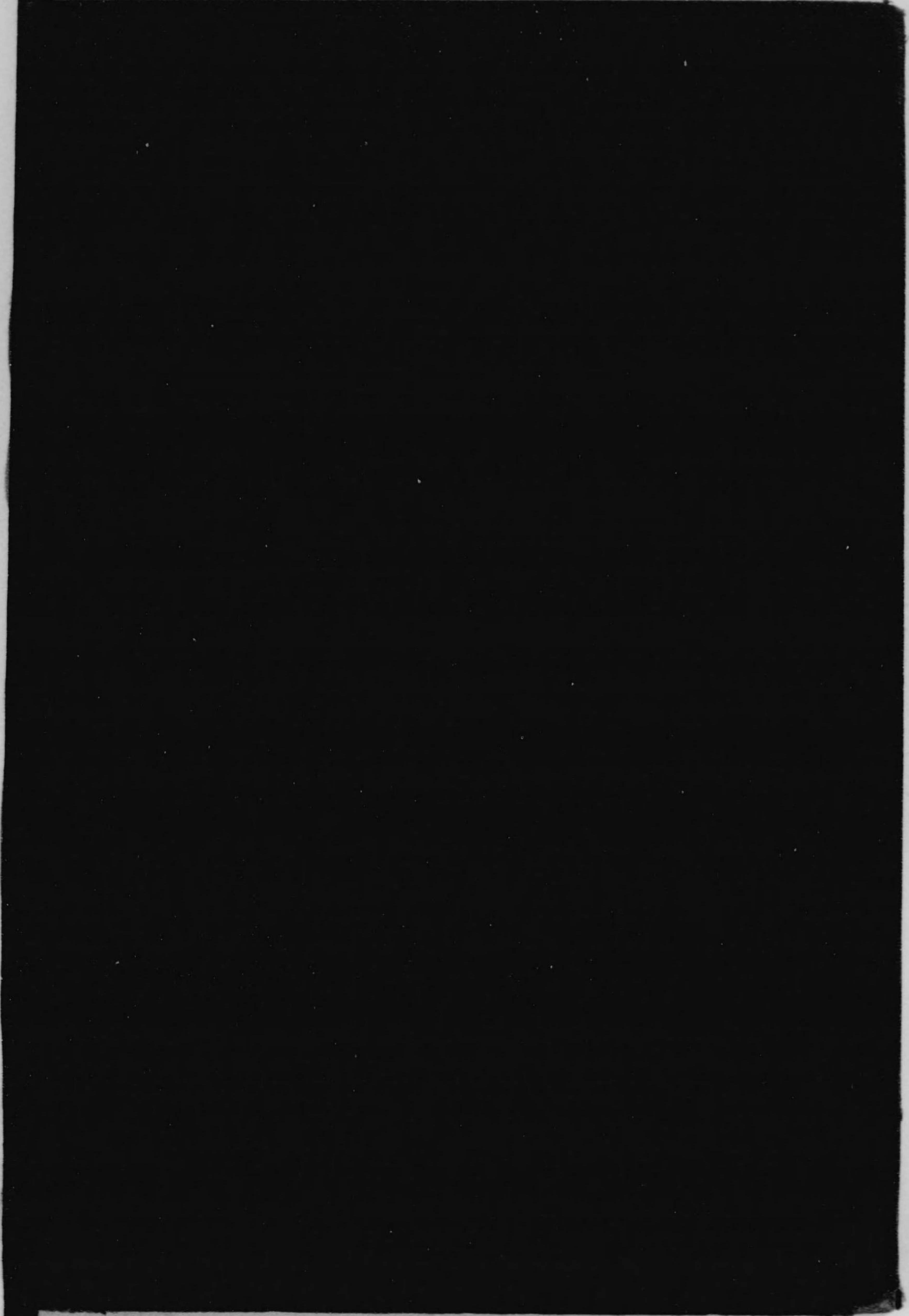




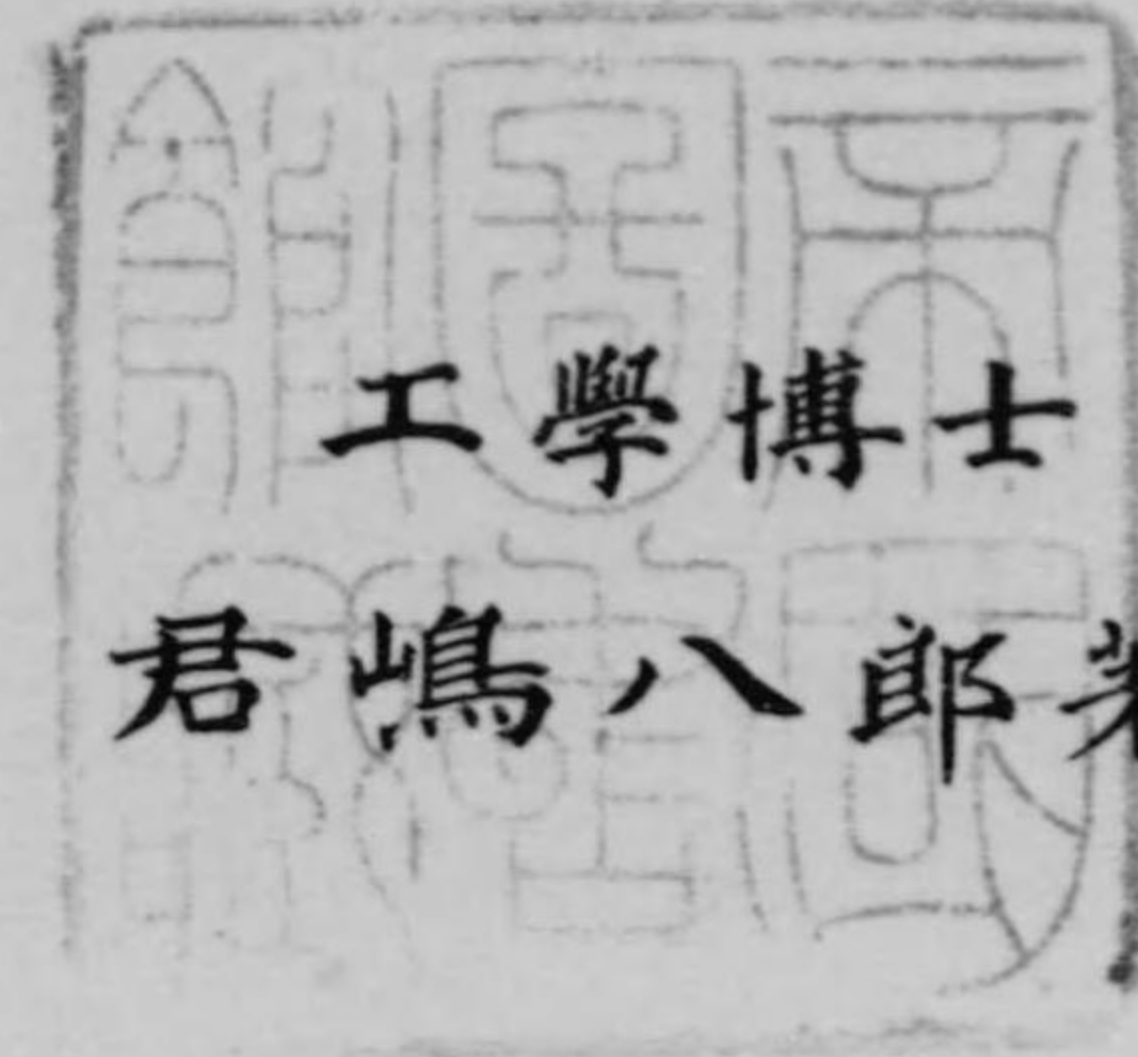
始



368

93

365-93



河海工學

第四編

渠工

東京
丸善株式會社



序

本編ハ渠工ト呼ンデ運河工事ニ關スル事柄ヲ記述シタモノデアル。運河トハ水運ニ關スル比較的大規模ノ溝渠ヲ云フノダケレドモ、其構造上カラ見レバ水力灌溉又ハ排水等ニ用ヒラレル所ノ一般ニ稍々小イ水路ニ共通ナ點ガ少クナイカラ、勿論是等ニモ適用シ得ル部分ガ多イ。

本編敘述ノ順序ハ第一章ニ於テ運河ノ大體ヲ汎論シ、先ヅ交通機關トシテノ運河ト鐵道トガ各々特色アル所以ヲ述ベテ、次ニ運河ノ構造ヲ論ジ、附帶ノ工作物及給水狀態ヲ述ベテ船舶航進ノ抵抗ニ及ンダ。船舶抵抗ノ研究ハ輓近河海航運ノ發達ヤ航空術ノ進歩ニ促サレテ各國共ニ勤カラザル努力ヲ爲シツ、アツタモノデアル。之ヨリ更ニ内地運河

ヤ海船運河ノ現況ヲ敘シ、百尺竿頭一步ヲ進メテ列國ノ運河政策ヲ批判シ、東西ノ諸邦ガ如何ニ此水運ノ方面ニ力ヲ注ギツ、アルヤノ一斑ヲ述ベタ。

第二章以下ハ運河ニ關聯スル特種ノ構造物ヲ細説シタガ、其各論中水閘ノ各種ヲ概論シテハ有室閘ヲ詳述シ、節水池ノ特色ヲ記シテ更ニ水閘ノ附屬設備ヲ舉ゲタ。閘門ノ中デモ斜接門扉ハ最モ廣ク用ヒラレルモノデアルカラ、其構造ハ稍々微細ノ點ニ涉ツテ記シタケレドモ、他ノ種類ノモノハ唯其大綱ヲ舉グルニ止メタ。又昇降槽及斜路ハ屢々運河ニ伴ツテ用ヒラレルカラ、其各種ヲ論ジテ水閘トノ優劣ヲ對比シタ。

堰埭ハ水位調節ノ設備トシテ極メテ必要ナルモノデ、堰水曲線ニ就テハ稍々之ヲ詳述シタ。而シテ定堰動堰ノ各種ヲ舉ゲテ貯水堤ニ及ビ、更ニ魚梯筏路ヲ

記シテ魚族ノ保護及通筏流材ナドノ方法ニ亘ツテ概論シタ。而シテ河川ヲ渠化シテ水運ノ便ヲ圖ルノハ近世交通史ノ一偉觀デアツテ河川利用ノ點ニ於テハ湖海ノ運輸ニ次グト言ハレ、渇水時ニハ相當ノ航深ヲ與ヘ、洪水ニ際シテハ早ク之ヲ疏通シテ水害ノ患ナカラシムル所ノ運用ノ妙ガアル。

運河ノ開鑿ハ我國ニ於テ從來殆ド之ヲ舉ゲルニ堪ヘル程ノモノガナイガ、是レ固ヨリ逼迫シタ山河ノ地勢ノ然ラシムル所デアル。然シ將來東洋方面ニ之ヲ活用スル餘地ハ決シテ少クハアルマイ。

本書最後ニハ運河ニ關スル法規、展鐵ノ標準寸法及和英對譯術語等ヲ輯録シテ實地ノ仕事ニ從事スル人ノ參照ニ資シ、更ニ渠工ヲ研究セントスル人ノ爲ニ多少參考トモナラウト思ヒ次ニ渠工ニ

關スル若干ノ著書名ヲ記シテアル。若シ之ニ依テ少補スル所ガアレバ幸甚デアル。

渠工ニ關スル參考書。

- Bak nhus—The Panama Canal.
 Bellasis—River and canal engineering.
 Berthôt—Traité des routes, rivières et canaux.
 Tome III.
 Best—Der schleusenlose Mittelland Kanal von Hannover.
 Bey—Le Canal de Suez.
 Bishop—The Panama gateway.
 Bonnet—Cours de Barrages.
 Bunau—Varill—Le détroit de Panama.
 Burr—Ancient and modern engineering and the Isthmian Canal.
 Chauvin—Construction du Canal de Jonage.
 Cuënot—Rivières canalisées et Canaux.
 Fiegel—Der Panama Kanal.
 Flamm—Die Anwendung des Motors in der

Binnenschiffahrt.

- Forbes und Adford—Our waterways.
 Fülcher—Der Bau des Kaiser Wilhelm Kanals.
 Gerdau—Die weitere Entwicklung der Hebewerke.
 Giller—Vergleich zwischen den verschiedenen Betriebsarten von Schleusenanlagen.
 Goethals—The Panama Canal.
 Gorges—Sanitation in Panama.
 Gruson—Moyen de franchir les chutes der canaux.
 Guillmain—Rivières et Canaux.
 Hammerman—Der Elbe-Trave-Kanal.
 Harcourt—Rivers and canals.
 Harrand—Ascenseurs hydrauliques pour bateaux.
 Harry—Die Fischwege an Wehren und Wasserwerken in der Schweiz.
 Haskin—The Panama Canal.
 Havestadt—Festschrift zur Einweihung des Teltowkanals.
 Havestadt—Ueber die Verwendung von Heberschlüssen bei Kammerschleusen.
 Hepburn—Artificial waterway of the world.
 Herzberg—Der Rhein Nordsee Kanal.

- Hilgard—Ueber Geschichte und Bau des Panama Kanals.
- Huber—Automatische Stau- und Abflussvorrichtungen.
- Johnson—The Panama Canal and commerce.
- Königliche Kanal Commission—Der Bau des Dortmund Ems-Kanals.
- Krey—Modelversuche über Schiffahrtsbetrieb auf Kanälen und dabei auftretende Wechselwirkung zwischen Kanalschiff und Kanalquerschnitt.
- Landsberg—Die eisernen Stemmthore der Schiffschleusen.
- Leech—History of the Manchester Ship Canal.
- Loewe—Der Nord-Ost-See Kanal.
- De Mas—Rivières Canalisées.
- De Mas—Canaux.
- Mattern u. Buchholz—Schlepp- und Schraubenversuche in der Spree Kanal und im Grossschiffahrtsweg.
- Mazoyer—Navigation intérieure, Rivières et Canaux.
- Molitor—Hydraulics of rivers, weirs and sluices.

- Moulton—Waterways versus railways.
- Müller—Neue zuverlässige und praktische Berechnungsart des Staukurven.
- New York State—New York State Barge Canal.
- Oppenheim—Die Vorarbeiten für Schiffahrtskanäle oder ähnliche Anlagen und die Geschäftsführung bei deren Ausbau.
- Pepperman—Who built the Panama Canal?
- Prince and Orenstein—Mosquito control in Panama.
- Prüsmann—Vergleichung von Schleusen und mechanischen Hebewerken.
- Rappold—Kanal und Schleusenbau.
- Rehder und Hotopp—Erläuterung betreffend die Konstruktion u. Betriebseinrichtung der Krammeser Schleuse.
- Riedler—Neue Schiffhebewerke.
- Ritter—Der Donau-Oder-Kanal.
- Schecker—Verkehrslehre der Binnenschiffahrt.
- Sondregger—L'achèvement du Canal de Panama.
- Suppán—Wasserstrassen und Binnenschiffahrt.
- Symphor—Untersuchungen über den Schiffahrtsbetrieb auf dem Rhein-Weser-Kanal.

Symphor—Schiffbarmachung von Flüssen durch Stau-
töre.

田邊朔郎—京都都市計劃第一編琵琶湖疏水誌.

Teubert Die Binnenschiffahrt.

Tincauser—Der Bau des Panama Canal.

Ungard—Der Suez Kanal.

大正十一年十一月

於箱崎 君島八郎

河海工學目次

第四編

渠工

第一章 運河

第一節 總論

1. 運河ノ種類 …… 1
2. 運河ト鐵道ノ比較 …… 3
3. 内地運河ト海船運河…… 6

第二節 運河ノ構造

4. 運河ノ路線 …… 8
5. 運河路線ノ曲線及勾配 …… 9
6. 運河ノ寸法 …… 11
7. 運河ノ幅…… 12
8. 運河ノ深サ …… 17
9. 運河ノ法リ及護岸 …… 18
10. 運河ノ橫斷面 …… 21

11. 運河ノ防滲工	25
------------	----

第三節 運河ニ附帶セル

特種ノ構造物

12. 特種ノ構造物一般	32
13. 水閘ノ入口	33
14. 橋梁	34
15. 運河橋	35
16. 暗渠	40
17. 彎管	41
18. 給水取入口	44
19. 餘水吐及空渠裝置	48
20. 運河隧道	52
21. 曳船道	53
22. 運河物揚場又ハ運河港	54
23. 保障扉保安扉及閉塞扉	56

第四節 運河ノ給水

24. 運河ノ水量補充	63
25. 蒸發	63
26. 滲透	64
27. 閘門等ノ漏水	66

28. 船ノ通關ニ要スル消費水量	67
29. 運河給水ノ實例	68

第五節 工費ノ一斑

30. 運河ノ築造費	73
31. 運河維持費	75
32. 工費ノ豫算	76

第六節 船舶抵抗

33. 船舶抵抗ノ歴史	77
34. 船舶ノ形及大サ	78
35. 船舶ノ抵抗	80
36. 船舶ノ摩擦抵抗	81
37. 列車抵抗一斑	88
38. 水運及陸運運賃ノ比較	91

第七節 船舶ノ航進

39. 船舶航進ノ一斑	92
40. 運河内ノ航速	93
41. 船舶ノ放航	93
42. 網曳航鎖航及鏢航	95
43. 發動機船	97

4	目	次
44.	機關車	98

第八節 内地運河

45.	古代ノ運河	100
46.	第十九世紀以後佛國ニ於ケル内地 運河ノ發達	103
47.	中歐諸國ノ運河	104
48.	瑞典及露西亞ノ運河	107
49.	北米合衆國ニ於ケル運河	108
50.	まるせーゆろーん運河	111
51.	ほーへんつゝるれん運河	113
52.	とろーるへったん運河	115
53.	みらのべねちや運河	118
54.	にょーよーく州河船運河	120
55.	計劃中ノ内地運河一斑	122

第九節 海船運河

56.	海船運河ノ種類	126
57.	並行海船運河	127
58.	ぐろーすたー及ばーくれー 海船運河	128
59.	感潮ろある河海船運河	129

目	次	5
60.	せんとめりーすふーるす運河	130

61.	ゑらんど海運運河	134
62.	すーらんちえす運河	136
63.	通港運河	137
64.	のーるとほらんど運河	137
65.	のーるとせー運河	139
66.	まんちえすたー海船運河	141
67.	がんでるぬーつゑん運河	142
68.	ぶるっち海船運河	143
69.	連洋運河	143
70.	すゑづ運河	145
71.	かいぎーるるへるむ運河	146
72.	ばなま運河ノ歴史	150
72 ¹ .	ばなま運河ノ構造	153
73.	きょーるぶらノ大切取及地滑 復舊工事	159
74.	ばなま運河ノ工事費	161
75.	計劃中ノ海船運河	162

第十節 列國ノ運河政策一斑

76.	佛國ノ水運政策	164
77.	獨逸ノ水運一般	164

6	目次	
78.	他ノ歐洲諸國ノ水運政策 ……	165
79.	北米合衆國ノ水運政策 ……	166

第二章 水閘

第一節 總論

80.	二ノ異ナル水位間ノ航進 ……	167
81.	水閘ノ種類 ……	168

第二節 單床閘

82.	潮閘ト船渠單閘 ……	170
83.	船ノ通航ヨリ見タル單床閘 ……	171

第三節 有室閘

84.	有室閘ノ配置及運用…	171
85.	水閘ノ大サ ……	174
86.	水閘ノ構造 ……	177
87.	水閘ノ基礎 ……	179
88.	水閘ノ安定及強サ ……	180
89.	水閘内水ノ盈虚ニ必要ナル通水 斷面積 ……	186

第四節 側渠底渠及其 開閉裝置

90.	側渠 ……	190
91.	側渠ノ開閉 ……	194
92.	底渠 ……	198
93.	昇降扉ノ昇降ニ要スル力 ……	199
94.	蝶形扉又ハ蝶形瓣ノ開閉ニ 要スル力…	203
95.	圓壩瓣 ……	208

第五節 水閘ニ於ケル 水ノ節約

96.	水閘ニ於ケル水量ノ節約 ……	209
97.	節水池ノ節約水量 ……	210
98.	節水池ト水閘ノ能率…	212

第六節 水閘ノ附帶設備

99.	締切裝置…	213
100.	側壁上ノ附屬物…	214
101.	信號…	215

8	目	次	
102.	明リノ設備	… … … … …	216

第三章 閘門

第一節 總論

103.	閘門ノ性質	… … … … …	216
104.	閘門ノ種類	… … … … …	217

第二節 斜接門扉

105.	斜接門扉ノ構造	… … … … …	220
106.	斜接門扉上ノ外力	… … … … …	221
107.	水壓及側壁ノ反力	… … … … …	221
108.	浮力	… … … … …	225
109.	船舶ノ激衝	… … … … …	228
110.	波浪ノ激衝	… … … … …	232
111.	門扉開閉ノ抵抗	… … … … …	233
112.	門扉ノ重量	… … … … …	235
113.	樞軸上ノ反力	… … … … …	235
114.	頂環ニ接續シタル鎖桿上ノ壓力	… … … … …	236
115.	門扉ガ閘軸ト爲ス角	… … … … …	239
116.	門扉ノ様式	… … … … …	242
117.	閘門ノ扉版	… … … … …	243

	目	次	9
118.	木材扉版	… … … … …	243
119.	地平木扉版	… … … … …	249
120.	波形鐵扉版	… … … … …	250
121.	鐵扉版	… … … … …	251
122.	二個ノ相隣レル横棧ニ定着セル 鐵扉版	… … … … …	253
123.	横棧ニ依ツテ支ヘラレタル連續桁 トシテノ扉版	… … … … …	259
124.	四邊ニ於テ支ヘラレタル矩形 鐵扉版	… … … … …	262
125.	正方形扉版	… … … … …	271
126.	拱形扉版	… … … … …	272
127.	補強桿	… … … … …	273
128.	二ノ横棧間ノ縦補強桿	… … … … …	274
129.	二ノ縦棧間ノ横補強桿	… … … … …	278
130.	扉版ノ構造	… … … … …	279
131.	横棧	… … … … …	281
132.	長柱トシテノ横棧	… … … … …	289
133.	横棧ノ構造	… … … … …	291
134.	底部横棧	… … … … …	291
135.	頂部横棧	… … … … …	294
136.	縦棧又ハ豎柱	… … … … …	295

137.	軸柱	300
138.	軸柱ノ計算	301
139.	弧形門扉ノ軸柱	305
140.	軸柱ノ構造	306
141.	底鉀及鉀窩	309
142.	底鉀ノ大サ	310
143.	底鉀及鉀窩ノ接觸面	314
144.	頂鉀及輓鉀	316
145.	輓環支版座金及鎮桿	318
146.	搖支片	320
147.	斜接柱又ハ衝柱	322
148.	橫棧ヲ取附ケタル斜接柱	323
149.	豎柱ノ斜接柱	326
150.	斜接柱ノ構造	328
151.	最小働ノ原理ト斜接門扉ノ應力分布	330
152.	門扉開閉裝置	331
153.	門扉開閉ニ要スル動力	335
154.	ほとぶ式開門ノ開閉	338

第三節 特種門扉

155.	單旋門扉	342
156.	起伏門扉	342

157.	滑動門扉	345
158.	自在浮函	348
156.	沒入門扉	349

第四節 門扉雜論

160.	異金屬及木鐵間ノ腐蝕	355
161.	斜接門扉底ノ輓子	356
162.	浮力ノ調整	356
163.	開扉ノ支持裝置	358
164.	門扉ノ弛ミニ對スル設備	358
165.	門扉ノ人孔	359
166.	門扉内ノ諸管	359

第四章 運河昇降槽及斜路

第一節 大落差ヲ有スル運河

兩區間ノ連絡

167.	水閘階及深坑閘	360
168.	運河昇降槽及斜路	361

第二節 運河昇降槽

169.	昇降槽ノ種類… … … … …	361
170.	水力昇降槽 … … … … …	362
171.	浮力昇降槽 … … … … …	365

第三節 運河斜路

172.	斜路ノ種類 … … … … …	369
173.	斜路ノ構造 … … … … …	369
174.	載船鐵道… … … … …	371

第四節 水閘、昇降槽及斜路

ノ比較

175.	水閘、昇降槽及斜路ノ優劣 … … …	372
176.	最大落差及通過時間… … … …	372
177.	消費水量… … … … …	374
178.	交通ノ安全 … … … … …	374
179.	築造工費及維持運轉費 … … …	375

第五章 堰埭又ハ堰

第一節 堰埭ノ種類

180.	堰埭ノ目的 … … … … …	376
------	-----------------	-----

181.	堰ノ分類… … … … …	376
------	---------------	-----

第二節 堰ノ流量

182.	完溢堰ノ流量… … … … …	380
183.	側面收縮及瀑背ノ通氣… … …	391
184.	不完溢堰ノ流量… … … … …	396

第三節 堰水曲線

185.	堰水曲線ノ性質… … … … …	398
186.	拋線式堰水曲線… … … … …	399
187.	不齊流ヨリ堰流曲線… … … …	400
188.	りるまん式堰水曲線… … … …	403
189.	ぐらすほ一ふ及ぶれっせ式堰水曲線…	407
190.	とるくみと式堰水曲線… … … …	410
191.	沈下曲線… … … … …	418
192.	堰水曲線ノ比較… … … … …	421

第四節 定堰

193.	定堰ノ性質… … … … …	422
194.	木造定堰… … … … …	423
195.	半塊定堰… … … … …	424
196.	塊狀定堰… … … … …	424

第五節 動堰

197.	動堰ノ種類	427
198.	角落シ堰	428
199.	堰板及堰柱ノ大サ	430
200.	扉版堰又ハ揚扉堰	432
201.	すとーねー扉版堰	434
202.	簾堰	437
203.	針堰	441
204.	針堰ノ針及支構	443
205.	盾堰	447
206.	推上堰	453
207.	圓壩堰又ハ弓形堰	455
208.	太鼓堰	458
209.	A字形堰	460
210.	轉堰	462
211.	自働堰	464

第六章 貯水堤

第一節 貯水堤ノ性質及種類

212.	貯水堤ノ性質	466
213.	貯水堤ノ高サ	467
214.	貯水堤ノ建築材料	467
215.	築堤地盤ノ土質	468
216.	貯水池ノ餘水吐	470

第二節 土堤

217.	土堤ノ構造	471
218.	土堤ノ安定	474
219.	土堤破壊ノ原因	477

第三節 散石堤

220.	散石堤ノ構造	478
221.	散石堤ノ得失	478

第四節 積石堤

222.	積石堤ノ構造	479
223.	積石堤ノ安定	481
224.	積石堤ノ横断面ヲ定ムル近似公式	487
225.	積石堤ノ安定ノ圖式解法	488
226.	特種ノ構造	491

第五節 混凝土又ハ鐵筋

混凝土堤

227. 混凝土又ハ鐵筋混凝土堤 …… 492
 228. 定角拱堤 …… 497

第六節 貯水堤ノ破壊

229. 土堤ノ破壊 …… 493
 230. 積石堤ノ破壊 …… 495
 231. 他ノ貯水堤ノ破壊 …… 495

第七章 魚道又ハ魚梯

第一節 魚梯ノ一斑

232. 魚梯ト魚族 …… 496
 233. 鮭ト鰻 …… 497

第二節 魚道ノ構造

234. 魚道ノ一般配置 …… 498
 235. 魚族ニ對スル最大許容落差及壓高 …… 499
 236. 魚道ノ位置及給水 …… 500

237. 魚道ノ構造 …… 503

第八章 筏路及流材路

第一節 筏

238. 筏ノ組立 …… 507
 239. 木曾川ノ筏及回漕 …… 507

第二節 筏路及流材路ノ構造

240. 筏路ノ構造 …… 509
 241. あーろーろく堰堤ノ流材路 …… 511
 242. あぢすこほす堰堤ノ流材路 …… 515

第九章 河ノ渠化法

第一節 渠化法一斑

243. 水運ト渠化法 …… 515
 244. 河川ノ渠化史 …… 518

第二節 渠化法ノ利害及河川

ノ改修

245. 渠化法ノ長所 …… 520

246. 渠化法ノ短所… …… 521
 247. 河川ノ改修ト渠化法… …… 521

第三節 渠化河川ノ附帶現象

348. 渠化河川ノ堰水… …… 522
 249. 沿岸ノ排水… …… 525
 250. 曳船道及架橋… …… 527

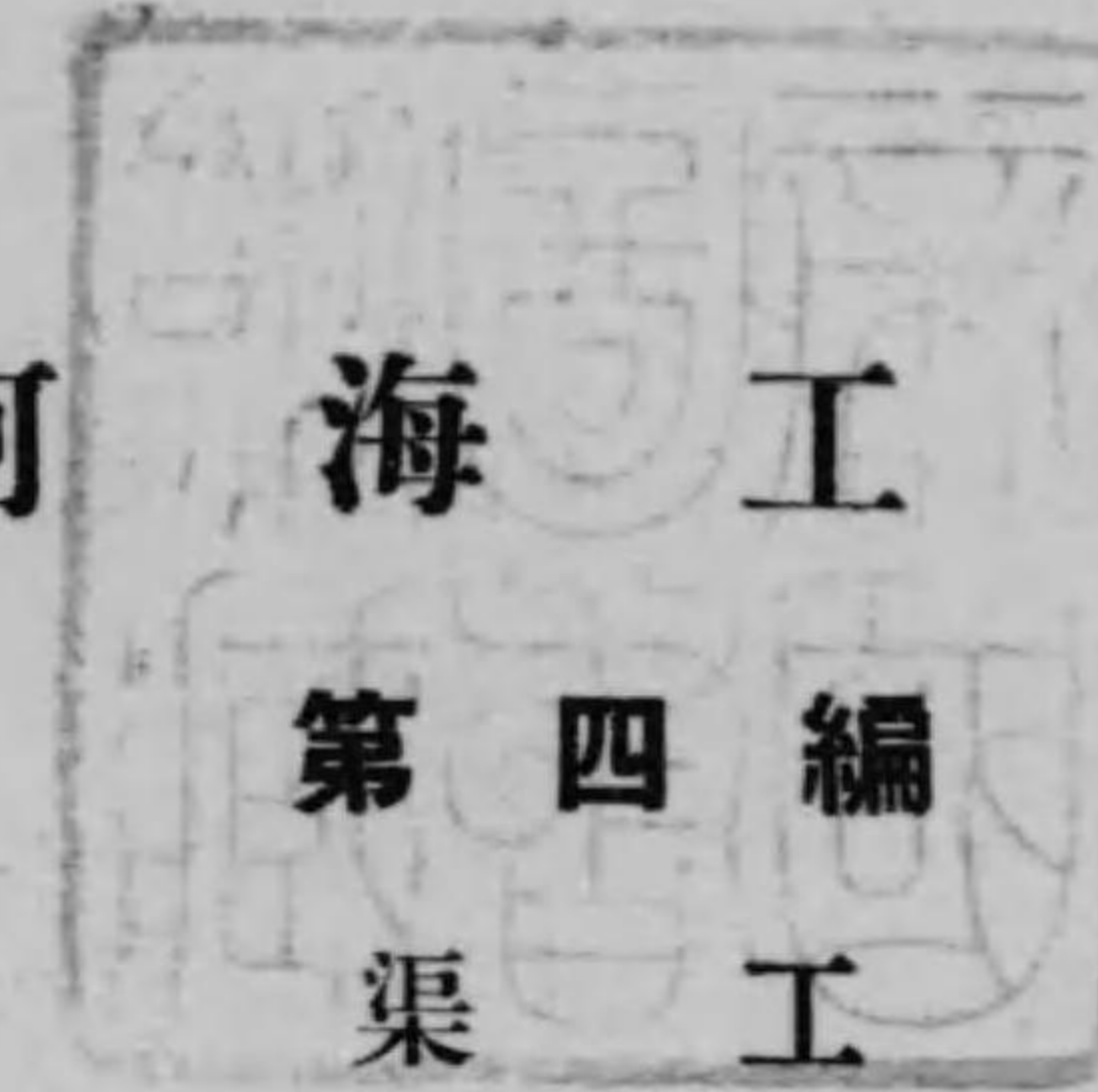
第四節 河川渠化ノ實例

251. 佛國ノ渠化河川… …… 527
 252. 獨逸國ノ渠化河川… …… 530
 253. 埃利亞國ノ渠化河川… …… 536
 254. ちえく すろばきあ國ノ渠化河川… …… 537
 255. 白耳義國ノ渠化河川… …… 537
 256. 北米ノ渠化河川… …… 538

第五節 河川渠化ノ工費

257. 河川渠化ノ工費一斑… …… 541
 258. 河川渠化工費ノ數例… …… 542

河 海 工 學



第四編

渠 工

第一章 運 河

第一節 總 論

1. 運河ノ種類. 人工的ニ開鑿シタ水路ハ即チ溝渠デ,又之ヲ運河トモ云フ. 然シ溝ハ一般ニ小規模ノモノデ,渠ハ之ニ反シテ大仕掛ノモノデアル. 運河ハ即チ其大仕掛ノモノヲ云フノデアルガ,蓋シ運漕ナドノ水運ニ用ヒラレル掘割ヲ意味シタモノデアル. 今日デハ小規模ノ灌溉又ハ動力用ノ掘割マデ運河ト呼バレルコトモアルガ,多少當ラヌ様デアル. 而シテ是等ニ關スル工事ハ渠工又ハ運河工事デアル.

溝渠ハ之ヲ分ケテ運河,水力渠,並ニ灌溉溝及排水溝ノ三種ト爲ルコトガ出來ル. 運河又ハ水運用運河ハ大船小舟ヲ通ズル水路ナルコト猶恰モ鐵道ガ列車ヲ走ラセルガ如クデ,或ハ内地ヲ貫キ,或ハ海岸

ニ沿ウテ開鑿セラレ、實際ニハ天然ノ河川ヤ低濕地ナドヲ利用シテ作ラレルモノガ多ク、時トシテハ深い切取又ハ隧道ニ依テ高イ山脊ヲ横斷シ、又ハ盛土或ハ水路橋ナドニ依ツテ低イ河川谿谷等ヲ通過スルコトガアル。

運河ハ亦之ヲ内地運河、川舟運河又ハ艇用運河及海船運河ノニニ分ケルコトガ出來ル。前者ハ内地航行ノ川舟又ハ小艇ノ類ガ通航スル運河デ、後者ハ海洋ニ泛ブ海船ガ往來スル運河デアル。然シ一方ニハ川舟運河ガ漸次大クナリ、截然タル區劃ヲ附ケルコトガ出來ナイ傾向ガアル。

水力渠ヤ灌溉溝及排水溝ハ一般ニ小サナ掘割デアルケレドモ、中ニハ舟運ヲ通ズル様ナモノガナイデモナイ。本編論ズル所ハ勿論運河ヲ主トシタモノデアルケレドモ、亦是等小規模ノモノニモ兼用シ得ル點ガ少クナイ。

運河ハ更ニ其水ノ靜止シテ居ルノト流動シテ居ルノトデ靜水運河及流水運河ニ分ケルコトモアル。然シ一般ニ運河ニハ多少ノ勾配ヲ與ヘテ水ノ新陳代謝ヲ促スノヲ常トシテ居ルカラ、絶對ニ水ノ靜止シテ居ル運河ハ殆ドナイ。但シ運河局部ノ高低ガ甚シク異同アル時自然ノ傾斜ニ放任スレバ水源ヲ

失フ懸念ガアルカラ、全運河ヲ若干ノ區ニ小分シテ各區間ハ殆ド之ヲ水平ナラシメ、是等ノ區ノ境ニハ水ヲ湛ヘ兼ネテ船舶ヲ通航セシムル設備ヲ爲スヲ常トシテ居ル。又二個ノ可航河川ヲ連絡スル所ノ運河ハ之ヲ接續運河ナド呼ブコトモアリ、多ク水平運河デアル。又山脊或ハ分水界ヲ横斷スルモノハ頂區運河ト呼ビ、渠化河川ノ早瀬急灘ナドヲ避ケル爲ニ河ニ並ンデ設ケラレタモノヲ並行運河ト呼ブ。

2. 運河ト鐵道ノ比較. 運河ハ鐵道及道路ト共ニ必要ナル交通機關ノ一デ、其鐵道ト異ル點ハ鐵道ハ種々ノ勾配ヲ以テ敷設セラレルニ反シテ、運河ハ殆ド水平ナル若干ノ區ヲ以テ作ラレルニ在ル。故ニ運河ハ一般ニ同高線ノマニマニ、成ルベク地形ヲ利用シテ作ラレルカラ、凸凹ノ多イ地方デハ自ラ水路ガ迂回スルカ、又ハ切取盛土或ハ隧道等ノ大ナル土工ヲ伴フヲ免レナイ。而シテ各水平區ハ次ノ區トノ水位ノ差ヲ乘越エルニ水閘、昇降槽又ハ斜路ノ孰レカーヲ以テシナケレバナラス。斯様ナ次第デアルカラ、有利ナル地形デナケレバ理不盡ナル工費ヲ避ケルニハ勢運河ノ路線ハ長クナリ、且ツ一區カラ次區ニ移ル際ニ時間ガ多ク懸カル點ニ於テ鐵道ニ劣テ居ル。又鐵道ニ比スレバ輸送速度ガ著シク

運イト云フコトモ運河ノ弱點ト言ハネバナラス。然シ之ニ反シテ牽引ノ抵抗ハ運河ノ方ガ鐵道ヨリモ遙ニ小デ、且ツ水路輸送費ハ其維持費ト共ニ鐵道ヨリモ小ナルヲ常トスル。故ニ平坦ナル地方ニ多容貨物ノ數量ガ多イ處、又ハ少距離ノ河ヲ開鑿シテ河湖海洋ノ長イ航路ヲ接續シ得ル様ナ處ニ運河ハ最モ適當シテ居ル。

鐵道ガ未ダ出來ヌ以前ニハ運河ハ各地ニ開鑿セラレタガ、鐵道ノ發達ト共ニ内地運河ハ漸ク衰微ニ傾イタノハ英米ノ諸國ノ通態デアツタ。然シ歐大陸殊ニ佛獨白蘭ノ諸國ハ其地勢ノ然ラシムル所デモアロウガ、盛ニ運河ノ發達ヲ見タ。殊ニ兩大洋ヲ短イ海船運河デ接續スル場合ノ如キハ、スエズ運河(Suez)、ぱなま運河(Panama)等ニ見ラレル如ク、最早他ノ交通路線ト比較優劣ヲ争フ餘地ハナイ。其外北米合衆國ト加奈太ノ境ニ在ル大湖水トせんとろーれんす河(St. Lawrence)トヲ繋イデ、湖水ト海洋トヲ連絡スル諸運河ノ如キモ亦之ニ準スベキモノデアル。

然ルニ海洋ヲ横斷スル交通ノ方法トシテハ將來飛行機ノ利用ガ著シクナル迄ハ先ヅ船舶ノ獨舞臺タラネバナラスガ、陸上ニ於テハ鐵道ノ發達ガ甚大

デ、強固ナル軌道ト有力ナル機關車トニ依ツテ、數量ノ大ナル貨物ヲ迅速ニ運搬スルヤウニナツテ居ルニ反シテ、船舶ノ航行速度ハ甚ダ大ナルコトガ出來ナイ、從テ水路ノ輸送能力ハ鐵道ニ比スレバ甚ダ少イ。例ヘバ純粹ノ運河トハ同一デナイガ、渠化セラレタ獨逸ノおーでる河(Oder)ノ上流ナル上しれじやノこーせる(Cosel)カラ伯林迄石炭ヲ輸送スルニ現今船舶デハ鐵道ノ七分一ニスラ上ラナイト言ハレテアル。是レ河ニハ洪水ガアツ、涸水モアツ、又氷結ナドノ障害ガアル爲デアツテ、勿論一般ノ比較トスルコトハ出來ヌ。又近頃米國ノベーカー(C. N. Baker)ハ内地水路ノ將來ト題シテ、合衆國政府ガ從來採來ツタ水運政策ヲ猛烈ニ攻撃シテ、水路ノ輸送能力ハ鐵道ニ比スレバ比較ニナラス程劣ツテ居ルコトヲ指摘シタ。然シ是モ北米合衆國ノ如キ鐵道ガ比較的早ク發達シテ、而カモ地形ハ水路ノ發達ニ甚シク便デナク、之ニ加フルニ鐵道ノ壓迫ガ水路ヲ萎縮セシメテ居ル様ナ處ニ言フベキモノデアロウ。極端ナ例ヲ舉ゲレバ、すーべりおる湖トひ。ーろん湖ノ間ナルそーるとせんとめりー運河(Sault Ste. Marie Canal)ノすー閘門(Soo)ヲ通過スル貨物ハ噸哩ノ運賃僅ニ米貨0,12せんとデ(1917—18)、鐵道運賃ノ五分

一ト稱セラレ、1917年ニ通過シタ貨物ノ價格實ニ12,5億弗ニ達シ、又ハ一ろん湖トえりー湖ノ間ナルでとろいと河 (Detroit R.) ヲ通過シタ船ハ毎分平均300噸デ3,400弗ノ價格ニ達シテ居ルガ如キ、亦如何ニ水運ガ盛デアルカヲ窺知ルコトガ出來ル。

3. 内地運河ト海船運河. 内地運河ノ主ナル目的ハ勿論其通過スル附近ノ地方ニ水運ノ便ヲ與フルニ在ルケレドモ、尙ニ更ニ肝要ナル使命ヲ持ツテ居ル。即チ二ノ可航河川ノ異ナル流域ニ於テ短イ運河ヲ以テ之ヲ連結スレバ之ガ爲ニ長イ水運ヲ通ズルコトガ出來ルノガ一デ、露西亞ニ作ラレ又ハ計劃セラレタ運河ノ殆ド唯一ノ目的ハ即チ是デアル。又佛蘭西ヤ獨逸ノ主ナル河モ斯クシテ運河デ繋ガレテ居ル。せんとろーれんす河 (St. Lawrence) ヲ北米ノ大湖ヤみし、っびー河ニ繋イタリ、又ハ西比利亞ノおび河 (Obi) 及えにせー河 (Yenisei) ヲ運河デ連ネ而カモ其長サ僅ニ8浬ニ過ギナイノニ5300浬ノ長サニ達スル連絡水路ヲ開キ得タガ如キハ其ノ最モ著シイ例トシテ舉ゲルコトガ出來ル。然シ二ノ流域ヲ分テル分水嶺ガ高イ時ハ多クノ水閘ヲ作ル工費ハ少ナカラザルノミナラズ、之ヲ通過スルニモ多クノ時間ヲ要スルカラ、此ノ場合ニハ交通機關

トシテノ運河ハ不適當ナルコトガ多イ。

並行運河ハ可航河川ノ一部ニ瀑布、急流又ハ淺瀬ナドガアツテ水運ガ繼續セラル、コトガ出來ヌ場合ニ河筋ニ沿ウテ開鑿シタモノデ運河ノ用途ノ第二デアル。一例ヲ舉ゲレバえりー湖 (L. Erie) トおんたりお湖 (L. Ontario) ノ間ニハ有名ナルないやがらノ大瀑布ガアツテ、更ニ其ノ上流ニハ急流ガアル爲メ、兩湖ノ水運ハ中斷セラレテ居ルノヲ、忽らんど運河 (Welland Canal) ヲ作ツテ所謂並行運河トシ、英國ノせばーるん河 (Severn) ノ迂餘曲折セル部分ヲ避ケテ作ラレタぐろーすたー及ばーくれー運河 (Gloucester & Berkeley Canal) ノ如キモ亦此ノ種運河ノ例デアル。佛蘭西ニハ多クノ並行運河ガアルガ、ろある河 (Loire) ニハ數個作ラレテ居ル。

海船運河ガ内地運河ト異ルノハ主ニ其ノ大サノ點デ、海船ヲ通航セシメルコトガ出來、從テ工事ノ困難モ之ニ準ジテ大ナルヲ常トシテ居ル。且ツ水路ノ大サモ大デ、水量モ多イカラ、一般ニ盛土ヲ用フルコトハ不得策デ、此ノ種ノ運河ヲ作ルハ通過地方ノ低地ニ於テシナケレバナラヌ。又通過ニ時間ヲ要シ、工事ニ鉅大ノ費用ヲ必要トスルカラ、水閘ハ成ルベク之ヲ避ケルヲ常トスル。海船運河ノ昇降槽ハ

勿論不可能デ若シ斜路ヲ用フルナラバ、即チ運船鐵道トナル。故ニ海船運河ハ内地運河ニ比スレバ其利用ノ範圍ハ制限セラレ、築造ノ機會ハ比較的少イ。然シナガラ有利ナ狀態ノ下ニ海船運河ヲ作レバ海岸カラ遙カ離レテ居ル内地ノ大都ヲ化シテ一大海港タラシメ得ル許リデナク、地峽ヲ開鑿シテ世界海運ノ航路ヲ變化スル様ナコトモ出來ル。

海船運河ハ湖水河川ヲ通過スル外ハ凡テ切取ヨリ成ルカラ、其ノ築造ニ當ツテハ異常ナル土工及浚渫ヲ行ハナケレバナラヌノミナラズ、其ノ海岸ニ於テ風浪ニ暴露セラレテ居ル入口ハ鉅額ノ工費ニ依ツテ防波堤ナドノ築港工事ヲ行ハナケレバナラヌコトガ多イ。又海船運河ハ鐵道ト異ナリ、其ノ全部開通シタ場合ニ始メテ利用セラレルノデ、從テ貨物ノ集散ノ如キモ之ヲ豫想スルコト屢々困難デアル。故ニ是等大工事ノ實施ハ政府事業トシテ行フナラ兎ニ角、私設會社ガ相當ノ投資ニ對スル利益ヲ收メントスル様ナコトハ多ク大ナル困難ヲ伴ツテ居ル。

第二節 運河ノ構造

4. 運河ノ路線 分水界ヲ横ツテ二ノ流域ヲ繋ク様ナ内地運河ハ殆ド常ニ鞍部ト呼バレル低イ部分ヲ通過シナケレバナラヌ。此ノ運河ノ部分ハ即

チ頂區ヲ自餘ノ部分ハ主トシテ之カラ給水セラレルノデアルカラ、從テ頂區ハ成ルベク長ク且深イノヲ良シトスル。而シテ天然ノ河カラ給水セラレルニセヨ、又ハ人工揚水ニ依ルニセヨ、果シテ充分ナル水量ヲ頂區ニ得ルコトガ出來ルヤ否ヤガ運河成立ノ可能ト不可能トヲ定メルコトニナル。此ノ水量ノ點ハ運河築造ニ要スル工費及他ノ運轉維持等ノ諸費ト併セテ經濟上果シテ收支相償フヤ否ヤニ就テ路線ヲ撰定スル基礎トナル。

並行運河ヤ海船運河ハ亦其ノ路線ノ撰定ニ就テ技術上並ニ經濟上ノ慎重ナル研究ヲ要スルコトガ多イ。

前ニモ述べタ如ク、運河ノ路線ハ一般ニ低地ヲ走ルカラ、大體カラ言ヘバ其ノ概略ノ方向ハ定マツテ居ル場合ガ多ク、鐵道ノ如ク多クノ比較線ヲ持ツテ居ル場合ハ少イ。

5. 運河路線ノ曲線及勾配 運河ニ於テモ亦方向ノ轉換スル處ニ曲線ヲ用フルコト他ノ交通路線ト異ナルコトガナイ。曲線ニハ一般ニ圓弧ヲ用フルガ、ら い ん ま る の 運 河 (Rhein-Marne Canal) ノ如ク拋線ヲ用ヒタ例モアル。而シテ最小曲率半徑ハ船ノ長さノ少クモ六倍ハ無クテハナラヌ。内地運河ニセ

ヨ、又ハ海船運河ニセヨ、現今船舶ハ漸次大型ノモノ
ガ用ヒラレル傾向トナリ、速度モ亦海船程デハナイ
ガ漸ク増加ノ趨勢ニ在ル爲メ、運河ノ曲率半徑モ亦
漸次増大シツ、アル。

第十九世紀ノ中頃、はーげん (Hagen) ハ内地運河ノ
最小半徑ハ少クモ60米乃至80米ナラザルベカラズ
ト論ジタノヲ見レバ當時ノ運河半徑ハ是ヨリ大デ
ハナカッタノデアアル。然ルニ其ノ後半徑ハ100米
乃至300米トナリ、えゐとらーふ運河 (Elbe-Trave
Kanal) ノ最小半徑ハ600米トセラレタ。而シテ今
日ニ於テハ曲率半徑ヲ成ルベク1000米ニセントシ
テ居ルノガ運河ノ大勢デアアル。1919年佛國工務省
ガ調査委員ヲ擧ゲテ船舶及水路ノ寸法ヲ調査サセ
タガ其1920年ニ報告セラレタ所ニ據レバ船舶噸數
及最小半徑ハ次ノ如クデアアル。

第一表 佛國運河ノ船舶噸數及最小半徑

船舶噸數	最小半徑 (米)
300	300
600	580
900	820
1200	1,070

海船運河ニ至テハ其ノ半徑1000米以下ナルヲ許
サナイ。のーとせー運河(Nord Ostsee Kanal)

又ハかいざー ゐるへるむ運河(Kaiser Wilhelm Kanal)ノ
如キ皆始メ之ヲ標準トシテ作ラレタガ、其ノ擴張工
事ニハ其ノ半徑ヲ増シテ1800米乃至6000米トシタ。
蓋シ前ニ述ベタ船舶ノ大勢ニ左右セラレタノデア
アル。然シ此運河ノ大部分ノ半徑ハ3000米以下デア
ルガ、尙往時ニ比スレバ甚ダ増大シタ。

靜水運河ハ其ノ河底ガ全ク地平デアアルカ、又ハ每
籽 = $\frac{1}{2}$ 乃至4 糧位ノ小傾斜ヲ與ヘテ居ル。蓋シ運
河ハ故障ノアツタ場合ニ一部ヲ締切ツテ全ク水ヲ
乾カシタリ、又ハ泥砂ノ沈澱ヲ掃除シタリ、或ハ排水
ノ目的ヲ兼ネ、若クハ灌溉給水ノ用ニ充テラル、様
ナ場合ニハ0,00004乃至0,00005位ノ傾斜ヲ與フルノ
ヲ便トスル。航運ノ點カラ言ヘバ1:500乃至1:600
ハ最急勾配デ、之ヨリ急デハ遡航ガ困難デアアル。從
テ實際ニハ1:5000以上ノ勾配ハ避クルヲ良シトス
ル。今かいざー ゐるへるむ運河ノ西端カラ距離
ヲ追ツテ勾配ヲ示セバ次ノ如クデアアル。

第二表 かいざー ゐるへるむ運河ノ勾配

距 離(籽)	0-2	2-12	12-25	25-40	40-60	60-95	95-98	98-98
勾 配	1:3000	1:25000	1:33330	1:50000	1:200000	1:∞	1:2000	1:∞
每籽高差(糧)	33	4	3	2	1/2	0	50	0

6. 運河ノ寸法 運河ノ寸法ト云フノハ其ノ水
面幅及底幅並ニ水深デ、之ニ伴フ法リ又ハ横斷面積

ナドモ勿論寸法ニ屬スル。以上ノ寸法ハ運河ヲ通航スル船舶ニ密接ノ關係ヲ有シ、其ノ貨物ヲ滿載シタ時兩側及船底ニ若干ノ餘裕ヲ有シタモノデナケレバナラス。而シテ河舟ト言ハズ海船ト言ハズ、一般ニ第十九世紀ノ末カラカケテ其ノ寸法ガ増大シタ結果、運河及其ノ附帶構造物モ亦漸次其ノ大サヲ増シタコトハ顯著ナル事實デアル。

運河ノ正斷面ハ通航船舶ノ大サニ關スルハ前ニ述べタ通りデアルガ、更ニ貨物ノ數量、運河地域ノ土質及地價並ニ貨物ニ對シテ與ヘラルベキ利便ノ程度等ニモ關係ヲ持ツテ居ル。

7. 運河ノ幅。直線部ニ於ケル運河斷面ノ幅ハ二隻ノ貨物滿載船ガ其ノ間ニ、并ニ岸ノ間ニ、少クモ0.5米乃至1.0米ノ餘裕ヲ以テ自由ニ通航シ得ルヲ標準トスル。從來歐洲デ内地運河ノ最大船幅ハ4米位デアツタモノガ、どるとむんどえむす運河(Dortmund Ems Kanal)ノ出來タ頃(1899)ニハ8.2米トナツタ。現時中歐ノ河舟ノ寸法ハ長サ80米、幅9.20米、滿載吃水2米、積量1,000噸ヲ常トスルニ至ツテ居ル。從テ運河濶ノ水面幅ハ直線部ニ於テ33米、底幅16米位デ、中心ノ水深ガ3.50米、岸深3.0米、運河斷面ノ水面積80方米ヲ普通トスル。而シテ運河上ニ架シタ構造物

ノ下端ト最高水位トノ間ノ純高ハ4米ヲ要スル。に。よ。く州河舟運河(New York State Barge Canal)ハ底幅22.9米(75呎)、水深3.66米(12呎)ヲ有シテ居ル。

近頃佛國調査委員ハ次ノ如ク運河ノ寸法ヲ定メタ

第三表 佛國運河ノ標準寸法

船舶噸數	水面下2米ニ於ケル幅(米)	中心線ノ水深(米)	水面積(方米)	水面積ト船ノ浸面積ノ比
300	10	2.40	30	3.33
600	15.65	2.45	43	3.40
900	20.00	2.50	54	3.45
1200	23.70	2.55	63	3.50

海船ノ大サニ至ツテハ往時幅25米位迄ヲ運河通航ノモノト考ヘラレタガ、近來ハ船ガ急速ニ大クナツテ船幅モ亦30米内外ヲ標準トスルニ至ツタ。ばなま運河(Panama Canal)ノ水面幅ハき。るぶらニ於テ93.94米(308.0呎)、底幅91.50米(300呎)デ、かいざ。るへるむ運河ノ擴張工事デハ水面幅102米、底幅44米ヲ用ヒ、す。づ運河(Suez Canal)ノ擴張工事デハ亦水面幅93米、底幅45米ヲ用ヒテ居ル。

以上運河ノ幅ハ直線部ニ就テ述べタモノデアルガ、曲線部ニ於テハ船舶ノ通航ヲ容易ナラシムル爲ニ、其ノ幅ヲ増スヲ常トシテ居ル。又頂區殊ニ其ノ短イモノニ於テハ、船ノ通航ニ際シテ先ヅ水ノ消失ノ爲ニ水位ノ著シク沈下スルノヲ避クル爲ニ亦運

河ノ幅ヲ増スコトガ多イ。1886年維納ニ開カレタ
國際航運會議ノ決議デハ、曲線部ノ運河幅ノ増大ハ
其ノ弧ニ對シテ最大船長ヲ弦トシテ作ル矢ノ高サ
ノ二倍ニ等シカルベキモノトシタ。

らいん まるぬ運河(Rhein-Marne Canal)ハ最小半徑
ヲ 100 米トシタガ、其ノ幅員増加ト半徑ノ關係ヲ次
ノ如クシタ。

第四表 らいん まるぬ運河ノ半徑ト幅員増加

半徑(米)	100-120	120-260	260-700
幅ノ増加(米)	1,1	0,8	0,5

佛國調査委員ハ最近曲線運河ノ増加スベキ幅ヲ
次ノ如ク定メタ。但シ Rヲ半徑(米)トスル。

第五表 佛國運河ノ船舶噸數ト幅員増加

船舶噸數	運河幅員ノ増加
300	380/R
600	920/R
900	1440/R
1200	2100/R

のーるど おすどせー運河ハ其ノ擴張ノ前ニハ
2,500 米未滿ノ半徑 $R =$ 就テハ其ノ幅ノ増加ヲ
 $(26 - \frac{R}{100})$ 米トシタ。從テ 1000 米ノ最小半徑デハ幅
ノ増加ガ 16 米ニ達スル勘定ダ。

今第一圖ニ於テ Rヲ運河中心線ノ半徑、 l ヲ船ノ

最大長、 L ヲ中心線ニ接線

ヲ爲シ、運河ノ凹岸ニ挾マ

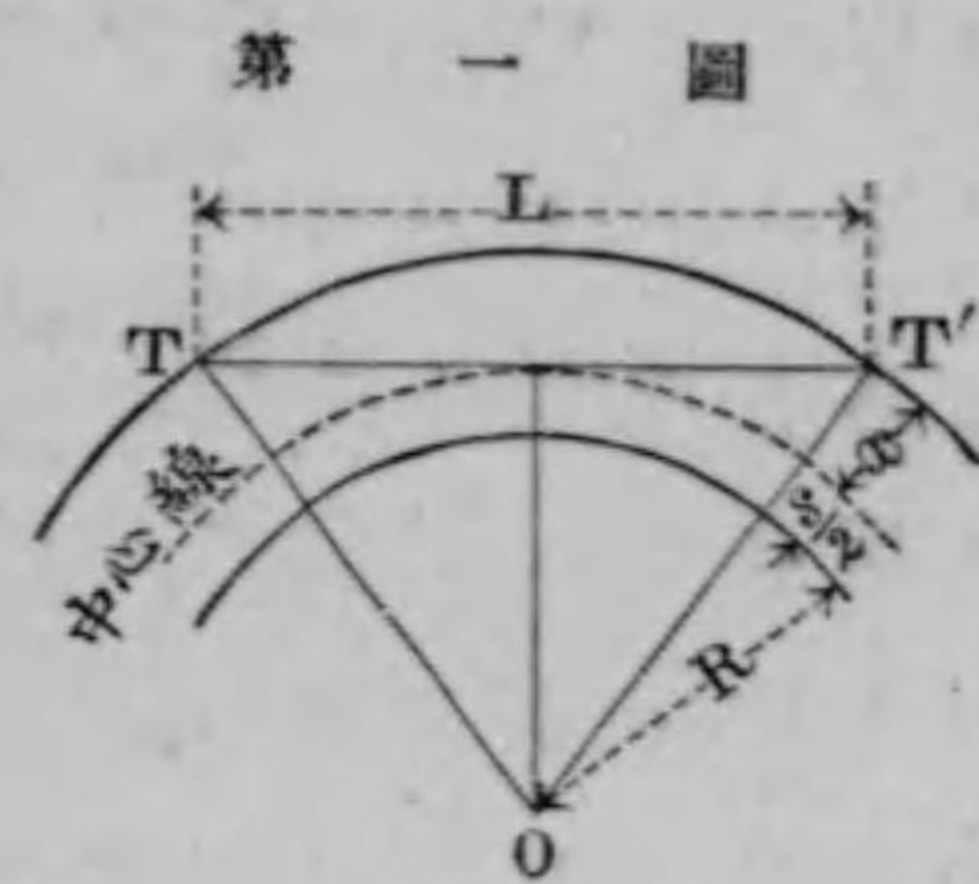
レテ $5l$ 乃至 $6l$ ニ等シイ直

線ノ長サトシ、 x ヲ L ヲ弦

トスル處ノ同心圓ノ矢ノ

長サ、 s ヲ運河ノ有効水面

幅、 e ヲ増加スベキ幅トスレバ



$$\left. \begin{aligned} x &= \sqrt{R^2 + \left(\frac{L}{2}\right)^2} - R \\ e &= x - \frac{s}{2} \end{aligned} \right\} [1]$$

例ヘバ $R = 1000$ 米、 $l = 80$ 米、 $L = 6l = 480$ 米トスレ
バ

$$x = \sqrt{1000^2 + (3 \times 80)^2} - 1000 = 28,4 \text{ 米}$$

今 $s = 30$ 米トスレバ $\frac{s}{2} = 15,0$ 米、從テ

$$e = 28,4 - 15,0 = 13,4 \text{ 米}$$

勿論運河幅ノ増加ハ中心線ノ外側ニ於テシ、且ツ接
點 Tヨリモ少クモ 100 米以外ノ邊カラ徐々ニ之ヲ
増サナケレバナラス。

白耳義ノがんでるぬーつゝん運河(Gand-Terneuzen
Canal)ニ於テハ l ヲ船ノ半分ノ長サ 60 米ニ等シキ
モノトシ、

$$e = 4(R - \sqrt{R^2 - l^2}) [1']$$

ヲ用ヒテ居ル。此運河デハ 1000 米ヲ最小半徑トシテ居ルガ、今 $R = 1000$ 米トスレバ $e = 6,88$ 米トナル。

次ニ運河ノ水閘ガ其ノ中心線内ニ設ケラレテ居ル場合ニハ、閘内カラ出テ來ル船ガ閘外ニ待合シテ居ル船ニ舷々相摩スル様ナコトガナク通過シ得ル爲ニ、特ニ閘外ノ運河幅ヲ増スヲ常トシテ居ル。然シ往路及復路ニ異ナル水閘ヲ備ヘタ場合ニハ既ニ運河ノ幅ハ其ノ構造又ハ配置上増加セラレテ居ル譯デアアル。

又運河ニ依ツテハ一隻ノ船ヲ標準トシテ開鑿シタモノモアル。恰カモ鐵道ノ單線ノ如キモノデ、すゞ運河ノ擴張前ノ如キ是デアアル。斯カル場合ニハ行違ノ船ヲ待合セル所ノ交行所ガ無ケレバナラヌコト、亦鐵道單線ノ場合ニ異ル所ガナイ。すゞ運河ハ其ノ始メ底敷 22 米ヲ以テ作ラレテ、二隻ノ船ハ行違フコトガ出來ナカツタカラ、凡ソ 10 軒ノ距離毎ニ交行所ヲ設ケテ居ツタガ、其後數次ノ擴張ノ結果、正斷面ヲ切擴ゲテ交行所ヲ要セザルニ至リツ、アル。のーると おすどせー運河モ亦 12 軒毎ニ交行所ヲ備ヘテ居タガ、其ノ最後ノ擴張ニハ凡テ 11 個所ノ交行所ヲ設ケ、其ノ底幅 134 米、長サ 600 乃至 1100 米ニ取擴ゲテアル。

然シナガラ前數者ノ場合ニ反シテ、運河ノ幅ヲ制限シテ之ヲ出來得ル丈ケ狭カラシムルコトモアル。即チ深イ切取、又ハ硬岩ノ切取、高イ築堤、運河橋及運河隧道ナドニ於テハ、或ハ工費ノ節約ノ爲ニ、或ハ土地買收費ヲ少クスル爲ニ運河幅ヲ成ルベク狭クスルヲ常トスル。巴奈馬運河ノきーるぶら大切取ハ其ノ切取ノ深ニ於テ、又其ノ量ニ於テ共ニ莫大ナルモノデアアルガ、他ノ部分ノ幅ガ 152,50 米(500 呎)ナルヲ、茲ニハ 91,50 米(300 呎)トシテ居ル。にーよーく州河船運河ハ河ノ部分ニ於ケル水底幅ガ 60,97 米(200 呎)ナルニ、硬岩部ニ於テハ之ヲ 28,66 米(94 呎)トシテ居ル。

8. 運河ノ深サ。運河ノ水深ハ之ヲ通航スル船底以下ニ 0,3 乃至 0,6 米ノ餘裕ヲ與ヘナケレバナラヌ、而シテ推進機ヲ有スル汽船ハ少クモ 0,6 米ノ餘地ヲ船底ト運河底ノ間ニ持タナケレバナラヌ。

内地運河ノ水深ハ 1,5 米乃至 4,0 米位デアアルガ、近ク竣功シタ瑞典ノ新とろーるへた運河(new Trollhättan Canal)ハ 5,5 米ヲ用ヒ、にーよーく州河船運河ハ 3,64 米ヲ用ヒテ居ル。勿論是等ハ通航船舶ノ吃水ニ關スルノデ、前ノ場合ニハ 5 米(16'5")ノ吃水ヲ標準トシテ居ル。時トシテ運河ノ一部ニハ大ナル水深ヲ與ヘルコトモアル。例ヘバ頂區ハ一種ノ貯水池ノ用

ヲ營ムガ爲ニ、又盛土ノ個所ハ成ルベク土工ヲ少ク
スル爲及ビ滲透ノ爲ニ失フ水ノ消費ヲ償フ爲ニ、一
般ニ他ノ部分ヨリハ大ナル深サヲ與ヘル。 どころ
むんどえむす運河ニ於テハ、切取個所ノ最大水深ハ
3,0米、最小水深ハ2,5米デアアルガ、盛土ノ部分ノ最大
最小水深ハ夫々4,0米及3,5米デ、後者ハ前者ヨリモ
0,5米ダケ水深が大デアアル。

海船運河ノ水深ハ8,0米乃至12,0米位デアアル。 かい
ざーゐるへるむ運河ノ水深ハ往時9,0米デアッ
タガ、擴張ノ結果11,0米トナリ、すゑづ運河ハ亦12,0
米ヲ標準トシ、ばなま運河ハ12,20米ヲ最小水深トシ
テ居ル。

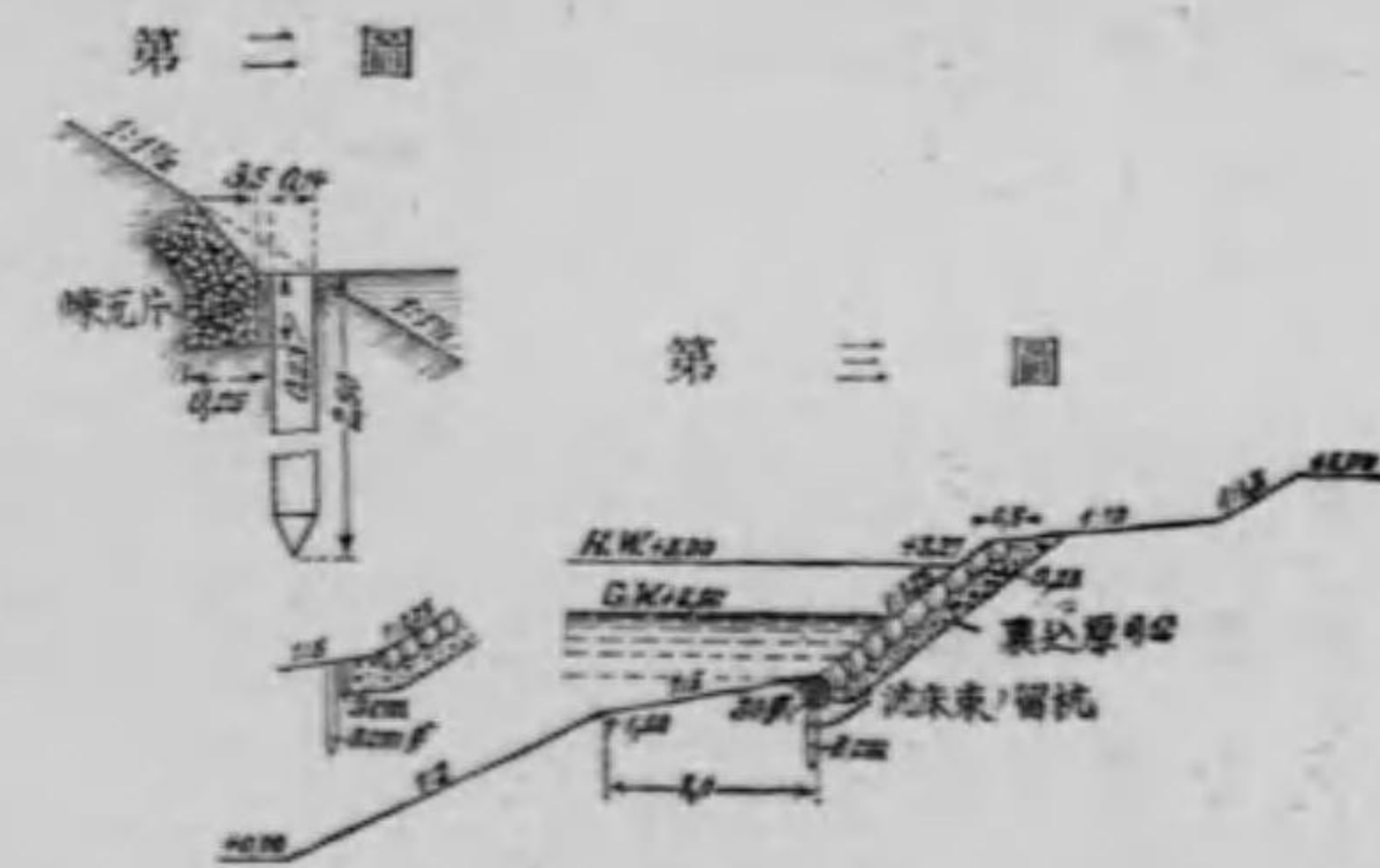
9. 運河ノ法リ及護岸. 運河ノ法リハ掘放シノ
モノガ最も多ク、其ノ土質ニ應ジテ切取ニハ1:1乃
至1:2,5ノ法リヲ用ヒ、盛土ニハ1:2乃至1:3ノ法
リヲ用ヒテ居ル。 然シ岩盤ノ掘鑿ニハ1:1/6乃至
1:0(垂直)ノ法リヲ用フルヲ常トスル。 又時トシテ
ハ切取ノ深サが大ナル時ノ如ク、又ハ土質ガ粗鬆ナ
ル場合ノ如ク、土留工又ハ煉瓦混凝土等ニ依ツテ運
河ノ側壁ヲ殆ド垂直ニシテ運河ノ用地幅ヲ成ルベ
ク減少スルコトモアル。

運河ノ法リ殊ニ水面ニ近イ處ハ絶エズ波ニ洗ハ

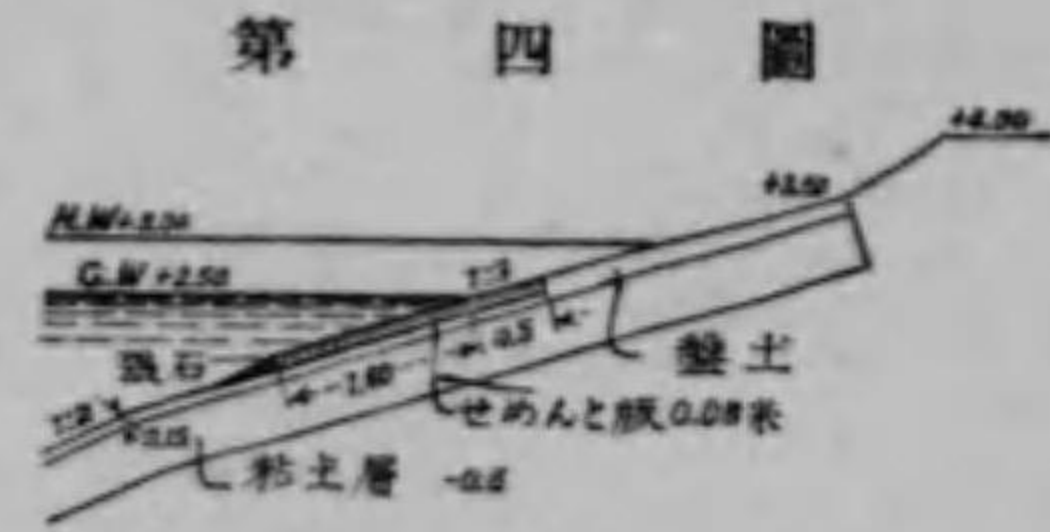
レ、殊ニ汽船ノ通航スル所ハ波ノ爲ニ崩壞スルコト
ガ最も甚シイ。 斯カル場合ニハ水面ノ附近ニ幅0,5
米乃至2,5米ノ小段ヲ設ケテ葦又ハ柳ノ類ヲ茲ニ
植付クル時ハ波力ヲ減殺シテ岸ノ洗ハレルノヲ防
グ效ガアル。 但シ小段ノ高サハ波力ニ應ジテ、河船
運河ノ場合ニハ水面以下0,3乃至1,0米ノ深サニ、海
船運河ニハ水面以下2,5米乃至是以上ノ深サニ設
クルコトガアル。 斯クノ如ク小段ヲ設ケル場合ニ
ハ其ノ上ノ法リハ張石ヲ用ヒテ護岸トスルコトモ
アル。 但シ小段以下ノ法リハ特ニ加工セザルモノ
ガ多イガ、流水運河ヤ勾配ノ急ナル運河デハ水面下
モ悉ク張石ヲスルコトモアル。

又小段ヲ用ヒズシテ或ハ芝草ノ類ヲ植付ケ、或ハ
粘土若クハ砂利ノ上ニ張石又ハ煉瓦積、混凝土張等
ヲ行ヒ、殊ニ平水位ノ上下若干ノ區域ニ亘ツテノミ

護岸工ヲ施シ
タモノモ少ク
ナイ。 第二圖
ハおーでる
しぶれー運河
(Oder Spree Ka-
nal)ノ護岸工



デ、小段ニ當ル所ニハ幅
0,14 米ノ矢板ヲ打込ミ、
上ノ法尻ニハ煉瓦片ヲ
積重ネテ居ル。第三圖



ハどるとむんど えむす運河護岸工ノ一部デ、+1,90
米乃至 +3,27 米ノ間ニ 1:1,25 ノ法ヲ以テ小砂利
ノ上ニ張石ヲ施シテアル。法尻ニハ徑 30 種ノ沈床
束ヲ横ヘ、徑 8 種ノ留杭ヲ以テ之ヲ抑ヘテ居ル。其
ノ高水位ハ +3,00 米、平水位ハ實ニ +2,50 米デ、更ニ
此ノ張石護岸ノ下ニ 1:5 ノ小段ヲ設ケ、+1,50 以下
ハ 1:2 ノ法ヲ與ヘテ運河底ニ達スル。但シ沈床
ノ代リニ厚サ 3 種ノ土留板ヲ用ヒタ所モアル。又
第四圖ハ同ジク平水位ノ上下ニ亘ツテ厚サ 0,08 米
ノせめんと版ヲ張リ、其下ニハ普通ノ土ヲ用ヒ、更ニ
基礎ニハ 0,5 米乃至 0,6 米ノ粘土層ヲ置イテアル。

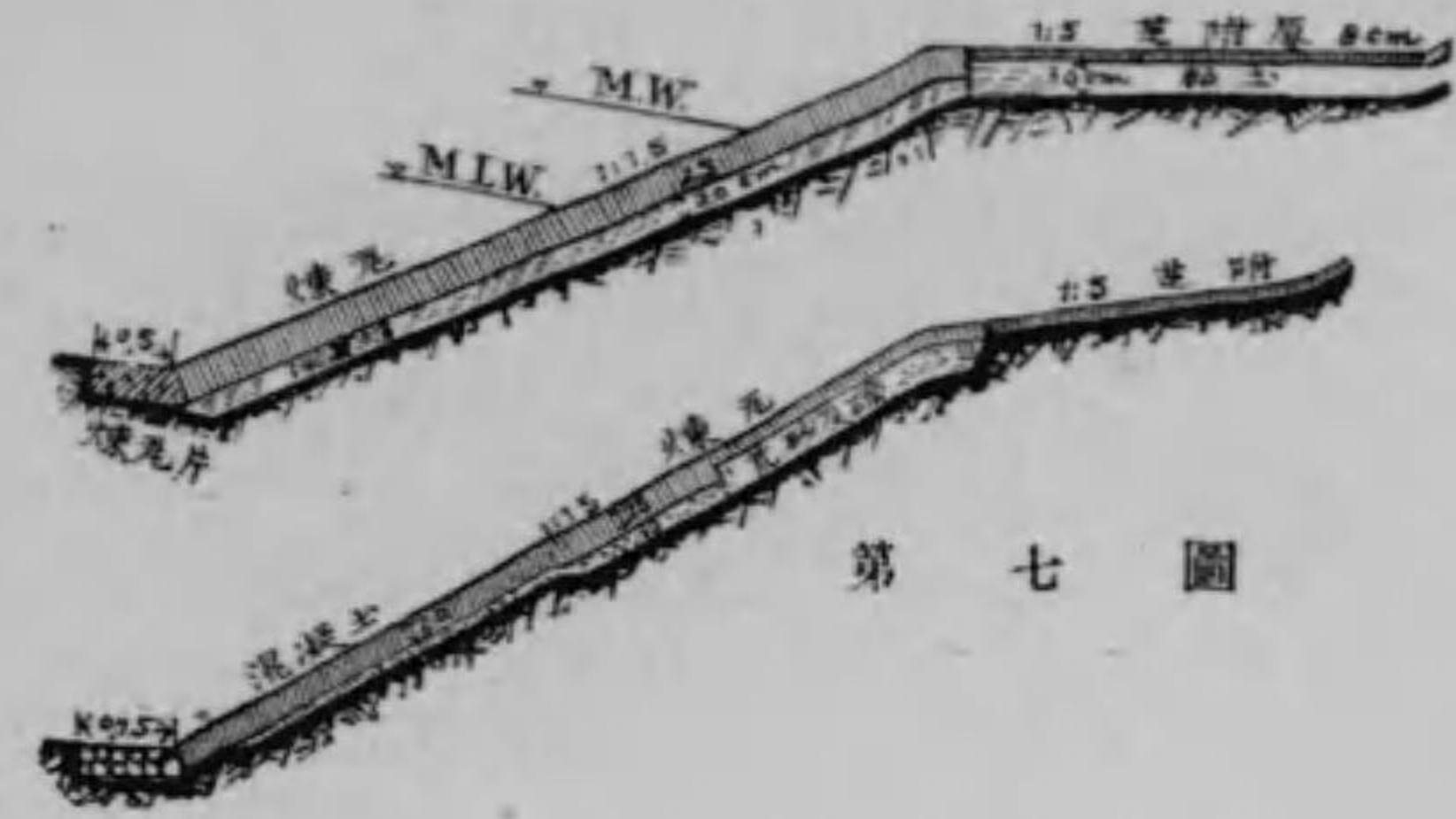
第五圖ハ亦平水位ノ上下ニ夫々柳及葦ノ類ヲ植附
ケタモノデ、1:3 ノ法ヲ用ヒ、捨石ヲ施シテ波ニ洗
ハレルノヲ防イテ

居ル。而シテ是等
ハ共ニどるとむん
どえむす運河ノ護
岸工デアル。第六



圖ハ煉瓦積、
第七圖ハ混
凝土ト煉瓦
積トヲ併セ
用ヒタ例デ
アル。

第六圖

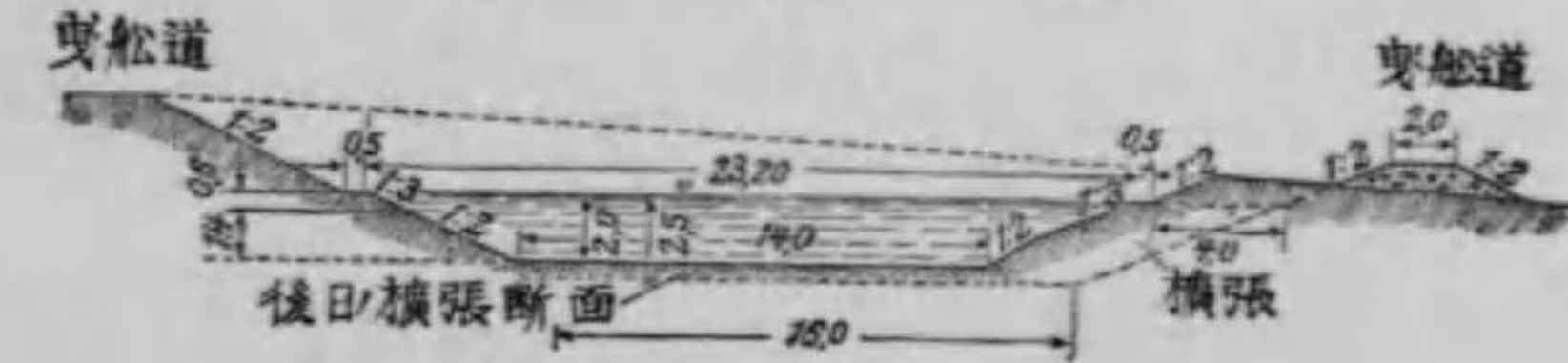


第七圖

10. 運河

ノ横断面 從來古クカラ用ヒラレタ内地運河ノ斷
面形ハ梯形又ハ小段ヲ備ヘタ梯形デアアルガ、經驗ヤ
模型實驗ノ結果ニ依レバ底ガ地平ヲ爲セル梯形斷
面ハ最良ノモノデハナイ。即チ船底下ハ外ノ部分
ヨリ深クスルコトガ航速ノ大ナル程必要デアアルコ
トハ始メ梯形断面ヲ與ヘタ運河モ後ニハ中央部ガ
深クナツテ居ル事實ニ徴スルモ明デアアル。此ノ斷
面ヲ鍋形ト呼ビ、兩側ノ法リハ其傾斜ガ稍急デアアル
ケレドモ、運河底ハ極テ緩イ勾配ヲ以テ中央ガ最モ
深クナツテ

第八圖

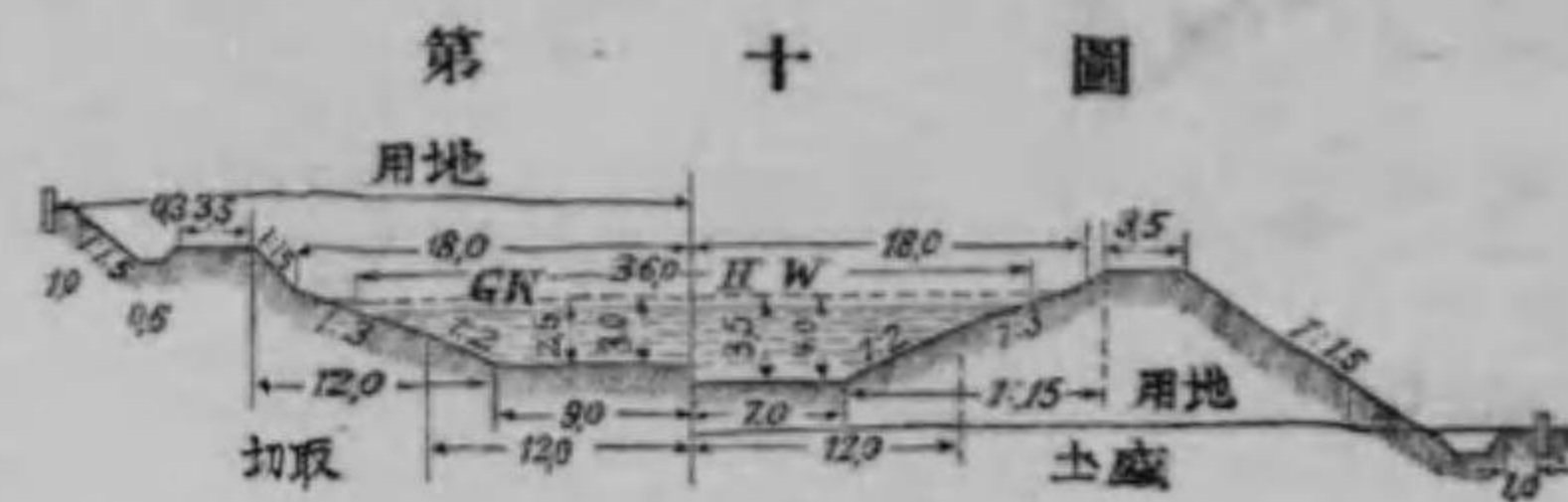


居ル。第八
圖ハおーで
るしふれ
一運河、第九
圖ハえるべ

第九圖

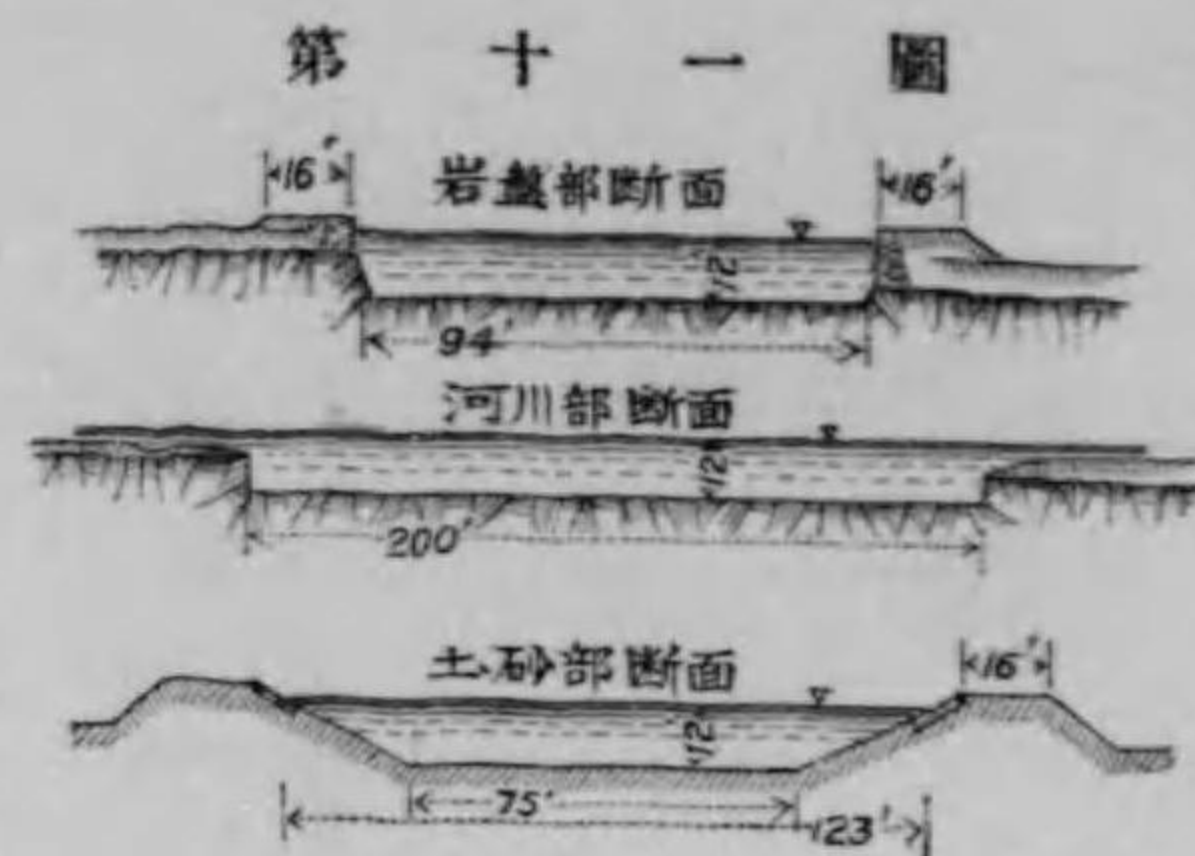


とらふ運河第十圖ハ
 どるとむん
 どえむす運河ノ横断面ヲ示シタモノデアル。其中最後ノモノノ左半圖ハ切取ノ



第十圖

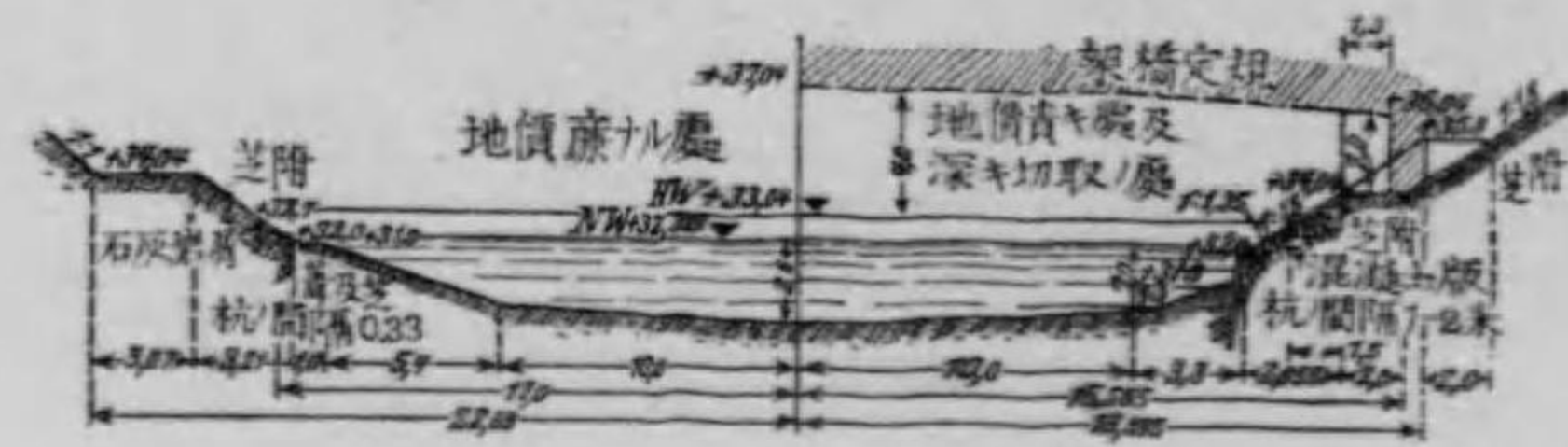
部分デ、右半圖ハ盛土ノ部分ヲ示シテ居ル。第十一圖ハに、よ、く州河船運河ノ断面デ、殊ニ平水位附近ニ護岸工ヲ施シテ居ル。



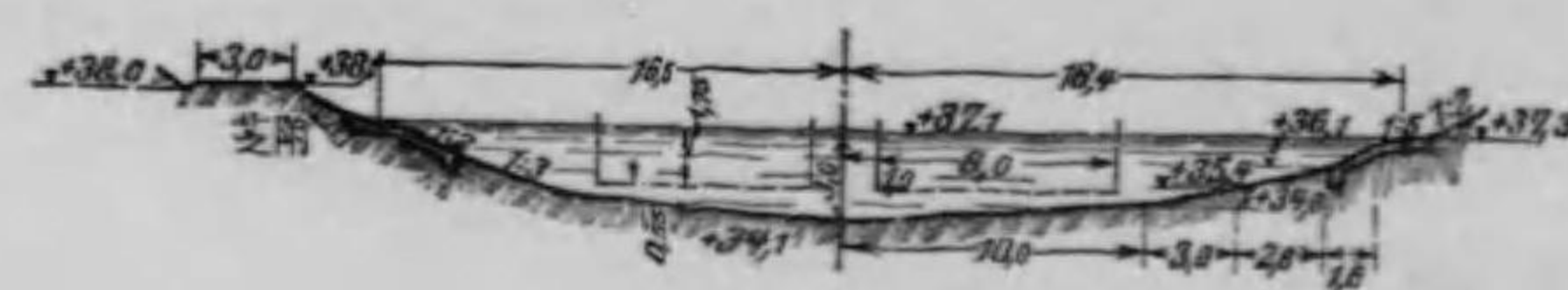
第十一圖

又第十二圖ハ砂質安定ノ土地ニ於ケルてるとう運河 (Teltow Kanal) ノ鍋形断面、第十三圖ハほへん

第十二圖



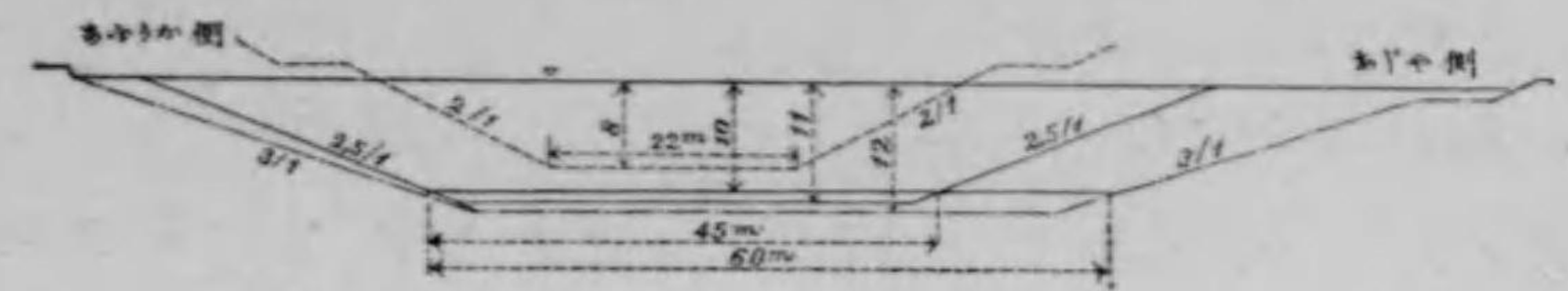
第十三圖



つるれん運河ノ断面デ左半部ガ防滲工ヲ施サヌ部分、右半部ハ其ノ支線まるつ、一運河デアル。

海船運河ハ一般ニ其ノ寸法ガ大ク、其断面モ多ク

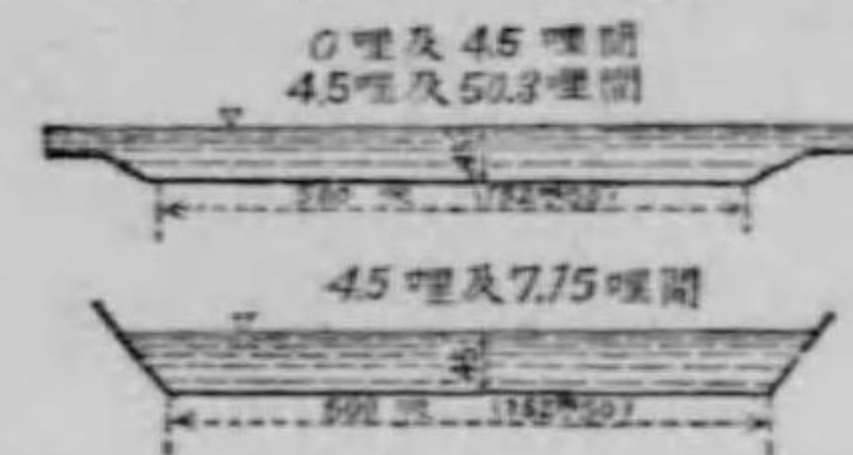
第十四圖



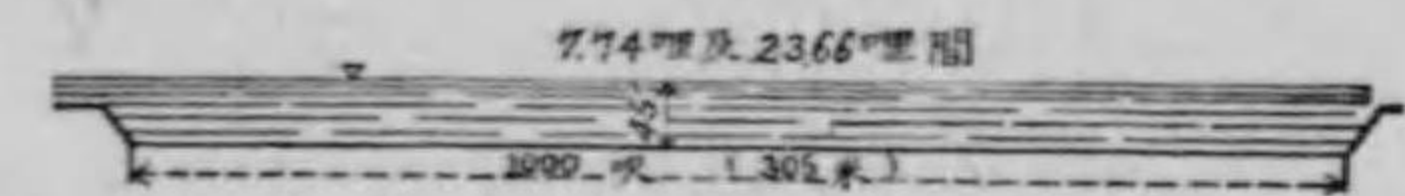
第十五圖



第十六圖(1)



第十六圖(2)



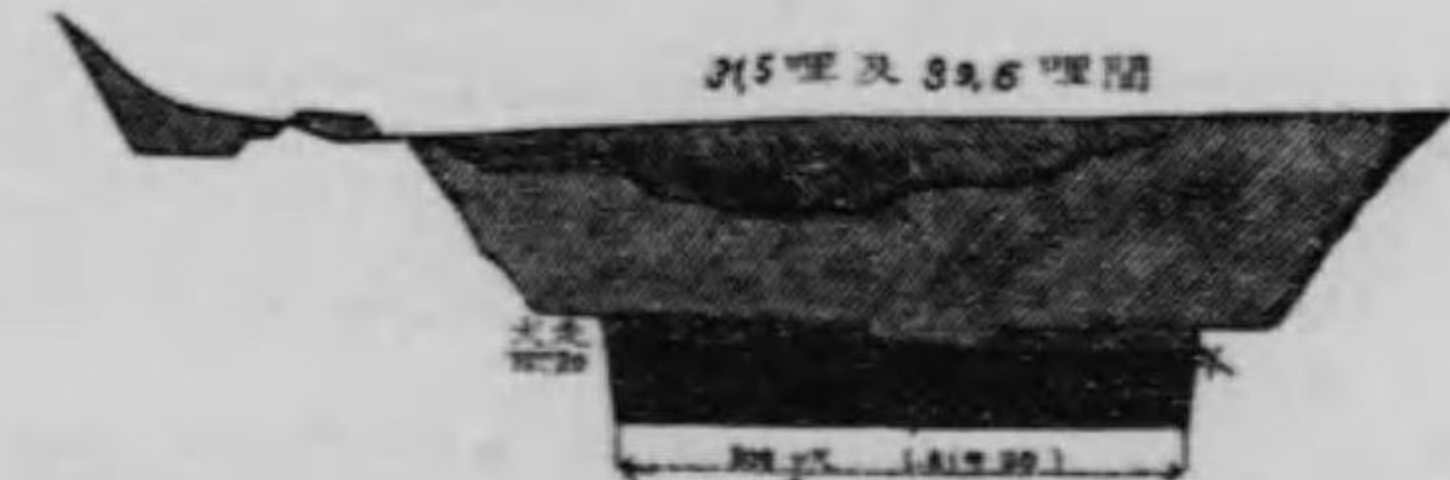
第十六圖(3)



第十六圖(4)



第十六圖(5)



梯形デアアル。第十四圖ハすゞ運河,第十五圖ハかいざーゐるへるむ運河,第十六圖ハばなま運河ノ断面圖ヲ示シタモノデ,其ノ31,5哩及39,6哩間ハ即チ有名ナルきゅーるぶら(Culebra)ノ大切取デアアル。

次ニ運河ノ横断面中其ノ水面積 F ト船ノ浸面積 f ノ比ヲ n トスレバ, n ノ小イ程船ノ通航ニ際シ,運河ノ水ハ堰止メラレテ,兩側ニ起ル反流ト波浪トハ岸ヲ搔崩スコトガ多クナル。即チ是ニハ先ツ航速ヲ制限スル必要ガアルガ,毎時5浬ノ航速ヲ水運ニ必要ナルモノトスレバ1885年維納ノ國際航運會議デハ n ヲ少クモ4以上ナルベキモノトシ,1908年ぶれすらうニ於ケル獨逸内地航運同盟會デハ n ヲ4,5以上ナルベキモノト決シタ。是レハ幅8,0米長サ65,0米吃水1,75米ノ600噸積ノ河舟ヲ標準トシテ定メタモノデアアルガ,1920年佛國調査委員ハ300,600,900及1200噸ノ船ニ就テ n ヲ3,33乃至3,50トシタ。但シ今日中歐ノ水運用船舶ハ幅9,20米,長サ80,0米,吃水2,0米,積量1000噸ヲ標準トスルニ至ツタ。而シテ和蘭ノ新運河ハ n ヲ5乃至6トシ,のーるとおすどせー運河ハ n ヲ6以上トシタ。

600噸ノ船ヲ標準トスレバ其ノ浸面積ハ14方米乃至14,8方米デ,運河ノ底敷18米水面幅24,10米,水深

2,50米ヲ用フレバ其ノ水面積ハ52,6方米デ,前ノ浸面積ニ比スレバ $n=3,4$ 乃至 $3,7$ ニ當ツテ居ル。然シ1000噸積ヲ用フレバ浸面積ハ凡ソ18,4方米デ,之ニ運河ノ水面幅33米,底敷16米,中央ノ水深3,50米,岸ノ水深3米ノ鍋形ヲ用フルモノトシテ,其ノ水面積78,5方米,之ヲ前ノ浸面積ニ比スレバ $n=4,3$ ニ達シテ居ル。今二三ノ運河ニ就テ其水面積ヲ示セバ次ノ如クデアアル。

第六表 運河水面積表

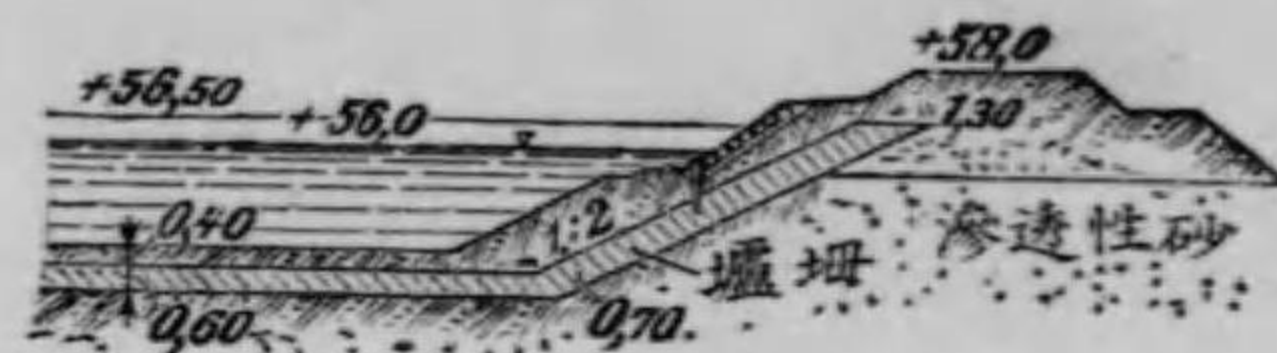
運 河 名	水 面 積(方米)		
	低 水 位	平均水位	高 水 位
どるとむんど えむす(山地)	59,15	—	74,22
” (低地)	75,15	—	90,22
て る と う	60,6	—	74,4
ほーへん つおるれん	—	67,99	—
まるせーゆ ろーん	75,58	—	136,88
かいざー ゐるへるむ	—	825,0	—
ばなま(きゅーるぶら)	1131,18	—	—

11. 運河ノ防滲工. 運河ハ通例掘鑿ノ儘デアアルカラ,通水ノ後ハ多少其ノ滲透浸潤ノ爲ニ水量ノ消耗アルヲ免レヌ,殊ニ通水ノ始ニ於テ然リトスル。此ノ滲透ハ土質ニ依ルコト勿論デアアルケレドモ,施工ニ注意スル時ハ或ル程度マデ之ヲ減スルコトガ出來,又特別ノ設備ヲ用フレバ更ニ之ヲ少クスルコ

トガ出來ル。

切取ノミニシテ成ルベク盛土ヲ避クルハ運河ノ滲透ヲ防グ第一要義デアル。然シ已ムヲ得ズシテ盛土ヲ用ヒナケレバナラス時ハ成ルベク相當ノ粘土分ヲ含シダ良土ヲ撰ビ、10 糎乃至 25 糎ノ薄層ニシテ充分能ク之レヲ搗固メルコト猶ホ堤防築造ノ時ト同シクセネバナラス。然シ斯カル良土ヲ得ラヌ時ハ壩堤又ハ粘土ノ心壁又ハ羽金ヲ盛土ノ中ニ用ヒタ例モアル。第十七圖ハどるとむんど えむ

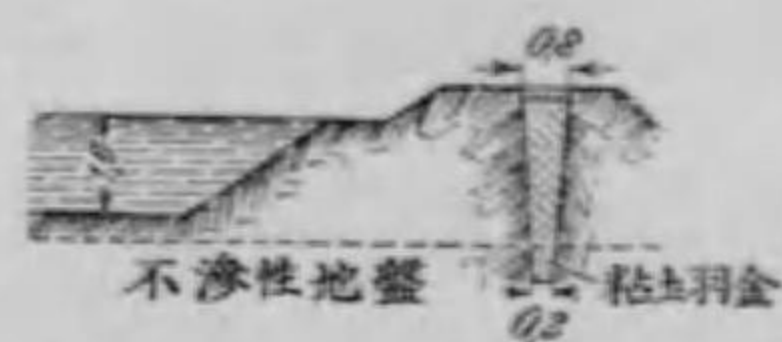
第十七圖



第十八圖



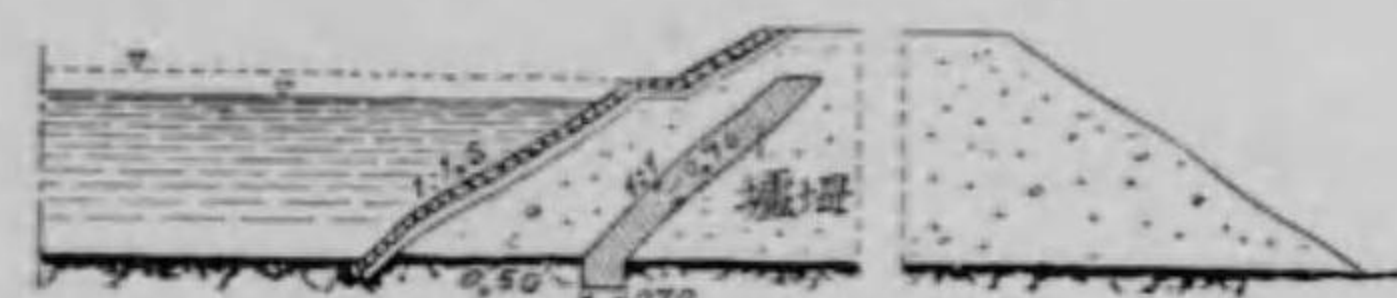
第十九圖



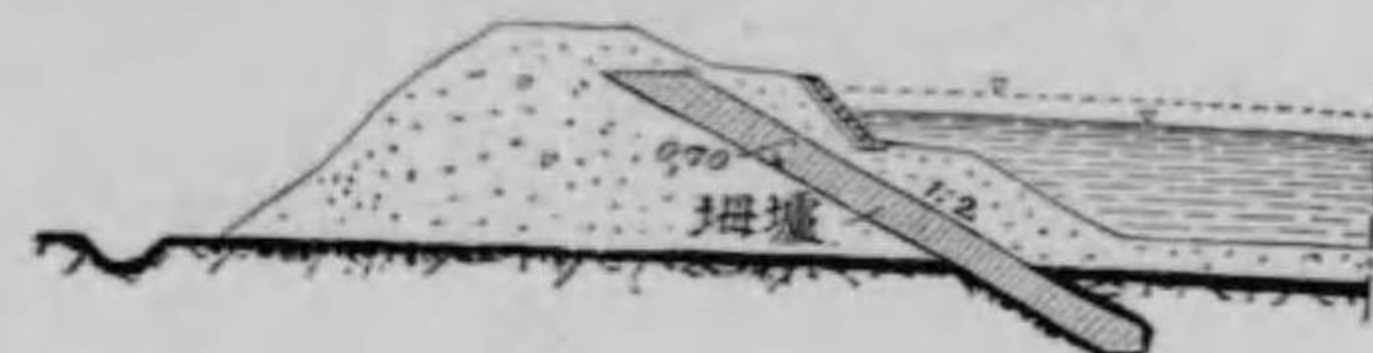
す運河ニ底部及法リ共ニ厚サ夫々 0,60 米及 0,70 米ノ壩堤ヲ用ヒテ防滲工ヲ施シタ一例デ、水ニ洗ハル

ルヲ防ク爲ニ更ニ其ノ上ニ土ヲ被セテ居ル。第十八圖ハほへんつゝるれん運河防滲工ヲ示シ、左半部ハ薄ク右半部ハ厚ク壩堤ヲ張ツテ二種ノ工法ヲ示シタモノダ。第十九圖ハ粘土ノ羽金ヲ用ヒタ佛國運河ノ一例ヲ示シ、普通ノ堰堤ノ如ク、心壁ノ底ヲ不滲性ノ地盤中ニ喰込マセテ居ル。第二十圖及第二十一圖ハ壩堤

第二十圖



第二十一圖



第二十二圖



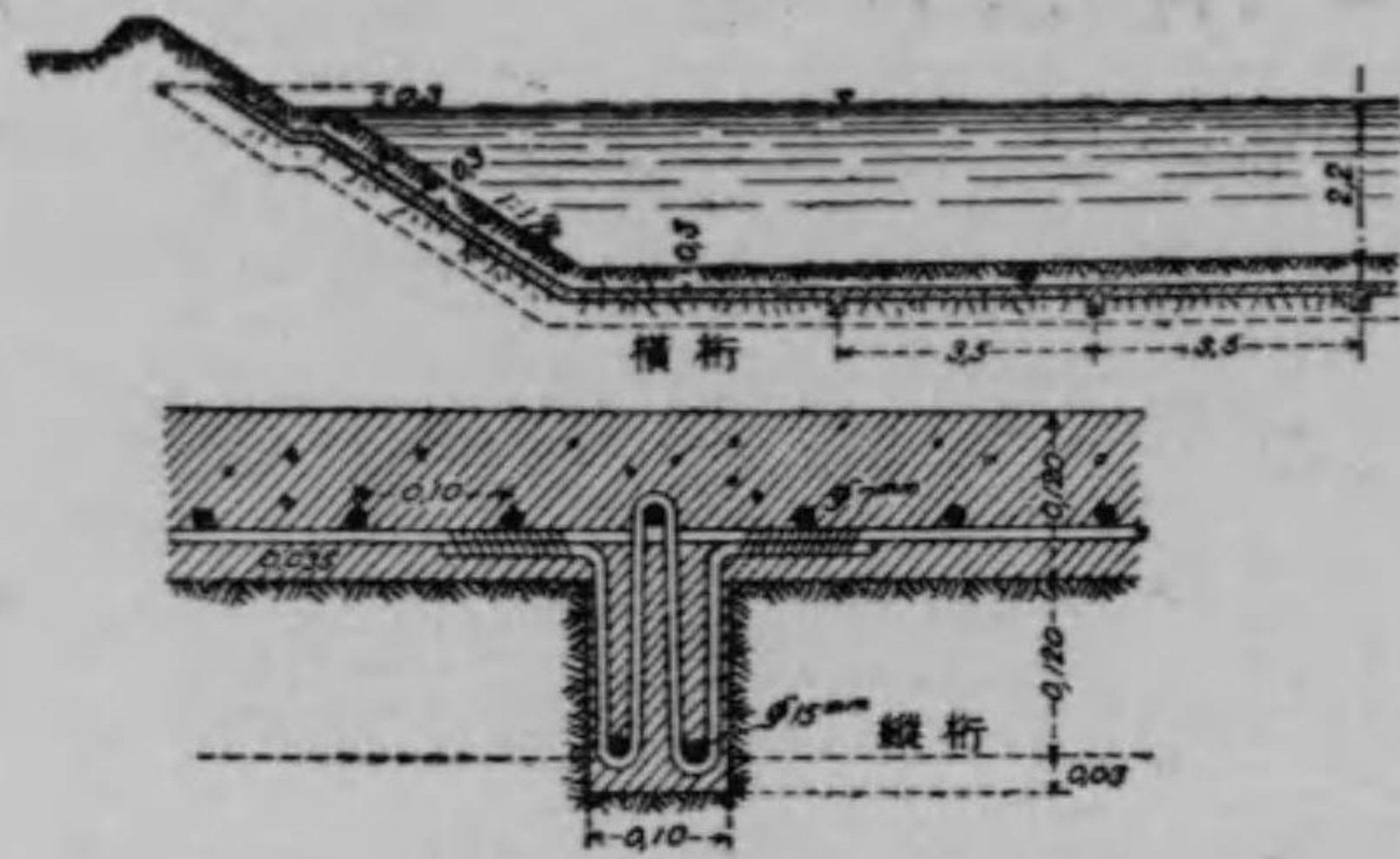
第二十三圖



心壁ヲ 1 割乃至 2 割ニ傾斜セシメタモノデ、第二十二圖ハ混凝土ヲ用ヒ、第二十三圖ハ傾斜シタ混凝土壁ノ外ニ例ノ壩堤羽金ヲ用ヒテ居ル。又第二十四圖ハ桁附鐵筋混凝土版ヲ用ヒ

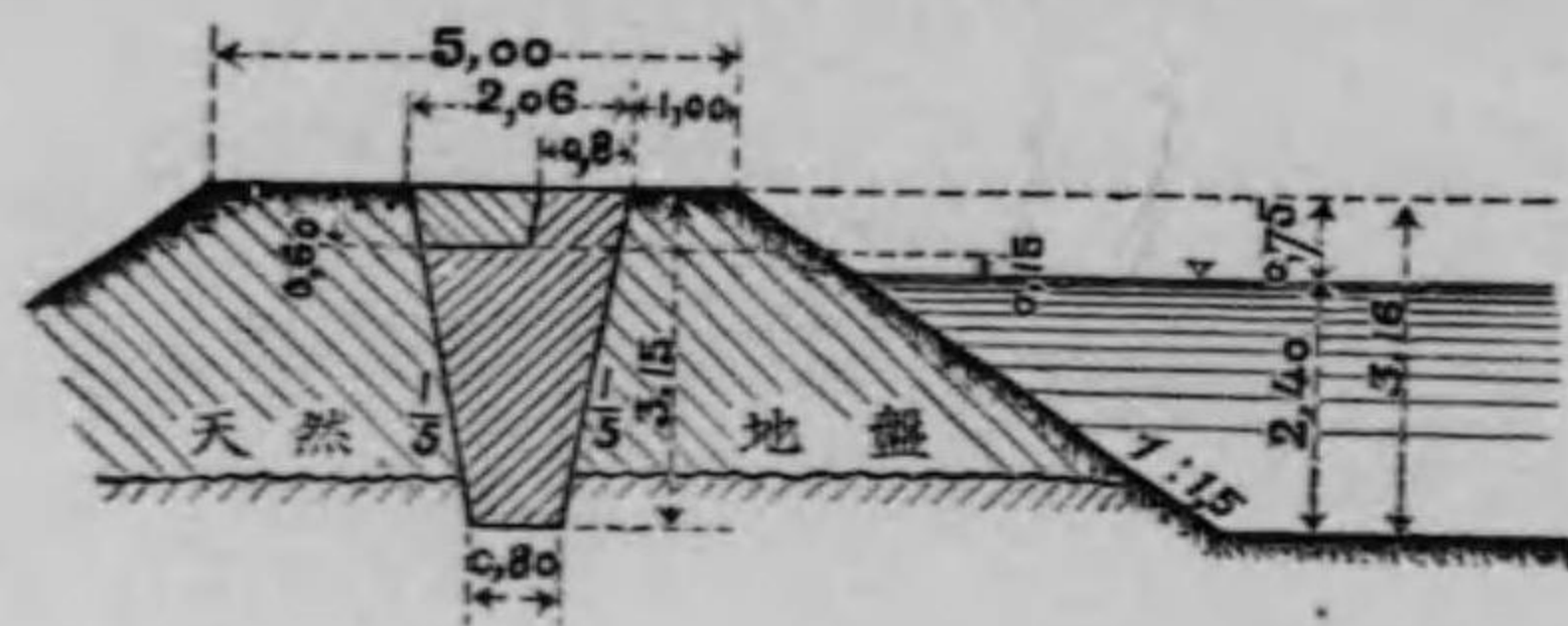
テ防滲工ヲ施シタモノデアル。白耳義ノさんとの運河 (Canal du Centre) デハ恰カモ堤防ノ防滲工ト同

第二十四圖

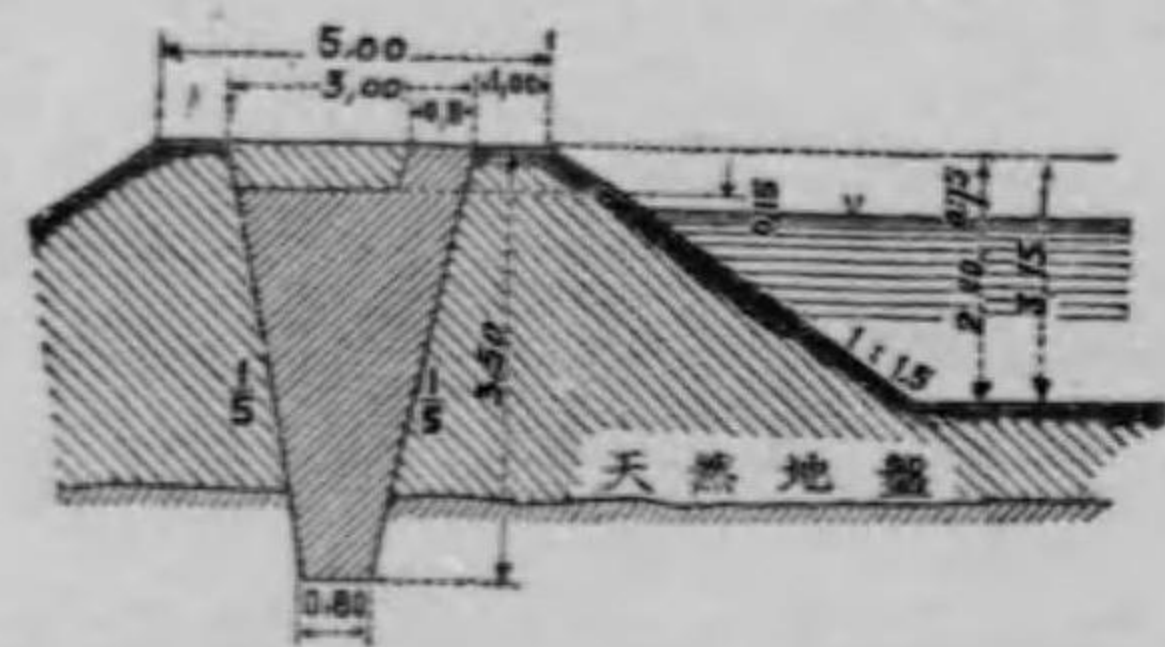


様ノ工法ニ依リテ、中央又ハ法リニ不滲性ノ土ヲ用ヒタガ(第二十五圖乃至第二十八圖)、更ニ處ニ依ツテハ混凝土ヲ法リ又ハ法リ及底ニ張リ、更ニ0,18米ノ上塗混凝土ヲ用ヒタ(第二十九圖及第三十圖)。

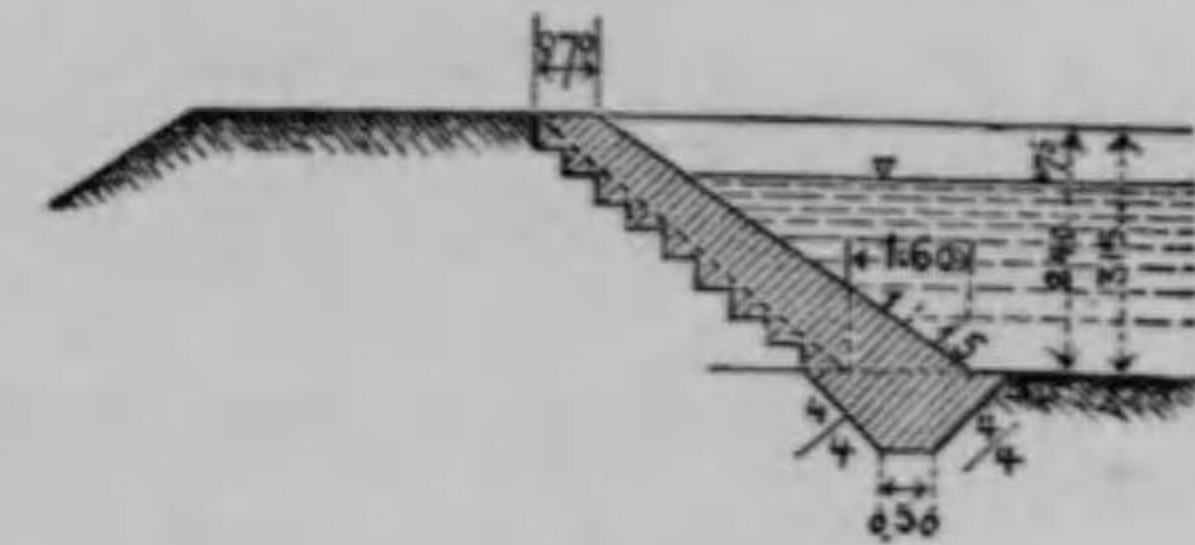
第二十五圖



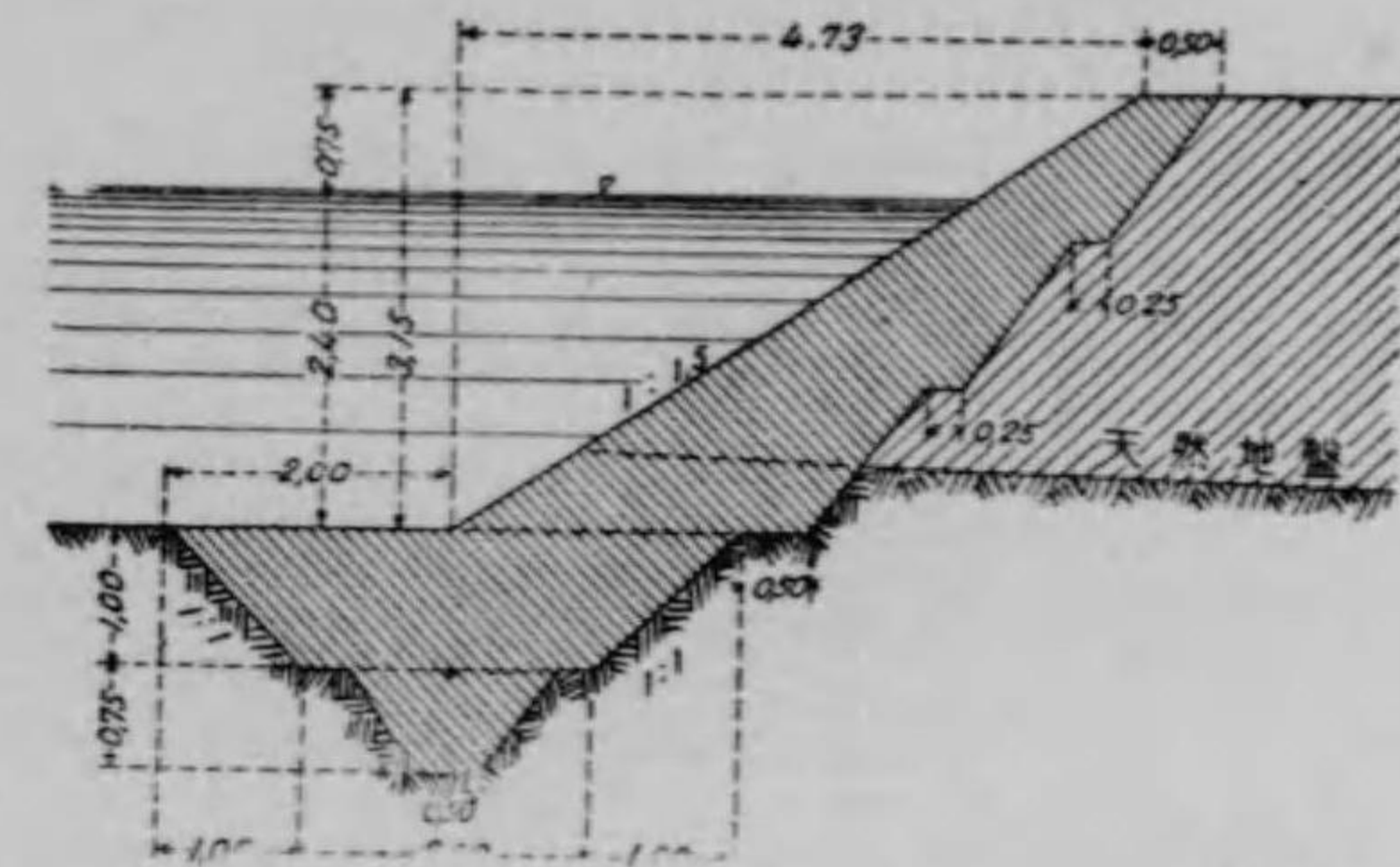
第二十六圖



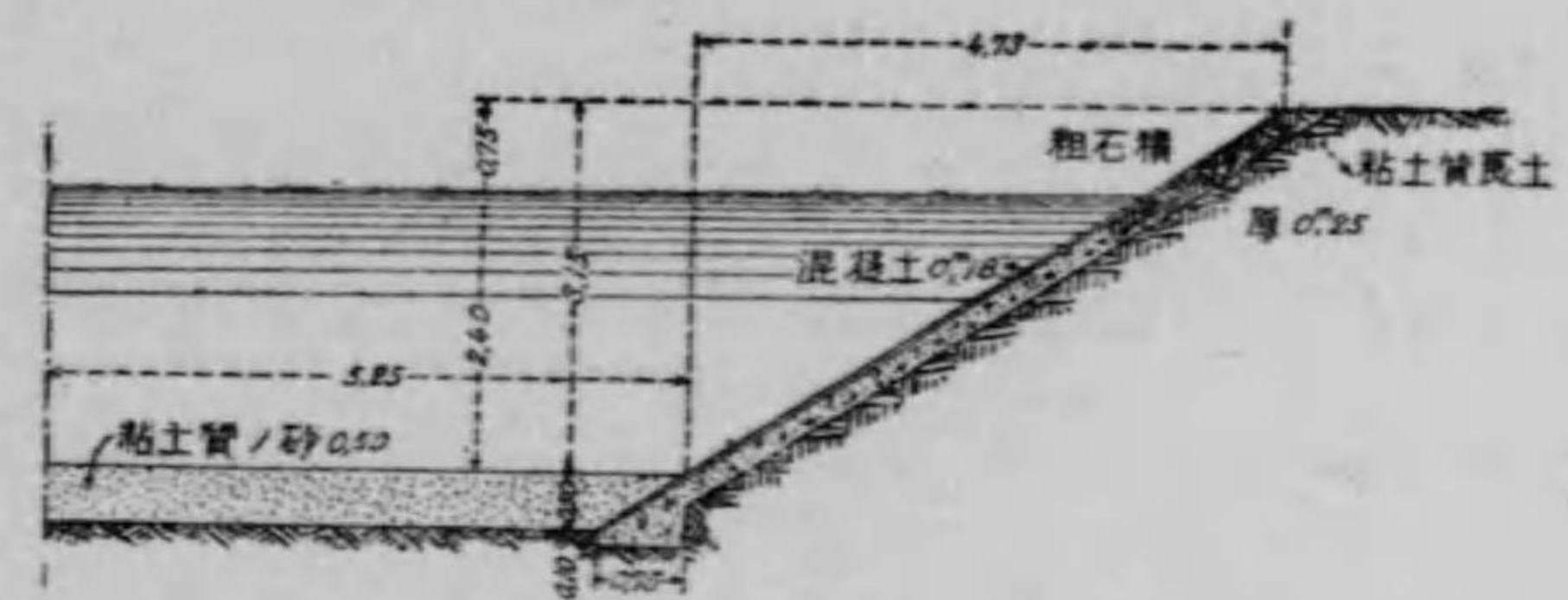
第二十七圖



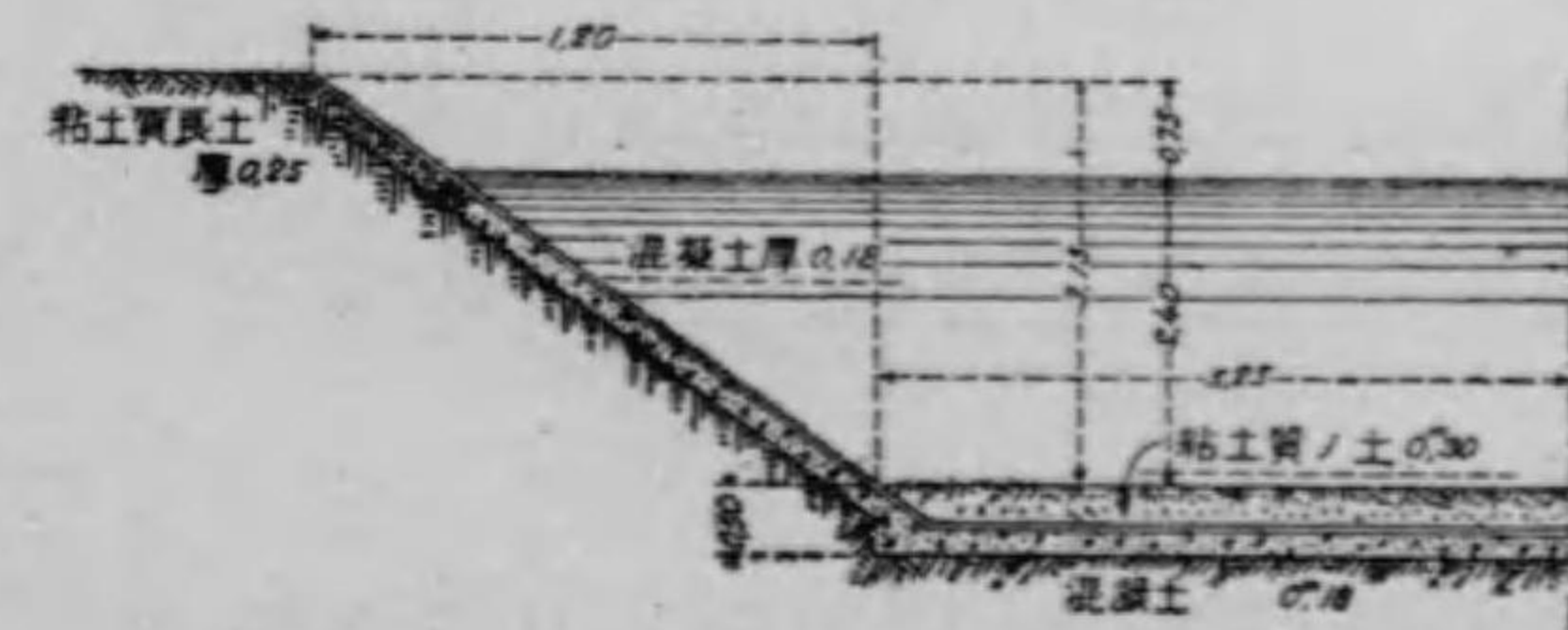
第二十八圖



第二十九圖



第三十圖



蓋シ切取ニセヨ又ハ盛土ニセヨ、全ク滲透性ノ土質ナラバ側壁及底部共ニ0,3米乃至0,5米ノ壩母一層ヲ用ヒ、或ハ0,2米乃至0,3米ノ混凝土ヲ張ル時ハ一般ニ防滲工トシテ有效デアルガ、是等ノ防滲工ガ或ハ舟ノ櫓權ヲ突當テ、乾イテ割目ヲ生ジ、霜ヤ氷ノ爲ニ亦損害ヲ受ケル虞ガアルカラ、0,2米乃至0,3米ノ土ヲ以テ其ノ上ヲ被覆スルヲ良シトスル。但シ盛土ノ場合ニハ土ガ充分沈下シタ後ニ被覆ヲ行ハナケレバナラス。

滲透性ノ地盤デハ運河ニ通水スレバ水位ガ著ク沈下スルヲ常トスル。普通ノ状態デ、水ガ充分土中ニ飽和シタ後、滲透ニ依ル水位ノ沈下ハ一日凡ソ5糎ヲ極度トスル。然シ若シ之ヨリ多カッタナラバ特別ノ防滲工ヲ施サナケレバナラス。若シ局所ニ著シイ滲透性ノ部分ガアツテ運河ノ水ガ逸失シ去ル様ナ場合ニハ漏斗ノ形ヲシタ渦ガ水面ニ生ジテ木ノ葉ヤ其他ノ浮遊物ガ卷込マレルヲ見出シ得ルコトガアル。斯カル場合ニハ或區間ヲ締切ツテ防滲工ヲ加ヘルコトモ出來ル。

若シ又運河地域ノ全體ヲ通シテ滲透性土質ナル時ハ粘土又ハ泥土ヲ水ニ溶シ、之ヲ流シテ漸次不滲質トスル事ガ出來ル。北米合衆國開拓局さん河計

劃(Sun River project)ノびしかん運河(Pishkun Canal)ハ底幅8,20米、法ヲ1:1.5、水深3,28米、流量毎秒27,8立米ニ達シテ居ルガ、割目ノ多イ岩盤ヤ粗イ砂利ノ間ヲ通ツテ居ルノニ加ヘテ、河水ノ泥土ガ少イ爲メ滲透ガ甚ダ多ク、其ノ最悪ナル個所ハ4,9秒米ノ流量ニ對シテ滲透ハ其ノ1/5ニモ達スル所ガアツタ。是ニ於テ短距離毎ニ泥土流下法ヲ用ヒテ防滲ヲ試ミタガ、其ノ結果ハ優良デ、滲透ヲ百分一位ニ減少シ得タ。但シ泥土流下法ハ流勢ノ爲ニ沈澱シタ泥土ガ剝落スルコトガアルカラ、永久的ノ工法トハ云ヘナイ。

らいん へるね運河(Rhein-Herne Kanal)ノ防滲工トシテ數年前比較シタ結果ニ依レバ、手力、馬力、壓搾空氣、もーとる輾子、法面用輾子ノ五法中、輾子ヲ用フルモノガ最モ廉デ、仕事ガ最モ速イ、而シテ緊マル土ニハ壓搾空氣ヲ用ヒルノガ最モ有効ダ。今一立米ノ土工ニ對シテ其ノ工費(馬克)ヲ舉ゲレバ次ノ如クデアツタ。

第七表 運河ノ防滲工費

工 法	工費(每立米馬克)
手 力 搗 固	1,80
馬 力 搗 固	1,36
壓 搾 空 氣 搗 固	1,06

もーとる頼子搦固	1,02
法面用頼子搦固	1,08

第三節 運河ニ附帶セル特種ノ構造物

12. 特種ノ構造物一般. 運河ニ附帶シタ特種ノ構造物中,水閘,昇降槽及斜路ニ就イテハ別ニ章ヲ改メテ述ベルカラ茲ニハ省ク.

水閘,昇降槽及斜路ハ水位ノ方カラ見レバ急ニ落差ノ現レル所デ,又交通路線ノ方カラ見レバ同方向又ハ反對ノ方向ニ航行スル船舶ガ相密接シテ通過スル所ト考ヘルコトガ出來ル. 從テ水閘等ノ入口又ハ出口ハ運河内ニ平行交通線ノ離合スル所ト考ヘルコトガ出來,其ノ幅ヤ長サ等ニ就テ多少ノ變化ガ運河ニ起ル.

鐵道道路ノ如キ陸上交通線ト運河トガ交叉スル所ニ於テ,前者ガ後者ノ上ニ在ル場合ニハ架橋ニ依ラナケレバナラス. 若シ又後者ガ前者ノ上ニ在ル場合ニハ運河橋ヲ用ヒナケレバナラス. 孰レニシテモ是等水運及陸運二ノ交通線ハ絶對ニ同平面交叉ヲ避ケテ,異ナル高サヲ通過シナケレバナラス.

又運河ガ他ノ河川溝渠等ヲ横ル場合ニハ其ノ水量ヤ運河底下ノ利用シ得ル高サニ應ジテ,暗渠ヲ設ケテ運河ノ下ヲ通シ,或ハ彎管ニ依ツテ運河ノ下ヲ

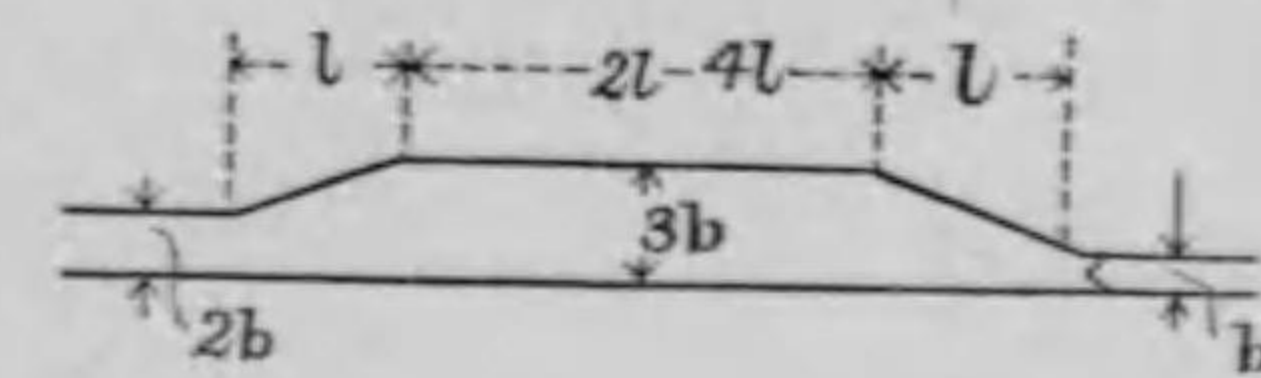
横ギルコトガ出來ル.

次ニ運河ニ給水スル水路取入口ノ諸設備ヤ,餘水ヲ捨ツル餘水吐ノ各種切取ノ甚ダ大ナル所ニ用フベキ運河隧道,運河ヲ航行スル船ヲ曳ク所ノ曳船道並ニ運河ニ貨物ヲ吞吐スル所ノ所謂運河港ナドハ多クノ運河ニ通有ナルモノデアル.

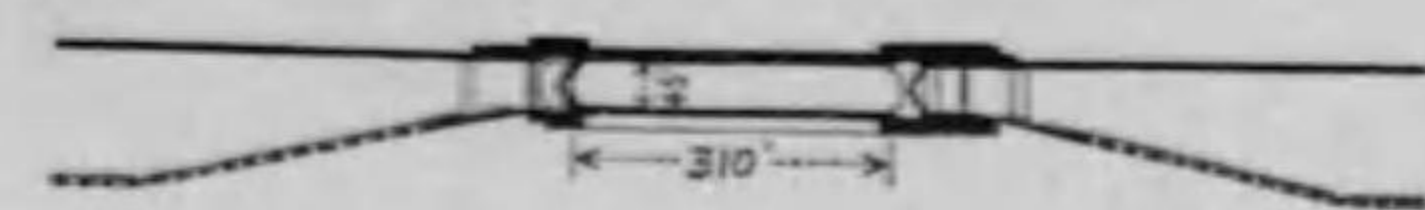
最後ニ運河ノ一部ニ故障ノアツタ場合,締切ニ用フル各種ノ保障扉,保安扉及閉塞扉ノ如キハ應急設備トシテ必要ナルモノデアル.

13. 水閘ノ入口. 水閘ノ入口又ハ出口ニハ他ノ昇降槽又ハ斜路等ト同ジク,中ニ入ラントスル船ガ中カラ出テ來ル所ノ船ヲ待合セテ,一旦中カラ船ガ出テ來タナラバ其ノ船ハ直チニ續航シ得ル様ニ配置サレテナケレバナラス. 今船ノ長サヲ l , 水閘ノ幅ヲ b トスレバ,水閘ノ前ニハ長サ $2l$ 乃至 $4l$, 幅 $3b$ 位ノ船溜リト其

第三十一圖



第三十二圖

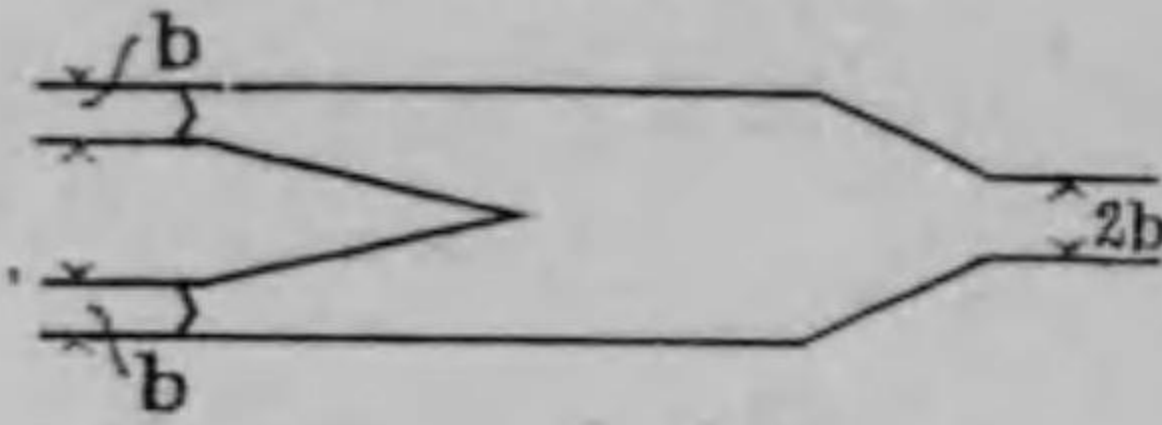


ノ前後ニ各長サ l 位ノ水閘又ハ運河ニ接續スル部分ヲ設ケルノヲ普通トスル(第三

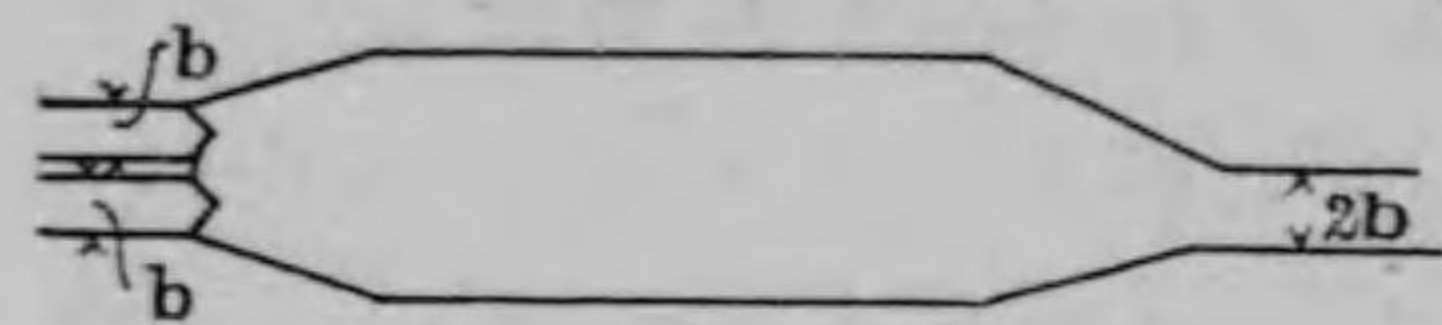
十一圖). 第三十二圖ハに、一よ一く州河船運河ノ水閘附近ノ平面圖デアル.

二個ノ水閘ヲ並ベテ用フル場合ニハ其ノ間隔ヲ離スモノト(第三十三圖), 然ラザルモノ(第三十四圖)トアル. 是等ハ曳船ノ關係ニ於テ多少ノ考慮ヲ要スル.

第三十三圖

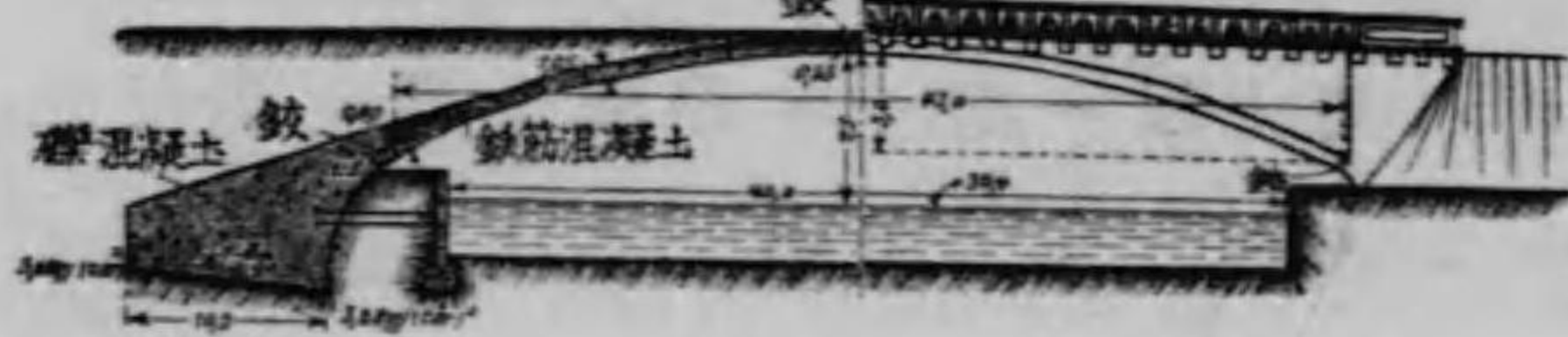


第三十四圖



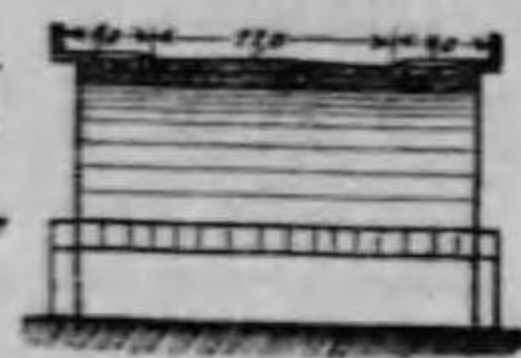
第三十五圖

縱断面圖



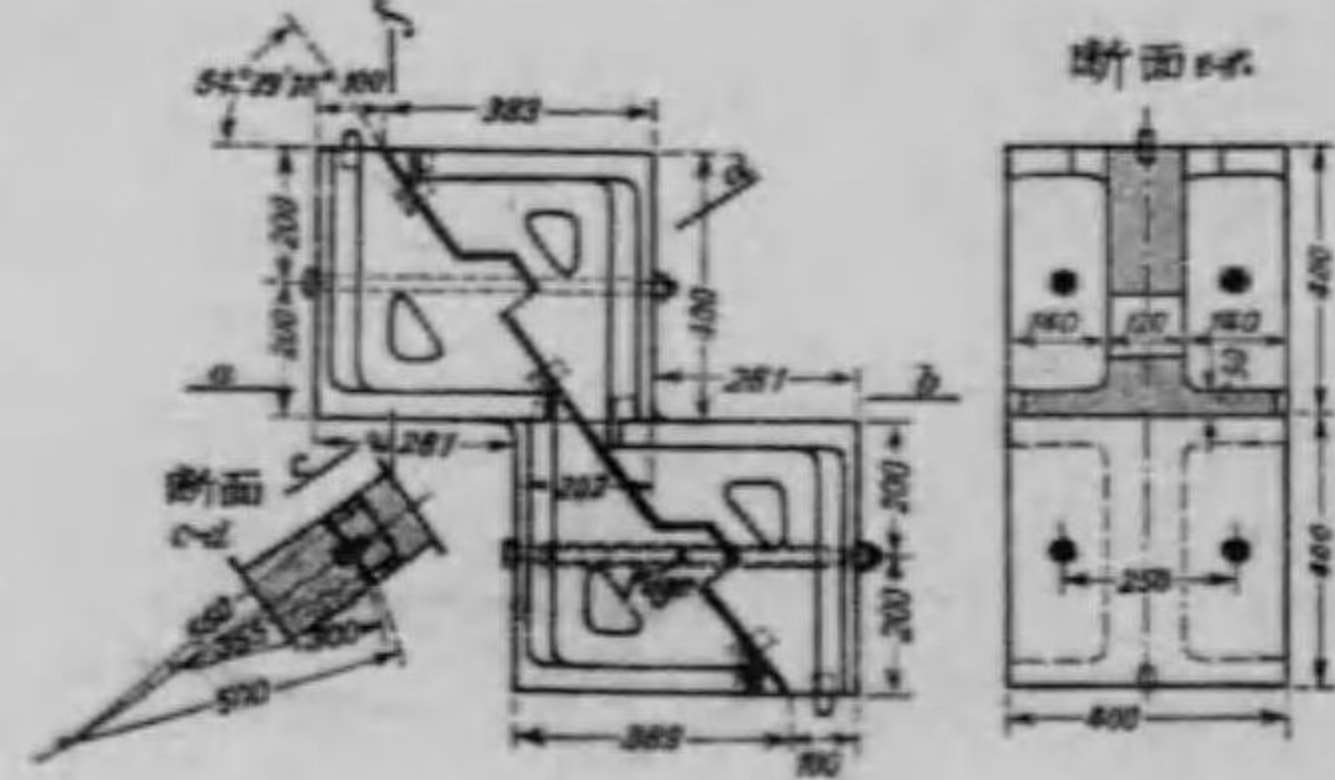
第三十六圖

横断面圖



14. 橋梁 定橋ヲ用フルナラバ内地運河ノ最高水位ト橋底ノ間ニ少クモ3,7米乃至4,5米, 平均4,0米ノ餘隙ガナ

第三十七



ケレバナラス. 而シテ運河ノ有效断面ヲ縮少スルコトハ不得策デアルカラ特ニ幅ヲ擴ゲヌ限リハ橋脚ヲ中間ニ建テルコトヲ避ケナケレバナラス. 第三十五圖及第三十六圖ハほ一へんつゝるれん運河ノ鐵筋混凝土拱橋ノ一例デ, 第三十七圖ハ其拱鉸ノ明細圖デアル. 然シナガラ若シ必要ナル餘隙ヲ得ラレヌ場合ニハ, 即チ動橋ヲ用ヒナケレバナラス.

海船運河トナレバ通航船舶が大イ爲メ橋底ノ餘隙ハ一般ニ甚ダ大デアル. 故ニ定橋ヲ用フル時ハ其ノ取附ガ困難ナル爲メ, 動橋ヲ用フルコトモ少クナイ. 例ヘバかいざーゝゐるへるむ運河ハ其ノ餘隙ヲ42米トシテ居ルカラ, 定橋ナラバ随分高イ橋デ, 眞ニ高橋(Hoch Brücke)ノ名ニ背カナイ.

まるせーゆゝろ一ん運河ガかろんと入江(Etang de Caronte)ヲ過グル所ニ鐵道線ガ其ノ上ヲ通過シテ居ル. 茲ニ用ヒタ旋廻橋ハ全徑間114,0米デ廻軸臺ハ運河ノ一方ノ岸ニ立テラレテ, 餘隙23,0米ニ及ンデ居ル.

15. 運河橋 運河橋ハ船ヲ容ル、ニ足ル所ノ水ヲ入レタル一種ノ水槽デ, 一側ニハ曳船道ヲ有シ, 他側ニハ歩道ヲ備ヘ, 普通ノ道路橋又ハ鐵道橋ト同ジク結構デ支ヘタモノデアル. 而シテ其ノ結構ガ木

造、鐵製、石造又ハ鐵筋混凝土等デアルカニ從テ夫々運河橋ヲ區別スルコトガ出來ル。

木造運河橋ハ其ノ工費ガ比較的少イト云フ長所ヲ有ツテ居ルガ、其ノ耐久性ノ少イノハ其ノ短所デアアル。今日デハ木材ノ豐富ナル所ニ限ツテ木造ヲ用フルコトガ出來ル。石造運河橋ハ石ノ耐久性ガ最モ大ナルヲ特色トシテ居ルガ、然シ構造全體トシテハ或ハ溫度ノ變化カラ起ル伸縮ノ爲ニ、或ハ氷結霜害ナドノ爲ニ、其ノ耐久性ト水密性ヲ失ヒ、或ハ虧隙龜裂ヲ生ジ、或ハ漏水剝落ヲ見ルコトガ少クナイ。而シテ是等ハ其施工ノ完否ニ依ルコトガ甚ダ多イノデアアル。鐵製運河橋ハ錆ノ爲ニ鐵ガ傷ムコトガ多イケレドモ、今日鐵構造ガ各方面ニ盛ナルト共ニ最モ多ク用ヒラレテ居ル。勿論普通ノ鐵橋ト同ジク、溫度ノ變化カラ起ル長ノ伸縮ニ對スル設備ヲ爲サナクテハナラス。而シテ鐵製水槽ノ一端ヲ固定シテ他端ヲ可動的ナラシムルコトガ必要デアルケレドモ、普通ノ鐵橋ト異ナリ水密ノ裝置ヲ施コサナケレバナラス。混凝土又ハ鐵筋混凝土運河橋ハ其ノ施工ト水密ニ就テ充分ノ工風ヲ凝ラス時ハ亦此種ノ構造物トシテ最モ適當ナルモノデ、殊ニ工事ノ迅速低廉ナルノハ其ノ一大特色トモ考ヘルコトガ

出來ル。

如何ナル種類ノ結構ヲ用フルニシテモ、工費ヲ減ズル爲、運河橋ノ幅ハ之ヲ成ルベク狭メテ一隻ノ船ノ通航ヲ爲シ得ルニ止メタモノガ多イ。

又運河橋ノ水槽内ハ水ヲ盈虚ナラシメル裝置ト、且ツ運河ト接續セル部分ニ締切ヲ爲シ得ル様ニ堰扉ノ類ヲ嵌込ム溝及排水路ヲ備フルヲ常トスル。

石造運河橋ハ強固デ耐久性ニ富ミ、工費ハ一般ニ少イ。唯石ノ継手ノ間ニ水ガ浸込ンデ或ハ膠泥ヲ溶カシ、或ハ氷結ノ爲ニ益々龜裂ヤ隙間ヲ大クシ、終ニ安定ヲ危クスルコトガアル。

膠泥ヲ塗り、更ニ土瀝青ヲ塗ルコトハ道路橋ヤ鐵道橋ニ試ミラレテ水密上多ク有效デアアルガ、酸性ノ水ニ犯サレ易ク、溫度ノ爲ニ起ル伸縮ヤ地盤ノ沈下等ニ對シテハ屢々小龜裂ヲ生ジ、水ノ滲透ヲ生ズルコトガ少クナイ。瀝青氈モ運河橋ニ試ミラレタガ、永ク水密性ヲ保タヌ。

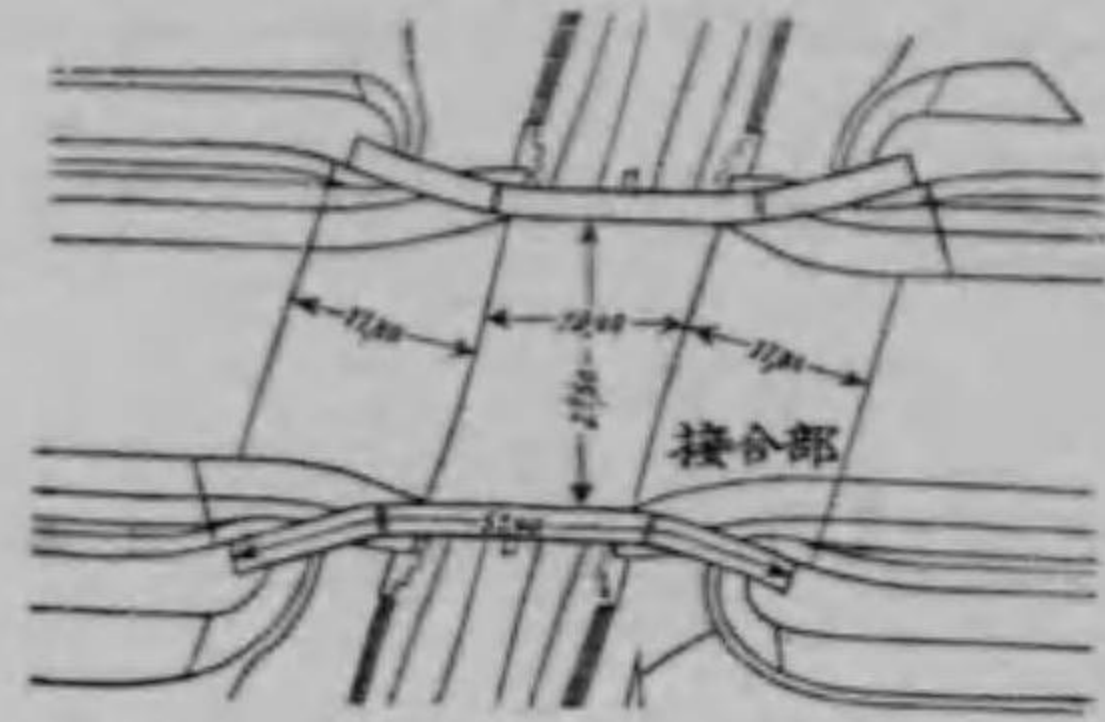
混凝土ノ被覆上ニ土瀝青ヲ塗ツタ例モアルガ、亦永イ間ニ漏水ヲ免レナカツタ。各種ノ瀝青類モ亦用ヒラレタガ尙充分デナイ。而シテ鉛ハ酸ニ對スル抵抗力ガ強ク、且ツ龜裂ニ對シテ韌性ヲ持ツテ居ルカラ鉛版ヲ被覆シタモノハ水密ノ點ニ於テ最モ

有效ダ. 第三十八圖乃至第四十一圖ハほへんつゝるれん運河ガべるりんしてちん鐵道線路ヲ横ル所ニ架シタ運河橋デ底ノ混凝土ノ上ニ土瀝青ヲ塗り瀝青氈デ包ンダ厚サ1.5耗ノ鉛版ハ其間ヲ凡テ瀝青デ塗り更ニ2.7種ノ土瀝青ト8種ノ木版ヲ用ヒテ居ル.

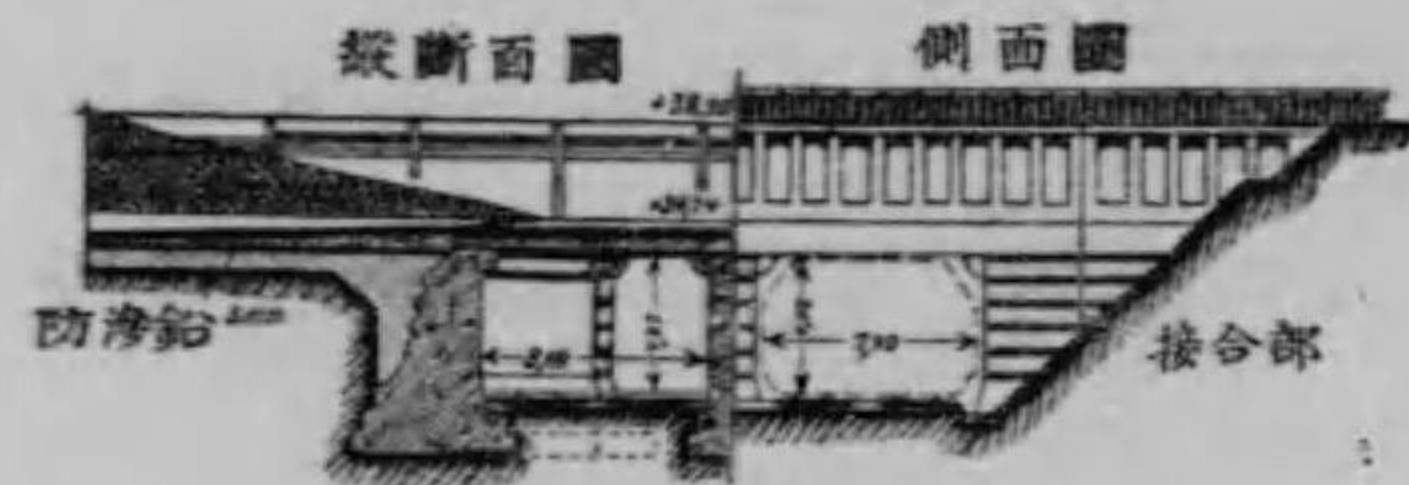
運河橋ト他ノ運河區トノ接續部ハ之ヲ水密

ニスルコトガ屢々必要デアル. 第四十二圖ハ彈條

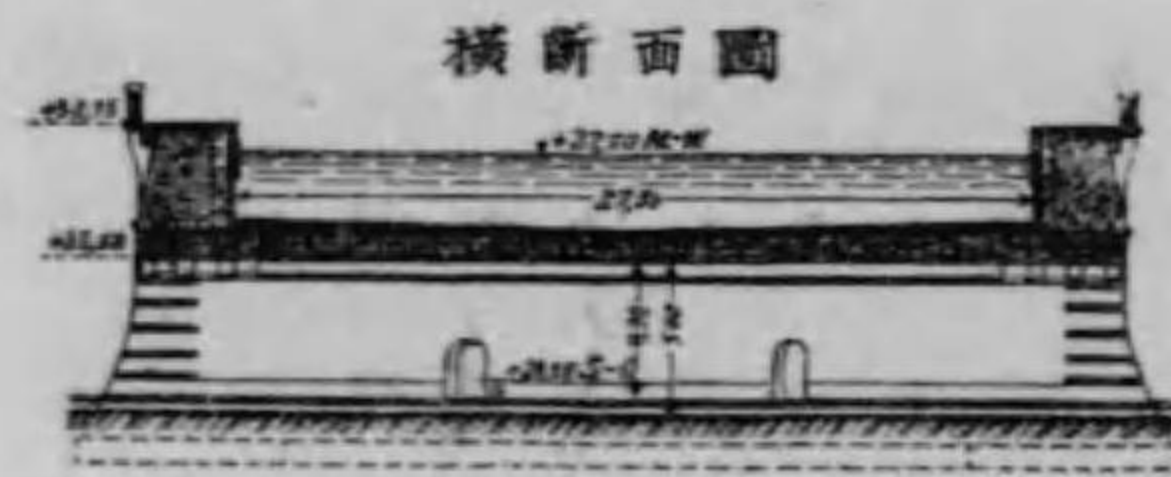
第三十八圖



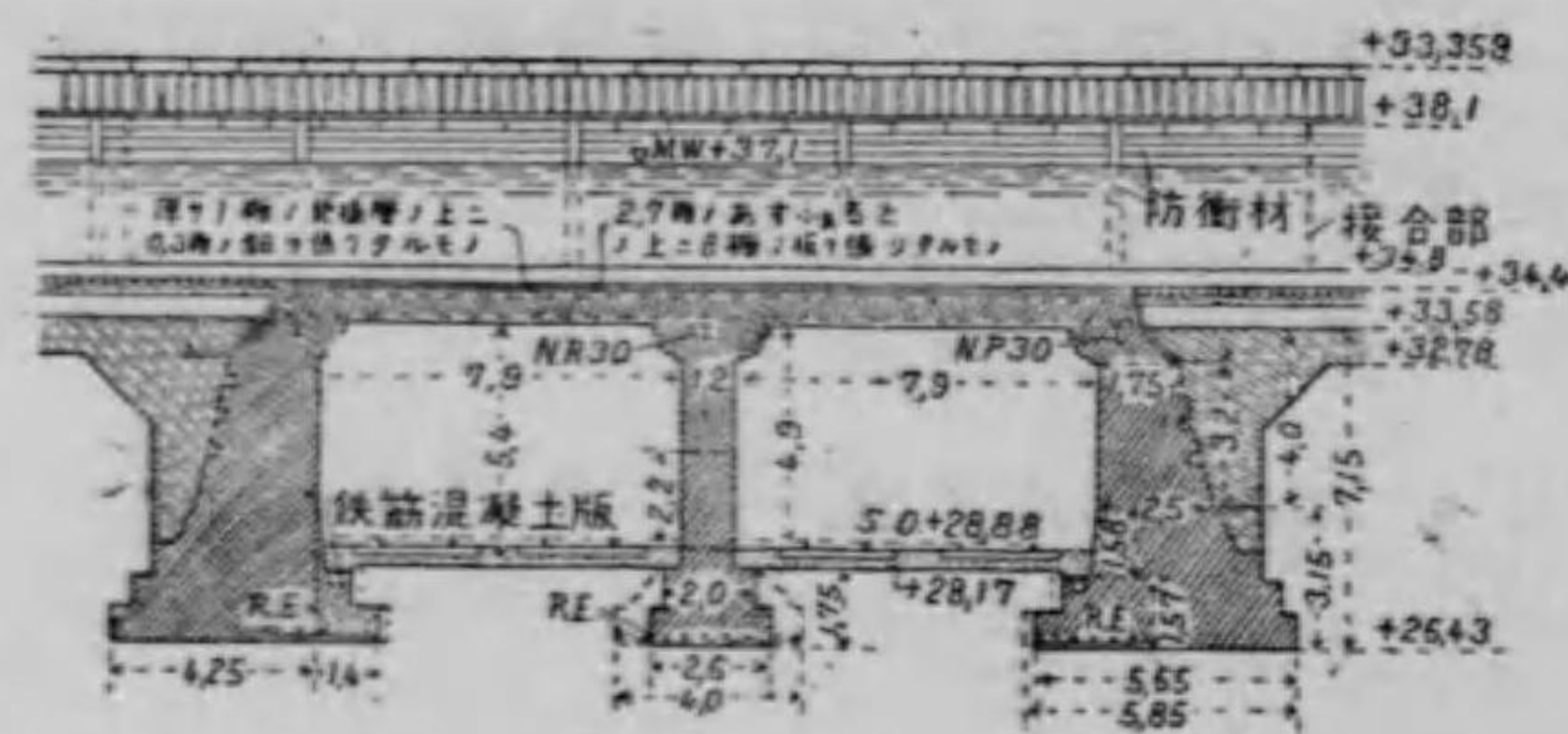
第三十九圖



第四十圖



第四十一圖



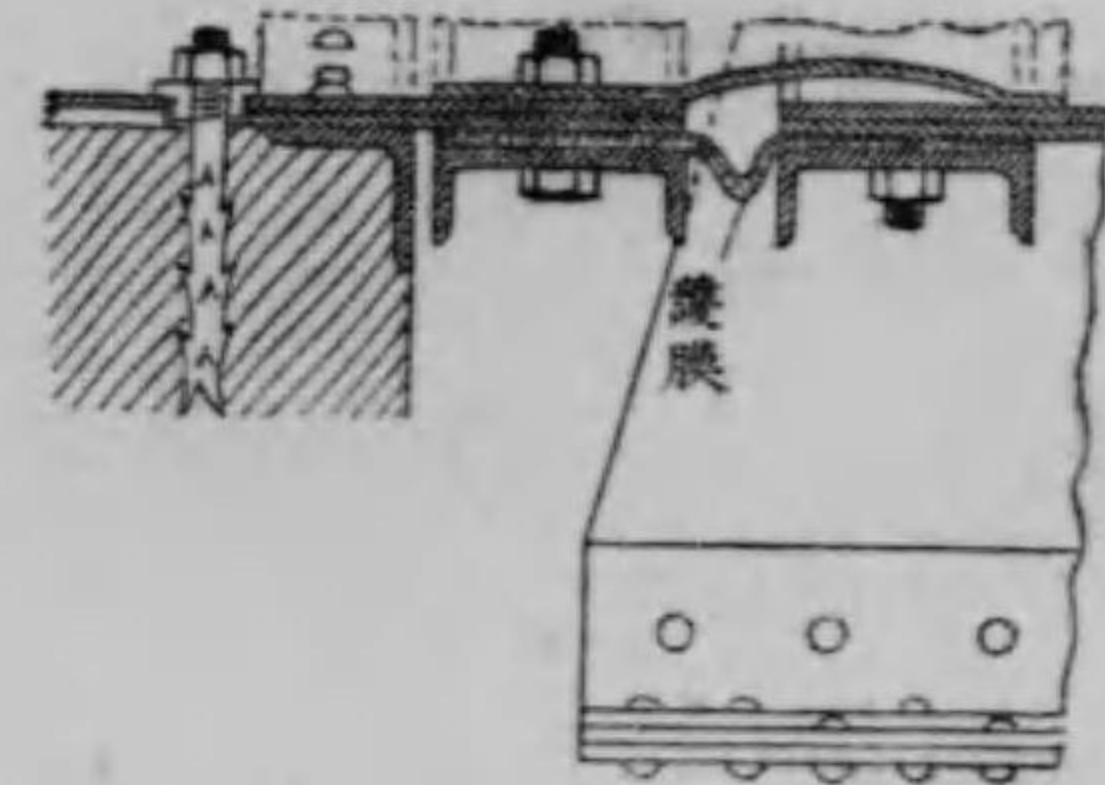
ト護膜トヲ併セ用ヒタ例デ. 第四十三圖ハ水槽ノ動端ニ於テ水槽ト橋脚トノ間ニ厚サ100耗ノ空隙ヲ存シ茲ニ木楔ヲ挿入シテ間ニハ炭脂ニ浸シタ麻ノ類ヲ填充シテアル様ヲ示シ. 第四十四圖ハ水槽ノ動端ニ横肌ヲ填メタモノデアル.

第四十五圖ハ

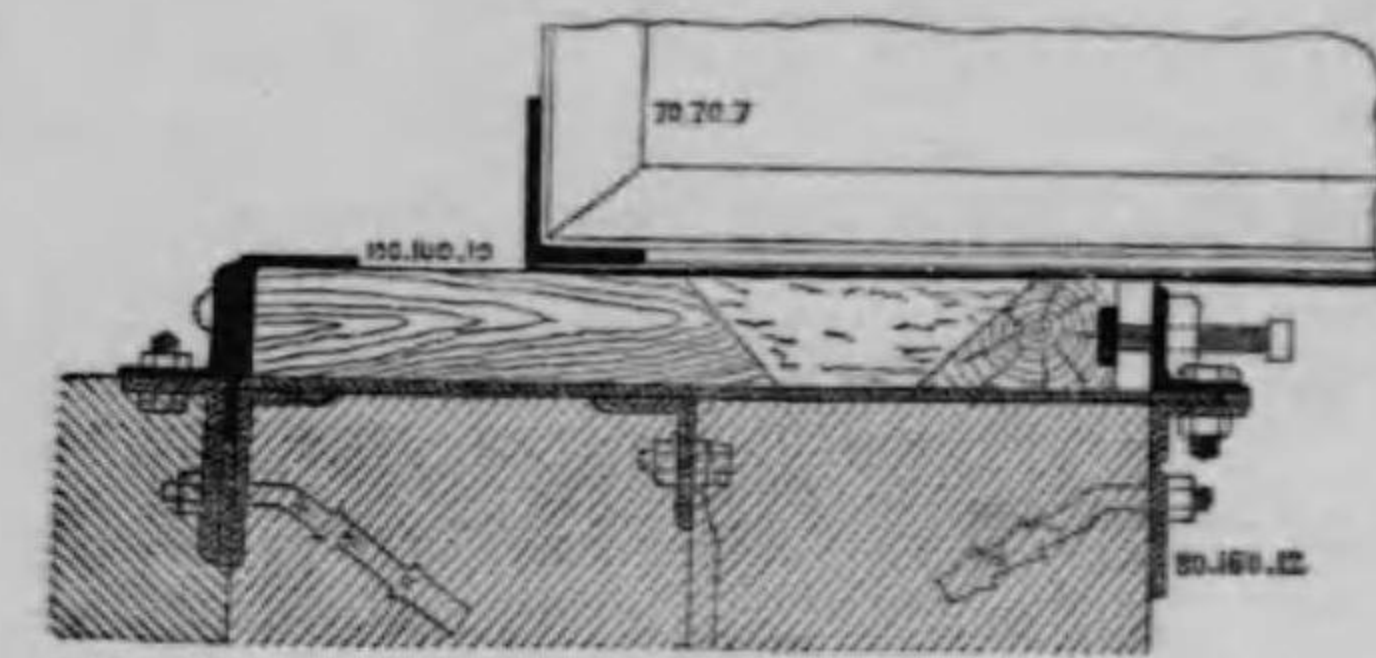
どるとむんど えむす運河ガリッペ河(Lippe)ヲ横ギル所ノ運河橋ノ缺ニ設ケラレタ排水装置ノ平面圖. 第四十六圖ハ其排水装置ノ横斷面ヲ示シタモノデア

ル. 一ノ運河ガ可航河川又ハ他ノ運河ノ上ヲ横ツテ充分ナル餘隙ヲ得ラレヌ時ハ動橋ヲ用ヒテ運河橋

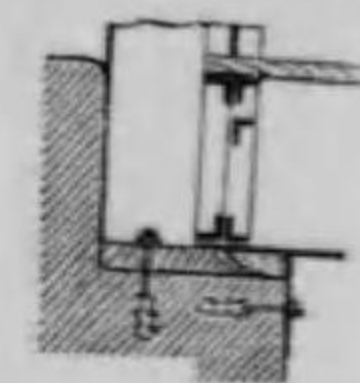
第四十二圖



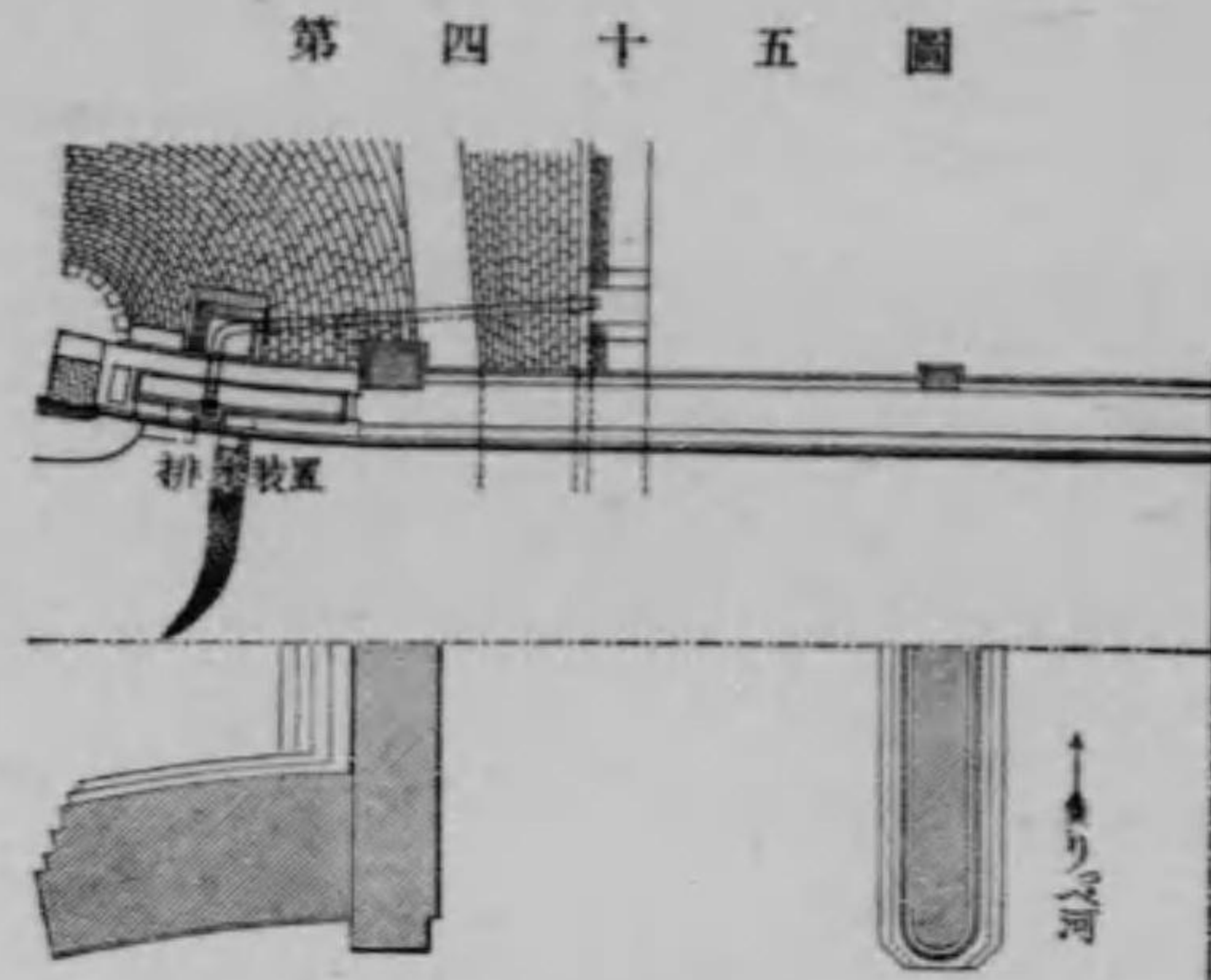
第四十三圖



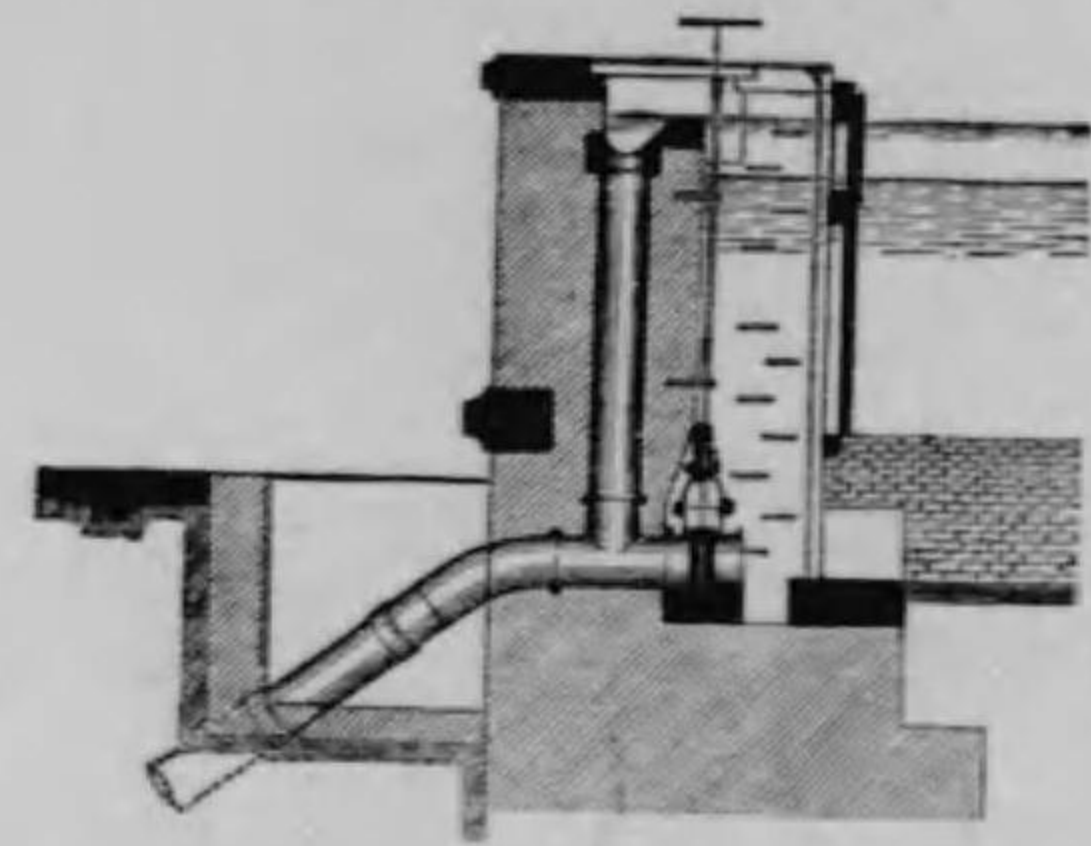
第四十四圖



ニ充ツルコトモアル。例へばぶりちをーたー運河 (Bridgewater Canal)ハばるとん (Barton) 附近デまんちえすたー海船運河ヲ横ツテ居ル。茲ニ旋開水路橋ヲ用ヒテ水力ヲ運轉ヲ行ツテ居ル。水槽ノ



第四十五圖

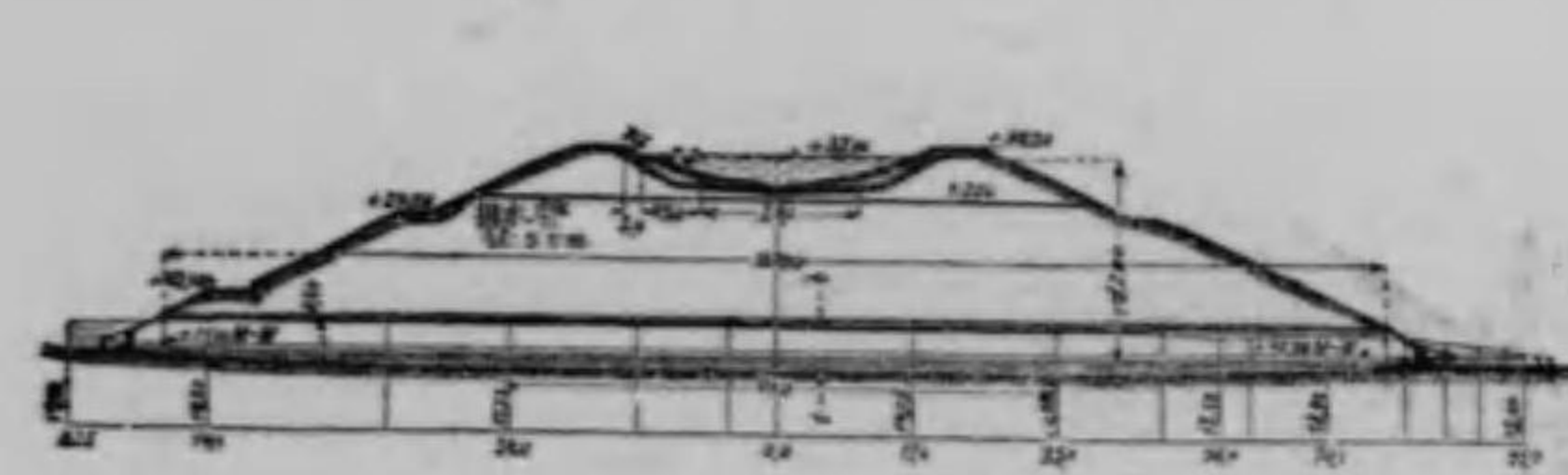


第四十六圖

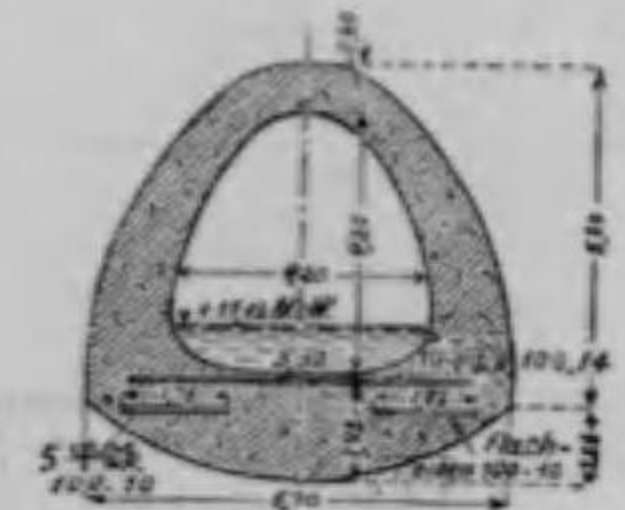
全長71,34米,兩側ノ取付ガ各167,68米併セテ406,70米デ,水槽ノ水深1,83米,幅5,49米,純徑間27,44米,旋開水槽ノ重量1450噸ニ及ンデ居ル。

16. 暗渠. 小サイ河給水溝又ハ灌溉溝ナドハ暗渠トシテ運河ノ下ヲ通スコトガ少クナイ。而シテ水量ヤ運河底下ニ利用シ得ル高ニ應ジテ或ハ混凝土管ヤ鐵管ヲ用ヒ,或ハ石造混凝土等ノ材料ヲ用ヒテ作り上ル。第四十七圖及第四十八圖ハほーへん

第四十七圖



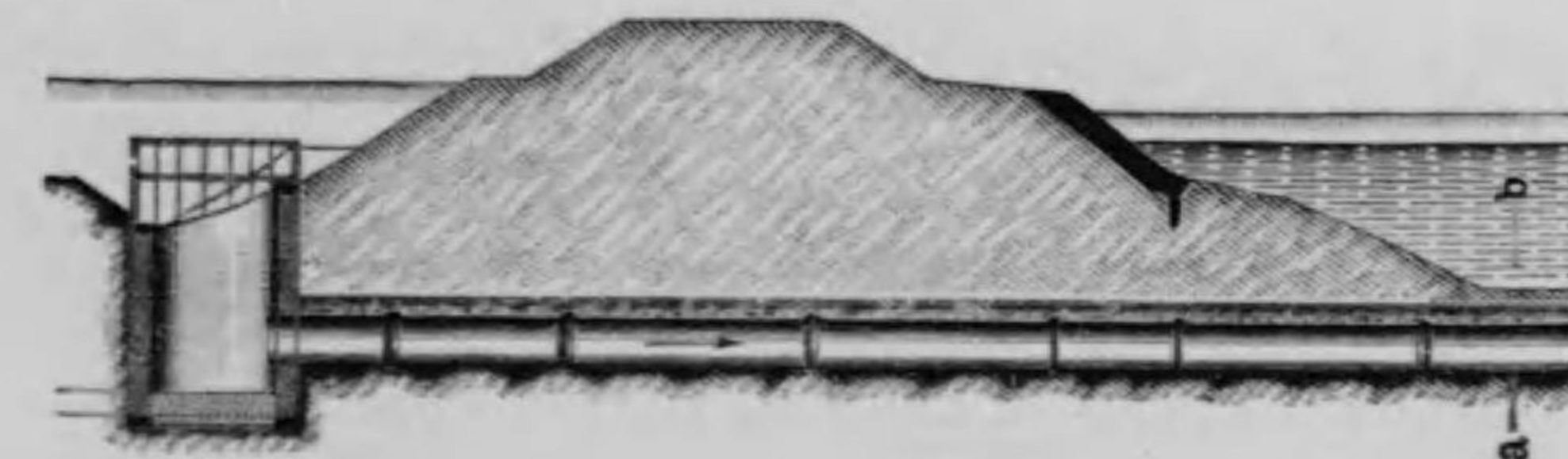
第四十八圖



つるれん運河ノ下ヲらーげさーふりーす (Ragöser Fließ) ト呼ブ小川ガ通過スル場合ノ暗渠デアル。

17. 彎管. 彎管ハ亦暗渠ノ一種デアルケレドモ, 渠自身ガ其入口及出口ヨリ低イ處ニアルモノヲ云フデアル。彎管モ亦管カラ作ルコトモアレバ(第四十九圖)積上ゲタモノモアル(第五十圖)。時トシテ

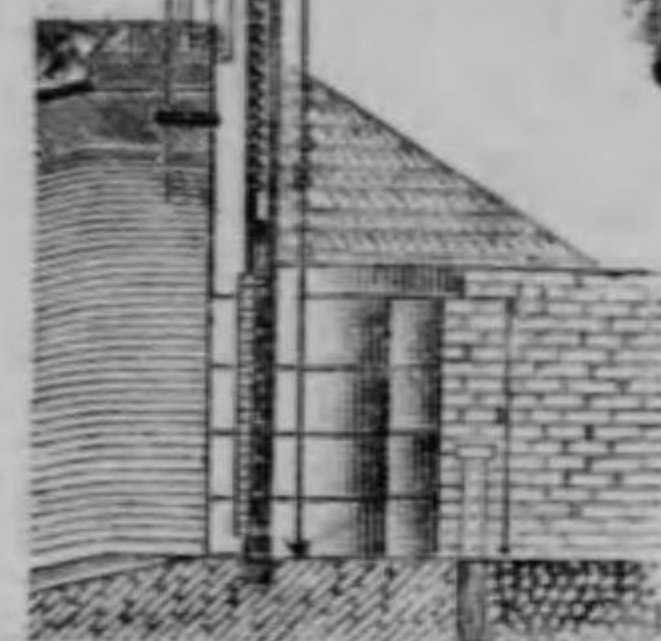
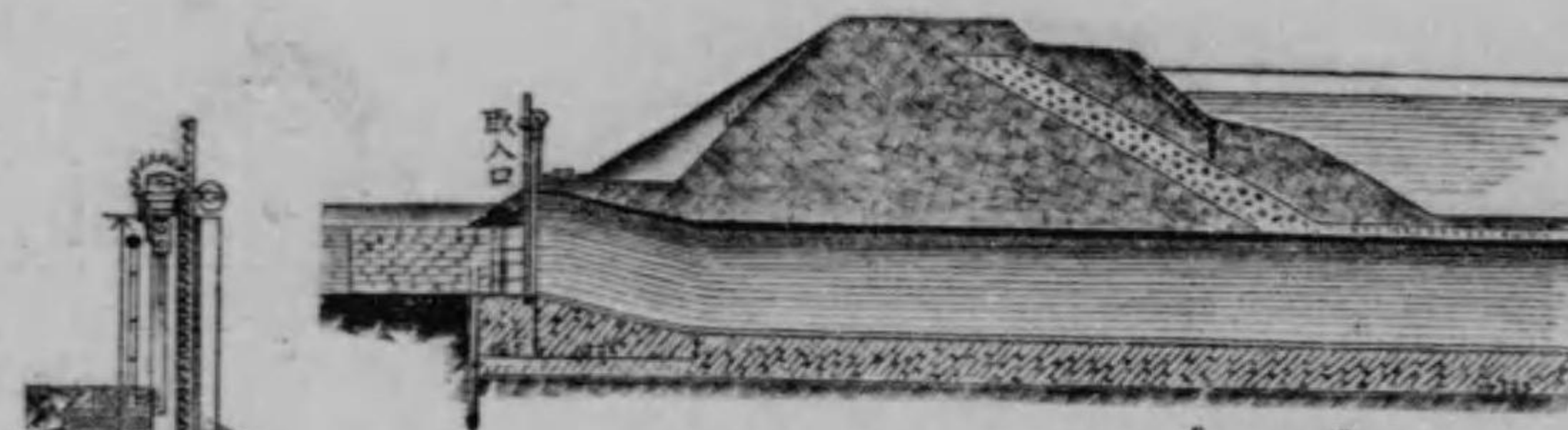
第四十九圖



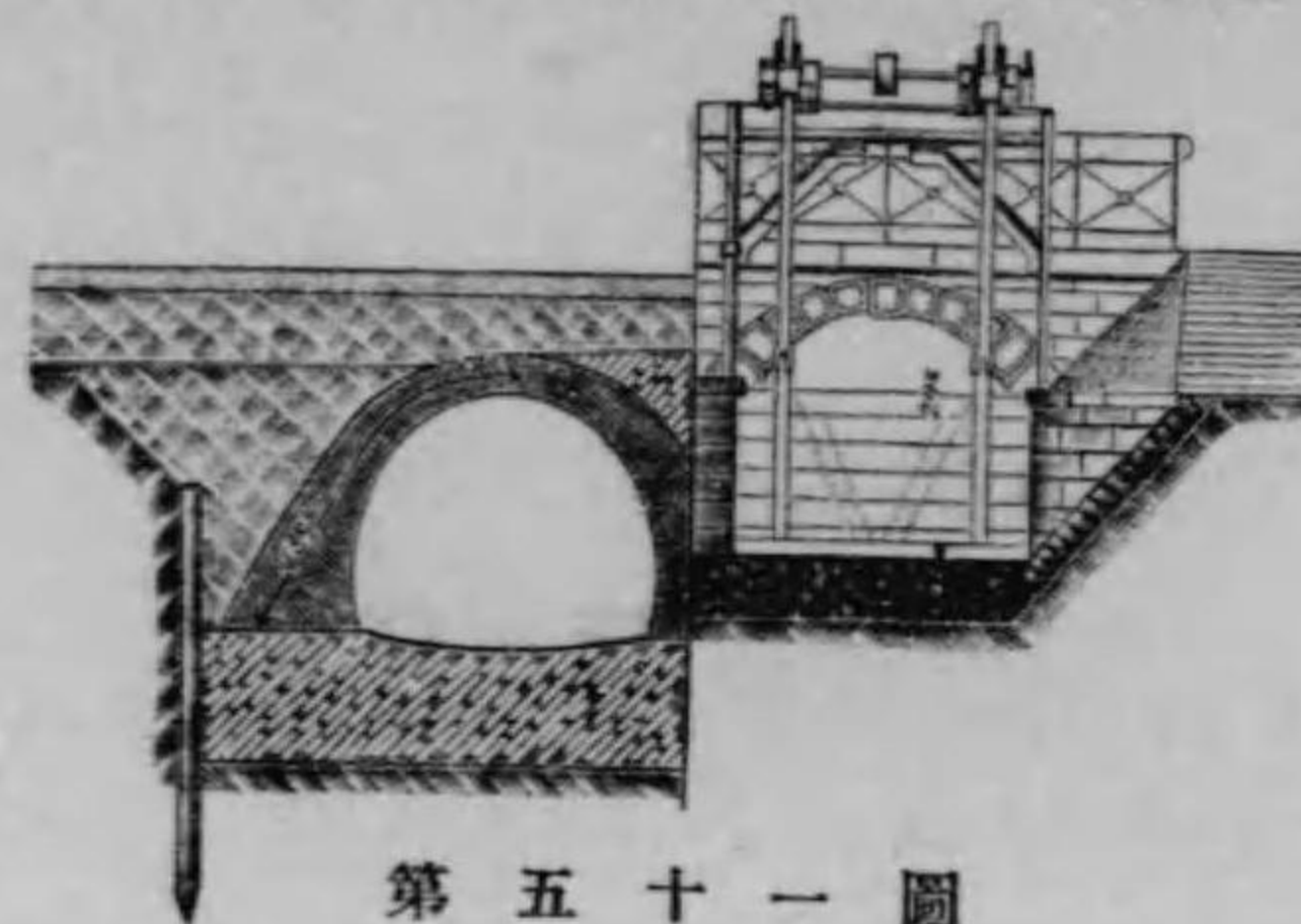
ハ運河ノ水ニ依ル洗滌装置ヲ備ヘテ居ル。又彎管ノ兩端ニハ溜樹ヲ設クルヲ常トシ,入口ニ調節用ノ水門ヲ備ヘタモノモアル。検査ノ便ナルガ爲ニハ

0,60 米以上ノ直径ヲ用フルヲ良シトスル.

第五十圖



第五十二圖



第五十一圖

例1. 長サ40米,直径1,0米ノ圓形彎管アリ,其ノ入口及出口兩溜栴ニ於ケル落差ガ0,15米ナラバ其ノ流量如何.

管ノ長サヲ l 米,潤周ヲ p 米,斷面積ヲ F 方米,落差ヲ h 米,平均流速ヲ v 秒米トスレバ,一般ニ

$$(1) \quad h = \frac{v^2}{2g} \left(1 + \zeta_0 + 4\zeta \frac{p \cdot l}{2F} \right)$$

茲ニ ζ_0 ハ入口ノ抵抗係數ニシテ略シ $\zeta_0 = 0,51$, 4ζ ハ彎管内ノ内面摩擦ヨリ起ル抵抗係數ニシテわいすば(Weisbach)ニ從ヘバ

$$(2) \quad 4\zeta = 0,0144 + \frac{0,01}{v}$$

今 Q ヲ每秒立米ニテ表ハシタ流量トスレバ

$$(3) \quad v = \frac{Q}{F}$$

而シテ直径 d 米ノ圓形彎管ニ對シテハ

$$(4) \quad \frac{p}{4F} = \frac{1}{d}$$

矩形彎管 $a \times b$ ニ對シテハ

$$(5) \quad \frac{p}{4F} = \frac{a+b}{2ab}$$

又(1)ヨリ

$$(6) \quad v = \frac{\sqrt{2gh}}{\sqrt{1 + \zeta_0 + 4\zeta \frac{l}{d}}}$$

$4\zeta = 0,024$ ト假定スレバ(6)ハ

$$v = 1,093 \text{ 秒米}$$

故ニ(2)ニ v ノ値ヲ代入スレバ

$$4\zeta = 0,0144 + \frac{0,01}{\sqrt{1,093}} = 0,02357$$

從テ又

$$Q = \frac{\pi d^2}{4} v = 0,858 \text{ 立米 / 秒}$$

例2. 長サ48米ノ圓形彎管ガ落差0,2米ヲ以テ1,2立米 / 秒ノ流量ヲ有セシメヨウトスル, 彎管ノ直径ヲ見出セ.

$$Q = \frac{\pi}{4} d^2 v = \frac{\pi}{4} d^2 \frac{\sqrt{2gh}}{\sqrt{1 + \zeta_0 + 4\zeta \frac{l}{d}}} = 1,2 \text{ 秒米}$$

或ハ

$$\frac{Q}{\frac{\pi}{4} \sqrt{2gh}} = \frac{d^2}{\sqrt{1 + \zeta_0 + 4\zeta \frac{l}{d}}} = M$$

トスレバ,左節カラ

$$M = \frac{1,2 \times 4}{3,1416 \times \sqrt{2 \times 9,81 \times 0,2}} = 0,772$$

今 $4\zeta = 0,023$ ト假定シテ d ニ種々ノ値ヲ與フレバ之ニ應ズル M ノ値ヲ得.

d	$1 + 0,51 + 0,023 \frac{48}{d}$	$\sqrt{1 + 0,51 + 0,023 \frac{48}{d}}$	$\frac{d^2}{\sqrt{\quad}} = M$
1,0	2,6140	1,617	0,618
1,1	2,5136	1,586	0,763

1,2 2,4300 1,560 0,923
 而シテ $M = 0,772$ 應ズルモノハ $d = 1,104$ 米ナルコトヲ知ルベシ。故ニ $d = 1,10$ 米ヲ以テ求ムル直径トスル。此ノ場合ニ

$$v = \frac{\sqrt{2 \times 9,81 \times 0,2}}{\sqrt{1 + 0,51 + 0,023 \frac{48}{1,1}}} = 1,25 \text{ 米 / 秒}$$

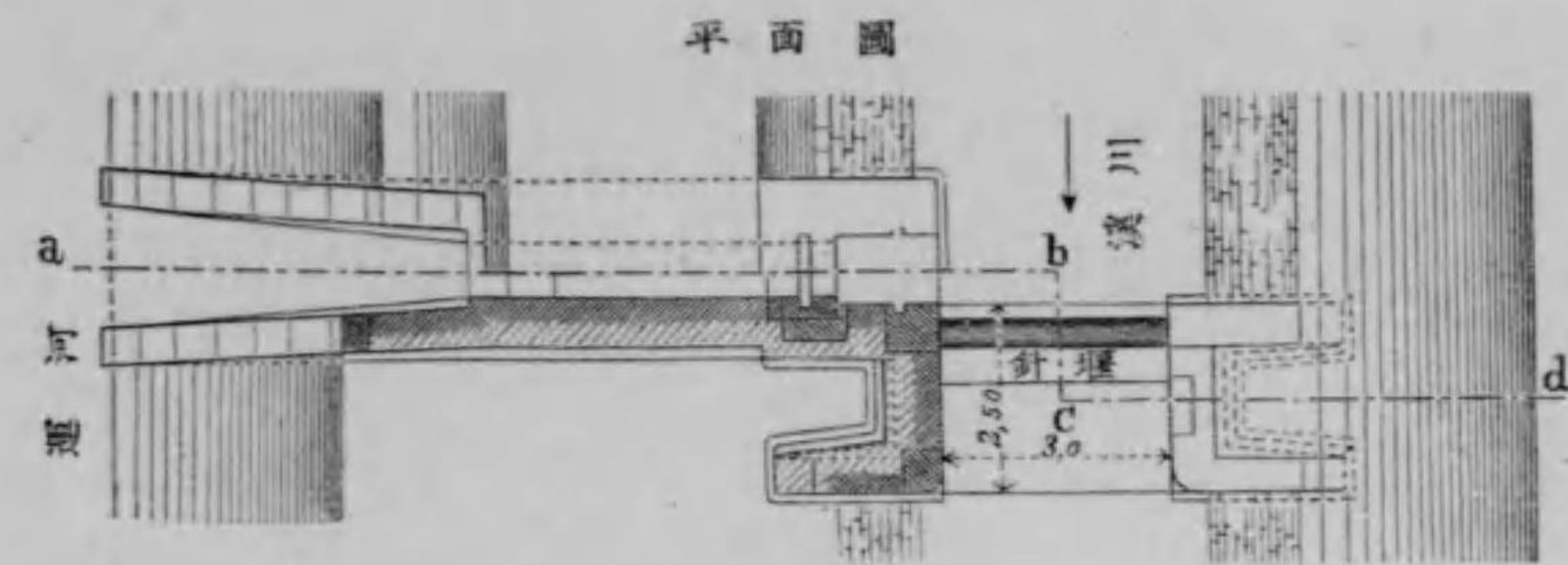
$$k = 0,0144 + \frac{6,01}{\sqrt{1,25}} = 0,0233$$

18. 給水取入口. 運河ノ給水ニハ或ハ地下水ヲ利用スルコトモアル。えむす やーで運河 (Ems-Jade Kanal) ハ其ノ頂區ノ附近ニ在ル沮洳地ニ多クノ集水溝ヲ作ツテ之ヲ給水溝ニ湊メ給水溝ハ運河ノ軸ニ平行ニ設ケラレテ若干地點デ運河ニ繋ガレテ居ル。又てると一運河ハ其ノ必要ナル水量毎秒 0,8 立米ノ中,最乾期デモ降雨ニ依テ 0,6 秒米ヲ補充シ事實上地下水ニ依テ給水セラレテ居ルガ殘ル 0,2 秒米丈ケガ上しふれ一河カラ取入レテ居ル。

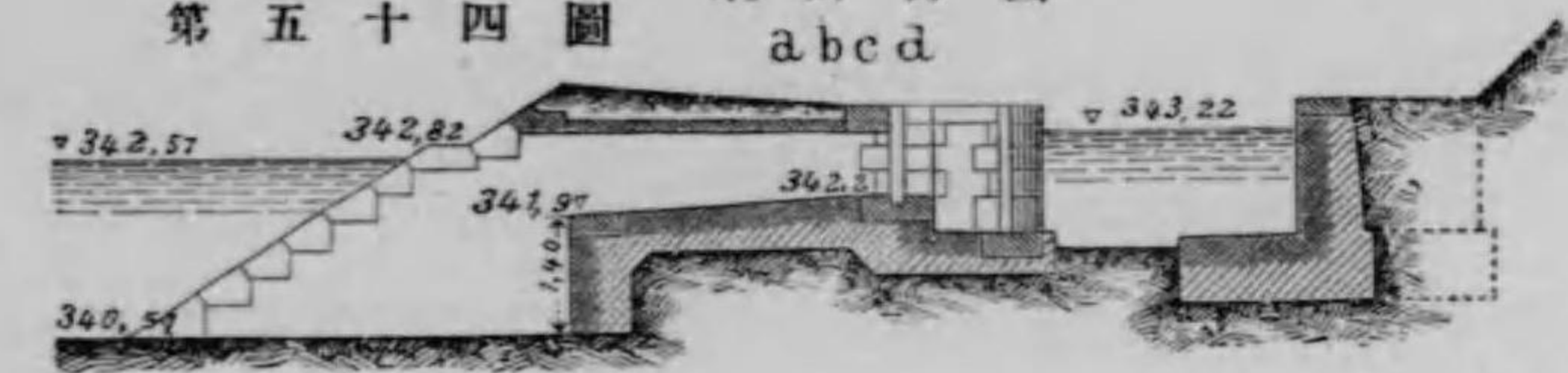
運河ガ直接天然ノ水路カラ給水ヲ受ケル時ハ一般ニ取入堰ヲ設ケテ給水溝ヲ之ヨリ岐出スル。取入堰ハ水位ヲ高メ兼ネテ水位ノ變化ヲ少クスル。又給水溝ノ取入口ニハ之ニ流込ム所ノ水量ヲ調整スル爲メ所謂調整門ヲ設ケテアル。但シ河ノ大ナルモノハ取入堰ヲ設ケヌモノモアリ,又洪水舟筏ノ爲ニハ動堰ヲ一部又ハ全部ニ用ヒルモノモアル。而シテ調整門ノ近クニハ亦餘水吐ヲ備ヘルヲ常ト

スル。第五十三圖ハ針堰ヲ用ヒテ溪川カラ運河ニ水ヲ取入レ,且ツ簡單ナル調整門ヲ設ケタモノデア

第 五 十 三 圖



第 五 十 四 圖 縱 斷 面 圖
abcd



ル。又河ナドカラ取入レル場合ニハ泥土ヲ沈澱サセル設備ヲ有スルモノモアル。

唧筒ヲ用ヒテ河ノ水ヲ汲揚ゲ運河ニ給水スル場合ニハ成ルベク河ニ近イ運河ノ地點ニ揚水唧筒ヲ据付ケル。今二三ノ唧筒揚水ノ例ヲ舉ゲレバ次ノ如クデアル。

一. えーぬ まるぬ運河 (Canal de l'Aisne à la Marne) デハ唧筒ヲ用ヒテ 20,2 米ノ高サニ揚水シテ居ル。其ノ管長實ニ 7600 米

二. らいん まるぬ運河及えすと運河(Canal de l'Est) ハまーす及もーせる河 (Maas & Mosel) ノ谷デ揚水シテ居ル. 第五十五圖一般圖ニ示ス様ニもーせる河カラ唧筒デ給水溝ニ揚ゲ其ノぶーばーど (Bouvades) ノ谷ヲ過グル處ニハ長サ 976 米直徑 1,0 米ノ一太彎管デ送水シ水頭ノ差 1,19 米ニ達シテ居ル.

第五十五圖



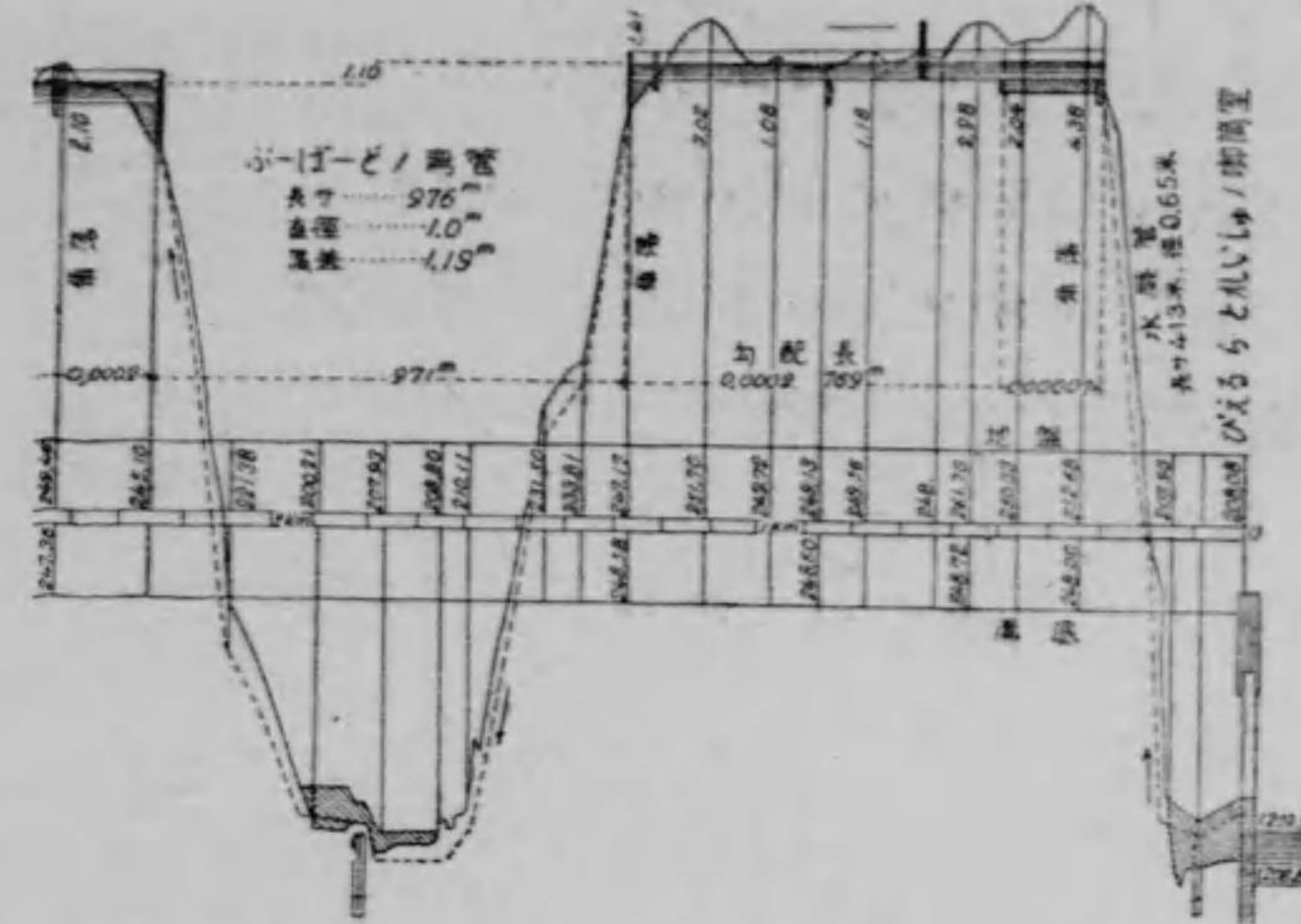
第五十六圖



三. おーでる しぶれー運河ニハのいばうす (Neubaus) ニ揚水所ガアツテ蒸汽機關デ百二十馬力ノ離

第五十七圖

縱断面圖



心唧筒ヲ運轉シテ居ル. 其ノ揚程平均 0,82 米水量毎秒 2,3 立米.

四. どるとむんど えむす運河ハリッペ河(Lippe)カラおるふえん(Olfen)デ揚水シ頂區ニ給水シテ居ル. 平均揚程16米最大揚程 17,5 米デ水量毎秒 3,4 立米實際必要ナル給水量ノ 2 倍ヲ揚ゲ得ル能力ガアル.

湖水ハ運河ニ給水スル水源トシテ最モ適當ナルモノハ一デアル. おーでる しぶれー運河ヤえるべとらふえ運河ナドハ其ノ適例デ瑞典ノ諸運河ハ殆ド取除ケナシニ湖水カラ給水セラレテ居ル.

運河ノ人工給水ノ費用ニ關シテ、でにーす (Denys)

ハ或ハ水車ニ依リ、或ハ蒸汽唧筒ニ依ルモノ、運轉費並ニ築造費ノ4朱ヲ利率並ニ資金償却ニ充テ、一立米ニ付キ0,005乃至0,045法、平均0,015法トシタ(1892年)。勿論交通ノ頻繁ナル所デナケレバ蒸汽等ニ依ル唧筒揚水ニハ少ナカラザル給水費ヲ要スル。

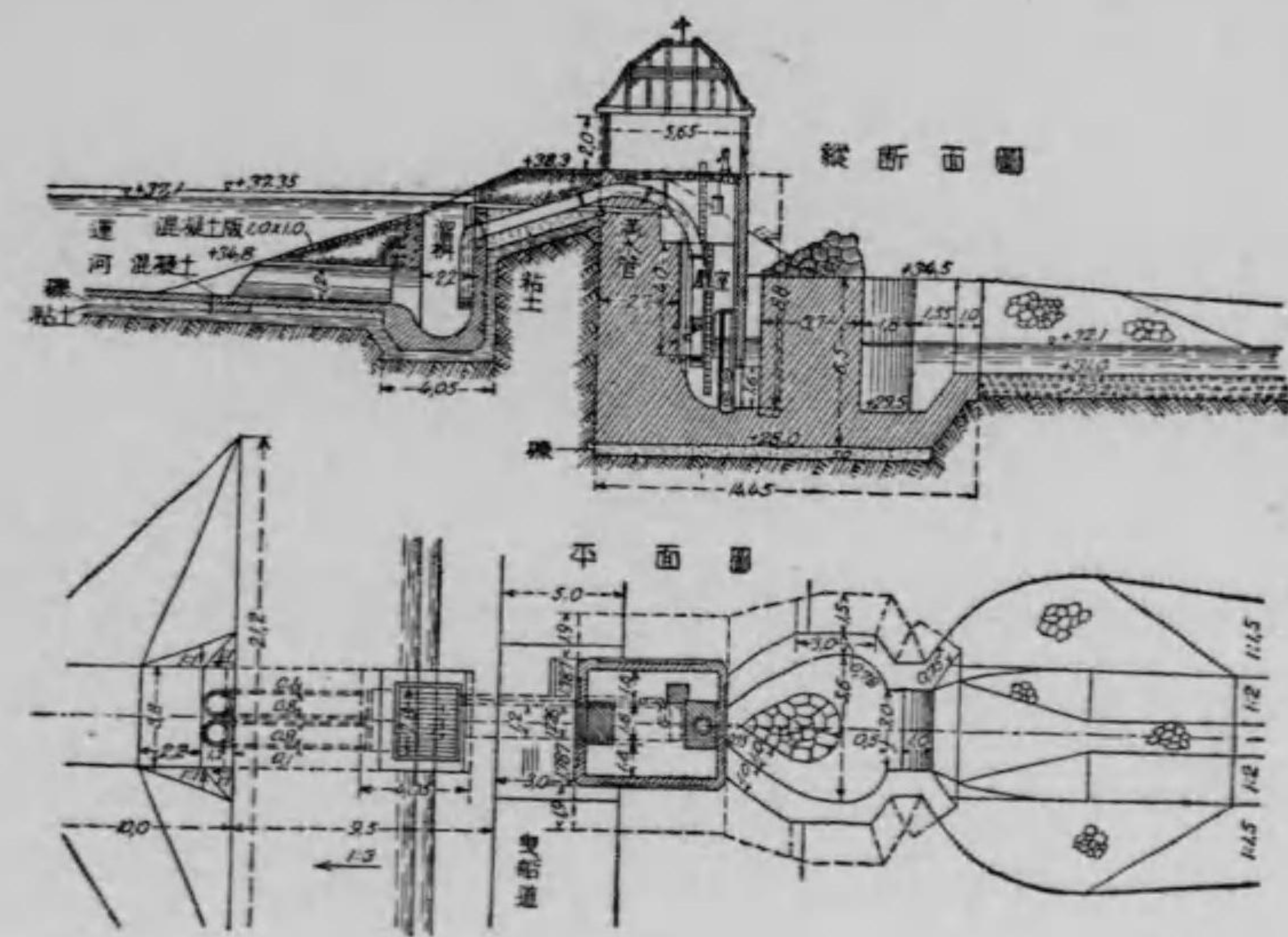
19. 餘水吐及空渠裝置. 河ノ水位ガ高低スルガ爲メ、或ハ運河ノ貨物ガ多寡常ナラザルガ爲メ、運河ニ必要ナル水量ハ常ニ變化アルヲ免レナイ。然シ給水量ハ常ニ之ニ應ジテ豫メ之ヲ調整シテ加減スルコトハ困難デアルカラ、運河ニ必要ナル水深ヲ保タシメル以外ノ餘分ノ水ハ所謂餘水吐ニ依リテ之ヲ捨テナケレバナラス。通例餘水吐ノ頂點ハ船舶ニ必要ナル水位ヨリモ稍々之ヲ高クシテ若干ノ貯水ヲ爲シ置クノガ常デアル。然シ之ト同時ニ運河ノ兩岸ヤ水閘、閘門等ハ皆其ノ高サヲ増サナケレバナラスカラ、工費ノ増加スルヲ免レナイ、從テ矢鱈ニ貯水量ヲ増スト云フ譯ニハ行カヌ。此ノ外場合ニ依ツテハ運河ノ水ヲ全部空虛ニシテ或區間ノ修繕又ハ其外ノ事故ニ對シテ工事ヲ行フ必要ノ起ルコトガアル。即チ空渠裝置ヲ要スル所以デアル。

餘水吐ノ最モ普通ナルモノハ簡單ナル溢流堰デ、其堰頂ヲ前ニ述ベタ如ク一定ノ高サニ固定シ、且ツ

其ノ長サヲ適當ニ定メル時ハ自働的ニ餘水ヲ排除スルコトガ出來ル。場合ニ依ツテハ堰板ヲ備ヘタモノモアル。

餘水吐又ハ空渠裝置ノ第二種ハ彎管型デアル。運河側ニハ溜槽ヲ用ヒ、他側ニハ揚扉堰ニ依ツテ開閉ヲスルコトガ出來ルモノナドモアル。第五十八

第 五 十 八 圖

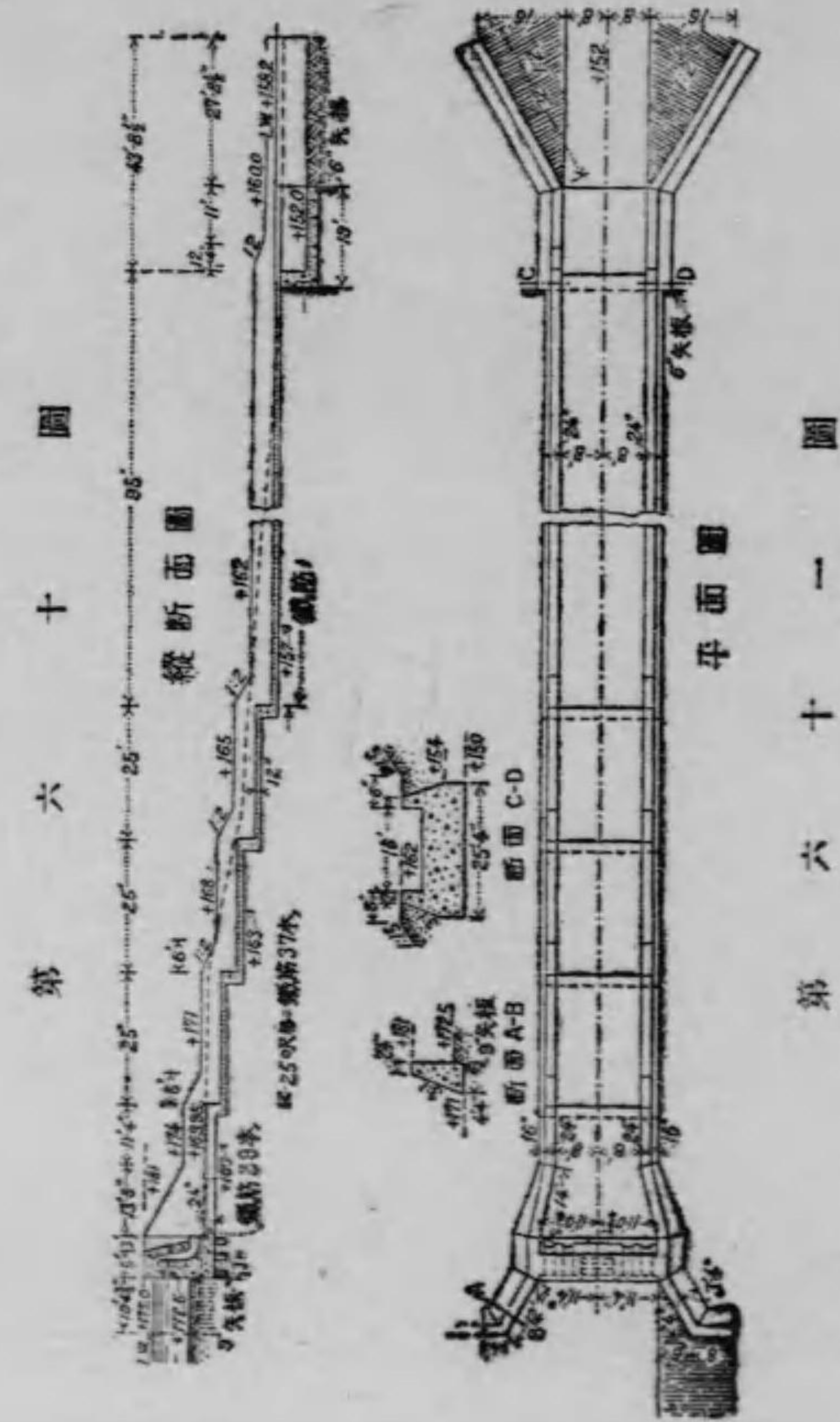


第 五 十 九 圖

圖及第五十九圖ハほ一へんつるれん運河ノ彎管餘水吐ヲ示シタモノデ、元來同運河ノ頂區ハ22軒ノ長サニ達シ、二ノ保障扉ニ依ツテ之ヲ三區ニ仕切り得ラレル様ニシテアル。其中央區ノ排水ノ爲ニ用ヒ

タモノガ即チ此彎管デ、盛土ニ依ツテ作ラレタ此附近ノ土工ニ對シ之ヲ安全トシタノデアル。此水ヲ落スニハ先ヅ落差11米ノめける湖(Mäcker See)ニ於テシ、次ニ之ヲふいなる運河(Finow Kanal)ニ送ル計劃デ、其ノ流量毎秒4立米ヲ限リトシタ。而シテ彎管ニ依ツテ5米、瀑

布ニ依ツテ6米ヲ落スノデ、彎管ハ幅1,20米高サ0,50米ノ矩形鐵樋ヨリ成ツテ居ル。運河カラハ二本ノ混凝土管ガ主トシテ溜樹ニ水ヲ送り、徑20糎ノ滿水管ニ依リ溜樹カラ更ニ水ヲ扉室ニ滿ス、扉室ニハ對重ヲ備ヘタ揚扉ガ

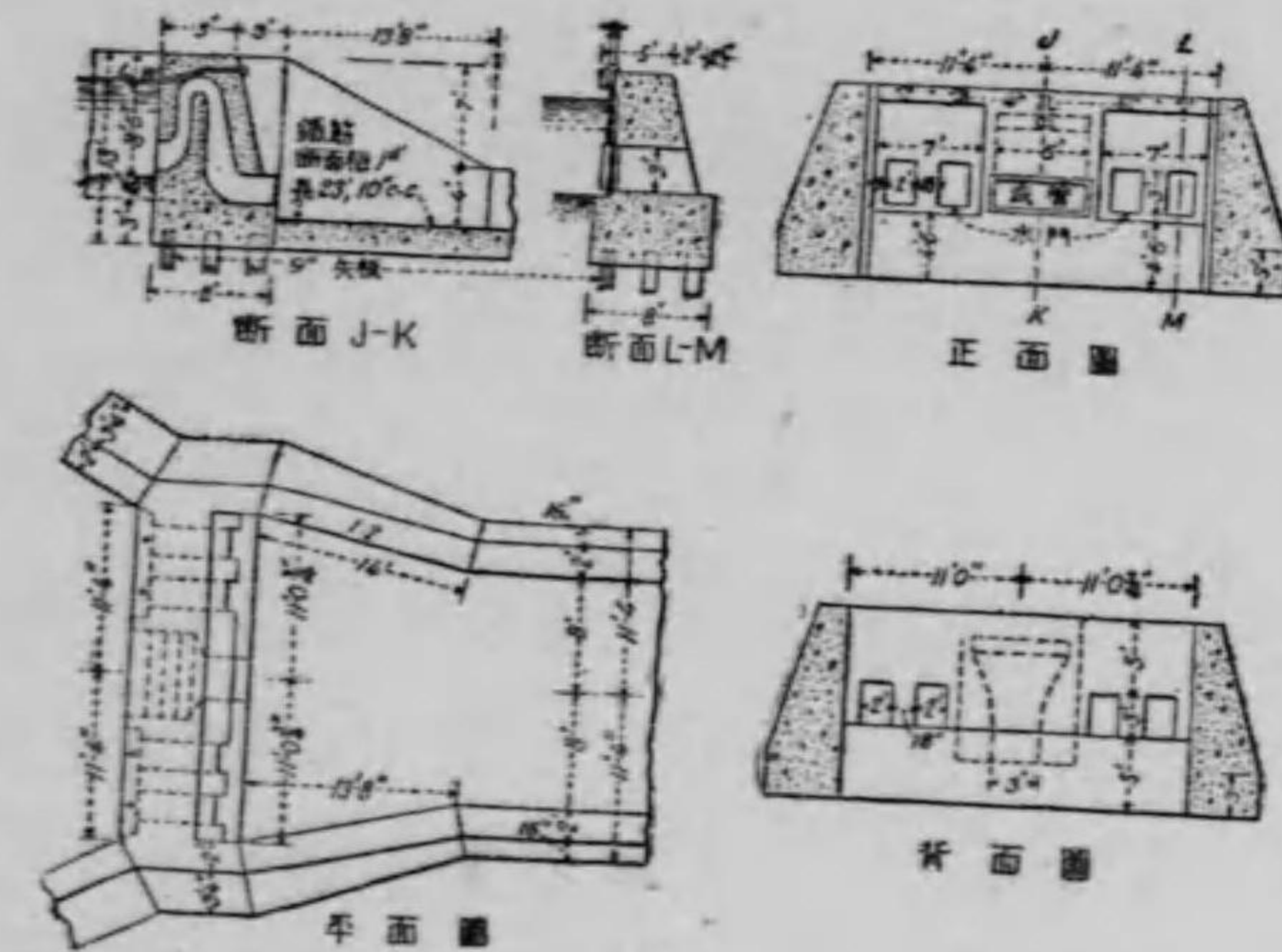


圖一十六第

アツテ排水孔ヲ塞イデ居ル。此滿水ノ折ニハ彎管ノ頂上ニ在ル瓣ヲ開イテ空氣ヲ抜キ、之ヲ締メタ後揚扉ヲ明ケレバ彎管ハ働キ始メル。彎管ノ斷面ハ $F = \frac{Q}{\eta\sqrt{2gh}}$ カラ之ヲ定メ、 $\eta = 0,67$, $Q = 4$ 秒米, $h = 5$ 米トシテアル。

餘水吐ノ第三種ハ暗渠ヲ用フルモノデ、勿論揚扉堰、角落又ハ瓣形等ノ開閉裝置ヲ持ツテ居ル。運河ノ

第六十二圖



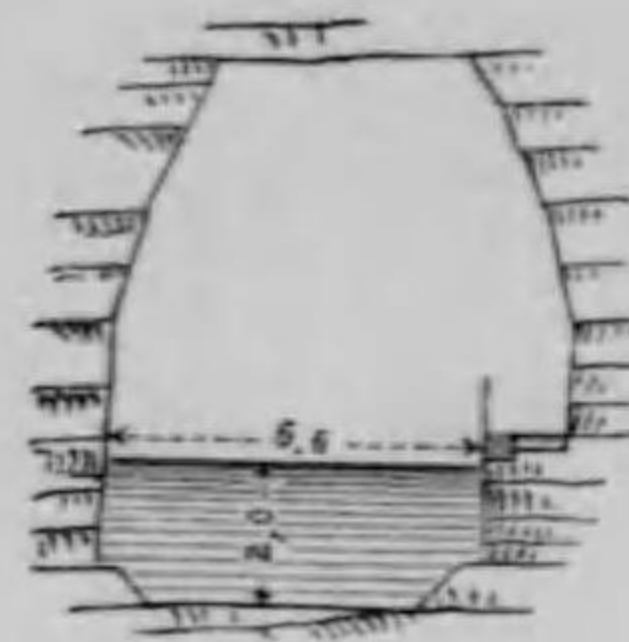
或區間ヲ全部乾ス必要アル場合ナドニハ最モ便利デアル。第六十圖乃至第六十二圖ハにのよく州河船運河ノ支線ちんぶれーん運河ノぐれんすふーるす (Glens Falls) ニ於ケル餘水吐デ、2'×3'ノ斷面ヲ持ツタ四個ノ暗渠ト揚扉堰及矩形斷面ヲ持ツタ彎

管ヲ用ヒテ居ル。

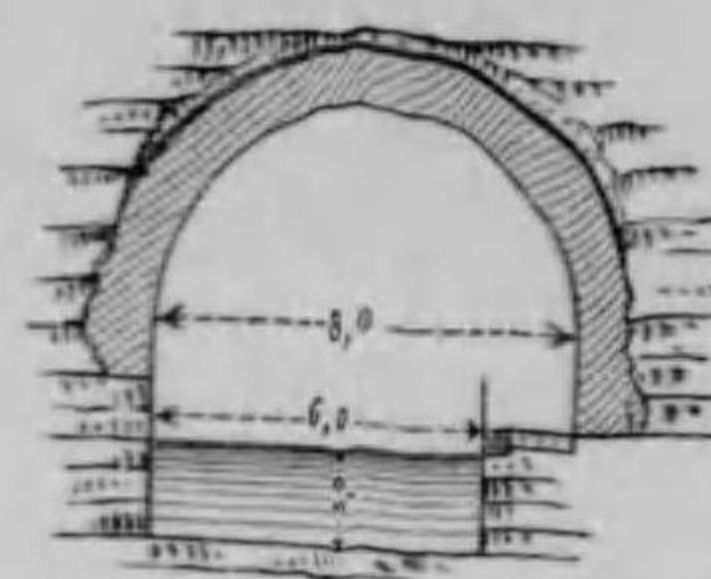
20. 運河隧道. 運河ノ切取ガ餘リ深クテ,工費ガ非常ニ多イ場合ニハ隧道ヲ用ヒルコトガアル. 切取ニ比レバ隧道内ハ濕氣ガ多クテ歩クノニハ滑リ易イト云フ短所ガアル.

運河隧道ハ工費ヲ減ズル爲メ,一隻ノ船ヲ通航セシメル大サニ作ツタモノガ多ク,土質ニ依ツテ掘放シノモノ,頭部ノミ煉瓦ヲ卷イタモノ,更ニ側壁ト共

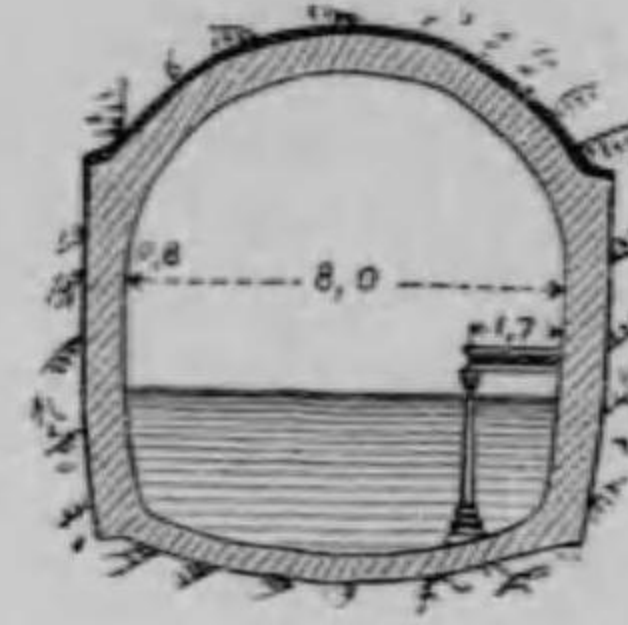
第六十三圖



第六十四圖



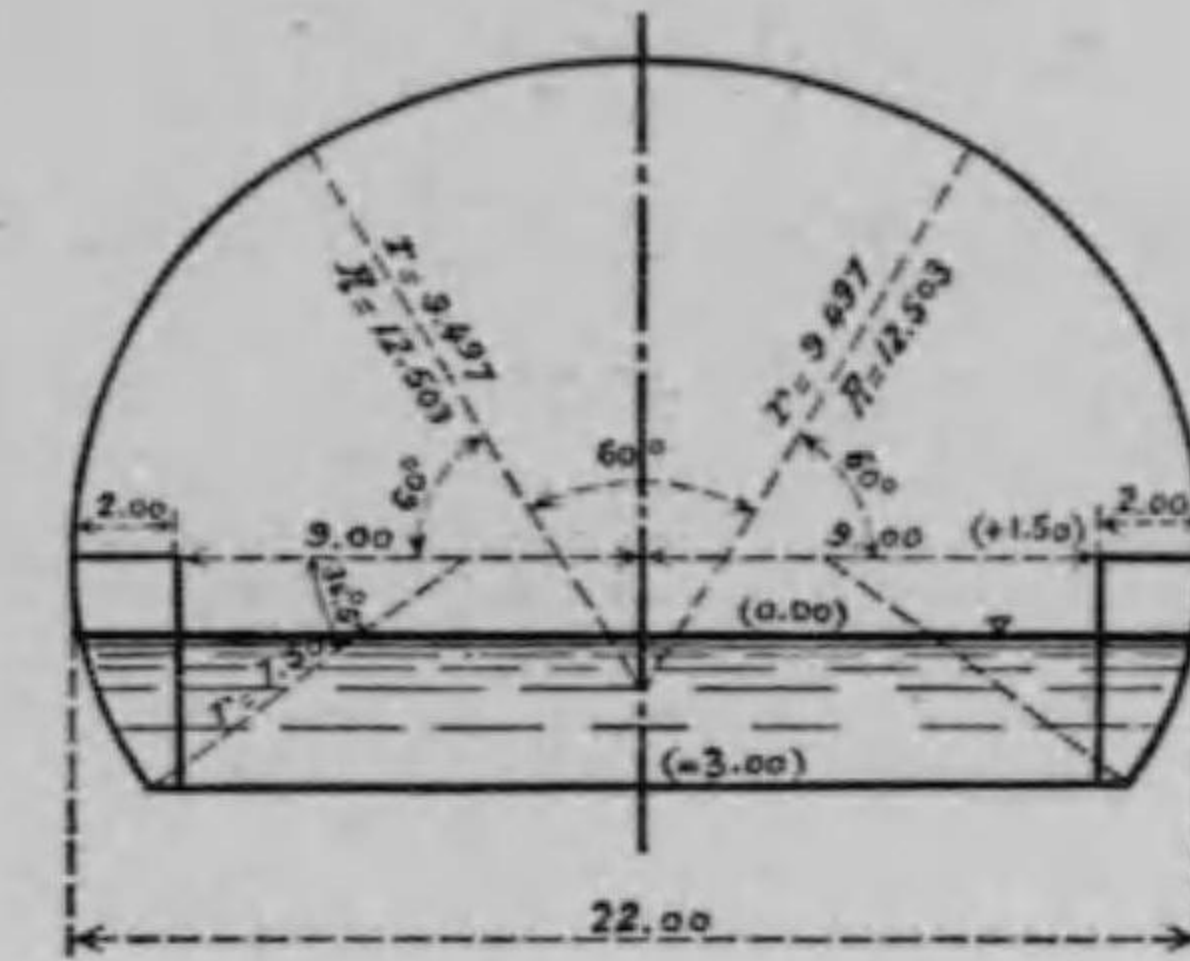
第六十五圖



ニ煉瓦ヲ卷キ,又反拱ヲ用ヒタモノモアル. 第六十三圖及第六十四圖ハらいん まるぬ運河ノ隧道デ掘放及頭拱煉瓦卷ノモノ,第六十五圖ハまるぬそーぬ運河(Marne-Saone Canal)ノ隧道ノ断面ヲ示シタモノデアアル. 又第六十六圖ハまるせーゆろーん運河ノろーぶ隧道(Souterrain du Rove)ノ断面デ,中央ノ高サ14,4米,最大幅22,0米ニ達シタ所ノ非常ニ大ナルモノデアアル. 今之ヲさんとる運河(Canal du Centre)ノこんど隧道(Condes)ヤ,巴里ノ地下鐵道ノ停車場ニ

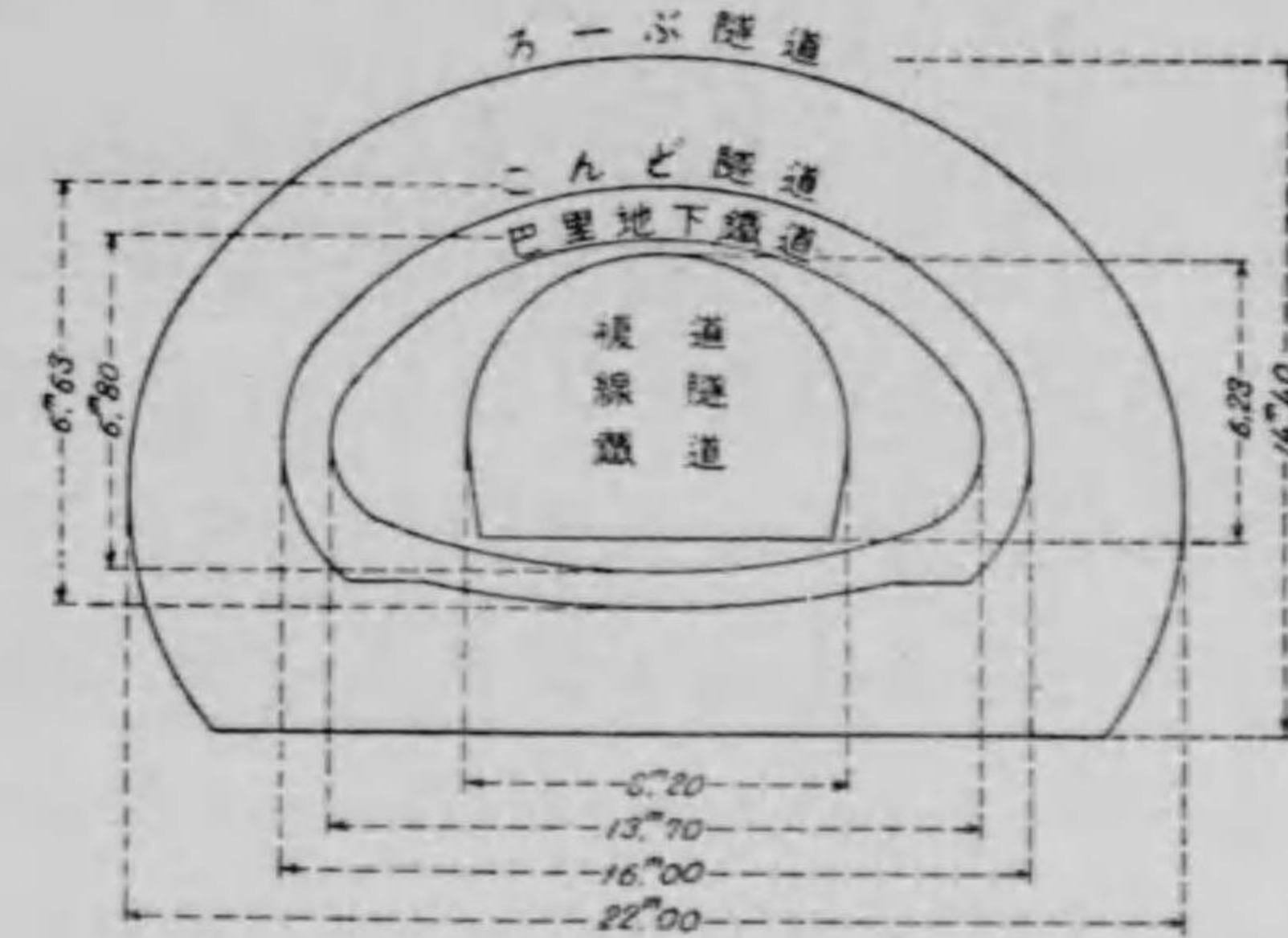
於ケル断面及佛蘭西ノ鐵道複線ノ隧道断面ニ比較スレバ第六十七圖ニ示ス如クデアアル.

第六十六圖



第六十七圖

21. 曳船道. 曳船ハ人馬ノ力ニ依ルモノト,陸上又ハ水上ノ他ノ動力ニ依ルモノトアル.



曳船道ハ運河ノ水面上0,5米乃至2,0米ノ高サニ,一頭ノ馬ヲ用フルカ又ハ二頭ヲ用フルカニ從テ幅2米乃至4,5米ヲ用フルヲ常トスル. 切取ノ個所ニハ運河側カラ岡阜ノ方ニ傾下スル断面傾斜ヲ附スル. らいん まるぬ運河ニハ其ノ一側ニ幅4,0米ノ曳船道ヲ持ツテ居ルガ,其ノ中2,0米ハ石ヲ鋪詰メテ有

ル。而シテ他側ニハ幅3,0米ノ歩道ヲ設ケテ有ル。どるとむんど えむす運河ニハ兩側ニ幅3,5米ノ曳船道ガアル。おーでる しぶれー運河ニハ亦兩側ニ幅2,0米ノ曳船道ガアル。てるとー運河ハ3,07米、ほーへんつるれん運河ハ3,0米ノ曳船道ヲ有シテ居ル。

22. 運河物揚場又ハ運河港。運河ハ其ノ沿岸ニ主トシテ貨物ノ集散ヲ爲ス所ガアル。殊ニ都會工場等ガ運河ノ附近ニ存在シテ居ル時ハ物揚場又ハ運河港ヲ必要トシ、貨物ノ種類數量ニ應ジテ荷役ノ設備ヲ爲サナケレバナラス。但シ大規模ノ運河港ニ至ツテハ鐵道道路ノ連絡ヲ其ノ外特別ノ關係ガ多ク、夫々別個ノ考慮ヲ要スルカラ、茲ニハ論及シナイ。又築港ノ全般ニ關シテ居ルモノモアルケレドモ茲ニハ唯大體ノコトニ止メテ置ク。

運河ニハ一般ニ流勢ガナイカラ、船溜又ハ船渠ノ方向ハ唯地形ニ依ツテ定メテ宜シク、普通ノ河ニ於ケル様ナ制限ガナイノヲ常トスル。

阜頭又ハ岸壁ノ高サハ運河ノ最高水位ヨリモ1米乃至2米之ヲ高クスルノハ一般ノ場合ト異ナラナイ。船溜ノ最小幅ハ船幅ノ4倍ニ1米乃至2米ノ餘隙ヲ夫々岸壁ト船ノ間及船ト船トノ間ニ加へ

タモノデナケレバナラス。又船溜ノ有效延長ハ出入船舶ノ隻數ニ依ツテ定メナケレバナラスガ、其同時ニ繫留スル船ノ隻數ガ多ケレバ、船ガ一時碇ヲ卸ロス所ノ水面積ヲ備ヘナケレバナラス。

1:6乃至1:10位ノ勾配ヲ持ツタ物揚場ハ河船ノ荷役ヲスルニ極メテ便デ、殆ド垂直ナ面ヲ持ツタ岸壁ハ陸上ノ設備ト相俟ツテ多量ノ貨物ヲ迅速ニ且ツ低廉ニ荷役スルニ適當シテ居ル。

陸上ノ荷役區域トシテ屋外積卸ナラバ凡ソ25米ノ幅ヲ要スベク、上屋ヲ建テルナラバ40米乃至60米、倉庫ヲ建テルナラ更ニ15米乃至25米ヲ要スル。貯炭場鑛石置場ナドハ勿論其數量ト荷捌ニモ依ルガ、凡ソ幅100米ノ區域ヲ要スベク、一方米ノ面積ニハ0,4噸ノ木材、1,5噸ノ石炭、3噸ノ鑛石ヲ置クコトガ出來ル。若シ又製造工場ヲ置クナラバ100米乃至200米位、其ノ規模ニ依ツテ陸上ノ必要ナル幅ヲ斟酌シナケレバナラス。

既存ノ鐵道線路トノ連絡等ノ問題ハ暫ク之ヲ措キ、岸壁ノ上ニハ少クモ一線乃至二線ノ軌道ヲ敷設シテ轉轍器又ハ小轉轍臺ヲ備ヘ、更ニ上屋又ハ倉庫ガ建テラレテ居ル場合ニハ鐵道線路ノ數モ亦之ニ準ジテ多クナル。又上屋ノ陸側ニハ道路ヲ設ケテ、

馬車荷車其ノ他ノ陸運ニ使用シナケレバナラス。

貨物ノ多イ處デハ有效岸壁 100 米ヲ以テ一年 6 萬乃至 12 萬噸ノ低級品ヲ取扱フコトガ出來、又 3 萬乃至 6 萬噸ノ雜貨ヲ取扱フコトガ出來ル。

荷役ノ設備トシテハ貨物ノ最大量ヲ標準トシテ定メナケレバナラス。揚穀機ハ少クモ毎時 20 噸乃至 60 噸ヲ取扱フコトガ出來、揚力 1.5 噸ノ起重機ハ毎時 10 噸乃至 20 噸、揚力 2.0 噸ノ起重機ハ毎時 30 噸ヲ始末スルコトガ出來ル。

23. 保障扉、保安扉及閉塞扉。運河ノ一部ニ故障ガアル場合ニ其ノ前後ヲ一時締切ツテ迅速且ツ輕便ニ修繕又ハ故障排除ヲスル爲ニ保障扉、保安扉又ハ閉塞扉ヲ用ヒル。運河ノ有效断面ヲ縮少セズ、且ツ扉ノ取附ヲ便ナラシメル爲メ、扉ノ部分ハ垂直ノ法ヲ用ヒルヲ常トスル。

扉ニハ斜接扉、起伏扉又ハ弓形扉等ヲ用ヒ、更ニ特種ノ小扉ヲ用フルモノモアル。又是等ノ扉ハ水開ニ伴ツテ設ケラレルコトモアル。

保障扉ハせんと めりーす ふーるす運河 (Ste. Marys Falls Canal) デハ水開壁ノ兩端ヲ延シテ各一對ノ閘門ヲ設ケ、共ニ外方ニ向テ開カシメタ。其ノ目的ハ之ヲ閉ヂテ水開、閘門及瓣ナドヲ修繕スル際ニ

用ヒルノデアルガ、場合ニ依ツテハ接近スル船ガ閘門ニ突當ルノヲ防グコトモ出來ル。

シャーるろあ運河 (Canal de Charleroi) ハ唧筒給水ヲ行ツテ居ルガ、若干ノ短區間ニ小分シテ其ノ間ニ保安扉ヲ装置シ、一朝運河ニ決潰其ノ他ノ故障ガアツタ場合ニハ直チニ兩端ノ扉ヲ閉ヂテ水量ノ損失ヲ 20,000,000 立呎ニ止メルコト、シテ居ル。

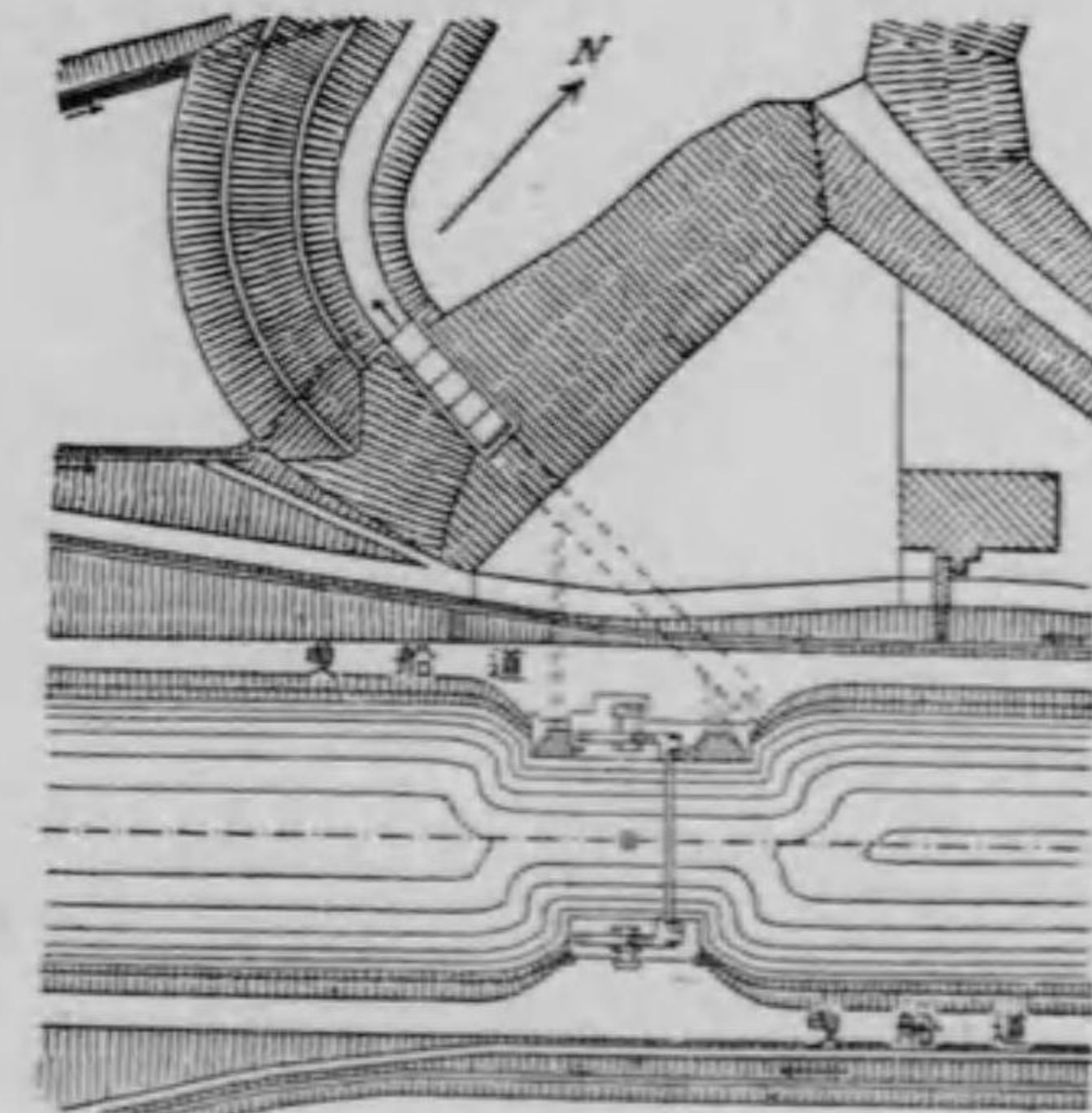
どるとむんど えむす運河ニ於テハ大ナル盛土ヲシタ處ニ閉塞扉ヲ置キ、起伏扉或ハてーんとる戸ヲ用ヒテ締切ルコトガ出來ルヨウニナツテ居ル。勿論之ヲ開ケバ下ハ河船ガ通航スルコトガ出來ル。

第六十八圖ハど

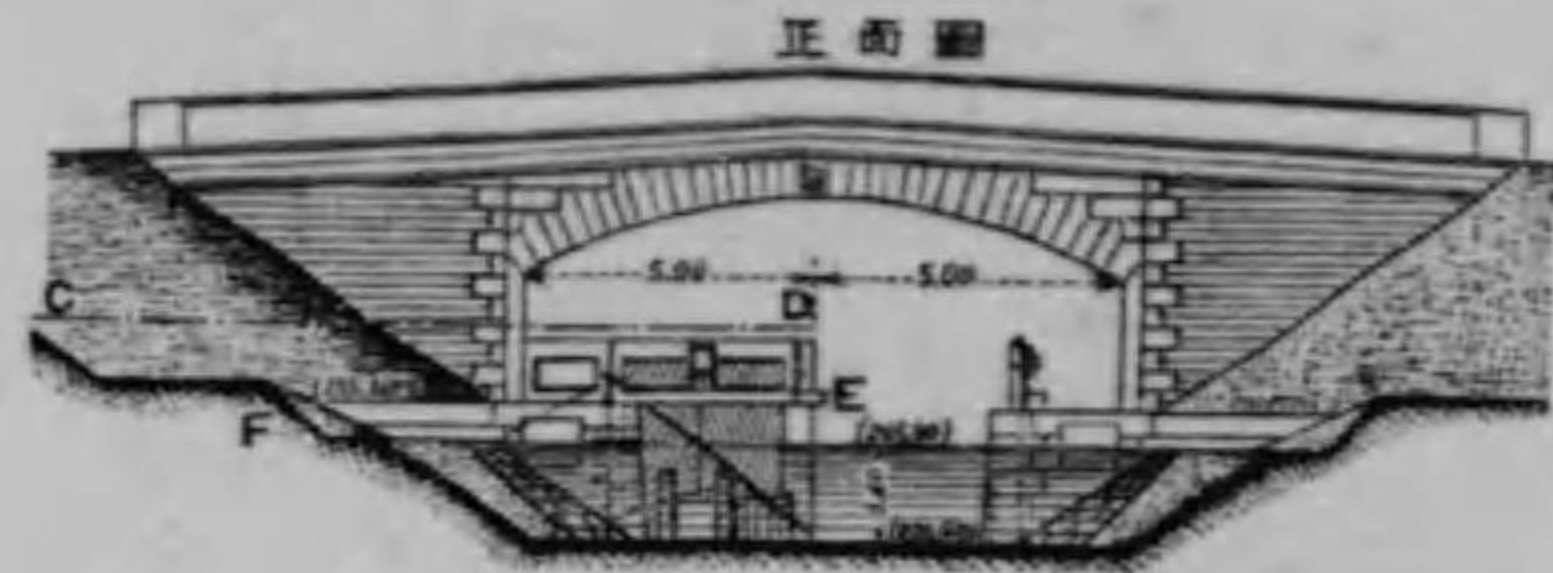
るとむんど えむす運河ノ起伏扉ヲ置イテアル所ノ平面圖デ、閉塞ヲ行ツタ後ハ點線デ示シタ餘水吐デえむす河ニ吐カセルコトニナツテ居ル。

第六十九圖乃

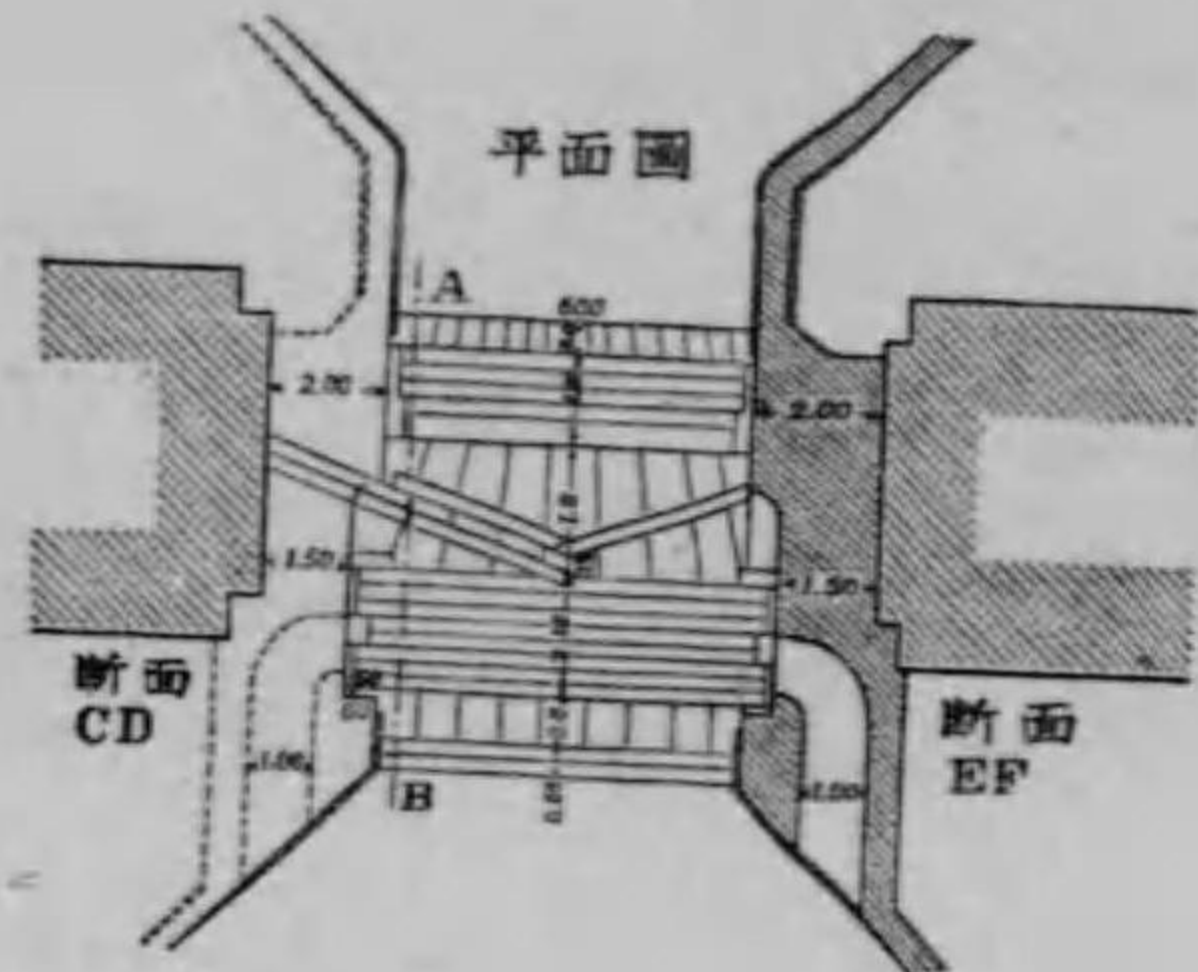
第六十八圖



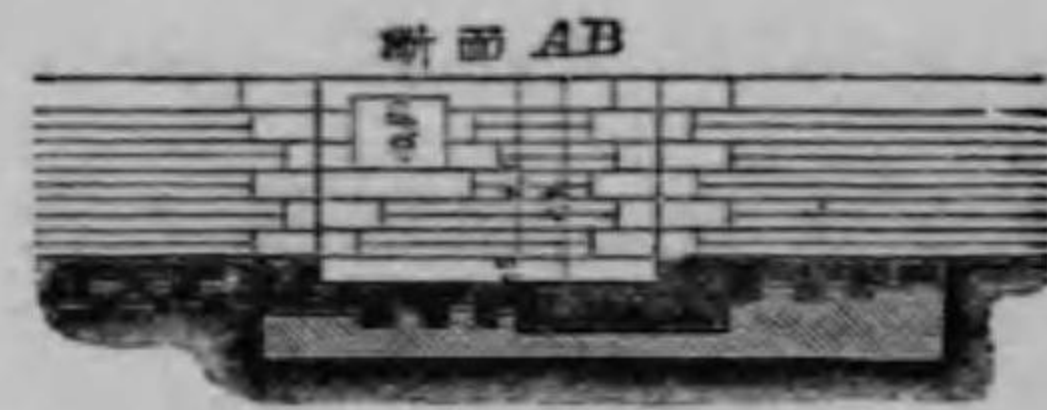
第六十九圖



第七十圖

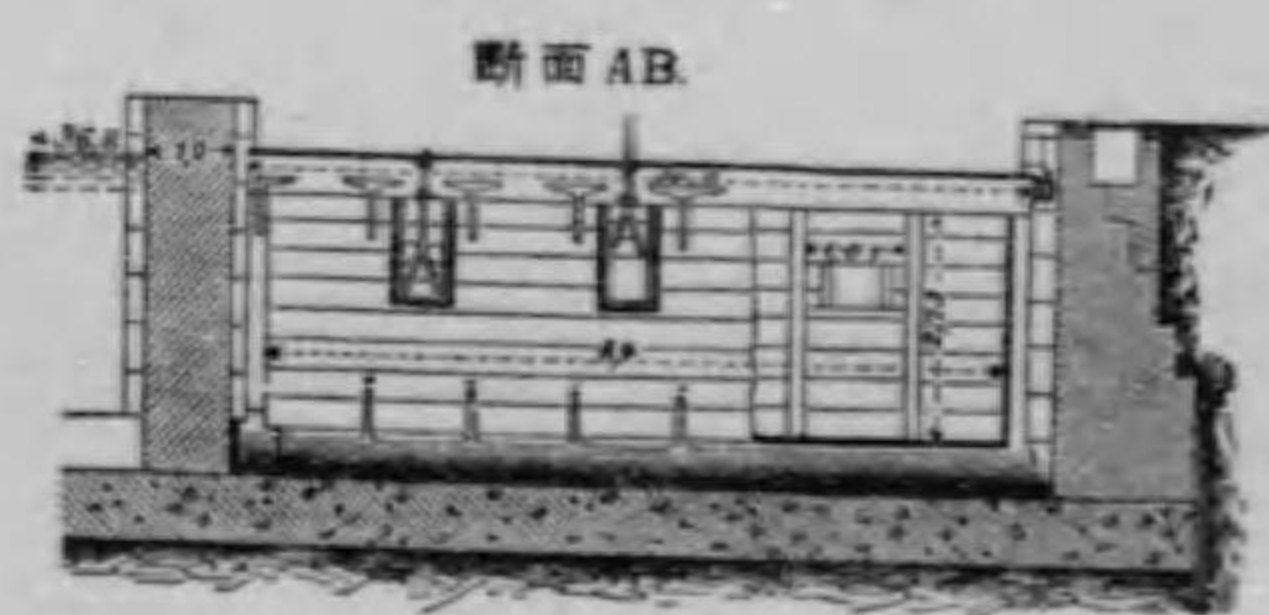


第七十一圖

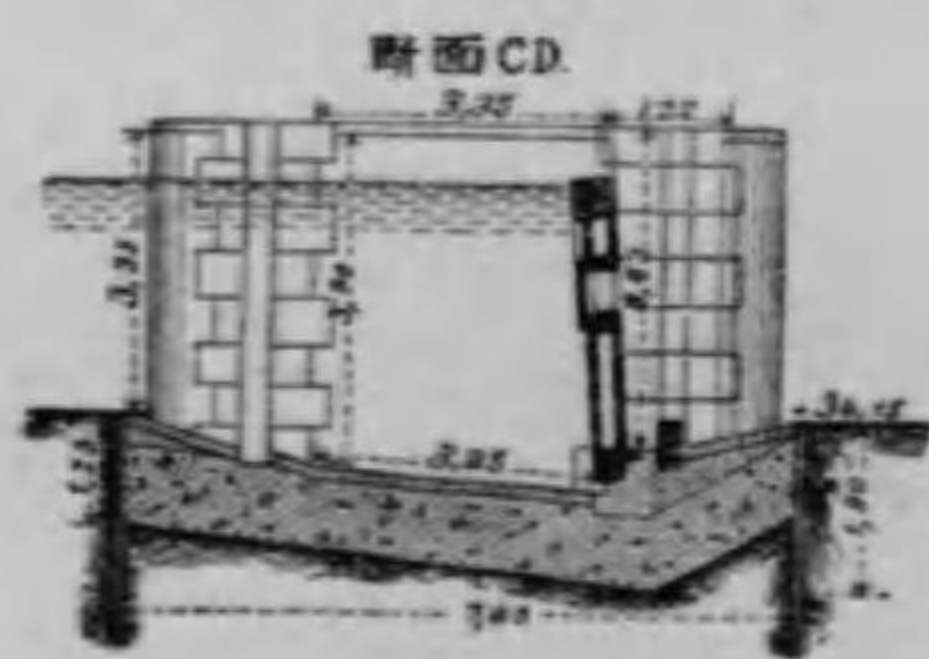


至第七十一圖からいんまるぬ運河ノ保安扉ニ斜接扉ヲ用ヒタモノ、第七十二圖乃至第七十四圖ハおーでるしぶれー運河ニ起伏扉ヲ用ヒタモノ、又第七十五圖乃至第七十六圖ハどるとむんどえむす

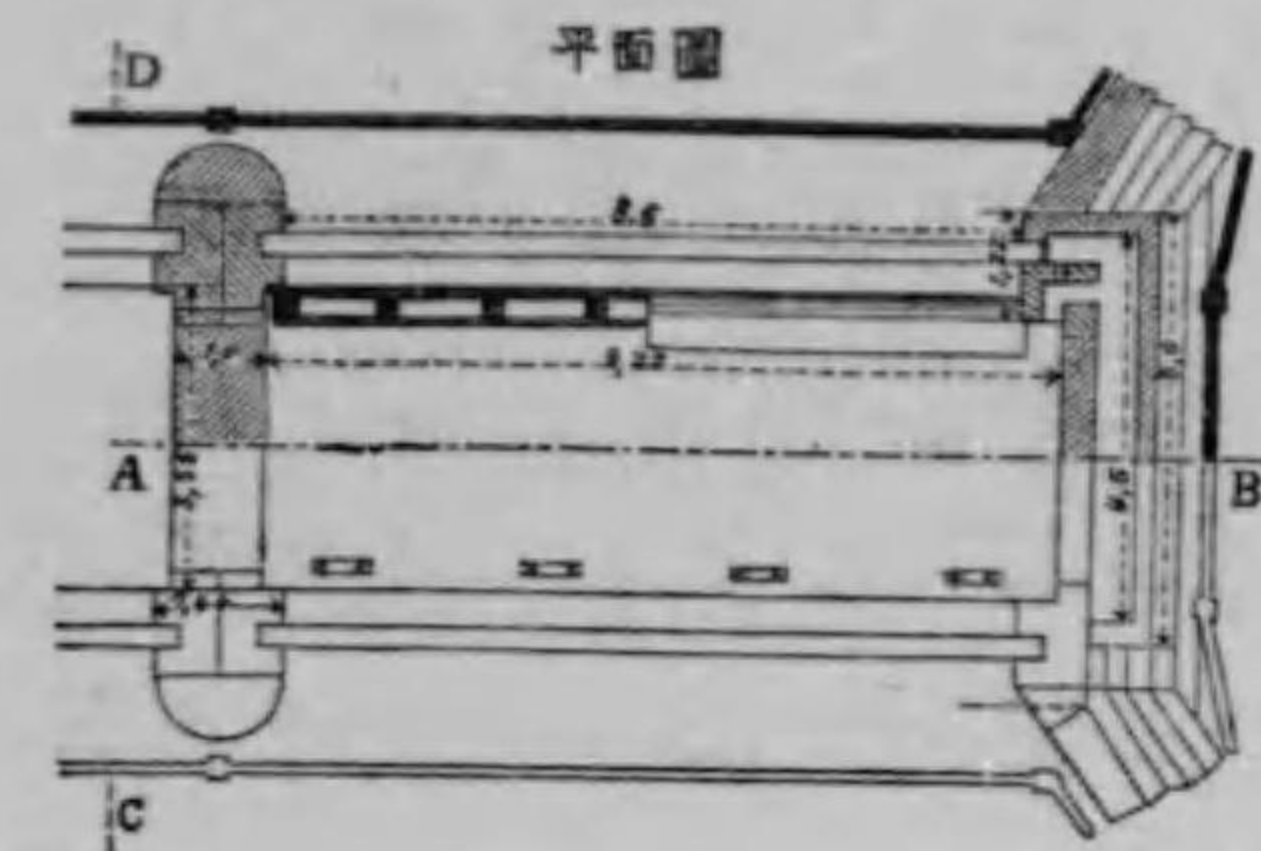
第七十二圖



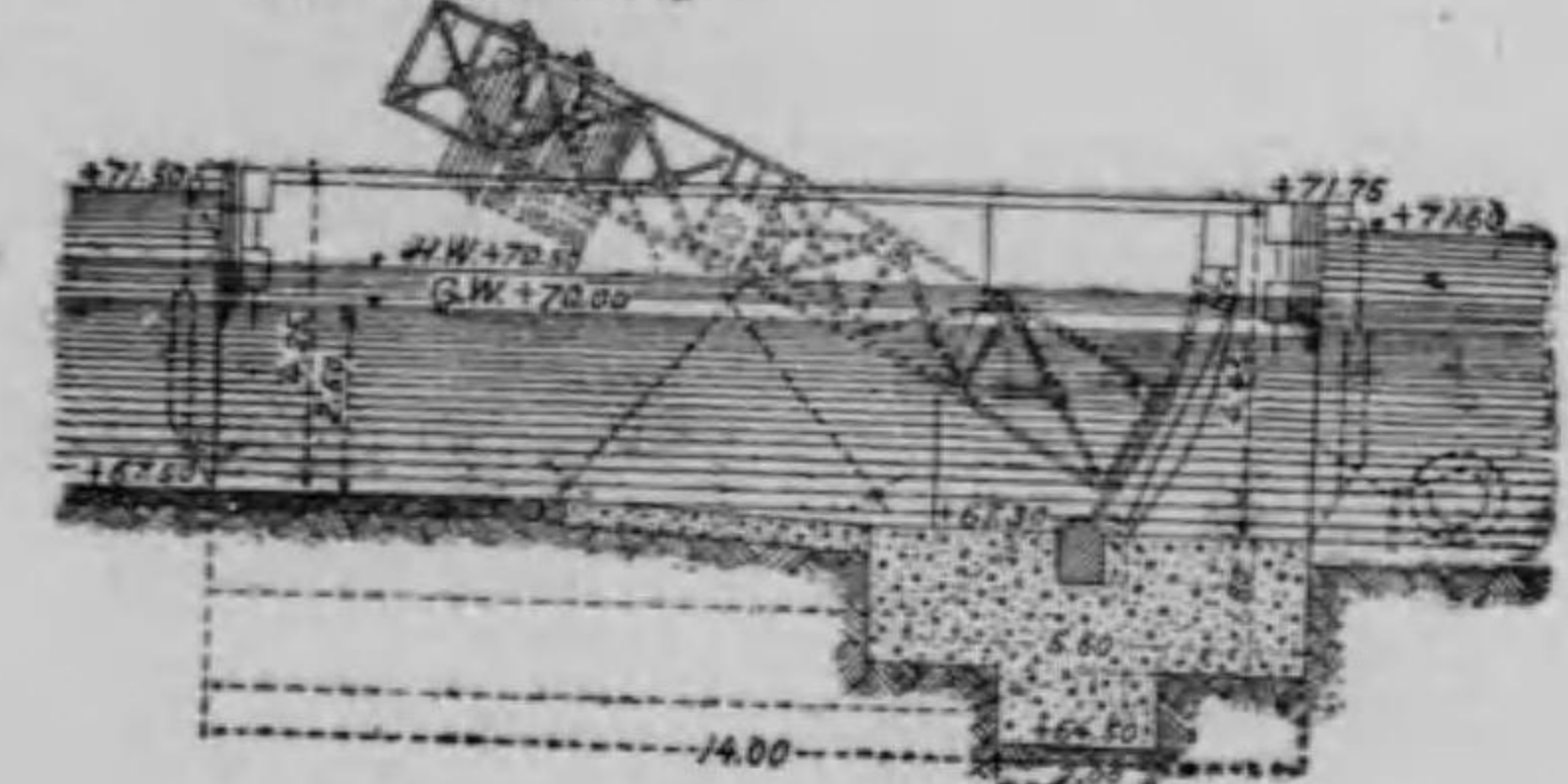
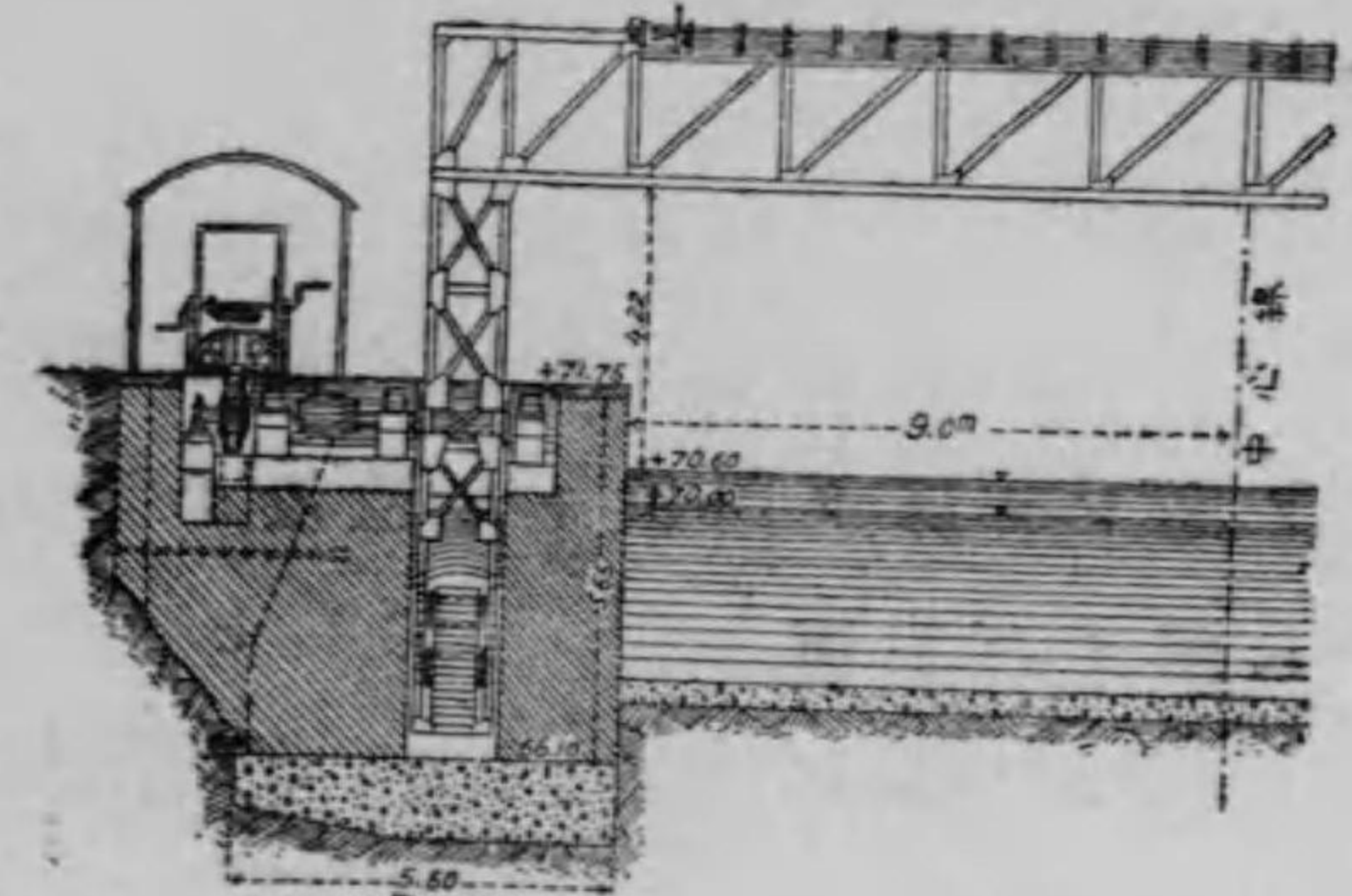
第七十三圖



第七十四圖



第七十五圖



第七十六圖

運河ニて一んる戸ヲ用ヒタモノデアル。

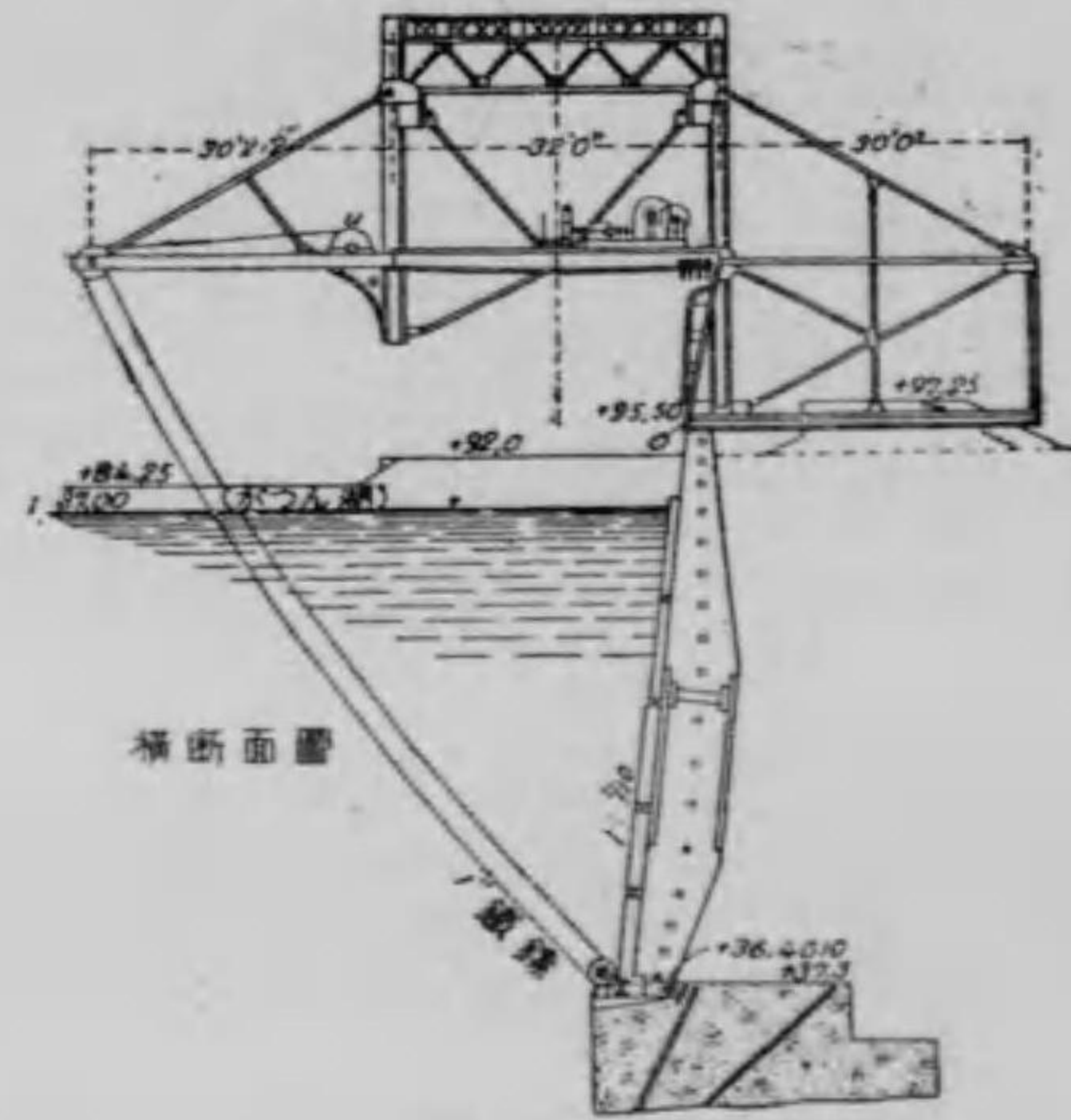
以上ノ諸装置ハ河船運河ノ様ナ餘リ多クノ餘隙ヲ要シナイモノニハ適當デアルガ、海船運河トナレバ餘隙ガ非常ニ大デアルカラ、用ヒラレヌ。海船運河ニハ動堰ノ形ヲシタモノヲ用ヒルコトガ多イ。せん

とめりーすふゝーるす運河ハ岩盤ヲ切開イテ作ツタモノデ、中央ニハ幅 24.2 米ノ島ガアツテ水路ハ幅 32.9 米ノニツニ分タレテ居

ル。即チ廻轉軸ヲ此ノ島上ニ裝置シ、旋開橋ヲ設ケ、橋ニハ左右各16個ノ小扉ヲ吊下ゲテ閉塞スルコトガ出來ル。小扉ハ框ト堰板又ハ盾堰ノ二部カラ成リ、水路ヲ閉塞スル時ハ始メ吊ルシテ有ル框ヲ下ゲ、其ノ後堰板ヲ滑下ロスノデアル。

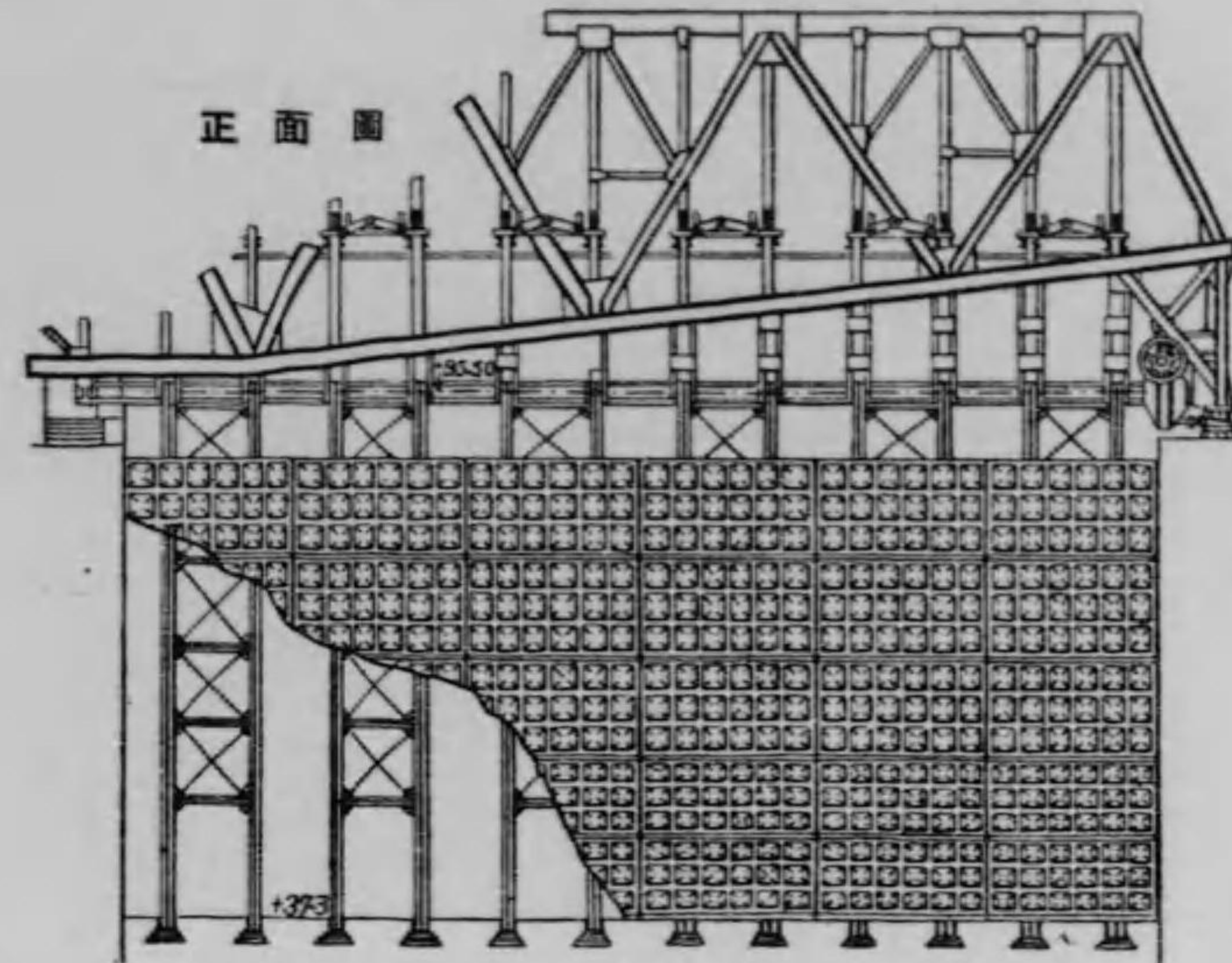
ばなま運河デ用ヒタモノモ全ク同一ノ構造ニ依ツタモノデアルガ、其水深ガ13,7米以上ニモナツテ、一枚ノ堰板デハ重サガ多イ爲メ之ヲ取扱フコトガ容易デナイカラ、一個ノ框ノ上ニ載セル堰板ヲ五個ニ小分シタノヲ前例ニ違ツタ點トスル。第七十七圖横断面圖ハばなま運河ノ框及堰板ヲ下ゲテ旋開橋ヲ廻シテ扉ヲ閉鎖シタ位置ヲ示シタモノデ、第七十八圖ナル正面

第七十七圖



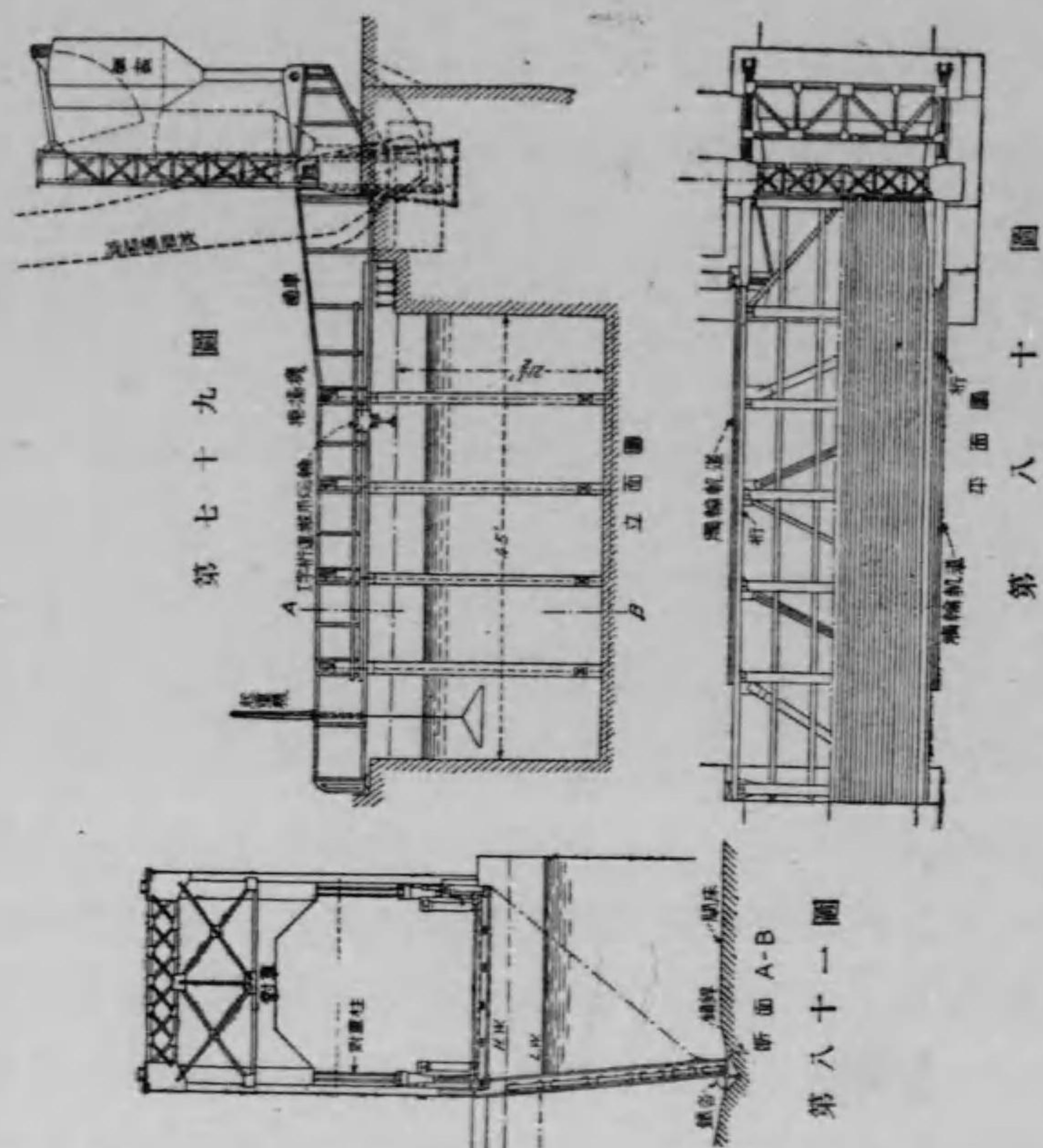
圖ハ框ノ上ニ堰板ヲ下シタ様ヲ示シテ居ル。に^よ一^よく州河船運河モ亦もほ^く河(Mohawk)ノ定橋ニ用ヒテ居ルモノハ亦此ぶ^れ一扉デ三徑間

第七十八圖



カラ成リ、堰板ニハ木板ヲ用ヒテ居ル。但シ是ハ勿論動堰トシテ作ツタモノデアル。

瑞典ノとろるへった運河ニ於テハ、鉸桁型ノ跳開橋ヲ用ヒタ。水深ハ高水位ニ於テ6,56米(21,5呎)デ開室ノ幅13,7米(45呎)デアル。四條ノ22吋工字鐵ノ一端ヲ橋ニ支ヘ、他端ハ開床沓デ支ヘテ居ル。又同様ニ傾斜シタ15吋ノ工字鐵ハ開壁ニ取附ケラレテ居ル。第七十九圖ハ其立面圖、第八十圖ハ平面圖及第八十一圖ハ横断面圖デアル。平日使用セヌ時橋下ノ一側ニ并ベテアル工字鐵ハ之ヲ使用スル場合



ニハ觸輪裝置デ適當ノ場所ニ取附ケラレ、貫材デ固ク結付ケ、鎖ヲ延シテ之ヲ下ロス。其後1.5噸ノ起重機ヲ用ヒテ工字鐵ノ間ニ鋼製堰板ヲ滑ラセル。

此ノ外みし、びー河ノけおくく (Keokuk) ニハ沈入式保障扉ヲ用ヒテ居ルガ、其ノ構造ハ閘門ト同一デアルカラ、閘門ヲ述ベル時ニ讓ル。

第四節 運河ノ給水

24. 運河ノ水量補充. 運河内ノ水ハ水面カラノ蒸發、側壁及河底カラノ滲透、閘門、其ノ他ノ構造物ガ水密ナラザル爲ニ生ズル漏水及通閘消費ナドノ爲ニ漸次減少スルカラ、水深ヲ保ツ爲ニハ常ニ相當ノ水量ヲ補充シナケレバナラヌ。此ノ水量ハ前ニモ述ベタ様ニ或ハ地下水カラ、或ハ河川カラ又或ハ湖水貯水池ナドカラ給水セラレルノデ、充分ノ落差ガアレバ自然流下ニ依リ、然ラザレバ唧筒揚水ニ依ラナケレバナラヌ。而シテ是等ノ水源カラ運河ニ給水スルニハ給水溝ニ依リ、其取入口ニハ更ニ樋門、餘水吐等ヲ用フルコトガ多イ。勿論給水溝ガ長クナレバ其ノ給水溝自身ニモ水量ノ減損ガアルコトヲ覺悟セネバナラヌ。

25. 蒸發. 運河ノ水面カラ蒸發スル水ハ比較的狭長ナ水面ヨリスルモノデ、湖沼海洋ヨリスルモノトモ異レバ、又測候所ノ蒸發計ヨリスルモノトモ同一デナイ理窟デアアルガ、然シ大體蒸發計ニ依ル水面蒸發デ大體ヲ推想スルコトガ出來ル。

蒸發ハ氣象デ述ベタ通り、時季、氣候、局所的關係等ニ少ナカラザル異同ガアルノデ一概ニ之ヲ定メルコトハ困難デアルケレドモ、一般ニ蒸發ノ最モ多イ

場合ニハ一日平均6耗乃至7耗、一ヶ月200耗位ヲ豫想シナケレバナラス。今福岡ニ於ケル蒸發ノ年平均ハ凡ソ毎日3,16耗デ、最モ多イ年デ3,67耗、最モ少イ年デ2,85耗位デアアル。又月別ニ就テ見レバ最多ハ八月ノ4,96耗ヲ平均日量トシ、最少ハ一月ノ1,69耗ニ過ギナイ。但シ累年ニ於ケル月別絶對最多ハ大正四年七月ノ6,41耗デアアル。更ニ毎日ノ最多ヲ見レバ大正四年七月二十三日ノ10,4耗ヲ最トシ、次ニ10,0耗ニ達シタモノガアル。是等ノ數字カラ福岡以南ノ緯度ニ於テ一ヶ月200耗ハ必ズ必要デ、若シ安全ヲ期スルナラバ一ヶ月250耗乃至300耗ヲ豫定スベキデ、一日ノ蒸發量ハ少クモ10,0耗ヲ豫期シナケレバナラス。

和蘭ノ運河デハ夏期六ヶ月間ノ蒸發減水量ヲ900耗トシテ居ル。亦一ヶ月平均150耗ニ當ツテ居ル。

26. 滲透. 運河内ニ於ケル滲透減量ハ其ノ土質及運河内ノ水位ト附近地下水々位トノ關係ナドニ依ツテ異同ガアル。運河内ノ滲透性土質ノ爲ニ水ノ減量ノ多イノハ勿論デ運河ノ水位ガ地下水々位ヨリ高イ程滲透ガ多イノハ言フ迄モナイ。之ニ反シテ深イ切取ナドデハ附近沿岸ノ地下水ニ依テ給

養セラル、コトガ少クナイ。又滲透ハ運河ニ通水ノ始ニ非常ニ多クテ、漸次飽和スルニ從ヒ少クナル。みなるど(Minard)ハ普通ノ土質デ滲透ハ一日25耗乃至40耗ト豫想シテ適當ダト云ツテ居ル。北米合衆國開拓省ノもりつ(Moritz)ハ普通ノ掘放シ運河デ特別ノ防滲工ヲ施シテ居ラヌ場合ニ、次ノ様ナ滲透ニ依ル水ノ減量ガアルコトヲ調査シタ。

第八表 運河滲透表

運河ノ土質	運河堤ノ潤周ヨリノ滲透量	
	24時ニ對スル呎	24時ニ對スル耗
膠著礫及砂交リノ壩堤ナ有スル土炭盤	0,34	10,4
粘土及粘土壩堤	0,41	12,5
砂交リノ壩堤	0,66	18,3
火山灰	0,68	20,8
多少砂交リノ火山灰	0,98	30,0
砂及火山灰又ハ粘土	1,20	36,6
岩交リノ砂質壤土	1,68	51,2
砂交リ及礫交リノ壤土	2,20	67,1

運河ヲ設計スルニ、最モ不滲性ノ土質デモ尙ホ其ノ潤周又ハ潤面ニ24時毎ニ0,5呎又ハ15,2耗ヨリ少イ滲透減量ヲ豫定スルコトハ安全デナイ。又2,0呎(61,0耗)乃至2,5呎(76,2耗)以上ノ滲透ヲ見ルヨウナラ、給水費及沿岸ノ吸水ヨリ來ル損害ガ多クナルカラ、運河ノ内面ヲ塗ツテ防滲工ヲ施スコトガ眞面目ノ

研究問題トナル。

27. 閘門等ノ漏水. 閘門カラ漏水スル量ハ其ノ構造ノ精粗巧拙ヤ其ノ新古等ニ依ツテ異ナル. とるくみと (Tolkmitt) ハ良好ナル状態ニ於テ水位ノ差1米ニ對シテ毎秒5立突又ハ0,005立米ノ漏水ヲ豫想スベキダト云ツテ居ル. 運河ノ頂區ニ於テハ兩端カラ漏水スルカラ, 二倍ノ減量ガ起ル筈デアル.

此ノ外運河橋, 暗渠, 彎管又ハ餘水吐水門等ノ構造物ニハ常ニ多少ノ漏水アルヲ免レナイ. 其ノ漏水量ハ亦構造維持及運轉等ニ依ツテ同一デナイ許デナク, 其ノ新古ハ漏水ニ著シイ差異ヲ生ゼシメル.

北米ちえなんご運河 (Chenango Canal) ハ水深4呎デ長サ22哩アルガ, 其ノ餘水吐ヤ水路橋ノ漏水ハ毎分1哩ニ付キ220立呎毎秒3立突ニ達シタ. 又くにくりんぐ (Knickling) ハ佛蘭西ノ舊運河若干ニ就イテ1哩ニ付キ毎分1,6立呎ノ漏水ヲ推定シ, 更ニにうーよーく州河船運河ニ於テハ水深12呎ニ於テ各暗渠及餘水吐水門ノ漏水ヲ毎日12000立呎, 各水路橋ニ對シテ毎日96000立呎ヲ豫想シタ.

以上ハ運河ノ蒸發滲透及閘門漏水等ノ各項ニ就テ述べタモノデアルガ, 時トシテハ是等三者ヲ綜合シタ減量ガ調査セラレタコトモアル. ヘッス (Hess) ノ

觀測ニ依レバ, 普通ノ状態デ内地運河ニ於テハ是等三者ニ基ク減量ハ運河ノ長サ1米ニ對シ, 毎日0,4立米乃至0,7立米ト豫想スルコトガ出來ルケレドモ, 水密ナ所デハ降テ0,2立米トナリ, 土質不良デ漏水ノ多イ所デハ1,3立米ニモ達スル. らいんまるぬ運河ノふーげん (Vogen) デ, 底敷10米, 水深2米, 是等三者ニ依ル消失水量, 長サ1米ニ對シ毎日0,5立米ヲ普通トシ, 石礫ノ多イ高區デハ1,05立米ニ及ビ, 頂區デハ1米ニ付キ毎日0,124立米乃至0,633立米ヲ測リ得タ.

28. 船ノ通閘ニ要スル消費水量. 通閘ニ要スル消費水量ハ通閘船舶ノ隻數, 其ノ排水量及閘室ノ填閘水量ニ依ツテ異ナル. 且ツ此ノ消費水量ハ唯頂區ノ兩端ニ起ルノミデ, 落差ガ同ジクバ船ガ通閘スル都度, 上區ノ水ハ下區ニ移ル丈ケデ, 之ガ爲ニハ少シモ消費シナイ譯ダ.

今閘室内上下兩水位ノ間ニ水ヲ入レタ場合ニ此ノ水量ハ即チ填閘水量デ, 之ヲ V トスレバ V ハ上下兩閘門間ノ閘室ノ全水面積 F ト上下水位ノ落差 h トノ積ニ等シク

$$V = Fh$$

又 M ヲ貨物ヲ積載セス船ノ平均排水量(立米), 下リ貨物ノ重量(噸)ヲ t_0 , 上リヲ t_u トスレバ, 下リノ通閘ニハ

$V-M-t_0$ 丈ケノ水ヲ失ヒ、上リニハ $V+M+t_u$ 丈ケノ水ヲ消費スル勘定デアル。從テ閘室ノ大サガ一隻ノ船ヲ入レルニ足リ、通閘ハ一回一隻ノミニ行ハレルモノトスレバ、上リノ隻數ヲ n' 、下リヲ n'' 、 $n'+n''=n$ トシ、且ツ噸デ表ハシタ上航貨物ノ全重量ヲ T_u 、同ジク下航貨物ノ全重量ヲ T_0 トスレバ勿論 $n't_u = T_u$ 、 $n''t_0 = T_0$ デ、通閘ニ要スル全水量 Q (立米)ハ

$$Q = nV + (n' - n'')M + T_u - T_0 \quad [2]$$

若シ $n' = n''$ ナラバ

$$Q = nV + T_u - T_0 \quad [2']$$

又一隻ノ代リニ曳船デ若干隻ヅ、同時ニ上リ又ハ下ルナラバ、其ノ全排水量(立米)ヲ夫々 $\Sigma M'$ 及 $\Sigma M''$ トシ、[2]ハ

$$Q = nV + \Sigma M' - \Sigma M'' + T_u - T_0 \quad [3]$$

トナル。

29. 運河給水ノ實例。

第一. ざるごむんご えむす運河. へるね(Herne)カラえむす河ニ至リ、更ニどるとむんどニ至ル支線ヲ合セテ全長 150 籽、水面幅 30 米乃至 36 米、底敷 14 米乃至 18 米、水深 2.5 米乃至 3.0 米デアルガ(第一章第二節 10 第十圖参照)今夏日ノ蒸發ヲ 5 乃至 6 耗トスレバ、長サ 1 籽ニ對シ每秒 2 立突トナリ、之ニ滲透ヲ 6 秒

立突トスレバ、1 籽ニ對シ兩者ノ和ハ每秒 8 立突又ハ 0.008 秒米トナル。又通閘回數ヲ一日 20 回トシ、頂區カラえむす河ニ降ル閘程 4.10 米、閘室ノ水面積 630 方米トシテ $4.10 \times 630 \doteq 2600$ 立米、茲ニ船及貨物ノ影響ヲ閉却シテアル。故ニ一日ニ對シテハ $20 \times 2600 = 52000$ 立米、又ハ每秒 0.6 立米ヲ要スル勘定デアル。故ニ其ノ全給水量ハ次ノ如クデアル。

	毎秒立米
蒸發及滲透	$150 \times 0.008 = 1.20$
閘門其ノ他ノ漏水	0.20
通閘消費量	0.60
通水初期ノ滲透豫備量	0.60
計	2.60

第二. ほーへんつるれん運河. しばんだうノ支線ヲ併セテ長サ 100.7 籽、頂區ノ兩端ニれーにつ水閘(Lehnitz)及にーだーふいなう水閘(Niederfinow)アリ。又凡ソ中央ニハつるべん水閘(Zerpen)アツテ舊ふいなう運河(Alter Finow Kanal)ニ連絡シテ居ルガ、頂區ノ分水界ヲナシテ居ル。水面幅 33.0 米、水深 3.0 米、必要ナル消費水量ハ次ノ如クデアル。

	毎秒立米
1. にーだーふいなう閘列及ちるべん水閘以東ノ蒸發滲透	1.00
2. おーでる河ニ下ル舊ふいなう運河	0.45
3. れーにつ水閘及つるべん以西ノ蒸發滲透	1.65
4. はーふる河ニ下ルまるつる水閘	0.45

5. まるつゑる運河ノ滲透	0,33
6. 保安等ノ豫備	0,33
計	4,21

- 以上給水ノ基礎ハ次ノ假定ニ依ツテ居ル。
- 第一. 蒸發ハ夏季毎日4耗,全年ヲ通ジテ毎日平均2耗.
- 第二. 頂區ハ防滲工ヲ施シテ特ニ水密ナラシメテアルガ,全年ヲ通ジテ毎日13耗トス.
- 第三. 閘門ノ漏水ハ每秒0,1立米トス.
- 第四. 通閘消費量ハ一日15時間ノ作業ヲ行フモノトシテ,にーだーふいなうノ4閘ハ各9米ノ落差ヲ有シ,20回ノ通閘ヲ行フヲ得. 中ニハ荷無船ノ通閘モアルモノトシテ,各通閘ハ平均3000立米ヲ消費スベク,從テ0,75秒米ノ水ヲ費ス. 但シこれニツク水閘ハ有效長85米デアアルガ,各通閘ニ5300立米ヲ失フ.

此運河ノ給水ハ上ハ一ふゑる河カラ頂區ニ送ラレテ居ル. 然シ乾季ニハ一ふゑる河ノ水量ガ不充分ナノデ,ゑるべりん湖(Werbellin)及ぐりむにっ湖(Grimnitz)ノ標準水位ヲ40櫃乃至50櫃下ゲテ,凡ソ $8\frac{1}{2}$ 百萬立米ノ水ヲ得,前ノ不足ヲ補充シテ居ル.

第三. はなま運河. しぐれす河(Chagres R.)ノ水ヲがつん湖(Gatun L.)ニ湛ヘテ水深ヲ保ツテ居ル.

今がつん湖ノ標準漏水ハ次ノ如クデアル.

位 置	水門閉塞ノ面積 方呎	漏水量 每秒立呎
がつん水閘(大西洋側)	11,900	5,93
がつん餘水吐	11,410	3,64
べとろ みぐゑる水閘	11,990	4,99
みらふるーる水閘	10,250	5,30
みらふるーる餘水吐	5,520	0,86

當初がつん湖ノ諸構造物カラノ漏水ハ275秒呎ノ豫定デアツタケレドモ實際ニハ甚ダ少イ. 而シテ一日ノ通航回数ハ48回,一ヶ月1440回ノ豫定デアルケレドモ實際ニハ尙未ダ之ニ達シナイ.

例3. 一運河ノ頂區長サ48軒ニシテ,土質砂交リノ壩垣ナリトス. 今運河ノ水面幅33米,法リ2割,水深3米ニシテ,閘室ノ長サ(隅柱ノ心々)85米,幅10米及落差5,8米アリ. 今一日20回ノ通閘ヲナシテ上リ下リ共ニ船ノ隻數ガ相等シイモノトスル. 餘水吐等ノ消失水量ヲ蒸發,滲透,閘門ノ漏水及通閘消費量ノ和ノ四分一トスレバ必要ナル全水量ヲ求ム.

第一. 蒸發. 乾季ニ於テ一日10耗ノ蒸發ヲ假定スレバ,一日1方米ノ水面積ヨリノ蒸發量ハ

$$\frac{10}{1000} = 0,01 \text{ 立米}$$

故ニ全頂區ニ對シテ一日ノ全蒸發量ハ

$$0,01 \times 33 \times 48000 = 15,840 \text{ 立米}$$

第二. 滲透. 潤周ニ對シテ一日18,0耗ノ滲透アルモノト假定ス. 今潤周ハ $2 \times 3 \times \sqrt{1+2^2} + 21 = 34,42$

米ニシテ、一日長サ1米ノ運河ニ對スル滲透ハ

$$\frac{18}{1000} \times 34,42 = 0,62 \text{ 立米}$$

從テ全長48軒ニ對シテ一日ノ全滲透量ハ

$$0,62 \times 48000 = 29,760 \text{ 立米}$$

第三. 閘門ノ漏水. 落差1米ニ對シテ毎秒0,005

立米ヲ假定スレバ、5,8米ノ落差ニ對シテハ

$$0,005 \times 5,8 = 0,029 \text{ 立米/秒}$$

兩端ノ閘門ニ對シテ一日ノ漏水ハ

$$0,029 \times 2 \times 86400 = 5011,2 \text{ 立米}$$

ニ達スル.

第四. 通閘. 閘室ノ填閘量ハ

$$85 \times 10 \times 5,8 = 4,930 \text{ 立米}$$

デ、一日20回ノ通閘ヲスレバ、兩端ノ閘門ニ就テ

$$4,930 \times 20 \times 2 = 197,200 \text{ 立米}$$

ヲ要スル.

故ニ是等四種ノ消費量ハ一日ニ於テ

15840	蒸發
29760	滲透
5011	閘門ノ漏水
197200	通航
247811	
<u>61953</u>	<u>25%</u>

309764 合計

或ハ毎秒立米ヲ表シタ必要水量 q ハ

$$q = \frac{309764}{86400} = 3,59 \text{ 秒米}$$

第五節 工費ノ一斑

30. 運河ノ築造費. 運河ノ築造費ハ其ノ寸法、土質、諸構造物及附帶工事ノ種類等項目ガ甚ダ多イノト、築造ノ時期方法ナドニ依ツテ少ナカラヌ異同ガアルノミナラズ、戦後經濟界ノ變調ノ爲ニ相場ニ著シイ混亂ヲ來シ、今日カラ直チニ推定スルコトハ困難デアルガ、夫々當時ノ記録カラ二三ノ大摺ミノ工費ヲ擧グレバ次ノ如クデアル.

1870年代ノ佛國諸運河ノ築造費ハ平均1軒ニ付キ165000法デアル. えすと運河(Canal de l'Est)ハ長サ480軒、一部ニ渠化シタ河川ヲ含ンデ、平均1軒ニ付212500法ニ及ンダ. まるぬそーぬ運河(Marne Sôane Canal)ハ1880年ニ出來テ、全長152軒、83ノ水閘ヲ備ヘ、まるぬ河及ヴ、んせあんす河(Vingéance)並ニ容量44百萬立米ノ四個ノ貯水池ニ依ツテ給水セラレテ居ルガ、總工費86百萬法、其ノ平地ニ於ケル工費ハ1軒平均371250法、隧道部ハ1軒2700000法、全體ノ平均450000法デアルガ、若シ貯水池ノ工費ヲ入レ、バ

1 杆平均 562500 法ニ及ンダ。

又長サ71杆ノ和蘭ノめるゑーど運河 (Merwede Canal)ハ1杆平均 437000 馬克、えむすやーで運河 (Ems Jade-Kanal)ハ73杆デ、1杆平均 191000 馬克ニ達シタ。

おーでる しぶれー運河ハ長サ87杆デ底敷14米、低水位ノ水深2米、土工ハ1立米 0,41 乃至 0,87 馬克、浚渫機ニ依ル浚渫費1立米ニ付キ 1,20 馬克デアツタガ各項目ノ工費ハ次ノ如クデアツタ。

土地買取費及損害賠償費	馬克 1,260,000
土工及護岸費	4,510,000
構造物費	5,040,000
水制及河川護岸費	715,000
總係費	1,075,000
計	馬克 12,600,000
1杆ニ付キ平均工費	145,000

此ノ内事務費及監督費ハ4%ニ及ンデ居ル。

どるとむんど えむす運河ハ全長 150 杆、其ノ各項ノ工費ハ次ノ如クデアル。

土地買取費	馬克 8,217,000
土工及護岸費	23,440,000
工事中ノ維持費	1,271,000
構造物費	22,823,000
附屬工費	5,270,000
給水設備費	1,087,000

監督費	6,775,000
總係費	10,548,000
計	馬克 79,430,000

1 杆ニ對スル平均工費 176,000 乃至 359,500 馬克。えるべ とらーふえ運河ハ全長67杆、1杆ノ平均工費ハ 300,000 馬克、てるとう運河ハ全長40,25杆、1杆ノ平均工費 534,000 馬克。

ほーへんつるれん運河ハ全長 100 杆、1杆ノ平均工費 435,000 馬克ニ達シ、にーよーく州河船運河ハ長サ414,6哩、1哩ノ平均工費 410,000 弗、まるせーゆ ろーん運河ハ全長47,45杆、總工費凡ソ 90,000, 00 法ヲ超エテ居ル。

ばなま運河ハ全長49,72哩、1哩ノ平均工費7,500,000 弗、但シ此ノ内ニハ防波堤、内港設備費等ノ外ニ諸他ノ附帶事業ノ費用ヲ含ンデ居ル。

31. 運河維持費。運河ノ維持費ハ亦土質及護岸ノ堅否、各種構造物ノ巧拙、船舶航進ノ方法、流速ノ有無等ニ依ツテ異リ、之ヲ定ムルコトハ稍々困難デアル。今二三ノ例ヲ擧ゲレバ次ノ様デアル。

運 河 名	延長 杆	1杆ノ工費 馬克	時期	1杆ノ維持費 馬克	收入 馬克
らいん ろーん	132	64,570	1805—1820	933	122635
らいん まるめ	104,4	191,200	1839—1852	880	87000
ざーる こーれん	75,6	177,700	1862—1866	1049	45170

1892年カラ1897年ニ亘リ、獨逸第一流ノ運河及渠化河川ノ維持費ハ全長510軒、水閘62個ニ於テ、1軒平均1043馬克、若シ第一及第二流ノモノ、平均ヲ取レバ1420馬克ニ達シタガ、其ノ中ニハ略四分一ノ俸給等ヲ含ンデ居ル。ろ、ふ(Roloff)ハ第十九世紀最後ノ十年間ニ普魯西亞諸運河ノ維持費ヲ一年平均1262馬克、渠化河川ノ維持費ヲ975馬克、平均シテ1120馬克トシテ居ル。

32. 工費ノ豫算. 運河築造ノ工費ハ亦多種多様デ其ノ項目ノ如キモ之ヲ一定スルコトハ困難デアルガ、今運河中心線ノ位置ガ定マリ、給水ノ方法、水閘其ノ他ノ構造物ノ設計、地下水ノ状態、土質並ニ道路鐵道等ノ連絡等ニ就テ調査ヲ進メ、平面圖、縱断面圖、横断面圖ヲ定メ、從テ施工基面ヤ土工、幅杭ノ位置ガ定マリ、切取盛土ノ關係カラ用地ノ面積、土取場、土捨場モ亦定メラレナケレバナラス。大體ノ工費ヲ舉グレバ次ノ如クデアル。

第一. 土地買收費. 必要ナル用地ノ買收ニ伴ツテ、家屋移轉費トカ、損害賠償トカ之ニ關聯シタ費目ヲ含ンデ居ル。

第二. 土工及護岸費. 切取盛土其ノ他土捨場、土取場等ニ關スル一切ノ工費、護岸土留柵、擁壁、防滲工

等ノ工費ヲ含ム。

第三. 構造物. 水閘及堰堤、或ハ昇降槽又ハ斜路、運河ノ上ヲ通ズル道路鐵道又ハ他ノ水路ノ橋梁、或ハ是等交通線上ヲ過グル運河橋、運河隧道、運河ノ入口、餘水吐、暗渠、彎管、保安裝置、物揚場等ノ諸構造物ハ之ニ屬スル。

第四. 附帶工事. 曳船道、器械力曳船ノ諸裝置、道路鐵道又ハ水路ノ附替等ヲ含ンデ居ル。

第五. 行政及運轉ノ設備. 事務所及監督監視等ノ建物、閘長、港長等ノ事務所、電信電話ノ設備等ヲ含ンデ居ル。

第六. 給水ノ設備. 用地ノ買收及給水溝ノ構造ニ關スル一切ノ工費、水利權ノ獲得、揚水機及附屬設備ヲ含ンデ居ル。

第七. 總係費. 工事用材料ノ調査、器具器械ノ買入等ニ關スル費用ヲ含ンデ居ル。

以上ノ外工事中ノ維持費、工事監督費、事務費、其ノ他ノ雜費ヲ考入レナケレバナラス。以上ノ費目ハ勿論人ニ依リ又ハ國ニ依リ、規定慣例等カラ必ズシモ同一デナイ。

第六節 船舶抵抗

33. 船舶抵抗ノ歴史. 船ノ航進ニ際シテ起ル抵

抗ニ關シテハだらんべると(D'Alembert),ぼっせー(Bosset) こんどるせー(Condorcet)及ぶーるごあ(Bourgois),おいらー(Euler),をるとまん(Woltmann),あいてるわいん(Eytelwein),降ツテすとーくす(Stokes),らんきん(Rankine)等前後其ノ法則又ハ數量等ヲ研究シタ。然シ船ノ摩擦抵抗ノ研究ニ基礎ヲ置イタノハ英國ノふらうど(Froude)デ和蘭ノたいどまん(Tideman),獨逸ノげーべる(Geber) ナドモ貴重ノ研究ヲナシタ。佛蘭西ノどまーす(De Mas)ハ河ヤ運河デ模型ヲ浮ベテ抵抗ヲ測リ,之ニ依ツテ曳船費ヲ定メントシ,埃匈國どなう汽船會社ヤ普魯西亞政府ハ若干ノ河ヤどるとむんどえむす運河デ曳船抵抗ノ測定ヲ行ヒ,りっひん(Richn)及らうふふーす(Rauchfuss)ハ理論的調査ヲ行ツタ。

爾來商船ヤ軍艦ノ速度ヲ大ニシテ抵抗ヲ最モ少クスル爲ニハ如何ナル形ヲ最モ得策トスルカト云フコトガ各國専門家ノ研究題目トナリ,所謂實驗水槽ヲ作ツテ模型實驗ヲ行フコトガ盛トナリ,各地ノ水工學實驗所,海軍又ハ造船所等ニハ此ノ種ノ設備ヲ見ルニ至ツタ。殊ニ歐羅巴ノ大戦中飛行機ノ異常ナル進歩ハ如上ノ研究ニ負フ所ガ少クナカッタ。

34. 船舶ノ形及大サ. 河船又ハ運河船ハ一般ニ平底堅舷デ龍骨ヲ持ツテ居ラヌ。貨物ヲ満載シテ

船ガ浮ンダ時,船側デ水面ヲ示ス所ノモノハ所謂水線デ,此ノ水線ト船底トノ間ノ最大垂直距離ハ其ノ船ノ吃水トデアル。又水線ノ圍ンダ浮面ノ上デ最大ノ幅ト長サヲ定メ,之ヲ夫々 b 及 l トスレバ t, b, l ノ比ハ平均 $1:4,5:36$ デアルガ,河船デハ $t:b$ ハ凡ソ $1:5,5$ ヲナシテ居ル。

一般ニ船ノ大サヲ表ハスニハ其ノ長サ幅及高サヲ以テスルコトモアル。又船ガ浮ンダ場合ニ排水スル容積又ハ重量ヲ以テスルコトモアル。而シテ更ニ貨物ヲ積載シ得ル所ノ積量噸數ヲ以テスルコトモアル。

$V = \delta b l t$ 立米又ハ噸トスレバ V ハ即チ排水量ヲ表ハスノデ, δ ヲ名ゲテ排水量肥率ト云ヒ, δ ハ $0,75$ 乃至 $0,45$ 位デアル。斯様ニ見出シタ重量ノ 2 割位ガ船自身ノ重量デ,凡ソ 8 割位ガ載貨量トナル。即チ載貨量ハ殆ド $0,8\delta b l t$ ニ等シイ。海軍ノ艦艇ハ排水噸ヲ用ヒル。

又積量甲板ト呼ブ甲板以下ノ船内ノ總容積ヲ測リ, 100 立呎ヲ 1 登簿噸數トシテ表ハシタモノガ總登簿噸數デアル。即チ 1 登簿噸數ハ $2,832$ 立米ニ等シク, 1 立米ハ $0,353$ 登簿噸數ニ等シイ。前ノ總登簿噸數カラ船員ノ船室,諸器械,汽罐,石炭貯藏室等ノ容

積ヲ減少シタモノヲ純登薄噸數ト呼ンデ居ル。三個以内ノ甲板ヲ有ツタ船デハ最上部ノモノガ積量甲板デ、三個及三個以上ノモノデハ下カラ第二ノ甲板ガ積量甲板デアル。但シ積量測定ノ方法ナドハ國ニ依リテ多少異ナリ、或ハすゝづ、ばなま運河ナド夫々異ナル測定ノ方法ヲ規定シテ居ル。商船ハ主トシテ登薄噸數ヲ以テ其ノ大サヲ表ハス。但シ和船ハ往時用ヒタ米穀ノ登載量ヲ以テ石數トシテ表スコトガ多イ。

船積ニ伴ツテ多少混雜ヲ生シ易イノハ貨物ノ數量デアル。或ハ重量トシテ之ヲ表ハセバ1英噸ハ2240 封度デ1016 疋ニ等シク、1噸ハ言フマデモナク1000 疋デアル。或ハ積量トシテ貨物ヲ表セバ40 立呎(1,13 立米)ヲ1噸トシテ居ル。

35. 船舶ノ抵抗. 水ニ浮ンダ船ヤ又ハ他ノ長ク尖ツタ物が其ノ長サニ平行ニ水面上ニ動カサレル時ニ受ケル抵抗ハ三ノ原因ニ基イテ居ル。第一ハ其ノ船體ヤ他ノ尖ツタ物ノ表面ニ沿ウテ動ク所ノ水ノ摩擦抵抗デ、5節又ハ6節ノ速度ナラバ全抵抗ノ8割乃至9割ニ達シ、20節ノ速度トナレバ全抵抗ノ5割ヲ占メテ居ル。第二ハ舷側及船脚ニ生ズル渦卷ノ出來ル爲ニ起ル抵抗デ、ふりやむ ふらうど

ノ推定ニ依レバ良イ形ノ船デ全抵抗ノ0,8割ニ達スル。然シ最近ノ研究デハ二條推進機ノ汽船デ、此種ノ抵抗ハ全抵抗ノ2割ニ及ブモノモアル。第三ハ水面ニ生ズル波動ノ爲ニ起ル抵抗デ、6節乃至8節ノ速度デハ極僅カデアルケレドモ、20節トナレバ全抵抗ノ4割ニモ達スル。

又船體ノミニ生スル抵抗ト舵機、推進機、龍骨、腹龍骨ナドニ生ズル附屬抵抗トヲ分離シテ見レバ、ばーでん號(Baden)及さべれん號(Sovereign)ナドノ實驗カラ、毎時20哩ノ速度ヲ以テ、後者ハ前者ノ17,5乃至17,7倍とニ達スルコトガ知ラレタ。

36. 船舶ノ摩擦抵抗. ふらうどノ研究ニ從ヘバ船舶ノ摩擦抵抗 F ハ次ノ關係ヲ持ツテ居ル。

$$F = fAV^n \quad [4]$$

茲ニ f ハ船體又ハ浮物ノ水ニ浸ツタ潤面ノ粗滑ニ關スル摩擦定數、 A ハ潤面積、 V ハ船體又ハ他ノ浮物ノ速度、 n ハ船體浮物ノ表面ノ性質ニ關スル定數デ、新ニ塗ツタ船體デハ通例 $n = 1,83$ トスルコトガ出來ル。ふらうどノ研究ニ依レバ F ハ殆ド水中ヲ動シタ船體浮物ノ斷面ノ形ニハ無關係デ、斷面ノ潤周サヘ同一ナレバ F モ亦變化シナイ。

今密度 ρ ノ流體ガ直徑 d 、長サ l ノ滑カナ管ノ中

ヲ平均流速 v ヲ以テ流レル時、 v ハ流體ヲシテ流線カラ外レル程大ナラサルモノトスレバ、其ノ流體ハ所謂流線動ヲナシテ居ルノデアアル。此ノ場合ニ F ヲ摩擦抵抗トシ、 η ヲ其ノ流體ノ粘性トスレバ、すとーくす (Stokes) ニ從ヘバ

$$F = 8\pi\eta lv \quad [5]$$

デアアル。茲ニ水ノ粘性 η ハ、すー、 η (Poiseuille) ノ觀測ニ基キ、へるむほるつ (von Helmholtz) ノ計算シタモノカラ、C. G. S 單位デ、且ツ θ ヲ攝氏度デ表シタ溫度トスレバ

$$\eta = \frac{0,01793}{1 + 0,0337\theta + 0,000221\theta^2} \quad [6]$$

例ヘバ η ノ値ハ次ノ如クデアアル。

第九表 水ノ溫度ト粘性

溫度(°) 攝氏	粘性(η) C.G.S.單位	溫度(°) 攝氏	粘性(η) C.G.S.單位
0°	0,01793	20°	0,01006
5	0,01522	25	0,00893
10	0,01311	30	0,00800
15	0,01142	40	0,00657

然シ流體ノ流速ガ増シテレーのーるづ (Reynolds) ノ所謂限界流速ヲ超エレバ、摩擦抵抗ハ流速ノ一次ヨリハ更ニ速カニ増加シ、高速度ニ於テハ殆ド平均速度ノ自乗ニ比例スル。而シテ限界流速以內ノ速

度ヲ保ツタ流體ノ運動ヲ流線動ト云ヒ、之ヲ超エタモノハ即チ渦動トナル。

英國ノ國立物理實驗所ノすたんとん (Stanton) 及ばねる (Pannell) 並ニこるねる大學ノさふ (Saph) 及しーでる (Schoder) ハ水ノ渦動ニ就テ實驗ヲ行ヒ、長サ l 、直徑 d ナル滑カナ管内ニ動粘性 $\nu = \eta/\rho$ ナル流體ヲ平均流速 v ヲ以テ流シタ場合ニ、其ノ全摩擦抵抗 F ハ次ノ簡單ナル公式ヲ以テ表ハシ得ルコトヲ知ツタ。

$$F = \pi \rho l d v^2 \left\{ a + b \left(\frac{\nu}{dv} \right)^n \right\} \quad [7]$$

$$= A \rho v^2 \left\{ a + b \left(\frac{\nu}{dv} \right)^n \right\}$$

茲ニ A ハ全管ノ内面面積ヲ表ハス。又 a, b 及 n ハ定數デ、 $a = 0,0009, b = 0,0765, n = 0,35$ デアルガ、其ノ後らんだー (Lander) ハ $a = 0,002, b = 0,141, n = 0,44$ ナルコトヲ見出シタ。

此ノ公式ノ形カラ凡ソ $\frac{dv}{\nu} = 3000$ ナル値ヲ持ツテ居ル限界流速ヨリ大ナル小範圍ノ平均流速ニ於テハ、摩擦抵抗ハ殆ト流速ノ 1,65 乃至 2,0 ノ間ノ冪數ニ比例シ、且ツ管徑ガ増スカ、流速ガ増スカ、又動粘性ガ減スル時ハ抵抗ハ殆ト流速ノ自乗ニ比例スル。

以上ハ管内ヲ流ル、流體ノ摩擦抵抗デアアルガ、大ナル管内ニ長イ物ヲ曳行ク時ニ生ズル抵抗ハ稍々

複雑ナモノデアアル。今横断面ガ楕圓形ヲ爲シ、其ノ長半徑ト短半徑トガ夫々 a_1 及 b_1 ナル長物ガ、大ナル管デ前ト圓心楕圓ノ横断面ヲ有シ、其ノ長半徑ト短半徑トガ亦夫々 a_2 及 b_2 ナルモノ、中心ヲ速度 v デ曳行ク時ニ、其ノ中心ニ近ク長サ l ナルモノ、運動ニ對スル摩擦抵抗 F ハ次ノ如クデアアル。

$$F = \frac{2\pi\eta lv}{\ln \frac{a_2 + b_2}{a_1 + b_1}} \quad [8]$$

茲ニ η ハ管内ヲ流ル、流體ノ粘性デ、流體ガ流線動ヲ爲ス場合デアアル。

若シ管内ヲ曳カレル物ノ断面ガ楕圓形デナイ時ハ、抵抗ノ公式ハ簡單デハナイ。

矩形断面ヲ持つタモノガ長半邊ガ a デ短半邊ガ b ナル場合ニ、之ト同一ノ抵抗ヲ持つ圓形断面ノ直徑 d ハ殆ド次ノ如クデアアル。

$$d = (a+b) \left(1 + \frac{1}{4} \sqrt{\frac{b}{a+b}} \right) \quad [9]$$

更ニ長イ物ノ速度ガ増セバ終ニ渦動ガ起リ、實驗公式ニ依ル外ハ満足ナル理論ヲ得ラレナイ。

滑カナ圓管内ヲ流ル、流體ノ渦動ハ移シテ以テ圓形断面ヲ持つタ長イ物體ガ其ノ軸ニ平行ニ流體ノ中ヲ動ク場合ニモ適用スルコトガ出來ル。而シ

テ潤面ノ抵抗ハ單位面積ニ對シテ $\rho v^2 f\left(\frac{v}{dv}\right)$ ニ比例シテ居ルコトが見出サレテ居ル。茲ニ $f\left(\frac{v}{dv}\right)$ ハ或ル不明ノ函數デアアル。故ニ長サ l 、徑 d ナル長イ物ノ皮膚摩擦ハ $\rho v^2 dl f\left(\frac{v}{dv}\right)$ ニ比例シテ居ル。今實驗ニ依リ皮膚摩擦ガ流速ノ n 乗ニ比例スルナラバ件ノ函數ハ $\left(\frac{v}{dv}\right)^{2-n}$ デナケレバナラス。從テ又長サ l ナル物體ノ抵抗力ハ $\rho v^2 dl \left(\frac{v}{dv}\right)^{2-n}$ ニ比例スベキ筈デアアル。水中ニ板ヲ動シタ場合ヲ考ヘテ $n=1.83$ トスレバ、長サ l ナル物ノ抵抗ハ $\rho v^{0.17} l d^{0.83} v^{1.83}$ ナル量ニ比例スル。

管ノ内壁ノ摩擦抵抗ハ往時ハ $v^{1.7}$ ニ比例スルモノト考ヘラレタガ、高速度ノ測定ガ出來ルヨウニナツテ、速度ガ増セバ、其ノ高釋ヲ用ヒルコトノ必要ナルコトガ知ラレルニ至ツタ。現今ニ於テハ前ニ舉ゲタ公式 [7] ガ今日マデノ凡テノ材料ヲ最モ良ク満足サセテ居ル様デアアル。而シテ船體ノヨウナモノヤ、實驗水槽中ノ模型ニ起ル摩擦抵抗ハ亦之ニ外ナラス。

[7] 式ノ兩節ノ對數ヲ作ツテ之ヲ微分シ、 δv 及 δF ヲ速度及摩擦抵抗ノ小イ變化トスレバ

$$\frac{\delta F}{F} = 2 \frac{1 + \left(1 - \frac{n}{2}\right) \left(\frac{b}{a}\right) \left(\frac{\nu}{dv}\right)^n}{1 + \left(\frac{b}{a}\right) \left(\frac{\nu}{dv}\right)^n} \frac{\delta \nu}{\nu} \quad [10]$$

今らんだーノ見出シタ $a = 0,002, b = 0,141, n = 0,44$ 及
攝氏 15° ノ粘性 $\nu = 0,01142$ ヲ用フレバ [10] ハ

$$\frac{\delta F}{F} = \frac{1 + 7,70 \left(\frac{1}{dv}\right)^{0,44}}{1 + 9,87 \left(\frac{1}{dv}\right)^{0,44}} \cdot 2 \frac{\delta \nu}{\nu}$$

$d = 2745$ 糧, $v = 1300$ 秒糧即チ毎時凡ソ 25 海里ノ速
度ヲ有スル船ノ場合ヲ取レバ $dv = 3,57 \times 10^6$, 從テ
 $(dv)^{0,44} = 757,5$; 故ニ

$$\frac{\delta F}{F} = \frac{1 + \frac{7,70}{757,5}}{1 + \frac{9,87}{757,5}} \cdot 2 \frac{\delta \nu}{\nu} = 1,992 \frac{\delta \nu}{\nu}$$

25 節附近ノ速度デハ摩擦抵抗ハ速度ノ $1,992$ 乗ニ
比例スルコトヲ示シテ居ル。從テ高速度デハ一般
ニ摩擦抵抗ハ殆ド速度ノ自乗ニ比例スル。

此ノ外溫度ノ變化カラ起ル粘性ノ異同ニ就テモ
摩擦抵抗ハ變化スルケレドモ, 其ノ量ハ攝氏 5° 位ノ
差ニ對シテ僅カニ $1/250$ 内外ニ過ギヌ。

又淡水ト鹹水トデモ粘性ニ多少ノ差違ガアル。

例ヘバ攝氏 15° デ淡水ノ粘性ハ $0,0114$ デアルガ, 同

溫度デ海水ハ $0,0116$ デ, 恰カモ淡水ノ溫度ガ攝氏 $0,7$
丈ケ低クナツタコトニ當ル。

例 4. [7] ナ攝氏 15° ニ對スル公式ニ改メヨ。

ふらうどガ實驗ニ供シタ板片ハ厚サ $\frac{3}{16}$ 吋, 幅 19 吋テ 50 呎ニ
至ル種々ナル長サノモノデアツタ。今流線動ヲ爲シテ居ル
圓壩テ, 前ノ板片ト同一ノ抵抗ヲ持ツテ居ルモノ、直徑ハ [9]
カラ $9,6$ 吋 = $24,4$ 糧デアアル。但シ渦動内ニ同一ノ抵抗ヲ受ク
ル圓壩ハ板片ト同一ノ面積ヲ有スルモノデアアルカラ, 此ノ場
合ノ直徑ハ $12,23$ 吋 = $31,1$ 糧デアアル。

らんだーノ定數ヲ用ヒ, $\rho = 1$ トスレバ [7] ハ

$$F = \pi d v^2 \left\{ 0,002 + 0,141 \left(\frac{\nu}{dv}\right)^{0,44} \right\}$$

之ニ攝氏 15° ノ水ノ粘性 $\nu = 0,0114$ ヲ用ヒレバ

$$F = \pi d v^2 \left\{ 0,0063 + 0,0197 \left(\frac{1}{dv}\right)^{0,44} \right\}$$

例 5. 溫度ノ變化ヨリ起ル所ノ摩擦抵抗ノ差異ヲ示セ。

[7] 式ノ F 及 ν ナ變化スルモノトセバ

$$\frac{\delta F}{F} = \frac{n}{1 + \frac{a}{\left(\frac{\nu}{dv}\right)^n}} \cdot \frac{\delta \nu}{\nu} \quad [11]$$

攝氏 15° ニ於テ $\nu = 0,0114$, 同シク 20° ニ於テ $\nu = 0,0100$, $\delta \nu = -0,0014$
及攝氏 5° ニ對シテ $\frac{\delta \nu}{\nu} = -0,123$. 滑カナル管内ヲ流ル、水ノ定
數ヲ用フレバ, $n = 0,44$, $a = 0,002$ トシテ

$$\frac{\delta F}{F} = - \frac{0,0541}{1 + 0,0143 (dv)^{0,44}}$$

今若シ $(dv)^{0,44} = 757,5$ ヲ用ヒレバ

$$\frac{\delta F}{F} = - \frac{0,0541}{1 + 0,0143 \times 757,5} = -0,0046$$

攝氏 5° ニ對シテ摩擦抵抗ノ差ハ $0,46\%$ ニ過ギヌ。

37. 列車抵抗一斑. 鐵道列車ガ運轉スル際ニ受ケル列車抵抗ノ細目ニ入ルコトハ本書ノ目的デナイ. 茲ニハ船舶抵抗ト比較ノ爲唯其ノ一斑ヲ述ベルニ止メル.

今 R ヲ機關車ト共ニ全列車ノ抵抗(斤), w ヲ車輛及炭水車ノ抵抗係數每噸ニ付キ斤デ表シタモノトシ, 空氣抵抗ヲ含ム. Q ヲ列車及機關車ノ最大重量(噸), 炭水車ヲ除ク. T ヲ炭水車ノ重量(噸)トシ, 炭水ヲ滿載シタモノトスル. 而シテ $G = Q + T$ (噸) トスル. w_1 ヲ機關車ノ抵抗係數トシ, 炭水車ヲ除外スル. L ヲ噸デ表シタ機關車ノ全重量トシ, 亦炭水車ヲ除ク. 此ノ場合ニハ

$$\left. \begin{aligned} R &= wG + w_1L \\ &= w(Q + T) + w_1L \end{aligned} \right\} [12]$$

Z ヲ運轉中ニ於ケル機關車ノ牽引力(斤)トスレバ

$$Z \geq R [13]$$

ナルヲ要スル. 又ハ

$$\left. \begin{aligned} Q &= \frac{Z - w_1L}{w} - T \\ &= \frac{Z}{w} - \left(\frac{w_1L}{w} + T \right) \end{aligned} \right\} [14]$$

更ニ N ヲ汽罐ノ能力(馬力), V ヲ毎時斤デ表シタ列車速度トスレバ, 機關車ノ平均牽引力 Z ハ

$$Z = \frac{270N}{V} [15]$$

ふらんく (Frank) ノ説ニ從ヘバ可ナリ良イ石炭デ, H ヲ爐面(方米)トスレバ

$$\left. \begin{aligned} N &= (0,6 + 0,527\sqrt{V}) H \quad \text{貨物機關車} \\ N &= 0,617 H\sqrt{V} \quad \text{旅客及急行機關車} \end{aligned} \right\} [16]$$

從テ[16]ヲ[15]ニ代用スレバ

$$\left. \begin{aligned} Z &= \left(\frac{162}{V} + \frac{142}{\sqrt{V}} \right) H \quad \text{貨物機關車} \\ Z &= \frac{166,5H}{\sqrt{V}} \quad \text{旅客及急行機關車} \end{aligned} \right\} [17]$$

列車ノ出發ニ際シテハ其ノ運轉中ヨリモ更ニ多クノ牽引力ヲ必要トスル.

[12]又ハ[14]ノ抵抗係數 w ハ之ヲ直線平坦部抵抗, 半徑 r ノ曲線ノ抵抗及勾配 s ノ抵抗ノ三種ニ分ケルコトガ出來ル.

抵 抗 係 數

種類	$G = Q + T$ ニ對スル	L ニ對スル
直線平坦部	w_g	w_l
半徑 r ノ曲線	w_r	w_r
勾 配 s	$\pm s$	$\pm s$
計	$w = w_g + w_r \pm s$	$w_1 = w_l + w_r \pm s$

1,439 米 $\left(4'8''\frac{1}{2} \right)$ ノ標準軌間ニ對シテ是等各種ノ抵

抗係數ハ次ノ如クデアル。

$$\begin{array}{ccc}
 w_g(\text{毎噸珄}) & w_i(\text{毎噸珄}) & w_r(\text{毎噸珄}) \\
 2,5 + \beta V^2 & 2,6\sqrt{a} + \beta_1 V^2 & \begin{array}{l} r \geq 300\text{米} \\ r < 300\text{米} \\ \frac{650}{r-60} \quad \frac{500}{r-30} \end{array}
 \end{array}$$

茲ニ β 及 β_1 ハ或ル定數ニシテ列車ノ種類ニ依リテ異リ、 a ハ機關車ノ働輪ノ軸數デアル。

車輛ノ種類	β	β_1
無蓋有蓋取交セタル貨物列車	0,00052	—
滿載無蓋貨物列車	0,00026	—
輕車輛ヨリ成ル旅客及急行列車	0,00040	—
重車輛ヨリ成ル急行列車	0,00014	—
貨物列車機關車(軸數三)	—	0,0023
旅客列車機關車(軸數二)	—	0,0016

茲ニ貨物列車ハ $L = 38-40$ 噸、急行列車ニハ $L = 48$ 噸ト假定セリ。

佛國北部鐵道(Chemin de Fer du Nord)ニ於テ用ヒツツアル w_g 及 w_i ハ次ノ様デアル。

$$w_g = 1,6 + 0,0046V + 0,00046V^2$$

$$w_i = 3,8 + 0,027V + 0,0009V^2$$

狹軌ニ對スル抵抗ノ實驗ハ尙不充分デアル。

軌間(耗)	$w_g(\text{毎噸珄})$	$w_i(\text{毎噸珄})$	$w_r(\text{毎噸珄})$
1000	$2,6 + 0,0003V^2$	$2,7\sqrt{a} + 0,0015V^2$	$\frac{400}{r-20}$
0	$752,7 + 0,0002V^2$	$2,8\sqrt{a} + 0,00V^2$	$\frac{350}{r-10}$

$$600 \quad 2,8 + 0,0002V^2 \quad 2,9\sqrt{a} + 0,0008V^2 \quad \frac{200}{r-5}$$

若シ機關車及車輛ノ區別ヲ廢メテ一列車ノ全抵抗ヲ w_0 トスレバ、有蓋無蓋ノ貨物列車及輕車輛カラ成ル旅客列車ニハ

$$w_0 = 2,5 + 0,0006V^2$$

滿載原料貨物列車及直行列車ニハ

$$w_0 = 2,5 + 0,0004V^2$$

38. 水運及陸運々賃ノ比較. 水運及陸運々賃ノ比較ト云フ問題ハ茲ニ其ノ全般ニ涉ツテ論評スルニハ餘リニ大デアルカラ、今ハ單ニ其ノ一端ヲ述べルニ止メル。

巴那馬運河ヲ經テ北米合衆國太平洋岸カラ大西洋岸ニ達スルニハ運河通航料ヲ合セテ水運々賃ハ1噸平均6弗デ、15日懸カル。然シ鐵道デ直達ノ路ヲ通り、同ジク兩洋間ノ陸運々賃ハ平均22弗デアル。

北米五大湖内程石炭鑛石ノ水運々賃ガ廉ナル所ハ世界ニ又トナイ。即チ平均運賃ガ噸哩0,4みる(Millハ1弗ノ千分一)ニ過ギナイ。但シ湖邊鐵道ハ勾配モ緩デ曲線モ大デ、其ノ鐵路運賃ハ噸哩2,5みるニ値下セラレテモ、尙湖内運賃ノ6倍ニ及ンデ居ル。

ばっふろー及にゅーよーく間ノ鐵道運賃ハ1,96弗即チ噸哩4,5みるデアルガ、舊式ノ運河輸送ヲ以テシ

テモ、尙噸哩 3 みるニ過ギナイ。然シ將來荷役ノ設備ト輸送方法ヲ改善スレバ此ノ全距離ニ於テ 1 噸 (2000 封度) 26 せんト臺ニ減ジ、鐵鑛石ハ噸哩 0,5 みるトスルコトガ出來ルト信ゼラレテ居ル。

第七節 船舶ノ航進

39. 船舶航進ノ一斑。船ヲ浮ベテ之ヲ航進スルニハ棹ヲ立テ、船ヲ突張ルノヲ最モ簡單ナルモノトスル。一輩ニ棹ストカ又ハ小舟ニ棹ストカ言フ様ニ、小舟ト水深ノ小ナル所ニ限ル。勿論水底ニ棹ヲ突立テ、之ヲ力ニ船ヲ突張ルノデアルケレドモ、水深ノ大ナル所デハ棹ヲ以テ水ヲ推シ舟ヲ行ルコトモアル。次ニ櫂ヲ以テ水ヲ切り、櫓ヲ以テ小艇ヲ動スノハ人ノ知ル所デ、屢々貨物輸送ニ用ヒラレル。又帆ヲ懸ケテ風力ヲ利用スル所ノ帆前船モ、前ノ棹ヤ櫂ト併セテ用ヒラレ、其ノ大規模ノモノニ至ツテハ大洋ヲ横斷シ、航洋船トシテ用ヒラレルモノモアル。

船カラ延シタ綱ヲ運河又ハ渠化川ノ岸上デ人、馬又ハ機關車等ヲ用ヒテ曳クノハ綱曳船トモ稱スベキモノデアル。又曳船ト稱スル母船ガ蒸汽、吸入瓦斯、石油、電氣等ノ動力機ヲ備ヘテ貨物ヲ載セタ船ヲ曳クモノモアル。更ニ又貨物ヲ運ブ所ノ船ノ中ニ

蒸汽機關等ヲ備ヘテ動力自給ヲ行フ所ノ蒸汽河船等モアリ、又普通ノ貨物汽船トナレバ一般ニ深吃水ノ運河又ハ渠化川ヲ往復スル。

又鎖ヤ鐵鍊ヲ河底ニ沈メテ之ヲ手繰リツ、航進スル所ノ鎖航又ハ鍊航ナドモアル。

斯クノ如ク船ヲ動ス所ノ動力ガ自船中ニアツテ貨物ト同時ニ動かサレルモノハ放航トモ稱スルコトガ出來、動力ガ貨物ヲ運ブ船外ニ有ルモノハ即チ曳船デアル。

40. 運河内ノ航速。運河内ノ航速ハ一般ニ小デ、内地運河デハ毎時 5 軒位、海船運河デハ亦毎時 10 軒内外デアル。而シテ運河ノ法リヤ底ガ破損ヲ生ゼヌコトヤ、抵抗ガ成ルベク小ナルコトガ肝要デアル。殊ニ法リハ早イ航速ノ船ガ起ス波ヤ逆流ノ爲ニ洗ハレテ最モ崩壞ヲ爲シ易イ。但シ推進器ガ起ス渦卷ハ運河底ヲ攪立テル。

曳船デ貨物船ヲ曳クノハ運河ノ兩岸ヲ充分ニ利用スルコトガ出來ル利益ガアル。然シ運河内ノ航速ガ小デアルカラ、推進器ノ効率ハ 2 割乃至 3 割ニ過ギナイ。

41. 船舶ノ放航。船ガ自己ノ推進器又ハ蹊輪等ヲ運轉シテ航進スルノハ二ノ作用ニ依ルデアル。

第一ニハ水ノ惰性又ハ彈性ガアル爲ニ、之ヲ推セバ反動ヲ生ズルノデアアル。第二ニハ或ル種類ノ動力ニ依ツテ推進器等ヲ廻セバ水ニ依ツテ足懸リヲ得テ船ハ前進スル。然シ之ト同時ニ水ハ推サレテ後退スル。此ノ現象ヲ名ケテ船ノ摺退ト云フ。摺退ハ効率ヲ少クシ、從テ航速ヲ減ズル。航速ノ大ナル汽船ニ於テハ水分子ハ唯短時間推進器ノ壓力ヲ受ケテ而カモ摺退ノ時間ガ極メテ少イ。

摺退ハ亦推進器ノ水ニ當ル面積ヲ大クスレバ之ヲ減少スルコトガ出來ル。蹠輪船ハ此ノ點カラ見レバ普通ノ螺旋推進器ヨリモ有效デ、殊ニ水深ノ小ナル處ニ於テ最モ然リトスル。然シ荒海ヤ深イ河ナドデ大ナル航速ヲ欲スルナラバ、螺旋推進器ニ依ラナケレバナラス。

以上述べた方法デハ船ハ岸カラ綱デ曳カレタリ、或ハ底ノ鎖ヲ手繰ツタリセズニ、自由ニ進航スルコトガ出來ル。從テ運河内ハ勿論、可ナリノ勾配ヲ持ツタ河川ニモ之ヲ用ヒラレル。唯流速ノ大ナル河川デハ摺退ノ外ニ船ハ流水ノ爲ニ推流サレルカラ、言ハバ其ノ流速ダケ摺退ノ量ヲ増ス勘定デアアル。今流速ガ u 、摺退ガ s 、航速ガ v 、孰レモ毎秒米デ之ヲ表ハシ、且ツ其ノ船ノ抵抗ヲ F トスレバ、有效ナル仕

事ハ唯 Fv ニ過ギヌ。然シ推進器ノ軸デ測ツタ器械ノ仕事ハ流ヲ遡ルニ凡ソ $F(v+u+s)$ デ、從テ $F(u+s)$ 丈ケ空費スル。然ルニ流水ノ場合ニハ F ハ凡ソ $(u+v)^2$ ニ比例スルカラ、 u ガ大トナレバ空費スル仕事ハ急激ニ増加スル。

42. 綱曳航ノ鎖船及鑿航。前ニ述べた通り放航ニ於テハ仕事ノ空費 $F(u+s)$ ガ可ナリ多イ。此ノ空費ヲ少クスル目的デア案出セラレタモノハ鎖航及鑿航デアアル。即チ流速ガ大ナル河ニ用ヒラレタガ起源デアルケレドモ、運河隧道内ナドニモ用ヒラル、ニ至ツタ。鐵鎖又ハ鐵鑿ハ河ノ場合ニハ河底ニ取附ケラレ運河ノ場合ニハ其ノ側面ニ取附ケラレル。

曳船道ヲ持ツタ運河デハ船ニ綱ヲ附ケテ陸上カラ人ヤ馬又ハ機關車ナドデ之ヲ曳ク。而シテ運河内ノ放航デハ仕事ノ空費ハ4割乃至7割ニモ上ルガ、鎖航及鑿航デハ0.5割位デ、綱曳航デハ殆ド空費ガナイト云ツテモヨイ。此ノ綱曳殊ニ人馬ニ依ル所ノ方法ハ極テ原始的ノモノデアルケレドモ、帆前船ト同ジク古イ時代カラ用ヒラレタモノデアアル。

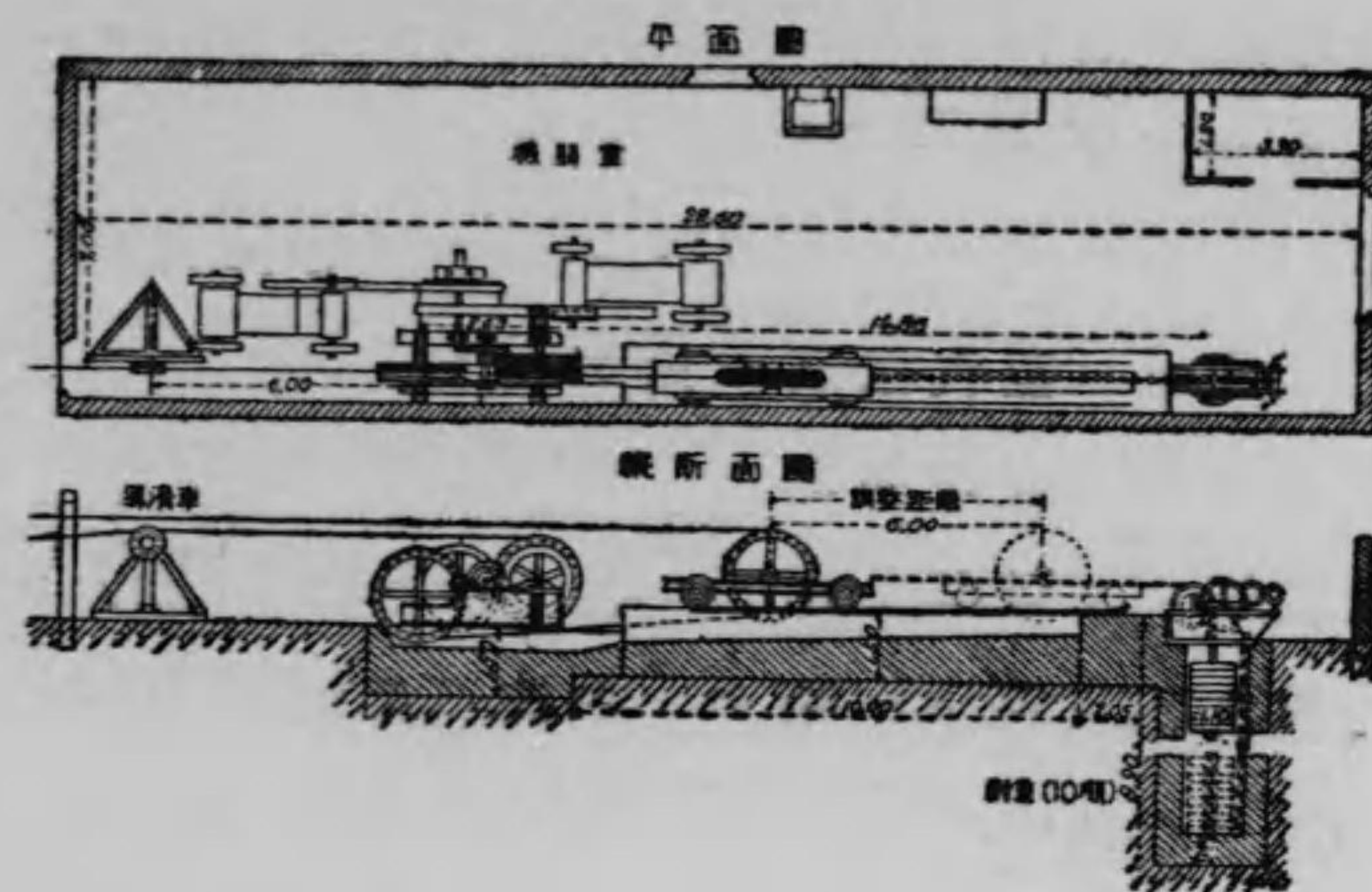
然ルニ運河ノ能率ヲ増ス爲ニハ船ノ航速ヲ増サナケレバナラス。從テ器械力ヲ利用スル所ノ曳船ガ用ヒラル、ニ至ツタ。

鎖航及鑿航ハ元ト流ノ急ナ河ニ用ヒタモノデア
 ルガ、運河ノ隧道内ハ陰濕デ人ヤ馬ナドノ綱曳ニ適
 シナイ爲、茲ニモ亦用途ヲ見出スニ至ツタノデア
 ル。鐵鎖又ハ鐵鑿ガ河底ニ横ヘラレテ其ノ兩端ガ固定
 セラレテ居ル。曳船ニハ前後ニ二ノ轆子ガアツテ
 鐵鎖又ハ鐵鑿ヲ捲キ、更ニ若干ノ導轆子ヲ經テ中央
 ナル二三ノ圓塼ニ捲付ケラレテ居ル。然シ單ニ是
 ノミデハ摩擦ニ依ツテ鐵鎖又ハ鐵鑿ヲ保持スルノ
 デ、屢々不充分デア
 ルカラ、佛蘭西ノぶーふー Bouvet
 ハ圓塼上ニ強力ノ磁石ヲ裝置シテ鎖ヲ保ツコトヲ
 案出シ、べりんぐらーと(Bellingrath)ハ更ニ摺ミヲ工夫
 シタ。ざーれ河(Saale)、まいん河(Main)及ねっかーる河
 (Neckar)及えるべ河(Elbe)等ニハ鎖航ヲ用ヒテ居ル。

河ノ勾配ガ 25/100,000 トナレバ鎖航ハ蹊輪汽航ヨ
 リモ有利トナルガ、4/10,000 トナレバ運轉ハ稍々困難
 トナリ、5/10000 トナレバ運轉ハ不可能トナル。之
 ニ反シテ勾配ガ緩ナレバ放航ハ鎖航又ハ鑿航ヨリ
 モ有利デア
 ル。蓋シ鐵鎖及鐵鑿ノ修繕費ガ多イカ
 ラデア
 ル。わるねぶるぐ(Warneburg)ノ説ニ、毎秒 0,8
 米以下ノ流速デハ放航ノ曳船汽船ハ鎖航鑿航ニ勝
 リ、0,8 米乃至 1,2 米ノ平均流速デハ兩者共存シ、1,2
 米以上ノ流速デハ鎖航鑿航ノ方ガ有利デア
 ル。

えーぬ まるぬ運河(Aisne-Marne Canal)ノ頂區ニ長
 サ 2,3 軒ノ隧道もん ど びえい (Mont de Billy) ガア
 ル。其幅 6,10 米、水深 2,2 米乃至 2,5 米、一側ニハ幅 1,5

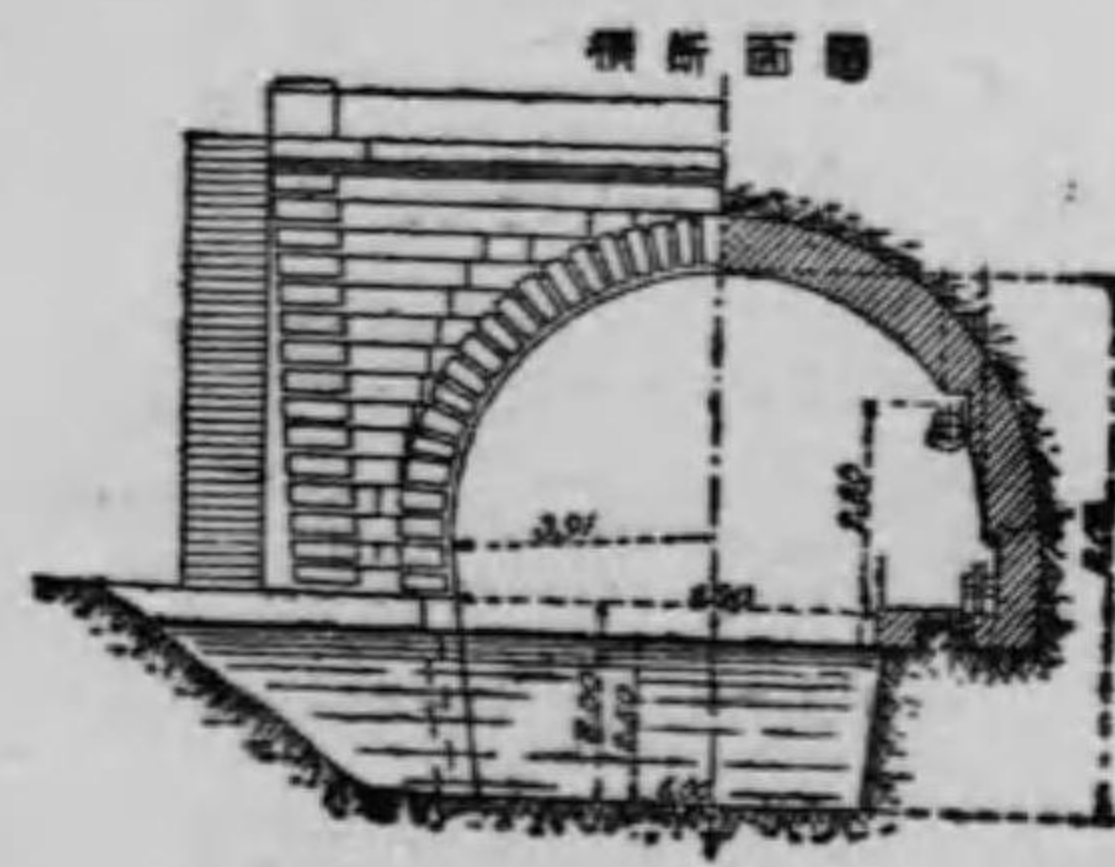
第八十二圖



米ノ曳船道ガアル。第八十二圖ハ側壁上ノ高低二
 列ニ鑿條ノ導滑車ヲ取附ケ、且ツ一端ニハ鑿條ノ伸
 縮ヲ調整スル所ノ裝置

第八十三圖

ヲ有スル無端鑿條ノ一
 端ヲ示シ、第八十三圖ハ
 隧道ノ横断面デア
 ル。



43. 發動機船 蒸汽
 河船又ハ蒸汽船ノ様ニ
 航進ノ器械ヲ備ヘ、兼ネ

テ貨物ヲ搭載スルモノヲ發動機船ト云フ。但シ發動機船ナル名ハ主トシテ旅客用及遊覽用トシテ用ヒラレテ居ル。

古イ發動機船ハべんぢん又ハ石油發動機ニ依ツテ推進機ヲ運轉シタ。吸入瓦斯ハ簡單低廉ナ爲ニ用ヒラレテ居ル。一般ニ發動機船ハ燃料ヲ貯藏スル場所ガ少ク、重量モ多カラズ、運轉ノ容易デ輕便ナコトハ普通ノ蒸汽機關ノ比デナイ。

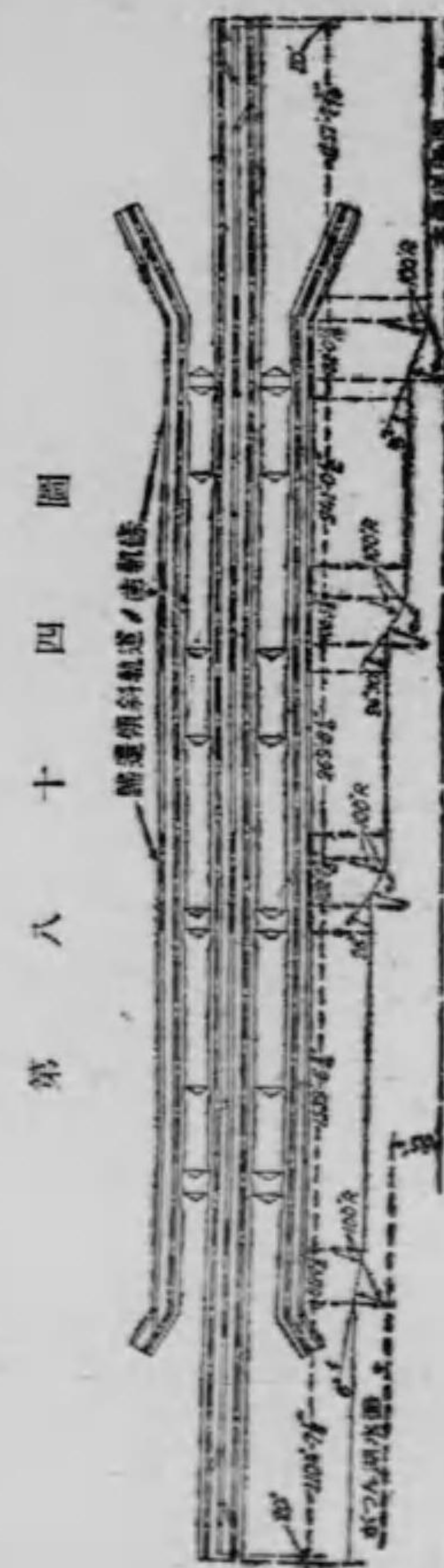
電氣機械ガ近來長足ノ進歩ヲシタ結果トシテ、亦發動機船ニモ電氣ヲ用ヒル様ニナツタ。此ノ場合ニハ架空線ヲ陸上ニ架ケテ電流ヲ船中ニ取り、電池ヲモ用ヒルノデアアル。唯一般ニ電氣設備ハ其工費ガ不廉デアアルノハ弱點ト考ヘラレル。

英國ノとれんと めるせー運河(Trent Mersey Canal)ノヘーぶかつする(Havecastle)隧道ハ 2650 米及 2675 米アル。從來馬匹牽引ヲ行ツタガ、數年前カラ曳船用電氣發動機船ヲ作ツタ。長サ 12,20 米、幅 2,12 米、吃水 1,20 米、電動機ハ 38 馬力デアアル。

44. 機關車. 機關車ヲ用ヒテ陸上カラ船ヲ曳クノハ汽車ノ場合ト同ジク想到セラレタノハ勿論デアアル。おーでる しぶれー運河デ機關車ヲ試ミタガ満足ナル結果ヲ得ナカッタ。蓋シ機關車ハ一般

ニ重クテ強固ナル軌道、不廉ナル曳船橋梁ナドヲ要スルカラ、機關車デ運轉スルノハ經濟上不得策ナル場合ガ多イ。而シテ古來實驗的ニ試ミラレタ機關車式ノモノハ其ノ種類ガ頗ル多イ。

巴那馬運河ノ曳船用機關車ハ 40 臺モアツテ水閘内ヲ通過スル船ヲ牽引シテ居ル。此ノ運河ノ水閘ノ落差ハ 28 呎内外デ、殊ニがつん (Gatun) ニ於テハ大西洋ノ海面カラ三段ノ水閘階ヲ昇ツテがつん湖ノ +85 呎ノ水位トナツテ居ル。從テ水閘ノ一段ト次ノ段ノ間ニハ可ナリノ勾配ガアル。第八十四圖ハがつん水閘ノ平面圖及縱斷面圖デアアル。茲ニ電氣機關車ヲ運轉スルニハ齒軌條ヲ用ヒテ、普通ノ附著軌條ニ依ラナイ。但シ後退ノ場合ニハ勾配ノ處ニノミ齒軌條ヲ用ヒテ居ル。齒軌條ニ嚙ミ合フ齒車ハ機關車ノ軸ヲナシ、三相 25 周波、220 ㍉とノ交流ヲ地



下接觸式ニ依ツテ機關車ニ給電スル。機關車ノ全重量ハ 86,300 封度,全長 32 呎 $2\frac{1}{2}$ 吋,幅 8 呎,高サ 9 呎 3 吋,最大牽引力 47,800 封度,曳船速度毎時 2 哩,單行速度ハ毎時 5 哩,曳綱ノ張力 25,000 封度,船ヲ曳キナガラ上ル時ニハ二臺ノ機關車ハ前進シテ,他ノ二臺ハ後方ヘ船ノ位置ヲ調整スル作用ヲ營ム。若シ非常ニ大ナル船ナラバ六臺乃至八臺ノ機關車ヲ使用スル。

第八節 内地運河

45. 古代ノ運河. 古代ノ運河トシテ文獻ノ徴スベキモノガ甚ダ少イ。唯斷片的ニ作ラレタモノデ其ノ遺跡ノ今日ニ殘ツテ居ルモノモアル。支那ノ大運河ノ如キハ其ノ最ナルモノ、一デアアル。

大運河ハ南ハ揚子江畔カラ始マリ,黄河ヲ貫イテ白河ニ達シ,其ノ延長 110 浬,西曆第七世紀隋ノ煬帝ノ頃ニ作ラレテ居ル。勿論一部ハ天然ノ河ヲ利用シ,一部ハ築堤ニ依ツテ作ラレタモノデ,築造ノ目的ハ海路ノ危險ヲ避ケテ水運ノ便ヲ圖ラウトシタノデアアル。

此ノ運河ハ三區ニ分ケルコトガ出來ル。南區ハ揚子江畔ノくわちゅー(Kwatschou)カラ黄河ニ近キあんしゅんじ(Anshanyi)ニ至リ,中區ハあんしゅんじカラ淮

河ノりんちん府ニ至ル。而シテ其ノ北區ハリんちん府カラちゅんちゅんニ達スルモノデアアル。南北兩區ハ舟楫ノ便ガアルケレドモ,中區ハ殆ド乾イテ居ル。殊ニ南區ハ幅 50 米乃至 200 米ニ及ビ,水深 2 米乃至 4 米ヲ持ツテ居リ,高イ築堤ヤ,多クノ閘門ガアル。一日往復ノ船舶ガ 2000 隻ニモ達スルコトガアル。

數年前カラ大運河借款ニ依リテ,淮河ノ改修及大運河ノ浚渫ガ計劃セラレツ、アル。

歐羅巴デハ第十一世紀ノ頃北伊太利ニ運河ノ開鑿セラレタモノガアル。第十三世紀ニハ和蘭ヤ北佛蘭西ニモ亦可航排水運河ノ鑿掘セラレタモノガアル。殊ニ第十七世紀カラ第十八世紀ニカケテ多クノ運河ガ佛國ニ作ラレタ。即チろある河トせーぬ河ヲ連ネルぶりあーる運河(Canal de Briare)ガ 1642 年ニ出來,ぎょろんぬ河ト地中海ヲ繋グみぢ運河(Canal du Midi)ガ 1668 年乃至 1684 年ニ出來,さんかんたん運河(Canal St. Quentin)ハ 1724 年乃至 1810 年ニ出來テ,しゅるで(Schelde),さんぶる(Sambre),そんむ(Somme),おゝす(Oise)諸川ヲ繋ギ,ぶるぐんど運河(Canal de Burgund)ハ 1773 年乃至 1832 年ニ成ツテせーぬ河トそーぬ河トヲ繋イタ様ナノガ是デアアル。

獨逸デハえるべ河トは一ふゑる河 (Havel) トヲ繋グ運河ガ第16世紀ニ作ラレタ。しぶれー河トおーでる河ヲ連ネタふりーどりっひゐるへるむ運河(Friedrich-Wilhelm Kanal)ハ亦みゑーるろーざー運河(Mühlroser Kanal)トモ呼バレ、長サ24軒、1662年カラ1668年ノ間ニ出来タ。おーでる河トは一ふゑる河トヲ連ネタふいなう運河(Finow Kanal)ハ大部分第17世紀ニ出来タ。然シ三十年戦争ノ間廢頽ニ歸シタガ、1746年ニ開通シタ、長サ45軒デ15個ノ水閘ヲ備ヘタ。ふれでりく大王ノ世ニハぶらうえん運河(Plauensche Kanal)が出来テ、一ふゑる河トえるべ河トヲ繋イダ。えるべ、おーでる及わいくせる諸川ノ間ニモ亦此時代ニ運河ノ接續ガ出来タ。

奧利亞デハ維納新市街(Wienerische Neustadt)トゐん市トノ間ニ長サ62軒ノ運河ガ1781年ニ作り出サレタガ、今日ハ舟運ニ用ヒテ居ラナイ。同年匈牙利デハ長サ118軒ノふらんつゑんす運河(Franzesn Kanal)ガ著手サレテ、どなう河トたいす河(Theiss)トヲ連ネタ。

英國デハ第十八世紀ノ後半部ニ運河ガ發達シタ。ぶりっちをーたー運河(Bridge Water Canal)ハ1776年ニ完成シタ。恰カモりばーぶーる及まんちゑすたー間ノ鐵道ガ一紀元ヲ劃シタ時デアル。長サ60軒デ

水閘ノ數ガ10個アル。とれんとめるせー(Trent Mersey Canal)或ハぐらんどとらんく運河(Grand Trunk Canal)ハ1777年ニ完成シテ長サ150軒、91個ノ水閘ヲ備ヘテ居ツタ。

46. 第十九世紀以後佛國ニ於ケル内地運河ノ發達。第十九世紀ニ入ツテカラ歐羅巴ニ於ケル運河ノ發達ハ殊ニ著シイモノガアツタ。殊ニ佛蘭西ハ平野ガ多クテ大小ノ河川ガ東西南北ニ流レテ居ル爲メ河ノ一部ヲ渠化シ、更ニ運河ヲ以テ彼是連絡ヲ行フ時ハ水運上非常ニ便利ナル多クノ水路ガ得ラレタノデアアル。今其ノ二三ノ例ヲ擧ゲテ見レバ、らんらいん運河(Canal du Rhône au Rhin)ハ長サ186軒デ74ノ水閘ヲ有シ、1835年ニ出来、ぶーるごーに運河(Canal de Bourgogne)ハ長サ242軒デ189ノ水閘ヲ備ヘ、1838年ニ竣功シタ。又えすと運河(Canal de l'Est)ノ南線ハらぬーづゐーゆ(Laneuville)カラそーぬ河ノ上流こる(Corre)ニ達スルモノデ、1882年ニ成リ、長サ129軒、水閘101個ヲ持ツテ居ル。其ノ北線ト稱スルモノハむーす河(Meuse R.)ヲ渠化シテぎべー(Givet)ニ達スルモノデアアル。而シテそーぬ河ノこるカラりおんニ達スルモノハ渠化セラレタ河筋デ長サ374軒、30個ノ水閘ヲ備ヘテ居ル。まるぬそーぬ運河(Ca-

nal de la Marne à la Saône)ハ長サ 224 軒,水閘 114 個,1907 年ニ出来上ツタ。又よんぬ河 (Yonne)ノ渠化ハらろーし(Laroche)カラもんごろー(Montereau)マデ 85 軒ノ間, 17 個ノ水閘ヲ以テ 1871 年ニ出来上リ,さんごる運河 (Canal du Centre)ハ長サ 116 軒,水閘 67 ヲ持ツテ居ル。其ノ外まるぬらいん運河(Canal de la Marne au Rhin)ハ 1853 年ニ出来上リ,長サ 315 軒,180 個ノ水閘ヲ持ツテ居リ,ある河トよんぬ河トヲ連ヌルニふえるねー運河(Canal de Nivernais)ヤ,まるぬらいん運河ト渠化シタざーる河トヲ連ヌルざーるこーれん運河(Saar Kohlen Canal)ノ如キ亦皆第十九世紀内ニ出来テ居ル。最後ニまるせーゆろーん運河(Canal de Marseille au Rhône)ハ近ク 1916 年五月公式ニ殆ド開通シテ,ろーん河口ノ淺瀬ヲ避ケ,其ノ上流ノあーる(Arles)トまるせーゆトヲ連ネタモノデアル。

47. 中歐諸國ノ運河。獨逸ニ於テ第十九世紀ノ前半期ニ作ラレタ運河ノ中ニ,まいんどなう運河(Main-Donau Kanal)或ハるーどむくす運河(Ludwigs Kanal)ガアル。長サ 141 軒,87 ノ水閘ヲ持ツテ居ル。伯林附附ニハはーふえる河流域ニ小運河ノ作ラレタモノガ少クナイ。らんどゑーる運河(Landwehr Kanal)ノ如キハ其ノ一デ,長サ 10,5 軒, 1850 年ニ出来上ツタ。

1864 年ニえるびんぐおーばーらんど運河(Elbing Oberländischer Kanal)ハ長サ 175 軒デ,中ニ有名ナル斜路ヲ持ツテ居ル。1873 年ニハめんめる河(Memel R.)トめんめる市トヲ連ヌル長サ 51 軒ノけにっひゐるへるむ運河(König Wilhelm Kanal)ガ出来上ツタ。1870 年普佛戦争ノ結果トシテ佛蘭西ノ運河約 400 軒許リガ獲得サレタ爲ト,更ニ新造ニ係ル運河ガ多イ爲メ,獨逸ニハ運河ノ長サガ著シク増加シタ。即チははーふえる河ノ支線トモ見ルベキつーでにっくりーべんすわると運河(Zehdenick-Liebenswald K.)ヤ,中部えむす河流域ニ作ラレタ若干ノ排水運河トモ稱スベキむーあ運河(Moor Kanal)及おるでんぶるぐ地方ニ作ラレタはんたーえむす運河(Hunter Ems Kanal)ヲ除キ,次表ノ如キ運河ガ作ラレタ。

運河名	長サ(軒)	水閘ノ數	竣工ノ時
えむすやーで (Ems-Jade)	73	6	1880—1887
おーでるしぶれー (Oder Spree)	87	8	1890
どるとむんどえむす (Dortmund Ems)	282	28	1892—1899
えるべとらーふえ (Elbe-Trave)	64	7	1896—1900
てるとー (Teltow)	37	1	1900—1906
ほーへんつゝるれん (Hohenzollen)	100	8	1905—1913
らいんへるれ (Rhein-Herne)	38	7	1914

えむす ゑーざー
(Ems Weser)

1915

舊奧利亞ニ於テハ 1901年次ノ水路築造ヲ敕定シ
タガ、財政ノ窮乏ト國家ノ解體トニ逢ツテ未ダ出來
上ラヌ。

運河名	延長(軒)	海面上 頂區高(米)	全落差(米)	水閘數
どなう おーでる (Donau Oder)	274	285	205	50
どなう もるだう (Donau Moldau)				
ゑーん ぶどわいす	205	540	535	129
りんつ ぶどわいす	95	690	748	170
おーでる えるべ (Oder Elbe)	196	420	411	100
おーでる わいくぜる どにーすとる (Oder-Weichsel-Dnjestr)	479	270	286	71

和蘭ニ於テハ其ノ地勢ノ低濕ナルガ爲メ、運河ノ
必要甚ダ多ク、絶エズ築造擴張セラレテ、國內ニハ蛛
網ノ如ク縦横ニ運河ガ貫通シテ居ル。 めるゑーど
運河 (Merwede Canal)ハ亦らいん運河ナド、モ呼バレ、
1893年ニ出來上ツタ。 第三編ニモ述べタ通りらい
ん河ガ和蘭國境ニ入ツテ後分レテ北上スルわいせ
る河(Yssel)及西流スルわーる河(Waal)トナリ、わいせる
ハ更ニ間モナク左方ニれく河(Lek)ヲ岐出シテ居ル。
めるゑーど運河ハづいだ一灣(Zuider Zee)ノ西南方ニ在
ルあむすてるだむ港ヲ起點トシテ南走うこれひと
市(Utrecht)ヲ過ギ、れく河ト連ツテ居ル。 又一支線ハ

うこれひとカラわーる河 むーす河 (Meuse) 又ハマ
ーす河(Maas)ト交ツテめるゑーど河(Merwede)トナル地
點ニ接續シテ居ル。 此ノ運河ノ全長ハ70軒ニ過ギ
ナイケレドモ、一方ニハあむすてるだむ市トらいん
河ヲト繋ギ、他ノ一方ニハむーす河ヲ通シテ白耳義
及佛蘭西ノ諸水路ニ連絡シテ居ル。 水閘ノ數六個
アル。

白耳義ニモ亦多クノ運河網ヲ持ツテ居ル。 就中
さんごる運河(Canal de Centre)ハ最モ著シイモノデア
ル。 ぶるっせる (Bruxelle)ニさんぶる河トヲ繋グし、
るろあ運河(Canal de Cherleroi)ノ支線ハらるーづい
えーる(La Louvière)ニ終リ、しるで河 (Schelde)ニ連ルこん
で一運河 (Canal de Condé)ハもんす (Mons)ニ終ツテ居
ル。 此ノもんすとらるーづいえーるトヲ繋イデ
居ル運河ガ即チさんごる運河デアル。 長サ21軒ニ
過ギナイケレドモ其ノ落差ハ89,5米ニ達シ、四個ノ
水閘ト四個ノ昇降槽トヲ用ヒテ居ル。

48. 瑞典及露西亞ノ運河。 瑞典ニハ無數ノ湖沼
ガアル。 是等ノ湖沼又ハ湖ト海トヲ繋イデ多クノ
運河ガ作ラレテ居ル。 其ノ全延長ハ左マデ長クハ
ナイガ、流筏ノ點カラ極メテ必要デアル。 殊ニとろ
ーるへったん運河(Trollhättan Canal)ノ如キハ其ノ最モ

著名ナモノ、一デ、1909年以來七年間ニ成功シタ。

露西亞モ平地ガ多クテ大小ノ諸川縦横ニ貫流シテ居ルカラ、運河ノ利用ハ殊ニ著シイモノガアルケレドモ、地域廣大デ且ツ國內ノ殖産興業ハ未ダ大ニ水運ヲ利用スルノ域ニ達シテ居ラス様デアアル。ねば河(Neva)ハらどガ湖(Ladoga Lake)カラ西流シテベどろぐら一どヲ過ギばるち、く海ニ注イデ居ル。らどガ湖ノ南ニ起ツテすゐる河(Swir)ニ沿ヒ、東シテおねガ湖(Onega Lake)ニ達スルらどガ運河ハ延長168軒ニ達シテ居ル。おねガ湖ノ南岸カラ運河ガ東南ニ走ツテをるガ河ノ支流ニ連ツテ居ルモノガアル。此ノねば河トをるガ河トヲ繋イダ水路ハ有名ナルまりえん水路(Marien Waterway)ト稱スルモノデ延長1150軒ニ達シテ居ル。

49. 北米合衆國ニ於ケル運河。由來北米合衆國內ニ作ラレタ運河ハ殆ド河ノ急流早瀬ヲ避ケル爲ニ設ケラレタ並行運河デアツタ。例ヘバせんとめりーすふろーるす運河(St. Marys Falls Canals)ハすべりおる湖トひろーろん湖トノ間ニ作ラレタ海船運河デ、こるばーとしよーるす運河(Colbert Shoals Canal)ハてんねしー河(Tennessee R.)ノびくとりー瀬及こるばーと瀬(Big Tree & Colbert Shoals)ヲ避ケテ作ラ

レタ模範的ノ並行運河デアアル。長サ4,8軒(8哩)、深サ低水位ニ於テ2,13米(7呎)、下流 $5\frac{1}{2}$ 哩ノ間ハ土砂ヲ掘鑿シタモノデ、低水位デ底幅112呎、水面幅140呎、法リ2:1、上流 $2\frac{1}{2}$ 哩ノ間ハ主ニ岩盤ヲ掘鑿シタモノデ底幅175呎、水面幅190呎、下端ニ於ケル水閘ノ有効延長350呎、幅80呎、落差最大濁水位ノ時26呎斜接鋼製ノ弧形閘門ヲ用ヒテ居ル。

而シテ普通ノ頂區ヲ備ヘテ河船ノ通航ヲ爲サシメ様トスルモノニいりのい及みし、びー運河(Illinois & Mississippi Canal)及に、よーく州河船運河(New York State Barge Canal)ガアル。前者ハ長サ121軒、水深2,1米、水閘3個ヲ備ヘテ居ル。

みし、びー河ハ北米合衆國ヲ東西ニ中斷シテ居ル中部ノ大河デ水運ノ利ガ甚ダ多イ。河口カラ舟運ヲ通ズル處實ニ3909軒ノ上流ニ達スル。いりのいみしがん運河(Illinois Michigan Canal)ハ長サ164軒、水深1,8米、水閘15個、みし、びー河トみしがん湖トヲ直接ニ繋イデ居ルケレドモ、170噸ノ船ガ通航シ得ルニ過ギナイ。又みし、びー河ハ其ノ支流おはいお河(Ohio R.)ヲ通ジテ長サ440軒ノみあみ運河(Miami Canal)及長サ510軒ノおはいお運河(Ohio Canal)ニ依リえりー湖(Erie L.)ニ接續シテ居ルガ、茲ニモ80噸

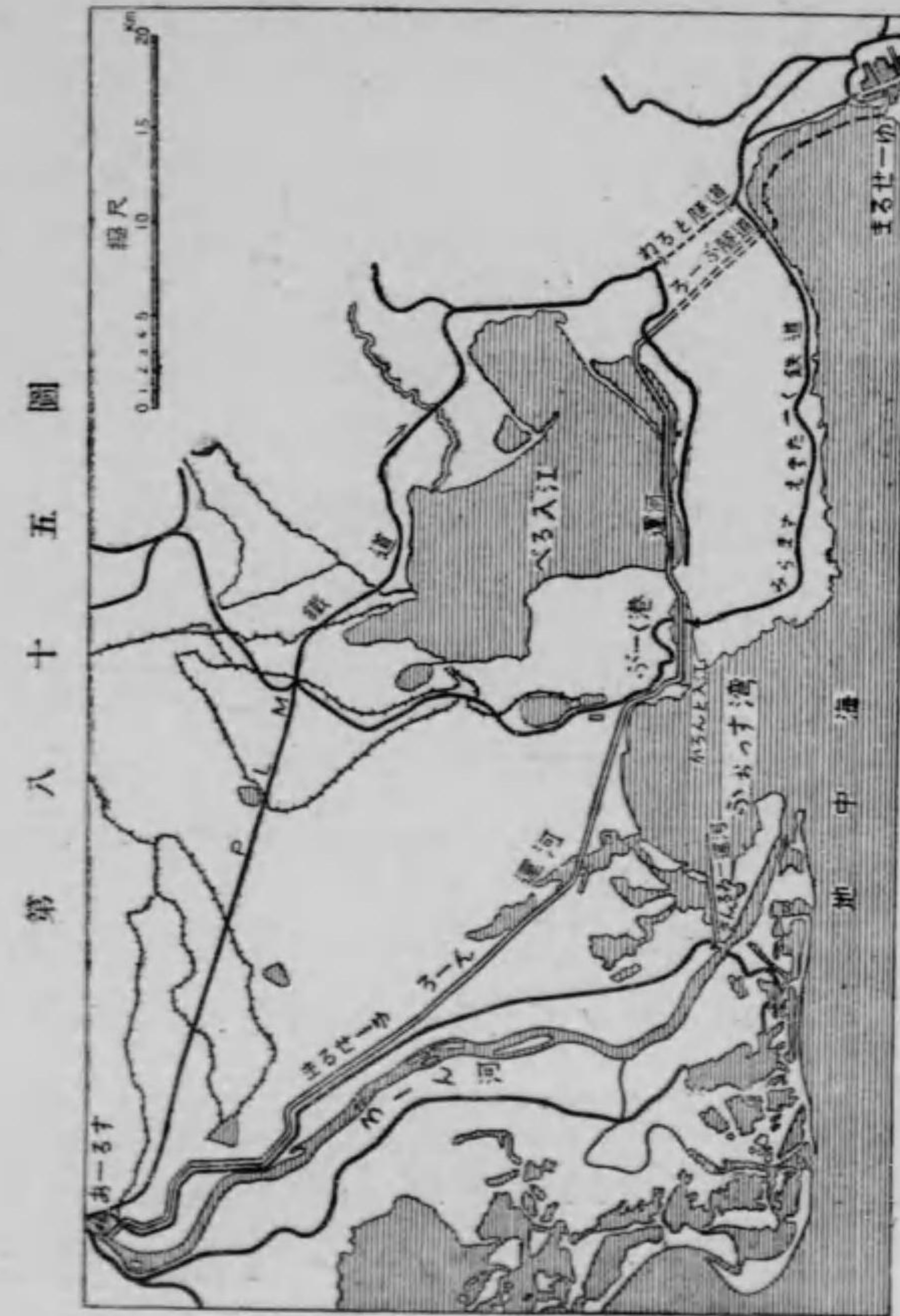
ノ船ガ通航シ得ルニ止ツテ居ル。而シテ新シイ運河デハ前ニ舉ゲタいりのい みし、びー運河又ハへんねびん運河(Hennepin Canal)ト呼バレテ居ルモノガ著名デアル。此ノ運河ハへんねびん市デいりのい河カラ岐レ、ろく河(Rock R.)ヲ過ギテ上みし、びーニ達シ、其ノ延長 120 杆デアル。いりのい河カラ頂區ニ上ルニハ 60 米ノ落差ガアツテ 21 個ノ水閘ヲ用ヒ、上みし、びー河ニ下ルニハ 10 個ノ水閘ニ依ツテ居ル。此ノ運河ノ平均幅ハ 25 米、水深 2,10 米、600 噸ノ河船ヲ通スコトガ出來ル。へんねびん運河ハ 1907 年ニ竣功シ、工費 7,566,000 弗、維持及運轉費ガ 1919 年ニ至ルマデ 1,716,000 弗。

にゅーよーく州河船運河ハおんたりを湖畔ノばっふろー市(Buffalo)トはどそん河畔ナルをーたーふーろど(Waterford)ヲ繋イダモノデ、おすゑご運河(Oswego Canal)及ちあんぶれーん運河(Champlain Canal)ナル二ノ支線ヲ持ツテ居ル。此外ちえさびーく おはいお運河(Chesapeake Ohio Canal)ハかんばーらんど(Cumberland)及わしんとん(Washington)ヲ繋ギ、長サ 296 杆、れーはい運河(Lehigh Canal)ハこーるぼーと(Coalport)及えーすとん(Easton)ヲ繋ギ、長サ 174 杆、しゅるきる運河(Schuylkill Canal)ハみるくりーく(Millcreek)及ふいらでる

ふ、や(Philadelphia)ヲ繋イデ長サ亦 174 杆、是等ハ共ニ水深 1,8 米ニ過ギナイ。

以下新シイ運河ニ就テ少シク述ベテ見ヨウ。

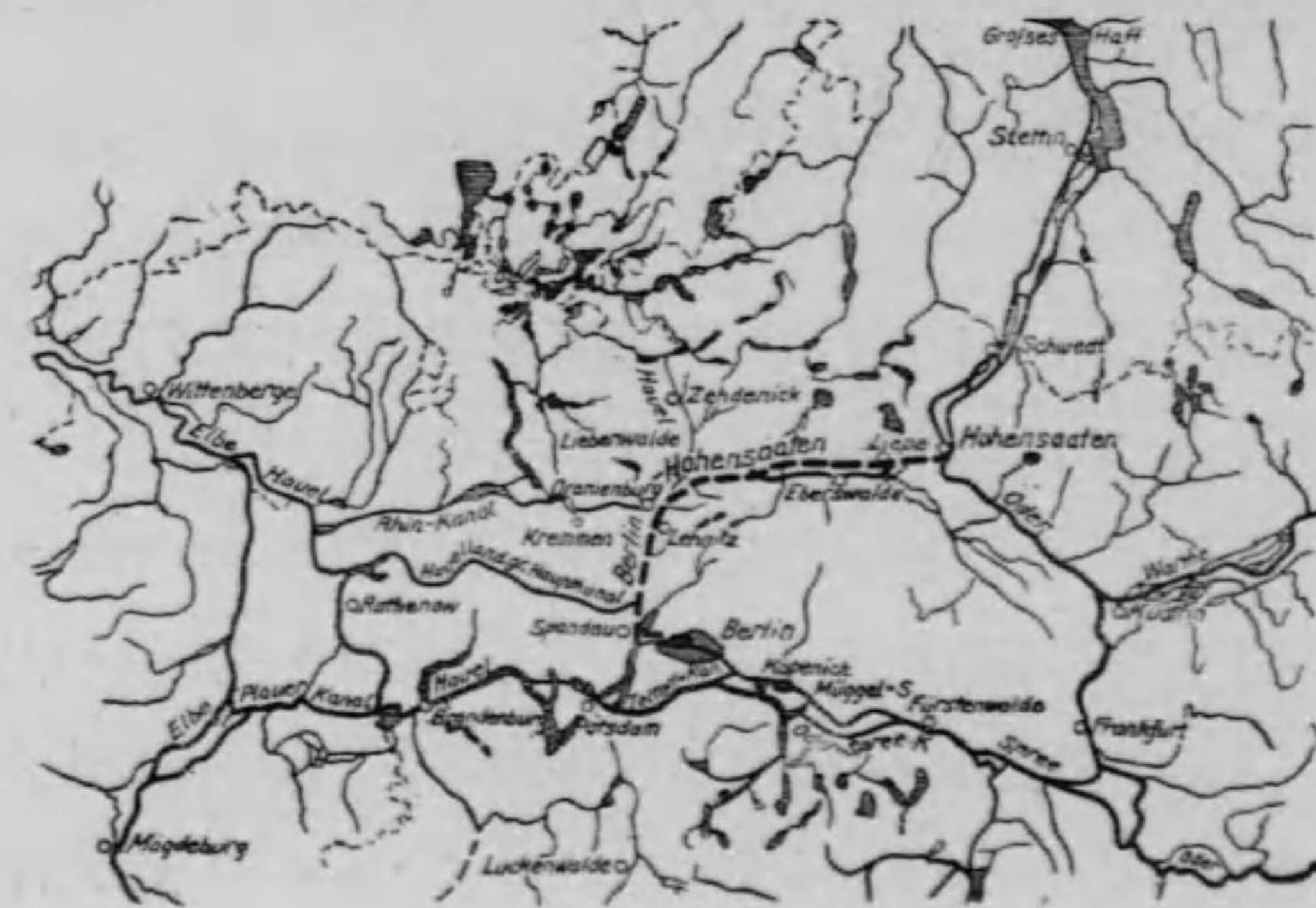
50. まるせーゆーろーん運河. まるせーゆーろーん運河ノ築造ハ 1903 年十二月ノ法律デ確定シ、工



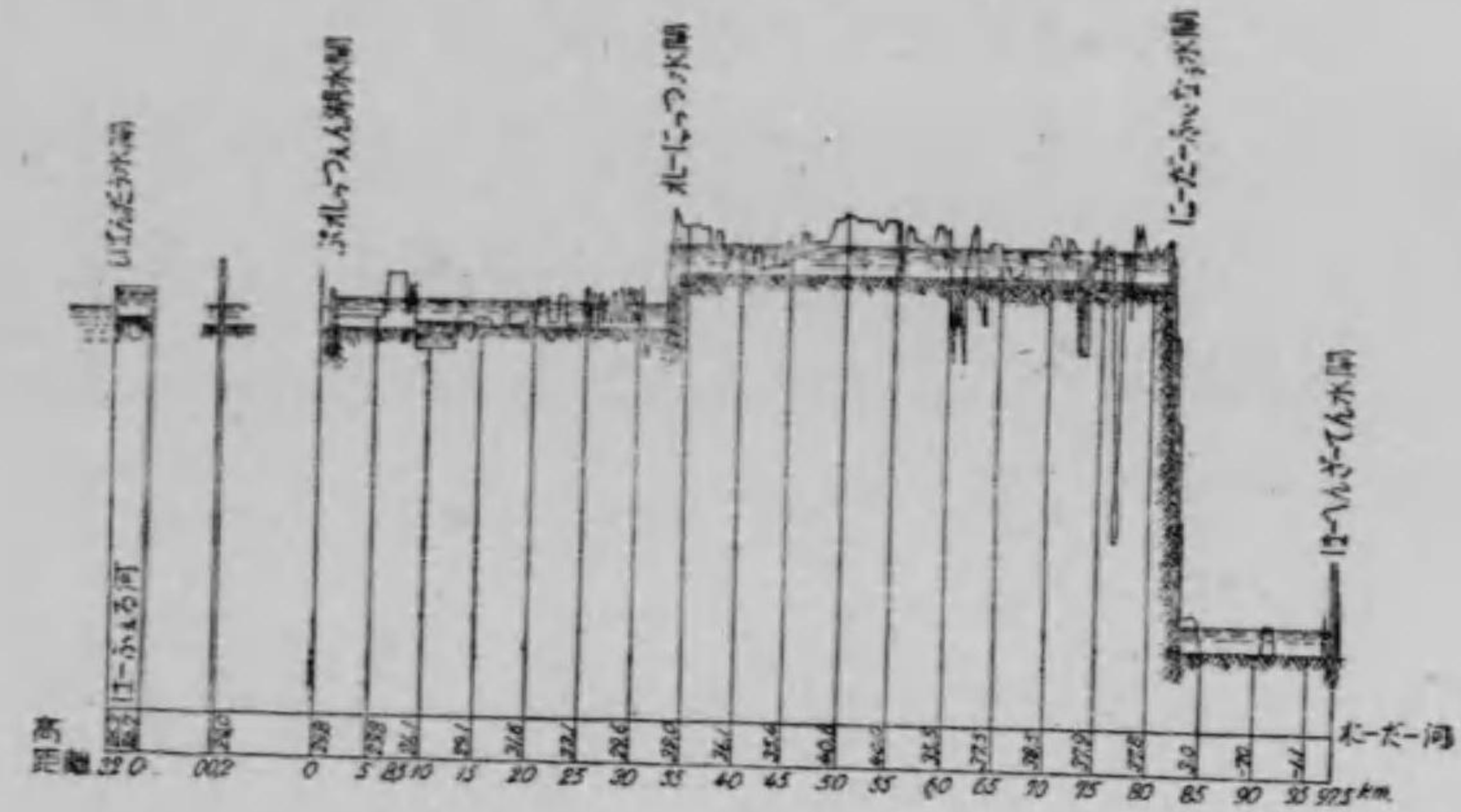
第五十八圖

クふいなう運河 (Finow Kanal) ヲ斜ニ横ギリ, に一だーふいなう (Niederfinow) ニ至リ四段ノ水閘デおーでる河ノ水位ニ降ル. れーにつ及に一だーふいなう間ハ即チ頂區ヲ爲シテ居ル. 更ニ東シテ 1,5 軒許デは一へんざーてんニ至レバ東西ノ兩水閘ガアル. 東水閘ヲ降レバおーでる河ノ本流ニ出デ, 西水閘ヲ降レバ西おーでる河ニ出ルノデアアル. 將來してちんニ連ル運河ハ此西おーでる河ニ依ルベキ筈デアアル. ぶれつゝん湖及一へんざーてん間 97,5 軒, 之ニしばんだうノ 3,2 軒ヲ加ヘテ全長 100,7 軒(第八十七圖及第八十八圖). 運河ノ断面ハ所謂鍋形デ, 水面幅 33,0

第 八 十 七 圖



第 八 十 八 圖



米, 中央ノ水深 3,0 米, 水面積 67,99 方米, 但シまるつゝ一運河ヤ, は一ふゑる支線ノ断面ハ稍小イ(第十三圖参照).

此ノ運河ハ 1913 年ニ出來上ツタ. 工費一軒平均 435000 馬克.

52. とろーるへったん運河. 瑞典ノ南部ニハすとくほるむ (Stockholm) トえーてぼるぐ (Göteborg) トヲ連絡スル航路ヲ形クル運河ガ若干斷續シテ居ル. 之ニ依ツテばるちっく海トかてがと海峡 (Kattegat) 及北海ノ接續ヲナスコトガ出來ル. 此ノ距離實ニ約 400 軒デアアルガ, 實際ニ必要ナノハ運河ノ 100 軒デ, 湖水ガ多ク利用サレル.

此水路中ノ最モ必要ナルモノハ即チとろーるへったん運河ノ名デ知ラレテ居ルモノデ, とろーるへったん市

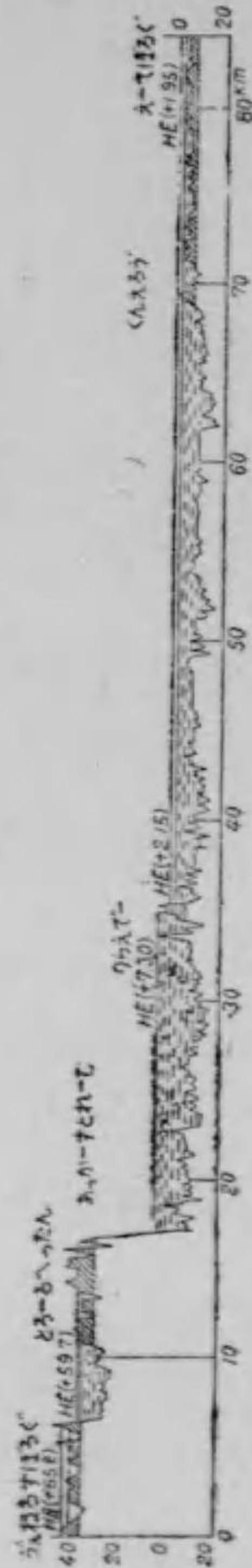
(Trolhättan)トえてぼるぐ港トヲ繋イデ居ル。とろ
 るへったん市ハえーたあるふ河(Göta-Alf)畔ニ在ル。
 此ノ河ハヴネるん湖(L. Vänern)ガ急流ヲナシテ流下
 スル所デ、有名ナとろるへったんノ急流ガ即チ是デア
 ル。瑞典政府ハ
 茲ニ1907年カラ
 1909年ノ間ニ11
 萬馬力ノ水力發
 電ヲ完成シタ。

1902年瑞典ノ
 工務省ハろーれ
 る(Laurell)ノ提案
 ヲ容レテ在來ノ
 とろるへったん運
 河ヲ改築スルコ
 ト、ナリ、多クノ
 専門家ノ研究ノ
 後、瑞典議會ハ
 22,800,000くーろ
 んぬ(邦貨凡ソ12
 百萬圓)ノ豫算ヲ
 以テ工事ニ着手

第九十八圖



第九十九圖



スルコト、シタ。ヴネるすぼるぐ(Vänersborg)トえ
 ーてぼるぐ間ノ距離ハ84軒デア(第八十九圖及第
 九十圖)。通航セシメントスル船ノ吃水ハ4米デア
 ルガ、後ニ5米ニ増スコトガ出來ル。普通ノ土砂ノ
 部分ハ運河ノ底敷24,00米、低水位ノ水深4,80米、法リ
 1:1,5(第九十一圖)、岩盤ノ部分ハ底敷24,00米、水深4,0
 米、法リ10:1デア(第九十二圖)。但シ渠化シタ河川
 ノ部分ハ底敷

第九十一圖



48,00米、水深6,6
 米、法リ1:2デ
 ア(第九十三
 圖)。

第九十二圖



第九十三圖

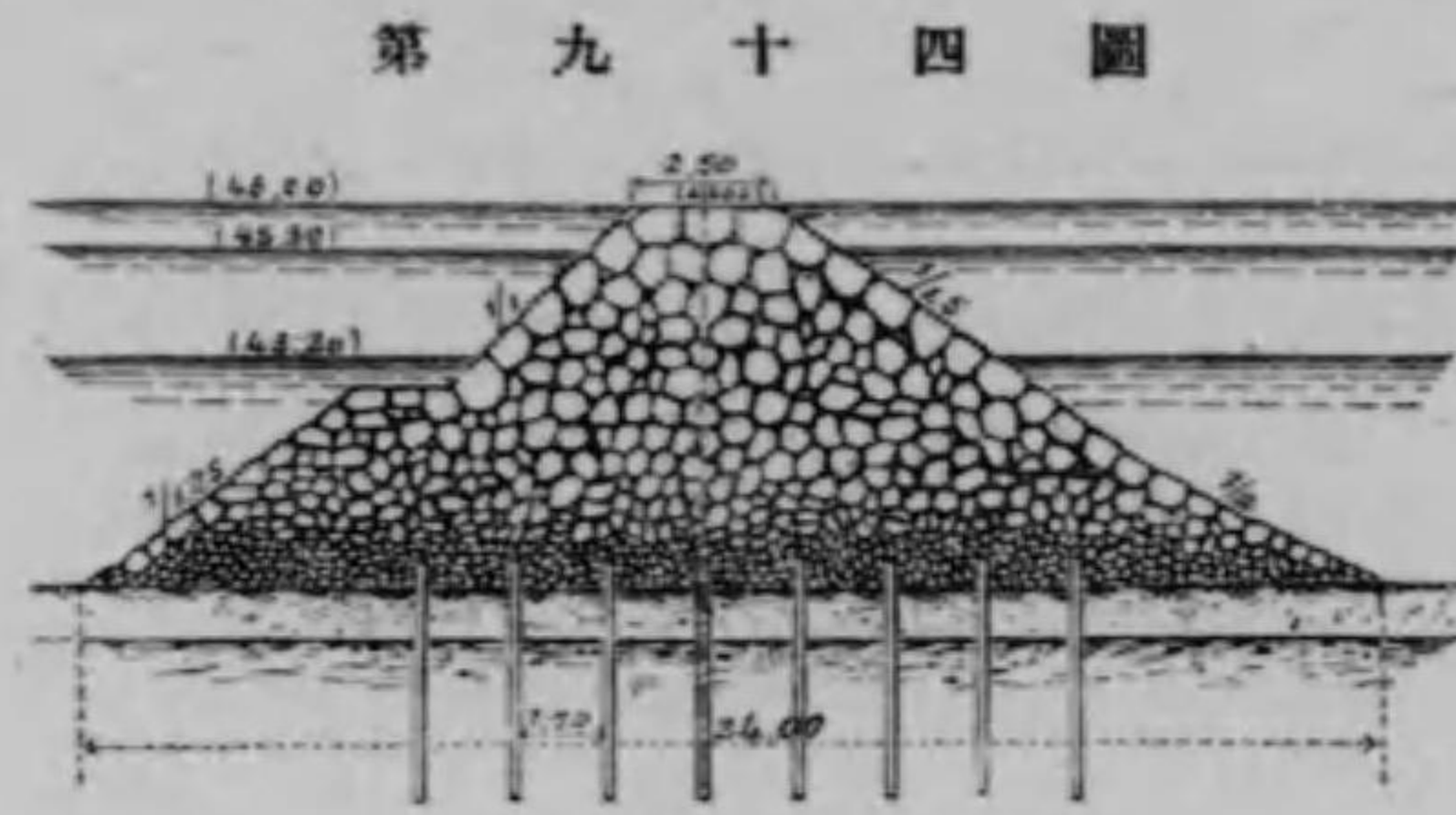
ヴネるん湖
 水面ト平均海
 面トノ落差ハ
 44,35米、水閘ノ
 長サ90,00米幅
 13,70米閘閘ノ



水深5,5米、ヴネるん湖畔ナルヴネるすぼるぐノ
 前面ニハ防波堤ヲ築キ(第九十四圖)、りらえでー
 (Lilla Edet)ニハ轉堰ヲ用ヒテ居ル(第九十五圖)。

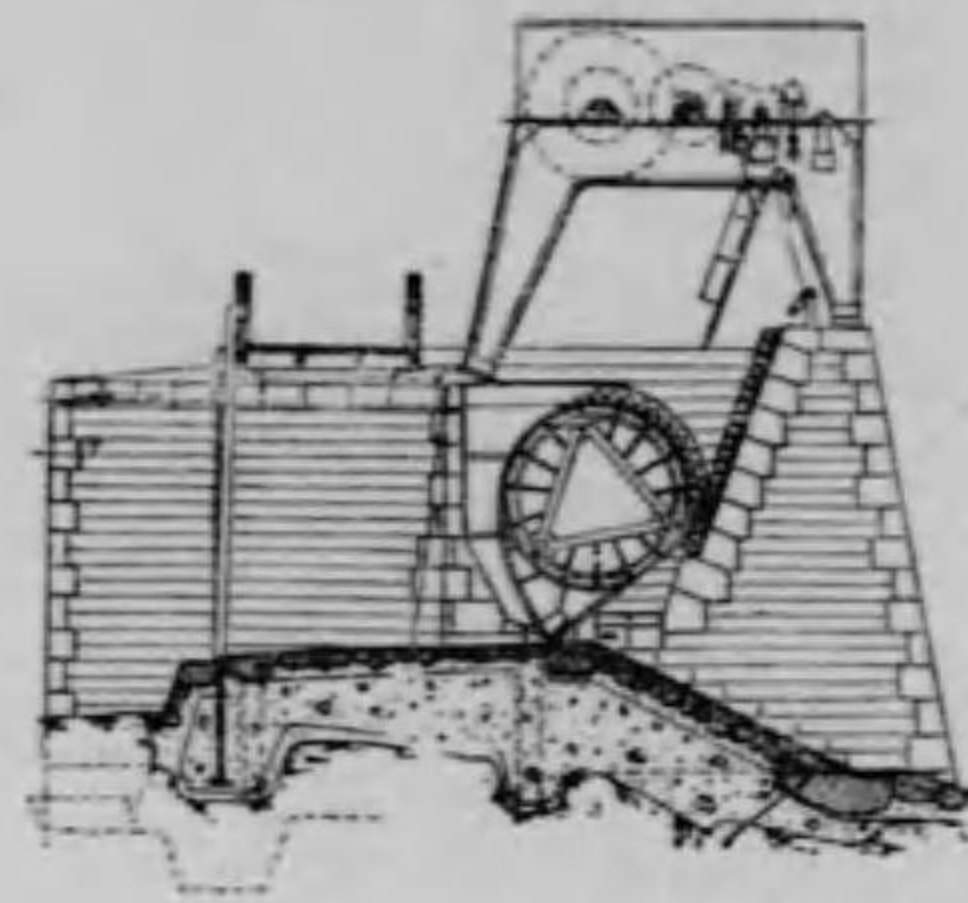
此ノ運河工事ハ1909年ニ着手セラレ、1916年十月

ぐすたーぶ
第五世陛下
ノ親臨ヲ得
テ開通式ヲ
舉ゲタ。



第九十四圖

53. みら
のべねち
や運河. 此
ノ水路ハ三
部カラ成ツ
テ居ル. み
らのカラほ
一河 (Po) ニ



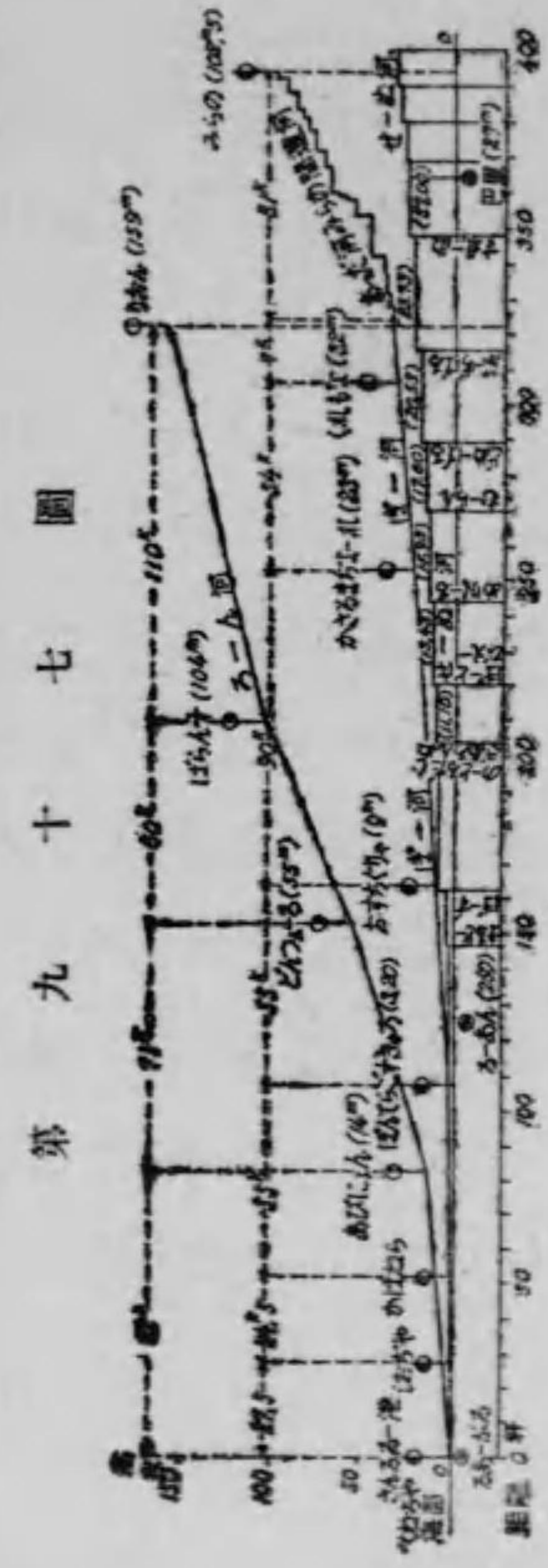
至ル運河ガ71軒,ほ一河ヲ渠化シタモノガ257軒及
ほ一河カラべねちやニ至ルモノガ52軒,全長480軒
ニ達シテ居ル. 而シテ600噸乃至800噸ノ河船ヲ
通航サセルノガ其ノ目的デアル(第九十六圖). 第九
十七圖ハ此運河トろーん,せーぬ兩河トヲ比較シタ
モノデアル.

運河ノ終端みらのニハ築港ノ爲,42,5へくたーる
ノ地所ガ既ニ買收セラレタ. 三個ノ船渠ヲ有シ,二
ハ商業用ニ充テ,他ノ一ハ工業用タルベキ筈ダ. 幅

孰レモ60米,長サ500米乃至800米デアル. みらの
カラかべなご(Cavenago)ニ至ルマデ,運河ノ底敷22,5米,
水面幅27,5米,平均水深2,5米,之ヨリ下流ハ底敷25,0



第九十六圖



第九十七圖

第九十八圖



米,水深 3,5 米,第九十八圖ぼ一河ノぶろんどろ(Bron-
dolo)ニ於ケル横断面ヲ示シタモノデアアル.

此ノ水路ノ豫想貨物ハ一年 14,4 百萬噸デ,其ノ中
80 萬噸ガ石炭及鑛石,25 萬噸ガ建築材料等デアアル.

1912 年八月伊太利政府ノ計劃デハ工費 45 百萬り
ら(凡ソ邦貨 18 百萬圓)デ,其ノ五分三ハ國デ之ヲ負擔
シ,殘ル五分二ハ關係地方デ之ヲ分擔スル筈デアアル.

54. に、一よ一く州河船運河. 1903 年十一月に、一
よ一く州ハ河船運河ノ築造ニ 1,01 億弗ノ州債ヲ發
行スルコトヲ可決シタ. 此ノ運河ハえり一湖畔ノ
ばっふろ一カラはどそん河畔ノを一た一ふ一るど
(Waterford)ニ至ルマデ,略ボ舊えり一運河ニ沿ヒ,更ニ
しらき一す(Syracuse)カラおんたりお湖畔ノおするご
(Oswago)ニ至ル舊おするご運河ニ依リ,更ニを一た一
ふ一るどカラちゃんぶれ一ん湖(Lake Champlain)畔ノ
ほわいとほ一る(Whitehall)ニ至ル舊ちゃんぶれ一ん運

第九十九圖



第一百圖



河ヲ利用シテ擴築ヲシタモノデアアル(第九十九圖及
第一百圖).

運河ノ横断面ハ土砂ノ部分ガ底敷 22,9 米(75 呎),水
深 3,7 米(12 呎),法リ 2:1,岩盤ノ部分ガ底敷 28,7 米(94 呎),
水深同ジク 3,7 米(12 呎),河ヲ利用シタ部分ハ底敷 61,0
米(200 呎),水深 3,7 米(12 呎),横斷水面積 110,4 方米(1188 方
呎),元來舊えり一運河ノ河船ハ 250 噸積ノモノデア
ツタガ,新運河ハ始メ 1,000 噸ノ船ニ對シテ計劃セラ
レ,後 2,500 噸ノ船ヲ通航セシメ得ル様ニ作ラレテ居
ル. 船ノ浸面積 23,2 方米(250 方呎)ニ對シテハ $n =$
4,75 トナツテ居ル. 水閘ハ長サ 94,5 米(310 呎),幅 13,7
米(45 呎),閘閘ノ水深 3,7 米(12 呎),落差ハ 1,8 米(6 呎)乃至
12,3 米(40,5 呎)アリ,水閘ノ數ガ凡テ 57 個,運河ノ全長
856 軒(532 哩).

此ノ運河ノ工事ハ着手シテ 13 年デ 1918 ニ竣工シ
タ. 工費,工事中ノ投資利息ヲ除イテ 150 百萬弗.

之ニ4朱ノ單利ヲ見込メバ凡ソ40百萬弗、前者ト併セテ190百萬弗、一籽平均222,000弗(一哩平均360,000弗)

然ルニ戰時中船腹ガ不足デアツタ爲メ、運河ガ出來テモ實際ノ水運ガ出來ナカッタ。戰亂ガ終ツテモ船ヲ造ツテ運輸ヲ營ムモノガナイノデ、巴那馬運河ノ築造費ノ半額ヲ費シタ此ノ大工事モ寶ノ持腐ニ終ラントシテ居ル。是ニ於テ聯邦政府ハ鐵道當事者トカヲ合セテ此ノ運河ヲ運轉スルコト、ナリ、多數ノ700噸河船ヲ注文シタ。然シ最近再ビ州デ經營スルコト、ナツタトノ報ガアル。

55. 計劃中ノ内地運河一斑。佛蘭西ニハ元來運河ガ多カッタガ歐洲大戰ノ結果あるさすろーれん州ヲ恢復シタ爲メ、らいん河トろーん河トヲ繋グ水路ノ擴築ガ計劃セラレ、1919年ニハろーんらいん運河ノ擴張ヲ行フコト、ナツタ。又すとらすぶるぐトばーせるトヲ繋イデ、らいん河ノしふはうせんノ瀑布ヲ避ケ、兼ネテ水力發電ヲ爲サントスル並行運河ノ計劃モアル。

獨逸ニハ國內ヲ東西ニ横貫スル大運河ガ計劃セラレテ、其ノ中らいん河畔ノちるすぶるぐるーるおるとカラ始ツテ東ノ方へるねニ至リ、更ニへるね

カラどるとひんど えむす運河ヲ經テ、終ニはのーばー附近みすぶるぐ(Missburg)ニ達スル運河ハ完成シテ居ル(第百一圖)。故ニるーざー えるべ運河が出來上レバらいん るーざー えるべ運河又ハみ

圖 1 第 百



てるらんど運河 (Mittelland Kanal) ハ完成スベク、之ニ
えるべ河ノ支流ノは一ふる河カラ、おーでる しぶ
れー運河ヲ經テおーでる河ニ至リ、おーでる河ノ支
流わると河ヨリぶろんべるぐ運河ヲ過ギレバわい
くせる河ニ達スルコトガ出來ル。 惹ーざー える
べ運河ノみすぶるぐカラばいね (Peine) ニ達スルモ
ノハ 1918年カラ起工シ事實上北線ハ拋棄セラレタ
ガ、外ニ中南ノ兩比較線ガアル。

此ノ外わいくせる河畔ノとーるん (Thorn) カラ東
ノ方べるだーん湖 (Beldahn See) ニ至ル長サ304, 軒許ノ
運河ノ計劃モアツタガ、今ハ波蘭ニ屬シテ居ル。

伊太利ニハベねちやカラさーぶ河 (R. Save) ニ達シ、
此河ヲ遡ツテべるぐらーど (Belgrade) ニ出デ、どなう
河ヲ下ツテ黒海ニ達セントスル運河開鑿ノ計劃ガ
アル。

瑞西ニハぼーでん湖ノ下らいん河畔ノこぶれん
つ (Coblentz) カラのいしーてる湖 (L. Neuchâtel) ニ至リ、更
ニせねば湖ニ達スルろーん らいん運河築造ノ計
劃ガアル。

英國デハ 1906年帝國調査委員ヲ擧ゲテ内地水路
ノ状態及營業ニ就テ調査セシメタガ、1909年ニ報告
ヲ爲シタ。 其ノ中ニてーむす河 (R. Thames), めるせー

河 (R. Mersey), はんばー河 (R. Humber) 及せばるん河 (R.
Severn) ヲ繋グ運河ヲみどらんど (Midland) ノ工業地方
ニ設ケテ、100噸ノ河船ヲ通航セシムルノ利ヲ推奨
シタ。 然シ未ダ具體的ノ成案ヲ得ルニ至ラナイ。

露西亞ニハばるちく海ノりが灣 (Gulf of Riga) ニ注
グどゐな河 (R. Dwina) ノ上流ト黒海 (Black Sea) ニ注グ
所ノどにーぶる河 (R. Dnieper) ノ上流トヲ繋イデ、ばる
ちく海ト黒海トヲ接續シヨウトシタ大計劃が大戦
争前ニ目論マレタ。 どゐな河ハういてぶすく (Vitebsk)
市カラ河口ナルりが (Riga) ニ至ルマデ凡ソ 590 軒, 106
米ノ落差ガアル。 然ルニういてぶすくニ於ケルどゐ
な河ノ水位ハどにーぶる河ノ最モ適當ナル連絡點
ヨリモ低イコト 21,3 米デ此ノ間運河ヲ作ルベキ距
離ガ96軒以下どにーぶる河ニ3個ノ水閘、どゐな河
ニ8個ノ水閘ヲ設ケテ渠化シナケレバナラヌ。 然
シテどにーぶる河ニハえかてりのすらーぶ (Ekateri-
noslav) 及あれきさんどろぶすく (Aleksandrovsk) 間ノ急
流ガアツテ之ヲ渠化スルニ14個ノ水閘ヲ以テスル。
此ノ運河系ノ工費ハ木造水閘ヲ用ヒテ19百萬留石
造水閘ヲ用ヒレバ更ニ6,5百萬留ヲ増ス。 どにーぶ
るノ急流ニハ此ノ外27乃至28百萬留ヲ要スル豫定
デアツタ。 勿論露國ノ解體ハ近キ將來ニハ此ノ水

路工事ニ着手スルノ曙光ヲ認メシメナイ。

北米合衆國ニ於テハいりのい州ニ於テ近クいりのい河(Illinois River)トしかご排水運河(Chicago Drainage Canal)ヲ連絡スル所ノ運河ノ築造ヲ計劃シテ陸軍省ノ許可ヲ得タ。是レ巨湖トみし、びー河トノ連鎖タルモノデアアル。水路ノ全長104,6浬(65哩),水閘ハ長サ183米(600呎),幅33,5米(110呎),閘閘ノ水深4,3米(14呎),但シ運河内ノ最小底敷45,8米(150呎),水深土砂ノ所デ2,4米(8呎),岩盤ノ部分デ3,05米(10呎),工費豫算20百萬弗。

第九節 海船運河

56. 海船運河ノ種類 海船ノ沿岸航行ノモノト又航洋ノモノトヲ問ハズ,通航シ得ル運河ハ即チ海船運河デアアル。從テ一般ニ海船運河ハ規模モ大ク,工費モ大デアアルガ,又適當ナ地形ノ處ニ作ラレタモノハ水運上極メテ重要ナルモノデアアル。

海船運河ハ河口ノ迂餘曲折シテ居ル本流ヲ避ケテ所謂并行運河トシタモノモアリ。港ニ出入スル爲ニ通路トナル所ノ通港運河モアリ。又二ノ大洋ヲ結付ケル所ノ連洋運河モアル。是等ノ中第一ト第二トハ時トシテ截然タル區別ヲ付ケ難イコトモアル。

又海船運河ハ海面運河ト有閘運河ノ二ニ分ケルコトガ出來ル。海面運河ハ海水々面ヲ用ヒテ運河内ノ水位トシテ居ルガ,兩端ノ海面ハ夫々異ツタ昇降ヲスルカラ潮門ヲ備ヘテアルモノト然ラザルモノトアル。かいざーゐるへるむ運河及すゞ運河ハ海面運河ノ適例デ,前者ハ兩端ニ潮門ヲ有スル水閘ガアリ,後者ハ全然開放シタモノデアアル。有閘運河ハまんちゑすたー運河ヤばなま運河ノ如ク若干ノ區ニ分タレテ,茲ニ水閘及閘門ヲ備ヘテ居ル。

57. 并行海船運河 河口ハ時トシテ甚シク曲ガリクネツテ居ル爲ニ充分ノ水深ヲ持チ乍ラ船ノ操縦ニ困難ヲ與ヘルコトガアル。且ツ潮ノ干満ノ多イ河口ナドデハ折角利用シ得ル河モ此ノ屈曲ノ爲ニ船ノ航行ニ障害ヲ與ヘ,上流ニ遡ルコトヲ不可能ナラシメテ居ルモノモアル。又洲渚ガ多ク,落筋ノ不定ナ河口ナドデモ上流ニ進航ヲ妨ゲルコトガアル。斯カル場合ニ是等ノ障害アル部分ヲ避ケテ本川ニ並行シタ運河ヲ作ルコト猶ホ急流早瀬ナドノ處ニ並行運河ヲ作ルノト全ク同一理ニ依ツタモノガ即チ並行海船運河デアアル。又二ノ湖水又ハ湖水ト河ノ間ニ瀑布急灘ナドノアル場合ニモ並行運河ヲ用ヒル。而シテ運航船舶ガ海船ナラバ又並行海

船運河デアル。

せばるん河(The Severn)ノ河口ニ在ルぐろーすたー
及ばーくれー海船運河(Gloucester and Berkeley ship Canal),
ろある河口ニ在ル感潮ろある海船運河(Tidel Loire ship Canal),
せーぬ河口ノたんかうゐる運河 (Tanca-ville Canal),
ねば河(Neva)口ニ在ルべとろぐらーど

くろんすたど運河 (Petrograd and Cronstadt ship Canal),
すーべりおる湖(L. Superior)トひーろん湖(L. Huron)ト
ヲ繋イテ居ルそーると せんと めりーす ふー
るす運河(Sault Ste. Marys Falls Canal),
えりー湖(L. Erie)ト
おんたりお湖(L. Ontario)トヲ連ネテ居ル
ゑらんど海船運河,
せんと ふらんしす湖(L. St. Francis) トせん
と ろーれんす河(St. Lawrence R.)トヲ繋グすーらん
せす運河(Soulanges Canal)ノ如キ皆是デアル。今以上
ノ中二三ノモノニ就テ更ニ述ベルコト、スル。

58. ぐろーすたー及ばーくれー海船運河。ぶり
すとる水道(Bristol Channel)ハ其ノ潮程ノ大ナルコト
ヲ以テ有名デアル。茲ニ注グ所ノせばるん河ハ亦
其ノ干満ノ差ガ河口附近ニ於テ甚多ク、從テ潮流モ
亦非常ニ急デアル。且ツ其ノ河口ハぐろーすたー
カラ下數哩ノ間非常ニ迂回シテ居テ海船ノ航行ガ
困難且ツ危険デアル。1793年ノ頃早クぐろーすた

ート灣頭ノばーくれートヲ連ヌル運河ヲ造ル法律
ガ發布セラレタガ、實際ニ完成シタノハ1827年
てるふーど(Telford)ノ力ニ依ツタノデアル。下
端ハ潮開ヲ備ヘタ長サ26,5 杆(16,5 哩),
ノ單一水位ノ運河デぐろーすたーニモ、
河ニ出入スル水閘ガアル。而シテ河ノ
長サハ41,8 杆(26 哩)デアル。工費500,000
磅ニ達シタ。

59. 感潮ろある河海船運河。ろある河口ノなん
と(Nantes)カラら まるちにる(La Martinière)ノ間ニ
導流護岸ヲ作ツタ爲ニ其ノ下ノ灣口ニハ土砂ノ堆
積ガ著シク、到底導流工ヲ延シテモ當時ノ技術
デハ所要ノ水深ヲ得ルコトガ困難デアツタ爲メ、
1879年右岸ニ沿ウテら まるちにるトかるねー島
(Carnet Isles)ノ間ニ並行運河ヲ作ルコトニナツタ。
此ノ運河ハ長サ15 杆、底敷24 米、水深6 米
デ上下兩端ニハ長サ170 米、幅18 米ノ水閘ヲ
設ケテ河ノ變化多イ水位ニ備ヘタ。かるねー島
以下ハ充分ノ水深ヲ持ツテ居ル爲メ、多少ノ
浚渫ヲ用ヒタノミデ水路ハ充分デアツタ。然ル
ニ輓近貨物ハ増シテ船ノ吃水ガ大クナリ、
此ノ運河ノミデハ激增スル水運ノ需用ニ
應ズルコトガ出来ナイノデ、更ニろある河ノら
まるちにる以下べーんぶーふニ至ルマデ改修ヲ行

ツタコトハ第三編第九章131ニ示シタ通りデアアル。

60. せんと めりーす ふーるす運河. すーべ

第 百 二 圖



第 百 三 圖



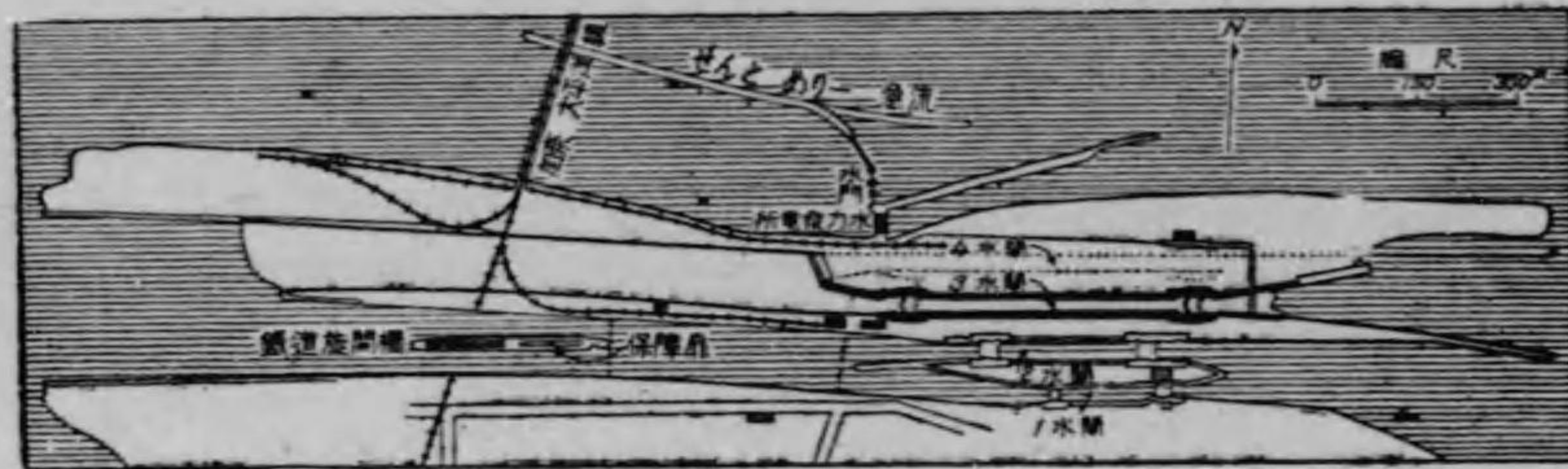
りおる湖トひーろん湖トノ間ニせんと めりーす河(St. Marys River)ガアツラ,茲ニ急灘ガアル,亦せんと めりーす急流ト呼ンデ居ル. 此ノ急流ヲ避ケテニノ運河ガ作ラレ,一ハ亞米利加側デ,他ハ加奈太側デアアル. 此ノ急流ハ其ノ落差ガ5,2米(17呎)乃至6,40米(21呎)デ,兩湖ノ水位ガ増減スル爲メ,時ニ依テ必ズシモ一定デハナイガ,兩運河共唯一開程デ昇降シテ居ル(第百二圖及第百三圖).

亞米利加運河ハ其ノ長サ凡ソ2400米,水深7,6米(25呎)四個ノ水閘ヲ持ツテ居ル. 第一水閘ハわいつゝる水閘(Weitzel lock)トモ呼ビ,閘室隅柱ノ心々ノ間ノ長サ157米(515呎),閘門ノ部分ニ於ケル幅18,3米(60呎),閘室ノ幅24,4米(80呎)閘闕ノ水深4,6米(15呎)乃至5,2米(17呎)デアアル. 第二ノ水閘ハ或ハぼー水閘(Poe lock)トモ云ヒ,第一水閘ノ北ニ並ンデ居ル. 長サ244,0米(800呎),幅20,5米(100呎)閘闕ノ水深6,1米(20呎)乃至6,7米(22呎)デアアル. 是等二ノ水閘ノ上流部ハ幅32,9米(108呎)ノ水路デ,茲ニ旋開橋形ノ保安扉ヲ備ヘテ居ルコトハ嘗テ第一章第三節23ニ述べタ通デアアル.

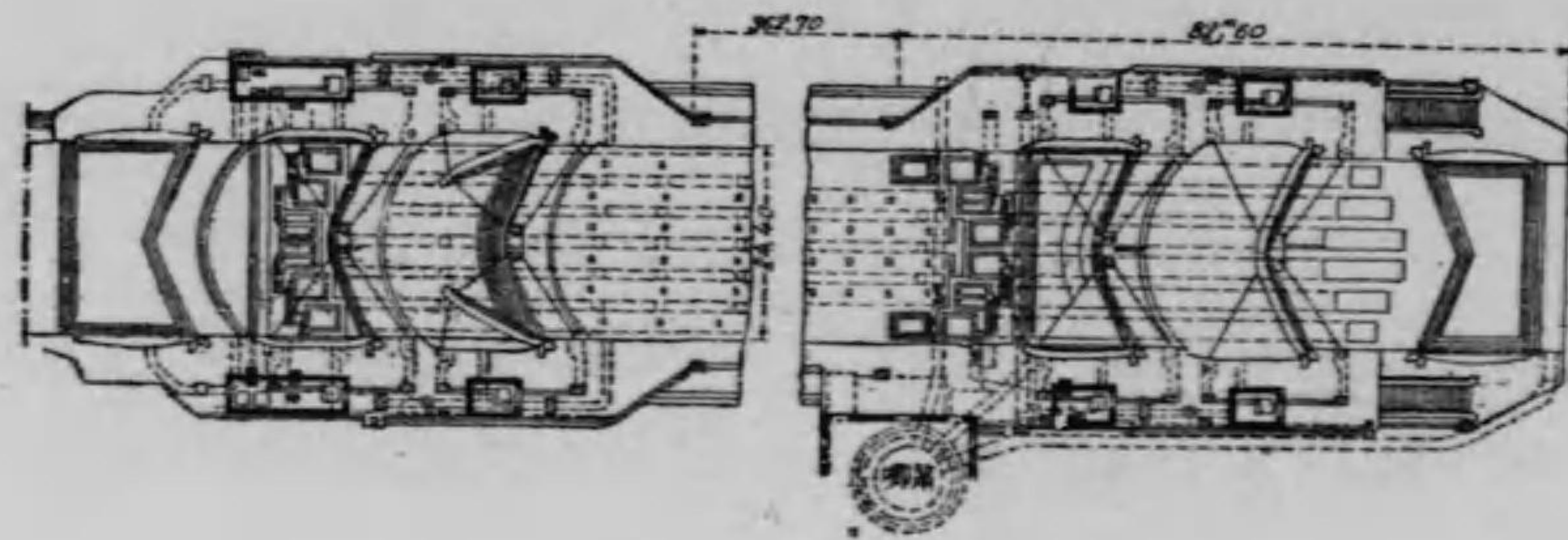
亞米利加運河ハ最初此ノ二ノ水閘ノミデアツタガ,激增スル通航船舶ノ要求ニ應ズル爲1905年合衆國議會ハ運河ノ擴張ヲ可決シ,1907年以來第三ノ水

閘ヲ更ニ北方ニ作ルコト、ナリ、1911年運河ノ擴築ガ完成シタガ、1912年ニハ更ニ第三者ト全ク同一ノ水閘ヲ又其ノ北方ニ駢設シテ 1914年十月ニハ開通シタ。是等二ノ水閘ノ長サハ411,5米(1350呎)幅24,4米(80呎)閘闔ノ水深7,45米乃至7,60米(第百四圖)デア

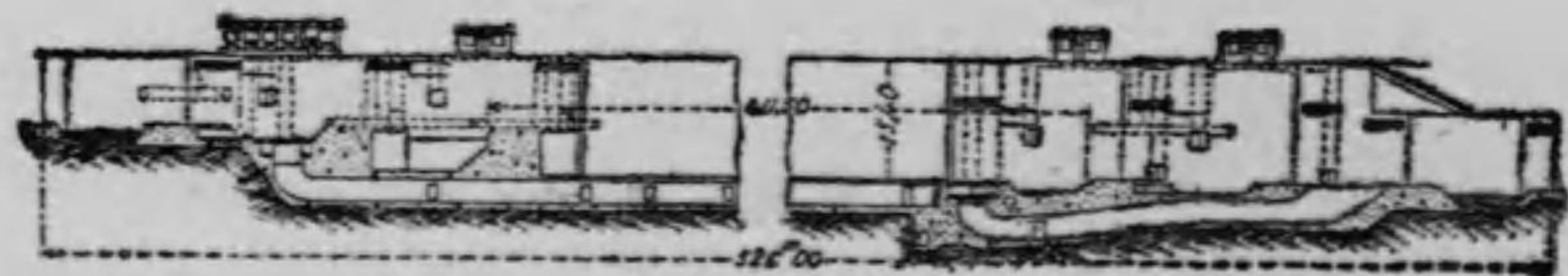
第百四圖



第百五圖



第百六圖



ル。第百五圖及第百六圖ハ此ノ水閘ノ平面圖及縱斷面圖ヲ示シタモノデア

加奈太運河ハ稍々短ク、其ノ長サ1800米底幅43,19米(141呎8吋)水面幅45,73米(150呎)水深凡ソ6,71米(22呎)デ、只一個ノ水閘長サ274米(900呎)幅18,3米(60呎)閘闔ノ水深6,1米乃至6,71米(20呎乃至22呎)ヲ持ツテ居ル。

以上亞米利加及加奈太兩運河ハ實際ニハ一團トナツテ通行税ヲ徵シテ居ラス。從テ船ハ待ツコトノ少イ方ヲ擇ンデ通ルノガ常デア

1912年ニハ通行貨物72百萬噸ニ上ツタガ、1913年ニハ79,7百萬噸ヲ超エタ。

亞米利加運河ニハ水力ヲ用ヒテ開門其ノ他ノ運轉ヲ爲シ、加奈太運河ハ電力運轉ヲ行ツテ居ル。蓋シ電力ヲ此種ノモノニ用ヒタ嚆矢デア

兩運河ノ水閘ヲ通過スルニハ一隻ノ船デハ8分乃至11分デ足ルケレドモ、群航ヲ行フ爲メ亞米利加運河デハ33分ヲ要スル。但シ加奈太運河デハ群航ヲ爲スモノガ少數デ、而カモ平均20分位カ、ル。又運河ヲ通抜ケルニ要スル時間ハ船舶輻輳ノ状態ニモ依ツテ同一デナイガ、亞米利加運河ニ於テハ1895年唯一個ノ水閘ノミノ際58分乃至4時間要ツタモ

ノガ,1900年二個ノ水閘トナツテ1時間10分ヲ要シタ,然シ貨物ノ増加ト共ニ段々時間ガ多ク要ツテ居ル.

61. 系らんど海船運河. おんたりお湖トえりー湖ノ間ニハ有名ナないやがらノ大瀑布ガアル. 此大瀑布ヲ避ケテ系らんど運河ハ既ニ第19世紀ノ始ニ開通シテ水運ノ路ヲ作ツテ居ツタガ,後數次ノ擴張ヲ經テ終ニ,1913年加奈太政府ハ1,0千萬磅ノ豫算ヲ以テ新系らんど運河ヲ作ルコト、ナツタ(第百七圖). 全長40,2 籽(25哩),低水位ニ於ケル兩湖ノ落差ハ凡テ99,2米(325½ 呎)アル.

此ノ新運河ハおんたりお湖畔舊水路ノ東北ニ始マリ,相離レタ三個ノ水閘ヲ經テ,終ニ三群閘及隔離シター水閘ヲ昇レバそろーど(Thorold)ニ達スル. 是カラえりー湖マデハこるぼるん港 (Col-

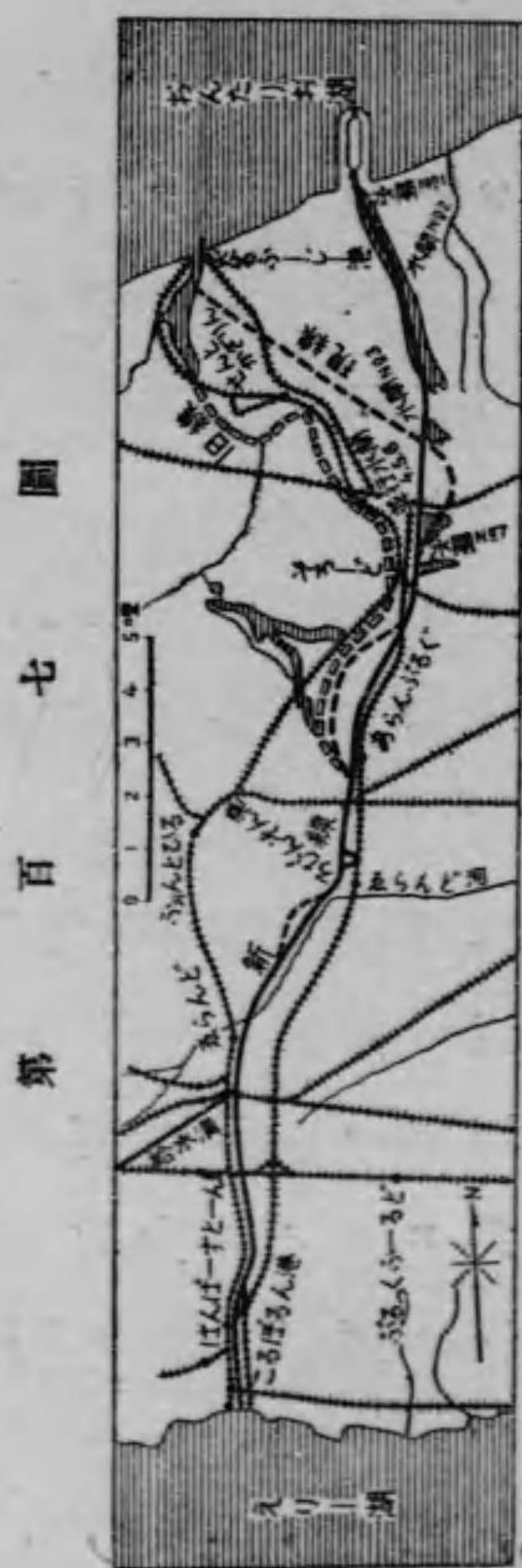
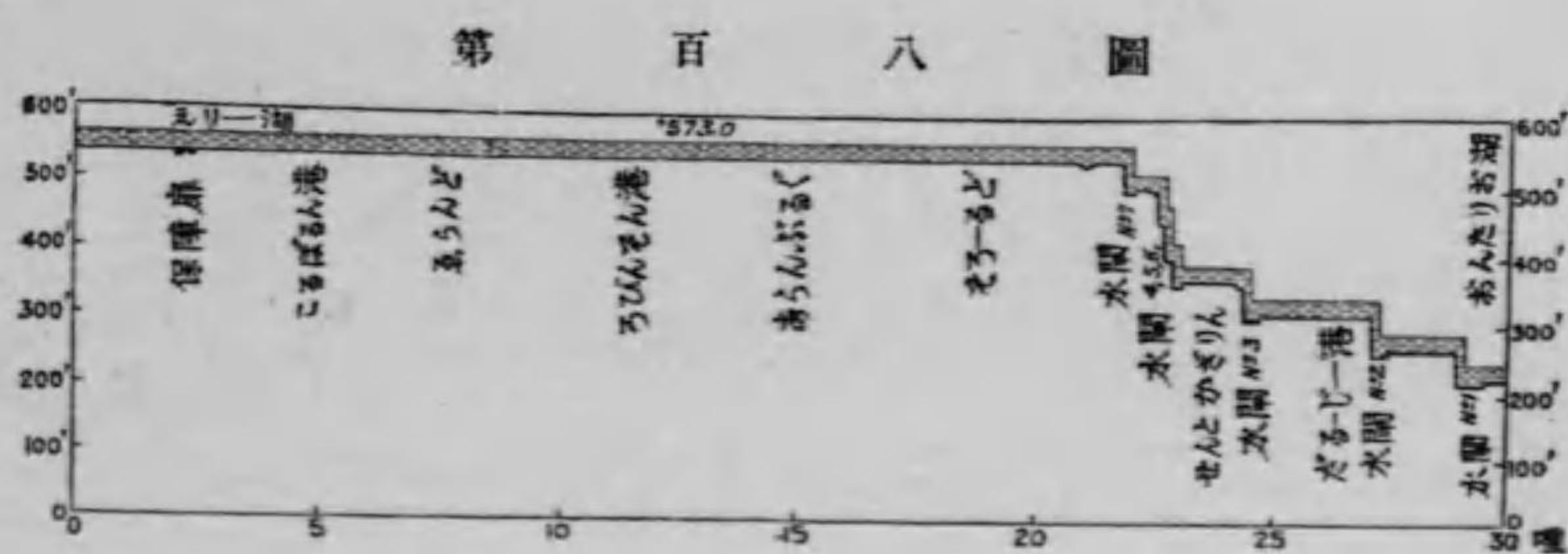
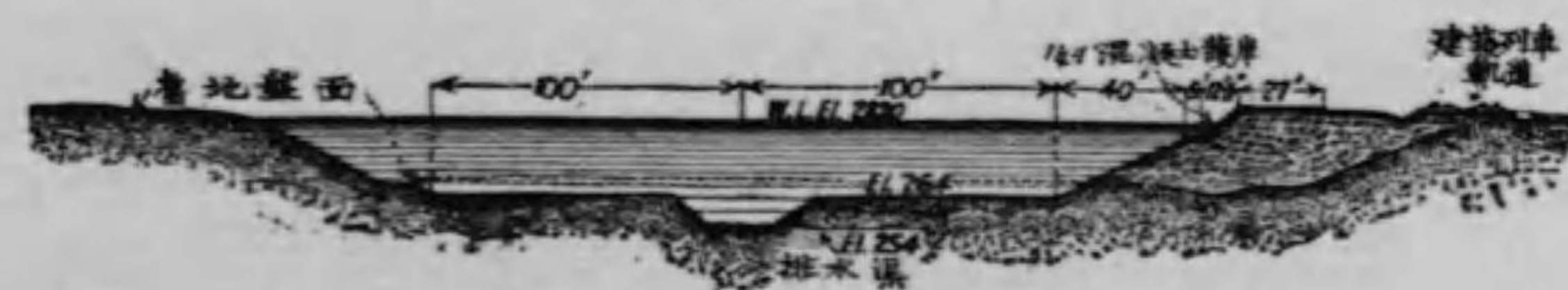


圖 七 百

borne)ニ至ルマデえりー湖ノ低水位ヲ水位トシテ居リ,一二ノ地點ニ於テ路線ヲ附替ヘタ外ハ實際ニ舊水路ヲ擴張シタモノデアル. 即チ舊運河43,2 籽中30,4 籽ハ新運河ニ用ヒラレテ居ル. 運河ノ底敷61,0 米(200 呎),先ツ7,6 米(25 呎)ノ深サニ掘鑿シテ居ルガ,凡テノ構造物ハ9,1 米(30 呎)ヲ標準トシテ居ル(第百八圖). 又舊時ノ水閘27個ノ代リニ揚程14,2 米(46½ 呎)ノ水閘7個アツテ,其ノ幅24,4 米(80 呎)長サハ244 米(800 呎)ノ船ヲ容ル、ニ足リ,閘閘ノ水深9,1 米(30 呎)デアル. はんばーすとーん(Humberstone)ノ附近ニハえりー湖ノ高水位ニ備ヘル爲メ堰及保障扉ヲ設ケテアル. 第百九圖ハ水閘第一附近ノ横断面ヲ示シタモノデア



第 百 九 圖



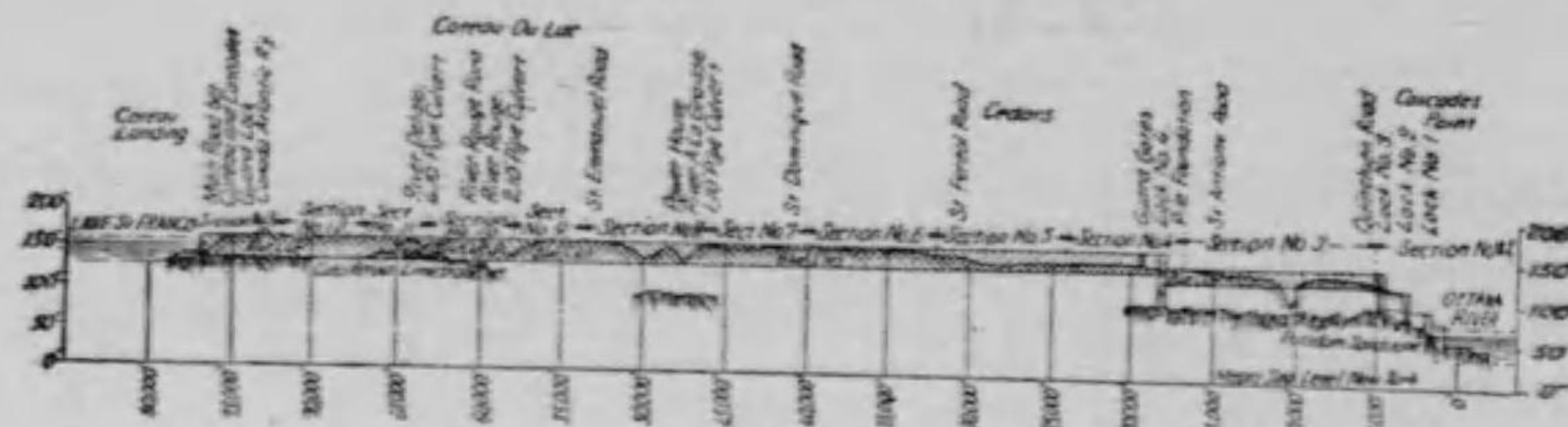
工事ニ着手シテカラ5年,1919年ニハ竣工ノ豫定デアツタガ歐洲大戰ノ影響ヲ受ケテ1917年ニ工事ヲ中止シタ.

62. すーらんちえす運河. おんたりお湖ノ末ハせんと ふらんそあ湖(St. Francois) トナリ,終ニせんとろーれんす河(St. Lawrence)トナル. 此ノ間ニせんとるいすノ急流(Rapids of cascade St. Louis)ガアル. 之ヲ

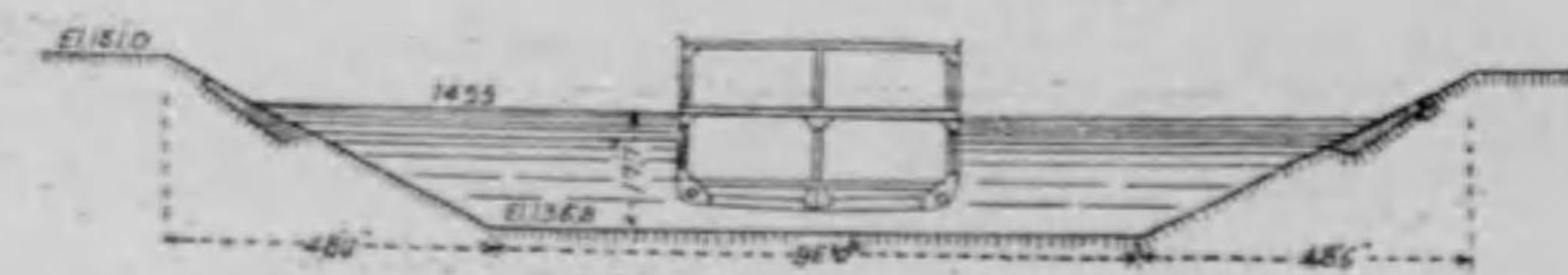
第百十圖



第百十一圖



第百十二圖



避ケテ全長25軒ノ間ニ全落差25米,5個ノ水閘ヲ以テ作ラレタモノガすーらんちえす運河(Soulanges Canal)デアル. 第百十圖乃至第百十二圖)

63. 通港運河. 内地ニ在ル都會デ商工業ノ製産物ヲ集散スル中心デアリ,他ノ一方ニハ充分ナル水深ヲ有スル河川運河ノ類ガアツテ海船ノ接近ヲ容易ナラシメルコトガ出来レバ,其ノ都會ハ化シテ海港タルコトガ出来ル. はんぶるぐ(Hamburg)及ぶれーめん(Bremen)ノ如キハえるべ河及るーざー河畔河口カラ遠距離ニ在リナガラ世界的海港タル所以デアル.

又のーるどせー運河(Nordsee Canal)ハあむすてるだむ(Amsterdam)ヲ北海ニ繋ギ,まんちえすたー海船運河(Manchester Ship Canal)ハまんちえすたーヲ有數ノ海港タラシメ,がんてるぬーつえん海船運河(Gand à Terneuzen Canal)ハがん港ニ達スル通港運河ヲ爲シテ居ル.

64. のーるどほらんご運河. 和蘭ノづいだー灣(Zuider Zee)ハ深ク内地ニ灣入シテ,あむすてるだむ港ハ其ノ西南隅ニ横ツテ居ル. 故ニづいだー灣ハ此ノ港ニ達スル唯一ノ通路デアルニ係ラズ,其ノ通港水道ガ年一年ニ埋ツテ1825年ノ頃ニハ利用シ得ル

水深 3.5 米ニ過ギズ、あむすてるだむ港ハ其ノ商業ヲ失フ危機ニ頻シタ。而シテ一方ニハ 1815 年大陸戦争ガ終ツテ海外貿易ノ復興ヲ見ツ、アツタ時デ、あむすてるだむハ他ノ海港ニ比スレバ甚シク不利ノ地ニ立ツタ。ソコデアむすてるだむニ達スル深イ水路ヲ作ルコトガ其ノ焦眉ノ急トナツタガ、直接西方ニ進ンテ北海ニ通ズル水路ハわい潟(Lake Y)ヲ流ル、運河ノ排水ガ困難ナノト、北海ノ砂濱ヲ掘割ルコトガ當時亦容易デナイモノト考ヘラレタ爲ノ實行不可能デアツタ。是ニ於テ已ムヲ得ズノ一と ほらんど(Noord Holland)半島ヲ南北ニ縦貫スル長サ 80 軒ノ海船運河ヲ作り、てくせる水道(Texel Road)ノに、ーちーぶ(Niewediep)港トあむすてるだむヲ繋グ所ノ運河ヲ作ルニ至ツタ。是レ 1817 年乃至 1824 年ノコトデ、工費 9,160,000 圓以上ヲ要シタガ、當時技術モ幼稚デアツタニ係ラズ此ノ大工事ヲ仕途ゲ殊ニ砂磧ノ基礎ニ兩端ノ水閘ヲ作ツタナドハ特筆スベキ偉業ト謂ハネバナラス。是レ即チのーるご ほらんど海船運河(Noord Holland Ship Canal)デアル。此ノ運河ハあむすてるだむ海船運河ノ出來タ後頓ニ其ノ利用ガ減退シタケレドモ、尙内地運河トシテ用ヒラレ、殊ニ小型ノ艦艇ナドハ尙今日デモ之

ヲ利用シテ居ル。

65. のーるご ぜー運河. づいだー せーノ西南ニ細ク繋ツテ居ル所ノ水面ハわい潟及わいかー海(Wyker Meer)デアツテ、附近一帶ノ低濕地ヲナシテ居ル。是カラ海岸ニ平行シタ砂濱高阜ヲ隔テ、北海ニ達スルノデアルガ始メ 1629 年ノ頃カラ前述低濕地ノ排水ヲ主ナル目的トシ、兼ネテ舟運ヲモ通ゼン爲ニ運河ヲ開鑿スル企ガアツタ。終ニ 1863 年ニ此運河築造ノ許可ガ與ヘラレ、1868 年あむすてるだむ海船運河會社ニ此ノ權利ガ讓渡サレ、此ノ會社ノ手デ工事ニ着手シタ。是レガのーると せー運河又ハあむすてるだむ海船運河(Amsterdam Ship Canal)ノ起原デアル。のーると ほらんど運河ハ長サ 80 軒デ、漸クてくせる水道ニ達スルニ反シテ、此ノ運河ハ 26 軒許デ早ク既ニあむすてるだむカラ北海ニ出ルコトガ出來ル。而シテ英國ヤ其ノ他ノ大陸諸港トノ連絡モ亦非常ニ便利デアル。工事ハ 1865 年ニ始メラレテ 1876 年ニ運河ノ開通ヲ見ルニ至ツタ。其ノ後 1877, 1883 年, 1889 年乃至 1897 年, 1908 年, 1915 年等數回ニ涉ツテ深サヲ増シタ。即チ 1875 年ニ 8 米ノ水深デアツタモノガ、1908 年ニハ 10 米トナリ、1915 年ニハ 11 米トナリ、更ニ最近大擴張工事ヲ始メテ居ル。

運河ノ長サ28 呎、底幅50 米、曲線部ニ於テ60 米、水面幅110,68 米、法リ2 割、水深9,50 米、潤斷面積788 方米、通航船舶ノ最大寸法ハ吃水9,20 米、幅24,0 米、長サ220,0 米デアアルガ、1913 年頃計劃セラレタモノハ12,20×33×300ノ船ヲ通過セシメタモノデアツタ。

のーるど せー運河ノ海端ニハあいむいでん(Ymuiden)ニ三個ノ水閘ガアリ、其ノ最大ナルモノハ長サ215,00 米、幅25,00 米、水深9,5 米デアアルガ、擴張ニハ更ニ一大水閘ヲ作ル計劃デアアル。

又づいだー ちートわい渦ノ間ハ長サ13,6 呎ノ締切堤防ヲ作ツタ(1866—1872)。堤防ノ底及兩側ニ沈床ヲ積重ネ、中間ニハ粘土及砂ヲ填充シ、天端及法リハ粘土ヲ敷キ、上ニ張石ヲシタ。又内外ノ通航ノ爲ニハ四個ノ水閘ヲ備ヘ、双方ニ開キ得ル閘門ヲ持ツテ居ル。

あいむいでんニハ二ノ防波堤ヲ築イテ港口ヲ防護シテ居ル。

1917 年和蘭議會ハ本運河ノ擴張トあいむいでん港ノ増築ヲ可決シタ。即チ運河端ノ北部ニ長サ400 米、幅50 米、閘深15 米(N. A. P.ヲ+0 トス)ノ一大水閘ヲ作り、更ニ運河ヲ之ニ準ジテ底幅100 米、水深15 米ニ擴張セントスルモノデ、此水閘ノ大サハばなま水閘

ヲ抜クコト遙ニ大デアアル。又あいむいでん防波堤ハ其ノ南堤ヲ西方ニ延長シ、北堤ヲ取拂ツテ新ニ北方ニ一大新堤ヲ作り、大ナル水面積ヲ抱擁セントスルノデアアル。

66. まんちすたー海船運河。まんちすたーハ工業地ノ中心ニ位シテ綿ノ取引ガ最モ盛デアアル。原料ヲ直接ニ輸入シテ又直接其ノ製品ヲ輸出シ、貴イりばーぶーノ關稅ト苛刻ナル鐵道ノ運賃ヲ免レンコトハ其ノ年來ノ希望デアツタ。然ルニめるせー河ハがるすとん(Garstone)及えーすたむ(Eastham)ヨリ上ハ于潮ニ際シテ甚ダ淺ク且ツ落筋ガ一定シナイノミナラズ、わーりんぐとん(Warrington)カラ上流ハ水路ガ狭クシテ且ツ淺ク、加フルニ迂曲シテ居ル。1885 年えーすたむニ運河口ヲ設ケ、めるせー河ノ左岸ニ沿ウテ水路ヲ作り、らんこるん(Runcorn)カラ上ハ全然新ニ水路ヲ開鑿シテまんちすたーニ達スル所ノ長サ56,8 呎ノ海船運河ヲ作ル設計ガ可決セラレ、且ツ實施セラレタ。運河ハ五區ヲ有シ、底敷36,6 米、水面幅52,4 米、水深7,92 米、斷面積352 方米、法リハ土工ノ部分1,5 割、岩盤ノ部1:6 最低區間ハめるせー河ノ平均高水位ヲ保ツテ居ル。

えーすたむニハ三個ノ水閘ガアツテ其ノ最大ナ

ルモノハ長サ 182,90 米,幅 24,38 米,水深 8,82 米,幅 90 米ノ溢流堰ガ三個,幅 6 米ノ水門二個ガ設ケラレテアル。めるせー河岸ノ運河ハ粘土堤ヲ用ヒ,割石ヲ張ツテアル。外ノ水閘ハ皆孖型デ,其ノ寸法ハえーすたむノ大中二個ノ水閘ト同一ダガ,6,1 米×9,2 米ノすとーねー型(Stoney)水門ヲ用ヒテ居ル。運河ノ給水ハあーる河(Irwell)及めるせー河ヨリ行ツテ居ル。

最高區ハ港トシテ用ヒ,底幅 51,8 米,楕形ノ突堤岸壁ヲ築造シテ,所謂まんちすたー港ヲ形ツテ居ル。

運河航行ノ許容速度ハ最大船ニハ毎時 9,6 軒デア
ルガ,小イ船ヤ曳船ニハ 19,2 軒デア。運河通過ノ
時間ハ 5 時間乃至 8 時間デア。

67. がん てるぬーつゑん運河。白耳義ノがん
(Gand) ハ中世紀ニ於テ極メテ重要ナル商業都市デ
アツタガ,しゑると河ノ河口ガ曲ガリクネツテ居ル爲
メ船ノ出入ガ非常ニ不便デ,第 13 世紀ノ頃ニハ一度
西シテがんカラだむ(Damme)ニ出ル運河ヲ作り,りゑ
ぶ河(R. Liève)ヲ利用シ,第十六世紀ノ頃ニハ再ビ北
シテがんカラさすどがん(Sas de Gand)ニ達スル
運河ヲ開鑿シタ。其ノ後がんぶるち運河成リ,又
さすどがんカラてるぬーつゑんニ至ル深水路ガ
出來タ。終ニ 1914 年ノ頃がんカラてるぬーつゑんニ

至ル運河ノ擴張竣成ヲ見ルニ至ツタ。

此運河ノ全長 32,8 軒デ其ノ中白耳義領内ニ在ルモ
ノ 17,5 軒デ,他ハ和蘭ヲ過ギテ居ル。前端ニハ 0,8 軒
許ノてるぬーつゑんノ外港ガアル。白耳義ノ部分ハ
底幅 50 米,水面幅 97 米,法リ 6/4,水深 8,75 米,和蘭ノ部分
ガ底幅 67 米。てるぬーつゑん及さすどがんニハ
各一個ノ水閘ガアル。但シ後者ハりいす(R. Lys)又
ハしゑると河ガ濁ル時ノ外ハ開放シテアル。てるぬ
ーつゑんノ海閘ハ幅 18 米,長サ外部扉門ノ間 178 米,内
部扉門ノ間 140 米,平均小潮ノ時閘深 5,12 米。さす
どがんノ水閘ハ幅 12 米,長 110 米,閘深 4,2 米,河船ノ
通航シ得ルモノデア。

68. ぶるち海船運河。白耳義ハ自國ノ海ニ出ル
水路ヲ得ルニ大ナル努力ヲシタ。あんべるす(An-
vers)カラ海ニ出ルニハ和蘭ノ領海ヲ通ラナケレバ
ナラヌ。がんカラ海ニ出ルニモ亦和蘭領ヲ過ギル
コトニナル。是ニ於テぶるち港(Bruges)ト北海ノせ
ーぶるち(Zeebruges)ヲ結付ケル海船運河ヲ作ルニ至
ツタ。入口ニハ長サ 158 米,幅 20 米,閘閘ノ水深滿潮
時ニ 9,50 米ノ水閘ガアル。干滿ノ差 4,5 米,運河ノ底
敷 22,0 米,水面幅 70 米,水深 8 米デア。

69. 連洋運河。連洋運河ハ地峽又ハ半島等ニ依

ツテ隔離セラレテ居ルニノ海洋ヲ運河ニ依ツテ連結シタモノヲ云フノデアアル。故ニ運河ニ依ラナケレバ大陸又ハ半島ヲ大迂回スルカ、又ハ貨物ヲ鐵道ニ積替ヘル手數ヲ數度繰返サナケレバナラヌ。

始メテびすけー灣(Bay of Biscay)ト地中海トヲ結付ケタ運河ハらんげどく運河(Languedoc Canal)又ハみぢー運河(Canal du Midi)デちぶらるたる海峡(Gibraltar)ヲ迂回セズニ、凡ソ 1120 浬ヲ短縮スルコトガ出來タ。勿論海船ヲ通航サセル積リデアアル。

又けーふ こっど運河ハ北米合衆國ノ東海岸ニ在ルこっど岬ヲ迂回スル海路ヲ避ケテばざー灣(Buzzards Bay)トばーんすてーぶる灣(Barnstable Bay)トヲ結付ケに、一よーくとぼすとんとノ間ノ航路ヲ 643 浬ヨリ 416 浬ニ短縮シ、工費約 12 百萬弗ヲ要シタ。運河ハ底幅 30.5 米(100 呎)、平均低水位ニ於ケル水深 7.6 米(25 呎)、法リ 2 割、長サ 12.8 浬(8 哩)、兩入口ノ水路併セテ 8 浬、底幅 76.3 米及 91.5 米之ニ防波堤 915 米ヲ持ツテ居ル。掘鑿 13 百萬立米、凡ソ 4 個年デ竣功シ、1914 年七月開通式ヲ舉ゲタ。

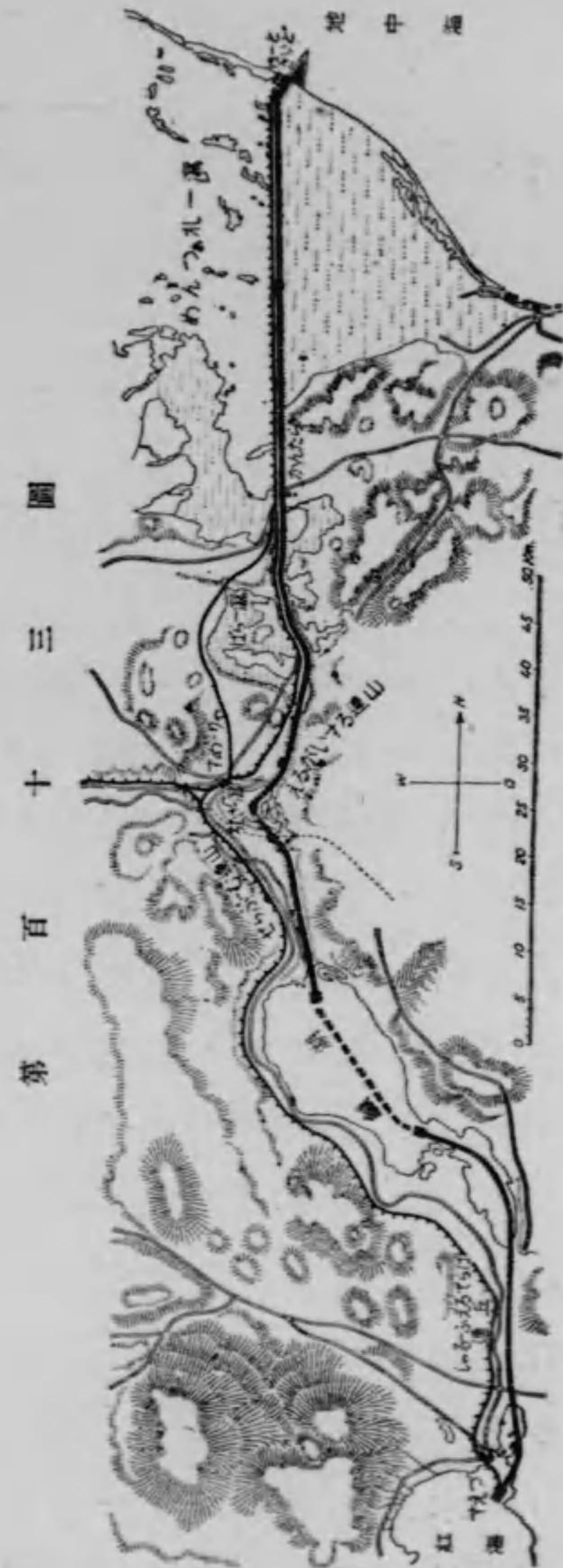
すゑづ運河(Suez Canal)、かいざーゐるへるむ運河(Kaiser Wilhelm Kanal)及ばなま運河(Panama Canal)ノ如キハ眞ノ連洋運河ト云フベキ大規模ノ海船運河デ

アル。

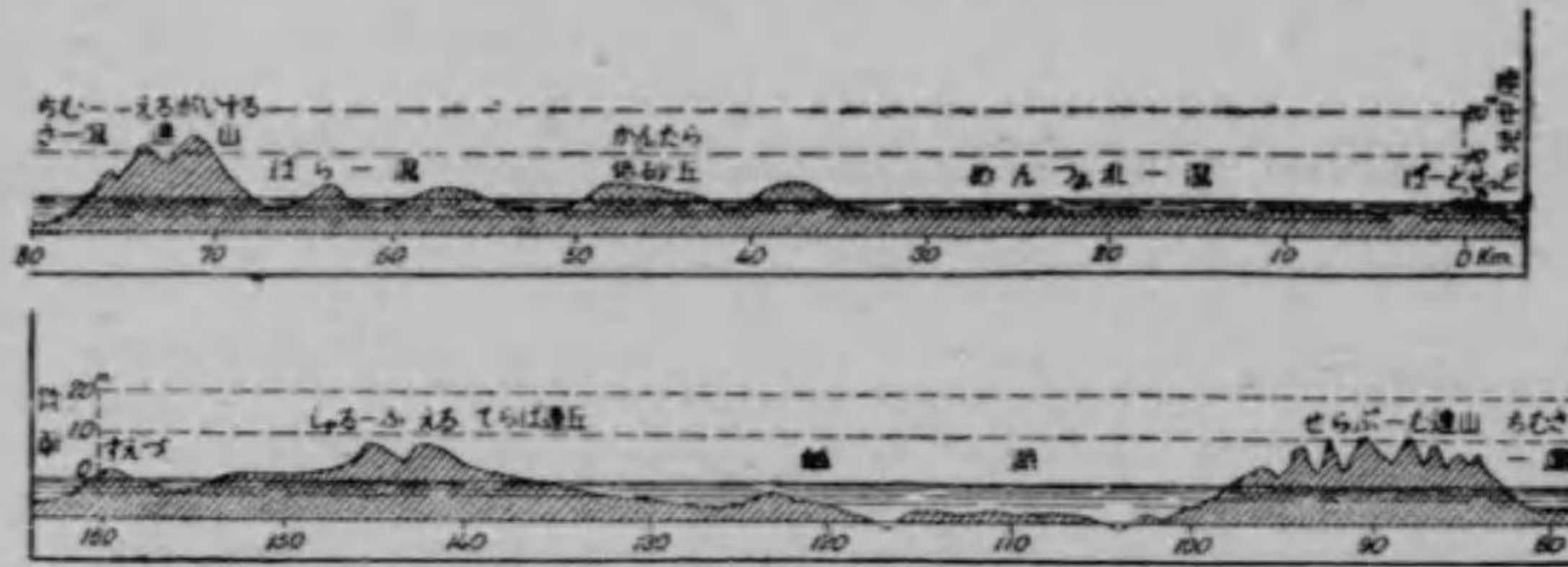
70. すゑづ運河

すゑづ運河ハ地中海ト紅海ヲ結付ケ、北歐羅巴カラ印度ニ至ル航路ヲ短縮スルコト凡ソ 8000 浬、濠州ニ至ル航路ヲ少クスルコト凡ソ 1600 浬ニ及ンデ居ル。

此運河ハ無開テ南端すゑづト北端はーとさいど(Port Said)ノ兩港ヲ併セ、全長 164 浬(104.08 哩)、佛人れせぶす(Lessep)ノ計劃ニ成リ、1869 年ニ開鑿シタ(第百十三圖及第百十四圖)。當時底幅 22 米(72 呎)、水深 8 米



第 百 十 四 圖



ニ過ギナカッタカラ、1870年ノ頃同運河ヲ通航シタ船舶ハ吃水7.5米内外ヲ以テ其ノ最大限トシタ。爾來船ノ吃水ハ年一年ト増加シテ、從テ運河ノ水深モ亦三年ニ30種ノ割合ヲ以テ増加シ、1913年ニハ136秆ノ間ハ底幅45米(147½呎)、自餘ノ32秆ノ間ハ100米(328呎)トナリ、水深ハ10米(32.8呎)ニ浚渫セラレタ。更ニ最近運河全部ノ水深ヲ12米(40呎)、南部ノ幅員ヲ60米(197呎)トスルノ計劃ヲ立テ、着々工事ヲ行ヒツ、アツタガ歐洲大戦争ノ爲メ豫定ノ如ク1919年ニ竣工スルコトハ困難デアツタ。1914年運河通航ノ船舶ノ噸數19.4百萬噸ヲ超エタ。

71. かいざー みるへるむ運河. 此ノ運河ハのーど せー(Nord See)トおすと せー(Ost See)トヲ連ヌル水路デ、東端ハきーる灣口ノほるてなう(Holtenau)ニ始リ、西端ハえるべ河口ニ近イぶるんすびって

る(Bransbüttel)ニ終ル。おすと せーノ平均水位ヲ其ノ水位トシタ單一水位ノ運河デ、兩端ニ水閘ヲ備へ、全長99秆デアアル。

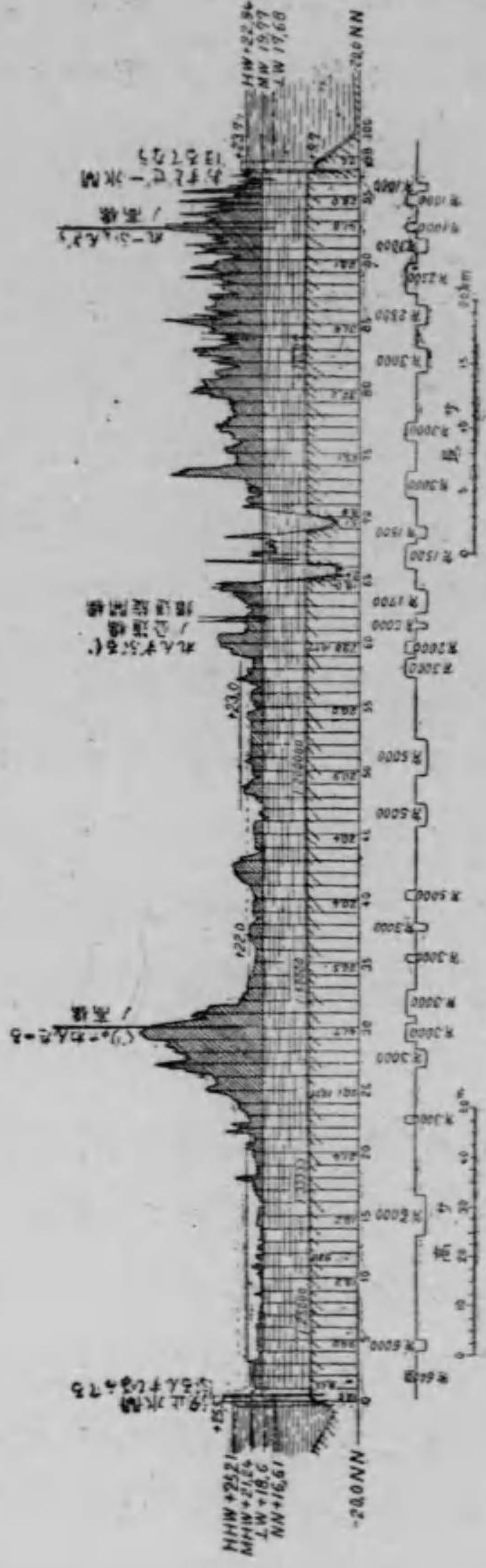
1777年始メテあいでの運河(Eider Kanal)トシテ工事ニ着手シ、1785年ニ竣工シタ。當時水閘ノ長サ320米、幅8.0米、水深3.5米ニ過ギナカッタガ、1888年改築ガ始マリ、其ノ1895年ニ出來上ツテカラカーざーみるへるむ運河ト呼バレルニ至ツタ。然シばるちく海船運河(Baltic Ship Canal)、のーど おすと せー運河(Nord Ostsee Kanal)又ハきーる運河(Canal de Kiel)ナド、呼バレルコトモアル。おすと せー閘門ハ其ノ平均水位ヨリ上下各0.5米以外ノ時ハ凡テ之ヲ閉鎖シ、其ノ間ハ開放シテ居ル。但シのーど せー閘門ハ半潮カラ普通低潮以下0.5米迄低潮ノ間ハ常ニ之ヲ開放シ、漲潮ニハ常ニ閘門ヲ締メテ泥土ニ富ンダえるべ川ノ河水ヲ入レヌ様ニスル。低地ノ排水ハ常ニのーど せーノ方ニ向ヒ、60秆ニ對シテ運河底ニハ1.27米ノ落差ガアル。

1907年223百萬馬克ノ豫算ト8ケ年ノ期限ヲ以テ最後ノ大擴張ヲ行フコト、ナリ、1909年カラ實際ノ工事ニ着手シ、1914年ニ略ボ竣工シタ。即チ歐洲大戦突發ノ時デアアル。此ノ大擴張ニ於テハ水深ハ

第百五十五圖



第百五十六圖



従前ノ9米カラ11米トナリ、底敷ハ22,0米カラ44米トナリ、水面幅ハ67,0米カラ101,75米トナリ、断面面積ハ413方米カラ825方米トナリ、水閘ハ216×25,8×9,7米カラ330×45×13,4米トナリ、舊水閘ノ側ニ新ニ水閘ヲ設ケ、閘門ニ滑走扉ヲ用ヒタ。是レ巴那馬運河ノ水閘ヨリモ稍々大ナルモノデ、運河通航ノ許容速度ハ毎時10軒デアル(第百十五圖及第百十六圖)。

此ノ運河ハ軍事上並ニ商業上ノ目的ヲ以テ作ラレ、おすとセーカラろんどん又ハ佛國ど、んけるく(Dunkerque)至ニル航路ヲ短縮スルコト240海里、はんぶるぐ(Hamburg)ニ至ル航路ヲ短縮スルコト亦425海里ニ及ンダ。27年前カイザーウィルヘルム運河トシテ出来上ツタ時ニハ、當時ノ船ヨリハ遙ニ大規模ノ寸法ヲ豫想シ、船ノ長サ145米、幅23米、吃水8,5米ヲ假定シテ運河ヲ擴張シタガ、1907年ノ頃ニハ逐年船ガ大クナツタ結果、18000噸ノ戦艦ハ既ニ此ノ運河ヲ通航スルコト困難トナリ、はんぶるぐあめりか航路ノいんべらとーる號(Imperator)ハ長268米、幅29,9米、吃水10米、總噸數50000噸ニ達シテ、此ノ運河ヲ通過スルコト出来ナイ有様トナツタ。今1896年此ノ運河ヲ通過シタ船舶ハ19600隻、1848458純登簿噸數デアツタガ、1906年ニハ33158隻、5963125噸ニ及ビ、更

ニ 1911 年ニハ 52817 隻, 8478261 噸ニ達シタ。最後ノ擴張ノ結果トシテ從來 8 個ノ交行所ガ 11 個トナリ, 其ノ長及幅ヲ増シタ。又曲線ヲ緩ニシテ, 兩端ノ水閘ヲ新設シ, 鐵道及道路用ノ動橋並ニ定橋ヲ改築シタ。

72. はなま運河開鑿ノ歴史。ばなま線ガ中央亞米利加ヲ横斷スル運河路トシテ擇バル、ニ至ツタノハ其ノ由來スル所古ク, 1517 年乃至 1520 年ノ間ニ在ル。1876 年ニ此ノ運河開鑿ノ爲ニ巴里ニ一會社ガ組織セラレ, 社長わいす(Wyse)ガころんびや政府カラばなま地峽ニ海船運河ヲ築造スルニ必要ナル權利及特權ヲ獲得シタノハ 1878 年デ, 是レ有名ナルわいす特許ト稱スルモノデアル。其ノ後ふゑるぢなんどどれせぶす(Ferdinand de Lesseps)ノ主宰ノ下ニ巴里ニ會議ガ開カレタ結果, 更ニ他ノ會社ガ創立サレ, 1 千萬法ヲ以テわいす特許ヲ買收シタ。此ノ會社ハ海面ヲ運河ノ水面トスル所ノ所謂海面案ヲ採用シ, 水深 9 米, 底幅 22 米ノ運河ヲ開鑿セント企テタ。切取ノ土工 120 百萬立米ニ達スル見込デアツタ。然シテ工事ヲ進メタ所ガ, 1887 年ニ至ツテ當時ノ施工法ヲ以テシテハ到底海面案ノ實行シ得ラレヌコトガ明トナリ, 水閘案ニ變更スルニ至リ, 越エテ 1889

年此ノ會社ハ破産ノ悲運ニ會シタ。是ニ於テ佛蘭西ノ技監ぎるめーん(Guillemain)ヲ會長トシタ内外國 11 人ノ委員カラ成ル所ノ調査委員ガ擧ゲラレ, 親シクばなま地方ニ臨ンデ調査シタ結果, 總工費ヲ 174,6 百萬弗ノ豫算ヲ得タ。1890 年わいす特許ノ與ヘラレタ 10 年間ノ期限ガ竭キタノデ, 更ニ 10 年延長ノ許可ヲころんびや政府カラ獲タ。1894 年新巴那馬運河會社(New Panama Canal Company)ト呼ブ會社ガ創立セラレテ, 其ノ技術委員ハ工費ヲ 105,5 百萬弗ト計上シタ。1899 年北米合衆國議會ハ地峽運河委員會(Isthmian Canal Commission)ヲ説ケテ運河開鑿ニ關スル調査ヲ爲サシメタガ, 工費豫算ハ 144,2 百萬弗ニ達シタ。然ルニ 1902 年一月新巴那馬運河會社ハ其ノ權利及財産ヲ擧ゲテ 4 千萬弗デ合衆國政府ニ買却センコトヲ申出デ, 納レラレタ。1902 年六月ばなま共和國ト條約ヲ締結シ, 議會ヲ通過シ, 大統領ノ批准ヲ經タ, 即ばなま運河地帯 10 哩ノ永久管轄權ヲ獲, 補償トシテ一時金 1 千萬弗及 1913 年二月以後年々 25 萬弗ノ運河地帯使用料ヲ提供スルコト、ナツタ。すぶーなー條約(Spooner bill) 是デアル。1904 年ノ始第二次地峽運河委員會ガ設ケラレ, 間モナク技術部員モ任命セラレテ, 着々工事ヲ進メタ。1905 年四月大

統領る一すべると (Roosevelt) ハ新ニ委員ヲ任命シタガ、是レ即チ第三次地峽運河委員會デアル。1907年四月以降第四次委員ガ舉ケラレ、爾來地峽運河委員會ガ開鑿ニ關スルコトヲ管理シ、1914年四月一日ニ至ツテ竭キ、最後ノ議長兼技師長ゴーさるす (Lt. Col. Geo. W. Goethals) ハ運河地帯ノ總督ニ任セラレ開鑿及地滑善後策ヲ完ウシテ、空前ノ大工事が出來上ツタ。ゴーさるすが運河開鑿ニ際シ、職務ノ分掌ヲ定メタ大要ヲ舉ゲレバ大凡次ノ如クデアツタ。

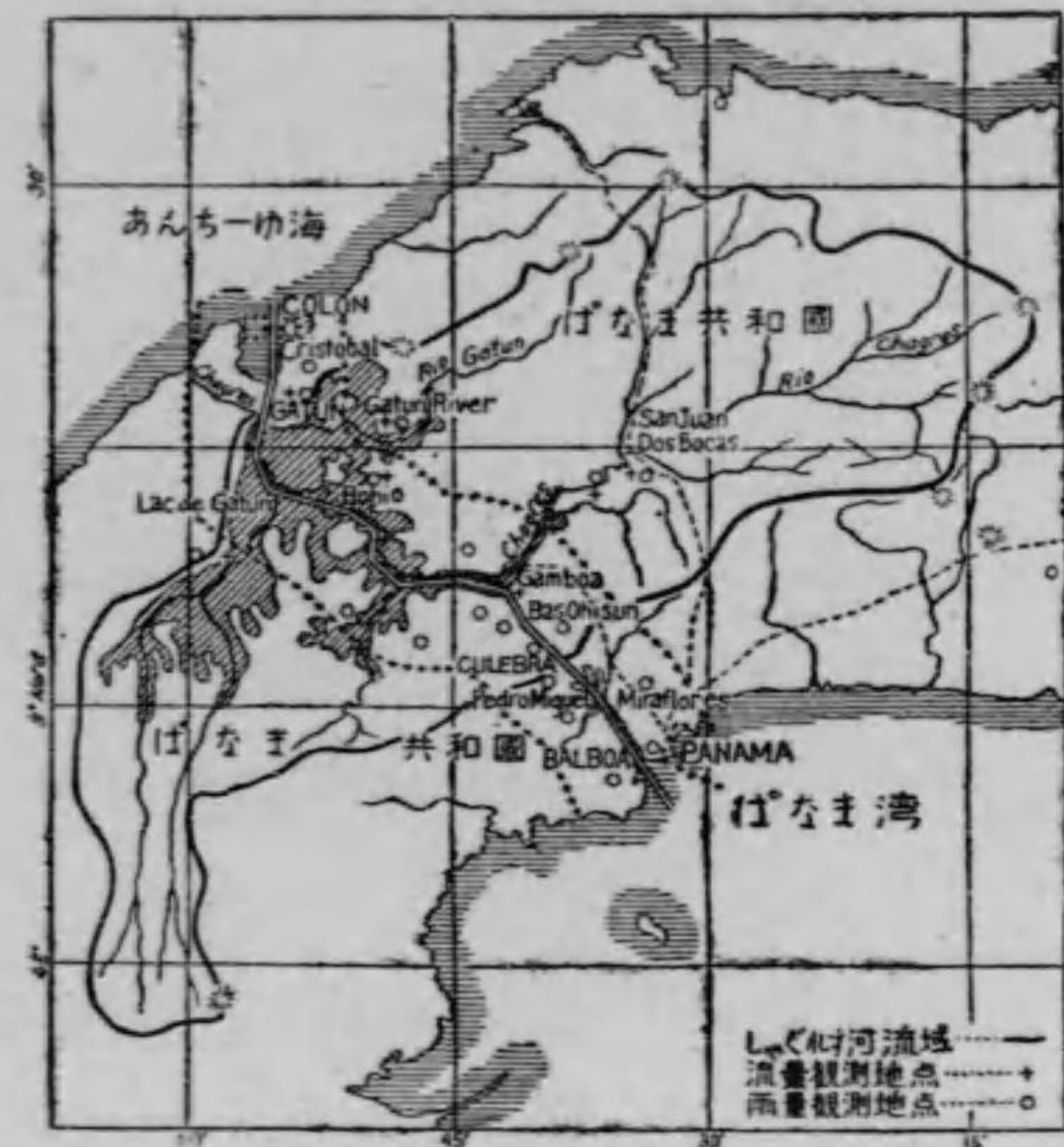
議長 兼 技師長 ゴーさるす	總 監	購買係	大西洋工區 中央工區 大平洋工區 副技師長 技師長助手 技師補
	督 理	係	
	經 理	係	
	精 算	係	
	衛 生	部	
	法 律	部	
	行 政	部	
	調 査	及 記 録 係	
	會 計	係	
	工 事	部	
(ゴーさるす)			

ばなま運河ニ海面案ト水閘案トアツテ永イ間繋争ノ問題デアツタガ、1905年九月わしんとんニ召集セラレタ地峽運河委員會ノ國際顧問技師團ハ亦之ニ關シテ詳細ナ調査ヲ遂ゲ、1906年一月十日附ノ報告ニハ5對8ノ多數ヲ以テ海面案ヲ推獎シタ。但シ少數派ハ亦水閘案ノ有望ナルコトヲ報告シタ。大

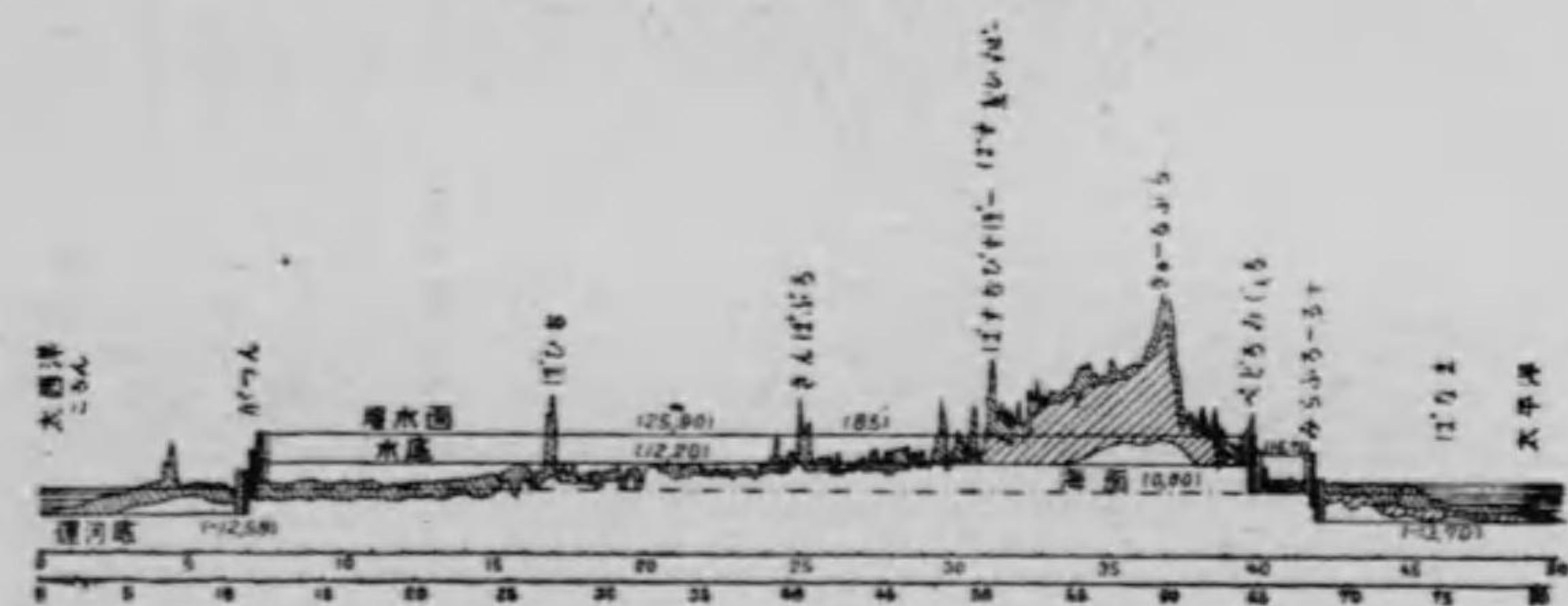
統領る一すべるとハ少數意見ヲ採用ノ有利ナルヲ認メ教書ヲ兩院ニ送ツタガ、1906年兩院ハ之ニ協賛ヲ與ヘ、爾來水閘案ヲ以テ工事ヲ進メタ。但シ少數派ノ勸メタ水閘ハ事實上多數派ノ推獎シタ寸法ニ擴張セラレタ。

第 百 十 七 圖

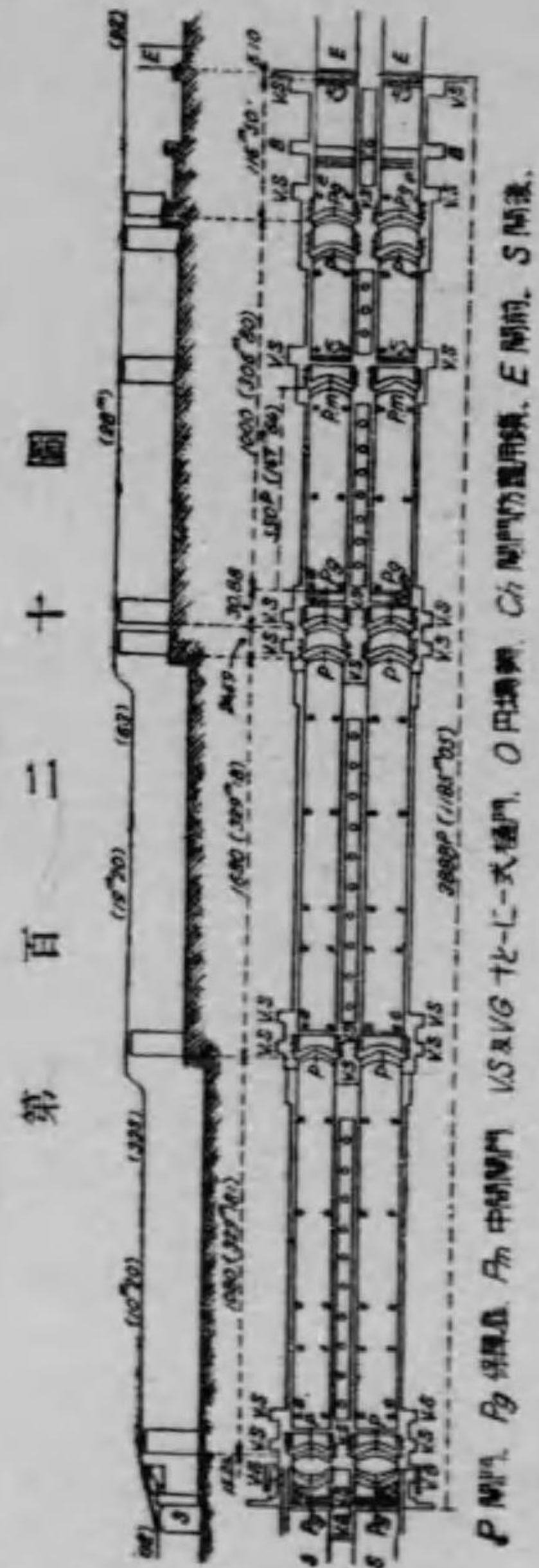
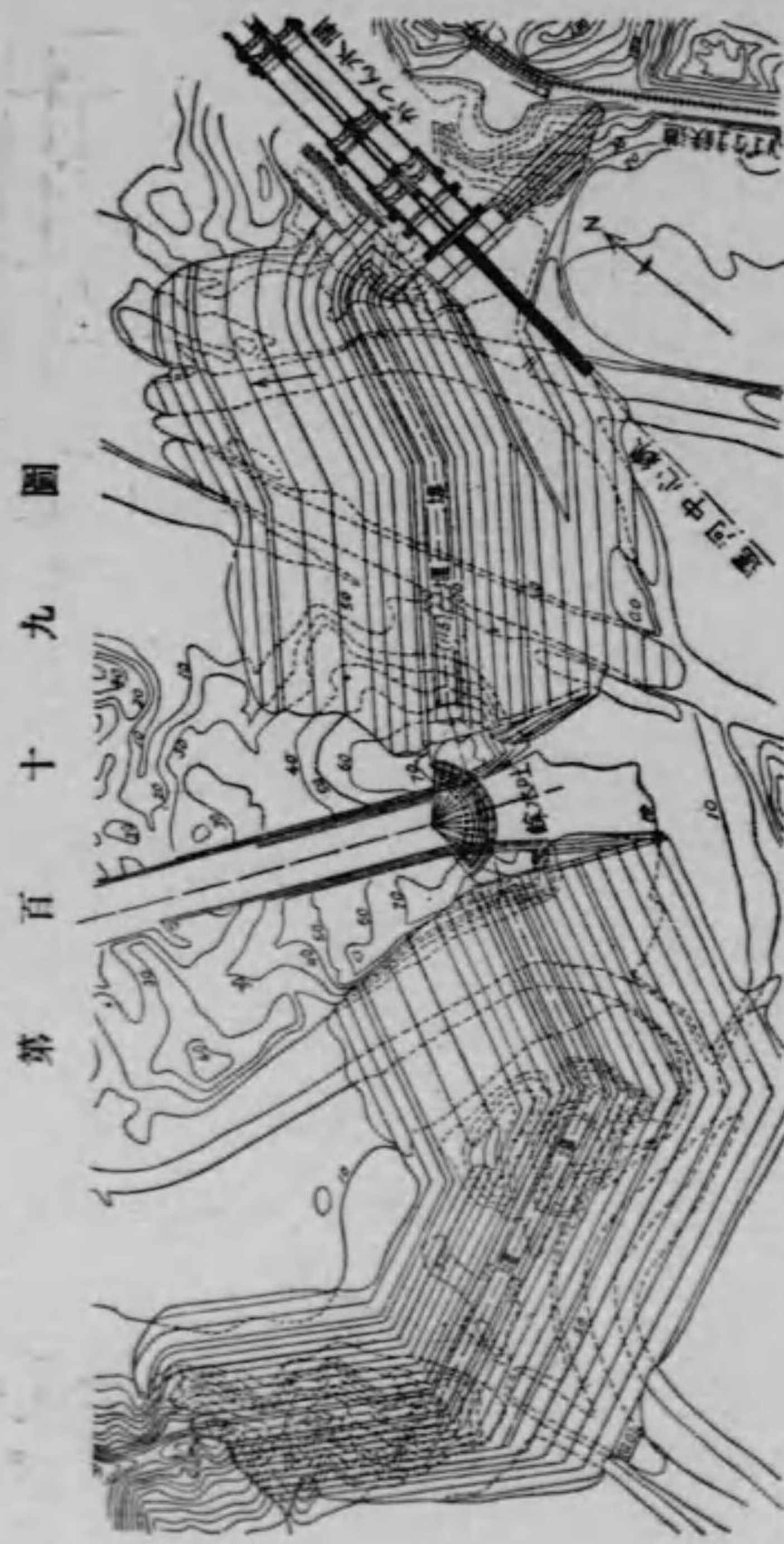
72. はなま運河ノ構造。太平大西兩洋ヲ繋イテ居ル所ノばなま運河ハ全長81軒許アルガ、其ノ中65軒ハ開鑿又ハ湖中ニ作ラレタ築堤ニ



第 百 十 八 圖



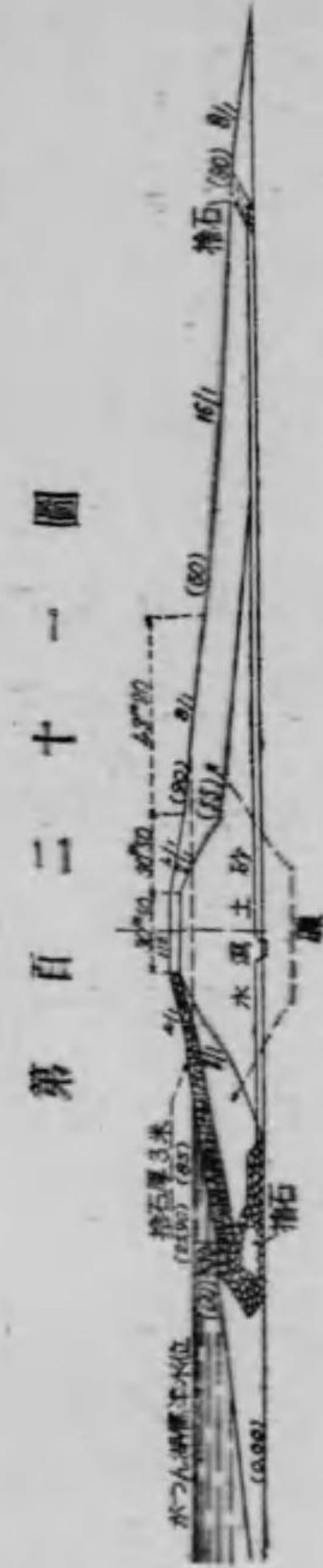
成リ、他ハ海中水路デアル。而シテ運河ノ標準水深ハ13,70米(45呎)、最小水深ハ12,20米(40呎)ニ達シテ居ル。大西洋ノ方ヨリ運河ハ殆ト正南ニ向テりもん灣(Limon Bay)ニ入ル。灣ノ西北角とろー岬(Toro)カラ



防波堤ガ突出サレテ、中ニころん港(Colon)ガアル。茲ニ潮程0,6米(2呎)デ、水深ハ平均水位以下12,5米(41呎)、水路ノ幅ハ太平洋側ト同シク152,4米デアル。

水路ヲ進ムコト11,2 軒許デ、三段ノ水閘ガ相並ンデ平行シ、閘室ノ有效長305,0米(1000呎)、之ヲ各182米ト123米ノ大小二室ニ區分シテ居ル。幅33,5米(110呎)、閘深13,4米(41呎)、揚程8,84米(29呎)(第百二十圖)。茲ニがつん(Gatun)ノ土堰堤ガアツテ頂區ノ水位ヲ+25,9米(+85呎)ニ保テ、堤頂ノ高サハ+35,30米(+115呎)デアル(第百十九圖及第百二十一圖)。

がつん湖ノ面積ハ425方軒デ、水位ガ1米高マレバ能ク425百萬立米ノ水ガ溜マルカラ、之ヲ $1\frac{1}{2}$ 日デ排除スルモノト假定スレバ毎秒平均3000立米ノ水ヲ流サナケレバナラヌ。がつん湖ニ注ク所ノしぐれす河(R. Chagres)ハ佛蘭西會社ノ永イ觀測ニ依レバー年若干日間ハ毎秒15立米ニ下リ、二三四ノ三ヶ月間ハ其ノ流量毎秒50立米ニ充タナイ。從



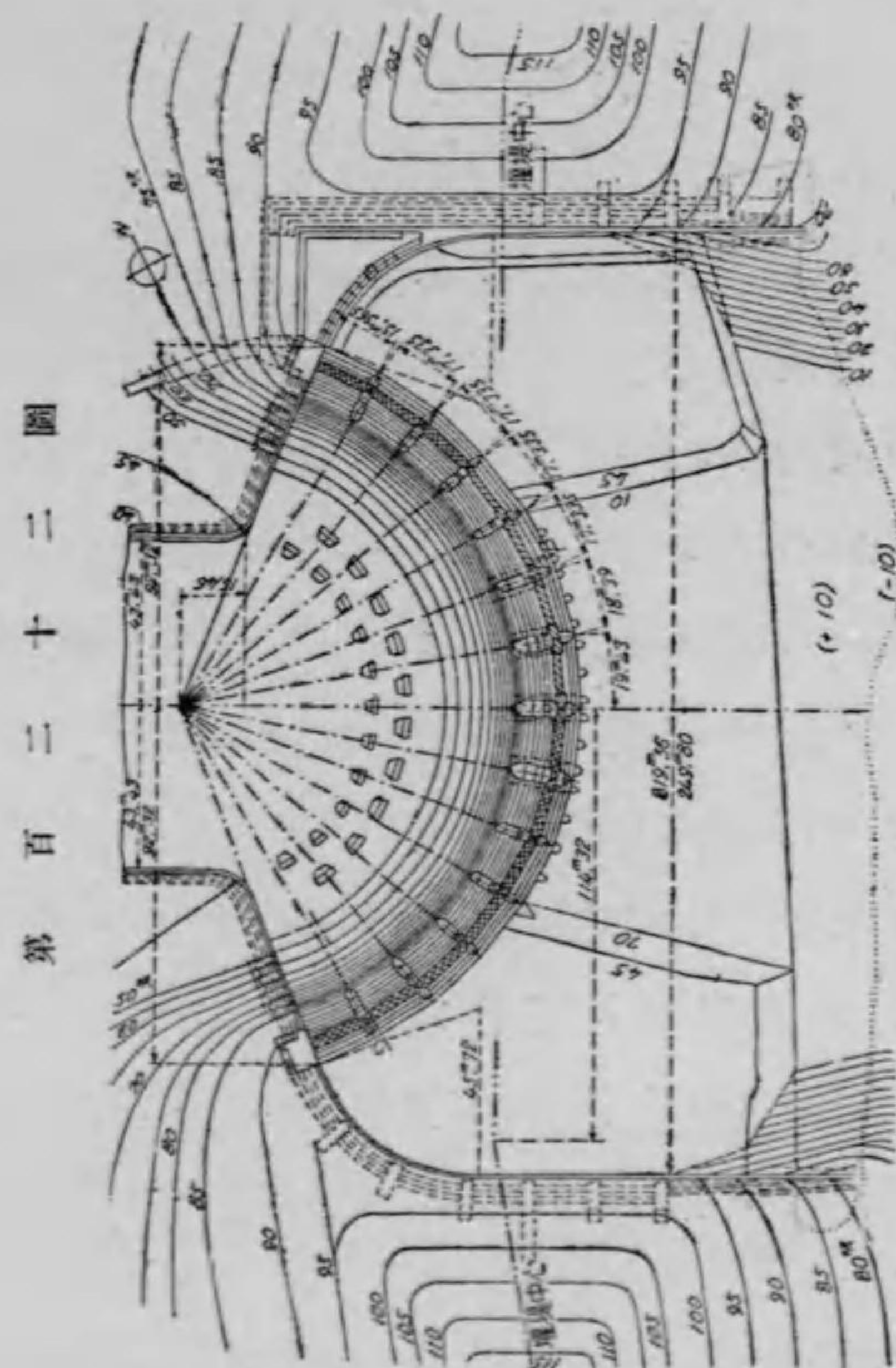
テ米國人ハ此ノ乾期間ニ平均毎秒28立米(1000立呎)ヲ此ノ河カラ取ル計算ヲシタ。然ルニ運河ニ必要ナル水量ハ毎秒118,8立米(4200立呎)ノ豫定デアラカラ、其ノ河水デ不足シテ居ル分ハ湖水ノ貯水デ之ヲ補ハナケレバナラヌ。是レガ爲メ十一月十二月ノ洪水期間ニ湖水ノ水位ヲ其ノ標準水位 + 25,91 米(+85呎)ヨリモ 0,61 米(2呎)丈ケ高クスル時ハ、縦合標準水位ヨリモ更ニ 1,52 米(5呎)水位ガ下ツテモ、尙ホ 12,20 米(40呎)ノ水深ヲ保ツコトガ出來ル。而シテ前後 2,13 米(2+5=7呎)ノ水位ノ差ハ方ニ 9 億立米ノ水量ニ相當シテ居ツテ、乾期三ヶ月間ノ河水ノ不足ヲ補ウテ餘リアル勘定デアル。1919 年十二月十五日カラ 1920 年五月十三日ニ終ル期間ハ合衆國ガばなま地帯占有以來ノ最寡雨デ僅ニ 99,8 耗ノ雨ヲ見シニ過ギズ、がつん湖ハ海面上 +24,93 米(+81,76呎)ニ下ツタ(五月廿八日)。

以上ハ乾期ニ於テ如何ニ運河ノ水位ヲ維持スルヤヲ概説シタガ、他ノ一方ニハしやぐれす河ノ洪水ノ場合ヲ考ヘナケレバナラヌ。是レ餘水吐ノ必要ナル所以デアル。計劃當時迄ニ知ラレタしやぐれす河ノ最大流量ハ 33 時間ノ平均毎秒 3880 立米(137,000 立呎)テ、其ノ内更ニ流量ノ多カッタ瞬間ハ毎秒 5154

立米(182000 立呎)ニ達シタ。餘水吐ニハ此ノ程度ノ洪水ヲ其ノ儘越流サセルニハ水位ガ 1,52 米(5呎)高クナルモノトシテ長サ 610 米(2000 呎)ノ餘水吐ヲ要スル勘定ダ。

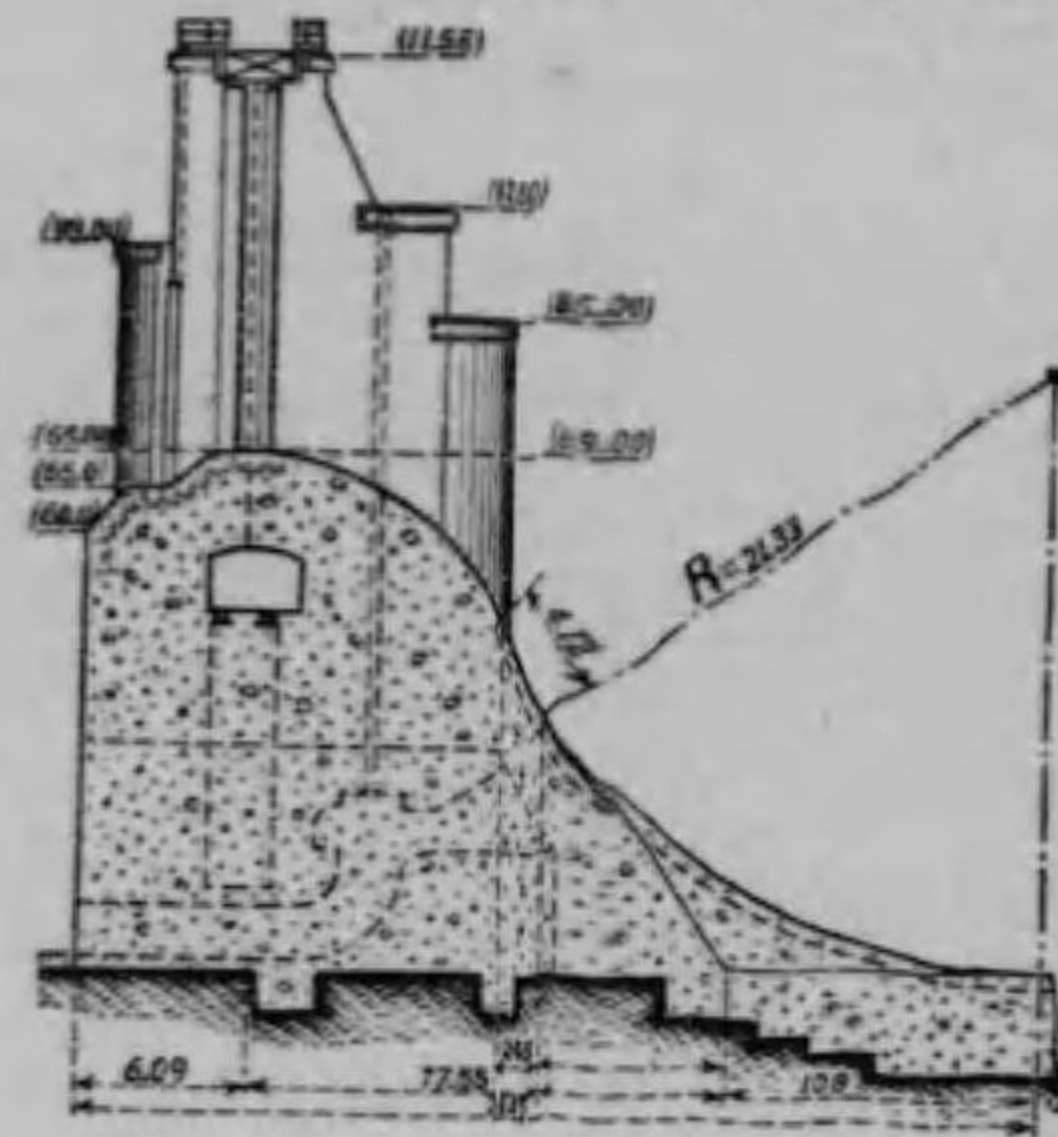
此ノ越流堰ノ頂ハ幅各 13,7 米(45 呎)、14 徑間ニ分レテ、圓弧形ヲ爲シ、夫々すとーねー式水門ヲ備ヘテ居ル。此ノ水

門ノ扉闔ハ +2,10 米(+69 呎)デ、湖水ノ標準水位 + 25,9 米(+85 呎)ヨリモ低イコト 4,9 米(16 呎)デアル(第百廿二圖及第百廿三圖)。而シテがつん湖ノ水位ハ +26,5 米(+87 呎)ヲ超ユルコト



ナカラシメル計劃デ、此ノ水位デ一個ノ水門ヲ全開スレバ毎秒 312 立米(11,000 立呎)ヲ放流シ得ルカラ、14個ノ水門ヲ全部開ケバ毎秒 4361 立米(154,000 立呎)ヲ放流スルコトガ出來ル。水門

第百二十三圖



頂ハ +26,8 米(+88 呎)デ、洪水ニ依ツテハ水門頂ヨリ 2,13 米(7 呎)ノ上ニ昇ルコトモアリ得ルカラ、湖水ノ絶對最高水位ハ +29,0 米(+95,0 呎)ト假定セラレテアル勘定ダ。

がつんノ最高水閘ヲ昇リ詰メレバ運河ノ頂區ニ入ル。此ノ水閘トペドロみぐる水閘(Pedromiguel)マデノ間ガ 51 軒(31,7 哩)アル。底敷ハがつんカラさんばぶろ(San Pablo)マデ 304,88 米(1000 呎)、是カラ漸次減ジテおびすぼー(Obispo)マデ 243,84 米乃至 152,40 米(800 呎乃至 500 呎)トナリ、おびすぼーペドロみぐるノ間ハ 91,46 米(300 呎)デアル。ペドロみぐるノ前約 15 軒許ノ間ハ有名ナルきーるぶら(Culebra)ノ大切取デアル。

ペドロみぐる水閘ハ其ノ揚程 9,15 米(30 呎)デ、他ノ

寸法ハがつん水閘ト同様ダ。此ノ水閘ヲ降レバ +16,75 米(+55 呎)トナル。ペドロみぐるカラ 2 軒デみらふろーるす水閘(Miraflores)トナル。是ニハ揚程 8,38 米(27,5 呎)デ二段平行ノ水閘ガアル。之ヲ降レバ太平洋トナリ、海中ノ水路デ長サ 12,88 軒(8 哩)、潮程 6,10 米(20 呎)ニ達スル。此ノ部分ハ平均水深 13,72 米(45 呎)デ、干潮時ニ於テモ尙 10,67 米(35 呎)ノ吃水ヲ持ツタ船ヲ通ズルコトガ出來ル。なす島(Nass Is.)及ばるぼあ島(Balboa Is.)ノ間ニばるぼあ港(Port of Balboa)カ修築セラレ、鐵筋混凝土ノ防波堤ヲ築イタ。是レばなま市ノ西ニ當ツテ居ル。

兩海岸ノ浚渫ヲ合セテ土工 149 百萬立米、海面式ノ 177 百萬立米ニ比スレバ頗ル少イ

此ノ運河開鑿ノ工事ハ水閘ト云ヒ、堰堤及餘水吐ト云ヒ、共ニ一世ノ偉觀ト云フベキダ。殊ニきーるぶらノ大切取及其ノ後起ツタ處ノ地滑復舊工事ノ如キハ近世科學ノ粹ヲ集メタモノデ、短時間ニ除害ヲ了シタ手際ノ如キハ蓋シ土木施行史ニ異彩ヲ放ツモノト云ツテ宜シイ。

73. きーるぶらノ大切取及地滑復舊工事。きーるぶら(Culebra)又ハがいやーど(Gaillard)ノ大切取ハ其ノ最高點ガ平均海面上 +95,1 米(+312 呎)デ、運河底ハ

+12,2米(+40呎)デア。從テ大切取中最深ナル部分ハ82,8米ニ達シタ譯デア。

1914年五月ばなま運河ハ殆ド一條ノ水路ヲ全通シ了ツテ小型ノ船ヲ通シ得ル處マデ漕附ケタガ俄然大地滑ガ起ツテ六月末マデ通船ヲ延期シ同ジク八月ニ至ツテ公式ニ水路ヲ開通シ十月ニハ此運河ヲ經テりば一ぶ一ニ達シタ第一船ヲ見ルニ至ツタ。其後モ幾回カノ地滑ヲ見殊ニ最近ニハ昨1921年ニモ多少ノ地滑ヲ生ジタガ舟運ヲ杜絶スルマデニハ至ズシテ已ンダ。

地滑ノ起ツタ個處ハ運河東側ノきゅからちゅ(Cucaracha)及西側ノにゅーきゅーるぶら(New Culebra)ヲ主ナルモノトシ、大小十數個所ニ及ンダ。地滑土量ノ掘鑿セラレタモノ2千萬立米ニ達シ、1919年六月迄ニきゅーるぶら切取カラ掘上ケタ土坪ハ凡ベテ2,7千萬立米ニ及ンダ。是レ實ニ當初水閘式ノ豫定シタ全掘鑿ノ三分一以上ノモノデア。

こーさるすガ此地滑ニ就テ調査シタ報告ニ依レバ、地滑ハ三種カラ成立ツテ居タ。第一種ハ開鑿シタ運河切取ノ兩側ガ法ヲノ急ナル爲地滑ヲ引起シタモノデ、運河カラ100呎乃至1200呎ヲ隔テ、之ニ平行ニ割目ガ出來、急ニ運河ノ方ニ移動シタモノデ

アル。第二種ノ地滑ハ粘土ヤ岩片ヲ交ヘタ多孔質ノ土砂ガ下ニ滑ナ岩ヤ又ハ不慘性ノ硬イ物質ガアツテ、而カモ切取ノ方ニ向テ傾下シテ居タモノ、上ニ被覆シテアツタモノガ、雨ノ爲ニ間ガ弛ンデ恰カモ潤滑劑ヲ加ヘタ様ニ移動ヲ起シタノデア。第三種ノ地滑ハ前兩種ノ合成デアツテ、土砂ノ移動ニ次イデ沈下ガ起ツテ居ル。

地滑ノ復舊ニ偉大ナル努力ヲシタコトハ、一隻ノ浚渫機ヲ用ヒテ1916年二月十六日ニ約18000立米ノ岩石土砂ヲ浚渫シテ世界ノれこーどヲ作ツタノニ徴シテモ知ラレル。

74. はなま運河ノ工事費。1908年ばなま運河ノ工費豫算トシテ計上セラレタモノハ大凡次ノ通リデア。

大西洋工區	68,564,000 弗
中央工區	88,458,000
大平洋工區	47,985,000
新ばなま鐵道	8,164,000
土地賠償	500,000
	213,671,000
總係費	84,095,000
工事費總計	297,766,000
此ノ外	
衛生設備費	20,053,000

行政費	7,382,000
新佛國運河會社ニ支拂額	40,000,000
ばなま共和國ニ支拂額	10,000,000
小計	77,435,000

故ニばなま運河開鑿ノ全費額ハ 375,201,000 弗デアツタ。然ルニ 1916年六月三十日ニ於ケル運河開鑿ノ全工費ハ 364,118,000 弗デア。而カモ兩院ガ與ヘタ協賛ニ依レバ運河地帯ノ防備等ノ爲ニ累計 415,985,000 弗トナル勘定ダ。此ノ中 19,000,000 弗ガ防備費、17,000,000 弗ガ其ノ 1914年開通以來ノ營業及維持費デア。其ノ外炭坑經營費等ガアル。

總額 364,000,000 弗ノ内カラ、あらずか工事委員會等ニ賣却シタ 7,155,000 弗ヤ、ばなま及ころん兩市ニ對シテ行ツタ工事費ノばなま共和國カラ償却スベキモノ竝ニ他ノ殘品賣却代ヲ控除スレバ北米合衆國ガばなま運河開鑿ニ投ジタ金ハ 350,000,000 弗デア。此ノ工費ノ中ニハ 1908年ノ豫算ノ中ニ含マナカッタ多クノ工事ニ對スル費用ヲ含ンデ居ルノハ著シイ事柄ダ。

75. 計劃中ノ海船運河。計劃セラレタ海船運河ノ中ニらいん河ト北海トヲ連ネルらいん北海運河(Rhein-Nord See Kanal) ガアル。らいん河ノ河口ハ和蘭ニ在ルノデ、不便ガ少クナイ。ソコデ直接獨逸國

内デ北海ニ達スル水路ヲ設ケ、らいん河ヲ海ニ接續シヨウトスルノデア。ル。

歐洲大戰ノ終ル少シ前ニ英國デハみっごすこららんど海船運河(Mid-Scotland Ship Canal)ノ論議ガ盛デアツタ。此ノ運河ハふーす河口(Firth of Forth)トくらいど河口(Firth of Clyde)トヲ連絡セントスルノデア。ル。此ノ運河ニハふーす河口ノぐらんちまうす(Grangemouth)トくらいど河ノぐらすごーヨリ下流ニ在ルくらいどばんくノ邊ヲ直接連ネヨウト云フ直接線ト、ぐらんちまうすノ邊カラろもんど湖(Loch Lomond)ニ至リ、くらいど河ノ入江ノ奥ナルたるべと(Tarbet)、あろちーる(Arrochar)等ヲ經テくらいどばんくニ出デントスル所ノろほろもんど線トアル。

加奈陀もんとれーる(Montreal)トおんたりお湖間ノせんとろーれんす河ノ航路改修ハ米加間ノ國際水路委員ニ依ツテ今方ニ研究セラレテ居ル。も市お湖間ノ 183哩ニ對シ落差實ニ 220 呎、水深 25 呎ノ水路ノ外ニ 5 百萬馬力ノ發電水力ヲ得ントスルモノデ、水閘九個、35哩ハ運河ヲ用ヒ、40哩ハ湖水ヲ利用シ、自餘ノ 108 哩ガ河ニ依ラントスルモノデア。ル。若シ 30 呎ノ水路ヲ作ルトキハ更ニ 4 百萬磅ノ増額ヲ要スル豫定デア。ル。

第十節 列國ノ運河政策一斑

76. 佛國ノ水運政策. 佛蘭西ハ東南あるぶ其ノ他ノ連峯ヲ負ヒ西南びれに一すノ山脈ヲ以テ西班牙ニ界シテ居ル外ハセーヌ、ろある、ろーん、ぎ、ろんぬ諸川ノ流域ヲ劃スル分水嶺ガアルノミデ、國內一帯平地ニ富ンデ居ル。

國內ノ可航河川延長 8800 浬ノ中、其ノ 7 割ハ實際舟楫ヲ通ジテ居ル。又運河ハ延長 5000 浬ニ達シ、筏ヲ通ズル河川ハ 3000 浬ニ及ンデ居ル。1919 年國內運河ノ擴張及改善ノ計劃ガ出來上リ、着々實施ノ緒ニ就テ居ル。

佛蘭西ノ運河ハ他ノ水路ト共ニ工務省ノ管理ニ屬シテ重イ多容貨物ノ運輸ニ適シ、輕イ貨物ハ鐵道ニ依ツテ輸送セラレルモノガ多イ。國內ノ鐵道線路ノ延長 41000 浬許ノ大部ハ尙ホ私設會社ノ經營ニ屬シテ居リ、鐵道ガ運賃ナドヲ引揚ケル時ハ運河ニ依ツテ之ヲ牽制シ、一種ノ調節ノ作用ヲ營ンデ居ル。從テ輸送時間ノ長短カラ是等兩者ノ一ヲ擇ブコト、ナリ、共ニ必要ナル交通機關ヲ爲シテ居ル。即チ發達セシムベキモノハ運河カ又ハ鐵道カニ非ラズシテ、運河及ビ鐵道ト云フ有様トナツテ居ル。

77. 獨逸ノ水運一般. 獨逸ノ河川ハ南方ノ山地

カラ起ツテ北流海ニ朝シテ居ル。故ニ舟運ノ爲ニ改修セラレ、又ハ渠化セラレタ河川ヲ經トシテ之ヲ連ネルニ運河ノ緯テ以テシタ結果、獨逸國內ノ水運ハ縱橫東西ニ連ツテ、更ニ隣邦ポーランド、ちやくすろぐ、きや、埃地利又ハ佛蘭西ノ水路マデ接續シテ居ル。國內ノ必要ナル水路ハ 10000 浬ニ達シテ居ルガ、亦皆工務省ノ管理ニ屬シテ居ル。但シ 1918 年末ニ於ケル國內ノ鐵道延長 62000 浬、其ノ 9,3 割ハ國有デアアル。

78. 他ノ歐州諸國ノ水運政策. 戰前埃匈國ニハ可ナリノ水運ノ便ガアツテ、筏ヲ通スル水路ガ 3,800 浬、舟楫ノ便アルモノ 3000 浬ニ近ツタガ、戰後分裂解體ノ結果唯どなう河ノ舟運ヲ殘スノミトナツタ。ちやくすろぐ、きや國ニハどなう河トおーでる河、どなう河トえるべ河、おーでる河トえるべ河等ノ水源ガ近クニアル爲メ、是等ヲ連絡スル計劃ハ 1900 年ノ始カラアツタガ、其ノ完成シタモノハ幾ラモナイ。

英國ハ我國ニ似テ地勢逼迫シテ居ルガ、尙鐵道ガ敷設セラレル前ニハ可ナリノ發展ヲ見タ。然ルニ鐵道ガ旭日昇天ノ勢ヲ以テ國內ニ擴ガルト共ニ、鐵道會社ハ多クノ運河ヲ買收シテ競争ノ源ヲ絶ツタ爲ニ、英國ノ國內水運ハ他ノ歐大陸諸國ニ比シテ甚

シク遜色アルニ至ツタ。然シ1905年ノ頃ニハ全英帝國ノ運河延長7500軒ニ及ビ、其ノ中約3割弱ハ鐵道ノ所有又ハ管理ニ屬シテ居ツタ。1918年一月政府ハ英國ノ主ナル水路1900軒、愛蘭ノ水路500軒ヲ舉ケテ運河管理委員ノ手ニ委ネタ。

1914年以前英國及ゑーるすノ諸運河ノ輸送貨物一年33百萬噸ニ達シテ居ツタ。

和蘭ノ運河ノ延長3600軒、可航河川1000軒デ、白耳義ノ運河及河川2100軒ノ中、必要ナル運河ハ500軒ヲ踰エテ居ル。伊太利、瑞典、露西亞等ニモ亦若干ノ水運上必要ナル水路ガアル。

79. 北米合衆國ノ水運政策。北米合衆國ノ鐵道ハ1830年ニ37軒ニ過キナカッタモノガ、1900年ニハ32000軒ニ達シ、1916年ニハ42600軒ニ及ンダ。此異常ナル鐵道ノ進歩ハ亦水運ヲ日影者ニセズニ置カナカッタノモ亦無理モナイ。現今運轉中ノモノ3500軒ニ拋棄セラレタモノ3900軒ヲ算シテ居ル。

政府ノ築造シタ運河ハ殆ド平行運河ノ類デ、其ノ延長ハ甚ダ少イ。へんねびん運河ヤ、にーよく州河船運河ノ如キハ州ガ企テタ運河ノ大ナルモノデア

ル。

第二章 水 閘

第一節 總 論

80. 二ノ異ナル水位ノ間ノ航進。運河ノ一區ト隣區トノ間、又ハ運河ト河或ハ海ノ間、若クハ水深ヲ増シ勻配ヲ減スル等ノ目的デ河ヲ渠化シ、堰ヲ以テ之ヲ横斷シタ場合ニハ必ズ上下二ノ異ナル水位ガ出來ル。是等異ナル二ノ水位ノ處ニ船ヲ航進スルニ三ノ主ナル方法ガアル。水閘、昇降槽及斜路是デア

アル。水閘トハ上下二ノ水位ノ間ニ水位ガ變化シ得ル一區劃ヲ設ケテ直接其ノ中ニ船ヲ導キ入レ、水ヲ出入シテ同時ニ孰レカー方ノ水位ニ船ヲ上下スルモノヲ云ヒ、昇降槽トハ船ヲ水ト共ニ槽中ニ入レ、其ノ水槽ヲ昇降セシメテ上下孰レカー方ノ水位ニ接續セシメルモノヲ云フ。又斜路トハ傾斜シタ軌道ヲ設ケテ船ヲ車臺ニ載セ、上下水位ノ雙方ニ船ヲ運ブ所ノ裝置デア

ル。是等三者ノ孰レヲ擇ブベキカハ上下兩水位ノ間ノ高差、利用シ得ル水量、土質、貨物又ハ船舶ノ大又ハ數量及使用シ得ル金額ニ依ル。

又是等三者ノ中、水閘ハ内地運河ニモ亦海船運河ニモ用ヒラレテ居ルガ、昇降槽ハ唯内地運河ニ用ヒラレルノミデア

ル。而シテ斜路ニ至ツテハ主トシ