

# 建筑百科大事典

10

# 建築百科大事典

*Encyclopedia  
of  
Architectural  
Science*

10

たく～ちゃん

---

# 建築百科大事典 10

*Encyclopedia of Architectural Science*

たく～ちん

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・乱丁はお取りかえいたします。

## ●採用の仕方

排煙ダクトの大きさは受け持ち防煙区画の床面積 1㎡当り毎分 1㎡の排煙能力が必要である。しかし複数の防煙区画を 1つの排煙系統で行うとき排煙機の能力はその系のうち最大の防煙区画の床面積 1㎡につき 2㎡/min・㎡の容量（最小 120㎡/min）が必要である。ダクトも同じ考えから 1本のダクトに 2つの防煙区画があるときはその大きいほうの区画の床面積に、2㎡/min・㎡を乗じた風量の能力で大きさが決められる。管末のダクトは当然受け持ち区画が 1つになるのでその区画の床面積に 1㎡/min を乗じた風量で決めてよい。この関係を図に示す。

## ●誤りやすい施工上の注意

排煙ダクトは前述のような手法で決められるが、火災時にどの排煙口が開くのか前もって決めることができない。したがって空調ダクトのような抵抗計算ができないので、最大の圧力損失で送風機を決めるようになる。また排煙風量は一般の空調量に比べて大きく、それを限りある天井スペースなどに納めるため、必然的に風速を大きく選定するようになり、送風機圧力も大きい。したがってダクトの分岐排煙口との接続部などのすき間からの空気もれについて空調ダクト以上の注意が必要である。

29. 排煙風量表

| 風道の部分<br>(区間) | 通過風量<br>[㎡³/min] | 風道の部分<br>の受け持つ<br>防煙区画 | 備 考               |
|---------------|------------------|------------------------|-------------------|
| 1-2           | $A_0 \times 2$   | A~H                    | $A_0$ が最大         |
| 2-3           | $A_0 \times 2$   | A~E                    | 同 上               |
| 3-4           | $C_0 \times 2$   | C, D, E                | $C_0$ が最大         |
| 4-5           | $D_0 \times 2$   | E, D                   | $D_0 > E_0$       |
| 5-E           | $E_0$            | E                      |                   |
| 4-C           | $C_0$            | C                      |                   |
| 3-6           | $A_0 \times 2$   | A, B                   | $A_0 > B_0$       |
| 6-A           | $A_0$            | A                      |                   |
| 2-7           | $F_0 \times 2$   | F, G, H                | $F_0 > G_0 > H_0$ |
| 7-8           | $F_0 \times 2$   | F, G                   | $F_0 > G_0$       |
| 8-G           | $G_0$            | G                      |                   |

資料：建築設備検査資格者テキスト（上巻）、建築設備安全センター編

## ダクト用一般材料

### 亜鉛鉄板

亜鉛鉄板は、圧延鋼板に溶融亜鉛めっきを施したもので、トタン板とも呼ばれる。この材料は、価格が安く、加工しやすく、かつ、強度があるため、一般の空気調和および換気用として広く用いられている。

亜鉛鉄板の種類は、用途および亜鉛の付着量にもとづき区分されているが、ダクト用としては 1 表に示す一般用（SPGC）あるいは建築外板用（SPGA）が使用される。

1. 亜鉛鉄板の種類、記号及び亜鉛の付着量  
(JIS G 3302)

| 種 類   | 記 号  | 亜 鉛 の 付 着 量   |            |
|-------|------|---------------|------------|
|       |      | 適用表示厚さ mm     | 亜鉛の付着量表示記号 |
| 一般 用  | SPGC | 0.27以上 0.50以下 | Z18, Z27   |
|       |      | 0.50を超え 1.0以下 | Z22, Z27   |
|       |      | 1.0を超えるもの     | Z27        |
| 建築外板用 | SPGA | 0.27以上 0.50以下 | Z18, Z27   |
|       |      | 0.50を超え 1.0以下 | Z22, Z27   |
|       |      | 1.0を超えるもの     | Z27        |

備考 1. 一般用については、当分の間表示厚さ 0.23mm以上 0.27mm未満の範囲で亜鉛の付着量表示記号 Z12を当事者間で協定することができる。

2. 一般用、建築外板用は、上表以外の亜鉛の付着量表示記号 Z35, Z43, Z50及び Z60を当事者間で協定することができる。

亜鉛の付着量は、亜鉛の付着表示記号で表し、最小付着量を 2 表に示す。また、切り板の標準寸法を 3 表に、板の標準厚さと単位重量を 4 表に示す。

2. 亜鉛の最小付着量 (JIS G3302) (単位 g/㎡)

| 亜鉛の付着量表示記号 | Z12 | Z18 | Z22 | Z25 | Z27 |
|------------|-----|-----|-----|-----|-----|
| 亜鉛の最小付着量   | 120 | 180 | 220 | 250 | 275 |

備考 1. 亜鉛の最小付着量は、板及びコイルの両面に付着した亜鉛の最小付着量を示し、供試材から採取した 3 個の試験片の測定値の平均値に對し適用する。

2. 表 2-1 の備考 2 により協定した場合の亜鉛の最小付着量は、次のとおりとする。

(単位 g/㎡)

| 亜鉛の付着量表示記号 | Z35 | Z43 | Z50 | Z60 |
|------------|-----|-----|-----|-----|
| 亜鉛の最小付着量   | 350 | 430 | 500 | 600 |

たく

3. 切り板の標準寸法 (JIS G 3302) [単位mm]

| 標準幅  | 標準長さ |      |      |      |      |      |
|------|------|------|------|------|------|------|
| 762  | 1829 | 2134 | 2438 | 2743 | 3048 | 3658 |
| 914  | 1829 | 2134 | 2438 | 2743 | 3048 | 3658 |
| 1000 | 2000 |      |      |      |      |      |
| 1219 | 2438 | 3048 | 3658 |      |      |      |
| 1250 | 2500 |      |      |      |      |      |
| 1524 | 3048 |      |      |      |      |      |
| 1829 | 3658 |      |      |      |      |      |

4. 板の標準厚さと単位重量 (JIS G 3302) [単位kg/m<sup>2</sup>]

| 亜鉛の付着量<br>表示記号<br>標準厚さmm | Z12     | Z18   | Z22   | Z 27  |
|--------------------------|---------|-------|-------|-------|
| 0.25                     | 2.145   |       |       |       |
| 0.27                     | (2.303) | 2.364 |       | 2.501 |
| 0.30                     | (2.538) | 2.599 |       | 2.736 |
| 0.35                     |         | 2.992 |       | 3.129 |
| 0.40                     |         | 3.384 |       | 3.521 |
| 0.50                     |         | 4.169 |       | 4.306 |
| 0.60                     |         |       | 5.015 | 5.091 |
| 0.80                     |         |       | 6.585 | 6.661 |
| 1.0                      |         |       | 8.155 | 8.231 |
| 1.2                      |         |       |       | 9.801 |
| 1.4                      |         |       |       | 11.37 |
| 1.6                      |         |       |       | 12.94 |
| 1.8                      |         |       |       | 14.51 |
| 2.0                      |         |       |       | 16.08 |
| 2.3                      |         |       |       | 18.44 |
| 2.8                      |         |       |       | 22.36 |
| 3.2                      |         |       |       | 25.50 |
| 3.6                      |         |       |       | 28.64 |
| 4.0                      |         |       |       | 31.78 |
| 4.5                      |         |       |       | 35.70 |

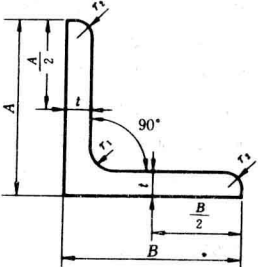
備考 括弧内の数値は、輸出の場合に適用する。

スパイラルダクト

スパイラルダクトは、亜鉛鉄板を用いてスパイラル状に甲はぜかけ機械巻きしたものである。その呼称寸法は内径基準で、内径の公差は呼称寸法に対し0～+2mmである。直管のはぜのピッチは5表より、はぜ折りの幅は6mm以上とすることになっている。

5. 直管のはぜのピッチ (単位mm)

| 呼称寸法     | はぜのピッチ |
|----------|--------|
| 100 以下   | 100 以下 |
| 1,000 以下 | 150 以下 |



6. 等辺山形鋼の標準寸法と単位重量 (JIS G 3192)

| 標準断面寸法 [mm] |    |                |                | 断面積<br>[cm <sup>2</sup> ] | 単位重量<br>[kg/m] |
|-------------|----|----------------|----------------|---------------------------|----------------|
| A×B         | t  | r <sub>1</sub> | r <sub>2</sub> |                           |                |
| 25×25       | 3  | 4              | 2              | 1.427                     | 1.12           |
| 30×30       | 3  | 4              | 2              | 1.727                     | 1.36           |
| 40×40       | 3  | 4.5            | 2              | 2.336                     | 1.83           |
| 40×40       | 5  | 4.5            | 3              | 3.755                     | 2.95           |
| 45×45       | 4  | 6.5            | 3              | 3.492                     | 2.74           |
| 45×45       | 5  | 6.5            | 3              | 4.302                     | 3.38           |
| 50×50       | 4  | 6.5            | 3              | 3.892                     | 3.06           |
| 50×50       | 5  | 6.5            | 3              | 4.802                     | 3.77           |
| 50×50       | 6  | 6.5            | 4.5            | 5.644                     | 4.43           |
| 60×60       | 4  | 6.5            | 3              | 4.692                     | 3.68           |
| 60×60       | 5  | 6.5            | 3              | 5.802                     | 4.55           |
| 65×65       | 5  | 8.5            | 3              | 6.367                     | 5.00           |
| 65×65       | 6  | 8.5            | 4              | 7.527                     | 5.91           |
| 65×65       | 8  | 8.5            | 6              | 9.761                     | 7.66           |
| 70×70       | 6  | 8.5            | 4              | 8.127                     | 6.38           |
| 75×75       | 6  | 8.5            | 4              | 8.727                     | 6.85           |
| 75×75       | 9  | 8.5            | 6              | 12.69                     | 9.96           |
| 75×75       | 12 | 8.5            | 6              | 16.56                     | 13.0           |
| 80×80       | 6  | 8.5            | 4              | 9.327                     | 7.32           |
| 90×90       | 6  | 10             | 5              | 10.55                     | 8.28           |
| 90×90       | 7  | 10             | 5              | 12.22                     | 9.59           |
| 90×90       | 10 | 10             | 7              | 17.000                    | 13.3           |
| 90×90       | 13 | 10             | 7              | 21.71                     | 17.0           |
| 100×100     | 7  | 10             | 5              | 13.62                     | 10.7           |
| 100×100     | 10 | 10             | 7              | 19.00                     | 14.9           |
| 100×100     | 13 | 10             | 7              | 24.31                     | 19.1           |

スパイラルダクトは、寸法が規格化されており、長さが自由で、接続が簡便である。また、板厚が薄いにもかかわらず甲はぜが補強の役目を果たし強度が高く、高速ダクトにも適応できる。

## 鋼 材

ダクトの接続や支持、吊り金物などには山形鋼、平鋼、丸鋼、その他の鋼材が使われることが多い。一般に用いられている等辺山形鋼、平鋼、丸鋼の標準寸法と単位重量を6～8表に示す。

## リベット

リベットは、JIS B 1213 (冷間成形リベット) に

7. 平鋼の標準断面寸法とその断面積、単位重量  
(JIS G 3194)

| 標準断面寸法     |           | 断面積<br>[cm <sup>2</sup> ] | 単位重量<br>[kg/m] | 標準断面寸法     |           | 断面積<br>[cm <sup>2</sup> ] | 単位重量<br>[kg/m] |
|------------|-----------|---------------------------|----------------|------------|-----------|---------------------------|----------------|
| 厚さ<br>[mm] | 幅<br>[mm] |                           |                | 厚さ<br>[mm] | 幅<br>[mm] |                           |                |
| 4.5        | 25        | 1.125                     | 0.88           | 8          | 25        | 2.000                     | 1.57           |
| 4.5        | 32        | 1.440                     | 1.13           | 8          | 32        | 2.560                     | 2.01           |
| 4.5        | 38        | 1.710                     | 1.34           | 8          | 38        | 3.040                     | 2.39           |
| 4.5        | 44        | 1.980                     | 1.55           | 8          | 44        | 3.520                     | 2.76           |
| 4.5        | 50        | 2.250                     | 1.77           | 8          | 50        | 4.000                     | 3.14           |
| 6          | 25        | 1.500                     | 1.18           | 8          | 65        | 5.200                     | 4.08           |
| 6          | 32        | 1.920                     | 1.51           | 8          | 75        | 6.000                     | 4.71           |
| 6          | 38        | 2.280                     | 1.79           | 8          | 90        | 7.200                     | 5.65           |
| 6          | 44        | 2.640                     | 2.07           | 8          | 100       | 8.000                     | 6.28           |
| 6          | 50        | 3.000                     | 2.36           | 8          | 125       | 10.000                    | 7.85           |
| 6          | 65        | 3.900                     | 3.06           |            |           |                           |                |
| 6          | 75        | 4.500                     | 3.53           |            |           |                           |                |
| 6          | 90        | 5.400                     | 4.24           |            |           |                           |                |
| 6          | 100       | 6.000                     | 4.71           |            |           |                           |                |
| 6          | 125       | 7.500                     | 5.89           |            |           |                           |                |

よる鋼リベットまたは銅リベットを使用する。

リベットの材料を9表に示す。

## ボルトおよびナット

ボルトおよびナットは、JIS B 1180 (六角ボルト) および JIS B 1181 (六角ナット) を使用する。

## フランジ用ガスケット

フランジ用ガスケットは、JIS R 3454 (石棉板) による厚さ3mm以上の石棉板、または JIS R 3450 (石棉糸) を用いた厚さ3mmの石棉テープを使用する。

円形ダクトの場合は、JIS R 3452 (石棉パッキンひも) の直径6mmの石棉パッキンひもを使用することもある。

## 特殊材料

## ステンレス鋼板

ステンレス鋼には、オーステナイト系、フェライ

8. 丸鋼の標準径と単位重量 (JIS G 3191)

| 径<br>[mm] | 断面積<br>[cm <sup>2</sup> ] | 単位重量<br>[kg/m] |
|-----------|---------------------------|----------------|
| 6         | 0.2827                    | 0.222          |
| 7         | 0.3848                    | 0.302          |
| 8         | 0.5027                    | 0.395          |
| 9         | 0.6362                    | 0.499          |
| 10        | 0.7854                    | 0.617          |
| 11        | 0.9503                    | 0.746          |
| 12        | 1.131                     | 0.888          |
| 13        | 1.327                     | 1.04           |
| (14)      | 1.539                     | 1.21           |
| 16        | 2.011                     | 1.58           |

9. リベットの材料 (JIS B 1213)

| 区 分        | 材 料                                                                 | 材料の引張強さ<br>kgf/mm <sup>2</sup> (N/mm <sup>2</sup> ) |
|------------|---------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| 鋼リベット      | JIS G 3505 (軟鋼線材) 又は JIS G 3539 (冷間間圧造用炭素鋼線) の SWCH 6 R ~ SWCH 17 R | 35 (343) 以上                                         |
| 黄銅リベット     | JIS H 3260 (銅及び銅合金線) の C 2600 W, C 2700 W 又は C 2800 W               | 28 (275) 以上                                         |
| 銅リベット      | JIS H 3260 の C 1100                                                 | 20 (198) 以上                                         |
| アルミニウムリベット | JIS H 4120 (アルミニウム及びアルミニウム合金リベット材)                                  | 8 (78) 以上                                           |

備考 この項目の中で ( ) を付けて示してある単位及び数値は、国際単位系 (SI) によるものであって、参考として併記したものである。

ト系、マルテンサイト系など数多くの鋼種があるが、ダクト材料としては、オーステナイト系ステンレス鋼が多く用いられる。オーステナイト系としては、SUS 304、SUS 304L、SUS 316などの18-8ステンレス鋼がある。オーステナイト系ステンレス鋼板の物理的、機械的性質を14表に、ステンレス鋼板の標準寸法を11表に示す。

10. アルミニウム板の標準寸法 (JIS H 4000)

| 合金番号<br>幅×長さ<br>厚さ | 1080<br>1100 | 1070<br>1200 | 1050<br>1200 | 1050<br>1100 | 1200<br>5052 |
|--------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
|                    | 400×1200     |              | 1000×2000    | 1220×2440    |              |
| 0.3                | ○            |              | —            | —            |              |
| 0.4                | ○            |              | —            | —            |              |
| 0.5                | ○            |              | ○            | —            |              |
| 0.6                | ○            |              | ○            | —            |              |
| 0.7                | ○            |              | ○            | —            |              |
| 0.8                | ○            |              | ○            | ○            |              |
| 1                  | ○            |              | ○            | ○            |              |
| 1.2                | ○            |              | ○            | ○            |              |
| 1.5                | ○            |              | ○            | ○            |              |
| 1.6                | ○            |              | ○            | ○            |              |
| 2                  | ○            |              | ○            | ○            |              |
| 2.5                | ○            |              | ○            | ○            |              |
| 3                  | ○            |              | ○            | ○            |              |
| 4                  | —            |              | ○            | ○            |              |
| 5                  | —            |              | ○            | ○            |              |
| 6                  | —            |              | ○            | ○            |              |

11. ステンレス鋼板の標準寸法 (JIS G 4305)

[単位mm]

| 厚  さ |     |      | 幅×長さ      |
|------|-----|------|-----------|
| 0.30 | 1.2 | 7.0  |           |
| 0.40 | 1.5 | 8.0  | 914×1829  |
| 0.50 | 2.0 | 9.0  | 1000×2000 |
| 0.60 | 2.5 | 10.0 | 1219×2438 |
| 0.70 | 3.0 | 12.0 | 1219×3048 |
| 0.80 | 4.0 | 15.0 | 1500×3000 |
| 0.90 | 5.0 | 20.0 | 1524×3048 |
| 1.0  | 6.0 |      |           |

12. 硬質塩化ビニル板のJISによる区分 (JIS K 6745)

|      |                                                 |
|------|-------------------------------------------------|
| 1種1号 | 無可塑剤塩化ビニル単独重合体を原料とする高度の耐薬品性および柔軟温度を要求される化学工業用材料 |
| 1種2号 | 中程度の耐薬品性および柔軟温度を要求される化学工業および一般工業用材料             |
| 1種3号 | 透明性を要求される化学工業および一般工業用材料                         |
| 2種   | 主として成形能を要求される一般雑貨用材料                            |

13. 硬質塩化ビニル板の標準寸法 (JIS K 6745)

| 呼 び     | 寸 法    |         | 幅及び長さの<br>許容差 [%] | 厚さの許容差<br>[%] |
|---------|--------|---------|-------------------|---------------|
|         | 幅 (mm) | 長さ (mm) |                   |               |
| 4×8     | 1212   | 2424    | +2<br>0           | ±10           |
| 3×6     | 909    | 1818    |                   |               |
| 2.2×4.8 | 660    | 1440    |                   |               |
| 3×3     | 909    | 909     |                   |               |
| 2.1×3.3 | 650    | 1000    |                   |               |
| 25×55   | 635    | 1395    |                   |               |
| 24×54   | 609    | 1372    |                   |               |
| 1×2     | 1000   | 2000    |                   |               |

14. ステンレス鋼の物理的、機械的性質

| 種 類                                               |                   | オーステナイト系<br>SUS304<br>(18-8) |         |
|---------------------------------------------------|-------------------|------------------------------|---------|
| 項 目                                               |                   | 軟 鋼                          |         |
| 密 度 [g / cm <sup>3</sup> ]                        |                   | 7.85                         | 7.93    |
| 膨 張 係 数<br>[×10 <sup>-3</sup> / deg]              | ステンレス<br>比較 (対軟鋼) | 10.5~12.6<br>1               | 17.6    |
| 熱 伝 導 度<br>[×10 <sup>-3</sup> cal / cm · s · deg] | ステンレス<br>比較 (対軟鋼) | 124<br>1                     | 40      |
| 電 気 抵 抗<br>[μΩ / cm]                              | ステンレス<br>比較 (対軟鋼) | 15~18<br>1                   | 72      |
| 引 張 り 強 さ [kg / mm <sup>2</sup> ]                 |                   | 34~50                        | 53以上    |
| 伸 び [%]                                           |                   | 35~28                        | 40以下    |
| 硬 さ [Hv]                                          |                   | 120~175                      | 200以下   |
| 熱 処 理                                             |                   | 硬化する                         | 硬 化 せ ず |
| 磁 性                                               |                   | あ り                          | な し     |

ステンレス鋼板は、一般に次のような個所に使用される。

- ① 塗装せず光沢を必要とする露出ダクト。
- ② 湿度が特に高い浴室、シャワー室などの排気ダクト。
- ③ ちゅう房のレンジ用天がい。
- ④ 他の金属を使用できないようなフュームの排気ダクト。

## アルミニウム板

アルミニウム板は、軽量であり、酸化皮膜により耐食塗装が省略できることなどから、ダクトや空気調和器の保温被膜上部の外装材に使用されることが多い。

アルミニウム板は、JIS H 4000（アルミニウムおよびアルミニウム合金の板および条）に規定されており、化学成分により25種類に区分されている。

アルミニウム板の標準寸法を10表に示す。

なお、アルミニウム板は鉄板より溶融点が低いかから、高温に用いてはならない。

## 硬質塩化ビニール板

硬質塩化ビニール板は、耐食性を必要とされるダクトに使用される。JIS では12表のように用途別に4種類に区分されているが、ダクト用としては、一般に1種2号が使用されている。

なお、板の標準寸法を13表に示す。

### 【参考文献】

- 1) 空気調和・給排水設備施工標準（昭和35年）P191, 日本建築設備士協会。
- 2) 管工事施工管理技術テキスト（昭和55年）P448～449, 管工事施工管理技術研究会。
- 3) 建設大臣官房庁官営繕部監修, 機械設備工事共通仕様書（昭和52年版）P122, 日本空調衛生工事業協会。

## 脱臭設備（水処理）

### 概 要

臭気は上水道の分野においては、水源に放線菌などが異常発生した場合に問題となる。一方、下水道の分野においては、立地条件によっては、終末処理施設を中心として、定常的な悪臭発生源となりうる危険性をはらんでいる。そのため、脱臭設備の必要

性は下水道において、強いものであるが、適切な臭気対策や経済的な脱臭設備の選定に苦慮しているというのが実状であり、今のところ、脱臭設備として、幅広く実績をあげているものは少ない。

各都市における下水処理場の脱臭方式をみると、ガス洗浄方式とオゾン酸化方式が相対的に多く実施、検討されている。ほかには、処理場内の小施設、例えば、沈砂池集塵槽などに限定して脱臭する場合、簡便法としてマスキング剤散布なども行われている。

上水道の場合は、クサイ水対策として、活性炭吸着やオゾン処理方式が採用されている例が多い。

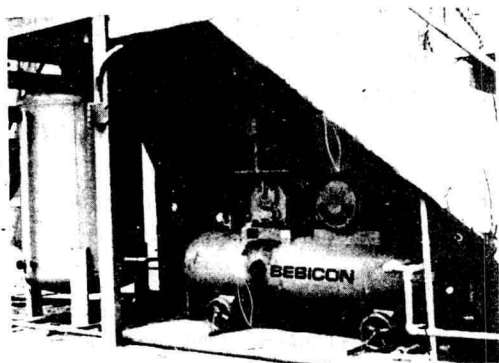
なお、脱臭設備として実用化される場合、二つ以上の単位操作（例えば、洗浄－オゾン酸化あるいは、イオン交換樹脂－活性炭吸着）が併用される場合が多い。

### 脱臭剤（マスキング、中和）散布設備

この方式は根本的な脱臭対策ではないが、臭気が情緒の問題である限りにおいては、悪臭さえ感じないようにすればよく、そのような働きをねらった薬剤（マスキング剤および中和剤）を散布することによって脱臭をはかる一種の心理的脱臭方法である。（写真参照）

主要設備としては、コンプレッサー、薬液タンク、スプレーガンぐらいであり、かなりシンプルに構成される。

この方法は、開放された場所では効果が少なく、高濃度の悪臭になると、あまり適さないが、ダクトや送風機などの付属設備を必要とせず、設備費が安くすむという利点がある。



1. コンプレッサー薬液タンク



2. スプレーガン

使用方法によっては、薬剤が高くなる欠点があるが、これも臭気濃度に応じた薬剤量の調整により、一概には断定できない。

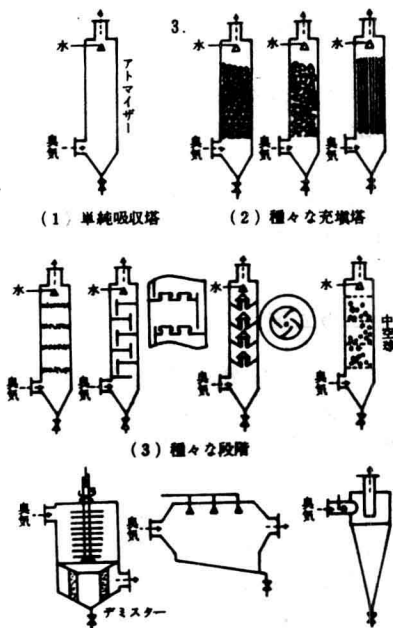
小規模で、しかも密閉された施設で作業を行なわなければならないような場合、速効性があり、簡便な脱臭方法となる。

## 洗浄設備

ガス洗浄方式は、排ガス中の悪臭物質を水、海水、あるいは酸、アルカリなどの薬液を使用して液側に移行させるか、または臭気の少ない形に変えるもので、最も一般的に広く使われている方式である。

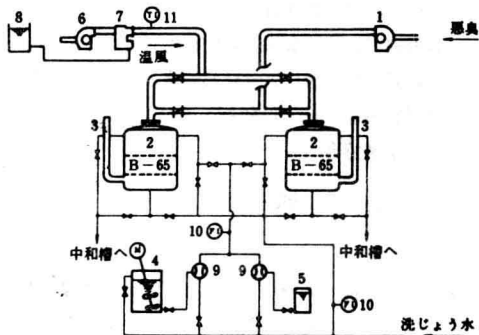
この方式は、比較的設備費が安く、運転が簡単であるという利点がある一方、大量の水が必要になるため、設置場所の制限を受けたり、水温変化により、脱臭効果が変わるという欠点がある。一般に、水洗浄のみでは、脱臭効率は低く、単一処理方法として、利用されている例は少なく、脱臭装置にかける前の予備処理として、広く用いられている。

本方式は原理的には、気液接触によるガス吸収であり、装置としては、湿式集塵塔や各種のガス吸収塔と同一であり、かなり、古くから実績がある。右上図に示すように、気液接触装置として、各種の充填塔や段塔をはじめ種々の吸収塔が広く利用されている。



## イオン交換樹脂設備

本方式は一種の吸着法であり、イオン交換樹脂を加工して多孔質とし、その多孔性に起因する分子吸着と、イオン交換による電気的吸着とにより、悪臭成分を除去しようとするものである。そのため、臭気成分によって樹脂の選択ができ、ほとんどすべての悪臭物質の除去が可能となる。イオン交換樹脂が高価な上、再生に手間どるという難点があるが、樹脂そのものは再生により、半永久的な使用が可能である。



1) 臭気ファン 2) 「B-65」脱臭塔 3) 脱臭空気排気筒 4) 苛性ソーダ計量槽 5) 塩酸計量槽 6) 乾燥ファン 7) 温風発生機 8) 燃料貯槽 9) エゼクター 10) 流量計 11) 温度計

4. イオン交換樹脂設備フローシート(2塔式)

あり、また、再生時用の予備にイオン交換塔は二系列設置するのが普通である。

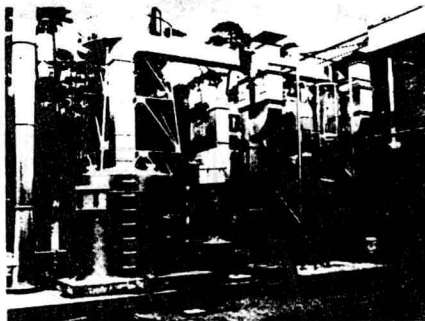
本方式の設備は4図に示すように、イオン交換樹脂塔、樹脂を再生するためのカセイソーダ、塩酸の計量タンクおよび再生後、乾燥するための温風発生装置と温風ファンなどから構成される。本方式は、活性炭吸着法と併用して、沈砂池～濃縮槽を覆いとした下水処理場で実用されている例がある。

### 活性炭吸着設備

吸着物質としては、他に、シリカゲル、活性白土などがあるが、最も一般的なものとして、活性炭が広く用いられている。原理的には、物理吸着であるので、分子の大きな物質に対し有効であり、アルコール類、脂肪酸類、ベンゼン、メルカプタン、石油系臭などの悪臭物質に対して、効果がある。

本方式は、比較的設備は安いという利点があるが、活性炭の再生装置に多額の金を必要とし、また、再生時の吸着物質の再放出による二次公害という問題もあって、実際には、再生使用は不可能に近い。(写真参照)

活性炭吸着塔に直接高濃度のガスを導入することは、活性炭の吸着能の低下を早めることになり、活性炭の特性により、脱臭できない物質もあり通常活性炭吸着法のみで、使用されることは少なく、水洗浄(アルカリ洗浄)などと併用されている。



5. 活性炭吸着塔およびイオン交換樹脂設備

### オゾン設備

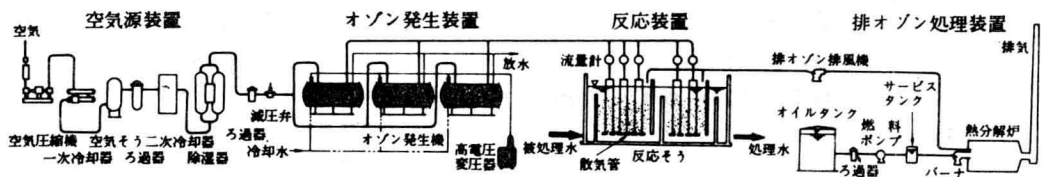
オゾンは、上、下水の消毒、脱臭、脱色、有機物の酸化等に有効である。上水処理では、オゾン注入率0.5～3mg/l程度で異臭味の除去が可能であるが、下水処理の場合は、対象水質とその処理目標により異なり、10～200mg/lを必要とする。これ等のオゾン処理は気-液の反応で行なわれる<sup>1-2)</sup>。一方、下水処理施設から排気される下水臭の脱臭に、適用されるオゾンの注入率は1～3mg/m<sup>3</sup>程度であり、悪臭物質の酸化分解は気相反応で行なわれる<sup>3)</sup>。

### 上水(気-液相)のオゾン処理プロセス

オゾン処理プロセスの実施例を6図に示す。

本オゾン処理プロセスは、空気を原料としたもので、空気圧縮機、1次および2次冷却器、ろ過器、除湿器、オゾン発生器、反応槽、排オゾン処理装置、の各単位操作から構成されている。オゾン生成用の原料空気は、大気から空気ろ過器を通してプロセスへ送り込む。空気圧縮機からの圧送空気は水冷式の1次冷却器により、40℃程度に冷却され空気槽に送り込んで脈動を消除する。脈動消除後の空気は、ろ過器を通してダスト、ミントを除却した後冷凍機使用の二次冷却器により、更に空気温度を下げ除湿器に送入される。

固体吸着剤を充填した除湿器は、出口の空気露点を-50℃以下に除湿する。除湿後の乾燥空気は、再度ろ過器を通して浄化され、オゾンの生成、及び、反応に適した圧力に減圧されてオゾン発生器に送られる。乾燥空気がオゾン発生器内の放電タ界を通過するとき、空気中の酸素の一部がオゾン化される。オゾン化空気は、その濃度と収量を計測して注入分配調節器に導き、定流量自動調節弁で注入量の均等分配を行ない、反応槽の散気管から水中に散気される。反応槽からの未反応および余剰の排オゾンガスは、加熱分解炉へ送り込み完全に加熱分解して大気



6. オゾンによる上水処理系統図

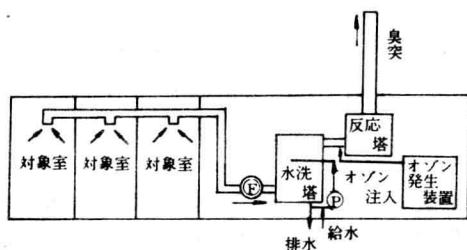
たつ

へ放出する。

## 下水の排気（気相反応）処理プロセス

オゾンと水洗による下水処理場の排気処理の標準系統を7図に示す。

排風機により対象室内の下水臭を吸引し、水洗塔へ送入する。水洗塔では下水臭を含む排気ガスと水を接触させて、悪臭物質の一部を水側へ吸収させ除去する。残余の悪臭物質は水洗塔出口でオゾン注入し、酸化分解させて大気に放出する。



7. オゾンによる排気処理系統図

## オゾン生成用の空気源装置

オゾン発生器へ供給される原料空気は、

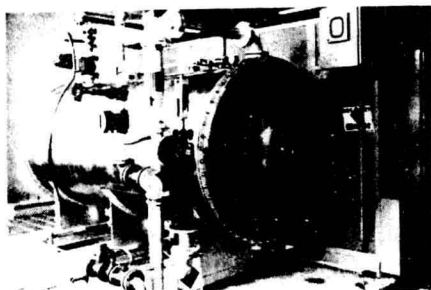
- (1) 露点 =  $-50^{\circ}\text{C}$  以下。
- (2) 温度 =  $20^{\circ}\text{C}$  以下。
- (3) 有機物は 15ppm/vol 以下。
- (4) 一定圧に保持され送気されること。
- (5) 異物、油分を含まないこと。

が望ましい。この条件を満たすプロセスの選定は、圧送機にファン、ブロワーのごとき比較的低圧力 ( $0.8\text{kg}/\text{cm}^2\text{G}$  以下) を用いて、ヒーター方式の除湿器と組合せる場合と、コンプレッサーのごとき比較的高い圧力 ( $4\sim 7\text{kg}/\text{cm}^2\text{G}$ ) と、ヒートレスの除湿器を組合せる場合がある。

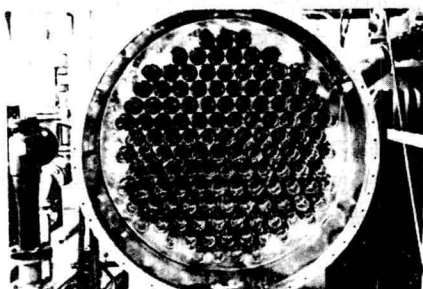
大型装置の場合は、電力量を考慮して、ファン（ブロワー）→ヒーター除湿方式を採用するのが一般的であるが、装置の維持管理、連続して最良の除湿効果を得るためには、コンプレッサー→ヒートレス除湿方式が良い場合もある。要は、オゾン処理プロセスとして、発生器→反応槽→排オゾン処理を含めた系のなかで総合評価を行ない、最適方式を決定すればよい。

## オゾン発生器

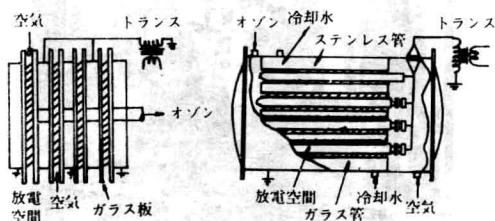
大量のオゾンを比較的効率よく製造するには無声放電法が用いられる。生成される最高オゾン濃度は、原料空気で  $3\sim 4\text{Wt}\%$ 、酸素原料で  $1.7\sim 2\text{Wt}\%$  である。発生器の型式には平板式と多管式がある。（写真・図参照）



8. オゾン発生装置



9. 多管式オゾン発生器



10. 平板式オゾン発生器

11. 多管式オゾン発生器

平板式オゾン発生器は、平らで、中空のブロックから成る多数のエレメントで構成されており、放電空間は、このブロックの高電圧側に合成樹脂（テフロン系）を接着し、ガラス平板をセットして得られる。ブロックは鋳造アルミニウム製で、一つおきのブロックは接地されており冷却水が通過する。原料空気は発生器の中に送入され、ブロックの周囲か

ら放電空間に入る。ガラス板と鋳物ブロックは中心に穴があり、マニホールドを形成している。オゾン化空気はここから放出される。

多管式オゾン発生器は、ステンレス鋼製の同軸円筒形の容器を外管電極とし、アルミニウム被膜を内面に有するパイレックスガラス管の、誘電体を内管電極として構成されており、同軸円筒形の容器は水冷、及び、接地されている。ステンレス製の外管電極とガラス誘電体の間隙に、原料空気を通し高電圧を付加してオゾンが生成される。各ガラス誘電体への高電圧導電には、高压ヒューズが設けられており万一、ガラス誘電体が破損した場合は、そのガラス誘電体のみを電源から切り離して使用することができる。

上記のオゾン発生器の一般的な運転条件と、電力効率の比較を12表に示す。

12. オゾン発生器の比較

|                    | (平 板 式)      | (多 管 式)                    |
|--------------------|--------------|----------------------------|
| ① 原料ガス             | 空気           | 空気、酸素                      |
| ② 露点               | -40℃以下       | -40℃以下                     |
| ③ 冷却方法             | 水            | 水                          |
| ④ 圧力               | 大気           | 0.1~1 kg/cm <sup>2</sup> G |
| ⑤ 放電間隔             | 3mm          | 2.5mm                      |
| ⑥ 印加電圧             | 1.7~20KV     | 15~19KV                    |
| ⑦ 周波数              | 50~500HZ     | 50~60HZ                    |
| ⑧ 誘電体の厚さ           | 3mmt         | 2.5mmt                     |
| ⑨ 1%オゾンを製造する時の電力効率 | 22KWH/kg オゾン | 16KWH/kg オゾン               |

オゾン発生器への電源は、50HZ/60HZ、100V/200Vが一般的であり、高電圧変圧器を用いて放電に必要な10数KVに昇圧する。オゾン発生量は、付加電圧を調節することにより、増、減、させることができる。方法としては、

- (1) 変圧器の2次側にタップを設け必要な電圧を取る。
- (2) 単巻変圧器で1次側の電圧を変化させる。

などがある。大容量のオゾンを生産する場合は、440V、3,300V、6,600V、の電源電圧を用いることもある。オゾン発生器は、電気的に容量負荷であり、力率は約40%である。したがって、リアクターを用いると変圧器の容量を節約することが出来る。また、電動機の如き遅れの力率を有するものと組み

合わせると工場全体の力率改善に役立つ。国内の大容量オゾン発生器はすべて多管式であり、水道機工 (Welsbach 社)、荏原インフィルコ (Trailigaz 社)、日本オゾン、富士電機、三菱電機の各社から発売されている。

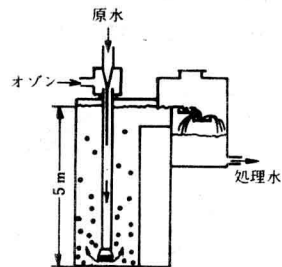
## 反応方式

反応槽では、まずオゾンが水中に溶解し、つづいて対象物質との反応が起るのが一般的である。従って液側での物質移動、拡散速度が最大になるような反応方式を用いることが重要である。この種の反応槽は、総括反応速度が、

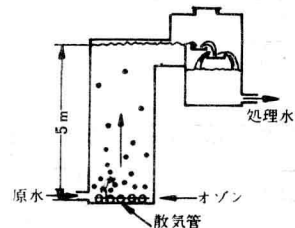
- (1) 反応成分の拡散抵抗、
- (2) 化学反応そのものによる抵抗、

に支配される。また、オゾン自体の強い酸化力と水中での自己分解速度が大きいことは、拡散抵抗を小さくするような反応方式を選択することが望ましい。

オゾンと上、下水を接触させる気-液の標準反応槽は、インジェクター方式と散気方式がある。(図参照)



13. インジェクター方式の反応槽



14. 散気方式の反応槽

反応槽の材質は、

- (1) オゾン注入管=可塑剤を含まない塩化ビニール、または、ステンレス管 (SUS304, 316)
- (2) 同上パッキング=シリコン、ハイパロン、テフロン (アスベストを包装したもの)

(3) 散気管=燃結ステンレス鋼、または、多孔質セラミック、

(4) 反応槽=鉄筋コンクリート、または、ステンレス鋼(SUS304, 316)

である。いずれにしても、下記の事項を考慮して、反応槽を選択しなければならない。

(1) 反応効率が高いこと。

(2) 建設費、運転経費が安価なこと。

(3) 処理が確実なこと

(4) 処理システムとして、前処理と後処理との関連性が維持できること。

(5) プロセスとして、オゾン発生装置、排オゾン処理とのシステム化において経済的なこと。

一方、下水臭(悪臭)の排気処理の如き気相反応は迂回板を挿入した排気ダクトにオゾンを注入して、排ガスとオゾンを充分に接触-混和させるような反応方式が用いられている。

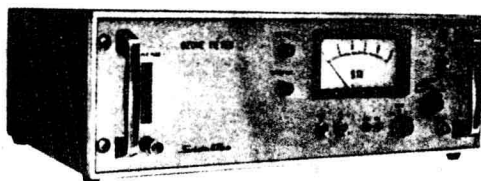
## オゾンメータ

処理プロセスでオゾン濃度を計測する場合の対象は、オゾン発生器から発生するオゾン濃度(1~2%程度)、反応槽での水中の溶存オゾン濃度(0.95~

1.5mg/l程度)、オゾン発生器室内のオゾンガス漏洩濃度(0.5ppm以下)があり、その条件に合わせて分析法(オゾンメータ)を選択しなければならない。

### 紫外線吸収法

オゾンの紫外吸収が250~260nm付近でピークを有することを利用したもので、オゾン化ガス濃度と光の吸収量の関係を表示するランベルト、ベールの法則に基づくものである。15図にその構成を示す(写真参照)。



16. 紫外線吸収法、オゾンメータの一例

オゾンの吸収波長に強いスペクトルに輝線を持った低圧水銀ランプから出た光は、比較側、および、試料側セルを通過した後、紫外線専用のフォトマルで受け、光の強さに比例した電気信号に変換し、対数圧縮部、差動増幅部を経てオゾン濃度が指示される。このオゾンメータの性能は、

(1) 測定範囲 0~50 g/m<sup>3</sup>20℃, 1 atm

(2) 精度 2%

(3) 安定度 1%/d

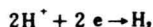
であり、おもに発生オゾン濃度(1~2%程度)の測定に用いられる。この原理を利用して、水中のオゾン濃度を測定することも出来るが吸収係数の関係で、有機物、水銀系が干渉物質になることがある。

### 電量法(クーロンKI方式)

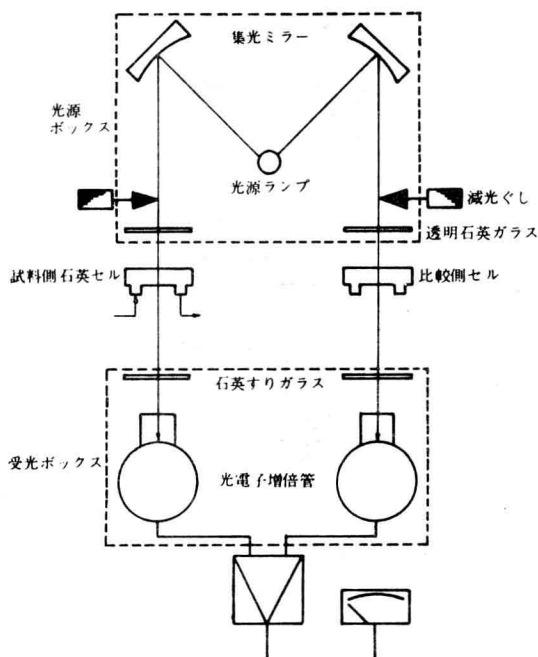
オゾンと中性ヨウ化カリウム溶液の反応で遊離したヨウ素を、電解電流で測定する方法である。

17,18図に構成と検出部の概要を示す。

検出部は絶縁体に白金線を巻きつけた陰極と、その下部の白金陽極で構成される。両極間に0.2~0.3 Vの電圧を付加すると、陰極で



の反応が起り両極間に電流が流れるが、ある値になると水素の膜が量高になり、電流の流れが停止し分極状態となる。オゾンとヨウ化カリウム溶液の反応で出来たヨウ素は、上記の水素と反応して



15. 非分散型紫外線吸収法オゾンメータ構成の一例

水素を消費するため陰極は復極し、電極間に電流が流れる。この電流値は、オゾン濃度と比例するので電流計で表示することが出来る。

このオゾンメータの性能は

- ① 測定範囲 0～2 ppm
- ② 精度 ± 5 %
- ③ 応答速度 180秒
- ④ 消費電力 60W

であり、おもにオゾン発生器室内のオゾン漏洩検知(測定)に用いられる。この方法はヨウ化カリウム溶液からヨウ素を遊離するような干渉物質に注意しなければならない。

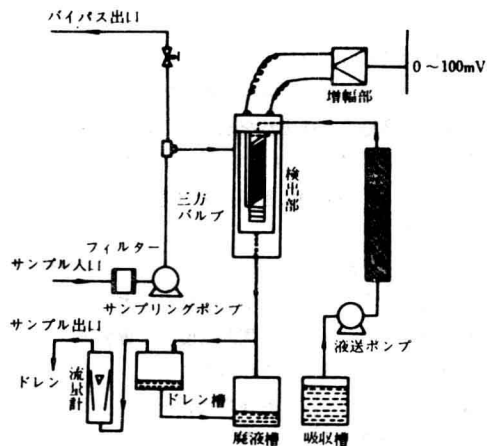
#### 化学発光法

オゾンと他物質との化学反応にともなう発光現象を利用して、オゾンを定量する方法である。オゾンとエチレンは化学反応を起こし、波長300～600nm(極大波長は430nm付近)で発光し、その発光強度はオゾン濃度に比例する。

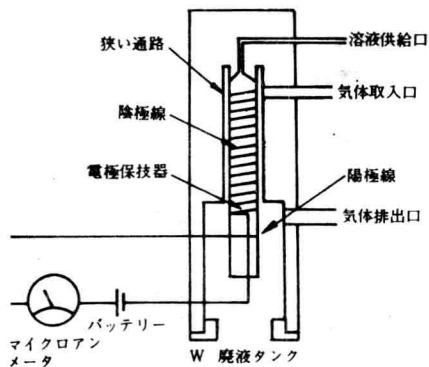


本法はオゾンのみを選択的に定量することができ、0～2ppm程度の濃度範囲の測定が可能であり、1～2ppmでは測定器の応答とオゾン濃度が直線的関係を示すが、0.025ppm以下になるとノイズが大きくなる。化学発光法(エチレン)によるオゾン分析法の構成を19図に示す。

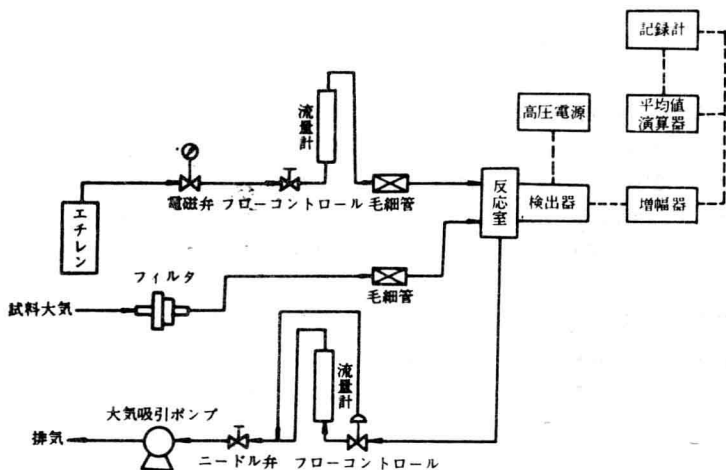
この方法では、エチレンと反応して発光する物質が干渉となるが、通常の大気中には反応物質は存在しない。



17. 電量法オゾンメータ構成の一例



18. 電量法オゾンメータ 検出部の一例



19. 化学発光オゾンメータ構成の一例

## 熱伝導方式

熱伝導度の原理を利用したもので、感好素子がホイートストンブリッジ回路に組み込まれており、検出器の温度特性は検出器を取りまくガスの種類、濃度により変化する。従って、このホイート、ストン、ブリッジからの応答がガスの濃度を指示することになる。

発生オゾン濃度 (0~80mg/l) 測定用として開発され、感度30秒、精度 $\pm 1.5\%$ 程度とされているが、他の共存ガス、および、周囲温度の影響を強く受けるため安定した測定結果が得られない。

## 電量法 (ガルバニックセル方式)

金と銅の電極に試水を通過させると、オゾン濃度に比例して電極間に電流が流れる。金電極は、セル中の電極状態を正常にし、必要試水を正しく採取し、流動させるために回転させる。

本法は溶存オゾン濃度の測定用として

- ① 制定範囲 0~1ppm
- ② 感度 0.01ppm
- ③ PH範囲 5~9

であるが、試水に浮遊物、および、他の酸化還元物質を含む場合は正確にオゾン濃度が測定出来ない。

## 【参考文献】

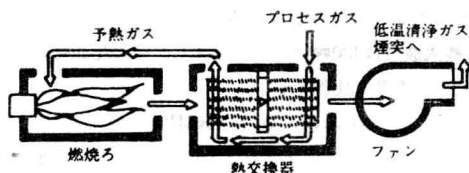
- 1) 牧「オゾンによる上水処理」用水と廃水 Vol. 15, No.2 P3~13 (1973)
- 2) 牧「アメリカでのオゾンによる3次処理の実験研究」用水と廃水, Vol. 17 No.1. P22~34 (1975)
- 3) 牧「オゾンと水洗による下水処理場の排気処理」Vol. 11, No. 126 P12~21 (1974) 下水道協会誌
- 4) 「水質汚濁と高度処理技術」別冊化学工業, 18-1 P162~195 (昭和49年) 化学工業社
- 5) 山本「オゾン処理装置に関する実験調査」11月号 P10~29 (昭和50年) 下水道協会誌
- 6) 水道機工欄「オゾン濃度計」カタログ (1972)
- 7) 鈴木「公害分析指針, 2. オキシダント」日本分析化学会関東支部編, P31~59 (昭和47年)
- 8) 加藤「オキシダントの連続測定」産業公害, Vol. 11 No.2, P38~42 (1975)
- 9) Welsbach 社, オゾンメータ, カタログ

- 10) Fischer & Porter 社「Ozona Analyzer 17-L 1000 Series」(1971)

## 直接燃焼設備

直接燃焼法は、別名アフターバーニング法ともいわれているが、その方法は、悪臭ガスをボイラーまたは熱風発生炉の燃焼用二次空気として使用する方法と、独立したガス焼却炉に導入して完全処理する方法の二つに分類される。

一般に、有機物またはそのガスは800~1,200℃で焼くと、においてはなくなるといわれている。そのため、本方式は、有機溶剤、低級脂肪酸、アンモニアおよびアミン類など、広範囲にわたる悪臭物質の除去が可能であり、また、脱臭効率も高く、かつ安定して、一番確実な脱臭方法である。



20. 直接燃焼設備と系統図

しかし、燃料費がかかるとか、 $\text{SO}_x$ や $\text{NO}_x$ が問題になる場合があるなどの欠点もある。ただし、燃料費については、最近、熱回収の面で、かなり改善がなされつつあり、他の方法と比較して、必ずしも、高価な方法ともいえない。

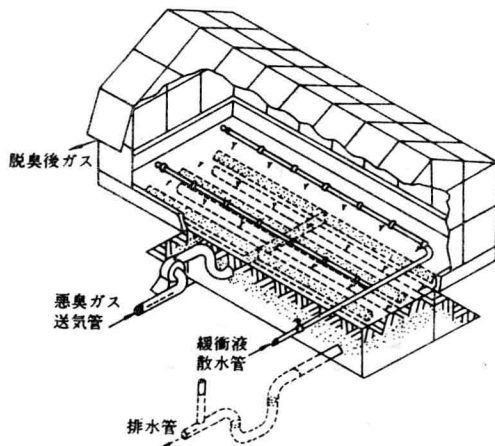
## 微生物酸化法

多くの微生物は、臭気成分として知られている有機物や無機物を栄養源として摂取し、それを酸化分解してエネルギーを獲得し、それによって生命を保ち、増殖している。このような微生物は土壌や汚水中に多い。

微生物酸化の中でも、最も簡単な方法は、図(次ページ左上)に示すように、排気を土壌層に送入することによって、水に溶解させたり、化学的に分解したり、あるいは、吸着させたりして、脱臭する方法である。

除去可能な悪臭物質は、主として、硫化水素やアンモニアおよびアミン類である。

土壌脱臭法は、ランニングコストが安いという利



21. 温室内土壌ろ床による脱臭システム

点があるが、広い敷地を必要としたり、脱臭効果が土壌や温度により、左右されるため、安定性、確実性に乏しいという欠点があり、実用性が乏しく、あまり普及はしていない。

### 触媒燃焼法

触媒燃焼法は接触酸化法ともいわれ、直接燃焼法のように高温が得られない場合、260～340℃の範囲で、排ガスを触媒層を通し、臭気成分を酸化させる方法である。

触媒としては、プラチナスポンジがよく知られており、他に、銅、銀、バナジウム、ニッケル酸化物などが有効である場合が多い。

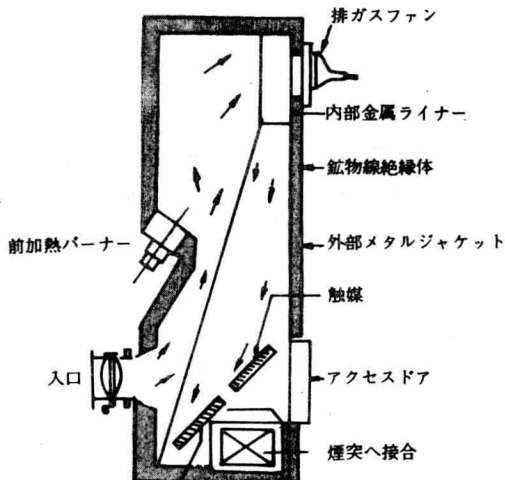
除去可能な悪臭物質としては、炭化水素類などで、有機性臭気成分であれば、全般的に除去が可能である。他に、硫化水素やアンモニアも除去できる。

一般的に、利点として、低温燃焼のため、燃料費が安くすむといわれているが、直接燃焼法も熱回収が60%以上されると、燃料的には変らなくなる。また、触媒法は、触媒が高価なため、必ずしも、経済的な脱臭法とはいえない。(22図参照)

下水臭の分解に、オースチン市下水処理場で初めて、触媒酸化法が応用されている。

#### 【参考文献】

- 1) 日本水道協会規格
- 2) 日本工業規格
- 3) 化学工業日報社;6075の化学商品



22. 触媒酸化装置平面図(オースチン市)

- 4) A. W. W. A. ; WATER QUALITY AND TREATMENT, McGRAW—HILL, (1971)
- 5) A.S.C.E., A.W.W.A., C.S.S.E.; WATER TREATMENT PLANT DESIGN, A.W.W.A. INC,

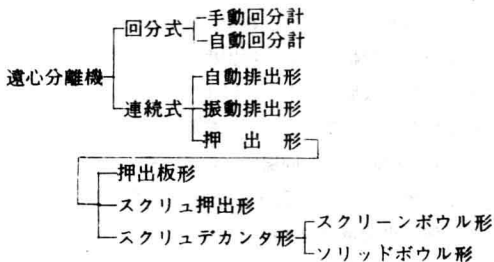
### 脱水装置 (汚水処理)

#### 遠心分離機

遠心分離機は遠心力を利用して懸濁液中の固形物の分離、濃縮あるいは脱水を行うものである。

遠心分離機の分離機構は基本的には重力沈降分離と同じである。懸濁液中の粒子は一般にストークスの理論に従って沈降する。重力のかわりに遠心力を利用して、沈降速度を大きくし、分離効果をよくしたものが遠心分離機である。

遠心分離機を構造、使用目的等によって分類すると次のようになる。



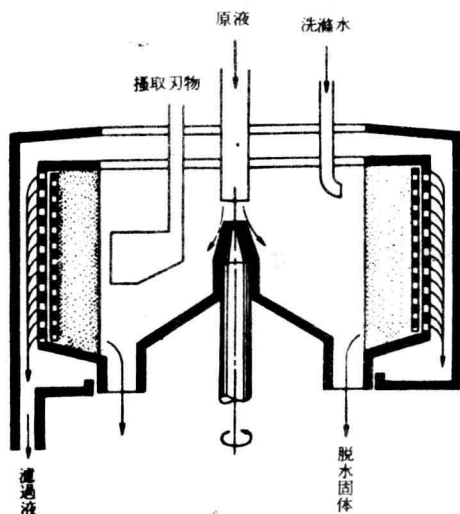
## 回分式遠心分離機

給液、給液停止、脱水、固体排出、洗浄など一連の操作サイクルを手動で行なう手動回分形と、油圧（または空気圧）とタイマとの併用により自動で行なう自動回分形があるが、ほとんど後者である。

回転体はバスケット状で有孔と無孔の2種類がある。

有孔バスケット形は、化学工業、食品工業などの結晶性粒子の脱水に使用される。一方、無孔バスケット形は沈降性の悪い廃水処理用に使用されるが、小容量のものが多く、脱水も良好とはいえない。

1図に回分式有孔バスケット形遠心分離機概念図を示す。



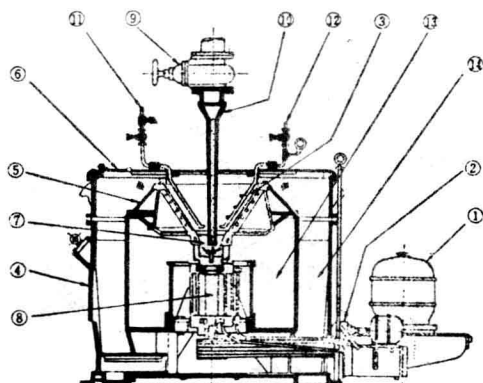
1. 回分式遠心脱水機

## 連続式遠心分離機

目皿孔あるいはスリットをもつバスケット状の回転体を有するもので、ろ過されたケーキ自体により下部から押されて排出される自動排出形、振動により排出する振動排出形、押出板の往復動作により排出する押出板形、スクリュにより掻き出すスクリュ押出形などがある。2～5図に構造図を示す。

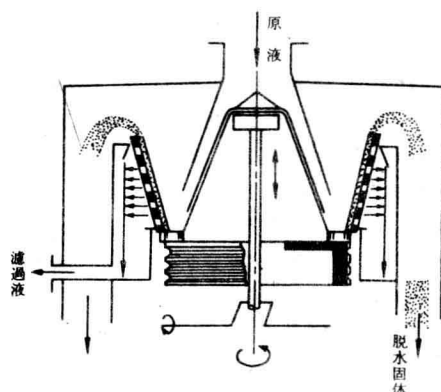
これらは回分式と同様に、結晶、鉱石、石炭など0.1～5mm位の大きな固体粒子を含む高濃度（10～70wt%）懸濁液の脱水に用いられる。

スクリュ・デカンタ形は食卓用ガラスびんのような



- |                   |        |
|-------------------|--------|
| ①主電動機             | ⑧駆動軸   |
| ②潤滑油ポンプおよび電動機     | ⑨供給弁   |
| ③円すいバスケットおよびスクリーン | ⑩供給ノズル |
| ④本体ケーシング          | ⑪水洗管   |
| ⑤内側ケーシング          | ⑫蒸気管   |
| ⑥上蓋               | ⑬ろ液室   |
| ⑦加速器              | ⑭結晶室   |

2. 自動排出形遠心分離機



3. 振動排出形遠心分離機

な円筒円錐形をしたボウルと呼ばれる回転体をもつもので、有孔（スクリーンボウル形）と無孔（ソリッドボウル形）の2種類がある。

スクリーンボウル形は回分式と同様に、結晶性粒子など粗粒子の脱水に用いられる。

ソリッドボウル形は化学工業、食品工業をはじめ各種廃水処理用として使用されているが、最近では、自動無人運転が可能である、ろ過助剤（消石灰等）を使用しない、設置面積が小さい等の特徴が見直され、都市下水、し尿、上水および工水汚泥の濃縮あるいは脱水用として急速に設置台数が増えている。