

我国火力発電所最近の趨勢

三田村正二郎*

The Present Condition of Steam Power Plants in Japan

By Shōjirō Mitamura
Chief of Thermal Power Section,
Public Interest Industry Board

Abstract

It has come to be a prevalent idea for long that the increase in Japanese industrial output and the resulted stability of public welfare must perforce be preceded by the increase of electric power supply. And from this point of view, the resources of electric power generation have constantly been explored.

Meantime, because of the geographical situation of Japan, it is natural that this country has placed the major stress on the development of hydraulic electric power source. However, year by year, there has been observed a tendency that the thermal power plants are being planned and built in increasingly large number and scale.

And in view of the large percentage that the fuel occupies in the total cost of power generation in such power plants and the limited supply of domestic coal and oil, it has been imperative for all concerned with the thermal power generating industry to endeavor for the improvement of the thermal efficiency or the adoption of higher pressure and higher temperature for the steam turbine, as well as its reliability.

The writer, from the official standpoint, reviews both official and manufacturers' efforts displayed in the improvement in these connections and the present development and situation that Japan's thermal power plants have attained.

〔I〕 緒 言

我国の生産向上と民生の安定には電力拡充が最も重要なものとして時勢の脚光を浴びるようになってから既に久しく、電源の本格的開発も漸く軌道に乗ってきている。勿論電源増強の方策としては、水力の開発が第一に挙げられ、次に火力によるのが一般的である。従つて、現在の開発方針もこの線に沿つて進められているが、電力需用の増加に対応して、火力発電所の演じている役割は年々その重きを加えてきている。そのため火力増強の傾向も、従来の比較的短期速効的な供給力増強方策から、漸

次高能率大容量のものへ新增設へと移行しつつある。

周知のように、火力発電所の運転費の内、燃料費の占める割合は実に 70% 以上であり、又その使用数量は昭和27年度の実績によれば、事業用で石炭 680 万吨、重油 29 万吨、これに自家用火力を加えれば、優に 1,000 万吨にのぼり、しかも我国として限られた石炭資源を主要燃料とする関係から、今後火力発電所の使命を果してゆくためには、益々設備の信頼性と熱効率の向上に努めなければならない。

最近我国の火力発電所も技術の進歩につれて、主要設備に新しい設計構造が採用されつつあるとともに、熱効率向上のための第一条件である蒸気条件も漸く 60 気圧

* 通産省公益事業局火力課長

級にのぼつてきている。

熱経済を主眼とする火力発電所に対する高圧高温蒸気使用の必然性とその実現にあつて、当面している諸問題の解決に対し最近異状な努力が払われてきている実情から、以下最近の趨勢に就いて少しく概説してみたいと思う。

〔II〕 火力発電所増強の変遷と現状

周知のように我国の既設火力発電所は温水期の補給的性格のものが多く、その設計構造及び保守の点からも必ずしも常時火力としての条件を具備していないものが多い。その上終戦当時の火力発電所は、炭質の低下に加ふるに戦時中の酷使と戦災による破損のため、惨澹たる実状であつて、その可能出力も事業用全設備容量の280万kWに対して僅に90万kWにすぎなかつた。当時、一時電力需用の減少、賠償指定などと火力発電界にとっては誠に不遇な環境にあつたため、技術的の進歩はおろか、補修整備も遅々としてはかどらない状況であつた。しかしながら当時の電力需用の低下は全く一時的の現象であつて、その後まもなく電力飢饉を招来した。そのため緊急火力復旧計画を樹て当時の社会情勢より短期速効的な増強方策として、老朽並びに損傷設備の補修改良を、その内でも特に汽罐の改修強化に主力を注いで、出力の増加を計つてきた。戦災復旧、補修整備も漸く一段落してその効果を現わすに従い、これと併行して既設の火力発電所に汽罐のみを増設して、タービン容量一杯までの出力増加を計るとともに、新規拡充にも意を用いた結果、可能出力回復の足取りは比較的順調に進み、27年度の冬

季温水期には、可能出力は約230~240万kWの実力を備え、供給力の弾力性を発揮している。従つて、今後の増強方針は前にも述べたように、主要設備の増設及び新規拡充以外にあまり多くを期待出来ない状況である。第1表は最近約2箇年間に竣工を見た事業用火力発電設備の内容であつて、特に汽罐のみの増設が目につくとともに、昨春竣工を見た築上発電所はその蒸気条件、設計構造に一大飛躍を見せている。

殺上のように我国の火力発電所は現在一応立ち直つたものゝ、その内容は一部を除き大部分は技術的に見て、斬新性に乏しく、いゝかえれば老朽化したものが多い。一例を事業用に就いて見ると、第1図に示すように竣工後相当経過したものが如何に多いかが解ると思う。

又熱効率に直接影響のある蒸気条件の範囲も第2図に示すように、40気圧400°C級のものが最も多く、50気圧を超えるものは現在一箇所に過ぎず、又汽圧汽温の上昇に対する変遷も第3図で解るように、高圧高温蒸気使用の傾向は一般に消極的であり、欧米のそれに比較すれば、かなり立遅れの感が深い。

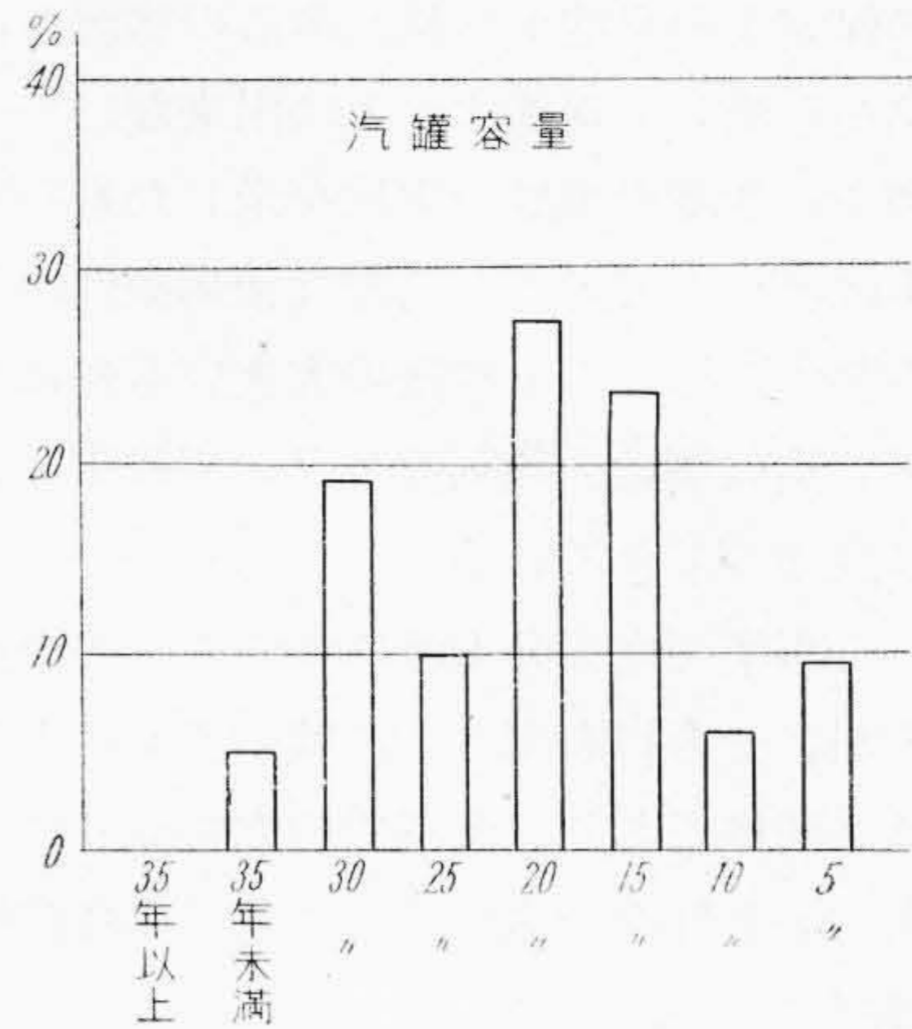
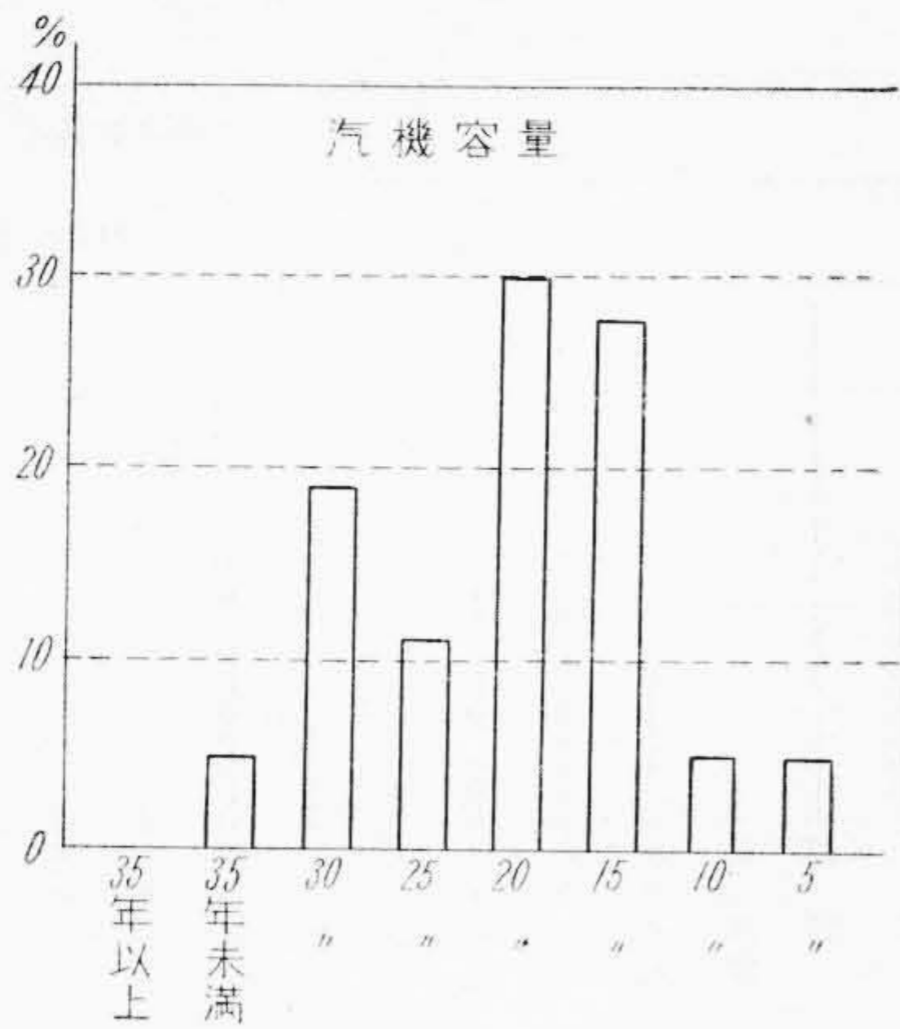
従つて我国の現有火力発電所の熱効率も未だ一般に低く、全火力発電所の平均は昭和27年度の実績によれば約19.4%で最高のもので約24.5%程度に過ぎない。これを米国のそれに比較してみると、それぞれ熱効率の平均は約24~25%、最高のものは実に35~36%程度といわれている。しかしながら、最近火力発電所の重要性はとみに認識されてきているので、近き将来当然我国に於てもこの高圧高温化につき積極的に考慮すべきことは明らかである。

第1表 最近落成の火力発電設備表 (昭26.4~28.6)

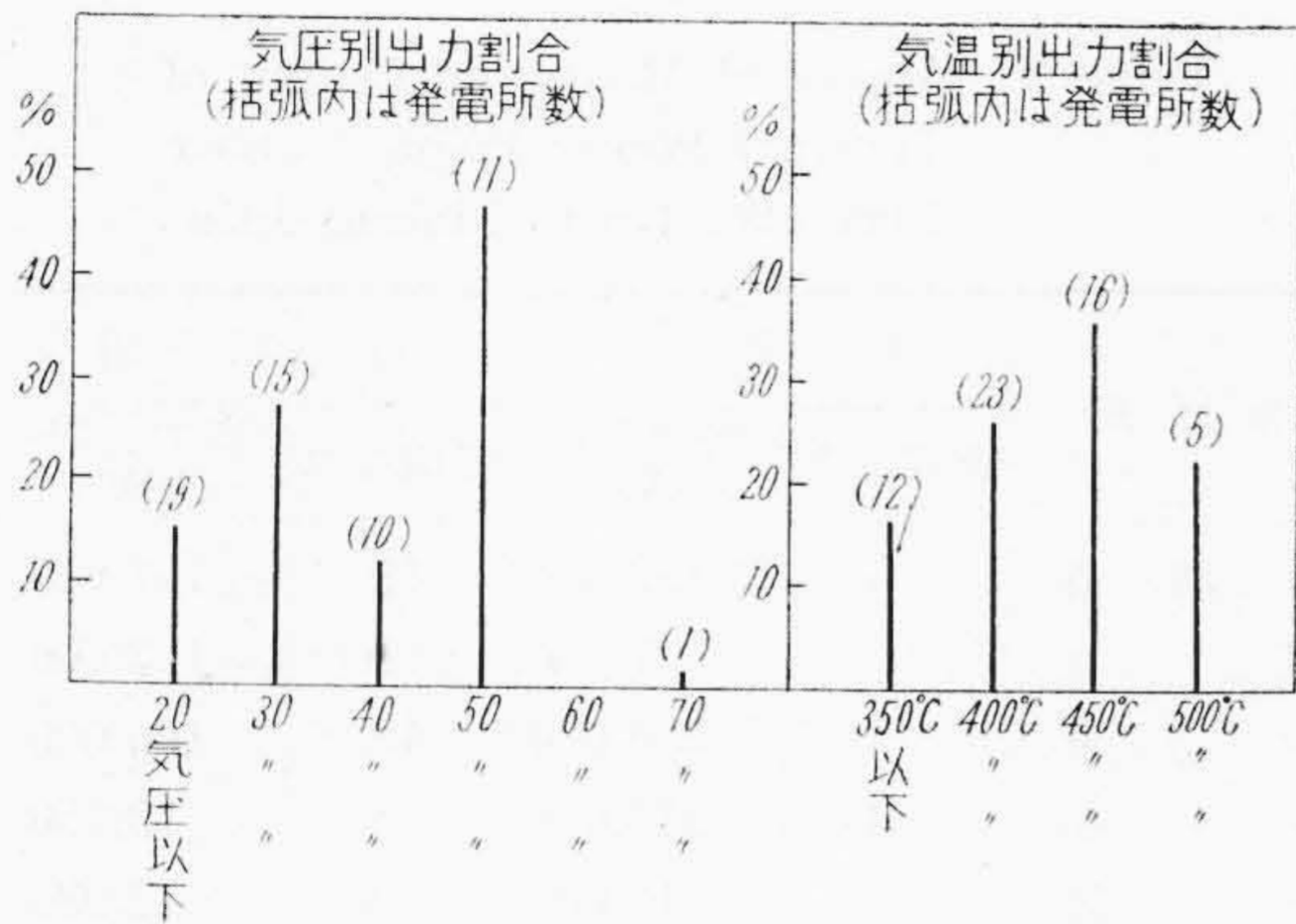
Table 1. Equipment for Recently Completed Thermal Power Plants

事業者名	発電所名	増加出力 (kW)	竣工設備概要		備考
			タービン発電機	汽罐	
北海道電力	砂川	54,000	27,000 kW × 2	90 t/hr × 4	新設
北海道電力	江別	12,500	—	65 t/hr × 1	増設
東京電力	潮田	11,000	—	120 t/hr × 1	増設
東京電力	鶴見	出力回復	—	160 t/hr × 1	増設
中部電力	名港	21,000	—	150 t/hr × 1	増設
関西電力	尼二	出力回復	—	200 t/hr × 2	増設
中国電力	小野田	25,000	—	100 t/hr × 1	増設
四国電力	西条	8,000	—	60 t/hr × 1	増設
九州電力	港第二	108,000	54,000 kW × 2	170 t/hr × 4	新設
九州電力	築上	35,000	35,000 kW × 1	140 t/hr × 2	新設
九州電力	名島	出力回復	—	36 t/hr × 1	増設
九州電力	鯨田	出力回復	—	15 t/hr × 1	増設
計		274,500	タービン 5	汽罐 20	

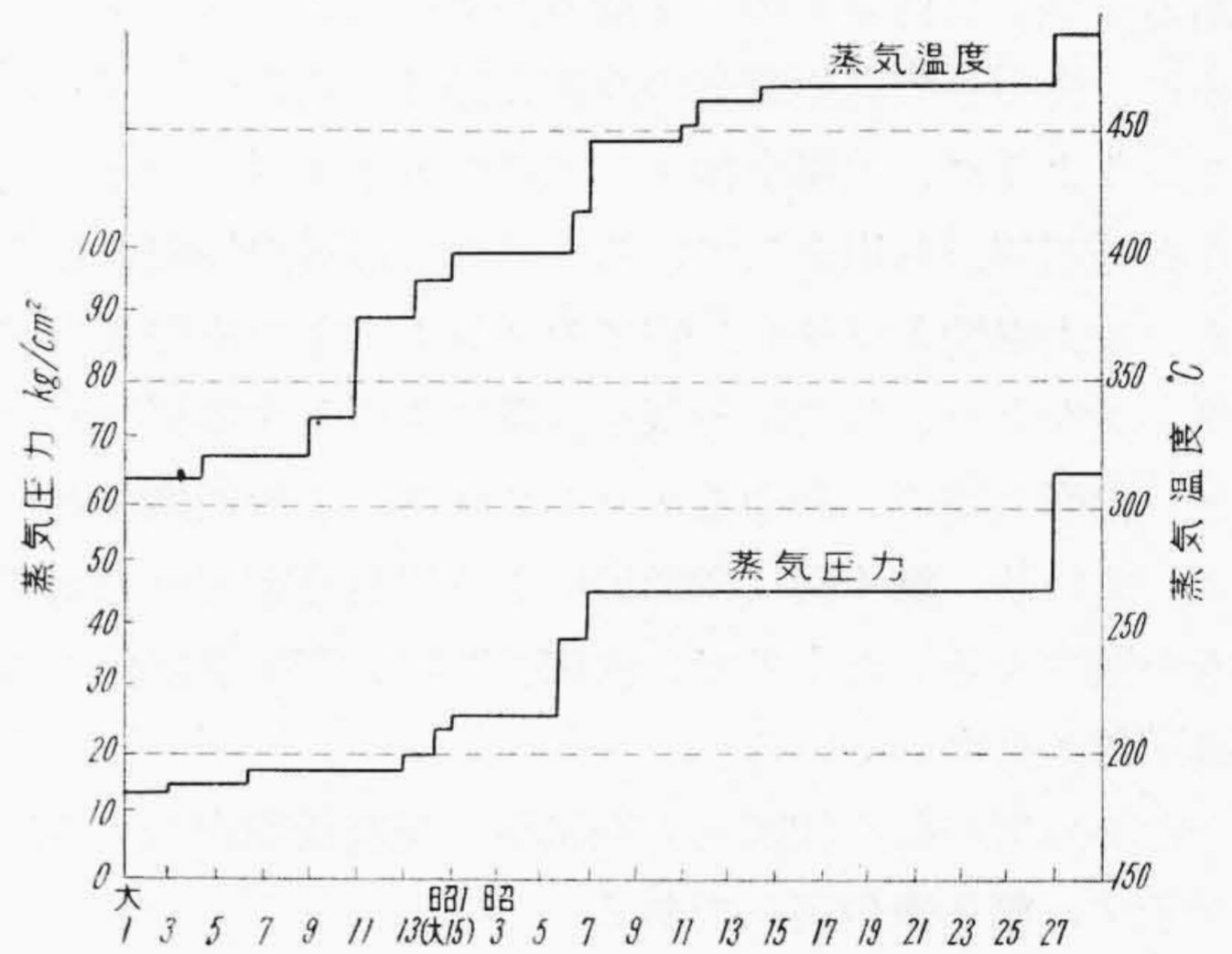
我国火力発電所最近の趨勢



第1図 火力発電所汽機汽罐別経過年数調 (昭28.1.現在)
 Fig. 1. The Age of Turbine and Boiler in Principal Thermal Power Plants (At Jan., 1953)



第2図 蒸気圧力、温度別出力割合
 Fig. 2. Output Ratio to Different Steam Pressures and Temperatures



第3図 事業用火力発電所及び蒸気圧力温度の変遷
 Fig. 3. Isolated Thermal Power Plants and the Change of Steam Pressure and Temperature Applied in Them

第2表 昭和27年度汽機汽罐事故統計表
 Table 2. Statistics of Troubles of Steam Turbines and Generators Occurred in 1952

故障箇所	原因	製作不完全	施行不完全	保守不完全	自然劣化	炭質不良	天災	操業者失過	その他	27年度計
汽罐本体		9	14	5	118	—	—	2	5	153
燃焼装置		1	2	1	23	1	—	1	2	31
給水設備		—	—	—	7	—	—	—	—	7
運炭装置		—	—	—	—	—	—	—	—	—
灰捨及び通風装置		1	—	—	6	—	—	—	1	8
汽管及び給水管系統		4	2	1	23	—	—	—	—	30
汽機本体		17	5	5	25	—	1	1	13	67
復水設備		—	—	1	3	—	—	—	—	4
計		32	23	13	205	1	1	4	21	300

又主要設備の保安上の見地から見た事故の状況も古い設備の多い関係から決して見逃すことは出来ない。

第2表は昭和27年度の事故の実状を示したもので、その原因の大半はほとんど老朽と苛酷な使用条件からきており、件数の割合に比し事故程度の大きいものにタービンケーシング、蒸気溜、主蒸気管フランジ接手などの亀裂が最近特に目立つてきている。

以上は主として事業用火力発電所に就いてその実情を述べたのであるが、一方自家用火力に就いても敍上の傾向は事業用とほぼ同様であり、産業界の立ち直りに比例してその可能出力も上昇の一途を辿つてきて現在約80~85万kWを確保している。

いうまでもなく自家用火力発電の一大目的は、工場の生産過程に於て、多量の廃熱、或は廃ガスなどが副産物的に出来る場合のように、熱源的に非常に有利な事情にあるとか、又自家工場で多量の作業用蒸気を使用するために、先づその発生蒸気の高圧高温域で発電に利用するというように、工場全体としての熱エネルギーの総合的な有効活用から出発している。従つて最近の傾向としても、電力事情も反映し、特にセメント工業の廃熱利用プラントを初め、作業用蒸気を多量に必要とする紙、パルプ、化学工業のいわゆるプロセスプラントの新增設が目立っている。第4図は産業別による現有自家用火力発電所の割合を示したもので、鉄鋼、石炭、窯業及び化学繊維関係が目立っている。

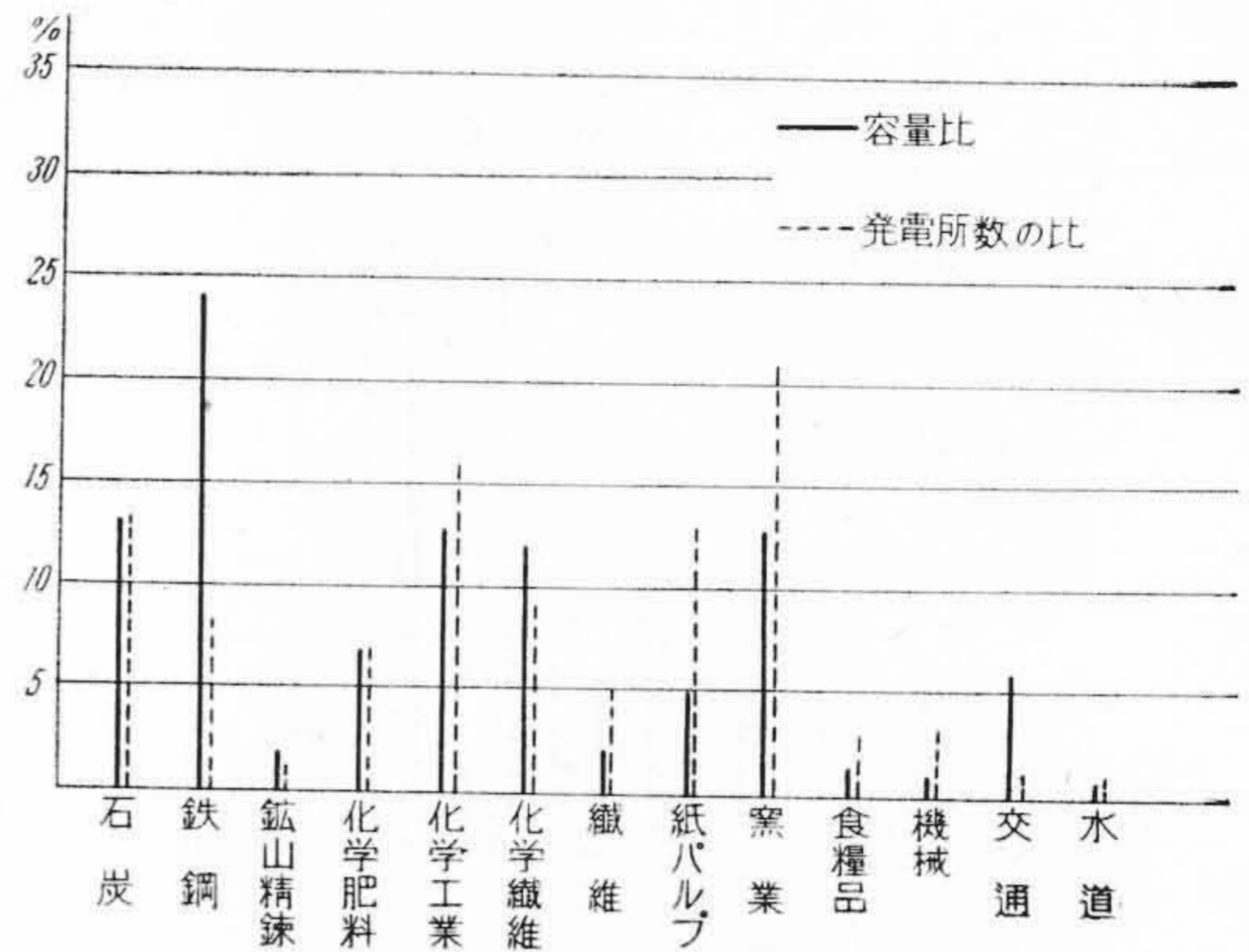
なお参考のため我国火力発電所の現有設備出力の内訳を示すと第3表の通りである。

〔III〕 建設途上の火力発電所概況とその傾向

前に述べたように最近火力に対する依存度が極めて高く、豊水期といえども、火力発電所はかなりの負荷を分担している。従つて当面の要求を有効にしかも即応的に充たすとともに、電力需用増加に対応するため、建設期間の比較的短い火力発電所の新增設が相当活潑になつてきており、しかも将来の利用率及び発電原価の経済性が強く考慮されて、その蒸気条件を初め、設備内容に於ても斬新性が盛られてきている。第4表は現在工事中の事業用火力発電所の概要であつて、この表から解るように、最近の我国火力発電所の傾向は大略次のように要約することが出来る。

(1) 採用蒸気条件の向上

いうまでもなく火力発電所の熱効率増進に対する高圧高温蒸気採用の気運は最近醸成されたものではないが、上述の我国情と火力発電の特殊性から欧米のそれに比較すれば、かなり立ち遅れており、特に戦争による十年余



第4図 産業別火力発電所比率 (昭28.3.現在)

Fig. 4. Ratio of Thermal Power Plants Owned by Different Industries

第3表 火力発電所最大認可出力表 (出力1,000kW以上) 昭28.3末現在

Table 3. Approved Maximum Output of Thermal Power Plants (above 1,000 kW, Up to March, 1953)

地区別	事業用		自家用	
	発電所数	出力合計 (kW)	発電所数	出力合計 (kW)
北海道	5	122,500	19	167,860
東北	2	7,500	19	123,600
関東	5	356,000	18	166,000
中部	3	318,000	5	13,450
北陸	1	10,000	3	16,980
関西	13	1,083,500	22	130,035
中国	10	306,200	25	187,470
四国	5	133,250	7	24,500
九州	12	641,000	39	367,510
計	56	2,977,950	157	1,197,900

の技術の停滞を速に取りもどすために、現在異常な努力が払われている。その現われとして、昨年春落成を見た九州電力の築上火力発電所は、65気圧 485°Cの蒸気条件として劃期的なものであるが、現在工事中又は計画中の新鋭設備は65~68気圧級のもので大部分で、高圧高温蒸気採用の積極的な傾向がうかがわれると共に近き将来90気圧 500°C級のものもやがて実現するものと思われる。

(2) 汽罐増設による出力増加の傾向から脱脚し いわゆる本来の新增設の姿への移行

従来我国の火力発電所増強の方法は、主として汽罐のみの増設によつてなされてきたが、最近漸く汽機、汽罐の併設による増強方策に重点が移つてきている。

我国火力発電所最近の趨勢

第4表 工事中の事業用火力発電所 (昭28.7.1.現在)

Table 4. Isolated Thermal Power Plants under Construction (Up to July, 1953)

会社名	発電所名	認可最大出力 (kW)			運 転 開 始 年 月	設 備 概 要						
		旧	新	増 加		汽 機			汽 罐			
						種類	容 量 (kW)	筒数	気 圧 (kg/cm ²)	気温 (°C)	容 量 (t/hr)	筒数
北海道	江 別(4号機)	50,000	70,000	20,000	28—12	復水式	25,000	1	—	—	—	—
東京	潮 田(3号機)	75,000	130,000	55,000	28—11	復水式	55,000	1	46	450	150	2
	鶴 見(5,6号機)	—	132,000	132,000	28—12	復水式	66,000	2	68	483	300	2
中部	第 二(1,2号機)	—	132,000	132,000	28—12	復水式	66,000	2	68	483	300	2
	名 港(4号機)	159,000	219,000	60,000	28—11	復水式	55,000	1	67	488	250	1
関西	飾磨港(7号機)	65,000	75,000	10,000	28—11	—	—	—	47	410	160	1
中国	小野田(3号機)	60,000	95,000	35,000	28—11	復水式	35,000	1	68	490	160	1
	三 崎(5号機)	51,500	76,500	25,000	28—12	—	—	—	40	425	75	2
九州	築 上(4,7号機)	35,000	90,000	55,000	28—10	復水式	55,000	1	65	485	140	2
	築 上(2,3,4号機)	90,000	145,000	55,000	30—1	復水式	55,000	1	65	485	140	1
	相 浦(3号機)	64,500	119,500	55,000	28—9	復水式	55,000	1	68	490	170	2
	相 浦(4,5号機)	119,500	174,500	55,000	30—10	復水式	55,000	1	68	490	170	1
	港 (11号機)	116,000	116,000	—	29—2	—	—	—	41	445	75	1
合 計				557,000				11				16

(3) ユニットシステムの採用

従来いわゆる一機一罐式ユニットシステムの発電所はほとんどなかったが、最近に於ける汽罐の顕著な発達と、高圧高温蒸気を使用するため、なるべく複雑な設備を省略して、信頼度を高め、利用率を向上させるとともに、建設費の節約を計るために、この方式が採用されてきている。

(4) 輻射型汽罐の採用

最近新增設される汽罐は圧力及び温度の上昇と蒸発量の増大、又信頼性及び汽罐効率の向上をねらつて、その設計構造もほとんど輻射型の汽罐へと形状が根本的に変わってきている。

(5) タービン発電機の大容量高速化と水素冷却発電機の採用

建設費の節約と高能率を期待して、次第に大型機が採用されてきているとともに、使用材料の発達とタービン発電機の設計工作の進歩、特に発電機の水素冷却法の採用によつて、大容量 3,000~3,600 回転機が目立つてきている。

(6) 発電所熱効率の増進

従来我国に於ける火力発電所の総合熱効率に就いては新鋭火力の新增設があまり活潑でなかつたので、その変

遷もさして変化がなかつたが、最近落成又は建設中の新鋭設備の蒸気条件と斬新性から今後間もなく、かなりの向上を期待することが出来る。

〔IV〕 結 言

以上は主として我国の事業用火力発電に就いて、その実情ならびに動向の一端を述べたにすぎない。

将来電源開発の進むにつれて、水火力の併用による経済的な運営は益々真剣に考慮されてゆくことは明らかで、しかも火力発電の果す役割は年と共に重要性を加えてゆくであろう。幸い国内主要メーカーは、既に欧米の優秀メーカーと技術提携を結んで、工場主要設備の改良拡充を計るとともに、着々新規の設計構造を採り入れており、その真価はやがて具現することゝ思われる。

今や我国の火力発電界の実態は、まさに大きく進歩して、世界の水準に近づかんとする黎明期にある。勿論この進歩発達に対しては、なお幾多の困難は予想されるが将来火力発電の進むべき途は、高圧高温化と信頼性の向上以外になく、そのためには、多岐にわたる技術の進歩と同調が絶対に必要であつて、今後この目的の達成に慇々努力しなければならない。

火力発電機器に関する日立評論既刊論文集

U. D. C. 621.311-815 (048.1)

(その一)

本論文集は日立評論、日立機械評論の創刊号より第35巻第9号(昭28.9)までの論文中火力発電所用として特に記述せる論文のみを主として掲げ、一般的に記述せる論文は省略した。(編集者)

534.11 軸の振動

- 1) タービン翼の振動
小堀与一、奥山勝明、横田一郎：日立評論 33, 5 (昭26.6) 361
- 2) ターボ発電機の振動
高林乍人、松田正彦：日立評論 33, 5 (昭26.6) 349

621-755 運動質量の平衡

- 1) タービン発電機回転子の回転形態並びに平衡
後藤恒夫：日立評論 27, 5 (昭19.5) 264
- 2) 振動位相測定器を用いない高速電機の常速平衡法
林田穰：日立評論 30, 5 (昭23.12) 203
- 3) 回転機の楕円振動とフィールドバランスに就いて
林田穰：日立評論 33, 5 (昭26.6) 367
- 4) 携帯用回転平衡調整装置
今尾隆：日立評論 33, 5 (昭26.6) 375

621.11 蒸気機関の一般的考察 →621.182

本溪湖煤鉄会社の火力設備

- 藤原賢三、伊関秋雄：日立評論 21, 6 (昭13.6) 463

621.165 蒸気タービン一般

- 1) テリータービン
前橋俊一：日立評論 1, 9 (大7.11) 40
- 2) 蒸気タービンの効率とその信頼度
大西定彦：日立評論 16, 2 (昭8.2) 83
- 3) 最近製作された日立蒸気タービン
青木喜六：日立評論 17, 8 (昭9.8) 363
- 4) 蒸気タービン
青武：日立評論 18, 5 (昭10.5) 241
- 5) 大容量日立蒸気タービンの二例
松野武一：日立評論 18, 5 (昭10.5) 263
- 6) 高速度蒸気タービンの蒸気遠心力作用
竹内哲：日立評論 18, 9 (昭10.9) 525
- 7) 八幡製鉄所納 12,000 kW 高圧高温背圧タービン
藤原賢三：日立評論 22, 11 (昭14.11) 691
- 8) 日立 53,000 kW 蒸気タービン並びに附属品に就いて
松野武一：日立評論 23, 5 (昭15.5) 273
- 9) タービン車軸の鍛造に関する一考察
野村丈夫：日立評論 24, 2 (昭16.2) 86

- 10) 蒸気タービンに於ける代用鋼の問題に就いて
松野武一：日立評論 24, 8 (昭16.8) 323

- 11) 印度マヅラ発電所納 10,000 kW 蒸気タービンに就いて
浦田星：日立評論 34, 9 (昭27.9) 1045
- 12) 川崎製鉄株式会社納千葉工場用 12,500 kW 蒸気タービン及び附属装置に就いて
樋熊常雄、山村清：35, 7 (昭28.7) 1025
- 13) 東京電力株式会社納潮田発電所用 55,000 kW タービン並びに発電機
綿森力、佐藤博司、菊地弥十郎、高林乍人：日立評論 35, 8 (昭28.8) 1137

621.165-5 蒸気タービンの制御

- 1) 日立蒸気タービンの調整装置
大西定彦：日立評論 18, 5 (昭10.5) 251
- 2) 慣性加速度調速機
青木喜六：日立評論 26, 5 (昭18.5) 563
- 3) 油圧式調整装置 (第一報)
糸野幸三：日立評論 35, 7 (昭28.7) 1053
- 4) 油圧式調整装置 (第二報)
糸野幸三：日立評論 35, 8 (昭28.8) 1189

621.165.2 反動タービン

- 1) ユングストロームタービンの発達並びにその効率
長瀬菊次郎：日立評論 5, 11 (大11.11) 519
- 2) 5,000 kW ユングストローム蒸気タービンに就いて
藤井恒治：日立評論 6, 8 (大12.8) 336

621.165.6 抽気タービン

- 1) 蒸気タービンに於ける抽出蒸気による給水過熱
江間巖：日立評論 10, 11 (昭2.11) 791
- 2) 日立凝汽蒸気タービン
大西定彦：日立評論 17, 7 (昭9.7) 301
- 3) 5,000 kW 抽気タービン及びボイラー設備
青木喜六：日立評論 18, 5 (昭10.5) 317
- 4) 日立抽気タービンの調整方式
松野武一：日立評論 19, 5 (昭11.5) 291

621.175 復水器

- 1) 日立蒸気タービン用復水装置
柳下正道：日立評論 17, 7 (昭9.7) 313

(第10頁へ続く)