

文 献 抄 録

文献調査委員会

アメリカにおける構造工学の研究課題と研究費

Proc. of A.S.C.E., ST/川口 昌宏

常温および高温時における古いコンクリートのクリープ

Jour. of A.C.I./藤井 敏郎

アースダムの地震応答

Proc. of A.S.C.E., SM/吉田 裕

水路断面拡大部にパップルピアを使う

Proc. of A.S.C.E., HY/石崎 勝義

下水処理場の計画における危険の評価

Proc. of A.S.C.E., SA/松尾 友矩

アメリカにおける構造工学の研究課題と研究費

“Research Needs in Structural Engineering for the Decade 1966~1975”

Report by the Committee on Research, Structural Division, ASCE

Proc. of A.S.C.E., ST Vol. 92, No. 5, pp. 287~311 (1966)

ASCE は、アメリカで1966年から1975年の10年間に必要な土木関係の研究費を調査した。そのうち構造部門をまとめたのがこの報告である。関係者は J.D. Hattiwanger を委員長とし、L.S. Beedle, A.D. Freas, P. H. Kaar, J. Penzien らが名を連らねている。

総額 832 億円に達する研究費は、テーマ別に示すと表一のごとくである。これを消化するには年間 6000~7000 名の研究員とその 2, 3 倍の補助員が必要であろうと考えられている。この数は現状の 3 倍近い人数である。

表一 将来 10 年間に必要な研究費

(単位：億円)

1. 構造解析および設計法	146
2. 電子計算機の利用法開発	91
3. 石工および鉄筋コンクリート	120
4. 金属構造物	146
5. 構造用プラスチック	66
6. 木構造	33
7. 埋設構造	73
8. 宇宙における構造物	33
9. 水中構造物	33
10. 新構造材料および構造形式	73
11. 新技術の実用化	18
合 計	832

表一に示された研究課題の詳細は次のようなものである。

1) 構造解析および設計法

- すべての構造要素を含めた構造物の立体的解析
- 荷重、材質、製法などを考慮した最適設計法
- 小型模型実験法
- 非弾性域を考えた動的設計法
- 塔の合理的設計

2) 電子計算機の利用法開発

- 電子計算機による自動設計および製作管理

3) 石工および鉄筋コンクリート

- 版、折板構造
- 構造物中の部材が実際に示す挙動
- せん断、斜せん断、クラック、付着などの解明
- ねじりを受ける部材の強さ
- 荷重と変形の関係、極限設計法
- 引張りに強いコンクリート、高強度コンクリートの開発
- 合成構造、プレキャスト構造の継手
- PCの経済性
- 石工の強さ
- プラスチックなどの鉄筋に代わる材料および工法

4) 金属構造物

- 新しい材料による圧縮部材の強さおよび圧縮部材における残留応力の影響と製法、構造全体の座屈
- 網構造
- 軽合金の利用法
- 高次不静定構造、立体構造、橋などに対する極限設計法の適用
- サンドイッチ構造
- 箱桁、プレストレス桁、曲がりはり、高張力鋼と普通鋼の組合せはり
- 溶接量および残留応力を考慮した鋼床板の研究と利用法
- 管構造の継手
- 部材、継手、および構造全体の疲労
- 環境と破壊、応力分布と破壊伝ば
- 吊構造とケーブル材

5) 構造用プラスチック

- 温度効果、クリープ、疲労
- プラスチック部材の強さと強化法
- 継手
- PS用強化プラスチック ストランドのアンカー方法
- 強化プラスチックと他材料の合成構造
- 設計法

6) 木構造

- 木とコンクリート、木とプラスチックなどの合成構造
- 木構造、合板構造の解析
- 耐火処理による材質変化
- 継手

7) 埋設構造

- 耐核爆発構造としては地中に埋設された構造が適している。
- 外力の調査
 - 地盤と構造との相関関係
 - 構造に生ずる応力
 - 雪あるいは氷中の埋設構造

8) 宇宙における構造物

宇宙関係者と十分連絡を保ち、資料をととのえる必要がある。これにより、構造物の形、材料、工法について研究する。

9) 水中構造物

将来、ますます、食糧と鉱物資源を、海に求めるようになると予想されるので、水中構造物の外力、材料、施工法について研究する必要がある。

10) 新構造材料および構造形式

従来、2次的であったこの方面の研究を、1次的な問題とする必要がある。自然界から有益な着想は得られないか。混合材とか中に液体を詰めた構造の利用。

11) 新技術の実用化

実験室と現場との間のずれが増大している傾向があるから、何らかの方法で改善する必要がある。また、技術者の再教育、国際協力なども一層押し進めねばならない。

(川口 昌宏)

常温および高温時における古い コンクリートのクリープ

“Creep of Old Concrete at Normal and Elevated Temperatures”.

Nasser, K.W. and Neville, A.M.

Journal of A.C.I.

Vol. 64, No. 2, pp. 97~103, February (1967)

従来、初期コンクリートに載荷したクリープ試験はかなり行なわれているが、1年以上を経過したコンクリートに載荷したクリープ試験はほとんど行なわれていない。この報文は、21°C~96°Cの温度範囲で、1年および5年を経過したコンクリートに載荷した場合のクリープ試験結果をとりまとめたものである。

(1) 供試コンクリート

2種類のコンクリート(A, B)を使用した。

コンクリートAは、試験室で成形した $\phi 7.5 \times 23.5$ cm シリンダー供試体で、 $w/c=60\%$ (1:7.15 配合、セメントペースト量=25%/vol)、最大寸法=20 mm、早強セメントを使用。コンクリートBは、最近まで実用に供されていた鉄道橋のピアより抜き取ったコア供試体(寸法はAと同一)で、詳細は不明であるが骨材量はコンクリートAと同一で、最大寸法は38~51 mm、セメントペースト量は16%/volと推定される。

(2) 養生条件

コンクリートAは、水中養生とし、載荷前の養生温度条件として、載荷時と同一温度のものをA₁、21°Cで養生したものをA₂とした。

コンクリートBは、載荷前2週間、荷載時と同一温度で水中におかれたが、それ以前に、空中および水中にて種々の温度と湿度のもとにおかれたものであり、その温度範囲は、-4.4°C~38°Cと推定される。

(3) クリープ試験

コンクリートAは1年材令、コンクリートBは5年材令で載荷し、載荷応力は強度の25%および45%とした。

載荷時のコンクリート強度は、コンクリートAが510 kg/cm²、コンクリートBが376 kg/cm²であった。

載荷中は、供試体をすべて湿潤状態とし、21°C、46°C、71°Cおよび96°Cの各温度で試験した。

それぞれの条件に対して、2個の供試体を使用した。試験結果をとりまとめると、次のようである。

a) 載荷応力が45%のときのコンクリートA₂およびBの載荷期間とリクープとの関係を図-1および図-2に示す。

両者に、本質的な差はなく、50年材令のコンクリートも高温時にはまだかなりのクリープ能力を有しており、クリープの機構は同一であると思われる。

b) 図-3に載荷期間(log)とクリープとの関係を示す。載荷21日以後では、ほぼ直線関係にあり、終始

図-1 載荷期間とクリープとの関係
(コンクリートA₂, 載荷応力=45%)

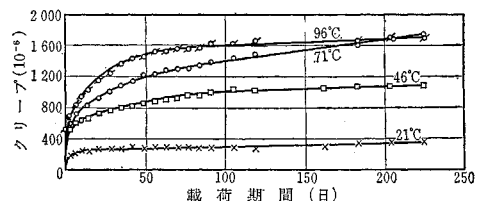


図-2 載荷期間とクリープとの関係
(コンクリート B, 載荷応力=45%)

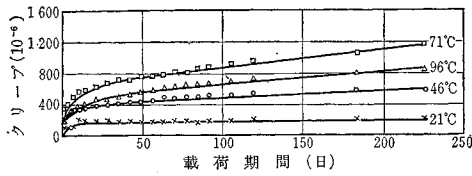


図-3 載荷期間 (log) とクリープとの関係
(コンクリート A₂, 載荷応力=45%)

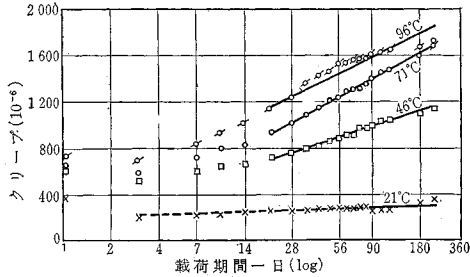
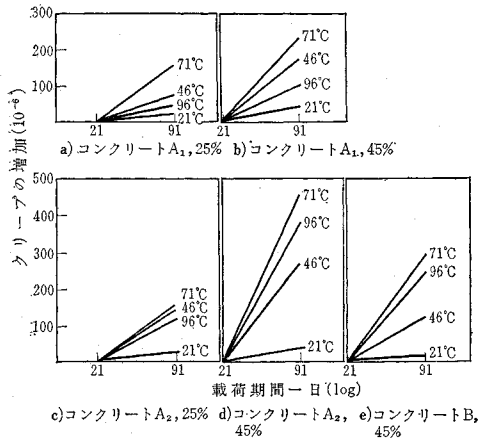


図-4 各種のコンクリート、温度および載荷応力
における 21 日材令以後のクリープの増加



21°C におかれたコンクリートでは、3 日以後から直線関係を示している。

c) 載荷 21 日以後のクリープを 図-4 に示す。

図から分かるように、21 日以後のクリープの増加は約 71°C までは温度とともに増加しているが、それ以上の温度では 5 例中 3 例が 46°C の場合よりも小さく、しかも 71°C と比べると全ての場合に小さい。

この傾向は、以前に実施した 14 日材令で載荷した場合と同一であり、温度がクリープにおよぼす影響の転位点と思われる。

表-1 から、温度がクリープにおよぼす影響の傾向は明らかである。

d) 表-2 に、14 日および 1 年材令で載荷したコン

表-1 各種の温度で載荷した 225 日材令後のクリープ

コンクリート	載荷前の養生温度	載荷応力 (%)	21°Cにおけるクリープ (10 ⁻⁴)	21°C のクリープに対する各温度におけるクリープ比		
				46°C	71°C	96°C
A ₁	載荷時と同一	25	190	1.74	2.53	0.79
		45	350	1.91	2.28	1.54
A ₂	21°C	25	190	3.42	3.26	5.10
		45	350	3.34	4.92	4.83
B	屋外	45	210	2.72	5.47	4.04

表-2 載荷時の温度および材令の異なる場合の 91 日後のクリープ (載荷応力=45%)

コンクリート	載荷前の養生温度	載荷材令	21°Cにおけるクリープ (10 ⁻⁴)	14日材令, 21°Cのクリープに対する各温度におけるクリープ比			
				21°C	46°C	71°C	96°C
A ₁	載荷時と同一	14日	700	1.00	1.03	1.85	1.91
		1年		0.41	0.76	0.45	0.32
A ₂	21°C	1年		0.41	1.36	1.06	1.14

クリートのクリープを比較した。

1 年材令で載荷したコンクリートのリクープは、14日材令のコンクリートよりかなり小さい。

(委員 藤井 敏郎)

アースダムの地震応答

“Earthquake Response of Earth Dams”

Chopra, A.K.

Proc. of the A.S.C.E., SM, Vol. 93,

No. 2, March, (1967)

物部長徳氏によってなされたアースダムの振動性状に関する研究においては、対象を無限長の一樣な対称三角形断面のものとして扱っている。このような形状に対してはせん断変形だけを考え、また、それが水平面上に一樣に分布するものと見なせば十分であると考えられた。

この基本仮定に基づけば、この特定の 3 次元系は 1 次元の鉛直なせん断ばりに還元される。

畑中元弘氏は、この解析を拡張して、せん断ひずみが水平面と同様に鉛直面に沿っても生ずることができると仮定して、端部の拘束の影響を含めた解析を行なった。その結果ダムの長さが高さの 4 倍を越えた場合には、横振動に対する端部の拘束の影響は無視できると結論している。

このような場合には、無限長であるという仮定は、十分に正しい結果をもたらす。後に、N.N. Ambraseys が同じような結果を導いた。これ等の結果から、多くの実際の場合には、無限長であるという仮定が道理にかなったものであることが明らかである。

地震時のアースダムの挙動は、明らかにダム表面近くの応力状態によって影響されるので、せん断くさび (shear wedge) 解析では十分ではない。先に著者等は、有限要素 (finite element) の概念を一般の 2 次元動的応力解析に拡張適用した。ここにまとめた研究の所期の目的は、地震に対するアースダムの応答を決定するために、せん断くさび法で十分であるかどうかを 2 次元有限要素法による結果と比較して確認することである。

せん断くさび法は一様な対称断面に限定され、考えることができるのは、水平地盤動だけである。それに対し、有限要素法では、任意の形状や材料の非一様性を合理的に取扱うことができ、また、地盤動の鉛直成分に対する応答も求めることができる。ここでは、せん断くさび解析が適用できる問題に対して、この 2 つの方法を適用し、得られた結果からそれぞれの方法を比較検討する。

高さ 90 m (300 ft) の対称三角形断面のダムを斜面の勾配が 1/3 のものと 2/3 のものと 2 通りについて考察する。材料は一様な等方性弾性体と考える。水平地盤加応答 (1940 年のエルセントロ地震の南北成分) に対する速度を 2 つの方法で求める。これ等の解について固有振動数やモード型や地震の応答を比較する。

せん断くさび法から得られる固有振動数やモード型は

図-1 有限要素法における構造のモデル化

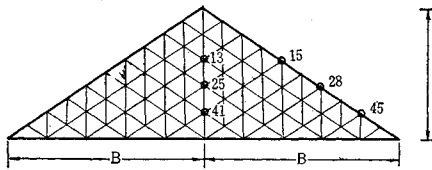
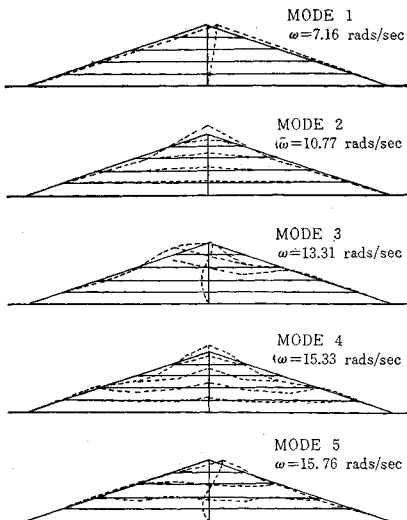


図-2 モード型と振動数 (勾配が 1/3 のダム)



斜面の勾配に関係しない。有限要素解析に際して、図-1 に示すような 66 の節点を持ち 100 の有限要素からなる構造にモデル化した。これ等の節点のうち 11 は地盤に固定されたものと考えているから、残りの 55 節点で自由度 110 の構造物を構成している。剛性マトリックスおよび質量マトリックスがつくれ固有値問題を解く。最初の 10 の固有振動数とモード型を 2 つの対称断面についてそれぞれ示してある (一例として図-2 に示す)。

これ等の図から、対称なダムのモード型には逆対称モードと対称モードの 2 つの基本的なタイプがあり、それぞれ、逆対称および対称な応力分布をしていることが分る。

純せん断変形に似ているのは、一番最初の逆対称モードだけであることは面白いことである。他の逆対称モードは、全て明らかに鉛直変位成分があり、また対称モードは、全くせん断形モードとは異なっている。

図-3 せん断くさび法と有限要素法から得られた 1 次モード型と振動数の比較

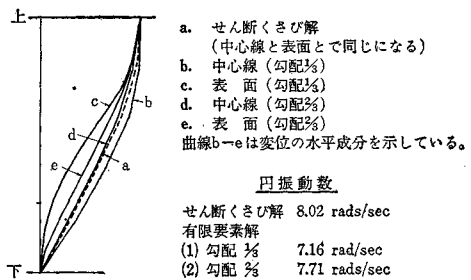
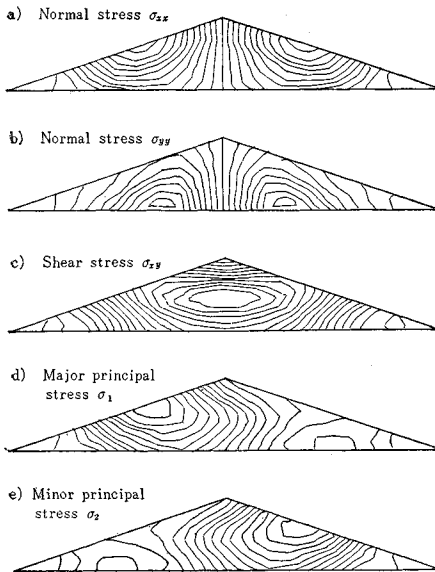


図-3 は、有限要素法とせん断くさび法から得られた一次モードに対する変位の比較を示してある。図中、曲線 a はせん断くさび法による一次モードの横変位を示しているが、勾配の異なる 2 つの断面に対して同じ結果となっている。また、その変位は座標 y のみの関数であるから、ダム表面の変位は中心線の変位と同じである。曲線 b および c はそれぞれ中心線とダム表面における変位の水平成分を示しているが、表面の変位は明らかに中心線の変位と異なっている。ダムの上部では、この相違は小さいが、下部では表面の変位が中心線の変位の半分以下になっている。勾配が 2/3 のダムでは、表面と中心線の変位の相違は小さく、両曲線ともせん断くさび法による結果に近づく傾向にある。このように、1 次モードにおいてさえ、変位が幅方向に明らかに変化している。

有限要素法によって求められた結果から、断面形の違いによってモードの形や振動数をはっきりと異なってくることが分る。この傾向は高次のモードに対して特に顕著である。せん断くさび法では、このような相違を求めることはできない。

この 2 つの対称三角形ダム断面について地震応答計算

図-4 等応力線



を有限要素法を用いて行なった。

構造物が 1940 年 5 月 18 日のエルセントロ地震の南北成分を受けたものと考えた。地震が発生してから $t=2.25$ 秒の瞬間の応力状態を示している（一例として図-4 を示す）。

せん断くさび解析から得られたせん断応力の値を中心線上に記入した。せん断応力の等応力線を見れば明らかに、せん断くさび解析の基本的な仮定である、せん断応力が幅方向に一定であるという状態からは遠く離れていることが分る。

勾配の異なった 2 つの断面の中心線上の応力の時間経過は類似している。卓越振動数は構造物の基準振動数に相当しており、両方の断面でほとんど同じである。しかし、ある周期の間に生ずる応力の大きさは明らかに異なっている。

また、中心線上の応力の時間経過とそれに相当する高さの表面の点の時間経過とは全く異なっている。せん断くさび法では、同じ高さの点については、勾配の違いによらずその応答が同じになるが、一般に 1/3 の勾配の断面の方が応力がかかなり小さい。特に基盤に近い点で小さくなっている。すなわち、有限要素法から得られた結果は、断面が平坦であるほどその表面における応力が小さくなることを示している。

ダム表面近くの応力が地震時のダムの状態にいちじるしく影響するのであるから、応力解析のためには有限要素法がせん断くさび法よりもずっと意義が深いことは明らかである。

(委員 吉田 裕)

水路断面拡大部にバップルピアを使う

“Use of Baffles in Open Channel Expansions”

Smith, C.D. and Yu, J.N.G.

Proc. of A.S.C.E., HY, Vol. 92, No. 2,
pp. 1~16 March, (1966)

Discussion by Kulandarswamy, V.C.
and Narayanan, M.

Proc. of A.S.C.E., HY, Vol. 93, No. 1,
pp. 78~85 January, (1967)

バップルピア、フロアブロック類は、普通射流水路において跳水を早めるために用いられる。

このバップルを常流において使った例は 1965 年現在聞いていないが、サイフォン出口、カルバート出口のような水路断面拡大部において河床保護区間から非保護区間への移り目に使ってもよいのではないだろうか。

著者は水路断面拡大部について種々の模型実験を行ってきたが、そのうちの二、三について報告する。

実験に用いた水路は長さ 11.4 m、幅 30.5 cm の水平河床水路である。測定項目は流量、水面形、上下流水深、最大流速（出口において）、流況観測である。

損失水頭の表わし方はつぎの式による。

$$h_L = \left[y_1 + \left(\frac{Q}{by_1} \right)^2 / 2g \right] - \left[y_2 + \left(\frac{Q}{By_2} \right)^2 / 2g \right] \dots (1)$$

$$C_L = \frac{h_L}{(1-A_r)^2 \frac{v_1^2}{2g}}, \quad A_r = \frac{A_1}{A_2} \dots \dots \dots (2)$$

ここに h_L : エネルギー損失, y : 水深, Q : 流量,
 B : 下流水路幅, b : 上流水路幅, A : 河積, 添字 1
は上流側, 添字 2 は下流側についての値であることを表わす。

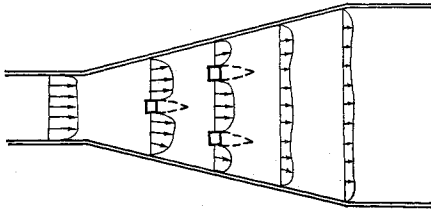
a) 放水口 「放水口」というのは水面幅が不連続に拡大する急拡大部のことで、流れと 90° をなす wing wall をもつ場合のことである。このような急拡大部の特徴は、エネルギー損失が大きいということであって、 $B/b=3.0, 4.0, Q=4.7\sim 8$ l/sec, $y_2=6.0\sim 14.4$ cm, 上流フルード数 $0.24\sim 1.0$ の範囲の 23 case の実験によると $C_L=0.744\sim 1.216$ であって、平均値は 1.05 となっている。

一方下流側河床を移動床にしてみると洗掘がいちじるしいことがわかる。下流断面における最大流速は $B/b=4.0, F_{r1}=0.605$ の場合で、 $V_{max}=4.8 V_2$ となって断面内で流速の分布が均一になっていないことがわかる。

b) 漸拡大水路 漸拡大水路では流れが壁からはく離するのを防ぐために、側壁の拡がり勾配は $1:10$ 程度が必要であって、河床保護を行なわねばならない区間が長くなるのが問題である。一般に側壁と流れの中央線とのなす角度が 19° 以上になると流れがはく離する。

側壁は直線とする場合と曲線とする場合があるが、著者は直線の方が好ましいと考える。その理由は、曲線壁

図-1 バッフルピアを設けたときの流速分布



の場合、はじめは側壁と中心線のなす角度が小さくて流れははく離しないが、角度が大きくなる終端付近ではく離してしまうからである。損失も直線の方が小さい。

c) 急拡水路 側壁と流れの中心線とのなす角度を 28° 以上にする場合を「急拡水路」ということにする。流れが壁からはく離することは避けられない。損失は $C_L=0.5$ 程度であり、最大流速 $V_{max}=2.5V_2$ 程度である。

バッフルピアははく離を防ぐのに有効である。図-1はその例であって、 $B/b=3.0$ 、ピアの幅は $0.18b$ である。この場合の最大流速は $v_{max}=1.26V_2$ であり、流速分布がかなり一様になっていることがわかる。

バッフルをつけると後流の中のエネルギー損失が大きい。 $B/b=3.0, 4.0, Q=4.65\sim 14.9\text{ l/s}, y_2=8.7\sim 14.7\text{ cm}, F_1=0.268\sim 0.774$ の範囲の 25 case の実験では、 $C_L=0.652\sim 0.959$ であり、平均 0.80 である（原文には詳しいデータがある）。

バッフルピアを用いた場合流速はかなり一様になるので、急拡部の全ての河床を保護しなければならぬということはない。著者は河幅が $\frac{2}{3}B$ になる位置まで保護するのがよいと思う。側壁の勾配を 1:4 として保護区間の長さをつぎのように与えるのがよいと思う。

$$L=2(0.667B-b)$$

B/b の値が小さいときバッフルピアを用いるの必要がない。

討 論

1) 原著者は側壁の線型として曲線より直線がよいとしているが、曲線を適当にえらべば直線より有効である。図-2 は同じ拡大比、遷移区間長をもつ水路における側壁の線型の比較であるが、直線型ではく離が生じるのに曲線型でははく離が生じていない。

2) バッフルを設ける代わりに案内羽根を用いるのが効果的と思われる。図-3 はその例であって、案内羽根の効果で側壁の近傍で流速が大きくなりすぎるときは、出口 \overline{AB} の大きさを調節して局所洗掘の発生を防ぐ。

損失の大きさを $h_L=\alpha\cdot(V_1^2-V_2^2)/2g$ で表わすと案内羽根をつけた場合は $\alpha=0.415$ となり、何も設けない

図-2 流速分布の比較

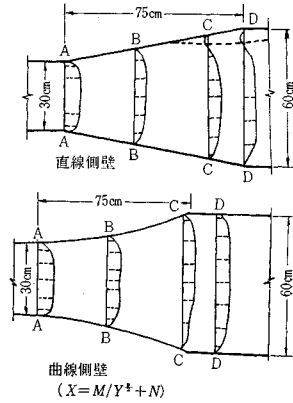
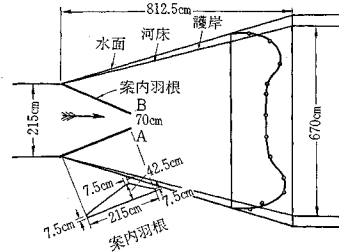


図-3 案内羽根による急拡



場合の $\alpha=0.760$ よりも小さくなって大変効果的である。

(委員 石崎 勝義)

下水処理場の計画における危険の評価

“Risk Evaluation in Sewage Treatment Plant Design”

Loecks, D.P.

Proc. of A.S.C.E., SA, Vol. 92, No. 1

pp. 25~39 February (1967)

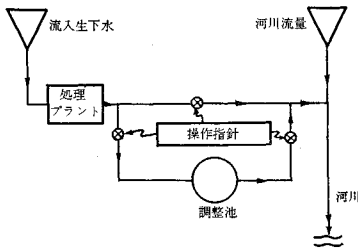
この論文は、ランダムな入力に対するあるシステムの応答を解析する手法を利用して、下水処理場を計画していく際に、処理プラントにおける処理程度、施設の規模、といった諸元を放流先の河川水質基準を犯す危険を正統に評価しながら決定していく確率的な方法についての研究である。

対象となる下水処理のフローシートは図-1に示される。このシステムにあってランダムな特性を持つものは、下水処理プラントへの流入生下水の量・質および河川の流量である。

またこのシステムの操作規定はつぎのように定めている。

1) 流入生下水を処理プラントで処理する（処理効率はそれ自身流入生下水の変動によって変わってくるもの

図-1 下水処理のフローシート



であるが、ここではある代表の量・質に対する BOD 除去率で示すことにしている。

2) 処理水の放流については、操作指針 (Operating Policy) にしたがって、河川の水質基準を犯す場合には一時調整池へその池の能力内で貯留し、調整池が一ぱいになったときまたは河川の浄化能力が大きいときにはこの調整池に貯えられた処理水も合わせて河川へ放流する。

3) 処理プラント、調整池内での流れは完全なピストンフローのタイプであると仮定し、しかも調整池内での水質変化は起きないものとする。

4) 河川流量については、1日流量あるいは連続した2日間、3日間にわたる期間での解析をする。

5) 河川の水質基準は溶存酸素濃度をその指標とする。

このシステムのある時点 t での“状態”を考えてみる。このある“状態”は河川流量、河川内での自浄作用の因子を示す各種パラメータ、流入下水量、BOD 負荷、によって決ってくるものである。したがって、このシステムにおいて、河川へ放流される BOD 量、河川内での最小 DO 値は、このシステムのある“状態”の関数として表わされると考えていくことになる。

システム全体の“状態”は前述の4つの要因を成分とするベクトルで表示することが可能であり、このベクトルの時系列変化を確率的に取扱って基準となる DO 値を犯す確率を評価して、処理プラントにおける処理効率、および調整池の容量を費用が最小になるように決定していこうということが考えられる。このようにして設計していく方法が確率論的決定過程による方法である。

一方、ある設計流入下水量・質を想定し、河川流量についても計画流量が決められれば、その条件下において所要の水質を満足するように処理プラントを設計していく方法は普通に行なわれている方法で、決定論的な決定過程によるものであるといえる。

“状態”を表わすベクトルを S とする。 S が時刻 $t+1$ で $S(t+1)=j$ であることが、時刻 t において $S(t)=i$ であったことだけによって決ってくるいわゆるマルコフ連鎖の確率過程にしたがうと仮定する。 i から j への変化は遷移行列 (確率) M によって定められることに

なり式 (1) のように示される。

$$S(t+1) = S(t) M \dots\dots\dots (1)$$

ここで遷移行列 M は一年間の中でも濁水が起き水質的に問題となる数ヶ月について状態ベクトルの i から j への日々の変化の実測値から求めた相対頻度をそれぞれの遷移確率とみなし、行列の成分を構成して求めたものである。

ベクトル S が式 (1) で定められていくとすれば、初期条件 $S(0)$ が非常に大きな因子としてきてくるのが予想されるが、実際には式 (1) の積をくり返していくと $S(t) \approx S(0) M^t$ と表わすことのできる定常状態に到達させることができるので、初期条件には無関係に定常状態に達している $S(t)$ について考えてみればよいことになる。

以上述べてきた関係についてその最終段階を数式モデルで示すと式 (2) のように示される。

$$P[DO_{\min} < DO_L] = \sum_{i \in V} P[S_i(t)] \dots\dots\dots (2)$$

ただし、 $P[DO_{\min} < DO_L]$; 河川中での最小 DO_{\min} 値が基準の DO_L より小さくなる確率。

$P[S_i(t)]$; 定常状態に達した後の時刻 t において状態が i である確率。

V ; $DO_{\min} < DO_L$ となってしまう状態 i の集合。

同様に、2日、3日、……、 n 日と連続した期間について考える場合は、マルコフ過程の性質からして式 (3) のように示される。

$$P[DO_{\min} < DO_L]^n = \sum_{i_1 \in V} P[S_{i_1}(t)] \sum_{i_2 \in V} M_{i_1, i_2} \sum_{i_3 \in V} M_{i_2, i_3} \dots\dots\dots \sum_{i_n \in V} M_{i_{n-1}, i_n} \dots\dots\dots (3)$$

図-2 最小 DO 値に対する累積確率 (調整池容量 0, 決定論的に求めた処理プラントに対する検討)

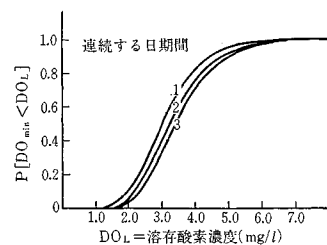


図-3 調整池容量をパラメータとしたときの累積確率 (0の場合は 図-2 の1に相当すると思われる)

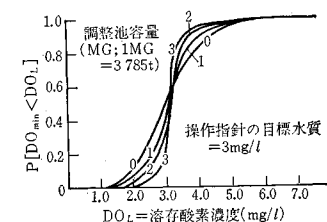
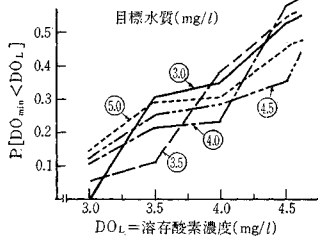


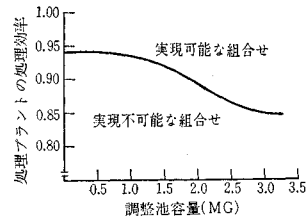
図-4 目標水質をパラメータとしたときの累積確率
(処理効率, 容量は固定)



ただし, $M_{i_k i_{k+1}}$; i_k から i_{k+1} への遷移行列。

解析結果については 図-2~5 に示されるように, 基準を犯す危険の起きる確率, あるいは処理プラントの規模と調整池の容量の決定への目安を与えるものが得られた。

図-5 処理効率と調整池容量の組み合わせ



操作指針が不十分だったためと, 基準の侵犯による損失の評価ができなかったために, 侵犯する回数は減少しても侵犯の程度はかえって大きくなってしまったりという矛盾も起きてしまっていることは今後の研究課題を提示するものである。

(委員 松尾 友矩)

水 理 学

—技術者のための流体の力学—

本間 仁 著 A5・¥950

基礎的な流体の力学を中心に水理学の全般を最新の理論と資料によって, 簡潔にわかりやすく解説したもので, 限界勾配などについては新しい図表をつくることを試みています。基礎理論を展開して実際問題へと明確に結びつけていく点は本書の大きな特色で, 学生のすぐれた教科書, 参考書であり, 技術者の好個の指導書です。

●**主要内容** 序論 / 静水力学と浮体の安定 / 完全流体の力学 / 水の波 / 射流 / 層流と乱流 / 相似則 / 管の中の流れ / 開水路の流れ / 非定常運動 / 流体中にある固体の受ける力 / 浮遊と掃流 / 地下水の流れ

● **材料とその加工方式について選択の基準を与える**

6月下旬刊 〈内容見本進呈〉

鉄鋼材料便覧

日本金属学会 / 日本鉄鋼協会編
編集委員長 佐藤忠雄

A5・¥5,800

鉄鋼材料の基礎理論と諸データを, ユーザーの立場に立って体系化した総合的実務書で, 各界の権威者からなる多彩で特徴ある執筆陣が, 豊富な実用データ, 見やすい図表を取入れて, 実用しやすい平易に解説しています。第1編はユーザーが材料を使いこなすために必要な基礎知識と材料の一般的性質を, 第2編は各種鉄鋼材料の選択に必要な鋼種別の性能・性質, 注意事項を述べ, 第3編は用途別に, 設計・製作上要求される性質, 加工処理法, 選択の条件およびその経済性を使用例とともに詳述しています。

耐震設計
シリーズ
〈全5巻完結〉
武藤 清 著

1. 耐震計算法……………A5・¥1,800
2. 鉄筋コンクリート構造物の塑性設計…A5・¥2,000
3. 構造物の強度と変形……………A5・¥2,500
4. 構造物の動的解析……………A5・¥2,300
5. 構造力学の応用……………A5・¥2,500

丸善

東京・日本橋/振替東京5番