

抄 録

第 28 卷 第 7 號 昭和 17 年 7 月

應 用 力 學

- (51) 穀粒の流動に就て (第 1 報) 682
- (52) 水中に於ける綱索の形に就いて 683
- (53) 耐爆構造に關する理論的研究 684

材 料

- (54) 南洋木材の耐腐朽度に關する實驗的研究 685

施 工

- (55) 外國に於ける掘鑿工事並に掘鑿機械 687

應 用 力 學

(51) 穀粒の流動に就て (第 1 報)

(外木有光著, 大陸科學院彙報, 第 5 卷 第 6 號)
最上武雄抄

ケシ, 大豆, 小豆, 大麥等の穀粒を筒狀容器に填充して其の底壓, 側壓を測定し, サイロの理論と傾向的 (定性的) に合ふ事を認めた。壓力の測定にはビストンと發條を使用してゐる。そして發條の伸縮はダイヤルゲージに依り測つた。其して發條は 1/100 mm の縮みに對して 26.3 g 及び 10.4 gr. の 2 種であつた。粒體と器壁の摩擦は穀粒を入れた圓筒をその軸方向に半分に切斷した種狀の器を作り, 之れを水平の位置より徐々に傾け容器中にある穀粒が滑動し初める時の傾斜角に依り測定し次の如き値を得た。

	ケシ	小豆	大豆
摩擦係數	0.353	0.189	0.065

又底壓と側壓の比, 著者の意のある處より考へれば所謂受動壓力と主動壓力の比の値は

小豆	ケシ	大豆	大麥
6.05	6.41	9.00	11.07

である。穀粒の見掛比重は

ケシ	大麥	大豆	小豆
0.665	0.697	0.813	1.015

容器の斷面積とその斷面の周邊長の比は 3 cm であつた。これよりサイロの理論から計算した値と實測値とは比較的よく合つてゐる。充填高さは 150 cm 途である。又底壓は圓筒の中心より壁に至るに従ひ急激に減

少すると言ふ興味ある測定値を示してゐる。又水理學との類推から密度 w なる粒體が垂直壓力 p_v を有する時の速度 v を

$$v = \sqrt{\frac{2a \cdot p_v}{w}}$$

と假定し, それとサイロの理論を組合すと充填高さ h なる穀粒が流出に要する時速 T は

$$T = \sqrt{\frac{2m}{g \cdot k \cdot \mu}} \left[\log \left(1 + \sqrt{1 - e^{-\frac{k \mu}{m} h}} \right) + \frac{k \mu}{2m} h \right]$$

を得, h 大なる時は

$$T \approx \sqrt{\frac{k \mu}{2g \cdot m}} h$$

となる。但し

- : 粒體と器壁との間の摩擦係數
- m : 容器の斷面積と周邊長との比
- k : 主動壓力と受動壓力との比

つまり流出時間は充填高さと同比例的關係がある。ケシの場合に直徑 7.5 cm, 長さ 280 cm の圓筒を用ひて測定した結果は次の如くであつた。

充填高さ (cm)	實測流出時間 (秒)	理論的流出時間 (秒)
50	0.68	0.350
100	0.88	0.568
150	1.06	0.764
200	1.28	0.958
250	1.43	1.152

又圓筒の直徑 12 cm, 長さ 155 cm として圓孔の直徑 2 cm の場合には充填高さ 100 cm 以上の時は理論流出時間の約 11 分の 1 となる。そしてその比の値は高さ 100 cm 以上となると殆ど一定となる。

オリフィスを付けると非常に流出時間が長くなる。又オリフィスより流出する粒體の容器内の速度は流出孔面積の大き形状に依り變化し、變化の狀況は $a^n = b \cdot v$ であらはされる。但し n, b は常數で孔の形状、粒體の種類に依り變る。又 n と b との間には $b^{0.165} = 1.0071 n$ なる關係あり。

又單位面積より流出する速度 v は粒子の大小を M , 形状を R , 單位面積を包む周邊の長さを L とした時

$$\text{流出孔が圓の時 } v = 0.107 \frac{M}{L \cdot R} + 0.020$$

$$\text{" 半圓 " 時 } v = 0.118 \frac{M}{L \cdot R} - 0.034$$

なる關係がある。

(52) 水中に於ける網索の形に就いて

(日高孝次, 坂田誠, 海洋學會機關雜誌 海と空 第22卷第2號 昭和17年2月 p. 47~49. 山田順治 抄)

測深, 採水, 測流等に於いて一端に重錘を吊した網索は水中で如何なる傾斜をなして居るかと云ふ問題に對して, 日高, 坂田兩氏が壓被顛倒寒暖計の壓力係數を決定する爲紀州沖で春風丸を黒潮の中で流し, 數個の顛倒寒暖計を網索の一端に吊し重錘を附して之を數百乃至千數百米の水中に降して見て測定した結果で, 只單に海流や風で船が流れてゐる實際の場合の近似的な形を取扱つたものである。

その時得た結果に依ると繰り出した網索の長さ S は被壓寒暖計で測定した實際の深さ d に水面に於ける傾斜角 θ の正割を乗じた積 $d \sec \theta$ に比して僅か許り長いことが知られた。この結果は深海中の網索の傾斜は水面のそれよりも小さいが大した差がない。即ち網索は可成り直線に近いことを物語るものである。故に今圖-1の如く海面から網索が出て來てゐる處を原點として深さ z を沿直下方に採るならば顛倒寒暖計の動作してゐる點の水平坐標 y は

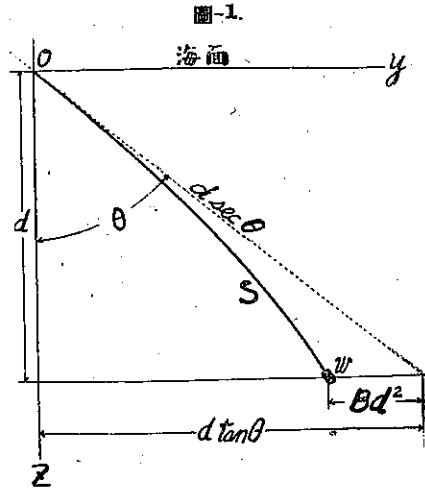
$$y = z \tan \theta + Bz^2 \dots \dots \dots (1)$$

で大體與へられると見て宜しい。但し B は常數でこれから決定すべきものである。

網索の長さを s , 顛倒寒暖計の動作した深さを d とすれば,

$$S = \int_0^d \sqrt{1 + \left(\frac{dy}{dz}\right)^2} dz \dots \dots \dots (2)$$

であるから實際に (1) を (2) に代入して積分した結果



は次式の様になる。

$$F(X) = X\sqrt{1+X^2} + \log_e \frac{X+\sqrt{1+X^2}}{p} + N - MX = 0 \dots \dots \dots (3)$$

但し X, M, N, P は次の通りである。

$$\left. \begin{aligned} X &= \tan \theta + 2Bd \\ M &= 2 \frac{S}{d} \\ N &= 2 \frac{S}{d} \tan \theta - \tan \theta \sqrt{1 + \tan^2 \theta} \\ &= 2 \frac{S}{d} \tan \theta - \tan \theta \sec \theta. \\ P &= \tan \theta + \sec \theta, \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots (4)$$

この式中に現れる諸量の内、未知數は B だけである。故に S, d, θ を與へて M, N, P の數値を計算し, X を未知數として方程式 (3) の根を求め, 依つて未知數 B を算出し, 求める式 (1) を決定する事が出来る。

此の航海に於いて試みた観測は 6 回で測定した, S, d, θ の値は 表-1 の左半の様になる。

これらの値を用ひて (3) を解いて X を求め B を計算した結果は 表-1 の右半の様になる。方程式 (3) には $B=0$ なる根があるがこれは勿論除外しなければならない。

常識的に考へると B は負數である筈であるが上の結果では只 1 回であるけれ共 B が正數である場合があつた。これは傾斜角が深い處で一層大きくなる事を示してゐるものであるから決して考へられないこともない。また B が甚しく小さい場合があるがこれは網索が深い處でも表面と殆んど同じ傾斜角を有つてゐたことを示

すものでこの場合網索は殆んど一直線をなしてゐた事になる。

表-1.

観測 番 號	θ	S	d	Bd	Bd^2	B
I	51°	793 ^m	578 ^m	-0.3045	-176 ^m	-0.0005269 ^{m⁻¹}
II	50°	495	365	-0.2828	-104	-0.0007775
III	25°	1495	1356	-0.0020	-3	-0.0000015
IV	23°	1545	1439	-0.0340	-49	-0.0000236
V	15°	895	853	+0.0485	-41	+0.0000569
VI	8°	295	293	-0.0243	-7	-0.0000831

理論的に網索の形を決める方法も二、三の人々に依つて試みられたが、海水の運動状態は種々雑多であつて、これを一々理論で決定することは不可能に近い。只この種の問題を解決するには先づ網索が水中で如何なる形を保つてゐるかを知らなければならないので、二、三の實際の例を取扱つたのである。

(53) 耐爆構造に関する理論的研究

(建築雑誌第 683 號 p. 11~12 新田亮抄)

本論文は梓着硝子板が自由な状態に於て爆壓を受ける時の理論的な性質の研究である。

今圖-2 の如き断面を有し上下に梓があり左右は無限に長いものとする。然してこれに近距離爆壓が加はつた時の論ずる。その振動式は両端支持の場合と同様に取扱ひ得るものであるが端部の集中質量 M とスパン l の變化に依つて種々の振動形式を生ずるのである。

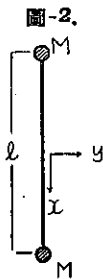


圖-2.

振動式の解法

近距離爆壓を受けた時の振動式の解は

$$y = y_0 + y_B = \sum_s m_s \cdot g_s = \sum_s \frac{p_0}{S^2 K} \beta_s u_s \phi_{s1} \dots \dots (1)$$

$$S = 0, 1, 3, 5, \dots$$

式中

- g_0 = 全體の並進運動
- y_B = 彈性變位
- p_0 = 單位面積に加はる爆壓 (kg/cm²)
- S^2 = 爆壓固有振動數
- K = 常數 = 0.176
- u_s = 固有函數
- β_s = 係數
- ϕ_{s1} = 時刻に関する函數

次に各係數を以下述べるに固有函數

$$u_s = \cos \frac{m_s}{2} \cosh \frac{m_s}{l} x + \cosh \frac{m_s}{2} \cdot \cos \frac{m_s}{l} x \dots (2)$$

$$S = 0, 1, 3, \dots$$

上式中補助數 m_s は以下の式を満足する値である。

$$\left. \begin{aligned} \tan \frac{m}{2} + \tan \frac{m}{2} + \mu m &= 0 \\ \mu &= \frac{2M}{\rho l} = \text{質量比} \\ \rho &= \text{線密度} \end{aligned} \right\} \dots (3)$$

更に固有振動數は補助係數 m_s の函數として

$$n_s = \left(\frac{m_s}{l} \right)^2 \sqrt{\frac{N}{\rho}} \dots \dots (4)$$

$$N = \frac{Et^3}{12(1-\nu^2)} \dots \text{版剛度}$$

ν = ポアソン比

こゝで $S=0$ 即ち $m_s=0$ を 1 つの解として採用した事に注意を厭ひ度い、これはそのまゝの並進運動である。猶ほ u_s の一例として第 0 次及第 1 次を圖示すれば圖-3 の如し。

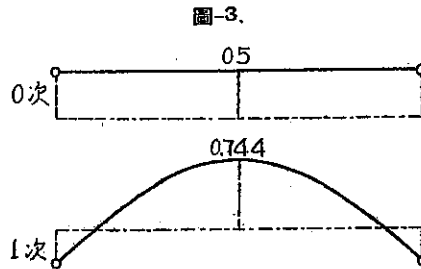


圖-3.

猶ほ m_s は μ に依つて變化し μ が大になれば両端支持の場合に近づき $\mu=0$ になると両端自由の場合の m に一致する。一例として μ と m_1 の關係を圖示すれば圖-4 の如くなる。

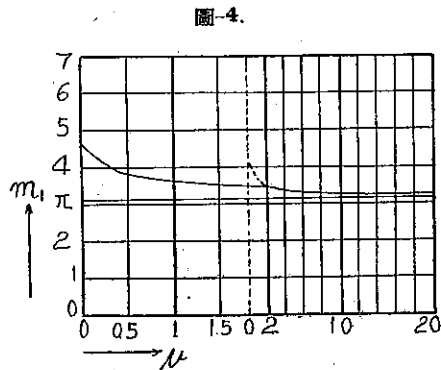


圖-4.

時刻函数

$$q_s = \frac{P_0}{S^2 K} \beta_s \Phi_{s1} \dots \dots \dots (5)$$

茲に

$$\begin{aligned} \beta_s = & -4\mu m_s \cos \frac{m_s}{2} \cosh \frac{m_s}{2} / m_s \left(\cos^2 \frac{m_s}{2} + \cosh^2 \frac{m_s}{2} \right) \\ & + 4\mu m_s \cos^2 \frac{m_s}{2} \cosh^2 \frac{m_s}{2} \cos h^2 \frac{m_s}{2} \sin m_s \\ & + \cos^2 \frac{m_s}{2} \sin h m_s + \cosh^2 \frac{m_s}{2} \sin m_s \cdot \frac{1}{\rho} \quad (6) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Phi_{s1} = & A_{s1} \sin n_{s1} t_1 + B_{s1} \cos n_{s1} t_1 \\ & + C_{s1} e^{-2t_1} \sin t_1 + D_{s1} e^{-2t_1} \cos t_1 \dots \dots (7) \end{aligned}$$

$$n_{s1} = \frac{m_s}{S}$$

$t_1 = St$ t = 爆壓を受けた時よりの時間

$$A_{s1} = -\frac{n_{s1}^3 - 5}{n_{s1} \{(n_{s1}^2 + 3)^2 + 16\}}$$

$$B_{s1} = -\frac{4}{(n_{s1}^2 + 3)^2 + 16} = -D_{s1}$$

$$C_{s1} = \frac{n_{s1}^2 + 3}{(n_{s1}^2 + 3)^2 + 16}$$

β_s の性質

振動式の解の誘導中の操作より、 ρ, β_s, u_s は爆壓が各次固有振動を刺戟する割合を示すものである事がわかる。

以上に依つて M 及び l, ρ, N が與へられた版の爆壓に依る振動應力を決定し得る譯である。

尙結論として爆壓を 2 分して並進と弾性變形とに分けて見ると

$$(1) \quad \rho \beta_0 = \frac{1}{1+\mu} \dots \dots \text{は並進に}$$

$$1 - \rho \beta_0 \frac{\mu}{1+\mu} \dots \dots \text{は弾性變形に}$$

夫々費される事になる。

(2) 弾性變形の量は以上の如く非常に複雑であるがこの略算式として、

$$y_B = \frac{\mu}{1+\mu} \bar{y}$$

$u =$ 第 3 式

$\bar{y} =$ 同じ版が兩端支持の時に同一爆壓に依つて受ける撓み

材 料

(54) 南洋木材の耐腐朽度に関する
實驗的研究

(建築雜誌第 684 號 p. 54~55 新田亮 抄)

南洋各地の木材 15 種類に就て腐朽菌「ワタゲサレタケ」に依て、温度 30°C に於て 1 ヶ月、25°C に於て 3 ヶ月間人工腐朽せしめ其の木材の重量及び壓縮強度減少率に依て耐腐朽性を比較し耐腐朽度を求めたものである。

(1) 實驗装置

恒温槽、恒温恒濕槽、高壓殺菌器、天秤、アムスラ-萬能式試験機

(2) 實驗方法

(イ) 供試體の種類

タイヘイヨウテツボク、ウドイド、ココヤシ、タマナ、バラオタマナ、オホバナヒルギ、フタバナヒルギ、ベニガクヒルギ、ホウガンヒルギ、カロリンシマボウ、セタックアムクラアル、ブラキオス、アンムイ、トオン供試體の大きいさ 2 cm³ (各種 3 個宛)、腐朽菌「ワタゲサレタケ」。

(ロ) 人工腐朽方法

各種類に就き 6 個宛の供試體を電気乾燥器内にて絶對乾燥の上、重量を秤定、内 3 個宛は健全材の儘直ちに壓縮強度の測定、他の 3 個宛を 1 組として、之を 7 日間水中に浸し含水せしめ、之を高壓殺菌器中にて殺菌し、三角壺中の培養基上に培養したる腐朽菌絲上に纖維を垂直に静置し、綿栓をなし、恒温槽内に静置し、1 ヶ月後及び 3 ヶ月後の 2 回に取出し、重量を秤定し之を乾燥して再び秤定し之を健全材の絶對重量より差引いて重量減少率を求め、一方重量秤定後直ちに纖維方向の壓縮強度を測定し、之を健全材の壓縮強度より差引いて壓縮強度減少率を求めて腐朽に依る重量減少率及び壓縮強度減少率を比較す。

(3) 實驗結果 (表-2 参照)。

表-2. 3ヶ月腐朽材の壓縮強度減少率比較表

樹 種	健 全 材			腐 朽 材			強 度 減 少		順小 より 位大	耐 腐 朽 度
	符號	壓縮強度 kg/cm ²	平均強度 kg/cm ²	符號	壓縮強度 kg/cm ²	平均強度 kg/cm ²	強 度 kg/cm ²	率 %		
タイヘイヨウテツボク (心 材)	1	1090	1143	1	875	964	179	15.7	3	9
	2	1153		2	1063					
	3	1185		3	955					
(邊 材)	1	793	882	1	63	90	792	89.8	14	1
	2	910		2	108					
	3	943		3	98					
ウ ド イ ド	1	750	873	1	968	942	+69	+7.9	1	9
	2	745		2	973					
	3	1125		3	885					
コ コ ヤ シ	1	1028	1139	1	863	750	389	34.2	4	7
	2	1100		2	825					
	3	1288		3	563					
タ マ ナ	1	850	712	1	—	133	579	81.3	10	2
	2	645		2	175					
	3	640		3	90					
バラオタマナ	1	668	729	1	180	169	560	76.8	8	3
	2	845		2	145					
	3	675		3	183					
オホバナヒルギ	1	1060	1028	1	805	868	160	15.6	7	9
	2	980		2	855					
	3	1045		3	943					
フタバナヒルギ	1	1180	1250	1	588	579	671	53.7	2	5
	2	1295		2	613					
	3	1275		3	535					
ベニガクヒルギ	1	1050	1014	1	458	617	397	39.1	6	6
	2	1018		2	680					
	3	975		3	713					
ハウガンヒルギ	1	558	589	1	75	120	469	79.6	9	2
	2	630		2	173					
	3	578		3	113					
カロリンシマボウ	1	700	720	1	75	98	622	86.4	11	1
	2	708		2	120					
	3	753		3	—					
セ タ ツ ク	1	690	655	1	51	88	567	86.6	12	1
	2	565		2	38					
	3	710		3	175					
アムクラアル	1	650	652	1	—	0	652	100.0	16	0
	2	630		2	0					
	3	675		3	—					
ブラキオス	1	420	365	1	180	227	138	37.8	5	6
	2	333		2	308					
	3	338		3	193					
ア ン ム イ	1	575	608	1	—	68	540	88.8	13	1
	2	675		2	68					
	3	575		3	—					
ト ン	1	500	514	1	21	51	463	90.1	15	1
	2	505		2	108					
	3	538		3	25					

施 工

(55) 外國に於ける掘鑿工事並に掘鑿機械

“Methods of Excavation Work at Home and Abroad.” Wilam Barnes., Dock and Harbour Authority July, 1941, p. 186~190. 新妻幸雄 抄

種々な型式の掘鑿機を概説すれば次の通りである。

グラブは多分最古の型であるが、主に水面下の浚渫や種々雑多な堆積物を處理するのに使用される。

バケット式掘鑿機陸上並に水面下の掘鑿に使用される。しかし之は今でも適當な金鑿や錫鑿の浚渫機としては最上のものである。之は又無限軌道付の臺の上に小型のものを取付けると溝を掘鑿するのに利用される。

ポンプ式浚渫船は主に水面下に於て砂や泥を浚渫するのに使用される。

ジッパー浚渫船も水面下の浚渫に使用される。これはバケット1つの掘鑿機で、バケット浚渫船やポンプ浚渫船やドラグラインやグラブでは處理出来ない場合に使用する。

機力ショベルはグラブを除けばバケット1つの掘鑿機の中で最古の型であるが、最近迄一番使用されて居た型である。掘鑿力が1つのバケットに集中するので、漂礫土や水成岩や火成岩を含む堅い地盤を發破なしに掘鑿することが出来る。緻密な岩石や鑛石でも初めに發破をかけて置けば掘鑿することが出来る。之は掘鑿する高さや土砂を空ける半徑に適合する様ブームの長さを變へれば1/4立方碼から33立方碼までの能力のものが製作される。特に堅牢な型のはトンネルショベルとしても使用される。それは岩石採取場や鑛山で使用するには最適の型である。採石ショベルとして知られてる大型のものは5立方碼迄の容量のバケットを持ち、約40トンの掘鑿力を持つて居る。

ドラグラインはバケット1つの掘鑿機の中で最も廣く使用されて居るものである。ドラグラインは機械面より低い所を掘れるし、ブームを長くすれば掘鑿範囲を廣くすることが出来るので、多くの仕事に機力ショベルの役目を奪つた形となつて居る。バケットの容量は1/4立方碼から26碼まであり、ブームの長さは250呎迄ある。

ドラグラインスクレーパー或はスラックケーブル掘鑿機及塔式掘鑿機、此等はドラグラインの特殊型、或は2つの塔の間が1つの塔とアンカーとの間に張られた

鋼索について動くバケットやスクレーパーである。此等は砂、砂利の掘鑿或は大きな築堤等に主に使用される。

ドラッグショベルはバケット1つの掘鑿機でバケットの容積は約 $1\frac{1}{2}$ 立方碼迄用ひられて居り、ドラッグラインとショベルとの利點を取つたものである。これは機械より低い所が掘鑿出来、バケットはショベルの様に機械に固結されて居るので、同容積のドラッグラインより重いものが掘鑿出来る。これは主に管埋設の溝等の掘鑿に使用され、掘鑿深度は約18呎迄である。

スキナーは小さいバケット1個の掘鑿機では水平に長く掘鑿するものである。これは主に道路工事で浅い掘鑿をするために發達したもので、これの利點は掘鑿跡が水平であることである。

ローダは主として掘り溜めた砂、砂利、碎石等を積むのに用ひられるので掘鑿機の中に入れてもよいと思ふ。これは無限軌道式の傾斜した鎖に軽いバケットを幾つかつけたもので、砂や砂利等を掘り溜めた山の裾から廻轉式の供給機によつてバケットに入れて居た。今では大抵はバケットを用ひず小型の機力ショベルを用ひて居る。

牽引設備は最近多くの掘鑿機の重要な附屬物となつたものであつて、無限軌道を備へた牽引車が曳くグレーダー、スクレーパー、ブルグレーダー或はブルドーザー等である。

グレーダーは車輪の上に載せた杵に長く角のある刃を取付けたもので昔は馬で曳いたが最近では牽引車が曳いて居る。これは主に土砂道(dirt roads)を均したり道路の排水溝を造るのに用ひられて居る。エレベーターティンググレーダーは掘鑿物を傾斜ベルトに載せるもので、このベルトに依つて掘鑿物は後方の車の中に入る様になつて居る。最近は無軌道に載せた牽引車の前に取付けたブルドーザーやブルグレーダーが用られる様になつた。

スクレーパーが出来て殆んどエレベーターティンググレーダーが用ひられなくなつたが、之は2つ或は4つの大きな空氣タイヤの車輪に載つて居り、無限軌道を取付けた強力な牽引車に曳かれて居る。之は相當量の土砂を掘鑿し、載せ、運んで空ける車體から成つたもので、この車體の容積は $2\frac{1}{2}$ 立方碼から30立方碼までであるが最近45立方碼のものが出来た。

スエズ運河 スエズ運河は人工の水路の先驅である。紀元前500~600年頃にIsthmusを横切つて小運河が掘られたとの記録がある。又Nechoが紀元前609~593年に紅海とビッター湖とを連絡しようと企てた

が工事に當つてエジプト人 12 万人の生命を失つて断念しとの記録もある。

フェルチナンドレセップでさへも初めは主に人力で運河を完成しようとして工事見込費 800 萬 磅を消費して失敗してしまつた。

1859 年エジプト總督から 3 万人の労働者の援助を受けて始められたが 2 年経つて 1/5 も掘鑿出来なかつた。しかしレセップは更に 800 萬 磅を苦面することに成功して人力を省くためにバケット掘鑿機、浚渫船や運搬機を購入した。其の結果運河は 1869 年に開通した。

浚渫船の多くは長い傾斜したシムートを備へて居り、その上端に注いだ水の力で掘鑿土砂を運河の堤防の附近の空地に流す様になつて居る。之の方法は現在のポンプ船の先驅をなすものである。

レセップの初めの計畫は運河の底幅 160 呎であつたが、工費が高いのと進捗度が悪いので、底幅を 78 呎に減少し所々に船がすれ違ふために待避所を設けた。掘鑿土砂は 8,000 萬立方碼の工費は約 1,650 萬 磅であつた。

運河は後に、2 隻の船が待避せずに擦違へる様に幅を擴げたが、掘鑿は大きなバケット式浚渫船に依つた。

マンチェスター運河 之は 200 年前に提案されたが、最初に熱心に考へたのはダニエルアダムソン (1882 年) であつて、1883~1884 年には彼の考が實現した。

マンチェスター運河會社が設立され、1887 年 11 月に着工され 1893 年に完成したが工費 1,500 萬 磅であつた。

運河は全長 $55\frac{1}{2}$ 哩、水面の平均幅 172 呎、水深最小 28 呎である。

多數の機械を使用したので労働者は 17,000 人を超えなかつた。使用した設備は、軌道 228 哩、汽關車 173 輛、貨車 6,300 輛、蒸氣起重機 124 基、蒸氣發動機 192 基と掘鑿機 107 臺で、掘鑿機の種類は古い塔型のダンバーラストン蒸氣掘鑿機 71 臺、蒸氣起重機式掘鑿機 19 臺、佛國式バケット掘鑿機 4 臺、ドイツのルベッカーのバケット式掘鑿機 3 臺と浚渫船 10 隻である。

掘鑿土量は 5,350 萬立方碼で、中に 1,200 萬立方碼の砂岩を含み、浚渫船の掘鑿量は 300 萬立方碼である。1 月の掘鑿量は 70~140 萬立方碼である。

マンチェスター運河は全圓ショベルの發生地で、其處では之を蒸氣起重機式掘鑿機と言つて居た。今でも蒸氣起重機式掘鑿機をジュビレー掘鑿機と言はれることがあるが、之はヴィクトリア女皇のジュビレー (50 年祭) に因んだものである。之は始めは蒸氣起重機に取付けら

れた掘鑿設備に過ぎなかつた。

掘鑿土砂は容量 $4\frac{1}{2}$ 立方碼の木製貨車で運搬したが最近では輕量の取扱の容易な鐵製の貨車があるので殆んど使用して居ない。

パナマ運河 パナマ運河の歴史も非常に古い。コロンブスのイスマス (Isthmus) 上陸に同行したスペイン人アルベロ・ド・サーベドラが 1513 年に運河を計畫したが實施しなかつた。此の問題は 400 年以上も方々の國家や團體や個人が考へたが一向實現はされなかつた。

始めの計畫はスエズ運河で有名になつたレセップが 1881 年に提出し、同國人に投資を薦めて運河會社を設立してイスマスを通る平面運河を掘らうとした。8 年で完成する確信を持つて 1882 年着工されたが、場所が不健康地であり、非常な困難に遭遇し、資金も得られなくなつたため會社は工事着手後 6 年の 1889 年に接收されてしまつた。

レセップは平面運河を考へて居たが計畫の無理なのを知るや開門式運河を提唱した。

此の頃、アメリカ合衆國はイスマスを通る運河の必要を感じて居つて別の路線としてニカラガを通る運河を調査して居た。偶にパナマ運河會社が資金難に喘いで居つたので株主達は 2,250 萬 磅で株をアメリカに賣らうとしたがアメリカは 825 萬 磅にししか評價しなかつた。會社は 2,250 萬 磅を主張して居るのでアメリカの委員會はニカラガ運河の有利なることを報告した。此のため會社は 825 萬 磅でアメリカに身賣りすることに決定した。

1904 年アメリカが所有することになつたが平面運河にすべきか開門式運河にすべきかについて議論百出で、遂にイスマス運河委員會に附託して 1906 年 6 月開門式運河にすることに決定し、開門は長 1,000 呎、幅 110 呎にすべきことに決定された。

アメリカが着手する時、計畫はフランスの計畫を踏襲したが機械は遙かに近代的なものを用ひ、すべてをフランスよりは大規模に組織することにした。労働者は西印度人を使役し、少數のフランスの役人と技術者を備つた。

始め労働者は合衆國から連れて來た。給料は高いがマラリヤや黃熱が猛烈なので大半は歸國してしまつた。其處で當局はマラリヤや黃熱退治に全力を擧げた。

フランス人が用ひた掘鑿機はバケット式掘鑿機であるが、長い索道をも使用した。この索道のバケットは手掘で土を入れ、水路の一方へ曳き寄せて車に空けるのであつた。

アメリカ人はバケット式掘鑿機の代りに、4 呎 \times 8 $\frac{1}{2}$ 呎軌間のレール上を走るボギー車に載つて居り隅や側面を掘る時安定を與へるために前面に突出部があるので鐵道型と言はれて居る蒸氣ショベル 102 臺を使用した。クレブラ掘割は殆んど岩石で、鑽孔と發破が必要であつた。アメリカ人はフランス式の蒸氣ショベルを廢して近代式の空氣鑽孔機や churndrill 或は鑿井機を使用した。クレブラ掘割では churndrill を 200 臺以上使用したが、いづれも蒸氣機關を備へて居て直径 5 吋深さ 100 呎の孔を鑽ることが出来る。

アメリカの熟練者の操縦するショベルの 1 日の最高能力は 5 立方碼のショベルを用ひて 8 時間勞働で 4 465 立方碼、平均 1 時間に 558 立方碼であり、1 ヶ月最高の能力に依れば 1 時間當り 330 立方碼である。

蒸氣ショベルは掘鑿土を此の仕事のために特に設計製作した 12 立方碼又は 18 立方碼の鋼製の車輻に入れるのだが、此の中 900 輻以上は車輻の下に取付けられて居り機關車からの壓縮空氣で操作されるシリンダーに依つて兩側に空けられる所謂 two-way Air-dumpcar である。側棒のない大きな扁平車も使用したが、これは鋼索で引張られ列車の前部に汽關車の後部にある特別車に載せられた蒸氣捲揚機で操縦される荷卸鋤 (Unloading-plough) によつて空けられる。

全掘鑿土が 1 億 900 萬立方碼もあつたので掃均器 (Spreader) を用ひて土運車が来る迄に軌道を掃清めて置き、土捨が進むと軌道移動機を使用して捨土の端の方へ軌道を移動させる。

クレブラ掘割は底幅 300 呎、上幅最大約 2 000 呎であつた。

初めて海洋航行の汽船が運河を通つたのは 1914 年 8 月 3 日で、アメリカが獲得してから實に 10 年後であつたが一般に公開されたのは 1915 年の中頃であつた。

運河の開鑿の間、又巨大なディツパー式浚渫船をブサイラス會社で建造したが、之は同會社製最大の蒸氣式ディツパー浚渫船で、ディツパーの容積 15 立方碼で水面下 55 呎迄掘れる。ディツパーだけの重量は 22 トン、ディツパーアームの重量は 36 トン、附屬品其のブームの重量は 50 トン以上である。之は非常に強力であるので重量 20~50 トンの岩石を取扱ふことが出来る。機械は非常に大きいけれども 45 秒で 1 回の操作が出来た。

1915 年に記録された最大の掘鑿量は 24 時間で 17 185 立方碼、即ち 1 時間當平均 716 立方碼であつたが、後になつて 25 時間で 23 305 立方碼、即ち運轉休止の時

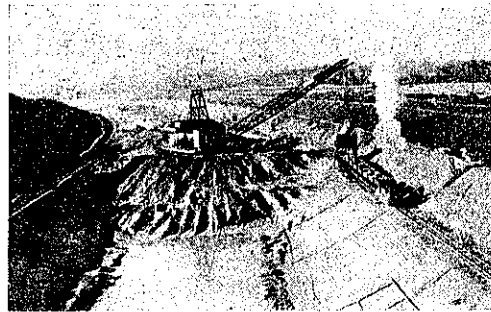
間も含めて 1 時間 971 立方碼或は貨運轉 1 時間に 1 002 立方碼と言ふ記録が出た。

運河が公開されても土砂崩れや隆起が折々起つて浚渫船が直に出動して航路の浚渫維持に従事して居る。

運河を公開する迄に費した總工費は 7 800 萬磅で、1915 年 3 月 31 日迄に掘鑿した土量は、佛人が掘つた 7 800 萬立方碼と土砂崩れの 2 500 立方碼とを含めて 232 500 000 立方碼である。

ベルギーのアルバート運河 アルバート運河はアントワープ港と大工業都市リエージュを結ぶもので、リエージュの北方 Campine 盆地の新炭田の發展を助けやうとの意圖もあつた。尙ベルギーの國防計畫の一環をなすものでもあつた。

圖-5.



アントワープからリエージュに至る運河は長 96.3 哩で 23 の閘門があつた。そして排水量 450 トン程度の船にしか適せず、1 航海するに 12~20 日を要した。新運河は延長が 20 哩短縮され、約 180 呎の水位差を調整するために閘門は 6 個所しかない。

各閘門は、6 000 トン級船舶 1 隻と 600 トン級船舶 4 隻を入れる大きな閘門 2 つと 600 トン未満の船舶を急速に經濟的に處理し得る小さい閘門 1 つとから成つて居る。新運河を 1 航海するには 4 日しかかゝらない。

運河の底幅は 85 呎 3 吋、水深は中央にて 16 呎、兩側で 11 呎である。而して此の掘鑿土量は 1 億立方碼であつた。

運河の一部は低地を通るが、3 500 萬立方碼の盛土に依つて堤防を築いて居る。亦高い丘陵を 3 つ通る所があるが、此處では深さ 200 呎、幅 610 呎の切取をしなければならない。此の掘鑿土量は 3 200 萬立方碼で其の半分は凝灰岩と水成岩とであつた。

此の工事は 1930 年に着手して、1939 年に竣工した。閘門の掘鑿にはドラグラインとグラブ式起重機 (grabbing crane) とを用ひた。水面下の工事は行はれる所

には、300馬力のポンプ式浚渫船と7立方呎のバケットを持つた150馬力のバケット式浚渫船を使用し、之にグラブ式起重機を併用した。

廣い断面の掘鑿には次の様な機械を使用した。

1. バケットの容量6立方碼、ブームの長さ135呎、動力は280馬力のディーゼル機関、總量約300トンのサイラスモニハンのドラッグライン、之は3交替で1日24時間作業で約550立方碼を掘鑿した。此の標準能力1時間200~300立方碼。17ヶ月の間に於て、9740時間(實掘鑿時間7940時間)に175萬立方碼を掘鑿した。

2. 無限軌道を持ち、長110呎のブームに容量3立方碼のバケットを取付けた總量164トンのマリオンのディーゼル電気式ドラッグライン、此の標準能力は1時間150立方碼。

3. 重量約200トンで容量12立方呎のバケット28を備へた。蒸氣式バケット掘鑿機、此の能力は1時間250立方碼。

流砂を深く掘ることは、排水に注意して、エレベーターンググレーダーやトラクターや無限軌道付きのダンプカーを使用して成功した。

ブルドザーは搗固めを要する盛土に非常に役に立つた。其の他蒸氣、石油又はディーゼル機関の掘鑿機約25臺を使用した。此の中にはバケットの容量が $\frac{1}{2}$ ~ $1\frac{1}{4}$ 立方碼のドラッグラインやショベルやグラブ式起重機が含まれて居る。又連続バケット式機械3臺も使用した。

機關車は100臺以上使用したが其の中約半分はゲージが1米又は夫れ以下であり、ダンプカーは1000臺以上使用して居り、其の大部分は容積5~6立方碼である。又容積13立方碼のダンプカーも多數使用したが、之は壓縮空氣を使用して兩側へ空ける設備になつて居る。

Sukkurの堰堤並に灌漑計畫 是は北西インドのSind-沙漠の6200000エーカーの灌漑の目的を持つもので、公式にはロイドの堰堤並に運河建設計畫と言はれ、21000000立方碼の掘鑿を含む世界最大の運河計畫である。

目的はインダス河から1年中水の供給を受けることで、計畫はインダス河口から400哩のSukkurに集中されて居る。インダス河の5支流、Jhelum, Chenab Ravi, BeasとButlejは1年の間に3ヶ月水量が豊富であるが、9ヶ月は涸水する。夫れ故Sukkurで長さ約1哩、各支間60呎の水門40を有する堰堤を建造して、運河組織で1年中何時でも充分な水量を供給しようとした。

主要運河は7つあり、4つは左岸堤防に、3つは右岸堤防にある。其の全延長は1000哩で、幅49呎で水深は4~20呎である。

主要運河に加へて700哩以上の支流運河と(branch canals)4600哩の分布運河(distributary canals)があり、土地を借りて居る農夫が掘鑿した給養水路は50000哩に達する。土質は主に砂とsun-baked clayとである。

運河の掘鑿は46のドラッグラインに依つたが、型式寸法は次の通りである：—

9臺は蒸氣のドラッグラインでブームの長さは100~145呎、バケットの大きさは6~10立方碼である。

2臺はディーゼル電気のドラッグラインでブームの長さは125呎バケットの容量は3立方碼である。

5臺は蒸氣のドラッグラインでブームの長さ80呎、バケットの容量は3立方碼である。

以上は主に主要運河の建設に使用したもので、分布運河には、動力はディーゼル機関でクラッチで操作される“straight Diesel”と言ふドラッグラインを使用した。其の内譯は、

9臺はブーム45呎、バケット容量 $1\frac{1}{2}$ 立方碼

16臺はブーム40呎バケット容量1立方碼

3臺はブーム35呎バケット容量 $\frac{7}{8}$ 立方碼である。更にSukkurの主要堰堤の建設に要する掘鑿に使用した大型のポンプ式浚渫船が2隻ある。

總ての機械は、夏と冬は1日3交替で運轉された。此の計畫は1923年に始まり、1925年に着手されて1932年に完成した。掘鑿單價は、勞力費、燃料費、豫備費及修理費を入れて1立方碼當り大型の蒸氣式ドラッグラインで約 $3\frac{1}{2}$ d, (denari=ペンス) 小型のディーゼルドラッグラインでは1.4d程である。

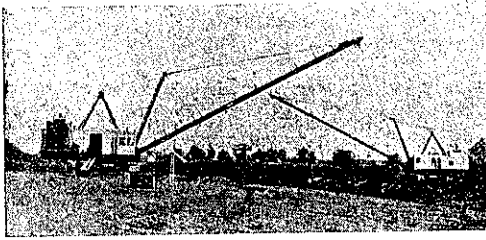
全工費は15000000磅でスエズ運河やマンチェスター運河と略同額であるが、掘鑿土量はマンチェスター運河の4倍、スエズ運河の約3倍でパナマ運河と殆んど同量である。

計畫に使用した機械の總費用は3400000磅に達した。

オーストラリアのムルワラ運河 此の運河の建設は1935年に始められ今尙工事中である。建設中の運河は長さ75哩、底幅最大115呎、水深9呎、法勾配 26° は即ち1:2である。掘鑿土量は10000000立方碼で費用は1200000磅の見込である。

掘鑿機械の内譯は次の通り。

圖-6.



4 立方碼 のブサイラスエリーのディーゼル機関ドラグラインでブームの長さが 73 呎—6 吋, 3 立方碼のバケットを使用すれば 89 呎—6 吋迄延ばし得るもの 4 臺。

ラストンブサイラスのディーゼル機関ドラグラインでバケットの容積 $1\frac{1}{4}$ 立方碼 のもの 1 臺。

ハーマンのディーゼル機関ドラグラインでバケットの容積 1 立方碼 のもの 1 臺。

95 馬力の無限軌道のトラクター 2 臺。

44 馬力の無限軌道のトラクター 8 臺。

堅い掘鑿物をくづしてグレーダー、ブルドザー、アングルドザーやスクレーパーが處理出来る様にしてやる dipper 1 臺。

堤防を固める搗固めローラー 2 臺。

1:2 勾配の法を仕上げるに用ひる特殊なドラグスクレーパー若干臺。

1940 年 5 月迄に掘鑿した量は 7 000 000 立方碼に達するが、1 立方碼 當りの費用は資本金、原價消却費、監督費等總てを含めると 8.309 d で、賃金を含む作業

費は 1 立方碼 當り 1.602 d, 修理や附替へや雜費は 1 立方碼 當り 2.366 d である。

原價消却は當初 1 立方碼 當り 2.6 d と見て居たが、機械の能率の良い點から見てこれは餘裕がありすぎる様に思はれる。

要約 スエズ運河ではバケット式掘鑿機が用ひられた。此の仕事は今施工するなら陸上掘鑿には走行型のディーゼル機関ドラグラインとトラクターとが使用され、水上ではポンプ式浚渫船が使用されることは疑ふ餘地がない。

マンチェスター運河にはバケット式掘鑿機はあまり使用されず古い蒸氣掘鑿機が使用された。現在であれば、砂岩に對しては主にディーゼル機関の全圓ショベルを用ひ、補助にドラグラインやトラクターを用ひるであらう。

パナマ運河では、大部分の掘鑿 Culebra 切取では蒸氣ショベルの代りに電氣操作の重い全圓採石型ショベルを用ひ、補助としてディーゼル機関ドラグライン、中型のディーゼル機関ショベルやトラクターが使用されると思はれる。

Sukkur 計畫ではドラグラインが有効に使用されて居るので之に代るべきものは考へられないが、大型のドラグラインはディーゼルか電氣かディーゼル電氣かを動力として蒸氣は使用されなと思ふ。なぜなればボイラーが故障の原因となるからである。

小型のディーゼル機関のドラグラインは、あらゆる點で理想的なので改良する所がない。