

空気調和・衛生工学

1978 = 6 VOL.52
NO.6
1978

特集 ● ダクトの施工法

空調ダクト施工の現状と問題点

亜鉛鉄板ダクトの施工法

グラスウールダクトの施工法

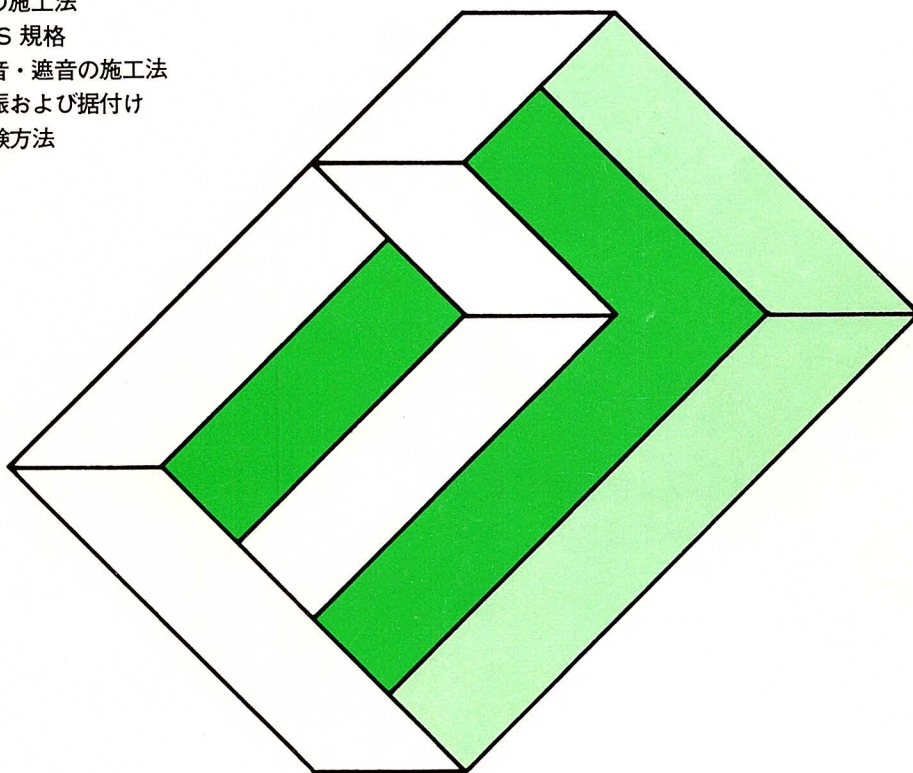
排煙ダクトの施工法

ダクトのJIS規格

ダクトの吸音・遮音の施工法

送風機の防振および据付け

ダクトの試験方法



エアフィルタ(3)

空調設備省エネルギー指針案に対する

アンケートへのお答え

外壁の断熱と放熱器の位置ならびに

室内気候の関係

建築物の省エネルギーのための断熱法令

ふく射パネル用水配管サブシステムの

シミュレーションと検証

熱交換器設計に及ぼす汚れ係数の影響

The Society of Heating, Air-Conditioning and Sanitary Engineers of Japan

空気調和・衛生工学会

空気調和・衛生工学目次



昭和53年6月
第52巻第6号

巻頭 会告

特集●ダクトの施工法

- 527 空調ダクト施工の現状と問題点／鈴木啓介
- 531 亜鉛鉄板ダクトの施工法／今村量昭
- 537 グラスウールダクトの施工法／浜田展州・伊原光義
- 543 排煙ダクトの施工法／福居 實・米田千磋夫
- 551 ダクトのJIS規格／鈴木亮二
- 557 ダクトの吸音・遮音の施工法／池本 弘
- 569 送風機の防振および据付け／生井春夫
- 575 ダクトの試験方法／加茂芳彦

講座●

- 583 エアフィルタ(3)圧力損失／吉川 暉

委員会報告●

- 591 空調設備省エネルギー技術指針案に対するアンケートへの
お答え／空調設備基準委員会省エネルギー小委員会

海外文献紹介小委員会●

- 595 外壁の断熱と放熱器の位置ならびに室内気候の関係／
田中辰明訳
- 597 建築物の省エネルギーのための断熱法令／田中辰明訳
- 603 ふく射パネル用水配管サブシステムのシミュレーション
と検証／千葉孝男訳
- 606 熱交換器設計に及ぼす汚れ係数の影響／進藤伸二抄訳

竣工設備概要データシート●

- 609 大阪駅前市街地改造事業大阪駅前第2ビル
- 611 千歳空港第2到着ビル
- 612 苫小牧西部地区ボイラプラント

外国雑誌主要文献題目●

- 613 Gesundheits-Ingenieur(1977. 1~3)
- 613 The Building Services Engineer(1977. 1~6)
- 594 正誤(第51巻第5号, 空調設備省エネルギー技術指針案)
- 596 受贈図書案内
- 607 受贈図書紹介
- 617 会報
- 618 広告目次

編集／編集委員会

委員長 (理事)	中島康孝	
理事	桜井光和	井沢 亨
委員	安部 照弘	池本 忠
	板本守正	今村量昭
	生方 悠	小原俊平
	片山忠久	木内俊明
	紀谷文樹	酒井寛二
	桜井敏郎	末永浩康
	鈴木啓介	鈴木亮二
	田中俊六	永岡義一
	長沢佳明	成田勝彦
	生井春夫	浜田展州
	野中英市	福居 実
	広瀬正二	福山博之
	福山博之	藤野宏道
	真柄泰基	水野英行
	四十宮真次	渡辺 澄
専門委員	大田了介	落 藤 (五十音順)

編集統括	佐藤郁夫	
編集制作	外山陽子	高柳嘉治
編集庶務	小川泰代	
発行者	本吉 弘	
発行所	法人空気調和・衛生工学会	

印刷製本	㈱小葉印刷所
表紙デザイン ・カット	集合den
トレース	青木巧芸社 (㈱マヤデザイン)

製 版	㈱近代工芸
用 紙	㈱堀内精版所
	㈱文化エージェンツ
	北越製紙(株)
	大昭和製紙(株)
	紀州製紙(株)
広告取扱	㈱中外広業社

〔論説〕

特集—ダクトの施工法

空調ダクト施工の現状と問題点

鈴木啓介

空気調和・衛生工学 52(6) 527~530 (1978)

空調設備工事において、ダクト工事はその2~3割も占めているが、規格標準化や工法の合理化によってまだかなりのコストダウンの可能性を内蔵しているといえよう。省資源・省力化が叫ばれている現在、ダクト工事の合理化についての今までの推移と現状の問題点を知り、諸問題を総合的に検討して一步一步解決し、合理化を強力に推進すべき時期である。

〔論説〕

特集—ダクトの施工法

排煙ダクトの施工法

福居 実・米田千穂夫

空気調和・衛生工学 52(6) 543~550 (1978)

排煙ダクト設備は通常の空調・換気のダクト施工と異なり、実際の稼働時に高温のガスを搬送するため排煙ダクトに特有の留意点があるので、施工時の注意事項に簡単に触れる。機械排煙設備では、ダクトと排煙口の漏れ量が排煙設備の機能を発揮するための重要なポイントであることを指摘し、この漏れ量をより少なくするためのダクトの継ぎ目・継手および排煙口の選択と取付け工法についての注意事項を述べる。完成後に試運転で排煙ダクト系の機能の不備を発見しても手遅れであるので、事前の検討法とその計算プログラム例を紹介する。

〔論説〕

特集—ダクトの施工法

亜鉛鉄板ダクトの施工法

今村量昭

空気調和・衛生工学 52(6) 531~536 (1978)

亜鉛鉄板ダクトの材料、加工、支持・取付けについて、施工監督者の参考となるよう、チェックリストとその解説の形で述べる。

加工と支持・取付けには、計画、設計あるいは施工図の時点ですでに考慮していなければならないことが多く述べてあるが、計画から施工まで各段階で何度もチェックすることは重要なので、施工に含めた。

〔論説〕

特集—ダクトの施工法

ダクトのJIS規格

鈴木亮二

空気調和・衛生工学 52(6) 551~556 (1978)

従来、ダクトやフランジ、付属する防火ダンパなどは工事の都度加工し、現場合せ的な考えでつくられていたが、ダクト寸法の標準化と寸法許容差を規格化することにより、ダクトの工場生産化、部品の専門化などによる性能の向上が見込め、さらには各付属部品の規準化が進んで、ダクト系全体にわたって、品質の向上と同時に設計・製作・施工がより能率的になることが意図されている。

〔論説〕

特集—ダクトの施工法

グラスウールダクトの施工法

浜田展州・伊原光義

空気調和・衛生工学 52(6) 537~542 (1978)

建築設備工事は、建築工程のスピードアップや工費の上昇などにより、その省力化・省人化が特に要求されている。その中でも特にダクト工事については、その特異性のため省力化が最も遅れている分野といえる。グラスウールダクトは、このような要求に対する解決法の一手法として効果があると考えられる。しかし、鉄板加工ダクトに比較して種々の利点がある反面、限界性もあり、その採用にあたっては特別な配慮が必要である。

本稿では、グラスウールダクトの現状、その特質、採用上の注意、施工法について述べる。

〔論説〕

特集—ダクトの施工法

ダクトの吸音・遮音の施工法

池本 弘

空気調和・衛生工学 52(6) 557~567 (1978)

ダクト系における騒音は、配管工事の水漏れと同様にクレーム事項として多く見受けられる。工事完成後の騒音防止対策には、調査などを含めて多額な費用がかかる。しかし、出費に見合う十分な効果がない場合が多い。

騒音については、音の伝搬経路を十分理解してその対策にあたらなければならない。

本稿では、簡単に音の伝搬経路の説明と一般的な施工要領のポイントを記述する。

〔論説〕

特集—ダクトの施工法

送風機の防振および据付け

生井春夫

空気調和・衛生工学 52(6) 569~574 (1978)

機器の防振施工に関して、送風機の防振対策を取り上げ、その問題点と防振支持選定の考え方および概略手順に従った解説を行い、送風機の据付け上の一般的留意点と、送風機回りのダクト施工上の留意点について述べた。

〔海外文献紹介〕

建築物の省エネルギーのための断熱法令

田中辰明 訳

空気調和・衛生工学 52(6) 597~602 (1978)

この法令は、第1章“通常の室温の建物”，第2章“低めの室温の建物，第3章“運動場や集会室として使われる建物”の断熱を規定し、さらに第4章の“補則”からなっている。建物全体の損失熱量を規制するために、建物総外表面積 F と建物容積 V の比 F/V と対応し、平均熱通過率の最大値を定めている。法令には添付資料1~4を添え、これらの規制値を示している。また、いろいろの形態の建物に対し、 F や V の算定法を示している。

〔論説〕

特集—ダクトの施工法

ダクトの試験方法

加茂芳彦

空気調和・衛生工学 52(6) 575~581 (1978)

ダクトの試験というと、ダクトの用途が空気を搬送するという点にあるため、一般に風量測定・漏れ試験を指していると考えられるが、広義に解釈すればダクトの摩擦抵抗試験、あるいはダクトから発生するところの騒音測定・振動測定や材料の強度試験なども含めなければならない。しかし、一般に現場では風量測定・漏れ試験が行われているにすぎない。

本稿では、現場を対象として風量測定方法・漏れ試験方法を述べ、実務者の参考に供するものである。

〔海外文献紹介〕

ふく射パネル用水配管サブシステムのシミュレーションと検証

千葉孝男 訳

空気調和・衛生工学 52(6) 603~606 (1978)

この論文は、ASHRAEの“所要エネルギー”作業グループの後援のものに、オハイオ州立大学で行った建物の所要エネルギーを求めるための一連の研究報告の一つである。

本論文では、特に温水発生器と三つの階に設置したふく射パネルとを結ぶ温水配管系について、先に得られた電算機によるシミュレーションと、実験用建物の現場検証の結果を比較している。

〔海外文献紹介〕

外壁の断熱と放熱器の位置ならびに室内気候の関係

田中辰明 訳

空気調和・衛生工学 52(6) 595~596 (1978)

断熱がきいた建物で、窓の気密性も非常によいときには、暖房用放熱器は従来最適といわれていた外壁の窓下に設置するより、内壁側に設置したほうが快適性も損なうことなく、かつ配管距離が短いので設備費も安く、熱損失も減少して省エネルギーになると報告している。

〔海外文献紹介〕

熱交換器設計に及ぼす汚れ係数の影響

進藤伸二 抄訳

空気調和・衛生工学 52(6) 606~607 (1978)

熱交換器の設計に際して汚れを考えると、熱交換に要する面積は、クリーンなものに比べてより多く必要となる。本報は、水側汚れが凝縮器および蒸発器設計にどのような影響を及ぼすかを例によって示し、また改良法を示した。

種 別	内 容	開 催 年 月 日	会告ページ
セ ミ ナ ー	ヒートポンプと蓄熱槽のシステム設計(東京)	53年7月7日(金)	6月号会告5
見 学 会	東京消防庁本部庁舎見学会(東京)	53年7月14日(金)	6月号会告2
講 習 会	空調調和・衛生工学会設備士受験講習会(大阪)	53年7月20日(木) 21日(金)	6月号会告2
講 演 者 募 集	空調調和・衛生工学会学術講演会(福岡) (締切53年7月11日)	53年10月20日(金) 21日(土)	6月号会告2
	第2回人間-熱環境系シンポジウム(東京) (発表申込締切53年7月31日)	53年12月8日(金) 9日(土)	6月号会告1
学 会 賞 募 集	第17回"空調調和・衛生工学会賞"募集 (応募締切53年9月30日)		6月号会告4
国 際 関 係	第6回国際熱交換会議(トロント)	53年8月7日~11日	3月号会告8
	国際室内環境シンポジウム(コペンハーゲン)	53年8月30日~9月1日	6月号会告5
	第15回国際冷凍会議(ベネチア)	54年9月23日~29日	3月号会告8
	ASHRAE 大会開催予定と論文提出期限		6月号会告5

本学会第52期(昭和53年度)役員氏名(敬称略)

会 長	井上 宇市*	第4区(2名)	
副 会 長	種田 稔 橋口 敬*	理 事	桜井 昌和 宮野 秋彦*
第1区(16名)		第5区(1名)	
常務理事(10名)		理 事	橋本 正宏*
(総 務)	稲生 宏 小笠原祥五* 清水 保彦*	第6区(4名)	
	福本 道彦	理 事	大田 了介* 先川 博* 林 太郎
(事 業)	岩井 一三* 大澤 安		松本 具通
(学 術)	木村 健一 手塚 俊一*	第7区(1名)	
(編 集)	桜井 光和* 中島 康孝	理 事	長谷川直男
理 事	鈴木 二郎 (種田 稔) 中原 信生	第8区(2名)	
	(橋口 敬)* 船橋 明* 宗岡 博生*	理 事	浦野 良美 佐藤 雄二*
第2区(2名)		監 事(2名)	
理 事	荒谷 登* 日下 研二	監 事	須賀 栄一 早川 登*
第3区(1名)		注 ()は、副会長に選ばれた方で、各区とも理事定員があるため重複して掲載した。*は新任理事。	
理 事	松本順一郎		

第2回人間-熱環境系シンポジウム(東京)

今回は各分野からの講演をお願いするとともに、研究発表の公募を行います。奮ってご参加ください。

共 催 空調調和・衛生工学会特別研究温熱研究班
 空調調和・衛生工学会温冷感小委員会
 人類動態学研究会 日本伝熱研究会
 日本生気象学会 計測自動制御学会

協 賛 日本生理学会ほか16団体(予定を含む)

後 援 日本学術会議(予定)

開 催 日 昭和53年12月8日(金)、9日(土)

場 所 空調調和・衛生工学会会議室
 東京都新宿区北新宿1-8-1 中島ビル
 電話東京(03)363-8261

内 容 1) 共催・協賛団体委員の講演
 2) 公募研究論文の発表
 3) 空調調和・衛生工学会温熱研究班の研究発表

発表申込 はがきに、①氏名(ふりがな)、②題目、③勤務先、④連絡先、⑤所属学協会、⑥懇親会出席の有無を記入し、下記あてにお申し込みください。すでに発表されたものでも、標題に関連の深いも

のであれば受け付けます。

発表申込締切 昭和53年7月31日(月) 申込み書を受け付け後、原稿用紙を送付いたします。

原稿締切 昭和53年10月31日(火)必着

発表費 3000円(予定) 前刷代・参加費を含みます。原稿提出時にお支払いください。

参加申込 往復はがきに、①氏名(ふりがな)、②勤務先、③連絡先、④所属学協会、⑤懇親会出席の有無を記入し、下記あてにお申し込みください。

定 員 120名(申込み先着順)

参加費 3000円(予定)(前刷代を含む)

懇 親 会 昭和53年12月8日(金) 17時30分~19時30分
 会費3000円の予定

問 合 せ 先

第2回人間-熱環境系シンポジウム準備委員会
 (代表: 後藤 滋)
 〒233 横浜市南区大岡2-31-1
 横浜国立大学工学部機械工学科内
 電話 横浜(045)741-3541[内線405(川島)]

空気調和・衛生工学会 学術講演会講演者募集(福岡)

昭和53年度学術講演会は、福岡で開催いたします。広く会員より講演者を募集いたしますので、応募なさる方は“学術講演会応募規程”をよく読んでお申込みください。

主催 空気調和・衛生工学会
開催日 昭和53年10月20日(金)、21日(土)
会場 福岡商工会議所
福岡県福岡市博多区博多駅前2-9-28
電話 福岡(092)411-1111

原稿申込 氏名および連絡先を明記のうえ、原稿用紙代金(学術講演会応募規程“3.応募の方法b項”参照)を

同封し、下記あてにお申込みください。

講演申込 申込方法：講演申込書と講演論文原稿を同時に申込締切日までにご提出ください。

申込締切日：昭和53年7月11日(火)

会告3ページ掲載の学術講演会応募規程“3.応募の方法”、“6.原稿の提出先と締切期限”参照)

申込先

空気調和・衛生工学会 学術委員会
〒160 東京都新宿区北新宿1-8-1 中島ビル
電話 東京(03)363-8261

東京消防庁本部庁舎見学会(東京)

地下3階、地上14階、延べ床面積30679㎡の本庁舎は、都市災害が起きた場合にも、防災のとりでとして生き残るといふ使命をおびて建設されており、建物自身の防災はもとより、地域供給網の災害に対しても予備機を設けるなどの配慮を行っている。したがって、冷温熱源は地域熱源(冷水・蒸気)を受け入れているが、非常時には建物内に設置した灯油だきボイラと吸収冷凍機によって冷水と蒸気を供給する。また、飲用水については3日分の受水槽を設けるとともに、非常時には7日分の水量を確保できるように、雑用水をろ過滅菌して飲用水に供する設備を設けている。

建物は450gal程度の耐震力を有し、バルコニーをもつ防災建築で、機器・配管の据付けなど設備的配慮も行っている。空調システムはベリメータ系統に温水コンベクタ、インテリア系統には中央VAV方式を採用している。給排水設備は飲用水系統と雑用水系統に分け、雑用水には中水の給水を受けている。

主催 空気調和・衛生工学会
日時 昭和53年7月14日(金) 13時30分～16時30分
見学先 東京消防庁本部庁舎
東京都千代田区大手町1-3-5

定員 50名(申込み先着順)
申込締切 昭和53年7月7日(金)

申込みは先着順で受け付けますので、締切日でも、定員に達しますと以後の申込みをお断りすることがありますので、お早めにお申し込みください。

参加費 会員1500円 非会員2500円 (資料代を含む)
申込方法 はがき大の用紙に、“東京消防庁本部庁舎見学会申込み”と標記し、氏名、勤務先、連絡先所在地(勤務先か自宅かの別明記)、電話番号、会員・非



会員の別を明記し、会費を添えて下記あてにお申し込みください。集合場所や当日のスケジュールなどの詳細は、申込者本人あてにご通知します。

申込先

空気調和・衛生工学会事業計画委員会
〒160 東京都新宿区北新宿1-8-1 中島ビル
電話 東京(03)363-8261

空気調和・衛生工学会設備士受験講習会(大阪)

主催 日本建築設備士協会近畿支部
開催日 昭和53年7月20日(木)、21日(金)
会場 大阪管工事会館4階
大阪市大淀区豊崎3-8-11
電話 大阪(06)373-0675

定員 120名
(申込み先着順)
申込締切 昭和53年7月17日(月)

受講料 3000円(テキスト代は別)
テキスト 設備士試験問題集並びに解答例集
定価1600円

問合せ先

日本建築設備士協会近畿支部
〒531 大阪市大淀区豊崎3-8-11
大阪管工事会館
電話 大阪(06)373-0675～6

学 術 講 演 会 応 募 規 程

昭和50年2月6日 学術委員会決定

昭和52年11月17日 学術委員会改定

1. 論文内容

暖房・冷房・換気・空気調和・給水・排水・衛生その他の学術・技術に関する最近の研究論文、技術報告、調査報告、統計的資料などで未発表のもの。ただし、梗概的に発表したものはこの限りでない。

2. 応募資格と講演者

- 講演者は本学会個人会員〔名誉会員・特別会員・終身会員・正会員・学生会員(昭和53年7月11日までに入会手続きをした者)〕に限る。
- 連名者は必ずしも本学会個人会員であることを要しない。
- 採択された論文の講演者は、必ず学術講演会に出席して発表する。
- 講演は原則として1題あたり講演15分、討論5分とする。

3. 応募の方法

- 申込み：講演申込書と講演論文原稿の提出をもって申込みとみなす。
- 原稿用紙と請求先：講演論文原稿は必ず本学会所定の原稿用紙を用いることとし、郵送希望者は下記の代金および送料、またはこれらに相当する額の郵便切手を封入のうえ、氏名および連絡先を明記し、本学会事務局へ申し込む。オフセット印刷のため、所定原稿用紙以外の原稿は受け付けない。
原稿用紙の代金は4ページ1組につき200円、送料は6組みまで200円、6組み以上300円とし、本人の負担とする。
- 原稿の書き方：原稿用紙とともに原稿執筆方法を送付するから、これを熟読のうえ執筆する。なお、講演申込書には必ず英文題目を記入する。
- 字数：1題4ページとし、1ページ目は題目・発表者名の欄を除き、本文1140字、2ページ目以降は、1ページあたり1292字(38字×34行)に本文・図表などを収める。
- 原稿執筆上の注意
 - 原稿は、論文としての体裁を備え、かつ一応の成果を得たものとする。
 - 継続研究にあっては、最近における前発表の掲載書名・掲載年月などを必ず記入する。
 - 他の文献から引用した場合は、必ず出典を明記する。
 - 同一研究題目に属するものは、なるべく1件にまとめて発表する。
 - オーバヘッドプロジェクトを用いて講演する場合には、図・表・写真などの表現を工夫する(スライド・掛け図の使用不可)
 - オフセット印刷のため必ず黒インクペン書きまたは黒色タイプ打ちとし、図・表の縮尺などに注意する。

4. 応募論文の採否

応募論文は、学術委員会がつぎの点を照合して、学術講演会講演論文として、著しく不相当と認められるものは採択しないことがある。例えば、

- 論文に記した説明が著しく不十分なもの。
- 同一の研究発表が行われているもの。
- 内容が商業宣伝に偏したものの。したがって、商品名の使用は測定機器などやむを得ない場合に限る。
- その他この規程に示した条件に反するもの。

なお、不採択になった場合は、おおむね9月末までに本人に原稿を返却するとともにその旨通知する。

5. 講演論文集

講演論文集は、講演者には1部を無償で呈上するほか、“学術講演会講演論文集”として広く頒布する。

6. 原稿の提出先と締切期限

講演申込書および講演論文原稿は、昭和53年7月11日(火)午後5時までに、封書に“学術講演会発表論文”と表記して下記へ提出すること。ただし、郵送の場合は、同日までの消印があって、学術委員会におけるプログラム編成(締切日の約3日後に開催の見込み)までに到着したものは受理する。

空気調和・衛生工学会学術委員会 〒160 東京都新宿区北新宿1-8-1 中島ビル 電話 東京(03)363-8261

7. 別刷り

研究発表に採択された論文の別刷りはつぎの費用(送料含む)で送付する。なお、申込方法は、講演申込書所定欄に部数を記入し、別便にて費用を送付すること。

申 込 別 刷 部 数 [部]	10	20	30	50	100	150	200
学術講演論文1編につき [円]	1 400	1 700	2 000	2 500	4 800	7 100	9 400

注 200部以上は、50部増すごとに2300円増とする。

8. 講演者心得

講演者には、後日、講演者心得を送付するのでそれに基づいて講演する。

第17回“空気調和・衛生工学会賞”募集

本学会学会賞規定により第17回空気調和・衛生工学会賞の候補業績を募集します。広く会員各位の応募・推薦を期待します。

1. 候補業績の選出

- 1.1 第1部の表彰候補となる論文については、昭和52年1月1日から昭和52年12月31日までに当学会誌に発表されたものの中から、“学会賞運営委員会”(以下委員会という)が選出する。
- 1.2 第2部、第3部については、下記の“空気調和・衛生工学会賞第2部、第3部応募・推薦要領”をご参照ください。
2. 締切期日 昭和53年9月30日(土) 本学会事務局到着(同日消印有効)
3. 提出先 空気調和・衛生工学会学会賞運営委員会 〒160 東京都新宿区北新宿1-8-1 中島ビル 電話 東京(03)363-8261

空気調和・衛生工学会賞第2部、第3部応募・推薦要領

この要領は、空気調和・衛生工学会賞第2部、第3部(以下“第2,3部”)授賞候補の応募・推薦にかかる事項について定めるものである。

1. 業績の範囲

第2,3部の業績はつぎの範囲とする。

- 1) 第2部：設備または施設の計画・設計・施工に関する業績
- 2) 第3部：第2部に該当しないつぎの業績，その他
 - a) 総合調査・総合開発に関する技術
 - b) 装置・製品などの発明・考案
 - c) 施工技術
 - d) 著書

2. 業績の要件

第2,3部の業績はつぎの要件を備え、かつ受賞した場合、本学会誌に発表可能なものとする。

- 1) 第2部：表彰を行う年の前々年の12月31日からさかのぼって前2年間に竣工し、審査時に使用中の業績(本年の対象は昭和51年1月～昭和52年12月)
- 2) 第3部：表彰を行う年の前々年の12月31日からさかのぼって前3年間に公表された業績(本年の対象は昭和50年1月～昭和52年12月)

3. 応募・推薦その資格

第2,3部は自ら応募したもの、あるいは推薦のあったものの中から選考する。応募者・推薦者あるいは推薦を受ける者(以下“応募者”)の資格は、本学会個人会員(名誉・特別・終身・正会員)および賛助会員とする。

4. 授賞対象者

授賞対象者は、業績を担当した計画者・設計者・施工会社など、直接その業績に関与した者とする。ただし、関係者多数の場合は、授賞対象者をその中の一部に限定することがある。また、授賞該当者が同一年度における複数の授賞業績に関係ある場合は、1件についてのみ授賞する。

5. 応募・推薦手続き

応募者は、公告された期間内に“応募・推薦書”および“内容説明書”を正副各1通提出する。ただし、応募は1会員1件とする。

6. 応募・推薦の制限

同一業績の受付は1回限りとし、翌年以降の再受付は行わない。

7. 審査資料の提出

応募者は、当該業績にかかるつぎの“審査資料”を応募・推薦書の提出締切日後、1箇月以内に提出しなければならない。

- 1) 第2部：①計画書，②設計計算書，③設計図あるいは竣工図，④運転実績資料，⑤その他審査に必要と認めた資料
- 2) 第3部：①総合調査・総合開発に関する技術はその内容についての詳細資料，②装置・製品などの発明・考案は④趣旨書，⑤図面，⑥技術資料および実績資料，③施工技術は④趣旨書，⑤図面，⑥技術資料および実績資料，④著書は当該著書，以上のほかに審査に必要と認めた資料

8. 審査の保留

審査にあたり、1年間に限り業績の審査を保留することがある。この場合、応募者に対しその旨通知する。

9. 現場調査

審査にあたり、あらかじめ応募者に対し通知のうえ、現場調査を行うことがある。

10. 表彰式の出席

受賞者は、5月開催の通常総会における表彰式に出席しなければならない。

セミナー（東京）
ヒートポンプと蓄熱槽のシステム設計

主催 日本建築設備士協会
日本建築設備士協会東京支部 電力空調研究会
後援 日本建築学会 空気調和・衛生工学会
日本電設工業協会 日本管工事工業協会
東京空気調和衛生工事業協会
日時 昭和53年7月7日(金)
9時30分～16時30分
場所 国鉄労働会館8階ホール
東京都千代田区丸の内1-11
電話 東京(03)215-4683
東京駅八重洲南口下車、有楽町方向へ1分右側

受講料 会員・協賛団体5000円 一般6000円
それぞれテキスト・資料代を含む。
申込方法 適当な用紙に①氏名、②会員・一般の別、③勤務先、所在地、所属学協会名、電話番号を明記し、受講料および受講票・領収証送付用返信封筒(あて名記入50円切手貼付、郵送の場合のみ)を添えて現金書留にて下記へお送りください。

申込先 日本建築設備士協会
〒104 東京都中央区銀座3-2-19
建築会館5階
電話 東京(03)567-5725～6

プログラム

時 間	内 容	講 師
9:30～10:00	夏期電力の動向について	進藤 純男 電力空調研究会
10:10～12:10	空気熱源ヒートポンプの設計	小島 弘舜 三機工業(株)空調冷熱本部企画課長
12:10～13:00	昼 休 み	
13:00～15:00	蓄熱槽の設計	坂内 清治 新日本空調(株)技術本部設計部課長
15:20～16:30	パネルディスカッション	司会 鈴木 二郎 (株)日本設計事務所取締役技術本部長 小島 弘舜 三機工業(株)空調冷熱本部企画課長 坂内 清治 新日本空調(株)技術本部設計部課長 小笠原祥五 三機工業(株)空調冷熱本部専門部長 清水 邦雄 新日本空調(株)常務取締役 望月 正雄 (株)森村協同設計事務所常務取締役 成田 勝彦 東京電力(株)省エネルギーセンター課長・工学博士

国際室内環境シンポジウム(コペンハーゲン)

主催 世界保健機構 デンマーク建築研究所
デンマーク技術科学アカデミー室内環境委員会
開催日 1978年8月30日(水)～9月1日(金)
場所 コペンハーゲン(デンマーク)
参加資格者 1) 室内環境が人体に与える影響に関連する主題をもつ科学者
2) 建築コード・省エネルギー規則作成、および建築物におけるエネルギー調査に関係する専門家
3) 建築物における室内環境の設定・管理に責任を有する保健官・建築家および技術者

定 員 160名
問合せ先 Mr. C. Chatelier
World Health Organization
8 Scherfigsvej, DK-2100, Copenhagen
Denmark

ASHRAE 大会開催予定と論文提出期限

ASHRAE 大会のスケジュールを下記のとおりお知らせいたします。ASHRAE 会員以外でも投稿できますので、奮ってご応募ください。申込先および問合せ先：ASHRAE, 345 E. 47th St, New York, NY 10017

開 催 地	開 催 期 日	論 文 提 出 締 切
ペンシルバニア州フィラデルフィア	1979年1月28日～2月1日	—
ミシガン州デトロイト	1979年6月24～28日	1978年10月20日
カリフォルニア州ロサンゼルス	1980年2月3～7日	1979年4月20日
コロラド州デンバー	1980年6月22～26日	1979年10月20日
イリノイ州シカゴ	1981年1月25～29日	1980年4月18日
オハイオ州シンシナチ	1981年6月28日～7月2日	1980年10月24日

ダクトの施工法●特集

空調ダクト施工の現状と問題点

鈴木啓介*

空調設備工事において、ダクト工事はその2~3割も占めているが、規格標準化や工法の合理化によってまだかなりのコストダウンの可能性を内蔵しているといえよう。省資源・省力化が叫ばれている現在、ダクト工事の合理化についての今までの推移と現状の問題点を知り、諸問題を総合的に検討して一步一步解決し、合理化を強力に推進すべき時期である。

はじめに

昭和40年前後にやや低迷はあったが、おおむね高度成長の好景気が長年続いた建設業界も、昭和48年末のオイルショックのあおりと、円高ドル安の不況で厳しい時代に突入している。特にオイルショック以降の建設コストの上昇は、結果的には需要の低減を招き、建設産業低迷の一因となった。

国民総生産の約20%を占める建設産業を不況打開の決め手として、政府は公共投資によって積極的に推し進めているが、建築設備にかかわるわれわれも、今こそ真剣にまた積極的にコストダウンへの努力を図り、国際競争に打ち勝つような体質の改善をしなければならない。

空調設備工事費のうちダクト工事はその2~3割も占め、しかも合理化が一番遅れている分野、つまりコストダウンへの努力を怠っている部分といえよう。

コストダウンにはよく、Standardization(標準化)、Simplification(単純化)、Specialization(専門化)の“3S”の推進が必要といわれている。この“3S”を中心に、空調ダクトの設計・施工において、合理化の推移と現状を知り、今後のあり方を考察してみたいと思う。

1. ダクトのプレハブ化

ダクト工事の生産性向上の手法として、まずプレハブ化が挙げられる。わが国に超高層建築が誕生してから10年を経過したが、ダクトのプレハブ化においては超高層建築の工事が契機となって急速に普及した。それは

従来の建物に比べて、つぎの理由によるからである。

- 1) 高さが高く、資材の揚重、残材やこん(梱)包材の場外搬出、現場での作業員数などをできるだけ少なく、つまり現場作業を少なくして、工場加工の製品を極力増やす必要がある。
- 2) モジュール化された建物であるから、規格化が容易である。
- 3) 規模が大きく、スケールメリットが期待できる。

また、鉄骨造のため現場寸法が正確であることや、建築工事自体の工場製品化率が高く、安易な現場変更は回避せざるを得ない傾向になったことも、普及した背景といえよう。

プレハブ化の利点としては、以下の点を挙げるができる。

- 1) 流れ作業と各種工作機械の使用による能率向上
- 2) 材料歩留りの向上
- 3) 工程の自主的管理による労力の山ならしと適正化
- 4) 工員の必要練度の低下と新規労働者確保の容易さ
- 5) 品質管理の徹底

一般的なビルの基準階横走りダクトは、はり(梁)貫通や風速の関係からスパイラルダクトを使用する場合が多く、継手や付属品の規格化も進んでいたため、プレハブ化は早くから徹底したが、機械室や立てダクトの角ダクトに関しては、その必要性が叫ばれている割には普及が遅い。

しかし、ダクト用原材料にコイル巻き亜鉛鉄板を採用するようになってからは、チャンパやエルボはもちろん直ダクト部分も、すべて工場加工してから現場へ搬入するのが一般的になり、現場では特殊な取合い部分の加工や、工場で“はぜ折り”まで加工したL形鉄板を持ち込み、ボタンパンチによる太物部分の組立てのみが施工されるようになってきている。角ダクトもスパイラルのように寸法規格が徹底し、全国的に仕様統一がなされれば、継手・分岐チャンパ・ダンパなどが見込み生産され、これらの部品のコストダウンによって、ダクト工法全体のプレハブ化は飛躍的に発展するものと期待される。

* (株)日本設計事務所空調衛生設備設計部 正会員

2. 新工法ダクトの推移と現状

昭和38年ころから、従来の一般的なダクト工法(ピツパバーグによる継ぎ目加工を施し、山形鋼のフランジをリベットで取り付けてボルト・ナットで接続し、形鋼にのせて棒鋼でつる工法)は使用鋼材が多く、当然工数も多くて激増した需要に応じられず、必然的に板金技能者の不足を生じ、品質低下と価格上昇を招いたため、ダクト工事合理化の一つとして、米国におけるSMACNA (Sheet Metal and Air Conditioning Contractors National Association)工法の導入が図られた。

本学会誌にも、昭和42年にはこれに関する記事が多く²⁾、ダクト施工基準委員会により新工法によるダクトの工作法や特性を調査・研究し³⁾、昭和42年12月にはHASS 107-1967 暖冷房標準仕様書第III編(送風機・ダクト設備工事標準仕様書)の改訂を実施して、新工法によるダクト工事仕様書の成案を得ている⁴⁾。

昭和48年から作業が開始されたHASS 107の改訂においても新工法による仕様を盛り込み、“空調調和設備工事標準仕様書”と名称を改めて発行に及んでいる。

しかし導入が図られてから10年以上経過した現在、当初の予想ほどSMACNA工法は普及していない。その原因は種々あろうが、第一に挙げられるのは、現場での変更に対する対応性が悪いことである。これは、工場加工度の高い工法であれば当然であるが、わが国においての特に高度成長期の突貫工事では、ダクト加工後の現場変更が多く、また納まり調整の不十分な施工図のため現場での変更や補修も多々あり、現場での改造ができないSMACNA工法ダクトで損害を被るよりも、切詰めの可能な従来工法が多く採用されている。

第二としては、強度不足である。ダクトとしては十分な強度であるが、ダクトの上に他の職種の職人が足場代わりに乗ることのある乱雑な現場では、変形やたるみが生じ、一度変形すると直しのきかない工法であるので採用が嫌われた。

第三には、不慣れなため工数がかかり、特に高所作業では専用の工具や機械と熟練を要することが、普及をはばんだ。

第四としては、わが国のダクト工事の請負い制度が挙げられる。新工法ダクトの工作機械の購入や工具の教育などの先行投資には、ある程度以上の規模の会社でないと経営的に不可能であり、常用工が少なく、数人単位の職人をかかえた親方で構成しているダクト加工会社にダクト工事を依存しているわが国の請負い制度は、新工法の普及を遅らせている大きな一因である。

普及の速度は大きな期待に比べて遅いといえるが、大

手ダクト会社では加工機器も充実してきており、大規模工事においては、現状で採用可能な範囲は新工法での加工が増している。人件費の上昇と板金工の減少は今後も避けられず、日本の実状に合った工法の工夫を段階的に加えながら、プレハブ化は進展していくものと思われる。

3. 標準化の必要性

人間の社会活動に関連をもついろいろな物事について、統一(Unification)あるいは単純化(Simplification)を行い、かつその成果を實際面に適用するための協定を實現化することを、標準化(Standardization)と呼んでいる。標準化によって秩序を立て、大多数の人々の利益を保護し、世の中を便利なものにし、また個々の生活を一層豊かなものとしている。

ここに、統一とは共同動作によって技術的にも経済的にも実施可能な安定した水準を見いだすことをいい、単純化とは、生産品の形式その他について多種のものがあるとき、それを必要度に照らして整理し減らすことをいっている。つまり統一と単純化の成果が標準といえ、これを工業に限定した場合、特に工業標準化と名付けられている。

標準とは、以下のものである。

- 1) 人間の社会活動を調整するための取決め
- 2) ある一定の期間効力をもつ
- 3) その期間中に繰り返し適用される
- 4) 協定に基礎を置いている

ここで、“ある一定の期間効力をもつ”ということは、標準というものが情勢に応じて改正されるべきものであることを意味し、“繰り返し適用される”ということは、時間的・場所的に普遍性をもつものであることを意味している。

標準は“測定単位”と“規格”とから成り立っているといえ、測定単位は最も重要で基本的なものであり、規格は測定単位を基盤として成り立つものである。

規格は、その内容や対象からつぎの三つに区別することができる。

- 1) 特性規格：物品の形状・寸法・品質などの特性に関するもの
- 2) 方法規格：調査方法・計算法・設計方法・試験方法などの方法に関するもの
- 3) 伝達規格：用語・記号・定義などの知識の交換や意志の伝達の手段として用いるもの

また規格は、それを定める関係者の範囲、あるいはそれを適用する範囲によってもつぎのように分類できる。

- 1) 国際規格：各国間で協定してまとめるもの

- 2) 国家規格：ある国の国家的な規格制定機関でまとめ、その国内で適用するもの(例 JIS)
- 3) 団体規格：特定の学協会その他の機関でまとめるもので、その内部だけに適用するものと準国家規格的に広く適用されるものがある(例 HASS)
- 4) 官庁規格：ある国の政府機関でまとめ、その官庁組織内部に適用するもの
- 5) 会社規格：特定の会社でまとめ、その内部に適用するもの

標準化のもたらす利益は極めて多いが、これを書き並べればつぎのようになる。

- 1) 多種類の品物を長くストックすることがなくなり、事務的経費も減少し、資金を能率的に回転できる。
- 2) 検査要求条件が単純化され、同じ品物を長期間にわたって生産することとなり、機械の稼働率を高めて経済的な生産が可能になる。
- 3) 大きさ・形式の異なるものを幾種類もつくる時には、臨時的・季節的な雇用が行われることとなるが、これに対し、単純化されれば定常的な雇用が可能になる。
- 4) 生産単位が増大し、特殊な機械の必要が減少する。
- 5) 流通・配給が迅速になる。
- 6) 出荷品における誤りが減少する。
- 7) 材料および機械装置の無駄が減少する。
- 8) 製品の性能が安定または高まる。
- 9) よい品物を安く早く入手できる。

わが国で規格化を国家的事業として取り上げたのは、大正8年に“度量衡および工業品規格統一調査会”の機関が設けられたのに始まり、戦前は日本標準規格(Japanese Engineering Standards, 略称 JES)として制定・運営されていたが、はっきりした取決めがなかったため、政府は“工業標準化法”と呼ぶわが国の工業標準化事業に関する基本的な法律を国会に提出し、そのまま国会を通過して昭和24年6月1日(昭和24年法律185号)に公布された。この法律に基づいて日本工業標準調査会が設置され、日本工業規格(Japanese Industrial Standards, 略称 JIS)が制定されるようになった。

ダクト関係の規格化については、川出盛也氏が昭和40年に“ダクト寸法の規格化への提案”として論説を発表⁷⁾しているが、その後、本学会に設けられたダクト施工基準委員会でダクト施工全般についての調査と研究がなされ、“ダクト標準寸法”については昭和43年1月⁸⁾に、また“ダクト施工標準仕様”については、HASS 107 第 III 編の改訂として昭和43年5月に成案を得てい

る⁹⁾。

通商産業省工業技術院より昭和49年7月に“空調および換気用ダクト工業標準原案の調査および作成”を受託し、空調設備基準委員会第3小委員会に規格原案作成分科会を設置して審議を重ね、1年後の昭和50年6月に工業技術院に原案を答申して⁹⁾、昭和52年3月1日には JIS A 4009“空調用及び換気設備用鋼板ダクトの構成部材”として制定された。

今回 JIS となったダクトの工法や材料の板厚などは、従来から慣例的に用いられているものによっているが、画期的なことは“ダクト断面寸法”の規格化である。角ダクトはアスペクト比4までの範囲に限り、推奨寸法として60組みが指定された。ダクトの断面寸法を規格化することにより、ダンパ・分岐管・吹出し口・吸込み口・各種チャンパなどの規格化も進み、ダクト系全体にわたっての標準化が期待される。

4. 今後の課題

4.1 設計規準の作成とその普及

ダクトの断面寸法が JIS 規格化されたのを機会に、その趣旨に沿った合理的な設計法をまとめ、設計を規格化することがダクト工事合理化の第一歩として必要である。今までのように設計者が任意の寸法を採用していたのに比べれば、断面寸法の JIS 規格化によって合理化は進むと思われるが、断面寸法以外の事項もこの際早く規格化が望まれる。

角ダクトの分岐方法については、割込み分岐が風量調整時に不都合が多く、加工が複雑なために空気漏れが多いなどの理由で、ガイドペーン付きの直角分岐のほうがよいと一般にいわれているが、この際スパイラルの分岐管のように角ダクトの分岐管も直角ペーン付きで規格化して、スパイラルダクトの設計と同様に、角ダクトの設計も既製品の分岐管や継手の選択とならないものだろうか。設計上の不自由が多少あっても、既製品のもつ性能の確実性と低価格のため、推奨寸法の設計が普及することが考えられる。

ダンパ・エルボ・チャンパ・吹出し口などの損失抵抗と発生騒音、角消音エルボの吸音性能のように、ダクト設計に必要な資料も推奨寸法による整備が望まれる。

官公庁や大企業では、設計の能率を上げて技術水準を保つために、“設計規準”をそれぞれ独自に制定しているが、本学会においても“空調設備規準”を制定し、標準仕様書や JIS 規格とともに設備の規準化とその普及に努めなければならない。特に、ダクトの設計は各自任意に決めている事項が多く、そのことが合理化の遅れている一因となっている現状からみて、“ダクト設備規準”なるも

のは1日も早く必要と思われる。

4.2 標準仕様書の充実と工事仕様書の統一

昭和52年10月にHASS107“空気調和設備工事標準仕様書”が発行された。これのダクト工事は、主に昭和42年ころのダクト施工基準委員会によって審議決定された内容によっている。標準仕様書は実際に施工されてきた実績と現状を重視して、従来一般に使われてきた部材寸法や板厚の仕様となっている。

しかし省資源が叫ばれている現在、またSMACNA工法が導入されて10年以上経過した今、見直しをして少しでも合理化できる事項があれば、実験や試作により確認のうえ改訂を重ねて、種々ある工事仕様書の範となるべきである。

見直しと補充が望まれている事項の一例として、つぎのようなものが挙げられる。

- 1) スパイラルダクトの適正な板厚：帯鋼をらせん状に巻いて作られるが、板の継ぎ目がダクトの補強となり、一般のダクトに比べて耐圧的であるので、板厚を今より薄くできるのではないかとの見方がある。
- 2) フランジ接続のリベットとボルト・ナットの間隔：フランジ接続のリベット打ちやボルト締めは、特に工数を多く要するものである。最近では良質のパッキンもあることから、パッキンの入れ方と材質を充実すればボルト間隔はもっと広げられ、コストダウンするとの見方がある。
- 3) 排煙ダクト・ステンレスダクト・塩化ビニルコーティングダクトなどの標準仕様の必要性が高まっている。
- 4) SMACNA工法を日本の現状に合わせて一部改訂や補充すれば、一層普及が早まろう。例えばレディフランジ(ボタンパンチ式)はダクトの切詰めや現場での修正が不可能であるが、これをリベット打ちの差込み接続にすれば修正可能となる。
- 5) ダクトの漏れ試験方法の標準化：実際の工事において実施する場合の適切な試験方法。
- 6) 風量測定のための具体的な方法の標準化：一般的な工事において、最低実施しなければならない風量測定のための工事上の準備と、その具体的な方法。

つぎに、各官公庁や各社の工事仕様書を統一する必要がある。ダクト工事は一般的な建物では同一の仕様でよいはずであり、各社の仕様書改訂にあたっては、JIS規

格およびHASS規格を中心に統一してもらいたい。

4.3 ダクト関連機材の開発と標準化

今までは規格寸法がなかったために注文生産となり、価格も高く性能の分析や確認が不十分であったが、今後のダクト断面の規格化が進めば見込み生産がなされ、また性能のよい新製品が開発されるものと期待される。特に開発の望まれるのは、整流板の機能を備え、比例的に風量の絞れる安価なダンパである。ダクトの断面や分岐を規格化して単純なものにすると、各分岐部にダンパを設けることが多くなるが、現在の価格の高い割に調整のしづらいものではなく、アルミニウムカステンレス板のプレス製品で、オフィスの原理による作動確実なかつ安価な風量調整ダンパが必要である。

工事現場で、電気設備工事においては施工の容易なように開発された各種の取付け金具をよく見受けるが、ダクト工事でも重量が少なく体積の大きい工事の特質に合ったインサートやつり金物・固定金具の開発が望まれる。軽いダクトを立派なインサートと9mmの鋼棒でつっても、垂直つりでは不安定であり、平鋼板や番線で2方向45°でつったほうが合理的である。合理的な施工法とそれに合った機材の開発、標準施工図や仕様書の改訂を積み重ねて、よりよいダクト工事の確立を図りたいものである。

参考文献

- 1) 清水邦雄：建設コスト低減の問題点，空気調和・衛生工学，41-2(昭42-2)，pp.110~116
- 2) 池田弘次・藤吉春信：ダクトの新工法とプレファブリケーション，空気調和・衛生工学，41-2(昭42-2)，pp.142~148
- 3) 川出盛也：新しいダクト工作機械と工具，空気調和・衛生工学，41-2(昭42-2)，pp.150~160
- 4) ダクト施工基準委員会：ダクトの標準化に関する研究，空気調和・衛生工学，41-11(昭42-10)，pp.1091~1136
- 5) ダクト施工基準委員会：最終報告，III送風機・ダクト設備工事標準仕様書，空気調和・衛生工学，42-6(昭43-6)，pp.705~717
- 6) E. H. MacNiece 著，東秀彦訳：標準・規格・仕様書，日本規格協会，(1968)
- 7) 川出盛也：“ダクト寸法の規格化”への提案，空気調和・衛生工学，39-2(昭40-2)，pp.142~147
- 8) ダクト施工基準委員会：中間報告(3)，ダクト標準寸法(案)，空気調和・衛生工学，42-2(昭43-2)，pp.269,270
- 9) 空調設備基準委員会第3小委員会ダクト分科会中間報告，空気調和および換気設備用のダクト(案)，空気調和・衛生工学，50-2(昭51-2)，pp.227~237

(昭和53.2.15 原稿受理)

ダクトの施工法 ● 特集

亜鉛鉄板ダクトの施工法

今村量昭*

亜鉛鉄板ダクトの材料、加工、支持・取付けについて、施工監督者の参考となるよう、チェックリストとその解説の形で述べる。

加工と支持・取付けには、計画、設計あるいは施工図の時点ですでに考慮していなければならないことが多く述べてあるが、計画から施工まで各段階で何度もチェックすることは重要なので、施工に含めた。

1. 材 料

1.1 亜鉛鉄板は指定メーカー品か

協力ダクト業者の工場で使用されるが、メーカー指定のある場合は事前に業者にこれを伝え、また加工前に確認して間違いの起こらないようにする。各メーカーのマークも知っているとうい。

1.2 亜鉛鉄板の板厚はよいか

ダクトは、高速か低速かによりまたその寸法によって板厚が異なる。表-1 および 表-2 に従って正しい板厚の

表-1 長方形ダクトの板厚

低速ダクトの長辺 [mm]	高速ダクトの長辺 [mm]	板 厚 [mm]
450 以下		0.5
450 を超え 750 以下		0.6
750 を超え 1 500 以下	450 以下	0.8
1 500 を超え 2 250 以下	450 を超え 1 200 以下	1.0
2 250 を超えるもの	1 200 を超え 2 250 以下	1.2

注 HASS 107 より引用。

表-2 円形ダクトの板厚

低速ダクトの直径 [mm]	高速ダクトの直径 [mm]	板 厚 [mm]
450 以下	200 以下	0.5
450 を超え 750 以下	200 を超え 600 以下	0.6
750 を超え 1 000 以下	600 を超え 800 以下	0.8
1 000 を超えるもの	800 を超え 1 000 以下	1.0

注 HASS 107 より引用。

* 高砂熱学工業(株)技術研究本部 正会員

ものを使用する。

1.3 リベットの材質はよいか

銅リベットが理想的であるが、一般的には鋼リベットが用いられる。

1.4 接続フランジのガスケットの種類はよいか

一般にパッキンと称しているが、ダクトや配管の接続フランジに用いるものはガスケットと呼ぶのが正しい。ダクトの接続フランジには、石綿板または石綿テープを用いる。円形ダクトや送風機吸込み側のフランジ接続部には石綿ひもを用いてもよい。またダクト内の空気温度が70°Cを超えないときは、係員の許可を得たうえでブチル再生ゴムや天然ゴムとネオプレンを主材とし、片面に接着加工がしてあるものも使用してよい。

ちゅう房排気ダクトには耐水・耐火・耐油性のものを、浴室の排気ダクトには耐水性のものを用いる。

1.5 シール材はよいか

はんだを用いるのが最もよいが、耐久性を確かめたいので各種の接着剤を用いてもよい。

1.6 ポップリベットは丈夫なものを使っているか

板金加工に便利なので広く使用され、種々の商品がある。通常、仕様書などに指定はないが、かしめ部の強固なものを選定する。

2. 加 工

2.1 継ぎ目は堅固にまた漏れのないように加工してあるか

ダクトの継ぎ目は、図-1 に示すように隅部はピツバークはなぜかボタンパンチスナップはなぜを、平板部は甲はなぜを使用する。平板部に用いるはぜには立てはぜや立てかぶせはぜもあるが、最近あまり用いられていない。

継ぎ目は四隅にあるものとは限らず、ダクトの寸法や使用する鉄板の大きさによって、図-2 に示すような継ぎ方がある。ちゅう房や浴室の排気ダクトは、極力継ぎ目がダクトの上部にくるように加工するとよい。

空気の流れに直角方向の継ぎ目は、流れの方向に内部

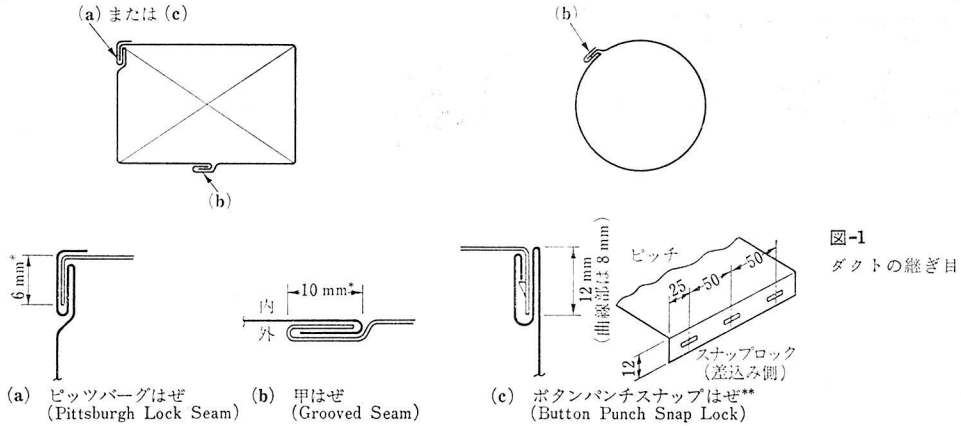


図-1
ダクトの継ぎ目

(a) ビツババグはぜ (Pittsburgh Lock Seam) (b) 甲はぜ (Grooved Seam)

注 * はぜの寸法はダクト寸法により異なる。
** 使用材がアルミニウム板の場合、ボタンパンチスナップはぜは避ける。

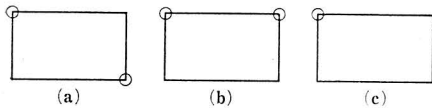


図-2 ダクトの継ぎ目の位置

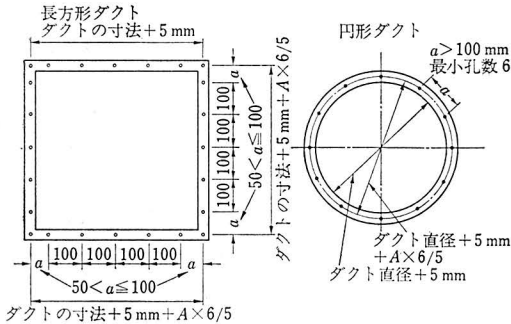


図-3 継手フランジの構造(JIS A 4009)

甲はぜ継ぎとし、同一面における間隔は900mm以上で、側面の継ぎ目とは300mm以上離さなければならない。

2.2 フランジ継手の寸法はよいか

ダクトの長辺の寸法により、表-3に従ってチェックする。

2.3 フランジ継手のボルトの穴はよいか

フランジ継手のボルト穴は、山形鋼の高さの3/5の位置で、ピッチは図-3に示すような寸法をとる。角ダクトの場合は必ず四隅に穴をあける。円形ダクトのフランジでは、ボルト間の弧の長さが100mm以下になるように本数を定める。

表-3 フランジ継手

長方形ダクトの長辺 [mm]	接 合 フランジ	フランジ取付け用リベット		接 合 用 ボルト		継 手 間 隔 (最大) [m]
		径	ピッチ	径	ピッチ	
450 以下	(25×25×3)	4.5	65	6.0	100	3.6
450 を超え 750 以下	(25×25×3)	4.5	65	6.0	100	3.6
750 を超え 1000 以下	(30×30×3)	4.5	65	8.0	100	2.7
1000 を超え 1500 以下	(30×30×3)	4.5	65	8.0	100	2.7
1500 を超え 2250 以下	(40×40×3)	4.5	65	8.0	100	1.8
2250 を超え るもの	(40×40×5)	4.5	65	8.0	100	1.8

注 HASS 107 より引用。

2.4 継手部にすきまはないか

フランジ部のダクト鉄板の折返しは5mm以上とし、図-4に示すように四隅はシーラを塗布する。この部分はダクトで最も空気漏れの多い部分である。高速長方形ダクト・円形ダクトも図-5に示すようにシーラを塗布する。

2.5 補強はよいか

ダクトは、その中を流れる空気によって振動や騒音を発生しないように、あるいは空気圧によって変形(正圧によるダクトのふくらみや、負圧によるダクトのへこみなど)を起こさないように、適当な補強を施さなければならない。補強の方法を図-6に、補強の材料・寸法・間隔などを表-4に示す。

2.6 曲りの半径はよいか

ダクトの曲り部は、気流の乱れが少なく静圧損失の小さいものを使用しなければならない。曲りの標準形は、

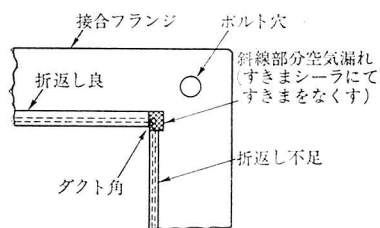


図-4 長方形ダクトのシール箇所

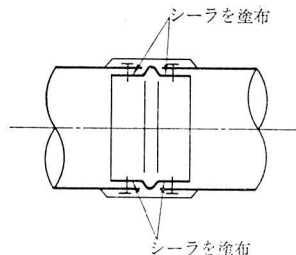


図-5 円形ダクトのシール箇所

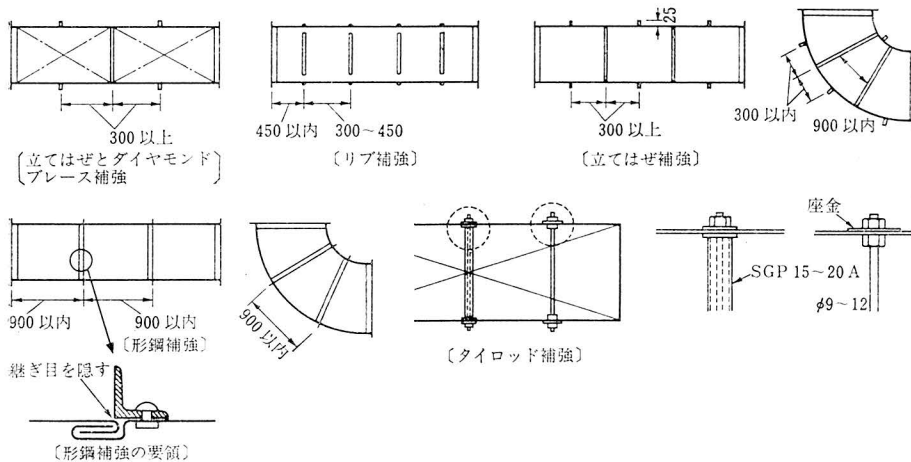


図-6 補強の方法(中村山人: 建築設備と配管工事, No.9, 昭-51)

表-4 ダクトの補強

板厚 [mm]	形鋼補強ダクト				立てはぜ補強ダクト			
	形鋼寸法 [mm]	最大間隔 [m]	形鋼リベット		普通立てはぜ高さ [mm]	補強立てはぜ		立てはぜ間隔 [m]
			径 [mm]	ピッチ [mm]		高さ [mm]	補強平鋼 [mm]	
0.5	—	—	—	—	—	—	—	—
0.6	25×25×3	1.80	4.5	100	25	—	—	1.20
0.8	30×30×3	0.90	4.5	100	25	—	—	0.90
1.0	40×40×3	0.90	4.5	100	40	45	40×3	0.90
1.2	40×40×5	0.90	4.5	100	40	45	40×3	0.90

注 HASS 107 より引用。

内側半径がダクトの高さ(垂直面の曲り部の場合), または幅(水平面の曲り部の場合)の寸法と等しいものとする。

長方形ダクトで曲りの内側半径がダクトの高さ(または幅)よりも小さいときは, ダクト内に案内羽根を設ける。直角エルボとするときは, ガイドペーン付きとする。円形ダクトの場合, ベンド形は内側半径を $1/2D$ (D :ダクトの直径), エビ(俗称)形は $1D$ とする。

2.7 曲り部の補強はよいか

特に大形のエルボは, アンクルまたは立てはぜなどで補強し, 振動・騒音の発生しないものを製作しなければ

ならない。

2.8 分岐の形状はよいか

分岐ダクトは, 気流の整流された部分から取り出し, その形状は抵抗が少なく, 工作が容易なものとする。

分岐ダクトは, 曲り部から $6D$ 以上の直管部を経た後に取り出す。

曲り部分から分岐せざるを得ないときは, 図-7 に示すように上下に分割して取り出すとよい。変形部からの分岐も避け, 変形前に取り出すことである。

角ダクトの分岐には, ベンド形分岐(割込み分岐)と直角分岐(俗称: ドン付け)とがある。原設計または仕様書

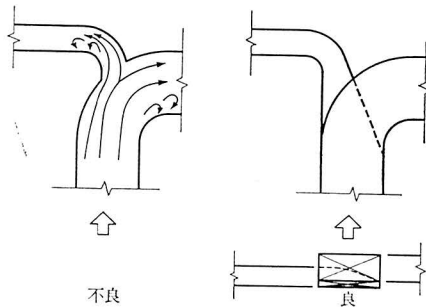


図-7 曲り部での分岐要領

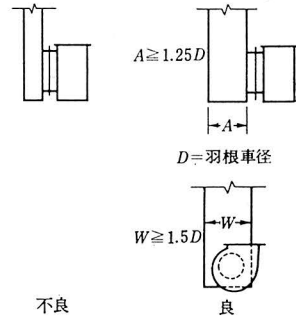


図-10 送風機吸込み側のダクト形状

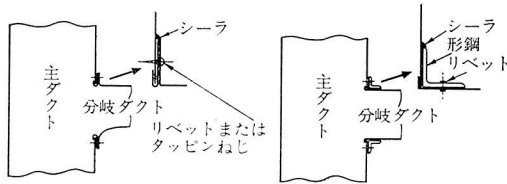


図-8 主ダクトからの分岐¹⁾

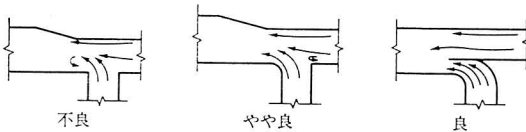


図-9 ダクトの合流

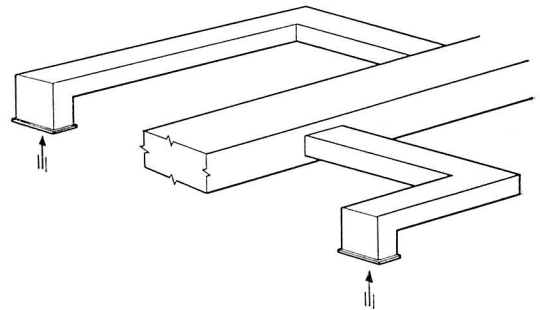


図-11 クロストークの防止

によっていずれかを採用するのであるが、割込み分岐は分岐後の主ダクトと分岐ダクトの抵抗がほぼ同一の場合は意味があるが、そうでない場合や分岐風量が主ダクトの風量に比べて非常に少ない場合は、加工に手間がかかる割に効果がない。図-8に角ダクトの分岐部を示す。

2.9 合流部の形状はよいか

ダクトが合流する場合も、整流に留意して図-9に示すような形状とする。さもないと、大きな圧力損失が起こって合流が正しく行われなくなる。

2.10 拡大・縮小部の形状はよいか

ダクトの拡大または縮小変形をする場合は、静圧損失を少なくするために変形はできるだけ緩やかに行う。拡大部は 15° 以内、縮小部は 30° 以内の傾斜にする。

2.11 送風機吐出し側ダクトの形状・寸法はよいか

送風機の吐出し側ダクトは、動圧成分を有効に静圧に変化させ得る形状・寸法でなければならない。そのためには、送風機吐出し口寸法からダクト寸法への移行は可能な限り緩やかにし、吐出し口直後での急激な曲りも避けるように計画・施工する。

2.12 送風機吸込み側ダクトの形状・寸法はよいか

送風機の吸込み口のダクトは、施工上最も注意すべき部分である。吸込み口に偏流や旋回流が起ると送風機の性能は低下し、その特性曲線は工場におけるテストで

得られたものとは大きく異なったものとなる。ダクトは、送風機の吸込み口全面に均一に気流が分布するような形状・寸法にしなければならない。

そのためには拡大または縮小は緩やかにし、図-10に示すように羽根車に対して直角となる吸込みダクトの幅Aはできるだけ大きくする。また、旋回流を生ずるおそれのあるときはガイドペーンを設ける。

2.13 ダクトを貫通する障害物はないか

ダクトを貫通する障害物があるときには、これを抵抗の少ない形に覆い、その大きさによってはダクトを拡大する。

2.14 クロストークのおそれはないか

吹出し口や吸込み口から、ダクトを通して室相互間にシャワの音や会話が聞こえてこないように、特にホテルの客室、住宅、重役室などは注意しなければならない。そのためには、図-11に示すように2.3個の曲りを設けるか、邪魔板を入れるとよい。

2.15 吹出し口取付け用チャンバの寸法はよいか

同心形やパン形の吹出し口は、取付け位置の心出しを容易にするために、チャンバあるいは羽子板(俗称)を介して取り付けるが、その寸法はあまり多くの種類をつくらず標準を決めておくとよい。表-5にその一例を示す。

2.16 吹出し口のネック短管の必要はないか

同心形やパン形の吹出し口は、吹出し気流を整流する

表-5a つり金物と支持金物

ダクトの長辺 [mm]	つ り 金 物				支 持 金 物	
	つり板の形状寸法 [mm]	リベットねじ径 (1辺あたり)× 最小個数	形鋼・棒鋼 [mm]	最大間隔 [m]	形 鋼 [mm]	最大間隔 [m]
450以下	Dスリップ0.60, 平板1.2厚×25	4mm×2	25×25×3, 径9	3.0	25×25×3	3.6
450を超え750以下	Sスリップ0.60, 平板1.6厚×25	4mm×3	25×25×3, 径9	3.0	25×25×3	3.6
750を超え1000以下	Sスリップ0.60, 平板1.6厚×25	4mm×3	30×30×3, 径9	3.0	30×30×3	3.6
1000を超え1500以下			30×30×3, 径9	3.0	30×30×3	3.6
1500を超え2250以下			40×40×3, 径9	3.0	40×40×3	3.6
2250を超えるもの			40×40×5, 径9	3.0	40×40×5	3.6

注 HASS107より引用。

表-5b 円形ダクトの支持(円形ダクトのつり金物)

ダクト径 [mm]	平 鋼 [mm]	棒 鋼 [mm]	最大間隔 [m]
1500以下	25×3	径9	3.0
1500を超えるもの	30×3	径9	3.0

注 HASS107より引用。

ためにある長さが必要である。吹出し口にはこの必要長さのネックが製品として付いているものと、現場で加工して短管を付けるものがある。いずれの形の吹出し口が入ってくるか確かめておく必要がある。

2.17 横吹出しの場合の接続ダクトの寸法はよいか

本来ならば、吹出し口の寸法呼称はその有効寸法(フェイス内のり寸法)で示すべきであるが、現在、ダクト寸法呼称のものが多くなってきている。ダクト寸法呼称の場合は接続短管はその寸法で加工すればよいが、有効寸法の場合は接続ダクトの縦・横それぞれ20mm程度大きいものを製作しなければならない。吹出し口の寸法呼称がいずれであるか確かめておく必要がある。

2.18 屋外露出ダクトに雨水侵入のおそれはないか

雨水の侵入を防止するには、継ぎ目にピツパーグはぜを用い、はぜ部にシーリングを施してからダクトを組み立てる。また、ダクト接続やフランジ部は粘着ガasketを使用し、フランジの端部やリベット部は接着剤でシーリングする。

3. 支持・取付け

3.1 他業種の工事との取合いはよいか

施工図作成の段階で検討されていることであるが、つぎに示す事項を再度確認しておく。

- 1) 躯体工事：小ばり(梁)の成、逆ばりの有無、ハンチの寸法、下り壁や下り天井の有無、床レベルの基準からの上り下り、シャフト床の有無
- 2) 電気工事：電気配線、バスダクトなどの経路、ブルボックスの位置(特にシャフト内の)、照明器具の位置とその埋込み深さ、天井スピーカや煙感知器の

位置

- 3) 天井工事：天井下地のつりボルトの位置、天井下地の寸法(厚み)、カーテンボックスの位置と寸法
- 4) 給排水・衛生工事：スプリンクラ配管およびヘッドの位置

3.2 ダクト荷重はつり金物の許容荷重以内か

つり金物は、埋め込まれたインサート自体、回りのコンクリート、つりボルト、受けアングルのボルトのねじ部など、一連の構成部分のうち最も弱い部分の耐荷重によって決まる。つりボルトだけ太くてもねじ部が弱ければ、その耐荷重がつり金物全体の強さを決めることに注意しなければならない。

3.3 つりボルトの位置はよいか

すでに施工図において検討済みでなければならないことであるが、幅の広い大形ダクトが天井下地用のつりボルトを下ろせなくしてしまうことがある。ダクトの接続アングルや補強アングルにつりボルトを溶接して天井をつったりすると、後で振動・騒音の出る原因となる。事前に流しアングルなどで解決しておくことが必要である。

ダクトとつりボルトとの間隔は10mm程度とする。また吹出し口ボックスにフレキシブルダクトを接続する場合は、ボックスを3点以上でつることが必要である。

3.4 受けアングルの寸法はよいか

表-5によって、適正な寸法のつり金物を選定する。

3.5 立てダクトの支持はよいか

スラブを貫通する立てダクトは、2階おき程度にスラブに受けアングルを掛けて固定する。壁際を立ち上げるダクトは、ブラケットで固定する。

3.6 送風機回りの風量調節ダンパの取付け位置はよいか

ダンパは騒音の発生源となりやすいから、気流が整流されている箇所に取り付けるのを原則とする。送風機のダンパの取付け位置は、操作上からは手で直接操作できる所がよいが、送風機に近い部分では気流が不均一であ

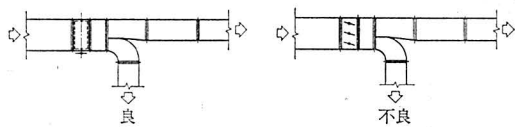


図-12 分岐直前のダンパの取付け方法

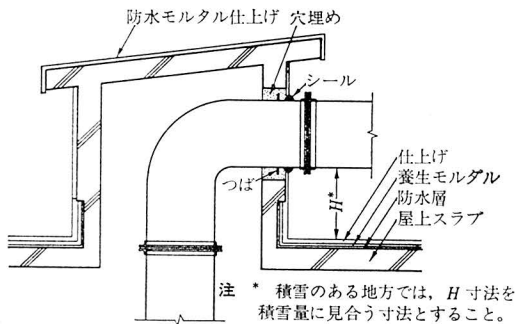
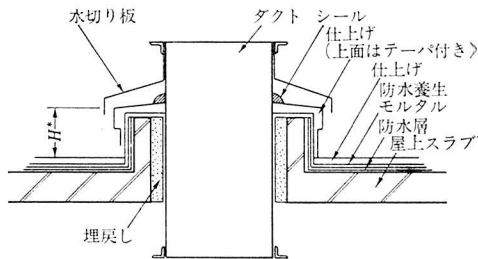


図-13 屋上貫通ダクトの処置(1)



注 * 積雪のある地方では、H寸法を積雪量に見合う寸法とすること。

図-14 屋上貫通ダクトの処置(2)

表-6 キャンバス継手の標準長さ

送風機 No.	3 以下	3½～5½	6 以上
長さ [mm]	200	250	300

キャンバスは、そのままでは運転中にへこんでその有効面積を減ずるので、必要に応じて内部にピアノ線入りのものを使用する。長さはあまり長くしない。キャンバス継手の長さの標準を表-6 に示す。

3.13 防火ダンパの取付けはよいか

防火ダンパは、非常の際に脱落しないようにダンパ本体を天井スラブからつるようにする。なお、ダンパと壁とのすきまは確実に埋め戻しておく。

(昭和 53. 2. 13 原稿受理)

るから、機能上は送風機から離れた直管部に取り付けることが望ましい。

3.7 消音装置とダンパおよび吹出口との相対位置はよいか

消音装置がある場合には、ダンパの発生騒音が吹出し口から出ないように、消音装置の風上側にダンパを取り付ける。

3.8 分岐直前のダンパの羽根の向きはよいか

図-12 に示すように、一方の分岐のみに偏流しないように羽根の向きに注意する。

3.9 天井吹出し口の穴あけ寸法と開口部の補強はよいか

吹出し口の承認図と天井伏せ図に基づいて正しい位置に、フェイスと天井との間にすきまのできないような正確な開口をあける。事前にその周囲は補強されていなければならない。なお、吹出し口のフェイスを取り付けるときは、天井ボードを汚したり、破損したりしないように注意する。

3.10 還気がらりの下端の見切りはよいか

壁に取り付けられる還気がらりの下端は、幅木との見切りが難しいので、床仕上げ面から 150 mm 以上の位置にくるよう取り付ける。

3.11 屋上貫通ダクトの雨仕舞いはよいか

雨水の侵入を確実に防止するには、図-13 に示すような建築的考慮が必要である。止むを得ず屋上スラブを直接貫通する場合は、図-14 に示すように防水層を立ち上げ、かつ水切り板を付ける。

3.12 キャンバス継手の材質と長さはよいか

キャンバス継手は不燃性のものを用いる。吸込み側の

図示記号

空気調和・衛生工学会規格(HASS 001-1974)



大きさ ページ数 B5判 12ページ
上質紙使用 紙サック入り
定価 会員 450 円 非会員 500 円
送料 200 円

1. 配管
暖房・給汽 空気調和 給水・給湯
排水 消火 ガス
2. 継手類
ネジ込形管継手 水道用铸铁异形管
排水用铸铁异形管
ネジ込形排水管継手 伸縮継手
3. 弁・コック・計器類
弁 コック 計器類
4. 機器・風道
暖房機器 風道・付属品
空気調和用機器 給水・排水用機器
衛生器具 消火器具 ガス器具

申込先 空気調和・衛生工学会

〒160 東京都新宿区北新宿1-8-1(中島ビル)
電話 東京 (03) 363-8 2 6 1 (代表)

ダクトの施工法 ● 特集

グラスウールダクトの施工法

浜田展州*・伊原光義**

建築設備工事は、建築工程のスピードアップや工費の上昇などにより、その省力化・省人化が特に要求されている。その中でも特にダクト工事については、その特異性のため省力化が最も遅れている分野といえる。グラスウールダクトは、このような要求に対する解決法の一手法として効果があると考えられる。しかし、鉄板加工ダクトに比較して種々の利点がある反面、限界性もあり、その採用にあたっては特別の配慮が必要である。

本稿では、グラスウールダクトの現状、その特質、採用上の注意、施工法について述べる。

1. 現 状

グラスウールダクトは、米国において約20年前に開発され、空調用ダクトとして使用されたのが最初である。以後、その利点をうまく利用して徐々に採用例も多くなり、現在、年間 $15 \times 10^9 \text{ m}^2$ 程度使用され、その伸び率は年率15%前後と報告されており、近年急速にその使用量が多くなっている。これはプレハブ工法などの採用による建築施工の工期短縮、労働力不足や人件費の上昇などに対する省力化への対応性のよさに起因していると思われる。使用例は、学校・事務所・ホテル・デパート・工場などの建物に多く採用されており、小規模建物が多い。また、比較的簡単な単純系の低速ダクトに利用されている。これは、施工の省力化などの利点の反面、複雑なダクト系での部材加工の繁雑さや、鉄板ダクトに比較して風速や静圧に限界があることが原因になっていると思われる。わが国においては、約10年ほど前に米国から輸入されたのを契機に、技術提携や自主開発の過程を経て、現在は数社の主に断熱材製造関係の会社が生産している。

市场占有率は鉄板ダクトに比べるべくもないが、近年その特性のよさを生かした採用例も非常に多くなっている。比較的特殊な建物に多く、公会堂・銀行・ホテ

ル・デパートなどにその採用例が多い。これは、音響効果、施工面でのダクティングの簡易性、ダクトの単純性や反復性にグラスウールダクトのもつ特性が生かされているものと考えられる。

2. 諸 特 性

グラスウールダクトは、鉄板ダクトに比較してすばらしい利点を多く有しているが、その反面、種々の制約的事項がある。表-1に諸特性を示し、以下にその説明を加える。

2.1 許容風速

グラスウールダクトの内面は、風速による飛散やはく(剥)離を防止するために特殊処理が施されている。

内表面の飛散・はく離・曲りなどの損傷と風速の関係については、各社がそれぞれ耐風実験を行っており、約30~40 m/sの風速までは急激な異状は認められない。しかし、経年変化による内表面劣化に関してはその性格

表-1 グラスウールダクトの諸特性

項 目	特 性 と 基 準
許 容 風 速	角ダクト 13 m/s 以下 丸ダクト 15 m/s 以下
許 容 静 圧(耐圧性)	静圧 50 mmAq 以下
摩 擦 抵 抗	粗度 0.24~0.87 mm 摩擦抵抗係数 0.020~0.026
断 熱 性	熱伝導率(平均温度 30°C) $\lambda \approx 0.0296 \text{ kcal/m} \cdot \text{h} \cdot \text{°C}$
吸 音 性	吸音率 150 Hz→23% 1 000 Hz→88% 250 Hz→50% 2 000 Hz→91% 500 Hz→73% 4 000 Hz→97%
不 燃 性	建設省認定、不燃 1037 号
使 用 温 度	最高使用温度 125°C
輸 送 流 体	粉体・粉じん・腐食性ガス・タール分・水分の多い流体には使用しない
耐 食 性	海水・塩化水素などには劣る

* 新菱冷熱工業(株)都市設備部 正会員

** 新菱冷熱工業(株)都市設備部

表-2 他種材料との粗度・摩擦抵抗係数の比較

材 料	粗度 ϵ [mm]	摩擦抵抗係数
グラスウールダクト	0.24~0.87	0.016~0.026
鉄板ダクト	0.15~0.2	0.022~0.023
木製ダクト	0.2~1.0	0.023~0.034
コンクリートダクト	1.0~3.0	0.034~0.049

注 1) 摩擦抵抗係数は Re 数 10^5 付近の値。
2) 粗度は Moody 線図によって求められた値を示す。

上、追跡調査の資料があまりみられない。したがって、風速限界は十分な許容値を採用し、角ダクトで 10~13 m/s 以下、丸ダクトで 15 m/s 以下程度としている。この程度の風速であれば、鉄板ダクトでの低速ダクトの風速と大きな差異はないので、ダクト断面積の上昇による工事費の増加はそれほど問題にならないだろう。

等圧法でダクト寸法を決定する場合は、計算上の上限風速を 10 m/s 程度にとり、ダクトの曲りや急変形・分岐などの部分的風速上昇箇所での風速を、許容風速の限界値程度になるように設計する方法が妥当であると筆者は考える。

2.2 許容静圧

グラスウールダクトの採用にあたり、送風系の静圧を 50 mmAq 以下になるように設計しなければならない。各社の耐圧実験資料では、丸ダクトで静圧 200 mmAq まで上昇させても、本体や外被アルミはくはともに変化しない。角ダクトでは 150 mmAq 程度では多少丸形に変形する程度で、破損に至るほどではない。しかし静圧が高くなると、グラスウールダクトの外表面を保護しているアルミはくをはく離しようとする力が働いて、はく離れたアルミはくの振幅回数が増え、アルミはくが金属疲労を起こす危険があるので静圧の限界を決めてある。したがって、防火ダンパや風量ダンパの閉鎖時に静圧が上昇し、許容値を超える場合などが考えられるので、設計時点においてダクト系の静圧については十分検討する必要がある。

2.3 摩擦抵抗

グラスウールダクトの表面は鉄板ダクトほど滑らかではないので、摩擦抵抗は鉄板ダクトに比較して、製品によって多少の相異はあるが、一般に数パーセント高くなる。各社によって表面処理方法が異なり、また分岐や曲り、拡大・縮小部などの役物の製作方法が異なるので、各社の摩擦抵抗計算の資料を使って計算するとよい。他材料との粗度および摩擦抵抗係数の比較の一例を表-2 に示す。

2.4 吸音性

グラスウールダクトは、それ自体が消音ダクトの機能をもっているため、鉄板ダクトのような吸音チャンバな

表-3 物理的性質

項 目	性 質
溶 融 点	657°C
比 重	2.71(20°C)
熱 膨 張 係 数	$2.35 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$ (20~100°C)
熱 伝 導 率	0.2~0.53 kcal/m ² ·h·°C(20°C)
抗 張 力	9.1 kg/mm(20°C)
伸 び	45%(20°C)
ポ ア ソ ン 比	0.33(20°C)

どの消音装置を必要としない。ただし、優れた吸音性能をもった反面、遮音性能が劣るので騒音がダクト外壁を通して外部に漏れたり、外部騒音がダクト内に侵入する危険性がある。このような懸念のある部分については、遮音性のよい鉄板などで外被を設け、遮音効果を増す必要がある。

2.5 耐食性

アルミはくは、一般に酸に対しては酸化皮膜を生じて酸化進行を防止するが、アルカリに対しては溶融する。アルミはくの腐食については、10年間外気にさらして 7 μm 程度の腐食量であると実験報告されている。この程度の腐食進行であれば、通常、外被用アルミはくは 50~70 μm のものを使用しているため、一般空調用ダクトにおいては問題ない。

3. 素 材

3.1 グラスウール

建築基準法第2条第9号に規定される不燃材料で、不燃材料第1031号(グラスウール保温板で、不燃材料に認定されたもの)と同等品質で、繊細なグラスウールの特に長繊維を特殊加工処理したもので、密度 50 kg/m³ 以上の高密度な製品で、厚さは 25 mm である。

3.2 外被用アルミはく

外被用アルミはくは、50~70 μm の厚さを使用している。アルミはくは、吸湿性・透気性がなく、耐食性があり、耐薬品性が高い。その物理的性質を表-3 に示す。

3.3 接着アルミテープ

ダクトの接続部の接着や空気漏れ部分の補修などに使用する。アルミはくの片面に接着剤を塗った圧着テープである。アルミはくの厚さは 50 μm 、幅は 50~100 mm でロール状になっている。

3.4 接 着 剤

接合部の漏気防止や補強とグラスウールの飛散防止のために、切断面などが内面に露出する部分に塗布する。接着剤は水ガラスを主成分とした水溶性溶剤で、耐水性があり、接着時間は 1~5 時間で不燃性である。

表-4 ダクトボードの寸法 [mm]

1 225 × 1 810 × 25 厚
1 225 × 2 410 × 25 厚
1 225 × 3 010 × 25 厚

表-5 丸ダクトの寸法 [mm]

φ 100(内径) × 2 000 × 25 厚	φ 250(内径) × 2 000 × 25 厚
φ 150(内径) × 2 000 × 25 厚	φ 300(内径) × 2 000 × 25 厚
φ 200(内径) × 2 000 × 25 厚	

4. 施工方法

施工方法については、各社が独自のさまざまな方法を考案しているが、ここでは一般的な施工方法についてのみ述べる。

4.1 施工上の注意点

グラスウールダクトを施工する場合には、下記の注意点を十分考慮に入れて施工する。

- 1) 材料搬入などの運搬時に、水ぬれ、アルミはくのはき穴・傷などに十分注意する。
- 2) 現場内に材料を保管する場合は、雨露にぬらさないようにする。また、アルミはくにはこりがかぶらないようにする。
- 3) 材料の上に乗ったり踏んだりしない。ダクトボードは、立てて持ち運ぶ。
- 4) ダクトつり込み後は、はしごを掛けたり上に乗ったりしない。もし、傷がついたりつぶれたりしたものは、天井張り上げ前などに修理しておく。
- 5) ダクトは、コンクリートスラブに直接触れないようにする。
- 6) 屋外には使用しない。
- 7) ダクト施工後は、内部に切りくずなどが残っているので、30分程度の予備送風を行って完全に除去する。
- 8) ダクトに溶接の火花が当たらないようにする。

4.2 ダクト材の規格

現在市販されているダクト材の寸法規格は、つぎのとおりである。

- 1) ダクトボード(表-4 参照)
- 2) 丸ダクト(表-5 参照)

4.3 ダクト加工用具

ダクト加工用具としては、専用工具を用いて切断・溝切りなどを行うが、加工にあたっては特別な定規などをを用いなくて加工することができる。

また、角ダクトの長手方向の継ぎ目およびダクト間の接続には、ガンカッタにて仮止めをする。

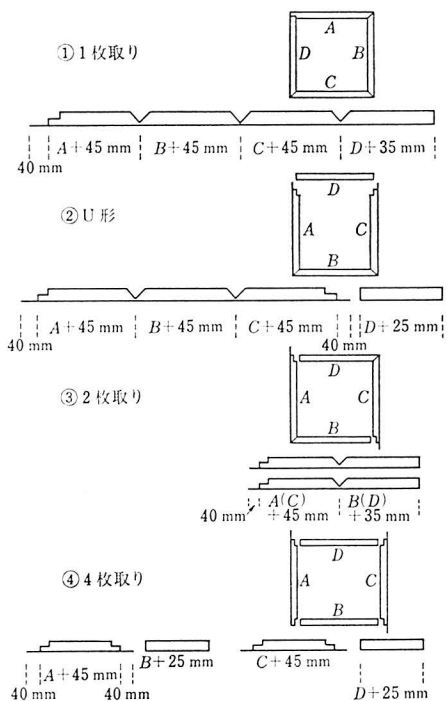


図-1 板取り方法

4.4 ダクト板取り方法

角ダクト製作の場合の板取り方法としては、図-1のように1枚取りから4枚取りまでの四つの方法があり、ダクトサイズに合わせ、板のロスが最も少なくなる方法をとるようにする。

(1) 1枚取り

最も多く用いられる方法で、他の方法に比べてダクトの縦方向の接着用アルミテープの使用量も少なく、角ダクトの製作時間も最小で済む。

(2) U形板取り

1枚取りに比べていくらか板ロスが多い。ただし、ダクトの加工上で出てくる切りじまいなどの小断片をD面に利用することができる。また、この方法は図-6(a)の片面絞りを加工する場合の板取り方法の基本である。

(3) 2枚取り

L形の組合せであり、一般的にはダクトサイズが大きくなるに従って、この方法が用いられる。

(4) 4枚取り

4面別々なものを組み合わせる方法で、(2)と同様に加工上で出てくる切りじまいなどの小断片を利用することができる。また、この方法は二面絞り・四面絞りを加工する場合の板取り方法の基本である。

4.5 角ダクトの組立て

前項において板取りされたダクトは、つぎの順序で組み立てる。

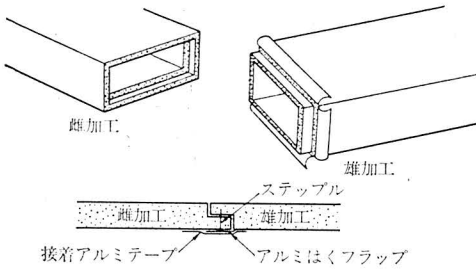


図-2 ダクトの接続

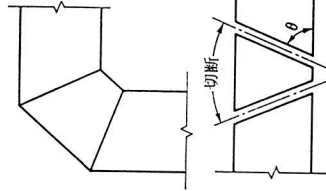


図-3 曲り加工(三つ割り)

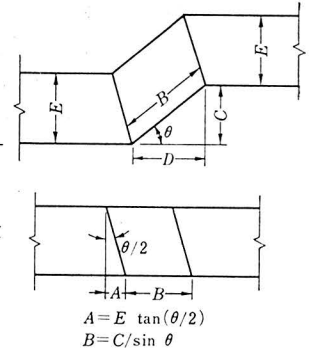


図-4 ふり加工

- 1) V溝部・滑り継ぎ目部に接着剤を塗布し、ダクトを組み立てる。
- 2) 継ぎ目部を合わせ、ガンカッタで仮止めする。ガンカッタはダクトの縦辺に対して斜めに固定し、50 mm間隔でステップを打ち込む。
- 3) アルミテープにて合せ部を固定する。なお、テープ表面をしわにならないよう十分にこすって圧着させる。

4.6 ダクトの接続

(1) ダクトとダクトとの接続

ダクトとダクトとを接続する場合は、つぎの方法で行う。

- 1) 雄・雌の合じゃくり部に接着剤を塗布し、接続する。
- 2) オーバラップしたアルミはくをガンカッタで仮止めし、接着用アルミテープを巻き付けて圧着し、しわを伸ばす。なお接続するときは、雄合じゃくり側を風上側に、雌合じゃくり側を風下側になるように取り付ける。

(2) 鉄板ダクトとの接続

ダクトと鉄板ダクトとを接続する場合は、つぎの方法で行う。

- 1) グラスウールダクトを150～200 mm、鉄板ダクトに差し込んで、ビス皿ボルトなどで角ワッシャを使って止める。
- 2) 鉄板ダクトとグラスウールダクトとが重なる部分は、接着剤を塗布して漏気を防ぐ。
- 3) グラスウールダクトの小口は接着剤を塗布し、その上から接着アルミテープでシールする。

4.7 曲りなどの役物加工

(1) 曲り

曲りの加工方法としては、二つ割り・三つ割り・四つ割りの方法がある。図-3は三つ割り加工法である。

a 二つ割り

ダクトを角度45°で切断し、つぎに片方のダクトを

180°逆に戻し、小口に接着剤を塗布して突き合わせ、接着アルミテープで仮止めした後、接着アルミテープでシールする。なお、接合部を接着剤と接着アルミテープでシールしただけでは安定が悪いため、接合部を鉄板などで補強する。

b 三つ割り

ダクトを67.5°の角度で切断し、中心のダクトを180°逆に戻し、小口に接着剤を塗布して突き合わせ、接着アルミテープでシールする。

切断する場合には、わく(枠)などを使ってダクトを固定すると同時に、わくに所定の角度のスリットを入れておけば簡単に切断することができる。特に、丸ダクトの加工にはわくの使用は必要である。

c 四つ割り

三つ割り曲り加工と同じ要領で加工して組み立てるが、切断の角度は75°である。

(2) ふり(段違い)

建物のはりなどの取合いによってダクトをふる場合には、その必要とする角度 θ によって図-4の計算式からA、Bの寸法を計算し、図のように切断して中心のダクトを180°逆に戻し、小口に接着剤を塗布して突き合わせ、接着アルミテープでシールする。

(3) 分岐

a 角ダクトの場合

主ダクトから分岐ダクトを取り出す場合には、主ダクトに分岐ダクト外径寸法の分岐口を開け、分岐ダクトのアルミはくを20 mm はぎ取って接着剤を塗布した後差し込み、仮止め後、接着アルミテープでシールする。

また、取出し用に鉄板を使用する場合は分岐口寸法を分岐ダクト内径と同じにし、主ダクト分岐口回り20 mmのアルミはくをはぎ取る。分岐カラーの大きさは切込み25 mm程度にする。

b 丸ダクトの場合

丸ダクトをわくで押さえ、主ダクト内径と同径の刃付き単管でダクト端部を垂直(Y分岐の場合は角度 θ)に切

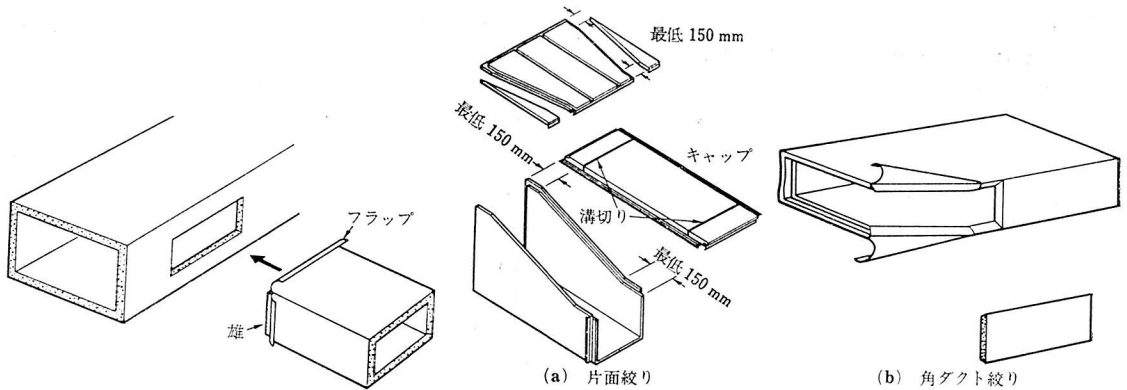


図-5 分岐加工

図-6 拡大・縮小

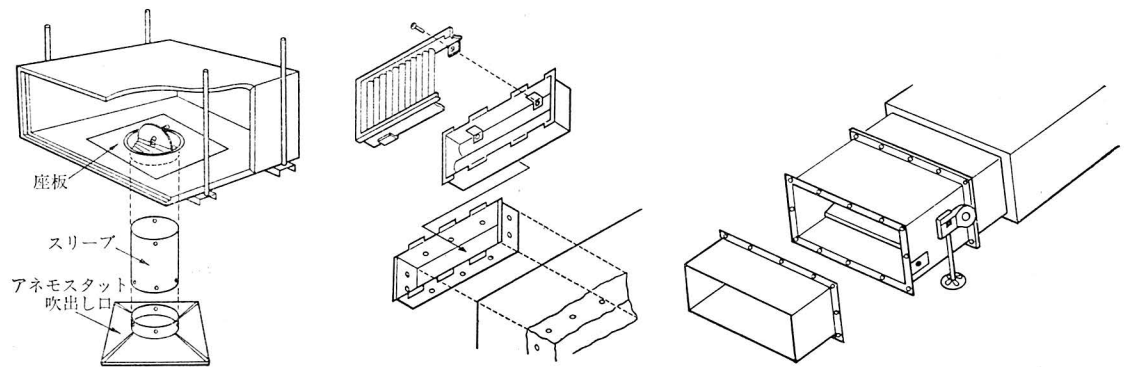


図-7 アネモスタットの取付け

図-8 吹出し口の取付け(隠べいダクト)

図-9 ダンパの取付け

り、分岐ダクトを加工する。分岐ダクトの他端は、雄合ジャクリにしておく。主ダクトとの接合部は20mm幅でアルミはくをはぎ取る。

主ダクトの加工は、分岐ダクト外径と同径の刃付き単管で分岐箇所を垂直(Y分岐の場合は角度 θ)に取出し口をあける。

分岐ダクトを主ダクトに取り付けて接着剤を塗布し、仮止め後に接着アルミテープでシールする。

(4) 拡大・縮小

拡大・縮小ダクトの加工方法は、展開板取り法〔図-6(a)〕と、あらかじめ4.4のダクト板取り方法にて加工し組み立てられたダクトを加工する方法〔図-6(b)〕の2通りの方法がある。

4.8 器具およびダンパ取付け

(1) チャンバ

グラスウールボードを用いて角ダクトをつくる要領で箱を作り、分岐吹出し用チャンバとする。なお、入口側・出口側とも、鉄板0.5mm厚、長さ100mm程度の短管を付ける。

(2) アネモスタットの取付け

チャンバからアネモスタットを取り出す場合は、チャ

ンバ内に鉄板(0.8mm厚)の座板を作り、これにアネモスタットを取り付ける。なお、#20以上のアネモスタットの場合は、アングルなどの補強材をチャンバの外側に取り付けて補強する。

(3) 吹出し口の取付け

a 露出ダクトへの取付け

ダクトに吹出し口外径(ケーシング)寸法の穴を開け、分岐取出しカラー(鉄板製)を取り付けて、つぎに接続ダクト・シャッター・グリルの順に差し込んでいく。シャッターは、接着剤で接続ダクトに固定する。

接続ダクトは、吹出し口をつる必要のないように可能な限り短くとると外観もきれいに仕上がる。つりは分岐口の両端にとる。

b 隠べいダクト

詳細は図-8に示す。接続カラーはビスでコンクリート壁に取り付け、回りのすきまをモルタルで埋め戻す。

(4) ダンパの取付け

鉄板ダクトのダンパ取付けの場合はフランジ接続であるが、グラスウールダクトの場合はつぎの2通りの方法がある。

1) ダンパのフランジを製作の段階で外し、ダクトの

中に包み込むように取り付け。

2) ダンパのフランジにスリーブを付けて、スリーブをグラスウールダクトに差し込むように取り付け、ダンパは別に保温する。スリーブの長さは150mmとする。

1), 2)とも、ダンパ・スリーブに接着剤を塗布する。ダンパが複雑な形状でダクト外側にはみ出す部分は、別に保温する。なお、ダンパは外から作動させるので、ダクトと一体になるようにワッシャ付きビスなどで止めておく必要がある。

ダンパのつり込みについては、ダンパ自体に相当な自重があるので、必ずダンパの両端またはスリーブの両端でつる。

はり貫通部にダンパを設ける場合は、一端をはりに掛け、他端につりを掛け、重量がはりにかかるようにする。なお、はりを通ずる場合は、ダクト表面のアルミはくはくはく腐食防止と保護のために防水紙を巻き、ガンカタ・接着アルミテープで固定し、間隔をモルタルその他の不燃材で埋め戻す。ダンパをはり部に設けるときは、ダンパがはりにくるように施工する。

4.9 支持金物および支持間隔

グラスウールダクトは、鉄板ダクトに比べて非常に軽量であるので、支持金具もあまり堅固なものには要らない。一般に支持金具としては、角ダクトは鉄板アングル、軽またはUチャンネルを受け金物とし、アルミバンドまたは丸棒(φ9mm程度)でつり、丸ダクトはアルミバンドでつる。

支持間隔は、ダクト長辺の長さによって変わるが、長辺長さ900mm未満は2.4m間隔、900~1500mmは1.8m間隔、1500mm以上は1.2m間隔で支持する。また、

これ以外に、ダクトとダクトとの接続箇所が支持間隔中に2箇所以上あってはならない。ただし、ダクト長辺が2000mm以下で、そのダクトに補強材が取り付けられていないダクトについては、2箇所の接続があってもよい。

4.10 ダクトの補強法

グラスウールダクトは、高密度のグラスウールボードでできており、ダクト状に加工した場合でも相当の強度をもっているが、ダクト長辺の大きさが大きくなり、またダクト内の静圧が高くなるに従って補強を施す必要がある。

一般に補強間隔は大きく分けて、静圧0~25mmAqの場合にはダクト長辺600~800mmで1.2m間隔、800~1000mmで0.6m間隔、1000~1500mmで0.4m間隔であり、静圧25~50mmAqの場合にはダクト長辺400~500mmで1.2m間隔、500~700mmで0.6m間隔、700~1000mmで0.4m間隔である。

補強材としては、一般に軽量形鋼などを使用している。

参考文献

- 1) 安藤裕国・吉田健一：グラスウールダクト工事について、建築設備、(昭46-6)、pp.48~53
- 2) 高橋茂夫：グラスウールダクトの特長と施工法、空気調和と冷凍、(昭50-12)、pp.91~102
- 3) 河合義男：暖房システムにおける不燃グラスウールダクト、空気調和と冷凍、(昭50-2)、pp.99~106
- 4) 加藤孝義：硝子繊維製空調用プレハブ・ダクトについて、建築設備と配管工事、(昭45-6)、pp.43~52
- 5) グラシロンダクトの標準施工、旭ファイバーグラス(株)
- 6) マイクロウールダクトの施工、マイクロダクトシステム(株)

(昭和53.2.10 原稿受理)

本学会規格 HASS

● 図示記号 001

会員450円 非会員500円 送料200円

● 鉄製ボイラ暖房用出力表示規格 103

会員270円 非会員300円 送料200円

● 鋼製ボイラ暖房用出力表示規格 104

会員270円 非会員300円 送料200円

● 空気調和設備工事標準仕様書 107

会員1,300円 非会員1,500円 送料250円

● 冷・暖房負荷計算表 108・109

会員270円 非会員300円 送料200円

● 送風機の騒音出力測定規格 110

会員270円 非会員300円 送料200円

● 給排水その他設備工事標準仕様書 204

会員1,500円 非会員1,700円 送料250円

● 給排水設備規準 206

会員1,300円 非会員1,500円 送料250円

● マンホールふた 209

会員270円 非会員300円 送料200円

ダクトの施工法●特集

排煙ダクトの施工法

福居 實*・米田千瑛夫**

排煙ダクト設備は通常の空調・換気のダクト施工と異なり、実際の稼働時に高温のガスを搬送するため排煙ダクトに特有の留意点があるので、施工時の注意事項に簡単に触れる。機械排煙設備では、ダクトと排煙口の漏れ量が排煙設備の機能を発揮するための重要なポイントであることを指摘し、この漏れ量をより少なくするためのダクトの継ぎ目・継手および排煙口の選択と取付け方法についての注意事項を述べる。完成後に試運転で排煙ダクト系の機能の不備を発見しても手遅れであるので、事前の検討法とその計算プログラム例を紹介する。

はじめに

排煙設備については、昭和44年5月に建設省告示が公にされて以降、建築基準法・政令の改正などがあり、それらを踏まえて数多くの物件が計画・施工されてきた。

排煙設備の施工に関しては、最近、建設省機械設備工事共通仕様書(昭和52年度版)、本学会規格HASS 107-1977などで施工基準が明確化されつつあり、一方、建設省住宅局建築指導課監修の“排煙設備技術基準”、日本建築設備安全センターより刊行の“建築物の堅穴スペースの漏煙試験法などの研究”、本学会ダクト施工基準委員会の“ダクトの基準化に関する研究”など、われわれ技術者が参考にしている文献も多くある。

しかし実際の排煙ダクトの施工に際しては、法規および行政指導では具体的規制で触れていない点が多く、これらの点については計画者や施工者の見識にゆだねられているために、種々の解釈や施工計画が行われているのが現状である。

本稿では、機械排煙設備のダクト施工時の留意点を、施工時の注意事項とともに概略現場の作業手順に添って述べるが、一般的に熟知の事項は削除するように努めた。

* 須賀工業(株)東京支社設計部 正会員

** 須賀工業(株)本店技術開発部 正会員

1. 施工計画

設計完了時に、排煙設備の適法性および技能性が十分検討されていても、着工時の設計変更、設計図と実際の施工との相違などのため、施工準備作業として法規上の確認はもちろんのこと、排煙機能の検討および機能を十分満足させる施工をするための工程の確認などが重要な業務となる。

1.1 施工計画時の留意点

施工計画時の一般的検討事項(納まり・配置など)は、空調・換気系と同様なのでここでは特に述べないで、排煙系特有の留意事項を以下に述べる。

(1) ダクト・排煙口とリーク

このリークの扱いが、排煙ダクト系では非常に重要なウェイトを占める。排煙設備がその機能を十分発揮できるかどうかは、いかにリークを見込むかにかかっているとと言っても過言ではない。一方、建築基準法施行令第126条の3(9)の“2以上の防煙区画部分に係る排煙機にあっては、当該防煙区画部分のうち床面積の最大のものの床面積1平方メートルにつき2立方メートル”の部分を排煙機のリークに対する余裕と解釈するのではなく、隣接防煙区画に煙が広がっても倍の防煙区画面積分が排煙できるようにするため、と解釈する¹⁾ことはすでに論じられている。

そこで、規模の小さい排煙ダクト系であればあまり問題はないが、ダクト距離が長く、排煙口数も排煙風量も多い系統では、上記の解釈の下にリーク量を加味した排煙機を選定すれば静圧も風量も相当に大きい排煙機になる。この状態では納まり上、ダクト寸法や排煙機回りで無理が強いられるためにさらに大きな所要静圧となり、ますますリーク量が増え、結果的に各防煙区画の必要排煙量が確保できないといったトラブルに陥る。また、ダクト強度や排煙口の作動性と強度などの面からもあまり大きい排煙機は好ましくない。経験的ではあるが、1系統に排煙口が20個以上、排煙機所要静圧も100 mmAqに及ぶような系統は要注意であり、極端な場合には系統

の分割も検討すべきであろう。

(2) ダクト経路とダクト寸法選定上の認識

これは施工者の意識の問題でもあるが、空調・換気系に比べて、平常時停止状態の排煙系を軽視する傾向が一部にみられるようである。この感覚は悪影響(抵抗・風速大→所要静圧大→リーク量大)の元であって、排煙設備は防災という重要な使命をあずかっていることでもあるので、その責務を十分果たせるべく空調・換気系と同様もしくはそれ以上に認識し、ダクト経路・寸法を決定しなければならない。

(3) 排煙口選択と配置

煙の性状と排煙口の形状・大きさの関係は、すでに詳述²⁾されているので、ここでは改めて述べるまでもないが、平面的・立体的に煙の流れと合致して、合理的なそして圧力損失の少ない排煙口を選択すべきである。

また、1.1(1)で述べたように、気密性、定期検査時の度重なる開閉に対する耐久性、運転中の閉鎖部排煙口の負圧に対する強度などが選択するうえで軽視できない要素であり、保守の容易さ・迅速性も一つの選択要素である。

排煙口の配置に関しては、建築基準法施行令第126条の3(3)に“当該防煙区画の各部分から水平距離30メートル以下になるように……”とあるが、法規で許されても、間仕切りなどで煙の排出が円滑に行われぬような配置はすべきではない。

手動開放装置もその室の用途を考慮に入れ、居住者が日常のうちにその位置を覚えられよう、また書だな(棚)やロッカーなどで隠れてしまったり操作不能になったりするようなことのないよう、適切に配置しなければならない。

(4) 排煙機の設置と特性など

排煙機は、通常の送風機とは異なって高温のガスを搬送するのであるから、その耐熱要求温度条件の下で30分間運転可能であるかどうかを確認しておかなければならない。一般の送風機は、280°Cの温度においてほぼ30分以上運転可能であることが、実験³⁾によって確かめられている。

設置に関しては、その排煙機回りのスペースに特に注意すべきである。それも、特にダクトと排煙機吸込み側の接続方法である。一般に吐出し側の接続にはよく注意が払われているが、納まりの関係上、吸込み側の接続にはやむなく無理を強いていることが多い。排煙機の選定にあたっては、施工図に基づいて所要静圧と風量を計算し、さらに余裕を加味して選定したにもかかわらず、施工完了後に運転した結果、排煙機が所定風量を排出していないといった事態は、排煙機吸込み口における偏流と

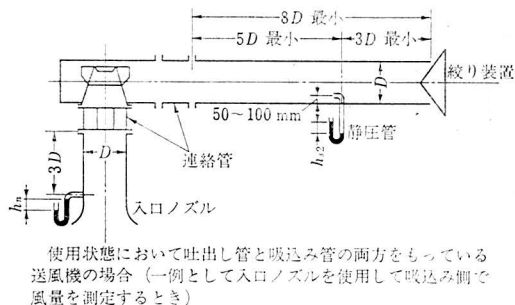


図-1 JIS B 8330 の送風機試験方法の一例

渦流が大きな要素を占めていると考えられる。メーカーの示す送風機性能曲線は、あくまでも JIS B 8330 送風機試験方法(図-1 参照)によって得られるものであるので、吸込み側ダクト接続方法に無理をすると、かなりの流量損失が起こり得ることを認識しておかなければならない。したがって、排煙機吸込み側接続には十分な余裕を与えるか、それができない場合には、排煙機吸込み側ダクトに整流ペーンを取り付けるなどの処置を講じておかなければならない。

つぎに、排煙機の運転状態に関して注意しなければならないのは、高層建物における系統(最下端の排煙口から上部の煙排出口まで、高低差の大きい系統)と、大小排煙風量区画が混在しているような系統である。前者の問題は、実火災時には煙突効果によって排煙機がオーバーロードになり、30分間の運転継続時間をまっとうできなくなるばかりか、運転不能になった排煙機が自然排煙作用の妨げになるような危険性があること(煙温度 280°C としたとき、夏期においても高低差が 100 m では 50 mm Aq もの浮力が生じる)、後者の問題は、どの区画が開放されるかによって運転状態が著しく異なってくることである。これらも、そのような状態で運転可能かどうかの確認と、危険性があるならそれを制御・回避できるような方策を講じておかなければならない。

(5) 煙排出口

設置位置と方向は、実際に煙を排出した場合に問題がないかどうかを確認する。この設置工事は建築工事になることが多いので、有効開口面積を十分確保するように指示しておかなければならない。

(6) 他業種との関連

どのような設備を設置するにも、他の業種との関連を無視するわけにはいかないが、特に防災関係はその関連が重要になるので、以下に排煙設備との関連事項を列記する。

- 1) 他の消火設備の機能と、消火活動に支障がないか
- 2) 連絡警報設備との配置関連は適切か
- 3) 煙感知装置と排煙口開放を連動させる場合、排煙

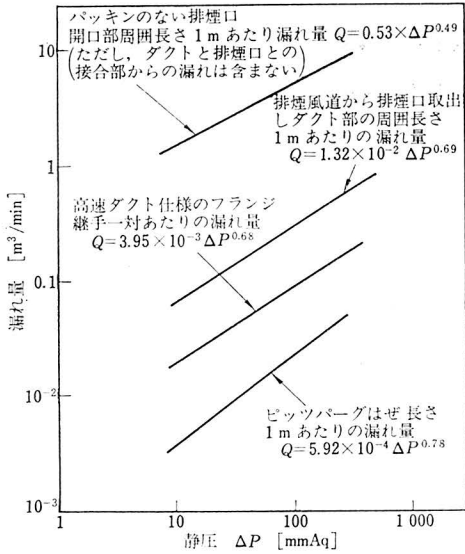


図-2 排煙口・ダクトのリーク量の例
(排煙設備技術基準書, 昭50)

口開放と排煙効果の関係は有効か

- 4) 防煙区画と防煙壁, 防火区画と防火壁の構造・機構などの確認
- 5) 中央管理・遠隔制御・遠隔監視システムなどにおいては, 的確に状況が把握でき制御ができるか
- 6) 予備電源(非常電源)の容量の確認
- 7) 空調・換気系の停止制御の確認
- 8) 建物の使用状態や意匠と, 排煙口操作, 保守作業との関係は適切か

1.2 排煙ダクト系の機能の検討

空調・換気ダクト系と同様, 排煙ダクト系においても, 施工完了までその機能の可否が予測できないというのでは, 施工担当者としてはなほだ心細く, ダクトの施工不備などが無いのに, 運転した結果が不可となった場合は, 工程・スペースなどの問題からその対策は相当困難が想像され, その対策費も甚大なものになろう。こういう事態を避けるためにも, またダクトの選定・接続法が適切であるかどうかを知るためにも, 施工前にダクト系の抵抗計算を行ってチェックしておく必要がある。

計算は, 1台の排煙機で複数の区画を受け持っている系統では, 実火災発生時と同様に各防煙区画個別の運転を想定して行わなければならない, 空調・換気系の抵抗チェックのように, 抵抗が大きくなりそうな経路を想定した計算で済ませるといような方法は危険である。また, 大小排煙風量区画が混在している系統では, 各区画別に計算を行っていないと, 選定する排煙機で運転可能かどうかのチェックもできない。さらに, 1.1(1)でも述べたように, 排煙口・ダクトからのリークを計算に加味

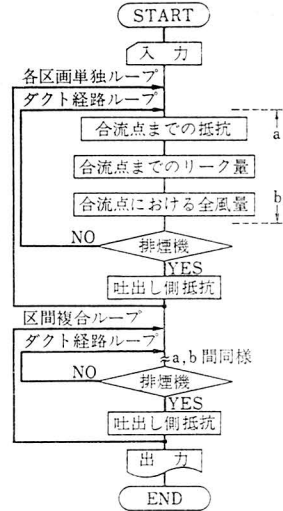


図-3 排煙ダクト抵抗計算フローチャート

しておかなければならない。そのリーク量の推定は施工精度とも関係して問題のあるところだが, 実験されたデータ(図-2参照)や, 排煙口メーカーの排煙口リーク試験データなどを利用して計算する。

以上, 抵抗およびリークの計算の必要性を述べてきたが, 実際に計算を行うにはその計算量の多さや計算の複雑さなどから相当の時間と労力を費やすので, 電算機を利用するのが良策と思われる。計算方法や手順などはいろいろ考えられるが, 参考までに当社の計算プログラムの概要を, 以下に紹介する。

(1) 概略流れ図

概略流れ図については, 図-3を参照されたい。

(2) 処理概要

各防煙区画排煙口単独開放時と, 隣接2区画同時開放時とを設定し, それぞれの経路における所要静圧・風量(区画風量+リーク量), および排煙口と煙排出口間の煙の浮力について計算する。なお, 抵抗損失計算は等摩擦損失法にて行う。

(3) 入力

経路は, 施工図(または設計図)に排煙機から各排煙口まで合流点ごとに番号を付し, その番号とダクト寸法・長さおよび局部種類を一組みにして入力する。

排煙口は, 排煙風量とともにリークデータと寸法および設置高さ(地上高)を入力する。

(4) 計算概要

所要静圧は, 式(1)のように求める。

$$P = \sum_i p_i + \sum_j p_j - p_F \quad \dots\dots(1)$$

ここに,

$$P : \text{排煙機所要静圧} \quad [\text{mmAq}]$$

* 排煙ダクトの仕様 * X X X
X A X
X X X + + + + + 排煙ダクトの仕様 + + + + +

57600, (CMH) X 170,0 (MMAQ) X 45,0 (KW)

+ + + 排煙ダクトの仕様 + + +

----- 1. 排煙ダクト

排煙ダクトの仕様 NO. 210
 ハイコン NO. 2210 排煙ダクト 146,0 MMAQ (排煙ダクトの仕様) 15,3 MMAQ
 排煙ダクト 65396, CMH

排煙ダクトの仕様 NO. 201
 ハイコン NO. 2201 排煙ダクト 31,0 MMAQ (排煙ダクトの仕様) 2,5 MMAQ
 排煙ダクト 26372, CMH

----- 2. 排煙ダクト

排煙ダクトの仕様 NO. 209
 ハイコン NO. 2209 排煙ダクト 140,4 MMAQ (排煙ダクトの仕様) 17,4 MMAQ
 排煙ダクト 69804, CMH

----- 3. 排煙ダクト

!! 排煙ダクトの仕様 280°C に排煙ダクトの仕様を排煙ダクトの仕様 !!
 ハイコンの仕様 NO. 201 排煙ダクトの仕様 31,0 MMAQ
 排煙ダクトの仕様 NO. 201 排煙ダクトの仕様 30°C) 4,0 MMAQ
 排煙ダクトの仕様 NO. 201 排煙ダクトの仕様 0°C) 5,0 MMAQ
 ハイコンの仕様 NO. 401 排煙ダクトの仕様 59,3 MMAQ
 排煙ダクトの仕様 NO. 401 排煙ダクトの仕様 30°C) 0,3 MMAQ
 排煙ダクトの仕様 NO. 401 排煙ダクトの仕様 0°C) 0,4 MMAQ

* 排煙ダクトの仕様 * X X X
X B X
X X X

+ + + + + ハイコンの仕様 + + + + +

(* 排煙ダクトの仕様 ハイコンの仕様)

排煙ダクト NO.	ハイコン NO.	排煙ダクトの仕様 (MMAQ)	排煙ダクトの仕様 (M)	排煙ダクトの仕様 (MMAQ)	排煙ダクト (CMH)	排煙ダクト (CMH)
201	2201	29,4	85,7	-107,1	26372,	(2100,)
202	2202	39,6	82,4	-97,0	31244,	(3200,)
203	2203	41,5	73,2	-95,0	31578,	(2400,)
204	2204	39,1	67,7	-97,5	33399,	(7000,)
205	2205	78,8	60,0	-57,7	49899,	(13000,)
206	2206	40,0	50,0	-96,5	32807,	(5200,)
207	2207	101,8	50,5	-34,7	63461,	(26800,)
208	2208	125,5	67,0	-11,0	62641,	(14400,)
209	2209	129,6	52,5	-7,0	69804,	(26800,)
210	* 2210	136,5	82,0	0,0	65396,	(15300,)

* 排煙ダクトの仕様 * X X X
X C X
X X X

+ + + + + ハイコンの仕様 + + + + +

*** 排煙ダクトの仕様 ハイコン NO. 210

ハイコン NO. 2210 排煙ダクトの仕様 15300, CMH
 排煙ダクトの仕様 NO. 2210 排煙ダクトの仕様 136,5 MMAQ
 排煙ダクトの仕様 NO. 2210 排煙ダクトの仕様 15,3 MMAQ

排煙ダクト	排煙ダクト (CMH)	排煙ダクトの仕様 (MMAQ)	排煙ダクト (M)	排煙ダクトの仕様 (MMAQ)	排煙ダクトの仕様 (MMAQ)	排煙ダクト (MM)	排煙ダクト (M/S)
ハイコン	15300,			2,97	2,97		
637 2210	15300,	0,04 (0,5)	0,0	3,01	750 X 750	0	7,56
636 637	15300,	0,0 (0,0)	11,70	14,71	0 X 0	0	16,35
634 636	15300,	1,52 (3,0)	9,65	25,88	750 X 350	350	16,19
632 634	15300,	2,79 (5,5)	8,48	37,15	750 X 350	350	16,19
630 632	15300,	3,30 (6,5)	8,48	48,92	750 X 350	350	16,19
628 630	15300,	4,82 (9,5)	8,48	62,22	750 X 350	350	16,19
626 628	15300,	2,03 (4,0)	16,48	80,73	750 X 350	350	6,39
624 626	19101,	0,85 (8,0)	0,03	81,61	1900 X 350	350	7,98
614 624	19101,	0,16 (2,0)	0,47	82,23	2200 X 350	350	6,89
610 614	20883,	0,93 (10,0)	9,14	92,31	2200 X 350	350	7,53
606 610	29398,	0,70 (4,0)	3,48	96,48	2200 X 350	350	10,61
604 606	31109,	0,0 (0,0)	1,16	97,63	2200 X 350	350	11,22
602 604	31109,	1,15 (6,0)	2,93	102,72	800 X 800	800	13,50
512 602	31109,	2,21 (11,5)	6,52	111,45	800 X 800	800	13,50
420 512	48877,	1,77 (4,0)	1,83	115,05	800 X 800	800	21,21
25 420	65396,	3,41 (4,5)	10,03	128,49	800 X 800	800	28,38
20 25	65396,	0,10 (2,5)	7,90	136,49	1800 X 1200	1200	8,41
1 20	65396,	0,05 (0,5)	0,0	136,54	1320 X 0	0	13,28

図-4 排煙ダクトの出力例

p_i : ダクト直管部抵抗(全圧) [mmAq]

p_j : ダクト局部抵抗(全圧) [mmAq]

p_F : 排煙機吐出し口動圧 [mmAq]

風量は、式(2)のように求める。

$$Q_T = Q_R + \sum_i q_i \quad \dots\dots(2)$$

ここに、

$$q_i = \sum_j a_j l_j p_i^{b_j} \quad \dots\dots(3)$$

Q_T : 排煙機排出風量 [m³/h]

Q_R : 防煙区画法規風量 [m³/h]

q_i : 排煙ロリーク量 [m³/h]

a_j, b_j : 排煙口すきまに関する定数 [-]

l_j : 排煙口目地長さ [m]

p_i : ダクト合流点 i における静圧 [mmAq]

火災発達時の影響として、煙の浮力は式(4)のとおりである。

$$P_d = 353(H_D - H_S) \{1/(273 + t_o) - 1/(273 + t_g)\} \quad \dots\dots(4)$$

ここに、

P_d : 浮力 [mmAq]

H_D : 煙排出口設置地上高 [m]

H_S : 排煙口設置地上高 [m]

t_o : 外気温度 [°C]

t_g : 煙温度 [°C]

なお、式(3)における a_j, b_j は、排煙口のリーク試験結果から2点のデータ (P_1, P_2 [mmAq] → q_1, q_2 [m³/m 目地・min]) を選び、それを入力することによって式(5)、(6)のとおり設定する。

$$a = q_1 / P_1^b \quad \dots\dots(5)$$

$$b = \log(q_1 / q_2) / \log(P_1 / P_2) \quad \dots\dots(6)$$

(5) 出力例

出力例については、図-4を参照されたい。

以上のような要領で計算できるが、現実との対応上大きな問題として、下記のようなことが挙げられる。これらは、今後検討していかなければならない課題である。

- 1) 排煙口メーカーのリーク試験データと、設置後のリークの実状
- 2) 排煙口とダクトとの接続部、ダクトとダクトの接続・接合部などの施工精度とリーク量の関係
- 3) 計算で予測できないような排煙機とダクトの接続
- 4) 大系統における予想以上のリーク量の問題

2. ダクト工法

排煙ダクトの製作に関しては、特別に具体的な法規制はなく、一般ダクトと何ら変わらないのが現状である。ただし、規定風量の確保と排煙中に変形・脱落などがな

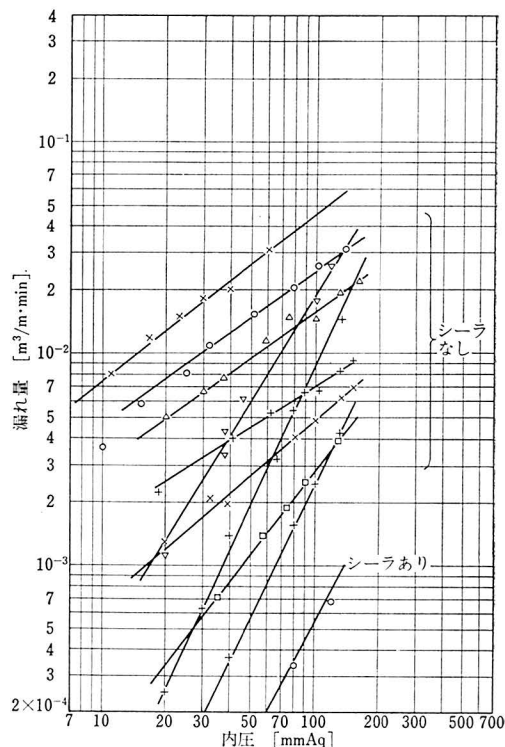


図-5 ビッツバグはぜ1mあたりの漏れ量⁴⁾

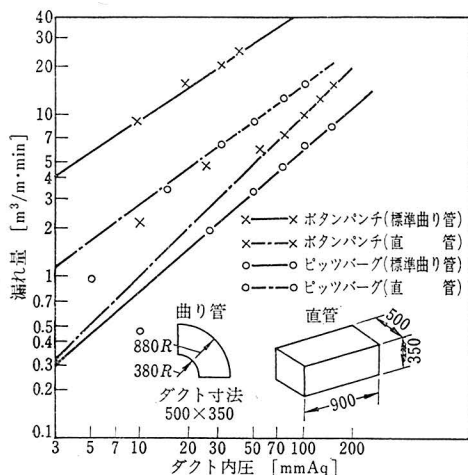
いようにすることに関しては、一般ダクトと考えを異にしなければならない。

現に、運転中にダクトが変形した例などは多々耳にすることである。ここでは、従来のダクト工法における漏れ量・変形・脱落などを最小限にするための若干の考察を述べる。

2.1 ダクトの漏れ量とその対策

現在のダクト工法では、はぜの種類としてビッツバグはぜおよびボタンパンチスナップはぜの2種類が多用されているが、排煙ダクトに適しているとされるのはビッツバグはぜである(HASS仕様書、建設省仕様書などではビッツバグはぜに限定している)。ダクトの漏れ量に関するデータは非常に少ないが、本学会ダクト施工基準委員会から、はぜ部・曲り管部および継手部の漏れ量が報告されている(図-5~7参照)。ビッツバグはぜでは非常にばらつきが多いが、これは製作者の技能による影響が大きいと思われる。また、シーラを塗布したものは極端に漏れ量が少ない。曲り管部は直管部の3~10倍の漏れ量になるし、フランジ継手は非常に漏れ量が少ないことが認められる。

また、建築物の堅穴スペースの漏れ試験法等の研究委員会の報告⁵⁾によれば、スパイラルダクトのはぜからの漏れ量はビッツバグはぜの0.1%程度であるという。



注 1) 両工法とも経験 5 年の同一人が製作した。
 2) テストダクトとして特別注意して製作したものではない。
 3) 漏れ量は単位長さ(継ぎ目 1 m)あたりの数値である。

図-6 直管と曲り管の継ぎ目からの漏れ量⁴⁾

排煙ダクトの継ぎ目・継手からの漏れを少なくする要点を、以下に列記する。

- 1) 継ぎ目・継手に入念にシーラを塗布する。シーラ材質は耐熱温度 280°C 程度を要求されるので、シリコン系の材質のものを使用する。コストは通常のダクトシーラの 2 倍程度である。
- 2) 曲り管部はできるだけ少なくし、静圧損失が許されるならばフランジ接合で行う。フランジ継手のパッキンは、板パッキンを用いるとより漏れ量を少なくできる。
- 3) スペースおよび風量的に許されるならば、スパイラルダクトを用いる。ただし接合部は石綿パッキンを使用し、平形の鋼板バンドで締め付ける。スパイラルダクトの接合もフランジ接合が理想であるが、ダクトとフランジの接着方法などの開発を急ぐべきであると思われる。

2.2 取付け上の留意点

排煙ダクトの変形・脱落などは、排煙開始時の急激な温度上昇・振動などによって起こるので、これを防止するために高速ダクト仕様が指導されている。以下、取付け上の留意点を整理して列記する。

(1) ダンパの取付け

ダクト部分が変形・脱落しても、ダンパが機能を保持するように取り付ける(図-8 参照)。

(2) コンクリートダクトとメタルダクトの接合

排煙用立てダクトでコンクリートダクトを使用する場合は、横走りメタルダクトとコンクリートダクトとの接合部分の漏れや脱落のないように十分配慮する。

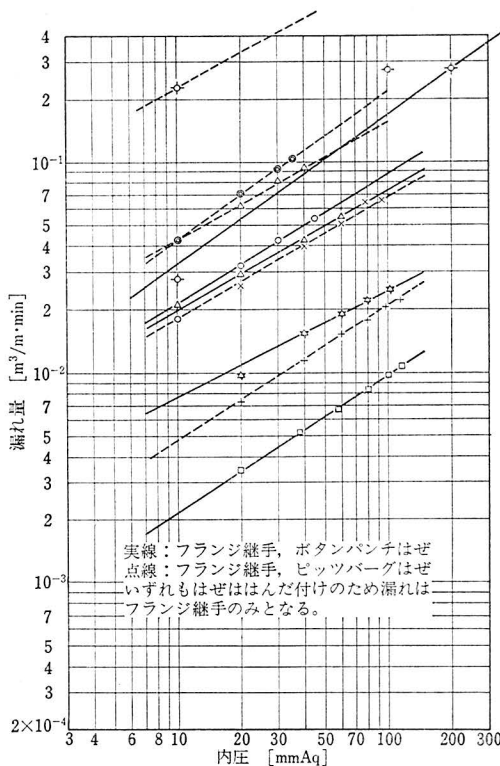


図-7 フランジ継手 1 m あたりの漏れ量⁴⁾

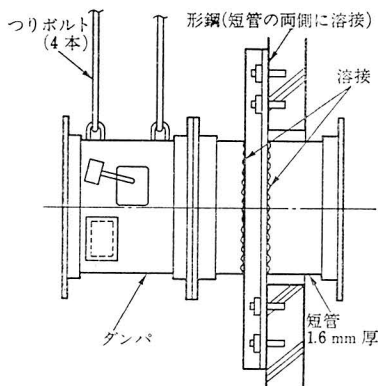


図-8 防火(防煙)ダンパ固定例(建設省機械設備工事標準図)

(3) 補強および支持

ダクト断面と静圧を考慮して十分補強を行い、排煙高温によるダクトの伸びを考慮して堅固に取り付ける。一般には高速ダクト仕様に準ずるが、特に排煙機回りなどは高圧であるので、外面からのフランジ補強だけではリベットが耐えられないことがある。補強材のピッチを密にするか、または内面から補強するなどの配慮が必要であろう。

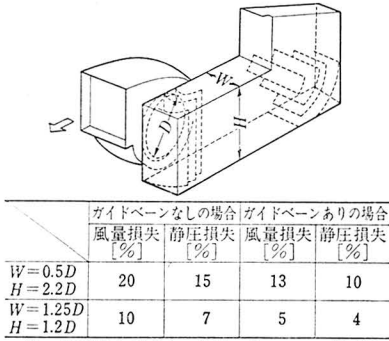


図-9 排煙機回りの風量および静圧損失(吸込み側)²⁾

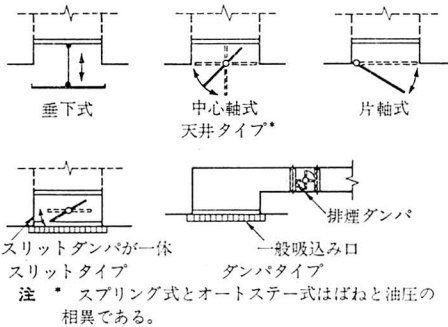


図-10 排煙口の形式

(4) 排煙機回りのダクトの接続

平常時停止状態の排煙機の設置スペースは、非常に制約を受けることが多い。したがって、吸込み側接続ダクト断面が無理を強いられ、その結果、多くの風量損失・静圧損失を招くことになる。吸込み側接続ダクト断面は十分に余裕をとり、かつガイドベーンを排煙機吸込み側および上流側のエルボに堅固に取り付けることが望ましい。

3. 排煙口

排煙口の構造については種々の規定があるが、採用するにあたって、排煙ダクト設備の施工面からはつぎの2項が特に重要であろう。

- 1) 閉鎖状態での漏れ量が明確であること
- 2) 排煙口と排煙ダクトとの接続部は、十分気密を保てる構造であること

排煙口の漏れ量については、規定がないのが現状である。形式承認を受けるために、建設省告示第2565号による漏煙試験方法で閉鎖状態の排煙口の漏れ量を各メーカーごとに測定して発表している。施工者側では、各メーカー公称の漏れ量に従って計画・施工しているが、先行き JIS 規格またはそれに準ずる規格で漏れ量の限度

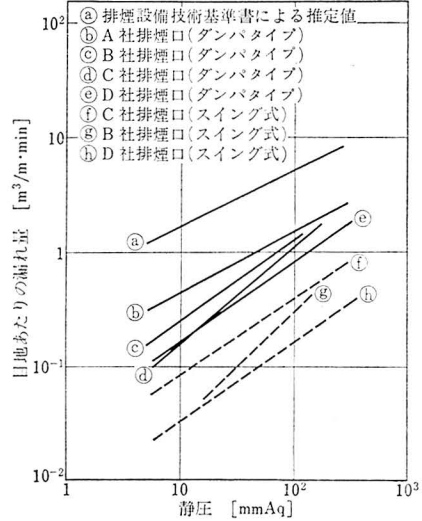
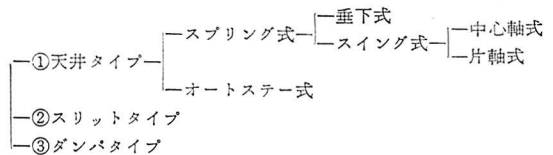


図-11 排煙口(ダンパタイプ・スイング式)の漏れ量(建設省告示第2565号による試験方式)

表-1 常時閉鎖形排煙口の分類



を抑える必要がある。

一般に市販されている常時閉鎖形排煙口を構造・機構別に分類すれば、表-1 のようになる(図-10 参照)。

スイング片軸式は、排煙機運転中に開放しようとする場合、内圧によって開放不能または開放中に強い静圧により閉鎖するなどのトラブル例が多いので、現在はあまり使用されていない。

図-11 は、メーカーの公称漏れ量を図にしたものである。いずれも、排煙設備技術基準²⁾の推定値(図-2 参照)より漏れ量は少ない。スイング式がダンパタイプより漏れ量が少ない。ダンパタイプは天井内に取り付けられることが多く、点検補修・復帰などの保守上の煩雑さからもダンパタイプを避けたほうが賢明であろう。

排煙口の数・形状についても特に規定がない。流れている煙を吸うことができるのは、排煙口の幅の煙だけで、回りから吸い寄せる効果はないに等しいと実験報告³⁾で報ぜられている。したがって、第一次安全区域の中廊下などでは廊下幅一杯の線状スリットタイプ排煙口を取り付けるべきであろう。また、数についても各点状排煙口が効率よく煙のみを吸い、空気を吸い込まないためには、防煙垂れ壁高との関係で数を決めなければならない。スーパーマーケットなどで、500m²の排煙区画に対して排煙口1個というような実施例が見受けられる

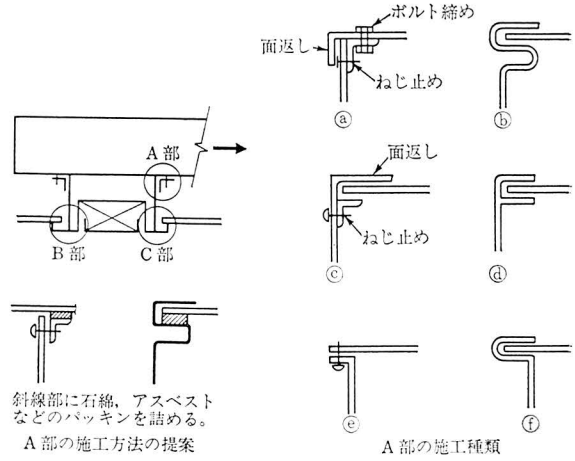
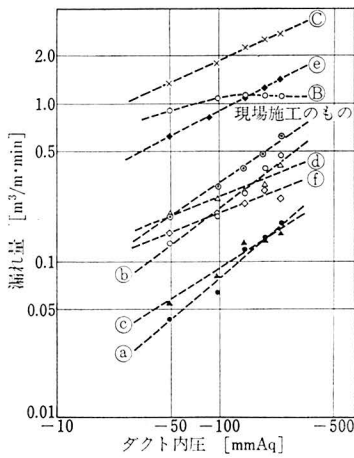


図-12 排煙口取付け部分の漏れ量⁴⁾

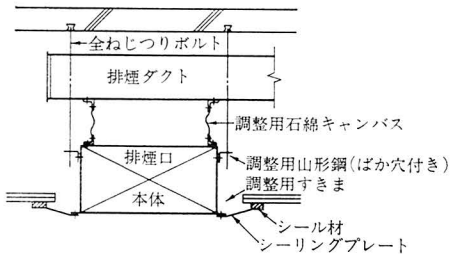


図-13 排煙口の取付け例

が、排煙設備技術基準³⁾第1章14の計算例題に従って必要個数を配置すべきであろう。

建築物の堅穴スペースの漏煙試験法等の研究³⁾から、各種の取付け方法による漏れ量を掲げる(図-12参照)。B部Cと部の漏れ量が非常に多いのは、建築工事で天井張りの後に天井面に合わせて排煙口をダクト接続短管に取り付ける手順のために、十分に密着できない理由によるものと考えられる。また、大形排煙口では重量があるのでダクトに荷重がかかって、排煙口とダクトとの接続箇所すきまを広げて漏れ量増大の原因になるおそれもある。

したがって、シビアに施工するには排煙口の荷重を直接スラブにかける工法、および天井内での施工しにくい取付け作業を緩和するような工法を工夫しなければ、排煙口回りの気密性は保てない。

図-13に、小形水熱源ヒートポンプユニットをつり込むのと同手法で、天井張り工事前に接続短管・排煙口を取り付け、十分気密に接続した後に天井を張り、下面から微調整を行い、最後に化粧板を下から締め上げる排煙口取付け提案例を掲げた。

排煙口の取付け方法については、施工者側とメーカー間で協議・検討を進めることが今後の課題であろう。

参考文献

- 1) 斎藤平蔵：排煙設備技術基準について、*空気調和・衛生工学*, 51-12(昭52-12), pp.47~54
- 2) 日本建築センター：排煙設備技術基準(昭和50年度版), 新日本法規出版
- 3) 日本建築設備安全センター：建築物の堅穴スペースの漏煙試験法等の研究, (昭50-3)
- 4) ダクト施工基準委員会：ダクトの基準化に関する研究, *空気調和・衛生工学*, 41-1(昭42-10), pp.1091~1136 (昭和53.2.23 原稿受理)

空気線図

I 湿り空気 $i-x$ 線図 (NC線図)
 II 湿り空気 $i-x$ 線図 (LC線図)
 III 湿り空気 $i-x$ 線図 (HC線図)
 IV 湿り空気 $t-i$ 線図
 その他4点
 8枚1組み袋入り
 定価 会員450円 非会員500円 送料250円

湿り空気 $i-x$ 線図 (NC線図)
 体裁 A3判 25枚綴り
 トレーシングペーパーに印刷
 定価 会員720円 非会員800円 送料250円

冷・暖房負荷計算表
 体裁 B5判 7ページ (記入用紙の計算表1枚はトレーシングペーパーに印刷)
 定価 会員270円 非会員300円 送料200円

申込先 **空気調和・衛生工学会**
 〒160 東京都新宿区北新宿1-8-1 (中島ビル)
 電話 東京 (03) 363-8 2 6 1 (代表)

昭和53年6月

— 24 —

ダクトの施工法●特集

ダクトのJIS規格

鈴木亮二*

従来、ダクトやフランジ、付属する防火ダンパなどは工事の都度加工し、現場合せ的な考えでつくられていたが、ダクト寸法の標準化と寸法許容差を規格化することにより、ダクトの工場生産化、部品の専門化などによる性能の向上が見込め、さらには各付属部品の標準化が進んで、ダクト系全体にわたって、品質の向上と同時に設計・製作・施工がより能率的になることが意図されている。

まえがき

昭和52年3月に、JIS A 4009“空気調和及び換気設備用鋼板ダクトの構成部材”として、ダクトの構造についての規格が制定された。本規格の原案は、本学会の空調設備基準委員会(当時の委員長は斎藤平蔵氏)で検討されたもので、ダクト寸法の標準化による作業の能率化と質の向上を目指したものである。

ダクトは、抵抗と風量に基づいて断面積を求めて寸法を決めているので、同じ風量の搬送に対しても端数の切上げ方によって幾つかの寸法が求まり、また“縦×横”の寸法の組合せを考えるとさらに多くの種類になる。これは現場の納まり上の融通性がある反面、製品や部品管理の繁雑とその都度現場合せで作られるため、施工速度が小さくなる。さらに接続も現場合せで行われるため、ダンパなど部品の交換にはほとんど互換性がないなどのマイナス面があった。本規格では、ダクトや接続部材について比較的使用頻度の高いものに寸法の統一と寸法許容差を規定することにより、各部材間に互換性をもたせることと、部品製作の専門化・工場生産化などによる質の向上と、現場施工の能率化を意図している。

以下、原案作成時の検討事項などを加えながら解説をしてみる。

1. 適用

このたび制定されたJISは空調・換気設備に使用され

* 三機工業(株)空調冷熱本部 正会員

る鋼板製ダクトについてのものであり、断面形状は長方形のものと円形の2種類とし、はり(梁)貫通などの都合でつくられるだ(楕)円形や多角形のは適用しない。また、鋼帯をらせん状に巻いてつくられるスパイラルダクトについては、鋼帯の継ぎ目が補強となって一般ダクトに比べて耐圧的となり、使用される鉄板の厚さや補強方法などが異なると思われるので別の規格とすべきであるとして、この規格には適用しないことにした。

そのほか、米国で低速ダクトとして標準化しているSMACNA工法についても、作業性などの点で優れた工法であるが、ダクト継手などの漏れ量とその防止方法などについて現時点では実験的に十分把握していないので、規格化することが望ましいと考えながらも、一応今回は見送ることになっている。

2. 種類

ダクトの種類は、内部の風速によって高速ダクトと低速ダクトとに分けた。ダクトの構造を規制するには、内部風速による振動・変形などのほか、内部圧力による変形・漏れなどを基にした規制も考えられる。ASHRAEでは、表-1のように風速と内部圧力を含めて3段階に分けていて、それぞれに鉄板厚さ・補強などを推薦している例もあるが、ここでは風速の大きいものは速度圧も含めて内部圧力が大きいとの解釈から、従来の慣例に従って最大風速が15m/sを超えるダクト系を高速用ダクト、15m/s以下を低速用ダクトとして分けている。

表-1 ASHRAEの例

		風速 [ft/min]	内部圧力 [inAq]
低	圧	2 000 以下	2
中	圧	2 000 を超えるもの	6
高	圧	2 000 を超えるもの	6 を超え 10 以下

表-2 亜鉛の付着量

原板の標準厚さ [mm]	0.5	0.6~1.0	1.2
亜鉛の呼び付着量 [g/m ²]	244(2種)	305(2種)	381(3種)

表-3 長方形ダクトの寸法 [mm]

短辺 \ 長辺	100	125	150	175	200	225	250	275	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800	800	900	1 000	1 100	1 200	1 300	1 400	1 500	1 600	1 700	1 800	1 900	2 000	2 100	2 200					
100	○																																						
125		○																																					
150			○																																				
175				○																																			
200					○																																		
225						○																																	
250							○																																
275								○																															
300									○																														
350										○																													
400											○																												
450												○																											
500													○																										
550														○																									
600															○																								
650																○																							
700																	○																						
750																		○																					
800																			○																				
800																				○																			
900																					○																		
1 000																						○																	
1 100																							○																
1 200																								○															
1 300																									○														
1 400																										○													
1 500																											○												
1 600																													○										
1 700																														○									
1 800																															○								
1 900																																○							
2 000																																	○						
2 100																																		○					
2 200																																				○			

注 太線わく内は推奨寸法を示し、○印は標準寸法を示す。

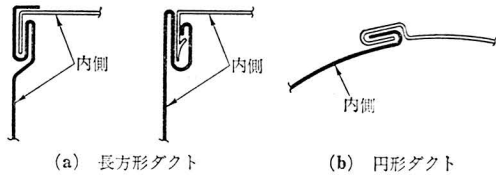


図-1 ダクトの呼び寸法

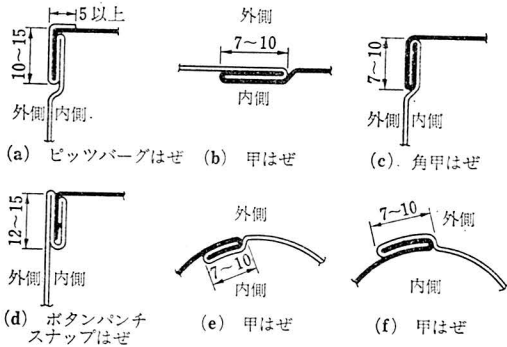


図-2 ダクトの継ぎ目の構造

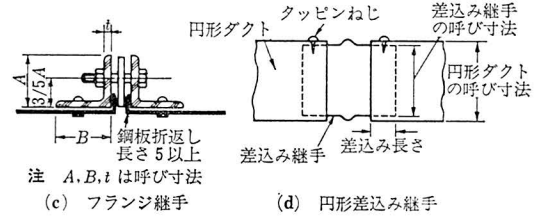
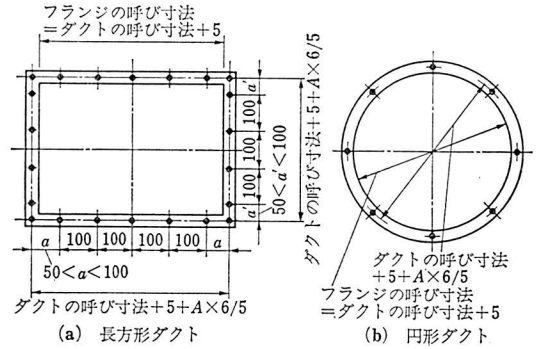


図-3 継手の構造

3. 材 料

3.1 亜鉛鉄板

JIS G 3302(亜鉛鉄板)に規定する2種および3種の折曲げ加工用亜鉛鉄板とし、亜鉛の付着量は表-2による。

3.2 鋼 材

JIS G 3101(一般構造用圧延鋼材)に規定する2種以上で、その形状・寸法および重量はJIS G 3191(熱間圧延棒鋼とバーインコイルの形状、寸法及び重量並びにその許容差)、JIS G 3192(熱間圧延形鋼の形状、寸法、重量及びその許容差)、およびJIS G 3193(熱間圧延鋼板及び鋼帯の形状、寸法、重量及びその許容差)に規定するものである。

3.3 リベット

JIS B 1213(冷間成形リベット)に規定するものである。

3.4 ボルト・ナット

JIS B 1180(六角ボルト)およびJIS B 1181(六角ナット)に規定するものである。

3.5 タッピンねじ

JIS B 1115(すりわり付きタッピンねじ)に規定するものである。

3.6 フランジ用パッキン

原則として、JIS R 3450(石綿糸)を使用した厚さ3mm以上の石綿テープ、またはJIS R 3454(石綿板)による厚さ3mm以上の石綿板とする。ただし、円形ダクトには

表-4 円形ダクトの寸法 [mm]

50	125	200	275	400	600	900
75	150	225	300	450	700	1000
100	175	250	350	500	800	1200

表-5 ダクトの寸法許容差 [mm]

ダクトの長辺または直径	500 以下	500 を超え 2 200 未満	
寸法許容差	ダクト	+2 0	+2 0
	フランジ継手	+2 0	+2 0
	差込み継手	0 -2	0 -3

JIS R 3452(石綿パッキンひも)の直径3mmの石綿パッキンひもを用いてもよい。

4. 寸 法

ダクトの呼び寸法は、図-1に示す内径の寸法を指す。

ダクト寸法の標準化の必要性は以前から取り上げられており、本学会の空調設備基準委員会でも検討され、昭和43年にダクトの標準寸法(案)が発表されている(空調和・衛生工学、42-2参照)。しかしこれは辺長に用いる寸法の標準化案であったが、今回は規格化の趣旨を一層徹底させる意味で、短辺・長辺の組合せという形で断面寸法を整理した、すなわち断面の縦横比を1~4の範囲に限り、縦×横の寸法組合せを表-3に示すように405組の断面寸法を規格とした。さらに、この中から表中に○印で示すように約60組の断面寸法を推奨寸法と

表-6 低速用ダクトの板厚 [mm]

長方形ダクトの長辺	円形ダクトの直径		板厚
	直管	継手	
450 以下	500 以下	—	0.5
450 を超え 750 以下	500 を超え 700 以下	200 以下	0.6
750 を超え 1 500 以下	700 を超え 1 000 以下	200 を超え 600 以下	0.8
1 500 を超え 2 200 以下	1 000 を超え 1 200 以下	600 を超え 800 以下	1.0
—	1 200 を超えるもの	800 を超えるもの	1.2

表-7 高速用ダクトの板厚 [mm]

長方形ダクトの長辺	円形ダクトの直径		板厚
	直管	継手	
450 以下	450 以下	—	0.8
450 を超え 1 200 以下	450 を超え 700 以下	450 以下	1.0
1 200 を超え 2 200 以下	700 を超えるもの	450 を超えるもの	1.2

表-8 ダクトの継手 [mm]

板厚	接合用フランジ		フランジ取付け用リベット		接合用ボルト		
	形鋼の呼び寸法 $A \times B \times t$ *	最大間隔	呼び径	リベット穴の間隔	ねじの呼び径	ボルト穴の間隔	ボルト穴の径
0.5	25×25×3	3 600	4.5	65	M 8	100	9.7
0.6	25×25×3	3 600	4.5	65	M 8	100	9.7
0.8	30×30×3	2 700	4.5	65	M 8	100	9.7
1.0	40×40×3	1 800	4.5	65	M 8	100	9.7
1.2	40×40×5	1 800	4.5	65	M 8	100	9.7

注 * A, B および t は、図-3 に示す寸法とする。

表-9 円形ダクトのボルトの数

円形ダクトの直径 [mm]	円形フランジのボルト数 [本]
50 以上 150 以下	6
175 以上 225 以下	8
225 以上 350 以下	12
400 以上 500 以下	16
600	20
700	24
800	28
900 以上 1 000 以下	32
1 200	40

表-10 円形ダクト継手の差込み長さおよびタッピンねじの数

呼び寸法 [mm]	差込み長さ [mm]	タッピンねじの数 [本]
125 以下	60 以上	3
125 を超え 300 以下	80 以上	4
300 を超え 400 以下	100 以上	4
400 を超え 700 以下	100 以上	6
700 を超え 900 以下	100 以上	8
900 を超え 1 000 以下	100 以上	8
1 000 を超えるもの	150 以上	12

多いものを考慮する。

して選んだ。選択するにあたっては、つぎの諸点を考慮しながら総合的に決めた。

- 1) 寸法は、短辺・長辺ともに 50 mm の倍数にする。
- 2) 短辺の寸法間隔は密にし、長辺の寸法間隔は粗にする。
- 3) 同一相当直径に対して、縦横比の異なるものを 5 種類程度選ぶ。
- 4) 相当直径の間隔は、円形ダクトの規格に対応させる。
- 5) 従来、ダクト設計における断面寸法の使用頻度の

円形ダクトについては、表-4 に示すように直径 50 mm から 1 200 mm の範囲で 21 種類のものを規格寸法としている。これら規格寸法のうち使用頻度の高いものについては、ダクトのみでなく付属品についても生産・ストックされるようになるならば、現場作業の能率の面で望ましいことになるであろう。

しかし、ダクトの断面寸法の規格化に伴い、従来設計者が任意に決めていた断面寸法にある程度の制約を加えることになるが、ダクトの規格化の趣旨に沿って合理的に設計されることを望む。

表-11 長方形ダクトの補強(横方向) [mm]

板厚	ダクト補強用形鋼				ダクト補強用立てはぜ		
	形鋼の呼び寸法 $A \times B \times t$	最大間隔	形鋼用リベット		立てはぜの高さ	立てはぜの最大間隔	固定リベットの最大間隔
			呼び径	リベット穴の間隔			
0.6	25×25×3	1800	4.5	100	25	1200	150
0.8	30×30×3	900	4.5	100	—	—	—
1.0	40×40×3	900	4.5	100	—	—	—
1.2	40×40×5	900	4.5	100	—	—	—

表-12 長方形ダクトの補強(空気の流れ方向) [mm]

長方形ダクトの長辺	形鋼の呼び寸法 $A \times B \times t$	取付け箇所	取付け用リベット	
			呼び径	リベット穴の間隔
1500を超え2200以下	40×40×3	中央に1箇所	4.5	100

表-13 円形ダクトの補強 [mm]

板厚	形鋼の呼び寸法 $A \times B \times t$	最大間隔	取付け用リベット	
			呼び径	リベット穴の間隔
0.6	25×25×3	2400	4.5	100
0.8	30×30×3	1800	4.5	100
1.0	40×40×3	1800	4.5	100
1.2	40×40×5	1200	4.5	100

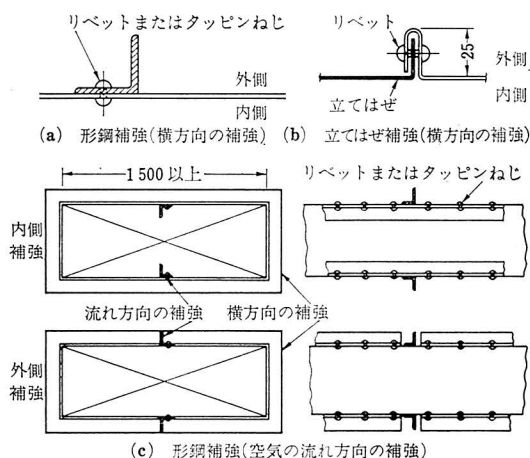


図-4

5. 寸法許容差

断面寸法の規格化と同時に、表-5に示すようにダクトおよび各部品の呼び寸法に対して寸法許容差を示した。これは、各部品の寸法精度を確保して部品の互換性および施工を円滑に行わせる配慮から決めたことで、部品の製造が分業化される今日では、相互に寸法精度を守らなければならない。

6. 板厚

ダクトに使用する鉄板の厚さは、ほぼ従来から慣例的に用いられているダクト寸法と板厚の関係を採用している。

表-6に低速用ダクトの板厚、表-7に高速用ダクトの板厚を示す。

7. 構造

7.1 継ぎ目

ダクト組立てに用いる角の継ぎ目は、図-2に示すようにピッツバーグはぜ・ボタンパンチスナップはぜ・甲はぜとするが、継ぎ目は四つの隅にあるものと限らず、ダクトの寸法や使用鉄板の大きさによって、L形・U形・□形のように、鉄板の折曲げ加工によるものは継ぎ目が2箇所あるいは1箇所の場合もあり、これも規格の適用範囲とする。

7.2 継手

ダクトの継手は、アングルフランジをダクトにリベット締めしてボルトで接続する。円形ダクトの接続は上記フランジによるほか、図-3に示す差込み継手を用いてもよい。この継手は表-6,7に示す鉄板で製作し、継手外面に接着剤またはシール剤を塗布してダクトに差し込み、タッピンねじで周囲を接合する。

フランジ継手は、ダクト相互のみでなく付属品(ダンパ・がらり・消音ボックスその他)との接合にも互換性を維持するため、各部の寸法を図-3のように決めている。すなわち、フランジの内り寸法を“ダクトの呼び寸法+5mm”とし、ボルトの穴の位置は山形鋼の高さの3/5の位置とする。

ボルト穴のピッチは100mmとし、端数は両端のピッチに等分する。したがって、ダクトの辺の長さが200, 400, 600, 800mm…台のものはダクト断面の中心線から振分けの位置にボルト穴があり、辺長が100, 300, 500

表-14 長方形ダクトのつり金物および支持金物 [mm]

板 厚	つ り 金 物			支 持 金 物	
	形鋼の呼び寸法 A×B×t	棒 鋼	最大間隔	形鋼の呼び寸法 A×B×t	最大間隔
0.5	25×25×3	8	3000	25×25×3	3600
0.6	25×25×3	8	3000	25×25×3	3600
0.8	30×30×3	8	3000	30×30×3	3600
1.0	40×40×3	8	3000	40×40×3	3600
1.2	40×40×5	8	3000	40×40×5	3600

表-15 円形ダクトのつり金物および支持金物 [mm]

ダクトの径	つ り 金 物			支 持 金 物	
	平 鋼	棒 鋼	最大間隔	棒 鋼	最大間隔
1200 以下	25×3	8	3000	8	3600

mm…台のものは断面中心線の位置に中央のボルトがくるようになるであろう。

円形ダクトフランジでは、ボルト間の弧の長さが100mm以下になるように、ダクトの呼び寸法によって表-9に示すようにボルトの本数を決めている。差込み継手を用いる場合の差込み長さおよびタッピンねじの数を、表-10のように決めている。

7.3 ダクトの補強

ダクトの通風による振動・変形などに対して、図-4、表-11、12に示す補強を行うものとするが、風速の大きいもの、脈動流のあるものおよび保温を施さないダクトにおいては、ダイヤモンドプレーキまたは間隔300mm以下のピッチで補強リブを付加することが望ましい。

鉄板厚さ0.6mm以下のダクトは立てはげ補強でよい

ことにしているが、同一断面に4辺の補強が重ならないようにする。

7.4 ダクトの支持

ダクトの支持は表-14、15に示す鋼材を用いて行うが、断熱や表面の仕上げ材料などで特に重量の大きくなるものについては、必要に応じて金具の間隔を小さくする必要はある。

む す び

以上、ダクトの JIS 制定の要旨について補足的な説明を述べてきたが、ダクトの機能が建物の質の向上に伴い、単に熱を運ぶ空気の通路ではなく、内部空間の環境維持および防災の点からでも重要な役割をもつようになってきている今日では、ダクト系の質の向上が絶対必要なことであり、そのためにもまず規格化されたダクトがつくれ、さらに分岐などの標準化や付属品であるダンパや器具およびそれらの部品までが、標準・規格化されることを望むものである。

(昭和 53. 3. 8 原稿受理)

さわやかな
第5の季節
を創る

空気調和の
三建設備工業株式会社
〒103 東京都中央区日本橋線蛸町1-35-8 ☎03(667)3431
大阪・名古屋・札幌・仙台・北陸・九州・広島・新潟・横浜・千葉

ダクトの施工法 ● 特集

ダクトの吸音・遮音の施工法

池本 弘*

ダクト系における騒音は、配管工事の水漏れと同様にクレーム事項として多く見受けられる。工事完成後の騒音防止対策には、調査などを含めて多額な費用がかかる。しかし、出費に見合う十分な効果がない場合が多い。

騒音については、音の伝搬経路を十分理解してその対策にあたらなければならない。

本稿では、簡単に音の伝搬経路の説明と一般的な施工要領のポイントを記述する。

1. ダクト系における騒音防止計画

ダクト系における吸音・遮音工事は、空調設計の中に組み入れてその騒音の伝搬経路をよく理解しないと、過剰対策または目的に反した対策となるおそれがある。音源から受音点までの音の減衰の過程を十分把握することによって、騒音防止設計ならびに工事施工が容易となる。

2. ダクト系の吸音計画

2.1 吸音計画の手順

吸音工事を施工する前に設計図を完全に理解して、施工図を作成する前にもう一度図-1に基づいて減音のチェックを行う必要がある。この動作を怠ると、完成後の騒音に対する減音対策には経済的に甚大な浪費をすることを銘記しなければならない。原則的には、騒音源の状態の把握、騒音の伝搬の分析、騒音を及ぼす環境の把握、騒音防止設備の工法の選択である。

2.2 吸音装置に使用される材料

ダクト系の吸音に使用される材料は、建築の内装と異なって美観を考慮する必要はないが、つぎの条件を満たす必要がある。

- 1) 吸音率の高いもの(特に低周波数に対して)
- 2) 耐久性のあるもの
- 3) 防災上不燃性であること

- 4) 常時気流の通路にあるため、耐風化性のあること
- 5) ダクト支持などを考慮して、比重の小さいもの
- 6) 湿分を含有して重量が大きくなり、ダクトの破壊の原因となるため、吸湿性が少ないもの
- 7) 表面摩擦係数が低いもの
- 8) 強度のあるもの
- 9) 共振現象が起きないもの
- 10) 耐熱性のあるもの。グラスウールでも繊維質を接着している材料には留意して選定の要あり
- 11) 細菌やかびなどに侵されないもの
- 12) 乾湿時に対して臭気を発生しないもの
- 13) 高気流でも飛散しないもの
- 14) 施工性のよいもの

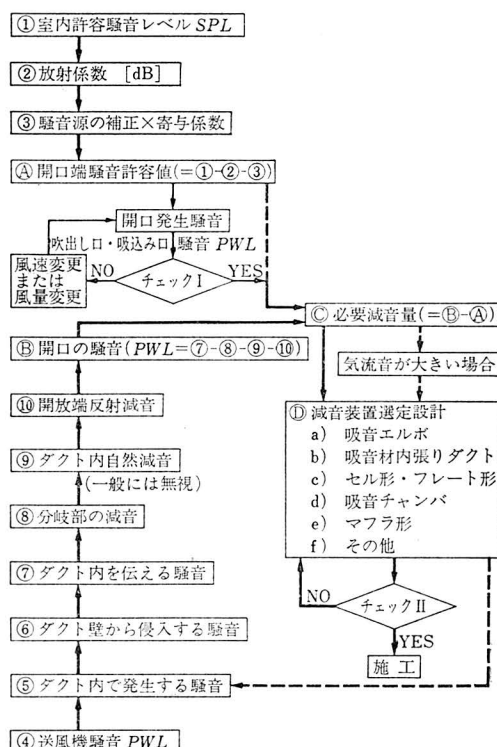


図-1 騒音防止計画の手順

* (株)大気社技術本部 正会員

表-1 グラスウールボード

種 類	厚 さ [mm]	空気層厚 [mm]	中 心 周 波 数 [Hz]						文 献
			125	250	500	1 000	2 000	4 000	
8 K, 12 K	15	なし	0.03~0.07 (0.05)	0.12~0.16 (0.14)	0.27~0.35 (0.31)	0.47~0.55 (0.51)	0.52~0.59 (0.55)	0.56~0.65 (0.60)	JIS A 6306-1967
	25	なし	0.06~0.14 (0.10)	0.22~0.33 (0.27)	0.45~0.60 (0.52)	0.56~0.74 (0.65)	0.52~0.75 (0.63)	0.62~0.84 (0.73)	
	50	なし	0.14~0.22 (0.18)	0.45~0.62 (0.53)	0.80~0.93 (0.86)	0.81~0.97 (0.89)	0.68~0.86 (0.77)	0.74~0.91 (0.82)	
16K, 20 K, 24 K	15	なし	0.06~0.09 (0.07)	0.11~0.16 (0.13)	0.28~0.37 (0.32)	0.53~0.60 (0.56)	0.59~0.67 (0.63)	0.71~0.81 (0.76)	
	25	なし	0.06~0.15 (0.10)	0.22~0.36 (0.29)	0.54~0.71 (0.62)	0.71~0.88 (0.79)	0.68~0.88 (0.78)	0.76~0.95 (0.85)	
	50	なし	0.12~0.26 (0.19)	0.55~0.76 (0.65)	0.86~0.98 (0.92)	0.78~0.94 (0.86)	0.68~0.86 (0.77)	0.74~0.98 (0.86)	
32 K, 48 K	15	なし	0.02~0.07 (0.04)	0.10~0.16 (0.13)	0.28~0.38 (0.32)	0.59~0.67 (0.63)	0.71~0.79 (0.75)	0.77~0.88 (0.82)	
	25	なし	0.07~0.15 (0.11)	0.22~0.35 (0.28)	0.57~0.77 (0.67)	0.75~0.92 (0.83)	0.71~0.88 (0.79)	0.77~0.95 (0.86)	
	50	なし	0.12~0.25 (0.18)	0.57~0.78 (0.67)	0.89~1.00 (0.94)	0.83~0.96 (0.89)	0.77~0.91 (0.84)	0.83~0.98 (0.90)	
96 K	12	なし	0.02~0.05 (0.03)	0.07~0.10 (0.08)	0.21~0.26 (0.23)	0.49~0.55 (0.52)	0.60~0.67 (0.63)	0.68~0.74 (0.71)	
	20	なし	0.05~0.08 (0.06)	0.14~0.17 (0.15)	0.40~0.48 (0.44)	0.70~0.76 (0.73)	0.75~0.81 (0.78)	0.80~0.86 (0.83)	
16 K, 20 K, 24 K	15	100	0.06~0.10 (0.08)	0.40~0.48 (0.44)	0.74~0.81 (0.77)	0.72~0.80 (0.76)	0.66~0.73 (0.69)	0.82~0.91 (0.86)	
	25	100	0.16~0.32 (0.24)	0.54~0.75 (0.64)	0.85~0.98 (0.91)	0.76~0.92 (0.84)	0.70~0.85 (0.77)	0.77~0.95 (0.86)	
	50	100	0.26~0.47 (0.36)	0.83~0.98 (0.90)	0.93~0.99 (0.96)	0.80~0.95 (0.87)	0.75~0.91 (0.83)	0.78~0.98 (0.88)	
96 K	12	100	0.21~0.25 (0.23)	0.51~0.58 (0.54)	0.77~0.82 (0.79)	0.72~0.78 (0.75)	0.59~0.64 (0.61)	0.68~0.76 (0.72)	
	20	100	0.29~0.33 (0.31)	0.65~0.74 (0.69)	0.93~0.99 (0.96)	0.84~0.91 (0.87)	0.74~0.81 (0.77)	0.88~0.97 (0.92)	
密度 10 kg/m ³	25	150	0.30	0.70	0.78	0.70	0.75	0.75	日本建築学会： 設 計 計 画 パンフレット 4
密度 20 kg/m ³	25	150	0.43	0.79	0.85	0.82	0.80	0.80	
密度 20 kg/m ³	25	300	0.60	0.75	0.70	0.75	0.80	0.80	

注 ()内は表示範囲の中間値を示す。

吸音材には多種類あるが、大別するとつぎのとおりである。

(1) 多孔質材料

音波が材料に当たると中の空気が振動する。その空気と材料との摩擦で、音のエネルギーが熱エネルギーに変換される性質のもので、これに属する材料にはロックウール・グラスウール・フェルト・木毛セメント板などがある。

が、ダクト系の吸音には主にロックウールかグラスウールが使用される。特長として、つぎのことが挙げられる。

- 1) 厚さを増すと全吸音領域で吸音率が增加する。
- 2) かさ比重が増すと主として低音領域の吸音率が增加するが、グラスウールの場合はあまりかさ比重が増すと、逆に吸音率が低下する場合がある。

表-2 ロックウール吸音材

種類	厚さ [mm]	空気層厚 [mm]	中心周波数 [Hz]						文献
			125	250	500	1000	2000	4000	
密度 120 kg/m ³ 以下	25	なし	0.03~0.09 (0.06)	0.22~0.34 (0.28)	0.58~0.80 (0.69)	0.78~0.91 (0.84)	0.75~0.84 (0.79)	0.75~0.90 (0.82)	JIS A 6303-1966
	50	なし	0.15~0.29 (0.22)	0.54~0.78 (0.66)	0.83~0.99 (0.91)	0.84~0.91 (0.90)	0.81~0.91 (0.86)	0.86~0.94 (0.90)	
密度 120 kg/m ³ 以上	25	なし	0.05~0.15 (0.10)	0.25~0.50 (0.37)	0.69~0.92 (0.80)	0.80~0.97 (0.88)	0.71~0.93 (0.82)	0.77~0.96 (0.86)	
	50	なし	0.26~0.41 (0.33)	0.62~0.91 (0.76)	0.79~0.99 (0.89)	0.77~0.95 (0.86)	0.75~0.92 (0.83)	0.81~0.98 (0.89)	
密度 120 kg/m ³ 以下	25	100	0.22~0.39 (0.30)	0.66~0.82 (0.74)	0.89~0.98 (0.93)	0.82~0.89 (0.85)	0.76~0.83 (0.79)	0.83~0.92 (0.87)	
密度 120 kg/m ³ 以上	50	100	0.62~0.78 (0.70)	0.81~0.97 (0.89)	0.88~0.98 (0.93)	0.83~0.91 (0.87)	0.78~0.89 (0.83)	0.86~0.98 (0.92)	
密度 100 kg/m ³	25	200	0.47	0.83	0.84	0.85	0.85	0.80	
	25	400	0.60	0.85	0.83	0.80	0.82	0.85	

注 ()内は表示範囲の中間値を示す。

3) 背後空気層の厚さを増すと、低音領域における吸音率が増加する。

表-1^{1), 2)}に、グラスウール・ロックウールの吸音率を示す。

(2) 柔軟材料

軟質発泡樹脂材料などがある。

(3) 穴あき板材料

穴あき石こうボード・穴あき石綿セメント板・穴あきハードボード・穴あき合板・穴あき金属板などがある。

(4) 板状材料

合板・金属板などがある。

2.3 飛散防止用表面処理

吸音材の飛散防止のために、表面を処理する必要がある。この場合の空気抵抗は、材料や表面加工および施工状態で異なってくる。また表面に油などのじんあい(塵埃)が付着して表面が硬化し、周波数特性が高音領域で減退するから、十分空気ろ過の必要がある。ダクト系の吸音装置に使用される材料として、穴あき板・クリンプ金網・亀甲金網・グラスクロスならびにサランクロスなどがある。






(1) 布張りの場合

サランクロスやグラスクロスなど十分に通気性のあるものは、主材料の吸音特性はほとんど変わらないが、張り付ける場合に接着材で布目がつぶれないようにする。もし布目がつぶれた場合は、主材料の吸音特性、特に高音領域における吸音率が低下する。

(2) 金網類の場合

一般的にクリンプ金網または亀甲金網が使用される

表-3 吸音材(多孔質)内張り表面保護と風速の関係

許容風速 [m/s]		構造
平行	垂直	
6>	4>	 ←保護なし吸音材
6~10	4~7	 ←表面処理された吸音材・グラスクロス
10	7	 ←金網 ←吸音材
10~22	7~15	 ←パンチメタル(開口率20%以上) ←吸音材
22~30	15~21	 ←パンチメタル(開口率20%以上) ←グラスクロス ←吸音材

注 渦流などによって局部的に風速が早くなる吸音チャンバや吸音エルボなどでは、表よりも許容風速を小さくする。

が、主材料の吸音率には影響はない。

(3) 穴あき板

一般には、穴あき鉄板・穴あきアルミニウム板などが使用されている。主材料と板の接触の度合いが周波数対減音量の特性に影響する。また吸音率はパンチの穴径や穴の配置などで決まるが、普通は開口比が30%以上で、かつできる限り穴径が小さいものであれば影響がないとされている。

表面の飛散は風速と関係がある。表-3³⁾に吸音材の表面の保護法と風速の関係を示す。

2.4 騒音源のパワーレベル

(1) 送風機騒音

送風機からの騒音は、揚力による騒音、押のけによる騒音、回転による騒音、渦による騒音、送風機構造体の干渉による騒音および機械的騒音からなる。送風機の選定には、バランスのよくとれた静粛なもの、ならびに吸

Bの算出表(前向き羽根)								Bの算出表(後向き羽根)								Tの算出 [dB]	
Hz γs	125	250	500	1K	2K	4K	8K	Hz γs	125	250	500	1K	2K	4K	8K	送風機名	T
0.3	53	52	50	48	45	42	37	0.3	57	56	55	54	50	44	39	多翼	2
0.4	49	49	47	44	41	37	32	0.4	53	52	49	48	46	38	33	遠心	3
0.5	46	46	42	38	35	32	26	0.5	48	47	46	44	42	34	28	リミットロード	3
0.6	42	42	37	34	30	26	20	0.6	44	43	41	39	36	28	22	翼形	3
0.7	38	38	34	28	25	21	15	0.7	40	38	36	35	32	23	16		
0.8	34	34	29	24	19	15	9	0.8	36	35	32	31	27	18	11		
								0.9	31	30	28	26	22	13	5		

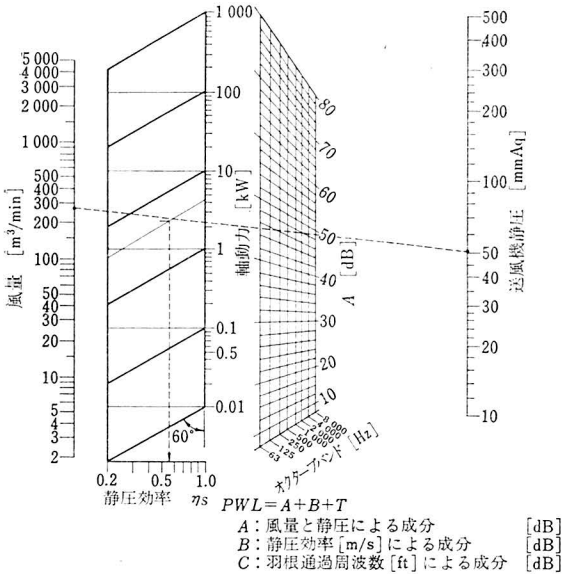


図-2 遠心送風機からダクト内に放射される騒音パワーレベル

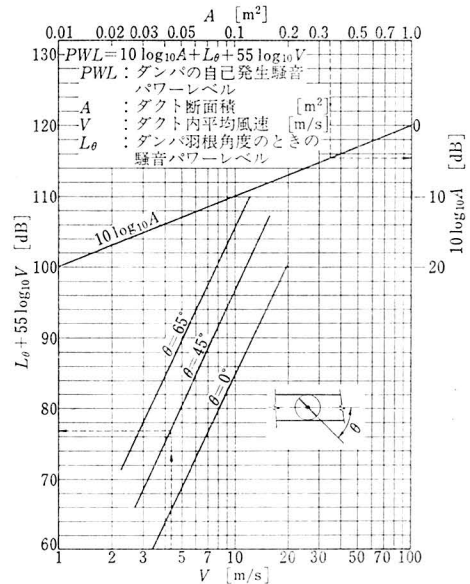


図-3 ダンパの自己発生騒音パワーレベル

音ダクトで気流抵抗の過大により圧力を上げることが多いが、適切な抵抗計算に基づいたものにすることが肝心である。

遠心送風機からダクト内に伝搬される騒音パワーレベルは、図-2⁴⁾で求められる。軸流形の場合は、次式⁵⁾で求める。

$$PWL = PWL_{base} + E + 10 \log(Q \times P_i^2)$$

ただし

PWL_{base} : 各サイズごとのパワーレベル [dB]

E : 最高効率点と使用効率との差で決まる補正值
(よい効率で使う場合は2 dB, 普通の所で使う場合は4 dB, 特に悪い所で使う場合には6 dB)

Q : 風量 [m³/min]

P_i : 全圧 [mmAq]

(2) ダクト中で発生する騒音

ダクト途中で発生する部分は、ダンパ・エルボ・分岐チャンバなどの曲り、断面変化・障害物などで生ずる渦流による騒音、およびダクト自体の振動による騒音がある。ダクト中の騒音は、つぎのような傾向と注意が必要である。

- 1) 風速が大きくなるほど発生騒音が増す。風速が2倍になると発生騒音のパワーレベルは約15 dB増加する。
- 2) ダンパなど気流を遮るものは、ダンパ開度が小さく、ダンパ部での抵抗損失が大きいほどパワーレベルは増加し、高音領域の発生騒音は大きくなる。
- 3) 気流による騒音発生箇所における自己発生騒音レベルが、ダクト系を伝搬してきた送風機騒音より10 dB以上小さければ無視してよい。
- 4) 低速ダクトにおいて、直管部・丸曲り部などの発生騒音は無視してよい。
- 5) ダクト内気流の渦流などでダクト壁を振動させて二次騒音の発生源となり、外部に放射およびダクト内に伝搬するために、ダクトに適正な補強をして振動を防止する必要がある。特に幅広いダクトは、中間にさや(軸)管を入れた丸棒で締め上げる必要も生じてくる。
- 6) 直角エルボは、普通は抵抗損失が大きいため、騒音発生源となるために丸曲りエルボとする。
- 7) 分岐部は低速ダクトの場合は大きな発生源とならないが、分岐直後の方向変換はできる限り避ける。

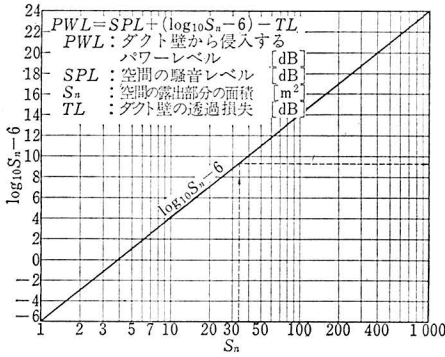


図-4 ダクト壁から侵入するダクト内騒音レベル

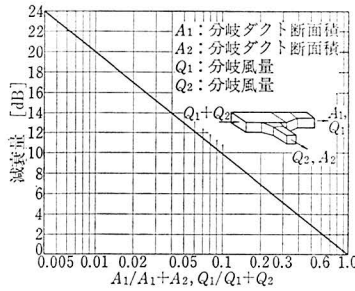


図-5 ダクト分岐減音量算出図

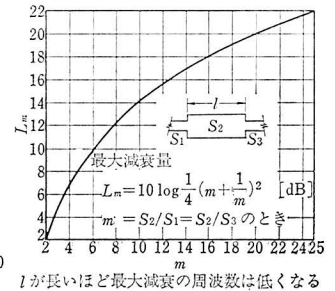


図-6 急激な断面変化のダクトの最大減衰量

8) ダクト系の末端部で分岐する場合は、割込み分岐にして発生騒音を無視できるようにする。

ダンパの自己発生騒音は、図-3⁶⁾から求める。

(3) ダクト壁から侵入する騒音

音圧レベル SPL の騒音が存在する場所をダクトが通過するとき、その騒音がダクト全表面から侵入する。一般には、ダクト中の騒音レベルはダクト壁を透過して侵入する騒音レベルより機械室の近傍でははるかに高く、しかも鉄板製ダクトでは 15 dB 以上の透過損失を有するため、あまり問題とならない。したがって、ダクト系の末端近くのダクトが騒音レベルの非常に高い場所を通過する場合のみ考慮する。図-4⁷⁾に、ダクト壁からの侵入騒音を示す。

2.5 ダクト系における減音

(1) 分岐による減音

ダクトの分岐部では、その分割されたそれぞれの断面積にほぼ比例して騒音のエネルギーが分割されるものとして、周波数特性や分岐部の形状を考慮しないで取り扱う。図-5 に、ダクト分岐による減音量を示す。

(2) 直管ダクトなどの自然減音

直管ダクト、曲率のついた曲りならびにレジューサはあまり大きな減音量の期待ができないので、安全側として無視する。

(3) 急激なダクト断面変化による減音

最大減衰量および計算式は、図-6 に示す。

(4) 開放端反射による減音

ダクト末端の開放端で波長が開放端の寸法に比べて長いもの(低周波)は、その一部が端で反射されて室内に伝達されない。開口部の位置でそれぞれ減音量が異なる。図-7⁸⁾に、開放端反射減音を示す。

2.6 吸音装置の計画

計画過程において必要減音量が把握できると、吸音装置の計画を行う。設計段階にて吸音装置が必要となった場合は騒音特性を十分把握し、また吸音装置の特性を理

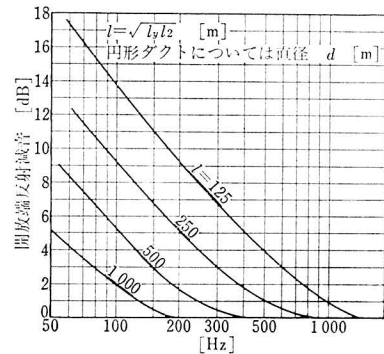


図-7 開放端反射減音

解していないと、むやみに吸音装置を挿入して圧力の損失が増大するのみで逆効果となる。同時に、吹出し口や吸込み口の選定は騒音も考慮のうえで行う。もしこの動作を怠ると、ダクト系でいくら吸音装置を施しても、末端で発生する音を消すことはできない。

(1) 吸音装置の必要条件

吸音装置としては、つぎのことが必要条件として挙げられる。

- 1) 空気抵抗が少ない。
- 2) 概して、低周波の減音能力が大きい。
- 3) 吸音装置内部で、気流による渦流音などの発生を起こさない構造とする。
- 4) あまりスペースをとらない形状とする。
- 5) 気流により表面の飛散やはく(剥)離がない。

(2) 吸音装置の取付け条件

吸音装置を取り付ける場合、その取付け場所などが適切でない場合と吸音装置の設置意味がなくなるので、つぎのことに注意して取り付ける必要がある。

- 1) 吸音装置に合った適正風量とする。気流速度が 20 m/s くらいまではほとんど影響を受けないが、高速の場合は減衰特性は変わる。
- 2) 高温の場合は、常温に比較して音速波長が大き

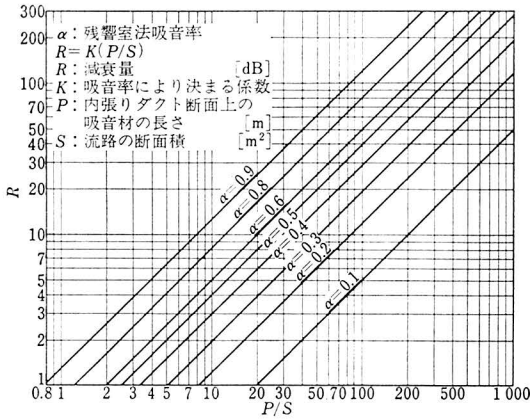


図-8 吸音材内張りダクト減音量(1mあたり)算出図

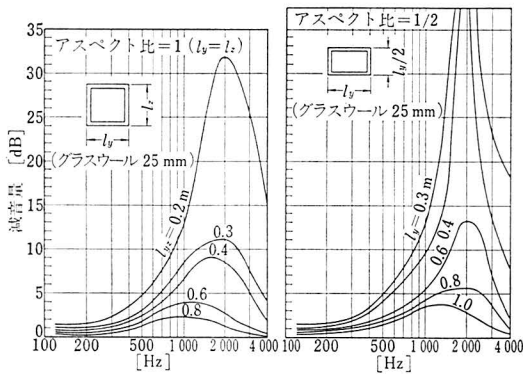


図-9 内張りダクトの減音(Brüelの式)

なり、減衰特性は常温の場合より高音領域側にずれるから、ダクト内の温度に注意を要する。

- 3) 騒音源近くで音量の大きい所、主ダクトであれば機械室内送風機近くに設ける。
 - 4) 送風機の吸込み口に設置すると、送風機吸込みに偏流を起こして送風機の効率の低下を起こすから注意を要する。
 - 5) 機械室外では、ダクトへの透過する騒音量の少ない場所を選んで設置する。
 - 6) 偏流や気流の偏りがある所に設置すると、吸音装置内で不自然な流れを生じて減音能力が低下するから、なるべく整流された所に挿入する。
- (3) 吸音材内張りダクト

a 吸音材内張りダクトの減音量

内張りダクトの減音量は一般に Sabin の実験式(図-8)を用いるが、内張りダクト部分の減音が全体の減音計画中で大きい量を示すときは、Brüel の式(図-9)を使う。

内張りダクトはダクト寸法の小さい場合に適し、ダクト中を伝搬する音の減衰はダクト寸法・形状などで異なるが、一般的に断面積が増せば減音量は減り、アスペク

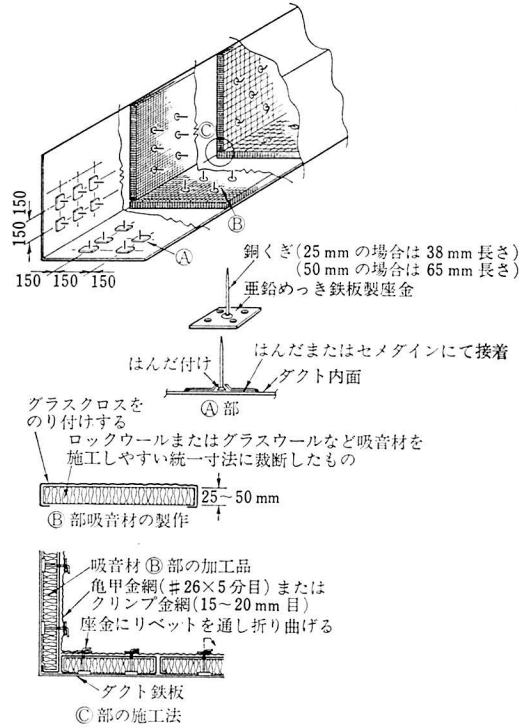


図-10 吸音材内張りダクト施工順序

ト比が増せば減音量は増す。また、低周波数の騒音に対しては効果は少なく、中高音領域に対して効果がある。

b 施工法

- 1) ダクト内面に、図-10の④部に示すような座金を、はく離防止のため150mmピッチではんだ付けするか、またはセメダインで接着する。セメダインの場合は硬化するまで時間をおく。気流温度が高いときははんだ付けが耐熱性接着材を使用する。吸音材が厚い場合とかダクト振動が予想される場合は、スポット溶接してとめる。
- 2) ロックウールまたはグラスウールの主吸音材を施工しやすい統一寸法に裁断し、グラスクロス(#1030)をのり(糊)で主材に張り付ける。取付け部分は図のように裏側まで巻き付けて断面の飛散防止をする。張り付けるときには、のりで布目がつぶれないように注意する。
- 3) 表-3³⁾の許容風速に基づいて、表面保護材としてクリンプ金網・亀甲金網またはパンチメタルを選び、リベットを通して張り付ける。この場合、張り方として、平坦にして空気抵抗が少なくなるようにする。
- 4) リベットに座金を装置して気流の方向に折り曲げ、吸音材および保護材とダクトを密着させる。

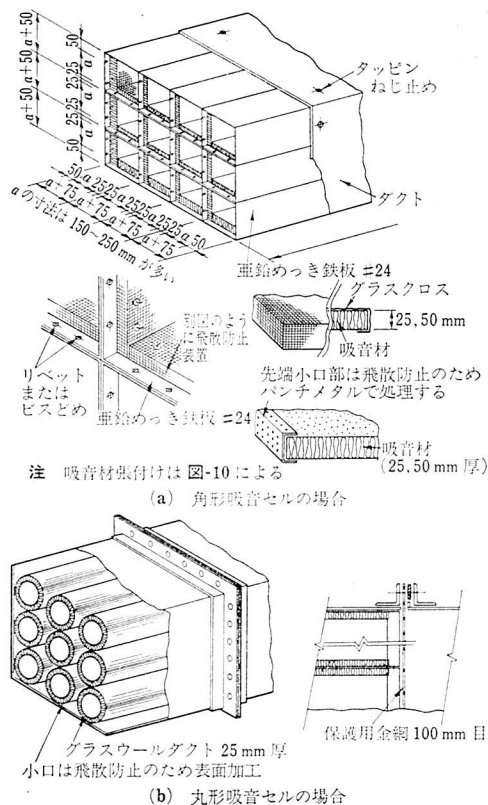


図-11 セル形消音器の施工法

(4) セル形およびスプリット形吸音器

a セル形・スプリット形の減音量

吸音材内張りダクトでは、断面積が大きくなると減音量は急激に小さくなる。このため断面積の大きなダクトでは、断面を分割して断面積の小さな内張りダクトの組合せを作る。縦横に分割した形をセル形、一方向のみ分割したものをスプリット形という。これらの減音量は各流路を内張りしたダクトと考えたものにはほぼ等しい。内張りダクトに比べて減音量は増すが、一方、ダクトの抵抗損失は比例して増大する。

b 施工法

(a) 角形吸音セル

- 1) 図-11(a)に示すように、亜鉛めっき鉄板 #24 で吸音材張付け可能な長さで、かつ流路断面寸法が 150~250 mm のダクトを製作する。
- 2) 各個に吸音材内張りダクトの施工法と同じ要領で、端部をビスどめ可能な寸法 20 mm くらいを残して吸音材を張り付ける。先端小口は、飛散防止のためパンチメタルにて図のように処理を行う。
- 3) 各セルをダクトに挿入して、各セルごとに端部をビスどめまたはリベットかしめで固定する。

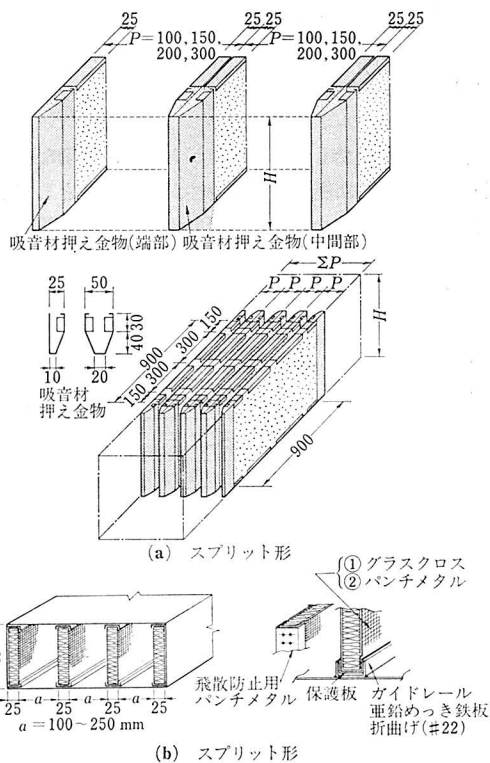


図-12 スプリット形吸音器

- 4) ダクトとセルは、移動防止のために適当にタッピンねじでとめる。

(b) 丸形吸音セル

- 1) 図-11(b)に示すように、厚さ 25 mm で先端小口を飛散防止用表面処理を施して、減音量に合わせた長さのグラスウールダクトをダクト内に装てん(填)する。
- 2) 収納した吸音材の両端は、移動防止のためにクリップ金網を合フランジ間に挿入してダクトに接続する。

(c) スプリット形吸音器

- 1) 図-12(a)の場合は、図のように空気抵抗を少なくするために端部を狭くし、かつ亜鉛めっき鉄板にてダクト高に合わせて吸音材を成型加工する。
- 2) 必要減音量に合わせ、かつ空気抵抗を考慮のうえピッチを決めてダクト内に装てんし、ダクトとタッピンねじで移動・転倒がないように固定する。
- 3) 図-12(b)の場合は、ダクト内に亜鉛めっき鉄板折曲げのガイドレールをスポット溶接する。
- 4) グラスクロスまたはパンチメタルで表面処理された吸音材に、ガイドレールと接触する部分に保護板を付けた成型品を挿入する。この場合、ガイドと保

護板とのすきまはできる限り最小となるようにする。

(5) 吸音エルボ

a 吸音エルボの減音量

普通のエルボでも多少の減音があるが、適切な位置に取り付けた場合は優れた減音特性がある。主として中高音領域に有効で、他の吸音装置に比較して低音領域の効

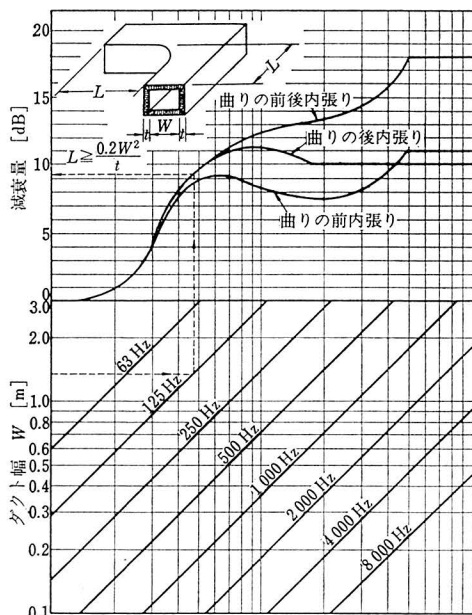
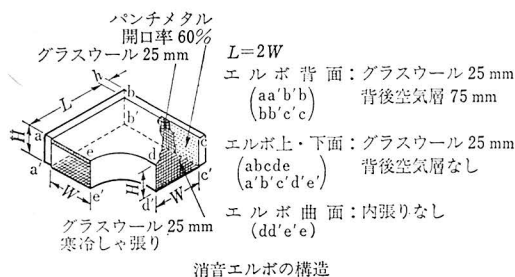


図-13 内側円形直角エルボ(吸音材内張り)減音量



消音エルボの構造

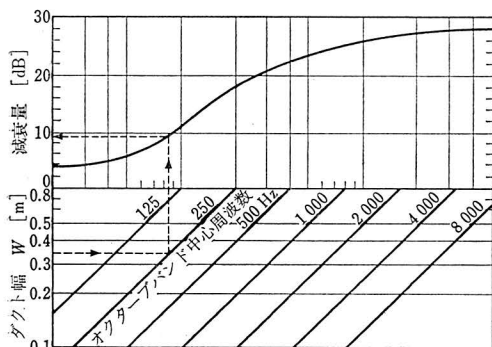


図-14 背面空間付き吸音エルボ減音算出図

果が大き。またダクト幅が大きくなると低音領域の特性が伸びる。同じ吸音エルボでも背後に空気層を設けた場合は、低音領域の特性は大いに伸びる。図-13⁹⁾, 14⁹⁾に、吸音エルボの減音量を示す。

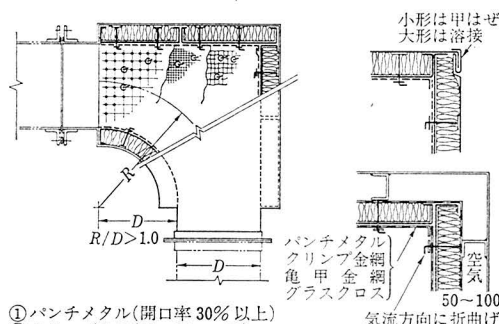
b 施工法

- 1) 吸音材を張り付けたときに、その表面がダクト内面と同一平面になるようなダクト加工をする。
- 2) 図-15のように、吸音材内張りダクトと同じ要領で吸音材を張り付ける。
- 3) 背後に空気層を設ける場合は、吸音材の裏面を必要空気層の厚さに保つために、亜鉛めっき鉄板を \square に加工してスポット溶接し、その上にパンチメタルを取り付けて図のように吸音材を取り付ける。
- 4) 直角吸音エルボの場合は、空気抵抗が大きくなるため図のようにガイドベーンを挿入する。
- 5) 吸音エルボは渦巻きが起きやすく、振動が起きて二次騒音発生源となるおそれがあるので、防振つりの考慮も必要な場合がある。
- 6) 重心が求めにくいので、支持方法に留意して振動による二次騒音発生源にならないようにする。

(6) 吸音チャンバ

a 吸音チャンバの減音量

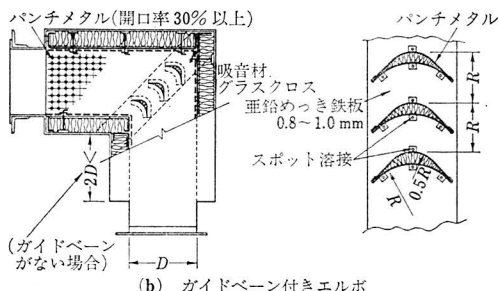
吸音チャンバには、送風機出口に用いるプレナムチャ



- ① パンチメタル(開口率30%以上)
- ② クリンプ金網(15~20目)
- ③ 亀甲金網(#26×5分目)
- ④ ガラスクロス

注 1) 表面処理は風速で変える必要がある。
2) 内張り施工法はダクト内張りと同じ。

(a) 内曲り吸音エルボ



(b) ガイドベーン付きエルボ

図-15 吸音エルボ

ンバなど大形チャンバと、各分岐に用いる圧力チャンバや吹出し口・吸込み口チャンバなどの小形チャンバがある。

吸音による減音量は、小形は平面波理論、大形は吸音力の大きい室への音のエネルギーの拡散と減衰という考えによる。図-16¹⁰⁾に小形吸音チャンバの、図-17¹¹⁾に大形吸音チャンバの減音量を示す。

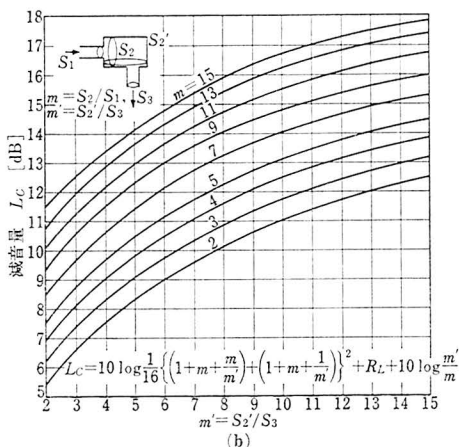
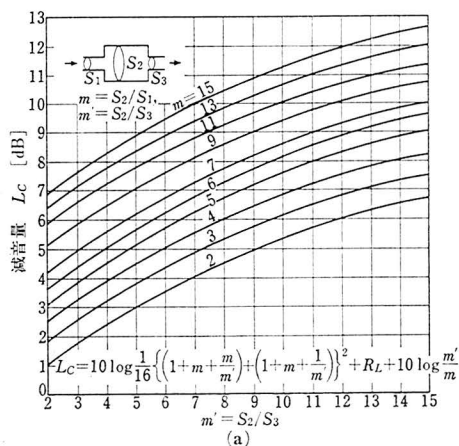


図-16 小形吸音チャンバの減音

b 施工法

- 1) 亜鉛めっき鉄板にてチャンバを作る。大形の場合は補強のため、鉄板を折り曲げてスポット溶接か、山形鋼にて補強してボルト締めにて加工する。
- 2) 吸音材の張付けは、図-18に示すようにその要領は、吸音材内張りダクトと同じである。
- 3) ダクトの取出し口の部分は、図に示すように、飛散防止のために、小口部はパンチメタルにて保護する。
- 4) 大形の場合にはマンホールを取り付ける。このマンホールは二重とし、中に吸音材を充て込んで内側部分はパンチメタルとする。
- 5) 吹出し口用小形チャンバは大形に準ずるが、小形のために補強はあまり必要はない。
- 6) 吹出し口用の場合は圧力があまりかからないため、図-18(b)のようにガラス繊維板のみのチャンバもある。この場合は、補強のため継ぎ目は亜鉛め

材 料	かさ比重 [kg/m ³]	厚 さ [mm]	周 波 数 [Hz]							
			125	250	500	1 000	2 000	4 000	8 000	
グラスウール	20	25	0.12	0.31	0.62	0.76	0.75	0.89	0.90	
グラスウール	24	25	0.13	0.39	0.76	0.87	0.75	0.76	0.76	
グラスウール	32	25	0.08	0.32	0.70	0.83	0.79	0.83	0.90	

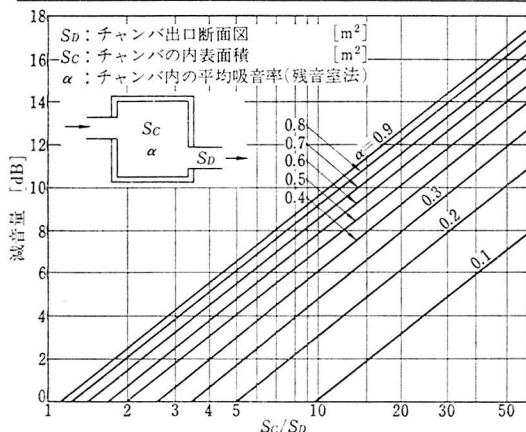
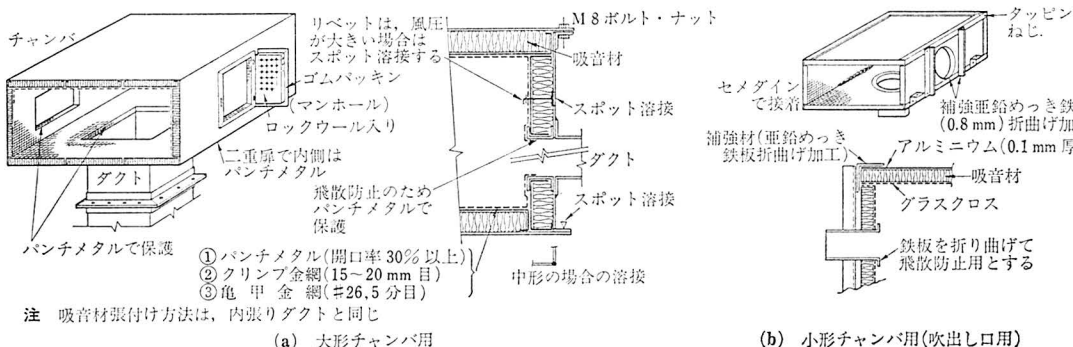


図-17 大形吸音チャンバの減音 [dB]



注 吸音材張付け方法は、内張りダクトと同じ
(a) 大形チャンバ用

(b) 小形チャンバ用(吹出し口用)

図-18 チャンバ形吸音器

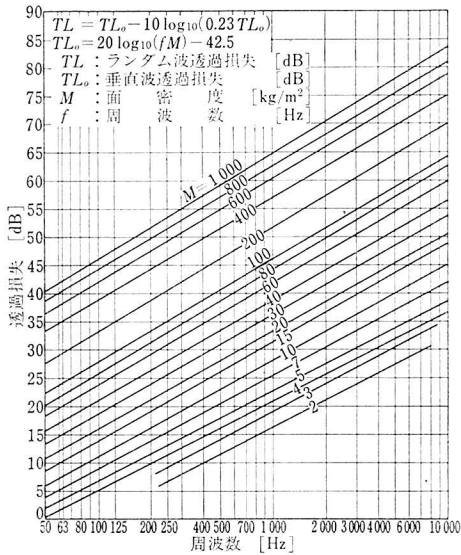
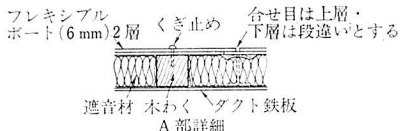
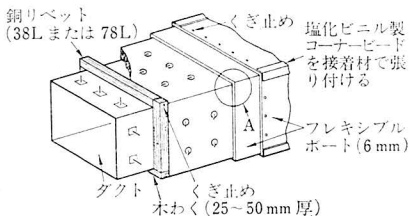
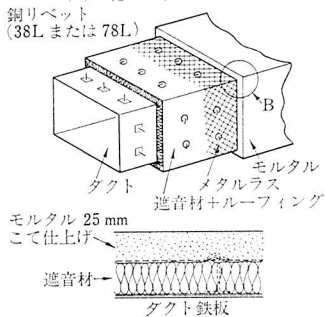


図-19 質量則透過損失算出図(ランダム波入射)



(a) 乾式法(フレキシブルボード)



(b) 湿式法(モルタル)

図-20 遮音施工法

き鉄板折曲げ加工品にて、変形の起こらないようにわく(枠)組みをする。

- 7) 送風機出口用吸音チャンパは最も渦流が起きやすい場所であるから、振動が甚しい。建築構造体との振動絶縁のため、防振つりで平均に加重がかかるよ

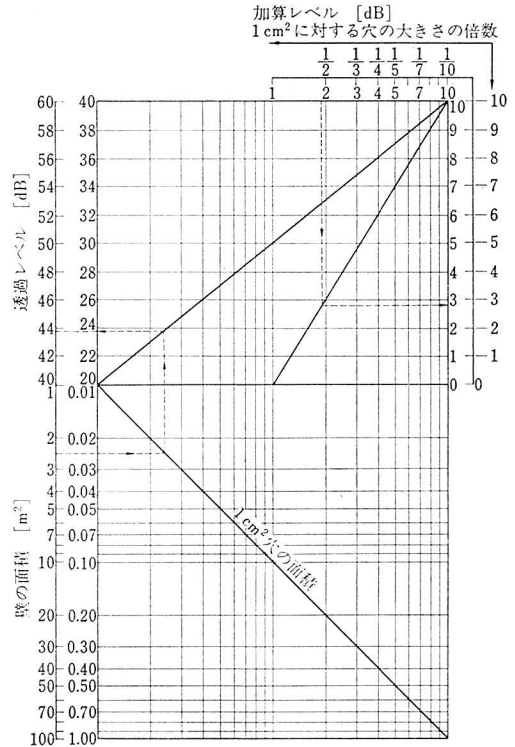


図-21 壁穴の透過音算出図

うに支持する。

3. ダクト系の遮音計画

3.1 遮音計画

遮音とは、音のエネルギーを空間に閉じ込めたり反射させたりすることで、音のエネルギー密度を低下させて遮音する。遮音工事を行う前に音圧レベルの騒音が存在する場所を通過するか、また騒音レベルが静粛を必要とする場所を通過するかをよく見極めて、その箇所に遮音する。

3.2 遮音材料

ダクト系に使用される遮音材料は、主材としてロックウール、表面材としてモルタル・ハードボードまたは鉄板などが使用され、つぎの条件が必要である。

- 1) 透過損失が大きい材料
- 2) 耐久性のある材料
- 3) 共振現象が起きない材料
- 4) 加工性がよい材料

3.3 遮音材料の透過損失

透過損失は面密度が大きければ増える。また面密度が M_1, M_2 の材料を重ね合わせた場合の透過損失は、 $M = M_1 + M_2$ の面密度の透過損失である。図-19¹²⁾に質量則透過損失を示す。

3.4 施工法

- 1) 遮音材を張り付ける場合は、吸音材内張りダクトの要領と同様にして行う。
- 2) モルタル仕上げの場合は、図-20(b)のようにルーフィングの上にメタルラスを張り、モルタルを25mm厚にすきまなく塗る。また、乾燥で亀裂が入らないようにする。
- 3) ハードボードの場合は、図-20(a)のように木わくをダクトに巻き、その間に前記同様に遮音材を張り付けて、その上にハードボード6~8mmを2層に段違いに重ね合わせて木わく(枠)にくぎ(釘)どめをし、角の継ぎ目は塩化ビニル製コーナーボードで化粧する。

施工に際して、すきまがないようにすることが肝心である。すきまによる漏音は図-21¹³⁾によるが、壁の遮音がよいほど穴の漏音が問題となる。

参考文献

- 1) JIS A 6306-1967 グラスウール吸音材
- 2) JIS A 6303-1967 ロックウール吸音材
- 3) 中野有明：吸音機構と消音器，日本機械学会第372回講習会，(昭48-2)，pp.33,34
- 4) ASHRAE Guide and Data Book, System, (1970), p. 503
- 5) N. J. Axivane Co. Ltd., 技術資料
- 6) 小笠原祥五：ダクトの防音(3)，空気調和と冷凍，2-6(昭38)，p. 32
- 7) 永田恵：空気伝搬音に対する遮音設計法，NHK技術研究，15-1,2(昭38)，p. 156
- 8) ASHRAE Guide and Data Book, System(1970), pp. 493~531
- 9) 板本守正監修・空調設備騒音研究会：空調設備の消音設計(第5章ダクト系の消音装置)，(昭51)，p. 5，理工学社
- 10) 後藤滋：送風設備の騒音制御に関する研究，東京大学生産技術研究所報告，(昭35)
- 11) 長友宗重：空気調和設備の騒音制御(第1編第5章ダクト系の減音)，(昭38)，p. 33，鹿島出版研究会
- 12) 日本音響材料協会：騒音対策ハンドブック(第5章しゃ音，5.4 隔壁の透過損失)，(昭41)，p. 284
- 13) 守田栄：騒音と騒音防止，(第10章壁のしゃ音による騒音防止)，(昭50)，p. 162，オーム社

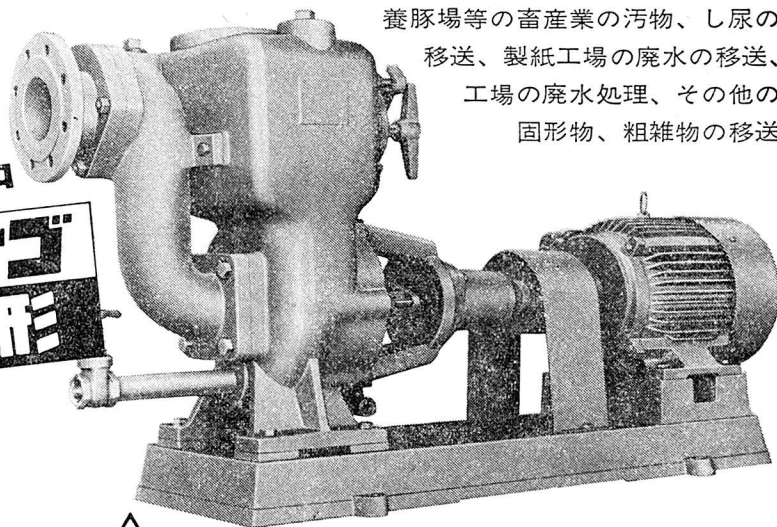
(昭和53. 3. 1 原稿受理)

社会と水の未来をひらく

つま
塞らない自吸式ポンプ

新製品

タカサゴ
BSP形



●口径 50~100mm

●用途 食品工業の雑排水の移送、
養豚場等の畜産業の汚物、し尿の
移送、製紙工場の廃水の移送、
工場の廃水処理、その他の
固形物、粗雑物の移送



高砂鐵工株式会社

ポンプ事業部 愛知県刈谷市野田町北地蔵山1-7 千448 電話<0566>21-5381(代)

東京営業所 ☎03(491)2126(代) 名古屋営業所 ☎052(582)3841(代) 大阪営業所 ☎06(203)3901(代) 福岡営業所 ☎092(721)4543(代)
札幌・仙台・水戸・宇都宮・千葉・新潟・東静岡・浜松・北陸・京都・広島・松山・長崎・熊本

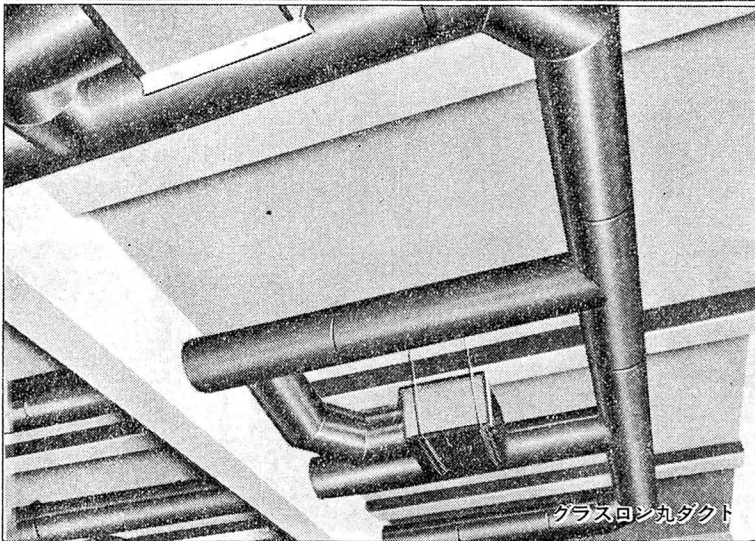
■空調工事の省力化に……………

グラスロンダクト

- 軽量で経済的
- 抜群の吸音性
- 大巾な省力施工
- スピード施工



板ガラス
日本建築センター 施工後12年



グラスロン丸ダクト

鉄板も保温工事もいら
ない
硝子繊維のプレハブダクト

ガラス繊維の総合メーカー

FIBER ◆ GLASS

旭ファイバーグラス株式会社

本社 / 〒162 東京都新宿区市ヶ谷八幡町8-1 シャープ東京ビル
☎ 03(268)1101(代)

大阪支店 / ☎06 (364)3491(代)

名古屋支店 / ☎052(561)2471(代)

福岡支店 / ☎092(431)8221(代)

広島営業所 / ☎0822(93)5041(代)

仙台営業所 / ☎0222(64)2255(代)

札幌営業所 / ☎011(251)3560(代)

ダクトの施工法●特集

送風機の防振および据付け

生井春夫*

機器の防振施工に関して、送風機の防振対策を取り上げ、その問題点と防振支持選定の考え方および概略手順に従った解説を行い、送風機の据付け上の一般的留意点と、送風機回りのダクト施工上の留意点について述べた。

1. 防振対策上の問題点

送風系から発生する騒音は、例えば図-1に示すように吹出し口における発生音(A)、送風機の発生音などがダクト内を伝わる空気音(B)、壁などに入射しこれを透過してくる音(二次固体音という)(C)、および機械振動が防振装置やダクト支持金物などを通して床・壁などに伝わり、その振動によって空気に放射される音(一次固体音という)(D)の合成から成る。

上記のそれぞれの影響度は、機械の種類・大きさ・設置場所・据付け方法などによってかなり異なったものとなる。一般に、防音・防振対策は(A)については風速と吹出し口の選定、(B)についてはダクトの消音装置、(C)については壁体などの遮音装置、(D)については機器・ダクトの防振装置などとなるが、その影響度のいずれが大きいかを検討し、そのレベルの大きいものから重点的に経済性を考慮して、幾つかの防止策を効果的に組み合わせた方法が採られる。

送風機据付けにあたっての防振装置は、上記(D)の対策にはかならないが、その問題点の幾つかを以下に列記した。

- 1) 高層ビルなどのように、床が軽構造のところ据え付ける場合には、構造体に振動障害を起こすばかりでなく、固体伝達音としても建物各部に伝わり、二次発生騒音を引き起こすおそれがあるので、防振対策にあたっては、振動の伝達力の防止と固体伝搬音の防止という二つの面から検討する必要がある。
- 2) 機器やダクトは、低周波から高周波に至る広範囲な周波数領域の振動を各様の強さで発生させているの

で、その大きさだけではなく、スペクトルが問題となる。

これらの振動のうち、20 Hz以下の低周波の振動は人間の耳には聞こえないので騒音としてはあまり問題とならないが、20 Hz以下でも振動が大きいと人体に直接不快感を与えたり、構造体を振動させるなどの振動障害を引き起こす。特に200~8000 Hzの振動は人間の耳でよく感ずる領域なので、小さな振動でも固体伝搬音として建物の各部に伝えられ、二次騒音を発生させて問題となりやすい。

- 3) 一般に、鉄筋コンクリート造の建物の床板の固有振動数(f_0)は15~30 Hz程度といわれており、軽量の鉄骨構造ではさらに固有振動数が低下する。一方、空調機器類の強制振動数(f)も一般に10~30 Hz前後に最低の基本周波数の振動をもつものが多く、共振現象によって振幅や加速度が大きくなるおそれがあるので、 f/f_0 が0.7~1.4の間に入らないように留意することが望ましい(図-3参照)。
- 4) 配管・ダクトの振動は、機器からの振動を除けば

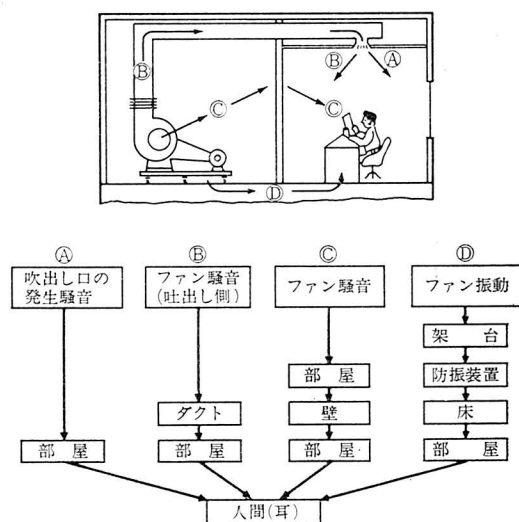


図-1 代表的な送風系の騒音源と伝搬経路

* 大阪電気暖房(株)技術本部 正会員

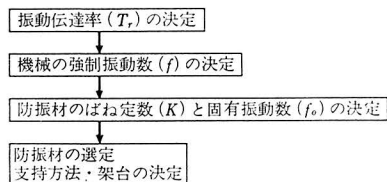


図-2

加振力は一般にそれほど大きくないので、主として固体伝搬音を問題にすればよい場合が多い。

いずれにせよ、防振対策は以下のことに着目し、それが振動そのものとして問題となるのか、固体伝搬音として問題となるのか、あるいは両者が問題となるのかをよく検討のうえ実施する必要がある。

- a) 問題となる場所の建物の床などの固有振動数
 - b) 振動の大きさと周波数特性
- 5) しかしながら、これらの振動あるいは固体伝搬音のエネルギーや伝搬の状況を定量的に求めることは、なかなか困難である。このため、現在一般には機器の設置場所と建物用途・構造、機器の種類と容量・回転数その他から、なかば経験的に振動伝達率を決定して、それを基にして防振設計を実施しているのが実状である。

2. 防振支持選定の考え方

防振の原理は、機器と基礎との間に防振材などを介して機器の振動を反射によってその方向を変え、床などに伝わる力を制限するとともに、その共振周波数を十分低くとることである。

防振支持選定の概略手順例を示すと、図-2 のようになる。

2.1 振動伝達率 T_r

一般に、防振効果は振動伝達率によって、つぎのように表される。

$$T_r = F_r / F_0$$

ただし、

T_r : 振動伝達率

F_r : 床に伝達される加振力

F_0 : 機械が発生する加振力

防振材を介した空調機械が床に及ぼす影響は上下方向の振動が主で、他の方向の振動は無視しても差し支えなく、理論上の運動方程式を解いて機械から床への振動伝達率が求められ、実用的にはつぎの近似式(1)が用いられる。

$$T_r = 1 / \{ (f/f_0)^2 - 1 \} \quad \dots\dots (1)$$

ここで、

f : 機械から発生する加振力の振動数 [Hz]

表-1 振動伝達率の目安

種 類	振 動 伝 達 率	
	地上・工場	中 間 階
送 風 機	0.3	0.1~0.05
エアハンドリング パッケージ形空調機	0.3	0.1
ポ ン プ	0.2	0.1~0.05
冷凍機(往復式)	0.3	0.1~0.05

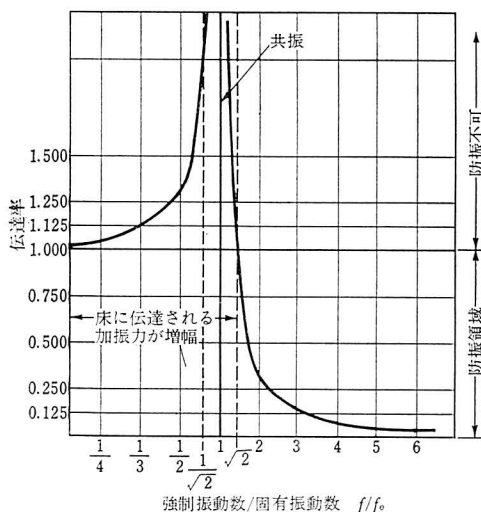


図-3 振動伝達率と f/f_0 の関係

f_0 : 防振材と機械・架台などを含んだ振動系の固有振動数 [Hz]

式(1)の関係を図示したものが、図-3である。 f/f_0 が1のときに共振を起こし、 T_r を1以下にするためには f/f_0 を $\sqrt{2}$ 以上にしなければならない。

振動伝達率 T_r は、機械の種類・容量・設置場所および強制振動数の性格や、建物の用途・構造などを考慮して経験的に決定されるものであるが、その目安は表-1のとおりである。

2.2 強制振動数 f

機械から発生する加振力の振動数 f は、一般に基本振動数のうちの最低のものを対象とする。低周波に問題がなければ高周波のみを対象としてもよいが、この場合でも低周波との共振は避ける。

回転機械の振動数としては軸回転数および軸回転数×羽根数、電動機は軸回転数および軸回転数×極数であるが、この整数倍のものもある。複数の機器を共通架台で支持する場合には、このうち最低の振動数を対象とする。

一方、固体伝搬音を問題にする場合には40 Hz、ホール・スタジオなどでは20 Hz程度を対象とする。ただ

表-2 防振材選定のための最小必要たわみ [mm]

	機 器		地 下	6 m スパン床	9 m スパン床	12 m スパン床
冷凍機	遠心式(密閉・開放形)		7.5	25	43	43
	吸引式		5	25	25	43
エアハンドリング	天井つり	5 HP まで	25	25	25	25
		7.5 HP 以上(500 rpm 以下)	25	43	43	43
		7.5 HP 以上(501 rpm 以上)	25	25	25	43
	床置き	5 HP まで	7.5	25	25	25
		7.5 HP 以上(500 rpm 以下)	7.5	43	43	43
		7.5 HP 以上(501 rpm 以上)	7.5	25	25	43
送風機	50 HP まで(500 rpm 以下)		7.5	43	43	63
	50 HP まで(501 rpm 以上)		7.5	25	25	43
	60 HP 以上(500 rpm 以下)		25	43	50	63
	60 HP 以上(501 rpm 以上)		25	43	43	43

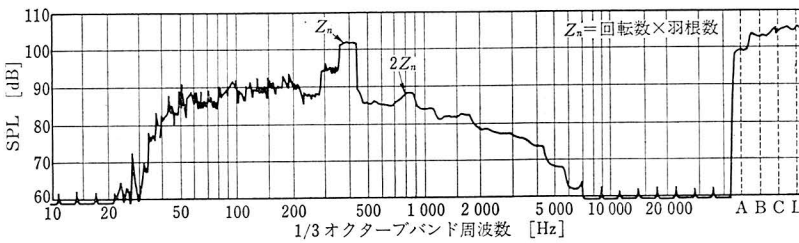


図-4 遠心ファンの騒音周波数特性 (マイクロホンの位置は吸込み口中心から400 mmの最高効率点)

し、この場合も共振は避ける。

送風機からの加振力による振動数は、ファンの回転数の振動(10~20 Hz)、電動機の極数倍の振動である70~150 Hz およびファンの羽根枚数倍である数百ヘルツの振動近辺に山がでる特性があるが、このうち最低となるファン回転数をとれば防振計画では最も安全側となる。低周波騒音を問題としなければ電動機の極数倍あたりの振動をとってもよいが、この場合はファンの回転数の振動に共振しない固有振動数としなければならない。

送風機の騒音スペクトルの例を、図-4¹⁾に示す。

2.3 ばね定数 K と固有振動数 f_0

以上で、振動伝達率 T_r と機械の振動数 f がわかれば、防振支持系に必要な固有振動数 f_0 は式(1)ないしは図-3から求められる。

一方、防振された機械の固有振動数 f_0 は、防振材のばね定数 K と機械の運転全荷重 W によって定まる固有の値で、式(2)で表される。

$$f_0 = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{Kg}{W}} = 4.98 \sqrt{\frac{K}{W}} = 4.98 \sqrt{\frac{1}{\delta}} \quad \dots\dots(2)$$

ただし、

K : 防振材のばね定数 [kg/cm]

W : 送風機・電動機・共通架台などを含んだ全重量 [kg]

g : 重力の加速度(=980 cm/s²)

δ : 防振材の静的たわみ量(= W/K) [cm]

式(2)から、系の固有振動数 f_0 が防振材の静的たわみ量 δ に関係していることがわかる。 δ が大きくなるほど f_0 が小さくなり、したがって f/f_0 が大きくなって T_r が小さくなり、防振効果がよくなる。このことは δ の大きな防振材を使用すれば防振効果も大きくなることを意味しているが、その一例を表-2²⁾に示す。

δ を大きくすることは、伸縮の大きな(ばね定数の小さい)防振材を使用するか、架台を含めた振動系の重量を増せばよい。

式(2)を変形すると、式(3)となる。

$$K = 0.04 W f_0^2 \quad \dots\dots(3)$$

防振装置の f_0 が求まり、運転重量 W を既知とすれば、必要とする防振装置のばね定数 K が求まる。

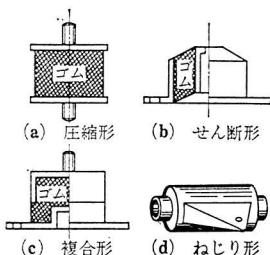
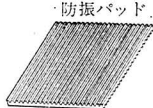
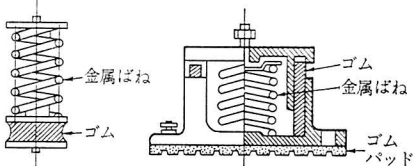
2.4 防振材の選定

防振装置のばね定数 K が求めれば、使用個数 n は1個あたりのばね定数 k (防振材メーカーのカタログより照合する)、受け持つ許容荷重 w とすれば、つぎの関係を満足するように求めればよい。

$$n = K/k = W/w$$

防振材の配置は、個々の防振材に均等に荷重がかかるように取付け位置を選定する。このためには、機械の重心もしくは各部の重量分布が必要である。なお、ポンプの場合は作用圧力を考慮したものでなければならない。

表-3 各種防振材の

種別	機 構 ・ 種 類 ・ 形 状	性 能 と 特 徴
防振ゴム	<p>1) 天然または合成ゴムの適当な硬度のものを、必要な形状に成型し、金属板を取り付けて取り扱やすい形にしたもので、ゴムの弾性を利用して防振する</p> <p>2) ゴムに働く力の形から圧縮形・せん断形・複合形・ねじり形の4種類に大別され、形からの分類では丸形・角形・円筒形・山形などの分け方がある</p> <p>3) 圧縮形は受圧面積あたりの荷重が大きくとれるので最も一般に用いられ、せん断形は荷重方向に小さなばね定数をとることができるので、低荷重の場合や低回転の場合に用いられる。また、複合形は形状によって3方向のばね定数を適当にとることができ、ねじり形はねじり振動を低減させることができる</p>  <p>(a) 圧縮形 (b) せん断形 (c) 複合形 (d) ねじり形</p>	<p>〔特徴〕</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 形状を自由に選定して、XYZ方向のばね定数比を適当に選ぶことができる 2) ゴム自体の内部摩擦によって制動作用があり、共振が少ない 3) 金属板と一体となっており、金属とゴムとの固有音響抵抗の差が大きいため、音の透過率が小さくなって騒音の絶縁性がよい 4) 標準化された製品が多数用意されている <p>〔短所〕</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 温度によってばね定数に変化するので、10~70°C以外の領域での使用には注意が必要である 2) ゴムはひずみ量によってもばね定数に変化する 3) 小さいばね定数は得にくい 4) 耐油性・温度特性・老化などがゴムによって異なる 5) 粘弾性により応力に対してひずみの時間遅れがあるため、静的ばね定数と動的ばね定数は異なる <p>〔その他〕</p> <p>防振ゴムは金属と一体となっているため、見掛けの弾性率はゴムの弾性率と非常に異なっており、この比は形状によって異なるので形状係数といわれている</p>
金属ばね(スプリング)	<ol style="list-style-type: none"> 1) 金属ばねの弾性を利用して防振する 2) コイルばね(つる巻きばね)・板ばね・円すいばね・輪ばねなど種々の形状のものがあるが、空調機器用としては一般にコイルばねが用いられる 	<p>〔長所〕</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) ばね定数が明確で、自由に選べる 2) ばね定数の小さいものでも可能である <p>〔短所〕</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 制動作用に乏しいため、起動・停止時などの共振点を通過するとき共振がシャープにでる(機器の揺れが激しい) 2) 高い振動数では、ばね自体の固有振動によるサージングが起る 3) 材料とコンクリートとの固有音響抵抗の差が小さいので、騒音の絶縁性が悪い
防振パッド	<ol style="list-style-type: none"> 1) 特殊な溝を表面にもったゴム板状製品であり、この溝によって必要なたわみを確保して防振する 2) 広い意味では、防振ゴムの一種と考えることもできる  <p>防振パッド</p>	<p>〔長所〕</p> <p>取付けが簡単で低価格である</p> <p>〔短所〕</p> <p>構造上ばね定数を小さくとることができないため、低周波の防振にはあまり効果がない</p>
ばね併用防振ゴム	<p>ばねの欠点を補うために防振ゴムと一体としたもので、これによって、音響絶縁性の向上や共振ピークの緩和を図ることができる</p>  <p>金属ばね ゴム ゴム 金属ばね ゴムパッド</p>	<p>〔長所〕</p> <p>ばねの長所と防振ゴムの長所を合わせ持つ</p> <p>〔短所〕</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) ばねの短所は克服できるが、防振ゴムの短所は残る 2) 防振ゴムに比べて価格が高い

種類と特徴

使用上の諸注意	用途
1) 防振ゴムの化学的特性に注意する 2) 防振ゴムの設計では動的ばね定数 K_R を用いる 3) 静的ばね定数 K_S と動的ばね定数 K_R との比は、硬度・振幅など異なる 4) 防振ゴムはクリープ現象を示すので、許容荷重以内で使用する 5) 許容荷重は一般にひずみによって制限され、静的荷重に対しては圧縮ひずみ 20%、せん断ひずみ 25% であり、動的荷重に対してはそれぞれ 5%、10% 以下にとることが、疲労・強度・座屈による不安定を避けるために望ましい 6) その他詳細は、メーカーの技術資料・カタログを参照のこと	空調で最も一般的に利用されており、空調のほとんどの機器・配管・ダクトの防振に利用できる
1) 騒音の絶縁性が悪いので、この遮断用としては使用できない 2) ばね定数は小さくできるが、この結果、機器の振動は大きくなるので、機器・配管・ダクト系に十分なフレキシビリティをもたせる必要がある	騒音の絶縁性が悪いため、防振ゴムと併用して用いられることが多い
1) 2枚以上重ねて使用する場合には、2~3mm 程度の鉄板を間に入れるとよい 2) 防振ゴムと同様に、化学的特性に注意する	高い周波数の振動の防振に有効であるので、冷凍機・空調機などの防振に用いられる
1) ばね定数を小さくするときは、機器の振幅に注意する 2) その他は、防振ゴムの項を参照のこと	空調で高度な防振が必要とされる中間階の機器(ポンプ・送風機など)の防振用として用いられる

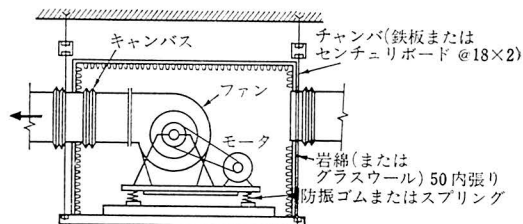


図-5 ファンの遮音チャンバの構造例

防振材の基本的なものとしては、防振ゴム・金属ばね・空気ばね・防振パッドなどがある。

防振ゴムは金属ばねよりもばね定数 K の値が大きく、防振性能は劣るが安価で簡便に使われる。油中で使われなければ屋外でも耐久性は大きい。一般に、 $\delta=1\sim10$ mm, $f_0=5\sim16$ Hz 程度に用いられる。

金属ばねは防振性もよく、機器を建物の中間もしくは上層階に設置するような場合や、大形の低回転数の多翼ファン・遠心ファンなどにはよく用いられる。一般に $\delta=10\sim100$ mm, $f_0=1.5\sim5$ Hz 程度に用いられる。

空気ばねは、金属ばねなどに比べて優れた特長を持っているが、メンテナンスや価格に難点があり、特別な場合以外は使用されない。

機器によっては、重量に耐えるものでありさえすれば相当薄手の防振ゴムだけで十分な場合が多い(パッケージ形空調機など)。このような場合には防振パッドなるものが使用され、条件に応じて厚さや形状などを幾つか選定できるようになっている。

これら防振材の種類と特徴を、表-3³⁾に示す。

3. 送風機の据付け

送風機には各種のものがあるが(表-4)、ここでは遠心送風機の据付け上の一般的留意点と、送風機回りのダクト施工上の留意点について述べる。

3.1 一般的留意点

- 1) 送風機の据付け位置は、騒音・振動の及ぼす影響、接続される風道、保守点検スペースなどを考慮して選定する。
- 2) 基礎は送風機用と電動機用とはできる限り一体に製作すべきで、防振ゴムなどを利用して据え付ける場合は、形鋼製の共通架台とする。
防振材の取付け位置は、機械全体の重量から個々の防振材に均等に荷重がかかるように決める。
- 3) 基礎コンクリートの上端は、原則として据付け前にアンカボルトを埋め、モルタルで水平に仕上げしておく。
- 4) 小形で振動や音響があまり問題とならない場合は、簡単な鋼製架台を利用して、直接床上もしくはは

表-4 主な送風機の種類と特性

名称・形式	特 性					効 率 [%]	特 性	適 用 例
	風 量 [m³/min]	圧 力 [mmAq]	比騒音	比較大きさ	特 性			
遠 心 式	多翼ファン	20~3000	10~100	③	①	45~60	風量の増大とともに、動力も大きくなる。風量が小さく、サージング域に入る	安価であるため、最も多い
	リミットロードファン	50~3000	30~150	④	②	55~65	風量変化に対する動力変化が少ない	抵抗変化の大きい場合など
	サイレントファン	60~1000	50~250	①	④	65~85	圧力曲線に山があるが比較的滑らかである	低騒音で高い圧力が要求される場合など
	翼形ファン	60~3000	50~250	②	③	65~85	サイレントファンに似た特性がある	
軸流ファン	15~10000	0~100	最大⑤	最小①	45~85	動力は、一般に風量増加とともに減少する傾向がある	据付けスペースが限定されるような場合など	

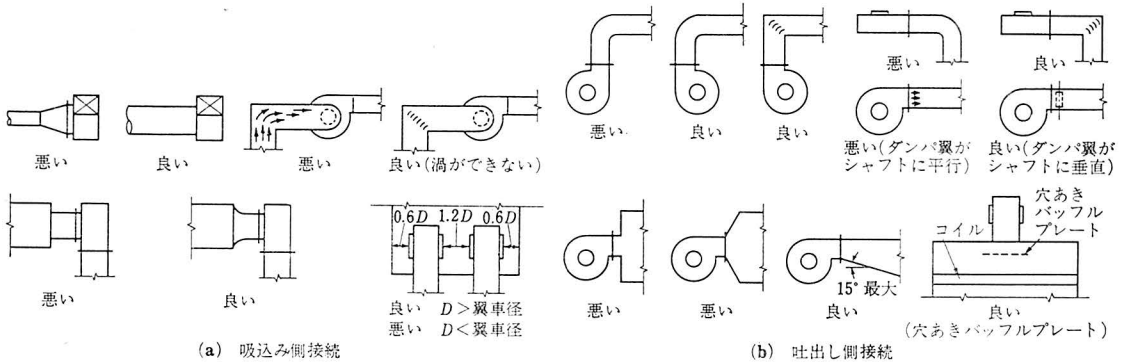


図-6 送風機回りのダクト接続例

天井からつり下げて据え付けることもできる。天井内遮音据付け例を図-5に示す。

- 5) 送風機に対する電動機の位置は、運転時にベルトの張り側が下になるようにするのが望ましい。

Vベルトの張り具合は、緩すぎてもきつすぎてもいけない。上方のベルト中央部を押してみても、ベルトの厚さぐらいへこむ程度、ひねってみて90°ぐらいひねれる程度で、プーリを手で回してスムーズに回るのが適当である。

- 6) 搬入の際に大きな衝撃を与えると、機器本体が変形したりひずみを生ずるので注意する。
- 7) 送風機のレベルは、原則としてシャフトを基準にしてチェックし、必要に応じて送風機および電動機とベースの間にライナを入れて調整する。

3.2 送風機回りのダクト

送風機回りのダクトは系内で最も圧力の高い(低い)部

分であるから、特に留意して施工しなければならない。送風機の出口あるいは吸込み口のごく近い部分で、無理な曲りとか変形がないようにしないと、設計仕様の能力を発揮することができない。特に吸込みダクトの形状は性能に及ぼす影響が大きいのので、損失が少なく気体が旋回しないように施工する必要がある。

図-6⁴⁾によい例と悪い例を示す。

参 考 文 献

- 1) 鈴木昭次：空気機械の騒音とその対策、騒音制御、1-2(1977)、p.12
- 2) ASHRAE Guide and Data Book, Systems Handbook 35,26(1976)
- 3) 松田則雄：空調騒音対策の計画と設計、大阪電気暖房(株)技術レポート、7511, No.4032
- 4) ASHRAE Guide and Data Book, Equipment 3.10(1975) (昭和53.2.28 原稿受理)

ダクトの施工法●特集

ダクトの試験方法

加茂芳彦*

ダクトの試験というと、ダクトの用途が空気を搬送するというところにあるため、一般に風量測定・漏れ試験を指していると考えられるが、広義に解釈すればダクトの摩擦抵抗試験、あるいはダクトから発生するところの騒音測定・振動測定や材料の強度試験なども含めなければならない。しかし、一般に現場では風量測定・漏れ試験が行われているにすぎない。

本稿では、現場を対象として風量測定方法・漏れ試験方法を述べ、実務者の参考に供するものである。

はじめに

空調・換気設備におけるダクトの用途は、調和空気および新鮮外気を所定の室内に配分、あるいは室内の汚れた空気を排出するための風道である。この送風システムは建物によって異なるので、われわれはその条件に対応して、建物の機能を十分に生かせるダクトの製作・取付けを行わなければならない。そのためには、その条件に応じて各種の試験による検査を行うことが必要である。

今日、ダクトの施工にあたってはHASS規格や各官庁および各施工業者などの規格(仕様書)が基準となり、製作・取付けが行われている。これらの規格は、各種の試験、外国の規格[SMACNA(Sheet Metal and Air Conditioning Contractors' National Association, Inc.)など]あるいは経験に基づいて作られたものであるが、若干の相違はあるもののほぼ類似している。これらの規格に基づいて製作・取付けが行われた場合、耐圧を要するとか数パーセントの漏れしか許されないような特殊な場合を除き、ダクトの機能に問題は生じていない。したがって前記のような特殊な場合を除けば、ダクトについての試験という施工後の風量測定が行われているにすぎない。また一般にも、ダクトの試験については風量測定しか知られていないのが実状である。

ここでは現場での施工者を対象とし、各種の風量測定方法と、たまに行われると考えられる漏れ試験方法につ

いて述べる。

1. 風量測定

現場における風量測定は、ダクト系や機器の能力の検査と風量配分の調整のために不可欠であり、施工後の風量測定は必ずといっていいほど行われる。しかし、ダクトの曲り・分岐、ダンパなどによる偏流、吹出し口・吸込み口の多様性のために、簡便で精度の高い測定をすることは容易ではない。測定方法はJIS A 1431(空気調和・換気設備の風量測定方法)で規格化されているが、この方法はすべての現場に適用できるとはいえず、また実行されている形跡もみられない。

一般に、空調設備においては風量の絶対量よりも温湿度の調整のほうが重要視されているので、風量測定は割合に粗雑である。また、種々の測定方法に関する研究の蓄積も極めて少ない。将来、換気量の測定が規定されることも予想されるので、現場における簡便で精度の高い測定方法の規格ができることを望む。

以下、測定方法と測定の手順について述べる。

1.1 ダクト系の風量測定の手順

ダクト系の風量測定は、建物が仕上がった後に行われるのが常である。風量測定時においてはダクト施工の不備は発見されにくいので、施工中に十分なチェックを行っておく必要がある。さもないと、送風機が定格の能力で運転されているにもかかわらず、所定の送風量が得られないことがしばしばある。また、風量測定は一度で完全に終わることができないので、系統数が多い場合などは、特に事前の準備と能率のよい測定作業が行われなければならない。

(1) 施工時の点検

a ダクトの製作・取付け

(a) 施工図は完全なものか

ダクトの納まりが十分に検討されていないと、障害物などにより取付けが困難な場合、極端に抵抗の大きいダクトが取り付けられることがある。そのために設計時より大幅な摩擦損失の増加をきたし、選定された送風機

* 新日本空調(株) 正会員

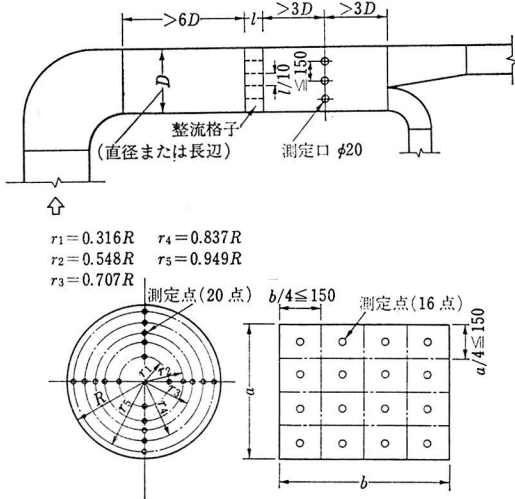


図-1 ダクト測定口および流路断面の測定位置

では能力が不足し、所定の風量が得られない。

(b) 漏れはないか

鉄板の折曲げダクトは、製作者のレベルが低いと運転時の漏れ量が大きい。可視できる漏れ部分は、ダクトシーラなどで十分シールを施しておく。フランジボルトの締付けが困難な部分も同様である。

また、精度が高いダクトが製作されても、取付けにおいてフランジボルトの締め忘れやパッキンの挿入忘れなどがしばしばあるので、被覆前に確認をしておくことが必要である。

b ダンパ類は作動するか

防火ダンパ・ポリウムダンパ・モータダンパ・スモークダンパは、正常に作動するか、ハンドルが障害物と接触して開閉不能はないかを確認し、全開の状態にしておく。

c 吹出し器具類の取付け

風量測定時に吹出し口類の取付けが不備で偏流が大きいと、精度の高い測定を行うことができないので、偏流のないように吹出し口類を取り付け、できれば器具のネックの長さを300mm程度とっておく。器具のシャッタは全開にしておく。

d ダクト測定口の取付け

ダクト内の風量測定口を、主ダクトおよび分岐主ダクトに図-1のように取り付けておくと、風量測定時に便利である。そして、分岐ダクトにもポリウムダンパを取り付けておくことが望ましい。

e 送風機の調整

送風機が完全に据え付けられていないと、送風機の所定の能力が得られない。基礎架台に確実に取り付け、軸受けの潤滑、ベルトの張り具合、防振ゴムへの荷重の

偏重による傾斜の有無、回転方向の確認を行う。

f ダクト系の圧力損失計算

吹出し口類の風量調整を行う際、送風機から各々の吹出し口類までの圧力損失が等しければ、風量調整は容易にできる。一般に、送風機の選定のためのダクト系の圧力損失計算は最も抵抗が大きいダクト経路について行うが、すべての経路について圧力損失計算を行っておくことが望ましい。そうすれば、送風機から各々の吹出し口類までの圧力損失が等しくなるように、不足する抵抗に見合った抵抗体(パンチング・ポリウムダンパ・変形ダクトの取付け、またはダクトサイズの縮小など)を取り付けることができる。抵抗体を取り付けられない場合でも、各々の吹出し口類までの圧力損失計算を行っておくと、ポリウムダンパ・シャッタの抵抗曲線を基に大まかな開度の調整ができる。この場合は、ダクト系の最大圧力損失と各々の吹出し口類までの圧力損失の差を求めておく。

(2) 測定の準備

a 風速計

JIS B 8330(送風機試験方法)に規定するピトー管、およびこれによって検定された熱線風速計・風車風速計(ビラム風速計)を用いる。

b 風量測定記録用紙

測定時において、風量を記入するための測定用紙を事前に用意しておく。測定用紙には、器具の形式および寸法、設計値(風量・風速)、測定値(風速・風量)が記入できるものとする。

(3) 測定手順

ダクト系の風量測定は図-2に従って行うが、(1)に述べた点検事項は測定直前に再度チェックを行い、不備な所を改善した後に測定にとりかかる必要がある。事前の点検が十分に行われずに測定が実施されると、余分な労力が費やされて能率よく測定ができない。

以下、個々の手法について述べる。

a 主ダクトの風量の調整

主ダクトの風量を設定するには、送風機の特曲線から送風機のアンメータが所定の電流値となるように、主ダクトのポリウムダンパを調整する。一般に、送風機の特曲線は現場に納入された送風機と同形の代表的な送風機の検査によって得られた試験成績表なので、本体とは若干の相違があり、またダクトの圧力損失計算には誤差があるので、ダクト系全体の風量設定は、主ダクトに取り付けた測定口において再度測定することによって行う。

b 分岐主ダクトの風量調整

分岐主ダクトに取り付けられた測定口から風量測定を

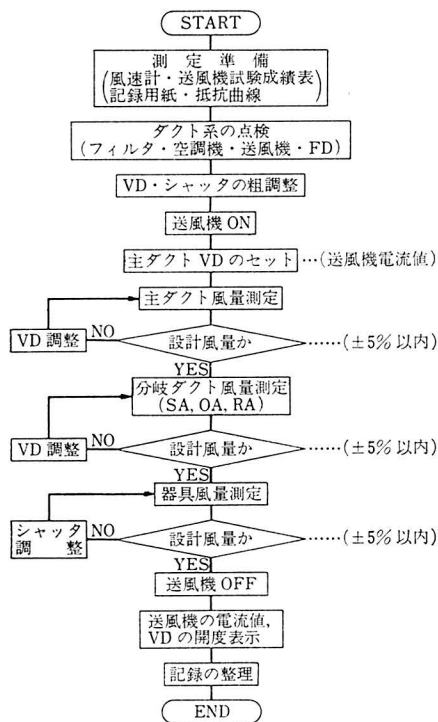


図-2 ダクト系風量測定のプロフローチャート

行い、所定風量になるようにボリュームダンパを調整する。

c 分岐ダクト以降のボリュームダンパおよび吹出し口類のシャッタの調整

送風機から各々の吹出し口類までの圧力損失が大まかにバランスするように、ボリュームダンパ・吹出し口類のシャッタの開度を調整する。ボリュームダンパおよびシャッタの開度はこれらの摩擦抵抗曲線を参照し、ダクト系の圧力損失計算のときに求めたダクト系の最大圧力損失と、各々の吹出し口類までの圧力損失との差圧だけ抵抗をもつ開度とする。

d 吹出し口類の風量測定

後述する風量測定法のうちから適当な方法を選び、吹出し口類の風量を測定する。風量測定の結果、設計風量と誤差(±5%程度まで)がある場合は、再度ボリュームダンパ・シャッタを微調整し、設計風量に合わせる。

e 記録の整理

風量測定が終わると記録の整理を行い、測定は完了する。記録用紙には、送風機の回転数・電流値、ボリュームダンパおよび吹出し口類のシャッタの開度を必ず記入しておく。

後日、それらが動かされた場合に初めから再調整するのに時間がかかるので、この作業は必ず行っておく必要がある。

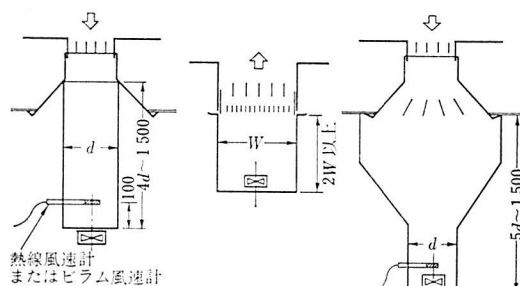


図-3 補助ダクトの例

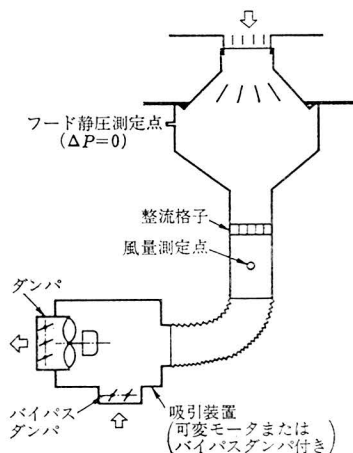


図-4

1.2 風量測定方法

今日行われている測定方法には、つぎの方法が考えられる。

- 1) 風速×面積法
- 2) 補助ダクト法
- 3) 器具定数法
- 4) 吸引法

JISA 1431によると、吹出し口は吸引法で、吸込み口は補助ダクト法で測定することが規定されているが、一般に現場では吹出し口・吸込み口のいずれについても、1)と2)の方法で行っているのが実状である。

測定精度は、測定対象や偏流の有無および測定点数などによって大幅に異なるので、各測定方法の特性を検討し、測定対象や要求精度などの測定目的に応じて適切な方法を選ぶことが大切である。

表-1に、個々の測定方法の特性と使用法を簡単に述べる。ただし、測定精度は偏流の有無によって大幅に異なるので、目安と考えていただきたい。

2. 漏れ試験

一般の空調・換気ダクトでは、空気の漏れが認められ

表-1 風量測定方法

測定方法	測定原理	測定対象	測定上の注意・難点	精度
① 風速×面積法	<p>多点の風速を測定し、積算して風量を求める</p> $Q = \sum_{i=1}^n A_i v_i \approx A(1/n) \sum_{i=1}^n v_i$ <p> Q : 風量 [m³/s] n : 測定点数 A_i : 任意の流路の断面積 [m²] v_i : A_i における風速 [m/s] A : 流路の全断面積 [m²] </p>	全面開口形の流路 (空調機内・ダクト内・フィルタ面・ノズル・パンカルーバなど)	<ol style="list-style-type: none"> 1) 流路断面全体にわたって偏流が少なく、面積がわかる場合に有効 2) 翼形や打抜き鉄板があると噴流があり、測定は不正確である(補助ダクト法を適用) 3) 測定点数が多くなると時間がかかる 4) 測定点数は4~8程度、精度を上げるには図-1による 	偏流がない場合は±5%
② 補助ダクト法	<p>図-3に示すような補助ダクトを吹出し口・吸込み口に装置し、“風速×面積法”(面積は補助ダクト断面積)により風量を求める。補助ダクトにより若干偏流がきょう正できる。JIS A 1431は吸込み口の測定法を規定している</p>	翼形吹出し口 吸込み口 がらり アネモ形吹出し口	<ol style="list-style-type: none"> 1) 補助ダクトは器具の内りりと同断面で、長さが器具の内径または長辺の2倍(JIS A 1431) 2) 偏流が生じている場合は4点以上の測定点をとる(図-2) 3) 補助ダクトの抵抗により若干風量が減少するが、無視してよい 4) フードは風量変化が不明の場合は使用できない 	±10%
③ 器具定数法	<p>あらかじめ実験室で試験装置により器具ごとの器具定数を定めておき、現場では器具定数を定めたときと同じ位置の風速を測定して換算する</p> $Q = A_k(1/n) \sum_{i=1}^n v_i$ <p>A_k : 器具定数 [m²]</p>	アネモ形吹出し口 翼形吹出し口・吸込み口 スリット形吹出し口 パン形吹出し口	<ol style="list-style-type: none"> 1) 風速計は器具定数を定めたときと同形のものを使用する(風速計の特性が影響する) 2) 偏流が大きいと適用できない 	偏流がない場合は±5% 偏流の程度により±50% 程度に達する
④ 吸引法	<p>図-4のように吹出し口にフードを密着し、整流格子・絞りにより偏流を平滑にし、これらによる抵抗増加による風量減少分をファンで吸引した状態で“風速×面積”による方法で風量測定を行う</p>	吹出し口全般	<ol style="list-style-type: none"> 1) 吸引の指標としてはフード内の静圧を用いてもよい 2) 測定装置は市販されたものがない 3) 偏流があっても精度は高い 	偏流がある場合でも±5%以内

るが特別な支障がないために許容されている。空気の漏れが許されないクリーンルームなどのダクトにおいては、継ぎ目・継手の部分にシールが施され、漏れの防止処置がとられるが、漏れ試験は行われていない。

今日では、原子力施設の換気設備などの特殊設備において漏れ試験が行われる程度であるが、漏れが許されない場合あるいは漏れ量が規制されている場合は、必ず漏れ試験による漏れのチェックが必要である。

漏れ試験としては、つぎのものが行われる。

- 1) 空気圧試験
- 2) 空気漏れ試験

以下、個々の試験についてその方法を述べる。

2.1 空気圧試験

原子力施設における汚染空気の排気などのように、ダクトからの気体の漏れが全く許されない特殊なダクト系

においては、空気圧試験を行う。

空気圧試験は、配管系の空気漏れ試験と同じ方法で行う。完全に密封されたダクト系に、ダクトの最高圧力の1.2~1.3倍程度の空気圧を空気圧縮機によってかけ、接続部に石けん水をつけて漏れがあるか否かを検査する。

もちろん、この場合のダクトは鋼板による溶接ダクトあるいは鉄管などが使われる。

2.2 空気漏れ試験

鉄板製などのダクト系においては若干量の空気の漏れがあるので、漏れ量が具体的に数値で規定されている場合は、空気漏れ試験による検査を行わなければならない。ところが、運転状態におけるダクト系の漏れ量を正確に測定することは非常に難しい。

一般に行われている方法は、現場に実際に取り付けたダクトの一部をテストダクトとして取り出し、このテ

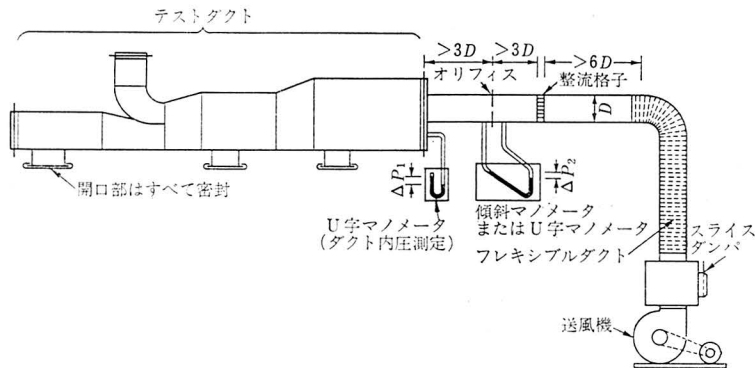


図-5
ダクト漏れ試験装置

表-2 ダクト漏れ試験記録用紙

系統		測定年月日		測定者			
時刻	ダクト内圧マノメータの読み [mmAq]	オリフィス差圧マノメータの読み [mmAq]	オリフィス差圧マノメータの読み [mmAq]	ダクト内圧マノメータの読み [mmAq]	ダクト内圧マノメータの読み [mmAq]	漏れ量 [m ³ /min]	備考
始動時	+	-	ΔP_1	+	-	ΔP_2	
例→ 10:00	7.5	-7.5	15	6.5	9.0	15.5	5.3
オリフィス口径 ϕ							

表-3 系全体の漏れ量集計表

区間	ダクト内圧 [mmAq]	直管の長さ [m]	曲り管の長さ [m]	曲り管の相当長さ [m]	ダクトの相当長さ [m]	単位漏れ量 [m ³ /m·min]	漏れ量 [m ³ /min]	備考
A~B								
例→ B~C	15	10	3.5	21	31	0.063	1.95	
C~D								
ネック								
合計								

ストダクトを密封した状態で運転状態の個々の圧力をかけ、その圧力における漏れ量を測定しておいて、計算によってダクト系全体の漏れ量を推定する方法が行われている。

以下、この方法における具体的な手法を述べる。

(1) 試験方法

a 試験方法

試験装置は図-5に示す。テストダクトの開口部はすべて漏れないよう密封し、JIS B 8330の規格に従って製作されたオリフィスをセットした気密ダクトにより、送風機とテストダクトを接続する。送風機とオリフィスの間は、現場での作業を容易にするためにフレキシブルダクトで接続しても構わない。

送風機は実際の運転圧力以上の圧力が出るものを選び、またダクト内圧を可変できるように可変モータにするか、バイパスダンパ(スライスダンパでもよい)を取り付ける。

テストダクトの長さは、漏れ量にもよるが30~60m程度あれば十分である。

b 測定

送風機を運転してダクト内圧を測定圧に保つために、送風機の回転数またはダンパによって、テストダクトへの送風量を調整する。大気開放のマノメータ ΔP_1 の読みからダクト内圧が所定圧となって安定したら、オリフィス前後の差圧 ΔP_2 をマノメータによって読み取り、キャ

リブレーションしたオリフィスのテスト曲線から通過風量を求める。この通過風量がダクト内圧 P_1 におけるテストダクトの漏れ量である。ダクト内圧は10mmAq間隔程度で、実際の運転圧力まで測定する。ダクト漏れ試験記録用紙を表-2に示す。

(2) 記録の整理

a 漏れ量のグラフ作成

2.2(1)のbで求めたテストダクトからの漏れ量を、両対数グラフ(横軸:ダクト内圧[mmAq], 縦軸:漏れ量[m³/min])に測定圧力ごとにプロットし、プロットした点を通る近似直線を引く。この直線を外れた点は測定誤差と判断し、以降の計算には直線上の数値を用いる。

b テストダクトの調査

テストダクトは部材を調査し、以下のことを記述しておく。

(a) 継ぎ目の種別

ボタパンチスナップはぜ・ピッツバーグはぜなどである。

(b) 接続種別

フランジおよび滑り継ぎ(ドライブスリップ・Sスリップ・ポケットロックなど)で、フランジを使用するときはパッキンの種別を、滑り継ぎを使用するときはシールの有無を確認する。

(c) ダクトの相当長

ピッツバーグはぜの場合には、直管と曲り管・異形管を区別しなくてもよいが、ボタパンチスナップはぜの場合には区別して長さを記述する。この場合の相当長

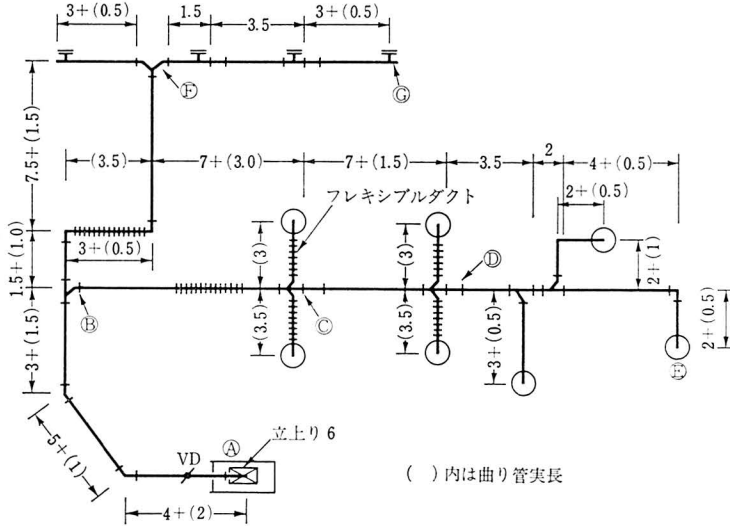


図-6
ダクト系全体のダイヤグラム

()内は曲り管実長

は、直管の実長に曲り管の実長の3倍を加算したものと
する。ただし、曲り管の長さは曲り管の中心で測った長
さとする。

(d) 接続の長さ

接続数量と周長の合計量である。

c ダクトダイヤグラムの作成

図-6のように、テストを行ったダクト系全体のダイ
ヤグラムを作成し、表-3に必要な事項を記入する。ダイヤ
グラムおよび表-3には、つぎのことを記入しておく。

(a) ダクトの相当長

テストダクトの長さと同様の方法で計算した長さを記
入する。

(b) 運転時の仮想圧力

実際の送風機の運転状態におけるダクト内圧をダク
トの圧力損失計算書から求め、ある区間(ダクト内圧が
5mmAq 間隔程度となる区間)ごとにその区間の平均圧
力を記入する。

d 漏れ量の計算

(a) テストダクト1mあたりの漏れ量の算出

ダクトダイヤグラムの区間ごとの平均圧力におけるテ
ストダクト1mあたりの漏れ量を計算し、表-3の単位漏
れ量の欄に記入する。単位漏れ量は次式により求める。

$$q' = q_i / l$$

ただし、

q' : テストダクトの単位漏れ量 [m³/m・min]

q_i : あるダクト内圧のテストダクトの漏れ量 [m³/min]

l : テストダクトの相当長 [m]

(b) ダクト系全体の漏れ量・漏れ率の計算

ダクト系全体の漏れ量および漏れ率は、次式によって

表-4 継ぎ目・継手の漏れ比率係数 K_s, K_j ¹⁾

継ぎ目+継手	K_s	K_j
ピツパグ+フランジ	0.6(0.65)	0.4(0.35)
ピツパグ+スリップ	0.4	0.6
ボタンパンチ+フランジ	0.7(0.8)	0.3(0.2)
ボタンパンチ+スリップ	0.6	0.4

注 ()内は板パッキンを使用したときに適用する。滑り継ぎ
はコーナー部にシールしたときの係数である。

求める。

$$Q_i = q_{st} + q_{ji} = q' l_i (K_s + K_j P_i / P')$$

ただし、

Q_i : ある区間の漏れ量 [m³/min]

q_{st} : ある区間の継ぎ目からの漏れ量 [m³/min]

q_{ji} : ある区間の継手からの漏れ量 [m³/min]

q' : テストダクトの単位漏れ量 [m³/m・min]

P' : テストダクトの実長に対する継手の周長比 [m³/min]

P_i : ある区間のダクトの実長に対する継手の周長
比

l_i : ある区間のダクトの相当長

K_s, K_j : 継ぎ目・継手の漏れ比率係数(表-4から
求める)

$$Q_D = \sum_{i=1}^n Q_i$$

$$L_R = Q_D / Q \times 100$$

ただし、

Q_D : ダクト系全体の漏れ量 [m³/min]

L_R : ダクト系全体の漏れ率 [%]

Q : ダクト系全体の送風量 [m³/min]

e 許容漏れ率

現在、ダクトの漏れ量の規格はなく、空気調和・衛生工学会のダクト施工基準委員会の最大許容漏れ基準(案)がある程度である(空気調和・衛生工学, 41-11, p.31 参照)。

一般に漏れ量が10%を超えた場合は、漏れの原因を確認して施工方法を再検討する必要がある。

あとがき

ダクトの試験法の中で、現場に追従した風量測定方法と漏れ試験法について述べたつもりであるが、これといった絶対的なものがなく、抽象的な説明になってし

まった。今後、これらについても規格化されることを望むが、現場で施工にあられる皆様に少しでもお役に立てれば幸いである。

参考文献

- 1) 空気調和・衛生工学会ダクト施工基準委員会：ダクトの基準化に関する研究，空気調和・衛生工学，41-11(昭42-10)，p.1269
- 2) 特集/空調装置の試験と測定法，空気調和・衛生工学，49-3(昭50-3)，p.195
- 3) 渋谷英嗣・小川重昭・大津久：直管ダクトの空気漏れ試験，空気調和・衛生工学，50-2(昭51-2)，p.239
- 4) SMACNA: High Pressure Duct Construction Standards (昭和53. 3. 3. 原稿受理)

ガスボイラ・湯沸器で実績を誇る

パイコンの電気湯沸器

《用途》

- 飲料用〈官庁・事務所・ビル・飲食店等〉

《経済性》

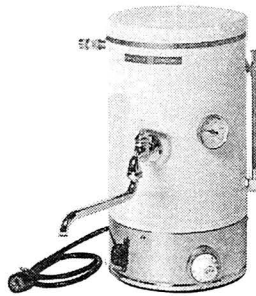
- 熱効率率は電気式のため100%です。
- 器種が多く自由に選べます。
- 置台用と壁掛用があり自由に選べます。

《取扱い》

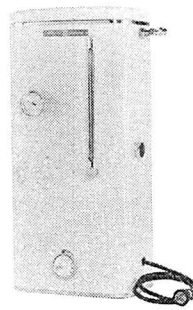
- サーモスタットスイッチをONにし、所定温度に合わせると、自動温度調整します。
- 給水はホールタップ式〈開放式〉です。
- 温度は95°Cまで上げられますので飲料に最適です。
- タイマー付(24時間用)も製作します。

《耐久性》

- 内胴はステンレス SUS304 を使用しています。
- ヒーターは銅パイプクローム1号で耐久性があり衛生的です。



ME型(置台式)
ME10型～ME60型



MEK型(壁掛式)
MEK型10型～MEK

《優れた性能を誇る製品の数々》

■ ガスボイラー MU型

- 給湯用 MU-20型～MUS-180型
発生熱量20,000～180,000Kcal/h
- 暖房用 MU-30型～MU180型
発生熱量30,000～180,000Kcal/h

■ 温水ボイラ

- MHW-A型・MHWS-A型
- 80型～500型
発生熱量31,500～186,000Kcal/h

■ 給湯/暖房兼用ボイラー

- MHW-WP型
- MHW-WP80型
暖房30,000 給湯24,000Kcal/h
- MHW-WP150型
暖房50,000 給湯30,000Kcal/h

■ ガス貯蔵湯沸器 ST型 (置台式)

- ST-10型～ST360型

■ ガス貯蔵湯沸器 STK型 (壁掛式)

- STK-10型～STK60型



ボイラ・湯沸器の総合メーカー

株式会社 **松島製作所**

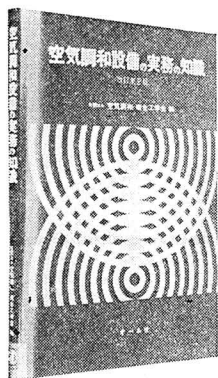
営業本部 〒104 東京都中央区八重洲5-5-10(豊屋ビル) ☎(03)278-0131代
 総務・工場 〒135 東京都江東区東雲2-6-10 ☎(03)529-0135代
 栃木事業所 〒327 栃木県佐野市栄町5-1 ☎(0283)3-5225代

●空調技術者の基本的な実務書，
最新のデータを盛り込み全面改訂！

空気調和設備の実務の知識 (改訂第2版)

社団法人 空気調和・衛生工学会 編

(B5判 258頁・定価 3,000円)
(会員特価 2,900円・送料 300円)



本書は昭和46年初版発行以来、空気調和関係技術者に対する好個の実務参考書として重用されてきたとともに、空気調和・衛生工学会が毎年開催する講習会用のテキストとしても用いられ好評を得てまいりました。

しかしながら最近におけるこの方面の技術の進歩は目覚しく、各種の関連基準も確立されつつある折柄、全面的に改訂を行う必要が生じたためこれら最新のデータを盛り込み、例題・設計例も刷新してお届けすることになりました。

●主要目次●

- | | |
|----------------|----------------|
| 第1章 空気調和の概要 | 第6章 配管系の設計 |
| 第2章 空気と空気線図 | 第7章 ダクト系の設計 |
| 第3章 空調負荷 | 第8章 機器 |
| 第4章 空気調和の計画と適用 | 第9章 空調設計法 |
| 第5章 換気設備 | 第10章 施工管理と保守管理 |



オーム社

本社=101 東京都千代田区神田錦町3
振替東京6-20018 (291) 0811

会員特価でお買いになる方は空気調和・衛生工学会本部または支部にお申込み下さい。



エアフィルタ (3)

圧力損失

吉川 暲*

エアフィルタの圧力損失について、いろいろな理論解析や実験式を紹介し、非円形断面を含めて各種繊維充てん層について、圧力損失の実験を行った結果について述べたものである。

1. 記号の説明

A : フィルタ面積	[cm ²]
C_D : 抗力係数	[—]
C_{Dm} : 修正抗力係数	[—]
C_t : 入口粉じん濃度	[cm ² /cm ³]
d : 毛細管直径	[cm]
d_f : フィルタ繊維直径	[cm]
d_p : 粒子直径	[cm]
D : 抗力	[g/cm]
f_0 : 繊維断面積	[cm ²]
K : 実験定数[式(31)]	[—]
Kn : Knudsen 数	[—]
l : フィルタの全繊維長さ	[cm]
L : フィルタ厚さ	[cm]
L' : フィルタ単位容積中の全繊維長さ	[cm]
m_1 : 実験定数[式(22)]	[—]
m_2 : 実験定数[式(24)]	[—]
m_3 : 実験定数[式(26)]	[—]
M : 分子量	[—]
N : 繊維間距離	[cm]
Q : ろ過流量	[cm ³ /s]
r_f : 繊維半径(= $d_f/2$)	[cm]
R : ガス定数(= 8.314×10^7)	[—]
Re : レイノルズ数(= vd_f/ν)	[—]
S : フィルタ単位容積中の繊維表面積	[cm ² /cm ³]
t : ろ過時間	[s]
T : 絶対温度	[K]
v : ろ過風速	[cm/s]
α : 充てん率	[—]

α_p : 捕集粒子充てん率	[—]
β : 実験定数[式(31)]	[—]
ΔP : フィルタの圧力損失(清浄時)	[g/cm ²]
ΔP_m : フィルタの圧力損失(粉じん負荷時)	[g/cm ²]
η : 捕集効率	[—]
η_0 : 単独繊維捕集効率	[—]
κ : Kozeny 定数	[—]
λ : ガスの平均自由行程	[cm]
μ : 粘性係数	[g·s/cm ²]
ν : 動粘性係数	[cm ² /s]
ρ : ガスの密度	[g·s ² /cm ⁴]
ρ_p : 粒子の密度	[g·s ² /cm ⁴]
ϕ : 断面形状係数(=繊維断面積/繊維外接円面積)	[—]

2. 圧力損失に関する諸研究

フィルタの圧力損失の取扱い方としては、充てん層を細い円管の集合体として考える円管模型理論(Channel Theory)と、繊維の受ける抗力を基にした抗力理論(Drag Theory)とがある。前者は本来、充てん率の高い粒子充てん層を対象として研究されたもので、充てん率の低い繊維充てん層では、後者のほうが適していると考えられる。

円管模型理論では、円管内層流の Hagen-Poiseuille の考え方を砂層の流れに応用して、Darcy は $v \propto \Delta P/L$ とし、次元解析によって式(1)を得た。

$$v = -\text{const} \frac{d^2}{\mu} \times \frac{dP}{dx} \quad \dots\dots(1)$$

さて、一般につきの関係がある。

$$f(\Delta P/L, Q/A, r_f, \alpha, \mu, \rho, \lambda/r_f) = 0 \quad \dots\dots(2)$$

Buckingham の定理によれば、式(2)は式(3)の四つの無次元数の関数となる。

$$f\left(\frac{\Delta P A r_f^2}{\mu Q L}, \frac{Q r_f \rho}{A \mu}, \alpha, \frac{\lambda}{r_f}\right) = 0 \quad \dots\dots(3)$$

最初の項は、圧力損失は他の A, μ, Q, L が与えられれば、繊維半径の 2 乗に反比例するという式(1)に示した

* 大阪大学工学部環境工学科 正会員

Darcy の法則を示し、第 2 項は繊維半径を代表とするレイノルズ数である。第 3 項 α は充てん率であり、第 4 項は Knudsen 数である。 Q/A すなわち面風速があまり大きくなければ、Darcy の法則が適用できて ΔP は Re には関係なく、Knudsen 数が小さい普通の粘性流れで λ/r_f は ΔP に関係しない。結局、式(4)のようになる。

$$\frac{\Delta P A r_f^2}{\mu Q L} = f(\alpha) \quad \dots (4)$$

$Q L / A \Delta P$ は透過係数 (Permeability) と呼ばれ、幾何学的に同じフィルタに同じ流体を流すとき、充てん率 α と繊維半径 r_f のみの関数となる。

Kozeny と Carman は充てん層を平行な均一径の毛細管とし、流れの方向が充てん層内で変化することを考慮して、毛細管の等価長さ S と毛細管の水力学的直径を用いて Hagen-Poiseuille の式で充てん層内流速を導いた。この場合、水力学的直径として次式を用いて毛細管内の平均流速を求め、これを等価長さ S と充てん率によって面風速に換算した¹⁾。

$$\frac{\text{毛細管内容積}}{\text{毛細管内の流体に接している面積}} = \frac{1-\alpha}{S}$$

これを整理すると、Kozeny-Carman の式は式(5)となる。

$$\frac{\Delta P A}{\mu Q L S^2} = \frac{\kappa}{(1-\alpha)^3} \quad \dots (5)$$

κ は Kozeny-Carman 定数である。 S は上述のように単位体積充てん層の充てん物の全表面積である。充てん物が繊維の場合には、次式となる。

$$S = 2\pi r_f L'$$

ここに、

L' : フィルタ単位容積中の全繊維長さ

しかるに $\alpha = \pi r_f^2 L'$ 、したがって、 $S = 2\alpha / r_f$ となって式(5)は式(6)となる。

$$\frac{\Delta P A r_f^2}{\mu Q L} = \kappa \frac{4\alpha^2}{(1-\alpha)^3} \quad \dots (6)$$

式中の Kozeny 定数について、Langmuir²⁾ は表-1 の値を与えている。

Langmuir²⁾ は、式(6)とは別に繊維配列を千鳥状平行配列とし、繊維を中心とするハニカムを考え、ハニカムと同面積の円筒を外筒に繊維表面を内筒にした二重管を考え、その間の流れを内筒表面で流速 0、仮想外筒内面で速度こう配、したがってせん断応力を 0 という条件で解き、流速を求めた。その結果、式(7)を得た。

$$\frac{\Delta P A r_f^2}{\mu Q L} = \frac{1.4 \times 4\alpha}{-\ln \alpha + 2\alpha - \alpha^2 / 2 - 3/2} \quad \dots (7)$$

Davies³⁾ は、ガラス繊維その他 12 種の繊維を用いて α を 0.006~0.3 の広い範囲に変えて実験を行い、つぎの実験式(8)を示している。

表-1 充てん率と Kozeny 定数の関係

充てん率 α	Kozeny 定数 κ	充てん率 α	Kozeny 定数 κ
1.0	3.000	0.1	7.24
0.9	3.082	0.05	10.76
0.8	3.180	0.02	19.2
0.7	3.305	0.01	31.2
0.6	3.46	0.005	51.6
0.5	3.67	0.002	105.5
0.2	5.23	0.001	184.0

$$\frac{\Delta P A r_f^2}{\mu Q L} = 16\alpha^{1.5}(1+56\alpha^3) \quad \dots (8)$$

つぎに抗力理論では、流れの中を長い円筒がその軸の流れに直角に移動するとき、円筒の受ける抗力は円筒単位長さあたり式(9)となる。

$$D = C_D 2r_f \frac{1}{2} \rho v^2 \quad \dots (9)$$

長さ l の円筒に流体抵抗でなされる仕事は、単位時間あたり Dlv である。したがって、フィルタ中に円筒が分布されていれば、この動力は $\Delta P Q = \Delta P v A$ 、したがって式(10)を得る。

$$\Delta P = \frac{Dl}{A} = \frac{D L \alpha}{\pi r_f^2} \quad \dots (10)$$

Lamb⁵⁾ は円柱回りの速度分布を与え、円筒単位長さあたりの抗力を式(11)のように求めた。

$$D = \frac{4\pi\mu v}{2.00233 - \ln Re} \quad \dots (11)$$

式(11)を式(10)に代入し、整理すれば式(12)を得る。

$$\frac{\Delta P A r_f^2}{\mu Q L} = \frac{4\alpha}{2.00233 - \ln Re} \quad \dots (12)$$

Happel⁶⁾ は、流れを円筒に平行と垂直とに分けて導出している。すなわち、平行の場合は円管模型理論で Langmuir が仮定したような同心二重管の間に、Navier-Stokes の式をたてて速度分布を、さらに抗力を求めた。また、円筒に垂直な場合も慣性項を無視して Navier-Stokes の式を解いて抗力を求め、Kozeny 定数で表示しているが、式(6)を用いて同様の無次元表示すれば、以下のようになる。

1) 円筒群が流れに平行の場合

$$\frac{\Delta P A r_f^2}{\mu Q L} = f_p(\alpha) = \frac{4\alpha}{-\ln \alpha + 2\alpha - \alpha^2 / 2 - 3/2} \quad \dots (13)$$

2) 円筒群が流れに直角の場合

$$\frac{\Delta P A r_f^2}{\mu Q L} = f_t(\alpha) = \frac{8\alpha}{-\ln \alpha - (1-\alpha^2)/(1+\alpha^2)} \quad \dots (14)$$

式(13)は、Langmuir の求めた式(7)から 1.4 の係数をとったのと同じである。

Iberall⁷⁾ は繊維が流れに対して 3 軸方向に $n/3$ 本ずつ

あるとし、 $n/3$ 本は流れに平行で抗力は $D=4\pi\mu v$, $2n/3$ 本は流れに直角で Lamb の式を用い $D=4\pi\mu v/(2-\ln Re)$ とし、それらを加え、さらに実験により修正して式(15)を示している。

$$\frac{\Delta P A r_f^2}{\mu Q L} = 2.35 \frac{2.4 - \ln Re}{2 - \ln Re} \quad \dots\dots (15)$$

Chen⁸⁾ は White がタンク内で動く円柱の抗力は Lamb の導いた式(12)と異なり、円柱と境界面との距離にも関係することを指摘したことに注目し、特に低 Re では繊維間の距離と繊維径の比 N/d_f が繊維の抗力係数を決定すると仮定し、模式的な繊維配列に対する考えを実際の繊維配列に延長すると $N/d_f \propto \alpha^{-0.5}$ として、White の式にこの考えを導入して、式(16-1)を得た。

$$\frac{C_{Dm} Re}{2} = \frac{k_1}{\ln(k_2 \alpha^{-0.5})} \quad \dots\dots (16-1)$$

ただし、 k_1, k_2 は実験により定まる定数で、 $k_1=6.1$, $k_2=0.64$ とした。これから、いままでと同様に表示すれば式(16-2)となる。

$$\frac{\Delta P A r_f^2}{\mu Q L} = \frac{\alpha}{\pi} \frac{k_1}{\ln(k_2 \alpha^{-0.5})} \quad \dots\dots (16-2)$$

桑原⁹⁾ は Happel と同じく二重円筒のモデルを考え、同一径円筒が平行でかつランダムに流れに直角に置かれた場合の抗力を求めている。すなわち円筒断面に左から右へ流体が流れているとき、内・外筒の間の上・下半に一および上の渦をおき、隣の円筒との境界に相当する外筒では渦度 0、縦方向の速度成分 0、また内筒表面では速度 0 という境界条件で Stokes の近似基礎式を解いて流れ関数を、ついで抗力係数を求めている。その結果を同様の無次元数に整理すれば、式(17)となる。

$$\frac{\Delta P A r_f^2}{\mu Q L} = \frac{8\alpha}{-\ln \alpha + 2\alpha - \alpha^2/2 - 3/2} \quad \dots\dots (17)$$

この式から $2\alpha - \alpha^2/2$ を無視すれば、Fuchs & Stechkima¹⁰⁾ の提唱した式になる。また Happel の式(13)の 2 倍になり、Langmuir の式(7)の 2/1.4 倍になっている。以上のようにいろいろのモデルを考えて解いた理論解析には、かなりの差異のあることがわかる。

木村・井伊谷¹¹⁾ はガラス繊維のほか断面形状の影響をみるために、綿繊維・カネカロン・ビニロンを用い、また円形断面ではあるが材質の違うものとして、炭素繊維・テロンを使用して $10^{-3} < Re < 10^2$, $3 < d_f < 270 \mu\text{m}$ の広い範囲で多くの実験を行い、抗力係数を実験式で示したが、いままでと同じ記述の無次元数に換算すれば、式(18)となる。

$$\frac{\Delta P A r_f^2}{\mu Q L} = \frac{\alpha Re}{2\pi(1-\alpha)} \left(0.6 + \frac{4.7}{\sqrt{Re}} + \frac{11}{Re} \right) \quad \dots\dots (18)$$

Re の代表長さとしては繊維直径 d_f を、ただし非円形の場合は、繊維の断面積 f_0 が同一になるような相当直径

$d_f = \sqrt{4f_0/\pi}$ を、また流速には充てん層内の流速 $v/(1-\alpha)$ を用いている。実験結果をガラス繊維に対する実験式と比較すると、かなり近似してはいるが、やはり一つの式で代表させるのは無理なようである。

Pich¹²⁾ によれば、標準状態ではいままで述べたように Navier-Stokes の式に Oseen の方法によりいろいろの近似解を与えていてそれでよいが、低圧下あるいは繊維が非常に細くなって、ガスの平均自由行程 λ に近くなるかまたは小さくなると、すなわち Knudsen 数 $Kn=2\lambda/d_f$ が大きくなるに従って流れが連続的に変わってくることを指摘し、以下のように区別することを提唱している。

- 1) $0 \leq Kn < 10^{-3}$: 普通の流れ
- 2) $10^{-3} < Kn < 0.25$: すべり流れ
- 3) $0.25 Kn < 10$: 遷移流れ
- 4) $Kn > 10$: 分子流れ

ガスの平均自由行程は、式(19)である。

$$\lambda = 0.709 \nu \left(\frac{\pi M}{RT} \right)^{1/2} \quad \dots\dots (19)$$

1 atm, 20°C の空気では 6.54×10^{-6} cm であり、もし $1 \mu\text{m}$ の繊維を用いれば $Kn=0.13$ となってすべり流れになる。したがって、HEPA フィルタのように繊維の細かい場合には圧力損失の推定に Kn を考慮しなければならない。Pich は桑原の流れ関数の式から、 Kn を考慮して式(20)を示している。

$$\frac{\Delta P A r_f^2}{\mu Q L} = \frac{8\alpha(1+1.996Kn)}{-\ln \alpha + 2\alpha - \frac{\alpha^2}{2} - \frac{3}{2} + 1.996Kn \left(-\ln \alpha + \frac{\alpha^2}{2} - \frac{1}{2} \right)} \quad \dots\dots (20)$$

遷移流れについては研究がなく、また分子流れはフィルタでは起こり得ないので省略する。

以上、本章ではいままで行われた圧力損失に関する研究のうち、主なものについて考え方と結果を示した。理論解析でも各式によって 2 倍程度の相違はあるが、一応の目安としてフィルタの圧力損失を予測するのに用いることができる。

3. 各種繊維充てん層フィルタ

前章で主として圧力損失の理論解析式を紹介したが、実際のフィルタでは繊維がランダムに充てんされており、充てんむら、繊維径むら、繊維の屈折や湾曲、さらに繊維断面が円形でない場合など、理論解析できない部分も多く残されており、以下著者の行った実験結果を示して圧力損失に関係する要素の影響を調べ、実験式を得ようとした。実験に用いた繊維は表-2 に示すように 9 種の材質で、繊維径の異なるものなど入手できた 22 種

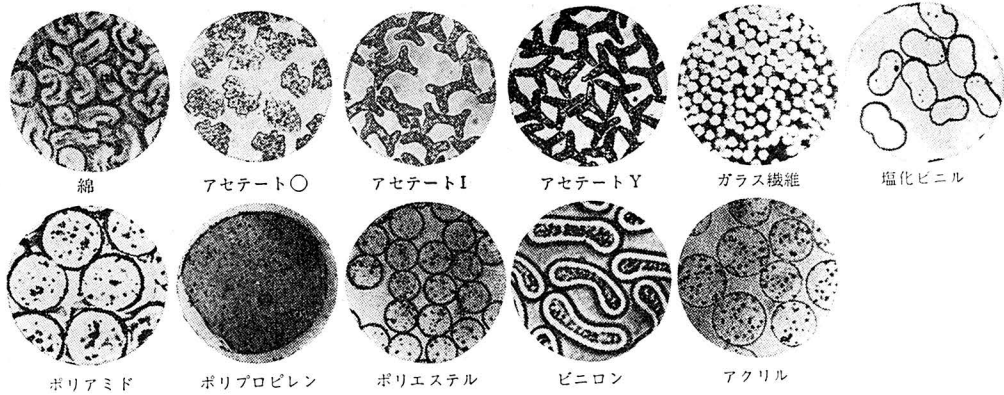


写真-1 各種フィルタ材繊維の断面形状

表-2 供試繊維

分類	繊維名	見掛けの繊維径 d_f [μm]	断面形状係数 ϕ	備考	
植物繊維	綿	14.3	0.40		
再生繊維	アセテート	2den O	16.5	0.52	
		3.5den I	24.3	0.35	
		4den O	24.1	0.52	
		4den Y	31.7	0.30	
		8den Y	45.2	0.30	
		15den O	47.5	0.52	
	ガラス繊維		1.42	1.0	
			2.04	1.0	
			4.89	1.0	
			12.7	1.0	
		16.6	1.0		
合成繊維	塩化ビニル	28.7	0.61	テビロン	
	ポリアミド	14.3	1.0	ナイロン	
		19.3	1.0		
	ポリプロピレン	15.3	1.0	バイレン	
		35.4	1.0		
	ポリエステル	12.5	1.0	テトロン	
	ビニロン	14.7	0.40		
		23.8	0.40		
アクリル	14.0	1.0	エクスラン		

類である。その断面は写真-1に示すとおりで、非円形断面もあり、またアセテートI, Yは紡出ノズルの穴の形を特殊なものにして、フィルタ用として断面がI形やY形に製造されたものである。

ここで断面非円形も含め、見掛け繊維径 d_f として同一方向径の平均をとり、断面係数として“ ϕ =繊維断面積/繊維断面積

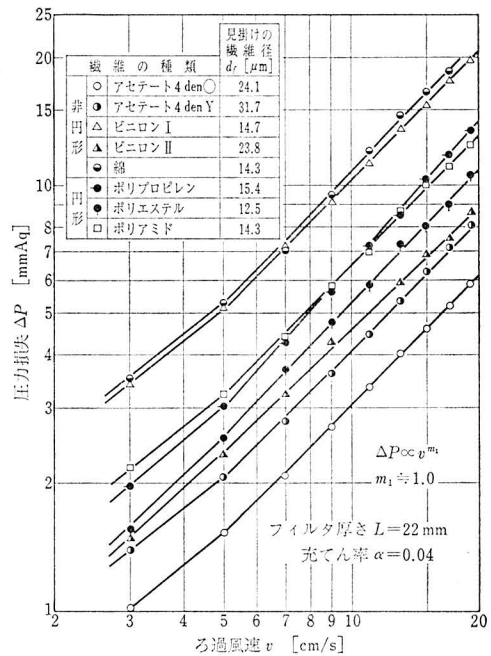


図-1 ろ過風速と圧力損失との関係(低風速)

径となる。

実験はろ過風速 $v=3\sim 300$ cm/s, フィルタ厚さ $L=0.5\sim 11$ cm, 充てん率 $\alpha=0.011\sim 0.10$ と相当広範囲にわたって行った。

3.1 ろ過風速の影響

図-1に低速範囲を、また図-2に高速範囲のろ過風速に対する圧力損失を示す。図から圧力損失は繊維径・繊維断面形状・繊維材質にかかわらず、式(21)とみることができる。

$$\Delta P \propto v^{m_1} \quad \dots\dots(21)$$

この関係は充てん率・フィルタ厚さを変えても成り立つことを確認した。

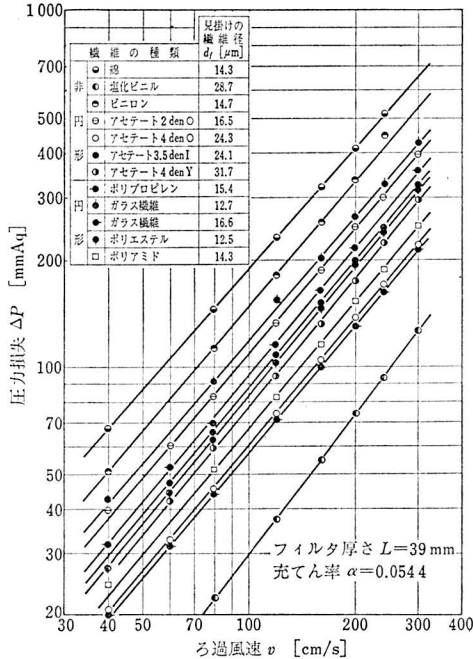


図-2 ろ過風速と圧力損失との関係(高風速)

そして、その指数 m_1 は式(22)となる。

$$\left. \begin{aligned} 3 \text{ cm/s} < v < 5 \text{ cm/s} & \quad m_1 \doteq 0.7 \\ 5 \text{ cm/s} < v < 19 \text{ cm/s} & \quad m_1 \doteq 1.0 \\ 40 \text{ cm/s} < v < 200 \text{ cm/s} & \quad m_1 \doteq 1.2 \sim 1.3 \end{aligned} \right\} \dots\dots (22)$$

充てん層中の流れを Hagen-Poiseuille の法則に従うものとすれば、 $m_1=1$ となるべきであり、一般に広範囲のろ過風速に対する圧力損失を推定するには $m_1=1$ 、すなわち $\Delta P \propto v$ と考えてよい。

3.2 フィルタ厚さの影響

充てん率・ろ過風速を変え、フィルタ厚さをいろいろ変えて圧力損失を測定したが、式(23)が成り立つという当然の結果を確認した。

$$\Delta P \propto L \dots\dots (23)$$

3.3 充てん率の影響

繊維による流れの相互干渉が、圧力損失に影響するであろうことは十分予想される。いまフィルタ厚さ・ろ過風速を一定とし、充てん率を変えて圧力損失を測定した結果を図-3に示す。図からわかるように、式(24)の関係のあることがわかる。

$$\left. \begin{aligned} \Delta P \propto \alpha^{m_2} \\ m_2 \doteq 1.6 \end{aligned} \right\} \dots\dots (24)$$

m_2 は繊維径に影響されるとして、木村・井伊谷¹¹⁾ はガラス繊維に対し、式(25)を提唱している。

$$m_2 = 1.60 d_f^{-0.05} \dots\dots (25)$$

これは繊維が細くなるほど、繊維間距離が小さくなっ

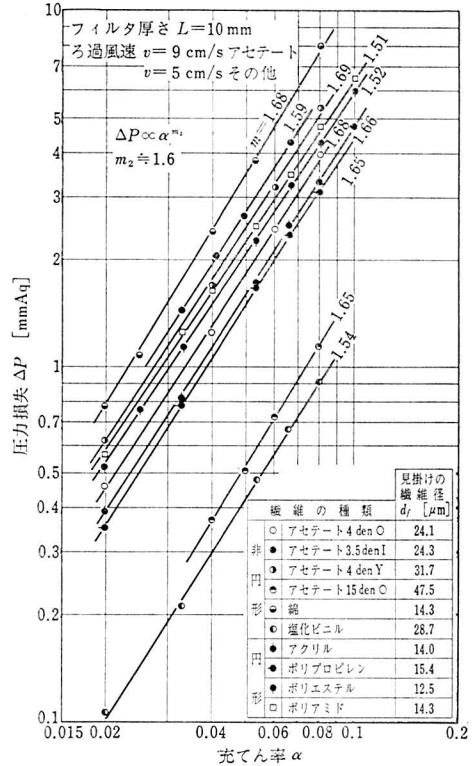


図-3 充てん率と圧力損失との関係

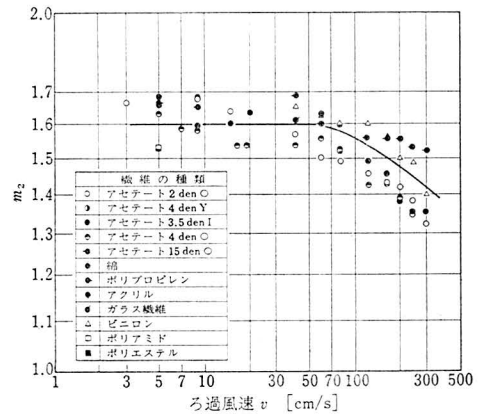


図-4 ろ過風速と指数 m_2 との関係

て相互干渉の影響の大きくなることを意味しているが、指数も小さく、 d_f の影響は無視して差し支えないと考える。著者の実験の供試繊維のうち、同じ円形断面であっても、アクリル・ポリプロピレン・ポリエステル・ポリアミドで m_2 がそれぞれ 1.66, 1.65, 1.52, 1.51 と異なっており、繊維径よりは材質によるところが大きいと考えられる。

ろ過風速が高くなれば充てん層が圧縮され、充てん率

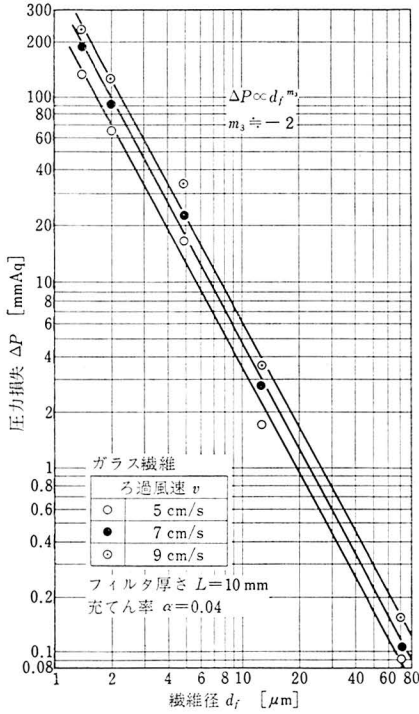


図-5 繊維径と圧力損失との関係

の大きくなるものが当然予測され、 m_2 はろ過風速の影響を受けるものと考え、各種繊維充てん層について実験値を示したのが図-4である。図からわかるように、ろ過風速が1m/s以下では m_2 一定と考えてよく、それ以上では m_2 は減少し、その傾向は繊維の種類によって変わってくる。

3.4 見掛けの繊維径の影響

見掛けの繊維径が圧力損失に及ぼす影響を求めるには、全く相似な断面形状をもち、太さの異なる繊維が必要であるが、非円形断面では入手困難のため、円形断面のガラス繊維で5種の太さについて行った実験結果が図-5であり、式(26)となる。

$$\left. \begin{aligned} \Delta P &\propto d_f^{m_2} \\ m_2 &\approx -2 \end{aligned} \right\} \dots\dots(26)$$

圧力損失は繊維径の2乗に逆比例するというDarcyの法則が実証されたことになる。

3.5 断面形状の影響

圧力損失の理論解析では繊維をすべて円筒とみなしていたが、いろいろの繊維が実用されており、断面形状が非円形となると、流れに対し同じ投影面積でも抗力が異なってくる。

式(9)、(10)から式(27)を得る。

$$\Delta P = \frac{2C_D \rho v^2 L \alpha}{\pi d_f} \dots\dots(27)$$

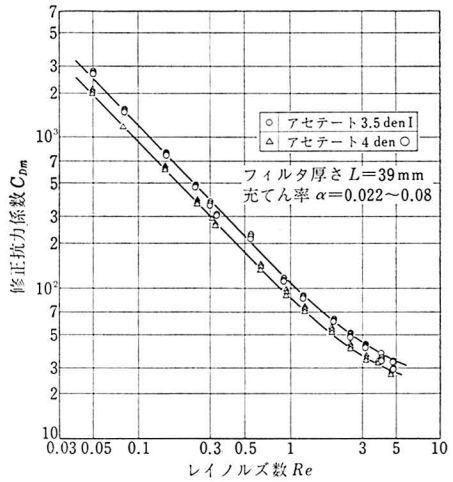


図-6 レイノルズ数と修正抗力係数との関係

前述のように $\Delta P \propto \alpha$ でなく、 $\Delta P \propto \alpha^{1.6}$ であるから、これを考慮した抗力係数を修正抗力係数 C_{Dm} とすれば式(28)となる。

$$C_{Dm} = \frac{\pi d_f}{2 \rho v^2 L \alpha^{1.6}} \Delta P \dots\dots(28)$$

いま同じアセテート繊維で断面形状が○とIとを用いて、レイノルズ数 Re と修正抗力係数 C_{Dm} との関係を示すと図-6のようになる。充てん率を0.022~0.08に変えて実験したが、プロットがそれぞれ1本の線によく乗っており、充てん率 α の影響は十分修正されていると考えられる。しかし断面形状により C_{Dm} は異なるが、ともに $Re < 1$ では45°の直線になり、この範囲では式(29)となる。

$$C_{Dm} Re = \text{const} \dots\dots(29)$$

この関係は、どの繊維の充てん層でも成り立つことがわかったので、それぞれの繊維について定数を求め、断面形状係数 θ との関係を示すと図-7のようになる。図からわかるように、よく1本の直線で近似でき、式(30)、(31)の関係が得られる。

$$C_{Dm} = \frac{K}{Re \theta^{\beta}} \dots\dots(30)$$

$$\left. \begin{aligned} K &= 60 \\ \beta &= 0.58 \end{aligned} \right\} \dots\dots(31)$$

これに対し、同じ円形断面($\theta=1$)の繊維の種類によって K に大きな相違がみられる。したがって、ガラス繊維以外の円形断面繊維では、それぞれの K を読み取って C_{Dm} を決めなければならない。

以上、圧力損失に影響を与える各要素についてその特性を調べたが、式(30)、(31)を式(28)に代入して、圧力損失を求めるものとして、つぎのような実験式(32)を得た。

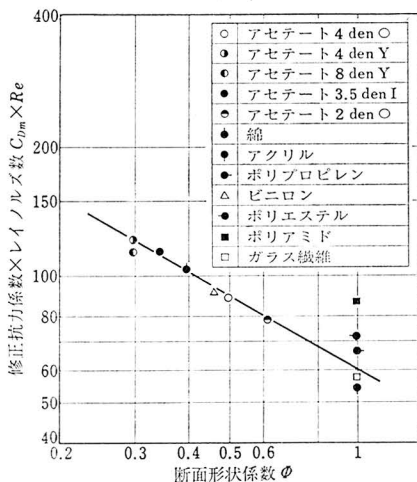


図-7 断面形状係数に対する修正抗力係数 × レイノルズ数の関係

$$\Delta P = \frac{120 \mu v L \alpha^{1.5}}{\pi d_f^2 \phi^{0.53}} \times 10 \quad [\text{mmAq}] \quad \dots (32)$$

4. 粉じん負荷を伴う充てん層フィルタ

著者は充てん層フィルタの実験を行うにあたり、単一分散のポリスチレンラテックス粒子を供給し、個数濃度により捕集効率を求めたため、じんあい濃度が極めて低く、また粒子が高価なためフィルタ性能の経時変化をみるに至らなかった。そこで木村・井伊谷の研究¹³⁾をここに紹介し、粉じん負荷を伴った場合の圧力損失について述べる。

捕集粒子が繊維表面に一樣に付着して繊維が太くなり、充てん率が大きくなって圧力損失が増大するとし、一方、捕集粒子量がろ過時間の関数で示されており、これを組み合わせて、つぎの式(33)を提唱している。

$$\Delta P_m = \Delta P \frac{1}{1 - \frac{1}{\alpha_p(1-\alpha)} \left[\frac{C_i v}{L} \left\{ t - \frac{(1-\eta)}{K_1} (1 - e^{-K_1 t}) \right\} \right]} \quad \dots (33)$$

ここに、

$$K_1 = 50 \sqrt{\frac{\alpha}{\pi}} \frac{\mu C_i \eta_0}{\rho d_p d_f}$$

もし、HEPA フィルタのように初期効率が100%近い高性能フィルタでは、式(33)は簡単になって式(34)となる。

$$\Delta P_m = \Delta P \frac{1}{1 - \frac{1}{\alpha_p(1-\alpha)} \left(\frac{C_i v}{L} \right)} \quad \dots (34)$$

参 考 文 献

1) 詳論化学工学 I(昭43), p.183, 朝倉書店

2) I.Langmuir : Report on Smoke and Filters, Section I, U.S.Office of Scientific Research and Development, No. 865, Part IV, (1942), p.38

3) I.Langmuir : Report on Smoke and Filters, Section I, U.S.Office of Scientific Research and Development, No. 865, Part IV, (1942), p.36

4) C.N.Davies : The Separation of Airborne Dust and Particles, Proc. Inst. Mech. Eng., 1B(5) (1952), pp. 185~213

5) H.Lamb : Hydrodynamics, 6th ed. (1963), p.616, Cambridge Univ. Press.

6) J.Happel : Viscous Flow Relative to Arrays of Cylinders, AICh.E. Journal, 5-2(1959), pp.174~177

7) A.S.Iberall : Permeability of Glass Wool and Other Highly Porous Media, J.Research National Bureau of Standards, 45-5(1950), pp.398~406

8) C.Y.Chen : Filtration of Aerosols by Fibrous Media, Chem. Rev., 55(1955), pp.593~623

9) S.Kuwabara : The Force Experienced by Randomly Distributed Parallel Circular Cylinders or Spheres in a Viscous Flow at Small Reynolds Numbers, J.Phys. Soc. Japan, 14-4(1959), pp.527~532

10) N.A.Fuchs & I.B.Stechkima : A Note on the Theory of Fibrous Aerosol Filters, Ann. Occup. Hyg., 6(1963), pp.27~30

11) 木村典夫・井伊谷鋼一 : 繊維充填層フィルターの集塵性能に及ぼす繊維断面形状の影響, 化学工学, 33-10(昭44), pp.1008~1013

12) J.Pich : Theory of Aerosol Filtration by Fibrous and Membrane Filters, Aerosol Science, (1966), pp.223~285, Academic Press

13) 木村典夫・井伊谷鋼一 : 粉塵負荷を伴う繊維充填層フィルターの圧力損失, 化学工学, 33-12(昭44), pp.1255~1260 (昭和53. 1. 30 原稿受理)

本学会規格(HASS)

● 鑄鉄ボイラ暖房用出力表示規格

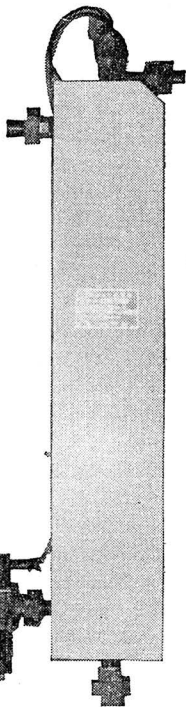
(HASS 103) 体裁/B5判, 8ページ
定価/会員270円 非会員300円 送料200円

● 鋼製ボイラ暖房用出力表示規格

(HASS 104) 体裁/B5判, 7ページ
定価/会員270円 非会員300円 送料200円

● 送風機の騒音出力測定規格

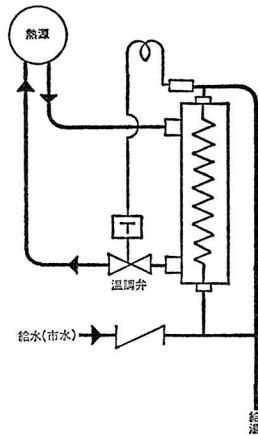
(HASS 110) 体裁/B5判, 8ページ
定価/会員270円 非会員300円 送料200円



パルホット 給湯ユニット

Parhot VX-2

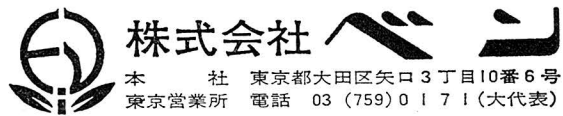
■給湯ユニット・フローシート



パルホット VX-2給湯器はスウェーデンパルカ社が開発したPX型熱交換器を使用して居ります。

■技術説明

1. 4管式中央方式に比べ、設備費が低減できます。
2. 熱計量方式が一元化されます。
3. 第一種圧力容器の適用をうけません。
4. 一次側は70°C～100°Cまでの温水を自由に選択できます。
5. 蒸気も使用可能です(4 kg/cm²gまで)
6. 本体内部配管は、全溶接で漏水の心配はまったくありません。



本社 東京都大田区矢口3丁目10番6号
東京営業所 電話 03 (759) 0171 (大代表)

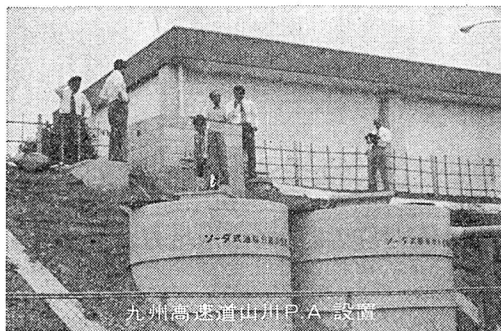
大阪営業所 ☎06 (532) 4451 (代) 仙台出張所 ☎0222(93) 7631 (代)
名古屋営業所 ☎052(331)7534・(321)6213 札幌出張所 ☎011(561)6344・8961
広島出張所 ☎0822(21)5151 (代) 盛岡駐在所 ☎(019697)2425・2426
九州出張所 ☎092(291)2929・1378 技術研究所 ☎045(932)2331 (代)

画期的！グリーストラップ＋三次処理槽

従来のグリーストラップでは除去率、僅か10%しか除去出来ません。

「オイルー」

洗車排水、機械工場・車両整備工場排水処理用、
車庫・駐車場排水用



九州高速道山川P.A. 設置

「グリラー」

給食センター・ドライブイン・ホテル・レストラン等の厨房排水用、生活排水用、水産加工・食肉加工・と畜場廃水処理用、クリーニング廃水処理用、各種廃水三次処理用

項目	原水水质	処理水质	採水施設名	備考
BOD N・ヘキサン	1,200 900	20 1以下	九州高速道山川P.A	厨房
BOD N・ヘキサン	700 280	60 27	甲府湯村ホテル	厨房
BOD N・ヘキサン	340 85	4 2以下	伊藤忠那須山荘	厨房
N・ヘキサン	420	5以下	西東京いすゞモーター	機械油

製造元

水処理のコンサルタント

株式会社 **ソーダエンジニアリング**

〒160 東京都新宿区四谷1丁目20番地
電話 (357) 9031 (代)

総発売元

ソーダ商事株式会社

〒103 東京都中央区日本橋室町2の8
電話 (245) 1841 (代)
大阪・名古屋・福岡・宇部・高松・仙台・札幌・釧路

昭和53年3月

空調設備省エネルギー技術指針案に対する アンケートへのお答え

空調設備基準委員会省エネルギー小委員会
主 査 中 原 信 生

昭和52年5月号に掲載しました空調設備基準委員会省エネルギー小委員会中間報告“空調設備省エネルギー技術指針案”に対し、会員の皆様よりアンケートを求めましたところ活発なご意見が寄せられ、その後の小委員会活動に有益な示唆を得ることができました。回答者の皆様に謝意を表するとともに、ここに本小委員会の合意事項として、ご質問・ご意見に対する回答あるいは見解を記載することにしました。

ご承知のとおり、本小委員会は昭和52年度以降も研究作業を継続しており、最終的には同指針案の改訂を目標として、より充実した内容となるようにワーキンググループを組織して作業しております。したがって、引き続き検討中の項目については今回は明確にお答えできない部分があります。また記載の仕方として、つぎのを行いましたのでご了承願います。

- 1) ご質問・ご意見は、趣旨を損なわない程度に適宜文章を短縮しました。
- 2) 文章表現上の見解の相違に類するものは割愛しました。
- 3) シンポジウムおよびその直後の時点でのご質問・ご意見に対する回答は、同指針案(委員会中間報告)中に盛り込んだものとして、ここでは割愛しました。

上記3)の理由により、吉沢晋氏(同委員会換気規格小委員会主査)から寄せられた外気取入れ量に関するご見解、小林陽太郎氏(同委員会環境基準小委員会幹事)から寄せられた環境の性能の水準のあり方についてのご見解、佐脇順一郎氏から寄せられた機器の季節負荷特性と建物モデルに関するご意見、ならびに山本一夫氏から寄せられた既設建物と新設建物の両指針間の表現の統一性についてのご意見を割愛させていただきました。

また、全般的感想としては“よくできている”，指針案のあり方については“多少修正して指針とするとよい”，“当分は指針案のまま、逐次改良を加えるのがよい”，将来の方向としては“このままの姿勢で、逐次種々の対象建物について指針を出して欲しい”，というご意見が多数を占めました。

表-1 全般的なご意見に対する回答

No.	項 目	ご 意 見 (敬 称 略)	回 答
1	指針案の取扱い	国の省エネルギー対策の中に組み入れ、その実行を進め、米国のように反面ボーナス的な処遇まで考えるようにもっていきたい。(清水寿栄次)	ご指摘については同感です。 その後の建設省・通商産業省などの行政当局の動きは、省エネルギー施設に対する融資基準・省エネルギー基準の作成が活発になってきており、なんらかの方法でこれらの基準作成に役立つよう、当学会としても努力したいと考えています。
2	表 題	“省エネルギー”が、エネルギー保存の意味といわゆる省エネルギー(=エネルギー節約)の意味との両方に用いられている。両者ははっきり区別して用いるべきものと思う。(余田喜重)	エネルギー保存(エネルギー枯渇の防止)ならびに環境汚染の防止を目的とし、保健環境を損なわないという条件の下にエネルギー消費を節減することを、省エネルギーの意味に含んで考えています。
3	建築設計における省エネルギー	建築設計にからむ省エネルギー手法についても、言及してはどうか。(酒井寛二)	日本建築学会省エネルギー委員会でこの問題に取り組んでいます。当学会では、これと連係して空調システムにおける省エネルギーに限定しました。将来はトータルにとらえるべきと考えています。
4	照 度	事務室で仕事を能率よく行うための最適の視環境としては、少なくとも平均照度 500 lx を必要とする。500 lx レベルを確保するように、修正をお願いしたい。以下のものを参照されたい。 1) JIS 照度基準 2) 国際照明委員会 TC-41 屋内照明ガイド、ほか (佐土根範次)	当委員会では、昭和 52 年度の主なるテーマの一つとして、照明ワーキンググループでこれらの指摘を含めて検討を重ねております。これには照明学会関連の方にも委員としての参加を願っています。
5	方 式	1) ふく射暖房について全く触れられていない。 2) 地域冷暖房について全く触れられていない。 3) 廃熱利用・太陽熱利用についても触れて欲しかった。(石塚康司)	最終的にはご指摘のとおり含めるべきと考えますが、現段階では時間的余裕などから割愛せざるを得ませんでした。
		エネルギー搬送システムに対する突込みが不十分である。(石塚康司)	ご指摘の内容が、一次エネルギー搬送についてなのかあるいは二次エネルギー搬送についてなのか不明ですが、この指針案では屋内の空調システムに限ったので、オイル・電力などの一次エネルギー搬送についてはあえて触れませんでした。
6	そ の 他	ASHRAE の資料を参考にするのはよいが、そのまま真似しないで欲しい。外国人と日本人とでは著しく異なっていることを忘れないように。(石塚康司)	参考にはしましたが、わが国独自の状況を反映していると思っています。
		安全第一はいつも前提であることが必要です。(石塚康司)	ご質問の対象が不明確ですが、ご指摘の趣旨のとおりと思います。

編集委員会海外文献紹介小委員会訳

ASHRAE 規格 90-75

“ASHRAE 規格 90-75 新設建物における省エネルギー”

B5判 8ポ2段組み 38ページ 頒価：会員 1000円 非会員 1500円

空気調和・衛生工学会 〒160 東京都新宿区北新宿 1-8-1(中島ビル) 電話 東京(03)363-8261

表-2 具体的なご意見に対する回答

ページ	原 文	ご 意 見 (敬 称 略)	回 答
12 (右) 8行目	<p>6.1 照明を節約しよう</p> <p>この照度範囲を現在における適切な照度の許容範囲と考えると、省エネルギー的にはこの下限の値、例えば、事務室においては300lxまで照度を下げることが望ましい。既設ビルでは、この程度までにランプの間引き消灯などにより照度を下げ、設計製図などの部分的に高い照度を要する所には局部照明を併用するとよい。</p>	<p>この照度範囲は、室の仕事の性質・使用状況などを考えて、この範囲内で適当な照度を選ぶということを示しているが、事務所④(注：普通の仕事をとする事務室)については、基準値500lxをとる。ただ、役員室や会議室などについては300lxを限度として、500lxより少ない値をとってもよい。現在高すぎる照度をこれらの値にまで下げるために、ランプの間引き・消灯などをすることは照度分布のむらなどを生ずるので、恒久的な施設変更をし、例えば回路接続変更・局部照明併用などを考える。 (清水寿榮次)</p>	<p>表-1のNo.4をご参照ください。</p>
16 (右)	<p>1) ボイラに対しては、燃料の<u>低位発熱量</u>に対する出力熱量の比率をもって効率とし、したがって燃焼効率・熱交換効率・熱貫流損失のすべてを含めたもので表した数値として、定格負荷において<u>85%以上</u>を目標とすべきである。</p>	<p>下線の部分をそれぞれ以下のようにする。 ・<u>総発熱量</u> ・<u>80%以上</u> (石橋敏宏)</p>	<p>二次側機器・システムに関しては、低位発熱量を採用するほうが明確に効率を規定できると考えて採用しましたが、この件は従来からの問題点であり、引き続き検討を続けています。</p>
16 (右)	<p>4) 吸収冷凍機・エンジン駆動冷凍機など、原動力が燃料によるもの(ボイラを介している場合でも)は、燃料の<u>低位発熱量</u>に対する冷熱出力の比をもって成績係数とし、これができるだけ高く保つこととする。</p>	<p>下線の部分を以下のようにする。 ・<u>総発熱量</u> (石橋敏宏)</p>	
16 (右)	<p>6) 吸収冷凍機は二重効用式のものを用いるべきである。ただし、利用熱源が廃熱である場合、あるいは太陽熱である場合などはその限りではないが、少なくとも新規エネルギーに対するCOPは二重効用式以上のものとする。</p>	<p>吸収冷凍機は、一重効用式のものにあってはCOP 0.55以上を、二重効用式のものにあってはCOP * 以上を目標とすべきである。ただし、利用熱源が廃熱である場合、あるいは太陽熱である場合などはその限りではない。 * 他の関連分野の人の意見による。</p>	<p>原案は比較的大形の機器を想定したものであり、比較的小形の機器についてはご指摘のとおり原案を修正する余地があると考えますが、二重効用式が利用できる容量のものについてはその使用が望ましいと考えます。</p>
27 (左)	<p>図-II・21 ファンの風量と入力特性</p>	<p>風量制御方式として、スクロールダンパを追加してはどうか。 (酒井寛二)</p>	<p>一般的データが得られた段階で追加を検討します。</p>
31 (右)	<p>表-II・12 排気による照明発熱の除去率</p>	<p>照明発熱の除去率は、天井を断熱しない場合はかなり効率が低下すると思う。 (酒井寛二)</p>	<p>ご指摘のように、系全体としては天井面を通じて室内への熱の再侵入が考えられます。密室にはその点も考慮すべきであると思います。</p>

昭和51年度サンシャイン計画委託調査研究成果報告書
太陽熱冷暖房・給湯システムの研究

A4判 タイプ打ちオフセット 502ページ 頒価14000円 送料1000円
残部僅少につき、ご希望の方は本学会事務局までお早めにお申込みください。

表-3 訂 正 箇 所 (〰 部分)

ページ	原 文	訂 正 内 容																																
8 (左)	図-I-7 設定温度を変えた場合の月間暖房負荷の変化(2月)	図-I-7 設定温度を変えた場合の最大冷房負荷の変化																																
8 (右)	図-I-8 設定温度を変えた場合の最大冷房負荷の変化	図-I-8 設定温度を変えた場合の月間暖房負荷の変化(2月)																																
25 (左)	<p>図-II-12 年間消費エネルギーの基準システム に対する増減率</p>	<p>図-II-12 年間消費エネルギーの基準システム に対する増減率</p>																																
27 (右)	VAV の効果をみると表-II-7 のとおりとなり,	VAV の効果をみると表-II-8 のとおりとなり,																																
31 (右)	<p>表-II-12 排気による照明発熱の除去率²²⁾ [単位: %]</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>排気量 [m³/h・台]</th> <th>器具形式 A</th> <th>B</th> <th>C</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>50</td> <td>30</td> <td>35</td> <td>87</td> </tr> <tr> <td>100</td> <td>55</td> <td>65</td> <td>73</td> </tr> <tr> <td>150</td> <td>63</td> <td>77</td> <td>90</td> </tr> </tbody> </table> <p>注 照明排熱の天井裏から室内への再流出については、考慮していない。</p>	排気量 [m ³ /h・台]	器具形式 A	B	C	50	30	35	87	100	55	65	73	150	63	77	90	<p>表-II-12 排気による照明発熱の除去率²²⁾ [単位: %]</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>排気量 [m³/h・台]</th> <th>器具形式 A</th> <th>B</th> <th>C</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>50</td> <td>30</td> <td>35</td> <td>73</td> </tr> <tr> <td>100</td> <td>55</td> <td>65</td> <td>87</td> </tr> <tr> <td>150</td> <td>63</td> <td>77</td> <td>90</td> </tr> </tbody> </table> <p>注 照明排熱の天井裏から室内への再流出については、考慮していない。</p>	排気量 [m ³ /h・台]	器具形式 A	B	C	50	30	35	73	100	55	65	87	150	63	77	90
排気量 [m ³ /h・台]	器具形式 A	B	C																															
50	30	35	87																															
100	55	65	73																															
150	63	77	90																															
排気量 [m ³ /h・台]	器具形式 A	B	C																															
50	30	35	73																															
100	55	65	87																															
150	63	77	90																															
34 (右)	260~360%にも達する過剰な熱エネルギーを消費する(図-II-34)。	260~360%にも達する過剰な熱エネルギーを消費する(図-II-33)。																																

空気調和・衛生用語集

国際感覚を身につけた新しい時代のエンジニアとして、広く会員各位のご購入・ご活用をお勧め申し上げます。

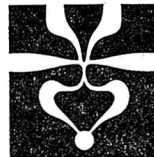
B 6 判	355 ページ
集録語数	約 5 500 語
定 価	2 000 円
会員特価	1 800 円
送 料	250 円

空気調和・衛生工学会 〒160 東京都新宿区北新宿1-8-1(中島ビル) 電話 東京(03)363-8261(代表)

会員特価でお買いになる方は空気調和・衛生工学会本部または支部にお申込みください。

外壁の断熱と放熱器の位置 ならびに室内気候の関係

海外文献紹介



Außenwanddämmung, Heizkörperanordnung und Raumklima

Dr. E. Mayer

(Bau, Trichter, Nov., 1977)

田 中 辰 明*訳

断熱がきいた建物で、窓の気密性も非常によいときには、暖房用放熱器は従来最適といわれていた外壁の窓下に設置するより、内壁側に設置したほうが快適性も損なうことなく、かつ配管距離が短いので設備費も安く、熱損失も減少して省エネルギーになると報告している。

訳 者 序

西ドイツでは石油危機の後、断熱基準 DIN 4108 の改訂強化や省エネルギー法の制定によって、新築建物はすべて二重ガラスが義務付けられ、断熱も強化された。このような状況をかんがみ、西ドイツの研究技術庁 (Bundesministerium für Forschung und Technologie, Bonn-Bad Godesberg) はホルツキルヘンにある建築物理学研究所 (Institut für Bauphysik, Holzkirchen) に、外壁の断熱と放熱器の位置ならびに室内気候の関係に関する委託研究を出した。1977年6月に研究は終わり、成果の概要が報告されたので全訳を行った**。

1. 研究調査の目的

一昔前まで暖房の主流であったカッヘルオーフェンなど暖炉による暖房では、煙突との接続の関係から放熱器 (暖炉) は建物の内側に、外壁から離れた場所に設置されるのが常であった。

これに対して、中央式温水暖房では放熱器は一般に窓の下に設置される。こうすることで、室内気候が快適なものになることは常識となっている。窓面で生じるコールドドラフトが放熱器からの温風で相殺されるからであ

* (株)大林組技術研究所 正会員

** この翻訳は西ドイツの Erich Schmidt 出版社の好意により許可されたものである (Die Übersetzung ist mit freundlicher Genehmigung des Erich Schmidt Verlags, Bielefeld, gefertigt worden.)。

る。しかし、このような放熱器の理想的な設置位置の常識は、エネルギー費が安く、今日に比べて外壁構造の断熱が粗末であったときのものであった。今日の断熱がよく施された状態においても、この常識が正しいかどうか、放熱器位置の検討が必要となったのである。

具体的な問題点は、“十分な断熱が施された外壁で断熱的な窓が使用された場合に、放熱器を部屋の内部側に設置しても室内気候に不都合な点が生じないか”ということであった。

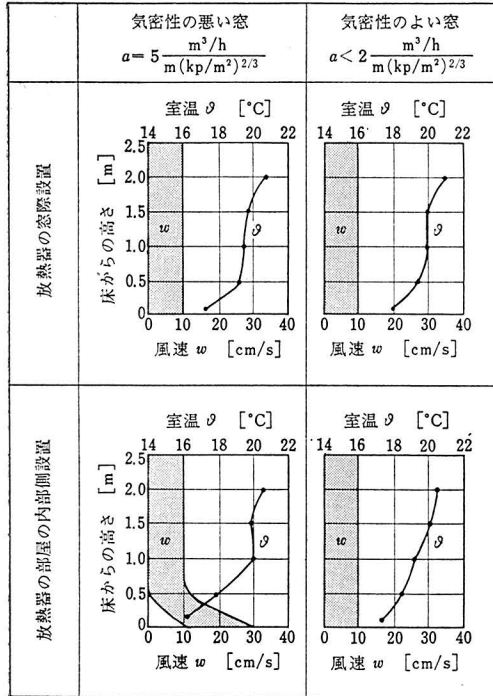
2. 研究の実施

実験研究は、床平面が $6\text{m} \times 6\text{m}$ の実験家屋の中に床平面が $5\text{m} \times 4\text{m}$ の実験室を建てて行われた。実験室の壁や天井、床の室内側表面温度は室温とほぼ同じように保たれた。これは、間仕切り壁に十分に断熱を施すことと、実験室に隣接する周囲空間を暖房することで達成された。 10m^2 の外壁には 2.5m^2 の窓が取り付けられた。実験室の暖房には電気でも加熱できる移動可能な灯油放熱器が使用され、この加熱量は実験中を通して記録された。W. Raib 教授** によってかつて実験された各種放熱器の位置による室内気候調査の方法の通り、室内気候の良し悪しの判定は室内空気温度の上下分布によった。ここでは、これに加えて実験室内の気流の関係も調査された。

3. 研究の結果と結論

実験の結果、比較的気密度のよい窓では放熱器を部屋の内部側へ設置しても、前述のような室内気候上の欠点が生じないことが証明できた。このことは、図-1によ

** 1950~1968年ベルリン工科大学ヘルマン・リーチュル研究所の所長を務め、リーチュルとの共著“暖房と空調技術”(Rietschel/Raib: Heiz- und Klimatechnik, Springer-Verlag)はこの分野での世界的名著で、ここで述べられている実験もこの著作に記述されている。



注 放射器が窓際に設置された場合と部屋の内部側に設置された場合の、気密性のよい窓と悪い窓の中央から1m離れた点の風速と室温の垂直分布を示す。

図-1

く示されている*。

ここでは、2種類の放射器の位置と気密度が異なる場合について、窓の中央から1m離れた点の室温と風速の分布を示した。室温は部屋の中央で20 $^{\circ}\text{C}$ に制御された。実験の際の外気温度はほぼ0 $^{\circ}\text{C}$ 近くで変動していた。

実験の結果では、気密性の悪い窓[すきま風係数 $a = 5 \text{ m}^3/\text{m} \cdot \text{h}(\text{kp}^{**}/\text{m}^2)^{2/3}$]の場合には放射器の位置が温度分布や風速分布に影響することを示している。

放射器が窓際にあるときは床付近での空気の動きがほとんどなく、温度こう配もわずかである(10cmから1mの高さまでで2K)のに対し、部屋の内部側に放射器を設置した場合は、風速は速くて、不快な感じを与えることが判明した(床付近の風速は30cm/sまで。10cmから1mの点までの温度差は4K)。このことは、今までの常識であった不適当な放射器配置の概念と一致する。

これに対して、気密性のよい窓[すきま風係数 $a < 2$

* 風速は常に変動しているため、図-1ではある幅(図の陰影部分の面積)をもって示した。10cm/s以下の風速は測定不能で、意味をもたない。

** 訳者注 kpはキロポンドと発音し、力の単位記号である。わが国のkgfと同じ意味であるが、わが国では単にkgも使われる。SI単位系では力の単位記号はNで、kpもkgfも使われない。

$\text{m}^3/\text{m} \cdot \text{h}(\text{kp}/\text{m}^2)^{2/3}$]では放射器の位置は温度分布や室内空気の動きにほとんど影響がない。今まで一般的であった窓際の放射器設置の場合でも、部屋の内部側に設置する場合でも、同様に床から10cmと1mの点の温度差は2Kであり、風速分布も同じである。

この結果、前述の“コールドドラフト”は外部からの侵入空気によって生じるもので、外壁の冷えや室温の低下によって生じるものは少ないことを示している。このような室内気候が判明したので、放射器を部屋の内部側に設置することも許されることが明らかとなったのである。放射器を部屋の内部側に設置することで、建物外表面(外壁と窓)を通しての熱損失が減少することも判明した。この実験の場合、外壁の熱通過抵抗は0.22($\text{m}^2 \cdot \text{K}$)/Wであるが、平均20%のエネルギーを節約できることが明らかになった。このことは、以前に調査研究した“住宅の天井暖房と一般の放射器暖房”の結果と一致する。

“今日一般に使われている気密性のよい窓を使い、外壁の断熱性を高めると、放射器を部屋の内部側に設置しても何ら室内気候に悪影響を及ぼすことがなく、よい結果が得られる”というのがこの研究の結論である。こうすることで、さらにエネルギーの節約が図れることも明らかになったのである。特に古い家屋を新しく改修するときには、この結果に注意されたい。というのは、中央式暖房の放射器を外壁側に設置するより、内壁側に設置するほうが設備費も安くなるのに、現状ではあまり内壁側には設置されないからである。(昭和53.1.19 原稿受理)

●受贈図書案内

第15回日本伝熱シンポジウム講演論文集

日本伝熱研究会編, B5判, 485ページ, 昭53-5

Two-Phase Flows and Heat Transfer

S.Kakaç, F.Mayingier 編, B5判, 1469ページ(全3巻),

1977, Hemisphere Publishing Corporation(Washington),

内容は81ページ受贈図書紹介をご参照ください

本学会規格(HASS)

●空気調和設備工事標準仕様書

(HASS 107) 体裁/B5判, 80ページ
定価/会員1,300円 非会員1,500円 送料250円

●冷・暖房負荷計算表

(HASS 108)(HASS 109) 体裁/B5判, 7ページ
定価/会員270円 非会員300円 送料200円

●送風機の騒音出力測定規格

(HASS 110) 体裁/B5判, 8ページ
定価/会員270円 非会員300円 送料200円

建築物の省エネルギーのための断熱法令

Verordnung über einen Energiesparenden Wärmeschutz bei Gebäuden
(Wärmeschutzverordnung-Wärmeschutz V)

田 中 辰 明* 記

この法令は、第1章“通常の室温の建物”，第2章“低めの室温の建物”，第3章“運動場や集会室として使われる建物”の断熱を規定し、さらに第4章の“補則”からなっている。建物全体の損失熱量を規制するために、建物総外表面積 F と建物容積 V の比 F/V と対応して平均熱通過率の最大値を定めている。法令には添付資料1~4を添え、これらの規制値を示している。また、いろいろの形態の建物に対し、 F や V の算定法を示している。

訳者序

本学会誌昭和53年5月号の海外文献紹介欄で、1976年7月22日に発効した西ドイツの省エネルギー法を紹介した。この法律は主に第1条“新築建物における省エネルギーのための断熱”，第2条“暖房・室内換気装置ならびに給湯設備に関する規準”，第3条“暖房・室内換気ならびに給湯設備の運転に関する規準”からなっている。そ

れぞれについて法令ができることを示唆していたが、1977年11月1日に“建築物の省エネルギーのための断熱法令”が発効された。ドイツには昔から建築物の断熱に関する基準 DIN 4108 があり、こういう下地があってこそ、この“建築物の省エネルギーのための断熱法令”も議会で、また国民に受け入れられたのであろう。

この法令では、通常室温の建物と低めの室温の建物に分けて、建物全体の損失熱量を規制するために、建物外表面積 F と建物容積 V の比 F/V と対応し、平均熱通過率の最大値を定めている。この思想はすでに DIN 4108 に示されていたが**、法令の規制値、ならびに DIN 4108 の規制値をまとめると、図-1 のようになる。

はじめに

1976年6月22日発効の省エネルギー法(ドイツ連邦官報I項1873ページ)の1条2項, 4条1項, 5条に基づき、ドイツ連邦下院議会は上院議会の同意を得て、下記の法令を定めた。

第1章 通常の室温の建物

第1条 適用範囲

つぎの建物を建設する場合には、省エネルギーを図るために、この章の指針に従って断熱を施さなければならない。

- 1) 住宅建築
- 2) 事務所建築
- 3) 学校・図書館
- 4) 病院・療養所・分べん(晩)室・保育所・刑務所の居室
- 5) 飲食店
- 6) 百貨店, その他商店
- 7) 通常室温が最低19°Cには暖房される業務用建物。ただし、つぎのものは除外する。

* (株)大林組技術研究所 正会員

** 田中辰明抄訳: 断熱の新しい指針, 空気調和・衛生工学, 50-4(昭51-4), p.116

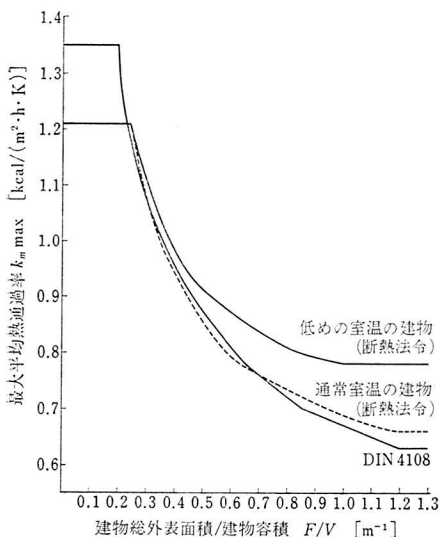


図-1 建物総外表面積と建物容積との比(F/V)による最大の平均熱通過率 $k_{m \max}$ (訳者作成)

- a) 通常使用される場合、暖房用エネルギー負荷が建物内で発生する排熱で十分に賄われる場合
 - b) 庭園建築における温室や栽培室
- 8) 上記の1)から7)までの項目の複合された建物、または類似の建物

第1条は、空気膜構造やテント構造物のように、何回も建てられる建物や地下構造物には適用されない。

第2条 通過熱量の制限

(1) 暖房された部屋から、外気や大地もしくは隣接する室温の低い部屋への通過熱量は、境界となる建築部材の熱通過率が、添付資料1の値を超えないようにして制限しなければならない。

(2) 暖房された部屋の外気に接する窓ガラスや扉は、少なくとも断熱ガラスか二重ガラスが使われなければならない。この窓や扉の熱通過率は $3.5 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ [$3.0 \text{ kcal}/(\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{K})$]を超えてはならない。大きな窓ガラスでは、添付資料1の6.により、(1)と(2)は適用されない。

(3) 放熱器のある部分の外壁の熱通過率は、建物の不透明な外壁の熱通過率を超えてはならない。放熱器が外気に接する窓ガラスの前に置かれるときには、熱損失を減少させるような覆いを放熱器の背面に設ける。

第3条 気密の悪さによる熱損失の制限

(1) 暖房された部屋の外気に接する窓や扉のすきま風係数は、添付資料2に示す値を超えてはならない。

(2) 熱を伝える周壁のその他のすきまは、技術状況に応じて気密を図るようにしなければならない。

第2章 低めの室温の建物

第4条 適用範囲

(1) 一般の使用時に室温が 12°C 以上、 19°C 以下で年間4箇月以上暖房される工場を建設するときには、この章の指針に従って、エネルギーを節約する目的で断熱を施さなければならない。

(2) これは、つぎの場合は適用されない。

- 1) 一般の使用目的において、暖房用のエネルギー負荷が建物内部からの排熱で賄われる工場建物
- 2) 一般の使用目的において、大きな開口をもっていたり、長期間開け放しておかなければならない工場や工場ホール
- 3) 空気膜構造やテント構造物のように、何回も建てられる建物や地下構造物
- 4) 庭園建築における温室や栽培室

第5条 通過熱量の制限

(1) 暖房された部屋から、外気や大地、もしくは隣接する室温の低い部屋への通過熱量は、境界となる建築

部材の熱通過率が、添付資料3に示す値を超えないようにして制限しなければならない。

(2) 暖房された部屋の外気に接する窓ガラスや扉は、一重ガラスの場合、少なくとも熱通過率が $5.2 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ [$4.5 \text{ kcal}/(\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{K})$]以下のものを使わなければいけない。それ以外の場合は添付資料1の5.に示す熱通過率が適用される。

(3) 室内を空調する装置が設備され、室内空気が自動制御によって定められた温度に加熱・冷却もしくは加湿されるときには、少なくとも第2条(2)に述べる断熱ガラスまたは二重ガラスを使わなければいけない。

(4) 放熱器のある部分の外壁の熱通過率については、第2条(3)が適用される。

第6条 気密の悪さによる熱損失の制限

(1) 暖房された部屋の外気に面する窓や扉のすきま風係数は、つぎの値を超えてはならない(添付資料2の表-1参照)。

$$2.0 \times 100^n \times \frac{\text{m}^3}{\text{h} \times \text{m} \times \left(\frac{\text{kN}}{\text{m}^2}\right)^n}$$

(2) 熱を伝える周壁のその他のすきまは、技術状況に応じて気密を図るようにしなければならない。

第3章 運動場や集会室として使われる建物

第7条 適用範囲

運動場や集会室を目的として、室温が少なくとも 15°C 以上、年間3箇月以上暖房される建物を建設するときには、この章の指針に従って、エネルギーを節約する目的で断熱を施さなければならない。この規定は、教会や、空気膜構造・テント構造物のように何回も建てられる建物には適用されない。

第8条 通過熱量の制限

(1) 暖房された部屋から、外気や大地もしくは隣接する室温の低い部屋への通過熱量は、境界となる建築部材の熱通過率が、添付資料1の値を超えないようにして制限しなければならない(1室からなる建物は、例外として添付資料1の1.を参照のこと)。

室内プールについては、添付資料4の熱通過率を超えてはならない。

(2) 外気に接する窓や扉の熱通過率は、第5条(2)の値を超えてはいけない。

室内プールにおいては、第2条(2)の値を超えてはいけない。

(3) 室内を空調する装置が設備され、室内空気が自動制御によって定められた温度に、加熱・冷却もしくは加湿されるときには、少なくとも第2条(2)に述べる断熱ガラスまたは二重ガラスを使わなければならない。

(4) 放熱器のある部分の外壁の熱通過率については、第2条(3)が適用される。

(5) 大地に接する建築部位で、補足の断熱がない場合には、添付資料3の(3)による熱通過率が適用される。

第9条 気密の悪さによる熱損失の制限

(1) 暖房された部屋の外気に接する窓ガラスや扉のすきま風係数は、つぎの値を超えてはいけな

$$2.0 \times 100^n \times \frac{m^3}{h \times m \times \left(\frac{kN}{m^2}\right)^n}$$

室内プールにおいては、つぎの値を超えてはいけな(添付資料2の表-1参照)。

$$1.0 \times 100^n \times \frac{m^3}{h \times m \times \left(\frac{kN}{m^2}\right)^n}$$

(2) 熱を伝える周壁のその他のすきまは、技術状況に応じて気密を図るようにしなければいけな

第4章 補 則

第10条 複合して使われる建物

部分的に第1~3章の規定に使われる建物では、各々の章の規定はそれに応じる建物部分に適用される。

第11条 その他の規定

(1) 他の法規は、建物の断熱に関してより強い規

準を定めている限り、本法令による影響はない。
 (2) この法令に基づく建物が、州法による建物の最低の断熱規

第12条 例外規定

準を定めている限り、本法令による影響はない。
 (2) この法令に基づく建物が、州法による建物の最低の断熱規

第13条 厳しい事例

(1) この法令の規定により、非常に出費がかさんだり不利な状態になるときは、申請によって適用を免除される。

(2) この法令の発効以前に建築申請のなされた建物には、この法令は適用されない。

第14条 ベルリン約款

省エネルギー法第10条、ならびに第三者伝達法(Das Dritten Überleitungsgesetz)の第14条により、ベルリンにも適用される。

第15条 発 効

この法令は、1977年11月1日に発効する

ボンにて1977年8月11日

ドイツ連邦共和国首相 シュミット

ドイツ連邦共和国経済相 フリードリヒス

ドイツ連邦共和国国土利用・建設・都市計画相

カール=ラーフェンス

添付資料1(第2条関係)

- 1) 通常の室温の建物の通過損失熱量を制限する規定
- 2) 通過熱損失の制限は1.または2.により定める

1. F/V 値による熱通過率の規定

最大の平均熱通過率 $K_{m \max}$ は、表-1に示す F/V 値(1.1と1.2)とによって決まる値を超えてはいけな。さらに、外壁(窓や扉を含む)の平均熱通過率 $K_{m w+F}$ は $1.85 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ [$1.59 \text{ kcal}/(\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{K})$]を超えてはならない(1.4)。

表-1 F/V 値による最大の平均熱通過率 $K_{m \max}$

F/V^*	$K_{m \max}^*$	
	[$\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$]	[$\text{kcal}/(\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{K})$]
[m^{-1}]		
≤ 0.24	1.40	1.21
0.30	1.24	1.07
0.40	1.09	0.94
0.50	0.99	0.85
0.60	0.93	0.80
0.70	0.88	0.76
0.80	0.85	0.73
0.90	0.82	0.71
1.00	0.80	0.69
1.10	0.78	0.67
≥ 1.20	0.77	0.66

注 * 中間値は次式によって算定される。

$$K_{m \max} = 0.61 + 0.19 \times 1/(F/V) \quad [\text{W}(\text{m}^2 \cdot \text{K})]$$

1.1 熱を伝える建物総外表面積 F の計算

建物の熱を伝える建物総外表面積 F は、次式によって計算される。

$$F = F_W + F_F + F_D + F_G + F_{DL}$$

ここで、

$$F_W : \text{外気に接する外壁面積} \quad [\text{m}^2]$$

これは建物の外表面積に適用される。地表面から、または最下階の床が地面より上にあるときは、床の上端から最上階天井の上端または有効な断熱層の上端まで計算する。

$$F_F : \text{窓面積(窓・扉)} \quad [\text{m}^2]$$

表-2 建物外周の各部位熱通過率

行	建物部位		最大熱通過率		
			[W/(m ² ·K)]	[kcal/(m ² ·h·K)]	
1	1.1	窓・扉を含む外壁	平面図 ¹⁾ を1辺15mの正方形で囲める建物(図-1参照)	$K_{mW+F} \leq 1.45^{2)}$	$K_{mW+F} \leq 1.25$
	1.2		平面図 ¹⁾ を1辺15mの正方形で完全には囲めない建物(図-2参照)	$K_{mW+F} \leq 1.55$	$K_{mW+F} \leq 1.34$
	1.3		平面図 ¹⁾ を1辺15mの正方形では囲めない建物(図-3参照)	$K_{mW+F} \leq 1.75$	$K_{mW+F} \leq 1.51$
2	屋根裏部屋の仕上げのない床や屋根, 下方または上方が外気に接する部屋の床・屋根		$K_D \leq 0.45$	$K_D \leq 0.39$	
3	暖房していない部屋に接する地下室の天井または壁		$K_G \leq 0.80$	$K_G \leq 0.69$	
4	土壌に接する床や壁 ³⁾		$K_G \leq 0.90$	$K_G \leq 0.78$	

- 注 1) 1.1~1.3行の分類では, 各階同じ平面とした最小の K_{mW+F} 値を示している。各階ごとに異なった平面をもつ場合には, 各階ごとに処理する。
 2) 1.1~1.3行において, 2行の全階では $K_D \leq 0.38$ W/(m²·K)[0.33 kcal/(m²·h·K)]。3行, 4行では $K_G \leq 0.70$ W/(m²·K)[0.60 kcal/(m²·h·K)]の値を選び, 1.1行では $K_{mW+F} \leq 1.55$ W/(m²·K)[1.34 kcal/(m²·h·K)]としなければいけない。
 3) No. 4に注意すること。

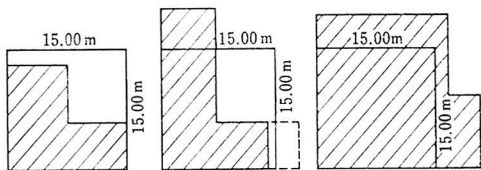


図-1

図-2

図-3

建物躯体での内りによって求める。

F_D : 断熱された屋根または屋根天井の面積 [m²]

F_G : 外気に接しない建物の床面積 [m²]

これは建物の外周寸法による。地面の上の床面積または非暖房地下室の天井面積で計算する。地下室が暖房されているときは建物の床面積 F_G では, 地下室床面積とともに土に接する側壁も考慮しなければいけない。

F_{DL} : 下部が外気に接する床の面積 [m²]

1.2 F/V値の計算

1.1の方法によって計算された建物の熱を伝える建物総外表面積 F と, その周壁により囲まれている建物容積 V との比によって F/V 値が求められる。

1.3 平均熱通過率 K_m の算定

平均熱通過率 $K_m = Q_T / F \Delta \theta$ は, 熱通過によって失われる熱量をワット[W]で, 建物の熱を伝える周壁面積を[m²]で, 室内・外温度差 $\Delta \theta$ をケルビン[K]で表している。

平均熱通過率 K_m は, 次式で表される。

$$K_m = \frac{K_W F_W + K_F F_F + 0.8 K_D F_D + 0.5 K_G F_G + K_{DL} F_{DL}}{F}$$

ここで, K_W, K_F, K_D, K_G と K_{DL} は, 1.1で定義した表面積に対応する熱通過率である。常に, より低温の部

屋(例えば, 外部に付いている階段室や倉庫)に接する建物部位では, 接している面積に特別項 $0.5 K_{AB} F_{AB}$ を分子とし, F_{AB} を分母として計算に入れなければならない。こうすることで, F/V 値の計算で建物の特別部分は考慮しなくてもよい。

1.4 外壁の平均熱通過率の計算

外壁の平均熱通過率 K_{mW+F} は, 次式によって求められる。

$$K_{mW+F} = \frac{K_W F_W + K_F F_F}{F_W + F_F}$$

面積 F_W と F_F ならびに熱通過率 K_W と K_F は, 1.1と1.3の方法によって算定される。

2. 建物外壁各部位の熱通過率の規定

暖房された部屋の熱を伝える外周各部位が, 表-2に示される最大熱通過率を超えない場合には, 熱通過損失を制限する規定を満足しているものとみなされる。

3. 熱通過率の計算

熱通過率 K の計算は, 1969年8月発行のDIN 4108第8章(1974年12月11日発行のドイツ連邦官報230号の付属文書)に従い, DIN 4108で規定されている熱伝導率, ならびに空気層の熱通過抵抗の値を用いて求める。1969年8月に出版されたDIN 4108に材料の値がないときは, K 値の計算にあたってドイツ連邦官報に記載された値を用いてもよい。 K_G の算定にあたっては, 壁や床が土壌に接しているときは, 単に内側の熱伝達抵抗のみを考慮する。熱通過抵抗を計算するにあたり, 床では防湿層より上側のみ, 壁ではそれより内側のみを考慮する。

表-3 ガラスと窓わくの材質による窓ならびに扉の熱通過率 K_F

行	ガラス	熱通過率 K_F [W/(m ² ·K)][kcal/(m ² ·h·K)]		
		窓わくの種類		
		木および合成樹脂(PVC)・木との組合せ	断熱したアルミニウムまたはスチール	アルミニウム・スチール・コンクリート
		$\lambda < 0.35$ W/(m·K)	$\lambda = 0.35 \sim 1.16$ W/(m·K)	$\lambda > 1.16$ W/(m·K)
1	6 mmの空気層をもつ断熱複層ガラス	3.3 [2.8]	3.5 [3.0]	
2	12 mmの空気層をもつ断熱複層ガラス*	3.0 [2.6]	3.3 [2.8]	3.5 [3.0]
3	12 mm 2層の空気層をもつ三重ガラス*	1.9 [1.6]	2.1 [1.8]	2.3 [2.0]
4	空気層 S が $2 \text{ cm} < S < 4 \text{ cm}$ の二重ガラス	2.6 [2.2]	2.8 [2.4]	3.0 [2.6]
5	空気層 S が $4 \text{ cm} < S < 7 \text{ cm}$ の二重ガラス	2.3 [2.0]	2.6 [2.2]	2.8 [2.4]
6	空気層が7 cmが以上の二重ガラス	2.6 [2.2]		
7	DIN 18175**による中空ガラスブロックならびにDIN 4242**によるガラスブロック(厚さ80 mm)			3.5 [3.0]

注 * 断熱ガラス(例えば、日射遮へいガラス)や窓わく部分が25%より大きいものを使うときで、小さな K_F 値を使わなければならないときは、5.の規定による。

** 1967年1月発行のDIN 4242、および1960年12月発行のDIN 1817は、1977年5月5日のドイツ連邦官報85号の添付資料で告示された。

4. 大きな基礎面積をもつ建物の K_G 値の算出

基礎面積が500 m²以上の建物で、土壌に接する床や壁の K_G 値は、添付資料3の表-2の値が使われる。

5. 窓や扉の熱通過率

1.3による K_m 、ならびに1.4による $K_{m W+F}$ の計算にあたり、表-3に示された窓や扉の熱通過率が使われる。その他の窓について、 K_m を計算する場合はドイツ連邦官報により告示された K_F 値を採用する。ドイツ連邦官報により告示された値は、試験所で求められたものである。

6. 大きな面積のガラス窓

大きな面積のガラス窓の場合、特に建物の種類により、特別な用途(例えば、大きなショーウインド)に供され、製造技術的要求がある場合は、5.および第2条(2)1号、第5条(2)の規定によらなくてもよい。1.または2.の計算を行うときは、熱通過率は最低1.75 W/(m²·K) [1.51 kcal/(m²·h·K)]を用いなければいけない。

7. 相接する建物の計算

(1) 相接する建物(長屋や2戸建て住宅)については、各建物ごとに熱通過損失量を計算する。

(2) (1)による計算法では建物間の壁は熱通過のないものとし、 F 値や F/V 値の算定にあたってはこの壁は

無視してよい。建物(例えば増築部分)の暖房された部分を分離して計算するときには、建物部分の間仕切りに(1)が適用される。

(3) (2)による計算では、建物間の間仕切り壁は無視される。間仕切り壁が2面ある建物では、表-2の1.3行の値と、表-2の1.1行または1.2行の値のうちの建物間仕切り壁が許容し得る小さいほうの $K_{m W+F}$ を適用する。建物間の間仕切り壁が1面である場合に、表-2の1.1行の建物では注2)は適用されない。

(4) 相接して建てることが不確かな場合、間仕切り壁は(2)や(3)による計算とは関係なく、少なくとも外壁に対する最低限の断熱は施さなければならない。

添付資料2(第4,6,9条関係)

気密の悪さによる熱損失を制限するための規定は、つぎのとおりである。

(1) 窓および扉のすきま風係数は、表-1の値を超えてはならない。

(2) (1)に基づく窓や扉のすきま風係数の算定は、ドイツ連邦官報に告示された試験場における試験結果を用いる。

(3) 1973年3月に発行されたDIN 68121“木製窓わく一断面”(1977年8月5日付けドイツ連邦官報144号の付録)による木製窓わくと断面に関しては、(2)と表-1の1行目と2行目の計算は無視される。

表-1 窓と扉のすきま風係数(添付資料2関係)

行	建物高さ	DIN 18055 第2部 ^{1),2)} によるすきま風係数 α			
		A		B および C	
		$\frac{m^3}{h \times m \times \left(\frac{kN}{m^2}\right)^n}$ ²⁾	$\frac{m^3}{h \times m \times \left(\frac{kP}{m^2}\right)^n}$	$\frac{m^3}{h \times m \times \left(\frac{kN}{m^2}\right)^n}$ ²⁾	$\frac{m^3}{h \times m \times \left(\frac{kP}{m^2}\right)^n}$
1	2階まで	2.0×100^n	(2.0)	—	—
2	3階以上	—	—	1.0×100^n	(1.0)

注 1) 要求グループ A: 建物高さ 8 m まで, B: 建物高さ 20 m まで, C: 建物高さ 100 m まで
 2) DIN 18055 第2部参照: n は 2/3 とする。
 3) 1973 年 8 月発行の DIN 18055 第2部は, 1977 年 5 月 5 日付けドイツ官報 85 号の付録で告示された。

(4) 耐候性がよく, 柔軟性のある軽量で交換のできるコーキングを用いたすべての窓構造では, 要求グループ A と B(すなわち建物高さ 20 m まで)の場合のみ(2)と表-1 の 1 行目と 2 行目の計算を無視できる。

(5) 開閉のできない窓やはめ殺し窓では, 耐久性があり, 実用上気密とみなされる。

(6) 衛生上・暖房上の要求から, 換気のため連続的に容易に制御できる換気装置を設置することができる。この換気装置は, 表-1 の閉鎖された状態で満足されるものでなければならない。他の法規, 特に州の建築法規で換気の規準が定められていれば, この規定は適用されない。

表-2 土壌に接する建物下部の熱通過率 K_G

建物床面積 F_G [m ²]	K_G *	
	[W/(m ² ·K)]	[kcal/(m ² ·h·K)]
≤ 100	2.20	1.90
$100 < F_G \leq 200$	1.70	1.47
$200 < F_G \leq 500$	1.40	1.21
$500 < F_G \leq 1000$	1.20	1.03
$1000 < F_G \leq 2000$	0.90	0.78
> 2000	0.60	0.52

注 * 中間の K_G 値は, 直線的に補間する。

(2) 平均熱通過率 K_m は, 添付資料1の計算法を用いて求められる。

(3) K_m 値の算出において, 地下室のない建物や床に断熱をしていない建物では, 当該面積ごとに熱通過率 K_G は表-2の値を満足しなければならない。

添付資料3(第5条関係)

低めの室温の建物の通過熱損失を制限する規定は, つぎのとおりである。

(1) 表-1 に示す F/V 値(添付資料1の1.1と1.2)による最大の平均熱通過率 $K_{m \max}$ を超えてはいけない。

表-1 F/V 値による最大の平均熱通過率 $K_{m \max}$

F/V *	$K_{m \max}$ *	
	[W/(m ² ·K)]	[kcal/(m ² ·h·K)]
≤ 0.24	1.40	1.21
0.30	1.27	1.09
0.40	1.14	0.98
0.50	1.06	0.91
0.60	1.01	0.87
0.70	0.97	0.84
0.80	0.94	0.81
0.90	0.92	0.79
≥ 1.00	0.91	0.78

注 * 中間の値は, 次式で補間される。
 $K_{m \max} = 0.75 + 0.155 \times 1/(F/V)$ [W/(m²·K)]

添付資料4(第8条関係)

室内プールの熱通過損失を制限するための規制は, つぎのとおりである。

(1) 表-1 の熱通過率を超えてはいけない。

表-1

建築部位	最大熱通過率	
	[W/(m ² ·K)]	[kcal/(m ² ·h·K)]
建物の外周表面 K_m	0.85	0.73
壁 K_W	0.70	0.60
屋根 K_D	0.45	0.40

(2) 平均熱通過率 K_m の算定は, 添付資料1の1.1~1.3による。地下室のない室内プールでは, 添付資料3の(3)を適用する。

(昭和53. 2. 1 原稿受理)

ふく射パネル用水配管サブシステムの シミュレーションと検証

Simulation and Verification of an Hydronic Sub-System with Radiant Panels

C. D. Jones, G. Christopher Crall, Charles F. Sepsy & Jerald V. Jones

(Load Profiles and Energy Requirements for Heating and Cooling Buildings:

A Report to the ASHRAE Task Group on Energy Requirements)

千葉孝男*訳

この論文は、ASHRAEの“所要エネルギー”作業グループの後援のものに、オハイオ州立大学で行った建物の所要エネルギーを求めるための一連の研究報告の一つである。

本論文では、特に温水発生器と三つの階に設置したふく射パネルとを結ぶ温水配管系について、先に得られた電算機によるシミュレーションと、実験用建物の現場検証の結果を比較検討している。

はじめに

この論文は、オハイオ州立大学の研究に基づくビルの所要エネルギー決定法を現場検証すべく、ASHRAE TG-Energy Requirements (RD-66-OS)の援助の下に行った研究の一部である。

1. 目的

この研究の目的は、ふく射パネルと温水発生器を含む水配管系サブシステムの電算機シミュレーションにある。ふく射パネル面はそれぞれ複雑な形をしており、メーカーのデータは利用できない。細部のシミュレーションは、参考文献(6), (7)の実験結果が利用できるようになる前に開発された。またもう一つの目的は、前に報告したアルゴリズムを簡単にし、検証して改訂することにあった。

2. 装置概要

全装置を図-1に示す。ON-OFFタイプのガスだき温水発生器は、出力 1.44×10^8 BTU/h (362 880 kcal/h)、温水出口温度 $165 \sim 185^\circ\text{F}$ ($74 \sim 85^\circ\text{C}$)で、ふく射パネル・

温風用コイル・給湯設備に供給される。2台の小さな空気加熱器が、それぞれ外気に面するドアの付いた受け室と階段室に取り付けられている。

主管は地階に配管され、ふく射パネル用配管は上部三つの階に並列配管されている。各ゾーンに図-2に示すようなフィン付きコイルがあって、同じ階の他のコイルと並列に取り付けてある。各パネルは図-2のように穴あき金属天井板の上に直接設置し、その上をグラスファイバ断熱材で覆ってある。パネルへの供給温水温度は、外気温によるリセットスケジュールに応じて動く三方弁で制御する。パネル面積はおよそ 7200 ft^2 (700 m^2)である。

空気加熱用コイルには別のポンプで供給する。そのシミュレーションは別の論文で述べる。

3. ふく射パネルのシミュレーション

当初のプログラムでは、立上り時にシステムの圧力降下とポンプ水頭が合うまで繰り返し流量を計算し、最終水量からパネルの伝熱量を決めた。水温の範囲が広いと粘性が大きく変化し、その結果、圧力損失やポンプの動作点に影響を及ぼすことになるが、この方法によればそれを正確にとらえることができる。しかし、1時間ごとに全部のふく射パネルのシミュレーションが必要であり、計算時間も長い。

そこで、つぎのようにプログラムを簡単にした。

1) パネルのリセットスケジュールについて、パネル水温と外気温との間に一つの関係式を作った。パネル水温・ゾーン水温およびパネルの伝熱係数からゾーンへの放熱量を決めた。この結果、外気温とパネル熱負荷との間に一つの関係式ができたことになる。

* 高砂熱学工業(株)技術研究本部 正会員

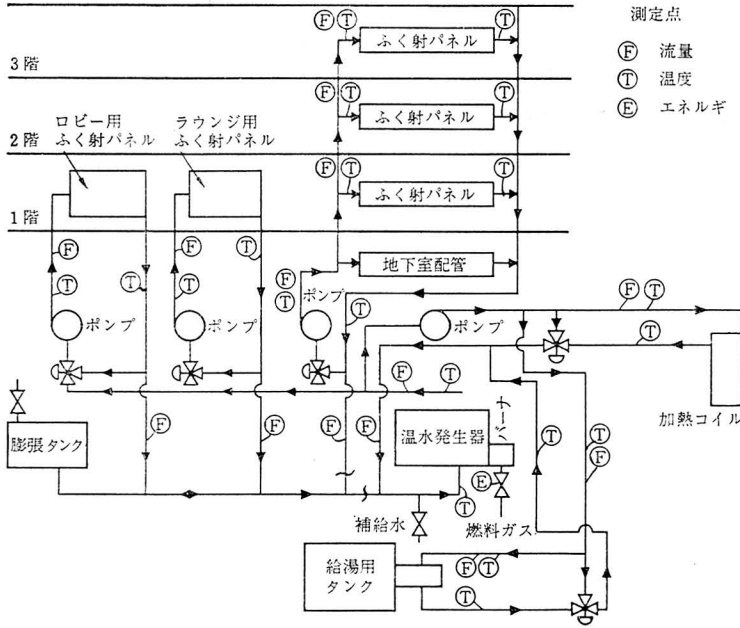


図-1 ふく射暖房系統図

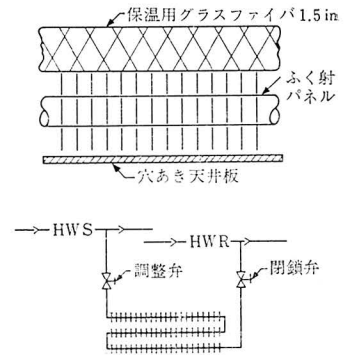


図-2 ふく射パネル用配管と取付け詳細

2) ポンプ流量を負荷によらず一定とし、粘度によるポンプ動作点への影響は無視した。

メーカーのパネル性能に関するデータがないので、ふく射伝熱を唯一のモードとした参考文献7)の方法でふく射伝熱率を決めた。図-4に示すように、初期の実験によればふく射のみという仮定は正確な放熱量を与えない。図-2に示すフィン付き管では自然対流が起きているだろうが、パネルの形状が普通のものとは全く違うので、正確なアルゴリズムを作ることは考えなかった。

新しいモデルでは、パネル面積の1/4が垂直面での自然対流放熱を行うものと仮定した。この仮定は独善的なものであるが、パネルからの放熱量の測定値とかなりよく合うのでよしとした。

4. アルゴリズムと実験による検証

水温と外気温によって40.5~54.5°Cまで変えてパネル水量を測定したが、図-3に示すようにほぼ一定であった。測定精度は±1%なので一定流量とした。したがって、この範囲でのポンプ運転に対する粘度の影響は小さい。測定水量は設計値の3%以内に入っていた。

ふく射パネルのリセットスケジュールは下式による。

$$T(1) = 142 - 0.675dbt$$

ここに、

T(1) : 制御点での給水温度

dbt : 外気乾球温度

ふく射[参考文献7)]と対流(上述)とを考えたふく射

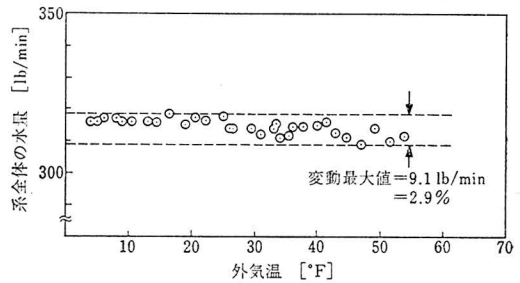


図-3 ふく射パネル系の温水流量測定値

パネルユニットの総括伝熱係数は、次式で表せる。

$$U = 0.217 + 0.00183T$$

ここに、

T : 配管系での熱損失を考慮したパネルでの温水温度

上の一次式は、最高および最低温水温度でのU値を直線補間して求めたものである。図-4に、実測値による外気温とふく射パネルへの熱量の関係を示した(三角の点で表してある)。計算値は参考文献7)にあるふく射のみのものと、それに上述の対流値を重ね合わせたものの二つを示してある。

5. 温水発生器のシミュレーション

水配管系にエネルギーを供給するための燃料ガス消費量を決めるためには、温水発生器の効率を知らなくてはならない。この機器の部分負荷時のデータがないので、実

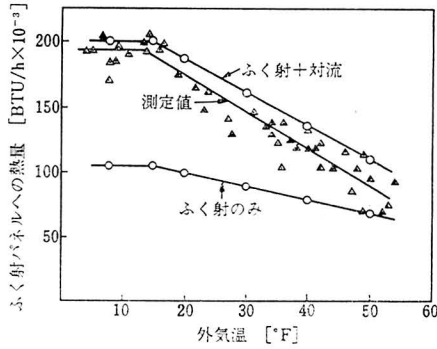


図-4 ふく射パネルのシミュレーション結果

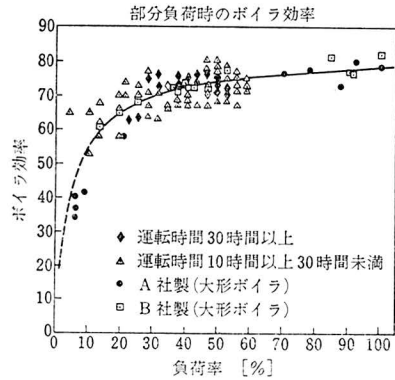


図-5 部分負荷時の温水発生器効率(測定値)

験で求めた効率を用いた。実測値を図-5に示す。これから、負荷10~100%の間での温水発生器の効率として下式を得た。

$$EFF = 49.6 + 0.68PCT - 0.0037PCT^2$$

ここに、

PCT : 負荷率 [%]

データが散っているのは、ボイラがON-OFF運転であって、めったに平衡に達しないためである。温水の送り温度は74~85°C、返り温度は65.5~74°Cであった。図-5には、大容量の蒸気発生器2台についてのデータも入っている。

6. 給湯装置のシミュレーション

給湯負荷は6000 BTU/h一定とし、参考文献8)の提案により24時間運転とした。残念ながらこの仮定を確めるための実験は行わなかった。

7. 空気加熱器

空気加熱器の付いている二つのスペース(階段室と受付)で、ともに外気に面するドアがある)の所要エネルギーは、本当は負荷プログラムでシミュレーションを行い、その結果をシステムシミュレーションプログラムに入力することになっている。しかし、ここでのサブプログラムのテストでは、暖房期間中50%負荷率の15000 BTU/h (3780 kcal/h)一定とした。この値は冬期熱負荷の約2%で、上の仮定による誤差はあまり大したことがないと考えた。

8. 結果の検討

水配管系のシミュレーションには幾つかの構成要素が含まれているが、それについてのメーカーのデータは、ほとんどあるいは全くない。温水発生器について1000時間以上にわたって毎時のバランスを平均して得られた効率曲線は、大容量の蒸気発生器についての入手データ

とも相当によく一致する。

外気温に応じて変わるふく射パネルからの放熱量のシミュレーション値は、図-4に示すように実測値より過大になる傾向を示す。しかし、ふく射パネルの形状が普通のものとは違っているため、対流項の影響を再検討することはしなかった。

この建物の空気システムは再熱形であり、ふく射パネルが各ゾーンでの再熱の役目を果たしている。したがって、ふく射パネルからの放熱量と加熱空気のエネルギの和が、そのゾーンの負荷と合うことになる(いずれも温水発生器から出ている)。したがって、例えばふく射パネルのシミュレショナルgorithmがパネルからの放熱量を過小評価すれば、温風システムのシミュレーションサブプログラムがその差を補償して、ゾーンの負荷を満足するようにする。いずれにしろ、全エネルギーが温水発生器から出ていることに違いはないので、この種のシステムのシミュレーションにアンバランスがあったとしても、天然ガスの消費量の算定に悪影響を及ぼすことはない。

参考文献

- 1) Sepsy, C.F.: A Field Study of Load Profiles and Energy Requirements for Heating and Cooling Systems Selected for the Field Validation Test, ASHRAE Bulletin, No. 72-2 (1972), pp. 5~9
- 2) Jones, C.D.: A Field Study of Load Profiles and Energy Requirements for Heating and Cooling Systems Selected for the Field Validation Test, ASHRAE Bulletin, No. 72-2 (1972), pp. 10~16
- 3) Jones, J.W.: A Field Study of Load Profiles and Energy Requirements for Heating and Cooling Systems Selected for the Field Validation Test, ASHRAE Bulletin, No. 72-2 (1972), pp. 17~20
- 4) Crall, G.C.P.: A Field Study of Load Profiles and Energy Requirements for Heating and Cooling Systems Selected for the Field Validation Test, ASHRAE Bulletin, No. 72-2 (1972), pp. 21~26

- 5) Mast, W.D.: A Field Study of Load Profiles and Energy Requirements for Heating and Cooling Systems Selected for the Field Validation Test, ASHRAE Bulletin, No. 72-2 (1972), pp. 27~32
- 6) Hedgepeth, L.M. and Sepsy, C.F.: A Thermal Dynamic Simulation of a Building Environmental Control System, ASHRAE Transactions, Vol. 78, Part 2(1972), pp. 35~43
- 7) Hedgepeth, L.M. and Sepsy, C.F.: A Thermal Dynamic Simulation of a Radiant Panel Heating System, ASHRAE Transactions, Vol. 78, Part 2(1972), pp. 50~60
- 8) ASHRAE Handbook, Systems Volume, (1973), pp. 37, 10 (昭和53. 3. 11 原稿受理)

熱交換器設計に及ぼす汚れ係数の影響

Effect of Fouling Factors on Heat Exchanger

K. E. Starner

(ASHRAE Journal, May, 1976)

進 藤 伸 二*抄訳

熱交換器の設計に際して汚れを考えると、熱交換に要する面積は、クリーンなものに比べてより多く必要となる。本報は、水側汚れが凝縮器および蒸発器設計にどのような影響を及ぼすかを例によって示し、また改良法を示した。

1. 変 数

式(1)は、対数平均温度差 $LMTD$ を用いたときの単位長さあたりの熱交換量 Q [BTU/ft·h] を示している。

$$Q = (mC_p) \Delta T = A_o/R_{io} \times LMTD \quad \dots\dots(1)$$

ここで、

m : 水側流量 [lb/h]

ΔT : 水側入口・出口温度差 [°F]

A_o : 単位長さあたりの冷媒側表面積 [ft²/ft]

R_{io} : 全熱抵抗 [ft²·h·°F/BTU]

A_o 基準の R_{io} は、外側フィン付き管を使用したときに式(2)で表される。

$$R_{io} = \frac{1}{\phi_w h_{ro}} + \frac{A_o}{h_i A_i} + r_{mo} + r_{fi} \frac{A_o}{A_i} \quad \dots\dots(2)$$

ここで、

h_{ro} : 冷媒側熱伝達率 [BTU/ft²·h·°F]

h_i : 水側熱伝達率 [BTU/ft²·h·°F]

r_{fi} : 水側汚れ熱抵抗 [ft²·h·°F/BTU]

r_{mo} : 管壁熱抵抗 [ft²·h·°F/BTU]

ϕ_w : フィン付き伝熱面の効率

A_i : 単位長さあたりの水側表面積 [ft²/ft]

h_i は、レイノルズ数 Re 、プラントル数 Pr 、水の熱伝

達率 K によって表される。

$$h_i = C_{hi} (Re)^n (Pr)^m (K/D_i) \quad \dots\dots(3)$$

ただし、 D_i は管内径 [ft] である。また、水側静圧損失 ΔP_i を式(4)で示す。

$$\Delta P_i = f_i (\rho V^2 / 2g) (L/D_i) \quad \dots\dots(4)$$

ここで、

L : 管長さ [ft]

V : 水側速度 [ft/s]

f_i : 摩擦係数

$$f_i = C_i (Re)^n \quad \dots\dots(5)$$

2. 凝 縮 器

水冷 26 FPI 凝縮器について考える。表-1 は r_{fi} が同一であっても管形状を変えたときの影響を表しており、① 平滑管、② 拡乱器付きとして式(3)の C_{hi} を2倍にして式(5)の C_i を3倍とした管、③ は C_{hi} は①と同一で A_i を2倍にし、 C_i を3倍とした管、の三者を比較している。

r_{fi} が増加するに伴い、温度条件が一定とすると流速は減少する一方、1 USRt あたり必要な表面長さ(以下“必要表面長さ”と呼ぶ)は増加する。 r_{fi} が 0.0005 から 0.001 に増加すると、必要表面長さの増加割合は②が 41.48% と一番小さく、③が 26.71% と一番小さい。したがって、実際の汚れがわからずに仮定した汚れ係数を用いて設計する場合には、②あるいは③の管のどちらを使用するかは選択は重要である。表-1 はまた、 r_{fi} が 0.0005 と 0.001 における R_{io} と r_{fi} の比を表している。①、②の管では、 r_{fi} が 0.001 においてそれは 50% 以上となる。

* 東京商船大学補機実験室 学生会員

表-1 水 冷 凝 縮 器

水 側 汚 れ	必要表面長さ [ft/t]			r_{fi} を0.0005から0.001にしたときの必要表面長さの増加割合 [%]	$\frac{r_{fi}(A_o)}{R_o(A_i)}$ [%]	
	0.0	0.0005	0.001		$r_{fi}=0.0005$	$r_{fi}=0.001$
① 平滑管(A_i, C_{hi}, C_i)	7.00(12.8)	11.52(10.8)	15.92(9.6)	38.19	35.95	51.30
② 拡乱器付き管($A_i, 2C_{hi}, 3C_i$)	5.99(9.2)	10.39(7.5)	14.70(6.7)	41.48	39.32	55.57
③ 面積を2倍とした管($2A_i, C_{hi}, 3C_i$)	5.99(9.2)	8.20(8.2)	10.39(7.5)	26.71	24.89	39.32

注 ()内は設計流速を示す。

表-2 蒸発器($C_{ho} \times 3$)

必要表面長さ	$r_{fi}=0$ のとき	$r_{fi}=0.00025$ のとき	r_{fi} を0から0.00025にしたときの必要表面長さの割合 [%]	$\frac{r_{fi}(A_o)}{R_o(A_i)}$ [%]
	[ft/t]	[ft/t]		
① 平滑管(A_i, C_{hi}, C_i)	3.85	6.10	58.44	26.79
② 拡乱器付き管($A_i, 2C_{hi}, 3C_i$)	2.51	4.73	88.45	34.56
③ 面積を2倍とした管($2A_i, C_{hi}, 3C_i$)	2.51	3.66	45.82	22.34
④ C_{hi} を1/2とした管($2A_i, 1/2C_{hi}, C_i$)	3.85	5.00	29.87	16.32

3. 蒸 発 器

蒸発器においても凝縮器と同様の①～③の管を考えた。それによれば、汚れが増加したときの必要表面長さの増加割合は表-1と同様の傾向を示し、③の管が一番小さい。また、別に冷媒側熱伝達率の係数[水側でいえば式(3)の C_{ht} に相当する] C_{ho} を3倍にし、①～③の管と④の A_i を2倍に C_{ht} を1/2とした管の四者の比較を表-2に示す。これによれば、④の管は他の管に比べて汚れが増加したときの必要表面長さの増加割合は小さく、また r_{fi} と R_{io} の比(A_o 基準と考えて)も一番小さい。

4. 結 論

1) 汚れが大きくなると、必要表面長さの増加割合は

$r_{fi}/R_{io}(A_o/A_i)$ の増加より大きい。

- 2) 水側に拡乱器を取り付けて熱伝達率を増すと、必要表面長さは平滑管に比べて小さくできるが、汚れが増した場合には必要表面長さの増加割合は大きくなる。
- 3) 汚れを考えて設計するとき、水側熱伝達率を大きくする方法より内側面積を増すほうが有利である。
- 4) 表-2に示すように、水側・冷媒側熱伝達率を同時に大きくすると、汚れが0から0.00025に増加すると、必要表面長さは88%以上増加する。

以上の結論は、汚れに関する研究が必要であることを、そして汚れがわからずに熱伝達率を大きくする方法で熱交換器を設計すると、汚れは予想以上に大きな影響を及ぼすだろうことを示した。(昭和53.2.27 原稿受理)

受贈図書紹介

S.Kakaç, F.Mayingier 編

Two-Phase Flows and Heat Transfer

この本は、NATO 科学部局やトルコ原子力委員会などの後援で、1976年8月にイスタンブールのボスポラス大学で行われた二相流と熱伝達に関するNATO 高等教育講座での主要講義と論文をまとめたものである。

- 第1巻：二相流と熱伝達の様式，測定技術，実験法・各種方程式に関する概説，二相流の不安定性
- 第2巻：二相流熱伝達，パーンアウト，遷移・膜沸騰，二相流の工業的応用と原子炉の安全性
- 第3巻：沸騰現象，モデル研究，熱伝達と圧力，非定常流れと原子炉への応用，今後の研究課題

二相流とそこでの熱伝達や物質移動現象の解明は、原子炉や熱交換器の設計に不可欠である。研究は最近20年間に急速に進歩してきているが、それら成果の多くが納められ、原子炉や熱交換器の設計・研究に携わる人にとって有益であろう。測定技術やモデル化などの部分は、排水問題を扱う研究者にも参考になる点があろう。なお、この本は本学会図書室に「洋書 277, 278, 279」として登録され、閲覧に供されている。

B5判, 1469 ページ(全3巻), 1977, Hemisphere Publishing Corporation (Washington) (図書委員 鎌田元康)

CLEAN FLOW UNIT

■クリーンフローユニットとは

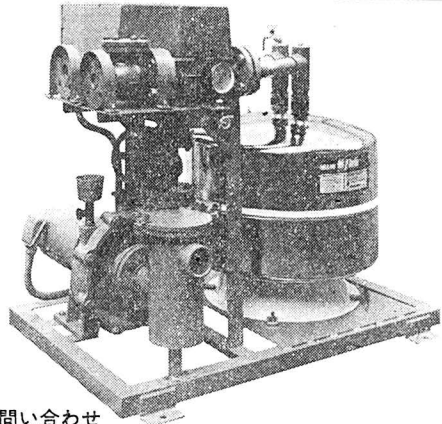
U.S.A. MIAMI社の超硬ステンレス(アメリカ宇宙開発事業に採用されている特殊ステンレス鋼)で製作されたろ過タンクMIAMI-HI-FLOW®とユニークな洗浄バルブと日立製、ポンプ、スイッチを組合せたコンパクトな高速サンドフィルターで自動洗浄形と手動洗浄形とがあります。

■特長

1. 自己差圧式自動洗浄5方弁を使用しています。
2. 必要な時に自動的に差圧を検出し逆洗、すすぎ洗いをするので使用場所に見合った最も理想的な洗浄を行います。
3. カム機構によるプログラム制御により逆洗、すすぎ洗いをするので汚れや、砂がろ過水側に戻される事はありません。
4. 異常圧の発生及びウォーターハンマーが起りません。
5. 弁体、カムは硬質プラスチック、弁板はステンレスで腐蝕の心配はありません。
6. 24時間タイマーの追加により起動、停止迄全自動運転が可能です。

■用途

温浴場・遊びプール・小中学生用水泳プール・噴水・冷却水地等・養魚地・産業排水



お問い合わせ

東京	昭栄興産株式会社	03-241-6201	仙台	株式会社 日幸商会	0222-25-8411
	※ウォーターデザイン	03-431-8070	名古屋	藤田電機工業株式会社	052-442-4651
	株式会社 コーエイ	03-861-9508		株式会社 松本商会	052-451-3101
	日製産業株式会社	03-501-5311	広島	新東洋株式会社	0822-72-6311
	関成産業株式会社	03-365-1529	福岡	泰平物産株式会社	092-522-2631
札幌	株式会社 日星電機	011-731-7231		九州日立冷機株式会社	092-541-1211
	大石商事株式会社	011-731-3251		株式会社 菅原商会	092-731-4011
			宮崎	宮崎日立商品株式会社	0985-24-5411
			鹿児島	南九州日立商品株式会社	0992-24-9111

株式会社 水興社

本社 〒105 東京都港区芝大門1丁目2番8号
(03)432-2271(大代表)
大阪出張所 〒531 大阪市大淀区豊崎3丁目20番9号(三栄ビル9F)
(06)372-7133(代表)
仙台出張所 〒980 仙台市本町3丁目5番22号 宮城県管工事会館
株式会社 日幸商会 仙台支店内 (0222)62-7985

低騒音で安定燃焼

新発売

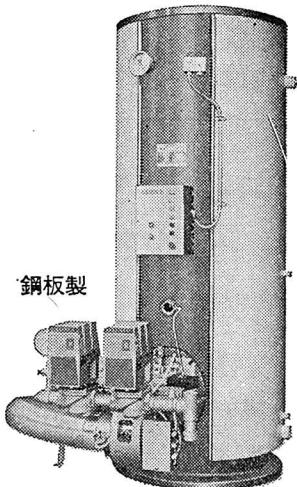
音圧バランス方式

省資源

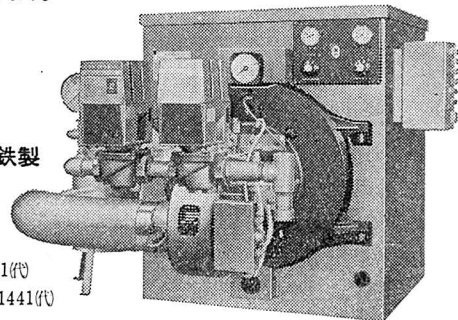
暖房・給湯 ● ガス焚・オイル焚

巴ボイラ

画期的な音圧エネルギー・バランス方式は……………
燃焼に伴う音圧エネルギーをノイズロールでバランスさせて最も安定した低圧ソフトフレームの静かな完全燃焼炎を作りだします。



鋼板製



鋳鉄製

本社 〒101 東京都千代田区神田鍛冶町3-3 ☎(03)254-2611(代)
支店 〒530 大阪市北区曽根崎新地1-3-17 ☎(06)344-1441(代)
営業所/仙台・名古屋・福岡

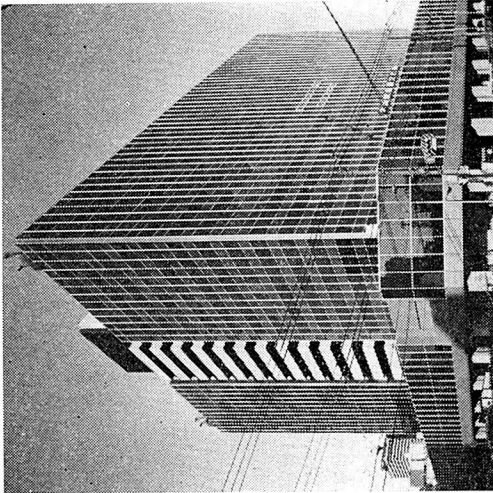
出張所/札幌・青森・静岡・金沢・岡山・広島・高松・松山・北九州・熊本



株式会社 巴商会

竣工設備概要データシート

大阪駅前市街地改造事業 大阪駅前第2ビル	建築用途	事務所
大阪市北区豊根崎上4-10	副用途	店舗など
	竣工年月日	昭和 51 年 10 月 30 日



1. 一般事項

構造 基礎：鉄筋コンクリート造ビーム基礎 地中：鉄骨鉄筋コンクリート造 地上：低層—鉄骨筋コンクリート造、高層—鉄骨造

規模 地下4階、地上16階、塔屋3階、軒高地上56750m、延べ面積103746m²、基準階面積3885m²、基準階階高3400m、基準階レンタブル比66%、窓面積/外壁面積=90.7%

特記事項 駐車台数(法定)320台

機械室面積 空調4906m²、衛生4864m²、空調・衛生機械室合計面積(A)9770m²、電気1842m²、エレベータ5264m²、機械室合計面積(B)16876m²、(A)/延べ面積=9.4%、(B)/延べ面積=16%、基準階シャフト合計面積164.6m²

空調・暖房面積 62700m²、空調・暖房面積/延べ面積=60.4%、基準階シャフト合計面積/基準階面積=3.8%

設計 建築 設備 大阪市都市開発局

安井建築設計事務所

施工 建築 (株)鴻池組・(株)奥村組・(株)茂高組・(株)法村組の4社共同企業体

施工設備

空調 ダクト：三機工業(株)大阪支店
配管：菱和調温工業(株)大阪支店
衛生 荻久工業(株)大阪支店
電気 低層：日本電設工業(株)高層：浅海電気(株)

2. 空調・換気設備

空調方式 店舗階：単一ダクト方式 事務階階：単一ダクト方式・ファンコイルユニット併用式

冷房負荷 負荷合計4460 USRt、負荷合計/延べ面積=0.018 USRt/m²

暖房負荷 負荷合計865×10⁴ kcal/h、負荷合計/延べ面積=83 kcal/m²·h

空調風量 全空気方式：133×10⁴ m³/h、風量/空調面積=0.2m³/m²·h 水-空気方式：125×10⁴ m³/h、風量/空調面積=16.3m³/m²·h、基準階換気回数3.5回/h

外気取入れ量：645×10⁴ m³/h、風量/空調面積=8.4m³/m²·h、基準階換気回数11.3回/h

空調系統 低速59系統

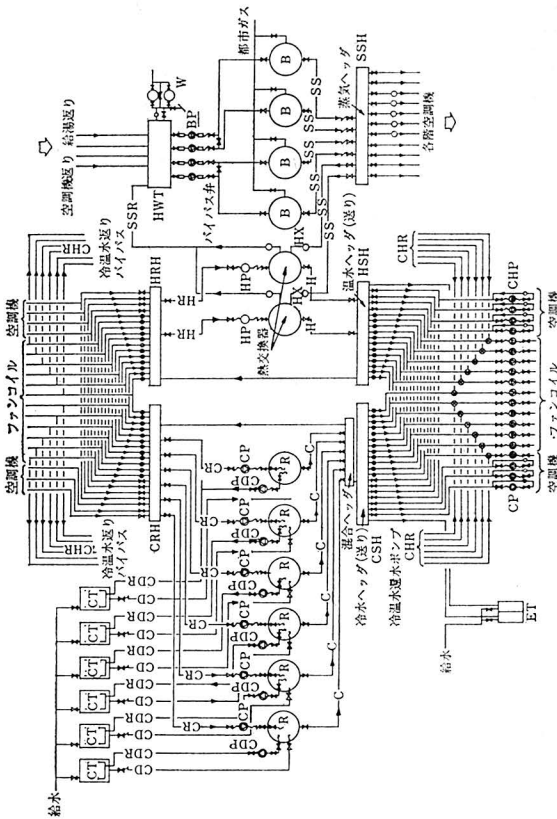


図-1 空調系統図
B:蒸気ボイラ HWT:熱心冷凍機 W:温水ポンプ ET:膨張水櫃
HP:温水ポンプ R:熱心冷凍機 CDP:油断水ポンプ ET:膨張水櫃
CT:冷却塔 CP:冷水ポンプ CHP:二次温水ポンプ

換気風量 風量合計11×10⁵ m³/h、風量合計/延べ面積=10.6m³/m²·h

冷水循環 冷水：流量43000 l/min、流量/空調面積=0.56 l/m²·min、送り6°C、送り11°C 冷水水：流量19468 l/min、流量/空調面積=0.25 l/m²·min、蒸気圧力2.4 kg/cm² G

熱源装置 1) 冷熱源 種類：冷凍機 仕様：遠心式—電動機駆動、1000 USRt×3台、500 USRt×2台、300 USRt×1台、往復動式—電動機駆動、160 USRt×7台(バックジョージ形)、合計容量4460 USRt、容量/空調面積=0.058 USRt/m² 放熱方式：冷却塔 蓄熱槽：なし

2) 温熱源 種類：ボイラ 仕様：伊崎管型式—都市ガス使用、2835×10³ kcal/h×4台、合計容量1134×10⁴ kcal/h、容量/空調面積=148 kcal/m²·h 負荷構成：暖房用96%、給湯用4%

エアワルタ 種類：ユニット式・自動取戻り式 効率は：重負法94%、比色法86%

動力 全動力8338 kW、全動力/延べ面積=0.08 kW/m² 動力構成：冷凍機52%、ポンプ20%、空調

ファン16.5%、換気ファン8%、排煙ファン3%、その他0.5% 非常電源を受ける動力/全動力=3.5%

工事材料ダクト：

ダクト材	風量あたりダクト面積 [m ² /(m ³ /h)]	延べ面積あたりダクト面積 [m ² /m ²]
空調	44800	0.035
換気	21700	0.02
排煙	20000	0.06
合計		0.83

自動制御・中央管制 結露露点制御装置は空気式で、中央監視室による遠隔設定監視を行っている。

(福原 弘 三機工業(株)大阪支店空調熱源部)

3. 衛生設備

設備内容 給水：2系統 給湯：中央 排水：放下水

水源 上水道使用、上水道引込み管口径300mm、1日使用水量1500m³/d、毎時平均給水量150m³/h

非常用エレベーター室への給電
各種特別設備内装系統

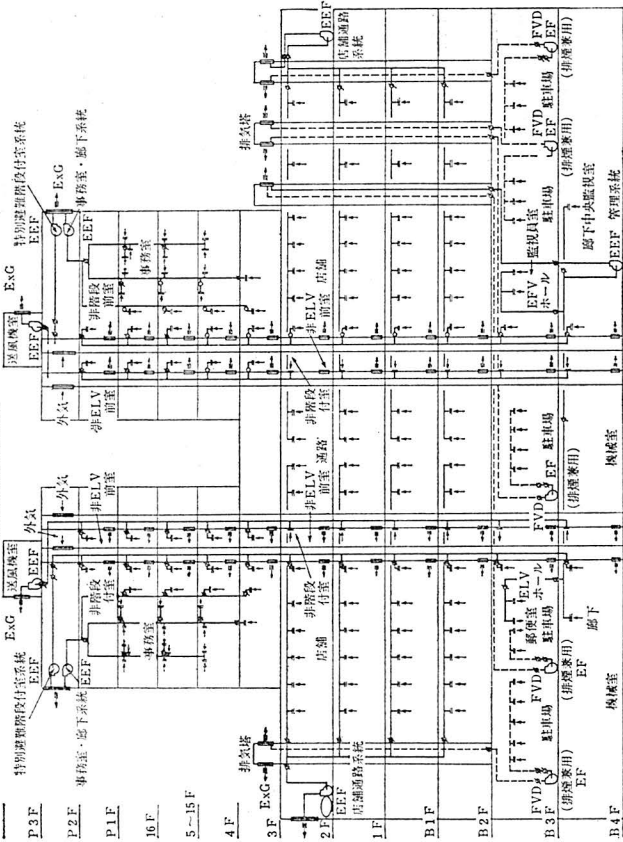


図-2 排水系統図

給水方式：水管より引き込みで受水槽に貯水
給水ポンプ：高層上水1,870 l/min×3台(うち予備1台)、低層上水1,750 l/min×3台(うち予備1台)、ポンプ合計7,240 l/min 上水受水槽：容量1,500 m³、高層上水90 m³×1基、中間受水槽(0階)80 m³×1基、位置一地下4階床土(鉄骨コンクリート造)、形式一床土受水槽
衛生器具における最高水圧4.6 kg/cm²G
湯方式：地下4階～地上2階に1系統、3～16階に1系統とし、各々強制循環方式 給湯用熱源：蒸気(空調ボイラより)、合計加熱能力300×10³ kcal/h、合計貯湯量5,000 l 貯湯槽：高層用2,500 l×1基、低層用2,500 l×1基 蒸気ボイラ：燃料—都市ガス使用
排水方式：汚水・雑排水分流 通気方式：同路・環状 排水ポンプ：汚水1,500 l/min×6台(うち予備1台)、ゆき水1,000 l/min×4台、還水槽180 l/min×2台、ポンプ合計13,360 l/min 3階以上は自然放流し、2階以下はピットへ集水してポンプアップ

衛生器具数 大便器：洗浄弁式213個 小便器：洗浄弁式148個、タンク式25個、洗面器・手洗い器204個、掃除用流し43個、流し類141個、噴水6池
消火設備 屋内消火栓100箇所、遠送給水管系統数8系統 スプリンクラー：設置対象—事務室・店舗・廊下・ホール、設置階—地下4階～塔屋1階、設置面積合計83,054 m² 特殊消火設備：ハロゲンガス消火、設置面積合計6,448 m²、設置対象—設置階—地下4階～塔屋1階電気室、地下3階駐車場 消火用水槽：受水槽、容量120 m³
ガス設備 都市ガス使用、発熱量4,500 kcal/m³、中圧引込み管口径300 mm
特殊設備 噴水：6池、水量合計11,500 l/min、74 kW
主要材料 給水管：塩化ビニルライノイド鋼管 給湯管：銅管 雑排水管：白ガス管 汚水管：鉄製(CIP) 受水槽：コンクリート製 高層水槽：FRP製 貯湯槽：ステンレス鋼製
衛生設備動力 合計718 kW(うち予備85 kW)、衛生設

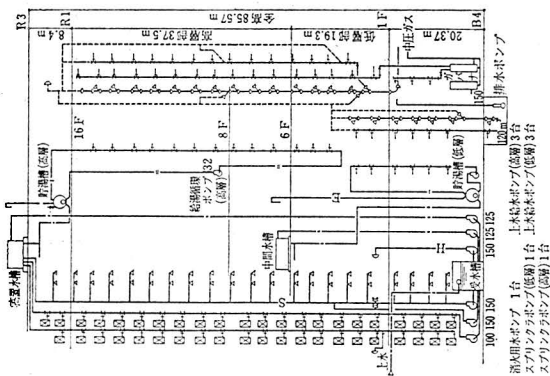


図-3 上水・消火・給湯・ガス・排水系統図

備動力合計(予備除く)/延べ面積=6.1 W/m²、非常電源を受ける動力479 kW、非常電源を受ける動力/衛生設備動力合計=75%

特記事項 公衆浴場：地下4階、66.6 m²、男・女各4人収容 温水ボイラ：250,000 kcal/h、貯湯槽2,900 l、都市ガス使用、72 m³/h ろ過機：6500×900 H×2台 ろ過ポンプ：40 mm×160 l/min×0.75 kW×2台 除じん(乾)器：6200×300 H×2台 循環ポンプ：40×150 l/min×0.2 kW×1台 給排水槽(FRP製)：1,000×600×1,000 H×1基

〔大倉橋文庫 新久工業(株)大阪支社〕

学会規格 HASS

001 図示記号

- 会員450円 非会員500円 送料200円
- 103 鑄鉄ボイラ暖房用出力表示規格 会員270円 非会員300円 送料200円
- 104 鋼製ボイラ暖房用出力表示規格 会員270円 非会員300円 送料200円
- 107 空気調和設備工事標準仕様書 会員1,300円 非会員1,500円 送料250円

108 冷・暖房負荷計算表

109 冷房負荷簡易計算方法

110 送風機の騒音出力測定規格

- 会員270円 非会員300円 送料200円
- 204 給排水その他設備工事標準仕様書 会員1,500円 非会員1,700円 送料250円
- 206 給排水設備標準 会員1,300円 非会員1,500円 送料250円
- 209 マンホールふた 会員270円 非会員300円 送料200円

学会出版物

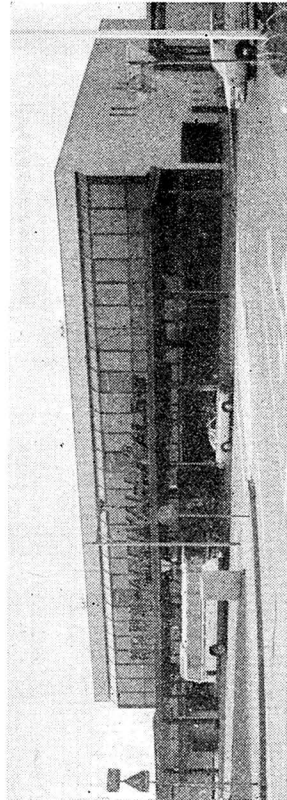
空気線図—NC, LC, HC線図その他

- 会員450円 非会員500円 送料250円
- 湿り空気 i-x線図 会員630円 非会員700円 送料250円
- 空気調和・衛生用語集 会員1,800円 非会員2,000円 送料250円
- 空気調和・衛生設備のやさしい知識 会員2,200円 非会員2,300円 送料300円
- 空気調和設備の実務の知識 会員2,900円 非会員3,000円 送料300円
- 給排水・衛生設備の実務の知識 会員3,500円 非会員3,600円 送料300円
- 日本建築設備年誌 会員2,500円 非会員3,000円 送料300円
- 給排水設備文献資料集① 会員6,500円 非会員7,500円 送料600円
- 給排水設備文献資料集② 会員8,000円 非会員9,000円 送料500円

千歳空港第二到着ビル

北海道千歳市平和空港内

竣工年月日 昭和51年12月20日



1. 一般事項

構造 鉄骨鉄筋コンクリート造
規模 地上2階、軒高地上9m、延べ面積2700㎡、基準階面積1900㎡、基準階階高5m、基準階レオナルド比85%、窓面積/外壁面積=20%
機械室面積 空調80㎡、衛生120㎡、空調・衛生機械室合計面積(A)300㎡、電気50㎡、エレベーター15㎡、機械室合計面積(B)265㎡、(A)/延べ面積=7%、(B)/延べ面積=9%、基準階チャフト合計面積150㎡
空調・暖房面積 2300㎡、空調・暖房面積/延べ面積=85%、基準階チャフト合計面積/基準階面積=8%
設備 計 建築・設備 クラウエー卜建築設計事務所
 施工 建築 (株)地崎工業
 設備 総合施工 三機工業(株)
 電気 日本電設(株)(別送)

温水循環 流量(第二到着室)690 l/min, 流量/空調面積=0.3 l/m²・min, 送り150°C, 送り120°C
温熱源装置 種類:ボイラ 仕様:炉筒煙管式(高温水)→B重油使用, 2.27×10⁶ kcal/h×1台(他の建物にも供給), 合計容量(第二到着室)4×10⁶ kcal/h, 容量/空調面積=174 kcal/m²・h 負荷構成:暖房用100% エアハンドラ 種類:自動巻取り式 効果:重油法80% 動力 全動力58 kW(うち平備5 kW), 全動力(予備除く)/延べ面積=0.021 kW/m² 動力構成:ボイラ30%, ポンプ22%, 空調ファン38%, 換気ファン7%, その他3%
負荷構成

冬期暖房負荷 [kcal/m ² ・h]	
外 界 負 荷	103
外 気 負 荷	30
合 計	133

工事材料ダクト:

ダクト材	風量あたりダクト面積 [m ² /cm ²]	延べ面積あたりダクト面積 [m ² /m ²]
空調	1200	0.021
換気	60	0.010
合計		0.046

2. 空調・換気設備

空調方式 外周部:二階式ベースボートヒーター 内周部:単一ダクト方式
暖房負荷 負荷合計3.6×10⁶ kcal/h, 負荷合計/延べ面積=133 kcal/m²・h
空調風量 水-空気方式:5.7×10⁴ m³/h, 風量/空調面積=22 m³/m²・h, 基準階換気回数7.2回/h 外気取入れ量:2×10³ m³/h, 風量/空調面積=0.9 m³/m²・h
空調系統 低速1系統
換気風量 風量合計6×10³ m³/h, 風量合計/延べ面積=2.0 m³/m²・h

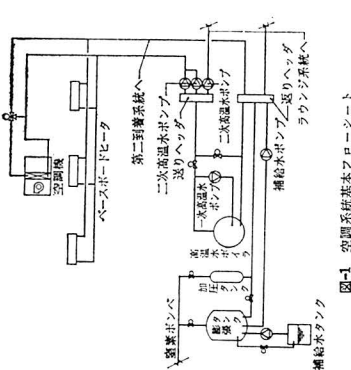


図-1 空調系統基本フロアシート

タ 2000により遠方操作・監視を行っている。
特記事項 高温水管の施工に対し、特に空気をまきおよび熱膨張に対するクッションの取り方に注意した。

3. 衛生設備

設備内容 給水:1系統 給湯:馬所 排水:処理放流
水源 上水道使用, 上水道引込み管口径50mm, 1日使用水量70 m³/d, 毎時平均給水量7 m³/h
給水 給水ポンプ:上水300 l/min×2台, ポンプ合計600 l/min 上水受水槽:容量30 m³, 位置一トレンデ内床下(FRP製), 形式一床下水槽 衛生器具に於ける最高水圧2.0 kg/cm²・G
排水・通気 排水方式:汚水・雑排水分流 通気方式:回路・伸頂 排水ポンプ:ゆう水40 l/min×1台

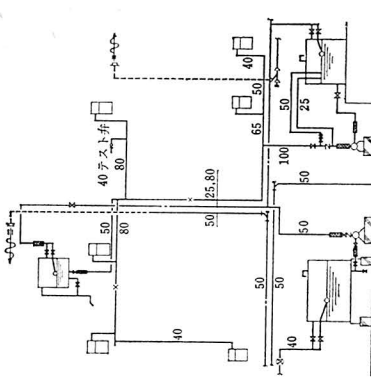


図-2 給排水系統基本フロアシート

衛生器具数 大便器:洗浄弁式10個 小便器:洗浄弁式11個 洗面器・手洗い器11個, 掃除用流し1個, 流し類1個
排水処理 し尿浄化槽:方式-合併処理, 処理水量120 m³/d, 放流水BOD 60 ppm
消火設備 屋内消火栓6箇所
ガス設備 LPG使用
主要材料 給水管:塩化ビニルライニエング鋼管(VLP) 雑排水管:亜鉛めっき鋼管 汚水管:銑鉄管 受水槽:FRP製
衛生設備動力 合計18.95 kW, 衛生設備動力合計/延べ面積=0.0070 W/m², 非常電源を受ける動力15 kW, 非常電源を受ける動力/衛生設備動力合計=0.7915%
 (福江弘美 三機工業(株)札幌支店空調冷熱課)

建築設備シリーズ—空調調和・衛生工学会編

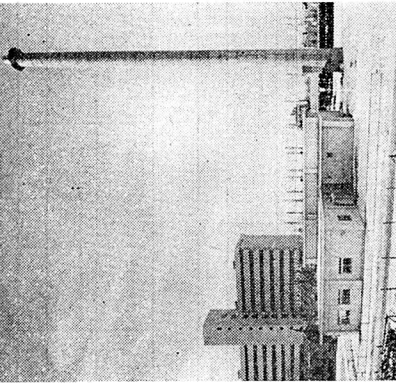
1. 建築設備の保守管理の実際 会員520円 非会員580円 送料250円
2. 空調調和設備の経常費 会員700円 非会員780円 送料250円
3. 空調調和設備の防音と防振 会員1,100円 非会員1,200円 送料250円
4. 放射性廃棄物処理施設 会員1,100円 非会員1,200円 送料250円
5. 地域冷暖房の空調調和 会員700円 非会員780円 送料250円
6. 事務所建物の空調調和 会員700円 非会員780円 送料250円
7. 恒温恒湿装置の設計 会員1,100円 非会員1,200円 送料250円
8. 水泳プールの機械設備 会員770円 非会員850円 送料250円
9. 高温水暖房 会員770円 非会員850円 送料250円
10. 病院・診療所の空調調和 総版
11. ごみ焼き炉設備 会員770円 非会員850円 送料250円

社団法人 空調調和・衛生工学会 〒160 東京都新宿区北新宿1-8-1 (中島ビル)
 電話 東京 (03) 363-8261 (代表) 振替 東京 6-216

竣工設備概要データシート

建設用途	熱供給施設
竣工年月日	昭和52年12月15日
所在地	苫小牧市大成町 1-11-25

苫小牧西部地区ボイラープラント



1. 一般事項
 構造 鉄筋コンクリート造
 規模 地上1階、軒高地上6m、延べ面積648㎡
 機械室面積 空調378㎡、電気室27㎡、機械室合計面積405㎡、換気室面積/延べ面積=58%
 設計 建築 伊藤忠商事(株)北海道支店
 施工 建築 設備 高砂熱学工業(株)札幌支店

2. 空調・換気設備
 空調方式 主な方式：直接取配方式
 暖房負荷 負荷合計 15.8×10^4 kcal/h
 温水循環 流量 $5,400$ l/min, 送り 150°C , 戻り 95°C
 温熱源装置 種類：ボイラ 仕様：伊崎煙管式一灯油使用, $3,879 \times 10^4$ kcal/h × 1台, $6,465 \times 10^4$ kcal/h × 2台
 (うち1台は将来設置の予定, 合計容量 $16,809 \times 10^4$ kcal/h)
 動力 電力 全動力 436 kW (うち予備 95 kW) 動力構成：ポンプ90%, その他10%
 特殊設備 本施設は、苫小牧市の青葉町・大成町・弥生町に建設される中高層公寓住宅(5~14階建て)の89棟, $2,881$ 戸($152,263$ ㎡), および併設店舗($7,655$ ㎡)に熱(暖房・給湯)を供給するために建設された。

熱は、ボイラプラントから地中埋設二重管によって各サブステーションに高温水を供給する。
 自動制御・中央管制 ボイラプラント内に設けられた中央監視室では、温水圧力・流量・温度や各機械の作動状態、ボイラの燃焼状態の表示などの管制御設備が設け

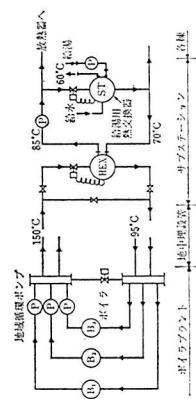


図-1 全体システム図

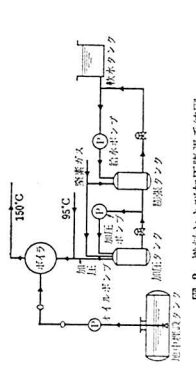


図-2 熱水および加圧蒸気系統図

編集委員会では、会員より寄せられた“竣工設備概要カード”を審議し、データとして収集・保存するにふさわしい設備を選び、“竣工設備概要データシート”として執筆を依頼しております。この欄に掲載ご希望の建物設備がありましたら、必要事項をご記入のうえご提出ください。

竣工設備概要カード (衛生工学)

No.

設備名称	用途					
設備所在地	施主					
建設工期	(竣工)	年 月 日	年 月 日	年 月 日	年 月 日	
建設規模	(対象人口)		(対象量)		(敷地面積)	
設計者	土木工事		土木工事		土木工事	
および	機械工事		機械工事		機械工事	
監視者	電気工事		電気工事		電気工事	
	建築工事		建築工事		建築工事	
	その他		その他		その他	

発信人

受理 年 月 日

設備概要及び特徴

Gesundheits-Ingenieur

1977年1,2月号

建物建造による熱微気候の変化

K. Gertis, U. Wolfscher, pp. 1~10, 図12, 表7, 参考文献17

流水中の細菌負荷に対する予測数学モデル

H. H. Rump, pp. 11~14, 図2, 表2, 参考文献9

コークス製造工場における溶解微細ダスト部分の赤外線分析

V. Masek, J. Neiser, pp. 15~18, 23, 24, 表2, 写真9, 参考文献2

空調経済学：問題領域の空調に対するコストと利点の分析・事例研究(第1部)研究の問題点と対象・方法論

T. Brendel, G. Güttler, pp. 25~34, 図8, 表9

1977年3月号

住宅気候の改善と実際の暖房費の節約の可能性

E. B. Grunau, pp. 44~51, 表5, 写真15

エネルギー節約の観点下での暖房ボイラプラントの設計について

H. Schmitz, pp. 52~57, 図7, 表1, 参考文献9

固体燃料用の炉に対する放出諸因子

P. Davids, H. Gliwa, pp. 58~60, 65~68, 図5, 表6, 参考文献19

りく屋根の排水

K. Grasmeyer, pp. 68~73, 図10, 表2, 参考文献1

化学清浄化装置からの溶剤放出防止手段

F. Baum, J. Hager, pp. 73~77, 図4, 表1, 参考文献8

(福山博之 海外文献紹介小委員担当)

The Building Services Engineer

1977年1月号

度日(テグリデー)

J. Peach, pp. 213~217, 図8, 表2, 参考文献2

スプリンクラ設備の技術—第2部(第1部は1975.4)

J. L. Pring, pp. 218~225, 図2, 表1

頭上ふく射と快感

D. A. McLntyre, pp. 226~234, 図6, 表2, 参考文献16

定風量および変風量空調設備の風量制御弁

D. Babington, pp. A 10~A 19, 図11, 写真2

1977年2月号

制御可能な空調設備の設計

D. M. Lush, pp. 235~249, 図7

アルミニウムわくおよび木わく複層ガラスの温度分布とそのU値への影響

M. Barnett, pp. 250~252, 図5, 表3

1977年3月号

建築設備設計の一助としての大数の理論の利用

M. F. Green, pp. 253~257, 図1, 表5, 参考文献7

暖房設備の開回路制限の限界

W. F. Chapman, pp. A 11~A 14, 写真5, 参考文献3

電算機の活用

P. A. Warburton, pp. 259~264, 図1, 表2, 参考文献11

病棟内の臭気と換気

R. M. Smith, pp. 265~271, 図6, 表2, 参考文献30

機械設備工事のための配線図

J. P. C. Pascoe, pp. 272~283, 図5, 表1

建築設備用メカニカル配管継手/既設建物の配管設備現代化への応用

D. Murphy, pp. A 16~A 18, 写真2

腐食性フューム処理排気ダクト工事

T. Hoare, pp. A 28~A 29, 写真2

●初級技術者の実務入門書，全面改訂で内容刷新！

給排水・衛生設備の実務の知識

(改訂第2版)

社団法人 空気調和・衛生工学会 編

(B5判 332頁・定価 3,600円)
(会員特価 3,500円・送料 300円)



本書は昭和46年初版発行以来，給排水・衛生設備関係技術者に対する好個の実務参考書として用いられるとともに，空気調和・衛生工学会が毎年開催する講習会テキストとしても用いられ好評を得てきました。しかしながら，最近におけるこの方面の技術の進歩は目覚しく，各種の関連規準も確立されつつある折柄，全面的に改訂を行なう必要が生じたため，これら最新のデータを盛り込み，例題・設計例も刷新してお届けすることになりました。

● 主要目次 ●

- | | |
|-------------|----------------------------|
| 第1章 給排水設備 | 第10章 給排水設備の設計例
(高層複合ビル) |
| 第2章 給排水設備計画 | |
| 第3章 給水設備 | 第11章 施工 |
| 第4章 給湯設備 | 第12章 保守管理 |
| 第5章 排水・通気設備 | 第13章 法規 |
| 第6章 消火設備 | |
| 第7章 し尿浄化設備 | |
| 第8章 ガス設備 | |
| 第9章 機器 | |



オーム社

本社=101 東京都千代田区神田錦町3
振替東京6-20018 ☎(291) 0811

会員特価でお買いになる方は空気調和・衛生工学会本部または支部にお申込み下さい。

1977年4月号

予測

A. A. Field, pp. A 22~A 26, 図8, 写真2

当時と現在/建築設備の80年

pp. A 28~A 69, 図6, 写真24

学会と研究機関/一つの目的を持って

R. Eaves, pp. A 70~A 72, 写真4

空調業界における製造業者の役割の変遷

R. E. Ayeres, pp. A 74~A 77, 写真1

専業から多角的業界へ

D. Hyam, pp. A 78~A 80, 写真1

空調の歴史のハイライト

J. Aldous, pp. A 81~A 83, 図2, 写真1

1977年5月号

建築設備設計規準と指針および合理化

M. F. Green, pp. 1(287)~3(290), 参考文献9

住宅における省エネルギー

J. Berry, R. Emerson ほか, pp. 4(288)~9(293), 図8

建築設備業界における大学学部在学生の環境工学研修

C. G. O'Boyle, pp. 10(294)~12(296), 図2

システム天井の開発

J. M. Gale, pp. A 8~A 11, 図4, 写真2

店舗とショッピングセンターの空調

D. Newell, pp. A 19~A 21, 写真4

空調設備を組み込んだ天井の設計と施工

pp. A 24~26, 写真2

1977年6月号

建築設備技術者の創造的任務/建築設備協会(CIBS)会長のあいさつ

A. L. Longworth, pp. 15~18, 22

各種省エネルギー方式の詳細検討

J. McCullough, pp. 19~22, 図2, 参考文献4

工場における燃料消費

R. C. Kirkwood, pp. 23~31, 図14, 表6, 参考文献7

中容量ボイラの開発/ボイラ業界の話題

p. A 8, 写真1

大規模ボイラの開発/産業用ボイラの流動層燃焼

p. A 23, 写真1

小規模ボイラの開発“二熱媒ボイラ(貯湯槽付きボイラ)

p. A 26~A 28, 図1, 写真1

グリルとディフューザの製造業者

p. A 14~A 16, 写真2

(斉藤恵一 海外文献紹介小委員担当)

日本建築設備年譜

建物の近代化に伴い既存の由緒ある建物がつぎつぎに姿を消し、それとともにかつて設備技術者が多大な努力を傾けた貴重な建築設備も、その建物とともに消え失せていく実情にあります。本学会では、こうした実情を遺憾とし、既設建物の設備調査委員会・同資料編纂小委員会を設置して、明治元年より順に年代を追って主として文献により建物設備の調査を進め、昭和30年まで一応の完結をみ、これを集大成したのが本書であります。

これにより、これまでの建築設備方式や機器など、その技術の変遷過程をたどることができます。

B5判	本文233頁	資料編約80頁
収録	明治元年~昭和30年	建物数約800
定価	3000円	会員特価 2500円
送料	300円	

編集・発行 空気調和・衛生工学会

建築設備シリーズ

空気調和・衛生工学会編
(全11冊)

このシリーズは、現代の建築物に欠くことのできない建築設備の諸課題をとらえ、その実務知識、最新の技術を余すところなく、豊富なデータと共に具体的かつ平易に解説した技術指導書で、第一線研究者、技術者が豊富な経験と研究成果をもとにまとめた、建築設備技術者はじめ、設計技術者、施工技術者必携の書といえます。

1. 建築設備の保守管理の実際 堀田勝蔵著 A 5・¥ 580

保守管理の実際を、個々の機器ごとに、状況・対策について実施に役立つように解説し、経費、要員、記録の仕方も説明。(会員特価 ¥520 送料 ¥250)

2. 空気調和設備の経常費 尾島俊雄著 A 5・¥ 780

建物の空調設備に要する全費用の算定に必要な方法と資料を懇切に説明し、誤りなく算出できるよう解説。(会員特価 ¥700 送料 ¥250)

3. 空気調和設備の防音と防振 小笠原祥五著 A 5・¥1200

ダクトの騒音や防振基礎の設計などの問題を中心に、発生源、伝播の仕方、設計法などの問題点を解説。(会員特価 ¥1100 送料 ¥250)

4. 放射性廃棄物処理施設 藤井正一著 A 5・¥1200

放射性廃棄物処理施設の設計上の注意事項から、設計計画、設計実例などを基礎から実際まで、平易に解説。(会員特価 ¥1100 送料 ¥250)

5. 地域冷暖房 服部 功著 A 5・¥ 780

熱源プラントから輸送用に設備された配管を通じて供給する施設、地域冷暖房の利点・技術的問題点・計画の立て方を詳説。(会員特価 ¥700 送料 ¥250)

6. 事務所建物の空気調和 清水邦雄著 A 5・¥ 780

事務所建物の空気調和に伴う複雑な問題について、計画、設計、運転・保守など広範囲にわたって詳細に解説。(会員特価 ¥700 送料 ¥250)

7. 恒温恒湿装置の設計 橋爪・真鍋著 A 5・¥1200

恒温・恒湿室の設計について、基礎事項、基本設計、冷凍機器、空気調和器、ダクトおよび付属機器、自動制御装置、設計例等を詳説。(会員特価 ¥1100 送料 ¥250)

8. 水泳プールの機械設備 高嶋 嵩著 A 5・¥ 850

プールの設備および設備維持管理について、計画から完成、運転維持管理の面までを系統的にまとめた書。(会員特価 ¥770 送料 ¥250)

9. 高温水暖房 井上宇市著 A 5・¥ 850

高温水に関する内外の研究や報告を基礎とし、著者自身の経験も取り入れてまとめた解説書で、高温水暖房の設計、施工等を詳説。(会員特価 ¥770 送料 ¥250)

10. 病院・診療所の空気調和 高田 俱之著 絶 版

病院において最もよい空調効果をあげ、経済的にも満足のいく空調を行なうために必要な基礎事項・計画・管理までの要点を解説。

11. ごみ焼き炉設備 河西・武田著 A 5・¥ 850

建物の機能を維持するために不可欠なごみ焼き炉設備の実際を、豊富な実例によって具体的に解説。(会員特価 ¥770 送料 ¥250)



丸善

東京・日本橋
振替東京5番

会員特価にてご購入の方は空気調和・衛生工学会本部または支部にお申込みください。

第5回理事会・第10回常務理事会合同会議

4月18日(火) 13:30 井上会長, 種田副会長, 石福, 稲生, 浦野, 大沢, 岡垣, 田口, 田中, 中島, 中原, 林(太), 林(嘉), 福本, 松本, 村上各理事, 須賀監事, 小島(中部支部), 浦野(北信越支部)各支部長出席。荒谷, 佐藤, 板井, 手塚, 橋口, 船橋, 宮野, 宗岡各期役員出席(オブザーバ)。

- [審議事項] 1) 第51期(昭和52年度)会務報告書および決算書承認の件: 審議のうえ可決した。2) 第52期(昭和53年度)事業計画案および収支予算案承認の件: 審議のうえ可決した。3) 特別会員推薦の件および終身会員の件: 特別会員を決定し, 終身会員についてはこれを了承した。4) 総会議事次第の件。5) 各支部総会日程の件。6) 第52期各種委員会委員委嘱の件: これを了承した。7) 会費長期滞納者除名の件。8) 理事後任の件: 第2区理事斎藤武君転勤に伴い, 次点者日下研二君をもってこれを補い, 任期は残任期間とした。9) 委員推薦依頼の件。10) 昭和53年度第1回支部交付金の件。11) 環境電算国際シンポジウムの次期開催の件。12) 事務局職員任免の件。

[報告事項] 1) 入退会承認の件: これを了承した(現在会員

- 数18349名)。2) ISSN(国際標準逐次刊行物番号)の割当ての件。3) 協賛名義使用の件: つぎの名義使用を了承した, ㊤初級者のための冷凍空調技術講習会(日本冷凍協会), ㊦カンファレンス“単管式特殊排水システム”(日本建築設備士協会)。4) 転載許可依頼の件: つぎの転載許可を了承した, ㊧“換気設備技術基準・同解説”に便覧第8版および第9版の一部(日本建築設備安全センター), ㊨“都市ガス空調システム”(オーム社)に便覧第9版の一部(日本瓦斯協会), ㊩“ビル経営における省エネルギーマニュアル”に学会誌第51巻第5号の委員会報告(日本ビルディング協会連合会)。5) 推薦名義使用願いの件。

会 員 数(4月理事会承認)

新入会員: 正会員 445名 学生会員 17名
 会員数: 18349名

正会員 上本忠男君, 島田平三君, 端山 満君, 吉田 正義君のご逝去をいたみ, 謹んで哀悼の意を表します。

各種委員会の開催

委員会名	回	開催日時	出席者数	備考	委員会名	回	開催日時	出席者数	備考
便覧委員会・便覧編集小委員会合同委員会	5	4. 4(火)18:00	18		設備士資格検定委員会衛生分科会	11	4.14(金)17:30	10	大阪電気暖房(株)
空調設備基準委員会換気規格小委員会	11	4. 4(火)18:00	5		空調設備基準委員会空調機器小委員会	46	4.15(土) —	—	
給排水設備規準委員会給水小委員会	7	4. 4(火)18:00	8		設備士資格検定委員会空調分科会	12	4.17(火)17:30	10	
設備士資格検定委員会衛生分科会	10	4. 5(水)17:30	10		設備士資格検定委員会衛生分科会	12	4.18(火)17:30	11	
編集委員会熱源・設備原論合同分科会	10	4. 5(水)18:00	7		給排水設備規準委員会排水小委員会	7	4.18(火)18:00	11	
空調設備基準委員会温冷感小委員会	8	4.11(火) —	—	建設省建築研究所	規格委員会減圧弁規格改訂小委員会	27	4.20(木)13:30	5	
編集委員会空調第一・第二合同分科会	10	4.12(水)18:00	6		給排水設備規準委員会資料調査小委員会	7	4.20(木)18:00	10	
編集委員会給排水・衛生工学合同分科会	11	4.12(水)18:00	5		編集委員会	11	4.20(木)18:00	10	
空調設備基準委員会省エネルギー小委員会機器ワーキンググループ	3	4.12(水)18:00	4		給排水設備規準委員会給水・排水小委員会合同委員会	1	4.22(土)14:00	28	
事業計画委員会	11	4.13(木)15:00	9		設備士資格検定委員会空調分科会	13	4.24(月)17:30	9	
規格委員会排水用鉛管規格改訂小委員会	3	4.13(木)18:00	7		設備士資格検定委員会衛生分科会	13	4.24(月)17:30	4	
空調設備基準委員会暖房負荷算法小委員会	7	4.14(金)17:30	6		論文委員会	11	4.24(月)18:00	4	
設備士資格検定委員会空調分科会	11	4.14(金)17:30	9		編集委員会海外文献紹介小委員会	10	4.28(金)18:00	10	