

地域暖冷房について

北海道大学 堀江 悟 郎*

1. 地域暖冷房のあり方

地域暖房がわが国に紹介されたのはもう古いことである。またこの20年間のあいだにヨーロッパやアメリカでその普及がいちじるしく進展してゆくに連れ、わが国の一部技術者のあいだでいく度か討議され、また試案を持たれたこともある。しかし広く一般の関心をよぶようになったのはここ数年のことであり、就中、札幌市が都心部の地域暖房計画を、万国博が地域冷房計画を発表すると、にわかに世間が注目するようになった。

機械・衛生工学・設備工学・建築・都市計画などの諸方面ではすでに数多くの紹介論文や研究論文が発表されており、当然のことながら電力供給やガス供給の方面からも大きな関心を寄せられていることであるから、いまさらここに地域暖冷房の沿革やら諸外国の現状やらをくどくどしく述べる必要もないことと思われる。しかしながら1つの熱源プラントから屋外配管をつうじていくつかの建物に熱供給されるようなシステムがすべて地域暖房と呼ばれるべきかどうかについては、まだ判然たる定義が下されているわけではないので、このようなシステムにもいくつか性格的なちがひがあることを知っておかねばならない。

1) 都心部の不特定多数の需要家と契約して熱を供給するもの、多くは公営または半公営でそのプラントは発電や塵芥焼却などと結合しているが、専用プラントもあり、私企業あるいは消費組合による経営もある。

2) 住宅団地、大学構内、官庁街などまとまった区画内の一群の建物に熱供給を行うもの、多くは専用プラントで必ずしも営利を目的としない。

3) 大規模工業の排蒸気、排熱などを利用して近隣の建物（工場付属事務所あるいは従業員住宅など）に熱供給を行なうもので、それぞれの場合によっていろいろな形式がとられる。

以上の三つの場合が主なものであるが、前世紀末において地域暖房発祥のときの形式は2)の構内暖房のような形式であったとされているし、わが国でも2,3)の形式のものについては既にいくつかの実例があって決して目新しいものとは言えない。しかしそれらはいくつかまで企

* 札幌市北12条西8丁目 北海道大学工学部教授

業体内部のごく限定された配給組織であって、広い意味では地域暖房と言えるかも知れないが、社会的にあまり大きい意味をもつものではない。最近では早稲田大学、東北大学等をはじめあちこちの大学の一部に構内集中暖房が建設せられ、これに用いられた高温水設備とともに注目をあびているが、このような施設のあり方については最初から建設費および運転費についての経済的有利性は歴然たるものがあり、今後ともごく短期間に一群の建物が建設せられ、あるいは改築せられるような場合にはこのような集中方式が採用されるのは全く当然のこととなつてゆくであろう。しかし都市に林立するビルが、たがいにいわば無縁である場合、ただ軒を接しているというだけで暖冷房設備を共用するようになるということは、現在のわが国ではちょっと考えられないことである。北欧の小都市では燃料費人件費高騰にうながされて、おのこの暖房設備維持が困難となり、協同組合を作って政府融資のもとに地域暖房を建設する例が少くないが、わが国のビル管理者の多くは暖冷房管理についてかなり大まかで、そのように切迫していないからであろう。また住宅団地については、国鉄や王子製紙などが北海道において十数年前からかなり大きな地域の従業員住宅に対する暖房熱供給を行っているし、小規模な中央暖房付きの従業員アパートも各所に見られたが、これらの場合はその暖房実経費をそつくり居住者が負担しているのではなく、ごく一部を支払っているにすぎないことが多い。そして一般庶民用住宅団地の建設に当っては、社会的な生活水準がまだそこまで達していないからと言う理由で、集中暖房施設は見送られてきたのである。昨年9月札幌市内に住宅公団と北海道住宅供給公社の手によって140戸の賃貸アパート（3DKおよび2DK）と40戸の分譲アパート（3DK）が温水暖房つきで完成せられたが、これがわが国で初めての集中暖房付きの一般用アパートとなったわけである。居住者から徴集する暖房費は現在のところ3DKでシーズン当り（7ヶ月）37,800円、2DKで32,600円で、独立家屋に住む中流家庭の石炭ストーブ暖房費にはほぼ匹敵しており、最近普及しつつある石油ストーブの場合はこれを上廻るものと考えられる。しかも団地規模が大となれば当然暖房費はこれよりも低減するから、今後はこの成功に刺戟されて住宅団地の集

中暖房は普及の見込み十分と言えるようである。最後に1)にあげた都心部の地域暖房であるが、これがいわば地域暖房の本来の形であり、今や札幌市において実施に踏切ったとは言えるものの、やはり今後の問題点はいろいろと多い。そこで、以下にその問題点を、地域的条件・社会的条件・技術的条件の三つの観点から述べてみたい。しかしこれらは相互に重複していることでもあり、紙数も限られているので、ごく主要なもの、しかも具体的に簡単に説明できるものを選んだ。したがって問題点はもちろんここにあげるようなものだけではなく、もつともつと広汎な分野に関わりのあるものがたくさんある。

2. 地域的条件

最も大きい条件は負荷の大きさであろう。年間負荷の大きさは主として度日数を以て比較される。いわゆる標準度日は18°C基準のD₁₈₋₁₈であるがこれは各国の事情によって必ずしも年間消費熱量や暖房日数と対応しないからそのまま比較することはできないが、表1に各国の地域暖房を有する主要都市のD₁₈₋₁₈および気温最低月の月平均気温を示す。ヨーロッパでは暖房限界温度を12°Cとしており、D₁₇₋₁₂を用いて年間所要熱量を比較し、およそD₁₇₋₁₂ > 2000deg-days あれば地域暖房が成立するとみられているが、表2にはヨーロッパ主要都市のD₁₇₋₁₂および暖房日数を示す。地域暖房にとっては、度

表1 世界主要都市のD₁₈₋₁₈および最低月平均気温

都市名	D ₁₈₋₁₈	最低月平均温度	年平均気温
モスクワ	5365	-10.0	4.7
ストックホルム	4526	-2.6	5.9
コペンハーゲン	3836	-0.6	7.0
ハンブルグ	3567	0.8	8.2
チューリヒ	3502	-0.2	8.7
ウィーン	3148	-1.5	9.6
ロンドン	2947	(4.2)	10.5)
パリ	2891	3.5	10.4
ケベック	5243	-12.4	3.6
モントリオール	4666	-10.2	5.9
デトロイト	3644	-3.2	9.6
ニューヨーク	2933	0.5	11.9
フィラデルフィア	2633	0.7	12.4
札幌	4024	-5.5	7.6
仙台	2811	0.1	11.3
東京	2094	3.7	14.7
大阪	1810	4.5	15.5

ヨーロッパは、R. M. E. Diamant, カナダ、アメリカは NDHA, による。

表2 ヨーロッパ主要都市のD₁₇₋₁₂および暖房日数 Z₁₂

都市名	D ₁₇₋₁₂	Z ₁₂
ストックホルム	3500	266
ミュンヘン	3130	230
コペンハーゲン	3033	243
チューリヒ	2915	225
ウィーン	2867	211
ハンブルグ	2771	233
パリ	2395	215
ロンドン	2390	230
ダブリン	2321	243
札幌	3580	230
仙台	2375	189
東京	1590	150
大阪	1480	148

F. Olsen による。DIN 4701 ではD₁₉₋₁₂を用いる。

日数の大きさは年間販売熱量を示す指数となる重要なものではあるが、ピーク負荷の大きさをきめるのはいわゆる暖房設計用外気温であって、これにどのような統計値をあてるかはそれぞれの国によってちがうが、一応最低月平均気温と平行な関係にあるものとする、この低いほど設備容量あるいはプラントの出力は大きくなってはならない。また、もし同じ度日数をもつA、B両地でA地の最低温度の方が低ければ、暖房日数はかえってB地よりも短くなるので実運転時間は短くなってしまふ。すなわち最低温度が高くて度日数が大きければ、小容量で運転時間が長いから経済的に有利であるが、ヨーロッパの西側の気候はこれに相当し、アメリカ東部や日本はその逆で経済的には比較的不利なほうである。

冷房についても全く同様で、ピーク負荷が大きくて運転時間の短い場合には経済的に著しく不利となるが、これは暖房とはちがい度日数のみで比較するのは適当でない。冷房の場合は暖房のときほど内外気温差が大きいので、全負荷に対して日射受熱や内部発生熱のうけもつ比率が温度差にもとずく流入熱にくらべて大へん大きくなるからであり、そのため建物の構造や方位・種類や大きさなどのちがいが負荷に対して大きい影響をもつ。したがって地域暖房のように、地域冷房成立条件の一つとして冷房度日を比較対象にすることはそれほど意味がないのである。

設備容量と年間所要熱量との比較は端的に「相当利用時間」であらわされる。これは年間購入熱量を契約容量で除した値(時間数)であらわされる。1962年のミュンヘン市の統計値によれば市内各種加入建物の相当利用時

表3 ミュンヘン市の各種建物別相当利用時間と年間全販売熱量の配分比率

建物種別	相当利用時間	販売熱量比率
病院・診療所	2809	13%
飲食店	2385	
ホテル・下宿	2365	
住宅・給湯付	2190	15%
住宅・給湯なし	1920	
官公庁・事務所	1699	44%
浴場	2070	28%
工場	1873	
学校	1413	
博物館など	1310	
劇場	1280	
百貨店・商店	1252	

1958~1962の統計

間は表3のようであり、これら各種建物に対する年間販売熱量の総供給熱量に対する比率をも一緒に示す。対象となる供給地域中にこのような相当利用時間の長い建物が多く存在する場合は有利であるが、わが国の大都市のように都心部から住居施設や病院などが追い出される傾向のあるところでは、このような地域内の相当利用時間の比率はだんだん不利になってゆく。また一般の業務用施設では1日の暖房時間が8~10時間で、かつ1週に5~6日の間けつ暖房をするため予熱負荷が大きく、設備容量が大きくなって相当利用時間がますます少なくなる上に、ピーク負荷が時間的に一致するのでプラント側からも甚だしく不利になる。このような場合には自動

制御により予熱時間を延長して予熱負荷を軽減し、ピークロードを分散する方法がとられなければならない。こうすれば需要者側では受熱設備容量（あるいは契約容量）を減少させることによって設備費を節約することができ、プラント側ではピークロードを分散させることによって同時使用率を小さくし熱販売価格を切下げることができるので、暖房時間延長による需要熱量の増加を見込んでも経済的には充分有利となる。

また相当利用時間を増すためには夏季の需要を確保しなければならないが、これは一般に給湯負荷に限られるので業務用建築ではあまり大きくない。そのため暖房日数の短いアメリカ東部では冷房用熱源としての夏季需要をのぼそうとしているが、冷房の普及と吸収式冷凍機の開発とによってこの実績は増加しつつある。表4にアメリカ諸都市の冷房相当利用時間を示す。

相当利用時間と似たようなものであるが、プラント側

表4 アメリカ主要都市の冷房相当利用時間

都市名	相当利用時間*
セントルイス	1520
ワシントン	1360
フィラデルフィア	1105
シカゴ	1060
ニューヨーク	1010
ボストン	820
デトロイト	740
サンフランシスコ	170

* 実運転時間 × $\frac{\text{実負荷}}{\text{最大出力}}$ のシーズン中の総和。

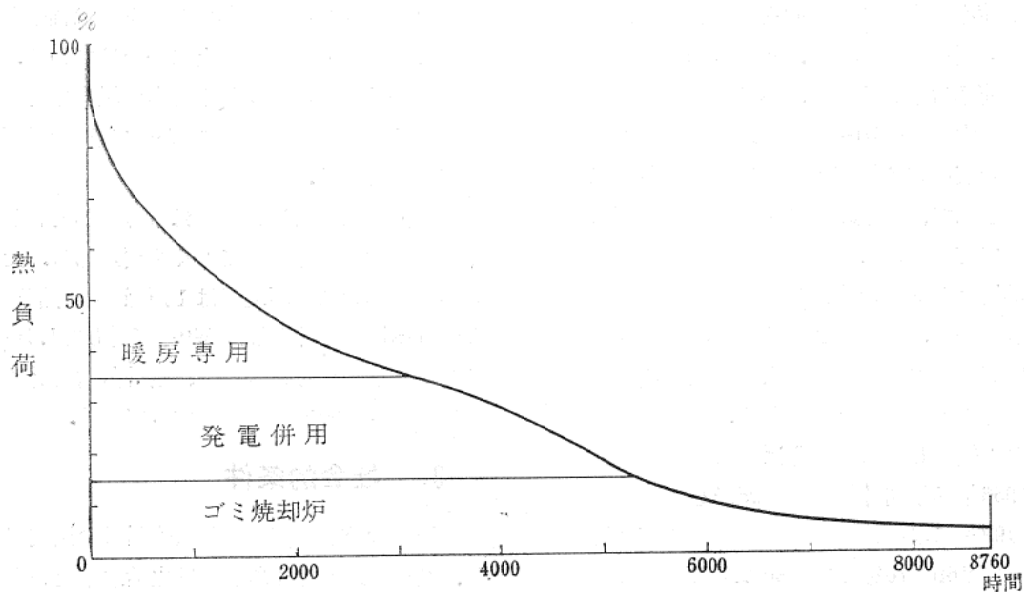


図1 パリ地域暖房 熱負荷曲線 (1965~66)

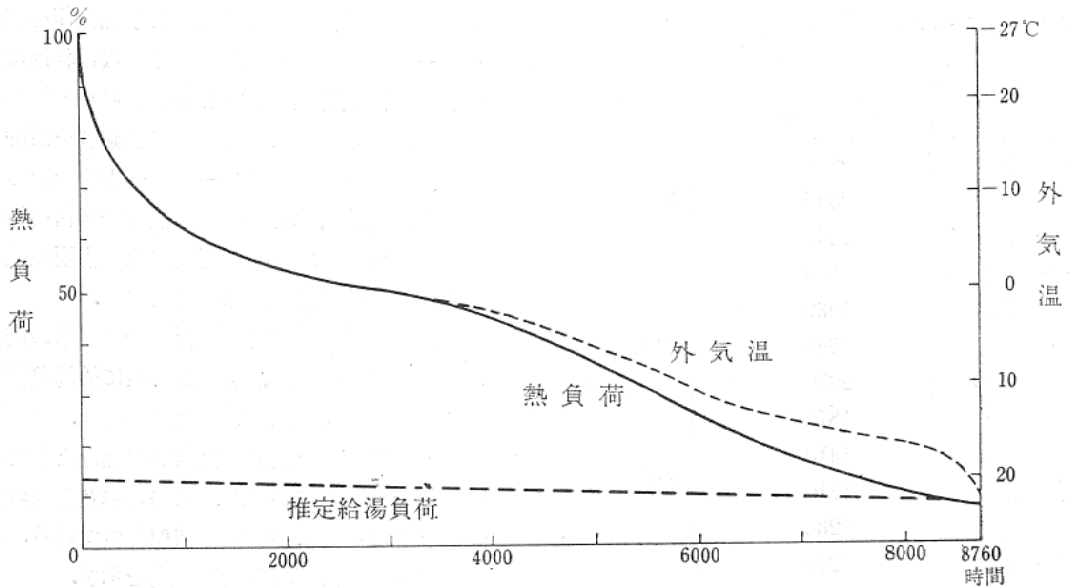


図2 ヘルシンキ地域暖房 熱負荷曲線 (平年値)

では年間平均負荷率を示しているところが多い。この平均負荷率は相当利用時間の1年間(=8760時間)に対する比率であらわされる。表5にこれが示されているが大体20~30%といったところである。また負荷が年間どのように配分されるかは負荷曲線によって明らかになる。図1にパリ市の、図2にヘルシンキ市の年間負荷曲線を示す。たて軸の100%はプラントの最大出力を示し、図1は615 G cal/h (パリ・1965)、図2では276.6 G cal/h (ヘルシンキ・1963)に相当する。よこ軸は1年間の時間数で、曲線内の面積は年間供給総熱量をあらわす。この面積はまた年平均負荷率(%)×8700時間、あるいは100%×相当利用時間(h)であらわされる長方形面積に等しい。この2図を比較すると寒冷地であるヘルシンキの方が平均負荷率の高いことが明らかであるが、もし寒冷地であっても暖房日数の少い、年較差の大きい地域の場合は平均負荷率は小さくなる。パリでは年間を通じての基底負荷(最大出力の10%前後で、給湯負荷とほぼ等しい)に価格の安いゴミ焼却炉を用い、中間負荷に発電併用プラントをあて、運転時間の短いピーク負荷に専用プラントをあてている。このように多くの都市の地域暖房では発電併用プラントの他にピーク負荷用の小規模プラントをもっている。また図2には年間温度曲線が示してあり、暖房期間では負荷曲線とよく一致するので熱供給量が日数と対応することがわかる。

ピーク負荷の実績としてはたとえばミュンヘンの蒸気供給地域で、1956年冬早朝外気温が-25.5°Cに達したとき、契約容量の92%になった記録があるが、これは例外で、平年においては60~70%であり80%をこえることはめつたにない。これは主として同時使用率によるもので、

配給網が大きく雑多な建物が含まれるほど有利であり、住宅団地などは不利となる。しかし早朝ピークのあらわれることは避けられないので、アキュムレータの使用や、その他いろいろな工夫をしてピークロードの軽減をはかっている。したがってプラント出力は実際の接続容量(すなわち契約負荷)合計の80%程度で足りるわけである。ただ、これまで多くの都市で建設されたプラントは発電やゴミ焼却と併用であるため、その出力は、発電量や、焼却炉の大きさから決定せられ、建設後に配管網を延長して需要量を増してゆくやり方であるから、ある年度について出力と契約容量との比をとってみても、それはかなりバラバラな値をしめすことになる。しかしそのプラントがどこまでの接続容量をまかない得るかは経営上重大な問題なので、各プラントでは綿密な統計資料によって需要傾向を知ることにつとめている。また広い市域内にいくつかのプラントをもつ場合はそれぞれの配管網末端を連絡させて相互にピーク負荷の融通をはかるようになってきている。

住宅団地などでは負荷がはっきりしているため設計にあたって利用率をきめておく必要がある。たとえばミュンヘン郊外のある団地では1戸当りの熱負荷を6,000~7,000kcal/hと計算し、590戸に対して1.1G cal/hのボイラ3基を備えているから、設計負荷合計に対し設備容量はちょうど80%ぐらいになっている。

3. 社会的条件

地域的条件が負荷のいわば絶対量の比較であるのに対し、燃料費、人件費あるいは生活水準というような社会的条件は相対的比較とも言うべきものである。また都市

構成のあり方も地域暖冷房の成立には大きな関連のあることで、総合的なエネルギー管理の見地から検討を要する問題である。

北欧の小都市では燃料の共同大量購入、人件費削減などによるコストダウンをねらって地域暖房協同組合が設立される場合のあることは既に述べた。しかし単位出力当りのプラント建設費および運転費が低下するとしても地域暖房には配管工事費および維持費が伴っていることを忘れてはならない。ごく大ざっぱに言って中規模以下の地域暖房では、資本費のうちプラント関係と配管関係との比率が大体5分と5分であると言われている。したがって地域的条件によって負荷の絶対量がほぼ決められるものとすれば、次に熱供給コストを左右する因子は配管計画である。配管工事費を左右する因子は数多くあり、熱媒の種類や温度あるいは圧力、埋設の場合は地質や地下水位、交通荷重などは重要なものであるが、これは技術的条件として考えることとし、ここには負荷密度の問題をとりあげる。

負荷密度とは配管の単位長さ当りの接続負荷量のことであって、これが大きいほど経済的であることは論をまたない。したがってこれの大きさには地域暖冷房成立の条件となるようなある限界が見出されるはずである。都市的な尺度で負荷密度を検討するには、容積率と暖房普及度とが問題になる。容積率とはある区画の敷地面積当り建築延床面積、あるいはある地区の道路を含めた土地面積当り建築延床面積であり、暖房（または冷房）普及率とは建築延床面積当り暖房（または冷房）床面積の比

率あるいは無暖房・無冷房建物の混在率である。日本の諸都市はもともと欧米にくらべて容積率が低かった。これはもっぱら家屋構造のちがいによるが、現在平均容積率のかなり高い都心部をとってみても、その中の小区画ごとにとみると不均衡が目立ち、高層化の終わった区画とそうでない区画との差が大きいのである。これは同時に暖冷房普及率にも見られる現象であって、このような地域に対しては平均の負荷密度が充分大きくても、負荷の配分計画がめんどうになる。各都市において km^2 当り供給熱量によって需要密度 $\text{G cal/h}\cdot\text{km}^2$ を示しているところもあるが供給面積とも関係がありこれのみでは比較しても意味がうすい。表5には年間平均負荷率の外に配管延長当り平均負荷が示されている。これらの数値は毎年かわるので統計年度が記されているのが通常であるが、ここでは、あちこちから集めたため年度は一致していない。高層建築の多いニューヨークなどはきわだって負荷密度の高いことがわかる。しかし前節でも述べたように都心部は業務施設が多く住居施設が減少するので平均負荷率は小さくなる。年間平均負荷率を増すために夏季の熱利用として地域冷房が考えられるのはこの故であるが、そのためには暖房普及率と冷房普及率とが一致していることが望ましい。ヨーロッパ北部では地域冷房は不必要であるが、アメリカ東部や日本では暖冷房両用を考える必要があろう。したがって東京や大阪のような都市では冷房普及率が地域暖冷房可能性の主因子となると思われる。

需要密度 ($\text{G cal/h}\cdot\text{km}^2$) と負荷密度 ($\text{G cal/h}\cdot\text{km}$)

表5 世界主要都市の地域暖房熱供給量と配管延長

都市名	①年間供給熱量 Tcal/year	②最大負荷 Gcal/h	③配管延長 km	年平均負荷率 ①/②×8760 %	配管長当り負荷 ②/③ Gcal/h·km
モスクワ		4000	400	(36.5)	10.0
パリ	1570	615	135	29.1	4.6
ベルリン	1382	455	124	34.7	3.7
ミュンヘン	1414	514	124	31.4	4.1
コペンハーゲン	1507	858*	172	20.0	5.0
ストックホルム	425	207*	38	23.4	5.3
ヘルシンキ	777	284*	35	31.2	8.2
ニューヨーク	5870	2410	137	27.8	17.6
フィラデルフィア	1470	475	38	35.3	12.5
デトロイト	1280	526	84	27.8	6.3
ボストン	597	257	25	26.5	10.3

* 最大負荷は契約容量合計を示す。他は供給端実負荷の最大を示す。

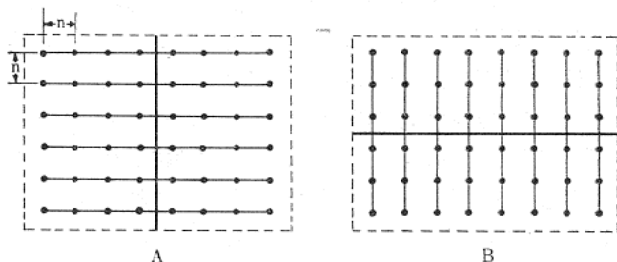


図3 需要密度と負荷密度

1 節点の負荷を a G cal/h, 節点間の距離間隔を n km とすると需要密度は a/n^2 G cal/h \cdot km 2 であらわされる。

との関係は必ずしも簡単ではない。たとえば図3のような等分布負荷のモデルを考えた場合、需要密度は a/n^2 であらわされる。そのうち $6n \times 8n$ という1区画をとると図3のAにおいては本管長 $6n$, 分岐管長 $7n \times 6 = 42n$ で合計 $48n$ であるから配管全延長当り負荷密度は a/n となる。図3のBにおいても本管長 $8n$, 分岐管長 $5n \times 8 = 40n$ で合計 $48n$, 負荷密度はひとしく a/n となる。しかしこれを分岐管と本管とに別けて考えた場合、Aの分岐管のみの負荷密度は $48a/42n$ であり、Bの分岐管の負荷密度は $48a/40n$ とその差は少いが、本管についてみればAは $48a/6n$, Bは $48a/8n$ と大きくちがってくる。分

岐管の負荷密度はおよそ地域の需要密度に比例するが、本管の負荷密度は配管経路の選び方できまるから、本管の負荷密度の高いこと、すなわち本管延長のできるだけ短いことが経済的であると言える。実際に図4のような住宅団地の配置について温水配管を行った場合の年間コストを比較してみると図5のような結果となるが、このうち独立住宅群とアパート群との単価のちがいは需要密度によるちがいであり、同一グループのなかでは供給規模のちがいと、本管と分岐管の比率のちがいとがあらわれている。すなわち供給規模が大きくなって本管の延長が増す方向には単価は高くなり、分岐管の増加する方向には単価は下がるのである。この例は温水配管であるため総コスト中で循環ポンプ動力費の占める割合が大きいので、たて軸に供給熱量当り工事費を用いないで流量当り年間コストを用いてある。

住宅団地のように供給範囲が限定されているときには主管口径も流量に応じて先細りに設計することができるが、市街地の地域暖房では供給区域および接続負荷の予想が不確定であるから、一般に主管は全配管網に対して同口径のものを用いている。そして1つの主管系統の全負荷が予想量を超過するようなときは、他の余裕のある主管系と末端を連絡したり、または他のプラントからの配管網と連絡するというような方法でこれを処理している。したがって最初に理想的な配管網計画をたてること

住戸形式	独立住宅	テラスハウス	フラットハウス
1戸当り床面積 m 2	70	65	60
1棟当り戸数	1	8	32
隣棟間隔 m	18	20	33.5
住戸密度 戸/ha	19	65	84
暖房時間	16時間		
場所(外気温)	札幌(相当外気温33.5℃とする)		
断熱程度	外壁コンクリート壁部分 K=1.0		
1戸当熱負荷	9400 kcal/h	6,800	5,100
温水流量	240kg/h	170	128

配管長さ [m]		流量密度 [kg/h \cdot m]					
本管(L)	分岐管(W/2)	本管	分岐	本管	分岐	本管	分岐
200	50	45	26	111	135	107	243
400	100	89	"	221	"	214	"
800	200	179	"	442	"	428	"
1600	400	357	"	884	"	857	"

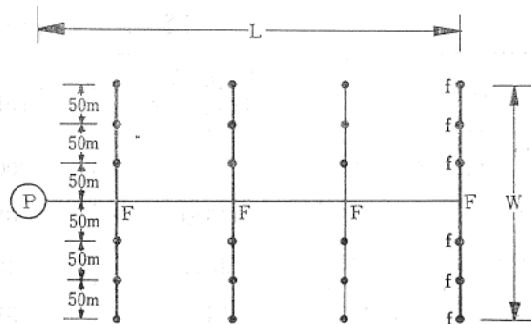


図4 モデル団地配管

- L : 本管の長さ (m)
- W/2 : 分岐管の長さ(片側) (m)
- F : 本管の節点流量 (kg/h)
- f : 分岐管の節点流量 (kg/h)
- 本管流量密度 $\Sigma F/L$
- 分岐管流量密度 $\Sigma f/W/2$

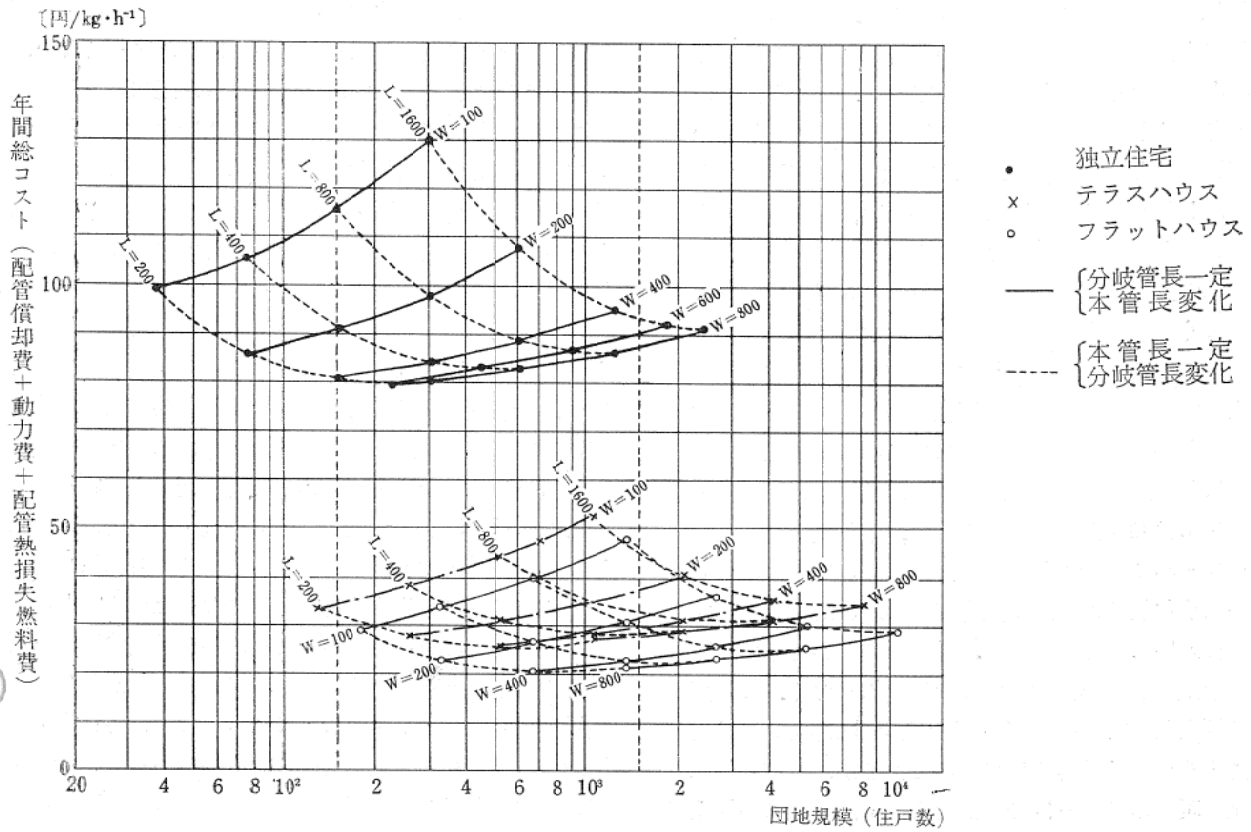


図5 団地規模と屋外配管コストの検討例(温水暖房配管)

は非常に重要ではあるが極めて困難なことであり、また発達した配管網を有する都市では、いたるところに存在する短絡路やバイパスのために圧力や流量の配分関係が非常に複雑になっているので、たとえばミュンヘン市では配管網の要所にいくつかの検出器をおき、これからの情報を計算センターに送って必要な指示を回答させる。配管網監視所ではこれらの情報を記録し、遠隔操作によって指示通りに配管網の管理を行い、各プラントに対して総合的な指示をするようになってきている。

また各建物内のいわゆる二次側配管の管理はほとんど自動制御によっており、使用熱量の料金はとりつけられた熱量計の指示にもとずいて計算されるので地域暖房枝管との接続設備は規格にしたがってプラント側が施工および管理をするようになっていて、全体の制御管理機構はかなり完全な高度のものが要求される。このように資本費としてはむしろ割高になることがあり、規模が大きくなってもプラントと配管をふくむ全建設費の出力当り単価はそれほど減少しないといわれ、コストダウンはもっぱら人件費節約にかかってくる。特にヨーロッパにおける地域暖房成立の条件中には燃料費、人件費の相対的上昇が大きい役割をもっており、発電やゴミ焼却の熱利用も同じ主旨から出発しているから、公共体の都市エネルギーの総合管理という線にそつて発展しており、生

活水準の向上によるエネルギー消費の増加がこれを促進していると見るべきであろう。アメリカは私企業が多く、特に電力会社ガス会社の経営によるものがめだつが、これは経済水準が高く熱消費が多いことと高層建築のため需要密度が高いことなどにより企業的に成立する条件ができ上っているためである。最近ではハートフォード市をはじめ地域暖冷房の実例も増加しつつあり、夏季のエネルギー消費を高めているが、ロッヂデールビレッジなど暖冷房付きの住宅団地が実現するところからみても、社会的条件が他とちがうことがわかる。ただ地域冷房が成立するのは経済水準によるのみではなく前に述べたように冬寒く夏暑く、負荷期間が短かくて最大負荷が大きいという東海岸性気候によるところが大きい。

もう一つの大きな社会的条件は公害の問題である。わが国の大気汚染は北海道をのぞけば全て産業公害であるけれども、寒冷地では石炭による暖房のばい煙が公害となる例が少なくない。ロンドンの例はあまりにも有名であるが、札幌のばい煙もロンドンほどではないとは言え、その地域暖房計画の最大の理由は公害防止のためである。

北欧では燃料は殆んど輸入の原油やコークスに頼っているため、もともとばい煙による公害などは見られなかったはずであるが、濡れぬうちこそ露をいとうのことわ

ぎ通りか、現在でも公害予防には熱心で、地域暖房の利点として公害防止がうたわれているし、プラントにはそれぞれ十分な設備がととのえられている。むしろ公害の本家であるイギリスで地域暖房が遅々として普及しないのは不思議なようであるが、これにはいろいろ理由もあろう。しかし考えられることの一つは、札幌市の場合でも同じであるが、都市のばい煙の大部分は家庭用暖房器具からの排出によるもので、大建築の大型ボイラーは管理もよく設備もととのっているからばい煙排出量はそれほど多くないのである。したがって都心部の地域暖房化によって消滅させようばい煙量は決して目立つようなものではないであろう。イギリスでは保守的気質からかあるいは生活方式の考え方が質素であるのか、現在でも住宅の暖房は90%が昔風のだんろで、中央暖房の普及率はヨーロッパでも最もわるく1%にみえないが、おそらくこのような状態のゆえに住宅向けの地域暖房が成立するのは程遠いことと思われる。札幌市においても地域暖房実施予定の都心部は住宅用建物は殆んどなく、ばい煙発生の源となっている周辺の住居密集地区は当分地域暖房の恩恵をうける見込みはないのであるが、一方都心部大建築の暖房ボイラーは最近ほとんど重油焚きに切換えられ、排出されるSO₂による市中空気の汚染濃度が年毎に上りつつあるので、地域暖房による公害予防の対象はもっぱらこのSO₂にむけられている。実施予定のプラントでは石炭をたくので除塵装置をつければよく、SO₂の問題は一掃されるはずであるが、もし将来プラントがふえ、重油をたくようなことがあれば、脱硫や排気の拡散など解決しなければならぬ問題がのこる。

地域冷房の場合にも、ハートフォード方式のように配管によって冷水供給をすれば、各建物の屋上にあるぶざまな冷却塔は不用になり、建物内部を冷やすほど外の空気は排熱と水蒸気とでますます蒸暑くなるということもなくなるであろう。しかしその他で用いられているように夏も温水あるいは蒸気を送って各建物の吸収式冷凍機を働かせるという方式では、いままでと同じく冷却塔も井水も必要でただボイラーがなくなるだけにすぎない。経済問題と公害防止とが併立できるような一石二鳥案がそうたやすく存在するものではなさそうである。

4. 技術的条件

現在世界各地に多くの地域暖冷房が存在しかつ立派に経営されているのであるから、特に現在その成立をさまざまげよう技術的条件があるわけではない。しかしその経済性向上のための技術的發展は常に望まれているところであり研究の対象ともなっているのである。この發展にもなってこれまで地域的あるいは社会的条件のい

くらかの不利のゆえに実現をみなかった地域暖冷房が実施できるようになり、こうして普及度が高まってゆく。

たとえば地域冷房の実現のためには、既に冷房が普及していることも必要であるが、吸収式冷凍機の採用が大いに影響していると思なければならぬ。前にのべたようにこのため年間負荷率が増え、地域暖房のみでは不利な地域にも熱販売プラントの存在を許すようになり、地域暖冷房が成立するのである。

また、歴史の古い地域暖房では熱媒はほとんど蒸気であるが、近年作られるものには高温水の採用が増加している。温水を用いると配管勾配をとる必要がなく土地の起伏に応じて遠距離の配管が比較的自由にできること、容積当りの熱容量が大きいので負荷の変動を吸収しやすいこと、送り温度を変えてシーズン負荷の変動に容易に追尾できることなどの利点があるが、これも高温水技術の発達によつてひろく使用が可能になったからである。札幌市の地域暖房計画においては、供給予定地域内の既設建物の殆んどが蒸気暖房をもっているにもかかわらず熱媒は高温水を使用することになっており、各建物の接続設備には温水-蒸気の変換器が必要である。高温水採用の理由は上にあげた利点の他に将来の負荷増に対処する方法や、その他いろいろな比較考察の結果、この方が有利であるとの見通しを得たからである。高温水を用いると蒸気の場合にくらべボイラーや配管などの設計もより慎重でなければならず、わが国では不馴れな点もあるが、それでもやはり高温水使用の可能性が、札幌地域暖房計画の実現を促進したことは疑いない。

最後に熱源の併用問題がある。

ゴミ焼きの熱を利用すること自体には問題はないようであるが、焼却場も運搬車も全く不潔さや悪臭をなくし得る今日でもなお市中にこれを設置することを嫌い、遠く離れた場所にもってゆこうとする傾向があつて、これでは配管が長すぎて熱の販売ができない。また位置がよくて蒸気または温水プラントが併設されたとしても、ゴミ焼却は年中無休なので産熱量は大体一定しており図1にみられるように基底負荷が大きくてちょうどこれに充ちうる場合はよいが、基底負荷が小さくて熱を販売できない期間がある場合は都合がわるい。スイスではゴミ焼却熱で発電しているところも多いが、わが国ではこのような小規模の自家発電は大した役には立たないようである。しかし都市のゴミの排出量も、またその重量あたり発熱量も増加する傾向にあるので、その利用は大いに考えるべき問題である。

発電の併用については欧米の数多くの地域暖房プラントがこの方式を採用しており、住宅団地などでは専用プラントが増えてきたとは言え規模の大きいものではまだまだ暖房専用のものが例外的存在である。しかしこれは

出力のあまり大きくない発電所が分散して設けられているから可能なのであって、逆に言えば規模が小さいために発電コストが高くなるから、これを補うために余熱の販売をするとも考えられる。ドイツでは熱需要の大きい都市周辺に発電所を重点的に配置しているが、これは熱エネルギーは配管によるため需要地に近いことが必要で電力エネルギーは送電線で遠隔輸送が可能なのである。

わが国では各電力会社がユニット容量の大きな発電所を建設し、規模の大きさによってコストダウンをはかっている面もあるので、発電所の建設位置には、土地、冷却水、燃料輸送などの立地条件が優先し、熱需要の有無を考慮するまでに至らない。また規模が大きければ生産熱量も大きいから、経済的配管延長距離内にそれだけの需要密度が確保されるかどうかの問題もある。もし一部のみ熱供給をするのなら設備コストと電気出力の低下とでむしろ不経済となると言われている。

ミュンヘンの南西地区には1965年に操業を開始した地域暖房併用のガスタービン発電所があるが、タービン出

力は26.5MW×2で、熱出力は100Gcal/h、補助燃焼器を用いると140Gcal/hとなり8000戸の住宅団地と一帯の工場地区に熱供給を行っている。このようなガスタービン発電所は建設コストも安く立地条件も容易なので、わが国でも電力のピーク負荷用に都市周辺に建設することが可能である。騒音と排気の処理が必要であるが、これが建設されれば熱電併用プラントによる地域暖房ができて熱単価もヨーロッパなみに安くなるであろう。

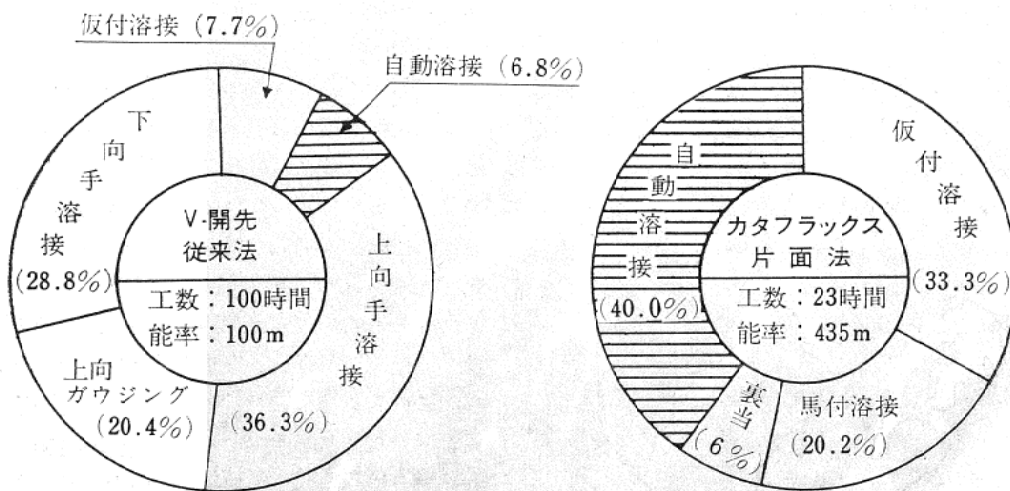
5. おわりに

解説的な書き方をしなかったため、わかりにくいところもあると思うが、地域暖房の計画に際して最初に問題となるような事項のうちの重要なものを取り上げてみたつもりである。比較資料をもつと数多くあげれば具体的になってわかりやすかったと思うが、準備不足と紙数不足とで掲げられなかった。なお資料の一部は北大斉藤教授、北海道電力の沖崎氏によることを付記して謝意を表す。

12頁より続く

あるが、諸外国においては多くの研究にも拘らず遂に開発に失敗している。また最近では、日本の種々の片面溶接法が外国の造船所で注目され、幾つかのものは技術輸出されている。このことはわが国の造船技術の水準の高さを示すと共に、造船溶接の自動化率の向上が、世界一の船舶建造量を誇るにいたった一要因となっている。

このように開発され発展して来た自動溶接ではあるが、現在のところ種々の方法が採用されており、いずれも長所、短所があり決定的な方法となっていない。したがって、今後の研究によって、より優れた方法が開発されることが望まれている。



船台継手の溶接における能率比較の1例

(図12)