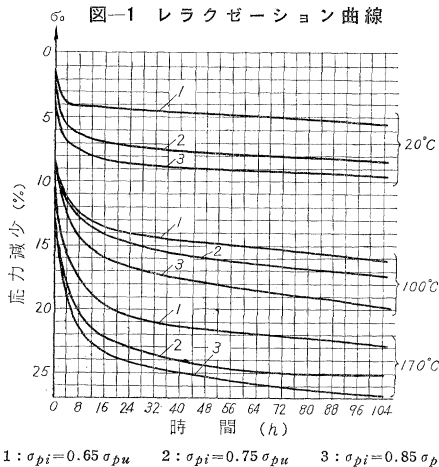


高温における P C 鋼線のレラクゼーション

“Влияние повышенных температур на релаксацию напряжений высокопрочной проволоки”, канд. техн. наук К.В. МИХАЙЛОВ, инж. Э.А. КРИЧЕВСКАЯ, БЕТОН. и ЖЕЛЕЗОБЕТОН (コンクリートおよび鉄筋コンクリート), pp 64~68, 2 (1963)

高温蒸気養生室あるいはオートクレーブ中で、P C 部材をプレテンション方式で造る場合、80°C 以上 170°C くらいまでの高い温度の工程を経るので、P C 鋼線のレラクゼーションが重要な問題になる。本論文はこの問題を解明するために行なった実験研究の結果を述べたものである。

実験には直径 5 mm の異形鋼線を用いた ($\sigma_{pu}=160$ kg/mm², $\sigma_{py0.2}=129$ kg/mm², $E_p=20\ 200$ kg/mm², 伸び 5.5%)。実験温度は 20°C (常温), 100°C (蒸気室に対応), 170°C (オートクレーブに対応) とした。レラクゼーション試験は水の排出によって鋼線が一定の長さを保つ試験機によっておもに行なわれたが、鋼線を鋼製のわくに固定する方法をも用いた。これらの2つの方法による実験結果は互いによく一致していた。P C 鋼線は小型の炉中で加熱され、熱電対により温度を測定し、これを調整した。測定時間は 100 時間までとした。図-1 にはレラクゼーション試験の結果が示されている。



この図からレラクゼーションによる応力減少は、温度によっていちじるしく影響を受けることがわかる。ただし、常温においては、レラクゼーションは最初に与えられる引張応力による影響が大きい、高温ではこの影響

お詫び：会誌7月号抄録欄 131 頁から 133 頁までの文中および図、写真中の「すべり面」は、いずれも「滑面」のあやまりでした。誤植をおわびいたします。【編集部】

が少なくなる。たとえば常温におけるレラクゼーションは $\sigma_{pi}=0.85\sigma_{pu}$ のとき $\sigma_{pi}=0.65\sigma_{pi}$ にくらべ 1.76 倍にもなるが、100°C では 1.22 倍、170°C では 1.18 倍になるにすぎない。したがって、製造中高温にさらされる部材にはできるだけ P C 鋼線に与える引張応力を大きくとるのが有利であるといえる。またレラクゼーションの速度は、試験開始の約 5 時間以後になると最初に与えた引張応力および温度に関係なくほぼ同じになることが認められたので、本論文の著者は実験結果からレラクゼーションによる応力減少は近似的につぎの式で示せると述べている(ただし、この式は 5~100 時間の間で妥当であると考えられる)。

$$\sigma_n^t = \sigma_n^{t_0} + 0.113(t - t_0)$$

ただし、 σ_n^t : t°C におけるレラクゼーションによる応力減少 (σ_{pi} の % で示す)

$\sigma_n^{t_0}$: 常温における応力減少 (%)

t_0 : 常温 20°C

なお、実際のオートクレーブのうち (5 時間—温度上昇, 8 時間—170°C, 8 気圧に保持, 5 時間—温度降下) でレラクゼーション試験を行なったが、上述の結果と同様の傾向が認められた。(青柳 征夫)

構造解析用パッシブ アナログ コンピューター

“Passive Analog Computers for Structural Analysis”, MacNeal, R.H., Proc. of A.S.C.E., ST, Vol. 88, No. 3, pp.103~136, June (1962)

まず、パッシブ アナログ コンピューターとは、通常知られている積分器、加算器、係数器などからなる電子管式アナログ コンピューターに対して、抵抗、コンデンサー、インダクター、トランスなどの電気素子を主体とし、これらを解くべき系の各部と、一対一に対応させて組み立てた模擬回路によって解を求める直接相似方式をとる計算機で、アナログ コンピューターのうちでは最も初歩的なものである。

この計算機による構造物の解析は、慣用の数学的解析とモデルテストとの中間的位置を占めるものであり、構造解析に使用した場合の最大の特徴は、手軽に電気素子を取り換え、パラメーターを適当に変化させることによって、最良の設計を容易に見出すことができる点にある。さらに、モデルテストにくらべると、高速度、再使用可能な点でまさり、またデジタル コンピューターのように問題の数学的処理を要せず、費用も安い。解の精度はインダクター、トランスの品質に依存するが、計算誤差は 1~3% 以内におさえることができる。

現在アメリカにおける普及状況は、構造解析用のもので、大きな施設の数も12ほどであり、この種の計算機によって、すでに解かれた構造関係の問題をまとめてみると表-1(○印で示されている)のようである。航空機、ミサイル関係の分野で最も広く実用に供されており、土木工学の部門ではまだその例は少ないが、今後さらに利用が増加する傾向にある。

表-1

構造物	問 題					
	静的荷重	動的荷重	熱応力	振動型	動的安定問題	弾性安定問題
橋	○	—	—	○	○	—
ビルディング	○	○	—	○	—	—
ダム	—	—	○	—	—	—
機械	—	○	—	○	—	—
ミサイル	○	○	—	○	○	○
船舶	—	○	—	—	—	—
立体ラメン	○	○	—	—	—	○
自動車	—	○	—	○	—	—
構造部材	○	○	○	○	—	○
航空機	○	○	○	○	○	—

表-2

電気素子	問 題
R	ラプラスの方程式, 対称なシアラゲ
T	連立方程式
R, C	熱伝導
L, C	波動方程式
L, R, C	簡単な動力学の構造解析
R, T	静力学の構造解析
L, C, T	動力学の構造解析
L, R, C, T	

パッシブ回路に使用される電気素子を問題別にみると、表-2のような分類が得られる。力学系における変位および力に対応する電気的要素は、電圧と電流である。1940年以前は力-電圧相似形が一般的であったが、最近(1950年以後)では回路線図が力学系と密接な相似性を有するという実用上の理由から、力-電流相似形がおもに用いられている。この後者の場合の力学系と電気的相似回路との各基本的要素の対応関係は表-3のとおりである。通常静的ならびに動的構造解析に用いる

パッシブアナログコンピュータは、これらのパッシブ要素(L,R,C,T)のほかに、発電機、増幅器、励磁装置、記録装置から構成されることはいままでのない。なお、連続体の力学系は、まずそれと近似的に等値な有限自由度のモデルにおきかえなければならない。

表-3

静的解析		動的解析	
力学量	電気量	力学量	電気量
力, F	電流, I	力, F	電流, I
変位, y	電圧, E	速度, V	電圧, E
たわみ度, $1/K$	抵抗, R	たわみ度, $1/K$	インダクタンス, L
てこ比, l_1/l_2	変圧比, n_1/n_2	減衰, B	コンダクタンス, $1/R$
		質量, M	キャパシタンス, C
		てこ比, l_1/l_2	変圧比, n_1/n_2

この論文で紹介している5つの実際例のうち、3例は航空機の翼の解析に関するものであり、他の2例はStevenson Creekアーチダムの応力解析(本誌46巻1号の本欄で紹介済み)と、タコマナロー橋の振動問題の解析である。タコマナロー橋の解析は、パッシブアナログコンピュータによる吊橋の解析方法を検討するために、著者のセンターで行なわれたもので、図-1は鉛直振動に対する相似回路である。ケーブルの伸び剛さ、補剛トラスの曲げ剛性、死荷重の補剛効果を考慮している。タワーの曲げ剛性、吊材ケーブルの伸びなどの影響は初めは考慮したが、無視する程度に微小であることがわかった。アナログコンピュータによる結果と現場測定値との比較を行なったが、通常の吊橋解析では無視されているケーブルの伸びが高次の振動においては効いてくるという結果がえられている。

(委員 深沢 泰晴)

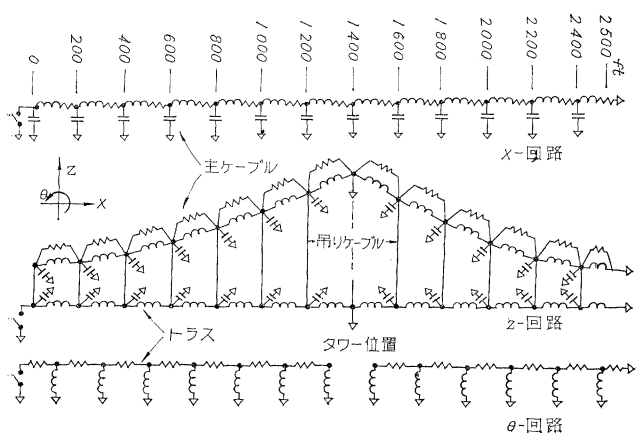
石灰石の脆性-塑性破壊遷移におよぼす温度、側圧、間げき水圧の影響

“Transition from Brittle Fracture to Ductile Flow in Solenhofen Limestone as a Function of Temperature, Confining Pressure, and Interstitial Fluid Pressure”, *Heard, H.C., Rock Deformation (A Symp.), pp.193~226., Mar. (1960)*

石灰岩層では、深さ3.5kmの地点に逆断層が、深さ15kmの地点に正断層が見られるが、このような断層の生成原因を検討するため、直径0.5in、長さ1inの石灰石円柱供試体115本について、いろいろな条件のもとで三軸圧縮(軸圧>側圧)および三軸引張試験(軸圧<側圧)を行なった。

試験温度の範囲は25~700°C、側圧の範囲は1~7,500気圧、間げき液には水と炭酸ガスとを

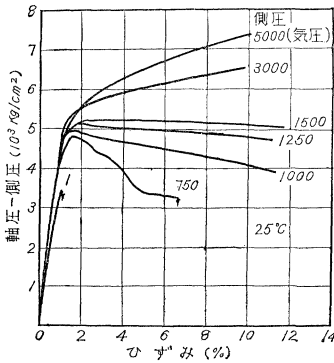
図-1



使用した。ひずみ速度は $10^{-4}/\text{sec}$ とした。破壊遷移点は仮りに、岩石の粘着力をいちじるしく損なうことなく、3~5%のひずみを与えることができる温度と側圧とで定義した。

試験時における供試体のシールに使う銅管の壁厚は、0.005~0.010 in として、壁厚の違いによる試験誤差を取り除いた。また試験に用いた石灰石はX線回折により、均一かつ等方性であることを確かめた。

図-1 三軸圧縮試験



試験順序は、まず側圧を 3 500~4 500 気圧まで上げ、供試体温度を所定値に合わせたのち、側圧を所定値に合わせた。

試験結果の一部を 図-1~3 に示したが、このほかにもつぎのことがわかった。

図-2 三軸引張試験

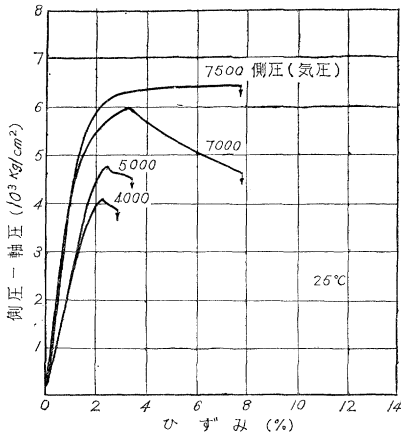
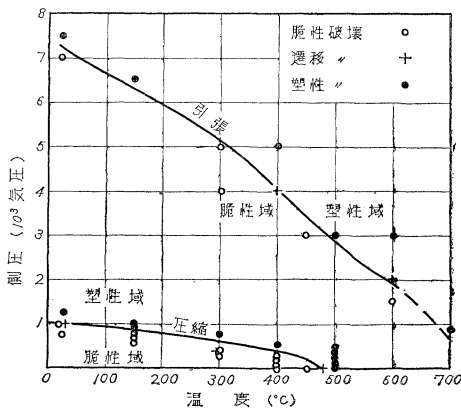


図-3 脆性-塑性破壊遷移線



(1) 破壊に関する8面体せん断応力説(Von Mises)、最大せん断応力説 (Tresca), Griffith 理論とは若干ずれるが、Mohr 理論による破断面またはすべり線の傾斜角とは最大 10° 以内の誤差でよく一致した。

(2) 間げき水圧が1000~3000気圧の範囲で、遷移点側圧は間げき水圧にはほぼ比例して増加する。間げき液が炭酸ガスの場合、水の場合より遷移点側圧は若干大きくなる。また、Terzaghi の有効応力説は成立しなかった。

(3) 温度の増加にともなって破壊強度は減少し、側圧の増加にともなって破壊強度は増大する。この破壊強度の変化割合はそのときの側圧または温度によって異なる。

(委員 波木 守)

水力発電所圧力水路の共振理論とその実例

“Theory of Resonance in Hydro-Power Systems”, Jaeger, C., Water Power, Vol. 15, No. 1, 2, 3, pp.14~17, Jan., pp.73~78, Feb., pp.118~125, March, (1963) なおこれは, Wasserwirtschaft, Vol. 53, No. 3, pp.61~66, March (1963), および 1962 年 11 月開催の ASME Winter Annual Meeting に Paper No. 62-WA-158 としてそれぞれ発表されている。

管水路中の共振は, Allievi L., de Sparre および Camichel, Eydoux, Gariel などの人々により解析的に研究され, 断面や管厚の変わる場合には2つの異なる周期があることが発見された。 a を波速, L を管長とすれば, “理論周期 θ_{th} ”は

$$\theta_{th} = \frac{4L}{a_m} = \frac{4L_1}{a_1} + \frac{4L_2}{a_2} + \frac{4L_3}{a_3} + \dots = \sum \frac{4L_i}{a_i} \dots \dots \dots (1)$$

で求められ, 一方“見かけの周期”は普通これよりも短かい。そして, 変断面管水路では, 圧力の基本振動周期は見かけの周期であり, 高次振動 (harmonic) は理論周期に関係する。したがって基本振動と高次振動一倍音の共振理論は全く違ったものである。

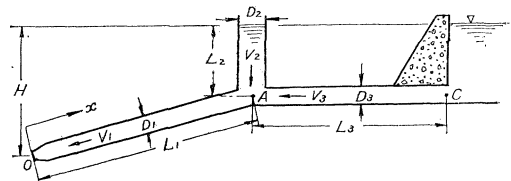
さらに, 管水路で起こる高次振動は常に奇数次のものであることも実験的に確かめられた。

つぎに著者は, 管水路系の共振について理論を拡張している (図-1)。

分岐点Aでは

$$F\left(t - \frac{L_1}{a_1}\right) + F\left(t + \frac{L_1}{a_1}\right) = G(t) - G\left(t - \frac{2L_2}{a_2}\right)$$

図-1



$$=H(t)-H\left(t-\frac{2L_3}{a_3}\right)\dots\dots(2)$$

管1の基本振動周期を $\theta_1=4L_1/a_1$ とし系の見かけの周期を $\theta=\theta_1(1+\epsilon)$, $m=2\pi/\theta=2\pi/[\theta_1(1+\epsilon)]$ とすれば,

$$(L_3/a_3)/(L_1/a_1)=1+2K \quad (K \text{ は整数}) \dots\dots(3)$$

ならば, 基本周期の共振が起こり, 点Aでの最大圧力は

$$A \cos m \frac{L_1}{a_1} = A \cos \frac{2\pi}{\theta_1(1+\epsilon)} \frac{L_1}{a_1} = A \cos \frac{\pi}{2(1+\epsilon)}$$

.....(4)

ただし, 式中のAは管1基部の最大圧力, $\epsilon=A_1L_2/A_2L_1$ である。また, K_1, K_2, K_3 をそれぞれ, 水圧鉄管, サージタンク, トンネルの高次振動とすれば,

$$\tan m \frac{L_1}{K_1 a_1} = \frac{A_2 a_1}{a_2 A_1} \cot \frac{m L_2}{K_2 a_2} + \frac{A_3 a_1}{a_3 A_1} \cot \frac{m L_3}{K_3 a_3}$$

.....(5)

$$\left. \begin{aligned} (K_1-1)(1+\epsilon) &\leq 1 \\ (K_2-1)(1+\epsilon) \frac{L_1}{L_2} \frac{a_2}{a_1} &\leq 1 \\ (K_3-1)(1+\epsilon) \frac{L_1}{L_3} \frac{a_3}{a_1} &\leq 1 \end{aligned} \right\} \dots\dots(6)$$

の条件により, 高次振動の共振が起こる。そのときのA点における圧力の, 水圧鉄管基部にあるバルブでの圧力に対する比は次式ようになる。

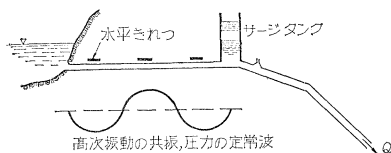
$$\cos m \frac{L_1}{K_1 a_1} = \cos \frac{\pi}{2} \frac{1}{K_1(1+\epsilon)} \dots\dots(7)$$

また, 分岐した平行管路の共振は, 必ずしも従来いわれていた2個のバルブが同一周期で動き, 平行管路長が等しい必要はなく, 他の一方が閉じていれば起こる。

実例と注意事項: Lac Blanc-Lac Noir 揚水発電所(4×29 mW)は, 試験中に鉄管が破裂した。Bergeron 教授は, ポンプのガイドベーンにより起こった共振が原因であるとした。また基本振動の共振と考えたようである。最近の他発電所の事故例から, 奇数次振動の共振という可能性が十分あるが, 当時は考えられなかった。

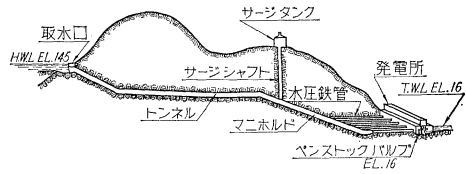
Kandergrund 発電所(出力 15 mW)のトンネルは 4214 m, 流量 6 m³/sec, サージタンクは 15000 m³の容積を持つ。運転開始後トンネルに3度きれつが入った。そのたびに補修したが同じ箇所がこわれた。これは, 11次振動の共振によるもので, エアバルブが振動源であり, 圧力の節がサージタンクの位置となり, 高次振動がトンネルに

図-2 Kandergrund 発電所の事故
トンネルへの共振波侵入例



Bersimis II 発電所(120 mW)は, 水圧鉄管が, サージタンクからペルトン水車に至る間, 5本に分岐している(図-3)。

図-3 Bersimis II 発電所



1961年6月, 1号機停止後, バルブの止水圧が急に下がったため, 水圧が振動し共振を始めた。約7分続いた所でバイパスを開いたので止まった。3号機でも同様なことが起こったことがある。そこで, 2号機に測定器をとりつけ共振を起こさせたとこ, $\theta=0.52 \text{ sec}$, $\theta=0.182 \text{ sec}$ の2つの異なった共振周期が認められた。両者とも水圧鉄管の周期よりかなり短く高次振動の共振であると考えられる。式(5), (6), (7) を用いて解析すれば

K_1	K_2	K_3	ϵ	$1+\epsilon$	θ	$\cos[\pi/2 K_1(1+\epsilon)]$
2	1	5	-0.35	0.65	0.54	0.37
4	1	9	-0.78	0.22	0.182	0.20

となり, θ の値が測定値によく近似していることから, 高次振動が起こってサージタンクを通過し, トンネルに侵入していることがわかる。

Ffestiniog 揚水発電所(4×77 mW)では, 1号機の試験中に, バルブ止水圧が下がり共振が起こった。水路系の周期 4.75 sec に対し 0.21~1 sec の短かいものであるため基本振動でなく, 高次振動であると考えられる。また, きわめて危険な 30 sec ぐらいの唸り音がしたと記録されているが, これは水車への管路とポンプへの管路との長さが少し異なるため, 高次振動の周期も少し異なり唸りを生じたものであろう。これらのことから 19次振動が生じたものと考えた。

以上のことから, 共振は周期的振動源により簡単に起こり, 主管の基本振動の共振よりも高次振動の組み合わせによる共振のほうがはるかに危険であることがわかる。最近, 大容量設備が作られる傾向にあるから, これらの問題は重要である。そこで設計時の注意事項を記す。

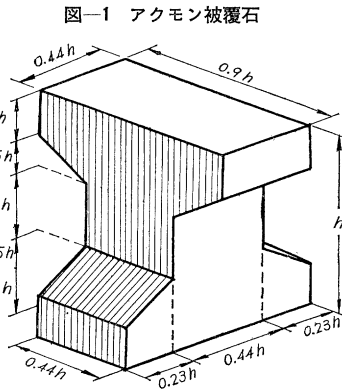
- 1) 鉄管や水路の形状, 分岐管の長さが, 高次振動の共振に影響がある。
- 2) 上記の例によれば, 共振が起こったものの大部分は水路が短い。長ければ振動の減衰効果がよい。
- 3) 高次振動は, K_1+K_3 の値で, Bersimis II の $2+5=7$, $4+9=13$, Kandergrund は 11 次で, 大体 9 次以上の高次が起こりやすいようである。
- 4) 振動の発生源としては, ガバナーの, エアバルブ, バルブ スプリング, ガイドベーンとランナ羽根, バルブ, ろう水止めなどが考えられるが, その発端を極力おさえるよう留意しなければならない。
- 5) 共振は起こりやすいものであるから, そのことを念頭に置いて設計しなければならない。バイパスなど安

全装置をつけることは良い。 A_2 : バイパス断面積,
 $A_1: y=H_0$ のときのろう水ギャップ面積とすれば A_2
 $=2.4A_1$ でよい。(委員 是枝 忍)

捨石防波堤の被覆層 "アクモン" について

"Akmon Armour Unit For Cover Layers of Rubble Mound Breakwaters", Paape, A. and Walther, A.W. Proc. of 8th conference on Coastal Engineering, pp 430~443, Nov. (1962)

捨石防波堤の被覆層を防護するための新しい特殊形状
 コンクリートブロック "アクモン" (図-1, 鉄礫のこ
 こと) について, 他の種々の形状のブロックとの比較実験
 を行ない, 設計方法に関する二, 三の考察と経済的見
 地からの二, 三の検討が述べられている。第1の実
 験は, 長さ 29 m, 幅 2.5 m の造波水路で2層積被覆



層勾配 1:1.33, 1:1.5, 1:1.6 について周期を 1.4 sec に固定し, 同体積 ($38 \times 10^{-6} \text{ m}^3$), 同単位体積重量 (2.2 t/m^3) の自然石, 立方体ブロック, テトラポッド, トリポッド, ビポッド, アクモンの比較を行なった。水深は防波堤のり先で 0.27 m, 水深 0.42 m まで 1:5 の勾配が続いている。第2の実験は, 長さ 100 m, 幅 4 m の風洞水路 (最大風速 20 m/sec) で勾配 1:1.5, 水深 0.27 m, 0.30 m, 0.33 m, 0.36 m, 周期 1.1 sec, 1.4 sec, 1.8 sec の条件のもとに同体積 ($50 \times 10^{-6} \text{ m}^3$), 同単位体積重量 (2.6 t/m^3) の立方体ブロック, テトラポッド, アクモンの比較を行なっている。しかしこの論文にはのり勾配 1:1.33 に対する規則波実験による結果のみが記されている。

ある面を被覆するため, 二層乱積に要するブロック数は式 (1) で与えられる。

$$N = CA V^{-2/3} \dots \dots \dots (1)$$

ここに, N : 面積 A 上に二層積するのに必要なブロッ

表-1 C 値

被覆石	W.E.S	本実験	被覆石	W.E.S	本実験
自然石	1.24	1.22	トリバー	0.92	—
立方体 (Modified)	1.16	—	立方体	—	0.90
テトラポッド	1.0	1.03	アクモン	—	1.18
クオドリポッド	1.0	—	トリポッド	—	1.05
ヘキサポッド	1.22	—	ビポッド	—	1.08

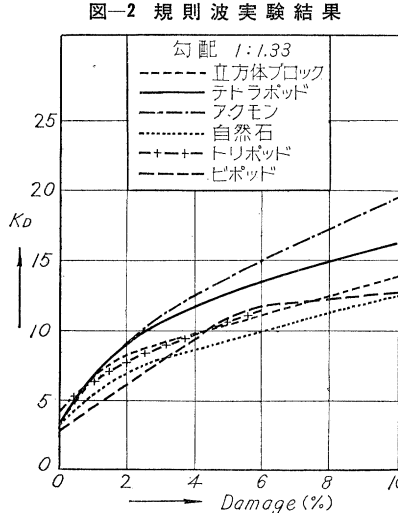
表-2 空けき率 (%)

被覆石	空けき率	被覆石	空けき率
アクモン	60%	トリポッド	53%
立方体	47	ビポッド	51
テトラポッド	53	自然石	45

ク数, $V: I$ 個のブロック体積, C : ブロックの形状による係数である。種々のブロックに対する C の値は表-1 に示されている。

捨石層の空けき率は表-2 に示されている。

図-2 は, 種々のブロックの破壊とその関数である K_D との関係が示されてい



る。 K_D は式 2) で与えられる。

$$K_D = H^2 / V \Delta^3 \cot \alpha \dots \dots \dots (2)$$

ここに, H : ある程度の破壊をあたえる波高, $\Delta: (\rho_s - \rho_w) / \rho_w$, ρ_s : 捨石の単位体積重量, ρ_w : 水の単位体積重量, α : 勾配の傾斜角度である。ブロック重量は K_D の値に逆比例するから, ある被覆石 X の立方体ブロック C に対するブロック重量比は式 (3) で表わされる。

$$W_X / W_C = K_{DC} / K_{DX} \dots \dots \dots (3)$$

図-3 にこの比が破壊の関数として示されている。ある面積 A 上の全被覆材材料体積 Q は式 (4) で与えられる。

$$Q = NV \dots \dots \dots (4)$$

N は式 (1) で与えられるから

$$Q = CA V^{1/3} \dots \dots \dots (5)$$

立方体ブロックに対する比は式 (6) で与えられる。

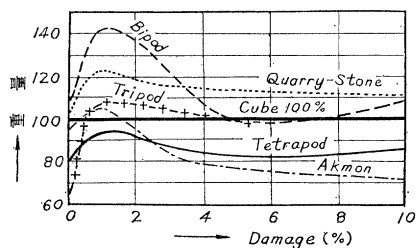
$$Q_X / Q_C = C_X / C_C \cdot (K_{DX} / K_{DC})^{1/3} \dots \dots \dots (6)$$

この関係は 図-4 に示されている。

また必要ブロック数は同様に

$$N_X / N_C = C_X / C_C \cdot (K_{DX} / K_{DC})^{2/3} \dots \dots \dots (7)$$

図-3 立方体に対する必要ブロック重量



であり、この関係は 図-5 に示されている。

図-4 立方体に対するコンクリート体積

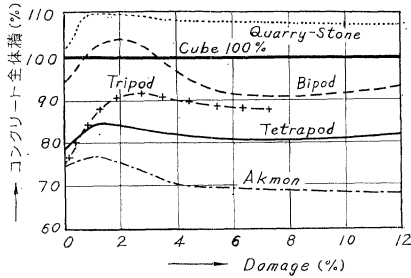


図-5 立方体に対する必要ブロック

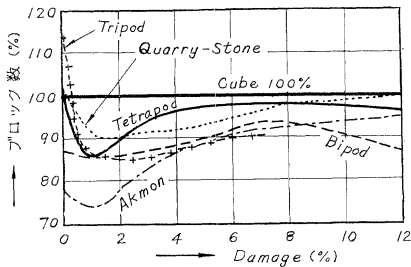


図-6 はオランダ海岸付近の波高の生起頻度を示している。

たとえば平均的に 15 年に 1 回の確率でおきる 1% の破壊にもとづく設計を行なうとする。図-6 より、それに相当する波高は 13.7 m であるから、立方体ブロックに対する変化量は、立方体ブロックを 100 とすれば表-3 のようになる。

またアクモンについての強度試験を行ない、操作中加

図-6 オランダ海岸付近の波高の生起頻度

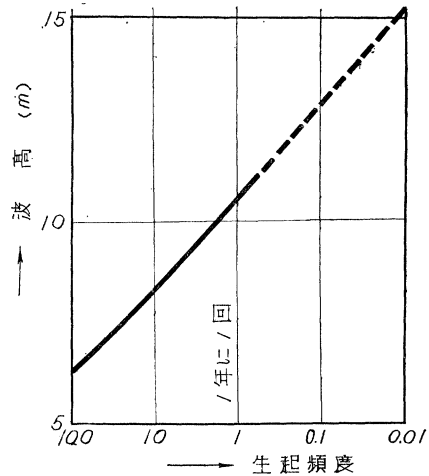


表-3

被覆石	ブロック量	全材料	ブロック数	1年1%の確率の破壊 (%)
立方体	100	100	100	5½
自然石	123	110	90	4½
テトラポッド	95	85	86	4
アクモン	105	77	75	2½

わる力あるいは波の作用時に加わる力に十分抵抗しうる形状であることが述べられている。防波堤を設計するとき、破壊基準は確率であらわされるべきであり、ある破壊をうける確率が決定されれば、この確率に関連して累積的な波の作用が決定されなければならない。

以上の結果として、現在までのところアクモンは最もすぐれた人工ブロックの一つである。(委員 森平 倫生)

書 評

東京診断
一千万都市の現実と未来

大都市問題は日本にかぎったものではなく、ニューヨークやロンドンはやはり 1000 万をこえており、そのほか 1000 万に迫ろうとしている都市も二、三ある。しかし、日本の大都市は増加の急速性と成長性にいちじるしい特色があり、それゆえに発生するひずみも大きくまた多岐である。

今日、これらのひずみに対し、各方面で多くの人がある意見や問題を提起しているが、この著書もその一つである。この書は、著者もはじめにのべているように都民のすべてに問題を投げかけ、みんなでもとにどうすればよいかを考えたいといっている。

交通、上下水道、災害、生活環境など、市民の今日の問題について至近な例を上げ、わかりやすい計量単位に換算することをわすれず一応は現状の危険性、非合理性緊迫性をうたえて、著者の目的をはたしているように思える。

しかし、今日の大都市問題の主要因子とも考えられる経済性や人間性の追求がとぼしいため、マスコミ的うたえに止まり、それゆえその力も弱く、未来への問題解

天野光三著 新潮社刊

決も安易におちいり読ませることはあっても、なにが物足りなさが残ってしまう。著者がいう「住む人が日本の他のどの都市よりも住み心地よく、不便がなくなる都市」とはどんな都市なのか、またそれが実現できるころは、そう簡単に得られるとは思われない。

それにしても、著者が結論としてはっきり述べている「東京を根本的に近代都市に生れ変わらせるためには、その手段として新首都をつくる以外にはない」ということは、首都の転出は別に考えるところとして、東京の人口集中を中心とする成長が休止し、むしろ下降線をたどった上でおこるべくとの意に解すれば、当を得たものとして賛意をおくりたい。

最後に土木技術者として、かかる観点より、最も難解な問題と取り組み、多くの資料を駆使した努力と成果に敬意を称するとともに一読をすすめたい。

著者：正員 国鉄施設局保線課
 体裁：新書判 318 ページ 定価 240 円 1963.4.10.刊
 新潮社：東京都新宿区矢来町 71 振替東京 808
 電話 (341) 7111~9 [東京大学 鈴木忠義・記]