

建筑百科大事典

13

建築百科大事典

*Encyclopedia
of
Architectural
Science*

13

に～はろ

建築百科大事典 13

Encyclopedia of Architectural Science

に～はろ

全17巻

昭和58年 初版発行

発行人 平野陽三

発行所 株式会社 産業調査会

〒107 東京都港区赤坂1-1 大成ビル

電話 (03) 585-4541 (代表)

総発売元 丸善ブックメイツ株式会社

〒102 東京都千代田区麴町1-3-23

電話 (03) 263-6351 (代表)

印刷所 凸版印刷株式会社

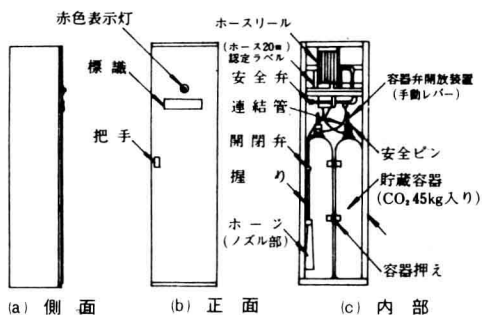
落丁・乱丁はお取りかいたします。

に

二酸化炭素消火配管施工

二酸化炭素消火には移動式と固定式があり、固定式はさらに高压式と低压式とがある。また固定式は防火対象物によって全域放出方式と局所放出方式がある。

移動式はノズルを手動操作し、防護対象物に二酸化炭素を噴射して消火を行うもので、二酸化炭素貯蔵容器、容器弁開放装置、配管、ホースリール、ホース、ノズル開閉弁、ノズル、表示灯により構成されている。1図にこれを示す。



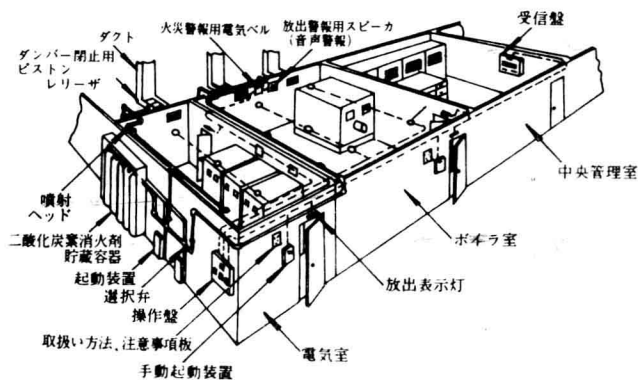
1. 移動式の二酸化炭素消火せん

固定式の全域放出方式は、区画された室内に二酸化炭素を放射して酸素濃度を低下させて消火するもので、局所放出方式は固定された噴射ヘッドにより、防護対象物に二酸化炭素を噴射して消火を行うもので、いずれも二酸化炭素貯蔵容器、起動用ガス容器、起動装置、制御盤、選択弁、配管、噴射ヘッド、音響警報装置、放出表示灯、非常電源などによって構成されている。2図にこれを示す。

これらのうち容器弁、安全装置、破壊板は「二酸化炭素消火設備等の容器弁、安全装置及び破壊板の基準」の消防庁告示に従って製作され、日本消防設備安全センターの認定試験に合格したものを使用しなければならない。

二酸化炭素貯蔵容器

二酸化炭素貯蔵容器は、内部にサイフォン管があり、液化二酸化炭素が配管に流出するようにしてある。また貯蔵方法により高压式と低压式に分類されている。高压式は消火剤が常温で貯蔵され、低压式は -18°C 以下で貯蔵されている。貯蔵容器は高压ガス取締法に基づく容器保安規則により製造され、検査に合格したもので、充填比によって分類されて



2. 二酸化炭素消火設備（固定式）の構成の一例

いる（高圧式にあっては1.5以上、低圧式のものにあっては1.1以上）。高圧式のものには58.9kgf/cm²の圧力になっており、認定の容器弁を用い、低圧式のものは次のようにしなければならない。

- ① 液面計および圧力計を設ける。
- ② 23kgf/cm²以上の圧力および19kgf/cm²以下の圧力で作動する圧力警報装置を設ける。
- ③ 容器内部の温度が-18℃で、しかも21kgf/cm²以上の圧力に保持できる自動式の冷凍機を設ける。
- ④ 認定の破壊板を設ける。
- ⑤ 放出弁は、ガス圧力、電気などにより確実に作動できる構造でしかも手動により開放できる構造のものであること。

貯蔵容器をすえ付けるに当たっては次のことに注意しなければならない。

- ① 防護区画以外の場所に設けること。
- ② 40℃以下で温度変化が少ない場所に設けること。
- ③ 直射日光および雨水のかかるおそれの少ない場所に設けること。
- ④ 高圧式のものとは鉄わくに入れて固定し、地震などの振動により倒れるおそれがないように堅固に取り付ける。
- ⑤ 高圧式のものとは運搬および取り扱い際には容器弁保護キャップを必ずかぶせて行うこと。

消火剤

消火剤は、JIS K 1106（液化炭素）の2種または3種に適合するものを使用する。

起動装置

起動装置は、手動式と自動式とがあり、起動方法には容器を直接起動させるもの、起動用ガス容器により起動させるものなどがある。

容器弁を直接起動させる方式

容器弁を自動または電気操作により直接起動させ、貯蔵容器の容器弁の封板を破り放射させるものである。

起動用ガス容器を用いる方式

起動用ガス容器を用いる方式のものは、起動用ガス容器、容器弁、配管、逆止弁などによって構成されており、手動または自動により起動用ガス容器の容器弁を開放し、ガス圧力により貯蔵容器の容器弁や選択弁などを開放させるもある。なお起動用ガス

容器は、次によるものである。

- ① 250kgf/cm²以上の圧力に耐えるものとする。
- ② 180～250kgf/cm²の圧力で作動する安全装置を設ける。
- ③ 内容積は1L以上とし、貯蔵する二酸化炭素の量は0.6kg以上で、充填比は1.5以上とする。
- ④ 認定の安全装置および容器弁を設ける。

選択弁

2個所以上の防護区画または防護対象物が設けられている場合に、二酸化炭素の放射区域を選定するために各区画ごとに設ける弁で、200kgf/cm²以上の圧力に耐えるもので、耐食性のあるものである。電気またはガスの圧力により作動させる方式のものである。

配管

配管は専用とし、主配管は鋼管を使用し、操作用には銅管を使用する。管継手はそれぞれの管に適合したものを使用する。二酸化炭素消火の場合には、大気圧になっている管内に圧力の高い気体が入るので、その際に発生するハンマー、振動は非常に大きいので、それらに耐え得るように堅固に設置しなければならない。

噴射ヘッド

二酸化炭素は通常液化された状態で貯蔵されており、これが管路内に流れてきたものを気化させて放射する部分が噴射ヘッドであり、噴射口およびホーンの組み合わせからなっており、規定量の二酸化炭素を一定時間内に放射できるようにつくられている。

ホーンは不燃材料で造られており、噴射速度を減速した適量のドライアイスが発生させる。なお、噴射ヘッドの放出圧力は高圧式のものには14kgf/cm²以上、低圧式のものには9kgf/cm²以上でなければならない。

噴射ヘッドを設置するに当たっては、全域放出方式のものは放射された消火剤が防護区画の全域に均一に、かつ速やかに拡散することができるように設け、局所放出方式のものは防護対象物のすべての表面がいずれかの噴射ヘッドの有効射程内にあるように設ける。

音響警報装置

音響警報装置は、防護区画内または防護対象物の付近にいる人に二酸化炭素を放射させることを知ら

せて退避させるもので、音声警報、サイレン、ベル、ブザーなどが用いられる。これは二酸化炭素が放射される前に起動装置の操作または作動と連動して作動するもので、消火剤放射前に断されないのでなければならない。なお全域放出方式のもので常時人がいない防火対象物以外のものは、音声による警報にしなければならない。

放出表示等の保安上の装置

全域放出方式のものは、出入口の見やすい個所に二酸化炭素消火設備が設けられている旨の表示を設ける。

音声警報装置が作動した後、防護区内にいるものの避難および関連機器の制御のため、起動用スイッチ、引きせんなどの作動から貯蔵容器の容器弁または放出弁の開放までの時間が20秒以上となる遅延措置が必要である。

出入口の見やすい個所に消火剤が放出されたら、点灯して危険を知らせるために表示灯を設けなければならない。

非常電源

非常電源は水系消火設備で述べたもののうち、自家発電設備または蓄電池設備によるもので、その容量は1時間以上作動できるものである。

移動式は技術基準があり、認定試験に合格したものを設置するようになっている。

二酸化炭素消火配管とシステム

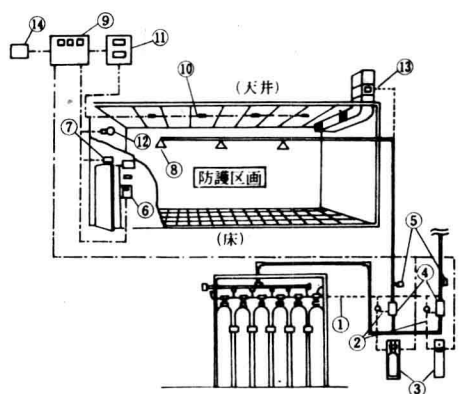
構成

二酸化炭素消火設備には、放射区域の範囲や放射の方法などによって全域放出方式、局所放出方式および移動式があり、それぞれの放出方式については共通事項で述べたとおりである。

二酸化炭素消火設備の全域放出方式は、1図に示すように、起動装置、制御盤、音声警報装置、起動用ガス容器、二酸化炭素貯蔵容器、選択弁、配管、放出表示灯、噴射ヘッドおよび非常電源などから構成されるものである。

構造および性能

二酸化炭素消火設備は、全域放出方式または局所放出方式のものにあっては、火災の際、人が直接手動起動装置を操作することにより起動させるか、または自動火災報知設備の感知器の作動と連動して弁（容器弁、選択弁など）を開き、貯蔵容器から配管



- ① 操作管 ⑥ 手動式起動装置 ⑪ 受信機
② 逆止弁 ⑦ 放出表示灯 ⑫ スピーカー
③ 起動用ガス容器 ⑧ 噴射ヘッド ⑬ 自動閉鎖装置
④ 選択弁 ⑨ 制御盤（ピストンレリーフ）
⑤ 圧力スイッチ ⑩ 火災感知器 ⑭ 電源（非常電源）

1. 全域放出方式の二酸化炭素消火設備の構成例

を通し噴射ヘッドから二酸化炭素を放射し、酸素濃度を低下させ、あるいは遮断することにより燃焼を停止させるものである。

二酸化炭素消火設備は、主に次のもので構成される。（共通事項で述べた項目については省略する。）

噴射ヘッド

二酸化炭素は、通常液化された状態で貯蔵されているが、管路内に流出してきた液化二酸化炭素を気化させて放射する部分が噴射ヘッドであり、噴射口およびホーンの組合わせからなっており、噴射口は規定量の二酸化炭素を、2表で示す一定時間内に放射できるよう設けられるものである。

なお、噴射ヘッドの放射圧力は、高圧式（消火剤が常温で容器に貯蔵されているものをいう。）にあっては14 kgf/cm以上、低圧式のもの（消火剤が零下18度以下の温度で容器に貯蔵されているものをいう。）にあっては9 kgf/cm以上となるよう定められている。

2. 対象物ごとの放射時間

防火対象物またはその部分	時間(分)
通信機器室	3.5
特殊可燃物を貯蔵し、または取り扱う防火対象物またはその部分	7
その他の防火対象物またはその部分	1

起 動 装 置

起動装置についての起動方式、起動方法については共通事項に述べられているとおりである。

起動装置に用いられる起動用ガス容器は、次に掲げる事項を満足させるものである。

- ① 起動用ガス容器および容器弁は、250 kgf/cm²以上の圧力に耐えるものとする。
- ② 起動用ガス容器には、180～250 kgf/cm²の圧力で作動する安全装置を設けるものとする。
- ③ 起動用ガス容器などの内容積は1ℓ以上とし当該容器に貯蔵する二酸化炭素の量は、0.6kg以上で、かつ、充てん比（容器の内容積の数値と消火剤の重量の数値の比をいう。）は、1.5以上とする。
- ④ 起動用ガス容器の容器弁は、消防庁長官が定める基準に適合するものとする。

二酸化炭素貯蔵容器

二酸化炭素貯蔵容器は、一般に継目無容器が用いられており、内部にサイホン管を有し、液化二酸化炭素が配管に流出するようにしてある。また、貯蔵方式により高圧式のものとは低圧式のものに分類され、貯蔵容器は、高圧ガス取締法に基づく容器安全規則により製造され、検査に合格したもので、充てん比は、高圧式のものにあつては1.5以上、低圧式のものにあつては、1.1以上であることとされている。貯蔵容器は一般的には68ℓのものが多く使用され、充てんガス量は普通50kgであるが、充てん比1.5以上となっていることから45kgが限度である。

高圧貯蔵容器の容器弁は、消防庁長官が定める基準に適合するものを用いることとされている。

配 管

配管は、次に掲げる事項を満足するものを用いるものとする。

- ① 専用配管とする。
- ② 鋼管を用いる配管は、JIS G 3454の第2種継目無鋼管のうち、高圧式のものにあつては、呼び厚さでスケジュール80以上のもの、低圧式のものにあつては、呼び厚さでスケジュール40以上のものに適合するもの、またはこれと同等以上の強度を有するもので亜鉛めっきなどによる防しよく処理を施したものを用いる。
- ③ 銅管を用いる配管は、JIS H 3300に適合するもの、またはこれと同等以上の強度を有するも

ので、高圧式のものにあつては165 kgf/cm²以上、低圧式のものにあつては37.5 kgf/cm²以上の圧力に耐えるものを用いる。

- ④ 管継手は、高圧式のものにあつては、165 kgf/cm²以上、低圧式のものにあつては37.5 kgf/cm²以上の圧力に耐えるもので、適切な防しよく処理の施したものを用いるものである。

消 火 剤

二酸化炭素消火設備に使用する消火剤は、JIS K 1106（液化炭素）の2種または3種に適合するものを用いるものである。

設 置 基 準

二酸化炭素消火設備は、共通事項で述べた基準のほか次の設置基準により設けるものである。

放出方式の限定

駐車のに供される部分および通信機器室には、全域放出方式の二酸化炭素消火設備を設けるものとされている。

全域放出方式、局所放出方式

全域放出方式および局所放出方式の二配管炭素消火設備は、次により設けるものである。

- a. 噴射ヘッド
- a) 全域放出方式

噴射ヘッドは、開口部に自動閉鎖装置（ダクト、ガラリなどには、ガス圧を利用したピストンレリザが用いられる。）を設けた防護区画に当該部分の容積、防護対象物の性質に応じ次により設けるものである。

- ① 放射された消火剤が防護区画の全域に均一に、かつ、速やかに拡散することができるよう設けるものである。
- ② 防護対象物またはその部分に必要な消火剤貯蔵量を、前2表の時間内に放射できるように設けるものである。

- b) 局所放出方式

- ① 防護対象物のすべての表面がいずれかの噴射ヘッドの有効射程内にあるよう設けるものである。
- ② 消火剤の放射によって可燃物が飛び散らない箇所に設けるものである。
- ③ 防護対象物に必要な消火剤貯蔵量を、30秒以内に放射できるように設けるものである。

- b. 全域放出方式の開口部

全域放出方式の二酸化炭素を設置した防火対象物またはその部分の開口部は、次に掲げる事項を満足するように設けるものである。

- ① 階段室、非常用エレベーターの乗降ロビーその他これらに類する場所に面して設けないものである。
- ② 床面からの高さが階高の3分の2以下の位置にある開口部で、放射した消火剤の流失により消火効果を減ずるおそれのあるもの、または保安上の危険があるものは、消火剤放射前に閉鎖できる自動閉鎖装置を設けるものである。

消火剤貯蔵量

二酸化炭素の貯蔵量は、消火剤の放出方式に応じ次のとおりに設けるものである。

a. 全域放出方式

- ① 通信機器室または特殊可燃物を貯蔵し、もしくは取扱う防火対象物にあっては、防火対象物の区分に応じ、防護区画の体積1㎡につき3表に掲げる量の割合で計算した量以上とするものである。

3. 消火剤の量

防火対象物またはその部分		防護区画の体積1㎡当りの消火剤の量 [kg]
通信機器室		1.2
特殊可燃物を貯蔵し、または取り扱う防火対象物またはその部分	綿花類、木毛もしくは紙くず、糸類またはわら類（以下「綿花類等」という。）を貯蔵し、または取り扱うもの	2.0
	ゴム類または木材加工品もしくは木くず（以下「ゴム類等」という。）を貯蔵し、または取り扱うもの	2.7

- ② ①以外の防火対象物またはその部分にあっては4表に掲げる体積の割合で計算した量以上とするものである。

b. 局所放出方式

次の①または②に定めるところにより算出された量に高圧式のものにあっては、1.4を低圧式のものにあっては、1.1をそれぞれ乗じた量以上とするものである。

- ① 第4類の準危険物を、上面を開放した容器に貯蔵する場合などにあっては、防護対象物の表

4. 消火剤の量

防護区画の体積	防護区画の体積1㎡当りの消火剤の量 [kg]	消火剤の総量の最低限度 [kg]
50㎡未満	1.00	
50㎡以上 150㎡未満	0.90	50
150㎡以上 1,500㎡未満	0.80	135
1,500㎡以上	0.75	1,200

面積（当該防護対象物の一辺の長さが0.6m以下の場合にあっては、当該辺の長さを0.6mで計算した面積）1㎡につき13kgの割合で計算した量。

- ② ①以外の場合にあっては、次式によって求められる量に防護区間（防護対象物のすべての部分から0.6m離れた部分によって囲まれた空間の部分を用いる。）の体積を乗じた量。

$$Q = 8 - 6 \frac{a}{A}$$

Q：単位体積当たりの消火剤の量 [kg/㎡]

a：防護対象物の周囲に実際に設けられた壁の面積の合計 [㎡]

A：防護空間の壁の面積（壁のない部分にあっては、壁があると仮定した場合における当該部分の面積）の合計 [㎡]

保安装置

全域放出方式の二酸化炭素消火設備には、次に掲げる保安装置を設けるものである。

- ① 起動装置の放出用スイッチ、引きせんなどの作動から貯蔵容器の容器弁または放出弁の開放までの時間が20秒以上となる遅延装置を設ける。
- ② 遅延装置の設定時間内に操作した場合に容器弁または放出弁の開放を停止できる装置を設ける。（非常停止スイッチ）
- ③ 防護区画の出入口などの見やすい箇所に消火剤が放出された旨を表示する表示灯を設ける。

消火剤排出措置

二酸化炭素消火設備を設置した場所には、その放出された消火剤を安全な場所に排出するための措置を講じなければならないと規定されており、一般的には空調機を利用した機械排気がとられているが、消火剤の排気に際して他の居室に排気が流込み思わぬ二次的災害の発生がないよう排気ダクトを使用す

る場合は注意が必要である。

換気装置

全域放出方式の防護区画の換気装置は、消火剤放射前に停止できる構造とするものである。

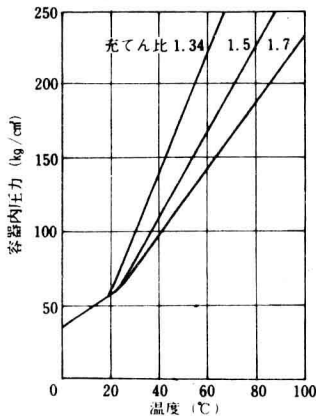
耐震措置

貯蔵容器、制御盤、配管および非常電源には、地震による震動等に耐えるため貯蔵容器などは堅固に固定するなどの措置を講ずることが必要である。

消火剤放射時の圧力損失

管路内を流れる流体は、液状の二酸化炭素であり、噴射ヘッドの噴射口の部分で気化されて放出されるものである。二酸化炭素は容器に貯蔵されている場合、15℃において53kgf/m²の圧力を有しているが、温度によって変化するものである。(5図参照)

管内摩擦損失については、管路内を流れる流体が



5. 炭酸ガス容器内の充てん比による温度-圧力線図

高圧の液化ガスであるために、普通に考える液体の管内摩擦損失と同様に考えるわけにはゆかないが、それらの複雑な現象を理論的に解明することは相当に困難があることから、現在利用されているものにNFPA（全米防火協会）の計算がある。その計算式を次式①、②に示す。

②式において、 $L/D^{1.25}$ を比管長といい、 Q/D^2

$$Q^2 = \frac{1.52 D^{1.25} Y}{L + 0.77 D^{1.25} Z} \dots\dots\dots ①$$

上式を整理すると、

$$\frac{L}{D^{1.25}} = \frac{1.52 Y}{(Q/D^2)^2} - 0.77 Z \dots\dots\dots ② \text{ (9図参照)}$$

- Q: 流量 [kg/min]
- D: 管の内径 (cm) (6表参照)
- L: 配管の長さ [m]
- YおよびZ: 貯蔵圧力および管路圧力による係数 (7表参照)

$$Y = - \int_{p_1}^p \rho dp$$

$$Z = \int_{\rho_1}^{\rho} \frac{d\rho}{\rho} \log \frac{\rho_1}{\rho}$$

p_1 : 貯蔵圧力 [kgf/cm²]

p : 配管の終端圧力 [kgf/cm²]

ρ_1 : P_1 のときの密度 [kg/cm³]

ρ : 圧力Pのときの密度 [kg/cm³]

loge: 自然対数

を比流量という。

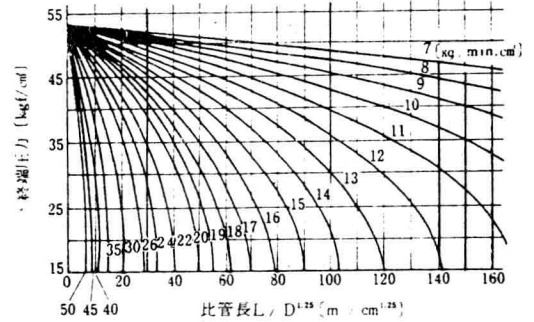
管継手の等価管長、落差補正係数および等価オリフス面積は8表、10図、11図を参照するものである。

6. 管径に対する $D^{1.25}$ および D^2 の値

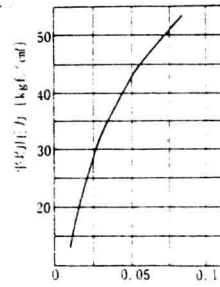
管 径 (呼び径) A	スケジュー ル 40			スケジュー ル 60			スケジュー ル 80		
	内径 D [cm]	$D^{1.25}$ [cm ^{1.25}]	D^2 [cm ²]	内径 D [cm]	$D^{1.25}$ [cm ^{1.25}]	D^2 [cm ²]	内径 D [cm]	$D^{1.25}$ [cm ^{1.25}]	D^2 [cm ²]
15	1.61	1.81	2.59	1.53	1.70	2.34	1.43	1.56	2.05
20	2.14	2.59	4.58	2.04	2.44	4.16	1.94	2.29	3.76
25	2.72	3.49	7.40	2.62	3.33	6.86	2.50	3.14	6.25
32	3.55	4.87	12.60	3.37	4.57	11.36	3.29	4.43	10.82
40	4.12	5.87	16.97	3.96	5.59	15.68	3.84	5.38	14.75
50	5.27	7.99	27.77	5.07	7.61	25.70	4.95	7.38	24.50
65	6.59	10.56	43.43	6.43	10.24	41.34	6.23	9.84	38.81
80	7.81	13.06	61.00	7.59	12.60	57.61	7.39	12.18	54.61
90	9.02	15.63	81.36	8.76	15.07	76.74	8.54	14.60	72.93
100	10.23	18.30	104.65	10.01	17.80	100.20	9.71	17.14	94.28
125	12.66	23.88	160.28	12.36	23.17	152.77	12.08	22.52	145.93
150	15.10	29.77	228.01	14.66	28.68	214.92	14.32	27.85	205.06

7. 高圧式におけるYおよびZの値

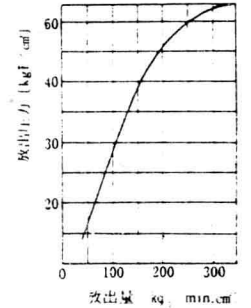
圧力 (kgf/cm ²)	Y	1.52 Y	Z	0.77 Z
52	570	870	0.03	0.02
50	2,060	3,130	0.13	0.10
48	3,380	5,140	0.22	0.17
46	4,650	7,070	0.32	0.25
44	5,740	8,720	0.41	0.32
42	6,800	10,340	0.51	0.39
40	7,750	11,780	0.60	0.46
38	8,570	13,030	0.70	0.54
36	9,320	14,170	0.80	0.62
34	10,000	15,200	0.91	0.70
32	10,630	16,160	1.01	0.78
30	11,220	17,050	1.13	0.87
28	11,750	17,860	1.25	0.96
26	12,200	18,540	1.38	1.06
24	12,580	19,120	1.53	1.18
22	12,900	19,610	1.71	1.32
20	13,200	20,060	1.90	1.46
18	13,410	20,380	2.11	1.62
16	13,570	20,630	2.33	1.79
15	13,630	20,730	2.45	1.88



9. 高圧式における配管の圧力損失



10. 高圧式における落差による圧力の補正係数



11. 高圧式における等価管口面積1cm²当たりの放出量

8. 管継手（ねじ込み継手）の等価管長

管径 (呼び径A)	45°エルボ	90°エルボ	曲率半径の大きい90°エルボおよびティー（直線方向）	テ（直角方向）	ユニオン継手およびゲート弁
15	0.2	0.5	0.3	1.0	0.1
20	0.3	0.7	0.4	1.4	0.2
25	0.4	0.8	0.5	1.7	0.2
32	0.5	1.1	0.7	2.2	0.2
40	0.6	1.3	0.8	2.7	0.3
50	0.8	1.6	1.0	3.4	0.4
65	1.0	2.1	1.3	4.4	0.5
80	1.2	2.6	1.6	5.4	0.6
90	1.4	2.9	1.9	6.0	0.6
100	1.5	3.3	2.1	6.7	0.7
125	1.9	4.1	2.6	8.4	0.9
150	2.3	4.9	3.1	10.0	1.1

二重ダクト方式

本方式は中央空調機で冷風、温風を同時に作り、2系統のダクトにより送風し、各ゾーンまたは各室の負荷に応じて混合ユニットで冷風、温風を混合して空調を行う方式である。冷風および温風の主ダクトは、それぞれ十分な風量が送られるように一般には全冷風量が全送風量の約90%、全温風量の約60%としてダクト寸法を決めていくので、ダクト寸法は全風量の約150%の大きなものとなり、本方式では、高速、高圧ダクトが必須条件となる。

本方式の特徴は、次のようなものである。

- ① 各室の個別制御が可能である。
- ② 冷暖房が同時にできるのでシーズンごとの切替えが不要である。
- ③ 多数のゾーンに対して少数の中央装置で操作が可能となるため、ダクト系統はきわめて単純化されるがダクトスペースが大きくなる。
- ④ 中間期には全外気による外気冷房が可能となる。
- ⑤ その他、単一ダクト方式での利点もすべて備えている。
- ⑥ 高速ダクト方式を採用するため、運転費が増大し、設備費も高価となる。
- ⑦ 冷温熱源が同時に必要となる。
- ⑧ 湿度の完全な制御が行いにくい。

これらの特徴から、二重ダクト方式に適した建物をあげると、

- ① 各室またはゾーンごとの個別制御が必要な建物。
- ② 建物形態、用途などが複雑で冷暖房負荷の要

求が重なる建物。

- ③ 会議室、病院、研究室、食堂など全風量換気が必要な場合。
- ④ 使用目的、間仕切りに変更の可能性の多い建物。

二重ダクト方式の基本サイクルには、次の四つのタイプがある。

シングルファン押込み式

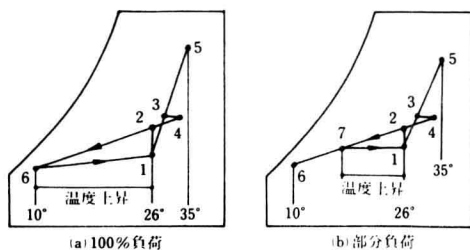
(1図参照)

この方式は最も標準的な方式であるが、夏期湿度の高い外気が温風側に入り、除湿されないまま室内に入るの、外気の取入れ量が多い場合には注意を要する。この場合は、温風温度を上げて冷風量を増加させ相対湿度を下げる方法がある。この方式の空気線図上の状態変化を(2図)に示す。

外気減湿器付シングルファン押込み式

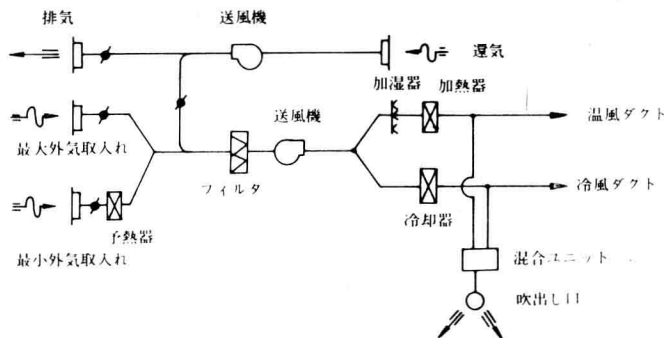
(3図参照)

この方式は夏期に湿度の高い外気はすべて減湿さ

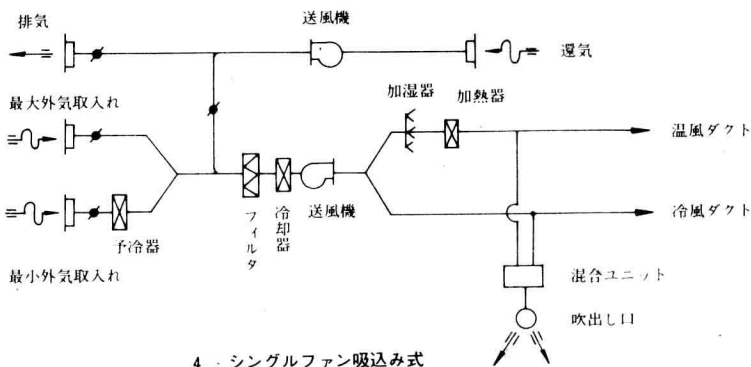
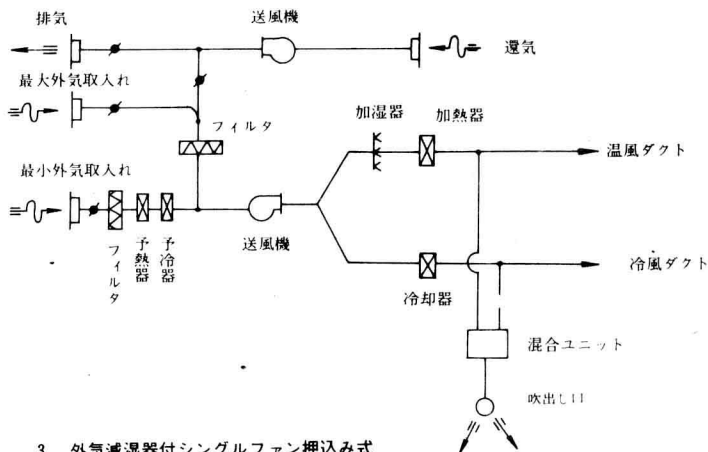


1. 室内
2. 無負荷室の状態
3. 再循環外気の場合
4. 送風機出口すなわち温風
5. 冷風

2. 二重ダクト方式の空気線図上の状態変化



1. シングルファン押込み式



れるので、シングルファン押込み式の欠点を除くことができる。外気量が40%以上のとき、または部分負荷時に温風側を再熱しない場合に利用される。

シングルファン吸込み式

(4図参照)

この方式は外気および還気をすべて冷却減湿し、温風側を再熱するので湿度の制御性にはよいが、冷風を再熱する方式なので不経済である。厳密な湿度制御を必要とする特殊な建物に採用される。

ダブルファン押込み式

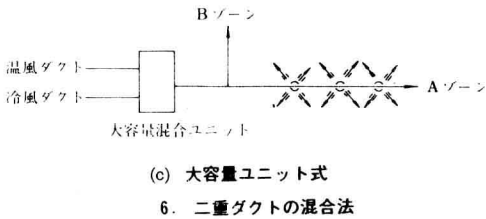
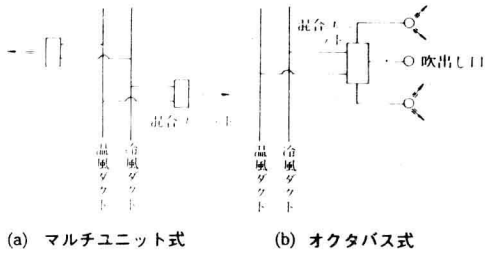
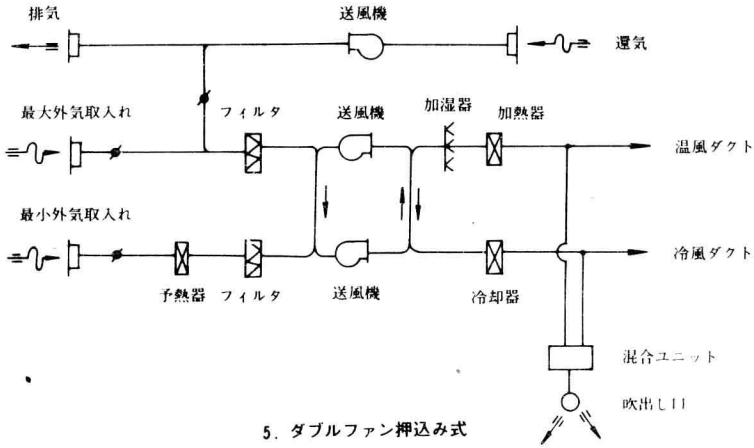
(5図参照)

この方式は、シングルファン押込み式をさらに補ったもので、送風機を2台にし、各送風機は全送風量の約半分を受け持ち外気をできるだけ冷却器を通してとしたもので、室内相対湿度は高くなることは

ない。しかし夏期に冷房負荷が小さく冷風量が少なくなったときに、外気が温風側に入るので減湿されにくく室内相対湿度が高くなる。またこの方式は、暖房時の低負荷時には、送風機1台を運転して動力費を軽減することが可能となる。

二重ダクト方式は、中央式空調機、搬送ダクト、混合ユニットなどからなる方式で、混合ユニットの設置する位置により次のような方法で冷風と温風が混合される。

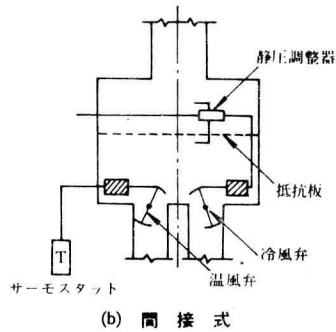
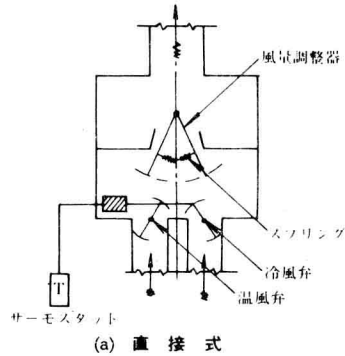
- ① 各室の末端吹出し口ユニットにおいて混合するマルチユニット方式 (6図(a)参照)
 - ② 数個の吹出し口に対して1個の混合ユニットを設けるオクタバス方式 (6図(b)参照)
- この方式は普通混合前の冷風、温風ダクトには高速ダクト方式、ユニット後には低速ダクト方式を用いる。
- ③ 各ゾーンごとに比較的容量の混合ユニットを



設ける大容量ユニット方式 (6図(c)参照)

混合ユニットには、温度制御装置と風量制御装置を備えている。それぞれの制御には次の二つの種類がある。

- ① 直接式 (7図(a)参照) は、温度と風量を直接に制御する方式で、室内のサーモスタットにより冷風、温風の混合比を制御し、風量はスプリングにより調節される風量調節弁によって自動的に一定風量となる。この方式は電気式制御が可能で安価である。しかし装置内の圧力損失が大きい。
- ② 間接式 (7図(b)参照) は温度と風量を間接的に制御し、冷風弁は全風量が一定となるように静



7. 混合ユニット

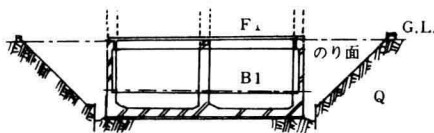
圧調整器により制御される。この方式は電気式自動制御が行いにくく、装置が高価となる。しかし圧力損失は小さく大容量の装置が製作できる。

ね

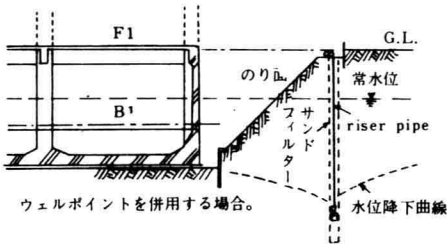
根切り工事

のり付オープンカット工法

単に「オープンカット工法」とも呼ばれるこの工法は、地下躯体部分（本来掘削されるべき部分）の周囲に、所定の安全率を有する傾斜（のり面）をつけながら根切りするものである。したがって、山止め壁、切ばり、腹起し等の山止め架構材が不要であるが、1図に示すように、のり面を根切り場外にとるため、敷地に余裕のあることが必要である。



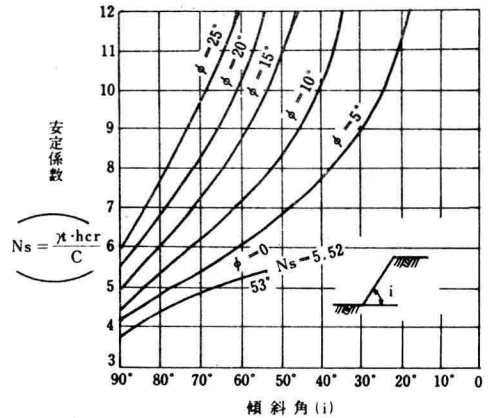
のり面角度は上のスベリ角より小とする。
のり肩のりじりは土のままでは崩壊するので、土のうなどによる押え養生をする。
掘削のまま長時間にわたり放置される場合は、のりじりに溝を設け排水を充分にする。



1. のり付けオープンカットによる掘削断面

この工法では、山止め架構材の架設・撤去の作業がなく、掘削に高能率の大型機械を使用できるという長所があるが、残土搬出用ダンプ車乗入れのための斜路確保に予想外のスペースをさく場合もある。

のり面の安定計算は、すべり面を仮定して滑動モーメントと抵抗モーメントの釣合いから検討するが、建築工事の根切り掘削では、2図に示す D. W. Taylor の図表を用いる簡便法によって検討する場合が多い。



2. Taylor の図表

すなわち、

$$hcr = Ns \cdot C / \gamma t \quad (\text{m})$$

ここに

hcr : 限界高さ (m)

Ns : 安定係数………2図による

C : 土の粘着力 (t/m^2)

γt : 土の単位体積重量 (t/m^3)

なお、のり面の安定計算の結果が「可」であっても、のり面を長期間放置する場合には、気温の変化、降雨・乾燥の繰返しによるひび割れや、豪雨による洗掘等に対する養生が必要である。養生方法には、工事規模の大小や工期の長短に応じて、シートやビニールによる被覆あるいはラスモルタル吹付け等の方法がある。また、のり肩やのり尻には、根切り場内外の水が、のり面を伝わって流れ込まないように、排水溝を設けたが、土のうを積んでおくとい。

山止め壁オープンカット工法

山止め壁、切ばりおよび腹起し等の「山止め部材」を用い、根切り場周辺地盤からの土圧・水圧を

これに負担させながら、根切り工事を進める方法である。

この工法によった場合、のり付けオープンカット工法と異なり、敷地一杯に建物を構築することができ、余分な掘削もないので、埋めどし土量も少ないという利点がある。しかし、山止めの壁の施工や切ばり・腹起しの架設の必要があり、また、切ばりは掘削能率や地下躯体の施工能率の低下の原因ともなる。

山止めの壁オープンカット工法には、自立工法、水平切ばり工法、それにアースアンカー工法がある。

a 自立工法

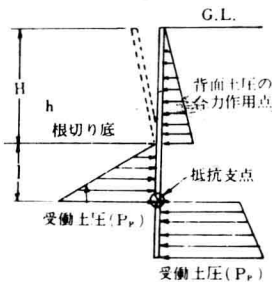
切ばり・腹起し等の山止め部材を架設せずに、山止め壁根入れ部の水平抵抗、および山止め壁自身の曲げ抵抗によって土圧を負担し、根切りを進める工法である。

根切り深さが浅く、かつ山止め壁の根入れ部付近の地盤が良質な場合にのみ採用できる工法で、掘削能率や経済性の面で優れている。ただ、山止め壁は切ばり等で支えられているわけではないので、地盤のクリープ的な変形によって山止め壁の変形が過大になり、周辺地盤の沈下を惹起するおそれがある。したがって、敷地周辺に余裕があり、工期も比較的短い根切り工事に限られる。

自立工法の検討方法は、例えば3図に示すような土圧を考え、抵抗支点に関するモーメントの釣合いが、

$$M_a < M_p$$

となるように山止め壁の根入れ深さを決めてやればよい。ただし、 M_a ：主働土圧によるモーメント、



3. 自立工法の検討方法

M_p ：受働土圧によるモーメントで、このうち受働土圧は Rankine-Résal 式 によって求められる。また、根切り底から抵抗支点までの距離（ l ）は、Y. L. Chang の式から次のように求める（3図参照）。ここに、

$$l = \frac{1}{\beta} \tan^{-1} \frac{1 + \beta h}{\beta h} \quad (m)$$

E_s ：水平方向地盤反力係数から求める土のヤング係数的なもの（ t/m^2 ）

E ：山止め壁のヤング係数（ t/m^2 ）

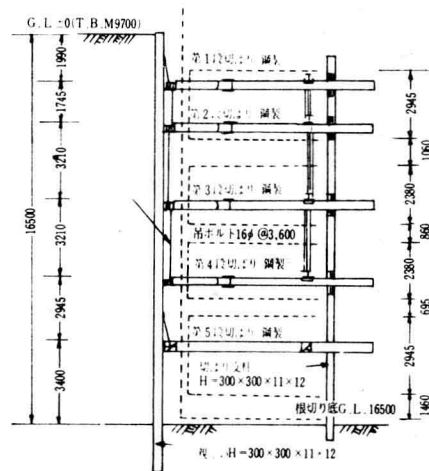
I ：山止め壁の断面2次モーメント（ m^4 ）

h ：根切り底から主働土圧作用点位置までの距離（ m ）

$$B : \beta = \sqrt[3]{E_s / EI} \quad (m^{-1})$$

b 水平切ばり工法

都市部の根切り山止め工事で、最も多く採用されているオーソドックスな工法である。この工法では、まず山止め壁を鉛直に施工しておき、3～4m根切りするごとに切ばり・腹起しを順次架設していき、これに土圧・水圧を負担させながら根切りを進めていくものである（4図参照）。



4. 水平切ばり工法

切ばりの平面的な配置は、各柱スパンの中間部で交差する格子状とし、その交点には切ばり支柱（棚ぐい、中間支持ぐいとも呼ぶ）を設置する。この切ばり支柱は、根切りに先立って施工されるもので、

切ばり重量を支えるとともに、切ばりの座屈止めを兼ねるものである。

切ばり・腹起しは、根切り平面に対してバランスよく配置することが重要であり、また、根切りの進行状況に合わせて速かに架設する必要がある。掘り過ぎや、切ばりの架設が遅れると、山止め壁に過大変形を生じさせることになるので注意を要する。市街地で近接施工を行う際には、山止め壁の変形を最少限に抑えるために、1段切ばりの架設深さをなるべく浅くしたり、切ばりに設計軸力の50～70%程度のプレロードを導入する場合もある。

なお、山止め壁にかかる側圧、および山止め部材の設計法に関しては、文献1)、2)、3)に詳述されているので参照されたい。

c アースアンカー工法

山止め壁の水平方向の支持にアースアンカーを使うもので、不整形な根切り平面や敷地に高低差のある場合の掘削に適した工法である(5図参照)。この工法では、水平切ばり工法のように根切り場内に切ばりや切ばり支柱がないので、作業スペースが広くとれ、掘削能率が高い。アンカーの定着層は、普通、N値30以上の砂もしくは砂れきとするが、この定着層が深いアンカーの全長が長くなり、不経済になる。また、打設角度は水平面に対して15度以上とするが、定着層が深い場合には打設角度が大きくなり、山止め壁に加わるアンカー荷重の鉛直方向分力も大きくなる。したがって山止め壁の支持力についても入念な検討が必要である。

アンカーの本体部分は背面地盤内に施工されているので、切ばり等のように掘削期間中、随時肉眼で観察するわけにいかない。このため、定着作業の前

には必ず確認実験を行い、全数の耐力をチェックしておく必要がある。

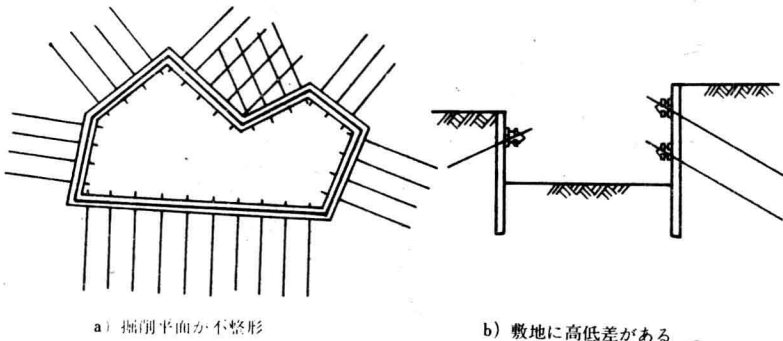
逆打ち(さかうち)工法

山止め壁オープンカット工法のように、切ばり・腹起し、アースアンカー等の山止め用仮設部材を架けるのではなく、掘削とともに地下躯体のはり、スラブを施工し、これは土圧・水圧を負担させながら順次掘り下げていく工法である。これに対して、前項までの掘削方法では、掘削工事を終えた後、地下躯体の最深部(耐圧・地中ばり等)から上方へと施工していくので「順打ち(じゅんうち)工法」と呼ばれる。

この工法は、地下躯体のはりおよびスラブを山止め部材として利用するので、応力的な面では十分な余裕がある。また、1階の床がまず施工されるために山止め壁頭部が固定された状態になり、根切り期間中の山止め壁の変形が小さく、周辺の建物や道路へ与える沈下障害を最少限にとどめることができる。さらに1階の床を作業床として利用できること、地下階と地下階を同時に施工できるので、工期を短縮できる等の長所がある。しかし、地下階の作業が床下になるので作業能率が下がること、柱や壁に打継ぎ面ができて一体化施工ができないこと等の短所も持ち合わせている。

逆打ち工法では、根切り工事と並行して施行される上部構造部の重量を何らかの方法で支える必要があるが、その支持方法によって、

- a. 深礎による逆立ち工法
- b. 大口径ピアによる逆打ち工法
- c. 場所打ちぐいを地下躯体本設柱に利用する



5. アースアンカー工法

