

抄 録

第 25 卷 第 4 號 昭和 14 年 4 月

コンクリート及鉄筋コンクリート

(43) 低熱セメントの展望 ..... 387

(44) 鉄筋コンクリート支承の圧縮試験 ..... 389

施 工

(45) 簡単な土壌試験機 ..... 390

溶 接

(46) 溶接接手の検査に應用せる X 線寫眞に就て ..... 391

堰 堤

(47) Maas 河に於ける Ramet-Ivoz 堰 ..... 396

(48) 最近の堰堤工法 (岩盤調査及基礎工) ..... 398

下 水 道

(49) 促進汚泥法に依る Topeka 市下水道處分場の設計及操作 ..... 402

(50) 下水道處分の設備に於ける合金鋼使用に就て ..... 408

(51) Portland 市下水道改良計畫 ..... 410

港 灣

(52) 自由港區問題とニューヨーク港に於ける實施經過 ..... 412

道 路

(53) 道路照明方法の改善 ..... 414

鉄 道

(54) 桑港 Oakland 灣橋上の鉄道 ..... 414

(55) Harrisburg 操車場の改良工事概要 ..... 417

コンクリート及鉄筋コンクリート

(43) 低熱セメントの展望

(H. S. Meissner and W. T. Moran, "The Field for Low-Heat Cement" E. N. R. Nov. 10, 1938, p. 589~593.)  
 一木保夫 抄

緒 言: 低熱ポルトランドセメントは Boulder 堰堤の築造以來堰堤コンクリート工事に使用さるべく急速に發達した特殊セメントである。其の化学成分に於ては普通ポルトランドセメントよりも石灰分が少く、珪酸分と鉄の含有量が多く、粉末程度は幾分高いものである。今日まで干拓局に於ては 4 つの堰堤に 4860 000 樽の低熱セメントを使用した。又我國に於ける 8 つの大セメント工場が、低熱セメントの製造に干與した。

茲に研究と經驗に基づいて、如何にして此の低熱セメントが使用さるゝに至つたかの主なる理由を、大体述べて見よう。

先づ第 1 に注意すべきは龜裂の問題であつて、龜裂

は如何なる構造物に於ても避くべきであるが、堰堤に於ては龜裂が直接或は間接に安定性、透水性従つて耐久性に影響を與へる様に特に避けなくてはならない。此のマスコンクリートに於ける龜裂の原因は、セメントの水和によつて生じた熱がコンクリートの温度を可成高め、之が段々冷却されるにつれてコンクリートの收縮が起り、此の收縮と、コンクリートが引張に對して弱いと云ふ事が龜裂の第 1 の原因をなしてをるのである。茲にマスコンクリートと云ふ言葉はかゝる温度の影響が必然起るべき配合及性質のコンクリートに適用されるのである。

かゝるマスコンクリートの体積変化に影響する種々の因子を確かめ、コンクリート内部の高温度を減ずる方法を講ずるため、干拓局に於て從來多くの實驗研究がなされたが、之等を茲に述べる事は許されないで、其の結果を一括して簡単に述べる事とする。

研究結果の概括:

(a) 化学成分を調節する事に依つて、低熱性を持つた

マスコンクリート構造物に適するセメントを容易に作る事が出来る。

(b) 化学成分と水和熱, 化学成分と圧縮強さの間の關係が明らかとなった。

(c) 發熱量を減ずるには  $C_3A$  を減ずればよい。其の結果必然的に  $C_4AF$  を増す。 $C_3S$  を減じ従つて  $C_2S$  を増す時は早期に於て水和熱を大いに減じ、其の後に於ても可成減ずる。

(d) 材齡 1 ヶ年までは  $C_3A$  は  $C_3S$  より約其の 2 倍だけ發熱量に關係し、又  $C_3S$  は  $C_2S$  及  $C_4AF$  より以上に發熱量に關係する。

(e) 水和熱は灼熱減量 1% の増加に對して約 5 cal/gr を減じ表面積約 100 cm<sup>2</sup>/gr の増加に對して平均 28 日で 2 cal, 1 年で 1 cal を増加する。

(f) ポルトランドセメントの早期強度は大いに  $C_3S$  の量による。即ち  $C_3S$  の量の多いセメントは最初の 1 ヶ月の間に殆ど其の 1 年の強度に近い強度が出た。1 ヶ月より後の強度の増加は大いに  $C_2S$  の量によつた。 $C_3S$  の多いセメントは早期強度は弱かつたが、 $C_3S$  の多いセメントよりも長期強度は大であつた。 $C_3A$  の影響の一般に 7 日, 28 日の強度は増すが、其の後の強度に對しては有害である。 $C_4AF$  は殆ど圧縮強度に影響を及ぼさないが、一般に僅かに強度

を減ずる。

(g) 粉末程度の増加は一般に強度を増加した(特に早期に於て)。

(h) セメントの粉末程度の高い事は、初期における熱發生の割合を増すが、然し全体の發熱量は僅かに増加するのみである。

(i) 粉末度の高い時は、コンクリートのウオーカピリティーを増し、混合に必要な水量を減じ、水の滲出を減じ、強度と水和熱を増し、透水性を減じ、凝結の時間を僅かに短縮する。

(j) 早期に於ては低熱セメントコンクリートは、普通セメントで作つたコンクリートよりもヤング係数が小であつた。

(k) 低熱セメントコンクリートは凍結に對する抵抗性は僅か小であるが、流水の浸蝕に對する抵抗性は普通セメントで作つたコンクリートより遙かに優つてゐる。

(l) セメント焼塊の熱處理によつて幾分水和熱を減じ得る。

以上の研究の結果より普通セメントよりもマスコンクリートに適した性質のセメントを如何にすれば造り得るか分る。

各種セメントの化学的及物理的性質は表-1 に示す如

表-1. 各種セメントの化学的及物理的性質

Type of Cement	Number of Cements	Chemical Analysis — Percent								Computed Compound Composition — Percent								Fineness		
		SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	SO <sub>3</sub>	Ign. loss	Insol. res.	CaS	C <sub>2</sub> S	CaA	C <sub>4</sub> AF	CaSO <sub>4</sub>	Free CaO	MgO	Ign. loss	Per cent passing 200 mesh	Per cent passing 325 mesh	(1) sq. cm. per gr.
High early str.	12	19.6	6.2	2.5	64.6	2.6	2.3	1.9	0.6	50	15	12	8	3.9	1.3	2.6	1.9	96.5	92.4	2,030
Standard	11	21.8	6.1	2.7	64.2	2.4	1.7	1.2	0.2	43	31	12	8	2.8	0.8	2.4	1.2	94.4	84.6	1,770
Modified	12	21.0	6.3	4.6	62.9	3.1	1.7	1.1	0.2	42	30	6	14	2.9	0.6	3.1	1.1	96.1	88.1	1,930
Low heat	14	23.5	6.1	4.7	60.5	3.0	1.8	1.1	0.2	20	52	6	14	3.1	0.3	3.0	1.1	94.9	86.2	1,930
		Heat of Hydration — Cal. per Gram (2)								Temperature Rise — Deg. F.				Physical Properties						
		1 da.	3 da.	7 da.	14 da.	28 da.	3 mo.	6 mo.	1 yr.	1 da.	3 ca.	7 da.	14 da.	28 da.	Initial set hr.-min.	Final set hr.-min.	Sp. gr.	Normal consistency		
High early str.	12	75.2	101.8	108.3	111.0	113.7	119.2	.....	.....	55.2	72.5	76.9	78.7	80.5	3-10	5-30	.....	25.3		
Standard	11	50.4	75.6	86.0	89.1	90.7	95.2	98.0	99.7	37.1	56.9	62.0	64.1	65.2	3-35	5-40	3.15	24.1		
Modified	12	41.0	62.6	73.9	78.8	81.6	87.3	90.6	92.2	30.5	45.9	53.3	57.1	59.1	3-40	5-30	3.19	23.4		
Low heat	14	27.1	44.1	62.2	68.8	65.2	70.9	80.8	84.1	20.3	32.6	38.4	43.1	47.6	3-00	5-20	3.16	22.7		
		Compressive Strength — Lb. per Sq. In. Standard Curing (3)								Compressive Strength — Lb. per Sq. In. Mass Curing (5)										
		Average of 2" x 4", 3" x 6", and 6" x 12" Cylinders				Mass Conc.—28 Day				Average of 2" x 4", 3" x 6", and 6" x 12" Cylinders				Mass Conc.—28 Day						
		3 da.	7 da.	28 da.	90 da.	1 yr.	18" x 36" 6" max. agg.	6" x 12" 1 1/2" max. agg.	(4) ratio	3 da.	7 da.	28 da.	90 da.	1 yr.	18" x 36" 6" max. agg.	6" x 12" 1 1/2" max. agg.	(4) ratio			
High early str.	12	3,250	4,380	5,480	6,180	6,580	.....	.....	.....	3,240	3,950	4,520	4,580	4,970	3,640	4,400	0.83			
Standard	11	2,070	3,180	4,460	5,010	5,550	3,710	4,170	0.89	2,680	3,720	4,910	5,090	5,350	4,620	4,870	0.95			
Modified	12	2,060	2,940	4,430	5,420	5,770	4,120	4,760	0.87	2,680	3,720	4,910	5,090	5,350	4,620	4,870	0.95			
Low heat	14	890	1,890	3,390	4,880	5,640	2,870	3,300	0.86	1,420	2,400	4,210	4,480	5,040	3,510	4,460	0.79			

<sup>1</sup> Surface area determined by Wagner turbidimeter. <sup>2</sup> Temperature rise and heats of hydration determined from adiabatically cured concrete, using Boulder Dam aggregate. <sup>3</sup> Concrete strengths obtained using Boulder Dam aggregate. <sup>4</sup> Ratio of 18" x 36" to 6" x 12" concrete strength. <sup>5</sup> Mass-cured specimens cured adiabatically 28 days, thereafter at 70 degrees F. Mix proportions by weight: 18" x 36" specimens, 1:2.45:7.05; 6" x 12" specimens, 1:2.44:3.30; 3" x 6" specimens, 1:2.45:2.75; 2" x 4" specimens, 1:2.60.

くである。

表-1 から分る如く 結局低熱セメントを作るには、 $C_2A$  と  $C_3S$  を減じ、同時に  $C_3S$  の減量による早期強度の減少を補ふために 粉末度を高くすればよい。結局水硬率を小にし、一般に酸化鉄をある限度内で何かの形で加へる事になる。

低熱セメントの性質： 低熱セメントの第 1 の特徴としては其の名の示す如く發熱量の少ない事である。發熱量は普通のポルトランドセメントの約 1/3 である。然し注意すべき點は 普通セメントに較べて熱の發生が非常に緩慢であり、且つ長期に及ぶ事である。

又低熱セメントコンクリートは強度の出方が他のセメントより遅いから、養生期間を少し長くする事が望ましい。特に冬季に於て早期強度が低い。然しマスコンクリートの内部の強度に就ては此の心配は要らない。

又低熱セメントコンクリートの透水性は、實驗に依つて普通セメントのコンクリートよりも幾分少い事が分つた。

最近に於ける實驗室の研究によつて、低熱セメントコンクリートが龜裂に對して優れる抵抗性を有すると云ふ現場に於ける經驗を 確認してゐる。かゝる理由で低熱セメントがマスコンクリート工事に適してゐると云ふ事が結論される。

低熱セメントの使用例： 低熱セメントを最初に使用したのは Morris 堰堤であるが、其の後 Boulder 堰堤を初め Rodriguez 堰堤, Barlett 堰堤, Parker 堰堤及 Marshall Ford 堰堤等に使用され、何れも發熱を減じコンクリートの龜裂を少くする事が出来た。

(44) 鉄筋コンクリート支承の圧縮試験

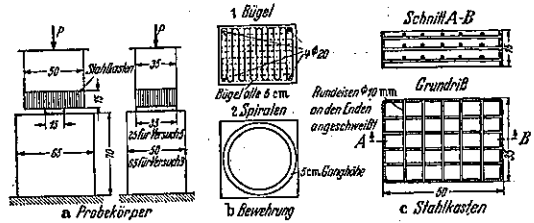
G.Grüning, "Versuche mit Eisenbetonlagern."  
[Nach Ann. de L'Inst. Techn. du Batiment  
et des Trav. Publ. 3 (1938) No. I]. Der  
Bauing. Heft 49/50. 9. Dez. 1938.  
s. 680~681.

一木保夫 抄

鉄筋コンクリート支承の圧縮試験について E. Encontre が次の如き報告をなしてゐる。

先づ第 1 に問題となつたのはある校舎建築のラーメン脚柱の支承部であつて、之には鉸として 175t の力がかかるのである。図-1 にこの目的の爲につくられた試験体の形状を示す。全部で 5 つの圧縮試験を行つたがその内 4 つの試験に於ける、上部試験体下端に鋼鉄脊を取付けた。この鋼鉄脊は 4 邊を厚 10mm の鋼板でとりまき、図-1 に示す如く丸鋼を格子型に熔接して補

図-1. 圧縮試験体



強したものである。上下試験体の鉄筋は一部は 6mm 或は 8mm φ の筋鉄筋格子 (Bügelrost) から成り、又 1 部は螺旋鉄筋から成つてをる。35/15cm<sup>2</sup> の接觸面承片も又コンクリートで出来てゐる。2000t の試験機で試験したが箇々の試験体についての詳細は表-2 の如くである。

試験体 1 に於ては荷重 380t で承片が下部試験体の中に押しこまれ始めて、400t にて上下の試験体が接觸してしまつた。試験体 2 (鋼鉄脊を使用せず) では既に

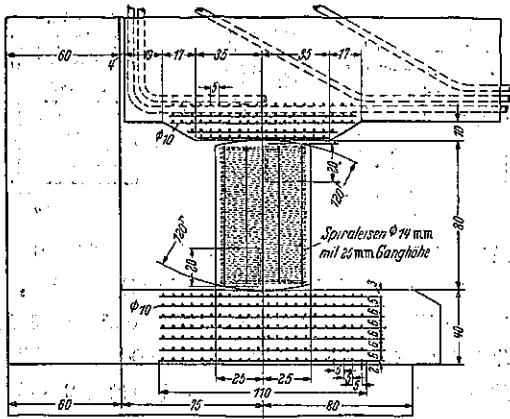
表-2. 供試体の構造

Versuch	Würfel-festigkeit kg/cm <sup>2</sup>	Flacheisen-kästen	1. Oberer Körper 2. Auflagerstreifen 3. Unterer Körper	Bügel bzw. Spiralen am oberen und unteren Körper
1	244	mit	1. 35 × 50 2. 35 × 15 3. 50 × 65	Bügel 6 mm Bügel 6 mm
2	202	ohne	1. 35 × 50 2. 35 × 15 3. 50 × 65	Bügel 6 mm Bügel 6 mm
3	202	mit	1. 35 × 50 2. 35 × 15 3. 65 × 65	Bügel 8 mm Spirale 8 mm
4	202	mit	1. 35 × 50 2. 35 × 15 3. 50 × 65	Bügel 8 mm Bügel 8 mm
5	350	mit	1. 35 × 50 2. 45 × 15 3. 50 × 65	Spirale 10 mm Spirale 10 mm

100t で上部試験体に毛状龜裂を生じ、380t で龜裂が擴大し承片が試験体の中に入りこみ上下試験体が接觸した。試験体 3 は相當に好い結果を示した。之では上部試験体の筋鉄筋格子は 8mm φ の丸鋼からなり、一方下部試験体は 8mm φ 丸鋼の螺旋で補強されてゐた。この場合に初龜裂は 445t で生じた。試験体 4 は更に良好な状態であつた。之では兩試験体共 8mm φ 丸鋼の筋鉄筋格子で補強されてゐた。之は 525t で初龜裂を生じた。試験体 5 では螺旋鉄筋で補強してみたが然し螺旋鉄筋の作用が全体に及ばなかつた爲に、既に 150t にて上部試験体に、350t にて下部試験体に大きな龜裂を生じた。

以上の試験の結果としてかかる鉸を鉄筋コンクリートで作る事は全く可能であると云ふ事が結論される。そして特に丸鋼で補強した鋼鉄脊を用ふる事、及

図-2. 橋承構造図



まり弱くない肋鉄筋格子で補強する事、(之は M. Freyssinet の提案によるものである) の良好な事が確められた。

次に鉄筋コンクリート橋梁の可動支承として用ひらるゝ鉄筋コンクリート橋承の圧縮試験につき1つの結果を記述しよう。図-2は橋梁用橋承の構造を示し、図-3はその試験体を示す。

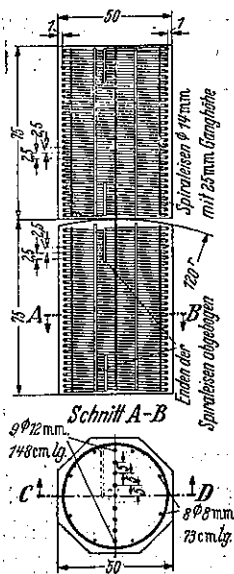
橋承の設計荷重は 165 t である。接触面応力は Hertz の式によれば  $\rho = 0.418 \sqrt{\frac{PE}{lR}} = 980 \text{ kg/cm}^2$  (弾性係数:  $E = 200\,000 \text{ kg/cm}^2$ ,  $l = \text{接触面長} = 50 \text{ cm}$ )、使用コンクリートの圧縮強さは約  $400 \text{ kg/cm}^2$  であつた。

試験は次の順序で行つた。

- (1) 160 t 迄載荷、(2) 320 t 迄載荷、この時上部試験体の接触面の近くに龜裂を生じた。(3) 荷重を 0 に戻す。この時龜裂は見えなくなつた。(4) 再び 320 t 迄載荷、龜裂は再び 2/10 mm まで開いた。(5) 荷重を 0 に戻す、龜裂は見えなくなつた。(6) 再び 320 t 以上に載荷、

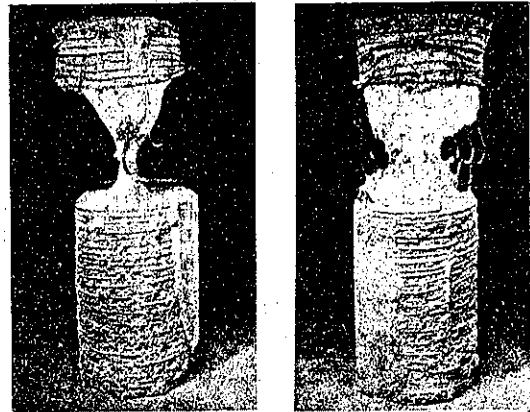
かくして 500 t にて新しい龜裂を生じた。700 t にて螺旋鉄筋の外部のコンクリートの表皮が剝脱した。この時接触面の幅は 5 cm となり、それに相當する平均応

図-3. 橋承圧縮試験体 Schnitt C-D



力は  $\rho = \frac{700\,000}{47 \times 5} = 2\,980 \text{ kg/cm}^2$  となる。荷更に 800 t まで載荷しこの時最大荷重に達した。荷重を取除きこはれた螺旋鉄筋をとつてしまつたが、図-4はこの状態に於ける試験体を示す。茲に注意すべき事は、螺旋核心の内部に於ける接触面のコンクリートは最大荷重載荷後も尙比較的損傷されなで残つてゐる事である。この事は破壊荷重が接触面の幅によるものではなく、螺旋鉄筋の強さによるものである事を證明してゐる。

図-4. 800 t 載荷後の橋承試験体



施 工

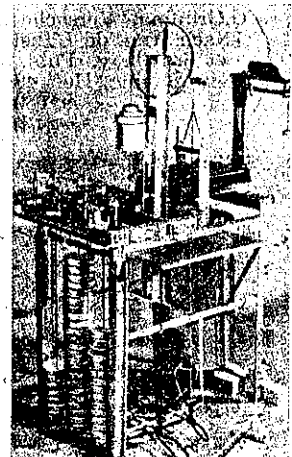
(45) 簡単な土壤試験機

(Gregory P. Tochebotareff "Simple Soil-Test Machine." E.N.R. Nov. 10 1938, p. 581~582.)  
宇野周三抄

Princeton 大学の土壤実験室では 3×3 in 以下の試料に對する土壤の剪断試験機を考案した。之はこじんまりしてゐて廉價で、型にはまつた試験にも又研究的試験にも良好なる結果が得られてゐる。又簡単な手段で圧縮試験も行はれる。図-5には外觀を示し、図-6,7に機械の操作方法を説明してゐる。

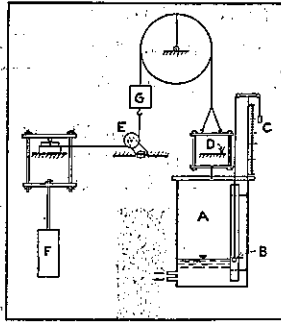
對重のある水槽 A に所要の速度で水を満し、て剪断力を加へる(図-

図-5. 圧縮強さの試験機に交換出来る土壤剪断試験機



6 参照) 水槽の中に浮子 B があり、指針 C に接続してあるので水槽中の剰剰水の重量を知る事が出来る。この重量が即ち加へられた剪断力である。目盛 D は指針の目盛を施すため使用するもので、各試験後水槽中の水の重量を測定して調節するにも用ひられる。旋廻滑車 E 及取外し出来る連鎖により剪断面の把手に剪断力を加へる。垂直荷重は重錘 F により與へられる。

図-6. 図-5 に示す土壤剪断試験の操作を示す略図

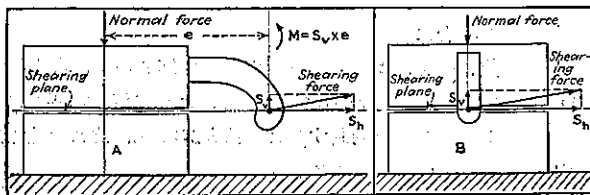


試料は試験の間完全に水に浸しておく。この

點は M. I. T. 實驗室で最近設計した機械から取入れた點であるが、その外の特徴は新規のものである。大抵の剪断面は 図-7 A に示す様に剪断力が加へられるので、剪断力が剪断面と正確に一致しなければ函の可動上部が傾き、非常に注意して調節しても剪断力に僅かの傾斜もなくする事は困難である。新しい装置(図-7 B)に依れば剪断力は、剪断面と垂直力の通る面の交りに加へられるので、傾斜した剪断力の鉛直分力に依り垂直圧力の値が僅か変化するに過ぎない。堅固の剪断抵抗に及ぼす影響を研究するには多孔性石と波形の金屬板を使用する事が出来る。

横方向に束縛のない土壤の圧縮強さの試験をするには、図-6 の對重 G を剪断面から取外し、連鎖の下の目盛 D の臺上に試料を置く。

図-7. 剪断力が剪断面内にある様にする新法



本機は所要床面積僅かに 3 ft<sup>2</sup> であり値段も附屬品一式共で僅かに 450 弗であり、操作致所要の讀みを取るのに 1 人で足りる。

熔 接

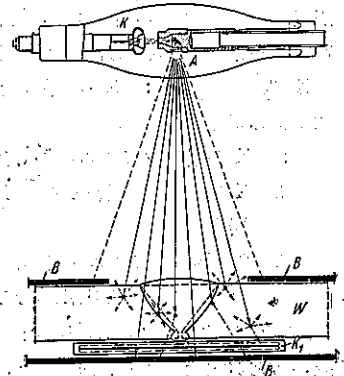
(46) 接々手の検査に應用せる X 線寫眞に就て

F. Wulff, "Praktische Ratschläge für die Herstellung der Röntgenaufnahmen von Schweißnähten und ihre Auswertung," Der Stahlbau, Nov. 1938, S. 177~182.  
佐藤清一抄

一般的基礎知識: X 線は非常に波長の短い電磁振動波である。X 線管なる完全に真空なるガラス管内に於ける高压電流の放電に依つて生ずる。この波長の短い事に基づいて固体を透過する事が出来るのである。更に X 線の特徴として寫眞の乾板がそれに感光し、Bariumplatinzianür, Zinksilikat, Kalzium-Wolframat 等の如き或種の化学物質がそれによつて螢光を放つのである。X 線の透過能力はその波長の長さによるもので更にこの波長は管球電圧に依るものである。管球電圧の高い程波長は短く、硬く、又透過力が強い。又透過力は材料の厚さの小なる程大であり、その物質の比重又は原子量の小さい程大である。

図-8. X 線の透過装置図解

K: 陰極 A: 取棒 A: 陽極  
B: 鉛板 W: 母材

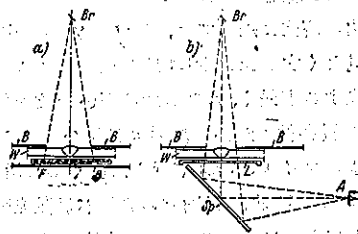


X 線がある材料を透過する際には發送された X 線

の中乾板に達するものは小部分に過ぎず、一部は吸収さ

図-9. a) X 線寫眞撮影 b) 螢光板の使用

Br: 光源 L: 螢光板 W: 母材  
Sp: 鏡 F: ワイルム A: 観測者  
B: 鉛板



れ一部は散亂される(図-8)。この散亂により乾板の像を不鮮明にし、コントラストを減じて了ふ。

散亂現象は

材料の厚さの大なる程

X線の硬い程

材料の密度の小なる程(比重若しくは原子量の  
小なる程)

大きいのである。

X線によつて物体内部の状態を見るには2つの方法がある。その一つは図-9の如くに寫眞にとる方法及び供試体の裏側に蛍光板を置いて目で見る方法とある。孰れにしてもそこに黑白の像を見るのであるが、蛍光板に於て見る時は供試体内の缺陷は、それを通過するX線の強度が大である爲に明るく見え、乾板に於ては感光して黒く寫る。寫眞による方法は最近の器械を以てすれば100mm位の材料まで見る事が出来、その缺陷判別度は供試材の厚みの1~2%迄達する。處が蛍光板による方法は薄いものにししか用ひられない。鋼にては約12mm迄、軽金屬にては30mm位迄である。缺陷判別度の低い爲に——最も上々の場合で供試材の厚さの7%——蛍光板で見る方法は餘り適當でない。

**X線寫眞の撮影:** X線寫眞の作製に當つては次の注意を必要とす。

1. X線管とフィルムの適當な装置
2. X線の硬さ(管球電圧)及露出時間の適當な撰定
3. 良いX線フィルムと目的に応じた増強板の使用
4. 暗室に於ける注意深い現象

(1) X線管とフィルムの装置: 缺陷を見出すには光線の方向が重大である。即ち光線の當て方によつては、缺陷の深さが判別度の%以下になる事があり、斯かる場合にはその缺陷は現はれて來ない事となる。故にX線の方向は、缺陷の深さの方向を推定して、常に之に平行に採るべきである。銜合接手の場合、I型でもV型でもX型でもU型でも普通熔着面に對して90°以下にX線をあてるとよい。

隅肉の研究に際しては、母材の厚みの不同の爲に、寫眞を見よくする上に困難がある。即ち厚さの小なる處は感光する事強く、大なる所は弱い。之を緩和せんとして鋼の緩和材とか錫の楔形板が用ひられてゐる。錫の楔形板はフィルムの直ぐ近くに置く事も出来るし、又密度の大なる爲に並に錫固有の光線が散亂光線のフィルターとして働いてくれるので理論的に云つて最も良好な

ものである。図-11は緩和材の使用を示す。図-12は各種の断面に對して夫々最も適當と思はれるフィルムと緩和材の位置を示す。複隅肉の時は図-12cの矢

図-10. 銜合接手に於ける合理的X線の方向

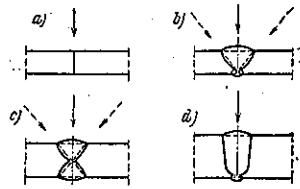
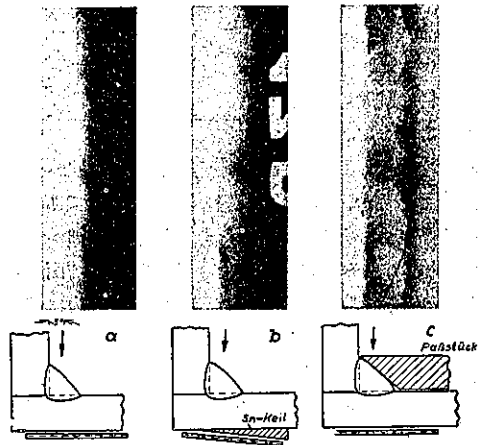


図-11. 厚さの調節

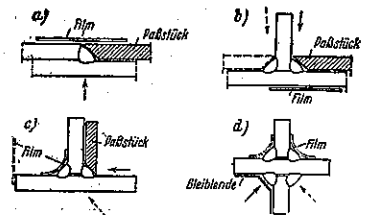
- a) 緩和材のなきもの
- b) 錫の楔形板を使用せるもの
- c) 鋼の緩和材を使用せるもの



(實線)の如くに光線をあてると2つの熔着面が重なつて寫るから不可である。十字形に鋼が熔接されてゐる場合には寫

図-12.

種々なる接手に對するX線とフィルムの位置



眞には常に2つ或つ隅肉が重つて寫るので面白くない。寫眞に寫つた缺陷はその黒さによつて何れの隅肉に屬してゐるかを判断するより仕方がない。之には相當の経験もいる事である。

フィルムを入れた取枠の位置は原則として出来るだけ被試験材に密着させて置かねばならない。隅肉からフィルムまでの距離が遠ければ遠い程ぼけてくるし、フィルムに寫る缺陷の像もX線の中心放射のために大きく伸びて來る。

DIN-Blatt (1914) では隅肉の光線に面した側から光

源までの距離と、フィルムから今の側迄の距離の比を6:1以上なる様に光源の位置を定める事を主張してゐる。光源の距離は少くともフィルムの大きさの1倍半を要する。

(2) 光線の硬さと露出時間：光線の硬さを如何に採るかは寫眞のコントラストに對して決定的なものである。

X線が軟かいとコントラストは良いが硬い時は、その硬さに比例して増加する散乱現象の爲に悪くなる。光線の軟かい時は硬い時よりも露出時間は長い事を必要とするがこの両者は良く調子を合

図-13. 橋梁に用ふる特別な形の核手の場合

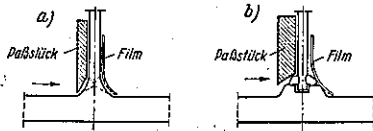
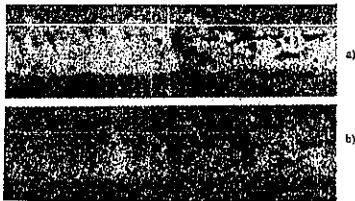


図-14. 電弧溶接の陰畫 (10 mm 銅板)

- a) 軟い X 線で撮影 (120 kV)
- b) 硬い X 線で撮影 (180 kV)



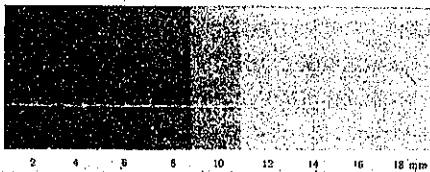
はせて行かねばならない。露出時間は

- a. 材料の厚さ
- b. " の密度 (比重又は原子量)
- c. X 線の硬さ (管球電圧)
- d. " の量
- e. 光源の距離
- f. X 線フィルムの感度
- g. 増強板の増強作用

に依るものである。

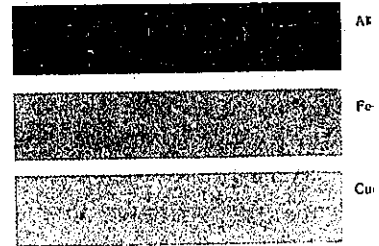
図-15, 16 によりて明らかなる如く、材料の厚さ及密度の増すにつれて露出時間を長くせねばならない。光線の硬さ (KV) 及光線量 (MA) の増すにつれて露出時間は少くなる。又光源の距離の増すにつれて長くなる。尙露出時間は光源の距離の自乗に比例するといふ法則は増強板を用ひない時にのみ成立する。高感度の X

図-15. 厚さ 2-18 mm の鋼板に X 線を透過せしめた時の黒さ



線フィルムを使用せる場合、又大なる感度増強力を有する増強板を使用せる場合には露出時間は短くなる。

図-16. 同一6 mm 厚の種々なる金属に X 線を透過せしめた時の黒さ



(3) X線フィルムと増強板：感度の高く、コントラストの強い X線フィルムと適宜な増強板を必要とする。感度増強板を用ひないで撮影せる場合は X線が直接フィルムに感光するのであるが、之を使用せる場合は、X線直接による感光は少く、主として X線により刺戟されて出る所の増強板の螢光が作用するのである。この 2 光線は波長の長さを異にし、螢光は波長が長いので夫々特別のフィルムを使用するを要す。更にフィルムの色が無色なるか青色なるかをも區別するを要し、青色は X線寫眞を検査する際の觀察箱の中の黄色光線を日光に對して同化し、人間の眼に良きコントラストを與へる。

元來感度増強板の使用目的は寫眞撮影の操作を速かにし露出時間を短くするにあるのであつて、事情に依つては、最高度の感度増強板を使用して露出時間を 1/50 位に短縮しうる。増強板を使用するに際しての條件は、感度を増大する事と畫像を鮮明にする事である。處が、この 2 つの要求は同時には満足されないもので、例へば感度を高めようとするれば像が不鮮明になるのである。故に増強板を次の 2 つに區別する。

- a) 感度の増大用
- b) 畫像鮮明度の増進用

である。

比較的薄い材料に X線を透過せしめる場合には、多少露出時間を長くし鮮明度増強板を使用して寫眞の缺陷判別度を高める。材料の厚みの大なる場合には管球電圧が大なる爲と、材料の厚きの大なる爲、並に露出時間の長さを要する爲に、増強板による感度の増強作用といふものが主要目標となる。厚みの大なる材料に X線を透過せんとする時はこの感度増強板を使用してのみ可能な事である。併し之を使用しないものに比して幾分像の鮮明さを缺く事は免れない。この像の不鮮明になるのは増強板膜の螢光を發するタンゲステン酸カルシウム粒子が四方八方に光を散亂せしめ、従つて色々な

角度でフィルムに入つて行くからである。高い缺陷判別度を得、而も経済的に寫眞をとる爲には次の標準を推奨する。

- 厚さ 8 mm 以下.....感度増強板を使用せず
- 8 mm より 35 mm まで.....鮮明度増強板を使用
- 35 mm 以上.....高度増強板使用

図-18 a) は鮮明度増強板を b) は高度増強板を使用せる寫眞である。ここで重要な事は感度増強板を用ひる際に、板をフィルムにしっかりと密着せしめる事である。然らざれば像は不鮮明となる。

図-17. 電弧熔接に於ける夥しい底部缺陷と無数の氣泡(陰翳)  
 a) 感度増強板を使用せず  
 b) 感度増強板を使用(露出時間 1/30)

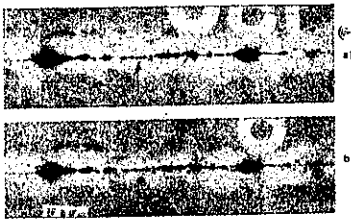


図-18. 夥しい熔滓と氣泡(電弧熔接陰翳)  
 a) 鮮明度増強板を使用  
 b) 高度増強板を使用



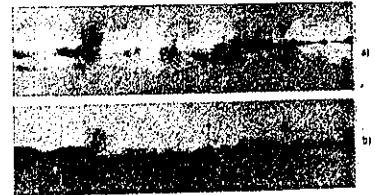
(4) 現像: 良い X 線寫眞を作るには暗室も適當に準備し、現像にも注意深さを必要とする。暗室は光線の漏れ入る事がない様にするのは勿論の事であるが、更にフィルムや増強板を入れたり出しりたする時に現像や定着作業でよごさない様に乾燥物用と液体用との別の臺がある。又部屋の壁は明るい方がよい。暗室用ライトの光が周囲に反射して部屋全体を適當に明るくし仕事を仕易くするからである。又寫眞のコントラストをよくする爲に強力な現像液を使用する。現像液はメトール・ハイドロキノンが一番良い様である。

X 線寫眞の見方: 寫眞としては陰翳を用ひ従つて缺陷は黒く現はれる。缺陷の長さとは直接に分るが深さはその缺陷の黒さによつて知るのである。その缺陷の深さの方の位置はその像の輪廓鮮明さと黒さによりて知るより外はない。フィルムに近い缺陷は輪廓が判然してあるし、遠いものはぼ一つとしてゐる。そして X 線の中心發散性の爲に實際よりも像が大きく出てゐる。光線の方向に幾つも缺陷がある時には、寫眞にも重

なり合つて現はれるので屢々 X 線寫眞上に於ては缺陷を區別する事が出来ない事もある。この場合には前と違つた角度から寫眞をとるとよい。又質体寫眞法によつてもその缺陷の深さの位置を知り得る。之に於ては常に2枚の寫眞を必要とし、その爲 X 線管を眼の間隔だけずらすを要するので、経済的には損である。只特種な場合又は實驗室の研究にのみなされる。接手に於ける不陸は X 線寫眞に矢張り黒く現はれ、時によつては缺陷と見誤られる恐れがあるので熔接面の凹凸のひどいものは豫めならしてから寫眞をとるべきである。

図-19には盛肉部をつけたまゝのものと、それを取除いたもの

図-19. 夥しい底部缺陷と熔滓と小さな氣泡(電弧熔接陰翳)  
 a) 盛肉を付けたる場合 b) 盛肉を取りたる場合



比較である。鋼の熔接接手に生ずる缺陷としては龜裂、熔着缺陷、底部缺陷、熔滓、瓦斯氣泡、隙融溝。

等で龜裂は寫眞には直線状でなく弧状又はザグザグに現はれ屢々幾多の分枝線を伴なつて現はれる(図-20)。之は材料内に生ずる張力又は熔け込んだ附加物質の收縮によりて生ずるのである。この龜裂は熔接の良否を決定するもので必ず取除くを要する。熔接部の表面に出來た軽い龜裂

図-20. 甚だしい龜裂(電弧熔接陰翳)(12 mm 鋼板)



でも之をほつておく時は段々大きくなる恐れがあるから断然取除くを要する。熔着缺陷は前者に比して、餘程直線状をなし、多くは幅が一定で紐状である。この缺陷は電弧熔接の場合には熔込みの不充分又は、全然熔込んで居らぬ事を意味し、ガス熔接の場合には飯の斜に切つた端に沿ふて母材の熔融状態が不十分なる事を示すのである。電流の強さの弱すぎ、電弧長の長すぎ、電弧の不都合な泡立作用などはこの熔着缺陷を生じ、又ガス熔接の場合には、焰の大きさが小さ過ぎたりするとこの缺陷を生ずる(図-21, 22)。この種の缺陷を重要な接手に發



図-21. 無数の小気泡と夥しい熔着缺陷  
(電弧熔接検査) 12 mm 鋼  
(a) 垂直撮影 (b) 傾斜撮影

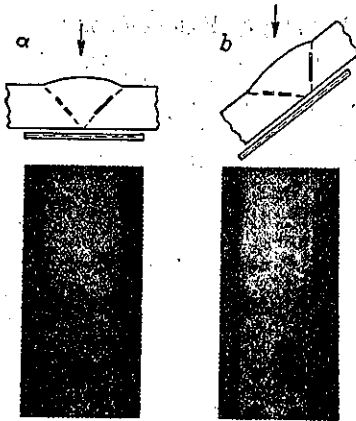
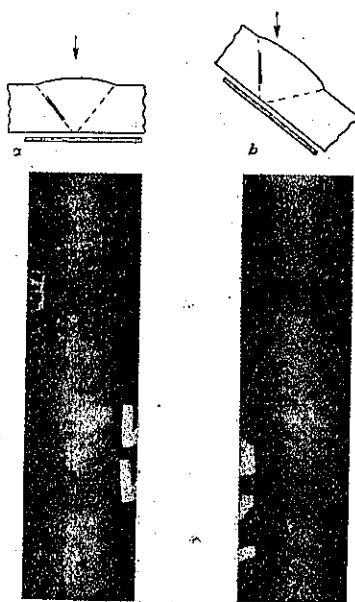


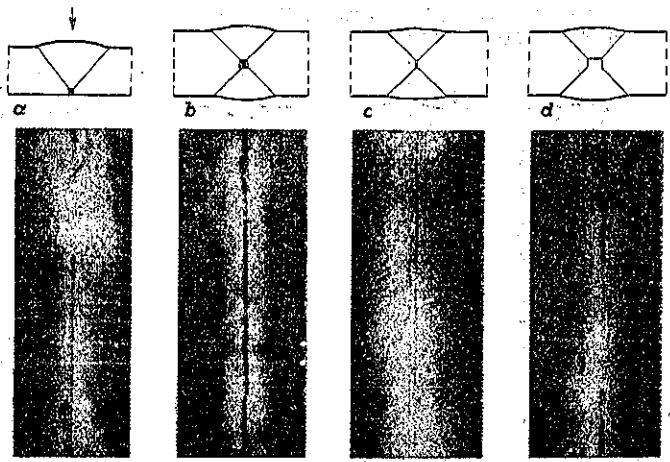
図-22. 夥しい片側欠の熔着缺陷  
(ガス熔接検査) 18 mm 鋼  
(a) 垂直撮影 (b) 傾斜撮影



見せる場合は其の箇所をも一度掘り取つて熔接を仕直す必要があるが、餘り応力の大でない所は事情に依りては見のがしてもよい。この缺陷は尙多くの場合空虚な隙間ではなくて、酸化鉄が一ぱいつまってる事が非常に多い。酸化鉄の密度は鋼の  $1/3 \sim 2/3$  であるから寫眞には殆ど分らない程度にしか黒くならない事が屢々ある。

底部缺陷は熔接さるべき板の底部即ち一番間の狭い所に生ぜるものを指す。従つて寫眞には隅肉の中央に

図-23. 種々なる底部缺陷 (電弧熔接)



現はれ種々多様な細長い黒線となつて現はれる。図-23a の如きは外側からも見える。b は 2 回目の隅肉を熔着せしめる際に熔滓の取れなかつたもの、c は鉸の斜端が尖つてゐなかつた場合である。重要な接手に於ては之に依る溝が隅肉の連続性をなくするものであるから、大体に於て修繕すべきものである。応力の弱い所は事情に依りては構はない。

熔滓は寫眞には一様な形で現はれない、雲状の黒點となる。之は主として電流の強きの弱い時に生じ、殊に被覆電極棒を使用した際、各層間の熔滓がきれいにされて行かなかつた時に生ずる。又接手部が狭過ぎて熔滓が表面に浮び出る事の出来ない時も生ずる。各層の間にはきまつて長手の方に連続してゐる熔滓は行になつて寫眞に出てくる。之は 1 箇所点状に熔滓が残つてゐるのに比して非常に危険であるから、如何なる場合でも必ず取除くを要する。図-24b と図-24c とを比較されたし。

氣泡は円味を帯びてゐるので分る。電極棒の裸のものに多く生じ被覆せるものに於ては少い。之は熔接の際發生せるガスが熔込の急激な冷却の爲に表面に逃げ出る隙もなく閉込められた爲に生ずるものである。尙屢々電極棒の状態、又電弧長の長過ぎも之を生ずる原因となる。図-25 に於ては裸の電極棒が使用された。この氣泡は概して餘り害がない。

熔融溝は表面に出てゐるのだから見ればすぐ分り、電流の強過ぎとか、垂直に熔接したりする時に出来る。寫眞には隅肉の兩側部の黒い弧状になつて現はれる。之は溶着部の強度を非常に弱めるものであるから、重要な接手に於ては是非仕直す必要がある。

図-24. 熔 滓 (電弧熔接)

- (a) 單獨にあるもの
- (b) 長手の方向に連続しているもの
- (c) 小さな斑痕状の熔滓と氣泡

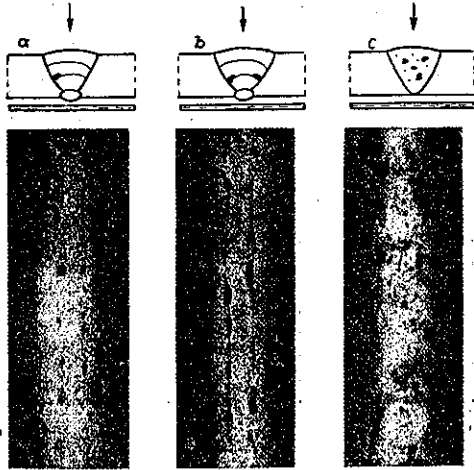
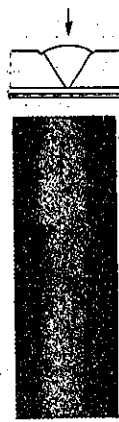


図-25.

夥しい小氣泡 (電弧熔接)



図-26. 中位の熔融缺陷と處々に散在する氣泡 (電弧熔接)



X線写真によりて熔接部に缺陷を發見したる場合、之を修繕すべきや否やは、その缺陷の大きさ並にそれを取扱つた職人の技術、そこに働く応力の大きさに依りて決定すべきものである。處が隅肉の修繕を行つた際に、之に加へられた熱の爲に餘計な応力が加はつて來て、却つて前の缺陷そのものよりも大きい害を残す事もあるので注意を要する。

尙讀者は「道路の改良」18巻9號~19巻3號に互つて記載されたる内務省土木試験所内務技師島田八郎氏の「土木工学に於けるX線の応用」を読まれたらよいと思ふ。

堰 堤

(47) Maas 河に於ける Ramet-Ivoz 堰

（“Das Stauwerk Ramet-Ivoz an der Maas.”  
Die Bautechnik 25. Nov. 1938,  
Heft 50, S.685~687.  
佐藤清一抄）

舟運並に洪水豫防に關し既に1838年から取掛つてゐる色々の河川改修工事に次いで、更に1927年に大規模なる河川改修とそれに附屬して Ramet-Ivoz に堰を新しくつくる事がベルギー側の意見で提案された。

佛國との國境より Orte Vise まではベルギー内にて長さ128kmの間に23の閘門を有せる堰が存在する。此の域中今回新たに建設のものとしては現在出來てゐる Ben-Ahin 堰より下流に Hermalle-sous-Argenteau の堰、Monsin の堰、Ramet-Ivoz の堰、そして最後に Neuville-sous-Huy の堰が數へられる。

図-27は其の計畫の縦断面圖である。Ivoz に於けるものは今完成に近づきつゝあり、電氣設備さへ整へれば全く完成する事になつてゐる。

Ramet-Ivoz にての計畫は平面圖(圖-28)及断面圖(圖-29)に示す如く、扇形堰で締切られる5徑間と、55×7.5mの小閘門と136×16mの大閘門となつてゐる。大閘門の方は2000mまでの計畫である。尙其の外に260×16mの大閘門の計畫も考へられてゐる。

右岸と突堤の間の出入水路は長さ500mである。其の幅員は豫め計畫第3の閘門の爲にも使用しうる様に考へてそれ丈の餘裕を取つてある。小閘門は小船の迅速交通の爲のものである。水通しは徑間24mを有し、鉄筋コンクリートの橋脚は上流側に碎氷の設備がしてある。橋脚の幅員は3m。各水通しとも、+64.45mの高さ迄は主堰に依り、それ以上+64.70mまでは主堰の上にくる小補助堰に依る計畫である。其の他、河床の形、堰を引揚げるに使用する Gallsche Ketten の位置、操作用の橋梁、及道路橋の状態は圖-30によりて知りうる。水通しに於ける Gate は操作橋の横に取付けられたモーターにて操作される。この Tainter gate は熔接組立てであつて、下の大きな主堰は円筒狀の cover plate を有し、この plate は更に水平の型钢に依つて補強されてゐる。Segmental gate に來た水圧は互に90°になつてゐる平行弦の2つの Vierendeel truss に傳はる。この Vierendeel truss の他の側の弦には夫々 I-鋼が取付けられ之が互に cross して廻轉軸となつてゐる。(圖-31)

図-27. 縦断図

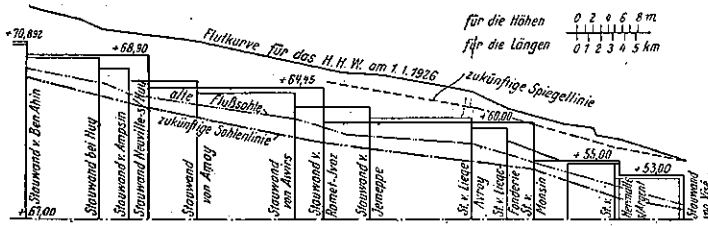


図-28. 平面図

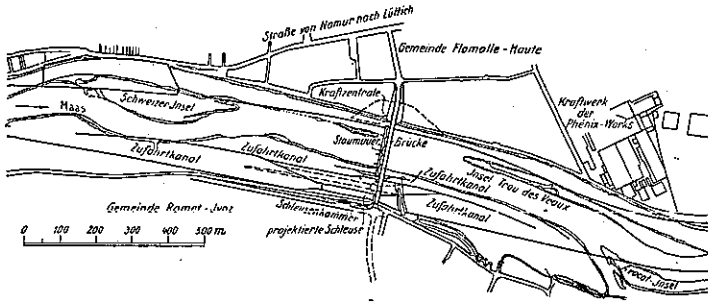


図-29. 側面図及平面図

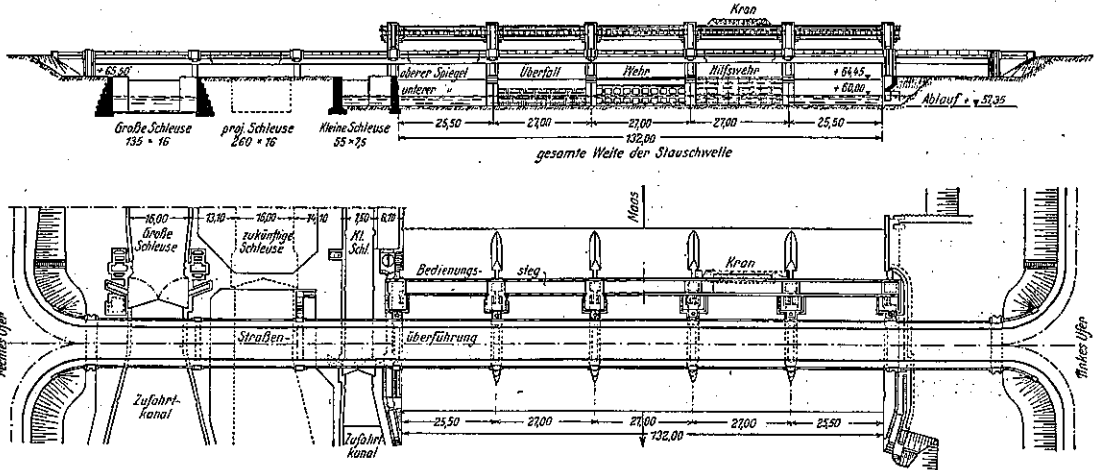
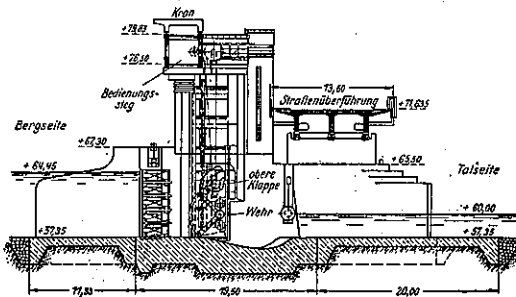


図-30. 堰堤横断図



主堰の底部には水密の爲に木が横に取付けられ、堰を閉じた際に之は河床側の弾性ゴムにて被覆された河床閘の上ののるのである。後に倒れる仕掛になつてゐる補助堰は主堰の上部にある廻転軸に取付けてゐる。その詳細は図-31の如くである。この主堰と補助堰との間の水密性は白メタルによる。堰には roller が取付けられ特別に造られた垂直の rail の上を走つて水圧を受ける。之に對して横方向の力には又特殊な rail を橋脚中に取付け、之を図-32の如く互に 90° の角度をなした roller が走る事になつてゐる。堰上げ時の水圧を橋脚に傳へる所の guide rollers は各々、+64.70m の H. W. の時に 170t の圧力を支持

しうるものである。各堰への給油は中央給油装置に依りて供給される。補助堰の外形は水が堰を溢流する場合特に主堰の後方に倒れた位置にある場合に振動の少い様な形が採られた。1つの堰の全重量は 110t に達しその中 85t は主堰で占められた。各堰は 2本の Gallsche Ketten で動かされ、この鎖は補助堰の軸に取付けられてゐる。堰の引揚げは上の補助堰を倒さねば出来ない事になつてゐる。引揚速度を制限する爲にブレーキをかける機械設備が考案されてゐる。更に又主及補助堰を各位置にしっかりと据える爲に他の

図-31.

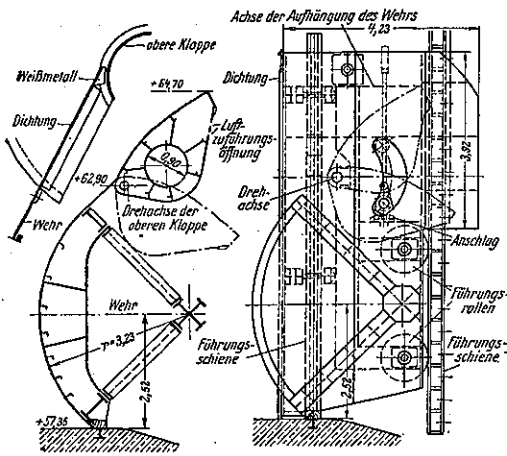
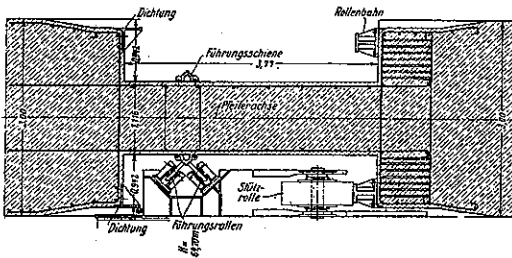
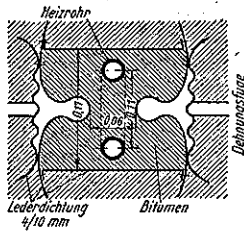


図-32.



電氣的に操作されるブレーキが設けられ、又衝動を抑へる設備もしてある。又主堰と補助堰を正しく動かす爲の安全設備があつて、主堰が下り切らない中は補助堰を動かし得ない様になつてゐる。

図-33.



電氣的に操作されるブレーキが設けられ、又衝動を抑へる設備もしてある。又主堰と補助堰を正しく動かす爲の安全設備があつて、主堰が下り切らない中は補助堰を動かし得ない様になつてゐる。+65.40 m までの水位に對しては補助堰を動かす電氣的リレーに依りて仕様書に規定の水位を保つ様になつてゐる。主として steamer と motor ship の爲の小開門は出来る丈速い速度で操作する様にしてある。圖-33 は開門鉄筋コンクリート壁に 25cm おきにつくられた expansion joint を示す。

(48) 最近の堰堤工法 (岩盤調査及基礎工)

(F. Tölke; "Neuere Entwicklungslinien für Beton und Eisenbeton--Talsperren," Beton und Eisen, 5. Dez. 1938. Heft 23, S. 369-377  
小野寺 透 抄

連続 3 冊に亘り地質工学的調査及基礎工—計畫及設

計—施工の順に 堰堤技術の最新の諸例を挙げたものであり、主に Otto Intze 以來盛になつた拱堰堤、拱重力堰堤、扶壁堰堤に就て述べてある。

(I) 地質工学的調査及基礎工: 堰堤崩壊の 80% が基礎岩盤の不良と基礎工の不足とに依つてゐる故に、如何なる基礎岩盤の状態に於ても充分なる調査を要する。一見簡単な現場でも安心して行ふと意外な困難に遭遇し計畫設計を変へねばならなくなる。例へば Owyhee 堰堤 (U.S.A.) に於て U 型峡谷に疑ひも無く拱堰堤の計畫が立てられてゐたが谷底に幅 3m 深さ 53m の浸蝕溝が発見され(図-34) 100t/m<sup>2</sup> 以上の水圧に依り是が開くことが考へられたから、此の浸蝕溝を掘鑿しコンクリートを充填して拱重力堰堤に変更したのである。此の際重力堰堤にせず 拱重力堰堤にしたのは注目に値する(ドイツでは同様な場合費用の関係で重力堰堤にした)。

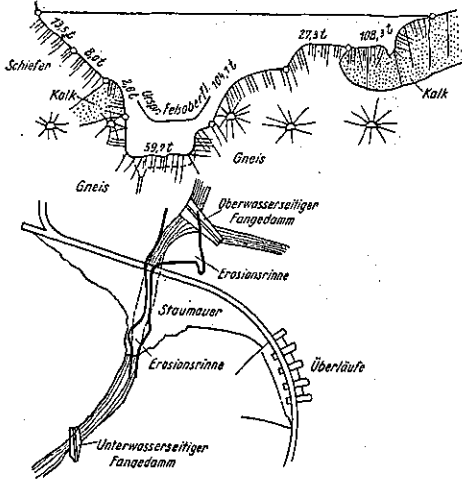
図-34. Owyhee 堰堤



Chambon 堰堤に於ても後から浸蝕溝が発見されたが是は谷の方向の断層のみが浸蝕を惹起するものではないことを示す例であり、硬い片床岩中の氷河削剝現象で不規則な幅と深さとの爲、作業が非常に困難であり、見積り掘鑿土量の殆ど 3 倍になり浸蝕溝の部分は堰堤体積の 40% に達した(図-35)。

Ariel 堰堤 (高さ 95m, 拱堰堤, U.S.A.) 厚い土被りが、特に悪い岩盤状態の誘因になることを示すもので計畫地點から兩側に幅 30m, 長さ 200m に汎り調査坑、コアボーリング、電氣地下探查等を同時に行つた

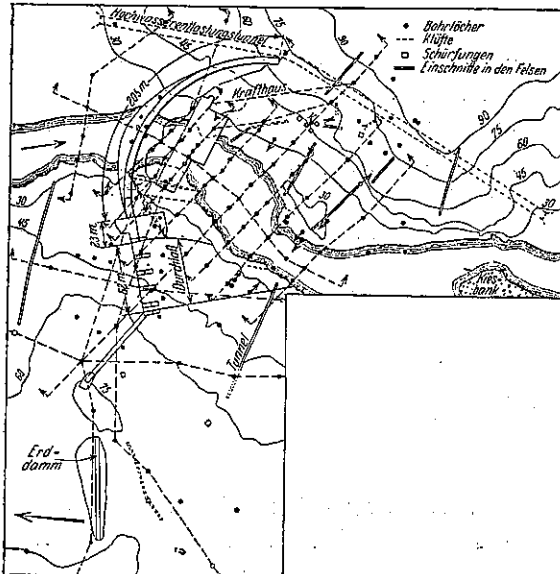
図-35. Chambón 堰堤



(図-36) 結果堰堤地脚は狭窄部から 40m 上流側に定められ、此の移転の爲に 150 萬マルクを節約し得たことになり調査費 60 萬マルクを以てしても尙算に合つてゐるのである。

Ariel 堰堤は又電気地下探査の大規模な応用例で、それ以後各地で行はれて効果を擧げてゐる。例へばカナダの St. Lorenz 堰堤では厚さ 25m の沖積層 40ha に 30 日間で 180 の電気地下探査が行はれ全費用僅か 4 萬マルク。即ち ha に対し 1 千マルク、一測定に 220 マルクで深さ 30m の 1 つのボーリングに比し著しく費用を省ける。電気地下探査は他の機械的調査に比し

図-36. Ariel 堰堤

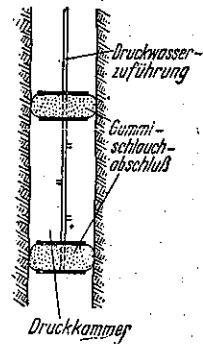


時間、費用の著しい節約を特徴とする故、特に計畫地區の狹範圍に限らず荒地にも簡單に行ひ得て、求める地層の厚さ、傾斜角をも知ることが出来るの利がある。

Widia 鋼の發達に依つて今日の岩盤調査はボーリングにより著しい進歩を來し、短時日に非常な深部迄知り得るのみでなく、図-37 の如き“Packergeräte”をボーリング孔中試験すべき個處に下し、2 つのゴム閉塞瓣間に圧力水を送つて岩盤の透水性をも試験することが出来るのである。ボーリング孔を適當に區切つて是を行へば岩盤全体に亘り透水性を知り得るのである。

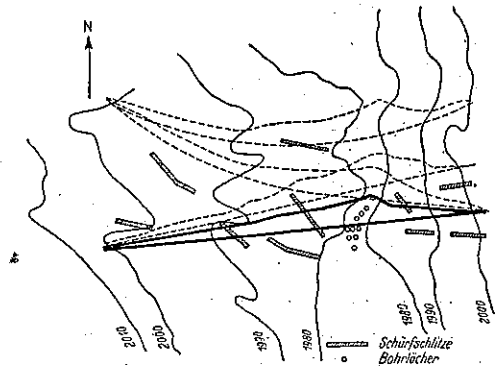
ボーリングは調査坑及電気地下探査等と結合されて始めて其の能力を發揮出来るのであるが、ボーリングの著しい發達の爲、近時不幸にして稍もすると調査坑を重要視しなくなるに至つた。その 1 つとして V 型谷で土被りの最も厚い個處に堰堤幅に渡つてボーリングを下したが浸蝕溝や碎裂帯に當らなかつた例がある

図-37.



(図-38)。是は川に沿ひ或は斜めに、傾斜したボーリングを行ふか(図-39)、横坑を掘れば發見出来るものである。調査坑と物理地下探査法によつて堰堤建設の可能なることが實證されてゐる今日、ボーリングを無暗に多くやることは經濟的に止めるべきである。目下建設中の Conchas 堰堤 (U.S.A.) に於ては“全く僥倖を頼みに”ボーリングを澤山やつて調査坑を掘らなかつた(図-40, 41) のであるが 図-40 に見る様に土被りが薄いのであるから調査坑費用は僅かであり、その方がず

図-38. ボーリングの失敗した例



つと良く、早く各層の性質を知り得たであらう。ボーリングもその量でなく適当な位置と配列とが決定的なのである。此處では電気地下探査を行へば費用も少なく早い確實な作業が行はれるのである。

更にボーリングに依る調査はボーリング孔の望遠鏡調査に依つて一段と有効になる。普通のボーリングは径5~8cmで足りるが此の目的には径15cmを要するから特に調査を要する個處に大径のボーリングを行ふ必要がある。Norris 堰堤で最初に用ひられたのは図-42に示す様な一種の望遠鏡で下部に100W電球と45°反射鏡を持ちその間の窓の部分に対する壁面を見るのである。反射を除く

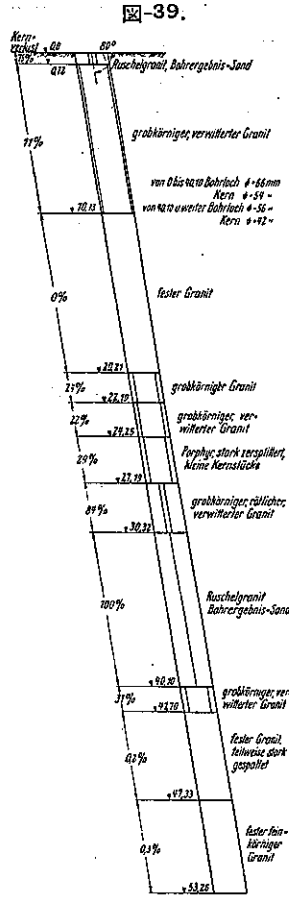


図-39.

図-40.

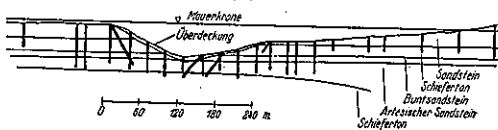
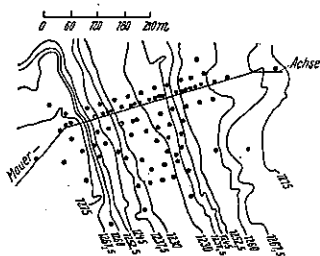


図-41.

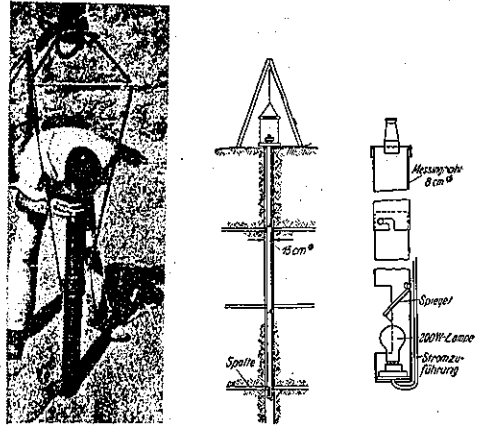


爲に鏡より上部は黒く下部はアルミニウム色に塗つてレンズは高倍率で微細な裂罅をも検査出来る。

次に基礎工も今日ではずつと高い確實性が要求され

て居り以下諸例に就き述べる。先づ湧泉の處理に就ては Schwarzenbach 堰堤が典型的である (図-43)。高

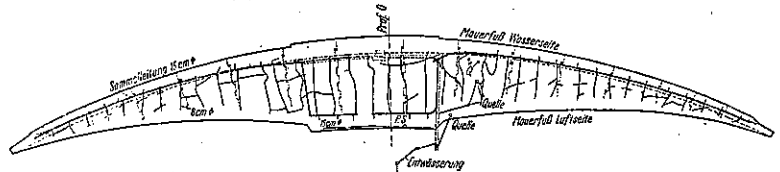
図-42. Norris 堰堤のボーリング孔調査



堰堤に於ては基礎岩盤面の熱に原因する著しい湧泉が生ずるから注意して充填せねばならぬが、尙後からの噴出は特に恐るべきものであるから岩盤面近く堰堤底排水路を布設し總ての割目、充填された湧泉個處等を排水管で聯絡すべきことを示すものである。

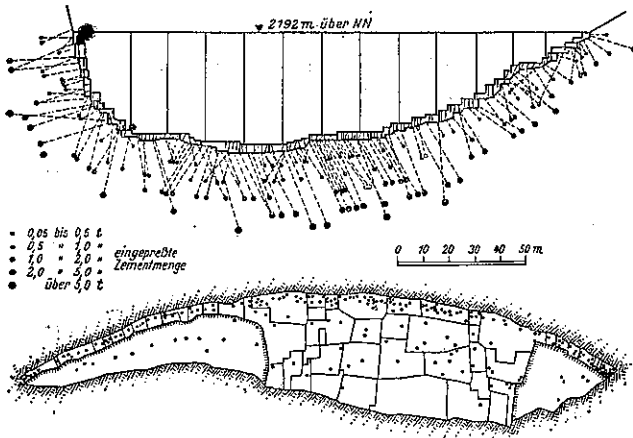
Grouting に就て、低圧力 grouting (5~7 氣圧) は岩盤を水密にし堅固にする爲、基礎面全体に亙り行ふもので grout hole の深さは 2~8m で足りる (図-44)。高圧力 grouting は堰堤の下方及側方、殊に上流側に擴げて潜流を防ぐ爲に行はれ、grout hole の間隔は、悪い状態の砂岩では 1m にする必要があるが、普通は 4m で足り、その深さは場處により異なる。Toggia 堰堤では一般に 20m (80 氣圧) に達し結果を見る爲に最後に深さ 40m のダイヤモンドボーリング 19 本を下し是を 3 段に (20, 30, 40m) grout した。高圧力 grouting は最初は低圧力 grouting と同様な方法で行はれたが、之では局部的の透水層を知ることが出来ず、效果も悪く孔の深さが充分であるかも不明なの

図-43. Schwarzenbach 堰堤



で、直ちに階段的 grouting が行はれた。先づ或る深さを掘り grout し、又或る深さ進め grout する方法で、各段階に於て飽和迄 grout するのであるから図-45 に

図-44. Toggia 堰 堤

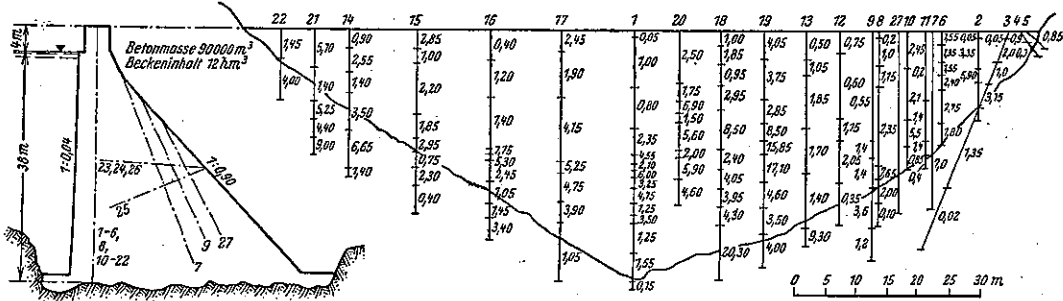


い圧力を保つに到る吸水量を以て図-45 と同様に岩盤の透水性をも知り得る。更に必要なことは常に1つの孔を傾けることで是により各々の grouting の効果、相互聯絡の状態を知り得る。

セメントを用ひる grouting が適しない様な場合には珪酸鹽注入 (Joosten 法) や細かい砂に適する瀝青液注入 (Shellperm 法) 等により目的を達し得る可能性がある。

高圧力 grouting が非常に大規模に行はれた例は Camarasa 堰堤 (スペイン) である (図-46, 47)。湛水に當り石灰岩中に水が流入し、堰堤下流側に多數の湧泉が起り湛水出来なかつたので堰堤下部及側方に 400m

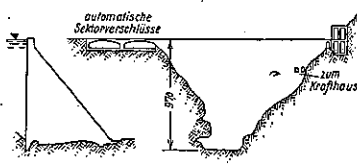
図-45. Torina 堰 堤



見られる様に不透水性の部分の分布が分るのである。又 grout hole の 3m 邊りにゴム閉塞瓣を入れることによつてセメント量の著しい損失を防ぎ得る。此の様に階段的方法によつて、一定圧力の水を 5~10 分等し

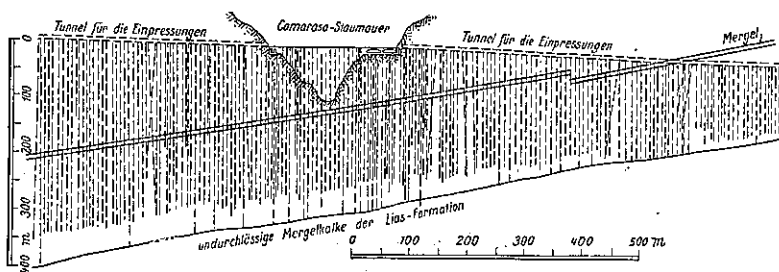
の深さに高圧力 grouting を下す対策が講じられ、その調査に1年半を要し 33 の孔を 7 段に掘り、水の通路を螢光劑を以て追求して grout hole の間隔と分布とを決定した。長さ 1½ km の 2 つの坑道に 224 の grout hole を掘つた。孔は径 7½~15 cm で先づ砂利で満して 8m 毎に grout し (100 氣圧以上を要した)、工事は 3 年間に亘り、セメント 40000 t、混入劑 150 000 t に昇り、透水の 80% を除くことが出来た。

図-46. Camarasa 堰堤



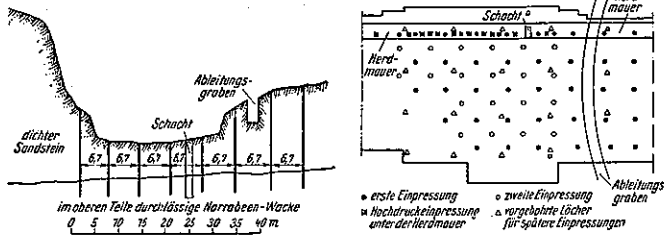
平面的に配列した層状な透水性を有する岩盤には、高圧力 grouting に依つて水密層を作らねばならない。

図-47. Camarasa 堰堤のグラウチング



Sidney 地方の Cordeaux 堰堤 (図-48) では上方部が透水性の Narrabeen-Wacke が河底下約 7m にあり、之に對して grouting を 3 つの群に分けて行つた。先づボーリング孔を 6, 7m 間隔で市松に掘り同時に最前線に調査坑を掘つた。此の 1 群の groutni

図-48. Cordeaux 堰堤



を大いに必要とする。事情の全く不明な場處では調査溝に於ける圧縮試験が有効で、Rio Negro 堰堤では Grün 及 Bilfinger (図-52) のと同じ簡単な装置で好結果を修めてゐる。圧力は静水圧に依り、對重は石を載んだ炭車で天秤の様

図-51.

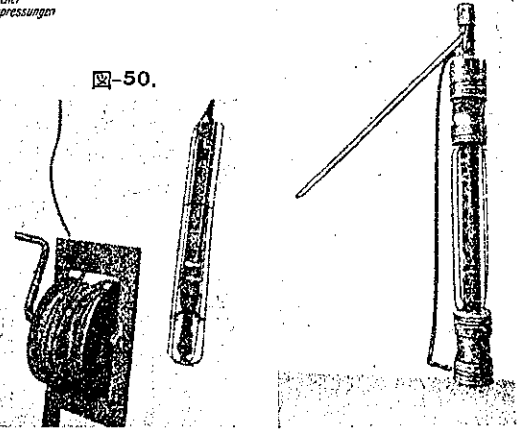
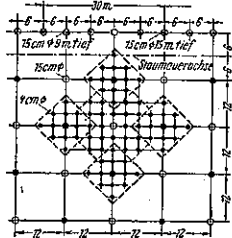


図-50.

に 750 袋を要し調査坑に於ける漏水は 2.7 sl から 0.1 sl に減じた。是等の中間に第 2 の孔の群を掘り grout した後に Wacke は不透水性になったが更に第 3 の群を掘り是は堰堤体中に継続してゐて、一方には永続した調査に他方には第 3 の grouting に備へて置かれた。

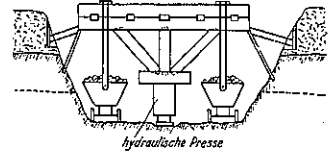
grouting は細かい裂隙を混砂粘土や粘土が満してゐる時は有効でない故、裂隙を掃除する必要がある。殆ど水平に 9~10 m の厚い白雲岩を岩盤とした Norris 堰堤に於ては (図-49)、上流側に径 15 cm の grout hole を 6 m 間隔に掘り各 6 番目毎に約 15 m 迄深く掘り、裂隙を洗ふ爲に是等と一緒に 1 群の孔を掘つてそれに水を押し入れ、處々の孔を塞ぐと掃除は良好に涉り、grouting に際しセメント 200 袋を要した。此の様に上流側に不透水膜を作つて後岩盤の他の部分も Cordeaux 堰堤と同様に処理され、各群の中心に径 15 cm、深さ 15 m の孔を掘り前述の望遠鏡調査を行つたのである。

図-49. Norris 堰堤



に行はれた。圧縮試験の外殊に水成岩では剪断試験が必要で、Beni-Bahdel 堰堤に於ては部分的に良い結果を修めてゐる。殊に是等の強度試験に於ては時間の factor が大きい影響を及ぼすらしいことが判つたのである。

図-52.



下 水 道

(49) 促進汚泥法に依る Topeka 市 下水處分場の設計及操作

(J. R. Haseltine, "Design and Operation of the Topeka Activated Sludge Plant," Water Works and Sewerage Oct. 1938, p. 971~977. 西村義一抄)

又 Norris 堰堤ではボーリングの孔の中の裂隙を發見する爲に "Fühler" と "Spüler" と呼ばれる 2 つの道具が作られ非常に優秀な成績を擧げてゐる。Fühler (図-50) は電線に連結して孔底に下され、底に着くと掛け金が外れて Fühler-taste が附く、それから段々に引き擧げて行く途中裂隙の部分で、弾性金屬製の Fühler-taste が擴がると電流が通じて電燈が灯く様になつてゐる。

Spüler (図-51) は "Packer" に似たもので Fühler に依り發見された個處へ下し圧搾空氣を送つてゴム閉塞弁へ固定され、密閉された部分に圧搾空氣と水の混合物を噴出させて渦巻きの作用で裂隙を極く短時間に掃除することが出来る。

1922 年に行はれた Kansas 河の水質調査に依れば Topeka 市 (Kansas 州) 下流では其の汚染度が甚だ増してゐる事を示した。其の事實と Topeka 市下流約 20 哩の Lawrence 市の上水道に及ぼす危険を慮ばかり州衛生局は河の汚染度を減ずる爲適當の手段を講ずる様 Topeka 市に指令を發した。

Topeka 市は Kansas 河及多くの小河川に依り 4 排

堰堤が高くなると岩盤は透水性の外、強度も高いこと



水区域に分けられ、當時迄に造られてゐた下水道は總て合流式であつた。市中には別個の 3 處分場が在るが市内には肉類罐詰工場が多く建てられ、該工場汚水は Santa 鉄工場、大乳酪製造所及多くの小工場よりの汚水と共に家庭汚水を加へて河に對する高汚染度の原因となつたのである。

全問題の充分なる調査後 2 つの第 1 期處分場を直ちに建設するに決した、即ち 1 つは北部區域他は肉類罐詰工業を含む東部區域に對し、其の 2 處分場は全人口の約 2/3 及全工場汚水に對するものである。斯くして河の汚染度は充分に減ずるであらうし、従つて當時に於ては西部及南西部區域分を處理する必要が無いと信ぜられた。以上に従ひ市當局は必要な遮集渠及副水路の計畫を立て又 2 處理場、ポンプ場及東部處分場の計畫も建てた。北部處分場は第 1 期處理として Imhoff 槽を造る事になり、撒布濾床の擴張計畫が建てられたが最近其の必要が無い事になつた。

東部遮集渠は所謂 Ash Street ポンプ場で下水を集め、下水は其處より東部處分場迄長さ 4700 ft 径 30 in の鑄鉄管により圧送される。此の圧力管は最大晴天時流量約 8000~9000 gpm を流し得る。罐詰工業區域よりの下水は他の地點で集められ Ash Street ポンプ場に達する前に 1 度唧筒揚水される。罐詰工業汚水は豫備處理を受けず、従つて夏期 Ash Street ポンプ場に達する時には完全に腐敗性になつてゐる。以前造られた東部處分場は第 1 期處理として自動除塵装置、2 牽引型汚泥聚集機、瓦斯捕集装置附 2 加温消化槽、乾燥場及種々の附屬物より成る。此の處分場に就いては其の増設及變更に就いての説明と聯關して後述される。

處分場が運転するに至るや腐敗罐詰工業汚水の大量が家庭汚水と共に處分場附近に不快な臭氣を發する様になり、ポンプ場に於てすらも過度の鹽素要求量を示す様になつたが、當時豫算の關係よりして悪臭抑制に對する豫備鹽素處理は中断された。

北部及東部處分場の第 1 期處理により數年間は河の汚染度を著るしく減じはしたが、河の流量減少と共に人口並に工業の激増により第 1 期下水處理力を直ちに凌駕するに至り、汚染度は 1922 年に於けるより以上に迄増した。東部處分場の汚水處理には促進汚泥法による處分場の築造が最も實際的な方法であると言ふ技術者の報告に基づき、市當局は計畫を樹立し 2 つの工事を契約するに至つた。第 1 は主として第 1 期處理の改良を考へ、臭氣抑制手段として第 1 期處分場築造物の大

部分を建物内に納める事であり、第 2 は促進汚泥法による處分場の築造及消化槽の追加築造工事である。全工事費約 \$315000 で其の内 \$90000 は Public Work Administration よりの補助金である。前者は 1935 年 2 月に着工し同年 9 月に完成し、後者は 1936 年 1 月に着工翌年 3 月に完成した。

設計の基礎：分析上の資料も長期間に亙る流量測定すらも無かつた事は設計上にハンディキャップであつた。ポンプの能率、運転時間及動力消費等より推定する時處分場に於ける 1933 年の下水量は次の如くであり、内 1 mgd は罐詰工業汚水と信ぜられた。

- 晴天時平均 .....4.5 mgd
- 晴天時々間最大 .....6.2 "
- 晴天時々間最小 .....2.7 "
- 雨天時々間最大 .....13.0 "

1933 年 7 月中に行はれた下水分析結果は次の通りである。

表-3. 下水分析結果

	家庭汚水	罐詰工業汚水	合流下水
固形物總量	1005	2693	1372
燐燐減量	265	1013	420
浮游固形物	194	548	264
浮游固形物中の燐燐減量	118	423	211
5 日 B.O.D. (生物化学的酸素要求量)	220	592	343
有機性鹽素	12.3	61	21.4
粗脂肪	60	1481	116

上記資料は人口 66000~75000 に相當するものである。處分場に屬する面積内賃人口は 40000 と推定され、残りは罐詰工業汚水に依るものである。1935 年の契約下に築造、改築された處分場は次の如き主要單位より成つてゐる。1936 年に加へられた築造物等は後述される。

1. 棒塵除：Jeffrey 型で機械的に掃除出來、幅 5 ft、深さ 5 ft、 $\frac{3}{8} \times 2$  in の棒が垂直に 30° の傾斜をなし、純間隔は 1 in である。浮子により調節する装置がある。
2. Dorr 型沈砂室：直径 24 ft、面積 647 ft<sup>2</sup>、水深 2~2.67 ft、最大容量 13000 gals である。
3. 豫備曝氣及油脂類除却槽：面積 1200 ft<sup>2</sup>、容量 81000 gals、終端で折返る導流壁を間に有する幅 15 ft、深 10 ft の 2 水路がある。底は山谷式で面積 160 ft<sup>2</sup> の撒氣管を谷の部分に置いてある。出口は曝氣せず浮渣塊集と汚泥沈澱を防止する様設計さ

れてゐる。

4. 最初沈澱槽：2つの Dorr 牽引型で全面積 9 612 ft<sup>2</sup>、全容積 686 000 gals である。
5. 煉瓦造建物：上記の構造物を覆ふもので約 90×210 ft の面積を有し、軒下 11 ft、全高 23 ft である。加温されない。
6. 汚泥ポンプ室：2つの舊型 Dorrco 膜ポンプ、2つの Bryant 煖房器、循環ポンプ等を納めてある。
7. 汚泥消化槽：2槽にして、直径 65 ft、深 23 ft、總容量 152 000 ft<sup>3</sup> で Dorr 製中央運転攪拌装置を備へてゐる。
8. 汚泥乾燥場：30×120 ft の暗渠排水砂床が 8つあり全面積 28 800 ft<sup>2</sup>、乾燥汚泥除却の爲工場用土運車及手押車がある。

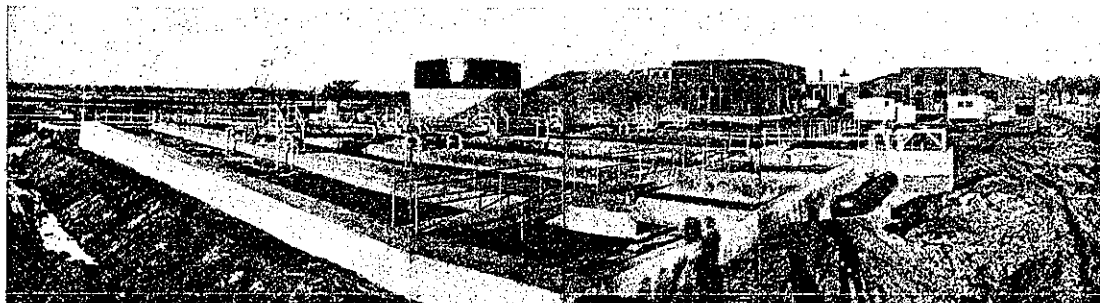
前述の如く Ash 街ポンプ場から其の處分場迄の圧送管は平均晴天時流量 9 mgd に對するもので、此の流量に於て理論的通過時間は豫備曝氣槽で 13 分、最初沈澱槽で 1.8 時である。最初沈澱槽に於ては 935 gal/ft<sup>2</sup>·day の割で溢流する。是等の單位及棒塵除は此の流量 (9 mgd) に對し適當である。9 mgd なる流量に對しては擴張設計されねばならないが、最大平均晴天時流量に相當すると考へられた。然し 9 mgd に對する全單位の擴張に基金は用ひられなかつた。従つて曝氣槽及最後沈澱槽は將來へ擴張は考慮するが僅か 6 mgd の平均晴天時流量に對し設計されたのである。水理的には全處理場を通じ最大雨天時流量 13 mgd を處理出来る。汚泥消化槽は 9 mgd に於ける最初及最後沈澱槽よりの汚泥を取扱ふ事を豫期して擴張された。曝氣槽か消化槽か何れかの容積を制限する必要があるなら、現今の下水處理科学に於ける急速な進歩の見地よりして曝氣槽の容積を減ずる事が論理的となる。種々の藥品處理の發達は處理發達の著しい特長の 1 つであり、今

後数年には或藥品處理の完成を見るであらうし、従つて Topeka 市の下水強度は現在の曝氣時間より短時間で済む様になる程減ぜられるであらうし、結果として嵩高い活性汚泥を取扱ふ事も少くなる可能性がある。

垂直流式沈砂室：既設 Dorr 型沈砂室は 10 mgd 迄の流量より土砂を除くに有効な事は證明されたが、雨天時流入する大量の土砂を除くには不適當であつた。沈砂室の通過時間は 13 mgd に對し 1.45 分にして大量の土砂のみならず過度の流量にも不適當である事が明かとなつた。種々の機会に雨天時流量を通きとしたが機械装置が沈澱土砂を乗越え周囲の軌條を離れる程甚だしい土砂の堆積を生じた。之は沈砂室の沈澱能力の不足より寧ろ單位下水中の土砂量の多過ぎる事に起因することは判明した。夫れ故に 1936 年の契約の I 部として垂直流式沈砂室を本沈砂室前に築造した。此の沈砂室は H. Blunk 氏 (獨) の設計に成るものであり、10~13 mgd を取扱ふ。本流量に對し下水は水深 10 ft で 0.15~0.195 ft/sec の上昇速度を有する。Blunk 氏に依れば有機物の最大沈澱速度は 0.10~0.13 ft/sec であり従つて微細な有機物は本室では沈澱しなかつた。又氏は寸法 0.5~1.0 mm の砂の最大沈澱速度は 0.22 ft/sec である故實際上、總て之等の物質は除去される事を示した。本沈砂室の入口は平時には下水の流入せぬ様動水勾配より少し上に在る。操作中土砂は 6 in の堅坑を通じて處理場副水路迄連続的に排出され、降雨後本室は排水される。10 mgd 以下の流量に使用せんとすると (此の事は考へられてゐなかつた) 土砂の排出管が填まる傾向があり人力で掃除する事が必要となつた。

第 1 期處分場の換氣問題：處分場に接して多くの住家が在り、住民の多くは處分場から起る悪臭が減ぜられない限り市に對し訴訟を起す虞れがあつた。夫れ故既述の如く處分場より起る臭氣を閉込める計畫で棒塵除、

圖-53. Topeka 市下水處分場



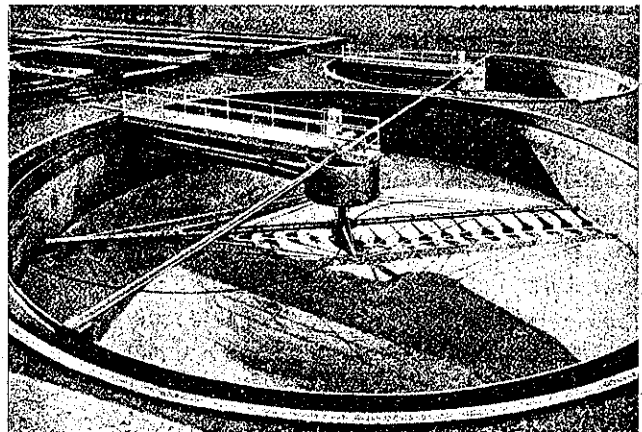
沈砂室、豫備曝氣槽及最初沈澱槽を入れる建物を建てたが他の土地の下水處分では建物内に納めても支障ないのに Topeka 市では直ぐ困難が起つた。1935~36年の冬期中壁及屋根に水分が凝縮し建物に入るには雨衣を必要とした程であり1939年の工事の1部として夫々8000 ft<sup>3</sup>/minの換氣用扇風機4臺が据付けられた。扇風機は全閉塞型防水電動機付アルミ製であり、建物頂上に在る12ftの煙突により排氣し、理論的には10分毎に建物内の完全換氣が出来る。最初の考では悪臭を保留する爲建物を建てたり悪臭を排出する爲扇風機を設ける事は背理的と思はれたが、扇風機は天候により中止もされ得るし、又使用中は従前の如き地表沿ひに靜かに排氣する代りに地上約35ftに高速度で排氣出来る。以前は夏期下水は全く懸素處理されなかつたし、悪臭に關する苦情があつたが、此の建物及換氣は此の苦情の數や重大性を減ずるに全く有效となつた。扇風機は極寒中弊の原因となる水分の凝縮を充分防止し得ないし、建物は濃霧で充たされ多くの水滴が煙突に集つた。扇風機は最初の冬は良く働いたが翌冬は電動機の單絡作用を起しアルミ製羽根さへも腐蝕の兆候を示した。建物外部の状態が非常に改良されてから建物内部で働く者に対する作業状態は夏冬共不満足のものとなつた。之等の問題の原因は恐らく下水と空氣溫度との關係に在ると説明されるだらう。Topeka市の下水溫度が異狀的に高い様に思はれるが之は鑛結工業汚水及他の工業汚水の影響を受けるものであらう。尙上水道は地表水よりの供給である。

**曝氣槽:** 第1期處分場周囲の配管及水路は沈砂室よりの流入水が直接曝氣槽に入る様變向されたし、或は最初沈澱槽からの流出水も曝氣槽の圍りに側路に依り導かれ得る。最初沈澱槽より曝氣槽に流入する全下水はVenturi Meterを通るが流量記録装置は建物内の濕潤な腐蝕性大氣中に在る故に相當困難を與へた。下水は曝氣槽の1端に在る分水堰付柵を経て曝氣槽に入る。曝氣槽は2槽より成り各々深さ15ft、幅20ft、長139.6ftの3水路より成る。曝氣時間は6mgdと返送汚泥20%を加へた流量に對し6時間である。又曝氣槽の1水路と同じ再曝氣槽があり、之は1.2mgdの返送汚泥(6mgdの20%)に對し6時間である。曝氣槽、再曝氣槽の何れでも他槽に影響する事なく休止し得る様配管してある。曝氣は槽底の送風導渠の屋根に當る撒氣

板に空氣を吸込んで行ふものであり、導渠は3つあり断面11×11inで各水路の片側に在る。撒氣板は槽底に取付けられたアルミニウムの丁字に依り導渠上に支持され、撒氣板面積は槽面積の約9.2%である。空氣は槽頂の中心を走る1本の徑34in管を通り徑4inの支管に分配されて各導渠に送られる。各導渠には43枚の撒氣板があり1制氣弁で調節される。撒氣板は透過率36~44ft<sup>3</sup>/minの範圍が使用上許された1制氣弁で調節される撒氣板(43枚)は0.5ft<sup>3</sup>以内の範圍に在る事が要求された。最高透過率の板は再曝氣槽内に置かれ、其の次の透過率のものは2つの曝氣槽の入口附近に、最低透過率のものは出口附近に取付けられた。斯くの如き方法は導渠の全長に涉り完全に均一な空氣分配を與へ得ない、即ち曝氣は送風支管附近及槽終端で強し其の中間で弱い。然し空氣供給が撒氣板面積1ft<sup>2</sup>に付き1.9ft<sup>3</sup>/min以下に減ぜられない限り満足すべきであるが1.35ft<sup>3</sup>/minになると分配が悪くなる。

**最後沈澱槽:** 最後沈澱槽は2個あり、直徑75ft、深11ftである。混合下水は中心から入り周邊より溢流する。溢流延長470ftである。沈澱時間2.4時間で815gals/ft<sup>2</sup>·dayを溢流せしめる。之は6mgdに返送汚泥20%を加へて處理する事になる。本槽にはChain-Belt會社製“Tow-Bro”汚泥除去装置がある。即ち汚泥を漏斗狀底に對し掙いたり擦つたりせずして全底面積より拾ひ上げる様設計された、中空迴轉臂に汚泥を移す噴口がある。汚泥は空氣ポンプに依り分水柵邊揚げられ其處から(a)再曝氣槽、(b)曝氣槽の入口、(c)汚泥分離槽(d)最大容量75gpmの可變速度汚泥ポン

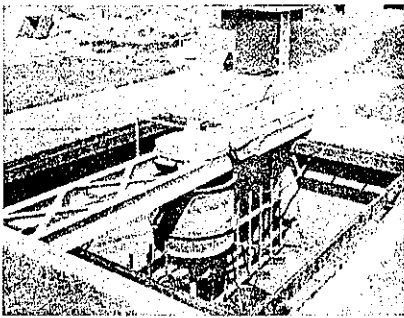
圖-54. Tow-Bro 汚泥除去装置



ブ等に送られる。此のポンプは汚泥消化槽或は 豫備曝氣及油脂類除却槽に汚泥を送るものである。

**汚泥分離槽：** 大量の餘剰活性汚泥を取扱ふ事は促進汚泥法の重大障碍の 1 つである。初期の或る處理場では餘剰活性汚泥を直接汚泥消化槽に送る事により最後の沈澱槽よりの餘剰汚泥を處理せんとした。本方法は汚泥の多量にして水分多く且つ固形物含有量の少ない爲一般に不満足な事が判明した。此の困難を避ける爲現在では大抵の處理場では餘剰活性汚泥を生下水に返送し汚泥粒子を最初沈澱槽に生下水固形物と共に沈澱

圖-55. 汚泥分離槽



させる。此の方法は消化困難問題に關する限りでは相當満足的であるが、之は通常沈澱を受けた下水の B.O.D. 及固形物含有量を増加し、従つて促進汚泥法其の物に荷重を増し漸次其の能率を低下せしめる事になる。斯くの如き方法は操作費を相當増すのみならず、當然得らるべき處理程度を低下し、且つ促進汚泥法に於ける汚泥膨脹又は類似な困難の原因となる。

Topeka 市處分場に於ては上記 2 方法の何れに對しても設備されてゐるのみならず汚泥分離槽も尙用意されてゐる。汚泥分離槽は全表面積 544 ft<sup>2</sup>、容量 41 800 gals、側面の溢流堰水深 10 ft の円底正方形槽である。流入水は中心より入り周邊 92 ft より溢流する。曝氣槽よりの混合下水、最後沈澱槽よりの餘剰汚泥及消化槽よりの分離液は本槽に集められ、汚泥は Dorr 製汚泥掻寄機により中央円錐形底に集められる。掻寄機の腕は普通の眞鍮製護管並に槽底上 5 ft の點に擴がる垂直棒を有する。本装置は生じた瓦斯の逃出を容易ならしむる様設計されて居り、汚泥の濃縮を助け瓦斯を含む汚泥の上昇傾向を減ずる。尙鹽素處理装置が並置されて居り、汚泥分離槽の内容及表面水を鹽素處理して細菌的活動を妨げ汚泥の濃縮を助ける。濃縮された汚泥は消化槽に圧送され、分離液は河迄自然流下により放流するか或は豫備曝氣及油脂類除却槽迄返送される。

**汚泥の消化：** 舊汚泥消化槽は浮渣形成による困難に常に遭遇した。過去に於ては處分場隣接低地に對し多量の半消化汚泥を排出する必要があつた。舊 Dorr 製機械による緩撹拌では浮渣と闘ふには無効であり、實際浮渣（糞詰工業汚水により加重された）は機械に對し直ぐ過荷重となり直ぐ形成された。舊消化槽に對して槽上部より汚泥を入れる代りに槽底に生汚泥を導いて生汚泥と消化汚泥との間に更に密接な混合が出来たが、之は浮渣による困難を減じはしたが全く無くするには至らなかつた。尙此の方法の主なる缺點は乾燥場に對して可成消化不充分的汚泥が消化汚泥と共に排出された事であつた。

浮渣生成の第 1 原因は疑ひもなく大量の糞詰工業汚水に在るが、殆ど總ての處分場に於て最初沈澱槽よりの汚泥のみか、其の汚泥と活性汚泥との混合物の消化との間のみ比較されて居り、混合汚泥の方が最も浮渣を生ずる事が發見されて居る。従つて如何なる新しい汚泥消化方法も特に浮渣形成と闘ふ様設計するべきである事は明かである。消化汚泥と生固形物との接種が消化を早める事は繰返し證明されてゐる所であるが、適當の混合なくしては消化槽の上部に於ける厚い浮渣は消化槽底に可成り良い接種材料が在るにも拘らず充分な接種を受けない。浮渣は沈下される時は全く消化するが其の消化速度は浮渣生成材料の誘導に等しいか又はそれより大であるに拘らず浮渣による困難が起つて來る。Topeka 市に於て浮渣の沈下及加温の兩手段が採られたが浮渣形成は防止出来なかつたので、汚泥消化を早める爲には更に充分な接種手段に訴へる事が論理的と思はれた。仍つて直径 65 ft 深 30 ft、容量 99 500 ft<sup>3</sup> の 1 新消化槽を階程消化 (Stage Digestion) をなす爲に築造する事に決定したのである。此の槽は第 1 次槽と言はれ普通操作下には最初沈澱槽及汚泥分離槽よりの全汚泥を本槽にポンプで送る。此の槽の平均消化期間は約 20 日と推定された。次の如き浮渣接種の 2 交互方法に對して工事入札が行はれた。

(1) Dorr Turbo-Mixers を汚泥中に懸吊し、必要の場合槽を通じ均一な混合を維持出來、浮渣の分離を防止し浮渣形成物質の消化を早める。

(2) 離心ポンプを槽中に懸吊し浮渣に對し分離液をポンプで送り得るよう配置し浮渣を圧下接種せしめ消化を早める。此の方法は Pacific Flush Tank Company の特許である。最低入札は Dorr Turbo Mixers に落ち、3 混合機が取付けられ其の何れもが各々槽の底、中間、頂部に近く 3 脚輪を有する。槽には 2 つの

出口が在り、1つは底より他の1つは覆蓋下10ftの所に在る。之等の兩流出管は1つの樹皮導かれ溢流し其處より汚泥或は液は舊消化槽の何れか1つ、又は兩方迄流るゝか又は後述する1新瓦斯貯藏槽迄流れる。

**瓦斯貯藏槽付汚泥消化槽：** 瓦斯貯藏槽は直径56ftのコンクリート槽で周邊水深21ft、円錐形底であり容量56000ft<sup>3</sup>である。本槽は全く別の消化槽であるからTopeka市に於ける汚泥消化は今や3次式消化法である。第1次には其の新消化槽を用ひ消化期間約20日を見込み、多少激しい攪拌を行ふ。第2次は舊消化槽内に起り非常に静かな攪拌を行ふ。第3次は瓦斯貯藏槽付消化槽で行ひ機械的混合を受けない。瓦斯の發生は第3次では最少なるにより、第3次に於ては第2次に於けるより密度の高い汚泥より澄明な分離液を生ずる。消化槽全容量は307500ft<sup>3</sup>である。瓦斯貯藏槽付消化槽よりの分離液は普通豫備曝氣及油脂類除却槽迄返るが明かに浮游物が多く汚泥分離槽迄排出される。乾燥場への汚泥は普通瓦斯貯藏槽より送られるが、望むなら舊消化槽からも引出される。他の3消化槽は固定式コンクリート屋根で覆はれるが瓦斯貯藏槽は瓦斯圧力により上下する鋼板製瓦斯蓋で覆はれる。發生瓦斯は全部此の瓦斯貯藏槽に導かれ、瓦斯蓋は充分膨らました時4ounce圧力下に瓦斯40000ft<sup>3</sup>を保持出来る。

**瓦斯の利用：** 瓦斯貯藏槽より蓄加温用煖房器及2新瓦斯機關迄瓦斯管を導いてゐる。瓦斯機關の冷却水は普通消化槽及建物に對して充分な熱を供給すると考へられたが、応急使用上蓄煖房器が保留されてゐる。2つの新瓦斯機關は3汽笛12½×14½in、雙點火式、Worthington enginesでありRoots Connorsville送風機に直結され、送風機は400R.P.M.、圧力8.5lb/in<sup>2</sup>、4050ft<sup>3</sup>/minである。之等は豫備曝氣並に促進汚泥法其のものに空氣供給出来る。建物内には7200ft<sup>3</sup>の増設送風機に直結すべき約330IPの増設機關を据付ける餘地が設けられてゐる。送風機及機關は油の強制循環及其の冷却器を有する。次の表は(a)技術者により仕様された、(b)製造所より保證された、(c)實地試験により決定された——ものに就ての全能率を示す。試験は總て水銀30inの絶對圧力下に測る時647B.T.U./ft<sup>3</sup>の熱量を有する汚泥瓦斯を使用して行はれ、送風管内温度の方が高かつたが空氣量測定は送風機入口に於ける温度及圧力下に行はれた。

● Topeka市に於ける購入瓦斯及電力費に就て經濟的研究するに、僅か1瓦斯機關を運転し他の送風機を電力

で動かすより、必要なれば、全部購入瓦斯で之等を動かした方がより安い事を示した。然し汚泥瓦斯生産は推定60000~70000ft<sup>3</sup>/dayを示す故小程度で運転する以外購入瓦斯で常に操作する可能性は少ない様である。それにも拘らず、購入瓦斯を用ひて運転出来る様用意もされねばならなかつた。それ故、機關混合辦が全汚泥瓦斯、全自然瓦斯又は兩者のあらゆる組合せに對して設計されたが、兩瓦斯の熱量の相違上一方の瓦斯から他方に切替へたり又は之に戻したりする事より兩者を混合した方が更に能率が良い、便利な操作であらうと考へられた。従つて購入瓦斯を用ふる時普通貯藏槽中に導き汚泥瓦斯中に擴散せしめ其の合成混合物を機關に送る。瓦斯貯藏槽が使用されない時は何れの瓦斯も機關に直送である。此の土地の瓦斯は貯藏槽に圧送するに充分な圧力を保證出来なかつたので最大能力10ft<sup>3</sup>/minの昇圧ポンプを設置した。機關の冷却水は4消化槽及種々な建物を加温するに通常充分な事は前述通りであるが、夏期機關冷却水を充分に冷却するには困難のある事は明かである。此の状態に備へる爲め延長約950ft、径3inの螺管を曝氣槽内に取付け、之を通して冷却水の1部及全部を循環させる事が出来た。

**空氣清淨器：** Topeka市には偶發性埃風が襲ふので空氣清淨器には特に留意した。採用した規格はNational Bureau of Standardにより定められた試験法により測られる時空氣からcottrell沈澱物を除くに80%以上の清淨能力を持つべしと要求した。空氣清淨器はCoppus air filtersであり、濾材は14ounce全毛フェルトを用ひ特に設計された真空掃拭器で掃除される。送風機の吐出圧力が1年前と同じであるのは清淨器が全く満足的である事を證明するものである。

**汚泥乾燥場：** 元の處分場は30×120ftの8乾燥場を有するが方便的の暗渠排水砂床あり、時に目的に沿はない事があつた。此の見地と、乾燥すべき汚泥量の増加とにより60×120ftの8新砂床が造られた。之等新砂床は單位間に土堤を有する自然砂質土壤の水平面積である。真空濾過、噴霧乾燥、遠心脱水及同様な新方法に急速な發達のある點で其の當時汚泥乾燥方法を更に苦心して作出する事は賢明と信ぜられなかつた。

(50) 下水處分の設備に於ける  
合金鋼使用に就て

“Alloy Steels in Sewage Disposal Plants.”  
E.N.R. Oct. 27, 1938, p. 524~527.  
吉岡英文抄

Chicago 市衛生區 Calumet 及 Southwest 下水處  
理場に於て汚泥處理裝置の興味深い特色の 1 つは高度  
の合金鋼を大規模に使用したことである。以前 Mil-  
waukee 市下水處分の設備擴張の際、不銹被覆鋼管が最  
大直径 60 吋、延長 1800 呎の通氣管設置に使用され  
た事がある (E.N.R. Dec. 13, 1934, p. 759)。1935 年  
Chicago 市 Calumet 處理場の汚泥  
處理裝置建設中小規模ながら之等の合  
金が試用された。即ち此處理場で設備  
修復の際、技師はサージ バイン アン  
ロード トラフ (函形動搖荷卸機)  
及乾燥汚泥返送器に不銹被覆鋼を使用  
した。此不銹鋼は 18% のクロム  
と 8% のニッケルを含有し通常 18-8  
鋼と稱せられる。

此の設備に依り充分實績を得たので  
Southwest 處理場の汚泥處分の裝置  
に對する仕様書、1937 年 8 月締結さ  
れた契約書、及未完成の構造部分に合  
金鋼を使用する様要求されたのであ  
る。此の論説は主として此の設備に  
於ける合金鋼の使用に關係せる事で  
ある。

Calumet 及 Southwest 兩設備に於ては焼却に依る  
汚泥處分法と共に 促進汚泥處理法が用ひられて居る。  
Southwest 處理場は各々濾過汚泥搬送器、汚泥混合機、  
汚泥撒布器、搬送器秤、動搖函、函形動搖荷卸器、乾燥汚  
泥返送器から成る 8 組の汚泥處理裝置を有して居る。  
1 個の搬送器は總ての裝置から來る汚泥肥料を運搬す  
る。各搬送器、汚泥撒布器、汚泥混合機及函形荷卸器は  
速度低減器を有する個々の動力推進機を設置して居る。  
或る推進機では 變速轉送が行はれる。8 組の乾燥裝置  
は各々ミル型乾燥器、2 個の分離機、廻轉送風機、誘導通  
風機、蒸氣加熱器、乾燥塔、分離機煙突及塵埃蒸氣不滲  
組織を作るに必要な凡ゆる附屬品を設置して居る。

促進汚泥槽から採取された汚泥は含水量 98~99% で  
ある。此の汚泥は含水量が平均 97% に減ずる濃化槽  
へポンプに依り送られ、それから溜水樋に圧送される。  
其の樋中にて沈澱劑として働く鹽化第 2 鉄溶液と混合

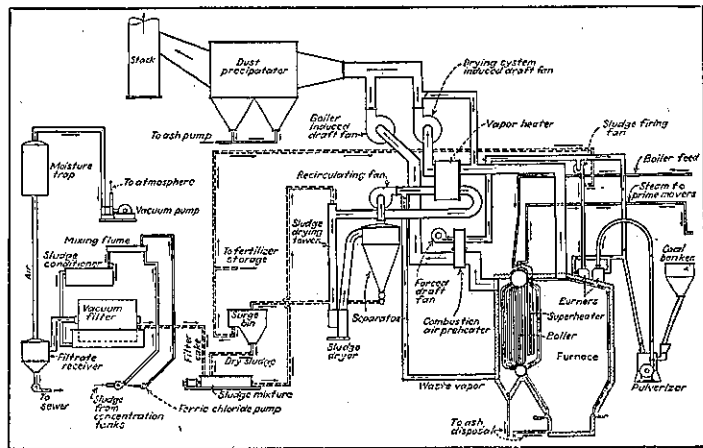
される。凝集汚泥は各濾過面積 570 平方呎の 24 個の  
大型真空濾過器に依つて濾される。

此處で扁地形に 残留しつゝ含水量 78~80% に減少  
する。此の凝固汚泥は 掻き取られて 24 時鋼帶搬送器  
上に落され汚泥混合機迄 170 呎運搬される。途中搬送  
器秤上で重量が秤られる。之等の秤は 1 時間に 12~24  
t の間で運轉して居る時には ±1% の精度を有する加  
算機械裝置を設備して居る。

混合機に合金鋼使用： 汚泥混合機に合金鋼が初めて  
使用されて居る。此の混合機は U 字型の樋で長さ 15  
呎 8 吋、上幅 4 呎 5½ 吋、内側深さ 3 呎 2 吋である。

圖-56.

Chicago 市衛生區 Southwest 下水處分の設備に於ける汚泥進行系統の狀態



汚泥は複軸雙機型搬送器に依り混合機中を押送される。  
15 HP モーターの 1160 rpm 速度はヘリング ボーン低  
減器及 ローラーチェーンを経て 25 rpm に減ぜられる。  
過剰の磨滅を避ける爲、機の尖端はクロミウム タング  
ステン コバルト合金の硬質器具鋼製である。

圖-57. 汚泥混合機の尖端にはクロミウム タングス  
テン コバルトの合金を使用し、兩側は取脱し可  
能の不銹鋼板で被覆されて居る。



3/8 吋鋼板製混合機は固形 18-8 不銹鋼 3/16 吋板ですつかり内面を覆はれて居る。此の高價な 裏附材を使用する主なる目的は以前同様な 設備に於て経験した 3 つの障碍を克服する爲であつた。即ち其の障碍とは (1) 温い乾燥汚泥と少量の鹽化第 2 鉄を含有せる冷い濾過凝固汚泥との結合に依り醸成された腐蝕條件(此の條件を與へれば普通鋼板は急速に減損する)、(2) 凝固汚泥の砂礫性に依り生ずる過剰の磨滅、(3) 普通鋼を使用した時生ずる 混合機の底及兩側への汚泥粘着である。此の状態が惹起すれば 運転に過剰の動力を要し、餘隙僅か 1/16 吋しか有しない機は動かなくなり著しい維持支障、入費の根源となる如き限度まで屢々汚泥が堆積するのである。汚泥は 18-8 不銹鋼には粘着しない事が判つた。

設備の他の部分に於て不銹被覆鋼を大規模に使用せるに鑑み、何故經費のかゝらぬ不銹被覆鋼を全部に使用しないか、汚泥混合機に對しては固形不銹鋼被金を使用したかと云ふ疑問を生ずるかも知れない。此の理由は之等の混合機が砂礫性、凝固汚泥より激烈な打撃を受け不注意に何等かの金屬を使用すれば 早晚混合機壁を取換へねばならぬからである。壁が充分閉込められ汚泥の厚さを増してから、すつかり取換へることは被金の取換に比し大なる費用を要するものである。

**高温保護:** 含水量 40~50% の汚泥は各混合機から高さ 20 呎、矩形横断面 13 平方呎の乾燥塔内に落される。再加熱器を通過後、華氏 1100 度の過熱水蒸氣より組成された大量の高温ガスは塔の頂上附近に誘導される。炉から再加熱器に導かれた時、燃燒生成物の温度は華氏 1400 度である。汚泥は塔の底部に存在する決瀉型乾燥機に各塔を通過して落下し、其處で猛烈に震動され破壊される。斯くして汚泥は含水量 10% まで乾燥され動搖函と稱する 汚泥貯藏函へ送る、大型サイクロン分離器へ流動蒸氣中を懸垂しながら運搬される。乾燥巡路より漏れた過剰蒸氣及ガスは除臭の爲炉へ導かれる。

再加熱器へ接続せる高温導管は何れも最大 0.25% に特定された炭素を含有せる分析上クロム 23%、ニッケル 12% の 3/16 吋板で製作されて居る。此の分析を有する金屬は 1800 度に達する温度に耐える必要があつた。其の他の高温導管は 3/32 吋 18-8 鋼製がある。高温側の蒸氣加熱器はクロム 18%、ニッケル 8%、炭素 0.12% 及炭素の 4 倍限度のチタンから成る不銹鋼を使用した。低温側にてはクロミウム 4~6%、モリブデン 0.4~0.6% 及炭素 0.10% より成る合金が使用

された。

1/4 吋鋼板製乾燥塔は 3 吋絶縁ブロックを以て裏附されてある。之等のブロック及外壁を覆ふ塔内壁は熔接後最大の腐蝕抵抗を保持する爲、安定要素としてチタンを含有せる 18-8 鋼製の熔接面を以て設置されて居る。此の特殊鋼は乾燥塔に於ける最高温度華氏 1400 度に耐え得る。

圖-58. 特殊鋼を使用せる Calumet の設備に於る汚泥分離器、搬送器及函

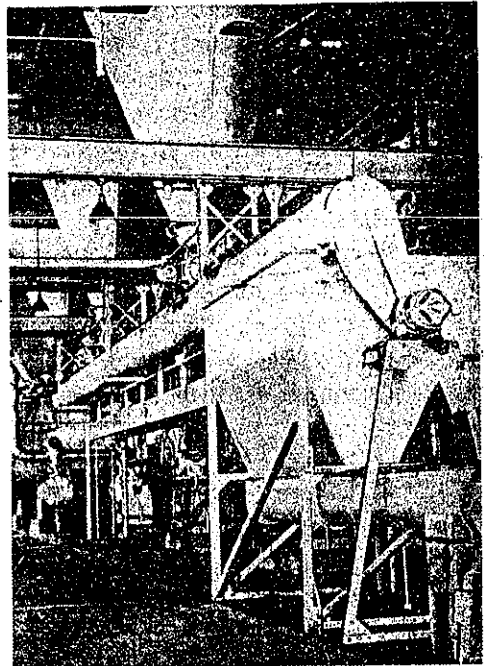
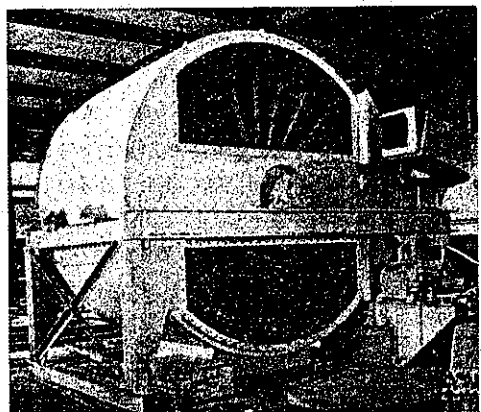


圖-59. 耐熱合金鋼の回転体が燃管ガス流から熱を抽出し、其の熱を汚泥乾燥用の蒸氣回路へ搬送する蒸氣加熱器



**乾燥汚泥處理:** 乾燥汚泥はサイクロンから動搖函内に落下する。此の點から不銹被覆鋼は動搖函、函形動搖荷卸器、函形燃料卸器、肥料搬送器、乾燥汚泥返送器、總ての斜溝及乾燥汚泥處理裝置の此の部分との接続に用ひた扉に對して廣く使用されて居る。

長さ 17 呎、幅 3 呎 6 $\frac{3}{4}$  吋、深さ 6 呎 10 $\frac{3}{4}$  吋の動搖函は 20% の不銹被覆を有する 18-8 鋼で全部製作されて居る。厚さ 3/16 吋は適當な支持材及補剛材と共に動搖函に使用される。之等の函は 函形動搖荷卸器の方へ乾燥汚泥が直接落ちるのを防ぐ爲に汚泥隔室と燃料隔室との間に分離板を設置して居る。蓋は塵埃、ガス及固形微小物の逸出するのを防ぐ、汚泥が固まり落ちない爲、又函形荷卸器へ移すに困難でない様、相對的に淺く製作された動搖函は或る水平面迄滿されるに過ぎない。其の水平面以上になれば汚泥は 函形燃料搬送器上に落下し直接燒却炉に供給される。

動搖函の下の荷卸器は 3/16 吋不銹被覆鋼製で楕形を爲し、其の中を 1.8 から 0.9 迄変速する雙螺旋狀推進器に依り汚泥が運搬される。速度調整の目的は汚泥混合機内にて最終含水量 40~50% を保證する爲、同器へ導く乾燥汚泥返送器に依り運ばれる乾燥汚泥量を正確にする爲である。

含水量 10% の乾燥汚泥は動搖函から上述の乾燥汚泥返送器か又は 函形燃料卸器へ供給される。同器は燒却炉への重力配送の爲燃料函に乾燥汚泥を運搬する。肥料用の一部汚泥は燃料函から 180 呎搬送器迄素通りする。其の搬送器により汚泥は建物の外側を通り、トラック積込場所へ運ばれるのである。

8 個の函形燃料卸器は 3/16 吋不銹被覆鋼製の楕内に運搬せる 1 個の螺旋狀推進搬送器を有して居なければ僅かに小さい 函形動搖荷卸器と類似して居る。之等のものは又 6 $\frac{3}{4}$ ~40 rpm の推進搬送器に最終速度を與へる爲 2 HP モーターに依り自動車と同様のウワームギア及ローラーチェーンを通じて低減され、燃料函へ運ばれる材料の量如何に依り速度を變ずる搬送器である。

燒却汚泥の一部は汚泥乾燥用熱の供給に使用される。粹粉石炭はタービン運転用蒸氣を發生する爲同じ炉中にて燃焼される。此のタービンは處理場内の種々の搬送推進器、唧筒及送風機を運転せしめる動力を發生するものである。

**特殊鋼の大量使用:** 不銹被覆鋼約 42 $\frac{1}{2}$  t 及固形不銹鋼約 6 t は汚泥處理裝置に使用され、後者の 30 t 以上が汚泥乾燥裝置に利用された。20 t 以上は蒸氣加熱器

に使用された。

Southwestの設備が建設されて以來、衛生區 Calumet の設備は不銹鋼及不銹被覆鋼を加へ 3 組の鋼製裝置に置き換へられた。之等の裝置は動搖函、漏斗、蒸氣瓣及汚泥重力斜溝から成つて居る。尙それ以上、高度の合金金屬が大型歪正器油貯藏槽の建設中に使用された。其の槽の内面を包める不銹鋼は油中にて金屬性不純物を生じない特徴を有してゐる。

技師の言に依れば、或る特定の條件に抵抗する様注意して各合金を選択する時には合金鋼を使用しても高價に過ぎる事はないとのことである。固形耐熱合金は非常な高温に出會す所に使用され正規の 18-8 固形不銹鋼は腐蝕と過剰の磨滅とに同時に打勝つ可き所に用ひられ、低價格の不銹被覆鋼は腐蝕が失敗の第 1 原因になる所に使用される。

Calumet 及 Southwest 兩設備に於ける汚泥處理裝置の設計は William A. Dundas 氏の指導の下に完成された。

#### (51) Portland 市下水道改良計畫

“A Review of \$ 10 000 000 Proposed Sewerage Improvement for Portland.” West. Const. News. August 1938, p. 304~306  
中谷茂壽抄

夏季の水流の少ない期間に Columbia 泥沼と Willamette 川に汚水を放流する事を防ぐ爲、Portland 市では新下水計畫の資金獲得に必要な第 4 回目に相當する投票を行はんとしてゐる。本計畫では Columbia 河に汚水を放流する爲、延長 28 哩に達する汚水渠を構築するものにして、雨水のみは Willamette 川に流出せしめる。汚水賦課金は上水使用量の 1/3 とするのである。此の賦課金は小家庭では年に 2.80 弗に達する管で上水使用料と同時に徴集する。1937 年の上水使用料を基礎として計算すれば、汚水賦課金額は 1 ケ年 453 000 弗に達する管である。

1930 年以來の試験の結果よりすれば Portland 市の下流航行區域 3 哩の間では、流出量 4 000 sec ft の夏季に於て溶解酸素の含有量は 0 であるが、市に近接せる所では溶解酸素の含有量は 28%、或はそれ以上にも達し、如何に Willamette 川に沿ふ 44 箇の汚水流出口が同川を汚染しつつあるかが知られる。

猶其の上に夏季に於ては Willamette 川が Columbia 河に合流する地點では、主流と稱し得るものなく一層惡状態である。又此の季間には Portland 港には



1½-3 呎の逆潮流があり川の流れを緩慢にして汚水を沈澱せしめる。

此の投票と殆ど同時に Oregon 州議會に水流の清掃と汚染防止法が上提される事になつてゐる。此の新法には次の諸點が含まれる筈である。(1) 州内の河川を自然水として保護する方策、(2) 6 人よりなる州汚水監理員の設置、(3) 州汚水技術員の任命、(4) 水流汚染に対する法規の執行法の設定、(5) 汚染犯罪の除却。此の法律が通過すれば州政府は多分 Portland 市が其の汚水を Willamette 川に放流する事を禁止する事が出来るであらう。

此の計畫は既に 1923 年以來開始されてゐたのであるが、経費の支出と工事に対する第 1 歩は 1933 年に開始されたのである。即ち過去 15 年間種々の關係方面から論争されて仲々決定に至らなかつたのである。

是等の論争は本計畫のあらゆる方面、即ち汚水自体、経費、法規、技術及管理の方法等に關して行はれた。漁業、保健其の他の Willamette 川及泥沼清掃を主張する者に對し、Willamette 川を工業河川と目する結果汚染防止の必要なしと主張する者、及 Willamette 川完全清掃を主張し州事業として行ふ事を主張する者等が互に論争した。清掃に反對する者は上流の小都邑が同川に汚水を放流してゐるのに、Portland 市のみが出来ないと云ふ理由がないと主張した。

経費支出に關しては種々の方法が考案された。即ち一般税収入より支出する方法、汚水税を設定する方法、聯邦政府の補助に依る方法、ボンドを發行する方法、上水道賦課額に割り當て直接賦課する方法等であつた。

市の下水課では現存下水網を基本としてそれに遮集渠を設置する方法を支持してゐる。これは主として現在の 55 放出口による汚染を防止する事を主眼としてゐる。處理場の設置に關しては單に其の一般的なる研究が行はれたに過ぎない。技術的方面以外では處理場を設置して肥料を作り、又清水を得てこれを賣り處理場の経費を捻出する方法が考慮されてゐるが、之は現在迄の所何處でも皆缺損を招いてゐる事實より問題にならない。

1935 年 5 月に Portland 市技術課に關係のない 1 團の人々が救済事業として下水計畫を施行する様に運動を始めた。6 週間後には汚水放出場の不完全なる計畫が市會に上提され、7 月 21 日に特別投票が行はれた。此の計畫は當時の市技術部長たりし Olaf Laurgaard により急速に訂正され、2 對 1 の割合を以て

6 000 000 弗のボンドを發行する件が可決された。此のボンドは處分する汚水に對する賦課金と生じたる肥料の賣上高を以て消却する筈である。

1933 年 8 月に 6 000 000 弗の借用と 2 000 000 弗の補助金を公共事業局に申込んだが不備であると云ふ理由から却下された。同時に P.W.A. に對する 25 000 弗の準備金請求も却下された。其の間にあつてボストン市の法律顧問は前の 6 000 000 弗ボンドの發行は、計畫が不備不完全なる爲異法であるとの見解を發表した。

1933 年 10 月にはボストン市の H.P. Eddy と 3 人の技術家 R. E. Koow, J. W. Cunningham 及 R. Dieck が技術委員に任命され報告書を作製する様に委託された。1934 年 2 月に 8 240 000 弗計畫の訂正した要求が P.W.A. に提出され、認可されたが、金は其の當時直ちに得られなかつた。1934 年 7 月には 6 000 000 弗のボンドを發行する事を條件として P.W.A. から、2 240 000 弗の補助金を得た。同年 11 月に 6 000 000 弗のボンド發行に對する投票が行はれた結果否決されて了つた。1935 年 6 月に P.W.A. の補助金は取り上げられ、ボンドによる工事計畫は完全に断念の止むなきに至つた。

1936 年に汚水問題を研究する爲 Portland 市の公共事業部長により 15 人の委員が任命された。此の中 5 人は汚水處分の賛成者、5 人は不賛成者、他の 5 人は何等の意見も有してはゐなかつた。此の 15 人の委員が研究した結果、1936 年 11 月に現在提出されんとしてゐる如き方法に依る出資に關する投票が行はれた結果再否決された。

今夏中 Portland 市商業會議所と Portland 港とが協同で、Portland の工業化学者 W. C. Mc. Indoe の指導の下に汚水放出場に關する報告書を準備中である。

此の準備中の計畫によれば否處分汚水を Columbia 泥沼と Willamette 川に其の流水の少量の際に放出する事を防ぎ、28 哩の遮集渠と第 1 處分場とを築造するものである。此の計畫では 1965 年に於ける豫定人口 626 000 を基礎とする 133 mgd の容量を有する。現在の汚水流出量は 301 000 人に對し 52 mgd である。

今回の計畫では遮集渠の建設と第 1 處理場の工事のみの爲に 10 年間に 4 665 000 弗を支出するものである。之に依れば従來 Columbia 泥沼と Willamette 川に注いでゐた全汚水から、第 1 處理場で 70~75% の固体含有物を除却したる後 Columbia 河に放出する

のである。遮集渠と処理場を其の最大容量に迄建設し本計畫を完成するには約 10 000 000 弗を要する。

図-60. 遮集渠は現在の放出口から汚水を第 1 処理場に送り、次いでコロンビヤ河に放出する

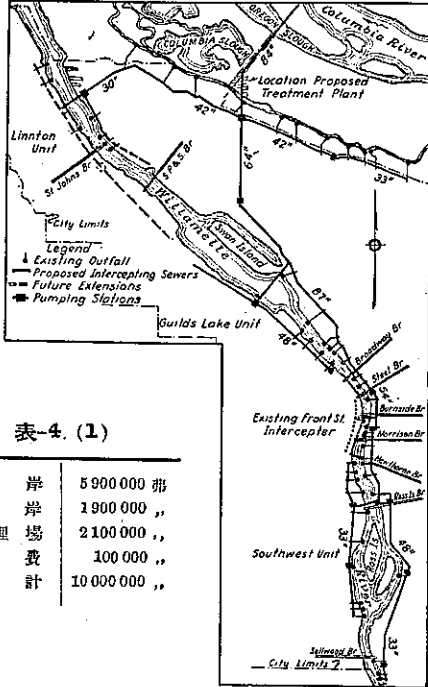


表-4. (1)

東岸	5 900 000 弗
西岸	1 900 000 ,,
處理場	2 100 000 ,,
雜費	100 000 ,,
總計	10 000 000 ,,

表-4. (2)

	Willamette 川の東岸 (弗)	Willamette 川の西岸 (弗)
遮集渠	3 716 743	1 038 041
鋪裝掘鑿	45 600	.....
排水渠	465 000	200 000
ポンプ場	1 150 000	375 000
地権	200 000 (川の横断装置)	250 000
處理場の盛土	200 000	.....
技術費	123 257	56 959
計	5 900 000	1 900 000

遮集渠式の特徴は 既設放出路との交點は コンクリート製にして遮集渠への流出には制限があり、過剰の雨水は Willamette 川又は Columbia 泥沼に放流される様に設計されてゐる事である。即ち遮集渠には 279 sec ft の流量 (乾燥季に於ける人口 626 000 からの汚水流量) だけが集められる。

雨季に於ける洪水の場合には Willamette 川に充分其の汚水を 適當量にまで薄くする程度の流水が存在する。Willamette 川の流出量の最少の季節には Colum-

bia 河には大流出量が雪解けの爲存在する。Columbia 河の平均最少流量は人口 9 000 000 人からの汚水を處理せず放流しても何等の害を引き起さない程度である。

遮集渠が 現存の放出口に 交はる點が川及沼の高水位より低い所では 川水又は沼水の逆流を 防ぐ門扉を 設置せねばならない。過剰雨水を川に 放流する以前に全部の浮遊物質を採集して處理場に送る装置が設置される。是等は皆自動式である。

下水料金として毎年徴集する 466 500 弗を以て 遮集渠を 1~3 哩の長さに區分して、Columbia 泥沼の 11 放水口から 始め Willamette 川に 徐々に進めて行く様に計畫されてゐるりである。遮集渠は 30~84 吋直径にして主としてコンクリートよりなり、完成すれば 4ヶ所の河底横断と 16 ヶ所のポンプ場が設置される。

ポンプ場を 澤山使用する結果として渠を 深くする必要なくして 遮集渠の高さを 変化する事が 出来る。此の結果ポンプ場とポンプ場間は 重力式に流出する。遮集渠の高さを 変化する事により川の東岸に 於ける流砂中の建築を 廉價で施工する事が 出来る。

處理場は 増加量に 従つて段々と 建増す方法を 以て 築造される。現在の下水を 處理出来るに 足るだけのものが 先づ第 1 に 築造されるが 豫算は 472 000 弗である。

處理場は 單なる沈澱式にして グリースを採集する第 1 曝氣タンク、固體沈澱物及 Columbia 河に放流する水分の鹽素殺菌の爲の沈澱タンク等を 有する。第 1 沈澱タンクからの泥は 浸漬タンクに 揚げ 瓦斯を集めて 處理場の保温と火力に 使用する。瓦斯を取つて了つた 泥は水を 蒸發せしめ 乾燥し 肥料材料に 賣ると云ふ 計畫である。

港 灣

(52) 自由港區問題とニューヨーク港に於ける實施經過

(E. Lyons, "Progress of the Foreign Trade Zone (Free Port) Principle." The Dock and Harbour Authority, Nov. 1933 p. 12~14  
太田尾廣治抄)

最近に於ける顯著な各國の統制經濟にも拘らず、自由港區の機能は遺憾なく發揮されてゐる。

即ち檢疫、保安、收支計算に關する取締り以外には何等の拘束をも 受けざる此の地帯の活動力には 目覺しいものがある。

現在世界各國の自由港區の設置されてゐる地方を列擧すれば、

歐洲： ラトヴィヤ、ポーランド、ダンテヒ自由都市、スエーデン、デンマーク、ドイツ、スイス、チェコスロバキヤ、ユーゴスラヴィヤ、スペイン、イタリア、ギリシヤ。フランスも法令が通過し數年の内に實施されんとしてゐる。將に新設を見んとしてゐる港に目下擴張工事中のゼノア（伊）がある。

亞細亞： シベリヤ、香港、シンガポール、ポルトガル領並に佛領印度（自由地區）。

ラテン亞米利加： メキシコ、ラカラ、ウルガイ（自由地區）、目下考慮中或は準備中のものにキューバ、ベネズエラ、コロムビア、ブラヂル、アルゼンチン、パラガイ、ボリビヤ。

北亞米利加： ニューヨーク港に於て合衆國の新範例を開き 10 ヶ月の準備期間を経て 1937 年 7 月 21 日から開始された。太平洋の桑港に於ても考慮中である。

自由港區既設中の 2, 3 の實狀を擧ぐれば、何れも隆盛振りが判然とする。ストックホルム港の 1937 年中に於ける取扱貨物が 490 000 t で前年より 33 % 増、ゴータンブルグ港を同年に訪れた船舶數は 5 772 隻であるが其の半數は自由港區投錨のものであつた。グアニヤ港（ポーランド）の 1937 年に於ける輸出入貨物は 9147 000 t で前年より 16 % 増と云ふ數字を示してゐるが、その中外貨だけに就て云へば 28 % 増加しそれが殆ど自由港區扱ひの綿、皮革、コーヒー等であつた。サロニカ（ギリシヤ）は地中海から黒海へ又亞細亞からバルカン諸國への吞吐港として戦略的に設けられた港であるが、1935 年新設と共に 1936 年の統計では 0 より輸入が 397 000 t、輸出が 375 000 t と云ふ量を示すに至つて居る。

ニューヨーク港では如何にと云ふに 1938 年 4 月中の自由港區内での取引額は 258 716 弗で港務所扱の 1/3 に當り 15 ヶ國より 20 種の品が輸入されて居る、そして 3 ヶ國へ再輸出されて居るが政府の關稅收入は、12 000 弗以上に及んで居る。それが 6 月 30 日調べのものでは取扱貨物價格は 694 744 弗で 4 月に比し 168 % の増額を示すに至つた。貨物噸數で示すならば 4 月に 512 t であつたものが 6 月には 4 461 t に飛躍し 770 % の増加と云ふ事になつてゐる。政府の關稅收入は 19 000 弗を超過し 4 月に比し 52 % の増額である。1 ヶ月に 62 隻の船と 8 汽船が同港區を訪れ 251 の貨

易商が立會ひ、74 種の貨物を取扱つてゐる。そして 1 日に 214 人の人夫が仕事を與へられたと云ふ實蹟を示してゐるのである。作業の種類を擧げれば 22 378 箱のアルゼンチン來の燻製ビーフの重い木箱を壊し、等級別種類分けされ、新しく商標が貼り替へられ小さい軽い合衆國製の厚紙箱に詰め込まれ、注文が到來した時始めて關稅が支拂はれ、消費地に船積み運搬された。

イタリアとベルギーとから 4 100 梱の綿とボロとが到來貯藏されたが、買入が現はれた時始めて検査され、關稅が支拂はれた。其のため關稅其の他の資金が變る事なく、又取扱店は事務所を此の地區に移し、販賣店丈を費用のかゝるマンハッタンに残せば好い事になつたので經費の節約を計り得る事になつた。

3 813 バレルの鹽の肝油は此の地區で豫め品種の検査を受け品相當の名の下に輸出され罰金を免れた。元來本品は無關稅のものであるが農林省の検査が欠乏しく莫大な罰金が科せられるので鱈ならざる不正品には検査後それ相當の關稅を拂ひ輸入するか或は又其の儘持ち歸つたのである。

ブラヂルの 4 000 t のコーヒーの質はこの地區で乾燥して關稅を拂つたので目方が軽くなり 3.36 弗/t の節約をなし得た。

ブランデー 114 種が始めて南アフリカから輸入されて此の地區で種々混合し直され、或は稀薄にされたりして 86 種とし稅金が拂はれた。此の爲ビン製造會社が此の地區にて創立され、澤山のアメリカ勞働者が從業する様になつた。

1 封度 150 弗もするスマトラの葉煙草關稅品が此の地區に荷揚されてゐる、溫度濕度其の他貯藏に理想的である安全倉庫に直接入れられる爲、検査關稅其の他の煩鎖な手續が省け、質の低下その間の資金の固定が助け業者は大いに助かつた。

以上に依つて自由港區が其の港に如何なる利益を齎らし、貿易業者が如何なる様に是を利用し、國家が如何なる恩典を被るかを了解する事が出来ると思ふ。

道 路

(53) 道路照明方法の改善

(Dipl.-Ing. Dr. phil. Karsten, "Die Heutigen Anforderungen an die Strassenbeleuchtung infolge der Verkehrsmotorisierung." Der Strassenbau. 15. Okt. 1938. S. 339~342. 大串満馬抄)

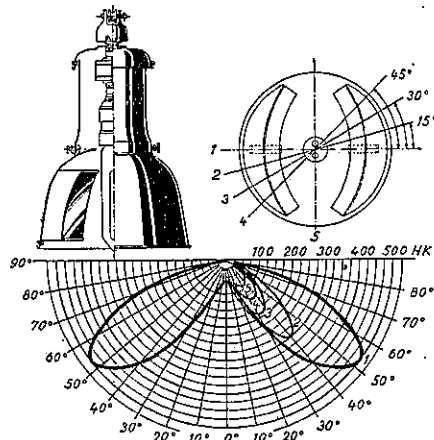
現在の科学の許す範囲内で道路照明上最も良好な光源を捜すとすれば其の求むる物はナトリウムアーク燈でなければならぬ。此のナトリウムアーク燈と水銀アーク燈とは近年に於ける照明学上の成功と云つて良い、そして其の點燈時間 3000 時間と云ふ壽命と良好なる効率とは明らかに其の經濟性を示すものであり、實際例へば 75 Watt の水銀アーク燈 "Philora 300 IP" は同形同大の 75 Watt 白熱電燈に比し約 3 倍の効率を有するのである。ナトリウムアーク燈が道路照明に用ひて價值ある所以は主としてそれより發散する光が特異な單色光であつて且つ光度の小なる事によるものである。1934. 3. 22. ドイツ照明學會大會の席上 K. Klein 博士と W. Arndt 氏は色光下に於ける人の視覺に就て討議したのであつた。そして其の結果道路照明の爲にはナトリウムアーク燈が一般の白熱電燈に比し非常に優れたものであると云ふ結論に到達した。

照明の良否を左右するものに所謂 "Kontrastempfindlichkeit" の問題、又之に關聯して "Kontrastreichthum" の問題がある。此の點より考察する時は水銀アーク燈はナトリウムアーク燈に比し最早問題でなくなる。

又道路照明上極めて重要な Purkinje 現象と云ふものがあつて之は次に示す如く特異な現象である、即ち今 2 つの正確に等しい光度で照らされた道路ありとし 1 つはナトリウムアーク燈で照明され他の 1 つは普通の白熱電燈で照明されて居るとすれば輝度が高くなればなる程前者は後者よりも視感度が良好となるのである。然し之に反して 2 つの道路の輝度が徐々に等量宛低下して行く場合には最大視感度の輝度が波長の短い方へ黄色の部分から移る結果ナトリウムアーク燈の道路は白熱電燈の道路より視感度が悪くなつて來るのである。Purkinje 現象は輝度が 0.06~1.5 燭/m<sup>2</sup> の間で見られるのであつて、輝度の最低値が 0.3 燭/m<sup>2</sup> より大きくありさへすればナトリウムアーク燈の長所は完全に利用される。

それ故に單に經濟的な見地から輝度を 0.3 燭/m<sup>2</sup> 以

圖-61. 垂直配光曲線



下にするると云ふ事は断然避けなくてはならぬ。ナトリウムアーク燈の單色光は色彩を美しく再現しなければならぬ様な場合には全く使用出来ない、けれども道路の場合には之は問題では無い。

道路照明用として最も適した新しいナトリウムアーク燈は真空ガラス蔽を有する所謂交流用管狀ランプ (Wechselstrom-Säulenlampe) であつて、170 V の點燈電圧と 0.6 Amp の電力とを要する。

しかもこの型では其の白熱極極に補助の加熱装置を要しない。路面全体に出来るだけ一様に輝度を分布する爲にはランプは反射笠の中に收められ、そして笠の U 型管の脚端がランプの下端と水平面内にある様にする。

又笠の内面には特殊の彎曲を爲した鏡のはめ込みが出来て居て光線を出るだけ車道上に集中し得る様に出来て居る。其の鏡は局部的に配光を調節する爲自由に廻轉出来る様になつて居る。其の特異な垂直配光曲線は図に示す通りである。

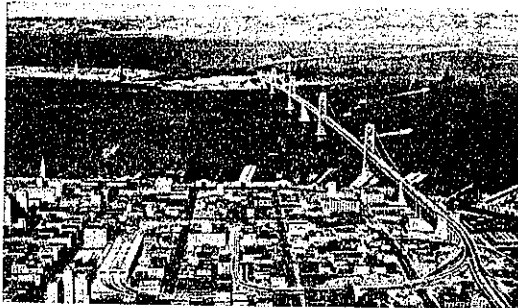
鉄 道

(54) 桑港 Oakland 灣橋上の鉄道

(Norman C. Raab, "Building a \$20 000 000 Railroad on San Francisco-Oakland Bay Bridge." West. Const. News, Nov. 1938, p. 400~404. 中谷茂壽抄)

桑港オークランド灣橋上の 7 1/2 哩の軌道工事が殆ど竣功に近づいた。建設費は軌道收益金により返済する條件の下に復興局から支出され、其の總額は 20 000 000 弗である。先づ此の額のボンドを發行し、乗客賃金から 2 1/2 仙づゝを此のボンドの消却に宛てる事になつて

図-62. 桑港の有名なる渡船場が集まつて其處から出て行つた灣東地方からの通勤者は、間もなく同橋上の軌道により終點停車場まで来る事になる



る。

本工事は規模大にして甚だ複雑である。工事を大別すれば、1. 桑港市の敷区劃の取り直し、2. 桑港終點停車場建築物、3. 軌條製作、4. 軌條の敷設、5. 廣場、6. 灣東の軌條、7. 既存鉄道との連絡施設、8. 灣東部分の諸建築物等。

**桑港終點停車場** 此の桑港側終點停車場はミッション街に面し第1街とフリーモント街間に位し、市の動脈たるマーケット街から1區劃の距離にあり、現在の渡船場から6區劃離れた所である。即ち大部分の乗客の目的地たる事務所街へは歩行出来る距離にあり、商店街へも同様である。乗客の便利と附近建築物と調和する建築美を備へる外装が設計の主眼となつてゐる。

図-63. 新終點では6軌條があり、各車は5分間の乗込時間があり、ラッシュ時には75秒間隔に發車出来る

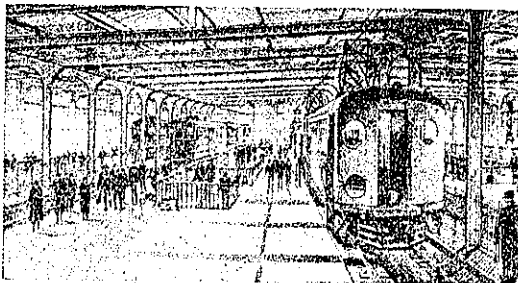
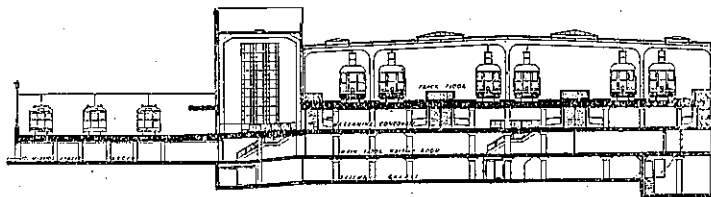


図-64. 軌條の狀況、待合所、階段、勾配道を示した断面図である、市内電車は廻つてマーケット街に至る



此の理由から軌條面と街路面との垂直距離を出來得る限り小にし20呎とした。市電は勾配により同建物内に引き込まれ、市電と軌條との差は10呎にして乗客は失だけ上げれば良い譯である。

同建物は延長870呎にして2街により3分され、東、中央、西部分となつてゐる。各部分共3階と地下1階を有し第1階は街路面と同高である。2階は通路用廣場にして3階の軌道に至る階段がある。乗客は已が目的地に向ふ軌道を選んで其の階段を上り又は傾斜道を歩み3階に至り、電車に乗る。東及西部分は幅員164呎にして中央部分は197呎である。

6軌條を有する結果各車は終點で5分間を待ち合す様に出來、乗客に昇降の爲充分なる時間を與へる。午後5時から6時の間は75秒毎に1電車が發車出来る。

現在の渡船に比し約10分の短縮が出来る。又渡船は20分間隔であるが軌道電車は頻繁に發車する爲に待合せる時間も節約出来る。北側の3軌道はSouthern Pacific 會社に、南側の3軌道はKey Route 會社とSacramento Northern 會社専用である。

乗客に對するサービスに必要な設備以外に終點として必要な種々の設備も設けられる。其の上フリーモント街の東側と第1街の西側には600臺の自動車收容出来る車庫が地下階に設置され、又外側には相當の廣場を設けて自動車の駐車に便ならしめてゐる。

第1街とフリーモント街上の軌條を支持する鋼構以外は皆鉄筋コンクリートである。電車の騒音を防止する爲軌條枕木は2吋の褥床で絶縁されたコンクリート中に埋込まれてゐる。

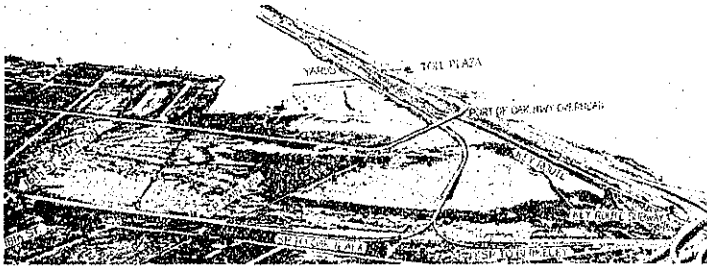
**桑港終點陸橋** リンコン丘上の本橋構造物と終點停車場間の連絡軌條は盛土及鉄筋コンクリート陸橋により支持されてゐる。ハリソン街とフォルサム街の間で陸橋はY字形となり終點環線が始まる。

**灣東駐車場及連絡施設** 灣東の駐車場は以前はKey System 會社の埋立地であつた部分にして南側を擴張し

たのである。此の地域にS.P. 會社の郊外電車を123輛、Key System 會社の90輛、Sacramento Northern 會社の15輛を收容出来る駐車場と、檢車場、立体交叉構造物及各社の運営に必要な施設等が設備される。

Key System 會社との連絡は現

図-65. 貨倉集積所に隣れる駐車場と Key Route System 會社及 S.P. 會社との連絡状況を示す



在の地下道に於て行はれ、S.P. 會社との連絡は跨線橋によりオークランド市の 26 街近くで行はれる。

現在の Key System 會社線は此の地域の中央を走り建設中も運転されねばならない。此の駐車場建設の第 1 着手は南側に岩石亂積の岩壁を築造し、310 000 噸の砂と砂礫を以て低地に盛り上げる工事であつた。次いで排水施設工事を施行した。基礎としての適當なる層は 40~100 呎の深さにある爲總ての建物は 50~110 呎の杭により支持されてゐる。

Southern Pacific 會社の跨線橋 此の跨線橋は S.P. 會社西向幹線が Key System 會社東向幹線とオークランド駐車場軌條を越す鋼板橋である。之は 41 呎 3 吋径間のもの 21 径間と 18 呎径間のもの 2 径間より成り、全長 1 155 呎に達し、両端は 4% にして中央に頂点を有する縦断勾配が附せられてゐる。

オークランド港跨線橋 駐車場軌條上に 4 車道の公道橋が建設され本橋よりオークランド方面行ききの自動車が其の上を通る。此の跨線橋は平均径間長 40 呎の 42 径間より成り、鋼橋である。本橋入口に至る端は 2 支道に區分され 1 つは本橋に向ひ 1 つは本橋よりオークランドに向ふ自動車道路となる。オークランドに向

ふ橋梁は本橋に至る公道を越えて道路の北側に連なる。軌條及公道を越す部分では橋脚は鋼柱であり、他は鉄筋コンクリート柱である。

S.P. 汽車線跨線橋 此の跨線橋は同社の電車線が同社の汽車線を跨いで汽車線と平行となる爲の橋梁にして、Y 字形となりオークランド市及アラメダ市行きとパークレー市方面行きが分れる。

檢車並に修繕工場建物としては、S.P. 會社のもの 75 x 340 呎、Key System 會社のもの 80 x 370 呎等があり、又 Sacramento Northern 會社の檢車場、S.P. 會社の給油倉庫、Key System 會社の給油倉庫等も建設される。

本橋上の軌條工事 枕木は 12 時間隔に敷設され 8 x 9 吋の桁を使用、兩側及軌條の間には板張り歩道が設けられてゐる。縦断勾配は縦桁に附し、枕木は只其の上と並べたのみで軌道の勾配が得られる様にした。

吊橋部分の柔軟なる大径間長の爲軌條の伸縮継手は気温及荷重等に依る縦方向の伸縮と、垂直及横方向の伸縮をも考慮して設計されねばならなかつた。垂直伸縮は種々の径間に對する荷重による撓みにより起り、横方向伸縮は風力に依りて起る。

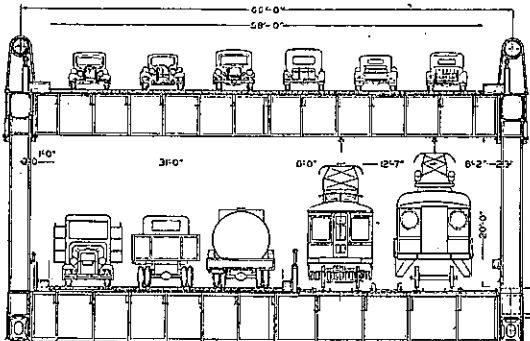
或る主塔の所では縦方向伸縮は 30 吋にも達する。此の伸縮量を減少する爲滑動伸縮継手を塔の兩側に設け、兩方向の最大伸縮を各 7 1/2 吋にした。軌條及保護軌條は共に橋自体から絶縁されてゐる。

信號機と聯動裝置 信號設備は複線の自動閉塞信號機を使用した。オークランドと桑港の聯動裝置に使用した機械は最新式のものであつた。

カタナリー法が 1 300 ボルトの S.P. 會社線に使用される。共同運転部分の端では Key System 會社も 600 ボルトのカタナリーから動力を受ける。共同運転部分では Key System 會社が 600 ボルト、S.P. 會社が 1 300 ボルトを使用する爲、第 3 軌條が使用され是等のボルトを區分する。

車輛の変更 長距離となり、長勾配を走り、又信號機も変化し、列車を構成するに要する時間の關係上現在の車輛を変更する必要が起つて來た。S.P. 會社の最多連結列車は 10 輛にして Key System 會社は 7 輛である。是等の列車は灣東に於て 2 方面に區分され切り離されねばならず、又空車は駐車場へ残さねばならないから、自動接ぎ手が絶對に必要である。

図-66. 本橋上では電車は下方のデッキを通る、S.P. 線はカタナリー線により、Key System 會社線は第 3 軌條を使用して動力を受ける



S.P. 会社の子会社なる郊外電車軌道会社は 145 輛を有し小修繕を以て事足りる。Key System 会社の舊車輛は皆修繕を必要とし中には使用に耐へないものもある。同社では全部 88 輛共新車を購入する事になった。

**電話及動力設備** 灣東駐車場に PBX 交換所を有する完全なる電話網が救急の爲及一般通信用の爲設備される。全延長に沿ふて便宜の個所には電話が架設され直ちに交換臺を呼び出し得る。

動力設備と同目的の建築物は Pacific Gas and Electric Co. により架設され築造され、軌道会社に年賦償還方法を以て賣り渡される。

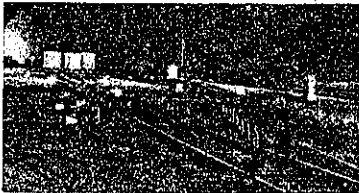
此の軌道が運転を始めると 35 000 000 人の乗客が年々利用する筈である。

(55) Harrisburg 操車場の改良工事概要

“Pennsylvania installs Retarders in Yard at Harrisburg, Pa.” Railway Signaling, November 1938. p. 632-637.  
櫻井豊三抄

Pennsylvania 鉄道は同州 Harrisburg の Enola 操車場の東部を改良し、新にカー レターダーを設備した。

図-67. レターダーより 2 線群に分れる部分の夜景

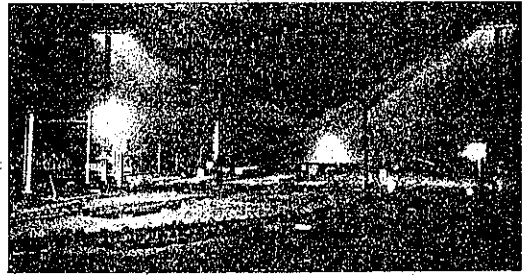


本工事の目的は操車線の有効長を十分に用ひ、運転を迅速ならしめて通過輛數を大ならしむるにある。この改良の結果、約 2 m/hr の速度がハンブに於て保たれ、毎分 4 輛を通過せしめることが出来る様になった。

本操車場は Pennsylvania 鉄道に於ける東部貨物輸送の基點に當り、同方面貨物の集散地點となつてゐる爲、Philadelphia 行 6, Camden 行 1, New York 行 5, Washington 行 2, Baltimore 行 3 を併せ、總計 33 の東部方面行の操車が行はれてゐる。而して輸送量の約 30% は石炭送車より成り、他は食料品、穀物、農産物、木材その他である。操車場の繁忙時間は午後 2 時より翌朝 5 時迄の間で、列車は前日の午後より夕方にかけて 30 分間隔に到着し、之等總ての車輛は夜中に出

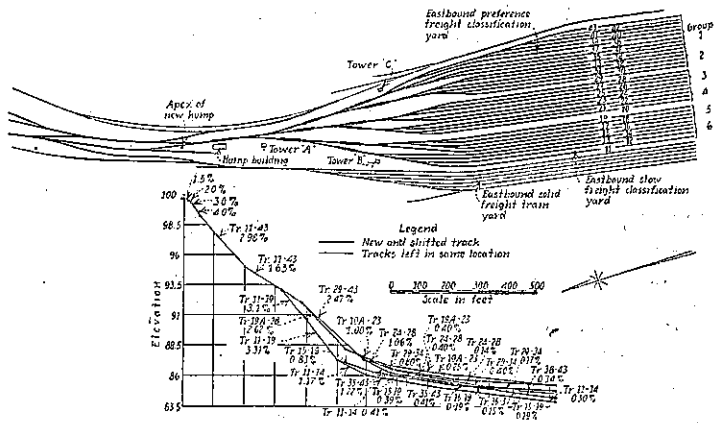
發列車に仕立てられ、翌朝早々東部海岸の終端驛に到着せねばならぬ。中でも最も混雜するのは約 1 時間半であるが、此の場合新配線による作業が大いに其の眞面目を發揮する譯である。

図-68. 夜中如何に照明塔によりレターダー並に分岐器が照らし出されるかを示す



**操車線群:** レターダーを設置する場合、転落線のレターダーの他に、各操車線群にレターダーを設備することは不經濟であるから、操車線群を 6 つに區分し、之等の各々に對して 2 個のレターダーが與へられる如くした。以上 6 つの線群は更に 2 個宛結合して 3 つとなり、之がハレプの下にある主転落線に集まる。斯くして 33 本の操車線に對し合計 10 個のレターダーが設置さ

図-69. 方向別線群頭部平面図並にハンブ縦断面



れ、操車場全体にて 20 個のカー レターダーを設備した譯である。転軌器の敷設に際しては(各線群に到る車輛が迅速に散転し、以て作業を能率的ならしむる爲)レターダーとの間に適當な間隔を與へ、且つ 3 本の第 2 次転落線に對しても成る可くハンブに近く設置する如く努めた。

従來の配線では操車線全体が約 0.5% の勾配上に設けられてゐたのであるが、新配線に於ては最重車輛が最良條件の下に於ても、尙過大速度となることが無い如く

急行貨物 24 線に對し 0.25 %、緩行貨物に對して 0.22 % に減少された。而して之等の勾配は 3 m/hr の速度にて最終のレターダーを出た 100 t 車が分岐器を通過する中に 2 m/hr に減じ、以後は加速することなしに操車線の終端まで達する如く、設計されたものである。依つてこの勾配変更のため、操車線の始端部を約 6.5 呎切り、終端部は約 4.5 呎盛土された。新ハンブは従来の急行貨物ハンブの北方約 100 呎、西方約 50 呎の個所に設置され、10 呎の水平區間の後、勾配線に移り、10 呎の間は 1½ % の割で下向し、更に 10 呎は 2 %、10 呎は 3 %、20 呎は 4 % の後、1450 呎の間 2.98 % の下り勾配が続く。ハンブの下部と各操車線の車輛接觸限界の間の勾配は總べての進路に對し、成る可く同一速度を與へる如く各転落線毎に、夫々の曲線半径並に線路長に依つて異なつてゐる。従つて此の勾配の保守は迅速確實なる作業をなす上に極めて重要であるから、耐久性の勾配杭を設け、定期的に検査することになつてゐる。

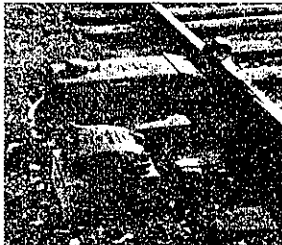
押上線：新ハンブが約 100 呎北方に移動せる結果、到着線群の勾配を 700 呎までの種々の距離に於て変更することとなり、575 呎の間の上り勾配は約 0.8 % になつた。従つて本工事の結果東部急行貨物 14 線は図に示す如く互り線を持つた 2 本の主

図-70. 信號機、レターダー及転器換作用 desk machine.



押上線に接続された。此の結果 1 連の車輛は 1 つの押上線に依つてハンブに押し上げられ、斯くして他の押上線の車輛が仕譯られるや否や、直ちに散転が開始される譯である。而してこの互りの分岐器は動力式のもので進路を誤ることの無い様聯銀關係が附されてゐる。尙ハンブ頂に向つて徐々に行進する車輛の各部を検査する目的で新に検査坑が各押上線に 1 つ宛設けられた。

図-71. 各軌條に使用される Skate machine.

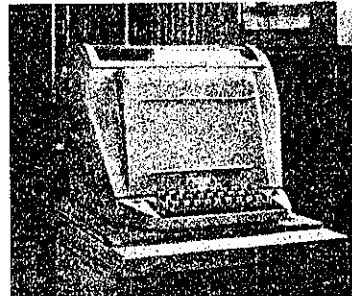


轉器の轉換は従来のものと同じく、ハンブ扱所内の

押ボタンに依り動作する直流電空転器に依り、此のものはレターダーと同様 A, B 及 C の 3 扱所内に設けられたデスク型マシンに依り制御される。レターダーの他に動力操作に依るスケートマシンを各操車線の車輛接觸限界の後方 1 車長以上の個所に設け、夫々 A, B 及 C 扱所で取扱ふことにしたが、これは車輛の制動がレターダーに依つて完全に行はれず、過大速度を以て散転して來た場合に使用するものである。

保安設備：ハンブ押上機關車は 2 本の押上線の各々に 1 つ宛設けられた 2 組の色燈式信號機に依つて誘導される。此の信號機はハンブ頂上に設けられてゐるが、機關手が任意の位置に於て容易に認識し得る如く到着線上數個所に其の遠方信號機が建植されてゐる。主信號機はハンブ附近の設置された図の如き信號斑子に依つて制御され、綠色現示は押上機關車に車輛を直ちにハンブに向つて押し上げべきことを示し、車輛がハンブに到達せる場合には更に其の速度を増加すべきことを示す。又橙黄色現示は標準速度 2 m/hr を保持すべきこと、赤色現示は停止、閃光赤色現示は機關車の引上を意味する。尙霧又は暴風雨の際は信號機の代りに押上線に沿ふて設けられた警笛を用ひ、これは驛長事務室内の

図-73. ハンブ主任室に設備された分解型送信タイプライター



押ボタンに依つて制御される。氣笛 1 聲は停止、2 聲は標準速度にて進行、3 聲は引上げ、4 聲は他の車輛の出發を意味する。

列車が到着驛に到着すると驛長事務室に車輛連結表が渡され、事務員が之を車輛の運行順に従つて整理し分

図-72. ハンブ主任がハンブ入換機に信號を現示する所

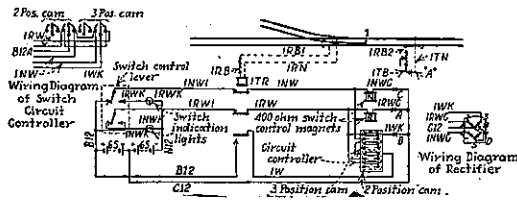




解表を作製する。分解表は印刷電信器に依つてタイプライトされ、此の電信器は複写と同時に3扱所の各々の受信器に之を傳達する。發信器より受取つた分解表の複写は操車掛に傳達され、之に依つて押上機關車を誘導することになる。而して此の操車作業を円滑に行ふ手段として驛長事務室、転轍扱所及操車掛詰所には擴聲器を設けてある。

**転轍器転換装置：**カーレターダー並に之が制御装置は總べて電空式にして Union Switch and Signal Co. の設備になるものである。操車線群の分岐器転換装置は鎖錠鏝を有せざる簡易式のものにして、転轍器の途中転換を防止する爲、單線式軌道回路を敷設し、轍差鎖錠を施してある。操車線にて入換中の機關士に転轍器の位置を明らかならしむる爲、2位式の色燈式転轍標識を各転轍器の側に設け、標識燈は転轍器回路制御器に依り直接制御されて、転轍器が定位の場合には綠色、反位の場合には橙黄色が現示される。

図-74. 転轍器に設備せる轍差鎖錠装置の軌道回路表



カーレターダーは電空式の最も進歩せるものである。レターダーに挟まれる部分の軌條は枕木の上にボルトで止められた特殊な座の上に置かれ、この座は搦き固め、巡検及機器の保守作業に對する間隙を有してゐる。レターダーは3呎6吋おきに置かれたる氣筒並に之に連結された制動柝及制動弁より成り、制動に用ひられたる圧縮空氣は氣送管を通じ、電空制御弁の開閉に依つて供給される。尙この弁は25 lb, 50 lb, 75 lb 及 100 lb の4段の異なつた制動壓力を掛け得る如くなつてゐる。レターダー、転轍器及スケートマシンの動作のために用ひる圧縮空氣は圧縮空氣室に於て造られ、2吋

鉄管より成る主氣送管に送られる。而も此の氣送管はその1つが破壊せる場合にも、尙他の部分に影響すること無き如く横分岐管及之が開閉弁を有してゐる。

図-75. カーレターダーの機械装置

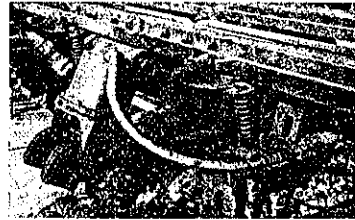
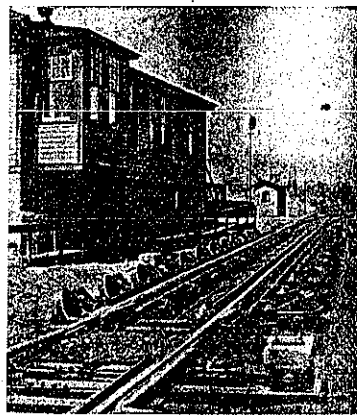


図-76. ハンプ上のカーレターダー



**改良後の実績：**本改良工事は營業に支障なき如く周到なる注意の下に施工せられ、1937年12月21日使用開始された。信號手及一般職員の新設備に對する熟練と共に、作業能率が向上し、仕譯の間違、積荷及車輛の損傷は従前に比し1/8に減少した。新設備使用開始後に於ける取扱車數は一般的不景氣の爲、稍減少を示してゐるが、5月上半期に於ける実績に依ると、1日平均1966.5輛にして、特に日曜日には最も多く2200~2450輛であつた。尙月曜日は最少にして1425~1545輛であつた。