

JEC-35 (1934)

日本電氣工藝委員會標準規程

同 期 機

昭和九年二月



日本電氣工藝委員會

同 期 機 標 準 規 程

本規程は、發電機電動機及變壓器標準調査委員會に於て、昭和六年六月以來日本電氣機器標準規程(P.N. 9)の改訂調査に従事し、回を重ねること三十四回慎重審議の結果、昭和八年十一月之が成案を得、昭和九年二月二十三日、日本電氣工藝委員會委員總會に於て確定せられたるものなり。尙本規程の成立に伴ひ、同期機に關しては大正十一年二月本會制定の日本電氣機器標準規程(P.N. 9)は之を適用せざるものとす。

本規程確定に參與せる委員の氏名次の如し。

前會長	工學博士	淺野應輔	委 員	工學博士	納富馨一
會 長	工學博士	澁澤元治	同		工藤正平
副會長	工學博士	太刀川平治	同	工學博士	鯨井恒太郎
同	工學博士	高津清	同	工學博士	八木秀次
理 事		森秀	同	工學博士	山本忠興
會計幹事		肥田丈夫	同		安川第五郎
委 員	工學博士	伊藤奎二	同		正木良一
同		井上昱太郎	同		古市龍雄
同		飯田精太郎	同		古屋五郎
同		稻田三之助	同		後藤勘治
同		石川芳次郎	同	工學博士	近藤茂
同	工學博士	西健	同	工學博士	青柳榮司
同	工學博士	利根川守三郎	同	工學博士	荒川文六
同		小平浪平	同		秋山武三郎
同	工學博士	小倉公平	同		宮川竹馬
同		加藤鎌二	同		宮口竹雄
同		米澤與三七	同		清水與七郎
同	工學博士	多田禮吉	同	工學博士	本野亨
同	工學博士	中原岩三郎	同	工學博士	百田貞次
同	工學博士	中村幸之助			

本規程調査に關與せる發電機電動機及變壓器標準調査委員會委員氏名次の如し。

委員長	工學博士	山本 忠興	(早大工學部)	委員	中山 久雄	(鐵研道省)
幹事	工學博士	高橋 正一	(逕信省電氣試驗所)	同	中森 茂雄	(海軍本體部)
同	工學博士	上田 輝雄	(早大工學部)	同	永嶺 忠雄	(同)
委員	工學博士	伊藤 奎二	(伊藤電氣事務所)	同	上野 泰造	(日本電力會社)
同		市川 一貫	(陸軍本技術部)	同	内ヶ崎 贊五郎	(大川電力會社)
同	工學博士	馬場 糸夫	(芝製作所)	同	工學博士 鯨井 恒太郎	(東京帝國工學部)
同		林 堅太郎	(京都電燈)	同	安川 第五郎	(安川電機製作所)
同	工學博士	小倉 公平	(電氣協會)	同	正木 良一	(三菱機電社)
同		岡村 勇	(東洋電機製作會社)	同	益 進	(東邦電力會社)
同		大谷 元夫	(芝製作所)	同	寺田 益穗	(東京電燈會社)
同	工學博士	尾本 義一	(東京工業大學)	同	工學博士 荒川 文六	(九州帝國工學部)
同		加藤 鎌二	(逕信省電氣局)	同	工學博士 密田 良太郎	(逕信省電氣試驗所)
同		河合 賢次	(東京市電氣局)	同	工學博士 本野 亨	(京都帝國工學部)
同		鎌居 大藏	(芝製作所)	同	工學博士 百田 貞次	(芝製作所)
同	工學博士	高橋 幸人	(明電舎)	同	瀨藤 象二	(東京帝國工學部)
同	工學博士	竹内 壽太郎	(同)			

尙本規程原案は、發電機電動機及變壓器標準調査委員會内に設置せる第一小委員會に於て作成せるものにして、其の委員氏名次の如し。

主 査		瀨藤 象二	委員	上野 泰造
幹 事		鎌居 大藏	同	正木 良一
委 員		加藤 鎌二	同	寺田 益穗
同		竹内 壽太郎	同	百田 貞次

尙上記委員の他本調査を援助せられたる諸君の氏名次の如し。

堀 元夫	干川 芳太郎	星野 豊秋	大川 忠吉
吉田 忠一	吉田 五郎	楠瀬 康雄	間野 彦市
牧野 正直	船橋 正信		

昭和九年二月

日本電氣工藝委員會

J E C-35 (1934)

日本電氣工藝委員會標準規程

同 期 機

目 次

	頁
第一章 適用範圍	1
第二章 定 義	1
第一節 同期機の種類	1
第二節 同期機に関する術語	2
第三章 同期機の種類	4
第一節 外被の型による分類	4
第二節 保護方式による分類	5
第三節 冷却方式による分類	6
第四章 使用及び定格	7
第一節 使用状態	7
第二節 使用の種類	8
第三節 定格及び定格出力	9
第五章 温 度	10
第一節 同期機の許容温度上昇	10
第二節 絶縁及び絶縁材料の種類	12
第三節 温度の測定方法	12
第四節 温度試験の方法	15
第六章 損失及び能率	18
第一節 通 則	18
第二節 規約能率決定に必要な諸損失	19
第七章 絶縁耐力及び絶縁抵抗	22
第八章 電圧変動率	23
第一節 電圧変動率	23

	頁
第二節 線路充電に於ける電壓變動	28
第九章 勵磁機	29
第十章 波 形	30
第十一章 多相同期機の電氣的平衡	31
第十二章 機械的要求事項	31
第十三章 電壓及び周波數の變動の許容限度	32
第十四章 往復動機械直結同期機	33
第十五章 起 動	33
第十六章 裕 度	34
第十七章 機械に表示すべき事項	34
第一節 銘 板	34
第二節 回轉方向	35
第三節 端子記號	36
第十八章 註文又は照會の際記載すべき事項	37
附 録	
I. 標準事項	39
II. 高電壓の測定法	39
III. 線路充電特性の算定	43
IV. 不平衡率の算定法	45
V. 往復動機械直結同期機	45
説明書	49
調査資料	69

日本電氣工藝委員會標準規程

同期機

第一章 適用範圍

101. 適用範圍⁽¹⁾ 本標準規程は、次の同期回轉機に適用す。

- (1) 同期發電機
- (2) 同期電動機
- (3) 同期調相機
- (4) 同期周波數變換機
- (5) 同期回轉相數變換機

回轉變流機に對する規程は別に設く。

高周波電機其の他特殊の同期機に對しては、原則として本規程の準用を推奨するも、條項によりては適用し難きものあるべきを以て特に注意を要す。

第二章 定 義

第一節 同期機の種類

201. 發電機 發電機とは、機械的勢力を電氣的勢力に變成する電機を云ふ。
202. 電動機 電動機とは、電氣的勢力を機械的勢力に變成する電機を云ふ。
203. 電動發電機 電動發電機とは、電動機と發電機とを機械的に連結せる電力變成装置を云ふ。
204. 同期機 同期機とは、其の定常運轉状態に於て、同期速度を以て回轉する電機を云ふ。
205. 交流發電機 交流發電機とは、單相又は多相の交流を發生する發電機を云ふ。
206. 同期發電機 同期發電機とは、單相又は多相の交流を發生する同期機を云ふ。
207. タービン發電機⁽²⁾ タービン發電機とは、蒸氣タービンに連結せられ、圓筒型回轉子

(1) 説明書 1 参照 (2) Turbine-generator (Turbo-generator).

を有する同期發電機を云ふ。

208. 單相交流發電機 單相交流發電機とは、單一なる交番起電力を發生し、其の結果脈動電力を出す交流發電機を云ふ。

209. 多相交流發電機 多相交流發電機とは、互に相を異にする二つ以上の交番起電力を發生し、其の結果一定の電力を出す交流發電機を云ふ。

多相交流發電機は通常三相にて、互に電氣角 120° 變位せる三つの起電力を有す。

210. 同期電動機⁽³⁾ 同期電動機とは、定常運轉状態に於て、其の速度が同期速度に相等しき交流電動機を云ふ。

211. 同期調相機⁽⁴⁾ 同期調相機とは、機械的無負荷にて運轉し、其の勵磁の變更により系統の力率（從つて又電壓）を調整する同期機を云ふ。

212. 周波數變換機 周波數變換機とは、交流系統の電力を、一つの周波數より他の周波數に變換する電機を云ふ。相數及び電壓の變換あるも妨げず。

213. 誘導子型發電機⁽⁵⁾ 誘導子型發電機とは、回轉子の回轉により磁氣抵抗を變化せしめ、交番起電力を發生する交流發電機を云ふ。

214. 反作用電動機⁽⁶⁾ 反作用電動機とは、直流勵磁を要せざる同期電動機を云ふ。

215. 回轉相數變換機⁽⁷⁾ 回轉相數變換機とは、交流の周波數を變ずること無くして相の數を變更する電機を云ふ。

第二節 同期機に関する術語

216. 同期速度 同期速度とは、電機子周波數を其の磁極の對の數にて除したる商に等しき回轉速度を云ひ、通常毎分回轉數を以て表す。

217. 飽和曲線 定格回轉數、一定力率及び一定電機子電流に於ける界磁電流と端子電壓との關係を示す曲線を、飽和曲線と稱す。

無負荷の場合のものを無負荷飽和曲線と稱す。

218. 短絡曲線及び持續短絡電流 端子を短絡し、定格回轉數にて運轉したる場合の、界磁

(3) 説明書 2 参照 (4) Synchronous phase modifier (Synchronous condenser).

(5) Inductor-type generator. (6) Reaction motor. (7) Rotary phase converter.

電流と電機子電流との関係を示す曲線を短絡曲線と云ひ、此の場合の電機子端子電流を持続短絡電流と稱す。特に斷り無き場合は、中性點を除く全端子を短絡したる場合に於けるものとす。

219. 電氣角 θ 電氣角 1° とは、相隣れる界磁極の中心線が電機の軸に於てなす角の $\frac{1}{180}$ を云ふ。極對數 p なる電機の幾何學的角 1° は電氣角 p° に相當す。

220. 同期機の周期的最大變位角 同期機の周期的最大變位角とは、原動機又は負荷の種類により角速度に周期的變化ある場合に、回轉子が平均角速度の時取るべき位置より變位する最大角度を電氣角にて表したるものを云ふ。

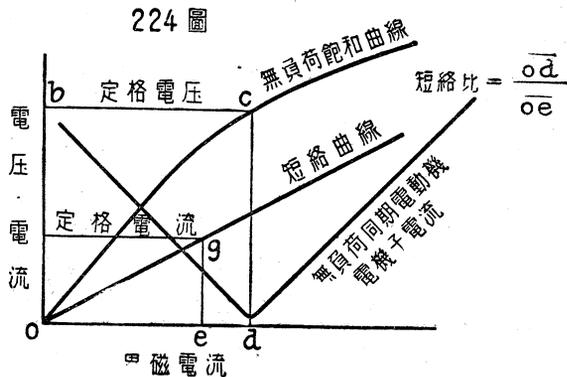
221.† 抵抗降下 抵抗降下とは、電流と同相の電壓降下を云ふ。

222.† リアクタンス降下 リアクタンス降下とは、電流と 90° の相差を有する電壓降下を云ふ。

223.† インピーダンス降下 インピーダンス降下とは、抵抗降下とリアクタンス降下とのベクトル和を云ふ。

†〔註〕 普通抵抗降下、リアクタンス降下及びインピーダンス降下は、定格電流に於ける各相の値を定格相電壓の百分率にて表す。

224. 短絡比⁽⁸⁾ 短絡比とは、定格回轉數に於て無負荷定格電壓を發生するに必要な界磁電流と、中性點を除く全端子を短絡したる時定格電流に等しき持續短絡電流を發生するに要する界磁電流との比を云ふ。



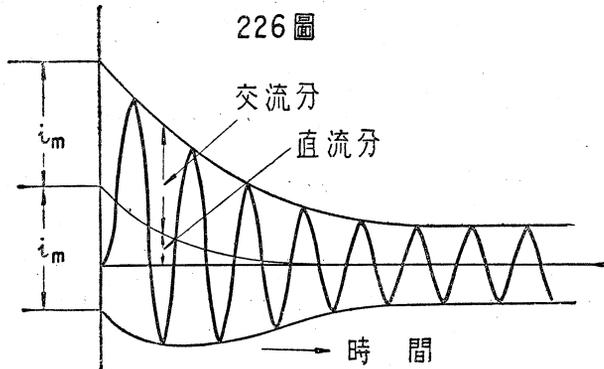
〔附記〕 無負荷定格電壓を發生するに必要な界磁電流は、同期機を無負荷同期電動機として、定格周波數、定格電壓にて運轉したる場合、最小電機子電流に相當する界磁電流に等しきを以て、之を採用するも可なり。

(8) Short-circuit ratio.

225. 同期インピーダンス⁽⁹⁾ 同期インピーダンスとは、或る界磁電流に對する無負荷相電壓を、同一界磁電流に對する持續短絡電流にて除して得たるものを云ふ。

百分率同期インピーダンスとは、定格電流による同期インピーダンス降下の定格相電壓に對する百分率を云ふ。

226. 過渡短絡電流⁽¹⁰⁾ 過渡短絡電流とは、定格電壓及び定格周波數に於て無負荷運轉せる



$$\text{過渡短絡電流} = \frac{i_m}{\sqrt{2}}$$

同期機の電機子全端子（中性点を除く）を突然短絡せる場合、電機子端子に通ずる過渡電流中、交流分の包線の短絡瞬時に於ける値の $\frac{1}{\sqrt{2}}$ 倍を云ふ。

過渡短絡電流は、任意の電壓に於ける實測値を、電壓に比例するものとして定格電壓に換算したるものを用ふることを得。

227. 過渡リアクタンス⁽¹¹⁾ 過渡リアクタンスとは、定格相電壓と過渡短絡電流との比を云ふ。

百分率過渡リアクタンスとは、定格電流による過渡リアクタンス降下の定格相電壓に對する百分率を云ふ。

第三章 同期機 の 分類

第一節 外被の型による分類

301. 開放型電機 開放型電機とは、軸受臺或は突出軸受等機械的構造に必要なものの外、

(9) 説明書 3 参照 (10), (11) 説明書 4 参照

通風を妨ぐるものなき電機を云ふ。

302. 半閉型電機 半閉型電機とは、 400 mm^2 以内の面積の細孔を有する金網其の他適當なる有孔蓋にて閉ぢられたる電機を云ふ。

303. 閉鎖通風型電機⁽¹²⁾ 閉鎖通風型電機とは、特別の冷却空氣出入口を有し、其の他の部分は全部閉鎖せる電機を云ふ。之等の出入口が通風道又は冷却装置に接続さるる場合をも含む。

304. 全閉型電機 全閉型電機とは、外被及び軸受何れも密閉せられ、機械内外の通風をなし得ざる電機を云ふ。

305. 全閉外被通風型電機 全閉外被通風型電機とは、全閉型電機にして、其の外被を通風によりて冷却せしむる構造の電機を云ふ。

第二節 保護方式による分類⁽¹³⁾

306. 防塵型電機 防塵型電機とは、内部に塵埃の侵入せざる様適當なる保護装置を備へたる電機を云ふ。

307. 耐塵型電機 耐塵型電機とは、塵埃が附着堆積するも支障なく使用し得る構造の電機を云ふ。

308. 耐濕型電機 耐濕型電機とは、濕氣多き場所に於ても支障なく使用し得る構造の電機を云ふ。

309. 防滴型電機 防滴型電機とは、機内に水滴其の他外物の落ち込むことを防ぐ爲に適當なる保護装置を備へたる電機を云ふ。

310. 耐水型電機 耐水型電機とは、機械内部が水の飛沫に曝され又は一時的に注水せらるるも、支障なく使用し得る構造の電機を云ふ。

311. 防水型電機 防水型電機とは、水頭 10 m にて内徑 25 mm 以上の管を用ひ、 3 m の距離より軸方向に注水し、機械の内部に水の侵入せざる構造の電機を云ふ。軸の周りに侵入せる水は、軸受油溜に入らずして、自然に外部に流下する構造のものたるべし。

312. 水中型電機 水中型電機とは、水中にて指定の水壓のもとに指定時間使用するも、支障なく使用し得る構造の電機を云ふ。

(12) Enclosed ventilated machine. 説明書 5 参照 (13) 説明書 6 参照

313. 氣密型電機 氣密型電機とは、指定せられたるガス中に於て一定壓力のもとに使用するも、ガスが内部へ漏洩することなき構造の電機を云ふ。

314. 耐ガス型電機 耐ガス型電機とは、指定せられたる有害ガス又は蒸氣中に於て使用するも、何等損傷を受けざる構造の電機を云ふ。

315. 耐酸型電機 耐酸型電機とは、腐蝕性の液體が附着するも、損傷を受けざる構造の電機を云ふ。

316. 全閉耐爆型電機 全閉耐爆型電機とは、全閉型電機にして、機械の内部に於てガスの爆発起るも其の壓力に耐へ、且つ外部の可燃性ガスに點火する憂なき構造の電機を云ふ。

317. 狹隙耐爆型電機 狹隙耐爆型電機とは、機械の内部に於てガスの爆発起る時、狹隙よりガスの噴出するを許すも、外部の可燃性ガスに引火する憂なき構造の電機を云ふ。

318. 防爆型電機 防爆型電機とは、内部に爆發性ガスの生成するを防ぐ構造となしたる電機を云ふ。

319. 耐爆滑動環型電機 耐爆滑動環型電機とは、滑動環及び刷子のみに **316** 或は **317** に準ずる耐爆外被を備へたる電機を云ふ。

320. 防爆滑動環型電機 防爆滑動環型電機とは、滑動環及び刷子のみに **318** に準ずる防爆外被を備へたる電機を云ふ。

321. 屋外型電機 屋外型電機とは、屋外に据付使用するも支障なく使用し得る構造の電機を云ふ。

第三節 冷却方式による分類

322. 自己通風型電機 自己通風型電機とは、電機自身に附屬する機構により冷却空氣を供給せらるる電機を云ふ。

323. 他力通風型電機 他力通風型電機とは、別箇の獨立せる送風機により冷却空氣を供給せらるる電機を云ふ。但し軸に連結せられたる送風機により冷却空氣を供給せらるる場合をも含む。又自己通風型電機に別箇の送風機を併置したるものは、之を他力通風型電機と見做す。

324. 水冷型電機⁽¹⁴⁾ 水冷型電機とは、機械固有の構成部分に冷却水を循環せしめ、それによりて主として冷却せらるる電機を云ふ。但し外部に水冷却装置を有する閉鎖通風型電機、及び

(14) 説明書 7 参照

軸受のみを水冷式となしたるものは、此の中に含まず。

325. 油冷型電機 油冷型電機とは、機械固有の構成部分に油を循環せしめ、それによりて主として冷却せらるる電機を云ふ。但し軸受のみに油を循環せしむるものは此の中に含まず。

326. ガス冷却型電機 ガス冷却型電機とは、冷却媒体として空気以外のガス(例へば水素)を利用する電機を云ふ。

第四章 使用及び定格

第一節 使用状態⁽¹⁵⁾

401. 常規使用状態 本規程に於ては、次の使用状態を常規使用状態とし、特に指定なき場合は機械は、常規使用状態に於て使用せらるるものと見做す。

- (1) 周囲温度 40°C を超過せず、且つ
- (2) 標高 1,000 m を超過せざる場所に使用せらるる場合

402. 特殊使用状態 本規程に於ては、次の使用状態を特殊使用状態とし、温度上昇に關し特別の規定を設けたり。(504, 505 参照) 此の使用状態の場合は特に之を指定すべし。

- (1) 周囲温度が 40°C を超過する場所に使用せらるる場合
- (2) 標高 1,000 m を超過する場所に使用せらるる場合

403. 構造に影響すべき使用状態 次に掲ぐる如く、機械の製作上特別の考慮を要する使用状態に對しては、特に之を指定すべし。

- (1) 有害ガス中に使用せらるる場合
- (2) 爆発性ガス中に使用せらるる場合
- (3) 濕氣多き場所に使用せらるる場合
- (4) 水蒸氣中に於て使用せらるる場合
- (5) 油の蒸氣の多き場所に使用せらるる場合
- (6) 鹽分を含む空氣中に使用せらるる場合
- (7) 塵埃非常に多き場所又は特種の塵埃(砂、綿、金屬、穀粉等)の多き場所に使用せらるる場合
- (8) 屋外に於て使用せらるる場合

(15) 説明書 8 参照

- (9) 雪の吹込み甚しき場所に使用せらるる場合
- (10) 通風を制限せらるる場所に使用せらるる場合
- (11) 冷却水を得ること不能なる場合
- (12) 噪音の甚しく嫌はるる場所に使用せらるる場合
- (13) 異常なる振動又は衝撃を受くる場合
- (14) 地震が屢々襲來する場所に使用せらるる場合
- (15) 地盤の不良なる場所に使用せらるる場合
- (16) 軸心を傾斜して運轉せらるる場合
- (17) 負荷に急激の變化又は大なる周期的變化ある場合、又は短絡せらるる回数の非常に多き場合
- (18) 電壓及び周波數等の變化甚しき回路に使用せらるる場合

第二節 使用⁽¹⁶⁾の種類

404. 連続使用 連続使用とは、實質的に一定なる負荷にて、機械の溫度が一定となる時間以上連続的に動作せしむる使用を云ふ。

405. 短時間使用 短時間使用とは、實質的に一定なる負荷にて、機械の溫度が最終一定溫度に達せざる範圍の一定時間動作せしめたる後停止する使用にして、次回起動時迄に、機械の溫度が周圍溫度迄降下するものを云ふ。

406. 短時間負荷連続使用⁽¹⁷⁾ 短時間負荷連続使用とは、實質的に一定なる負荷にて、機械の溫度が最終一定溫度に達せざる範圍の一定短時間動作せしむる使用にして、負荷なき時も運轉を休止せず、次回負荷時迄に機械の溫度が無負荷溫度に降下するものを云ふ。

407. 断続使用 断続使用とは、實質的に一定なる負荷に於て、交互に動作及び休止せしむる使用にして、休止中に機械の溫度が周圍溫度迄降下せざるものを云ふ。

408. 反覆使用 反覆使用とは、負荷が周期的に變化する使用を云ふ。

409. 變負荷连续使用⁽¹⁸⁾ 變負荷连续使用とは、負荷及び使用時間共に一定ならざる使用にして、連續的に運轉するものを云ふ。

(16) Duty. 説明書 9 参照 (17) Continuous duty with short-time loading.

(18) Varying duty.

第三節 定格及び定格出力

410. 定格の定義⁽¹⁹⁾ 電気機器の定格とは、或る規程に適合するものにして、機器に表示せられたる使用限度を云ふ。之は出力、電圧、電流、速度、周波數、力率等を含み銘板に記載せらるべきものとす。

之等を夫々定格出力、定格電壓、定格電流、定格速度、定格周波數、定格力率等と稱す。

411. 日本電気工藝委員會標準定格 日本電気工藝委員會標準規程に基く機械の定格を日本電気工藝委員會標準定格と稱し、該機械の銘板に特定の記號を附するものとす。

特定の記號を本規程に對しては JEC-35 (1934) とす。

本規程に於ては、特に指定なき場合は、定格電壓は端子間のもの、定格電流は端子に於けるものを云ふ。

412. 連続定格 連続定格とは、機械が指定試験條件に於て連続的に動作し得る定格を云ふ。

413. 短時間定格 短時間定格とは、機械が指定試験條件に於て一定の短時間（此の時間は各場合に於て明示すべきものとす）動作し得る定格を云ふ。

414. 短時間定格の時間標準 短時間定格の時間標準を實用上次の 6 種とす。

5 分、 10 分、 15 分、 30 分、 1 時間、 2 時間

415. 公稱定格⁽²⁰⁾ 公稱定格とは、其の定格に於て連続負荷し一定温度に達したる後、更に其の 150% 負荷にて 2 時間運轉する時、各部の温度上昇が 50I の限度より 5°C 以上を超過することなく、且つ引續き 200% の負荷にて 1 分間運轉するも、機械の連続使用を不能ならしむるが如き悪影響を機械の何れの部分にも與ふることなき定格を云ふ。

公稱定格は電気鐵道用發變電所機械に限り之を適用することを得。

416. 断續使用、反覆使用並に變負荷連續使用に對する定格⁽²¹⁾ 断續使用、反覆使用並に變負荷連續使用に對する定格は、其の使用に於ける機械の發熱狀況に最も近似せる短時間又は連續定格を以て表すものとす。而して此の機械は、使用行程中の最高負荷及び負荷の急激なる變化に充分耐ゆるものたることを要す。此の場合は、使用行程中に於ける機械の最大出力を仕様書に指定することを推奨す。

(19) 説明書 10 参照 (20) 説明書 11 参照 (21) 説明書 12 参照

417. 定格及び使用の種類の指定せられざる場合 此の場合に於ては、機械は連続定格と見做す。

418. 交流発電機の定格出力 交流発電機の定格出力とは、定格周波数、定格電圧及び定格力率に於て発電機端子に発生する皮相電力を云ひ、キロヴォルトアンペア (kVA) を以て表す。

定格力率が指定せられざる場合は、之を遅れ力率 0.8 と見做す。

419. 同期電動機の定格出力⁽²²⁾ 同期電動機の定格出力とは、定格周波数、定格電圧及び定格力率に於て電動機軸に発生する機械的有效出力を云ひ、キロワット(kW) を以て表す。

定格力率の指定せられざる場合は、之を 1.0 と見做す。

420. 同期調相機の定格出力⁽²³⁾ 同期調相機の定格出力とは、定格周波数、定格電圧に於て調相機端子に於ける皮相電力を云ひ、キロヴォルトアンペア (kVA) を以て表す。

特に明記せざる場合は力率は進み力率(過勵磁)とす。

第五章 温 度

第一節 同期機の許容温度上昇

501. 温度上昇限度⁽²⁴⁾ 定格試験に於ける機體各部の可測温度上昇は、501 表に示す限度を超過すべからず。但し C 種絶縁材料(508 参照)のみを使用する機械の部分に對しては、温度上昇の制限を附せず。

〔附記〕 本規程に於て、單に機械の或る部分の温度上昇と稱するは、冷却媒體温度と其の部分の可測温度との差を意味す。

502. 定格電壓 5,000 V を超過し、且つ定格出力 500 kVA (又は kW) 以下なる機械の温度上昇限度 此の場合に於ける電機子捲線の温度計法による温度上昇限度は、501 表の數値より、定格電壓が 5,000 V を超過すること 1,000 V 又は其の端數を加ふる毎に 1.5°C づつ之を低下す。

503. 公稱定格機械の温度上昇限度 415 参照。

504. 周圍温度が 40°C を超過する場所に使用せらるる機械の温度上昇限度 周圍温度が 40°C を超過する場所に使用せらるる機械に對しては、501 表の温度上昇限度より、冷却媒體の温

(22) 説明書 13 参照 (23) 説明書 14 参照 (24) 説明書 15 参照

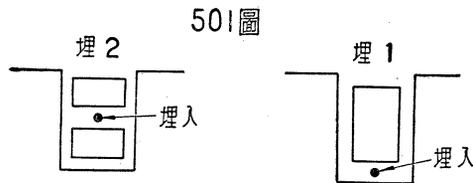
501 表 温度上昇限度 (°C)

絶 縁 種 別		A 種 絶 縁				B 種 絶 縁			
		温	抵	埋 2	埋 1	温	抵	埋 2	埋 1
1	電 機 子 捲 線	50*	60	60	55	70*	80	80	70
2	界 磁 捲 線	(a) タービン発電機界磁					90		
		(b) 平 打 捲	60	60			80	80	
		(c) (a),(b)を除きたるすべて	50	60			70	80	
3	絶縁せる巻線に近接せる鐵心其他の部分	50				70			
4	滑 動 環	65				85			
5	絶縁せられざる永久短絡線輪(例へば制動捲線)	附近の絶縁物又は其の他の材料に障害を及ぼす温度上昇以下たる事							
6	絶縁せられたる巻線に接触せざる部分								
7	軸 受	40							
	軸受メタル中に温度計の索子を埋入したるもの	45							

【附記】 1.* 定格電圧 5,000 V を超過し且つ定格出力 500 kVA (又は kW) 以下の機械に對しては 502 を参照すべし。

2. 501 表中 温、抵、埋は夫々温度計法、抵抗法、埋入温度計法を表す。

3. 501 表中 埋 2 は二層以上の巻線の巻線間に埋入したる場合、埋 1 は一層巻線にて巻線と鐵心間に埋入したる場合とす。(501 圖参照)



4. 軸受の温度上昇は周圍温度を基準として定む。但し水冷式のものに就ては 517 (1)(ロ) を適用す。

5. 全閉型電機の電機子巻線、界磁巻線及び鐵心の温度計法及び抵抗法による温度上昇限度は、501 表の数値に 5°C を加へたるものとす。

度が 40°C を超過する温度を減じたるものを限度とす。但し周圍温度不明の場合は 10°C を減ずるものとす。

505. 標高 1,000 m を超過する高地に使用せらるる機械の温度上昇の更正 標高 1,000 m を超過する高地に於て使用せらるる機械を海面附近にて試験する場合にありては、温度上昇限度は 1,000 m を超過すること 100 m 又は其の端數を加ふる毎に、501 表の温度上昇限度よりその 1% を減じたるものとす。

第 二 節 絶縁及び絶縁材料の種類

506. A 種絶縁 A 種絶縁とは、A 種絶縁材料を以て絶縁したるものを云ふ。

A 種絶縁材料とは、木綿、絹、紙及び類似の有機質材料をワニス類其の他適當の材料を以て含浸し、又は常に油中に浸したるものを云ふ。

合成樹脂（ペークライト類を含む）並に絶縁エナメル等は A 種絶縁材料と見做す。

507. B 種絶縁 B 種絶縁とは、B 種絶縁材料を以て絶縁したるものを云ふ。

B 種絶縁材料とは、雲母、石綿及び類似の無機質材料を接着材料と共に用ひたるものを云ふ。

A 種絶縁材料を B 種絶縁材料と共に用ふる場合、A 種絶縁材料は單に構造上の目的に少量使用せられ、之が損することあるも全體として電氣的及び機械的性質を害せざるものは、B 種絶縁材料と見做す。（マイカナイト、石綿紙等の如し）

508. C 種絶縁 C 種絶縁とは、C 種絶縁材料を以て絶縁したるものを云ふ。

C 種絶縁材料とは、生雲母、石綿、磁器、石英及び類似の高温度に耐へ得る材料を云ふ。

509. 數種の絶縁材料を組合せて作られたる絶縁物の温度上昇限度 數種の材料を組合せて作られたる絶縁物にありては、其中最底の温度上昇限度を有する材料の限度を以て、其の絶縁物の温度上昇限度とす。但し低き温度上昇限度を有する材料を機械の構造上少量使用し、且つ之に絶縁作用を要求せざる場合にありては本項を適用せず。

510. 一捲線に數種の絶縁物を用ひたる場合の温度上昇限度

(1) 數種の絶縁物が一つの捲線の異なる部分に用ひられたる場合（例へば溝の内外に於ける如き）には、各材料に對する温度上昇限度を夫々適用す。

(2) 絶縁物の段が數種の絶縁材料によりて組成せらるる場合（例へば高き温度上昇限度の材料を導體に接近し、低き温度上昇限度の材料を鐵心又は外氣に近く使用せる場合）に、各段の温度を測定し得る場合には、各材料の限度を夫々各部分に適用することを得。

第 三 節 温 度 の 測 定 方 法

511. 温度測定方法の種類 温度測定は、次の 3 種の方法によるものとす。

- (1) 温 度 計 法
- (2) 抵 抗 法
- (3) 埋入温度計法

512. 温度計法 完成せる機械の外部より接觸し得る箇所に温度計を附して温度を測定する方法なり。此の温度計には、水銀温度計、アルコール温度計及び埋入せざる抵抗型温度計又は熱電對等を含む。

- 〔附記〕 1. 温度計の素子の覆ひ方 温度計の素子は測定せんとする面に直接當て、其の上を適量のバテを以て包被し、外氣の當らざる様保護するを可とす。
2. 温度計の種類 磁界の強さが變ずる箇所に於ては、水銀温度計の指示は不正確となる場合あるが故に、アルコール温度計を用ふるを可とす。

513. 抵抗法 既知の温度に於ける一捲線の抵抗値と、温度上昇後に於ける同一捲線の抵抗値とを比較して温度上昇を決定する方法なり。

銅線を使用したる捲線の温度上昇は、次の式により計算す。

$$t = t_2 - t_a = \frac{R_2 - R_1}{R_1} (234.5 + t_1) + t_1 - t_a$$

R_2 = 熱状態の抵抗

R_1 = 冷状態の抵抗 (初抵抗)

t_2 = 熱状態の捲線の温度

t_1 = 冷状態の捲線の温度

t_a = 温度試験の時の冷却媒體の温度

t = 熱状態に於ける捲線の温度上昇

514. 埋入温度計法⁽²⁵⁾ 機械完成後に於て接觸し得ざる箇所に、機械製作中に於て豫め抵抗型温度計又は熱電對を装置し、之に依り温度を決定する方法なり。

上記の埋入温度計は下記の如く装置すべし。

- (1) 埋入素子の數 定格出力 5,000 kVA (又は kW) 又は鐵心の長さ 1m 以上のものにおいて 6 箇所以上、其の他のものに裝備する場合には 3 箇所以上。
- (2) 埋入位置 鐵心の長さの方向に沿ひ最高温度と考へらるる部分に於て、全周に亘り成るべく各相の捲線温度を測り得る様設置すること。

二層捲の場合には捲線間に、一層捲の場合には捲線絶縁と溝内張との間に溝の底部に装置すること。但し此の底部が通風路に接近する構造の場合には、溝側面に埋入すること。

(25) 説明書 16 参照

埋入温度計は捲線の内部に装備し、絶縁變成器を以て温度を測定し得べきも、危険の虞あるを以て推奨せず。

515. 同期機各部の温度測定方法 同期機各部の温度は、次の方法により測定す。

(1) 界磁捲線 抵抗法、但し平打捲⁽²⁶⁾の場合は温度計法によるも可なり

(2) 電機子捲線

定格出力 5,000 kVA (又は kW) 又は鐵心の長さ 1 m 以上のもの 埋入温度計法

定格出力 5,000 kVA (又は kW) 未滿のもの 抵抗法又は埋入温度計法

定格出力 500 kVA (又は kW) 以下のもの 抵抗法又は温度計法

(3) 其の他の部分 温度計法

2 種以上の温度測定法を用ひたる場合は、何れも其の方法に就き定められたる限度以下たることを要す。

516. 冷却媒体の温度 機械の温度試験は、特に指定なき限り常温に於て行ふべし。但し冷却媒体の温度 40°C 以下たることを要す。此の場合常規使用状態 (401 参照) に適する機械にありては、冷却媒体の温度如何により温度上昇に更正を加ふることを要せず。(504 参照)

517. 冷却媒体の温度の測定⁽²⁷⁾

(1) 温度計の位置 數箇の温度計を、機械の周圍約 1 m 乃至 2 m の距離に於て、高さ機械の半に位する各所に装置して測定す。温度計は、機械より熱の輻射及び氣流による熱の影響を受けざる様装置すべし。但し閉鎖通風型及び水冷型電機に就ては下記による。

(イ) 閉鎖通風型電機 機械の通風入口に於ける氣體の温度を温度計を以て測定す。

(ロ) 水冷型電機 冷却水の入口に於ける温度を冷却媒体の温度と採る。但し周圍の空氣により持ち去らるる熱量が無視し得ざる程度に大なる場合には、次式により算定したるものを採る。

$$t_m = \frac{t_K W_K + t_L W_L}{W_K + W_L}$$

茲に t_m = 算定冷却媒体温度

t_K = 冷却水の温度

t_L = 周圍温度

W_K = 冷却水により持ち去らるる損失⁽²⁸⁾

(26) Edge-wise winding. (27) 説明書 17 参照

(28) W_K は冷却水の量と其の温度上昇より算定す。 W_L は電氣的全損失より W_K を控除したるもの。

W_z = 外氣により持ち去らるる損失

(2) 冷却媒體温度の決定 温度試験中、冷却媒體の温度に變化ある場合は、前記に従ひ一定時間毎に測定し、全試験時間中最後の $\frac{1}{4}$ の間に於ける温度の平均を以て温度上昇を決定すべき冷却媒體の温度とす。

(3) 冷却媒體温度の變化に對する機械温度變化の遅れ 大型機械にありては、冷却媒體温度の變化が機械温度に及ぼす影響の遅れによる誤差を僅少ならしむるため適當の注意を要す。例へば、温度計の素子を、肉厚の金屬容器に充せる油中に浸すが如し。

518. 機體温度の測定 機體温度は、出來得る部分は運轉中測定すべし。尙停止後に於ても測定し、兩者の中最高温度上昇を採用すべし。水冷型のもの、運轉停止と同時に冷却水を止め、閉鎖通風型ものは通風を遮斷して測定すべし。

第四節 温度試験の方法

519. 連続定格機械の温度試験時間 連続定格機械の温度試験は、不變最終温度上昇を決定するに充分なる確證を得る迄試験を續行するものとす。

520. 短時間定格機械の温度試験時間 短時間定格機械の温度試験時間は、其の定格に要求せられたる時間たるべし。

521. 短時間定格機械温度試験の初温度 短時間定格機械の温度試験は、捲線の可測温度と冷却媒體の温度との差が 5°C 以内の時より始むべし。

522. 温度試験の時間の短縮 連続定格機械に於て、最終温度に達するに長時間を要する場合は、時間を短縮する爲に運轉の初に於て、電流、電壓又は双方を増加し、或は冷却水又は通風の量を減少する等の方法により、相當の温度に達したる後定格運轉状態となすことを得。

523. 同様の機械に對する温度試験の省略 同一設計により略同時に製作せられたる同一定格の機械にして、其の一に就き温度試験成績判明し、他の機械が損失其の他の特性に於て之と略一致せる場合に限り、之等の温度試験を省略することを得。

524. 同期機温度試験の負荷方法⁽²⁹⁾ 下記の何れかによる。

- (1) 實負荷法 定格運轉状態又は之と損失に於て等價なる状態に於て試験する方法なり。
- (2) 零力率法 機械を無負荷にて發電機又は電動機として過勵磁し、定格電壓、定格周波

(29) 説明書 18 参照

數のもとに殆ど零力率の定格電流を通ずる方法なり。

525. 零力率法の適用⁽³⁰⁾

(1) 同期調相機 同期調相機に於ては、本法は實際運轉状態と聊かも異らず。故に可測温度に何等の更正を要せず。

(2) 力率 0.8 以下の發電機又は電動機 此の場合は、界磁電流増加の爲、電機子は實際運轉状態より少しく過熱せらる。然れ共、開放型低速度機械の如き特殊の場合を除き、多くの場合此の影響大ならざるを以て、電機子温度上昇には更正を要せず。

界磁捲線の損失は、實際状態と相當差異を生ずる故、温度上昇は界磁電流の自乗に比例するものとして更正すべし。

(3) 力率 0.8 を超過する發電機又は電動機 此の場合殊に力率 1.0 のものに在りては、定格電壓及び電流を同時に發生せしむること殆ど不可能なり。依つて適當の更正を要す。

例へば

(イ) 定格電壓及び輕負荷電流 I' にて零力率法を適用せる場合 此の場合には、別に定格電壓無負荷の場合の温度上昇を測り、次式により計算す。

$$t_1 = t_{10} + (t_1' - t_{10}) \times \left(\frac{I}{I'}\right)^2$$

$$t_2 = t_{20} + (t_2' - t_{20}) \times \left(\frac{I}{I'}\right)^2$$

茲に t_1' = 定格電壓、電流 I' の場合の鐵心温度上昇

t_2' = 定格電壓、電流 I' の場合の電機子捲線温度上昇

t_{10} = 定格電壓、無負荷時の鐵心温度上昇

t_{20} = 定格電壓、無負荷時の電機子捲線温度上昇

t_1 = 定格電壓、定格電流 I の場合の鐵心温度上昇

t_2 = 定格電壓、定格電流 I の場合の電機子捲線温度上昇

(ロ) 定格電流及び低電壓 V' にて零力率法を適用せる場合 此の場合には、別に無負荷にて低電壓の場合の温度上昇を測り、次式により計算す。

$$t_1 = t_{30} \times \frac{W}{W'} + (t_3' - t_{30})$$

$$t_2 = t_{40} \times \frac{W}{W'} + (t_4' - t_{40})$$

茲に t_3' = 電壓 V' 、定格電流の場合の鐵心温度上昇

t_4' = 電圧 V' 、定格電流の場合の電機子捲線温度上昇

t_{30} = 電圧 V' 、無負荷時の鐵心温度上昇

t_{40} = 電圧 V' 、無負荷時の電機子捲線温度上昇

t_1 = 定格電壓、定格電流の場合の鐵心温度上昇

t_2 = 定格電壓、定格電流の場合の電機子捲線温度上昇

W' = 電圧 V' に於ける鐵損

W = 定格電壓に於ける鐵損

無負荷にて定格電壓の場合の鐵心及び捲線の温度上昇を知りたる場合は、之等を以て上式中の $t_{30} \times \frac{W}{W'}$ 及び $t_{40} \times \frac{W}{W'}$ に代ふことを得。

- (注意) 1. 鐵心温度上昇は温度計法、電機子捲線の温度上昇は抵抗法又は埋入温度計法による。
2. 上記(イ)に於ける輕負荷電流 I' 及び(ロ)に於ける低電壓 V' は出來得る限り定格値に近きものたらしむること。
3. 此の場合の温度上昇が 501 の限度を超過したるものと雖も、必ずしも本規程に適合せざるものとは斷じ難きを以て、最終の決定は實負荷試験によるを可とす。

526. 負荷試験を行ひ得ざる場合の温度推定法⁽³¹⁾ 負荷試験を行ひ得ずして温度上昇を推定するを要する場合には、次の方法によることを得。

(1) 定格電壓の 110% に相當する端子電壓にて無負荷運轉したる時の鐵心の最終温度上昇を求め、次に端子を短絡し定格電流の 125% に相當する電機子電流を通じて運轉したる時の電機子捲線の最終温度上昇を求め、之等が各部分に對して **501** に定めたる限度を超過せざること。

(2) 鐵損、負荷損及び界磁抵抗損の平均値が、定格負荷状態に於ける之等損失の和に略等しくなる如き適當なる過電壓の無負荷運轉及び過電流の短絡運轉を 15 分毎に反覆し、各部分の温度一定に達したりと認むる時の温度上昇を求め、之等が各部分に對し **501** に定めたる限度を超過せざること。

(3) 定格電壓にて無負荷運轉したる場合、及び端子を短絡して電機子に定格電流を通じたる場合に於ける鐵心及び電機子捲線の最終温度上昇を測定し、兩場合に於ける鐵心の温度上昇の和及び電機子捲線の温度上昇の和を求め、之等が各部分に對し **501** に定めたる限度を超過せざること。

(注意) 上記(1),(2)及び(3)の場合の温度上昇が 501 の限度を超過したるものと雖も、必ずしも本

(31) 説明書 20 参照

規程に適合せざるものとは斷じ難きを以て、最終の決定は實負荷試験によるを可とす。

第六章 損失及び能率

第一節 通 則

601. 能率の定義 機器の能率とは、其の發生したるキロワット出力と受入れたるキロワット入力との比を云ひ、百分率にて表す。

602. 同期調相機の損率⁽³²⁾ 同期調相機にありては、キロワット損失を皮相キロヴォルトアンペア出力の百分率にて表したるものを、其の損率と稱す。

本章能率に關する規定事項は、之を損率に對しても準用す。

603. 能率決定の常規條件 能率は次の常規條件に於ける値を以て表すものとす。

- | | |
|-------------|---|
| (1) 電壓及び周波數 | 定 格 値 |
| (2) 力 率 | 指 定 値 |
| (3) 電 壓 波 形 | 電動機にありては、電源の電壓波形は成るべく正弦波に近きものたること。(1002, 1003 参照) |
| (4) 溫 度 | 捲線の抵抗損は 75°C に於ける値。(609 参照)
其の他の損失は成るべく使用溫度に近き状態に於ける値。 |

604. 能率の種類 機器の能率を分ちて規約能率及び實測能率の 2 種とす。但し特に指定せざる場合に於ては規約能率とす。

605. 實測能率 實測能率とは、直接に測定したる出力と入力との比を云ふ。

606. 規約能率 規約能率とは、出力と出力に損失を加へたるものと比、或は入力より損失を減じたるものと入力との比を云ふ。但し實測し難き損失に對しては、本規程の示す決定方法によるか若くは本規程の指定する規約値を採用するものとす。

607. 同期機の機體以外の損失の歸屬⁽³³⁾ 同期機の入力又は出力を決定するに當り、機體以外の損失は次の如く定む。

- (1) 勵磁機の損失 主機に直結せられ、主機に專屬せる勵磁機の損失は、之を主機の損失中に含ましむ。

(32) 説明書 21 参照 (33) 説明書 22 参照

- (2) 界磁抵抗器損 界磁抵抗器損は主機の損失中に含ましむ。他勵磁の場合も同様とす。
- (3) 送風機動力 送風機の動力は、其の專屬せる主機の損失中に含ましむ。但し2臺以上に共通の場合には、各主機の定格出力に比例して分け、其の旨別に記載すべし。
- (4) 入力又は出力を傳動するベルト、ギア等の損失 之等は主機の損失中に含ましめず。
- (5) 上記以外のものは、測定上分離困難なるものの外、主機の損失に含ましめず。

第二節 規約能率決定に必要な諸損失

608. 同期機の損失の種類 規約能率の算定には、608 表の諸損失を含む。(607 参照)

608 表

	實用上精確に測定し得るもの	近似的に測定し得るもの
界磁回路の損失	界磁抵抗器損 勵磁機の損失	刷子電氣損 (610 参照)
一定と見做す損失	鐵軸受 全風擦損 刷子摩擦損	
負荷損	電機子捲線の抵抗損	鐵中の漂遊負荷損 導體中の漂遊負荷損(613参照)

609. 抵抗損 界磁捲線の抵抗損及び電機子捲線の抵抗損は、電流と75°Cに換算(513参照)したる抵抗とにより計算す。

610. 刷子の電氣損 電流と下記の刷子電壓降下との積を用ふ。

- (1) ピッグテールを有する炭素刷子及び黒鉛刷子 一輪具につき 1.0 V
- (2) 金屬黒鉛刷子 一輪具につき 0.3 V

611. 鐵損 機械を別の電動機により定格速度に運轉し、此の電動機の出力を供試機が無勵磁の時及び他勵磁⁽³⁴⁾にて端子に定格電壓を發生せしめたる時に就て測定し、其の差を以て鐵損とす。此の損失中には、無負荷定格端子電壓に於ける鐵損の外、導體中の渦流損及び誘電體損を含むも、之を負荷時に於ける鐵損と見做す。

(34) 主機に直結の勵磁機により勵磁する場合には勵磁機の出力及び其の電氣的損失を適當に差引くこと。

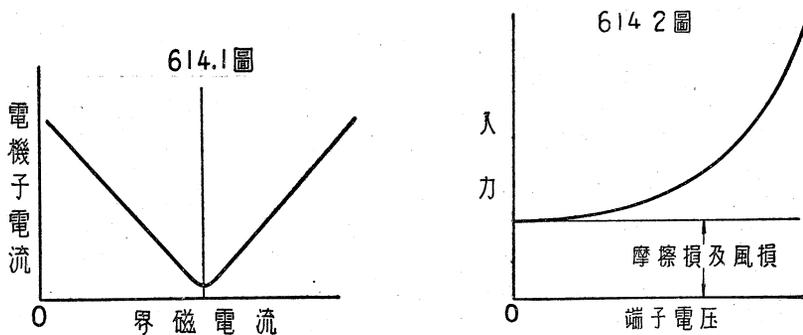
612. 摩擦損及び風損 機械を無勵磁にて別の電動機により定格速度にて運轉し、其の電動機の出力を測定し、之を摩擦損及び風損とす。

613. 漂遊負荷損⁽³⁵⁾ 機械の全端子（中性点を除く）を短絡し、之を別の電動機によりて定格速度に於て運轉し、他勵磁⁽³⁶⁾により電機子に指定電流を通じたる場合に、此の電動機の出力を測定し、之より全機械的損失及び其の測定温度に相當する電機子抵抗損を減じたるものを漂遊負荷損と見做す。

此の測定は成るべく温度試験直後行ふを可とす。

（附記）上記の場合、電動機の出力より主機の全機械的損失を減じたるものを短絡損と稱す。

614. 無負荷運轉により鐵損、摩擦損及び風損を求むる方法 機械を定格電壓及び定格周波数の下に他勵磁同期電動機として無負荷運轉をなし、界磁電流を加減して電機子電流最小となりたる時の入力を測定し、之より電機子抵抗損を差引きたるものは、鐵損、摩擦損及び風損の和なり。若し之より鐵損を分離せんとせば、端子電壓を變化して同様の試験を行ひ、縦軸に入力をとり横軸に電壓をとりたる曲線を書き、端子電壓零に相當する入力を以て摩擦損と風損の和とすれば可なり。



615. 減速法により鐵損、摩擦損、風損及び漂遊負荷損を求むる方法⁽³⁷⁾ 鐵損、摩擦損、風損及び漂遊負荷損を 611 乃至 614 により測定すること困難なる場合は、減速法により次の如くして求むることを得。

機械を定格速度以上の速度にて運轉し、原動力を急に去り、時間と速度との關係曲線即ち減速

(35) 説明書 23 参照

(36) 主機に直結の勵磁機により勵磁する場合には勵磁機の出力及び其の電氣的損失を適當に差引くこと。

(37) 説明書 24 参照

曲線を次の三つの場合につき測定す。

- (1) 無勵磁の場合（減速は摩擦損及び風損による）
- (2) 開路他勵磁の場合（減速は摩擦損、風損及び鐵損による）
- (3) 短絡他勵磁の場合（減速は摩擦損、風損及び短絡損による）

計算方法次の如し。

$$GD^2 = \text{蓄勢輪効果 (kgm}^2\text{)}$$

[G は回轉體の重量 (kg), D は回轉半径 (m) の 2 倍]

N_1 = 時間 t_1 秒に於ける毎分回轉數

N_2 = 時間 t_2 秒に於ける毎分回轉數

[N_1, N_2 は定格回轉數 N に對して適當に選定すること]

W = 時間 t_1 より t_2 に至る間の平均損失

とすれば

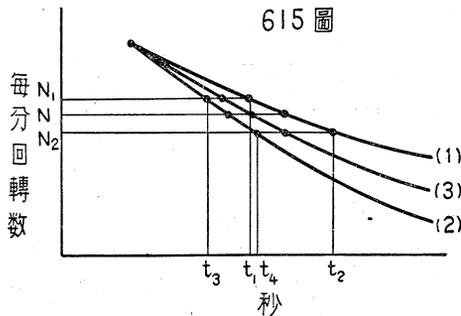
$$W = 1.37 \times 10^{-6} \cdot GD^2 \cdot \frac{N_1^2 - N_2^2}{t_2 - t_1} \text{ (キロワット)}$$

若し摩擦損及び風損 W_m (キロワット) を 612 等の方法により知るを得ば、 GD^2 を用ひずして次式より鐵損 W_i (キロワット) を計算することを得。

$$W_i = \left(\frac{t_2 - t_1}{t_4 - t_3} - 1 \right) \cdot W_m$$

但し t_1, t_2 は夫々 (1) の場合、又 t_3, t_4 は夫々 (2) の場合、 N_1, N_2 に相當する時間とす。

短絡損も同様にして求むることを得。



- (1) 無勵磁減速
- (2) 勵磁減速
- (3) 短絡減速

第七章 絶縁耐力及び絶縁抵抗

701. 絶縁耐力試験⁽³⁸⁾ 茲に定むる絶縁耐力試験は、新しき機械にして組立を完了したるものに施行し、特に指定せざる時は、製造工場に於て温度試験終了後直に施行すべきものとす。

絶縁耐力試験に先ちて絶縁抵抗を測定し、之が **707** の最低限度値以上なることを確むべし。

702. 加壓點⁽³⁹⁾ 試験電圧は供試捲線と他の獨立捲線、鐵心及び枠との間に加ふ。

多相捲線にして常態に於て相互に接続せらるるものは、其の各相が獨立の口出線を有する如き場合と雖も、之を獨立捲線と見做さず。

703. 加壓時間 先づ試験電圧の $\frac{1}{3}$ 以下の電圧を加へ、夫より試験電壓迄電圧計にて其の時々の電圧が表示され得る範圍に於て、出來得るだけ早く上昇せしめ試験電圧に達したる後 1 分間連続加壓するものとす。

704. 絶縁耐力試験電壓⁽⁴⁰⁾ 試験電圧は **704** 表による。

704 表 試験電圧の表

項	機械及び部分の區別	試験電圧(實效値)
1	(a) 定格出力 1kW 又は 1kVA 未滿 $E = 50$ V 未滿 $E = 50$ V 以上 250 V 未滿 $E = 250$ V 以上	500 V 1,000 V $2E+500$ V
	(b) 定格出力 1kW 又は 1kVA 以上	$2E+1,000$ V (最低 1,500 V)
	(c) 定格出力 10,000 kW 又は 10,000 kVA 以上 $E = 2,000$ V 未滿 $E = 2,000$ V 以上 6,000 V 未滿 $E = 6,000$ V 以上	$2E+1,000$ V (最低 1,500 V) $2.5E$ $2E+3,000$ V
2	電動機として起動せざる同期機の界磁捲線	$10E_x$ (最低 1,500 V)
3	電動機として起動する同期機の界磁捲線	
	(a) 界磁捲線を短絡して起動するもの (b) 界磁捲線を開路して起動するもの	$10E_x$ (最低 1,500 V) $2E_i+1,000$ V
4	絶縁せる起動用回轉子捲線	$2E_i+1,000$ V

(注意) (1) 704 表中 E は主機の定格電圧、 E_x は勵磁機の定格電圧を表す。

(2) 704 表中 E_i は、回轉子を静止せしめ、起動電圧を電機子捲線に加へたる場合の界磁捲線又は起動用回轉子捲線の端子間に於ける誘起電圧とす。但し界磁捲線又は起動用回轉子捲線に

高抵抗を接続して起動する場合は、其の状態に於ける端子電壓とす。

- (3) 界磁短絡用抵抗値が、界磁巻線抵抗値の 10 倍以下の場合を短絡起動と見做して 3 (a) を適用し、10 倍を超過するものには 3 (b) を適用す。

705. 絶縁耐力試験に於ける波形及び周波数 試験には交番電壓を用ひ、其の波形は成るべく正弦波に近きことを要す。(1001 及び 1002 参照) 若し試験電壓の波形が著しく正弦波より異なる虞ある場合には、試験電壓の最高値を規定試験電壓に 1.41 を乗じたる値に保持すべし。

周波数は、特に指定なき限り、毎秒 100 サイクル以下の任意のものを用ふることを得。

706. 試験電壓の測定法 試験電壓は、之を供給する變壓器の高壓側に於て測定するか、又は試験用變壓器に於ける電壓測定用捲線を使用して測定することを推奨す。

試験電壓の波形が正弦波と著しく異なる虞ある場合には、火花間隙又は波高電壓計により電壓の最高値を検すべし。(附録参照 II)

707. 絶縁抵抗 一般に機器の絶縁抵抗は、温度、湿度、清潔度等により大なる變化を來たすものにして、其の値は單に絶縁物の状態即ち水分若くは塵芥等の有無を検して、絶縁耐力試験を行ふべき状態にありや否やを示すに過ぎず。然れ共、通常電機子捲線に對しては、下式より得たる數値を以て最低限度と考ふることを得。

$$\frac{\text{定格電壓 (V)}}{\text{定格出力 (kW 又は kVA)} + 1,000} \quad (\text{メガオーム})$$

絶縁抵抗は直流 500 V にて測定するを可とす。

第八章 電 壓 變 動 率

第一節 電 壓 變 動 率

801. 電壓變動率の定義 交流發電機の電壓變動率とは、勵磁及び速度を變更することなく、定格出力 (定格力率に於けるもの) より無負荷になしたる時の電壓變動の割合を云ひ、之を定格電壓の百分率にて表す。

上記以外の場合に於ける電壓變動率は、其の指定條件に於ける電壓變動率と稱す。

802. 電壓變動率及び界磁電流の算定法⁽⁴¹⁾ 實負荷により、同期機の電壓變動率及び界磁電

(41) 説明書 28 参照

流を測定すること困難なる場合には、次に挙ぐる四つの方法の中何れかによることを得。此の場合には、其の算定に何れの方法を使用したかを附記すべし。

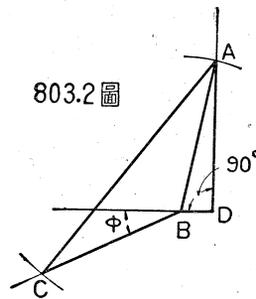
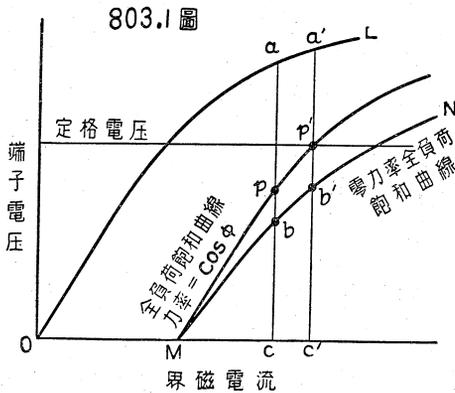
- (1) 起電力法 其の一
- (2) 起電力法 其の二
- (3) 起磁力法 其の一
- (4) 起磁力法 其の二

但し(3)及び(4)は三相式同期機に對してのみ之を適用す。

803. 起電力法 其の一 電壓變動率及び界磁電流は、無負荷飽和曲線及び零力率全負荷飽和曲線より計算することを得。

而して零力率全負荷飽和曲線は、發電機を無負荷として可變電壓の電源に並行運轉をなさしめ、界磁電流を變化して定格電機子電流を通ぜしむることにより求むることを得べし。

今 **803.1** 圖に於て、 OL を無負荷飽和曲線、 MN を零力率及び定格電流に於ける飽和曲線(之を零力率全負荷飽和曲線と稱す)とす。

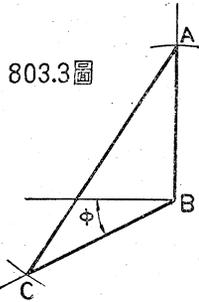


任意の勵磁 \overline{Oc} に對する遅れ指定力率 $\cos \phi$ に於ける端子電壓 \overline{cp} は、**803.2** 圖に示す如き起電力線圖を畫きて得らる。同圖に於て \overline{BD} は電機子に於ける抵抗降下(線間値)、 \overline{BA} 及び \overline{AC} は夫々 **803.1** 圖の \overline{ba} 及び \overline{ac} に等しくとる。かくして得たる長さ \overline{CB} に等しく **803.1** 圖に於て \overline{cp} をとり、 p 點を得。かかる點を數多見出す時は、 $\cos \phi$ なる力率に對して曲線 Mpp' を得。

求むる界磁電流は $\overline{Oc'}$ に等しく、又電圧變動率は次式より得らる。

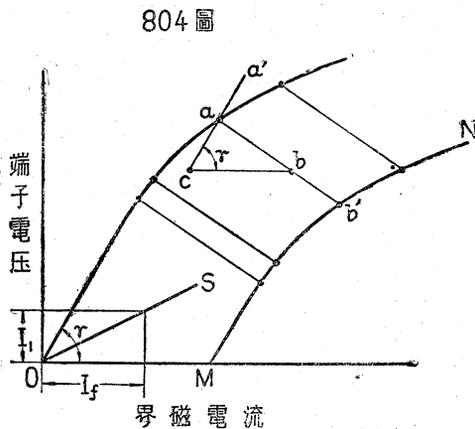
$$\text{電圧變動率} = \frac{\overline{a'p'}}{\overline{c'p'}} \times 100 \%$$

電機子の抵抗降下は、リアクタンス降下に比して小なるが故に、之を省略し得ること多し。此の場合は、803・3 圖の如く更に簡單なる起電力線圖を用ふる事を得べし。



803.3圖

804. 起電力法 其の二 本法は、實驗的に零力率全負荷飽和曲線を求め得ざる場合、下記の方法により之を推定し、然る後 803 の方法により電圧變動率を算定する方法なり。



804圖

今 804 圖に於て OL を無負荷飽和曲線、 OS を短絡曲線 (218 参照) とし、又 b を定格電壓及び定格電流に近き任意の電圧 V_1 及び電流 I_1 に於て實測せる零力率飽和曲線上の一点とす。

今曲線 OS より電流 I_1 に相當する界磁電流 I_f を求め、 b 點より水平線を畫きて此の上に $\overline{bc} = I_f$ なる様 c 點を求む。 c 點より OL 曲線の O 點に於ける切線の方に直線 ca' を引き、曲

線 OL と a 點に於て交らしむ。 a, b を結び、其の直線上に $\overline{ab'}$ を $\overline{ab'} = \overline{ab} \times \frac{I}{I_1}$ に等しくとれば、 b' 點は定格電流 I に對する零力率飽和曲線上の一點なり。求むる飽和曲線 MN は、 OL 曲線を ab' の方向に推移せしめて得らる。

805. 起磁力法 其の一⁽⁴²⁾ 無負荷飽和曲線及び短絡曲線より算出する方法にして、次の計算による。

V = 定格端子電壓

I = 定格電流

v = 電機子一相の I による抵抗降下

i_1 = 無負荷飽和曲線上の $(V + \sqrt{3}v)$ に相當する界磁電流、但し電動機の場合は $(V - \sqrt{3}v)$ をとる

i_2 = 短絡曲線上の I に相當する界磁電流

とせば、定格電流、定格電壓を出すに必要な力率 1.0 に對する界磁電流は

$$i_3 = \sqrt{i_1^2 + i_2^2}$$

なり。 V_1 を無負荷飽和曲線上の i_3 に相當する電壓とせば

$$\text{變動率} = \frac{V_1 - V}{V} \times 100 \%$$

次に遅れ力率（電動機の場合は進み力率） $\cos \phi$ なる場合に於ける界磁電流は

$$i_3 = \sqrt{i_1^2 + k^2 i_2^2 + 2 k i_1 i_2 \sin \phi}$$

なり。上式中 k は **805** 表の値をとるものとす。

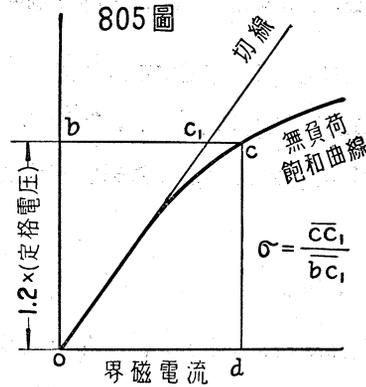
805 表 k の表

$\cos \phi$	0.90	0.85	0.80	0.70	0
k	1.05	1.10	1.15	1.20	$1 + \sigma$

但し **805** 表中 σ は、無負荷飽和曲線に於て定格電壓の 1.2 倍の電壓に於ける飽和程度を示す係數にして、**805** 圖に於ける

$$\sigma = \frac{cc_1}{bc_1}$$

とす。



806. 起磁力法 其の二⁽⁴³⁾ 無負荷飽和曲線、短絡曲線、電機子每極の導體數及び界磁每極の捲數より算出する方法にして、次の計算による。

V = 定格端子電圧

I = 定格電機子電流

Z = 電機子每極每相の直列導體數

w = 界磁每極の捲數

μ = 電機子捲線兩邊間の開きと極間隔との比

q = 電機子每極每相の溝數

K_p = 電機子捲線の短節係數 = $\sin\left(\frac{\mu\pi}{2}\right)$

K_d = 電機子捲線の分布係數 = $\frac{1}{2q \sin\left(\frac{\pi}{6q}\right)}$

とし、遅れ零力率に於て I の電機子反作用を打消すに要する界磁電流 i_1 を次式によりて求む。

$$i_1 = 1.35 K_p K_d K_\phi \frac{IZ}{w}$$

但し K_ϕ は界磁の形及び捲線の配置による係數にして、次の如くして求む。

(1) 凸極界磁の場合には

$$K_\phi = \frac{\pi}{4}$$

或は $1.35 K_\phi = 1.06$

(2) 圓筒型界磁の場合には

$$K_\phi = \frac{\gamma\pi^2}{8 \sin\left(\frac{\gamma\pi}{2}\right)}$$

(43) 説明書 30 参照

$\gamma =$ 界磁外周上に於て界磁捲線を入れる部分と全周との比

次に 806.1 圖に於て、短絡曲線上の I に相當する界磁電流 $\overline{oa_1}$ より上記の $i_1 = \overline{a_1a_2}$ を減じて得たる $\overline{oa_2} = i_2$ に相當する無負荷電壓 $a_2c_2 = e_a$ を求む。

この e_a を用ひ遅れ力率 $\cos \phi$ の定格電流に相當する電機子内部起電力 E_a を次式により求む。

(806.2 圖参照)

$$E_a = \sqrt{V^2 + e_a^2 + 2Ve_a \sin \phi}$$

この E_a に對し、無負荷飽和曲線より界磁電流 $\overline{oa_3} = i_3$ を求め、之を次式に用ひて、此の場合に定格電流にて定格電壓を發生するに要する界磁電流 i_4 を得らる。(806.2 圖参照)

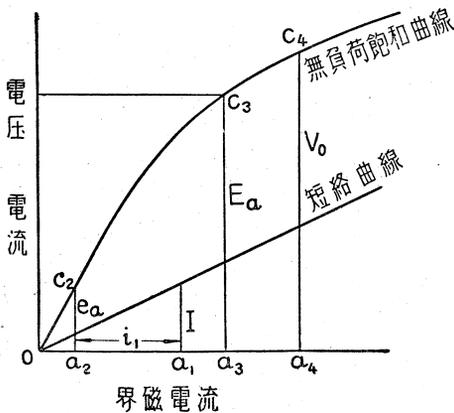
$$i_4 = \sqrt{i_1^2 + i_3^2 + 2i_1i_3 \sin \theta}$$

$$\text{但し } \sin \theta = \sqrt{1 - \left(\frac{V \cos \phi}{E_a}\right)^2}$$

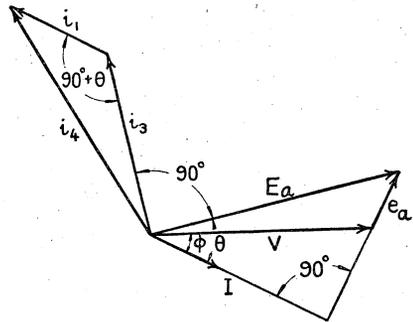
この $i_4 = \overline{oa_4}$ に相當する無負荷飽和曲線上の電壓 $V_0 = \overline{a_4c_4}$ を用ひて、次式より電壓變動率を求め得。

$$\text{電壓變動率} = \frac{V_0 - V}{V} \times 100 \%$$

806.1圖



806.2圖



第二節 線路充電に於ける電壓變動

807. 線路充電に関する注意⁽⁴⁴⁾ 發電機1臺にて無負荷送電線を充電する場合には、充電*

(44) 説明書 31 参照

流による電圧上昇並に電流増加に對する發電機の動作を考慮し、指定時間所要の充電に耐ふる定格のものを選定するを要す。

此の場合、發電機の動作状態は、線路の充電特性(接続せらるる變壓器の勵磁電流の影響を含む)及び使用發電機に對する零力率進電流飽和特性を用ひて判定する事を得べし。(附録 III 参照)

808. 線路充電用同期機の定格出力の選定⁽⁴⁵⁾ 發電機 1 臺にて無負荷送電線を充電する場合、發電機が残留電壓により自己勵磁を起す事なく、界磁勵磁を加へて端子電壓を充電に必要な範囲に調整し得るためには

$$Q = \frac{\text{充電 kVA}}{\text{短絡比}} \times \left(\frac{V}{V'}\right)^2 \times (1 + \sigma)$$

にて與へらるる kVA Q より大なる定格出力のものを選定するを要す。

茲に充電 kVA は所要充電電壓 V' に於けるもの、 V は發電機定格電壓、 σ は發電機の定格電壓に於ける飽和程度を與ふる係數にして、**805 圖** に示せるが如きものなり。

發電機の定格電壓を以て充電する場合に、磁氣飽和なきものとすれば、上記の條件は (充電 kVA) ÷ (短絡比) より大なる定格のものを選定すべきを意味す。

第九章 勵磁機

901. 勵磁機の定格 勵磁機は、其の所屬同期機の定格出力に於ける界磁電流を供給するに充分なる定格を有することを要す。

勵磁機を同時に他の用途に使用せんとする場合には、特に其の旨指定するものとす。

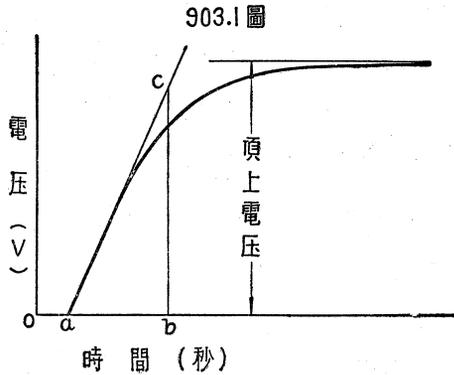
902. 勵磁機及び界磁回路の餘裕 勵磁機及び其の負荷たる界磁回路は、主機が **1301** 乃至 **1303** の使用状態にある場合、之に必要な界磁電流を實用上支障なく通じ得る事を要す。

903. 速應勵磁用勵磁機の電圧上昇率及び頂上電壓⁽⁴⁶⁾ 同期機の安定度を増す爲に用ふる速應勵磁用他勵式勵磁機の電圧上昇率及び頂上電壓を次の如く定む。

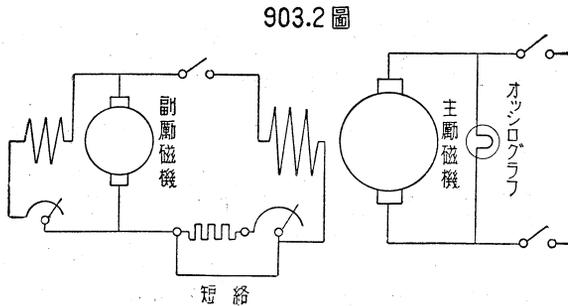
主勵磁機及び副勵磁機を定格速度にて運轉し、副勵磁機は之を定格電壓迄勵磁しおき、主勵磁機の界磁開閉器を急に閉ぢたる際時より、時間と主勵磁機無負荷電壓との關係曲線を求む。

此の曲線より得たる毎秒時の電圧上昇の最大なるものを電圧上昇率と稱し、電壓の終極値を頂上電壓と稱す。

(45) 説明書 32 参照 (46) 説明書 33 参照



$$\text{電圧上昇率} = \frac{bc}{ab} \quad \text{ヴォルト/秒}$$



上記の場合に於て、界磁回路中の外部抵抗は全部之を短絡しておくものとす。

第十章 波 形

1001. 波形の狂ひ率 波形の狂ひ率とは、其の波と等価正弦波とを、兩者の瞬時値の最大差が最小なるが如き位置に於て重ね合せたる場合、其の波と等価正弦波との最大差の等価正弦波の最高値に對する百分率を云ふ。

茲に等価正弦波とは自乗平均平方根値の等しき等波長正弦波を云ふ。

1002. 最大許容狂ひ率 同期機の無負荷誘起電壓の波形は、成るべく正弦波に近き事を要す。其の狂ひ率は、端子間に於て 10% を超過すべからず。但し定格出力 100 kVA (又は kW) 以下の機械は此の限りにあらず。

1003. 高次高調波に対する注意 同期機の無負荷誘起電壓に高次高調波を含む場合には、通信線に誘導障害を起さざる程度に之を制限するを要す。

第十一章 多相同期機の電氣的平衡

1101. 電氣的平衡 多相同期機の無負荷端子電壓及び持續短絡電流は、成るべく平衡せるものなることを要す。

特に指定なき場合と雖も、其の不平衡率は 5% を超過すべからず。

茲に不平衡率とは、測定値を正弦波と見做したる時の逆相分の正相分に對する百分率を云ふ。

(附録 IV 参照)

第十二章 機械的要求事項

1201. 機械的強度⁽⁴⁷⁾ 機械は、機械的に充分なる強度を有するものにして、少くとも定格キロワット出力の 2 倍に相當する機械的負荷に耐ゆる構造のものたるべし。

尙急激に變化する負荷に使用するものにありては特に考慮すべし。

特に指定なき限り本項に對する試験は、之を行はざるものとす。

1202. 機械的振動 機械は、其の運轉中振動少き様各部分を充分に平衡せしめ、且つ充分なる剛度を有するものたるべし。

1203. 同期電動機の過負荷耐力 同期電動機の過負荷耐力とは、其の定格電壓、定格周波數及び定格出力に對する界磁電流の下に、同期を脱する事なく 15 秒間以上耐へ得る最大過負荷を定格出力の百分率にて表したるものを云ふ。特に指定なき場合の同期電動機の過負荷耐力は 50% を以て標準とす。

1204. 同期機 of 突發短絡試験 同期機は、運轉中突發短絡を起すも何等異狀なきことを要す。無負荷状態に於て定格周波數の下に、電壓を定格電壓の 105% に上げ、突然中性點を除く全端子を短絡し、捲線の變形其の他何等異狀なきことを要す。

此の試験は特に指定ある場合の外省略することを得。

1205. 同期機の過速度耐力⁽⁴⁸⁾ 同期機は 1205 表の過速度に 1 分間耐へ得る構造のものたることを要す。

(47) 説明書 34 参照 (48) 説明書 35 参照

過速度試験を要求する場合には、特に其の旨指定するものとす。

1205表 過速度表

	機 械 種 類	過 速 度
1	水 車 發 電 機	合 成 無 拘 束 速 度
2	蒸 氣 タ ー ビ ン 發 電 機 *	定 格 速 度 の 115%
3	其 の 他 の 同 期 機	定 格 速 度 の 125%

* 凸極型をも含む。

1206. 蒸氣タービン直結發電機等の臨界速度 蒸氣タービン直結發電機、其の他高速度同期機の全回轉部分の計算上の臨界速度は、定格速度より其の 20% 以上上下に離るることを要す。

第十三章 電壓及び周波數の變動の許容限度⁽⁴⁹⁾

1301. 發電機又は調相機の電壓變化の許容限度 發電機又は調相機は、定格周波數及び定格力率の下に、定格電壓の上下 5% の範圍に於ける端子電壓を以て、定格出力に等しきキロワット出力にて使用するも實用上支障なきものとす。但し此の場合定格状態に對して定められたる仕様には必ずしも従はず。

1302. 電動機の電壓變化の許容限度 同期電動機は、起動特性並に過負荷耐力の特別なるものを除きては、定格周波數の下に、定格電壓の上下 10% の範圍に於ける端子電壓を以て、定格出力に等しきキロワット出力にて使用するも實用上支障なきものとす。但し此の場合定格状態に對して定められたる仕様には必ずしも従はず。

1303. 周波數變化の許容限度 同期機は、定格電壓の下に定格周波數の上下 5% の範圍に於ける周波數にて使用するも實用上支障なきものとす。但し此の場合定格状態に對して定められたる仕様には必ずしも従はず。

(49) 説明書 35 参照

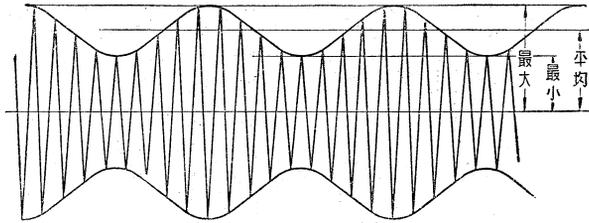
第十四章 往復動機械直結同期機

1401. 往復動機械直結同期機に對する固有周波數 往復動機械直結同期機にありては、全回轉部分の固有周波數と往復動機械の回轉力の脈動周波數との差を適當に選定することを要す。(附録 V 参照)

1402. 同期電動機の電機子電流の脈動⁽⁵⁰⁾ ポンプ又は壓縮機等の往復動機械を運轉する場合には、一回轉中に回轉力の變化あるために電機子電流に生ずる脈動を、成るべく小ならしむる様全回轉部分の慣性モーメント其の他を選定することを要す。特に指定なき場合には、此の脈動は、平均定格出力に於て 70% 以下たるべし。

茲に脈動とは、電流のオンシログラムに於て最大値の包線を書き、其の變動の最大値と最小値との差の平均値に對する百分率を云ふ。

1402圖



1403. 往復動機械直結同期發電機の周期的最大變位角 往復動機械直結同期發電機は、單獨運轉の場合、其の周期的最大變位角が 3° 以下たるに充分なる様、全回轉部分の慣性モーメント其の他を選定すべし。(附録 V 参照)

第十五章 起 動

1501. 起動 kVA 及び起動回轉力 同期機を電動機として起動する場合に於て、附屬する起動装置を使用し、定格周波數、定格電壓の電源より起動する際、靜止状態に於て其の電源より流入する kVA を起動 kVA と云ひ、此の場合の回轉力を起動回轉力と稱す。

1502. 同期化 電動機として起動する同期機は、其の常規起動條件に於て、自ら同期化するに充分なる起動特性を有することを要す。

(50) 説明書 37 参照

第十六章 裕 度

1601. 裕度の定義 裕度とは、所要条件と試験結果との差異の許容し得べき範囲を云ふ。

1602. 裕度の適用 本規程に準據する仕様書に保證せる數値には、總て **1603** の裕度を認む。但し仕様書中に最低若くは最高の限度値を保證するものにおいて、本裕度を適用せず。

1603. 裕度の數値 裕度は **1603** 表による。

1603 表 裕 度 の 表

	項 目	裕 度
1	能 率 ($\eta\%$)	
	(イ) 規 約 能 率 (ロ) 實 測 能 率	$0.10 \times (100 - \eta)\%$ $0.15 \times (100 - \eta)\%$, 最小 0.7%
2	損 率	保 證 値 の 1/10
3	過 渡 短 絡 電 流	保 證 値 の 30%
4	指定勵磁に於ける持續短絡電流	保 證 値 の 15%
5	短 絡 比	保 證 値 の 15%
6	同期電動機の過負荷耐力 (1203 参照)	保 證 値 の 1/5
7	同期電動機の起動回轉力	保 證 値 の 1/5
8	起 動 kVA	保 證 値 の 1/5
9	同期發電機の電壓變動率	保 證 値 の 1/5
10	界 磁 電 流	保 證 値 の 15%
11	蓄 勢 輪 效 果	保 證 値 の 10%

(附記) 一般に裕度には ± の記號を附すべきが原則なれども、實用上には兩方を必要とするものと一方のみを必要とするものとあり。然も之等の箇々に就ては其の實用的意義自ら明瞭なるを以て、表中には總て±を省きたり。

第十七章 機械に表示すべき事項

第一節 銘 板

1701. 同期機銘板記載事項 同期機銘板には、少くとも次の事項を記載すべきものとす。

(1) 機械の名稱

- (2) 製造者名
- (3) 製造番號
- (4) 製造年度
- (5) 型式
- (6) 相數
- (7) 極數
- (8) 定格出力
- (9) 定格電壓
- (10) 定格電流 電動機の場合は定格出力に於ける電機子電流の近似値
- (11) 定格周波數
- (12) 定格速度 毎分回轉數
- (13) 定格力率 力率は同期電動機及び調相機の場合には記載せざることを得
- (14) 勵磁機定格電壓
- (15) 界磁電流⁽⁵¹⁾ 指定なき場合は定格出力に於ける近似値、指定ある場合は許容
最大値（此の場合は最大と明記すること）
- (16) 電機子接續 一般に通用する略圖を記載すること
- (17) 定格の種類 連続定格のものにありては記載せざることを得
- (18) 規程記號 JEC-35 (1934)

1702. 接續銘板 定格電壓、定格周波數等が2種以上ありて、接續を種々に變更して使用するものに対しては、接續銘板を附し、端子記號と相俟つて接續を明瞭ならしむべし。(1706 参照)

第二節 回轉方向

1703. 回轉方向の表示 正常回轉方向は、之を機械の見易き部分に表示すべし。

1704. 回轉方向の標準⁽⁵²⁾ 發電機及び電動機に於ては、其の連結の反對側より見て時計式方向を標準回轉方向とす。但し2箇以上の電機（勵磁機を除く）が機械的に連結せられて一組となるものにありては、主要電機が上記標準回轉方向をとるものとす。

調相機にありては、滑動環側より見て時計式方向を標準回轉方向とす。

標準回轉方向と反對の方向を正常回轉方向とする必要ある場合には、特に仕様書に指定するこ

(51) 説明書 38 参照 (52) 説明書 39 参照

とを要す。

第三節 端子記號

1705. 端子記號の位置 同期機の端子には、其の接續を容易ならしむる爲、端子記號を各端子上又は端子に極めて接近したる位置に附するものとす。

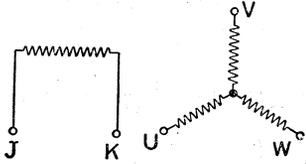
1706. 端子記號 端子記號は、交流捲線三相の時は U, V, W, X, Y, Z 、單相の時は U, V とす。

直流捲線は J, K とし、 J は正、 K は負とす。

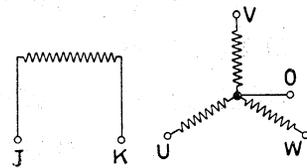
中性點を引き出す時は、其の端子記號を O とす。

上記端子記號の使用例下圖の如し。

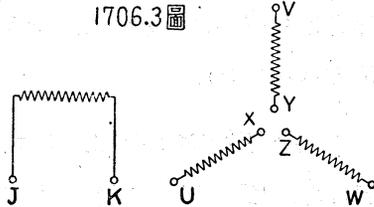
1706.1圖



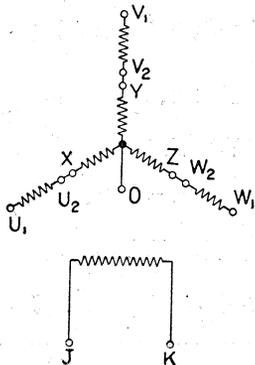
1706.2圖



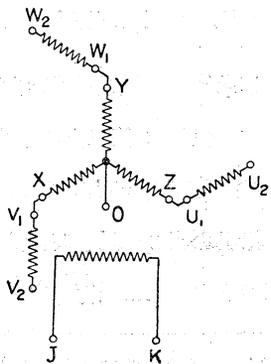
1706.3圖



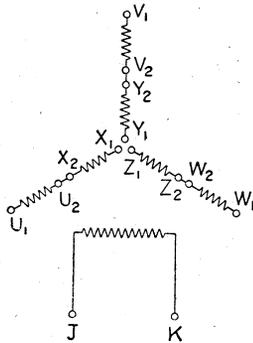
1706.4a圖



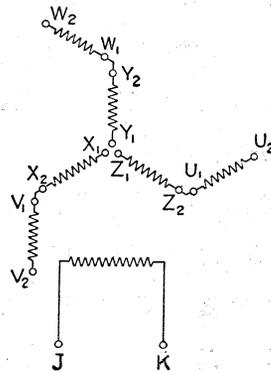
1706.4b圖



1706.5a 圖



1706.5b 圖



1707. 端子記號と相回轉方向との關係 三相同期機は、正常回轉方向に於ける相回轉方向が U, V, W の順序になる様、端子記號を附するものとす。

第十八章 註文又は照會の際記載すべき事項

1801. 同期機の照會又は註文を爲す場合に必要なる事項 同期機の照會又は註文をなすに當りては、其の仕様書に次の事項を記載すべきものとす。

(1) 一般事項

(イ) 機械の名稱

(ロ) 型 式 (301~321)

(ハ) 冷却方式 (322~326)

(ニ) 使用の種類 (404~409)

(ホ) 定格の種類 (410~417)

(ヘ) 特殊使用状態、構造に影響すべき使用状態の場合は其の使用状態 (401~403)

(ト) 据付場所及び運送條件(最大許容寸法及び重量をも記載すること)

(チ) 定格事項

出 力 (418~420)

電 壓

相 數

周 波 數

回 轉 數

力 率

電 流

(リ) 勵 磁 機 勵磁法(分捲、複捲、他勵の別等)、電壓、原動機の種類、其
の他必要なる事項

(ヌ) 自動電壓調整器を附する場合は其の種類

(ル) 回 轉 方 向 (1704)

(ヲ) 據るべき規格 JEC-35 (1934)

(ワ) 附 屬 品

(カ) 豫 備 品

(2) 各機械に對する事項

(イ) 同期發電機

(a) 原動機の種類、及び之との連結方法

(b) 線路充電に關し考慮を要するものは其の所要事項

(c) 並行運轉に關し特に注意すべき事項

(ロ) 同期電動機

(a) 用 途 (負荷の種類)

(b) 起 動 方 法

(c) 起 動 條 件(自起動の場合) 許し得可き起動 kVA、起動回轉力及び其
の他の條件

(ハ) 同期調相機

(a) 起 動 方 法 許し得べき起動 kVA

(b) 線路充電に關し考慮を要するものは其の所要事項

(c) 遅れ力率に使用せらるるものは遅れの最大所要 kVA

(3) 其の他必要なる事項

附 録

I. 標準事項⁽⁵³⁾

I-1. 標準定格電壓

同期機の定格電壓の標準を次の如く定む。〔電壓標準規程 JEC-34 (1933), JEA-101 (1933)〕

(a) 發電機

110, 220, 3,300, (3,450), 6,600, 11,000

(3,450) は、成るべく發電機電壓を以て直接配電を爲す場合に限り採用すること。

(b) 調相機

3,300, 6,600, 11,000

(c) 電動機

100, 200, (220), 3,000, 3,300

(220) は 60 サイクルの小型のものに限り採用すること。

I-2. 標準磁極數

同期機の磁極數は、次の値を採用することを標準とす。括弧内のものは出來得れば避くこと。

2, 4, 6, 8, 10, 12, (14), 16, (18), 20, 24, (28), 32, (36), 40, 48, (56),

64, (72), 80

I-3. 同期調相機の標準定格出力

調相機の定格出力の標準として、次の數値を推奨す。

1,000 10,000

1,500 15,000

2,000 20,000

3,000 25,000

5,000 30,000

7,500

I-4. 同期調相機の遅相出力の標準

同期調相機の遅相出力は、特に指定なき場合は、定格（進相）出力の 50% を以て標準とす。

II. 高電壓の測定法

日本電氣工藝委員會に於て制定せらるべき改訂高電壓測定標準規程の確定を見る迄、下記測定

法の適用を推奨す。

(1) 試験電圧の測定 試験電圧は、之を供給する試験用變壓器の高壓側に於て測定するものとす。但し變壓器の低壓側に於て、高壓側の電圧を正確に決定し得る場合には此の限りにあらず。

(2) 静電容量の小なる機器に對する試験 試験せらるゝ機器の静電容量小にして、電壓波形を亂し、又は試験用變壓器の變壓比を變ずるが如き、大なる充電電流を要せざるときは、先づ機器を接続せずして、火花間隙を所要の試験電壓に對して設定し、試験装置を此の火花間隙が丁度放電するが如き電壓を與ふる様調整すべし。

次に機器を接続し、且つ火花間隙を 20% 以上大にし、前記調整値に於て所要試験を行ふものとす。

(3) 静電容量の大なる機器に對する試験 試験せらるゝ機器の充電電流の爲、電壓波形を亂し、又は試験用變壓器の變壓比を變ずるが如き時は、試験せらるべき機器を回路に接続し、火花間隙を調整して變壓比を求め、前條第二項により試験を行ふものとす。

(4) 火花間隙による電壓測定範圍 球狀火花間隙は、10,000 V 以上の電壓測定に使用する。

(5) 球狀火花間隙 標準球狀火花間隙は、適當に裝置せられたる 2 箇の同大の金屬球を使用するものとす。而して導體は、間隙より球の直徑の二倍の距離以内に球の柄以外を接近せしむべからず。又球を支ふる柄の直徑は、球の五分の一より大なるべからず。

構造上必要なる絶縁物は、球の直徑に等しき距離迄、間隙に接近せしむるも支障なし。

球狀火花間隙の使用に當りては、火花間隙に他の電界の影響なからしむべし。

球が接地せられたる場合には、火花間隙は、床又は大地より球の直徑の五倍以上の距離に裝置すべきものとす。

球狀火花間隙の兩極共絶縁せられたる場合は、兩極の大地に對する電位は、成るべく對稱なるを要す。

(6) 標準球狀火花間隙の放電電壓 標準球狀火花間隙と放電電壓（正弦波形）の實効値との關係は、附 1 表の如し。

(7) 球狀火花間隙の空氣密度に對する更正係數 一定の間隙の火花放電電壓は、氣壓の減少及び大氣の溫度上昇と共に減するものなり。與へられたる電壓に對する間隙距離を求むるには該電壓を附 2 表に示したる更正係數にて除し、此の値に對する間隙距離を附 1 表により求む。

又與へられたる間隙に對する火花放電電壓を求むるには、附 1 表の示す標準曲線より間隙距離に相當する電壓を求め、之に更正係数を乗するものとす。

標高大ならざる場合には、比較空氣密度を以て更正係數として可なり。即ち 0.9 以上に於ては、更正係數は比較空氣密度と大差なきを認むべし。

標高大なる場合、又は更に精密を要する時は、其の場合の比較空氣密度に相當する更正係數を、附 2 表中より求むるものとす。

$$\text{比較空氣密度} = \frac{0.392b}{273+t}$$

茲に $b = \text{氣壓 (mm)}$ $t = \text{溫度 (°C)}$

比較空氣密度と之に對する更正係數は、附 2 表に示す如し。

球狀火花間隙の放電電壓には、濕度は影響少なきを以て更正を要せず。

附 2 表 氣壓に對する更正係數

比較空氣密度 \ 球の直徑	20 mm	62.5 mm	125 mm	250 mm	500 mm	750 mm
0.50	0.573	0.547	0.535	0.527	0.519	0.517
0.55	0.617	0.594	0.583	0.575	0.567	0.565
0.60	0.661	0.640	0.630	0.623	0.615	0.613
0.65	0.705	0.686	0.677	0.670	0.663	0.661
0.70	0.748	0.732	0.724	0.718	0.711	0.709
0.75	0.791	0.777	0.771	0.766	0.759	0.757
0.80	0.833	0.821	0.816	0.812	0.807	0.805
0.85	0.875	0.866	0.862	0.859	0.855	0.854
0.90	0.917	0.910	0.908	0.906	0.904	0.903
0.95	0.959	0.956	0.955	0.954	0.952	0.951
1.00	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
1.05	1.041	1.044	1.045	1.046	1.048	1.049
1.10	1.082	1.090	1.092	1.094	1.096	1.097

(8) 火花間隙使用上の注意事項

(イ) 絶縁耐力試験に於ける火花間隙 電氣機器の絶縁耐力試験を行はんとする時は、試験回路の他の部分に於て火花放電をなさざる様、充分の注意を要す。

(ロ) 火花間隙には毎ヴォルト約 1 オームの無誘導抵抗を其の一端子に直列に挿入すべし。

若し回路の一端を接地して試験を行ふ場合には、此の直列抵抗を接地せられざる端子に挿入し、兩端共接地せられざる場合は、其の二分の一宛を挿入すべし。何れの場

合にありても、此の抵抗は測定間隙に充分接近せしめて挿入すべし。

此の抵抗は、間隙破壊の時に於ける高周波の振動を弱め、電流を制限するものにして、水管抵抗は最も信頼し得るものなり。

炭素抵抗は、電流により其の抵抗甚だしく低下するが故に使用すべからず。

III. 線路充電特性の算定

III-1. 電機子零力率進電流により勵磁せらるる飽和特性

無負荷飽和曲線、三相短絡曲線及び電機子漏洩リアクタンスを知り、圖上にて次の如く求むることを得。

附・I 圖に於て

OS ——三相短絡曲線

ON ——無負荷飽和曲線（線間電壓）

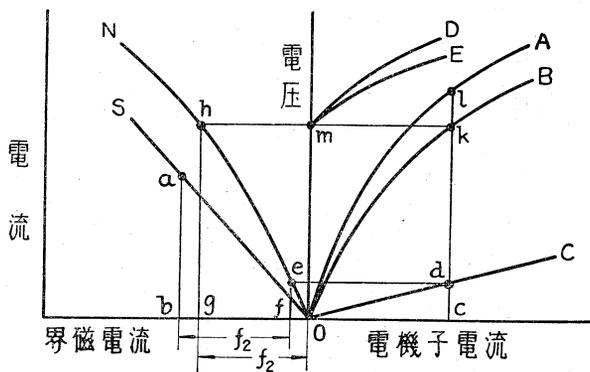
OC ——電機子漏洩リアクタンス電壓 $\sqrt{3}IX$ （線間電壓）

但し X は漏洩リアクタンス

OB ——電機子反作用による内部誘起電圧を表す飽和特性（線間電壓）

OA ——電機子電流による飽和特性（端子電壓の線間値）

附・I 圖



電機子が零力率進電流により勵磁せらるる時の飽和特性曲線上の、 $I = \overline{ab} = \overline{Oc}$ なる電機子電流に對する點 k 及び l の求め方は次の如し。

OC 上に $I = \overline{Oc}$ に對する漏洩リアクタンス電壓 \overline{cd} を求め、 ON 上に $\overline{ef} = \overline{cd}$ にとる。

り求むる事を得。此の負荷に對して、界磁電流を變へたる場合の飽和特性 ON_1 は、斯の如き點 e を數多求めて得らる。

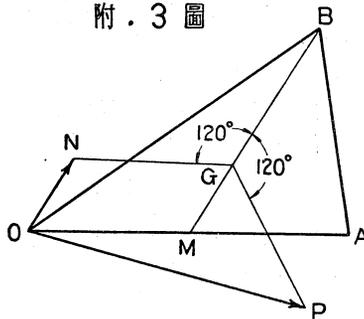
充電特性 OL_2 の如き負荷に接続せらるる場合には、發電機は残留電壓により自己勵磁を起し、端子電壓は OL_2 と OA との交點 g にて示され、此の負荷に對して界磁電流を加へたる場合の飽和特性 hN_2 は、上記 ON_1 と同様にして求めらる。

IV. 不平衡率の算定法

實測したる三相電壓（又は電流）より、其の正相分及び逆相分を簡単に圖示的に求むる方法、次の如し。

三つの電壓（又は電流）の大きさを夫々 a, b, c とし、此の電壓には零相分を含まざるものとす。 a, b, c を三邊とする三角形 OAB を畫く。（ $\overline{OA} = a, \overline{AB} = b, \overline{BO} = c$ ）

附. 3 圖



M を \overline{OA} の中點とし、 B, M を結び、 $\overline{GM} = \frac{1}{3} \overline{BM}$ にとれば、 G は $\triangle OAB$ の重心なり。

\overline{BG} を、 G を中心として左右に各 120° 宛回轉し、 $\overline{GN} = \overline{GB} \angle 120^\circ, \overline{GP} = \overline{GB} \angle -120^\circ$ と取る。

かくて得たる N, P を O と結べば、ベクトルの的に

$$\text{正相分} = \overline{OP}$$

$$\text{逆相分} = \overline{ON}$$

を得。之より不平衡率 $\overline{ON} / \overline{OP}$ を求むる事を得。

V. 往復動機械直結同期機

V-1. 往復動機械直結同期機の固有周波數

2 箇の同期機が電氣的に聯結して並行運轉をなす場合、同期機の全回轉部分の有する固有周波数は、次の如く表さる。

$$\text{毎分周波數 } F = \frac{109,000}{n_a} \times \sqrt{\frac{P_{s_a} f}{(GD^2)_a} \times \frac{\left(1 + \frac{N_i}{N_p^2}\right)}{(1 + N_\phi)}}$$

茲に

n = 機械の速度 (R.P.M.)

P_s = 回轉子が電氣角 1° 變位せる時發生する同期化力 (kW)

GD^2 = 蓄勢輪效果 (kgm²) (G は重量 (kg), D は回轉半徑 (m) の 2 倍)

f = 端子電壓の周波數 (毎秒)

N_i = 蓄勢輪效果の比 即ち $(GD^2)_a / (GD^2)_b$

N_p = 磁極數の比 即ち p_a / p_b

N_ϕ = 同期化力の比 即ち P_{s_a} / P_{s_b} (變位角の比の逆數)

a, b = 機械別を示す末尾字

斯る並行運轉時には、端子電壓のベクトルは一般に動搖す。

而して同期機が強大なる電源に接續せらるるか、又は同一設計のものが並行運轉をなす場合には、前記固有周波數は次の如く表さる。

$$F = \frac{109,000}{n} \sqrt{\frac{P_s \cdot f}{GD^2}}$$

普通制動捲線は、固有周波數には大なる影響なく、之を有するものの固有周波數は、上式にて與へらるる値より約 2% 低下するに過ぎず。従つて普通制動捲線の影響を閑却して可なり。

往復動機關の製造者は、各氣笛に發生する動力が完全に平衡を保つものとして、インデケータ一線圖より回轉不整率 (Cyclic irregularity) を計算するを常とす。而して此の場合考慮せらるる脈動回轉力の周波數は、4 サイクル、氣笛數 C のディーゼル機關に於て

$$\text{毎分周波數} = \frac{C}{2} \times n \text{ 及び其の整數倍}$$

なり。然も實際には各氣笛に不平衡あるため、單氣笛としての脈動回轉力が殘存するを避け難く、其の周波數は次の如し。

$$\text{毎分周波數} = \frac{1}{2} n \text{ 及び其の整數倍}$$

此の脈動回轉力は、其の大きさ不定なるも、固有周波數に最も合致し易く、且つ周期的變位角は脈動回轉力の周波數に略反比例するが故に、最も警戒を要するものなり。

固有周波數は、上記脈動周波數の何れに對しても相當相離るる事を必要とし、普通最低周波數より下へ、更に其の 20% 以上離るる様慣性モーメント其の他を選定す。

V-2. 往復動機械直結同期發電機の周期的最大變位角

同期發電機回轉速度に周期的變化ある時、之に接続せらるる機械中、同期機が最も大なる影響を受く。

許し得る脈動の範圍は、横流即ち同期化電流の大きさより定むべきも、便宜上單獨運轉の場合に就て、周期的最大變位角（電氣角）を 3° 以内にある様限定す。

周期的最大變位角を精確に求むるには、原動機脈動回轉力の各高調波相互の位相關係を知る必要あれども、非常に複雑にして、且つ高次分の影響は小なるを以て、實用上にはインデケータ線圖より得たる回轉力を、各氣筒互に平衡せるものと見做したる合成回轉力の脈動最低周波數分のみを考慮して充分なり。

今 f = 端子電壓の周波數（毎秒）

p = 磁極の對の數

ν = 脈動回轉力の周波數（毎秒）

M = 脈動回轉力の振幅（kgm）

GD^2 = 蓄勢輪效果（kgm²）

g = 重力の加速度 9.8 m/(秒)²

とせば

$$\text{回轉不整率 } \sigma = \frac{2g}{\pi^2} \times \frac{p}{f\nu} \times \frac{M}{GD^2}$$

之による變位角の振幅は次の如し。

$$\phi = 57.3 \times \frac{\sigma}{2} \times \frac{f}{\nu}$$

同期機が他の同期機と並列に接続せられたる場合には、同期化力及び制動作用をも同時に考慮する必要あり。

而して電源が強大なる場合、又は數筒の同一設計のものが並行運轉をなす場合には、次式により周期的變位角を計算する事を得。即ち

P_s = 回轉子が電氣角 1° 變位せる時發生する同期化力 (kW)

T = 同上 1 ラジアン變位せる時の同期化回轉力 (kgm)

$$T = 930 \frac{pP_s}{f}$$

A = 滑り零の附近に於ける制動回轉力と滑りとの比を T_{is} とせるとき

$$A = \frac{pT_{is}}{2\pi f}$$

I = 慣性モーメント

$$I = \frac{GD^2}{4g}$$

$$\omega = 2\pi\nu$$

とせば、電氣的常數を考慮せる回轉不整率 σ' は

$$\sigma' = \sigma \times \frac{\omega I}{\sqrt{A^2 + \left(\omega I - \frac{pT}{\omega}\right)^2}}$$

又變位角の振幅は

$$\phi = 57.3 \times \frac{M}{\omega} \times \frac{p}{\sqrt{A^2 + \left(\omega I - \frac{pT}{\omega}\right)^2}}$$

となる。

此の關係は、往復動機械に直結せる同期電動機に就ても同様なり。

~~同期機標準規程~~

説明書

改訂の要點

改訂の要點を摘記すれば次の如し。

- (1) 需要者と製造者との間の連絡を緊密にすべき事項を加へたること。
- (2) 外被の型、保護方式、冷却方式等による分類を定め、又同期機に必要な術語の定義を補足したること。
- (3) 定格の定義を改め、又使用状態並に使用の種類に就き規定したること。
- (4) 温度上昇限度を改正し、許容限度を一部高め、尙埋入温度計裝備につき具体的に規定したること。
- (5) 温度試験の方法、就中零力率法につき詳細に規定したること。
- (6) 負荷試験を行ひ得ざる場合の温度上昇推定法を新に加へたること。
- (7) 突發短絡試験方法を明かにしたること。
- (8) 高速度發電機の臨界速度と定格速度との關係を規定したること。
- (9) 往復動機械直結同期機の固有周波數、電機子電流の脈動、同期發電機の最大變位角等に就き、必要な算式及び限度を定めたること。
- (10) 次の規程に少許の修正を加へて本規程に取入れたること。
 - 損失の和に依る電氣機器能率の決定方法（昭和四年七月制定）
 - 電氣機器裕度標準規程（昭和六年七月制定）
 - 電氣機器端子記號標準規程（昭和四年七月制定）
- (11) 絶縁耐力試験電壓を改め、大容量電機の絶縁耐力試験に關し、特別の規定を設けたること。
- (12) 電壓變動率算定法として、起電力法二、起磁力法二を定め、零力率全負荷飽和曲線を實測し得ざる場合に對しても、相當正確なる結果を與へ得ることとなりたること。
- (13) 線路充電に用ふる同期機の規定を設けたること。
- (14) 電壓波形の規定を追加したること。

- (15) 多相同期機の電氣的平衡に就き規定したること。
- (16) 勵磁機に関する規定を加へたること。尙速應勵磁用勵磁機に就き、必要なる定義を與へたること。
- (17) 電壓及び周波數の變動の許容限度を設けたること。
- (18) 附録として、本文の適用に必要な事項を詳細に記述したること。高電壓の測定法を掲げ、本會に於て制定せらるべき高電壓測定標準規程改訂の確定を見るまで、其の適用を推奨したること。且つ定格電壓、定格出力等の標準を定めたること。

今各條に就て、必要に應じ規程制定の要旨を説明せんとす。

1. (§ 101) 適用範圍 同期周波數變換機には、同期發電機-同期電動機及び同期發電機-非同期電動機等より成るものあり。本規程に於ては、之等變換装置中の同期機のみ之を適用す。

本規程は一般同期回轉機に適用し、高周波電機、船舶用電機、軍用電機、小型電機（電氣時計用同期機の如き）等の如き特殊の同期機に對しては其の準用を推奨するも、例へば高周波發電機に對する波形 (§ 1002) の如く、條項により適用し難き場合あるを以て特に注意するを要す。

2. (§ 210) 同期電動機 本規程に於ては同期電動機とは、定常運轉状態に於て同期速度を以て回轉する電動機なりと定義せり。

而して圓筒型回轉子に分布界磁捲線を有し、之に直流勵磁を加ふるもの、及び凸極型界磁に相捲起動捲線を附し、同期速度に於て該捲線を短絡使用するもの、等を或は同期誘導電動機又は誘導同期電動機と稱することあれども、之等に對しては別個に之を定義せず。

然れども、之等電機は定常運轉時に於て、何等通常の同期電動機と差異なきを以て、之等全部に本規程を適用すること勿論なり。

3. (§ 225) 同期インピーダンス 同期インピーダンスの定義としては、從來一般に使用せられ居るものを採用したり。即ち飽和を考へ入れたるものにして、比較的實際に近き値を與ふるものなり。

A. I. E. E. に於ては、飽和を考へ入れざる百分率同期インピーダンスを採用し居れり。

今之等を圖面上にて比較すれば次の如し。

$$\begin{array}{ll}
 ON = \text{無負荷飽和曲線} & \overline{cd} = \text{定格電壓} \\
 OS = \text{短絡曲線} & \overline{eg} = \text{定格電流} \\
 Oc' = ON \text{ の直線部分への切線} &
 \end{array}$$

とすれば、勵磁 \overline{Od} に於ては、本規程による同期インピーダンスは $\frac{\overline{cd}}{\overline{fd}} \times \frac{1}{\sqrt{3}}$ にして、これよ

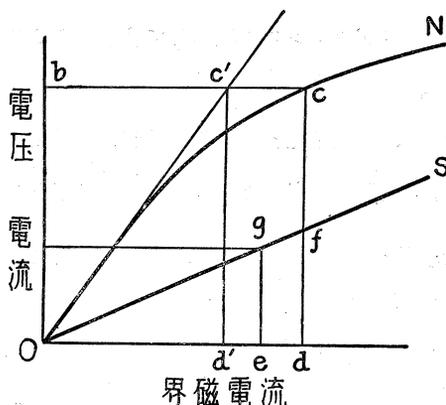
り百分率同期インピーダンスを求めれば

$$\frac{\frac{eg \times \sqrt{3} \overline{fd}}{\overline{cd}}}{\frac{\overline{cd}}{\sqrt{3}}} \times 100 = \frac{\overline{eg}}{\overline{fd}} \times 100 = \frac{\overline{Oe}}{\overline{Od}} \times 100 \%$$

A.I.E.E. の百分率同期インピーダンスは

$$\frac{\overline{Oe}}{\overline{Od'}} \times 100 \%$$

即ち本規程の \overline{Od} の代りに $\overline{Od'}$ を用ひたるものなり。



従つて定格電流に對する本規程の同期インピーダンス降下を、定格相電壓にて除したるものは、短絡比の逆數に等し。

4. (§ 226, 227) 過渡短絡電流及び過渡リアクタンス 凸極型界磁を有する同期機を、無負荷にて突然全相短絡せる場合に流るる電機子電流は、一般に直流分、回轉周波數の交流分及び其の第二高調波より成る。而して直流分及び第二高調波交流分は、短絡瞬時の電壓の位相により變化し、其の大きさは短絡瞬時の電機子磁束鎖交數により定まり、時間經過と共に比較的急速に減衰するものにして、此の中第二高調波分は一般に小なり。基本波交流分は制動捲線ある場合には、短絡後數サイクルの間は特に大にして急激に減衰し、其の後は制動捲線なき場合と同様に、略一つの指數函數曲線に従ひ、徐々に其の大きさを減少して持續短絡電流に至るものと見做すことを得。

此の基本波分は、短絡時の電壓位相に關係なく、略一定の値を有するものなり。

然も過渡電流として、油入遮斷器の遮斷容量、強電流回路より弱電流線への誘導障害、或は送

電系統安定度等に主として影響するは此の基本波交流分なるを以て、本規程に於ては此の基本波交流分を以て、過渡短絡電流と定義せり。實際に流るる電流の最大値(直流分最大の時)は、此の過渡短絡電流の $2 \times \sqrt{2}$ 倍より多少小さき値を有し、短絡後半サイクルに生ず。過渡リアクタンス (Transient reactance) を定格電壓と此の過渡短絡電流との比にて定義したるも、此の場合にありては過渡短絡電流としては、短絡時より數サイクルを経て後徐々に大きさを減少する電流分を、指數函數曲線に従ひ減衰するものと見做して、短絡瞬時に迄其の最大値の包線を延長したる場合の値をとるべきものなり。制動捲線なき場合に於ては、§ 226 の過渡短絡電流は此の値に相當するも、制動捲線ある場合の過渡短絡電流は、上記の如く最初の數サイクルの間は此の値より大にして、かかる過渡短絡電流と電壓との比より求めらるる過渡リアクタンスは、普通 Sub-transient reactance として過渡リアクタンスと區別して論議せらるることあれども、本規程に於ては簡單のために之を採らず。

尙上記の過渡リアクタンスは、電機子電流の起磁力軸が、界磁極と一致する場合の電機子電流に依る電機子漏洩磁束、及び界磁漏洩磁束により生ずる電壓降下と電流との比に相當す。

5. (§ 303) 閉鎖通風型電機 之は特別なる冷却空氣出入口を有し、其の他の部分は全部閉鎖せる型なるが、此の中には次の如きものを含む。

- (1) 主機の通風口に風道を付けざるもの
- (2) 通風口の出口、入口の何れか一方又は兩方に風道を有するもの
- (3) 通風道が密閉回路を作り、中間に冷却器を有するもの

6. (§ 306~321) 保護方式の耐、防、密の意義 耐、防、密なる文字は次の意味に用ひたり。

耐 は對象物が機械内に附着、侵入するも支障なく使用し得る構造

防 は對象物が實用上内部に侵入せざる構造

密 は或る條件の下にては對象物に對し、完全に密閉せられたる構造

7. (§ 324) 水冷型電機 例へば鐵心中に冷却管を有するもの、固定子枠に水冷管を備ふるものの如く、機械と不可分の部分に水冷装置を有する機械なり。

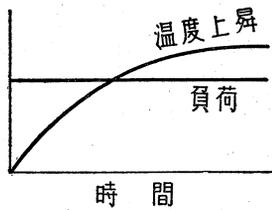
8. (§ 401~403) 使用狀態 使用狀態 (Service condition) とは、機械の使用場所の狀況即ち冷却媒體の狀況を示すものなり。標高 1,000 m 以上の高地、及び周圍溫度 40°C を超過する場所等に於ては、空氣の密度減少するため、共に普通使用せらるる場合と其の冷却狀況を異にするを以て、之等を特殊使用狀態として區別したり。

周囲温度の特に低き場所に於て使用せらるるものにおいて、潤滑油の粘度増加のため起動困難を生ずる等、使用上注意を要するも、定格に影響すること少きを以て特に規定を設けず。

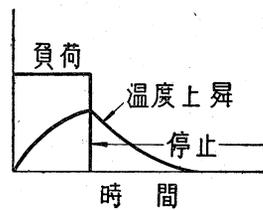
又構造に影響する使用状態として掲ぐる如き條件は、機械の定格には直接関係なきも、機械註文に當りて之を明示せば、特別の考慮を拂ひて製作し得るの便利を與ふるものなり。

9. (§ 404~409) 使用の種類 使用の種類を明瞭ならしむる爲、其の負荷状況並に温度上昇を圖示すれば次の如し。

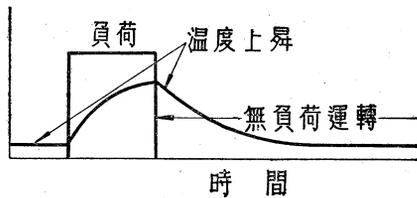
(a) 連続使用



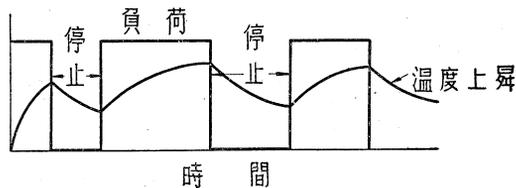
(b) 短時間使用



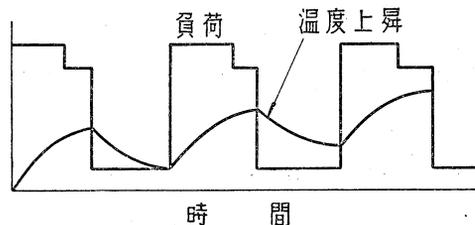
(c) 短時間負荷連続使用



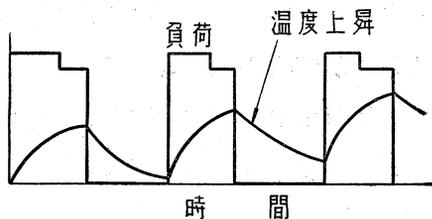
(d) 断続使用



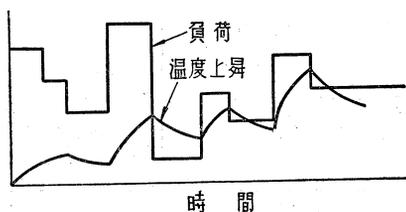
(e) 反覆使用



又は



(f) 変負荷連続使用



10. (§410) 定 格

(イ) 本規程に採用せる定格の定義は、舊規程に於ける定格と其の意味を異にす。舊規程に於ては定格とは、銘板に記載せられたる機器の出力を稱したるも、本規程に於ては或る一定の規程に適合する使用限度として、出力、電圧、電流、周波數、力率等機器の使用を格付くるものを綜合して定格と稱し、之を銘板に記載すべきものと定めたり。従つて若し銘板に記載せる定格事項が、溫度上昇其の他の點に於て該準據規程に規定せる限度を超過する場合は、之を定格と稱し得ざるは明かなり。

(ロ) 近來機器の最大許容溫度を目標として、冷却媒體の溫度に従ひ溫度上昇限度を變更して最大許容負荷を定め、之を該溫度上昇に對する定格出力として用ひんとする事を提議せる者あれども、之は使用定格 (Operating rating) と稱すべきものにして、かかる使用定格は機器の大きさを決定するものに非ずして、單に使用狀況に應じて定格出力以上の出力に於て使用しても差支なき事を意味するに過ぎず。冷却媒體溫度を 40°C と見做し、規定溫度上昇限度を超過せざる事を以て定格出力を決定するも、例へば冷却媒體溫度が 30°C を超過する事なき使用狀況に於ては、最大許容溫度を目標として、溫度上昇限度を規定限度より 10°C 高く取りても何等支障なきを以て、かかる溫度上昇を許せる場合の出力を以て、該溫度上昇に於ける使用定格出力と稱するなり。

(ハ) 使用限度には當然時間が入り來るものにして、定格時間とも稱すべきものなれども、之は總ての項目に關係するものなる事と、從來の習慣とにより他の定格事項と異り、連続定格、

短時間定格、公稱定格等の表示法を採用せり。之等は各々定格時間が連続、短時間、公稱なることを表したるものなり。

11. (§415) 公稱定格 公稱定格は稍複雑なるものにして、成るべく機械の定格を單一標準化するは、製造者及び使用者共に便益を受くるものなるが故に、之が適用範囲を出来得るだけ制限するを可とす。電気鐵道用發變電所機器に於ては、負荷の性質が特別なるため、從來相當廣く本定格を使用し居るが故に、此處には公稱定格は電気鐵道發變電所用機械に限り適用し得ることとせり。

12. (§416) 斷續使用、反覆使用並に變負荷連續使用に對する定格 之等の使用に對しては、短時間定格、又は連續定格を適用することとせるも、その負荷状態に依り設計上注意を要する點多き故、需要者は註文の際出来るだけ最大出力其の他負荷状態を仕様書に示し、製造者と緊密なる連絡をとることを推奨せり。

13. (§419) 同期電動機の定格出力 電動發電機用電動機は、發電機と無關係に其の定格を満足すべきものなれども、特に指定なき限り便法として電動機側の電壓周波數等を定格値に保ち、主發電機をその定格に使用したる場合に、電動機が本規程に合格すべきことを以て可なりと解釋す。

14. (§420) 同期調相機の定格出力 同期調相機の普通の用途に於ては、進み零力率に於ける皮相電力を要するものなる故、本條の如く定めたり。然れ共、若し必要ある場合には遅れ零力率に於ける kVA 出力を仕様書に指定するを可とす。

15. (§501) 溫度上昇限度 501 表溫度上昇限度は、特に不都合を來さざる限り、IEC の限度を採用することとせり。J-22 に對し變更せる主なる點は次の如し。

- (1) 電機子捲線 電機子捲線溫度上昇限度の溫度計法による値と、抵抗法による値との差は、舊規程に於ては A 種、B 種共 5°C とせり。又 IEC に於ては從來 A 種絶縁に對しては 5°C、B 種絶縁に對しては 10°C なりしが、1930 年 Stockholm に於ける IEC 總會に於て、獨逸側委員の提出せる資料 [P. Jacottet u. F. Hillebrand: E. T. Z. 52, 953 (1931) 参照] 其の他を參考として、上記限度の差を夫々 10°C 及び 15°C に改訂することとなりたり。

本規程に於ても之等を参照して改訂せり。

- (2) 界磁捲線

- (a) タービン發電機界磁捲線 B 種材料を用ひたるものに對し、從來に比し比較的高き

限度 90°C を採用したり。之は絶縁物の耐熱性及び機械的強度に對し工作法進歩したるため、90°C を採用せるものなり。

- (b) 平打捲線 之は裸導體を使用し、捲線内外の温度分布比較的均一にして、温度計法に依り最高温度に近き値を得るを以て、温度計法限度 10°C、抵抗法限度 5°C を上げたり。
- (c) (a)(b)以外のものは、電機子捲線と同一の理由に依り、抵抗法限度 5°C を上げたり。
- (3) 鐵心 捲線絶縁の種類に依り、新に限度 A 種 50°C、B 種 70°C と定めたり。
- (4) 滑動環 新に A 種 65°C、B 種 85°C の限度を設けたり。
- (5) 軸受 新に温度計法 40°C、埋入温度計法 45°C の限度を採用せり。軸受が水冷式なる場合には、基準温度として周圍温度を採ることとしたるも、周圍温度と入水温度との差大なる場合には、§ 517 (1)(ロ) に示したる方法により平均基準温度を算定するを可とす。
- (6) 全閉型電機 全閉型電機に於ては、温度の分布が他の型の電機に比し比較的均一にして、内部の最高温度と温度計法及び抵抗法による温度との差少し。従つて温度計法及び抵抗法による温度上昇限度を稍高く採ることを得。此の考への下に、全閉型電機の捲線及び鐵心の温度計法及び抵抗法による温度上昇限度として、他の型の電機よりも 5°C 高き値を採用せり。

16. (§ 514) 埋入温度計法 大容量のものは、最高温度と平均温度との差が比較的大となり得る場合あり。従つて容量 5,000 kVA 以上のもの、又は鐵心長 1 m 以上の場合は埋入温度計を必ず装置することとしたり。且つ部分的過熱を知り得る爲温度計素子を全周 6 箇所以上に裝備することとせり。これ以下の容量のものに埋入温度計を裝備する時は 3 箇所以上とせり。

埋入温度計の一種にして、捲線導體に直接埋入温度計素子を接觸せしめ、測定器との間に絶縁變壓器を用ふる方法も可能なるも、現在に於ては安全度に於て未だ不充分なる點あるを以て、本規程には推奨せず。

又電機子電流回路に變流器を用ひ、油壺其の他を暖め捲線温度を模擬的に表示する方法あるも、之は回轉機に對しては保護装置用の程度に止り、定格決定の温度測定用には未だ使用し難きを以て、此の測定法は考慮に入れざることとしたり。

17. (§ 517) 冷却媒體の温度の測定 温度試験に於て温度上昇を決定する場合、基準温度として、冷却媒體、周圍温度、入水温度、入氣温度の何れを採るべきかは重要な問題なるが、

此處には § 517 の通り冷却媒體の溫度を採用することとせり。

冷却媒體の溫度と稱するは、本項に於て明かなる如く、自然冷却のものに對しては指定の位置に於て測定したる周圍溫度を云ひ、閉鎖通風型に對しては通風入口に於ける氣體の溫度、水冷型電機に對しては入水溫度を採れり。

水冷型電機にありて、外氣溫度と入水溫度とに溫度の差ある場合、然も外氣によりて熱量の相當なる部分が持ち去らるゝ場合には、冷却媒體溫度として何れを採るか決定し難きを以て、兩冷却媒體により持ち去らるゝ損失と兩冷却媒體の溫度とより平均値を算定する方法を採用せり。

18. (§ 524) 同期機溫度試験の負荷方法 (1) 實負荷法「之と損失に於て等價なる状態」とは、單に全損失に於て近似なる状態の謂に非ずして、或る一部に於て定格運轉状態より損失少しく小なれば、他の部分に於て之を償ふ様少しく損失を大ならしめるが如き運轉状態を意味し、例へば出力を定格出力に等しくし、電壓が定格値より少しく低下せば、電流を定格値より少しく大ならしむるが如き場合を云ふ。

而して同様の機械 2 臺を發電機及び電動機として負荷返還法を行ふ場合には、兩機共實負荷法によれるものと見做す。

19. (§ 525) 零力率法の適用 (3) 力率 0.8 を超過する同期機に零力率法を適用したる場合、電流、電壓共に定格値に保つことは困難にして、電流又は電壓或は此の兩者を定格値より低下して試験し、此の結果を更正して定格状態の溫度上昇を推定する必要あり。此處には電流、電壓何れかを定格値に保ちて試験し、(イ) 又は (ロ) の方法に依り更正することを推奨す。此の更正法の根據に關しては、調査資料 I に於て實際の機械に就て測定したる結果を發表することとせり。

20. (§ 526) 負荷試験を行ひ得ざる場合の溫度推定法 同期機の容量大なるものは、製作工場に於て之が定格負荷試験を行ふこと困難なる場合多く、且つ § 525 の方法をも行ひ得ざる場合あり。此の場合に無負荷にて電壓のみを發生したる場合と、短絡状態にて電流のみを供給したる場合との試験を適當に組合せ、定格負荷の場合の溫度を推定する方法を定めたるものなり。(調査資料 II-1, 2, 3 参照)

茲に(3)の方法を適用して求めたる各部の溫度上昇中には、機械的損失による溫度上昇を二重に加算することとなる。而して水車發電機の如き比較的低速度のものにありては此の影響小なるも、タービン發電機の如く高速度のものにありては之を無視し難き場合あり。かるゝ際には無負荷無勵磁運轉時に於ける溫度上昇を測定し、之を差引くを可とす。

尙實負荷試験は、加熱状態の下に定格にて長時間運転をなし、機械的、電氣的の缺點を摘出する爲に推奨すべきこと勿論なり。負荷試験を省略する場合は、之等の點に就き特別の注意を拂ふことを要す。

21. (§ 602) 同期調相機の損率 同期調相機に於ては、キロワット出力と稱すべきものなく、出力は皮相 kVA なり。従て損失の割合を表すに能率を用ふることを得ず。此の代用として此處に新しく調相機の損率を規定したり。

22. (§ 607) 同期機の機體以外の損失の歸屬 本條項は先に刊行せる「損失の和に依る電氣機器能率の決定方法」(R.N. 6) に準じ更に多少補足せり。

(5) 測定上分離困難なるものとは、例へば主機に直結せられ、主機に專屬せざる勵磁機の機械的損失の如く、主機の機械的損失より測定上分離困難なるものを云ふ。

尙 (1) に於て副勵磁機を有するものありては、其の損失を主勵磁機損失中に含ましむ。

23. (§ 613) 漂遊負荷損 漂遊負荷損は、負荷による磁束分布の變化に依り生ずる損失にして、之を算定すること困難なるものなり。短絡損に對する捲線温度の影響は、普通餘り大ならざるを以て、捲線温度の上昇と共に漂遊負荷損は減少するものと見做し得。而して漂遊負荷損を凡て渦流損によるものとせば、抵抗に逆比例するものとして温度更正を施し得れども、實際には此の更正を施すべき損失は其の一部分に過ぎず。然も本規程に採用せる鐵損 (§ 611) は、無負荷時に於ける損失にして負荷時に於ける値より小なり。従つて本條項に規定せる如く、温度更正を行はずして測定時の温度に於ける漂遊負荷損を採用せる場合の差異と、鐵損に於ける差異とは相殺する傾向を有するが故に、本規程に於ては短絡損より測定時に於ける電機子抵抗損を控除せるものを以て、定格運転状態に於ける漂遊負荷損と見做し、温度更正を行はず。

24. (§ 615) 減速法 此の方法は、例へば直結勵磁機を有する同期機にて、之に運轉用電動機を取付くこと困難にして、尙勵磁機の容量は主機の機械的損失と鐵損との和よりも小なる如き場合に用ひらる。斯くの如き場合には、直結勵磁機を電動機として運轉し、主機を無勵磁のまま定格速度より少しく過速せしめて後電動機電源を切り、同時に主機に勵磁を與へ減速せしむれば、此の勵磁に相當する減速曲線を測定することを得。

若し別の方法に依り鐵損を測定することを得たる場合は、此の減速法により蓄勢輪効果を決定することを得。

25. (§ 701) 絶縁耐力試験 本試験は製造工場に於て温度試験後直に施行すべきものなる

も、同様の機械に對して溫度試験を省略する場合 (§ 523) にありては、溫度試験を省略したる機械に對しては、冷状態に於て之を行ふものとす。

尙製造後長年月を経たる機械、及び修理品に對しては、責任の歸屬を定め難きが故に、特別の協定をなすべきものとして、本規程には之を除外せり。

26. (§ 702) 加壓點 多相捲線の相間絶縁耐力は、捲線大地間の試験電壓と等しき電壓を以て、捲線組入れ中途に於て適當の時期に製造者に於て行ふものなれども、取引試験に於ては既に内部接續完了後なるを以て、相間の試験は要求せざることとしたり。

各相別々に端子を有するものに對しては、完成後相間絶縁試験を行ふも可なることは勿論なれども、之を行ふと行はざるとは當事者間の協定に一任することとせしむるものなり。

尙多相捲線の中性點の大地に對する電位が、運轉中如何なる状態に於ても常に一定限度を超過することなき様、特別の設備を有するものにありては、各相捲線の大地に對する絶縁は段付 (Grading) をなし得べきも、本規程に於ては之等は特別のものとして、其の絶縁耐力試験に關しては將來の發達を俟つて定むることとし、特に規定を設けざることとせり。

27. (§ 704) 絶縁耐力試験電壓 改正せられたる主なる點次の如し。

(1) 電機子捲線

(a) 1 kW 又は kVA 未滿の出力のものは、從來 $2E+500$ V なりしを、定格電壓の高低に従ひ合理的の段階を附したり。

(b) 10,000 kW 又は kVA 以上のものは、特に重要なる電機と考へ、試験電壓を稍高くし $2E+3,000$ V とせり。但し定格電壓 6,000 V 未滿のものに對しては稍嚴格に過ぐるを以て之を緩和したり。

(2) 及び (3) 界磁捲線 界磁捲線を開路して起動する電機の界磁捲線は、起動時に於て高き電壓を誘起するが故に、此の電壓を基準として試験電壓を定めたり。(調査資料 III 参照)

又同期調相機は運轉状態に於て界磁回路に異常電壓による閃絡を生じたる實例ありしため、之が試験電壓を特に高く定むべきを考慮したるが、其の故障發生時に於ける狀況詳かならず、之を一般的規程として採用するは時期尙早と考へられしにより、特別の規定を設けざることとせり。

(4) 絶縁せる起動用回轉子捲線を有するものに對し、3(b) と同様の主旨より新に試験電壓を設けたり。

28. (§ 802) 電壓變動率及び界磁電流の算定法 交流發電機の電壓變動率自身の重要さは、自動電壓調整器の發達により減少したるも、負荷状態に於ける界磁電流の算定は、能率の算定、勵磁機容量の決定等の爲必要なり。

§ 803~§ 806 は主として此の目的に規定せられたるものなり。而して之等は發電機のみならず同期機にはすべて適用し得るものなり。

29. (§ 805) 起磁力法 其の一 従來の起磁力法 (J-22) に依り算定せる界磁電流の値は實際よりも小に過ぐる缺點ある故、此處に k なる係數を入れて此の缺點を補正せり。即ち力率 $\cos\phi$ なる場合の界磁電流 i_3 の算定式を次の如く改めたり。

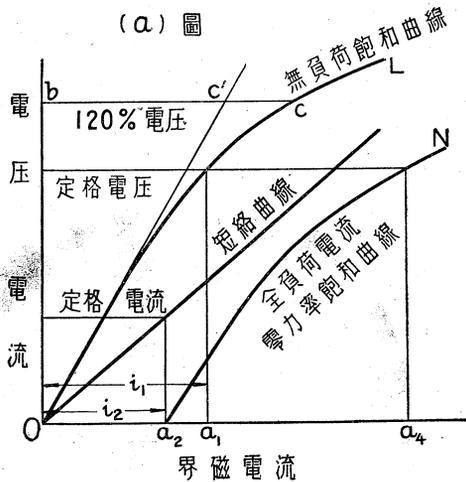
$$i_3 = \sqrt{i_1^2 + k^2 i_2^2 + 2 k i_1 i_2 \sin\phi} \dots\dots\dots (1)$$

但し i_3 = 力率 $\cos\phi$ の時の界磁電流

i_1 = 定格電壓無負荷の時の界磁電流

i_2 = 定格電流短絡の時の界磁電流

(a) 圖に於ける $\overline{a_1 a_4}$ が短絡時に於ける $\overline{O a_2} = i_2$ より増大するは、全く磁氣飽和の影響に

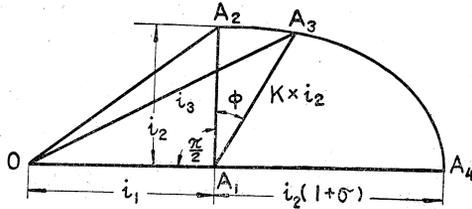


外ならざる故に、零力率の場合に、従來の如く i_2 を其のまゝ使用する時は誤多し。電機子電流に依るリアクタンス降下と電機子反作用とに相當する合成起磁力は、力率に依り變化すべきものにして、力率 1.0 の時は實驗上 i_2 に近き値となる故、此の時は i_2 を其のまゝ使用して差支へなし。

今起磁力ベクトル圖を畫けば (b) 圖の如くなるべし。

茲に、 $\overline{O A_1}$ は $\overline{O a_1}$ に、 $\overline{O A_4}$ は $\overline{O a_4}$ に、 $\overline{A_1 A_2}$ は $\overline{O a_2}$ に夫々相等しきものなり。

(b) 圖



$\overline{a_1 a_4}$ と $\overline{O a_2}$ との比は機械の飽和程度によつて異なるも、定格電流、定格電壓、零力率の場合には、實驗上定格電壓の 120% の電壓に於ける飽和程度を示す係數 σ を用ひたる $(1+\sigma) = \overline{bc}/\overline{bc}$ に略等しと取る事を得。(調査資料 IV-1 参照)

即ち

$$\frac{\overline{a_1 a_4}}{\overline{O a_2}} = \frac{\overline{bc}}{\overline{bc'}} = (1+\sigma)$$

而して任意の ϕ に對する $\overline{A_1 A_3}$ は、(b) 圖の如く $\overline{A_1 A_4}, \overline{A_1 A_2}$ を半軸長とする橢圓上の點 A_3 と中心 A_1 との距離 $\overline{A_1 A_3}$ を以て表さしむることゝすれば、從來の方法よりも遙かに事實に近きこととなる。即ち力率 $\cos \phi$ の時の $\overline{A_1 A_3}$ を求めんに、 $A_2 A_3 A_4$ を橢圓形と假定して

$$\overline{A_1 A_3} = k i_2 = \frac{(1+\sigma)}{\sqrt{(1+\sigma)^2 \cos^2 \phi + \sin^2 \phi}} \times i_2$$

$$\text{但し } k = \frac{(1+\sigma)}{\sqrt{(1+\sigma)^2 \cos^2 \phi + \sin^2 \phi}}$$

となるべし。

此の k は式 (1) 中の k にして、之を $(1+\sigma)$ 及び $\cos \phi$ に對し計算すれば、次表の如くなる。

k の 表

$1+\sigma$ \ $\cos \phi$	0.90	0.85	0.80	0.70	0
1.0	1.00	1.00	1.00	1.00	1.0
1.1	1.02	1.03	1.03	1.05	1.1
1.2	1.03	1.04	1.06	1.09	1.2
1.3	1.04	1.06	1.08	1.11	1.3
1.4	1.05	1.08	1.10	1.15	1.4
1.5	1.06	1.09	1.12	1.18	1.5
1.6	1.07	1.10	1.13	1.20	1.6
1.7	1.07	1.11	1.14	1.22	1.7
1.8	1.08	1.12	1.15	1.24	1.8
1.9	1.03	1.12	1.16	1.26	1.9
2.0	1.08	1.13	1.17	1.27	2.0

普通同期機に於ては、 $(1+\sigma)$ の値は 1.3~1.8 位にして、其の平均値は 1.5 に近し。

而して上表に於て力率 0.9~0.7 の間に於ては、 $(1+\sigma)$ が 1.3 より 1.8 迄變化するも、 k の變化は大ならず。

故に簡單の爲に、 $(1+\sigma)=1.5$ に相當する k の値を次の如く簡單にして本文に採用せり。

k の 表

$\cos \phi$	0.90	0.85	0.80	0.70	0
k	1.05	1.10	1.15	1.20	$1+\sigma$

30. (§ 806) 起磁力法 其の二 本法は實測したる無負荷飽和曲線及び短絡曲線と、設計數値として與へらるる電機子每極每相の直列導體數及び界磁每極の捲數とにより、先づ短絡状態に於て定格電機子電流 (I) を通ずるに要する界磁電流を、電機子反作用を打消すに要する分 (i_1) 及び電機子漏洩リアクタンス降下に對する分 (i_2) とに分ちたる後、ベクトル圖を基礎とする算式によりて、任意の力率に於ける電機子内部起電力 (E_a) を得、之に相當する界磁電流 (i_3) と上記の i_1 とをベクトル的に合成したるものとして、定格状態に於ける界磁電流 (i_4) を求むる方法なり。短絡状態に於けるが如く遅れ零力率に近き場合に於ては、電機子反作用は直軸分のみより成るものと見做し得る故に、其の基本波分は

$$A = \frac{3}{2} \times \frac{4}{\pi} \times \sqrt{2} I \frac{Z}{2} K_p K_d$$

$$= 1.35 K_p K_d I Z \text{ アムペア回数}$$

として求めらる。

之を界磁電流に換算するには、界磁捲數にて除するのみならず、界磁極の形及び界磁捲線の分布によりて異なる係數 K_ϕ を乗ずるを要す。

K_ϕ は凸極型界磁に於ては、界磁極片の幅と極間隔との比のみならず、磁極片の下に於ける最大空隙長と最小空隙長との比及び最小空隙長と極間隔との比等によりて變化すべきものにして、[R.W.Wieseman : T.A.I.E.E. 46, 141 (1927) 参照] 之に關して諸種の算定式あれども、實際の機械に於ては K_ϕ の値は $(0.97 \sim 1.10) \frac{\pi}{4}$ の範圍内に存在す。[R.E.Doherty & O.E. Shirley : T.A.I.E.E. 821 (1918) 参照] 従つて本項の目的に對して簡單のために $K_\phi = \pi/4$ と採れり。

又圓筒型界磁に於ては凸極型と異り、主として界磁捲線の分布による影響を受くるものにして、

溝の存在による影響を無視して、次式により計算する事とせり。〔L.A. Kilgore : T. A. I. E. E. 50, 1201 (1931) 参照〕

$$K_{\phi} = \frac{\gamma \pi^2}{8 \sin\left(\frac{\gamma \pi}{2}\right)}$$

(上記 i_1 の採用の根據に就きては調査資料 IV-2 参照のこと)

斯の如くして、短絡状態にて定格電流を電機子に通ずるに必要な界磁電流を、 i_1 及び i_2 の两部分に分離せば、之を用ひて 804 圖の ab の方向及び大きさを定め、零力率全負荷飽和曲線を求め得るが故に、§ 803 起電力法其の一を適用し得べきこと明かなれども、本法に於ては此の結果を利用して電機子漏洩リアクタンス降下 (e_a) を求め、之と V とのベクトル和 (E_a) を内部起電力として發生するに要する界磁電流 i_3 を無負荷飽和曲線上に求め、此の i_3 と上記の i_1 とのベクトル和として、定格状態に於ける所要界磁電流 i_4 を求むることとせり。

凸極型界磁の場合には、二反作用法によりて更に精密に取扱ふを可とすべきも、複雑なる算式を要するため、差當り此の程度の近似法を採用せるものなり。

31. (§ 807) 線路充電に関する注意 無負荷送電線を充電するが如き場合には、充電電流のために發電機端子電壓の上昇を生ず。

發電機 1 臺にて充電する場合に、指定時間所要の充電に耐ふる定格のものを選定すると云ふ意味は、發電機が充電の際に自己勵磁を起して、所要充電電壓以上の過電壓を生ずる虞もなく、又所要充電電壓に上昇せしめたる場合に、定格電流以上の過電流を生じ、所要の指定時間内に規定の溫度上昇限度を超過する虞もなく、充電に耐ふる特性を有するの謂なり。

而して之は發電機の定格出力が所要充電 kVA 以上ならば、常に充分なりと云ふに非ず、又所要充電 kVA より少き kVA に等しき定格出力のものにても、指定時間充電に耐ふる場合ある事を意味す。

之等の詳細なる關係は、線路の充電特性 (接続せらるゝ變壓器の勵磁電流を含む)、及び使用發電機に對する零力率進電流飽和特性を用ひ、附録 III の方法により圖示的に所要充電に對する發電機の動作状態を知り、之より判定する事を得べし。

32. (§ 808) 線路充電用同期機の定格出力の選定 線路充電に用ふる發電機の定格出力を選定するに當り、詳細なる機器の特性を用ひずして之を決定せんとする場合に、一つの目標として所要充電 kVA と發電機の短絡比とより、之を推定し得る事を本文に示せり。

充電に際し、發電機端子電壓を徐々に上昇せしめ、所要充電電壓に達せしむる爲には、發電機

25

の界磁回路を開き、残留電圧により自己勵磁を起すも、所要充電電圧以上に到らざるを要す。

而して線路の充電特性に著しき飽和の影響ありて、自己勵磁後の電圧が所要充電電圧以下なる場合(実際には稀なり)を除きては、上記の條件は發電機が自己勵磁を起さざることを以て充し得べし。

發電機が自己勵磁を起さざるためには、線路充電特性と零力率進電流飽和特性との傾きを比較し、前者の傾きが後者より大なるを要す。

斯の如き場合には界磁勵磁を加へて、發電機端子電圧を必要なる範圍に徐々に上昇せしめ得るなり。

兩特性の傾きの相等しき場合を自己勵磁の限界條件として、之を求むれば次の如し。

Q' = 所要充電 kVA

Q = 發電機定格出力

X = 同期リアクタンス (無負荷にて定格電圧を發生する時の値) (オーム)

X_0 = " (飽和せざる部分に對する値) (オーム)

γ = 短絡比

V' = 充電電壓 (V)

V = 定格電壓 (V)

I' = 充電電流 (A)

I = 定格電流 (A)

σ = 定格電壓に於ける飽和係數

とせば

$$X_0 = X(1+\sigma), \quad \gamma = \frac{V}{\sqrt{3}IX} = \frac{V^2}{QX} \cdot 10^{-3}$$

$$\therefore X = \frac{V^2}{Q\gamma} \cdot 10^{-3} \dots\dots\dots(1)$$

又充電特性より

$$\frac{V'}{\sqrt{3}I'} = \frac{V^2}{Q'} \cdot 10^{-3} \cong X_0 = X(1+\sigma) \dots\dots\dots(2)$$

(1) 及び (2) 式より直に次の關係を得。

$$Q \cong \frac{Q'}{\gamma} \left(\frac{V}{V'} \right)^2 (1+\sigma) \dots\dots\dots(3)$$

従つて Q 以上の定格出力のものを選定すればよきこととなる。

定格電壓にて充電する場合には $V = V'$ 、而して發電機に磁氣飽和なきものとすれば、 $\sigma = 0$ となる。従つて此の場合の安定條件は $Q \cong Q'/\gamma$ となる。

(3) 式の条件を満足する様に発電機の定格出力を定めたる場合に於ても、 $\left(\frac{V'}{V}\right)^2 \frac{\gamma}{1+\sigma}$ が 1 より大なる時は、充電電流 I' は定格電流 I より大なる場合あるを以て、指定時間此の過電流に耐へ得るや否やを考慮するを要す。

33. (§ 903) 速應勵磁用勵磁機の電壓上昇率及び頂上電壓 軌近送電系統に於ける故障時の安定度を増す爲に、発電機又は調相機に速應勵磁方式を施し、必要ある場合には急速に界磁電流を増加して、界磁磁束の減少を阻止せんとする傾向あり。

速應勵磁方式に関しては、未だ其の發達の途上にありて種々の方式あるも、之等に關する用語に不統一の點ありて不便少からず。本條項に於ては其の特性を表すべき電壓上昇率及び頂上電壓に就き、實際上最も妥當なりと思はるゝ定義を與へ、其の統一を計りたり。

電壓上昇率は、通常使用せらるるヴォルト/秒にて表し、同時に勵磁機電壓を示すものとす。

尙速應勵磁方式に關しては、勵磁機の電壓上昇率及び頂上電壓の外に、更に之を動作せしむる自動電壓調整器の動作狀況をも合せて考慮すべきものなるも、時期尙早なる爲本規程に於ては之を規定せず。(調査資料 V 参照)

34. (§ 1201) 機械的強度 本規定に於ては機械は、一般的に定格キロワット出力の 2 倍に相當する機械的負荷に耐ゆる機械的強度を有すべきを規定したり。

而して急速に變化する負荷に使用するものにありては、最大尖頭負荷が定格出力の 2 倍以上に達する場合あり。かかる負荷狀況の明かなる場合には、更に充分なる機械的強度を要求すべきは當然にして、之は需供兩者相互の協定に俟つべきものなり。

機械的無負荷にて運轉する調相機にありては、其の機械的應力の分布が發電機及び電動機と自ら異なるものなるが故に、本項の規定は之を適用せず、突發短絡試験及び過速度耐力に對する機械的強度を有することを以て足れりとするものとせり。

35. (§ 1205) 同期機の過速度耐力 本規程に於ては過速度耐力試験は、普通試験の中に入れず、此の試験を必要とする場合には特に指定することゝしたり。

水車用發電機の合成無拘束速度は、水車の種類により相當廣き變化ある故、其の都度考慮を要す。

今例を擧ぐれば略次表の如し。

水車種類	合成無拘束速度 (定格速度の百分率)
ベルトン水車	200%
フランス水車	180%

プロペラー水車

200~300%

蒸気タービン発電機の過速度耐力に關しては、舊規程(J-22)に於て之を 120% と規定しありしを今回 115% と改めたるは、次の如き理由によるものなり。

此の條項過速度試験の本來の目的は、非常時に於ける速度上昇に耐ゆることを要求する點にあるを以て、调速機の動作と關聯して過速度試験の標準速度を定むべきものなり。

蒸気タービンを全負荷より突然無負荷になしたる場合の速度上昇は、调速機の動作により略 6% 以内にして、调速機の動作不完全なる場合には、非常用调速機(其の動作整定 $110 \pm 1\%$) が動作し、上昇速度が 113% を超過することなきを常とす。

又 § 1206 タービン発電機の臨界速度の條項に於て、臨界速度を定格速度の上下 20% 以上離るゝ様規定せるも、定格速度の上に 20% 以上遙かに之を離すことは實際に困難にして、臨界速度は 120% の近くにあるを常とす。従つて過速度試験を 120% にて行ふは危険なり。之を 115% とせば略 5% 以上の差異あるため危険の程度は比較的小となる。

又発電機設計上より之を見れば、回轉子の機械的應力の最も大なる部分に於ては、其の應力は材料の弾性限度の 60% 附近にあり。もし 120% 過速度とせば、應力は弾性限度の 86.5% となり、115% に於ては 79.5% となる。之等兩場合に於ける應力の差は僅かに 7% なれども、弾性限度附近に於ける此の少差が材料の安全度に及ぼす影響は甚だ大なるものなり。

以上の理由により、タービン発電機の過速度試験の標準速度を 115% 1 分間と定めたり。

36. (§ 1301, 1302) 電壓變化の許容限度 端子電壓變化の許容限度なる條項を採用せる主旨は、送配電系統に於ける電壓の標準化を容易ならしむる目的を以て、系統に於ける機械の設置箇所により、其の端子電壓に多少の差異ある場合に、同一値の定格電壓の機械を實用上支障なく使用し得る融通性を保障する爲にして、電壓標準規程 JEC-34 (1933), JEA-101 (1933) と同一内容を有し相互の連絡を保てり。

かくの如き使用状態に於ては、機械の動作状態は必ずしも定格状態に對して定められたる仕様に従はざること明かにして、溫度上昇は規定限度を超過する事あるべく、又能率其の他のものは定格状態に於ける値と異なるべし。

溫度上昇の規定限度超過に關しては、周圍溫度が本規程の標準値 40°C の附近にあるは一年間の僅かの期間にして、然も其の間數時間の全負荷運轉により直に機械の壽命に影響するとは考へられず、又使用者側に於てはかかる使用状態を實際經驗し居ることなれば、實用上支障なきものと認め本條項を採用せり。

尙 § 1303 周波數變化の許容限度の條項に就ても、兩様の主旨より之を採用せり。

37. (§ 1402) 同期電動機の電機子電流の脈動 定力率運轉をなす同期電動機の電機子電流は、略其の回轉力に比例す。故に本項に規定したる最大電流 135% は、同時に回轉力の最大値も略 135% なることを意味す。

而して同期電動機の過負荷耐力の標準値は 150% にして、本項の最大値 135% は之にかなり接近して居り、一般的に許し得る最大限度と考へらる。

同期電動機の電機子回路に使用せらるゝ遮斷器の作動電流は、定格値の略 150% 位に定むるを普通とする故、其の範圍内の變化は之を認めて宜しく、之に 10% の餘裕を與へて 135% と定めたり。

慣性モーメントを或る程度以上に増すことにより電流の脈動を減じ得れども、之にも經濟的に限度あり、従つて本項規定の程度の脈動を許すは蓋し已を得ざる所なり。

此の脈動は電源の大きさにより異なるべきも、本規定にては電源の容量大にして、此の試験により電壓の變動なきものとしての脈動を規定したるものなり。

38. (§ 1701) 同期機銘板記載事項 (15) 界磁電流 同期機の界磁電流は、特に指定なき限り定格状態に於ける近似値を記入することとせるも、定格力率よりも低き力率にて使用する場合、其の最大許容値を知りたきことあり。之等の目的にて此の値を特に銘板に記入することを指定せられたる場合には、定格電壓、定格電流、定格周波數の下に力率のみを變化し、界磁捲線の溫度上昇が本規程の限度以下なる界磁電流の最大値(近似値)を記入するものとす。

但し此の状態に於ける試験は之を行はず、本規程による溫度試験の結果より推定せらるる値を用ふることを得。

39. (§ 1704) 回轉方向の標準 發電機に關しては原動機標準調査第一委員會(水車關係)と聯絡をとり、同委員會の定むる規程案と本規程との間に矛盾なきを期せり。

原動機の種類によりては必ずしも本標準回轉方向に従はざるものあるべく、かゝる際には特に之を指定するものとす。

40. (附 録 I) 標準事項 本條項設定の主旨は、機械の大きさの統一、選定並に製作の便に供し、其の合理化を促進せんとするにあり。本規程に於ては容易に標準化し得る事項として、さしあをり定格電壓、磁極數及び調相機定格出力に關し標準値を設けたり。力率の標準は、發電機に對しては 0.8、同期電動機に對しては 1.0 なる事は § 418 及び § 419 に示したり。又周波數に關しては、我國に於ては逓信省に於て標準化に努むるを以て、此處には特に之を設けざることとせり。

- (1) 標準定格電圧 電壓標準調査委員会と相互の聯絡をとり、電壓標準規程JEC-34(1933)、JEA-101(1933)を審議の上其の儘採用し、尙同規程になき調相機に對しても標準定格電壓を定めたり。

11,000 V を超過する電壓に對しては尙研究の餘地ある爲、其の採用を見合せたり。
(勵磁機電壓に就ては、直流機に屬する故に之が設定を延期せり)

- (2) 標準磁極數 (調査資料 VI 参照)

三相同期機の標準磁極數として本條項に掲げたる數値を採用せるは、次の如き理由による。

- (a) 電機子並列回路を成るべく數多くとり得るため、次の磁極數を避くること。

14, 22, 26, 28, 30, 34, 42, 44, 46, 50, 52, 58, 66, 70, 74, 78, 82, 86

- (b) 標準値を成るべく少數にして簡易化を計ること。

尙本條項は水車の標準回轉速度に重大なる關係あるため、原動機標準調査第一委員會に其の可否を諮りたるに、同委員會より水車能率及び回轉數の見地より、本條項に更に次の數値を採用したき希望ありたり。

14, 18, 22, 26, 44

- (3) 同期調相機の標準定格出力 同期機定格出力の中、調相機は比較的標準化し易きを以て、現今我國に於て多く使用せらるゝものを考慮して本條項の如き進相容量を採用せり。

調相機に於ては進相容量の外、遅相容量をも考慮すべきものなるが故に、其の標準値として進相容量の 50% と定めたり。

尙水車發電機及びタービン發電機の標準定格出力に就ては、時期尙早のため其の採用を見合せたるも、之等に關して我國に於ける實例を調査して參考に供せり。(調査資料 VI 参照)

同期機標準規程に関する 調査資料

内 容

本調査資料は、同期機標準規程調査中に必要に応じ、官廳、電力會社、電機製造會社等へ調査を依頼し、提出を受けたる實驗結果を整理し、參考資料として集めたるものなり。

本資料中にて、同一章内の數箇所に同一機械を引用したるものには、同一番號を附し參照に便せり。

目 次

番 號	題 目	本規程番號
I.	溫度試驗負荷方法零力率法の適用	§ 525
II.	負荷試驗を行ひ得ざる場合の溫度推定法	§ 526
1.	負荷試驗を行ひ得ざる場合の溫度推定法(1)	§ 526 (1)
2.	〃 〃 〃 〃 (2)	〃 (2)
3.	〃 〃 〃 〃 (3)	〃 (3)
4.	溫度試驗結果 (電力會社提出資料)	
III.	同期電動機の起動時に於ける界磁捲線誘起電壓	§ 704
IV.	同期機電壓變動率及び界磁電流の算定法	
1.	起磁力法 其の一	§ 805
2.	起磁力法 其の二	§ 806
3.	界磁電流算定法の新提案	
4.	一定 kVA の下に於ける力率と界磁電流との關係の實測	
V.	速應勵磁用勵磁機の電壓上昇率及び頂上電壓の實例	§ 903
VI.	標準事項——磁極數及び定格出力の實例	附錄 I
1.	容量別同期機箇數調	
2.	磁極數別同期發電機箇數調	
VII.	同期機特性の實例	

同期機標準規程に關する

調査資料

I. 溫度試驗負荷方法零力率法の適用 (§ 525)

(1) 溫度試驗負荷方法の一なる零力率法を適用するに當り、其の電壓、電流を夫々定格値に保ち得る時は、溫度上昇に何等更正を要せざるも、高力率の機械に於てはかくの如き試験は困難なる場合多し。かかる場合には低電壓、低電流にて零力率法を行ひ、實測せる溫度上昇に更正を加へて定格電壓定格電流に於ける値を算定す。

本文はかかる場合の更正法を示したるものにして、次の 4 種の實驗的結果を基礎として誘導せるものなり。

(a) 無負荷運轉に於ては、鐵心の溫度上昇は鐵損に略比例し、電機子捲線の溫度上昇も亦鐵損に略比例す。

今 t_{10} = 定格電壓無負荷運轉に於ける鐵心の溫度上昇

t_{20} = 定格電壓無負荷運轉に於ける電機子捲線の溫度上昇

w_f = 定格電壓に於ける鐵損

t_{10}' = 或る電壓に於ける無負荷運轉の鐵心溫度上昇

t_{20}' = 或る電壓に於ける無負荷運轉の電機子捲線溫度上昇

w_f' = その電壓に於ける鐵損

とすれば

$$t_{10} = t_{10}' \times \frac{w_f}{w_f'} \dots\dots\dots(1)$$

$$t_{20} = t_{20}' \times \frac{w_f}{w_f'} \dots\dots\dots(2)$$

第 I 表にその實例を示す。

第 1 表

#	機 名	定格電 壓の %	鐵 損 (kW)	鐵心溫度上昇 (°C)			電機子捲線溫度上昇(°C)		
				t ₁₀	計 算	誤 差	t ₂₀	計 算	誤 差
1	7,500 kVA 調相機	90* 100	42.0 53.0	13 16	16	0	17† 21†	21	0
2	1,250 kVA 發電機	80* 100	12.2 20.5	7 11	12	+1	7.5† 13†	13	0

* 計算の基準にとる。 † 埋入溫度計法による。

(b) 短絡運轉に於ては、鐵心の溫度上昇は電流の自乗に略比例し、電機子捲線の溫度上昇も亦電流の自乗に略比例す。

今 t_{1s} = 定格電流短絡運轉に於ける鐵心の溫度上昇

t_{2s} = 定格電流短絡運轉に於ける電機子捲線の溫度上昇

I = 定格電流

t_{1s}' = 電流 I' に於ける短絡運轉時の鐵心溫度上昇

t_{2s}' = 電流 I' に於ける短絡運轉時の電機子捲線溫度上昇

とすれば

$$t_{1s} = t_{1s}' \times \left(\frac{I}{I'}\right)^2 \dots\dots\dots(3)$$

$$t_{2s} = t_{2s}' \times \left(\frac{I}{I'}\right)^2 \dots\dots\dots(4)$$

第 2 表にその實例を示す。

第 2 表

#	機 名	定格電 流の %	電 流 (A)	鐵心溫度上昇 (°C)			電機子捲線溫度上昇(°C)		
				t _{1s}	計 算	誤 差	t _{2s}	計 算	誤 差
1	7,500 kVA 調相機	80* 100	990 1,240	10 11	16	+5	30† 44†	47	+3
2	1,250 kVA 發電機	80* 100	174 218	5 7	8	+1	12† 18†	19	+1
5	13,000 kVA 發電機	125* 100	782 626				46.5 31	30	-1
6	10,700 kVA 發電機	125* 100	1,170 937	24 13	15	+2	40† 23†	26	+3
7	4,250 kVA 發電機	125* 100	465 372	27 16.5	17	+0.5	48.5 36.5	31	+0.5
10	2,000 kVA 發電機	120* 100	400 335	29.5 19	20.5	+1.5			

* 計算の基準にとる。 † 埋入溫度計法、其の他は溫度計法による。

(c) 界磁捲線の温度上昇は界磁電流の自乗に略比例す。

第 3 表にその實例を示す。

第 3 表

#	機 名	界 磁 電 流 (A)	界 磁 捲 線 温 度 上 昇(°C)		
			實 測	計 算	誤 差
2	1,250 kVA 發電機	60*	5	5	
		131	21	24	+3
		168	36	39	+3

* 計算の基準にとる。

(d) 全負荷に於ける温度上昇は、定格電壓無負荷運転に於ける温度上昇と、定格電流短絡運転に於ける温度上昇との和に略等し。(調査資料 II-3 参照)

(2) 定格電壓及び輕負荷電流 I' にて零力率法を適用せる場合

此の場合、別に定格電壓無負荷の場合の温度上昇を測定する必要あり。

今 t_1' = 鐵心の温度上昇

t_2' = 電機子捲線の温度上昇

とせば、輕負荷電流 I' に於ける短絡運転にては

$$t_{1s}' = t_1' - t_{10}$$

$$t_{2s}' = t_2' - t_{20}$$

故に定格電流 I に於ける短絡運転にては

$$t_{1s} = t_{1s}' \times \left(\frac{I}{I'}\right)^2 = (t_1' - t_{10}) \times \left(\frac{I}{I'}\right)^2$$

$$t_{2s} = t_{2s}' \times \left(\frac{I}{I'}\right)^2 = (t_2' - t_{20}) \times \left(\frac{I}{I'}\right)^2$$

これより全負荷に於ける温度上昇を次の如く求むることを得。

$$t_1 = t_{10} + (t_1' - t_{10}) \times \left(\frac{I}{I'}\right)^2 \dots\dots\dots(5)$$

$$t_2 = t_{20} + (t_2' - t_{20}) \times \left(\frac{I}{I'}\right)^2 \dots\dots\dots(6)$$

次に此の實例を掲ぐ。

例 # 2.

1,250 kVA 發電機

定 格 電 壓

3,300 V

定 格 電 流

218 A

(a) 電圧 3,300 V、電流 131 A にて零力率のもとに運轉したる結果

$$t_1' = 14$$

$$t_2' = 20$$

(b) 電圧 3,300 V、無負荷運轉の場合は

$$t_{10} = 11$$

$$t_{20} = 13$$

(c) 以上により全負荷の場合を (5), (6) 式により計算せば

$$t_1 = 11 + (14 - 11) \times \left(\frac{218}{131}\right)^2 = 19$$

$$t_2 = 13 + (20 - 13) \times \left(\frac{218}{131}\right)^2 = 32$$

電圧 3,300 V、電流 218 A にて運轉したる結果

$$t_1 = 18$$

$$t_2 = 31$$

實測値と計算値とを比較せば第 4 表の如し。

第 4 表

#	機 名	鐵 心 温 度 上 昇 (°C)			電 機 子 捲 線 温 度 上 昇 (°C)		
		實 測	計 算	誤 差	實 測	計 算	誤 差
2	1,250 kVA 發電機	18	19	+1	31	32	+1

(3) 低電壓及び定格電流にて零力率法を適用せる場合

此の場合、別にその電壓に於ける無負荷運轉の場合の溫度上昇と鐵損とを測定するを要す。

今 t_1' = 鐵心の溫度上昇

t_2' = 電機子捲線の溫度上昇

とせば、定格電流による短絡運轉にては

$$t_{1s} = t_1' - t_{10}'$$

$$t_{2s} = t_2' - t_{20}'$$

定格電壓に於ける無負荷運轉にては

$$t_{10} = t_{10}' \times \frac{w_f}{w_f'}$$

$$t_{20} = t_{20}' \times \frac{w_f}{w_f'}$$

これより全負荷に於ける温度上昇を次の如く求むることを得。

$$t_1 = t_{10}' \times \frac{w_f}{w_f'} + (t_1' - t_{10}') \dots\dots\dots(7)$$

$$t_2 = t_{20}' \times \frac{w_f}{w_f'} + (t_2' - t_{20}') \dots\dots\dots(8)$$

次にこの實例を掲ぐ。

例 # 2.

1,250 kVA 發電機

定格電壓 3,300 V 定格電流 218 A

(a) 電壓 2,800 V、電流 218 A にて零力率のもとに運轉したる結果

$$t_1' = 12$$

$$t_2' = 25$$

(b) 電壓 2,800 V のもとに無負荷運轉したる結果は

$$t_{10}' = 7$$

$$t_{20}' = 8$$

(c) 鐵損は

$$3,300 \text{ V の場合} \quad 20.5 \text{ kW}$$

$$2,800 \text{ V の場合} \quad 14.0 \text{ kW}$$

(d) 以上により全負荷の場合を計算せば

$$t_1 = 7 \times \frac{20.5}{14} + (12 - 7) = 15$$

$$t_2 = 8 \times \frac{20.5}{14} + (25 - 8) = 29$$

(e) 電壓 3,300 V、電流 218 A にて運轉したる結果は

$$t_1 = 18$$

$$t_2 = 31$$

實測値と計算結果とを比較せば第 5 表の如し。

第 5 表

#	機 名	鐵 心 溫 度 上 昇 (°C)			電 機 子 捲 線 溫 度 上 昇 (°C)		
		實 測	計 算	誤 差	實 測	計 算	誤 差
2	1,250 kVA 發電機	18	15	-3	31	29	-2

(4) 低電壓及び低電流にて零力率法を適用せる場合

此の場合、その電壓にて無負荷運轉を行ひ、且つ鐵損を知れば、上の方法を組合せて全負荷時の溫度上昇を推定することを得。

II. 負荷試験を行ひ得ざる場合の溫度推定法 (§ 526)

大容量の同期機、殊に高力率の發電機等は、工場に於て之が實負荷試験を行ふ事は極めて困難にして、従つてかかる際には現在各製作者が、夫々適當なる等價試験法によりて溫度上昇を推定し居る現状なり。

本規程に於て新に採用せる3種の推定法もその例にして、之が採用の根據に就ては以下の參考資料に示したる如き諸項を考慮したるものなり。

〔電氣學會雜誌 大正十二年七月; T.A.I.E.E. 32, Part I, 649 (1913) 参照〕

II-1. 負荷試験を行ひ得ざる場合の溫度推定法 (§ 526-(1))

定格電壓の110%の端子電壓にて無負荷運轉したる時の鐵心溫度上昇、及び定格電流の125%の持續短絡電流にて運轉したる時の電機子捲線溫度上昇を求むる方法。

此の方法に依れる溫度上昇を實負荷試験結果と比較せる結果は第1表及び第2表の如し。但し表中の値は、運轉時に於ける最終値及び停止後(冷却水或は冷却空氣の遮斷後に於ける)に於ける最高値を採れり。又電機子捲線溫度は埋入溫度計法(埋2)により測定せり。

實負荷試験は据付現場に於て行ひたるものにして、設備の都合上定格状態とかなり相違したる場合ありて(第1表参照)嚴密なる比較をなし得ざるも、當時の試験狀況を明記して參考に供せり。

第1表 新製作の機械に於ける温度上昇比較

機械 種類	#	定 格	温度上昇 (°C)		實負荷試験による温度上昇 (°C)		
			鐵 心	電機子 捲 線	負 荷 状 態	鐵 心	電機子 捲 線
			無負荷 電 壓 (110%)	短絡電流 (125%)			
水 車 發 電 機	21	10,000 kVA, 11,000 V, 525 A, 514 R.P.M., 60~	21	48	7,400 kW, 11,500 V, 520 A, 力率 0.72	-	45
	22	5,000 kVA, 11,000 V, 262 A, 600 R.P.M., 60~	20	26	4,500 kW, 11,000 V, 235 A, 力率 1.0	-	10(?)
ター ビ ン 發 電 機	23	11,250 kVA, 2,300 V, 2,820 A, 3,600 R.P.M., 60~	25	59	8,520 kW, 2,250 V, 2,190 A, 力率 1.0	-	32
	24	7,500 kVA, 3,000 V, 1,440 A, 3,000 R.P.M., 50~	33	50	6,000 kW, 3,300 V, 1,080 A, 力率 0.97	-	33.5
調 相 機	25	25,000 kVA, 11,000 V, 1,310 A, 720 R.P.M., 60~	33	43	24,300 kVA, 11,000 V, 1,275 A	-	36
	26	30,000 kVA, 11,000 V, 1,580 A, 600 R.P.M., 60~	38.5	58	29,100 kVA, 10,900 V, 1,540 A	-	52
	27	20,000 kVA, 11,000 V, 1,050 A, 720 R.P.M., 60~	27	51.5	17,700 kVA, 12,000 V, 850 A	-	55.1

第2表 既製作の機械に於ける温度上昇比較

機 械 種 類	#	定 格	125% 短絡電流による電 機子捲線温度上昇 (°C)	定格電壓、定格電流に よる温度上昇 (°C)
水 車 發 電 機	5	13,000 kVA, 12,000 V, 500 R.P.M., 50~	46.5	48.5
	6	10,700 kVA, 6,600 V, 250 R.P.M., 50~	40	42
	7	4,250 kVA, 6,600 V, 375 R.P.M., 50~	48.5	56.5
	8	4,250 kVA, 6,600 V, 214 R.P.M., 50~	51	59 (電壓 96%)

75

II-2. 負荷試験を行ひ得ざる場合の温度推定法 (§ 526-(2))

或る過電圧の無負荷運轉を行ひ、その場合の鐵損及び界磁抵抗損の和が、定格負荷状態に於ける鐵損、負荷損及び界磁抵抗損の和と大略等しき如き過電圧を選び、次に或る過電流の短絡運轉を行ひ、その場合の短絡損と界磁抵抗損の和が、大略前記定格負荷状態に於ける全電氣的損失と等しきが如き過電流を選定し、且つ之等兩者の損失の平均が略定格負荷に於ける損失に等しくなる様にして、之等無負荷及び短絡運轉を 15 分毎に交代反覆せしむる温度試験法なり。

次に此の方法による場合の損失及び過電圧、過電流の實例、竝に此の場合の温度上昇と實負荷試験による結果とを比較すれば次の如し。

例 # 31.

1,700 kVA 發電機

6,600 V 149 A 10 極 720 R.P.M. 力率 0.80 60 サイクル

下記 (イ)(ロ)(ハ) の如き損失を與ふる過電圧及び過電流は

鐵 損 供 給	過 電 壓	15.5%
銅 損 供 給	過 電 流	67.0%

の値をとれり。(但し以下は實測値なり)

(イ) 全 負 荷 力率 = 0.8

電 機 子 銅 損	15.06 kW
鐵 損	26.16 †
界 磁 抵 抗 損	8.91 †

計 50.13 †

(ロ) 銅損供給の場合

電 機 子 銅 損	41.25 kW
界 磁 抵 抗 損	4.7 †

計 45.95 †

(ハ) 鐵損供給の場合

鐵 損	41.25 kW
界 磁 抵 抗 損	5.6 †

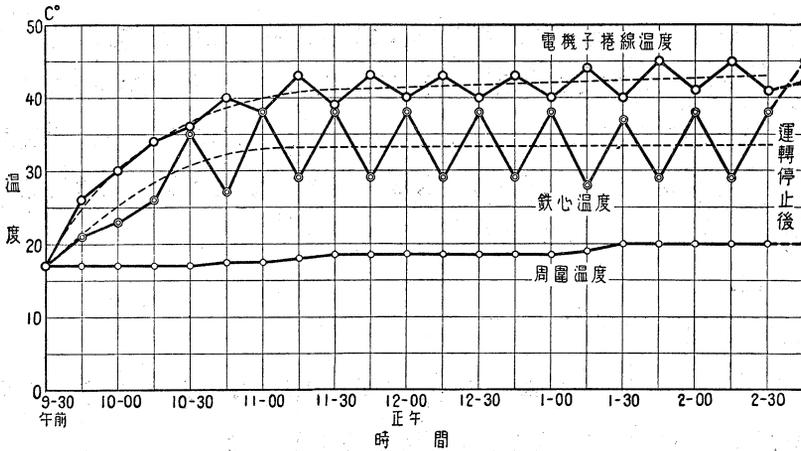
計 46.85 †

(ロ) 及び (ハ) の平均値 = 46.3 kW

かくの如き状態にて 15 分毎に反覆せる結果は、第 1 圖の如き温度上昇を生ぜり。此の場合

第 1 圖

1,700 kVA 發電機、6,600 V、149 A、10 極、60 サイクル、720 R.P.M.、力率 0.8



温度は 15 分毎に變動するも、その平均値を以て所要値にとる。

上記の如き損失に就き、他の二三例を示せば第 3 表の如し。

第 3 表

#	發電機	全電氣的損失 (kW)	鐵損供給 (kW)	過電壓 (%)	銅損供給 (kW)	過電流 (%)
31	1,700 kVA, 6,600 V, 720 R.P.M., 力率 0.8, 60~	50.13 *	46.85	15.5	45.95	67
32	1,800 kVA, 3,300 V, 277 R.P.M., 力率 0.8, 60~	45.8 *	57.9	25	32.2	50
33	3,500 kVA, 3,300 V, 600 R.P.M., 力率 0.8, 60~	95.15 *	106.7	24.5	68.0	51
34	15,625 kVA, 11,000 V, 3,600 R.P.M., 力率 0.8, 60~	561 †	—	20	—	40

* 實測値 † 設計値

此の場合に於ける温度上昇と實負荷試験結果とを比較すれば第 4 表の如し。但し實負荷試験の状況は、定格状態と相違して居り嚴密なる比較には不充分なるも、その状況を明記して参考に供せり。

第 4 表

#	發電機	本試験法温度上昇(°C)		實負荷試験温度上昇(°C)		
		鐵心	電機子捲線	負荷状態	鐵心	電機子捲線
31	1,700 kVA	13.0	23.0	1,450 kW, 7,000 V, 155 A, 力率 0.77	33.0	28.0
32	1,800 〃	28.0	9.5(?)	850 kW, 3,400 V, 280 A, 力率 0.52	—	37.5
33	3,500 〃	24.5	31.0	2,500 kW, 3,000 V, 580 A, 力率 0.83	—	44.0
34	15,625 〃	—	59.0	12,000 kW, 11,000 V, 790 A, 力率 0.80	—	54.0

II-3. 負荷試験を行ひ得ざる場合の温度推定法 (§ 526-(3))

定格電壓無負荷運轉、定格電流短絡運轉及び全負荷運轉に於ける温度上昇の關係

今 t_{10} = 定格電壓無負荷運轉に於ける鐵心の温度上昇

t_{20} = 定格電壓無負荷運轉に於ける電機子捲線の温度上昇

t_{1s} = 定格電流短絡運轉に於ける鐵心の温度上昇

t_{2s} = 定格電流短絡運轉に於ける電機子捲線の温度上昇

t_1 = 全負荷運轉に於ける鐵心の温度上昇

t_2 = 全負荷運轉に於ける電機子捲線の温度上昇

w_f = 鐵損

w_c = 銅損

p_f = 鐵心より空中に放散する熱量(鐵枠を通して放散するものを含む)

p_c = 捲線より空中に放散する熱量

h_f = 單位温度差によつて鐵心より空中に放散する熱量

h_c = 單位温度差によつて電機子捲線より空中に放散する熱量

h_m = 單位温度差によつて銅より鐵或は鐵より銅に傳導さるる熱量

とする。

簡単のため温度上昇が一定となりたる場合を考ふれば、このときは發生する熱量と放散する熱量とが相等しき状態になる故、次の式が成立す。

$$p_f = w_f + h_m (t_2 - t_1) \dots\dots\dots(1)$$

$$p_c = w_c - h_m (t_2 - t_1) \dots\dots\dots(2)$$

(1) 式より

$$t_1 = \frac{p_f}{h_f} = \frac{w_f + h_m (t_2 - t_1)}{h_f}$$

$$\therefore h_f t_1 = w_f + h_m t_2 - h_m t_1 \dots\dots\dots(3)$$

(2) 式より

$$t_2 = \frac{p_c}{h_c} = \frac{w_c - h_m (t_2 - t_1)}{h_c}$$

$$\therefore h_c t_2 = w_c - h_m t_2 + h_m t_1$$

$$\therefore t_2 = \frac{w_c + h_m t_1}{h_c + h_m} \dots\dots\dots(4)$$

(4) 式を (3) 式に入れて

$$h_f t_1 = w_f + h_m \times \frac{w_c + h_m t_1}{h_c + h_m} - h_m t_1$$

$$\therefore t_1 = \frac{h_c + h_m}{h_f h_m + h_c h_m + h_f h_c} w_f + \frac{h_m}{h_f h_m + h_c h_m + h_f h_c} w_c$$

之等の中 h_f, h_c, h_m は一定と見做し得る故、上の式は次の形にて表すことを得。

$$t_1 = o_f w_f + s_f w_c \dots\dots\dots(5)$$

同様にして次の式も成立す。

$$t_2 = o_c w_f + s_c w_c \dots\dots\dots(6)$$

今無負荷運轉時を考ふれば、 w_c は零なる故

$$\left. \begin{array}{l} t_{10} = o_f w_f \\ t_{20} = o_c w_f \end{array} \right\} \dots\dots\dots(7)$$

次に短絡運轉時を考ふれば、 w_f は零なる故

$$\left. \begin{array}{l} t_{1s} = s_f w_c \\ t_{2s} = s_c w_c \end{array} \right\} \dots\dots\dots(8)$$

故に (5)(6)(7)(8) 式より

$$t_1 = t_{10} + t_{1s}$$

$$t_2 = t_{20} + t_{2s}$$

即ち全負荷に於ける温度上昇は、定格電圧無負荷運転に於ける温度上昇と、定格電流短絡運転に於ける温度上昇との和に等し。

第 5 表にその實例を示す。

第 5 表

#	機名	鐵心温度上昇(°C)					電機子捲線温度上昇(°C)				
		t ₁₀	t _{1s}	t ₁	計算	誤差	t ₂₀	t _{2s}	t ₂	計算	誤差
1	7,500 kVA 調相機	31	14	38	45	+7	19*	34*	52*	53	+1
2	1,250 kVA 發電機	11	7	18	18	0	13*	18*	31*	31	0
3	2,000 kVA 發電機	30	15	39	45	+6	12†	44†	49†	56	+7
4	1,600 kVA 發電機	13	5	18	18	0	13†	17†	30†	30	0
5	13,000 kVA 發電機						16	31	48.5	47	-1.5
6	10,700 kVA 發電機	10.5	8	18.5	18.5	0	12*	23*	42*	35	-7
7	4,250 kVA 發電機	23	16.5	36	39.5	+3.5	21.5	30.5	56.5	52	-4.5
10	2,000 kVA 發電機	25	19	49.5	44	-5.5					

* は埋入温度計法、† は抵抗法、其の他は温度計法による。

II-4. 温度試験結果 (電力會社提出資料)

(1) 同期調相機 大同電力株式會社、日本電力株式會社提出記録による。

第 6 表

#	變電所名及び機械	測定部分	(1)		(2)		(3)
			無負荷試験		短絡試験		實負荷
11	大同八尾 kVA-kV-R.P.M. 30,000-11-600	% 電壓	100	120	100	125	100}
		% 電流					100}
		捲線		26*	33*		47*
		鐵心		24.5			
12	日本電力名古屋 kVA-kV-R.P.M. 25,000-11-720	% 電壓	100	110	97	125	100}
		% 電流					97}
		捲線		19*	36*	15	37*
		鐵心		23			
13	日本電力大阪 kVA-kV-R.P.M. 25,000-11-720	% 電壓	105	110	92	125	105}
		% 電流					92}
		捲線		18*	39*	14	38*
		鐵心		27.5			
14	日本電力堺 kVA-kV-R.P.M. 10,000-11-720	% 電壓	104	110	76	125	104}
		% 電流					76}
		捲線		12.5	31	23	43*
		鐵心		32			

注意 (1) 此の表はすべて一定温度となりたる場合の温度上昇を °C にて表せり。

(2) * は埋入温度計法による。

(2) 發電機 東京電燈株式會社提出(昭和七年六月一七月測定)及び日本電力株式會社提出記録による。

第 7 表

#	發電所名及び機械	測定部分	(1)		(2)		(3)	(4)	(5)
			無負荷試験		短絡試験		實負荷試験	計算 \$526(3)	差 (4)-(3)
5	田代川第二 kVA-kV-R.P.M. 13,000-12-500 G.E. 横軸	% 電壓 % 電流	100		100	125	100 } 100 }		
		捲線 鐵心	16 —		31 —	46.5 —	48.5	47	-1.5
6	猪苗代第四 kVA-kV-R.P.M. 10,700-6.6-250 G.E. 豎軸	% 電壓 % 電流	100		100	125	100 } 100 }		
		捲線 鐵心	12* 10.5		23* 8	40* 12	42* 18.8	35 18.5	-7 -0.3
7	金井 kVA-kV-R.P.M. 4,250-6.6-375 芝浦 横軸	% 電壓 % 電流	100		100	125	100 } 100 }		
		捲線 鐵心	21.5 23		30.5 16.5	48.5 27	56.5 36	52 39.5	-4.5 +3.5
8	澁川 kVA-kV-R.P.M. 4,250-6.6-372 Ⓜ 豎軸	% 電壓 % 電流	100		100	125	96 } 100 }		
		捲線 鐵心	37 29		37 18	51 25	59 40		
9	土村第一 kVA-kV-R.P.M. 2,000-3.3-600 G.E. 横軸	% 電壓 % 電流	100		100		100 } 91 }		
		捲線 鐵心	25.2 32		37 23		50 45		
10	大澁 kVA-kV-R.P.M. 2,000-3.45-500 Al 豎軸	% 電壓 % 電流	100		100	120	100 } 100 }		
		捲線 鐵心	— 25.3		— 19	29.5	— 49.6	44.3	— -5.3
15	日本電力柳河原 kVA-kV-R.P.M. 20,000-11-360	% 電壓 % 電流	100		100		100 } 90 }		
		捲線 鐵心	12 14		42 17		48 32		

注意 (1) 上表はすべて一定温度となりたる場合の温度上昇を °C にて表せり。

(2) * は埋入温度計法による。

(3) 表中 G.E. は General Electric Co., Ⓜ は Westinghouse Elec. & Mfg. Co., Al は Allgemeine Elek. Ges., 芝浦は芝浦製作所等各會社の製品なる事を示す。

III. 同期電動機の起動時に於ける界磁捲線誘起電壓 (§ 704)

(1) 同期電動機の界磁捲線を開路して起動するものにおいて、界磁捲線の絶縁耐力試験電壓は、起動時に於ける誘起電壓を基準として規程本文に規定したり。

而して此の誘起電壓は、電機子及び界磁捲線の捲數の比によりて、相當廣範圍に變化するものにして、その大きさが著しく大なる場合あり。次に實例を以てその著しき場合を示す。

(1) 1,082 kW (1,450 馬力)、4,600 V、60 極、120 R.P.M.、界磁誘起電壓 8,700 V

(2) 224 kW (300 馬力)、44 極、164 R.P.M.、勵磁機電壓 125 V

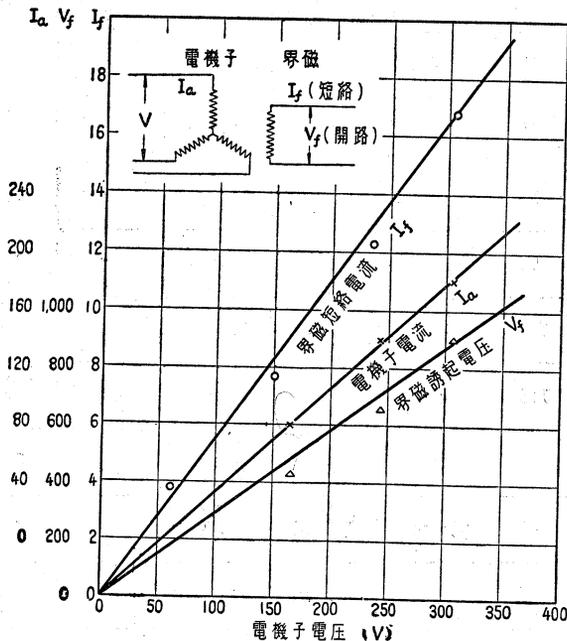
界磁捲線區分數 3、誘起電壓一區分に付 3,300 V

(3) 261 kW (350 馬力)、18 極、400 R.P.M.、勵磁機電壓 250 V

界磁捲線區分數 3、誘起電壓一區分に付 4,000 V

尙 2,500 kW、10 極、3,300 V、600 R.P.M. の同期電動機に就き、界磁捲線誘起電壓、界磁短絡時の界磁電流並に電機子電流を實測せる結果は第 1 圖に示す如し。

第 1 圖



(2) 同期電動機の起動時に於ける界磁捲線誘起電壓に關する資料

佛國電氣工藝委員會より IEC に提出せられたる資料中、標題に関する部分を摘出すれば、次の如し。

同期電動機の起動時に於ける界磁捲線誘起電壓 V_r は、次の如く表さる。

$$V_r = KV_s \times \frac{w_r}{k_w w_s}$$

$$= KV_s n$$

茲に V_s = 電機子電壓 (線間)
 w_s = 電機子每相捲数
 K = 制動捲線回路による常数
 w_r = 界磁總捲数
 k_w = 捲線係数

第 1 表 發電機の界磁誘起電壓

定 格	勵磁電壓 (V)	捲 枠	n	nV_s (V)	λ^*	V_r (V)	K (實測)
407 kVA, 580 V, 4 極	100	ブロンズ	60	22,800	∞	5,100	0.15
					20	1,145	0.05
					1	80	0.003
260 kVA, 5,500 V, 6 極	95	〃	2.9	16,000	∞	2,500	0.22
					20	1,070	0.07
					1	60	0.004
300 kVA, 5,500 V, 6 極	45	〃	2.24	12,300	∞	2,000	0.16
625 kVA, 230 V, 6 極	35	鋼	26.5	6,100	∞	2,700	0.45
					5	115	0.025
					1	25	0.004
85 kVA, 220 V, 8 極	55	ブロンズ	20.7	14,600	∞	1,300	0.28
250 kVA, 190 V, 8 極	90	〃	73	13,900	∞	3,300	0.24
335 kVA, 525 V, 8 極	100	〃	32.3	17,000	∞	6,000	0.35
2,500 kVA, 3,150 V, 8 極	115	鋼	6.15	19,400	∞	12,200	0.63
					40	2,550	0.13
					2	125	0.008
170 kVA, 220 V, 12 極	40	〃	19	4,200	∞	1,850	0.44
300 kVA, 220 V, 12 極	45	ブロンズ	25.4	5,600	∞	1,700	0.3
280 kVA, 215 V, 12 極	55	鋼	30.2	6,500	∞	2,500	0.39
					20	475	0.07
					1	40	0.006
1,500 kVA, 3,300 V, 2 極	110	圓筒 回轉	6.75	22,200	∞	5,400	0.24

* λ は界磁回路を短絡せる外部抵抗値と界磁回路の抵抗値との比を示す。

而して K の値は次表を超過する事なし。

1.	制動捲線附	ブロンズ捲棒	0.3
2.	〃 附	鋼捲棒	0.5
3.	〃 無し	ブロンズ捲棒	0.35
4.	〃 無し	鋼捲棒	0.60

又界磁捲線抵抗の 20 倍に相當する外部抵抗を以て短絡する場合にありては、誘起電壓は上記 V_r 値の 40% を超過する事なし。

制動捲線ある發電機及び電動機を同期電動機として起動したる場合の實測値は第 1 表及び第 2 表の如し。

第 2 表 電動機の界磁誘起電壓

定 格	勵磁電壓 (V)	捲 棒	n	nV_s (V)	λ	V_r (V)	K (實測)
160 kVA, 440 V, 4 極	40	鋼	7.8	3,450	∞ 24 1	1,800 700 35	0.52 0.20 0.01
420 kVA, 200 V, 6 極	110	ブロンズ	122	24,400	∞	6,800	0.28
790 kVA, 5,500 V, 6 極	50	鋼	1.1	6,050	∞	2,500	0.41
2,800 kVA, 5,500 V, 10 極	100	〃	4.15	22,800	∞	6,850	0.30
4,000 kVA, 3,300 V, 12 極	200	〃	13.25	43,700	∞	12,300	0.29
540 kVA, 3,300 V, 22 極	65	ブロンズ	1.75	5,700	∞	1,150	0.20
420 kVA, 220 V, 24 極	90	〃	31.4	6,900	∞ 5 1	2,150 210 50	0.30 0.03 0.007
320 kVA, 220 V, 16 極	45	絶 縁	19.4	4,260	50	1,125	0.264

IV. 同期機電壓變動率及び界磁電流の算定法

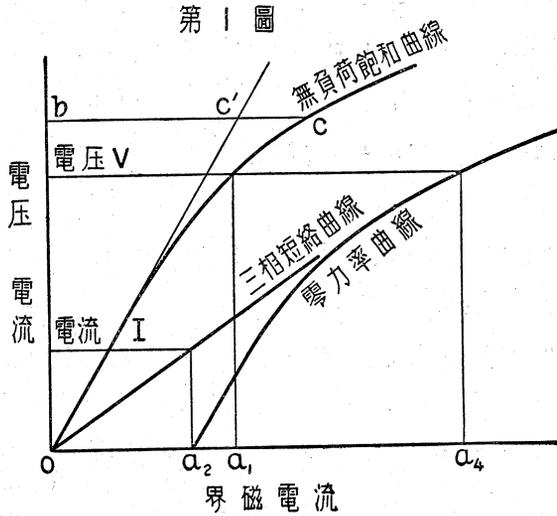
IV-1. 起 磁 力 法 其の一 (§ 805)

(1) J-22 による起磁力法

従来交流發電機の界磁電流を求むるに、その無負荷飽和曲線及び三相短絡曲線より (1) 式によりて計算したる値を採用し居れり。これを假に舊起磁力法と呼ぶ。

即ち

$$i_s = \text{電壓 } V, \text{ 電流 } I, \text{ 力率 } \cos \phi \text{ の時の界磁電流}$$



$i_1 = \overline{oa_1}$, 無負荷電壓 V に相當する界磁電流

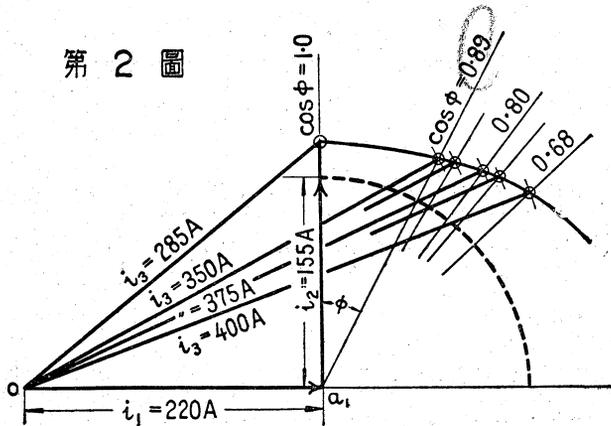
$i_2 = \overline{oa_2}$, 短絡電流 I に相當する界磁電流

とせば

$$i_3 = \sqrt{i_1^2 + i_2^2 + 2i_1i_2 \sin \phi} \dots\dots\dots(1)$$

となり、第 2 圖に點線にて示す如く、力率の變化する時、 i_2 を半径とし、 a_1 を中心とする圓弧を畫く。

然るにこの方法にて求めたるものは、低力率の場合に、實際の界磁電流の値よりも少き嫌ひありたり。



今一例として #5 發電機にて實測したる力率と界磁電流との關係を圖示すれば、第 2 圖に實線にて示す如く略橢圓形となり、(1) 式の關係と相當異なる結果を示せり。

第 1 表に舊起磁力法と實測法との比較を示す。

第 1 表

#	發電機 (kVA)	實 測 法				舊 起 磁 力 法			誤 差 (%)
		V	I	力 率	i_3	i_1	i_2	i_3	
1	9,375	11,000	525	0.8	210	105	105	188	-10.5
2	7,775	6,600	690	0.8	155	102	57.5	144	-7.1
3	6,666	6,480	570	0.8	160	119	55	158	-1.25
4	6,880	6,400	610	0.82	225	126	106	206.5	-8.2
5	10,700	6,550	945	0.8	375	220	154	336	-10.4

次に實際とよく一致すると認められ居る起電力法其の一と舊起磁力法との比較を第 2 表に示す。

第 2 表

#	發電機 (kVA)	起電力法 其の一				舊 起 磁 力 法			誤 差 (%)
		V	I	力 率	i_3	i_1	i_2	i_3	
6	3,125	6,600	272	0.8	218	117	98	192	-12.0
7	1,562.5	3,300	274	0.8	182	95	78	155	-14.8
8	2,000	3,300	350	0.8	180	90	90	161	-10.5
9	300	3,500	495	0.8	40	23	17.5	36.3	-9.2
10	2,500	3,300	438	0.8	126	67	62	116	-7.9
11	1,750	3,500	289	0.8	136	78	56	121	-11.0
12	1,875	3,300	328	0.8	182	97	84	162	-12.3
13	4,000	6,600	351	0.8	263	128	133	234	-11.0
14	1,250	3,500	206	0.8	120	69	47	104	-13.3
15	3,800	6,600	333	0.8	170	90	80	152	-10.6

(2) 零力率に於ける界磁電流と磁氣飽和度との關係

舊起磁力法によりて計算せる界磁電流の値が實際より小なるは、全く磁氣飽和の影響に外ならず。今零力率の場合を考ふるに、舊起磁力法にては

$$i_3 = i_1 + i_2 = \overline{oa_1} + \overline{oa_2}$$

然るに實際は第 1 圖の如く

$$i_3 = \overline{oa_1} + \overline{a_1a_4}$$

にして

$$\overline{oa_1} + \overline{a_1a_4} > \overline{oa_1} + \overline{oa_2}$$

なる故

$$\overline{a_1a_4} > \overline{oa_2}$$

元來 $\overline{oa_2}$ は、周知の如くリアクタンス電壓を發生すべき起磁力分と、發電子反作用を補償すべき起磁力分との合成にして、前者は磁氣飽和の程度により異なるものなるを以て、飽和程度の低き部分にて求めたる i_2 の値をそのまま適用するは不可なり。

今試に

$$\frac{\overline{a_1 a_4}}{\overline{oa_2}} = 1+m$$

と置く。

磁氣飽和の程度は

$$\frac{\overline{be}}{\overline{bc'}} = 1+\sigma$$

にて示さるゝ故、 $(1+m)$ と $(1+\sigma)$ との關係を前述の諸例にて求むれば第3表の如し。

第 3 表

#	發電機 (kVA)	極數	$\frac{i_1}{i_2}$	$1+m$	$1+\sigma$ (各 % 電壓に於ける)				
					90%	100%	120%	130%	
6	3,125	10	1.19	1.15	1.11	1.17	1.38	1.48	3,300 V を定 格と見做す
7	1,562½	28	1.22	1.67	1.13	1.20	1.43	1.76	
8	2,000	14	1.00	1.33	1.12	1.23	1.50	1.87	
9	300	8	1.31	1.60	1.16	1.24	1.45	1.71	
10	2,500	10	1.08	1.29	1.13	1.19	1.50	1.94	
11	1,750	12	1.39	1.38	1.14	1.19	1.46	1.81	
12	1,875	16	1.15	1.43	1.13	1.20	1.44	1.90	
13	4,000	20	0.96	1.41	1.16	1.21	1.50	1.96	
14	1,250	12	1.47	1.57	1.18	1.25	1.60	1.97	
15	3,800	56	1.12	1.35	1.08	1.12	1.26	1.39	
	平均			1.45	1.135	1.20	1.452	1.779	

第3表中 $(1+m)$ は定格電壓に於ける値にして、% 電壓は定格電壓に對する百分率にて表したる無負荷電壓を示す。

この表は、 $(1+m)$ の値が大體定格電壓の 120% の電壓に對する $(1+\sigma)$ の値と近似なることを示す。故に

$$i_3 = i_1 + i_2 (1+\sigma) \dots \dots \dots (2)$$

として實用上差支なし。但し $(1+\sigma)$ は 120% 電壓に於ける値をとる。

次に零力率に於ける界磁電流に就き、實測法と(2)式により計算せるものとの比較を試みたる

結果を第 4 表に掲ぐ。

即ち舊起磁力法によりて零力率の界磁電流を求むるには、上記の補正を行ふことが適當と考へらる。

第 4 表

#	發電機 (kVA)	實 測 法			(2)式計算に據る値				誤 差 (%)
		V	I	i_3	i_1	i_2	$1+\sigma$	i_3	
6	3,125	6,600	274	263	117	98	1.38	252	-4.2
7	1,562½	3,300	274	224	95	78	1.43	207	-7.6
8	2,000	3,300	350	210	90	90	1.50	225	-7.1
9	300	3,500	49.5	51	23	17.5	1.45	48.4	-5.1
10	2,500	3,300	438	147	67	62	1.50	160	+8.8
11	1,750	3,300	289	147	70	56	1.46	152	+3.4
12	1,875	3,300	328	218	97	84	1.44	218	0
13	4,000	6,600	351	307	128	133	1.50	328	+6.8
14	1,250	3,500	206	143	69	47	1.60	144	+0.07
15	3,800	6,600	333	197	90	80	1.26	191	-3.0

(3) 力率 100% の場合に於ける界磁電流

舊起磁力法によりて力率 100% の場合の界磁電流を求め、これと實測法との比較を試み第 5 表に掲ぐ。

第 5 表

#	發電機 (kVA)	實 測 法			舊 起 磁 力 法			誤 差 (%)
		V	I	i_3	i_1	i_2	i_3	
1	9,375	11,000	270	115	105	54	118	+2.6
2	7,775	6,600	690	123	102	57.5	117	-4.9
3	6,666	6,360	570	126	114	55	126	0
4	6,880	6,400	610	160	126	106	165	+5.1
5	10,700	6,550	945	285	220	154	270	-5.3

第 5 表は力率 100% の場合には、舊起磁力法による計算が比較的實際とよく一致することを示す。

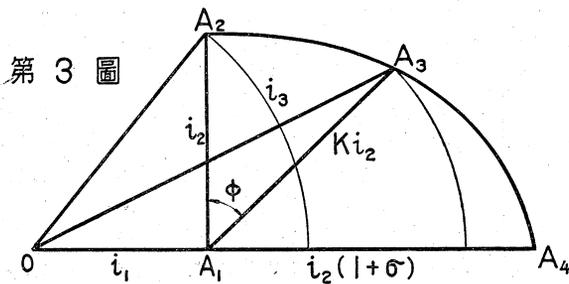
舊起磁力法が高力率の場合に實際とよく一致することは、發電機が凸極なるために高力率の場合には發電子反作用が少くなる爲なり。即ち發電子反作用を補償すべき起磁力分は、 oa_2 の場合よりも少くなり、これとリアクタンス電壓を發生する起磁力分の磁氣飽和による影響とが、大體消合ふ結果と見做すことを得。

以上により、力率 100% に於ては $\overline{oa_2}$ に對する補正は 1 と見做し得るを以て、(3) 式によりこの場合の界磁電流を計算することを得。

$$i_3 = \sqrt{i_1^2 + i_2^2} \dots\dots\dots(3)$$

(4) 起磁力法 其の一

前記により力率 100% の場合は 1、零力率の場合は $(1+\sigma)$ なる補正を $\overline{oa_2}$ に對して行ひ、起磁力線圖を畫けば第 3 圖の如くなる。



即ち (1) 式に於ける i_2 は力率により變化するものと思ふが至當にして、力率 $\cos \phi$ に於ける i_3 は次式にて與へらる。

$$i_3 = \sqrt{i_1^2 + k^2 i_2^2 + 2 k i_1 i_2 \sin \phi} \dots\dots\dots(4)$$

茲に $A_2 A_3 A_4$ を橢圓形と見做せば

$$k = \frac{1 + \sigma}{\sqrt{(1 + \sigma)^2 \cos^2 \phi + \sin^2 \phi}} \dots\dots\dots(5)$$

となる。

第 6 表に力率及び $(1 + \sigma)$ の値に對する k の値を表示す。

第 6 表

$\cos \phi$	0.9	0.85	0.8	0.7	0
1.2	1.03	1.04	1.06	1.09	1.2
1.3	1.04	1.06	1.08	1.11	1.3
1.4	1.05	1.08	1.10	1.15	1.4
1.5	1.06	1.09	1.12	1.18	1.5
1.6	1.07	1.10	1.13	1.20	1.6
1.7	1.07	1.11	1.14	1.22	1.7
1.8	1.08	1.12	1.15	1.24	1.8
1.9	1.08	1.12	1.16	1.26	1.9
2.0	1.08	1.13	1.17	1.27	2.0

普通の同期機に於ては、 $(1+\sigma)$ の値は 1.5 前後なる故、簡単のため k の値を次の如く定めて算定に使用することとせり。

$\cos \phi$	0.9	0.85	0.8	0.7	0
k	1.05	1.10	1.15	1.2	$1+\sigma$

これにより前記の例につき計算し、實測法或は起電力法其の一と比較したる結果を第 7 表及び第 8 表に示せり。

第 7 表

#	發電機 (kVA)	實 測 法				起磁力法 其の一			誤 差 (%)
		V	I	力 率	i_3	i_1	i_2	i_3	
1	9,375	11,000	525	0.8	210	105	105	202	-3.8
2	7,775	6,600	690	0.8	155	102	57.5	151	-2.6
3	6,666	6,480	570	0.8	160	119	55	165	+3.1
4	6,880	6,400	610	0.82	225	126	106	221	-1.8
5	10,700	6,550	945	0.8	375	220	154	356	-5.1

第 8 表

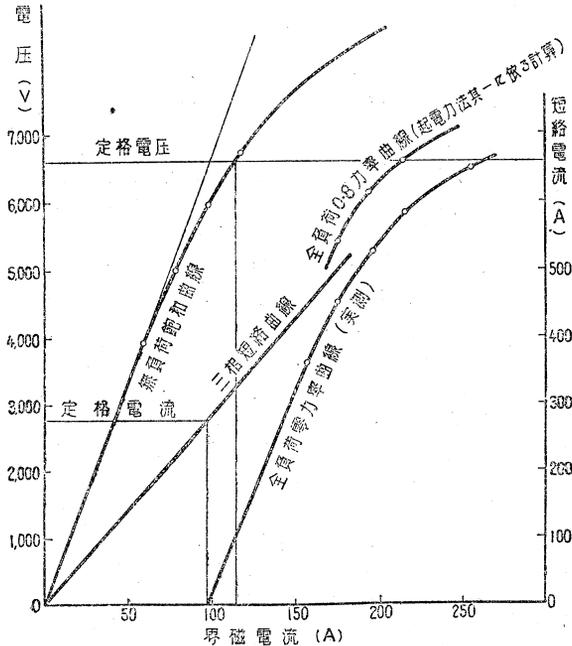
#	發電機 (kVA)	起電力法 其の一				起磁力法 其の一			誤 差 (%)
		V	I	力 率	i_3	i_1	i_2	i_3	
6	3,125	6,600	274	0.8	218	117	98	206	-5.5
7	1,562.5	3,300	274	0.8	182	95	78	168	-7.7
8	2,000	3,500	350	0.8	180	90	90	173	-3.9
9	300	3,300	49.5	0.8	40	23	17.5	38.6	-3.5
10	2,500	3,500	438	0.8	126	67	62	124	-1.6
11	1,750	3,300	289	0.8	136	78	56	128	-5.9
12	1,875	6,600	328	0.8	182	97	84	174	-4.4
13	4,000	6,600	351	0.8	263	128	133	252	-4.2
14	1,250	3,500	206	0.8	120	69	47	111	-7.5
15	3,800	6,600	333	0.8	170	90	80	163	-4.1

以上の如く本法は計算容易にして、且つ比較的實測値に近き値を與ふる故、今回採用することとなれり。

第 4 圖

#6 發電機

出力	3,125 kVA	力率	0.8
極數	10	回轉數	720 R. P. M.
電壓	6,600 V	電流	274 A
周波數	60 サイクル		



IV-2. 起磁力法 其の二 (§ 805)

先づ遅れ零力率に於ける定格電機子電流 I の反作用起磁力を界磁電流に換算したる値 i_1 を算出し、次に之を實測したる三相短絡曲線上の I に相當する界磁電流 oa_1 (第5圖参照) より、減じて得たる $oa_2 = i_2$ に對する無負荷電壓 $a_2c_2 = e_a$ を求む。 e_a は漏洩リアクタンス降下にして、之を用ひ力率 $\cos \phi$ に於ける電機子内部電壓 E_a を次式にて求む。(第6圖参照)

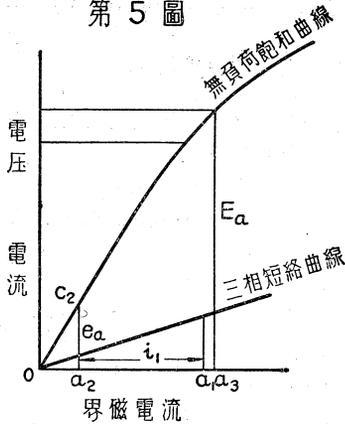
$$E_a = \sqrt{V^2 + e_a^2 + 2Ve_a \sin \phi} \dots \dots \dots (1)$$

但し V は定格端子電壓なり。

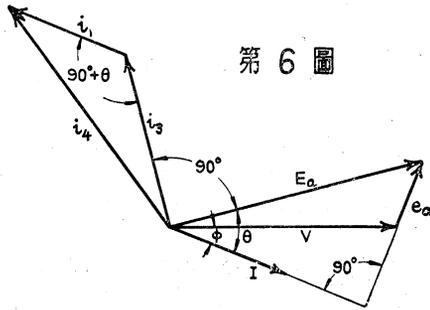
此の E_a に對し、無負荷飽和曲線より界磁電流 $oa_3 = i_3$ を求め、之を用ひ、定格電壓、定格電流、力率 $\cos \phi$ に對する界磁電流 i_4 を次式にて得らる。

$$i_4 = \sqrt{i_1^2 + i_3^2 + 2i_1i_3 \sin \theta} \dots \dots \dots (2)$$

第 5 圖



第 6 圖



$$\text{但し } \sin \theta = \sqrt{1 - \left(\frac{V \cos \phi}{E_a}\right)^2}$$

上記の算定方法を起磁力法其の二として新に採用せり。茲に電機子反作用 i_1 の算定に諸種の方法あり。

(1) 凸極型界磁の場合

(1) 凸極型界磁を有するものにありては電機子反作用起磁力の基本波 A をとり

$$\begin{aligned} A &= \frac{3}{2} \times \frac{4}{\pi} \times \sqrt{2} I \times \frac{Z}{2} K_p K_d \\ &= 1.35 K_p K_d I Z \dots\dots\dots(3) \end{aligned}$$

但し Z = 電機子每極毎相の直列導體數

K_p = 電機子捲線の短節係數

K_d = 分布係數

之を界磁電流値に換算するに當り、Arnold は比較的簡単に界磁極片の幅と極間隔との比 (α) の影響のみを考慮して

$$i_1 = A \cdot \frac{K_\phi}{w} \dots\dots\dots(4)$$

但し $w =$ 界磁每極の捲数

$$K_\phi = \frac{\alpha\pi + \sin(\alpha\pi)}{4 \sin\left(\frac{\alpha\pi}{2}\right)} \dots\dots\dots(5)$$

を採用して居り、(E. Arnold : Wechselstromtechnik IV, S.31) R. W. Wieseman は Graphical mapping により、 α の他に、最大空隙長と最小空隙長との比、並に最小空隙長と極間隔との比による影響をも考慮して K_ϕ の関係を圖示せり。〔R. W. Wieseman : T. A. I. E. E. 46, 141 (1927)〕

(ロ) 又 Doherty 及び Shirley は矩形波起磁力をとり、空隙長の變化をも考慮して次式を採用し

$$\begin{aligned} i_1 &= 1.06 K_d K_\phi K'_\phi \frac{IZ}{w} \\ &= A \cdot \frac{\pi}{4} \frac{K'_\phi}{w} \dots\dots\dots(6) \end{aligned}$$

K'_ϕ は圖表にて示せり。〔T. A. I. E. E. 821 (1918)〕

(ハ) 而して此の K'_ϕ の値は、實際の機械にありては 0.97~1.10 の範囲内にあり。従つて簡單の爲に $K'_\phi = 1.0$ と見做しても界磁電流算定の目的に對しては差支なかるべし。

本資料に於ては i_1 の算定式として、上記 Arnold の (4)(5) 式及び Doherty & Shirley の (6) 式に於て $K'_\phi = 1.0$ を採りたる場合の二つに就き、起磁力法其の二を適用し、算定値と實測値とを比較せり。

其の結果は第 9 表に示す如く、(6) 式に於て $K'_\phi = 1.0$ 、或は (4) 式に於て $K_\phi = \pi/4$ と採りたる場合が、比較的によく實測値と一致する事を知れり。

従つて凸極型界磁に對しては

$$\left. \begin{aligned} i_1 &= 1.35 K_d K_\phi K'_\phi \frac{IZ}{w} \\ \text{但し } K_\phi &= \frac{\pi}{4} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots(7)$$

を採用することとなりたり。

(2) 圓筒型界磁の場合

此の場合に於ては、磁氣的にも略平等空隙長を有するものと見做し得るも、界磁捲線が分布して居り、従つて界磁起磁力は梯形状分布をなす。之に對しては L. A. Kilgore が、電機子反作用

第 9 表

#	機械 (kVA)	實 測 法			起 磁 力 法 其 の 二 $K\phi = \frac{\pi}{4}$				起 磁 力 法 其 の 二 $K\phi = \frac{\alpha\pi + \sin(\alpha\pi)}{4 \sin(\frac{\alpha\pi}{2})}$								
		V	I	力 率	i_1	e_a	E_a	i_3	i_4	誤 差 (%)	i_1	e_a	E_a	i_3	i_4	誤 差 (%)	
6	3,125	6,600	274	0	263	77.3	1,400	8,000	172.7	250	-5	83.5	1,000	7,600	151.5	235	-10.6
7	1,562.5	3,300	274	0	224	63.5	670	3,950	134.5	198	-11.6	68.6	400	3,700	117.4	186	-17.0
8	2,000	3,300	350	0	210	73	800	4,100	149	222	+5.2	78.8	520	3,820	121	200	-4.8
9	300	3,500	49.5	0	51	14.9	540	4,040	30.6	45.5	-12.7	16.6	230	3,730	26	42.5	-17
10	2,500	3,300	438	0	147	51.5	650	3,950	99.5	151	+2.1	56.4	350	3,650	81.5	138	-6.1
11	1,750	3,300	289	0	147	47.7	520	3,820	92.3	140	-4.8	53	200	3,500	77	130	-11.5
12	1,875	3,300	323	0	218	70.3	600	3,900	137.7	208	-4.6	76.7	330	3,630	115.3	192	-12
13	4,000	6,600	351	0	307	109	1,550	8,150	211	320	+4.3	119	1,150	7,750	174	293	-4.6
14	1,250	3,500	206	0	143	41.8	350	3,850	85.2	127	-11.2	46.4	50	3,550	70	116	-19
15	3,800	6,600	333	0	197	60.6	1,650	8,250	133.4	194	-1.5	64.9	1,150	7,750	117	182	-7.8
25	2,500	2,300	657	0	157	69	230	2,530	71.5	140.5	-11.2	74.5	*	-	-	-	-
26	15,000	11,200	788	0	493	201	2,200	13,400	242	443	-11.1	220	700	11,900	187.5	407	-21
27	3,900	11,350	1,311	0	438	139	1,700	13,050	254	393	-11.2	154	600	11,950	211	365	-20
28	3,900	11,000	200	0.8	173	80	1,200	11,800	96	161	-7.5	86.5	150	11,080	85	154	-12.5
29	1,250	11,000	67	0.8	108	44	1,850	12,200	61.5	97.2	-11	45	1,000	12,040	60	96.5	-12
30	8,000	11,000	370	0.8	185	74.5	1,600	12,000	110	170	-9	80.7	800	11,500	101	165	-12
31	15,000	6,100	1,250	1.0	200	127	700	6,130	131	191	-4.8	137.5	220	6,100	131	193	-3.6
32	6,500	10,800	345	1.0	245	130.5	1,350	10,880	171	227	-8	137	900	10,830	170	276	-8.4
33	11,111	11,000	580	1.0	210	114	1,900	11,160	160	211	+0.5	124	1,100	11,050	157	208	-1.0

* 印を附したる場合は i_1 が過大なりし爲後段の計算を中止せり。

起磁力の基本波及び上記梯形分布の基本波より次式を提案せり。

$$\left. \begin{aligned} i_1 &= A \cdot \frac{K_\phi}{w} \\ K_\phi &= \frac{\gamma \pi^2}{8 \sin\left(\frac{\gamma \pi}{2}\right)} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (8)$$

但し γ = 界磁外周上にて界磁捲線を入るる部分と全周との比

[T.A.I.E.E. 50, 1201 (1931)]

此の算定法による場合と、凸極型界磁に対する $K_\phi = \pi/4$ を採用したる場合 [(7) 式] とを、起磁力法其の二によりて比較したり。其の結果は第 10 表に示す如く、(8) 式に於ける K_ϕ が実際の機械に於ては 1.0 に近き關係上、(7) 式による界磁電流値が (8) 式による場合よりも大となり、凸極型界磁に對する場合の算定結果とは反對に、 $K_\phi = \pi/4$ の場合が實測値より大となりたり。(第 9 表参照)

斯の如き實測値と算定値との比較結果より、圓筒型界磁に對しては、別個に (8) 式を採用する方實測値とよく一致し、理論的にも妥當なるを以て規程本文の如く決定したり。

第 10 表

#	機械 (kVA)	實 測 法				起 磁 力 法 其 の 二 $K_\phi = \frac{\gamma \pi^2}{8 \sin\left(\frac{\gamma \pi}{2}\right)}$						起 磁 力 法 其 の 二 $K_\phi = \frac{\pi}{4}$					
		V	I	力率	i_1	i_1	e_a	E_a	i_3	i_4	誤差 (%)	i_1	e_a	E_a	i_3	i_4	誤差 (%)
35	83,333	13,800	1,700	0	628	169	1,900	15,700	485	654	+4.0	144	2,800	16,600	560	704	+10.8
36	83,333	13,800	1,700	0	598	169	1,300	15,100	445	614	+2.6	144	2,200	16,000	510	645	+ 8.6
37	43,750	13,800	1,830	0	565	262	2,500	16,300	305	567	+0.35	218	5,100	18,900	395	613	+ 7.8
38	35,295	13,800	1,479	0	513	242	3,400	17,200	280	522	+1.7	201	6,300	20,100	355	556	+ 8.0
39	31,250	11,300	1,200	0.85	385	158	1,450	12,120	256	374	-2.9	132	2,900	13,100	295	410	+ 3.7
40	25,000	3,680	3,100	0.80	400	156	300	3,870	266	386	-3.6	126	800	4,200	320	420	+ 5
41	25,000	5,500	5,100	0.81	500	256	420	3,700	247	457	-9.4	206	1,300	4,380	360	534	+ 6.3
42	22,500	13,200	985	0	325	150	1,200	14,400	176	326	+0.3	120	4,250	17,450	312	432	+24.8
43	20,000	11,000	830	0.79	520	284	1,350	11,900	285	523	+0.57	228	4,100	13,900	400	595	+12.6
44	13,750	13,800	785	0	337	154	1,000	14,800	170	324	-4.0	108	5,500	19,300	420	528	+27.6

IV-3. 界磁電流算定法の新提案

此の方法は今回本規程審議の際、新に提出せられたる界磁電流算定の一方法なり。審議の結果

起磁力法其の一、其の二と併せて本規程に採用の價値あるべしと考へたるも、未だ採用せられたる例少きを以て、此處に調査資料として其の概要を記し、参考に供する事とせり。

本法は實測せる無負荷飽和曲線及び短絡比より、負荷時に於ける界磁電流を算定するものにして、定格電壓 V 、定格電流 I 及び遅力率 $\cos \phi$ に於ける界磁電流 i_f は次の如く與へらる。

$$i_f = i_{f0} \{1 + K(1 + \sigma \log_{10} P)\} \dots\dots\dots(1)$$

茲に

i_{f0} = 無負荷定格電壓を發生するに要する界磁電流

$1 + K$ = 磁氣飽和なきものと見做したる場合の界磁電流 i_{f1} と i_{f0} との比 にして、短絡比 γ 、力率 $\cos \phi$ 、及び横リアクタンス x_q と直リアクタンス x_d との比 $Q (=x_q/x_d)$ により次式の如く求めらる

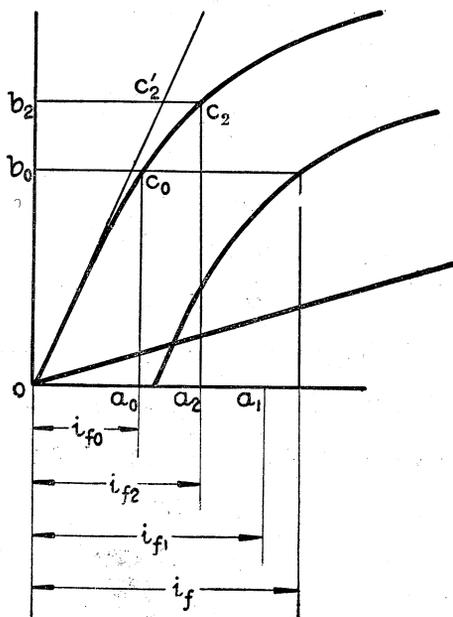
$$1 + K = \frac{\gamma + \frac{Q}{\gamma} + (1 + Q) \sin \phi}{\sqrt{\gamma^2 + Q^2 + 2\gamma Q \sin \phi}} \dots\dots\dots(2)$$

σ = 界磁電流 $i_{f2} = \frac{i_{f0} + i_{f1}}{2}$ に於ける飽和係數 (第 7 圖に於て $\sigma = \frac{c_2 c_2'}{b_2 c_2'}$)

P = 磁 極 數

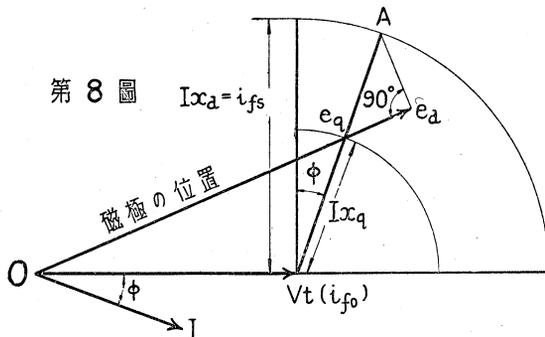
本方法は凸極機に對して、ブロンデル線圖より磁氣飽和なきものとして求めたる i_{f1} に、磁氣

第 7 圖



飽和による影響として、 $\sigma \log_{10} P(i_{f1} - i_{f0})$ を補正せるものなり。

今 K の値を求むるに、第 8 圖のブロンデル線圖に於て、 V_t は端子電壓、 I は電機子電流、 x_d, x_q は直及び横リアクタンス、 e_d は公稱誘起電壓、 e_q は内部横リアクタンス電壓にして、飽和なき場合は e_q 及び A 點は、 ϕ の變化する時圓弧を畫く。



さて之を起磁力法より見れば、 V_t は i_{f0} に、 Ix_d は三相短絡電流 I を通ずる爲の界磁電流 i_{fs} に、 e_d は界磁電流 i_{f1} に相當す。

然る時は第 8 圖より

$$\overline{Oe_d} = \frac{V_t^2 + V_t I (x_d + x_q) \sin \phi + I^2 \frac{(x_d^2 + x_q^2)}{2} - I^2 \frac{(x_d - x_q)^2}{2}}{\sqrt{V_t^2 + 2 V_t I x_q \sin \phi + I^2 x_q^2}} \dots\dots\dots(2)$$

而して短絡比

$$\gamma = \frac{i_{f0}}{i_{fs}} = \frac{V_t}{Ix_d} \quad \text{及び} \quad Q = \frac{x_q}{x_d}$$

とせば、(2) 式は

$$\begin{aligned} \overline{Oe_d} = i_{f1} &= i_{f0} \frac{\gamma + \frac{Q}{\gamma} + (1+Q) \sin \phi}{\sqrt{\gamma^2 + Q^2 + 2\gamma Q \sin \phi}} \\ &= i_{f0}(1+K) \dots\dots\dots(3) \end{aligned}$$

即ち K は、短絡比 γ 、力率 $\cos \phi$ 、及びリアクタンス比 x_q/x_d により定まる常數なり。

而して Q ($= x_q/x_d$) は、多數の實例より次の平均値を有するものと見做し得。

タービン發電機	$Q = 1.0$
同期電動機	$Q = 0.6$
同期調相機	$Q = 0.57$

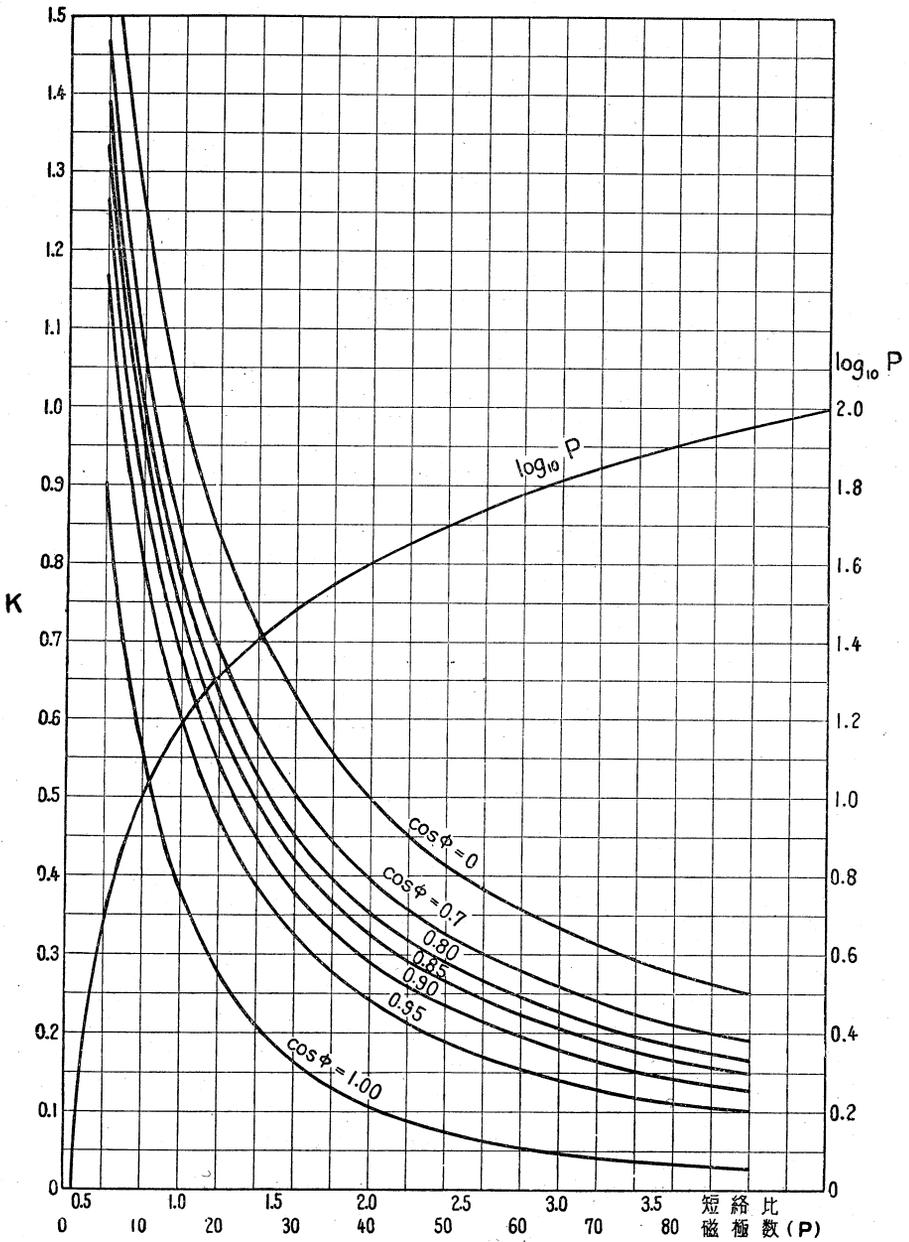
水車発電機

$Q = 0.65$

従つて各機械固有の Q の値を使用する代りに、算定の簡便を圖る爲に、本法には各機共通の常數として平均値 $Q = 0.65$ を採用す。

此の方法による算定結果と實測値とを比較せる結果は第 11 表の如し。

第 9 圖



第 11 表

機 械			實 測 法				本 算 定 法					
#	出 力 (kVA)	極數	V	I	力率	i_r	短絡比 γ	K	i_{70}	σ	i_r	誤 差 (%)
2	7,775	16	6,600	690	1.00	123	1.79	0.132	103	0.217	120	-2.4
					0.89	145		0.296		150.5	+3.8	
					0.85	150		0.307		155	+3.9	
					0.80	155		0.316		159.5	+2.9	
3	6,667	16	6,360	570	1.00	126	2.08	0.098	115	0.255	130	+3.2
			6,480		0.89	150	2.15	0.27	119	0.328	164	+9.3
			〃		0.85	155	〃	0.30	〃	0.338	169	+9.0
			〃		0.80	160	〃	0.325	〃	0.342	174	+8.8
			〃		0.75	165	〃	0.345	〃	0.354	178	+7.9
4	6,880	24	6,400	610	1.00	160	1.18	0.285	125.5	0.117	167	+4.4
			〃		0.92	205	〃	0.53	〃	0.176	208	+1.5
			〃		0.88	215	〃	0.575	〃	0.193	217	+0.9
			〃		0.82	225	〃	0.63	〃	0.205	227	+0.9
			6,450		0.77	230	1.20	0.665	127.5	0.218	238	+3.5
〃	0.72	235	〃	0.69	〃	0.243	245	+4.4				
5	10,700	24	6,550	945	1.00	285	1.41	0.207	220	0.141	274	-3.9
					0.89	350		0.45		0.20	346	-1.1
					0.86	360		0.485		0.204	357	-0.8
					0.80	375		0.523		0.215	369	-1.6
					0.76	385		0.55		0.222	378	-1.8
					0.68	400		0.585		0.238	391	-2.3
6	3,125	10	6,600	274	0	2.26*	1.22	0.82	1.00	0.392	2.17	-4.0
7	1,562.5	28	3,300	274	0	2.40*	1.20	0.83	1.00	0.409	2.34	-2.5
13	4,000	20	6,600	351	0	2.20*	1.19	0.84	1.00	0.365	2.24	+1.8
14	1,250	16	3,500	206	0	2.31*	1.19	0.84	1.00	0.371	2.21	-4.3
16	25,000	4	11,500	1,260	1.00	300	0.98	0.395	213	0.131	300	0
			〃	1,300	0.84	350	0.906	0.78	202	0.206	375	+7.1
			〃	1,200	0.80	350	0.99	0.785	〃	0.207	380	+8.6
			11,300	1,280	0	420	0.95	1.045	208	0.332	468	+11.4
20	30,000	12	11,000	1,575	0	540	1.28	0.78	270	0.190	524	-3.0
21	500	6	3,300	87.5	1.00	30.3	1.36	0.21	9.4	0.297	29.6	-2.3
					0.65	43.5		0.625	〃	0.468	43.5	0
					0	46.5		0.735	〃	0.512	46.5	+1.9
22	10	4	100	60	1.00	1.26	1.00	0.373	0.82	0.359	1.20	-5.0
					0.85	1.64		0.73	〃	0.489	1.60	-2.4
					0	1.92		1.00	〃	0.577	1.92	0
23	4,375	2	11,000	184	0	265	1.17	0.855	143	0.097	268	+1.1
				92	0	206	2.38	0.419	〃	0.042	204	-1.0
25	2,500	8	2,300	657	0	157	0.79	1.26	58.5	0.54	168	+7.0
26	15,000	10	11,200	788	0	493	0.74	1.35	170	0.469	507	+2.8
27	25,000	10	11,350	1,311	0	438	1.17	0.854	191	0.377	415	-5.3
28	3,900	8	11,000	200	0.80	173	1.08	0.716	84	0.281	160	-7.5
29	1,250	16	11,000	67	0.80	108	0.97	0.803	50.5	0.28	105	-2.8
30	8,000	16	11,000	370	0.80	185	1.07	0.72	94	0.28	185.5	+0.3
31	15,000	24	6,100	1,250	1.00	200	0.92	0.443	130	0.103	196	-2.0
32	6,500	28	10,800	345	1.00	245	1.13	0.31	169	0.140	233	-4.9
33	11,111	28	11,000	580	1.00	210	1.13	0.307	156	0.188	217	+3.3

表中 * は i_{70} を 1.00 とする單位法を採用せり。

尚 K の値を曲線に表し第 9 圖に示せり。之を用ひ、簡単に i_f を計算することを得。

IV-4. 一定 kVA の下に於ける力率と界磁電流との關係の實測

(東京電燈株式會社提出資料による)

(A) 猪苗代第一發電所第六號發電機 (#2)

1. 定 格

6,600 V 684 A 7,775 kVA 力率 0.9 50 サイクル 375 R.P.M.

2. 無負荷特性並に定數

短 絡 比 1.81

3. 負荷特性 (測定誤差 最大 $\pm 2.5\%$) (但し周波數を除く)

端子電壓 (V)	線電流 (A)	周波數 (サイクル)	力 率 (%)	出 力 (kW)	界磁電流 (A)
6,600	690	50	100	7,900	123
〃	〃	〃	89	7,000	145
〃	〃	〃	85	6,700	150
〃	〃	〃	80	6,300	155
〃	〃	〃	73	5,800	160

備考 猪苗代第一、第二、第三、第四各發電所發電機の詳細なる定數に就きては、次記を参照ありたし。

漆畑・山田：大容量交流發電機の突發短絡電流の實驗に就いて (電氣學會雜誌 昭和四年一月)

(B) 猪苗代第二發電所第一號發電機 (#3)

1. 定 格

6,600 V 583 A 6,667 kVA 50 サイクル 375 R.P.M.

2. 無負荷特性並に定數

短 絡 比 2.195

3. 負荷特性 (測定誤差 最大 $\pm 2.5\%$) (但し周波數を除く)

端子電壓 (V)	線電流 (A)	周波數 (サイクル)	力 率 (%)	出 力 (kW)	界磁電流 (A)
6,360	570	50	100	6,300	126
6,480	〃	〃	89	5,700	150
〃	〃	〃	85	5,450	155
〃	〃	〃	80	5,100	160
〃	〃	〃	75	4,800	165

(C) 猪苗代第三發電所第三號發電機 (#4)

1. 定 格

6,600 V 602 A 6,880 kVA 5,850 kW 力率 0.85 50 サイクル 250 R.P.M.

2. 無負荷特性並に定數

短 絡 比 1.235

3. 負荷特性 (測定誤差 最大 $\pm 2.5\%$) (但し周波數を除く)

端子電壓 (V)	線電流 (A)	周波數 (サイクル)	力 率 (%)	出 力 (kW)	界磁電流 (A)
6,400	610	50	100	6,750	160
〃	〃	〃	92	6,200	205
〃	〃	〃	88	5,950	215
〃	〃	〃	82	5,500	225
6,450	〃	〃	77	5,200	230
〃	〃	〃	72	4,900	235

(D) 猪苗代第四發電所第一號發電機 (#5)

1. 定 格

6,600 V 937 A 10,700 kVA 9,100 kW 力率 0.85 50 サイクル 250 R.P.M.

2. 無負荷特性並に定數

短・絡 比 1.464

3. 負荷特性 (測定誤差最大 $\pm 2.5\%$) (但し周波數を除く)

端子電壓 (V)	線電流 (A)	周波數 (サイクル)	力 率 (%)	出 力 (kW)	界磁電流 (A)
6,550	945	50	100	10,700	285
〃	〃	〃	89	9,500	350
〃	〃	〃	86	9,200	360
〃	〃	〃	80	8,600	375
〃	〃	〃	76	8,200	385
〃	〃	〃	68	7,250	400

(E) 千住發電所第三號發電機 (#16)

1. 定 格

11,000 V 1,312 A 25,000 kVA 力率 1.0 50 サイクル 1,500 R.P.M.

界磁電流 425 A

2. 無負荷特性並に定數

短 絡 比 0.906

3. 負荷特性 (測定誤差 最大 ±2%)

端子電圧 (V)	線電流 (A)	周波数 (サイクル)	力率 (%)	出力 (kW)	界磁電流 (A)
11,500	1,260	50.4	100	25,000	300
〃	1,270	〃	99	〃	〃
11,000	1,360	50.3	84	20,800	350
〃	1,200	50.0	80	18,500	〃
〃	950	49.5	100	18,000	230
11,300	1,280	50.0	0 (lag)	0	420

V. 速應勵磁用勵磁機の電壓上昇率及び頂上電壓の實例

送電系統に於ける故障時の安定度を増加する爲に、發電機又は調相機に速應勵磁方式を施す傾向あり。而して此の場合には勵磁機の電壓上昇率並に頂上電壓の大なる事が必要なり。次に我國に於ける實例を第 1 表に示して、その大きさの程度の参考に資す。此の大きさは、機械の容量、系統に於ける重要程度、並に故障時に於ける系統の回路状況其他によりて適當なる値を採るべきものなり。尙普通の勵磁機にありては、電壓上昇率 30 乃至 50 V 毎秒 (但し定格電壓 250 V のもの)、頂上電壓は定格値の 120 乃至 150% の程度のものなり。

第 1 表

#	主 機			主 勵 磁 機		副 勵 磁 機		頂上電壓 (V)	勵磁機電壓上昇率 (V/秒)
	出力 (kVA)	電 壓 (V)	回轉數 (R.P.M.)	出力 (kW)	電 壓 (V)	出力 (kW)	電 壓 (V)		
1	30,000	11,000	600	170	240	3	110	360	297
2	25,000	〃	720	150	250	5	250	450	735
3	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	420	600
4	15,000	〃	〃	88	125	3	125	200	177
5	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃
6	〃	〃	900	95	〃	5	〃	202	250
7	10,000	〃	〃	60	〃	2	〃	170	252
8	20,000	12,000	720	100	〃	3	〃	〃	181
9	15,000	11,000	750	95	220	〃	110	300	560
10	9,375	〃	60	60	〃	1.5	〃	270*	540

* 界磁回路を短絡せる場合若干の外部抵抗残存せり。

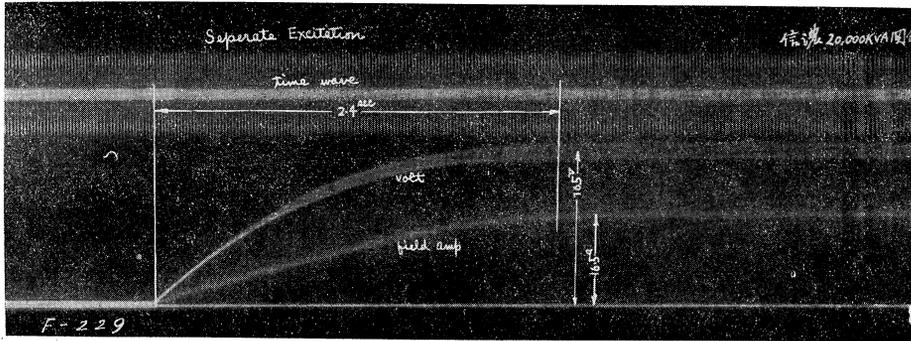
次に勵磁機の電壓上昇率及び頂上電壓測定のために行ひたるオッシログラフ試験の二例を掲ぐ。

(イ) 第 1 表 # 8 に對するオッシログラム

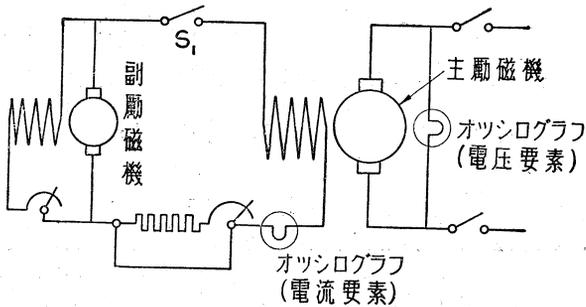
(イ) 速應勵磁用 (副勵磁機にて他勵磁せる場合) 此の場合の接続は第 2 圖に示す如き

ものにして、副勵磁機を定格電壓に保ち、急に界磁開閉器 S_1 を閉ぢたる場合の主勵磁機端子電壓及び界磁電流を第 1 圖に示せり。

第 1 圖

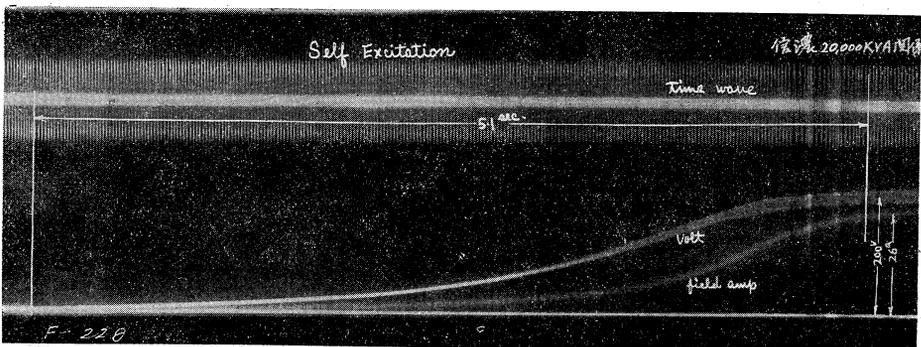


第 2 圖



(□) 自勵磁の場合 上記主勵磁機を分捲自勵式となしたる場合を第 3 圖に示す。

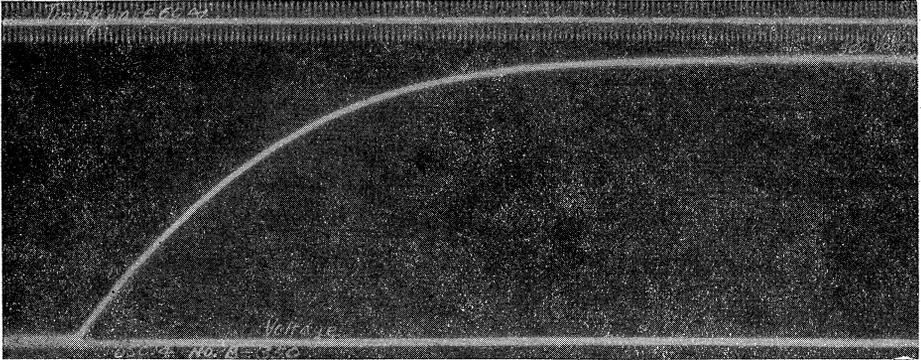
第 3 圖



(2) 第 1 表 #9 に對するオッシログラム

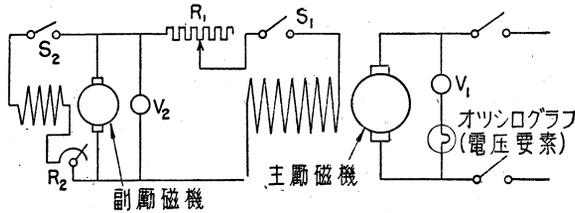
(イ) 速應勵磁用 電圧上昇の状況を第 4 圖に示す。

第 4 圖



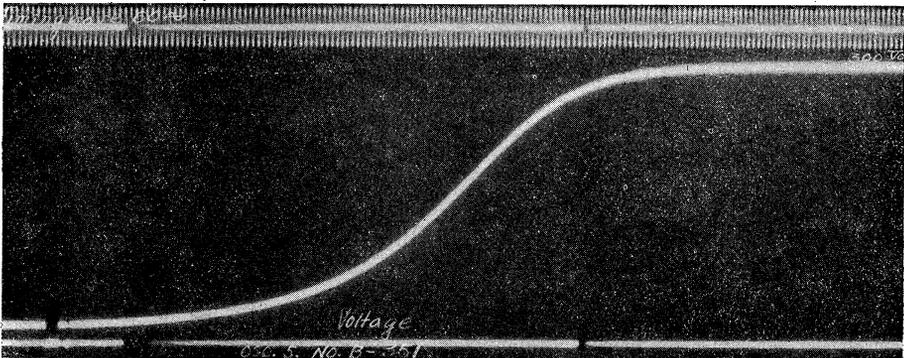
先づ第 5 圖の接続に於て、開閉器 S_1, S_2 を閉ち、抵抗 R_2 を調整して電圧 V_2 を 110 V に保ち、同時に R_1 を調整して主勵磁機電圧 V_1 を 300 V とす。次に S_1 を開きおき、急に S_1 を閉ちたる場合の V_1 の上昇状態をオッシログラムにとる。第 4 圖は此の場合に相當す。

第 5 圖



(ロ) 自勵磁の場合 先づ第 5 圖の接続にて、 S_1, S_2 を閉ち、且つ R_2 を短絡して R_1 を調整し、 $V_1 = 300 V$ に保つ。次に S_2 を開きおき、急に S_2 を閉ちたる場合の V_1 の上昇状況をオッシログラムにとる。第 6 圖は此の場合に相當するものなり。

第 6 圖



VI. 標準事項—磁極數及び定格出力の實例

第1表 容量別同期發電機箇數調

(昭和六年末現在電氣事業用發電所に設置せるもの)(第廿三回電氣事業要覽に依る)

定格出力 (kVA)	原動機種類別箇數				合 計		定格出力 (kVA)	原動機種類別箇數				合 計	
	水車 轉箇數	汽機 轉箇數	内 燃 機 轉箇數	機 轉箇數	箇數	總 容 量		水車 轉箇數	汽機 轉箇數	内 燃 機 轉箇數	機 轉箇數	箇數	總 容 量
1,250	64	19	—	—	83	103,750	3,125	7	2	—	9	28,125	
750	61	2	—	—	63	47,250	2,800	9	—	—	9	25,200	
1,000	53	8	1	—	62	62,000	440	9	—	—	9	3,960	
1,500	43	7	1	—	51	76,500	80	8	—	1	9	720	
2,500	39	9	—	—	48	120,000	8,750	—	8	—	8	70,000	
500	45	2	—	—	47	23,500	7,000	6	2	—	8	56,000	
250	39	1	5	—	45	11,250	3,500	8	—	—	8	28,000	
100	35	—	5	—	45	4,500	3,350	8	—	—	8	26,800	
150	40	—	4	—	44	6,600	1,100	8	—	—	8	8,800	
625	29	9	5	—	43	26,875	850	8	—	—	8	6,800	
300	38	2	1	—	41	12,300	160	7	—	1	8	1,280	
50	35	—	6	—	41	2,950	37	6	—	2	8	296	
3,250	24	16	—	—	40	83,200	43,750	—	7	—	7	306,250	
600	40	—	—	—	40	24,000	13,750	7	—	—	7	96,250	
30	31	—	7	—	38	1,140	3,250	7	—	—	7	22,750	
3,000	25	3	—	—	28	84,000	1,600	7	—	—	7	11,200	
125	20	2	5	—	27	3,375	825	7	—	—	7	5,775	
200	24	—	2	—	26	5,200	225	6	—	1	7	1,575	
60	23	—	3	—	26	1,560	220	7	—	—	7	1,540	
2,000	24	1	—	—	25	50,000	1,875	6	—	1	7	1,312.5	
800	23	2	—	—	25	20,000	175	7	—	—	7	1,225	
400	24	—	—	—	24	9,600	120	6	—	1	7	840	
62.5	20	—	4	—	24	1,500	55	5	—	2	7	385	
20	16	—	8	—	24	500	7,775	6	—	—	6	46,650	
5,000	12	11	—	—	23	115,000	3,900	6	—	—	6	23,400	
15	10	1	12	—	22	1,725	3,800	6	—	—	6	22,800	
12,500	—	21	—	—	21	262,500	3,200	6	—	—	6	19,200	
7,500	18	3	—	—	21	157,500	2,300	6	—	—	6	13,800	
25	13	—	8	—	21	525	2,125	6	—	—	6	12,900	
700	20	—	—	—	20	14,000	970	6	—	—	6	5,820	
350	19	—	1	—	20	7,000	650	6	—	—	6	3,900	
4,000	19	—	—	—	19	76,000	540	6	—	—	6	3,240	
40	11	—	6	—	17	680	525	6	—	—	6	3,150	
6,250	4	12	—	—	16	100,000	360	5	1	—	6	2,160	
1,875	12	4	—	—	16	30,000	275	6	—	—	6	1,650	
6,000	15	—	—	—	15	90,000	15,000	5	—	—	5	75,000	
4,375	10	5	—	—	15	65,625	8,700	5	—	—	5	43,500	
8,000	14	—	—	—	14	112,000	6,667	5	—	—	5	33,335	
70	13	—	1	—	14	780	4,250	5	—	—	5	21,250	
15	11	—	3	—	14	210	3,300	5	—	—	5	16,500	
5,250	8	5	—	—	13	68,250	3,250	5	—	—	5	16,250	
1,125	13	—	—	—	13	14,625	1,850	5	—	—	5	9,250	
1,750	12	—	—	—	12	21,000	1,450	5	—	—	5	7,250	
2,250	10	1	—	—	11	24,750	1,400	3	2	—	5	4,200	
2,050	10	1	—	—	11	22,550	1,350	5	—	—	5	6,750	
900	11	—	—	—	11	9,900	630	5	—	—	5	3,150	
550	9	2	—	—	11	6,050	240	5	—	—	5	1,200	
450	11	—	—	—	11	4,950	90	5	—	—	5	450	
35	9	—	2	—	11	335	47	2	—	3	5	235	
25,000	—	10	—	—	10	250,000	42	5	—	—	5	210	
10,000	10	—	—	—	10	100,000							
1,200	10	—	—	—	10	12,000	其の他	331	43	26	400	1,067,145.95	
875	10	—	—	—	10	8,750							
140	10	—	—	—	10	1,400	合 計	1,779	230	128	2,135	4,708,434.45	
20,000	7	2	—	—	9	180,000							

本規程附録として、電壓、磁極數及び調相機定格出力の標準値を定めて之を推奨したり。而して水車發電機、タービン發電機の定格出力に就ては、その範圍相當廣く、之を少數の標準値にて統一する事困難なる爲、之が採用を見合せたり。

然れども、現在我國に於て使用せらるゝ發電機の容量の大凡の種別を知るは、次期に於ける標準値制定にも役立つ事大なりと思惟せらるゝを以て、茲に我國に於て電氣事業用發電所に設置せられたる發電機の定格出力を一括して採録したり。(本表は第廿三回電氣事業要覽による)

尙磁極數の標準値を制定したりしが、今茲に我國に於ける實例を採録して併せて參考に供せんとす。

VI-1. 容量別同期機箇數調

水車發電機、タービン發電機及び内燃機直結發電機等の容量と箇數との關係は第 1 表の如し。同期調相機及び周波數變換機の容量と箇數との關係は第 2 表の如し。

第 2 表 容量別同期調相機及び周波數變換機箇數調

同 期 調 相 機			周 波 數 變 換 機 (發電機側)		
定格出力(kVA)	箇 數	總容量(kVA)	定格出力(kVA)	箇 數	總容量(kVA)
15,000	20	300,000	1,000	22	22,000
1,500	16	24,000	3,000	6	18,000
2,000	14	28,000	1,700	3	5,100
10,000	12	120,000	15,000	2	30,000
3,000	11	33,000	1,500	2	3,000
5,000	10	50,000	1,250	2	2,500
25,000	8	200,000	其 の 他		
30,000	6	180,000	7,500~200	14	29,710
7,500	6	45,000	合 計	51	110,310
2,500	4	10,000			
750	3	2,250			
400	3	1,200			
20,000	2	40,000			
850	2	1,700			
其 の 他					
11,000~300	9	29,830			
合 計	126	1,064,980			

VI-2. 磁極數別同期發電機箇數調

水車發電機、タービン發電機、蒸氣往復動機關運轉發電機、及び内燃機關運轉發電機等の磁極數と定格出力の範圍、及び平均出力等の關係は第 3 表に示すが如し。

第3表 同期発電機極数調

(A₁) 水車発電機

極数	定格出力 (kVA)	一臺の平均出力 (kVA)	筒数	總容量 (kVA)
4	6 ~ 30	15.8	13	206
6	5 ~ 300	67.3	147	9,909.7
8	10 ~ 4,375	823	296	243,541.5
10	17.5~10,000	1,330	326	434,218.8
12	12.5~13,000	1,740	418	727,613.6
14	55~10,000	2,245	98	218,290.5
16	30~10,000	2,620	167	439,771.5
18	62.5 ~ 8,000	3,050	29	88,435
20	45~28,000	4,675	79	369,336
22	700 ~ 1,250	908	6	5,450
24	150~30,000	4,930	51	251,885
26	800 ~ 5,000	3,510	13	45,640
28	625~10,125	3,750	22	82,612
30	440 ~ 850	690	6	4,140
32	700 ~ 5,500	2,480	7	17,388
34	1,500 ~ 6,875	3,730	5	18,625
36	250~20,000	6,474	10	64,737
38	1,375 ~ 2,500	2,220	4	8,875
40	800~14,000	12,220	8	97,800
44	2,100	2,100	1	2,100
48	5,000~10,000	8,000	6	48,000
56	1,600 ~ 3,800	3,070	3	920
60	3,500	3,500	1	3,500

備考 極数 2, 42, 46, 50, 52, 54, 58 及び 62 以上のものなし。

(B₁) タービン発電機

極数	定格出力 (kVA)	平均出力 (kVA)	筒数	總容量 (kVA)
2	625~15,625	3,980	137	545,015
4	375~43,750	14,000	69	966,475
6	1,000~3,450	2,560	8	20,450
8	1,500	1,500	2	3,000

(C) 蒸氣往復動機關運轉發電機

極 數	定格出力 (kVA)	平均出力 (kVA)	筒 數	總容量 (kVA)
6	22~55.5	33.2	3	99.5
8	75~125	100	2	200
12	100~360	177	5	885
14	100	100	1	100
16	125~180	152.5	2	305
18	300	300	1	300
24	950	950	2	1,900
36	250	250	1	250
48	228~300	264	2	528
56	550	550	2	1,100
60	800	800	2	1,600

(D) 內燃機關運轉發電機

極 數	定格出力 (kVA)	平均出力 (kVA)	筒 數	總容量 (kVA)
4	17.5 ~ 25	20.8	3	62.6
6	5 ~ 100	37.9	45	1,705.4
8	30 ~ 125	61.8	20	1,237.9
10	50 ~ 250	127	7	887.5
12	20 ~ 150	69.5	5	348
14	15 ~ 80	55.7	3	170
16	30 ~ 250	129	9	1,162.5
18	5 ~ 625	231	5	1,154
20	121 ~ 260	194.5	7	1,361
22	200 ~ 625	483	3	1,450
24	50 ~ 950	260	10	2,601
26	115 ~ 420	236	4	945
28	280 ~ 937.5	608	2	1,217.5
36	300	300	1	300
40	625~1,500	916	3	2,750
44	1,000	1,000	1	1,000

更に第 3 表を細別して磁極數と定格出力との關係を示せば第 4 表の如し。

第4表 極數別同期發電機箇數調(一)
(A₂) 水車發電機

(昭和六年末現在電氣事業用發電所に設置せるものにして50及び60サイクル用のもの)

極數	定格出力 (kVA)	箇 數	總 容 量 (kVA)	極數	定格出力 (kVA)	箇 數	總 容 量 (kVA)	
4	15	4	60	10	100	5	500	
	12	2	24		1,500	5	7,500	
	20	2	48		2,000	5	10,000	
	6~30(各1)	2,200	5		11,000	2,200	5	14,000
		2,800	5		14,000	2,800	5	14,000
		計 13	計 206		10,000	5	50,000	
6	50	19	950		50	4	200	
	30	13	390		350	4	1,400	
	62.5	9	562.5		440	4	1,760	
	25	8	200		650	4	2,600	
	100	7	700		800	4	3,200	
	40	6	240		875	4	3,500	
	60	6	360		900	4	3,600	
	35	5	175		970	4	3,880	
	37.5	5	187.5		4,800	4	19,200	
	42	5	210	90~3,500(各3)	36	39,585		
	125	5	625	62.5~7,875(各2)	58	96,564		
	150	5	750	17.4~7,400(各1)	31	33,304.8		
	20	4	80		計 326	計 434,218.8		
	15~140(各3)	15	939					
	17~80(各2)	10	570					
5~300(各1)	25	1,890.7						
	計 147	計 9,909.7						
8	100	19	1,900	12	1,250	30	37,500	
	60	12	720		750	22	16,500	
	150	11	1,650		2,500	18	45,000	
	250	9	2,250		1,500	15	22,500	
	30	8	240		300	14	4,200	
	125	8	1,200		1,000	13	13,000	
	200	8	1,600		3,750	12	45,000	
	220	8	1,760		6,000	12	72,000	
	500	8	4,000		250	11	2,750	
	600	8	4,800		500	11	5,500	
	1,000	8	8,000		150	10	1,500	
	300	7	2,100		600	10	6,000	
	50	6	300		4,000	9	36,000	
	70	6	420		1,750	8	14,000	
	2,000	5	10,000		2,000	8	16,000	
40	5	200	350	7	2,450			
62.5	5	312.5	400	7	2,800			
20	5	100	800	7	5,600			
300	4	1,200	1,875	7	13,125			
80~1,500(各3)	60	20,280	3,000	7	21,000			
10~4,370(各2)	46	38,394	200	6	1,200			
22~2,500(各1)	40	142,125	3,900	6	23,400			
	計 295	計 243,541.5	5,000	5	25,000			
			625	4	2,500			
			2,200	4	8,800			
			4,370	4	17,480			
			4,500	4	18,000			
			7,000	4	28,000			
			50~6,660(各3)	54	98,415			
			30~13,000(各2)	50	102,839			
			12.5~6,250(各1)	39	32,204.3			
			計 418	計 727,613.3				
10	1,000	18	18,000	14	1,500	6	9,000	
	500	16	8,000		600	5	3,000	
	750	12	9,000		1,000	5	5,000	
	2,500	11	27,500		2,250	5	11,250	
	1,250	10	12,500		800	4	3,200	
	400	9	3,600		1,250	4	5,000	
	300	8	2,400		3,000	4	12,000	
	150	7	1,050		4,000	4	16,000	
	250	7	1,750		1,600	3	4,800	
	625	7	4,375					

第4表 極數別同期發電機筒數調

(A₂) 水車發電機

(昭和六年末現在電氣事業用發電所に設置せるものにして 50 及び 60 サイクル用のもの)

極數	定格出力 (kVA)	筒 數	總 容 量 (kVA)
14	4,300	3	12,900
	5,250	3	15,750
	2,500~10,000(各 2)	26	47,975
	55~3,800(各 1)	26	24,560.5
		計 98	計 218,290.5
16	8,000	10	80,000
	300	8	2,400
	1,500	8	12,000
	250	7	1,750
	625	7	4,375
	750	7	5,250
	3,000	6	18,000
	7,775	6	46,650
	500	5	2,500
	600	5	3,000
	800	5	4,000
	1,250	5	6,250
	6,667	5	33,335
	400	4	1,600
	1,660	4	6,640
	360~13,750(各 3)	27	103,470
140~13,000(各 2)	20	61,020	
30~20,000(各 1)	28	45,731.5	
		計 167	計 437,971.5
18	7,500	6	45,000
	750	4	3,000
	1,500	3	4,500
	62.5	2	125
	1,100	2	2,200
	2,300	2	4,600
	8,000	2	16,000
	75~5,625(各 1)	8	13,010
		計 29	計 88,435
20	750	6	4,500
	1,000	5	5,000
	2,800	5	14,000
	625	4	2,500
	1,700	4	6,800
	4,375	4	17,500
	500	3	1,500
	5,250	3	15,750
	14,444	3	43,332
	17,000	3	51,000
	20,000	3	60,000
	28,000	3	84,000
	125~7,500(各 2)	24	59,034
45~1,250(各 1)	9	4,420	
		計 79	計 369,336
22	700	2	1,400
	900	2	1,800
	1,000	1	1,000
	1,250	1	1,250
		計 6	計 5,450
24	15,000	5	75,000
	3,125	4	12,500
	875	3	2,625
	1,000	3	3,000
	3,000	3	9,000
	7,000	3	21,000

極數	定格出力 (kVA)	筒 數	總 容 量 (kVA)
24	10,900	3	32,700
	225~30,000(各 2)	12	72,720
	150~10,000(各 1)	15	23,340
		計 51	計 251,885
26	5,000	5	25,000
	4,000	3	12,000
	1,370	2	2,700
	800	1	800
	1,800	1	1,800
	3,300	1	3,300
		計 13	計 45,640
28	1,850	3	5,550
	2,300	3	6,900
	3,200	3	9,600
	10,125	3	30,375
	625	2	1,250
	1,125	2	2,250
	4,250	2	8,500
	1,562~7,500(各 1)	4	18,187
		計 22	計 82,612
30	750	2	1,500
	850	2	1,700
	440	1	440
	500	1	500
		計 6	計 4,140
32	5,500	2	11,000
	700~2,500(各 1)	5	6,388
		計 7	計 17,388
34	1,500	2	3,000
	6,875	2	13,750
	1,875	1	1,875
		計 5	計 18,625
36	20,000	3	60,000
	600	2	1,200
	1,250	2	2,500
	250~437(各 1)	3	1,037
			計 10
38	2,500	3	7,500
	1,375	1	1,375
		計 4	計 8,875
40	13,750	4	55,000
	14,000	3	42,000
	800	1	800
		計 8	計 97,800
44	2,100	1	2,100
48	5,000	2	10,000
	9,000	2	18,000
	10,000	2	20,000
		計 6	計 48,000
56	3,800	2	7,600
	1,600	1	1,600
		計 3	計 9,200
60	3,500	1	3,500

第4表 極數別同期發電機筒數調 (二)

(昭和六年末電気事業用發電所に設置せるものにして 50 及び 60 サイクル用のもの)

(B₂) 蒸氣タービン運轉(C₂) 蒸氣往復動機關運轉

極數	定格出力 (kVA)	筒數	總容量 (kVA)
2	1,250	15	18,750
	3,750	13	48,750
	6,250	10	62,500
	750	9	6,750
	7,850	8	62,800
	1,562	7	10,934
	2,500	7	17,500
	5,600	7	35,000
	1,000	6	6,000
	12,500	6	75,000
	4,375	5	21,875
	5,250	5	26,250
	937 ~ 7,500(各 3)	9	30,861
	1,111 ~ 15,625(各 2)	16	88,022
625 ~ 7,813(各 1)	14	34,023	
	計 137	計 545,015	
4	12,500	15	187,500
	25,000	10	250,000
	43,750	7	307,250
	1,500	5	7,500
	3,750	5	18,750
	1,250	4	5,000
	5,000	4	20,000
	1,000	3	3,000
	2,500	3	7,500
	15,625	3	46,875
	3,000	2	6,000
	10,000	2	20,000
	37,500	2	75,000
	375 ~ 9,375(各 1)	4	12,100
	計 69	計 966,475	
6	3,000	5	15,000
	1,000	2	2,000
	3,450	1	3,450
	計 8	計 20,450	
8	1,500	2	3,000

極數	定格出力 (kVA)	筒數	總容量 (kVA)
6	22	2	44
	55.5	1	55.5
		計 3	計 99.5
8	75	1	75
	125	1	125
		計 2	計 200
12	100	3	300
	225	1	225
	360	1	360
		計 5	計 885
14	100	1	100
16	125	1	125
	180	1	180
		計 2	計 305
18	300	1	300
24	950	2	1,900
36	250	1	250
48	228	1	228
	300	1	300
		計 2	計 528
56	550	2	1,100

第4表 極數別同期發電機箇數調 (二)

(昭和六年末電氣事業用發電所に設置せるものにして 50 及び 60 サイクル用のもの)

(D₂) 内 燃 機 關 運 轉

極數	定格出力 (kVA)	箇 數	總 容 量 (kVA)	極數	定格出力 (kVA)	箇 數	總 容 量 (kVA)
4	17.6	1	17.6	18	5	1	5
	20	1	20		75	1	75
	25	1	25		125	1	125
		計 3	計 62.6		324	1	324
			625		1	625	
6	20	6	120	20	250	2	500
	25	6	150		121	1	121
	40	5	200		150	1	150
	15	4	60		160	1	160
	30	3	90		170	1	170
	47	3	141		260	1	260
	22	2	44			計 7	計 1,361
	72	2	144	22	625	2	1,250
	75	2	150		200	1	200
	5~100 (各 1)	12	606.4			計 3	計 1,450
	計 45	計 1,705.4	24	100	2	200	
8	75	5		375	287	2	574
	37.5	2		75	50	1	50
	60	2		120	125	1	125
	30~125 (各 1)	11		667.9	175	1	175
	計 20	計 1,237.9	177	1	177		
10	50	2	100	350	1	350	
	75	1	75	950	1	950	
	125	1	125		計 10	計 2,601	
	150	1	150	26	115	1	115
	187.5	1	187.5		150	1	150
	250	1	250		260	1	260
	計 7	計 887.5	420		1	420	
12	20	1	20		計 4	計 945	
	23	1	23	28	280	1	280
	55	1	55		937.5	1	937.5
	100	1	100		計 2	計 1,217.5	
	150	1	150	36	300	1	300
	計 5	計 348	40		625	2	1,250
14	15	1			15	1,500	1
	75	1		75		計 3	計 2,750
	80	1		80	44	1,000	1
	計 3	計 170					
16	62.5	3	187.5				
	250	2	500				
	30	1	30				
	120	1	120				
	125	1	125				
	計 8	計 1,162.5					

VII. 同期機特性の實例

同期機の特長として、最近製作せられたるものに就きて、無負荷飽和曲線、同期インピーダンス、短絡比、飽和程度を示す係數(1+σ)等の代表的數値を廣範圍に亘りて調査し、之を一括採録しおけば、同期機を新に注文する際、或は種々の設計計畫に際して多大なる便利を得べきや言を俟たざるものなり。本資料はかかる目的を以て蒐集せられたるものなるも、未だ充分なる材料を得ざる憾あり。

次に短絡比、定格電壓の100%及び120%に於ける飽和程度を示す係數(1+σ)の値を表示して參考に資す。之等の中、短絡比は短絡電流、界磁電流の算定其の他に、100%に於ける(1+σ)

第1表 國産機械の特性値表

機 械 種 類	定 格						特 性 値		
	出 力 (kVA)	電 壓 (V)	極 數	回 轉 數 (R.P.M.)	周波數 (サイクル)	力 率	短絡比	電壓 100% に於ける 1+σ	電壓 120% に於ける 1+σ
水 車 發 電 機	13,750	11,000	10	450	60	0.80	1.09	1.11	1.26
	11,000	〃	40	150	50	0.85	1.15	1.15	1.40
	10,000	6,600	24	250	〃	0.80	1.06	1.12	1.37
	〃	11,000	14	514	60	0.70	0.95	1.15	1.44
	8,000	〃	26	231	50	0.80	1.10	1.21	1.64
	7,500	6,600	16	375	〃	〃	1.09	1.11	1.26
5,000	11,000	26	231	〃	〃	0.90	1.24	1.60	
調 相 機	25,000	11,000	10	720	60	0	1.11	1.11	1.33
	15,000	〃	〃	〃	〃	〃	0.71	〃	1.29
	〃	〃	8	750	50	〃	0.93	1.10	1.32
	10,000	〃	〃	〃	〃	〃	〃	1.14	1.36
	7,500	〃	〃	〃	〃	〃	0.74	〃	1.33
	2,500	2,200	〃	900	60	〃	0.73	1.12	1.37
タ ー ピ ン 發 電 機	31,250	11,000	4	1,800	60	0.80	0.87	1.10	1.25
	29,000	6,600	〃	1,500	50	—	0.86	1.04	1.10
	25,000	3,300	2	〃	25	0.80	1.00	1.09	1.29
	19,550	11,000	〃	3,000	50	〃	0.64	1.07	1.25
	15,625	〃	〃	3,600	60	〃	0.72	1.09	1.28
	11,250	12,000	〃	3,000	50	〃	0.70	1.14	1.44
	8,120	3,300	〃	3,600	60	0.77	0.89	1.16	1.37
	6,250	〃	〃	3,000	50	0.80	0.80	1.08	1.30
	3,000	〃	〃	3,600	60	〃	1.02	1.12	—
	1,000	〃	〃	3,000	50	0.70	0.94	1.11	1.30
同 期 電 動 機	15,000	6,600/11,000	12	600	60	—	0.99	1.11	1.42

は線路充電用発電機の定格出力の選定に、120% に於ける $(1+\sigma)$ は起磁力法其の一による界磁電流の算定等に役立つものなり。

第 2 表 外國製機械の特性値表

機 械 種 類	定 格						特 性 値		
	出 力 (kVA)	電 壓 (V)	極 數	回 轉 數 (R.P.M.)	周波數 (サイクル)	力 率	短絡比	電壓 100 %に於ける $1+\sigma$	電壓 120 %に於ける $1+\sigma$
水 車 發 電 機	14,500	6,600	16	{ 375 450	50 60	0.9	1.15	1.08	1.24
	20,000	11,000	20	{ 300 360	50 60	〃	2.11 1.95	1.19 1.15	
	〃	〃	36	{ 167 200	50 60	〃	2.20 1.50	1.17 1.10	
	〃	〃	〃	{ 167 200	50 60	〃	1.61 1.30	1.08 1.01	
調 相 機	25,000	11,000	12	600	60	0	1.16	1.06	1.13
	30,000	〃	〃	〃	〃	〃	1.08	1.14	
	25,000	〃	10	〃	50	〃	0.77	1.05	
ター ビン 發 電 機	31,250	11,000	2	3,000	50	0.8	0.59	1.20	1.89
	43,750	〃	4	1,500	〃	〃	0.81	1.25	
	〃	〃	〃	1,800	60	〃	0.79	1.04	1.15
	12,050	〃	〃	〃	〃	0.83	0.94	1.23	

日本電氣工藝委員會標準規程 (JEC) [各册値段]

(JEA を附記したるは電氣協會と聯合調査)

電氣機器	日本電氣機器標準規程 (本規程中下記三種に関するものは、下記に依り夫々改訂増補された。)	JEC-9(1922)	40 錢
	同期機	JEC-35(1934)	50 錢
	變壓器、誘導電壓調整器及びリアクトル	JEC-36(1934)	25 錢
	誘導電動機及び一般誘導機	JEC-37(1934)	25 錢
	日本電氣機器定格標準に関する調書	JEC-9-A (1921)	35 錢
	電氣機器の周波數變更に関する調書		15 錢
	* 電氣鐵道用電氣機器標準規程	JEC-19(1925)	15 錢
	* 單相小型誘導電動機標準仕様書 (昭和三年版、電氣協會と聯合調査)		10 錢
	* 電氣機器端子記號標準規程	JEC-29(1929)	40 錢
	* 損失の和に依る電氣機器能率の決定方法	R.N. 6(1929)	10 錢
電氣機器裕度標準規程	JEC-31(1931)	15 錢	
電線	電線標準 (電車線の部分改訂済)	JEC-14(1922)	40 錢
	電線メートル式表示法	JEC-10(1922)	10 錢
	第四種可撓紐線標準仕様書	JEC-16(1923)	10 錢
	* 屋外用二心可撓紐線標準仕様書	JEC-25(1928)	10 錢
	* 紙絶緣地中電纜標準仕様書	JEC-27(1929)	20 錢
	* 架空送電線用硬銅熱線標準仕様書	JEC-30(1930)	10 錢
SL 型紙ケーブル	JEA-105・JEC-43(1935)	15 錢	
電氣計器	電流計及電壓計標準仕様書	JEC-5(1920)	20 錢
	指示電力計標準仕様書	JEC-11(1922)	15 錢
	交流積算電力計 (改訂版)	JEC-33(1932)	15 錢
	計器用變成器 (改訂版)	JEC-45(1935)	15 錢
電球	* 白熱タングステン電球標準仕様書 (昭和四年版、照明學會と聯合調査)		20 錢
遮断器	油入遮断器及油入開閉器標準規程	JEC-17(1928)	10 錢
	* 油入遮断器に関する資料	JEC-17-A (1926)	25 錢
	筒形可熔器	JEA-103・JEC-41(1934)	10 錢
	正面接續及形開閉器	JEA-104・JEC-42(1934)	10 錢
	電路操作表示方法	JEA-106・JEC-44(1935)	25 錢
接續器	* 挿込型接續器標準仕様書	JEC-21(1926)	15 錢
鐵塔鐵柱	* 鐵塔及鐵柱設計標準	JEC-22(1926)	25 錢
碍子	特別高壓ピン碍子	JEC-38(1934)	15 錢
	懸垂碍子 (標準型、改訂版)	JEC-40(1934)	15 錢
	180 mm 懸垂碍子	JEC-46(1936)	15 錢
絶緣油	* 變壓器油及開閉器油標準仕様書	JEA-101・JEC-23(1929)	25 錢
電壓	標準電壓	JEA-102・JEC-34(1933)	15 錢
原動機	水車	JEC-39(1934)	25 錢
シンボル術語	一般電氣用並無線用標準シンボル	JEC-12(1924)	25 錢
	屋内配線用標準シンボル	JEC-24(1928)	15 錢
	電氣鐵道用標準シンボル	JEC-32(1932)	15 錢
	第四回増補電氣工學術語集 (昭和八年版)		80 錢

調査報告集第二輯 [規程類 15 種を合本としたものであるが、中現行のもの上記 *印の 12 種である] 2 圓

[調査報告集第一輯に収録した規程は既に改訂されたもの又は改訂中のものが多いので本輯は之を絶版とした]

昭和九年六月十日 印刷
 昭和九年六月十五日 發行
 昭和十一年十二月廿五日 再版發行

定價 50 錢 (郵税共)

東京市麴町區有樂町一丁目三番地

編輯兼 桑 島 正 夫
 發行人

東京市京橋區西八丁堀四丁目八番地

印刷者 渡 邊 正 雄

東京市麴町區有樂町一丁目三番地
 (電氣協會々館内)

發行所 日本電氣工藝委員會

電話丸の内 756 番 振替口座東京 720 番

