

# 鎮海地區工業用水用 電動機 및 起動補償器 性能試驗에 關한 報告

報 告
16-3-1

禹 亨 疇\*  
(Hyung-Joo, Woo)

## 1. 緒 言

建設部에서 政府支援施策의 하나로서 鎮海地區工業用水用水道施設을 主管하게 되었다.

이 工業用水道施設의 取水地點을 洛東江本流沿岸의 慶南 昌原郡 本浦里에 있으며 여기서 펌프로 洛東江水面에서 約 4.4[m] 높이까지 揚水하여 約 3.5[km] 떨어진 注南貯水池로 送水한 후 이곳에서 다시 펌프로 水頭 約 90[m] 되는 고개를 넘어 約 26.6[km] 떨어진 鎮海市의 取水地點으로 送水하게 되어 있다.

當初 建設部에서는 第一次로 送水量 85,000[m<sup>3</sup>/day]을 目標로 本浦里에 80[kw] 容量의 電動機 및 펌프 各 2臺와 注南에 375[kw] 容量의 電動機 및 펌프 各 3臺 및 이들의 附帶施設을 外國에서 導入하여 設置할 計劃이었으나 國內 各專門分野의 技術的인 檢討結果 이 程度의 펌프 및 電動機들은 國內에서 生産可能하다는 結論을 얻었으며 이事業의 效果的인 遂行을 위하여 設計, 製作 및 性能試驗의 監督을 위한 檢收委員會가 構成되었다. 이 委員會의 電氣側委員으로 서울大學校 工科大學教授 李承院, 商工部工業 第二局電氣工業課長 河承植, 韓電電氣試驗課長 李根傑 諸氏와 筆者가 委囑되었다.

이 펌프와 電動機 및 起動補償器의 設計製作은 國內에서 定評있는 利川電機工業株式會社와 建設部間에 1965年 11월에 契約되었는바 建設部內部에서의 事務分掌關係로 本委員會가 設計 및 製作監督에 關與하지 못하였으나 1966年 7~8月 사이의 工場試驗과 1966年 9월에 있는 本浦里 및 注南地區의 現場試驗에는 立會하여 그 性能保障에 關與하였다.

그後 建設部에서는 第二次로 其施設을 增設하기 爲하여 本浦里取水場에 80[kw] 容量의 電動機, 펌프 및 起動補償器 各 1臺와 注南貯水池에 550[kw] 容量의 電動機, 펌프 및 起動補償器 各 一臺를 다시 利川電機會社에 製作依頼하고 試驗 및 檢收委員으로 電氣部에 筆者가 委囑되었다.

1967年 3月末부터 電動機設計 및 製作에 關하여 各種材料選定을 監督하고 5月中旬 工場試驗, 7月下旬에 本浦里 및 注南에서의 現場試驗을 마쳤다.

本報告는 建設部에서 國產品에 對한 大容量電動機로서는 最初의 性能試驗인 點에서 意義가 있다고 보며 第一次分에 비해 改善된 點이 많은 第二次分만을 取扱하기로 한다.

## 2. 電動機 및 起動補償器 製作示方內容

製作示方書(建設部 1967. 2)中에서 本報告에 必要한 部分을 拔萃하면 다음과 같다.

### 第4條 規格 및 性能

#### (가) 電動機

項目	明細	單位	洛東江取水場	注南貯水場
1	軸馬力	HP	下記 펌프에  적합한 軸馬力을  갖일것. (1) 펌프의 容量 52,500 [m <sup>3</sup> /day] (2) 吸入揚程 4.50[m] (3) 全揚程 11.2[m] (4) 回轉速度 900[rpm] (5) 效率 중수두의 變化가 10.00[m]에서 11.20[m]까지  사이에서 80[%] 또는 그以上	737馬力前後
2	稼動電源	相 cycle volt	3相 60[cycle] 3,300 [volt]	3相 60[cycle], 3,300[volt]
3	效率	%	全負荷時 92[%] 以上 3/4 " 91.5[%] " 1/2 " 90.0[%] "	全負荷時 93[%] 以上 3/4 " 91.5[%] 以上 1/2 " 90.5[%] 以上
4	電動機負荷		펌프의 設計點에서 定格軸馬力의 90[%]를  초과할 수 없다.	펌프의 設計點에서 定格軸馬力의 92.5[%]를  초과하지 않는다.
5	稼動條件		全負荷로 連續稼動時 電動機는 溫度上昇 50 [°C] 以下에서 稼動되어야 한다. 1.15倍 超過負荷로서 定格의 電壓과 周波數로 稼動될 때 電動機는 위미로운 溫度上昇 없이 稼動되어야 한다. 電動機 KS 및 規格에 一致하여야 한다.	左 同
6	臺數		1	1

\* 서울工大教授 本學會會長

(나) 起動補償器

項目	明細	單位	洛東江取水場	注南貯水場
1	馬力	HP	電動機의 過負荷馬力以上이어야 한다.	左 同
2	型式		(1) 水動型일것 (2) 過負荷와 低電壓保護裝置를 包含한다. (3) 起動裝置函은 室內設置用 自立型이고 금속 입힘의 鐵材構造物이어야 한다. (4) 起動裝置는 防滴型일것	(1) 減壓型 水動型일것 (2) 過負荷와 低電壓保護裝置를 包含할것. (3) 起動裝置函은 室內設置用이고 自立型이며 금속 입힘의 鐵材構造物일것. (4) 性能 및 構造는 JIS, JEM 에 一致하여야 한다.
3	臺數		1	1

3. 工場性能試驗

(가) 電動機部

本性能試驗은 1967年 6月 1日부터 6月 20日까지 利川 電氣株式會社 仁川工場에서 行하였다.

本電動機들은 特殊籠型이므로 550[kw]에 對해서는 KSC-4201의 特殊A圓線圖法을, 80[kw]는 KSC-4201 特殊B圓線圖法에 準하여 特性計算을 하였으며, 이에 必要한 試驗을 行하였다. 其他 性能試驗으로서 絕緣耐壓, 溫度上昇試驗(평균全負荷를 經수 없고 또 施設關係로 一次重疊法을 써서 溫度上昇試驗을 行하였음).

過速試驗, 過負荷試驗 및 絕緣低抗試驗을 行하였다.

電動機性能試驗資料

取水場	電動機番號	容量 [kw]	極數 P	電壓 [V]	型式	無負荷試驗			拘束試驗			抵抗 Ruv [Ω]	室溫 [°C]			
						E[V]	I0[A]	W0 [W]	60	40						
洛東江(本浦)	670066	80	10	3,300	TIE-F	3300	9.9	3840	20	560	5175	20	386	4500	2.928	22.4
注南	670080	550	10	3,300	TIE-C	3300	35.83	12000	120	720	3200	120	500	2400	0.291	24

[550KW 電動機 特殊 A 圓線圖法計算例] (以下 모든 計算은 計算尺에 依함)

$$Z_s' = \frac{E_s'}{\sqrt{3} I_s'} = 3.465 \quad r_s' = \frac{W_s'}{3 I_s'^2} = 0.741$$

$$x_s' = \sqrt{z_s'^2 - r_s'^2} = 3.383$$

$$z_s'' = \frac{E_s''}{\sqrt{3} I_s''} = 2.408 \quad r_s'' = \frac{W_s''}{3 I_s''^2} = 0.588$$

$$x_s'' = \sqrt{z_s''^2 - r_s''^2} = 2.34$$

$$X = 5x_s'' = 3.6X_s'' - 1.4x_s' = 3.68$$

$$R = 2.4r_s'' - 1.4r_s' = 0.375$$

$$Z_s = \sqrt{X^2 + R^2} = 3.7 \quad R_{75} = \frac{154.75 \times R_{uv}}{234.5 + t} = 0.175$$

$$I_s = \frac{E}{\sqrt{3} Z_s} = 515, 381.4$$

$$I_0 = 35.83 / 26.55 \left( K = \frac{1}{1.35} \text{ mm/A} \right)$$

$$I_{sa} = \frac{I_s \cdot R}{Z_s} = 52.2 / 38.67 \quad I_{0a} = \frac{W_0}{\sqrt{3} E} = 2.1 / 1.555$$

$$I_{1a} = \frac{746 \times HP}{\sqrt{3} E} = 96.2 / 71.2$$

$$TU = \frac{\sqrt{3} R_{75} (\bar{N}S)^2}{E \cdot K} = 15.64$$

$$I_{st} = I_s' \frac{E}{E_s'} = 550$$

$$\frac{T_{st}}{T} = \frac{(1-S)(W_s' - 1.5I_s'^2 R_{uv})}{746 \times HP} \left( \frac{E}{E_s'} \right)^2 \times 100 = 96.9\%$$

550[KW] 電動機 特殊計算

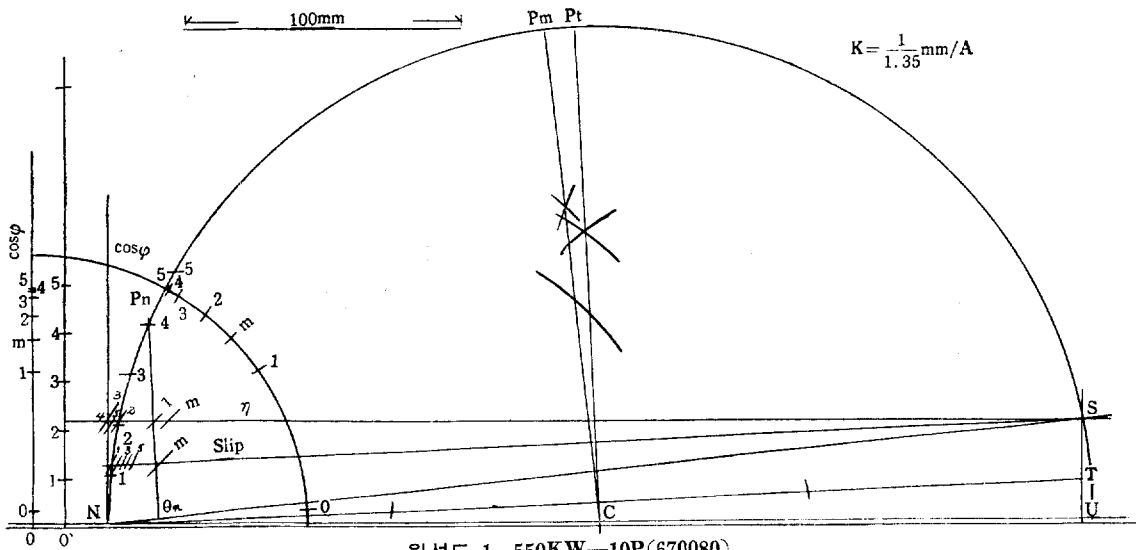
負荷率	0	25	50	75	100	125	最大	最大出力
區分								
電壓 [V]	3,300	3,300	3,300	3,300	3,300	3,300	3,300	
電流 [A]	35.83	45.22	65.5	89.4	115.5	143.8	349.5	$P_m = 226.4\%$
能率 [%]	—	91.2	94.65	95.5	95.7	95.48	89.75	$T_m = 234\%$
力率 [%]	6.5	57.2	77.8	84.5	87.1	87.7	69.5	$I_{st} = 96.9\%$
回轉數 (RPM)	720	718	716	714	711	709	680	
스립 (%)	—	0.283	0.595	0.90	1.22	1.57	5.47	

80KW 電動機特殊計算(特殊 B 圓線圖法에 準함)

區分	負荷率	0	25	50	75	100	125	最大	最大出力
電壓 [V]		3,300	3,300	3,300	3,300	3,300	3,300		
電流 [A]		9.9	10.9	12.87	15.75	19.10	22.74	77.1	$P_m=326\%$
能率 [%]		—	84.1	90.3	92.4	93.0	93.1	82.75	$T_m=349.2\%$
力率 [%]		6.72	38.8	59.6	72.2	78.7	82.5	71.5	$T_{st}=145\%$
回轉數 [R.P.M]		720	718	716	714	712	710	670	
스 리 프 [%]		—	0.3116	0.57	0.85	1,140	1,425	6.98	

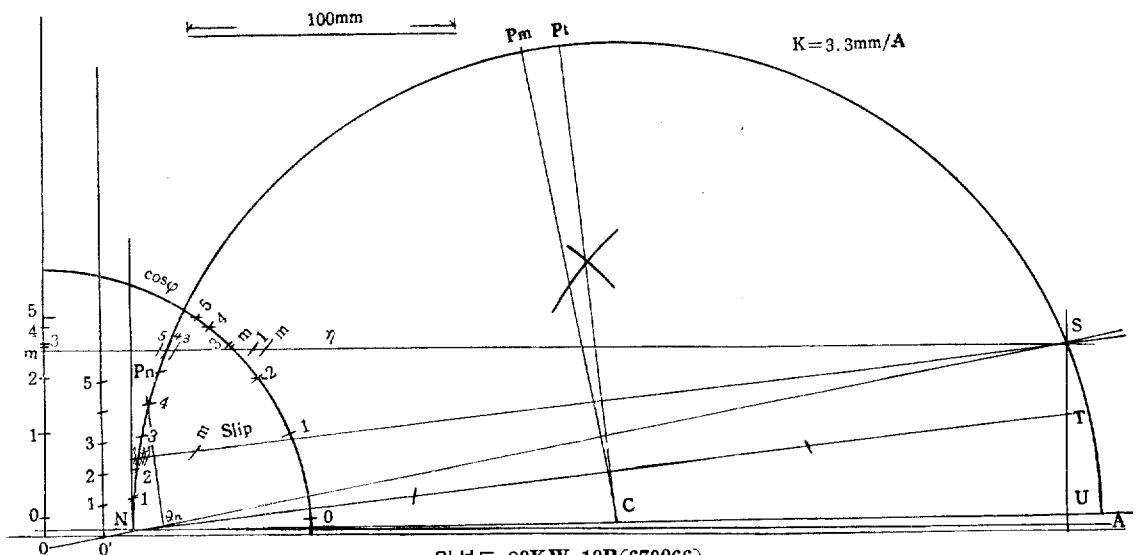
各電動機의 圓線圖, 特性曲線, 溫度上昇曲線 및 無負荷特性曲線의 다음 그림과 같다.

550kw-10P (670080)

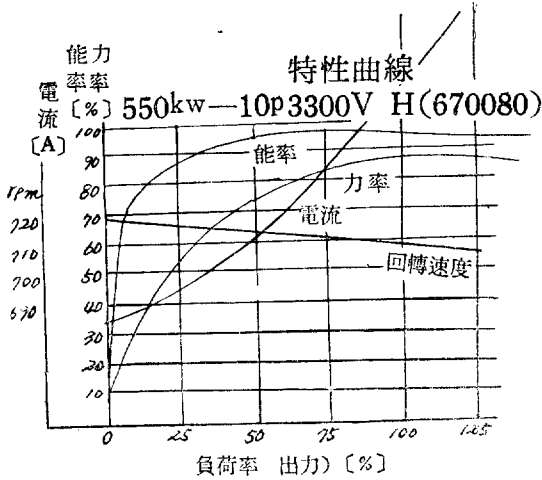


원선도 1. 550KW-10P(670080)

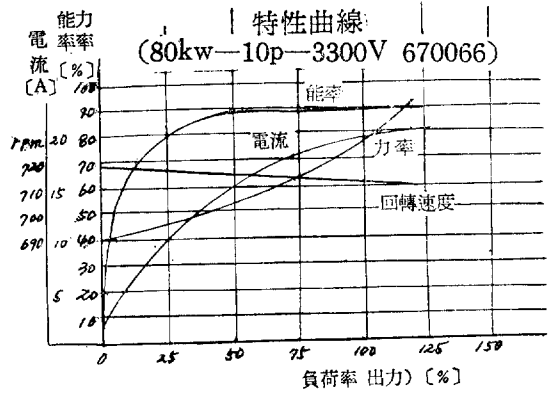
80kw 10P (670066)



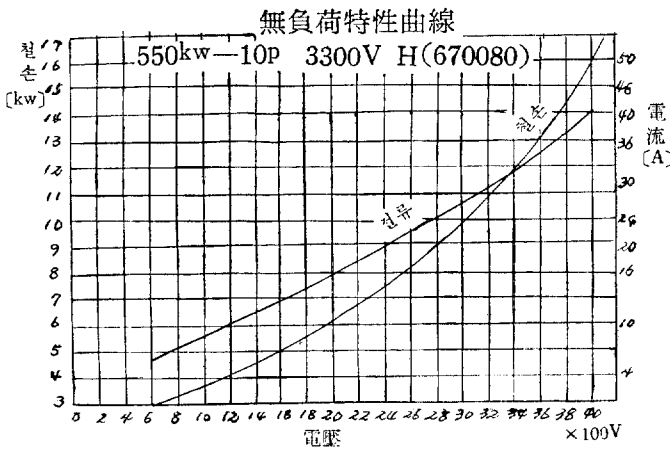
원선도 80KW 10P(670066)



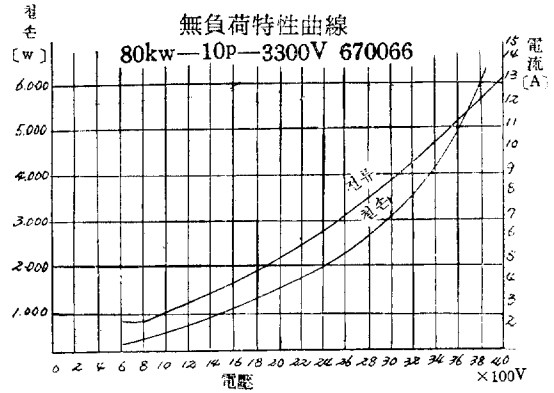
特性曲線 (550KW-10P-3300V H670080)



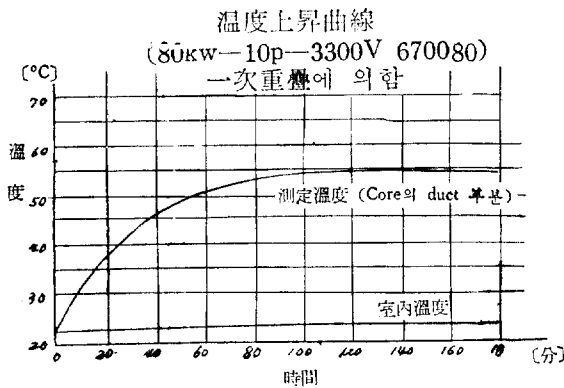
特性曲線(80KW-10P-3300V, 670066)



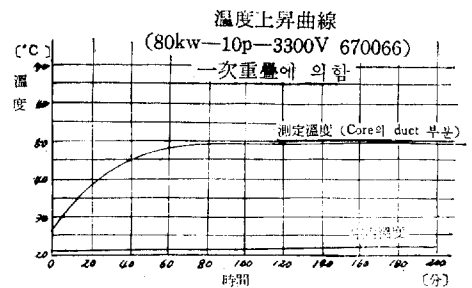
無負荷特性曲線(550KW-10P-3300V H 670080)



無負荷特性曲線(50KW-10P-3300V670066)



溫度上昇曲線 (550KW-10P-330V, H670080)



溫度上昇曲線(50KW-10P-3300V, 670066)

絕緣耐力, 絕緣抵抗, 過速試驗 및 過負荷試驗

試驗別	固定子線輪		絕緣抵抗	過速度試驗		過負荷試驗(15%過負荷)		
	交流電壓[V]	時間[分]	固定子線輪	回轉數[R.P.M.]	時間[分]	溫度上昇[°C]	絕緣抵抗[MΩ]	備考
80[KW]電動機	7600	1	90[MΩ]	820(114%)	1	42.7	30	一次重疊法溫度上昇은 抵抗法으로 計算
550[KW]電動機	7600	1	200[MΩ]	820(114%)	1	39.1	150	"

(나) 起動補償器部

起動補償器는 JEM1041, 1029, 1097에 依據 性能試驗을 行하였다.

(1) 低電壓保護裝置 試驗

區分	開放開始電壓[V] ①	復歸電壓[V] ②	備考
80[KW]用	1260(38.2%)	2480(75.9%)	①은 20~60% ②는 70~90% 가  규정치임
550[KW]用	1650(50%)	2,70(81.8%)	

(2) 過負荷電流繼電器 試驗

80[KW], 550[KW]用 起動補償器는 各各의 定格電流의 125%에서 動作되도록 調整하였읍니다.

(3) 溫度上昇試驗(起動時만 通電하는部分) (抵抗法을 썼음)

區分	流入電流[A] [定格×3]	通電時間[초]	通電前抵抗[Ω]	通電後抵抗[Ω]	室溫[°C]	溫度上昇[°C]	備考
80[KW]	60	48	0.78	0.875	22.5	34.8	65°以下 下변된다
550[KW]	360	100	0.079	0.05	22	52	

(4) 絕緣抵抗 및 耐壓試驗

區分	絕緣抵抗(500V D.C.에 가 사용)	耐 壓 試 驗					備考
		加壓時間(分)	印加電壓[V]	各導電部分과 接地間	各 相 間	電 源 側 과 端 子 間	
80[KW]用	130MΩ	1	95,000	건 됨	건 됨	건 됨	
550[KW]用	40MΩ	1	95,000	건 됨	건 됨	건 됨	

4. 現場性能試驗

本性能試驗은 1967年 6月 25日부터 7月 9日까지 注南 및 本浦里現場에서 試驗하였다.

(가) 長時間負荷試驗

80[KW] 550[KW] 電動機를 各各 規定負荷下에 72時間 繼續運轉을 行하였다. 이 때 溫度計法에 依하여 코어의 덕트 部分의 溫度上昇을 測定하였는바, 이 기간중 最高溫度上昇値는 500[KW]電動機에는 23[°C] 80[KW] 電動機에서는 23[°C]이었다.

(나) 펌프運轉性能點檢에 對한 電動機入力計算

現場의 電源電壓은 定格이 아니므로 工場試驗의 圓線圖에서 구한 能率曲線을 그대로 使用할수 없게 되었다.

그런데 示方書는 現場試驗을 重要視하기 때문에 電壓變動에 따른 圓線圖를 다시 그려서 이 圓線圖에서 구한 效率을 펌프側에서 쓰도록 하였다.

이 圓線圖에서 구한 펌프點檢點의 電動機入力計算은 다음과 같다.

區分	電壓[V]	電流[A]	力率[%]	效率[%]	出力[KW]	入力[KW]
550[KW]	3325	94	85	95.52	460	481
"	3410	100	83.5	94.5	492.5	5.21
80 "	3420	15.8	69	90.9	64.5	71
"	3450	15.5	68	90.8	64.9	71.5

5. 結 言

以上과 같이 鎭海地區工業用水用 펌프原動機인 電動機 및 起動補償器에 關한 性能試驗結果를 要約하여 報告하였으나 몇가지 느낀바를 적으므로 結言 코져한다.

(가) 第一次分의 性能試驗에 比하여 第二次分의 性能은 試驗結果에 나타난 바와 같이 示方內容을 만족하고 있다.

(나) 電動機의 製作을 보면 國產電動機는 A種電動機가 主인데 E種이나 B種 絕緣을 써서 耐熱性이 좀더 優秀하고 小型化 輕量化에 努力해야 할 것이다.

(다) 工場이나 試驗所에 試驗施設을 擴充하여야 할 것이다. 本性能試驗의 例로 보면 實負荷試驗의 不能(平衡定格電源에 依한 負荷試驗不能) 特殊精密計測器不備 等を 들 수 있다.

(라) 電動機의 鑄造部分에 對한 質的技術向上을 圖謀해야 할 것이다.

(마) 電動機보다 事故率이 많은 起動補償器製作에 있어서는 스위치기어의 專問工場이 없어서 좋은 製品生産을 期待할 수 없지만 各保護裝置는 精密하고 正確한 動作이 可能토록 製作에 더욱 相當한 努力과 研究가 要望된다.

(바) 建設部로서는 韓國技術界에 適應하도록 示方書作成時부터 專問分野 技術者와 相議하여 作成함이 좋을 것임.

(사) 設置現場電氣機器配置問題도 土木工事前에 專問技術者와 같이 檢討後 決定함이 좋을 것임.

(마) 運轉員에 對한 電氣技術訓練을 徹底히 하여 運轉 및 維持에 萬全을 期하기를 要望함.

(자) 上記報告書와 같이 性能試驗結果가 示方書要求值에 좋은 成績에 이르는 이 程度의 電動機및 起動補償器는 國産이 可能하므로 國産使用의 積極推進을 要望한다.

**紅一點, 會員加入**

會員區分: 正 會 員

姓 名: 金 順 子

金양은 1964年 2月 仁荷工大 電氣科를 卒業한 紅一點電氣技術者로 現在는 韓永工業 販賣部에 勤務하고 있다. 金양은 지난 11月7日 韓永工業社員 11名(正會員 8名, 准會員 3名)과 함께 當學會에 入會하였다.