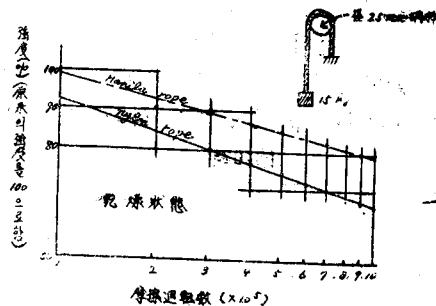
第 8 表

狀態	索種	Manila rope	Nylon rope	Manila rope의 各狀態의 重量을 100으로 한 경우
常 態		100	42	—
全 乾		89	41	46
最 大 含 水		165	56	34

#### IV. 耐摩耗性

Nylon rope 는 Manila rope 에 比하여 耐摩耗性이 떨어진다. 그것은 Manila rope 의 纖維는 合成纖維에 比하여 硬固하고 또 摩擦中에 기름이 나오기 때문이다. 이 耐摩耗性을 比較하기 爲하여 直徑 12mm의 各 Rope 에 對하여 길이의 方向 및 그 直角方向의 摩擦 試驗을 行하였다. 길이 의 方向의 摩耗는 第2圖와 같이 Rope 의 一端에 15kg의 重量을 매단 後 250rpm으로 回轉시켜 Rope 를 摩耗시킨 後에 引張試驗을 行하여 強度의 低下를 調査하였다. 그 結果는 第2圖와 같으며, 強度 50% 까지 低下하는 데는 Manila rope 는 3千萬回, Nylon rope 는 3百萬回 程度의 回轉에 依하여 摩耗된 後였다. 길이 的 直角方向의 摩耗는 同徑의 Rope 를 平板上에 固定시킨 後 두께 3.5mm, 重量 7.5kg의 鋼板을 Rope 의 直角方向으로 70cm 前後로 마치 돌릴하는 모양으로 움직여 鋼板의 自重에 依한 摩耗로 Rope 가 切斷할 때까지 回數를 調査하였다. 그 結果 Manila rope 는 約 500回, Nylon rope 는 約 300회로 切斷되었다.

그러나 船舶用的 繫留索이나 曳引索 其他의 雜用索으로 使用할 때는 이 程度의 摩耗強度를 갖고 있으면, 摩耗에 對한 考慮는 거의 不必要하다고 생각된다. 또 摩耗에 依한 強度 低下는 直接 肉眼으로 容易하게 볼 수가 있으므로 腐蝕等에 依한 눈으로 볼 수 없는 Manila rope 의 強度 低下에 比하면 對策을 세우기 쉬우므로 不意의 事故가 惹起될 可能性이 稀薄하다고 보겠다.



第 2 圖

## V. 化工藥品 等に 對한 耐久性

Nylon rope 는 酸, 알카리 其他 油類, 海水 等に 對하여 高度의 安定性을 가지고 있다. 單糸에 對한 諸種의 耐藥品性을 試驗한 結果는 第9表와 같으며, 硝酸, 鹽酸, 過망간酸 칼리를 除外한 其他의 藥品에 對해서는 高度의 耐久性을 가지고 있음을 알 수 있다.

第 9 表

藥 品 溶 液 名	浸漬溫度	浸漬時間	強 低 下 率	藥 品 溶 液 名	浸漬溫度	浸漬時間	強 低 下 率
20% NaOH	25℃	40日	0	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH	25℃	40時間	0
10% "	100℃	4日	0	CH <sub>3</sub> COCH <sub>3</sub>	"	"	0
3% H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	25℃	7日	0	CCl <sub>4</sub>	"	"	0
20% CH <sub>3</sub> COOH	"	"	0	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	"	"	0
20% K <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	"	"	0	Spindle油	"	2時間	0
10% HNO <sub>3</sub>	"	3日	30%	3% HCOOH	100℃	3時間	0
10% HCl	"	1日	30%	3% CH <sub>3</sub> COOH	"	"	0
1% KMnO <sub>4</sub>	"	"	50%	海 水	—	5個月	0
CH <sub>3</sub> OH	"	40時間	0				

## VI. 伸 長 率

Manila 및 Nylon rope 의 切斷時에 있어서의 最大伸長率은 第10表와 같다. 常態(30℃, RH 60%) 下의 最大伸長率은 Nylon rope 가 42%, Manila rope 가 16%로써 Manila rope 에 比하여 Nylon rope 는 伸長率이 2.5倍 以上이 된다. 伸長에는 全伸長과 永久伸長으로 區分할 수가 있다. 伸長率은 含水率의 增加와 함께 增加하여 全乾 狀態下의 全伸長率은 40%, 永久伸長率은 11%, 含水 狀態下의 全伸長率은 48%, 永久伸長率은 14%이다. 最近에는 Nylon rope 의 製造 工程에서 高周 波處理를 行하므로 10數年前에 比하여 Rope의 伸長率의 變化는 極히 적다. 全乾 狀態下의 Rope 에 對한 伸長率은 -20℃에서 全伸長率이 38%, +80℃에서는 44%이다. 이와같이 Nylon rope 는 Manila rope 에 比하여 伸長率이 크지만 이 程度의 伸長은 使用時 操作에 조금만 注意를 하면

第10表

狀 態	索 種	Manila rope		Nylon rope	
		全 伸 長	永 久 伸 長	全 伸 長	永 久 伸 長
全 乾		12	7.7	40	11
常 態		16	10.5	42	12
最 大 含 水		20.4	14.6	48	14
- 20	℃	15.8	—	38	—
+ 80	℃	14.8	—	44	—



거의 缺點이 되지 않으며, 오히려 衝擊的인 荷重에 對해서는 強해지어 船舶用的 繫留索, 曳引索 등의 用途로는 長點이 될 수 있는 것이다.

## Ⅶ. 結 言

Nylon rope는 Manila rope 에 比하여 強하고, 輕하여 取扱이 容易하고, 吸濕性이 적고, 耐蝕性 및 耐候性이 強하여 長期間 使用하는 利點이 있으므로, 取扱上의 몇 가지 難點(伸長率이 크고 잘 미끄러 지며, 熱에 弱한 것) 등이 있지만 船用索으로 適合하다.

耐熱性에 對해서는 80°C 以下의 使用 溫度 範圍內에서는 熱影響은 거의 없으나, 다만 切斷荷重에 接近하면 Rope 의 內部 摩擦 때문에 熱이 發生하여 單糸가 融解 附着하고 全單糸가 同時에 切斷되는 傾向이 있으나, 이로 因한 Rope의 強度 低下는 發生하지 않는다고 보아도 된다.

耐摩耗性에 있어서는 Manila rope 에 뒤 떨어지나 繫留索, 曳引索으로 使用하는 境遇에는 이 點은 別問題가 되지 않는다.

또 日光에 暴露하면 紫外線의 影響으로 強度가 若干 低下하나 Manila rope 에 比하면 無視할 程度이다.

Manila rope는 室內에 保存하는 경우에는 1年後에는 約 20%의 強度의 低下를 가져오며 日光에 暴露時에는 約 60%의 強度 低下를 가져오는 것을 볼 때 Nylon rope는 常時의 使用에 있어서 充分히 信賴할 수 있다고 보겠다.

Nylon rope를 船用索으로 使用함에 있어서 몇 個의 留意事項을 Manila rope와 比較 說明하면 다음과 같다.

- ① Manila rope는 물에 젖으면 收縮하여 硬固하여 지고, 또 含水量이 많으므로 取扱이 不便하고, 雨天時에는 緊張이 過重히 걸리지 않도록 줄을 늦추어 주어야 하는 缺點이 있으나, Nylon rope는 收縮 및 含水量이 적으므로 훨씬 有利하다.
- ② Manila rope는 強度의 增大를 圖謀하기 爲하여 製造過程에서 重量의 10% 內外에 相當하는 油類를 浸透시키지만 使用中 餘分の 기름이 浸透하면 逆으로 強度의 低下를 가져오고, 또 硬固해지므로 使用이 不便해지지만 Nylon rope는 油類에 對하여 高度의 安定性을 가지고 있다.
- ③ 모든 Rope는 使用中 Kink가 있으면 그 곳에 큰 強度의 低下를 招來하지만 Nylon rope는 柔軟하므로 Kink가 잘 일어나지도 않으며, 또 強度의 低下도 Manila rope에 比하여 훨씬 작다.  
그러나 繁頻한 Kink는 Rope의 強度를 急速히 低下시키므로 注意를 要한다.
- ④ 含水量이 增加할 수록 Manila rope는 물이 潤滑油의 作用을 하므로 強度가 增加하나 事後 處理에 對하면 內部 醱酵에 依하여 腐蝕하지만 Nylon rope는 耐水性이 크므로 그런 念慮가 없다.
- ⑤ 모든 纖維索은 紫外線(太陽光)에 弱하다. 特히 Manila rope는 Nylon rope에 比하여 紫外線에 弱하므로 使用後에 充分히 乾燥시킨 다음 露天甲板에 放置하지 말고, Cover를 하거나 直射光이 받지 않는 場所에 保管한다.
- ⑥ Nylon rope는 伸長率이 크므로 重量 貨物用에는 不適合하고 또 河岸 繫留時에는 通過船의 發散波의 影響을 받아 船體가 크게 動搖할 危險이 있다. 그러나 繫船索 또는 曳引索으로

使用할 때는 衝擊的인 荷重에 對하여 利點이 될 수도 있다.

⑦ Nylon rope는 耐熱性 耐摩耗性이 Manila rope에 比하여 弱하므로 摩擦이 甚한 處에는 特히 留意하고 Chafing mat 등을 使用하여 摩擦에 依한 損傷을 防止할 것.

⑧ Nylon rope는 Slip가 甚하다. 故로 Warring drum에 감거나 Bollard 등에 잡아 쥘 때에는 鋼索을 다룰 때와 같은 要領으로 注意하여 取扱해야 한다.

Slip의 程度는 溫度, 濕度, 表面의 거칠기 등에 關係되겠으나, Nylon rope는 摩擦係數(0.2以下)가 Manila rope의 1/2 程度 밖에 되지 않는다. 그러나 Rope 및 摩擦面(Warring drum이나 Bollard 등)의 거칠기에 따라 摩擦係數는 크게 變한다.

以上과 같이 Nylon rope는 Manila rope에 比하여 短點 보다 長點을 많이 갖고 있음을 알 수 있다.

또 Nylon rope는 값은 비싸지만 長期間 使用할 수 있으므로 經濟的인 面에서도 船用索으로 널리 普及 될 것으로 期待한다.

#### Ⅷ. 參考文獻

化纖ハンドブック  
合成樹脂便覽  
結 索

1967 日本化學纖維協會編  
1958 合成樹脂工業技術研究會(日本)  
1966 杉浦昭典著 日本 海文堂

