

論 說 報 告

第 24 卷 第 11 號 昭 和 13 年 11 月

鉄 道 省 信 濃 川 電 氣 事 務 所 に 於 け る 圧 力 隧 道 内 張 鋼 板 工 事 に 就 て

會 員 佐 藤 豪*
准 員 岡 部 幸 四 郎**

要 旨 第 1 期 工 事 圧 力 隧 道 の 上 半 部 約 1 5 0 0 m は 鉄 筋 コ ン ク リ ー ト 造 と し、下 半 残 部 は コ ン ク リ ー ト の 内 面 に 電 弧 溶 接 に 依 り 鋼 板 を 張 り、コ ン ク リ ー ト と 鋼 板 と の 空 隙 約 1 0 c m に は 豆 砂 利 及 モ ル タ ル を 注 入 し た。本 文 は 昭 和 1 1 年 7 月 1 日 着 工 し、昭 和 1 3 年 4 月 3 0 日 竣 功 し た る 之 が 結 果 を 報 告 し た も の で あ る。

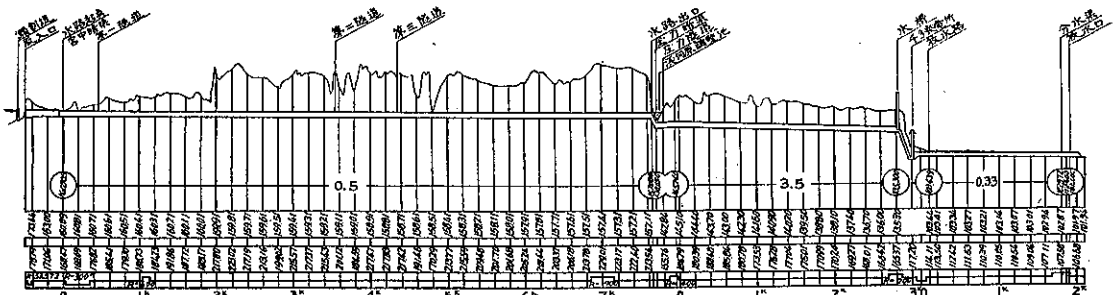
1. 緒 言

鉄 道 省 の 計 畫 施 工 中 の 信 濃 川 水 力 發 電 は 東 京 附 近 省 線 電 化 運 転 の 電 源 と し て 昭 和 6 年 度 に 着 手 し、目 下 第 1 期 工 事 施 工 中 で あ る。

図-1. 水 路 平 面 図



図-2. 水 路 縦 断 面 図



* 鉄道技師 工学士 鉄道省信濃川電気事務所勤務

** 鉄道技手 鉄道省信濃川電気事務所勤務

本計畫は所謂水路式で水力地點の延長約 11 km, 水路は大部分隧道とし並行に 2 條を設ける。取入量は 167 m³/sec, 之を淺河原調整池に依り調整し最大使用水量 250 m³/sec, 有效落差は約 53 m, 第 2 期完成後總出力 106 000 KW となる。第 1 期に於ては取水堰堤, 洗砂池, 水路 1 條, 調整池 (連絡水槽), 圧力隧道 1 條, 調圧水槽, 水圧鉄管 (水車 3 臺分), 發電所等を作り, 第 2 期に於ては水路 1 條及同發電所に屬する殘部を完成する。第 1 期工事は昭和 14 年度完成の豫定である (圖-1, 2, 3a)。

本報告は淺河原調整池より千手發電所に到る圧力隧道の内下流高水圧部 1 368 m 間のコンクリートの内面に電弧溶接を以て鋼板張を施行した工事の概況である。

2. 隧道の位置及設計の概要

圧力隧道は淺河原調整池内連絡水槽の底部より千手發電所水圧鉄管の上端に到る延長 3 110 m, 直径 6 700 mm の円形隧道にして, 勾配は主として 3.5/1 000, 其の前後は取付の關係上夫々 2.6/1 000 及 4.8/1 000 である。

上流 1 742 m は鉄筋コンクリート構造とし下流高水圧部 1 368 m が即ち内張鋼板區間で, 此の區間を工事の都合上次の 3 工事に分割施行した (表-1)。

請負者は三菱重工業株式会社で, 鋼板の加工は神戸造船所に於て行はれた。

表-1. 工 事 區 間 内 課

工 事 名	延 長 (m)	請負契約噸數 (t)	支給鋼板噸數 (t)	記 事
圧力隧道内張鋼板工事	1 298 000	2 849.990	2 876.577	三菱重工業株式会社請負
調圧水槽下部内張鋼板工事	8.836	39.400	33.024	同 上
圧力隧道内張鋼板殘部工事	61.646	224.808	229.200	同 上
計	1 368.482	3 114.198	3 138.801	

該區間は水圧 28.65~36.73 t/m² の水圧に對して施行せるものにして内圧に依る隧道の張力大となり鉄筋コンクリートにては施工上困難なる爲, 内張鋼板が採用されたのである。即ち外力に對してはコンクリートが抵抗し内張鋼板は單に張力に對してのみ抵抗し得る様設計した。故に鋼板厚は水圧に応じ 12, 13, 14, 18, 22 mm の 5 種を採用することとした (圖-3)。

隧道コンクリート壁の内径は 6 930 mm にして内張鋼板の内径は 6 700 mm 其の差僅かに 110 mm で使用鋼板は幅直線部に於て 2 250 mm, 曲線部 2 209 mm, 長約 7 000 mm の鋼板 3 枚を以て 1 節となし組立並に電弧溶接作業を連続的に進行せしめた。

鋼板總數 1 833 枚約 3 113 t を 612 節に組立て円周長手共總て電弧溶接に依つた。

本内張鋼板は内径 6 700 mm と云ふ稀に見る大口径にして更に隧道内の狹隘なる場所の作業なれば運搬, 組立, 溶接等は非常に困難であつたが, 特に考案せるエレクターの使用と熟練工に依つて僅か 1 年にして完成することを得た。本隧道の上部及下部には夫々作業用横坑あり, 動力はケーブルにて上部高城澤横坑より, 材料運搬は總

圖-3 a. 隧道断面圖

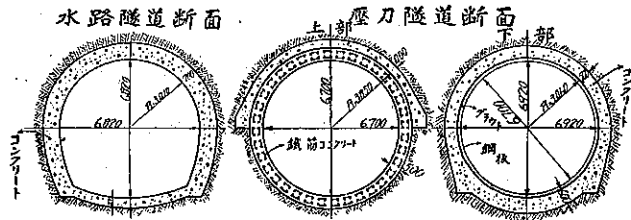
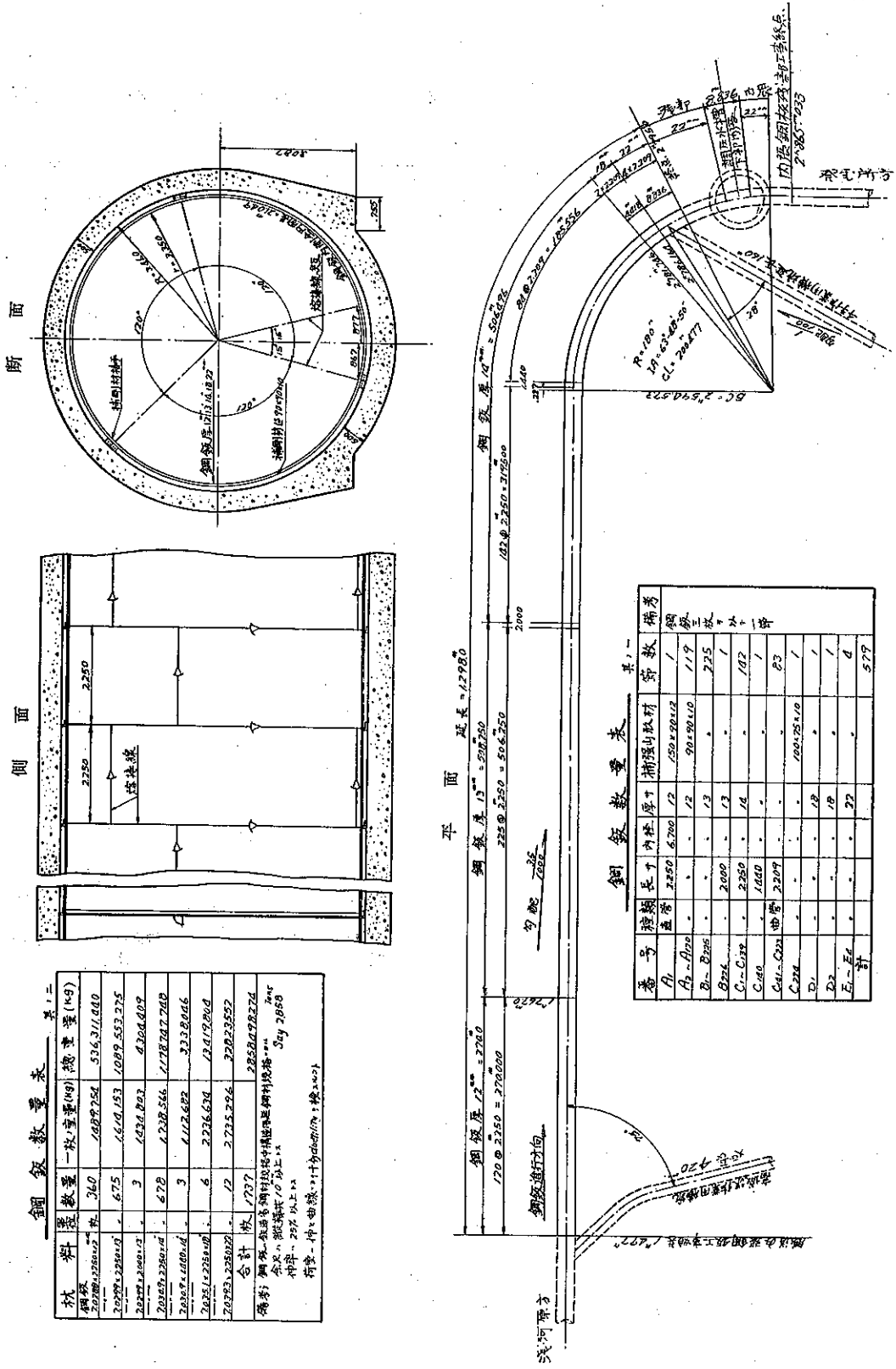


図-3.b. 内張鋼板設計図



鋼板数量表 表一

材料	数量	一枚重量(kg)	總重量(kg)
鋼板	760	689.254	534,311.800
20259.2280.1.1	6.75	6,610.153	44,607.375
20259.2280.1.2	3	4,288.203	12,864.099
20259.2280.1.4	6.70	1,238.566	8,301.290
20259.2280.1.6	3	1,173.692	3,521.076
20259.2280.1.8	6	2,236.634	13,419.804
20259.2280.1.9	12	2,735.794	32,829.528
合計枚	1,797		285,247.824

備考 鋼板一枚の重量は鋼材規格に準じて算出。鋼材規格は JIS 55 鋼板に準じて算出。鋼材規格は JIS 55 鋼板に準じて算出。鋼材規格は JIS 55 鋼板に準じて算出。

鋼板数量表 表二

番号	種類	長さ	内径	外径	鋼材	鋼板	備考
A1	端部	2,250	6,700	12	150 × 20 × 13	1	鋼
A2	H120	2,000	13	90 × 90 × 10	1	119	鋼
B1	B205	2,000	13	100 × 75 × 10	1	225	鋼
B2	C139	1,640	14	100 × 75 × 10	1	182	鋼
C1	C139	1,640	14	100 × 75 × 10	1	182	鋼
C2	C139	1,640	14	100 × 75 × 10	1	182	鋼
C3	C139	1,640	14	100 × 75 × 10	1	182	鋼
D1	D1	2,000	13	100 × 75 × 10	1	225	鋼
D2	D1	2,000	13	100 × 75 × 10	1	225	鋼
E1	E1	2,000	13	100 × 75 × 10	1	225	鋼
E2	E1	2,000	13	100 × 75 × 10	1	225	鋼
合計						579	

て下部千手横坑を利用した。

組立は數個所より始める事困難にして順次上流部より下流に向つて進行せしむる様エレクターを考案し組立を行つた(圖-4)。

溶接は内張鋼板の内面より施工するを要す爲、溶接箇所は内面より V 型の開先とし、下流側に山形鋼のスタフナーを熔着して組立を容易ならしむる等組立及溶接の順序方法を考慮し 圖-5, 6 に示す如き設計を確定した。

3. 使用材料

鋼板は省の支給材としその規格は日本標準規格第 20 號に依ること、但し伸延率 25 % 以上とし、山形鋼、平鋼、螺釘等は普通の構造用鋼材を使用した。

4. 工場製作

工場製作に當つては 1 節毎に假組立をなし寸法を調査し正確を期してポンチ マークを打ち現場組立用の螺釘孔を鑽孔した。

隣接する各節は順次取合せ假組立をなし組立符號を記入して(圖-7, 8, 9) 發送する事とした。

圖-7 は工場内假組立、圖-8 は円周ジョイントの内部、圖-9 は長手ジョイントの外部を示す。

發送は省用品扱としトムに 4 枚立積みとし和田岬驛より工事現場の下平引込線迄直送される。

圖-7.

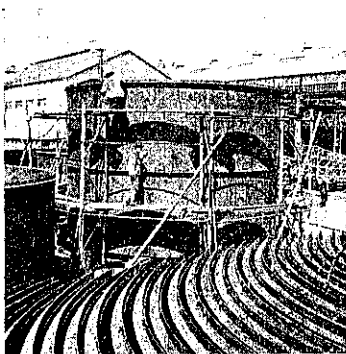


圖-8.

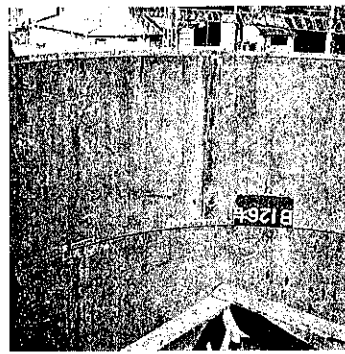
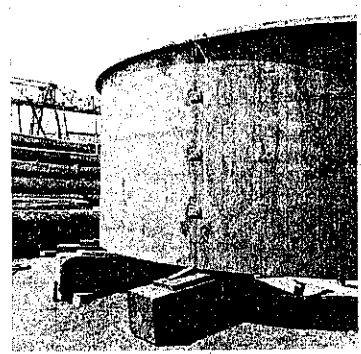


圖-9.



5. 鋼板組立機

隧道内に於て鋼板を組立てる爲に特に考案せるエレクターは本工事獨特のものにして鋼板の組立運搬並に移動を容易且つ自在に操作し得るものである(圖-10, 11)。

鋼板 1 枚の重量は 1.5~2.7t にして 1 節の重量は實に 4.5~8.0t で、之をエレクターに設備した 20 HP のウインチに依り操作するのである。

坑内への搬入は省貸與の G. E. 社製 4t 蓄電池機關車に依り最初 2 枚を搬入所定の位置に取付け、次に 1 枚を搬入先の 2 枚の間に搬入し 1 節の組立を完了する。斯くしてエレクターを 1 節分移動し次の作業を繰返す。

1 日平均 5~6 節を組立た。圖-12 はエレクター移動に使用する木製サンドルの入坑である。

図-4. 圧力隧道速張鋼板工用エレクター設計図

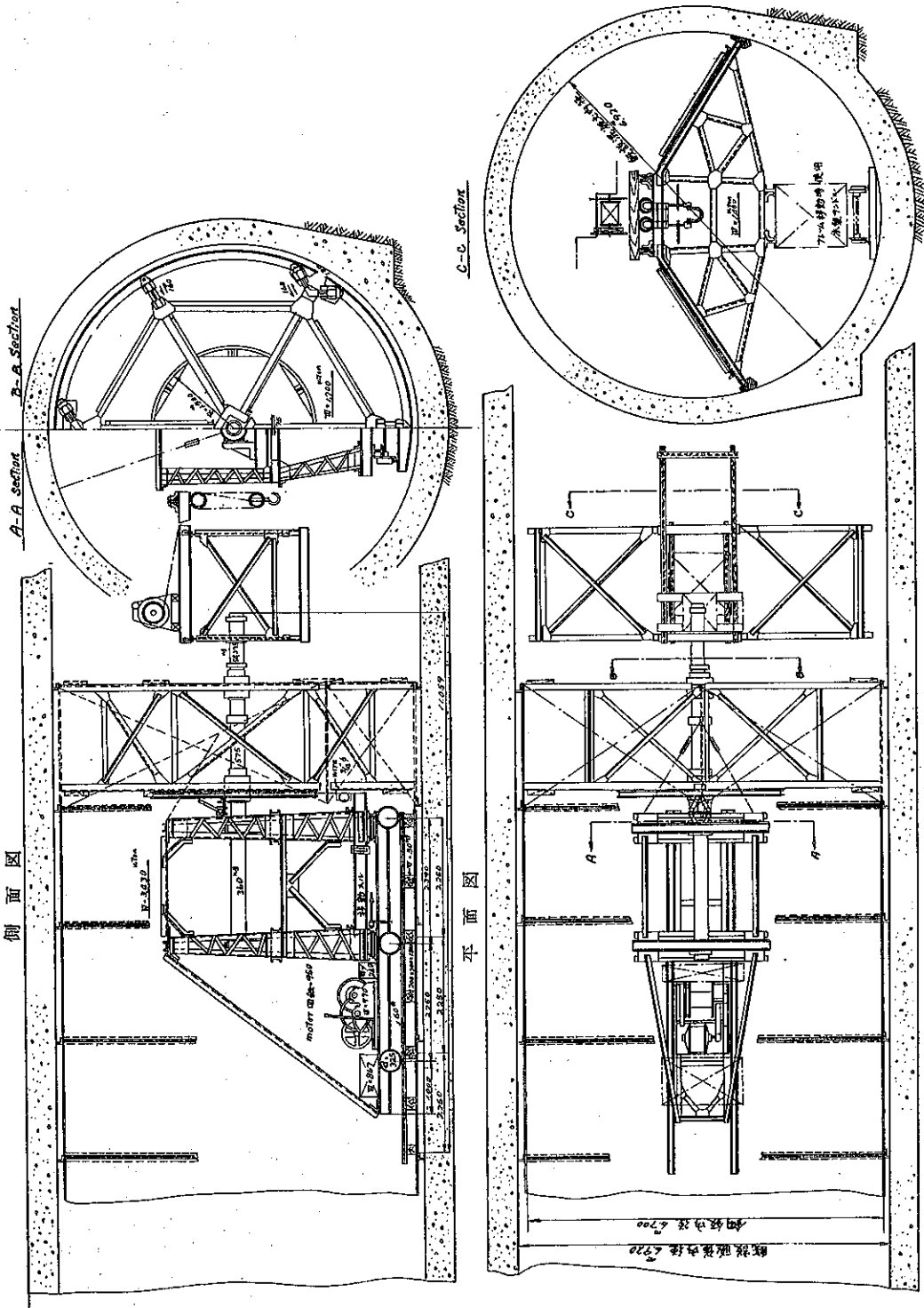
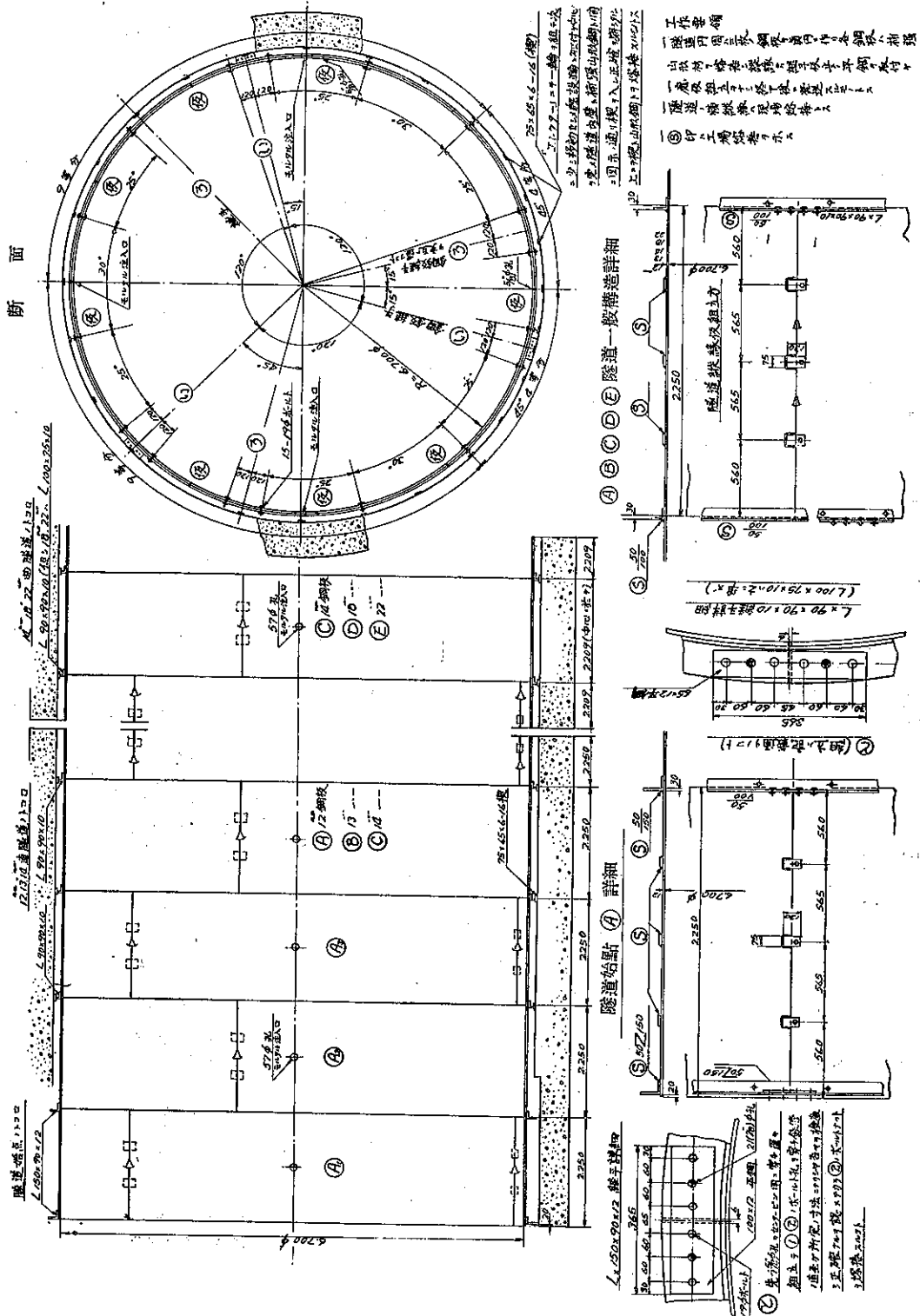


圖-5. 内張鋼板構造圖



断面

1. 鋼板厚 12mm
 2. 鋼板間隙 1mm
 3. 鋼板搭接 50mm
 4. 鋼板端部 45度斜切
 5. 鋼板螺栓 10mm
 6. 鋼板螺栓孔 12mm
 7. 鋼板螺栓間距 100mm
 8. 鋼板螺栓螺絲 10mm
 9. 鋼板螺栓螺絲墊圈 10mm
 10. 鋼板螺栓螺絲帽 10mm
 11. 鋼板螺栓螺絲鎖緊環 10mm

隧道始點 (A) 詳細

隧道終點 (E) 陸道一般構造詳細

- (1) 鋼板厚 12mm
- (2) 鋼板間隙 1mm
- (3) 鋼板搭接 50mm
- (4) 鋼板端部 45度斜切
- (5) 鋼板螺栓 10mm
- (6) 鋼板螺栓孔 12mm
- (7) 鋼板螺栓間距 100mm
- (8) 鋼板螺栓螺絲 10mm
- (9) 鋼板螺栓螺絲墊圈 10mm
- (10) 鋼板螺栓螺絲帽 10mm
- (11) 鋼板螺栓螺絲鎖緊環 10mm

1. 鋼板厚 12mm
 2. 鋼板間隙 1mm
 3. 鋼板搭接 50mm
 4. 鋼板端部 45度斜切
 5. 鋼板螺栓 10mm
 6. 鋼板螺栓孔 12mm
 7. 鋼板螺栓間距 100mm
 8. 鋼板螺栓螺絲 10mm
 9. 鋼板螺栓螺絲墊圈 10mm
 10. 鋼板螺栓螺絲帽 10mm
 11. 鋼板螺栓螺絲鎖緊環 10mm

図-10. 下流方（組立作業中）

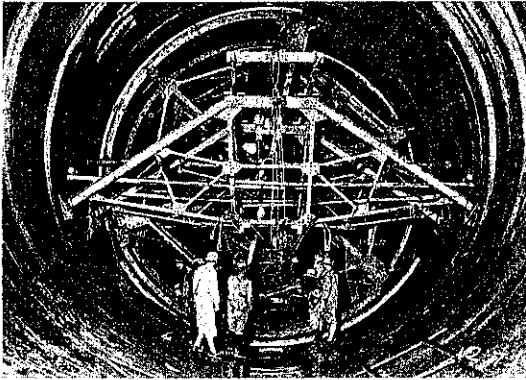
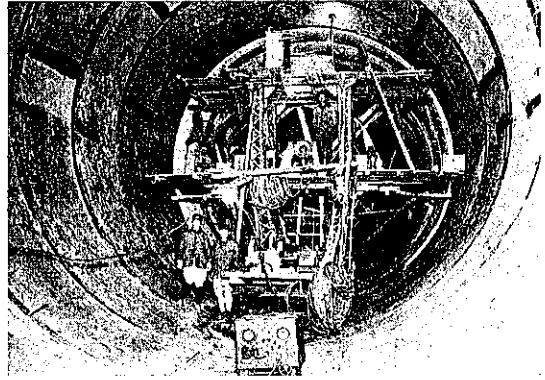


図-11. 上流方（組立完了）



6. 現場設備

現場作業期間は昭和12年4月～13年4月に到る約13ヶ月間にて積雪期に關係なく作業し得たので、坑外には別にスノーセットの設備を要しなかつた。材料置場より隧道内部迄約1600m間軌條(15kg rail, 75cm gauge)を敷設し、尙鋼板の運搬に便なる特殊臺車を設備し搬入中にデホームすることを防止した。

組立、照明並に搭接用電力は省より支給し上部高城澤横坑より3300Vケーブルにて引込み、隧道内の危険を防止することとした。尙変圧機は50KVA6臺、大電社製交流熔接機19臺を設置し、削り用として高城澤横坑に15HPインガースール・コンプレッサー1臺を設備した。

尙同附近に換氣用として15HP電気ファン2臺と搭接個所に1HP1臺を設け熔接に依る煤煙の換氣に努めた。又材料置場には7tステフレッグ・デリックを設備し本線貨車よりの鋼板取卸に使用した。尙此の外光電室、鍛冶小屋、假倉庫見張等を設けた(図-13)。

図-13. 坑外材料置場

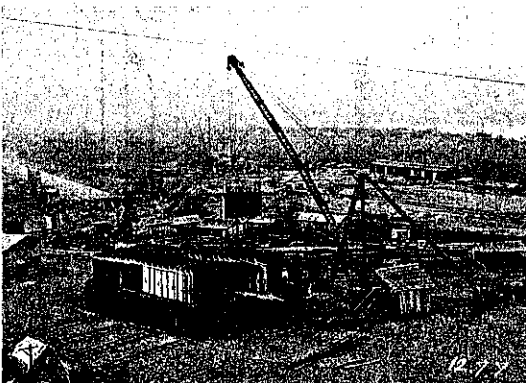
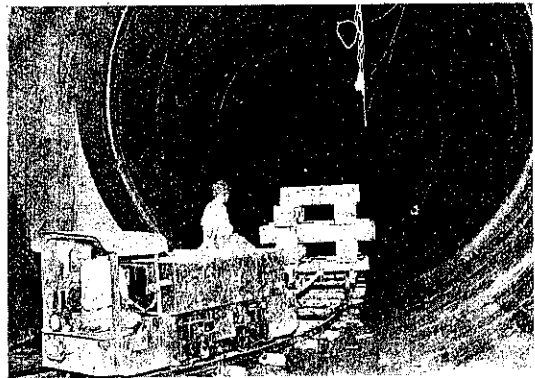
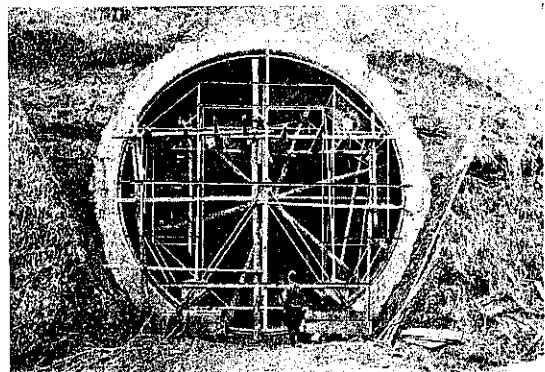


図-12. フレーム移動用木製サンドル

図-14. 試験隧道に於ける熔接作業
(移動式熔接足場使用)

7. 試験隧道

溶接並にグラウチング試験の目的を以て延長約 7 m の實物大のモデルを下部千手横坑附近に設け、12 mm 厚の鋼板を張り之に依り溶接作業の研究を遂げ溶接に依る鋼板の収縮程度を測定した。其の結果は 1 節にて約 2 ~ 3 mm の収縮あるを知り本工事施工上の参考とした (図-14)。

参考迄に鋼板裏 10 cm 間隙のグラウチングの状態を述べると當初 1:2 モルタルを注入試験せるに注入當初は充満した様に見えるが、硬化するに従ひ鋼板とモルタルとの間に 1 mm 内外の空隙を認め尚過剰水多く作業上種々の困難ある事を知つて工法を改良し粘度 3~8 mm の豆砂利を填充更に 1:1 モルタルを注入試験せるに相当好結果を得たので本工事には過剰水を少くし作業を簡易ならしむる爲、豆砂利填充に決定し目下直営工事として施行中である。

尙試験隧道から採つた溶接のテストピースを官房研究所に於て試験した結果は次の通りである。

1. 供試材

供試材は第 1 號及第 2 號の 2 枚何れも試験隧道内張鋼板の長手溶接手から切り採つた衝合溶接試験片である

図-15.

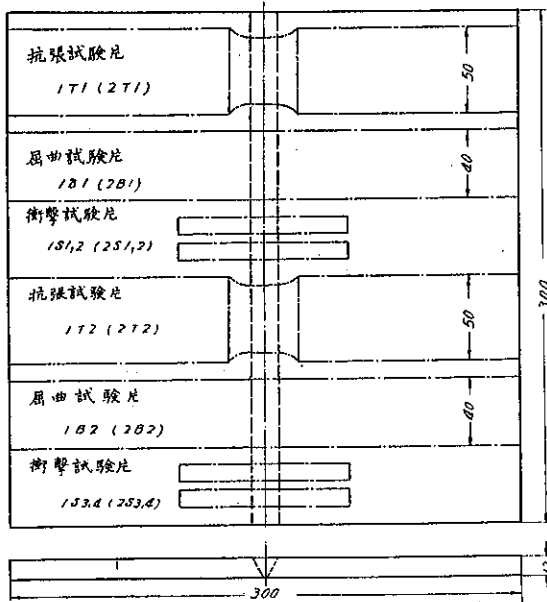
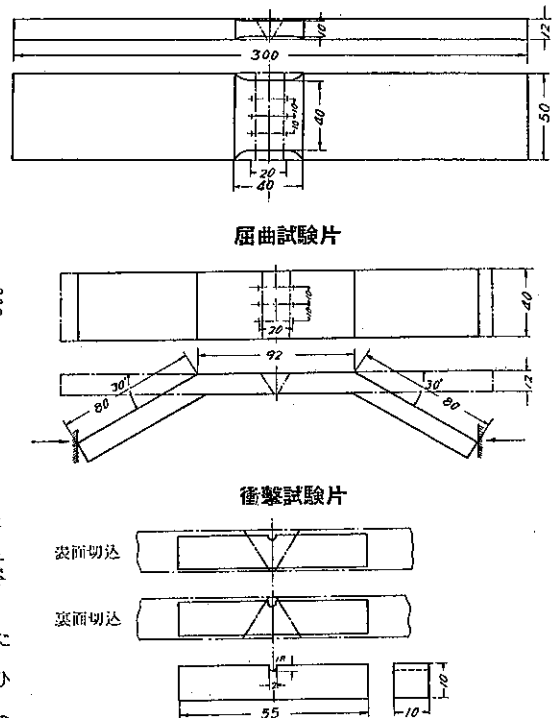


図-16. 抗張試験片



つて 12×300×300 mm の中央に V 型衝合溶接を施したものである。兩供試材共溶接部の母材衝合面は幾分喰ひ違ひを生じて居り、又溶接部の裏面には熔け込み不充分の部分があつて外觀は餘り良くなかつた。

兩供試材は何れも円彎面狀に彎曲して居たので、先づ冷間加工に依つて曲りを直して行ひ、次で 図-15 に示す位置から抗張試験片、屈曲試験片及衝撃試験片を採取して強度試験を行つた。

2. 抗張試験

破壊を溶接部中に發生させる爲に抗張試験片は 図-16 に示す様に工務局橋梁補強溶接工事に従事する溶接工

の技術検定試験用抗張試験片の形式を採用した。試験成績は表-2に示す通りであつて兩供試材共抗張力は 50 kg/mm² を突破する優秀なものであり、又 図-16 に示す様に標點距離を 20 mm として参考の爲に測定した延伸率も可成良い値を示して居る。

表-2. 抗張試験成績

試片符號	断面寸法 (mm ²)	最大荷重 (kg)	抗張強		延伸率 (l=20 mm)	
			(kg/mm ²)	平均	%	平均
1 T 1	10.17×40.40	22 100	53.8	53.2	25	27
1 T 2	10.25×40.20	21 630	52.5		28	
2 T 1	9.90×40.20	20 390	51.2	50.9	30	28
2 T 2	10.14×40.13	20 600	50.6		25	

3. 屈曲試験

屈曲試験片は 図-16 に示す様に溶接協會が決定した電弧溶接手資格検定規定に依る 符合溶接曲げ試験片の形状を採用した。試験成績は 表-3 に示す通りであつて、兩供試材共上記の検定規定に合格して居る。

表-3. 屈曲試験成績

試片符號	延伸率 (%) (l=20 mm)	
	3箇所の平均値	平均値
1 B 1	26.0	20.0
1 B 2	14.0	
2 B 1	23.5	21.8
2 B 2	20.0	

4. 衝撃試験

衝撃試験片はシャルピー型とし兩供試材共 図-16 に示す様にノッチを符合溶接部の表面に付けたもの 2 個、

裏面に付けたもの 2 個、計 4 個宛を 図-15 に示す位置から採つた。

試験成績は 表-4 に示す通りであつて兩供試材共表面にノッチを付けたもの、衝撃値は裏面に付けたものよりも稍大である。

表-4. 衝撃試験成績

試片符號	ノッチ部の 断面寸法 (mm)	吸収勢力 (kg-m)	衝撃値		ノ ッ チ の 位 置
			(kgm/cm ²)	平均	
1 S 1	8.03×9.84	8.0	10.1	9.7	表
1 S 3	8.02×9.89	7.3	9.2		裏
1 S 2	8.00×9.88	4.4	5.6	8.5	裏
1 S 4	8.01×9.90	8.9	11.3		表
2 S 1	7.97×9.90	8.3	10.5	9.7	表
2 S 3	7.99×9.88	7.0	8.9		裏
2 S 2	7.96×9.87	7.0	8.9	8.8	裏
2 S 4	8.00×9.90	6.8	8.6		裏

5. 總括

第 1 號及第 2 號の兩供試材の材質を抗張、屈曲並に衝撃の 3 試験結果から判断して可成安心す可き溶接なる事を知つた。

尙供試材が過小の爲母材の強度試験を行ふ事は出来なかつた。

8. 熔接作業

(a) 工場熔接

所定の半径に曲げた鋼板を型枠に取付け変形を防ぎ山形鋼スチフナーを熔接す。其の他平鋼、ナット等を熔接するものにして總てファイレット熔接、延長は約 7300m である。

(b) 現場熔接

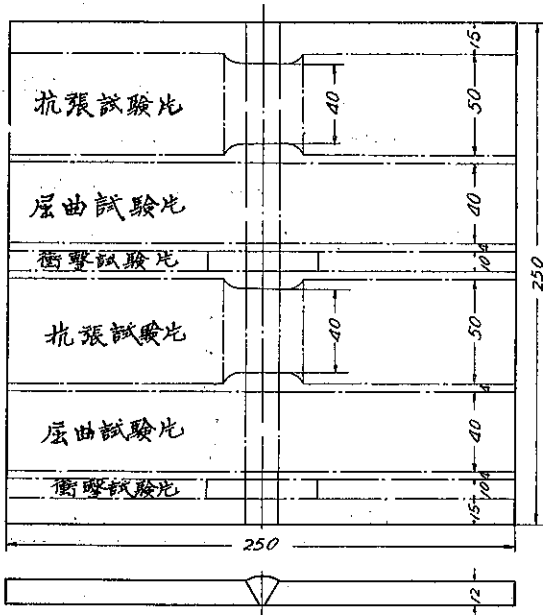
内張鋼板の縦方向の熔接はシングル V 熔接とし空隙を最大 4mm として計畫したるも工場製作の結果大物なる爲、熔接困難なるを發見し、其の對策として熔着金屬盛止用として裏面に幅 25mm、厚 3mm の平鋼を其の長手方向に取付けた。

周方向の熔接も亦シングル V 熔接にして縦方向の熔接を了し 1 リングとした後周方向の熔接に着手した。

此の際鋼板の收縮は約 2mm 程度有り、之が收縮を自由に逃す可く特に注意を拂ひ 1 リング宛上部より完了せしむる事とした。

使用熔接棒は三菱製のもので神戸造船所及長崎造船所の 2 種を使用した。而して長手方向には径 4, 5, 6mm の 3 種を適當に 3~4 層盛とし周方向では 2~3 層盛とした。熔接棒を研究所にて試験した結果は次の通りである(圖-17, 18)。

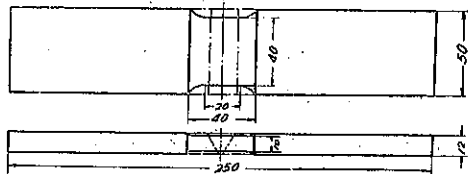
圖-17.



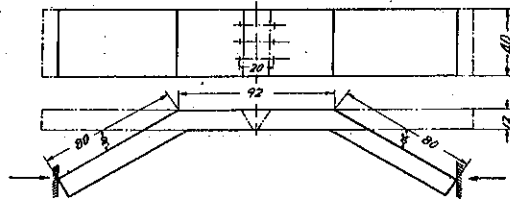
1. 供試材 供試材試験片は 12×125×250mm の鋼板 2 枚を都合せ V 型熔接を行つたもの 3 個及全熔着金屬抗張試験片 6 個から成つて居る。

前者は径 4, 5 及 6mm の熔接棒に依つて熔接したるもの夫々 1 個、後者は夫々 2 個宛有り何れも三菱神戸製熔接棒を以て同所にて製作せるものである。

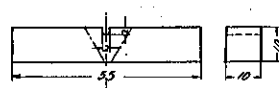
圖-18. (イ) 抗張試験片



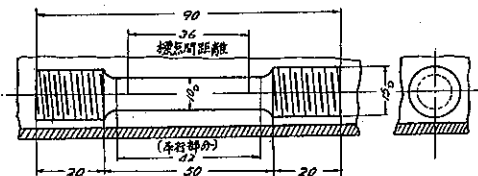
(ロ) 屈曲試験片



(ハ) 衝撃試験片



(ニ) 全熔着金屬抗張試験片



V型衝合熔接試験片は何れも下向熔接に依つたものであり、熔込み良好で仕上り外観は佳良と認める。之より図-17に示す位置から抗張試験片、屈曲試験片及衝撃試験片各2個宛採取して強度試験を行つた。

全熔着金屬試験片よりは図-18に示す様な抗張試験片を採り各個に付き抗張強と延伸率とを測定した。

尙試験片番號は前後者何れも熔接棒径を以て第4號、第5號、第6號と表はした。

2. 衝合熔接試験片

(1) 抗張試験：破壊を熔接部中に發生させる爲に抗張試験片は図-18(イ)に示す様な形式を採用した。

試験成績は表-5に示す通りである。

表-5. 衝合熔接抗張試験成績

試片符號	断面寸法 (mm)	最大荷重 (kg)	抗張強 (kg/mm ²)	平均 (kg/mm ²)
4 T 1	39.86×9.73	18820	48.5	49.6
4 T 2	39.93×9.88	19980	50.6	
5 T 1	39.87×9.89	19980	50.7	52.7
5 T 2	40.12×9.90	21740	54.7	
6 T 1	39.80×9.86	20130	51.3 *	51.4
6 T 2	39.87×9.87	20280	51.5 *	

* 印は母材切斷試片を示す

何れも48kg/mm²以上の極めて高い値を示して居る。

破断面を見ると第4號は母材の夫に近いが第5號は結晶粒が粗大である。之は電流の調節が不適當であつた爲と思はれる。

表-6. 衝合熔接屈曲試験成績

(2) 屈曲試験：屈曲試験片は図-18(ロ)に示す様に(熔接協會制定電弧熔接手資格檢定試験規定案)製作して試験を行つた。

試験成績は表-6に示す通りで、何れも上記の檢定規定(20%以上)に合格して居る。

(3) 衝撃試験：衝撃試験片はシャルピー型とし何れも図-18(ハ)に示す様にノッチを衝合熔接部の表面に付けたものである。試験成績は表-7に示す。

試片符號	延伸率(%) l=20mm	
	3個所の平均値	平均
4 B 1	20.5	27.1
4 B 2	33.7	
5 B 1	32.8	30.8
5 B 2	28.7	
6 B 1	24.5	25.0
6 B 2	25.5	

表-7. 衝合熔接衝撃試験成績

試験符號	ノッチ部の断面寸法(mm)	吸收勢力 (kg m)	衝撃値 (kgm/cm ²)	平均 (kgm/cm ²)
4 B 1	9.93×7.94	3.4	4.3	5.5
4 B 2	9.96×8.00	5.3	6.6	
5 B 1	9.92×7.98	2.9	3.7	5.5
5 B 2	9.93×7.92	5.8	7.3	
6 B 1	10.00×7.97	6.2	7.8	7.8
6 B 2	9.87×7.95	6.0	7.7	

表-8. 全熔着試験片成績

試験片符號	断面積 (mm ²)	降伏點		抗張強		延伸率, l=36mm	
		(kg/mm ²)	平均	(kg/mm ²)	平均	%	平均
4 D 1	78.5	37.6	37.6	51.3	51.5	26.4	25.7
4 D 2	77.9	37.6		51.7		25.0	
5 D 1	78.4	36.9	36.9	50.1	50.7	18.1	23.0
5 D 2	78.5	36.8		51.3		27.8	
6 D 1	78.5	35.8	36.0	52.7	52.7	34.7	29.9
6 D 2	78.5	36.1		52.6		25.0	

3. 全熔着金屬抗張試験片

(1) 抗張試験: 試験片は 図-18 (二) に示し, 試験成績は 表-8 に示す通りである。

延伸率は抗張強の割に相當な値を示して居り, 何れも優秀なものと認める事が出来る。

尙長崎造船所製熔接棒も試験したが神戸製のものより稍劣れるも, 圧力隧道内張鋼板の熔接工事に使用するには差支へ無いとの報告を得た。

9. 工事現況

1. 圧力隧道内張鋼板工事

昭和 11 年 6 月 6 日三菱重工業株式会社と請負契約成り, 昭和 12 年 7 月 1 日着手, 昭和 13 年 4 月 25 日注入口填塞を除き竣功した。其の請負金額は 225 605.208 円, 礎當り 79.160 円である。

現場組立着手は昭和 12 年 5 月 1 日, 約 10 ヶ月にして組立完了し熔接も亦約 11 ヶ月にして完了した (図-19)。

熔接總延長實に 16 100 m, 使用熔接棒 646 000 本を要した。組立及熔接の詳細の歩掛は 表-9 及 表-10 (a), (b), (c) に示す通りである。

即ち円周に於ける熔

図-19. 圧力隧道内張鋼板進行々程表

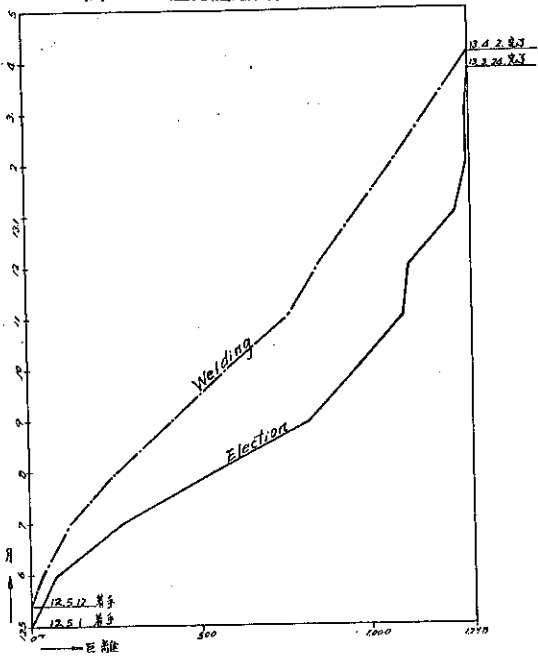


表-9. 圧力隧道組立歩掛調

年月	世話役	熔接工	嵩工	運轉手	全助手	検査工	パイプ工	計	熔接棒 本 4"	進行 歩	實働	
12 5	680	150	2620	200	160	—	25.0	413.0	250	30	67.50	20
6	880	200	3580	270	240	240	41.0	502.0	1320	88	198.00	25
7	640	90	3820	220	270	220	66.0	606.0	1800	120	270.00	28
8	560	80	3210	280	280	280	84.0	553.0	1935	129	290.25	28
9	250	40	1380	120	120	120	12.0	253.0	930	62	139.50	16
10	370	30	1300	130	50	25.0	42.0	262.0	870	58	130.50	15
11	270	—	940	40	—	120	40.0	184.0	120	9	188.9	11
12	540	10	2460	—	—	200	21.0	302.0	440	63	139.17	27
13 1	350	30	2520	—	—	40	22.0	323.0	210	14	30.73	18
2	—	—	—	—	—	26.0	—	26.0	—	—	—	—
3	50	20	240	—	—	6.0	—	37.0	—	2	4.42	6
4	60	20	360	—	—	2.0	35.0	81.0	—	4	8.84	3
計	465.0	670	22570	133.0	112.0	202.0	426.0	3462.0	8075	579	1278	197
本当り	0.358	0.052	1.739	0.102	0.086	0.156	0.328	2.821	6.2	—	—	—
1歩当り	0.803	0.116	3.898	0.230	0.193	0.349	0.736	6.325	13.9	—	—	—
1日当り	2.360	0.320	11.457	0.675	0.569	1.025	2.162	18.589	41.0	29.0	6.589	—

表-10. (a) 熔接作業成績調(昭. 12. 9. 17.)

基一(内周)

場所	時間	第一層			第二層			計			摘要
		時	分	秒	時	分	秒	時	分	秒	
天	時	205			143			149			鋼板工 田村
	分	5-18	6-35		5-16	6-35		6-27	5-28	6-42	鋼板地盤 2,790
側	時	122			176			16			溝口
	分	5-31	6-21		6-49			6-8	5-38	6-20	橋水
下	時	114			136			12			3,100
	分	6-39			5-62			5-5	5-67	6-38	毎法
夜	時	150			107			12			3,058
	分	6-46			5-4	6-33		5-8	5-12	6-29	火破
計	時	126			105			21			4,610
	分	6-52			6-13			5-13	6-25		竹付
校	時	112			143			14			4,700
	分	6-38			6-55			6-8	6-101		1回鋼板地盤=21,000 鋼板地盤 306.6 至 375.0 1回鋼、保付鋼、要鋼時間 200、鋼板地盤 地盤約 2,000

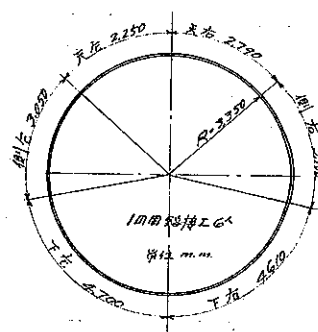


表-10. (b) 熔接作業成績調(昭. 12. 8. 11.)

基一(長手)

場所	時間	第一層			第二層			計			摘要
		時	分	秒	時	分	秒	時	分	秒	
B.76	時	17			23			30			鋼板工 2
	分	4-19			4-32			4-41	4-52		鋼板地盤 2,250
右	時	18			28			38			
	分	4-16			4-31			4-41	4-58		
下	時	22			25			37			
	分	4-18			4-25			4-41	4-54		
計	時	57			78			109			
	分	4-58			4-58			4-113	4-374		

1回鋼板工 鋼板地盤 2,250 鋼板地盤 2,250

表-10. (c) 圧力隧道熔接歩掛調

月日場所	職名	世話役	熔接工	電工	削工	薦工	並人夫	女人夫	計	熔接棒			進行		實働
										4"	5"	6"	M	M	
12年 5月	円周	35.0	82.0	15.0	13.0	14.0	37.0	10.0	208.0				15	316.29	15
	長手	37.0	72.0	1.0	5.0	34.0	37.0	5.0	193.0	6,104	2,554	1,478	21	141.75	19
6	円周	30.0	238.0	21.0	7.0	34.0	82.0	3.0	415.0				38	801.27	28
	長手	28.0	127.0	9.0	38.0	31.0	56.0	13.0	302.0	10,596	26,672	5,145	37	249.75	28
7	円周	29.0	319.0	25.0	2.0	38.0	86.0	0	479.0				61	1,286.25	29
	長手	30.0	152.0	19.0	34.0	30.0	61.0	6.0	332.0	16,583	41,672	9,747	61	411.75	29
8	円周	29.0	773.0	15.0	0	45.0	85.0	0	547.0				72	1,518.46	29
	長手	29.0	168.0	13.0	48.0	37.0	57.0	3.0	355.0	10,716	47,636	16,231	74	479.50	
9	円周	28.0	361.0	7.0	0	54.0	78.0	---	528.0				75	1,581.75	28
	長手	28.0	161.0	21.0	52.0	36.0	57.0	---	355.0	16,721	36,394	24,971	73	427.75	
10	円周	29.0	386.0	6.0	0	71.0	86.0	---	578.0				76	1,602.84	29
	長手	29.0	150.0	21.0	56.0	27.0	55.0	---	338.0	13,457	29,074	36,007	77	519.75	
11	円周	25.0	264.0	7.0	0	46.0	61.0	---	399.0				47	991.35	21
	長手	23.0	85.0	13.0	42.0	27.0	41.0	---	233.0	4,918	19,143	21,875	46	310.58	23
12	円周	27.0	348.0	20.0	6.0	47.0	85.0	---	533.0				49	1,232.56	27
	長手	27.0	93.0	9.0	42.0	19.0	25.0	---	215.0	310	21,607	24,349	45	302.75	
13年 1月	円周	26.0	341.0	24.0	2.0	54.0	73.0	---	520.0				48	1,212.86	26
	長手	23.0	104.0	4.0	48.0	10.0	26.0	---	209.0	2,710	28,702	28,609	51	344.75	
2	円周	26.0	341.0	24.0	17.0	56.0	77.0	---	541.0				45	949.65	26
	長手	24.0	95.0	2.0	54.0	0	26.0	---	201.0	7,072	22,973	27,352	47	308.78	
3	円周	42.0	382.0	32.0	22.0	65.0	88.0	---	631.0				51	1,076.43	28
	長手	24.0	92.0	---	56.0	---	24.0	---	194.0	548	26,721	31,662	47	311.47	
4	円周	6.0	36.0	3.0	---	5.0	11.0	---	61.0				2	42.24	3
	長手	---	---	---	---	---	---	---	---	0	879	3,881	0	0	
計	円周	332.0	346.70	179.0	42.0	529.0	854.0	13.0	546.00				579	1,221.55	289
	長手	304.0	1,294.0	109.0	475.0	253.0	465.0	27.0	292.70	102,565	312,047	231,307	579	3894.00	292
合計	円周	636.0	4,761.0	308.0	544.0	782.0	1,316.0	40.0	838.70					16,106.65	
	長手	602.7	2,284	201.6	2,006	2,043	2,070	20.01	2,447	64	194	14.0		円周熔接工(平均) 3,383 長手 3,009	
實働	円周	1,149	11,927	6,689	2,239	1,830	2,945	20.05	18,073					200.3	4,225.8
	長手	1,041	4,432	3,379	1,627	2,866	1,592	20.92	12,024					1,925	13,336
延長1"平均		0.039	0.276	0.019	0.034	0.049	0.082	0.002	0.521	6.4	19.4	14.0			

接は溶接工 6 人にて板厚 13mm の場合第 1 層を盛るに約 2 時間 18 分を、第 2 層を盛るに 2 時間 14 分を要し、組立用孔埋に約 17 分を要して居る。

結局 1 節を 4.5~5.0 時間を要し、1 日溶接工 12 人にて平均 2.003 節、延長 42.258 m を溶接した。尙長手は溶接工 6 人にて第 1 層 29 分、第 2 層 25 分、第 3 層 35 分を要し 1 日平均 1.983 節、延長 13.336 m を溶接した。尙溶接棒の使用数は 1 円周にて平均 5 mm 208 本、6 mm 406 本、長手 1 節にては平均 4 mm 278 本で使用電力は仕上り溶接延長 1 m にて約 18 KV.H であつた。

而して溶接工の配置は円周 12 人、長手 4 人及假着 1 人組立 1 人、計 18 人であつた(図-20.)。

2. 調圧水槽下部内張鋼板工事

昭和 12 年 3 月 31 日同じく三菱重工業株式会社の請負、昭和 12 年 4 月 10 日着手、土工の関係で一時工事の中止をなし、同年 12 月 10 日竣工した。請負金額は 27 930.540 円、應着り 660 円である。

該鋼板は半径 180 m の曲線中に設けられ鋼板 4 節の上には内径 6 m のライザ一あり、それには又内径 1250 mm のポート 8 ケを有する(図-21. 22. 23.)。

3. 圧力隧道内張鋼板残部工事

前述の圧力隧道内張鋼板工事の終點より水圧鉄管路に接続する区間の内調圧水槽下部 8 836 mm の 4 節分を除いた延長 61.646 m で施工方法は全く前記の工事と同様で板厚は總て 22 mm である。既設調圧水槽下部とのジョイントは上流方を調節管とし立込みボルトとしコーキングを施した。

図-20. 坑内溶接作業

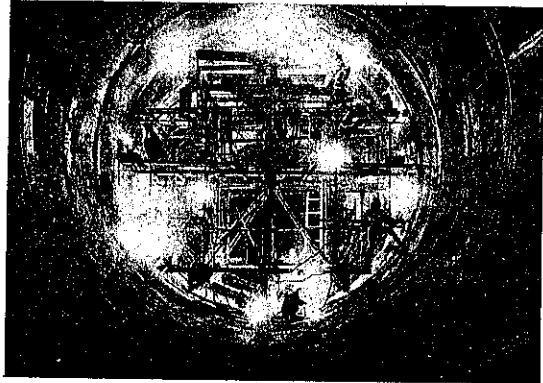


図-21. 神戸造船所に於ける假組立(側面)

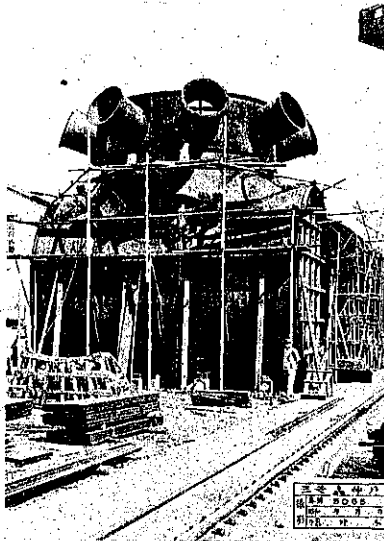


図-22. 神戸造船所に於ける假組立(正面)

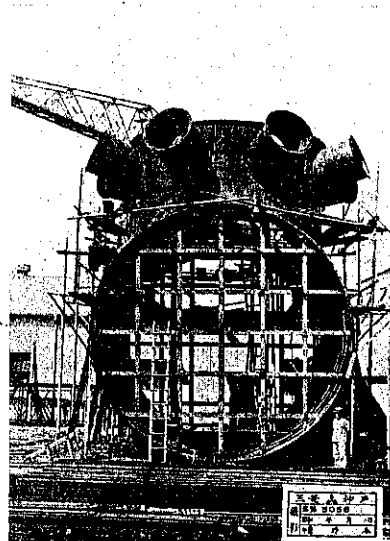
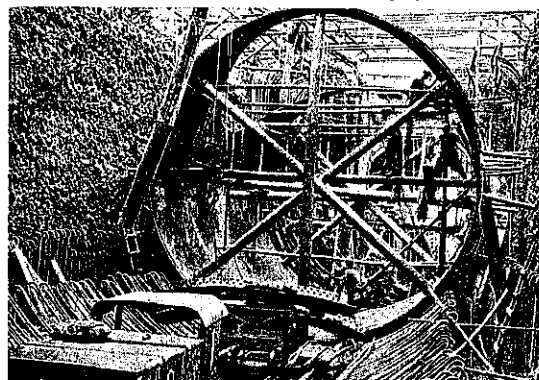


図-23. 現場組立(ライザン下部)



昭和 12 年 7 月 29 日三菱重工業株式会社と契約, 8 月 5 日着手 6 月 25 日竣功した。諸負金額は 28 672.306 円, 應當り 127.310 円で注入孔填塞は一時工事を中止して居る。

10. 結 論

本工事は隧道内の熔接としては稀に見る大工事にして延長 1 368.482 m, 施工噸數 3 114.198 t, 支給鋼板 3 138.801 t 熔接延長實に 16 971 m, 使用熔接棒 4, 5, 6 mm にて約 680 000 本を使用した。

使用電力は省の支給で 325 000 KVH を要した。

ステフナーとしてのアングルは板厚により主として 90×90×10 及 75×100×10 の 2 種を使用した。施工の結果は直線部に於て 90×90×10 を, 曲線部には板厚に關はず 75×100×10 を適當と認める。

次に斯る内張鋼板施工個所のコンクリート施工は中心高低共に一層精確なるを必要とし, 特に B.C. の位置の精確なるを要することを痛感した。

本工事は前述の様に稀れに見る坑内熔接作業なるにも拘らず 1 人の病人, 負傷者をも出さず文字通り順調に竣功したことは特筆に値すると思ふ。