

I. 堅坑のあるずい道のモデル

一般的なものととして、全長 L で n 本の堅坑のあるずい道と考える。オ1図に示すように、長さ L_0 の列車が区間 m にあり坑口 J からⅡに向っているものとする。特別な場合を除きずい道内列車風は列車と同じ向き故、堅坑1～ $m-1$ では合流、堅坑 $m \sim n$ では分流が起る。モデルの幾何学的条件と列車の運行条件を手えるとき、主ずい道各区間および各堅坑を流れる換気速度を求める。従つて未知量は $2n+1$ である。

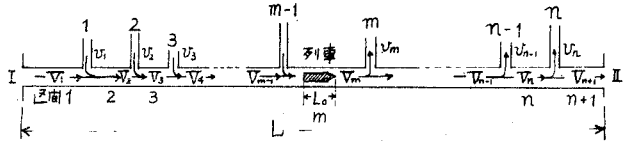


Fig. 1 堅坑のあるずい道モデル

II. $2n+1$ の未知量を結ぶ関係

1). 運動式

空気の圧縮性を無視し、区間 m における運動量定理と連続の理と併せ力の釣合を考えると、

$$\begin{aligned} 2 \left(\sum_{j=1}^{n+1} L_j \frac{dV_j}{dt} + \sum_{i=1}^n \varepsilon_i \frac{dV_i}{dt} \right) &= K(U - V_m)^2 \\ &- \left\{ \eta V_1^2 + \eta' V_{n+1}^2 + F \left(L \sum_{j=1}^{n+1} V_j^2 - L_0 V_m^2 \right) \right\} \\ &- \left\{ \sum_{r=1}^{m-1} \varepsilon_r (\eta + f_r l_r) V_r^2 + \sum_{s=m}^n \varepsilon_s (\eta' + f_s l_s) V_s^2 \right\} \\ &- \left\{ (\varepsilon + \varepsilon') \sum_{r=1}^{m-1} V_{r+1}^2 + (\varepsilon + \varepsilon') \sum_{s=m}^n V_s^2 \right\} \end{aligned} \quad \dots \dots (1)$$

こゝでオ1図中の諸量以外の(1)に用いた係数や常数と示せば、

η : 流入損失係数、 η' : 流出損失係数、 ε , ε' : 合流損失係数、 ε , ε' : 分流損失係数 (オ2図)。

$F = \lambda S / (4A)$, $f_i = \lambda_i s_i / 4a_i$, λ , λ_i : ずい道および堅坑表面摩擦係数、 S , s_i : 同じく断面周長

A , a_i : 同じく断面積、 U : 列車速度

なお、 η , η' , ε , ε' , ε , ε' , K の

各係数はオ2図に示す通りである。又

各係数や常数の添字は特にことわらない限り、主ずい道各区間又は各堅坑の

番号と示すものとする。

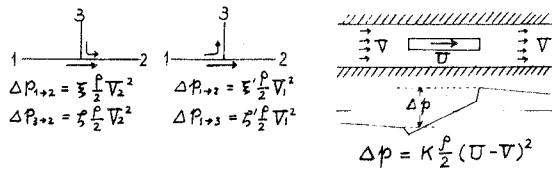


Fig. 2 各損失係数

2). 連続式および圧力釣合式

オ1図により直ちに

$$V_i = V_{i+1} + \varepsilon_i V_i \quad (\varepsilon_i = \frac{\lambda_i}{A}, i=1 \sim n) \quad \begin{matrix} - : i < m \\ + : i \geq m \end{matrix} \quad \dots \dots (2)$$

なる連続式を得る。

又各坑口と大気圧とすると

$$\left. \begin{aligned} (\eta + f_r l_r) V_r^2 &= \eta V_1^2 + F \sum_{j=1}^r L_j V_j^2 + \varepsilon \sum_{j=1}^r V_j^2 + (\varepsilon - \varepsilon') V_{r+1}^2 \\ (\eta' + f_s l_s) V_s^2 &= \eta' V_{n+1}^2 + F \sum_{j=s}^n L_j V_j^2 + \varepsilon' \sum_{j=s}^n V_j^2 + (\varepsilon - \varepsilon') V_s^2 \end{aligned} \right\} \quad \begin{matrix} (r=1 \sim m-1) \\ (s=m \sim n+1) \end{matrix} \quad \dots \dots (3)$$

を得る。

以上関係式の総数は、 $2n+1$ となり未知量の数と一致するから、もし列車速度 U が一定で、各係数が風速に無関係なものとするとき、(1) は簡単な線型式となり完全に解ける。ただし列車の位置毎に、 $n+1$ の解が求まる。又列車がすい道内に同時に 2 以上あっても本質的に何等 (1), (2), (3) と変わらない。

Ⅲ. $n = 1$ (堅坑が 1 本しかない) の場合

上記 (1) ~ (3) の解は極めて長いものになるから省略し、全長 L のすい道中央奥に長さ ℓ の堅坑が 1 本あるという簡単な場合について、解のみを示す。なお各係数、常数、添字は前掲のものに準ずる。

1). 列車が区間 1 にあり 2 に向うとき

$$\left. \begin{aligned} V_1/U &= \frac{K(1-\alpha_0) \cdot \tanh \frac{A U \sqrt{HK}}{2G} t + \sqrt{HK} \alpha_0}{\sqrt{HK} + \{(1-\alpha_0)K + H\alpha_0\} \tanh \frac{A U \sqrt{HK}}{2G} t} \\ V_2/U &= (1+\varepsilon \Theta)^{-1} \cdot V_1/U \\ U/U &= \Theta \cdot (1+\varepsilon \Theta)^{-1} \cdot V_1/U \end{aligned} \right\} \text{----- (4)}$$

こゝに

$$\left. \begin{aligned} \Theta &= \Theta(\eta', F, f, \xi', \xi, \varepsilon) \\ G &= G(A, \varepsilon, L, \ell, \Theta) \\ H &= H(\eta, \eta', F, f, L, L_0, \ell, \varepsilon, \Theta) \\ \alpha_0 &= V_1(t=0)/U : \text{初期条件} \end{aligned} \right\} \text{函数形の詳細は省略}$$

2) 列車が区間 1 を過ぎて区間 2 にあるとき

解の形は (4) と全く同形で、合流損失係数が分流損失係数と入れ換えられて入って来るだけであるから、省略する。

3). 列車がすい道と抜け出た後

すい道および堅坑内の空気質量の慣性により、 V_1 , V_2 , U の諸風速は減衰して、若干の間存在する。ただし、前述 (1) の右辺 2 項内の最後の L_0 は変いので、 $L_0 V_m^2 = 0$ としと解く。解の型は要は簡単になるが紙枚の都合で省略する。

Ⅳ. 数値例

計算を簡単にし、しかも現実に近い条件とせざるため

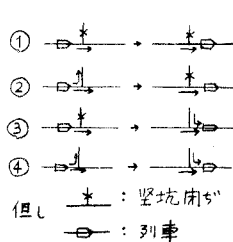
$U = 72 \text{ km/h}$, $A = 24 \text{ m}^2$ (単線 1 号型), $L = 4800 \text{ m}$, $\ell = 200 \text{ m}$, $a = 16.66 \text{ m}^2$ とし諸損失係数は例えば土木学会編「水理学公式集」によつた。換気率と次の様に定義する;

$$\text{換気率 } R = \Sigma (\text{換気流量} \times \text{関係時間}) / \Sigma (\text{すい道容積} \times \text{関係時間}), \dots (5)$$

堅坑に例えば「井」をつけ開閉を列車位置と同期させることを考える。そのいろいろな組合せについて、

換気率 R と計算したものを最後の表に掲

げる。ただしこの結果は、すい道堅坑附近に排気が残っているような場合、必ずしもこの通り評價されないかも知れない。堅坑断面を变えた場合の計算結果は、講演にゆづる。



	R	
	列車入坑→出坑 4分間	列車出坑後 10分まで
①	0.125	0.326
②	0.140	0.341
③	0.130	0.355
④	0.146	0.374