

# 最近 商船에 있어서의 發電機 容量에 對한 考察

李 成 馥

## Study on Capacity of Electric Generator on Modern Cargo Vessel

Sungbok Lee

### 目 次

- |                           |                           |
|---------------------------|---------------------------|
| I. 序 論                    | 3. 發電機의 台數에 依한 負荷率의 比較    |
| II. 調査方法 및 結果             | 4. 發電機 負荷率의 計畫值와 實測值와의 比較 |
| III. 發電機 負荷率의 比較檢討        | IV. 發電機 台數에 關한 考察         |
| 1. 一般貨物船과 油槽船의 發電機 負荷率 比較 | V. 結 論                    |
| 2. 一般貨物船의 發電機 負荷率 分布      | 參考文獻                      |

### Abstract

It is very important to determine relevantly the capacity of the generator which supplies power to the motors driving various auxiliary machinery and to other apparatus on ship. In order to study whether the capacity of the generator on cargo vessel under operating is appropriate, the author has investigated the loading condition of the generator according to every state of harbouring-in (or barbouring-out), navigating, cargo-handling and anchoring of 45 ships (32 freighters and 13 oil-tankers), getting the following results.

(1) generally speaking, it is more helpful to furnish three generators on freighter for effective operation of generators, but two generators on oil-tanker are easier to handle and sufficient for effective operation because of less variation of electric power consumption for every state. In either case, one generator must be reserved.

(2) On oil-tanker, the load factor of the generator is satisfactory, being about 70% during navigation, and in other state it is more than 50%. So, the capacity of the generator seems to be appropriate.

(3) On freighter, the load factor of the generator is lower by about 10% than that of oil-tanker, and by about 13% than planned load factor, which indicates that the capacity of the generator is greater than needed.

(4) It is because total power consumption of freighter is overestimated, determining capacity of generator greater than necessary that load factor on freighter is low as above, therefore total power consumption is to be estimated more accurately by estimating demand factor less when practical input of motor for each auxiliary machinery is calculated and by determining diversity factor some greater when intermittent loads are totaled.

## I. 序 論

近來에 와서 船舶이 大型化되고 또 自動化되어 감에 따라서 機關部 補助機械 및 甲板機械도 그 容量이 커지고 이에 所要되는 電力도 漸漸 增加하여 가고 있다. 이와 같은 船用 機械類는 그 性格上 容量에 對해서는 充分한 餘裕를 보코 計畫을 해야 하지만 必要 以上 그 容量을 크게 取하면 艙裝時의 價格이 高價로 되고 또 補助機械는 恒常 輕負荷狀態로 運轉되기 때문에 効率이 나쁘게 되어 船舶의 運航費가 많이 든다. 따라서 補助機械用 電動機 및 이 電動機에 電力을 供給해 주는 發電機 等の 容量을 適切하게 選定하는 일은 大端히 重要한 일이다.

主發電機의 容量 및 台數를 適切하게 決定하기 爲해서는 船舶의 實需用 電力을 求해가지고 이것을 基礎로 하여 決定하는데 이 實需用 電力은 船舶의 여러가지 運航狀況에 依해서 달라진다. 이 運航 狀況은 大別해서 航海, 出入港, 荷役 및 停泊으로 分類되고 다시 必要에 따라서는 熱帶와 寒帶에 있어서의 運航, 여름철과 겨울철에 있어서의 運航 等으로 나누어 생각한다.

各補助機械用 電動機의 實需用 電力  $P$ 는 上述한 狀況을 考慮해서 下記한 式(1)에 依해서 計算한다. 1)

$$P = \frac{P_0}{\alpha \times \eta_m} \times f \dots \dots \dots (1)$$

여기에서  $P_0$  = 補助機械用 電動機의 定格出力  
 $\alpha$  = 補助機械用 電動機의 餘裕率  
 $\eta_m$  = 補助機械用 電動機의 定格時의 効率  
 $f$  = 需用率

(1) 式의 右邊에 있어서  $\frac{P_0}{\alpha \times \eta_m}$ 는 補助機械가 標準으로 定하여진 吐出量과 全揚程으로 動作할 때의 電動機入力인데 實際에 있어서는 補助機械는 반드시 標準으로 定하여진 吐出量과 全揚程으로 動作하지는 않으므로 實際의 動作狀態에 있어서의 電動機入力은 이것보다 작다. 그래서 이 入力에다 需用率  $f$ 를 곱한 式 (1)에 依해서 補助機械用 電動機의 實需用 電力을 計算한다.

船舶 全體의 各運航狀況別 實需用電力  $P_g$ 는 各補助機械 및 其他 裝置의 그 運航狀況에 對한 所要電力을 連續使用負荷와 斷續使用負荷의 二種으로 區分하여 下記式에 依해서 合計한 것이다.<sup>2)</sup>

$$P_g = \sum P_c + \frac{1}{x} \sum P_i \quad (2)$$

여기에서  $P_c$  = 連續使用 負荷의 實需用電力

$P_i$  = 斷續使用 負荷의 實需用電力

$x$  = 不等率

日本이나 韓國에 있어서는 式(2)에 依해서 船舶 全體의 實需用電力을 算出하는 것이 普通인데 유럽이나 美國 등에 있어서는 連續使用負荷의 實需用電力과 斷續使用負荷의 實需用電力과를 總計한 값을 補正的인 意味로서 不等率로 나누어서 算出하는 方法도 取해지고 있고<sup>3)</sup> 또 各補助機械 및 其他 裝置에 要求되는 入力에 그 裝置의 稼動率을 考慮한 同時率을 곱한 것을 그 裝置의 實需用電力으로 定하고 이 電力을 各運航狀況別로 總計한 것을 그 船舶 全體의 各運航狀況別 實需用電力으로 算定하고 있는 例도<sup>4)</sup> 있다.

以上 記述한 몇가지의 方法에 依해서 航海時, 出入港時, 荷役時, 停泊時 別로 船舶의 實需用電力을 算定하고 各發電機가 가장 經濟的으로 運轉되게끔 發電機의 設置台數 및 各發電機의 容量을 決定한다. 이와 같은 方法으로 設置台數와 容量을 決定한 發電機가 實地로 運航時에 어느 程度의 負荷率로 運轉되고 있는지를 一般貨物船과 油槽船別로 調查하여 比較檢討하고 또 이 實測負荷率이 電力調査表의 計畫値와 어느 程度의 差異가 있는지를 調查하고 이것들을 基礎로 하여 發電機의 容量을 決定하는데 考慮해야 할 點에 對하여 考察하였다.

## II. 調查方法 및 結果

貨物船에 있어서 實際의 電力使用狀況을 調查하기 爲하여 各船舶의 機關長 앞으로 表 1과 같은 調查表를 郵送하여 調查를 依賴하고 또 釜山港에 入港한 船舶에 對해서는 本人이 直接 機關士와 面談하여 調查한 것도 있다.

表 1 船舶電力使用調査表

① 船 主				
② 船名, 其他	船 名	船 種	總 噸 數	
	進水年月	速 力	造 船 所	
③ 主 機	型 式	出 力	台 數	
④ 主發電機用 原 動 機	型 式	出 力	廻轉數	
	製作所			

(4)

1974年 6月 韓國海洋大學 論文集 第9輯

⑤ 主發電機	種類		出力		台數	
	電壓		電流		製作所	
⑥ 補助發電機	種類		出力		製作所	
	電壓		電流			
⑦ 電動揚貨機	型式		出力		台數	
	能力					
⑧ 電動揚錨機	型式		出力		台數	
⑨ 電力使用狀況						

項目 狀況	發電機 使用台數	各發電機의 平常電流	各發電機의 平常電力	各發電機의 最大電流	各發電機의 最大電力
出入港時	台	A	KW	A	KW
航海中	台	A	KW	A	KW
荷役中	台	A	KW	A	KW
停泊中	台	A	KW	A	KW

記入者

職位

姓名

上記한 바와 같은 調査表를 韓國船員에 依해서 運航되고 있는 內國籍船 및 外國籍船 約 150隻의 機關長에게 郵送하여 調査를 依頼한 바 廻送되어 온 것이 約 100通, 그 중에서 船齡이 많은 것 總噸數가 8,000噸 未滿인 것 및 記入內容이 不分明한 것을 除外하고 또 몇 隻 안되는 直流船을 除外하고 보니 이 資料는 45隻으로 集約되었다. 直流船을 除外한 理由는 上記한 方法으로 資料를 추려내 보니 直流船이 5隻 包含되어 있었는데 이 5隻으로는 隻數가 적어서 그 統計的인 價値가 적을 것이고 또 1960年代 부터는 直流船은 거의 建造되고 있지 않기 때문이다.

위와 같이 추려낸 45隻中에는 一般貨物船이 32隻, 油槽船이 13隻(油鑛石兼用船 3隻을 包含) 있고 이 船舶을 所屬會社別로 보면 大韓海運公社 4隻, 汎洋專用船株式會社 5隻, 大韓船舶株式會社 2隻, 코리아라인株式會社 6隻, 大韓油槽船株式會社 1隻, 亞進海運株式會社 1隻, 三洋航海株式會社 1隻, 라스코海運株式會社 3隻, 永信商運株式會社 1隻, 天敬海運株式會社를 通해서 進出한 海外就業船 21隻으로 되어 있다.

表 2는 一般貨物船 32隻의 資料를 總噸數順으로 整理한 것이며 이 船舶이 使用하고 있는 發電機는 全部 自勵式交流發電機이다. 表 3은 油槽船 13隻의 資料를 整理한 것인데 資料番號 33番에서 36番까지 4隻은 他勵式交流發電機를 使用한 船舶, 37番에서 45番까지 9隻은 自勵式交流發

電機를 使用한 船舶이며 이것을 總噸數順으로 配列하였다. 廻轉勵磁機가 連結되어 있는 從來의 他勵式交流發電機에 比하면 自勵式交流發電機는 瞬時電壓變動이 작고 또 復歸時間로 大端히 짧기 때문에 發電機容量에 比해서 起動 KVA가 큰 籠型誘導電動機를 가지고 있는 船舶에 있어서는 大端히 適合한 發電機로서 1960年代부터는 舶用交流發電機에 自勵式交流發電機를 全적으로 使用하게 되었다.

表 2 및 表 3에 있어서 主發電機의 出力은 KVA로 表示하였으며 出力欄에 括弧를 한 數字는 그 船舶이 가지고 있는 補助發電機의 出力을 表示한다. 主發電機의 台數는 搭載台數를 말하고 使用台數는 그 船舶이 各運航狀況에 있어서 慣例적으로 使用하고 있는 並列發電機의 台數를 말하고 平常負荷 및 最大負荷는 各發電機의 KVA負荷를 KVA定格에 對한 百分率로 表示하였다.



表 2 一般貨物船の發電機 負荷率

資料番號	船名	總噸數	製造年月	造船國	主發電機			出入港時			航海中			役中			泊中			海運會社
					種類	台數	出力 [KVA]	使用台數	平常負荷 [%]	最大負荷 [%]	使用台數	平常負荷 [%]	最大負荷 [%]	使用台數	平常負荷 [%]	最大負荷 [%]	使用台數	平常負荷 [%]	最大負荷 [%]	
1	EURYALUS	9,276	1964. 3	日	A C	2	250	2	36	57	1	62	77	1	39	60	1	31	45	天 敬
2	CRYSTAL ROLEL	9,409	1960. 1	日	A C	3	300	2	44	60	2	31	39	2	26	78	1	34	37	海 公
3	KUM SUNG	9,500	1968. 9	伊	A C	3	250	2	53	63	2	47	56	2	31	44	1	25	31	大韓船舶
4	KOREAN PIONEER	9,746	1968. 7	日	A C	3	370	2	32	36	1	60	64	2	30	38	1	30	34	海 公
5	KOREAN FRONTIER	9,748	1968.10	日	A C	3	370	2	21	33	1	53	81	2	21	38	1	21	35	海 公
6	SU SUNG	9,896	1968. 6	伊	A C	3	200	2	56	63	2	47	56	2	31	44	1	25	31	大韓船舶
7	GOLDEN LIGHT	9,936	1968.12	日	A C	3	250	2	52	55	1	68	74	2	43	52	1	28	34	天 敬
8	AH JIN	10,021	1968. 7	日	A C	2	375	2	29	37	1	47	50	2	31	37	1	27	33	亞 進
9	PAN EASTERN	10,032	1968.11	日	A C	2	375	2	35	41	1	49	58	2	41	49	1	25	29	汎 洋
10	BEGONIA	10,169	1968.12	日	A C	2	375	2	31	35	1	50	58	1	52	71	1	31	54	코리안 라인 敬
11	ASIA RINDO	10,267	1968. 5	日	A C	3	320	2	53	58	1	72	85	2	56	58	1	24	36	天 敬
12	ASIA BOTAN	10,267	1968.11	日	A C	3	320	2	34	48	1	60	72	2	44	50	1	24	48	天 敬
13	MIDAS PRINCE	10,473	1968. 6	日	A C	3	320	2	33	43	1	62	77	2	36	43	1	26	53	天 敬
14	REGENT CEDAR	10,500	1973. 3	日	A C	3	600	2	53	72	2	49	60	2	35	36	1	29	32	코리안 라인 敬
15	GOLDEN ROD	10,718	1967. 9	日	A C	3	275	2	40	45	1	59	64	2	51	54	1	23	34	天 敬
16	FORTUNE STAR	10,962	1970. 6	日	A C	3	340	2	45	55	1	55	70	2	27	52	1	14	23	天 敬
17	SAMUEL'S	11,083	1970. 1	日	A C	3	425	2	37	41	1	48	55	2	52	66	1	11	15	라스 크 敬
18	MONTIRON	11,301	1968. 5	日	A C	3	375	2	27	27	1	50	65	2	21	42	1	21	21	天 敬
19	PAN KOREA	11,322	1972.11	韓	A C	3	340	2	34	50	1	59	70	2	29	41	1	22	36	汎 洋
20	CRYSTAL REED	11,526	1973. 2	日	A C	2	600	1	28	54	1	38	40	1	27	60	1	16	17	海 公
21	ROSE'S	11,719	1967.11	日	A C	3	450	2	34	42	1	57	67	2	64	78	1	42	58	라스 크 敬

22	MARITIME DOMINION	14,000	1971. 2	H	A C	3	388	2	28	32	1	56	66	2	24	30	1	20	24	天	敬
23	SPRAY STAN	15,302	1970. 7	H	A C	3	375	2	31	49	1	62	76	2	25	45	1	21	27	天	敬
24	SPRAY CAP	15,302	1970.12	H	A C	3	375	2	37	53	1	53	78	2	21	37	1	21	25	天	敬
25	M/BRILLIANCE	16,224	1970.11	H	A C	3	388	2	39	45	1	67	74	2	38	60	1	20	25	天	敬
26	BLUE SKY	18,736	1970.12	H	A C	3	425	2	36	44	1	55	62	2	73	73	1	33	33	天	敬
27	CARRETERA	18,922	1972. 2	H	A C	2	775	1	43	50	1	39	45	1	62	69	1	13	20	코리아	관인
28	RED SKY	21,000	1972. 6	H	A C	3	425	2	36	51	1	65	83	2	31	40	1	18	31	永信	商運
29	SANKO MOON	22,000	1972.10	H	A C	3	550	2	30	38	1	57	71	2	38	51	1	20	34	天	敬
30	SANKO SUN	22,000	1972. 7	H	A C	3	550	2	35	48	1	64	74	2	35	54	1	23	31	天	敬
31	SPRAY DERRICK	31,900	1972. 3	H	A C	3	525	2	52	62	1	59	67	2	45	64	1	21	27	天	敬
32	SOUTHERN CROSS	40,000	1973. 1	H	A C	3	660	2	67	88	1	58	67	2	69	69	1	25	45	코리아	관인

(註) 이 船船들은 全部 Motor Ship이고 裝備하고 있는 主發電機는 全部 自動式交流發電機이다.

表 3 油槽船의 發電機 負荷率

資料 番號	船名	總噸數	製造年月	造船國	主發電機			出入港時			航海中			役中			泊中			海通會社
					種類	台數	出力 (KVA)	使用 台數	平常 負荷 [%]	最大 負荷 [%]	使用 台數	平常 負荷 [%]	最大 負荷 [%]	使用 台數	平常 負荷 [%]	最大 負荷 [%]	使用 台數	平常 負荷 [%]	最大 負荷 [%]	
33	KOREA EDINBURGH	12,700	1956	英	A C (타력)	2	562 (214)	1	65	73	1	76	80	1	60	65	1	60	65	大韓油槽
34	DRAGON PARK	30,072	1952	美	A C (타력)	2	625 (94)	1	63	78	1	63	78	1	63	78	1	63	78	汎洋
35	SILVER PARK	30,147	1954. 6	美	A C (타력)	2	625 (94)	1	63	75	1	63	75	1	50	63	1	50	63	汎洋
36	ANGEL PARK	30,148	1953. 6	美	A C (타력)	2	624 (75)	1	79	85	1	76	85	1	79	82	1	75	78	汎洋
37	SANKO BAY	33,695	1967. 8	日	A C	2	688	2	36	45	1	74	78	1	72	77	1	66	70	敬天
38	FARE FIELD COFA	43,466	1964. 2	日	A C	2	600	2	32	35	1	66	80	1	50	58	1	50	54	코리아인
39	STRAITS DAHLIA	44,263	1966. 6	日	A C	2	700	2	40	42	1	72	78	1	56	56	1	50	50	코리아인
40	SPRING ODESSA	45,236	1969. 6	日	A C	2	688	2	40	48	1	74	80	2	29	35	1	34	52	敬天
41	R/PIMPERNEL	45,844	1969. 9	日	A C	2	688	1	67	81	1	71	82	1	56	74	1	47	67	敬天
42	GALAXY	48,204	1961.10	日	A C	2	540	2	32	35	1	62	64	1	—	—	1	58	60	코스코
43	DR DK SAMY	54,513	1967.12	日	A C	2	750	2	46	60	1	68	75	1	59	70	1	52	70	敬天
44	OCEAN VENTURE	55,493		日	A C	2	750	2	37	40	1	60	71	2	37	41	1	36	38	敬天
45	NEW STAR	63,988	1969.10	瑞典	A C	3	875	2	40	48	2	36	55	2	39	48	2	27	43	三洋航海

(註) ① 主發電機種類欄에 A C 라고 적은 것은 他勵式交流發電機를 말하고 AC라고 적은 것은 自勵式交流發電機를 말함.  
 (타력)

② 主發電機出力欄에 記入한 數字는 補助發電機의 出力을 表示한다.

③ 資料番號 33~36의 4隻은 Steam Ship이고 其他는 Motor Ship이다.



### Ⅲ. 發電機 負荷率의 比較檢討

#### 1. 一般貨物船과 油槽船의 發電機 負荷率 比較

一般貨物船 32隻과 油槽船 13隻에 對해서 各運航狀況에 있어서의 發電機 負荷率의 算術平均을 내보면 表 4와 같다. 一般貨物船에 있어서는 航海中에 最大値의 平均이 65[%]로 될 뿐이고 그 外에는 大部分의 境遇가 50[%] 以下로 되며 그 負荷率은 相當히 낮다. 그 原因으로서는 一般貨物船의 電力計畫에 있어서는 荷役時에 揚貨機全體를 使用할 때의 全需用電力이 各 運航狀況中의 最大需用電力으로 되고 이것을 基礎로 해서 發電機의 容量과 台數를 決定하는 수가 많기 때문에 all hatch 荷役時 以外에 있어서는 負荷率이 작게 되는 것을 免할 수 없기 때문이라고 생각된다.

表 4 船種別 主發電機 負荷率의 平均値

運航狀況 船 種	出入港時		航海中		荷役中		停泊中	
	平常値 [%]	最大値 [%]	平常値 [%]	最大値 [%]	平常値 [%]	最大値 [%]	平常値 [%]	最大値 [%]
一般貨物船	39	49	55	65	39	53	24	33
油槽船	49	57	66	75	55	62	51	60

이에 對해서 油槽船의 發電機 負荷率을 보면 航海中 最大値의 平均이 75[%]나 되고 그 外의 境遇에도 50[%]를 上廻하며 一般貨物船의 搭載 發電機台數 3台에 比해서 油槽船은 搭載 發電機台數가 2 台인데도 不拘하고 油槽船에 있어서의 發電機 負荷率은 一般貨物船에 있어서의 發電機 負荷率보다 모든 運航狀況에 있어서 約 10[%] 以上 높다는 것을 알 수 있다. 그 理由로는 油槽船에 있어서는 펌프室補機에 蒸氣를 使用하는 것이 많으므로 電力計畫이 簡單하여 負荷狀態를 正確히 把握할 수 있기 때문에 이에 適合한 容量의 發電機를 設置함으로써 發電機의 負荷率도 높아진다고 볼 수 있다.

#### 2. 一般貨物船의 發電機 負荷率 分布

一般貨物船 32隻에 對해서 發電機의 負荷率을 10[%] 間隔으로 區分하여 各負荷率로 運轉되고 있는 船舶이 몇 隻이나 되는지 그 分布를 내보았다. 表 5는 平常負荷率의 分布를 表示하고 表 6은 最大負荷率의 分布를 表示한 것인데 括弧內의 數字는 그 負荷率로 運轉되고 있는 船舶隻數의 全體隻數 32隻에 對한 百分率을 表示한 것이다.

航海中에는 平常負荷率도 50~69[%] 되는 船舶이 大半이며 最大負荷率은 60~79[%] 되는 船舶이 大半으로 比較的 높은 負荷率을 보여주고 있다. 出入港時에 있어서는 平常負荷率이 30~49[%]되는 船舶이 大半이며 最大負荷率도 40~59[%] 되는 船舶이 大半으로 比較的 負荷率이 낮다. 이것은 出入港時에는 發電機의 故障이 發生하였을 때 操船不能으로 되어 不意의 큰

表 5 平常負荷率別 隻數分布

運航狀況 \ 負荷率	10~19 [%]	20~29 [%]	30~39 [%]	40~49 [%]	50~59 [%]	60~69 [%]	70~79 [%]
出入港時		4(12)	17(53)	4(12)	6(19)	1(3)	
航海中			3(9)	6(19)	13(41)	9(28)	1(3)
荷役中		9(28)	11(34)	4(12)	4(12)	3(9)	1(3)
停泊中	6(19)	20(62)	5(16)	1(3)			

表 6 最大負荷率別 隻數分布

運航狀況 \ 負荷率	10~19 [%]	20~29 [%]	30~39 [%]	40~49 [%]	50~59 [%]	60~69 [%]	70~79 [%]	80~89 [%]
出入港時		1(3)	6(19)	10(31)	9(28)	4(12)	1(3)	1(3)
航海中			1(3)	2(6)	6(19)	9(28)	11(34)	3(9)
荷役中			6(19)	8(25)	7(22)	7(22)	4(12)	
停泊中	3(9)	9(28)	14(44)	3(9)	3(9)			

事故가 發生할 수도 있으므로 安全性을 重視한다는 觀點에서 發電機 1台만으로 充分한 때에도 慣例的으로 2台를 並列運轉하고 있는 船舶이 많이 있기 때문이라고 생각된다. 荷役時에는 平常 負荷率이 20~39[%]되는 船舶이 大半이며 最大負荷率도 60[%] 以下되는 船舶이 大半으로 그 負荷率은 相當히 낮다. 그 理由로서는 all hatch를 1時에 荷役하지 않을 때도 많고 또 all hatch 荷役時라도 揚貨機 全體가 同時에 使用되는 일은 거의 없으며 또 한대의 揚貨機에 걸리는 負荷도 每回 全負荷로 되는 일은 거의 없기 때문이라고 생각된다.

### 3. 發電機의 台數에 依한 負荷率의 比較

一般貨物船 32隻中에 主發電機 2台를 搭載하고 있는 船舶이 6隻, 主發電機 3台를 搭載하고 있는 船舶이 26隻 있으므로 主發電機 2台인 境遇의 負荷率平均과 主發電機 3台인 境遇의 負荷率平均을 求하여 比較해 보면 表 7와 같다.

表 7 發電機 台數에 依한 負荷率平均의 比較

運航狀況 \ 發電機台數	出入港時		航海中		荷役中		停泊中	
	平常值 [%]	最大值 [%]	平常值 [%]	最大值 [%]	平常值 [%]	最大值 [%]	平常值 [%]	最大值 [%]
2台인 船舶	35	46	48	55	42	58	24	33
3台인 船舶	40	50	57	68	39	52	24	33

表 7를 보면 主發電機가 3台인 船舶의 發電機 負荷率이 主發電機 2台인 船舶의 發電機 負荷率

보다 航海中에는 約 10[%], 出入港時에는 約 5[%] 높다. 그리고 荷役中과 停泊中에도 主發電機 3台인 船舶의 發電機 負荷率이 主發電機 2台인 境遇보다 높아야 할 것인데 表 7에서 荷役中에는 反對로 主發電機 3台的 境遇의 負荷率이 낮고 停泊中에는 같다. 이것은 主發電機 2台인 船舶의 隻數가 6隻 뿐으로 그 隻數가 많지 않아서 統計的 價値는 적고 偶然히 그렇게 나타난 것으로 생각된다.

#### 4. 發電機 負荷率의 計畫値와 實測値와의 比較

資料番號 4, 8, 19의 船舶 3隻에 對해서 建造當時의 發電機 負荷率 計畫値와 運航時의 發電機 負荷率 實測値를 比較해 보면 表 8과 같다. 但 括弧內의 數字는 發電發의 使用台數를 表示한다.

表 8 發電機 負荷率의 計畫値와 實測値와의 比較

船 名		運航狀況	出 入 港 時	航 海 中	荷 役 中	停 泊 中
No. 4 KOREAN PIONEER	計畫値[%]		63(2)	86(1)	70(2)	74(1)
	實測値[%]		36(2)	64(1)	38(2)	34(1)
No. 8 AH JIN	計畫値[%]		50(2)	64(1)	73(2)	29(1)
	實測値[%]		37(2)	50(1)	37(2)	33(1)
No. 19 PAN KOREA	計畫値[%]		64(2)	80(1)	75(2)	34(1)
	實測値[%]		50(2)	70(1)	41(2)	36(1)

表 8에 있어서 發電機 負荷率의 實測値는 最大値를 表示한 것인데도 不拘하고 No. 4의 船舶에 있어서는 모든 運航狀況에 있어서 計畫値보다 22[%] 이상이나 작고 No. 8, No. 19의 船舶에 있어서도 停泊中을 除外하고는 實測値가 計畫値보다 10[%] 이상 작다. 이와 같이 發電機 負荷率의 實測値가 計畫値보다 相當히 작은 것은 船舶의 實需用 電力을 正確하게 算定하기가 大端히 어렵기 때문이라고 생각된다.

특히 荷役中에 있어서 實測値가 計畫値보다 32[%] 이상이나 작은 것은 計畫値가 all hatch 荷役時의 數値인데 實地荷役時에는 all hatch 荷役이란 거의 없으므로 實測値가 以上과 같이 計畫値보다 작게 나타난다고 생각된다.

以上은 電力調査表를 入手한 船舶 3隻에 對해서만 發電機 負荷率의 計畫値와 實測値를 比較檢討한 것인데 다른 모든 船舶에 있어서도 이와 같은 實情이라고 생각한다.

#### Ⅳ. 發電機의 台數에 關한 考察

韓國船級協會의 鋼船構造 및 船級에 關한 規則<sup>9)</sup>에 「發電機의 容量과 台數는 그 中 어느 한 台를 使用 못하여도 船舶의 推進 및 安全에 關係가 있는 重要한 負荷를 運轉하는데 充分한 것

이어야 한다」라고 規定되어 있고 또 美國海運局의 鋼船構造 및 船級에 關한 規則<sup>7)</sup>에도 이와 같은 內容으로 다음과 같이 規定되어 있다.

All ocean-going vessels using electricity for ship's service power or light are to be provided with at least two ship's service generator sets. The capacity of the generator set or sets is to be sufficient to carry the necessary sea load essential for the propulsion and safety of the ship and preservation of the cargo under normal operation with any one generator set in reserve.

이와 같은 要求를 基礎로 하여 發電機를 가장 經濟的으로 運轉할 수 있는 台數 및 容量을 決定해야 하는데 發電機의 台數로는 主發電機 3台, 主發電機 2台와 補助發電機 1台, 主發電機 2台를 設置할 境遇를 생각할 수 있다.

主發電機 2台와 補助發電機 1台를 裝備하고 있으면 變動하는 負荷狀態에 對해서 恒常 높은 負荷率로 發電機를 運轉할 수 있을 것이므로 運轉效率이 좋고 經濟的이기는 하나, 한편 補助發電機를 裝備할 때에는

- ① 主發電機와 補助發電機의 運轉交代 및 並列運轉時의 負荷分擔調整 등이 번거롭다.
- ② 容量이 다른 2種類의 發電機를 裝置함으로써 豫備品の 種類가 많아지며 豫備品の 互換性이 작아진다.

등의 欠點이 있으므로 機關士의 作業內容을 單純化하고 省力化하기 爲해서는 經濟性이 多少 低下되더라도 補助發電機는 裝備하지 않는 것이 좋을 것이라고 생각된다. 그러나 Steam Ship에 있어서는 cold start 時에 對備하여 內燃機關驅動的의 補助發電機가 必要하게 된다. 表 2 및 表 3를 보면 Steam Ship은 4隻(資料番號 33, 34, 35, 36)이 모두 補助發電機를 裝置하고 있으나 그 外의 Motor Ship은 41隻이 모두 補助發電機를 裝備하고 있지 않음을 알 수 있다.

따라서 大部分의 境遇는 主發電機 3台를 裝備하거나 2台를 裝備하게 되는데 그 中 1台는 豫備機로 되어야 한다. 그러므로 一般貨物船에 있어서 主發電機 2台를 裝置할 境遇에는 主發電機 1台만으로 船舶의 運航이 可能할 것이므로 操作이 大端히 簡便하다는 長點이 있으나 全運航狀態를 생각할 때 若干 輕負荷로 될 것이다. 主發電機 3台를 裝備할 때에는 1台는 豫備機로 되고 一般的으로 電力需要가 많은 出入港時와 荷役時에는 發電機 2台를 並列運轉하고 電力需要가 一般的으로 적은 航海時와 停泊時에는 發電機 1台만을 運轉하면 되므로 發電機의 負荷率이 恒時 높아지고 또 豫備機의 出力도 主發電機 2台를 裝置할 때보다 작아지므로 經濟的으로 된다.

油槽船에 있어서는 表 3에서도 알 수 있는 바와 같이 各運航狀況에 있어서의 實需用 電力에 變動이 別로 없기 때문에 主發電機를 2台 裝備하여 1台는 豫備機로하고 다른 1台를 가지고 모든 運航時에 運轉하여도 負荷率은 相當히 높으며 操作이 簡便하여 有利하다. 그런데 出入港時에 있어서는 萬一의 境遇에 對備해서 安全을 爲하여 豫備機까지 運轉하고 있는 船舶이 많은 것 같으며 表 3의 油槽船 12隻中에서도 7隻이 그리하고 있다.

## V. 結 論

우리나라 船員에 依해서 運航되고 있는 內國籍 및 外國籍船舶 45隻에 對한 發電機의 負荷狀態를 調査한 結果 大概 다음과 같은 結論을 얻었다.

(1) 一般貨物船에 있어서는 主發電機 3台를 裝備하여 1台는 豫備機로 하고 一般的으로 出入港時와 荷役時에는 2台를 並列運轉하고 航海中과 停泊中에는 1台를 使用하는 것이 發電機의 負荷率을 높이고 發電機를 經濟적으로 運轉하는데 有利하다.

(2) 油槽船에 있어서는 各運航狀況에 있어서의 實需用 電力에 變動이 적기때문에 主發電機 2台를 裝備하여 1台를 豫備機로하고 運航時에 發電機 1台만을 使用하여도 發電機의 負荷率이 높게 되고 發電機의 操作도 簡便하게 되어 便利하다.

(3) 油槽船에 있어서 航海中 發電機의 負荷率平均은 約 70[%]이고 다른 運航狀況에 있어서도 50[%]以上으로 되어 負荷率은 良好하다. 一般貨物船에 있어서는 各運航狀況에 있어서 發電機의 負荷率平均이 油槽船에 比해서 約 10[%] 낮다. (表 4 參照)

(4) 一般貨物船에 있어서 發電機의 負荷率實測値는 電力調査表의 計畫値보다도 出入港時 및 航海中에는 約 13[%] 荷役中에는 30% 以上이나 낮다. (表 8 參照)

一般貨物船의 發電機 負荷率實測値가 以上과 같이 낮은 것은 一般貨物船의 實需用 電力을 正確히 算定하기가 어려워서 너무 餘裕있게 算定된 結果 發電機의 容量이 必要 以上 커졌기 때문이라고 생각되며 이것을 是正하기 爲해서는 電力調査表 作成時에 다음 點을 考慮할 必要가 있다고 생각한다.

(1) 各補助機械用 電動機의 實需用 電力  $P$ 를 (1)式에 依해서 計算할 때에 需用率  $f$ 를 너무 크게 取하는 傾向이 있는 것 같다. 이 需用率  $f$ 는 一般補助機械에 있어서는 大略 60~95[%], 操舵機에 對해서는 20~30[%]의 값을 갖는데 그 補助機械의 種類, 運轉狀況 및 稼動率 등을 考慮해서 이 需用率  $f$ 를 從來의 基準보다 5~10[%]程度 작게 取해주는 것이 좋다고 생각한다.

揚貨機에 있어서는 그 型式, 台數, 荷役方法 및 積荷의 種類 등에 依해서 그 需用率은 35~75[%]의 값을 取하는데 荷役時의 負荷率實測値가 計畫値보다 30[%] 以上이나 작게 나타나 있는 點을 勘案하여 그 要用率을 從來의 基準보다 10~15[%] 작게 잡아주는 것이 좋다고 생각한다.

(2) 船舶全體의 實需用 電力  $P_g$ 를 (2)式에 依해서 計算할 때에 不等率  $x$ 는 大略 1.5~3의 範圍에서 取하는데 이것은 너무 작게 取하는 傾向이 있는 것 같다. 따라서 이 不等率은 좀 크게 取해 주는 것이 좋겠다고 생각한다.

이와 같이 하면 船舶 全體의 實需用 電力이 보다 正確히 算定되고 따라서 發電機의 容量도 보다 適切하게 選定됨으로써 負荷率도 上昇되고 發電機는 보다 經濟적으로 運轉될 것이다.

끝으로 本調査를 하는데 있어서 協助를 많이 해주신 各船舶會社의 關係各位 및 船舶의 電力測定 및 調査에 수고를 해 주신 各船舶의 機關士 여러분들에게 깊이 感謝를 드리는 바입니다.

參 考 文 獻

- 1) 關西造船協會造船研究委員會編：商船機關部計畫' pp. 52, 海文堂, 東京, 1962.
- 2) 日本船用機關學會編：船用電氣工學便覽, pp. 45, 海文堂, 東京, 1970.
- 3) 同上
- 4) Howaldtswerke-Deutsche Werft: Electric Load Balance. 1970.
- 5) 日本船用機關學會編：船用電氣工學便覽, pp. 85, 海文堂, 東京, 1970.
- 6) 韓國船級協會編：鋼船構造 및 船級에 관한 規則, pp. 453, 靑丘出版社, 서울, 1968.
- 7) American Bureau of Shipping : RULES for Building and Classing STEEL VESSELS 1970, pp. 342, Printed by R. R. Donnelley & Son's Company at the Lakeside Press Chicago.

