

文献調査委員会

地震波構造の解析

Geophysics/花田 和史

地震波によるアースダムの応答

Proc. of A.S.C.E., SM/佐々木 康

船の運動を減ずる制動付き繫留装置

Dock & Harbour Authority/木原 力

ゴム袋かさ上げダム

Jour. of Institute of Engineers, Australia/

白砂 孝夫

地震波構造の解析

“Estimation of Seismic Noise Structure Using Arrays”

Lacoss, R.T., Kerry, E.J. and Toksöz, M.N.

Geophysics Vol. 34, No. 1,

pp. 21~38, February (1969)

2次元の振動数-波数パワースペクトル密度  $P(k_x, k_y, f)$  の代りに、その近似関数  $\hat{P}$  に関して、統計的性質を検討し、地震計群列により採取された実際の震動について  $\hat{P}$  を用いて地震波構造の解析を加えたものである。

(1)  $P(k_x, k_y, f)$  とその近似関数

群列の各要素の配置を  $(x_m, y_m)$ 、その得る信号を  $S_m(t)$ 、適当な重みを  $W_m$  とし、次に示すビームを考える。

$$b(v_x, v_y, f) = \frac{1}{K} \sum_{m=1}^K W_m S_m(t + \tau_m) \dots (1)$$

ここに、 $K$  は地震計個数、 $v_x, v_y$  は振動数、 $f$  における位相速度、 $\tau_m$  は適当な座標原点よりのずれによって生じる時間遅れを表わし、それぞれ次式に示す関係を持つ。

$$\left. \begin{aligned} v_x &= -\frac{fk_x}{k_x^2 + k_y^2} \\ v_y &= -\frac{fk_y}{k_x^2 + k_y^2} \\ \tau_m &= \frac{x_m v_x + y_m v_y}{v_x^2 + v_y^2} \end{aligned} \right\} \dots (2)$$

$b(v_x, v_y, t)$  のパワースペクトルを  $\hat{P}(k_x, k_y, f)$ 、地震計  $m, n$  間のクロスパワースペクトルを  $\hat{P}_{mn}(f)$  とすれば、

$$\hat{P}(k_x, k_y, f) = \frac{1}{K^2} \sum_{n,m=1}^K W_{mn} P_{mn}(f) \cdot \exp[-2\pi i \{k_x(x_n - x_m) + k_y(y_n - y_m)\}] \cdot W_{mn} = W_m \cdot W_n \dots (3)$$

ここで、 $\hat{P}, \hat{P}_{mn}$  の近似式をそれぞれ再び  $\hat{P}, \hat{P}_{mn}$  で表わしなおすことにする。

$\hat{P}_{mn}$  は J. Capon らによれば  $L(=N \cdot M)$  個のサンプルを用いるとして、次式で計算することができる。

$$\hat{P}_{mn}(f) = \frac{1}{M} \sum_{j=1}^M S_{mj}(f) \cdot S_{nj}^*(f) \dots (4)$$

$$S_{mj}(f) = \frac{1}{\sqrt{N}} \sum_{l=1}^N \eta_l \Delta \cdot S_m[\{l + (j-1)N\} \Delta] \cdot e^{i2\pi f l \Delta} \dots (5)$$

ただし、 $M$  はサンプルのブロック個数、 $N$  はそのサンプル数、また  $\Delta$  はサンプリング間隔、 $\eta_l$  は重み関数を示している。\*印は共役を表わす。

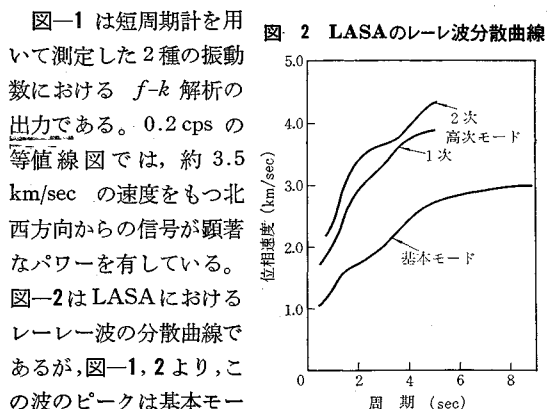
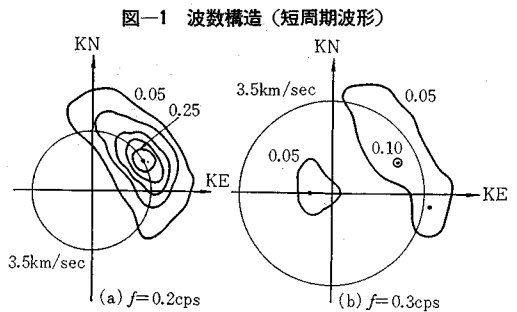
$\hat{P}$  の統計的性質を検討した結果、 $\hat{P}$  の期待値は、用いたウィンドウ関数と、 $\hat{P}$  との畳み込みに等しく、また  $\hat{P}$  の分散は次式で与えられることがわかった。

$$\sigma^2(k_x, k_y, f) = \frac{1}{MK^2} \sum_{mnuv=1}^K W_{mn} W_{uv} \cdot P_{mu} P_{mv} \cdot \exp[-2\pi i \{k_x(x_n - x_m - x_v + x_u) + k_y(y_n - y_m - y_v + y_u)\}] \dots (4)$$

したがって、分散は  $\hat{P}$  の期待値の二乗の  $1/M$  倍となる場合も考えられるように、 $\hat{P}$  の安定性は完全に  $M$  によって押えられる。

(2) 数 値 例

前述の計算法によって ( $W_m$  として  $\hat{P}_{mn}(f)$  の平方根の逆数を使用した)、LASA で採取された極小地震の  $f-k$  構造を示す。



より高次のレーレー波に対応していることがわかる。

同様の計算、解析によって、LASAにおける波は次のようであった。

0.3 cps より高い振動数においては、海洋上の大気の流れによる疎密実体波 0.2~0.3 cps では、両実体波と高次のレーレー波、また 0.15 cps 以下では、基本モードのレーレー波と、極小地震の上下方向成分の合成波、およびかなりの基本モードのラブ波が検出された。

(委員 花田 和史)

## 地震波によるアースダムの応答

“Response of Earth Dams to Traveling Seismic Waves”

Dibaj, M. and Penzien, J.

Proc. of A.S.C.E., SM, Vol. 95, No. 2

pp. 541~560, March (1969)

アースダムの地震時の安定性を検討するには、次のような手続きをとるのが普通である。(1) ダムを適当な数学的モデルに表現する。(2) 地震による地盤の運動を定める。(3) 仮定した地盤の運動に対するモデルの応答解析を行なう。(4) この結果から実際のダムの挙動を求めらる。

アースダムの材料の異方性や不均質質性ならびに非弾性的性質を盛りこんでモデル化することはきわめて困難であり、応答解析の手法にも限度があるためモデルはできるだけ簡単にすることが必要である。例えば、材料は等方、均質でかつ弾性的である。応答による変形は堤体断面における平面ひずみの条件を満足する。変形はせん断変形だけであるといった仮定がなされるのが普通である。

最近では、計算機の発達と有限要素法による解析方法の発展によって、これらの仮定がとり除かれ得るようになってきている。

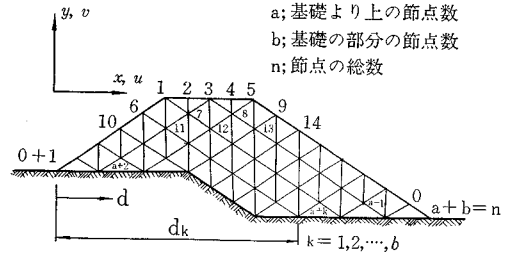
また応答解析に用いる地震時の地盤振動についても、実測値の統計的処理により解析しようとするダムの基礎における地震動の期待値をより正確に定めることが可能になってくるものと思われる。

これまでのダムの地震時応答においては、堤体基礎が地震動を受ける剛体のように考えて、堤体の幅全体の基礎地盤が一樣な振動をするという取扱いをしてきた。このような仮定はダムの幅が狭い場合にはかなり正当な仮定と考えられるが、ダムの幅が地盤表面を伝播する地震波の波長にくらべて大きい時には正当であるとは考えられない。地盤表面の振動はいろいろな種類の波動が複雑に入り混っているために正確にこれを表現することは難かしいが、アースダムのように幅の広い構造物の地震時

応答を検討するときには、地盤振動に位相のずれがあることを考えておくべきである。

この調査の目的は、地盤表面を伝播する地震波に対するアースダムの動的応答を解析するプログラムを開発することであり、均質で弾性的な性質を有する三角形ダムに Taft 地震 (1952 年 7 月 21 日) で得られた記録を入力として与えてその応答を調べ、その結果を従来の方法によるものと比較することである。

図一 堤体の一般的横断面



アースダム底部の振動の伝播速度を  $V$  とし、堤軸方向の運動はないものと考え、またダムの応答は堤体断面内で平面変形状態を満足していると仮定する。有限要素法を用いるために、図一に示すように堤体を三角形要素に分割する。節点  $a+1, a+2, \dots, a+b$  における堤体底部の運動は次式で表わされる。

$$\ddot{u}_{a+k}(t) = \ddot{u}_g \left( t - \frac{dk}{V} \right) \quad k=1, 2, \dots, b \quad (1)$$

ここに  $\ddot{u}_g(t)$  は実測による地盤振動の加速度である。 $dk$  はダムの端から、節点  $k$  までの横断方向の距離である。ここでは  $\ddot{u}_g(t)$  は Taft 地震の加速度記録のうち  $N 69^\circ W$  成分を採用した。

図一に示した  $n$  個の節点に関する運動方程式はマトリックス表示で次式のようにになる。

$$m \ddot{r} + C \dot{r} + K r = p \quad (2)$$

これを解けば節点の変位ベクトル

$$r = \{u_1(t)v_1(t)u_2(t)v_2(t)\dots u_n(t)v_n(t)\} \quad (3)$$

が得られる。ここに  $m$  は質量マトリックス、 $C$  は粘性減衰マトリックス、 $K$  は剛性マトリックス、 $p$  は荷重ベクトルである。

式(1)で与えられる地盤の振動に対するダムの応答を求めるだけであれば、式(2)におけるベクトル  $p$  は 0 とすることができる。このときベクトル  $r$  の最初の  $2a$  成分は不明であるが、残りの  $2b$  成分はダム底部への入力に等しい。すなわち

$$v_{a+1} = v_{a+2} = \dots = v_{a+b} = 0$$

$$u_{a+1} = u_{a+2} = \dots = u_{a+b} = \text{(式(1)で与えられる変位)}$$

不明の  $2a$  成分を求めるために変位ベクトル  $r$  を次のように分解する。

$$r = r_s + r_d = r_{s1} + r_{s2} + r_{d1} + r_{d2} \quad (4)$$

ここに  $r_s$  は静的変位、 $r_d$  は動的変位であり、 $r_{s1}$  は

底面より上の節点, すなわち最初の  $2a$  節点における静的変位である。 $r_{s2}$  は底面での静的変位であり,  $r_{d1}, r_{d2}$  はそれぞれ底面より上の動的変位, 底面での動的変位である。

ベクトル  $r_s$  は定義によって式(1)で与えられる底面の節点変位による静的変位を成分とするから,  $r_{s2}$  はベクトル  $r$  の  $2b$  成分と同一であり  $r_{d2}$  は 0 である。また底面以外には静的な力は作用しないから次のような 2 つのつり合式が得られる。

$$m_d \ddot{r}_{d1} + C_{11} \dot{r}_{d1} + K_{11} r_{d1} = -m_d \ddot{r}_{s1} - C_{11} \dot{r}_{s1} - C_{12} r_{s2} \dots \dots \dots (5)$$

$$C_{21} \dot{r}_{d1} + K_{11} r_{d1} = -m_s \ddot{r}_{s2} - C_{21} \dot{r}_{s1} - C_{22} r_{s2} - p_{s2} \dots \dots \dots (6)$$

式(5)は“ $a$ ”節点の動的なつり合式であり, 式(6)は“ $b$ ”節点のつり合式である。ダム底面の運動は式(1)で与えられるから変位ベクトル  $r$  を求めるのに式(6)は不要である。すなわち  $r_{s2}$  の各成分は式(1)を積分して求めることができる。

$r_{s1}$  は遷移マトリックス  $c = -K_{11}^{-1}K_{12}$  を用いて次のように求まる。

$$r_{s1} = c r_{s2} \dots \dots \dots (7)$$

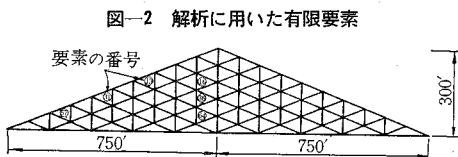
また節点の動的変位は  $r_d = \{r_{d1} + 0\}$  であるから底面から上の節点についてだけ考えれば良い。 $r_{d1}$  を求めるには式(5)を解けば良い。式(5)を解くに当たって粘性試験減衰項  $c_{11} \dot{r}_{s1}$  および  $c_{12} r_{s2}$  は慣性項  $m_d \ddot{r}_{s1}$  にくらべて無視し得るので次のように書き直すことができる。

$$m_d \ddot{r}_{d1} + C_{11} \dot{r}_{d1} + K_{11} r_{d1} = -m_d \ddot{r}_{s1} \dots \dots \dots (8)$$

モーダルアナリシスによって式(8)より  $r_{d1}$  を求め, 式(7)および式(1)から  $r_{s1}, r_{s2}$  が求めると結局節点の変位ベクトル  $r$  が求まるわけである。

変位ベクトルが求まれば, 各要素の応力は変換マトリックスを用いて求めることができる。

上述の如き解析法を用いて, 図-2 に示すような 2 等辺三角形ダムの応答解析を行なった結果を次に紹介する。



ダムの高さは 300 ft (90 m), 底面の幅 1500 ft (450 m) で図に示すように 100 個の三角形要素に分割した。節点の数は 66 であり, そのうち 11 個は底面の節点である。

堤体材料のヤング率は 81 300 psi (5 715 kg/cm<sup>2</sup>), ポアソン比は 0.45, 単位重量は 130 pcf (2.08 g/cm<sup>3</sup>) と仮定した。これに対応するせん断波伝播速度は 1 000 fps

表-1 規準モードの振動数 (ラジアン/sec)

モードの次数	振動数	モードの次数	振動数	モードの次数	振動数
1	7.325	6	18.997	11	25.536
2	11.222	7	19.757	12	25.858
3	13.726	8	21.883	13	26.325
4	16.235	9	22.834	14	27.358
5	16.328	10	23.149	15	27.968

(305 m/s) である。1 次から 15 次までの各規準モードの振動数は 表-1 のとおりである。

地震波は, ダム底部の左から右に進むものと仮定し, 前述の Taft 地震の記録を用いた。伝播速度は 1 000, 2 000, 5 000, 10 000 fps を仮定した。

ここでは自重による応力は考えないで, 入力として与えた地震波に基く応力だけを取扱っている。ダム底部の左端に地震波 ( $V=1000$  fps) が到達してから 7.7 sec 後の堤体内の応力の等値線を 図-3 に示した。同様に 図-4 には基礎地盤が一様に振動する場合 ( $V=\infty$ ) の応力が示してある。

各要素によって応力の植値が生じる時間はずれているから, これらの図に示した応力状態はいずれもダム堤体内全体に最大応力が生ずる状態ではない。しかしながら全体的にはほぼ破壊を生じるような極限状態になっているようである。

図-5 に堤体内の中央部, 表面にある 2 つの要素の応力の時間的変化を示した。これによって応力が極値となる時刻は堤体内の場所によって異なることが明らかに示されている。

図-3, 4 に示したように堤体中央部では地震波を入力として与えた時にせん断力の等値線が縦になっているの

図-3 応力の等値線 ( $t=7.7$  sec,  $V=1000$  f/s)

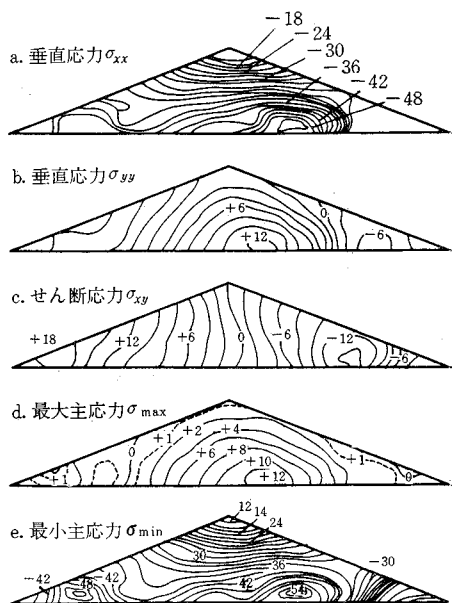


図-4 応力の等値線 ( $t=6.80 \text{ sec}$ ,  $V=\infty$ )

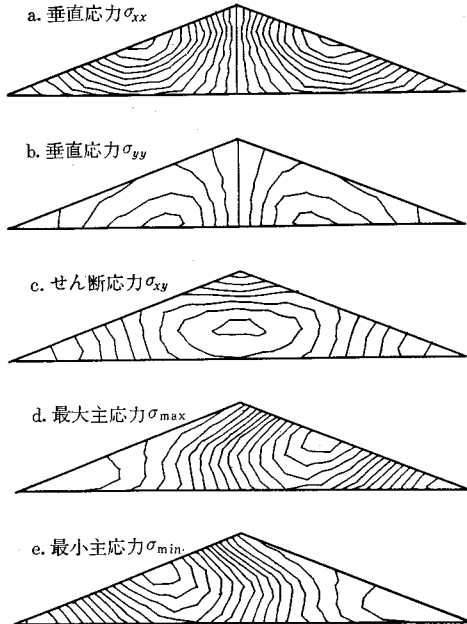
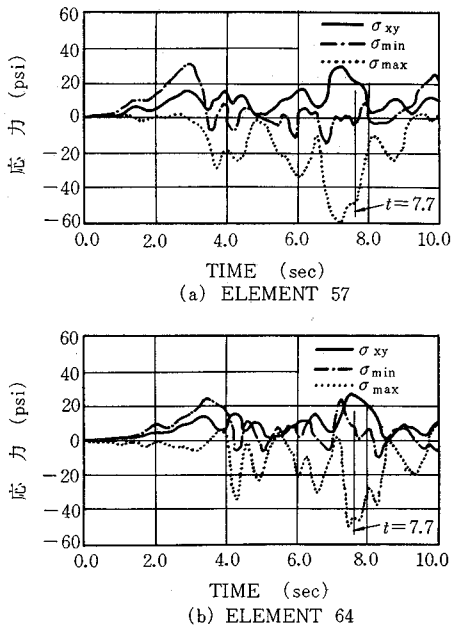


図-5 堤体内の応力の時間的变化



に対して、一様な振動を入力として与えた場合はほぼ水平に近くなっている。さらに前者ではせん断力の極値の領域が表面近くにあるのに対して後者では堤体中央部にある。したがって、地震波を入力とした場合の方が、より大きいせん断力を生じることよりも、同じ程度のせん断力であっても表面に近い所にあるためにより危険であるといえる。

一様な振動を入口として与えた場合には堤体中央部で

は  $\sigma_{xx}=\sigma_{yy}=0$  となり純粋せん断となるのに対して、地震波の場合は、より不規則な応力パターンが形成される。

このような違いはダム幅が狭くなるかまたは波動の伝播速度が速くなるにつれて少なくなってくる。

均一な振動を入力として与える場合と差がなくなるのは幅と伝播速度の比（すなわち地震波が堤体底部を通過するに要する時間）が  $0.1\sim 0.2$  秒以下の場合のようである。

(委員 佐々木 康)

## 船の運動を減ずる制動付き繫留装置

“Damped Moorings to Reduce Ship Movements”

Kulkarni, P.K.

Dock & Harbour Authority, Vol. 49, No. 581

pp. 425~428, March (1969)

### (1) 概 要

波ないしはセイシュによってひき起される船の運動は無視できない問題である。すなわち、港湾を設計する際には、 $30\sim 120 \text{ sec}$  の同期のセイシュに対して、共振が生じないように港の形状や、施設の配置を設計することが望ましい。しかし、現実には港湾の幾何学的形状は、地形条件に制約せられ、ほとんど変更の余地がないことおよび波の周波数帯が大層多く、1つ以上の周期に対して共振を生ぜしめることの2点から共振を生じなくすることは非常に難しい。

こうしたことから、船の運動を少なくする目的で、制動付きの繫留装置の開発に関する実験研究が、インドのPoonaの中央研究所で実施されてきた。その結果は第19回航路会議でも発表された。

### (2) 模型実験

模型実験により次のことが判明した。

- 1) バースに平行な波峰を有する短周期波によって船は横方向に運動する。
- 2) 船の縦運動は、ほとんどが長い周期の波により生ずる。
- 3) 振動  $15 \text{ cm}$  のセイシュが長さ  $120 \text{ m}$ 、吃水  $10 \text{ m}$  の船に与える力は次のとおりである。

セイシュの周期 (sec) 船に与える力 (t)

40	7.8
60	5.2
80	3.9

- 4) 船の共振運動は繫留装置に制動を応用することにより、およそ  $70\%$  を減らすことができる。

### (3) 制動の応用

制動装置は 図-1 に示すように、船の前後の繫留ロープに吊り下げて用いる。船がセイシュの影響で AB 方向に運動するとき、左側の 2 つの制動が働き、次の半サイクルで BA 方向に運動する際には反対に右側の 2 つの装置が作用する。設計に際しては、船の縦運動を 3~3.5 m と仮定し、その 70% が減少するものとして、作用工程を 1~1.2 m、有効最大引張り力は 10 t とした。以下に特許を得た 4 つの装置を示す。

1) ポンプ付きシリンダー：これはシリンダー、オリフィス、ポンプ、貯油槽およびバルブから構成され、ポンプは連続的に運転される。活動行程 AB では油に働く圧力はおおよそ 150 kg/cm<sup>2</sup> である。一方ポンプ圧は 7~15 kg/cm<sup>2</sup> であり、ロープに力がかからなくなるとピストンはポンプ圧により BA にもどされる。なお、バイパスバルブやノンリターンバルブは機能を完備するため付加したものである (図-2)。

2) 緩衝器付きシリンダー：これは連続的なポンプ運転を避けるため緩衝器をつけているシリンダーである。活動行程 AB で油は緩衝器の内に押し込まれる。ロープがゆるむと油は減圧バルブを通してシリンダーに送り込

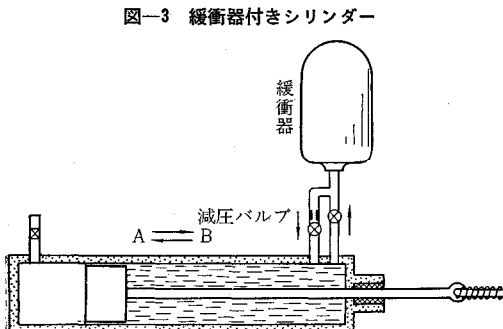
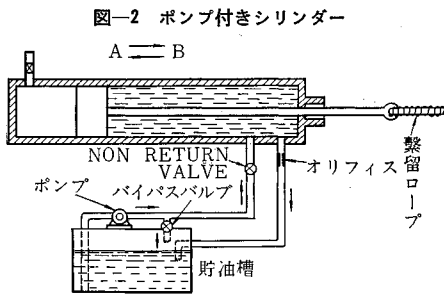
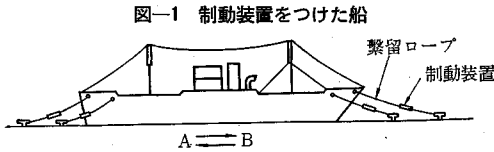


図-4 ばね付きシリンダー

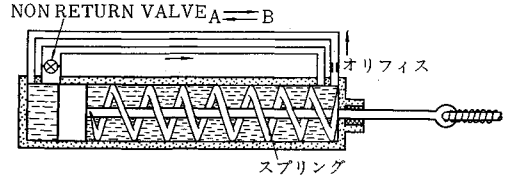
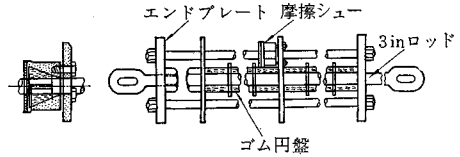


図-5 ゴム円盤ばね



まれ、ピストンを押しもどす (図-3)。

3) ばね付きシリンダー：これはもどり行程 BA がばねによってなされる (図-4)。

以上の 3 つは全てシリンダーを用いた制動である。

4) ゴム円盤ばね：高圧縮性のゴム円盤の束も良好なエネルギー吸収体である。たとえば、ゴム防舷材の圧縮性は十分にこの事実を示しているものといえる。

実際に設計されたばねは 図-5 に示すとおり、2 in のロッド 3 本と 2 in 厚のエンドプレートでわくが作られる。径 3 in の中央ロッドが隔壁板で分離されたゴム円盤に作用する。活動行程 AB でゴムは圧縮され、その際エネルギーを吸収する。もどり行程 AB を効率よく行なうために摩擦シューが備え付けられている。

### (4) 結 論

模型実験により、船の運動は制動付きの繫留装置により 60~70% 減らし得ることが明らかにされた。

実用的には制動を備えたシリンダーないしは、わくに詰められた高圧縮性ゴム円盤の束が有効のように思われる。そしてそれらはいずれも、繫留ロープに吊り下げて用いる。

(委員 木原 力)

### ゴム袋かさ上げダム

"The Fabridam Extension on Koombooloomba Dam of the Tully Falls Hydro-Electric Power Project"  
Shepherd, E.M.

The Journal of Institute of Engineers, Australia,  
Vol. 41 No. 1-2, (1969)

Koombooloomba ダム (以下 K ダム と呼ぶ) はゲートなしの坊主えん堤である。有効貯水量は 1 億 8 000 万 m<sup>3</sup> であったが、1.52 m のかさ上げにより 2 億 200 万 m<sup>3</sup> になった。このかさ上げには、洪水時の水位が従来の水位より高くないこと、および巨大な流木が多いことで

ゲートによるかさ上げは不適であるという理由で、貯水池水位により自動的に伸縮するゴム製ダム（以下 Fabridam と呼ぶ）が用いられた。以下にその概略を記す。

### (1) K ダム

Kダムは両サイドがフィルタイプで中央越流部がコンクリートできている。越流部の幅は約 60 m であり、右岸側 14 m は E.L. 740.66, 中央 46 m は E.L. 740.36 の段違い余水吐である。その正面図、ダム標準断面図および段違い部分の詳細を 図-1 に示す。なお、このダムの設計洪水流量は 2100 m<sup>3</sup>/sec である。

### (2) Fabridam の構造

Fabridam の材料はナイロン強化のネオプレンで、厚さは 3.4 mm である。構造はダム軸に沿ってカーペットをひろげ、下流側を上流側に折り返して袋状にしたような構造である。Fabridam のダムクレストへの取付けは、上流側の 2 重になった部分は、図-2 に示すように、溝のある特製の棒にまきつけ、ダムクレストに埋めこんだアンカーボルトで締めつけて行なう。これは、Fabridam に水を満たした場合に、内圧に耐えるとともに満水時の上流側からの水平力を受け持っている。一方下流側は、Fabridam に開けつ的に取付けられたフラップを、ほぼ上流側と同様に、アンカーボルトで締めつけるが、これは Fabridam の位置を固定する程度で外力を受持たない。袋の両端は、両側壁に沿って折りまげて立上らせ、かさ上げ後の H.W.L. の高さのところで、アンカーした。Fabridam の伸縮のための給排水は、ダムクレストの中に給排水パイプを埋込みフランジを上流側アンカーの直下流部にはばくレスト面と同一面になるようにし、Fabridam の袋の下側で袋内と連結して行なう。

### (3) Fabridam の自動装置

Fabridam は、その高さを 152 cm 以内の範囲で操作することによって、一定の水位あるいは一定放流量を自動的に維持することができる。図-3 は自動水位制御装置の構成を示したものである。⑤ のバルブを開けて、

図-1 Koombooloomba ダム

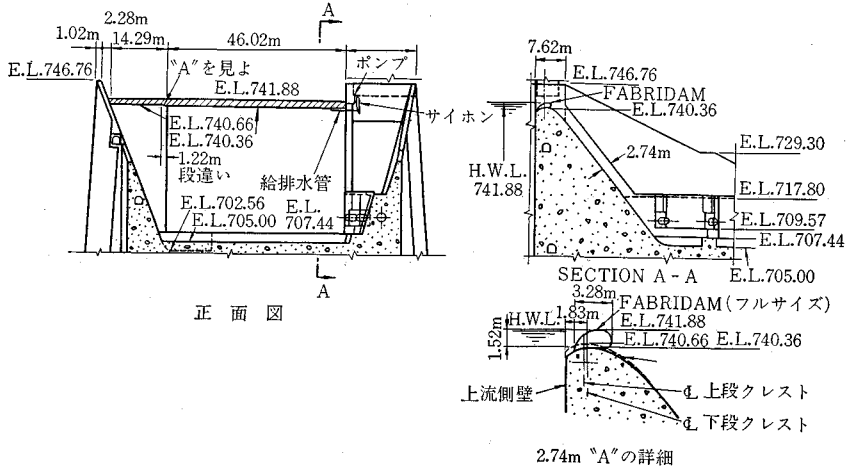


図-2 上流側アンカー  
ポリエステルグラウト

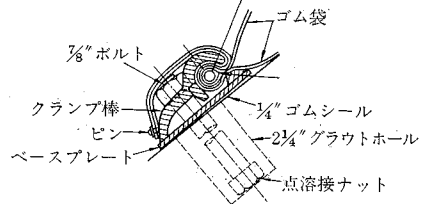
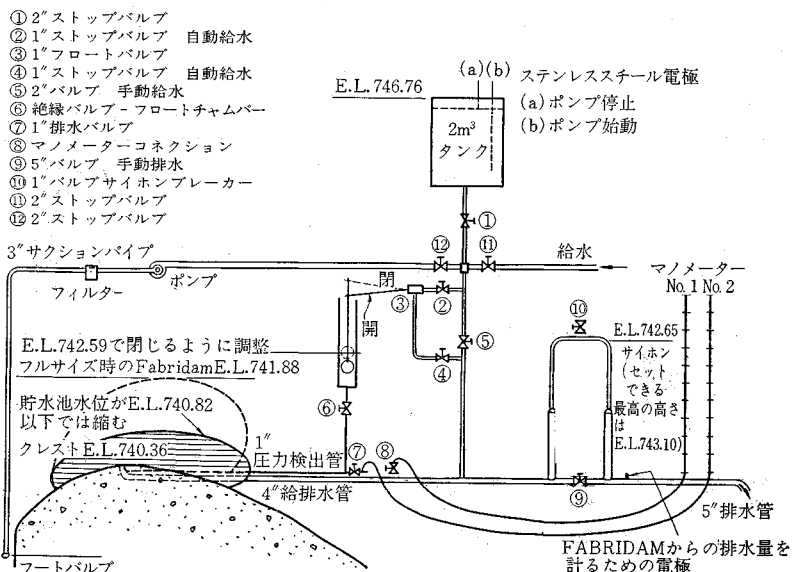


図-3 Fabridam 自動装置配置図



Fabridam を高さ 152 cm までいっぱいにくらませると内圧は水柱で 2.26 m となるようになっている。サイホンは、Fabridam の内圧が水柱で 2.31 m を越えると作動するようになっていて、いったんサイホンが作動するとバルブ ⑩ を開けないかぎり、Fabridam 内の水がなくなるまで排水される。バルブ ⑩ を開けておけば貯水池の水位が上昇するにつれて内圧があがり、水柱で 2.31 m を越えれば排水が起り Fabridam は低くなる。また、水位が下ってきて内圧が水柱で 2.26 m 以下にな

ると上部タンクから水が供給されて、Fabridam はふくらみ高くなる。このようにして、自動的に一定水位を維持することができ、最終的には 1.52 m のかさ上げ高が維持される。

このかさ上げダムは 1965 年に完成し、1967 年 3 月に 900 m<sup>3</sup>/sec の洪水を経験したが装置は期待どおりの働きをした。

(委員 白砂 孝夫)

出版

案内

- 第 5 回岩盤力学に関するシンポジウム講演概要
- 第 5 回衛生工学研究討論会講演論文集
- 第 9 回地震工学研究発表会講演概要
- 第 13 回水理講演会講演集
- 混相流シンポジウム講演前刷集

- 体裁：B 5 判 53 ページ 定価 600 円 送料 60 円
- 体裁：B 5 判 169 ページ 定価 1200 円 送料 80 円
- 体裁：B 5 判 103 ページ 定価 700 円 送料 70 円
- 体裁：B 5 判 120 ページ 定価 800 円 送料 70 円
- 体裁：B 5 判 96 ページ 定価 600 円 送料 60 円

編集委員長 成瀬勝武・編集主幹 本間 仁・谷藤正三

# 新土木設計データブック

全2巻完成 発売中 B 5 判 各700頁 定価 各5,000円

旧版発行以来10年後の今日、土木技術のはなはだしい進歩にかんがみ、全く新しい構想のもとに11の大項目を追加し3年の歳月をついやして完成されたものである。 [内容見本呈]

■特 色

大項目37を更に約300の中項目に分け、ページ単位にまとめた。データは最新のものを収録し、図・表などで具体的に示し、かつ実例を豊富に入れた。またOR・電算機による構造解析などの最新の分野も積極的に取り上げた。更に新しい道路構造令の最終案をも収録した。

国鉄鉄道技術研究所長工博 西亀達夫著「土木学大成」第1回配本

## 鉄 道 工 学 特 論

菊判 336頁 定価1,800円

法政大学教授工博 大地羊之 著 (数学ライブラリー-8巻)

## 変形法による構造解析

A5 版 150頁 定価 650円

建設省河川局海岸課課長補佐 豊島 修 著

## 現場の海岸工学(高潮篇) 菊判 368頁 定価1,800円

本書は現場で直接海岸事業に従事する技術者のためにわかり易く、実務的で、かつ最新の海岸工学の研究成果もできるだけとり入れた海岸工学の入門書。とくに高潮対策の計画から設計・施工法については現場に即した豊富な計算例・設計例を収録してある。

[内容概要] 1. 波 2. 浅海における波の変形 3. 計画潮位 4. 計画波 5. 波圧 6. 波のうちあげ高 7. 高潮対策の計画 8. 高潮対策工法の設計と施工

日本大学教授工博 神谷貞吉編「土木学大成」第2回配本

## 特殊構造物(I) 菊判 272頁 定価1,800円

—水門・水圧鉄管・タンク・パイプライン・溶接特論—

土木工学の分野で、一連の施設の中にあつて神経となり、あるいは血管として必須な役割を果たしている特殊構造物のうち、本書では水門、水圧鉄管、タンク、パイプラインを取り扱い、その計画・設計・施工法を中心に解説し、なお実務に役立つ専門書としての見地から現場溶接の特論を加えて充実を期した。執筆者はそれぞれの分野における最高権威者5名の共同分担。

◎ 他に関係図書多数 目録呈 ◎

## 森 北 出 版 K.K.

101 東京都千代田区神田小川町3-10  
振替 東京34757 電話 東京(292)2601