

大型機のための舗装について

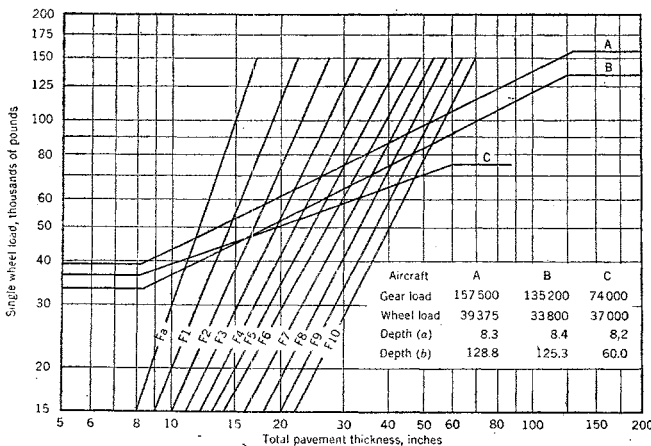
“Pavement for Heavy Planes,” by P. A. Hahn, Civil Engineering, May 1959.

最近の航空機大型化に対して、滑走路舗装は十分耐えるよう注意深く計画・設計・建設されねばならない。輸送機は 1937 年において 25 000 lbs (≒11 340 kg) だったのが現在では 300 000 lbs (≒136 000 kg) まで増大しており、最近では 350 000 lbs (≒159 000 kg) の新型機の登場を見るに至っている。このような航空機の重量化は、滑走路の舗装設計、建設上意義がある。舗装厚は路盤の支持力と舗装の種類により決定される。重量とタイヤの大きさおよび車輪配置についても関係があり、考慮されねばならない。多数車輪荷重を一車輪荷重に置きかえて舗装の影響を考えるため単車輪と多車輪による荷重影響、相互関係を理論的解析と実験研究、加速交通試験、舗装施工の研究より等価単車輪荷重を定める。舗装設計概念は、土壌と路盤の種類(表-1)および単車輪荷重により確立され、舗装厚が決定される。表-1はF・A・A空港舗装便覧に示された空港舗装路盤分類である。

表-1

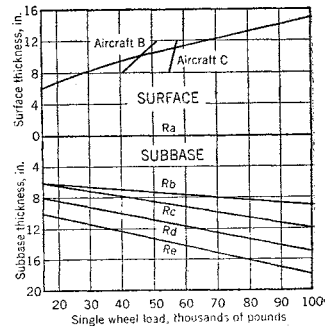
FAA Soil GROUP	GOOD DRAINAGE		POOR DRAINAGE	
	No frost	Severe frost	No frost	Severe frost
	E-1	Fa or Ra	Fa or Ra	Fa or Ra
E-2	Fa or Ra	Fa or Ra	F1 or Ra	F2 or Ra
E-3	F1 or Ra	F1 or Ra	F2 or Ra	F2 or Ra
E-4	F1 or Ra	F1 or Ra	F2 or Rb	F3 or Rb
E-5	F1 or Ra	F2 or Rb	F3 or Rb	F4 or Rb
E-6	F2 or Rb	F3 or Rb	F4 or Rb	F5 or Rb
E-7	F3 or Rb	F4 or Rb	F5 or Rb	F6 or Rb
E-8	F4 or Rb	F5 or Rb	F6 or Rb	F7 or Rb
E-9	F5 or Rb	F6 or Rb	F7 or Rb	F8 or Rb
E-10	F5 or Rb	F6 or Rb	F7 or Rb	F8 or Rb
E-11	F6 or Rb	F7 or Rb	F8 or Rb	F9 or Rb
E-12	F7 or Rb	F8 or Rb	F9 or Rb	F10 or Rb
E-13	Not suitable for subgrade			

図-1



舗装を柔軟舗装と剛舗装に大別して柔軟舗装に対する等価単車輪荷重と舗装全厚との関係を図-1のごとく示している。図において Fa, F1, 等は表-1の分類による。次に剛舗装に対する補助基層と表面厚との関係を図-2に示している。図の Ra, Rb, 等は表-1の分類による。

図-2



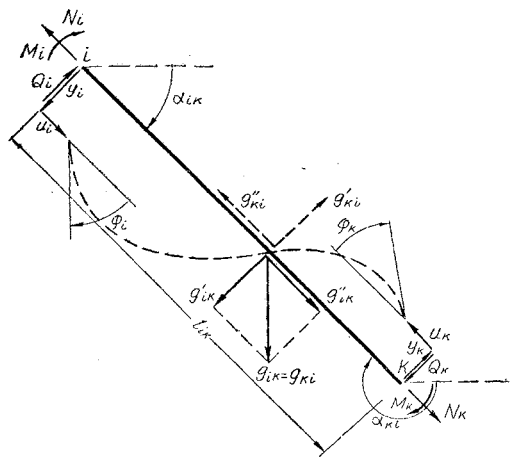
図の Ra, Rb, 等は表-1の分類による。(高野 祐吉)

平行弦トラスの理論

“Beitrag zur Theorie ebener Fachwerke,” von H. Baldauf, Ing. Arch 24 Band, 5 ste Heft, 1958.

トラス部材力の計算において、格点は部材の回転に対

図-1 部材に働く力とその変形



して抵抗しないものとして計算するのが普通であり、この影響が考慮される場合でも曲げによる応力のみを二次応力として計算する程度であつた。本論文では、これに対し、マトリックスを用いる方法によつて、できるかぎり正確に部材力を求めようというものである。部材として Hook の法則にしたがう材料を用い、格点の大きさが部材長にくらべて小さいものとすれば、(1)式によつて無次元化した図-1の状態量に対して、(2)式が成立し i 点と k 点の関係が求められる。そこで、i および k 点における変

$$\left. \begin{aligned}
 y &= y \frac{*P_c l_c^3}{E J_c}, \quad \varphi = \varphi \frac{*P_c l_c^2}{E J_c}, \quad u = u^* \frac{P_c l_c^3}{E J_c}, \quad M = M^* P_c l_c, \quad Q = Q^* P_c, \quad N = N^* P_c, \quad g = g^* \frac{P_c}{l_c}, \\
 \tilde{y}_{ik}^* &= -\frac{g_{ik}'^*}{24} \frac{J_c}{J_{ik}} \left(\frac{l_{ik}}{l_c}\right)^4, \quad \tilde{\varphi}_{ik}^* = +\frac{g_{ik}'^*}{6} \frac{J_c}{J_{ik}} \left(\frac{l_{ik}}{l_c}\right)^3, \quad \tilde{M}_{ik}^* = +\frac{g_{ik}'^*}{2} \left(\frac{l_{ik}}{l_c}\right)^2, \\
 \tilde{Q}_{ik}^* &= -g_{ik}'^* \left(\frac{l_{ik}}{l_c}\right), \quad \tilde{u}_{ik}^* = +\frac{g_{ik}''^*}{2} \frac{J_c}{F_{ik} l_c^2} \left(\frac{l_{ik}}{l_c}\right)^2, \quad \tilde{N}_{ik}^* = -g_{ik}''^* \left(\frac{l_{ik}}{l_c}\right).
 \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots(1)$$

$$\begin{pmatrix} y_k^* \\ \varphi_k^* \\ M_k^* \\ Q_k^* \\ u_k^* \\ N_k^* \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -1 - \frac{l_{ik}}{l_c} + \frac{1}{2} \frac{J_c}{J_{ik}} \left(\frac{l_{ik}}{l_c}\right)^2 + \frac{1}{6} \frac{J_c}{J_{ik}} \left(\frac{l_{ik}}{l_c}\right)^3 & 0 & 0 & +\tilde{y}_{ik}^* \\ 0 & +1 & -\frac{J_c}{J_{ik}} \left(\frac{l_{ik}}{l_c}\right) - \frac{1}{2} \frac{J_c}{J_{ik}} \left(\frac{l_{ik}}{l_c}\right)^2 & +\tilde{\varphi}_{ik}^* \\ 0 & 0 & -1 & -\frac{l_{ik}}{l_c} & 0 & 0 & +\tilde{M}_{ik}^* \\ 0 & 0 & 0 & +1 & 0 & 0 & +\tilde{Q}_{ik}^* \\ 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & -\frac{J_c}{F_{ik} l_c^2} \left(\frac{l_{ik}}{l_c}\right) & +\tilde{u}_{ik}^* \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & +1 & +\tilde{N}_{ik}^* \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & +1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} y_i^* \\ \varphi_i^* \\ M_i^* \\ Q_i^* \\ u_i^* \\ N_i^* \\ 1 \end{pmatrix} \dots\dots\dots(2)$$

位が与えられたとすれば、 $i$  点に働く力は簡単に

$$\left. \begin{aligned}
 M_i^* &= \frac{3(y_i^* + y_k^*) + \frac{l_{ik}}{l_c} (2\varphi_i^* + \varphi_k^*)}{\frac{1}{2} \frac{J_c}{J_{ik}} \left(\frac{l_{ik}}{l_c}\right)^2} - \frac{1}{12} g_{ik}'^* \left(\frac{l_{ik}}{l_c}\right)^2, \\
 Q_i^* &= -\frac{3(y_i^* + y_k^*) + \frac{l_{ik}}{l_c} (\varphi_i^* + \varphi_k^*)}{\frac{1}{6} \frac{J_c}{J_{ik}} \left(\frac{l_{ik}}{l_c}\right)^3} + \frac{g_{ik}'^*}{2} \left(\frac{l_{ik}}{l_c}\right), \\
 N_i^* &= -\frac{u_i^* + u_k^*}{\frac{J_c}{F_{ik} l_c^2} \left(\frac{l_{ik}}{l_c}\right)} + \frac{g_{ik}''^*}{2} \left(\frac{l_{ik}}{l_c}\right).
 \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots(3)$$

となる。一方 図-2 の格点における力の釣合条件から

$$\begin{pmatrix} Q_m^* \\ N_m^* \\ M_m^* \end{pmatrix} = - \sum_{n \neq m}^K \begin{bmatrix} +\cos(\alpha_n - \alpha_m), & +\sin(\alpha_n - \alpha_m) & 0 \\ -\sin(\alpha_n - \alpha_m), & +\cos(\alpha_n - \alpha_m) & 0 \\ 0 & 0 & +1 \end{bmatrix} \begin{pmatrix} Q_n^* \\ N_n^* \\ M_n^* \end{pmatrix} - \begin{bmatrix} +\cos \alpha_m, & -\sin \alpha_m & 0 \\ +\sin \alpha_m, & +\cos \alpha_m & 0 \\ 0 & 0 & -1 \end{bmatrix} \begin{pmatrix} P_{ky}^* \\ P_{kx}^* \\ M_k^* \end{pmatrix} \dots\dots\dots(4)$$

が与えられ、図-3 の格点の変位の適合条件から、

図-2 格点  $K$  に働く外力と部材力

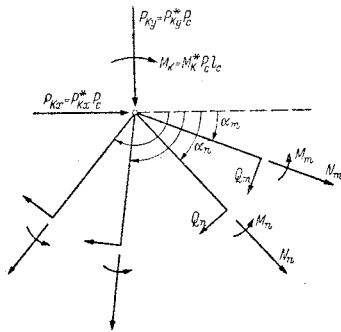
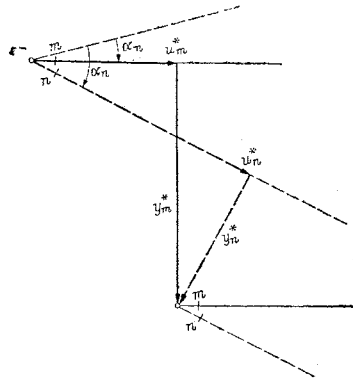


図-3 格点における2部材端の変位の関係



$$\begin{bmatrix} y_m^* \\ u_m^* \\ \varphi_m^* \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} +\cos(\alpha_n - \alpha_m), +\sin(\alpha_n - \alpha_m) & 0 \\ -\sin(\alpha_n - \alpha_m), +\cos(\alpha_n - \alpha_m) & 0 \\ 0 & 0 & +1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} y_n^* \\ u_n^* \\ \varphi_n^* \end{bmatrix} \dots\dots\dots (5)$$

となる。

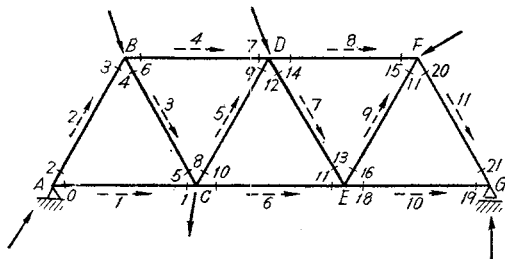
以上の式を用いて、ワーレン・トラスの計算法を示す。まず最初に、未知量として 図-4 0 点の状態量  $\eta_0$  をとり

$$\eta_0 = \begin{bmatrix} y_0^* \\ \varphi_0^* \\ M_0^* \\ Q_0^* \\ u_0^* \\ N_0^* \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} y_0^* + \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \varphi_0^* + \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} M_0^* + \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} Q_0^* + \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} u_0^* + \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix} N_0^* + \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix} 1 \dots (6)$$

(2)式によつて1の点の状態量  $\eta_1$  を計算する。一方、平衡条件 (4) および適合条件 (5) から  $\eta_2$  がえられるから、(2) によつて  $\eta_3$  を求める。この  $\eta_1$  と  $\eta_3$  から(5) 式により、4,5 部材の変形を求め、(3) 式によつて部材力を知る。以下 図-4 の点線矢印にしたがつて計算を

ソ連の鉱物資源はカルストの発達した地区に埋蔵されているものがかなり存在し、そこに蓄積される水は立坑掘削上困難を生じている。その解決方法は各地区によつて条件が異なる。本文はこれに関して若干の具体的資料を提示している。  
(梶川 温彦)

図-4 格点と部材端の関係および計算順序



行い、 $\eta_{19}$  と  $\eta_{21}$  を求める。この  $\eta_{19}$  と  $\eta_{21}$  は境界の条件として (4), (5) 式の2コの条件式を満足しなければならないので、ここに6コの方程式が得られ6コの未知数(6) 式を求めることができる。以上によつて、トラスの部材力として軸方向力の他に曲げおよびせん断力を考慮した解を正しく求めることができる。(佐藤 吉彦)

### 橋梁基礎の凍上に対する防護

交通建設 (ソ連) 9-3, 1959-3, エヌ・イエー・ザルーピン

極寒地方における橋脚基礎が凍上によつて変形することを防止するためには、永久凍土の上に立っている基礎に水が集結することを防ぐために、基礎穴の中に砂や砂利でなく、砂質粘土またはこれに砕石を混ぜたものを投入しよくつき固めることと、季節的の凍結にさらされる基礎の外周部に鉄筋を入れることによつて防止される。

(梶川 温彦)

### 立坑建設におけるカルスト石灰岩地区における湧水防止

立坑建設 (ソ連) 1959-1, ゲー・イー・マニコフスキー

### 組立式コンクリート坑木を用いた坑道の合理的断面について

立坑建設 (ソ連) 1959-2, エヌ・エム・デニソフ

コンクリート枝で構成された組立式の坑木は坑道断面を多角形状として用いられているが、土圧によつてその蝶番部分が陥没した事故が再三発生した。理論的にもコンクリート組立式坑木は梯形断面で使用することが合理的であることが認められた。

(梶川 温彦)

### 組立式コンクリート坑木 YPPM

立坑建設 (ソ連) 1952-2, エス・エヌ・ポカリユコフ, ペー・ヴェー・アルフエロフ

YPPM 型組立式コンクリート坑木は YPI 型のさらに改良された型式のもので、より経済的な構造のものである。これは水平坑道の支保工として用いる。YPI 型が箱形の断面を有していたのにくらべ、これはT型の断面を有し、コンクリートの使用量が節約される。すなわち YPI の重量は 232 kg であるが YPPM は 107.5 kg である。なお YPI は「万能助材」とも訳すべき言葉の頭文字を連ねた語である。

(梶川 温彦)

### 混和材料を用いて改善したトレミーコンクリート

“Tremie Concrete Controlled with Admixture”, by J. W. Williams, Jr., Journal of ACI, February 1959.

トレミー コンクリートには水深の大きいところでも相当量のコンクリートをすみやかに打ち込みえること、排水を必要とせぬこと、養生条件が完全であること、などの利点があるにもかかわらず信頼性とほしいものと

して、その施工はできるだけ避けられている。その主な欠点は、(1) 打ち込み後の検査の困難なこと、(2) 強度に疑問があり、品質が不均一となりがちであること、(3) 極端な軟練りコンクリートを用いざるをえぬこと、(4) 安全のため単位セメント量を増し、このため高価な、かつ熱発生量の大きなものとなること、(5) レイタンスが多いこと、などである。

著者は AE 剤および凝結遅延剤の添加によつて、コンクリートのコンシステンシーと均一性の改善、およびレイタンスの減少の可能性に着眼し次のような実験を試みた。すなわち長さ 240 cm、幅 25 cm、深さ 60 cm の水槽に直径 8 cm、長さ 90 cm のパイプを通して 3 種のコンクリート (㊤ 混和剤を添加せぬもの、㊤ AE 剤のみ添加せるもの、㊤ AE 剤と凝結遅延剤とを添加せるもの) を打ち込んだ。いずれも 7 バッチあてとして、各バッチはそれぞれ着色して、流動状態、温度上昇およびレイタンスの形成などを観察し、また硬化後テストハンマーによる強度試験を行つて強度の均一性を調べ、AE 剤と凝結遅延剤の併用によつて、コンクリートの品質がいちじるしく改善されることを確かめた。この結果を Walnut 橋のコファーダム (長さ 240 m、幅 135 m、コンクリート厚さ 3.6 m、コンクリート量 1200 m<sup>3</sup>) に応用して施工し、打ち込み 2 週間後に排水して調査を行い、結果は満足すべきものであり、上記実験結果にもとづく結論を裏書きするものであつたと報告している。

(赤塚 雄三)

### 鋼線を直線状と折線状とに入れたプレ ストレスト スパン構造物

交通建設 (ソ連) 9-4, 1959-4, ゲー・カー・エ  
ブグラホフ

最近、引張台によつてプレストレスト コンクリート構造物をつくる技術が広く行われているが、これによつて直線状のみでなく、折線状に、鋼線を入れることが行われるようになったので、その効果について代表的なスパン 22.9 m および 26.9 m の構造物について比較試験を行つた。

(梶川 温彦)

### プレストレスト コンクリートの収縮および クリープによる損失の精密計算法

交通建設 (ソ連) 9-4, 1959-4, カー・ペー・デ  
ロス

プレストレスト コンクリートにはコンクリートの収縮およびクリープという現象が必ず起こり、このため鉄筋は圧縮応力を、コンクリートは引張応力を受けて、設計されたプレストレスが 10~20% 減少する。構造物を設計する場合この損失を正確に見積る必要がある。現在用いられている公式は鉄筋の重心面におけるコンクリー

トの応力損失のみを考慮しているので、より正確なギブシュマン教授の計算方法を説明している。

(梶川 温彦)

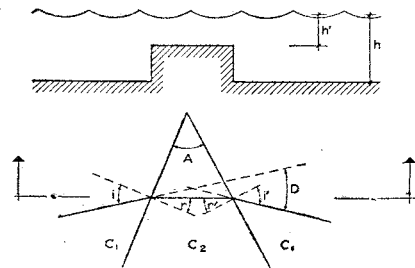
### 波の集中と分散を目的とした海底構造物

“Modification of the Sea Bed with a View to Concentration and Dispersal of Sea Waves,” by F. Vasco Costa & J. Fiuza Perestrelo, Dock & Harbour Authority, Feb. 1959.

波の速度は水深に依存するため、水深の深いところから浅いところへ移動する波は速度を減じ、ある一定の率により波向は屈折する。もしも、光の波に対するプリズムやレンズのような働きをするものを、海の波にも応用するならば、波を拡散、または集中させることにより、港口から進入する波を防止し、海岸構造物への波力も減ずることができる。このことについて、本文はその可能性について記述している。

海底にプリズムのような働きをする潜堤 (図-1) を作るならば、進行する波は光波がプリズム通過に起こす現象とまったく同様な屈折現象を起こすであろう。

図-1 潜堤の断面と平面



防波堤内への港口から進入する波については、その港口前面 (図-2) に潜堤を設けなければならない。もちろん、大型船舶の港口通過を可能ならしめる水深以下に潜堤を建設し、港口へ接近する波の波長に応じた屈折を起こす構造とすればよい。また、構造物を建設 (固定構造) することばかりでなく、防波堤前面の掘削、盛土または広い地域のしゆんせつ等を行うことによつて、来襲

図-2

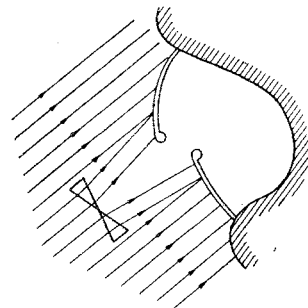
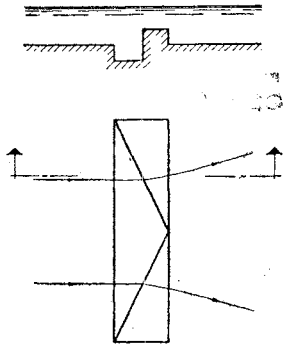


図-3 港口前面の構造物



する波を分散させたり、一定箇所へ集中させたりすることができる。(中丸 博信)

地すべりの運動と海食の程度について

地下探鉱(ソ連) 25-1, 1959-1, イ・ペー・コルチエネフスキー

地すべりの運動および地すべり尖端の海食を調べるには通常、観測所における長年のデータによる。もしこのような連続的なデータが無いときは古い地形図と対照することによって地すべりを調べることができる。筆者はクリミヤ地すべり実験所員である。(梶川 温彦)

管路の摩擦抵抗指数公式の合理的決定法

“Relationships between Pipe Resistance Formula”, by W.L. Moore, Proc ASCE, Vol.85 HY 3, 1959.

管路の摩擦抵抗係数の経験公式は、広く使用される、Manning 公式をはじめ種々あるが、それらはすべて

$$h_f = KQ^m \dots\dots\dots (1)$$

( $h_f$ : 損失水頭,  $Q$ : 流量) の形に帰着され、定数  $K$ ,  $m$  の値を異にするにすぎない。

一方、粘性流体の理論から

$$h_f = f \frac{L}{D} \frac{V^2}{2g} \dots\dots\dots (2)$$

( $D$ : 管径,  $L$ : 管長) で定義される抵抗係数  $f$  は理論的に求められ 図-1 のように表わされる。ここで相対粗度  $k_s/D$  を一定とすれば、Reynolds 数のある範囲内では、 $f$  は次式で近似される。

$$f = C_0 / Re^{(2-m)} \dots\dots\dots (3)$$

(ただし、 $(2-m)$  は 図-1 の  $Re/D$  = 一定の曲線の接線の勾配) 従つてこれを (2) 式に代入すれば、損失水頭  $h_f$  は、経験公式 (1) 式と全く同様に

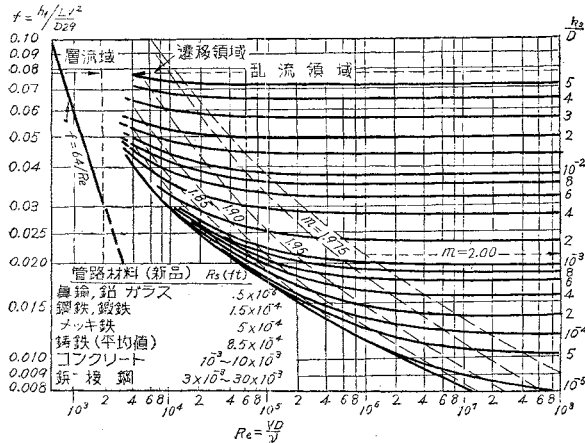
$$\left. \begin{aligned} h_f &= K_0 Q^m \\ K_0 &= \frac{C_0 \nu^{(2-m)} L}{2g(\pi/4)^m D^{3+m}} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (4)$$

で表わされ、経験公式と理論公式との関係が明らかにされる。多数の経験公式が提案されているのも、この点から理解され、かつまた、損失水頭の計算には、粗度や Reynolds 数の範囲によつて、適切な  $K_0$  や  $m$  の値をもちいなければならないことも明らかである。

合理的に指数公式を導くには、次のようにすればよい。(a) 計算条件付近の  $Re$ ,  $k_s/D$  を定め、(b) 図-1 (modified Moody Diagram) より  $f$  および  $m$  を求める。(c), (a) で用いた  $Re$  について (2) 式より  $h_f$  を求め、また流量  $Q$  を計算する。(d), (c) で求めた  $h_f$ ,  $Q$  および (b) で求めた  $m$  を用いて、 $K_0 = h_f/Q^m$  により  $K_0$  が与えられる。このようにして求められた損失公式 (1) は流量の変化がある範囲内にある場合に限られる。例えば、遷移領域では、20倍の流量変化において、この公式の誤差は5%である。

その他、等価管の概念の限界、複雑な管路系の指数抵抗公式についても論じている。また、水道本管の設計に用いられる Hazen-Williams 公式の指数は、実測資料を検討すれば、1.85 よりむしろ 2.0 に近いことを述べている。(日野 幹雄)

図-1 修正 Moody Diagram



散水パイプの実験

“Ricerca Sperimentale sul moto Permanente di Corrente in Pressione con Portata Decrescente”, de G. Nosedà, L' Energia Elettrica, Vol 36, No.1, 1959.

理論 管壁に沿つて一様に孔をあけた水平な管を考える。管長が短かいか、粗度が小さいか、または管流に沿つての圧力水頭の回復にくらべて摩擦損失が無視しうる場合には、

$$H = h + \frac{V^2}{2g} = h + \frac{q^2}{2g\sigma^2} = \text{const.}$$

および孔からの流出の条件

$$\frac{dq}{ds} = \mu a \sqrt{2gh} \quad (q: \text{管内流量}, \sigma: \text{管}$$

の断面積,  $\mu$ : 流出係数,  $a$ : 管の単位長さあたりの孔の面積) から, 流出係数を一定と仮定し, 距離  $s$  の原点を管内流量が 0 となる, 実または仮定の点にとれば,

$$\frac{h}{H} = \cos^2\left(\frac{\pi}{2} \frac{s}{L^*}\right)$$

$$\frac{q}{Q^*} = \sin\left(\frac{\pi}{2} \frac{s}{L^*}\right)$$

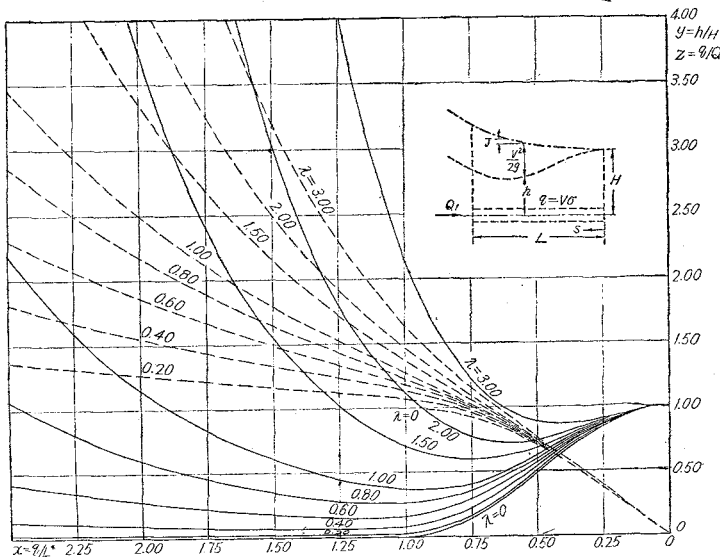
(ただし,  $L^* = \frac{\pi}{2} \frac{\sigma}{\mu a}$ ,  $Q^* = \sigma \sqrt{2gH}$ ) が与えられる。

摩擦損失を考慮する場合は, このように簡単な式で表わされずに, 数値積分により, 図-1 のような解が求められた。ただし,  $\lambda$  は摩擦損失を  $J = K \frac{V^2}{2g}$  とするとき

$$\lambda = \frac{K\sigma}{\mu a}$$

**実験** 摩擦損失が 0 の仮定は, 管の入口の流量  $Q_1$  と管の出口での流量  $Q_2$  の比  $Q_2/Q_1$  がある値より小さいときに十分成り立つことが示された。この値は管の単位長さあたりの孔の面積が小さいほど小さい ( $a/\sigma = 0.554$ ,  $Q_2/Q_1 < 0.6$ ;  $a/\sigma = 0.069$ ,  $Q_2/Q_1 < 0.9$ )。これらの場合には, 実験と理論の差は 1~2% であつた。摩擦損失を無視しえないときは, 図-1 のように求めた数値積分による解と実験との差は 5~6% となる。また, 流出係数  $\mu$  は, 管に沿つて一定ではなく, 断面の流速や圧力水頭によりいちじるしく変化することがみとめられた。流出係数の全管長についての平均値  $\mu_m$  の実験式を与えた。

図-1



(日野 幹雄)

### 交通整理方式によつて異なる街路交通容量

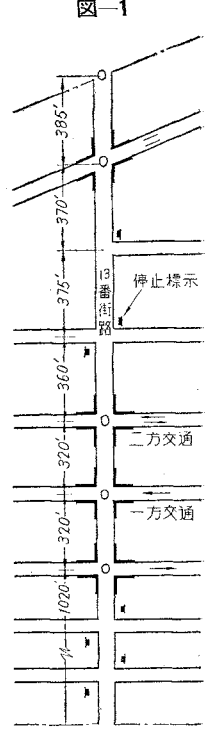
“Capacities of one-way and two-way Streets with Signals and with Stop Signs”, Public Roads Vol. 28, No. 12, Feb. 1956.

この報告は 1954 年 3 月の平日の 3 日間, アメリカ合衆国, ワシントン市内 13 番街路の 4 つの交差点で観測されたものである。13 番街路(通過街路, または幹線街路)に交差する他の 4 つの街路(交差街路または支線街路)の位置と, それぞれに通常用いられている交通整理方式とは 図-1 に示すとおりである。

観測は第 1 日, 信号式整理, 第 2 日, 交差街路に停止標示(stop sign) 整理, 第 3 日, 全接近路に停止標示整理を用いた。この他, 交通遅滞(traffic delay)の観測が 11 月に行われた。

13 番街路は, 朝のラッシュ時に都心方向に, 夕刻のそれには郊外方向に, いずれも駐車禁止にして一方交通に用いられていた。また日中は片側駐車を許して二方交通に用いられていた。13 番街路の車道巾員は 40 ft(≒12 m) 交差街路は 30 ft(≒9 m) であつた。

次に, この報告に出てくる言葉の規定をしておく。



○印: 観測交差点いずれも通常信号整理

(1) 進行式信号整理 (progressive signal control) 簡単なこの方式では, 特定の街路交通を整理するために, 種々の信号を計画速度でその街路に沿つて一群の車が連続的に進行できるように時間が調整されているもの。

(2) 可能容量 (possible capacity) 所在の路面および交通条件下で, 所定の街路の一定点を単位時間に通過しえる最大容量。ただし, 運転による遅れやその他の障害による遅れを無視する。

(3) 実用容量 (practical capacity) 可能容量と異なるところは, これらの交通遅滞はふくめるが, 不合理に遅れるものは除く点である。

(4) 交差街路の停止標示整理 (cross street stop sign control) 通過街路の整理方式に無関係に, 交差街路に停止標示整理が行われていれば, この語を用いる。

(5) 負荷周期 (loaded cycle) 信号が “進め”

図-2 一、二方向交通および駐車条件による信号整理のある街路容量

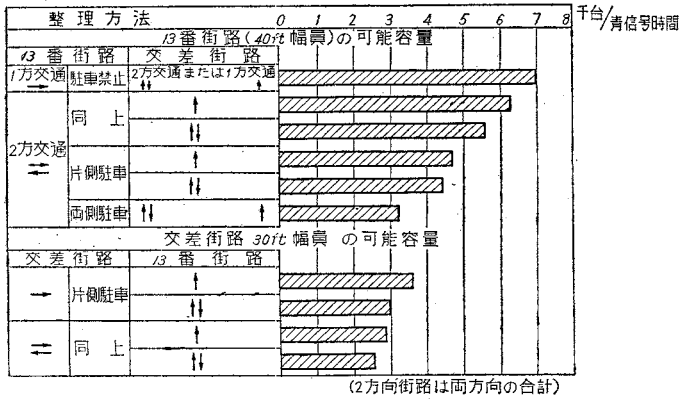
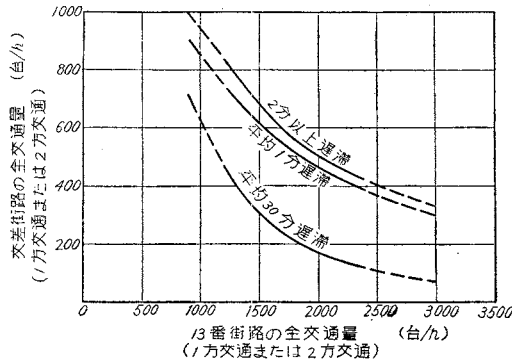


図-3 交差街路に停止標示整理が行われ、13番街路は整理しない場合の交差街路の交通遅滞

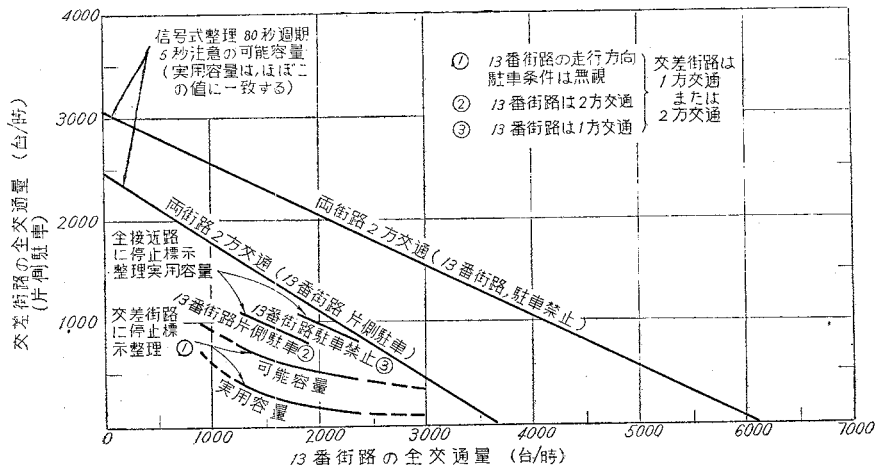


(green) の間中車が接近路から絶えず交差点に流出し、"注意" (amber) ないし、"停止" (red) によってその交通流が止められる状態をいう。

観測事項

(1) 実用容量および可能容量を各整理方式について観測

図-4 三つの交差点整理方式による容量



深部の岩層を掘削する場合、ドリルの摩耗がはなはだしく掘進度が小さくなる。これは深部における土圧や水圧が高くなるため岩石の硬度や塑性が高まるためである。このような場合、ダイヤモンドのドリルを用いることは有効であり、特にタービン掘削に特有の高速回転の場合その優秀性が発揮される。8-1/2" のドリルに 500~750 カラットのダイヤモンドを取りつけるが、個々のダイヤモンドの大きさは 1/3~1/2 カラットである。

(梶川 温彦)

(2) 一方交通、二方交通の影響について

(3) 通過街路における駐車の影響について

結論

(1) 進行式整理による交通遅滞は、交通量が可能容量に近くなるまでほとんど増加しない。

(2) 交差街路に停止標示整理の用いられている交差街路の容量は、(a) 主に通過街路の交通量に影響され、(b) 一方交通であるか否かにはほとんど関係せず、(c) 可能容量が実用容量の2倍以上、(d) これに

対し、実用容量時の交通遅滞は、可能容量時の2倍以上、(e) 可能、実用両容量共、他の整理方式に比してはるかに小さい。

(3) 全接近路の停止標示整理が用いられた場合は、(a) 両街路の交通量が同等であると交差遅滞もまたほぼ等しく、(b) 両街路が二方交通ならば進行式信号整理の場合の交差点容量にほぼ等しい。(c) しかし、一方または両方の街路が一方交通になると相当低下する。

(4) 交差点容量は、進行式信号整理によるものもひとつと大きい。

以上、いわば定性的に述べたが、このあと簡単に図表によって定量的に示す。

(依田 和夫)

タービン掘削における金剛石ドリルの利用

(フランスにおける経験による)

石油工業 (ソ連) 37-1, 1959-1, エム・テー・グスマン

深部の岩層を掘削する場合、ドリルの摩耗がはなはだしく掘進度が小さくなる。これは深部における土圧や水

## 深い井戸を掘る場合、ビットを回転させるに要するエネルギー量

石油工業 (ソ連) 37-3, 1959-3, エフ・エヌ・フオメンコ

深い井戸を掘る場合にビットの回転に要するエネルギー量についてはまだ研究が不十分である。ローターまたはタービンを用いる掘削法の場合においてはビットの回転に直接に消費されるエネルギーを分離して測定することは困難である。ところが電気掘削の場合にはかなり正確にこのエネルギーを測定することができる。ビットのついやす電力量は掘削の終りに向かつて増加し、No.12ビットで掘削する場合はある種の岩石に対しては 300 kW に達する。掘削の終りに近くなつて消費量が増すとともに不平均となり、ピークは 400~430 kW に変動する。直接ビットの回転に用いられるエネルギー量は機械的掘進速度に逆比例する。(梶川 温彦)

## 井戸壁の粒土性岩石の電気化学的固定法

石油工業 (ソ連) 37-3, 1959-3, エス・イー・チトコフ, アー・エス・コンジュエフ

井戸の掘削において大切な問題の一つは、その壁を固定することである。井戸壁を固定するために鋼鉄製のパイプを用いれば建設費が高くつく。現代の掘削工事においては建設日時の 25% は井戸側の固定についやされている。ところが東部の石油および天然ガスの産地においては硫黄の化合物が多いため、金属わくの井戸側の腐食がはなはだしく井戸が駄目になることが珍しくない。そこで非金属性のもつと進歩した固定方法が望ましい。岩石そのもの、特に粘土質の岩石は水によつて膨張したり湿潤する結果、崩壊の原因となりがちであるので、これを変質させることはその一方法である。これは電気化学的な方法によつて行われる。この方法の原理は、電解、一次のおよび二次的化学反应 (直流電気的作用による) とである。これによつて新しい鉱物が生成される。約 8 時間の電気処理によつて厚さ 1~2 mm の強固な耐水性の皮膜が形成され、30 時間後には厚さ 20 mm となり、100 時間後には 60~80 mm の厚さとなる。最適の条件は  $U=30$  ボルト,  $I=20\sim30$  アンペア, 電流密度 20~30 ミリアンペア/cm<sup>2</sup> で電極の直径は 65/8", 極性は 15 分ごとに交える。(梶川 温彦)

## 大きな岩石片を立坑から排出する研究

石油工業 (ソ連) 37-4, 1959-4, イエー・ペー・カラン, アー・ペー・オストロンスキー

爆破による立坑の掘削においては 30~60 g の岩石片

が瞬間的に発生する。ときとしてこの岩石片は 300~350 g に達するものもあつて、これを取り出すのに坑の深さが 1500 m 以上となると困難である。そこで立坑の 1/5 のモデルを透明な材料でつくり、水と粘土溶液とを用いてこのような岩石片を排出する実験を行つた。同一の排流速度で粘土液の方が浮揚力が大であり、同大の岩石を取り出すのに粘土液の排出速度は 1/4 で足りる。

(梶川 温彦)

## 現代における立坑掘り技術の分類と評価

立坑建設 (ソ連) 1959-3, エル・アー・チュルキヤン

ソ連の立坑掘りの技術は世界一流である。仕事量からみても、例えばドンバスの「スターリン立坑掘削トラス」だけでも最近 5 年間に平均深さ 500~600 m の立坑を 70 本以上掘つているが、これはアメリカ、東独、イギリス、フランスを合わせたものより大なる実績である。ソ連における進歩した掘削方法は 5 つの基本的な型式に分類することができる。すなわち (1) 連続的方法、(2) 平行的方法 (通常用いられるもの)、(3) 合併的方法、(4) 平行・シート型、(5) 鉄筋コンクリート巻立てを同時に行う方法

掘進速度は (1) が 100 m/月、(2) が 150~200 m/月、(3) は (2) よりやや劣り 102 m/月 である。(4) は 100~150 m/月、(5) は 75 m/月 である。(梶川 温彦)

## "アルモエメント"による組立坑木

立坑建設 (ソ連) 1959-3, ヤー・イー・バルバガン, ゲー・アー・シリヤエフ

組立コンクリート坑木は材料の消費量が大きく、重量が大で、しかも所要の弾性に欠けているのが欠点で、その普及を妨げている。このような欠点を除くため筆者は "アルモエメント" で坑木をつくることを提案する。"アルモエメント" は 1957 年 5 月 9 日付のソ連特許 No.112908 で、これはセメント 800~1000 kg に対して砂 1 m<sup>3</sup> の割合のもので金網箱をかためたもので、金網は径 0.5~1.5 mm の針金をおり、または溶接して網としたもので網目は 4×4 mm 以上である。

鉄筋コンクリートと異なつて "アルモエメント" は全断面の均一な網で補強され、1 m<sup>3</sup> にふくまれる鋼鉄量は 400 kg 以上に達する。このように鋼鉄の含有量が大でしかも平均に分布しているため、弾性強度が鉄筋コンクリートの数倍となる。鉄筋コンクリートと比較して、坑道 1 m 当りの坑木の重量は、600~900 kg である (鉄筋コンクリートならば 1400~1600 kg)。しかもコンクリートおよび鋼材の使用量は鉄筋のものより少なくてすむ。(梶川 温彦)



## お 詫 び

44 巻 7 号 49 ページと 56 ページの 写真-2 を編集の手違いから、それぞれ入れ違えて挿入いたしました。御迷惑をかけた著者ならびに会員各位に深くお詫び申し上げます。

## 豆 知 識

### わが国の包蔵水力

文化の発達とともに人類の生活ははてしなく向上してゆく。この人類生活の向上にともなつて、ますます要求されるのがエネルギー供給源の増強である。

日本におけるエネルギーの消費量は年々上昇の一途をたどっているが最近の統計によると次のごとくである。

エネルギー供給実績 (経済企画庁調べ)

年度	種別 (水力)	石 炭			石 油			天然 ガス	木 炭	薪	合計 (石炭 換算)	
		計	国内	輸入	計	国内	輸入					
単 位	10億 kWh	100 万t	〃	〃	100 万 km <sup>3</sup>	〃	〃	100万 m <sup>3</sup>	100 万t	100 万石	100 万t	
昭 29	45.8	46.0	42.9	3.1	1.4	10.5	0.3	10.2	132	2.0	70.0	91.0
30	48.5	45.7	42.5	3.2	1.4	11.9	0.4	11.5	151	1.9	70.0	94.5
31	52.6	52.4	48.3	4.1	1.6	14.8	0.3	14.5	172	2.0	69.0	107.4

供給構成比 (%)

年度	電力	石炭	炭	石油	天然 ガス	木 炭	薪	合計
昭 29	30.2	45.1	0.8	16.5	0.2	2.2	5.0	100
30	30.8	43.4	0.7	18.1	0.2	2.0	4.8	100
31	29.4	43.9	0.7	19.7	0.2	1.9	4.2	100

このほか将来エネルギー源として原子力が考えられるが、これは目下研究段階にあり、まだ実用の域に達していないので、しばらくおくこととする。

上表を見るに石炭が 40% 以上を占めて第 1 位にあり、水力は 30% でこれにつき、石油はようやく 20% にすぎないが、順次その消費高は増加する傾向にある。

このうち石炭の一部と石油の大部分は輸入にまたおぼならず、また国内炭も年間出炭量は 5000 万 t がせいぜいという実情にある。

また両者は元来地下資源であるからおのずから埋蔵量に限度があり、さらに技術的にも経済的にも採りうる可能採掘のより少ない限界があることは自明の理である。石炭については通産省の調査 (昭和 30 年現在) によれば埋蔵量が 212 億 t、可能採掘量が 202 億 t となっている。したがって現在の速度で採掘してゆくならば 400 年ののちにはわが国の石炭は掘りつくしてしまうだろう。もちろん技術の進歩とともに埋蔵量も可能採掘量もともにふえるであろうが、年間の出炭量もふえるから早晩とりつくされることには変りがない。

この点、水力は太陽が地球を照射するかぎり永久に利用できるものであつて、国家が水力の開発に大きな期待をかけるのも当然のことである。しかしこの水力も 1 年に利用しうるエネルギーにはやはり限度があるのであつて、無限に期待できるものではない。

通産省の公表によれば、わが国の包蔵水力は昭和 31 年末現在において既開発 523 億 kWh、未開発 564 億 kWh、合計 1087 億 kWh となつている。この数字は現代の技術で経済的に開発しうる水力を示したものであるが、今後技術の進歩によつてさらに増大することは想像にかたくない。

いまかりに全国に降る雨雪のポテンシャル エネルギーをあますところなく完全に利用したら、どれくらいの kWh/year をうるであろうか。

日本全土の面積は 37 万 km<sup>2</sup> であり、その平均標高は 300 m と見てよい。また全国の降水量は所により年により異なるが、大ざつばにおよそ 1800 mm とするならば年間降水量の有するポテンシャル エネルギーは海面までの落差を完全に利用するものとする

$$\begin{aligned}
 & 9.8 \text{ m/sec}^2 \times (37 \times 10^{10}) \text{ m}^2 \times 1.8 \text{ m/year} \times 300 \text{ m} \times 1 \text{ t/m}^3 \\
 &= 1.958 \times 10^{12} \text{ t} \cdot \text{m}^2 / \text{sec}^2 / \text{year} = 1.958 \times 10^{15} \text{ joule/year} \\
 &= \frac{1.958 \times 10^{15}}{3600 \times 10^3} \text{ kWh/year} = 5440 \text{ 億 kWh/year}
 \end{aligned}$$

の電力量をうる。

今後の研究によつて、いかに包蔵水力が増えようとも、これ以上になることは理論上あり得ない。前述の既開発と未開発の電力量の、この絶対理論水力に対する比を求めてみると

既開発	9.6%
未開発	10.4%
合計	20.0%

となる。

すなわち現代の技術をもつてすれば天与の水力エネルギーの約 20% を利用するのが限度ということになる。今後いかに技術の研究進歩を計つても、このパーセンテージを 100% にすることはもちろん不可能であるが、少しでもこれに近づけることが水力技術者に課せられた大きな宿題となるであろう。

[大西・記]