

衛生工業協會誌 第31卷 第9号 昭和32年9月25日発行(毎月1回25日発行)昭和29年7月8日第3種郵便物認可

# 衛生工業協會誌

昭和32年9月

第31卷  第9号

創立40周年記念號

JOURNAL OF THE SOCIETY OF DOMESTIC AND SANITARY ENGINEERING  
Vol. 31, No. 9. September 1957

## —目 次—

創立 40 周年記念東京祝賀会における挨拶	会長 畔柳健太郎	巻頭	1
来賓祝辞		//	3
感謝状・表彰状贈呈社名		//	5
表彰状贈呈 6 社沿革		//	6

### 記 念 講 演

(東 京)

原子力の平和利用について	日本原子力研究所理事長 安川第五郎	403
--------------	-------------------	-----

(關 西)

組合セグメントまたは管路網の流量分布特性とその精密設計法の研究

.....	大阪大学教授 正員 新 津 靖	411
.....	同上 上助手 正員 倉 橋 明 次	411
結露の問題	京都大学教授 正員 前 田 敏 男	421

### 座 談 会

協会創立当時の思い出	425
------------	-----

### 抄 録

ボイラの計装と自動制御について (第 2 回)	435
照明と冷房負荷との関係について	442
ロスアラモス科学研究所の化学・冶金研究室	448
湿りコイル表面温度の図式解法	452

### 雑 報

し尿浄化そりに関する中間報告書	461
-----------------	-----

### 会 報

役員会ならびに各種委員会記録, 創立 40 周年記念祝賀会後記	464
---------------------------------	-----

## 設備士登録者 (敬称略)

昭和 32 年 9 月 10 日附を以て設備士資格者のうち下記 1 名の登録をいたしました。

登録番号	本 籍	氏 名
657	青 森 県	福 島 九 助

なお会誌 8 月号巻頭に掲載いたしました設備士登録者 14 名に対して去る 8 月 27 日登録証をそれぞれ送付済であります。

追て設備士の資格を得られて未だ登録を済まされない方はこの際至急登録の手続をして下さい。

## 連 合 講 演 会

当協会・日本機械学会・日本冷凍協会共催で下記により連合講演会を開催致しますから多数会員の御出席を願います。

### 記

日 時 昭和 32 年 11 月 9 日 (土) 午後 1 時 30 分～4 時 30 分

会 場 日本交通協会講堂 (千代田区丸の内 3-4)

演題および講演者

- |                            |             |           |
|----------------------------|-------------|-----------|
| I 最近の防熱材料について (約 50 分)     | 鉄道技術研究所     | 中 川 政 雄 君 |
| II エアワッシャーの性能について (約 50 分) | 早稲田大学理工学部   | 井 上 宇 市 君 |
| III 騒音防止の研究 (約 50 分)       | 日本放送協会技術研究所 | 牧 田 康 雄 君 |

## 日本工学会手帖予約申込御案内

例年の通り本年も昭和 33 年 (1958 年) 用日本工学会手帖御好評により下記の通り発行いたしますから何卒予約御申込下さい。

### 記

- |           |                   |            |                    |
|-----------|-------------------|------------|--------------------|
| 1. 寸 法    | 15×9.5 種          | 4. 予約申込場所  | 当協会または日本工学会        |
| 2. 定 価    | ¥ 170 (送料共 ¥ 180) | 5. 予約金支払期日 | 昭和 32 年 11 月末日迄    |
| 3. 予約申込期日 | 昭和 32 年 10 月末日迄   | 6. 手帖発送期日  | 昭和 32 年 12 月 1 日より |

### 社 団 法 人 日 本 工 学 会

東京都千代田区神田佐久間町 1-11  
社団法人造船協会内〔電話(25)4358〕  
振替口座 東京 5055番



# 「空気調和の騒音」に関する講習会聴講者募集

当協会本期事業の一つとして下記の要項により上記講習会を開催することになりましたから、御希望の方は所定の期日までに聴講料を添えて御申込み下さい。

御申込みに対しては聴講料領収証書並に聴講券を発行致します。

### 記

日時 昭和32年10月7日(月) 午前9時～午後3時

場所 大阪商工会議所〔大阪市北区堂島西町1 電話(45)0151代〕

### 科目・講師

- 1. 音響の基礎理論 (50分) 建設省建築研究所研究員 正員 藤井正一君
- 2. 空気調和装置の騒音 (50分) 東洋キャリア工業株式会社企画室 正員 高田俱之君
- 3. 吸音装置の構造と特性 (50分) 三機工業株式会社暖冷房部 正員 小笠原祥五君
- 4. 空気調和装置の音響設計 (50分) 高砂熱学工業株式会社設計部 正員 船橋明君

◎講義終了後約1時間質疑応答を行います。

## 募 集 要 項

募集人員	150名
聴講料	会 員 費 ¥ 900 会 員 外 費 ¥ 1,000 (1名につき聴講料, テキスト代共)
申込締切期日	10月3日 (先着順満員次第締切ります)
申込方法	下記申込書にそれぞれ御記入の上聴講料を添えて御申込み下さい。 (申込用紙不足の場合は申込書の様式による)
申込場所	大阪府管工事業協同組合〔大阪市北区伊勢町2番地-3 水道会館内 電話(34)4838-9〕
その他	テキストだけ御希望の方には ¥ 350 (送料共) でお届けします。

.....切.....取.....り.....線.....

## 「空気調和の騒音」に関する講習会聴講申込書

通信先	電話( )
氏名	
勤務先	

聴講料を添え申込みます

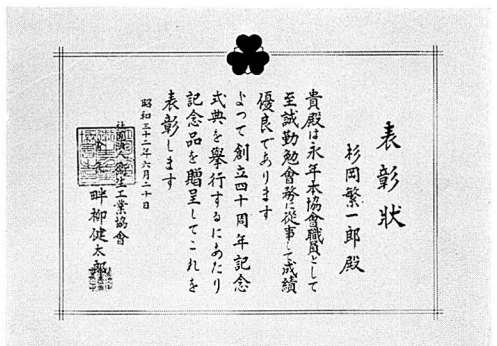
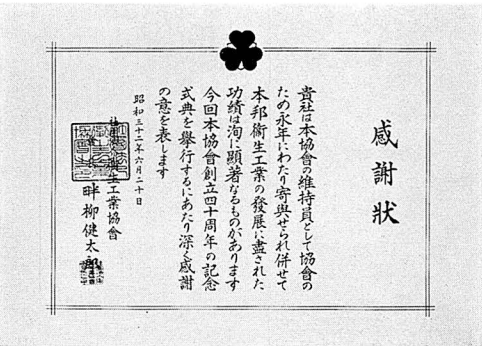
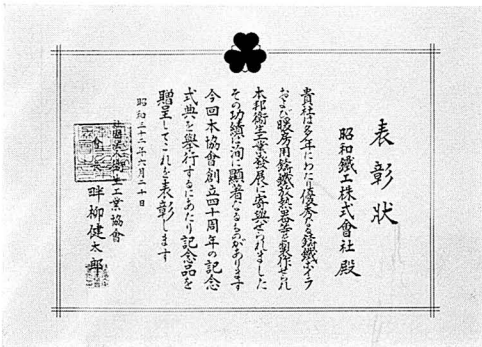
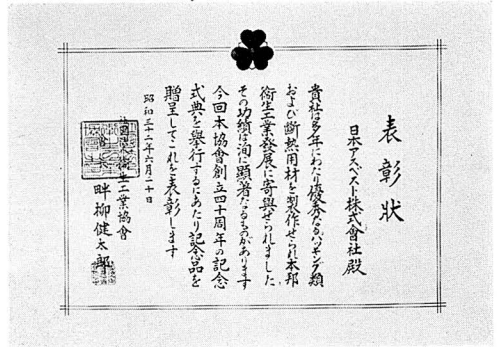
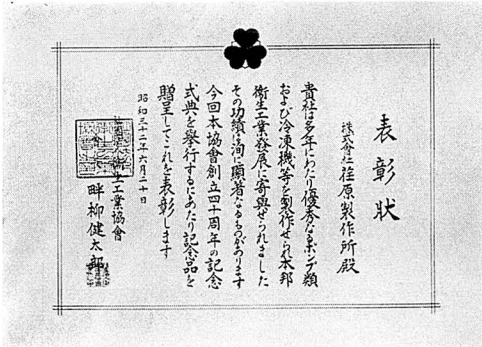
昭和32年 月 日

申込者

㊞

受付月日	月	日	番号	号
------	---	---	----	---

創立四十周年東京祝賀会において贈呈した  
表彰状並びに感謝状



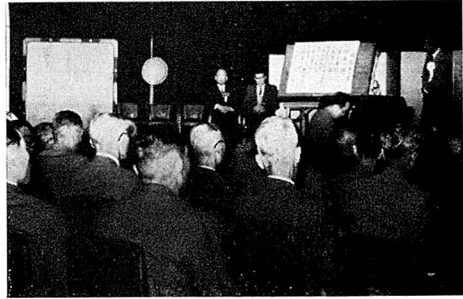
10年以上の維持員に呈した感謝状

永年勤続職員への表彰状

# 創立四十周年記念東京祝賀会アルバム (I)



挨拶を述べる畔柳会長



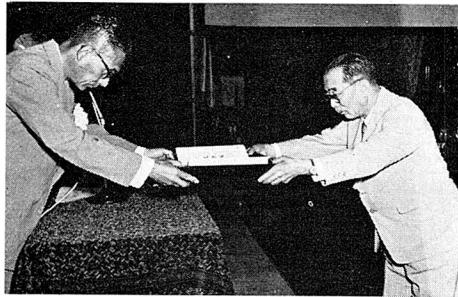
祝賀会場の一部



厚生大臣の祝辞を代読する事務官河角泰助君



東京都知事の祝辞を代読する建築局指導部長大河原春雄君



感謝状を受ける維持員代表 菊池工業所社長



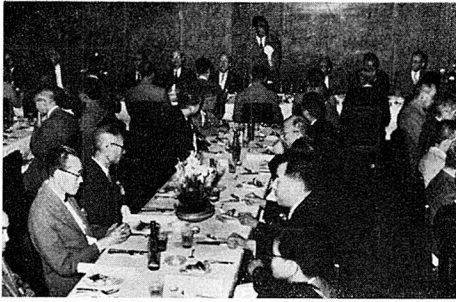
挨拶を述べる維持員代表 菊池工業所社長



表彰されたメーカー

前列左より 木村正巳君(日本アスベスト) 宇野沢辰次君(宇野沢組鉄工所)  
酒井億尋君(荏原製作所) 前田初太郎君(前田鉄工所)  
後列左より 山本 実君(昭和鉄工) 田中久重君(東洋陶器)

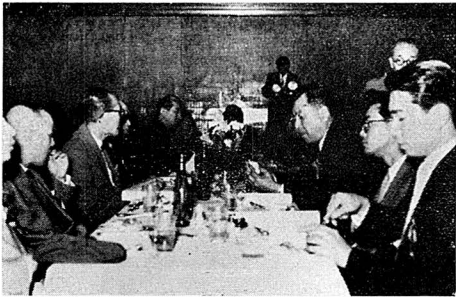
## 創立四十周年記念東京祝賀会アルバム (Ⅱ)



晚餐会場の一部



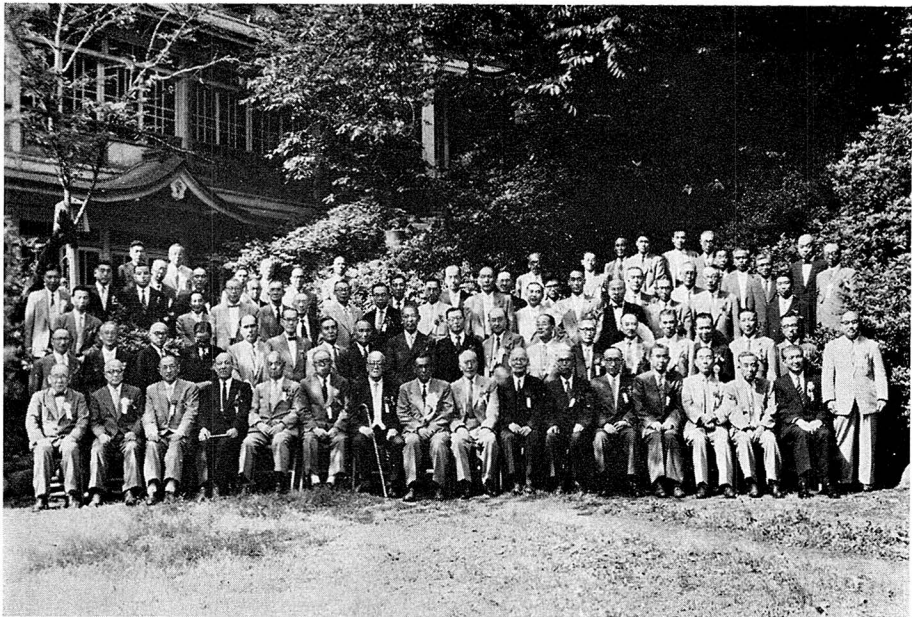
講演中の安川第五郎君



晚餐会場の一部



卓上談話中の丹羽元会長



参会者一同の記念撮影

# 創立四十周年記念関西祝賀会アルバム (I)



挨拶を述べる関西代表 特別員 河村 茂君



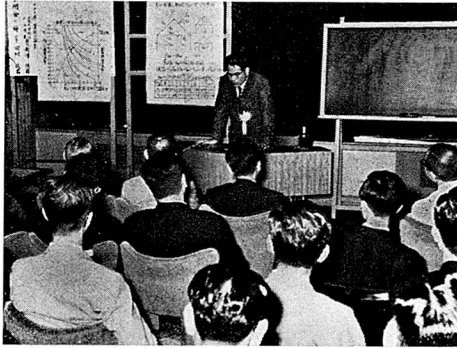
挨拶を述べる畔柳会長



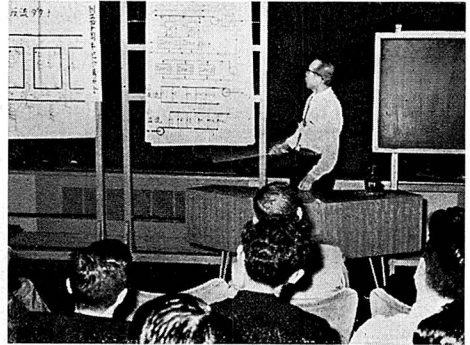
参会者一同の記念撮影



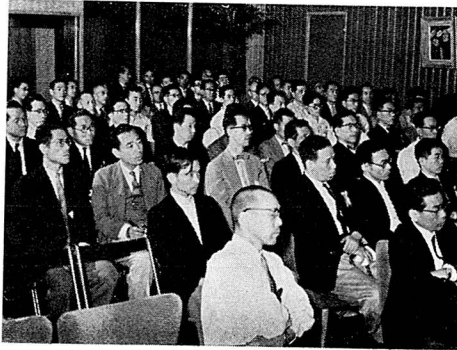
# 創立四十周年記念関西祝賀会アルバム（Ⅱ）



講演中の前田敏男君



講演中の新津 靖君



講演会場聴講者席の一部



祝賀午餐会場で挨拶を述べる呼柳会長



午餐会場の一部



午餐会場の一部

## 衛生工業協会創立40周年記念東京祝賀会次第

日時 昭和32年6月20日(木)  
場所 上野精養軒 (東京上野公園内)

### 祝賀式典 (午後1時30分)

- |                   |                 |
|-------------------|-----------------|
| 1. 開会の辞           | 5. メーカー表彰       |
| 2. 会長挨拶           | 6. 職員表彰         |
| 3. 来賓祝辞           | 7. 被表彰メーカー総代表挨拶 |
| 4. 10年以上継続の維持員に対し | 8. 閉会の辞         |

感謝状贈呈

### 記念撮影 (午後3時)

### 記念講演会 (午後3時40分)

演題 原子力の平和利用について

講演者 日本原子力研究所理事長 安川第五郎君

### 余興

### 祝賀晩餐会 (午後6時)

## 衛生工業協会創立40周年記念関西祝賀会次第

(一部)

日時 昭和32年7月5日(金) 午前10時30分  
場所 第一生命ビル 好文倶楽部 (大阪駅前)  
大阪市北区梅田二番地 第一生命ビル 12階

### 記念講演会

- |       |                        |
|-------|------------------------|
| 1. 演題 | 結露の問題について              |
| 講演者   | 京都大学教授 工学博士 正員 前田敏男君   |
| 2. 演題 | ゾーニングに於ける組合せダクト及び管路の設計 |
| 講演者   | 大阪大学教授 工学博士 正員 新津靖君    |

### 記念撮影 (講演終了後)

### 祝賀午餐会

(二部)

### 有志晩餐会

日時 昭和32年7月5日(金) 午後6時  
場所 ちもと (京都市四条大橋西詰下ル)

# 創立 40 周年記念東京祝賀会挨拶

会 長 畔 柳 健 太 郎

本日、当協会の創立四十周年記念式典を挙ぐるにあたりまして、来賓並びに会員各位の皆様が、御多忙中のところをお繰合せ御出席いただきまして、誠に有難うございます。

この光栄ある式典に、会長として一言の御挨拶を申し上げますことは、私の最も光栄に存ずるところでございます。この機会にあたりまして、本協会がいつ頃、どのようにして誕生をし、また育てられたかということ、皆様御承知の方もあると思いますが、一言申し上げてみたいと思います。

本会の会誌によりますと、大正 6 年 6 月 20 日、すなわち今日でございますが、このような会を創立することを目的として、有志の方が懇談会をお開きになりました。そのときの参列者が 24 名でございまして、うち 13 名の方が発起人になられました。その発起人の中で現在本会の会員でおられますのは前会長の加茂博士と丹羽博士の御両名と、特別員の齋藤省三さんのお三人でございます。続いて 7 月 28 日、築地の精養軒で発起人総会が開催されました。出席の勧誘状を 106 名の方にお出ししまして、42 名の御出席を得たと記録に出ております。その発起人会におきまして、会長に阪田貞一工学博士を推しまして、なおそのときに同時に名誉員として真野文二、井口在屋、辰野金吾、曾禰達蔵の 4 博士を選出しております。

当時の事務所は本日来賓として御出席をいただきました日本機械学会の御好意によりまして、京橋区山城町の同学会の事務所の一隅を拝借しておつたと記憶しております。会誌はその当時年に 2 回発行されておまして、第 1 回は大正 6 年の 12 月号を菊版 204 頁で、煖房冷蔵協会誌として初めて世に出したわけでございます。申し遅れましたが、最初にこの会は今申しましたように、煖房冷蔵協会という名前で発足を致しました。以来会名を変更致しますまでに約 10 年ございまして、第 1 期以来第 10 期まで会長がかわつておりますが、その方々の芳名をここで御披露上げたいと思います。(敬称略)

第 1 期, 第 2 期, 第 3 期	坂 田 貞 一	第 4 期, 第 5 期	曾 禰 達 蔵
第 6 期, 第 7 期	加 茂 正 雄	第 8 期	中 条 精 一 郎
第 9 期, 第 10 期	曾 禰 達 蔵		

その間に会員の数はどのくらいであつたかと申しますと、第 2 期におきまして期末現在会員数 418 名。第 4 期におきまして期末現在会員数 495 名という記録がございます。なお第 6 期が大正 11 年から 12 年の 9 月まででございましたが、その間に同居させていただいておりました日本機械学会の事務所が関東大震災で焼失しましたので、機械学会に同居したまま丸の内の帝国鉄道協会に事務所が移転しております。なお第 7 期に相当致しますが、この期は大正 12 年 12 月 1 日から 13 年 9 月末日まででございますが、その間に大正 13 年の 7 月 6 日から 8 月 6 日まで 1 か月間、文部省東京博物館の主催、当協会後援という形で、衛生工業展覧会をお茶ノ水東京博物館で開催しております。なおこの煖房冷蔵協会時代の末頃になりまして煖房用放熱器規格制定委員会とか、或いは煖房給排水関係の術語の制定委員会をつくりまして、おのおのその事業に着手しております。

大正 14 年 12 月に、役員会で本協会の組織を、社団法人にして、会名を改めるということが議決されております。

其後、昭和 2 年 5 月 4 日付で、社団法人衛生工業協会というものが、当局から承認になつておまして、現在の会はそのときにはつきり形を整えたと考えられるのでございます。その後、その年の暮に、初めて建築会館、現在の数寄屋橋にあります建築会館が出来まして、本会も独立した事務所を持つに至つた次第でございます。なおその時の衛生工業協会誌の第 1 号に、当時の曾禰会長が発刊の辞を書いておられますが、ちよつと朗読させていただきます。

協会其名を改め、会誌其号を新にす。蓋し時運の然らしむる所。始め会の成るや同人会名を議す。案五六あり。決に際して議遂に二分す。乃ち其一を採りて煖房冷蔵協会と名付け以て今日に至る。顧みれば星霜既に十年、斯業の状態昔日の域を超え協会亦正に一転の機に会す。乃ち組織を法人に改め、而して会名は先に撰む所の他を取て之を社団法人衛生工業協会と改称す。会名茲に改まる実之に適わざるべからず。希くは同人更に協力を固ふし和親を厚ふし、而して或いは文に或いは議に、進んで其蘊蓄を披瀝し、以て本会の発達に資せられん事を。一言以て発刊の辞と為す。

これによりまして、或いは煖房冷蔵協会と称し、或いは衛生工業協会と称しましたが、もともと設立当初からその

ような2つの名前が本会にはすでにあつたということが、おわかりかと思うのでございます。衛生工業協会になりましたのが、昭和2年でございますが、現在はすでに第31期を迎えております。その間に会長に御就任をいただきました方の芳名を報告致したいと思います。敬称を省略させていただきます。

第1期	曾禰 達藏	第2期	真野 文二	第3期	横河 民輔
第4期	北浦 重之	第5期	丹羽 重光	第6期	北浦 重之
第7期	竹村 勘丞	第8期	関口八重吉	第9期	朝倉 希一
第10期	茂庭忠次郎	第11期	杉村伊兵衛	第12期	朝倉 希一
第13期	米元 晋一	第14期	石川 政吉	第15期	大沢 一郎
第16期, 第17期	丹羽 重光	第18期, 第19期	北浦 重之	第20期, 第21期	広瀬孝六郎
第22期, 第23期	山中直次郎	第24期, 第25期	広瀬孝六郎	第26期, 第27期	石川 政吉
第28期, 第29期	平山 嵩				

現在は31期でございますが、昨年から私が続いて会長の職務をとらしていただいております。この間、衛生工業協会と致しまして、どのような仕事をやつたかということをごくかいつまんで申し上げたいと思います。創立第15周年以来、各5年ごとに昭和27年まで、おのおの創立祝賀式典を催しておりますが、その間御承知のように衛生工業便覧を昭和8年に第1版を出版致しまして、第5版までを出版しております。目下第6版の出版準備中でありまして、来月下旬頃に発刊の運びに至る予定であります。そのほかに暖冷房工事ポケット、ブック1冊を昭和25年に発刊致しました。

なお、終戦後のことに属しますが、昭和22年4月から約2カ月間、衛生工学技術講習所と称する講習所を、港区青山南町の小学校の講堂で開催致しまして、業界に必要な、実際に仕事をする技術員の養成を致しましたが、その後、この事業は、東京都立蔵前工業高等学校にお譲りをして、現在その学校の一分科として存在している居るのでございます。

少し日付は遡りますが、昭和9年5月から創立15周年記念事業の一つとして、満鮮衛生工業調査視察団というものを派遣致しました。当時の関口会長が団長となられまして、ほか25名、満洲並びに朝鮮各地を歴訪して、各地で講演会、座談会というようなものを開催し、6月下旬に大連で一応解散をしております。

創立35周年記念事業の一つとしまして、昭和28年5月初旬に、日比谷公園で日刊工業新聞社と共同主催の下に、生活文化産業大展示会を開催致しました。これは皆様の御記憶にも新しいことと考えます。

現在の会員の状況を申しますと、名誉員2名、特別員17名、正員2,382名、維持員A 115名、維持員B 70名、維持員C 34名、維持員D 5名、合計会員数が2,626名でございます。

只今申上げましたように、本会もすでに「40にして惑わず」といわれる年令に達したのでございますが、その初めは今私が御紹介致しましたように、或いは機械工学方面の権威の方、或いは建築学方面の権威の方を会長に推戴致しまして、事務所も日本機械学会に間借をするというような状態からだんだんに今日に至つたのでございます。ようやくどうやら独立致しましたのが、会名を変更致しました昭和の初めからではないかと思うのでございます。ここに40年の記念式典を挙ぐるにあたりまして、私の考えますことは、どうやう1人前らしくはなりませんが、もともと社会の各方面の御指導と御援助によつて今日まで参つた協会でございますから、どうぞ本日御列席の来賓各位におかれまして、今後ともなお本会の発展のために、たゆみなき御指導と御支援を賜りたいと存ずる次第でございます。簡単に本会の現状を申上げまして、御挨拶にかえる次第でございます。(速記)

# 来賓祝辞

昭和三十二年六月二十日

文部大臣 灘尾弘吉君

本日ここに衛生工業協会創立四十周年の記念式典が挙行されるにあたりましてひとことおよろこび申し上げたいと存じます。この協会は、大正六年に暖房冷蔵協会として創立され、現在の組織名称に改められたものでその発足は当時衛生工業界に一時期を画するものとして、多大の期待をもつて迎えられたのであります。創立以来協会とともに発展の一路をたどり近代生活に最も関係の深い暖房、冷房、換気、冷凍、給水、排水等衛生工業に関する学理及び技術の普及発達を図る目的のもとに各種の事業を活発に展開し学術の進歩と工業の発達、ひいては国民生活の改善向上に多大の貢献をなしたのでありまして四十年の長きにわたつて打ち立てたこの協会の著しい業績を記念して本日はえある記念式典の行われますことはその意義まことに深く心からお祝を申し上げる次第であります。同時にまた協会幹部をはじめ会員各位の日ごろの御努力に対しまして敬意を表するものであります。今や学術産業その他あらゆる文化面においてめざましい革新が行われておりますとき衛生工業諸分野の進歩発達に努力しておられるこの協会に対する期待はいよいよ大なるものがあります。わたくしは本日の記念式典にあたりましてこの協会の発展のあとをかえりみて感激を深くいたしますとともに関係の皆様がたの御尽力により協会の事業が今後ますます発展いたし、新しい日本の将来に輝かしい成果がもたらされますよう切にお祈りする次第であります。これをもつて本日のお祝のことばといたします。

厚生大臣臨時代理國務大臣 鹿島守之助君

本日ここに、社団法人衛生工業協会創立四十周年記念式典が挙行されるに当り、お祝の言葉を申し述べる機会を得ましたことは私の心から喜びとするところであります。

申し上げるまでもなく環境衛生の改善向上は公衆衛生施策の最も基本的な問題であり、殊に我が国の現状をかえりみますとき、し尿、塵芥の処理、上下水道等国民の健康と文化的な生活に直接影響する諸施設の整備は極めて重要かつ、急を要するものであります。

国と致しましても昭和三十一年度においては、環境衛生対策を重点施策の一つとして取り上げ、積極的に施設整備等の推進を図ることと致しているところでありますが、これが達成のためには国のみならず広く民間の御協力にまつところ極めて多いものと存するものであります。

本協会は、大正の初期以来今日に至るまで衛生工業並びにこれに関連する工業の学理技術、経済法規等の事項を調査研究しその学理技術の普及に資しました、その発達を図るため営々として御努力を傾注して参られたのでありまして、その熱意と業績に対しましては深く敬意を表するものであります。本日の意義ある記念式を機に益々事業の進展に意を注がれ衛生施設の整備改善という面を通じて一層明朗快適な生活環境の造成に寄与せられんことを期待するものであります。簡単ではありますが一言祝辞といたします。

東京都知事 安井誠一郎君

本日ここに社団法人衛生工業協会創立四十周年記念東京祝賀会開催にあたり一言お祝の言葉を申し上げる機会を得ましたことは私の心から喜びとするところであります。本衛生工業協会は永年に亘り衛生、冷暖房、換気等建築設備の発展向上の為に多大の御貢献をされましたことは誠に感謝にたえません。言葉を換えて申し上げますと生産の拡充、事務能率の向上並に保健衛生の見地から見ましても本協会の任務は誠に重、且つ大なるものと痛感いたして居ります。

本日建築設備の改善向上の為に長年尽力され栄ある表彰を受けられる方々に対しまして心からお祝い申し上げます。

なお今後共一層本協会の御発展を祈るとともに会員各位におかれては益々斯界の向上のため御尽力下さる様 お願いいたしますして私の祝辞といたします。

日本機械学会 会長 橋 本 宇 一 君

本日茲に衛生工業協会創立四十周年記念式典を挙げるに当り祝詞を述べます事は私の欣幸とするところであります。貴会は創立以来四十年間の永きに亘り研究の発表、会誌の発行、衛生工業便覧、暖冷房工事ポケットブックの刊行、創立三十五周年記念事業として生活文化産業大展覧会の開催、また設備士認定制度の制定等衛生工業界の発展に貢献されました幾多の功績に対して心から尊敬の念を捧げるものであります。

最近衛生設備の勃興に伴い各分野における学理の研究と生産力の拡充は最も緊要の事であります。貴会が四十年の光輝ある伝統の上に立つて協心戮力研鑽を積まれて斯界に躍進され今後益々国運の隆昌に寄与されることを念願する次第であります。聊蕪辭を述べて祝詞と致します。

## 感謝状贈呈社名 (五十音順)

(敬 称 略)

株式会社あづまポンプ製作所	株式会社斎藤省三商店	株式会社東京ポンプ商会
暁建設工業株式会社	株式会社桜井工務所	東洋キャリア工業株式会社
株式会社朝倉製作所	三機工業株式会社	東洋陶器株式会社
株式会社朝日工業社	三幸工業株式会社	内外アスベスト株式会社
朝日石綿工業株式会社	株式会社山陽鉄工所	日本アスベスト株式会社
浅野物産株式会社	清水建設株式会社	日本管工業株式会社
井上金属工業株式会社	昭和温調工業株式会社	日本理装工業株式会社
岩田商会	株式会社城口研究所	株式会社西原衛生工業所
株式会社宇野沢組鉄工所	須賀工業株式会社	早川工業株式会社
株式会社荏原製作所	水道機工株式会社	日立工事株式会社
株式会社 <sup>大阪電気商会</sup> <sub>大阪暖房商会</sub> 東京支店	株式会社相互ポンプ製作所	フシマン株式会社
株式会社大林組東京支店	株式会社田口組	文化興業株式会社
株式会社加納工業所	田熊汽缶製造株式会社	株式会社前田鉄工所
麒麟麦酒株式会社	大正鑿泉株式会社	株式会社増島製作所
株式会社菊池工業所	大成建設株式会社	株式会社丸二製作所
共和工業株式会社	株式会社大東工業所	三星産業株式会社
京都府管工事工業協同組合	第一工業株式会社	宮寺石綿理化工業株式会社
株式会社経塚工務所	高砂熱学工業株式会社	株式会社宮本工業所
鞍田工業株式会社	立川工業株式会社	株式会社本山製作所
株式会社建材社	株式会社東亜鉄工所	理研鋼機株式会社
小西六写真工業株式会社	東京汽力工事株式会社	理研鋼機株式会社名古屋営業所
日野工場	東京都管工事工業協同組合	
斎久工業株式会社		

## 表彰状贈呈社名 (五十音順)

(敬 称 略)

株式会社宇野沢組鉄工所	株式会社荏原製作所	昭和鉄工株式会社
東洋陶器株式会社	日本アスベスト株式会社	株式会社前田鉄工所

# 表彰状贈呈の維持員 6 社の沿革 (五十音順)

(資料は各社の提供に拠る)

## 株式会社 宇野沢組鉄工所 (東京都渋谷区山下町 62 番地)

### 沿 革

1. 明治 32 年 8 月宇野沢辰雄氏東京都麻布区新堀町 7 番地に創業す。
1. 同 40 年 12 月東京都渋谷区山下町 62 番地に工場を拡張新築して移転す。
1. 同 44 年 6 月所主宇野沢辰雄氏逝去により男辰次氏業務を継承す。
1. 昭和 8 年 10 月業務発展の為工場を拡張す。
1. 同年 12 月 15 日組織を変更して株式会社宇野沢組鉄工所となす。(資本金 30 万円、宇野沢辰次氏専務取締役  
役に就任す。)
1. 同 9 年 11 月資本金 50 万円に、又同 11 年 11 月 100 万円に増資す。
1. 同 12 年 9 月東京都大田区矢口町 945 番地に建設中の玉川工場竣工操業す。
1. 同 20 年 6 月宇野沢辰次氏取締役社長に就任す。
1. 同 24 年 4 月資本金 300 万円、同 32 年 5 月 600 万円に増資す。
1. この間創業以来製品は屢々各種博覧会等に出品して受賞し、又工場経営に関し所管官庁より表彰された。

### 当社の製品

当社は明治 32 年 8 月創業以来、各種ポンプの製造を目的とし、ウオシトン型、ウエヤース型、パーハム型等各種汽動ポンプ、渦巻ポンプ、タービンポンプ、多段タービンポンプ等各種電動ポンプ、真空ポンプ、空気及びガス圧縮機等を製造した。特に建築設備用各種ポンプには力を入れ、其中暖房用真空給水ポンプの如きは、大正の終り頃、他社に率先して製作し、大いに賞讃をはくし、外国品の輸入を不必要とした。爾来建築設備用各種ポンプの需要は大いに増大し、当社主要製品のトップの一つとなつた。戦争中は、軍の命に従い、油ポンプの製造に専念し、終戦後しばらくして、又建築設備用各種ポンプの要求に従い、再び本格的に建築設備用各種ポンプの製造に当り、今日の如き大量の需要に応ずるを得るに至つた。上記ポンプの外に今日では、製紙パルプ工業、鉱山及び精油並にセメント関係、肥料及び曹達工業、造船関係、繊維関係、醸造、製糖、製菓、煉乳、皮革、油脂、ゴム及び薬品関係、染料、セルロイド関係、機械、電気、瓦斯関係等用各種ポンプ及び空気力輸送機を製造しているが、依然建築設備用各種ポンプは当社主要製品のトップの一つである。

## 株式会社 荏原製作所 (東京都大田区羽田 3 丁目 3 番地)

### 沿 革

当社は水力学の泰斗と称せられた東京帝国大学教授工学博士故井口在屋氏の研究を現社長島山一清氏が事業化したものである。

明治 38 年 10 月井口博士によつて「一般の渦巻ポンプ及び案内羽根付きの末広がり渦の間を持つ渦巻ポンプの理論」「強制渦巻ポンプの実験成績」の二論文が発表された。渦巻ポンプに関する纏つた論文としては世界最初のもので、当時英国のエンヂニヤリング誌が絶大な賛辞を載せたものである。

井口博士は渦巻ポンプの理論を解明すると共に其の実験用ポンプを試作されたが、大正元年同博士を主幹、博士の愛弟子である工学士島山一清氏を所長として「みのくち式機械事務所」を創設して渦巻ポンプの製作を始めた。これが現在の荏原製作所の前身である。

大正 9 年 5 月 20 日前記事業を継承、島山一清氏を社長とし資本金 300 万円を以て株式会社荏原製作所を設立した。



同年末東京都品川区西品川に工場を新築しこれに移った。以後、製作機種を次第に拡大し、送排風機、ターボ冷凍機、水処理装置等の製作にも進出した。

事業の発展に伴い工場狭隘を告げるに至ったので、昭和 13 年 4 月東京都大田区羽田に近代設備を有する新工場を建設しこれに移った。ついで 16 年 10 月川崎市北加瀬に川崎工場を新設した。

当社の現在の資本金は 6 億円、従業員は 1,500 名であり、羽田工場は大型ポンプ、送排風機、ターボ冷凍機、水処理装置、川崎工場は主として小型ポンプの製作を行つている。

#### 当社の製品

現在製作している衛生工業関係機器を挙げれば次の通りである。

ポンプ 渦巻ポンプ、タービンポンプ、旋巻ポンプ（ウエスコポンプ）、清掃ポンプ、暖房ポンプ、  
深井戸ポンプ、水中モータポンプ

送風機 多翼送風機、ターボ送風機、軸流送風機

冷凍機 ターボ冷凍機

水処理装置 水道用急速汚過装置、インフィルコ水処理装置、尿尿処理装置

### 昭和鉄工株式会社（福岡市大字箱崎 4121）

#### 沿 革

当社は明治 16 年、初代社長齋藤 一氏が福岡市極楽寺町に齋藤製作所を創立して以来、70 余年の業歴を経て今日に至る。

明治、大正、昭和の三代に亘る当社の経歴は、我国病院設備並に暖房界に於ける、鑄鉄製ボイラー、ラヂエターの発達史を物語るものである。創立当時より日清戦争勃発頃までは、我国医学界の各泰斗の指導を得て、病院用治療器具、消毒器具、蒸溜水製造器の製作、据付工事を行い、戦争に突入するや、各地に陸軍病院の建設が相次いで行われ、全国的に販路を得て生産の増加、取付工事も繁忙を極めた。戦争後は国運の発展、文化の向上に伴い、官庁、病院、学校の建設が相次いで行われ、暖房設備も普及の機を得て、各地の大工事も多数なし遂げたのである。他面、当時暖房用鑄鉄ボイラー、ラヂエターは全部輸入品であつたが、国内自給を目指して準備に着手、明治 43 年には福岡市人參町に工場を移転、鑄造、工作、製缶、鍍金等の設備を充実し、本格的に放熱器及びボイラーの生産を開始した。

大正 4 年には東京大井町に工場を新設、法人組織として株式会社齋藤製作所と呼称、近代的経営様式による生産を開始したが、同 12 年の関東大震災により福岡に本社を移転、拡大して、飯田久次郎氏が第二代社長に就任、常に輸入品との競争に終始し研究試作に専心、恰も震災復興工事による暖房用ボイラー、ラヂエターの需要も増大し、業績も向上の一途を辿つた。

二代社長は、時代の流れと業界の動向を洞察し、製品の向上、生産方式の改善に努力、昭和 6 年には「アサヒボイラー」、「トキワボイラー」の製造を開し、販路は国内は勿論、朝鮮、満洲、北支、中支に及び全く輸入品は後を絶つに至つた。

昭和 8 年には、社号を昭和鉄工株式会社と改称、同年 12 年にはボイラー、ラヂエターの需要増大に呼応する為、新規工場の建設を企画し、此れが調査の為、当時平野専務（現在、常勤相談役）が渡米、アメリカンラヂエター会社、その他の一流工場設備を視察し、帰朝後新工場の設計に着手した。同年福岡市箱崎町に鉄骨構造による進歩的形態を整えた 7000 坪の大量生産専門工場を完成、これを本社として面目を一新したのである。

而して日支事変の長期化は、遂に大東亜戦争に発展し、民需産業より軍需産業への転換は当社にも及び、第 2 次世界大戦への進展と共に、工作機械の充実、特殊鑄物技術を活用し、軍用品の一貫作業を行い、軍管理工場に指定されるに至つた。かくして終戦に至り、直ちに民需産業への切替措置をとり、飯田 実氏が第三代社長に就任、経営主脳部の刷新、生産の合理化を実施し、米第八軍納入のボイラー、ラヂエターの生産を再開して、最短期間に大量を納入し得ることが出来た。

占領軍需要の一段落した昭和 24 年頃より、民間需要旺盛となり戦前の状況に逐次復帰して来た。その後いよいよ諸機械の更新、改良並に充足を行い、ボイラー、ラヂエターのみならず、暖冷房関係機器として、各種ポンプ、ストーカー、オイルパーナー、クーラーヒーター、ベースボード、コンベクターの生産を開始し、併せて造船、化学、鉱山、印刷、輸送等の各種機械を受注して、生産力は戦前に倍加、全国主要都市に出張所を開設して営

業の強化を計り、業界の進展に寄与せんことを希つて、日夜製品の研究、改良に努めると共に、価格の低廉を着々と実行して来た。現在、敷地 25,000 坪、従業員 600 名、年間生産力 6,000 屯の能力を有する。

## 東洋陶器株式会社 (福岡県小倉市篠崎町458番地)

1. 資本金 3 億円
2. 代表者 江副孫右衛門氏
3. 会社の事業
  - ① 陶磁器製造及び販売
  - ② 金具の製造及び販売
  - ③ 合成樹脂製品の製造及び販売
  - ④ 前各号に附帯又は関連する事業の経営及び投資
4. 事業場
  - ① 本社・本工場 小倉市篠崎町 458 番地
  - ② 茅ヶ崎工場 茅ヶ崎市東原 6666 番地
  - ③ 東京営業所 東京都港区芝虎の門 30 番地
  - ④ 大阪営業所 大阪市東区伏見町 5 丁目 3 番地
  - ⑤ 名古屋営業所 名古屋市中区新栄町 3 丁目 1 番地
  - ⑥ 九州営業所 小倉市篠崎町 458 番地
  - ⑦ 広島出張所 広島市小町 19 番地
  - ⑧ 四国出張所 高松市玉藻町 43 番地
  - ⑨ 札幌出張所 札幌市南一条西 7 丁目 3 番地
  - ⑩ 仙台出張所 仙台市二日町 15 番地

### 沿 革

当社は大正 6 年 5 月 15 日初代社長大倉和親氏により創業され、当時筑豊の石炭・朝鮮の良質にして安価な陶土など豊富な原料の入手の便に恵まれ、且つ東南亜方面への輸出に好適であつた小倉に、大倉和親氏の創意によつて衛生陶器と食器製造の事業を興したことに始まる。

爾来 40 年の歳月を閲し、その間幾多時世の変遷により社運の迂余曲折を経たのであるが、社の衛生陶器と食器は共に品質品位と量産の向上発展を遂げ、国内各地は勿論、遠く海外にまでその販路を開拓したのである。この間昭和 12 年 10 月には神奈川県茅ヶ崎市に分工場を建設して、東京一円並びに東北、北海道方面の衛生陶器の需要に応ずる態勢を整え、又昭和 30 年 10 月にはこの茅ヶ崎工場内に近代的高能率生産方式の新工場を併設し衛生陶器の増産と新設備による製造原価の逡減を図つた。

更に昭和 21 年 11 月には衛生陶器に欠くことのできない優秀な付属金具の自製を目指して小倉本社工場構内に付属金具工場を創設したのである。

### 現 況

当社は多年に亘り衛生陶器の品質品位の向上に専念し、技術の練磨を重ねて来たと共に屢々技術者を海外に派遣して欧米の陶業の実情視察も怠らず、その進歩発展に資して来たのである。斯くして逐年、当社の衛生陶器は品質品位において国内の最高水準の真価を認められ、現在では各都市の主要建築物の大部分に使用されている現状である。これに加え、衛生陶器と一体不可分の関係にある付属金具の自家製品も不斷の努力が実を結び、東洋陶器印付属金具として市販に附し、クロームメッキ仕上げの優秀なる高級付属金具が純白清楚な衛生陶器と共に国内の建築界に広く愛用されていることは当社の最も誇りとしている処である。

次に当社の食器は戦後輸出の不振と、国内同業者間の熾烈な競争により、その生産を極度に抑制して技術の温存に備えて今日に及んだのであるが、近時その需要が増加し加えて米国をはじめ海外諸国よりの引合も旺盛である。

尚当社は昭和 28 年 4 月 17 日の金具部門に、次いで昭和 31 年 8 月 2 日には陶器部門の J I S 指定工場表示許可 (金具工場第 2263 号・本社衛陶工場第 4899 号・茅ヶ崎工場第 4898 号) を受け、陶業界初の J I S 総合メーカーとなつた。

日本アスベスト株式会社 (東京都中央区銀座西6-3-1)

沿 革

当社は明治 29 年 4 月 9 日資本金 5 万円を以つて石綿製品販売を目的として発足、本社を現在の大阪市福島区下福島に設け、初代社長として宮崎純三氏が就任した。明治 29 年 8 月大阪工場を本社所在地に設け、石綿紡織を開始した。

明治 38 年前社長大野徳三郎氏社長に就任、事業の発展に伴い、翌年 4 月増資を行い、資本金を 25 万円とし、明治 41 年 3 月全額の払込を完了、翌年本社を東京に移転した。

大正 5 年 9 月東京工場を品川に設け大阪工場と共にその生産品目は石綿製品の全般に及んだ。

昭和 5 年 4 月、東京工場に於いて最初の国産ジョイント・シート・パッキングを完成し、新に分野を開拓、同 11 年奈良県王寺に新に王寺工場を設け大阪工場を移転し、内容の整備充実を計り同年資本金を 100 万円に、同 14 年末更に資本金を 180 万円とし、横浜市鶴見に鶴見工場を新設し東京工場を移転、生産の増強を計った。

昭和 17 年 9 月現社長大野清一就任、昭和 19 年 3 月第二次指定軍需会社となつたが、其の主製品は航空機・車輻用の部品であつて、軍直納品としては僅少なものであつた。

昭和 20 年、終戦と同時に民需に切替え、翌年 11 月特別経理会社の除外認可を受け、進駐軍・化学肥料・船舶・鉄道・鉱山向各種製品の製造を再開した。同 24 年 3 月大阪及び九州に支店を設け、営業の充実を計り資本金を 650 万円に増資、同年 10 月資本金を 1,850 万円に再増資し、設備の増強整備を計った。

昭和 27 年 5 月資本金を 6,000 万円に増資し、奈良県王寺所在の土地及び建物(工場)を買収し王寺工場を整備充実し、同年 6 月払込完了の新株式 83 万株の内 10 万株を店頭に出した。

昭和 28 年 1 月会社の発行する株式の総数を 480 万株に変更、同年 6 月資本金を 9,000 万円に、同 32 年 1 月倍額の 1 億 8,000 万円に増資現在に至つている。

尚当社は子会社として株式会社祖岳製作所(資本金 1,500 万円)及び日本体温材料株式会社(資本金 100 万円)の二社がある。前者は岐阜県竹鼻に工場を有し、石綿製品の製造及び加工並びに電気絶縁物の製造を、後者は宮城県白石に工場を有し珪藻土の採掘並びに加工を行っている。

事業の内容

当社は鶴見工場(横浜市鶴見)及び王寺工場(奈良県王寺)の設備により、石綿総合工場としてその生産量は全国の 30 パーセントを占め、各営業所に於いては製品の販売並びに附帯する保温、保冷、断熱防音の工事を行っている。製品は何れも化学工業、電力、造船、鉄鋼、鋳業等我が国の基幹産業に必要欠くことのできないものである。各工場別製品について説明すれば次の通りである。

製 造 品 目	工 場 名	製 造 品 目	工 場 名		
石 綿 紡 織 品	石 綿 糸	オ イ ル ・ パ ッ ク ・ シ ー ト	鶴 見		
	石 綿 布				
ジョイント・シート・パッキング	鶴見・王寺	各 種 保 温 材	シ リ カ ラ イ ト	鶴見・王寺	
石 綿 板	鶴 見		ス ー パ ー ラ イ ト	王 寺	
プレーキライニング・クラッチフェーシング	王 寺		成 型 保 温 材	鶴見・王寺	
各 種 パ ッ キ ン グ 類	メタルガスケツト		鶴 見	そ の 他 保 温 材	鶴見・王寺
	ト ム ヒ ー ト		王 寺	耐 火 材	鶴 見
	石綿パッキング	鶴見・王寺			
	テ フ ロ ン	鶴 見			
打 抜	鶴見・王寺				

## 株式会社 前田鉄工所 (長野市吉田東町 1250)

- 明治 38 年 現在の社長である前田彌市氏が長野市岡田町に前田鑄造所を創立し一般鑄造品の作製を始め、その後硫黄精煉装置、生菌乾燥機等の鑄造品を製造す。
- 大正 8 年 前田鑄造所を合名会社前田鉄工所に組織を変更す。同年東京都足立区千住曙町に分工場を設立、インゴットケース、水道用鑄鉄直管、異形管等の製作開始。
- // 10 年 東京分工場を廃止、株式会社前田鉄工所を設立し、同業務を継続す。
  - // 14 年 暖房用ボイラーの製作を始む。
- 昭和 7 年 旧満州同奉天市に株式会社奉天前田鉄工所を設立し、ボイラーの販売を大陸方面に拡張す。
- // 14 年 長野市吉田東町に株式会社前田鉄工場を設立。同 18 年 株式会社前田鉄工所吉田工場より機械部を分離し、前田造機株式会社を設立。
  - // 20 年 株式会社前田鉄工所吉田工場と前田造機株式会社とを合併して株式会社長野前田鉄工所と改称。
  - // 25 年 長野所在並に東京所在の両社を合併して株式会社前田鉄工所と改称、本社を長野市吉田東町 1250 番地に置く。
  - // 26 年 「陸用蒸気ボイラーのばね安全弁」
  - // 27 年 「暖房用鑄鉄放熱器」 } に対し共に J I S 表示許可工場となる。
  - // // 合名会社前田鉄工所は株式会社前田鉄工所に業務譲渡して解散す。
  - // // 揚水ポンプの製作を始む。

### 当社の製品

#### 長野工場製品

暖房用前田ボイラー  
前田ストーカ  
J I S 放熱器  
冷凍セクション  
前田ポンプ類  
排水用鑄鉄管、異形管  
水道用異形管  
硫黄製煉装置  
鉦山索道  
スキーリフト  
ストーブ  
トランス  
一般鑄物及び諸機械鑄物

#### 東京工場製品

製鋼用鑄型及び定盤、押湯杵  
空気予熱器  
一般鑄物

# 衛生工業協会誌

第31巻 第9号

昭和32年9月

## 創立40周年記念講演会講演

### 原子力の平和利用について (昭和32.6.20. 東京祝賀会において発表)

安川 第五郎\*

只今御紹介を得ました安川でございます。本日は、私がたまたま担当しております「原子力の平和利用」について、一応お話をするお約束を致したのであります。私も、大体御承知の方もありましようが、元来は電気を専門として、これまでそのほうの事業をやつた者でありまして、原子力というものは、最近まで無関心ではありませんが、一向進んでこれにタッチするという立場になつたのであります。御承知のように、非常に急速に原子力の平和利用というものが、世界中の動力界の問題になりました。我が国においても、厳密に言えば一昨年ぐらゐから、急にこれがクローズアップして、いろいろ政治問題にも入つて参りましたし、自然これが機関というものが出来て参りまして、何の御縁か、私みたいなものが、しかもこれの研究所の理事長を仰せつかるといふような私としては予期しない重大責任を負わされておるわけでございます。

ところが、なかなか逼迫した問題でありまして、ただいま原子力の平和利用というものは、非常な勢で発展する道程にありますので、極端に申せば、日に日に進歩、変化をきたしておる一つの総合産業と申して差支えないのであります。そういうわけでありまして、これが開発ということになると、よほど将来の見通しをつけてかからないと、折角今日定まります方針が、もう何か月か経過する間に、古くさいもので、急激にこれを改訂を加えなくてはならぬという点にも、非常な困難な点があるのであります。皆様も新聞紙上で、最近極端に申せば一日として、この問題を中心として、なにがしかの記事が掲載されないことはないと申上げていくうちに、次々に問題が起るのであります。私などは、そのいきさつ

をいくらか承知しておりますために、問題の焦点は掴めるのでありますけれども、多くの方々は焦点がわからない。ただ問題が紛糾して、甲論乙駁と申しますか、一方ではイギリスの型がいいといつている人があるかと思えば、同じような専門家でアメリカのがどうだといふような、一例をあげればどういふ基本的な点で以てこう議論がわかれて、しかもなかなかその一致点が見出せないといふのはどこにその原因があるか、というようなことが一向わからないという声を関係外の方々から私は耳に致します。これではどうも世論の力というものが強力にならん。何とかしてそういう問題の焦点を、皆様方に御理解を願つて、皆様方のこれまでの御経験からして判断をして、また有力な御援助をお願いすることが、われわれの仕事をする上においても非常に力になる。こういうような考えから、出来得るかぎり皆様方に今の問題点を説明することが、また私らの非常な義務であると考えておる次第であります。そういう意味において、今日甚だ厚かましく御列席の大家の前に立つて、何だか知つたかぶりのような話を申上げることになつた次第であります。

それでその問題の焦点は、誠に簡単に十分か二十分で尽きるのですが、しかしこの問題に関するかぎり現在のおこつておる問題の焦点を説明するためには、原子力とは何ものかということにいくらか入つていかないと、ただ突然設備に対して、コールドーホール式がどうか、湯沸し式がいいとか、わるいとかいふようなことを申上げたのでは、ただそれは一つの結論だけであつてどういふわけでそこに議論がわかれていふかという理由の説明になりません。甚だおこがましい次第ですが、何だか物理学者になつたような恰好で、一応この

\* 日本原子力研究所 理事長

原子力の理論的なことを、常識的に、果して皆様に御理解のいような説明ができますかどうか、しばらく御静聴をその点において煩したいと考えるものであります。

それには、一体ものそのもの、物質の構成はどういうものであるか、原子というものはどういものから成り立つているかということをおしやらないと、ちよつと先に進めないであります。われわれは学校時代に、物理化学等を学んだときに、こういう話を聞いたことがあるのです。それはよほど昔のことでありましたが、一種の迷信というか、昔から黄金というものを非常に尊んだ結果、何からでもひとつ黄金を製造する方法はないものか、木の枝からでも黄金を製造することができれば、天下にえらい宝をこしらえることになるというので、黄金を製造する、製錬するということが非常に研究された。これを英語でアルケミーと申して、辞引でみれば錬金術と書いてあるのでありますが、この錬金術を当時の学者等が親身になつて研究を遂げたのが今日の(ケミスト)、化学の発達のもといをなしたということ、私は学んだことがあるのであります。

ところが、だんだんものの構成ということが研究され、すべてのものはどんどん小さくすると、一番小さいのは分子である。そのまた分子というものは、これをいろいろわけてみると、いろんな違つた性質の元素からなる。たとえば水の分子は、水素の元素と酸素の元素と化合したものである。その水素とか酸素というものはもうわけられない。これは天から授かつた一つの決つたものであつて、水素は酸素に変ずることもできないし、これらの元素をだんだん研究していくと、結局天下に92の違つた元素があつて、それがいろんな化合の仕方によつて、水ともなり、こういうような器物ともなり、われわれの肉体ともなり、すべての物というものは、92の元素の組合せである。その各元素は元来は違つたもので、些かも手を加える余地がないのだ。こういうことで、結局先ほど申上げたアルケミー、いわゆる錬金術というもの、これは迷信から出た一つの夢であつて、ほかのものから、金の元素をもととする黄金などは出来つこないのだ。これは化学的に否定すべきものだ。ウラニウムは元来ウラニウムで、これをどんなにしようが金に変えることもできないければ、また水素を酸素に変えることもできないというような結論で、結局はアルケミーというもの、一つの夢物語に終つた。こういうことになつた。

ところがだんだんと物質の構成というものが、研究されるに従つて、今度は元素というものは必ずしも違つた、お互いに違つたものではないのだ。水素であろうと酸素であろうと、或いは非常に重い金属のウラニウムで

あつても、もとは同じいわゆる原子というものから成り立つておるのであつて、黄金であろうが鉄であろうが、銀であろうが、決して根本は違つたものではない、いわゆる原子の構成の違いで、違つた元素ができるのだということになつたものですから、今度また昔のアルケミーというものが理論的に成立するという結論になり得るわけでありませう。まさかそれだといつて、アルケミーの志す通りいまして木のもとから金を製造するということが実際にはできないでありませうが、しかし理論的にはそれは成り立ち得ることになつたことは、非常な化学界の大きな変化と私はみておるのであります。

そこで、どういふふうになつて原子というものが成り立つておるかということ、一応皆様御承知のこととは思いますが、ここで申上げておく私としては必要でありますので、水素が一番元素のうちで重量の軽い元素ということになつておりますので、この水素をとつて申上げると、水素の構成は、真ん中にプラス電気を帯びた、これを英語でプロトン、或いは陽電気を帯びているので陽子という名前がついておるのでありますが、このプラスの電気を帯びた陽子のぐるりを、今度はマイナス電子を帯びた陽子に対する陰電気の陰子が、非常なハイスピードで以て陽子のぐるりを始終回転しておる。この陽子と陰電子の距離は、地球と太陽になぞらえるくらいの距離にあるということ、如何にその陽子というものが小さいものであるかというわけなんです。われわれが目で見ると、こういう木でも水でも、殆んど隙間がないくらいに分子というものが集合しているように思うのですが、実はそうではなくして、非常な微粒子が自分の外面者に対しては、大変な大きな距離にはなされて、そして陽子のぐるりに陰子が、丁度太陽を中心として地球が回転するかのような工合に廻つてゐる。これが水素の一元素に対する状態であります。もしこれが水素と、その次に重いヘリウムになると、この陽電子が二つになる。この陽電子が一つが二つになるし、それからもう一つこのぐるりを廻つてゐる二つの陽子と二つの陰電子から成り立つたのがこれがヘリウム。丁度重さにしても水素の2倍である。こういうような構成になつて、これがだんだんと数がふえるに従つて、いろいろの元素をなし、一番重いのがただいま天然にあるものとして、ウラニウムが一番数が多くて、この陽子の数が92であるというのであります。そこに金があつたり、鉄があつたり、銅があつたりいろいろあつて、水素、ウラニウムを含めて92の異つた元素があるわけなんです。みんな同じ構造で陽子と陰子から成り立つてゐる。ただその陽子の数が多いか、少ないかで、92の違つた種類の元素が生まれてきたのである。こういうことになつて参つたわけでありませう。

す。そうしてこのプラス陽子の電気容量と、陰子の持つているマイナス電気の電気量というものは、丁度イコールであるので物体としては中性、プラス電気もなければマイナス電気もない、ニュートラルなものになるわけがあります。しかし重量は、陽子のほうが陰子の何千倍というほど重いものでありますために、物体の重さというものは、殆んど陽子の数によつて決まらるので、陰子というほうは量にはあまり大きな影響はない。ただ電気量が一つずつ同じ量で、総和はゼロである。こういうことが言われておるのであります。

ところがここに原子力で一応必要なのは、この微粒子というものは、陽子と陰子だけではない。これにもう一つ電気も何も含まない中性子、こういうニュートロンというものが、この上加わつていることがある。たとえば水素で申上げると、陽電気を帯びた陽子のほかに、もう一つ電気を帯びない中性子がここにくつついています。こういう水素がある。そうするとこれは一つに対する二つでありますから、重量が二倍、普通の水素よりも重さが二倍になる。これを重水素。化学的の性質に陽子が一つと陰子が一つ、ちつとも変わらない。ただ重量だけがニュートロン、中性子が一つくつついていられるために、普通の水素よりも重い。これがいわゆる新聞などに出る重水素。重水素二つと酸素一つと化合してできた水が重水というものであります、普通の水よりも重い。それと同じような筆法で、ウラニウムも大体陽電子の数は 92 が天然に定まつた数であります、これに中性子が 143 あるものと、146 加わる中性子のものと両方ありまして、 $V_{235}$  と  $V_{238}$  というものと 2 種類、同じ天然ウラニウムの中に含まれている。これも丁度普通の水素と重水素との関係と同じように、ニュートロンの数でこういうふうに重量が違うわけです。こういう陽子の数は同じで、同じ水素であるけれども、重量が中性子の加わつたために違うというのを、普通の水素と重水素との間の関係を同位元素。ですからウラニウムにしても、このウラニウムの 235 と 238、これはお互いにやはり同位元素であります。同じ元素であるけれども、重量が違う。アイソトープというのは、同位元素と日本語をして使つてあるのは、こういう関係にあるのであります。

そこで天然のナチュラル、ウラニウムというものを製錬すると、必ずナチュラル、ウラニウムの中には 238 が全体の 99.3% を含んで、235 のほうは 0.3% しか持つていない。こういう比率で 235 と 238 とが含まれているのが、天然の製錬された金属ウラニウムをなしております。これはどういふことにこういうことは必要であるかと申しますと、ここに如何にして原子力というものが発生するかということに、このウラニウム

の 235 と 238 というものが必要になつてくるのであります、今申上げるように天然ウラニウムの中には、プラス電気を帯びた 92 の陽電子と、そのほかに電気を帯びない中性子が、これはこのほうが数が、143 とか 146 とかいう中性子がくつついて、ここに陰電子が陽子の数だけ取囲んで、プラス、マイナス、ゼロにして、中性を保ちながら存在する。そこに持つていつて、今度は中性子を何かの方法によつて、一つでも非常なスピードで以て、ウラニウムの元素の中に飛び込ませる。そうすると中性でありますから、ここに陰電子があつてもこれに妨げられることなく、又中心に陽電気があつても、これに反撥もされなければ、又吸い取られることもなく、そのスピードで以て、陽子と中性子との集合体原子核に非常なスピードで以て中性子がぶつつかる。そうすると原子核が分裂を起すわけであります。そうすると分裂を起したときに、歴大なエネルギーを発生し、熱エネルギーに変化して、外に熱を放散する。これはアイシュタインが「物質はエネルギーである」こういう断定をしたのは、ここに根拠があるのであります、すべての物質はエネルギーである。これをどうして發揮させるかということ、今のように分裂を起させると、持つたエネルギーを外に出すこれが原子力のもとになるわけであります。

一体そのエネルギーは、どのくらいのエネルギーか、これは物理学者などに言わせると、一つの原子が分裂作用を起すときに、その持つて居るエネルギーの千分の一が熱となる、而も其量はえらい天文学的な数字を出すわけですが、そういうものをここで申上げて、なかなかわれわれ頭に入らん。ただそれよりも、どのくらい大きなエネルギーかということ、たとえて申上げますと、ここにウラニウムが一トンのある、一トンのウラニウムをこういうような方法で分裂作用を起さしてエネルギーにする。それがどのくらいのエネルギーになるかということ、石炭の 330 万トンを燃やしたときに発生する熱エネルギーと同じエネルギーを、一トンのウラニウムの核分裂によつて発生する。これで以て大体どのくらい大きなエネルギーを原子核というものの分裂によつて発生するかということのアイデアが得られるのではないかと思うわけであります。

ところがここに考えさせられるのは、このウラニウムの、天然ウラニウムには 235 と 238、こういう同位元素から成り立つておるが、このニュートロンによつて分裂作用を起し得る、たやすく起し得る同位元素は、この内 235 であつて、238 はそういうエネルギーのもとにならない。むしろ中性子がやつてくると、238 のほうに吸収される。ニュートロンがこの中に吸収されて、プルトニウムの 239 というものに変化していく。これだけではエ

エネルギーにならないのであります。エネルギーを発生するには核分裂によつて最初に発生するのは、 $^{235}\text{U}$  だけしか有効に働かない。 $^{238}\text{U}$  はむしろ邪魔になる。つまり中性子を沢山出しても、この中に吸収してしまふ。それであるだけウラニウムの  $^{235}\text{U}$  を 0.7% しかないのを、できるだけパーセントをあげると、非常に量が少なくて、大きなエネルギーを発生し得るということから、アメリカが卒先して爆弾を製造するために、天然ウランから、ある方法によつて  $^{235}\text{U}$  の含有量をできるだけ高めようという方法を、オークリッジのプラントでやつているのが今の濃縮ウランと称するものであります。即ちエンリッチトウラニウムというのは、要するに核分裂に有効な  $^{235}\text{U}$  をできるだけパーセントをあげたものである。今東海村に参りました燃料はわずかに全体の量が 10 キロかそこいらですが、その燃料はこの  $^{235}\text{U}$  が 20% に濃縮したものであります。ですから 10 キログラム全体の量があつても、有効な、いわゆる分裂作用を起し得る燃料は 2 キロしかない、含まれていないということになるわけでありまして。これは最近アメリカでは、20% はおろか、90% まで濃縮された濃縮ウランを製造し得るのだということが伝えられているのも、なるべく量を少なくして有効なエネルギーの根源をこしらえようということのためにほかならんのであります。

ところで、今申上げました中性子によつて核分裂を起してエネルギーを出す。これが原子爆弾のようなものでありますならば、一ぺんに分裂作用を起させて、できるだけ持つているエネルギーをインスタンティニアスに出させることが必要。ところが平和利用ということになると、破壊力では困るので、要するに発生するエネルギーを使用したい。思うままのわれわれの要求通りに、多くも出し得るし、止めることもできるし、いわゆるコントロールすることができなければ、平和利用にならない。爆弾に使うならば、何もコントロールの必要はないのであります。平和利用となれば、これを制御することが可能であるということが重大な、むしろ根本の原理になるわけでありまして。これが可能になつたので、初めて原子力の平和利用ということが実際になつたわけでありまして。

どうしてこのコントロールがされるのかというと、ここに沢山ウラン  $^{235}\text{U}$  の原子核が存在している。そうすると一つのニュートロンが飛び込んで一つの原子核が分裂し非常に勢で分裂を起す。そうするとここにエネルギーを出す。そうするとこの陽電子は、ある数にわかれて、違つた元素に変化するわけでありまして。それと同時に自分の持つておつたニュートロンも、また外に飛び出す性質を持つている。自分が分裂すると同時に、今度また自

分の持つておつた中性子を外に飛び出させる。この飛び出した中性子が、次の原子核にまたぶつつかる。そうすると次のまた原子核が分裂作用を起してエネルギーを出す。と同時にまた自分の持つておつた中性子を、次の原子核にぶつつかせる。こういうふうにならぬに一ぺん一つのニュートロンを一つの原子核にぶつつかると、次々と原子核の分裂作用を起すことになる。これを連鎖反応と称しておる。このニュートロンを制御することができればニュートロンを適当な方法で以つて、飛び出すことを止めたり、或いはそれをよけいだんだんとふやすようにすれば、一つの原子核から出てくるエネルギーを、多くもなるし、少なくもなるし、また要求があれば、それをストップすることもできる。もし中性子の発生をコントロールすることによつて、原子力の量を自由に加減することができる。これが原子力を平和的に利用することのできるようになった一つの大きなものになつておるのであります。

ところがさつき申上げたように、ウラン  $^{238}\text{U}$  にニュートロンが飛び込むと、分裂作用を起さないで、みんなこの中に吸収してプルトニウムになつてしまふのであります。ですから、なるべくニュートロンの飛び出すスピードをゆるめる。速度をゆるめると、 $^{238}\text{U}$  に吸収される率が少なくなつて、こつちの  $^{235}\text{U}$  のほうの分裂作用を起す率が高くなるという特性を持つているので何とかしてニュートロンのスピードをゆるめる方法を講ずることが必要だ。それにはただの水ではその効果が少ないので、どうしてもさつき同位元素のところ申上げた重水素をもとにした水、いわゆる重水というものを間に、原子核の間につめておくと、この出てきたニュートロンの速度をゆるめる作用を持つている。これを緩速剤とか、或いは減速剤英語でモデレーターという言葉を使つておるのであります。これに重水とか、もしくは非常に純度の高いグラハイト、(黒鉛)、この二つが今のニュートロンの速度を緩和する性質を持つている。だからもし天然ウランのわずかに 0.7% しか  $^{235}\text{U}$  を含んでいない天然ウランを原料として、原子炉の働かきをなさせようと思うと、減速剤に今のような重水とか、グラハイトとかいうものが非常に必要性が多くなつてきます。もし高い程度まで、 $^{235}\text{U}$  を濃縮したウランを燃料として使う場合においては、このモデレーターというものは、そうやかましく言う必要はない。普通の水でこと足りるという見解もそこにあるのでありまして、それがイギリスの天然ウランはグラハイトを減速剤、アメリカは濃縮ウランで普通の水だということをよく言われる理由も、この  $^{238}\text{U}$  に吸収される中性子をなるべく少なくして、 $^{235}\text{U}$  にぶつかつて分裂作用を次々に起させる、連鎖反応を順調に起させるために、



今のモデレーターというものがなくなってくるわけがあります。大体これで原子力が、いわゆるウランの 235 が分裂作用を起せばエネルギーになる、そのエネルギーをコントロールするためには、こういうふうなニュートロンを制御することによつてできるということをお話申上げたつもりであります。

ただ御了解を得たかどうか、甚だ心配ではあります、一応それでその点を終りまして、このプルトニウム 239 というものは一体どういうものかという、これは 238 に中性子がぶつかつて、それが分裂作用を起さないで、この中に抱きこんで出来た、これは天然にはない元素だそうです。初めて原子核の分裂によつて発見され、またできた一つの新しい元素と申してもいいのですが、天然にはこういうものはないそうです。ところが、これが初めは分裂作用を起さないから、プルトニウム 239 に変わると、これがエネルギーのもとになり得る。235 と同じように、これに中性子をぶつつけると、分裂作用を起す原料になるのですから、天然ウラン 238 が沢山含まれておつても、だんだん原子炉を使つて 235 を分裂し、一方中性子が 238 の中に入つて 235 に変わつてくると、今度またそのできたものが原子燃料に使えるというわけ。

それで、イギリスのコールダーホールでやかましいらしい天然ウランの原料は、このできた 239 をもう一べん精製して、これを原子爆弾の原料にする。かくしてイギリスのコールダーホールのプラントは、発電所のパワーが主で、この原子爆弾の原料 239 がバイプロダクトになるのか、或いは 239 が主な目的で、パワーはバイプロダクトであるのか、どつちとも言えないように考えられるくらい、できたプルトニウムというものは重要な性質を持つている。現に爆弾にしても、長崎にアメリカ軍が終戦の間際に落したものが、プルトニウム 239 を原料にした爆弾であつて、広島に落したものは濃縮したウラン 235 をもとにした爆弾で、全然広島と長崎の爆弾はものが違うということ、われわれは聞いておつたのですが、その違いはそこにあるといわれておるのであります。

それならば、天然ウランを原料にして一応原子炉を動かす。そうして 235 をできるだけ核分裂してエネルギーを出す。そうして出来たものの中から 239 をまた繰返し原子炉の中に入れて、今度また 239 を燃料にして、原子核を分裂を起させる。繰返し繰返しやると、非常に天然ウランが有効に原子エネルギーに使われることになる。増殖炉と訳しておるブリーダーと言つております方式の原子炉は将来性ある最も経済的な原子炉と考えられます。これができるようになれば、何も濃縮ウランを強いて高い金を出してこしらえなくてもいいのではないか

ということになるのですが、さて増殖炉というものは、理窟はそうですが、ただいまのところは、まだブラクチカルになつていないのであります。即ち廃棄物からプルトニウムを分離して、それをもとの原子炉の中に復帰させるということは、理窟では誠にいい理窟ですが、実際問題となると、未解決の点が多々ありまして、ブリーダーを実現しているところは、いまのところは例は聞いておりませんが、将来濃縮ウランをもとにして、こういうブリーダーなんということを考えに入れなくていいの、或いは濃縮ウランというものは考えの中に入れて、ことに日本などはブリーダー式を今から大いに研究して、これの実用化を図るのが日本の国策として適宜であるかということは、これは非常に大きな問題で、ことに私が担当している原子力研究所で、一体将来の研究目標をどこにおくかという点に、このブリーダー、リアクターというものは、非常に大きな重大なファクターであると私は思つております。

そこで、それでは原子炉というものは、一体どういう大體構造のものであるか。原理はこうだが、原子炉というものは、一体どうやつて動力に使うかという、結局これはエネルギーが熱になつて外に発生するのでありますからして、一応熱をもとにして動力化するより方法はない。ただいまのところでは、きわめて常識的な、革命的でもなんでもありません。リアクターの中で発生した熱は、冷却剤によつて炉が冷却される。それと同時に冷却剤として用いられた冷却剤は、温度が高くなる。そのリアクターから吸収した熱を外に出して、熱交換機に持つていつて、そうして清水を蒸気にかえる。熱交換機で蒸気にかえる。それから先はボイラーと同じで、できた蒸気で、スチームタービンを運転し、これが発電機を運転して電気を起すということで、ただ普通の発電所で言うと、ボイラーの代りにリアクターと熱交換機をおけばあとは火力の発電所と些かも変らんという方法にほかならぬのであります。

そういうわけでありますから、ちよつと機械の方とかわれわれ電気屋なんかでも、原子力発電所工業、えらいこれは革命だといわれるが、熱の根源は、理論的に今申上げたように、燃焼とは全然違う、核分裂によつて生ずる熱ということになるわけですが、ただ熱の根源が燃焼と核分裂と違うだけであつて、動力化する道というのは、全然コンベンショナル、ファイアプラントに変わりはない、しかも熱交換機が間に入つたりするものですからして、熱効率というものは今日の近代化されたファイアプラントのボイラーを使つた火力発電所からみると、はるかに低いのであります、今日のところ高くても熱効率は 25% を超えることは、不可能だと考えられるの

であります。御承知のように近代的な火力発電所は、35%からややもすれば40%を超えるということでありまして、熱効率からいうときわめて低いことになつておるところに、われわれとしては将来大いに考えなければならぬ問題がある。何とかしてこの熱エネルギーを、こういうふうに熱交換スチームにかえたりしないで、直接電気エネルギーでも何でも利用できるパワーとして、成功できる方法があつたら、これは原子エネルギーというものもいわゆる産業界の大きな革命と申して差し支えないことになるだろうと思つております。現在のところでは、ちよいちよい外国人のペテントなどにそういう原理が散見されるようではありますが、この実用はまだなかなか何年後かわれわれにもちよつと予測できないような状態であります。ただスイスは御承知のように非常にガスタービンの研究の進んだところであるだけにスイスの原子力応用の一つの方針としては、こういう熱交換機などでスチームによらずに、ガスクーリングにして、そのガスを直接ガスタービンに使つてパワーに変える、これはスチームタービンを利用するよりもエコノミーからいえばワンステップ進歩したものではないかと私は考えているのであります。

そこで、はなはだ説明が簡略で申しわけありませんが、時間の関係がありますので、最後の一体問題の焦点というのは、即ち今日本でもつばら議論されているのはイギリス型が日本で適当であるか、あるいはアメリカの型のほうが日本としてまず取つづくべきかという議論が一番主要な問題点であります。先ほどから申し上げるようにイギリスのコールダーホールのグラハイトというのは天然ウランの235を0.7しか含んでいないウランを燃料としている。そうしてどうしても緩速材に重水またはグラハイトが必要である。これをコールダーホールはグラハイトでこの目的を果している。クーラントは何を使うかというイギリスは炭酸ガスを使つてガスクーラントにしている。そのガスの得た熱をエキスチェンジャーにもつていつてスチームに変えていくというのがコールダーホールのゼネラルプランであります。ところがアメリカさんから言わせると、イギリスのタイプは非常に古い、極端なことを言う人は写真機でいえばボックスタイプのカメラだというぐらゐに悪口をいうのでありますが、アメリカの式は濃縮ウランを原料としているものが99%であります。その代りにアメリカではウェスチングハウスはいろいろなタイプを違えて研究をし、また発電所の建設にしてもシカゴエヂソンはこういうタイプ、ヤンキーとかいう20万キロぐらゐのプラントはPWR式である。あるいはデトロイトの式は今のブリーダーの方法を今後もつと研究を進めてこれによつて天然ウラン

を原料として発電設備をやつてみようとか、何でもアメリカは7、8カ所大きなプラントができてつあるのですが、これはみんなタイプが違う。あるいは金属ナトリウムの液体金属ナトリウムでクーラントを賄う。あるいは水にウラニウムを溶して炉の中は溶液で燃料にするこれをホモジニヤスリアクター、均一炉といつておるのですが、またそのほかには金属ウラン、濃縮ウランで棒にしてその外にステンレススチールがジルコニウムの、合金のものでカバーしたパイプのようなものを原子炉の中に突込ん燃料にしている。多種多様でみな方式が違う。アメリカ人に言わせると、イギリスは御承知のように燃料に行詰つている。石炭は今まで以上出すことは不可能、水力はもともとイギリスは持つていない。石油も東南アジアあたりから運んで来ないと、ことに間に合わないというのにもつていつて、イギリスの動力事情が年々増えていくということになると、どうしても他に動力資源、熱資源を求めなければならない。そこにもつていつて幸いに原子力というもの話題にのぼつてきたので、イギリスはこれに飛びつかざるを得ない羽目になつている。そのためにいろんなタイプをアメリカのように余裕綽々で研究して、一番いい方法を見出して、それから動力化するというような余裕がない。いきなり簡単にできる、間違いのない方法に飛びつかざるを得ないというのがイギリスの動力事情で、そのためにイギリスは一本で研究してきた、天然ウラン、それからグラハイト・モデルイターガスクーリング、この方式一本でイギリスが進んでいる理由は、国内の動力源の急迫している実情によるものである。

ところがアメリカになつてみると御承知のように石炭もあり余るほど資源を持つているし、水力も開発すればいくらかでも水力がある。重油は量からいえば外国から輸入しないと足りんでしようが、とにかく国内では相当な量を採取できるというような事情で、何も今わけのわからん発達の上にある原子力を無理やりに使わなくても、アメリカは動力資源に不足はないのだ。しかしアメリカともあろうものが世界の話題にのぼつている原子力を無視するわけにはいかないし、また将来のことを考えれば、どうしても怠らず研究をして、一体どういうタイプが一番アメリカで適当であるかという結論に到達するためには、あらゆる犠牲を払つて、各所に違つたプラントを考えられるだけ違つたタイプを試験的に置いて、その結果を総合して、一つアメリカにおけるもつともエコノミカルなアクターのシステムを確立すべきである。というのがアメリカの考え方で、それでありまして、よく日本でコールダーホール式はコンマーシャルベースにのるそうだ、アメリカのはまだなかなか、そう火力と匹

敵できるようなコストにならんらしいとかいうことを議論するのは、根本において根拠のない話であつて、イギリスはコストがどうであろうと、動力資源を得るためには、いやでもこういう方式でやらざるを得ない。アメリカはコストなんというものは、やつてみればわかるじやないか、何も今ベイスするかしないか計算したところで、これは机上の計算であつて、やつてみないとほんとうの結果はわからない。だから日本の視察者がアメリカに行つて権威者に一体ウェスティングハウス式 P・W・R のリアクターは発電コストはどのくらいになるかということ質問しようとしたら、とぼけたような顔をして、今頃そんなことを聞かれても頼りになるデータが与えられるかと思うかというような顔をすることを視察者の二、三の方から聞いて、なるほどアメリカ人の言いそうなことだと、こう思っているわけであります。これはアメリカとイギリスの違いであります、一体日本の事情はどうであるか、これが今議論の分れるところであつて、御承知のように電力会社一派のほうは日本の電力需給の關係が、もうここ十年も経つて非常に窮迫した状態になる。このまま石炭火力、あるいは重油等によつて火力で補うとすれば、石炭は千何百万トン電力用に掘らなければならない。あるいは相当量の重油を輸入してもらわなければならない。そのためには第一の輸送から考えなければならないので、タンカーの増設を必要とするというような計算から、どうしても十年以内には百万キロ程度の原子力発電所をこしらえないと、日本は動力資源に行き詰るということで、1日も早く。イギリスのコールダーホール式の旧式でもいいから間違いないというものを日本に取り入れて、早く原子力発電所を使いたいというのと、一方にはそんなことをしておつては、日本の原子力の自立化というもの根本から覆えされる。もつと基礎を固めて十分な陣容も整えて、それからある程度まで日本の国産で原子力発電所が賄えるような下地をこしらえてから、原子力の本式の発電所をこしらえるべきではないか、その下地なしに、基礎なしに建設を急いだならば、これは必ず将来に悔を残すおそれがある。原子力の国産化ということは、いつの間にか飛んで、未来永劫外国に依存しなければならぬような羽目になるのではなからうかというような議論が、慎重派というか、しいていえば慎重派と急進派との議論の分れ目であります。

それから今急ぐほうは、どうしてもコールダーホールを日本にいきなり持つてきても間違いないのだ、アメリカ式は今研究の道程にあるために非常に能率が高いが技術上むずかしい、ことにウェスティングハウス P・W・R といつているのはクラーントの水に非常に高い、二千ポンドバスケアインチというような非常に高い圧力を加

えてクラーントをサーキュレートさせるという方式は濃縮ウランを使うのでありますから、非常にアクターは小さいものになつて熱効率もコールダーホールよりも遙かに高いし、建設コストも低いし、所要の敷地も小さくて済むというような、非常に特徴はあるが、この非常に高いガスの圧力を炉に加えて、しかもそれには放射能を十分發揮する物質を含んで居る。これが一旦爆発でもしたらどうなるというような危険のことを考えると、うっかり手がつけれない。それでアメリカは今、各所で研究をして居る最中でありますから、今急に発電所を日本でやろうとすると、どうしてもイギリスのコールダーホール式に傾くより仕方がない。自重するほうは、ここ二、三年経てばアメリカでいろいろ各所で研究をしている結果が十分ここに現われる。その結果を待つて一番いいエコノミカルなシステムを日本に取り入れて、それを基にして日本が進んでいくほうが、無駄が少くていいのではないか。こういう説がまたその中に介在して、第一天然ウランを原料にするほうがいいか、あるいは濃縮ウランを原料として、これから進めていくのが日本の将来のためにいいか、いろんなファクターがここに問題になり得るので、それを組み合わせると、なかなか複雑した問題が生れてくるのでありまして、ここに日本の国論、これを中心とした国論がなかなか沸騰して、それに対しての決定的な結論にまだ到達し得ないという原因はそこらにあるのであります。

ついでに申し上げますと、濃縮ウランであります、この濃縮ウランがまことに原料としていいわけですが、これには非常に大きな電力を今の方法でやると消費せざるを得ない。極端な話は、この天然ウランを濃縮するために使われる電力が、それによつて発生する電力よりも以上に消費する。それでは何のために濃縮ウランをこしらえるかわからぬ。殆んど常識外れのことになるのですが、アメリカは爆弾の原料として濃縮ウランをどうしても軍器の必要上製造せざるを得ない。これがまたアメリカ式で、非常に龐大なプラントをオークリッジに設けて、ここで大げさに濃縮ウランの生産をやる。これを爆弾の原料に使う。ところが今日のように実際の戦争はなかなかない。戦争がない間に、そう原子爆弾ばかりをこしらえるわけにはいかない。そういうので、これを当分平和時代にはパワーリアクターに利用して、消費をはかろうというアメリカの考え方があります。そのためにアイゼンハワーが世界に宣言して、濃縮ウランを貸与するか、20 トン供給するかということを使うのも、平和時代におけるオーバープロダクションを始末する道を講じよう。決して濃縮ウランを供給して、それによつてアメリカが将来その国の原子力に関する限り、ヒモツ

きにしようとかいうような、そういう政治的な問題よりも、経済的な、商売の問題が主であると考えておるのがあります。濃縮ウランを日本で製造するということは、これはもつてのほかのことである。アメリカの如き軍器を主にすると、初めて経済のケタをはずしてやれることであつて、日本のように平和利用のみに使うウラン燃料にこういうような方法で濃縮することは考えられないことではあります、しかし濃縮の方法も、今はそういう方法しかないのであつて、いついかなる時期に、またえらい発明者が、えらいことを発見するかわからないです。何かカタライザーを使つて、そんなに大きな電力を使わなくて濃縮ができるということを、ドイツあたりでちよいちよい話題に上つたことも耳にしておりますが、いつ、濃縮ウランが簡単に、非常に少い経費でできるようにならんとも限らない。そういう可能性は考えるけれども、日本としては天然ウランを基にして、濃縮ウランは考えの中に入れてよしいというわけにはいかん。ですからやはり濃縮ウランを基にした原子炉についても相当の関心を持つところに、研究のステップを踏み出す必要もあると私は考えているのであります。

これで大体私として今日申し上げたいことは尽したつもりですが、まだお話しすればラジオアイソトープ、いわゆる放射性同位元素、これの利用ということはパワーを離れて、御承知のように医学、工業方面、農業方面、あらゆる方面に非常に大きな利用の道が開かれています。時々刻々利用の道が開かれ、また高まりつつある。ただいまのところ日本には、全部外国から輸入を仰ぐよりほかはないのであります、輸入額が1昨年度に7、8千万円にのぼつたとかいうことではありますから、昨年度はおそらく1億には達しただろうと思つてあります。ところがこれがまた、いろんな放射性同位元素はピンからキリまである。非常に寿命の長い放射線が続くものと二、三日で消えてなくなるもの、1週間かそこら持つ、いろんなものがあるそうではあります。それで今、アメリカからそういうような寿命の短いものを取り寄せると、飛行機で積んで来て、羽田に着いたときは放射線がなくなる。それでは輸入しても価値がない。着いたには着いたが羽田に来たときは値が半分に落ちる。こういうものもあるそうではあります。それでですから長い寿命のものはこれは輸入を仰ぐのも当分やむを得ないとしても、非常に短い、数日にしてなくなる、あるいは1週間しか性能を持っていないとかいうようなラジオアイソトープだけでも、1日も早く日本で自家製で供給ができるようにしなければならぬ。これには原子炉ができれば、だんだんそういうものも数量においては不足しながら、幾らか自給ができるようになるのではないかと、こう考えて、これは重要な

一つの原子力に付随したネグレクトのできない部門だとわれわれは考えておるのであります。

もう一つ、ついでに申し上げるのは、今までの原子力は分裂、いわゆるフィッションによるエネルギーの利用であります、これとあべこべに、融合によるエネルギーというものがあります。これはウラン原子核をニュートロンで分裂をさせるとは、あべこべに水素のような簡単な一つしかないような原子核を2つ合せて、これを融合によつてヘリウムに2つの陽電子を含んだ元素に取り替える。そのときに核分裂に何千倍する大きなエネルギーを発生する。これが水素爆弾の素であるのですが、これをパワーに利用できないかということは誰しも思いつくことではありますけれども、これは全然今のところは実用にはならない。なぜ実用にならないかという、これは非常に高温度を必要とする。私らが想像がつかんような何千万度とかいう温度が必要、そんなものを一体保持する容器がいつできるか、どんなやかましい金属を使つても、そんな高い温度では、形もなくなるような、現在においては到底これを平和利用に使うということは思いもよらん。こういうのがフィッションを一体動力用に使うということを問題にしない理由になつていようであります。しかし核融合も、必ずしもそんな高温度でなければできないと限つたわけではないらしい。これもまたいろんな、何とかかんとかで、そう高い温度でなくてもヒュージョンを起すことによつてできるエネルギーをコントロールできるという時代がいつ来るか、われわれにはちよつと予測ができないのであります。アメリカのある権威者は日本から行つた視察者に対して、百年間はとても駄目だ、ヒュージョンによる利用ということは百年以内ではできない。だからお前もヒュージョンということは考えるな、そんな二股かけたらうまくいかん今ヒュージョンは頭の中に入れて、フィッション一本やりでいけ、と忠告されたら帰つて来て報告した人があります。しかしなかには10年も20年も先のことは何ともいえない。やはりヒュージョンによるエネルギーの利用ということを相当考えておかないと、いつ、どういううまいアイデアが発生するかわからないということを説く権威者もないでもないようでありまして、これがわれわれの常識ではどうどつちを何していいか、はなはだ去就に迷う次第でありますけれども、ただいまのところは、われわれはあまり両股をかける、あぶはち取らずになるおそれがあるので、フィッションを中心にして、なるべく日本の国策に合うような平和利用の実現をはからうということに努力を続けておるような次第であります。

大へんどうも長時間御清聴を煩しまして、果してどれだけの御参考になるか、はなはだ疑わしいのであります、一応これをもつて私のお話を終らしていただきたいと思つております。〔速記〕

# 創立 40 周年記念関西祝賀会講演

## 組合せダクトまたは管路網の流量分布 特性とその精密設計法の研究\* (昭和32. 7. 5. 発表)

Researches on Flow Characteristics and Accurate Design of  
Combined Net Pipe Line or Duct.

新 津 靖\*\*  
倉 橋 明 次\*\*\*

### 1. 緒 言

2本の平行本管を多数の支管で連結した管路網やダクトは、ボイラの過熱器、蒸発管、各種熱交換器、ゾーニングにおける供給および帰りダクト系など、工業上の応用面が少なくない。

しかしこのような管路網の特性や設計法の研究は、いままで発表されたものを見ないので、著者等が行ってきた単独管路の研究<sup>1)</sup>の延長として取り上げ、精密設計に対する理論的根拠を明らかにしたものである。

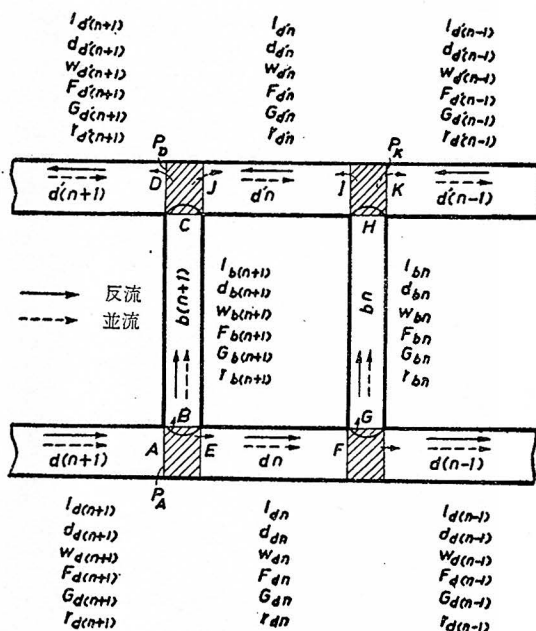
まず反流および並流管路網の設計基礎式を導いて両者の相異点を明確にし、次に各支管流量の制御理論を解明して、実験によつて設計式の妥当なことを明らかにした。

### 2. 管路一般関係式

組合せダクトまたは管路網は2本の平行本管内の流れの方向によつて、反流および並流の2つにわけて考えられるが、そのいずれにおいても、分岐本管流と本管流とが分流するか、または合流するかによつて、それぞれの平行本管を分流本管または合流本管と名づける。

一般にこのような管路網における任意の第  $n$  および第  $(n+1)$  支管を含む管路部分は第 1 図に示す通りであり、図中実線矢印は反流、点線は並流を示す。また斜線部分は分流および合流がおこる部分とするが、実際にはこの部分でのみ行われるのではなく、複雑な混合、分離現象となるので、解析を容易にするために、このように想定するのである。しかし管路部分の符号を図のように定め、A, B, C, …… K はそれぞれ分流および合流の直前、直後の管路断面を示し、合流本管の各記号

は分流本管のそれに ' をつけて区別する。また各管路部分の長さを  $l$  m, 直径を  $d$  m, 平均流速を  $w$  m/s, 断面積を  $F$  m<sup>2</sup>, 流量を  $G$  kg/s, 流体の単位重量を  $\gamma$  kg/m<sup>3</sup> とし、接尾符号をつけてそれぞれの管路部分のそれらの値を表わす。



第 1 図

#### (1) 反流の場合

第 1 図に示すような第  $n$  および第  $(n+1)$  支管を含む管路部分において、まず分流本管  $d(n+1)$  から支管  $b(n+1)$  を経て合流本管  $d(n+1)$  への流れ、すなわち  $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow D$  断面への流れについて考えると、つぎの圧力関係式が成り立つ。

\* この研究は本会創立 40 周年記念関西祝賀会の講演会において述べたもので、その大綱はすでに機械学会論文集、第 21 巻、第 105 号と応力連合委員会報告 (1954) に発表したが、協会の依頼でこれらをまとめ加筆したものである。

\*\* 大阪大学工学部教授 正員 \*\*\* 同 助手 正員

$$\begin{aligned}
 P_A + \frac{\gamma_{a(n+1)}}{2g} w_{a(n+1)}^2 &= \zeta_{b(n+1)} \frac{\gamma_{a(n+1)}}{2g} w_{a(n+1)}^2 \\
 &+ \lambda_{b(n+1)} \frac{l_{b(n+1)}}{d_{b(n+1)}} \frac{\gamma_{b(n+1)}}{2g} w_{b(n+1)}^2 \\
 &+ \zeta'_{b(n+1)} \frac{\gamma_{a'(n+1)}}{2g} w_{a'(n+1)}^2 + P_D \\
 &+ \frac{\gamma_{a'(n+1)}}{2g} w_{a'(n+1)}^2 \dots \dots \dots (2-1)
 \end{aligned}$$

ここに、 $P_A, P_D$  はそれぞれ  $A, D$  断面の静圧を示し、 $\zeta_{b(n+1)}$  は分流本管  $d(n+1)$  から支管  $b(n+1)$  へ分流する際の抵抗係数であり、 $\zeta_{b(n+1)}$  は支管  $b(n+1)$  から合流本管  $d'(n+1)$  へ合流するときの抵抗係数である。

つぎに分流本管  $d(n+1)$  から支管  $bn$  を経て合流本管  $d'(n+1)$  への流れ、すなわち  $A \rightarrow E \rightarrow F \rightarrow G \rightarrow H \rightarrow I \rightarrow J \rightarrow D$  断面への流れについては次式が成り立つ。

$$\begin{aligned}
 P_A + \frac{\gamma_{a(n+1)}}{2g} w_{a(n+1)}^2 &= \zeta_{a(n+1)} \frac{\gamma_{a(n+1)}}{2g} w_{a(n+1)}^2 \\
 &+ \lambda_{an} \frac{l_{an}}{d_{an}} \frac{\gamma_{an}}{2g} w_{an}^2 + \zeta_{bn} \frac{\gamma_{an}}{2g} w_{an}^2 \\
 &+ \lambda_{bn} \frac{l_{bn}}{d_{bn}} \frac{\gamma_{bn}}{2g} w_{bn}^2 + \zeta'_{bn} \frac{\gamma_{a'n}}{2g} w_{a'n}^2 \\
 &+ \lambda_{a'n} \frac{l_{a'n}}{d_{a'n}} \frac{\gamma_{a'n}}{2g} w_{a'n}^2 + \zeta'_{a(n+1)} \frac{\gamma_{a'(n+1)}}{2g} w_{a'(n+1)}^2 \\
 &+ P_D + \frac{\gamma_{a'(n+1)}}{2g} w_{a'(n+1)}^2 \dots \dots \dots (2-2)
 \end{aligned}$$

ここに、 $\zeta_{a(n+1)}$  は分流本管  $d(n+1)$  から分流本管  $dn$  へ分流する抵抗係数であり、 $\zeta_{bn}$  は本管  $dn$  から支管  $bn$  へ分流する際の抵抗係数である。また  $\zeta'_{bn}$  は支管  $bn$  から合流本管  $d'n$  へ合流する抵抗係数であり、 $\zeta'_{a(n+1)}$  は合流本管  $d'n$  から  $d'(n+1)$  へ合流するときの抵抗係数である。

よつて (2-1)、(2-2) 両式からつぎの関係式が得られる。

$$\begin{aligned}
 \zeta_{b(n+1)} \frac{\gamma_{a(n+1)}}{2g} w_{a(n+1)}^2 &+ \lambda_{b(n+1)} \frac{l_{b(n+1)}}{d_{b(n+1)}} \frac{\gamma_{b(n+1)}}{2g} w_{b(n+1)}^2 \\
 &+ \zeta'_{b(n+1)} \frac{\gamma_{a'(n+1)}}{2g} w_{a'(n+1)}^2 = \zeta_{a(n+1)} \frac{\gamma_{a(n+1)}}{2g} w_{a(n+1)}^2 \\
 &+ \lambda_{an} \frac{l_{an}}{d_{an}} \frac{\gamma_{an}}{2g} w_{an}^2 + \zeta_{bn} \frac{\gamma_{an}}{2g} w_{an}^2 \\
 &+ \lambda_{bn} \frac{l_{bn}}{d_{bn}} \frac{\gamma_{bn}}{2g} w_{bn}^2 + \zeta'_{bn} \frac{\gamma_{a'n}}{2g} w_{a'n}^2 \\
 &+ \lambda_{a'n} \frac{l_{a'n}}{d_{a'n}} \frac{\gamma_{a'n}}{2g} w_{a'n}^2 + \zeta'_{a(n+1)} \frac{\gamma_{a'(n+1)}}{2g} w_{a'(n+1)}^2 \\
 &\dots \dots \dots (2-3)
 \end{aligned}$$

また一方、流れの連続の式として一般につぎの関係式が成り立つ。

$$\left. \begin{aligned}
 w_{bn} F_{bn} \gamma_{bn} &= G_{bn} \\
 w_{an} G_{an} \gamma_{an} &= G_{an} \\
 w_{a'n} F_{a'n} \gamma_{a'n} &= G_{a'n}
 \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots (2-4)$$

また各分流、合流管路の間にはつぎの流量関係がある。

$$\left. \begin{aligned}
 G_{an} &= G_{bn} + G_{a(n-1)}, \quad G_{a(n+1)} = G_{b(n+1)} + G_{an} \\
 G_{a'n} &= G_{bn} + G_{a'(n-1)}, \quad G_{a'(n+1)} = G_{b(n+1)} + G_{a'n}
 \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots (2-5)$$

これらの流量関係を (2-3) 式に代入して整理すると

$$\begin{aligned}
 \zeta_{b(n+1)} \frac{1}{\gamma_{a(n+1)}} \frac{(G_{a(n+1)})^2}{F_{a(n+1)}} &+ \lambda_{b(n+1)} \frac{l_{b(n+1)}}{d_{b(n+1)}} \frac{1}{\gamma_{b(n+1)}} \left( \frac{G_{b(n+1)}}{F_{b(n+1)}} \right)^2 \\
 &+ \zeta'_{b(n+1)} \frac{1}{\gamma_{a'(n+1)}} \frac{(G_{a'(n+1)})^2}{F_{a'(n+1)}} = \zeta_{a(n+1)} \frac{1}{\gamma_{a(n+1)}} \frac{(G_{a(n+1)})^2}{F_{a(n+1)}} \\
 &+ \lambda_{an} \frac{l_{an}}{d_{an}} \frac{1}{\gamma_{an}} \left( \frac{G_{an}}{F_{an}} \right)^2 + \zeta_{bn} \frac{1}{\gamma_{bn}} \left( \frac{G_{bn}}{F_{bn}} \right)^2 \\
 &+ \lambda_{bn} \frac{l_{bn}}{d_{bn}} \frac{1}{\gamma_{bn}} \left( \frac{G_{bn}}{F_{bn}} \right)^2 + \zeta'_{bn} \frac{1}{\gamma_{a'n}} \left( \frac{G_{a'n}}{F_{a'n}} \right)^2 \\
 &+ \lambda_{a'n} \frac{l_{a'n}}{d_{a'n}} \frac{1}{\gamma_{a'n}} \left( \frac{G_{a'n}}{F_{a'n}} \right)^2 + \zeta'_{a(n+1)} \frac{1}{\gamma_{a'(n+1)}} \frac{(G_{a'(n+1)})^2}{F_{a'(n+1)}} \\
 &\dots \dots \dots (2-6)
 \end{aligned}$$

しかして一般に  $\zeta_b, \zeta_a, \zeta'_b, \zeta'_a$  は本管と支管との接合角  $\theta$ 、面積比  $M$ 、流量比  $S$  の関数であるが、 $\theta$  および  $M$  が与えられると、つぎのような流量比の2次式で表わされる<sup>2)</sup>。

$$\left. \begin{aligned}
 \zeta_{bn} &= a_n + b_n \left( \frac{G_{bn}}{G_{an}} \right) + c_n \left( \frac{G_{bn}}{G_{an}} \right)^2 \\
 \zeta_{b(n+1)} &= a_{(n+1)} + b_{(n+1)} \left( \frac{G_{b(n+1)}}{G_{a(n+1)}} \right) \\
 &+ c_{(n+1)} \left( \frac{G_{b(n+1)}}{G_{a(n+1)}} \right)^2 \\
 \zeta_{a(n+1)} &= a'_{(n+1)} + b'_{(n+1)} \left( \frac{G_{b(n+1)}}{G_{a(n+1)}} \right) \\
 &+ c'_{(n+1)} \left( \frac{G_{b(n+1)}}{G_{a(n+1)}} \right)^2 \\
 \zeta'_{bn} &= a_{sn} + b_{sn} \left( \frac{G_{bn}}{G_{an}} \right) + c_{sn} \left( \frac{G_{bn}}{G_{an}} \right)^2 \\
 \zeta'_{b(n+1)} &= a_{s(n+1)} + b_{s(n+1)} \left( \frac{G_{b(n+1)}}{G_{a(n+1)}} \right) \\
 &+ c_{s(n+1)} \left( \frac{G_{b(n+1)}}{G_{a(n+1)}} \right)^2 \\
 \zeta'_{a(n+1)} &= a'_{s(n+1)} + b'_{s(n+1)} \left( \frac{G_{b(n+1)}}{G_{a(n+1)}} \right) \\
 &+ c'_{s(n+1)} \left( \frac{G_{b(n+1)}}{G_{a(n+1)}} \right)^2
 \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots (2-7)$$

ここに一般に  $a_n, b_n, c_n, a'_n, b'_n, c'_n, a_{sn}, b_{sn}, c_{sn}, a_{s'n}, b_{s'n}, c_{s'n}$  は実験から決まる定数である。

しかして支管  $b1$ 、分流本管  $d1$ 、合流本管  $d'1$  の流量は (本管端閉そくで) 同一であるから、

$$G_{b1} = G_{d1} = G_{a'1} \text{ であり、一般に相対する本管の流量は同一であるから、次式が成り立つ。}$$

$$G_{an} = G_{a'n}, \quad G_{a(n+1)} = G_{a'(n+1)}, \quad \dots \dots \dots (2-8)$$

よつて (2-8)、(2-6) 式からつぎの関係式が得られる。

$$\begin{aligned}
 \left\{ (\zeta_{b(n+1)} - \zeta_{a(n+1)}) \left( \frac{1}{\gamma_{a(n+1)}} \right) \left( \frac{1}{F_{a(n+1)}} \right)^2 \right. \\
 \left. + (\zeta'_{b(n+1)} - \zeta'_{a(n+1)}) \left( \frac{1}{\gamma_{a'(n+1)}} \right) \left( \frac{1}{F_{a'(n+1)}} \right)^2 \right\} G_{a(n+1)}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & - \left\{ \left( \xi_{bn} + \lambda_{an} \frac{l_{an}}{d_{an}} \right) \left( \frac{1}{\gamma_{an}} \right) \left( \frac{1}{F_{an}} \right)^2 + \left( \xi'_{bn} \right. \right. \\
 & + \lambda_{a'n} \frac{l_{a'n}}{d_{a'n}} \left. \left. \left( \frac{1}{\gamma_{a'n}} \right) \left( \frac{1}{F_{a'n}} \right)^2 \right\} G_{an}^2 \\
 & + \lambda_{b(n+1)} \frac{l_{b(n+1)}}{d_{b(n+1)}} \left( \frac{1}{\gamma_{b(n+1)}} \right) \left( \frac{1}{F_{b(n+1)}} \right)^2 G_{b(n+1)}^2 \\
 & - \lambda_{bn} \frac{l_{bn}}{d_{bn}} \left( \frac{1}{\gamma_{bn}} \right) \left( \frac{1}{F_{bn}} \right)^2 G_{bn}^2 = 0 \\
 & \dots\dots\dots (2-9)
 \end{aligned}$$

この式は反流の場合の一般関係式であり、支管路中に彎曲部分、弁などを含むときには、それに相当する抵抗損失を式中の支管摩擦損失の項に附加すればよい。なお式中の分流、合流抵抗係数は(2-7)、(2-7)'式で示した値をとることはもちろんである。

つぎに普通の熱交換器におけるように一様径本管に同一径支管が同一接合角で分岐する管路網では、分流、合流抵抗係数の係数値の間には次の関係がある。

$$\left. \begin{aligned}
 a_{(n+1)} &= a_n = \dots \equiv a, & b_{(n+1)} &= b_n = \dots \equiv b, \\
 c_{(n+1)} &= c_n = \dots \equiv c \\
 a'_{(n+1)} &= a'_n = \dots \equiv a', & b'_{(n+1)} &= b'_n = \dots \equiv b', \\
 c'_{(n+1)} &= c'_n = \dots \equiv c' \\
 a_{s(n+1)} &= a_{sn} = \dots \equiv a_s, & b_{s(n+1)} &= b_{sn} = \dots \equiv b_s, \\
 c_{s(n+1)} &= c_{sn} = \dots \equiv c_s \\
 a'_{s(n+1)} &= a'_{sn} = \dots \equiv a'_s, & b'_{s(n+1)} &= b'_{sn} = \dots \\
 & \dots \equiv b'_s, & c'_{s(n+1)} &= c'_{sn} = \dots \equiv c'_s
 \end{aligned} \right\} \dots\dots (2-10)$$

なお、管路内の流体の単位重量は一般に管内圧力と温度によつて決まるが、実際にはその変化は無視できる場合が多いので、これを一定であるとし、また流体摩擦係数についても、本管、支管ごとに等しいとすると

$$\begin{aligned}
 \gamma_{bn} &= \gamma_{b(n+1)} = \gamma_{an} = \gamma_{a'n} = \gamma_{a(n+1)} \\
 & = \gamma_{a'(n+1)} = \dots \equiv \gamma \\
 \lambda_{bn} &= \lambda_{b(n+1)} = \dots \equiv \lambda_b, & \lambda_{an} &= \lambda_{a(n+1)} = \dots \equiv \lambda_a, \\
 \lambda_{a'n} &= \lambda_{a'(n+1)} = \dots \equiv \lambda_{a'} \dots\dots\dots (2-11)
 \end{aligned}$$

したがつて(2-9)式はつぎのように書き表わせる。

$$\begin{aligned}
 & \left\{ (a-a') + (b-b') + (c-c') \right\} \left( \frac{1}{F_a} \right)^2 + \left\{ (a_s - a'_s) \right. \\
 & + (b_s - b'_s) + (c_s - c'_s) \left. \right\} \left( \frac{1}{F_{a'}} \right)^2 + \lambda_b \frac{l_b}{d_b} \left( \frac{1}{F_b} \right)^2 \left. \right\} G_{b(n+1)}^2 \\
 & + \left\{ \left[ 2(a-a') + (b-b') \right] \left( \frac{1}{F_a} \right)^2 + \left[ 2(a_s - a'_s) \right. \right. \\
 & + (b_s - b'_s) \left. \left. \right] \left( \frac{1}{F_{a'}} \right)^2 \right\} G_{an} G_{b(n+1)} \\
 & = \left\{ (a'-a) \left( \frac{1}{F_a} \right)^2 + (a'_s - a_s) \left( \frac{1}{F_{a'}} \right)^2 \right\} G_{an}^2 \\
 & + \left\{ (a + \lambda_a \frac{l_a}{d_a}) G_{an}^2 + b G_{an} G_{bn} + c G_{bn}^2 \right\} \left( \frac{1}{F_a} \right)^2 \\
 & + \left\{ (a_s + \lambda_{a'} \frac{l_{a'}}{d_{a'}}) G_{an}^2 + b_s G_{an} G_{bn} + c_s G_{bn}^2 \right\} \left( \frac{1}{F_{a'}} \right)^2 \\
 & + \lambda_b \frac{l_b}{d_b} \left( \frac{1}{F_b} \right)^2 G_{bn}^2 \dots\dots\dots (2-12)
 \end{aligned}$$

(2) 並流の場合

第1図に示すような第n, 第(n+1)支管を含む管路部分において、 $d(n+1) \rightarrow b(n+1) \rightarrow d'n \rightarrow d'(n-1)$ への流れ、すなわち  $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow J \rightarrow I \rightarrow K$  断面への流れについては(1)の場合と同様な考え方によつてつぎの関係式が得られる。

$$\begin{aligned}
 P_A + \frac{\gamma_{a(n+1)}}{2g} w_{a(n+1)}^2 &= \xi_{b(n+1)} \frac{\gamma_{a(n+1)}}{2g} w_{a(n+1)}^2 \\
 & + \lambda_{b(n+1)} \frac{l_{b(n+1)}}{d_{b(n+1)}} \frac{\gamma_{b(n+1)}}{2g} w_{b(n+1)}^2 \\
 & + \xi'_{b(n+1)} \frac{\gamma_{a'n}}{2g} w_{a'n}^2 + \lambda_{a'n} \frac{l_{a'n}}{d_{a'n}} \frac{\gamma_{a'n}}{2g} w_{a'n}^2 \\
 & + \xi'_{an} \frac{\gamma_{a'(n-1)}}{2g} w_{a'(n-1)}^2 + P_K + \frac{\gamma_{a'(n-1)}}{2g} w_{a'(n-1)}^2 \\
 & \dots\dots\dots (2-13)
 \end{aligned}$$

ここに  $P_A, P_K$  はそれぞれ A および K 断面の静圧である。また  $\xi_{b(n+1)}$  は本管  $d(n+1)$  から支管  $b(n+1)$  へ分流する抵抗係数であり、 $\xi'_{b(n+1)}$  は支管  $b(n+1)$  から本管  $d'n$  へ合流する際の抵抗係数を示し、 $\xi'_{an}$  は本管  $a'n$  から本管  $d'(n-1)$  へ合流するときの抵抗係数である。

つぎに  $d(n+1) \rightarrow dn \rightarrow bn \rightarrow d'(n-1)$  への流れ、すなわち  $A \rightarrow E \rightarrow F \rightarrow G \rightarrow H \rightarrow K$  断面への流れについてはつぎの関係式が成り立つ。

$$\begin{aligned}
 P_A + \frac{\gamma_{a(n+1)}}{2g} w_{a(n+1)}^2 &= \xi_{a(n+1)} \frac{\gamma_{a(n+1)}}{2g} w_{a(n+1)}^2 \\
 & + \lambda_{an} \frac{l_{an}}{d_{an}} \frac{\gamma_{an}}{2g} w_{an}^2 + \xi_{bn} \frac{\gamma_{an}}{2g} w_{an}^2 \\
 & + \lambda_{bn} \frac{l_{bn}}{d_{bn}} \frac{\gamma_{bn}}{2g} w_{bn}^2 + \xi'_{an} \frac{\gamma_{a'(n-1)}}{2g} w_{a'(n-1)}^2 \\
 & + P_K + \frac{\gamma_{a'(n-1)}}{2g} w_{a'(n-1)}^2 \dots\dots\dots (2-14)
 \end{aligned}$$

ここに  $\xi_{a(n+1)}, \xi_{bn}$  は(1)で述べた通りであり、 $\xi'_{bn}$  は支管  $bn$  から本管  $d'(n-1)$  へ合流するときの抵抗係数である。

よつて(2-13)、(2-14)両式から

$$\begin{aligned}
 \xi_{a(n+1)} \frac{\gamma_{a(n+1)}}{2g} w_{a(n+1)}^2 &+ \lambda_{an} \frac{l_{an}}{d_{an}} \frac{\gamma_{an}}{2g} w_{an}^2 \\
 & + \xi_{bn} \frac{\gamma_{an}}{2g} w_{an}^2 + \lambda_{bn} \frac{l_{bn}}{d_{bn}} \frac{\gamma_{bn}}{2g} w_{bn}^2 \\
 & + \xi'_{bn} \frac{\gamma_{a'(n-1)}}{2g} w_{a'(n-1)}^2 = \xi_{b(n+1)} \frac{\gamma_{a(n+1)}}{2g} w_{a(n+1)}^2 \\
 & + \lambda_{b(n+1)} \frac{l_{b(n+1)}}{d_{b(n+1)}} \frac{\gamma_{b(n+1)}}{2g} w_{b(n+1)}^2 \\
 & + \xi'_{b(n+1)} \frac{\gamma_{a'n}}{2g} w_{a'n}^2 + \lambda_{a'n} \frac{l_{a'n}}{d_{a'n}} \frac{\gamma_{a'n}}{2g} w_{a'n}^2 \\
 & + \xi'_{an} \frac{\gamma_{a'(n-1)}}{2g} w_{a'(n-1)}^2 \dots\dots\dots (2-15)
 \end{aligned}$$

なお各管路について、(2-4)式で示される連続の式が成り立つとともに、各分流、合流管路の間には次の流量

関係がある。

$$G_{dn} = G_{bn} + G_{d(n-1)}, \quad G_{d(n+1)} = G_{b(n+1)} + G_{dn}$$

$$G_{d'n} = G_{b'n} + G_{d'(n-1)}, \quad G_{d'(n-1)} = G_{b'n} + G_{d'n}$$

..... (2-16)

よつて、これらの流量関係式と (2-15) 式から、つぎの一般関係式が成り立つ。

$$\zeta_{a(n+1)} \left( \frac{1}{\gamma_{a(n+1)}} \right) \left( \frac{G_{a(n+1)}}{F_{a(n+1)}} \right)^2 + \lambda_{dn} \frac{l_{dn}}{d_{dn}} \left( \frac{1}{\gamma_{an}} \right) \left( \frac{G_{an}}{F_{an}} \right)^2$$

$$+ \zeta_{bn} \left( \frac{1}{\gamma_{bn}} \right) \left( \frac{G_{bn}}{F_{bn}} \right)^2 + \lambda_{bn} \frac{l_{bn}}{d_{bn}} \left( \frac{1}{\gamma_{bn}} \right) \left( \frac{G_{bn}}{F_{bn}} \right)^2$$

$$+ \zeta'_{bn} \left( \frac{1}{\gamma_{d'(n-1)}} \right) \left( \frac{G_{d'(n-1)}}{F_{d'(n-1)}} \right)^2$$

$$= \zeta_{b(n+1)} \left( \frac{1}{\gamma_{a(n+1)}} \right) \left( \frac{G_{a(n+1)}}{F_{a(n+1)}} \right)^2$$

$$+ \lambda_{b(n+1)} \frac{l_{b(n+1)}}{d_{b(n+1)}} \left( \frac{1}{\gamma_{b(n+1)}} \right) \left( \frac{G_{b(n+1)}}{F_{b(n+1)}} \right)^2$$

$$+ \zeta'_{b(n+1)} \left( \frac{1}{\gamma_{d'n}} \right) \left( \frac{G_{d'n}}{F_{d'n}} \right)^2 + \lambda_{d'n} \frac{l_{d'n}}{d_{d'n}} \left( \frac{1}{\gamma_{d'n}} \right) \left( \frac{G_{d'n}}{F_{d'n}} \right)^2$$

$$+ \zeta'_{an} \left( \frac{1}{\gamma_{d'(n-1)}} \right) \left( \frac{G_{d'(n-1)}}{F_{d'(n-1)}} \right)^2 \dots \dots \dots (2-17)$$

ここに上式中の分流，合流抵抗係数の性質は(1)で述べた通りである。

しかして全流量を  $G_{tot}$  で表わすと  $G_{a1} + G_{d'1} = G_{tot}$  の関係があり，一般に相対する本管の流量の和は全流量  $G_{tot}$  に等しく，次式が成り立つ。すなわち

$$G_{an} + G_{d'n} = G_{tot}, \quad G_{d(n-1)} + G_{d'(n-1)} = G_{tot},$$

..... (2-18)

つぎに一樣径本管に同一径支管が同一接合角で分岐している場合には，(2-10)，(2-11)式が成り立つと考えれば，つぎの関係式が得られる。

$$\left[ \left\{ (a'-a) + (b'-b) + (c'-c) \right\} \left( \frac{1}{F_a} \right)^2 \right.$$

$$- c_s \left( \frac{1}{F_{d'}} \right)^2 - \lambda_b \frac{l_b}{d_b} \left( \frac{1}{F_b} \right)^2 \left. \right] G_{b(n+1)}^2$$

$$+ \left[ \left\{ 2(a'-a) + (b'-b) \right\} \left( \frac{1}{F_a} \right)^2 G_{an} \right.$$

$$- b_s \left( \frac{1}{F_{d'}} \right)^2 (G_{tot} - G_{an}) \left. \right] G_{b(n+1)}$$

$$= \left\{ (a-a') \left( \frac{1}{F_a} \right)^2 - \left( \lambda_a \frac{l_a}{d_a} + a \right) \left( \frac{1}{F_a} \right)^2 \right\} G_{an}^2$$

$$- b \left( \frac{1}{F_a} \right)^2 G_{an} G_{bn} - c \left( \frac{1}{F_a} \right)^2 G_{bn}^2$$

$$+ \left( \lambda_{d'} \frac{l_{d'}}{d_{d'}} + a_s \right) \left( \frac{1}{F_{d'}} \right)^2 (G_{tot} - G_{an})^2$$

$$- \left\{ (a_s - a_s') (G_{tot} - G_{d(n-1)})^2 + (b_s - b_s') (G_{tot} \right.$$

$$- G_{d(n-1)}) G_{bn} + (c_s - c_s') G_{bn}^2 \left. \right\} \left( \frac{1}{F_{d'}} \right)^2$$

$$- \lambda_b \frac{l_b}{d_b} \left( \frac{1}{F_b} \right)^2 G_{bn}^2 \dots \dots \dots (2-19)$$

### 3. 流量分布特性および単独管路との比較

一般の組合せダクトまたは管路網の圧力関係式は反流および並流の場合，それぞれ (2-9) 式および (2-17) 式で示されることは前述の通りであるが，通常同一径の2平行本管に同一支管を分岐した管路網がよく利用されるので，この場合についての管路流量分布特性を基礎式 (2-12)，(2-19) 式から求め，分流，合流単独管路特性と比較考察する。

(1) 反流の場合の流量分布

2. で述べた基礎式 (2-12) 式において，まず  $n=1$  の場合，すなわち支管  $b1$ ,  $b2$  を含む管路部分については  $G_{a1} = G_{b1}$  であり，同一径の2平行本管では  $F_a = F_{a'}$  であるから

$$\left[ \left\{ (a-a') + (b-b') + (c-c') \right\} \left( \frac{1}{F_a} \right)^2 + \left\{ (a_s - a_s') \right. \right.$$

$$\left. + (b_s - b_s') + (c_s - c_s') \right\} \left( \frac{1}{F_a} \right)^2 + \lambda_b \frac{l_b}{d_b} \left( \frac{1}{F_b} \right)^2 \left. \right] G_{b2}^2$$

$$+ \left[ \left\{ 2(a-a') + (b-b') \right\} \left( \frac{1}{F_a} \right)^2 + \left\{ 2(a_s - a_s') + (b_s \right. \right.$$

$$\left. - b_s') \right\} \left( \frac{1}{F_a} \right)^2 \left. \right] G_{b1} G_{b2}$$

$$= \left[ \left\{ a' + a_s' + b + b_s + c + c_s + 2\lambda_a \frac{l_a}{d_a} \right\} \left( \frac{1}{F_b} \right)^2 \right.$$

$$\left. + \lambda_b \frac{l_b}{d_b} \left( \frac{1}{F_b} \right)^2 \right] G_{b1}^2$$

この式の両辺を  $G_{b1}^2 \left( \frac{1}{F_a} \right)^2$  で割り， $\left( \frac{F_a}{F_b} \right) = M$  で表わすと，つぎのようになる。

$$A \left( \frac{G_{b2}}{G_{b1}} \right)^2 + B \left( \frac{G_{b2}}{G_{b1}} \right) = C$$

ここに

$$A = \left[ (a-a') + (b-b') + (c-c') + (a_s - a_s') + (b_s \right.$$

$$\left. - b_s') + (c_s - c_s') + \lambda_b \frac{l_b}{d_b} M^2 \right]$$

$$B = [2(a-a') + (b-b') + 2(a_s - a_s') + (b_s - b_s')]$$

$$C = \left[ a' + a_s' + b + b_s + c + c_s + 2\lambda_a \frac{l_a}{d_a} + \lambda_b \frac{l_b}{d_b} M^2 \right]$$

この式を解けば，第1，第2支管流量比  $\left( \frac{G_{b2}}{G_{b1}} \right)$  を求めることができる。

つぎに  $n=2$  の場合，すなわち支管  $b2$ ,  $b3$  を含む管路部分において

$$G_{d2} = G_{a1} + G_{b2} = G_{b1} + G_{b2}$$

$$\therefore \frac{G_{d2}}{G_{b1}} = 1 + \frac{G_{b2}}{G_{b1}}$$

よつて (2-12) 式から，次式が成り立つ。

$$A \left( \frac{G_{b3}}{G_{b1}} \right)^2 + B \left( 1 + \frac{G_{b2}}{G_{b1}} \right) \left( \frac{G_{b3}}{G_{b1}} \right) = (a' + a_s')$$



$$+ 2\lambda_a \frac{l_a}{d_a} \left(1 + \frac{G_{b2}}{G_{b1}}\right) + (b+b_s) \left(1 + \frac{G_{b2}}{G_{b1}}\right) \left(\frac{G_{b2}}{G_{b1}}\right) + \left(c+c_s+\lambda_b \frac{l_b}{d_b} M^2\right) \left(\frac{G_{b2}}{G_{b1}}\right)^2 \dots\dots\dots (3-2)$$

よつて (3-1) 式の解  $\left(\frac{G_{b2}}{G_{b1}}\right)$  の値を (3-2) 式に代入すれば、右辺は定数項となり、 $\left(\frac{G_{b3}}{G_{b1}}\right)$  を未知数として解くことができる。

このようにして一般に  $n = n$  の場合、すなわち支管  $bn, b(n+1)$  を含む管路部分においては

$$G_{an} = G_{a(n-1)} + G_{bn} = \sum_1^n G_{bn}$$

$$\therefore \frac{G_{an}}{G_{b1}} = \frac{\sum_1^n G_{bn}}{G_{b1}} = 1 + \frac{G_{b2}}{G_{b1}} + \frac{G_{b3}}{G_{b1}} + \dots\dots\dots + \frac{G_{bn}}{G_{b1}} = \sum_1^n \left(\frac{G_{bn}}{G_{b1}}\right)$$

よつて (2-12) 式から

$$A \left(\frac{G_{b(n+1)}}{G_{b1}}\right)^2 + B \sum_1^n \left(\frac{G_{bn}}{G_{b1}}\right) \left(\frac{G_{b(n+1)}}{G_{b1}}\right) = \left(a'+a_s'+2\lambda_a \frac{l_a}{d_a}\right) \left[\sum_1^n \left(\frac{G_{bn}}{G_{b1}}\right)^2\right] + (b+b_s) \left[\sum_1^n \left(\frac{G_{bn}}{G_{b1}}\right)\right] \left(\frac{G_{bn}}{G_{b1}}\right) + \left(c+c_s+\lambda_b \frac{l_b}{d_b} M^2\right) \left(\frac{G_{bn}}{G_{b1}}\right)^2 \dots\dots\dots (3-3)$$

上式から、逐次  $n=1, 2, \dots, (n-1)$  とおいて求めた  $\left(\frac{G_{b2}}{G_{b1}}\right), \left(\frac{G_{b3}}{G_{b1}}\right), \dots, \left(\frac{G_{bn}}{G_{b1}}\right)$  の値を代入して、第  $(n+1)$  支管の第1支管に対する流量比  $\left(\frac{G_{b(n+1)}}{G_{b1}}\right)$  を求めることができる。

したがつて、たとえば  $(n+1)$  本の支管をもつ管路網では、その間に  $n$  個の圧力関係式が成り立ち、上述のように管端から順次解くことによつて、各支管流量比を算出することができ、各管路の流量分布を知ることができる。

(2) 並流の場合の流量分布

反流と同じような考えで (2-19) 式について、計算を行えば各管路流量分布が求められるが、反流に対し並流では全流量  $G_{tot}$  が含まれる点が異なる。

いま

$$\frac{G_{tot}}{G_{b1}} = \Psi$$

とおくと、基礎式 (2-19) において、 $n=1, n=2$  および一般に  $n=n$  とおけば、つぎの (3-1)', (3-2)', (3-3)' 式が成り立つ。

$$A' \left(\frac{G_{b2}}{G_{b1}}\right)^2 + \left\{B' - b_s \Psi\right\} \left(\frac{G_{b2}}{G_{b1}}\right) = (a_s - a' - b - c')$$

$$- \left\{2 \left(\lambda_a \frac{l_a}{d_a} + a_s\right) + (b_s - b_s')\right\} \Psi + \left(\lambda_a \frac{l_a}{d_a} + a_s'\right) \Psi^2 \dots\dots\dots (3-1)'$$

ここに

$$A' = \left\{(a' - a) + (b' - b) + (c' - c) - c_s - \lambda_b \frac{l_b}{d_b} M^2\right\}$$

$$B' = \left\{2(a' - a) + (b' - b) + b_s\right\}$$

$$C' = \left(c + c_s - c_s' + \lambda_b \frac{l_b}{d_b} M^2\right)$$

$$A' \left(\frac{G_{b3}}{G_{b1}}\right)^2 + \left\{B' \left(1 + \frac{G_{b2}}{G_{b1}}\right) - b_s \Psi\right\} \left(\frac{G_{b3}}{G_{b1}}\right) = (a_s - a') \left(1 + \frac{G_{b2}}{G_{b1}}\right)^2 - b \left(1 + \frac{G_{b2}}{G_{b1}}\right) \left(\frac{G_{b2}}{G_{b1}}\right) - 2 \left(\lambda_a \frac{l_a}{d_a} + a_s\right) \left(1 + \frac{G_{b2}}{G_{b1}}\right) \Psi + \left(\lambda_a \frac{l_a}{d_a} + a_s'\right) \Psi^2 - (a_s - a_s') + 2(a_s - a_s') \Psi - (b_s - b_s') \left(\frac{G_{b2}}{G_{b1}}\right) \Psi + (b_s - b_s') \left(\frac{G_{b2}}{G_{b1}}\right) - B \left(\frac{G_{b2}}{G_{b1}}\right)^2 \dots\dots\dots (3-2)'$$

$$A' \left(\frac{G_{b(n+1)}}{G_{b1}}\right)^2 + \left\{B' \sum_1^n \left(\frac{G_{bn}}{G_{b1}}\right) - b_s \Psi\right\} \left(\frac{G_{b(n+1)}}{G_{b1}}\right) = (a_s - a') \left[\sum_1^n \left(\frac{G_{bn}}{G_{b1}}\right)\right]^2 - b \left[\sum_1^n \left(\frac{G_{bn}}{G_{b1}}\right)\right] \left(\frac{G_{bn}}{G_{b1}}\right) - 2 \left(\lambda_a \frac{l_a}{d_a} + a_s\right) \left[\sum_1^n \left(\frac{G_{bn}}{G_{b1}}\right)\right] \Psi + \left(\lambda_a \frac{l_a}{d_a} + a_s'\right) \Psi^2 - (a_s - a_s') \left[\sum_1^{(n-1)} \left(\frac{G_{bn}}{G_{b1}}\right)\right]^2 + 2(a_s - a_s') \left[\sum_1^{(n-1)} \left(\frac{G_{bn}}{G_{b1}}\right)\right] \Psi - (b_s - b_s') \left(\frac{G_{bn}}{G_{b1}}\right) \Psi + (b_s - b_s') \left[\sum_1^{(n-1)} \left(\frac{G_{bn}}{G_{b1}}\right)\right] \left(\frac{G_{bn}}{G_{b1}}\right) - B \left(\frac{G_{bn}}{G_{b1}}\right)^2 \dots\dots\dots (3-3)'$$

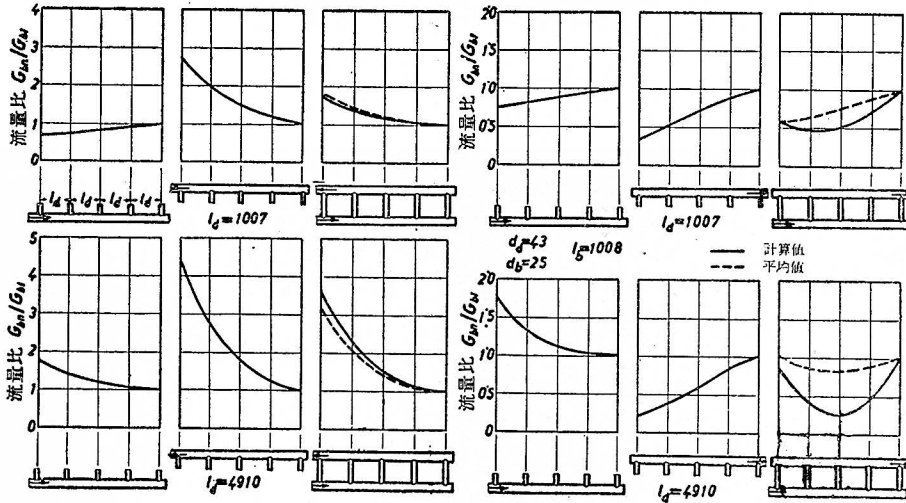
しかして一般に  $(n+1)$  本の支管を分岐する管路網では、 $\Psi$  にはつぎの関係がある。

$$\frac{G_{b1} + G_{b2} + \dots + G_{b(n+1)}}{G_{b1}} = \sum_1^{(n+1)} \left(\frac{G_{bn}}{G_{b1}}\right) = \frac{G_{tot}}{G_{b1}} = \Psi \dots\dots\dots (3-4)$$

(3-1)', (3-2)', (3-3)', (3-4) 式からわかるように、並流の場合には基準となる第1支管流量と全流量との比  $\Psi$  を仮定して (3-1)' 式に入れ、

$\left(\frac{G_{b2}}{G_{b1}}\right)$  を求め、この値をさらに (3-2)' 式に入れると右辺は定数値となり、2次式の解として  $\left(\frac{G_{b3}}{G_{b1}}\right)$  を算出できる。逐次この方法を繰り返して各支管流量比を求めることができるが、最後に (3-4) 式で与えられる  $\Psi$  が最初に仮定した値と一致するかどうかを確かめねばならない。

したがつて流量分布は  $\Psi$  の値を仮定する試算法によら



第 2 図

なければならず、並流の場合には逆流の場合より著しく計算が煩雑になる。

(3) 単独管路特性との比較

逆流、並流管網は各支管の中央断面でこれを分割すれば、単独の分流および合流管路にわかれる。したがって流量分布特性は一応、分流と合流の単独管路のそれぞれの性質を重畳したものに近いものと考えることができ

る。よつて計算例として、43 mm 径の平行本管に、25 mm 径、長さ 1008 mm の 5 本の支管を直角に分岐した管路網について、支管ピッチ  $l_d=1007$  mm および 4910 mm の場合の流量分布を(1),(2)で述べた基礎式から求め、単独管路流量特性と比較してみた。

第 2 図はこの計算結果を示すが、計算には流体摩擦係数  $\lambda=0.023$  とし、分流および合流抵抗係数はこの場合の断面比  $M = \left(\frac{43}{25}\right)^2 = 2.96$  に対するつぎの値を用いた<sup>3)</sup>。

$$\zeta_b = 1.30 - 1.52 \left(\frac{G_b}{G_a}\right) + 10.88 \left(\frac{G_b}{G_a}\right)^2$$

$$\zeta_d = -0.40 \left(\frac{G_b}{G_d}\right) + 0.70 \left(\frac{G_b}{G_d}\right)^2$$

$$\zeta_{b'} = -0.80 + 3.07 \left(\frac{G_b}{G_{a'}}\right) + 4.94 \left(\frac{G_b}{G_{a'}}\right)^2$$

$$\zeta_{d'} = 2.38 \left(\frac{G_b}{G_{a'}}\right) - 1.00 \left(\frac{G_b}{G_{a'}}\right)^2$$

すなわち、図から明らかのように、分流および合流単独管路のそれぞれの支管流量比の算術平均値(点線)は組合せ管路網の流量分布(実線)とかなりよく一致し、大体において単独管路の流量特性を組み合わせたものに近いことを知る。

以上のことを総括して考えると、つぎのことがいえる。すなわち、

(a) 逆流管路網は分流、合流抵抗の性質がわかつておれば、単独管路の場合と同じような要領でその流量分布を計算できるが、並流では全流量  $G_{tot}$  の項が加わり簡単に計算できず、試算法によらなければならない。

(b) 逆流では支管ピッチが長くなるほど、第 1 支管に対する各支管流量比は増大し、送入側に近い支管を通過して短絡する傾向を示す。一方並流では各支管を流れる流路長が等しく抵抗の平衡が保たれ、逆流の場合に比べて均一な流量分布が得られる。

(c) 組合せ管路網の流量分布は大略的に単独管路の流量分布の平均値として推測できる。

4. 抗抵抗御法による流量制御

組合せ管路網の流量制御に対しても、単独管路の場合と同じように、管路中に抵抗体をそう入して所定流量分布とするいわゆる抵抗制御法の応用が考えられる。しかして抵抗体のそう入管路としては(1)支管、(2)2本の両本管、(3)一方の本管とする3つの方法が考えられる。

よつて各支管流量の一樣分配を例にとつて、以下この流量制御法について考察する。

(1) 支管に抵抗体を入れた一樣分配

1) 逆流の場合

一般に第 1 図に示すような第  $n$ 、第  $(n+1)$  支管を含む管路部分に対しては(2-9)式で示す圧力関係が成り立つことは既述の通りである。

しかして各支管流量を一樣にしようとする場合には

$$\left. \begin{aligned} G_{bn} &= G_{b(n+1)} = \dots \dots \dots \equiv G_b \\ G_{dn} &= nG_b \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots (4-1)$$

いま支管路に抵抗体をそう入して、各支管流量を一樣にするときの制御抵抗値を  $\Delta K$  で表わすと、管内流体の

単位重量  $\gamma$  の変化を無視すれば (2-9), (4-1) 式から

$$\begin{aligned} \Delta K_{(n+1)} = & \left\{ \left( \zeta_{bn} + \lambda_{an} \frac{l_{an}}{d_{an}} \right) \left( \frac{1}{F_{an}} \right)^2 + (\zeta'_{bn} \right. \\ & + \lambda_{a'n} \frac{l_{a'n}}{d_{a'n}} \left. \left( \frac{1}{F_{a'n}} \right)^2 \right\} n^2 - \left\{ (\zeta_{b(n+1)} \right. \\ & - \zeta_{a(n+1)}) \left( \frac{1}{F_{a(n+1)}} \right)^2 + (\zeta'_{b(n+1)} \\ & - \zeta'_{a(n+1)}) \left( \frac{1}{F_{a'(n+1)}} \right)^2 \left. \right\} (n+1)^2 \\ & - \lambda_{b(n+1)} \frac{l_{b(n+1)}}{d_{b(n+1)}} \left( \frac{1}{F_{b(n+1)}} \right)^2 + \lambda_{bn} \frac{l_{bn}}{d_{bn}} \left( \frac{1}{F_{bn}} \right)^2 \\ & \dots \dots \dots (4-2) \end{aligned}$$

ここに支管または本管路中に曲管、弁などの抵抗があるときには、それによる圧力損失を等価的に摩擦損失の項に含ませると、(4-2)式はそのような場合も含めた一般関係式である。

よつて同一寸法の支管を同一な2平行本管に連結した管路網では

$$\begin{aligned} \Delta K_{(n+1)} = & \left\{ (\zeta_{bn} + 2\lambda_{a'} \frac{l_a}{d_a} + \zeta'_{bn}) n^2 - (\zeta_{b(n+1)} \right. \\ & - \zeta_{a(n+1)} + \zeta'_{b(n+1)} - \zeta'_{a(n+1)}) (n+1)^2 \left. \right\} \left( \frac{1}{F_a} \right)^2 \\ & \dots \dots \dots (4-2)' \end{aligned}$$

このような制御抵抗値  $\Delta K$  をもつ抵抗体をそう入したときの制御圧力差  $\Delta P$  は

$$\begin{aligned} \Delta P = & \zeta_{(n+1)-n} \frac{\gamma}{2g} w_b^2 = \zeta_{(n+1)-n} \left( \frac{1}{F_b} \right)^2 \left( \frac{1}{2g\gamma} \right) G_b^2 \\ \therefore \Delta K_{(n+1)} = & \zeta_{(n+1)-n} \left( \frac{1}{F_b} \right)^2 \end{aligned}$$

ここに  $\zeta_{(n+1)-n}$  は抵抗体の抵抗係数である。

よつて (4-2)' 式から

$$\begin{aligned} \zeta_{(n+1)-n} = & \left\{ (\zeta_{bn} + 2\lambda_{a'} \frac{l_a}{d_a} + \zeta'_{bn}) n^2 - (\zeta_{b(n+1)} \right. \\ & - \zeta_{a(n+1)} + \zeta'_{b(n+1)} - \zeta'_{a(n+1)}) (n+1)^2 \left. \right\} \left( \frac{F_b}{F_a} \right)^2 \\ & \dots \dots \dots (4-3) \end{aligned}$$

したがつて一般に第  $(n+1)$  支管にそう入すべき抵抗体の抵抗係数  $\zeta_{(n+1)}$  は

$$\zeta_{(n+1)} = \zeta_{2-1} + \zeta_{3-2} + \dots + \zeta_{(n+1)-n} = \sum_1^n \zeta_{(n+1)-n} \dots \dots \dots (4-4)$$

2) 並流の場合

この場合には、支管総数を  $N$  とすると次の流量関係が成り立つ。

$$\left. \begin{aligned} G_{an} = nG_b \\ G_{a'n} = (N-n)G_b, G_{a'N} = G_b \end{aligned} \right\} \dots \dots (4-5)$$

しかして一般に第  $n$ , 第  $(n+1)$  支管を含む管路部分に対しては、(2-17)式が成り立つが、反流の場合と同じようにして (4-5)式を用いれば、(4-2), (4

-2)'式に相当するつぎの (4-6), (4-6)'式が求まる。

$$\begin{aligned} \Delta K_{(n+1)} = & (\zeta_{a(n+1)} - \zeta_{b(n+1)}) \left( \frac{1}{F_{a(n+1)}} \right)^2 (n+1)^2 \\ & + \left( \lambda_{an} \frac{l_{an}}{d_{an}} + \zeta_{bn} \right) \left( \frac{1}{F_{an}} \right)^2 n^2 - \left( \lambda_{a'n} \frac{l_{a'n}}{d_{a'n}} \right. \\ & + \zeta'_{b(n+1)} \left. \right) \left( \frac{1}{F_{a'n}} \right)^2 (N-n)^2 + (\zeta'_{bn} \\ & - \zeta'_{an}) \left( \frac{1}{F_{a'(n-1)}} \right)^2 \{ N - (n-1) \}^2 \\ & - \lambda_{b(n+1)} \frac{l_{b(n+1)}}{d_{b(n+1)}} \left( \frac{1}{F_{b(n+1)}} \right)^2 + \lambda_{bn} \frac{l_{bn}}{d_{bn}} \left( \frac{1}{F_{bn}} \right)^2 \\ & \dots \dots \dots (4-6) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta K_{(n+1)} = & \left[ (\zeta_{a(n+1)} - \zeta_{b(n+1)}) (n+1)^2 \right. \\ & + \left( \lambda_a \frac{l_a}{d_a} + \zeta_{bn} \right) n^2 - \left( \lambda_{a'} \frac{l_{a'}}{d_{a'}} + \zeta'_{b(n+1)} \right) (N-n)^2 \\ & + (\zeta'_{bn} - \zeta'_{an}) \left. \left\{ N - (n-1) \right\}^2 \right] \left( \frac{1}{F_a} \right)^2 \\ & \dots \dots \dots (4-6)' \end{aligned}$$

このように支管に抵抗を入れることは面積比一定として、支管の長さを変えて一様分配をうることと同じ意味をもつものである。

(2) 両本管に制御体を入れた一様分配

この方法は見掛け上の支管ピッチを変化させて、各支管流量を一様にしようとする方法と同じである。しかしその変化さすべき見掛けの支管ピッチ  $(l_{an})$  はつぎのようになる。

1) 反流の場合

(2-9), (4-1) 式から

$$\begin{aligned} (l_{an}) = & \frac{1}{n^2 \left\{ \frac{\lambda_{an}}{d_{an}} \left( \frac{1}{F_{an}} \right)^2 + \frac{\lambda_{a'n}}{d_{a'n}} \left( \frac{1}{F_{a'n}} \right)^2 \right\}} \left[ \left\{ (\zeta_{b(n+1)} \right. \right. \\ & - \zeta_{a(n+1)}) \left( \frac{1}{F_{a(n+1)}} \right)^2 + (\zeta'_{b(n+1)} \\ & - \zeta'_{a(n+1)}) \left( \frac{1}{F_{a'(n+1)}} \right)^2 \left. \right\} (n+1)^2 - \left\{ \zeta_{bn} \left( \frac{1}{F_{an}} \right)^2 \right. \\ & + \zeta'_{bn} \left( \frac{1}{F_{a'n}} \right)^2 \left. \right\} n^2 + \lambda_{b(n+1)} \frac{l_{b(n+1)}}{d_{b(n+1)}} \left( \frac{1}{F_{b(n+1)}} \right)^2 \\ & - \lambda_{bn} \frac{l_{bn}}{d_{bn}} \left( \frac{1}{F_{bn}} \right)^2 \left. \right] \dots \dots \dots (4-7) \end{aligned}$$

しかして同一径の2平行本管に同一寸法の支管を分岐した管路網では

$$\begin{aligned} (l_{an}) = & \frac{d_a}{2\lambda} \left[ (\zeta_{b(n+1)} - \zeta_{a(n+1)} + \zeta'_{b(n+1)} \right. \\ & - \zeta'_{a(n+1)}) \left. \left( \frac{n+1}{n} \right)^2 - (\zeta_{bn} + \zeta'_{bn}) \right] \dots \dots (4-7)' \end{aligned}$$

この (4-7), (4-7)' 式において [ ] 内の値が負となるとときには、 $(l_{an}) < 0$  となり、物理的意味を失うことになり、調節不能となる。

2) 並流の場合

$$(l_{an}) = \frac{1}{\frac{\lambda_{a'n}}{d_{a'n}} \left(\frac{1}{F_{a'n}}\right)^2 (N-n)^2 - \frac{\lambda_{an}}{d_{an}} \left(\frac{1}{F_{an}}\right)^2 n^2} \left[ (\zeta_{a(n+1)} - \zeta_{b(n+1)}) \left(\frac{1}{F_{a(n+1)}}\right)^2 (n+1)^2 + \zeta_{bn} \left(\frac{1}{F_{bn}}\right)^2 n^2 - \zeta'_{b(n+1)} \left(\frac{1}{F_{a'n}}\right)^2 (N-n)^2 + (\zeta'_{bn} - \zeta'_{an}) \left(\frac{1}{F_{a'n}}\right)^2 \{N-(n-1)\}^2 - \lambda_{b(n+1)} \frac{l_{b(n+1)}}{d_{b(n+1)}} \left(\frac{1}{F_{b(n+1)}}\right)^2 + \lambda_{bn} \frac{l_{bn}}{d_{bn}} \left(\frac{1}{F_{bn}}\right)^2 \right] \dots\dots\dots (4-8)$$

$$(l_{an}) = \frac{d_a}{\lambda \{ (N-n)^2 - n^2 \}} \left[ (\zeta_{a(n+1)} - \zeta_{b(n+1)}) (n+1)^2 + \zeta_{bn} n^2 - \zeta_{b(n+1)} (N-n)^2 + (\zeta'_{bn} - \zeta'_{an}) \{N-(n-1)\}^2 \right] \dots\dots\dots (4-8)'$$

この(4-8), (4-8)'式はそれぞれ反流の場合の(4-7), (4-7)'式に相当する見掛けの支管ピッチを与える関係式である。

したがって実際に本管路にそう入する制御体の抵抗係数  $\zeta_n$  は、見掛けの支管ピッチから現在の支管ピッチを差し引いたものに相当する抵抗差だけ調節すればよいことになるから、結局次式で与えられる。

$$\zeta_n = \frac{\lambda}{d_n} \{ (l_{an}) - l_{an} \} \dots\dots\dots (4-9)$$

しかしこの場合には、分流および合流本管に同時に同一の抵抗体をそう入しなければならぬので、支管に抵抗体を設ける場合に比べて抵抗体の数が多くなる上に前述のように  $(l_{an}) < 0$  となる管路性質のものに対しては適用不能となり普遍性に乏しい、これに対し支管に制御体をそう入して流量調整を行う方法は、基準抵抗となる支管を適当に選定することにより、どのような場合でも調節可能で適用範囲は広い。

(3) 一方の本管のみに抵抗体を入れた一様分配

つぎに分流、合流両本管に制御抵抗体をそう入せず、分流かあるいは合流の一方の本管路に抵抗体を設けてもよい。この場合の見掛け上の支管ピッチを求めるとつぎようになる。

1) 反流の場合

$$(l_{an}) = \frac{1}{\frac{\lambda_{an}}{d_{an}} \left(\frac{1}{F_{an}}\right)^2 n^2} \left\{ \left[ (\zeta_{b(n+1)} - \zeta_{a(n+1)}) \left(\frac{1}{F_{a(n+1)}}\right)^2 + (\zeta'_{b(n+1)} - \zeta'_{a(n+1)}) \left(\frac{1}{F_{a'n}}\right)^2 \right] (n+1)^2 - \left[ \zeta_{bn} \left(\frac{1}{F_{an}}\right)^2 + \left( \zeta'_{bn} + \lambda_{a'n} \frac{l_{a'n}}{d_{a'n}} \right) \left(\frac{1}{F_{a'n}}\right)^2 \right] n^2 + \lambda_{b(n+1)} \frac{l_{b(n+1)}}{d_{b(n+1)}} \left(\frac{1}{F_{b(n+1)}}\right)^2 - \lambda_{bn} \frac{l_{bn}}{d_{bn}} \left(\frac{1}{F_{bn}}\right)^2 \right\} \dots\dots\dots (4-10)$$

2) 並流の場合

$$(l_{an}) = \frac{1}{\frac{\lambda_{an}}{d_{an}} \left(\frac{1}{F_{an}}\right)^2 n^2} \left[ (\zeta_{b(n+1)} - \zeta_{a(n+1)}) \left(\frac{1}{F_{a(n+1)}}\right)^2 (n+1)^2 - \zeta_{bn} \left(\frac{1}{F_{an}}\right)^2 n^2 + \left( \lambda_{a'n} \frac{l_{a'n}}{d_{a'n}} + \zeta'_{b(n+1)} \right) \left(\frac{1}{F_{a'n}}\right)^2 (N-n)^2 + (\zeta'_{an} - \zeta'_{bn}) \left(\frac{1}{F_{a'n}}\right)^2 \{N-(n-1)\}^2 - \lambda_{b(n+1)} \frac{l_{b(n+1)}}{d_{b(n+1)}} \left(\frac{1}{F_{b(n+1)}}\right)^2 - \lambda_{bn} \frac{l_{bn}}{d_{bn}} \left(\frac{1}{F_{bn}}\right)^2 \right] \dots\dots\dots (4-11)$$

この  $(l_{an})$  は分流本管に抵抗体をそう入する場合の支管ピッチであるが、 $(l_{a'n})$  について解き直せば、合流本管にそう入する場合の相当管長が求められる。しかし一般に  $(l_{an})$  と  $(l_{a'n})$  とは一致しない。

また一様径の平行本管に同一支管を分岐した管路網では、(4-10), (4-11)式はそれぞれ次の(4-10)', (4-11)'式のようになる。

$$(l_{an}) = \frac{d_a}{\lambda} \left\{ (\zeta_{b(n+1)} - \zeta_{a(n+1)} + \zeta'_{b(n+1)}) - \zeta'_{a(n+1)} \left(\frac{n+1}{n}\right)^2 - \left( \zeta_{bn} + \zeta'_{bn} + \lambda \frac{l_{a'n}}{d_a} \right) \right\} \dots\dots\dots (4-10)'$$

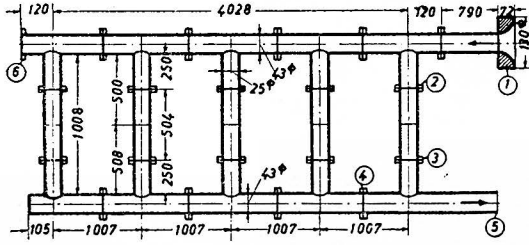
$$(l_{an}) = \frac{d_a}{\lambda n^2} \left[ (\zeta_{b(n+1)} - \zeta_{a(n+1)}) (n+1)^2 - \zeta_{bn} n^2 + \left( \lambda \frac{l_{a'n}}{d_a} + \zeta'_{b(n+1)} \right) (N-n)^2 + (\zeta'_{an} - \zeta'_{bn}) \{N-(n-1)\}^2 \right] \dots\dots\dots (4-11)'$$

5. 組合せ管路網の流量分布および一様分配の実験結果

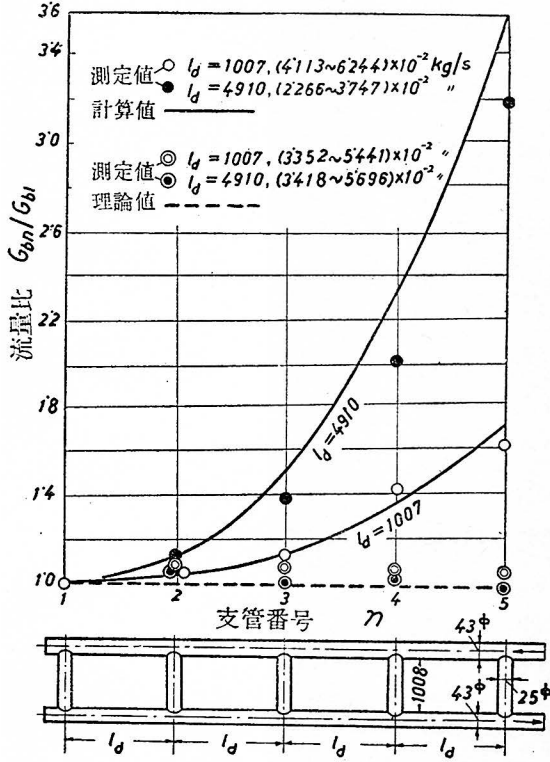
以上の設計理論の妥当性を確かめるために次の実験を行った。すなわち実験管路は第3図に示すように、内径43 mmの2本の平行本管に内径25 mm、長さ1008 mmの支管を直角に接合した黄銅管路網である。この管路⑤の部分を空気タンクを経て30馬力の真空ポンプに連結した。

なお分流本管吸込端には、木製ろう引きの整流ラップ①を設けたが、この部分はフランジから取りはずして他の閉そく端⑤にとりつけることにより、反流、並流いずれの場合でも実験できるようにした。(図は反流の場合を示す)

また各支管流量分布は支管路の合流本管に近いフランジ③にそう入したベシリン注射針を利用して作ったピトー管による動圧測定値から、その動圧の平方根に比例して全流量を分配して求めた。



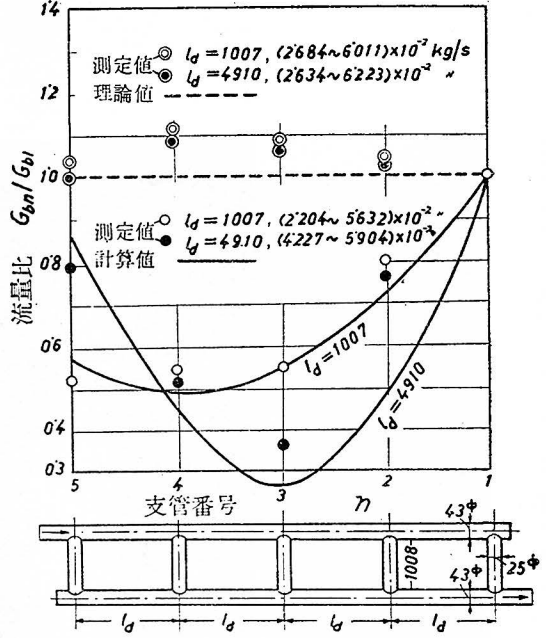
第 3 図



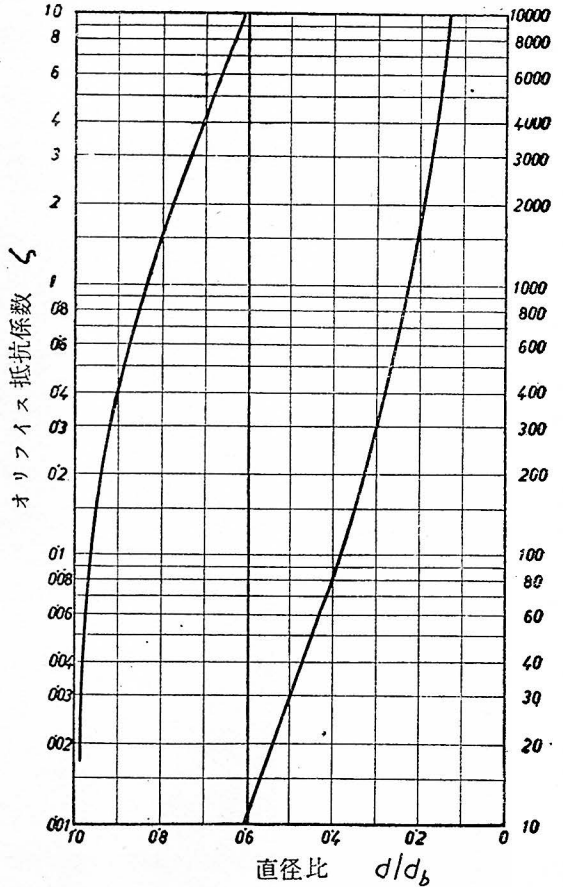
第 4 図

第 1 表

管 路 編 別	支管ピッチ $l_d$ mm	オロフィス径 mm					
		支管番号					
		1	2	3	4	5	
反	1007	計算値	—	23.6	21.2	19.1	17.3
		使用値	—	23.70	21.07	19.27	17.50
並	4910	計算値	—	21.8	18.2	15.5	13.5
		使用値	—	21.90	18.16	15.62	13.60
並	1007	計算値	15.9	16.9	19.1	21.5	—
		使用値	15.62	16.95	19.27	21.56	—
並	4910	計算値	15.2	17.9	23.1	—	18.5
		使用値	15.10	17.50	22.90	—	18.62



第 5 図



第 6 図

このようにして支管ピッチ  $l_0=1007$  mm および 4910 の場合について流量を変化させ、反流および並流管路網の流量分布を測定した結果と、1, 2で述べた基礎式からの計算値とを比較すれば、第4図、第5図のとおりである。

つぎに各支管流量を一様にするために、支管路の分流本管に近いフランジ②に制御抵抗体としてオリフィスをそう入して実験を行つたが、その結果は第4図、第5図中に一緒に示してある。

しかしてそう入オリフィスの抵抗値は4で述べた計算式から求め、沖の抵抗式を線図化<sup>5)</sup>した第6図によつてオリフィス孔径を定めたが、その寸法は第1表に示す通りである。第6図において  $d$  は孔径、 $d_0$  は管径である。

## 6. 結 論

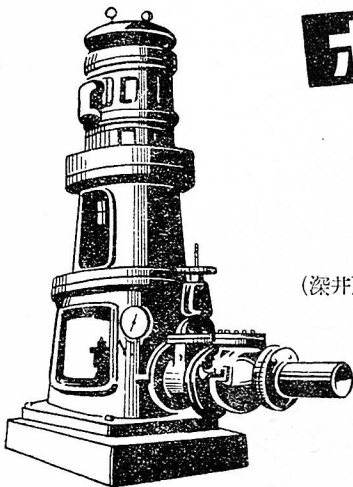
以上本文は、並流および反流管路網の流動特性とその

設計理論を研究し、空気を用いた実験によつて理論式の正しいことを明らかにしたが、従来経験的または trial で行われてきた付加抵抗値の計算法はボイラ蒸発管などの設計に対し、理論的根拠を与えるものである。

しかしてこの研究では分流、合流抵抗係数の変化や静圧回復を完全に折り込んだ厳密な設計式を求めたのであるが、近似設計でよい場合には、これらの式を適当に省略して用いればよい。(32. 8. 1)

## 参考文献

- 1) 著者：日本綿業技術研究所 研究報告 No. 19 (昭和 32 年 4 月)
- 2) 同上，7 ページ
- 3) 同上，8 ページ
- 4) 同上，45 ページ
- 5) 同上47ページおよび 86 ページ



OIL-LESS DEEP-WELL PUMP

# ジンノ 無注油式 ボアホールポンプ

国産最高性能品

電力費 20% ~ 30% 軽減  
油使用せず 耐久力絶大  
水揚清潔 運転軽快  
価格低廉

(深井戸ポンプの理想を実現した本機です)

株式会社 神野製作所

名古屋市北区杉村町八の一〇

電話 東(4) 4084~6・3735・8247

営業所 東京・大阪・福岡・札幌

# 結 露 の 問 題

Condensation Problems in Buildings.

前 田 敏 男\*

## § 1. 序

建築における結露防止の問題は、通常の場合、原理的には簡単である。表面温あるいは、透湿性材料の背面温度をその点の空気の露点以上に保つ如くすればよい。

現在、結露の問題で、困っているのに、高温、高湿工場がある。この場合も、天井が設けられていなければ、壁体に対すると同様に屋根を扱えばよいので簡単である。

しかし、室内にはダクト、スプリンクラー、給水管、照明電気配線があり、トラス構造の場合には、トラスがあらわれる。これらは室の整正さを損じ、また塵埃が積む原因にもなるので、天井がはられることになる。このとき、問題は極度に困難になる。

### 記 号

- $\theta_i$  = 室内気温(°C)
- $\theta_{ia}$  = 室内空気の露点温度(°C)
- $\theta_a$  = 小屋裏温度(°C)
- $\theta_{aa}$  = 小屋裏の露点温度(°C)
- $\theta_0$  = 外気温(°C)
- $K_c$  = 天井の熱貫流率(kcal/m<sup>2</sup>h°C)
- $\alpha_{ci}$  = 天井下面の熱伝達率(%)
- $K_r$  = 屋根の熱貫流率(%)
- $\alpha_{ri}$  = 屋根裏の熱伝達率(%)
- $S_c$  = 天井面積(m<sup>2</sup>)
- $S_r$  = 屋根面積(m<sup>2</sup>)
- $r = S_r/S_c$
- $G_0$  = 小屋裏に流入する外気量(天井面積 1 m<sup>2</sup> 当り)(kg/m<sup>2</sup>h)
- $G_i$  = 小屋裏に流入する室内空気量(天井面積 1 m<sup>2</sup> 当り)(kg/m<sup>2</sup>h)
- $m = G_i/G_0$
- $x_i$  = 室内空気の絶対湿度(kg/kg of dry air)
- $x_a$  = 小屋裏空気の絶対湿度(%)
- $x_0$  = 外気の絶対湿度(%)
- $C_p$  = 空気の定圧比熱(kcal/kg of dry air) = 0.24

## § 2. 小屋裏に室内空気のみ流入する場合

屋根が充分気密で、小屋裏が室内とのみ換気する場合も、室内圧が高く、室内空気が小屋裏を通じて外気に流出する場合も、その空気量の多少に関わりなく、小屋裏の絶対湿度は、室内空気の絶対湿度に等しく、したがって露点温度も等しい。すなわち

$$\theta_{aa} = \theta_{ia} \tag{2.1}$$

屋根裏表面を露点温度に保つ条件から、

$$K_r(\theta_a - \theta_0) = \alpha_{ri}(\theta_a - \theta_{ia}) \tag{2.2}$$

小屋裏の熱平衡から

$$rK_r(\theta_a - \theta_0) = (K_c + C_p G_i)(\theta_i - \theta_a) \tag{2.3}$$

(2.2), (2.3) 式から  $\theta_a$  を消去して、

$$\frac{\alpha_{ri}\theta_{ia} - K_r\theta_0}{\alpha_{ri} - K_r} = \frac{(K_c + C_p G_i)\theta_i + rK_r\theta_0}{K_c + C_p G_i + rK_r} \tag{2.4}$$

$\theta_i = 20^\circ\text{C}$ , 室内空気の関係湿度  $\phi_i = 80\%$  とすると、 $\theta_{ia} = 16.5^\circ\text{C}$ ,  $\theta_0 = 0^\circ\text{C}$ ,  $r = S_r/S_c = 1.1$ ,  $C_p = 0.24$  (kcal/kg°C) とする。小屋裏温度は、高いほど、結露防止には有利であるから、天井の熱貫流率の最も大きい場合、すなわち、材料の熱抵抗を無視して天井面上下の熱伝達抵抗のみを考えることにする。熱伝達率を8とすると、 $K_c = 4$  となる。

これらの数値を(2.4)式に代入すると、

$$K_r = \frac{112 + 6.7 G_i}{225 + 4.8 G_i}$$

計算結果を 2.1 表に示す

小屋裏に流入する室内空気量  $G_i$  が多いほど、屋根の熱貫流率は大きくてよい。しかし、10 kg/m<sup>2</sup>h の程度までは、安全を見て、 $K_r = 0.5$  が必要である。 $\lambda = 0.1$  kcal/mh°C の材料を用いたにしても、18 cm 以上の厚さを必要とし、天井の材料の熱抵抗をも考えれば更に厚くしなければならぬので、実用上、不可能である。 $G_i = 30$  以上なれば  $K_r = 0.85$  で、実用上必ずしも不可能ではない値である。ただ、天井面 1 m<sup>2</sup> 当り 1 h に 30 kg 以上の空気を小屋裏に送り込む方法が問題である。例えば、天井を穿孔板で造り、室内の圧力を小屋裏よりも充分高く保つように、押込給気をしなければならぬ。(厚さ 5 mm, 穿孔直径 5 mm, 間隔 5 cm とし、室と小屋裏との圧力差を 0.02 m m 水柱に保てば、30 kg/m<sup>2</sup>h の空気を流入せしめることは可能である。)ま

\* 京都大学教授 正員

2. 1 表

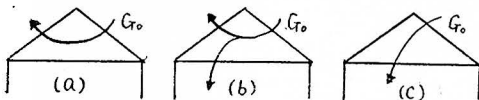
$C_i$	0	1	2	3	4	5	10	20	30	40	50	$\infty$
$K_r$	0.50	0.52	0.54	0.55	0.57	0.58	0.66	0.77	0.85	0.91	0.96	1.4

た、天井を通じて、一様に空気を流すためには、小屋裏に排気ダクトを設けて、排気口を適当に配置することが必要になる。しかし、この方法は、屋根面に高度の保温を必要とし、空気の一様な分布も困難であり、屋根の隙間から高温高湿の空気が吹き出して結露するおそれなど推奨できる方法とは思われない。

この方法は結局、天井を除くことを理想とする方法で、天井を除けば  $G_i = \infty$ ,  $K_r = 1.4$  となり、屋根も、他の壁面も同様に取り扱うことができ、保温に対する要求は著しく緩かになる。

§ 3. 小屋裏に外気のみ導入する場合

小屋裏に外気のみ導入して、室内空気を侵入せしめない場合は、3.1図(a)の如く、天井が十分に気密で、小屋裏が外気と換気する場合、(b), (c)の如く、室内圧を低くして、外気が小屋裏を通じて、室内に流入する場合である。



第 3.1 図

このときは、屋根裏表面に結露の心配はないが、小屋裏が冷却されるから、天井下面に結露するおそれが生じる。

小屋裏に流入する外気量を  $G_0$  ( $\text{kg}/\text{m}^2, \text{h}$ ) (天井面積  $1 \text{m}^2$  当り) とすると、天井下面を室内空気の露点温度に保つ条件から、

$$K_c(\theta_i - \theta_a) = \alpha c_i(\theta_i - \theta_{i,a}) \quad (3.1)$$

小屋裏の熱平衡から、

$$K_c(\theta_i - \theta_a) = (rK_r + C_p G_0)(\theta_a - \theta_0) \quad (3.2)$$

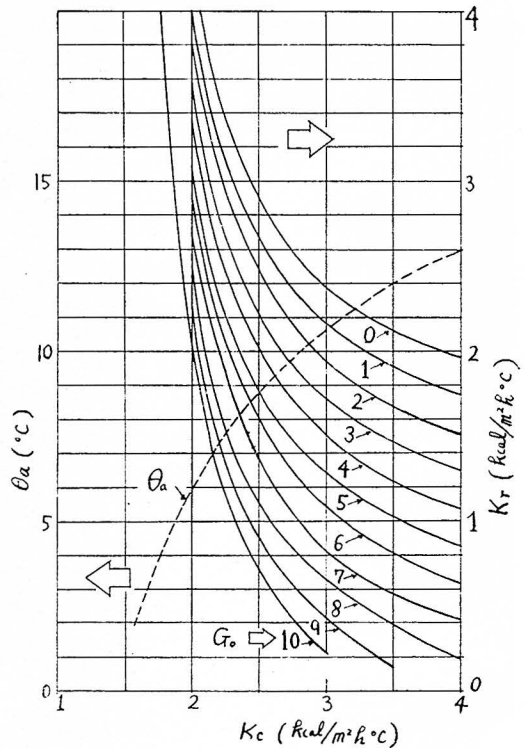
前例の場合と同様に、 $\theta_i = 20^\circ\text{C}$ ,  $\varphi_i = 80\%$ ,  $\theta_{i,a} = 16.5^\circ\text{C}$ ,  $r = 1.1$ ,  $C_p = 0.24$  ( $\text{kcal}/\text{kg}^\circ\text{C}$ ) とすると、

$$\theta_a = \frac{20K_c - 28}{K_c}$$

$$K_r = \frac{K_c(20 - \theta_a)}{1.1\theta_a} - 0.22G_0 \quad (3.4)$$

天井の熱貫流率  $K_c$  をあたえれば、天井下面に結露しないために必要な小屋裏温  $\theta_a$  が得られ、この温度を保つために必要な屋根の熱貫流率  $K_r$  が (3.4) 式から得られる。この計算結果を 3.2 図に示した。

例えば、天井の熱貫流率を  $K_c = 2.5$  とすると、小屋裏温は  $\theta_a = 8.7^\circ\text{C}$  以上に保つ必要がある。外気導入量



第 3.2 図

$G_0 = 3 \text{kg}/\text{m}^2 \text{h}$  とすると、屋根の熱貫流率  $K_r = 2.2$  となる。外気導入量を  $G_0 = 10$  とすると、 $K_r = 0.65$  となり、実用の域をはずれる。

$K_c = 2.0$  とすると、 $\theta_a = 6^\circ\text{C}$ ,  $G_0 = 10$  とすると、 $K_r = 2$  となり、屋根保温に対する要求は小さくなる。 $G_0$  が大きい場合、 $K_c$  を小さくする効果は大きく、 $K_r$  を小さくする効果は小さい。しかし、 $K_c$  を小さくして、小屋裏温が低下すると、天井を貫通する各種の金物類に、室内側で結露する問題が大きくなる。

この方法では、外気導入量  $G_0$  が増すほど、解決が困難になるので、屋根、天井は共にできるだけ気密にすることが必要となる。

天井、屋根の熱貫流率  $K_c$ ,  $K_r$  の両方あるいはそのいずれかを、計算値より小さくすれば、より安全になるが小屋裏温を上昇せしめるため、屋根の熱貫流率の方を小さくするがよい。ただし、上述したように、外気導入量が大きいとその効果は少い。

この計算で定められた熱貫流率を採用するとき、天井



を通じての熱貫流損失  $H(\text{kcal}/\text{m}^2 \text{h})$  は

$$H = \alpha_{oi} (\theta_i - \theta_{i,i}) \quad (3.5)$$

で一定であり、外気導入力  $G_0$  のうち、室内に流入するもののみが余分の損失となる。この点からも、外気導入量は少ないほどよい。

この方法によると、室内と小屋裏の水蒸気張力が異なり、外気導入量も、可及的に少くするので、天井を通じての透湿によつて、屋根裏面に結露することはないかという心配が生じる。屋根の透湿は無いとし、天井の透湿抵抗を  $r_v$  ( $\text{m}^2 \text{h} \times / \text{kg}$ ) (水蒸気張力の差  $1 \text{mmHg}$  に対して求められた数値を、絶対湿度の差  $1 \text{kg}/\text{kg}$  of dry air に換算) とすると、

$$\frac{x_i - x_a}{r_v} = G_0 (x_a - x_0) \quad (3.6)$$

から、

$$x_a = \frac{x_i + r_v G_0 x_0}{1 + r_v G_0} \quad (3.7)$$

$x_i = 0.0117$ ,  $x_0 = 0.0017$ ,  $G_0 = 3$  とし、仮りに、透湿抵抗の小さいテックス ( $1.9 \text{cm}$ ) として、 $r_v = 2.4^1$ ) としても、 $x_a \approx 0.003$  となり、これに対する露点温度は  $-3^\circ\text{C}$  であるから、屋根裏面に結露の心配はない。

§ 4. 小屋裏に外気と室内空気が導入される場合

前節に述べた如き方針で、小屋裏に外気のみ導入する計画の場合も、小屋裏と室内との圧力差を相当大きくしなければ、室内空気が、小屋裏に侵入するのは防がれないであろう。

$G_0$  の外気を小屋裏に導入し、 $K_c$  を定め、前節の方法にしたがつて、小屋裏温  $\theta_a$  と、屋根の熱貫流率  $K_r$  を定めたとする。この状態に於いて、更に  $G_i$  の室内空気が小屋裏に導入されるとする。小屋裏温度は上昇するから、天井下面の結露に対してはより安全になるが、屋根裏面の結露が問題になつてくる。

天井の透湿を考え、その透湿抵抗を前節の如く  $r_v$  とし、屋根の透湿は無視して、小屋裏の水分の平衡から、

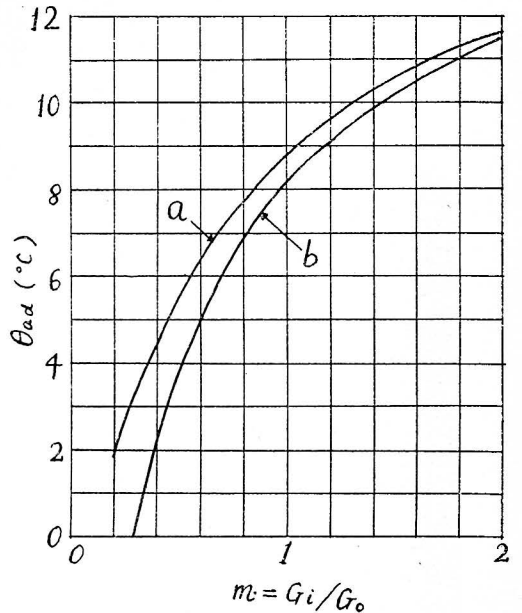
$$\left(G_i + \frac{1}{r_v}\right)(x_i - x_a) = G_0(x_a - x_0) \quad (4.1)$$

$G_i/G_0 = m$  を用いて、 $x_a$  を求めれば、

$$x_a = \frac{\left(m + \frac{1}{r_v G_0}\right)x_i + x_0}{m + \frac{1}{r_v G_0} + 1} \quad (4.2)$$

$x_a$  が求めれば、Psychrometric chart から、小屋裏の露点温度  $\theta_{a,d}$  が求まる。

$x_i = 0.0117$ ,  $x_0 = 0.0017$ ,  $G_0 = 3$ ,  $r_v = 2.4$  (テックス  $1.9 \text{cm}$  前節参照) として、 $\theta_{a,d}$  と  $m$  との関係を求めれば、4.1 図の曲線  $a$  となる。天井の透湿を無視すれば曲線  $b$  となる。透湿抵抗の充分大きな材料を用いて、この頃が無視できる程度にすべきである。



第 4.1 図

屋根裏面の温度を、小屋裏空気の露点温度  $\theta_{a,d}$  に保つ条件から、

$$K_r(\theta_a - \theta_0) = \alpha_{ri}(\theta_a - \theta_{a,d}) \quad (4.3)$$

小屋裏の熱平衡から

$$(rK_r + C_p G_0)(\theta_a - \theta_0) = (K_c + C_p m G_0)(\theta_i - \theta_a) \quad (4.4)$$

$\theta_a$  を消去して

$$\frac{\alpha_{ri} \theta_{a,d} - K_r \theta_0}{\alpha_{ri} - K_r} = \frac{(K_c + m C_p G_0) \theta_i + (r K_r + C_p G_0) \theta_0}{K_c + m C_p G_0 + r K_r + C_p G_0} \quad (4.5)$$

これは、あたえられた  $G_0$  および  $m$  に対して、屋根裏面に結露しないための  $K_c$ ,  $K_r$  の関係を示すもので、 $K_c$  をあたえれば、 $K_r$  が定まる。

$\theta_a$  は (4.3) 式から、

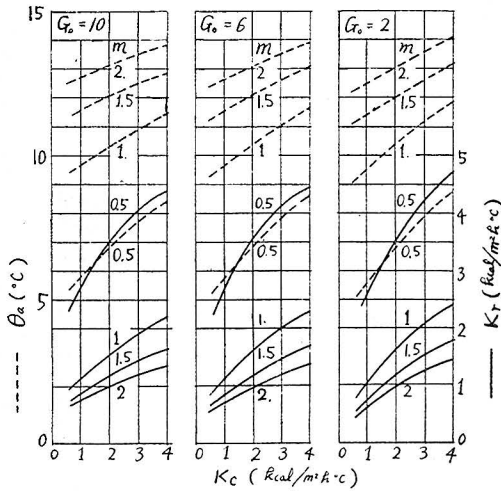
$$\theta_a = \frac{\alpha_{ri} \theta_{a,d} - K_r \theta_0}{\alpha_{ri} - K_r} \quad (4.6)$$

から求められる。

$\theta_i = 20^\circ\text{C}$ ,  $\theta_0 = 0^\circ\text{C}$ ,  $\alpha_{ri} = 8 \text{kcal}/\text{m}^2 \text{h}^\circ\text{C}$ ,  $r = 1.1$  とし、 $G_0 = 10, 6, 2 \text{kg}/\text{m}^2 \text{h}$  に対し、室内空気の混合比率  $m = G_i/G_0$  の値を  $0.5, 1.0, 1.5, 2.0$  とした場合について、 $K_c$  と  $K_r$ ,  $\theta_a$  との関係を 4.2 図に示した。

ただし、 $m$  と  $\theta_{a,d}$  との関係は 4.1 図の曲線  $b$  を用いた。

小屋裏面に結露しないために要求される屋根の熱貫流率は、天井熱貫流率が大きいほど大きくてよい。また、 $G_0$  一定なれば、 $m$  が増すほど、 $K_r$  は小さくしなければ



第 4.2 図

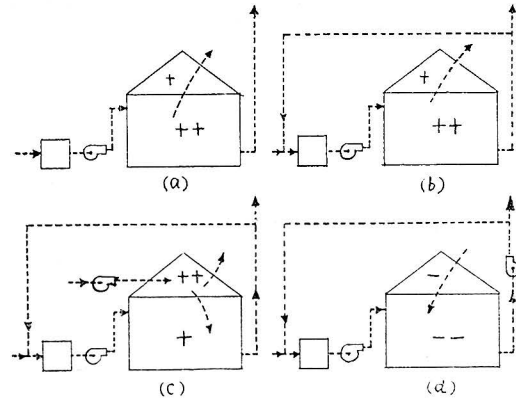
ばならない。 $m$  が一定なれば、 $G_0$  が 2~10 の間では大きな差はない。

これは、屋根裏面の結露防止のみを対象としているので、天井下面については、この図から定めた  $K_c$  と  $\theta_a$  を用いて、(3.1) 式から検証しなければならない。

(4.5), (4.6), (3.1) 式を解いて、天井下面、屋根裏面をそれぞれ、露点温度に保つべき、 $K_c$  と  $K_r$  を計算することもできる。すなわち、4.2 図上に、(3.1) 式が示す  $K_c$  と  $\theta_a$  との関係を描き、4.2 図上の  $\theta_a$  の曲線との交点から求めるのである。このようにして計算したとき、 $K_r$  は、計算値よりも小さくして安全にすることができるが、 $K_c$  を計算値よりも小さくすると、小屋裏温度が低り、屋根裏面が危険となり、大きくすると、天井下面が危険となる。ゆえにこのような計算によつて、 $K_c$ 、 $K_r$  を求める場合には、室内の露点温度、すなわち、(3.1) 式の  $\theta_{id}$  を安全をみて、大きくとつておかなければならない。

実際の場合には、外気導入量  $G_0$ 、混合比率  $m$  は変化するであろうから、天井および屋根に対して、それぞれ不利な場合をとつて計算し、比較して定めるべきである。

天井に対しては、小屋裏に外気のみ導入する場合は不利である。前節から、 $K_c = 2.0$ 、 $\theta_a = 6.0$ 、 $G_0 = 10$  のとき、 $K_r = 2.0$  とすれば、天井下面を露点温度に保つことができた。この状態で、 $G_0$  の 2 倍の室内空気が導入されるものとする、 $m = 2$  であるから、4.2 図から、



第 5.1 図

$K_c = 2.0$  に対して、 $K_r = 1.0$ 、 $\theta_a = 13.1$  となり、安全のために、 $K_r$  をこれより、稍々小さくする。このとき、天井下面は勿論充分に安全である。

§ 5. 圧力の調整

現在の実状は、室内に調整された空気が押し込まれ、5.1 図 (a) または (b) の如く、室内は正圧となり、小屋裏を通じて、外気が侵入している。このことは、その機構からも、また小屋裏の絶対湿度が室空気の絶対湿度に近くなつていること、屋根の隙間から空気の吹き出していることなどが観察されている点からも知られる。すなわち、§ 2 で述べた状態になつているのであつて、結露の原因はこれにある。<sup>2)</sup> このような状態では、屋根面の保温の増加で結露を完全に防ぐことは困難であることは既に述べたとおりである。

結露を防ぐには、5.1 図 (c) の如く、小屋裏に外気を押し込むか、同図 (d) の如く、室内圧を低下せしめて、小屋裏を通じて、外気を導入するかして、§ 3 で述べた状態か、ときに多少の室内空気が侵入する程度にして、§ 4 で述べた状態に保たなければならない。(c) の方法によつて、結露の減少に成功している実例がある<sup>3)</sup>。

- 1) 前田敏男：結露防止計画（建築学会近畿支部研究報告 昭 31—11）
- 2) J. B. Dick：Roof Condensation in an Air-Conditioned Factory (J. I. H. V. E. Jan. 1954) 抄録 衛生工業協会誌 28—8 (昭 29—8)
- 3) 同上

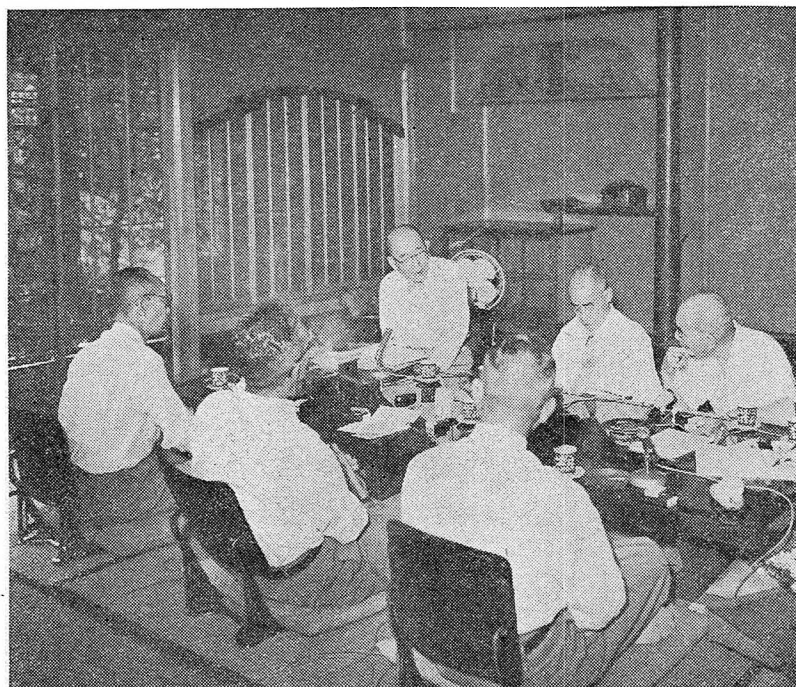
(昭和 32. 8. 23. 原稿受理)

## 座 談 会

### “協会創立当時の思い出” (昭和 32. 7. 29 福田屋において開催)

#### 出 席 者

加 茂 正 雄君 (名誉員)	畔 柳 健 太 郎君 (会 長)
丹 羽 重 光君 (名誉員)	有 本 仙君 (副会長)
齋 藤 省 三君 (特別員)	平 野 彦 兵 衛君 (副会長)



正面左から齋藤省三君，加藤正雄君，丹羽重光君，各名誉員，手前左から平野副会長，畔柳会長，有本副会長

畔柳 先日の祝賀会のときに、齋藤さんが、6月20日には創立の内相談をしたけれども、本当の創立総会は7月28日にやつたんだから、そのときはもう一ぺん御馳走になれるだろうな、と私におつしやつたのであります。協会が40年前に誕生をした当時のことを御存知の会員は、今日お招きをしたお三人の先生方ですから、われわれのほうとしては、お話を伺いながら晩飯でも頂こうと考えたのですが、折角の貴重なお話ですから、そこをちよつと時間をズラしまして、先にお話をさせていただいて、レコーダーもとりまして、速記もとりまして、一応お話がすんだ後に食事に移りたいと、こう考えております。伺つたお話は一応原稿に致しまして、お手元に差出して、十分筆を加えていただく。そのあとそつくりそのまま、たとえば“協会創立当時の思い出”というような

題名の回顧座談会というような記事で、40周年記念号という会誌に発表さしていただくか、或いはいずれ編纂に着手する協会40年史の劈頭に今日のお話を利用させていただくか、そのいずれかになると思います。それだけのお含みでお話を願いたい。

それから、われわれ3名、私と副会長兩名は、創立当時には協会員でございませぬから、当時のことはなにもわかりませぬので、主としてそちらにお坐りの3先生でお話をお進め願いたい。多少進行係のようなつもりで、われわれ3名が途中で口をはさむというようなことがございませぬかもわかりませぬが、その程度で、お3人でひとつ記憶を40年前に遡らせていただいて、どんな模様であつたかというお話を一夕伺えれば甚だ幸いだと思つております。

齋藤 えらい四角ばつて出てこられましたネ、太刀打に困るわけですよ。

加茂 とにかく齋藤君の主唱でやつたということは間違いないのだから。

齋藤 私もその頃のことはすっかり忘れておりますが、思い出して復習しましょう。

畔柳 それで結構です。

丹羽 齋藤さんに、一べん機会があつたら何うと思つておつたことがあります。若し人からこの協会は誰がつくられたかと聞かれましたら私は即座に「実質的には齋藤さんがつくられた」と答えます。だがその齋藤さんがこの協会をつくろうと思いつかれた動機があつたらうと思ひますが、それは何かありますか。

齋藤 それは昭和8年5月5日、15周年記念講演会の際故大塚 要博士の勧めで本協会の誕生の経過や創立の動機等を口述しました。その速記は協会誌の第7巻第7号に掲載してあります。

簡単に申上げれば、その頃は外国品尊重時代で、舶来品が日本国内を横行しておりました。一にも舶来品二にも輸入品でなければ夜も日もあけぬという時代で、貿易商という何となく上位級の営業でもあるかの如き一般観念がありました。銀行なども製造業者には金融しないが、所謂貿易商社には容易にお金を貸す時勢でした。

当時日本の暖房工事請負業者はいくらもありませんで数軒でした。高田商会が何というても第一位で、使用する機器資材は全部外国よりの輸入品でした。日本には当時機器のメーカーは一軒もなく、しかも高田商会でなければ輸入が出来ないのだから、日本で暖房工事の請負をやるには、高田商会から買うか、自分で機器を製造する以外に途がありませんでした。高田商会は商業政略上機器は他店へは売られなかつたので、身動きができず、われわれ業者は、国産品の出産を渴望しました。それには、やはり学者の援助もほしいし、製造業者も奮発しなければならんというようなことから、真野文二先生に相談しました。一面からいうと暖房の発達を促進するために、1商会に任せないで、日本のものでやりたい。即ちわが国産品を奨励せねばならない。これが暖房冷蔵協会創立に尽力した動機の一つであります。学会と命名せず協会となつたのは大に意味があるのであります。真野先生と御相談して協会といたしました。その底意は当時学者は商人と接近するのを恥とし商人は学者の指導を受けることが出来ないで両者の間に溝がありました。この溝をなくしたいため協会として学者と商人とを常に接近させて学理の実用化を図り、その大原動力たる学者の研究を生かさんと計画しました。これが暖房冷蔵協会創立に尽力した第二の動機であります。

暖房冷凍の設備は又他の産業の補助工業として不可欠のものでありまして魚の冷蔵、木材の乾燥、製紙、紡績その他給湿除湿加熱除塵等の設備は我国工業の補助工業として進歩発達せしむる必要ありと認めました。これが動機の第三であります。以上が私が本協会前身である暖房冷蔵協会の設立に尽力しました動機の大要であります。(大正6年12月会誌第1号創設私見及び昭和8年7月第7巻第7号参照)ここで会員の皆さんに申し上げたいことは本協会の会員になられた以上は皆さんの社会に於ける地位と職分に応じて我協会のために陰に陽に御尽力下さらんことを懇請いたします。それが即ち我国産業の発達に大に役立つと信ずるのであります。

丹羽 私は初め齋藤さんから動員を受けて、何も知らずに入つて、小使役でもしろといつたようなことを言われたんですが、それで思慮もなしに入つて来たけれども、そのときにただ思つたことは、一体会員がこれをずっと継続して盛り立てていくものかしら、という気持ちがぼくは実際あつたのです。今日まで遂にかつて口に出したことはないが、お恥かしいながら、ぼくは最初のときは、これは続いていくかしら、こう思つたのです。それがあなたの骨折で、こういうふうに立派になりました。それと関連しているが、何か訳があつてこういうことを思い立たれたんだろうと思つたけれども、ついあなたに聞く機会がなかつたのですが。

齋藤 その頃は御承知の通り衛生工事のほうは暖房工事のようにまだ発達しておりませんでしたから、主として暖房業者の力で維持しました。

畔柳 その頃アメリカにA.S.H.V.E.という協会があつたと思うのですが、そういうものからヒントといひますか、そういうものを日本につくろうというようなお考えは……。

齋藤 それは全然知りませんでした。本協会設立の動機でおわかりと思います。

丹羽 そういふようなことを、たとえば井口先生とか、阪田先生、何かそういう方にそういう趣旨をお話になつたのですか。

齋藤 むろんお話しました。一番先に真野さんです。(真野さんは、れいのウェブスター、システムを内地に持つてこられた方です。)私が協会設立の趣旨につきお話をしましたとき、それはやれ、大いに俺たちも後押すると励まされました。あなたがさきほどこれが果して継続できると思つてやつたのかとの御質問でしたが、私はその頃それは考えてもおりませんでした。ただ突進しただけです。その当時、冷蔵関係の方々が加茂先生を中心にして12、3人集まつておられて、学会をつくりたいとの噂を聞きましたので、加茂先生のところに御相談に行

きました。そうしたら、冷蔵関係のものだけで学会をつくるには心細い。それでここで両方合同して出発してもよいと申されましたから、井口先生にもお話して先生にも力を入れてもらいました。阪田さんはもとより大賛成でありました。

此の際会員の皆さんにお知らせしたいことがあります。それは本協会の産みの親は機械学会であります。私とその設立に力を尽しましたが育てて下さったのは機械学会で建築学会ではありません。機械学会はわが協会の母であります。

創立当初より数年間わが協会の事務所は機械学会事務所に同居させてもらったのみでなく本協会の事務員は機械学会の事務員で両者共通、インク、ペン、紙、机、イスまでも機械学会のものを使用しました。

機械学会は今年創立 60 周年、わが協会は 40 周年、私として感慨無量であります。さてわが協会創立当時の役員とその当時の機械学会の役員のお名前をみますに下記の通りであります。

第一期わが協会の役員

会長	阪田 貞一 (M)
副会長	新家 孝正 (A)
同 幹事	加茂 正雄 (R)
同 幹事	西原 種雄 (R)
同 同 計	山口 孝吉 (A)
同 同 計	関藤 国助 (M)
同 同 計	祖山 虎雄 (M)
同 同 計	斎藤 省三
同 同 計	丹羽 重光 (M)
同 同 計	星野 三郎 (R)
同 同 計	大熊 喜邦 (A)
同 同 計	評議員 橋本 卯太郎 (R)
同 同 計	和合 英太郎 (R)
同 同 計	葛西 万司 (A)
同 同 計	加藤 重治 (R)
同 同 計	高橋 虎太 (R)
同 同 計	福原 俊丸 (M)
同 同 計	小林 豊 (M)
同 同 計	寺野 精一 (M)
同 同 計	関口 八重吉 (M)
同 同 計	書記 関口 固
同 同 計	島 新 吉
同 同 計	玉井 猪 吉

20 期の機械学会の役員

(機械学会誌 第21巻49号参照)

幹事長	阪田 貞一
同 幹事	関口 八重吉
同 同 計	村竹 勘平
同 同 計	松浦 和正
同 同 計	堤朝 倉一
同 同 計	浅川 権一
同 同 計	山内 不二雄
同 同 計	前幹事長 真野 文二
同 同 計	同 井口 在屋
同 同 計	同 阪田 貞一
同 同 計	同 中原 淳一
同 同 計	同 進 経 太郎
同 同 計	同 斯波 忠三
同 同 計	同 井口 在屋
同 同 計	同 丹羽 重光
同 同 計	同 大石 鏖吉
同 同 計	同 中川 常蔵
同 同 計	同 笹本 菊太郎
同 同 計	同 内村 迷太郎
同 同 計	同 島 安太郎
同 同 計	書記 関口 固
同 同 計	同 島 根 新 吉
同 同 計	同 玉井 猪 吉

わが協会第一期役員顔ぶれでわかります様に機械関係の方 (M) 冷蔵関係の方 (R) の外に建築関係の方 (A) が就任されました。

創立に際し真野先生は自から建築の大御所の辰野博士 管称博士を説得されて更にそれからそれへと中条精一郎さん、中村達太郎さん、長野宇平次さん、大熊喜邦さん 新家孝正さん、片岡 安さん、横河民輔さんに伝えられて本協会の成立に御援助下さいました。

さきに述べました様に機械学会は母体で建築関係の方

々はその産児の成長に賛成援助されたのであります。

丹羽 この会の功労者というものは私は北浦君だと思いますが、北浦君は割合に初め顔をみなかつたが……。

斎藤 それより竹村勘悪さんです。私のところに佐久間末彦という者がおりました。大学に行つて竹村さんを説きましたところ、竹村さんが非常に熱心にご尽力下さいました。竹村さんは由來国産品奨励家で煖房協会の定款案は竹村さんがつくられました。

丹羽 北浦君は初めから入つておられたでしょう、どうしてもつと活動してくれなかつたのですかね。その頃あまり煖房ということを北浦君はやつていなかつたのか。

斎藤 いいえ、やつておられました。しかし大いに熱を出されたとは思いません。それからいまは本協会の会員ではありませんがその昔福原俊丸さんが創立に骨折つて下さいました。

畔柳 あの方は大蔵省にちよつとおられたが、港湾のクレーンとか、あの方面の専門だつたと思いますが……。

丹羽 横浜港のクレーンなんかたしかに福原君がやつたですね。

畔柳 煖房のほうの御関係はあんまりなかつたんじゃないのですか。

斎藤 いや、多少ご関係はありました。京都大学で煖房工学の講義をしておられた堀覚太郎助教授に私を紹介して下さいました。福原さんでした。

平野 堀さんは後で日本エレベーターに行かれましたね。

斎藤 幸いに冷蔵の関係の方で西原種雄さんが非常に尽力して下さいました。

丹羽 いまのお話だと、阪田さんが割合に熱心にやつて下さつたのは、こういう関係からでないかと推察しますが、阪田さんは当時政府の工業に関することは一手で引受けられる。工業とかそういう方面のことの相談、ということは知らないけれども、私阪田さん一手で引受けるといつたような、そういう地位の人だつたと思うのです。井口さんあたりは出られない方でしたから、そういうことで阪田さんは熱心になられたのではないでしょう。

斎藤 そうでしょう。ほとんど機械学会がうみだしたのです。

丹羽 私の目に映つたところでは、機械学会に、居候をしていたという感じがあるのです。

斎藤 居候ではありませんでまだ関係は親密でした。

丹羽 それでどういふものですか、煖房だとか冷凍なんかにあまり興味のない人は、いくらか、そねみというか、邪魔扱いといつたようなそういう感じを持つておつ

た者も、この機械学会の役員のうちに、チョコチョコ、あまり口には出さんけれども、言動の節々でそういうことを感じたことがあるのですよ。

齋藤 幸いにして幹事長の阪田さんが全面的に乗り込んで下さったものですから、好都合に進みました。その当時あなたは機械学会の評議員でしたね。

丹羽 大先生が賛成しているから、それで機械学会として要するに賛成して手伝つたでしょうが、煖房その他にあまり関係の薄い人は、そう積極的ではなかつたようにぼくの目には映つた。そうして居候といい定、その頃は電話はこつちのほうを持つておつて、機械学会はまだ電話を持つていなかつたのです。その電話を持つておつたということなんかも発言権、尻が坐つているかなり助けになつておりますよ。その頃機械学会は、電話1つなかつたのですよ。

齋藤 あの電話は工学会のものですよ、建物も工学会の物じやありませんか。

加茂 山城町は工学会。

齋藤 私が出入しましたのは山城町です。

加茂 それより前じやないのですか、下谷に事務所があつたのですか。

丹羽 そういう動機であなたが理事としておられたというと、高田商会の者はどんな気持ちでいましたか関藤君とか。

齋藤 それは真野先生のご指命だから、まあついて動かざるを得ななかつたでしょう。

丹羽 広田理太郎さんなんぞは、……。

齋藤 広田理太郎さんも助けていただいた。私は広田さんの御馳走にまでなりました。それより私が今度の記録に残してもらいたいのは、高田商会の煖房部の歴史なんです。高田商会の煖房部の歴史は、日本の煖房の発達史の第1頁と信じます。

丹羽 あの頃は煖房というと、すぐなんでもかんでもアメリカでしたが、以前はどうも高田商会では、相当ドイツのをやつておつたのですかね。

齋藤 日本で煖房といえはすぐ高田商会、高田商会といえはすぐ煖房が連想された位です。

丹羽 それで高田商会では、相当ドイツのものを紹介しておつたのでしょうか。

齋藤 真野さんが外国に行かれます前は、ドイツのケルチング式であまりいい成績をあげていなかつた様です。その頃ヒーティングの設備のある建物は大学の講堂とか、裁判所とか重に官庁の建物のみでした。それらは皆ドイツのケルチング式でしたが、ウォーターハンマーはあるし、煖房効果も余りよくなかつた。真野さんがウェブスター、システムを米国から持つて帰られて、高田

商會が一手にやるようになってよい成績が出来ました。日本で煖房といえはスチームヒーティング、スチームヒーティングといえはウェブスター、システム以外になかつた。アメリカン・ラヂエーターカンパニー製の、あのラヂエーターは、高田の手を通らなと米国から買えなかつたのには当時の煖房工事業者はみな苦しみましたよ。あれがもしらくに売つてもらえたら日本でその製造が今日のように発達しなかつたかもしれません。高田商會の独占であつたために、反抗力を強め製造の熱意を高めました。あのとき煖房屋にラヂエーターを売られたら、日本に於けるラヂエーターの製造は今日の様に発達しなかつたかもしれません。

丹羽 ラヂエーターなんぞは考えてみますと、あんなものといつては誠にわるいけれども、千変一律で、多量生産ができるから難かしいといつても、とにかく大したものではないと思うのです。

齋藤 しかし今日の鑄物の技術と四十年前の技術とは大變な相異です。ラヂエーターの如き薄肉で上下に細い孔のある鑄物は当時何人もつくり得なかつたのであります或る人は鑄物の湯をポンプで送り込んだものだろうという人もありました。日本で薄肉の鑄物では昔から鍋釜がありました筒型でなくて、開放型ですから鑄込もコアの取出しも容易であります、ラヂエーターは筒型で上下に細い孔のあるだけですから始めはコアの取出しコアホルダーの取出しに苦心しました。又コアガムに就いても苦心して米糊や馬糞をつかつてみました。そしてコアホルダーにわり竹の細い棒をいれて製造方法の特許をとり試作したこともありました。其の後研究を進めて今日に至つたのであります。マスプロでは余り苦勞はしませんでした。

丹羽 齋藤 一さんのようなあんな偉い人が熱心にやられても相当苦しみました。財産もそのためなくなりましたからね。前田さんはずつとあと、それは随分苦しみました。そうはいうものの、日本で相当エンジンなんかできている時代に、そう特別難かしいということは。

齋藤 いまあなたは笑つておられるけれども、その頃は誰も笑う人はありませんでした。

平野 事業でやろうということはなかつたのですか。

丹羽 しかし前田彌市さんは以前は、名前も知らなかつたでしょう、それが放熱器製造を始めやりだしたらすぐ成功しましたよ。

齋藤 私は大和伊三郎という社員と共に、前田さんが長野でやつておられたイモノ工場をみに行きました。その頃に前田さんは木炭でブリキを溶かしておられたと記憶します。そしてイモノが大変お上手のようでしたからラヂエーターの製作をおすすめしました。あなたが笑つ

ておられるが、憎らしいくらいです。

丹羽 どうも相すみません。(笑)

斎藤 ところが今日となつてはなんでもありません。お笑いになるのも無理はありません。しかし物の発達というのはそんなものかもしれませんね。あとで一仕事です。

丹羽 そういう動機で会ができたということは初めてわかりましたが、その後不幸にして高田が潰れましたね。暖房界のためには高田商会が潰れたということは非常によかつたことですね。

斎藤 いや、潰れて必ずしもよくありませんでした。

丹羽 私はなぜと申すと、高田におつた人が散つて、ほうぼうでやはり暖房ということを始めましたからそれでみんながやるようになり出したということはいいのではないのですか。

斎藤 いや、私はそうは思いません。やはり高田商会が健全であつて、業界の王位におられたらわが国のためにもよかつたと思います。日本の暖房界に於ける大功労者たる高田商会の存在は、非常に大きな力でありました。日本の暖房も高田商会で開かれたといつて過言でないと思います。高田商会が潰れたあとは同業者が多くなり、お互の受注競争が激しくなりました。業界の王位に座して業者の注目をひいた目標がなくなったのですから、あとはドングリの背競べのようになりました。

丹羽 エンジンのほうにはパキウム・ポンプがあるでしょう。

畔柳 高田商会が暖房の仕事をやりましたのは、明治何年頃ですか。

斎藤 しらべましたがわかりませんでした。高田商会の歴史を見ましたけれどもそれにハッキリ書いてありませんでした。

畔柳 それは衛生工業協会、暖房冷蔵協会のあとですか。

斎藤 いや先です。

畔柳 ケルチングというのは日比谷の3建築というか、赤煉瓦の裁判所、海軍省、ああいうものにやつておつたと思いますね。あれは明治……。

斎藤 あの頃暖房につかわれたラジエーターはリップロール型で、今日のようなコラム型のラジエーターではありませんでした。明治36、7年頃、私は京都大学で学んでいましたが京大の講堂も暖房はケルチングシステムでした。東京大学はどうでしたか。

丹羽 東京大学はただ部屋の隅を4インチばかりの鉄管が廻つておりました。

加茂 あれは古いもの、明治20年代、ヒーターとい

うようなものではないのです、東京大学では。

丹羽 あれを取壊したのは何年か知らないが、私が卒業して相当長くあれでしたよ。

斎藤 それでは京都のほうが新しい式でしたが、講義中に例のウォーター、ハンマーがガンガンやるのでいやでした。

丹羽 東京大学のは温水式で、4インチのパイプで壁に沿つて床に溝みたいなのがあつて、そこには埃がしばい溜つてひどいものでした。暖房というものはああいいうものかしらんと申つておりました。

斎藤 それこそ笑事ですね。あなたのような大家がいくらもおられた場所に……。

丹羽 ぼくは暖房というものはちつとも知らなかつた。高田商会がそういうふうにな声があつたのは、それは広田さんの骨折か、関藤君の骨折ですか。

斎藤 それは私知りません。

丹羽 関藤君はよくお話したこともないのですが、あの人は技術的にハイカラが好きな人でした。とにかく何か新しいものを、1つ仕事があると入れるということをおとから私気がついたので。

斎藤 関藤事務所を開かれてデザインを始められ、ハイカラな設計を盛んにされました。

丹羽 今度はどこかの会社の何を使つてみよう……。

斎藤 高田商会におられたときはそんなことはありませんで、ウェブスター、システム一点張りでした。

丹羽 どうして私そういうことを思つたかという、ある侯爵、この家ができるときに、ずつとあとですよ、私もいくらか暖房という名前くらいは知ることになつてから、その設計を関藤君がやられた。私に出来上つたときに見るといつたようなことで、わからんけれどもみただけですが、そうすると非常に新規なものを相当使つてある。大体成績があんまりよくなかつた。というのは殿様というものは兎角お指図があるものですから、関藤君は頼まれてやつたことだから、そう理窟も言えなかつたのでしょう。そんなことで殿様も新規好きな人ですから、そんなことの結果だと思いますが、こんなハイカラなことなんかしないでもいいと思われることがやつてある。それで成績があんまりよくなつて、あとになつて殿様がえらいお小言で、関藤君気の毒のようでしたが。

斎藤 関藤さんは高田商会を去られて、自分で設計事務所をおやりになつて、暖房設備の設計には長い御経験がありましたから、ほうぼうからデザインを頼まれて、いまあなたのおつしやつたような新しいハイカラな設計をやられました。高田商会におられる間は、そんなことはされなかつた様に記憶します。今から約40余年前、高田商会でやられたケルチング時代の暖房工事はそ

の効果は必ずしもよくありませんでしたが、使用された機器は実に優良品のみでした。恐らく請負金も相当高かったでしょう。

平野 輸入のものでしょうか。

齋藤 ええ、輸入品でとてもいいものばかりでした。バルブの如きは、必要以上のものを使われておりました。加茂先生、その頃日本の冷蔵はどんなものでしたか。

加茂 それは幼稚なものでしたよ。

齋藤 あなたはその頃大学で冷凍の講義をしておいでになつたのですか。

加茂 何月からであつたか記憶して居らないが、とにかく大正の初めからやつている。

畔柳 協会ができたのは大正6年。

加茂 冷凍機械の講義をしておつた。それと冷蔵庫のインシュレーションというもの。

齋藤 冷凍関係の方々が暖房冷蔵協会に参加してくださらないと、協会は成立しなかつたのです。

加茂 それで暖房冷蔵協会になつたわけだ。

齋藤 その頃集まつた人の数が暖房と冷凍とで140人位です。それ以上の人は得られませんでした。大正7年になつて340人になりました。大正8年10月に404名でした。

畔柳 衛生工業協会になつて1,000人くらいになつたのですね、プランニングのほうの人が入つて来たので。

齋藤 そこで会名の変更説が起つてきました。それで加茂先生にここで文句を申上ぐるのは恐入りますが、冷凍協会をおつくりになりましたでしょう。

加茂 冷凍がわかれた。

齋藤 挨拶なしに冷凍協会が大正14年9月にできました。暖房冷蔵協会に会員があまりふえないところに、冷凍協会が出来て一部の会員を持つて行かれたから、私はあなたを怨んでおりましたよ(笑)。

加茂 会名は竹村君の案でしょう。

齋藤 やはり建築関係の方は初めから衛生という字を会名に使いたいご意見で、機械関係の方は暖房冷蔵とか、暖房冷凍とか暖冷工学とか、暖熱冷凍とかを会名にとりあげたいご意見のようでした。

暖房冷蔵協会という名称では衛生工事業者及び従業員に入会を勧めるには至つて不便ですから会名を変更することになりました。それと前に申しました様に冷凍協会が出来て冷凍関係の方々がそちらへ入会されるので会員が人に減るだろうとの惧もありまして、その埋め合せの必要もあり又衛生工事関係者の入会を勧誘するのに好都合でもあつて会名を変更することとなりました。

本会の会名に就いて私の記憶をたどつてみましょう。

竹村勘悪さんの会名案は暖房冷凍協会でありました。総会席上辰野金吾案の衛生工業協会と井口在屋案の暖房冷蔵協会と竹村さんの暖房冷凍案を議題として賛否をとられた時に暖房冷蔵協会(井口案)が賛成者多数で暖房冷蔵協会と定められたのであります。

この外に予選の会名案には暖冷工学協会、暖冷協会、衛生工学協会、暖熱冷凍協会、建築衛生協会等がありました。

創立の際多数で定められた会名暖房冷蔵協会は大正14年12月3日の役員会で衛生工業協会(昔日の辰野案)と改められました。当時日本工学会からの要望もあつて社団法人とすること等が同時にきまり竹村勘悪さん内村達太郎さんと私とが定款起草委員の嘱託を受け大正15年4月25日の正員会で社団法人衛生工業協会と命名することが決議され、大正15年5月5日に暖房冷蔵協会最後の役員会が召集され昭和2年5月17日一切の登記を了つたのであります。

平野 そのときに冷蔵関係の方は、どなたも残らなかつたのですか。

齋藤 冷凍関係の会員は少し減りました。

加茂 ぼくは謀逆人の親方だ。大きに徴罰されなければならん。(笑)

畔柳 アメリカでは冷蔵協会のようなものは別にありますね、暖房関係とは別になつている。

加茂 中条君は関係なかつたのですかね。

齋藤 曾禰達太郎さんの事務所におられたから、はじめから入会されました。

畔柳 森井さんですか。

齋藤 創立の際は森井さんはまだ会員ではなかつたように思います。お茶の水で展覧会を本協会がやつたときには中条さん、高松さん、森井さんは大いにご尽力下さいました。

加茂 お茶ノ水のときか。

齋藤 ええ。

畔柳 加茂先生、冷凍協会設立の頃は、機械全部向うからきておつたのですか。

加茂 無論そうでした。冷凍機は日本で出来るようになつたのは、大分新しいことですよ。

畔柳 高田商会はビルダーかなんかのエージェントをしておられましたね。

加茂 ヨークの機械が一般に大きかつたのです。ビルターのほうはキャパシティが割合小さかつた。

畔柳 ビルターは初めから大倉商事ですか。

加茂 いやもとは高田です。

齋藤 大倉商事は後に高田から譲り受けた。高田が潰



れてあと。

**丹羽** 冷凍機を研究しておつた人は、1番最初はたれですか。井口春久君は大分炭酸瓦斯の冷凍機をやつたが。

**加茂** 先生がセオリーを研究して発表した。ずつと新しい。

**丹羽** 海軍のほうで何か関係かキッカケがあつたのではありませんか。

**畔柳** 井口さんは三菱造船の研究所におられたんじゃないのですか。

**加茂** ローマで第5回の国際冷凍会議をやつたときに、井口君が自分の研究を発表した。それが1928年の5月です。

**畔柳** 丁度30年くらい前ですから。

**丹羽** 最初軍艦で必要があつて、それがキッカケでやり出したんじゃないのですか。

**加茂** 造りはじめたのは神戸製鋼所かしらん、船では冷媒が洩れたときに害があつては困るというようなこと。もう一つは機械の占める容積を小さくする目的から、船の冷凍機というものは、ほとんど全部CO<sub>2</sub>を冷媒として使つた。フロン等の使いはじめは1930年、昭和5年にアメリカの列車の冷房用に入れたのがはじめで、これが船に使われるようになった。

**畔柳** 造船のほうの規格、初めはCO<sub>2</sub>でないといかんということだつたのですか、いまはいいのですか。

**平野** いまはいいのです。

**加茂** アンモニヤはアメリカで以て、冷凍のことを調べるといわれたのが明治の末期、そのときはフィルターにしばらく居ましたが、当時は冷媒はアンモニアばかりであつた。高田から紹介された。それでフィルターと非常に仲良しになつた。

**齋藤** 明治の末期、和合英太郎さんが、美濃の養老に製氷工場を建設されて、使用された冷凍機は日産5トンの米國ヨークのアンモニヤ式だつたそうです。これは米賀の代田冬蛙さんから聞いたのですが当時透明氷ができるまで、かれこれ6カ月以上も苦心されたそうです。

**畔柳** それが日本の製氷工場の第1ですか。

**齋藤** どうもそうらしいです。それから大正初年に東京の業平橋に日産百トン機をヨーク会社から輸入して製氷工場ができたが矢張り石油エンジン運転たつたそうです。

**加茂** 尤も冷蔵の設備のあつたのは、明治43、4年の頃からあつたはずで、れいの葛原猪平君が大分熱があつた。ただその時分は冷蔵庫の中のいろんな設備も十分でないときで、卵を箱に入れて冷蔵庫の中に入れる。上

のエキスパンションのパイプから露が落ちるわけです。それが卵を入れた箱の上に落ちる。それが出すまでにカビるわけです。だから冷蔵卵はカビ臭いというので、甚だ評判がよくなかつた。それは明治の末期、大正の初めころのことです。

**丹羽** 冷房ということをはじめたのは、何年頃ですか。

**畔柳** この前回顧座談会がございました。あのときその話が出たんじゃないかと思いますが。

**丹羽** アメリカに行つてれいの問題を起した……。

**平野** あの前。

**畔柳** アンモニヤで初めのうちはやつておりました。だから直接空気を冷す技術じやなくて、ブラインを使うとか、水を使うとか。

**齋藤** 水が初めてでしょう。

**加茂** アメリカで以て1番最初にやつたのが、ニューヨークの映画館だ。キングといつたか、エンパイヤといつたか、それが明治42年。それでいまの冷房をやつた結果は、夏はそこばかりにお客様が吸収される。みんな昼寝しに行く。それで冷房の値打を認めて全館の冷房をやつたのがシカゴのブラック・ストーンというホテルで、これは明治44年に世界で初めて全館冷房というのをやつた。

**畔柳** アメリカのキャリヤが先鞭をつけたのでしよう。

**加茂** 冷房設備の初めは明治42、3年頃ですね。

**丹羽** 百貨店で1番最初やつたのはどこですか。

**畔柳** 大阪のほうが早いでしょう。

**丹羽** 東京では……。

**畔柳** 三越がアンモニヤで食堂とホールとをやつた。

**平野** 次は高島屋でターボでやつた。

**丹羽** 高島屋ができたとき、冷蔵機装置をみせてもらったわけではないが、何か買いに行つた。そのとき私が思つたのは、入口を入るととても涼しい。中に入つて行くとそれほどでないと思つた。それで体がなれるからそう思つたのかしれいけれども、私はわざとそうしたような気がしたのです。これは商売のほうの設計かしらと思つたのです。あれで嚇かして。

**畔柳** 平野さんがやられた。

**丹羽** 君がやられたの。

**平野** 上のほうはないのです、3階まで。4階以上はほんの冷たい風を送つていました。金がかかるから1階と地下室と3階まで。

**丹羽** そして出たらとても気持がわるくなつてしまつた。それで日本では百貨店なんぞは商売で、それで儲かるかしらないが、こういうのは気持をよくするのか、悪

くするのかわからんと思つたことが偶然あつたのです。そういう商売的设计ということは、考慮されているかどうかですか。

**平野** やはり考慮されておりました。効果的に入口にyekoi出している。チャー・カーテンでも、読売会館でも入つたところは非常にいいのです。中に行くとき…。

**畔柳** 出入口から空気が溢れて出てくるのです。ですから冷たい空気があると同時に、出入口は狭いものですから、あそこに一種のチャーカレントがある。ですから入つた瞬間は涼しい。中に入るとそれほど風が動いておりませんから、入つたときよりちよつと涼しさの程度は落ちるのです。あそこにいけば1番涼しい。

**加茂** まだ読売会館に行つておりませんが、チャー・カーテンやつておりますか。

**平野** やつております。

**畔柳** 非常に熱が損をするというので、チャー・カーテンというものをやつて、熱を出さないようにしている。

**加茂** 読売がやつておつてくれないと、これは盛んに学校の講義で吹聴しておいたのだから、加茂はホラ吹きだ、やつていないじやないかということになつては困る。

**平野** 斎藤さん、いまの暖房冷蔵協会のときに、会費その他の点は何も考えなかつたのですか、寄付かなんかでやつたのですか。会費だけではとても……。

**斎藤** 会費だけでまかなう積りはありませんでそのため私がいつも会計係をやりました。

**平野** 会計が続かなかつたらダメだつた。

**斎藤** 会費だけでやつておつたら、あなたの言われるように潰れてしまつたでしょう。

**丹羽** しかし私はこの会としていつも思い出すと愉快なことは、全体の会の空気、会員の空気が非常になごやかで、兄弟の集まりというちよつと云い過ぎるが、あんまりシカメツらしくないところが、ほかの学会にはみられないことではないかと思う。

**斎藤** 本協会は創立初当から学者と業者とを会員として両者の懇親を図るべく学会とはせず協会として出発した位ですから、しかも真野文二先生は商売人をうんと会員に入れなければダメだといわれ、商人でも協会で学者同様に発言権があるのです。ほかの学会はそうはいかんでしよう。機械学会なんかはことにそうじやないでしようか。今丹羽先生が非常になごやかだといわれますそのフニキは永く保存したいものですネ。

**丹羽** その点ははくは著しく感ずるのです。この間機械学会で西原君が言つておつたのですが、機械学会はどうも会員の数が多過ぎるというのですよ。会員が多過ぎ

るということを、必ずしも西原君が言つたわけではない。腹の中はただ会員の数がふえるということだけを喜ぶ考え方がいけない。こういう意味らしい。もつと突のある会であるようにせよという意味らしいのです。言葉の上ではただ会員の数が多過ぎるといいましたが、腹の中ではそういう腹でいつたらしい。その結果どうも私が思うことは、会は大きい、あんまり規則づくめというかつまりお互いの間に親密さというものになくやつて、お互いに会員同志の間で、何か助け合うといつたような気持がどうもないのです。そういうことも意味しているのだらう。一つは会員になるならばもつと資格のある者だけでやつて会員であるということが一つの誇りになるようにしろ。そういう意味で西原君は主としていつたらしいのですが、しかし私はこの会は親しみがあつて、何か新しいことでもあるとか、どこか仕事でも始めるということでも耳に入れると、皆に知らせるようにしておられるような気がする。機械学会ではそういうことはないようです。

**斎藤** 機械学会は日本の機械製造技術や学術の発達と共に、大変大きい会になりました。日本で大きな学会は機械学会と建築学会でしょう。

**丹羽** それと電気学会。

**畔柳** 会員では機械学会が1番。

**加茂** それはその筈ですよ、すべての方面の、エンジニアリングで機械に関係のないものはないから、アメリカでもそうだ。

**畔柳** 学生の数も多いから、卒業した人も多い。

**丹羽** ただぼくは、会員のことを言うわけではないがこの気風だけは将来ともずっと維持してゆきたいような気がするのですね。

しかしながらそう思つておつたのに、会に出るといつでも競争が激しくて儲からんから困る困ると言う(笑)。ほとんどあらゆる人から始終聞いておつた。私はある時それほど諸君が困るのならよく土木やなんかは談合ということをやするそうだが、あれは悪いことかもしらんけれども、多少話合つて、代りばんこで儲けるようにしたらどうだ、とぼくは冗談を言つたことがあるけれども。

**斎藤** はげしく競争するのは日本の国民性でしような。アメリカの有名なメーカーでも、他の有名会社の製品を盛んに自家製品に利用して相互援助の形をとつています。殊に部品はその専門メーカーの製品をつかっています。非常にその点が違いますね。

**平野** それを大きいところでも部品として使つておるからね。

**丹羽** ケンカもせず仲良くやつているから。

齋藤 レイの自動燃焼機をみても細部品は皆専門メーカー一品でしかも各メーカーのネームプレートが貼付されています。

平野 ひとりで1万個をつくるよりも、よその同業者の5社分を含んで6万個をつくと安くなる。工場もペイしてゆくから、みんなにわけて、自分のところでつくれないものは得意なところへ頼む。多量生産でゆくから安くなるせいで、お互い協力するのではないのですか。

齋藤 テガミツの小型冷凍機の如きは、アメリカ製の冷蔵庫の総数の7割くらいに使用されておる。それが米国の工業をますます発展させる原因の一つだと思います。

平野 自分の製品のネームプレートにテガミットのネームプレートの入ったのを使っているものがある。安くなるからです。それと人の真似をしないということがある。

齋藤 日本で、そんなことが行われると日本の工業も、まだまだ発達しましょう。

丹羽 しかしそれはつけたりのことですが、すぐケンカしないところをみると。

齋藤 ただ煖房屋が徒らに競争をするといわれますけれども、それは煖房屋だけではなく、日本の国民は競争がだい好きのように思います。

丹羽 ぼくは心配したくない。ケンカもせずにこの会は非常になごやかですから。とにかくあれはやはり維持したいような気がする。

平野 衛生工業に寄付してもらう、或いは会費を高くしてみんな納めてもらつて、そうはいかないですね。

齋藤 しかし日本の機械工業の発達もごく最近ですな。丹羽先生学校を出られたころは、あまり発達していませんでした。

丹羽 そうでしょうね。

齋藤 しかしこうなつてくると、これから先の発達は早いでしょう。

加茂 とにかく一般工業という点からみて、発達したのは日清戦争後です。機械学会ができた、或いは造船協会ができた、その時代からだんたんやつてきた。

齋藤 機械学会が60周年、衛生は40周年だが、機械のほうの発達は著しいではありませんか。

畔柳 工業としてですか。

齋藤 ええ。

畔柳 それはそうです。

丹羽 私は仲間や友人なんかに、チョイチョイ会に入つてくれということを頼んだが、どうも興味をひかない

のです。それでお終い頃につつたのは、それは無理からぬことだと私は思う。それは興味をひくことが少ないですわ、機械のほうと煖房と比べると、お話にならんくらい興味はぼくは少ないと思うから、そうむやみに引ずり込むこともできんと思うようになった。そういう点はあると思う。その代りこちらはこちらで、会というものがなごやかで、そうぼくは大きくはないかもしれんけれども、小じんまりとよくやつているところは、これは仕事の性質にもあるのではないかと思うのです。

齋藤 しかし今日では、建築設備の研究は必要事項になりましたよ。大建築の建築費用とその設備に要する費用は半々くらいですから。

丹羽 ぼくの言うことは、そういう金額ということも響いてくるでしょうが、建築設備というと、ポンプは荏原に行つて買つて来て据付ける。エンジン、電気モーターはどこかで買つてくる。それを買つて来て据付ける。こういうふうには、一つのエンジンの興味をひくのは、ポンプならばポンプをつくるということにおいて、ポンプを設計するとか、ポンプをつくるということに興味があつて、ポンプを据付けて利用するほうにはあまり興味をもたないのはいですね。

齋藤 それは当たり前です。

丹羽 そこにあるだろうと思います。

畔柳 何かアメリカの大学の4年生か、最高学年になりますと、ある程度課目を選択するらしいのです。どなたか機械学会の方が終戦後アメリカに行かれて、そういう教育制度を視察された。何か報告が機械学会の雑誌に出ておりましたけれども、その機械科が4つくらいに分類される。1つが交通関係のエンジンのようなもの、1つは工場のマシントールのようなほう、それと工場管理というか、経営、4分の1くらいにいわゆるチャー、コンディショニング、煖冷房、そういうものがある。アメリカあたりでは機械科の人が4つの方向にわかれるとしても、4分の1くらいは建築設備のほうに行くのではないか、4分の1ということははつきりわかりませんが、選択すべき方向が4つにわかれているうちの1つの方向にそういうものがあるのです。これは現在のアメリカの生活程度といえますか、そういうものから、人の需要もそれだけあるのでしょうか。

齋藤 エヤコンの、研究実施に大いに力を入れた方は柳町政之助さんと思いますが……。

平野 第1回のときから会員でしょう。

齋藤 とにかくわれわれはまだそんなことを考えてもいないときに、柳町さんは空調業者として旗色を明らかにされた。

**平野** 本を書かれたのは何年頃ですか。大正末期ですか。

**有本** 大正ですね。暖房換気……。

**畔柳** 温湿度調整という副題のついた、上巻、下巻にわかれた……。

**斎藤** あれは日本では初めてですね。

**平野** 関藤さんも出られてから、冷房というのは関藤さんが……。

**斎藤** 第一生命ビルにジョンソン、システムを採用したのは関藤国助さんではありませんか。

**畔柳** ジョンソンというのはテンペレーター、レギュ

レーター。

**平野** 第一生命は違う、明治生命でしょう、コントロールだけの会社ですから、ジョンソンは。

**斎藤** 東宮御所はそうじゃないですか。

**畔柳** いまの国会図書館ですか。

**斎藤** ええ。

**畔柳** そんなことはないでしょう。

それでは相当時間お話をいただきましたから、一応これで速記を閉じまして、あとはどうぞ御自由に雑談でも。どうも有難うございました。

(おわり)

抄 録

ボイラーの計装と自動制御について (第2回)

Instrumentation and Control of Boilers

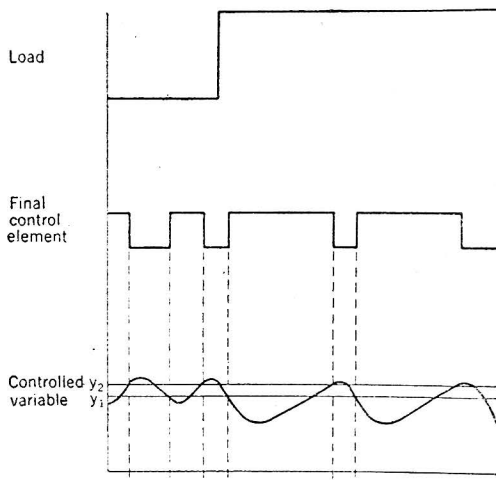
W. G. Holtbock

(“ Air Conditioning & Heating Ventilating ” August, 1956)

2 位置動作についての結論

2位置動作の結論として次のことが云える。

1. 制御変数は設定点の上下に、ある周期で振動する
2. 与えられたプロセス及び負荷に対し、振幅は“differential gap”に関係がある。
3. 最小の“differential gap”は一般に機械的条件によつて制限を受ける。
4. “むだ時間のないプロセス”では最小の“differential gap”は最終制御要素の最大許容周波数によつ



第12図 “むだ時間”のあるプロセスに対する2位置動作の負荷の影響

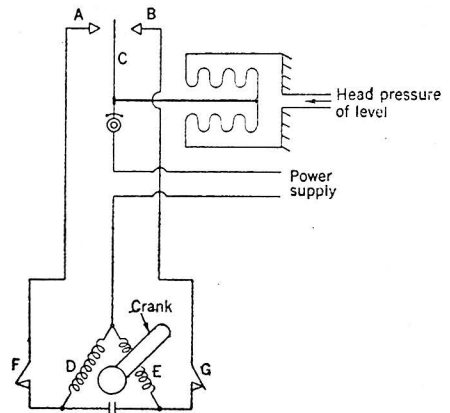
て制限を受け、周波数はプロセスの時定数に逆比例して増大する。従つて、時定数の短いプロセスに2位置動作は適しない。

5. “むだ時間のあるプロセス”では、行き過ぎが限界ファクターとなる。与えられた“differential gap”と負荷に対し“行き過ぎ”は“むだ時間”と時定数との比  $T_2/T_1$  による。従つて  $T_2/T_1$  の大きいプロセスでは2位置動作は適しない。

6. ソレノイド弁に高低又はバイパス調整を行つたり多位置調節計や“accelerator”の如き補償を行うことにより2位置動作の応答を一応改善させることが出来

る。

7. “行き過ぎ”に起因する色々な難点は負荷の変動と共に増加する。



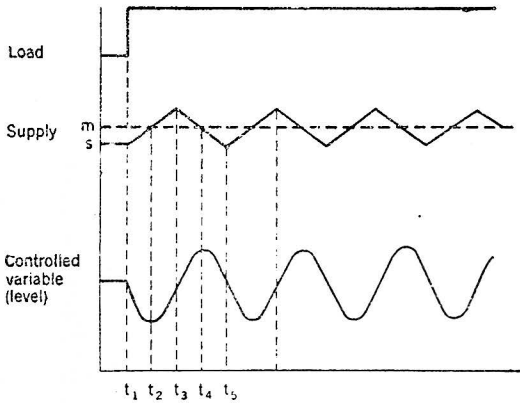
第13図 単速度フローティング動作

単速度フローティング動作

第13図は単速度フローティング動作を示している。制御変数はベローズに圧力を及ぼす液位とする。液位の上下によりcは接点A又はBに接触し、モーターを反時計又は時計方向に回転させる。リミットスイッチ F,G はモーターと同軸のカムによりモーターの 180° 以上の回転を防止している。c が接点 A, B の何れにも接触しない範囲を中立区間と呼びモーターは何れの方にも回転しない。最終制御要素及びモーターの軸はクランクに連結される。この種のステップ函数応答は第8図cに示す如くであり、調節計は定速度で動作し、その絶対値は常に一定である。

単速度フローティング動作と自己飽和性なきプロセスについて

ボイラードラムへの給水管に弁をとりつけ、第13図のような調節計により動作させるものとしよう。若し、ドラムが一樣な断面積でありプロセスの必要とする以上に給水弁を開けば、ドラムの水位は一樣に上昇し、その特性は自己飽和性なきプロセスとなり、第6図bのような応答となる。

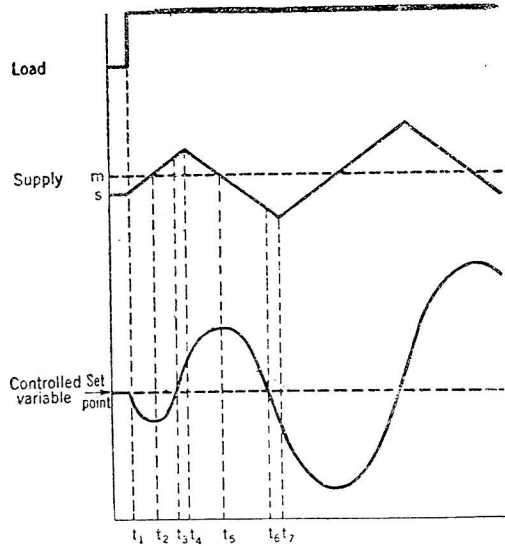


第 14 図 理想的フローティング調節計(中立域のない)をつけた自己飽和性なきプロセスの応答

いま、中立域のない理想的調節計を考え、第 14 図の時間  $t_1$  迄は与えられた負荷が丁度制御変数を設定点の水位に維持するに十分な水を供給出来る或る弁開度に対応し平衡状態にあるものとする。時間  $t_1$  で負荷が突変し蒸気量が増加しドラム内の水位が下降し始めると、第 13 図の接点 B, C が接触しモーターは回転し弁を開いて給水量を増加させる。第 14 図で  $s$  はドラムへの給水量、 $m$  は蒸気となつて出てゆく水量を示すものであり、 $s$  と  $m$  とが等しくなる迄 (時間  $t_2$ ) 弁は開くが、この点では水位と設定点との変差のある間は尚給水は続けられ制御変数が設定点に到達する迄 (時間  $t_3$ ) 弁を開く。時間  $t_3$  で弁は全開となり、もはやそれ以上給水は不要であるが、水位は時間  $t_4$  迄直線的に上昇してしまう。この時  $s$  と  $m$  とは等しくなるが、水位は余り高くなり過ぎ、水位を設定点に到達 (時間  $t_5$ ) させるよう弁は閉じる方向に動作する。時間  $t_5$  では時間  $t_1$  と同じ立場となり、結局振動状態をつづける結果になる。

以上述べた動作に“むだ時間”(実際のプロセスや調節計に存在する)があれば更に応答は悪くなるものである。

例えば、モーターが逆転する前に、わずかに惰性のため回転しそれが“むだ時間”の原因となつて、その影響が第 15 図のような応答となつて表はれる。いま、時間  $t_1$  で負荷が突変したとする。制御変数は降下し、調節計は徐々に給水量を増加させるように動作し、時間  $t_2$  で  $s$  と  $m$  とが一致し、時間  $t_3$  で制御変数は設定点に到達する。この点でモーターは逆転すべきであるが、惰性のため時間  $t_4$  迄モーターはそのまま回転を続け、この点でモーターが始めて逆転することになり、以下同様のことを繰返し図で明らかなように応答曲線の振幅は益々増大し、所謂ハンチング現象をひき起す結果になるのである。このような現象は望ましいものでなく、従つて“自



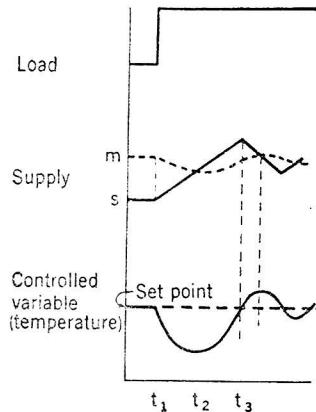
第 15 図

フローティング調節計(モーターの惰性を考えて)をつけた自己飽和性なきプロセスの応答

己飽和性なき”プロセスに“単速度フローティング動作”は不適當である。

単速度フローティング動作と自己飽和性

“自己飽和性”あるプロセスの代表例として空気調和系をあげ、温風送気用ダクトに取りつけたダンパーを第 13 図のモーターにより操作するものと考えよう。もし、“むだ時間”を考えず系を単一容量系と仮定すれば、自己飽和性のためにその応答は(調節計の接続なし)第 6 図 c のようになる。第 16 図は系に調節計を取りつけた



第 16 図

フローティング調節計をつけた自己飽和性あるプロセスの応答

場合の動作を示して居り、時間  $t_1$  で負荷が突変し室温が降下すれば、ダンパーは徐々に開き温風供給量を増加させるように動作する。ここで  $s$  は最終制御要素の位置即

ち制御系への流量、 $m$ は流出量（室よりの熱損出）を表わすものとする。この系の  $m$  は前例の如く一定ではなく、制御変数の函数となる。即ち、室温（制御変数）が降下すると共に  $m$  は減少する。 $s$  と  $m$  との交点（時間  $t_0$ ）は供給量と熱損失の等しいことを示して居り、この点より温度は上昇し始め、時間  $t_0$  で設定点に到達するとダンパーは閉じ始める。線  $m$  が直線ではなく  $m$  と  $s$  とが一致する時間を短縮させようとする方向に曲るという事実によつて（ダンパーの影響があるにしても）系が急速に減衰振動となり、“自己飽和性”あるプロセスのフローティング動作は安定であるということになる。

また、第 16 図からわかることは、ダンパーモーターの速度が早ければ早い程、急速に  $m$  線に到達し一層温度振幅を小さくすることが出来る。

しかし、実際の応用に当つて、“むだ時間”とか“時定数”を考えに入れねばならないが、行き過ぎ動作は第 15 図のものと同じ理由で起つても、振幅は急速に減衰し安定してしまう。

調節計のフローティング動作は補正動作を徐々に行うことであるが、プロセス応答が早ければ早い程、即ち調節計のフローティング速度に比較して時定数が短かければ短い程、制御変数の可測変化を得るために最終制御要素を余り動かす必要はない。従つて“行き過ぎ”の振幅も一層少くなることになる。これと同じ理由から、測定要素の時定数も調節計のフローティング速度に比較して一層短かくすべきである。

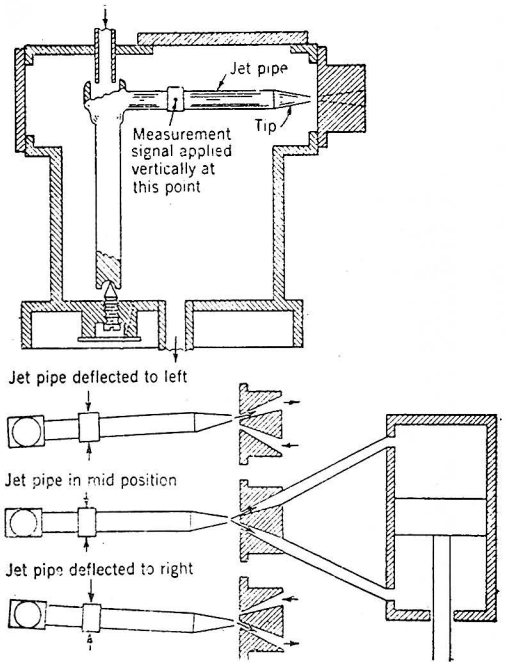
単速度フローティング動作の結論を挙げると、

1. “自己飽和性”あるプロセスに限り使用できる。
2. “むだ時間”や“時定数”が少い程制御はよい。
3. フローティング速度は、振幅を許容限界内に押えるようプロセスや測定要素の時定数に比較してゆつくりとすべきである。
4. 比較的ゆつくりとした補正動作は、負荷が急激に変動するプロセスでは不向きである。

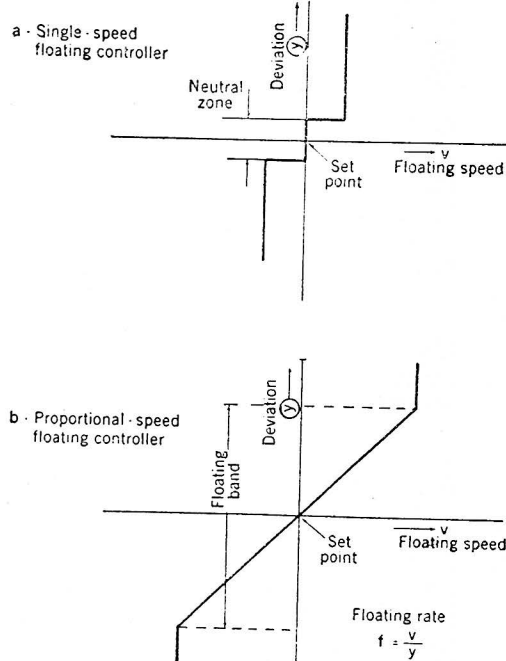
**比例速度フローティング動作**

比例速度フローティング動作とは補正速度が制御変数の設定点よりの変差に比例するものを云う。制御変数の設定点よりの変差を減少させると共に、変差が零になるにつれてフローティング動作よりも自動的に一層動作が速くなる。これはボイラー設備には余り使用しないが、大きいダンパーとか重いバップル弁の如き油圧式高出力のものによく利用されている。

この調節計の作動原理は第 17 図に示す通りであり、ダイヤフラム弁の如き入力信号によりジェットパイプを左右に動かし油圧をシリンダー内に噴射させピストンを右又は左に動かす仕組みとなつている。このピストンは最



第 17 図  
比例速度フローティング調節計の動作



第 18 図  
単速度フローティング調節計と比例速度フローティング調節計の動作の比較

終制御要素に接続され弁とかダンパーを操作する。ジェットパイプが中央の位置にあると、ピストンの左右にかかる力は等しくなり（ピストンにかかる負荷の影響を無

視すると) 平衡状態となる。ジェットパイプを支えているスプリングは入力信号と“バランス”し、その圧縮力は調整されジェットパイプの中央位置、即ち設定点を決定する。この調節計の特性として、

1. 最終制御要素の動作は制御変数の設定点よりの変差がある限り続けられる。
2. その作動速度は変差に比例する。

第8d図はこの調節計のステップ函数応答を示している。比  $x/t$  は変差に比例するフローティング速度を示し、入力信号  $y$  との間に

$$dx/dt = fy, \text{ 又は } v = fy, \left( v = \frac{dx}{dt} \right)$$

なる関係が成立する。ここで  $f$  は調節計のフローティングレート<sup>(1)</sup> (floating rate) と云われる常数であり、第18図に示すように、上式の成立する範囲内をフローティングバンド (floating band) と云う。フローティングレートは前に考えたことから、出来るだけ高くすべきであり、後で述べるように最良の結果を得るように調整すべきである。

**フローティングのレートの調整**

単容量プロセスに対するフローティング・レートは、プロセスの時定数及びプロセスゲインより決めることが出来る。いま、

$f$  = 最終制御要素のフローティングレート〜制御変数の単位変化当りの最終制御要素の作動速度(IN/MN)

$g$  = プロセスゲイン〜最終制御要素の動き/(IN) 当りの制御変数の単位変化

$T_1$  = 時定数, (MN)

とすれば応答が振動しない臨界状態の  $f$  は

$$(1) f = \frac{1}{4gT_1} \text{ で与えられる。}$$

又、フローティングレートを前記の16倍即ち、

(1) “基準速度”とも云う。入力信号の単位変化当りの最終制御要素の速度である。

(1) 単容量プロセスの比例速度フローティング制御系の式は

$$T_1 \frac{dy}{dt} + y = g - gx \text{ で与えられる。ここで、時間 } t=0$$

の平衡状態で  $x=0, y=0$  とし  $g$  は  $t=0$  での負荷のステップ変化を表わす。一方、 $\frac{dx}{dt} = fy$  を積分すると  $x = f \int_0^t y dt$  これを上式に代入すると  $T_1 \frac{dy}{dt} + y = g - fg \int_0^t y dt$  微分すると、 $T_1 \frac{d^2y}{dt^2} + \frac{dy}{dt} + fgy = 0$  これが critical damping なるためには特性式が等根なること即ち、

$$1 - 4T_1fg = 0 \therefore f = \frac{1}{4gT_1}$$

(2) 前述の臨界の式  $T_1 \frac{d^2y}{dt^2} + \frac{dy}{dt} + fgy = 0$  に  $f = \frac{1}{gT_1}$  を代入すると  $T_1 \frac{d^2y}{dt^2} + \frac{dy}{dt} + \frac{4}{T_1} y = 0$

この式の減衰比  $\zeta$  は、 $\zeta = 2\sqrt{\frac{1}{T_1 \times \frac{4}{T_1}}} = \frac{1}{4}$

$$(2) f = \frac{4}{gT_1}$$

なる  $f$  を与えれば、プロセスの応答は振動するが、前に起る振幅が次に起る振幅の1/4、即ち25%減衰比と呼ばれるものになり、実際の制御に非常に多く利用されて居り、良い結果が得られている。

多容量プロセスや“むだ時間”のあるプロセスには上に述べた調整規則は余り信じられない。しかし、

$$f = \frac{2}{g(T_1 + T_2)} ; f < \frac{0.6}{gT_2}$$

によつて与えられる  $f$  は非常に良い制御が得られるものである。

以上述べた諸法則を具体例によつて更に認識を深めてみよう。今制御弁の開き1INにつきタンク内の水位が5ftだけ上昇するものとし、(プロセスゲイン  $g = 5 \text{ ft/IN}$ ) 3.16ft (5ft  $\times 0.632$ ) の水位になる迄4MN (時定数) かかるものとすれば25%減衰比に対するフローティングレートは、

$$f = \frac{4}{5 \times 4} = 0.2 \text{ IN/MN/ft (水位の変化)}$$

となる。又若し加熱系の“むだ時間”が0.5MN、時定数が3MN、プロセスゲインが6°F/IN (制御弁の動き) とすれば

$$f = \frac{2}{6(3+0.5)} = 0.1 \text{ IN/MN/°F (室温の変化)}$$

となる。

以上の事柄からわかることは、比例速度調節計は尚幾分作動速度の遅いことである。例えば、温度制御系は室温1°の変化に対し0.1IN/MNのフローティング速度で応答する。このことは

$$\frac{1 \text{ °F}}{0.1 \text{ IN/MN} \times 6 \text{ °F/IN}} = 1\frac{2}{3} \text{ MN}$$

即ち、調節計がこの温度変化を補償する前に1 $\frac{2}{3}$  MN かがるといことである。

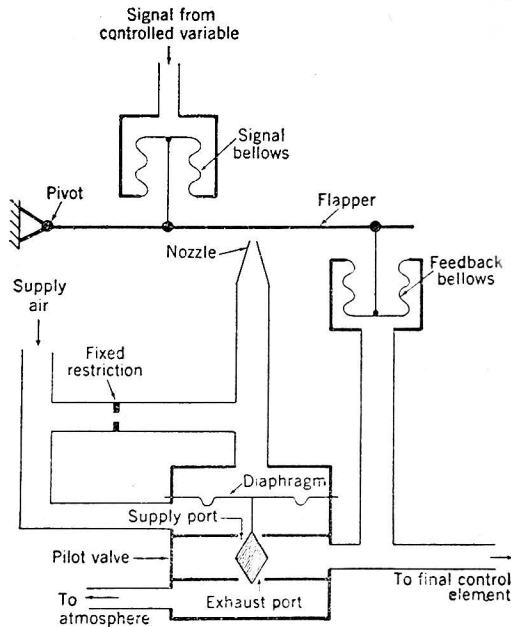
比例速度フローティング調節計は、単速度調節計よりも応答が速いが、補正動作の固有のおくれが尚大きく、特に負荷の急変が起ると不利益な点がある。

**比例位置動作**

前述の如く、比例速度フローティング調節計では、最終制御要素の位置は制御変数の設定点よりの変差に関係なく、変差がある限り機械的境界の許す間は最終制御要素の動作が続く。しかし、比例位置動作では比例速度に限りがなく、負荷の変動に対し直ちに最大速度で応答しその応答は制御変数の偏差の函数となる。

比例位置調節計には、電気式、電子管式、油圧式及び空気圧式のものがよく使用され、第19図はこのうち空気式調節計の応用例である。





第 19 図 比例位置調節計の動作

制御変数からの信号はベローに圧力を加えフラッパーを動かし、ノズル孔を閉ぢ、ノズルの背圧を高め、その背圧により増幅用パイロット弁のダイアフラムを押し、三方弁を操作し圧縮空気を送って最終制御要素を動かす仕組みになっている。固定抵抗と、フラッパーによるノズル孔の変可抵抗間の圧力はノズルの背圧を決定しフラッパーの位置と1対1の対応を与え、且つ直線的 (linearity) の関係をなしている。又最終制御要素に送る空気の圧力はフィードバック<sup>(1)</sup>(feed-back) ベローに伝は、これを圧縮させ、制御変数の入力信号と共にフラッパーの位置を決定している。

比例位置調節計のステップ函数応答は第8図3に示す通りであり

$$x = \frac{100}{P} y$$

で与えられる。ここに  $P$  は調節計の比例帯<sup>(2)</sup>(proportional-band) で%で表わされる。

オフセット (Off set)

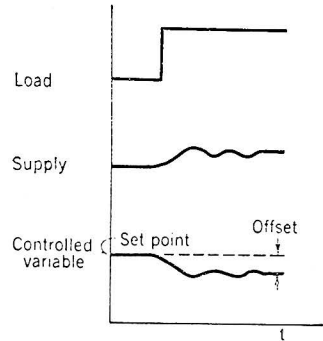
比例位置調節計の最大の難点は負荷の変動後に生ずるオフセットであり、第20図に示す如く偏差を少なくする

(1) 制御変数と最終制御要素とを一一の対応をさせ調節計を平衡させるために必要である。

(2) この調節計では弁の開閉と全閉に対応するペン位置の範囲内では、あるペン位置に唯一つの弁位置が対応する。このような範囲が比例帯である。例えば比例帯が10%目盛が0~200°Fの調節計ならば、20°Fだけ温度が変わると弁が全行程動く。このことから比例帯が広ければ広い程一定のペン動きに対応する弁の動き量がへるわけである。

(ペン……検出端のペンのこと)

(3) 制御係数という。



第 20 図

比例位置動作の負荷の変化と調節計の出力と制御変数との関係

ことが出来ても、制御変数を設定点に永久に一致させることが出来ない。このことは、制御変数と制御量とが比例関係にあると云うことに基づいている。

比例位置制御による制御経過を判定する係数として、調節計がない時に生ずる変差と許し得るオフセットとの<sup>(3)</sup>比  $Q$  を使うことが便利であり、安定な制御を得るための比例位置制御の性質として W. Oppelt は大体

$$Q = \frac{T_2 + 0.8 T_1}{T_2} \quad (9)$$

より求まる値よりよい  $Q$  は得られないことを述べている。

例えば、給水加熱器により給水温度を 180 °F にするようなプロセスを考え、この温度は与えられた給汽量に対し平均した給水需要量があれば一定に保持出来るものとする。もし、ピーク時に蒸気量をそれに対応して調整しなければ、温度が 160 °F 迄降下し、自動制御により温度降下を 178 °F 迄に押えたいものとするれば、 $Q$  の定義よりこの場合

$$Q = \frac{180 - 160}{180 - 178} = 10$$

一方、制御系の時定数を 3 MN “むだ時間” を 0.5MN とすれば(9)式に従つて

$$Q = \frac{0.5 + 0.8 \times 3}{0.5} = 5.8$$

となり、 $Q=10$  に対する望ましい制御は得られない。もしオフセットを 2° から 4° に増やすことが許されれば

$$Q = \frac{180 - 160}{180 - 176} = 5$$

となり、この場合比例位置調節計は満足すべき結果を得ることになるわけである。

比例帯の調整

第21図は特定なプロセスに対するオフセットと色々な比例帯の調整につき説明を明らかにしたものである。 $P=14\%$ では振動は継続するがオフセットは最小、 $P=$

30%のものが一番望ましく、前に述べた 25%減衰比の場合である。プロセスの運転中に記録式調節計の比例帯を決めるには、試験に際しプロセスの運転機能を害うことのないように次の如き方法が取られる。

1. 第 21 図、 $P=14\%$ の場合のように制御変数が持続振動を初める最大の比例帯を見つけること。(この調節点を設定限界 critical setting という。)これを求めるには、先ず比較的大きい比例帯(例えば  $P=30\%$ )で調整し、記録用ペンが十分応答するようにわずかに設定点を動かす。この時、生じる曲線を第 21 図の夫々のものと比較し、それが  $P=70\%$ のものと同じ特性であれば、 $30\% \times \frac{1}{2} = 6\%$  (第 21 図の例では  $70\% \times \frac{1}{2} = 14\%$ )が設定限界となる。又、もし第 21 図の  $P=20\%$ のものによく似ているならば比例帯を 30%から 20%に減らし、かくして徐々に新しい比例帯を試み制御変数が持続振動を初める点を見出すことが出来る。
2. 一たび設定限界が求まれば、望ましい比例帯は設定限界の倍、即ち設定限界が  $P=10\%$ ならば最適比例帯は  $P=20\%$ として得られる。

以上述べた一見単純な法則には次のような制約がある。即ち、完全に直線性 (linearity) が成立するという基礎に立っている。例えば、給水加熱器では、その給水温度が蒸気圧力や其他凡ゆるものに影響されるので、前述の試験に当つては、設定点を一定にし蒸気圧力をわずかに変え繰り返して試験を行うべきである。又、最終制御要素の位置と制御変数との間に非線型性があつて、弁のある位置では安定であつても、他の位置では系が不安定になることがある。

好ましくない振動なしに特に急速に制御したいようなプロセスでは比例帯を小さくすること、又、回復速度を殆んど要求しないが行き過ぎ動作を最も惧しみ度いようなプロセスでは比例帯を大きくするのがよい。しかし、後者では許容値以上にオフセットが増すので、この場合後で述べる比例戻し調節計を使うのがよい。

プロセスの“むだ時間”と応答率とが知れていれば前述の試験は不要であり、比例帯の設定は次式により求められる。

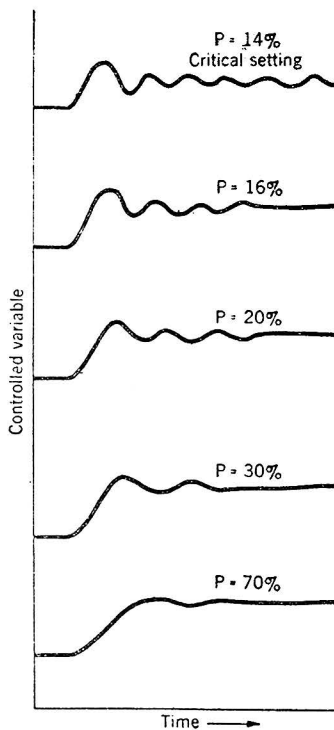
$$P = c T_2$$

又、もし応答率の代りに“ゲイン”と時定数がわかつていれば、

$$P = a \frac{T_2}{T_1}$$

を用いる。然し、

$a$  = プロセスゲイン ~ 最終制御要素の動き 1% (又は 1 IN) につき記録計のペンの動き% (又は制御変数の単位)



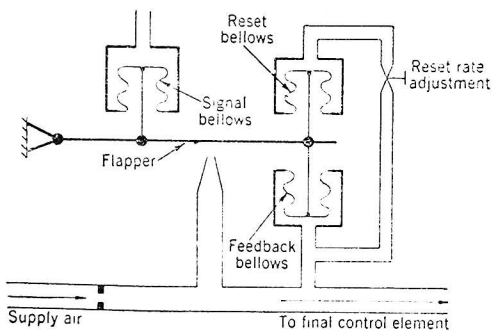
第 21 図

比例帯を色々に変えた場合の制御変数への影響

$c$  = 応答率 ~ 最終制御要素の動き 1% (又は 1 IN) につき単位時間当りの記録計の動き% (又は制御変数の単位)

$T_1$  = 時定数 MN;  $T_2$  = “むだ時間”

以上の式による調整結果は制御変数の 25%減点比にあたる。



第 22 図 戻し比例位置調節計の動作

戻し比例位置動作

比例速度フローティング動作と比例位置動作との合成を戻し比例位置動作と呼びオフセットがない。第 22 図はこれを示し、機構は第 19 図のものと大体同じであるが、戻しベロー (Reset Bellows) をつけ、又単純

化のためパイロット弁を省いている。

いま、初めフィードバックペローと引戻しペローにかかる圧力が等しく、シグナルペローに働く圧力が丁度設定圧力に対応して居り、それら3つのペローによる力が丁度平衡している状態にあるものとしよう。もし、制御変数の信号が増加しノズル孔を閉ぢる方向にフラッパーが動くと、ノズルの背圧が増加しフィードバックペローを押しフラッパーは新しい平衡点に落ち着く。しかし、引戻し率調整 (reset rate adjustment) 用ニードル弁を通つてノズル背圧が徐々に漏洩するので、フラッパーは続いてノズル孔を閉ぢる方向に動作し、結局制御変数を設定点に引戻すような補正信号を加えることになる。

このニードル弁を通過する空気流の割合はそこを通る圧力差、従つて制御変数の設定点よりの変差による。

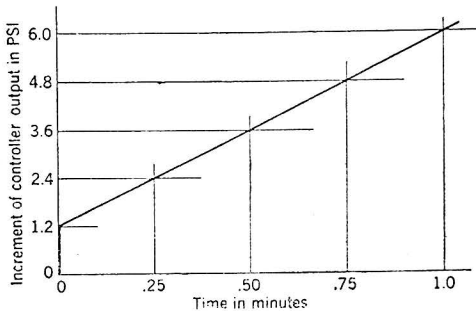
第8図 f は比例引戻し調節計のステップ函数応答を示すものであり、その数学的表現は次の通りである。

$$x = \frac{100}{P} y (1 + It)$$

ここで、第1項  $\frac{100}{P} y$  は比例位置動作を、第2項  $\frac{100}{P} yIt$  は引戻し動作を表わす。後者は比例位置動作を含み制御変数の設定点よりの偏差がある限り時間  $t$  がかかつて居り、係数  $I$  は引戻し率 (reset rate) と呼び引戻し動作の影響により比例位置動作が毎分何倍に強められるかを表わしている。

第8図の f と d とを比較すると、比例速度  $f$  は  $\frac{100}{P}$

$I$  に置き代えられて居り、 $P$  と  $I$  は夫々調節計で調整され、それらの影響は偏差  $y$  と時間  $t$  に比例する。従つて、引戻し動作及び比例速度フローティング動作に比例位置動作をつけ加えたものに他ならない。



第23図 引戻し比例位置動作の調節計出力

第23図は引戻し動作の意味を更にはつきり示している。即ち、制御変数の設定点よりの偏差に対応する調節計の最初の補正動作は、1.2 psi の伝達圧力の増加をうながし、この場合比例位置動作のみである。この補正動作は引戻し動作により1分間経つと4.8 psi の圧力に増

加する。従つて引戻し率  $I$  は毎分4になる。

いま、この調節計の最終制御要素に伝える出力信号の範囲を3~15 psi とすると、この場合出力範囲12 psi (=15-3) の10%即ち1.2 psi が  $t=0$  に於ける比例位置動作のみによる補正動作となつている。

若し、比例帯が  $P=50\%$  であれば、 $t=0$  で

$$x = \frac{100}{P} y$$

となり、又、制御変数の設定点よりの偏重が調節計の目盛りの範囲の5% ( $y=5\%$ ) であれば、引戻し率  $I$  は毎分4である故1分間後の調節計の出力  $x$  は

$$x = \frac{100}{50} 5 (1+4) = 50\%$$

となり第23図に対応する調節計の出力は  $12 \times 0.5 = 6$  psi となる。

引戻し比例位置調節計の調整は経験によるか、又はあるファクターがわかつていれば、それから計算で定められるものである。

経験的方法では比例位置制御の所で述べたようなやり方で行うのがよい。即ち引戻し動作をなくし持続振動があらわれ初める所の比例帯の設定限界を求め、その場合の最大振幅間の時間  $T_{MN}$  を測定する。これから比例帯の最適最終調整は比例位置動作のみの場合と同じで設定限界の2倍にとり、引戻し率  $I$  は

$$I = \frac{1.2}{T}$$

より求められる。

又もし、応答率と“むだ時間”又はプロセスゲインと時定数と“むだ時間”の何れかがわかつていれば調節計の調整は次式によつて得られる。

$$P = cT_2 = \frac{aT_2}{T_1}$$

$$I = \frac{0.3}{T_2} \quad (1)$$

#### 引戻し比例割合動作

調節計の比例帯はある所迄は減少出来るが、これを超えると不安定になつてしまう。制御変数の与えられた偏差に対する調節計の補正量は比例帯によるものである。比例帯が広ければ広い程、一層補正動作は小さくなり又ゆつくりとした動作になる。このための動作のおくれ特に測定要素の時定数による附加的なおくれは不利な立場となるものである。

従つて、偏差の量と共に調節計の補正応答を増加させるようなやり方を考えるのが望ましい。そうするには応答を速くし、行き過ぎ即ち不安定性を防ぐために制御変数が設定点に戻るにつれて応答を遅くするようにしてや

(1) Ziegler が指摘して居り、25%減衰比の最適調整。

ればよい。そうするには調節計に割合動作<sup>(2)</sup> (rate action) を附加することである。

しばしば、比例位置動作は割合動作のみと併合して使用することがあるが、しかしこう云う場合はごく稀であり殆んど引戻し動作も含ませ引戻し比例割合動作調節計として使用することが多い。この理由としては狭い比例帯で操作出来る比例位置調節計ではオフセットはさして

(2) 微分動作と云うこともある。

重要なものではなく引戻し動作を必要としないということから来るものであろう。この場合、狭い比例帯は急速補正応答をなし殆んど割合動作は問題とならない。比例帯が広くなればなる程従つて応答はゆつくりとしたものとなり、オフセットは増加し割合動作と共に引戻し動作が必要となつてくるわけである。(おわり)

(抄録員 高見 康司)

(昭和 32. 5. 14 原稿受理)

## 照明と冷房負荷との関係に就いて

Relation of Lighting to the Cooling Load  
(Illuminating Engineering Society と ASHVE との共同委員会の報告)  
(Report of Joint IES-ASHVE Committee)  
("Heating, Piping & Air Conditioning," Sept. 1956)

数年前より照明と空気調和の関係に就いての, Illuminating Engineering Society と ASHVE との共同委員会が開かれて来た。いままでに提出された報告は、

照明装置の熱的見地よりの研究

第1章 照明と冷却負荷との関係

という題となつており、1955年4月25日附である。(1955年6月1日に改正された。)

この報告は、委員会のとりあげた三つの主題を扱つてゐる。即ち、(I)参考文献の集積、(II)二つの協会の会員から質問を出してもらい、之に適当な解答を与えるこ

と、(III)研究室で得られるデータで、必要であつて而も未だ求められていないものの表をつくることである。

本文は、この三つの主題の中の(II)の部分の殆んど全文を、多少配置を換え、ある程度短縮したものである。

共同委員会は、二つの協会の会員から質問を求め、之に実用的で而も正しい知識を与えるような解答を用意した。本文も質疑応答の形のままとし、下記の如き項目に別けるものとする。

(II a) — 照明源及び照明装置

(II b) — 冷房装置及びその設計

(II a) — 照明源及び照明装置

質問—空気調和装置の設計者が夏季の冷房負荷の算出に當つて、各種の蛍光灯やその附属機具の全ワット数をどれだけとしたらよいか。

解答—全ワット数は第1表に示す通りである。

質問—設計照度を一定にしたままで、ワット数を減らすこと(従つて冷房負荷を減らすこと)、或いは輻射熱を減らすこと(従つて不快感を減らすこと)が出来ることがある。この意味で、白熱電球と蛍光灯の輻射熱と対流及び伝導による熱との標準の比率を教えてほしい。

第1表 各種の蛍光灯とその附属機器のワット数

Nominal Watts	Length, inches	Diam, inches	Operating Current, ma*	Watts Consumed		
				Lamp	Ballast	Total
Preheat Starting Lamps						
20	24	1½	370	19.6	4.5	24.1
30	36	1	355	30.0	9.0	39.0
40	48	1½	425	39.6	8.8	48.4
85	60	2⅝	1620	94.0	17.5	101.5
90	60	2⅝	1550	101	16	107
100	60	2⅝	1520	101	16	117
Rapid Starting Lamps						
40	48	1½	430	39.5	9.0	48.5
Instant Starting Hot Cathode Lamps						
	42	¾	120	18	8	26
			200	25	10	35
			300	33	12	45
40 (bipin)	48	1½	425	40	11.15	51.55
	48	1½	427	38	11.15	49.53
40 (low brightness)	60	2⅝	420	40-45	11.14	51.57
	64	¾	120	27	11	38
			200	37	14	51
			300	51	18	69
	72	1	120	26	11	37
			200	37.5	14	51.5
			300	51	18	69
	72	1½	425	55	14.165	69.715
	96	1	120	34	14	48
			200	49	14	63
			300	69	21	90
	96	1½	425	75	16.20	89.95
Cold Cathode Lamps						
(type LP)	96	1	120	43	8	51
(type HP)	96	1	100	42	11	53

\*ma indicates milliamperes

解答—代表的な白熱電球と蛍光灯のエネルギーの比率は第2表に示す通りである。

第2表  
白色蛍光灯と白熱電球の代表的なエネルギーの比率

	40-watt White fluorescent	500-watt Incandescent filament
visible radiation (light)	16.5%	12%
invisible radiation	37.5%	73.8%
Total radiated energy	54.0%	85.8%
heat by convection and conduction	46%	14.2%
	100.0%	100.0%

質問—蛍光灯は各方面でますます広く用いられるようになっており、空気調和装置も普及しつつある。最低50°F、最高150°Fの空気流が、900 fpmまでのいろいろの速度で蛍光灯の上を流れると、照明体の出力とバラストの寿命にどのような影響があるか。

解答—蛍光灯の出力は、灯の温度の影響を受ける。即ち、周囲の空気の温度、気流及び灯の蔽い度合等の影響を受ける。第1図の曲線はいろいろの気流において裸の蛍光灯の出力に及ぼす周囲温度の影響を示している。之等のデータは室内を所定温度まで冷却し、送風機で気流を生じさせて取つたものである。灯の周囲の空気が、室内空気とダクトよりの温風又は冷風との混合したものであつても、之より判断出来ると思う。

蛍光灯の周囲の空気の温度は、灯の出力に影響を与えるだけでなく、バラストの寿命に直接関係する。バラストの規定には、規定に含まれるバラストと灯との組合せは室内(周囲)温度が50°Fから105°Fの間で用いられるものとするとはつきりうたわれている。

灯或いはバラストが上記の限度以外で用いられる時は、設備する前に、実際に用いられると同じ状態のもとで灯の温度とバラストの寿命を調べるべきである。

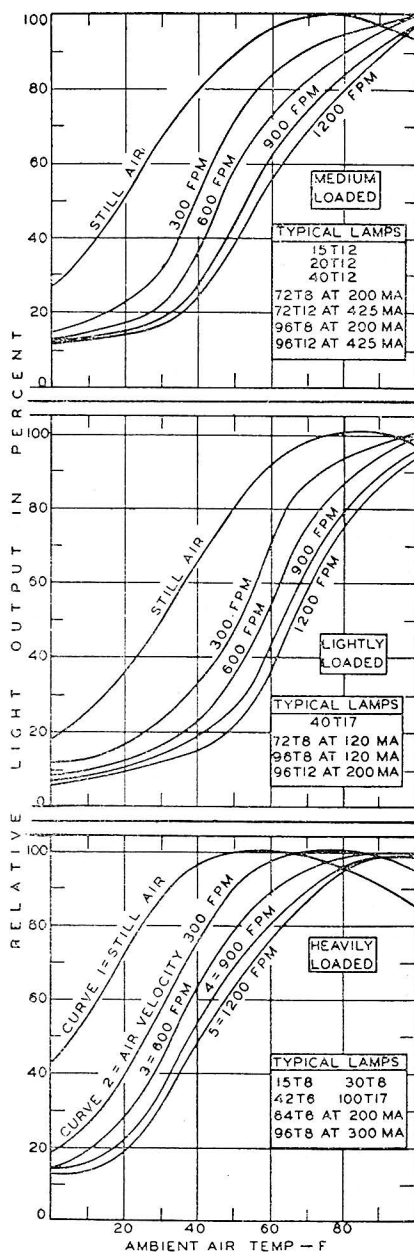
線図が三つに分れているのは、それぞれ重負荷、中負荷及び軽負荷の灯(球の一平方吋当りのアークワット数)に対するものである。三つの負荷のそれぞれの標準の灯は第1図に示すとおりである。

質問—蛍光灯には何故バラストが必要なのか。

解答—バラストは、灯が点火されるのに必要な丈の電圧を与え、灯を流れる電流を適当な値に制限するために必要である。もし蛍光灯がバラスト即ち抵抗なしで点火されると、灯はその性質上いくらでも電流を通し、その結果すぐに灯が壊れて了う。

質問—バラストを、冷却負荷に影響のない所に集めておくことは、実際に可能か。

解答—場合によつては、冷却負荷に影響を及ぼさない所にバラストを集めておくことが可能である。電気配線



裸の蛍光灯の出力に及ぼす周囲空気温度と気流の影響  
第1図

の設備費は嵩むが、Slimline type 或いは40W瞬間点火式のものは、バラストを集めて中央盤として設置することがよくある。之によつて灯の位置での消費ワット数を約20%減らすことになる。小さな事務所、冷房された部屋などではこうすると有利である。電気配線工費がどれだけ増すかは、個々の場合に検討する他ない。

質問—蛍光灯のバラストに対して高い温度はどのような影響があるか。

**解答**—蛍光灯のバラストの寿命は、その作動している所の温度と密接な関係がある。温度が高いのは、バラストの寿命を縮めることの第一の原因となることは明らかである。灯への入力約 20 % がバラストで熱となる。もしこの熱が速かに除去されないとバラストは過熱することになる。之によつてバラストの成分が変質し、寿命が短くなる。

**質問**—冷房という面からみて、蛍光灯が白熱電球に勝る点があるか。又水銀灯は如何？

**解答**—冷房という面からみると、蛍光灯及び水銀灯は明らかに白熱電球より勝っている。蛍光灯及び水銀灯は照明効率が高いので、同じ冷却負荷で 2 倍から 3 倍の照度が得られる。

**質問**—(暖冷房の面から見て) 外の光線を用いる時と電灯を用いる時との経済性を考察する方法如何？

**解答**—考察すべき要素としては、窓及び電灯よりの熱取得又は熱損失、建物の方位、建物の地理的条件、光源の制御の程度等がある。

**質問**—電灯の効率とはどのような意味をもっているのか。

**解答**—電灯の効率とは、電灯の出力 (ルーメン) を電灯への入力のワット数で割つたものと定義されている。そして一般にワット当りルーメン (LPW) で表わされる。附属品を用いる時は、その損失だけ全体効率は落ちることになる。

**質問**—所要レベルの照明を行い而も室内に放出する熱量が少なくなるような、白熱電球の効率の改善が可能であろうか。

**解答**—タングステンよりも優秀なフィラメント材料が発見されない限り大きな改善は期待出来ない。クリプトンガスを用いると効率が幾らか良くなるが、普通の灯には経済的でない。フィラメントの温度が高いほど効率は良くなるが、寿命が短くなる。寿命を十分に長くするためにはフィラメントをその溶融点よりずっと低い温度で用いねばならない。

まつすぐなタングステン線の真空中における溶融点 (3655°K) での最大理論効率は 53 LPW の近辺である。実用上での最大効率は 34 LPW の程度である。之は特殊な応用のために設計された電球で得られるもので、その寿命は短い。普通用いられている電球では、10 W の電球で 3 LPW、1500 W のもので 22 LPW となる。

**質問**—上と同じく、蛍光灯の効率を改善する余地はあるか。

**解答**—過去 10 年間蛍光灯の明るさとルーメンを保つため絶えず改良が行われて来た。

1946 年に無限長の T-12 白色灯は 70 LPW の効率

だつたのであるが、今日では 80 LPW の効率となつている。而もこの値が最上のものだという理論的な根拠はない。燐と製造工程の不断の改良によつて現在より更に効率のよい灯が出来てゆくことは疑いない。ルーメンの維持の改善が行われると共に、維持される光度は高くなり、改善が行われねばならない。蛍光灯は現在では 40 ワットの白色灯で約 65 LPW の効率である。バラストで消費される電力を灯の消費電力に加えると全効率は 54 LPW 程度である。

**質問**—熱陰極蛍光灯と冷陰極蛍光灯とはどのような違いがあるか？、又その差は発生する光の単位量当りの発生熱量に影響するか？

**解答**—熱陰極灯は、普通一種又はそれ以上のアルカリ土類酸化物で被覆したコイル状のタングステン線の電極よりなつている。回路の配置を適当にすることによつて之等の陰極は電弧が発生する前によく電子を発生する温度まで熱せられる。又、点灯されてから加熱されるまでは冷陰極として一時的に働く必要がある。熱陰極を用いた灯は電極に於いて低い電圧降下 (18 ボルト) でやや大きな電流 (1~2 アンペア) を流すように設計される。陰極は外部の加熱回路により適当な温度に保たれないと、点灯の回数が多く寿命が短くなる。

冷陰極灯は内面を電子を発生する物質で被覆した円筒形の電極を用いている。この陰極は十分に熱イオンを発生するのに必要な温度以下で働らく。従つて低い電流密度に限られる。この灯での電極の降下は比較的高い (105 ボルト) が、点灯の回数が多くても寿命が短くなることはない。

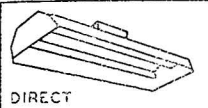
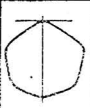
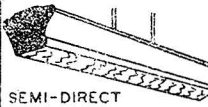
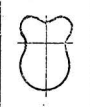
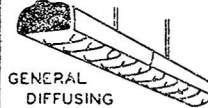
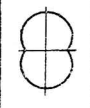

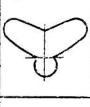

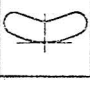
この 2 種の作動の唯一の差は、上述した陰極の性質によるものである。球の大きさが同じで、燐と、燐の単位表面積当りのアムペア負荷の条件が同じであれば、ルーメンの出力およびルーメンの維持は同じである。灯の効率は冷陰極灯では 31~46 LPW、熱陰極では 37~55 LPW の間となつている。

**質問**—周囲温度が普通の室温より高かつたり低かつたりすると、白熱電球の寿命にどのような影響があるか？

**解答**—蛍光灯と違つて、白熱電球の出力は比較的周囲温度の変化に影響されない。又、周囲温度の自然変化 (冬に最低で夏に最高となる) は、白熱電球の寿命に殆んど影響を与えない。囲いの中で普通の白熱電球が用いられて周囲温度が高くなりベースの温度が 345°F 以上となると、ベースがゆるみ、或いは縁のハンダがとれて了う。

機械的ベース或いは高温ベースセメントを用いたベースでは、約 390 °F まで耐える。ベースの温度が問題とならない灯では、ガラス球の温度で制限される。普通の市販の電球ではガラス温度は 700 °F 以下で用いねばな

第3表 代表的な部屋に設置した各種の蛍光灯の発生熱量

Types of Luminaire used		Btu per hr* per footcandle per sq ft floor area							
		Percent of Light		Large Rooms, Over 2500 sq ft		Medium Rooms, 500 to 2500 sq ft		Small Rooms, Under 500 sq ft	
				Ceiling Height		Ceiling Height		Ceiling Height	
Upward	Downward	14 ft or more	Under 14 ft	12 ft or more	Under 12 ft	12 ft or more	Under 12 ft		
		0 to 10	90 to 100	0.23	0.19	0.25	0.20	0.35	0.26
<b>DIRECT</b>									
		10 to 40	60 to 90	0.28	0.24	0.50	0.25	0.42	0.32
<b>SEMI-DIRECT</b>									
		40 to 60	40 to 60	0.33	0.26	0.35	0.27	0.57	0.40
<b>GENERAL DIFFUSING</b>									
		60 to 90	10 to 40	0.48	0.37	0.52	0.39	0.80	0.57
<b>SEMI-INDIRECT</b>									
		90 to 100	0 to 10	0.50	0.57	0.53	0.40	0.90	0.62
<b>INDIRECT</b>									

第4表 いろいろの部屋の要求する照度

AREA	FOOT-CANDLES MAINTAINED IN SERVICE	AREA	FOOT-CANDLES MAINTAINED IN SERVICE	AREA	FOOT-CANDLES MAINTAINED IN SERVICE
<b>Interior Lighting<sup>b</sup></b>					
Assembly		Hotels		Simple seeing tasks: hallways and corridors, passageways	5
Rough	20	Lobby	20	<b>Professional offices</b>	
Medium	50	Dining room	10	Waiting rooms	20
Fine	100	Guest rooms	30	Consultation rooms	30
Extra Fine	300 <sup>c</sup>	<b>Inspection operations</b>		Examination rooms (supplementary illumination)	100
Auditoriums	10	Rough	20	Dental chairs (supplementary illumination)	200
Banks		Medium	50	<b>Restaurants, lunchrooms, cafeterias</b>	
Lobby	20	Fine	100	Dining area	10
Cages and offices	50	Extra fine	200 <sup>c</sup>	Food displays	50
Barber shops and beauty parlors	50	<b>Offices</b>		Kitchens	20
Dance halls	5	<i>Difficult seeing tasks:</i> auditing and accounting, business machine operation, transcribing and tabulation, bookkeeping, drafting, designing	50	<b>Store interiors</b>	
Drafting rooms	50	<i>Ordinary seeing tasks:</i> general office work (except for work coming under <i>Difficult seeing tasks</i> ), private office work, general correspondence, conference rooms, active file rooms, mail rooms	30	Circulation areas	20
Homes		<i>Casual seeing tasks:</i> inactive file rooms, reception rooms, stairways, washrooms, and other service areas	10	General merchandising areas	50 <sup>d</sup>
General lighting	5			Show cases, wall cases, open counter displays	100 <sup>e</sup>
Study	40			Feature displays	200 <sup>e</sup>
Sewing (occasional)	40			Stock rooms	10
Hospitals				<b>Welding</b>	
Emergency room, general	50			General illumination	30
Nurseries, general	20			Supplementary illumination	1000
Delivery room	50				
Surgery, general	50				

らない。硬質ガラスを用いたものは、885°F から 975°F が最高限度となる。

**質問**—空気調和装置の設計者が、概算を行う際に電灯照明による熱負荷を略算する簡便な方法はないだろうか—IESの技術者が照明の設計をする際に用いる照度と照明器具に基いたものとして。

**解答**—部屋の大きさにより第3表を用いて、5種の普通用いられる照明器具を用いた蛍光灯及び水銀灯設備から単位燭光当り床面積1平方呎に毎時発生される概略の

熱量 Btu がえられる。この値に部屋の両面積平方呎を乗じ、更に第4表に示す推奨する燭光数を乗じれば、照明による熱負荷が得られる。ここでは発生する熱量の100%が冷房装置の負荷となるとしている。

第3表に書いたとおり、白熱電球では各値は全部2倍にとるべきである。

II (b) —冷房装置とその設計

**質問**—実際には、照明及び空気調和装置の技術者は、照明器具で消費される電力量の100%が空気調和装置の





1 冷凍屯当りの所要馬力数は、蒸発温度が下ると、又凝縮温度が増すと、増加する。次に示す表はこの変動の1例を示している。

第5表

蒸発温度による冷凍能力1冷凍屯当りの馬力数の変動

	Condenser	
	Air Cooled	Water Cooled
Evaporator Temp	50 F	50 F
Air Temp	70 F	
Condenser Water Temp		70 F
Horsepower per ton	0.97	0.64
Raise air temperature to 100 F for the air cooled machine and the condenser water to 90 F for the water cooled machine.		
Evaporator Temp	50 F	50 F
Horsepower per ton	1.40	1.01
Drop the evaporator temperature to 30 F and use 100 F air and 90 F wat.r.		
Evaporator Temp	30 F	50 F
Horsepower per ton	1.60	1.46

電気技術者は、空気調和装置のモーターの起動器、配線、電力引込の大きさをきめる前に、機械技術者と相談すべきである。

送風機、冷水ポンプ、冷却塔ポンプ、冷却塔送風機その他の附属機器のモーターは、1冷凍屯当り0.25 HPから1 HPの間となる。之が冷凍機自体のモーターの他に必要である。この馬力数は装置の方式や機器の位置等により決つてくるものである。残念だが装置がある程度設計されないと全所要馬力数は正確に出せない。1冷凍屯当り1 HPというよくいわれている概念は、全く誤つているといつてよい。

**質問**—照明技術者が照明の仕様を決めると、それは部屋の空気調和装置の設備費と経常費にどの程度の影響を与えることになるか。

**解答**—太陽光線であれ室内照明であれ部屋の照明は空気調和装置の冷房負荷の大きなもの一つとなる。そして冷凍機及び冷房装置の容量、設備費経常費に大きな影響を与える。

照明負荷と他の熱負荷との比率は、建物により、又同じ建物でも場所によつて違つてくる。従つて、冷房装置の主たる熱負荷となるものを挙げ、之等が空気調和装置の設計に与える影響の比率の実例を示すこととする。

冷房している室内から除去さるべき熱量は通常下記の如きものがある。

1. 窓ガラスから伝達される熱
2. 窓以外の外壁から伝達される熱
3. 電灯よりの熱
4. 人体による熱
5. 外部に面する扉等から入つてくる外気による熱

この5つの熱源の総てが室内負荷と呼ばれ、ダクト、

送風機、ポンプ、配管等の冷房装置の所要容量を決定するものとなる。

之等の他に、冷凍機の負荷となる第6番目の熱源として、換気に用いるべき外気から除去すべき熱がある。

第6表

事務所建築における冷房負荷の分布の一例

Heat Source	Exterior Offices <sup>a</sup>				Interior Offices
	North	East	South	West	
Glass	27%	56%	51%	56%	—
Lights	61	37	41	36	84%
Occupants	12	7	8	8	16%
	100%	100%	100%	100%	100%

第6表に、最近の事務所建築の室内負荷の比率の一例を示す。この場合は外壁部よりの伝熱量は極めて小さいので無視されている。照明は蛍光灯で1平方呎当り5 Wとていなる(約75~85 ft-c)。居住者はその習慣上日射をうける窓のブラインドを降し、電灯を点けていると仮定している。

第6表に示す建物の冷房のピーク時における各熱源の比率を第7表のA項に示す。

第7表

各種の建物における発生熱源の比率

	Office Building	Loan Office	Chain Store	Clinic
	A	B	C	D
Glass	11.8%	27.0%	5.7%	14.8%
Lights	42.5	12.9	23.5	16.9
Roof & Walls	0.7	16.8	12.0	33.4
Occupants	15.4	12.2	33.4	15.5
Ventilation	26.6	31.1	21.4	19.4
System Power	3.2	—	4.2	—
	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
Glass + Lights	54.1%	39.9%	29.0%	31.7%

比較のため、最近の他の建物における冷房負荷の比率を第7表のB, C, D項に示す。B及びC項の照明は床面積平方呎当り3 W(約40~50 ft-c)、D項では2.5 W(約3.5~40 ft-c)となつている。

**質問**—人工照明の位置と設計は、空気の分布にどのような影響を与えるか。

**解答**—天井から下に吊した照明器具は、ディフューザーからの空気の流れを邪魔することが多い。照明器具が空気流を遮ると下向きの気流を生じ、良くない。之を避けるためには、それぞれの場合に当つて建築家と照明技術者と空気調和技術者との間で良く打合せをせねばならない。

**質問**—実際の設計に当つて、電灯照明の全出力と、窓からの全熱量との両方を冷房負荷として取らなければならないのか。

**解答**—冷房負荷の計算に当つて、電灯照明の全負荷と

窓からのピーク負荷との両方を入れるのが現在では普通であるが、実際には両者が同時に重なることはないと思われる。

外壁から 30 ft 以内の場所では、窓からの太陽輻射がある時は、十分な太陽光線による照明があり、従つて電灯照明の必要はないと考えてよい。同様に、適当な電灯照明を絶えず行つている所では、窓の覆は最も有効に太

陽輻射を防ぐように調整されているとしてよい。

空気調和装置のゾーンコントロール、電灯照明及び窓の覆の光電管による自動調節は、設備費及び経常費を減らし、且つ十分な環境をうるのに資するものとして、特に研究の要がある。(抄録員 船橋 明訳)

(昭和 32. 5. 29 原稿受理)

## ロスアラモス科学研究所の化学・冶金研究室

### Radioactive Process Ventilation

by S. H. Glassmire and J. P. Wahlen, Los Alamos, N. M.,

(“Heating, Piping and Air Conditioning”, n. 28, v. 12, Dec. 1956. p. 117~121)

#### 建築の概要：

Atomic Energy Commission の Los Alamos Scientific Laboratory にある CMR (Chemistry and Metallurgical Research) Building は放射性物質利用施設として興味のある建築である。この建物は全部主階と地下室とアティクとの三階建になつている。主階に放射性化学研究のモジュールと冶金学研究のモジュールとがある。第1図でわかるように、650' の長い廊下を中心にし、それから各々長さが 267' の5つの研究室群が翼のように伸びている。(建物のこの部分をかりにウイングとよぶことにする。)建築は 1952 年に完成したが、特別な装置を除いた建築費はざつと  $11\sim 12 \times 10^6$  ドル(約 41 億円)である。

#### 換気と排気の概要：

第1図は代表的なウイングの断面図で、突気の流れと、各部の圧力とを示している。斜線のひいてある部分が、研究所本来の仕事をするモジュールで、残りの部分は補助的な場所である。補助的な場所が大きな割合を占めていることが他の一般建築と変つている。給気は、主廊下とウイングとの分岐点Aからウイングのアティクに入り所要の場所へ送られる。排気は、ウイングのAとは反対の端から排出される。

給気はアティクの中の主ダクトから、各モジュールの金属製細孔あき天井の上にある箱に送られる。そこから空気は天井の細孔を通つて室に均一に分布され、床にあるグリルなどを通つて、地下室にある主排気ダクトに排出される。

放射性物質利用施設で一般に行われているように、空気は cold (放射性の弱い部分) から hot (放射性の強

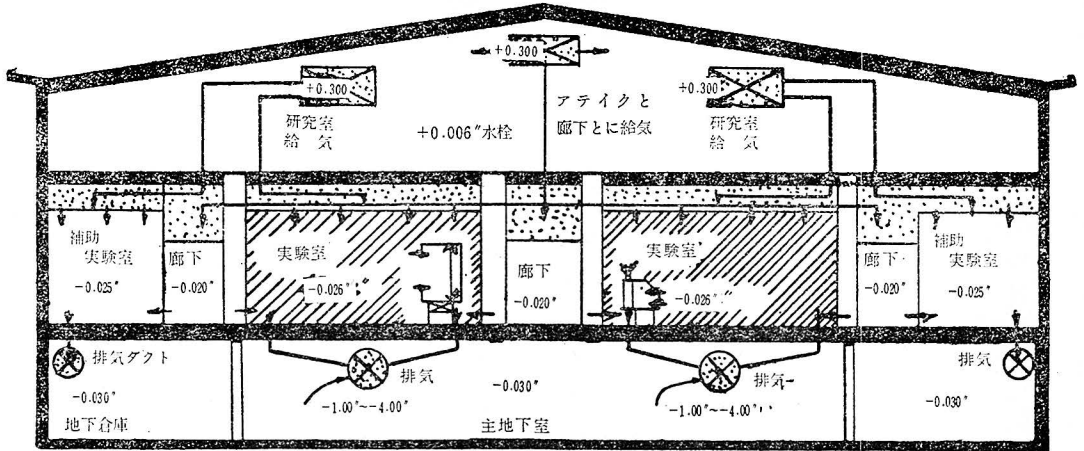
い部分) へと流れる。この流れの方向は、各部の空気の静圧を検出し、給気と排気とを注意深く制御することによつて保持される。主ダクトの中に圧力検出のエレメントを設け、これで vortex type damper を自動制御する。このようにして cold から hot へ空気がうまく流れるようにするためには、各室の空気圧力を第1図に示すような値に保持する。図に示した圧力は、大気圧を 0 とした圧力であつて、cold から hot に行くに従つてマイナスの圧力になつている。たとえばモジュールの圧力は  $-0.026''$  WG である。

各ウイングで約 80,000 cfm, 建物全部で 400,000 cfm の空気が流れている。全換気装置の正しい操作は、中央管制室で行われており、少しでも不具合なことが生ずると、中央管制室の赤ランプがついて故障箇所を知らせるようになつている。

#### 給気系統：

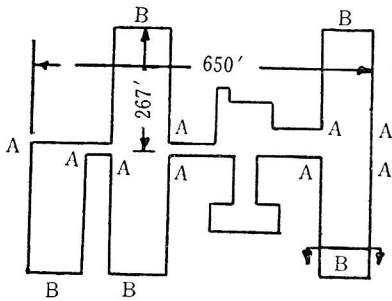
各ウイングへの給気は、3コの 25 HP NAFM No. Q の輻流遠心式ファンで送られる。この3コのファンは、ウイングのアティク内にある大きな三つの主給気ダクト(第1図)へ空気を送り、その中の圧力を  $+0.02\sim 0.40$  in に保つている。この主給気ダクトから空気は各分岐管を経て、各モジュールと廊下の孔明き天井の上にある箱へ送られる。

各ウイングのこの3つの給気系統は、地上 30~40 ft にある金網つきルーバーを通して、外気を取り入れる。給気は全部外気だけである。外気はまず油を浸ませた金網の粗いフィルターを通り、次に蒸気による予熱器を通つて 55°F に調温され、次に水滴をとるエリミネーターの洗浄器を通り、更に再熱器を通つて 64°F に調温



第1図 ウイングの代表的断面

(図中の数字 0.020" などは大気圧からの圧力時水柱を示す)



第2図 建築物の概観

され、最後に油を浸ませた金網フィルターを通つて、vortex damper を通りファンで吸入されて、アテイクの主ダクトに送られる。

洗浄器の噴霧水の圧力を調整することによつて、給気の加温従つて相対温度の調整が多少行われている。ヒューミディスタットは洗浄器の後についている。もつとも Los Alamos では相対温度の平均は大体 20% 位である。

洗浄器の噴霧水は循環されている。蒸発した水分と同

じ量の水をたえず捨てているので、水分中の含有物質が濃くなる心配は少ない。

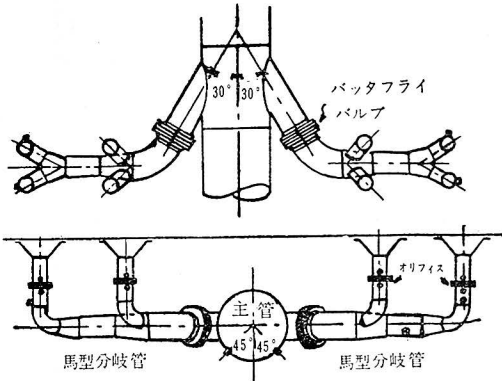
給気量と主ダクトの静圧は、ダクト内につけた静圧検出器の信号によつて、各ファンの吸気側につけた vortex damper を調整することによつて調整される。各モジュールへ給気される分岐ダクトの給気量は、ルーバー型のダンパーで手動で調整される。この各モジュールへの給気の温度は、モジュール内につけたサーモスタットの信号で、各分岐ダクトの中の温水加熱コイルによつて

調整される。

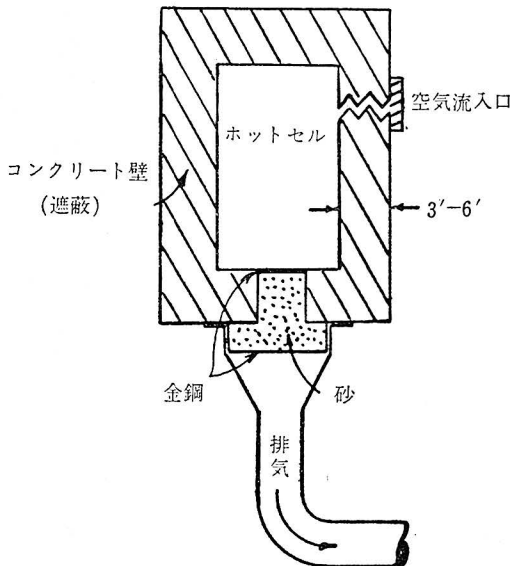
**排気系統：**

各ウイングの主なモジュールからの汚染空気(第1図)は、2コの NAFM 後曲翼遠心送風機で排出される。ファンは各々が 100 HP で、約 38,000 cfm 排気する。

主排気ダクトは滑かな円ダクトで大きさは各ウイングの長さによつて直径で 18" から 48" に拡がっている(1)。第2図にダクトが地下室を走っている様子が見える。ダクトは厚さ 3/16" の 316 型耐蝕性ステンレススチール(2)でできていて、腐蝕性フェームに対する補助的な防衛手段としての自動式洗浄装置をもっている。(第5図)



第3図 排気ダクト



第4図 砂フィルターをつけたホットセルの排気

室の排気口と主排気ダクトとをむすぶ分岐ダクトとして、特別に設計された枝 (horse or dog) がついている。(第3~4図) こういう horse の足にあたるダクトが床についていて、グリルやフードやその他の研究用装置を通して、床から空気を取入れる。

この分岐ダクトを通つて流れる排気は、第3図のようにオリフィスを設けてその所要量が保たれている。オリフィスによつて生ずる圧力差を測り、実験によつてあらかじめ求めてある検定曲線を用いてその量が確かめられる。分岐ダクトを通る風量を調整するために、各々の horse には直接作動 (positive acting) の 16" water butterfly valve がとりつけてある。(第3図)

主排気ダクトは、高速で流れている排気のヘッダーとして作用するのだが、その静圧は、各排気ファンの吸入側についている vortex damper によつて、自動的に一定の値が保たれるように調整されている。

全系統を流れる間の静圧の上昇は予期される程には大きくない。空気の輸送能力を充分に保つように、ダクト内の風速の変化はわざと小さくしてある。先細の煙突をつかつて、排気を大きな速さで高く大気中へ排出して、遠くへ散布させるために、この静圧は使われているのである。

**排気用フィルター：**

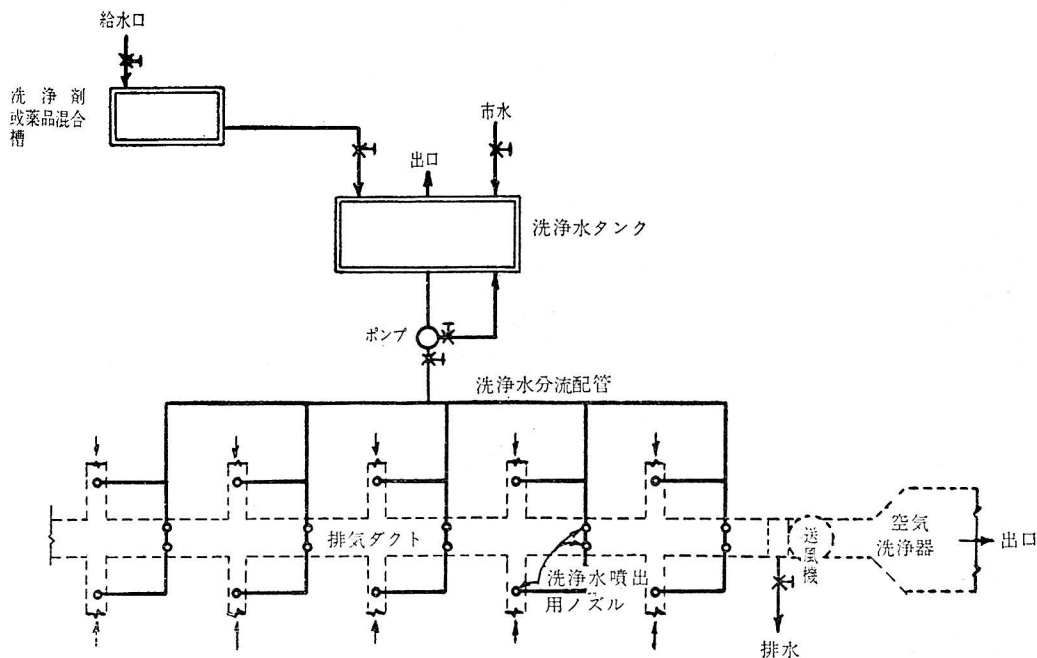
放射性物質を扱う研究所から排出される空気はすべて汚染されていると考えなければならない。その排気は大気へ放出する前にフィルターで炉過して放射性のレベルを低くしておかなければならない。

空気炉過器の型式は、炉過する放射性汚染物の性質によつて異なる。今迄に考えられたフィルターには次のものがある。

- A. Settling chambers
  - B. Centrifugal separators
    - 1. Cyclones
    - 2. Baffle chambers
    - 3. Venturies
  - C. Wet filters
    - 1. Air washers and spray towers
    - 2. Wet cells (capillaries)
    - 3. Combinations of 1 and 2.
  - D. Electrostatic precipitators
  - E. Impactors
  - F. Dry filters
    - 1. Viscous impregment filters
    - 2. Dry filters
    - 3. High efficiency filters

最もよい結果を与えるには、こういうフィルターを直列

(1) ダクト内風速は約 3000 fpm. (訳者注)  
 (2) C<0.10., Cr 16.00~19.00., Ni 9.00~14.00, Mo: 2.00~3.00, Si: <0.75, Mn 0.50~2.00, S<0.03, P<0.03% の組成の材料で熔接加工に特に適している。(加古四郎氏提供の資料による。一訳者注)



第5図 排気ダクトの洗浄による汚染除去方式  
 (この図は Laboratory Design for Handling Radioactive Materials AIA & AEC, Nov. 1951, p. 36 から転写—訳者注)

に結合したものをを用いる。そして効率の低いものの次に効率の高いものをおくようにする。

フィルターを取替えたり、掃除したりすることは、放射能にさらされることになるので、これは特別な問題を提供することになる。

フィルターに集められたものの中には、特別なもので価値のあるものがあつて回収しなければならないことがある。従つてフィルターを作つている材料とその形とは、回収作業に役立つものでなければならない。

CMR 建物で排気流の中に出される汚染物は、大部分不規則な形をしていて、重い金属質のものである。粒子の大きさは色々だが、大部分はミクロン以下である。

建物の各ウイングからの排気はフィルター塔に入り、第一にいわゆるキャピラリー洗浄器を通る。これは 20" × 20" 厚さ 8" のセルで、直径が約 0.01" の粗いガラス繊維でできていて、セルは空気流に直角にならべてある。水のスプレーは空気の流れの方向にセルの上に吹き出されてセルの全面の上流れる。こういうキャピラリーは腐蝕性のフェーム、酸性のきり、化学性蒸気を高い効率で取り除く。このことがこのフィルターの最良の機能の一つである。しかしこういうフィルターではフィルターの直後で空気の資料を集めることができないために、ミクロン以下の特定の物質についての効率はまだ確かめられていない。キャピラリーフィルターの後にはジ

グザグのエリミネーターがついていて、この次の乾式フィルターへ水滴がとぶのを防いでいる。

この次に、密度は高いが効率の高くないガラス繊維の乾式フィルターがある。特定な物質の大きさ如何によつては、粗く紡んだガラス繊維のパッドを用いることもある。

この第一乾式フィルターの次に、これと同じもので湿式のセルがくる。この第二の湿式のセルの列は排気流のある特別な状態でのみ用いられる。

最後の除塵には、市販のガラス繊維のマットフィルターか、あるいは研究所の仕様に従つて特別に密に紡んだガラス繊維のパッドが使われる。

このように三つの湿式フィルター<sup>(1)</sup>と二つの乾式フィルターの計五つのフィルターを直列に使うことによつて全体の集塵効率は 99 %を上廻つている。

特別な hot spot には局所用フィルターが別についている。実際の作業の下では、集塵が全体で約 99.99 % であり、0.25 μ より小さい粒子については 99.95 % であつた。(集塵効率はすべて、フィルターの前後で同量の空気量をとつて測定した。空気を millipore media を通して引き、その全放射能をカウントし、そして入口と出口を比較した。) hot spot につけた局所用フィルターは、中央のフィルターが極端に汚染されないように

(1) 最初の水スプレーを数に加えてあると思われる。—訳者註—

するためにつけたのである。

放射性の高い hot cell は、その壁にじかに局所排気用フィルターをつける。ホットセルは過度な放性能をもっている室であるので、一般にセメントや他の材料で厚さ数尺の壁をもつていて、 $\gamma$ 線を遮蔽している。こういう場所は、多量の空気を流すことが必要とされている。排気の除塵は、セルの壁や床の所で行われる。フィルターの材料は遮蔽と同時に高集塵効率の特種なフィルター

という二つの役目を果たさなければならないので、孔の周囲にも遮蔽をしなければならない。この研究所では、この目的のために砂のフィルターを用いてみた。火山性の凝灰岩、気泡性の高い固めた火山灰を 1" 以下 50 メッシュの粒子にする。これの厚い層は  $\gamma$ 線に対してよい遮蔽となり、通気抵抗 1" WG で集塵効率が 99 % 以上であつた (第4図)。(抄訳者 内田秀雄)

## 湿りコイル表面温度の図式解法

A Graphical Method of Determining the Wet Heat Transfer Surface Temperature

by TAMAMI KUSUDA

(“冷凍” 昭和 31 年 10 月)

### § 紹介

ファンコイル方式の蒸発コイルの冷却能力は通常次式にて示される。

$$Q = (1.08)(CFM)(F_w)(t_a^e - t_r) \quad (1)$$

ここに  $F_w$  = 熱移動係数<sup>1)</sup>

$t_a^e$  = 入口空気乾球温度 °F

$t_r$  = 冷媒温度 °F

CFM = コイルを通過する空気量, Cuft/m

Q = 冷却能力, Btu/hr

$F_w$  の適当な値は、コイルの構造、入口空気の湿球温度、通過する空気量、顕熱比により表より得られる。

理論的に、空気の流れと、湿りコイル表面との熱交換は次式にて示される。(附録参照)

$$Q = G(h_a^e - h_s) \left(1 - e^{-\frac{f_a A_0}{C_p G}}\right) \quad (2)$$

ここに、G = コイルの表面を通過する空気重量  
lbs/hr

$h_a$  = 入口空気のエンタルピ Btu/lb

$h_s$  = コイル表面温度  $t_s$  に於ける飽和空気のエンタルピ Btu/lb

$f_a$  = 空気の表面熱伝達率 Btu/hr. °F. ft<sup>2</sup>

$A_0$  = コイルの全表面積, ft<sup>2</sup>

$C_p$  = 空気の比熱, Btu/lb. °F

ここに、顕熱比 (SF) は、次のように定義される。

$$SF = \frac{0.24(t_a - t_s)}{h_a^e - h_s} = \frac{0.24(t_a^e - t_a^L)}{h_a^e - h_a^L} \quad (3)$$

ここに、 $t_a^e$  及び  $t_a^L$  は、入口空気、出口空気の温度  
 $h_a^e$ ,  $h_a^L$  は入口及び出口のエンタルピを、 $t_s$  は表面温度を示す。(2)式は又次のように書くことができる。

1) Heat transfer factor

$$Q = \frac{GC_p}{(SF)} (t_a^e - t_s) \left(1 - e^{-\frac{f_a A_0}{C_p G}}\right) \\ = \frac{1.08(CFM)(t_a^e - t_s)}{SF} \left(1 - e^{-\frac{f_a A_0}{C_p G}}\right) \quad (4)$$

そこで (1) 式の  $F_w$  は単に

$$F_w = \frac{1 - e^{-\frac{f_a A_0}{C_p G}}}{SF} \frac{t_a^e - t_s}{t_a^e - t_r} \quad (5)$$

$1 - e^{-\frac{f_a A_0}{C_p G}}$  は普通コンタクトファクタ (CF) と呼ばれる。そこで

$$F_w = \frac{CF}{SF} \frac{t_a^e - t_s}{t_a^e - t_r} = \left(\frac{1 - BF}{SF}\right) \left(\frac{t_a^e - t_s}{t_a^e - t_r}\right)$$

ここに BF = パイパスファクタ =  $1 - CF$

一方、湿りコイルの冷却能力は  $f_a$ ,  $A_0$ ,  $C_p$ ,  $G$ ,  $t_a^e$ ,  $t_s$ ,  $t_r$ ,  $SF$  が既知であれば計算できる。

しかし、実用上は、湿りコイルの表面温度、或いは装置露点温度は、SF 及び入口空気温度が既知の場合には空気線図により求められる。

(文献1 参照)

伝熱方程式 (4) はコイル内側より表面への伝熱方程式でも示される。

$$Q = \frac{A}{R} (t_s - t_r) \quad (6)$$

ここに R = 管内流体とコイル表面の間の熱抵抗  
°F ft<sup>2</sup>/Btu

$t_r$  = 管内流体の温度 °F

又

$$R = \frac{\tau}{f_s} + r_m \quad (7)$$

ここに  $\tau$  = コイル外表面積と内表面積の比

$r_m$  = フィンの抵抗



足する。

$$\tan \beta = K = \frac{(CF)R}{A_0} = \frac{t_s - t_r}{h_a \theta - h_s} \quad (14)$$

この図では

$$K = \frac{51 - 40}{32.4 - 20.0} = \frac{11}{11.7} = 0.94 \text{ } ^\circ\text{F}/\text{BTU}/\text{lb}$$

コイルの表面を示すエンタルピ線  $\overline{C''C'}$  は E 点に於いて、 $\overline{A'E}$  線と、又  $C'$  で、 $\overline{A'C'}$  線と交わる。更にエンタルピ目盛線  $\overline{A'C'}$  に平行に E 点を通る線  $\overline{ED}$  を引くこれは D 点にて、 $\overline{A'A}$  線と交わる。この線図で次の条件が満足される。

$$A'D = t_s - t_r = C'E = BC \quad (15)$$

$$A'C' = h_a \theta - h_s = ED$$

角  $\beta$  の値は、コイル特性  $K$  により異なる。そこで  $\overline{A'E}$  は“コイル特性線”と呼ばれる。

冷媒温度座標と表面湿球温度が同じ値（この場合は  $51^\circ\text{F}$ ）から始まっている線  $\overline{C''C'}$  と、 $\overline{DE}$  の交点が、点 E

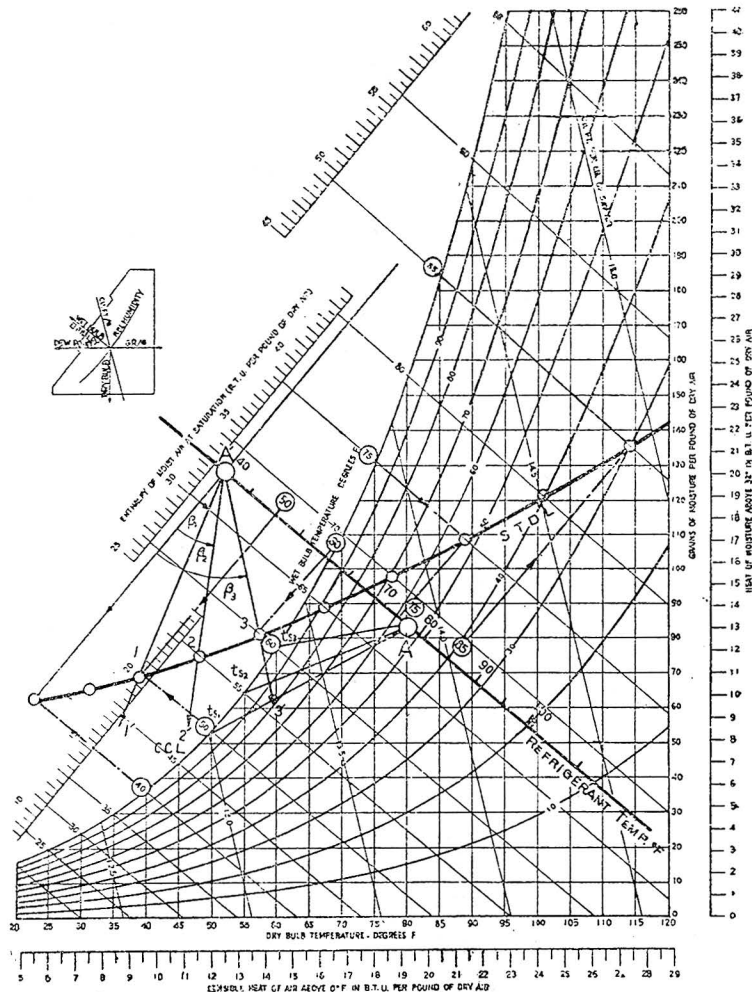
であるということは非常に重要なことである。

第2図の曲線 1, 2, 3 は表面湿球温度と冷媒温度座標が同じ値を示すときの全ての点の軌跡である。

言い換えれば、曲線 1, 2, 3 …… は、全てのコイルの特性に合致する表面条件、式 (15) を満足する。

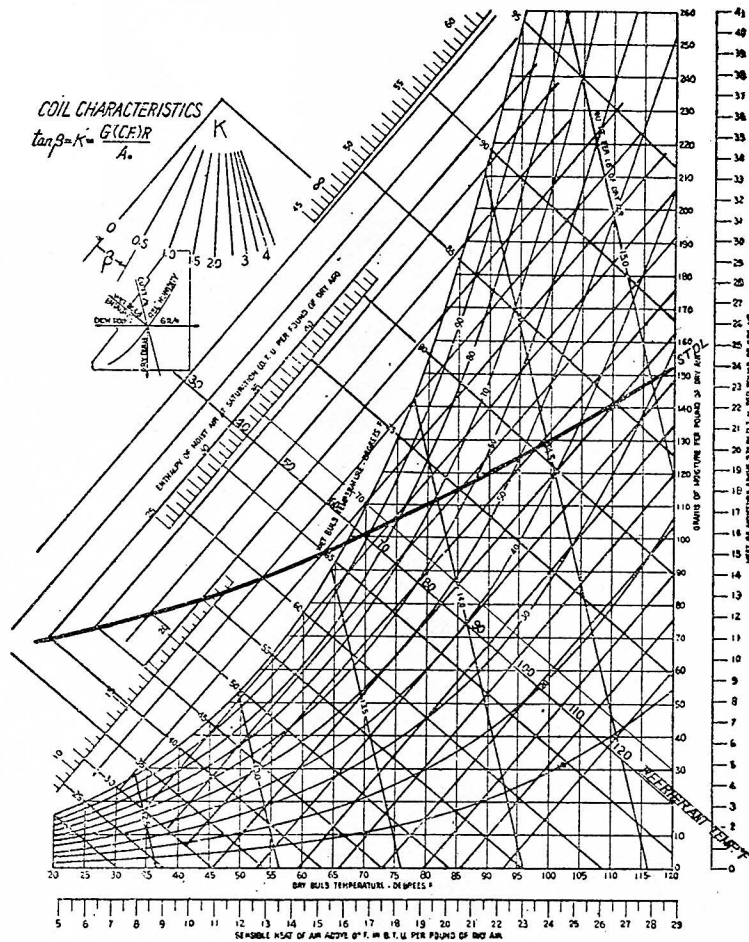
そこで曲線 1, 2, 3 …… は表面温度決定線 (STDL) と呼ばれる。三つのコイル特性線  $\overline{A'1'}$ ,  $\overline{A'2'}$ ,  $\overline{A'3'}$  を図2に示す。これらはエンタルピ目盛線上の A 点で、 $\beta_1, \beta_2, \beta_3$  の角度をなし、コイル特性線は点 1, 2, 3 で STDL と交わる。これは決定された表面温度、 $t_{s1}, t_{s2}, t_{s3}$  を示す。(例では  $50^\circ\text{F}, 55^\circ\text{F}, 60^\circ\text{F}$ ) 空気の操作線は図に示すように、 $\overline{At_{s1}}, \overline{At_{s2}}, \overline{At_{s3}}$  である。

第3図は表面温度決定の計算図である。コイル特性線は、図表の左角上にその傾斜に平行にかかっている。普通のコイルの場合には  $K$  の値は約 2.0 である。第3図に示す STDL は、冷媒温度目盛を移すことにより違った



第 2 図





第 3 図

位置になる。しかし与えられた目盛の計算図では、STD L は凝縮、空気の冷却、冷媒の蒸発冷却のような、如何なる湿り面の表面熱交換に対しても使用できるものである。湿りコイルの能力の計算には、計算図が不要であることを次節で示す。

§ 湿りコイル能力の計算例

本節では次の物理的形態のコイルを解析する。

全外側表面積 311 ft<sup>2</sup>=A<sub>o</sub>

空気量 1200 CFM⇒5400 lb/hr=G

表面熱伝達率 10 Btu/hr °F ft<sup>2</sup>=f<sub>a</sub>

コイルチューブの熱抵抗  $0.111 = R = \frac{Hr \text{ °F ft}^2}{\text{Btu}}$

コンタクトファクタは従つて

$$CF = 1 - e^{\frac{-f_a A_o}{1.08 CFM}} = 0.909$$

これよりコイルの特性値は

$$K = \frac{(5400)(0.909)(0.111)}{311} = 1.74 \text{ °F/Btu/lb}$$

例題 1 :

入口空気条件が一定で冷媒温度が変化する場合の湿りコイルの能力 :

入口空気条件 : 80°DB 68°WB

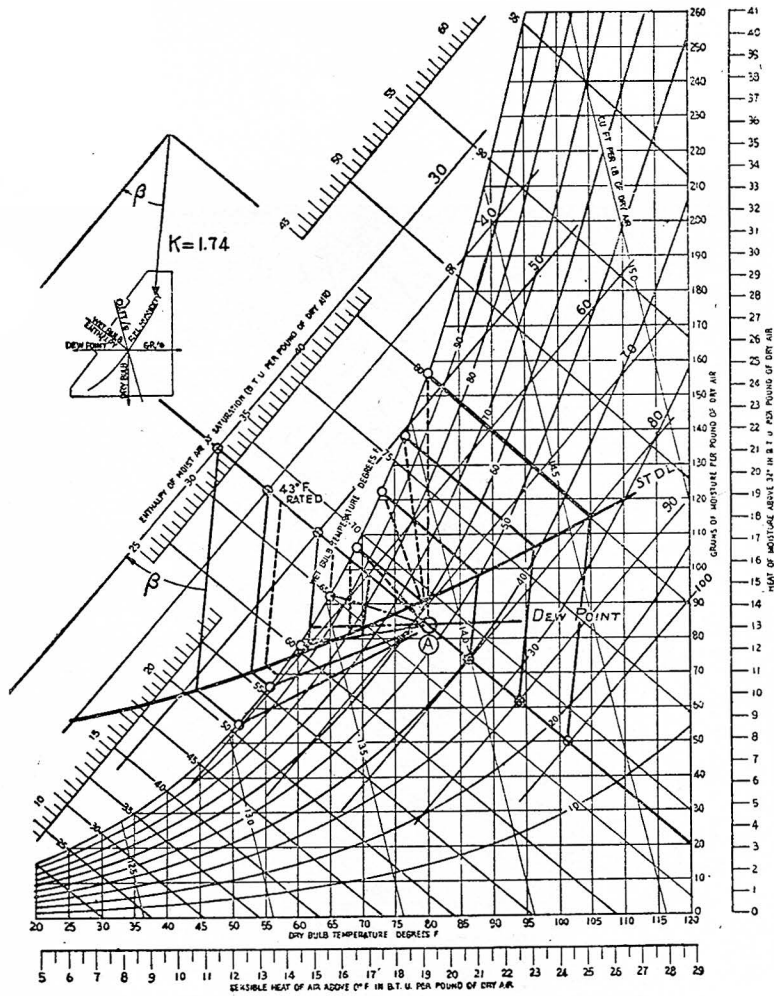
第 4 図は入口空気の状態を A 点に示し、コイルの特性角、β を左上隅に示している。冷媒温度は、30 °F から 100 °F の間に 10 °F おきにとられ、各冷媒温度は 68° WB 線に目盛られている。

各冷媒温度を示す点から、STD L の表面温度を示す点に、コイル特性線を引く。

その結果を、他の値と共に第 1 表に示す。

第 5 図は、表面空気のエンタルピ・冷媒温度に対し、計算した湿りコイルの能力をプロットしたものである。

これと比較するために、乾きコイルの能力も示してある。乾きコイルと、湿りコイルの能力は、入口空気の露



第 4 図

表 1 第

$t_r$ , °F	$t_w$ , °F	$h_s$ , Btu lb	$h_a$ , Btu lb	$h_a - h_s$ , Btu lb
30	50.6	20.6	32.4	12.2
40	55.7	23.7	32.4	8.7
(43)†	(57.0)	(25.1)	32.4	(7.3)
50	60.4	26.6	32.4	5.8
(54)	(62.0)*	(27.8)	32.4	(4.6)
60	64.9	29.9	32.4	2.5
70	69.0	33.2	32.4	-0.8
80	73.0	36.7	32.4	-4.3
90	76.6	40.3	32.4	-7.9
100	80.2	43.8	32.4	-11.4

点温度と、表面温度が等しい時に一致している。湿りコイルの冷却能力は冷媒温度が 50°F から 66°F の間で乾きコイルの能力よりも小さい。この範囲では、水蒸気の移動は、顕熱移動の一部を反作用で相殺している。随つ

て冷却能力は減少する。実際には、蒸発熱の吐出は、冷媒温度が 66°F に於いて始まる。

即ち、水の蒸発熱が顕熱冷却よりも大きくなるのである。

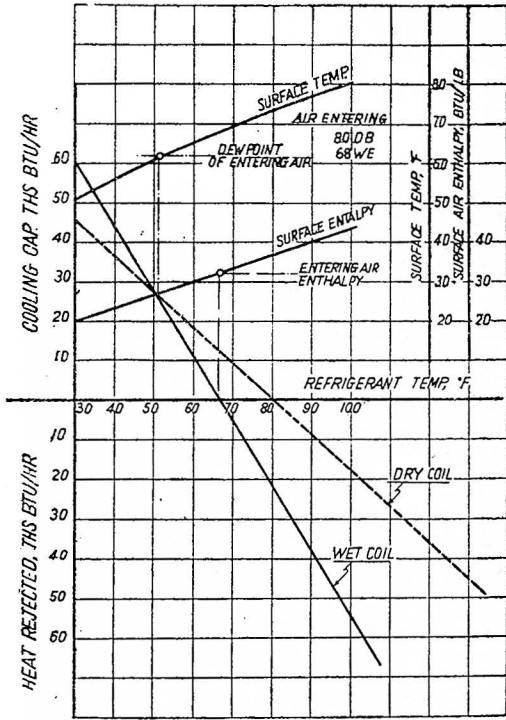
例題 2 :

種々の入口空気条件に対し冷媒温度一定の場合の湿りコイルの能力。

冷媒温度は 50°F 一定に保持し、一方入口空気条件は 90°WB から 55°WB 迄 5°F WB づつ変化する場合を考える。入口空気の関係湿度は 50%一定であるとする。

第 6 図は表面温度の図式決定法である。

コイル特性線は、 $t_r = 50^\circ\text{F}$  線にある冷媒温度から種々の WB 線に引かれている。これ等の特性角  $\beta$  は全て同じ角度である。次にこれらの種々の条件とコイルの能力を第 2 表に示す。



第 5 図

この方法で計算したコイルの能力は非常に正確である。例えば入口空気条件 80°DB 68°WB

冷媒温度 43°F の時コイルの能力は計算した場合 35800 Btu/hr であり、実験値は 37100 Btu/hr であつた。

例題 3 :

水と空気が、平行流となるコイルの図式解法への拡張。

もし与えられた、ファンコイルにおいて、水の温度が、列から列へ不連続に増加すると仮定すると、各列は一定温度のコイルの一列とみなされる。そこで前述した方法がこの各列に対し適用できる。ここに空気のエンタルピは各列毎に減少し  $\Delta h_s$  と水温度は各列毎に上昇し、平行流コイルの  $\Delta t_w$  との関係は次式で示される。

$$WC_w \Delta t_w = -G \Delta h_a \quad (16)$$

ここに

$W$  = 水量 lbs/hr

$C_w$  = 水の比熱 Btu/lb

第 1 列を離れる空気のエンタルピは第 2 列のコイルに入る。空気のエンタルピとみなされる。

同様なことが他の各列に対しても適用される。各列の表面温度を見出す場合に、コンタクトファクタは次式により定義される。

$$(CF)_p = 1 - e^{\frac{-FaA_o}{1.08(CFM)^N}} \quad (17)$$

ここに  $N$  = 列数

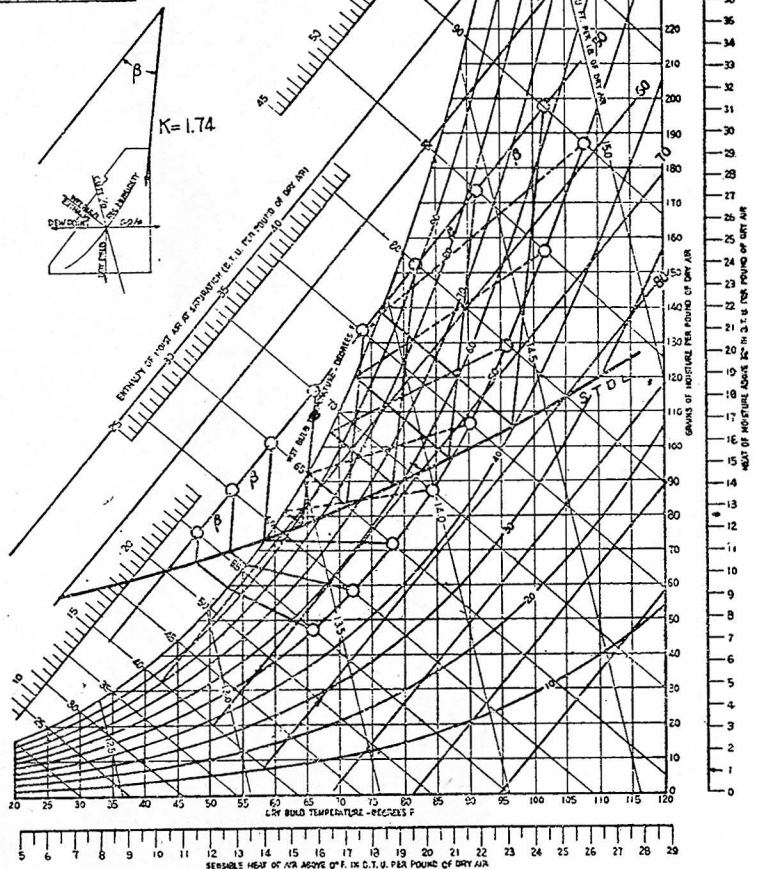
そこでコイルの特性値は次式で示される。

$$K_p = \frac{(CF)_p (R)(G)N}{A_o} \quad (18)$$

もし第 1 列の表面温度に対するコイル表面の空気のエンタルピが  $h_{s1}$  で示されるならば、第 2 列に入る空気のエンタルピは

$$h_{e2} = h_{e1} - (h_{e1} - h_{s1})(CF)_p \quad (19)$$

ここに  $h_{e1}$  は第 1 列の入口空気のエンタルピであり



第 6 図

第 2 表

Entering air				$t_s, \text{ }^\circ\text{F}$	$h_s, \text{ Btu/lb}$	$h_s' - h_s, \text{ Btu/lb}$	$Q, \text{ Btu/hr}$
RH %	DB, $^\circ\text{F}$	WB, $^\circ\text{F}$	$h_a, \text{ Btu/lb}$				
50	108	90	55.9	76.5	40.0	15.9	78,000
50	102	85	49.4	72.5	36.3	13.1	64,000
50	96	80	43.7	68.5	32.7	11.0	54,000
50	90	75	38.6	65.0	30.0	8.6	42,200
50	84.5	70	34.1	61.5	27.5	6.6	32,300
50	78	65	30.0	58.3	25.4	4.6	22,500
50	72	60	26.4	55.6	23.6	2.8	13,700
50	66	55	23.2	52.7	21.8	1.4	6,860

前述した  $h_a^c$  に等しい。

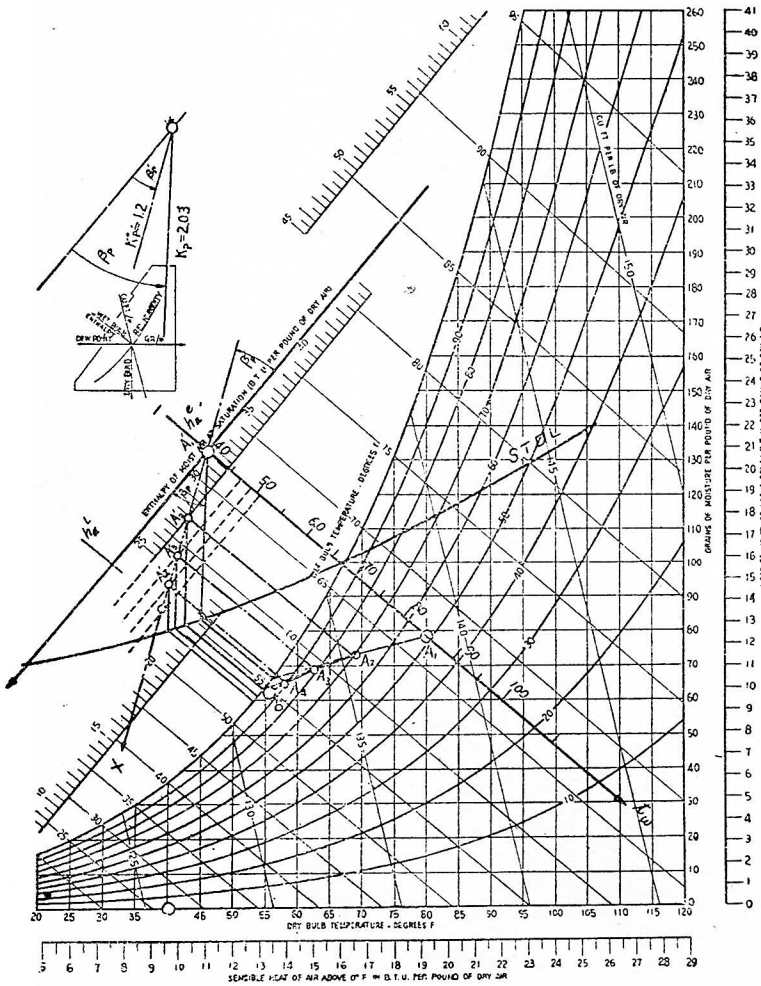
第7図は水コイルの表面温度の図式解法を示す。他の特性線  $A'X$  はこの場合には (16) 式の関係を図式で解くのに役立つ。線  $A'X$  は  $\beta_{p'}$  なる角度をなし、これは

$$\beta_{p'} = \tan^{-1} \frac{G}{WC_w} = \tan^{-1} K_{p'}$$

ここに

$$K_{p'} = \frac{G}{WC_w}$$

この線は空気のエンタルピ変化の函数として、水の温度が変化することを示している。そこで管内流体の温度 (ここでは蒸発コイルの  $t_r$  が  $t_w$  におきかえられる) は



この線  $A'X$  上にある。図式解法を第7図に就いて数値計算を試みる。

コイルの条件は下記の通りとする。

- $A_0 = 52.8 \text{ ft}^2$
- $N = 4$
- $R = 0.0646 \text{ Hr} \cdot \text{ft}^2 \cdot \text{ }^\circ\text{F} / \text{Btu}$
- $G = 900 \text{ lbs/hr}$
- $W = 750 \text{ lbs/hr}$
- $C_w = 1 \text{ Btu/lb } ^\circ\text{F}$
- $(CF)_p = 0.46$
- $K_p = 2.03$
- $K_{p'} = 1.2$
- $f_a = 10 \text{ Btu/hr} \cdot \text{ft}^2 \cdot \text{ }^\circ\text{F}$

入口空気は  $80^\circ\text{F}$  DB  $67^\circ\text{F}$  WB で入口水温度は  $40^\circ\text{F}$  である。最初、前述したように入口空気の状態は  $A_1$  点上にあり、入口水温度  $40^\circ\text{F}$  は  $A_1'$  点上有る。もし第1列の過程が  $40^\circ\text{F}$  一定であれば、コイル特性線は  $A'$  点を通り、図の左上方の  $K = K_p = 2.03$  なる線に平行に引かれる。

この線と, STDL の交点は第1列の表面温度  $56^\circ\text{F}$  を示す。そこで出口空気の状態は,  $A_2$  点が示す条件  $(CF)_p = 0.46$  なる関係の第1列のコイルの空気操作線上に位置していることになる。エンタルピ線は  $A$  を

第 7 図

通り  $A_1'X$  と A 点で交わる。そこで

$$h_{a2}^e = h_{a1}^L$$

しかも

$$\begin{aligned} \Delta t_w &= (h_{a1}^e - h_{a1}^L) \frac{G}{W C_w} \\ &= K_p'(h_{a1}^e - h_{a1}^L) = K_p'(h_{a1}^e - h_{a2}^e) \end{aligned}$$

第1列の水の温度上昇は  $A_2'$  の座標上  $t_w$  であり 44.5 °F である。

第2列に対し、コイル特性線は  $A_2'$  より第1列のスロープと同様に引くことが出来る。これは第2列のコイルで、水が不連続の温度上昇をし 44.5°F の内部流体温度と仮定したことによる。同様な過程がコイルの全列数に対し繰返される。次に示す表は、その結果を示す。

第 3 表

Row	$t_w, ^\circ\text{F}$	$h_a^e, \frac{\text{Btu}}{\text{lb}}$	$t_s, ^\circ\text{F}$	$h_s, \frac{\text{Btu}}{\text{lb}}$	$h_a^L, \frac{\text{Btu}}{\text{lb}}$
1	40	31.6	56.0	23.3	27.8
2	44.5	27.8	54.5	22.8	25.8
3	47	25.8	53.6	22.4	24.1
4	49	24.1	53.0	22.0	23.0

そこでコイルの能力は次式で求められる。

$$Q = G(h_a^e - h_a^L) = (900)(31.6 - 23.0) = 7740 \text{ Btu/h}$$

偶然にも、これと同じような、空気、気候条件のコイルについて製作者が定格を作っているが、その値はこの計算された能力と同じ値を示している。

前述した、平行流水コイルの例は、他の方式の水コイルにも適用できる。即ち対向流の水コイルに対しては、コイルの第1列の水の温度が未知であつて、逆に最終列の水の温度、即ち水の入口温度は判つている。そこで、この問題を解く場合には近似解法により求めなければならない。第1列の水の温度より計算して、最後のコイルの水温が、与えられた入口水温と一致する迄は、計算を何回も推定し計算を繰返さなければならない。直交流のコイルへの応用も、又他の場合に対する応用も、この方法によつて可能であるが、本文では触れぬこととする。

結論及び論議

本文は湿りコイルの一般的な、熱の出入を図式で解く方法を述べた。この方法は、一定温度の内部流体に対しては非常に正確である。

即ち直接膨張ファンコイルや、蒸発式凝縮コイル等の場合が、これに相当する。しかし内部流体の温度が変化コイルの表面温度、即ち平行流のコイルに対しては近似的に求めることができるのみである。コイルの特性の記号は次のように示した。

$$K = \frac{G(CF)R}{A_0}$$

この時に、ある運転条件に対する表面温度を正確に決

定する為めには、 $K$  の値を正確に計算しなければならない。この為めに、コイルの外表面積  $A_0$  及び表面熱伝達率  $f_a$  は特に重要である。

表面温度決定線 (STDL) を引く為めには空気線図上で、次の事柄を理解しておく必要がある。

1. 全ての湿球温度線 (エンタルピ線) は互いに平行ではないし、エンタルピ座標線に必ずしも直角ではない。しかし WB 線を、エンタルピ線として使用することは実用上誤差が小さく無視し得る程のものである。
2. 空気線図上の STDL の位置は冷媒温度目盛  $t_r$  の数値のとり方により異なる。
3. 冷媒温度座標は、エンタルピ線 (又は WB 線) の任意の点に選ぶことが出来る。

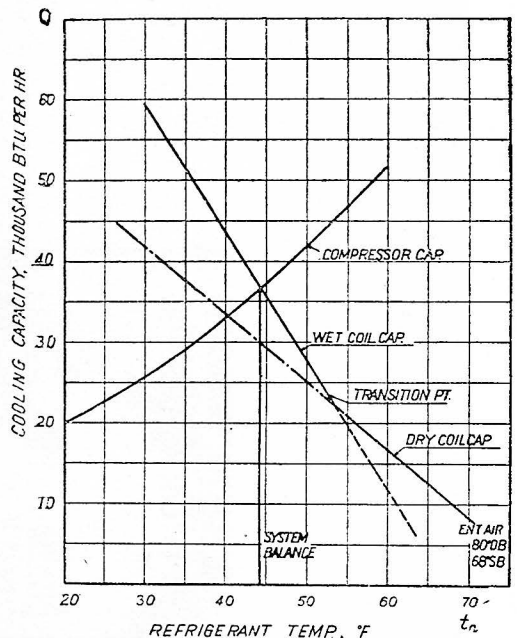
ここに紹介した方法は、冷凍ファンコイル能力を決定する上に簡単な方法である。表面温度は機械的な計算法によつて求めることができる。

例に示した種々の冷媒温度のコイル能力は冷凍圧縮機の定格容量として使用し得るものである。

第8図はこれを示す。圧縮機とコイルのバランスした容量は、冷凍ユニットの運転時の冷媒温度とコイル表面温度を示す。第8図は表面温度が入口空気露点温度よりも高い 54°F 以上の冷媒温度の乾きコイルの能力も示している。

附 録

直接膨張湿りファンコイルの基礎伝熱方程式湿りコイルの表面の熱の出入は次式で示される。



第 8 図

$$dQ = -Gdh_a = -\frac{dA_0}{R}(t_s - t_r) = [f_a(t_a - t_s) + f_D(w_a - w_s)r]dA_0 \quad (1)$$

ここに

- G = 空気流量 lbs/hr
- h<sub>a</sub> = 空気のエンタルピ Btu/lb
- dA<sub>0</sub> = コイル表面微小面積 ft<sup>2</sup>
- R = コイルの熱抵抗 Hr °F ft<sup>2</sup>/Btu

ここに

$$R = \frac{\tau}{f_i} + r_m$$

τ = コイル表面比 =  $\frac{\text{外表面積}}{\text{内表面積}}$

f<sub>i</sub> = 内部表面熱伝達率 Btu/h °F ft<sup>2</sup>

r<sub>m</sub> = フィンの抵抗

$$r_m = \frac{1}{f_a} \frac{1 - \phi}{\phi + \frac{S_D}{S_F}}$$

f<sub>a</sub> = 空気の表面熱伝達率 Btu/hr °F ft<sup>2</sup>

φ = フィン効率

S<sub>D</sub> = フィンを除く表面積 ft<sup>2</sup>

S<sub>F</sub> = フィンの表面積 ft<sup>2</sup>

f<sub>D</sub> = 物質移動係数 lbs/h ft<sup>2</sup> lb/lb

r = 凝縮熱 Btu/lb

w<sub>a</sub> = 空気の絶対湿度 lbs/lbs 乾

w<sub>s</sub> = コイル表面温度にて飽和した、コイル表面の  
空気の絶対湿度 lbs/lbs 乾

t<sub>a</sub> = 空気温度 °F

t<sub>s</sub> = コイル表面温度 °F

t<sub>r</sub> = コイルの冷媒温度 °F

一般に認められている Lewis の関係は

$$f_D = \frac{f_a}{C_p}$$

ここに C<sub>p</sub>: 空気の比熱 Btu/lb °F (2)

上式は乱流、熱物質移動の水蒸気の拡散により変化する。

そこで(1)式は

$$dQ = -Gdh_a = \frac{f_a}{C_p} [C_p(t_a - t_s) + r(w_a - w_s)]dA_0 = -\frac{dA_0}{R}(t_s - t_r) \quad (3)$$

ここに

$$C_p(t_a - t_s) + r(w_a - w_s) = h_a - h_s \quad (4)$$

そこで

$$dQ = -Gdh_a = \frac{f_a}{C_p} (h_a - h_s)dA_0 = -\frac{1}{R}(t_s - t_r)dA_0 \quad (5)$$

表面温度が表面全面に一定であると仮定し、この方程式を積分すると

$$Q = G(h_a^e - h_s) \left(1 - e^{-\frac{f_a A_0}{C_p G}}\right) = \frac{A_0}{R}(t_s - t_r) \quad (6)$$


ここに h<sub>a</sub><sup>e</sup> = コイル入口空気のエンタルピ

文 献

1. R. C. Jordan and G. B. Priestler. Refrigeration and Air Conditioning Prentice Hall Inc. pp. 264.
2. A. S. R. E. Air Conditioning and Refrigeration Data Book p. 2-111, 1955-56.
3. M. A. Ramey Simplifying the Choise of Cooling and Dehumidifying Equipment. Worthington Corporation R. P. 548.
4. ASHVE GUIDE 1952 p. 61.

(抄録員 望月正雄 訳)

コルク



**CORK**

**防震用機械台コルク板**

**暖房冷房・絶縁工事**

**設計施工**

**株式会社丸山コルク工業所**

東京都千代田区神田鍛冶町2丁目18番地  
電話 神田 (25) 8318・8319・6226  
工場 江東区亀戸町2丁目74番地  
電話 城東 (68) 1 2 4 8

# 雑 報

昭和 32 年 6 月 18 日

会長 畔柳健太郎 殿

水槽便所並びに改良便所に関する委員会 委員長 広瀬孝六郎

## し尿浄化そう研究につき中間報告

昭和 31 年 4 月、日本建築学会の汚水処理施設委員会が建設省の依頼に基づき研究中の「水洗便所の汚物処理槽（浄化そう）の構造に関する研究」につき協力を要請してきたが、当委員会は独自の研究方法によつて行つている水槽便所の水質試験で差支えなければ参加する旨の回答をなし、承認を受けたので、この研究題目に対し参加する事とした。建設省から建築学会を通してこの研究補助金として ¥ 95,000 を受領した。

研究の結果、同省に提出するよう建築学会に依頼した「し尿浄化そう水質試験報告書」並びに「研究費に対する決算報告書」を添付此段報告致します。

尚当委員会委員は下記の通りであります。

委員長	広瀬孝六郎	副委員長	西原脩三			
委員	桜井省吾	小川誠耳	佐藤雄	牧田瑞雄		
	原田達二	丹野敬藏	横山与志秋	高野六郎		
	洞沢勇	岩本辰藏	権田権三郎	三雲隆三郎		
	川畑愛義	浜野規矩雄	田中鑑	松田心一		

以 上

## し尿浄化そう水質試験報告書

社団法人 衛生工業協会

1. 分担事項。し尿浄化そうの構造および流入汚水の種類がその放流水質に及ぼす影響の調査研究。

ただし、この研究で取扱つたし尿浄化そうとは、旧来より“水槽便所取締規則”の対象となつている“規格”構造のものに限り、近時新発展をみている、いわゆる“特殊そう”の構想のものには一切触れていない。

2. 分担者名。広瀬孝六郎外 11 名

3. 研究の目的・方法・経過 旧来よりの“規格そう”の自然使用状態における放流水が、実際どの程度の処理結果を示し、はたして法規による処理基準に合格するか否かの確認。その処理効果に多少とも好結果を来すと想定されるそうの一部分の改造考案およびそれを実施しての実験成績。さらに便水以外の家庭排水の一部を流入せしめた実験成績。

(主として処理成績の最も不良と言われている小住宅の小容量のものを対象とした。費用の点でも実行しやすいから)

以上の各目的のため、T 邸に設けた規格そう (容量 15 人そう 実際家族数、夫婦および子供 3、女中 1、ただし、女中は不定期に出入り) について、昭和 24、

9. 30. 第 1 回採水以来、今日まで、各個所の改造がその放流水に及ぼす影響につき実験調査し来り、さらに研究を継続する予定。

他に、K 邸に既設の規格そう (容量 20 人そう。実際家族数、老夫婦、娘 1、若夫婦、子供 3、女中 2、ただし女中は不定期に 1 人の出入り) について、特に台所よりの排水だけをそうの腐敗そうに合流させた成績、および単に便水の場合の成績との比較実験を目的に、まず台所排水を合流したのものにつき、昭和 29. 9. 28. 第 1 回採水以来、昭和 31. 1. 23. まで 8 回の成績を得、以後台所排水の切替工事を行い、昭和 31. 8. 6. の採水より、この報告書作成までに純便水のみについての成績を 4 回得ており、この研究もさらに継続の予定。

4. 研究補助金の支途。上記研究経過に要した、そう新設・各所改造・採水および水質試験・そうの定期掃除・その他の雑費は、文部省よりの交付金・衛生工業協会の研究費・特志工事業者の寄付行為によりまかなつてきている。今回の建設省補助金は、この研究の過程における主要経費に充当したもので、特に今回の補

助金の枠内で新企画を設けたものではない。

5. 研究成果。 上記のとおりであるから、特に今回の補助金によつて行つた実験調査研究の範囲のみの成果は目立たない経過を示すに過ぎないから、研究当初からの成果概要を簡潔に述べる。

(A) 放流水の水質標準は、旧来より踏襲されている警視庁衛生課所定のものには多項目の条件があり、従来すべてのし尿浄化そうは、その各条件に合格していることになつてゐるが、非常に不審の点があり不可能な程度にきびしいと思われたので、作意のない自然の生活状態で、ただ洗浄水量だけは規定されたものより不足しないようにしたときの放流水の実際成績を調査した。年間を通じて行つた数回の実績は、案のごとく標準には、はるかに遠い(1, 2の例では規定数値の約300倍の数値を検出)不良のものであることがわかつた。

これはことに小容量のそうにおいて顕著であることも立証できた。そこで、標準項目中のアルブミノイド窒素 3 ppm 以下・4時間酸素吸収量 15 ppm の2項目は大幅に低下させなければ、現在の機構をもち、自然放置様式のし尿浄化そうでは到底その処理能力をもち得まいだろうと思つたので、衛生工業協会誌では、このことを論述し、緩和か禁止か、もしくはその画期的な新構想による新出発を強調した。

清掃法(昭29, 4, 22 法律第72号)に従つて公布された、清掃法施行規則(昭29, 6, 30 厚生省令第32号)においては、放流水の水質を、アルブミノイド窒素は処理対象人員50人未満のそうにおいて6 ppm, 50人以上のとき3 ppm 以下、4時間酸素吸収量は同じく50人未満25 ppm, 50人以上15 ppm 以下とし、相当小容量のそうについて考慮されており、その他の各項目は一切あげていない。しかし、実状は、この緩和程度では合格するものは極めて特殊の場合を除いては不可能と思つた。

例えば、数年にわたる実験中の前後成績と格段に良好で合格した1検水は、給水弁の損傷に気付かず約1週間洗浄水少量が開放しになつていたので修理した直後の採水であつた。

(B) そこで多少そう内部を改造して各種比較した水質を調べた。改造回数4回。ただし、その成績は大差なくまず、いかなる一部分の改造も放流水の水質に相当の影響を及ぼすほどの効果をあげるのは困難ではあるまいかということが想定されるに至つた。

(C) しかれば、雨水、浴室および台所の排水の合流はどうかということも研究することにし、選択の結果無難な台所排水を合流させたものの成績につき、8

回の採水をし、さらに同一そうにおいて台所排水を合せず、本来の目的たる便水のみとしての採水を現在まで4回行つてゐる。

この両方法による成績は、非常にまちまちで一定の傾向らしいものを判断できず、ただアルブミノイド窒素に合格するもの、4時間酸素吸収量に合格するもの、おのおの2, 3例あるも、両者に同時合格するものは現在のところ1例もない。

(D) 実験過程において生回虫卵数の検出を行つた1例においては、まず完全に全滅状態であることがわかつた。

(E) この実験調査は、現在の法規によつて設置および使用許可されている様式のそうにつき、不自然でない使用状態における真の成績を知るのが主目的であるから、便水の良好なる処理に関する諸要因の探求とが、その個々の学理的な本格的な研究とかには一切触れていない。

(F) 従来からの機構による放置式し尿浄化そうで比較的小容量(住宅用)のものにおいては、いかにその管理維持につとめても現在の放流水質標準をもつてしては、合格する確率はかなり低い処理能力しかないらしいことが、ほぼ言えると思う。建築基準法においても、旧来よりの規格そうと同等以上と認められる処理能力があるものはこの限りでないと、ことわつてゐるのであるから、どうしても現在の放流水質標準をこれ以上低下させてはならない線とするならば、旧来よりの規格そうの改善も必要であらうが、さらに積極的に新構案と観点とにたつ新規なそうの機構を考究することも一層急を要すると思つた。

ただし、かかる新そうは、その実施に現在よりはなはだしく設備費を上昇させるものであつてはならず、その管理にも現在と大差ない費用労力で、済むものではないと、新考案の意義はない。工費・管理手数・機械力によるもので将来にわたつて電力費修理費を要するような機構のものならば、現在の規格そうの機構を少しく改良すれば容易に処理能力を格段に高上させ得られるからである。

(G) 現在試みられている特殊そうはこの意味において異端視せず、できるかぎり育成発展をはかるべきであらう。

6. 添付資料 交付補助金支出期間内において実施した、K邸の水質試験表4回分を添える。これは、便水のみを流入せしめた実績である。



水槽便所水質試験成績表

採水日時，昭和31年8月6日午後2時。気温33.0℃

試験項目	原水	放流水
水 温	26.3℃	26.3℃
臭 気	尿 尿 臭	微 尿 尿 臭
色 相		
透 視 度	2.1	2.5
pH	7.8	7.4
メチレン青脱色時間	25分	60分
亜硝酸性窒素	(-)	(-)
硝酸性窒素	(-)	(-)
アンモニア性窒素	8.2 ppm	6.5 ppm
蛋白アンモニア性窒素	38.5 "	30.0 "
塩素イオン	42.6 "	53.2 "
ヨード消費量	14.2 "	10.3 "
4時間酸素吸収量	/	/
5日間BOD	178 "	108 "
一般細菌数 1cc	1,700,000	880,000
大腸菌群数 1cc	350,000	130,000

採水日時，昭和31年12月6日午後2時，気温9.0℃

試験項目	原水	放流水
水 温	7.8	9.0
臭 気	尿 尿 臭	尿 尿 臭
色 相		
透 視 度	2.5	3.5
pH	7.8	7.7
メチレン青脱色時間	2時間20分	50時間
亜硝酸性窒素	(-)	(+)
硝酸性窒素	(-)	(+)
アンモニア性窒素	28.5 ppm	62.5 ppm
蛋白アンモニア性窒素	49.6 "	7.47 "
塩素イオン	79.9 "	80.4 "
C O D	35.2 "	32.0 "
5日間BOD	137.7 "	89.5 "
硫化物	3.60	3.56
一般細菌数 1cc	490,000	390,000
大腸菌群数 1cc	33,000	33,000

採水日時，昭和31年10月1日午後2時。気温17.5℃

試験項目	原水	放流水
水 温	19.5℃	19.8℃
臭 気	尿 尿 臭	尿 尿 臭
色 相		
透 視 度	2.5	2.5
pH	7.7	7.8
メチレン青脱色時間	31分	1時間12分
亜硝酸性窒素	(-)	(-)
硝酸性窒素	(-)	(-)
アンモニア性窒素	29.88 ppm	7.47 ppm
蛋白アンモニア性窒素	43.80 "	66.54 "
塩素イオン	199.1 "	189.2 "
C O D	36.71 "	31.09 "
5日間BOD	124.3 "	64.9 "
一般細菌数 1cc	520,000	320,000
大腸菌群数 1cc	49,000	23,000

採水日時，昭和32年2月6日午後2時，気温9.8℃

試験項目	原水	放流水
水 温	8.5	8.5
臭 気	尿 尿 臭	尿 尿 臭
色 相	淡 白 濁	淡 白 濁
透 視 度	3.5	4.5
pH	7.7	7.7
メチレン青脱色時間	3時間35分	10時間15分
亜硝酸性窒素	(+)	(+)
硝酸性窒素	(-)	(+)
アンモニア性窒素	23.8 ppm	23.1 ppm
蛋白アンモニア性窒素	34.0 "	32.6 "
塩素イオン	59.3 "	60.7 "
C O B	24.6 "	17.6 "
5日間BOD	87.0 "	56.9 "
硫化物		
一般細菌数 1cc	760,000	720,000
大腸菌群数 1cc	27,000	26,000

# 会 報

## ◇第5回理事會

8月14日(水)午後1時30分開催。出席者は畔柳会長、有本、平野両副会長、外、島崎、河瀬、田中、井上、小山、内田6理事。

### 協議事項

- 1) 第4・第7区(東海・北国地方)評議員欠員補充に関する件。吉岡昇君東京へ移住のため山田治夫君を後任評議員とすることにした(定款第39条による)。
- 2) ネジ付排水管継手(鋳鉄製)規格改訂委員会(仮称)設置の件。同委員会を新設することにし評議員会に諮ることとした。
- 3) ネジ付排水管継手(鋳鉄製)規格改訂委員会〔仮称〕委員人選の件。下記の方々を委嘱することにした(敬称略)。  
木下功一、佐藤雄、伊保内富彌、大沢一郎、小川誠耳、森村武雄、橋本一夫、種田稔、本城和彦、三機工業株式会社、須賀工業株式会社、株式会社城口研究所、株式会社齋藤省三商店、外にメーカー(3社)
- 4) 日本管工事工業協会より設備士制度に対する要望の件。本要望事項につき意見を交換した結果、設備委員会にて考究を願うこととした。
- 5) 40年史編纂委員会より委員追加、申出により次の両君を委員に追加することとした。須賀豊治郎君、神津民一郎君(幹事として)
- 6) 設備士資格登録に関する件。14名の登録を承認、会誌8月号に登録番号、本籍、氏名を発表することとした。(現在、登録者総数654名)
- 7) 研究機関に関する件。庶務、会計両理事に於いて原案を作成の上9月3日(火)臨時理事会を開き協議することとした。
- 8) 北浦文庫委員会より書棚設置場所に関する要望の件。種々意見交換の結果、なお考究することにした。
- 9) 建築行政協会より「浄化槽の規準」に関する委員推薦方依頼の件。建設省を通じ事務当局に非公式に同委員推薦方の依頼があり協議の結果次の諸君を推薦することとした。(敬称略)  
木下功一、小川誠耳、佐藤雄、桜井省吾、高田一郎
- 10) 各種委員会委員長招待会開催の件。協議の結果9月中旬開催することにし期日および場所は庶務理事に一任した。
- 11) 入会申出に関する件。正員21名。維持員A3社、B2社の入会を承認した。外4件。

## 報告事項

7月分会計報告外4件。

## ◇水槽便所並びに改良便所に関する委員会(第95回)

6月17日(月)午後3時、二葉亭(渋谷駅南口前)にて開催。出席者 広瀬委員長、西原副委員長(富岡一郎君代理)外3委員。

- 1) 本日午後2時公衆衛生院の手で門屋邸水槽便所の採水をした。
- 2) 31年度に建設省の依頼に基き日本建築学会の汚水処理施設委員会と共同研究をした「水洗便所の汚物槽の構造に関する研究」は一応終了、建設省にも報告したので、当委員会作成の報告書並びに建設省交付の研究補助金に対する決算報告書を添えて、之を会長に中間報告する件を諮り承認可決した。
- 3) 当委員会が門屋邸水槽便所の腐敗槽に家庭下水を注入して其水質試験を行う事8回、又家庭下水を除外して本来の水槽便所で水質試験を行う事6回、其の所要日子約2年半に亘り大体に於いて当初の目的を達したので、本委員会としては次回会合を以つて一とまず打ち切り解散する事に決めた。外2件。

## ◇同上(第96回)

7月27日(土)正午、丸之内会館(丸の内3-1)で開催。出席者 広瀬委員長、西原副委員長、外6委員。

### 協議事項

- 1) 当委員会は昭和22年1月25日第1回の委員会を開催して以来今日まで実に10年余に亘り研究を続けて来たが此の際当初の計画目的を達したので一応終了する事とし其の最終報告を協会に提出する事にする。
- 2) 上記研究報告書の内  
水槽便所に間する研究を 小川委員に  
改良便所に関する研究を 原田委員に  
執筆を依頼し両君の承諾を得た。  
又水槽便所の図面に関しては西原副委員長の手で作成してもらふ事とし、全原稿ができれば印刷し委員に配布する事にする。
- 3) 32年6月18日付を以つて会長に中間報告を出したのにつき、理事会より此の中間報告を当協会誌に掲載すべきか、或いは最終報告書に掲載すべきかとの諮問を受けた。  
之に対し委員会は中間報告をとりあえず会誌に掲載してもらい、最終報告もでき次第、会誌に掲載してもら

う事に決議した。

- 4) 32年6月28日付を以つて、日本建築学会の汚水処理委員会より当協会宛「酸化槽に台所用水を入れること」に関し協議を受けた。之に対し委員会の意見を会長に具申し回答する事とした。外2件。

◇衛生暖房金具規格制定委員会 (第129回)

衛生器具付属トラップ小委員会 (第18回)

7月24日(水)午後1時30分開催。出席者 佐藤委員長外6委員、臨時4名。

協議事項

- 1) JIS A 5554 (1959) 便器付属金具は見直しの時期がきたが改正するやいなやにつき検討、一部改正したき点はあるが今回は見送ることにし、DSS 207 衛生器具付属トラップが出来たら JIS A 5514 にふくめ、「衛生陶器付属金具」(仮称)として完備する方針にきめた。
- 2) 本日配布の規格条文につき協議その一部を訂正して決定した。
- 3) 前回協議の1図手洗器トラップ~11図洋風バストラップにつき再協議して決定、東洋陶器に於いて図面を浄書の上次回に配布することとした。

◇衛生陶器規格改正委員会 (第2回)

7月16日(火)午後1時30分~8時、管工事会館5階会議室で開催。出席者 佐藤委員長外6委員、関係会社より9名。

協議事項

- 1) 先般送付した日本衛生陶器協会「第2回衛陶JIS改訂案作成会議概要」につき同会の神谷高枝君より詳細の説明があつた。
- 2) 日本衛生陶器協会に於いて作成の「インキ試験および急冷試験規格改訂案」につき東洋陶器の西原 堅君より説明があり意見の交換を行い、改訂案を検討した。
- 3) 4.1 インキ試験につき審議一部を改訂した。
- 4) 4.2 急冷試験の改正案については、なお検討の必要があるので、改正案による実験を伊奈製陶・丹司製陶の両社に依頼した。
- 5) 4.3 オートクレーブ試験の名称につき協議「貫入試験」と改称することに決定、かつ試験の方法を具体的に表わすようその文案を東洋陶器に依頼した。
- 6) 欠点許容範囲の改正案を衛生工業協会に於いて作成することとした。
- 7) 機能試験の改正案を東洋陶器に於いて作成することとした。

◇40年史編纂委員会 (第1回)

7月26日(金)午後1時30分、オリンピック(銀

座2丁目)で開催。出席者 畔柳会長外7委員。

協議事項

- 1) 協議に先立つて会長より本委員会新設趣旨を説明、尽力方を要望する旨の挨拶があつた。
- 2) 委員会の名称は「40年史編纂委員会」とすることに決定した。
- 3) 委員長を互選の結果大沢一郎君に決定した。
- 4) 委員追加につき協議の結果次の二君を追加することにし、理事会に諮ることとした。須賀豊治郎君、神津氏一郎君(幹事に予定)。
- 5) 40年史編纂に関し自由討議の結果一応次の如くきめた。
  - (1) 会誌特別号として刊行する。
  - (2) 大正6年当協会発足までの日本の暖房、衛生工業界の実情を何等かの方法で調べること。
  - (3) 当協会の歴史をまとめること。

◇北浦文庫委員会 (第1回)

7月26日(金)午後1時30分、オリンピック(銀座2丁目)で開催。畔柳会長外、木下、梶村、小山、渡辺の各委員出席。

協議事項

- 1) 協議に先立つて会長より委員会新設につき、その趣旨を説明、尽力方を願う旨の挨拶があつた。
- 2) 出席委員互選の結果木下功一君が委員長に当選され決定した。
- 3) 委員会の名称は「北浦文庫委員会」と決定した。
- 4) 木下委員長より北浦家蔵書調査報告書(別紙)の説明があり、蔵書の引取りは直ちに実行可能であるが、これ等蔵書の置場所を如何にするかが懸案となる。よつて本委員会から理事会宛書棚置場所取得方を要望することとした。

◇標準仕様書改訂委員会(暖冷房分科) (第53回) 小委員会 (第29回)

8月10日(土)正午、オリンピック(銀座2丁目)で開催。出席者 木下委員長、井上幹事外4委員。

協議事項

- 1) 本日配布の意見につき検討し、採否を決定した。意見提出者に対し回答書を出すことにし、その原案を井上幹事作成の上次回に諮ることとした。
- 2) 配布の「暖冷房共通仕様書」の名称を「暖房、換気空気調和設備工事共通仕様書」と改称した。
- 3) 配布の「暖冷房共通仕様書」(第二説会用)第3編ダクト、送風機設備 1.1 送風機より 1.4.6 防火ダンパまで協議した。

◇冷房研究委員会 (第15回)

8月14日(水)午後5時30分開催。出席者 平野委員長、井上、高田両幹事外5委員。

協議事項

- 1) 高田幹事の代理の件。高田幹事が約3箇月間社用海外出張不在のため、その間の代理を東洋キャリアより出席させることとする。音響講習会の講師は船橋委員および小笠原委員が代つて講議を行う。
- 2) エアフィルター試験の件。試験装置は現在建研構内で組立中。ダストフィーダーは藤井委員指導の下に建研で試作する。フィルターの供試品の提供依頼の手紙を各メーカーへ早く出すこと。年内にテストを終了し来年3月頃にはフィルターに関する特輯号を出す予定で進める。
- 3) 秋季学術講演会の件。委員自身で積極的に参加する

- か、適当な人を推挙するように心掛けることとする。
- 4) 本委員会の今後の運営について。本委員会は発足以来一年未満で、講習会やフィルターテスト準備等の成果を挙げて来たが、今後採上げるべきテーマや運営方法につき委員間の意見交換を行った。

#### ◇同 上 原子力施設分科会 (第9回)

7月31日(水)午後6時、建設省建築研究所で開催。  
出席者 高田幹事外8委員。

輪 読

ハンドブックオン エアフィルター外1種につき高田、井上両委員が担当した。

## 新 入 会 者

### (維持員)

社 名	本協会に対する代表者及び役職名	所 在 地	電 話	種別
池袋瑛郷工業株式会社	専務取締役 小島 慎一	東京都豊島区池袋 1-775	(97) 1282~1286	A
芝工業株式会社	社 長 野 口 章	東京都新宿区築土八幡町 38	(33) 2953・8062 8063・7803	B
五建工業株式会社 東京出張所	所 長 新 治 六 郎	東京都千代田区神田司町 1-21	(23) 3248・5171	A
愛知県管工事工業協同組合	理 事 長 菅 谷 健 児	名古屋市中区南伊勢町 1-9	(24) 0387	A

### (正 員)

氏 名	学位 称号	勤 務 先 及 び 職 名	住 所 又 は 通 信 先 及 び 電 話
板谷 良造	工	大阪中央冷蔵株式会社工場課	大阪府八尾市木戸 331
植田 彌一		三建設備工業株式会社 広島出張所	広島市鉄砲町 98 同所
江原 弘祐		須賀工業株式会社福岡支店	福岡市千代栄町 6-2 同所
江野 敏夫		清水建設株式会社 名古屋支店設備係	名古屋市中区伝馬町 4-11
大美賀 武夫	工	石田建材工業株式会社工事課	高崎市八島町 117 同社
大園 俊朗	工	汽車製造株式会社大阪製作所 研究部研究第一課次長	大阪市此花区島屋町 406 同所
木内 俊明	工	東洋キャリア工業株式会社 設計部	東京都世田谷区松原町 3-846 井上方
清水 唯雄		みさを産業株式会社機械課	東京都港区新橋 5-3 同社
棚田 弘剛	工	三建設備株式会社広島出張所	広島市鉄砲町 98 同所
谷口 恒夫		保坂工業株式会社神戸出張所	大阪市西成区花園町 45
富田 輝男		日建設計工務株式会社 大阪事務所	大阪市東区北浜 5-13 同所
中村 繁夫		三建設備工業株式会社 広島出張所	広島市鉄砲町 98 同所
長崎 繁		名古屋水道局東業務所	名古屋市中村区京田町 2-13

氏名	学位 称号	勤務先及び職名	住所又は通信先及び電話
西岡 長五郎		西岡工業株式会社代表取締役	京都市伏見区麩匠町 17
平林 武司		株式会社 大阪電気商会 名古屋支店 大阪暖房商会	名古屋市中区南武平町 2-1 同社
福本 道彦	工	建設省営繕局設備課	東京都世田谷区松原町 1-1782
淵上 正満	工	東洋キャリア工業株式会社	横浜市磯子区杉田町 2206
前川 博		愛知マツダ株式会社庶務課	名古屋市中区大池町 1-57 同社
御手洗 久		日本興業株式会社設計	浜松市相生町 246
三浦 三千男		暁建設工業株式会社	東京都中央区日本橋通 3-1 同社
山田 悦夫		三機工業株式会社大阪支店	大阪市東区高麗橋 3-1 同所
山崎 純男	工	東洋キャリア工業株式会社	東京都中央区日本橋兜町 3-24 同社
山岡 佑一		日立工事株式会社	横浜市磯子区杉田町 405
鎗水 七郎		株式会社高橋工業所工務部長	仙台市新伝馬町 67 同社
吉原 勇		東京都水道局高田営業所 下水係長	東京都江東区豊住町 3-2 水道局公舎

元会長 特別員 米元晋一君保健文化賞を受賞

当協会元会長，特別員米元晋一君は多年上下水道事業に尽瘁し，保健衛生を實際に著しく向上させた功績により，今回第一生命保険相互会社主催，厚生省，朝日新聞社，厚生文化事業団後援の第9回保健文化賞を受賞された。茲に同君が斯業に対する不断の貢献に対し深い敬意を表すると共にこの名譽を受けられたことを慶祝する。

# 創立 40 周年記念祝賀会後記

## (東京)

本協会創立 40 周年記念東京祝賀会は予告次第書の通り 6 月 20 日午後 1 時 30 分より上野精養軒において開催された。

参加者約 100 名、定刻河瀬理事司会により始められ、まず平野副会長の開会の辞のあと、畔柳会長起つて別掲の通り本協会の過去 40 年の沿革と業績につき説明挨拶を述べた。

次いで来賓として臨席された厚生文部両大臣、東京都知事の祝辞が夫々代読され、また日本機械学会の祝辞が読まれた。

終つて維持員に対する感謝状および表彰状の贈呈式に移り、まず 10 年以上継続の維持員でわが国衛生工業の発展に尽された別掲の 65 社に対し感謝状を贈呈し、株式会社菊池工業所社長が総代としてこれをうけ、次いでメーカーとして優秀な業績を挙げられた維持員 6 社に夫々表彰状を贈呈した。また永年勤続職員として杉岡主事に表彰状が贈られた。(表彰状贈呈の維持員 6 社の沿革および業歴は別掲の通りである)。それより株式会社菊池工業所社長、ならびに株式会社荏原製作所酒井副社長より夫々挨拶があり贈呈式を終つた。

次いで参加者一同広場に集合、記念写真撮影を行い、余興終了後記念講演会に移り、日本原子力研究所理事長安川第五郎君が、昨今わが国朝野の関心事である原子力の平和利用につき極めて平易に原子力の理論を説明その平和的利用に関しわが国の執るべき方針を啓蒙的に講述せられ多大の感銘を与えられた。

記念晩餐会は来賓はじめ会員約 100 名出席され、午後 6 時すぎ開宴、会長の挨拶ののち、来賓各位、当協会の名誉員、特別員、ならびに維持員数氏より懐旧談または協会に対する激励等種々傾聴すべき卓上談話があつて極めて和氣に満ちた雰囲気終始して午後 9 時頃散会した。

## (大阪)

関西祝賀会は 7 月 5 日大阪駅前第一生命ビル内好文倶楽部において午前 10 時 30 分より開催され、まず関西地方を代表して河村 茂君の開会の辞に引続き畔柳会長の挨拶があつたのち、記念講演会に移り、講師前田敏男、新津 靖両君より本誌所載の如き研究の発表があつた。聴講者約 100 名。

次いで記念写真の撮影をなし、祝賀午餐会に入る出席者 70 名午後 3 時散会した。

なお当日午後 6 時より京都市四條大橋詰「ちもと」において有志晩餐会が開かれた。