



マンホールのガス災害とその対策

ま え が き

近代社会の一つの特長はガス・電気・上下水道・電話などの便利な設備を利用し、快適で能率のよい生活をいとなめることであろう。ところでこれらの設備は都会や工場の美観保持と交通のさまたげになるのを防ぐため地下に埋められ、われわれの眼に触れることが少い。このため日常欠くことのできぬ空気とおなじように、ふだんはその存在に気がつかないものである。しかし停電や断水などで工場の生産や日常生活が大きく乱されると、はじめてその存在に気がつき、これらの設備を修理するため作業員が路面下のマンホールで忙しく働いているのを見かけることにより、都会や工場の路面に存在するマンホールの数に驚ろかされるであろう。特に大都会の路面下は図1に見られるようにこれらの設備で複そうし路面以上の混雑を呈しているが、これに伴う危険に対する関心はマンホールの存在と同じく極めて低調であるため、思いがけない災害がしばしば生じており、最近の地下設備の発達とともにますます増加の傾向を示しはじめてきたので、その事情を紹介し、併せて対策について述べてみることにする。

いろいろな事故

これらの設備による事故のうち、都市ガス系統はガスそのものが中毒と爆発の危険性をもっているので事故に対する関心も比較的深いが、その他の電話・電気・上下水道などではその関心は一般に薄いようである。しかし外国

のように古くから地下設備の発達した国では爆発や中毒などの事故もその歴史は古く、下水を例にとれば 1886 年より爆発事故の記録が存在しているほどである。特に被害の大きかったものは 1913 年と 1916 年アメリカ・ピッツバーグ市の爆発事故で道路 3km 余りと、ガス・水道はもちろん建物にも被害を及ぼし、上下水道破壊のため洪水を生じたほどであり、それぞれ現在の邦貨に換算してざっと 2 億円と 1 億円の損害を与えている。このような苦い経験からアメリカではあらゆる地下設備の事故防止に対する関心は非常に深く、ロスアンゼルス市では約 14 万の各種マンホールや地下構造物内の空気を 1948 年迄の 15 年間に延べ 100 万回もガス分析をおこない、9000 個所に爆発性ガスの存在を認めたと報告されているほどで、安全確保のために大きな努力が払われている。

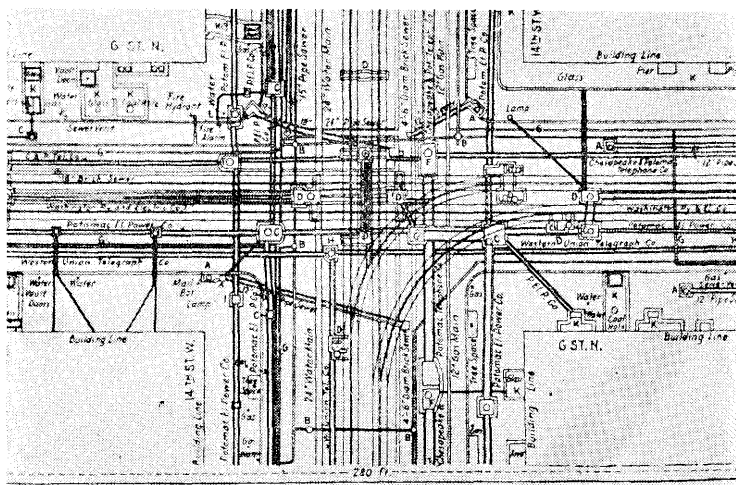


図 1 都会の路面の地下配管図

一方わが国の著しい近代化は最近ようやく地下設備の発達をとめない、都会や工場では外国と同じような事故が発生しはじめてきた。たとえば石油、油脂工場などの下水に流出した引火性液体が、たばこや溶接の火花から引火爆発したような事故報告は少ない。しかしこのような工場内の事故は新聞やラジオにあまり報ぜられていないため、その例を知る人は少い。ところが道路上のマンホールのガス事故は多くの人の眼に触れるし、新聞やラジオも大きく報ずるので記憶している人も少なくないであろう。これらの例は古くは大正時代の新聞記事にも見られており、現在迄最も被害の大きかつたのは昭和30年台東区の下水爆発事故ではなからうか。この惨状は空襲を思わせるほどの規模で、道路1 kmを破壊し、停電のため電車は止まり、家の灯も消され若干の負傷者さえ生じたほどである。近年の主な事故としては昭和32年日本橋の電話線マンホールが次々と爆発し、商店の大きなショーウィンドや窓ガラス多数を破壊した例があつたが、幸にも負傷者はなかつた。しかしこの事故の半年後の11月に同じ日本橋で起つた電話線マンホールの爆発事故では工事人2名が負傷した。今年に入つてからはすでに新宿区で下水が2件、江東区で電気ケーブルが1件と計3件の爆発や火災事故が発生しており、それぞれ1カ月から1週間の負傷者1名を出している。

このようなマンホールの爆発とともに、見逃すことのできない災害にガス中毒や窒息事故があげられる。これも都市ガス系統は一酸化炭素中毒が心配されているが、漏れた都市ガスの侵入する例もあるため、都市ガス以外の各種マンホールでも注意を払わなければならない。次にマンホールや下水内に溜つた有機物から発生する硫化水素、アンモニアなどによる中毒や、炭酸ガス、メタンなどの多量発生による相対的な酸素欠乏による窒息もいまだに跡を断つていない。

この他珍らしい事故として、電話ケーブル工事の際に持込んだ暖房用コンロから発生した一酸化炭素による中毒や、工事の連絡が悪かつたため白昼の銀座でマンホールの蓋を閉められ危く窒息死寸前に救助された事故などをふくめ、マンホールや地下構造物内作業には常に大きな危険が伴っているものであるかが理解できよう。

このような爆発・火災・中毒・窒息などの恐ろしい事故の主役は、各種ガスや引火性液体に与みられているので、まずこれらの物質がどのように発生するのか調べてみることにする。

a) 燃料ガス

都会で最も広く用いられている都市ガス、近郊都市に

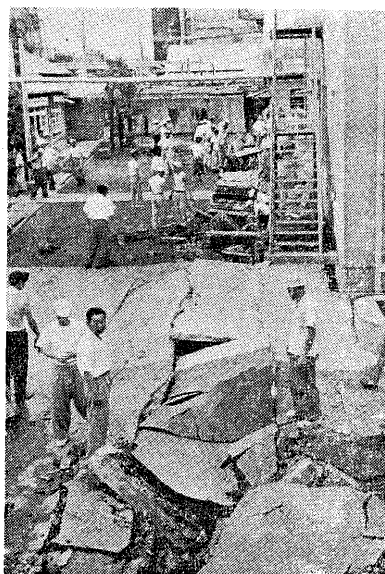


図2 人絹工場の爆発現場

普及しているプロパンガス、特定な地方に産出するメタンガスなどがわれわれの家庭や一般工場で多量に使用されている。そしてこれらのガスはプロパンを除き配管により供給されており、近頃では都市ガスは工場を集中し長距離配管により能率をあげる傾向を示しはじめ、またメタンも産地より直接都会や工業地帯へ配管輸送する計画も報ぜられている。この他化学工場、製鉄工場などでは水性ガス・高炉ガス・発生炉ガス・油ガスなどの利用も盛んで、工場内にはこれら配管がはりめぐらされている。造船所、造機工場などの溶接や切断用のアセチレンと酸素も一種の燃料ガスと考えてよく、これも最近では広い工場のすみずみまで配管輸送されている例が非常に多くなつてきた。

このような配管の多くは地下の暗きよ内に設置されるか、または直接地下に埋められているため常に腐蝕が心配され、特に土質が中性でなかつたり、有機質のものを多量に含んでいたりすると腐蝕は著しくなる。都会の路面電車や直流を使う工場の綿線からの電蝕も問題であり、このため電気工作物規程にもいろいろの制限をもうけてあり、電蝕対策の委員会なども地下配管の複そうしている都会で開かれるなど腐蝕防止に努力が払われている。また地震の多いわが国では地震による配管の損傷も考えられ、地すべり・洪水なども地盤の移動を伴うので地震と同じような被害を生ずることもある。この他保守や修理のため掘返すことが配管をいためる場合もあり、この際工事人が損傷箇所を責任者に報告しないで、いかげんに直してしまう心配もある。なお最近の自動車の

激増と大型化により配管が大きな損傷を受ける例も少なくない。このような腐蝕や損傷はガス漏れの原因となり、同時にマンホール内にガスを存在させる原因の一つとして常に注意しなければならない問題である。

昭和30年、台東区の下水管事故はガス管の自然腐蝕による都市ガスの漏れが主原因と推定され、また電車帰線による電触も電話ケーブルのマンホールにその例をみている。掘返し工事の例としては昭和31年人絹工場の暗きよ爆発事故があり、いかげんな配管除去作業のため水素が漏れ、タガネの火花から爆発し1名が重傷を負った。図2はその事故現場の写真で厚いコンクリートが破壊され、その恐ろしさを物語っている。

b) 電気・電話ケーブルなどの絶縁物からのガス

過電流や電触などにより絶縁物が劣化し、電気や電話ケーブルが火災となつたり、高熱のため有機質が乾溜されて可燃性ガスを発生し、爆発を生じたりすることがある。このガスは一酸化炭素・水素・メタン・炭酸ガスなどが主なるものであるが絶縁物の種類や加熱時間と温度によりガスの組成は大変違ってくる。表1はその分析例を呈したもので、発生源が固体であるためわずかな絶縁物からも多量のガスを発生し、突発的に事故を起す特長をもっている。昭和32年日本橋の電話線マンホールの爆発はこの種の乾溜ガスによる事故と推定してよいのではなかろうか。また川崎や江東区で発生した電気ケーブルの火災や爆発に対してその原因は明確でないが、高圧配電が地下にもぐりはじめているので、今後この種の事故を予防するため十分注意しなければならない。

c) 醗酵・腐敗ガス

汚物や塵などの有機物が長期間多量の降雨がないためマンホールにたまつたり、下水溝の勾配がゆるいため停滞したりすると、ある条件のもとで細菌により有機物が分解され、メタン・炭酸ガス・硫化水素・アンモニア・水素などを発生する。利根川の流れも止つたほどの日照

りが続いた7月の初旬、浅草の地金店の真鍮が黒変し話題となつた際、工場の煙突からでる煙に含まれている亜硫酸ガスとわかつたが、はじめは川の流れが減少したため有機物から発生した硫化水素がその原因と考えられたのも理由のない推定ではないのである。戦時中ガス燃料の不足を助けるため実験室用のメタン発生装置が考案され、メタン50%程度のものが実用化されたことも、この現象を応用したものである。この他古井戸・野菜の貯蔵穴・サイロなどでの窒息事故はこれらのガスや、植物の呼吸により発生する炭酸ガスが多量に存在していたため酸素欠乏により生ずるものと推定される。爆発事故例としては昨年下水浄化槽上で清掃作業中たばこの火から爆発を生じ、1名が死亡し、1名が火傷を負つた例がある。これはマンホールの蓋をあけ換気をはかつたため爆発性ガスを作つたもので、もし換気をせずに直ちに内部へ入つたなら窒息していたであろう。同じ浄化槽でやはり昨年ガス中毒者数名を出した事故を生じたが、くわしい報告を見ていないので明確な原因はわからないが換気をせずに直ちに内部に入つたためではなかろうか。爆発や中毒のどちらにしてもこの種のガスに対する認識不足が事故を発生させる大きな原因の一つといえよう。表2は外国都市における下水内ガスの分析例で、爆発や窒息の危険性の存在を物語っている。

d) 可燃性液体

可燃性溶剤は家庭や工場で、洗滌をはじめ塗装・印刷などに広く用いられており、また可燃性の液体燃料は自動車から家庭用のコンロに至るまで極めて多量に消費されている。したがつてこれらの液体は化学工場や石油工場で生産されたうえタンクやサービス・ステーションに貯蔵されて消費者の手に渡っている。この他製油工場・製薬工場・化学工場などでも抽出用に多量の溶剤が使用され、工業の発展と共にその用途を広めている。

このような液体は表面張力が小さいので製造装置や貯蔵タンクのわずかの穴やクラックから漏れたり、燃料ガ

表 1 絶縁物の乾溜ガス

	227~300°C 15時間以内	300~362°C 5時間15分以内
炭 酸 ガ ス	55.9	8.5
一 酸 化 炭 素	25.3	7.1
水 素	15.3	30.9
メ タ ン	2.5	44.3
重 炭 化 水 素	1.0	9.2

(綿コイルを含浸したもの) 単位 %

表 2 下水ガス分析例

	パ リ 下 水	下水タンク
炭 酸 ガ ス	2.01	3.3 ~ 29.4
窒 素	81.21	2.9 ~ 23.3
水 素		0 ~ 8.2
硫 化 水 素	2.99	0 ~ 0.1
メタン・エタン		63.0 ~ 84.2
酸 素	13.79	0 ~ 1.2

スの項で説明したような原因による配管の損傷などからも漏れ出し、下水溝やマンホール内に流入することが予想される。また洗剤として使用され、不用になったものを下水に棄てることも見うけられるので、この面からの流入も考慮しなければならない。灯油などの引火点の高い油は比較的火災の心配は少いはずであるが、工場からの廃蒸気や温水の放流により加温されることもあるので、低引火点のものと同じ注意が必要である。このような可燃性液体の多くのものは水より軽い性質をもっているので、下水の場合水面上にたまるし、重いものでもわずかの違いしかないので流速の早い下水中では水によるシールを期待できないなど爆発や引火の危険性は大きい。さらに液体であるためわずかな量でもガス体になる

と大きな容積を占めるので一層この危険は増大することになる。このような危険性については実際的な規模での実験も報告されており、非常に大きな破壊力を示していた。

この種の可燃性液体による事故例は製油工場、石油工場などからしばしば報告されているが、一般道路のマンホールでの事故はほとんど報告されていない。これは一般道路上のマンホール事故の場合その原因のほとんどがメタンの発生や都市ガスの漏れと新聞に報ぜられているためであるが、火災も状況不明な場合はしばしばその原因を漏電にしたがるのと同じようなことかもしれない。したがってマンホールの事故もその原因をよく調べてみるとメタンの発生していたためばかりでなく、可燃性液

表 3

種 類	危 険 性	引火点 (°C)	比 量 (空気=1)	爆発範囲 (Vol%)	燃限度 (Vol%)	分析器具	備 考
アセチレン	爆発, 窒息, 麻酔	ガス	0.90	2.5~81		干渉計 検知管	カーバイドの投入, アセチレン配管からの洩れなどから事故が発生する。
アンモニア	爆発, 中毒	ガス	0.58	16 ~25	0.01	干渉計 検知管	
一酸化炭素	爆発, 中毒	ガス	0.97	12.5~74	0.01	検知管	単体で存在することは少く, 他ガス, 水素, メタンなどと混在する。 他ガスの混在による相対的酸素欠乏。
酸 素 (不足)	窒息				16	磁気分析計 干渉計	
酸 素 (過剰)	火災		1.1			磁気分析計 干渉計	液体酸素の廃棄, 酸素配管などの洩れから事故が発生する。
水 素	爆発, 窒息	ガス	0.07	4 ~75		干渉計	
炭酸ガス	窒息		1.52		0.5	干渉計 検知管	水素, メタン, 一酸化炭素などの混合物で, 組成は一定していない。 冷凍機用冷媒として使用されている。
プロパン	爆発	ガス	1.56	2.2~ 9.5		干渉計 検知管	
メ タ ン	爆発, 窒息	ガス	0.55	5.3~14		干渉計 爆発計	
都 市 ガ ス	爆発, 中毒	ガス	< 1	6 ~35		干渉計 爆発計	
メチル・クロライド	爆発	ガス	1.78	10.7~17.4	0.01	干渉計	トリクレン, パークレンの各性質, 分析器具もこれに準じてよい。
硫化水素	爆発, 中毒	ガス	1.18	4.3~45	0.002	干渉計 干渉計	
ガソリン	爆発, 中毒	-43	3~4	1.4~ 7.6	0.05	干渉計 爆発計 検知管	人絹工場で使用される。
四塩化炭素	中毒		5.31		0.005	干渉計	
灯 油	爆発, 火災	38~74	> 1	1.16~6.0			トルオール, キシロールの各性質, 分析器具もこれに準じてよい。
二硫化炭素	爆発, 中毒	-30	2.64	1.25~44	0.002	干渉計	
ベンゾール	爆発, 中毒	-11	2.77	1.4~7.1	0.0035	干渉計 検知管	
備 考	厳密な分類ではなく, 大体の目安を記したものである。						

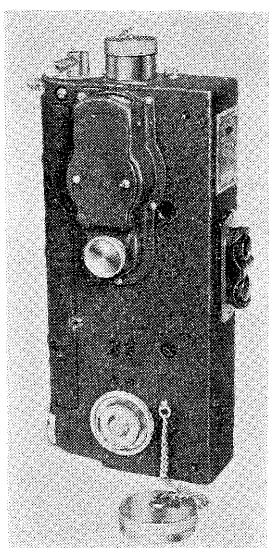


図 3 干 渉 計

体が存在していたことも案外多いのではないと思われる。

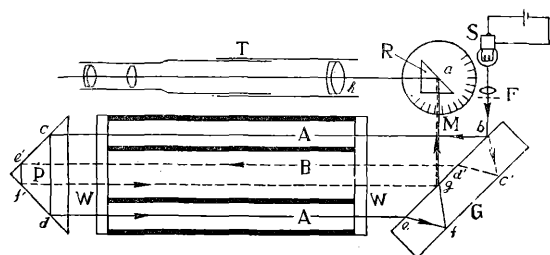
e) 化学薬品

化学工場ではほとんどの物質が配管により輸送されており、漏れると危険なものが少ない。たとえば二硫化炭素・アンモニア・水素などすべての危険な原料や製品の名前をあげることは不可能に近い。化学工場ばかりか一般の工場や実験室でもしばしば用いられるカーバイドや金属ナトリウムなどは水に触れると可燃性ガスを発生するので不用になった薬品を下水に棄てることは大変危険である。

外国の化学研究所の下水爆発事故は不用な二硫化炭素を下水に注入したため発生し、学生 2 名が負傷した。以前は危険予防のため地中に埋めていたが臭気の苦情から下水に棄てるようにしたための事故であつた。カーバイドの例としては化学工場や造船所でカーバイドかすを下水に捨てたためアセチレンを発生し、溶接の火花などから爆発した事故も二、三報告されている。このように下水への化学薬品の廃棄は爆発の危険を伴うばかりか有毒物の場合は公害の恐れもあるので専門家の指示に従い安全な方法で処理しなければならない。

f) その他

事故例は少いかまたは全く発生していないが冷凍機用のアンモニア、メチルクロライドなどの冷媒の漏れによる爆発や中毒、濃厚酸素の廃棄や漏れによる火災、地下に設けられたトランスの爆発、ケーブルに封入されてい



A : 空 気 室 G : 平行平面鏡 S : 光 源
B : ガス 室 P : プリズム I T : 望遠鏡
F : スリット R : プリズム II

図 4 干渉計の構造図

る室素の漏れによる窒息などは冷房や電話の普及、盛んな酸素の需要、高圧配線の地下移行化などから今後十分な注意が必要であろう。

以上でガスの発生状況を説明したわけであるが、個々のガスや液体の性質については表 3 を参照してもらいたい。ここで示されている危険性は爆発・火災・中毒・窒息などについてそのガスが持っているものを記入した。例えばメタンなら低濃度では爆発を、高濃度では酸素欠乏による窒息、不燃性の四塩化炭素では極微量で中毒のみの心配があるわけである。引火点はガスの場合常時引火するが、液体は一定温度以上でないと引火しない。その最低温度を示し危険の目安とした。ガスの比重は空気を標準としたもので軽いものはマンホールの蓋をとるだけでも逃げ易いが、重いものは停滞して逃げにくいので危険である。換気の場合この点に注意しなければ、十分な効果を期待できない。爆発範囲は空気と混ざった場合の容量%で、上限界の高いものは爆発ばかりか窒息の心配も伴う。例えば 50 % のガス濃度では酸素が 10 % に減少するので酸素欠乏症を示してくる。恕限度は毒性の目安として参考のために記入した。数値は統一されているものもあるが、まちまちなものもある。分析器具は代表的なものを記入したが厳密な意味でなく、常識的なものとした。例えば一酸化炭素は中毒が恐ろしいので微量分析が必要であり、検知管が適している。しかし干渉計や爆発計で測定できないのではなく、恕限度に近い濃度は測定不能なため記入しなかつた。くわしくはガス分析の項を参考にしてもらいたい。

点 火 源 の 種 類

中毒や窒息の場合は点火源に関係なく事故が発生するが、爆発や火災の事故は“火のない所に煙はたたない”のたとえどおり必ず点火源が存在している。ロサンゼ

ス市で 9000 個のマンホールに爆発性ガスを検出したが、もしも点火源が常に存在していたなら多数の爆発事故を発生していたはずである。したがって爆発に重大な関係をもっている点火源についても、爆発性ガスや引火性液体と同じような正しい理解が必要となってくる。

a) 電気的点火源

これには三つの種類があり、一つは絶縁劣化による短絡である。この点火源はさきに説明した電線、電話ケーブルから発生したガスの点火源になりやすい。次は爆発性ガスを排除するための換気装置のモーター、作業用の照明灯などの電気機器から発生する火花である。昭和32年日本橋の事故は換気装置のモーターが点火源となつたもので、折角の事故防止の換気作業がかえって事故を誘発させてしまったわけである。この場合火花を発生する機器を爆発性ガスのない安全な場所に置いて運転するか、または完全な防爆機器の使用が望ましい。最後は静電気の蓄積による火花で、ガスや液体が早い速度で配管から噴出する時に発生するが、ゴミや錆があると一層多量の静電気を生ずる。このように蓄積された電気は空気の絶縁をやぶることなどにより火花を生じ、点火源となる場合もある。わが国は湿度が高いので静電気は発生しにくいといわれているが、今年のようにドライな時もあるので考慮することも無駄ではないであろう。

b) その他の点火源

爆発性ガスや引火性液体の存在が予想されるマンホール内に作業用のトーチランプやバーナーなど、ガス検知前の裸火の持込みはいうまでもなく、ライターなどの発火器具の携帯も事故を起した例があり、共に禁止しなければならない。この他路面工事の道路にみられる夜間の危険標示用の灯火をはじめ、歩行者や工事人の喫煙、自動車の排気なども点火源として問題になるばかりでなく、タガネの火花なども二、三の事故例がありその危険が知られている。

ガ ス 分 析

今迄の説明からどんな場所にどんな危険が潜んでいるかが推定された。ところが都会や工場の路面下は各種の設備が重複しているので、危険性ガスが必ずしも推定したものと一致するとは限らない。これは地下設備の防水工事が費用の点で完全を期しがたいため、マンホールに排水口をもうけ下水に連絡していることや、防水工事の不完全なことからマンホールや地下設備内へ浸入を防ぐことなどはとても困難な問題である。したがってマンホ

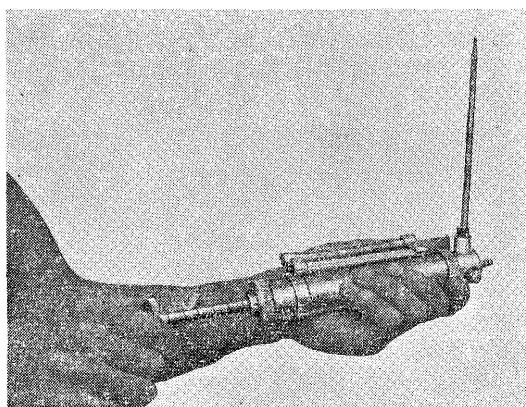


図 5 北川式ガス検知器

ール内の空気を分析し、正確なガスの種類と濃度を知ることが修理や点検のため内部に入る時はもちろん、換気や保守の点からは是非実行されねばならないことである。この点昔は古井戸の空気分析に犬を吊りさげ、そのなき声で判断したり、酒の貯蔵穴ではローソクを持つて入り炎の消えることを窒息の赤信号と考えるなど不便な方法で分析していた。しかし現在では数々の悪条件をもつ現場で、高度の技術者でなくとも簡単に取扱うことができ、迅速に分析結果を得られる携帯用ガス検知器具が発達しており、この点大変便利になっているのでその内容を紹介してみることにする。

a) 干渉計型ガス分析計

わが国が世界にさきがけて実用化したもので、携帯用ガス分析計として優秀な性能をもっている。この原理は光がガス体の中を進むときに、それぞれのガスについてわずかに異なる屈折率の差を干渉縞の移動から知るのである。この場合屈折率の差がガス濃度を示すもので、一般に標準ガスには空気を利用しているため空气中に混入してくるどんなガスでも測定できる。ただし酸化炭素や硫化水素のように毒性の強いもので、屈折率が空気に近いものの微量は分析できない。次に水素は他のガスと異り屈折率が空気より小さいため、マイナスの結果を表わすから水素の混入が予想されるガスの測定には次に述べる吸着剤の利用や、熱伝導度、比重など水素の著しい物理特性をとらえて判断することが必要であろう。したがってガスの定性的分析はやや困難であるが、適当なガス吸着剤を使用すればある程度解決できる問題であり、炭酸ガス、酸素などに応用されている。計器の構造はシャッターのないカメラと考えてよく、保守も比較的簡単であるので、炭鉱内のような悪条件のそろうている場所

でも広く利用されている。

b) 検知管

これはガスの化学反応による色の変化より濃度を測定する方法を改良し、変色の長さから各種ガスの微量を撰択的に分析するものである（一酸化炭素は色の比較）。色の変化を利用したものであるから誰れにも理解しやすく、また ppm 単位程度の微量分析が可能な点などに大きな特長をもっている。特に一酸化炭素のように無臭でしかも毒性の強いガスには不可欠のものといえよう。

c) 安全灯式ガス検定灯

炭鉱で安全に使用できる灯火として発明されたディビー灯がその原理で、鉱内のメタンガス量に比例して炎が長くなり、酸素が欠乏していれば炎が短くなる現象をとらえてガス濃度を知るものである。検知管と同じく炎の長さを眼で知ることができる点便利だが防爆性能の点からアセチレンや水素の測定は危険である。わが国では炭鉱以外に利用されていないが、単純な窒息の恐れある場所での利用は検討されてよいものであろう。

d) 爆発計

外国で普及している器具だが、わが国では干渉計型ガス分析計が広く使用されているので殆んどみかけない。図7はその配線図で原理は触媒上で可燃性ガスを燃焼させ、その熱による抵抗変化をホイートストン・ブリッジの針の移動からガス濃度を読むものである。このため干

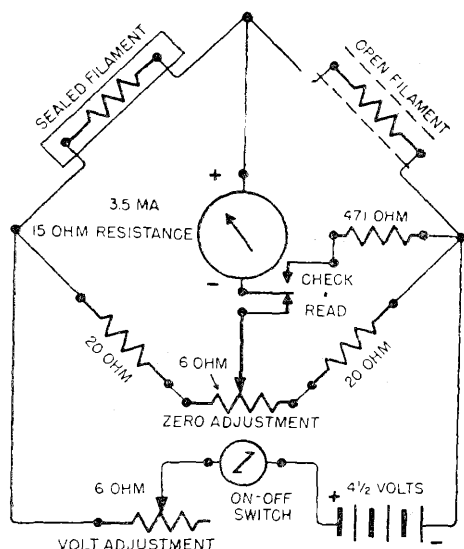


図 7 燃焼式爆発計配線図

渉計は空気の状態を知ることができるが、このものは可燃性ガスに限り分析される。これも安全灯式検定灯と同じく防爆性能上アセチレンや水素の測定は危険である。

以上携帯用ガス分析器具のうち主なものを示してみたが、この他炎色反応式、磁気酸素分析計などもあるが特殊なものであるから省略した。これらの器具はそれぞれの特長をもっており、したがって実際に応用する時には干渉計・検知管・安全灯などを組合せたり、ガス吸着剤を使用し分析結果の正確を期することが望ましい。表 4 は外国の例を示した。

最後に当然のことながら使用者は計器について正しい理解を深め、その保守も常に完全であることが分析精度を保つために大切なことである。

事故を防止するためには

ガスや液体が配管から漏れることを防ぐのが大切である。このことは安全の面ばかりでなく経済面からの極めてあたりまえのことであるが、現状では漏れを防ぐことの完全は期しがたい。したがって漏れたり、自然に発生したりする眼に見えないガスの存在を分析器具でその種類や濃度をとらえ、対策をたてる必要がある。このためマンホール内に入る時のガス分析は無論のこと、更に定期的なガス分析を実施し、ガス漏れや自然発生を早期に発見して漏れの箇所を修理したり清掃、換気によりガスの自然発生を防止することが望ましい。このような修理や点検のため内部に入る場合はまずガス分析をお

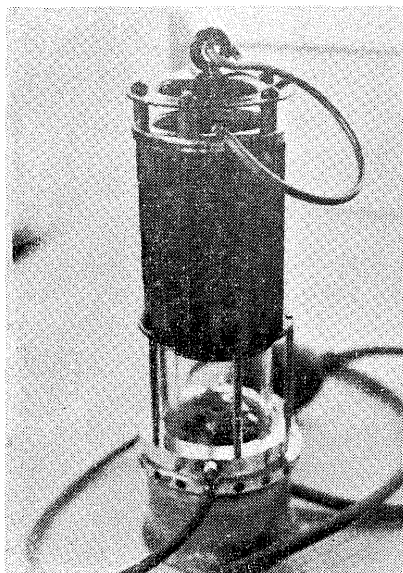


図 6 安全灯

表 4

安全灯炎	爆発計※	試験紙の10分 後の変化	ガス組成	一酸化炭素	内部に入ること
不変	0 ~ 10	無	無 ~ 微	無	可
不変	10 ~ 60	無	僅	無	否
不変	10 ~ 60	黒	僅	有	否
長くなり消える	<60	無	爆発下限に近いが、それ以上	無	否
長くなり消える	<60	黒	爆発下限に近いが、それ以上	有	否
短くなり消える	0 ~ 10	無	酸素欠乏、可燃性ガス無し	無	否
短くなり消える	<60	無	酸素欠乏と可燃性ガスの混ざったもの	無	否
短くなり消える	<60	黒	酸素欠乏と可燃性ガスの混ざったもの	有	否

※ 爆発下限を 100 とした場合の数値を示す。

こない、異常を認めたら換気装置で換気し、再度ガス分析により内部が安全な空気であることを確かめなければならない。作業に火気を使う場合にも常時換気装置を運転し、マンホール内の空気を新鮮なものとしておくことも大切である。都市ガス系のマンホールでは不測のガス噴出を考慮し、防毒マスクなどの保護具を携帯させる。

次に作業者の安全教育や一般社会人の関心を高めるための努力も忘れてはならない。マンホール内へコンロを持込んだため一酸化炭素中毒になったり、連絡の不徹底からマンホールの蓋をしめられてしまう事故などは安全常識の欠除が原因といえる。ガス漏れの防止が困難なのに、わざわざ不用になった引火性液体を下水に流されてはならない。この種の危険性を一般の人々に知らせて協力してもらわなければ、事故防止を期待することはできない。わが国では昔から下水や河に汚物やゴミを棄てる悪習が今なを残っている、特にこの面における一般の人々の協力を望みたいものである。

あ と が き

安全の面で先生格のアメリカでもこの種の事故は年々発生し、今もつてその跡を断っていない。文明の進歩は益々地下設備の増設を要求しているが、いろいろ工夫した危険防止の網の目をくぐり抜け、災害は暴威をふるっている。わが国も最近地下設備の事故増加を示している

が、これを文明のバロメーターと喜んでいては大変である。放射能の有害性が盛んに議論されるのと同じく、われわれの足もとのマンホール内に存在している爆発性ガスや毒性ガスにも多少の関心を持つてもらうため本文が役に立てば幸である。

参 考 文 献

- 1) NFPA No 328 M 1956, "Flammable Liquids and Gases in Manholes, Sewers"
- 2) イー・バビッド著 "下水道及び汚水処理法"
- 3) Morris B. Jacobs 1949 "The Analytical Chemistry of Industrial Poisons, Hazards, and Solvents"
- 4) Albert F. Cascioli, Safety Maintenance, Oct 1957, "Testing the Underground Air"
- 5) Albert F. Cascioli, National Safety News, No.11, 1956, "Testing Air in Manholes"
- 6) ヒルデブランド著 "防爆電気機器原論"
- 7) 内藤道夫 予防時報 No 32 "下水の火災・爆発と対策"