

船舶用 靜止型 워어드레너어드方式 揚貨機의 基礎實驗 및 考察

李 成 馥

Fundamental Experiments and Study of Thyristor-Leonard Winch for Ship's Service

Sungbok Lee

目 次	
I. 緒 論	1. 出力特性
II. 實驗裝置와 實驗方法	2. 捲揚 및 捲降特性
1. 實驗裝置	3. 制動捲降特性
2. 實驗方法	IV. 考 察
III. 實驗結果	V. 結 論

Abstract

There are four kinds of motor winches for AC ship: Ward-Leonard system type, AC commutator motor type, AC pole changing induction motor type and hydraulic motor type, and the latter two types are used on most ships. Ward-Leonard system type is, despite of its superior speed control characteristics, rarely used owing to its high cost of installation.

Recently thyristor-Leonard system has been developed. The author made for trial a winch of the thyristor-Leonard system and the experiments of hoisting, lowering and dynamic braking showed high efficiency and satisfying speed-load characteristics of winch. Besides, in this type of winch that can be made contactorless, rapid speed control of wide range is possible with a little electric power, wear and noise do not exist, troubles of maintenance are much decreased due to lack of rotating parts, and installments is easy because of its smallness and lightness.

Therefore it is desirable that the winch of thyristor-Leonard system be used on ship, developed with the above consideration.

〔I〕 緒 論

揚貨機는 各種 船舶에 設置되는데 特히 貨物船에 있어서는 가장 重要한 補機中의 하나이며 荷役能率을 올리기 爲해서는 揚貨機는 重要한 役割을 하는 것이다.

直流船時代에는 直捲特性의 複捲電動機를 揚貨機에 使用하고 電機子抵抗制御에 界磁制御를 併用하는 方法을 많이 使用하였는데 船舶이 交流化된 後에는 Ward-Leonard 方式, 極數變換誘導電動機方式, 交流整流子電動機方式, 電動油壓式 等の 揚貨機가 使用되어 왔는데 現在에 있어서는 極數變換式 또는 電動油壓式이 大部分의 船舶에 使用되고 있으며 Ward-Leonard 方式은 그 速度制御特性이 가장 優秀하기는 하나 各 揚貨機마다 直流電源으로서의 電動發電機를 設置해야 하며 施設費가 많이 들으므로 使用되는 例가 적다.

그런데 近來 大容量의 thyristor가 開發됨에 따라서 Ward-Leonard 方式의 電動發電機 代身에 thyristor를 利用한 整流裝置를 使用하여 可變電壓制御를 行하는 thyristor-Leonard 方式이 開發되었는데 船舶에서는 아직 實用化되고 있지 않는 實情이므로 船舶에서 小型 輕量이고도 優秀한 速度制御特性을 發揮할 수 있는 thyristor-Leonard winch의 模型을 試作하여 基礎實驗 및 考察을 하였다.

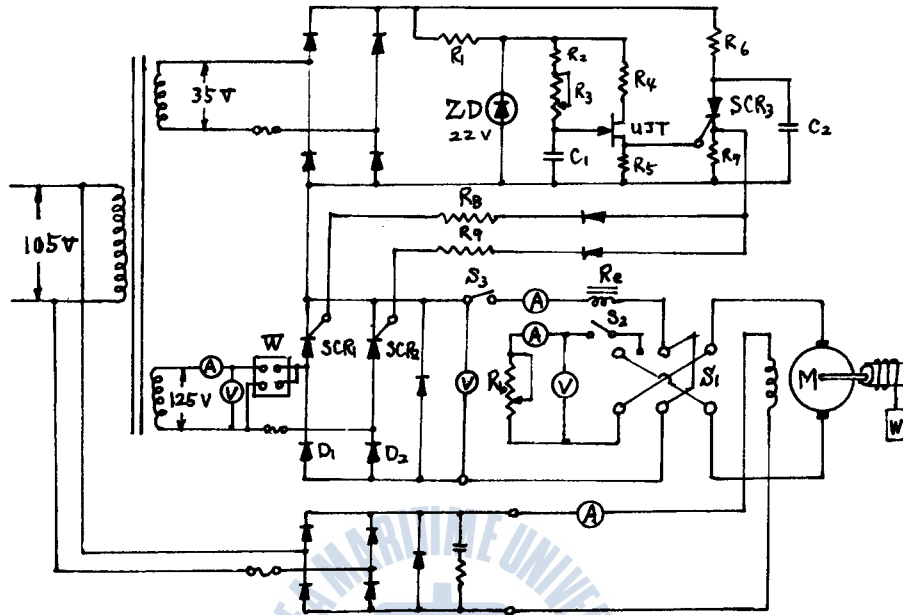
Ward-Leonard 方式 揚貨機는 發電機 界磁의 큰 時定數때문에 速應性이 떨어지나 thyristor-Leonard 方式은 thyristor의 點弧位相角을 制御함으로써 即時 電壓制御를 行하는 것이므로 速應性이 좋고 靜止器化되어 있으므로 效率도 좋고 制御하기도 容易하며 補修하기도 便利하다.

〔II〕 實驗裝置와 實驗方法

(1) 實驗裝置

揚貨機用 電動機로서는 115[V], 1/4[HP]인 複捲電動機의 直捲界磁를 開放하여 他勵電動機로 使用하고 第1圖와 같이 混合브리지에 依해서 單相全波整流를 하여 直流電源으로 하였으며 이 브리지의 SCR 點弧回路는 UJT의 팔스에 依해서 먼저 小容量인 補助 thyristor SCR₃를 點弧하고 여기에서 생기는 팔스에 依해서 主 thyristor SCR₁, SCR₂를 點弧하는 方法¹⁾을 使用하였다.

電動機는 풀리에 依한 2段減速으로 14:1로 減速시키고 減速軸에 直徑 9[cm]의 드림을 連結하여 荷重의 捲揚(Hoisting) 및 捲降(Lowering)을 하게 하였으며 이 裝置에 使用한 電動機, thyristor 및 다이오드의 明細는 다음과 같다.



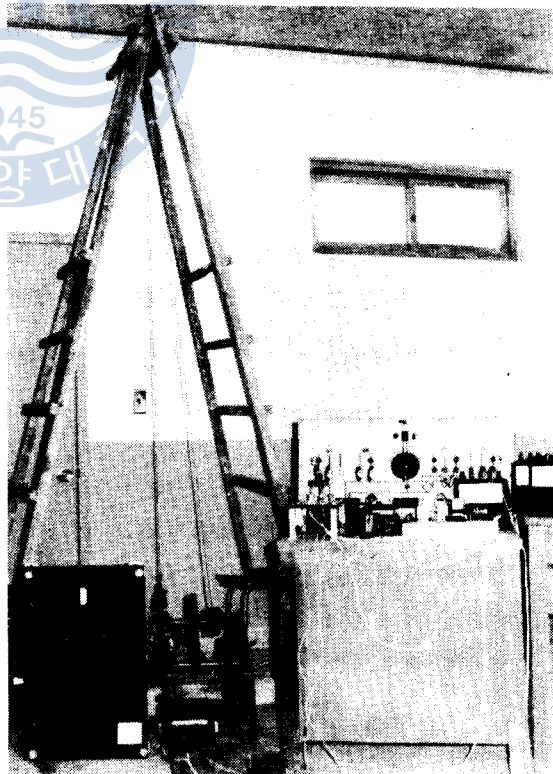
第1圖 Thyristor-Leonard Winch의 實驗裝置 結線圖

- ① 直流電動機 (Century Electric Co 製)
115[V], 2.45[A], 1/4[HP], 1750
[rpm], 複捲, 電機子抵抗 4[Ω], 界磁
抵抗 350[Ω]
- ② 主 thyristor (SCR₁, SCR₂)
2N688, 尖頭逆耐電壓 PRV 400[V],
平均順電流 I_s 20[A]
- ③ 補助 thyristor (SCR₃)
MCR 106-4, 尖頭逆耐電壓 PRV 200
[V], 實効順電流 I_F 2.0[A]
- ④ silicon diode (D₁, D₂)
QO1E 7433 (Hitachi)

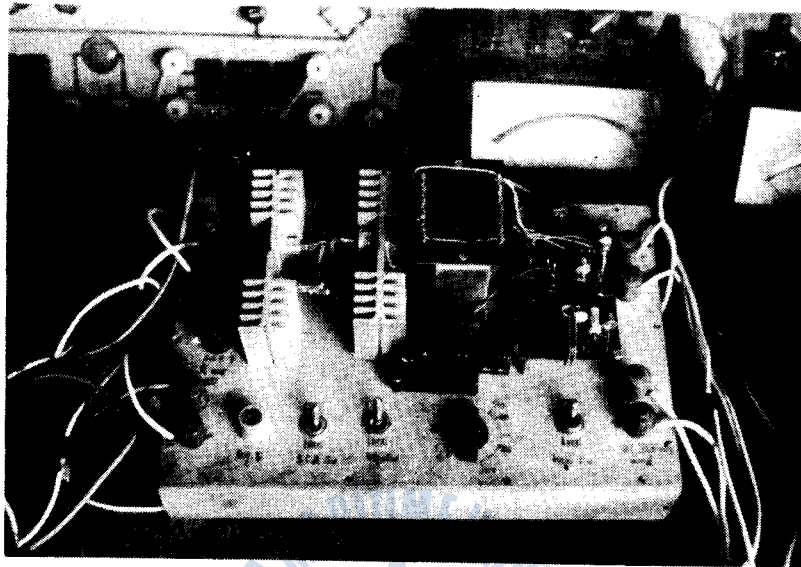
本實驗裝置 全圖는 第2圖와 같고 混合 브리지에 의한 單相全波整流裝置 및 그 制御部分의 全圖는 第3圖와 같다

(2) 實驗方法

本裝置에 있어서는 調整抵抗 R₃(0~100k Ω)를 加減함으로써 整流裝置의 出力電壓을



第2圖 實驗裝置全圖



第3圖 整流 및 制御裝置 全圖

連續的으로 廣範圍에 걸쳐서 調整할 수 있는데 本實驗에 있어서는 R_3 를 $80[k\Omega]$, $50[k\Omega]$, $30[k\Omega]$, $0[\Omega]$ 으로 調整하여 電動機의 供給電壓을 4段階로 設定하고 各段階의 노치 番號를 各各 N_1, N_2, N_3, N_4 로 하였다.

荷重은 $0, 3, 5, 8, 5, 12, 15, 19 [kg]$ 의 鐵塊 7種을 使用하고 轉換開閉器 (S_1)에 依해서 電動機를 正廻轉과 逆廻轉을 시킴으로써 荷重의 捲揚 및 捲降實驗을 하였다.

本實驗에서 使用한 混合브리지에 依해서는 電力의 逆轉換이 不可能하여 荷重 捲降時에 回生制動은 할 수 없으므로 制動抵抗 R_3 를 電機子와 並列로 連結하고 이것을 $140, 70, 35[\Omega]$ 으로 調整하여 各 노치 別로 制動實驗을 하였는데 이 實驗에 있어서 開閉器 S_3 를 열면 電動機供給電壓은 遮斷되므로 完全한 發電制動으로 된다.

〔Ⅲ〕 實驗結果

實驗裝置를 第1圖와 같이 結線하고 各 노치 別로 捲揚 및 捲降實驗을 하는데 있어서 SCR 整流裝置의 入力電壓, 電流 및 電力을 各各 $V_i[V]$, $I_i[A]$, $P_i[W]$ 로 하고 SCR 整流裝置의 出力即 電動機의 入力電壓, 電流 및 電力을 各各 $V_d[V]$, $I_d[A]$, $P_d[W]$ 로 하고 電動機 負荷의 荷重, 捲揚速度 및 이에 要하는 動力을 各各 $W[kg]$, $V[m/min]$, $P_o[W]$ 로 하고 SCR 整流裝置 및 電動機의 效率를 各各 η_r, η_m , 綜合效率를 η_o 로 하면

$$P_d = V_d I_d, P_o = 0.163 W V$$

$$\eta_r = P_d / P_i, \eta_m = P_o / P_d, \eta_o = P_o / P_i = \eta_r \cdot \eta_m$$

으로 되며 그 測定 및 計算結果는 第1表 및 第2表와 같다.

第1表 電動捲揚實驗結果

No	SCR 入力			SCR 出力			電動機負荷			効 率		
	電壓 V_i [V]	電流 I_i [A]	電力 P_i [W]	電壓 V_d [V]	電流 I_d [A]	電力 P_d [W]	荷重 W [kg]	速度 V [m/min]	動力 P_o [W]	SCR η_r [%]	電動機 η_m [%]	綜合 η_o [%]
N ₁	121	1.40	90	78	0.84	65.5	0	26.6	0	72.8	0	0
	120	1.60	100	73	1.10	80.5	3.0	23.6	11.5	80.5	14.3	11.5
	120	1.80	110	67	1.24	83.0	5.5	21.1	19.0	75.5	22.9	17.3
	120	1.95	120	63	1.39	87.5	8.5	18.9	26.3	73.0	30.1	22.0
	120	2.10	130	57	1.60	91.3	12.0	16.0	31.2	70.2	34.2	24.0
	120	2.25	135	54	1.80	97.5	15.0	13.9	34.0	72.2	34.9	25.2
	120	2.40	145	50	2.08	104.0	19.0	11.4	35.3	71.8	34.0	24.4
N ₂	121	1.40	110	100	0.90	90	0	34.1	0	81.7	0	0
	120	1.65	130	95	1.10	105	3.0	32.3	16.0	80.8	15.2	12.6
	120	1.85	145	90	1.26	113	5.5	29.5	26.0	78.0	23.0	17.9
	120	2.05	160	86	1.45	125	8.5	26.6	37.0	78.3	29.6	23.2
	120	2.20	175	81	1.69	137	12.0	24.5	48.0	78.3	35.0	27.5
	120	2.50	190	77	1.80	146	15.0	22.1	54.0	77.0	37.0	28.5
	119	2.70	205	73	2.19	160	19.0	19.3	59.8	78.0	37.4	29.1
N ₃	121	1.30	120	110	0.91	100	0	38.0	0	83.3	0	0
	120	1.60	140	106	1.11	118	3.0	37.0	18.4	84.3	15.6	13.2
	120	1.80	160	103	1.29	133	5.5	35.0	31.9	83.0	24.0	19.9
	120	2.05	180	100	1.50	150	8.5	31.2	43.2	83.5	28.8	24.1
	120	2.25	200	95	1.72	164	12.0	28.5	55.8	82.0	34.0	27.6
	119	2.50	215	91	1.95	177	15.0	27.0	66.0	82.5	37.3	30.8
	119	2.75	240	87	2.25	196	19.0	24.2	75.0	81.6	38.3	31.3
N ₄	121	1.25	120	115	0.91	105	0	40.5	0	87.5	0	0
	120	1.50	150	112	1.15	129	3.0	40.0	19.5	86.0	15.1	13.0
	120	1.80	170	110	1.30	143	5.5	38.0	33.8	84.2	23.6	19.9
	120	2.00	190	108	1.52	164	8.5	35.5	49.2	86.5	30.0	26.0
	120	2.20	215	105	1.75	184	12.0	33.0	64.5	85.5	35.1	30.0
	119	2.50	235	103	1.99	205	15.0	30.9	75.5	87.3	36.8	32.2
	119	2.75	265	100	2.26	226	19.0	28.0	87.0	85.2	38.4	32.8

第2表 電動捲降實驗結果

노 次	SCR 入力			SCR 出力			整 流 効 率 η_r [%]	負 荷	
	電壓 V_i [V]	電流 I_i [A]	電力 P_i [W]	電壓 V_d [V]	電流 I_d [A]	電力 P_d [W]		荷重 W [kg]	速度 V [m/min]
N ₁	121	1.35	90	81	0.86	69.5	77.2	0	26.0
	121	1.10	75	90	0.68	61.2	81.6	3.0	29.0
	122	0.85	65	95	0.54	51.3	79.0	5.5	31.7
	124	0.40	50	105	0.36	37.8	75.6	8.5	35.0
	124	0.20	30	112	0.19	21.3	71.0	12.0	39.2
	124	0.07	10	123	0.03	3.7	37.0	15.0	41.6
N ₂	121	1.35	110	100	0.92	92.0	83.6	0	31.8
	122	1.10	90	108	0.72	77.7	86.5	3.0	34.5
	122	0.80	70	108	0.56	60.5	86.5	5.5	36.4
	124	0.30	55	117	0.39	45.6	83.0	8.5	39.2
	124	0.20	30	123	0.19	23.4	78.0	12.0	41.0
	124	0.07	10	129	0.04	5.16	51.6	15.0	43.0
N ₃	120	1.30	115	110	0.93	102.0	87.7	0	35.5
	122	1.10	95	115	0.73	84.0	88.5	3.0	37.5
	122	0.85	75	115	0.57	65.5	87.6	5.5	39.0
	124	0.30	55	120	0.38	45.6	83.0	8.5	41.0
	124	0.15	30	125	0.19	23.7	79.0	12.0	43.0
	124	0.07	10	130	0.04	5.2	52.0	15.0	44.7

(1) 出力特性

第1表에 依해서 SCR 整流裝置의 出力電流에 따른 出力電壓을 노次 別로 圖示하면 第4圖와 같은 出力特性曲線으로 된다. 이 特性에 있어서 出力電流가 增加하면 出力電壓은 相當히 降下함을 알 수 있다. 그 理由는 整流回路의 出力電壓 V_d 는

$$V_d = V_{d0} \cos \alpha - qfLI^2$$

단 V_{d0} = 無負荷最高電壓,

α = 位相制御角

q = 整流相數

f = 電源周波數

I = 直流電流 [A]

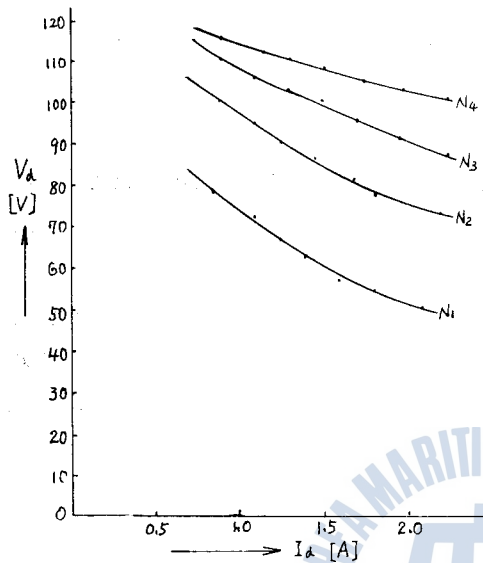
L = 電源側 리액턴스 [H]

와 같이 表示되므로 出力電壓은 位相制御에 依한 電壓降下 以外에 電源側 交流回路의 리액턴스

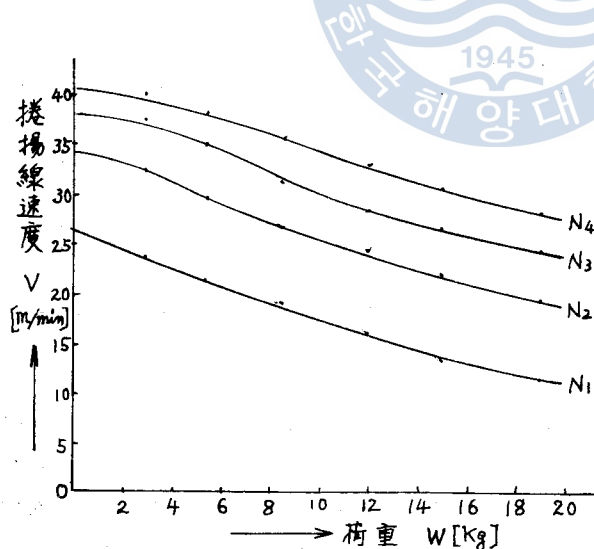
L 로 인한 電壓降下 $V_s = qfLI$ 가 생기기 때문에 出力電流 I_a 가 增加할수록 出力電壓 V_a 는 降下하게 된다.

(2) 捲揚 및 捲降特性

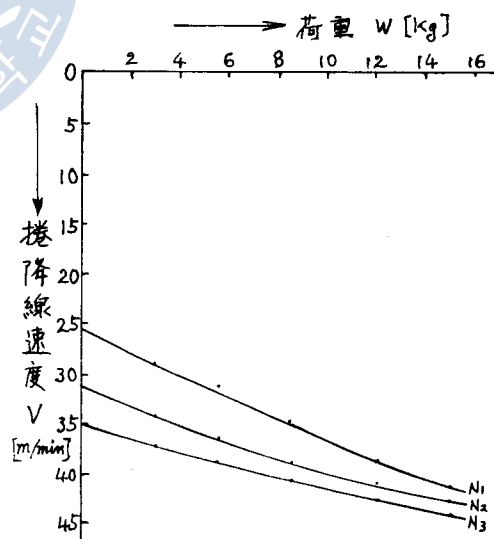
第1表 및 第2表에 依해서 各 노치 別로 各 荷重에 對한 捲揚特性 및 捲降特性을 圖示하면 第5圖 및 第6圖과 같이 된다. 第5圖의 捲揚特性에 있어서 電動機가 他勵磁式인 ね도 不拘하고 負荷에 따른 速度의 變動이 크게 나타났다. 그 理由는 第4圖의 出力特性曲線에서 알 수 있는 바와 같이 SCR의 整流裝置에서 出力電流가 커지면 出力電壓은 相當히 降下한다. 그러므로 電動機의 負荷가 增加할 때에 界磁電流는 一定($I_f = 0.28$ A) 이고 電機子供給電壓은 相當히 降下하



第4圖 出力特性曲線



第5圖 電動捲揚特性



第6圖 電動捲降特性

므로 速度는 降下가 甚하게 된다. 이 特性은 重負荷時 低速, 輕負荷時 高速인 直捲特性에 若干가 가까워지며 揚貨機이 速度特性으로서 大端히 바람직한 것이다. 이 速度變動은 位相制御角이 큰 노치 N_1 에서 제일 크고 位相制御角이 작은 노치 N_4 에서 작아진다.

第6圖의 電動捲降特性에 있어서 電動機驅動에 依한 加速에다 荷重에 依한 加速이 疊해지르

로 捲降速度는 重負荷일수록 커진다. 이 때에는 逆起電力이 커져서 電機子電流 即 SCR의 出力電流 I_a 는 작아지고 出力電壓 V_a 는 커지므로(第4圖 參照) 電動機速度는 더욱 빨라져서 安定된 荷重의 電動捲降은 어려워진다. 그러므로 重荷重 捲降時에는 制動이 必要하게 된다.

(3) 制動捲降特性

制動捲降實驗結果는 第3表와 같다. 이 表에서 노치 N_0 는 開閉器 S_3 을 열어서 電機子供給電壓을 零으로 한 完全한 發電制動의 境遇이며 V_r 은 制動抵抗 R_b 의 兩端의 電壓인데 同時에 電機子 端子電壓으로도 된다. I_r 은 制動抵抗中의 電流이며 I_o 는 電機子電流인데 電機子電流가 逆起電力의 方向으로 通할 때는 (-)값으로 表示하였다.

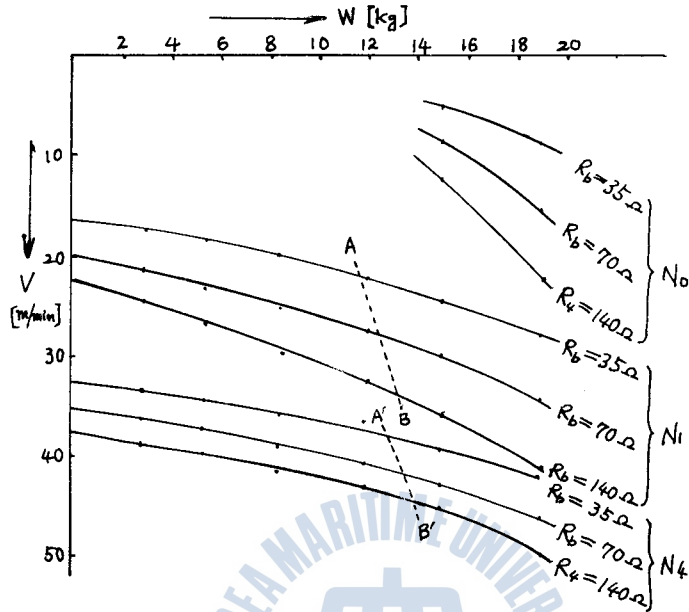
第3表에 依해서 各 노치 別로 各 荷重에 對한 捲降速度를 圖表로 그리면 第7圖와 같은 特性으로 된다. 第7圖는 第5圖와 比較해보면 制動抵抗 R_b 를 電機子와 並列로 連結함으로써 制動效果가 相當히 생긴다는 것을 알 수 있다. 그 理由는 첫째로 R_b 를 電機子와 並列로 連結하면 SCR의 出力電流가 增加하므로 第4圖의 出力特性에서 알 수 있는 바와 같이 出力電壓이 相當히 降下하므로 電動機의 速度가 降下하고 다음은 電動機의 逆起電力이 電機子供給電壓보다 커질 때 制動抵抗中을 通해서 反轉된 電機子電流가 通하게 되므로 電機子에 制動力이 發生하기 때문이다.

第3表 制動捲降實驗結果

노 치	SCR 入力			SCR 出力			整流效率 η [%]	負 荷		制 動				
	電壓 V_i [V]	電流 I_i [A]	電力 P_i [W]	電壓 V_a [V]	電流 I_a [A]	電力 P_a [W]		荷重 W [kg]	速度 V [m/ min]	抵抗 R_b [Ω]	電壓 V_r [V]	電流 I_r [A]	電流 I_o [A]	
N_0	0	0	0	0	0	0		15	12.1	140	29.0	0.20	-0.20	
	0	0	0	0	0	0		19	22.6	140	51.5	0.34	-0.34	
	0	0	0	0	0	0		15	8.7	70	17.0	0.24	-0.24	
	0	0	0	0	0	0		19	15.5	70	30.5	0.42	-0.42	
	0	0	0	0	0	0		15	5.0	35	10.0	0.24	-0.24	
	0	0	0	0	0	0		19	8.75	35	17.5	0.46	-0.46	
		122	1.85	125	70	1.24	87.0	69.5	0	22.7	140	62	0.42	0.82
		122	1.65	110	73	1.07	78.1	71.0	3.0	24.7	140	66	0.46	0.61
N_1	122	1.50	105	78	0.96	75.0	71.5	5.5	27.1	140	72	0.50	0.46	
	122	1.25	90	83	0.80	66.4	73.7	8.5	30.1	140	77	0.53	0.27	
	122	1.10	80	90	0.68	61.3	76.7	12.0	32.4	140	85	0.58	0.10	
	122	0.80	65	95	0.53	50.4	77.5	15.0	36.0	140	90	0.62	-0.09	
	122	0.35	50	103	0.36	37.0	74.0	19.0	41.6	140	100	0.70	-0.34	
	120	2.15	145	63	1.52	95.6	66.0	0	20.2	70	54	0.74	0.78	
	120	2.00	140	65	1.38	89.8	64.2	3.0	21.8	70	58	0.80	0.58	

船舶用 靜止型 워어트레너어드方式 揚貨機의 基礎實驗 및 考察 (9)

N ₁	120	1.90	130	69	1.26	87.0	66.8	5.5	23.4	70	61	0.85	0.41	
	120	1.75	120	72	1.12	80.7	67.3	8.5	25.1	70	65	0.90	0.22	
	120	1.60	110	76	1.00	76.0	69.2	12.0	27.6	70	70	0.97	0.03	
	120	1.40	101	80	0.90	72.0	71.3	15.0	30.0	70	74	1.04	-0.14	
	120	1.20	90	87	0.76	66.2	73.5	19.0	34.6	70	82	1.13	-0.37	
	120	2.70	190	55	1.96	108.0	56.8	0	16.5	35	44	1.23	0.73	
	120	2.55	175	55	1.80	99.0	56.5	3.0	17.4	35	45	1.28	0.52	
	120	2.45	175	57	1.72	98.0	56.0	5.5	18.5	35	48	1.36	0.36	
	120	2.30	160	60	1.56	93.5	58.3	8.5	20.0	35	50	1.39	0.17	
	120	2.25	160	63	1.48	93.0	58.0	12.0	22.1	35	54	1.50	-0.02	
	120	2.15	150	66	1.40	92.5	61.5	15.0	24.5	35	57	1.58	-0.18	
	120	2.05	145	70	1.29	90.5	62.5	19.0	27.8	35	62	1.62	-0.33	
	N ₄	122	2.00	200	107	1.60	171	85.5	0	37.4	140	101	0.70	0.90
		122	1.75	175	110	1.40	154	88.0	3.0	39.2	140	104	0.72	0.68
122		1.60	160	111	1.26	140	87.5	5.5	40.0	140	106	0.73	0.53	
122		1.35	140	112	1.07	120	85.8	8.5	41.0	140	109	0.75	0.32	
122		1.10	120	116	0.90	105	87.5	12.0	43.0	140	113	0.78	0.12	
122		0.90	95	118	0.73	86.2	90.7	15.0	45.5	140	116	0.80	-0.07	
122		0.50	75	120	0.53	63.5	84.7	19.0	49.5	140	119	0.82	-0.29	
120		2.60	270	104	2.18	227	84.2	0	35.4	70	94	1.30	0.88	
120		2.35	245	104	1.99	207	84.5	3.0	36.6	70	96	1.33	0.66	
120		2.20	230	105	1.85	194	84.5	5.5	37.1	70	98	1.37	0.48	
120		2.05	210	107	1.69	181	86.2	8.5	39.2	70	101	1.40	0.29	
120		1.90	200	110	1.54	169	84.5	12.0	41.0	70	104	1.46	0.08	
120		1.80	180	112	1.38	155	86.3	15.0	43.0	70	106	1.48	-0.10	
120		1.70	150	113	1.18	133	88.8	19.0	46.2	70	109	1.51	-0.33	
118		3.60	375	95	3.40	323	86.3	0	32.6	35	84	2.32	1.08	
118		3.50	370	98	3.10	304	82.2	3.0	33.8	35	86	2.40	0.70	
118		3.35	355	100	2.80	280	78.8	5.5	34.5	35	88	2.45	0.35	
118		3.15	340	100	2.65	265	77.8	8.5	36.0	35	89	2.48	0.17	
118		3.00	320	102	2.60	260	81.2	12.0	36.5	35	91	2.52	0.08	
118		2.87	310	104	2.47	257	82.8	15.0	39.5	35	93	2.60	-0.13	
118	2.70	290	105	2.29	241	83.2	19.0	42.0	35	96	2.68	-0.39		



第7圖 制動捲降特性

다. 第7圖의 制動捲降特性曲線에 있어서 點線 AB 및 A'B'의 右方은 電動機의 逆起電力이 電機子供給電壓 V_r 보다 커져서 電機子電流는 逆轉되어 發電制動이 作用하고 있는 部分이다.

制動捲降에 있어서 位相制御角은 클수록, 制動抵抗은 작을수록 發電制動은 크게 作用하여 捲降速度는 減少된다.

〔Ⅳ〕 考 察

(1) Thyristor-Leonard 方式의 主回路에 純브리지 2組를 逆並列結線으로 하고 電動機는 他勵電動機를 使用하면 揚貨機 全體가 無接點型으로 되고 電動捲揚, 電動捲降 및 回生制動을 할 수 있으므로 補修, 管理에 便利하고 또 制動捲降時 制動抵抗中에서의 電力消耗를 없앨 수 있어 有利하게 된다.

逆並列結線의 境遇보다도 使用하는 SCR의 數를 半으로 줄이고 回生制動도 보다 效果的으로 할 수 있는 diode-bridge 方式³⁾도 發表된 것이 있다.

(2) 揚貨機의 荷役能率을 向上시키기 爲해서는 電動機의 特性이 輕負荷時 高速, 重負荷時 低速인 直捲電動機 또는 直捲特性의 複捲電動機가 適合할 것이나 直捲電動機나 複捲電動機는 逆轉時에 直捲界磁捲線의 結線를 反對로 結線해 주어야 하며 無接點型으로 하기 爲해서는 他勵電動機를 使用해야 한다.

Thyristor-Leonard winch의 電動機에 他勵電動機를 使用하더라도 第5圖와 第6圖의 捲揚特性 및

捲降特性을 보면 輕負荷時 高速, 重負荷時 低速인 特性이 相當히 나타남을 알 수 있다.

(3) 第1表를 보면 SCR의 整流效率은 大概 80[%] 以上으로서 高效率을 나타내고 있는 反面에 電動機의 效率은 大端히 낮다. 그 原因은 電動機의 出力에 比해서 減速機의 損失이 너무 컸기 때문이다. 노치 N_1 에서 荷重 12[kg]을 捲揚할 때 線速度는 33.0[m/min]로 되고 이에 所要되는 動力은 $P_0=0.163 \times 12 \times 33=64.5[W]$ 인데 이 때의 減速機損失을 計算해 보면 56.5[W] 나 되므로 이 때의 電動機 全出力은 $64.5+56.5=121[W]$ 로 된다. 그러므로 電動機의 實際效率은 $121 \div 184 \times 100=65.8[%]$ 로 되는 셈이다.

〔V〕 結 論

Thyristor-Leonard winch에 對한 基礎實驗 및 考察을 한 結果, 〔Ⅲ〕 實驗結果에서 記述한 바와 같이 捲揚特性, 捲降特性, 制動捲降特性이 모두 滿足스러웠으며 이 揚貨機의 長點으로서는 다음과 같은 事項을 들 수 있다.

(1) thyristor는 微少한 信號에 依해서 制御되기 때문에 制御에 必要한 電力이 작고 速度制御 範圍가 넓으며 迅速하고도 精密한 連續的인 無段速度制御를 할 수 있다.

(2) thyristor의 on-off에는 機械的인 可動部分이 없으므로 arc의 發生이 隨伴되지 않는 無接點型으로 된다.

(3) 廻轉體가 없는 靜止機器이기 때문에 摩耗, 騒音, 補修의 問題가 解消되며 小型 輕量이고 設置가 容易하다.

(4) 整流損失이 적으므로 效率이 높고 經濟的이다.

thyristor-Leonard winch는 以上과 같은 長點이 있고 驅動時의 諸特性이 滿足스러우므로 商船에 實用化됨이 바람직 하다.

參 考 文 獻

- 1) 小柴典居 Transistor Pulse 回路 pp. 230 株式會社 産報, 東京 1965
- 2) 紙谷鐵男 電動機制御 System pp. 100, 電氣書院 東京, 1973
- 8) 金喆禹 Diode-Bridge 方式 3相 Thyristor 順逆電力變換裝置의 開發에 關한 研究, 電氣學會誌 Vol. 23, No. 4, 1974.

