

新相鉄ビルディングの空調設備

Air Conditioning Equipment for Shin Sô-Tetsu Building

The Shin So-Tetsu Building, built on the west side plaza of Yokohama Station after 5 years of construction work, is a mammoth, multi-purpose building with a total floor space of 190,000 m². This building which is used for multifarious purposes, i.e., as a railway station, a shopping center embracing a department store, etc. employs an air conditioning system which fits its characteristics best. As the energy source for this air conditioning system city gas has been adopted in consideration of air pollution prevention. For air cooling, a steam turbine driven centrifugal refrigerating machine and an absorption refrigerating machine are jointly installed as they feature low energy consumption.

杉本滋郎* *Shigeo Sugimoto*

渡辺秀己** *Hidemi Watanabe*

1 緒言

最近都市施設の大形化に伴い、建築設備も大形化してきた。それと同時に周囲に与える影響は大きなものがある。

特に公害の問題、省エネルギーの問題などは考慮しなければならない。

例えば、

- (1) 大気汚染
- (2) 使用燃料の制限
- (3) 周囲住宅に与える影響
- (4) 水質汚染
- (5) 騒音

その他、立地条件にからみ合わせて建築設備そのものを再検討しなければならない。

新相鉄ビルディングは昭和48年11月20日に横浜西口再開発計画のもとに開設されたものであるが、このビルディングを例にとり最近の大形建築設備について述べたい。

2 背景

横浜駅西口は昭和43年当時発展途上にある一つのターミナルとして、またショッピングセンターとして膨張の一途をたどっていた。1日平均40万～50万の乗降客と年々20%ずつ膨張する流動客とを立体的、多角的に収容するために、都市再開発の一環として名店街、デパート、駅駐車場及び銀行を統合して190,000m²にも及ぶ超大形ターミナルショッピングサービスセンタービルディングが計画された(図1)。

更に今後、地下鉄乗り入れにより予想される負荷の増大対策も含め、熱源容量やその方式を決定しなければならなかった(図2)。

(その場合、受変電設備及び衛生設備などの容量も含む。)

3 基本計画における問題点

大形建築を計画する場合に直面する問題の一つに都市施設(上下水道、電力、ガスなど)の供給力がある。

その地区の施設が小さい場合は受益者負担の原則に従い、設備を全額負担しなければならない。また法規制及びその地区に及ぼす公害問題を考慮に入れなければこの計画は成立しない。

新相鉄ビルディングのように多目的大形ビルディングの場

合、あらゆる公害の要素が含まれるので(飲食店、駅など)発生する汚染物質の処理方法などは計画の時点で十分各方面との打合せが必要となってくる。

3.1 熱源方式選定の条件

大形建築設備を計画する場合、特に熱源設備においては従来の都市建築設備の考え方では種々問題がある。

供給より末端処理までを考えた場合、大気汚染、水質汚染、騒音、交通問題、流動人口などあらゆる面で検討されなけれ

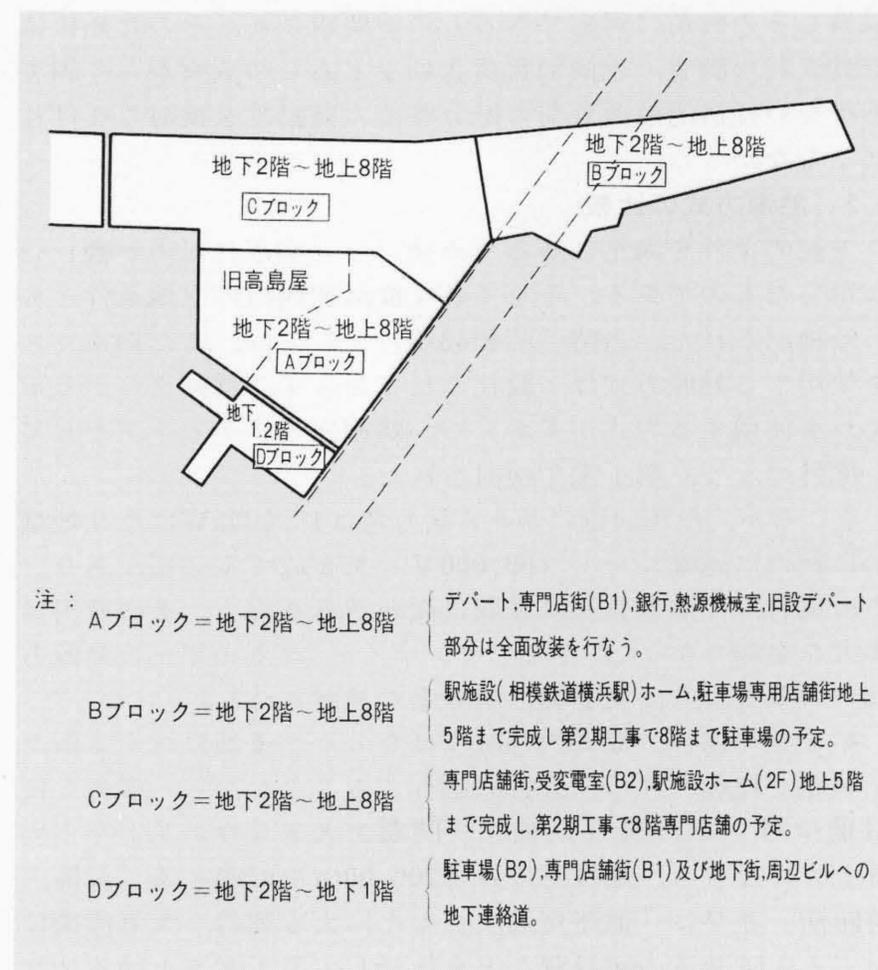


図1 新相鉄ビルディングのブロック別業務内容とその範囲
横浜駅西口地区再開発の一環として、商店街、デパート、駅舎をビルディング内に統合した。

Fig. 1 Outline of Shin Sô-Tetsu Building

* 日立製作所川崎工場 ** 日立プラント建設株式会社

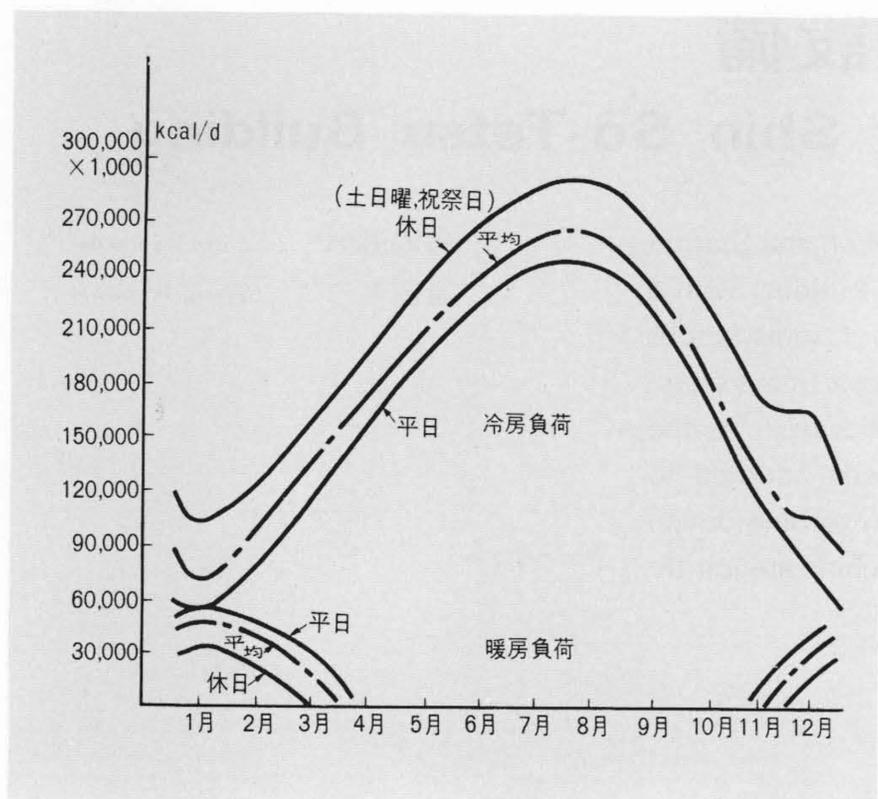


図2 新相鉄ビルディング年間冷暖房負荷 大規模な建物では、内部発生熱量が大きく、冬季でも冷房が必要である。また、暖房負荷は小さい。

Fig. 2 Cooling and Heating Load

ばならない。新相鉄ビルディングのような多目的ターミナルショッピングビルディングでの冷暖房負荷変動は、収容人員と照明とによってもたらされ外気によるものは約20%ぐらいにしかならないので当然冬季冷房の必要がある。また、熱源設備もその負荷に対応できるものが要求され、そのためには流動人員の調査、季節別負荷変動などあらゆる面からの調査を行ない経済的熱源負荷の配分機器の稼働性を検討しなければならなかった。

3.2 熱源方式の比較

上記の条件を満足させるため検討し立案されたのが表1～3に示したものである。そして各々横浜駅西口の立地条件と合わせ検討された。当時（昭和43年）としては、まだ都市ガスを使用する熱源方式は一般化されておらず、電動ターボとボイラを使用する方式が多かった。新相鉄ビルディングとしても例外でなく、第1案で検討された。

ところが、熱源設備にかかる電力量は15,000kWになり地域的に新たに送電ルート（60,000V）を布設する必要があり、この場合、受益者負担の原則に従わざるを得ず、その費用は膨大な金額となった。そこでオンサイトエネルギーの熱源方式が対象となり、第2案、第3案が検討されるようになった。

第2案の場合、電力の軽減にはなったが重油に対する新たな問題が提起された。公害問題もさることながら、膨大な使用量に対する貯蔵及び補給の問題が大きなウェイトを占めるようになった。地域的にみて200,000lを貯蔵する「設備、消防法」並びに「道路交通法」などによる制約、大気汚染に対する脱硫装置の建設費などを比較して第1案を上回るメリットは見いだせなかった。

そこで当時としては、大形ビルディング熱源エネルギーとして利用されていなかった都市ガスによる冷暖房システムが検討された。従来、都市ガスが冷熱源エネルギーとしてあまり利用されなかったのは、重油に比べ低カロリーのため割高な面にあった。しかし、割高な面を除けば供給側の体制と少しづつではあるがカロリーアップなどにより経済性の面から

も改善される方向に向かっていた（天然ガス代とカロリーアップのための中圧管布設計画が実施されつつあった）。そのうえ、割高な料金も公益事業体である電力と同じく、季節割引料金を要求すること及び冷房用熱源システムとしてトッピング方式（背圧蒸気タービン駆動ターボ冷凍機と吸収式冷凍機との組合せ）を採用することにより単位冷凍能力当たりの蒸気消費量を軽減して省エネルギー化を図り経済面でも電力料金と比較できるところまでこぎつけたのである。また、使用料金の外に建物としては電力及び重油を使用する場合に占有を予想される施設面積を外に利用できるというメリットもある。そこで種々試算の結果、都市ガスが冷熱源エネルギーとして採用されることになった（表1～3参照）。

4 機器の決定

負荷の変動調査の結果、1年中冷房を必要とし夏季最大全負荷は6,000～9,500RTを要し、第1期の現在完工した部分でも4,000～7,300RTを必要とする。冬季でも最大冷房負荷は、1,000～5,000RTの需要がある（図1、表4参照）。

以上検討の結果、都市ガス利用による背圧スチームタービンターボ1,400RTに対し、吸収式冷凍機885RT×2台合計3,170RT×3セットの組合せを採用した。その場合の蒸気と冷凍容量との関係は下記のようにになった。

タービン入口：18kg/cm²G飽和蒸気 同出口0.7kg/cm²G

吸収式入口：0.6kg/cm²G 同出口0.2kg/cm²G

冷凍容量：3,170RT（組合せ運転の場合）

16,300kg/h 5.15kg/h.RT

吸収式冷凍機：単独運転とした場合、

1,770RT 16,300kg/h 9.2kg/h.RT（表4参照）

5 日立ターボトッピングシステム

5.1 蒸気タービン駆動ターボ冷凍機と

吸収式冷凍機の組合せ

日立ターボトッピングシステムは、既述のように、ボイラから供給される蒸気で背圧蒸気タービンを駆動し、その排気によって、吸収式冷凍機を加熱するようになっており、また、ターボ冷凍機と吸収式冷凍機で冷水を冷却するので、蒸気について、いろいろな方式が考えられる。

(1) タービンから排出される蒸気は必ず吸収式冷凍機で消費されなければならない。この平衡を確保する方法は、

(a) タービン背圧を一定にするように、吸収式冷凍機の蒸気流量を制御する方式（図3参照）。

(b) タービン及び吸収式冷凍機の蒸気流量をそれぞれ、（ほぼ比例的に）単独に制御し、両者のアンバランスをタービンにバイパスする系路を設けて、調設する方式（図4参照）。

(c) タービンの蒸気流量のみを制御し、吸収式冷凍機は、タービン排気に対しては十分な能力を持つコンデンサ（凝縮器）として作動するように調節（ほぼ最大能力の場合と同一状態）する方式（図5参照）。

に分類される。

(c)の方式が、蒸気主管の系統に調節弁がないため、圧力損失が小さいこと、制御方式が簡単なことなど、性能面、コスト面とも有利であるが、タービン排気量が小さい場合に、タービン背圧より下流が大気圧以下となる欠点がある。日立ターボトッピングシステムでは、吸収式冷凍機の排出ドレンを絞って蒸気凝縮量を減少させ、適当な圧力を維持するようにくふうして(c)の方式を採用した（図5参照）。

本設備の仕様は、表5に示すとおりである。

5.2 機 器

(1) ターボ冷凍機

日立ターボトッピング システムは、ターボ冷凍機の受け持つ容量が大きく、吸収式冷凍機の容量が小さいほど、熱効率が向上する。このためには、蒸気条件が高いか、タービン効率がどうか、ターボ冷凍機の効率が高くなければならない。既に述べたように今回のケースでは、

- (a) 蒸気圧は18kG/cm²G程度で余り高くない。
- (b) 従来の一般的な組合せ比率 1 : 2 を大幅に改善し、

1 : 1.3を採用した。
 (c) 冷媒にフロン114を採用した。(この冷媒は比較的、低い理論効率しか得られない。しかし、より効率の高いフロン11などの低圧冷媒は機器サイズが大きくなるので採用できない)。など、余り有利でない条件があるので、タービン及び冷凍機の機械効率はできるだけ高くしておく必要がある。タービンは、歯車減速4段衝動タービンで、1~2段の汎用小形タービンに比べ大幅に効率が向上している。

図6は三次元羽根車を用いた2段圧縮機と、エコノマイザ

表1 熱源方式とエネルギー源対応 冷暖房の方式と、必要とするエネルギーの供給方法を比較した。

Table 1 List of Heating and Cooling Method

案	熱源方式 熱源内容	熱源機器容量		季節別	
		冷凍機容量	ボイラ容量	エネルギー源対応	
第1案	電動駆動ターボ冷凍機と中圧蒸気ボイラ	1,000RT×2基	3kg/cm ² G	夏季	電力
		1,700RT×4基	10T/H×3基	冬季	重油
第2案	背圧スチームタービン駆動ターボ冷凍機と吸収式冷凍機の組合せ高圧蒸気ボイラ	スチームタービン 1,000RT×3基	19kg/cm ² G	夏季	重油 都市ガス
		吸収式 1,000RT×6基	16T/H×3基	冬季	重油 都市ガス
第3案	吸収式冷凍機と中圧蒸気ボイラ	1,000RT×9基	3kg/cm ² G 10T/H×8基	夏季	重油 都市ガス
				冬季	重油 都市ガス

表4 冷暖房負荷 各時期に必要な負荷の計算値を示す。

Table 4 Cooling and Heating Load

負荷内容	冷房負荷		暖房負荷	
	1期	2期	1期	2期
建物負荷 (kcal/h)	2,501,000	2,358,000	4,681,000	1,178,000
人体負荷 (kcal/h)	7,710,000	2,325,000	—	—
照明負荷 (kcal/h)	5,616,000	1,463,000	—	—
機器負荷 (kcal/h)	1,455,000	464,000	456,000	153,000
外気負荷 (kcal/h)	4,838,000	1,704,000	5,912,000	1,629,000
負荷合計 (kcal/h)	22,120,000	6,620,000	11,229,000	2,960,000
熱源機器容量	7,300RT	2,200RT	21,710kg/h	5,690kg/h
	9,500RT		27,400kg/h	

表2 電力及び重油の地域的対応性と適合性 環境汚染とエネルギー供給の問題から、種々の条件に対して検討する必要がある。

Table 2 Characteristics of Electric Driven and Oil Fired System

エネルギー源	熱源方式	エネルギー源供給側の地域的法的対応	エネルギー源需要者側の需要量に対する適合性
電力	第1案	1. 地域的にみて受電ルートに予備供給力がないため、新たに60,000Vによる新設送電ルートを施設する必要性が生じた。 2. 年間冷房負荷需要の暖季節電力割引がない。 3. 送電電圧に対応した受変電設備を受益者側が作らねばならない。	1.2. 受電容量の増大から60,000V受電となり、新設ルート及び引込みに対する受益者負担の割合が増大する(冷房動力を除けば既設送電ルートからの受電が可能)。 3. 60,000Vに対する受変電設備のスペース及び設備費の負担が増大する。
重油	第2案 第3案	4. 使用燃料(B重油又はA重油)の供給量は問題はないが、消費量(25,000~30,000l/d)に見合う貯蔵量(1週間~10日間)、貯蔵位置についての「消防法」その他の規制がある。 5. また輸送供給方法についても過密地域としてのいろいろの規制がある。 6. 公害規制に準拠し低硫黄燃料の供給力とその適合性が懸念された。	4. 立地条件からも当然屋内貯蔵で、しかも屋内埋設しなければならず貯蔵量に見合うスペースの確保と法規制に準拠した施設を考慮すると、建設費、設備費ともに増大する。 5. 立地条件から特定時間帯若しくは夜間の指定時間帯に給油し、給油位置の関係(屋外、屋内とも)からも給油施設条件を完備しなければならない。 6. 脱硫装置を具備したとしても期待するほどの効果はない。地域的な対応からも設置するとすれば建設費(スペース)設備費、維持費が増大する。

表3 都市ガスの地域的対応性と適応性 熱源コストは高くなるが、クリーンエネルギーとして採用される場合が増加している。

Table 3 Characteristics of Gas Fired System

エネルギー源	熱源方式	エネルギー源供給側の地域的法的対応	エネルギー源需要者側の需要量に対する適合性
都市ガス	第2案 第3案	1. 供給容量に対する供給ルートと供給圧の関係は地域的に対応性があり、中圧直接供給可能である。 2. 地域供給計画ルート上にあるため、需要量に対する付設ルートの変更若しくは、負担増なし。ただし、地区ガバナ施設スペースを必要とする。 3. 貯蔵性はないが、防災上の規制、又は、施設を考慮する必要がある。 4. 公害に対する影響もなく、供給側の供給規定以外法規制なし。	1. 電力、重油と比較し、中圧直接引込みについて支障をきたすものではなく、建設費、設備費ともに割安である。 2. 引込負担割合が敷地周辺以降のみとなるので、電力と対比し割安である。また、地区ガバナ施設スペース提供可能である。 3. 貯蔵性を必要としないため、建設費、設備費ともに割安。ただし防災上の関係については供給側条件受入れ。 4. 重油と比較し、法的(消防公害)規制がなく、価格体系を除けば建設費が割安となる。

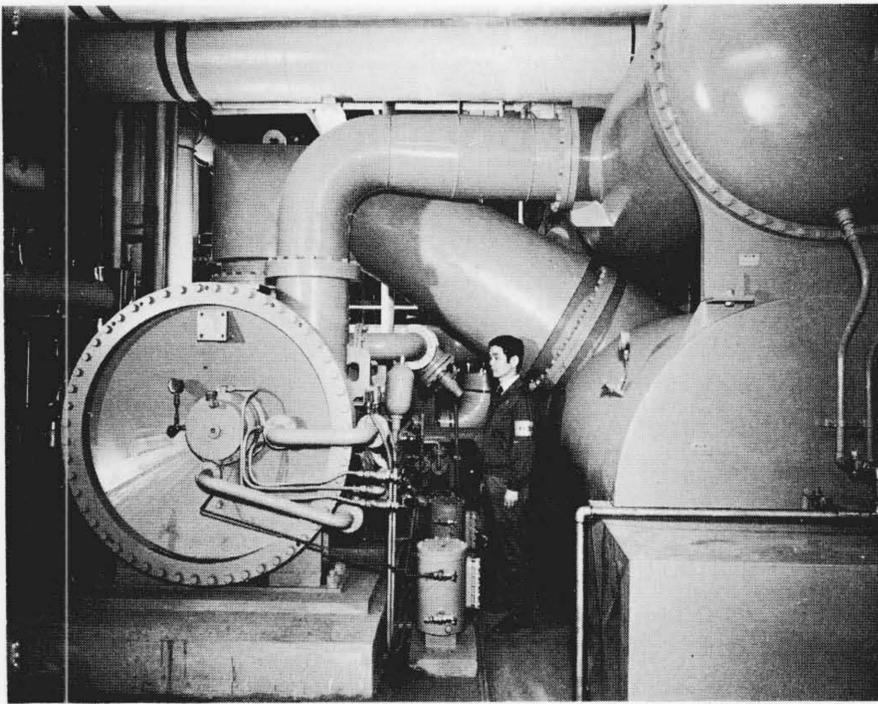


図6 1,400RT HM-32形ターボ冷凍機 相鉄ビルディング機械室に据え付けた状態を示す。

Fig. 6 Centrifugal Refrigerating Machine

(4) Dブロック

セントラル高速ダクト方式：地下1階店舗用2系統
上記のほか換気を業務の用途別に区分し、各ブロックの地下部分を1,000㎡ごとに区分して排煙量を確保し、排煙ダクトとしては通常の換気ダクトを利用した。

6.2 自動制御設備

中央監視盤により熱源機器空調器の運転を監視し、各ボイラ及び冷凍機を各機側盤によりコントロールする。各系統別の冷水流量を計測し、ポンプの台数制御を行ない動力の節約を図っている。

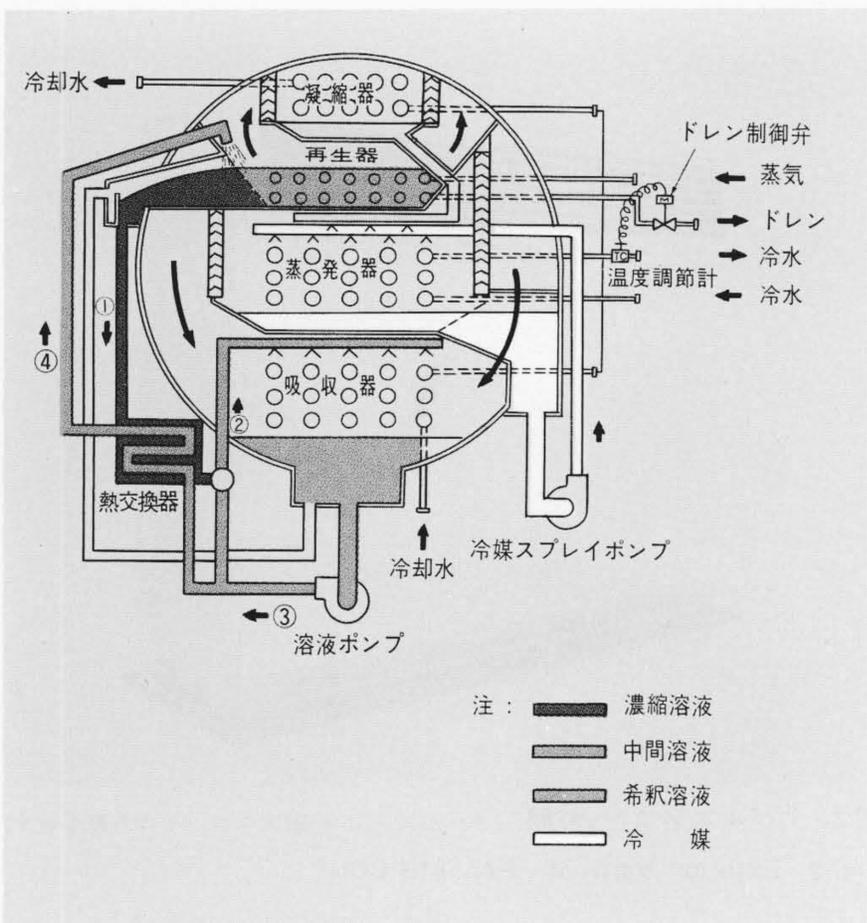


図7 吸収式冷凍機の説明図 大容量まで単胴形とし、搬入後の組立作業のないのが特長

Fig. 7 Sectional Diagram of Absorption Refrigerating machine

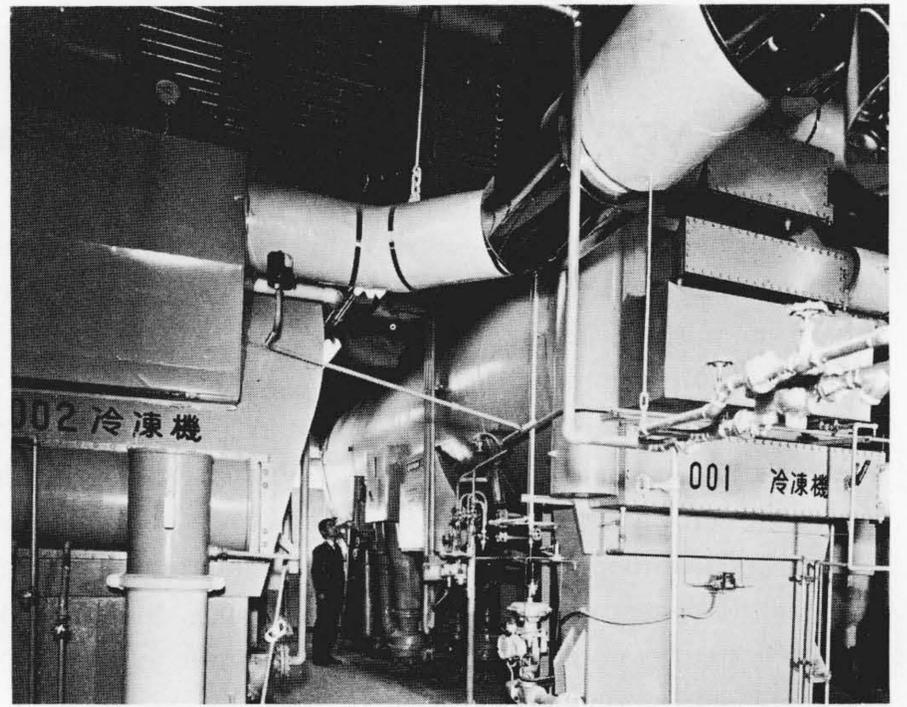


図8 885RT HAU-20形吸収式冷凍機 相鉄ビルディング機械室に据え付けた状態を示す。

Fig. 8 Absorption Refrigerating Machine

各空調器の制御は空気式で、冷水及び蒸気を二方弁により温湿度コントロールを行なっている。各空調器の稼働、停止はブロック別ダイアグラムにより行ない、排煙に関しては防災センター盤と係り排煙区画のファン発停ダンパ動作が防災グラフィック盤にフリッカ表示される。

6.3 都市ガス設備

熱源エネルギーとして使用される中圧都市ガスは、前記Cブロック熱源機械室(B₂F)の地域ガバナ室内に設置され、屋外よりの導入管は緊急しゃ断弁を経由しガバナ室内にて降圧された後、熱源用は直接高圧ボイラへ、一般都市ガスは低圧ガバナを経て一般店舗のガス器具に、地域供給用は屋外本管に接続される。

防災上の対策として、ガス漏れ感知器をガバナ室、ボイラ室及び熱源室にそれぞれ設置して中央監視室防災センターに警報表示を行ない、ガス供給所など(東京瓦斯株式会社横浜営業所を含む)に緊急連絡ができるようになっている。

7 結 言

新相鉄ビルディングの計画を省みて、今後ますます大形化するであろう建造物と都市施設負荷需要の増大は、地域的、社会的公害の要因もさることながら、国家的なエネルギー源及び公害問題に対応して考慮されなければならない。

冷熱源として従来は電力が主体であったが、代替エネルギーとしての都市ガス利用もまた重要な意義を持つものである。また、今まであるがままにエネルギーの浪費をした時代は去り、資源節約の時代へとエネルギー問題は発想の転換を迫られており、新相鉄ビルディングのような大形ビルディングが、現在当面している問題をある形で解決した現在、その結果が適正であったかどうか今後の解答が待たれる。

終わりに、株式会社松田平田坂本設計事務所の増田先生をはじめ関係各位に深く謝意を表わす次第である。

参考文献

中尾、葉山、増田「新相鉄ビルの建築と設備」建築設備 25, 9 (昭49-2)