

今月は論文集第 90 号 (38 年 2 月発行) 掲載論文として
つぎの 5 編を紹介いたします。なお、次号で紹介する第 91 号
掲載予定論文は、下記の 6 編です。

J.B. Tiedemann: The Energy Level of a Linear
Dynamic System under Random Excitation
赤井浩一・小谷 章: 不攪乱飽和粘土の圧密とせん断にお
よぼす back pressure の効果

庄司 光・山本剛夫・西田耕之助: ガス クロマイド グラ
フによる大気汚染物質測定に関する研究—低級炭化
水素成分の捕集について—

庄司 光・山本剛夫・中村隆一・西田耕之助: 澁川水質の
因子分析

小西一郎・小松定夫: 薄肉連続曲線橋構の立体的解析

末石富太郎: 等価粗度係数を用いた雨量算定法について
(英文)

飽和粘土の三軸圧密における 間げき水圧の挙動について

赤井浩一・小谷 章・足立紀尙

新たに改良試作した三軸試験装置を用いて、等方的もしくは
異方的な周圧の下で圧密する 飽和粘土試料内の間げき 水圧の挙
動を実験的に考察した 結果を述べ、その実験結果から圧密時
における試料の変形量と有効応力との関係について 詳細な検討を
試みた。

圧密中の粘土内の 間げき水の 流れの 時間的変化の様子を求め
るためには、Terzaghi が熱伝導式に 類似させて 導いた一次元
圧密の基礎方程式を 境界条件に 合うように 厳密に 解けばよい
が、実用的には 層内の 間げき水圧の 時間的変化に関する Terza-
ghi-Fröhlich の 近似解をもとに、粘土層全体の 平均間げき水
圧 u_m を算出し、この研究における 実験解析の基礎とした。す
なわち、Terzaghi-Fröhlich は厚さ h なる 粘土層が 不透水面
上において、上部に 透水面を 有するとき 一定の 初期水圧 u_0 が
かかって、間げき水が 鉛直上方にのみ 流れる場合を考え、放物
線を 圧力曲線と 仮定して 任意の 位置および 時間における 間げき
水圧の 大きさを 求めている。

今回の 実験に 用いた 三軸試験装置では、供試体の 上面より 排
水し、下面では 排水しないように して 圧密中の 間げき水圧測定
を行なっている。したがって 間げき水の 流れの 方向は 鉛直上方
のみであるから 上の 条件に そのまま あてはまる。

ところで 粘土層の 底面 ($z=h$) における 間げき水圧の 時間的
変化は 次式で 与えられる。

$$0 \leq t \leq h^2/12 c_v \text{ のとき}$$

$$u(h,t) = u_0 \dots \dots \dots (1)$$

$$h^2/12 c_v \leq t \leq \infty \text{ のとき}$$

$$u(h,t) = u_0 \exp \left\{ - \left(\frac{3 c_v t}{h^2} - \frac{1}{4} \right) \right\} \dots \dots \dots (2)$$

ここに u_0 は時刻 $t=0$ における 間げき水圧の 初期値、 c_v は 圧
密係数である。

つぎに 粘土層全厚に対する 平均間げき水圧 u_m は 次式のよう
に 求まる。

$$0 \leq t \leq h^2/12 c_v \text{ のとき}$$

$$u_m(t) = u_0 \left(1 - \frac{2\sqrt{3} c_v t}{3h} \right) \dots \dots \dots (3)$$

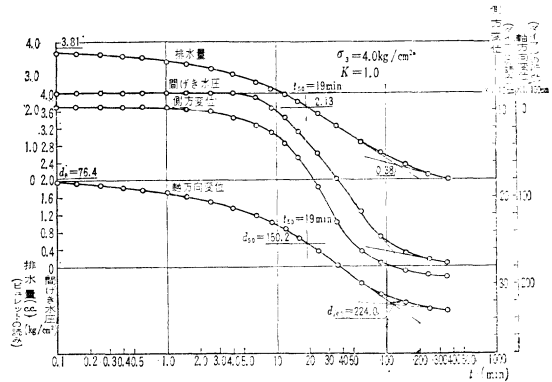
$h^2/12 c_v \leq t \leq \infty$ のとき

$$u_m(t) = \frac{2}{3} u_0 \exp \left\{ - \left(\frac{3 c_v t}{h^2} - \frac{1}{4} \right) \right\} \dots \dots \dots (4)$$

乱さない 正規圧密飽和粘土の 供試体を 直径 35 mm、高さ 20
mm の 円柱形に 成形し、側方ひずみ計を 備えた 三軸装置の 圧縮
室に 水中セットした。これらの 供試体を 側圧 $\sigma_3=1 \text{ kg/cm}^2$ な
いし 4 kg/cm^2 で それぞれ 等方的 圧密を行ない、また $\sigma_3=1$
 kg/cm^2 の 側圧に対しては、主応力比 $K=\sigma_3/\sigma_1$ を 0.5 から
1.0 まで 変化させて 異方的 三軸圧密を行ない、これらのおの
の について 間げき水圧、鉛直軸方向ひずみ、側方ひずみおよび
排水量の 時間的変化を 測定した。

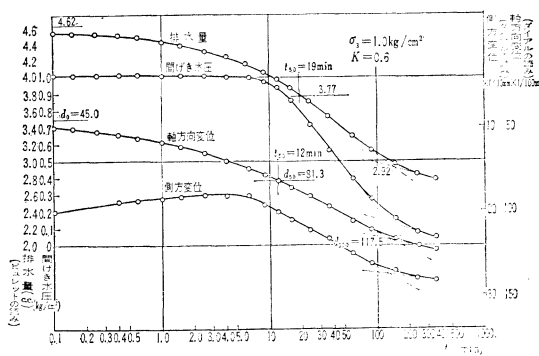
種々の 主応力比 $K=\sigma_3/\sigma_1$ を 用いた 三軸圧密試験に において 測
定した 乱さない 粘土試料の 間げき水圧、排水量、軸方向変位お
よび 側方変位を 時間の 対数に対して プロットした ものの 代表例
を 図-1 に 示す。この 図において 間げき水圧は 他の 測定値に くら
べて 異なった 挙動を 示し、圧密開始後 5 分~10 分間は (側圧に

図-1 三軸圧密における 間げき水圧、排水量、軸方向
変位および 側方変位の 時間曲線



等しい 一定値を保つ。これは 間げき水圧の 測定が 供試体の 底面
でなされたことに 起因するものである。したがって 実測間げき
水圧から この 試料の 圧密中の 挙動を ただちに 考察することは
できないので、つぎのような 方法によった。すなわち 実測間げき
水圧を用いて 式 (2) より 試料の 圧密係数 c_v の 値を 算出する。
これは 実験中 各測定時刻ごとに 求められるから、もし c_v の 時
間的変動が あまり 激しくない 場合には、その 平均値 \bar{c}_v をもっ
て 圧密期間全体に対する 代表値と することができる。この \bar{c}_v
を (3),(4) 式に 代入して 任意の 時刻における 平均間げき水圧
 $u_m(t)$ を 算出するのである。圧密係数 c_v の 時間的変化を 調べ
ると 図-2 の ようになり、 c_v は 有効応力の 増加につれて 次第

図-2 圧密係数 c_v の 時間的変化



に減少する。これは圧密中透水係数 k の減少率が体積圧縮係数 m_v の減少率より大であるためと考えられる。 \bar{e}_v として Casagrande の $\log t$ 法で求めた圧密係数を用い、これを式 (1), (2) に代入して供試体下端での間げき水圧を逆算したが、実測のものと同様一致した。

つぎに圧密中の平均有効応力と体積ひずみの関係については、通常の弾性法則にしたがう等方性物質では、有効主応力の増分 $\Delta\sigma_1', \Delta\sigma_2', \Delta\sigma_3'$ による容積変化は

$$\frac{\Delta V}{V} = -m_v \frac{\Delta\sigma_1' + \Delta\sigma_2' + \Delta\sigma_3'}{3} = -m_v \cdot \Delta\sigma_m' \dots (5)$$

で与えられる。ここに m_v は平均体積圧縮係数である。

図-3 平均有効応力と体積ひずみの関係

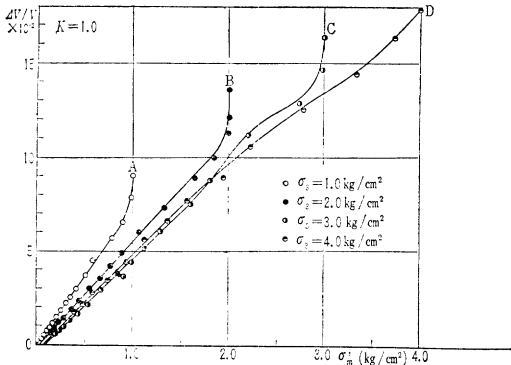
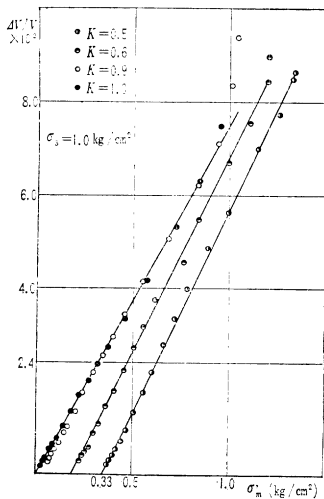


図-3,4 は圧密中の平均有効応力 σ'_m と体積ひずみ $\Delta V/V$ の関係を表わしている。図-3 は等方的圧密に相当するが、このとき σ'_m と $\Delta V/V$ との関係は圧密の終期を除いて直線的であることが明らかである。このことから式 (5) が成立することが実験的に証明された。圧密の終期に平均有効主応力が一定となるにもかかわらず体積ひずみが進行することは注目すべき現象である。この等方圧密における二次圧密に類似の現象は、初

図-4 平均有効応力と体積ひずみの関係 (σ_3 :一定)



期還元圧を用いないための試料の不飽和化に原因する見かけのものと考えられる。しかし図-3 の 100% 圧密の最終点 A, B, C, D... を結んで得られる曲線を半対数紙上に σ'_m に対して求めると直線となり、 $e-\log p$ 曲線が正規圧密領域で直線となるという定説と一致する。一方図-4 より異方的圧密における σ'_m と $\Delta V/V$ の間にも直線関係が存在する。ただし、この場合 σ'_m の初期値は 0 でなく、主応力比 K に応じて一定の値をも

ち、 K が小さいほど初期値 σ'_{m0} は大きく出る。

圧密を開始した瞬間においては試料よりの排水はなく、体積ひずみが生じないから、 σ'_{m0} は異方周圧によるせん断ひずみに費された平均有効応力であるといえる。この点を間げき水圧の

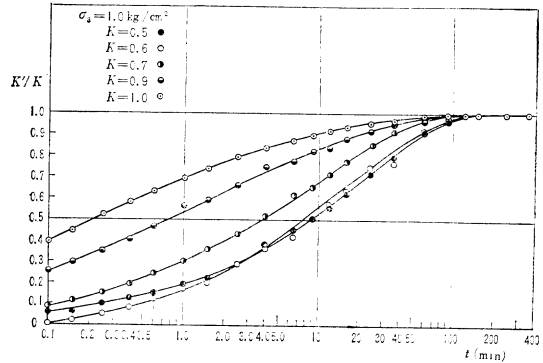
面から考察すると、間げき水圧の初期値 u_0 は等方周圧下の場合と同様側圧 σ_3 にほとんど等しい。このことから、圧密開始直前にはつぎの関係が成立する。

$$\sigma'_{m0} = \sigma_{m0} - u_0 = \frac{1-K}{3K} \sigma_3 \dots (6)$$

たとえば $\sigma_3 = 1.0 \text{ kg/cm}^2$, $K = 0.5$ の場合、 σ'_{m0} は式 (6) より 0.33 kg/cm^2 となり (図-4 参照)、これが主応力差として試料のせん断ひずみに寄与するものである。

つぎに式 (5) の平均体積圧縮係数 m_v の特性を考察すると、 m_v は $\Delta V/V \sim \sigma'_m$ 関係の直線部分の勾配であり、図-3 より等方的圧密の場合には σ'_m が増すにしたがい m_v が減少し、一方図-4 より m_v と K との関係については、 K が減少するほど m_v が大きくなる。

図-5 圧密中の有効主応力比の経時変化



最後に圧密中の有効主応力比 $K' = \sigma'_3 / \sigma'_1$ の時間的変化を調べると、図-5 が得られた。この図で下側に位置する曲線ほど所定の K'/K に到達するに要する時間が大であるから、 K 値の小さい (異方性の度合いが大きい) ものほど圧密中の間げき水圧の消散が遅れることを示している。(1962.5.7. 受付)

筆者：赤井・正員 工博京都大学教授 工学部土木工学科
小谷・正員 元京都大学大学院工学研究科学生
足立・学生員 京都大学大学院工学研究科学生

種々の移動荷重をうけるはり構造の基礎方程式とその応用

平井 一 男

移動荷重が橋梁上を移動するとき、橋梁に生じる動的影響を調べる問題は重要なことであるから、多くの人によって研究されてきている。今まで行なわれてきた解析では、主として、はりのたわみ振動の微分方程式

$$EI \frac{\partial^4 v}{\partial x^4} + \rho \frac{\partial^2 v}{\partial t^2} = p(t, x) \dots (1)$$

を直接解いて求めるか、または、橋梁と移動荷重のエネルギーを求めて、これを Lagrange の運動方程式に代入するなどの方法がとられてきている。

しかしながら、橋梁が、単純ばりと考えられるような簡単な構造物であり、また、移動荷重も、機関車のように一つの質量のみを有する簡単な振動系の場合には、上記の方法によって運動方程式を誘導することも可能であるが、橋梁が、複雑なはり構造 (連続ばり・ゲルバーばり・格子桁) となり、移動荷重も、自動車のように、スプリング部の固体摩擦、タイヤ部における非線型要素を考慮しなければならない複雑な振動系となる。

と、上記の方法による解析は非常に困難をとまうことが予想される。

以上のようなわけで、この研究では、最初から構造物が移動荷重之うけを考えるとせず、橋梁の任意の固定点に外力 $P(t)$ を作用させ、そのときの任意の点におけるレスポンスを求める運動方程式を誘導し、その運動方程式をもととして、その橋梁を簡単な等価力学モデルに置きかえたのち、移動荷重の問題に発展させる解析法をとった。この方法によれば、橋梁が共振振動を行ない、その固有振動数、振動モードが求められるかぎり、基礎方程式を簡単に誘導することができるので非常に便利と考えられる。

いま、梁構造物の m 次の固有角速度を ω_m 、振動モードを $\phi_m(x)$ とする。振動モード $\phi_m(x)$ の振幅の大きさは任意に選ぶことのできるものであるから、これを、

$$\int \rho \phi_m^2(x) dx = 1$$

ここに ρ はりの単位長さあたりの質量なる条件を満足するようにして決定し、このときの振動モードを $\Phi_m(x)$ と表わすことにする。このとき、図-1 のように外力 $P(t)$ が $x=j$ 点に作用するとき、任意の点 x における m 次の振動モードに対するたわみ v_m を求める微分方程式は式(2)で与えられる。

図-1



$$\ddot{v}_m + \omega_m^2 v_m = \Phi_m(x) \Phi_m(x=j) P(t) \dots \dots \dots (2)$$

また、 i 点のたわみ v は各モードのたわみの和として式(3)にて求められる。

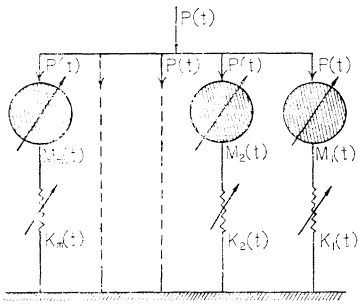
$$v_m = \sum_{m=1}^{\infty} v_m \dots \dots \dots (3)$$

荷重が移動する場合には、単に荷重位置を時間の関数 $x=j(t)$ として代入すればよい。

一般に、一つの質量とバネからできている振動系は、2階の微分方程式で表わされる。したがって図-1の振動系は式(2)、(3)を考慮すると、図-2に示す簡単な力学モデルにて置きかえることができる。このとき、等価質量 $M_m(t)$ 、等価バネ定数 $K_m(t)$ は式(4)にて与えられる

$$\begin{aligned} M_m(t) &= 1/\Phi_m(x) \Phi_m(x=j(t)) \\ &= j(t) \\ K_m(t) &= \omega_m^2 / \Phi_m(x) \Phi_m(x=j(t)) \\ &= j(t) \end{aligned} \dots \dots \dots (4)$$

図-2



このように、移動荷重の問題を、単純化した等価モデルで表わして考えると、荷重が複雑な振動系からできている場合でも、基礎方程式は単に連成振動の問題として容易に誘導することができる。

たとえば、荷重が、バネ下質量 m_1 、バネ上質量 m_2 、バネ定数 k なる振動系からできているとき、この等価モデルは

図-3

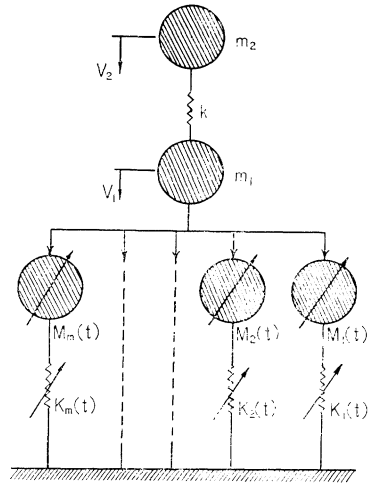


図-3にて示される。このとき、この運動方程式は(5)式にて表わされる。

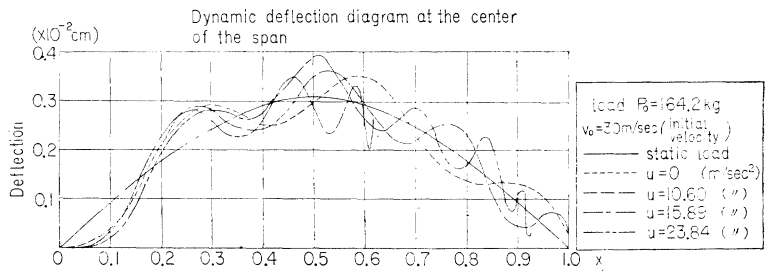
$$\begin{aligned} m_2 \ddot{v}_2 &= -k(v_2 - v_1) + m_2 g \\ m_1 \ddot{v}_1 &= k(v_2 - v_1) + m_1 g - X \\ V_1 &= \sum_{i=1}^{\infty} [v_i \Phi_i(x=j(t)) / \Phi_i(x)] \\ M_1(t) \dot{v}_1 &= -K_1(t) v_1 + X \dots \dots \dots (5) \\ M_2(t) \dot{v}_2 &= -K_2(t) v_2 + X \\ &\dots \dots \dots \\ M_m(t) \dot{v}_m &= -K_m(t) v_m + X \end{aligned}$$

特別な場合として、荷重が一定加速度で減速しながら単純ばり上を移動するときの解を求め、数値計算を行なった。数値計算に使用した橋梁は、昭和32年に大阪市に架設された長堀川新橋である。

この橋の諸定数はつぎのとおりである。
 スパン $l=30.6$ (m)、固有角速度 $\omega_m=17.93$ m²(rad/sec)
 全重量 $W=321.9$ (ton)、曲げ剛性 $EI=3.107 \times 10^{18}$ (kg-cm²)
 計算結果の一例を図-4に示す。

計算結果より、荷重が、初速度 108 km/h、加速度 15.9 m/sec² で移動するとき最大たわみを生じ、その増加率は、等速度で荷重が移動する場合と比較して約 15% 程度であり、また、加速度の大きさがこれより大きくなると、たわみはむしろ減少する

図-4



傾向にあることがわかる。(1962.6.26. 受付)
 [筆者：正員 熊本大学助教授 工学部応用力学科]

全酸化過程における BOD 除去と浮遊物質質量の変化

合田 健・北井克彦

活性汚泥法には種々な変法、模倣法があるが、全酸化法すなわち トータル・オキシデーションは、いわゆる自酸化 (Auto Oxidation) 過程をふくむ長時間曝気処理で、各種の廃水に対し応用研究がなされ、一部にはかなりの成功を見ている。流入下水、廃水の BOD と曝気槽内浮遊物量とで構成される負荷基準が適正範囲にあり、活性スラッジの成長率が栄養物質とバランスを保てば、バッチ式であれ連続式であれ、かなりの浄化成績を期待することができ、また処分すべき余剰スラッジ量も推算することができる。さて、自酸化過程をふくむ長時間曝気においては、McCabe や Eckenfelder の説明では全過程が Constant Growth, Declining Growth および Auto Oxidation の 3 相からなり、ある時刻における BOD 除去やスラッジ成長率は上のどれかの相に属するとして説明され、公式化されている。

これに対して著者らの考えは、つぎのとおりである。すなわち BOD 物質がスラッジに栄養として摂取されるのは動的接触の機会の多少が重要な支配因子の一つであり、これには曝気槽水流に関する諸水理学的因子が当然関係するが、一応考察の第 1 段階として、施回流の強さ、すなわち槽内乱流の規模、分散気泡の径、分散密度が一定であるものと仮定すると、気体中の 2 種の分子の衝突合一率と同様に、BOD 物質の減少速度は BOD 物質濃度とスラッジ濃度との相乗積に比例することになる。

$$-dL/dt = K_1 LS \dots\dots\dots (1)$$

L, S はそれぞれ BOD およびスラッジの濃度を表わし、 K_1 は係数で $(\text{ppm}\cdot\text{hr})^{-1}$ の元をもつ。一方、Declining Growth Phase においては通常 Auto Oxidation がすでに進行していると考えるのが自然であるから、この期においてはスラッジ合成と自酸化の両作用を考慮して、スラッジ増殖率は

$$dS/dt = -a dL/dt - K_2 S \dots\dots\dots (2)$$

と表わせる。 a は除去された BOD のうちスラッジ生物に栄養として吸収されるものの割合を示す。 K_2 は自酸化に関する係数で $(\text{hr})^{-1}$ の元をもつ。一方、溶存酸素の消費率は次式によって与えられる。

$$dO_2/dt = -a' dL/dt - \gamma a dL/dt + \beta K_3 S = \alpha dL/dt + \beta K_3 S \dots\dots\dots (3)$$

a' は除去された BOD のうち直接酸化されるものの割合で、 γ は単位量のスラッジ合成に要する酸素量を表わす。 β は自酸化に際して単位量スラッジの酸化に必要な酸素量比率を示す。

これらの 3 式を基礎として曝気浄化装置の BOD スラッジ量、酸素吸収機構が説明されるのである。この理論式の適合性を調べるため、図-1 に示すような、上下動式格子型かく拌装置つきの 50 l 容量のバッチ式全酸化槽により実験を行なった。BOD、浮遊物質質量、溶存酸素量は 1/4~1/2 時間ごとに測定し、得られた結果から K_1 値の時間的変化を求め、 $8 \times 10^{-5} \sim 3.8 \times 10^{-4} (\text{ppm}\cdot\text{hr})^{-1}$ なる範囲にあることが判明した。この実験の試料原水は Pasveer の処方したと同じ人工下水で、これに京都市鳥羽下水処理場で培養した活性汚泥を加え、曝気時間、ミキサのかく拌周期、最初 BOD 値などを種々に変えたデータにもとづくものである。測定された DO 値および S 値は理論式の示す傾向とかなりよい一致を示した。

つぎに、Weston ちが行なった蔗糖溶液に対する同様なバッチ酸化の実験データについて上と同様な検討を試み、やはり満足すべき成果をうるることができたが、その結果を図示すると、図-2, 3, 4 のように、定性的には満足すべき成果が得られた。なお、提案した理論式中の重要因子である K_1, K_2, a, a', α

図-2 BOD 測定値 (Weston) と理論式

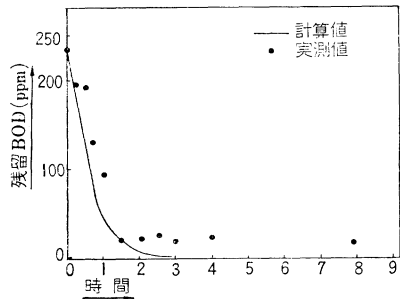


図-3 熱的減量測定値 (Weston) と理論式

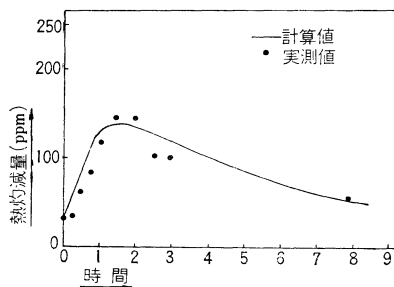
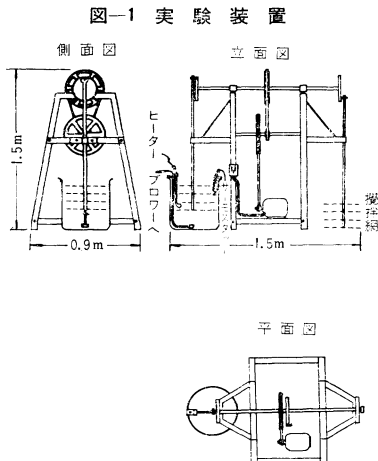
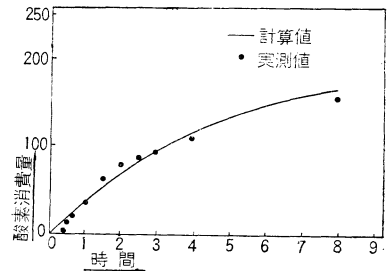


図-4 酸素消費量測定値 (Weston) と理論式



およびβなどの値を見出すこともそう困難なことではない。

こうしたデータが、関係のある各種の基質について、物理、化学的条件をいろいろに変えて求められておれば、複雑な性格をもつ都市下水や工場排水の活性汚泥処理におけるBOD減少率やスラッジ成長率を予測することができ、設計、操作にはっきりした基準が得られる。なお、この論文ではAuto-Oxidation, Constant sludge growth, Declining sludge growthの各相間に存在するはずの時間的ズレについてははっきりしたことがわからぬまま、これについては、各基質ごとのパッチ酸化テストを実験室的規模で行なって解明してゆく予定である。

(1962.7.9. 受付)

〔筆者：合田 正員 工博 京都大学教授 衛生工学科〕
 〔 北井 正員 工修 神鋼ファウドラ―研究部員〕

浄水場において規準水質を超過する日数の推定

佐藤 尚徳

1. 緒 言

浄水場における水質管理上、または水質汚濁防止の汚濁規制上、浄水場で浄水水質が規準水質が越える度(日)数を推定する必要が生ずる。

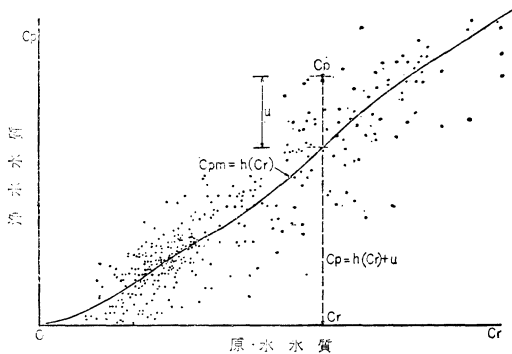
筆者はその推定のモデル(条件と適用式の組合せ)を提案しようとするものである。

2. 浄水場の浄化能力

(1) 原水水質と浄水水質の分布

原水水質と浄水水質の観測値を 図-1 として表わすと、両者の間にはある相関関係のあることが予想される。

図-1 原水水質と浄水水質の分布



(2) 浄化能力を表わす関数

浄化能力を表わす関数として、浄水水質の平均値 C_{pm} は次式である。

$$C_{pm} = h(C_r) \dots \dots \dots (1)$$

また、一般に浄水水質 C_p は次式で表わされる。

$$C_p = h(C_r) + u \dots \dots \dots (2)$$

u : かく乱

さらに、同一プロセスを用いて浄化を行なう場合には同一除却率を期待できると考えられるので、能力関数 $h(C_r)$ は次式であると考へた。

$$C_{pm} = h(C_r) = \alpha + \beta \cdot C_r \dots \dots \dots (3)$$

したがって

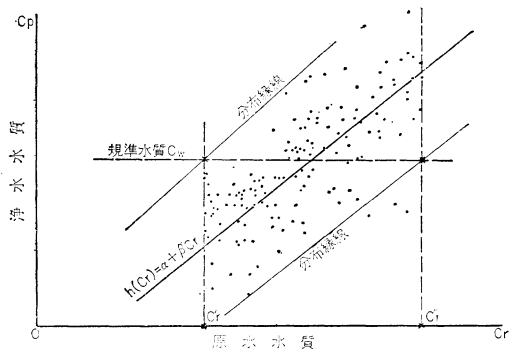
$$C_p = h(C_r) + u = \alpha + \beta \cdot C_r + u \dots \dots \dots (4)$$

(3) 標本の抽出

本論文の命題が規準水質 C_w を越える日数の推定であるから、図-2 において、規準水質 C_w について超過・非超過の確率 100% を与える原水水質 $C_r' < C_r > C_r''$ に注目し、 $C_r' > C_r > C_r''$ である原水水質 C_r とこれに対する浄水水質 C_p に関する標本は整理対称から除外することとした。したがって標本範囲は

$$C_r' < C_r < C_r'' \dots \dots \dots (5)$$

図-2 規準水質と分布線



(4) N 浄水場における能力関数

能力関数の決定について、次の4条件を仮定した。

条件1 $C_w = 10$ ppm

条件2 $20 \text{ ppm} < C_r < 48 \text{ ppm}$

条件3 $C_{pm} = h(C_r) = \alpha + \beta \cdot C_r$

$$C_p = h(C_r) + u = \alpha + \beta \cdot C_r + u$$

条件4 u は $N(C_{pm}, \sigma^2)$

このような条件下で能力関数は

$$C_{pm} = -0.64 + 0.34 \cdot C_r \dots \dots \dots (3)'$$

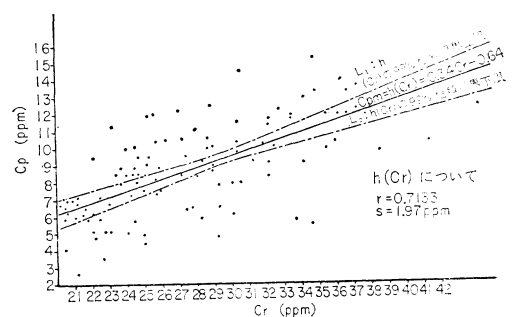
式(3)の信頼限界は次式で表わすことができる。

信頼上限(+), 信頼下限(-)は

$$L = \alpha + \beta \cdot C_{r0} \pm t_{\alpha} \cdot s \cdot \sqrt{\frac{1}{n} + \frac{(C_{r0} - \bar{C}_r)^2}{\sum (C_r - \bar{C}_r)^2}} \dots \dots (6)$$

式(3),(6),(7)を揃くと 図-3 のようになる。

図-3 能力関数と信頼曲線



(5) 浄水水質が規準水質を越える確率

新しく次の条件を立てる。

条件5 u は上限が $N(L_1, s^2)$, 下限が $N(L_2, s^2)$

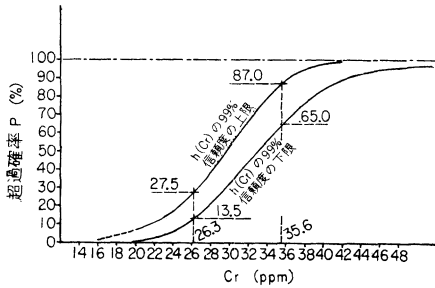
これらの条件のもとで浄水水質が規準水質を越える確率は次式で表わすことができる。

$$P = \frac{1}{2\pi} \int_z^{+\infty} e^{-\frac{z^2}{2}} \cdot dz \dots \dots \dots (8)$$

$$z = \frac{\left[C_w - \left\{ \alpha + \beta \cdot C_r \pm t_{(\alpha)} \cdot s \cdot \sqrt{\frac{1}{n} + \frac{(C_r - \bar{C}_r)^2}{\sum (C_r - \bar{C}_r)^2}} \right\} \right]}{s} \quad \dots\dots\dots (9)$$

N 浄水場の式 (8) の実数を描くと 図-4 のとおりとなる。

図-4 原水水質と浄水水質が ppm を越える確率



3. 流水の水質

(1) 流水の水質の構成

流水の水質 C は次式で表わすことができる。

$$C = C_n + C_a \quad \dots\dots\dots (10)$$

また $C_n = \text{const} \quad \dots\dots\dots (11)$

$$C_a = p_s' / q_r \quad \dots\dots\dots (12)$$

であるので

$$C = C_n + p_s' / q_r \quad \dots\dots\dots (10)_2$$

(2) 流量と水質

式 (10)₂ を N 浄水場の取水河川である M 川について計算すると 図-5 のようになる。

(3) 流量の発生度数

流量の発生度数は流水の水質の発生度数であり、浄水場原水の発生度数である。

川が定まれば発生度数 D は次式で表わされる。

$$D = f(q_r) \quad \dots\dots\dots (13)$$

M 川の流量累積度数を描くと 図-6 のとおりとなる。

4. 浄水場で規準水質を超過する日数

既述の諸式を用いて浄水場で規準水質を超過する日数 D' を推定することができる。すなわち

$$D' = \int_{q_r} P \cdot D \cdot dq_r \quad \dots\dots\dots (14)$$

N 浄水場について推定計算日数と実日数を示すと 表-1 のとおりである。

図-5 流量と水質

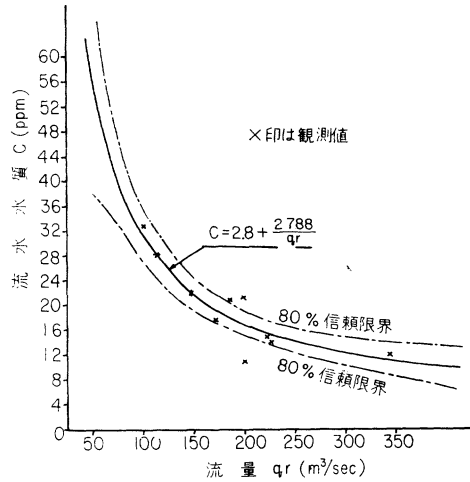
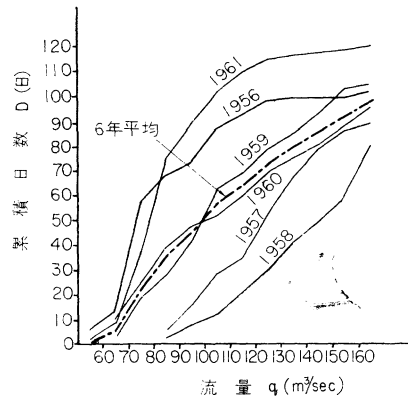


図-6 流量と累積日数



6年間の各年と平均の7個の実際と推定とにおいて、推定外であるのは60年の1個だけであることは、提案した推定のモデルの確かさを立証するものといえよう。

また、途中で用いた推論上の仮定も、結果的には事実を説明できたので、このような推定モデルでは工学上支障がなかったといえる。

(1962.7.11. 受付)

[筆者：正員 総理府技官 経済企画庁水資源局水質調査課]

表-1 測量発生日数 D_i , 超過確率 $P_{i1,2}$, 超過推定日数 D'_{i2} および表日数

区間番号 i	流量区間 q_{ri} (m³/sec)												超過日数 D'_{i2}		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	日実日数	推定日数	
超過確率 P_i	上限 1	100	100	98.5	87.0	65.5	47.5	33.0	21.5	15.0	11.0	8.0	6.0		
	下限 2	91.0	94.3	85.5	65.0	45.5	29.0	17.0	9.0	5.0	2.5	2.0	0		
流量発生日数 D_i	1956	6	7	45	10	5	13	6	5	1	0	0	2	77	65.0~78.8
	1957	0	0	0	5	10	13	6	18	15	11	7	3	16	15.4~27.1
	1958	0	0	0	2	6	4	8	10	10	9	10	21	10	8.3~16.9
	1959	0	10	15	14	8	5	8	9	6	5	7	7	49	38.2~52.3
	1960	0	3	16	9	14	20	7	9	6	8	9	2	56	37.2~52.1
	1961	2	7	29	37	14	12	8	4	2	1	1	1	82	69.0~86.0
	平均	1.3	4.5	17.5	12.8	9.5	11.1	7.1	9.1	6.6	6.5	5.6	6.0	43	38.9~52.3

註-1) q_r は 50 m³/sec 以下はほとんど生じない。

2) q_r の 170 m³/sec 以上は超過確率が小で、超過日数にほとんど影響しないので省略した。

3) 超過確率は p_s' の現状 $p_s' = 2788 / q_r \text{ sec}$ と、 q_s については各区間の中央値を用いて計算した。

単純支持曲線桁橋の立体的解析

小西一郎・小松定夫

曲線橋の解析に関しては、立体トラスの理論にもとづく *Gottfeldt* の公式が最も広く知られている。

ところが、一般に曲線並列桁橋などに関しては、曲線桁構造の特性として、内側主桁と外側主桁の曲げモーメントがかなり違って来る。したがって、これに応じて主桁の剛性は全部相異なるように設計することになる。このような場合に、主桁間の荷重分配の概念からすれば、あくまで主桁相互間の曲げ剛さとかねじり剛さの比が各主桁の断面力に影響するものと考えられる。しかし *Gottfeldt* の公式にはそのような因子が全くふくまれていない。

本文では、すでに発表した「薄肉曲線桁の基礎理論⁽⁴⁾」にもとづくものである。そして曲線桁橋全体が横繫材で結合されて横断面形状が変化しないものと考え、桁橋全体の曲げとねじりの連成関係を考察し、橋断面の断面力と変形量の橋軸方向変化状態を明らかにした。その解を文献(1)の基礎式に用いることによって、横断面任意点の応力およびたわみを求める。

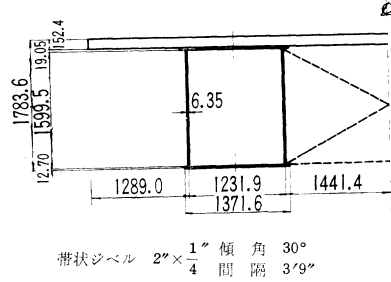
図-1 に示す King County 橋と同じ断面寸法を有し、曲線にそう支間長 33.527 m、曲率半径 30 m の曲線合成箱桁橋について計算した結果によって、その静力学的特性を知りうる。

(1) 影響面

集中荷重 $P=1$ が橋面上を移動する場合に、断面力および変形量に関する影響面を示せば、つぎのようである。

- ① 中央断面の曲げモーメント(図-2)
- ② 中央断面の曲げねじりモーメント(図-3)
- ③ 端部断面の合せん断力(図-4)
- ④ 端部断面の合ねじりモーメント(図-5)
- ⑤ 外桁中点のたわみ

図-1 King County 橋の横断面寸法



み(図-6)

⑥ 内桁中点のたわみ(図-7)

(2) 橋断面内の応力分布

全橋面にわたり等分布荷重が作用する場合について応力分布

図-2 曲げモーメント M_y

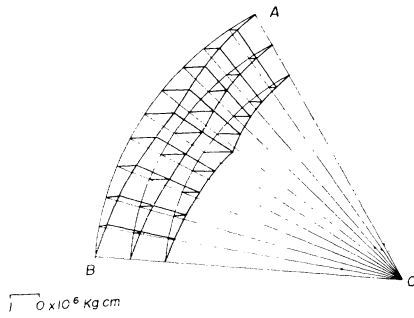


図-4 端部合せん断力 Q

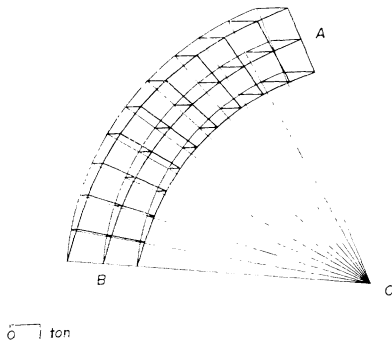


図-6 外桁中点のたわみ δ_o

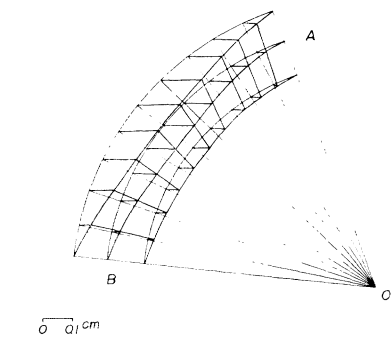


図-3 曲げねじりモーメント M_{tw}
影響面 $P=1$ t

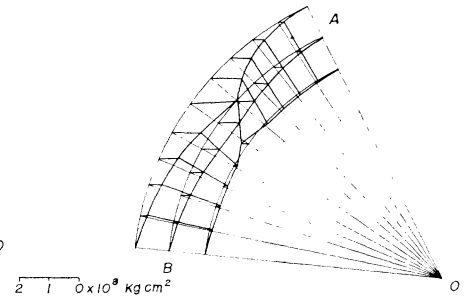


図-5 端部合ねじりモーメント T
影響面 $P=1$ t

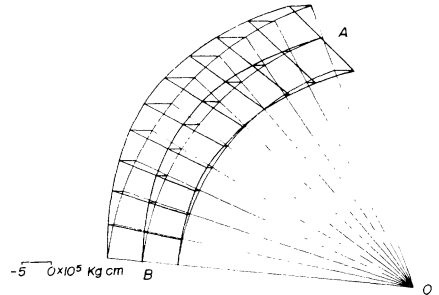
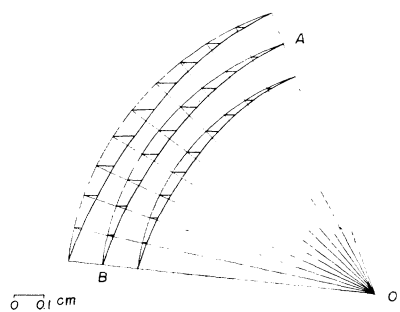
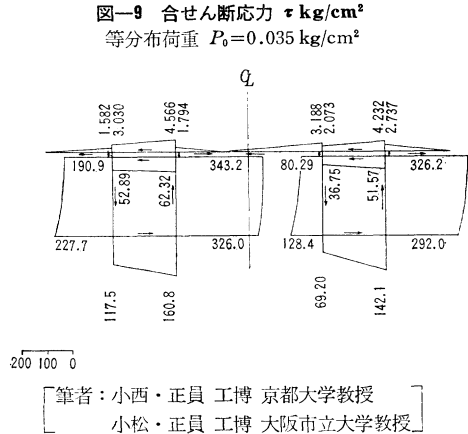
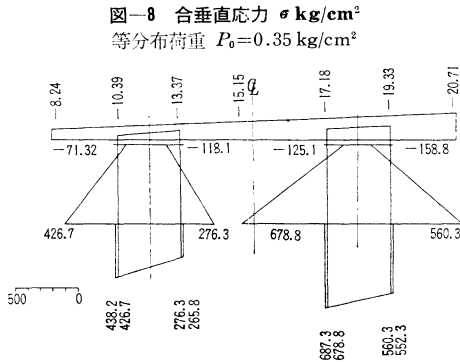


図-7 内桁中点のたわみ δ_i



状態を示すと、つぎのようである。

- ① 中央断面の垂直応力(図-8)
- ② 端部断面のせん断応力(図-9)



論文集第 88 号 残部 頒布 について

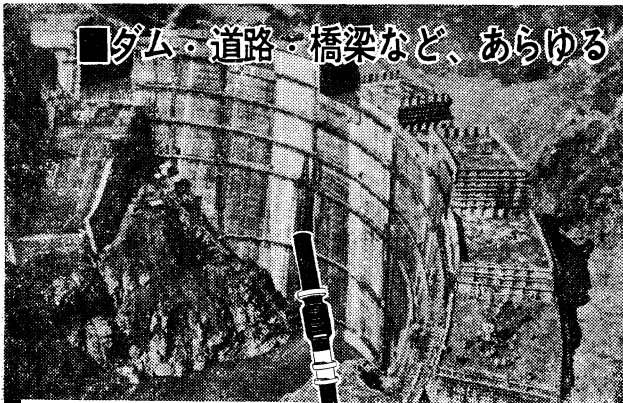
論文集第 88 号には下記の 2 論文が収録されております。ご希望の方は残部がありますので学会までご連絡下さい。

坂本 貞雄：トンネルの鋼アーチ支保工に関する研究

杉木 六郎：鉄筋コンクリート ボールおよびくいに用いるコンクリートの施工方法に関する研究

体 裁：B 5 判 49 ページ 定価：150 円 (〒 20 円)

注：本文の概要は学会誌第 47 巻 12 号 78~80 ページにあります。



■ダム・道路・橋梁など、あらゆる

新製品 三軸変位計

応力測定機器の総合メーカー

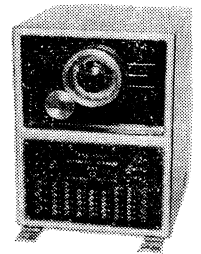


(旧社名 株式会社 共和無線研究所)

株式会社 共和電業

本社 東京都港区芝西久保明舟町19
電話 東京 (501) 代表 2444 番
営業所 大阪・名古屋・福岡
出張所 札幌・広島

新製品 ASB-35F 自動切換ボックス



応力測定機器の総合メーカー

■土木計測の各種カールソン型計器をつくってきた《共和電業》では、新分野一計測のために、スベリ変位計、三軸変位計、剪断変位計、岩盤圧縮変位計など、新製品を設計・製作いたしました。

■そのごさらに、土木計測の《自動化》を研究、計測の《完全自動化とスピードアップ》を実現！応力測定総合メーカーとして強い信頼をうけております。

■共和電業では、土木構造物とくにコンクリート構造物の応力測定に関する、プランニングからデータ整理までの一貫した作業を《土木計測の技術コンサルタント》として広く土木産業界に奉仕しております。

■くわしいことは本社広報係までお問合せ下さい。カールソン計器他40数点の、当社製品総合カタログをお送りいたします。