

電氣的隔離と類似の問題

教授 金 谷 一 秀

目 次

緒 言	
第1章 隔離方法の記号化	
1 隔離の思考模型	
2 諸要素の組合せ	
第2章 電気工作物による障害の防止	
1 誘導障害の問題	
2 社会的の電気障害	
第3章 一般公害問題への拡張	
1 火力発電所の排煙対策	
2 集団生活に伴う汚染	
3 公害に対する考へ方	
結 言	

緒 言

ここで隔離とは或る作用の場でその影響から避けるために採られる手段とし、作用が障害となる場合はその防止方法を意味するものとする。一般に距離を増せば影響が漸減し、密閉すればその空間を隔離し得ると考えられているが、多くの場合完全な隔離は困難である。光に対する暗室とか、放射線に対する鉛槽などは完全であるが、地盤の沈下とか大気の汚染に対しては未解決である。それは範囲が広いために施しようがないのか、或は防止方法の凡てが検討され尽されての結論であるのかどうかを吟味する必要がある。

本文はその目的で先ず電気系で採られる手段の模型を求め、更にこれを抽象化して他の公害系との対比を試みようとするもので、不備ではあるが他に方法が見当たらないので一つの提案となっている。

電気と磁気的作用は空間のエネルギー分布として取り扱われているので、その作用から免れるには隔離と遮蔽によって保護せられる必要がある。広域の保安の立場でも同様な方法が採られるが電気系独自の技術があるのは当然である。本文では先づ電気工作物間で採られる保護の型式を抽出して単純化し、それを思考模型として他の公害系に流用を試みる。

そのためには各種の障害をそれぞれ異なる空間の作用であると考え、特定の作用空間に対する防止方法を他の作用空間へ写像し得るかどうかを目標として一種の配列を仮想した。尤も障害防止についてはそれぞれの立場から専門的に研究せられ、今日では既に可能な範囲で方法が確立し、また今後への方針もきまっているようであるが、相互の比較検討によって新しい考案が現われる素地となることを期待するものである。

第1章 隔離方法の記号化

1 隔離の思考模型

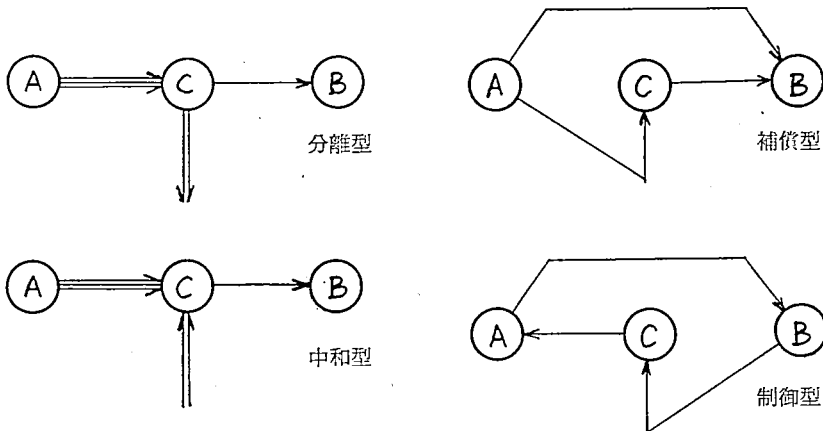
既に述べた通り隔離とは或る作用から避けることで、その模型を得るには作用を抽象化して線束を考える。それは静電界に於ける指力線と同類のもので、その密度によって作用の程度を表わすものとする。Aという作用源があってBがその作用を受けるとするのはAとBとが作用線束によって結合せられ、その線束を通じて行われると考える。即ちその線束の消滅する所が隔離せられたことになるのである。

そこで理想的に隔離せられる場所は幾何学的には無限遠点と閉曲面の内部で表現せられる。即ちBがAの作用を受けないためにはBとAとを遠く離すか、BがAを閉曲面Cで包囲するか何れかによらねばならない。この際作用線と閉曲面との関係には Jordan の定理の演繹として興味ある場合もあるが省略する。とにかく作用線束の密度が無限遠に及ぶに従い漸減して消滅するか、或は閉曲面Cによって切断されることが必要で、これが隔離の原型である。

しかし実際問題としてはそのような完全さは望むべくもないことで、今日ではまだ作用を軽減するに止まり、その程度を遮蔽率によって示している現状である。この場合は閉曲面Cが不完全なために線束の全部が遮断せられず一部分が透過して内部に侵入しBに及ぶものと考えることができる。この考え方を抽象化するとこの曲面は一種の河過体であって分離を行う部分と考えても差支えないことになる。即ち閉曲面CはA B間に介在する分離部として蒸発、抽出、篩分などによりBを保護するものとして考えることができる。

閉曲面Cが作用線束の通過に対する防壁であるとするならば結果的に見て線束をその部分で中和により消滅させる場合も同様に考へることができる。例えば工場排水中の有害物を化学的薬品で中和させるとか、妨害電波に対して相差の異なる交流を外部から加える方法などがこれに相当する。

このような抽象化によって閉曲面Cを分類すると第1図に示した分離型と中和型に分けられ、更に中和型には変形として第2図に示した補償型と制御型とが考えられる。



第 1 図

第 2 図

補償型は介在物Cによって変形された2次線束をBに加えて1次線束の作用を中和する

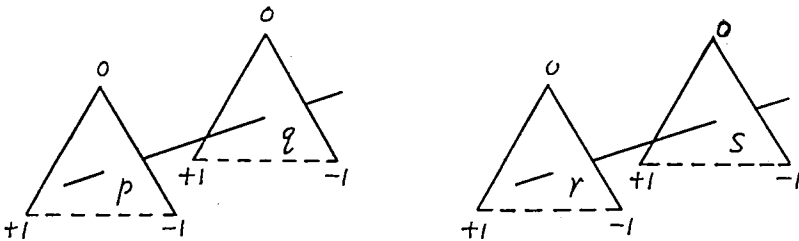
もので電磁誘導に備える通信ケーブルの鉄鎧装の作用に相当する。制御型は主として管理に関係するもので、例えば公害問題でBの被害が甚だしいときに法規制によってAの源泉に制限を加えるような場合とか、火力発電所で燃焼制御を行なう場合に相当する。

不完全な閉曲面を分離型と中和型の2つの型式によって代表することには異論も予想せられ、実際には細分すべきであるが、本文では記述を単純にするため諸型式をこの何れかにはめ込むことにしたのである。

尚ほ上述の考え方は原型として閉曲面を採ったのであるが、それは線束が開いた場合のみに成り立つので、線束がそれ自身で閉曲線を成す場合、即ちうずのある場では一般に成り立たない。その場合には作用が線束面と垂直になるから簡単でなく、実際には中和型が適用せられる程度である。しかし幸に普通の障害問題はうずの無い場として取り扱ひ得るので単純になる。

2 諸要素の組合せ

隔離の型式を上記のように分類するにしても、その場所と過程によって評価が異なるためその条件も併記することにし次のような配列を考える。そして第3図の各3角形から1つずつの頂点を択んで左から順に並べた4文字の組合せをつくる。その組の数は全部で81



第3図

項目 \ 記号順位		順位		
		+1	0	-1
条件	p 位置	p ₁ 源泉	p ₀ 介在物	p ₋₁ 被保護物
	q 過程	q ₁ 事前処理	q ₀ 作用中	q ₋₁ 放出後
方法	r 型式	r ₁ 分離	r ₀ 中和	r ₋₁ 隔離
	s 通路	s ₁ 遮断	s ₀ 分岐	s ₋₁ 減衰

あるから1組を空間の1点とすれば81の点が集合をなすことになる。

しかしこの各点は実際には等価値のものではないから何等かの方法で評価しなければならない。先づ上記の配置からも分るとおり条件と方法は性格が異なるので記号として区別するため条件方法のように上下に線をつけることにする。次に文字の添字は経済性をも考慮して択んだもので評価の順になっていて、各組でその和が評点となる。添字の和を採る考え方は、指数関数として扱う代りに、各3角形の重心を軸で連結したものとし各文字が

頂上からその位置に達して軸が受けた回転力を想像させるもので、反時計式の方向を+に採っている。このようにすると評価は5段階となり、0を普通とし+2と+1は好ましい方法で-1と-2は他に手段がないために致し方なく採用する場合であると考え。尚ほこの評点は文字の組の右側に()を附して記入しておくのが便利である。

例えば電力線が原因となった高周波振動から附近のテレビを保護する場合、電力側で予防措置をとれば $p_{1q_1} \overline{r_{1s_1}}$ (2.2) となり最高点で理想的であるが、テレビの側で場所を変えるということになると $p_{-1q_{-1}} \overline{r_{-1s_{-1}}}$ (-2, -2) となり最低点で最も拙劣である。普通はこの中間にあるが、障害防止は一般に源泉の側で処置すべきもので、被害者の逃避によって行なわれるべきでないという原則が成り立ち、大気の汚染にしても地盤の沈下にしてもその考え方に変わりはない。

次に記号の適用について簡単に述べることにする。上記の表中で位置というのは防止策を施す場所のことで加害者Aの中で施すか、被害者Bの側で施すか、或はその間に介在するものCによって行なうかを区別する。電気工作物間の誘導障害の場合を例にとれば障害となる原因を電源側で除去するか、或は通信線側で防止するか、或は遮蔽線によって保護するかを区別することになる。

次に過程の項は時期を示し、障害となる要素をその進行の途中で、どこで消滅手段をとるかを表わすものとする。電気系の例で送電線のコロナによる高周波の影響を問題にするならばコロナが発生しないような条件を求めると、コロナが発生しても減衰させる手段を採るか、或は電磁波として放射された後にするかの区別を示すものとする。

第3項は既に述べた隔離方法の基本型式で源泉からの隔離によるか、或は分離型とするか中和型にするかを区別する。

第4項の通路というのは作用線の状態を示すもので被害を消滅し或は軽減するために技術的に採られる手段の結果に相当する。但しここで細分された項目は電気回路に近似する状態のみが適応し他の専門分野に於ては異なるのが普通である。例えば分岐というのは人体を感電から予防するために接続せられる接地線の如く電流の通路を他に設けた状態であって、火力発電所で高煙突を用い排煙が逆転層を貫くことを目的とする場合もこれに含めることができる。次に遮断というのは作用線を切断した状態であるが、不完全でもその目的のものであればこれに含める。大容量の遮断器から電気用品の温度ヒューズに至るまでその作用がこの項に属するのは言うまでもないことで、更に絶縁物による漏洩の阻止とか、ガス吸着による排煙中の亜硫酸ガス対策も含まれる。減衰というのは不明瞭であるが仮りに分岐と遮断の何れにも属しないものを代表させるものとする。

そこで取り扱いの上から今後に残すのはこの第4項である。それは電気系とか汚染系とかに特有な状態を示す関数になるので、この項が一致するか否かによって両者の相似関係が定められ、分野をそれぞれ異なる空間と考えるとき、位相的に写像関係があるかどうかの理論に進む途をひらき得るからである。

第2章 電気工作物による障害の防止

1 誘導障害の問題

電気系相互間の問題として古くから解決困難とされているものに誘導障害があり、相互間を調整するための規準値もまた問題となった。即ち電力線が通信線に及ぼす影響を軽減する目的のものであるが、特に我國は地勢の関係で重大な問題とせられたものである。

静電的誘導は電力線の対地電圧が高いために通信線が受ける障害で、何れかがケーブル式ならばその被覆を第3導体Cとして接地することにより包囲遮蔽型として完全に防止することができる。架空裸線の場合は近接線条を接地して軽減し得るが不完全である。この場合を記号化すると電力線側ならば $\underline{p_1q_1} \overline{r_1s_1}$ (2, 2) で通信線側に施せば $\underline{p_{-1}q_0} \overline{r_1s_1}$ (-1, 2) となる。

電磁的誘導は電力線の対地電流が大きい場合に受ける障害で、その防止は一般に困難であるから、かつては両者の離隔が唯一の方策と考えられていたほどである。しかし軽減手段の進歩によってよほど改善せられ、主として電力側の故障対策に依存している。この際第3導体Cを介在させ、その中に流れる対地電流による2次誘導電圧を加えて中和させる補償型を採用すれば軽減するが僅かである $\underline{p_0q_0} \overline{r_0s_1}$ (0, 1)。それは2次作用を効果的にするため第3導体の対地電流の大きいことが望まれるに拘らず、2次電圧の相差を大きくするため導体のリアクタンス分が抵抗分に比して著しく大きいことが必要となるからである。この相反した要求のため特別の設計が必要で、ケーブル式の場合その鉄帯に留意しても経費の割合に効果が少ないことになる。

通信線に直接に反対方向の電圧を加えた例としては名阪印刷電信線を妨害した電鉄からの衝撃波を中和によって直接に除去した記録がある $\underline{p_{-1}q_{-1}} \overline{r_0s_1}$ (-2, 1)。

電気鉄道の如く両系統の線路が近接して並行している場合は相互に連結が可能であるから制御型を用うる余地があり、或は常に小型調相機を運転しておけばその進相電流によって中和することもできるであろう $\underline{p_{-1}q_0} \overline{r_1s_1}$ (-1, 2)。

2 社会的の電気障害

感電による生命への危険とか、漏電による建物の被害を防止する保安上の対策としては、電圧に関して低電圧の引き込みと近接金属体の接地により、過電流に対しては遮断器やヒューズの挿入によっている $\underline{p_{-1}q_0} \overline{r_1s_0}$ (-1, 1) $\underline{p_{-1}q_0} \overline{r_1s_1}$ (-1, 2)。

ラジオとかテレビなどの大衆用受信機に雑音が混入する障害については周知の通りで、危険ではないが広範囲に亘るのであらゆる対策が考えられている。その原因がネオンサインとかミシンモーターとか分散している場合は大気汚染の対策と相似関係にあり、 $\underline{p_1q_1} \overline{r_1s_1}$ (2, 2) から $\underline{p_{-1}q_{-1}} \overline{r_{-1}s_{-1}}$ (-2, -2) のすべてに亘って考えられるが、このような場合は原則として源泉側を追及すべきものである。同様に電力線にコロナが発生してテレビに雑音が混入する場合の処置は特定の汚染源に対する考へ方に通ずるものである。

第3章 一般公害問題への拡張

1 火力発電所の排煙対策

燃焼による排煙がばい塵と有害ガスを放散して大気を汚染するので、燃料の消費量の点から火力発電所では特に調査研究が進められ、最近海外視察団の報告書が公表された。燃料が石炭から重油へ移行するに伴い、汚染質がばい塵から亜硫酸ガスの問題になってきたことは各地での測定値から確認せられ、いよいよ解決困難な方向に傾いていることは事実である。その源泉が発電所のみでないことは言うまでもないが、現在そこで研究中の事項は大気汚染問題の解決策として集中管理の有利性を示唆するものとして意義が深い。

微粉炭を燃焼した灰分のうちコットレル集塵装置で捕集されるものはフライアッシュと言われ、セメント配合剤として賞用せられているものである。このことは大気に放出すれ

ば汚染質となる微粒子を利用するもので捕集に要する投資を促した代表的の例である。フライアッシュの商品価値は白色であること即ち未燃炭素分を含まないものほど良質とされているが、微粉になると固結する性質があり、多少黒色を帯びるものは固結しない。その原因を調べると原炭中の硫黄分が亜硫酸ガスとか無水硫酸となり、温度が低下するに従い水分と結合して石膏を生じるため、それが粒子を互に結合することになるのである。実際に顕微鏡で観察すると微粒子が連鎖し串状の集団となっているのが認められる。更に固結性のない資料から未燃炭素粒子を選別し、その抽出液から多量の石膏を晶出した。このことは火炉の末端でガス吸着性の固体粒子を送入し或はアルカリ剤を注入して亜硫酸ガスを減少させることを示している $\underline{p_1q_0} \overline{r_1s_1} (1, 2)$, $\underline{p_1q_0} \overline{r_0s_1} (1, 1)$ 。

重油と混焼する場合は固形粒子は少なくフライアッシュに相当するものは紫色を帯びた黒色粉末となる。これに微温湯を注いだ滲液を赤外線徐々乾燥すると緑色粘稠の潮解性物質が残る。即ち鉄の硫酸塩であって排気中の亜硫酸ガスが何等かの物質を注入することによって捕捉されうること示している。

重油専焼の場合は言うまでもなく原料油に含まれている硫黄分が酸化せられて大部分が排出せられるわけで今後の問題点となるものである。その対策として研究せられている項目を分類すると、予め油中から硫黄分を除去してから燃焼する $\underline{p_1q_1} \overline{r_1s_1} (2, 2)$ 。燃焼時に添加剤を送入して亜硫酸ガスの生成を防ぐ $\underline{p_1q_0} \overline{r_0s_1} (1, 1)$ 。燃焼後に亜硫酸ガスを除去する $\underline{p_1q_{-1}} \overline{r_0s_1} (0, 1)$ の3通りの方法になる。煙道で亜硫酸ガスを除くには吸収剤を用うるか、吸着性の粒子を循環させるか、アンモニアを注入して中和するかの各種の方法が研究せられているが、大容量処理の場合はまだ経済的に解決していない。そのため当事者としては総合的な方法として燃焼管理に留意し $\underline{p_1q_0} \overline{r_0s_1} (1, 1)$ 、構造としては高煙突による拡散効果に期待している現状である $\underline{p_0q_{-1}} \overline{r_1s_0} (-1, 1)$ 。

2 集団生活に伴う汚染

塵芥を大量に焼却することは我国では緒についたばかりであるが、大都市ではその処理法に限界があるので今日から考えて置かねばならぬ問題である。この場合は炉内の温度が高くないことと不完全燃焼によって排煙中に揮発性の成分が含まれる。しかしこれは70°C以下で気体から液体になるので煙道の一部を冷却すれば木タール或は木酢として捕集せられ大気への放出を防ぐことができる。その場合逸出速度が低下するので炉内で再加熱するが、燃料費を要しないから経済性の問題は起らない。尚ほ最近ビニールの如き合成材料が増加しているが、筆者の実験では冷却処理の際液体中に吸収されるようである $\underline{p_1q_{-1}} \overline{r_1s_1} (0, 2)$ 。

そのほか工場とか病院からは常に大量の排煙があり、中都市では暖房によって大気が汚染せられる。これは広域の源泉が広域の生活の中に分散して被害を及ぼすのであるから集中管理が基本となる。都市ガスの施設とか電化の普及などを望むのはこれに属する。

自動車の排ガスもまた重大な汚染源となっているが移動性のため各個で防止策を考えるべきである。現在の状態では $\underline{p_{-1}q_{-1}} \overline{r_{-1}s_{-1}} (-2, -2)$ であって最下位である。若しも道路の交叉点で信号待ちから起動する際に臭気と毒性が集中するのであれば、道路下の下水管に吸引気流を与えて拡散を防ぐ方法も考えられる。その場合は局所的ではあるが $\underline{p_0q_{-1}} \overline{r_1s_0} (-1, 1)$ となり現状よりも評価が高くなる。

また工場群と住宅群とが分けられる新開地では、その中間に樹木を植えて防止する方法が試みられているが、これは静電作用の遮蔽に類似し $\underline{p_0q_{-1}} \overline{r_{-1}s_1} (-1, -1)$ の評価となる。

3 公害に対する考え方

各種の公害について防止対策を抽象的に整理するとそれぞれの間に共通の手段があることが分る。例えば大気汚染に対しては受信電波障害、騒音には静電誘導、地盤沈下には電磁誘導、河川の汚濁には感電の危害などが類似のものである。このような対比関係を参考にして今後新しい技術が案出されることを期待するものであるが、実地の適用には経費の上から厳密に選択せられねばならない。

経費は公益の立場からすれば対象の広狭によって査定せらるべきものであるがその基準を求めることは容易ではない。そこで仮りに客観的の被害度というものを考えてみる。例えば今日産業公害としてあげられているものだけでも10種類はあるが、各人がこの10種類の被害を受けているのではない。即ち各種の公害をそれぞれ独立の空間と考えるならば各人がこのすべての空間内で生活しているのではない。空間そのものも或るものは間歇的であり或るものは移動性であり、局所の場合もあれば慢性普遍の場合もある。

今 n を作用の強度、 t を経続時間とし、この被害を受ける人数を n とするとき仮りに utn を被害量と名づけることにする。この量は人口の分布を基底とするものであるが、数学的には集合を成し各人に相当するものが元素であると考えられる。これらの集合はそれぞれの領域をもつので、その領域の重り工合によって被害の程度が定まるものとする。例えば u_1 、 u_2 の領域で重った部分に相当する人数を n_{12} とすれば $(u_1t_1+u_2t_2)n_{12}$ がその部分の被害量で、各領域の人数 n_1 、 n_2 について $(u_1t_1n_1+u_2t_2n_2)$ は延被害量である。そして被害量を延被害量で割った値を被害度と名づけることにする。

この考え方を理論的に取り扱うのは容易ではないが、実際には地域の人数を固定し、作用が重ねの理に従い、更に ut を 1 と 0 に限定することにより簡単に概算することができる。そしてこの被害度と防止対策の評価と対策経費の 3 要素を組合はせたものが総合判定の基準になるが、それは次の段階としての課題である。

結 言

公害の定義を求めることはむづかしいが或る意味において各人は多くの被害を感じながら、その中で活動しているとも言えるのである。そして社会生活は相互的のものであるから、その対策には筆者にも責任があると思われるので被害を防止する方法について考えてみた。先づ一般論として、害という作用の空間があってその中に隔離された部分空間を見出すことができるかどうかを出発点としたのであるが、省みて抽象に終始し駄文になったのは今日までその手掛りとなるものがないからである。

そこで今後は少なくとも産業公害の各分野について相互対比の基本となる原則を求めたい意向である。それは新しい考案を生じ、しかもそれが計量的に行なわれる途をひらくことになるからである。

由来思考ほど自由なものはなく、本文はその模型を課題にしたので主観にもとづく独断に陥り私見偏奇の感がないでもない。識者の是正を得れば幸である。