

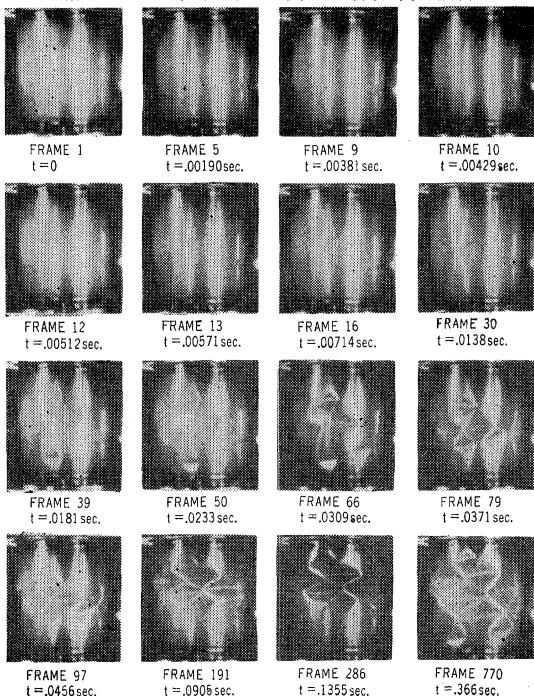
高速写真による薄肉円筒の座屈観察／川口昌宏  
構造物の空気力学的挙動／宮田利雄  
らせん鉄筋柱の理論破壊荷重／青柳征夫  
エニセイ河のサヤノ・シュシェンスク発電所ダムの計画／  
中村 宏  
海岸保全のための特殊防波堤／浅田忠則  
海底敷設管に作用する波力／森平倫生  
自動車による都市施設の変化／坪 叔男  
均一曝氣槽による汚水の高速処理／中田 雄

## 高速写真による薄肉円筒の座屈観察

"High-speed Photographic Observation of the Buckling of Thin Cylinders"  
Evensen, D.A.  
Experimental Mechanics April (1964)

薄肉殻の座屈に関しては、過去に多くの研究がされてきたが、理論値と実験値の間には依然として一致がみられていない。理論値は座屈波形を仮定して計算する。仮定波形としては、座屈の開始する瞬間の変形が望ましいのであるが、いったん座屈が始まると高速で進行し、座屈後の釣合状態に達してしまう。そのため座屈現象の進行状態がわからず、仮定波形は座屈後の変形から推測しなければならない。

軸力および衝撃外的水圧を受ける薄肉円筒の座屈



この実験は高速写真によって座屈現象をとらえようとしたものである。試験片は合成樹脂 Mylar (テトロンをフィルム状にしたもの) によって製作された。

Mylar は弾性ひずみ域が大きいので、数回の座屈試験後も等しい座屈荷重を持つから、座屈荷重を前もって検出できカメラの同調が可能であった。実験は外的静水圧、ねじり荷重、軸力、軸力と衝撃外的水圧の場合について行なわれた。コマ速度は秒速 1440～2250 であった。

実験結果からつぎのことが観察された。

1) 弾性座屈は局部的に始まり。いったん局部座屈が生ずれば近接部分が座屈し始め最終座屈形に到達する。

2) 座屈が開始する位置は、殻表面の幾何学的な欠陥に影響される。軸力の場合と、衝撃水圧の場合観察された。

3) 座屈前に殻が振動することはほとんどなかった。いったん座屈が開始すると、表面の運動は明らかにみられる。座屈波形は、座屈の進行につれて位置を換えたり運動したりする。

4) この実験では、軸力による座屈が最も急速に進行した。

5) 表面の変形を、表面反射の変化で検出する方法によれば、表面の小さな欠陥および変形を観察することができる。

(委員 川口 昌宏)

## 構造物の空気力学的挙動

"Wind-Excited Oscillations of Structures"  
Scruton, C., Flint, A.R.  
Proc. of I.C.E. Vol. 27, pp. 673～702 April (1964)

著者の一人の C. Scruton 氏はイギリス国立物理研究所 (NPL) において長らく空気力学の研究に従事し、イギリスで建設中の吊橋の耐風安定性に関する研究を行なっているが、去る 3 月来日し講演を行なっている。本文はその一連の研究の概説である。

さて風によって引き起される構造物の振動について述べているのであるが、送電線、煙突、マスト、タワー、長径間吊橋、パイプラインなどの特に振動しやすい構造物をあげ、実測、あるいは風洞での模型実験を行なってその耐風(空気力学的)安定性を論じている。

構造物の設計を行なう際に風については、通常、一様な荷重についてのみ考慮されるが、ある場合には風によって振動が引き起され、注意が必要となる。この振動の原因には構造物の形状によって差があるが、大部分は形

表-1 構造物の減衰率と振動数

構造物	場所	材 料	先端径 (ft-in)	高さ (ft)	最大振幅 (in)	$\delta_s$	N (c/s)
煙突	日本	Steel, unlined Steel, Gunite lined				0.06 0.09 0.05	
"	"	" "	11-4	225	4	0.04	0.82(0.85)*
"	Moss, Landing, U.S.A.	" "	11-4	225		0.07	0.82(0.85)
"	"	Steel, unlined	11-4	225		0.02	1.12(1.23)
"	"	" "	11-4	225	3	0.07	1.12(1.23)
"	Contra Costa, U.S.A.	Welded steel, unlined Welded steel, Gunite lined	11-0 11-0	200 200	小	0.04 0.06	0.97(1.06) 0.71(0.75)
"	"	" "	14-6	300	2	0.03	0.67
"	日本・千葉	Riveted steel, Brick lined			$1\frac{1}{2}-1\frac{1}{2}$	0.04	
"	Conner's Creek, U.S.A.	Welded steel, Gunite lined			1-3	0.06	
"	St. Clair, U.S.A.	" unlined	4-0	150		0.01	0.92
"	Aldermaston, G.B.	Newman Spinney, G.B.				0.08	1.47
"	渦巻アーム	Lightweight R.C.				0.3	1.41
"	Rockets	Ferrybridge "B" Power Station, G.B.	R.C.	415	0.56	0.06	0.61
テレビ・タワー	ケーブル	Crystal Palace, G.B. (440 ft 完成)	Bolted steel	440	$1\frac{1}{2}$	0.02	
"	Rockets	" (710 ft 完成)	"	710	8	0.18	0.30(0.34)
煙突	ケーブル	Grimsby, G.B.	Welded steel, unlined	7-0	250	0.05	1.3
"	"	日本・水島	" "	17-6	296	0.03	0.75
"	"	日本・和歌山	" "	13-6	274	0.038	1.15
"	"	日本・堺	" "	12-9	253	0.032	0.69
Tubular タワー	"	Bienne-Triage, Switzerland	Bolted Aluminum	2-3	124	0.10	0.75
支え網のついた円形マスト	"	Rimouski, Canada	Welded steel	7-4	120	0.05	2.1
"	"	Halifax, Canada	"	7-4	500	0.05	0.31

\* カッコ内は計算値

状が空気力学的にみて平滑でないので、空気流が表面で分離されて乱流の wake (後流) が形成され、この分離された空気流によって振動する。振動は流れ込む風に振動を強制する成分がないという意味から自励振動である。

振動の最も一般的な原因にはつきのようなものがある。

- ① 渦によるもの：風の流れを横切る方向に、固有振動数に相応した風速で振動を始める。
- ② galloping と呼ばれるもの：風力が風の入射角とともに変動するという不安定特性によるものである。

このほかに、自然風は元来乱流性を有しているので、風速はランダム変動をする。これによって構造物は、

- ③ 強制振動：突風 (gust) の時間経過に応答を示すと考えられる。

計画された構造物が風の中でいかに振動するかを把握するには、まず固有振動数、振動波形、構造減衰の値を求めることであるが、減衰値を定めるには、現存する同じような構造物の観測値か、試験によって推定するかしなければならない。静止した空气中での煙突やタワーについて測定した値を示すと表-1 のようになる。

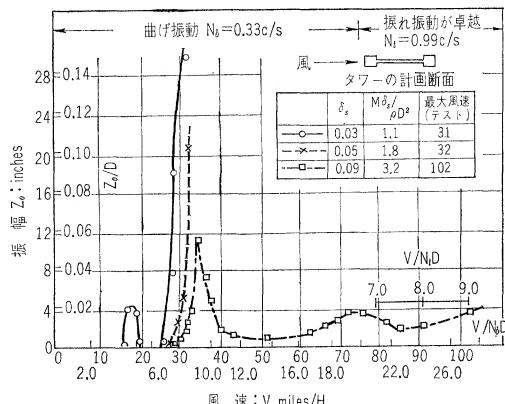
煙突やタワーのような円形断面を持つ構造物は、その固有振動数が渦の数と一致する風速で振動を始めるが、この渦を破壊するような装置（例えば、円筒の外表面にらせん状に側板をつける）を取付ければ、渦のかく乱に

よる振動をおさえることができる。煙突にはこの横ゆれ振動 (swaying) の他に、円筒の直径方向に振動する現象 (ovalling あるいは breathing という) があるが、頂端近くに剛なリングをつければおさえることができる。こうした渦による振動は、ビーム、アングル、チャンネルなどの多角形断面を有する構造部材にも起りうるであろう。

送電線では galloping 振動が起り、その振幅はケーブルの径の数倍にも達する。これはストランドした導線に生じた例であるが、この解決策としてはラッピングして表面をなめらかにする方法が使われている。

図-1 は吊橋のタワー模型の風洞における振動実験結果

図-1 River Severn 吊橋タワーのモデルの先端における振幅に関する構造減衰の効果



果であるが、構造減衰の効果が大きく現われている。

ラチス構造では、その部材が細長いと固有振動数が小さく、減衰も小さくなるので活動を起し、疲労破壊することがある。トラス補剛の橋梁や、テレビ塔などの全体の断面が複雑な構造物については、風洞実験を行なって十分その安定性が確認されなければならない。

その他、レーダ、パラボラアンテナ、ケーブルにより支持された屋根構造など、風により振動しやすい構造があるが、今後いっそう研究されるべき問題としては、特に風力による非定常空気力、突風応答、減衰などについて、定量的研究がなされなければならない。

(宮田 利雄)

## らせん鉄筋柱の理論破壊荷重

"Die Theoretische Bruchlast mittig belasteter, umschnürter Stahlbetonsäulen ohne Knickgefahr"

*Szabó, G.*

Der Bauingenieur pp. 16~19, 1 (1964)

中心軸荷重を受けるらせん鉄筋短柱の耐力は、DIN 1045、土木学会標準示方書などでは Mörsch の式によつて計算するように定められている。本論文は、破壊時に作用する力の平衡条件およびカスティリアノの第二定理を用いてらせん鉄筋柱の理論的な計算方法を導き、既往の実験結果と比較した結果を述べたものである。

らせん鉄筋柱では破壊時において、軸方向鉄筋は降伏点に達し、柱のコンクリートの最弱部分には底角  $\alpha$  の二つの円錐が形成される(図-1)。これらの円錐のすべりにより円錐凸面の外側のコンクリートは外方に圧され、これによって生ずる円周引張力によってらせん鉄筋は降伏点に達する。

円錐の各高さにおける水平切断面の円周において凸面に等分布している圧縮力(kg/cm)は、凸面の法線に対しコンクリートの内部摩擦角  $\varphi$  をもつて作用している。すなわち、

$$S = \frac{(P_B - F_e \sigma_s)}{2 e \pi (\alpha - \varphi)} \quad (1)$$

力  $S$  の水平分力  $h$  は等分布した圧縮力であつて、らせん鉄筋の中心位置では、

$$h_s = h \frac{e}{R_s} \quad (2)$$

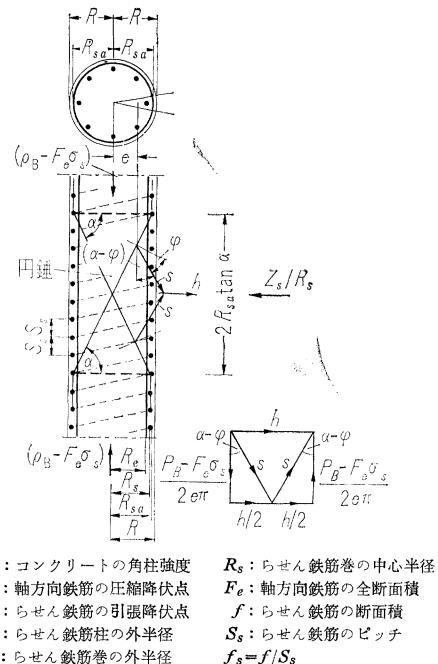
になっている。図-1 に示した力の多角形より

$$h = 2 S \sin(\alpha - \varphi) = \frac{(P_B - F_e \sigma_s) \tan(\alpha - \varphi)}{e \pi} \quad (3)$$

式(2)より

$$h_s = \frac{(P_B - F_e \sigma_s) \tan(\alpha - \varphi)}{\pi R_s} \quad (2a)$$

図-1



$K_b$ : コンクリートの角柱強度

$\sigma_s$ : 軸方向鉄筋の圧縮降伏点

$\sigma'_s$ : らせん鉄筋の引張降伏点

$R$ : らせん鉄筋柱の外半径

$R_{sa}$ : らせん鉄筋巻の外半径

$R_s$ : らせん鉄筋巻の中心半径

$F_e$ : 軸方向鉄筋の全断面積

$f$ : らせん鉄筋の断面積

$S_s$ : らせん鉄筋のピッチ

$f_s = f/S_s$

円錐形成部分のらせん鉄筋がすべて降伏点に達すると考えれば、この部分の円周引張合力は、

$$Z_s = 2 R_{sa} \tan \alpha \cdot f_s \sigma_s' \quad (4)$$

力の平衡条件は薄肉円筒理論より、

$$h_s = \frac{Z_s}{R_s} \quad (5)$$

の関係をうる。式(2a)および(4)を  $P_B$  について解けば、

$$P_B = \frac{2 f_s \sigma_s R_{sa} \pi \tan \alpha}{\tan(\alpha - \varphi)} + F_e \sigma_s' \quad (6)$$

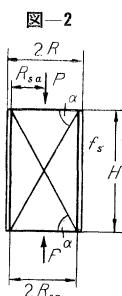
をうる。 $\alpha$  の値は柱の高さと断面の半径の比 ( $H/R$ ) の範囲によって異なった値となる。

### (1) $H \leq 3.5 R$ の場合

カスティリアノの第二定理より  $\alpha$  は内部ひずみエネルギーが最小となる値 ( $\alpha_0$ ) に等しくなることから、

$$\frac{\partial}{\partial \alpha} - \frac{\tan \alpha}{\tan(\alpha - \varphi)_{\alpha=\alpha_0}} = 0 \quad (7)$$

$\alpha_0$  を式(6)に代入すれば、 $P_B$  は次式によって与えられる。



$$P_B = 5 \pi f_s \sigma_s' R_{sa} (4 \varphi - 1) + F_e \sigma_s \quad (8)$$

### (2) $H < 3.5 R$ の場合

この場合、幾何学的条件により最小条件に対応する角度  $\alpha_0$  をとることができないので、図-2 に示すよう

$$\tan \alpha = H/2 R_{sa} = 1/2 \xi \dots (9)$$

したがって、

$$P_B = \frac{\pi f_s \sigma_s' H(2\xi + \tan \phi)}{1 - 2\xi \tan \alpha} + F_e \sigma_s \dots \dots \dots (10)$$

固体の内部摩擦角は Rejtö の理論によれば、圧縮および引張強度をそれぞれ  $\sigma_D$  より  $\sigma_z$  とすれば

$$\varphi = \arctan \frac{\sigma_D}{\sigma_Z} \pm 45^\circ$$

によって与えられる。コンクリートでは一般には  $\sigma_z \approx \sigma_D^{2/3}$  の関係にあると考えられるので、 $\varphi$  の目安として

$$\varphi^{(0)} \equiv \arctan \sqrt[3]{W} - 45^\circ \quad \dots \dots \dots \quad (11)$$

ただし  $W$  は 20 cm の立方体強度 ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ ) を示す。

これらの理論式を Graf などの実験結果と比較した結果通常用いられるらせん鉄筋量の範囲 ( $f_s/R_s < 0.02$ ) では、理論式は実験結果と比較的よく一致し 計算値/実験値の標準偏差は 10% 程度であった。しかし、らせん鉄筋量の非常に多い柱 ( $f_s/R_s > 0.02$ ) の場合には、 $\varphi$  の値が実際の内部摩擦角より小さくなることを考慮して、 $\varphi$  の値に補正係数  $\kappa = (0.9 - 3.2 f_s/R_s)$  を乗ずる必要のあることが認められた。  
 (委員 青柳 征夫)

(委員 青柳 征夫)

# エニセイ河のサヤノ・シュシェン スク発電所ダムの計画

## “Плотина Саяно-Шушенской Гидроэлектростанции на р. Енисее”

Пётр Г.А.

## Гидротехническое Строительство (水力建設) No. 4 срн. 10~14 (1964)

中央シベリヤのエニセイ河水系では、現在プラーツク(最大出力 450 万 kW), クラスノヤルスク(最大出力 600 万 kW) の発電所が建設されているが、さらに最大出力 636 万 kW のサヤノ・シュшенスク発電所が計画されている。

貯水池は全貯水量  $31.3 \text{ km}^3$ 、有効貯水量  $15.3 \text{ km}^3$  で、発電所建屋には出力 53 万 kW の発電機 12 基が設けられる。

ダム地点付近は結晶片岩より構成されてい  
る。ダムの計画に当っては、コンクリートダムおよびロックフィルダムの各種の形式について検討が行なわ  
れ、アーチ重力

図-1 エニセイ河水系の発電所

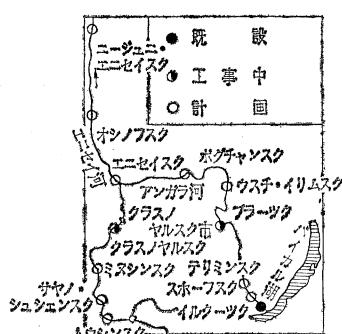
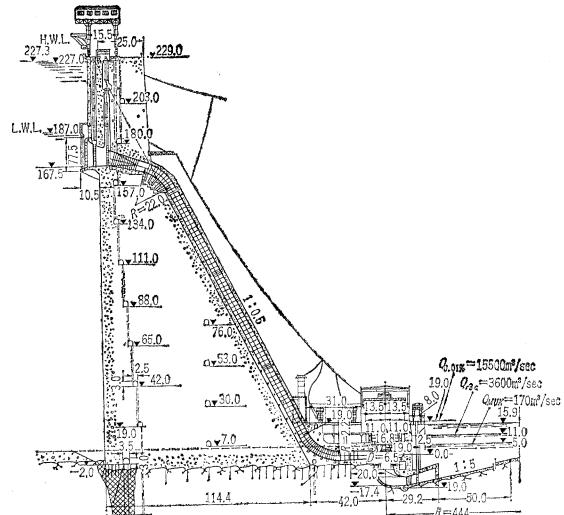
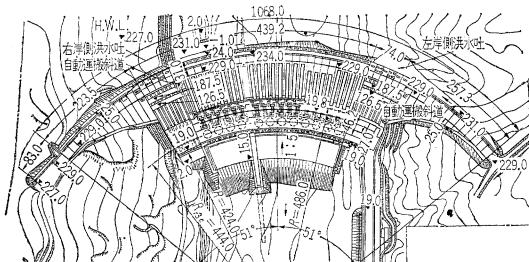


図-2 ダム断面図



### 図-3 ダム平面図



式が採用された。この形式での発電所全体の工事費は6億7100万ルーブル(1ルーブルは約400円)である。

ダムは高さ 236 m、底幅 114 m、堤頂長 1 068 m で、両岸に洪水吐、河心部のダム直下に発電所建屋が設けられる。取水口 ( $11 \times 15 \text{ m}^2$ ) は 24 あり、ダム下流面に沿って設けられる 24 本の水圧鉄管は厚さ 1.5 m のコンクリートによって覆われる。洪水吐の呑口は 2 段になっていて、下部呑口 ( $5 \times 5 \text{ m}^2$ ) が 8 つ、上部呑口 ( $6 \times 8 \text{ m}^2$ ) が 6 つあり、 $12\,200 \text{ m}^3/\text{sec}$  を放流するよう計画されている。

この発電所でえられた電力は長さ 400 km の 75 万ボルト送電線によりクズバス方面へ、また長さ 150 km の 50 万ボルト送電線によりアバカン・ミヌシシスク地方へ送電される。

海岸保全のための特殊防波堤

"Un Type particulier de Brise-lame la Defence cortiere"  
*Ruggiers, C.*  
I.A.H.R. Congress London (1963)

一般に海岸保全のための海岸構造物としては、海岸線

に平行に置かれる防波堤と、垂直に置かれる突堤があるが、前者は防護すべき海岸を波による侵食から守り、後者は海岸線に平行な底質の輸送を防ぐことを目的としている。しかしながら、現実の問題として、このような構造物がすべての場合において効を奏するとは限らない。実際イタリヤの Tyrrenian 海の Carrara 港では、WSW 方向の卓越した波浪のために、海岸侵食の問題がおこり、突堤を設置した結果、東側では海岸が侵食されたのに、西側では海岸に沿った方向の底質輸送が制限されるなど、複雑な現象を呈している。具体的に現れる結果はそれぞれについて異なっていても、これに類する問題にはしばしば直面することと思われる。

図-1 模型の平面図

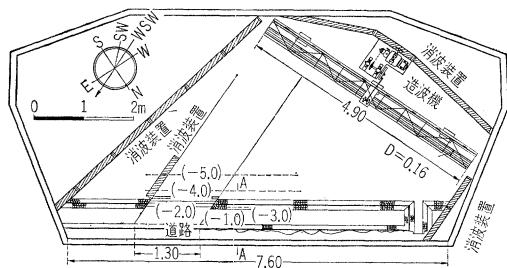


図-2 海岸より 85 m 沖合に設置した新しい型の防波堤（水深 35 m）および侵食の状況

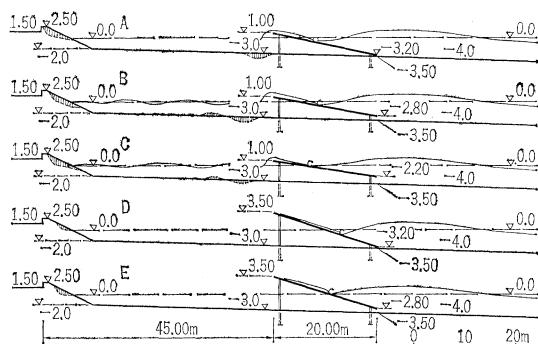
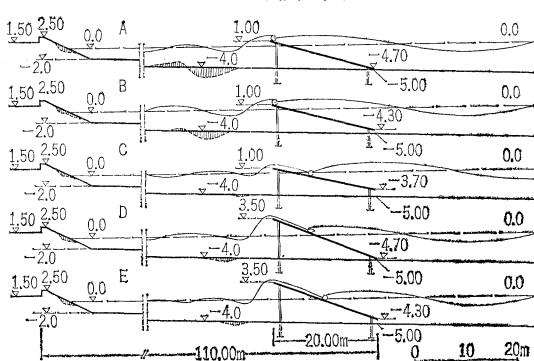


図-3 海岸より 110 m 沖合に設置した防波堤（水深 5 m）および侵食の状況



そこで筆者は特殊な型の構造物（特殊防波堤）を提案し、これに実験的な検討を加えている。

この構造物は 図-2, 3 に見られるように、2列に折込んだくいの上にコンクリートスラブを張ったもので、これを海岸よりある距離に設置して背後の水域および海岸における侵食を防止しようとしている。

実験装置は 図-1 のようなコンクリート実験水槽であり、造波機には減速装置その他をとりつけ必要な波高、波長、周期をもつ波を発生させることができる。

選択した波は、この海岸において最も卓越した WSW 方向のもので、波長 75 m、波高 4 m、波速 8.33 m/sec. 周期 9 sec のものであるが、模型においては、それぞれ 0.75 m, 0.04 m, 0.83 m/s, 0.9 sec のものを選んだ。これらの条件の下に実施された実験の結果は 図-2, 3 に示すとおりである。

図-2 は、海岸より 65 m の所に海岸に平行に設置したスラブの水平長 20 m の特殊防波堤であり、水深 3.5 m の所でスラブの上端、下端の位置を数種に変えて、その勾配を変え背後の侵食の状態を示している。3A～3C では越波がかなり顕著に見られ、海岸だけでなく防波堤のすぐ背後にも侵食が起っている。しかし 3A と 3C と比較すると 3C では越波長は増加しているが侵食は減少している。

一方 3D, 3E は上端を 3.50 m の位置に固定したものであるが、越波がいちじるしく減少し、したがって侵食を 3A～3C に比べ大きく減少している。したがってこれに関連したその他の実験の結果をあわせ考えると、構造物の設置位置が 50～60 m 海岸より離れているときは、3D, 3E がすぐれていると結論できる。

図-3 は 図-2 と類似なものであるが、防波堤を海岸より 110 m の所（水深 5 m）に設置した点が異なっている。この場合も、図-2 の場合と同じような考察を行なえば、結局、スラブ上端 +1.0 m, 下端 -3.7 m, 勾配約 1/4 の 4C が最もすぐれているといえるだろう。

以上筆者はこれら 2 つの場合について実験を行なったわけであるが、最後に結論としてつきのように述べている。他の実験の結果をも考慮すると、現在のブロック堤とこの特殊防波堤との比較では、実験の対象となった Carrara 港の場合について、この種の防波堤の方がすべての場合において、海岸保全に良好な結果を示した。海岸より 100 m 程度の所に、設置する勾配 1:3～2:4 の防波堤が最も効果的であると思われる。

この実験にある限られた場合について行なわれたものであって、他の条件をもつ場合に、防波堤の設置位置やスラブの勾配を求めるにはさらに実験を続ける必要がある。結果は好都合となるであろう。

(浅田 忠則)

## 海底敷設管に作用する波力

"Wave Forces Acting on a Pipe at the Bottom of the Sea"

Johansson, B., Reinius, E.

I.A.H.R. Congress London (1963)

この実験は、スエーデンの東南部にある新セルローズ工場の汚水をバルチック海に輸送する外径 1.5 m、長さ 4 800 m の木製大型パイプに作用する水平および垂直波力、ならびにパイプの海底への定置法に関するデータをえるために行なわれた。パイプラインの先端は、水深約 20 m で海底底質は砂および岩石である。

実験は長さ 19 m、幅 1.2 m、深さ 0.8 m の造波水路を使用し、模型縮尺を 1/30 にして行なわれた。模型パイプは外径 50 mm のプレキシガラスで作り、長さは水路幅と等しくとった。パイプの中央部で 150 mm 長さのパイプを切りはなししておかれている(図-1)。おのののパイプには、プレキシガラス製の台がつけられ、150 mm 長さのパイプをはさんで両側にある外側のパイプは移動しないよう固定されている。波力によるパイプのスライディングは土台で防いで、転倒を防ぐために図-1 に示すように鉛の棒を試行的に転倒がぎりぎりに防げるよう荷重としてかけて、細いワイヤーとパイプの天頂にとりつけて転倒に必要なワイヤーの水平引張力  $P_1$  を測定した(図-2)。

同様にして垂直力は水平横方向への移動を防いで、パイプに作用する浮力をぎりぎりに防げるよう、試行的に鉛の棒を荷重としてかけて、鉛の棒のついたパイプを持ち上げるに必要な垂直引張力  $P_2$  をワイヤーをパイプの天頂にとりつけて判定した。水平力  $P_3$  は、 $P_2$  と位相差なしで作用するものとして次式で算定している(図-2)。

$$50 \cdot P_1 = 25 \cdot P_3 + 22.5 P_2 \quad \dots \dots \dots (1)$$

模型に使用した波は周期 8.9 sec、波高 4.6~7.0 m の波である。

波力は水粒子速度の 2 乗に比例し、パイプの径に比例するものと仮定すると水平波力、垂直波力はつぎのようになる。

$$P_H = C_H \cdot \frac{D u^2}{2 g} \cdot r \text{ kgs/m} \quad \dots \dots \dots (2)$$

$$P_V = C_V \cdot \frac{D u^2}{2 g} \cdot \beta \text{ kgs/m} \quad \dots \dots \dots (3)$$

ここに、 $P_H$ : 水平波力、 $P_V$ : 垂直波力、 $C_H$ : 水平波力に関する係数、 $C_V$ : 垂直波力に関する係数、 $D$ : パイプの外径、 $u$ : 水粒子の水平分速度(最大値)  
 $= \frac{\pi H}{T \sinh 2\pi d/L} \cosh \frac{2\pi}{L}(d-y)$   $r$ : 水の単位体積重量、 $H$ : 波高、 $L$ : 波長、 $T$ : 周期、 $d$ : 水面から底ま

図-1 プレキシガラス性模型パイプの正面図ならびに断面図、150 mm 長さの中央パイプには鉛棒が荷重とにかくかけられている

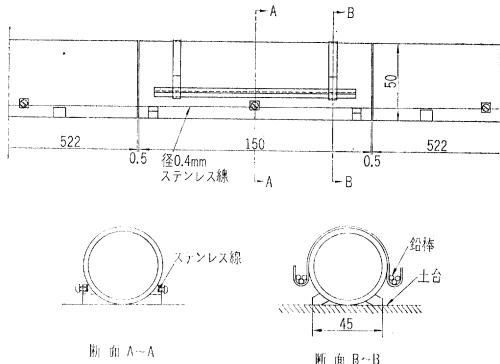


図-2 パイプに作用する力  $P_1$ 、 $P_3$  は波力を表わし、 $P_1$  は取付けられた線に作用する水平引張力による力

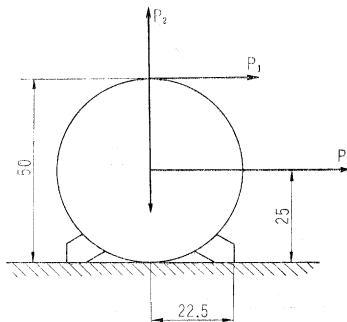
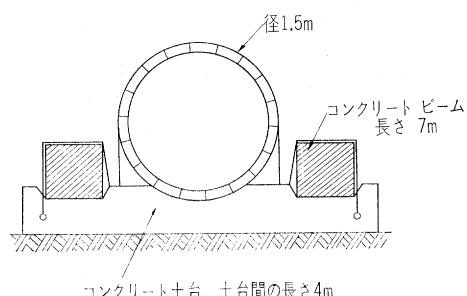


図-3 海底のパイプの定着法(コンクリートビーム載荷によるコンクリート土台)



での深さ、 $y$ : 横円の中心(水粒子運動軌跡の)までの深さである。えられた実験結果から波がパイプに垂直に入射する場合には  $C_H = 3.7$ 、 $C_V = 3.4$  の値を平均的に求めた。しかしながら、これらの値は非常に数少ない実験にもとづいて算出されたもので、しかも簡単な方法で波力を測定したものであるから、さらに一般的な理論をうるためにには、波力を直接測定する必要がある。またアンカーについて最終的に改良された形式は図-3 に示すとおりである。

(委員 森平 倫生)

## 自動車による都市施設の変化

"Service and The City Region"

Taylor, G.B.

Town and Country Planning Vol. 32, No. 5,  
May (1964)

自動車の普及とともに都市施設、都市の大きさなどにも変化が起りつつあることを述べた論文であるが、そのうちショッピングに関係した部分を抄訳すると、新しい情勢が小売店の都市中心地集中に影響を与えるようになってきた。

1) 自動車所有率が増し、自動車による買物の習慣が広がり、1週のうちの何時間かに買物が集中する。このため駐車の容易な店が望まれ、距離は重要でなくなってきた。

2) 市とか大きな町はいまでも車で混雑しており、巨額の投資をしなければ町に入ろうとする車も入れなくなってしまうだろう。

3) 大都市地域外の人口が急増しつつあり、ロンドン地域では、大都市地域の外のカウンティで1951年から1961年までに人口が35%増えた。町の外部における購買力はそれだけ増えたことになる。2)で考えたように、都市中心部それ自身は使いにくくなってしまっており、当然中心部におけるサービス業は影響をうけている。

4) 現代の商業の傾向は商品の平均化であり、これはいつどこでも同じ品質の品物を同じような価格で売っていることを示している。この小売の形式は都市中心部を大きくする力を弱める。多くのチェーンストアでは人口5万ないし25万の中心地に新しい価値を見い出している。

5) 多くの現存する都市中心地は貧弱で、競争がないために生きのびているだけであり、よいショッピングセンターなら、このような古い商店の客をとってしまうだろう。

6) 専門的なサービス（医者・歯医者・薬剤師・弁護士・会計士 etc.）は必ずしも都市中心部に集中していたわけではない。

7) 卸し商業の分布は、混雑している都市中心地域から外に出て行く傾向がある。

いろいろの品物を選べること、魅力のある大売出し、便利な交通機関など、これまで明らかに認められてきた下町の利益は、下町以外のショッピングの便利さに比べて高く評価されすぎてきたが、これらは改めて見直さなければならないことになった。その問題の中心は、自動車によって可能になった移動性の大幅な増加であり、また、現在自動車所有率の急激な増加が見られるのに、都心業務地域に入ってくる人間は増加していないことであ

る。Waide の引用によるに、1954年から1958年までの間に、アメリカにおける商取引はつぎのように変化している。

全 アメリカ	+17.5%
都心部業務地域	- 0.1%
全 市 市	+ 9.1%
大 都 市 地 域	+17.4%
残 り の 地 域	+32.3%

(委員 坪 叔男)

## 均一曝気槽による汚水の高速処理

"Minimal Solids Aerated Activated Sludge"  
Tenney, M.W., Johnson, R.H., Symons, J.M.  
Proc. of A.S.C.E. SA Vol. 90, No. 1, pp. 23  
~42, February (1964)

活性汚泥法による高速処理法の一つとして、均一曝気槽による汚水の高速処理を試みた。均一曝気槽は、汚水を曝気槽の周辺からなるべく一様に導入するとともに、曝気かくはんして槽内液の濃度を常時均一に保つものである（図-1）。著者らは肉汁・ぶどう糖・脂肪酸の水溶液について、室内装置により各種濃度の流入液を均一曝気法によつて処理し、CODの除去率および汚泥の形成量を観察した。

図-1 均一曝気槽  
  
流入液 → (均一濃度) → 流出液  
曝気装置  
液について、室内装置により各種濃度の流入液を均一曝気法によつて処理し、CODの除去率および汚泥の形成量を観察した。流入液中のCODはすべて水溶液として存在しており、浮遊物質は存在しない。曝気処理によって一部は無機物に分解され、一部は汚泥として浮遊物質中に移行し、その他のものが溶解性CODとして残る。通常の活性汚泥法においては流入下水に汚泥を添加し、曝気槽流出液中の汚泥を分離除去するが、均一曝気においては流入下水は曝気槽内の汚泥と混合する。汚泥の返送設備・最後（第2）沈殿池を必要としないので、最初（第1）沈殿池を省略すれば汚泥処理施設が不要である。

曝気槽として容量0.5lのものの5, 2.0lのもの3を使用し前者は日量2.0l, 後者は日量8.0lの実験液を処理するものとした。各槽とも約1ヶ月の馴らし運転の後、データをとった。流入液 COD: 240~3440 ppm の範囲における溶解性CODの防去率は約88%, 汚泥中のCODをふくむ全CODについては除去率42%である。

表-1 実験液組成

名 称	主 成 分	COD含量
肉 汁	たんぱく質	65 (%)
ぶ ど う 糖	含水炭素	25
オ レ イ ン 酸 ソーダ	脂 肪 酸	10
リ ン 酸 水 素 カ リ ウ ム (K <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> 0.4 g/g COD)	緩 衡 剂	—
	—	—

った。また、除去率は流入液の COD 濃度と無関係であった。

汚泥滞留時間(日), (SRT : Solids Retention Time)

$$= \frac{\text{処理装置全汚泥量}}{\text{処理装置からの単位時間(日)汚泥排出量}}$$

活性汚泥法を汚泥滞留時間によって大別すれば,

長期曝気法 (Extended Solids Aeration) :

$$30 \text{ 日} \leq \text{SRT}$$

中等曝気法 (Moderate Solids Aeration) :

$$3 \text{ 日} < \text{SRT} < 30 \text{ 日}$$

短期曝気法 (Minimal Solids Aeration) :

$$\text{SRT} < 3 \text{ 日}$$

均一曝気槽は槽内汚泥濃度と流出液汚泥濃度が等しく、SRT は処理水の曝気時間に等しい。したがって本実験は

$$\text{SRT} = 0.25 \text{ 日}$$

で短期曝気法に属する。

短期曝気均一曝気槽の COD 除去率を高めるため、引続いて曝気槽流出液を

- 1) 二次曝気槽によって曝気
- 2) 硫酸アルミニウムにより薬品沈殿
- 3) 酸化槽処理してその効果

を検討した。

二次曝気槽は図-2 のように均一曝気槽に隔板を設けた構造で沈殿槽を兼ね、容量 2.0 l とする。これを容量 0.5 l の均一曝気槽と組合せ、日量 2.0 l の実験液を処理した。

曝気時間：一次槽 6 時間、二次槽 24 時間

汚泥滞留時間 (SRT)

一次槽 0.25 日、二次槽 10 日 (推定)

結果は図-3 のようである。なお、二次曝気槽は処理

図-2 二 次 曝 気 槽

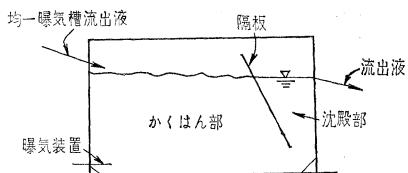
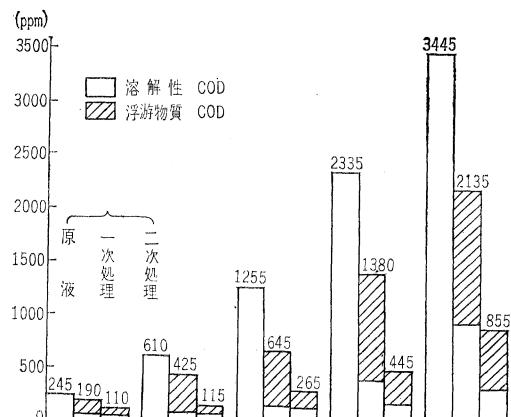


図-3



水の平均曝気時間 24 時間であるが、流出液の汚泥濃度が槽内汚泥濃度に比し非常に低いため、SRT が大きくなっている。

a) 薬品沈殿 SRT=0.25 日の均一曝気槽で COD : 2500 ppm の実験液を処理し、流出液に 0~1000 ppm の硫酸アルミニウムを加えて混合し、一時間静置する。

b) 酸化槽 上記の曝気槽流出液を浅い槽に約 10 日間貯留し、かくはんするとともに 1 日 16 時間、蛍光灯で照明する。

(委員 中田 肇)

## 土木学会誌・論文集総索引頒布

本書は、大正 4 年学会創立以来 50 年間 (48 卷) にわたり学会誌、論文集に登載された約 5000 件の題目を文献調査委員がその総力をあげて 23 章 195 節にとりまとめ整理したものであり、他部門にまたがる論文は重複をいとわず収録し、また付録として過去の文献抄録を配列してあるので、国外文献も調べられ利用価値はきわめて高いと信ずるので、会員各位の座右において大いに活用されることをおすすめする。

体 裁: B5 判 260 ページ 写真植字オフセット印刷

定 價: 800 円 (円 100 円)