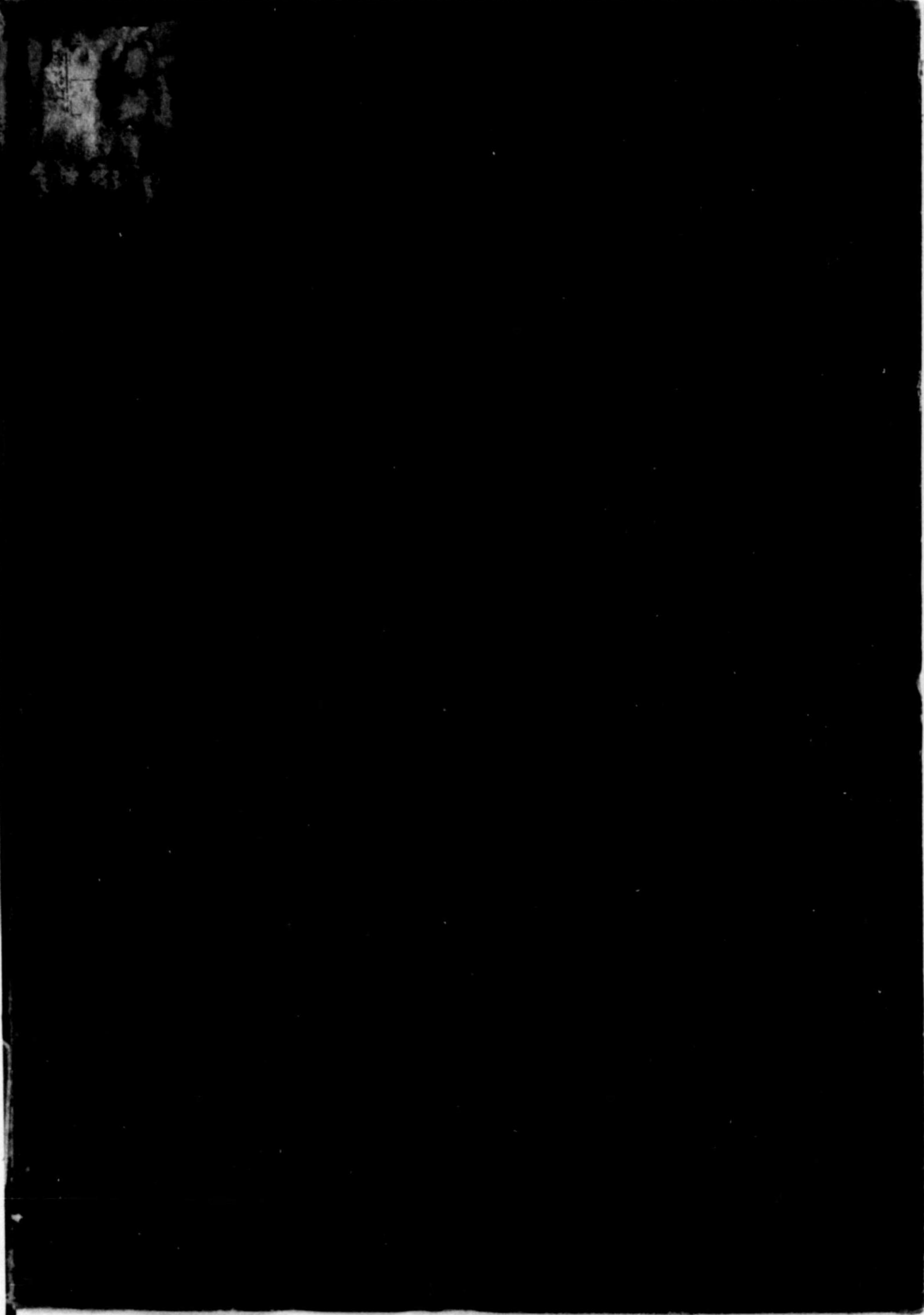




始



567.6  
Ky 9  
(1)

防 策  
現 場 保 護 員 篇  
策 劃 固 固 策 策  
現 場 保 護 員 篇

九州鑛山學會

石炭坑爆發豫防調査委員會

小學館刊

## まへがき

本委員会は曩に其の成果の一部を防爆対策：技術管理者篇として發刊した。其の「まへがき」にも記したやうに本委員会は昭和14年2月に其の第1回の研究審議會を開いて以來、既に回を重ねること120餘回に及び、本年末頃には漸く一段落着きそうな見透しがつくやうになつた。

思へば随分根氣の良い仕事ではあつたが、それだけに茲に防爆対策：現場係員篇上巻を發刊する機会を得たことに就ては欣びを禁じ得ないものがある。

本著は曩の技術管理者篇の姉妹篇であつて、専ら現場係員を對照として編纂したものであるから、防爆上必要な諸事項に關しては剩す處なく之に検討を加へ、理論に偏せず、實際に墮せず、極めて懇切丁寧に記述し、飽くまで防爆の徹底を期せんとしたものである。

編纂の都合上本上巻には爆發瓦斯の性狀、檢定、排除及び附録を、下巻には火源、炭塵、及び爆發対策をそれぞれ輯めることとした。

石炭の増産は愈々急を要するものがある。此の時に當り本著を斯界に送り得る事は吾々の最も欣快とするところである。

昭和19年4月

九州鑛山學會

石炭坑爆發豫防調査委員會



## 凡 例

本書中の用語は下記に従ふ

- 瓦斯 凡て可燃性瓦斯を指す
- 石爆 石炭坑爆発取締規則の略稱
- 鑛警 鑛業警察規則の略稱
- 指定炭坑 石炭坑爆発取締規則に依る指定炭坑を指す
- 用品規則 石炭坑爆発類及機械器具取締規則を指す
- 用品指定坑 用品規則に依る指定坑を指す
- 特免區域 石爆第六條に依り石炭坑爆発豫防試験所の檢定に合格しないものでも、政府の許可を受け鑛山局長が一定の區域に限つて特に其の使用を免許する場合がある、斯ういふ小區域を特免區域といふ
- 保安係員 凡て坑内保安係員を指す  
他の係員の場合は其の點を明記す
- 通風 坑内空氣を置換し悪瓦斯を排除することを通風といふ
- 通氣 通風を行ふことに依り流動する坑内空氣を通氣と呼ぶ
- 通風機 従來の「扇風機」と云ふ言葉を廢し「通風機」と云ふ言葉を用ひた、理由は近來プロペラ型や他の軸流型のものが出來て之を扇風機と呼ぶのは不適當であり、且通風を行ふ機械といふ意味で通風機といふ語を用ひた。但し法規の條文に用ひてある語は其の儘とした

## 防爆對策・現場係員篇 (上卷)

### 目 次

I 爆發瓦斯の性状	1
1. 爆發瓦斯とはどんなものか	1
2. どうして爆發瓦斯が出来るか	2
3. 出來た爆發瓦斯はどうなるか	2
4. どんな出方をするか	3
(1) 泄 出	4
(2) 噴 出	4
(3) 突 出	4
5. 瓦斯の突出に就て	4
(1) 突出瓦斯の成分と其の量	5
(2) 瓦斯突出の實例	5
(一) 崎戸炭礦	6
(二) 方城炭礦	7
(三) 茂尻炭礦	10
(四) 新幌内炭礦	12
(3) 瓦斯突出の共通性	13
(4) 瓦斯突出はど <del>ん</del> して起るか	14
(5) 瓦斯突出の際どんな前兆を伴ふか	16
(6) 瓦斯突出の對策はどうすればよいか	17
6. 爆發瓦斯の出方は大氣壓と氣温とにどんな關係があるか	19
(1) 氣壓の變化とどんな關係があるか	19
(2) 氣温の變化とどんな關係があるか	20

7. どんな時に危険となるか	20
8. どうして溜るか、溜つたものはどうなるか	23
9. どうしたら危険でなくなるか	24
10. こんな特殊の場合もある	25
<b>I 爆発瓦斯の検定</b>	27
1. 検定は何故必要か	27
2. どうして検定するか	28
3. 現在使用されてゐる検定器と使用に適しない検定器	29
(1) 現在使用されてゐる検定器	29
(一) 吸気式瓦斯検定器	29
(二) 理研瓦斯検定器	39
(三) カールツアイス瓦斯干渉計	46
(2) 現在使用に適しない検定器	48
(一) 揮発油安全燈	48
(二) ベビー・ウルフ(小型安全燈)	48
(三) ビラー検定器とセノー検定器	49
(四) バレル検定器	50
(五) リーピング検定器	51
(六) 北辰炭坑瓦斯計	51
(七) グノム検定器	53
(八) ネリッセン検定器	53
4. 瓦斯警報器	53
5. 検定せねばならぬ箇所と其の時期	55
6. 瓦斯量を知つた時はどうするか	58
<b>III 爆発瓦斯の排除</b>	61
1. まへがき	61

(1) 用語の説明	61
(2) 爆発瓦斯の排除は如何に大切か	62
(3) 爆発瓦斯はどうすれば排除出来るか	62
(一) 排除の方法	62
(二) どの程度に薄めればよいか	63
<b>2. 主要通風</b>	66
(1) 主要通風の目的は何か	66
(2) どうして通風を起すか	66
(一) 自然通風	67
(二) 機械通風	67
(三) 其の他の通風	67
(3) どんな通風方式があるか	68
(一) 吸出式と吹込式との比較	68
(二) 中央式と對隅式との比較	69
(4) どうすれば風はよく廻るか	70
(一) 通風の抵抗	70
1. 坑道の形状と大いさ	70
2. 坑道の延長	71
3. 坑道の屈曲	71
4. 分量門	71
5. 坑道断面積の急激な變化	72
6. 坑道内の障碍物	72
(二) 通風の分流	72
1. 通風の分流とはどういふことか	73
2. 通風の分流は何故必要か	73
3. 通風の配分はどういふ考へ方ですか	74
4. 分流の方法	75

(三) 漏風の防止	80
1. 遮断壁	81
2. 通気門	83
3. 風橋	85
(5) 補助通風	88
(一) 補助通風の目的	88
(二) 補助通風の方法(通風機の連合運転)	88
1. 直列運転	89
2. 並列運転	90
3. 直列並列の組合せ運転	92
4. 連合運転管理上の注意	93
5. 坑内通風機室の位置と構造	95
(6) 主要通風機の運転停止並に再運転時の注意	95
(一) 主要通風機の不時運転停止の場合	95
(二) 主要通風機再運転の場合	95
<b>3. 局部通風</b>	96
(1) 局部通風の目的は何か	96
(2) 局部通風の目的を達するにはどうすればよいか	97
(3) 局部通風機並に局部通風装置	98
(一) 局部通風機	98
1. 電動型局部通風機	98
2. 氣動型局部通風機	99
(二) 風管	99
(三) 局部通風装置	101
1. エア-ゼット	101
2. ウォーターゼット	101
3. 風管通風法	102

4. 張出し	104
5. その他の局部通風装置	107
(4) 吸出式と吹込式との比較	108
(5) 車風	108
(一) 補助通風の場合に起る車風	109
(二) 局部通風の場合に起る車風	109
(三) 局部通風機に依る風量が主要通風機に依る風量よりも多過ぎる場合に起る車風	110
(6) 局部通風施設の設置要件	111
(一) 局部通風機設置の要件	111
1. 設置位置	111
2. 風量	112
(二) 局部通風装置設置の要件	112
1. 風管の位置	112
2. 風管先と切詰との距離	112
3. 發破に対する風管先の保護装置	112
(7) 局部通風施設の管理	113
<b>4. 通氣状態の管理</b>	115
(1) 通氣量の測定	115
(2) 瓦斯量の測定	115
(3) 通風施設の點檢検査	117
<b>IV 爆發瓦斯の排除—附録</b>	118
<b>1. 主要通風</b>	118
(1) 必要風量	118
(一) 概説	118
(二) 實例	118
(三) 風量計算例	119

(2) 通風.....120

(一) 自然通風.....120

(二) 機械通風.....121

(三) 機械通風と自然通風との関係.....124

(3) 通風の抵抗.....125

(一) 通風抵抗係数(摩擦係数).....125

(二) 坑道の断面積と周縁との関係.....127

(三) 坑内の通風抵抗と等積孔との関係.....127

(四) 坑道の屈曲に依る抵抗.....131

(五) 分量門に依る抵抗.....132

(六) 坑道の断面積の急激な変化に依る抵抗.....140

(七) 坑道内の炭車に依る通風抵抗.....142

(4) 通気の流れ.....144

(一) 通気の流れ.....144

(二) 分量門に依る配分.....152

2. 局部通風.....153

(1) 局部通風機.....153

(一) 電動型局部通風機.....153

(二) 気動型局部通風機.....158

(三) 局部通風機を直列に使用した例.....160

(四) 風管の摩擦係数.....161

(2) 局部通風装置.....162

(一) 風管通風に於ける風管の径、延長と通気量.....162

(二) エアーゼットの発生風量と空気消費量.....163

(三) ウォーターゼットの発生風量と使用水量.....164

附録

通気記號及び坑内外一般記號

防爆対策 現場係員篇 上卷



炭礦の坑内に發生する爆発瓦斯は主にメタン (CH<sub>4</sub>) であつて、通常之に微量の水素、炭化水素系瓦斯、炭酸瓦斯、一酸化炭素、窒素、酸素等を伴ふものである。之を普通に可燃性瓦斯又は單に瓦斯ともいつてゐる。

直方石炭坑爆発豫防試験所で分析した一例を挙げると第1表に示すやうなものである。

第1表 炭層より發生する瓦斯の分析表(%)

炭礦名	種類	メタン	水素	不飽和炭化水素	一酸化炭素	炭酸瓦斯	窒素	酸素
第四海軍燃料廠		94.80	0.14	0.38	0.24	0.60	3.72	0.12

メタンは空氣よりも軽く、比重は0.559で、純粹なものは無色、無味、無臭であるが、不純物を含む時は一種の臭氣を伴ふ場合もある。之は其の儘では酸素量が不足するために燃焼しない。又其の中に燈火を入れると忽ち消える。しかし空氣又は酸素中で之に點火すれば青焰を放つて燃える。

元來此の瓦斯は無毒であるが、濃厚になると矢張り酸素缺乏のた

めに呼吸困難或は目眩を起し、時には窒息することがある。

此の瓦斯が炭層で極めて危険視されるのは、可燃性を有し、空気との混合割合に依つて燃焼或は爆發の原因となるからであり、又時には窒息等の危害を及ぼすからでもある。故に其の性質をよく研究し、之が対策を誤ることがあつてはならない（「7. どんな時に危険となるか」の項参照）。

## 2. どうして爆發瓦斯が出来るか

石炭は太古の植物が地中又は水底に埋れ、空気の供給を絶たれた所で、天然に炭化作用を受けた結果出来たものである。植物がかやうな状態で炭化作用を受ける時には、炭化の程度に依り多少の差異はあるが、必ずメタンを發生する。

一般に炭化作用の進んだ石炭程其の間に生成されたメタンの量は多い。

〔註〕 石炭1噸が出来上る迄に何程の瓦斯量が生成されたかと云ふ問題に就ては、多くの學者に依り研究されてゐるが、石炭は太古から地中に埋れ、其の後色々な作用や變化を受けて今日に至つたもので、其の間果して何程の量が出来たものか明確なことはいひ得ない。しかし化學的に計算された結果は次の通りである。即ち或る説に依れば、瀝青炭1噸に對して生成されたメタンの量は255立方分で、更に炭化の進んだ高度瀝青炭1噸に對しては312立方分であるといひ、又他の説に依れば、石炭1噸に對して生成された瓦斯量は370立方分であるといふ。以上孰れの説に依るも、石炭が出来ると共に意外に多量の瓦斯が生成されるものと考へられる。

## 3. 出来た爆發瓦斯はどうなるか

石炭層が緻密な地層で覆はれてゐる場合は、出来た瓦斯は發散する機會がなく、其の儘炭層中に蓄積されて次第に其の量を増加するが、龜裂や斷層等があれば之を傳つて逃げ出し、又之に通ずる空隙

があればそれに入り込んで蓄積することがある。

又石炭はメタンに接觸すると其の瓦斯を吸着、吸收する性質（之を收着性といひ、「5の4・瓦斯突出はどうして起るか」の項参照）を有し、其の性質はメタンの壓力が増すに従つて増すものである。處が前記の龜裂や斷層を傳つて來たものが漸次其の量を増し、且逃げ場がない時には、段々壓力を増加して多量の瓦斯を炭層中に吸藏する。

今日我々が石炭を採掘するに當つて、主として炭層内に、時としては岩層内に瓦斯の存在を認め、又屢々斷層や龜裂から瓦斯が出て來るのは此の理由に依るのである。

同一の炭層に就て見ると、一般に露頭附近乃至坑内の浅い間は瓦斯は少い。之は龜裂或は地層の弱い處を通して瓦斯が外部に逃げ出したためである。しかし坑内が深くなるに従つて瓦斯が多くなるのが普通である。

地質の關係から見ると、上層に頁岩のやうな緻密な岩層が多い場合は瓦斯が多く、之に反して粗目の砂岩のやうな岩層の多い場合は一般に瓦斯が少い傾向がある。

次に炭質の點から見ると、同一炭層に於ても堅い石炭には概して瓦斯が少く、軟いか或は粉炭になり易い石炭には瓦斯が多く且出易い状態になつてゐるやうである。

又普通瓦斯が無いといふ炭層でも、炭層に1米位の發破孔を穿ち其の中で精密に檢定器で測ると瓦斯を認めることが出来る。

要するに石炭の在る所には總じて瓦斯が在ると考へるのが至當であつて、瓦斯の無いのは特殊な場合に限られてゐるのである。

## 4. どんな出方をするか

炭層から瓦斯の出る状態を普通次の如くに分けてゐる。



## (1) 泄出 (2) 噴出 (3) 突出

## (1) 泄出

瓦斯が炭壁の全面から一様に出て来る状態で、時には微かな音響を伴ひ、又水気を含む炭層ではブツブツと小さな気泡を作つて出て来ることもある。新しい炭壁からは瓦斯の出方は多いが、其の儘放置すれば次第に其の量が少くなる。

## (2) 噴出

炭層や岩層の龜裂或は斷層等一局部から連続的に出て来る状態で、壓力の高い時には強大な勢を以て濃厚な瓦斯を出すのが普通である。噴出期間は多くの場合一時的であるが、時には長期に亘ることもある。

## (3) 突出

突然又は短時間の僅な徴候の後、一時に多量の瓦斯が炭壁や岩層を押し出し、之を粉碎して出て来る現象である（「5.瓦斯の突出に就て」の項参照。）

以上のやうな状態で炭層から瓦斯が出るから、切羽の進行が早くなればなる程瓦斯が多くなり、又切羽の数を増し採掘面積が廣くなれば、之に伴つて瓦斯の出る量が増すのは當然のことである。

又瓦斯は前記のやうに炭層のみならず、岩層坑道掘進等の際にも出て来ることもあるら、炭層坑道同様の警戒が肝要である。

## 5. 瓦斯の突出に就て

瓦斯の突出とは坑道掘進先や切羽に於て、多量の瓦斯が突發的に炭壁を押し出して多量の粉炭を伴ひ、或は岩層の一部を押し破つて噴き出して来る現象であつて、往々作業者を埋没し或は窒息せしめたり、又火源があれば之に引火して爆發を起すことがある。

瓦斯の突出は外國ではかなり古くからあつたが、我が國では近年迄無かつた。處が大正15年11月初めて三井三池炭礦四山坑内で突出があり、昭和4年以降北海道の炭田に、又昭和10年筑豊炭田にも起り一般の關心を惹くやうになつた。之等の狀況から見ると、今後坑内が深くなるにつれて、瓦斯突出に對する警戒が一層必要となつて来る譯である。

## (1) 突出瓦斯の成分と其の量

突出する瓦斯はメタンの場合が最も多い。我が國に於ける今日迄の實例に依れば孰れもメタンである。しかしフランスの南部炭田及びドイツの下シレジャ炭田では、多量の炭酸瓦斯( $\text{CO}_2$ )を突出した例がある。此の場合も多少のメタンを伴ひ、又他の例ではメタンに少量の硫化水素( $\text{H}_2\text{S}$ )を伴つたこともある。

瓦斯の突出は普通永續せず急激に停止するが多い。突出する瓦斯の量は色々差異があつて、坑内空氣を汚損して人畜を窒息させる場合もあるが、さうでない時もある。

1879年ベルギー・アグラツブ炭礦に於ける突出は、メタンの量339,800立方メートルに及び、入坑總人員141名が死亡したと傳へられてゐる。我が國の例では北炭空知炭礦神威坑に於ける21,600立方メートルといふ記録がある。

尙突出瓦斯の壓力は驚くばかり強烈で、炭壁や岩層を破壊し之を粉狀にして押し出して来るのみならず、時には杵を捻ぢ倒し或は爆發と誤認されることがあるによつても想像が出来る。又突出に依り押し出された石炭や岩石の量は數千噸に及ぶ場合もあると傳へられてゐるが、我が國では三池四山坑に於ける石炭380噸が最も多く、尙三菱崎戸炭礦第一坑に於ける70噸も多い方である。又岩石では北海道新幌内炭礦の泥土50噸といふ珍しい例がある。

## (2) 瓦斯突出の實例

瓦斯突出の實例は世界各地の炭田にあるが、一般に地層が横壓のために揉まれた部分や褶曲や断層等を生じた所又は其の附近に起り易い。

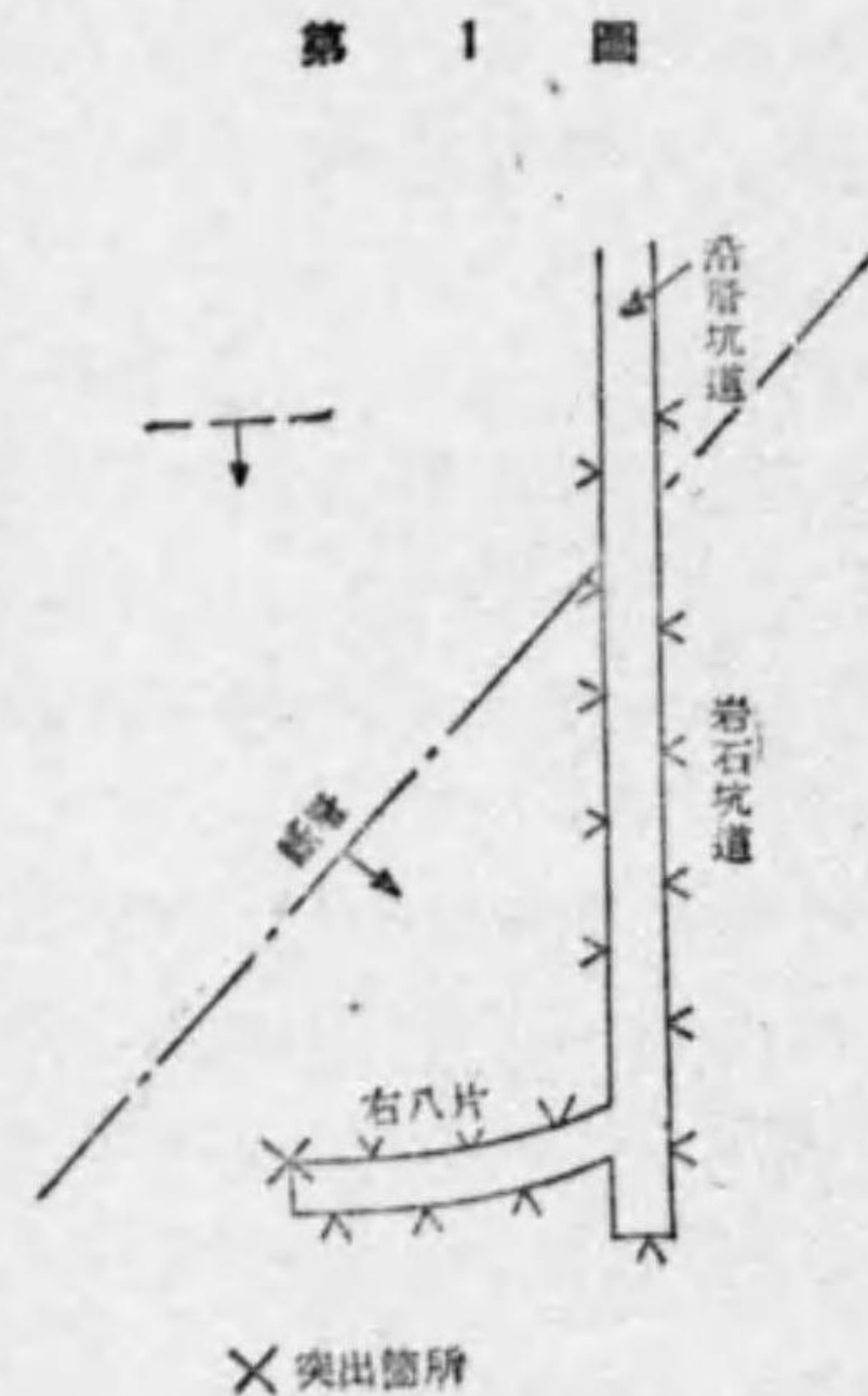
第2表は九州に於ける6例、第3表は北海道に於ける7例に就て其の概要を示したものである。

次に二三の炭礦に就て瓦斯突出の状況を説明する。

(一) 崎戸炭礦第一坑(第2表)

本坑は海底採掘の炭礦で昭和6年3月7日より14年2月末日迄に5回の突出があり、其の内4回は地山の沿層坑道掘進の際に起り、残りの1回は断層渡りのため岩石坑道掘進中下磐から突出してゐる。前4回の内1回は切詰から20米手前で起り、其の他は皆掘進先附近で起つてゐる。

第1圖は昭和11年5月18日西卸右八片岩石掘進の際起つた瓦斯突出の



箇所を示したもので、断層先の地山区域採掘の目的を以て圖の如く岩石坑道掘進中、下磐は漸次炭層(十五尺層)と断層線に接近した状態にあつた。突出時の状況は、下磐の頁岩は急激に磐膨れして龜裂を生じ、湧水に伴つて瓦斯が噴出したから避難した處、下磐より約2米下に在つた炭層から粉炭70觔を噴き上げた。瓦斯量は最大5立方米/分で、突出後は其の附近炭層からの噴出瓦斯は著しく減少し

た。尚湧水量は2立方米/分程度であつた。大體此の坑では

- (i) 炭が急に軟かになる。
  - (ii) 急激に下磐が膨脹する。
  - (iii) 突然上磐や下磐に龜裂が出來、それから出水がある。
- 等が主なる前兆となつてゐる。

(二) 方城炭礦(第2表)

昭和11年4月30日午後1時40分、右第一卸二昇右零片田川八尺層の掘進延先で突出があつた。其の箇所は當時此の区域内作業箇所中の最深部で、地表からの深さ475米に在つた長壁式拂の下坑道の延先で、之から肩の方200米の位置に落差120米深下りの断層があることは既に判つて居つた。此の延先は探鑛を兼ね實函と空函との入替を容易にするため拂積込口から13.6米延越して居つた。地層や炭層が4月27日から幾分變化し、瓦斯量と温氣が稍々増加した外格別の變化を認めなかつた。

掘進には専らピツクを使用し、當日は掘進夫4名作業して居つた。炭質は比較的軟かであつたが、突出が起つた日から急激に硬くなり且幾分水滴を生じ、日頃0.4%程度の瓦斯が當日の朝から増加して來る傾向があつた。

當日午後1時10分に係員が瓦斯檢定の結果ゼツト風管1本を増設して風量を120立方米/分としたにも拘らず、尙延先一帯に3%以上の瓦斯を認めた。係員は状態が尋常でないと考え、先づ掘進夫を避難させると同時に、附近作業中の者にも警告して避難させた處、午後1時40分多量の瓦斯と約70觔の粉炭を突出したが、以上のやうな係員の機宜の處置があつたので事なきを得た。

突出の状況は震動と音響を伴ひ、延先の天井際に設置してあつた岩粉棚は吹飛ばされて一時は爆發と誤認された程であつた。其の時噴き出した粉炭は延先から約9米手前迄押し出し、此の中に埋没した炭車は壓潰或は變形して居つた。

突出瓦斯は分析しなかつたが、突出箇所附近でカールツアイス瓦斯干涉計

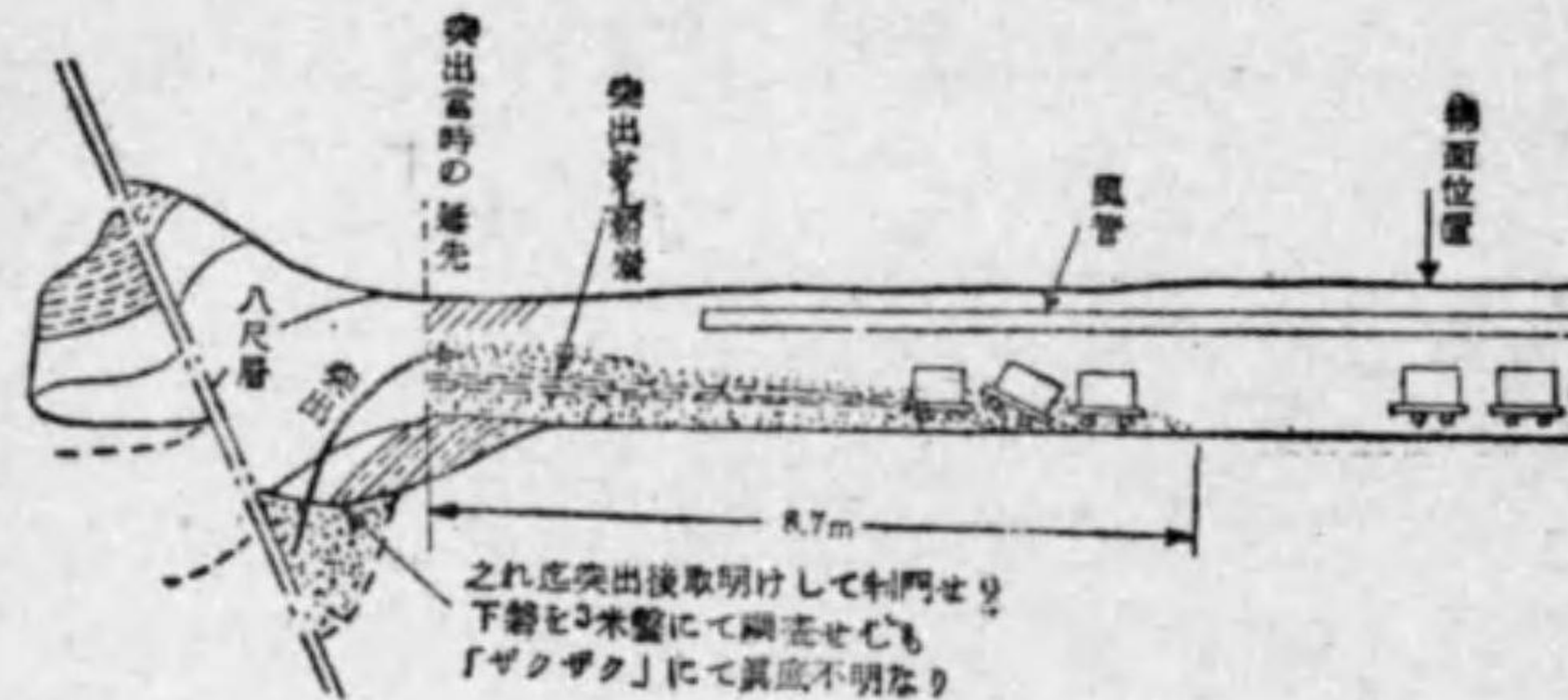


で測定した結果に依ると、メタン 96% を認め、此の瓦斯を排除するに要した時間から計算すると其の量は 6,000 立方メートルとなる。

瓦斯突出後該箇所を取明けて見ると、坑道の深磐際に巾 1.2 米、長さ 2.4 米の大孔があり、尙之を追うて取明けて見ると、突出當時の延先から 4 米餘り先方で落差 2.5 米、傾斜 55 度の逆断層に突き當り、瓦斯の突出した孔は此の断層の磐際深く落込んで居つた。

第 2 圖は其の概要を示したものである。

第 2 圖



此の突出孔の眞の底は確めなかつたが、大體車道面から 1 米下に稍々硬い磐があり、其の上で足踏みするとポコポコと異音を發し、恰度蓋の上に乗つてゐるやうな状態で、下には少量の水が溜つてゐるやうに思はれた。尙磐で突いて見るとザクザクになつて居り、約 3 米下附近が底のやうに考へられた。

前兆としては

- (i) 平素軟かであつた石炭が急に硬くなり、又水氣を含んで來たこと。
- (ii) 瓦斯量は當日朝から日頃に比して増加して來たこと。

等が擧げられてゐる。

### (三) 茂尻炭礦 (第 3 表)

本例は炭層の傾斜 70 度といふ急傾斜層に起つた突出の例である。

第 3 圖は昭和 8 年 9 月 21 日午前 9 時 15 分下層群七番層に起つた突出箇

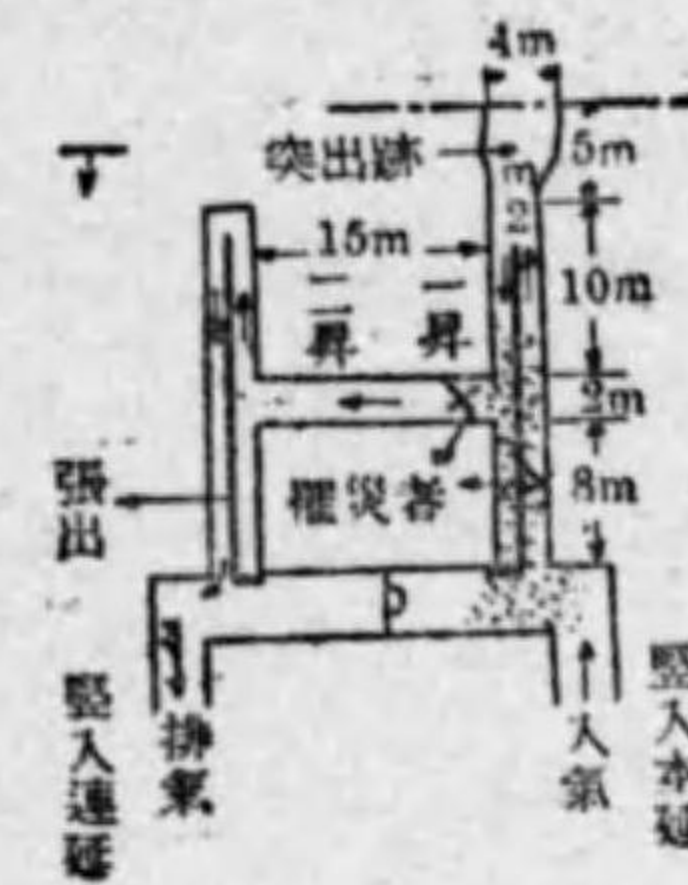
所の狀況を示したもので、地表からの深さ 252 米であつた。炭層の上磐は砂岩、下磐は頁岩、下磐と炭層との間に薄い含煤層を夾み、炭層と極めて離れ易く、炭質は脆弱であつた。

突出箇所は豎入着炭點から沿層で 2 本の昇を掘り、入口から 20 米掘進した時に起り、延先から 5 米昇側には下り断層があり、尙之から 100 米上部は既に採掘を終了した舊坑であつた。豎入着炭點附近は断層多く

地層が錯雜した箇所で、普通七番層は炭丈 2 米であるが、瓦斯突出箇所は炭層が頗る厚く、其の高さ 3.6 米となつて居つた。

此の昇は噴出瓦斯量が極めて多かつたため、突出數日前に一時作業を中止した程であつたが、其の後瓦斯が減少したから再び作業を開始したもので、時々山鳴りや帯切と稱へる音響があり、瓦斯噴出量は又次第に増加して來た。當日はピツクで採炭して居つたが、噴出瓦斯量が特に増加し、尙山鳴りや震動が共に愈々烈しくなつて來たので、熟練した従業員は突出の前兆であると察して直に避難した處が、數分の後果して冠炭崩落し始め、炭壁は噴き出し、濃厚な瓦斯と共に粉炭が崩壊して來たのである。此の突出のため噴き出した粉炭の量は 35 匁で、其の區域は圖に示すやうに、一昇延先より断層に至る間で幅 4 米、長さは 5 米であつた。噴き出した粉炭は同昇を充填埋没し、避難中の礦員の内 1 名は過つて漏斗内に轉落したために埋没窒息し、隣の二昇の礦員 1 名は一昇の方に避難したため瓦斯で窒息したが、其の他は無事なるを得た。

第 3 圖



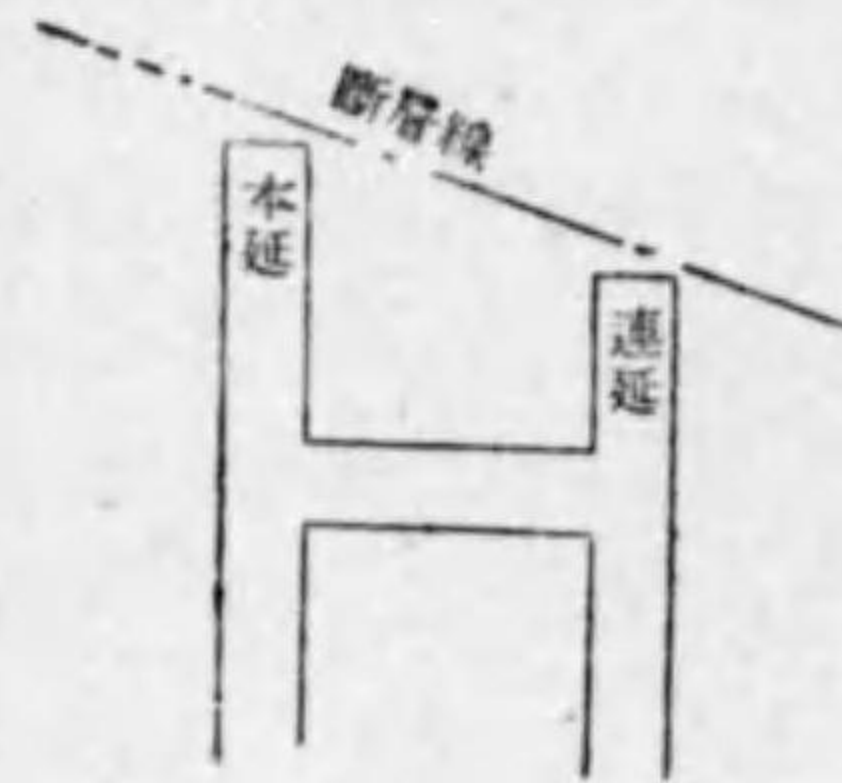
## (四) 新幌内炭礦 (第3表)

昭和7年以來 10 數回に及ぶ瓦斯の突出があつた。其の突出は他の多くの炭礦に見る瓦斯突出とは多少趣を異にしてゐる。即ち突出の状態からいへば寧ろ突出的瓦斯噴出ともいふべきもので、我が國では珍しい例である。それは小斷層又は褶折等の地質軟弱帯に多く起り、且突出後の瓦斯噴出は繼續し、最小 5~6 ヶ月より永きは3年に及ぶ場合がある。

茲に1例として昭和14年1月18日常磐排氣坑道連延引立に起つた突出と、同年8月13日同本延引立に起つた大突出に就て記載する。本延に起つた突出は昭和14年10月以後にも尙繼續し、突出現場から6吋鐵管で100立方呎/分のメタンを坑外發電所に誘導し發電用燃料の一部に供してゐた。

第4圖に示すやうに、常磐排氣坑道本延と同連延の岩石掘進中連延の方が先に斷層線に到達した。最初少量の湧水があつたが、翌日迄に急激に増加し

第4圖  
平面圖



約10立方呎/分の乳白色の出水と共に98%に達する濃厚なメタンの噴出があり、同時に50匁の泥土を押し出した。其の上同所には甚しい重壓があり、一夜に1米餘も膨れすると共に天井が大崩落をなし、之れ以上の進行は不可能の状態となつたので、附近一帯に空木積と打柱を施し一時掘進を中止した。其の後本延に前記のやうに500立方呎/分に達する大噴出があり、昭和14年10月に於ても100立方呎/分の瓦斯と8立方呎/分の出水を續けてゐた。

該坑では斷層並に着炭豫定位置附近に達した時には豫め先進鑿孔を行ひ、瓦斯噴出の程度と出水量を豫測してセメント注入或は瓦斯抜鐵管を以て瓦斯

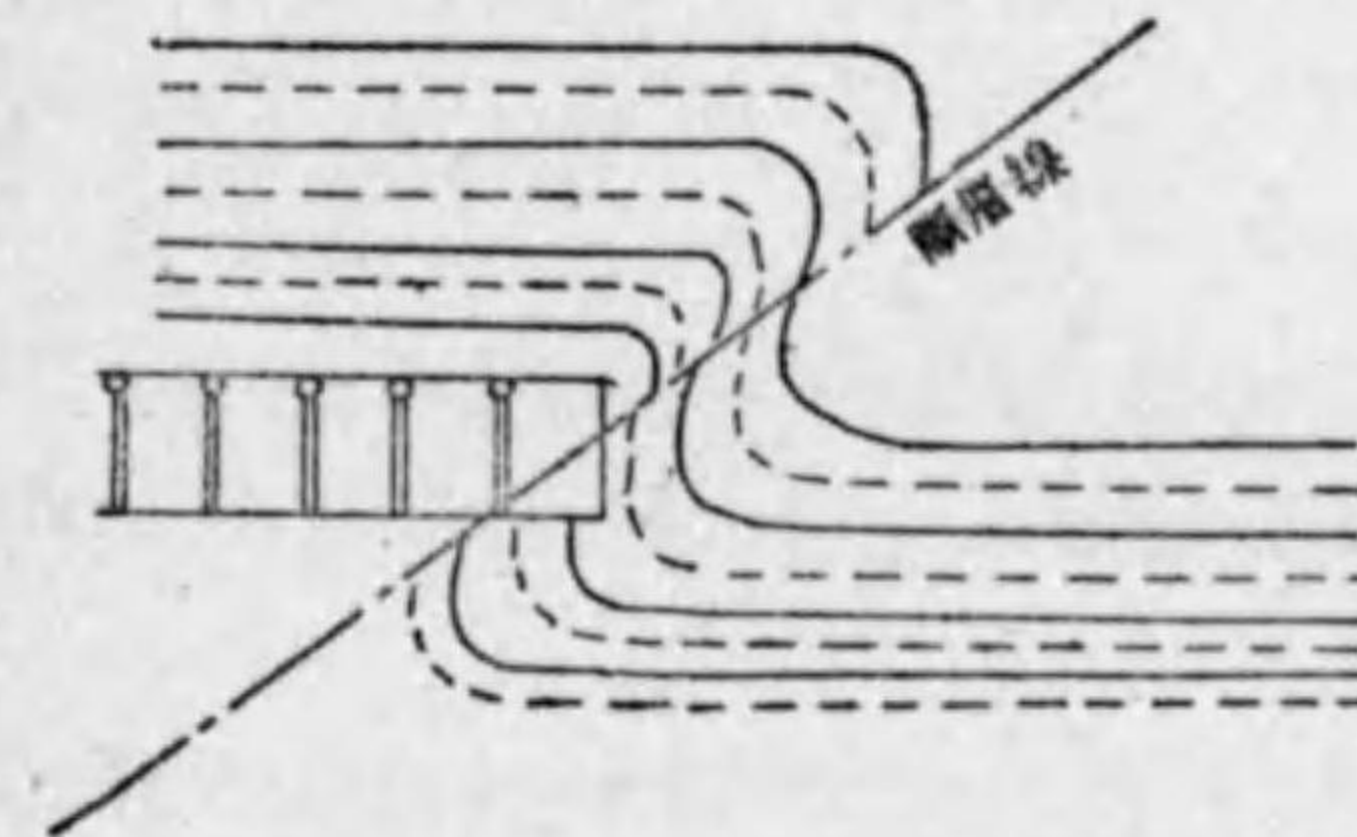
約10立方呎/分の乳白色の出水と共に98%に達する濃厚なメタンの噴出があり、同時に50匁の泥土を押し出した。其の上同所には甚しい重壓があり、一夜に1米餘も膨れすると共に天井が大崩落をなし、之れ以上の進行は不可能の状態となつたので、附近一帯に空木積と打柱を施し一時掘進を中止した。其の後本延に前記のやうに500立方呎/分に達する大噴出があり、

を誘導する等の方法を採つてゐる。

以上のやうな状態であるに拘らず、該坑では係員に対する平常の訓練指導に特別の考慮を拂つてゐる結果今日迄災害を蒙つたことはない。

第4圖

断面圖



## (3) 瓦斯突出の共通性

瓦斯突出の現象は各炭礦で夫々異つた特徴があるが、之れを仔細に比較すると、同一地方の炭礦では多くの共通性がある。之等の諸點を研究することは瓦斯突出の豫防や対策を講ずる上に最も大切なことである。

## 1 瓦斯突出の起り易い炭田

地層が横壓のため褶曲をなした地方。

## 2 坑内で瓦斯突出の起り易い箇所

(i) 斷層や褶曲が多く、一帯に地層の揉めてゐる所。

(ii) 地層の全部又は一部、例へばホヤ層や含煤層等が急に發達して厚くなつてゐる所。

## 3 地表からの深さ

瓦斯の突出は地表若くは海水面から相當深い所に起るもので、深くなればなる程此の傾向が著しくなる。大體に於て地表若くは海水面からの深さ250米以上の所に多いが、それより浅い所でも起る。

浅いものの數例を挙げると

茂尻炭礦 (北海道)	230 米
平和炭礦 (ノ)	171 米
空知炭礦 (ノ)	75 米
上歌志内炭礦 (ノ)	48 米

等である。

#### (4) 突出の起り易い場合

- (i) 岩罅坑道掘進では着炭際又断層渡りの場合も同様着炭際。
- (ii) 炭質が急に軟かになつた場合、又従来軟かであつたものが硬くなる場合もある。
- (iii) 突出は掘進の場合のやうに、切羽面の狭小な箇所<sup>ニ</sup>に起り易く、長壁式拂には比較的少い、拂では其の長さ 50 米以下の場合に多く、其の位置は肩、深のやうな隅の部分に起り易い。
- (iv) 急傾斜層では昇向に掘進する場合で卸側からは一般に少い。
- (v) 突出は採掘作業中か或は發破と同時に、又は其の直後に起ることが多く、空の方で起ることは稀であり、休止中の箇所では殆ど起らない。

#### (4) 瓦斯突出はどうして起るか

瓦斯突出の原因に就ては種々研究が行はれてゐるが未だ判明しない。

此の研究に當つて常に問題となる點は

1. 突出瓦斯はどんな状態で存在してゐるか
2. 瓦斯突出の原動力は何か

といふ點である。

1の問題に關して、今日では石炭に對する瓦斯の收着説が一般に信じられてゐる。例へば壓力 5.2 氣壓、溫度 15°C の場合には、粉炭 1 噸當り 6 立方メートルの瓦斯を收着するといふ實驗結果 (北大工學部實驗室發表) の示すやうに、石炭は大なる收着力を有する。

〔註〕 收着とは吸着と吸収との 2 現象が相伴つて起る場合をいふ術語であつて、此の二つは次のやうな現象をいふのである。

- (イ) 吸着 氣温が固體の表面に引付けられて其處に凝縮してゐる現象をいふ。
- (ロ) 吸収、其の凝縮した氣體の分子が次第に固體の内部に入り込み、固體と混合し又は之に溶け込む現象をいふ。

比の性質は次のやうなものである。

- (i) 細かい石炭は大きい石炭よりも一層多量の瓦斯を收着する。殊に粉炭になると自己の容積の數倍乃至數十倍に及ぶ瓦斯量を收着する。
- (ii) 瓦斯の壓力が高くなればなる程多量の瓦斯を收着する。
- (iii) 乾いてゐる石炭は濕つてゐるものよりも多量の瓦斯を收着する。

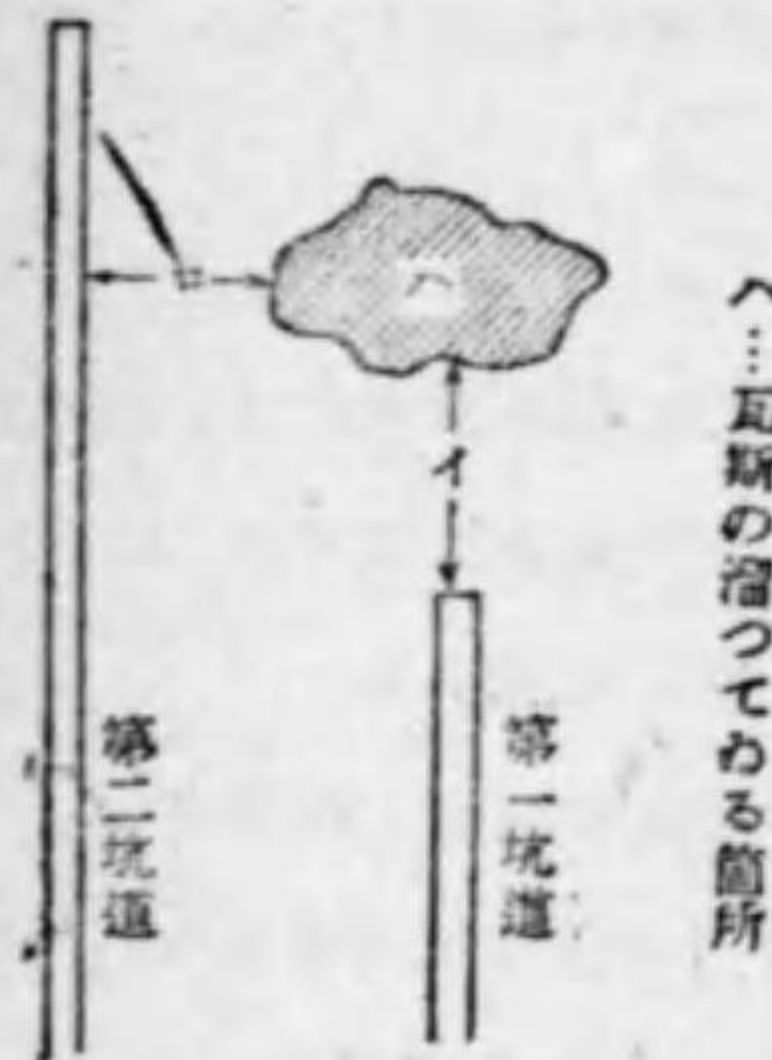
尙石炭が碎けて細くなれば粉炭相互の間に多くの空隙が出来るから、壓力が高くなればなる程之等空隙に壓縮されて溜る瓦斯の量は多くなる。

此の現象を坑内で瓦斯突出の多い區域の状態と對照して見ると、断層や褶曲部附近は炭層や岩罅が揉めて軟かになり、石炭或は岩罅の破碎帯ともいふべきものが存在してゐると考へられる。一方此の破碎帯には炭化作用に依つて絶えず生成される瓦斯が次第に其の量を増加する。又断層等を傳つて他所から來た瓦斯も、周圍が硬い緻密な石炭や岩罅で圍まれてゐるため逃げ出す機會がなく、漸次其の量と壓力を増して來る。かやうな理由で、碎かれた石炭の收着性は益々活潑となり、多量の瓦斯を收着するばかりでなく、相互の空隙にも多量に高壓瓦斯を收藏する。

以上は突出する瓦斯の存在状態である。

次に突出の原動力は何であるかといふに、瓦斯の有する壓力と其の箇所<sup>ニ</sup>に及ぼす地壓である。即ち第 5 圖に於て、第一坑道が瓦斯の溜つてゐる箇所<sup>ニ</sup>に漸次近寄つた場合(イ)の炭壁はハの瓦斯の壓力を支へてゐるが、延先が進むに従つて(イ)の炭壁が薄くなるから段々抵抗力が小さくなり、或る時期になると、(ハ)の瓦斯の壓力のために押し破られる。此の瓦斯の壓力は相當大きいものであることは従來の例から見ても明かである。従つてかゝる高壓の瓦斯が多量に壓縮收藏

第 5 圖



ハ…瓦斯の溜つてゐる箇所

されて居らない限り突出は決して起らない。

茲に見逃してならないものは地壓である。地壓はそれ自身でも炭壁を押し出すことがある。此の力が炭壁や岩壁に作用して其の抵抗力を弱め、又瓦斯の壓力を助けることが大きい場合がある。第5圖第二坑道のやうな場合は其の一例で、坑道掘進當時は(ハ)の瓦斯を(ロ)の炭壁で支へて居つたが、坑道が進むに従つて地壓が増し、(ロ)の炭壁が弱くなり、遂に耐へ切れなくなつて突出して來るのである。尙發破や山鳴り其の他の衝動を興へることは、

平衡状態を破壊して突出を促進するものである。

急傾斜層の場合に突出が卸掘進に少く、昇掘進に多いのは、以上述べた傾向の外に石炭の自重も加はり、下に向つて迂り易くなるため突出を一層助長するものと考へられる。

炭層が押し出されると更に細かい粉炭となり、同時に壓力も急に低下するから、今迄收着して居つた瓦斯を放出する。其のため瓦斯量は一層多くなる。又突出箇所が斷層等に依つて瓦斯を多量に含む他の區域に連絡してゐる場合は、突出後も瓦斯の噴出を繼續することがある。

#### (5) 瓦斯突出の際どんな前兆を伴ふか

九州及び北海道に於ける一般的な前兆は大體次のやうなもので、之にも強弱、大小、遲速等其の程度に差異のあるのは勿論、所によつては其の一部が現れる場合もあり、又餘り大した徴候を伴はないこともある。

- (i) 瓦斯量が異常に増加する。
- (ii) 炭質が急に軟く掘り易くなり、水氣を含んで來る場合が多い。時には

平素軟かであつた石炭が縮つて硬くなる場合もある。

- (iii) 山鳴り或は遠雷のやうな又は發破の底鳴りのやうな奥鳴りが起り、次第に其の度數と強さを増したり、機關銃を發射するやうなパンパンといふ音、又はバリバリといふ音がして粉炭が飛び出し、或は炭層が嚙み出すやうになる。殊にホヤ層や含煤層があれば先づ之等が嚙み出す場合が多い。
- (iv) 附近に重壓が加はり、急激に膨れを來し、或は又突然龜裂を生じ、少量の湧水を見ることがある。

#### (6) 瓦斯突出の対策はどうすればよいか

瓦斯突出に因る災害は

- (i) 瓦斯のため窒息すること。
- (ii) 突出に因り噴き出された粉炭のため、作業者が負傷或は埋没窒息すること。
- (iii) 突出した瓦斯に引火して爆發を起すこと等である。

之等の災害に對して適切な豫防法を探らなければならない。之に就て従來行はれてゐる方法の概略を述べると次の通りである。

##### 1. 人に對してどんな注意が必要か

- (i) 係員や礦員に突出に關する知識を興へ、特に其の炭礦の突出の特徴を教へること。
- (ii) 突出の前兆に注意し、若し之を認めた場合には機を失せず入氣側の安全な箇所に避難すること。

##### 2. 操業上どんな注意が必要か

- (i) 褶曲部や斷層の多い區域を採掘する時注意すること。
- (ii) 岩石坑道掘進や斷層渡り等の場合には特に着炭際に注意すること。
- (iii) 出來得る限り單獨坑道掘進を廢すること。

例へば拂の上坑道或は下坑道は延越を取らず拂と共に進行せしめること。

- (iv) 収着した瓦斯を広い面から放出させて突出を防ぐためには、突出口を大きくして突出圧力を弱めるために拂はなるべく廣幅採掘を採用すること。
- (v) 突出の虞ある区域の掘進は其の掘進の速さを減ずること。時々掘進を休止して瓦斯を放出しながら掘進した事例がある。
- (vi) 支柱は切羽に密着し周囲に弛みを與へないやうに嚴重に行ふこと。特に拂では隅の部分に弛みを與へないやうに注意すること。
- 〔註〕北海道では加背全面の一齊掘進をやめ、切羽を固めながら半加背宛交互に掘進し、或は加背を小さくし切羽固めを嚴重に行ひつゝ掘進する方法を採つてゐる炭礦もある。
- (vii) 突出の虞ある箇所へ發破を行ふ際には、瓦斯の突出を伴ふ場合のあることを考へ、入氣側の安全な箇所に居つて行ふこと。避難も亦同様である。
- (viii) 岩粉撒布と撒水を十分に行ふこと。

### 3. 施設上どんな注意が必要か

- (i) 突出の虞ある箇所の排氣は、之を他の切羽に通さず直ちに排氣坑道に出すやうにすること。従つて若し同一氣流中に二つの切羽がある時には交互に作業すること。
- (ii) 出來得る限り突出の虞ある箇所及び其の排氣側には電氣裝置等發火の原因となる一切の施設をなさないこと。もし施設をする時は突出に際して直ちに停電を行ひ得るやうに手配をして置くこと。尙入氣側にも逆流して來るから、此の方面にも考慮を拂はなければならない。
- (iii) 急傾斜層に於ける昇掘進では特に避難方法を考慮すること。例へば坑道を人の通る部分と石炭を運び出す部分とに分け、人の通る部分は突出のあつた時でも埋没しないやうにし、ロープを吊して避難の便を計るとか或は空氣供給管、非常信號等の設備を爲すこと

### 4. 瓦斯の誘出法に就て

- (a) 誘發發破法

此の方法は發破と同時に、或は直後に突出の起り易い現象から考案されたもので、發破に依り故意に突出を起させて、不意に起る突出を豫防しようとするものである。北海道に於ける或る例に依れば、深さ2米位の發破孔を空氣鑿岩機で、2,3孔穿ち、硝安爆藥を250瓦位づゝ込物を十分用ひて完全に裝填し、安全な箇所から齊發を行ふものである。之は炭層や岩盤を爆破せず、單に孔底で之等に震動を與へるものである。發破に先立ち排氣側にゐる人を避難せしめ、撒水や岩粉撒布を爲し、又必要な区域の電氣を遮斷する等の安全策を講じることが勿論である。

此の方法の可否に就ては種々議論があるが、實際に行つた人の話では、十分な注意さへ怠らなければ不安はないといふことである。尙硝安爆藥の代わりに液化炭酸瓦斯爆藥(カルドツクス)のやうなものを使用すると一層安全と思はれる。

### (b) 先進鑿孔

瓦斯突出の虞ある箇所へ鑿孔して、豫め壓力のある瓦斯を引き出すことが出來れば、突出は未然に防止されるといふ考へから現在行はれてゐる方法であるが、實際上どの程度迄信頼してよいか尙疑問の點がある。

## 6. 爆發瓦斯の出方は大氣壓と氣温とにどんな關係があるか

### (1) 氣壓の變化とどんな關係があるか

大氣壓の變化する範圍は、標準氣壓である水銀柱760耗に對し、普通昇降共30耗程度で、時に降下が40耗を超えることもある。

しかし炭層の内部に在る瓦斯は高い壓力を受けてゐるから、30~40耗位の變化では殆ど影響がないが、炭層の表面から泄出の狀態で出て來る瓦斯は、壓力が低くなつてゐるから大氣壓の上昇の際には抑制され、急降下の時には反對に促進さ



れる傾向となる。又噴出瓦斯も同様である。

次に最も注意すべきことは、採掘跡又は、空洞内に蓄積してゐる瓦斯は氣壓の變化に従つて急速に顯著な影響を受けることである。即ち大氣壓が急降下すれば坑内の氣壓もそれに連れて降下するから、溜つた瓦斯は急に膨脹して切羽や坑道に流れ出して、氣流中の瓦斯量を増加させたり或は平素安全と考へられてゐる場所にも出て來て爆發の原因となることがあるから、坑内は如何なる場合でも瓦斯に引火する虞のないやうにしなければならない。

## (2) 氣溫の變化とどんな關係があるか

氣溫の變化は瓦斯の出方に大した關係を持たないが、坑外溫度の高低は直ちに入氣の溫度に影響を與へる。自然通風を行つてゐる炭礦や通風力の微弱な炭礦では、入排氣の溫度の差が少くなり或は等しくなつた時は通風量に變化を來す結果、通風が著しく不良になつたり時には通風の方向が反對になつたりして、瓦斯の停滯を來すことがあるから、かゝる炭礦では注意が肝要である(Ⅲ 瓦斯排除の章2の(2)、(一)の自然通風の項参照)

## 7. どんな時に危険となるか

メタンと空氣との混合したものが火源に觸れた時には其の混合割合の如何によつて次のやうな現象が起る。

(イ) メタンの量が足りないため火源に接した部分が燃えるだけで、他の部分へは燃え擴がつて行かぬ場合

約5%以下では火源の周圍では安全燈の青焰で見るやうに燃えるが、決して燃え擴がらない。

0.5%以下でも殆ど目には見えないが燃えてゐるのである。火源が焰であつても電氣火花であつても熱線であつても同様である。

(ロ) 火源に依つて點火されて他の部分へ燃え擴がつて行く場合

約5%から約15% 迄は點火すれば燃え擴がつて行く。之が所謂爆發といふ現象で、瓦斯の濃度と存在狀態の如何によつて燃焼狀態ともなり爆發狀態ともなるのである。即ち約5%から約15%の間が最も危険な濃度のものである。

(ハ) メタンの量が多くて酸素量が足りないため、火源に接した部分が燃えるだけで、他の部分へ燃え擴がつて行かぬ場合

之は約15%以上の濃い場合のことであつて、5%以下の場合のやうに、火源の表面に青焰が生じて燃えるのであるが、濃度が濃くなるに従つて酸素が少くなるため、漸次燃え難くなり遂には燃えなくなる。火源が強い電氣火花や白熱線等であつても、燃えるのは其の表面だけであつて燃え擴がつて行かない。しかし此の場合5%以下の場合と異なるのは、此の濃度のものは空氣が混つて來れば(ロ)の場合の濃度となり、従つて(ロ)の場合同様危険である。又坑内では(ハ)の場合のやうな濃いものがあれば、空氣又は(イ)に相當する部分との間には必ず(ロ)の最も危険な濃度の部分が存在する。従つて我々は濃度が5%以上の場合は凡て危険と考へなければならない。

(ロ)の場合即ち或る部分に點火すると燃え擴がつて行く場合には前に述べたやうに燃焼狀態か爆發狀態かを呈するのであるが、それは一つは濃度の差異により一つは存在狀態の如何によるのである。又火源の如何によつても影響されることがある。

濃度の差異によるものは、メタンが5%から段々濃くなつて行けば、漸次燃焼速度を増し、爆發性を帯びて來て、メタンが空氣中の酸素の半量となつた時(約9.5%)が一番燃速が早く、それを超えてメタンが濃くなると酸素の割合が少くなるから燃速が減じて來るのである。以上は濃度の差異による一般的傾向であるが、瓦斯の存在狀態の如何によつては必ずしも其の通りにはならない。

例へば掘進坑道のやうな所に瓦斯が溜つてゐるとして坑道一杯に溜つてゐると5~6%でも詰近くから火が付けば開いてゐる方向

に向つて爆発状態を示すが開いてゐる方から燃えて行く時は直ぐには爆発状態にならず燃焼状態を續けた後或る限度を超えて詰近くなると急に爆発状態となることがある。9.5%の附近でも同様で詰近くで點火される時は猛烈に爆発するが開いた方から點火すればそれ程猛烈ではない。

次に坑道一杯になつてゐないで、天井だけに溜つてゐる場合は又異つて来る。5~7%又は13~15%のものは詰から火が付いても天井を燃えて行くだけである。7%以上、又は13%以下では9.5%に近づくと従つて燃速を増して来るが坑道一杯になつてゐた時程に激しく爆発はしない。

次に點火する火源が發破の爆焰とか、瓦斯炭塵の強い爆焰とかであると、常氣壓のもとで點火したよりも一層強い爆発を起すのである。

以上は實驗室で一定濃度のものを取扱つた時のことであつて、實際の坑内では一定の濃度ではなく、大體上部が一番濃い部分があつて、漸次下部が薄くなつて層状をなしてゐる場合が多い。従つて其の燃焼又は爆発の状態は色々複雑になるが、其の燃速の大小即ち燃焼と爆発とは唯濃度だけでなく、存在状態によつて變化するし、又時には點火源の如何によつても異なることがあるから、何%から何%迄は燃焼し、何%から何%迄は爆発するとはいひ得ないのであつて、大體5%から15%の間を燃焼爆発限界といふのである。

〔註1〕 燃え擴がる上下の限界を約5%と約15%としたのは、火源の力や試験する時の容器の性質と、形状、大いさや試験したときの温度等によつて多少違つた數値が出るからである。

〔註2〕 火源の表面又は其の近くだけで燃焼して燃え擴がらず、火源が消滅すればメタンの火焰も亦消えてしまふ場合も燃焼ではないかといふと、それは確かに燃焼である。従つて5~15%を燃焼爆発限界といふのは適當ではないといふ考へ方も一應尤もであるが、火源の表面だけで燃えるのであり、坑内爆発としては實害が

ないものであるから、前述の燃焼爆発限界の燃焼を「自から燃え擴がつて行く」の意味のみに止め、他の火源の方で辛うじて燃えるのは燃焼の内に入れなかつたのである。

〔註3〕 坑内で變災が起つた時に、爆力が餘り強くなかつた場合を燃焼といひ、強かつた場合を爆発と稱して區別し、特に燃焼の場合を輕視する弊があるが、爆発防止といふ見地からいふと、其の被害や爆力の如何に拘らず之を區別せず全部を瓦斯爆発と呼ぶのが適當である。

## 8. どうして溜るか。溜つたものはどうなるか

メタンが炭層や岩層から出て来る時は90何%といふやうな濃いものであるが、それが出ると直ぐに周圍にある空氣と混和して行き、空氣はメタンの中へ、メタンは空氣の中へと混り合つて行く。此の現象を擴散作用(註参照)といふ。坑内の或る箇所で、假りに何も通風施設を行はない場合に箇所全體に1%位の瓦斯を認めたとすれば、其の箇所には1%の瓦斯が出てゐるのではなく、やはり前に述べたやうに90何%といふやうな濃いものが出てゐるのであつて、出る量が少いから出るとすぐに空氣中に薄められて1%位になるのである。處がもし瓦斯の出る量が多くなつた場合には、薄め切れない内にどんどん新しい瓦斯が出て来るので勢ひ濃いまゝで空氣より軽いから上昇して天井の凹所や昇詰、樺、梁上等の高所等に溜ることになる。従つてもし其の出る量が多ければ多い程濃い瓦斯が多量に溜るのである。

即ち空氣と接觸してゐる方の側では絶えず擴散作用が行はれ次第に薄められて行き、又此の擴散作用は相當強いに拘はらず、メタンと空氣の量に比して其の接觸面が狭いとなかなか混和に時間がかかり、しかもメタンは絶えず後から後からと出て来るのであるから、そこに相當の容積の濃い瓦斯が溜ることになるのである。

又採掘跡は瓦斯が発生し且普通無風状態となつてゐるため濃厚に蓄積してゐる場合が多い。此のやうな瓦斯は平素は少しづつそこから出て気流に薄められて行くから差支へないが、気壓の急激な降下が起つたり或は又落磐等に因つて煽り出されたりすると、一時に多量の瓦斯が坑道や切羽に押し出して來て気流を汚し、場合によつては不測の禍を起すことがある。尙通風が悪ければ出た瓦斯を薄めることが出来なくなるから同様に危険になる。

〔註〕 擴散作用とは、2種以上の氣體が相接觸する時に、何等外力の作用を受けることなしに時間の経過につれて自然と入り交り、遂に全く均等な混和状態となる働きをいふのである。

此の作用は同一状況の下では、接觸面積が大になればなる程擴散量は大きくなり、之に要する時間は短くなる。又二つの氣體の比重關係は擴散に要する時間に遅速を與へるが、此の作用を阻止するものではない。即ち軽い瓦斯が下にあり重い瓦斯が上にある時と、重い瓦斯が下にあり軽い瓦斯が上にある時とを比較すると、後の場合の方が前の場合よりも擴散が著しく遅くなる。又一度擴散して均等な混和状態になつたものは、如何に振り廻しても、又は静止の状態に置いても再び分離することはない。故に坑内に發生するメタンや炭酸瓦斯が、一度空氣と混和して均等な濃度となつた場合に、再び分離して濃厚なものとなり停滯するやうなことはない。従つて濃い瓦斯が溜つてゐるといふことは濃い瓦斯が出て來てゐることを示してゐるのである。

### 9. どうしたら危険でなくなるか

爆發瓦斯の危険な譯は前記のやうに、第一に爆發或は燃焼を起すのと、次には酸素缺乏のために窒息するからである。故に之等の危害を未然に防ぎ保安を確保するためには、瓦斯のある箇所を速に發見して、一刻も早く安全無害な範圍内に薄めることが一番大切なことである。

鑛業警察規則第二十三條で、坑内作業場に於ける可燃性瓦斯の含有率を100分の2以下と爲し、又坑内の通行場所に於ては100分の

3以下と爲すことを要求してゐる。かやうなことは取締規則を俟つ迄もなく、自衛上自發的に實行しなければならない問題である。其の方法としては風廻りを良くして早く瓦斯を無害な範圍内に薄めることである。

風廻りの方法としては局部通風機、張出、ゼツト等色々あるから(Ⅱ瓦斯排除の章3の(3)参照 瓦斯の程度、現場の状況等をよく調べ、上席係員や通氣係員と相談の上速かに排除の處置を取らなければならない。瓦斯の有るのを發見しながら之を放任して置くのは係員として許されぬことである。

要は 第一に瓦斯を溜めないこと。

第二に若し溜つたら速かに之を排除し、然る後に作業をさせること。

第三にどうしても取れない場合は、瓦斯及び火源の兩方面から見て、危害が起らないやうに確實な豫防處置を採ること。

が肝要である。

### 10. こんな特殊の場合もある

炭礦に於ける瓦斯爆發は、普通の場合前記のやうに爆發限界内にあるメタンに因るのであるが、此の爆發限界は種々な事情に依つて其の範圍が縮小又は擴大する。例へば不燃性の窒素、炭酸瓦斯等が増加すれば爆發限界は縮小する。之と反對に可燃性の水素一酸化炭素其の他の可燃性瓦斯が入つて來ると爆發限界は擴大する。

参考のため主なる可燃性瓦斯の爆發限界を示せば第4表の通りである(ベンマンの通氣論に依る)。

第4表 可燃性瓦斯の爆發限界

可燃性瓦斯名	最低限界	最高限界
水素	5%	72%
一酸化炭素	13	76
メタン	4	13
エチレン	4	22
石炭瓦斯	6	28

次に坑内で自然發火を起し之を密閉した場合に其の内部で爆發を起すことがある。之は自然發火が起ると、石炭の灼熱及び乾溜に依つて石炭瓦斯等が出来るが、之等の水素、メタン、一酸化炭素及び重炭化水素等が爆發を起し、時には炭塵爆發を誘發することがある。又同様の理由で、古洞の自然發火箇所に水力充填を爲す際にも内部爆發を起すことがあるから豫め注意を要する。

又坑内で或る區域の採掘を終了した後之を密閉遮断した場合に、此の密閉の初期にはメタンが発生し尙相當の酸素量があるから、密閉内部の瓦斯は爆發限界内の混合氣體と成り得るが、時日が経過するにつれて石炭の酸化作用に依り炭酸瓦斯が発生し酸素量は次第に減少するから、密閉内部の混合氣體は遂には爆發性を失つてしまふ。しかし他に空気を供給する所があると酸素量が減らず、従つて自然發火の活動を抑へることが出来ない。又此の密閉の取明け等をなす際に新しい空気が入ると内部の氣體が再び爆發性を帯びて来るから豫め注意することが肝要である。

尙此の外に濃厚な瓦斯の排除作業等を行ふ場合には、之等の濃厚な瓦斯は一度は必ず最も危険な爆發限界内の混合率となり、其の後次第に薄められて行くのであるから、特に排氣側に注意して危害豫防のため適當な處置を採らなければならない。

## II. 爆發瓦斯の檢定

### 1. 檢定は何故必要か

爆發瓦斯に対する處置を誤る時は、往々にして悲惨な炭礦爆發を惹き起すもので、小にしては一小局部の爆發から、大にしては全坑内に及ぶ大爆發となり、貴重な人命を損し或は坑内を破壊し、又は之と同時に坑内火災を起し、遂に拾収すべからざる大混亂に陥り、惹いては事業休止、時には廢坑の己む無きに至ることがある。

かかる大慘事を起す瓦斯爆發も、元を糺せばメタンがあるからである。メタンは第一章の「I. 爆發瓦斯の性状」の章に述べたやうに、目にも見えねば香もなく空気よりも軽い瓦斯である。故に此の瓦斯に就ては「今迄無かつたから無いと思ふ」とか「あつても少しだらう」とか「下の方に無いから上にも無からう」といふやうな想像的な考へ乃至當推量は絶対に禁物である。必ず吸氣式瓦斯檢定燈や他の適當な檢定器で濃さや存在の狀況を確め、之に應じて適切な手段を取ることが實に瓦斯爆發防止の第一義である。

之がため鑛業警察規則第十四條に「坑内保安係員又ハ坑外保安係員ハ毎日鑛夫ノ就業場所、通行場所、其ノ他、危険ノ虞アル場所ヲ巡視シ落磐、瓦斯爆發其ノ他ノ危険ノ有無ヲ検査スベシ、危険又ハ危険ノ虞アリト認ムルトキハ遲滞ナク作業ノ中止、通行ノ遮断其ノ他ノ應急處置ヲ爲シ技術管理者(技術管理者ヲ選任セザル鑛山ニ在リテハ鑛業權者)ノ指揮ヲ受クベシ」と規定してある。

坑内保安係員の職責を果すためには、第一に瓦斯量を嚴密に測定して其の存在狀況を知らなければならない。從來の瓦斯爆發の例

を見ると瓦斯が無いといはれてゐる炭礦に屢々爆發があり、又爆發前に測つたが、瓦斯は無かつたといふやうなことを聞くが、結果から見ると其處に爆發するだけの瓦斯があつたことは動かすことの出来ない事實である。かかる事情から、今迄の瓦斯爆發の大多數は、檢定の不正確や粗漏か怠慢による檢定不履行に基くものであるといはれてゐる。故に坑内第一線に活躍する係員は、測定の方法や技術を會得し、綿密正確に測定して其の状態を判然と知つて置かなければならない。

現場で「瓦斯を検出し之を測定すること」を普通「瓦斯檢定」といつてゐる。

## 2. どうして檢定するか

坑内に永い經驗を有する人は、姿や顔の感じで瓦斯の有無が判るといふが、かかる事は特殊な場合であつて、いつでも又誰でも判るといふ譯にはゆかぬし、其の存在状態も極めて漠然としてゐるから、もつと詳細に瓦斯の有無や濃さや存在の状況を知ることが保安上最も重要な事柄である。此の目的のため適當な爆發瓦斯檢定器を使用せねばならぬ。

爆發瓦斯檢定器には、各々異つた原理に依つて作られた色々な種類のものがある。之を原理に従つて分類すると次のやうになる。

### (一) 瓦斯を燃焼せしめる方法に依る檢定器

- イ 燈焰長の變化を利用した檢定器
- ロ 燃焼に依る容積又は壓力の差を利用した檢定器
- ハ 加熱した金屬線の光輝の差を利用した檢定器
- ニ 瓦斯との接觸作用を有する金屬線を加熱し、線溫度を電氣的に指示した檢定器

### (二) 氣體の物理的性質の差異を利用した檢定器

- イ 光の屈折率の差を利用した檢定器
- ロ 熱傳導度の差を利用した檢定器
- ハ 擴散速度の差を利用した檢定器

以上のやうに各種各様の檢定器があるが、目下の處實際に使用し得るものと、現在の程度では構造が不完全であるとか、測定の結果が信頼出來ないとか、1箇所の測定に多くの時間を要し、現場の使用に不向きであるとか、重量が大で持ち運びに困難であるとか、或は使用中に狂ひを生じ易いとか、其の他色々な理由で使用に適しないものがある。故に檢定器は必要に應じて信頼の出來るものを選ばなければならない。

## 3. 現在使用されてゐる檢定器 と使用に適しない檢定器

### (1) 現在使用されてゐる檢定器

簡易實用向の檢定器として現在廣く用ひられてゐるものに吸氣式瓦斯檢定燈があり、之は2の(一)のイに屬するものである。又可燃性瓦斯精密檢定器としては理研瓦斯檢定器とカールツアイス瓦斯干涉計とがあるが、之等は共に前項の(二)のイに屬するものである。

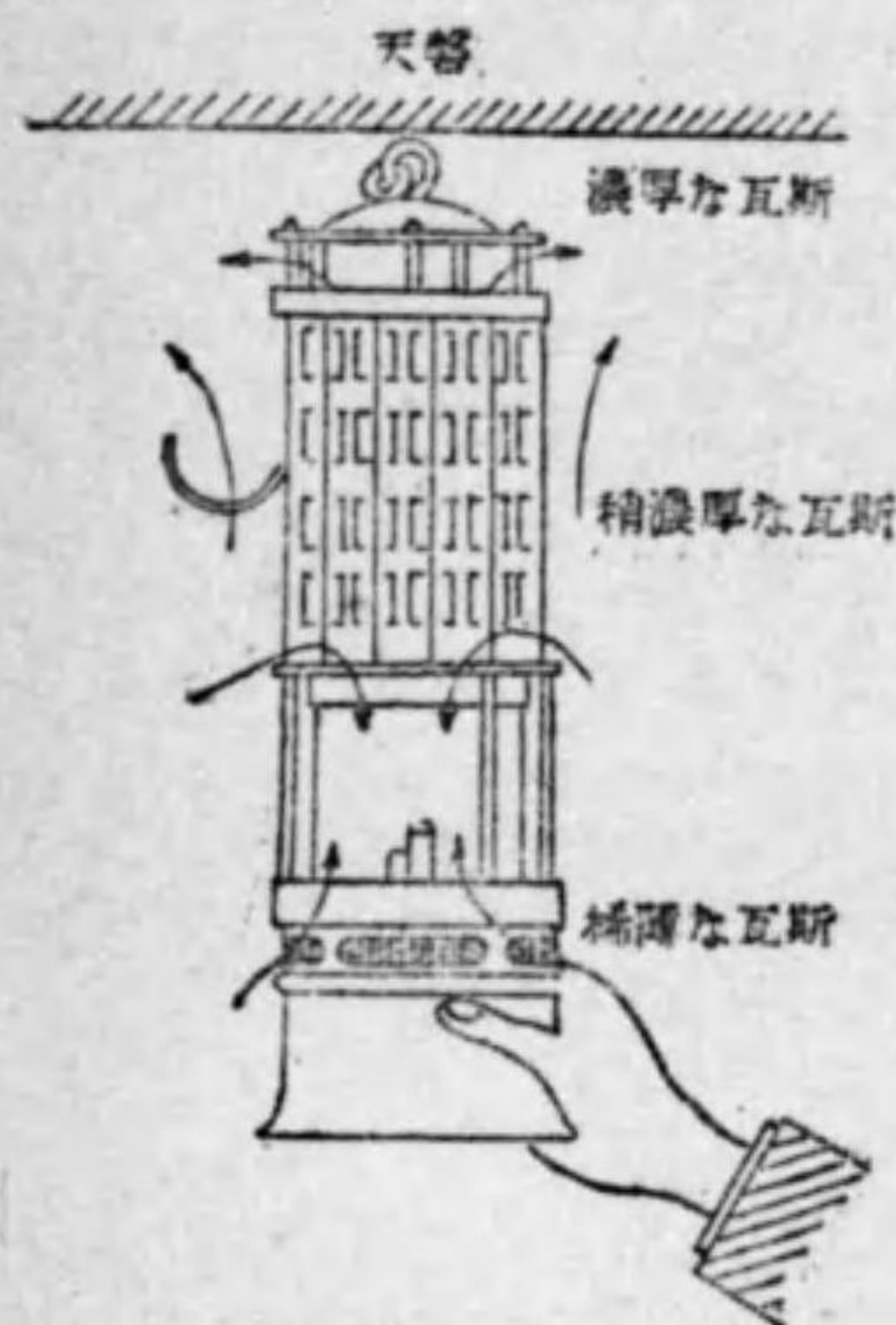
以下之等に就て簡単に述べよう。

#### (一) 吸氣式瓦斯檢定燈

簡易可燃性瓦斯檢定器として本檢定燈を推奨する。即ち一般係員用瓦斯檢定燈としては、鑛業警察規則第二十二條に、揮發油安全燈其の他適當な器具を使用するやうに規定されてゐるが、從來の揮發油安全燈は次のやうな理由で適當な瓦斯檢定燈でないから使用してはならない。

メタンは空氣より軽いから、天井に接近するに従つて其の濃度が急激に増

第6圖 安全燈の周圍に生ずる氣流方向



加する場合が多いことは屢々経験する處であり、又實驗でも明かである。處が従來のものは天井に付けて檢定しても、通氣環から天井迄は略 230 耗、7.5寸、腰硝子の上部から略 150 耗(5寸)あるから、第6圖に示すやうに、安全燈を天井に付けても大體通氣環附近の瓦斯しか入らず、肝腎の天井際の瓦斯は入つて來ないから此の安全燈では測れない。まして天井からずつと下の方で測る時は一層不正確となる。こんな安全燈で瓦斯を測り、下の方で瓦斯がないから上の方も同様だらうと考へる處に大きな誤りがあり、従つて色々の爆發事故が起る

のである。かういふことのないやうに、其の缺點を除いた吸氣式瓦斯檢定燈が考案せられ、之を使用しなければならぬといはれるに至つたものである。

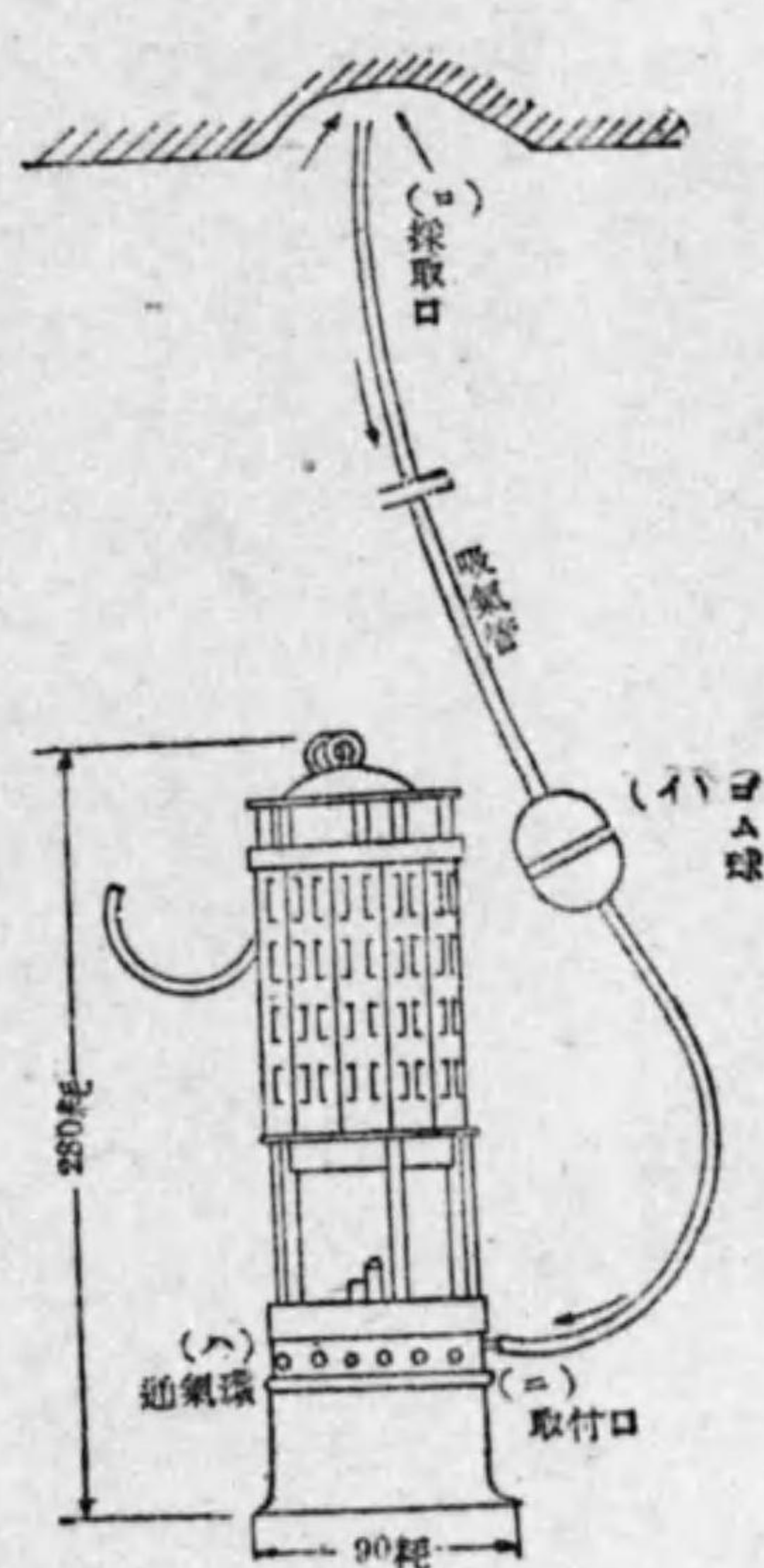
第5表 檢定位置による瓦斯量の比較

箇所名	揮發油安全燈檢定 %	分析 %	試料採取位置
赤池三坑第一本卸右三片延詰	2.5	12.60	燈頂附近
"	2.5	3.75	腰硝子附近
右六片斷層奥5尺延詰	1.0	67.68	燈頂附近
山野四坑本卸右四十五片拂	1.0	18.00	"
左又卸左六十五片延詰	3.0	30.00	"
本卸右五十九片延詰	3.5	23.00	"
粕屋炭礦田富坑本卸右十片延詰	2.5	38.50	"
新原五坑新又卸左十一片拂層	3.5	60.00	"
岩屋一坑左十一片四昇	2.5	31.00	"

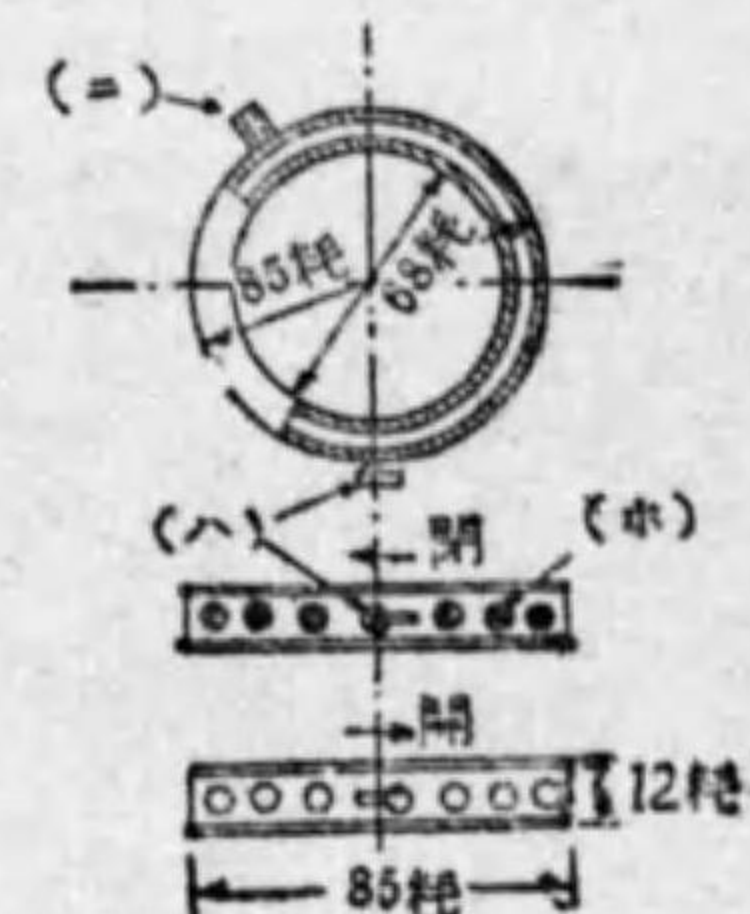
(註) 第5表は揮發油安全燈を天井に押し付けて青焰で測定し乍ら、一方天井際から試料を採つて之を分析した結果で、其處に多大の相違がある。

吸氣式瓦斯檢定燈の構造は第7圖に示すやうに、外被は鐵型、燈芯は丸

第7圖 吸氣式瓦斯檢定燈



第8圖 通氣環の圖



口金は外徑 10 耗、内徑 8 耗の圓形とし、基準焰や青焰の形狀が均等になるやうにしてある。此の檢定燈の最も重要な點は通氣環(ハ)を取付けゴム球(イ)を使用することである。

第8圖は此の通氣環のみを示したものである。

1. 吸氣式檢定燈の使用法

平素氣流中の瓦斯量を測る時には、通氣環中の孔(ホ)を全部開放して測り、又天井際高落箇所等瓦斯の停滞し易い所或は龜裂や發破孔等の瓦斯を測る時には、通氣環の孔を全部閉ち、(二)にゴム球(イ)を取付け、ゴム管の他の端(ロ)を測定箇所に近付け、ゴム球を操作すれば、檢定燈の周圍の空氣に關係なく所要箇所



(ロ) 常焰検定法

此の方法は燈焰を普通の状態にして行ふものである。

第6表は基準の燈焰長を23耗(口金からの高さ)とした常焰検定の

第6表 常焰検定表

メタン (%)	焰長(耗)	備 考	メタン (%)	焰長(耗)	備 考
0.00	23	基準焰長 23 耗	3.00	39.5	
1.30	28		3.40	127.0	内金網の上際に達せんとす
1.40	28		3.75	129.5	” 達す
1.90	30		4.75	”	” 擴がる
2.25	32		5.25	”	燈焰動揺し始む
2.35	33		5.42	”	燈焰動揺し時々輕微の爆發を起す
2.40	33		5.60	”	”
2.45	33		5.63	”	”
2.60	35		6.00	”	動揺, 爆發の後消燈す
2.80	37		6.00	”	”
2.90	39		6.10	”	”
2.95	39		6.30	”	”

場合の瓦斯量と燈焰長の関係の一實驗例を示したものである。

此の表を要約すれば、瓦斯量が1.3%の時に焰が5耗、2.0%になれば7耗伸びる。更に瓦斯量が増して3.0%になれば焰は腰硝子の上縁に達し、5.0%になれば燈焰は動揺を始め、5.5%になれば燈焰の動揺甚だしく時々輕微な燈内爆發を起す。更に瓦斯量が増加して6.0%になれば燈内爆發を起して灯は消える。

尙此の方法で微量な瓦斯の測定は困難である。

3 検定上どんな注意が必要か

(i) 吸氣管(ゴム管)の無い安全燈は硝子筒より上方の瓦斯量を測ること



とが出来ないから、石炭坑爆発豫防試験所の検定合格の使用条件にも検定燈として使用を禁じてあるので、使用してはならない。

(ii) 吸気式検定燈は照明用でなく瓦斯検定器として使用せらるべきものであるから、基準焰を正確に且明瞭にする必要がある。之がためには、揮發油は成分の一定したものを、過不足なく適量に入れ、芯の切り方は、燈體を正しく保持した時に基準焰が中正の位置に来るやう調節することが肝要である。

(iii) 微焰検定の基準焰は無調整ではメタンの増加と共に増大するから、必ず調整してから測定せねばならぬ。即ちメタンが全然無い時は、前述の如く燈焰長は口金より約 2.5 耗であるが、メタンの量が多くなれば、基準焰の頂部に近い橙黄色の部分が増大して其の上の紺青色帯を破り、基準焰の頂部に出ようとするから、芯を下げて橙黄色部の上邊に紺青色の一線を見得るやうに調整せねばならぬ。

(iv) 燈内に揮發油が零れたり又洩れてゐる場合は、恰も爆発瓦斯がある時のやうな状態となり検定は出来ない。

(v) 安全燈が過熱した場合は、燈焰長は大きく現はれるから、過熱しないやうに注意せねばならない。

(vi) 高い所に在る瓦斯を測定するには、検定燈を略眼と同じ高さに保持し、ゴム球を使用して吸気口を下から順次上の方に向つて持ち上げながら測定すべきである。(第 9 圖参照)

此の際のゴム球の握り方は小刻みに連続して行ひ、同一箇所の瓦斯を十分送入するやうにせねばならぬ。其の譯は送入が少量であると、瓦斯が検定燈内の氣體に薄められて眞の濃度を示さないからである。

(vii) 温度が上昇すると、第 7 表に示したやうに青焰が伸長するから、瓦斯検定を行ふ場合には此の事實を念頭に置く必要がある。

第 7 表 基準焰の調整と無調整の比較 (温度 25°±2°C)

青焰長耗	メタン%	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5
調整		7	8	9	10	11.5	14.5	20	38
無調整		7+	8+	9.5	11	13.5	7	24.5	47
差		+0+	+0+	+0.5	+1.0	+2.0	+3.5	+4.5	+9.0

第 8 表 温度の影響に依る青焰の長さ

青焰長耗	メタン%	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0
25°C		7+	8+	9.5	11.0	13.5	17.0	24.5	47.0	—
80°C		—	—	10.0	11.5	14.5	18.5	27.0	53.0	—
2°~4°C		—	—	9.0	9.5	11.0	13.5	18.0	30.0	135.0

備考 鐘型ウルフ安全燈、芯口金内径 8 耗、基準焰は無調整

(viii) 通気戸の開閉の時のやうに、氣壓が急激な變化を與へると、燈焰長は伸縮動揺するから、氣壓が一定した時の焰長に戻つてから検定すべきである。

(ix) 通風が不十分で温度が高い所では燈焰の色は薄く、同じ瓦斯量に對して青焰の形状は稍大である。通風が良好な所では撒水等に依る影響は認められない。

(x) 空氣中に浮游炭塵がある時は、燈内は火の粉を散らしたやうな状態となり、其の量が多くなれば紅炎を生ずることがある。

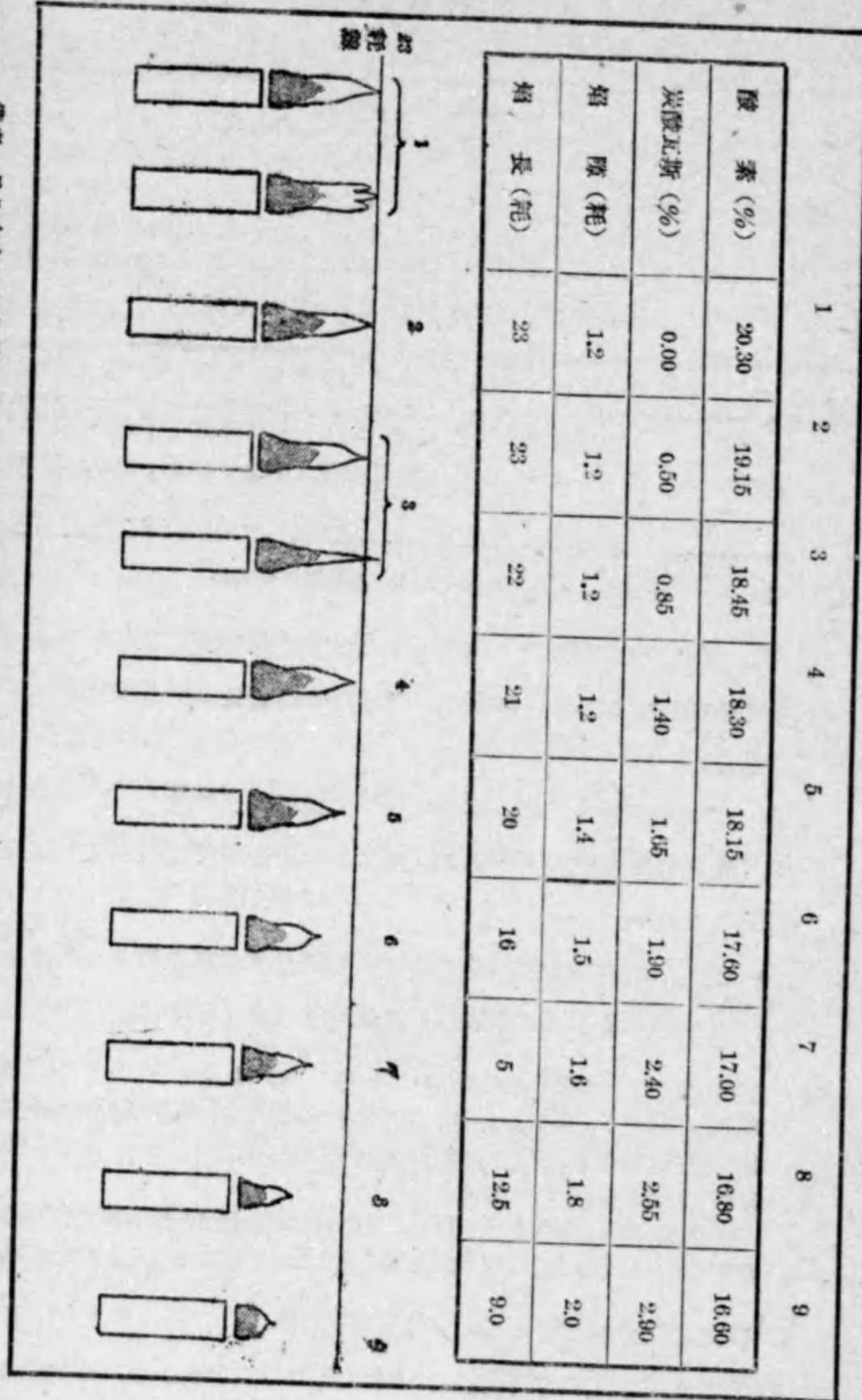
(註) 酸素が缺乏し、炭酸瓦斯が多量にある時は、第 11 圖に示すやうに、燈焰は大體收縮状態となる。酸素量が 10.5% になると燈焰は著しく收縮すると共に燈隙(燈焰下底部と口金との間)は 2 耗位となり極めて消え易くなる。尙此の時に炭酸瓦斯が 1% 以上あれば一層消え易くなる。

尙第 11 圖は燈焰長を 23 耗とした場合の焰の長さ、形及び燈隙の關係を示したもので、かやうな方法で大體炭酸瓦斯の量を見當づけることが出来る。

4 検定燈を受取る際にどんな注意が必要か。

検定燈も其の構造は揮發油安全燈と略同じであるから、不完全なものを

備考 見る方向により(1)の(4)が(ロ)の如く見ゆることあり、又實際によりて(3)の(ハ)が(ニ)の如くなることあり。



第 11 圖 炭酸瓦斯の影響に依る安全燈常燃の變化

使用すれば危険である。故に検定燈を受取る時に次の諸點に注意しなければならぬ。

- (i) 腰硝子に様缺けや罅其の他破損がないか。
  - (ii) 鎖輪は良いか。
  - (iii) 吸氣装置に異状がないか。
  - (iv) 結合組立上に誤りはないか、例へば網又は硝子が容易に動くやうなことはないか、ワッシャーが入つてゐるか等で、此の検定燈は通氣環と硝子とが同時に締付けられないと、硝子が動くやうになつて危険であるから特に注意すること。
  - (v) 硝子の上部又は下部、其の他螺旋部を強く吹いた時灯が消え或は焰が激しく動揺するやうなことはないか、さういふやうな場合は孔があるか又は隙があるので危険である。
  - (vi) 燈芯の上げ下げが自由に出来るか。
  - (vii) 油洩れがないか。
  - (viii) 點火器は完全であるか。
  - (ix) 掃除はよく出来てゐるか。
- 安全燈係は掃除の際金網に破損がないか又一重になつてゐないか等特に注意せねばならぬ。

5 検定燈携帯上どんな注意が必要か。

- (i) 検定燈を携行する際は低く下げ、又之を濫に振動させたり或は傾けたりしないこと。
- (ii) 検定燈を置く時は落響其の他で破損しない、又顛倒の虞のない低い所を選ぶこと。  
高い所には瓦斯が溜つてゐることがあるから梁等に懸けないこと。
- (iii) 燈焰に注意し濫に大きくしないこと。徒らに燈焰を大きくすると、油煙で金網が塞がり検定に差支へる。

- (iv) 坑内で温度の高い所や検定燈が熱した時、又は瓦斯量の多い時等は、焰が伸びるから注意すること、瓦斯があつて伸びた場合は静かに下すか、通氣の良い所に持出し、温度のために伸びた場合は冷い所に持出すこと。尙消燈を要する時は吹消したり又は之を投げたりしないこと。
- (v) 破損した時、或は故障を発見した場合は直に燈芯を下げて消燈すること。
- (vi) 検定燈を點燈した儘坑内に放置しないこと。
- (vii) 坑内で検定燈を開放しないこと。
- (viii) 検定燈を濫に他人に貸したり、又は借りたりしないこと、尙自分の検定燈は故なしに他人に扱はせないこと。
- (註) 検定燈の使用に関しては鑛業警察規則第二十九條「安全燈」の項を参照。

#### 6 吸氣式検定燈で検定すべき瓦斯量に就て

鑛業警察規則に依れば、瓦斯量 100 分の 1 (1%) 以上は發破を禁止せねばならぬし (但し電氣發破の際は 2% 以上)、各作業箇所では 100 分の 2 (2%) 以下に、又通行場所では 100 分の 3 (3%) 以下にしなければならぬので、1%、2%、3% といふ瓦斯量は作業上最も注意すべきものであるから、坑内保安係員や發破係員は検定燈を以て正確に検定しなければならない。之がためには第 10 圖の様式に従つてよく練習し、又理研瓦斯検定器等とよく比較對照して研究するがよい。検定燈の機構上 1% 以下の瓦斯量の測定はなかなか困難であるが、前記の方法で繰返へし練習すれば、1/2% 程度の瓦斯量も略判別出来るやうになる。又一度 3% 程度の瓦斯量を發見したならば、それで法規に要求されてゐる保安上の處置が出来るからそれ以上の瓦斯量は測らずともよい。しかし瓦斯泄出量を推測し通氣改善の作業を行ふためには、それ以上の濃い瓦斯を検出する必要があるから其の時には前にも述べた通り、給氣ゴム管を高く瓦斯中に入れて瓦斯を

吸入して検定し、検定燈本體を決して瓦斯の中に入れぬやうにせねばならぬ。

尙瓦斯量を精密に測る必要がある時は他の検定器を使用するか、或は瓦斯分析法に依らなければならない。

#### (二) 理研瓦斯検定器

本器は東京理化學研究所で研究考案せられ、理研計器會社で製作されてゐるもので、現在は 5 號型 (小型で重量僅かに 1.85 斤) が廣く使用されてゐるが、尙 4 號型 (中型) 及び 3 號型 (大型) を使用してゐる所もある。

(註) 近年重工業が勃興して重油、ガソリン等の需要が増加するに従ひ、油輪船内に或はガソリン倉庫内に爆發が頻々として起り、其の都度少なからぬ損害を蒙るやうになつた。

東京理化學研究所では、之が危害防止の一策として、石油系油類の氣化状態を見るために、石油系瓦斯の屈折率の高いことを應用して、ガソリン瓦斯の検定器を製作したのであるが、之より轉じてメタンを検出する目的を以て、携帶用土井式爆發瓦斯検出器が製作せられ、其の後辻二郎、磯部直氏等が種々研究の結果理研瓦斯検定器の出現を見るに至つた。精密可燃性瓦斯検定器としては現在の處其の右に出るものがない。

#### 1 構造及び使用法

原理は各型とも同一であるから、茲では 5 號型に就て説明する。

第 12 圖 は現在廣く使用されてゐる 5 號型で、同圖中央は其の外観、左側は正面、右側は裏面の孰れも蓋をとつて、其の内部を示したもので、第 13 圖は其の構造の略圖である。

H は光源用豆電球 E のスイッチで、爆發瓦斯に對して安全ならしめるために防爆性としてある。光源 E から出た光線はレンズ L で平行光線となり、矢印の方向に進み、直角プリズム N で反射して平行平面鏡 M の表面 a に達する。此處で光線は二つに分れ、其の一つは a で反射して矢印の方向に進み、瓦斯室 U を通り直角プリズム P の b 及び C で反射し、更に瓦斯室 U' を経て平行平面鏡 M の表面 d に至る。それが更に d で屈折して M の内

に進み、裏面eで反射しa-b-c-d-e-fの経路をとつて表面fで再び屈折して出て来る。他の一つの光線は、Mの表面aで屈折してMの内部に入つて矢印の方向に進み、a-g-h-i-j-fの経路をとつてMの表面fで反射する。之等の二つの光線はfで一緒になつて矢印の方向に進み、直角プリズムSで反射して望遠鏡Tに達するのである。

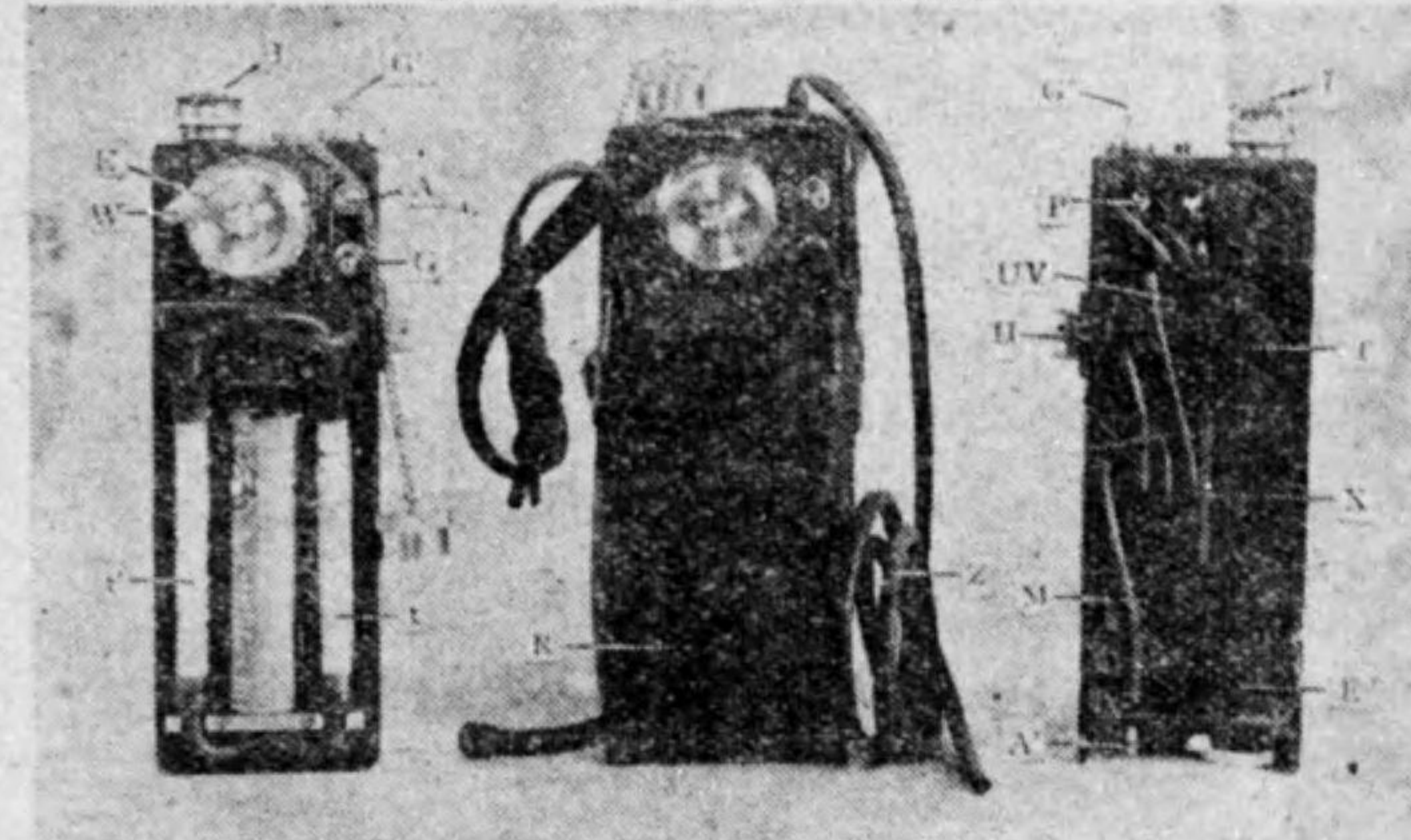
茲で大切な事は最初平行平面鏡Mの表面aで二つに分れ、後fで再び一緒になることである。それで両方の光線が重つて一つとなるのであるが、a-h-c-d-e-fの経路とa-g-h-i-j-fの経路とは長さの差があり、光が一種の波であるため所謂波の干渉を起し、之を接眼鏡Iから覗くと其の視界に干渉縞を見ることが出来る。

干渉縞には中央に1~2本の帯赤色の黒縞があり、其の黒縞の左右に数本の色縞が略等間隔に現れてゐる。此の色縞は黒縞を遠ざかるに従つて次第に色が薄くなつてゐる。

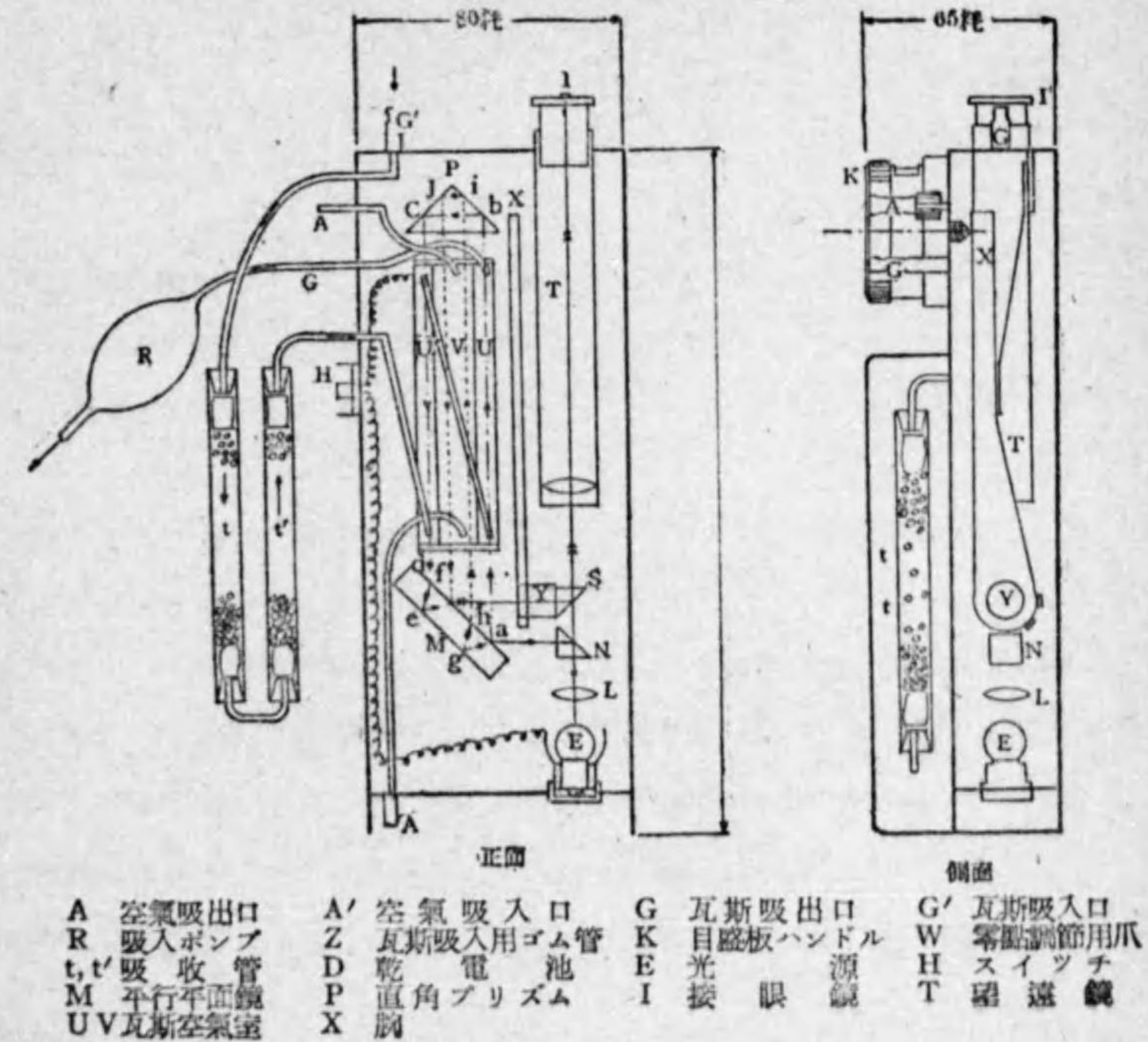
附屬品として瓦斯吸入用ゴム管温氣と炭酸瓦斯を吸収する薬品を入れた吸収管t,t'及び光源用豆電球を燈す乾電池Dがある。

瓦斯の測定を行ふには、必ず前以て零點の調節をせねばならぬ。其の方法は先づ吸入ポンプRを空氣吸出口Aに差込み、空氣吸出口A'から新しい空氣を空氣室Vに入れる。次に吸入ポンプRを瓦斯吸出口Cに差込み、空氣吸出口Aの方は捻子をねちてよく栓をして置く。そこで吸収ポンプを操作して、瓦斯吸入口G'から吸入した空氣を吸収管t,t'を通して温氣と炭酸瓦斯を除去し純粹にした上瓦斯室U,U'に入れる、次に目盛板のハンドルKを廻して、それと一緒に廻る目盛板の零點を合せる。此のハンドルを廻せば視界内の干渉縞が移動するのであるが、それはハンドルを廻すとハンドルの軸が廻轉しながら進退し、それにバネで常に押し當てられてゐる腕XがYを軸として廻轉して、Yに取付けてある直角プリズムSを廻轉させる。するとそれに比例して干渉縞が移動する。つまり目盛板の廻

第12圖 5號型理研瓦斯檢定器



第13圖 5號型理研瓦斯檢定器構造圖



轉に比例するのである。

次に目盛板のハンドルの側面に付いてゐる爪Wを起すと、今度はハンドルを廻しても空廻りして目盛板は廻らず、ハンドルの軸だけ廻轉して干涉縞だけが移動することになる。接眼鏡のIには1本のヘヤーラインがあるから、之に黒縞の隣にある色縞の赤青の境を精密に合せて零點とする。之で零點の調節が出来たのであるが、爪Wを元の通りに倒して目盛板のハンドルが空廻りしないやうにして置くことを忘れてはならない。

かくして後に測定すべき空気を瓦斯室に吸入すれば、瓦斯室では光に対する屈折率に變化を生ずるため、視界内の干涉縞が自然に移動する。此の移動する量は最初零點の調節をする時に瓦斯室に入れた純粹の空気の屈折率と、測定するときに入れた空気の屈折率との差に比例し、それが又瓦斯の濃度に比例する。それで此の移動した干涉縞を、目盛板のハンドルを廻して零點の調節をした時の元の位置迄戻せば、即ちヘヤーラインに黒縞の隣りの最初合せた色縞の赤青の境を合せると、其の時に廻轉した目盛板の示す目盛で直ちに瓦斯の濃度を知ることが出来る。

目盛板の読みはヘヤーラインの合せ方で差が出るから、數回の讀みの平均を取つた方がよい。瓦斯の濃度は0%から17%位迄測定することが出来、又精度は1目盛を0.1%に刻んであるが、肉眼で0.05%迄讀むことが出来る。

尙零點は黒縞2本の場合ヘヤーラインを其の中間に合せたり、又黒縞の一つに合せたりするよりも、黒縞の隣りの色縞の赤青の境に合せた方がよい。黒縞1本の場合も同様である。ヘヤーラインを何處に合せても其の合せ方さへ變へなければ結果は同じであるが、色縞に合せる方が精密である。何かの理由で干涉縞が視野の一方に片寄つてゐる場合は、腕XをYに固定するために締めてゐる捻子を弛めて、Yを極く僅かどちらかに廻轉して、干涉縞が視界の中央に来るやうに調節すればよい。又干涉縞の關係

で、瓦斯室と空氣室とが入れ替つて、中央のVが瓦斯室、左右のU、U'が空氣室になつてゐることがあるから、瓦斯室、空氣室を掃除するため取出す場合には、ゴム管の接ぎ方に注意を要する。

濕氣並に炭酸瓦斯の吸収劑として吸収管t、t'に曹達石灰を入れる。此の時藥品の微粉が瓦斯室に入らぬやうに脱脂綿を詰めて置く。曹達石灰の代わりに濕氣の吸収劑として鹽化カルシウムを、炭酸瓦斯の吸収劑として、苛性加里を使用してもよい。

かく水分並に炭酸瓦斯を除去する理由は、炭酸瓦斯の屈折率がメタンの屈折率に近似して居り、又水分の屈折率は負の値を取るために共にメタンの測定に當つて障礙となるからである。

以上のやうな方法で、普通坑内空氣から單に水分のみを吸収除去して測ると、メタンと炭酸瓦斯との合計量が出るから、之からメタンの量を差引くと炭酸瓦斯の量を知ることが出来る。

尙本器は前述のやうに、各瓦斯の屈折率の差を利用して測定するため、他の瓦斯即ち、水素、一酸化炭素、炭酸瓦斯、メタン以外の炭化水素類と水分が入つて来れば本器の使用不可能となる場合がある。

〔註〕メタンの測定に關係のある主な瓦斯の屈折率は第9表に示すやうに、空氣を基準として見ると、(20°C 氣壓 760 托の場合)、酸素、水分、水素は負の値をとり、中でも水素の値は最も大きい。次に窒素、一酸化炭素、メタン、炭酸瓦斯等は皆正の値となる。正の値を取るものの中で、炭酸瓦斯とメタンとの屈折率は非常に近似して居り、且又相伴つてゐる場合が多いので、メタンの測定に當つて必ず除去する必要がある。其の他の正の瓦斯は稀有なものであるから考慮する必要はない。唯密閉箇所、自然發火箇所等では、酸素が缺乏し窒素が増加して來るから、メタンの量は多く現はれ、又上記の瓦斯が多くなれば使用不可能となる。次に負の値を取るもので坑内に多いのは水分である。水分の除去が不完全であれば示度は實際よりも低くなる。次に水素は負の値が最も大で、其の上絶對値がメタンに近いから影響することが大きい。普通坑内では無いから問題ではないが、水素を認める特種の坑内又は箇所では示度が負に出るから注意を要する。

## 2 使用上どんな注意が必要か

第9表 種々の瓦斯屈折率

(ナトリウム線に対する値)

瓦斯種類	屈折率 瓦斯の屈折率 0°C 760 托	空気屈折率との 差	瓦斯の屈折率 20°C 760 托 (公式に依る)	空気屈折率との 差
エチレン	1.000719	+427	1.000670	+398
硫化水素	1.000619	+327	1.000576	+304
炭酸瓦斯	1.000449	+157	1.000418	+146
メタン	1.000441	+149	1.000411	+139
アンモニア	1.000377	+85	1.000351	+79
一酸化炭素	1.000334	+42	1.000311	+39
窒素	1.000297	+5	1.000277	+5
空気	1.000292	±0	1.000272	±0
酸素	1.000272	-20	1.000253	-19
水分	1.000261	-31	1.000243	-29
水素	1.000138	-154	1.000129	-143

使用上注意すべき主なる事柄を列記すれば次の通りである。

(i) 水分及び炭酸瓦斯吸収剤の良否を調べること。

吸収剤には鹽化カルシウムと苛性加里を使用するよりも曹達石灰を使用した方がよい。尙藥品の前後には十分にガーゼ又は脱脂綿を入れること。

〔註〕 曹達石灰は生石灰を苛性曹達の濃溶液に浸したものを熱して粒状に乾固させて製したもので、瓦斯の検定に使用した曹達石灰を再生するには、之に炭酸瓦斯を通じて炭酸瓦斯の吸収能力を完全に喪失させたものを2托以下の粉状に砕いて蓋付の鐵製容器又は磁製或は試金坩堝のやうなものに入れ、鍛治用炭炭中に容器の蓋迄埋没させて、輾で送風しつつ煏焼するか、或は鑿焼用油爐等の火中に入れるかして全體を煏焼温度迄熱する。此の煏焼せるものを手で觸れても火傷しない程度以下に放冷して後取出し、磁製蒸發皿か又は鐵製の鍋のやうなものに移して、之に水を十分濕る迄加へると、曹達石灰の組成に復歸するのである。

次に炭火ならば發生する炭酸瓦斯が直接觸れないやうにするか、或は電氣爐等で加熱し、粒状になるやうに攪拌しつつ水分を蒸發させ、更に之を砕いて鐵鍋で赤熱して再生させるのである。

大粒のものは手にて適當の大いさに砕いて粒のみを集め粉状のものは更に水を加へて再び熱して粒状と爲し、容器に入れて密封貯蔵する。

(ii) 接眼鏡 I の中心より覗き干涉縞を検査すること。

縞が不明瞭な場合には電球 E を廻轉又は出し入れしてファイラメントの位置や方向を變へ、最も明瞭に見える位置に固定すること。

〔註〕 電球のファイラメントが適合しないと全然干涉縞が現はれぬことがあるから、其の場合は取替へること。尙電球購入の際は検定器を持參して適合するものを選択するがよい。

(iii) 瓦斯検定の標準となる零點を正確に調整すること。

誤差を少なくするためには坑外のなるべく坑内温度に近い所で零點を合せ、尙此の時の温度や氣壓等を記帳し置き、昇坑後の誤差計算の資料とすること。

検査箇所に着すれば、測定に先立ち吸入を行ふことなく零點の移動を検査すること。もし移動を認めた時は同じく誤差計算をすること。

(iv) 坑内で新鮮な空氣の箇所に来た時は、必要があれば瓦斯室の空氣を入替へて零點の検査をすること。

(v) G に付いた長いゴム管の先を測定しようと思ふ箇所に入れ、吸収ポンプを1回程緩く作動して瓦斯を採取すること。但し發破孔内の如き少量の瓦斯を測る時には、吸入ポンプの作動1回毎に其の讀みを取り、最高の讀みを採用すること。

(vi) 測定の際には接眼鏡から干涉縞を覗き、縞の移動が止つてから讀みを取ることに。

(vii) 衝撃や激動を與へないやうにすること。

(viii) 昇坑後直ちに新鮮な空氣と入替へて掃除し、又零點を検査し、若し移動があれば補正すること。

(ix) 瓦斯室等の器内に吸氣管其の他のゴム屑や塵埃が入らないやうに注意すること。

(x) 調整が非常に困難だから、濫に器の内部に觸れないこと。

## (三) カールツアイス瓦斯干涉計

理研瓦斯検定器と同様に、メタンの光に対する屈折率が異なる點を利用したもので、安全迅速に且簡單正確に 0%から 100%迄検出出来るが、重量は 9.8 疋で坑内の持ち運びには稍不便である。

本器は最初獨逸人エフ・ハニバー、及びエフ・ルーウエ兩氏に依り研究せられ、西曆 1911 年頃既に大いに改良されて發達し、現在ではドイツカールツアイス会社にて製作發賣してゐる。

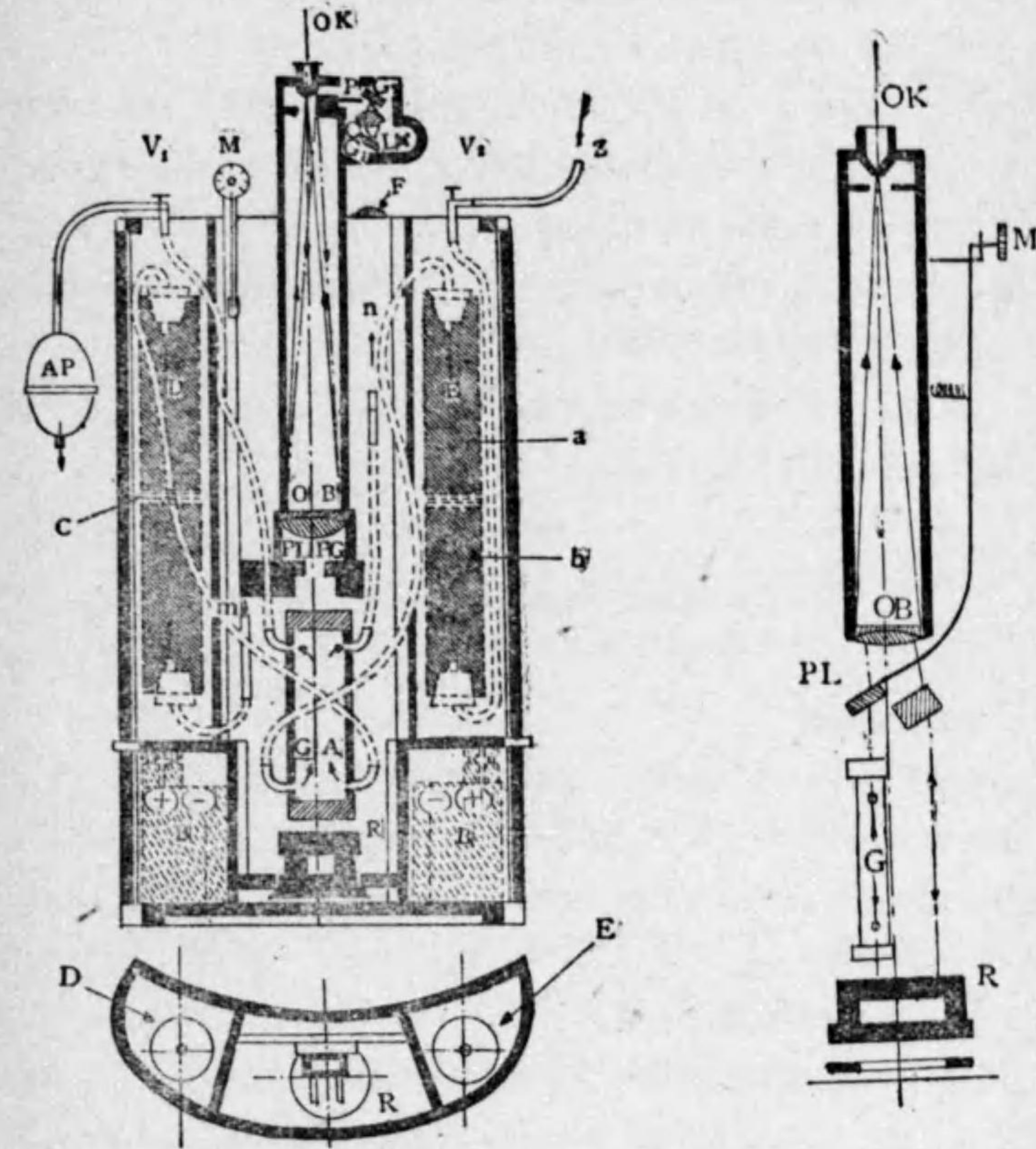
## 1. 構造及び使用法

第 14 圖に示すやうに、光源 L (3.5 ボルト豆電球で、B は乾電池) より出た光線は反射鏡 G<sub>1</sub>、集約レンズ C、反射鏡 G<sub>2</sub> 及びプリズム P に依つて集約又は反射せられ、其の直下の切れ目より望遠鏡の筒内に入り、對物レンズ OB を通過して平行光線となり二分せられ、其の前半分の光線は補正器 PL 又は PG を通過した後、其の下に垂直に取付けられた瓦斯室 G、或は空氣室 A (共に同容積) を縦に通過し、後半分の光線は兩面平行なプリズム H を通過した後、孰れも下方にある反射鏡 R にて上方に反射せられ、前半は再び G、又は A 室を通過した後、PL 又は PG を通つて OB より接眼レンズ OK に入り、後半の光線も H を通つて OB より OK に入る。

故に接眼レンズ OK から見れば、全く同形の二つの干涉縞が現れる。此の干涉縞は細かい輝線と黒線とが多數並んだもので、輝線の中で中央の 1 本は最も輝き、其の左右に及ぶ程視界を外れ、薄く且色が異り、其の儘では明瞭に見る事が出来ない。輝線の中の黒線も亦同様である。

光線が空氣のみを通過して出来た一定の位置にある縞を固定干涉縞といひ、検定の際基準となるもので、他の動く方の縞を可動干涉縞と呼んでゐる。之は G と A とに純粹な空氣を入れてマイクロメーター M を零點に分せると、固定干涉縞と可動干涉縞とが同位置に並んで現れる。もし G 室に

第 14 圖 カールツアイス瓦斯干涉計



瓦斯を混合した空氣を入れると光に対する屈折率が異なるから、一方の縞が移動して固定縞と喰ひ違ひを生ずる。此の時に (M) を廻轉して PL の傾斜角度を變更すると、可動干涉縞を固定干涉縞に合せることが出来る。此

の可動稿の喰ひ違ひの程度はG室内にある瓦斯の濃度に比例し、又Mの廻轉數も之に比例してゐる。Mに刻んだ目盛は0.1%であるが、肉眼で0.05%迄讀むことが出来、M一廻轉毎に10%宛進むことになつてゐるから、之で直ちにメタンの量を知ることが出来る。

尙坑内でメタンを検定する場合には、硝子管(D)及び(E)に夫々細粒炭酸瓦斯吸収劑(苛性曹達又は曹達石灰)と、水分吸収劑(鹽化カルシウム)とを入れて、炭性瓦斯や水分を除去する必要のあることや其の他の瓦斯の影響に就ては理研瓦斯檢定器と同様である。又理研瓦斯檢定器と同様の操作で炭酸瓦斯の量を測定することが出来る。

## 2 使用上どんな注意が必要か。

理研瓦斯檢定器と略同様である。

### (2) 現在使用に適しない檢定器

#### 一) 揮發油安全燈

揮發油を燃料とする安全燈で、従來は照明兼瓦斯檢定用としてウルフ型が一般に使用されたが、吸氣式瓦斯檢定燈の項で述べたやうに、其の構造並に性能上或は使用上に色々な缺點があるから、瓦斯檢定用として使用してはならぬ。

#### (二) ベビー・ウルフ(小型安全燈)

ベビー・ウルフは揮發油を燃料とする小型安全燈(高さ約180耗, 重量約570瓦)である。輕量で携帯に便利のため、電氣安全燈を使用して居つた炭鑛では、係員の瓦斯檢定専用として一時使用されたが、次のやうな缺點があるから使用してはならない。

- (i) 長く點燈して置くと燈體が過熱の状態となり、青焰長に著しい變化を與へる。

- (ii) 燈火は消え易く且點火し難い。之がため折角持つて居りながら瓦斯檢定を行ふことが出来ない場合が多い。

- (iii) 燈體が弱く防爆機構も不完全である。

### (三) ビラー檢定燈とセノー檢定燈

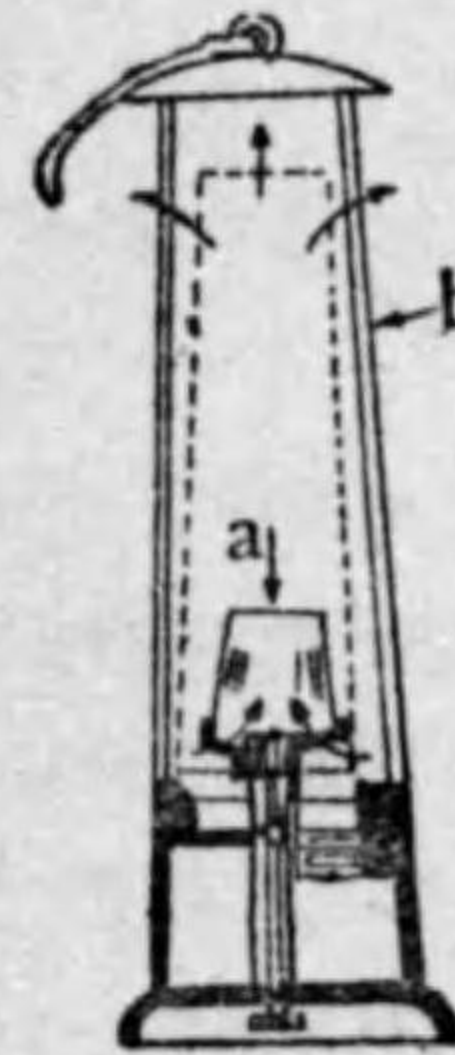
兩者共にアルコールを燃料とする檢定燈で、一時我が國にも使用されたが、現在では次のやうな理由で孰れも使用されて居らないから、簡単に説明して置く。

#### (1) ビラー檢定燈

第15圖に示すやうに、芯の周圍に截錐狀の遮光筒aがあり、火焰は

此の筒の上縁より出ないやうにして置く、鍍形外被bの一部に雲母板と瓦斯量を指示目盛を施した指標がある。燃料として純アルコールに鹽化第一銅を着色する程度に溶解せしめたものを用ひ、焰の識別を容易にする。測定に當つては豫め新鮮な空氣中で火焰の先端を目盛の零點に一致せしめる。之が基準焰で、之より伸びた青焰の高さを目盛板にて讀み瓦斯量を知るものである。

第15圖  
ビラー檢定燈



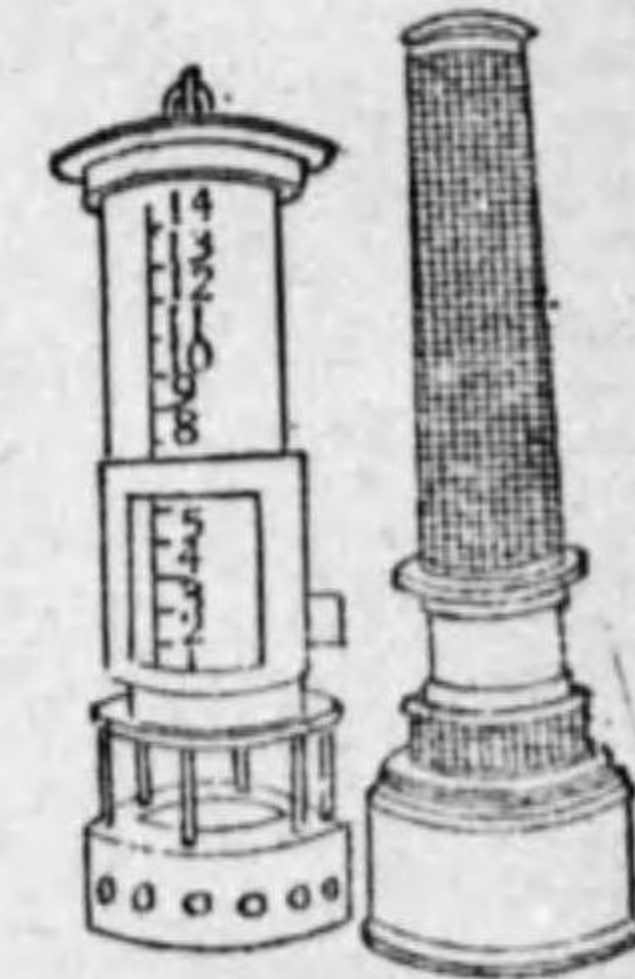
本器は次のやうな缺點が 第16圖 セノー檢定燈  
ある。

- (i) 此の燈の金網は眞鍮で而も一重であるため、瓦斯量の多い場合

は頗る危険である。

- (ii) 金網や油壺が熱くなり易く、之がため燈焰が伸びて測定の結果が不正確となる。

- (iii) アルコールの減少と共に燈焰の高さ





は漸次小さくなる。

(iv) 風速の速い所では消え易く點火が困難である。

(v) 瓦斯量を示す目盛が不正確である。

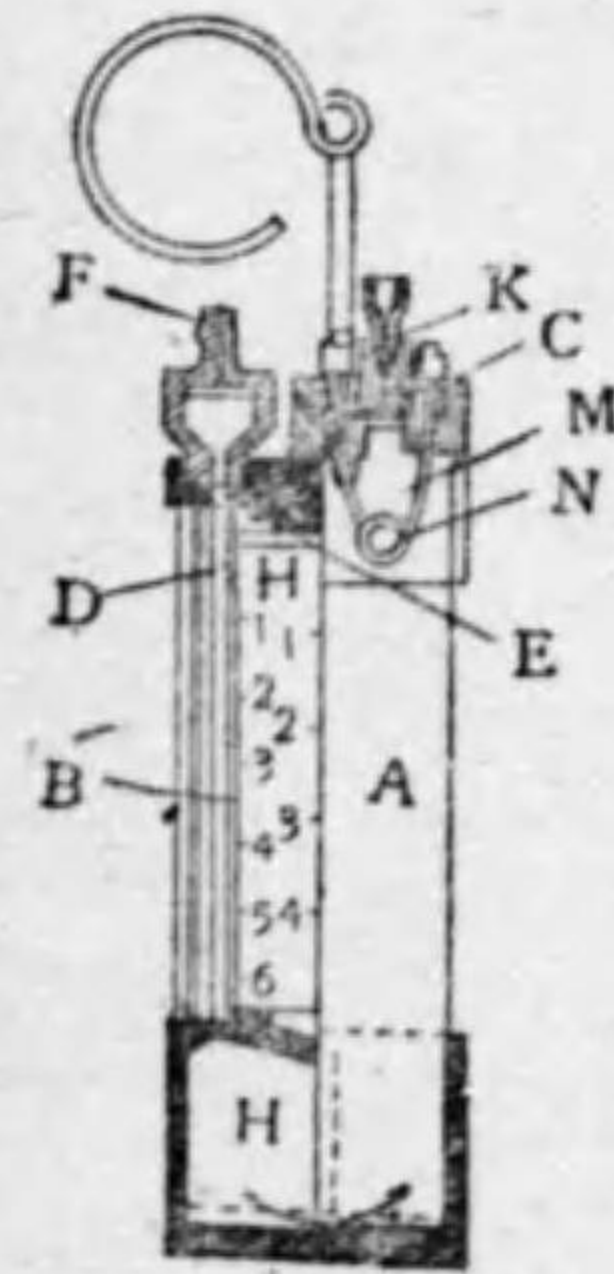
#### (2) セノー検定器

構造は第 16 圖に示すやうに、ビラー検定燈に類似し、燃料にはメチールアルコール 1 立に、硝酸銅 1 瓦及び鹽化エシリン 1 瓦を混入して焰を着色し其の識別を容易ならしめる。瓦斯量は 3.5% 迄測定出来る。測定に際しては燈焰の頂點を目盛の零點に合せ、焰の伸長度を目盛板にて読み瓦斯量を測定するものである。尙之が補助に遊標があるが、大體ビラー検定燈と同様の缺點がある。

#### (四) バーレル検定器

爆發瓦斯の燃焼性を利用した検定器は割合に多いが、其の中でバーレル検定器、マツクラツキー検定器等が我が國に紹介されてゐる。

第 17 圖 バーレル検定器



次に一例としてバーレル検定器に就て説明する。

其の構造は第 17 圖に示すやうに、硝子管及び眞鍮製の U 字管とより成り、上蓋 C には活栓 K と白金コイル N とがある。之を以て瓦斯を測定するには、先づ F にゴム管を連結し、中に水を D の高さになる迄入れる。次に活栓 K を開き、ゴム管より吹いて水を他方の口に達する迄上昇せしめ、其の時ゴム管を挟金で閉ち、其の儘測定箇所に持つて行き、挟金を取り外せば、水は舊位置に戻つて兩管の水準位が水平となり、同時に一定量の坑内空氣(試料)が充滿する。次に活栓 K を閉ち、白金コイル N に電流を送り瓦斯を燃焼せしめ

る。管内の瓦斯が燃焼すれば、氣壓並に容積に變化を生ずるから水が一方に上昇する。之を管側の目盛で読み、其の半分の數をメタンの量とする。本器はアメリカ・ピッツバーグ市鑛山局試験所で研究せられ、アメリカでは古くから一般に使用し我が國にも輸入された。

此の種の検定器の缺點としては、測定に時間を要することや、瓦斯の燃焼に依り器體の溫度上昇し、又發生した炭酸瓦斯が水に溶解する等のため誤差が出ることである。

其の他のものも原理並に缺點は同様であるから省略する。

#### (五) リーピング検定器

加熱せる金屬線の光輝の差を利用した検定器には本器とソートン・ランプ等があるが、孰れも廣く一般に使用されるに至らなかつた。本器の原理は金屬線を普通の空氣中で熱した場合の光度と、瓦斯を含有する空氣中で加熱した場合の光度とに差異があり、含有瓦斯量が増加すればする程光度も亦増加するといふ現象を應用して作つたものである。

#### (六) 北辰炭坑瓦斯計

瓦斯との接觸作用を有する金屬線を加熱し、線溫度を電氣的に指示する検定器で、此の種に屬する検定器に、U.C.Cメタン指示器(アメリカ)、M.S.Aメタン検定器(アメリカ)、マルチンゼンウエツターリヒト指示器(ドイツ)、ガリフォード検定器(ドイツ)、等があるが、我が國では U.C.C 及び M.S.Aメタン検定器等が使用された。孰れも原理は同一であるから、次に北辰炭坑瓦斯計に就て説明する。

メタンのやうな可燃性瓦斯は、適當な溫度に保たれた白金やパラヂウムのやうな金屬に觸れると、比較的低温でも燃焼し、其の熱で該金屬の溫度を上昇せしめる。しかも此の溫度上昇は其の瓦斯の濃度に比例する。本器は此の原理を利用したもので、一對の熱線を用ひ、一方を瓦斯中に他方を空氣中に置き、夫等の溫度上昇を比較して瓦斯含有率を指示せしめるやうに工夫し

たものである。

即ち第 18 圖に於て、一方の熱線 C' が含有瓦斯量の増加に應じて生ずる温度上昇と、空気中の熱線 C との温度関係を電氣的に指示したもので、型は小さく重量 3 斤である。

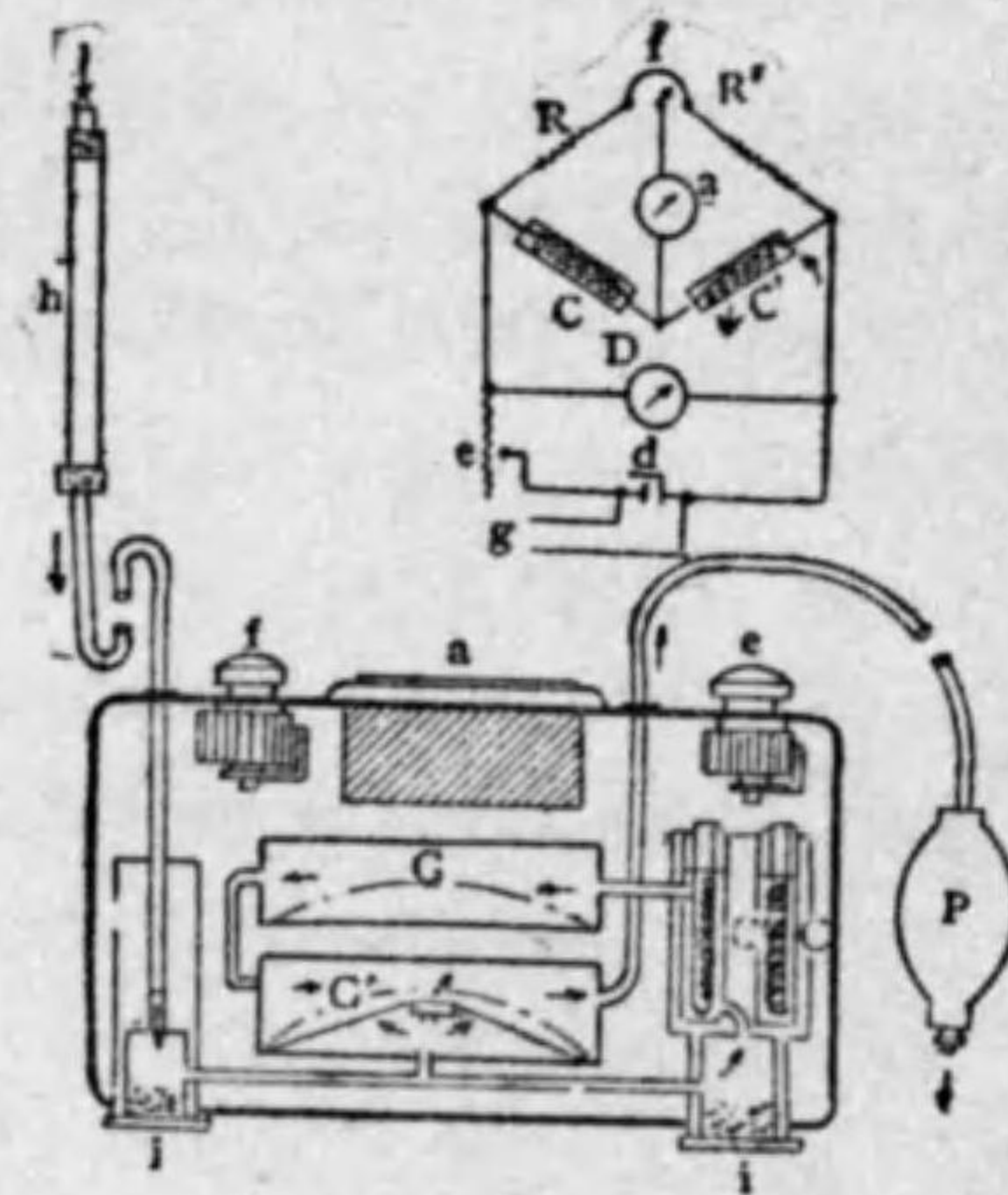
之を以て瓦斯を測定するには、先づ電池に接続し、電流調節抵抗器(e)を「断」と印した位置に置く、次に吸引ゴム管を左側に、吸引ゴム球(P)を右側に取付け、指示計の下向指針に注意しつつ右方の

電流調節抵抗器(e)を廻し、「接」と印した線に合せる。次に左方の零位調節抵抗器(f)で上向指針を 0% に合せる。以上の準備が終つた後に、ゴム球(P)を數回軽く操作して瓦斯を測定室内に吸引すれば、空気は矢印に示したやうに流れ、數秒後に指針が動き瓦斯量を示すものである。

観測上注意すべきことは、吸引用ゴム球は毎秒 1~3 回位の早さで操作しつつ瓦斯量を読み、検定が終れば(e)を「断」の位置迄廻して電源を切つて置き、坑外に出た後から其の儘數回ゴム球を操作して器内の瓦斯を逐ひ出し、清浄な空気と入替へて置く必要がある。

本器は 0% から 7% 迄瓦斯が測れるやうになつてゐるが、熱線や温度の變化、其の他衝撃に基く狂ひや故障が多く、現在の程度では推喚することが出

第 18 圖 北炭炭坑瓦斯計



来ない。

#### (七) グノム検定器

空気とメタンとの熱傳導率の差を利用した検定器で、本器の外にカルボフェル検定器等がある。

本器は電池に依りメタンに引火しない程度に熱した二組の白金線の中の一組は新鮮な空気で包み、他の一組に試料を通ずると、もし之にメタンを含んで居れば、熱の傳導率が大となるため抵抗が變り、電流は平衡を失ひ、最初零點にあつた電流計の指針は移動する。之は目盛板に依つて讀めば直ちにメタンの量を知ることが出来るやうに作られたものである。

#### (八) ネリツセン検定器

メタンの滲透壓と擴散速度の差を利用した検定器であるが、重要なものではないから省略する。

### 4. 瓦斯警報器

瓦斯警報器は瓦斯の量が一定に達すれば警報する構造のものであつて、瓦斯の検定とは多少意味を異にするが茲で述べることとする。

本器に屬するものにリングローズ瓦斯警報器、リングローズ自動瓦斯指示器、マルテンゼン警報器等があるが、今リングローズ瓦斯警報器に就て説明する。

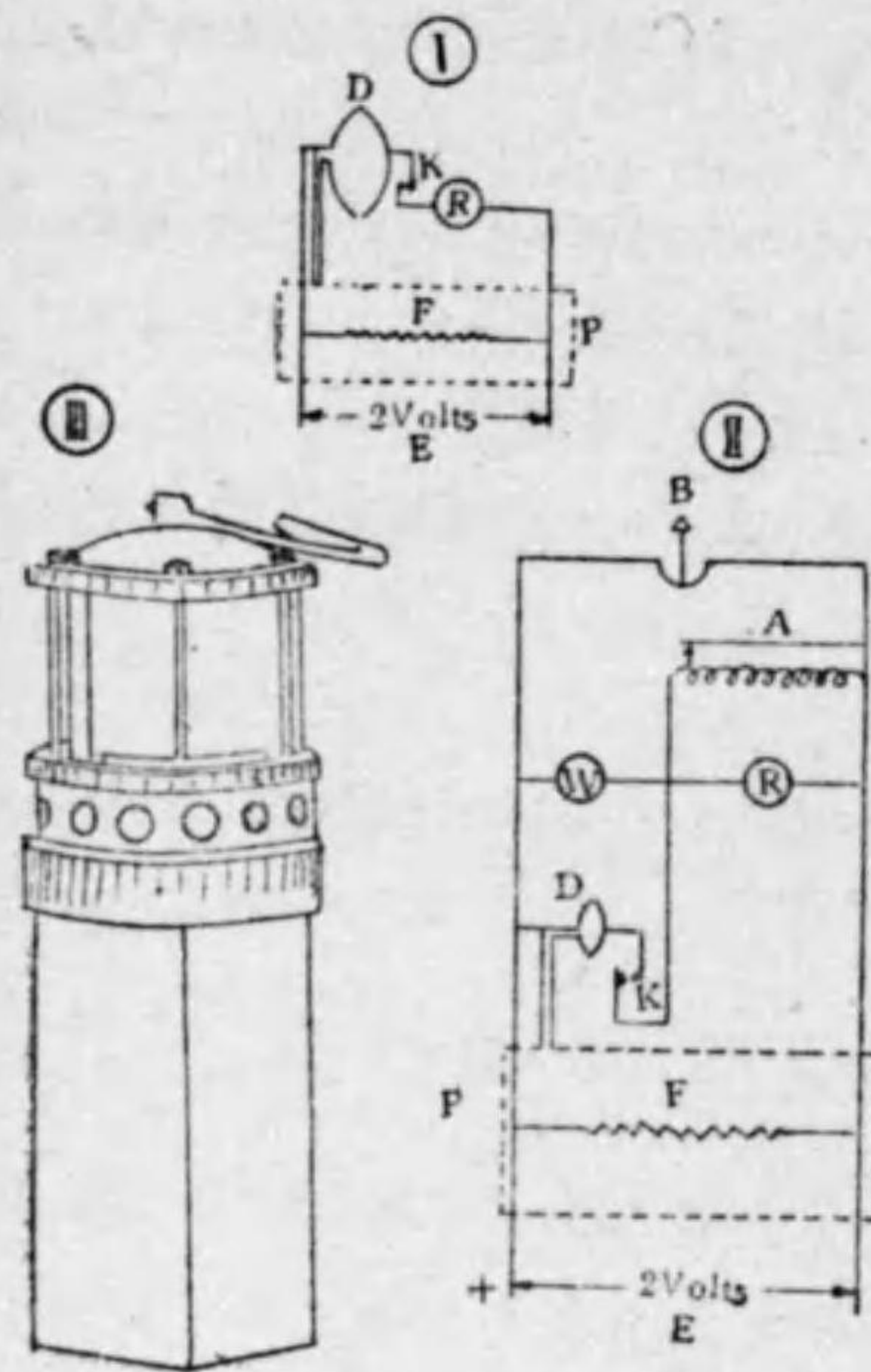
#### リングローズ瓦斯警報器

前項(八)ネリツセン検定器と同一原理に依つて作られたものである。

本器は電池と白赤 2 個の電球を備へた電燈で、重量は 3.5 斤である。普通の場合は白色電球が點燈されてゐるが、空気中のメタンの量が一定量以上になると、白色燈が消え自動的に赤色燈がつき瓦斯があることを警報する。

第 19 圖 Ⅱ は外形を、Ⅰ 及び Ⅲ は電氣回路を示したものである。Ⅱ に於

第19圖 リングローズ警報器



てEは2ボルト電池で、此の電流を以て織條（フィラメントFが熱せられると共に、他の回路内にある白色電球W（4ボルト0.3アンペア）が點燈される。そして此のFは多孔性の容器Pの内に在り、其の外圍に坑内空気を通ずる。もし此の坑内空気にメタンがあると、壁を通して擴散滲透し熱したフィラメントFに觸れて燃焼する。それがため室内の容積が減少すると共に壓力も低下する。其の程度は瓦斯量と共に増減する。此の壓力の變化が膜板（ダイヤフラムD）に感じ瓦斯の量が一定限度以上になると、接觸片Kが働き、Iに示すやうな回路が出来、抵抗の大きい白色電球は電流が少くなるため消え、同時に抵抗の小さい赤色電球（R、2ボルト0.7アンペア）が電流増加に依つて點燈せられて警戒信號となる。尙此の時に繼電器Cの電流が増加し、アーマチュアAの繼電鍵が接觸して新たに回路を作るため、瓦斯が減少してKの接觸が断たれても赤色燈は消えない。かかる場合に鈕Bを押すと、繼電器の回路が断たれ白色燈の回路のみが残るため、白色燈が點火され赤色燈が消えるが、未だ瓦斯が一定限度以下に減少

しない間はKの接觸が切れないから赤色燈は消えない。

本器を現場で使用するには、先づ試験臺で警報を發すべき瓦斯量（最小1.25%以上）を決定しなければならない。

現在の型の缺點として天井際の停滯瓦斯の警報は出來ないのであるから、之れのみ頼らず必ず之と併行して吸氣式檢定燈或は精密瓦斯檢定器を使用すべきである。

尙リングローズ警報器と原理並に構造が全然異つた瓦斯警報器としてフライスネル警報器（ジグフリート警報器とも呼んでゐる）などがあるが、重要なものでないから省略する。

5. 檢定せねばならぬ箇所とその時期

瓦斯爆發を豫防するためどんな箇所を測らなければならないかといふことに関しては法規に次のやうな條文がある。

- (イ) 坑内保安係員ハ毎日鐵夫ノ就業場所、通行場所、其ノ他危險ノ虞アル場所ヲ巡視シ落器、瓦斯爆發、其ノ他ノ危險ノ有無ヲ検査スベシ(鐵警第十四條ノ一部)
- (ロ) 坑内に可燃性瓦斯存スル鐵山ニ於テハ坑内保安係員ハ毎日揮發油安全證其ノ他適當ナル器具ヲ以テ可燃性瓦斯ノ存在シ又ハ存スル虞アル場所ニ付其ノ分量ヲ測定シ其ノ結果ヲ保安日誌ニ記入スベシ(鐵警第二十二條第一項)

以上二つの條文に依つて測るべき場所は概念的に示されてゐる。即ち従業員の仕事をする各種の場所又は通行する坑道、其の他断層附近、龜裂或は高落箇所、遮断面等、瓦斯の出さうな所や停滯しさうな所を全部檢定しなければならない。

拂では上層や炭壁の凹所、岩の蔭、充填間等一般的に注意すべき點であるが、殊に拂の氣流が吹き下しになつてゐる時には、瓦斯が停滯し易いから、測定を確實にしなければならない。後退式の拂では、拂の大局或は深部の方に、古洞の瓦斯が流出して來る場合が多いから、

此の方面に対する注意が肝要である、昇切羽では昇詰附近、卸切羽では卸詰上唇より稍手前の天井に停滯し易い。

延先や片碇坑道では坑道の肩側、殊に杵裏、梁上、或は天井落跡に瓦斯が停滯してゐる場合が多い。又延詰の瓦斯がよく薄められてゐる所でも尙其の戻側途中に停滯してゐることがあるから注意しなければならない。

次に何時測定すべきかといふ問題であるが、之に関し法規を調べて見ると

- (イ) 前項(鑛警第二十二條第一項)ノ測定ハ鑛夫ノ入坑時前六時間以内ニ之ヲ爲スベシ  
(鑛警第二十二條第二項)  
(ロ) 鑛業警察規則第二十二條第一項ノ測定ハ鑛夫ノ入坑時前三時間以内ニ之ヲ爲スベシ  
(石炭第十一條)

とある。之に依ると石炭坑爆發取締規則の適用を受けてゐる炭坑、即ち石炭指定炭坑では、従業員の入坑前3時間以内に各所の瓦斯を測定しなければならない。其の他の炭坑、即ち非指定炭坑では、従業員の入坑前6時間以内に測定しなければならない。

尙此の他に

- (ハ) 發破ヲ行フ場合ニ於テハ其ノ都度點火前其ノ箇所ノ周圍少クとも五メートルノ區域ニ亘リ可燃性瓦斯ニ付揮發油安全燈其ノ他適當ナル器具ヲ以テ其ノ分量ヲ測定シ且ツ炭塵ニ付危險ノ有無ヲ検査スルコト(鑛警第三十五條第一項)

といふ條文がある。即ち發破を行ふ際には發破の都度測定しなければならない。測定の時局に関する條文は以上の三つで、之れだけ測定すれば自衛上十分であるかといふことになるが、相手の瓦斯の出方は既に前に述べたやうに色々な條件に依つて變化するものであり、坑内の状態も常に變化してゐるので、瓦斯量も之に依つて増減するのは當然のことであるから、自衛上出来るだけ測定回数を増加すべきであつて、少くとも次の場合には測定しなければならない。

い。

- (i) 有付又は巡視の時に瓦斯量を測定し、其の結果をその作業者に説明して所要の注意を與へる。  
(ii) 發破の際には發破の都度、其の箇所少くとも周圍5メートルに亘り瓦斯を測定する。尙又發破の後に瓦斯が多く出て來ることがあるから注意を要する。  
(iii) 前回測定の結果に依る注意箇所を測定する。  
(iv) 次方繰込のため非指定、指定の區別なく一樣に指定炭坑と心得、繰込前3時間以内に測定する。  
(v) 其の他通風上異常の起つた場合に測定する。  
(vi) 尙瓦斯の多い所では作業開始後急に瓦斯が増加することがあるから、よく注意して時期を誤らないやうに測定する。  
(vii) 通風改善作業を終へた時は、其の改善の結果安全になつたことを確認するために測定する。

以上の他に觀測専任の係を置き、之が午前午後の2回に亘り測定することにした方がよい。即ち或る箇所で見れば、發破の時を除いて一方に擔當係員2~3回以上、外に觀測専任者2回位計4~5回以上測ることとなる。

要するに爆發瓦斯の存在状態を早く知るためには

- (i) 信頼し得る適當な檢定器を使用すること。  
(ii) 測定箇所及び方法を誤らないこと。  
(iii) 測定回数を出来る限り増加し、確實に測定すること。

の三つが先づ主要な條件となる。

尙茲に注意すべきことは、或る箇所の瓦斯を二重、三重に測定することは勿論良いことであるが、時々責任を軽く考へるやうなことが起り易い。又自分が測らないでも、誰か測つて呉れるといふやうな考へを絶対に起さず、全責任を負うて測らなければならない。

## 6. 瓦斯量を知った時はどうするか

検定の結果瓦斯量が或る制限以上であつた時には猶豫することなく之に對應する規定の處置を取り、危害防止の方法を講じなければならぬことは論を俟たない。

之に關する法規を見ると次の通りである。

- (イ) 坑内作業場=於ケル可燃性瓦斯含有率ハ 100 分ノ 2 以下ト爲シ坑内通行場所=於テハ 100 分ノ 3 以下ト爲スベシ。但シ特ニ安全ナル方法ニ依ル通氣改良ニ關スル作業ヲ爲サシムル場合ニ於テハ其ノ場所ニ付テハ此ノ限ニ在ラズ。  
坑内保安係員ハ可燃性瓦斯含有率 100 分ノ 2 ヲ超ユル場所ニハ一定ノ警標ヲ掲ゲ 100 分ノ 3 ヲ超ユル場所ニハ柵欄其ノ他通行遮斷ノ設備ヲナスベシ。(鐵警第二十三條)
- (ロ) 坑内ニ於ケル可燃性瓦斯含有率 100 分ノ 1 以上ノ場所ニ於テハ發破ヲ行ハザルコト但シ其ノ含有率 100 分ノ 2 以下ノ場所ニ於テ電氣點火法ニ依ル場合ニ於テハ此ノ限ニ在ラズ。(鐵警第三十五條第二項)

即ち以上の條文に依ると、瓦斯含有率と作業の關係並に之に對する處置は次のやうになつてゐる。

- (i) 坑内作業場では爆發瓦斯の含有率を 100 分の 2 (2%) 以下とすること。
- (ii) 坑内通行場所に於ては 100 分の 3 (3%) 以下とすること。
- (iii) 爆發瓦斯の含有率 100 分の 1 (1%) 以上の場所では發破を行ふことが出来ない。但し電氣點火法に依るならば 100 分の 2 (2%) 迄は行つてよい。
- (iv) 爆發瓦斯の含有率 100 分の 2 (2%) を超える場合には、次のやうな處置を取らなければならない。
- 1 適當な見易い位置に一定の警標を掲げ、瓦斯が 2% 以上あることがよく判るやうにすること。
  - 2 導火線發破は勿論電氣發破も出来ない。

- 3 作業は出来ない。しかし通行だけなら差支へない。故に作業を一時中止して他の箇所に振替へるか、或は確實に排除した後に再び作業をさせること。
  - 4 前記のやうに作業は出来ないが、特に安全な方法で通氣改良に關する作業を爲さしめる場合は別である。
- (v) 爆發瓦斯の含有率 3% を超える場合は次のやうな處置を取らなければならない。
- 1 發破及び作業は勿論通行も出来ない。
  - 2 通行の出来ない嚴重な柵をするか、或は其の他の方法で通行遮斷の設備をすること。
  - 3 適當な見易い所に警標を掲げ、瓦斯が 3% 以上あることがよく判るやうにすること。
  - 4 前記のやうに瓦斯が 3% 以上あれば作業も通行も出来ない。  
通氣を改良するために警戒程度以上の瓦斯の存在する箇所での作業は坑内及び機械保安係員が監督指揮して瓦斯をよく測ると共に絶対に火の發しないやうにすること、即ち特に安全な方法で作業を爲す場合は別である。

以上は法規に示された處置であるが、各炭礦には之が實行に關して夫々詳細な規定があることと思ふから、夫等をよく守り確實に實行して保安上遺憾のないやうにせねばならぬ。

又前記の處置の他に、瓦斯の含有率によつて其の場所の送電を停止する等の處置が必要となるが、之等の點は其の炭礦の規定に従つて適切な處置を取らなければならない。

尙瓦斯が 2% 以上に増して來るやうな場合、例へば通風機の故障、瓦斯の突出、又は其の他の通風異状の場合には直ちに其の電源を遮斷出來る設備をして置き、落着いて其の處置を誤ることがないやう

に平素からそれに対する訓練をして置かなければならない。

次に大事なことは、瓦斯の含有率に應じて前記の處置を取つた場合は、遅滞なく技術管理者に報告して其の指示を受けねばならぬ。又保安係員は其の職責上之等の事を保安日誌に記入して置かなければならない。

尙瓦斯の排除に關しては**瓦斯排除**の章を参照のこと。

### III 爆發瓦斯の排除

#### 1. まへがき

##### (1) 用語の説明

##### (一) 通風

坑内の不良な空気を新鮮な空気と入換えて、爆發瓦斯等を薄めて排除することを通風といふ。

〔註〕 従來之を通氣とも呼んでゐたが、通氣と通風とを區別するのが適當である。

##### (二) 通氣

通風に依つて流動する坑内空気を通氣といふ。

##### (三) 通風力

坑内空気の流動を起す力を通風力といふ。

〔註〕 通風力は通風機を吸出式に用ひる場合に負壓となり、吸込式に用ひる場合に正壓となる。

##### (四) 通風機と通風装置

通風を爲すために用ひられる機械及び装置をそれぞれ通風機及び通風装置といふ。

〔註〕 従來の扇風機（又は掘風機）の外、送風機も通風の目的のために使用されるから總括的に通風機と呼ぶ。

##### (五) 主要通風と主要通風機

坑内全般に亘る通風を主要通風といひ、之に用ひられる通風機を主要通風機といふ。

##### (六) 補助通風と補助通風機

主要通風の一部又は全部を補助強化する通風を補助通風といひ、之に用ひられる通風機を補助通風機といふ。

#### (七) 局部通風と局部通風機及び局部通風装置

主要通風が直接其の力を及ぼし得ない局部又は不十分な局部への通風を局部通風といひ、之に用ひられる通風機及び通風装置をそれぞれ局部通風機及び局部通風装置といふ。

#### (八) 通気圖

種々の通気記號(附圖参照)を用ひて、坑内の通気の状態施設等を明かにした圖面を通気圖といふ。

### (2) 爆發瓦斯の排除は如何に大切か

爆發瓦斯の性狀の章に述べたやうに、爆發瓦斯は炭層や岩罅内にも存在するもので、坑内作業が進展し擴大するにつれてドンドン出て来るものである。

此の爆發瓦斯は空氣と適當の割合に混合すれば燃焼爆發の危険性を生じ、此の處置を誤る時は不慮の慘事を惹き起すものである。

各炭礦では其の爆發防止に凡ゆる努力をなし、保安の確保に努めてゐるにも拘らず、變災は依然として其の跡を絶たない。然も其の際の人的や物的損失の甚大なことは爆發防止の如何に大切であるかを物語るものである。

尙瓦斯が濃厚になると、酸素が不足して窒息を起す危険もある。

故に坑内に危険程度の瓦斯を停滯させぬやうに、之を安全程度に薄めて排除するか、或は安全な方法で誘導排除して作業箇所や通行場所等を安全にしなければならぬ。

### (3) 爆發瓦斯はどうすれば排除出来るか

#### (一) 排除の方法

前項に述べたやうに、危険程度の爆發瓦斯は必ず新しい空氣を送つて安全程

度に薄めて排除せねばならぬ。一度安全程度に薄めたものは再び分離して危険程度にならないことは、性狀の章の註で述べた通りである。

又特殊な場合、即ち其の瓦斯が極めて多量に噴出し、之を安全程度に薄めるに足る空氣を送ることが困難である場合には、濃い瓦斯を其の儘鐵管や風管で誘導して安全に排除することも行はれる。

尙詳しく述べてみると、爆發瓦斯の發生状態は性狀の章の3に述べた通りであるが、其の發生箇所が作業箇所や通行箇所のやうな所で、其の儘にして置くと危険になる場合には、其の局部に十分の量の風を吹付けて安全程度に薄めねばならぬ。之に反し古洞等に多量に溜つた瓦斯は、唯溜つてゐるだけであれば危険もなく、従つて之を全部薄めて排除する必要はないが、其の儘にして置いたがために拂の大肩等の作業箇所や其の他に流出して来る場合には、唯無闇に風を吹付けても、瓦斯が多量に溜つてゐるために、濃いまま吹散らすやうになり却つて危険である。かういふ場合には之を局部通風に依つて之を吸出式に誘導して専用風道に排出すればよい。特に古洞に多量の瓦斯が出るとか或は特殊の箇所に猛烈な噴出がある時、其所を密閉して鐵管を差込み、直接坑外へ引き出す場合(性狀の章瓦斯突出の實例(四)参照)もある。

突出瓦斯を一時門の開放によつて一區域に溜め、坑内から稼働者を避難させ、電源を絶つ等の處置を終つた後に、徐々に通風を恢復して、小口から之を排除し得ることもある。

#### (二) どの程度に薄めればよいか

爆發瓦斯をどの程度に薄めればよいかは一應の理窟としては、燃焼爆發を起さない程度に薄めればよい譯であるが(燃焼爆發を起す濃さに就ては性狀の章7参照)、しかし爆發豫防、即ち安全といふ點を考へると、其の燃焼爆發を起すぎりぎりの處まではよいと考へることは大變な間違である。

最も警戒を要する掘進箇所のやうな所では、局部通風を完全に行つてゐて平常安全な状態であつたとしても、爆發瓦斯の出方は必ずしも一樣でなく、又通

気量に変化がないとはいへない。

つまり一寸した出方の違ひとか、通気量の變化ですぐに危険程度になつてはならないといふことから、安全率を見て法規にも次のやうに定められてゐる。

- (i) 特に安全な方法に依る通気改善作業の外は、作業場の爆発瓦斯の含有率は2%以下に薄めてしまはねばならぬ(鑛警第二十三條)
- (ii) 單に通行するだけなら3%以下に薄めればよい(同前)
- (iii) 發破を行ふときは1%以下に薄めねばならぬ。しかし電氣發破の時は2%以下にすればよい(鑛警第三十五條)

【註】 鑛警第二十三條 坑内作業場=於ケル可燃性瓦斯含有率ハ 100分ノ2 以下ト爲シ  
坑内通行場所=於テハ 100分ノ3 以下ト爲スベシ但シ特=安全ナル方法=依リ通  
氣改良=關スル作業ヲ爲サシムル場合=於テハ其ノ作業場=付テハ此ノ限=在ラ  
ズ(以下省略)

鑛警第三十五條第二項第二號 坑内=於ケル可燃性瓦斯含有率 100分ノ1 以上ノ  
場所=於テハ發破ヲ行ハザルコト但シ其ノ含有率 100分ノ2 以下ノ場所=於テ電  
氣點火法=依ル場合=於テハ此ノ限=在ラズ(以下省略)

法規の「100分ノ2 以下ト爲シ」といふのは、100分ノ2 以下である所で作業をせよといふ意味でなく、積極的に爆発瓦斯を薄めて2%以下にせよ(爲シ)といふ意味である。換言すれば、爆発瓦斯が発生して危険程度の濃さのものが停滞する心配のある場合には、必ず之を2%以下に薄めるため十分に通風を行はなければならないといふ意味である。

危険程度の爆発瓦斯が停滞する心配があるかないかは、常時瓦斯の検定を確實に行つて知るより外に途はない。

安全程度の濃さに薄められたかどうかといふこと、即ち、局部通風がよく行はれてゐるかどうかといふことを知る方法は、**爆発瓦斯の検定**の章に詳しく述べてあるやうに、通気専任保安係員は勿論、一般の保安係員及び發破係員も亦理研瓦斯検定器又は瓦斯検定燈を使用して検定を行ふことが必要である。吸氣装置の無い揮發油安全燈は確實な瓦斯検定が出来ないから使つてはならない。

次に坑内作業場の可燃性瓦斯含有率に就て説明する。

爆発瓦斯が炭層から發生する場合の濃度は100%に近い濃いものもある。かういふ場合理想的に局部通風を十分に行つても、發破孔の中や高所の極く小さい凹みや、噴出してゐる口元等の小局部に少量の燃焼爆発程度のもが存在することは已むを得ない。従つて検定を行ふに當つて、2%以上どの位の濃さのものがどの範囲にあるかを確認、其の範囲が危険な位に廣ければ徹底的に2%以下に薄めねばならぬ。もしどうしても薄められない部分が残る場合には、其の存在範囲を危険の虞のない程度に狭めなければならない。さういふ風によく通風が行はれて居れば、實際上危険はないし又法規の趣旨にも合するのである。

「坑内作業場=於ケル可燃性瓦斯含有率ハ 100分ノ2 以下ト爲シ」といふ眞の意味は上述のやうなものである。

【註】 爆発瓦斯の危険なのは、其の一部に點火すれば燃え擴つて行く濃さ、即ち、約5%以上の場合であるが、實際の場合では、唯濃さだけを考へてはならない。其の濃さの外に危険程度の瓦斯の存在範囲の大小、即ち其の濃い瓦斯が多量にあるか少量にあるかが問題なのである。「作業場ノ可燃性瓦斯ノ含有率ヲ100分ノ2以下ト爲シ」といふ意味は、危険程度の瓦斯を2%以下に薄めよといふことだけでなく、極めて小容量に減らして實際上危険の虞のないやうにせよといふのである。即ち、瓦斯検定器や検定器のゴム球で、10回餘りも吸引すれば無くなつてしまふ程度の容積の爆発瓦斯の存在することは已むを得ないことであり、此の程度に通風が行届いて居れば、2%以下にせよといふことが十分達せられてゐると考へてよい。尙もつと率直にいへば、勿論坑内で瓦斯に火が着くといふやうなことは絶對にあつてはならないことであるが、假に燃えたとしても、實際に被害のない位の少い容積になる迄に通風が行届いてゐることが必要であり且それ迄になつて居ればよいといふ意味である。

瓦斯検定を確實に行ふことが切に要求される理由は、此の危険程度(5%以上)及び警戒度(2%以上5%以下)の瓦斯の存在範囲即ち瓦斯の濃さと容積を明瞭にし、之に十分の通風を行つて、之を安全程度(2%以下)に薄められたかどうかを確認せなければならないからである。



## 2. 主要通風

### (1) 主要通風の目的は何か

主要通風の目的は、坑内全般に亘り必要なだけの新鮮な空気を送り、爆発瓦斯が危険程度にならぬように薄め、汚損した空気も坑外に排出して坑内を安全に且働き易くするにある。即ち

- (i) 坑道や拂面等通風の通り路に存在或は発生する爆発瓦斯を薄めて排除すること。
  - (ii) 局部に発生する爆発瓦斯を局部通風施設に依つて安全な程度に薄めて排除するに必要な空気を送ること。
- 等である。

主要通風機は以上の目的を果すために必要な風量(附録 必要風量の項参照)を必要な箇所に送るだけの十分な容量がなければならない。しかし例へそれが十分であつても、坑道其の他の通風抵抗や、通気門、風橋等に依る漏風のために、主要坑道に多量の通風が行はれてゐるにも拘らず、肝腎の拂面等の作業箇所や局部通風機の据付位置等に風が少ししか廻らず、瓦斯の排除が旨く行はれてゐない例が多い。故に坑道の設計や通気の流れ、漏風防止等をよく研究して、必要な箇所に十分な風量を送るやうに努めなければならない。

### (2) どうして通風を起すか

通風を起すためには、入気側と排気側とに壓力の差が出来るやうにせねばならぬ。其の壓力の差、即ち通風力は何に依つて起るかといふと

- (一) 自然に依るもの(自然通風)
- (二) 機械力に依るもの(機械通風)
- (三) 其の他に依るもの

がある。

### (一) 自然通風(附録 自然通風の項参照)

相通する坑口に高度差があり且坑内外の温度に差があれば自然に通風が起るもので、之を自然通風といふ。

しかし自然通風では、外氣の温度の變化により夏季と冬季又は春秋の或る時期には晝と夜の間にも入排氣が逆の方向となる。従つて其の轉換の時には全然通風が行はれぬ場合が出来る。故に坑内が少し深くなり、瓦斯が出て来るやうになれば、此の通風力のみで頼ることは危険となるから、一年を通じて頼りになる通風方法とはいへないのである。従つて機械通風又は其の他の通風を行ふ必要が生じて来る。

### (二) 機械通風(附録 機械通風の項参照)

機械通風は現在一般に行はれてゐる通風方法で、主要通風機を排氣坑口(又は坑底)近くに置いて吸出式にするのと、入氣坑口近くに置いて吹込式にするのと二通りの方法がある。

現在一般に行はれてゐるのは吸出式であつて、此の場合は入氣側の壓力に比して排氣側の壓力を低下させるもので、此の壓力の差を負壓と呼び、水柱(耗又は吋)を以て表はす。

茲で注意すべきことは、機械通風を行つてゐる所でも、自然通風の影響を蒙り、通風が促進されたり逆に阻害されたりすることがある。(附録 機械通風と自然通風との關係の項参照)

(註) 坑口の高低差が大きく坑内外の温度の差が甚しい場合に其の影響が多い。尚高低差がなくても、温度差の影響を受ける多は通氣量が多く、夏は少いのは其の例である。

### (三) 其の他の通風

次の通風方法は、自然通風より機械通風にまで發達した間に考案された云はば原始的な方法で、特殊の場合に一時的に採用されるに過ぎない。坑内が深くなり、瓦斯が発生する場合には使用し得ない。

#### 1. 蒸氣通風

蒸気を用ひて排気坑内の空気を熱して通風を起す方法である。

## 2. 爐通風

排気坑口又は坑底に爐を設け、排気を熱して通風を起す方法である。

## 3. 洒水通風

入氣坑に冷水を落して入氣を冷却し、同時に落下水の吸引作用を利用して通風を起す方法である。

### (3) どんな通風方式があるか

坑内主要通風方式は主要通風機の使用法より見て、吹込式と吸出式とに、又入排気坑道の位置より見て、中央式と對隅式とに大別される。

#### (一) 吸出式と吹込式との比較

一般に電気機械設備の多い運搬坑道を瓦斯や温氣を含む排気に持つことは保安上良いことではなく、又色々の支障も多いので、運搬坑道は入氣にするのが得策である。處が吹込式では入氣坑口に通氣門を要するので、之を運搬坑道にすると、炭車の通過する毎に坑口の開閉を要し、漏風が多くて不利益である。吸出式では此の支障がない。

又平坦な炭層を稼行する場合は、通風の吹下し又は吹上り共其の差が少いから吹込又は吸出の孰れの方式でもよいが、傾斜した炭層を稼行する場合は、吹込式にして運搬坑道を排気に持つ時は大多數の切羽通風が吹下しとなり、瓦斯排除が旨く行はれないこととなる。吸出式では此の缺點はない。

吹込式で切羽通風を吹上にすれば、曲片に門を立てねばならぬこととなり、漏風が多くなる外運搬が面倒である。

しかし吸出式では浅い所を稼行する場合に、龜裂或は舊坑道の不良な瓦斯を坑内に吸込む虞があるが、吹込式では作業場に引出されず坑外に押し出される。

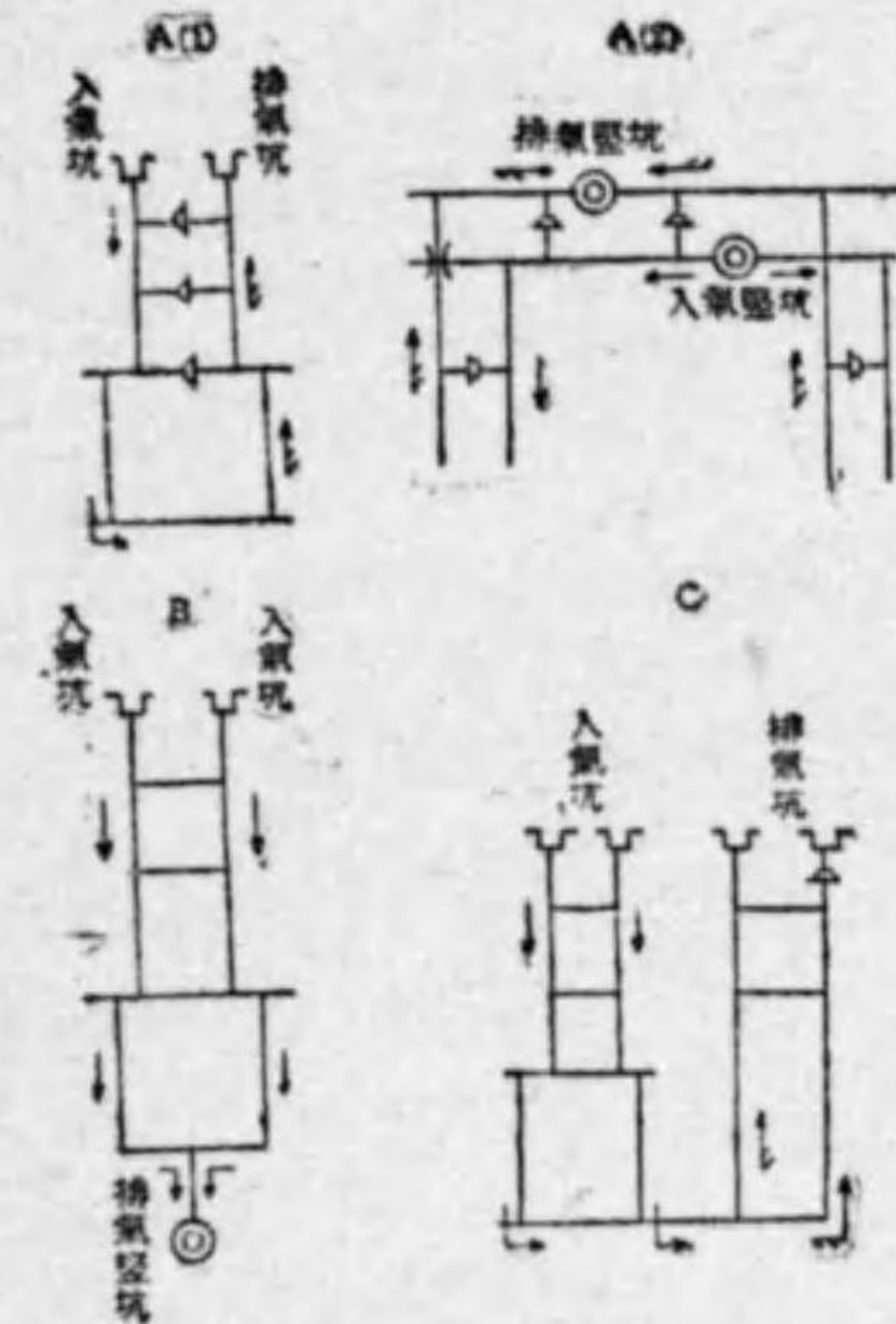
其の他吹込式では通風機休轉の際瓦斯の出る量が多いが、吸出式では少い。しかし吸出式では再運轉の當初は一時瓦斯量が多くなる。

吹込式と吸出式とは以上のやうな優劣があるが、大切な保安及び漏風防止の點から見て、現今特種の場合を除いて殆ど吸出式が採用されてゐる。

#### (二) 中央式と對隅式との比較

第20圖 A(1)及び(2)のやうに、入氣坑口と排氣坑口とが相接近して居り、通氣は入氣坑道に接近した排氣坑道を歸つてくるやうな場合、之を中央式通氣法といひ、Bのやうに入排氣坑口並に主要入排氣坑道が相離れ、或はCのやう

第20圖 中央式と對隅式



に、入排氣坑口は相接近してゐても、主要坑道が連絡してゐない場合、之を對隅式通氣法といふ。

中央式では坑道が長くなり、通風抵抗が多くなる上に、入排氣兩坑道が接近してゐるので、通氣の短絡を起し漏風が多くなり易い。即ち有效風量が少くなり易いといふ通風上の大きな缺陷がある。

對隅式では、主要風道の長さは比較的短くし易く、又通氣門 風橋等が少いから、通氣設備が簡單になり、漏風も少く有效風量が多くなる。

中央式では、兩坑口さへ出来れば直ちに通氣を取り得られるから、開坑當初は便利であるが、坑内が次第に發展し切羽が坑口より遠くなれば、上述の缺陷が次第に現はれ通風を阻害するやうになる。従つて爆發瓦斯が多量に發生することを豫想される炭礦では、開坑當初から對隅式通氣法に依り開發計畫を樹てるがよい。しかし一般には最初の間は中央式に依り、坑内が次第に發展し通風が困難となる頃對隅式に改めることが多い。

## (4) どうすれば風はよく廻るか

坑内の各所に所要の通風をなすには、其の風廻しをよくしなければならない。

此の風廻しをよくするには

- 第一 坑道の通風抵抗を少なくすること
- 第二 通気路の数をなるべく多くすること
- 第三 漏風を少なくすること

が肝要である。

## (一) 通風の抵抗

通風に對する抵抗に影響する事項として考へられるものに

- 1. 坑道の形状と大いさ
- 2. 坑道の延長
- 3. 坑道の屈曲
- 4. 分量門
- 5. 坑道断面積の急激な變化
- 6. 坑道内の障碍物

等が挙げられる。

以下之等の通風抵抗に就て簡単に説明する。

1. 坑道の形状と大いさ (附録 通風抵抗係數, 6. 坑道の断面積と周邊との關係, 坑内の通風抵抗と等積孔との關係の項参照)
  - i 坑道の大きさ(断面積)をなるべく大きく保つ
  - ii 坑道の表面の凹凸をなるべく少なくする
  - iii 坑道の形は同じ断面積のものなら, 周邊を短くするためなるべく圓形に近くする

つまり通気量に對し適當な大いさの丸い坑道が抵抗が少ないが, 實際には

アーチ型又は, 矩形に近い形のものとなる。現場で断面積の小さな所は, 風速が速いため一見通気量が多いやうに思はれ勝ちであるが, 之は風量に對して断面積が割合に小さな所であるから, 抵抗が大きく風量も案外少い場合が多い。

## 2. 坑道の延長

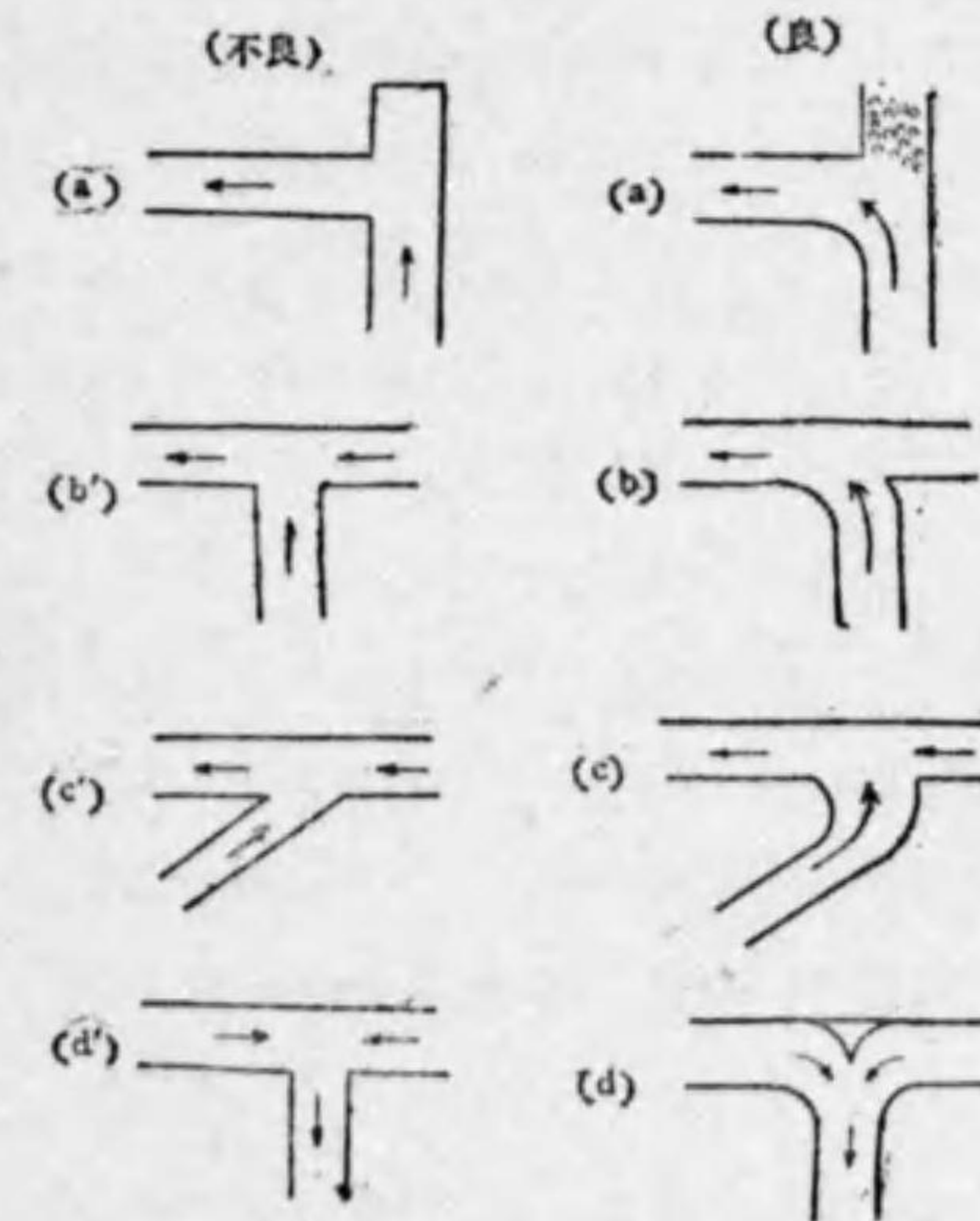
坑道は短い程抵抗が少ないわけであるから, 長い坑道はなるべく短く切替へたがよい。

## 3. 坑道の屈曲 (附録 坑道の屈曲に依る抵抗の項参照)

坑道が屈曲すれば其のために通風抵抗が増すことになる。即ち坑道が急激に屈曲したり, 二つの坑道が一點に會する場合等には, 其の邊で渦流が起り, 之れがために抵抗が増加することになるものである。

故に適當な方法を講じて之を避けることが必要である。例へば第 21 圖

第 21 圖 屈曲坑道及び合流點の誘導



のやうに, 坑道の屈曲はなるべく直角又は鋭角を避け, 緩いカーブとすべきである。しかし急角度の屈曲の已むを得ぬ場合には, 其の内外兩角になるべく大きなカーブをつけるがよい。又二つの氣流が會合する場合には, 適當な誘導装置を設けて氣流の衝突を避けるやうに努めなければならない。

## 4. 分量門 (附録 分量門に依る抵抗の項参照)

分量門は人工的に各所の風量を調節する目的で其の坑道の通風

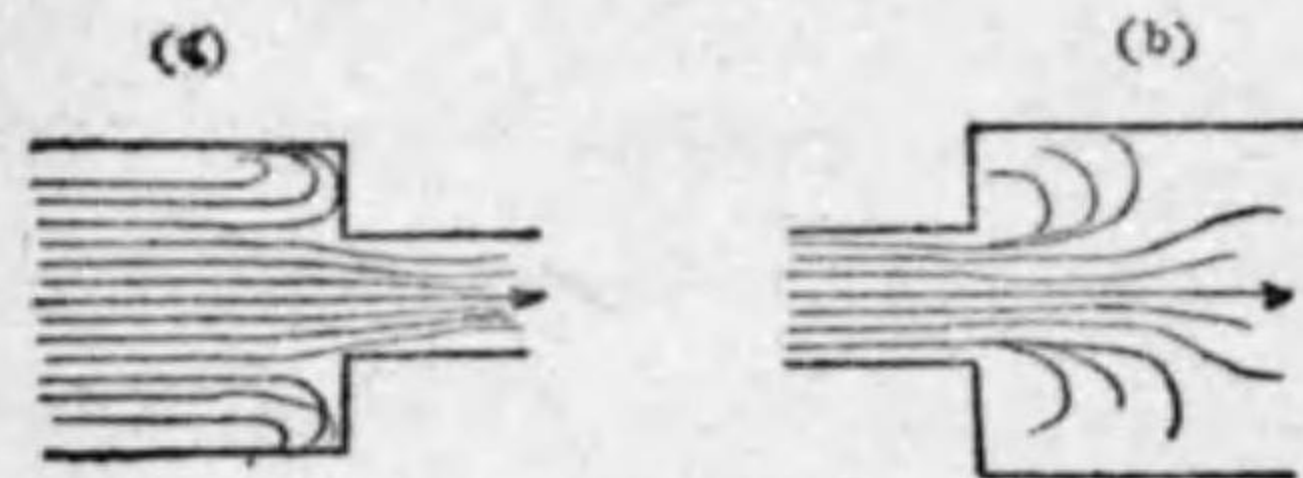
抵抗を増すために設けたものであるから、一般の抵抗として取上げる問題でないかも知れないが、坑内全體として之をみる時は、坑内等積孔(5)補助通風機の聯合運轉1の註(2)参照)を減少せしめるもので、即ち坑内の全抵抗を増加するものであるから、出来るだけ之を避け、後で述べる自然分流通風ですむやうに努めなければならない。

5. 坑道断面積の急激な變化(附録 坑道断面積の急激な變化に依る抵抗の項参照)

坑道の断面積を急激に變化させれば、此處に渦流を生じ通風抵抗を増すものである。坑内全部に亘つてかやうな箇所が多ければ輕視出来ぬ抵抗となつて現れて來るものであるから、さういふことのないやうに努力せねばならぬ。

要するに如何なる場合でも、空氣の流れがなるべく亂れぬやうにすれば通風抵抗は少くなる。

第 22 圖 坑道の急激な縮少及び擴大



6. 坑道内の障碍物(附録 坑道内の炭車に依る通風抵抗の項参照)

坑道内の硬や諸材料の堆積等は、坑道の其の部分の断面積を縮小し且つ摩擦面を粗くするから、通風抵抗を増すものである。

又坑道内の炭車は氣流に逆行する場合は勿論停止してゐる場合にも、通風抵抗を相當増加するものである。此の影響は炭車の正面積が其の坑道の断面積に比して大きい程又炭車數の多い程大きいものである。

故に入氣坑道や排氣坑道中では、炭車が停滯せぬやうに常に注意すべきである。又常時停滯せしめる坑道は、適當の大きい断面積にして置かなければならない。

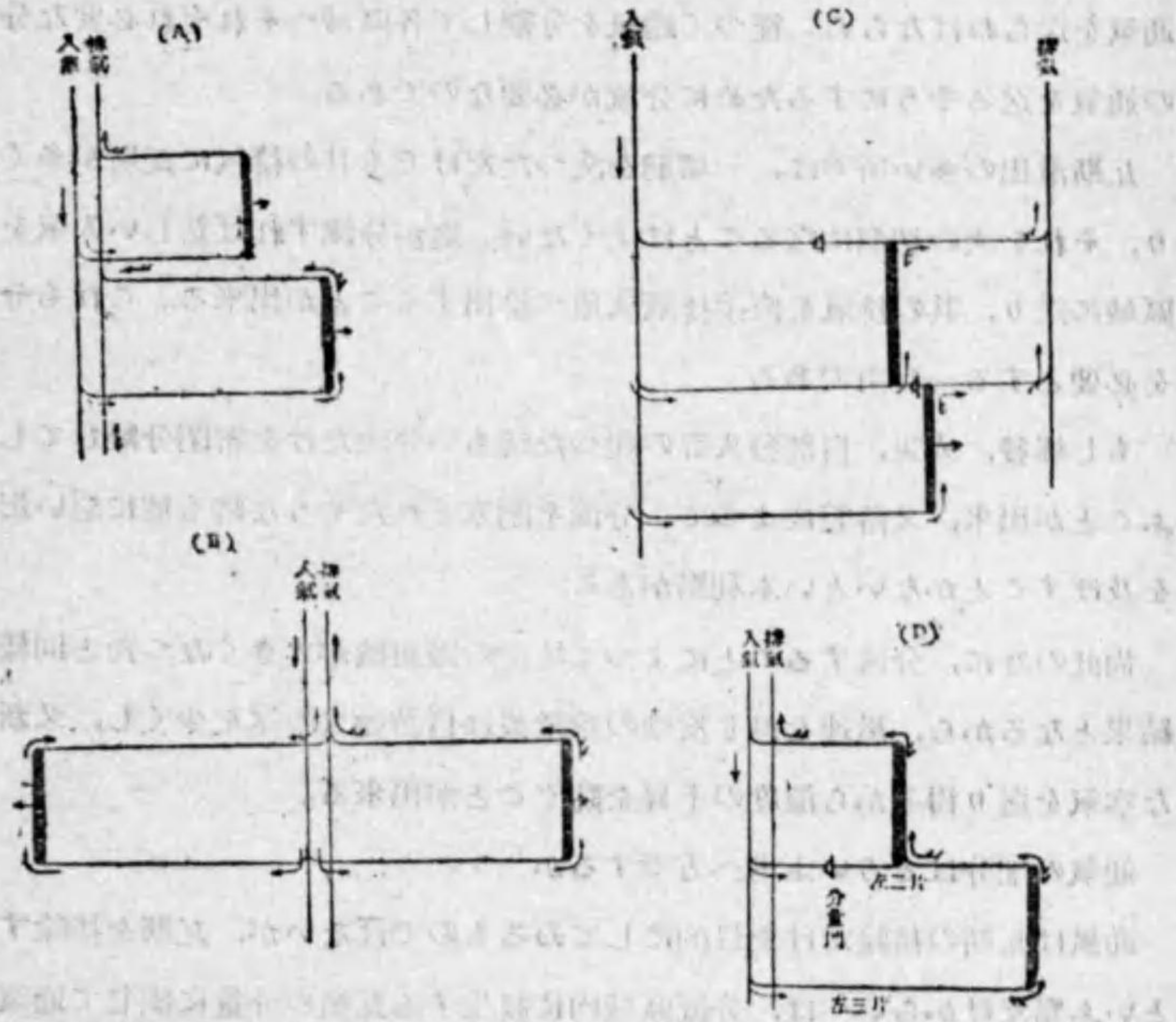
(二) 通氣の分流(附録 12 通氣の分流の項参照)

1. 通氣の分流とはどういふことか

坑内の通氣路を全坑唯一本にせず何本かに分けて、主要入氣坑道から入氣が幾つかの區域に分れて入り、必要な箇所を廻つて最後に主要排氣坑道に集まるやうになるのを通氣の分流といふ。

第 23 圖 A, B, C のやうなものは、どの區域の排氣も決して他の區域

第 23 圖 通氣の分流



の入氣となることのない分流方法であるが、Dのやうに左二片拂の入氣に左三片の排氣が混入するやうな場合もある。

2. 通氣の分流は何故必要か

坑内の通氣路を全坑唯一つにすることは、通風以外にも色々不便があり或は不可能な場合もあるが、通風上からいつて次のやうな理由から分流が必要

となるのである。

通風抵抗の点からいへば、數本に分割することが坑道の斷面積を大きくしたと同様の結果となり、通風抵抗を少くして多量の風量を送り得るよい方法であることは(4)どうすれば風はよく廻るかの(一)の1に述べた通りである。

坑内は各方面の状態に應じ所要通氣量が必ずしも同量でない。即ち各區域の瓦斯の泄出の多い少いや、温度の高い低い等によつて、それぞれ必要量の通氣を送らねばならぬ。従つて通氣を分割して各區域へそれぞれ必要な分量の通氣を送るやうにするために分流が必要なのである。

瓦斯泄出の多い所では、一切羽を洗つただけでも其の排氣に瓦斯が多くなり、それを次の切羽に送ることはよくない。處が分流すれば新しい入氣を各區域に送り、其の排氣を直接排氣坑道へ排出することが出来る。これも分流を必要とする一理由である。

もし爆發、火災、自然發火等の起つた時も一分流だけを密閉分離してしまふことが出来、又落磐によつて一分流を閉塞されたやうな時も他に悪い影響を及ぼすことがないといふ利點がある。

尙此の外に、分流することによつて坑道の斷面積が大きくなつたと同様の結果となるから、風速を減じ炭塵の飛散或は自然發火の虞を少くし、又新鮮な空氣を送り得るから温度の上昇を防ぐことが出来る。

### 3. 通氣の配分はどういふ考へ方ですか

通風は瓦斯の排除だけを目的にしてゐるものではないが、瓦斯を排除するといふ点だけからいへば、分流區域内に發生する瓦斯の分量に應じて通氣を配分することが肝要である。つまり瓦斯の發生量の多い分流區域に多量の通氣を送らなければならない。勿論掘進や採炭を行つて見れば瓦斯の發生状態は判らないのであるが、色々其の炭礦での今迄の實例から推して之を豫測し、又やつて見た上の實狀に應じて適當に調整して行かねばならぬ。かういふ風にして、どの分流にも通氣の不足のないやうに配分することが必要なの

である。尙始めから分流の通氣配分が悪いために、其の分流の通氣が不足である場合は別として、相當よく配分されてゐたものが不足を告げるやうになるのは次のやうな場合である。

- i 其の區域内の瓦斯の發生量が増した場合
- ii 分流坑道全體が長くなつたり、斷面積の狭い箇所が出来たりして、其の分流區域の抵抗が増したために其の區域の通氣量が減じた場合
- iii 或る分流の通氣が色々の原因で必要以上に多量に流れ、従つて残りの分流の通氣が減じて来る場合
- iv 漏風が多くなり各分流區域に必要な通氣が行き渡らない場合

### 4. 分流の方法

分流區域の通風抵抗を其の儘にして別に調節装置を設けなくて、所要の通氣量を配分するのを自然分流法といひ、分量門或は補助通風機を用ひて各分流の通風抵抗又は通風力を加減し、通氣の分量を調節するのを調節分流法(人工分流法又は比例分流法ともいわれる)といふ。

#### イ、自然分流法

自然分流法とは前項に述べたやうに、分量門とか補助通風機とかいふ調節装置を用ひないで、單に坑道の大きさや長さ、支柱の種類、屈曲の状態等によつて異なる各分流の全抵抗に應じて通氣を配分するのをいふのである。

しかし採炭運搬等に必要だけの坑道の状態其の儘で通風の事を考へず、唯坑内の状態の變化するままに放置しては、各分流に必要な通氣量を送ることは出来ない。従つて自然分流に於ても、必要量の通氣を配送するため各分流の抵抗を適當に按配出来るやうに、風道の開鑿をしたり又努めて各分流坑道の切擴めや改修等を行ひ、或は風道を短縮したり、分流區域の再分割を圖るため坑道を開鑿する等して、各分流の抵抗を適當に調整保持しなければならない。

それであるから、自然分流の自然といふのは、通風に就て何も計畫を樹

てないで、自然のまま掘つて置くといふ意味では決してないのである。坑内の發展其の他の變化に先立つて常に通風上の計畫を確立し、別に調節装置を用ひないでも通風の行き詰らないやうにやつて行くことなのである。兎角行き詰つてから處置を採らうとするのが常であり、しかも愈々行き詰つて後處置を採らうとすると、風道の開鑿とか切擴め等はなかなか時日を要し、其の間に一部の通気が悪くなつて爆發等の事故を惹起することが實例でもよく認められるから、通風の行き詰ることのないやうに極力注意しなければならぬ。

通氣量の多少は各分流区域内の抵抗に反比例することは(4)どうすれば風はよく廻るかの項に述べた通りである。従つて茲に二つの分流があるとして、一つは坑道が長く、一つは短かいとして兩方へ略同量の通氣を送らうとすれば、抵抗は長さに比例して増すから長い方の坑道の斷面積を大きくし、又坑道周壁の抵抗を少なくするやうにせねばならぬ。處が長い坑道は兎角手入が行き届かないので加背が狭くなる。特に其の部分に磔の悪い箇所でもあれば一層面倒である。又長短の差が著しくなれば、それを緩和するために加背を廣くするといつても無暗に擴げることは出来ない。そこで思ふだけの通氣の配分が出来なくなるのである。かういふ場合には其の分流を更に分割して抵抗を減ずるか、後に述べる調節分流のことも参照して其の各々の長所の活用に努めなければならぬ。

#### ロ、調節分流法

自然分流に依つて通氣の適當な配分が出来ない場合に、分量門を使用して抵抗を高め或は補助通風機を使用して通風力を強化して各分流間の抵抗比を適當に按配し、之に配送される通氣量を調節する方法を調節分流法といふ。

調節分流は分量門を使ふとしても、補助通風機を使用するとしても、坑道の開鑿とか切擴めとかに比して極めて簡便であるため、兎角風道の手當

を怠り坑道の斷面が狭くなり、甚しいのは人の通行も出来ない状態に立ち至つても尙之を十分に改修もせずに調節装置を設置したがる悪弊がある。

又既に調節を行つてみると或る程度まで無理が利くために、兎角風道の手當が手遅れとなり勝ちである。かういふことは實に誤つたやり方であるから、飽くまでも十分に風道をよくして尙通氣量に過不足のあつた時に始めて調節を行ふと共に、調節分流では風道の手當の行き届くやうに特に注意せなければならぬ。

又分量門を使用する時は、それだけの抵抗を全通氣路の一部へ入れたことになるので、總通風抵抗の増加を招き、しかも後に述べるやうに、其の分量門を設けて絞つた風量が全部他の分流へ増すのではないから、大體に於て損な方法である。従つて、調節分流を行ふべき場合をはつきりと認識し、其の長所を活用して誤らないやうにするのが肝要である。

茲に如何なる場合に實施するがよいかに就て考へて見よう。

#### (1) 補助通風機を使用する場合

補助通風機は通氣量の不足な分流区域に使ふことはいふ迄もないが、唯不足だからといつて漫然之を使つてはならない。通氣量の不足な分流は先づ坑道それ自身の抵抗を少なくするやうに努め、又出来れば更に其の分流を分割して抵抗を少なくせねばならぬ。しかしその出来ないか或は之を行つても尙風量の不足な場合には、此の分流に始めて補助通風機を使用するのである。

勿論切擴めや新風道の開鑿等の處置を行つてゐるが未だ完成に暇がかかる時とか、又將來性のない區域で切擴め改修等に費用をかけることが不利であるといふやうな場合にも應急處置として行ふこともある。

#### (2) 分量門(暖簾を含む)を使用する場合(附録 分量門に依る配分の項参照)

主として其の分流の坑道それ自身の抵抗が少いか又は坑道の長さが短いために、其の分流へ不必要に多量の通氣が流れて行く結果、他の分流

の通気が悪くなるのである。従つて其の不必要に多量な分流に分量門を設けて抵抗を高めて適當に調節する。

風管通風 (3. 局部通風 (3) の (三) 3 参照) を行つた時に、風管を入れない分流に分量門を入れて風管を入れた分流との調和を保つのも此の一例である。

又 第 23 圖 D の左二片に設けた分量門(暖簾)の如く、左二片に分流させる時にも使用される。

分量門は前述のやうに、或る分流に不必要に多量の通気が流れて行くために他の分流への通気が不足になる場合に用ひられるのであるが、分量門を設けると全體の通風抵抗を増すことになるから、主要通風機の通風力に相當の餘裕のある場合に始めて有効に利用される。もし主要通風力に餘裕がなければ、分量門の抵抗のため主要通風力がそれだけ減少するから、分量門を設けた以外の區域の風量増加は極めて望み少いのである。

以上は代表的のものを挙げたのであるから、其の兩者の相混じたやうな場合には、各々其の長所を上手に活用することが必要である。

即ち或る區域の通風抵抗が著しく大きくて必要風量が得られない場合、他の通風抵抗の少い區域の風量を分量門で絞つて、其の分流の風量を増さうといふことは誤である。しかも主要通風に餘裕のない時には一層効果がないことは前述の通りである。

さういふ場合は、先づ抵抗の少い區域の風量を必要なだけ絞ると同時に、増加しない方の坑道の斷面積を擴げるとか、長さを短くするとか、其の他必要風量が得られるまで通風抵抗を小さくする方策を採らねばならぬ。それでも尙風量が得られない時は、之は主要通風機の通風力に餘裕のないことを示すもので、かかる際は主要通風力の増加を圖るか或は通風不足の區域に補助通風機を用ひるとかせなければならぬ。

### 一、分量門に依る調節

分量門に依る調節には其の設置箇所と重要さの輕重に従つてピラ門(暖簾)、分量窓、調節窓等が用ひられる。一般に運搬や通行の障碍とならぬやうな位置に設置するのが普通である。

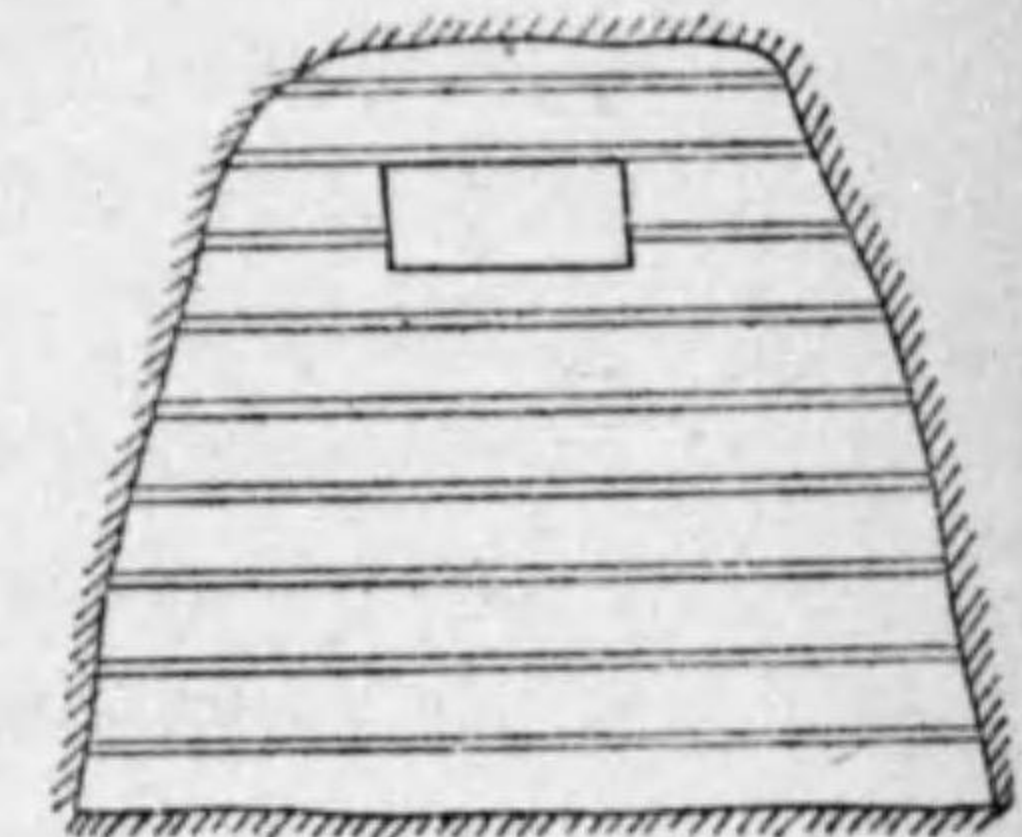
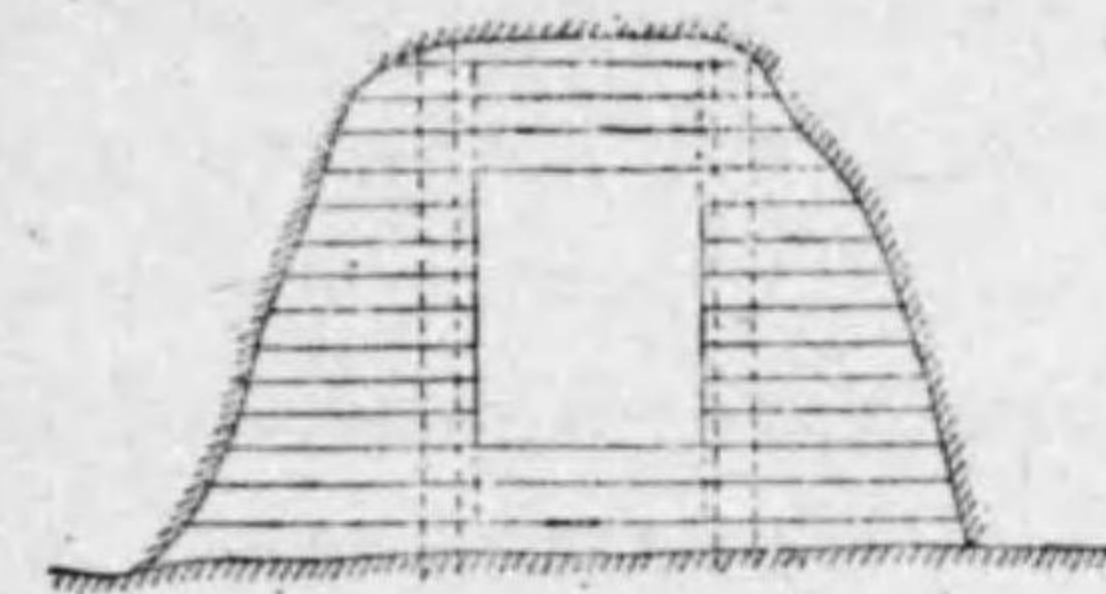
ピラ門は分量門中最も簡單なもので、入氣側にも設置することが出来るが、調節が甚だ不完全なものであるから、餘り重要でない局部に使用される。

ピラとしては帆木綿、ドンゴロス等が用ひられる。しかし布の破損等によつて豫想以上の漏風を生ずる處が多いから、補修を怠らぬやうに注意することが肝要である。

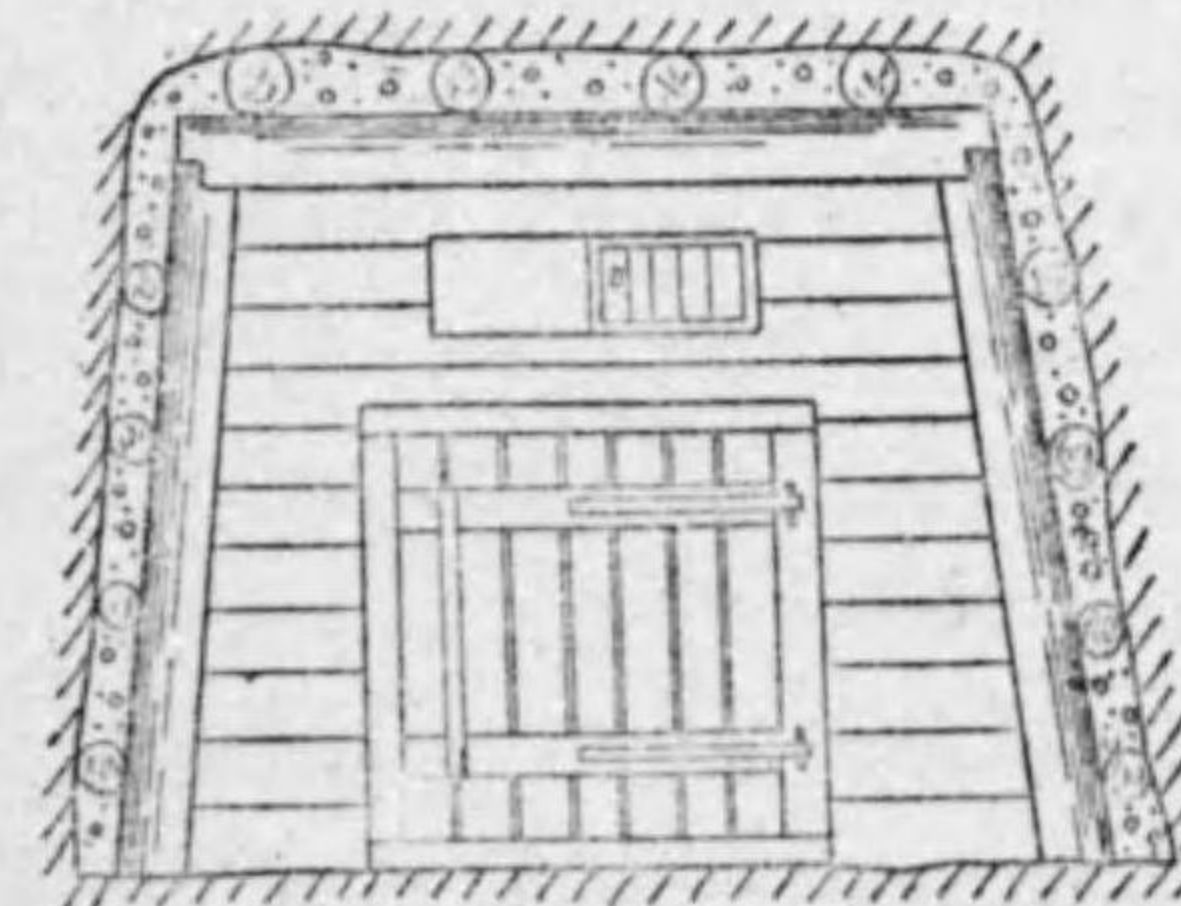
大きな區域の風量調節には分量窓 第 24 圖、調節窓 第 25 圖が普通

第 24 圖 分量窓 (其の 1)

第 24 圖 分量窓 (其の 2)



第 25 圖 調節窓



に用ひられる。

分量窓では窓の開きを自由に變へることは出来ないが、調節窓では開口面積の開きを調節出来る構造にしてある。尙瓦斯の多い炭礦で風管通風を行つた時に、

二重門の間へ瓦斯の停滞を防ぐために、其の戸に分量孔を作る場合がある。

分量門の破損又は調節上の異状は通風系統を亂し、保安上重大な結果を招来することがあるから、分量門に対しては深甚の注意を拂はなければならない。若し異状を認められた時は、他の區域に其の影響を問合せると同時に、通気専任保安係員或は技術管理者迄報告せねばならぬ。自分の擔當區域の風量を増すため、分量門の通気孔を自由勝手に大きくするが如きは、門を開放して奥部の通風を悪くすると同様に影響は頗る大きいから絶対に行つてはならぬ。

## 二、補助通風機に依る調節

調節分流の調節に使用される方法であつて、主要通風機の通風力に餘裕がないため、分量門を使用しても他の分流の通気量を思ふだけ増加し得られない場合、風量の餘る方の坑道は其の儘とし、風量の不足な方の坑道に補助通風機を設置して局部的通風力を高めてその分流の通気量を増す方法である。

補助通風機は所要風量を出し得るものでなければならないが、通風機を通過した通気が通風機に逆戻りせぬやうに坑道を門で張切り、此の隔壁を通じて通風機の吹込口或は吹出口を設けなければならない。

〔註〕 通気門は係員等の通行を便ならしめる外に、通風機の休轉の際門を開放して通風を幾分でも行ふといふのであるが、風壓差の多い所であるから特に漏風の少いやうにせねばならぬ。

## (三) 漏風の防止

一般に入氣量に対して實際に有効に使用されてゐる風量の極めて少いことは遺憾なことである。

此の風量の増加を圖るには、入排氣間に漏風を生ぜぬやう完全な設備を施すことが必要である。殊に坑内が深くなるに連れて通風抵抗が増加し、従つて通

風力を増さなければならぬため漏風が特に多くなるから、途中の風道をなるべく短く且斷面積を大にし、其の上出来るだけ直線坑道にして抵抗を減じ、入排氣間の風壓差を低下すると共に、途中の漏風防止設備の強化を圖らなければならない。

漏風防止の設備には目的に応じて色々の種類があるが、次に之等を簡単に説明する。孰れも維持が十分でない漏風防止の目的に添はぬから、管理を十分にして損傷を認められたときは直ちに修理するやうにせねばならぬ。

### 1. 遮斷壁

通行の必要のない場所又は保安上密閉を要する場所に設けられるもので、閉塞しようとする坑道にコンクリート壁、煉瓦壁若しくは硬巻を築造し、又は木煉瓦、板等にて遮斷するものである。

コンクリート壁は遮斷壁の内でも最も堅強に耐へるもので、長期間の維持を必要とする箇所に設けられるものである。もしも更に丈夫なものが必要である場合には、之に鉄筋を入れた鉄筋コンクリート壁にすればよい。コンクリートの材料としては、セメント 1、砂 2、砂利 4 の割合で造つたものが一番丈夫であるが、施工法が悪いと案外弱いものであるから粗雑な造り方をしてはならぬ。

煉瓦壁は 1 個の築造で事足りる場合もあるが、重要な箇所は極力漏風を防ぐために、1~2m 離して 2 個の煉瓦壁を設け、其の中間に粘土、砂、火山灰等を充填し、セメント・モルタルを使用して上塗りする。もしも其の強さを増したいときは兩壁の間隔を増し、中間は硬の充填を行ひ、之にセメントを注入すれば有効である。

尙施行上注意すべきことは、煉瓦壁は坑道の上下左右の丈夫な磐に切込んでセメント・モルタルで密着せしめ、セメントを僅かな龜裂にも注入して空氣の流通を完全に遮斷することである。

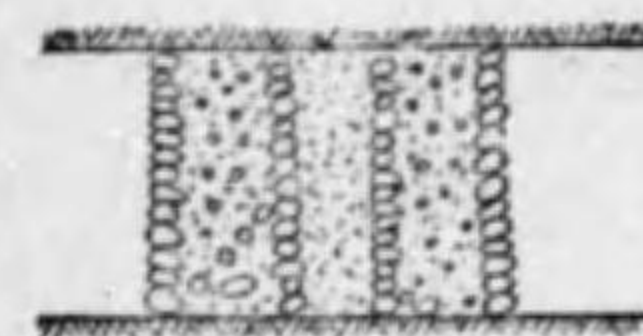
硬巻(第 26 圖)はコンクリート壁若しくは煉瓦壁で遮斷する程重要で



第26圖 硬巻 其の1

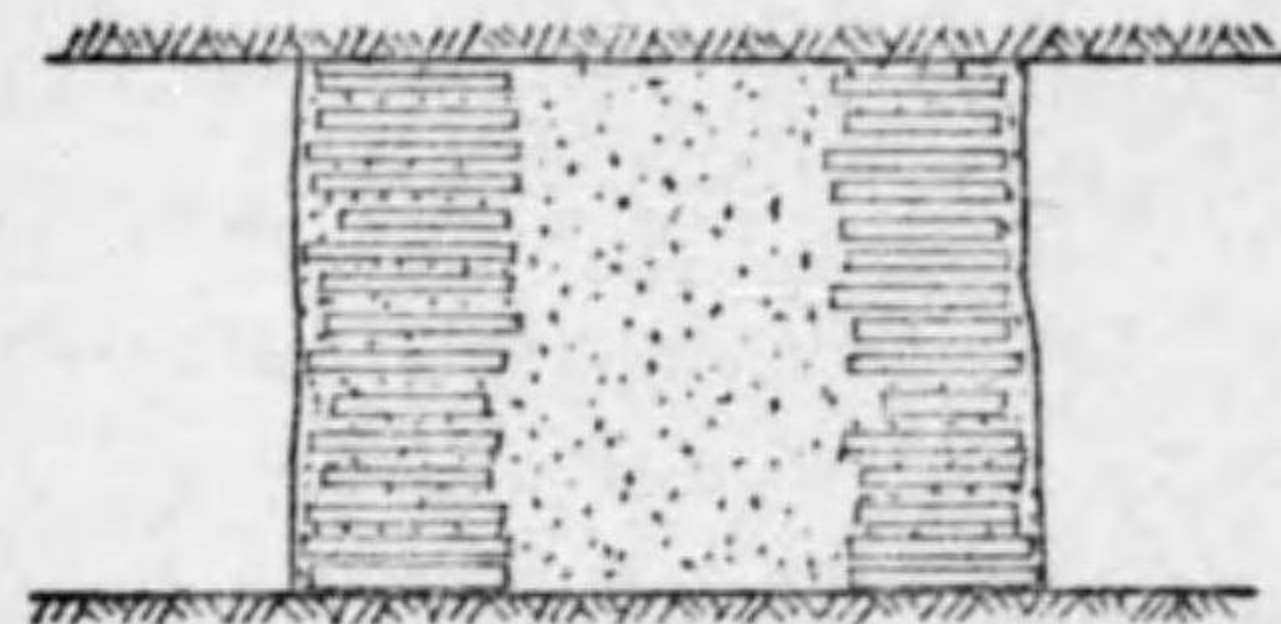


第26圖 硬巻 其の2

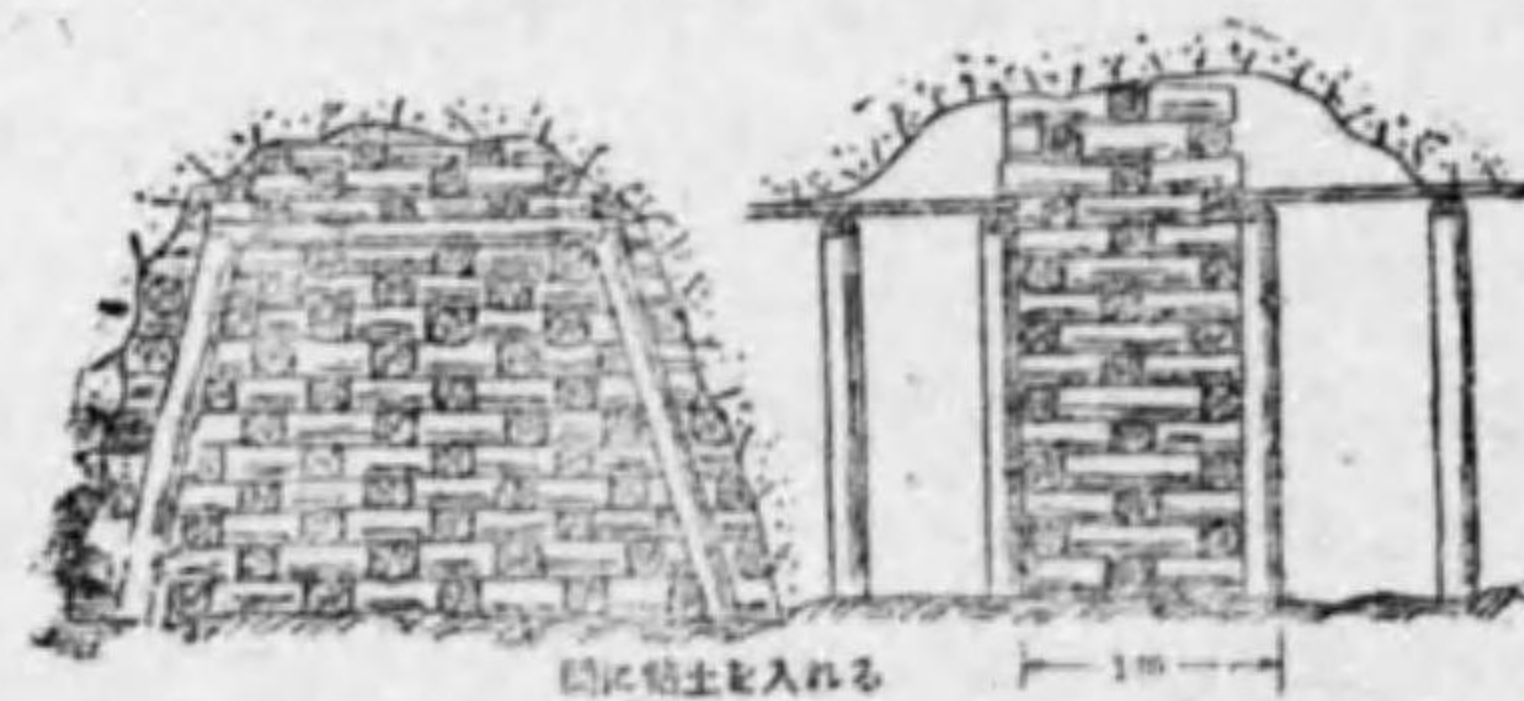


主要卸の両側の炭柱を取り拂つた後の硬巻部分からの漏風が意外に多いから注意が肝要である。

第27圖 ズタ密閉

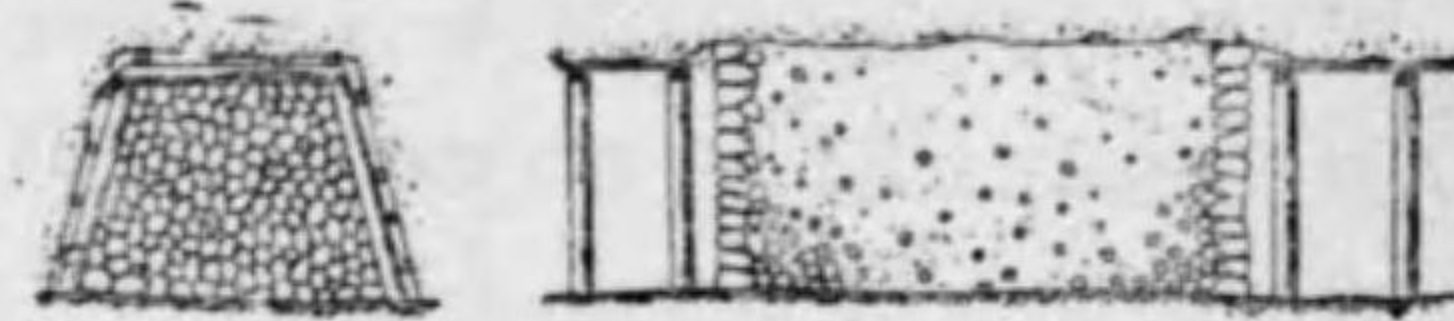


第28圖 木煉瓦密閉



板張切は木柱を立て、之に板を重ね継ぎするか、又は突合せて目板を打ち、継目と周囲には目

第26圖 硬巻 其の3



ない箇所に設けられるもので、其の裏側 1~2m の間は土砂、硬等を詰め、其の表面仕上はセメント・モルタル又はシロ（石灰をフノリで溶いて之にオツサを混ぜ乾燥を防ぐために=ガリを入れたもの）を使用する。

ズタ密閉（第27圖）木煉瓦密閉（第28圖）は1m餘の長さに切断した坑木又は角材を積み重ね、其の隙間を粘土、火山灰又はモルタルで充填して築造したもので、可縮性を有するから罅圧未だ収まらぬ箇所に特によい。表面仕上げはシロを使用する。

板張切は木柱を立て

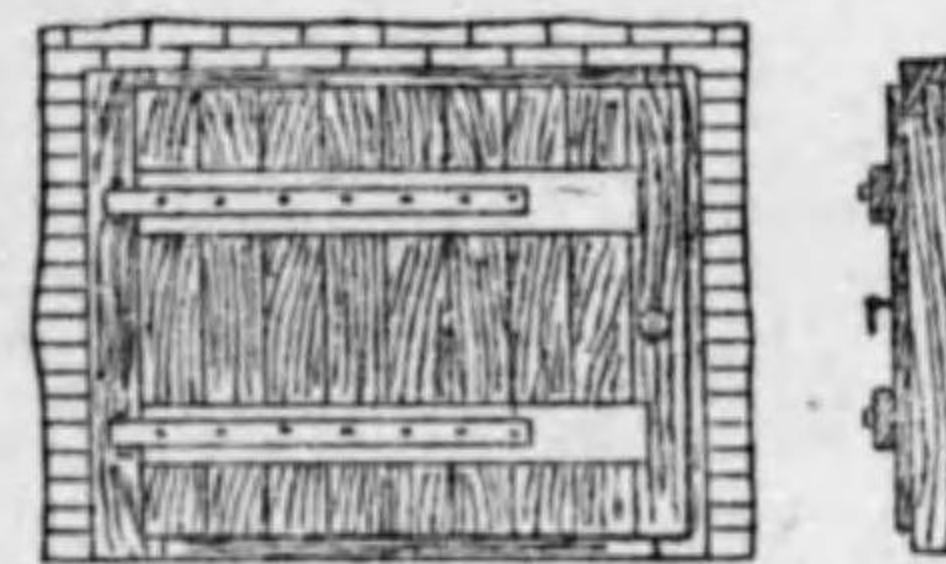
塗を施すものである。之は罅圧等によつて破損し易いから常に手入が必要で、漏風の點から入排氣間の風壓差の少い箇所や一時的の遮断に用ひて便利である。

一般に遮断壁そのものからの漏風は防止されてゐても、炭壁や岩罅の龜裂や弛みからの漏風が多いものであるから注意を要する。

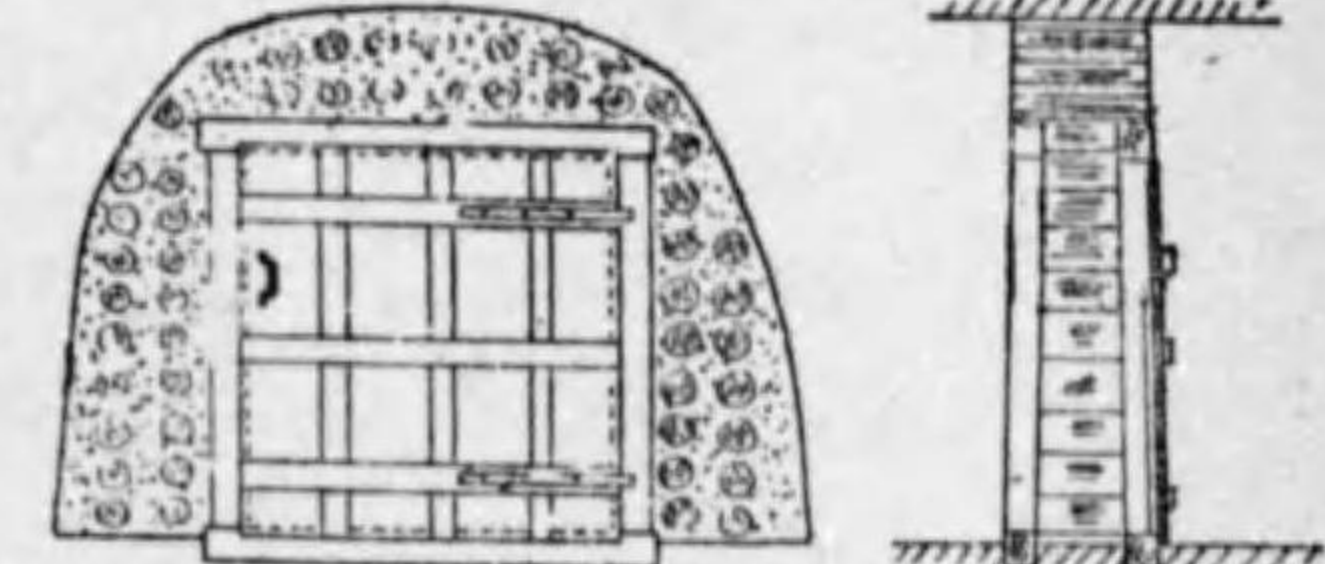
2. 通氣門

通氣は遮断せねばならぬが、通行の必要のある場所に於ける開閉の出来る戸門（第29圖）である。

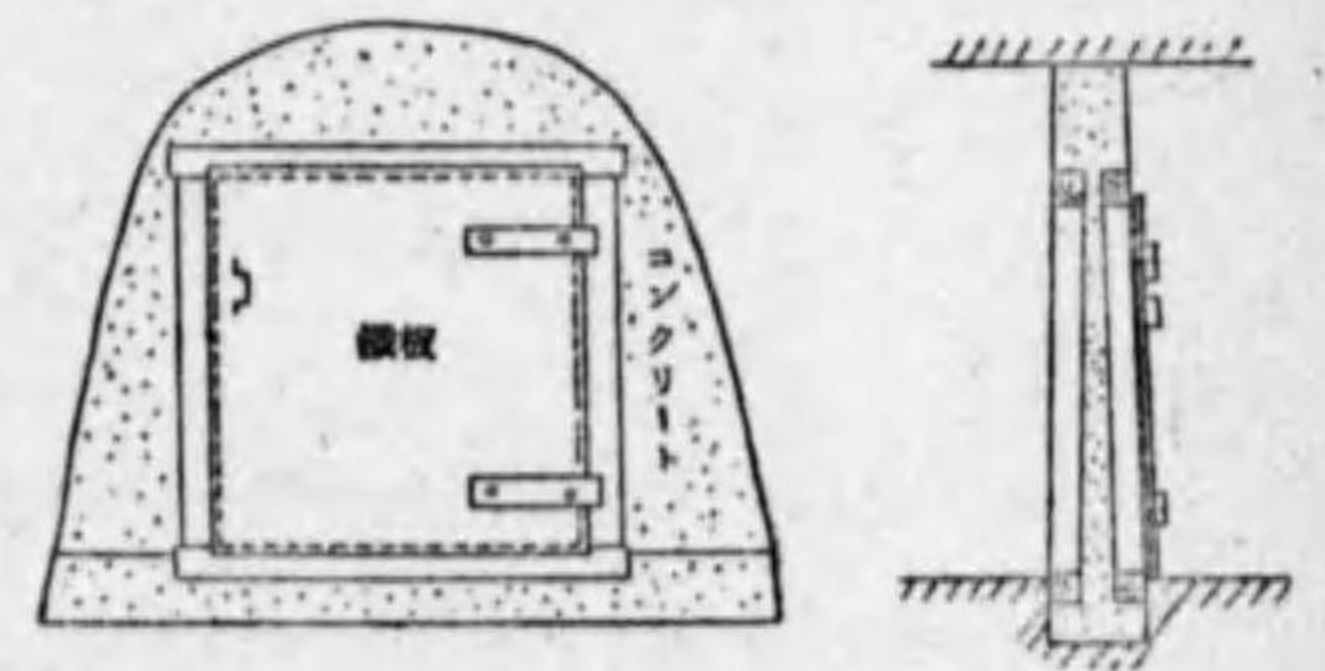
第29圖 通氣門 其の1  
（煉瓦巻）



第29圖 通氣門 其の2  
（ズタ巻）



第29圖 通氣門 其の3  
（コンクリート巻）

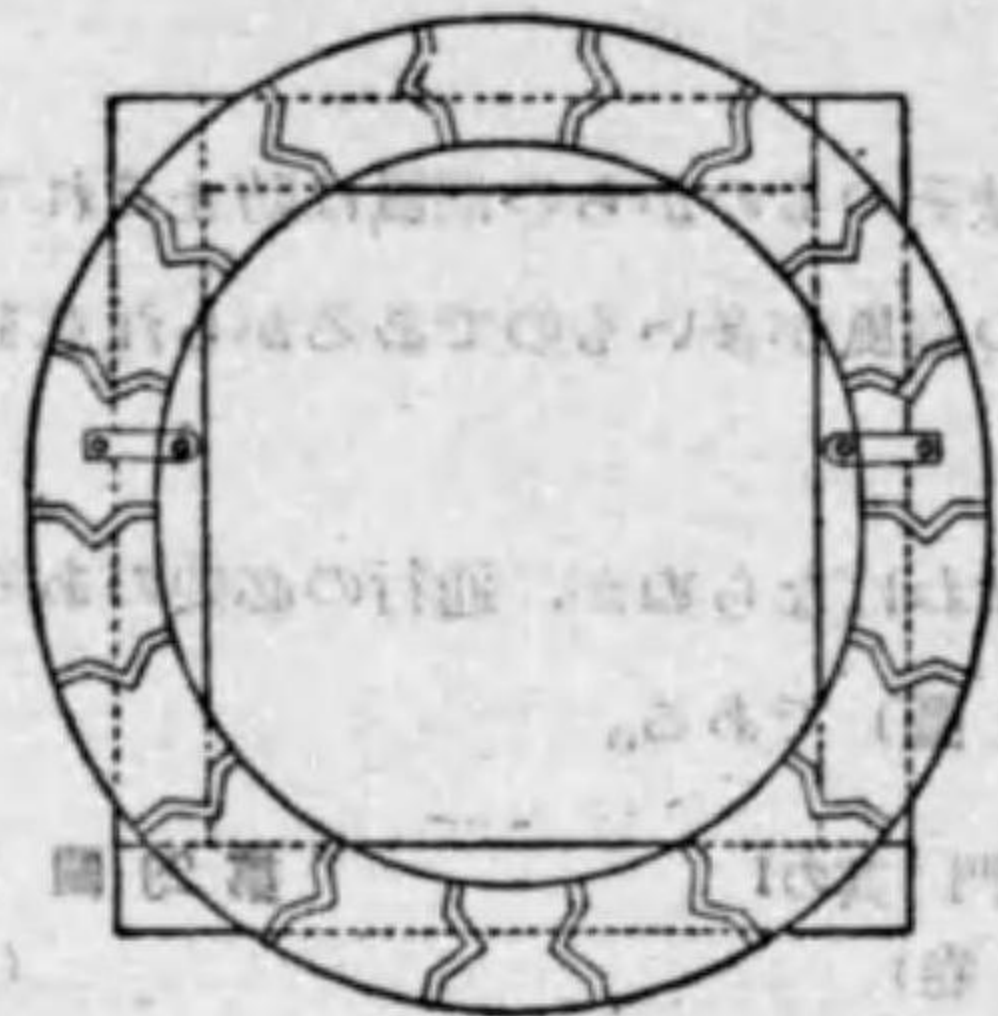


主要坑道の門扉、例へば主要排氣坑道に通ずる人道用門扉は鐵製の頑丈なものとし、少くとも三重以上を必要とする。

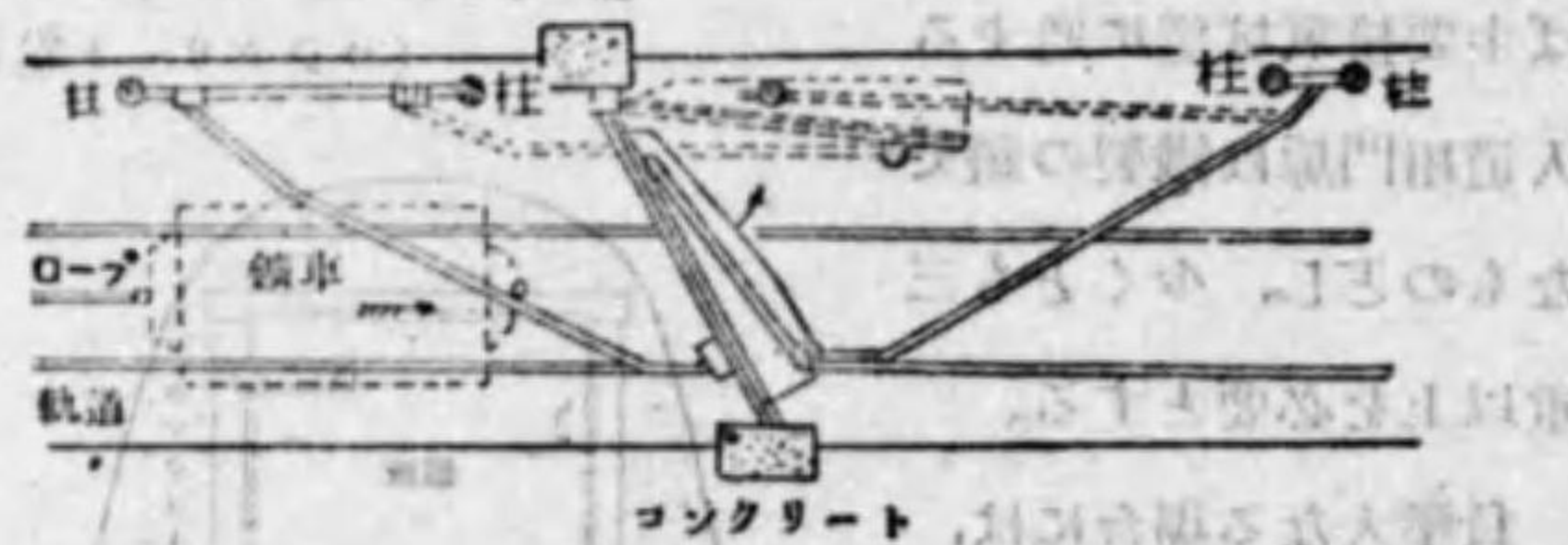
負壓大なる場合には、門扉の一部に小窓を設け、豫め此の小窓を開閉し門扉の開放を樂にするやうな設備が必要である。

通氣門は炭車を通過させるやうな場合には、少くとも二重以上を設け一方の門が開放されても他の門が閉塞されてゐるやう、門扉間の間隔を十分

第29圖 通気門 其の1  
(コンクリートブロック巻)



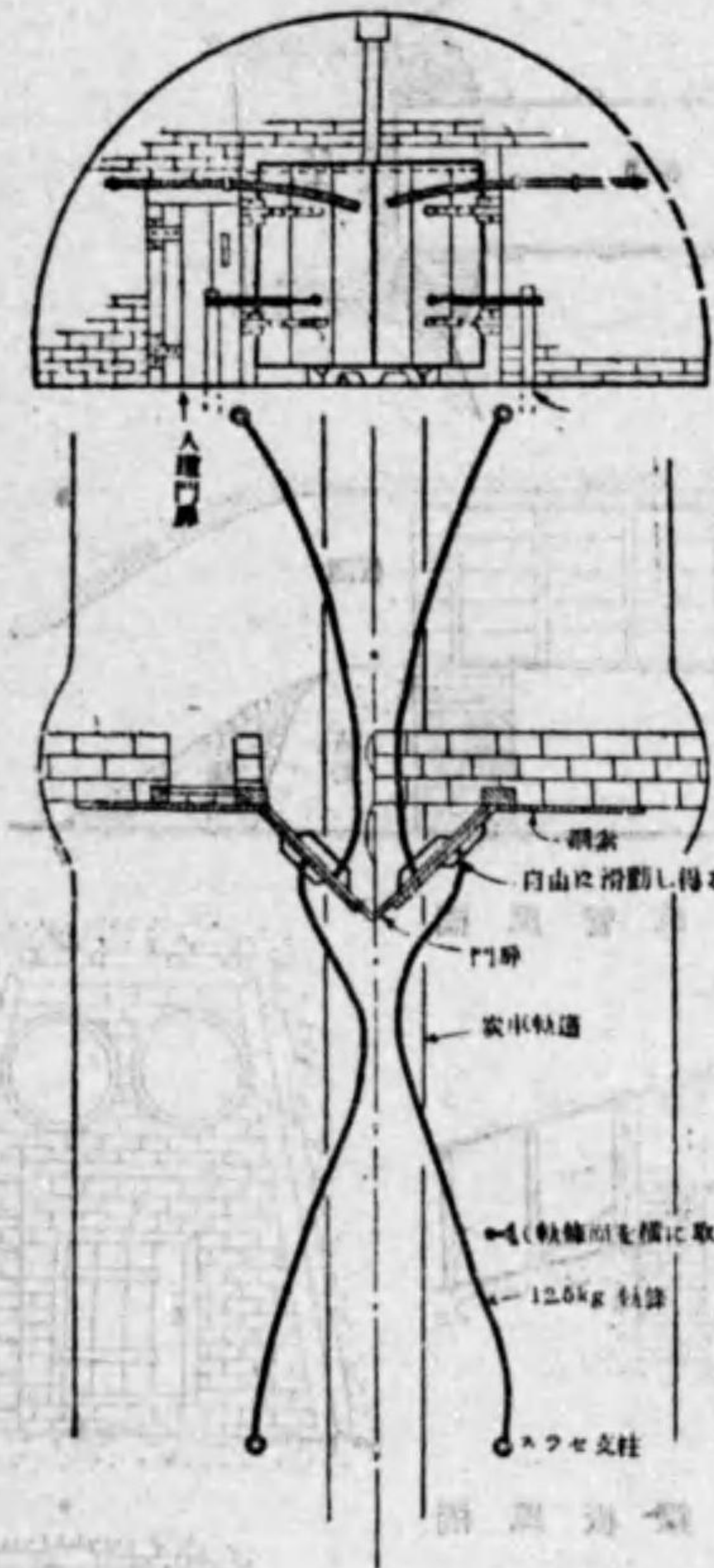
第30圖 自動開閉装置 其の1  
(曲片自動門)



に取るべきで、出入の頻繁な所では之に番人を付けるか、又は自動開閉装置(第30圖)を設けるとよい。

二重門を設ける場合、よく門と門との間に瓦斯が停滞することがあるから、かういふ虞のある場合には、分量孔を設けて瓦斯を排除せねばならぬ。

第30圖 自動開閉装置 其の2  
(捲卸自動門)



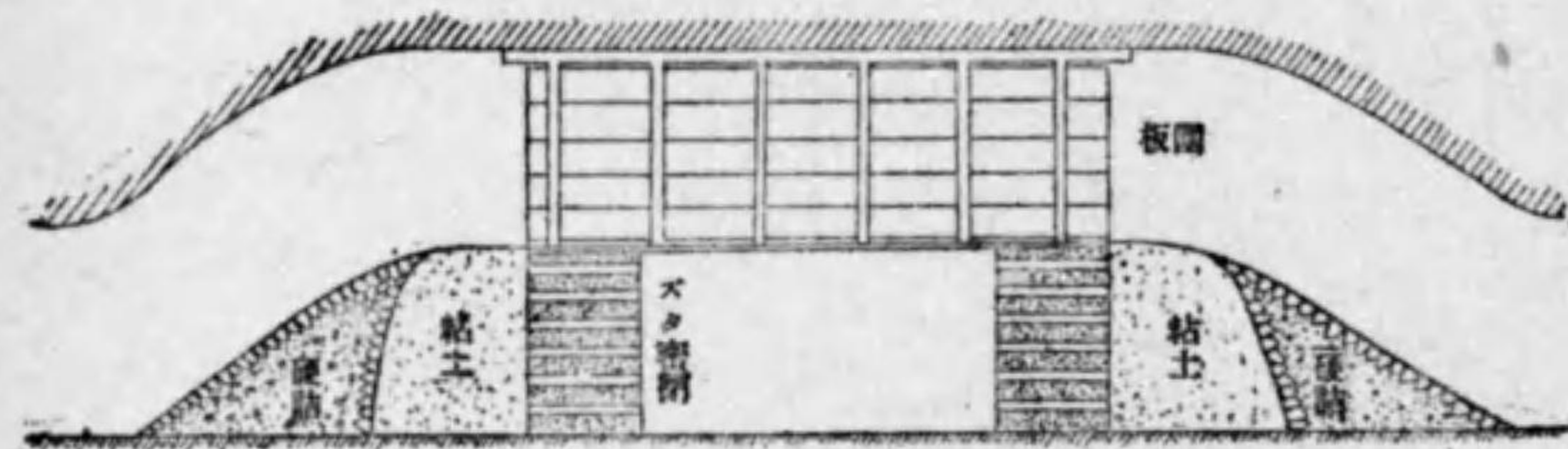
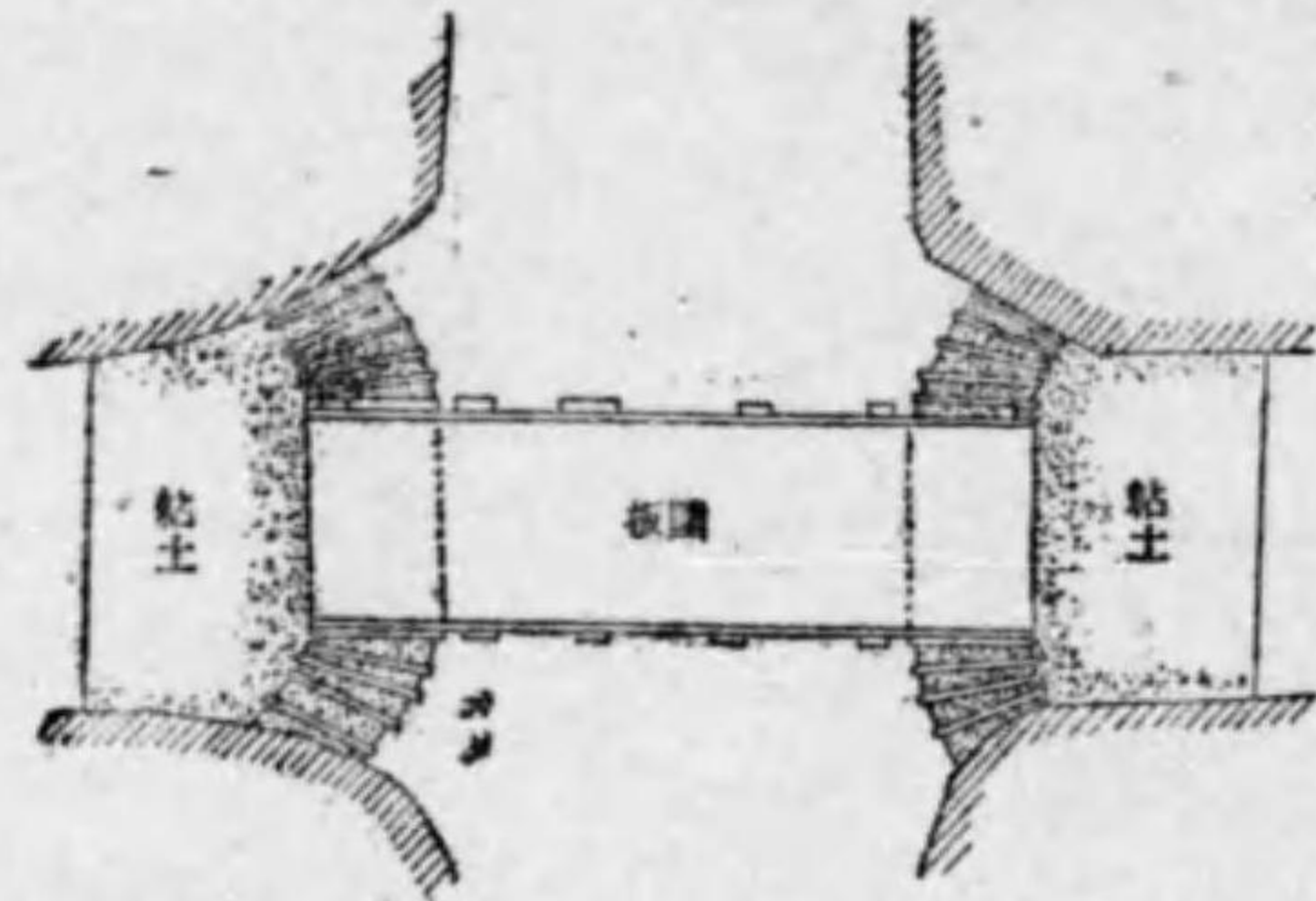
通気門を設ける場所はなるべく周囲の磐の丈夫な箇所を選び、門の枠と扉との接触部その他にはドンゴロス、ゴム等のパッキングを使用して極力漏風を防がねばならぬ。殊に線路面と扉との間には普通裾ビラをつけて漏風を防ぐが、此の管理が悪いと意外に漏風が多いものであるから、其の維持に注意を要する。

3. 風橋

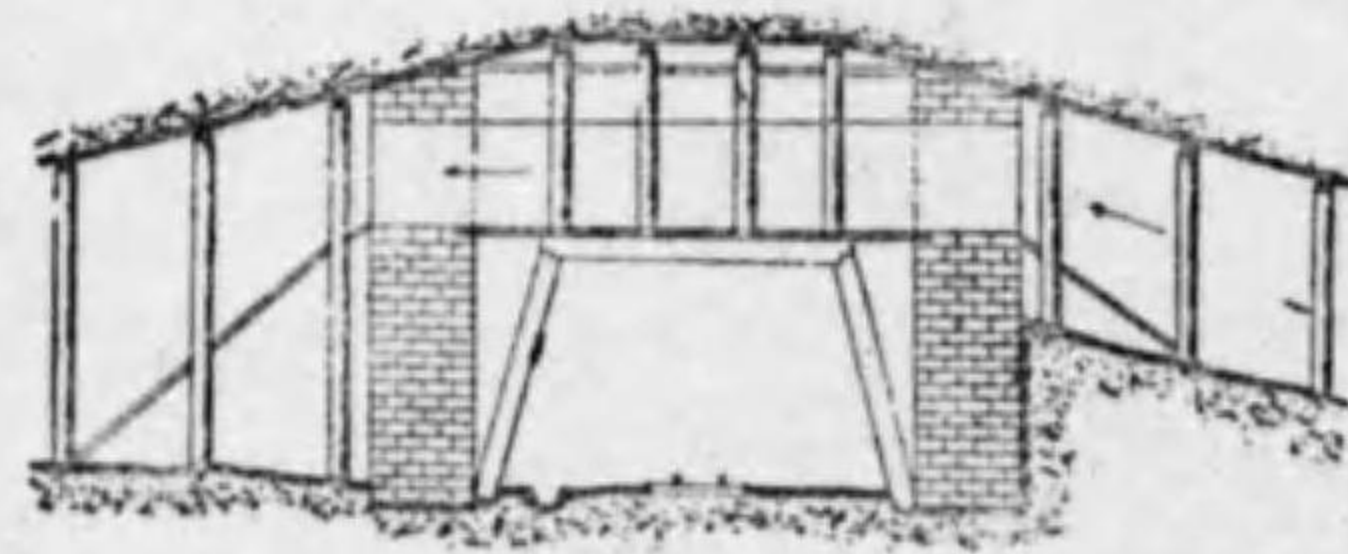
風橋は排気坑道が入気坑道を横断する際、入気が短絡せぬやう隔壁を造つて交叉させたものであるが、風橋は意外に漏風の多いものであるから、なるべく少くて済むやうな通風設計が望ましい。

漏風防止に對して最も理想的な方法は、入排気坑道が交叉しないやうに上下に十分離して風道をとる場合である。然し實際に當つてはかういふ理想的な方法は簡単に實現出来ぬ場合が多いから、種々の隔壁材料を使用して風橋を造る。

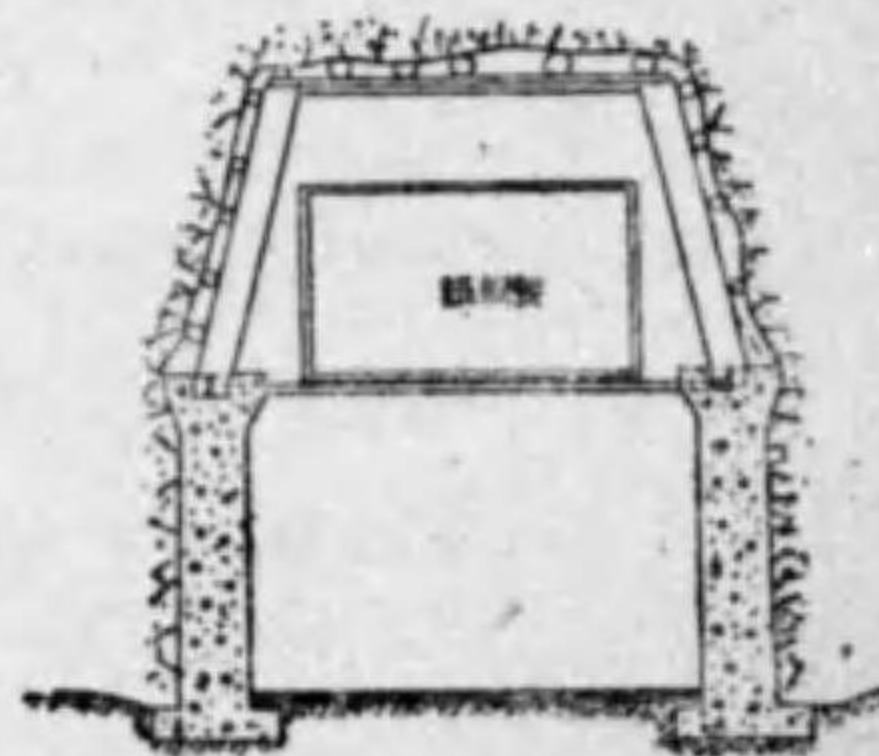
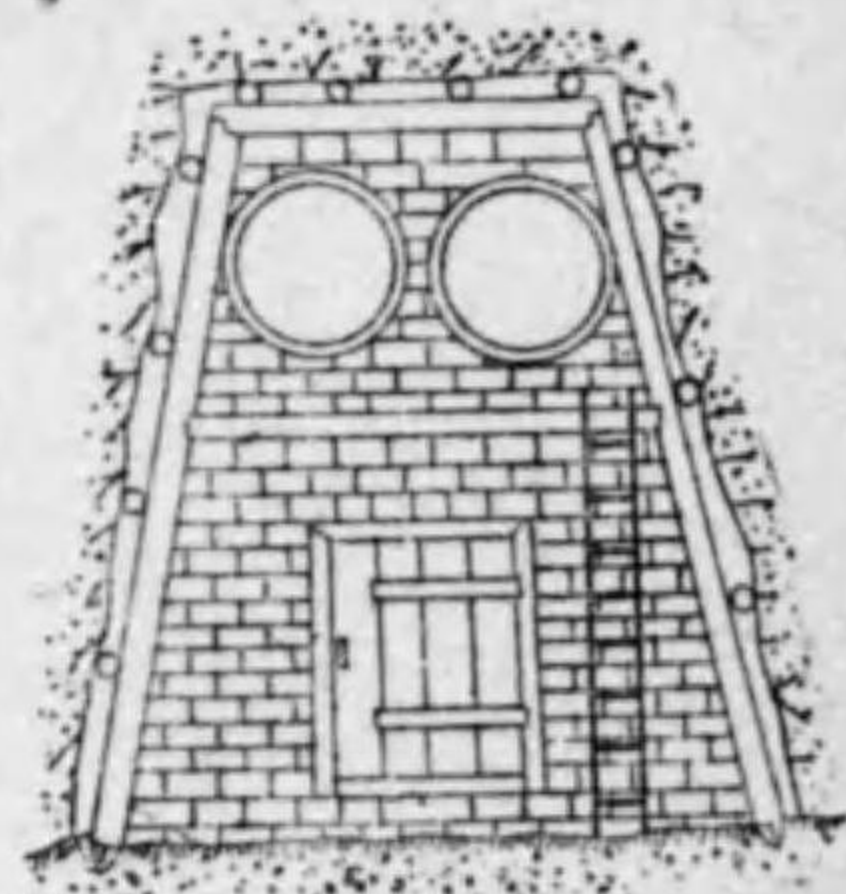
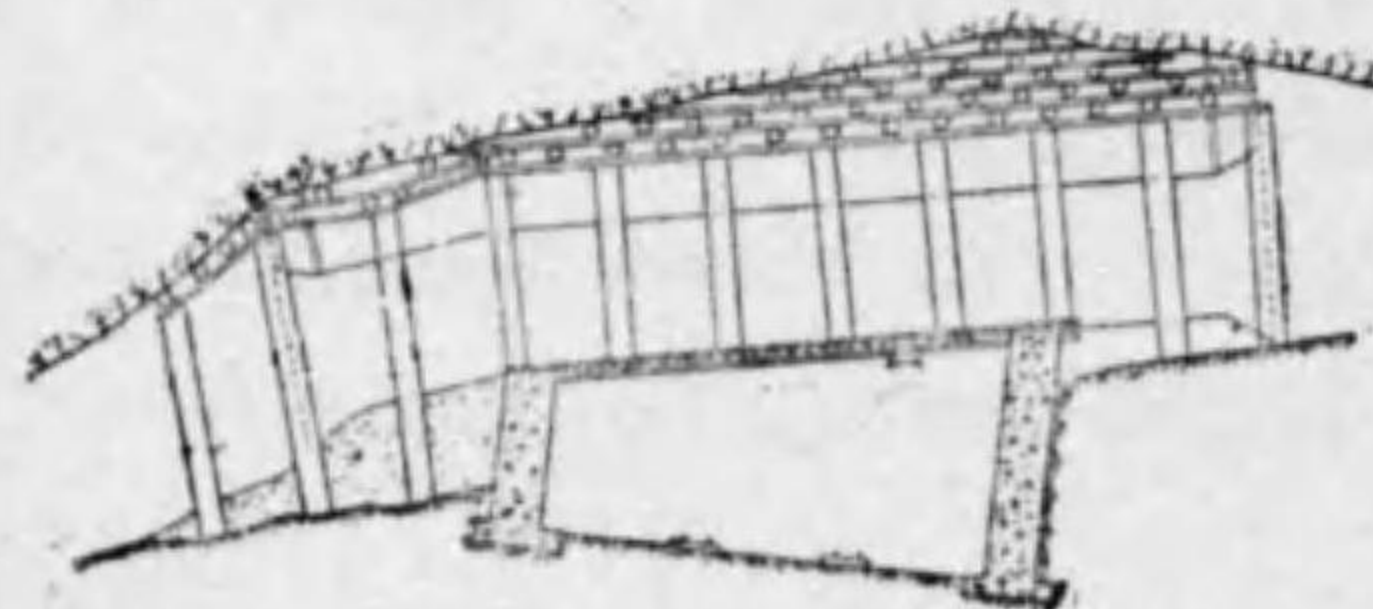
第31圖 板風橋



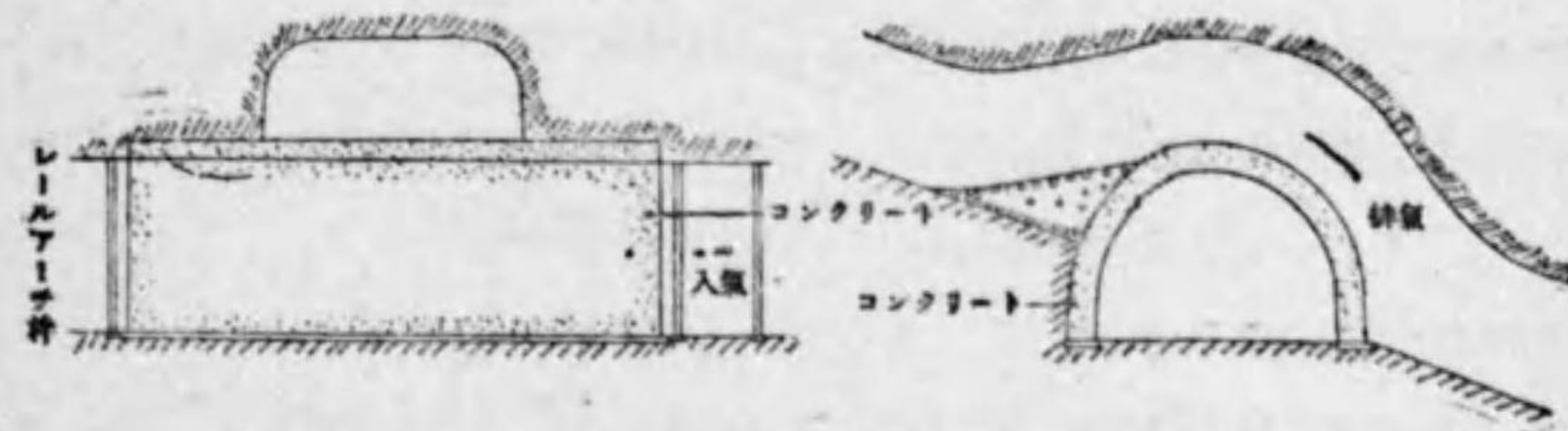
第32圖 風管風橋



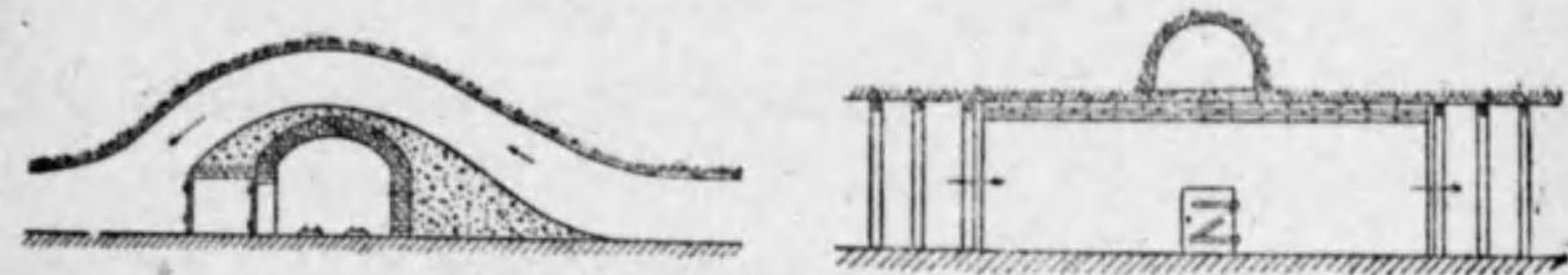
第33圖 鐵板風橋



第34圖 コンクリート風橋



第35圖 煉瓦風橋



現在使用されてゐる風橋は次のやうである。

- (1) 板風橋 (第31圖)
- (2) 風管風橋 (第32圖)
- (3) 鐵板風橋 (第33圖)
- (4) コンクリート風橋 (第34圖)
- (5) 煉瓦風橋 (第35圖)

板風橋は漏風防止のために板を重ね継ぎとするか、突き合せて目板を打ち、シロで嚴重に上塗りすることが必要である。尙亞鉛引鐵板等を内側に貼付けると一層効果がある。

風管風橋は板風橋に比し構造簡單で漏風も少いが、風量を多く通さうとするには風管の直徑及び數を増すことが必要である。

尙風管の徑と風量との關係に就ては附録 風管の摩擦係數の項を参照のこと。

鐵板風橋は風管風橋の丸型に對し角型であつて、風管に較べて同じ断面積でも抵抗は大きい、其の大きさに制限を受けることが少いから、大形の風橋を造り得られる利點がある。しかし鐵板の継目からの漏風に對しては特に注意せねばならぬ。

コンクリート風橋、煉瓦風橋等は罅が狂ふと龜裂が入り易く且使用中修理し難いものであるから、其の使用材料に注意する外、築造を入念にし、管理を怠らず、大修理を要することとなる前に不斷の手入が必要である。

風橋設置の場合の注意として、風橋の兩端は普通第 36 圖(a) のやうな状態を呈することが多いが、之は通風上の損失防止からみて避くべきで、(b) のやうにすべきである。



第 36 圖

(5) 補助通風

(一) 補助通風の目的

主要通風だけでは坑内全體として通風が不十分な場合があり、又或る分流區域のみの通風が不十分な場合がある。

かかる場合に適當な箇所に相當の大いさの補助通風機を設置して主要通風の全部を助け、或は或る分流區域の通風を補助強化することがある。

此のやうな主要通風の補助的の通風をなすのが補助通風の目的である。

(二) 補助通風の方法(通風機の聯合運轉)

坑内の採掘區域が擴大して坑道が長くなるにつれて、通風抵抗が増加するため通氣量が減少したり、或は漏風が増加するため有効風量が減少するやうになり、又瓦斯泄出量増加等のため通氣量の不足を生じて来る。かかる場合に其の

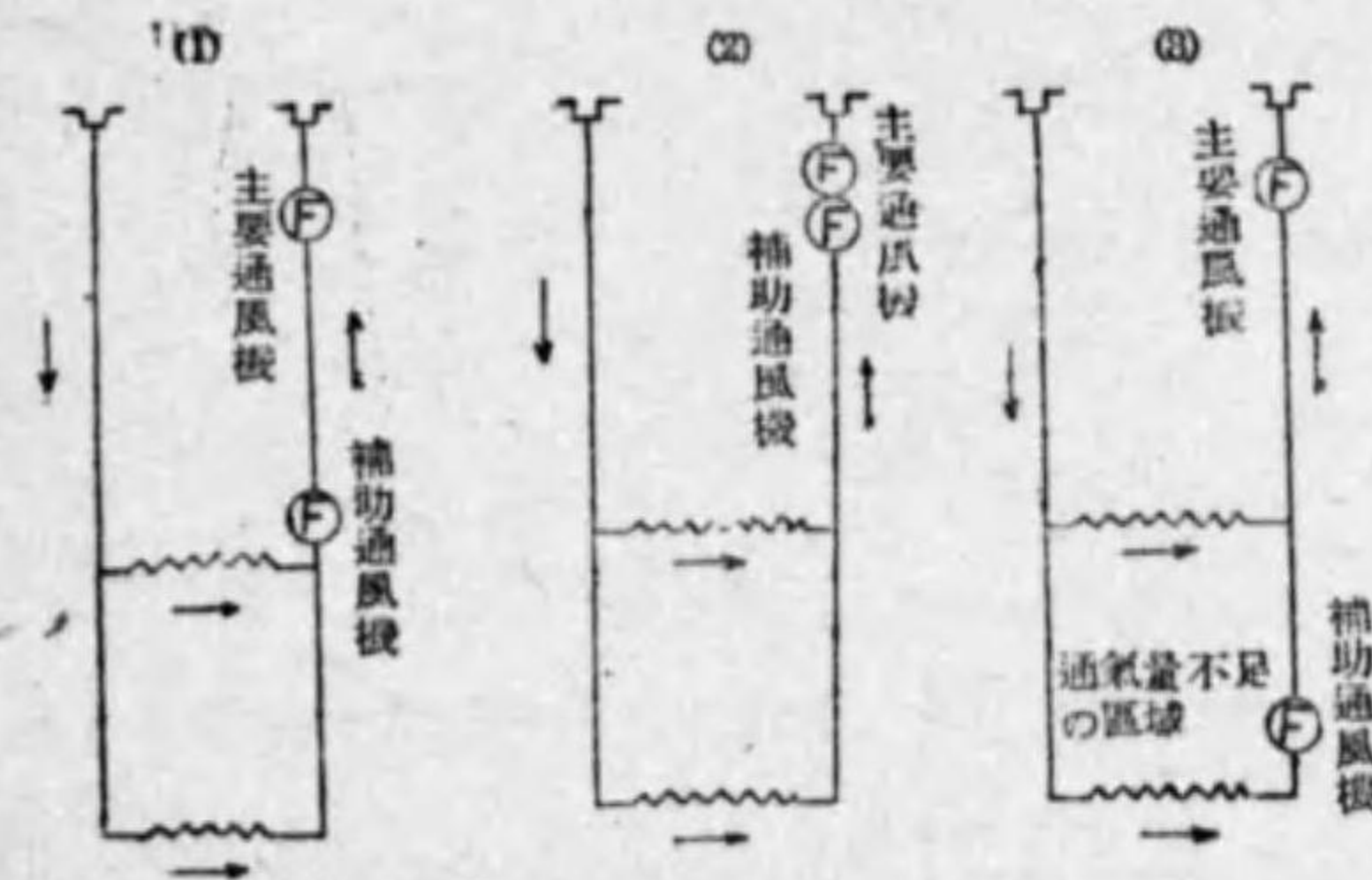
都度通風機を取替へて通氣量を増すことは簡単に出來ないので、補助通風機を配置して主要通風機と聯合運轉をすれば通氣量の増加を圖り、或は通風抵抗の大きな區域に通風力を増して有効風量を増加することが出来る。其の配置の仕方は直列又は並列、或は直列と並列の組合せとなることもある。簡単なものを例示すると次のやうなものである。

1. 直列運轉

一通風機の排氣がもう一度次の通風機に吸入されるやうな配置を直列運轉といふ。

此の方法は第 37 圖の(1)及び(2)に示すやうに、全坑内の通風抵抗が大きくて通風機の通風力が足りない場合には、同様な容量の通風機を直列に配置することも考へられるが、一般に第 37 圖の(3)に示すやうな通氣量

第 37 圖 主要通風機直列運轉の例



不足の區域に補助通風機を設置し、通風力を増して他の區域と釣合のとれるやうに其の區域の風量を増す目的のものが多い。

しかし普通の場合直列運轉をしても、其の總風量は主要通風機 1

臺の場合よりも幾分増加する程度である。

(註)(1) (3) のやうな場合の一實測結果に依れば第 10 表のやうに、單機運轉の場合より總風量に於て 9.1%、有効風量に於て 16.9% の増加を得た。

(註)(2) 坑内等積孔(附録坑内の通風抵抗と等積孔との關係の項参照) 坑内通風の難易を表すために、その坑内全體の通風抵抗と等しい抵抗を有するやうな薄板に穿つた小孔を等積孔といふ。例へば其の坑内に使用する主要通風機と同じ通風機の吸込口に薄い板を當て、それに丸い孔を開け、之より坑内へ出し得ると同じ通風力

第10表 直列運転時の風量増加

項目	増減比較		設計容量		主要通風機 単機運転時	直列運転時	増減
	ターボ型 主要通風機	シロッコ型 補助通風機	ターボ型 主要通風機	シロッコ型 補助通風機			
風量(立方メートル)	総風量	量	5,660	2,830	5,121	5,586	+ 465
		%					+ 9.1
	有風量	量			3,891	4,550	+1650
	効果	%					+ 6.9
通風力 (水柱耗)			218	150	(主) 230 (補) 85	(主) 218 (補) 85	+ 73

と通風量を出し得たとすれば、其の孔を坑内等積孔といひ、其の面積の大きいで坑内通風の難易を知ることが出来る。故に等積孔が大であるといふことは、通風抵抗が少く通風が容易であることであり、等積孔が小であるといふことは、通風抵抗が大であることを意味するものである。

普通坑内等積孔の大きさは次の式で求められる。

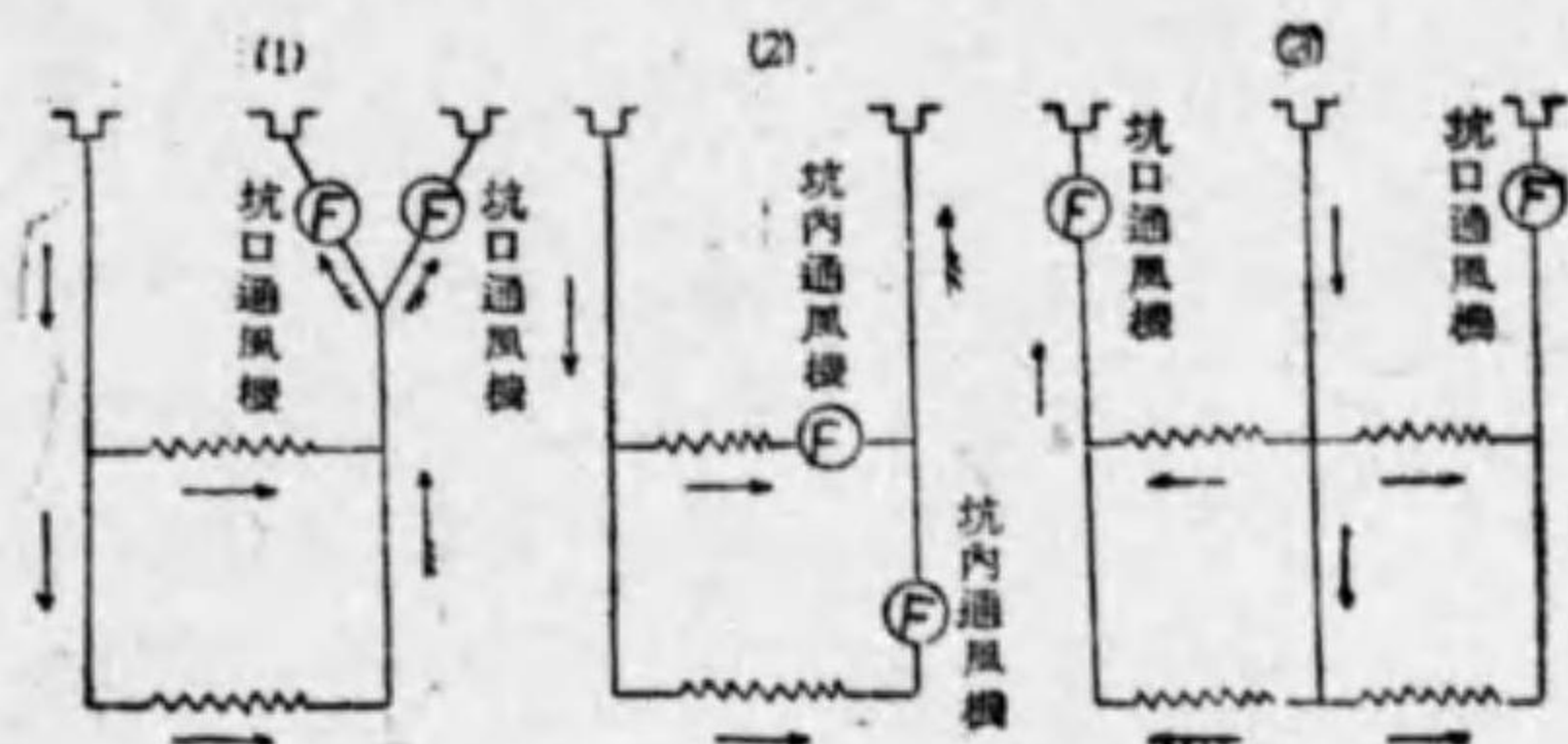
$$A = 0.38 \frac{Q}{\sqrt{H}}$$

但し A=等積孔の大きさ(平方メートル)  
 H=通風力(水柱耗)  
 Q=通気量(立方メートル/秒)  
 通気の重量=1.2斤/立方メートル

2. 並列運転

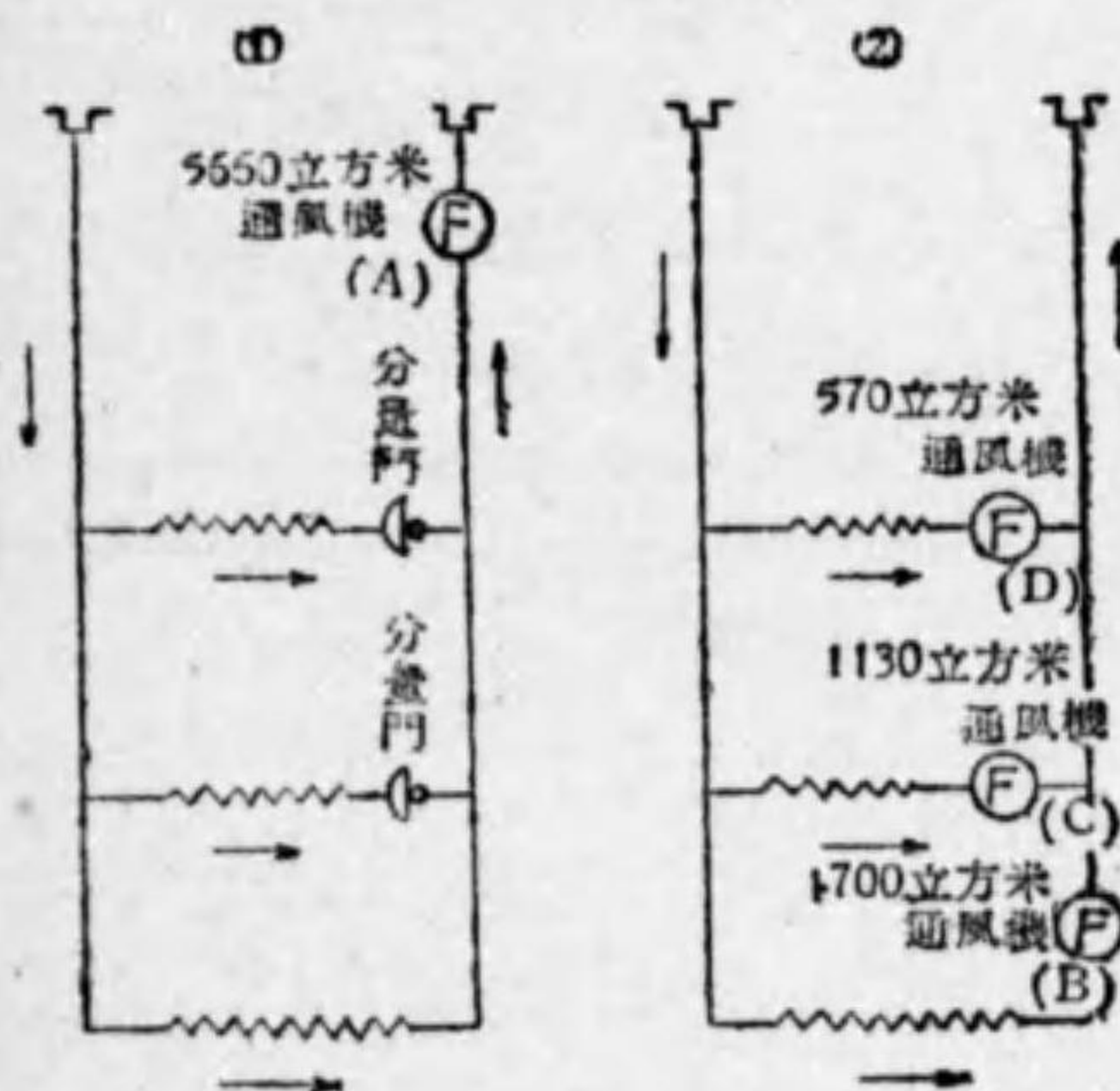
気流が別々に分れて二つの通風機に入るやうな配置を並列運転といふ。此の方法は第38圖の(1)(2)及び(3)に示すやうに、通風機を並列に運転し総風量の増加を計らうとするものであるが、兩機の通風力に大きな差がある場合には通風力の小さいもの、即ち水柱の低い方は逆流を起す處がある。又餘り差のない場合でも単機運転に比し案外風量を増さない場合が多い。しかし兩機が略同型のもので坑内の等積孔が非常に大きく、之に比して通風機の容量が小さい場合には、並列運転により単機運転の場合よりも、相當風量を増加し得るものである。

第38圖 主要通風機並列運転の例



第39圖

〔註〕(1) 第39圖及び第11表に示すやうに、主要通風機(A)の単機運転の場合と、之を廢し通風機(B)と(C)の並列運転にした場合とを比較すれば、總風量に於て31%少い場合に、有效風量は却つて5.6%の増加をなした實例がある。



〔註〕(2) 第40圖及び第12表に示すやうに、主要通風機(A)の単機運転の場合と、通風機(B), (C), (D)の坑内3機並列運転との風量

第11表 單機運転時と並列運転時の風量比較

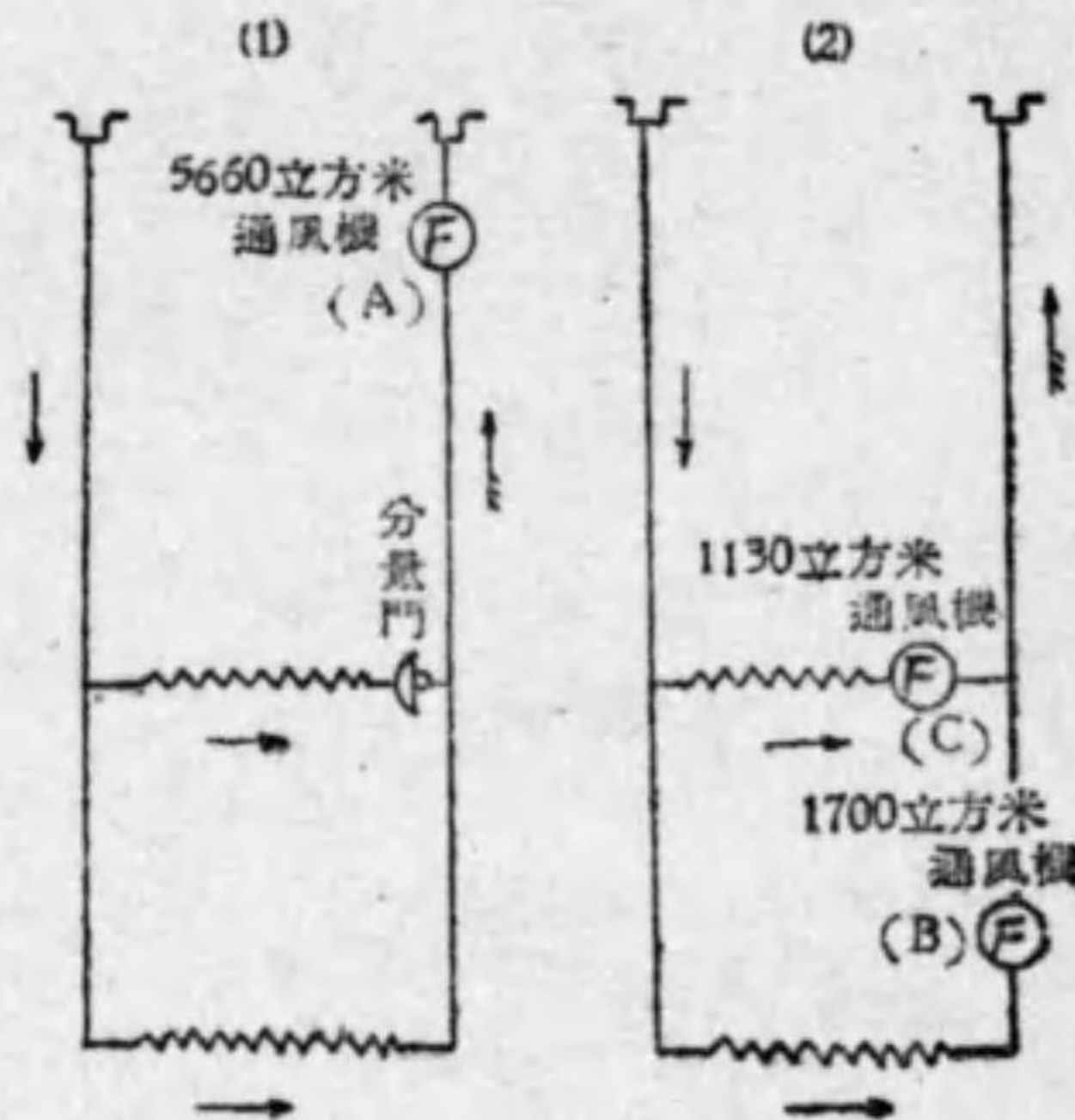
項目	増減比較	設計容量			(A)單機運 轉時	(B)(C)2 機並列運 轉時	増減	
		(A)シロッ コ型主要通 風機	(B)シロッ コ型通風機	(C)シロッ コ型通風機				
風量(立方メートル)	総風量	量	5,660	1,700	1,130	2,133	1,469	-664
		%						- 31
	有風量	量				1,233	1,302	+ 69
	効果	%						+ 5.6

を比較するに、並列運転をすれば、總風量32%少い場合に、有効風量は15.6%の増加を來たした實例がある。

3. 直列並列の組合せ運転

坑内が廣く複雑になると、第41圖のやうに各區域毎に並列の補助通風機を配置し、之等を坑口の

第40圖 単機運転と並列運転の例



第12表 単機運転時と並列運転時の風量比較

項目	増減比較	通風機の設計容量				(A)單機 運転時	(B)(C) (D)3機 並列運転時	増減
		シロッコ 型(A)	シロッコ 型(B)	シロッコ 型(C)	シロッコ 型(D)			
風量 (立方米)	總風量	5,660	1,700	1,130	570	2,219	1,510	- 709
	%							- 32
	有效風量					1,205	1,393	+ 188
	%							+ 15.6

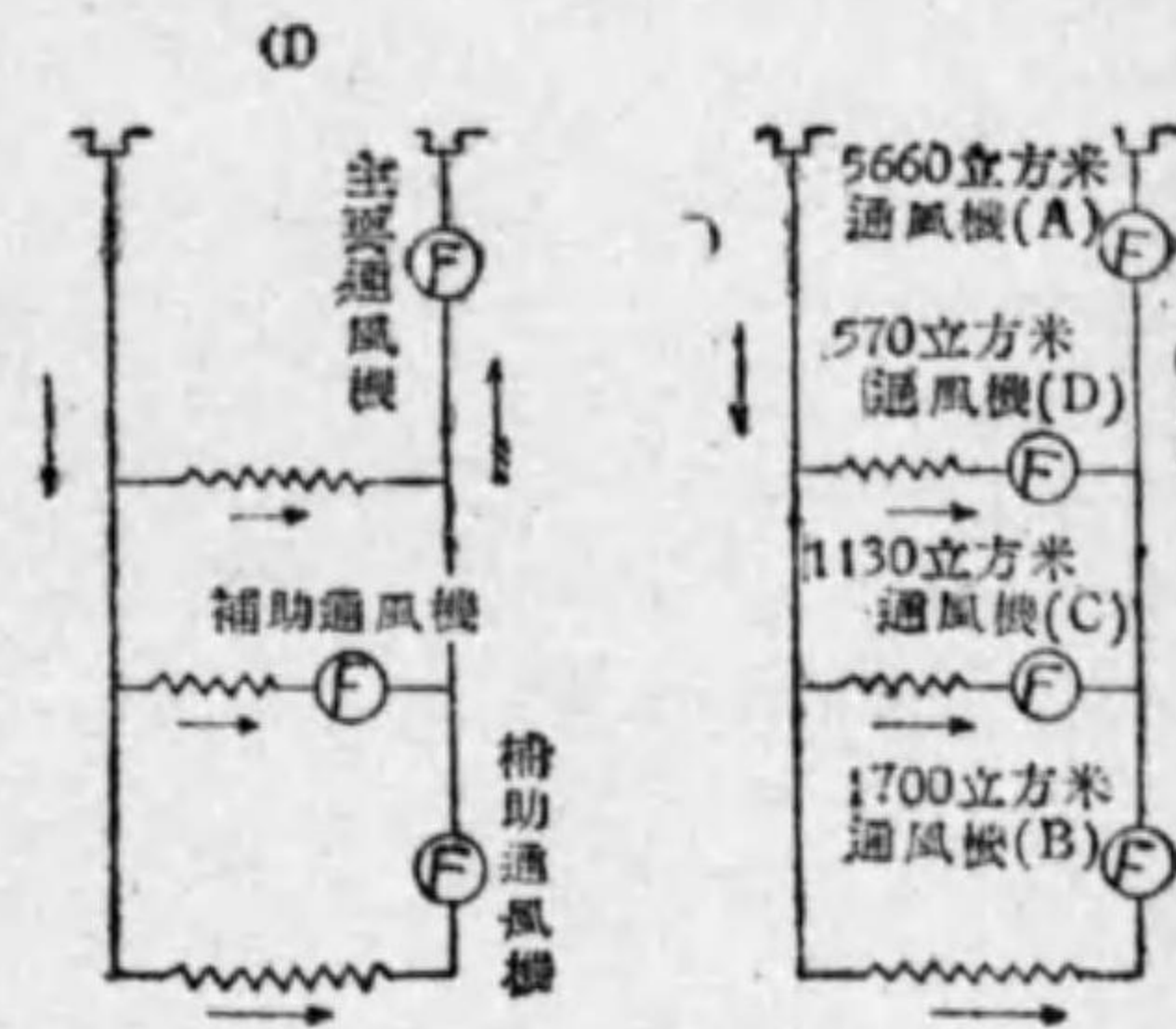
主要通風機と直列に運転するやうなことも起つて來る。しかし保安上から考へて、通風機の數を増すことは餘り好ましくないから、なるべく使用數が少くて、其の総合的効率を上げ得るやうな配置をなす爲には綿密な調査設計が必要である。

【註】 第41圖及び第13表に示すやうに主要通風機(A)の單機運転の場合と、通風機(A)(B)(C)(D)の坑内外4機組合せ運転との風量を比較するに、組合せ運転の方が總風量に於ては34.6%、有効風量に於ては41.6%増加をした實例がある。

4. 聯合運転管理上の注意

通風機の孰れかが突然運転を停止したり其の他の事故のために、各區域の通氣量の配分が急激に變化して危険状態となることがあるので、豫め凡ゆる通風異常の場合を考究し、之に對する最も安全な対策を定めて置き、各通風機間の連絡をよく

第41圖 直列、並列の組合せ運転の例



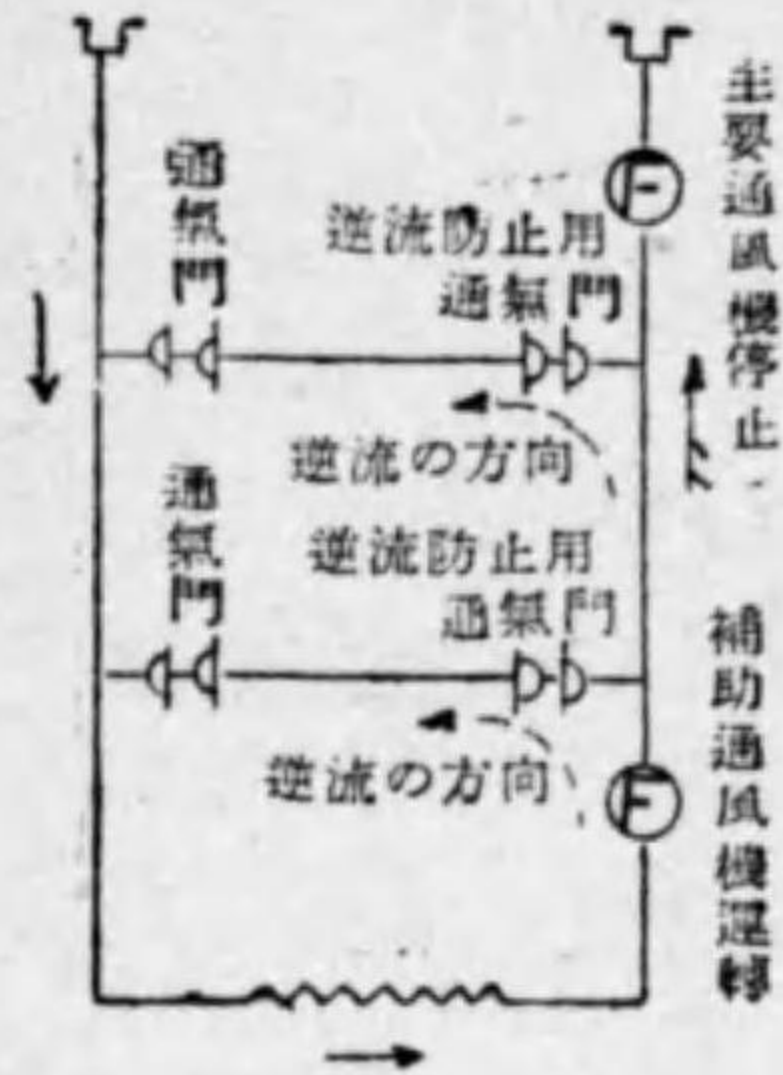
第13表 單機運転時と直列並列組合せ運転時の風量比較

項目	増減比較	通風機の設計容量				(A)單機 運転時	(A)(B) (C)(D) 4機並列 運転時	増減
		シロッコ 型(A)	シロッコ 型(B)	シロッコ 型(C)	シロッコ 型(D)			
風量 (立方米)	總風量	5,660	1,700	1,130	570	2,219	2,965	+ 746
	%							+ 34.6
	有風量					1,205	1,707	+ 502
	效率							+ 41.6

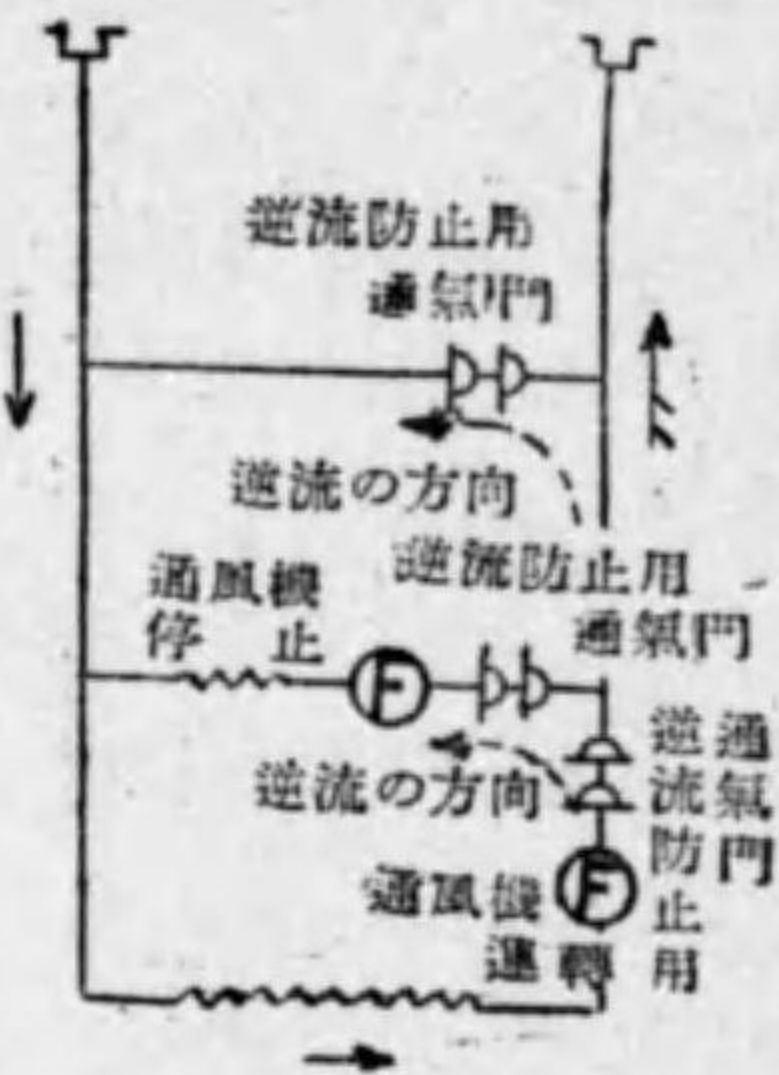
取り、敏速な處置を講ずるやうにせなければならない。

直列運転の場合には補助通風機が停止しても、其の區域の通氣量が減するだけで餘り危険はない場合もあるが、主要通風機が停止すれば、第42圖のやうな車風(3.局部通風の(5)参照)を生ずることがある。しかし並列運転の場合は、其の區域の通氣量が減するのみでなく他の區域の通風機に依つて、第43圖の如き逆流を生ずることがあるから、かかる場所には逆流防止用の通氣門を取付け、平素は開放しておき逆流を生ずる時だけ閉塞

第 42 圖 直列運転の逆流例



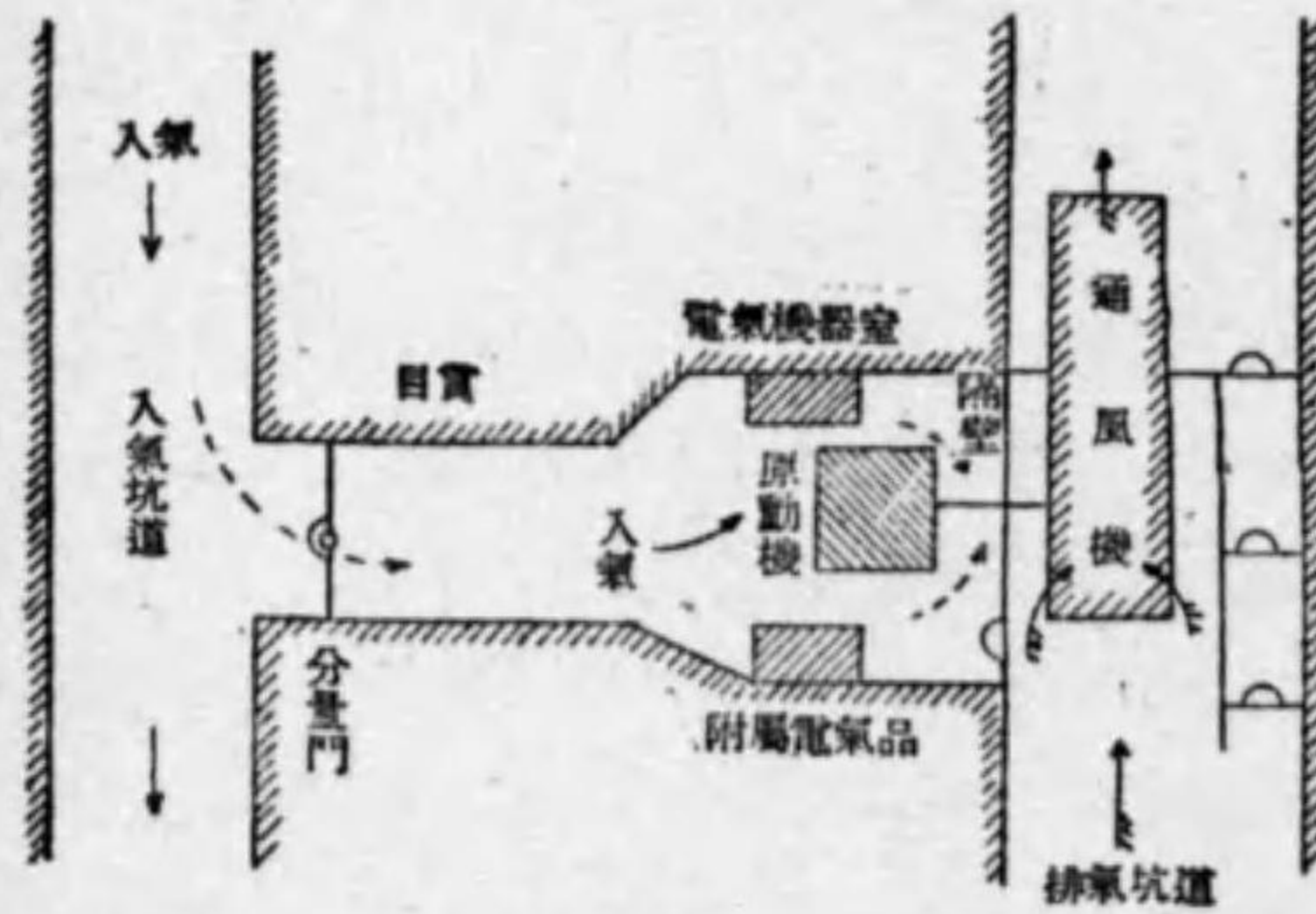
第 43 圖 並列運転の逆流例



するやうな設備をして置くがよい。

又運転停止後運転を開始する場合は十分の注意が必要である。特に永い停電等により、聯合運転中の通風機が全部運転停止した場合には、各通風機運転開始の順序と其の時間に就て、よく連絡を取らなければ逆流を起したり、又は奥部の停滞瓦斯が流動してゐる間に送電したりするやうな危険を生ずるから、瓦斯検定を終へて、定められた順序によつて運転を開始す

第 44 圖 坑内補助通風機設置位置



るやうにしなければならない。

次に坑内状況の変化に応じて適當なる風量の配分を行ふ爲には、各通風機の風量を調節せねばならぬことが屢屢起るものである。之には通風機の吸込口を絞るとか、通風機の廻

轉數を變へる等の方法があるが、此の内廻轉數を調節する方法が動力の經濟上からも有利な點が多いから、通風機には廻轉數の調節装置を付けて置くのがよい。

5. 坑内通風機室の位置と構造

通風機の附屬電気機器類を排氣中に置くことは避けなければならない。例へば第 44 圖のやうに、室の位置を入氣のとれる目貫等を利用し、原動機、開閉器等の電気機器を入氣側に置き、通風機との間に隔壁を設けるやうにすれば、通風機の運転中は常に入氣を吸引するため、電気機器室は入氣に洗はれ、排氣の侵入及び温度の上昇を防ぎ得て安全である。

(6) 主要通風機の運転停止並に再運転時の注意

主要通風機の運転、停止並に再運転時には、よく注意して判断を誤らず、慎重に處置しなければ瓦斯爆發等の不祥事を誘發するから、各坑にて定められた規定を厳格に遵守せねばならぬ。

次に之に就て主要な注意事項を述べる。

(一) 主要通風機の不時運転停止の場合

- i 所定の停電處置を行ふこと
  - ii 速かに坑内各所に通報すること
  - iii 瓦斯の停滞状態に就て注意を拂ひ検定を怠らぬこと
  - iv 就業者の避難待避方法等に就て豫め處置を定めて置き、之を冷靜確實に實行すること
- (註) 休轉時間の長短に応じて、就業者をトラフ口、捲立、主要入氣道或は坑外等に避難せしめること。
- v 休轉中は絶えず瓦斯の検定を行ひ、瓦斯の増加状態を調べ、技術管理者に報告して其の後の指揮を受けること
  - vi 瓦斯の増加状態等を調査記録して置くこと

vii 技術管理者の許可なくして勝手に通気門を開放する等して通風系統を変更しないこと

viii 特に瓦斯の多い炭礦では、坑口附近の火の管理を十分に危険の虞のないやうにすること

〔註〕 此の場合には通風機室の瓦斯検査を行ひ、瓦斯のある場合の排除方法を考へて置くこと。

以上豫定の運轉停止の場合も略同様である。

### (二) 主要通風機再運轉の場合

- i 再運轉の場合は技術管理者の指揮に依つて行ふこと
- ii 再運轉後坑内の送電は坑内各所の瓦斯状態に不安のないことを確めた後技術管理者の指揮に依つて行ふこと
- iii 通風再開後の瓦斯排除の状態をよく調査記録して置くこと
- iv 局部通風機の再運轉に就ては更に技術管理者の定めた規定又は其の指揮に依ること
- v 瓦斯排除の状態を調査して常態に復した後勞務者を作業に就かせること

## 3. 局 部 通 風

### (1) 局部通風の目的は何か

主要通風や補助通風だけで坑内作業場に隈なく通風することは殆ど不可能である。殊に掘進先特に昇詰、高落箇所其他瓦斯の泄出停滯する箇所では、是非共別箇の通風機又は通風装置に依らねば其の瓦斯を無害安全な程度に薄めたり或は之を排除することは出来ない。

即ち主要通風や補助通風に依つて給送された十分な空気を別箇の通風機又は通風装置に依つて濃い瓦斯に吹付けて、之を攪拌し無害安全な程度に薄めてしまふか、或は濃い瓦斯を安全な方法で誘導排除せねばならぬ。

此の局部的の通風をなすのが局部通風の目的である。

### (2) 局部通風の目的を達するにはどうすればよいか

炭層や其の他から發生する爆發瓦斯は 90 何%といふ濃いものであり、之が附近の空氣に薄まつて行くのであるが、瓦斯の量が多い場合にはなかなか其の儘では薄まらない。それで危険程度の瓦斯が停滯するに至るのである。

異つた氣體が混り合ふのは擴散作用(爆發瓦斯の性状 8 の註参照)に依つて其のお互の接觸面から行はれるのであつて、其の接觸面が廣い程早く混つて行く。接觸面を廣くする方法は掻き混ぜればよい。従つて濃い瓦斯に空氣を出来るだけ早く混ぜるには、空氣を強く吹付けて其の風の力で瓦斯を掻き廻して擴散作用を廣い面で働かせねばならぬ。故に局部通風では、第一に其の瓦斯の出て来る所、溜らうとする所に向つて強い風を吹つけて之を掻き混ぜる事が大切である。従つて後に述べるやうな様々の局部通風施設の何を使ふとしても、風管を其の箇所に指し向けること、出て来る瓦斯を十分に薄めて尙餘裕のあるだけの風量を送ること、しかも其の風を強く吹き付けて濃い瓦斯が溜らない内に 2% 以下に薄めてしまふことが是非とも必要なのである。

主要通風の項の(1)の(ii)でも述べたやうに、局部通風に對する主要通風の役目は、局部通風に必要な風を其の現場に送ることである。局部通風の役目は其の送られた風を前記のやうに局部にある瓦斯を薄めるために最も有効に使ふことである。従つて後に述べるやうに、風管が遅れたり、方向が悪くて風が思ふ所へ届かなかつたり、或は轡手其他が悪くて漏風が多いために風力が微弱となることのないやう、又局部通風が車風とならぬやう常に最大の注意を拂はなければならぬ。

1. まへがき 3 の(二)にも述べたやうに、鑛業警察規則第二十三條にも「作業場ノ可燃性瓦斯ノ含有率ハ 100 分ノ 2 以下ト爲シ」とあるのは既に述べた方法を講じて作業場を安全な状態にせよといふことである。此の「爲シ」といふ言葉は大變大切な言葉であつて、此の第二十三條を 100 分の 2 を超えた所で作業をしては



ならないといふ規則だと考へるのは間違で、其の儘にして置けば瓦斯が2%を超えるから、局部通風上の手段を盡して常に2%以下となるやうに爲さねばならないといふ意味である。勿論2%を超えたときは特に安全な方法で通風改善の作業を行はなければならないから、其の手配の出来るまでは取敢へず作業を禁止するといふことになるのであるが、作業場の可燃性瓦斯の含有率が2%を超えることのないやうに豫め十分に手段を講じて置き、突出のやうな瓦斯發生の激増の場合の外は、常に2%以下の安全な状態になるやうに爲せといふのである。

次に後退式の拂大肩や其の他多量の瓦斯が溜つてゐる所又は極めて多量の瓦斯が出てゐて、其の箇所へ送られてゐる主要通風の風量では之を安全程度に薄められない場合には、前述のやうに風を吹付けないで、其の濃い瓦斯を濃い儘で風管によつて安全な箇所まで誘導して排除するやうにするのである。此の場合には天井を這ふ濃い瓦斯が全部其の風管の中に導き入れられるやうな施設をせなければならぬ。しかし兎角天井に濃厚な瓦斯が残り易いから、一般作業は行へないものと考へるがよい。

尙作業場の瓦斯をゼットのやうなもので攪拌して之を吸出すといふ方法も考へられる。此の際は其の攪拌をする設備で十分に2%以下に薄めることが必要條件であつて、薄め切れないものがあつては危険である。

### (3) 局部通風機並に局部通風装置

局部通風の目的に使用される通風機並に通風装置を局部通風機並に局部通風装置といふ。

#### (一) 局部通風機

局部通風機は曲片、卸、昇等の掘進先、或は高落箇所の瓦斯排除の際一般に使用されるもので、之を動力の方から電動型と氣動型の二つに大別出来る。

##### 1. 電動型局部通風機 (附録 電動型局部通風機の項参照)

電動型局部通風機には、シロツコ、ターボ、軸流(プロペラー)等の型式が

ある。

局部通風機は移動させる必要が多いから、従来孰れも小容量可搬式の運搬設置に便利なものが望まれてゐたが、局部通風の目的を十分達成するためには、餘り小容量のものでは不十分であるから、次第に大型のものが使用されるやうになつて來た。尙其の電動機及び其の附屬機器は用品取締規則に依つて検定に合格したものを使用せねばならぬことは勿論である。特に動力線と電動機との結線を完全にするか又は防爆型のプラグを使用せねばならぬ。

##### 2. 氣動型局部通風機(附録 氣動型局部通風機の項参照)

壓縮空気を以て運轉するもので、電動型局部通風機に比して極めて危険少く且便利であるが、しかし經濟上不利であり又音響が高いのが缺點である。

#### (二) 風管

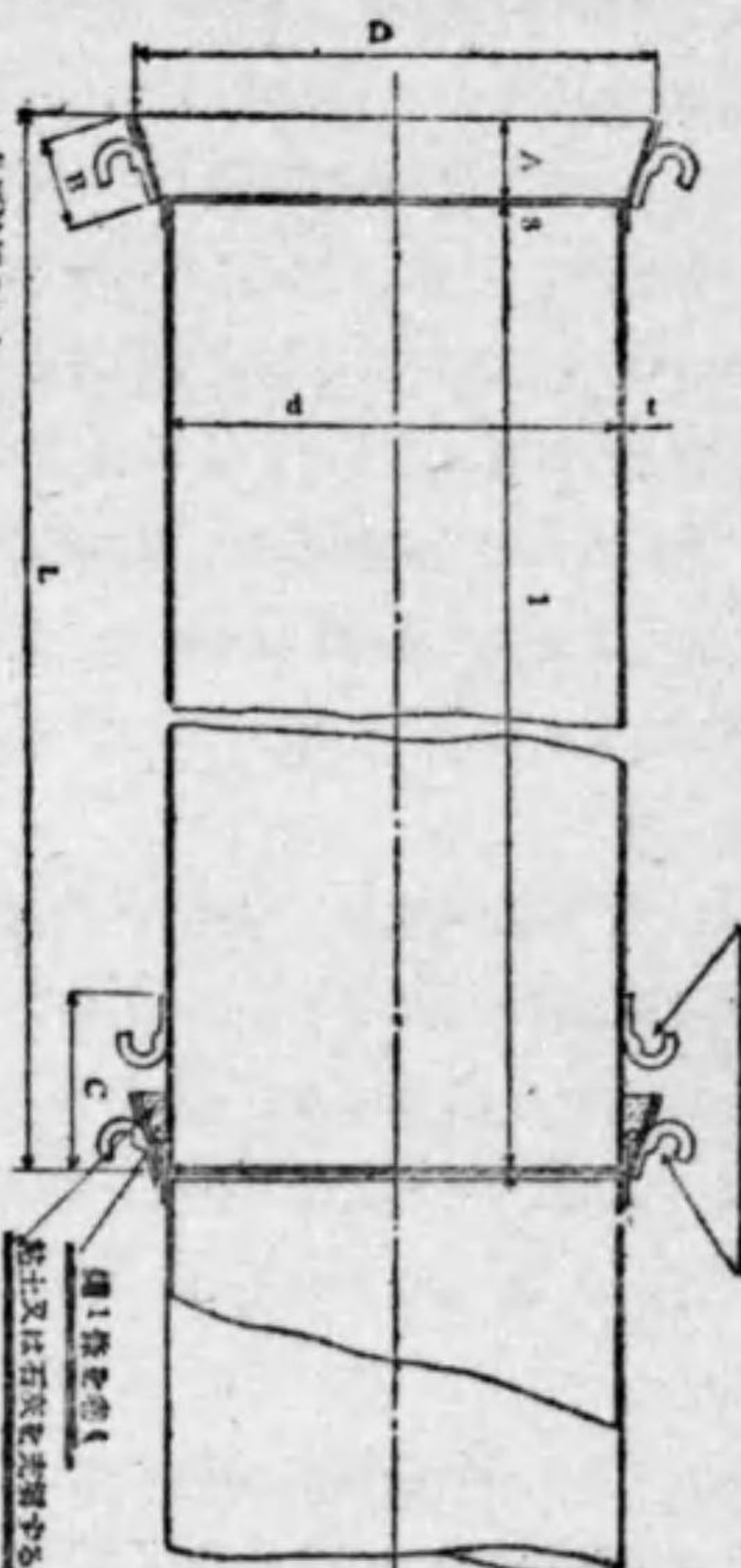
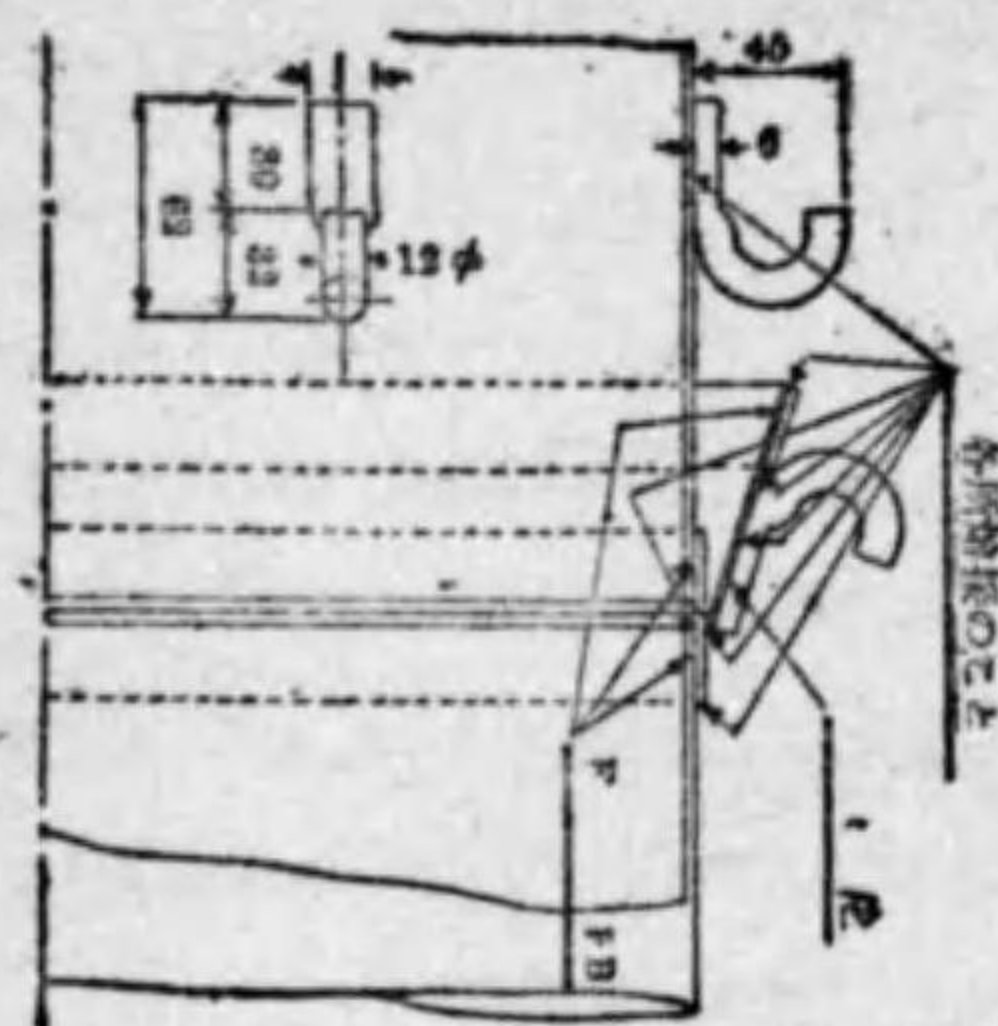
風管には、鐵製、布製、木製等があり、經費、使用の便不便等から、一長一短があるが、現在では主として鐵製風管が使用されてゐる。尙局部通風機が大型となるに伴ひ、風管も漸次大徑のものが使用されるやうになつて來た。

鐵製風管の継手としては、重ね合せ継手、突合せ継手、フランジ継手、喇叭型継手(第45圖)等があるが、此の内喇叭型継手が最もよいとされてゐる。継手に用ひるバツキンには、なるべく漏風の少い移設に便利で取扱ひ易い材料を用ひるがよい。普通は帆布、藁繩、ゴム等を使用し之にシロを塗るとよい。

尙鐵製風管の屈曲部は15°、30°、45°等の特殊の曲管を使用する必要がある。

布製風管は普通ゴム塗で、單獨に遠距離用として使用されることは殆どなく掘進等に於て鐵製風管の先端に數米の長さのものを取付けて使用する程度である。抵抗も鐵製風管に比して大きい。しかし取扱が輕便であるから應急用として屢々用ひられる。

木製風管は漏風の大なること、破損し易いこと、移設に不便なこと等のために餘り使用されてゐないが、現今の如く鐵材の入手困難な時代には已むを得ず相當用ひられることと思はれる。之を使用する場合は特に漏風に就て注意する



第45圖 扇形型 継手

型	d	l	t	D	L	A	B	F	C
300	290	1829	1.6	342	1897	62	71	3×25	145
400	387	2458	1.6	442	2511	67	76	3×25	150
500	484	3048	1.6	540	3126	72	81	3×25	155
600	582	3829	1.6	645	3912	77	86	5×25	160

注意 短管の長さは1/2とす

本風管は6度までの方向變換には使用差支へなし

0100 320 継手は必ず

必要がある。板と板との継目には目板を打ち、更にシロを塗るとか、風管と風管との継手は必ず重ね合せとして帆布とシロとで漏風を防止せねばならぬ。

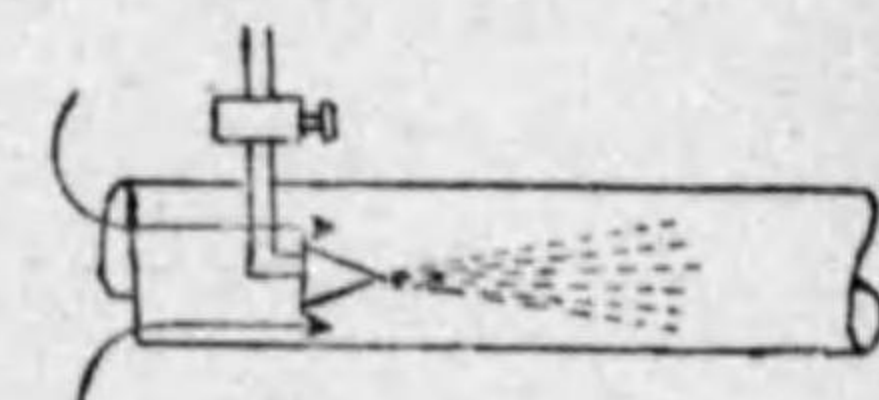
(三) 局部通風装置

局部通風を通風機に依らず簡単な器具と装置で行つてゐるもので、普通次のやうなものがある。

1. エアーゼット (附録 エアーゼットの發生風量と空氣消費量の項参照)

之は第46圖の如く風管内に噴射器(ノズル)を備へ、壓縮空氣を噴射せしめ、其の力に依つて風管内に周圍の空氣を誘引して氣流を起すものである。

第46圖 エアーゼット



其の設置要領は、其の風管口を瓦斯の停滯又は停滯する虞のある方向に

向け、十分な風が達するやうにすることが肝要である。

之を長距離の通風に用ひることは不適當であるが、一般に坑道の途中又は切羽の肩等の局部の瓦斯排除に用ひて便利である。

取付移轉が簡單で設備の安いことは利點であるが、通風力が弱く、壓縮空氣が止れば氣流が止るわけであるが、往々それに氣付かぬことが多いから注意せねばならぬ。其の他運轉費の高いことが缺點である。

尙本装置取付に際しては、壓縮空氣に依る靜電氣の帶電を生ずることがあるから、之を防ぐため風管から接地を取つたがよい。

エアーゼットではないが、エアーホースから直接空氣をとり、一時的に瓦斯を排除しようとするのは鑿岩機使用中瓦斯の排除が出来ないことになつて、危険が伴ひ且不經濟であるから、かういふ場合には正規の通風装置を使用せねばならぬ。

(2) ウォーターゼット (附録 ウォーターゼットの發生風量と使用風量の項参照)

之はエアーゼットの壓縮空氣の代りに壓力水を使ふもので、装置はエヤ

ーゼットと略同様と考へてよい。

利點とする處は

- i 構造簡單で設備費が安い
- ii 瓦斯中にも使用し得られる
- iii 炭塵の捕集沈下を行ふ
- iv 附近の空氣を冷却せしめる

缺點としては

- i 水のため膨れを起さしめる
- ii 温度を増す
- iii 作業者が濡れる
- iv ノズルがつまり易い

こと等である。

### 3. 風管通風法

風管通風法は1本坑道の通風を局部通風機を用ひず、主要通風力を利用して單に風管と通氣門とのみに依つて行ふ方法である。故に設備が比較的簡單で、電動局部通風機等を使ふ場合に較べて保安上の心配が少い點で勝れた方法である。しかし風管通風法は通風力を生む一切の装置を持たないから、どこでも採用出来るものではない。其の通風力は其の箇所に存在する主要通風力に外ならないから、主要通風力に餘力がなければ十分な効果が得られない。従つて此の方法を採用するに當つては豫め研究して計畫を樹てなければならない。

風管通風にも吹込式と吸出式の二様式がある。(第47圖及第43圖参照)

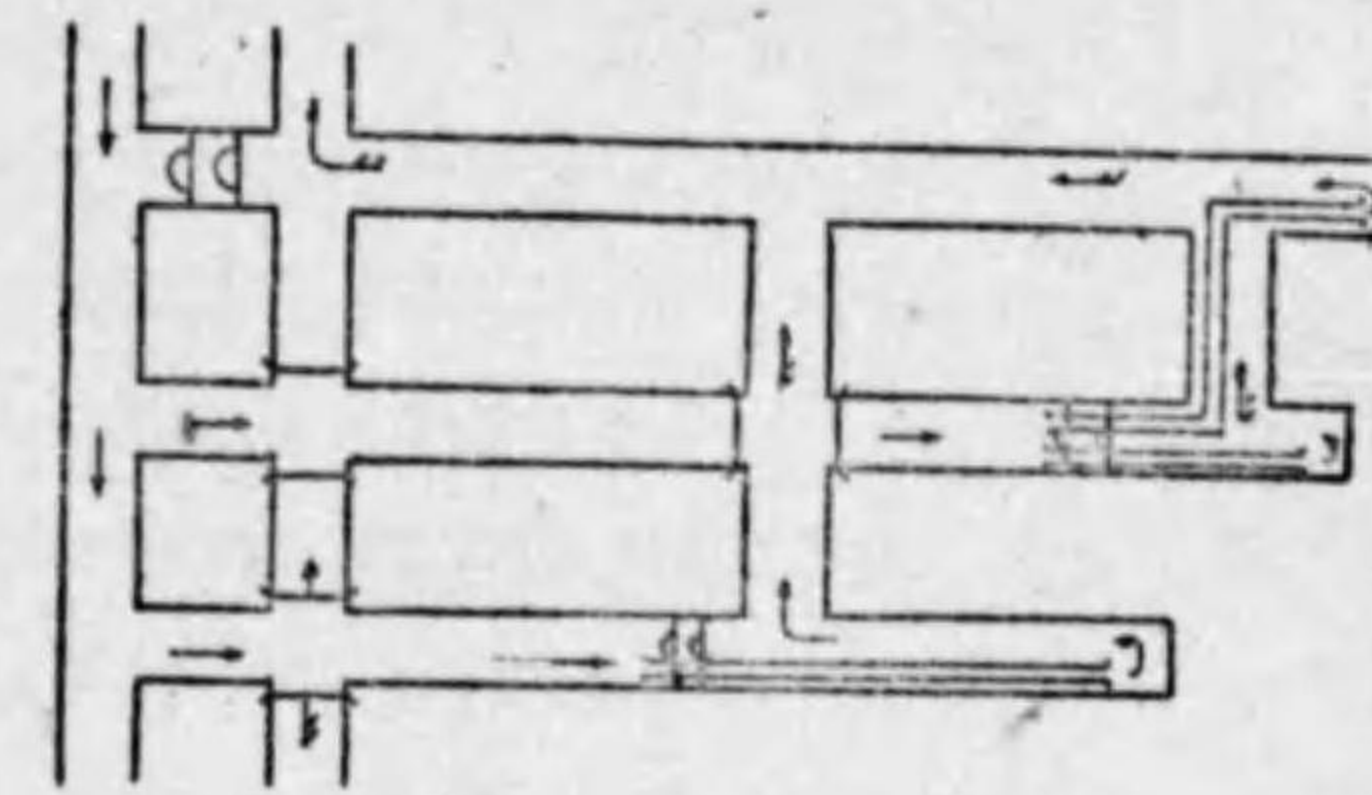
#### (3. 局部通風の(4)吹込式と吸出式との比較の項参照)

後述する吹込式と吸出式の利害得失は風管通風にも適用される理で、瓦斯を攪拌して薄めるため力のある多量の新鮮な空氣を直接其の箇所に吹付けるには、吹込式を採用して目的を達するやうにしたがよい。

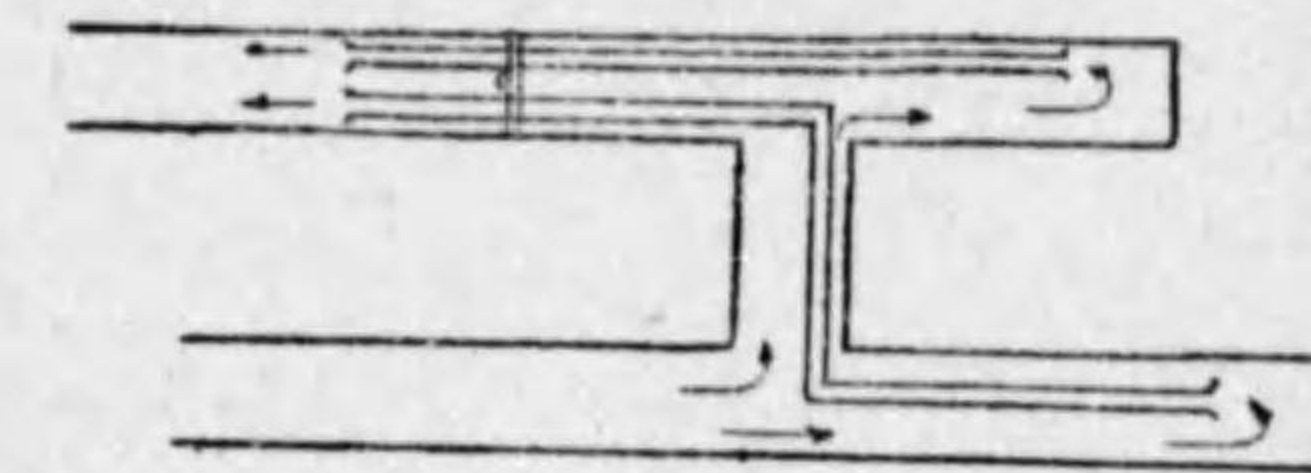
以下に風管通風設

備施行上の注意すべき點と風管通風と機械通風との利害得失を擧げる。(風管の大きさ、延長、通風力と通氣量の關係に就ては附録 風管通風に於ける風管の徑、延長と通氣量の項参照)

第47圖 吹込式風管通氣



第48圖 吸出式風管通氣



(イ) 風管通風設備施行上の注意事項

#### i 一分流中に

風管を直列に入れることは通風抵抗を増す外、或る掘進先の排氣が次の箇所の入氣となつて保安上有害であるから、並列に入れなければならない。

ii 風管内の抵抗を小さくし通氣量を大きくするには、比較的大型の風管を必要とする、場合によつては2本の風管を使用することが便利である。

iii 坑道の大きさは大型風管の設置に差支へのない大きさでなければならない。

iv 風管の延長や保護と漏風防止に注意せねばならぬ。

v 門を移設する場合、通風を中絶せしめないためには前以て豫定の位置に門を建てておき、然る後古い分を撤去せねばならぬ。

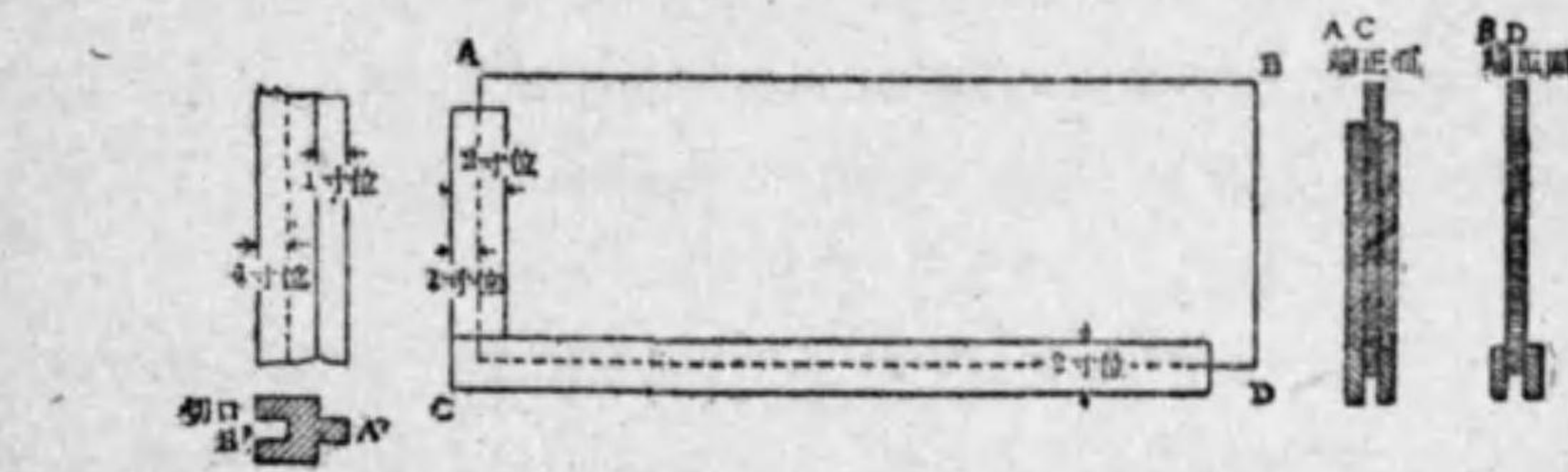
vi 門の開放及び漏風防止のために、二重門を設ける必要がある。

## (ロ) 風管通風と機械通風の利害得失

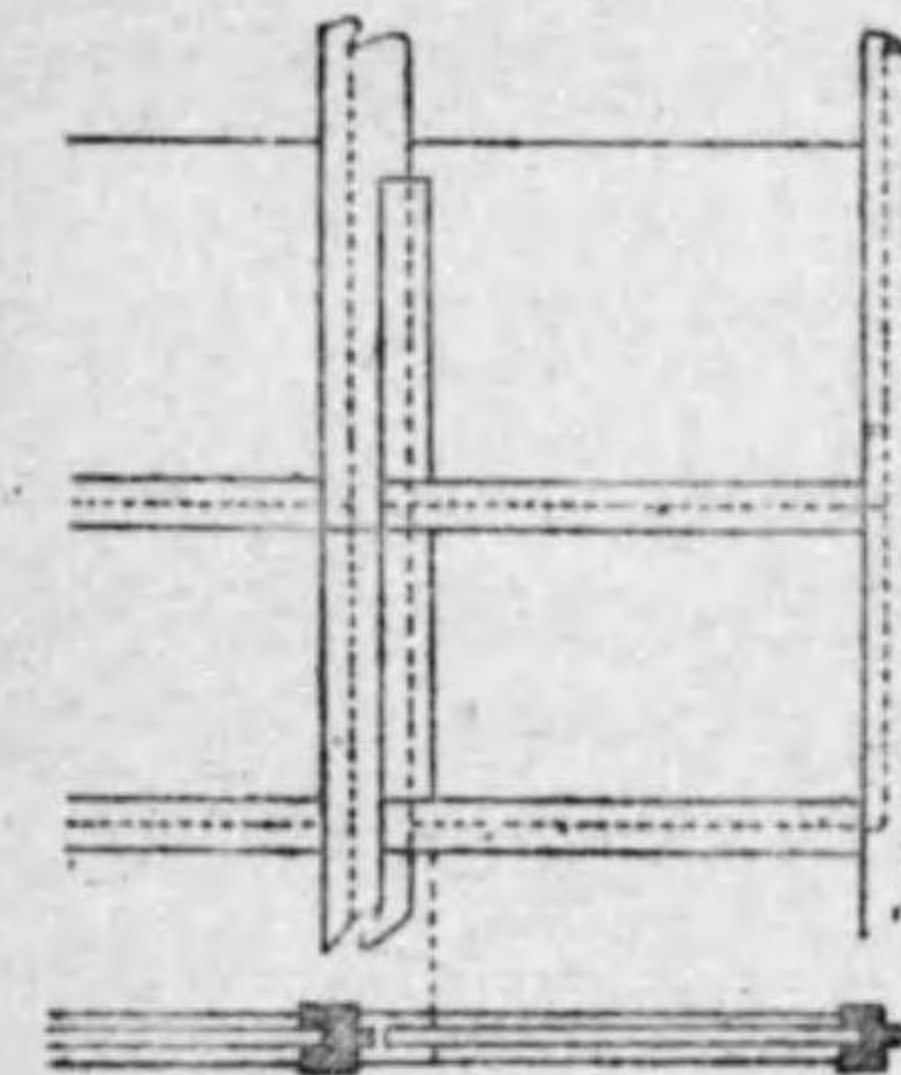
- i 風管通風は装置そのものから生ずる色々の危険がない。機械通風では機械の据付、維持に手数を要し且過熱や火花、車風を防止するためにも特別の施設と注意とが必要である。
- ii 風管通風は主要通風機に異状のない限りは通風が確實に行はれるが、機械通風は局部通風機の故障のため通風が止る。
- iii 風管通風は主要通風機が停れば自ら役に立たなくなるだけであるが、機械通風は主要通風機が停止しても、之に關係がなく運轉して車風となり、通風機の運轉が危険となるから直ちに其の運轉を停めねばならぬ。
- iv 風管通風では延先等の作業者が主要通風機の停止を容易に認められるから、速かに適當な處置が採れるが、機械通風では其の区域内の者に主要通風機の停止が直ちに認知出来難いから、外の者によつて通報なり、通風機の停止が行はなければならない。
- v 停止中の主要通風が再開された場合、風管通風では自ら原状に復へる。しかし機械通風では局部通風機の再運轉の處置を誤つて瓦斯爆發を起す例が多いから、現場間の連絡、通報及通風状態の観測が非常に大切である。
- vi 瓦斯の甚だ多い坑内の局部に電力の使用を禁止する場合、風管通風は極めて安全である。しかし機械通風でも氣動型通風機を使用すれば安全度は高い。
- vii 風管通風では一般に風管を餘程大型とするか、並列にして本数を増す必要があり、機械通風よりも風管が餘計に要る。
- viii 風管通風では通氣門が是非共必要であるから、運搬作業が阻害される。

## 4. 張出し

第49圖 コメ板



組立圖



説明

- A' が A C の溝に嵌る BD 端が次の柱の B' 溝に嵌る  
A B 端が下の板の C D 溝に嵌る

張出しは坑道や切羽を種々の材料で隔壁を作つて二つに仕切り、一方を入氣他を排氣として、通風回路のない箇所を通風を主要通風力に依つて行ふものである。

一應手取早く實施容易と考へられる通風装置であるが、一般に有力な通風は行ひ難い。即ち

- i 漏風が多い。
- ii 分流が行ひ難く、惹いては一分流区域内に數個の装置をした場合、或る1箇所からの瓦斯の濃い排氣はそれから風下の箇所の入氣となる。

iii 延詰などに十分力のある風を吹付けることが困難である。

iv 坑道周壁の地壓で仕切壁の維持が困難である。

以上のやうな缺點がある。故に局部的の、或は一時的の應急措置であつて、一般に常設通風装置としては適當な方法ではない。

張出しには其の使用材料によつて次の如きものがある。

イ 帆布又はドンゴロス張出し

仕切壁の材料として帆布又はドンゴロスを使用するもので、取付簡単迅速突差の間に合ふが、漏風が多く、瓦斯の多い箇所や遠距離に用ひるには不適當である。しかし一時的の應急處置として多量に集積した瓦斯溜の瓦斯排除等に有效である。

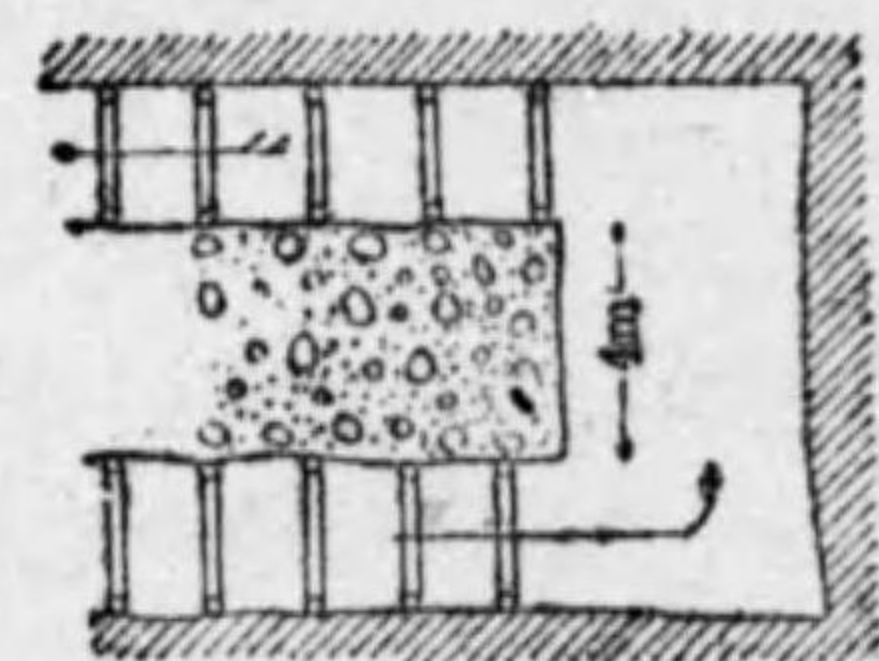
#### ロ 板張出し

帆布又はドンゴロス張出しの代りに板を使用する。布に比し材料工賃は増加するが、漏風の點よりいへば優るものである。特に第 49 圖に示すやうな「コメ板」と稱する構造にすれば、板と板との間の漏風は殆ど防げる。最初の切込みに手間を要するが、平常準備して置けば迅速に組立取外しが出来、板張出しとしてはよい方法である。

#### ハ 岩(硬)巻張出し

坑内出硬を使つて帶狀に築壁する方法である。

第 50 圖の如く坑道を廣幅に掘進する時、中央に硬巻を作つて坑道  
第 50 圖 坑道廣幅掘進



を二分し入排氣道とする場合は之に該當する。

又前進式長壁採炭切羽を全拂で採掘する場合の岩巻も此の一例と見られる。

一般に岩巻張出しは、天井際がとかく空き易いものであるから特に入

念に巻き、場合によつては表面を粘土塗りにする必要がある。

總括して張出し施工上の要點を次に挙げる。

- i 漏風を防止するために天井際と警際（きりば）の施工を特に入念にせねばならぬ。
- ii 延先に近い張出しは發破で壊されるから、先端若干は特に帆布とし損傷を覺悟の上修繕の簡易迅速を圖るのも一法である。破損を惧れて延

長を行はぬとか、發破の際態々取外すなどは局部通風の目的を全然没却するものである。

iii 爆發瓦斯の發生量其の他に應じて入排氣の大きさを按配し、風量と風速を適當に調節して局部通風の目的に適ふやうにせねばならぬ。

iv 常に修繕して漏風を極力防止せねばならぬ。

#### 5. 其の他の局部通風装置

坑道の途中、機械室などの天井や壁から出る瓦斯を防遏又は排除するのに種々の方法が行はれてゐる。

割目から發生する瓦斯に対しては、粘土を詰込みシロをかけるのが普通である。しかし多くの割目或は全面から出てくる瓦斯には粘土塗、シロ塗り、硬巻粘土塗、進んではセメントミルク吹付け、コンクリート壁巻、セメント注入など必要に應じて種々の方法が行はれる。

〔註〕 第四海軍燃料廠では、レールアーチ挿入坑道に於て、レールの頭の高さになるまで天井側壁全面に粘土を厚く塗り、坑道周壁を平滑にして瓦斯を停滯せしめる凹みを除き、瓦斯の停滯を防ぐと共に瓦斯の發生をも防遏して好結果を得てゐる。

坑道の周圍から發生した瓦斯は、流動して來て附近の天井の凹みに溜り易く、又高落箇所は高落自體内部から發生する瓦斯のポケットを形成することが多い。かかる高所の凹みの瓦斯排除は、前記の局部通風機の風管から分岐させたり、エアーゼット、ウォーターゼットを使用する外に、第 51 圖のやうに板、帆布などで簡単な仕掛けをして吹上げを作つて行はれる。

此のやうな吹上げ装置施工の要點は、豫め瓦斯の發生箇所を確かめて置き、其の局部まで十分な力のある風を導くことである。發生箇所が凹みの途中にある場合、それより高い

第 51 圖



所に對しても同様である。

斯くして一旦排除した後の繼續的發生に對しては、發生を防ぐ手段を講ずる外、瓦斯が集積する凹所をなくすことが必要である。

(4) 吸出式と吹込式との比較

1 主要通風(3)の(一)で述べたことが局部通風に於ても適用される筈であるが、局部通風にあつて最も必要な條件である瓦斯を攪拌して之を薄めるため或る速度を持つた新鮮な空気を直接發生箇所に入気するには、吹込式とせねばならぬ。換言すれば、機械通風、風管通風及び各種ゼット装置では風管を入気とするのがよい。

張出し通風でも同様であるから、入気側を狭くして風速を持たせるやうにすることが望ましい。

(5) 車 風

補助通風及び局部通風に於て、一度使用された通風の全部又は一部が入気に逆流して其の局部を循環する状態を車風といふ。

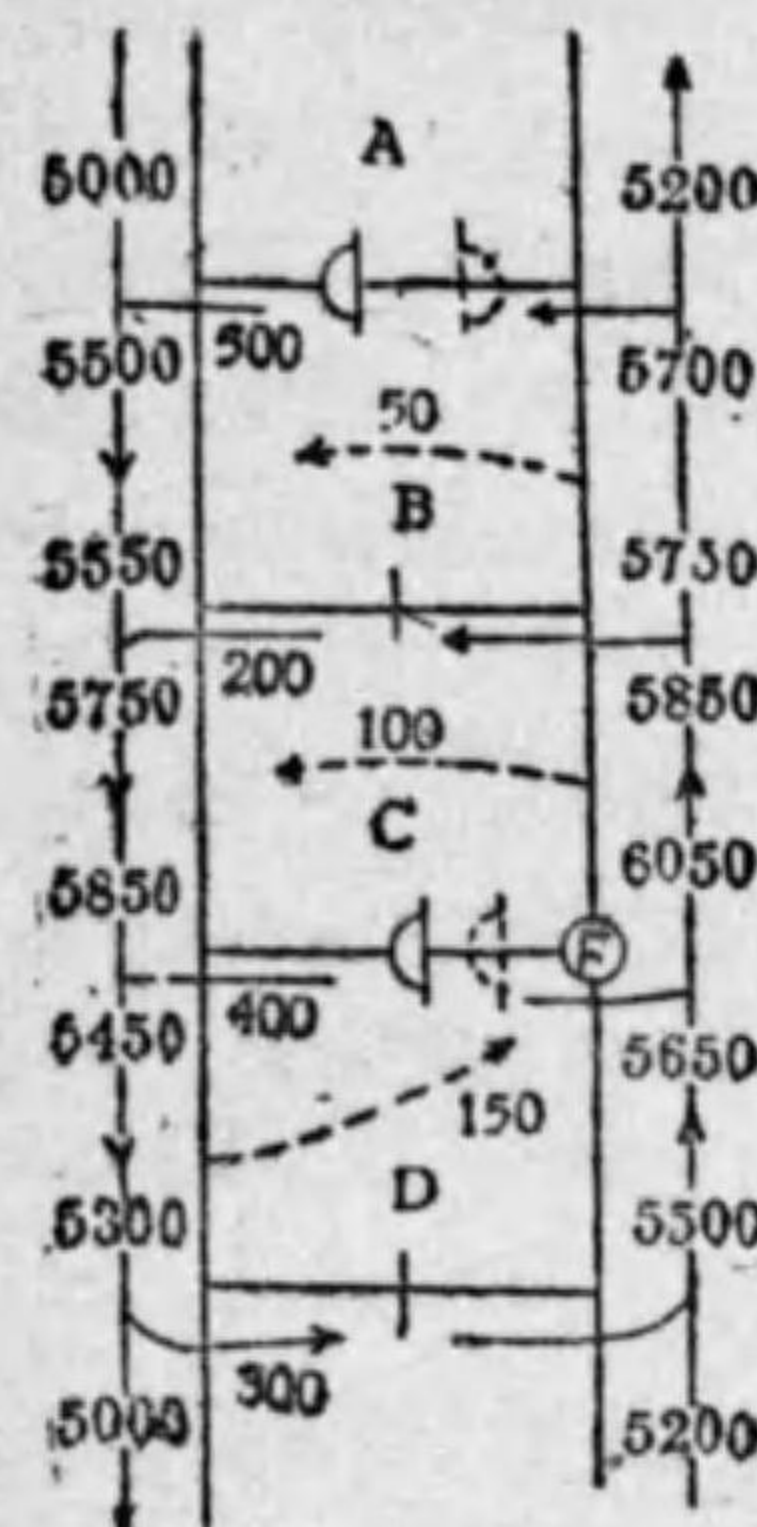
之は次のやうな場合に起るから十分の注意が肝要である。

(一) 補助通風の場合に起る車風

第 52 圖のやうに、入排氣坑道が略並行してそれを連絡する目貫があり、排氣坑道に補助通風機が設置されてゐる場合、目貫の密閉や通氣門が不完全であるか、或は炭柱に龜裂等があり、しかも排氣坑道の抵抗が多いのを放置した儘にしてあると圖示のやうに車風を起す。

補助通風機を設置する目的はいふ迄もなく、其の奥部の通風を良好にして風量を増すためであるに拘らず、單に補助通風機を設置してある附近の局部だけで入排氣量が増加するやうな状態になつては補助強化の目的を達成し得ないこととなる。

第 52 圖 補助通風の車風



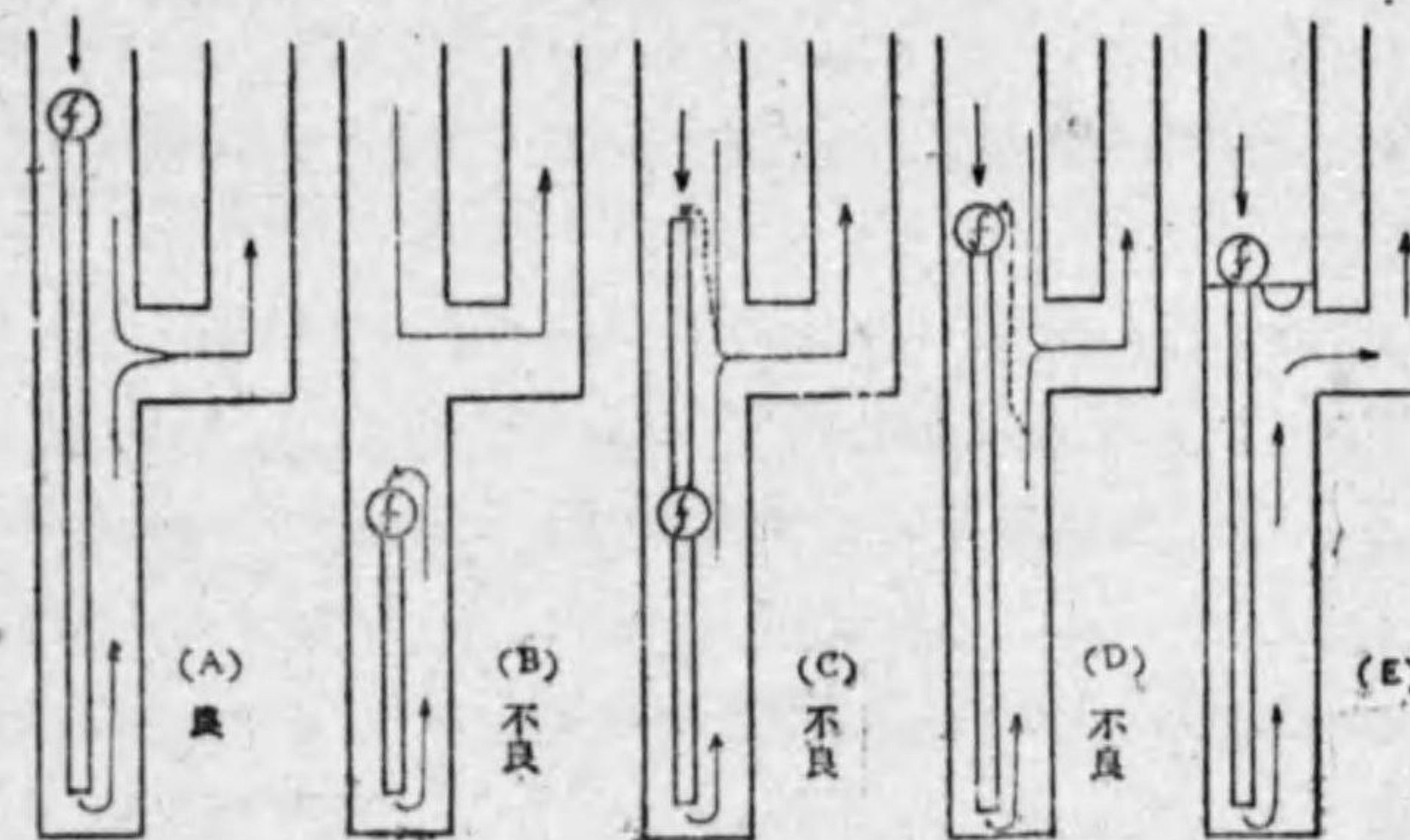
故にかういふ場合には、補助通風の項にも述べたやうに、排氣坑道の抵抗を極力少くし、且 A, D間の漏風を少くせなければならぬ。特に A の門を圖のやうに取付けて置くと何の役にも立たないで風が逆流する場合があるから、よく調べてさういふ場合には點線で示すやうに逆に取り付けねばならぬ。

C の門も點線で示すやうに、二つ以上を設けて漏風を防ぐ必要がある。A の門も出來得れば之を廢して B, D と同様に遮斷壁とし、且共に漏風を起さないやう完全に遮斷せねばならぬ。

(二) 局部通風の場合に起る車風

1. 局部通風機の設置位置不良の場合
  - (イ) 最終目貫の奥に設置した場合

第 53 圖 局部通風の車風



第 53 圖(B)のやうに袋坑道の中に通風機があれば、其の通風機は單に袋の中を攪拌するのみで新しい風が供給されない許りでなく、發生した瓦

斯を薄める新しい空気が送込まれない上に、発生した瓦斯が十分に排出されず、其の局部を循環して所謂「車風」となつて漸次蓄積して危険な状態になる。しかし平常瓦斯の出の少い所では、此の遣り方でもどうやら遣つて行けることもあるので、兎角遣りたがるが前述のやうにかういふ遣り方は瓦斯の出方が多くなつたり、通風機が停止した時には直ちに危険状態となり、其のために爆発を起した実例が多いから、絶対に行つてはならない。

尙(C)のやうに吸込口の風管を目貫より手前の方に持つて行く場合は、入気が目貫より手前から入るから一應よいやうであるが、圖示のやうに一部の瓦斯が入気に混入する虞もあり、通風機停止の時は前と同様危険状態となるから、やはり此の方法も行つてはならない。

(ロ) 最終目貫に餘り近付けた場合

(D) のやうな場合には通風機が入気に置かれてゐるので、安全のやうに見えるが、やはり一度使用された通風の一部分が車風となることがある上、通風機が停止して瓦斯が停滞した時に運轉再開の場合、瓦斯が通風機の位置迄逆流して来る虞があるから危険である。

(三) 局部通風機に依る風量が主要通風機に依る風量よりも多過ぎる場合に起る車風

此處に来てゐる風量が、此の局部の瓦斯を安全な程度に薄めるに十分であれば、局部通風機の風量が多過ぎても、運轉してゐる間は差支ないが、運轉停止した時は瓦斯が袋の中に停滞し、運轉開始と共に通風機の附近に逆流して来るので危険である。かういふ場合には(E)のやうに門を設けて逆流を防ぐことがあるが、門の維持が悪くなれば同じく危険であり、又もし局部通風機の風量が主要通風機による風量より少い場合に此の方法を行ふと、通風抵抗を増して主要通風を押へることになるから之を濫用してはならない。

局部通風機の位置及び其の風量は通風機の容量や其の箇所への通気量、其の

他を考慮して技術管理者が決定すべきであつて、現場で勝手に設置してはならない。それと同時に以上に述べた車風のことをよく承知してゐて、設置後に於ても車風の状態にならぬやうに注意することが肝要である。

瓦斯発生が多い坑内では、たとへ車風にならずとも瓦斯が逆流して局部通風機附近に来ることがあるから、出来る限り距離を離すことが必要である。

〔註〕 卸詰から多量の瓦斯が発生し、之が卸の天井を入気に逆らつて上昇して来て車風と同様の状態となり、局部通風機に吸込まれて爆発の原因となつた実例がある。

(6) 局部通風施設の設置要件

局部通風機や通風装置を設置する場合、其の位置の選定が適當でなかつたり、局部通風機に依る風量が主要通風機に依る風量よりも多過ぎるときは、通気が車風となることは前述の通りであるが、殊に動力に電氣を使用するものでは、車風により爆発瓦斯を之等の機械に接觸せしめる結果となり危険であるから、位置の選定と風量に就て特に注意を要する。

(一) 局部通風機設置の要件

1. 設置位置

局部通風機は最終目貫より規定されただけの十分の距離を離して入気坑道中に設置し、新鮮な空気を送るやうに心掛け、排気坑道中に之を設置せぬことを原則とする。

同一の場所で上下の位置に就て述べれば、上部即ち天井際に近く設置するのは、爆発瓦斯の停滞又は通過する虞が多いから、なるべく下磐に近い低い位置がよい。

爆発瓦斯突出の虞のある坑内、特に突出を起したことの箇所の附近には氣動型通風機を使用するがよい。

電動型のものなら相當の距離を離して使用することが必要である。

もし主要通風に餘裕があれば風管通風に依るがよい。

## 2. 風量

局部通風機に依る風量は、常に主要通風機に依る風量よりも少く保つことが必要であつて、普通其の割合は7~8割以下にあることが安全である。

尙局部通風機設置後、時日の経過に連れて坑道の重圧等により、主要通風機に依る風量の減少を來す場合には、應急的に局部通風機の前方に門を設けて車風となることを防ぐ一方、風道の切擴めを早急に行ふ必要がある。

## (二) 局部通風装置設置の要件

## 1. 風管の位置

風管は炭車の出入の邪魔にならぬやう、又脱線等のために破損せぬやうな位置に設置すべきことは勿論であるが、風管先は爆發瓦斯の發生又は停滯する箇所に向けることが必要である。即ち風管の設置位置は下磐でも其の先端は必ず爆發瓦斯が發生、停滯し易い天井際に通氣が達するやうにせねば効果が無い。

## 2. 風管先と切詰との距離

風管先と切詰との距離は風が切詰の瓦斯發生箇所 directly 且十分に達するやうに接近させて置くことが肝要である。

瓦斯の發生の多い箇所では、風管先と切詰との最大距離を規定しておくことも良い方法である。

風管の延長が遅れぬやう、風管先には短物風管を數本用意して置き、切羽の進行と共に之等を延長し、完全な本物の長さに達せば之等を取替へて行くことが便利である。

發破に際し風管先を破損させたり、風管に硬炭等が塞つたり又は風管の支持具を傷めたりすることがあるから、風管先には次に示すやうな保護装置をつけるがよい。

## 3. 發破に對する風管先の保護装置

保護装置には種々のものがあるが、風管から吹出又は吸込まれる通風の防

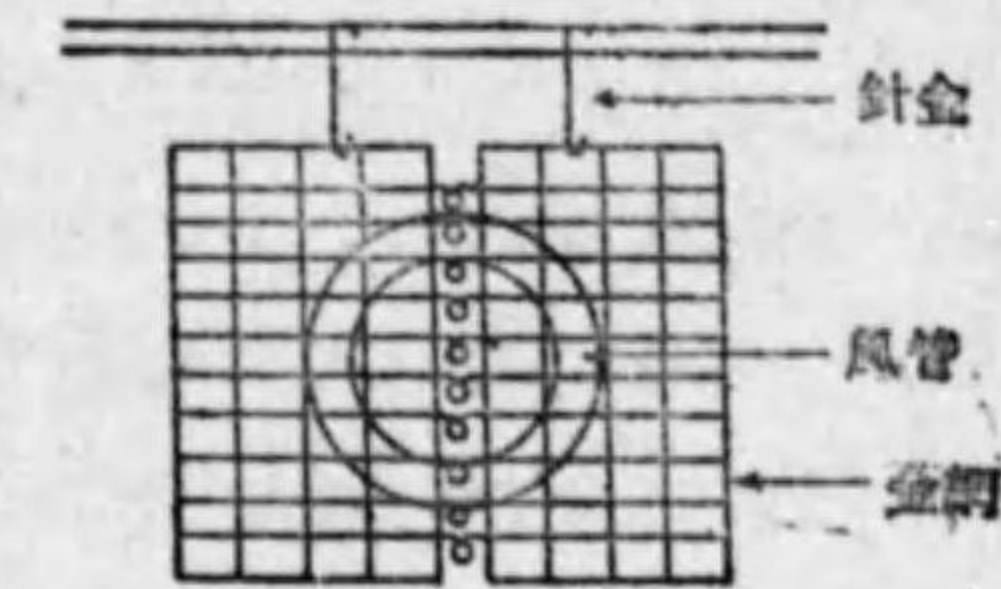
害とならぬものがよい。

第54圖

次に其の例の1, 2を挙げる。

イ. 第54圖に示すやうに風管先に金網を吊したもの

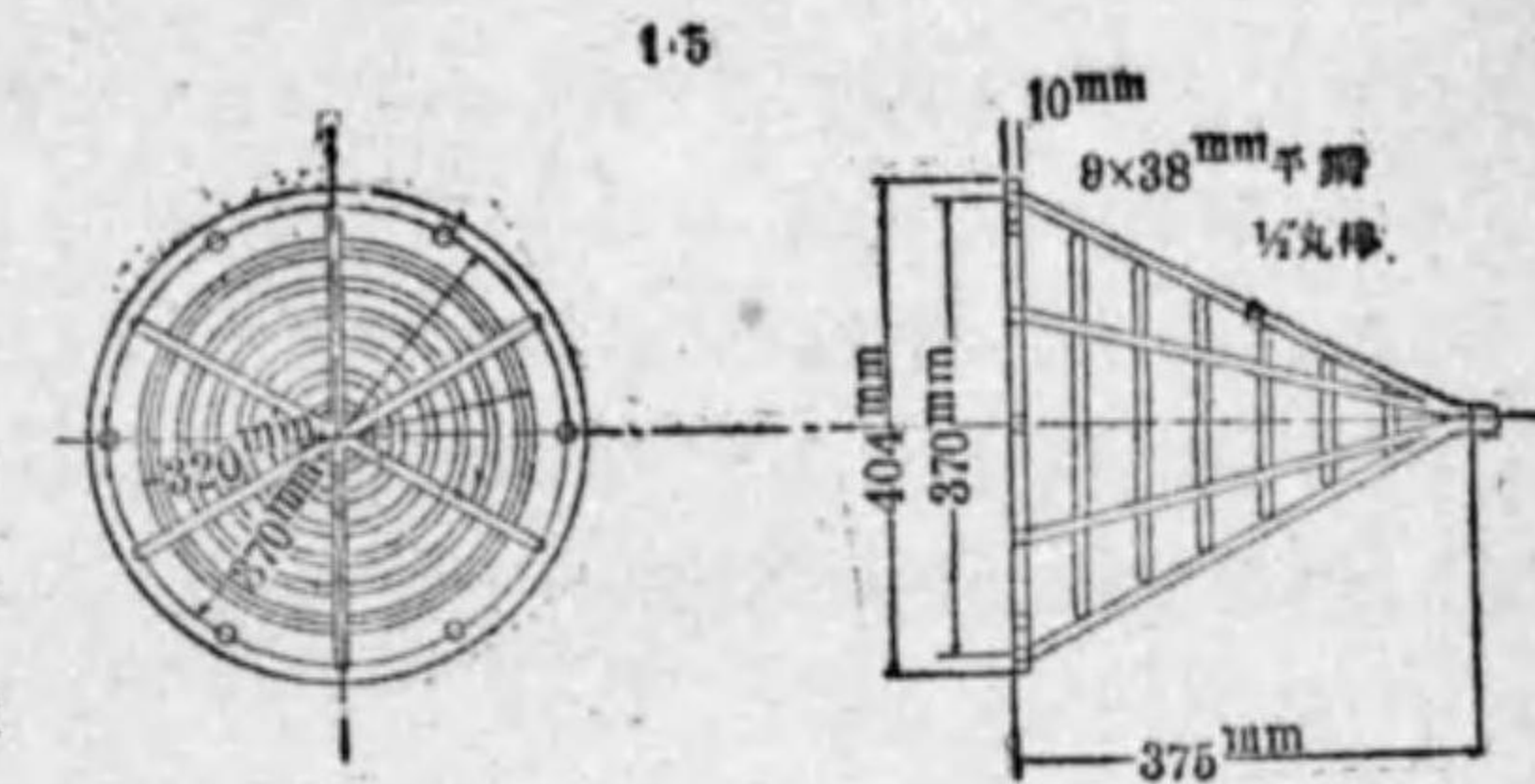
ロ. 第55圖風管先に鐵棒を以て造つた圓錐狀の棒を取付けたもの



第55圖

## (7) 局部通風施設の管理

局部通風機、ゼット、風管等を適當に設置しても其の後の管理不良の時は、機械及び装置の故障漏風等のために、瓦斯排



除の目的が達せられないのみならず不慮の災禍を招くこととなる。

次に局部通風施設の運轉、停止に就き必要な注意事項を列記する。

- i 局部通風施設は常運轉を原則とする
- ii 局部通風機据付後は故障なく運轉して、瓦斯排除の目的を達するために、坑内係と工作係とが共に責任を以て相協力して管理に當るべきである。
- iii 通風施設の點檢は巡回の都度行はねばならぬ。
- iv 通風施設の設置位置附近の天井、壁、磐等を調べて落磐、磐膨れ等に注意し、運轉に故障を來さないやうにすること。
- v 風管の織目、特に曲つた箇所に注意し、漏風の無いやうにすること。
- vi 風管先が瓦斯の發生してゐる箇所又は停滯してゐる箇所に向つてゐるか風



管内に硬や其の他の物が入つてゐないかに注意すること。

vii 電動型のはケーブルやリード口等に注意し、發火の虞のないやうに手入すること。

viii 耐壓防爆機器のボルト、ナットの弛みがないかを注意すること。

之等のカバーは特定のもの以外勝手に開いてはならない。手入のため必要ある時は手前の方で電氣を遮断してから行ふこと。

ix 局部通風機の軸受の給油に注意すること、往々メタルが焼けて運轉が止つたり、又電動機を焼損せしめることがあるから、軸受の加熱状態に注意し、給油を怠らないこと。

x ゼットはノズルが詰り易いから常に注意し、又故意にとめることがあるからよく取締らねばならぬ。

xi 風管先の風量、發生瓦斯量、攪拌が十分に行はれてゐるかどうか、瓦斯の噴出する箇所や停滯箇所がないか等に就て注意すること。

xii 通風機据替の時には豫備機を使用し、今迄使用せるものは必ず坑外に上げて分解掃除をなすこと。

xiii 豫備機は坑外で試運轉に合格したものをを用ひるのは勿論であるが、坑内に設置してからも連続運轉に支障なきかを十分に確め、尙風管先の風量が十分出るかどうかを調べる必要がある。

xiv 主要通風機停止の場合は、坑内作業場への送電を停止すると同時に、局部通風機の開閉器も遮断しなければならない。

xv 停電に際しては自動的に運轉を停止するやう低電壓リレー装置の付いた開閉器を使用するがよい。

xvi 之がない時は、停電と同時にスイッチを切つて置き、送電の際直ぐ局部通風機が動き出さないやうにして置かねばならぬ。

xvii 一旦停止したものを再運轉する場合は、其の附近の瓦斯の状態を十分綿密に調査し、危険のないことを見極めてから運轉すること。

xviii 濃厚な停滯瓦斯の排除に際しては、之が排氣中に流動して行き、思はぬ災害を惹起することがあるから、排氣坑道方面では作業中止又は立退き、電氣施設（電話、電鈴を含む）の管理等豫め適當の處置を講じておくこと。

xix 以上の場合、瓦斯の排除状態を入念に調査し、常態に復し安全と認める迄立入を嚴禁することを要する。

#### 4. 通氣状態の管理

##### (1) 通氣量の測定

各測風箇所には揭示板を備へて置き、之に測風箇所の断面積、觀測した風速、以上より求められる通氣量、其の他瓦斯量、觀測日時、觀測者の氏名等を記入して置き、現場係員は常に之に留意する習慣を付け、通氣状態に就て熟知するやうに努めなければならない。

觀測者は通氣量に就き異状を認めた場合は、直ちに技術管理者に報告せねばならぬ。

坑内詰所に、簡単に判り易く書いた通氣圖に測風箇所の位置、通氣量、通氣方向、瓦斯量を記入して掲げ、係員の注意を喚起することは管理上よい方法である。

通氣系統を多少でも變更した場合には、通氣量に變化を與へるものであるから、其の結果を十分に測定して關係者に知らしめるやうにせねばならぬ。

##### (2) 瓦斯量の測定

作業場や作業場近くに於ては、特に濃厚な瓦斯が溜り易い天井等に對し、徹底的に瓦斯の檢定を行はねばならぬ。

主要入排氣坑道の瓦斯量は、一般に觀測が十分行はれてゐるが、分流入排氣坑道では、觀測が徹底されぬことが多いから、特にかういふ所の管理を十分行つて萬遺漏なきことを期せねばならぬ。

瓦斯量に就て異状を認めた場合は、それぞれに應じて適当な處置を採り、直ちに技術管理者に報告して其の指揮に従はねばならぬ。

検定の結果瓦斯量が或る制限以上であつた時の處置は、**爆發瓦斯の検定の章の6**を参照のこと。

瓦斯測定の目的は、危険程度及び警戒程度の瓦斯を發見して之を撃滅するにある。従つて瓦斯の存在を確認するだけでは何の役にも立たないのであつて、其の測定の結果に基づいて通風施設を強化し安全程度に薄めて排除し、更に進んで其の處置を行つた結果瓦斯を撃滅したことを確認することが又瓦斯測定の大切な目的の一つである。

故に瓦斯の測定と通風とは離れることの出来ない密接な關係があつて、瓦斯測定（索敵）と通風強化（撃滅）と瓦斯再測定（戦果確認）とが完全に行はれて始めて安全を期せられるのである。

尙或る箇所に何%の瓦斯があつたといつても、單にそれだけでは其の箇所の安全程度は判らないのであつて、瓦斯の濃度だけの測定は全く無意味である。進んで危険程度（5%以上）又は警戒程度（2%以上）の瓦斯の存在範圍を明確にする必要がある。例へば保安日誌に三卸右二片詰何%とだけ書くのではどの位の範圍に其の濃度の瓦斯が存在するかといふことが判らないので何にもならない。詰から3米、天井から1米、幅3米、即ち3m×1m×1.5mと存在範圍を書くやうにしなければならない。

又瓦斯停滯の容積は瓦斯泄出の多少と、通風状態の良否とを示すものであるから、存在範圍を書くと同時に通風施設の適否も明かにし、通風強化の處置と瓦斯排除の處置とに依つて生じた結果を次のやうな日誌に圖示することが良策である。

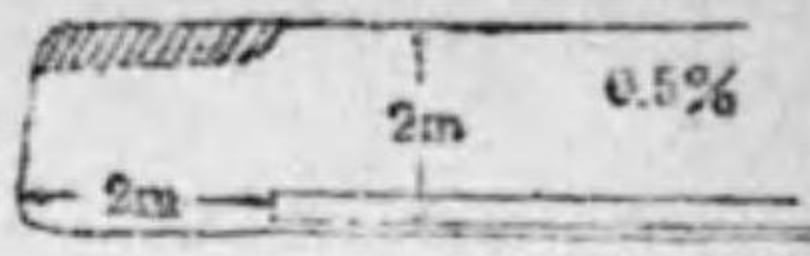






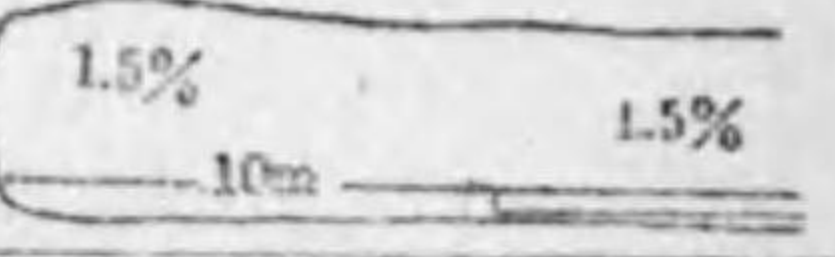
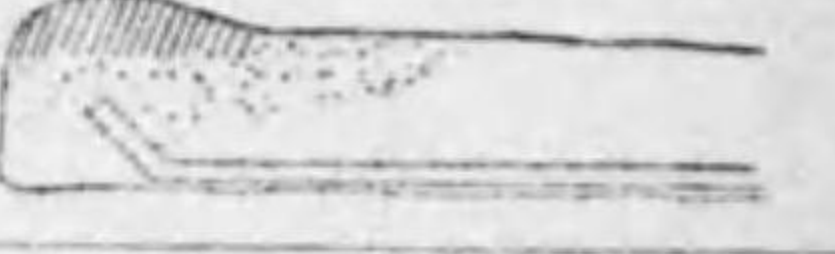

其の日誌は之を瓦斯撃滅日誌と稱し

- 一 2%以上の瓦斯の存在を認めて之を撃滅したとき
- 二 局部通風施設の不完全を認めて之を補修整備したとき
- 三 一時一般作業を禁止したとき

箇 所 名	測 定 月 日 時
五尺三卸左二片詰	8.3 ㊦ 4.2
五尺二卸左十片詰	8.3 ㊦ 6.15
五尺二卸左十一片昇	8.3 ㊦ 6.20
三尺一卸右十五片詰	8.3 ㊦ 7.00
同 上	8.3 ㊦ 7.35
同 上	8.3 ㊦ 10.2
三尺一卸左九片詰	8.3 ㊦ 12.30
三尺三卸右十一片詰	8.3 ㊦ 3.20
三尺三卸右十二片詰	8.3 ㊦ 6.00
三尺三卸左三片詰	8.3 ㊦ 3.30
五尺本卸右十五片詰	8.4 ㊦ 7.30
三尺二卸左三片詰	8.5 ㊦ 9.00

記載注意 (1) 2%  
(3) 一時

### 瓦斯撃滅日誌記載例

箇 所 名	測 定 日 時	測定者	瓦斯 停 止 の 状 況	處 置	責 任 者	結 果	責 任 者
五尺三卸左二片詰	8.3 ㊦ 4.25		2m×0.3m×2m (方向不良) 	上向風管取付 風力可		上向風管取付の 結果0.5%となる ㊦ 5.10	
五尺二卸左十片詰	8.3 ㊦ 6.15			風管延長 上向風管取付		0.5%となる ㊦ 6.45	
五尺二卸左十一片異	8.3 ㊦ 6.20		3m×1.2m×1.8m (延長遅れ) 	風管延長		1%となる ㊦ 6.55	
三尺一卸右十五片詰	8.3 ㊦ 7.00		3m×1m×2m (延長遅れ) 	2本中1本を延長		延長したるも風 力不足に付次の 處置を要す	
同 上	8.3 ㊦ 7.35		(風力不足) 	Aの通風機甲を 10 HP 乙を 7.5 HPに改む		次回の如くなる	
同 上	8.3 ㊦ 10.25		4% 0.4% (理研) 	作業開始			
三尺一卸左九片詰	8.3 ㊦ 12.30		8m×1.5m×2m 3%以上2%以上 (延長遅れ) 	風管延長		延長前30分にて 0.5%となる ㊦ 5.35	
三尺三卸右十一片詰	8.3 ㊦ 3.20		(延長遅れ) 	風管延長		0.5%となる	
三尺三卸右十二片詰	8.3 ㊦ 6.00		(延長遅れ) (風力不足) 	局部通風機の風量増加 を要す 風管掘手手入		5 HPを10HPに取 換へ風管延長の 結果0.5%となる	
三尺三卸左三片詰	8.3 ㊦ 3.30		(風量不足) (延長遅れ) (方向不定) 	風管延長上向取付 風量の増加を要す			
五尺本卸右十五片詰	8.4 ㊦ 7.30		5m×1m×2m 	風管径太過ぎるため風 管径を20#にすること を要す 工事完成迄作 業一時禁止す			
三尺二卸左三片詰	8.5 ㊦ 9.00		7m×1.5m×3m 	風量風力の増加を要する も充分通風不足のため 風量増加不能 左二片上 風量切替完成迄作業禁止			

記載注意 (1) 2%以上の瓦斯の存在を認めて之を撃滅したるとき (2) 局部通風設備の不完全に認めて之を補修整備したるとき  
(3) 一時作業を禁止したるとき

當な處置を採り、直ち  
爆發瓦斯の檢定の章の  
して之を撃滅するにあ  
ないのであつて、其の  
除し、更に進んで其の  
瓦斯測定の大切な目的  
關係があつて、瓦斯測  
とが完全に行はれて始  
だけでは其の箇所の安  
く無意味である。進ん  
の存在範圍を明確にす  
書くのではどの位の範  
で何にもならない。  
と存在範圍を書くや  
を示すものであるか  
風強化の處置と瓦斯排  
ることが良策である。

の項目に記録し、次の記載例に依るがよい。

### (3) 通風施設の点検検査

通風機器座は往々通風不良のため又は位置不適當のため、瓦斯が停滯して危険を醸することがあるから注意せねばならぬ。

之に對し保安係員は必ず1日1回以上確實に瓦斯の測定を行ふやうにせねばならぬ。

之等通風施設の新設移轉に就ては必ず技術管理者の許可を得て行はねばならない。

坑外に設置した通風機は、機械の点検々査手入等が十分に行き届き易いが、坑内に設置された種々の目的のための通風機は兎角不十分になり勝ちであるから、特に管理を怠らぬやうにせねばならない。

之等の通風機は孰れも設置した當時は凡ての條件に適應したものであるが、時日を経るに従つて坑内一般狀況の變化、通風抵抗や漏風の増加等のために十分能力を發揮しないで運轉されてゐることが多いから、定期的に通氣量を測定して記録報告する必要がある。

局部通風機の設置位置、其の施設の管理不十分より瓦斯爆発を起した實例が數多くあるから、些細な點まで注意して異狀の早期發見に努め、其の對策と機宜に適した迅速な處置が望ましい。

## 爆発瓦斯の排除—附録

### 1. 主要通風

(1) 必要風量 (本文 2. 主要通風 (1) 参照)

#### (一) 概説

坑内に必要な風量は、石炭指定炭坑では、坑内に於て同時に就業する職員の 1 日中の最大人員数を標準として、1 人に付  $3\text{m}^3/\text{min}$  以上の風量で、しかも爆発瓦斯含有率を總排気で 0.5% 以下にするだけの風量でなければならない。

#### (二) 實例

九州、北海兩地方鑛山局管内の石炭坑に就き、昭和14年6月末現在の調査に依れば

##### 1. 入坑人員を基礎とするときの總風量

(イ) 瓦斯の少い坑	7 坑に付
1 人當 最小	$2.88\text{m}^3/\text{min}$
最大	8.33
平均	4.95
(ロ) 瓦斯の多い坑	31 坑に付
1 人當 最小	$3.22\text{m}^3/\text{min}$
最大	31.40
平均	8.46

昭和14年6月中の最大入坑人員をとつて、上記31坑を大別すれば次のやうになる。

風量 $\text{m}^3/\text{min}$	3~5	5~10	10~15	15~20	20以上
坑數	10	13	4	3	1

##### 2. 出炭産數を基礎とするときの總風量

瓦斯のある坑	13 坑に付
1 日出炭産當	$3.32\text{m}^3/\text{min}$

### 3. 採炭拂よりの出炭産數及び拂稼働人員を基礎とするときの拂の風量

#### 一. 拂 1 日出炭産當風量

(イ) 瓦斯の少い拂	7 拂に付
最小	$0.31\text{m}^3/\text{min}$
最大	3.35
平均	1.50
(ロ) 瓦斯の多い拂	30 拂に付
最小	$0.34\text{m}^3/\text{min}$
最大	7.00
平均	2.25

#### (二) 拂稼働者 1 人當風量

(イ) 瓦斯の少い拂	7 拂に付
最小	$1.97\text{m}^3/\text{min}$
最大	16.00
平均	6.00
(ロ) 瓦斯の多い拂	30 拂に付
最小	$2.70\text{m}^3/\text{min}$
最大	30.00
平均	12.30

#### (三) 風量計算例

##### 例 1. 爆発瓦斯の泄出量が判明してゐる場合

瓦斯の泄出量が  $3\text{m}^3/\text{min}$  で、之を含有率 0.5% にするために必要な風量を計算せよ

$$\begin{aligned} &\text{今必要風量を } x \text{ m}^3/\text{min} \text{ とすれば} \\ &\frac{3}{x} = \frac{0.5}{100} \quad x = 600 \text{ m}^3/\text{min} \end{aligned}$$

##### 例 2. 現在 $600\text{m}^3/\text{min}$ の風量があつて、瓦斯含有率は 0.9% である。

今之を 0.5% に保つためにはどれだけの風量が必要か

$$\text{瓦斯量 } 600 \times \frac{0.9}{100} = 5.4 \text{ m}^3/\text{min}$$

今必要風量を  $x$  とすれば

$$\frac{5.4}{x} = \frac{0.5}{100} \quad x = 1080 \text{ m}^3/\text{min}$$

## (2) 通 風

## (一) 自然通風 (本文 2. 主要通風 (2) の(一)参照)

今第 56 圖のやうな坑内があるとする。AB、CD は通気堅坑で、BD は其の兩坑底を連絡する水平坑道である。堅坑 AB 内の空氣柱の單位面積當りの重量が堅坑 CD のそれよりも小であれば、空氣は CD から入つて AB から出る。即ち CD は入氣坑となり、AB は排氣坑となる。かくの如く通風を目的とする機械等に依らずに通風を生ずる場合之を自然通風といひ、其の通風力を自然通風力といふ。

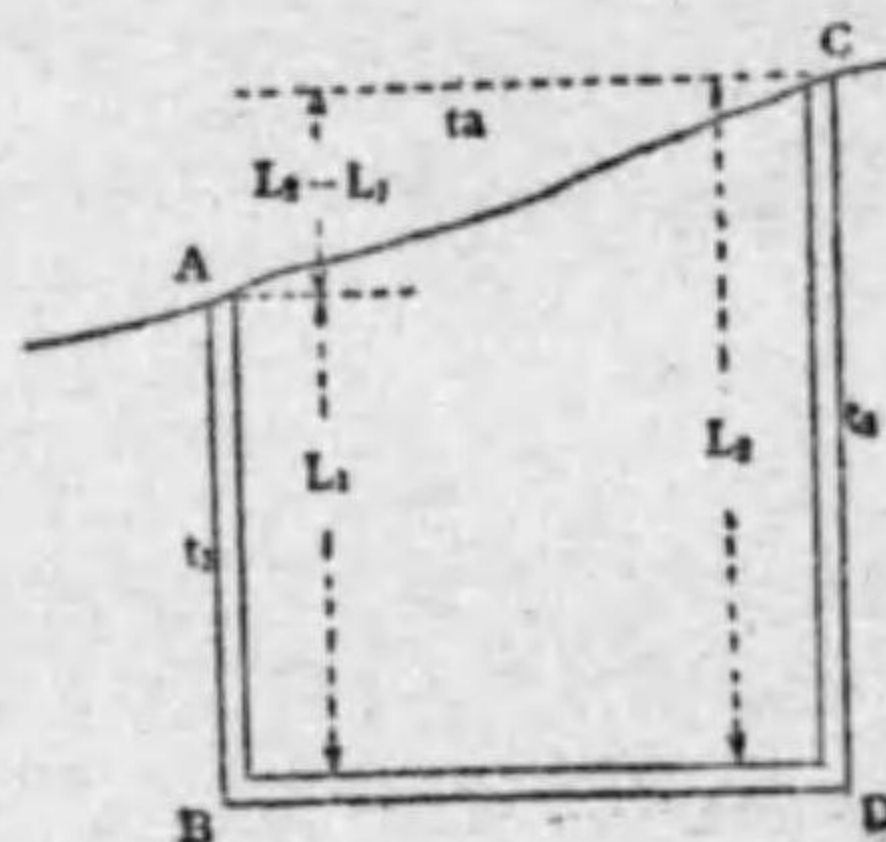
此の自然通風力に影響する原因の主なるものは、一般に

- i 坑外の氣温
- ii 坑内空氣の溫度
- iii 兩坑口の高さの差
- iv 坑内の深さ
- v 坑内空氣の溫度
- vi 大氣壓
- vii 坑内空氣の成分

等である。

自然通風力を算出することは稍々面倒であるが、坑外の氣温、兩堅坑の溫度、深さ及び兩坑口の高さの差を測れば大略次式で計算出来る。

第 56 圖



$$h = 4.17/1000 [(L_2 - L_1)(t_2 - t_a) + L_1(t_2 - t_1)]$$

茲に

- h 自然通風力、水柱 mm 或は kg/m<sup>2</sup>
- L<sub>1</sub> 堅坑 AB の深さ m
- L<sub>2</sub> 堅坑 CD の深さ m
- L<sub>2</sub> - L<sub>1</sub> 兩坑口の高さの差 m
- t<sub>1</sub> 堅坑 AB 内の空氣の平均溫度 °C
- t<sub>2</sub> 堅坑 CD 内の空氣の平均溫度 °C
- t<sub>a</sub> 兩坑口の高さの差 L<sub>2</sub> - L<sub>1</sub> の大氣の平均溫度 °C
- 4.17 溫度 1°C の差に付空氣 1m<sup>3</sup> の重量の差 g

以上には空氣の成分、溫度及び大氣壓は考慮に入れてゐないが、一小區域に於ては之等の影響は極めて小なるものとしてよい。しかし之等に餘程の差がある場合には、其の各々に依つて生ずる通風力を算出しなければならない。

此の自然通風は一般に夏季に於ては AB が排氣坑となり、冬季に於ては入氣坑となるが、之は次のやうに説明される。

今兩堅坑内の溫度が同一即ち t<sub>1</sub> = t<sub>2</sub> であるとする。夏季には坑外の溫度 t<sub>a</sub> は一般に t<sub>1</sub> よりも高いから、CD の空氣柱は AB 側の空氣柱よりも重い。従つて空氣は CD から BA へと流動する。冬季には反對に t<sub>a</sub> が一般に t<sub>2</sub> よりも低いから、氣流は夏の場合と逆の方向となる。1 日の内に其の通風方向が變り、又坑内外の溫度が殆ど等しい場合に、全然通風が行はれぬ場合が生じて來るのは此の理由に依る。

しかし自然通風が機械通風に及ぼす影響は相當大きいものであるから、後にも述べるやうに機械通風の場合にも、此の自然通風を利用するやう心掛くべきである。

## (二) 機械通風 (本文 2. 主要通風 (2) の(二)参照)

機械通風に用ひられる通風機は主として離心型と軸流型とである。離心型に

はシロッコ、キヤベル、ターボ、チャンピオン、ラトウ等があり、軸流型にはプロペラー、エヤレックス等がある。

現在多く用ひられてゐる大型の通風機は主として前者に属するものである。後者の大型のものも将来は多く用ひられるものと思はれるが、茲では前者の離心型のものに就て述べることにする。

通風機に依つて生ずる通風力は一般に次式で算出される。

$$H_t = \frac{U^2}{g} - \frac{UW \cos \alpha}{g}$$

$$= \frac{U^2}{g} - \frac{Uv \cot \alpha}{g}$$

茲に

Ht 第57圖A Bのやうな羽根車が廻轉して生ずる理論上の通風力、空氣

柱 m (之に其の空氣 1m<sup>3</sup> の重量を乗すれば水柱 mm となる)

U 羽根車の外周の速度 m/sec

W 羽根の先端を離れる空氣の其の羽根に對する速度 m/sec (此のWの方向は其の羽根の面に切線となる)

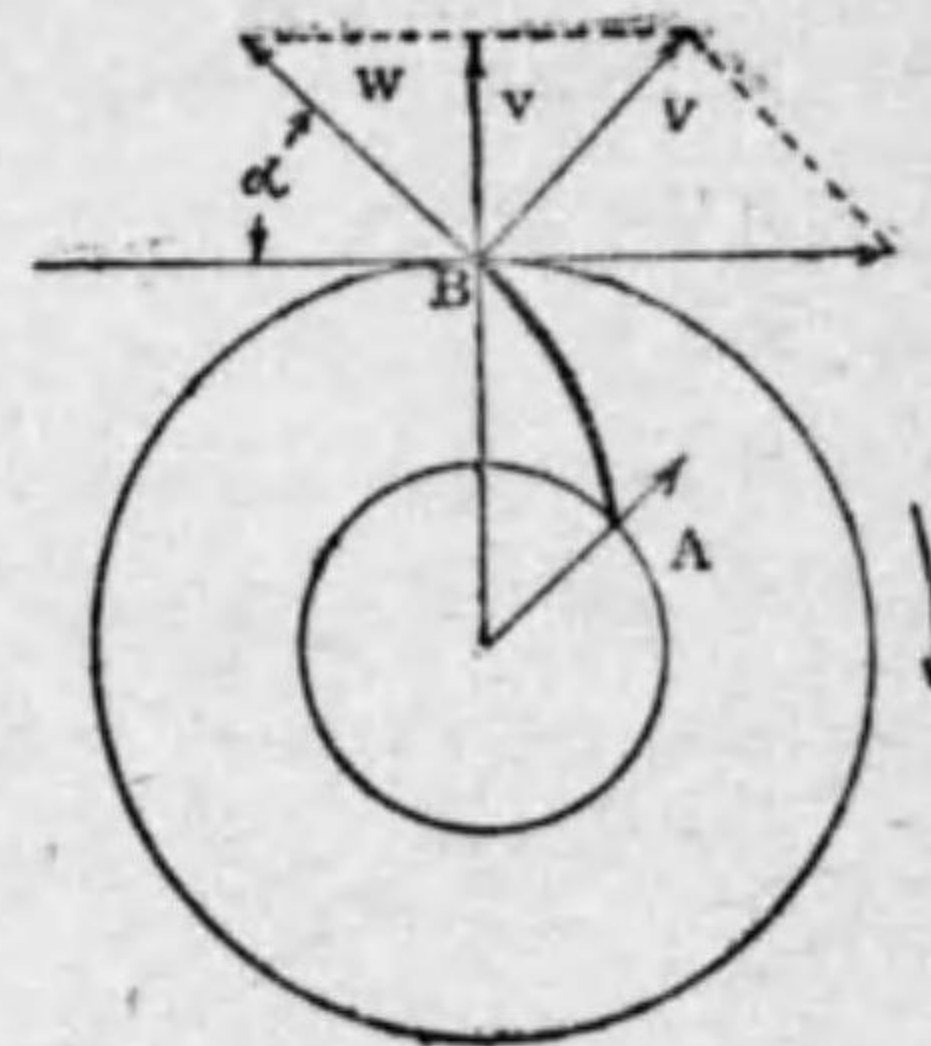
$\alpha$  羽根の先端B點で圓に引かれた切線と其の羽根に引かれた切線となす角度

v 空氣が其の羽根の先端Bを離れるときの速度 V の半徑方向の速度 m/sec 但し羽根の間に入つて來る空氣の方向はA點で半徑方向になるものとしてある。(此の事は一般に認められてゐる)

g 重力の加速度 9.8m/sec/sec

此の式から明かなやうに、羽根の先端に於ける角度が 90° より小なるか(後屈翼), 90° か(輻射翼), 90° より大なるか(前屈翼)に依つて、同一の廻轉

第57圖



數の場合に生ずる理論上の通風力はそれぞれ

$$H_t = \frac{U^2}{g} - \frac{UW \cos \alpha}{g}$$

$$H_t = \frac{U^2}{g}$$

$$H_t = \frac{U^2}{g} + \frac{UW \cos \alpha}{g}$$

となる。

しかし我々が實際利用し得る通風力は之等計算値より小なるもので、之に或る氣壓係數 K を乗じたものである。之を有效通風力(H)と稱する。

$$H = KH_t$$

此の氣壓係數Kの値が果して幾何となるかは各々の場合に實驗して求めるより外に致し方がない。

カーラー(Karrer, Le génie Civil. 1918-12-21) の實驗の結果發表された處に依れば

- 後屈翼 ( $\alpha=45^\circ$ )
- 輻射翼 ( $\alpha=90^\circ$ )
- 前屈翼 ( $\alpha=135^\circ$ )

の3種の翼車(孰れも羽根の内側の角度は 30°) に就て實驗して次の結果を得てゐる。

- では  $H=97.18+15.76Q$   $K=0.870$
- では  $H=97.18+39.10Q$   $K=0.864$
- では  $H=97.18+61.92Q$   $K=0.813$

茲で

H 通風力. 水柱 mm.

Q 通風量 m<sup>3</sup>/sec

此の實驗結果に依れば、同量の通氣量を得るのに所要の通風力は、後屈翼のケースは小で、前屈翼のケースは大となり、輻射翼のケースは其の中間にある。

かかる事實及び上の理論より種々雑多な通風機が出来たものと思はれる。機械通風力は其の通風機に依つて異なり、又廻轉數が異なればそれに應じて異なるものである。

此の變化の様子を圖上に示したものを其の通風機の特性曲線といふ。

或る坑内に或る量の空気を送る場合に必要な通風力は計算で求められる。

其の坑内の坑道の總延長を  $L(m)$ 、坑道の断面の形状及び断面積には殆ど變化なきものとして平均の周邊  $P(m)$ 、平均の断面積  $a(m^2)$ 、通氣量  $Q(m^3/sec)$  (通氣の平均速度を  $v m/sec$  とすれば  $Q=a.v$ ) 坑道の通風抵抗係數 (5通風抵抗係數の項参照) を  $\alpha$  (空氣の重量の項を含む) とすれば、所要の通風力  $H$  水柱  $mm$  は

$$H = \alpha \frac{P.L}{a} \left( \frac{Q}{a} \right)^2 = \alpha \frac{P.L}{a^3} Q^2 = \alpha \frac{P.L}{a} v^2$$

となる。

又此の坑内等積孔  $A$  は

$$A = 0.38 \frac{Q}{\sqrt{H}}$$

となる。

故に所要の通風機は、等積孔  $A$  なる坑内に  $Q$  なる風量を通すために  $H$  なる通風力を生じ得るものでなければならない。

(三) 機械通風と自然通風との關係 (本文 2. 主要通風 (2) の(二)参照)

機械通風の坑内に於ける自然通風の影響を知るには、其の使用してゐる通風機の廻轉數を數段に變へて、各廻轉數に於ける通風力、風量を測定し、之を圖示すれば、其の自然通風力、風量及び坑内等積孔を正確に求めることが出来る。

第 58 圖の如く縦軸に通風力、横軸に風量の自乗を取り、之を圖上に記入する。其の線を  $AB$  とし  $O$  點から此の  $AB$  線に略平行に  $OC$  線を引き、常時廻轉數のときの點を  $E$  として、 $DEF$  線を縦軸に平行に引く。又  $E$  點を通り横軸に平行に  $EG$  線を引き、其の交點  $G$  から横軸に垂線  $GH$  を引けば、 $DE$  は自然通

第 58 圖

風力、 $\sqrt{OF} - \sqrt{OH}$  は自然風量、

$OC$  線は其の坑内の等積孔を示すこ

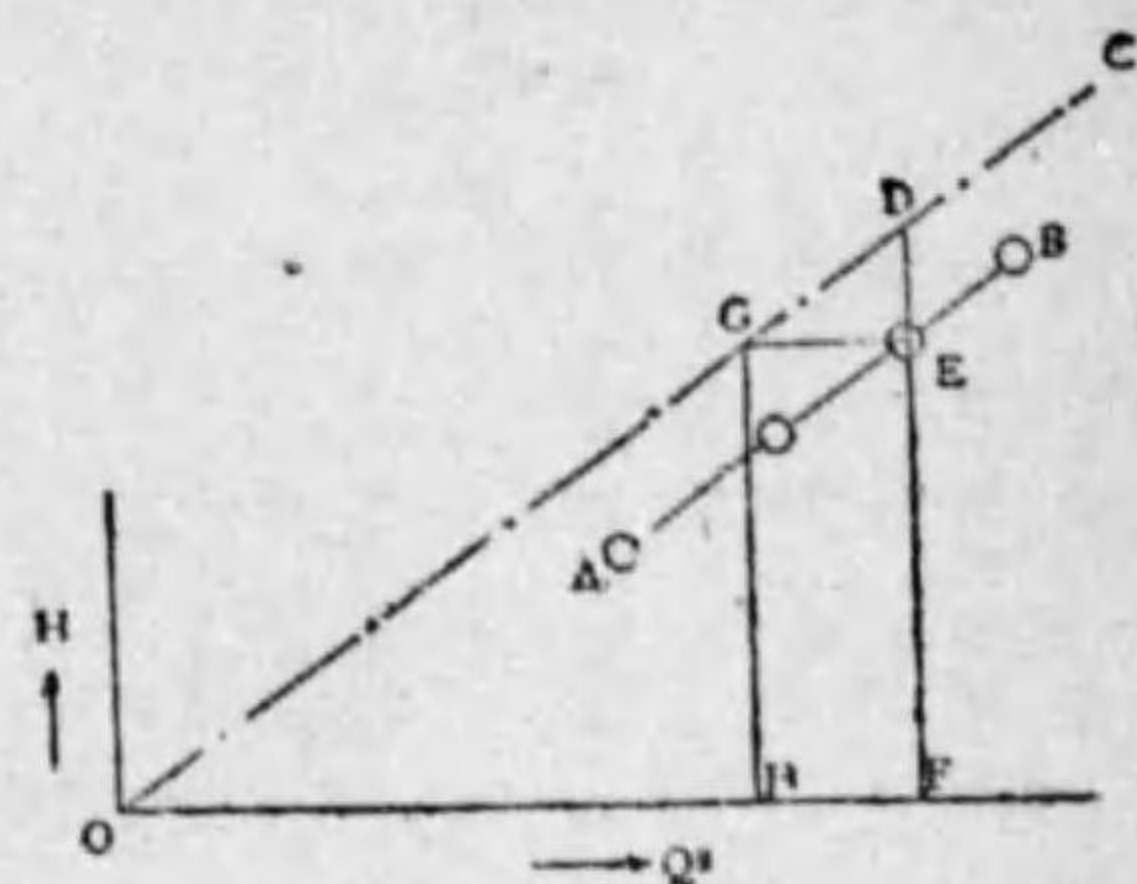
ととなる。

故に  $OC$  線上に一點  $D$  を取れば等

積孔  $A$  は

$$A = 0.38 \frac{\sqrt{OF}}{\sqrt{DF}} m^2$$

(註)  $AB$  線が圖のやうに  $OC$  線の下方にあれば、自然通風の方向と機械通風の方向とは同一であつてお互ひに相助け合ふことになるが、反對に  $AB$  線が  $OC$  線の上方にある場合には、自然通風は機械通風に逆ふこととなる。



(3) 通風の抵抗

(一) 通風抵抗係數又は摩擦係數 (本文 2. 主要通風 (4) の(一)参照)

單位断面積の坑道の單位摩擦面積に對し、單位速度で風を通す時に生ずる通風抵抗を通風抵抗係數又は摩擦係數といふ。此の値は坑道の周壁面の粗滑、形状、構造の種類、坑道の大さ、屈曲の有無及び多少に依つて異なるものである。之に就ては從來種々の場合の値が公表されてゐる。其の内一般の標準とされるものを示すと次の如くである。

坑道の種類	係 數	坑道の種類	係 數
煉瓦又はコンクリ		煉瓦又はコンクリ	
—ト卷アーチ坑道	0.0005	—ト卷圓形堅坑	0.0006
無柵坑道	0.0010	坑内全體	0.0020
木柵坑道	0.0020	風 管	0.0003

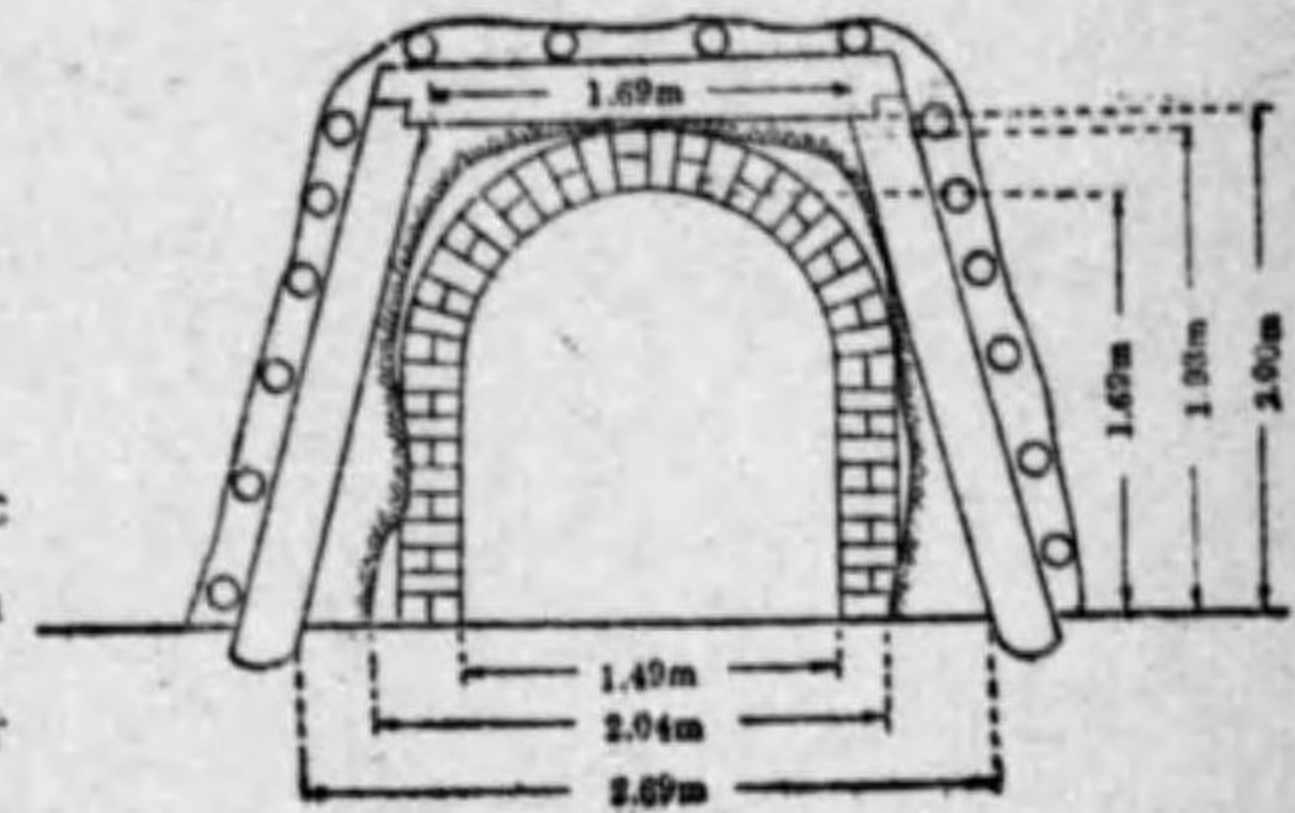
煉瓦卷、無柵及び丸太支柱の3種の坑道が同一の抵抗を示すための大いさ、形状を示すと第 59 圖の如くである。(ムルグ(Murgue) に依る)

坑道の種類	足元の幅	高 さ	断 面 積	断面積の比
煉瓦卷坑道	1.49 m	1.69 m	2.29m <sup>2</sup>	100



無枠坑道	2.04 #	1.93 #	3.5m <sup>2</sup>	156
木枠坑道	2.69 #	2.00 #	4.38 #	191

第 58 圖



(備考) 以上の通風抵抗係数の値は、次の単位を用いた場合のものである。

坑道の長さ及び周縁	m	ft
坑道の断面積	m <sup>2</sup>	ft <sup>2</sup>
風量	m <sup>3</sup> /sec	1000ft <sup>3</sup> /sec
風速	m/sec	1000ft/min
通風力	水柱mm (或はkg/m <sup>2</sup> )	水柱吋

通風抵抗係数實測例

木枠の直線斜坑道(中鶴第一坑)	0.00159	(ムルグ氏に依れば 0.00156)
コンクリート巻(東山隧道)	0.00034	(ムルグ氏に依れば 0.00033)
風管(三池四山坑)	0.00030	(他の例 0.00030 0.00022)

(二) 坑道の断面積と周縁との関係 (本文 2. 主要通風(4)の(一)参照)

所要通風力の計算式で明かなやうに、或る長さの坑道の通風に必要な通風力は、其の坑道の周縁 P と其の断面積 a との比  $\frac{P}{a}$  に比例するものであるから、断面積はなるべく大きく、周縁はなるべく小なるものが望ましい。其の理想的のものは断面が圓形或は方形のものである。しかし實際問題として色々形のものが採用されてゐる。

今其の形、周縁及び断面積を第 60 圖に示す。

(三) 坑内の通風抵抗と等積孔との関係(本文 2. 主要通風(5)の(一)の1註2参照)

坑内の通風の難易を表はすに通風抵抗を以てする方法と坑内等積孔を以てする方法とがある。前者は電気抵抗と同意義で普通之を R で表はし、後者は薄板に穿つた孔の面積、普通之を A で表はす。R の大きい程通風は困難であり、A の大きい程通風は容易である。

今所要の通風力 Hmm で、其の通気量が Qm<sup>3</sup>/sec であるとすれば、其の坑

回数	坑内等積孔	全通風力	自然通風力	比率	全風量	自然風量	比率	
第 1 回	大正14年3月15日	1.442 m <sup>2</sup>	94.72mm	8mm	8.5%	39.59m <sup>3</sup> /sec	1.66m <sup>3</sup> /sec	4.2%
第 2 回	大正14年10月25日	1.668 #	62.34 #	12 #	19.3 #	39.29 #	2.90 #	7.4 #
第 3 回	昭和2年1月23日	1.931 #	60.50 #	22.5 #	37.2 #	47.74 #	6.06 #	12.7 #

(備考) 第2回、第3回と坑内等積孔が大きくなったのは、第1回の實験當時風道に致遠な場所があつたので、夫等の箇所を切替げをなしたことが大なる原因となつてゐる。従つて自然風量の増加も之が原因となつてゐるが、其の主な原因は冬季に於ける自然通風力の大なるに依るものやである。

實例 1. 三菱上山田本坑

實例 2. 三井田川第二坑

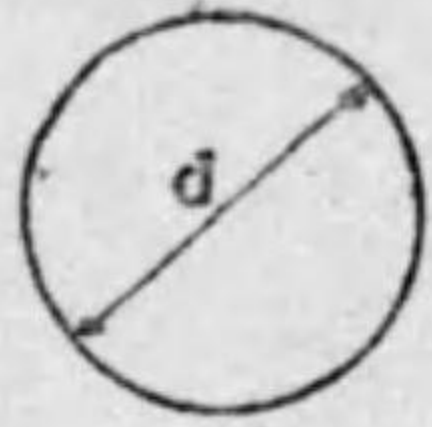
回数	坑内等積孔	各通風力	自然通風力	比率	全風量	自然風量	比率	
第 1 回	昭和3年12月16日	0.844m <sup>2</sup>	70.88mm	8mm	11.3%	19.76m <sup>3</sup> /sec	0.845m <sup>3</sup> /sec	4.3%
第 2 回	昭和4年1月27日	0.714 #	96.06 #	12 #	12.5 #	19.71 #	0.901 #	4.6 #
第 3 回	昭和4年3月3日	0.696 #	94.47 #	20 #	21.2 #	18.63 #	1.653 #	8.9 #

(備考) 第3回の坑内等積孔が第2回の時よりも小となったのは、中間の風道を閉塞したためと思はれる。第2回のが第1回よりも小となった理由は判明しない。

實例 3

- 入排氣を含む風道總延長 8,000m
- 入氣坑口は排氣坑口より 20m 高い
- 主要風道断面積 13m<sup>2</sup>
- 分送風道断面積 8m<sup>2</sup>
- 冬季最大總排氣風量 3600m<sup>3</sup>/min 負壓 120mm
- 夏季最小總排氣風量 3400m<sup>3</sup>/min 負壓 118mm
- 冬季と夏季に於ける風量差 200m<sup>3</sup>/min

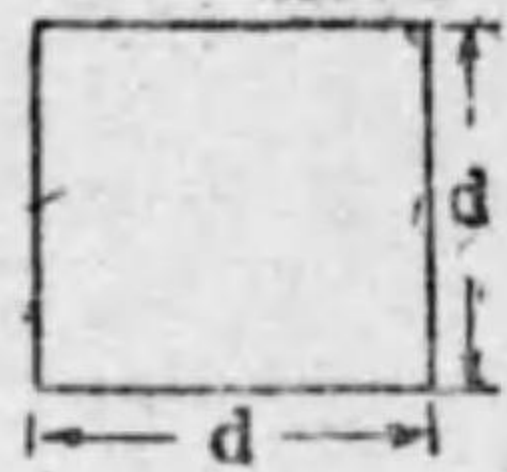
第 60 図



$$p = \pi d$$

$$a = \frac{1}{4} \pi d^2$$

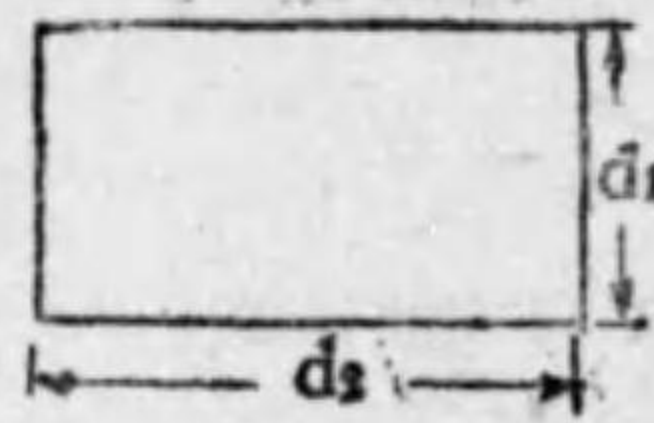
$$p/a = 4/d$$



$$p = 4d$$

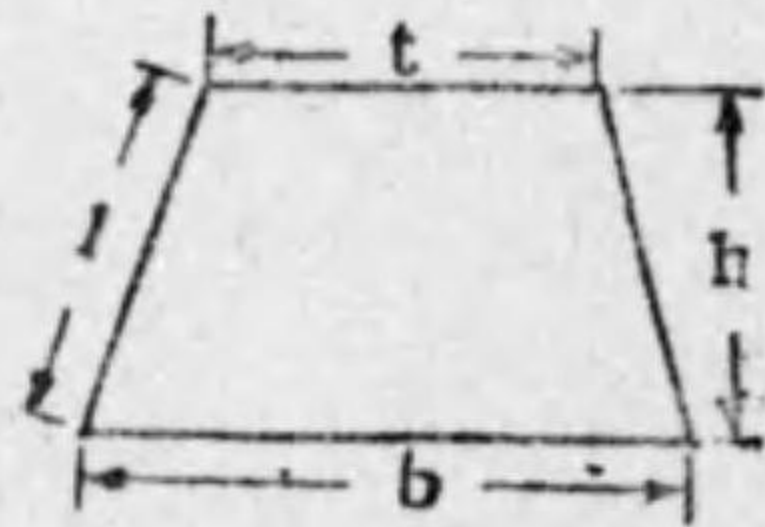
$$a = d^2$$

$$p/d = 4/d$$



$$P = 2(d_1 + d_2)$$

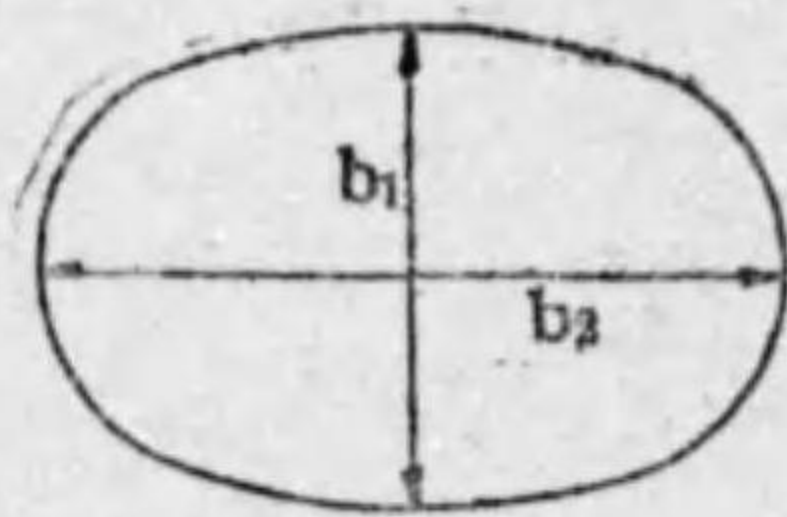
$$a = d_1 \times d_2$$



$$p = 2l + t + b$$

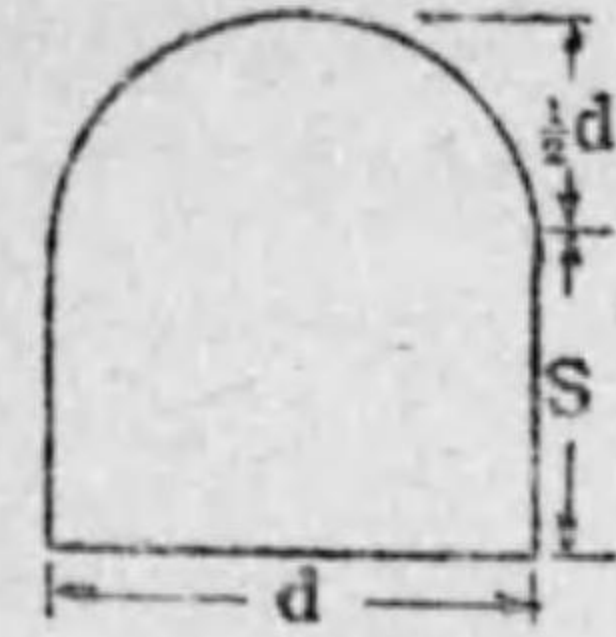
$$l = \sqrt{h^2 + \left(\frac{b-t}{2}\right)^2}$$

$$a = h \times \frac{1}{2}(t+b)$$



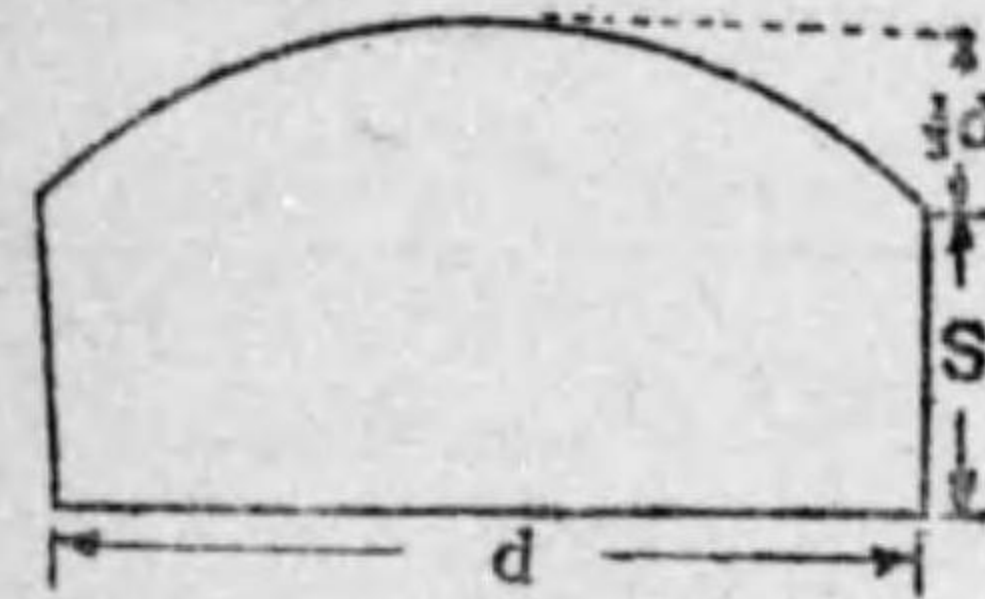
$$p = \frac{\pi}{2}(d_1 + d_2)$$

$$a = \frac{\pi}{4} d_1 \times d_2$$



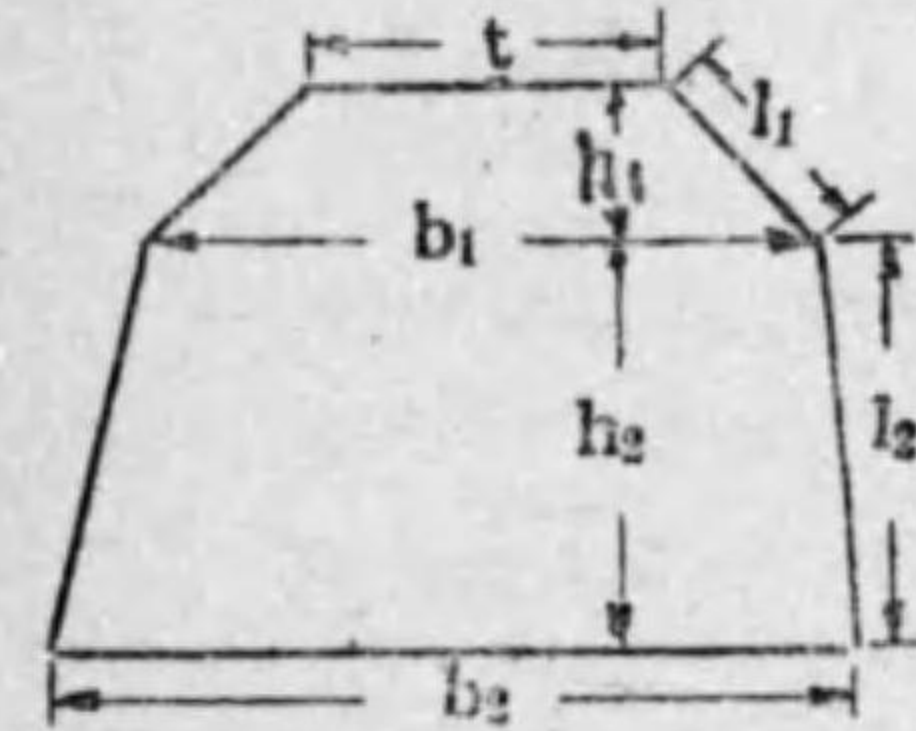
$$p = \pi \frac{d}{2} + 2S + d$$

$$a = \frac{\pi}{4} \cdot \frac{1}{2} d^2 + Sd$$



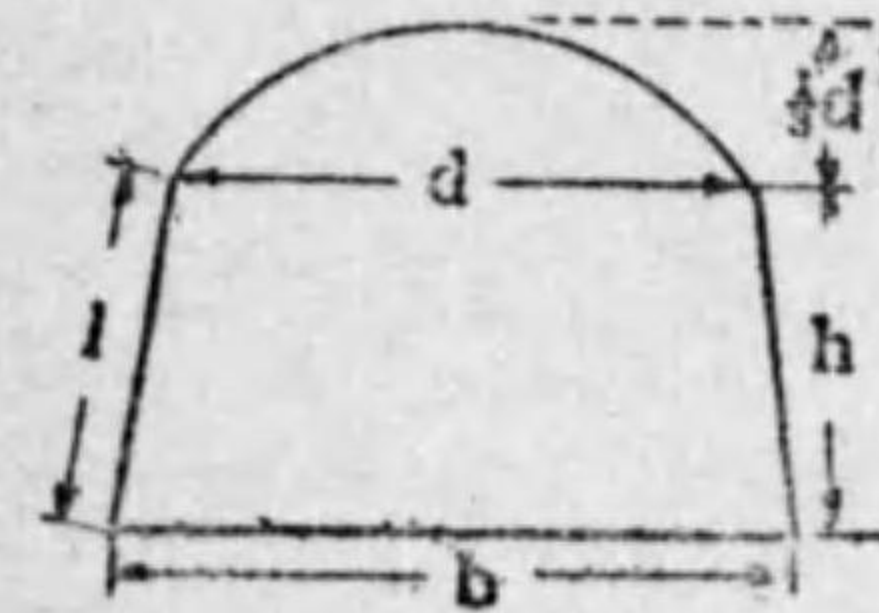
$$p = \frac{\pi}{4} \cdot \frac{5}{3} d + 2S + d$$

$$a = \frac{\pi}{4} \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{2}{3} d^2 + Sd$$



$$P = 2(l_1 + l_2) + t + b_2$$

$$a = \frac{t+b_1}{2} h_1 + \frac{b_1+b_2}{2} h_2$$



$$p = \frac{\pi}{4} \cdot \frac{5}{3} d + 2l + b$$

$$a = \frac{\pi}{4} \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{2}{3} d^2 + h$$

$$\frac{1}{2}(d+b)$$

内の通風抵抗 R は

$$R = \frac{H}{Q^2}$$

であつて、其の坑内等積孔は

$$A = 0.38 \frac{Q}{\sqrt{H}} \text{ m}^2$$

である。但し空気の重量は  $1\text{m}^3$  に付  $1.2\text{kg}$  とする。此の式はムルグの提唱に依るものである。通気の重量が變れば  $0.38$  なる係数は變つて来るが、實用上之で差支ない。

R と A との関係は

$$R = 0.1444 \frac{1}{A^2}$$

となり、 $A = \sqrt{0.1444} = 0.38\text{m}^2$  の時  $R=1$  となる。尙兩者を比較すれば次表のやうになる。

A	R
0.5	0.578
1.0	0.360
1.5	0.064
2.0	0.036
2.5	0.023
3.0	0.016
3.5	0.011
4.0	0.009
4.5	0.007
5.0	0.005

以上の外に米英でよく用ひられるものにポテンシャル係数なるものがある。之はベヤード (Beard) が提唱したもので、坑内等積孔の値は其の通気の密度が變ればそれに従つて變るものであるから一定不變の標準とすることは出来ぬ。よろしく通気の働程を基本とせねばならぬといふ見地から發表されたもので、次式で表はされる。

$$X = \frac{Q}{\sqrt[3]{Qh}} \frac{a}{\sqrt[3]{a \cdot P \cdot L}}$$

$$X^3 = \frac{Q^2}{h}$$

茲に

X ポテンシャル係数

Q 通気量

- h 通風力
- a 坑道の断面積
- p 坑道の周縁
- L 坑道の延長
- a 坑道の通風抵抗係数

(四) 坑道の屈曲に依る抵抗 (本文 2. 主要通風(4)の(一)の3参照)

坑道が屈曲すれば、其の程度に應じて通風抵抗を増すものであることは本文で述べた通りである。

其の屈曲部に對する所要通風力を求める算式に數種あるが、次のサーン・ブーノン (Saint-venant) の式がよい。

$$h = 0.1 \frac{L}{\rho} \cdot \sqrt{\frac{D}{\rho}} \cdot \frac{v^2}{2g}$$

茲に

- h 所要の通風力、水柱 mm
- L 屈曲部の延長 m
- $\rho$  屈曲部の中心線の半径 m
- D 坑道の直径 m (圓形の場合、普通の坑道では幅として大差はない)
- V 屈曲部を通る通気の平均速度 m/sec
- g 重力の加速度、普通  $9.8\text{m/sec}^2$

坑道が曲つて角がある場合には其のために一層通風抵抗を増すものである。

プチー (P. Petite) の實驗に基く結果は次の通りである。

屈曲角度	の屈曲部の通風抵抗に 相當する坑道の長さ	坑道幅の 約 4 倍
15°	〃	23
45°	〃	59
75°	〃	82
90°	〃	162
135°	〃	

又坑道が直角に屈曲する場合、其の角を其のままにして置く場合と、之に丸

味をつける場合とは通風抵抗に大きな差が生ずるものである。

角を其のままにした場合、消耗される通風力の損失を 100 とすれば

角を坑道幅の 1/4 半径のカーブにした場合には 62.5

〃 1/2 〃 37.5

〃 3/4 〃 20.0

角を坑道幅と同一の半径のカーブにした場合には 12.5

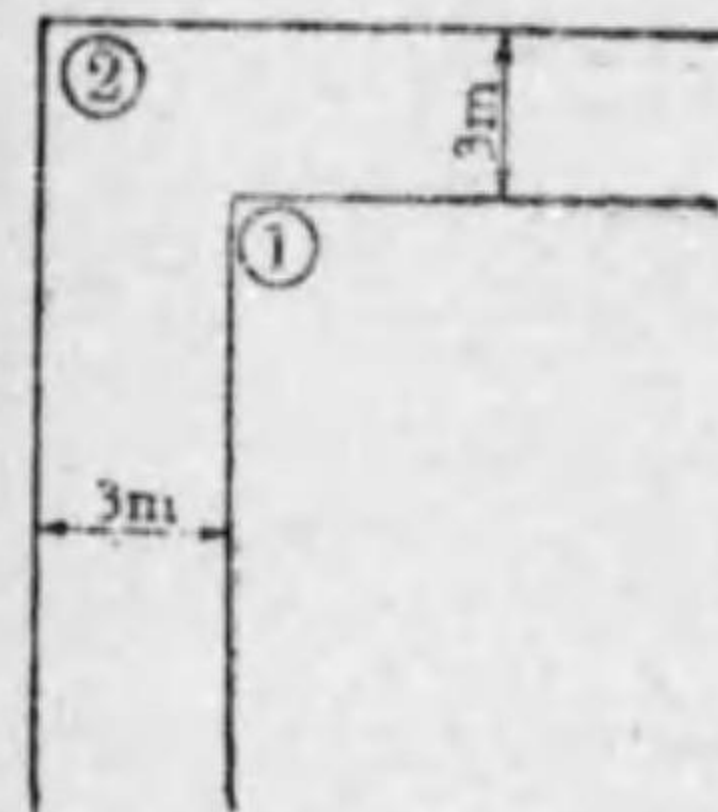
角を坑道幅の 1 1/2 の半径のカーブにした場合には 7.5

〃 2 〃 5.5

となる。

次のやうな例もある (フレーザー, ウィリアム F. Fraser & M. Williams

第 61 圖



に依る)。

幅 3m の坑道が直角に屈曲した場合に消耗される通風力を 100 とすれば、①の角を半径 1.8m のカーブにした場合の消耗は 40 となり、更に②の角を半径 4.8m のカーブにした場合には其の消耗は 21 に減じた。

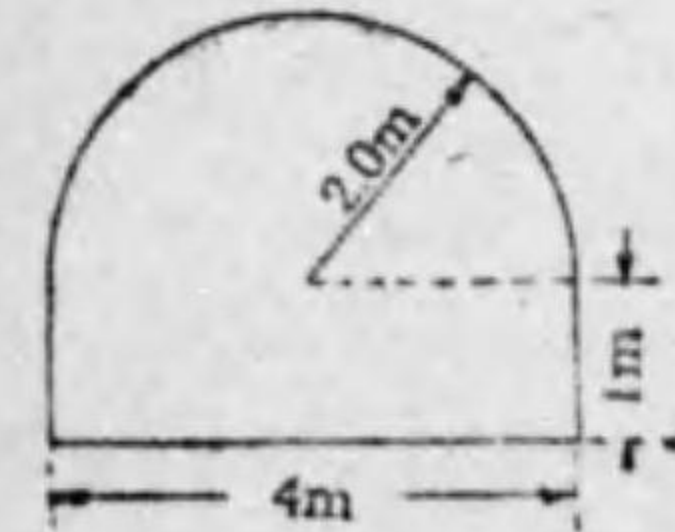
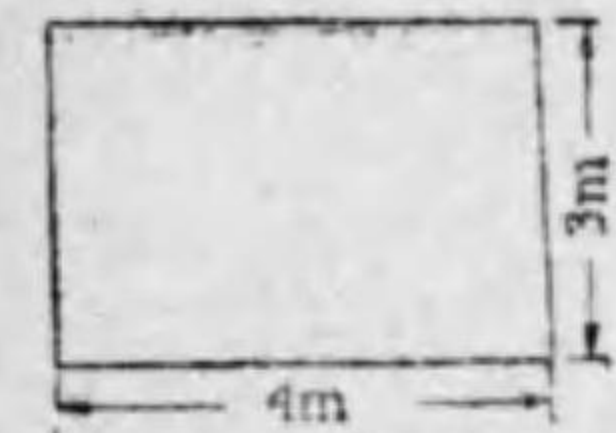
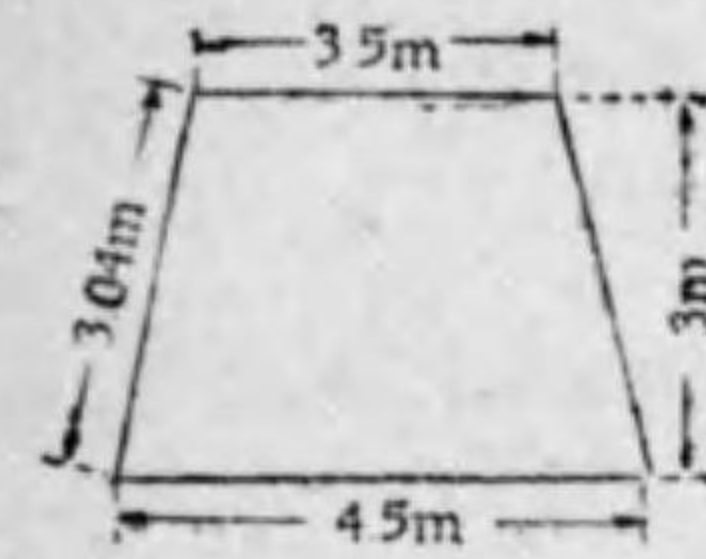
計算例

真直な一坑道に 60m<sup>3</sup>/sec の通風をなさんとする。所要の通風力は幾何であるか。但し坑道の延長は 1000m で、次の如き断面及び構造のものとする。

(五) 分量門に依る抵抗 (本文 2. 主要通風(4)の(一)の 4 参照)

坑道に分量門を設けるのは、此の坑道に来る風量を制限し、必要な他の坑道の風量を増さんとする目的からである。しかし分量門を設けると、其の坑道のみならず坑内全体の通風抵抗を増大して通気量が減ることになる。

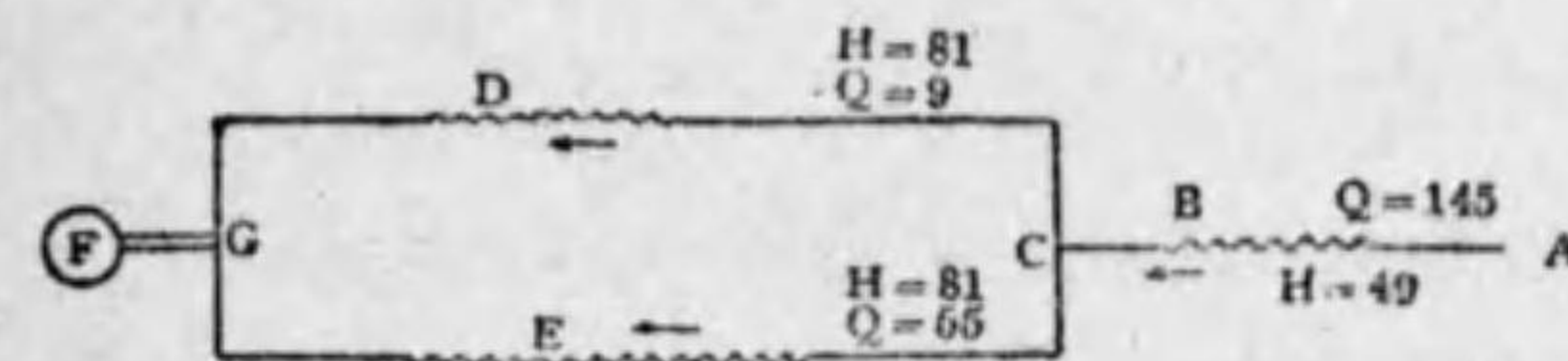
第 62 圖 坑道断面



坑道の構造	断面積	其の他	所要の通風力
木 枠	a=12m <sup>2</sup>		0.0020 × $\frac{14.08 \times 1000}{12}$ × 5 <sup>2</sup>
		p=14.08m	
		v=5m/sec = 58.7mm	
		a=0.0020	
煉瓦 巻	a=12m <sup>2</sup>		0.0005 × $\frac{14 \times 1000}{12}$ × 5 <sup>2</sup>
		p=14m	
		v=5m/sec = 14.6mm	
		a=0.0005	
コンクリート 巻	a=10.28m <sup>2</sup>		0.0005 × $\frac{12.28 \times 1000}{10.28}$ × (5.84) <sup>2</sup>
		p=12.28m	= 20.3mm
		v=5.84m/sec	
		a=0.0005	
			0.0010 × $\frac{12.28 \times 1000}{10.28}$ × (5.84) <sup>2</sup>
無 枠		p=12.28m	
		v=5.84m/sec = 40.7mm	
		a=0.0010	
無 枠		同 上	

今之を例を擧げて説明する。

第 63 圖



排気坑口 G で一定速度で通風機 F が運転して通風力 130mm を出してゐる。各部の通気量及所要通風力

は次の如くである。(GF 間の所要通風力は極めて小なものとして茲では省略する)。

	所要通風力	通気量
CDG	81mm	90m <sup>3</sup> /sec
CEG	81 #	55 #
ABC	49 #	145 #

## 計算例 1

現在と同一の通風力 81mm の下に於て D 坑道の通気量 90 m<sup>3</sup>/sec を 60 m<sup>3</sup>/sec に制限するための分量門の大きさを求む。

D 現在の D 坑道の等積孔 AD<sub>1</sub> は

$$AD_1 = 0.38 \frac{90}{\sqrt{81}} = 3.80 \text{m}^2$$

である。

通風力 81mm の下に通気量を 60m<sup>3</sup>/sec に制限せんとする場合其の坑道等積孔 AD<sub>2</sub> は

$$AD_2 = 0.38 \frac{60}{\sqrt{81}} = 2.53 \text{m}^2$$

となるべきである。

等積孔 3.80m<sup>2</sup> の坑道に分量門を設けて、其の時の其の坑道の等積孔が 2.53m<sup>2</sup> となるための分量門の大きさを Ob とすれば、AD<sub>1</sub> と Ob が直列になつて AD<sub>2</sub> となるものであるから、次の関係が成立つ (但し分量門は等積孔と同様に取扱ふ)。

$$\frac{1}{(AD_2)^2} = \frac{1}{(AD_1)^2} + \frac{1}{(Ob)^2}$$

これから Ob を求めれば

$$Ob = \frac{AD_1 \times AD_2}{\sqrt{(AD_1)^2 - (AD_2)^2}} = \frac{3.80 \times 2.53}{\sqrt{3.80^2 - 2.53^2}} = 3.40 \text{m}^2$$

仍つて分量門の有効面積 3.40m<sup>2</sup> のものを設ければよいことになる。

しかし斯くの如く分量門を設ければ、通風抵抗が餘程増すことは、其の等積孔が 3.80m<sup>2</sup> から 2.53m<sup>2</sup> になつたことで明かである。

分量門の無い時の此の坑道の抵抗を RD<sub>1</sub> とすれば

$$RD_1 = \frac{H}{Q^2} = \frac{81}{(90)^2} = 0.01$$

であり、分量門だけの抵抗を Rb とすれば

$$Rb = \frac{0.1444}{(3.4)^2} = 0.0125$$

分量門を置いた時の其の坑道の全抵抗

$$RD^2 = RD_1 + Rb = 0.01 + 0.0125 = 0.0225$$

或は

$$RD_2 = \frac{H}{Q^2} = \frac{81}{(60)^2} = 0.0225$$

となる。

此の場合、分量門の開口位置に依つて渦流其の他のため其の有効面積に多少差のあることに注意せねばならぬ。

第 64 圖

例へば第 64 圖の(イ)の場合には有効面積は實際の面積の 0.72 (ロ)の場合には 0.80 位である。

故に第 64 圖(イ)の場合の分量門の面積は

$$3.40 \times \frac{1}{0.72} = 4.72 \text{m}^2$$

とするがよく、(ロ)の場合の分量門の面積は

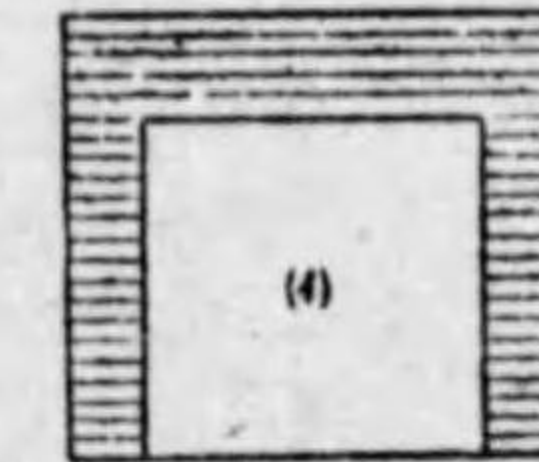
$$3.40 \times \frac{2}{0.80} = 4.25 \text{m}^2$$

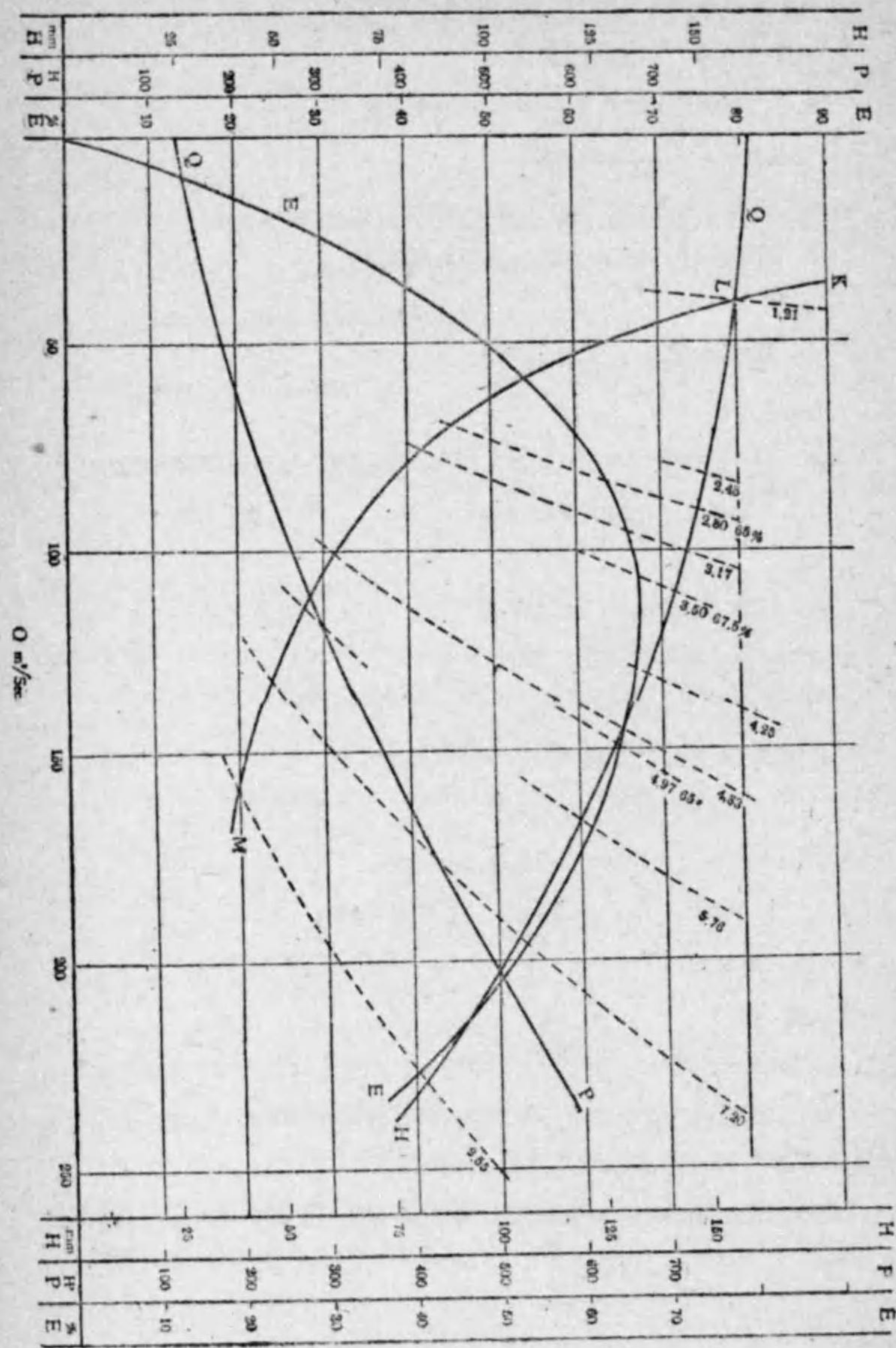
とせねばならぬ。

## 計算例 2

通風機の廻轉數が一定の場合通気量も通風力も坑内等積孔に應じて變化するが、前者の如き坑道に分量門を設けた場合各部の通気量及び通風力を求む。

此の問題を解くには其の通風機の特性曲線第 65 圖を用ふるのが便利である。





第 65 圖

〔註〕 各通風機の特性能曲線圖は、其の通風機の働き具合を明かにするものであるから、製作者は必ず之を作り、又使用者は此の特性能曲線圖と共に通風機を受取ることにすべきである。もし特性能曲線圖が出来てゐない時には必ず之を作つて置くべきである。

此の特性能曲線圖を作るには第 65 圖のやうに縦軸に通風力 (H 水柱 mm) 横軸に通氣量 (Q m³/sec) を取り、通風機を定格の速度で運轉して、其の排氣口又は入氣口の開きを加減して、其の各場合に於ける通風力と通氣量とを示す點を結べばよい。之れが其の通風機の通風力と通氣量の關係を示す特性能曲線 (Q-H 曲線) である。更に同時に其の各場合に於ける所要動力 (P HP) 及び效率 (E%) も之れを縦軸に取つて其の各點を結べば、所要動力及び效率に對する特性能曲線 (Q-P 曲線及 Q-E 曲線) が得られる。

$$\text{效率} = \frac{\text{空氣馬力}}{\text{原動機入力}}$$

$$\text{空氣馬力} = \frac{H \cdot Q}{75} \quad \begin{matrix} H = \text{通風力 水柱 mm} \\ Q = \text{通氣量 m}^3/\text{sec} \end{matrix}$$

尙此の特性能曲線圖に等積孔の線を畫くには  $A = 0.38 \frac{Q}{\sqrt{H}}$  の式で A が與へられた場合、H の値を數回任意に取つて Q を算出し、之れを圖に記入し、此の各點を結べば、此の曲線が與へられたる等積孔に對する曲線である。

此の等積孔の線が前記の Q-H 曲線と交はる點が其の等積孔に對する通風力と通氣量で、更に此の交點から引いた縦軸に並行な線が Q-P 曲線及び Q-E 曲線と交はる點が其の場合に於ける所要動力及び效率を示すのである。

第 65 圖の特性能曲線を持つてゐる通風機は、坑内等積孔 350m² の時最高效率 67.5% を出し、其の場合の通風力は、142mm、通氣量は 110m³/sec である。又此の通風機を效率 65% 以上で運轉するためには、坑内等積孔は 2.80~4.97m² 程度でなければならないことも解るのである。

尙之等の特性能曲線圖は、出來れば定格速度以外の速度で運轉した場合のものも作つて置けば一層便利である。しかし坑内等積孔が一定の場合には通氣量はその週轉數に正比例し、通風力はその週轉數の自乗に正比例し、入力はその週轉數の 3 乗に正比例するといふ關係があるから、定格速度のときの特性能曲線圖を基礎として、他の速度の場合の特性能曲線圖は机上で之を作ることが出来る、而して此の場合效率には變化なきものと認められてゐる。

此の坑内各部の等積孔を算出するに

	分量門なき場合の等積孔	D坑道に分量門を置いた場合の等積孔
D 坑道	AD <sub>1</sub> = 3.80m²	AD <sub>2</sub> = 2.53m²
E 坑道	AE <sub>1</sub> = 2.52m²	AE <sub>2</sub> = 2.52m²

B 坑道	$AB_1=7.88m^2$	$AB_2=7.88m^2$
坑内全體	$A_1=4.83m^2$	$A_2=4.25m^2$

分量門なき時の坑内全體の等積孔  $A_1=4.83m^2$  の線を上の特性曲線圖に書き、Q-H 曲線と交る點を求めれば  $Q=145$ ,  $H=130$  となる。

次に D 坑道に分量門を置いた時の坑内全體の等積孔  $A_2=4.25m^2$  の線を上の特性曲線圖に書き、Q-H 曲線との交點を求めれば  $Q=130$ ,  $H=136$  となる。

故に分量門を置いた場合、各部の通氣量、通風力は次のやうになる。

	等積孔	通氣量	通風力
D 坑道	2.53	$65.2m^3/sec$	82.6mm
E 坑道	2.52	64.8	82.6
B 坑道	7.88	130	56.4
坑内全體	4.25	130	136

〔註〕 Q-H 曲線とは Q (通氣量), H (通風力) との關係を示す曲線をいふのであつて、曲線 Q-H といふ意味ではない。Q-P 曲線、Q-E 曲線も同様である。

斯くの如く D 坑道の通氣量は  $90m^3/sec$  から  $65.2m^3/sec$  に減つたが、E 坑道の通氣量は僅かに  $55m^3/sec$  から  $64.8m^3/sec$  に増したに過ぎず、全體の通氣量は却つて  $145m^3/sec$  から  $130m^3/sec$  に減つてゐる。

故に他の坑道の通氣量を増す目的で、其の坑道に分量門を設けることは効果の少きことが知られる。

それで或る坑道の通氣量を増さんとすれば、其の坑道の通風抵抗を出来るだけ少くするやうに努むべきである。

### 計算例 3

D 坑道に分量門を設け且全通氣量を減ぜず  $145m^3/sec$  に保たんとするには如何にすべきか、又其の結果は幾何となるか。

全通氣量を  $145m^3/sec$  に保つとき所要通風力及び各部の通氣量等は次の如くなる。

	等積孔	通氣量	通風力
D 坑道	$AD_2=2.53$	$QD=72.6$	$HD=119$
E 坑道	$AE_2=2.52$	$QE=72.4$	$HE=119$
B 坑道	$AB_2=7.88$	$QB=14.5$	$HB=49$
坑内全體	$A=4.25$	$Q=14.5$	$H=168$

$$H = (0.38)^2 \frac{Q^2}{A^2} = (0.38)^2 \frac{(145)^2}{(4.25)^2} = 168$$

$$HB = (0.38)^2 \frac{QB^3}{AB_2^3} = (0.38)^2 \frac{(145)^2}{(7.88)^2} = 49$$

$$HD = HE = H - HB = 168 - 49 = 119$$

而して廻轉數は

$$\frac{145}{130} = 1.115 \quad \text{或は} \quad \sqrt{\frac{168}{136}} = 1.11$$

約 12% 増加すべきこととなり

動力は

$$\frac{145 \times 168}{130 \times 136} = 1.378 \quad \text{或は} \quad \frac{(145)^3}{(130)^3} = 1.378$$

約 38% 増すべきこととなる。

### 計算例 4

通風力の變化に應じて通風機の廻轉數を増減せしめるには如何にすべきか。

CG 間の通風力を 81mm, D 坑道の通氣量を  $60m^3/sec$  となし, E 坑道の通氣量を  $55m^3/sec$  其のままとすれば

B 坑道の通氣量は  $60+55=115m^3/sec$  となり、其の部分の所要通風力は

$$HB = \left(\frac{115}{145}\right)^2 \times 49 = 31mm$$

となる。

故に此の場合には、通風機に依る通風力が  $81+31=112mm$  となるやうに其の廻轉數を減らさねばならぬ。即ち  $\sqrt{\frac{112}{130}} = 0.928$  で、前の廻轉數の約 93% とすればよいことになる。

此の結果を表示すれば次の通りである。

	等積孔	通風力	通気量	通風機の廻轉數, 所要效力
C 坑道	2.53	81	60	
D 坑道	2.52	81	55	
E 坑道	7.88	31	115	
坑内全體	4.25	112	115	0.96 N <sub>1</sub> 0.68P <sub>1</sub>

但し N<sub>1</sub>, P<sub>1</sub> は分量門なきときの通風機の廻轉數及び所要動力とし, 通風機の效率は變らぬものとする。

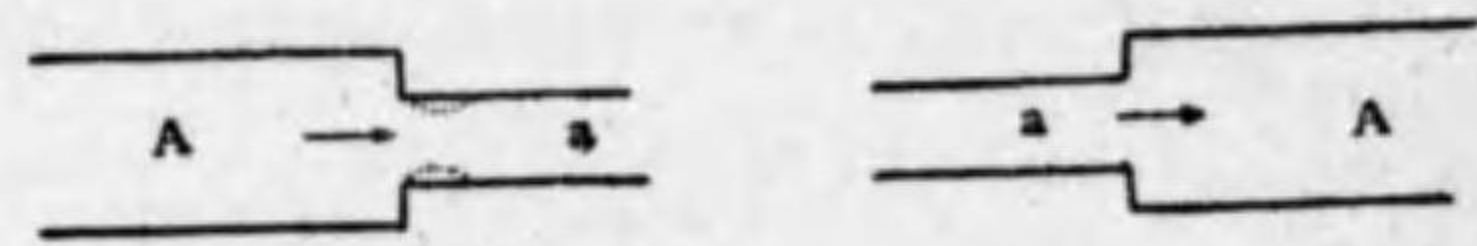
(六) 坑道断面積の急激な變化に依る抵抗 (本文 2. 主要通風 4 の(一)の 5 参照)

坑道の断面積或は形状が徐々に變はる場合には, 其の變化のために通風抵抗が増減することは極めて僅かであるが, 之が急激に變れば, 其の断面積が縮小する場合には勿論, 擴大する場合にも可なり通風抵抗の増加を來たすものである。従つて通風の消耗を生ずることとなる。

分量門の場合に就ては前に述べたから, 茲では第 66 圖のやうに

(イ) 断面積 A の

坑道から小断面積 a の坑道に急激に變る場合



第 66 圖

(ロ) 断面積 a の坑道から大断面積 A の坑道に急激に變はる場合

に就て述べる。

(イ) の場合には A から a となる所で氣流に狹窄が起る。其の狹窄率を C とすれば, 此の部分に於ける a 坑道の有效断面積は Ca となる。

a 坑道内の風速を v とすれば, 此の断面積の急激な縮小のための通風力は次式にて表はされる。

$$hl = \left(\frac{1}{C} - 1\right)^2 \frac{v^2}{2g} w$$

hl……通風力の消耗, 水柱 mm

C……狹窄率

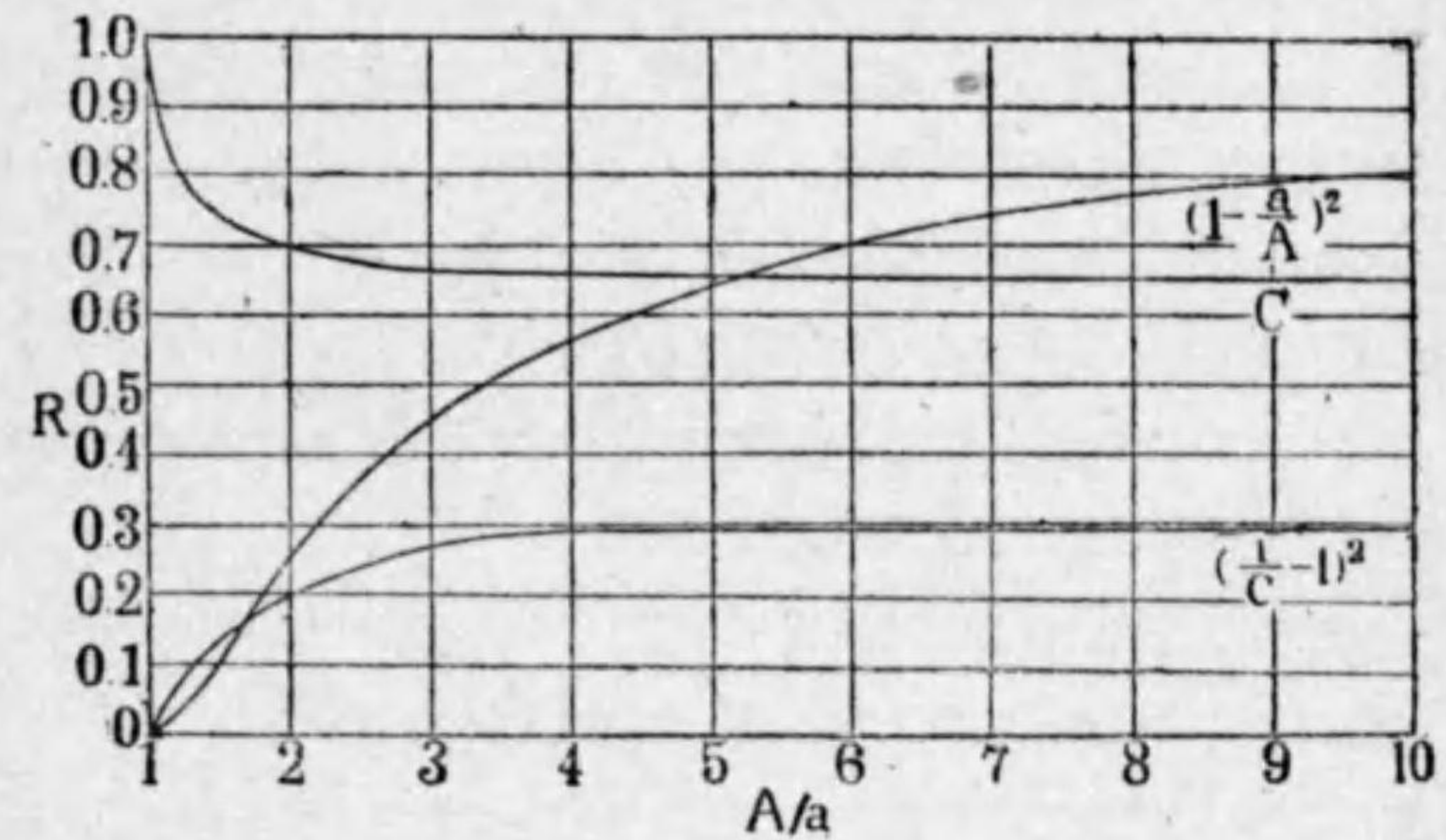
v……a 坑道内の風速 m/sec

g……重力の加速度 9.8m/sec/sec

w……通気 1m<sup>3</sup> の重量 kg. 普通坑内空氣では 1.2kg

C の値は A と a との割合によつて異なる。其の値(ペレー及びスウィーク Tom Berray 及び Walter Sweeks に依る)を示せば次表及び第 67 圖のやうである。

第 67 圖



A/a	C	$\left(\frac{1}{C} - 1\right)^2$	$\left(1 - \frac{a}{A}\right)^2$
1	1	0	0
1.25	0.77	0.09	0.04
1.50	0.73	0.14	0.11
1.75	0.71	0.17	0.18
2	0.69	0.20	0.25
3	0.66	0.27	0.45
4	0.65	0.29	0.56



5	0.65	0.29	0.64
10	0.65	0.29	0.81

(ロ) 場合には a から急激に A になるところで気流に拡大が起る。此の場合の通風力の損失は次式で表はされる。

$$hl = \left(1 - \frac{a}{A}\right)^2 \frac{v^2}{2g} w$$

$\left(1 - \frac{a}{A}\right)^2$  の値は前表に示された通りである。

之に依れば、坑道断面積の變化の割合が 1.75 の時には氣流の縮小、擴大の時何れの場合にも通風力の損失は約 17.5% となるが、坑道断面積變化の割合がそれより少い場合には、氣流縮小の場合の損失は擴大の場合の損失に比して可なり大きく、其の割合がそれより大なる場合には、氣流擴大の場合の損失は縮小の場合の損失に比して著しく大きくなる。故に A と a との比が少くとも 1.57 より大とならぬやうにしなければならない。

しかも A と a との比が 1.5 附近迄は孰れの場合でも其の損失は 10% 内外であるが、之れ以上になると急激に増大する。

(七) 坑道内の炭車に依る通風抵抗 (本文 2. 主要通風 (4) の (一) の 6 参照) 坑道内の炭車は通風に對し可なりの障碍となるものである。

例 1.

1.2m (4') 毎に支柱を施した 1.67m × 2.12m  $\left(5\frac{1}{2}' \times 7'\right)$  の模擬坑道に 1.52m × 0.99m × 0.6m  $\left(5' \times 3\frac{1}{4}' \times 2'\right)$  の中炭車或は 1.22m × 0.84m × 0.53m  $\left(4' \times 2\frac{3}{4}' \times 1\frac{3}{4}'\right)$  の小炭車を置いて次の結果を得た實驗例がある。(通風抵抗は坑道の等延長で示す)。

	中炭車	小炭車
炭車 1 臺の場合	$\frac{m}{12.8(42')}$	$\frac{m}{7.0(23')}$
〃 N 臺 間隔それぞれ 5.5m(18')の場合	12.8 × N	7.0 × N

〃 2台 連結の場合	20.7(68)	12.8(42)
〃 3 〃	28.7(94)	17.7(58)
〃 4 〃	33.5(110)	22.6(74)
〃 5 〃	44.5(146)	27.7(91)
〃 6 〃	52.4(172)	31.7(104)

以上は断面 1.67m × 2.12m (此の断面積を 100% とす) の坑道内に断面 0.99m × 0.6m (坑道断面積の 7%) 及び 0.84m × 0.53m (坑道断面積の 12.5%) の炭車を置いた場合のみであるが、坑道断面積に對して炭車の断面積が大となれば、炭車のための通風抵抗増加の割合は大となり、之に反する場合は小となるものである。

例 2.

木枠坑道

單線 5.5' × 7.0' × 120'

冠木 6" 角 脚 6" 丸

枠間を 4' にとつた時の通風抵抗係數 = 0.008021

風速 500'/min

炭車の状態	炭車に依る抵抗 (風速 500'/min)			
	5' × 3 $\frac{1}{4}$ ' × 2' 炭車		4' × 2 $\frac{3}{4}$ ' × 1 $\frac{3}{4}$ ' 炭車	
	係數	炭車無き場合との比較	係數	炭車無き場合との比較
炭車無し	0.008021		0.008021	
炭車 1 函	0.01088	36%+	0.009616	20%+
炭車 3 函	0.01427	78%+	0.01174	46%+
3 函 間隔 6'	0.01463	83%+	0.01221	52%+
〃 18'	0.01573	96%+	0.01278	59%+
〃 30'	0.01631	103%+	0.01328	66%+
〃 42'	0.01627	102%+	0.01362	70%+

例 3.

アーチ枠単線坑道 7'×5.5'×120' 鋼 4.5'×3' 枠間 3/5'×6 1/4'×2' 炭車

風速 500/min

炭車の状態	炭車に依る抵抗	
	係数	炭車無き場合との比較
炭車無し	0.01039	
炭車 1 函	0.01434	38%+
2 函 連 結	0.01636	57%+
2 函 間 隔 3'	0.01716	65%+
" 18'	0.01843	77%+
" 42'	0.01893	82%+
" 62'	0.01837	76%+

以上の實例で判るやうに、坑道内に炭車を置く場合には必ず其の間隔を縮めるか、或は出来るだけ離すことが必要である。

尙空車の場合には實車の場合よりも渦流を生ずることが多いので一層注意を要する。

(4) 通氣の分流

(一) 通氣の分流 (本文 2. 主要通風(4)の(二)参照)

今坑道の延長  $L_1$  なる 1 本坑道の通氣を  $n$  本の坑道に等分流し、其の一分流坑道の長さを  $L_n$  とするとき

	分流前の値	分流後の値
通氣量	$Q_1$	$n \times Q_n$
所要通風力	$H_1$	$H_n$
所要動力	$P_1$	$P_n$
坑道周長	$p$	$p$
坑道斷面積	$a$	$a$
通風抵抗係數	$\alpha$	$\alpha$

にて表はせば次の關係が成立つ

$$\left. \begin{aligned} \text{通風力 } H_1 &= \alpha \frac{PL_1}{a} \left( \frac{Q_1}{a} \right)^2 \\ \text{所要動力 } P_1 &= \alpha \frac{PL_1}{a} \left( \frac{Q_1}{a} \right)^2 Q_1 \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots(1)$$

$$\left. \begin{aligned} \text{通風力 } H_n &= \alpha \frac{PL_n}{a} \left( \frac{Q_n}{a} \right)^2 \\ \text{所要動力 } P_n &= \alpha \frac{nPL_n}{a} \frac{Q_n}{a}^2 Q_n \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots(2)$$

次に種々の場合に於ける通氣量、通風力、通風機の廻轉數、所要動力の關係に就き例を擧げて説明する。

所要動力を同一に保つ場合の通氣量の變化は

前記(1)及び(2)式より  $P_1 = P_n$  とすれば

$$\frac{Q_n}{Q_1} = \sqrt[3]{\frac{L_1}{nL_n}}$$

實際問題として  $n$  個の分流坑道の總延長  $n \times L_n$  は分流前の坑道延長  $L_1$  より必ず大であるから

$$\frac{L_1}{nL_n} < 1 \therefore \frac{Q_n}{Q_1} < 1$$

即ち各分流坑道の通氣量は分流前の通氣量より必ず少くなる。

しかし、分流後の總風量は  $n \times Q_n$  なる故

$$\frac{n \times Q_n}{Q_1} = n \sqrt[3]{\frac{L_1}{nL_n}} = \sqrt[3]{\frac{n^2 L_1}{L_n}}$$

今  $n > 1$  に於ては  $n^2 L_1 > L_n$  なることが明かであり又  $\frac{nQ_n}{Q_1} > 1$  が大なることが明かで、 $n$  が大なる程  $\sqrt[3]{\frac{n^2 L_1}{L_n}}$  の値も大となる。

即ち分流すれば、其の總風量は分流數を増す程分流前に比し増すことになる。

1 氣流の場合と數氣流の場合とに於ける通風力、廻轉數、所要動力を同一に保つ場合の通風狀況を例を以て示す。

例 坑道の斷面積  $9\text{m}^2$  (3m の方形とする) ( $a_1$ )  
坑道の周長 12m ( $P_1$ )

$a$	0.002
坑道延長	3000m ( $L_1$ )
通気量	40m <sup>3</sup> /sec ( $Q_1$ )

なる1気流の通気を

(i) 2本 (ii) 3本, の氣流に分流する場合, 通風状況は如何になるべきか, 但し各々の場合に於て坑道の斷面積及び構造は相等しく, 分流した場合の1坑道の延長  $L_n$  は夫々

$$L_2 = 1.5 \frac{L_1}{2} \qquad L_3 = 1.7 \frac{L_1}{3}$$

と假定する。

各坑道に關して次表を得る。

番 號	氣流 數	1坑道の 斷面積 $a$	各坑道の 周邊 $P$	各坑道の 延長 $L$	坑道斷面 積の和	1坑道の 等積孔 $A$	坑道の等積 孔の和
		m <sup>2</sup>	m	m	m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>
1	1	9	12	3000	9	1.21	1.28
2	2	9	12	2250	18	1.40	2.80
3	3	9	12	1700	27	1.61	4.83

上の表に於ける各坑道の等積孔は次の計算式に依つて得た。

$$A = 0.38 \frac{Q}{\sqrt{H}}$$

$$H = a \frac{PL}{a} \left( \frac{Q}{a} \right)^2 \qquad \frac{Q}{\sqrt{H}} = \frac{\sqrt{a^3}}{\sqrt{a \cdot P \cdot L}}$$

故に  $A = 0.38 \frac{\sqrt{a^3}}{\sqrt{a \cdot P \cdot L}}$

仍つて

$$A_1 = 0.38 \frac{\sqrt{9^3}}{\sqrt{0.002 \times 12 \times 3000}} = 1.21$$

$$A_2 = 0.38 \frac{\sqrt{9^3}}{\sqrt{0.002 \times 12 \times 2250}} = 1.40$$

$$A_3 = 0.38 \frac{\sqrt{9^3}}{\sqrt{0.002 \times 12 \times 1700}} = 1.61$$

(一) 通風力を同一に保つ場合

1 氣流の場合毎秒 40m<sup>3</sup> の通風をなすには

$$H = 0.002 \frac{12 \times 3000}{9} \left( \frac{40}{9} \right)^2 = 158$$

即ち 158mm の通風力を必要とする。

今之を數氣流に分流して通風をなす場合にも, 之と同一の通風力の下に通風せんとすれば, 各場合に各1坑道を通る通気量はそれぞれ,

$$Q_1 = \frac{1}{0.38} A_1 \sqrt{H} = \frac{1}{0.38} 1.21 \sqrt{158} = 40.0 \quad \begin{matrix} \text{全通氣量} \\ Q_1 = 40 \end{matrix}$$

$$Q_2 = \frac{1}{0.38} A_2 \sqrt{H} = \frac{1}{0.38} 1.40 \sqrt{158} = 46.3 \quad 2Q_2 = 92.6$$

$$Q_3 = \frac{1}{0.38} A_3 \sqrt{H} = \frac{1}{0.38} 1.61 \sqrt{158} = 53.3 \quad 3Q_3 = 159.9$$

此の全通氣量は特性曲線圖に於ける  $H=158$  の線と  $A_1=1.21$   $2A_2=2.83$   $A_3=4.83$  との交點にても求められる。

故に各々の場合に於ける全通氣量は分流數と共に莫大な量となる。それと共に所要動力は著しく増加し, 通風機の数も餘程増加すべきこととなる。

所要動力は通風力×全通氣量に比例するものであるから, 所要動力の割合は次の如くなる。但し茲では通風機の效率は同一なりと假定する。

1 氣流の場合の所要動力  $P_1 = H \times Q_1 = 158 \times 40 = P_1$

2 "  $P_2 = H \times 2Q_2 = 158 \times 2 \times 46.3 = 2.32P_1$

3 "  $P_3 = H \times 3Q_3 = 158 \times 3 \times 53.3 = 4.00P_1$

又通風機の廻轉速度の割合は, 同一の等積孔に於ては, それぞれ通氣量所要動力の立方根に比例し, 同時に所要通風力の平方根に比例する, 故に之を求めるとは其の通風機の特性曲線圖に依るを便とする。

第 65 圖に於て  $2A_2=2.80\text{m}^2$ ,  $3A_3=4.83\text{m}^2$  の線を記入し, 之等の線と  $Q-H$  線との交點を求め, 各交點の讀みをとれば  $H=148$   $Q=90$ ,  $H=130$   $Q=145$  を得るから, 通風機の廻轉數はそれぞれ各場合の通氣量に比例して

次のやうになる。

$$N_2 = \frac{92.6}{90} N_1 = 1.03N_1$$

或は  $N_2 = \sqrt{\frac{158}{148}} N_1 = 1.03N_1$

$$N_3 = \frac{159.9}{145} N_1 = 1.10N_1$$

或は  $N_3 = \sqrt{\frac{158}{130}} N_1 = 1.10N_1$

此の結果を表示すれば次表の如くなる。

番 號	氣流數	通 風 力	全 通 氣 量	通風機の廻轉數	所 要 動 力
1	1	158	40	$N_1$	$P_1$
2	2	158	92.6	$1.03N_1$	$2.32P_1$
3	3	158	159.9	$1.10N_1$	$4.00P_1$

(二) 廻轉數を同一に保つ場合

通風機の廻轉數を同一に保つ場合、特性曲線圖に依れば其の解法は簡單である。

第 65 圖に於て  $2A_2=2.80m^2$ ,  $3A_3=4.83m^2$  の線と Q-H 曲線との交點を求め、其の通風力及び通氣量を讀めばよい。其の結果は次表の如くなる。

番 號	氣流數	通 風 力	全 通 氣 量	1 通 坑 道 的 量	通風機の廻轉數	所 要 動 力
1	1	158	40	40	$N_1$	$P_1$ $158 \times 40 = P_1$
2	2	148	90	45	$N_1$	$2.10P_1 \frac{148 \times 90}{158 \times 40} P_1 = 2.10P_1$
3	3	130	145	48	$N_1$	$2.98P_1 \frac{130 \times 145}{158 \times 40} P_1 = 2.98P_1$

(三) 所要動力を同一に保つ場合

所要動力を 1 氣流の場合と同一に保つて通風をなす場合には、其の通風機

の特性曲線圖に所要動力同一の場合の Q-H 曲線を記入すべきである。

第 65 圖 KLM 線は 1 氣流の場合、即ち等積孔  $A_1=1.21m^2$  の時の所要動力と同一の所要動力で其の通風機が運轉する場合の Q-H 曲線である。

此の場合には KLM 曲線上に  $2A_2=2.80m^2$ ,  $3A_3=4.83m^2$  の線との交點を求めればそれぞれの通風力及び全通氣量を得る。

但し此の場合通風機の效率は同一なりと假定する。

此の場合の通風狀況は次表の如くなる。

番 號	氣流數	通 風 力	全 通 氣 量	1 通 坑 道 的 量	通風機の廻轉數	所 要 動 力
1	1	158	40	40	$N_1$	$P_1$
2	2	90.5	70	35	$0.778N_1$	$P_1 \frac{70}{90} N_1 = 0.778N_1$
3	3	63	100.5	33.5	$0.695N_1$	$P_1 \frac{100.5}{145.0} N_1 = 0.695N_1$

各分流の場合各坑道が同一の條件を備へることは實際の場合にはあり得ないことで、それぞれ異つてゐる。其の場合の通風狀況は如何になるか。

例 前例の 1 氣流を 2 分流し、次の如き狀況の下に之を考究する。

番 號	氣流數	坑 道 断 面	断 面 積	周 邊	延 長	1 の等 坑 道 積 孔	全 積 等 孔
1	1	3m×3m	9m <sup>2</sup>	12m	3000m	1.21m <sup>2</sup>	1.21m <sup>2</sup>
2	2	3 × 3	9	12	1500	1.71	3.17
3		3 × 2.5	7.5	11	1300	1.46	

但し各坑道の断面は矩形とし、 $a=0.002$  とする。

上の表に於ける各坑道の等積孔は次の計算式に依つて得た。

$$A_1 = 0.38 \frac{\sqrt{9^5}}{\sqrt{0.002 \times 12 \times 3000}} = 1.21$$

$$A_2 = 0.38 \frac{\sqrt{9^5}}{\sqrt{0.002 \times 12 \times 1500}} = 1.71$$

$$A_3 = 0.38 \frac{\sqrt{7.5^3}}{\sqrt{0.002 \times 11 \times 1300}} = 1.46$$

前例の時と同様(一)(二)(三)の三つの場合に就て之を解く。

(一)の解

2 氣流に分流した場合にも, 1 氣流の場合と同一の通風力 158mm の下に通風することとすれば, 各坑道の通氣量は

$$Q_1 = \frac{1}{0.38} A_1 \sqrt{H} = \frac{1}{0.38} \times 1.21 \times \sqrt{158} = 40$$

$$Q_2 = \frac{1}{0.38} A_2 \sqrt{H} = \frac{1}{0.38} \times 1.71 \times \sqrt{158} = 56.9$$

$$Q_3 = \frac{1}{0.38} A_3 \sqrt{H} = \frac{1}{0.38} \times 1.46 \times \sqrt{158} = 48.3$$

となり 2 氣流の場合の全通氣量は  $Q_2 + Q_3 = 105.2$  又は  $\frac{1}{0.38} \times (A_2 +$

$$A_3) \times \sqrt{H} = \frac{1}{0.38} \times 3.17 \times \sqrt{158} = 105.2$$

となる。

所要動力の比は  $\frac{H \times (Q_2 + Q_3)}{H \times Q_1} = 2.63$  となる。

通風機の廻轉數は通風機の特性曲線圖で Q-H 曲線と  $A=3.17$  の線との交點から, 通風力 145.2

通氣量 100.4 を得て,  $\frac{105.2}{100.4} N_1 = 1.05 N_1$

$$\text{又は } \sqrt{\frac{158}{145.2}} N_1 = 1.05 N_1 \text{ となる。}$$

(二)の解

通風機の廻轉數を同一に保つ場合は, 前例と同様特性曲線圖に依れば簡単に解かれる。

第 65 圖に於て  $A_2 + A_3 = 3.17 \text{m}^2$  の等積孔の線を描き, Q-H 線との交點を讀めば通風力 145.2 及び通氣量 100.4 を得。

所要動力の比は  $\frac{145.2 \times 100.4}{158 \times 40} = 2.31$  となり, 各坑道を通る通氣量は

$$Q_2 = \frac{A_2}{A_2 + A_3} \times 100.4 = 54.2$$

$$Q_3 = \frac{A_3}{A_2 + A_3} \times 100.4 = 46.2$$

となる。

(三)の解

所要動力を 1 氣流の場合と同一に保つ場合には前例(三)と同様第 65 圖 KLM なる Q-H 線上に  $A=3.17$  の線との交點を求めれば, 之が求める通風力 83.3 及び全通氣量 76 となる。

各坑道を通る通氣量は次表の如くである。

	坑道 番號	所 通 風 力	通 氣 量	所 要 動 力	通 風 機 の 廻 轉 數
1 氣流の場合	1	158	40	$P_1$	$N_1$
2 氣流の場合					
第 1 分流	2	83.3	41	$P_1$	0.76 $N_1$
第 2 分流	3	83.3	35		
計		83.3	76		

$$\frac{76 N_1}{100.4} = 0.76 N_1 \text{ 或は } \sqrt{\frac{183.3}{145.2}} N_1 = 0.76 N_1$$

以上の結果を總括して表示すれば次表の如くなる。

(一)	坑道 番號	所 要 通 風 力	通 氣 量	所 要 動 力	通 風 機 の 廻 轉 數
1 氣流の場合	1	158	40	$P_1$	$N_1$
2 氣流の場合					
第 1 分流	2	158	56.9	2.63 $P_1$	1.05 $N_1$
第 2 分流	3	158	48.3		
計		158	105.2		
(二)	坑道 番號	所 要 通 風 力	通 氣 量	所 要 動 力	通 風 機 の 廻 轉 數
1 氣流の場合	1	158	40	$P_1$	$N_1$
2 氣流の場合					
第 1 分流	2	145.2	54.2	2.31 $P_1$	$N_1$
第 2 分流	3	145.2	46.2		
計		145.2	100.4		



但し電動機は防爆防塵防水型、電圧は 200V 又は 220V 標準

型	馬力	風管径 (吋)	長さ (m) に對する 風量 (m <sup>3</sup> /min)												重量 kg			
			28.3	42.5	57	71	85	99	114	128	142	156	170	185		200		
EG	2	12	548	319	198	122	73											63
EG	3	12			485	305	213	152	122	103								75
EG	4	16								455	320	253	213	182	161	136	128	104
EG	5	20										556	440	374	334	305	305	114
EG	6	24																
EG	7.5	24																
EG	10	30																
EG	15	36																
EG	20	42																
EG	25	48																
EG	30	54																
EG	35	60																
EG	40	66																
EG	45	72																
EG	50	78																
EG	55	84																
EG	60	90																
EG	65	96																
EG	70	102																
EG	75	108																
EG	80	114																
EG	85	120																
EG	90	126																
EG	95	132																
EG	100	138																
EG	105	144																
EG	110	150																
EG	115	156																
EG	120	162																
EG	125	168																
EG	130	174																
EG	135	180																
EG	140	186																
EG	145	192																
EG	150	198																
EG	155	204																
EG	160	210																
EG	165	216																
EG	170	222																
EG	175	228																
EG	180	234																
EG	185	240																
EG	190	246																
EG	195	252																
EG	200	258																
EG	205	264																
EG	210	270																
EG	215	276																
EG	220	282																
EG	225	288																
EG	230	294																
EG	235	300																
EG	240	306																
EG	245	312																
EG	250	318																
EG	255	324																
EG	260	330																
EG	265	336																
EG	270	342																
EG	275	348																
EG	280	354																
EG	285	360																
EG	290	366																
EG	295	372																
EG	300	378																
EG	305	384																
EG	310	390																
EG	315	396																
EG	320	402																
EG	325	408																
EG	330	414																
EG	335	420																
EG	340	426																
EG	345	432																
EG	350	438																
EG	355	444																
EG	360	450																
EG	365	456																
EG	370	462																
EG	375	468																
EG	380	474																
EG	385	480																
EG	390	486																
EG	395	492																
EG	400	498																
EG	405	504																
EG	410	510																
EG	415	516																
EG	420	522																
EG	425	528																
EG	430	534																
EG	435	540																
EG	440	546																
EG	445	552																
EG	450	558																
EG	455	564																
EG	460	570																
EG	465	576																
EG	470	582																
EG	475	588																
EG	480	594																
EG	485	600																
EG	490	606																
EG	495	612																
EG	500	618																
EG	505	624																
EG	510	630																

(五) オードナンス

原動機	翼数	幅 mm	直径 mm	水柱 mm	風量 m <sup>3</sup> /min	廻轉数 r.p.m	備考
2HP	32	60	320	25	113	940	直結
10kW	36	228	600	110	195	850	〃

次に實例を擧げて参考に資する。

(例 1)

通風機容量	風管直径 cm	風管の長さ( m )と出口に於ける風量							
		m	24	55	115	176	236	300	358
タボ型 152mm×283m <sup>3</sup> /min×20 HP×1.740r.p.m.	60	m	24	55	115	176	236	300	358
		m <sup>3</sup> /min	386	297	233	198	167	146	122
タボ型 800mm×283m <sup>3</sup> /min×10 HP×1.800r.p.m.	60	m	303	364	424	485	546	607	
		m <sup>3</sup> /min	337	303	272	238	212	194	

(例 2)

通風機風量 283m<sup>3</sup>/min, 負壓 177mm, 廻轉数 1.740r.p.m, 翼直径 750mm, 20 HP 電動機直結, 風管 1 本の長さ 2.42m,

風管直径 mm	風管の長さ (m)	出口風量 m <sup>3</sup> /min	備考 (吸込口を調量す)
580	230	208	
	250	204	
	274	174	
	300	163	
	161	135	
	479	125	
	503	96	
	518	98	
559	85		
770	87	182	
	133	202	
	237	180	
	354	162	
	390	210	
586	104		

但し

1. 風管はフランジ付で 10 本のボルト締め
2. 風管パッキンは 6mm 鐵心を紡績糸又は代用麻にて編み, 黒鉛混入の車軸油に浸す

(例 3)

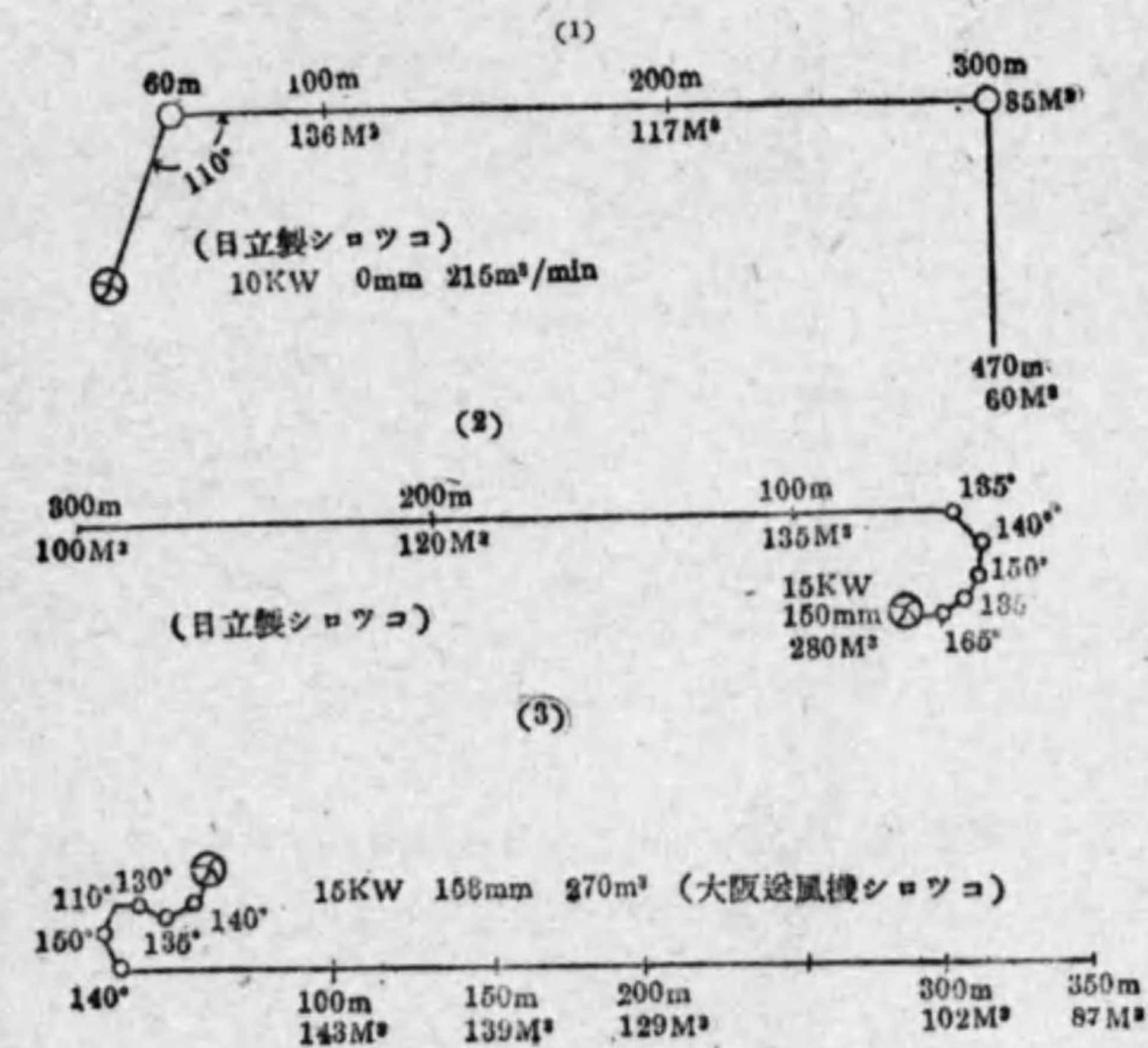
シロッコ型 5HP 通風機直径 362mm, 幅 180mm, 風量 141m<sup>3</sup>/min, 負壓 35mm, 風管直径 485mm, 1 本の長さ 30m

風管の長さ (m)	風量 m <sup>3</sup> /min
50	113
100	88
150	66

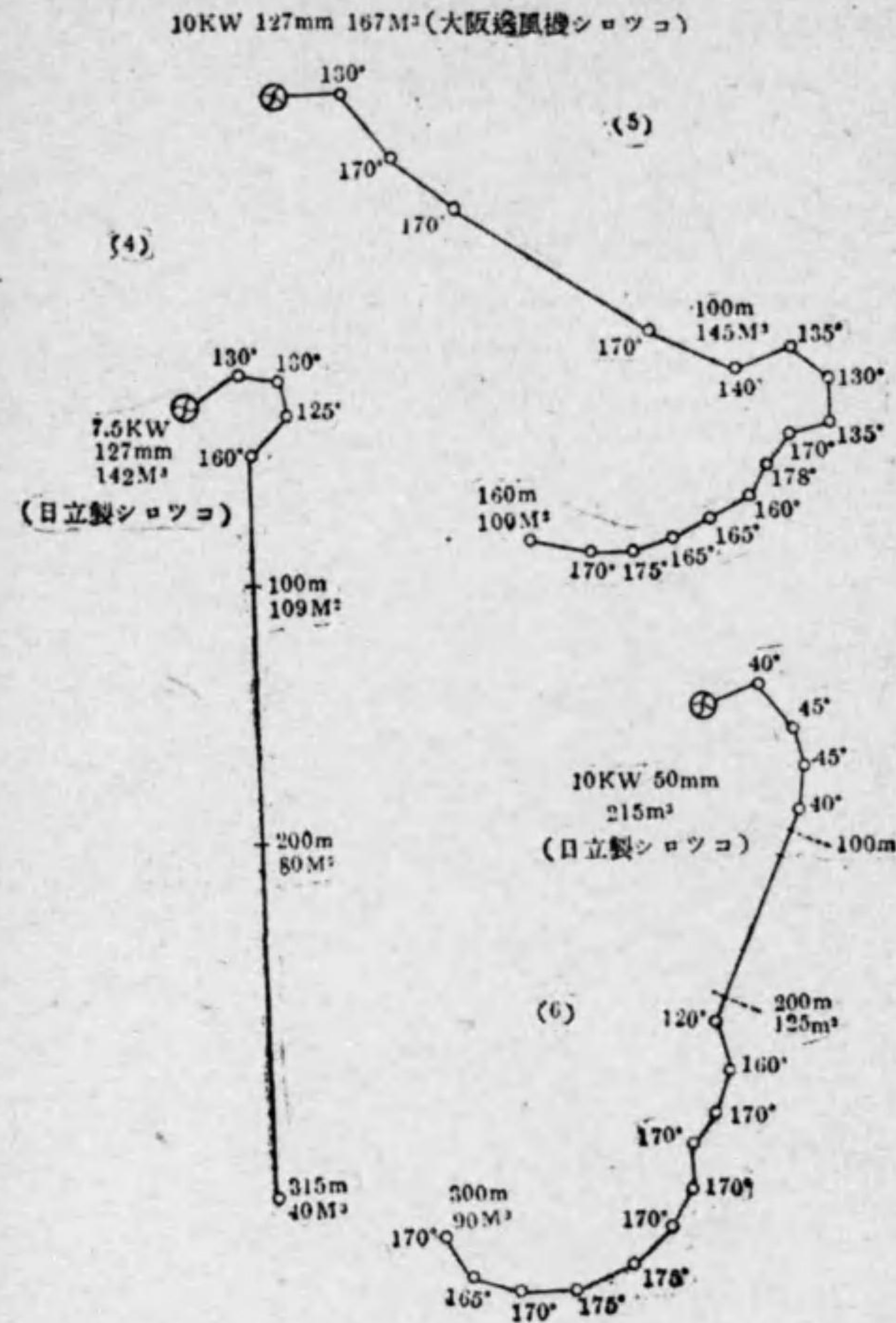
但し

1. 差込式はジョイント部を天野式ベントストリップ(幅 205mm オムバンド) 締付
2. フランジ付は針金を繩を巻いたワッシャーを入れボルト締付

(例 4) 第 68 圖 風管径 485mm のものを使用







(二) 気動型局部通風機 (本文 3. 局部通風 (3) の (一) の 2 参照)

気動型局部通風機を製作所別にカタログ及び實例に依り其の性能を記載すれば次の如くである。

(一) 三榮精機製作所製 (カタログに依る)

空気タービン羽根			通風機羽根		口 徑		
外 徑 mm	幅 mm	數	外 徑 mm	幅 mm	數	吸 込 mm	吐 出 mm
480	20	141	400	600	4	400	400

壓 氣 吸 入 孔 數	壓 氣 消 費 量 m <sup>3</sup> /min 5.6kg/cm <sup>2</sup>	風 管 長 (m) に 對 する 風 量 m <sup>3</sup> /min					風 管 徑 mm	
		0	50	200	500	800		1,000
1	0.8	120	80	60	40	35	30	400
2	1.7	160	105	75	55	50	45	

實際使用例 (三榮精機 S. A. F. 40)

壓 氣 吸 入 孔 數	風 管 徑 mm	壓 氣 消 費 量 m <sup>3</sup> /min	風 管 長 (m) に 對 する 空 氣 量 m <sup>3</sup> /min					備 考
			10	20	30	66	330	
2	380	1.6	/	/	/	53	/	壓 氣 壓 力 4.2kg/cm <sup>2</sup>
2	480	1.7	81	75	63	/	/	
2	480	2.0	79	/	/	/	59	330 m 中 直 角 ベ ン ド 2 個 あり

但し風管はフランジ付ボルト締付

(二) 秋田木材會社製 (カタログに依る)

壓 氣 壓 力 kg/cm <sup>2</sup>	使 用 風 管				
	1	2	3	4	5
壓 氣 消 費 量 m <sup>3</sup> /min	0.7	1.0	1.0	1.5	1.9
出 口 の 實 風 量 m <sup>3</sup> /min	49	68	84	96	107

徑 60cm  
長 3m  
2 本 使用

(三) フロットマン会社製 (カタログに依る)

名 稱	翼 數	翼 徑 mm	機 械 徑 mm	機 械 長 mm	孔 數	壓 氣 消 費 量 m <sup>3</sup> /min	風 量 m <sup>3</sup> /min	重 量 kg
JT-30	4	300	455	360	1 2	0.72 1.41	51 79	約 25
JT-40	4	400	550	380	1 2	0.98 1.93	84 111	約 38
JT-50	4	500	655	380	1 2	1.25 2.29	110 160	約 46

實際使用例 (フロットマン製)

型 式	壓 氣 力 kg/cm <sup>2</sup>	使用風管				
		1	2	3	4	5
JT-50	壓 氣 消 費 量 m <sup>3</sup> /min	0.5	0.9	1.1	1.3	1.7
	出 口 の 實 風 量 m <sup>3</sup> /min	49	78	101	112	130

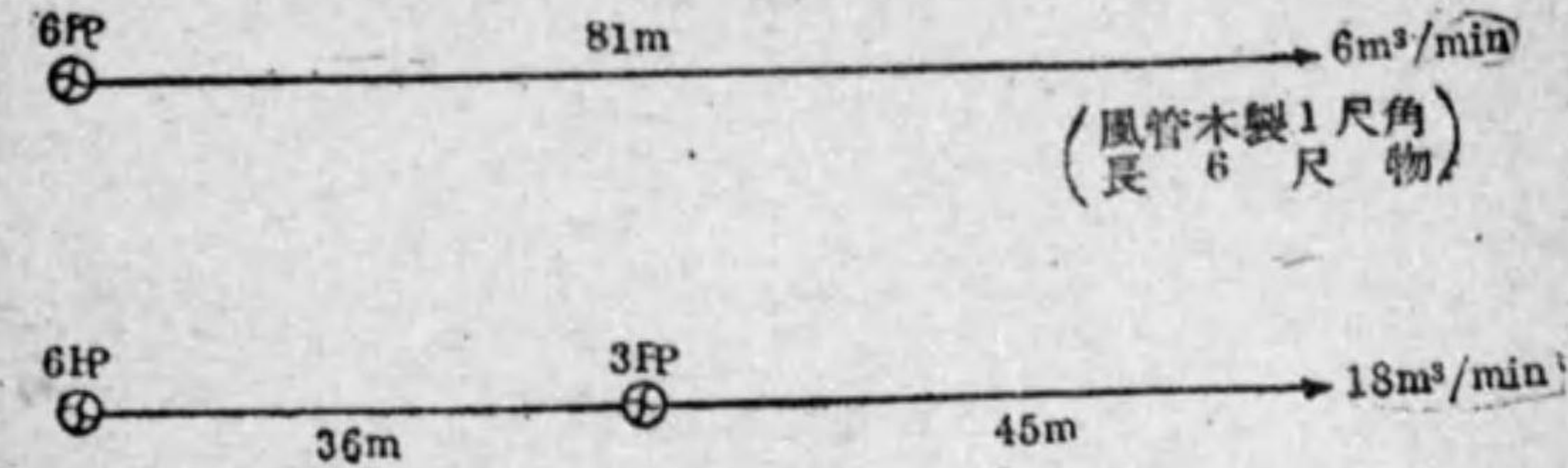
型 式	風 管 徑 mm	風 管 長 m	風 量 m <sup>3</sup> /min	空 氣 消 費 量 m <sup>3</sup> /min	備 考
J T-40	300	50	通風機口 31 風管口 14	/	90° ベンド 3 個 挿入取出
J T-40	500	40	通風機口 105 風管口 69	/	直線鉤付風管吹込
J T-40	580	60	81		
J T-40	580	63	81	1.0(4kg/cm <sup>2</sup> )	固定フランジボルト締
J T-50	380	48.4	128	2.0(4kg/cm <sup>2</sup> )	ボルト締

(三) 局部通風機を直列に使用した例

局部通風機を 2 臺直列に運轉した場合の出口風量の實例

- (一) 6 HP { プロペラー型翼數 4 枚, 直徑 16", 水柱 1.69"  
風量 5,672 立方呎/分, 西部電機 220V15A2.600r.p.m
- 3 HP { プロペラー型翼數 4 枚, 直徑 16", 水柱 1.6"  
風量, 4,000 立方呎/分, 200V9A3,000r.p.m

第 69 圖



(四) 風管の摩擦係數 (本文 3. 局部通風(3)の(二)参照)

(一) 鐵風管の摩擦係數

鐵風管に對する抵抗を示すと次の如くである。

(ブチー其の他の測定に依る)

直 徑 mm	摩 擦 係 數	備 考
1000	0.00020	直徑 600mm 以上の場合は直徑と風速とに拘らず係數に變化が少い。
600	0.00022	
400	0.00030	
300	0.00040	

(二) 風管の徑と風量

同一通風機, 同一通風距離で風管徑變更が出口風量に及ぼす實例を次に擧げる。

(例 1)

通風機 7.5HP プロペラー型, 翼數 6 枚, 幅 180mm, 直徑 690mm, 水柱 76mm, 風量 227m<sup>3</sup>/min 廻轉數 2900 r.p.m

風 管 長 m	風 管 徑 mm	風 量 m <sup>3</sup> /min	備 考
200	380	70	58 % 増 加
	480	109	
350	480	51	57 % 増 加
	760	80	



風管数本	風管長m	No. 1 m <sup>3</sup> /min	No. 2 m <sup>3</sup> /min	No. 1+No. 2 m <sup>3</sup> /min
139	342.6	20.83	38.43	47.17
135	333.0	27.55	52.05	61.92
134	330.6	28.19	52.37	63.59
133	328.2	28.80	54.26	64.03
132	325.8	30.15	56.01	68.72
131	323.4	31.02	56.81	69.89
130	321.0	31.84	58.68	71.25
129	318.6	31.95	59.62	72.64
128	316.2	32.45	60.37	74.71
127	313.8	"	61.30	75.04
126	311.4	32.77	61.41	75.24
125	307.0	32.99	60.27	75.64
124	306.6	34.12	62.87	76.49
123	304.2	34.86	65.50	77.10
122	301.8	35.59	69.54	80.79
121	299.4	36.90	69.03	85.35
120	297.0	37.52	69.14	86.38
119	294.6	37.72	70.10	86.72
118	299.2	38.02	71.05	87.12
117	289.8	38.43	71.25	88.27
116	287.4	38.54	71.66	88.57
115	285.0	39.36	72.32	91.06

(一) ノズル1個の場合

ノズル 孔 徑 in	ノズル 力 lbs/in <sup>2</sup>	風管口風量 (ft <sup>3</sup> /min)															
		風管徑 11 1/3" 全長 180'		風管徑 15 3/4" 全長 320'													
空氣消費量 ft <sup>3</sup> /min		ノズル風管口より 18' の點に取付		ノズル風管口より 160'		ノズル風管口より 160' 及 240'											
		1/16	3/32	1/8	3/16	1/16	3/32	1/8	1/16	3/32	1/8						
60	8.83	15.93	17.76	37.63	296	511	575	920	351	516	836	346	610	832	225	603	875
70	10.40	17.97	22.40	40.63	335	550	643	986	307	595	807	309	582	831	357	582	854
80	12.00	20.00	26.00	47.00	325	556	702	1,074	356	561	893	401	705	988	373	668	980

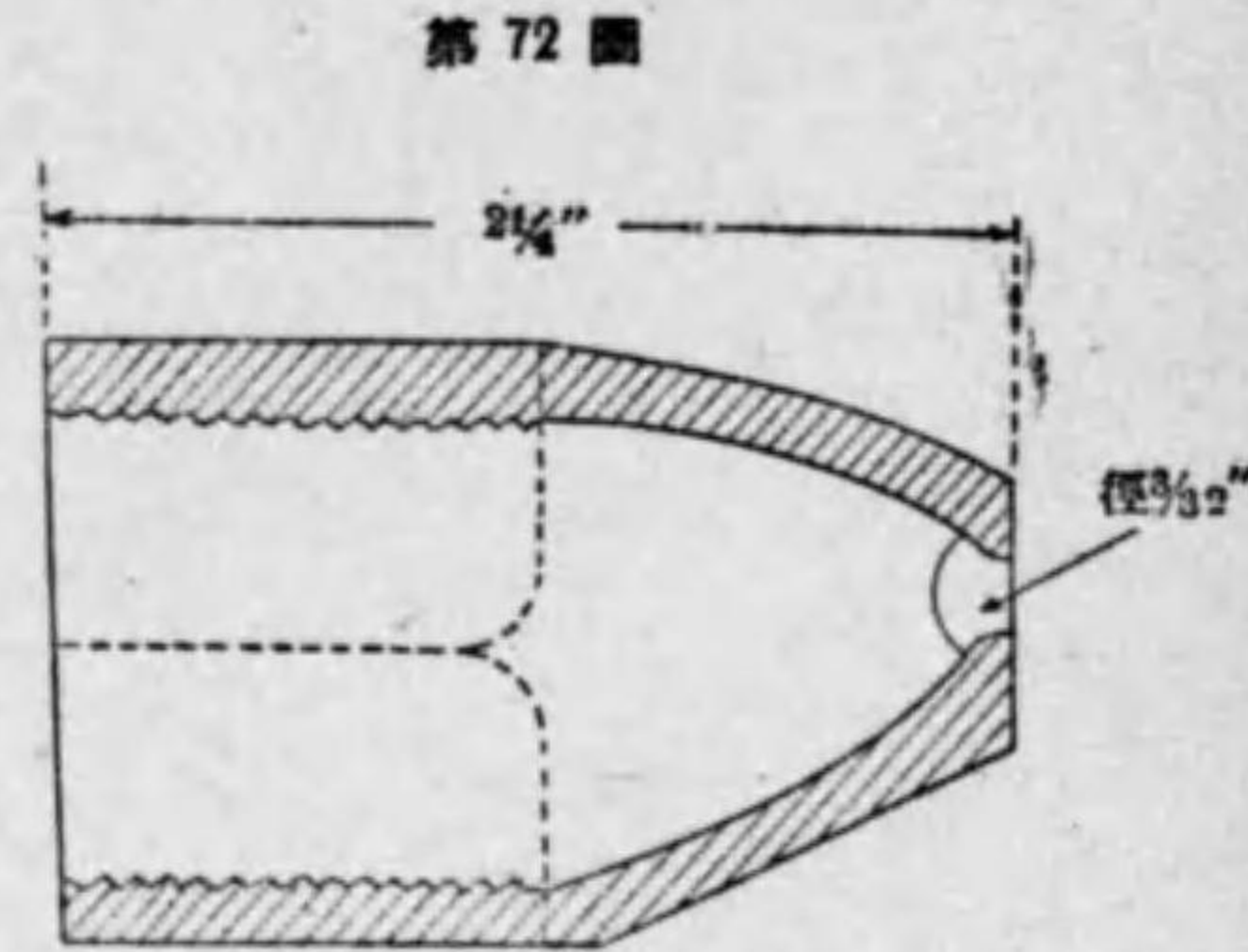
(二) ノズル2個シリースの場合

ノズル孔徑 in	ノズル力 lbs/in <sup>2</sup>	風管口風量 (ft <sup>3</sup> /min)											
		風管徑 15 3/4" 全長 320'		風管徑 15 3/4" 全長 320'									
		ノズル風管口より 80' 及 160'		ノズル風管口より 80' 及 240'		ノズル風管口より 160' 及 240'							
		1/16"	3/32"	1/8"	1/16"	3/32"	1/8"	1/16"	3/32"	1/8"			
60	582	582	825	1,203	563	852	1,189	610	870	1,224	520	867	1,165
70	582	582	878	1,203	673	922	1,320	613	927	1,247	611	938	1,245
80	665	665	967	1,237	647	954	1,318	597	960	1,437	545	1,020	1,383

第 72 圖の如きウォーター  
 ーゼットノズルを用ひて試  
 験した結果を示す。

但し風管径 15' 厚さ 1/16'  
 鐵板、風管長さ 58' 上向 2  
 度に設備す。

(一) ノズル 1 個の場合  
 ノズルの位置は入氣口から  
 15' の位置に設ける。



水 壓 lbs/in <sup>2</sup>	風 量 ft <sup>3</sup> /min	使用水量 ft <sup>3</sup> /min	水 壓 lbs/in <sup>2</sup>	風 量 ft <sup>3</sup> /min	使用水量 ft <sup>3</sup> /min
10	702.6	0.237	70	1,599.0	0.373
20	931.1	0.243	80	1,672.8	0.399
30	1,076.3	0.309	90	1,808.1	0.408
40	1,249.5	0.318	100	1,820.4	0.420
50	1,439.1	0.324	110	1,906.5	0.462
60	1,476.0	0.378	120	2,078.7	0.486

(二) 風管長に伴ふ風量増減表  
 水 壓 100 lbs/in<sup>2</sup>

風 管 長 (ft)	風 量 (ft <sup>3</sup> /min)	風 管 長 (ft)	風 量 (ft <sup>3</sup> /min)
98	1,574.2	50	1,991.0
90	1,523.2	42	1,783.5
82	1,722.9	34	1,332.0
74	1,817.5	26	692.4
66	1,895.1	18	872.1
58	1,806.5	10	937.2

(三) シリーズの場合

風管長さ 240'

(A) は入氣口より 18' (B) は 98'

(C) は 178' の位置にノズルを設ける。

使用水壓は 100 lbs/in<sup>2</sup>

ノズル挿入箇所	ノズル使用個數	出 口 風 量 (ft <sup>3</sup> /min)
A. B. C	3	1,394.8
A. B	2	1,407.1
B. C	2	1,172.9
A. C	2	1,362.1
A	1	1,075.6
B	1	886.6
C	1	783.8

### 通氣記號及び坑内外一般記號

記 號	種 類	色 別	説 明
	境界線	朱	
	隣境界線	青	
	試掘境界線	綠	
111 111 111 111	露 頭	層別色分	
	鐵 道 線	黒	感光紙に焼付けたる場合黒とは焼付けたる處の色をいふ。以下同じ
	電 車 線	朱	「バフテリ」の場合は附記すること
	車 道	黒	
— 50m	標 高	・	標準を註記して( )を以て示す。標高線を用ふる坑外にて示す時は黒三角△を附す
	試 錐 孔	・	
	坑 外 堅 坑	・	圓形又は角型を區別す
	坑 内 堅 坑	・	同 上
	斜 坑 及 横 坑	・	傾斜度數を記入すること 必要あれば矢印を附記のこと
	岩 石 坑 道	色 分 するときは「セピヤ」	「ドン」を示すときは次の如し
	層 層 坑 道	層別色分	
	斷 層	・	確定斷層は傾線、推定斷層は破線、斷層間無地帯は黃色を塗る
	傾 斜	・	傾斜度數を記入すること
	坑 内 ポ ケ ッ ト	黒	垂直又は鉛直に近い場合
	シ ュ ー ト (溜 斗)	・	傾斜なる場合は上部の記號を記入し下方に此の記號を記入
	掘 進 坑 道	・	岩石色別の場合「セピヤ」層別は層別色分 矢印なきものは中止箇所
	拂 切 羽	層別色分	
	拂 跡	・	水力充填 無充填

	入 氣 方 向	青	色分せざるとき →
	排 氣 方 向	朱	色分せざるとき ←
850m <sup>3</sup>	通 氣 量 (立 方 米 / 分)	黒	
18m	風 速 (米 / 分)	・	
0.5%	瓦 斯 含 有 率 (%)	朱	
20°C	温 度 (攝 氏)	黒	
85%	濕 度 (%)	・	
	測 風 筒 所	朱	必要あれば○中に番號記入のこと
	観 測 筒 所	・	
	通 風 塔	黒	
	一 般 通 氣 門 又 は 木 造 門	・	
	煉 瓦 又 は コ ン ク リ ー ト 門	・	原が煉瓦のもの
	ビ ラ 門	・	
	木 造 張 切	・	
	煉 瓦 又 は コ ン ク リ ー ト 遮 断 壁	・	
	密 閉	・	種類を示す必要あれば横に附記すること
	門 付 密 閉	・	密閉門の開く側に門記號を付けること
	ゲ ー ト	・	
	門 付 ゲ ー ト	・	
	結 柵	・	
	分 量 門	・	
	分 量 張 切	・	
	自 動 門	・	

		廻 轉 門	黒	
		木 造 風 橋	"	
		耐 火 造 風 橋	"	
		風 管 風 橋	風管は青	架橋の時はいし印のみを青とす
		風 管	青	
		張 出	黒	
		ウオーターゼツト	緑	
		エヤーゼツト	青	
		噴 霧 器	黒	
		帯 状 噴 霧 器	"	
		岩 粉 棚	岩粉は黄	
		岩粉撒布區域	"	單線の場合線の上に大く黄色を塗る
		濕 潤 地 帯	緑	
		消 火 栓	朱	
		消 火 器	"	
		坑内事務所	黒	
		坑内便所	"	
		瓦斯誘導管	朱	
		壓 氣 管	青	
		撒 水 管	緑	
		排 水 管	"	
		排 水 溝	"	
		自然發火箇所	朱	

	火 藥 保 管 所	朱			
	救 護 所	朱 の み			
	非 常 倉 庫	非 の み			
	坑 内 厩	黒			
	測 水 筒 所	緑			
電 氣 機 械 關 係 記 號 の 部					
		◎ 防 爆 型 必 要 に 應 じ 馬 力 性 能 を 附 記 する こと ○ 非 防 爆 型			
			捲 揚 機	黒	h は 移 動 用
			エ ン ド レ ス 捲	"	e は 移 動 用
			テ ー ル 捲	"	
			通 風 機	"	f は 移 動 用
			ボ ン プ	"	種 類 別 に 表 示 す 場 合 タービンポンプ(PT) 葉輪ポンプ(PT) デートン(PT)
			壓 氣 機	"	
			電 動 機	"	
			開 閉 器	"	種 類 別 に 表 示 す 場 合 油入自動開閉器(SA) 油入自動開閉器(SA) 油入自動開閉器(SA) 油入自動開閉器(SA)
			變 壓 器	"	
			抵 抗 器	"	種 類 別 に 表 示 す 場 合 レオスタット(RL) ガズスター(RG)
			起 動 器	"	
			制 御 器	"	
			藥 岩 機	"	
			オ ー ガ ー	"	
			載 炭 機	"	
			電 燈	朱	

	搖桶式運搬機	黒	
	鋸式運搬機	*	
	帶式運搬機	*	
	積込機	*	
	試錐機	*	
	變電所	*	
	發電所	*	發電機 電機受電機 
---	鉛裝線	朱	ボルト等記号のこと
---	キヤブタイヤ	*	
---	四種線	*	
---	裸線	*	
	信號線	*	使用する種により區別して表すこと
	電鈴	*	
	電話器	黒	

空気機械関係記号の部 必要に応じて性能附記のこと

		揚揚機	黒	hは体積用
		通風機	*	fは体積用ターボブロワータイプ等 種類により
		ポンプ	*	タービンポンプ等 種類により
		注入ポンプ	*	
		セメントガン	*	
		空気充填機	*	
		砕岩機	*	

	コーンピツク	黒	
	ラジアル炭炭機	*	
	炭炭機	*	
	オーガー	*	
	圧気動ランプ	電燈は朱	
	搖桶式運搬機	黒	
	鋸式運搬機	*	
	帶式運搬機	*	

其他機械関係記号の部

	汽罐	黒	
	蒸気機	*	
	蒸気管	*	



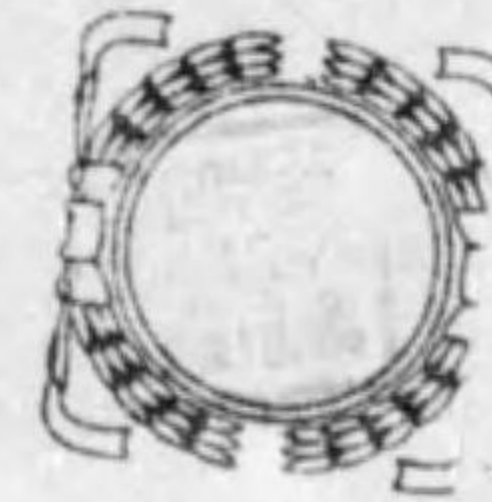
16167

昭和二十三年十月十日 印刷  
昭和二十三年十月十二日 發行

# 防爆對策

現場係員篇・上卷

定價 150圓



著者 九州鑛山學會  
石炭坑爆發豫防調査委員會  
代表者 山田 穰  
東京都千代田區神田一ツ橋二ノ五  
發行者 相賀 徹 夫  
東京都墨田區龜澤町一ノ三  
印刷者 橫山 豐  
東京都墨田區龜澤町一ノ三  
印刷所 橫山印刷株式會社  
東京都千代田區神田一ツ橋二ノ五  
發行所 株式會社 小學館  
電話九段(33)1125番(代)  
振替東京 45107 番  
會員番號 A 119027

567.6-Ky9ㄅ



1200500746940



終