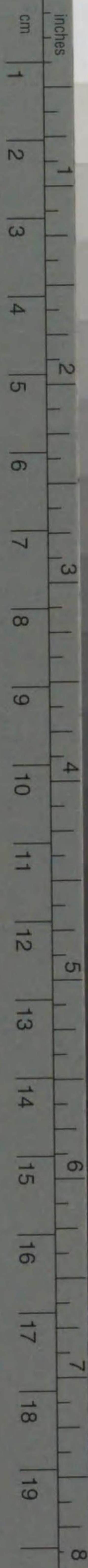


Kodak Gray Scale

A 1 2 3 4 5 6 **M** 8 9 10 11 12 13 14 15 **B** 17 18 19



© Kodak, 2007 TM: Kodak



Kodak Color Control Patches

Blue	Cyan	Green	Yellow	Red	Magenta	White	3/Color	Black
[Patch]	[Patch]	[Patch]	[Patch]	[Patch]	[Patch]	[Patch]	[Patch]	[Patch]

© Kodak, 2007 TM: Kodak

604
84

24. 3. 17

60
84

THE KOJIN
PAMPHLET

工人パンフレット

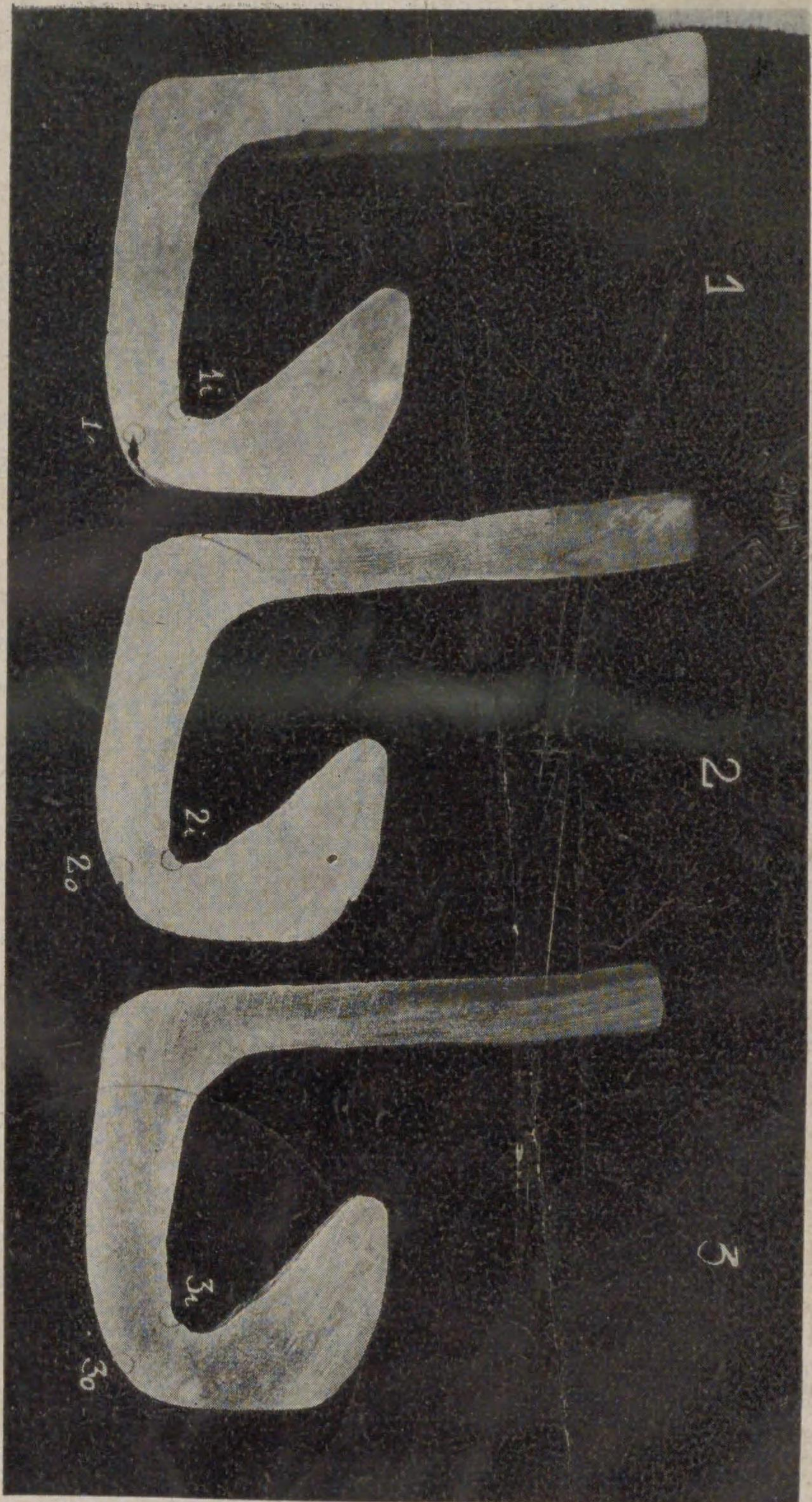
第 5 輯

鋼 矢 板 の 話

内務技師 宮本武之輔 著
工学博士

東京 工人社

写真第一回 ラルセン式鋼矢板の継手



1, 2は溝の彎曲部外側に龜裂を藏す, 3は同上龜裂を藏せず



八幡製鉄所製

鋼矢板

是非

國

産

!

指定販賣店

三井物産株式會社

三菱商事株式會社

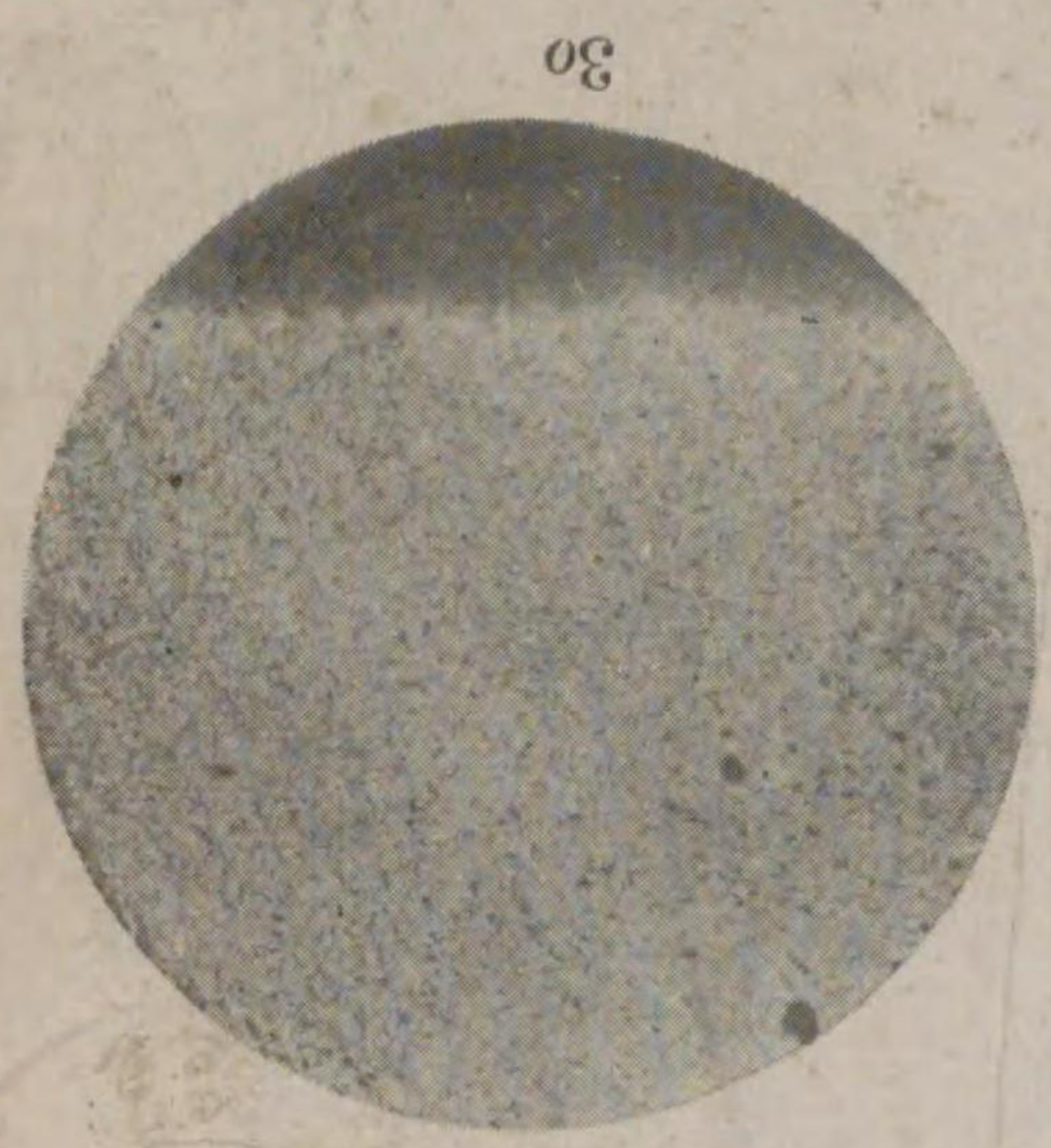
株式會社安宅商會

604

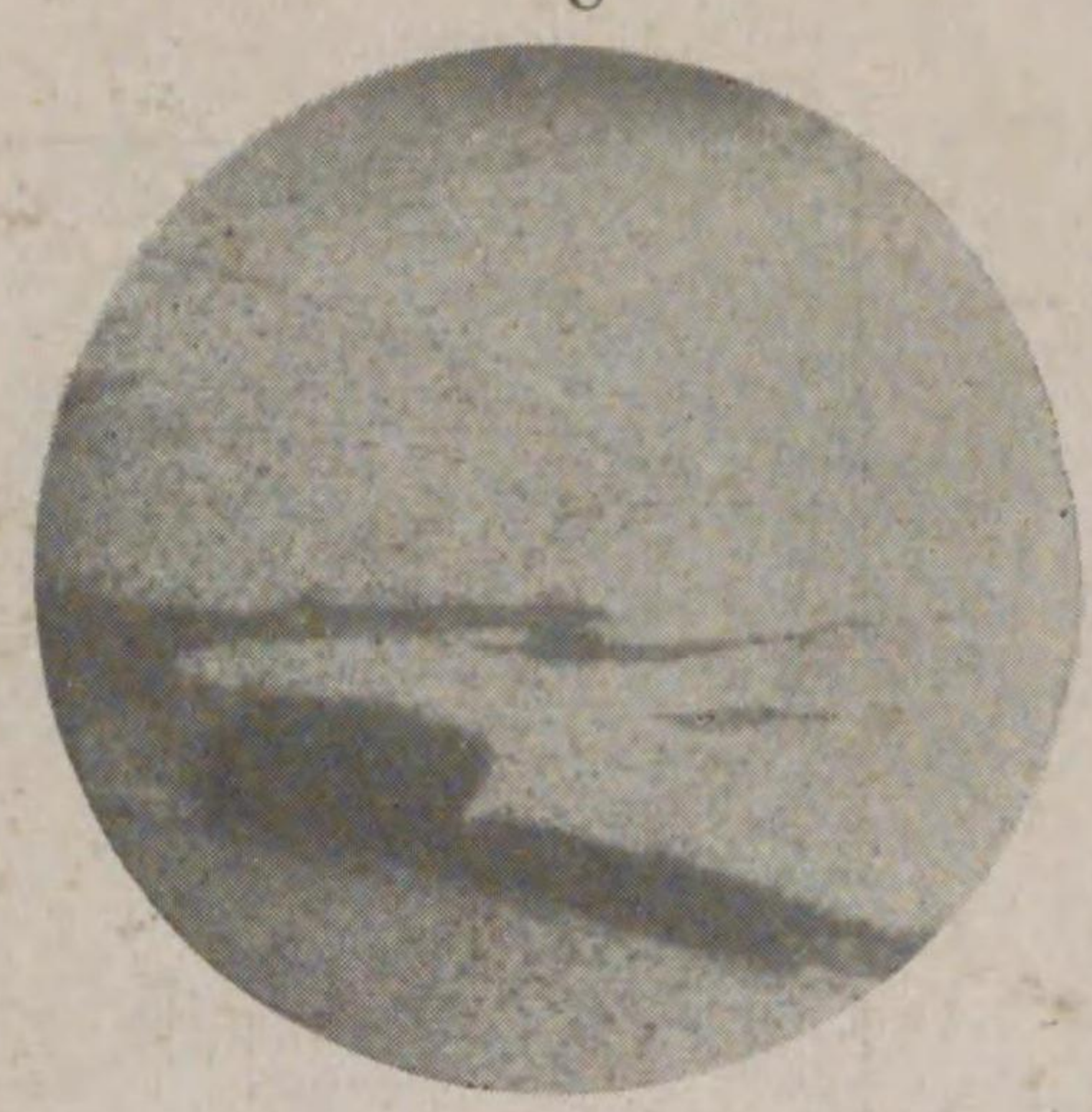
84

60
84

60
8



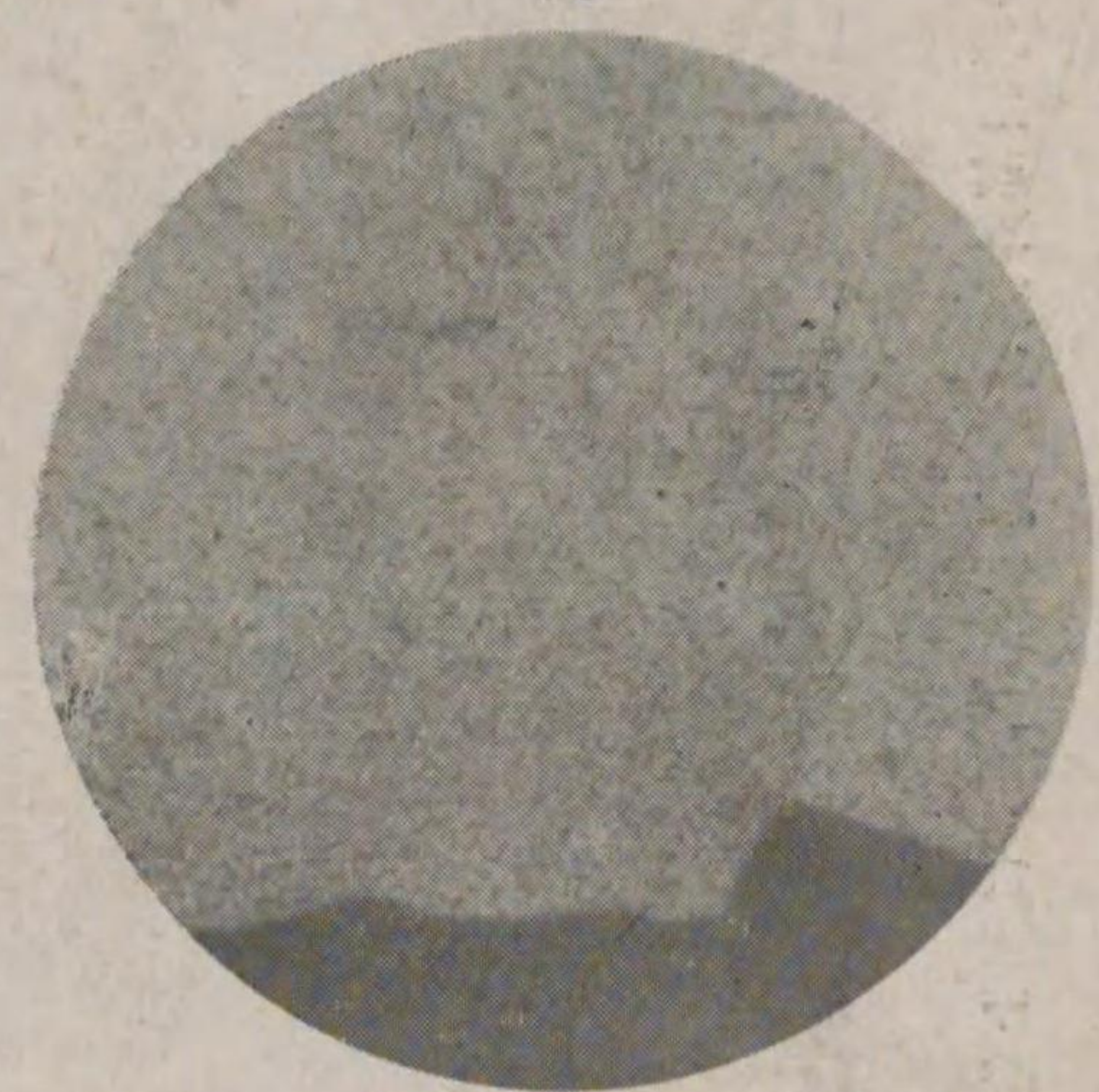
30



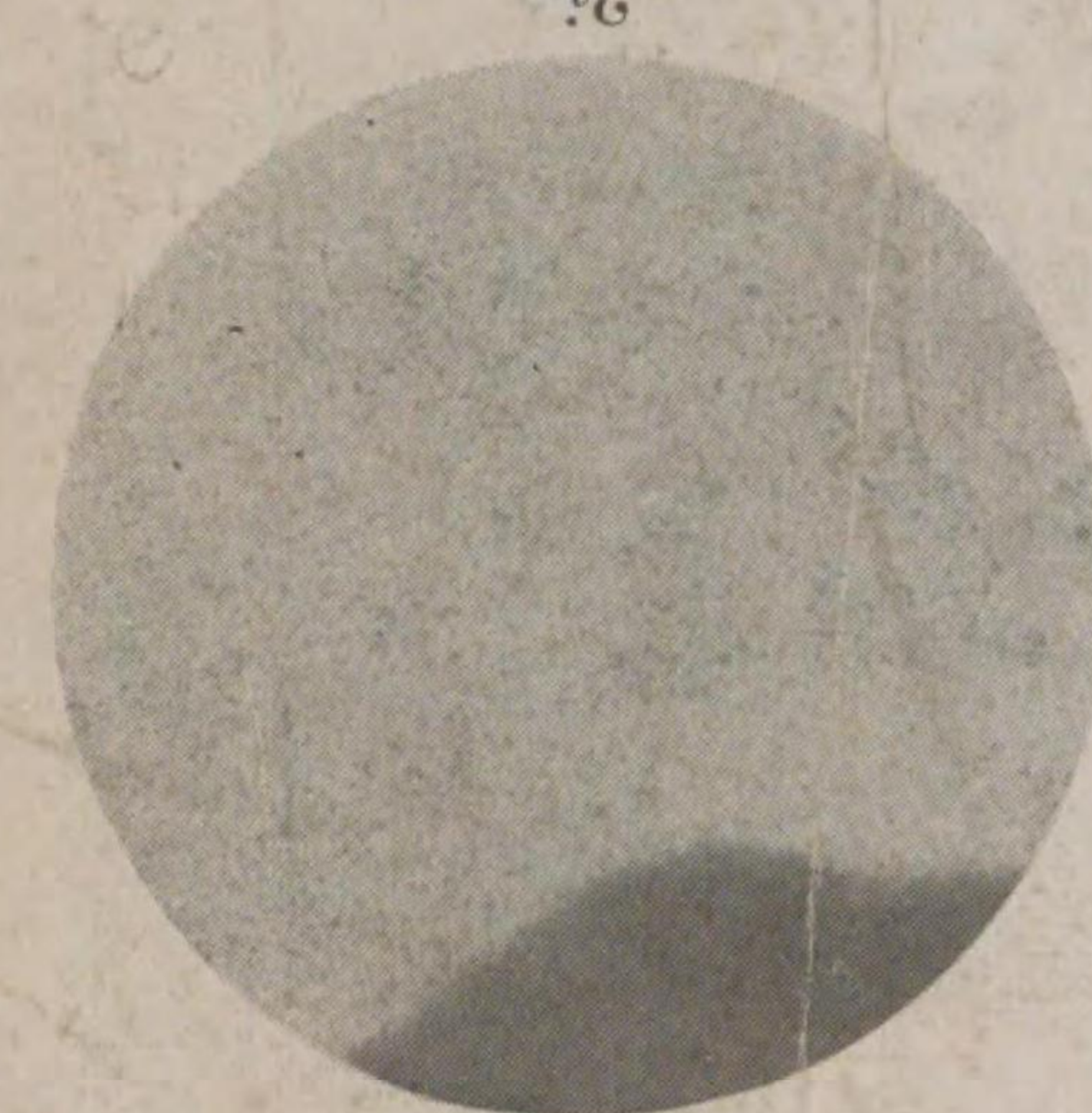
20



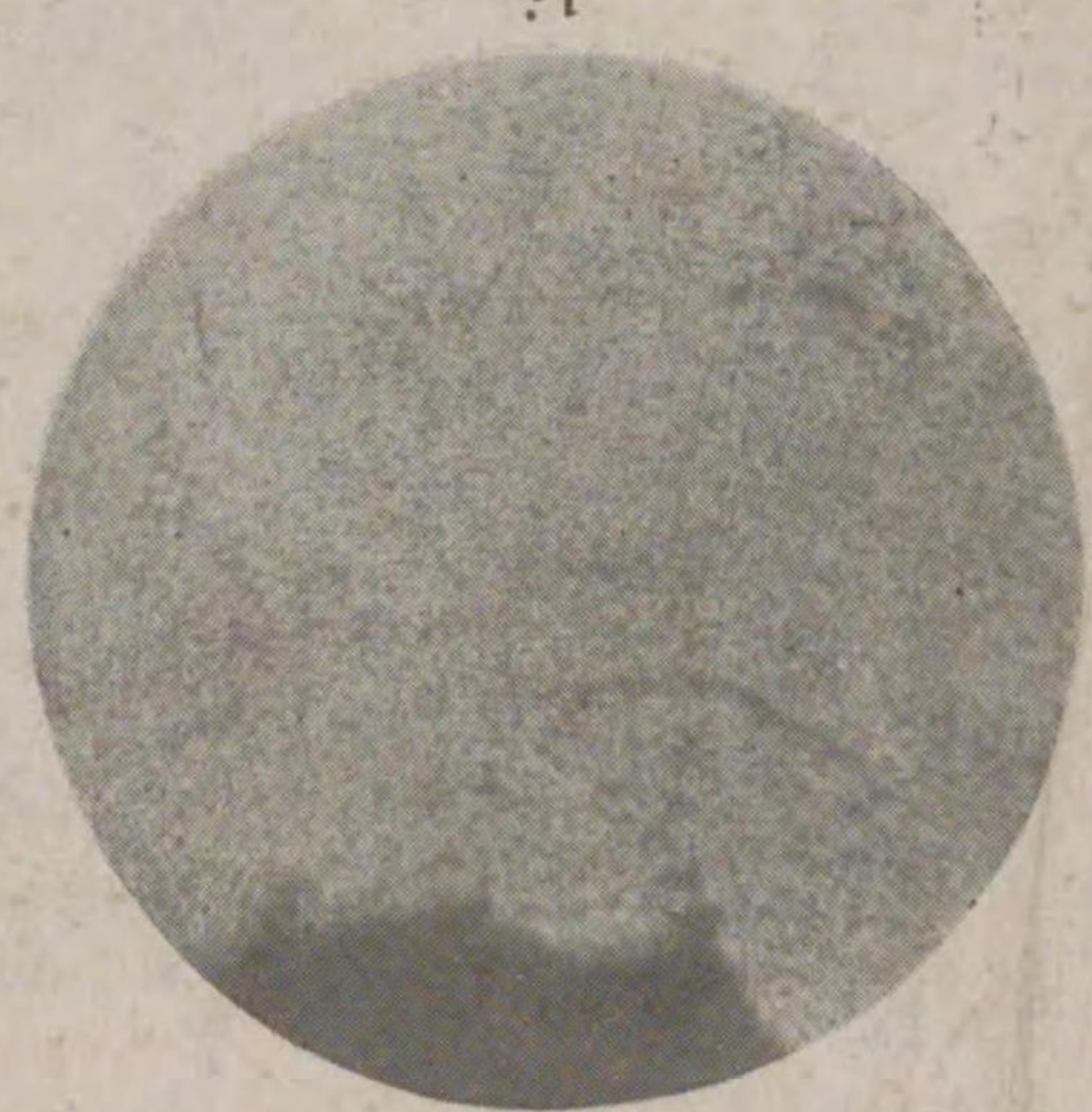
10



31



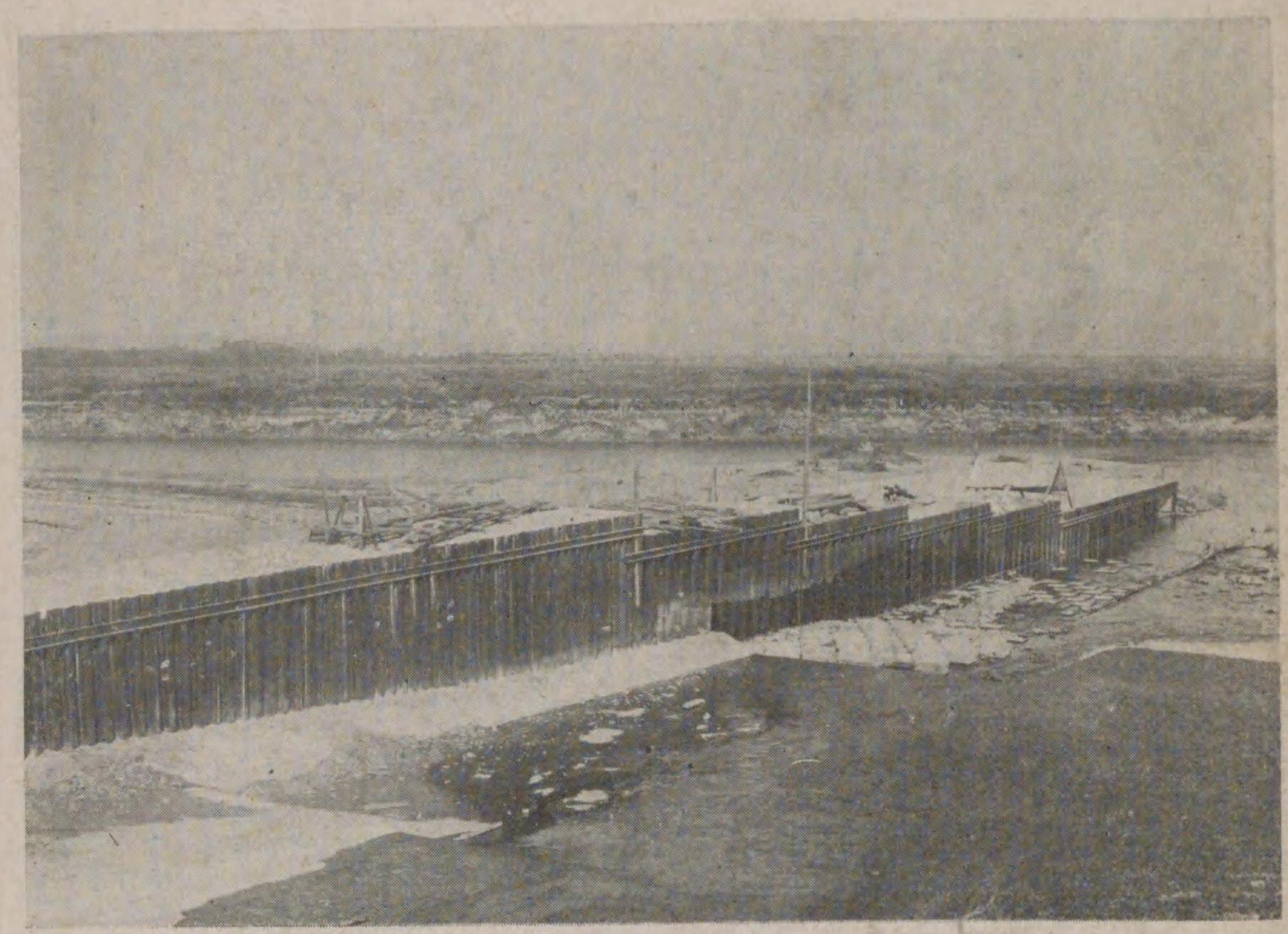
21



11

寫真第2圖 ヲルセソ式鋼矢板顯微鏡試驗

寫真第3圖 隔壁鋼矢板

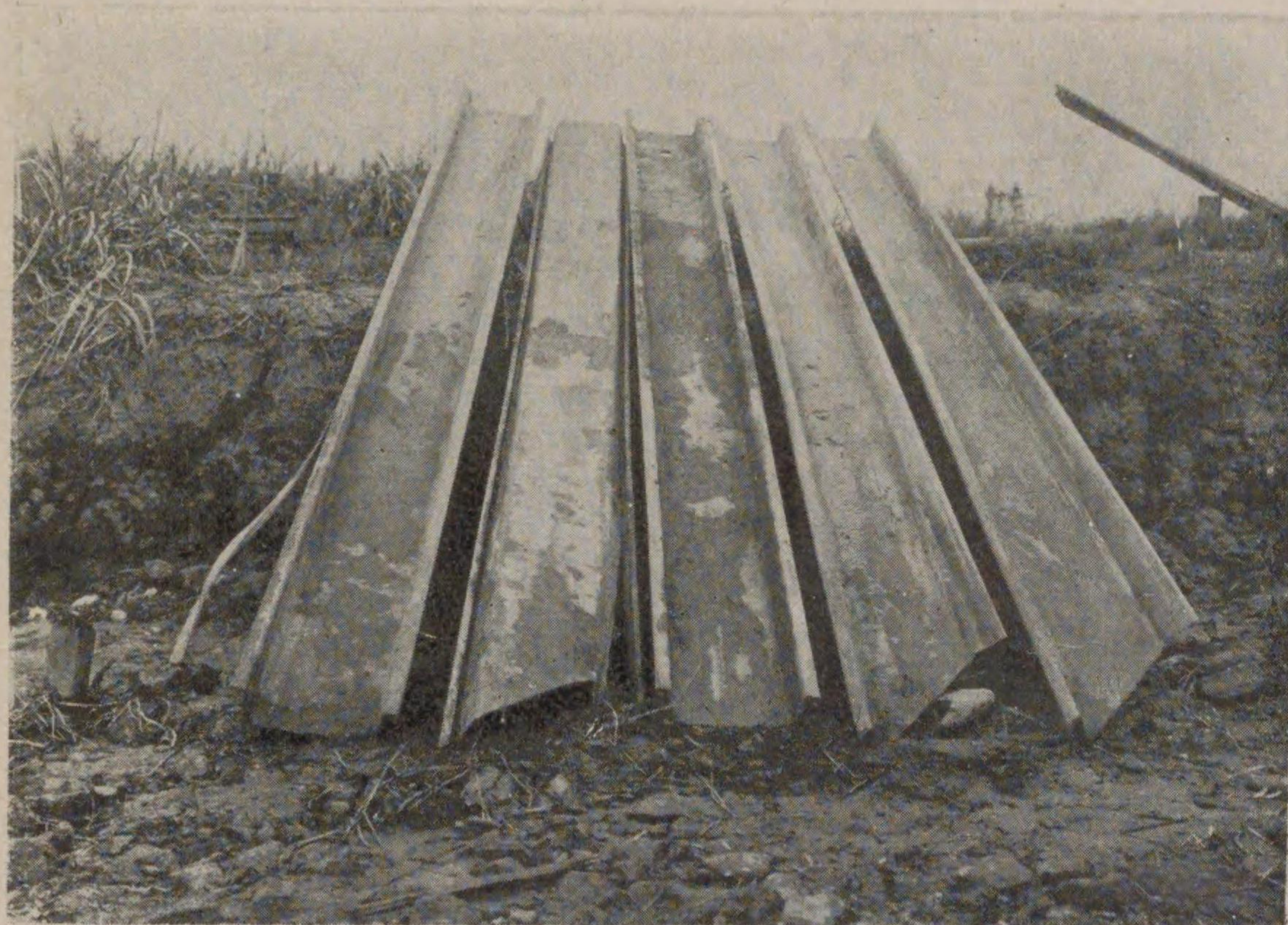


寫真第4圖 式鋼矢板打込

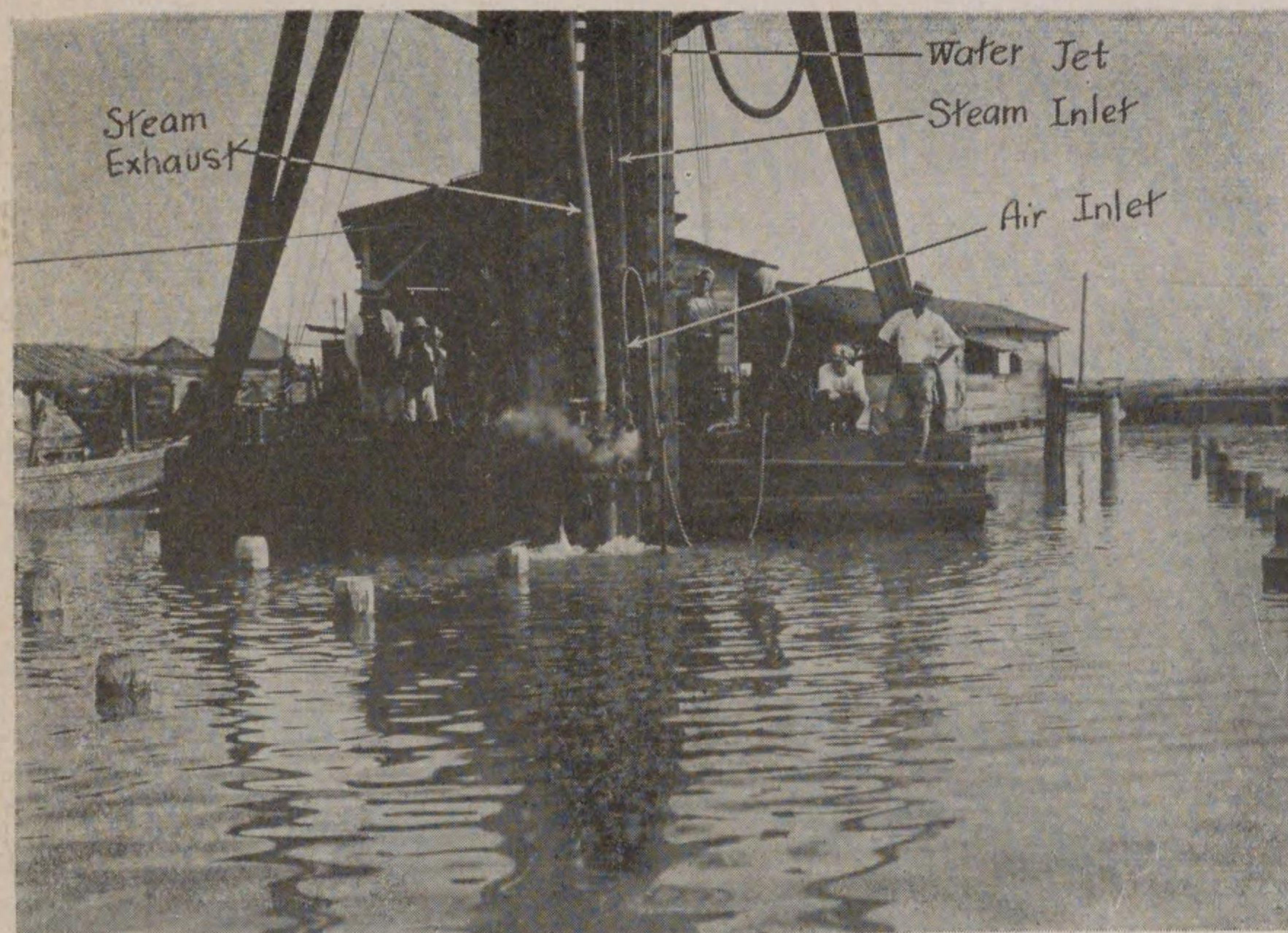


66
8

寫眞第5圖 斜截矢板の變形及び繼手切離



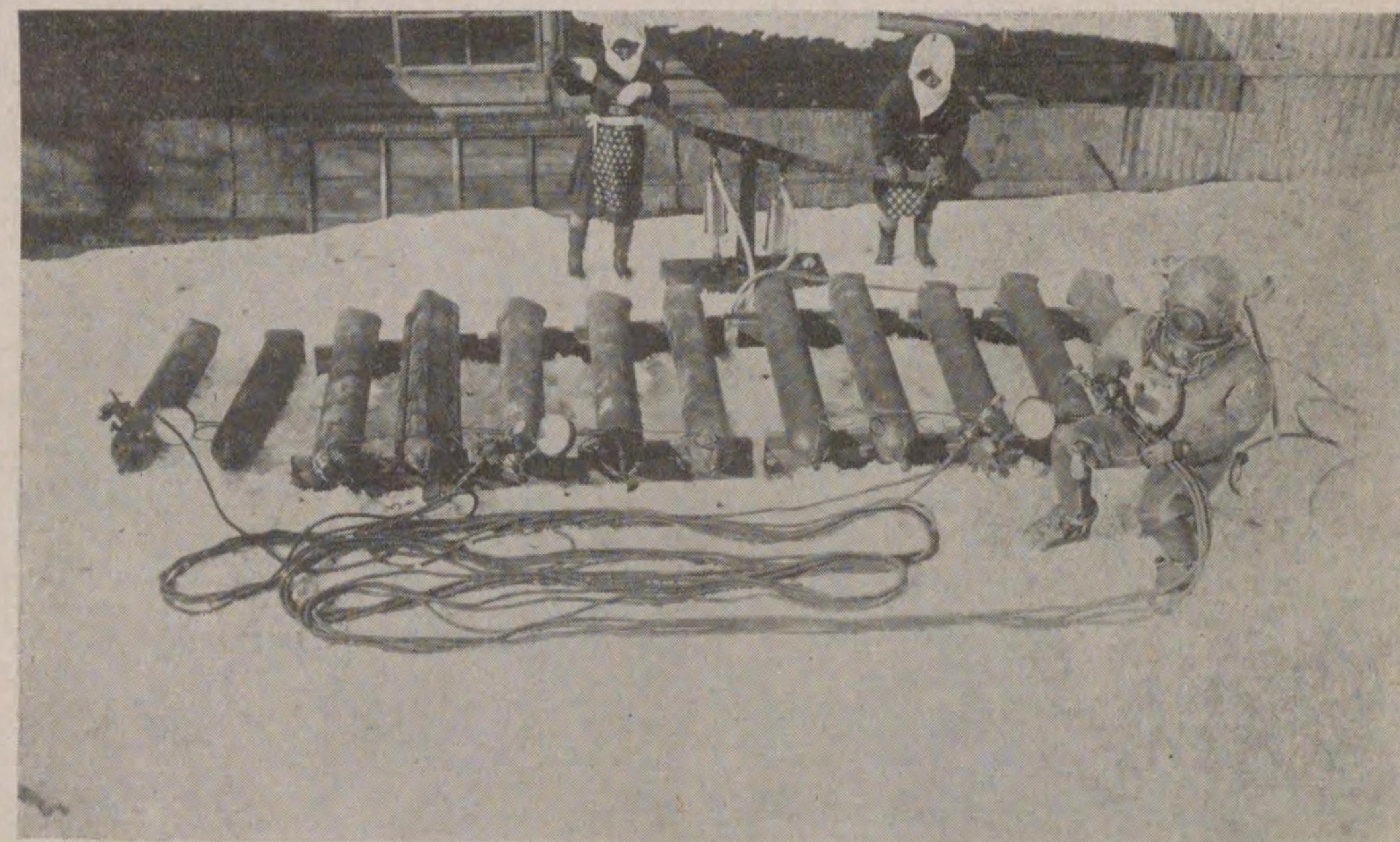
寫眞第6圖 マキナンテリー杭打錘による水中打込



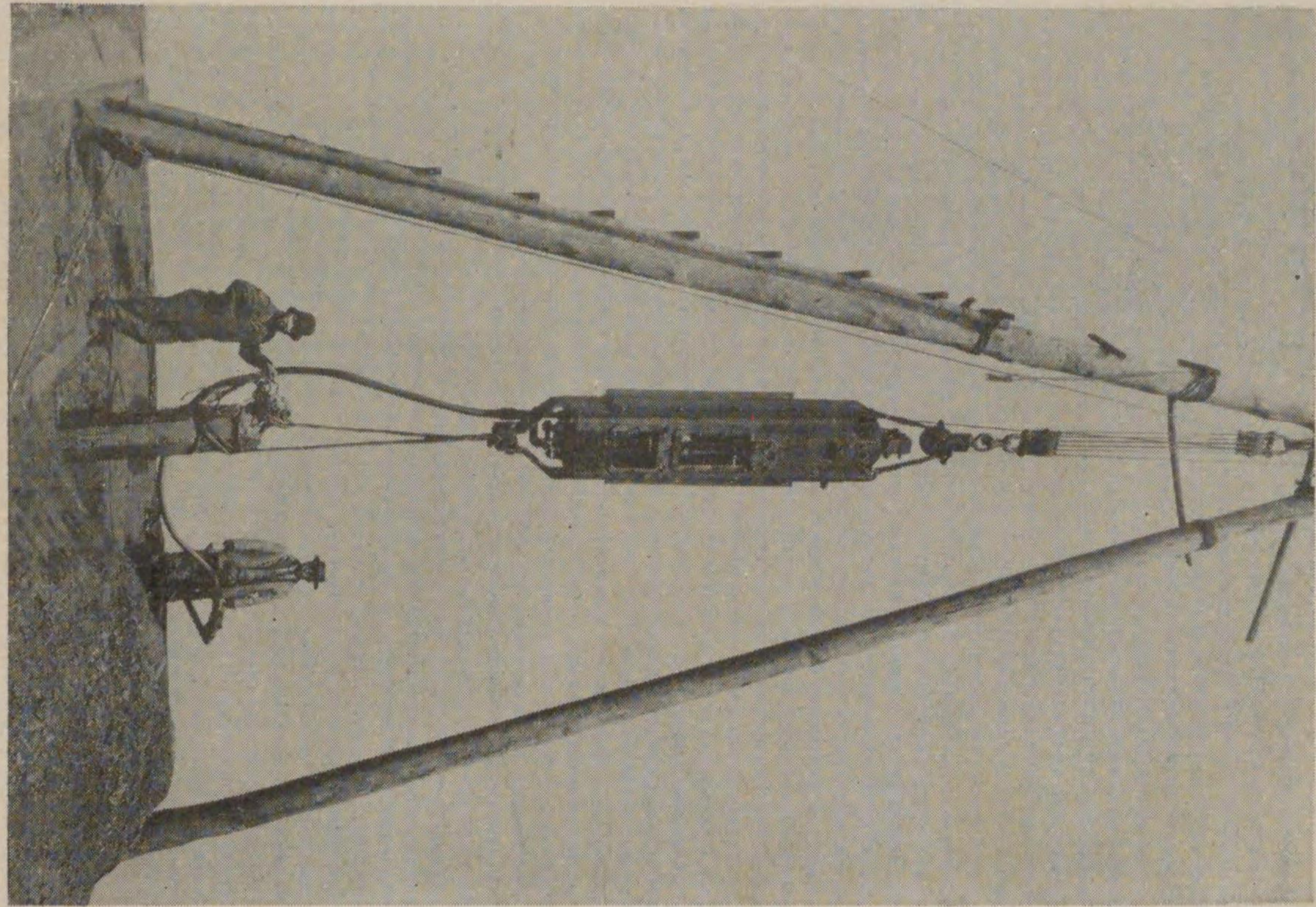
寫眞第7圖 ビカール式水中切斷機



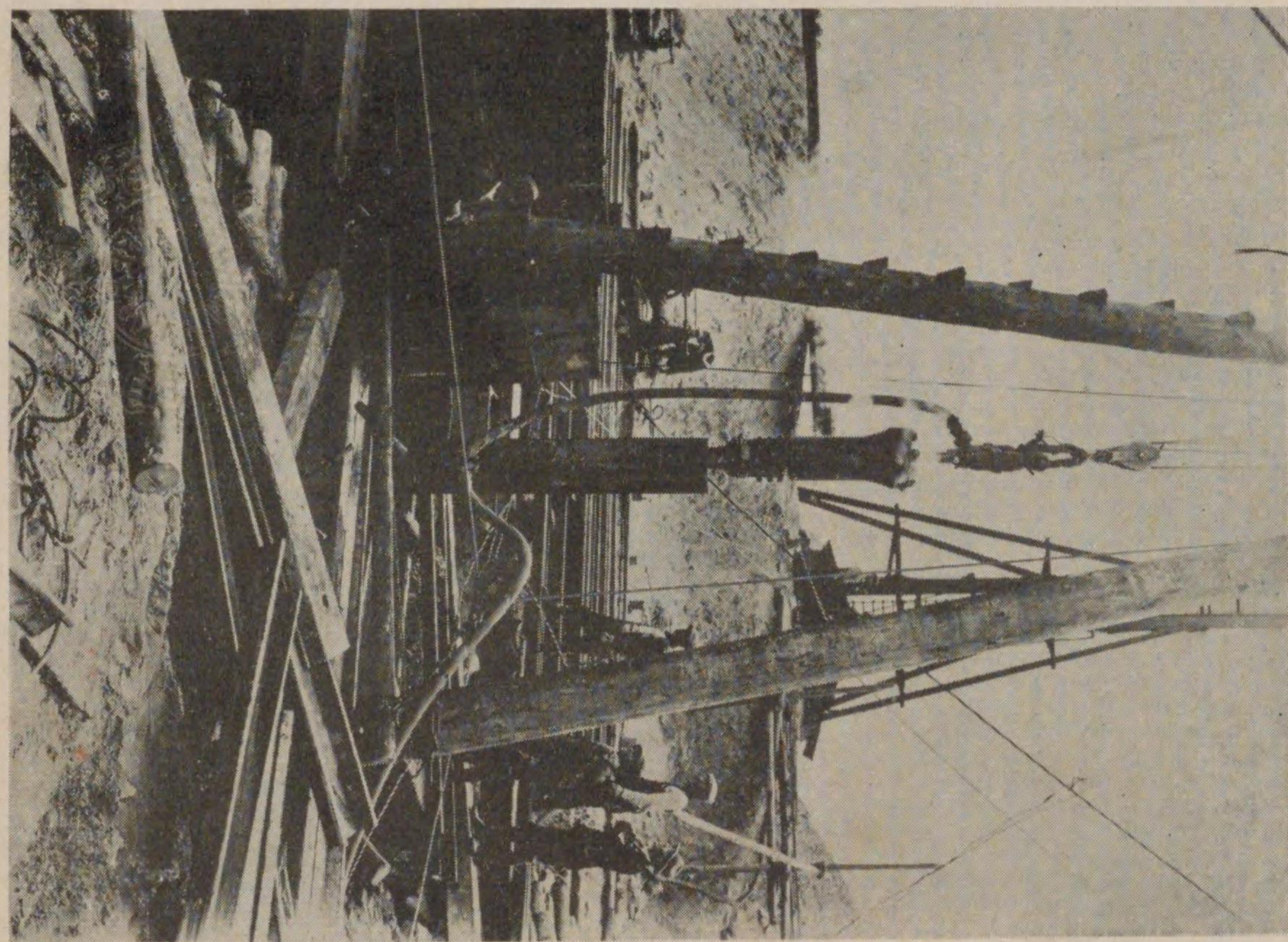
寫眞第8圖 ドルトムンド・ウニオン水中切斷機



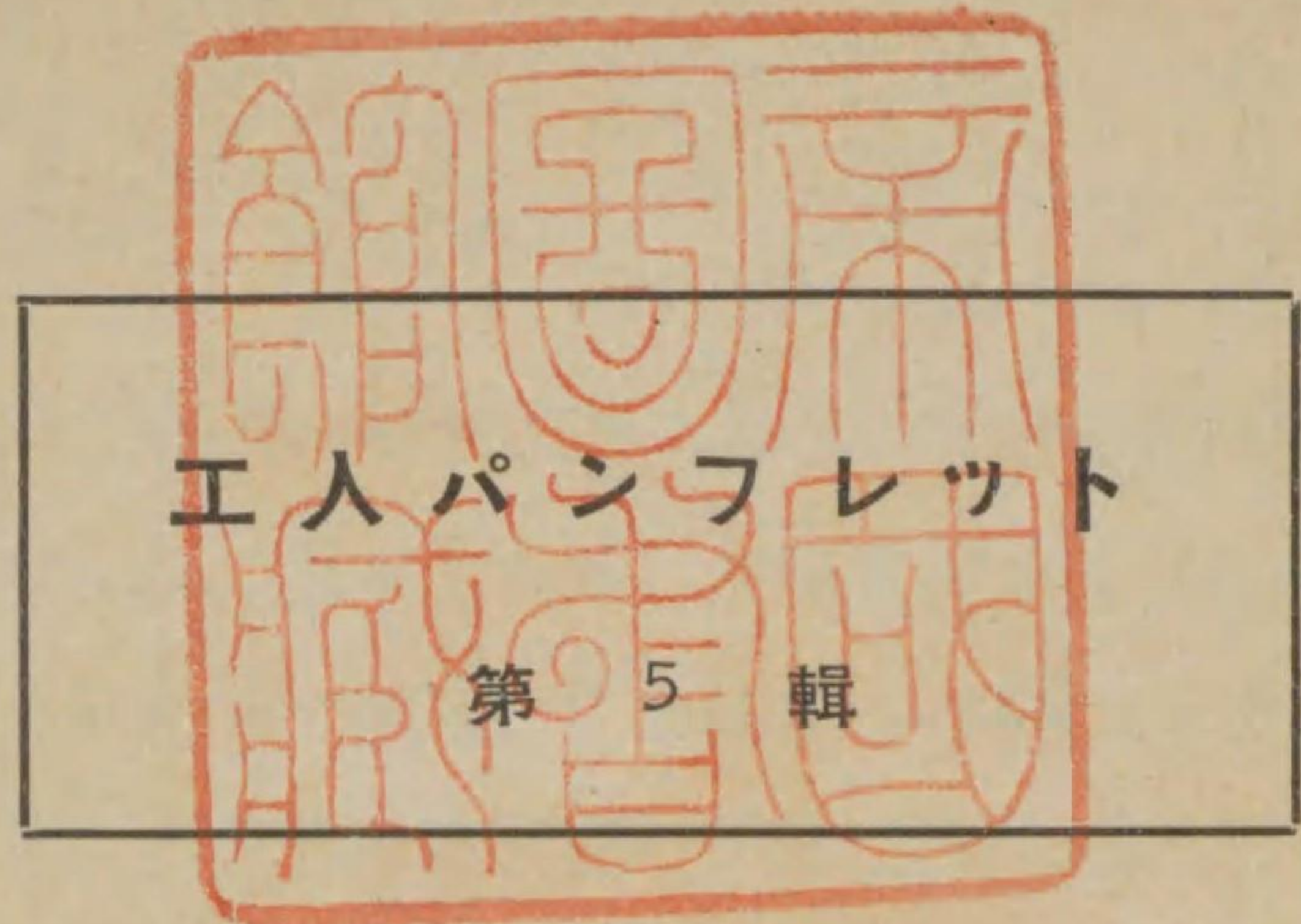
66
8



寫真第9圖 杭打錘による混泥土杭の引抜



寫真第10圖 デマーケ式杭抜錘による矢板引抜



工人パンフレット
第5輯

鋼 矢 板 の 話

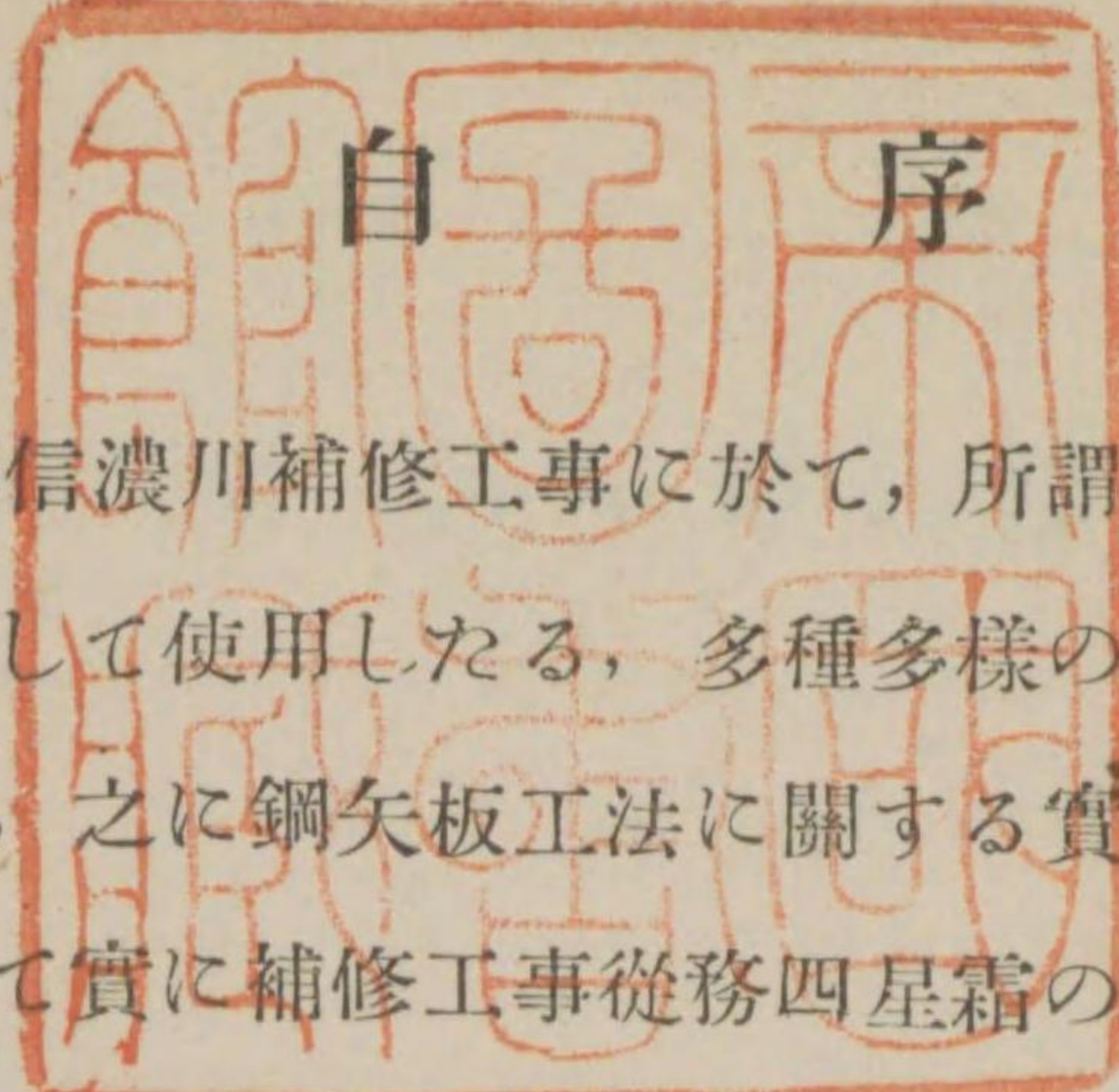
内務技師 宮本武之輔 著
工學博士

東 京

工 人 社



604-84



本書は著者が信濃川補修工事に於て、所謂滲透性地盤上に堰堤を築造するに際して使用したる、多種多様の鋼矢板に関する比較研究を根幹とし、之に鋼矢板工法に関する實地施工上の私見を添へたる報告にして實に補修工事従務四星霜の記念とす。夏期の出水と冬期の風雪とに苦しめられつゝ、工事竣成のために我等の僚友が拂ひし勞苦の跡を顧みる時、感慨轉、切なるものあり。工事の竣功旬日の間に迫りて本書の稿を終る。萬腔の喜悅更に新たなるを覺ゆ。仍ち之を四星霜の辛苦を共にしたる我等の僚友に捧げんとす。

本書は鋼矢板の種類、その特性、價格及び加工、鋼矢板の計算、その打込、引抜及び切斷の各項に亘りて詳細なる説明を加へ、現に我が國に廣く使用せらるゝ各種鋼矢板の得失を、主として實地施工の立場より縦横に論評すると共に、最後に理想的鋼矢板斷面の必須條件に言及したり。わが國陸上及び河海工事に於ける鋼矢板の利用漸く盛んならんとする今日、幸ひにして我が土木建築事業界に取りて多少の參考となり得るものあらば、著者の喜び之に過ぎず。

本報告の起草にあたり、内務技師大鹽政治郎、内務技手鈴木廣太郎、同水野鉉三の諸氏を煩はしたる事極めて多し。記して以て深厚なる謝意を謝す。

昭和六年三月



著者

目次

第一章 鋼矢板の種類

1. 緒言	1
2. 鋼矢板の變遷	2
3. 鋼矢板の種類	4
4. ラルセン式鋼矢板	10
5. テル・ルージュ式鋼矢板	12
6. ランサム式鋼矢板	13
7. ラカワナ式鋼矢板	13
8. その他の鋼矢板	15

第二章 鋼矢板の特性

9. 鋼矢板の用途	15
10. 鋼矢板の断面剛率	20
11. 鋼矢板の継手	25
12. 鋼矢板の水密性	28
13. 鋼矢板の耐久力	30
14. 鋼矢板と地質	33

第三章 鋼矢板の購入

15. 鋼矢板の檢收	35
16. 鋼矢板の價格	38

第四章 鋼矢板の加工

17. 隅矢板	41
18. 叉矢板	44
19. 楔矢板	45
20. 繼矢板	48

66
8

第五章 鋼矢板の計算

21. 矢板壁の構造	50
22. 矢板壁の計算	53
23. 鎮礎の計算	56

第六章 打込設備

24. 杭打機	58
25. 杭帽	62
26. 杭帽用頂塊	65
27. 鋼矢板用奴杭	68

第七章 鋼矢板の打込

28. 鋼矢板の打込	72
29. 水射法	78
30. 水中打込	80
31. 打込成績	83
32. 打込工費	89
33. 杭打機運轉成績	93

第八章 鋼矢板の切斷及び引拔

34. 鋼矢板の切斷	94
35. 水中切斷機	96
36. 鋼矢板の引拔	100
37. 杭拔機	102

第九章 結論

38. 鋼矢板の選擇	104
39. 結論	106

鋼矢板の話

第一章 鋼矢板の種類

1. 緒言

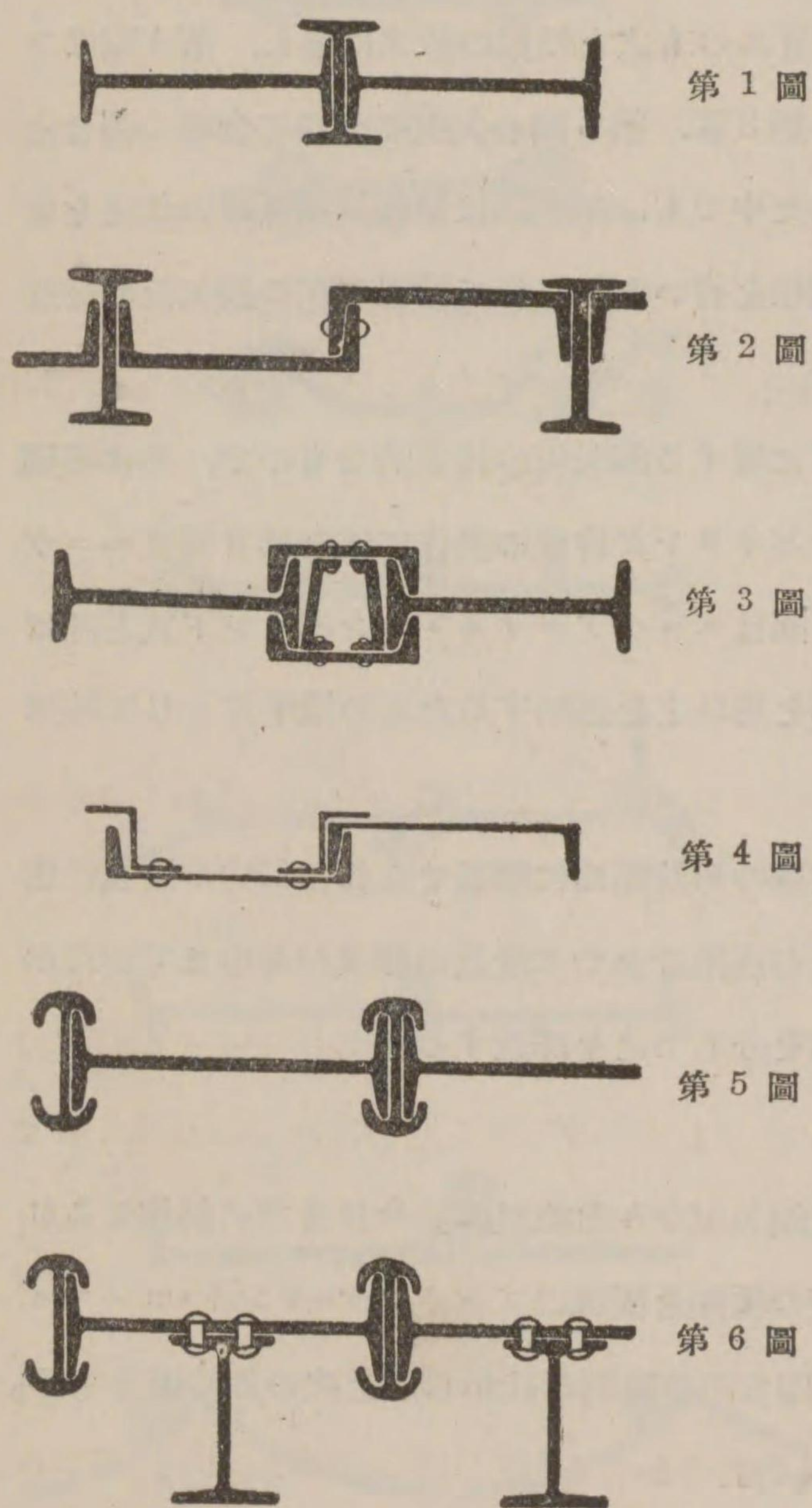
我が國の土木建築事業界に於ける最近の著しい傾向の一は鋼矢板の廣汎なる使用であらう。著者が親しく設計と施工とを擔任した信濃川補修工事にあつても、可動堰築造工事、固定堰補強工事、隔壁工事その他に亘つて極めて多量の鋼矢板を購入使用し、その總重量は 3,100 吨に餘り、之に昭和二年の自在堰應急工事に使用したものを加算すれば合計約 4,000 吨に達する。

此等の矢板は現今我が國に最も廣く行はれる獨逸のラルセン式、リュキサンブールのテル・ルージュ式、英國のランサム式の 3 種に分れ、使用箇所の異なるに従つて此等 3 種の鋼矢板を選別使用したのであるが、斯の如く異種類の鋼矢板を混用したる所以のものは後述の如く別に經濟上の理由と技術上の判斷とに基くのは勿論として、同時に此の機會にあつて此等各種の鋼矢板に就て具さに比較研究を遂げ、一は以て鋼矢板使用上の參考資料を我が事業界に提供すると共に、他は販賣者側に對立する使用者側の意見を確立して見たいと言ふ希望が加味せられた結果に外ならない。

惟ふに比較的纏つた箇所に約 4,000 吨の鋼矢板を使用した工事は少くとも我が國に於ては他に類例が少く、上記の目的のためには眞に絶好の機會と言ふべきであらう。ラルセン式、テル・ルージュ式鋼矢板の何れも製造又は販賣當事者に於て、パンフレット又はリーフレットを發行し、或は各種の型録を頒布して各自式矢板の優秀な事を力説してゐるけれど、而も未だ使用者側に於て此等の矢板の優劣及び之が實地施工上の詳細なる注意事項に關する報告の發表せられた事を聞かない。使用者としての立場から言へば製造者又は

せられる様になつたのは近來の事に屬する。少くとも鋼矢板は未だ 50 年の歴史を閱するに至らずラルセンやテル・ルージュにしても現在の形状のものは、まだ漸く 20 年足らずの閱歴を有するに過ぎない。

鋼矢板 50 年の沿革を検討して、その今日の形状に發達する迄の變遷を調べて見る事は、興味と技術的意義とに富む問題であるから、以下少しく鋼矢板の變遷を回顧して見よう。



鋼矢板の發達は先づ普通の建築用壓延鋼、即ち山形鋼、溝形鋼、工形鋼その他の形鋼の使用から始まる。第 1 圖は獨逸伯林のミューレングム閘門に使用せられたもので、工形鋼を以て親柱とし、親柱と親柱との間に同じく工形鋼を之と直交して打込む。第 2 圖は親柱と親柱との間に工形鋼の代りに鍍綴溝形鋼を打込むので何れも最も原始的な鋼矢板の施工例と言ふべく、工形鋼及び溝形鋼は互に何等の連結もないのであるから合端の水密性に非常な疑問があり、之を鋼矢板と呼ぶ事が果して妥當であるか否か

販賣者のそれと異なる独自の見解が樹てられなければならないのに、今までその事のなかつたのを著者は頗る遺憾とする。

信濃川補修工事が今や竣功に垂んとして、上記各種鋼矢板の施工を竣り之が比較研究上並に實地使用上の幾多の有益なる資料及び統計を蒐集する事を得て、茲に此の報告を公にする事を得るのは著者の欣快とする所である。

2. 鋼 矢 板 の 變 遷

従前我が國で鋼矢板を使用した工事例は眞に寥々たるものであり、大正十二年の關東大震災直後を以て鋼矢板の劃期的飛躍時代とする。即ち復興局が率先して鋼矢板を輸入し之を使用し始めて以來、ラカワナ式、ラルセン式、テル・ルージュ式乃至ランサム式の矢板が相次いで姿を現はし、我が國の土木建築事業界は翕然として鋼矢板の使用に慕進した觀があり、最近では年額 20,000 吨に餘る矢板が外國から輸入せられる迄の盛況を呈するに至つたのであるが、然らば鋼矢板は最近の發明に係るものかと言へば決してさうではなく古くは前世紀の末葉からその姿を現はし、今世紀の 10 年代に現在使用の形状にまで進化したものである。

矢板と言ふ我が國の術語は板の斷面を矢羽根形に削つた所に着目した名稱であらうと思はれるが、日本語の矢板にしても英語のシート・パイルにしても何れも扁平なる杭を意味する。即ち矢板は扁平なる斷面形状を有するを以て原則とする様ではあるが事實に於て方形斷面又は六角形斷面の松矢板又は鐵筋混凝土矢板が使用せられる事もあり、強ちその斷面形状には關係を持たない。唯如何なる場合にあつても矢板の合端即ち繼手は多少とも水密性を必要とするが故に、此の繼手が何等かの形状で互に齧合する様な構造になつてゐる事が矢板としての必須條件でなくてはならない。

矢板として最も古いのは勿論木製であつて、我が國では厚さ 10 cm 内外の松板の兩合端を適當に削つたものを使用し、鋼矢板や鐵筋混凝土矢板が使用

さへ問題である。即ち鋼矢板が第1圖、第2圖の如き原始的な構造から今日の形状にまで發達した過程は之を次の如く大別する事が出来る。

- (1) 普通の形鋼を組合せて造つたもの、
- (2) 普通の形鋼と特殊の壓延鋼とを組合せて造つたもの、
- (3) 特殊の形状断面に壓延したもの。

第1圖乃至第4圖は(1)の過程の鋼矢板であつて、第3圖はシモン式(1893年)と呼ばれ、ヂャクソン式と言ふのも之と類似の様式に屬し、第4圖はフリーシュテット式と呼ばれる。第3圖、第4圖の矢板に至つて合端の齧合と水密性が考慮せられるに至つた中でも、第3圖は重強鋸綴断面の親柱を使用せるに反し、第4圖は全く親柱を省いた點に於て餘程現在の鋼矢板に接近したものと言へる。


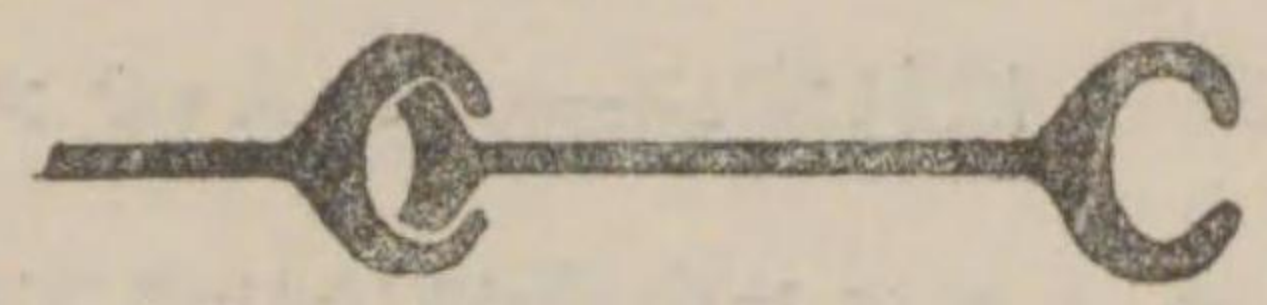

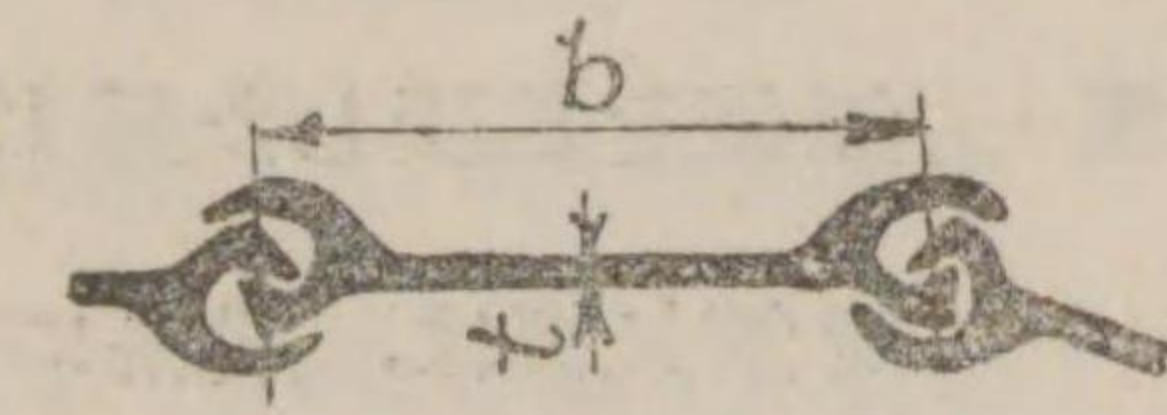
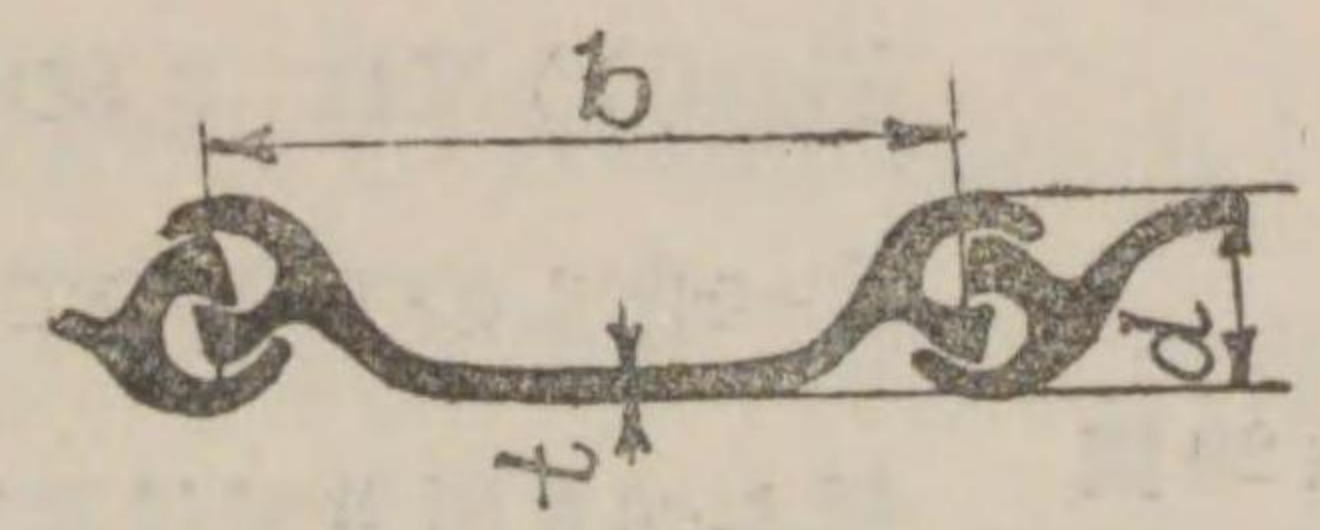

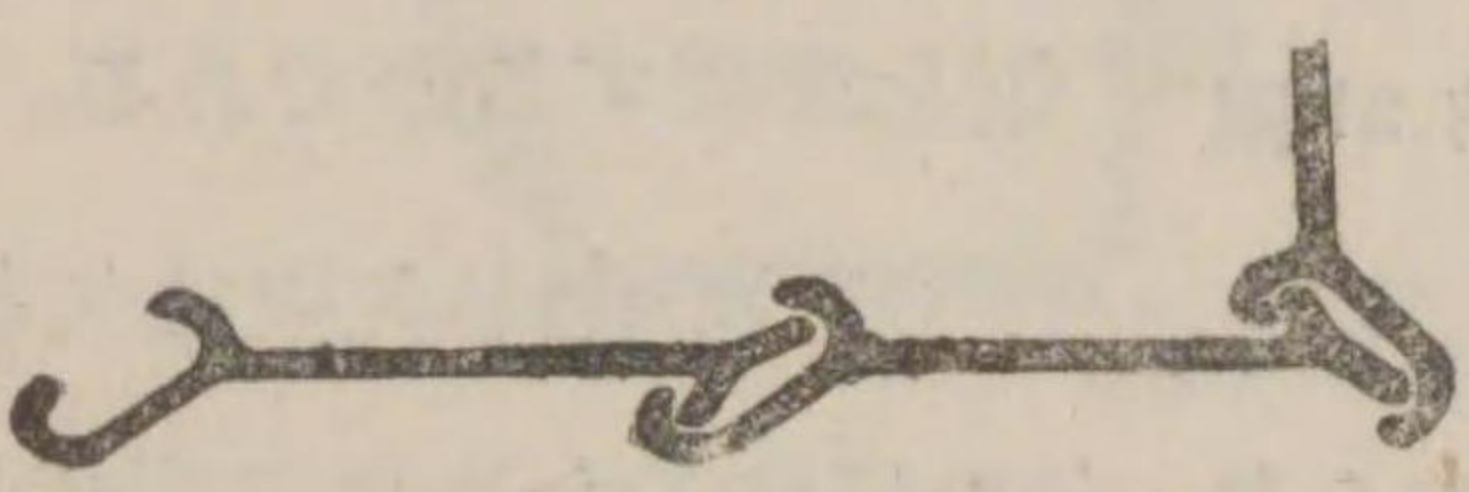

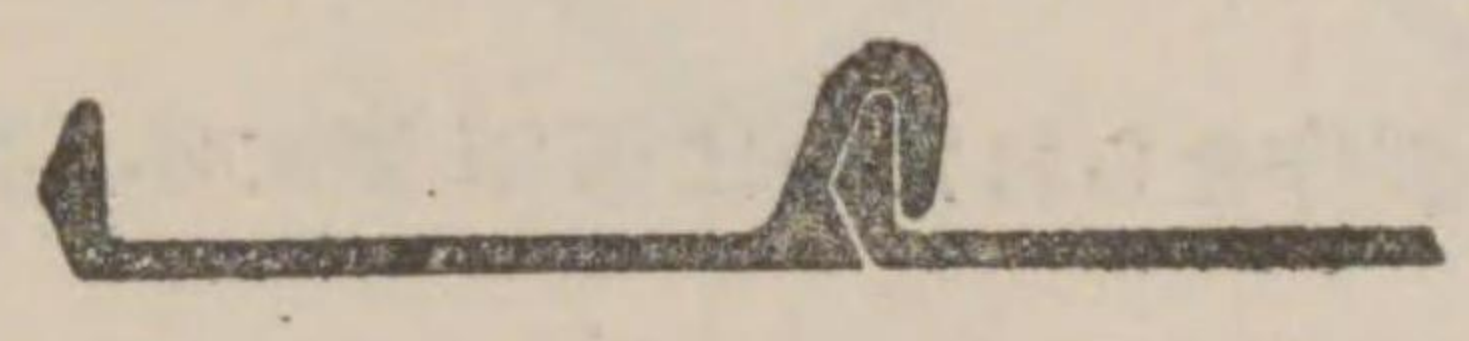

第5圖、第6圖は(2)の過程に屬する鋼矢板の代表的なもので、共に英國のブリテイツシユ・スチール・パイリング會社の製作に係り第5圖はユニヴァーサル・デヨイスト式、第6圖はユニヴァーサル・コンパウンド式と呼ばれる。即ち矢板としては工形鋼を用ひ之を連絡するための繼手片として特殊の壓延鋼を使用したのである。

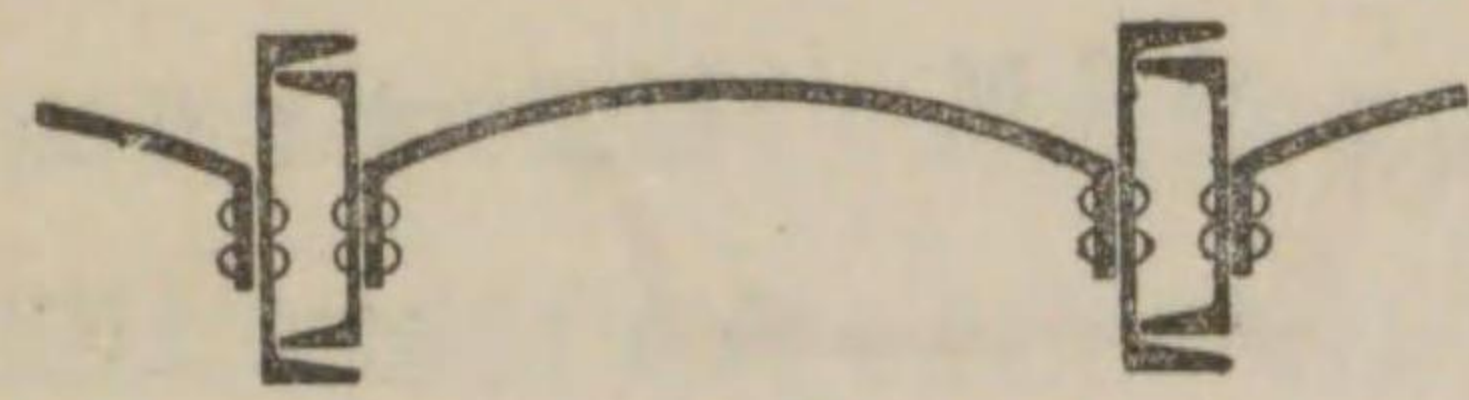
以上の過程を経て鋼矢板は特殊の形状断面に壓延せられた(3)の過程に進む。即ち之が現在に於ける最後の段階であつて最近の様式のものまでが此の中に含まれるのである。以下節を分ちて之を詳説する。

3. 鋼矢板の種類

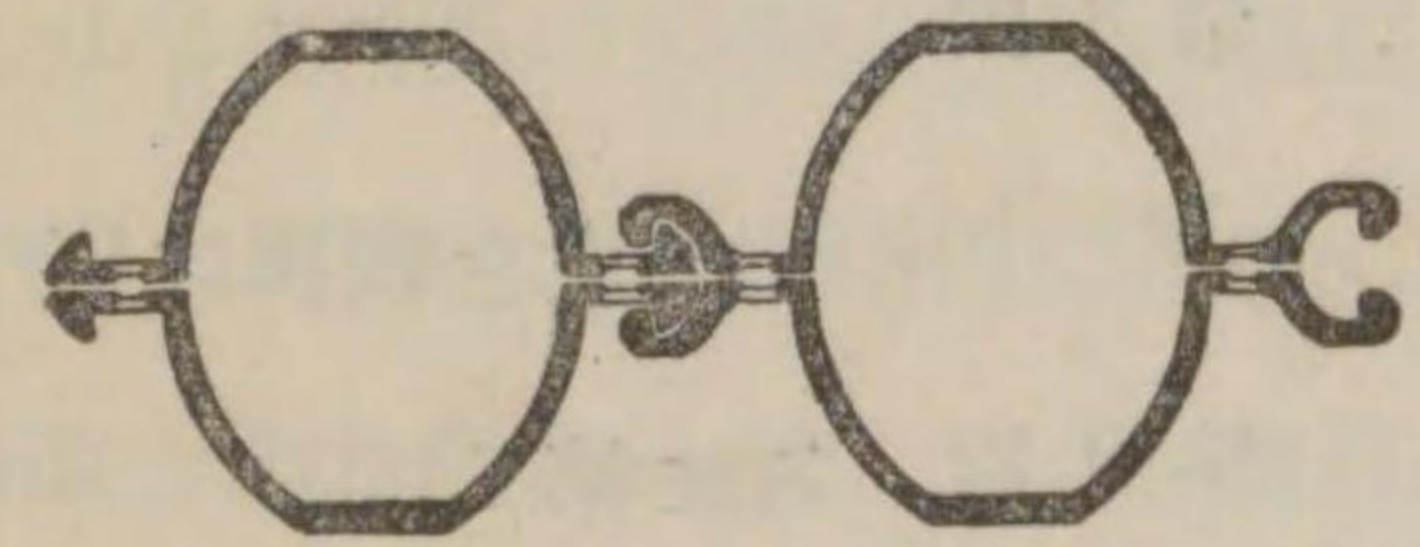
以下(3)の過程に到達した鋼矢板のみを取扱ふ。今日までに製作せられ又は提案せられた無数の鋼矢板の種類を獨逸のブレネツケ・ウント・ローマイヤーは4部門に分類してゐる。即ちその断面形状から之を次の如く區分する。

- (1) 腹板が直線状をなすもの、
- (2) 腹板が曲線状をなすもの、

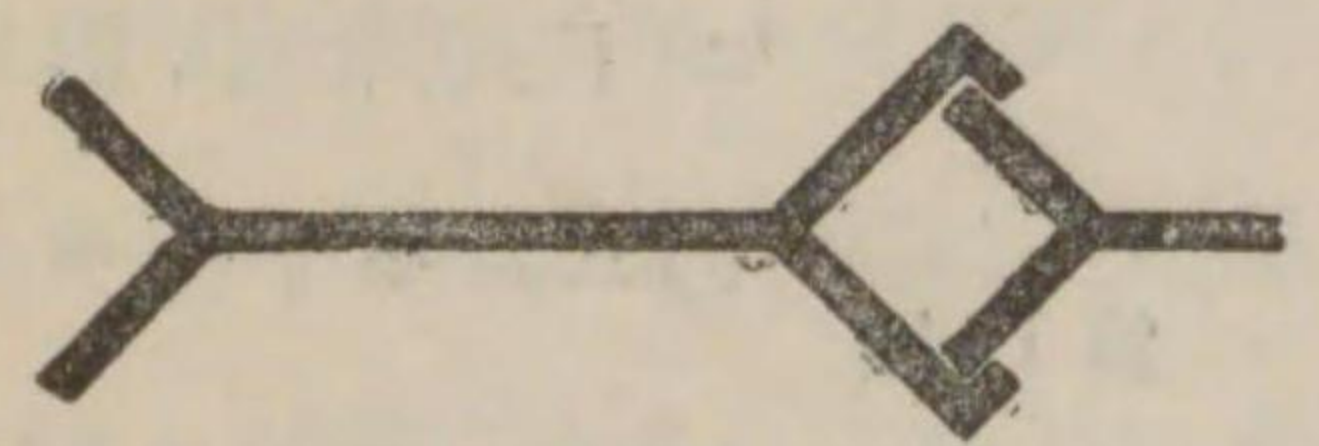
	第7圖	(3) 函形に連続するもの、
	第8圖	(4) 波形に連続するもの。
	第9圖	之を實例に徴するに第7圖のペーランド式(米國)、第8圖
	第10圖	のユナイテッド・ステーツ式(米國)、
	第11圖	第9圖のグレッグソン式(1899年)、第10圖、
	第12圖	第12圖のラカワナ式(1910年)、第13圖
	第13圖	のクキンビー式、第14圖のワンダーク
	第14圖	ロート式、第15圖のウキリアムス式など
	第15圖	は(1)の様式に屬する直線腹板の鋼矢板である。次に(2)の
	第16圖	孤状矢板に就ては比較的その種類が少く1907年にハンブルグのラングが第16圖に示すが如き弧形鋼



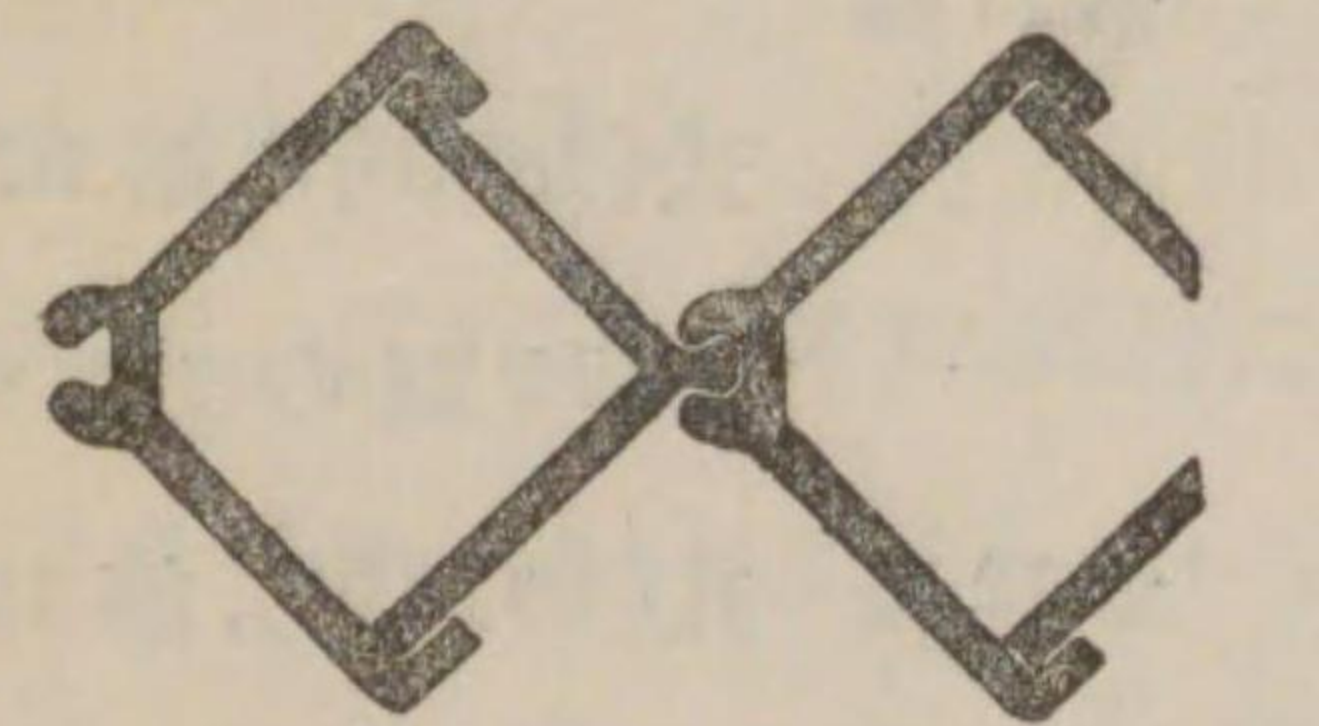
第 17 圖



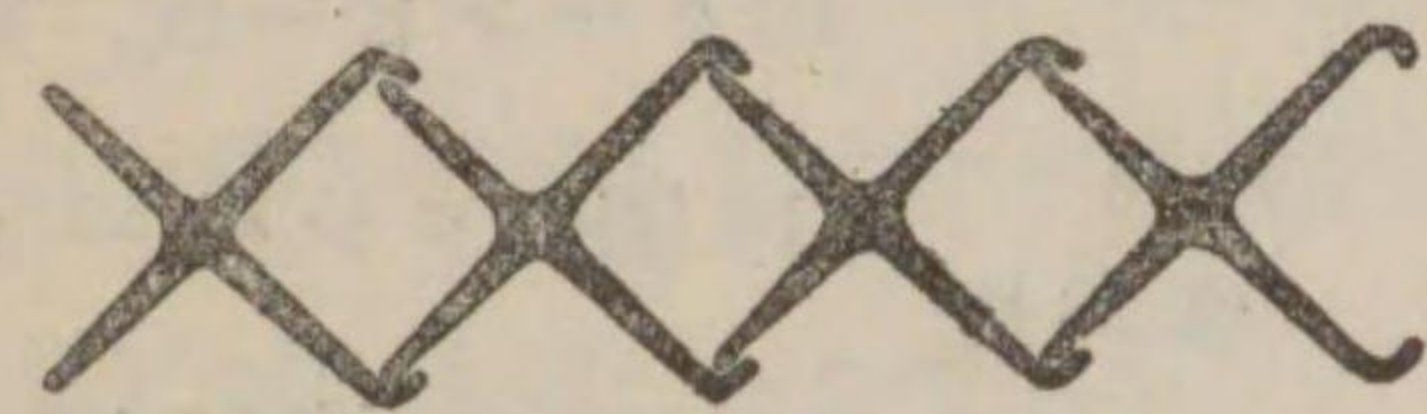
第 18 圖



第 19 圖



第 20 圖



第 21 圖

鋼を矢板として使用したのを以て嚙矢とするけれど、此の特許工法はその後餘り廣く行はれずジーメンス・ウント・ハルスケ會社が伯林地下鐵道ウンター・デン・リンデン街の隧道に使用した、溝形鋼に弧形鋼板を銜綴した第 17 圖の如き鋼矢板は、嚴格に言へば前節の(1)又は(2)の階梯に屬すべきものであつて、茲に取扱ふべき限りではない。弧形鋼板に打込時の剛性を與へるためには之に溝形鋼又は山形鋼を添綴するのである。

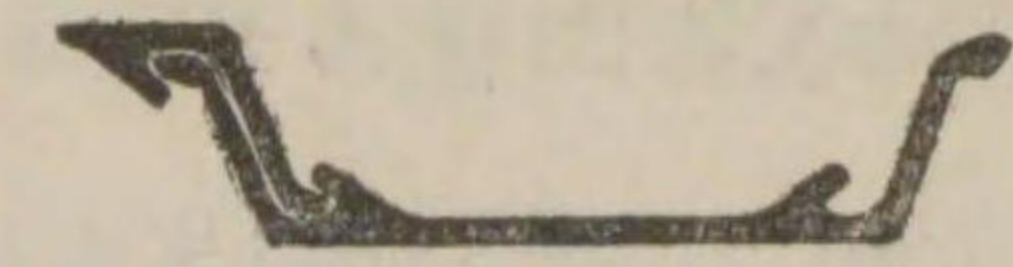
(3)の函形矢板は矢板壁の蒙る横壓力が著しく大きい時に使用せられ、此の目的のために考案せられた鋼矢板は頗る多いが、實際に製作せられたものは比較的少いのである。即ち第 18 圖のクルツプ式(1903年)、第 19 圖のテル・ルージュ式(1911年)、第 20 圖のクルツプ式(1914年)、第 21 圖のクルツプ式、W 型(1911年)などが此の様式に屬するけれど、此の内實際に製作せられたのは第 21 圖に示したクルツプの W 型のみ過ぎない。

此等の矢板の外、次に述べる(4)の部門の波形鋼矢板も亦 2 枚づつ向き合せて對稱的に打込めば函形になるけれど、現在の波形鋼矢板は單列に打込むを以て原則とし、故らに之を函形に使用するが如きは波形鋼矢板の長所を没却

した變則的用法と言ふべきである。

凡そ鋼矢板はその性質上土又は水の横壓力を支へるものであるから、斷面の形狀から言へば(1)の直線矢板は最も不經濟であつて、斷面剛率を最大ならしめるためには質量を成るべく重心線から遠ざかつた點に集中せしめるのが得策であり、此の

意味から言へば(1)の直線矢板から(4)の波形鋼矢板に推移するのが必然の歸結でなければならない。従つて現在の波形鋼矢板は何れもその進化の最後の階梯に到着したものと云へるのである。



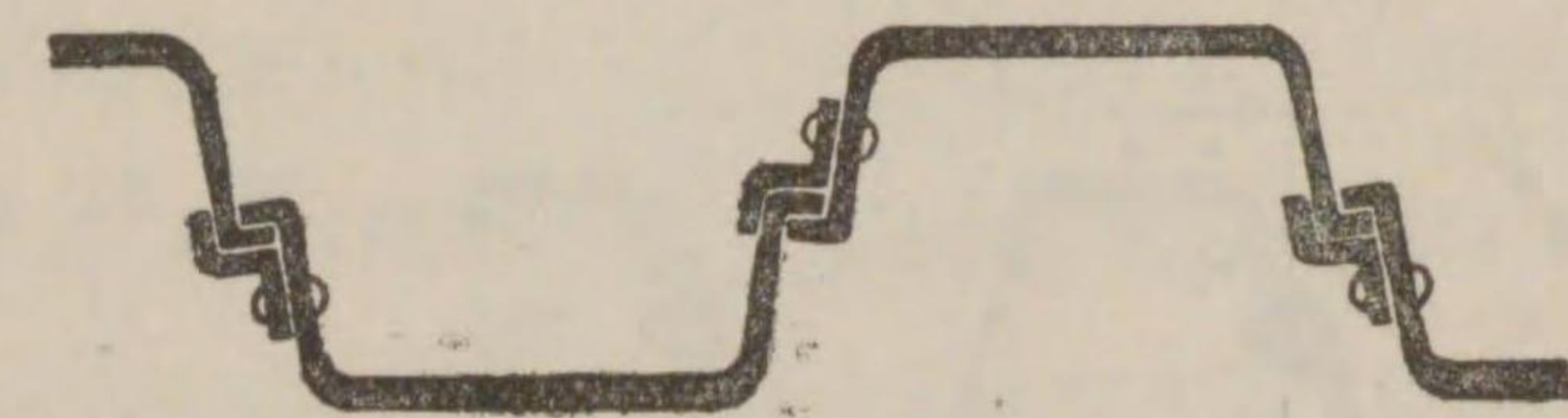
第 22 圖



第 23 圖



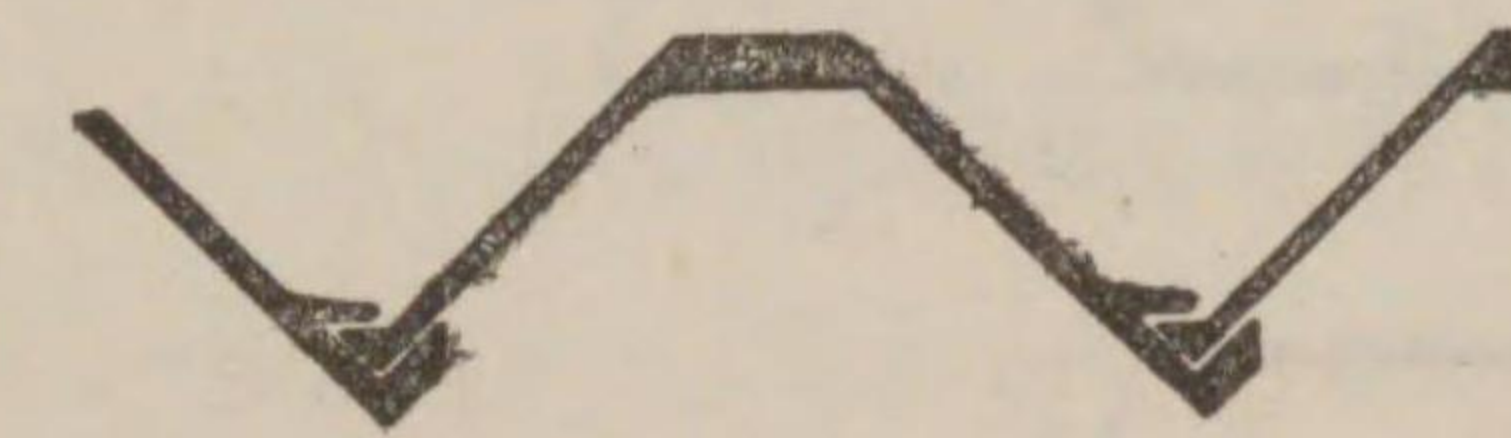
第 24 圖



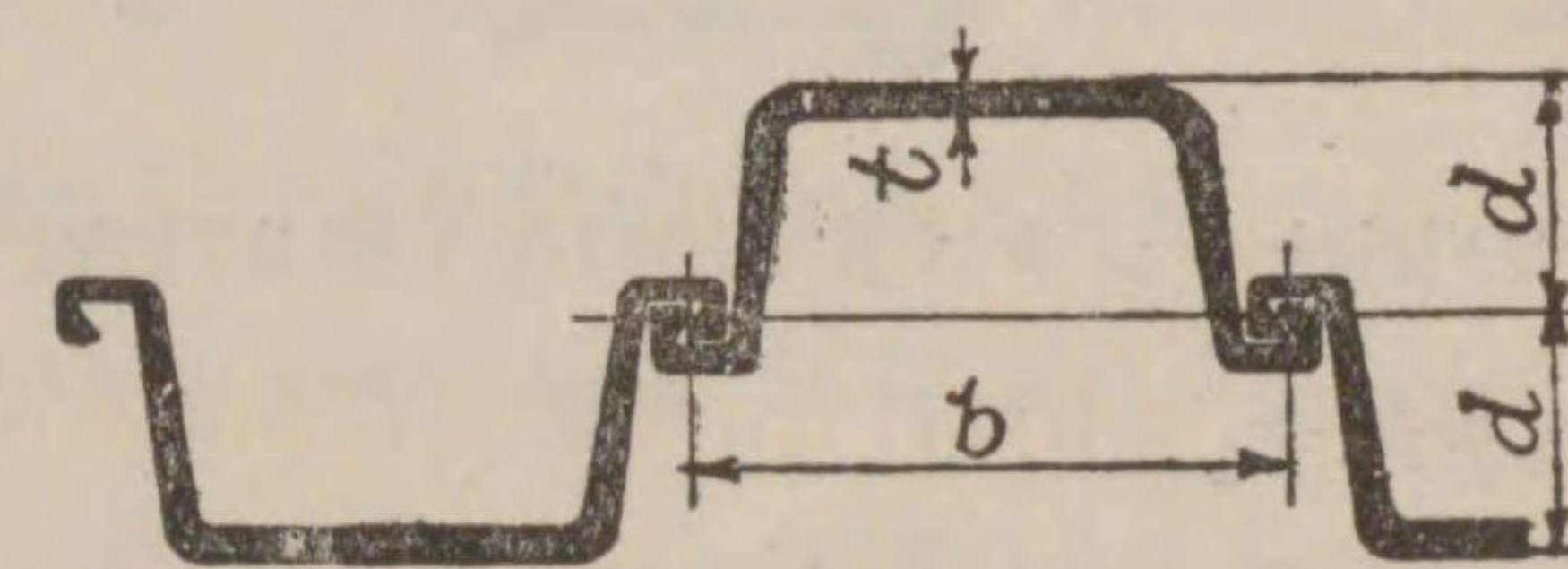
第 25 圖



第 26 圖

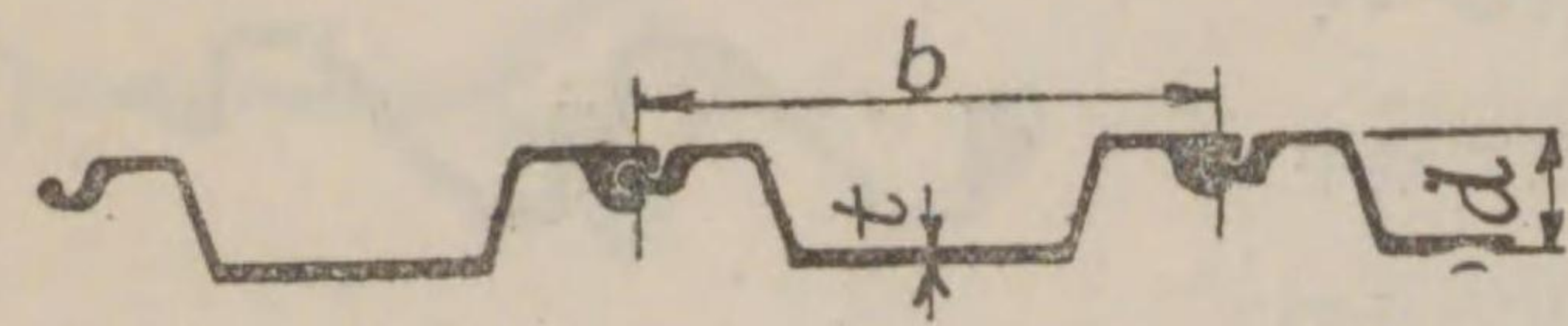


第 27 圖

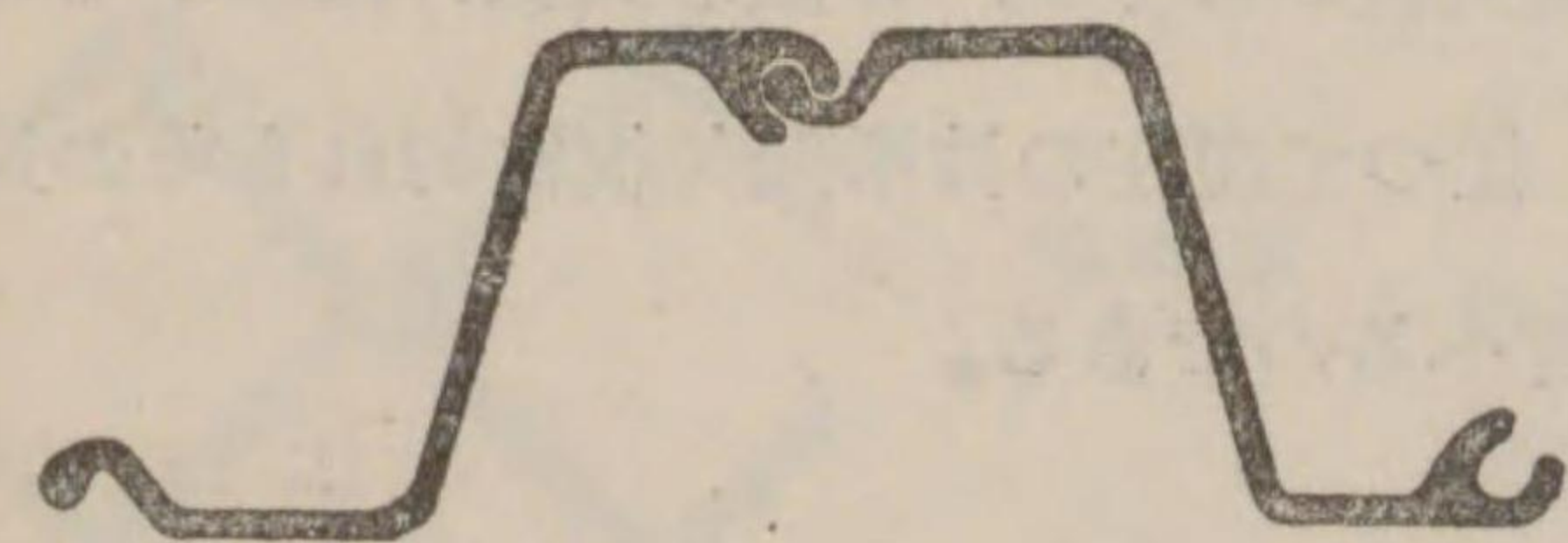


第 28 圖

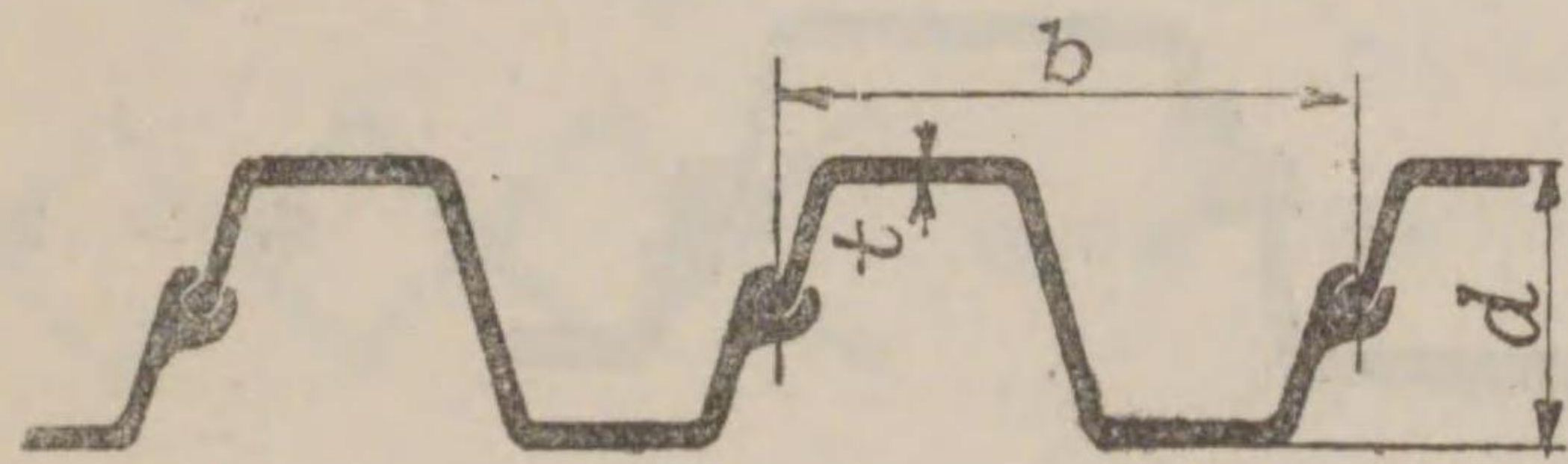
即ち第11圖のラカワナ式(1910年)にその傾向が認められ、第22圖のワイリンガー式(1897年)、第23圖のオーエンス式(1911年)、第24圖のユニヴァーサル式(1909年)、第25圖の鋏綴ラルセン式(1897年)、第26圖のポツピング式(1909年)、第27圖のシーボルト式(1920年)、第30圖のランプ式(1913年)は何れも此の様式に屬し、補修工事に使用したラルセン、ランサム及びテル・ルージュの3種の鋼矢板も亦此の様式の内に包含せられる。即ち第28圖は



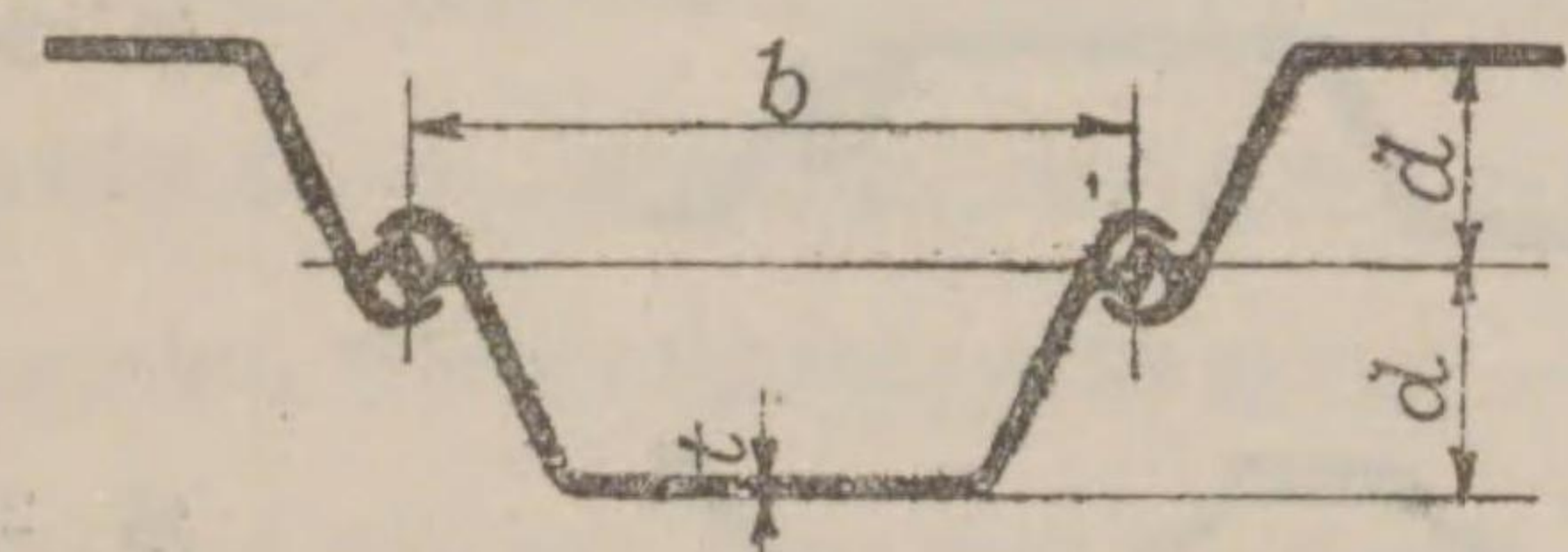
第 29 圖



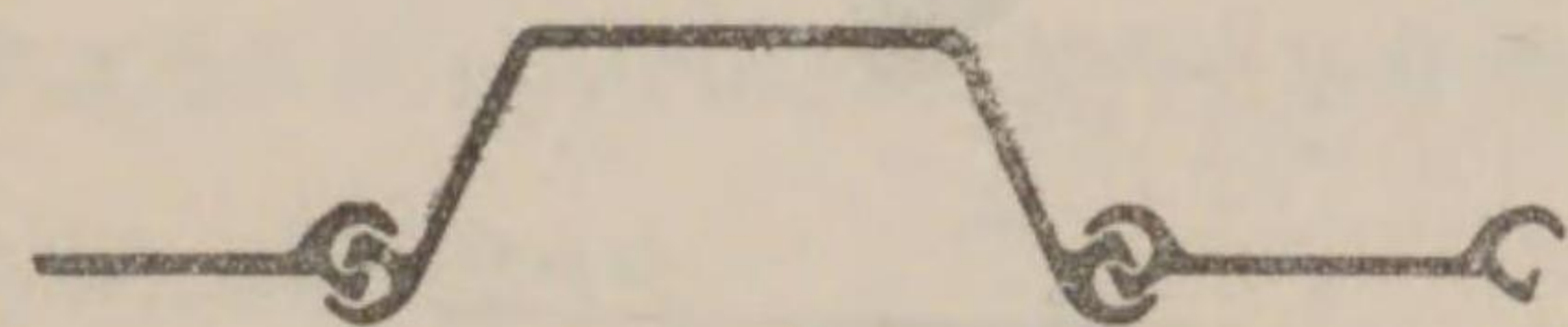
第 30 圖



第 31 圖



第 32 圖



第 33 圖

ラルセン式(1914年)、第29圖はランサム式(1911年)、第31圖はテル・ルージュ式(1912年)の矢板断面を示す。

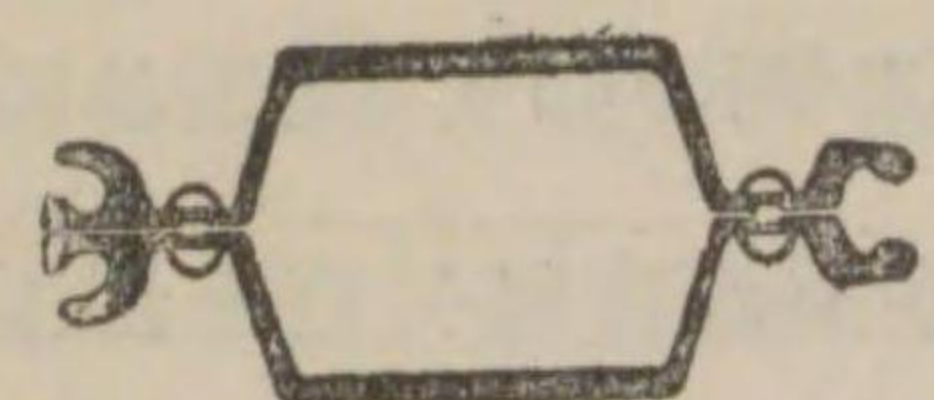
米國のラカワナ式にあつても獨逸のラルセン式鋼矢板が滔々として米國に

侵入して來るのに對抗するために波形の高さを増大した第32圖の如き断面が新たに製作せられ、之をラルセン式と同様に第32圖の如く互違ひに打込んだり、或はコンパウンド型として第33圖の如く在來の直線矢板と混用したりするのである。此のラカワナの新型はラルセンと非常に能く似た断面形状を有し、唯継手の形が相違するだけである。

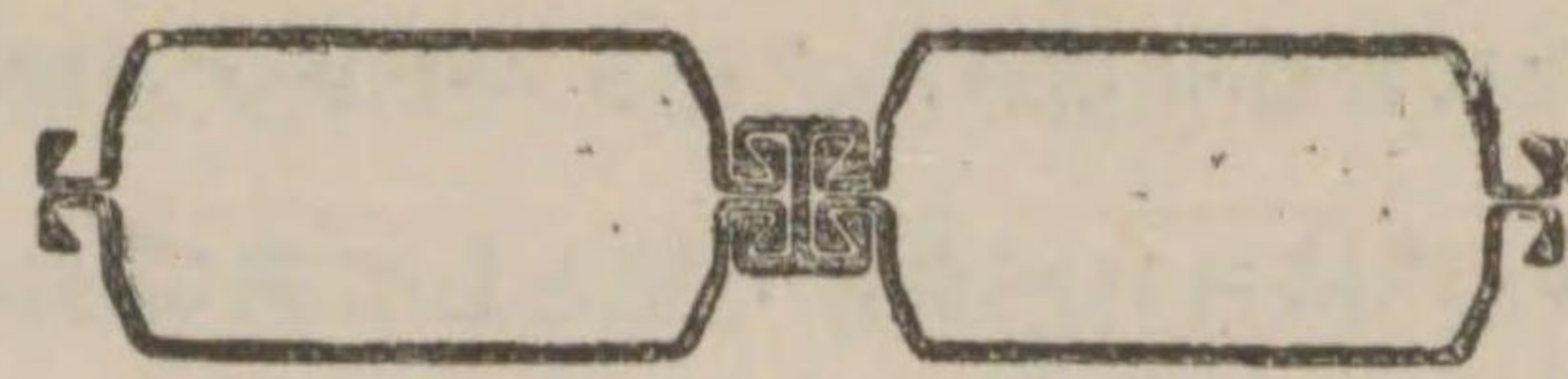
以上各種の波形鋼矢板の内理論上から言つても施工上から言つても最も優秀と目されるものはラカワナ式、ラルセン式、テル・ルージュ式及びランサム式などであつて現に最も廣く世に行はれるのも此等の矢板である。今此等の鋼矢板の形状を比較するに、ラカワナ式、ラルセン式、テル・ルージュ式の3種は矢板壁の重心線即ち中立軸上に継手が來る事になるが、前2者は矢板が1枚づつ互違ひに中立軸の前後兩側に配列せられてゆくに反し、テル・ルージュ式では1枚の矢板が中立軸の兩側に對稱的に跨ると言ふ差違がある。即ち矢板壁の波形曲線に就て言へばラカワナとラルセンとは矢板2枚で1波長が完成せられ、テル・ルージュでは矢板1枚で1波長が完成するのである。ランサムにあつては継手は中立軸を通過せず、矢板1枚が波形の1波長に相當してはゐるが、継手は波形の山だけに存在して谷には現はれないと言ふ變則な波形を形作るのである。更にランプ式に至つては矢板2枚が1波長に相當する上に、継手が波形の山と谷とに配列せられるから、矢板列が鋸齒狀線に折れ曲がる危険が大きく、施工上の見地から言つて推奨し難い。

波形矢板を2枚づつ組合せて函形断面として打込む事は特殊の場合に限つて行はれる工法であり、ランサムやテル・ルージュは2枚の矢板を反向して鋏綴しなへすれば函形断面が得られ、ラルセンの如きは継手箇所に特殊の継手片を挿入する事によつて此の目的を達する。

第34圖はランサムの函形断面、第35圖はラルセンの函形断面であつて、後者は獨逸ウエーゼル・ダツテルン運河のヒュンクセ閘門及びフリードリヒス



第 34 圖



第 35 圖

フェルド開門の開室に使用せられたものであるが、波形矢板を函形断面として使用するのは何れの種類の矢板であつても第 V 型、第 VI 型と言ふ様な重強断面のものが製作せられない時代の遺物に過ぎず、波形矢板は適當なる断面番號のものを使用しさへすれば 1 列だけで充分であり、且つ此の方が遙かに經濟的である。

4. ラルセン式鋼矢板

ランセル式矢板 (Die Spundbohle Larssen) は獨逸のドルトムント・ウニオンの製作する所に係り、日本ではジーマンス・シュツケルト電氣株式會社鐵材部、今は改稱して獨逸製鋼株式會社と言ふのが總代理店としてその販賣にあつてゐる。

此の矢板は最近に市場に現はれたものまでを入れると、Ib, Ia, I, II, IIa, III, IIIa, IVa, IV, V, VI, VII, の 12 種の型があつて、各用途に應じて適當なる型番號を選定せしめる。各種型断面は次の如し (第 28 圖参照)

次表に於て

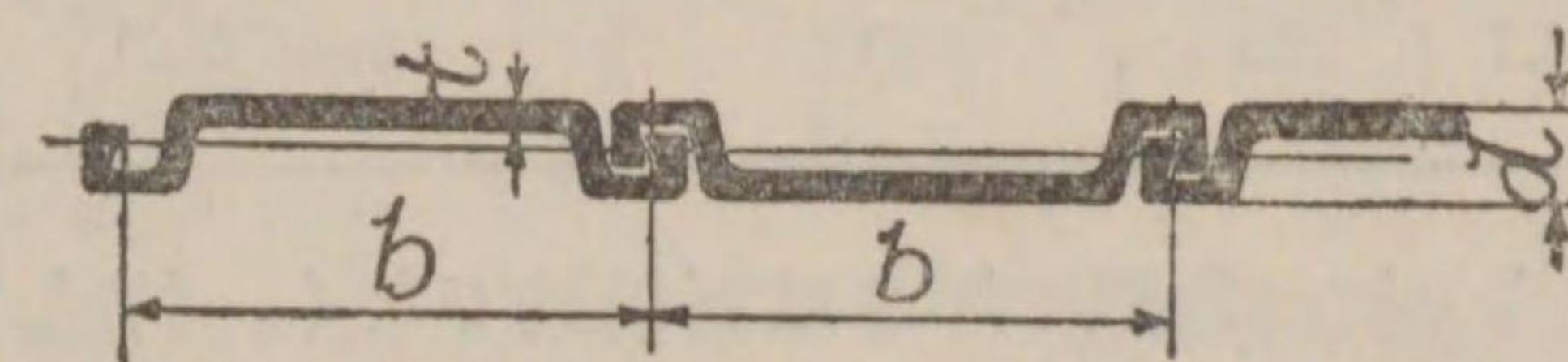
- w_1 ; 矢板重量 (kg/m)
- w_2 ; 同 上 (kg/m²)
- b ; 矢板の有効幅員 (mm)
- d ; 矢板断面の高さ (mm)
- t ; 矢板腹部の厚さ (mm)
- S_1 ; 断面剛率 (矢板 1 枚につき cm³)

s_2 ; 同 上 (矢板壁 1 m につき cm³)

第 1 表 ラルセン式鋼矢板寸法

型番號	w_1	w_2	b	d	t	S_1	S_2
Ib	27.4	76	360	50	6.5		(250)
Ia	33	82	400	65	7	65.6	164 (380)
I	38	96	400	75	8	89.6	224 (500)
II	49	122	400	100	10.5	152.4	381 (849)
III	45.6	114	400	135	8		(970)
IIIa	62	155	400	123.5	14.5	203.2	508 (1,363)
IV	57.2	143	400	145	11		(1,405)
IVa	69	172	400	180	13		(2,000)
IV	75	187	400	155	15.5	315.2	789 (2,037)
V	100	238	420	172	22	402.8	1,007 (2,962)
VI	123	293	420	220	22		(4,170)
VII	43.5	150	290	50	14	55.1	190 (190)

ラルセン式矢板に於ては矢板壁の厚さは矢板の高さの 2 倍、即ち $2d$ になるのが原則であるが、第 VII 型だけは非常に高さの低い断面であるがために d がそのまま壁の厚さとなり、壁の中立軸と個々の矢板の重心線とが殆んど一致するのである (第 36 圖参照)



第 36 圖

ラルセンの型録を見ると矢板の継手が完全なる緊定状態に置かれ、相隣接せる 2 枚の反向せる矢板が単一體として働くものと假定し、従つて矢板の中立軸が継手線上にあるものとして算出した S_2 の値を列記してあるが、上表に

於ては矢板個々の重心線に就て算出した S_2 の値を正值として掲げ、ラルセンの假定による値は之を括弧内に収めた。猶ほ此の點に關しては後に詳説する。

5. テル・ルージュ式鋼矢板

テル・ルージュ式矢板 (La Palplanche Terres Rouges) はリュキサンブール公國、コリュメタ會社の製品であつて、日本では株式會社岩井商店と言ふのが總代理店となつてゐる。

此の矢板には最近に製作を始められたものまでを入れると、I, II, III, IIIA, IV, IVA, V, VI の8種の型があり、此の内 IIIA 型, IVA 型は夫々 III 型, IV 型と主要寸法を同じくするものであるが、特に斜めの腹板の肉を厚くしてあるのである。各種型断面は次の如し (第31圖参照)

第 2 表 テルルージュ式鋼矢板寸法

型 番 號	w_1	w_2	b	d	t	S_1	S_2
I	32.0	84.3	380	80	7.5 (7.5)	87	230
II	42.8	112.7	380	130	10.0 (9.0)	184	485
III	51.7	136.1	380	170	12.0 (10.0)	282	744
IIIA	55.7	146.6	380	170	12.0 (10.0)	293	770
IV	59.5	156.6	380	190	15.0 (13.0)	367	966
IVA	67.0	176.4	380	190	15.0 (13.0)	400	1,635
V	117.7	214.0	550	230	19.0 (17.5)	900	1,635
VI	156.1	283.8	550	280	23.0 (23.0)	1,380	2,505

テル・ルージュ式矢板の腹板の厚さは對稱的でなく、打込の場合の應力關係を考慮した結果、杓形繼手に近い部分の腹板よりは爪形繼手に近い部分の腹板の方が多少厚さが薄いのを通例とするから、上表では後者を括弧内に入れて之を表はす。又此の矢板に於ては矢板1枚が波形の1波長を完成し、矢板の重心線と矢板壁の中立軸とが完全に一致するが故に、断面剛率は自らに

して確定しラルセン式に於けるが如き疑義を生じないのである。

6. ランサム式鋼矢板

ランサム式矢板 (Ransome Sheet Pile) は英國のランサム・マシーナリ株式會社の製品であつて日本に於ける總代理店は従前はストロング商會、今は守住商店と言ふのが之にあつてゐるが、ラルセンとテル・ルージュとが白熱的競争を演ずる渦中であつて多少立ち後れの氣味があつて、その國內使用量も遠く前2者には及ばない。

此の矢板にはライト型、ユニフォーム・ライト型、ユニフォーム型、スタンダード型及びヘビー型の5種の断面があり、次表の如き寸法を有する。(第29圖参照)

第 3 表 ランサム式鋼矢板寸法

型 番 號	w_1	w_2	b	d	t	S_1	S_2
ラ イ ト	26.1	102.5	254	63.5	7.5	50.7	200
ユニフォーム ラ イ ト	40	110.4	361.9	68.3	8.0	80	221
ユニフォーム	46	128	361.9	79.4	9.5	119	328
スタンダード	49	136.7	361.9	81.0	12.7	126	348
ヘ ビ ー	67.4	182.9	368.3	152.4	17.5	402.5	1,093

ランサム式矢板に於ても矢板1枚で1波長が完成せられ、個々の矢板の重心線と矢板壁の中立軸とが完全に一致するから、テル・ルージュと同じく断面剛率の値に疑義を生ずる事がないのである。但し此の矢板は最後のヘビー・セクション型を除いては一般に断面の高さ d が小さいのを常とし、従つて同一の重量を使用しても比較的断面剛率が低位にあると言ふのがラルセンやテル・ルージュの如き他の様式の矢板から攻撃せられる急所である。

7. ラカワナ式鋼矢板

ラカワナ式矢板 (Lackawanna sheet pile) は米國のベツレヘム・スティー
ル・コンパニーの製品であつて、日本では主として三井物産株式會社が之を
取扱つてゐる。

此の様式の鋼矢板は從來のストレート・ウェツプ型 (記號 SP) アーチド・
ウェツプ型 (記號 AP) 及び最近のディープ・アーチ型 (記號 DP) の3種
に大別し、更に之を番號で分類する。

断面剛率の點から言へばストレート・ウェツプ型は最も不經濟であり、最後
のディープ・アーチ型は専ら此の不利を改善せんがために考案せられたもの
である。各種型断面は次の如し。(第10圖, 第11圖, 第32圖参照)

第4表 ラカワナ式鋼矢板寸法

型番號	w_1	w_2	b	d	t	S_1	S_2
SP 8	21.9	101.3	215.9	—	5.2	18.0	83.5
SP 8a	29.5	122.6	215.9	—	9.5	18.0	83.5
SP 12	55.4	170.9	323.8	—	9.5	65.5	202.4
SP 12b	60.9	188.0	323.8	—	12.7	65.9	203.4
SP 15	63.4	166.4	381.0	—	9.5	79.2	207.7
AP 14	60.8	170.4	355.6	93.7	9.5	124.7	350.7
AP 14a	67.7	190.4	355.6	—	12.7	131.4	369.6
AP 15	86.5	227.0	381.0	104.8	14.3	193.4	507.5
DP 165	49.6	122.0	406.4	127.0	9.5	219.9	541.1 (867.7)
DP 166	63.4	156.0	406.4	152.4	12.7	332.3	817.7 (1,345.9)

AP型はラルセンのⅩ型と同じ様な形状であるから断面剛率の計算に疑義
はないが、DP型はラルセンのその他の断面と同一の疑義を生ずるを以て、上
表に於ける S_2 は矢板が個々に働くものとしての値を正值として掲げ、相隣
接する矢板が継手の線で完全に緊定せられたものと假定して算出した値は之
を括弧内に収めた。

上表に於ける數字を對照すれば SP型に比して DP型が如何に經濟的で

あるかが立證せられる。例へば SP 8a 型と DP 165 型とは矢板壁 1 m² 當
りの重量は正に同一であるが、同 1 m 當りの断面剛率は矢板が継手の線で毫
も緊定せられないとしても、83.5 cm³ から 541.1 cm³、即ち約 6.5 倍に激増
するのである。

8. その他の鋼矢板

此の外極めて最近に市場に現はれたものに獨逸のヘツシュ式矢板や白耳義
のウグレー式矢板などがあり、前者は前掲のランプ式矢板と同じく乙形鋼に
似た断面を有し、唯継手だけが之と多少相違するに過ぎない。

此等の矢板は我が國へはまだ多く輸入せられた事を聞かず、今後とも此等
の矢板が我が國に割込んで來る機會は非常に少い事と思はれるから、茲には
その紹介を省く。

第二章 鋼矢板の特性

9. 鋼矢板の用途

何れの矢板の型録にも鋼矢板の用途として、護岸、岸壁、物揚場、防波堤、
擁壁、圍堰、橋脚、橋臺、堰堤、導流堤、隔壁から基礎締切又は井筒、潜函
の代用に至るまで極めて廣汎なる應用の途が示してあるのを常とするが、凡
そ此等の用途は必ずしも鋼矢板によつて獨占せらるべきものではなくして、
他に之に代るべき工法があり、唯採算上鋼矢板の方が經濟的である場合に限
つてその卓越性が認められる。近來港灣工事に廣く採用せられる鋼矢板岸壁
は從來の鐵筋混凝土潜函岸壁に比すれば遙かに經濟的であり、復興局が隅田
川に架設した橋梁の橋脚基礎にしても鋼矢板を使用したものは氣函を沈設し
たものに比して著しく工費が低廉であるが、如何なる場合にも鋼矢板が經濟
的であるとは認められず、河海の淺い護岸矢板などは鐵筋混凝土矢板の方が
鋼矢板よりは概して經濟的であつて、將來腐蝕の虞もない。

その中でも無条件に鋼矢板の獨舞臺として容認せられる用途がある。それは堰堤、水門、橋脚その他の水中工作物の非常災害に対する應急工事に使用してその破壊を未然に防ぎ、或はその損害を軽減する場合であつて、此の時こそ如何なる材料も、又如何なる工法も到底鋼矢板の敵ではないのである。

水門や土堰堤、堤防などの漏水を鋼矢板で喰止めた様な實例は極めて多く、昭和二年の大河津自在堰應急工事や、その他之に類似の工事は鋼矢板がなければ殆んど施工の途がない。先年破壊した信州小諸の堰堤の復舊工事にも鋼矢板使用の議があると聞いてゐるが、信濃川補修工事にしても長大な鋼矢板を使用するのではない限りは、これ程廉い工費と短い期間を以てしては竣功し得なかつた事は確かである。

即ち補修工事に於ては鋼矢板を以て極めて堅牢なる基礎締切を造る事によつて、滲透性地層の上に新たに可動堰を築造したる外、同じく滲透性地層の上に造られた舊固定堰を完全に補強し得たのであるが、外國でも岩盤が非常に深くてその上に厚い砂の層が存在し、岩盤までの根堀が事實上不可能な場合に鋼矢板を函形に打込んでその尖端を岩盤に達せしめ、絶対に砂の逃逸を防止してその上に混凝土堰堤を築造した様な實例があり、凡そ滲透性地層上に堰堤を造る場合は、地層を締切る目的と透水を防止する目的とのために、之に類似の工法によるより外には途がない。

總て鋼矢板は土留又は水留のために使用するを以て原則としその用途は之を假設構造物と永久構造物とに大別せられる。假工事に就ては姑く問はず、永久工事に就ては鋼矢板の耐久力及び耐久力の増進と言ふ事を必然的に考慮しなければならない。

(1) 假設構造物

土留又は水留のための假工事として鋼矢板を使用する場合には、木の矢板その他の工法に比して非常に經濟的であり、繼手が破損したり矢板そのもの

が變形を起さない限り數回反覆使用の利益がある。建物を造る場合に地下室の部分を施工するための根堀土留用として鋼矢板を使用すれば、木の矢板では長さや強度との關係上 2—3 段に施工しなければならない所でも 1 段で済み、掘鑿土量を減じ支保工を簡単にし得るなど、直接間接の利益は極めて大きい。河海の水中に工作物を造る場合の水留用として鋼矢板を使用する場合にも同様の利益があり、特殊の地盤と異常なる水深に對しては矢板を 2 列に打ち、その間に土砂又は混凝土を填充した圍堰に造る事もあるが、橋脚などを水中に築造する場合は矢板は通例 1 列で充分であつて繼手に著しい缺陷さへなければ水密的な締切が得られ、適當に支保工を施しさへすれば内部に傾倒する虞もない。凡そ此等の用法は鋼矢板の最も著しい特色であるが、圍堰にしても普通の工法による場合は幅を水深の 3/4 以上にするのが適當だとせられてゐるが、繼手の水密な鋼矢板に於ては根入が充分な限り此の標準よりは幅を狭くしてもよからう。

更に橋脚や橋臺を築造する場合の假締切用鋼矢板は、内部の混凝土工事竣功後、河底で切斷すればそれより下部の地中に残された部分は構造物の永久的基礎締切矢板として、流水の洗掘に對して立派に之を保護してくれる。

鋼矢板を 1 列又は 2 列に打込んで水深實に 24 m の河中に極めて大規模の假締切を造つた實例は、米國の紐育に架設せられたハドソン河吊橋のニュー・チャージ側複式橋脚築造工事である。

(2) 永久構造物

鋼矢板を永久工事に使用する施工例は極めて多く、港の岸壁から閘門の側壁、埋立地の護岸などに盛んに使用せられ、或は又水中及び陸上工作物の基礎締切矢板として、堰堤その他之に類する築造物の遮水心壁として、應用の範圍は極めて廣く、繼手が水密であつてよく遮水の目的を達成すると同時に土砂の逃逸を防止し得る事は到底木材矢板などの比ではない。

即ち永久工事としての鋼矢板はその用途の性質上、岸壁、護岸、擁壁などの如く片側は土砂に接觸し片側は水又は大氣に晒される場合と、締切矢板や遮水壁などの如く全く土砂の中に打殺しになる場合との別があり、それによつて矢板の耐久力に大差があるが、その事は項を改めて説く。

次に補修工事に於ける鋼矢板の用途に就て略述する。新可動堰は舊自在堰の上流 100 m の位置に於て、細砂又は粘土交り細砂より成る信濃川の滲透性地盤上に築造せられるが故に、絶対に基礎透水と砂の逸脱とを防止しなければならない。此のために幅員 35 m の基礎混凝土上流端にはラルセン式第Ⅱ型長さ 12 m 鋼矢板を、下流端にはテル・ルージュ式第Ⅱ型長さ 11 m 鋼矢板を共に河底まで打込み、その尖端を夫々參謀本部水準基面下 2.85 m 及び 2.45 m に達せしめ且つ兩列とも之を右岸堤防法肩附近まで延長して橋臺裏の透水を防止する。更に之に直交して橋臺及び各橋脚毎にラルセン式第Ⅱ型長さ 14.5 m 鋼矢板を打込んで隔壁としその尖端を基面下 1.00 m に達せしめ、斯くして可動堰基礎を 35×18 m の 10 個の函形に分割する。

基礎上下流兩端の締切鋼矢板は以て水の滲透と砂の逸脱とを防止するに充分であると信するけれど、萬一の事變に際し災害を當該徑間だけに局限せんがための用意として各橋脚毎に隔壁を設けたのであつて、上記隔壁矢板は工事用の假締切に兼用せんがために常水位上 1.25 m の高さに打止め、後に河底に於て切斷する。

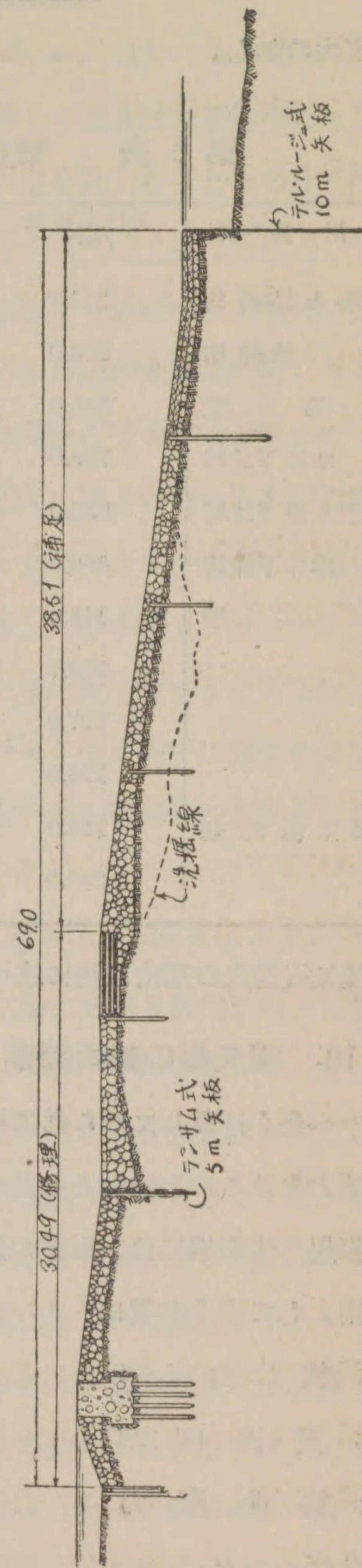
可動堰下流には幅員 10 m の混凝土水叩を設けその下流端にランサム式ユニフォーム・ライト型長さ 6 m の鋼矢板を河底まで打込む。混凝土水叩の幅員及び鋼矢板の長さ共に短小なる嫌ひはあるが、その下流は舊自在堰に至る平均幅 50 m の區間を下部に粘土褥、上部に粗朶沈床を敷きその上を重量 1 噸の混凝土方塊を以て敷詰め、且つ自在堰上流端には應急工事に於てラルセン式第Ⅱ型長さ 12 m 鋼矢板を河底まで打込んだのであり、更に自在堰基礎は之

を補強修理して新可動堰下流水叩の延長たらしめる（之を第一床固と呼ぶ）のであるから、水叩の構造として殆んど間然する所なきを信ずる。

次に固定堰にあつては堰堤下流法尻の線にランサム式ユニフォーム・ライト型長さ 5 m 鋼矢板を打込んで之を補強すると同時に下流洪水敷の洗掘に對し在來水叩に接続して、幅員 38.5 m、勾配約 12%、張石工法による水叩を下流に補足し、その末端にはテル・ルージュ式第Ⅱ型長さ 10 m 鋼矢板を打込んでその尖端を基面下 3.00 m に達せしめる（第 37 圖參照）

最後に新可動堰は固定堰の線から 100 m 上流に移つたのであるから此の喰違ひを匡正するために兩者に直交して流水の方向に隔壁を造る。之には鋼矢板を 4 m の間隔を置いて 2 列に打込みその間に割石、砂利及び砂を填充し表面は厚さ 60 cm の混凝土を被覆する。

以上は補修工事に於ける鋼矢板の主要なる用途であつて、その配置は之を附圖に示す。此等の鋼矢板壁延長を表示



第 37 圖

すれば次の如し。

第 5 表 補修工事に於ける鋼矢板用途

使用箇所	矢板壁延長(m)	矢板様式	断面番號	矢板長(m)
可動堰上流締切	214.1	ラルセン	Ⅱ	12.0
同 下流締切	205.9	テル・ルージュ	Ⅱ	11.0
同 隔 壁	385.0	ラルセン	Ⅱ	14.5
同 水叩下流端	799.0	ランサム	ユニフォーム・ライト	6.0
固定堰々體下流端	532.0	ランサム	同	5.0
同 水叩下流端	499.9	テルルージュ	Ⅱ	10.0
同 隔 壁	145.6	ラルセン	Ⅱ	12.0
同	109.7	テル・ルージュ	Ⅱ	11.0
同	127.0	同	Ⅱ	9.0
同	126.0	ランサム	ユニフォーム・ライト	6.0
工事用假締切	120.0	テル・ルージュ	Ⅱ	9.0
同	230.0	同	Ⅱ	7.0

各種矢板選定の理由は後に述べる。

10. 鋼矢板の断面剛率

地中へ全く打殺しにせられる場合を除いて矢板壁は必ず土壓又は水壓の如き横壓力を蒙るのを原則とし此の横壓力に對して矢板は途中に設けられた鎮礎の腹起用溝形鋼又は工形鋼の點と、地中根入部とを支點又は支端とする鉛直の桁として働くが故に

M ; 彎 曲 率

S ; 斷 面 剛 率

f ; 彎 曲 應 力

とすれば

$$f = \frac{M}{S} \dots \dots \dots (1)$$

なる周知の關係があり、一定の彎曲率の値に對して彎曲應力を最小ならしむるため、又は一定の抗曲強度に對して抵抗率の値を最大ならしめるためには断面剛率の値が最大なるを要する。

同一の斷面積、從つて同一重量の鋼材を使用しても断面剛率が最大である様な形狀、換言すれば成るべく質量を断面重心から離れた所に配置した斷面形狀のものが最も優秀な理窟であつて、此の意味から言へばラカワナの SP 型などは最も劣等であり、波形矢板の内でも斷面の高さの高いもの程經濟的な譯であるが、此の断面剛率に就てはラルセン式やラカワナ式の DP 型は各その型錄に記された數字に多大なる疑問がある。その中でもラカワナの型錄には矢板 1 枚の断面剛率の値と、繼手が完全に緊定せられたものと假定した場合の値とを區別して列記してあるのに、ラルセンでは繼手は完全に緊定せられたものと頭から極めてかかつて非常に大きい断面剛率の値を掲げてあるのは徒らに人を誤らしむる誹を免れない。

相隣接する鋼矢板が交互に反向して打込まれるラルセンやラカワナの DP 型の如き様式にあつて、繼手の線に矢板壁の中立軸があると假定し得るならば、最も經濟的に材料を配置した事になつて、テル・ルージュやランサムなど此の點に就ては到底前者の敵ではなくなるけれど、斯の如き假定が實質上成立するためには繼手が完全に緊定せられて凡ての矢板が一體となつて働かなくてはならない。成程ラルセンの矢板の繼手は可なり窮窟であつて餘裕に乏しく、あれに砂や泥が填まれば可なりの緊定状態になる事は確かであるが、さればと言つて單に繼手の摩擦のみに信賴した斯の如き緊定状態で矢板彎曲の際の裁力が傳達せられるとは思はれず、完全なる裁力の傳達なき限り完全なる緊定状態を假定する事は不可能であつて、個々の矢板は絶対に單一體となつては働かない。若しも繼手の摩擦が皆無ならば 1 波長の矢板壁の断面剛率

は矢板1枚のその2倍に過ぎない事になる。事實は繼手に摩擦がある結果多少の裁力の傳達が行はれ、實際上の矢板壁の断面剛率 S_2 は前掲の S_1 を算術的に加算しただけのものよりは大きい事は明かであるが、無條件に繼手の單一性を認めたラルセンの型録の数値より小さい事も明かである。問題は如何なる程度に繼手の單一性を認めるかと言ふ事に歸着する。以下少しく此の問題を検討して見よう。

前掲の第1表乃至第4表に於ては断面剛率の値は凡て矢板壁に平行なる軸に就て之を算出したのであるが、矢板の繼手に毫も摩擦がないとすれば多少考へ方を變へなければならなくなる。例へばテル・ルージュ式矢板の如きは断面重心を通過し兩端の繼手を連結する軸に關する断面剛率の値こそ前掲第2表の S_2 で表はされるけれど、此の軸に斜交する主軸に關する断面剛率の値は之よりは小さく、従つて之を算術的に加算した矢板壁の断面剛率も亦前掲の S_2 より小さくなる。ラルセンに於ては矢板2枚づつを組合せ、齧合させた繼手にハイドローリック・プレスを以て輾壓を加へ斯して所謂複式矢板を製作する工法があるが、輾壓の効果が完全であつて繼手が充分の單一性を發揮し得る限り、此の複式矢板はテル・ルージュ式矢板と同様に考へ得る事になつて、その兩端に於ける繼手の摩擦が皆無ならば結局鋼矢板壁は一つ置きに完全緊定の繼手と摩擦皆無の繼手とが連結する事になり、此の時の矢板壁の断面剛率はラルセンの型録の値よりは勿論小さいが、個々の矢板が別々に働く場合の値よりは12—13%は大きくなる。

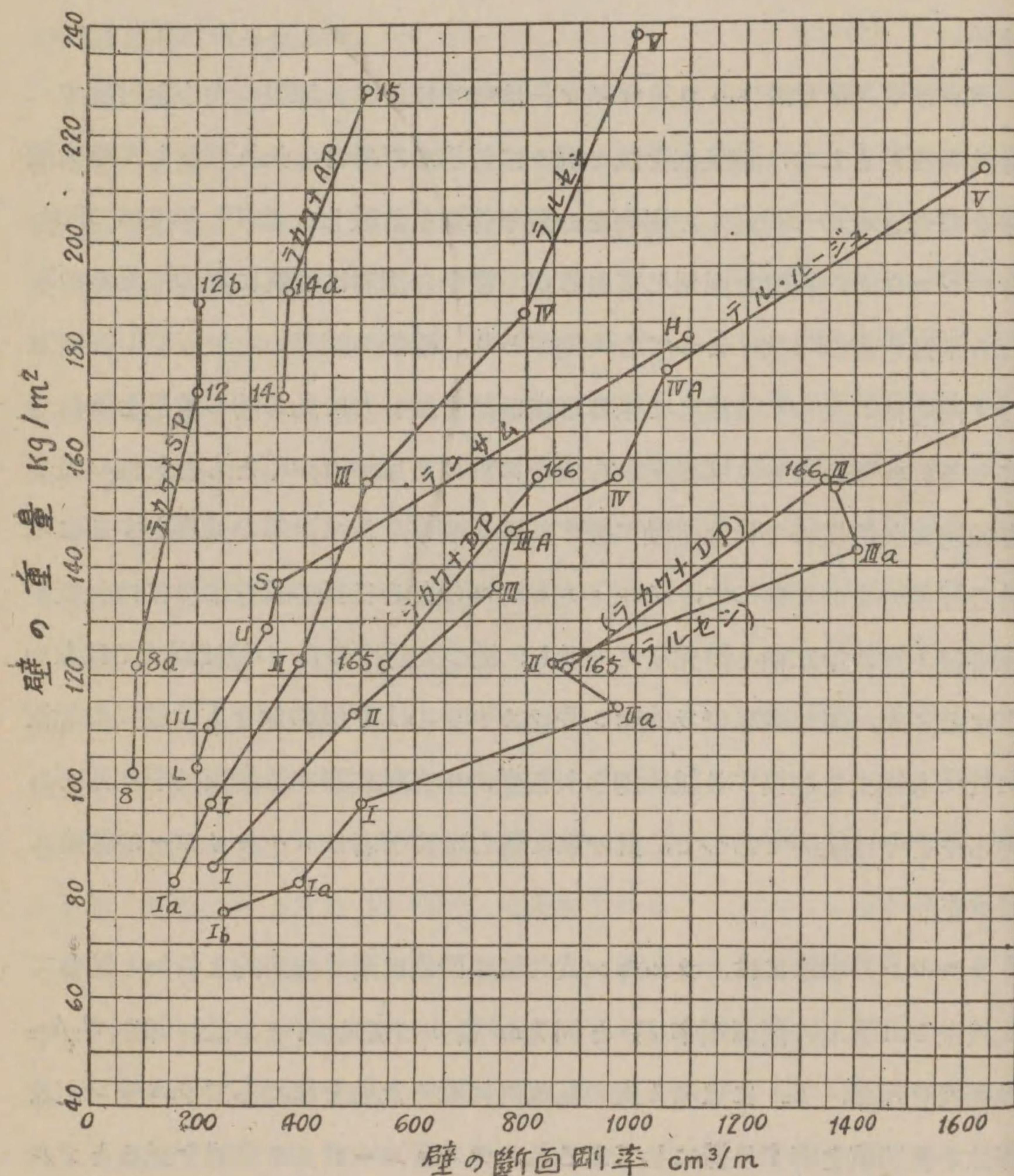
實地上に於ては矢板壁は必ず腹起を用ひて個々の矢板を連絡するのみならず、繼手には必ず摩擦が存在するから個々の矢板の自由彎曲は絶対に許されず、特殊の場合に非る限りテル・ルージュ式矢板やラルセン複式矢板に於ても矢板壁に斜交する主軸に關する1波長の矢板の断面剛率を考慮するを要せず、 S_1 や S_2 は前掲の如く矢板壁に平行なる軸に就て之を算出して殆んど

誤がないと考へられる。此の見解は獨り著者のみならず多くの學者の一致する結論であるが、此の論法を以てすればラルセンの複式矢板では更に断面剛率が増大する事になるけれど、單式矢板に於ては個々の繼手に何れも多少の摩擦が存在する場合と、一つ置きに完全緊定の繼手と摩擦皆無の繼手とが連続する場合とでは、何れが断面剛率が大きいかは簡單には決せられないのである。

ブレネツケ・ウント・ローマイヤーは繼手に於ける摩擦の大小を忖度すべき参考資料として、鋼矢板を個々別々に打込んだ場合と矢板壁として順次繼手を齧合させつつ打込んだ場合との錘撃作業を比較した1915年及び1920年のシエツクの實驗を引用して居るが、繼手の摩擦は土質によつて異なるのみならず打込後の年數によつても大差があり、繼手の錆着いた矢板の引抜に方つて同時に2枚づつ拔出して來る事實の如きは有力に此の間の消息を物語つてゐる。各種の實驗及び經驗から繼手に於ける摩擦は少くとも各矢板の重心を通過し矢板壁に平行なる軸に關する断面剛率を以て計算の基礎とするに充分な程度のものであつて、テル・ルージュの如きは此の意味に於ては矢板の重心線と壁の中立軸とが完全に一致し、従つて前掲の S_2 の値は過大ではない事になるが、更に進んでラルセンやラカワナのDP型の如き1/2波長の矢板に於ても繼手を連絡する線、即ち矢板壁の中立軸に關する断面剛率を採用し得るや否やは疑問であつて、此の點に關しては著者はローマイヤーの結論に疑惑を抱く。

ラルセンの型録には、ラルセン式矢板は何故に斯く經濟的なるかと題して矢板壁1m當りの断面剛率 S_2 と同1m²當りの重量 w_2 との比、即ち S_2/w_2 の圖表を示し、 S_2 には第1表の括弧内に收めた値を採用してラルセンが最高位の經濟値を有する様にしてあるし、テル・ルージュの型録を見るとラルセンの實際の S_2 の値は繼手が完全に緊定せられた場合と、各矢板が個々別々

に働く場合との中間にあるものとして、それによるとラルセンとテル・ルージュとに殆んど優劣がない様に S_2/w_2 の曲線が圖示してあるが、此の論戦に於てはラルセンには餘程の無理がある。ラルセンを1枚づつ離して考へるとテル・ルージュやランサムなどよりも S_2/w_2 の値が低くなるのだから、ラルセンとしては餘り断面剛率に固執しない方が賢明であらう。



第 38 圖

著者は餘り断面剛率を問題にせず、それよりは寧ろ價格の高低、打込及び引抜の難易、継手の優劣と言ふ様な事の方が問題としては遙かに大きいと信するものであるが、断面剛率と継手とは鋼矢板の2大生命であるから、断面剛率を全く無視すると言ふ様な暴論には與みしない。

第38圖はラルセンやテル・ルージュの型録に倣つて著者が計算して見た S_2/w_2 の曲線であつて、之に正當なる判断を下す事は技術者の責任である。

11. 鋼矢板の継手

古來考案又は製作せられた各種鋼矢板の継手の構造は第7圖乃至第36圖に示した通りであるが、一般に鋼矢板の継手は之を次の如く2大別する事が出来る。

(1) 柄及び爪型継手

矢板の継手が左右形状を異にして柄型と爪型とに區別せられ順次柄型を爪型に齧合させてゆく。柄及び爪型継手の始めて世に現はれたのは1899年の特許になるグレッグソン式矢板(第9圖)であつて、現在のテル・ルージュやランサム、ランプなどは此の様式の代表的なものである。

(2) 二重爪型継手

矢板の継手が左右とも全く同形であつて爪型同志で齧合してゆく。二重爪型継手の代表的なものはラカワナやラルセンであつて、特にラルセンの継手は継手の端が鳩の尾の様な三角形断面を有する所から之を鳩尾型継手と呼んでゐる。

此等の継手の構造原理を概言するならば、柄及び爪型継手にあつては継手が壓力を蒙る場合には充分安全であるけれど、張力を蒙るに適せず此の場合には継手脱離の虞があるに反し、二重爪型継手特に所謂鳩尾型継手に於ては継手が張力を蒙る場合には安全であるが、壓力を受けしむるに適せず此の場合には継手脱離の危険がある。

何れにしても鋼矢板の継手の要件は

- (1) 堅牢にして破損又は脱離の虞のないこと、
- (2) 継手の餘裕は最小にして間隙少く且つ横圧力を受けて自ら水密となる構造であること、
- (3) 但し継手には少くとも打込及び引拔を甚だしく困難ならしめざる程度の餘裕を存すること。

此の3點が最も大切であつて、継手の部分の肉が餘り薄いと継手破損の危険があり、継手の餘裕が少ければ水密性に於て優り且つ矢板壁の單一性が増進せられる代りには、打込も引拔も非常に困難になる。之に反して継手の餘裕が多いと打込、引拔ともに容易であつて、矢板を継手の線で少しづつ、折り曲げ之を曲線形に打込んで矢板壁に曲率を與へる事も容易であり、地中の障害物に遭つて矢板が中心線から逸れた場合にも之を匡正する事が出来るなどの利益がある代りに、打込に際して矢板壁が鋸齒状線に蛇行しない様に堅牢なる導材の必要があり、又それだけ水密性が害せられ、更に甚しきは継手脱離の危険を生ずる。

以上の見地に立ちて各種矢板の継手の優劣を比較するに、ラルセンの継手はその強度も水密性も略理想に近いものであると言へるが、例の鳩尾の付け根の部分の肉が薄きに失して此の部分に龜裂を生ずる虞があり、継手の餘裕も小さ過ぎるから打込も引拔も他の矢板に比して極めて困難である。但し矢板壁が傾倒する様な事があつても継手は絶対に脱離する事なきは、某所の工所用假締切が決潰した實例が之を立證してゐる。元來ラルセンの継手は一旦齧合したが最後、決して離れない様な構造になつてゐるが、鳩尾の根部に缺陷があつて其處から切れて仕舞へば夫れ迄の話である。幸にして補修工事に於ては空前の嚴格なる検査を経て矢板を購入した結果、ラルセンの継手が切れた例はなかつたし、又他工事に於てもそんな話は聞かないが、特別に大き

い應力を受けた場合には継手が切離する可能性がある事は容易に想像せられるし、事實昭和二年の自在堰應急工事當時打込んだラルセンの矢板には継手の切離した實例があるのだから、ラルセンたるもの決して意を安んじてはならない。

次にテル・ルージュやランサムは柄及び爪型継手であつて、比較的間隙が多いから打込も引拔も容易で、殊に前者の如きは継手の線で少しづつ折り曲げて行つて矢板 17 枚で最小半径 1 m の圓形を作り得ると言はれてゐるが、ラルセンに比すれば水密性に於て劣る所があり、且つ地中の障害物に遭つた場合には継手脱離の危険がないでもない。即ち此等の矢板にあつては打込の途中に於て地下障害物に遭遇すると矢板尖端附近で継手の爪が開き柄が脱出して仕舞ふのであつて、此の場合には矢板頂部では継手は完全に齧合してゐても中途から全く継手が脱離してゐるのを常とし、補修工事に於てもテル・ルージュ式及びランサム式兩種の矢板に就て多少の継手脱離を發見したのであるが、此等兩種の矢板のために萬丈の氣を吐くものは昭和五年八月信濃川の洪水に際し可動堰工事の假締切堤を破壊した時、その内側に土留用として打込んであつたテル・ルージュ式及びランサム式の矢板が洪水の激流に衝かれて傾倒したにも係らず1枚も継手の脱離を見なかつた實例である。矢板壁の一部は鉛直に残り一部は水中に押し倒されたのであるから、継手には可なりの張力が働いたものと想像せられるのに、張力を支へるに不適當な構造を有する柄及び爪型継手が脱離しなかつた事は寧ろ一種の奇蹟であるとさへ考へられる。即ちさう言ふ事もあり得るのである。

二重爪型継手ではあつてもラルセンとは齧合の原理を異にするラカワナに於ても矢張り継手脱離の危険がありはしないかと疑はれるが、補修工事に於てはラカワナ式の矢板を使用しなかつたから此の點に關しては明確に斷定し兼ねる。但しラカワナの継手は構造上、爪型の尖端に相當に肉が附いてゐて

容易には爪が開き相にもないから、継手脱離の機會は前2種の矢板よりは餘程少いであらうと思はれる。

勿論何れの矢板にしても地質が軟くて矢板の打込が順調に且つ容易に行はるる場合には、継手脱離の問題などが起る譯はないが地中に轉石があつたり埋木があつたりして打込に無理が起る場合に限つて継手脱離の危険があり、此の時に始めて継手の強弱、優劣が問題に上るのである。

以上の説明によつて現在の鋼矢板の継手には何れも一長一短がある事を認め得るであらう。

12. 鋼矢板の水密性

土留に使用せられる場合は姑く措き、鋼矢板を水留のために使用する場合には継手の水密性が最も必要である。單に水密性だけを論ずるならば継手の餘裕が少く、杓が爪の間へしつくりと嵌まつたもの、又は爪と爪とが密接に齧み合つたものが最も優秀であつて、漏水が最も少いか或は少くとも打込當時には多少の漏水があつてもそれが最も早く止まると言ふ長所があると考へてよい。此の意味から言へばラルセンの鳩尾型継手はテル・ルージュヤランサムなどよりは優つてゐる事になる。實際上打込當時に於ける前者の漏水は後者より遙かに少い事は確かであるが、著者は鋼矢板の継手の水密性には絶対の信頼を拂ひ得る事を確信する者であつて、此の點に關して次の如き見解を抱く。

(1) 如何なる種類の鋼矢板であつても継手の脱離がない限りは、始めは可なりの漏水がある場合でも漸次継手に泥や砂が填まれば漏水が減少して最後には充分の水密性が得られる。

(2) 單に水留だけの目的、即ち継手の漏水を留めさへすれば締切の目的を達し得る様な場合には、矢板壁の断面剛率にして不足せざる限り矢板は1列だけで充分である。

砂礫を以て造られた土堤の如きでさへ洪水の濁流を數回受ける内には土砂の間隙に泥土が浸入して漏水を見なくなる程であるが、継手の漏水は河水が濁つて居れば居る程早く留まり、土質から言へば細砂交りの粘土の如きは最も結果がよく、その次は細砂、最も水密になり悪いのは粗砂である。水中工作物の基礎締切として河底又は海底に打込まれた矢板に就いても同様の關係があり、始め継手を通して地下水の流動があつてもそのために土砂の逃逸するが如き危険は絶対になく、地下水の流動さへもやがては閉止するに至るべきは極めて明瞭である。従つて補修工事に於ける新可動堰の基礎締切鋼矢板に對しては少くとも継手の水密性の關する限りに於て滿幅の信頼を拂ひ得ると信ずる。

漏水を留めるための人爲的方法としては成るべく短時間に多量の濁水を継手を流過せしめるのが最も有效であつて、之が實地作業としては石炭燼、粘土などを流して水を汚濁する事と、唧筒を使用して盛んに締切内の排水をする事とであり、外側から継手の間隙に捲肌やフェルトを填充するが如きは迂遠なる方法と評すべきであらう。粘土は塊状のまま水中に投入したのでは殆んど効果がなく、先づ之を水に溶かして粘土糊状體を作つてから水中に注下すべきであるが、粘土の継手填塞を助成するためには上記糊状體に細かく切断したマニラ綱の屑やフェルト屑の如き纖維片を混入するのがよい。継手の間隙が大きい場合に於て特に然り。

締切内の唧筒排水は絶対に必要であつて、排水をして締切内外の落差を増せば増す程継手を通過する水量が増して、微粒子によつて継手の填塞せられるのを促進する事になるが、締切内外に水位差がなければ折角の濁水も継手を通過する事なく、継手填塞の機能を失ふ外はないのである。

以上の如くにして継手が微粒子のために填塞せられる結果、鋼矢板が水密になるとすれば水留のためには矢板1列だけで充分な理窟であつて、水深が

著しく大きく1列の矢板壁では充分の断面剛率が得られない場合に限り矢板を2列に打て圍堰とする。前掲のハドソン河吊橋に於ても水深12mまでは矢板1列、同12—24mの部分は2.4mの間隔を置いて矢板を2列に打込み、その間に混凝土を填充した圍堰にしてある。

勿論水壓を支へしめるためには締切内に適當なる支保工を設ける必要があり、ハドソン河吊橋に於ては水平には約5.5m間隔、鉛直には2.4—3.0m間隔を以て水平の支保材を縦横に配置し、その交點毎に支柱を立てた極めて堅牢なる櫓式支保工が組まれたのである。

13. 鋼矢板の耐久力

鋼矢板を永久工事に使用する場合にはその耐久力即ち壽命と言ふものを考へなくてはならない。鋼は空中に於ては勿論、水中に於ても酸化腐蝕を免れず、殊に海中に於ては海水に犯されるばかりでなく海蟲が附着するがためにその分泌する有機物のためにも犯される。此の意味から言へば鋼矢板の岸壁の如きは永久的工事と見做し得ない事になるが、然し一般に港勢は20—30年もすれば激變して設備改善の必要に迫られるのを常とするが故に、鋼矢板の耐久力が20—30年以上である限りは之を岸壁に使用して毫も差支ないと言ひ得るのである。獨逸のローマイヤーなども此の點を力説して工費の低廉な鋼矢板岸壁の採用を薦めてゐる様であるが、然らば鋼矢板の壽命は果してどれ位であらうか。

獨逸の海岸工作物として約40年前に使用せられた鋼矢板が今後猶ほ40—50年間は壽命があると認められるから、鋼矢板の耐久力は80—100年と考へてよいと説明してゐるラルセンの型録は聊か誇大に失する。船舶にしても船底に防錆塗料や防蟲塗料を施して修理を怠らないにも係らず、20年もすれば船底などは全部取換へなければならぬと言ふ事であつて見れば、假令岸壁と船底とでは荷重状態を異にし、且つ鋼材の中に多少の銅を含有せしめたと

してもラルセン式鋼矢板が數百年の耐久力を有するなどは俄かに信じ難い。

ラルセン及びテル・ルージュ鋼矢板は次の如き鋼材抗張強度を有する。

第 6 表 鋼矢板抗張強度 (kg/cm²)

鋼 材 種 類	ラ ル セ ン 式	テ ル ・ ル ー ジ ュ 式
準 硬 鋼	4,500—5,200	4,200—4,900
同	4,800—5,600	4,500—5,200
硬 鋼	5,000—6,000	5,000—6,000

海中工事に使用するものは0.20—0.25%の銅を含有せしめる事は双方とも同じであるが、銅の含有は強度には影響を與へない。上表の値を見れば安全率を4と取つても1,100—1,500 kg/cm²の許容強度を採用し得る事が分る。但し型録に記された上表の數字は少くとも最大限の値であつて、往々にして此の規格に合格せざる製品もある事を特に注意して置く。それから波形鋼矢板を壓延する場合には輻子の周邊に接する部分とその中心軸に近い部分とでは圓周速度を異にするため、鋼矢板の表面は各部相異なる初應力を蒙りそれが多少とも矢板断面の強度に影響すると言ふ事實があるらしい事も注目に値するであらう。

鋼矢板に含銅鋼を使用する目的は勿論その酸化を輕減するにあるが、その效果如何に就ては輕々には斷定し難いものがある。殊に0.20—0.25%程度の極めて少量の銅の含有によつて著しい酸化の輕減を期待するのはする方が無理であるが、銅の含有量を増す事は單に價格の騰貴を意味するに止まらず、鋼の材質に好ましからぬ影響を及ぼす虞があるから、含銅鋼そのものは餘り多くを期待し得ぬのが必然的の運命ではあるまいか。さればと言つてクロム鋼、ニツケル鋼の如き防錆的特種鋼を鋼矢板に使用する事は單なる想像としても餘りに荒唐無稽である。現在普通の壓延鋼の價格が1噸80—90圓の相

場であるのに、假令硬鋼又は準硬鋼を使用するとは言ひながら1廻 140—150圓の高價を唱へる鋼矢板に對して、更に是れ以上價格の騰貴を招く事は殆んど致命的の打撃に等しいのである。

即ち現在の含銅鋼の程度に満足するとして、假令此の含銅鋼を使用しても淡水中又は海水中に打込まれた鋼矢板の壽命はそれ程長いものとは思はれない。此の場合にも矢張り木材と同じく満潮位と干潮位との間の部分、高水位と低水位との間の部分即ち乾濕の交互作用を受ける部分の腐蝕が最も甚しいから、此の部分には別に防錆工事を施すのがよい。

淡水は海水に比すれば腐蝕の程度が弱い様ではあるが、河水が植物性の塩土を絶えず流す所ではそれが矢板の表面に附着して腐蝕すると有機酸を生じ著しく鋼の腐蝕を促進する。之を最近の實例に徴するに、大河津閘門の扉を塗り直すために之を水面上に引揚げた所、常水面附近から下は一面に直徑20mm程度の扁平なる饅頭型の浮錆を生じて居り、それを割つて見ると内部は球形に腐蝕して、10年間に鋼板は1.5—2.0mm位は黑色に犯されてゐる事が確められたのである。此の調子でゆくと厚さ9.5mmの鋼板も30—40年で跡方もなくなる譯で、かうなると最早や耐久力の問題を超越して仕舞ふ事になるが、此の例は維持が不良であつた特別の場合であるとしても、鋼の耐久力を論ずるに際して少くとも最悪の場合の参考にはなる。

次に鋼矢板の防錆工事としてはその材質に觸れない限り表面被覆によるの外はなく、之には次の如き工法がある。

(1) コール・タール又は瀝青質材料を以て矢板の表面を被覆する。之には加熱したコール・タール又は瀝青材の槽中に鋼矢板を浸漬した方が、刷毛を用ひて此等の料材を表面に塗布したのよりも結果がよく、被覆の厚さも均一であれば被覆材と鋼との附着も密接である。

(2) 費用の嵩むのを厭はなければ例へば船底塗料の如き特殊の防錆塗料

を塗布し、時々此の塗装を繰返してもよからう。

(3) 水線附近は特に腐蝕が激しいから、友人工學博士岡部三郎君の考案した様に、鐵網を矢板に熔接して薄い鐵網混凝土の壁にするのも一法である。

(4) 最後の方法としては矢板が甚しく腐蝕した場合に之を型板に代用してその前面に鐵筋混凝土の壁を作り、之を以て矢板に代らしむる事も出来る。

補修工事に於て使用した鋼矢板の内では可動堰と固定堰とを連絡する隔壁だけが河底より上に出てゐるので、此の部分は信濃川の濁流のために可なり腐蝕を蒙るであらうと思はれるが、此の部分は低水時には少くとも片側は全部水面上に現はれるから、毎年1回位づつ塗装を施す事にすれば相當に耐久力を増し得ると信ずる。塗料としては防錆及び防蝕的船底塗料は固より光明丹の如きでさへ價格が非常に高いからコール・タールを使用するに止めたのである。

以上は地上に現はれた矢板の部分の話であるけれど、地中に打殺された鋼矢板の耐久力は極めて大きく、場合によつては殆んど無窮だとさへも考へられる。之は大河津で昭和二年の夏に打込まれた鋼矢板が地中に埋没せられた部分に限つて3年後に之を引抜いて見ても、少しも酸化の形跡を止めず、打込當時塗つてあつたコール・タールさへ少しも剝離しないでその儘に残つてゐた眼前の事實からも容易に推定し得る所であるが、特に地層が硅酸質の細砂である場合には鋼が酸化を起すと同時に硅酸鐵を生じ、矢板は硅酸鐵の皮膜を被つて爾後の酸化を防止せられる。長く河底の砂中に埋没してゐた錨などの周圍に砂が固着して恰も砂岩の岩塊の如き状態を呈するのも之と同じ理由に基く。凡そ此等の實例から推斷して著者は新可動堰の基礎締切鋼矢板を先づ萬代不易であると考へてゐるのである。

14. 鋼矢板と地質

次に少しく鋼矢板と地質との關係を調べて見よう。

- (1) 鋼矢板を打込むのに最も容易な地質は沈泥、粘土、火山灰などで、此の場合には作業上殆んど何等の困難もない。
- (2) 砂の場合は杭であつても矢板であつても打込が可なり困難であつて、水射法を採用しなければ打込が不可能な事さへある。
- (3) 鋼矢板は比較的重量が大きい所から、木の杭の場合の如く弾性地質のために反撥せられる傾向が少い。弾性地質と言ふのは河川の下流部などに多い中間層であつて、含水量の多い泥土などから成り杭打の極めて困難な不壓縮性の地層を指す。
- (4) 砂交り粘土層の場合の打込はさして困難ではないが、砂層と粘土層とが交互に重なつてゐる場合には、上部粘土層のために下部砂層には水射が有効に利かない事があつて、打込が最も困難である。
- (5) 地質が砂利層又は玉石層であつても、その粒が餘り大きくなく且つその間隙が砂や粘土で堅牢に充填せられた、米國の所謂ハードパンの如きものでない限り、打込は決して不可能ではない。
- (6) 著しく粒の大きい玉石の層では鋼矢板は殆んど打込不可能である。ラルセンの矢板は玉石でも割つて這入るなどと言ふのは俄かに信用し兼ねる。
- (7) 地中に單獨に轉石や埋木などがあつてもその石質なり木質なりが餘り硬くなければ割つて這入る事もあらうが、多くは矢板とその障碍物とが互に避けるのではないかと思はれる理由がある。一時打込不能に陥つた矢板に錘撃を加へてゐると暫くしてから再び沈下を始めると同時に矢板が中心線から逸れて來たり、扭れが現はれたりする事があるからである。斯る場合に矢板の繼手が最大危機に遭遇する。
- (8) 轉石や埋木の眞唯中に矢板が乗つた場合には避ける事も逃げる事も出来ないから、爾後の打込が不可能に歸する。
- (9) 地中の障碍物に遭遇した時は矢板が少しも沈下しなくなつて杭打錘

を反撥し始め、同時に矢板頂部が破損したり扭れたりする事によつて之を悟る事が出来る。

(10) 軟い岩盤中には鋼矢板を多少は打込み得るが、硬い岩盤への打込は絶対に不可能である。之を概言するに水成岩のあるものは鋼矢板の打込が可能であるけれど、火成岩への打込は全く不可能である。

(11) 岩質が軟いとしても成層岩であつて而もその成層が傾斜してゐる場合には、矢板の尖端がその成層の方向へ逸れる傾向があつて打込が不結果に終る事がある。

此の内最後の1項は特に新信濃川終端の土丹岩層に就て實驗して見た結果であつて、矢板が岩盤中に嵌入してゆくに從つて約20°の傾斜を有する岩盤は層狀に剝離し、且つ矢板の鉛直軸が漸次土丹岩の成層面に沿つて傾斜するがために、矢板の打込が不可能に歸すると同時に尖端部に於ける水留の目的を達する事が出来なかつたのである。

然るに前掲ハドソン河吊橋の假締切では鋼矢板を30cmだけ河底の岩盤に嵌入させてある。岩質は土丹岩又は砂岩だと言ふ事であり、地質學上土丹質と砂岩とは連続的又は互層的に現はれるものであるから、此の場合には岩質なり成層なりが好適條件を備へてゐた事と思はれる。

又鹽釜の築港でもラルセン式鋼矢板の尖端を1mだけ土丹岩中に打込んでゐるのであるが、凡そ此等の實例によつても鋼矢板は少くとも軟岩中には之を嵌入せしめ得ると言ふ事が立證せられた譯である。

第三章 鋼 矢 板 の 購 入

15. 鋼矢板の檢收

凡ての特許品に對しては材料檢査の際の注意が比較的閑却せられ勝ちであり、鋼矢板にしても普通長さ、幅、重量などは調べて見るが、その他の點に

は觸れない場合が多く、例へば強度試験の如きは問題を生じた時の外は行はない。強度試験などは省略して差支のない場合であつても、鋼矢板の生命は継手であるから継手だけは必ず入念に調べなければならないのである。

幸か不幸か補修工事以前に於ては矢板検収の結果多数の不良品を発見して之が引換を命じたと言ふ様な話は聞かず、従つてその結果が直ちに各業者の間に悪宣傳の材料として利用せられたと言ふ様な話もなかつたのであるが補修工事に於ては凡ての様式の凡ての矢板に就て継手の検査を特に厳格に行つた結果、各種の矢板に夫々不良品を発見して之が引換を命じたのであつた。各当事者が多大の損失を忍んで各自式矢板の名譽のために、遅滞なく此の引換命令に服したのは多としなければならないが、次にその結果を概言しよう。

(1) ラルセン式矢板

鋼矢板は何れの様式のものでも鋼塊から仕上げる迄に 10 回以上も輾子にかけて壓延するのであるからその途中では必ず冷却作用が起り、温度の下り過ぎたものを無理に壓延すると矢板断面は應張力を蒙つて表面に龜裂を生ずる。嚴冬時の製作品に於て特に然り。ラルセンに於ては継手に於ける鳩尾の根部が肉が薄い上に直角に曲げられる部分である所からその外側には龜裂を生じ易く、殊に補修工事への納品は 1927 年の冬期の製作に係り、当事者の辯明する所によれば降誕祭を前にして職工の同盟罷工に脅かされた匆忙の際の製品であつたためか、此の龜裂が非常に多くその全長を通して少しも龜裂がないと言ふ矢板は極めて少く、龜裂の甚しきは幅 1 mm, 長 4—5 m を超える様なものがあつて、顕微鏡試験の結果はその部分は明かに組成が變つてゐる事が認められるので、龜裂の甚しいものだけを取換へさせる事にしたが、それでも取換品の數量は 30—40 % に達し、その取換品の中に又不良品があつたりして、非常に手数のかゝつた検収であつた。

敢てラルセンのために辯ずるのではないが、事の真相は真相として世の誤

解なからしむるために一言して置きたい事は、ラルセン式矢板の鳩尾型継手はその長所であると同時に弱點であつて此の部分に缺陷を生じ易いのは明かであるけれど、ラルセンの矢板には常に必ず継手に龜裂があるかと言へば必ずしもさうではなく、應急工事時代の購入矢板を調べて見ても龜裂を発見する矢板がないではないがその率は非常に少い。是に依つて之を見れば補修工事の購入品は当事者の説くが如く、最悪の場合に遭遇したのかも知れないのである。更に一步を譲つて假令継手に龜裂があつたとしても全然使用に適しないかと言へば必ずしもさうではなく、例へば建築物の根掘用假土留などの用途には立派に役立つ。現に此の不良品を補修工事に於ては別途の使用目的に對して再選の上購入したのである。唯可動堰工事の如きは長さ 12 m の矢板の全長を砂層中に打殺しにするのであるから、打込が相當に困難であり、従つて継手に無理が起るべきを豫想したのと、可動堰の將來の安否は偏へに基礎締切鋼矢板の継手に係るが故に、此の部分に使用する矢板に限つて特に嚴選主義を採つたのである。

寫眞第 1 圖及び寫眞第 2 圖は上記の検収に際して施行したラルセン式鋼矢板継手に於ける顕微鏡試験の結果であつて、此の試験を委託した内務省土木試験所の意見では、此等の龜裂の原因を主として化學的組成に歸し、壓延中に起る硫黄分の影響による熱時脆性、燐分の影響による低溫時脆性、高炭素分の影響による延伸性の不足等に原因するものと推定せられるとある。

(2) テル・ルージュ式矢板

此の矢板は壓延に餘り無理がないためであるか龜裂は殆んどなかつたけれど、標準寸法を有する柄型と爪型との継手片を切取り之を使用して凡ての矢板の継手を調べて見た結果、柄型の小さ過ぎるのはなかつたが、爪型が大き過ぎて継手の脱離するものを多少発見し之を不良品として引換へさせたのである。3種の矢板の内ではテル・ルージュが一番検収成績がよくて、不良品

は極めて僅小であつた。而もテル・ルージュの爪型継手は爪の肉が薄く、無理をすれば爪が開いて柄が拔出す傾向があるから、固定堰に使用した長さ 10 m、假締切に使用した長さ 9 m の矢板の打込の結果から言へば、1.0% 位の割合に継手の脱離があつたのであるから、上記の如き厳格を極めた検収の結果も猶ほ且つ絶対の信を置く事を得ないのである。但しテル・ルージュであつても第Ⅲ型、第Ⅳ型の如き重強断面になれば爪の肉が厚くなるから継手脱離の危険は餘程減少するのではないかと思はれる。

(3) ランサム式矢板

此の矢板に於ても継手に就てテル・ルージュと同じ様な検査をして多数の不良品が発見せられた。標準寸法に比して柄型の小さ過ぎるのは全部取換へを命じ、爪型の大き過ぎるのは餘りにその数が多いので鐵槌で打直して爪の開きを狭めさせ、柄型が脱離しない程度に復したものは採用し、どうにも手直しの途がない程開き過ぎてゐるものは不合格として、結局 5—6% の取換へを命じたのであるが、此の矢板は長さも一番短くて 5 m 及び 6 m に過ぎず従つて打込もそれ程困難を感じなかつたのに 2—3 枚ではあるが継手脱離を発見したのであつた。

ランサムにしてもテル・ルージュにしても鐵槌で打直す位の程度で容易に爪型継手が變形を起すのであるから、継手として之に全幅の信頼を拂ふ譯には行かないのである。

16. 鋼矢板の價格

鋼矢板には限らず凡ての商品の價格は種々の條件によつて決定せられ、特に今日の如き不況時代だとか或は又商略のためには原價を割つて賣込の競争をする場合もあつて、各種鋼矢板の價格にしてもその時々で著しく變動する。

昭和二年の自在堰應急工事に使用した鋼矢板はラルセン式第Ⅱ型長さ 12—9m、總重量 845 噸餘であつて、應急の際競争入札に附する暇がなかつたの

と、在庫品の關係やら継手に對する施工当事者の技術的判斷の結果やらからラルセンだけを指名して購入したのであるが、此の工事には著者は直接の關係がないから特に此の際ラルセンを選定した理由に就ては茲に責任のある説明を下し兼ねる。

斯の如き事情の下に購入せられた矢板の價格が可なり不廉なものであるのは容易に想像し得られる所であつて、鋼矢板を使用しない限り應急工事の施行は事實上不可能であつたから、價格の廉不廉は問題にはなり得なかつたとは言へ、此の時のラルセン式鋼矢板の價格が尠當り 192 圓を超えたと言ふのは寧ろ法外の高値である。

補修工事使用の鋼矢板 3,124 噸餘を購入するに方つて著者は次の如き方法を探つた。

(1) ラルセン、テル・ルージュ及びランサム 3 種の矢板を選定し、各特許品たる性質に鑑み會計法規中の便法によつて入札の方法を取らず、見積書を提出せしめて隨意契約を締結する。

(2) 使用箇所によつて各種矢板に就て適當なる型番號を指定して各別に見積らせる。或箇所はラルセンの第Ⅱ型又はテル・ルージュの第Ⅲ型を指定し、或箇所はラルセンもテル・ルージュも第Ⅱ型を指定するが如し。

(3) ラカワナを指名から省いたのは別に之を排斥したのではなく、ラカワナの矢板は比較的價格が高いのと當時上記 3 種の矢板だけが猛烈な賣込競争をして、毎日著者の机邊に殺到して已まなかつたからと言ふだけの簡単な理由に過ぎない。

(4) 上記各見積書を比較して見て使用箇所毎に最低價格のものを落札と決定して購入契約を結ぶ。但し技術上の見地から見て、價格が多少高くても之を補ふに足るべき優秀なる點があれば二番札を以て落札と決し、此の購入契約を合法的ならしむるに足る技術的意見を附したのもある。

凡そ斯の如く最低価格のものを拾ひ出す遣り方は購入方法としては非常に巧妙ではあるが、商人の側から言へば価格の融通性を奪はれる事になつて聊か氣の毒の感じがするけれど、著者は此の方法によつて昭和二年六月には越當り平均190圓内外で購入した鋼矢板を同年十二月には越當り平均154圓内外、即ち前者の81%の安値を以て購入したのであつた。

次に購入各種矢板の數量、重量及び価格を列記する。

第 7 表 各種鋼矢板價格調

記號	矢板様式	型番號	長(m)	數量 (枚)	重 量 (噸)	金 額(圓)	越當(圓)	摘 要
(1)	ラルセン	Ⅱ	12.0	627	368.7	70,931.520	192.390	應急工事 (昭和 二年度)
(2)	同	同	11.0	101	54.4	9,433.400	173.280	
(3)	同	同	10.0	592	290.1	55,787.440	192.300	
(4)	同	同	9.0	300	132.3	24,438.000	184.720	
(5)	テル・ルージュ	同	11.0	526	247.7	39,486.820	159.400	補修工事 (昭和 二年度)
(6)	同	同	9.0	316	121.7	18,688.240	153.610	
(7)	同	同	7.0	605	181.5	27,830.000	153.330	
(8)	ラルセン	同	12.0	502	295.2	45,648.660	154.640	
(9)	ランサム (ユニフォーム ライト)	同	6.0	726	174.2	26,832.960	154.000	補修工事 (昭和 三年度)
(10)	同	同	5.6	1,022	204.4	31,477.600	154.000	
(11)	テル・ルージュ	Ⅱ	11.0	321	151.2	22,149.000	146.490	
(12)	同	同	10.0	1,509	645.9	95,972.400	148.590	
(13)	同	同	9.0	22	8.5	1,259.500	148.700	補修工事 (昭和 三年度)
(14)	ラルセン	同	14.5	962	683.0	108,071.080	158.230	
(15)	同	同	12.0	417	245.2	30,451.020	124.190	
(16)	同	同	10.0	56	27.4	2,072.000	75.620	
(17)	ランサム (ユニフォーム ライト)	同	6.0	177	42.5	6,726.000	158.250	補修工事 (昭和 三年度)
(18)	同	同	5.0	481	96.2	15,374.400	159.920	
計				9,262	3,970.1	632,630.040	159.350	

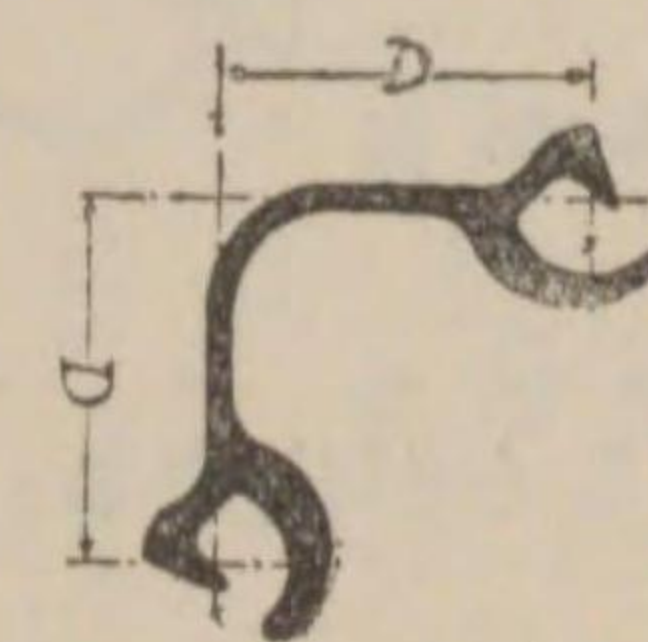
上表の内(1),(3)の矢板は應急工事の際在庫品の關係上含銅鋼製品を購入したもので、その他は凡て普通鋼である。又(15)は前述の檢收不合格品を別途の使用目的に對して支障なき程度で選別購入したもの、(16)は中古品を購入したので、何れも越當り價格が市價に比して著しく低廉なのは此の理由による。

一般に越當り價格の點から言へばラルセンよりはテル・ルージュの方が低廉であり、單に價格の點で競争する事になるとラルセンは常にテル・ルージュに一籌を輸するの觀があるのは、前記總代理店の内容組織や營業方針に少くとも一半の責任がある様に思はれる。

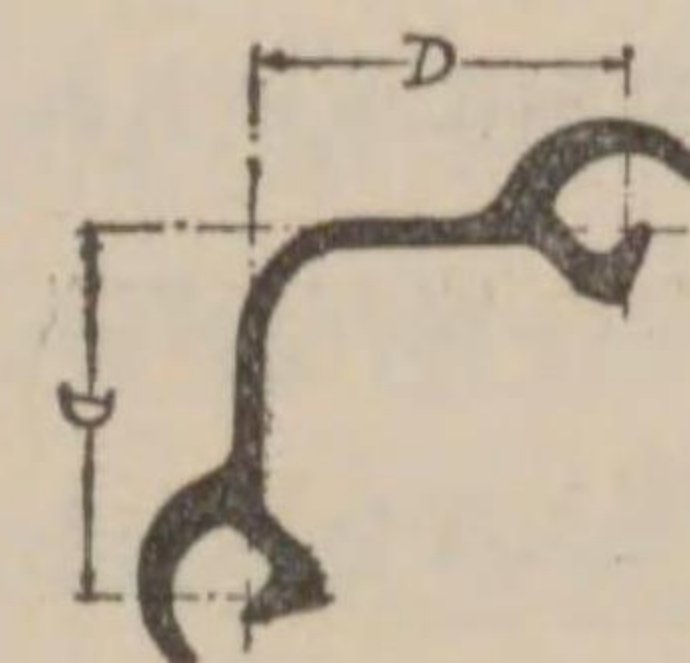
第四章 鋼矢板の加工

17. 隅 矢 板

凡ての鋼矢板は繼手に於ける餘裕を利用して矢板壁を曲線形に造る事を得べく、テル・ルージュ、ランサムの如き柄及び爪型繼手の矢板にあつては矢板幅の2.5倍、即ち0.9—1.4mまでの半徑に矢板壁を彎曲させる事が出来る。ラルセンの如く繼手に餘裕の少い矢板にあつてさへ4mの半徑に曲げてゆく事が可能であり、地質状態が良好なる場合に於て第Ⅲ型、長さ11mの矢板を2.5mの曲率半徑を以て打込んだ例さへある。



第 39 圖

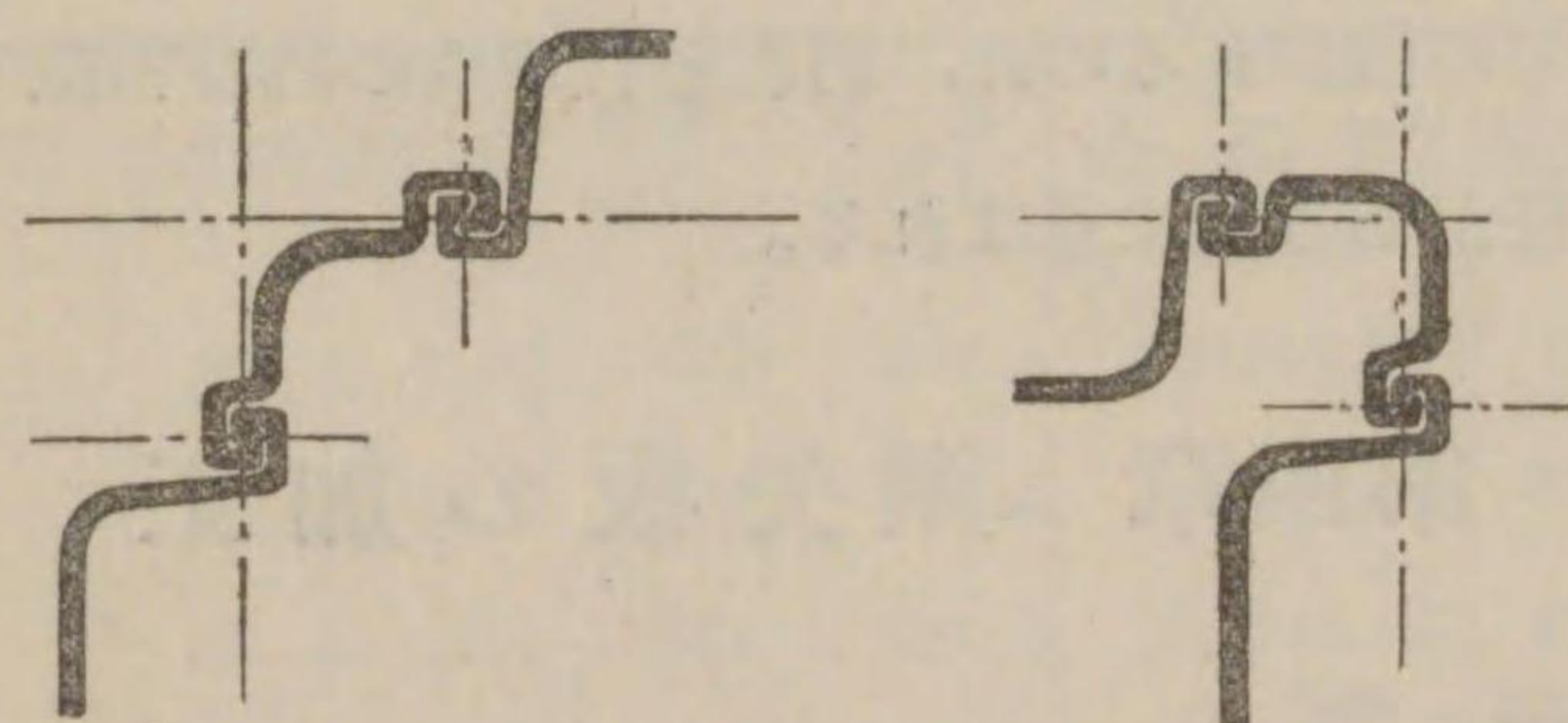


第 40 圖

但し以上の程度を超えて矢板壁を折曲げる場合や、鋼矢板を以て函形締切を造る場合などには隅矢板と稱する異形矢板を必要とする。第39圖、第40圖は矢板壁が直角に曲る場合に使用するラカワナの壓延隅矢板であつてラカワナでは之に夫々CPR、CPLの記號を附し邊長Dは108、162mmの2種とし、締

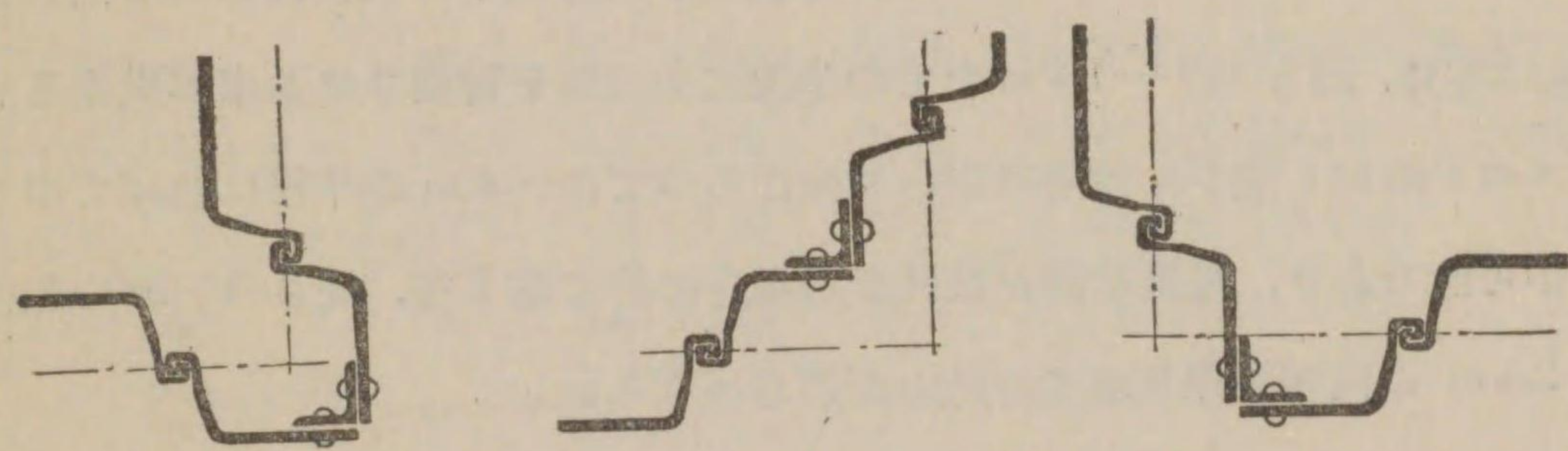
切の各邊が奇數の矢板で造られてゐても、偶數の矢板で造られてゐても、此等2種の矢板を用ひさへすれば、函形締切を完成し得る事になつてゐる。

ラルセン式に於ても之と同じ目的のために使用する第41圖、第42圖の如き壓延隅矢板があるけれど、實地上に於ては寸法の一定した此等の壓延矢板を使用するよりは現場で寸法を合せて第43圖乃至第45圖の如き隅矢板を製作した方が便利である。テル・ルージュやランプの矢板に於ては普通の矢板の



第 41 圖

第 42 圖



第 43 圖

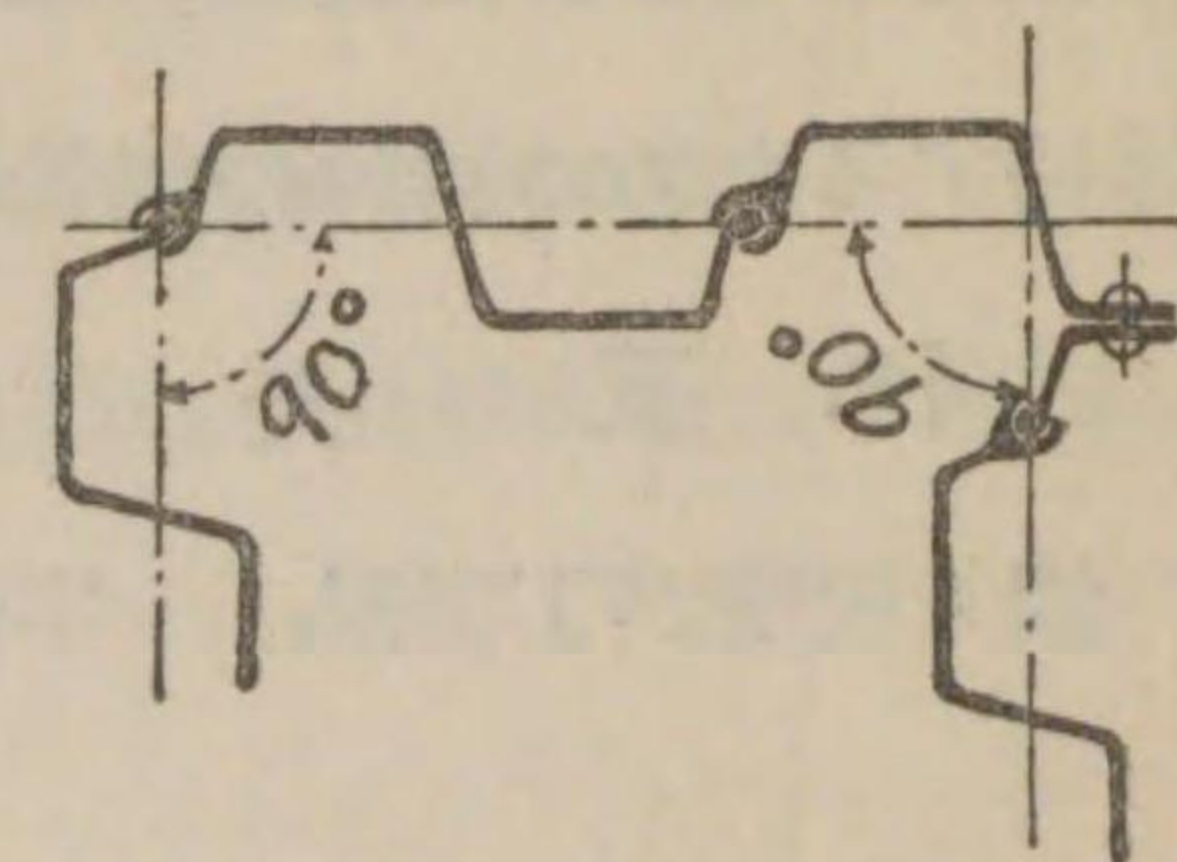
第 44 圖

第 45 圖

繼手を反對に嵌りさへすれば矢板壁の方向を直角にかへることが出来る。但しその廻轉の方向は右廻りと左廻りとが交互に連續する事になるから、此等の矢板で函形締切を作る場合には締切の2隅は此の方法で直角に曲げられるが、他の2隅には第46圖の如く特殊の隅矢板が必要である。他の矢板に就ても同様であつて、第47圖、第48圖はランサム式矢板の隅矢板を示した

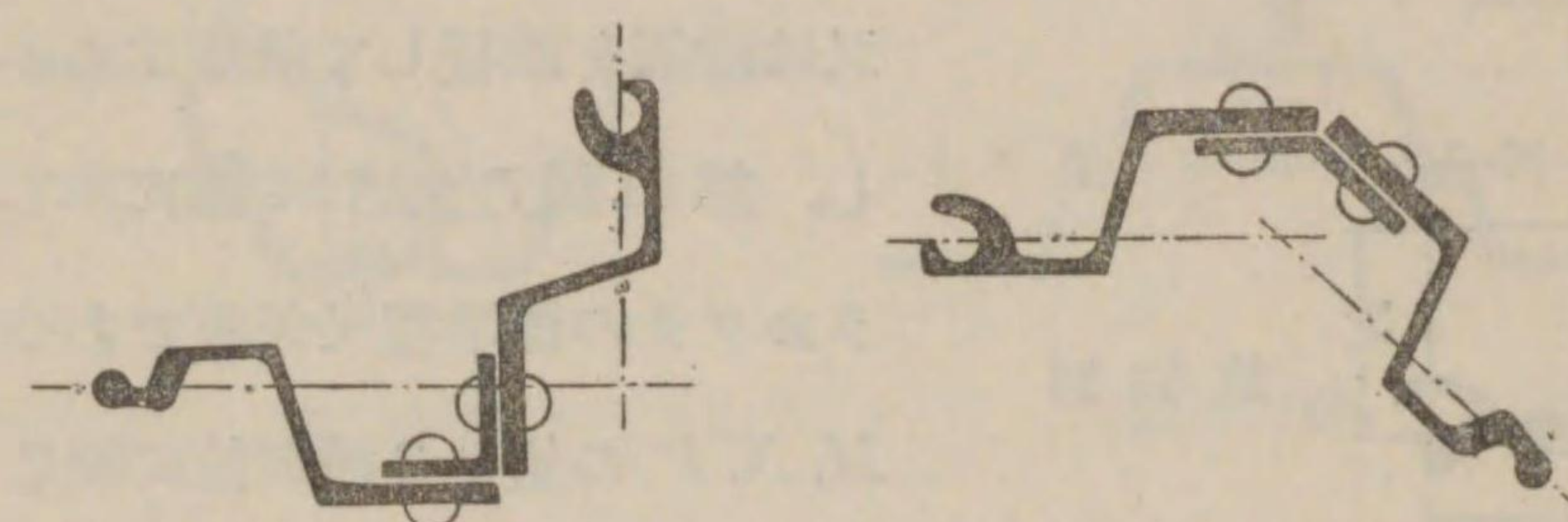
ものである。

矢板壁を鈍角に曲げる場合には、例へばラルセンでは第49圖、第50圖に示した様に腹板を縦に折曲げた隅矢板を使用すればよいのであるが、腹板を折曲げるためには特殊の装置を必要とするが故に、現場では第48圖に示した様な隅矢板を特製する方が便利である。



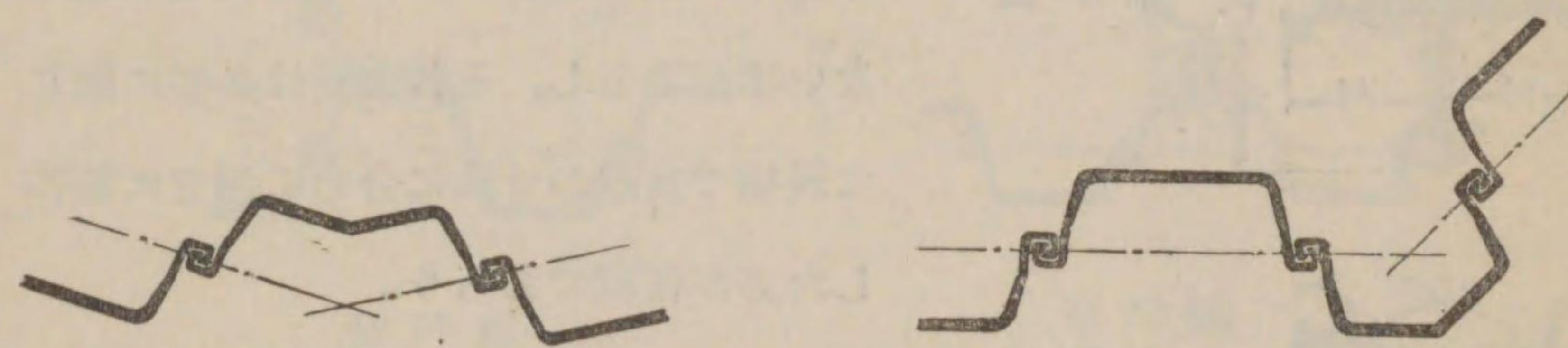
第 46 圖

凡て隅矢板を製作するには2枚の矢板の腹板と腹板とを山形鋼などを添接



第 47 圖

第 48 圖



第 49 圖

第 50 圖

して鉄綴するのであるが、添接山形鋼は第51圖の如く内外二重にして鉄に複裁力を受けさせる様な構造にするのがよい。隅矢板は特に打込が困難であつて打込時の應力が可なり大きいからである。此の意味から言へば第43圖乃至第45圖、第47圖、第48圖の如き添接法は望ましくない。第51圖はラカワナ

の等脚隅矢板であるが、場合によつては任意の不等脚形に造り得るし、此の工法を以てすれば異種の矢板、例へばラルセンとテル・ルージュとを直角に連絡するための特殊の隅矢板さへも容易に製作し得るのである。

18. 又 矢 板

鋼矢板壁が丁字形、十字形又は三叉形に交叉する場合には3脚又は4脚を

有する特殊の異形矢板を必要とする。之

を假に又矢板と呼ぶ。隅矢板は實にその

特殊の場合に外ならないのである。又矢

板を製作するには隅矢板と同様に山形鋼

又は曲鋸を添接して鉄綴するのを普通と

し、第51圖乃至第54圖に示したものは

ラカワナの標準型又矢板であつて、圖の

M, N, P の値を2種類位に變じて豫め製

作して置き、之に夫々FC, FT, FX, FY

の如き記號を附してあるが、斯の如き標

準型又矢板は場合によつては使用に適し

ない事があるし、それよりは必要に應じ

て現場で實際の寸法に合せて適宜に製作

した方が便利であらう。

他の様式の矢板であつても同様であつ

て、第55圖、第56圖はラルセンの丁字

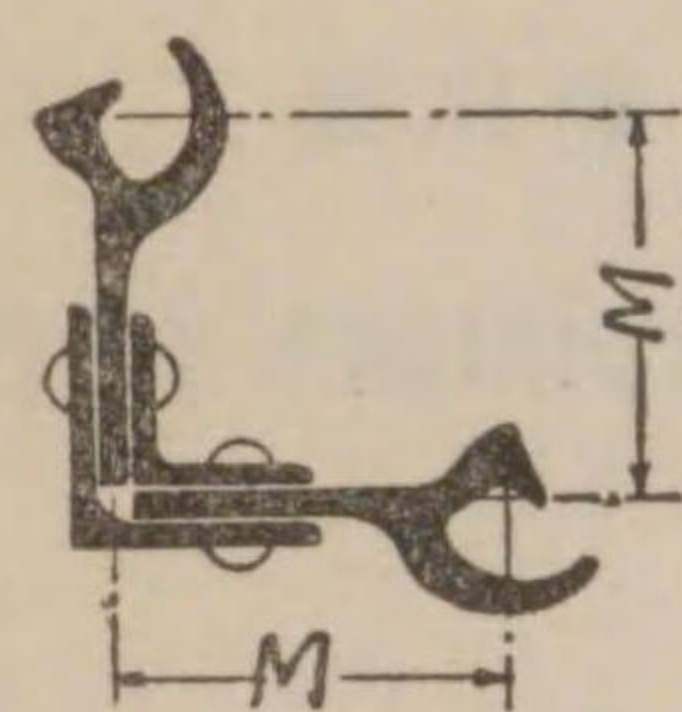
形又矢板を示し、第57圖、第58圖はテ

ル・ルージュの丁字形又矢板を示したものであるが、

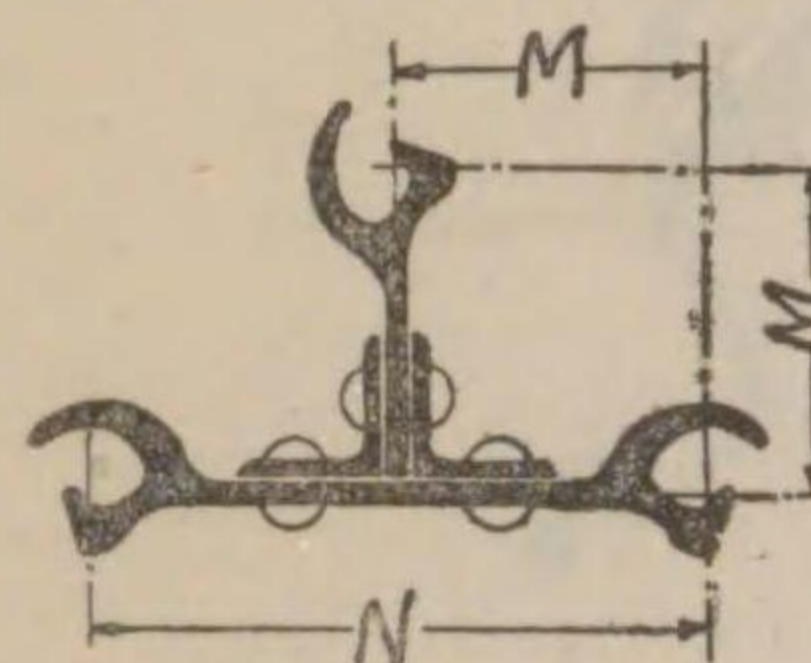
テル・ルージュの如き

二重波形矢板に於ては腹鋸の形狀上、又矢板製作の方法に多少の相違を生ず

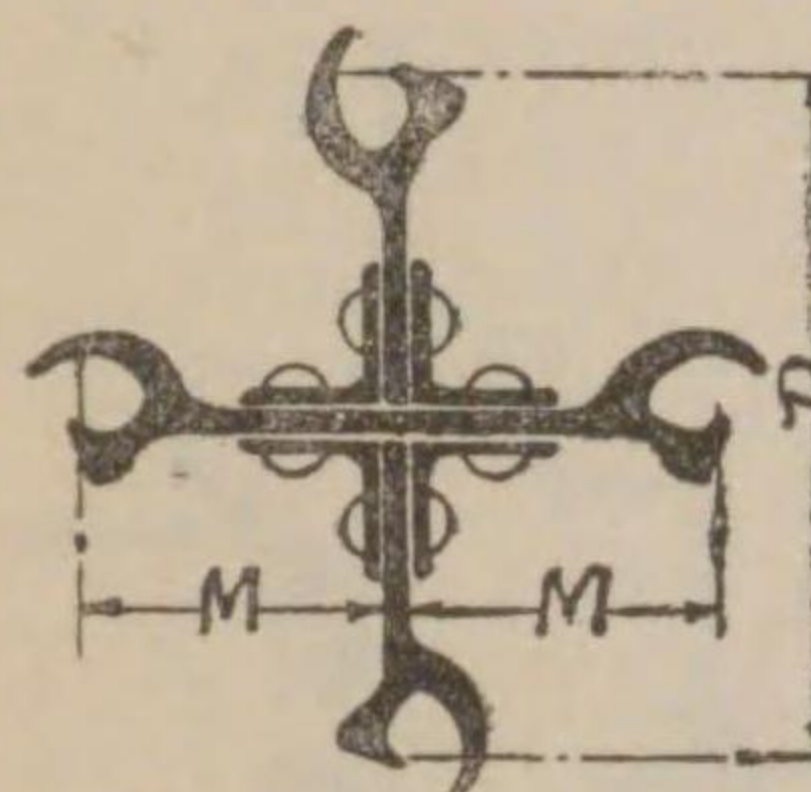
るのである。



第 51 圖



第 52 圖



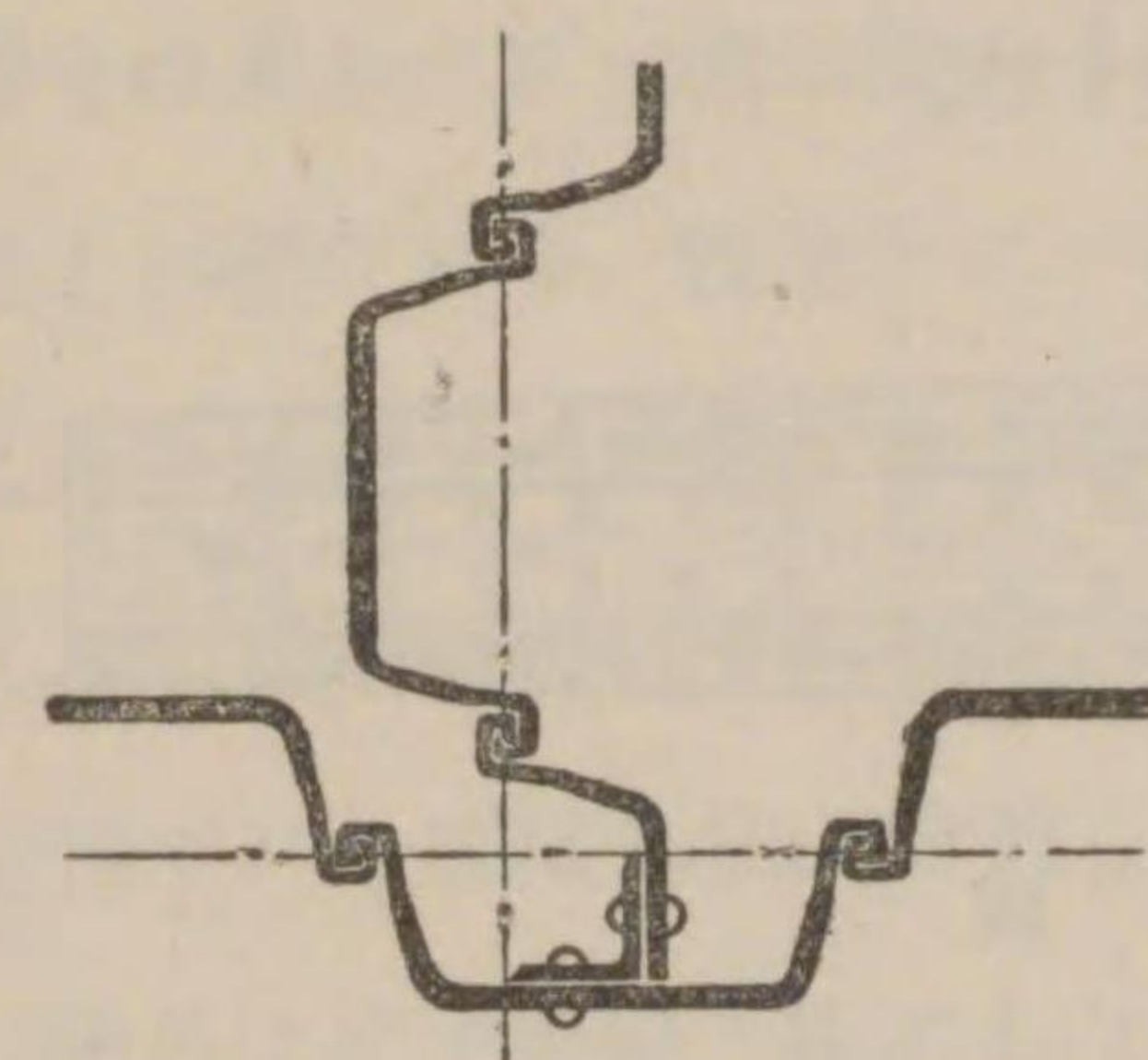
第 53 圖



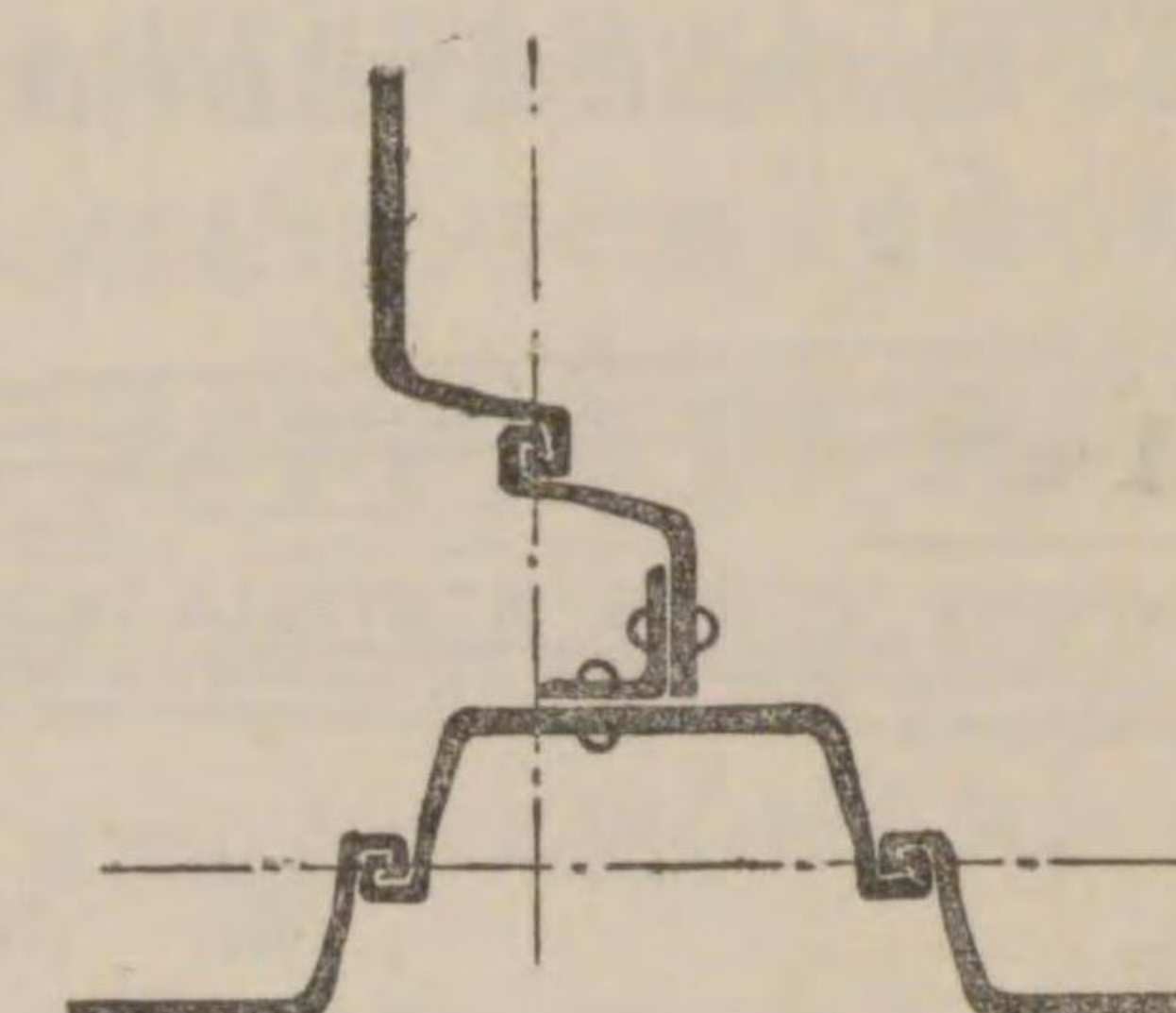
第 54 圖

ル・ルージュの丁字形又矢板を示したものであるが、テル・ルージュの如き二重波形矢板に於ては腹鋸の形狀上、又矢板製作の方法に多少の相違を生ずるのである。

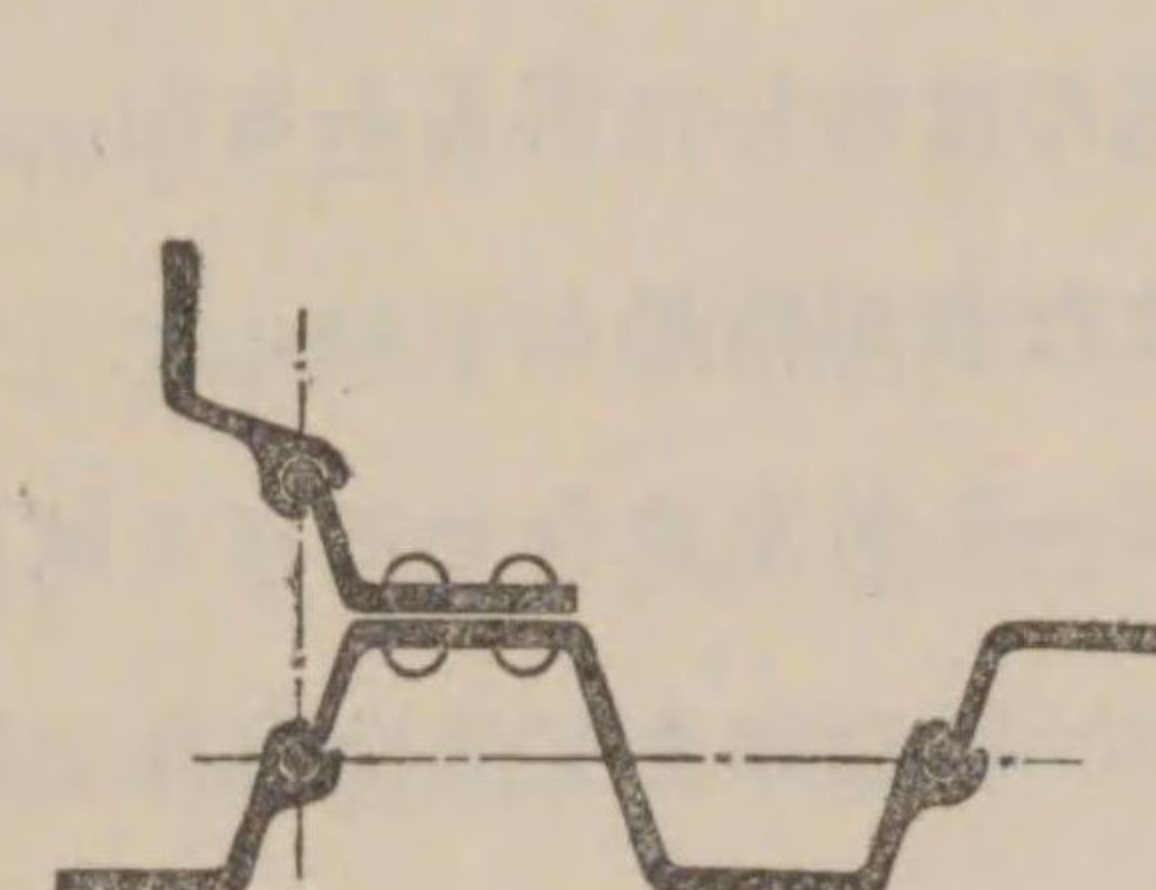
補修工事に於ては矢板壁の交叉點には必ず又矢板を使用して交叉のために矢板の水密性の失はれる事を避けたから、ラルセンとテル・ルージュ、ランサムとテル・ルージュとの丁字形矢板の外、丁字形矢板の3脚がラルセン、テル・ルージュ及びランサムの3種に分れる様な特殊の異形矢板さへも現場に於て製作使用したのである。



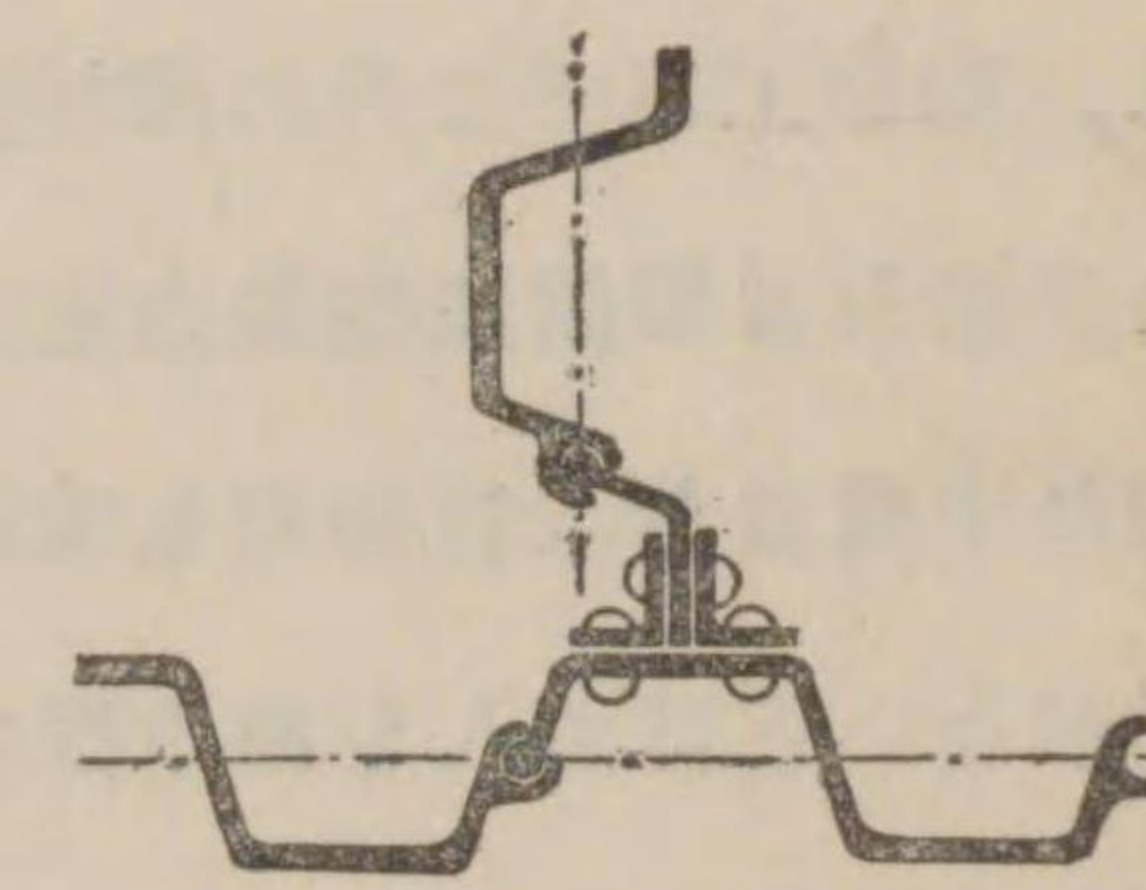
第 55 圖



第 56 圖



第 57 圖

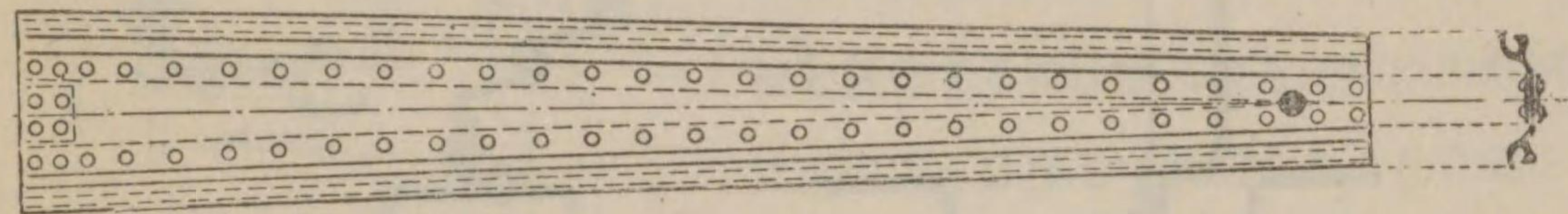


第 58 圖

19. 楔 矢 板

俗に羽子板矢板とも言ひ頂端よりは底端の幅を廣くした楔形の異形矢板を指す。どの種類の矢板であつても必ず打進みの方向に倒れる傾向があつて矢板の縦軸が傾斜して來るのを通弊とし、楔矢板は之を匡正して矢板軸を鉛直の方向に立て直す目的のために使用し、必要に應じて矢板壁の所々に之を挿

入するのである。ハドソン河吊橋の締切矢板でも、矢板が傾いて来る毎に此の楔矢板を使用したと言ふ事であるし、補修工事に於ても多数の楔矢板を挿入したのであるが、茲に注意すべきは上記ハドソン河吊橋に使用したのはラルセン式矢板であり、補修工事に於ても楔矢形の使用に迫られたのは殆んどラルセンだけであつて、テル・ルージュやランサムにはその必要がなかつた事である。換言すればラルセンだけが特に前方へ傾倒する傾向が著しいと言ふ事になる。此の理由に就ては後に詳説する。



第 59 圖

第 59 圖はラカワナの AP 型の楔矢板を示す。即ち楔矢板を製作するには 1 枚の矢板を腹鉄の中央で兩分し、之に双方から梯形鋼鉄を添接して綴綴するのである。補修工事では此の添接鉄を片側だけにした事もあるが、之は矢張り兩側に使用して綴綴に複裁力を受けさせた方が結果がよい。

矢板が倒れて來たら矢板の列を喰違はせ 2—3 枚重ね合せて打てば楔矢板などの必要がないと言ふ人もある様であるが、斯の如き工法は自在堰應急工事の際にも楔矢板を製作するだけの餘裕がなかつたために已むを得ず採用したと言ふものゝ、水密の點からのみならず、永久工事としては外觀の點からも排斥せらるべきである。矢板を重ね合せた間隙は長いズック製の袋を入れてセメント・グラウトを填充して見ても長い矢板の全長に亘つて之を水密にする事は殆んど不可能であつたのは、明かに實例の示す所である。

次に矢板壁を双方から打ち進む場合、又は矢板を函形に打つ場合に最後の連絡には必ずしも成規の幅の矢板を打つ事が出来るとは限らず、多少幅の狭

い又は廣い矢板を挿入して打納めとしなければならないのが普通であつて、此の場合にも亦異形矢板の必要を生ずる。勿論テル・ルージュ式の矢板を北海道の某地で使用した時には矢板壁を双方から打進んで、途中で適當なる調節を行ひつゝ最後の連絡にも成規幅の矢板を打込んで打納めとしたと言ふ様な例もあるにはあるが、斯の如きは稀有な特例であり、特に断面形状の關係から腹鉄に伸縮性のあるテル・ルージュなればこそそれが出来たのである。

此の場合の異形矢板は楔矢板の 1 種と見做す事を得べく、唯羽子板形に上幅と下幅とが變化せず、短冊形に一定の幅を有しその幅が成規の矢板と多少相違すると言ふだけの差違であるから、その製作も全く楔矢板と同様であつて、單に梯形添接鉄の代りに矩形添接鉄を使用すればよい。

茲に注意すべき事は矢板が傾倒して來たら途中で楔矢板を入れて傾斜を匡正し、打納めは必ず短冊矢板にしなければならない事である。打納めに對しては楔矢板の打込は全く不可能である。或は又打納めには成規の矢板を打つ事にしてその隣に楔矢板を使用し、矢板の傾斜を匡正すると同時に幅を調整する兩作用をなさしめてもよい。

補修工事の隔壁の如く異種の矢板を 1 列の内に混用する場合には、片側の繼手はラルセン、片側の繼手はテル・ルージュと言ふ様な異形矢板を必要とするが、その製作は全く短冊矢板と同様である。

凡て異形矢板は打込が多少困難になり、製作に多額の費用を要し、その製作中は矢板の打込作業を中止してゐなければならないなどの不利があり、特に水面上又は地上に現はれる矢板壁に於て途中で楔矢板を挿入するのはその形状なり綴綴なりが著しく外觀を損ずるから、矢板は出来るだけ傾斜させない様に打進んで成るべく楔矢板の挿入を避けるのがよい。

次表は補修工事に於ける異形矢板の價格の 1 例であるが、之を見ても異形矢板の製作費の不廉な事が窺はれるであらう。

第 8 表 各種異形矢板價格

異形矢板	矢板様式	同長(m)	矢板原價 (圓)	製作費 (圓)	單 價 (圓)	摘 要
楔 矢 板	ラルセン	14.5	112.340	98.370	210.710	26 枚 平均
同	同	12.0	91.110	52.940	144.050	11 枚 同
同*	テル・ルージュ	11.0	75.070	55.100	130.170	6 枚 同
同*	同	10.0	63.600	87.720	151.320	4 枚 同
叉 矢 板	ラルセン	12.0	147.280	152.190	299.470	11 枚 同
同	テル・ルージュ	11.0	131.240	128.030	259.270	11 枚 同

* 印は短冊矢板

20. 繼 矢 板

鋼矢板は非常に長いものまでを壓延する事が出来る。此の點は又鋼矢板の長所の一であつて、木材では到底製作不可能な 15—20 m と言ふ様なものを手に入れる事が可能であるけれど、矢板の長さは運搬及び打込の難易から制限せられ餘りに長いものは取扱困難のために運搬中に歪を起したり繼手に損傷を蒙つたりする虞があるばかりか、打込も極めて困難であつて杭打機臺船を使用する水中打込の場合には未だしも水深だけ杭打櫓の高さを節減する事が出来るが、陸上打込に於ては巨大なる杭打櫓を必要とし従つて著しくその安定を害する。

今日までの長尺矢板の世界的記録は和蘭のイモイデン閘門工事のラルセン式 26 m、前掲米國のハドソン河吊橋工事のラルセン式(第 II 型) 28 m であるが、運搬から言つても打込から言つても手頃なのは 12—15 m であらう。殊に一定限度以上の長尺物になると汽車及び汽船の運賃の割増がある。例へば歐州航路では 12 m 以上の長尺矢板に對して次の如き割増率を協定してゐる。

第 9 表 長尺矢板割増運賃率 (歐州航路)

矢 板 長 (m)	割増運賃(圓/艘)	矢 板 長 (m)	割増運賃 (圓/艘)
12.25—15.25	5.00	21.25—24.25	22.50
15.25—18.25	12.500	24.25—27.25	27.50
18.25—21.25	17.500		

今日までの所ラルセンは第 IV 型 18.5 m、第 VI 型 20.0 m、テル・ルージュは第 III 型 16.0 m 位までのものが我が國に輸入せられてゐる様であるが、場合によつては餘り長尺のものを購入するよりは繼矢板を使用した方が經濟的である事があり、特殊の場合を除いては此の繼矢板で十分に間に合ふのである。特に短い矢板の不用品があつて之を繼矢板として使用し得る場合の如きは非常に經濟的になる。補修工事に於ても一旦打込んだ矢板を切斷して生じた 2—5 m 位の矢板片を以て 5—10 m の繼矢板を製作して之を廣く他の用途に使用したのであるが、繼矢板製作の注意は次の如し。

- (1) 繼矢板は 2 枚の矢板の端面を軸に垂直に切つて完全なる接頭接合とし、長さ 1.0 m 内外の添接鉄を兩側から當てて鉄綴する。
- (2) 添接鉄はラルセンやランサムの如き矢板にあつては矩形鋼鉄を用ひて腹鉄の部分だけを鉄綴してもよいが、成るべく同型の矢板の繼手の部分を切離し、適宜に之を鍛工したものを使用するのがよい。
- (3) テル・ルージュの如き二重波形矢板では必ず同型の矢板の繼手を切落したものを添接して繼矢板を作る。
- (4) 添接用綴鉄の数は全強度を發揮するに足るだけに取り決して接頭接合に依頼しないのがよい。
- (5) 繼矢板製作の場合に最も注意すべき事は接合線に於て矢板の軸が折

れない事と、両側の継手に何れも喰違ひのない事とである。

(9) 継矢板の接合線は1直線にならない様に考案する。即ち 18m の継矢板は 9m ものを 2枚継ぐ様な事をせず、例へば 12m ものと 6m ものを継ぎ、打込の時には交互に 12m の方を下にしたり、6m の方を下にしたりして打つのがよい。

(7) 簡単な假土留などの場合には継矢板を 1枚置きに使用し、且つ此の場合の継矢板は完全なる鎮綴を施さず、添接板を上部の矢板に鎮綴するに止め、下部の矢板を所定の深さにまで打込んでから上部の矢板を挿込むだけで充分な事もある。

補修工事に於ける継矢板の製作費は 1枚平均 6.50—8.50 圓(矢板原價を除く)にあたる。

第五章 鋼矢板の計算

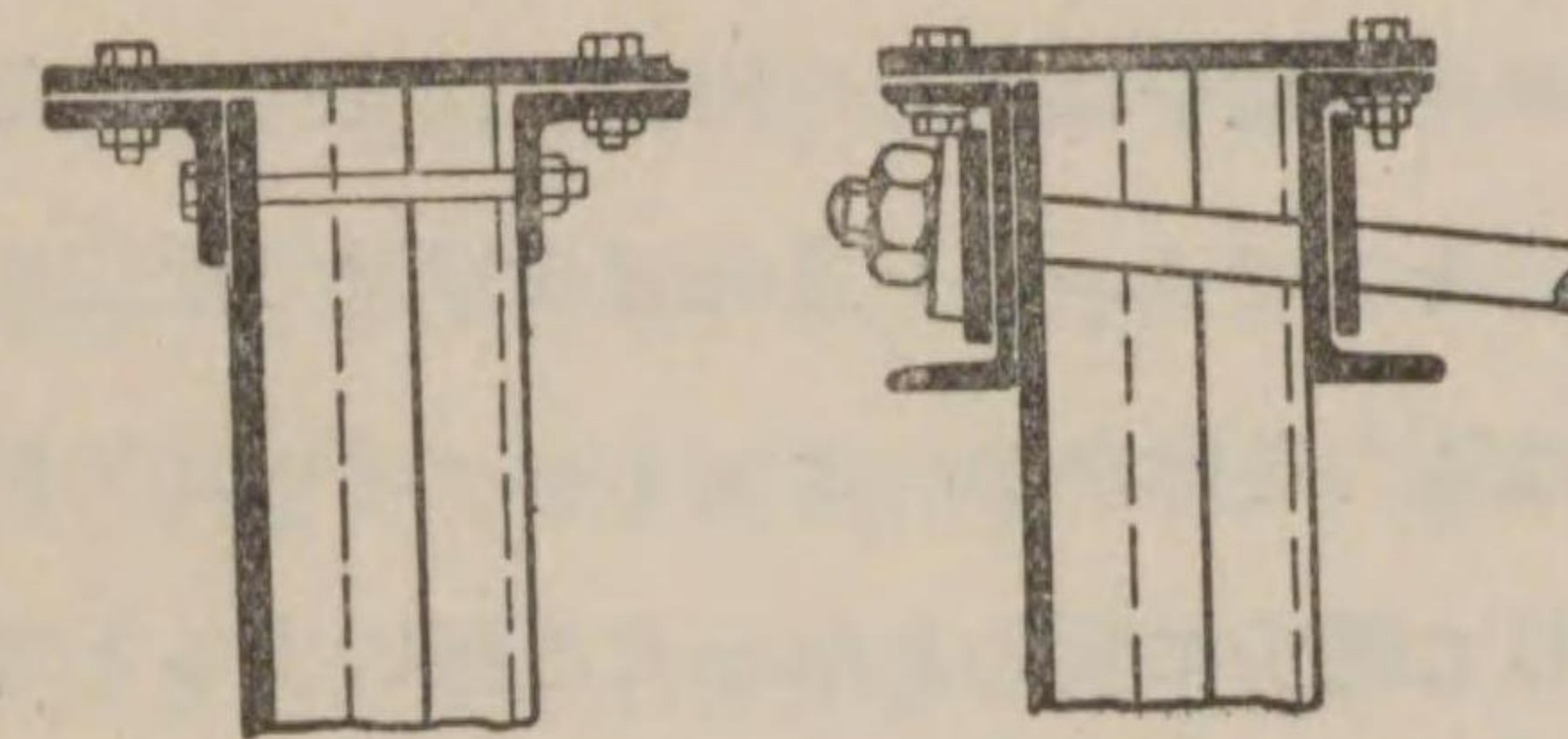
21. 矢板壁の構造

地中へ打殺して仕舞ふ矢板は姑く措き、一般に矢板壁はその片側に土壓又は水壓の如き横壓力を受くるを以て原則とし、此の横壓力に對して矢板の傾倒を防止すると同時にその應力を軽減するためには、壓力の加はる側に鎮礎を設け鎮礎釘によつて之を矢板に連絡するか、或は之と反對の側に支保工を施すのが常であつて、此の場合に各鋼矢板を連絡してその蒙る外力を均分せしめるためには水平の腹起を取付けるのを常とする。

腹起はハドソン河吊橋工事に於けるが如き特殊の場合には 5—6 段に取付ける必要もあらうが、普通には 1—2 段を以て足り比較的矢板壁の天端に近い部分に取付けるのである。腹起の材料としては假工事ならば松角、永久工事ならば山形鋼、溝形鋼、工形鋼などを使用する。各鎮礎釘及び支保材の間では水平の桁として外力を支へなければならないと同時に、打込に際して矢

板壁の方向が多少とも鋸齒状線に折れ曲つた場合には各矢板を腹起に鎮綴したりボルトを以て締付けたりして列序を匡正する必要が起るから此のためにも腹起は充分の斷面を與へられなければならない。

特に擁壁、岸壁の如き場合にあつては壁頂に波形鋼矢板の斷面がそのままに現はれる不體裁を避けるために、形鋼、鐵筋混凝土、又は兩者を混用して特殊の壁頭を造るのを常とし、場合によつては之を腹起に兼用して中段の腹起を省略する事もあるが、普通には腹起は中段に取付け岸壁ならば低水面附近に設けるのである。之は施工上便利であるのみならず計算上からも最も適當なる位置に當る。

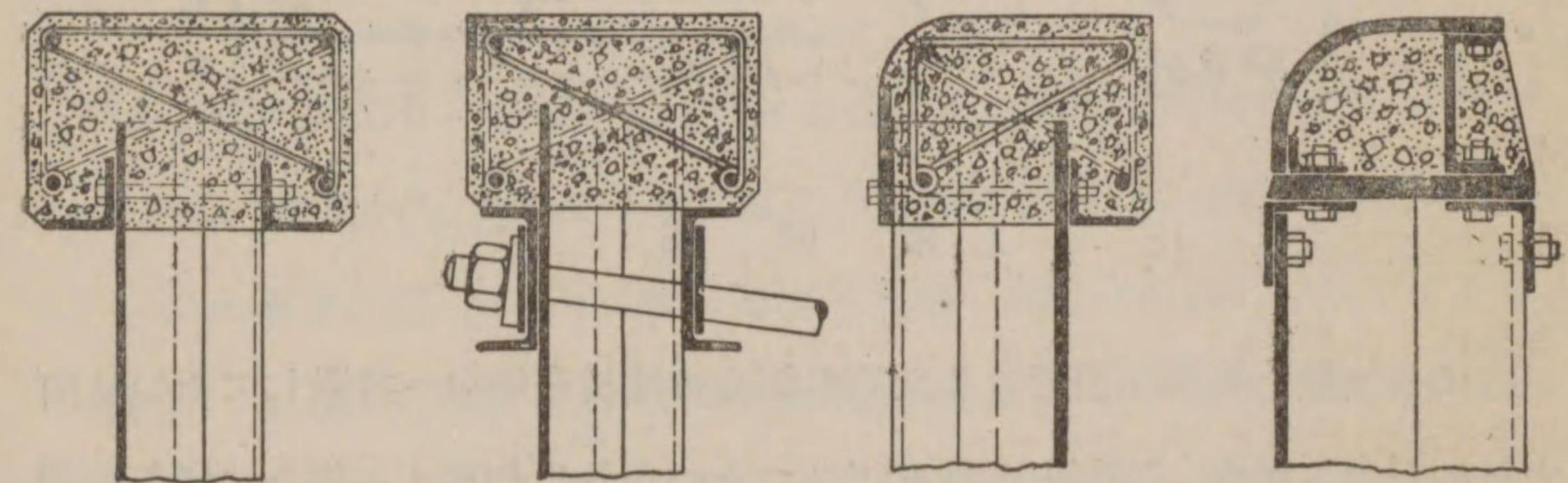


第 60 圖

第 61 圖

第 60 圖乃至第 65 圖は普通に採用せられる鋼矢板壁頭の構造である。第 65 圖に示したものは獨逸フリードリヒスフェルド閘門工事に採用した實例であるが、

第 62 圖に示した様な壁頭構造は我が國でも東京瓦斯會社鶴見工場岸壁、南朝鮮鐵道麗水港岸壁その他に用ひられ、第 64 圖の如き構造も亦函館市海岸町の岸壁その他に採用せられてゐる。



第 62 圖

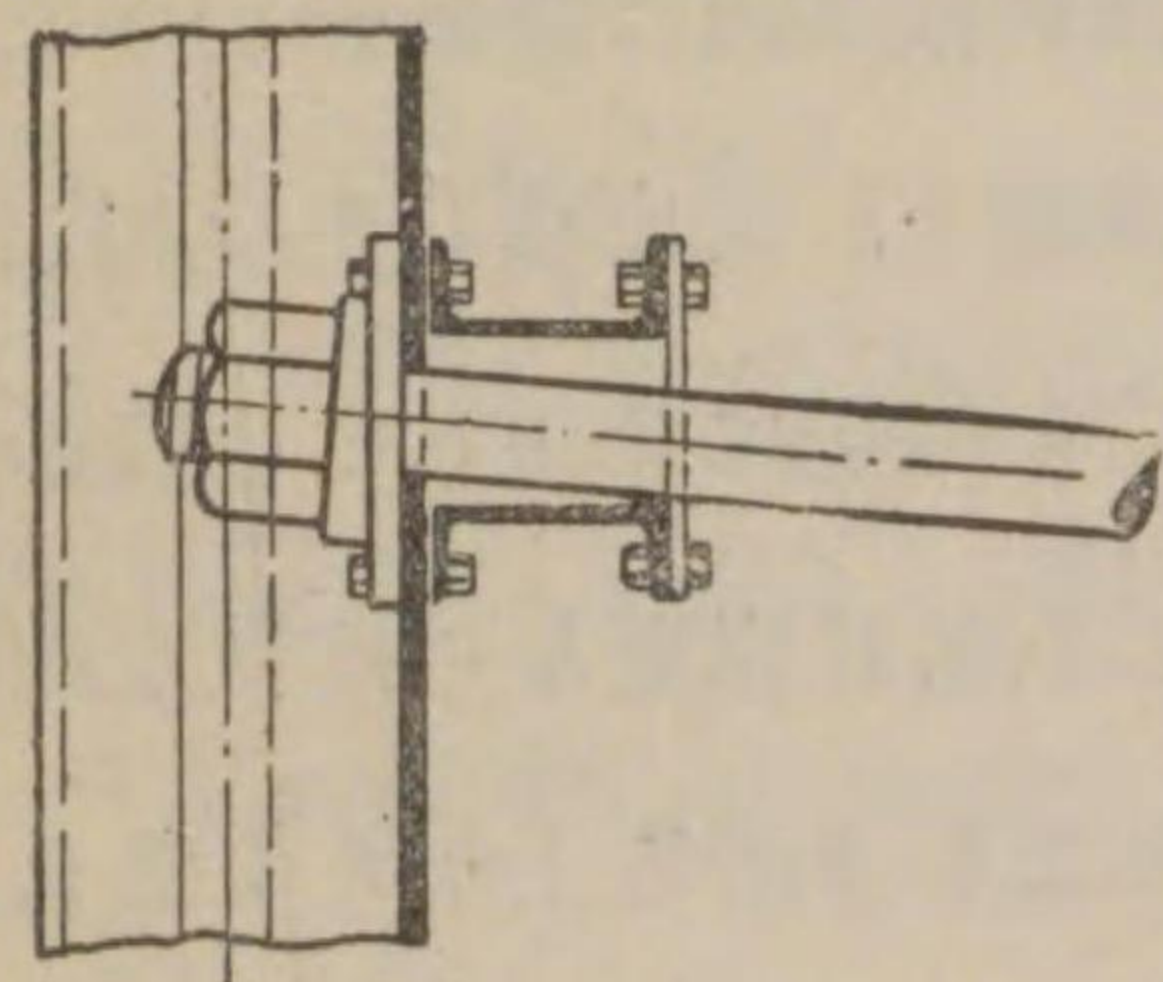
第 63 圖

第 64 圖

第 65 圖

第 61 圖、第 63 圖の如き壁頭構造にあつては下部に用ひた溝形鋼を以て腹

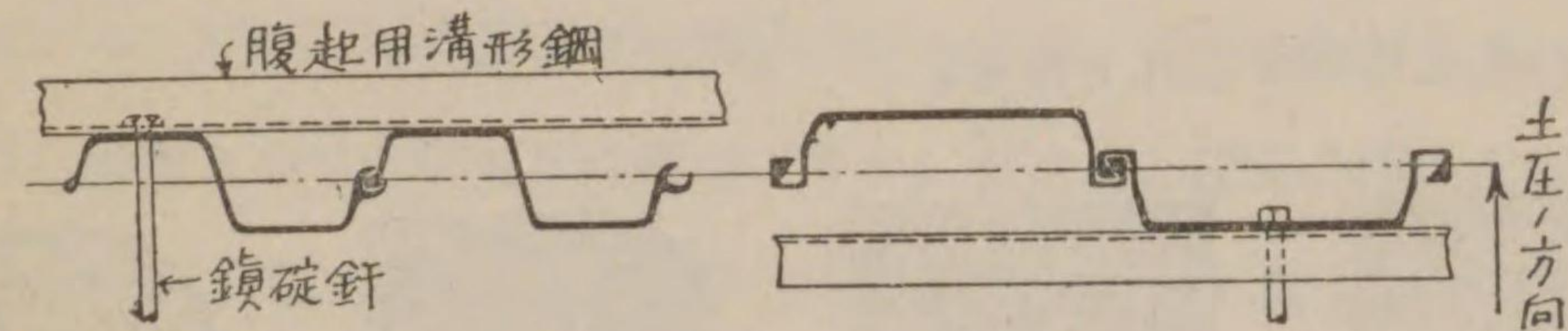
起に兼用せしめる事が出来るのみならず、斯の如く腹起を壁の両側に用ひる事は各個の矢板を締寄せるためには最も有効であるけれど、元來溝形鋼を上圖の如き方向に使用するのは断面剛率の點から言つて最も不經濟であるから



第 66 圖

多くの場合腹起は第66圖の如き構造にして外力に對して溝形鋼を最も有効に働かせるのである。

腹起に就ては面白い關係がある。ラルセンの繼手は張力を受くるに適し壓力を受ける場合には繼手の強度と水密性とに多少の不安を抱かしめる。之に反してテル・ルージュの繼手は壓力に對しては安全であるが張力を受けると脱離の危険がある。そこでラルセン式矢板の岸壁では腹起を必ず矢板の背面へ取付けて繼手には張力を働かせ、テル・ルージュ式矢板の岸壁では腹起を矢板の前面へ取付けて繼手に壓力を働かせる様にすると言ふ點である。茲に繼手の張力又は壓力と言つたのは各個の矢板に加はる横壓力に對して隣接矢板から來る反力を指す(第67圖)



第 67 圖

次に矢板壁を後方へ引付けるための鎮礎には杭を地中へ打殺してその杭曲力を利用する場合、混凝土方塊を用ひてその重量を利用する場合、鐵筋混凝土版又は同じく鋼矢板壁を用ひてその前面の土の抵抗力を利用する場合などがあり、鎮礎の位置従つて鎮礎釘の長さは或種の假定の下に計算上之を定め

る事が出来るが、鎮礎の位置は出来るだけ後方へ離れたのが安全であつて、特に泥土質の埋立地の如き場合にあつては地震の如き非常時に際して鎮礎が矢板と共に前方に移動して矢板壁を傾倒せしめる危険があるのは多くの實例が之を示す。

前掲東京瓦斯會社鶴見工場の岸壁では壁頂では3.2mの間隔で長さ6m、徑25mmの鎮礎釘を使用し、低水面附近では1.6mの間隔で長さ12m、徑64mmの鎮礎釘を使用して、矢板壁を後方の鐵筋混凝土鎮礎版に連結してあり、三重縣四日市港の岸壁では長さ實に20mの鎮礎釘を使用してゐるが、長大なる鎮礎釘の接合には必ずターンバックルの如きものを使用し、決して鈎端繼手としてはならない。地震の場合に此の鈎端繼手の脱離する事も亦決して珍らしくないからである。場合によつては鎮礎釘の腐蝕を恐れて之を混凝土を以て包被する様な施工例もあるが、土砂又は地下水が特別に惡質のものでない限り全くその必要がないと思はれる。

最後に矢板を2列に打込んでその間に土砂又は混凝土を填充する隔壁、突堤、圍堰の如きものにあつては上述の意味に於ける鎮礎を造る事を得ないから、所謂相互鎮礎の原理によつて相對する矢板を繫釘を以て連絡したり、或は又矢板を使用して横斷の方向に鋼矢板を打込んで兩列の矢板を連絡したりするのである。

補修工事に於ける可動堰と固定堰とを連絡する隔壁は兩列の矢板の間隔を4mとし、壁頂から50cm下つた線に178mm溝形鋼の腹起を取付け、約4.5—5.0m置きに徑26mmの繫釘を以て腹起と腹起とを締付けたのである。

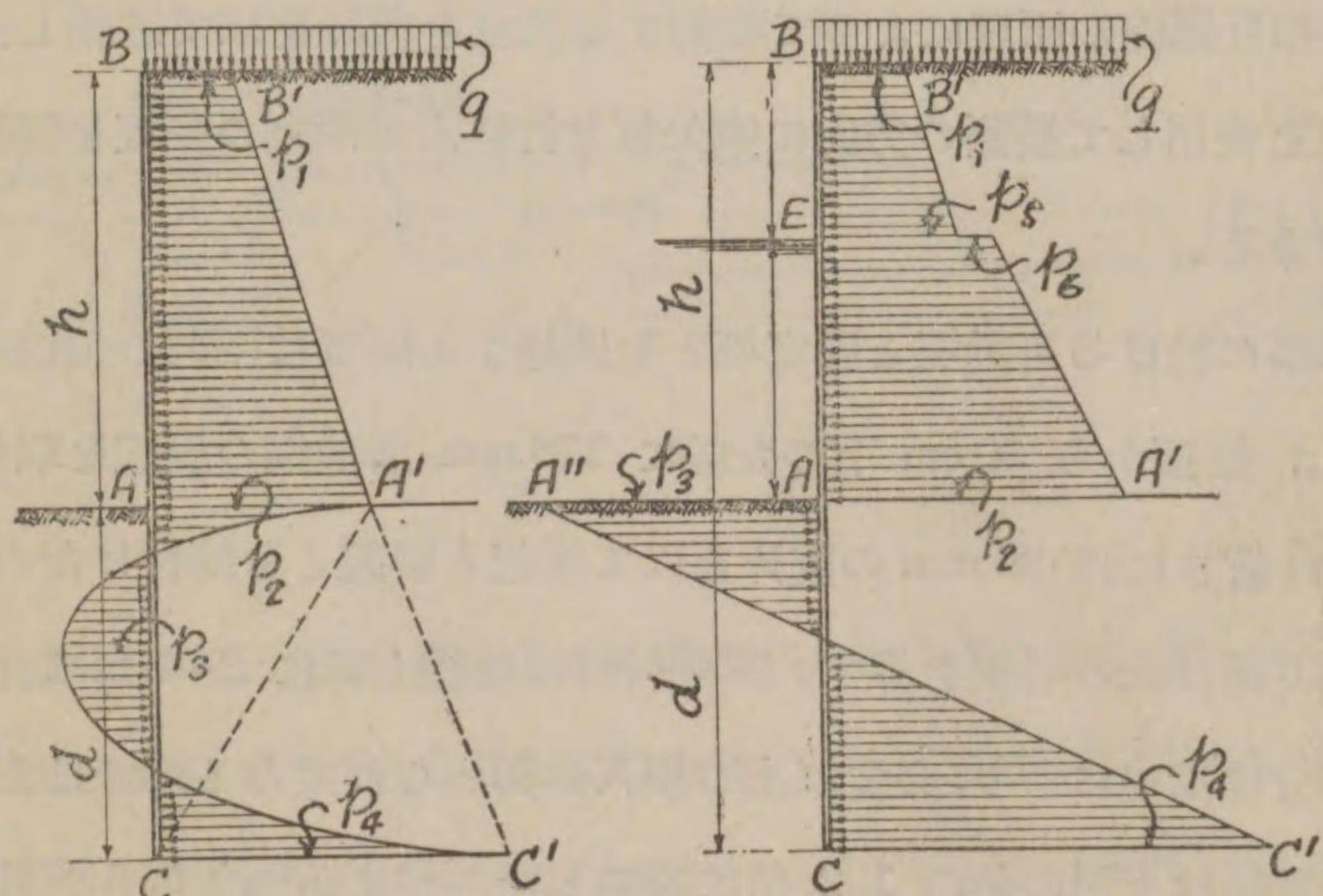
寫眞第3圖は此の隔壁を示す。隔壁矢板は地盤上には2—3m現はれるだけで大部分は地中にあり、必要以上の根入が與へられてゐる譯ではあるが、上記繫釘の間隔は上記の値の1/2位に短縮した方がよかつたらうと思はれる。

22. 矢板壁の計算

矢板の計算を論ずる事は此の報告の主意ではないが、茲には簡単にその理論を紹介して實地施工上の見地から之に多少の説明を加へて置く。

(1) 根入の計算

矢板壁が鎮礎を有しない場合には矢板はその根入の部分に固定端として水平土壓力又は水壓力を受ける鉛直突桁と考へられ、第68圖、第69圖のABの部分に働く土の壓力とACの部分に働く土の抵抗力とによつて矢板の平衡が保たれるのである。土壓力の分布は所謂土壓理論によつて之を定める事が出来る。例へばランキンの理論を用ひる場合には、矢板壁の前面に水のない時の土壓力は第68圖の如く變化し、矢板壁の前面にE點まで水があるものとすれば背面土砂もE點まで飽水してあるものとして水壓力は内外相殺し土壓力は第69圖の如く變化する。次に土の抵抗力の分布に關しては凡そ2種の假定が行はれ、根入ACの間に於てエンゲルスは第68圖の如く拋物線に變化するものと假定し、フォルスターは第69圖の如く直線に變化するものと假定するのであるが、何れにしても土の抵抗力はBCの全長に働く土の壓力及び抵抗力の總和零、即ち $\Sigma H=0$ 及び例へばA點に力率を取つて



第 68 圖

第 69 圖

その總和零、即ち $\Sigma M=0$ として、拋物線又は三角形の性質を利用して之を求め得る。但し土の最大抵抗力の値を與へて根入深を求めには何れの場合にも三次方程式を解かなければならないから、計算を逆にして始め適宜に根入の値を定め之によつて算出した最大抵抗力がランキンの理論値又は實驗的許容値を超過する事なきや否やを檢してもよい。

多くの場合矢板岸壁の如きを鎮礎なしに作る事は稀であつて通例1—2箇所に鎮礎を設けるから、此の場合には矢板は固定端の外に1—2箇所に支點を有する鉛直連桁となるが、矢板壁に鎮礎を設けるのは根入を減小せしめるのが目的でなく矢板の應力を軽減せんがためであると解すべきであつて、上記の計算から必要とせられる根入深を鎮礎を設けるがために減小せしめないのを通例とする。

實地上に於ける打込深ACの深さは地質によつて相違があるがABの高さの30—60%の間に變化するから、矢板全長の25—35%が地盤中に打込まれるのを通例とし、如何なる場合にも根入は2mを下らしめないのが安全である。

(2) 矢板の計算

矢板が鎮礎を有しない場合の矢板各部の彎曲率は第68圖、第69圖の壓力及び抵抗力圖から見て容易に之を算出する事が出来る。此の場合にはA點が彎曲率最大であるから此の點の彎曲率の値を計算すれば足る。

矢板が中段に鎮礎を有する場合には略式解法として鎮礎箇所を支點、根入部分を固定端とする連桁として取扱ひ徑間ABの部分に就て彎曲率の計算を施すのであるが、計算を簡單ならしむるために低水面附近の鎮礎は正しく低水面の標高、即ち土壓力度の急變する限界上に設けられたものと假定する。従つて例へば1箇所に鎮礎を設けた矢板壁にあつては第70圖に示すが如く之に加はる土壓力はA、E、2點に働く反力で支へられる事になるが、Aを圖

(3) 鎮礎の計算

鎮礎の位置，従つて鎮礎釘の長さは土壓理論上の所謂土の崩壊面の關係から決定せられ，通例第70圖を用ひて次の如く定められる。

$$l = l \cot \left(\frac{\pi}{4} + \frac{\varphi}{2} \right) + y \cot \left(\frac{\pi}{4} - \frac{\varphi}{2} \right) \dots\dots\dots(2)$$

但し地震の影響を考慮して土壓理論を修正する場合には鎮礎釘の長さは上式の l よりも相當に増大せられるから，前述の如く鎮礎は成るべく後方に設ける必要があるのである。

鎮礎の寸法を定めるには鐵筋混凝土版又は鋼矢板壁の如き土の抵抗力を利用するものにあつては土壓理論を應用して計算し，混凝土方塊の如き主としてその重量を應用するものにあつても重量に起因する底面摩擦力の外その前面に働く土の抵抗力を考慮の中に入れる。土の抵抗力度は土壓理論から計算し得るけれど種々の假定の結果その値は相當に不確實なものである事を免れず，實地上は 18,000—20,000 kg/m² と取つて差支のない場合が多いのである。

第六章 打 込 設 備

24. 杭 打 機

鋼矢板を打込むために使用する杭打機は普通の基礎杭などを打つのと全く同じ杭打機を用ひてよいが，錘の重量は打込むべき矢板の重量より小さくないものを選びべきで，矢板の長さや断面，地質状態によつても相違するけれど，錘の重量は矢板重量の2—3倍のものを使用するのが望ましく，錘重を大きくしてその落下を小さくする事が打込能率増進の點から言つても，矢板頂部の損傷軽減の點から言つても，特に弾性地層の場合には錘及び矢板の反撥防止の點から言つても得策である。例へばラルセン式第Ⅱ型，長 12 m の矢

板の重量は 588 kg であるから杭打機の錘重は 1.0 t 以上のものを使用し，錘の落下は 1.5—2.5 m 位に制限するのがよい。

同じ意味で落錘式の杭打機よりは汽錘式の杭打機の方が結果が良好であつて，後者は重量が大きい割合に落下が低いと言ふ特徴があるのみならず，錘の打撃が連続的であるから地盤が締る餘裕がなく打込が迅速に行はれると言ふ長所がある。凡そ此等の諸點は杭であつても矢板であつても同じ事である。

杭打機の構造は陸上打込の場合と水中打込の場合とで多少その趣を異にし，陸上打込及び水中打込であつても特に架設した棧橋上から打込む様な場合には杭打櫓を捲揚機，汽罐又は電動機と共通なる堅牢な臺上に取付け車輪又は轆子を附して軌條又は道板上を移動せしめるが，水中打込の一般の場合には杭打機臺船を使用する。

補修工事に使用した杭打機は汽錘式汽力杭打機 3 臺と落錘式電力杭打機 5 臺であつて，陸上打込は主として後者により，水中打込には兩者を併用した。汽力杭打機第一號及び第二號は本工事のために特製したもので，長さ 15.15 m，幅 7.27 m，深さ 1.36 m の木造臺船上に高さ夫々 20 m 及び 15.15 m の櫓を建て，次の如き仕様によつて製作した汽力捲揚機各 1 臺を裝備する。

1. 捲揚機は複胴式であつて重量 5 t のものを毎分 24.4 m の速度で捲揚げ得る能力を有する。各捲胴は直徑 381 mm，長 610 mm であつて別々にフリクション・クラッチ及び制動機を備へ獨立に操作し得る。
2. 機關は二汽筒式であつて汽筒の直徑 203 mm，衝程 305 mm，使用壓力 7 kg/cm²，回轉數毎分 200 回にして實馬力 50 以上を發生する。
3. 汽罐は直立型であつて直徑 1.5 m，高さ 3 m 以上とし，常用汽壓 8 kg/cm² に耐へ火床面積 1.4 m² 以上，受熱面積 11.6 m² 以上とする。完成後は 14 kg/cm² の水壓試験を行ふ。

地質が砂であるから打込が相當困難であるべき事を豫想して，打込の途中

で蒸汽の不足するが如き事なからしめんがために特に大型の汽罐を製作したのであつた。杭打機臺船は單價約 3,900 圓で直營製作し、汽力捲揚機は單價 4,200 圓を以て東洋鐵工所（大阪市）に落札製作せしめた。

之に裝備する杭打錘は最初は工費節約のために復興局から米國マキナンテリー會社製複働式 9-B 型汽錘 2 臺を借用して使用したが、既に使用久しきに亘るがために故障續出し、能率劣等なるのみならず修繕に次ぐに修繕を以てして功程擧らず、途中で之を返還して新規に同式 9-B-2 型汽錘 1 臺を價格 5,600 圓で購入使用して好成績を収めたが、別に工費節約、國産獎勵の意味で油谷製作所（大阪市）の申請を容れ油谷式第二號汽錘 1 臺を試用 2 箇月の後に價格 4,200 圓を以て購入した。

マキナンテリーの 9-B 型は古い様式のものであつて、新式の 9-B-2 型に比すればラムの重量が約 20% がた小さいのである。油谷式第二號はマキナンテリー式 9-B-2 型に比してラムの重量、打撃力とも 65% も大きく、補修工事に於て長 12—14.5 m の鋼矢板を打込むに方つて充分の偉力を發揮して豫期以上の成功を収める事が出来た。即ち地質その他の關係上、上記の如き寸法の矢板を打込むためにはマキナンテリー式ならば 9-B-2 型は稍輕重の嫌ひがあり、その上の 10-B-2 型か或は之に匹敵する油谷式第二號が適當だと言ふ事を發見したのであるが、之よりも重い杭打錘は矢板の頂部を破損する虞のある事も亦補修工事の經驗から得た推定である。従つて地質及び矢板の寸法を考慮して杭打錘は輕きに失せず重きに過ぎざるものを選ぶのが最も有効である。

汽力杭打機第三號は米國インダストリアル會社製、複働式杭打錘及び直徑 1.37 m、高さ 2.75 m、35 馬力の汽罐附屬の廻轉式起重機（中古品）を價格 5 985 圓で購入し、之を専ら固定堰工用長 10 m の鋼矢板の陸上打込に使用したものである。上記各種杭打錘の性能次の如し。

第 10 表 杭打錘性能調

様 式	マキナンテ リ	同 上	油 谷 式	インダストリ ヤル
番 號	9-B	9-B-2	第 二 號	—
正 味 重 量 (kg)	2,930	3,060	3,860	2,720
ラ ム 重 量 (kg)	570	680	1,120	730
汽 箭 内 徑 (mm)	216	216	229	203
衝 程 (mm)	406	406	533	406
衝 程 數 (毎分)	140	140	100	100—150
打 撃 力 (kgm)	1,070	1,130	1,820	830

杭打用汽錘には汽箭が杭頂に据付けられ、ラムが汽箭内を上下に運動して汽箭底のアンヴェル・ブロックに打撃を加へるものと、唧子が杭打櫓に懸垂されてゐて汽箭そのものが上下して杭頂に打撃を加へるものとの 2 種があつて、マキナンテリー式や油谷式の汽錘は前者に屬し、獨逸のメンク・ウント・ハンブロック式汽錘は後者に屬する。後者にあつては給汽弁と排汽弁とに連絡する横桿の兩端に索條を取付け、之を交互に牽引して汽箭への給汽と排汽とを人為的に調整しなければならない不便があり従つて之に多少の熟練を要するが、前者に於ては給汽と排汽とは全く自動的になされる。兩種の汽錘を比較するに、前者は打撃の頻繁な割合にラムの重量が輕いから矢板の頂部を損ずる事が少い點に於て優り後者は衝程數は少いが重い汽箭が落下するのであるから打撃力の強大な點に於て優る。

次に電力杭打機は足場丸太を以て簡單なる截頭四角錐形の櫓を造り、之に 20 馬力電動機直結の 2.0 t 捲揚機、眞矢及び錘を附屬せしめた落錘式杭打機であつて、錘重は隨時 0.3—1.0 t の間に變化せしめたのである。陸上打込の場合は電動捲揚機は之を定置して杭打櫓だけを順次に移動し、水中打込の

修工事の経験から得た抗帽用木塊に関する注意事項は次の如し。

(1) 矢板の打込が困難なれば困難なる程木塊の損傷が早く、錘の種類から言へば汽錘よりは落錘の方が遙かに木塊の損傷が著しい。

(2) 材質としては白樫、赤樫、支那樫、檜、樺などを試用した中で、白樫は価格不廉ではあるが最も優秀なる耐久力を發揮した。

(3) 上記堅木の価格が餘り高いが爲に白樺を試用したけれど、生材であつた故にもよるか、立ち所に壓潰せられて綿の様に破碎し殆んど使用の價値がなかつた。

(4) 木塊が破損するのは主としてその纖維質の損傷によるが故に、赤味材よりは白太材の方が遙かに損傷が早い。角材よりは心材を含んだ丸太を、若し必要ならば4邊太鼓落しにして使用した方が耐久力が強い。

(5) ラルセン及びテル・ルージュの單式杭帽に對しては 25×25 cm 内外の木塊斷面を必要とし、ランサムに對しては之を半截した扁平斷面の木塊を使用するのであるが、之だけの斷面を有する單一木塊は價格は高いけれど耐久力に富み、例へばラルセンに對して 13×25 cm 斷面の木塊2個を組合せて使用するが如く、2個又はそれ以上の組合せ式木塊は價格は低廉ではあつても破碎が速かで頻繁に取替を要し結局不經濟である。

(6) 木材乾燥の程度から言へば伐採直後の生材は壓潰が速かであるから必ず乾材でなくてはならないが、乾燥し過ぎたものは乾割れが多く結局破損を招き易いから中位の乾材が最もよい。

(7) 木塊製作と同時にその切口には油を塗り、又は油紙を貼り日光の直射を避けて乾濕の變化の少い倉庫内に貯藏して置くがよい。

(8) 矢板の打込困難なる場合錘撃 30 分以上に亘る時は此のエネルギーのために發生する熱によつて木塊の内部に纖維の燃焼が起るのを常とし、木塊はその用をなさなくなるから斯の如き場合には一時錘撃を中止して燃焼を

未然に防ぐがよい。

補修工事に使用した木塊の總數は成規の斷面に換算して 1,030 個に餘り、價格亦 5,700 圓を超えるのであるが、その内可動堰及び固定堰工事に使用したものの内譯は次の如し。

第 11 表 杭帽用木塊使用數

鋼	矢 板	矢板壁延長(m)	木塊員數	同金額(圓)	矢板壁延長 1m 當	
					木塊員數	同金額(圓)
ラ	ル セ ン, 12m	214	173	749.500	0.808	3.502
テ	ル・ルージュ, 11m	206	156	574.000	0.757	2.786
同	上, 10m	500	326	2,431.200	0.652	4.862
ラ	ン サ ム, 6m	199	38	278.300	0.191	1.398
同	上, 5m	532	58	182.000	0.109	0.342

テル・ルージュ, 10 m の矢板に於て著しく木塊金額が増大してゐるのは大部分落錘式杭打機を使用したのと樫角を多く購入した結果である。

木塊の價格が餘りに不廉である所から考案したのが金屬製の頂塊である。金屬製頂塊は鑄鋼製杭帽よりは軟いものか脆いものか、多少とも撃衝を吸收する性質のものである事を必要とするが故に、鍛鐵、砲金、鑄鐵などに就て研究した結果、鑄鐵製のものを適當と認めて之を製作試用したがその結果は次の如し。

(1) 錘撃のため破碎した鑄鐵製頂塊の破片が飛散しないために頂塊には豫め鍛製のバンドを嵌めるのがよい。

(2) 金屬製頂塊は木塊の場合よりも効果が確實であつて作業能率を増進する。

(3) 地質の關係上打込が相當に困難な場合には撃衝の吸收不充分のために矢板頂部を損傷し、或は杭打錘に與へる反動が強すぎてアンヅキル・プロ

ツクの破損を助長する不利がある。

(4) マキナンテリー式杭打錘はラムが直接アンヅキル・ブロツクを錘撃するに對し、油谷式杭打錘は此のアンヅキル・ブロツクの頂部に別に堅木製の木塊が箆めてあるため之によつて撃衝を吸収し、杭帽には金屬製頂塊を用ひても矢板頂部を破損せしむる事が少いと言ふ事は杭打錘の特性の側から言つても特筆すべき長所である。現に補修工事に於てはラルセン式長 14.5 m の矢板を打込むのに、水面上打止の關係上打込が著しく困難でない所から油谷式杭打錘を用ひ、同時に杭帽の木塊の代りに鑄鐵製頂塊を使用して非常なる成功を収め得たのである。

(5) 鑄鐵製頂塊の耐久力は木塊の約 15 倍に當り、価格は 2—3 倍に過ぎない。

(6) 親しく可動堰工事の施工を擔任した内務技師大鹽政治郎君の意見では、鑄鐵よりは鍛鐵製頂塊を用ひた方が凡ての點に於て更に有効であつたらうとある。

何れにしても杭帽に金屬製頂塊を使用する事は新しい試みとして今後とも研究を重ねるだけの興味と必要とがある事と信ずる。

27. 鋼矢板用奴杭

杭又は矢板を水中に打込む場合には特殊の杭打錘を使用して錘を水中に沈めるか、或は奴杭、俗にヤツトコと稱するものを使用して之によつて杭打錘の打撃を水中の杭又は矢板に傳達するより外に途がない。水中打込の事は後に詳説するが茲には奴杭の事だけを述べる。

補修工事に於ては前掲の如く長 6—12 m の鋼矢板延長約 600 m、長 13 m の基礎杭 600 本、長 7 m の基礎杭 1,140 本を水中に打込むための奴杭に就て非常な苦心を重ね、そのために 10 種以上の奴杭を製作試用したのであるが、その内鋼矢板に關するものゝみを次に説明する。

(1) 堅木製奴杭

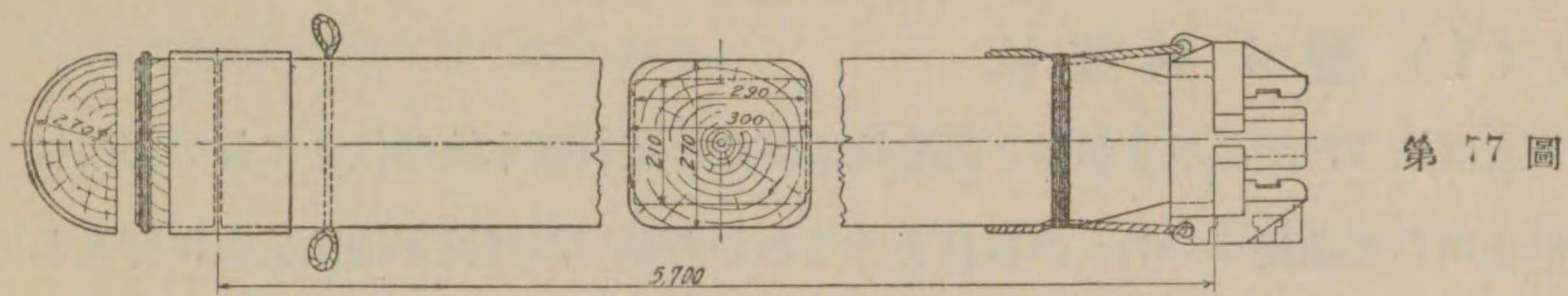
之は第 77 圖に示すが如く前述杭帽頂部の短い堅木塊の代りに長い押角材を使用して總長 5—6 m の奴杭を作るのであつて、奴杭下端は杭帽に挿入した上鋼索を以て兩者を連結し、頂端は之を圓形断面に削つて鍛製のバンドを箆め、更にその上に短い木塊を冠して錘撃による奴杭の損傷を防止する。奴杭には 27 cm 位の角材を使用しその下端は杭帽頂部に適合する様に削り落したのであるが、此の場合には勾配を附して漸次断面を減小せしめ、決して段を附けて柄形にしてはならない。奴杭端面の強度を弱め縦に裂ける缺點があるが故である。

ランサム の 矢板では奴杭の下端を 13×26 cm の扁平矩形断面に削るがために此の部分が弱點となる。前述の如くランサムの杭帽は幅が矢板の幅よりも廣くて均し打の場合に使用出来ないから、最初はその兩耳を落したものに堅木材を挿入して奴杭として使用したけれど、角材を扁平に削り取る弱點は依然として纏綿するが故に後には杭帽を特製して 18×26 cm の角材端面に適合せしむる事にして此の缺點を緩和する事が出来た。

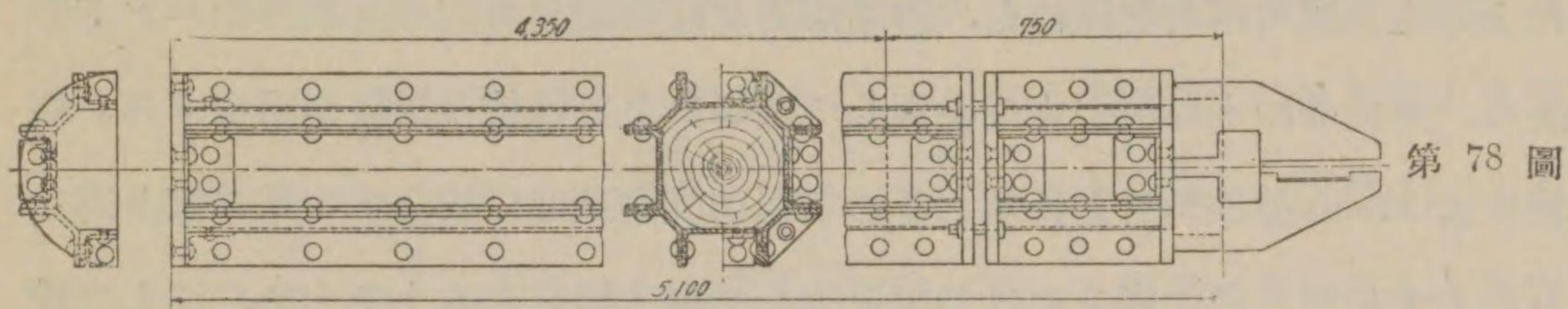
ラルセンやテル・ルージュには此の缺點がなく、特に後者の如きは堅木製奴杭だけで打込を竣つたのである。ラルセンの複式杭帽に取付ける奴杭は 22×30 cm の押角 2 本をボルトで縫合せて使用したが、斯の如く 2 本の角材で組立てた奴杭は單一材に比して価格は遙かに低廉であつても耐久力が著しく低下するから作業能率を害するのみならず、經濟的にも却つて不利である。

奴杭としては檣材を多く使用したが、1本の價格 100 圓を超えるから出来るだけ利用の途を講じ、兩端が損傷するに従つて切縮めて行つて最後まで使ひ、更に之を短く切斷して杭帽用木塊にまで利用したのである。第 77 圖はテル・ルージュ式の奴杭を示す。

第 六 章



第 77 圖



第 78 圖

(2) 複 式 奴 杭

之は堅木製奴杭の費用に耐へ兼ねて考案したもので、第78圖の如く心材として20cmの楕円角を用ひ、4邊に溝形鋼を當て相隣れる溝形鋼を開脚溝形鋼の様な断面形状の曲板を以て帶狀に銲綴したものである。

水中打込に於ける最大の困難は矢板、奴杭、錘軸の3者を正しく一直線上に置く事に存し、此の3者の間に軸の斜交や偏心率が存在すれば彎曲應力及び裁力のために奴杭の損傷は激成せられ、此の種の複式奴杭に於ては銲綴が先づ飛んで仕舞ふ。ラルセンの如く前方に曲り易い矢板に於て特に此の傾向が著しく、補修工事の経験では複式奴杭は結果が餘り面白くなかつたのである。

(3) 鋼 製 奴 杭

銲綴材は銲が裁斷せられる缺點があるので之を避けるために第79圖の如き工形鋼の單一材を奴杭として使用して好結果を得た。價格から言つても工形鋼は楕角の1/4—1/5で買へる。偏心率のための奴杭の彎曲から工形鋼の突縁に龜裂が這入つたり、弓なりに曲つたりした事もあるが結果は概して良好であつた。若し手近に得られるならば工形鋼の内でも特に突縁幅の廣い船舶用工形鋼を使用した方が一層よかつた事と思はれる。

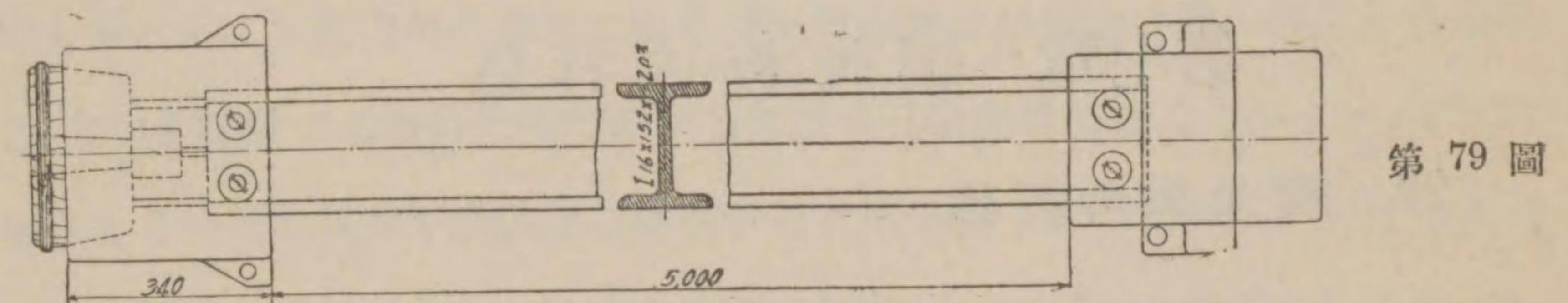
工形鋼の上下兩端には特殊の鑄鋼塊を綴銲を避けてピンを以て取付ける。

下端鑄塊は矢板杭帽をその儘利用してもよいが、杭帽と矢板とを楔止めとして置くと水中では楔の締直しが困難であるから、杭帽の溝と矢板腹板との間に餘り間隙のない、従つてその間へ楔を挿入しない改造型杭帽を製作して之を工形鋼の下端に取付けたのである。上端鑄塊は杭打錘の打撃を受ける部分であつて、同じく一種の杭帽である。従つてマキナンテリー式汽錘では鑄塊の頂部に堅木塊を箵めて衝撃を吸収せしめ、油谷式汽錘に使用するものは木塊を箵めない充断面としたのは、油谷式では前述の如く汽錘のアンヅキル・ブロックに堅木塊が箵めてあるからである。第79圖はマキナンテリー式汽錘用。

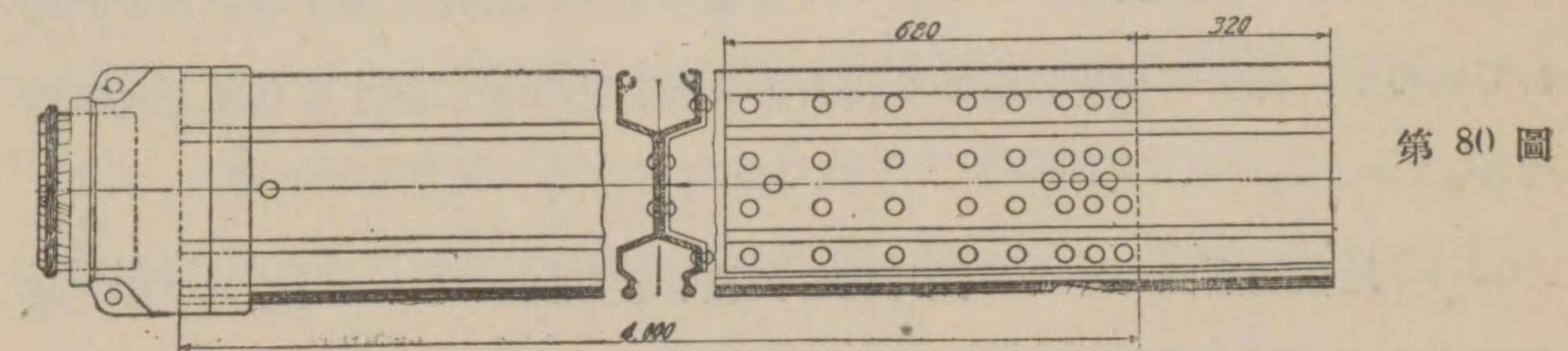
鋼製奴杭は矢板には比較的使用期間が短かつたが、基礎杭に使用して好成绩を収める事が出来た。

(4) 共 ヤ ツ ト コ

補修工事に於ては規定の深さまで河底を浚渫してから矢板の打込を始めたのであるが、出水の都度夥しく土砂が沈澱する。之に對して浚渫を繰返してゐては工費は嵩むし工期は後れるし、さればと言つて上述の如き断面の大きい奴杭を使用しては沈澱土砂を押し退けて鋼矢板の打込を進める事が出来な



第 79 圖



第 80 圖

い。即ち奴杭下端の杭帽に累せられて之を砂中に潜らせる事が不可能である。そこで考へついたのが第80圖に示すが如き共ヤツトコである。

之は打込むべき矢板と同型同大の鋼矢板を奴杭として使用し、その頂端には在來の杭帽を冠し、下端にはその兩側に矢張り同型同大の矢板を添接して之を鍔綴し、添接鋼矢板を奴杭の下端よりも先きへ延ばして置き、その間に打込むべき本矢板を挟ませるのである。従つて奴杭と本矢板とは接頭接合になるから兩者とも軸に直角に正しく切取られてゐなくてはならない。

此の種の奴杭はランサム式長6mの矢板に採用し相當の効果を収める事が出来たが、共ヤツトコの缺點は支壓面積が狭小であるがために奴杭として使用した矢板の上下兩端が壓潰する事と、添接用矢板の間へ土砂が喰込んでその壓力のために遂には綴鍔が切斷する事とであるから、ヤツトコ矢板の兩端に焼きを入れるとか、添接矢板の取付けに改良を加へるとかすれば、此の共ヤツトコは可なり重寶に使用し得るのではないかと思はれる。

此の外に矢板の打込に水射法を併用するとすれば水射唧筒の必要があるがそれに関しては後に述べる。

寫眞第4圖は可動堰工事に於ける鋼矢板水中打込作業を示したもので、寫眞はテル・ルーヂュ式長11mの矢板を水面附近迄打込んだ状態を表はす。

第七章 鋼矢板の打込

28. 鋼矢板の打込

何れの矢板の型録乃至パンフレットを見ても矢板打込に關する注意が列記してあるが、補修工事の經驗から得た鋼矢板打込工法に關する私見を次に述べる。

(1) 比較的斷面の小さい長尺物の矢板を長期間に亘つて貯藏して置く場合には堅牢なる地盤を選び、土臺の間隔を密にし、且つその天端を正しく水

平に揃へて矢板を水平位置に一様に支承せしめる様にして置かないと矢板が自重のために彎曲して永久變形を起し、打込を困難ならしめる。

特にラルセン式矢板の如く互に反向して打込まれる矢板にあつては、矢板中間の點に於ける彎曲量(撓度)が倍增する事になるから打込が非常に困難になる。

(2) 打込前に矢板をよく検査して繼手に歪曲のあるものは匡正して置くこと。否らざればその部分の摩擦のために打込の途中で難澁する事が多く、進退兩難に陥る場合が珍らしくない。

(3) 矢板の兩端面はその長さの方向に對して正しく直角に切斷されてゐなければならない。矢板を眞直に打込むため及び頂部の損傷を軽減せんがためである。特に矢板兩端の切斷面に於て繼手が變形してゐる場合には鑿や鑿などを用ひて之を匡正し、成るべく無理のない様にして置くがよい。

(4) 打込の直前に繼手をよく検査し、特に溝型繼手の内部に異物が充填されてゐない様に清掃し、且つその中に鑿油の様なものを充分に塗布して繼手の摩擦軽減に努めるのがよい。

(5) 矢板を反覆使用の場合にはその頂部から30cm内外の位置に徑3cm内外の孔を開けて置いて矢板引抜の際の便に供すべしと言ふ注意を與へた型録もあるが、反覆使用の場合に限らず矢板運搬及び建込の際の作業を容易にし、危険を軽減するために凡ての矢板に此の孔を開けて置くのがよい。岸壁の場合などで此の孔が不體裁ならば後から瓦斯熔接で塞げばよい。引拔用に利用する場合には徑3cmの孔は小さ過ぎる。少くとも5cm以上とし之にボールを通しシャツクルの如きものを挿入して引拔用鋼索を取付けるがよい。

(6) 矢板が鋸齒状線に傾いたり曲つたりする事を防止して之を正しく一直線状に打込むためには完全なる導杭を設けるがよい。補修工事では長7m、末口18cmの松丸太を導杭として1.5—2.0m間隔に2列に打込み、之に米

松断面 20 cm 角材を取外し自在のウキング・ナット付ボルトを以て締付け更に此の角材に 30 kg 軌條を取付けて鋼矢板の滑りをよくしたものを腹起とし、2列に並んだ腹起と腹起との間に矢板を挿入して打込んだのであるが、此の導杭さへ完全であれば矢板が多少曲つて來てもヂヤツキなどを使用して之を補整する事が出来るのである。ラルセンの如き 1/2 波長の矢板は此の2列の腹起の間に於てさへ多少扭れる傾向がある。

(7) 何れの型式の矢板であつてもその中軸線に沿つて打進みの方向に傾斜するのが通弊であつて、繼手の餘裕は略 1—2 mm であるから 10 枚の累計でも 2 cm 未滿であるべきだが、ラルセン式矢板の如きは 10 枚も打つ内には 14—15 cm も頂部が倒れて來る事がある。此の原因を色々と研究して見た結果は次の様な結論に到達した。即ち

(イ) 打込の際の錘撃のために矢板頂部は幅を擴大せられるに反し、同下部は土壓のために幅を縮小すること。

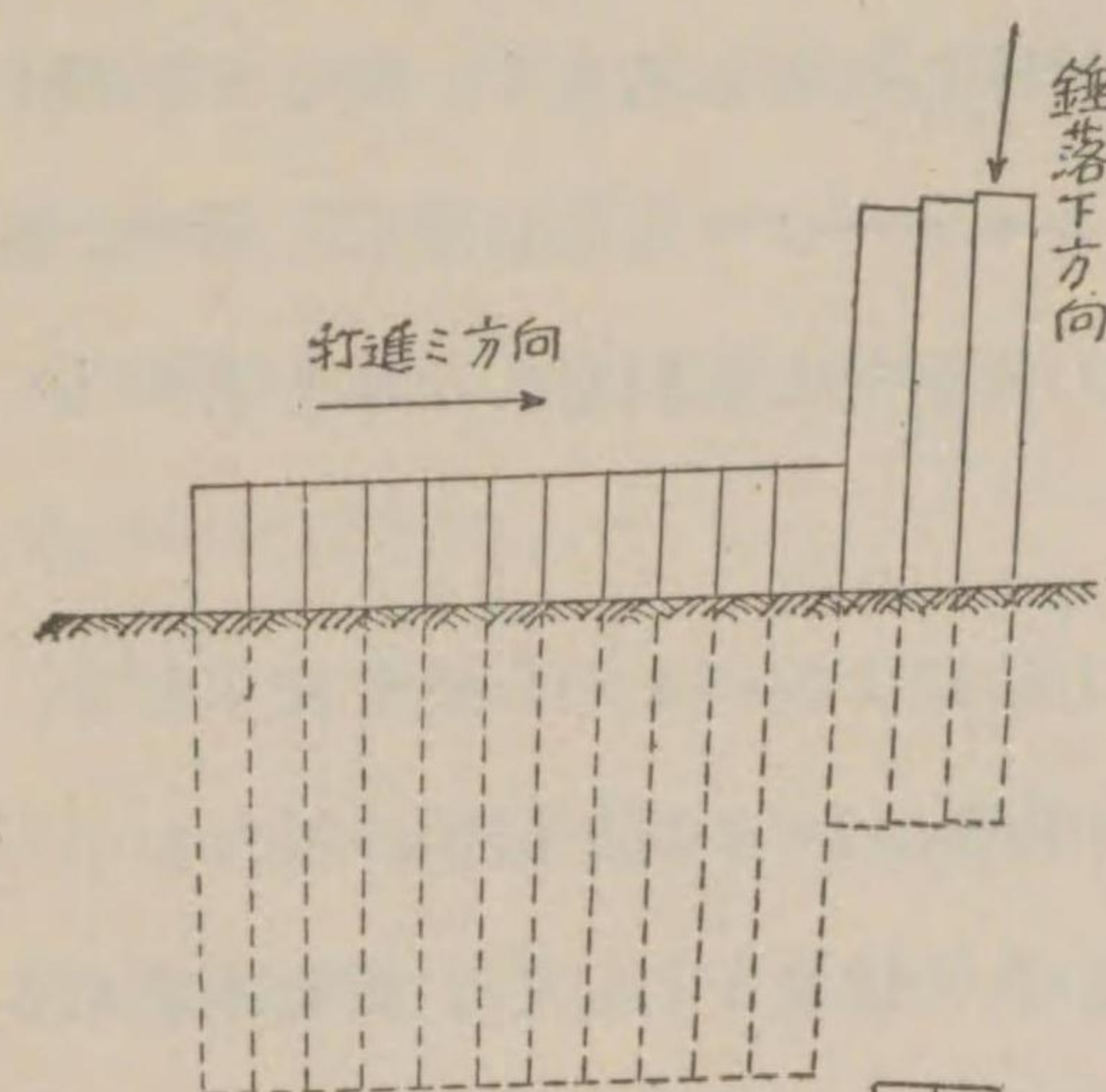
(ロ) 少しづつであるが繼手の餘裕が累加してゆくこと。

(ハ) 地盤の硬軟又は地下障害物のために矢板が地中に於て扭曲を生じて鋸齒状線になつても、頂部は腹起やヂヤツキで補整せられる結果、頂部が前進の方向に傾いて來ること。

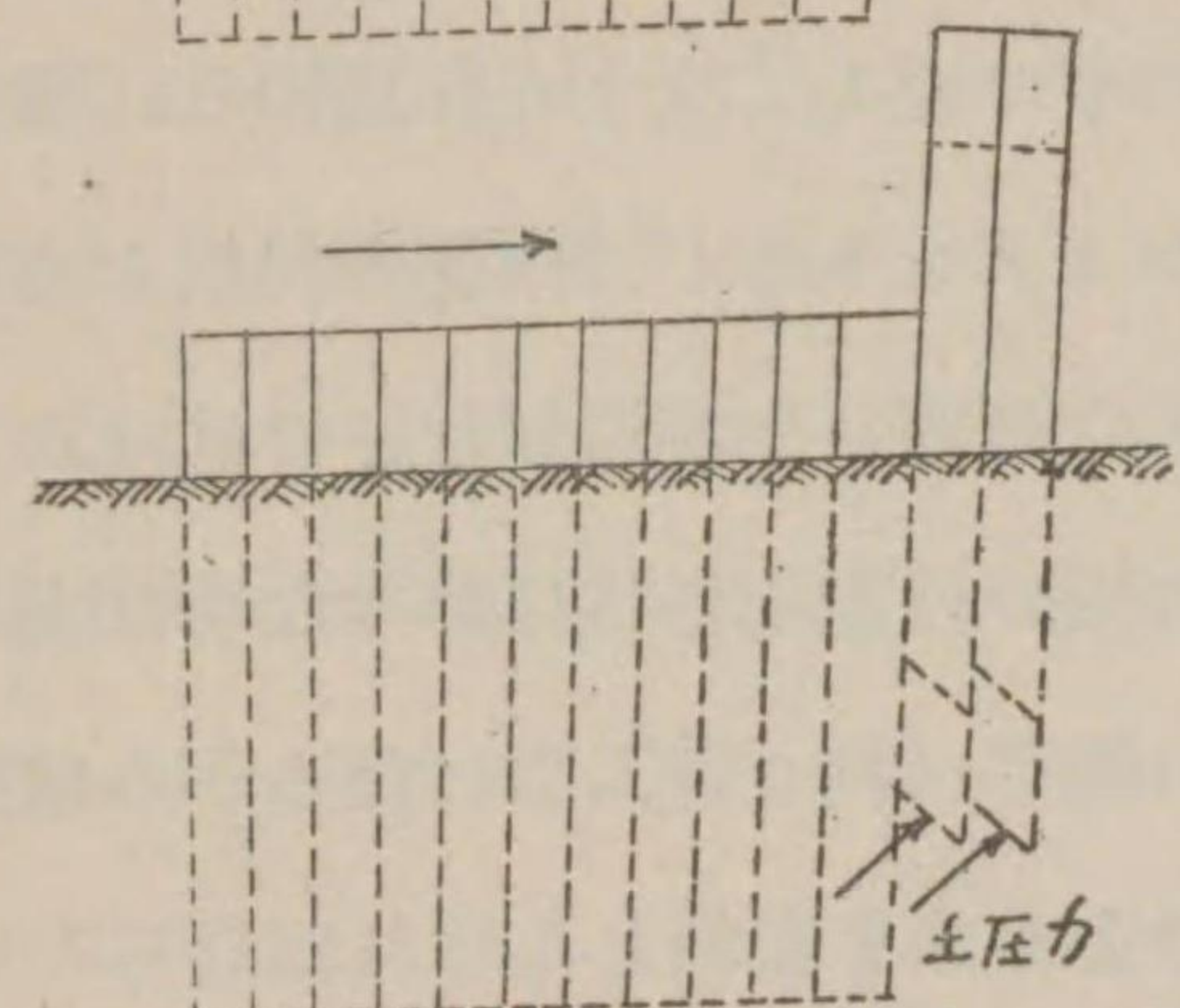
此の三つが主因ではないかと思はれるのである。その内(イ)の響影はラルセンの如き断面に就て特に著しく、テル・ルージュには此の傾向が少いのはその断面形状の然らしむる所により、断面重心點に錘撃が加へられる事に起因してゐる。(ロ)の影響はラルセンよりはテル・ルージュの方が著しくなければならぬ理屈であるが、テル・ルージュに比較的傾倒の傾向の少いのは他の2原因の方が遙かに優勢である結果かと思はれる。

(8) 此の傾倒を防止軽減するためには通例次の如き方法を採用する。即ち

(イ) 複式杭帽を用ひて矢板を2枚づゝ同時に打込むこと。



第 81 圖



第 82 圖

(ロ) 矢板打込開始に先だつて、之を既に打込を終つた矢板壁の方へ人力捲揚機などで締寄せて置くこと。

(ハ) 錘を矢板傾斜と同じ方向に落下せしめ、且つ多少内側へ偏した部分に打撃を與へしめること。(第 81 圖)

(ニ) 矢板の下端を約 45° の方向に斜截して打込み、土壓力を利用して漸次傾倒を匡正せしむること。(第 82 圖)

此の内(ハ)の方法は眞矢打の場合にはよいがその他の杭打工法の場合には杭打機の安定を害する事になるから、安全に採用し得ない場合が多い。(ニ)の工法は場合によつては極めて有効であつて補修工事に於ても此の種の斜截矢板を多數に使用したのであるが、元來土壓のために傾斜が直ると言ふのは繼手の餘裕の許す範圍を超過すると、矢板の下端で多少とも幅が擴大せられる事を意味する。従つて矢板の幅が擴大せられる位の強大なる張力が作用する結果として、同時にラルセンならば繼手の切離、テル・ルージュならば繼手の脱離を起す事があるのを覺悟しなければならない。即ち地質状態や斜截角度を適當に研究してからでなければ此の方法は繼手破壊の危険を伴ふのであ

る。

寫眞第5圖は自在堰應急工事當時打込んだラルセン式第2型斜截矢板を引抜いて見た結果を示す。矢板の幅が押し擴げられてゐる事も、繼手が切離してゐる事も一目瞭然たるものがあり、テル・ルージュならば恐らく繼手が脱出したであらうと思はれるが、著者は此の貴重なる資料を得た事を喜ぶものである。

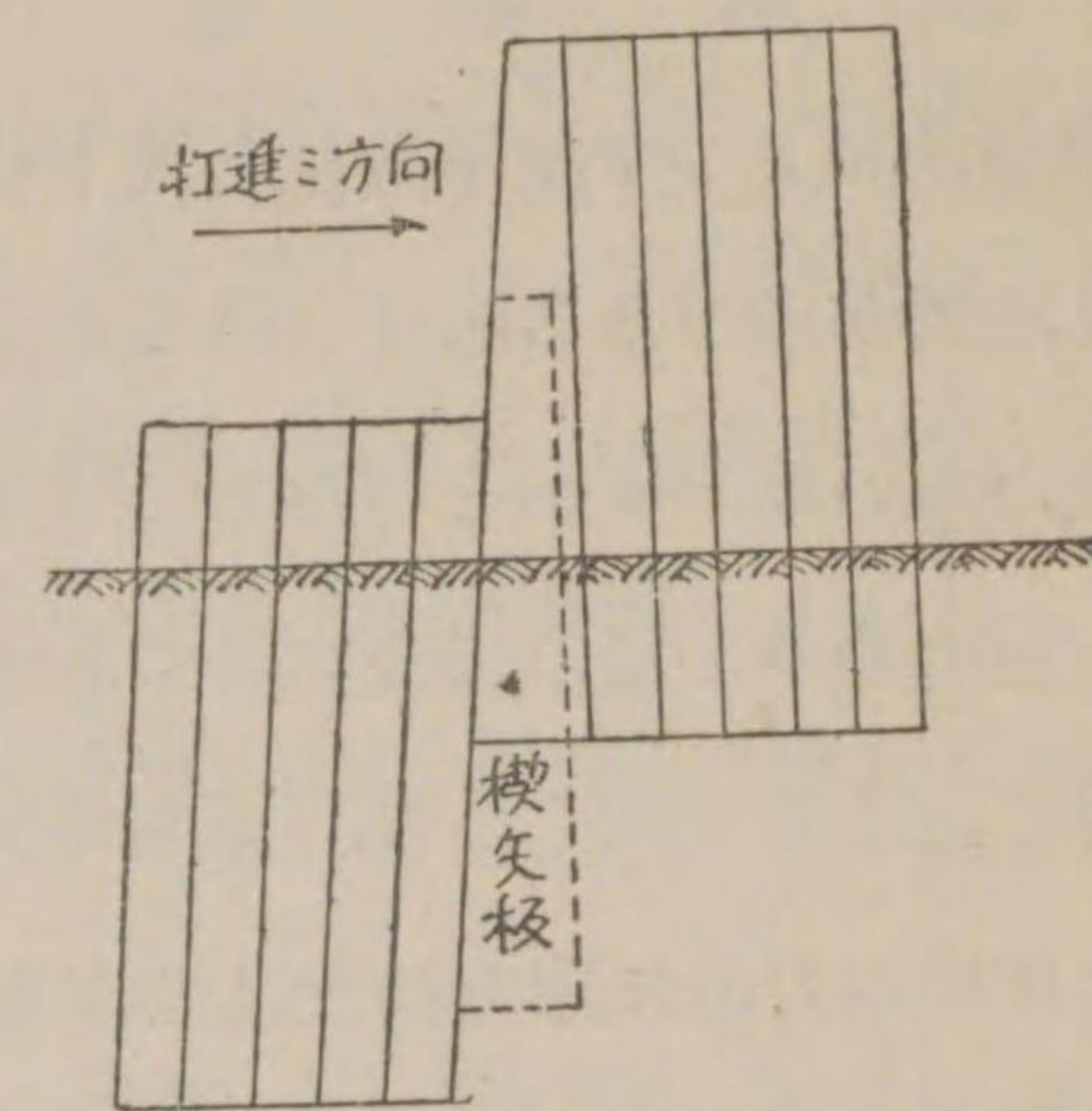
(9) 矢板の傾斜や扭曲を防ぐ最良の方法は1枚づゝの打込を完了せず、成るべく多数の矢板を順次建込んで、その両端の1—2枚を成規の根入の1/2位打込んでから中間の矢板を順次、根入の1/4位まで打込む。更に両端にかへつて之を3/4位まで打込み續いて中間のものを1/2位まで打進める。順次斯の如き方法によつて両端の矢板をアバツトメントとして中間の矢板を數回に打均す事であり、竣功後の外觀を考慮する必要のある岸壁などでは此の方法によるの外はないのであるが、之は杭打機の移動その他に非常な時間上並びに勞力上の冗があり、且つ全體の矢板の繼手が軋り合ふ事になるから摩擦が累加せられて打込功程上決定的な不利のある事を覺悟しなければならない。

(10) 傾斜が甚しくなつた場合には、その餘りに著しくならない前に楔矢板を挿入するがよい。補修工事に於ても特にラルセン式矢板に對して多数の楔矢板を使用したのは前述の通りである。

(11) 楔矢板は下端の幅を擴げるが頂端だけは約30cmの區間だけ正規斷面を保存せしめないと、杭帽の挿入を不可能ならしめる。隅矢板、又矢板に就ても同様である。

(12) 楔矢板は一時にその全根入を打込まないと次の矢板を建込む事が出来ない。楔矢板を中途まで打込んでから次の矢板を幾枚か建込み更に引返して楔矢板を打込む場合には、後から建込んだ矢板全體を引摺らない限り、打込が不可能であるからである。(第83圖)

(13) 繼手が窮屈である事は打込を困難ならしめる主因であるが此の意味に於て打込の困難なのはラルセンを第一とし、テル・ルージュやランサムは之に比すれば打込が容易である。



第 83 圖

(14) テル・ルージュやランサムにあつては柄型繼手を打進みの

方向に向けて打込んだ方がよい。之に反して溝型繼手を前方にして打つと溝の中に土砂が侵入して、之に次の矢板の柄を挿入して打込む場合の摩擦が大きく、功程を阻害するからである。

(15) 打込の途中に於て既定の高さまで打込を竣つた隣の矢板が繼手の摩擦のために一緒に沈下してゆく事を矢板の釣込と呼んでゐるが、釣込もラルセンが一番多く、甚しきは1.6mに及んだ。可動堰工事に使用したテル・ルージュ、ランサムには殆んど釣込の認むべきものがなかつたが、固定堰補強のため法面下流端に打込んだランサム、6mの矢板は既設杭柵工に接壤して捨石工の間へ打殺しにした關係から、摩擦が多く従つて釣込も極端に多く、矢板總數1,472枚中釣込まれた矢板110枚(約7.5%)に達し、釣込深は0.18—2.47mに及んだけれど、之は特殊の例外と見做すべきであらう。

(16) 何れの矢板であつても多少の釣込は免れ難いから、打留めは既定の高さより多少高くして置いて後から頂部を瓦斯で切揃へるのがよい。夫れ以下に釣込まれた部分に對しては同型の矢板片を補足挿入して接合線には必要に応じて瓦斯熔接を施して置くがよい。

鋼矢板の打込に際して利用せられる水射法の事と、矢板の水中打込工法に關する事とは項を改めて説く。

29. 水 射 法

水射法によつて杭や矢板を沈下せしめる事は普通に行はるゝ工法であるが之は地盤が砂である場合に限つてその採用が許され、粘土の場合には水射の効力が弱いばかりかそのために穿たれた孔が充塞せられないと言ふ不利がある。粘土交り砂層の場合に於ても粘土含有量の多少によつて此の缺點が或は強く或は弱く働くから、水射の使用を避けた方がよい。純粹な砂層に於ては水射のために穿たれた孔は直ちに充塞せられ、地盤は幾許もなくして以前の通りに締る。従つて何等の不安なく水射法を採用し得ると信ぜられて居り、實際亦その通りではあるが、成程水射の孔は送水を止めれば直ちに充塞せられるけれど、水射のために天然の良好なる砂層を攪亂せられる結果、砂の中の微粒子は水と共に流失して比較的粗粒の砂だけが孔を填める事になり以前の地層とは全く組成が變つて仕舞ふのである。従つて砂層の空隙を増し地下滲透水に対する抵抗を減ずる事は實驗の明示する所であるから少くとも特殊の水中工作物には水射を使用しない方がよい。特に鋼矢板の如きはその表面が平滑である所から動もすれば之に沿つて水の流動を助成し易いのである。

補修工事に於ても絶対に水射法を採用しない方針の下に落錘と汽錘とを準備し、長6mのランサム式矢板はさしたる困難もなくして打込を竣つたが、長12mのラルセン式矢板の打込を開始するに及んで砂層を貫通するために極めて長時間の錘撃を必要とし、總重量約3tのマキナンテリー式杭打錘を使用して始め7mを打込むためには約15分を要するに過ぎないのに次の1.5mを打込むためには成績最も良好なる場合と雖も約70分を要し、甚しきは錘撃2時間にして沈下僅に14cmと言ふ様な記録がある。此のために(イ)杭打錘の故障、(ロ)杭帽用木塊の破碎、(ハ)水面下打込に際しては奴杭の破損、(ニ)矢板頂部の損傷などが續出して打込工費の増大と工程の遅延とは計り知るべか

らず、加之長時間に亘る錘撃の結果は矢板の繼手に損傷を及ぼして却つてその水密を害する虞があつたので、遂に施工方針を一變し汽錘に水射法を併用して工費の節約と工程の進捗とを計つたのであるが、その理由次の如し。

(1) 打込は水深3—4mの水中に於て行はれ、且つ殆んど流速のない静水中であるから水射のために噴上げられた細砂粒流失の虞がない。

(2) ノズルは成るべく小口径のものを使用し、且つ孔の位置及び方向を研究して穿孔を過大ならしめない。

(3) 水射法採用中と雖も主力を錘撃に置き、且つ最後の2—3mは水射法を用ひず錘撃だけに止め、地層の攪亂を最小限度に止める。

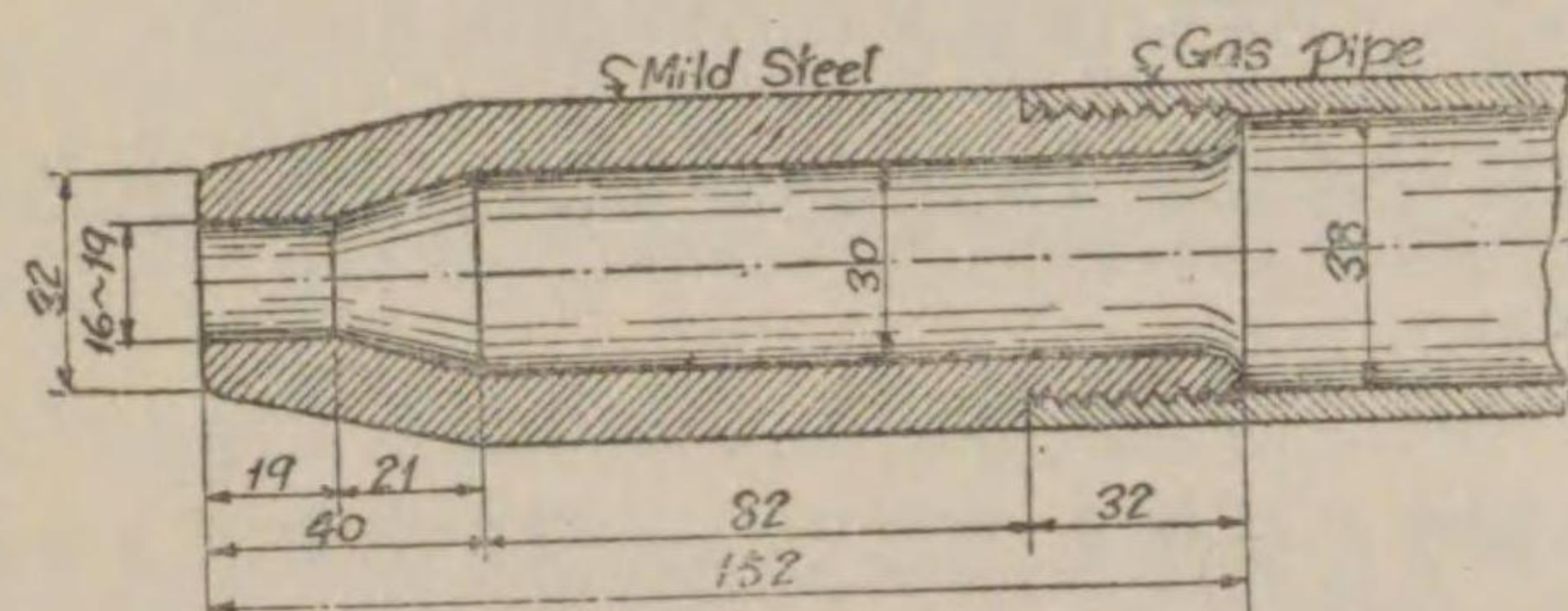
(4) 鋼矢板繼手の水密性は經驗上絶對的のものと認められるから水射による地層攪亂の悪影響は著しくない。

(5) 強錘撃によつて繼手に損傷を生じその水密を害するよりは、水射法を併用して安全に且つ正しく打込を遂行する事は締切矢板の効用を一層確實ならしめる。

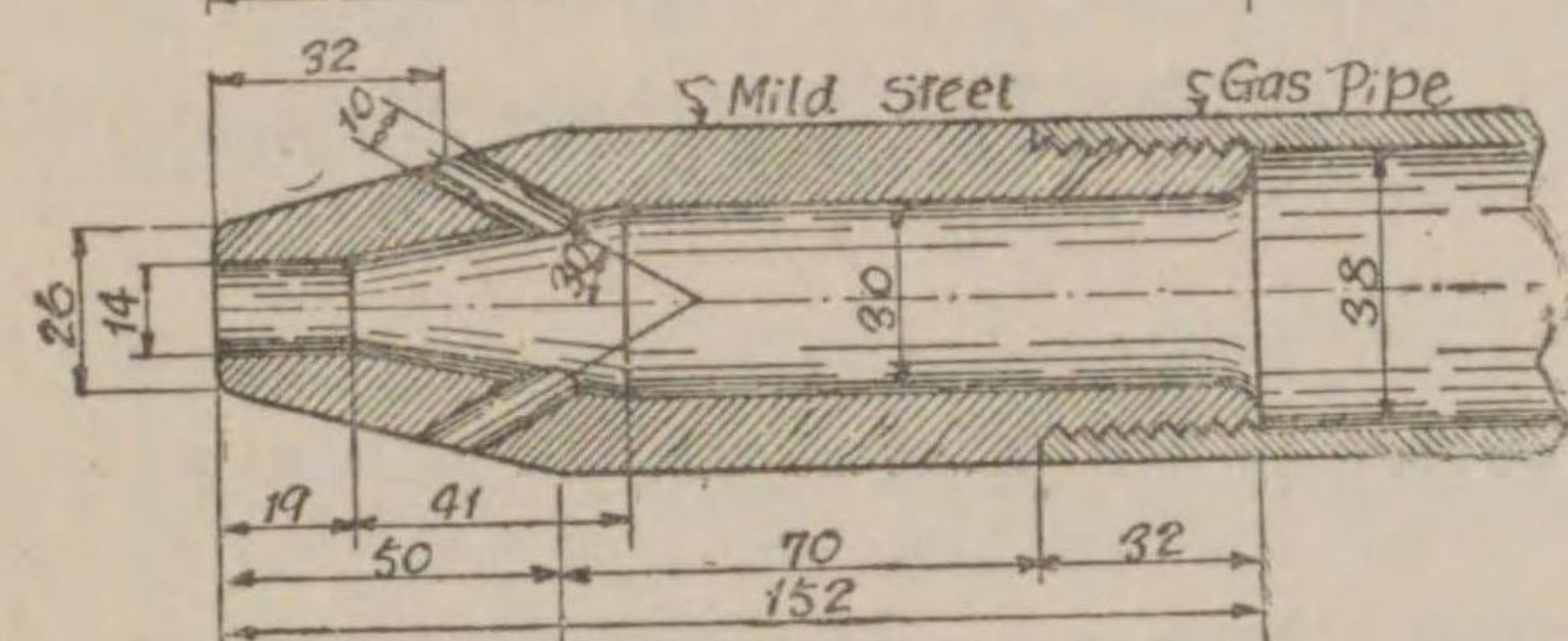
以上の理由によつて水射法を併用したのであつて、此のために口径152mm堅型三聯式プランヂャー唧筒及びウオシントン唧筒各1臺を用ひ、前者は30馬力電動機を以て運轉し後者は杭打機臺船上の汽罐から送汽せしめて之を運轉した。送水管は内径38mm、水壓は5.5—8.5kg/cm²を維持せしめ、毎分送水量は前者が0.58m³、後者が0.54—0.85m³である。ノズルは鍛製とし口径16—19mmに作つて尖端磨耗のため之が22mm位に擴大せられる迄使用する。錘撃に主力を置くが故に打込の途中、矢板の沈下が停止状態に達した時に始めて水射を使用し、水射の後では再び錘撃を加へ、順次此の方法を反覆して打込を進める。水射は矢板の片側だけに用ひ或はその兩側に交互に用ひたが決して同時に2本を使用せず、又水管は決して矢板の尖端以下に挿入せずして地層の攪亂輕減に注意したのであるが、河底の孔は送水を止めれば直ち

に砂のために充塞せられ、此のために往々にして水管引上の餘裕さへもなく一旦孔が充塞せられた後では上記の壓力では水射が無効に歸しノツズルを砂中に取り残すの餘儀なきに到つた事すらある。勿論此の場合には横に別の救援用水射を行つて囊の水管を引上げればよいのであるが、何れにしても水射法による砂層の攪亂が少くとも此の場合には深く憂ふるに足りなかつた事を察し得るであらう。之に就ては常時3m以上の水頭が働いてゐると言ふ事が非常に有理な點であつたらうと信じてゐる。

鍛鋼製ノツズルは送水瓦斯管に捻留めとする事第84圖の如く、繼手の外



第 84 圖



第 85 圖

側には段や突起をつけないのは成るべく送水管の引拔を困難ならしめないためである。ノツズルは第85圖の如き三孔式のものを試用した事もあるが、之は大きい孔が穿たれるばかりで水射法として餘り有効でなかつたので、主として使用したのは第84圖の如き形状のものであつた。

30. 水中打込

水中打込に方つて使用する奴杭の事は前に述べた。奴杭を使用する工法は如何なる種類の汽錘であつても又落錘であつても全く同様に採用し得るが、他の一法は奴杭を使用せずして杭打錘そのものを水中に沈めてゆく工法であるから特殊の汽錘でなくては採用が出来ない。即ちマキナンテリー式杭打錘

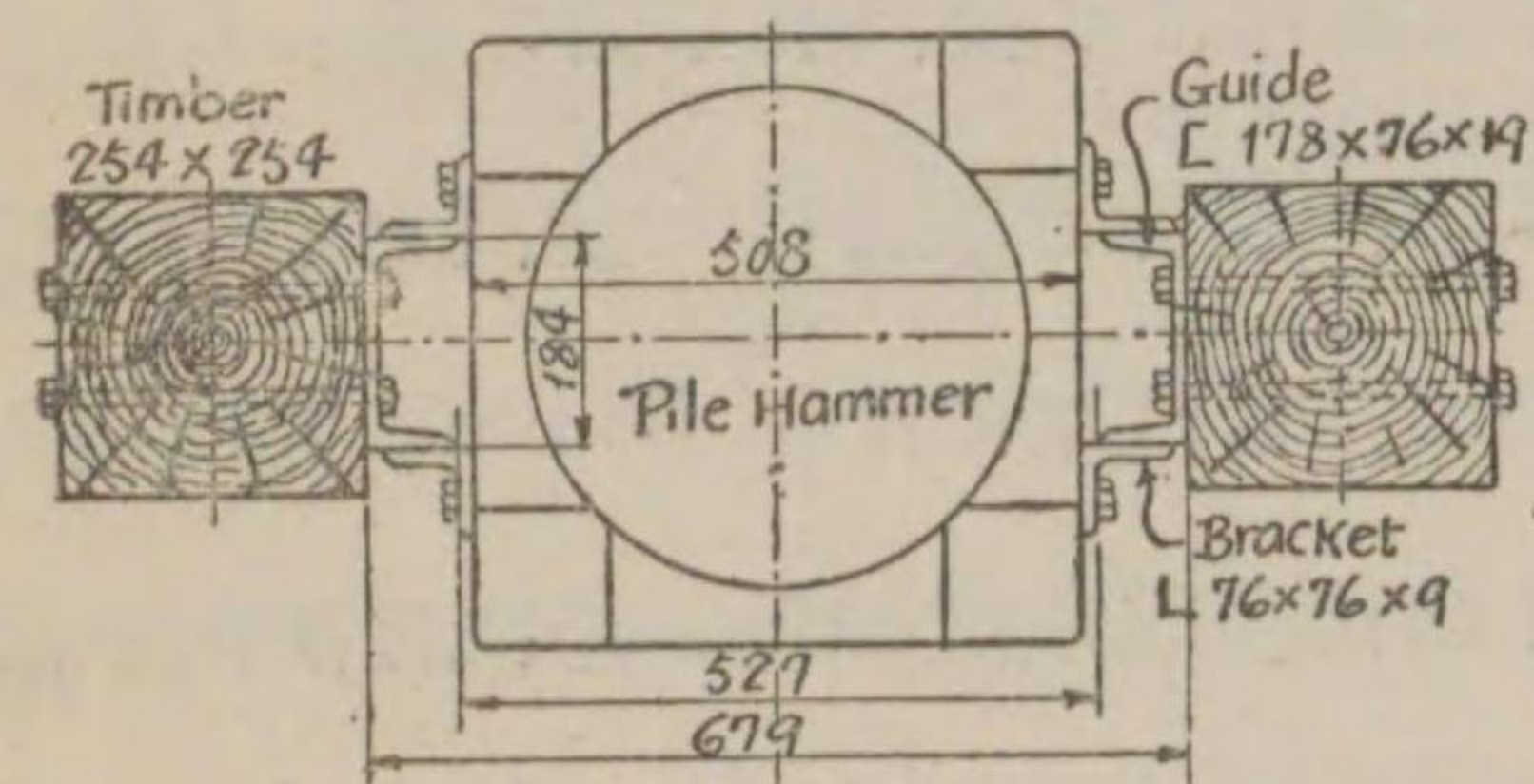
ならば9-B-2, 10-B-2, 11-B-2の如きB型汽錘に限つて此の水中打込が可能である。此等の汽錘は頂部汽筒、底部汽筒の2部から成り啣子は前者中を、ラムは後者中を上下に運動し、ラムによつて底部汽筒の底部に嵌みこまれたアンヅキル・ブロックに打撃を加へる。此の汽錘を水中に沈めると底部汽筒とアンヅキル・ブロックとの間隙から水が底部汽筒中に浸入してラムの上下運動に逆壓力を及ぼすから、之を避けるために上記B型汽筒に於ては頂部汽筒に蒸汽孔(給汽孔及び排汽孔)を設けると共に底部汽筒には空氣孔を設け、後者中に水が浸入するのを防止する程度の低壓壓搾空氣を送つて水中打込を行ふのである。此の工法は奴杭を使用して此のためにエネルギーを吸収せられるのに比すれば遙かに有効でもあれば確實でもある。

壓搾空氣使用量は毎分約1.7m³であるが氣壓は極めて低くてよい。型録には汽錘の水深1mにつき0.12kg/cm²で充分だとあるが、之では聊か低きに失する嫌ひがあり、補修工事に於ては水深3—4mに對して2.1—2.8kg/cm²の氣壓を使用した。汽錘が水面上にある場合には排汽孔は開け放しであるが、之を水中へ沈めるとなると排汽孔には蒸汽蛇管を取付けて排汽を水面上に誘導してやる必要がある。補修工事に於ては給汽用には徑50mm、排氣用には徑100mmの蛇管を使用した。此の工法は冬期水溫が低い時には蒸汽の凝縮が起るから、汽筒内にドレーンが溜つて汽錘の効率を害する虞があるが、その他の時期には安んじて採用し得る。

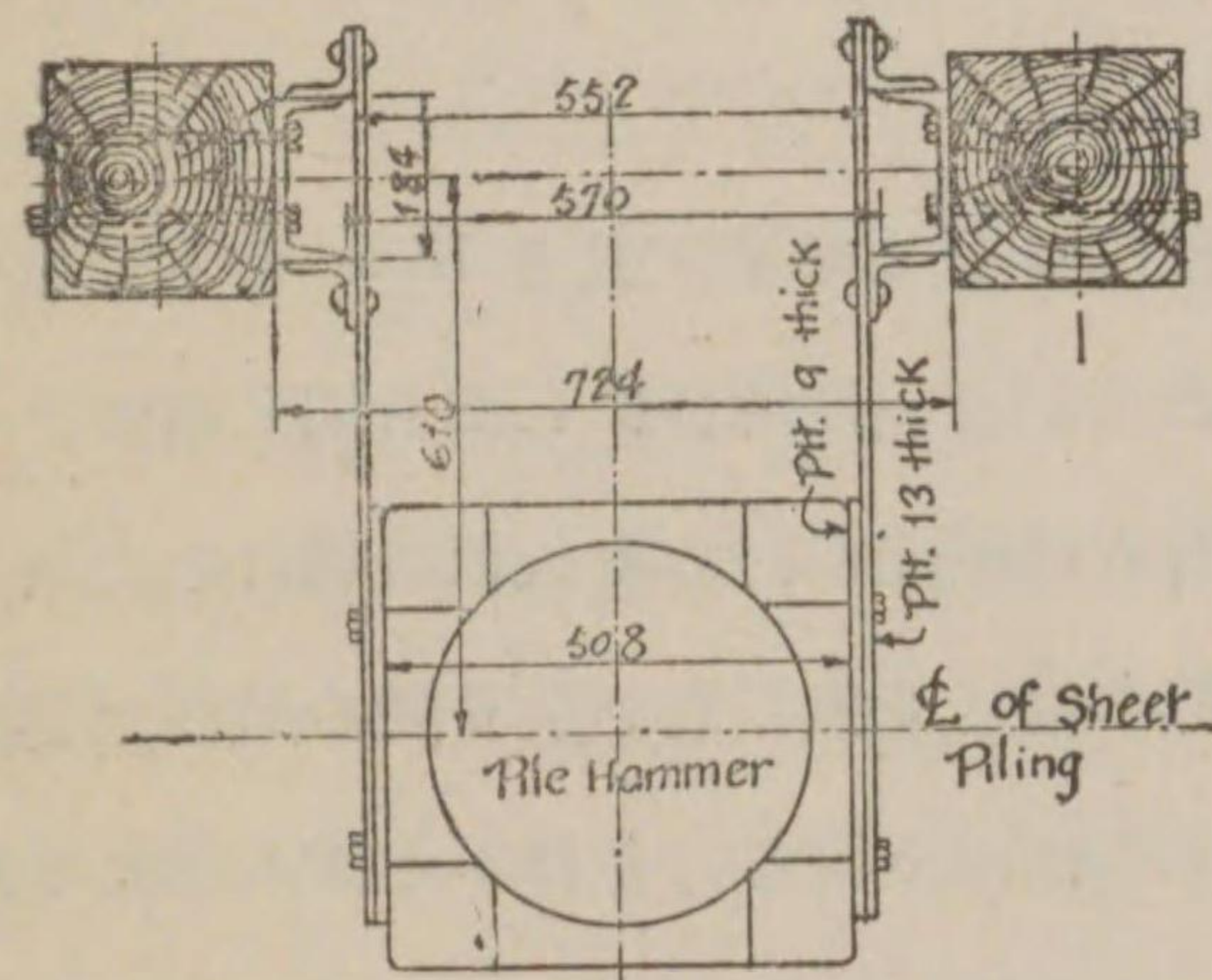
補修工事に於ては此の工法は鋼矢板には採用せず、長さ13mの基礎杭の打込に採用して好結果を収ためるのであるが理屈は何れにしても同じ事である唯相當の間隔を置いて打込む杭の場合と連結的に打込む矢板の場合とで異なる所は後者にあつては杭打錘の幅が矢板の幅より狭くない限り隣の矢板が邪魔になつて、多數の矢板を一時に建込んで後から均し打を行ふと言ふ様な事が全く不可能に歸すると言ふ事であり、當に水中打込が不可能であるばかりか

陸上打込の場合でさへも全く同様の障碍に遭遇するのである。マキナンテリ一式ならば6型汽錘までは幅が38cm以下であるから鋼矢板の打込に不都合はないが、勿論此等の汽錘は水中に沈める事が出ない。7型及びB型汽錘は幅が51cm以上になるから凡ての矢板を1枚毎に既定の標高迄一氣に打込んで仕舞ふのでない限り、水中打込は固より陸上打込に於てさへ奴杭を使用せずしては均し打を行ふ事が全く不可能なのである。

更に杭打錘の導柱に就ても一言を費す必要がある。杭打櫓には2種の構造があつて、一は直立の櫓の前面の2本の柱を杭打錘の導柱に兼用せしめたもの、他は櫓を前方に傾斜せしめて作りその頂端から別に導柱を吊下げたものである。前者は多く木造後者は専ら鋼製である。杭や矢板を鉛直に打込む場合には前者の方が便利であるが、此の構造では矢板の打込に際して導柱が隣の矢板に妨げられて杭打機を寄せつけないと言ふ不都合を生ずるが故に、杭打錘を第86圖の如く導柱の間に直接挟ませる事なく、第87圖の如く之を櫓の前方へ出して仕舞ひ、各



第 86 圖



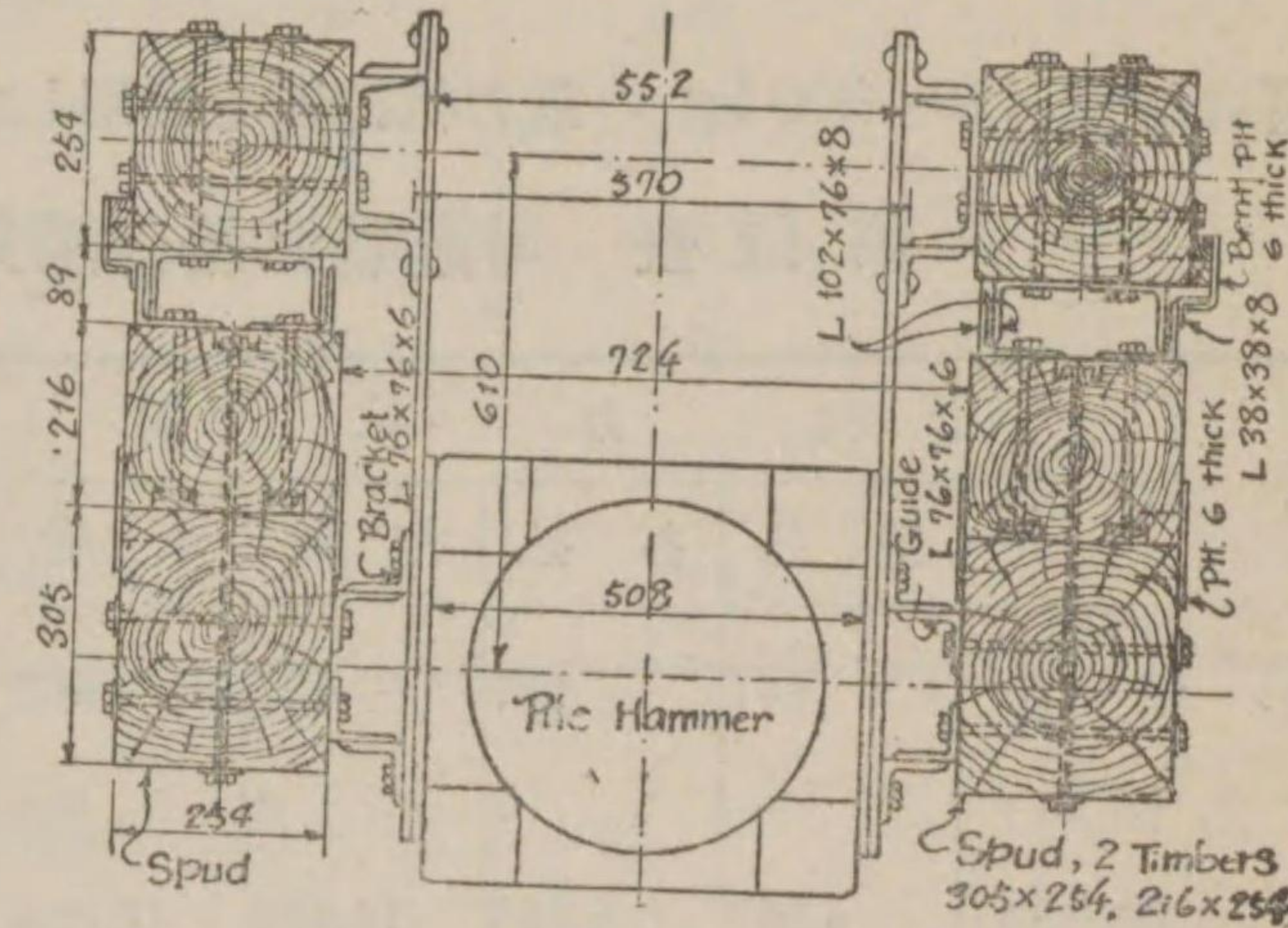
第 87 圖

2本の山形鋼を銕綴した2枚の鋼板を錘の側面にボルト締めとして此の山形鋼の間に導柱を挟ませる様な構造にする必要がある。第87圖は補修工事に使用した改良式導柱を示す。

斯の如き構造によつて水面附近までの打込

には何等の不都合もないが、水面以下の打込に於て、特に杭打錘を水中に沈める場合には導柱を水面以下に延長するの必要を生ずる。第86圖の如き導柱をその直下に延長する事は困難であるが、補修工事に於ては第87圖の如き導柱を使用して居つた關係

上、マキナンテリ式9-B-2型汽錘を水中へ沈めるに方つて、杭打櫓の前面の柱の前に第88圖に示すが如き2本の米松角を組合せて作つた1對の柱礎を立て、之によつて導柱



第 88 圖

繼足しの問題を解決する事が出来たのである。

鋼矢板打込の場合には此の柱礎を既に打込を終つた隣の矢板の上へ載せる様な方法を取らなくてはならない。又1對の柱礎は所々山形鋼などで水平に繋ぎ双方へ開くのを防止するがよい。

寫眞第6圖はマキナンテリ式汽錘を使用した水中打込であつて、汽錘が水中に沈んでゆく情況を示す。水泡は壓搾空氣が底部汽笛底から逸出する結果である。

31. 打 込 成 績

鋼矢板の打込成績は地質によつて非常に違ふし、加之補修工事に於けるが如く水中打込によつて河底まで打殺しにする場合は寧ろ特殊の例外であつて、一般の標準にはならないが、次に鋼矢板打込成績の一斑を例示して参考に供する。地質は多少の粘土を交へた細砂である。

(1) 可動堰上流部

矢板はラルセン式長 12 m, 第Ⅱ型。總數 530 枚, 竣功延長 214.1 m 中, 487 枚 (内又矢板 12 枚, 楔矢板 25 枚) は水中作業によつて河底に打殺し, 43 枚 (内隅矢板 1 枚) は陸上作業によつて堤防中に打殺したのであつて, 前者はマキナンテリー式, 9-B, 9-B-2 又は油谷式第二號汽錘による汽力杭打機, 後者は錘重 450—600 kg の電力杭打機を使用した。

第 12 表 可動堰上流部鋼矢板

杭 打 機	汽 力 杭 打 機					電 力 杭 打 機		
	建 込	打 込	打 均	水 射	合 計	建 込	打 込	合 計
矢 板 數	487	487	487	461	—	43	43	—
打 込 深(m)	—	7	4	—	11	—	11	11
時 間(分)	4,946	8,222	14,838	13,866	41,872	900	2,949	3,849
同 1 枚 當	10.2	16.9	30.5	30.0	86.0	20.9	68.6	89.5
同 深 1 m 當	—	2.4	7.6	—	7.8	—	6.2	8.1

汽力杭打機に於て打込とあるのは水面附近までの錘撃, 打均とあるのは水面以下の錘撃を言ふ。水射法を併用した 461 枚に就て水射回数 920 回 (矢板 1 枚當り 2 回) 所要時間計 13,866 分 (水射 1 回當り 15.1 分) と言ふ成績である。

以上の矢板の内, 打込が極度に困難であつて錘撃と水射との延時間が 6 時間以上に達したものを擧ぐれば次表の如し。表中錘撃回数とは錘撃が何回かに中斷せられた謂ひである。

第 13 表 打込所要時間 6 時間以上の矢板

矢板番號	水 射		錘 撃		計 時間(分)
	回 數	時間(分)	回 數	時間(分)	
27	9	145	3	254	399
32	9	190	6	446	636

35	6	87	4	441	528
57	18	287	11	311	598
108	18	440	13	224	664
120	8	495	8	165	660
127	10	363	8	114	477
138	8	169	10	261	430
148	22	365	19	315	680
153	11	311	10	206	517
359	24	128	10	251	379
394	7	64	8	298	362

(2) 可動堰下流部

矢板はテル・ルージュ式長 11 m, 第Ⅱ型。總數 546 枚, 竣功延長 205.9 m 中, 496 枚 (内又矢板 11 枚) は汽力杭打機によつて水中に打込み, 50 枚 (内隅矢板 1 枚) は電力杭打機によつて陸上に打込む。

第 14 表 可動堰下流部鋼矢板

杭 打 機	汽 力 杭 打 機					電 力 杭 打 機		
	建 込	打 込	打 均	水 射	合 計	建 込	打 込	合 計
矢 板 數	496	496	496	482	—	50	50	—
打 込 深(m)	—	7	3	—	10	—	10	10
時 間(分)	2,766	5,019	16,109	9,213	33,104	1,369	9,584	10,953
同 1 枚 當	5.6	10.1	32.5	19.1	66.7	27.4	191.7	219.1
同 深 1 m 當	—	1.4	10.8	—	6.7	—	19.2	21.9

水射法を併用した 482 枚に就て水射回数 950 回 (矢板 1 枚當り 2 回) 所要時間計 9,213 分 (水射 1 回當り 9.7 分) と言ふ成績であるから, テル・ルージュ式矢板が上記ラルセン式矢板に比して遙かに打込が容易であつた事が首肯

せられるであらう。且つ此の列の矢板は一部分先端を45°に斜截して打込んだが、1枚も楔矢板を挿入せずして列序を調整し得た事も注目し得る。

(3) 可動堰隔壁部

矢板はラルセン式長14m、第Ⅱ型。上記2列の矢板を直角に連絡して水面以上に打留めとするものであるから、一般の標準とする事が出来よう。全部汽力杭打機により、汽錘はマキナンテリー式9-B-2型、油谷式第二號を用いたから兩種の錘の能率比較の参考にもなる。總數924枚、竣功延長35mづゝ11列、計385m。楔矢板は1列に5-11枚を挿入して總數82枚。矢板總數の89%に當る。

第 15 表 可動堰隔壁部鋼矢板

汽 錘	マキナンテリー式			油 谷 式		
	建 込	打 込	合 計	建 込	打 込	合 計
矢 板 數	196	154	—	728	770	—
打 込 深(m)	—	10	10	—	10	10
時 間(分)	1,437	5,629	7,066	5,599	21,275	26,874
同 1 枚 當	7.3	36.6	45.9	7.7	27.6	34.6
同 深 1 m 當	—	3.7	4.6	—	2.8	3.5

矢板1枚當りの建込及び打込合計時間は打込矢板數に就て算出したから、マキナンテリー式杭打錘に就ては多少不利に算出せられたが、錘の能率は全體上表の數字によつて比較し得る。

水射法は總數924枚中185枚に併用したに過ぎないから全體の打込成績からは除外したが、此の185枚に就て言へば水射回數296回(矢板1枚當り1.6回)所要時間計4,308分(水射1回當り14.6分)となる。

(4) 可動堰下流水叩

矢板はランサム式長6m、ユニフォーム・ライト型。之を河底まで打込む。總數547枚、竣功延長199mで、マキナンテリー式9-B型杭打錘による汽力杭打機、錘重300-450kgの電力杭打機を併用し、建込から水面附近迄の打込は後者、水面以下の打均は前者によるを以て原則としたけれど、或は此の順序を逆にした場合もあり、特に建込から打均竣功迄を汽力又は電力の唯一種の杭打機を使用して、連続的施工を行つた場合もあつて工法は一定しない。

その内2種の杭打機を併用して打込を完成した矢板345枚に就いての成績は次の如し。

第 16 表 可動堰下流水叩鋼矢板(その一)

杭 打 機	汽 力 杭 打 機				電 力 杭 打 機			
	建 込	打 込	打 均	合 計	建 込	打 込	打 均	合 計
矢 板 數	11	13	332	—	334	332	13	—
打 込 深(m)	—	2	3.5	5.5	—	2	3.5	5.5
時 間(分)	35	19	3,445	3,499	1,456	2,293	146	3,895
同 1 枚 當	3.2	1.5	10.4	15.1	4.4	6.9	11.2	22.5
同 深 1 m 當	—	0.8	3.0	2.7	—	3.5	3.2	4.1

次に1種の杭打機のみを専用して打込を完了した矢板202枚の成績を掲げる。上表と對照すれば打込を水面迄と水面以下とに2分する工法に比して連続打込工法による方が如何に能率が高いかを丁解し得るであらう。但し電力杭打機による85枚の内32枚は堤防に接近した部分を陸上打込としたものであつて、此のために能率が著しく低下してゐる。

第 17 表 可動堰下流水叩鋼矢板 (その二)

杭 打 機	汽 力 杭 打 機			電 力 杭 打 機		
	建 込	打 込	合 計	建 込	打 込	合 計
矢 板 數	117	117	—	85	85	—
打込深(m)	—	5.5	5.5	—	5.5	5.5
時 間(分)	634	650	1,284	663	6,015	6,678
同 1 枚 當	5.4	5.6	11.0	7.8	70.8	78.6
同深 1m 當	—	1.0	2.0	—	12.9	14.3

此の列の矢板では水射を併用したるもの僅かに 34 枚、水射 34 回、所要時間 189 分 (水射 1 回當 5.6 分) に過ぎない。

以上は杭打機を水上に浮べて鋼矢板を打込んだ成績であるが、次に杭打機を陸上に移動して矢板を打込んだ場合の成績を示す。

(5) 固定堰水叩上流端

矢板はランサム式長 5m, ユニフォーム・ライト型。矢板總數 1,472 枚。錘重 300—675 kg の電力杭打機を使用して矢板全長を打殺すのであつて、建込から打込完了迄を 1 回に施工する。

第 18 表 固定堰水叩上流端鋼矢板

杭 打 機	錘 重 300—450kg			錘 重 600—675kg		
	建 込	打 込	合 計	建 込	打 込	合 計
矢 板 數	740	740	—	732	732	—
打込深(m)	—	5	5	—	5	5
時 間(分)	6,446	12,534	18,980	5,056	11,372	16,428
同 1 枚 當	8.7	16.9	25.6	6.9	15.5	22.4
同深 1m 當	—	3.4	5.1	—	3.1	4.5

上表は錘重の大小による打込能率の高低を示す。

(6) 固定堰水叩下流端

矢板はテル・ルージュ式長 10m, 第Ⅱ型。矢板總數 1,323 枚。その大部分は錘重 750—1,000 kg の電力杭打機を使用し、内 84 枚は打均だけにインダストリアル汽錘を使用。1 回打と 2 回打との能率比較上の好参考となる事次表の如し。

第 19 表 固定堰水叩下流端鋼矢板

杭 打 機	電力 (又は 汽力) 杭 打 機				電 力 杭 打 機		
	建 込	打 込	打 均	合 計	建 込	打 込	合 計
矢 板 數	308	308	308	—	1,015	1,015	—
打込深(m)	—	9	1	10	—	10	10
時 間(分)	6,097	24,465	19,453	50,015	15,666	70,975	36,641
同 1 枚 當	19.8	79.4	63.1	162.3	15.4	69.9	85.4
同深 1m 當	—	8.8	63.1	16.2	—	7.0	8.5

即ち 1 回打と 2 回打とでは約 2 倍の時間を要する事になる。従つて矢板の傾倒を防止するために錘撃を何回かに分割して打均す場合の能率は極めて低くなるのみならず、別に杭打機移動のためにも餘分の時間が累加する事を覺悟しなければならないのである。

32. 打 込 工 費

次に鋼矢板工事にはどれ位の工費を要するかを概念を與へるために、補修工事に於ける可動堰工事及び固定堰工事の成績によつて所要工費の一斑を示す。施工は昭和三年度及び四年度に亘つたものであるから、當時の物價を頭に置いて参考として貰ひたい。

中で可動堰鋼矢板工事の特徴は次の如し。

- (1) 矢板の種類はラルセン式長12m及び14.5m, テルージュ式長11m.
- (2) 堅牢なる導杭工を設ける。
- (3) 主として汽力杭打機により, 一部分電力杭打機を使用する。
- (4) 汽錘はマキナンテリー式, 9-B, 9-B-2型, 油谷式第二號。
- (5) 杭打櫓を臺船上に取付け之を水上に移動して打込を施工する。
- (6) ラルセン式長14.5m 矢板を除けば他は凡ての水深約4mの水底に打殺す。

- (7) 錘撃に水射法を併用する。
- (8) 水中打込のためには奴杭を使用する。

次に固定堰鋼矢板工事の特徴は次の如し。

- (1) 矢板の種類はテル・ルージュ式長10m, ランサム式長5m.
- (2) 殆んど導杭を使用せず, 15kg 軌條で簡單なる導材を造る。
- (3) 主として電力杭打機を使用し, 一部分は汽力杭打機による。
- (4) 錘重は300-1,000kg.
- (5) 杭打櫓を陸上に移動して打込を施工する。
- (6) 殆んど全部地盤面まで打殺しとする。

第 20 表 鋼 矢 板 打 込 工 費

施 工 箇 所	可 動 堰			固 定 堰	
	上 流 部	下 流 部	隔 壁 部	上 流 部	下 流 部
矢 板 長 (m)	12.0	11.0	14.5	5.0	10.0
矢 板 壁 延 長 (m)	214.9	205.9	385.0	532.0	499.9
準 備	材 料 費	—	—	299.26	1,671.57
	勞 力 費	—	—	2,189.72	2,241.79
	計	—	—	2,488.98	3,913.36
1 m 當	—	—	—	4.68	7.83

導 杭	運 搬	材 料 費	42.25	33.60	22.43	—	—	
		勞 力 費	208.86	131.41	52.16	—	—	
		小 計	251.11	165.01	74.59	—	—	
	打 込	杭 數 (本)	112	106	179	—	—	
		材 料 費	922.87	922.86	409.53	—	—	
		勞 力 費	270.07	112.52	260.15	—	—	
	杭 除 却	杭 打 機 運 轉 費	42.43	50.42	139.48	—	—	
		小 計	1,235.37	1,085.80	809.16	—	—	
		杭 數 (本)	102	92	179	—	—	
	工	却	勞 力 費	105.30	102.84	89.48	—	—
捲 揚 機 運 轉 費			88.01	130.42	81.84	—	—	
水 射 唧 筒 運 轉 費			5.75	—	—	—	—	
工	計	小 計	199.07	233.26	171.32	—	—	
		計	1,685.55	1,484.07	1,055.08	—	—	
		1 m 當	7.87	7.21	2.74	—	—	
鋼 矢 板	運 搬	材 料 費	12.81	7.62	28.25	—	—	
		勞 力 費	819.93	340.97	1,716.02	831.07	1,011.07	
		小 計	832.74	348.59	1,744.27	831.07	1,011.07	
	打 込	矢 板 數 (枚)	531	546	924	1,480	1,325	
		矢 板 價 格	53,431.12	43,207.23	112,171.87	46,300.00	84,393.27	
		雜 品	1,417.23	529.79	287.13	198.06	2,532.16	
	工	計	勞 力 費	3,679.38	2,895.79	3,506.72	1,378.18	7,464.71
			杭 打 機 運 轉 費	3,864.31	3,342.85	3,421.72	318.06	3,560.68
			水 射 唧 筒 運 轉 費	216.89	118.64	136.90	—	—
	工	小 計	小 計	62,608.93	50,094.26	119,524.34	48,194.30	97,949.82
計			63,441.67	50,442.84	121,268.60	49,025.37	98,960.89	
1 m 當			296.32	244.99	314.98	92.15	197.96	
合	計	計	65,127.22	51,926.91	122,323.68	51,514.35	102,874.25	
		1 m 當	304.19	252.20	317.72	96.83	205.79	

第 七 章

純打込工費	10,010.55	7,235.61	9,096.73	2,725.37	14,568.62
1 m 當	46.76	35.14	23.63	5.12	29.14
1 m ² 當	3.90	3.19	1.63	1.02	2.91

固定堰工事に於ける準備工と言ふのは足場組立、捲揚機移動、床掘、障碍物除却その他を含み、可動堰工事では此の意味の準備工を必要としなかつた代りに特に導杭工に多額の工費を要したのである。導杭工、鋼矢板とも材料費及びその加工費、例へば矢板の頂部に吊手用の孔を開けたり、尖端を斜截したりする費用は何れも打込工費中に包含せしめる。特に鋼矢板に加工して異形矢板としたものはその都度単價更正を行つたから、その價格は凡て矢板價格中に含まれる。杭帽木塊の費用は矢板打込の雜品中に包括せしめてある。導杭材料は彼此轉用したからその工費は導杭數に比例しない事になつたが、凡そ此等の關係から特殊の事情に支配せられる導杭工、準備工の工費と矢板の價格とを總工費から控除したものを純打込費として表の最後に摘出したのである。表中1 m 當とあるは矢板壁延長1 m に就て算出したものである。

此の結果から次の諸點に注目せられん事を望む。

(1) テル・ルージュ式11 mと10 mとは前者は奴杭を使用して水底に打殺し後者は直接地表に打殺しただけの相違で、奴杭を使用しただけに前者が多少割高にはなつてゐるが1 m² 當りの純打込工費に大差がない。

(2) テル・ルージュ式11 mはラルセン式12 mに比して、1 m² 當りの純打込工費は約82%弱に過ぎない。奴杭を使用して水中へ打込む長さは略同一であるから、此の數字から見てもテル・ルージュがラルセンより打込の容易な事が是認せられる。

(3) 水面上に打留めとするラルセン式14.5 mは水底に打殺す同12 mに比して1 m² 當り純打込工費42%弱に過ぎない。但し前者の根入は約10 m

鋼 矢 板 の 打 込

に過ぎないから根入長に就て1 m² 當りを換算すると此の比率は61%弱に激増するけれど、それでも奴杭を使用する水中打込が如何に能率が悪いかを立證してゐる。

(4) ランサム式5 mは電力杭打機で打込んだのにも係らず打込工費が最も低廉である。

(5) テル・ルージュ式10 mの1 m² 當り純打込工費が比較的高いのは重い杭打錘を使用せず、多くは落錘式電力杭打機によつたからである。

33 杭打機運轉成績

補修工事に於ける鋼矢板打込作業は大體次の如き人夫配置による。汽力杭打機にあつては運轉手、火夫、炭水用人夫、監督工夫各1人、鳶職2—3人、電力水射唧筒運轉の場合には更に之に運轉手1人、人夫1—2人を加へて合計8—10人を以て1組とし、電力杭打機にあつては運轉手1人、人夫1—2人、鳶職2—3人、合計4—5人を以て1組とする。此の内杭打機の純運轉に關するものは次の如き成績を示す。表中傭人とあるのは運轉手及び火夫を指す。

第 21 表 杭打機運轉成績

杭 打 機 矢 板 類 種	汽 力 杭 打 機			電 力 杭 打 機	
	ラルセン	ラルセン	テル・ルージュ	ランサム	テル・ルージュ
同 長 (m)	14.5	12.0	11.0	5.0	10.0
運 轉 日 數	112	139	122	79	256
運 轉 時 間	563.4	634.6	518.1	589.2	1,940.8
矢 板 數 (枚)	924	487	496	1,472	1,241
矢板壁延長 (m)	385.0	196.4	186.9	532.0	468.1
平均1日打込數	8.25	3.50	4.07	18.63	4.85

第 八 章

運	材	石 炭	2,271.40	2,461.43	2,135.52	—	—
		電 力 料	—	—	—	76.77	423.50
料	費	油 類	85.85	53.10	40.72	10.95	48.10
		雜 品	15.08	16.46	11.76	3.86	32.44
轉	費	計	2,372.34	2,530.99	2,188.00	91.58	504.04
		備 人	305.71	412.68	373.46	146.64	629.45
費	費	勞 力 費	743.67	838.52	735.35	79.84	473.20
		人 夫	1,049.38	1,251.20	1,108.81	226.48	1,102.65
費	費	計	3,421.72	3,782.19	3,296.81	318.06	1,606.69
		合 計	8.89	19.26	17.64	0.60	3.43
		1m當					

ラルセン式 12 m, テル・ルージュ式 11 m の内電力杭打機を以て堤防へ打殺したものは表中から除外する。又テル・ルージュ式 10 m は電力杭打機だけで建込から打込竣功までを施工したものだけを抽出したものである。

第八章 鋼矢板の切斷及び引拔

34. 鋼矢板の切斷

水中打込の場合は固より、陸上打込の場合と雖も鋼矢板打留めの高さを一定に揃へる事は殆んど不可能である。それに地質が硬くて打込が困難の場合には途中で矢板頂部が損傷を蒙るから、後にその部分を切取る必要がある。何れの意味から言つても矢板の打留めは既定標高より 10—30 cm 位高くして置いて後から切揃へるのがよい。特に既定標高以下に釣込まれた場合には同型の矢板片を挿入して瓦斯熔接で継足しを行ひ、斯して頂部を一定に揃へるのである。

矢板の切斷には硬質金切鋸を使用して之を切取る方法もあるが能率が擧らないから、特別の支障のない限り瓦斯切斷機を用ひオキシ・アセチレン瓦斯で焼切るのを通例とする。但し打込の途中で頂部が破損した鋼矢板をその部

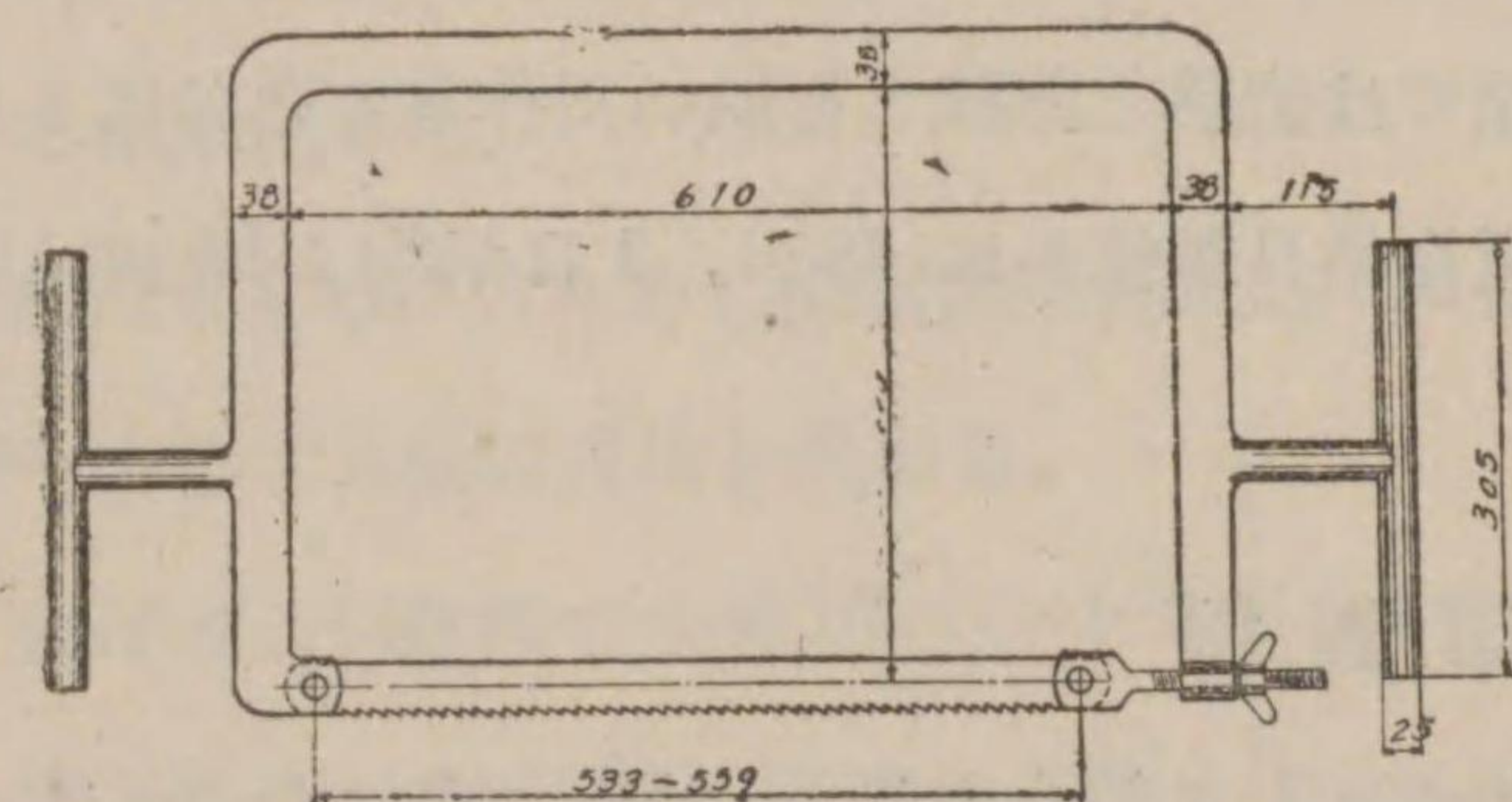
鋼矢板の切斷及び引拔

分だけ切取つて更に打込を繼續する様な場合には能率が悪くても金切鋸を使用した方がよい。瓦斯切斷は鋼の材質を損ずるのみならず、その端面を平面に仕上げる事が出来ないから杭打錘の打撃が全斷面に均分せられず著しく頂部の損傷を助成するからである。

何れにしても之が陸上作業である場合には比較的簡單であるが、水中切斷となると作業は極めて困難である。矢板の水中切斷は水底に打込まれた矢板の頂部を切揃へる必要のある場合、締切用として打込まれた鋼矢板を河底の部分から切斷する場合にその必要が起り、作業は同じく金切鋸又は瓦斯切斷機によるのである。

曩に復興局が隅田川に架設した藏前橋の橋脚締切用ラルセン式第Ⅱ型長 9—12 m 鋼矢板 540 枚の内大部分は之を引抜いたけれど 42 枚は絶対に引拔が不可能であつたので、金切鋸を使用して之を水中で切取り、又同じく駒形橋の橋脚締切用ラカワナ式 AP14 型鋼矢板も大部分は之を引抜いたが、内 51 枚は全く引拔不可能に陥つた結果、此の方はビカール式の水中瓦斯切斷機を使用して之を水中で焼切つたと言ふ。

金切鋸を以て矢板を切斷するには鋸刃を第 89 圖の如き框に取付け、矢板の



第 89 圖

兩側に 1 人宛の人夫を配して之に框兩端の把子を握らせ、鋸刃に水平往復運動を與へて切斷を行ふのである。鋸が常に同一水平面上で往復しないと切斷能率を害するばかりでなく鋸刃を折損し易い。水中切斷の場合には上記人夫の

代りに潜水夫を使へばよい譯であるが切斷能率は相當に低下するものと覺悟しなくてはならない。

上記藏前橋の成績によれば 42 枚の矢板に對し切斷作業日數（準備、休止日數を除く）24 日を要し、1日平均切斷 1.75 枚、最大同 3 枚と言ふのであるから可なり呑氣な話ではある。之に要した工費は次の如し。

第22表 金切鋸矢板水中切斷成績

名 稱	單 位	員 數	金 額	矢板 1 枚當
潜 水 夫	人	64	320.00	7.62
鳶 職	同	72	181.00	4.31
人 夫	同	117	221.92	5.28
鋸 刃	枚	74	171.20	4.07
合 計			894.12	21.28

即ち可なり巨額の費用を要するものではあるが、それは比較的勞銀の高い東京での話であつて、田舎ならば此の 70% 位で済む事と思ふ。之に比すれば水中瓦斯切斷は工費は遙かに高いけれど能率が著しく上昇するから急を要する場合には是非とも之によらなければならないのである。

上記駒形橋の成績では經驗と熟練とを缺いた作業であるにも係らず、51 枚の矢板に對して切斷作業日數僅かに 18 日、1日平均 2.83 枚、最大 1日 5 枚を切斷してゐる。

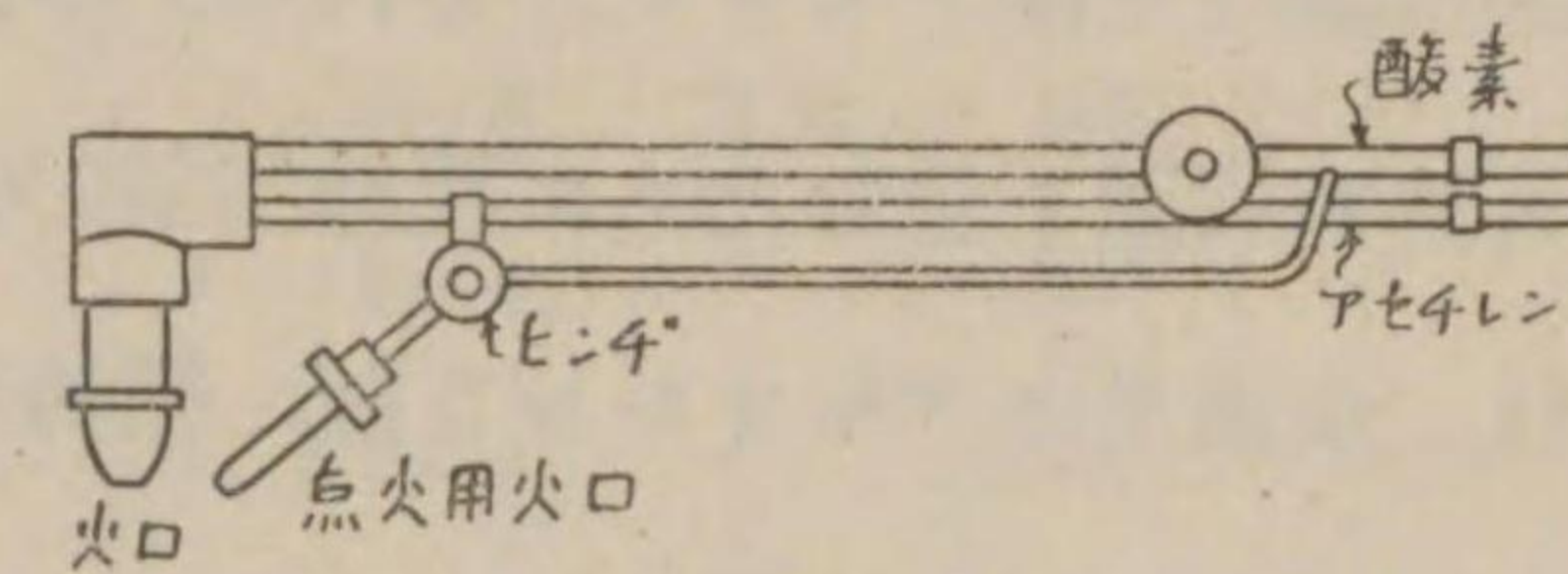
35. 水中切斷機

次に水中瓦斯切斷機に就て紹介する。補修工事にあつては可動堰隔壁用ラルセン式長 14.5 m 矢板は河底に於て水中切斷を行ふ豫定を以て最初佛國ピカール式切斷機を附屬品とも價格 1,000 圓を以て購入したが、更に之よりも強力なる獨逸ドルトムンド・ウニオンの切斷機が見本として始めて輸入せら

れたのを、切斷試験縦覽の上、同じく附屬品とも 3,300 圓を以て購入したのである。

ピカール式切斷機の特徴は次の如し。

(1) 加熱用には酸素とアセチレンとの混合瓦斯、切斷用には酸素瓦斯を用ふ。普通酸素瓶 2 個、アセチレン瓶 2 個の割合に並列使用。(第 90 圖)



第 90 圖

(2) 切斷用火口は内側の圓形孔と外側の環球孔とから成り、最初は外側の環球孔から混合瓦斯を送り之に點火して火焰によつて水を排除すると同時に切斷部分に加熱し、鋼材が熔斷し始めると同時に中央の圓形孔から高壓の酸素を送つて切斷を進める。

(3) 切斷用火口の傍に點火用補助火口があり蝶番によつて前者に近づけたり離したりする事が出来る。同じく混合瓦斯を噴出せしめ最初之に點火してから水中に潜る。水中に潜つても此の補助火口の火焰は消えないから、水中で切斷用火口に混合瓦斯を送り之に補助火口の火焰を近づければ直ちに前者に點火する事が出来る。

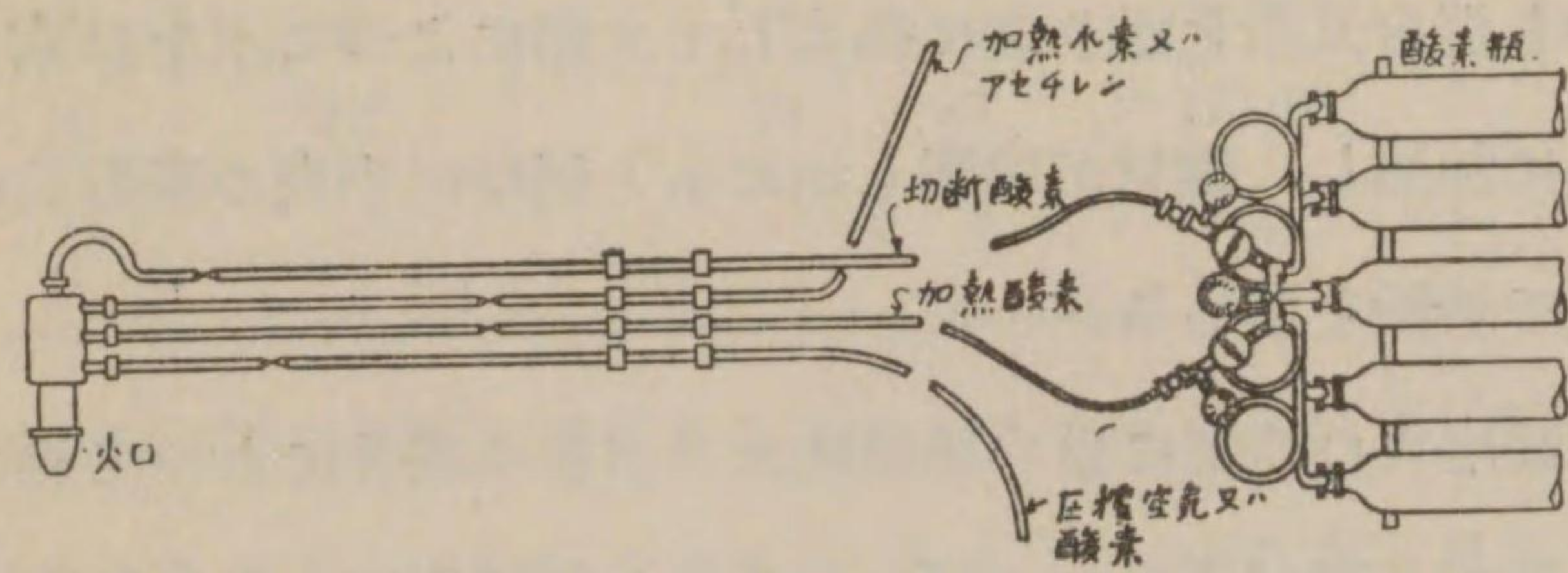
(4) 切斷能率を擧げるために酸素供給管の途中に保温器を置き、管を熱湯中を通過せしめて瓦斯の温度を高める。

型錄によれば此の切斷機で水深 10 m 以上で厚さ 20 mm の鋼板を切斷し得たとある。鋼矢板の如きは繼手の點で互に重なり合ふ結果厚さが増大するから普通の鋼板並みには行かないけれど、駒形橋の經驗ではラカワナ式 AP 型矢板 1 枚を切斷するのに 20 分内外を費してゐる。

寫眞第 7 圖はピカール式切斷機を示す。此の切斷機は火焰が直接水に接觸

するがために熱を奪はれるのと、流水のために火焰が動揺し易いのが缺點であり、且つ補助火口の火焰が水中で消えた場合には再び水面へ浮び上つて来て之に点火しなければならない煩がある。之に對してドルトムンド・ウニオン切斷機は複雑であり高價ではあるが上記の缺點が相當に改良せられてゐるのである。特徴次の如し。

(1) 加熱用には酸素と水素（又はアセチレンを代用）の混合瓦斯。切斷用には酸素を用ふ。外に火焰の周圍を包むために壓搾空氣（又は酸素を代用）を使用する。普通酸素5瓶、水素又はアセチレン5瓶、壓搾空氣に代用すれば更に酸素5瓶の割合に並列使用。（第91圖）



第 91 圖

(2) 切斷用火口は中心の圓形孔と外側の環狀孔とから成り、最初中心の圓形孔から加熱用混合瓦斯を送り之に点火して切斷部分を熱し、鋼材が熔け始めると同時に水素の噴出を止め高壓の酸素だけを送つて切斷を續ける。

(3) 外側の環狀孔からは壓搾空氣を送りそのマンツルによつて火焰を包被し、火焰が水に接觸する事を妨げる。

(4) 此の切斷機には点火口補助火口はなく別に蓄電池を電源とする電氣式点火器があつて、潜水夫は之を胸に吊して水中に潜り切斷を始める際に之を以て水中で火口に点火する。

(5) 各瓦斯の使用壓力は大氣壓力に換算して略次表の如く調整する。
(1氣壓は約1 kg/cm²)

第 23 表 水中切斷機使用瓦斯壓力

水 深 (m)	瓦 斯 壓 力 (氣 壓)			
	壓 搾 空 氣	加 熱 水 素	加 熱 酸 素	切 斷 酸 素
1—5	2—3	2.5	3.5	5
5—10	3—3.5	2.5	3.5	5
10—15	3.5—4	3—3.5	4	5.5
15—20	4	3.5—4	5	5.5

本切斷機を使用した外國での成績ではラルセン式第Ⅲ型矢板（腹板厚14.5 mm）を毎時0.9—1.0 mの割合で切斷したと報ぜられてゐるから、之が矢板でなくて厚さ一定の鋼板である場合には少くとも毎時1.5—2.0 m位の切斷速度であるがそれでも陸上作業能率の15%位に過ぎないのに、瓦斯使用量だけは頗る多量で切斷長1 mにつき水素7.5 m³、酸素（壓搾空氣にも代用）11.5 m³と言ふ成績である。要するにドルトムンド式切斷機は可なり強力ではあるが瓦斯使用量が夥しく、且つ水素を使用するために切斷工費が著しく増大すると言ふ不利を免れない。

寫眞第8圖はドルトムンド水中切斷機を示す。

補修工事に於ては途中計畫を變更して假締切を施し、排水後陸上作業として矢板を切斷したから、上記切斷機を使用する機會が少かつたが試験切斷はラルセン式第Ⅱ型矢板延長13.6 mに就て行ひ、1日最大5枚を切斷した記録がある。1枚の切斷には普通30分位を費してゐるが、無經驗の切斷作業であるがために極めて多額の工費を要したのである。

第 24 表 瓦斯切斷機矢板水中切斷成績

名 稱	單 位	員 數	金 額	矢板 1 枚當
酸 素	m ³	337	425.10	12.50
水 素	m ³	355	523.75	15.40
雜 品			22.78	0.67
潛 水 夫	人	22	54.19	1.59
人 夫	同	66	69.22	2.04
合 計			1,095.04	32.21

此の工費は陸上切斷作業に比すれば 11—13 倍の高額にあたる。何れにしても鋼矢板の水中切斷は決して手輕には行はれないのである。

水中瓦斯切斷に就て注意すべき事項は次の如し。

- (1) 切斷機の火口を動搖せしめぬ様、之を一定に保ち火焰を切斷箇所集中せしめないと著しく能率を害する。
- (2) 従て水が相當の流速を以て動く場合、水が混濁して居つて透視困難な場合、或は潜水夫が未熟である場合などには火口が動き易く、能率が甚しく低下する。
- (3) 水に流速があれば火口が固定せられても火焰が煽られ易く、又水の冷却作用も盛んであるから此の點からも能率が落ちる。水勢を弱める工夫を凝らすがい。
- (4) 水中が暗い時は能率増進上、水中電燈を使用するがよい。

36. 鋼 矢 板 の 引 抜

假土留又は假締切に使用した鋼矢板を引抜くには二又の如きものを立て、矢板頂部の孔にボルトを通して鋼索を取付け、動力又は人力捲揚機或はキャプスタンなどを使用して簡単に引抜き得る場合もあれば、特に引抜困難の

場合には汽錘を使用する事もあるが何れにしても矢板の外側には餘剩土壓又は水壓のかゝらない様にするのが引抜能率増進上特に大切であつて、例へば圍堰の如きは内側の土砂を出来るだけ掘取るとか、水壓を受ける矢板壁の如きは内外の水位を平均させるとかしてからでないと、纜手の摩擦が増大して引抜が極めて困難である。

杭の引抜の場合でも同じ事ではあるが、纜手の摩擦の大きい鋼矢板を引抜く場合、特にそれが打込後相當の年月を経て地盤も締つて居れば錆付いてゐる様な場合には、捲揚機を用ひて之に靜かに牽引力を加へただけでは容易には抜けず、矢板に打撃、振動を與へて地盤と纜手とを緩める事が絶対に必要であつて、矢板の引抜に汽錘を利用するのは要するに矢板に打撃を加へるのが主眼なのである。

別に水中に打込まれた矢板を引抜くのに水の浮力を利用する方法がある。例へば干潮時を利用して矢板の頂部を大型の臺船などに結び付け満潮に際して船底に働く浮力を利用したり、或は臺船の中に満水して吃水を深くして置いて矢板頂部を臺船に連絡し、船内の排水をして同じく船底に働く浮力を利用するのである。

補修工事に於ては假締切に使用して根入淺く且つ打込後 1 年未滿で引抜いたランサムヤテル・ルージュ式矢板は 2 臺の人力捲揚機又はキャプスタンを使用し、掛矢を以て矢板に打撃を加へつゝ之を捲揚げたのであるが、その成績は次節に表示する。

次に矢板の引抜に汽錘を利用する場合を説明する。普通の杭打用汽錘を引抜に利用するには、之を逆に使用して汽笛を上から吊し、アンヅキル・ブロックを特製のブラケットを使用して矢板頂部に連絡するのであつて、アンヅキル・ブロックに加はるラムの打撃はブラケットを経て矢板に傳達せられ、此の打撃によつて矢板の根入と纜手とが緩められるから別に動力又は人力捲

揚機を以て徐々に汽笛を捲揚げてゆけば、矢板は自らにして引抜かれて来るのである。寫眞第9圖は此の方法によつて混凝土杭を引抜く作業を示したのであるが、杭でも矢板でも理屈は同じである。

引抜に轉用し得る杭打錘は例へばマキナンテリー式ならば 2—7 型の如く唧子釘がラムを兼用するブランヂャー式汽錘である事を要し、同 B 型汽錘の如く重量の大きいラムを唧子釘の下端に取付け之によつて打込の打撃力を増す様な構造のものは、引抜に轉用するに適しない。同時に獨逸のメンク・ウント・ハンプロツク式汽錘の如く重い汽笛が落下して矢板を打込む様な構造のものも引抜には適しないのである。

37. 杭 拔 機

獨逸デマーグ・ウニオンの杭拔錘は上述の如き杭打錘を逆用したものではなくして引抜専用で製作せられた極めて強力なる杭拔機たるを失はず、汽錘の衝程数が非常に多い所からその他の方法では斷じて抜けない頑強な矢板でも之を使用して引抜に成功する場合は決して珍らしくないのである。構造は堅牢な唧子を上部は動力又は人力捲揚機を以て吊し、下部は矢板頂部にブラケットを以て連絡し比較的輕重量の汽笛が蒸汽の力で上昇して唧子を下から衝き上げる。蒸汽を排除すれば汽笛は自重で軽く落下し此の上下運動を反覆してその打撃によつて矢板を緩め、同時に捲揚機を以て徐々に汽錘を捲揚げて引抜を進める。衝程數毎分 160—180 回。給汽と排汽とはメンク式杭打錘の如く人力操作によるを要せず自動的に調整せられる。

前掲の藏前橋、駒形橋に於ては矢板の引抜にはマキナンテリー式杭打錘を逆に使用して大部分の引抜に成功したが、引抜困難なものはデマーグの杭拔錘を用ひて之を引抜き、補修工事に於ても前掲の如く假締切に使用したランサムやテル・ルージュ式矢板は人力捲揚機で引抜いたけれど、應急工事に際して打込んだラルセン式矢板は根入 10 m 以上に達するものを打込後 3 年に

して繼手が全部錆付いてゐるのをデマーグの杭拔錘を使用して引抜く事に成功したのである。寫眞第10圖はデマーグ式杭拔機の引抜作業を示す。

但しデマーグ式杭拔機は如何に難澁な矢板と雖も必ず引抜き得るとは斷言し難く、現に藏前橋や駒形橋に於ても到底引抜不可能なるがために矢板の一部は水中切斷を行ひ、補修工事に於ても應急工事で打込んだ鋼矢板の一部は引抜を斷念して瓦斯切斷を行つたのである。

一般にランサムやテル・ルージュの如く打込の比較的容易なものは引拔も亦容易であり、ラルセンの如く繼手の餘裕が少くて打込の困難な矢板は引拔にも亦難澁するのである。特に繼手が錆付いてゐたり或は殊更に繼手の摩擦が大きい場合には 2 枚同時に抜けて来る事が決して珍らしくなく、稀には 3 枚同時に抜ける事もあるが、斯の如き場合の引拔が如何に難澁であるかは容易に想像し得るであらう。

次に補修工事に於けるデマーグ式杭拔機による鋼矢板引拔の成績を表示する。比較對照に便するため人力引拔の成績をも併記した。

第 25 表 鋼 矢 板 引 拔 成 績

工 法	デ マ ー グ 式 錘			人 力		
	汽力及人力	人 力	人 力	人 力	人 力	
捲 揚 機						
鋼 種 類	ラルセン	ラルセン	テル・ルージュ	テル・ルージュ	ランサム	
	長 (m)	6—14	9.5	7—11	9	6
	根 入 (m)	6—11	8	7—8	6	6
板 數 量 (枚)	408	61	25	240	156	
打込後の年數(約)	3	3.5	1	1	1	
操 業 日 數	102	11	11	45	21	
運 轉 時 間	328.3	32.1	17.8	—	—	

1 日 當	平 均	4.0	5.5	2.3	5.3	7.5
引 拔 數	最 大	14	11	6	12	14
	1 枚 引 拔	314	270	160	720	400
時 間 (分)	最 大	15	45	22	30	30
	最 小	15	45	22	30	30
工 備	材 料 費	1,308.31	217.40	155.58	15.45	13.04
	人	685.27	32.03	35.35	100.05	33.29
	鳶 職	151.29	17.43	—	138.22	25.27
	人 夫	1,169.10	215.78	87.27	622.39	221.53
	費 合 計	3,313.97	482.64	378.20	876.11	293.13
1 枚 當		8.12	7.91	11.13	3.65	1.88

デマーグ杭拔錘で引抜いたテル・ルージュ式長7—11mの矢板が比較的多額の工費を要したのは、假締切の内側土留に使用したものが締切決潰に際して横に到れたのを、その扭れたまゝの状態に抜取つたからである。

第九章 結 論

38. 鋼矢板の選擇

實地施工の場合には各種鋼矢板に就て断面剛率、繼手の水密性、矢板の價格、打込の難易その他を比較した上、各用途に應じて最も適當した矢板の形式と断面とを決定すべきであるが、補修工事に於て著者が断面剛率を餘り問題にしなかつたのは獨特の理由がある。即ち隔壁工事に使用するものを除いては大部分の矢板が打殺しであり、片側に餘剩壓力を蒙る事がないから従つて彎曲應力を生ぜず断面剛率が殆んど問題に上らないと言ふ特殊の理由に基づく。

次に聊か順序顛倒の嫌ひがあるが、補修工事の各用途に應じて別種の矢板を選擇した理由を略述して参考に供する。

(1) 可動堰上流端締切は最も重要なる部分であつて絶対に地下透水を防

止しなければならぬから、繼手の最も信頼し得るラルセン式を採用。

(2) 同下流端締切は前者に比べると多少重要性が劣るから、ラルセンとテル・ルージュとの各Ⅱ型に就て競争せしめた結果、後者に落札。

(3) 同隔壁締切、即ち各橋脚の中心線毎に打込むものは長さが14.5mにも達する關係上、ラルセンの第Ⅱ型とテル・ルージュの第Ⅲ型とを競争せしめた結果、テル・ルージュは餘程の不利を忍んで可成りの接戦を演じたが、結局ラルセンに落札。

(4) 同水叩下流端は長さも6mに過ぎず、繼手の水密もそれ程重要でないから上記兩種の矢板の外にランサムを加へて競争せしめた結果ランサムを採用。

(5) 固定堰上流部、即ち堰堤下流法先に使用するものは既設杭柵工の頂部が腐朽してゐるのを切り取り、腹起を取除いた狭い間隙に打込むのであるから、ランサムの如き断面の高さの低い矢板が適當。

(6) 同下流部、即ち傾斜水叩の下流端に使用するものは殆んど打殺しになるものであるから、何れの矢板でもよい譯であるが價格の點からテル・ルージュを採用。

(7) 隔壁工事は設計變更の結果追加せられたものである關係上、曩に購入した矢板の内不用に歸したものを寄せ集めその各に少しづゝの買ひ足しをして、上流から下流に向つて順次高さを増すに従つてランサムの6m、テル・ルージュの9m、11m、ラルセンの12mの順に使用。

(8) 工事用の假締切のためには打込及び引抜の容易な事を主眼として繼手に餘裕の多いテル・ルージュを採用。

固より以上の如き選擇方針は補修工事着手以前、鋼矢板に關する知識と經驗との極めて貧弱な時期に於て樹てられたるものではあるが、打込施工中及び竣功後の實績に徴してその多く誤れるを見ない。

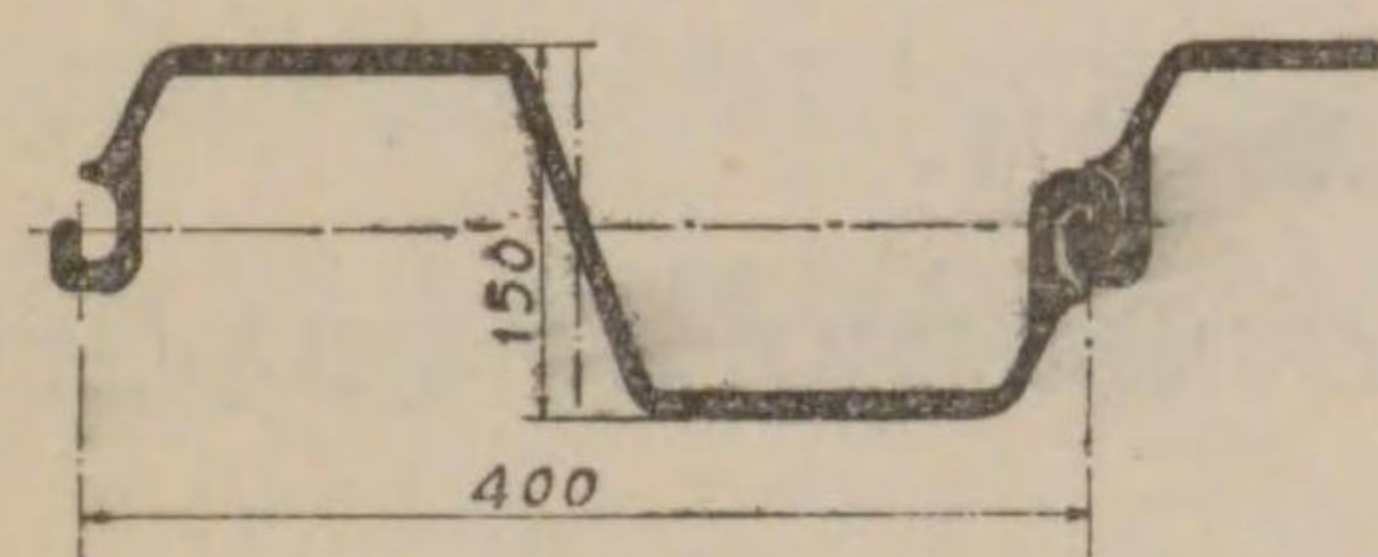
39. 結 論

補修工事から得た経験を基調として鋼矢板及び鋼矢板工法に関する一切の問題は茲に取扱ひ盡したつもりであるが以上述べ來つた所によつて明かなる如く、各種矢板の優劣を一言を以て論斷する事は殆んど不可能である。従つて著者は互ひに一長一短あるを認めて、それ以上の斷定を下す事を差控へるが、唯次の諸點だけは最後の結論として明確に之を言明し得るかと思ふ。

(1) 矢板の斷面形狀から言へば矢板各個の斷面重心線と矢板壁の中立軸とが一致すると同時に、杭打錘の錘撃も正しく斷面重心上加へられるテル・ルージュ式矢板が凡ての點に於て理想に近く、計算上の疑義もなければ打込上の缺點もない。

(2) 矢板の生命とする繼手の水密性から言へばラルセン式矢板の如き二重爪型繼手であつて張力に對して安全なものが、凡ての點に於て理想に近く、テル・ルージュやランサム式矢板の如き柄及び爪型繼手は張力に對して脱離の危険がある。

(3) 但しラルセン式矢板の鳩尾型繼手は鳩尾の根部が縊れ過ぎてゐて繼手の弱點となるから、此の點を補強する必要がある。此の意味から言へば水密の點は別として、ラカワナ式矢板の二重爪型繼手の方が繼手の強度の點では優つてゐる。

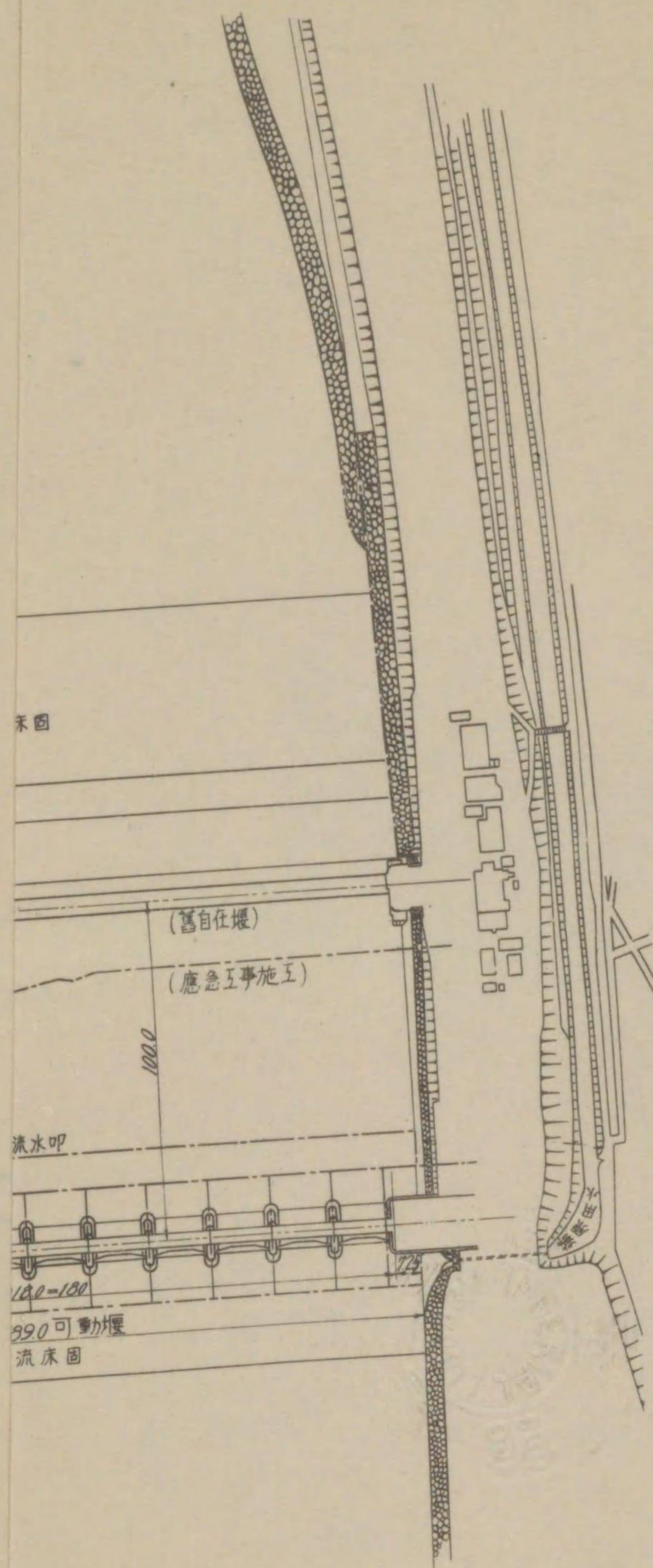


第 92 圖

以上の結論に基いて内務技師後藤憲一君の考案した鋼矢板の理想的斷面は第 92 圖に示す通りであるが、茲にはその詳細なる紹介を省く。

聞く所によればわが八幡製鐵所に於ても鋼矢板の製作に就て研究してゐると言ふことであるが、國産鋼矢板の前途は極めて多難であつて、ラルセンや

テル・ルージュの堅壘に迫る迄には餘程の努力を要する。此の場合に残された唯一の血路は計算上及び施工上、凡ての點に於て最も優秀なる理想的斷面を考案する事だけに存する。著者はわが國の製造者が此の點に着目せん事を望むと同時にその研究の前途の多幸ならん事を祈るのである。(完)



信濃

改訂
六版

工學博士 宮本武之輔著

混凝土及鐵筋混凝土

全二卷

菊判洋布裝 上卷 409 頁・下卷 402 頁

挿圖 540 個・附圖 21・圖表 15

定價各四圓・送料各二十七錢

工人パンフレット 第 4 輯

工學博士 宮本武之輔著

混凝土道路

菊判 101 頁・挿圖 45・附表 4・圖表 3

定價八拾錢・送料一部四錢

道路改良工事の熾ならんとする際、最も新鮮なる内容を有つ本書は當に道路技術者の好伴侶たるべし、敢て座右に一本を薦む

東京市神田錦町
三丁目八番地

工 人 社

電話神田一七九〇番
振替東京七三〇八三番

昭和六年五月十七日印刷
同年五月二十日發行

工人パンフレット
第 5 輯

鋼矢板の話

定價八拾錢
送料一部四錢

著 者

宮 本 武 之 輔

發行兼印刷人

廣 保 正

東京市神田區錦町三ノ八

印 刷 所

杉 田 屋 印 刷 所

東京市麴町區麴町八ノ一

發 行 所

工 人 社

東京市神田區錦町三ノ八

電話神田一七九〇番・振替東京七三〇八三番



組 林 大 式 株 會

般 一 負 請 築 建 木 土

工作所東京工場	工作所大阪工場	大連出張所	臺北出張所	京城出張所	金澤營業所	神戸營業所	京都營業所	福岡支店	名古屋支店	横濱支店	東京支店	本店
東京市深川區鹽崎町一號埋立地	大阪市港區千島町六番地	大連市薩摩町十三番地	臺北市大正町一丁目十一番地	京城府漢口通八番地	金澤市下堤町六一番地	神戸市海岸通十二番	京都市中京區堺町通御池下ル丸木材木町六七五番地	福岡市中島町五九番地	名古屋市中區新柳町六丁目三番地	横濱市中區相生町三丁目五十三番地	東京市麴町區丸ノ内一丁目二番地	大阪市東區京橋三丁目七五番地
// 本所 (自二一六八七至二一六八七)	// 櫻川 (自七六二〇至七六二〇)	// 大連 (自八二四五至八二四五)	// 臺北 (自三三一五至三三一五)	// 龍山 (自二二二二至二二二二)	// 金澤 (自二四七四至二四七四)	// 三宮 (自八二九九至八二九九)	// 本局 (自三三三七至三三三七)	// 福岡 (自一四一九至一四一九)	// 本局 (自一〇二六五至一〇二六五)	// 長者町 (自三三三三七至三三三三七)	// 丸ノ内 (自三四二七至三四二七)	電話東 (自八〇一四〇四至八〇一四〇四)

工事の合理的施工には先づ 混凝土應壓強度試験の斷行

「混凝土應壓強度供試體型枠」 鋼製標準型 一個 金拾六圓
 内徑15 内法高30 兩側分解 底盤付 送料實費

混凝土試験の最も簡便なる方法として スラムテストを!

一組の用具は

- | | | | |
|------------|----|------------|---------|
| 1. スランプコーン | 壹個 | 4. スコープ | 壹個 |
| 2. 搗棒 | 壹本 | 5. 檢寸定規 | 壹本 |
| 3. コテ | 壹個 | 6. スランプテスト | 記入用紙 百枚 |

以上を壹組箱入とし代價は金拾五圓
 荷造送料 内地壹圓五十錢海外參圓

今回工事畫報社工事研究會の改良型スラムテスト用具と
 標準型應壓強度試験體型枠とを上記の如く値下斷行發賣す
 此際至急御用命を乞ふ。

東京丸ノ内仲通四號館七號(丸ノ内三丁目六番地)

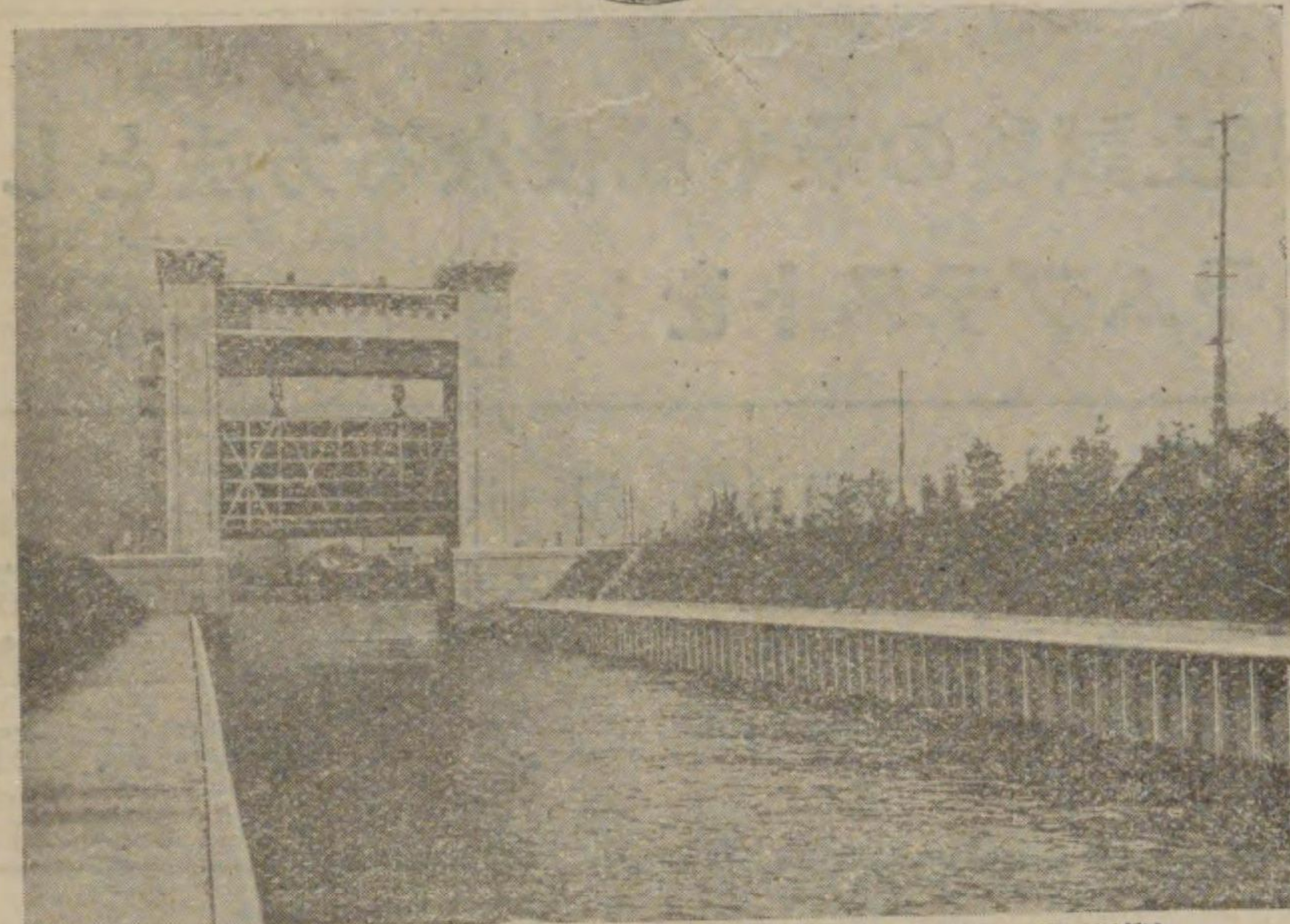
工事畫報社内 工事研究會

(電話丸ノ内(23)2633. 振替東京70265-)

LARSEN

高き抗張力を有する銅鋼質の

ラルゼン式  鋼矢板



内務省東京土木出張所荒川下流改修事務所船堀閘門
使用矢板・ラルゼン式II型10米

弊社は御関係筋の御依頼により無料にてラルゼン式鋼矢板工法に関する静力學的計算及び同工事設計を可致につき精々御利用被下度く又御参考圖書の貴需にも應ずべく候

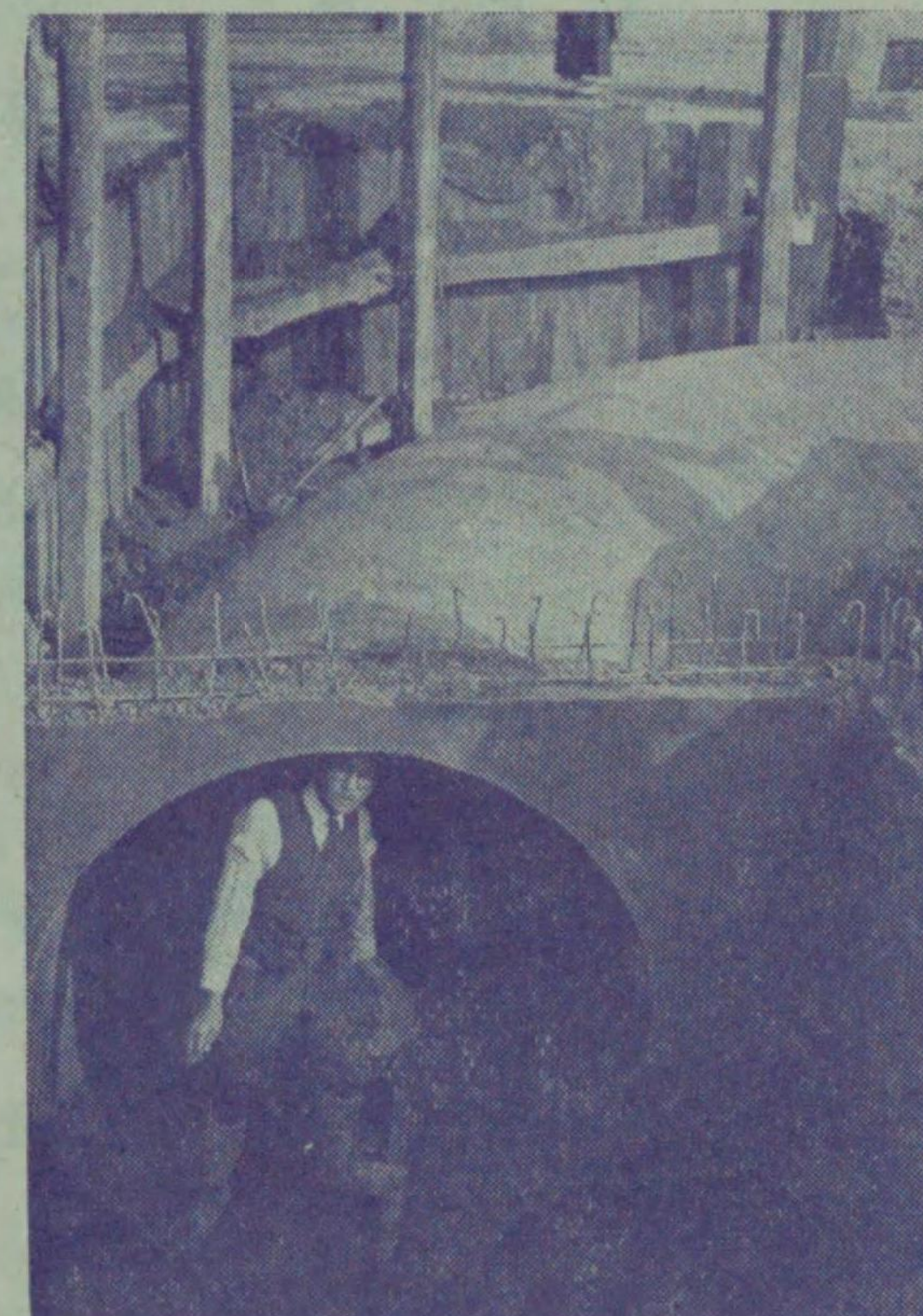
元シーメンス・シュツケルト電氣株式會社鐵材部

獨逸製鋼株式會社

本社・東京丸ノ内三菱東七號館・支店・大阪土佐堀大同ビル

管トイリクンコ筋鐵合接無

JOINTLESS CONCRETE PIPE



主ナル用途

一般土木建築工事ノ下水管、
都市下水管、
都市計及區劃整理事業ニ於ケル路面排水、
農村ニ於ケル灌漑耕地整理事業ニ於ケル導水管並ニ排水揚水サイホン管、
農力發電用取入管、
水力發電用管、
鐵道及軌道ニ於ケル横斷排水サイホン管、
電力、電信、電話線ニ於ケル地下多孔管

無接合管ノ特色

無接合ニシテ連續的構造ナルガ故ニ内外ヨリノ力ニ對シテ耐壓的ニシテ恒久的ナル事
基礎トシテ同時ニ施工シテハサイホン管ノ構成自由ナル事
在來管ノ難事トセル曲線若クハサイホン管ノ構成自由ナル事
施工容易ニシテ接合ノ煩ナキ事
圓形管トシテモ橢圓形管及卵形管等ノ施工自由ナル事
工費最モ低廉ナル事

內組水清會合社資

社業工管合接無

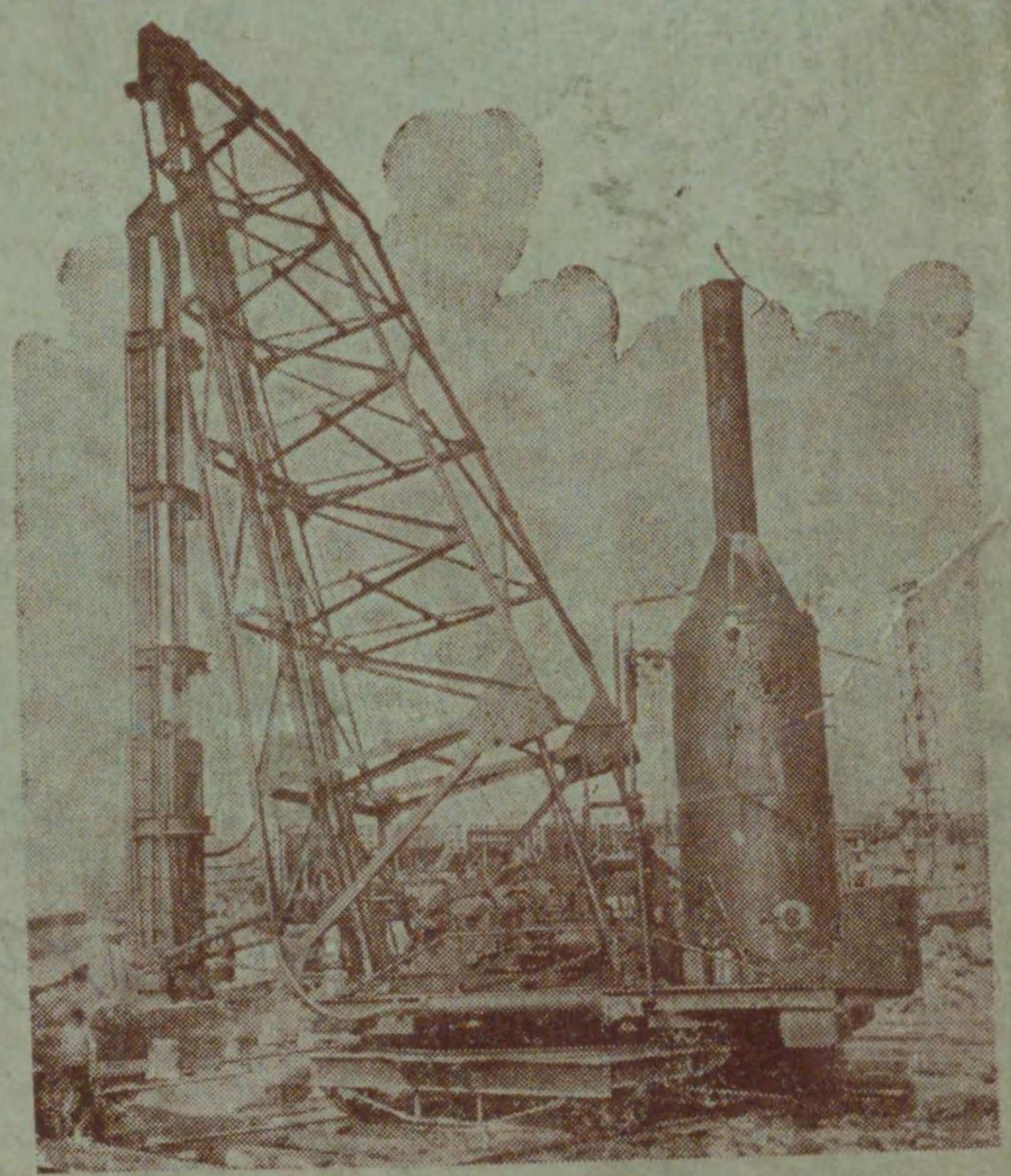
二ノ二内ノ丸區町麴市京東
〇二五三至乃〇一五三内ノ丸話電

專賣特許

油谷式パイルハンマー及ドライバー

油谷式「ハムマ
ー」ハ故障絶無
デ如何ナル素人
ガ使用セラレテ
モ絶對安全デ優
良ナル点ニ於テ
舶來以上ナリト
ノ定評ヲ受ケテ
居マス高價ナ舶
來品ヲ御使用ニ
ナル必要ハ更ニ
アリマセン

寫眞ハ最近鐵道省大阪驛改良工事場へ納入セ
シモノニシテ斜動、回轉、移動ノ三裝置ヲ完
備シタル最新ノ型ヲ舶來ノ「ユニオンハムマ
ー」ト同一作業ニ從事シテ居リマスガ「ユニ
オン」ハ一日平均七本内外ヲ打込ムニ對シ當
所「ハムマ」ハ一日二十本内外ヲ打込ミ且ツ
三倍トイフ偉大ナル能率ヲ擧ゲテ居マス且ツ
蒸汽消費量モ少ク音響低ク特ニ「ユニオン」ノ
故障續出セルニ反シ當所「ハムマ」ハ未ダ一
回ノ故障モ起サズ高評ヲ受ケテ居マス



- 舶來品ニ比シ
優秀ナル特徴
1. 故障絶無
 2. 打撃力強大
 3. 打撃力正確
 4. 蒸氣消費量僅少
 5. 音響僅少
 6. 震動僅少
 7. 杭拔ニモ兼用
 8. 價格低廉
 9. 作業能率數倍

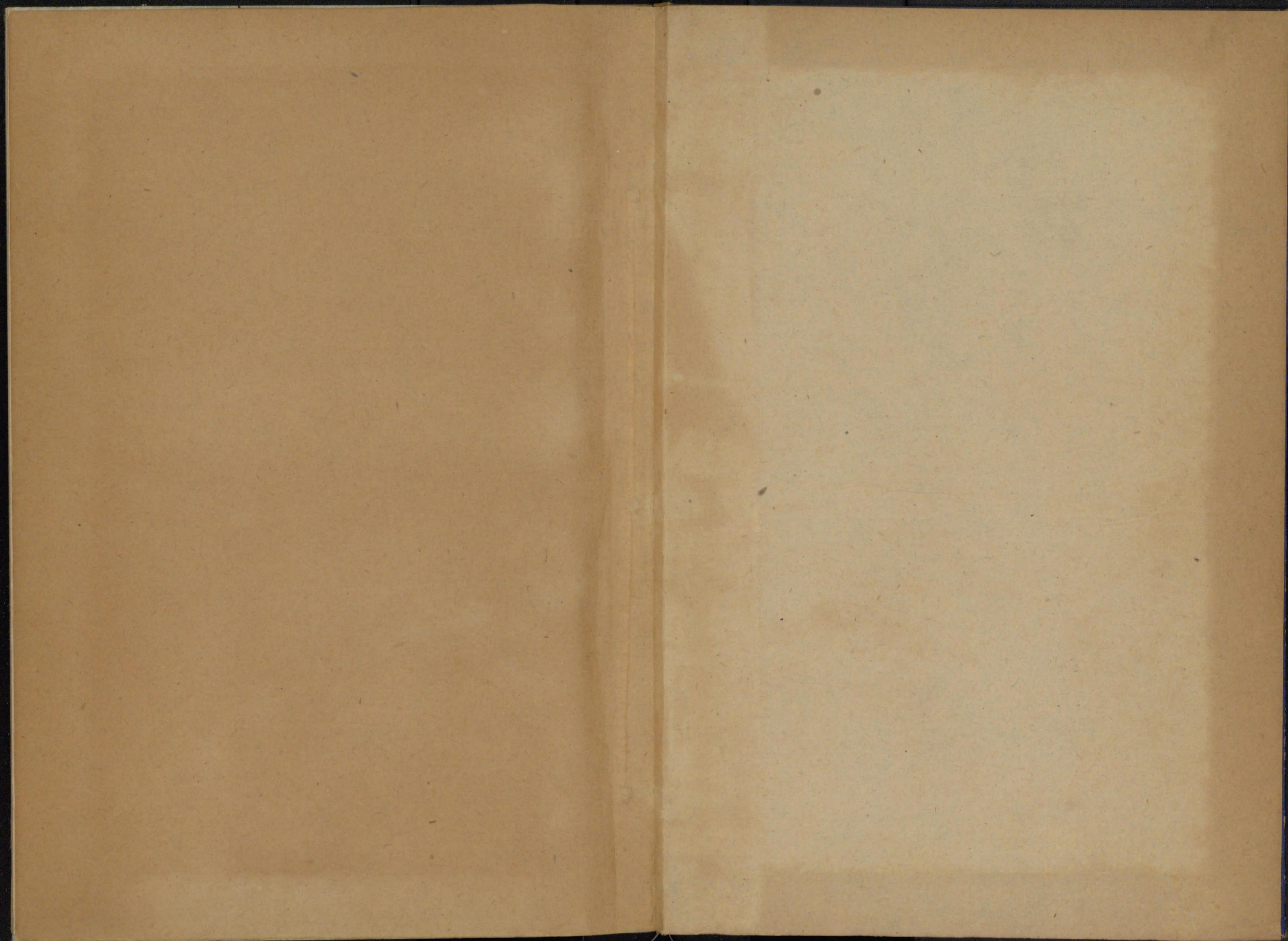
土木建築用
諸機械製作

株式會社

高油

谷工
田商會
大阪市此花區吉野町

東京丸ノ内二丁目
大阪中之嶋二丁目
小樽、門司、名古屋



604
84

604-84

1200501531301

[Small white label on the spine]