

B

Nr

5141

Politechnika Warszawska

歐洲に於ける最初の電弧鎔接橋

Poland Lwow 工科大学教授 Stefan Bryla

昭和五年四月

土 木 學 會

歐洲に於ける最初の電弧銲接橋

Poland Lwow 工科大学教授 Stefan Bryla

本文はポーランド公使の依頼により本會に於て邦譯せるものにして最近發達せる電弧銲接橋の好資料なりと信ず。

ポーランド政府は Lwicz 附近に於て Sludwia 河に電弧銲接道路橋を架設した。之れは歐洲に於ける電弧銲接鋼橋の最初のものである。本橋は Warsaw より Poznan を經て Berlin に至る主要國道上に位し、全幅員 10 米、徑間 26 米のものであつて歩道は兩主構の外側の桁桁に依て支へらる。

動荷重に對する計算はポーランド政府が 1925 年に規定せる仕様書に基いた。本仕様書は車道を幅 2.5 米の縦帯に分割して、各縦帯に長さ 6.0 米の 20 瓩蒸氣軋壓機 (12+8) と其の前後に 1 平方米に付き 500 瓩の等布荷重(縦帯の長 1 米に付き 1.25 瓩)を荷載することを規定してゐる(第一圖参照)。

道路の全幅員に荷載し得る全活荷重は次の式に依つて與へらるゝ φ なる係数を 1 縦帯の荷重に乗じて求めらる、

$$\varphi = 0.4b \dots \dots \dots b \leq 5.00 \text{ m.}$$

$$= 1 + 0.2b \dots \dots \dots b > 5.00 \text{ "}$$

但し b は車道幅員

是に依れば車道の全荷重は幅員 5.0 米迄は幅員の増加に比例して増大し、5.0 米を超ゆれば増加率稍々減少す。

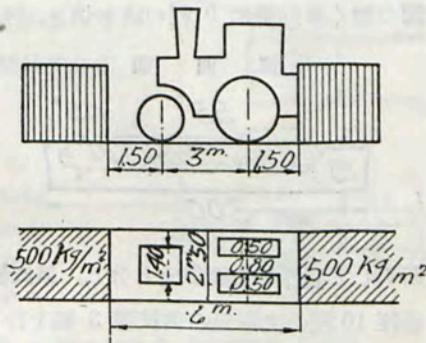
横桁は半固定桁として計算し、其の應力は最大應力を生ず可き位置に負荷して求めた。抗壓材は Tetmajer-Jasinski 氏の公式に依つて buckling に對する計算をした。

本橋梁に使用せる鐵材は軟鋼にして、其の破壊抗張強度は 1 平方輦に付き 3700~4200 瓩、最小伸張度 20% である。

電弧銲接工事仕様書

ポーランド政府は 1928 年 4 月電弧銲接工事に關する仕様書を規定した。電弧銲接鋼構造物に對する公定仕様書として世界最初のもので、次の各條項は其の一部である。

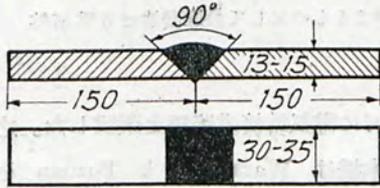
第一圖



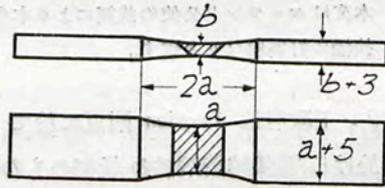
電極は軟鋼を以て製作せられ、其の破壊強度は 1 平方糎に付き 3700~4200 疋にして、炭素含有量 0.1% 以上、滿侖含有量は 0.25% 以上たるべく、又下記試験に合格する事を要す。

抗張試験 軟鋼の試料を**第二圖**に示すが如く銲接し、之れを**第三圖**の如き断面となすべし。

第二圖



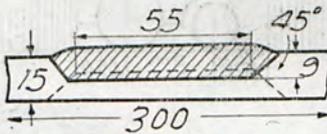
第三圖



破壊張應力は軟鋼の破壊張應力の 80% 以上、即ち 1 平方糎に付き $0.8 \times 3700 = 2960$ 疋以上たる可し (本試験 3 回)。

伸張度試験 本試験に對しては、供試體は 9 mm. の深さの溝を切りたる鋼板を用ひ、此の溝に**第四圖**に示すが如く銲接金屬を以て數層に銲接すべし。然る後供試體を裏返しにし、**第五圖**の如く反對側に 9 耗の溝を切り、再び銲接金屬を以て満たすべし。

第四圖



第五圖

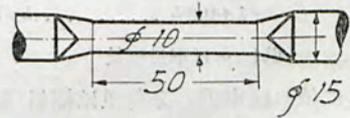


斯くして製作せる鋼板を 3 分し、**第六圖**に示すが如き直径 10 耗の丸棒形の供試體 3 個を作り、之れ等に就て伸張度を測定すべし。

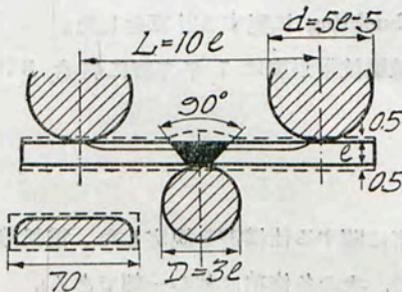
伸張度は少くとも 18% たるべし (本試験 3 回)。

彎曲試験 本試験は大き 120×70×15 mm. の平鋼

第六圖



第七圖



第八圖

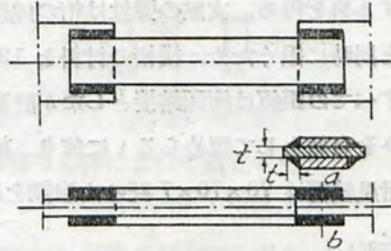


鋼に就て行ふものにして、第七圖に示す如く鋼鋼の中央に於てV形に銲接し、然る後第八圖に示すが如く供試體鋼鋼の厚さの3倍に等しき直径を有する鋼鐵棒の周りに彎曲すべし。

而して180度彎曲せしむるも龜裂を生ぜざる事を要す(本試験3回)。

剪力試験 本試験に對しては、供試體は第九圖に示せるが如き2枚の鋼鋼と添接鋼との間を5×5耗, 10×10耗, 15×15耗, 長さ各々5厘に銲接したるものを用ふべし。

第九圖



而して之れ等の鋼鋼の断面は各々下記のSなる力に對して充分抵抗する大いさたる事を要す。

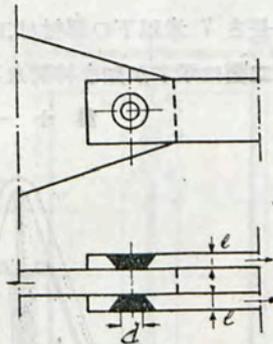
銲接體の厚さ

t=5 mm.	S=12 000 kg.	R _S =1 000 kg./cm.
=10 "	=20 000 "	=1 800 "
=15 "	=28 000 "	=2 400 "

R_S は銲接體の最小抵抗力なり。(本試験3種に付き各3回即ち9回)。

第十圖

孔に於ける剪力に對しては、(第十圖参照)供試體は鋼鋼の厚さ及び孔の直径に應じて下記のSなる力に對して抵抗する事を要す。



鋼鋼の厚さ(e) 鋼底に於ける孔の直径(d)		S	S _S
8 mm.	8 mm.	1 000 kg.	750 kg.
10 "	10 "	1 400 "	1 100 "
12 "	12 "	2 000 "	1 600 "
15 "	14 "	3 000 "	2 500 "

S_S は孔に於ける銲接體の最小抵抗力なり(本試験4種に付き各2回即ち8回)。

銲接の計算は著者の公式に依りたり、即ち

$$k_s = (k_0 - \alpha t) t \text{ kg./cm}^2.$$

$$= (640 - 80 t) t \text{ "}$$

但し t は銲接幅なり。

本橋の構造

本橋の主構は寫眞第一に示すが如く拋物線形構橋にして、其の有効徑間 l は 27.0 m., 徑間の中央に於ける構の高さは 4.30 m. である。

即ち
$$\frac{h}{l} = \frac{1}{6.28}$$

構の部材は附圖第一及び第二に示せるが如く平鋼, 溝形鋼及び山形鋼より成る。弦材は二重丁形にして、全部高さ 370 耗, 厚さ 12 耗の縦鋼鋼を間隔 300 耗に組立てた。上弦材は縦

鋼板 1 枚宛、下弦材は附圖第一に示すが如き寸法の鋼板 2 枚宛にて組立てらる。最初弦材は 2 枚と 3 枚の鋼板を用ふる設計なりしが銲接の量を減ぜしむるために 1 枚と 2 枚に変更した。附圖第二は本設計の要點を示すものである。

縦桁には I 形桁を用ひ、之れを梯形鋼板にて横桁に銲接し、縦桁を固定せしむると同時に横桁の腹板を補剛せしめた。此の構造に依れば縦桁は彈性支點に支へらるゝ連續桁として計算する事を得る。支點の彈性は桁の連續性に基く利益を著しく減殺するものであるが、横桁と同時に働かため、横桁の材料を 12% 丈け節約する事が出来る。

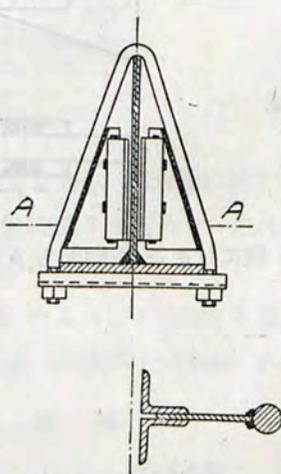
すべての鋼板は衝頭銲接としたが計算上、衝頭銲接に於ては其の構成部材の抵抗力の 75% のみを有効として認めらるゝに依り、補助蓋板を附加した。

耐風綾構は 70×70×7 耗の山形鋼を用ひ、主構の下弦材と横桁を接合せる水平繫板に銲接した。

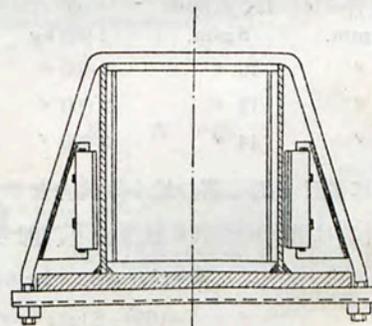
架 橋

長さ 7 米以下の部材は工場に於て銲接した。各部の動搖を防がんがため第十一圖及び第十二圖に示すが如き特別なる杵を約 1 米の間隔に配置した。

第 十 一 圖



第 十 二 圖

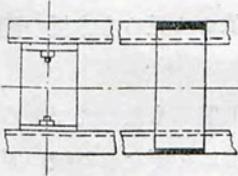


此の杵は銲接體の横断面に合ふ様直徑 20 耗の丸鋼を屈曲して製作し、其の内側に繫板を銲接し、其の間に 5~6 極の間隙を残した。此の間隙は 2 個の山形鋼に依つて調節し、垂直板の厚さ即ち 12 耗に相當する幅を保つた。水平留金としては 50 耗の溝形鋼を使用した。上弦材に於ては第十二圖に示すが如く繫板と縁板との間に自由に電極を近付け得る様 25 耗の間隙を残した。

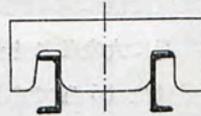
垂直材は平鋼 1 枚と山形鋼 4 枚とより成り、之れ等を兩端に於て固定し縦に銲接を行つた。

斜材を形成する 2 個の溝形鋼は假りに其れ等に 2 個の短い溝形鋼を取付けて固定し、(第十三圖参照) 又溝形鋼の間隔を正確に保つために第十四圖に示すが如き適當なる 2 個の切缺を有する鐵板を之れに嵌め込んだ。

第十三圖



第十四圖



横桁は第十五圖に示すが如く弦材に用ひたものと同様なる枠によつて組立てた。

現場に於て用ひられた電流は約 30 ボルト, 180 アンペアーのもので人工銲接をなし、銲接用の電極は Brussels の Soudure Electrique Autogène に於て製作せられし “Arcos” “Tensilend” と稱する銲接劑にて被覆せる電極を使用した。

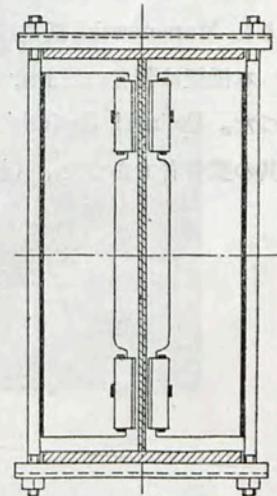
工場に於ける仕事は Warsaw の附近にある Minsk Mazowiecki の K. Rudzki 橋梁製作所で行つた。

現場の材料組立は木造假棧橋上に於て行ひ、すべての鋼材は木造起重機にて適當なる位置に運搬し、先づ橋床を組立て、然る後主構を組立てた。(寫眞第二参照)

銲接には 3 人の銲接手を使つたが、全工事に従事した延人員は工場に於て 1100 時人、現場に於て 900 時人であつた。

本橋梁の橋床は寫眞第三に見る如く鐵筋コンクリート床版である。

第十五圖



試験結果

a. 電極の試験

電極の試験の平均結果は次の如し。

抗張試験	9 回の平均	3 920 kg./cm ² .
伸張度試験	6 回の平均	20.1 %
彎曲試験	數度の試験に於て良好なる結果を得たり。	
剪力試験	5 × 5 mm のもの	平均 1 142 kg/cm
	10 × 10 "	" 1 900 "
	15 × 15 "	" 2 450 "
孔に於ける剪力試験	鋼板 8 mm のもの	平均 5 200 kg
	" 10 "	" 6 070 "
	" 15 "	" 11 700 "

b. 橋梁完成後の構造試験

通行開始に先立ち静荷重及び動荷重を載荷した。静荷重は橋の中央部長さ 6 米に亘り厚さ 80 種の砂の層 (1320 kg/m^2) を敷き又其の他の部分全體に厚さ 30 種の砂層 (500 kg/m^2) を敷均した。而して之れに依つて現はれた撓度は約 6 耗であつた。動荷重は蒸氣輾壓機 1 臺であるがその撓度は僅に 1.7 耗に過ぎなかつた。之れに依つて見るも本橋の剛性は綴釘に依るものに比して遙に大なることが判る。

本橋梁の總重量は 55 噸である。綴釘橋梁であれば 70 噸にもなつたであらう。此の如く材料は 21.4% 節約し得たが橋梁の工事費中には電弧溶接に必要な器械の原價償却の大部分をも含めねばならぬため、不幸にして全體としては之れと同程度の節約をなすことは出来なかつた。

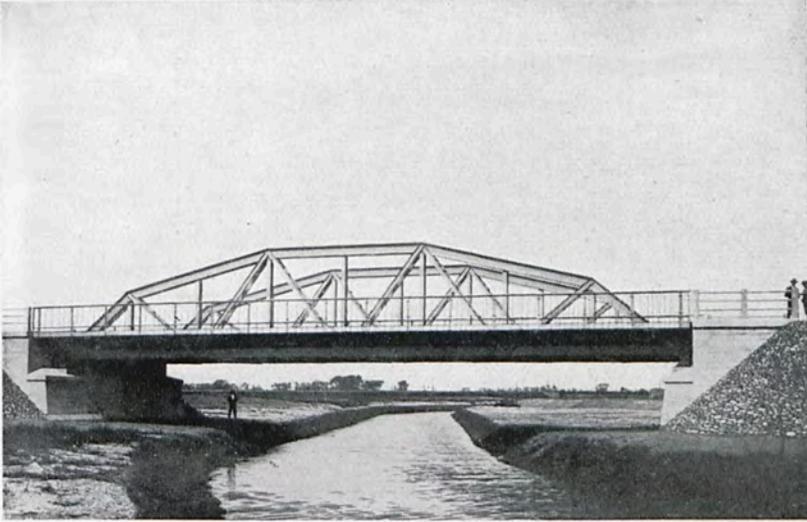
夫故に電弧溶接橋の工事費は綴釘橋の工事費と殆んど同様である。然しながら著者は此の 2 種の橋梁の工事費割合が漸次電弧溶接橋の方に有利になつて行くことを固く信ずる。

最後に此の電弧溶接構造物を果斷にも初めて許可した當局者たる土木省、特にその大臣たりし Moraczewski 氏並びに道路局長 Nestorowicz 氏には共に大いに感謝すべきである。

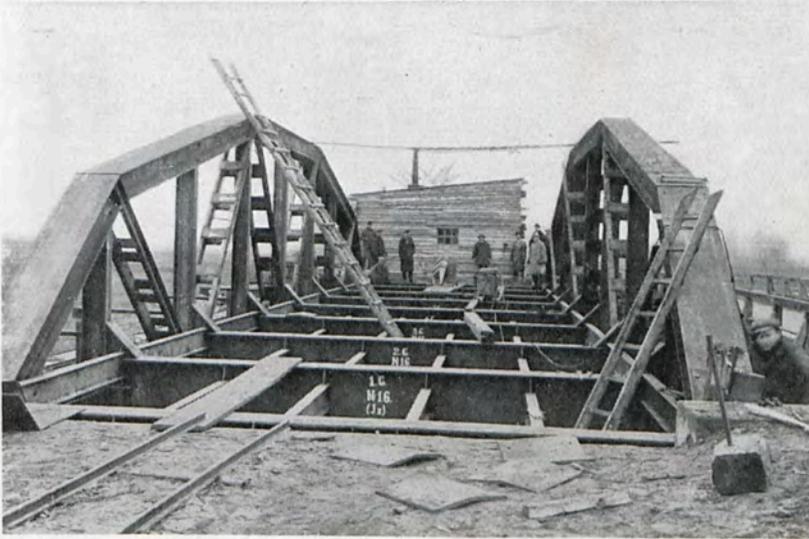
本橋梁は著者の設計せるものなるが同時に著者は其の構造組立及び架設の總監督者であつた。Dolinski, Jasinski 及び Lozinski の三氏は工場に於て、Skwierczski 氏は現場に於て各其の監督者であつた。(終)



寫真第一



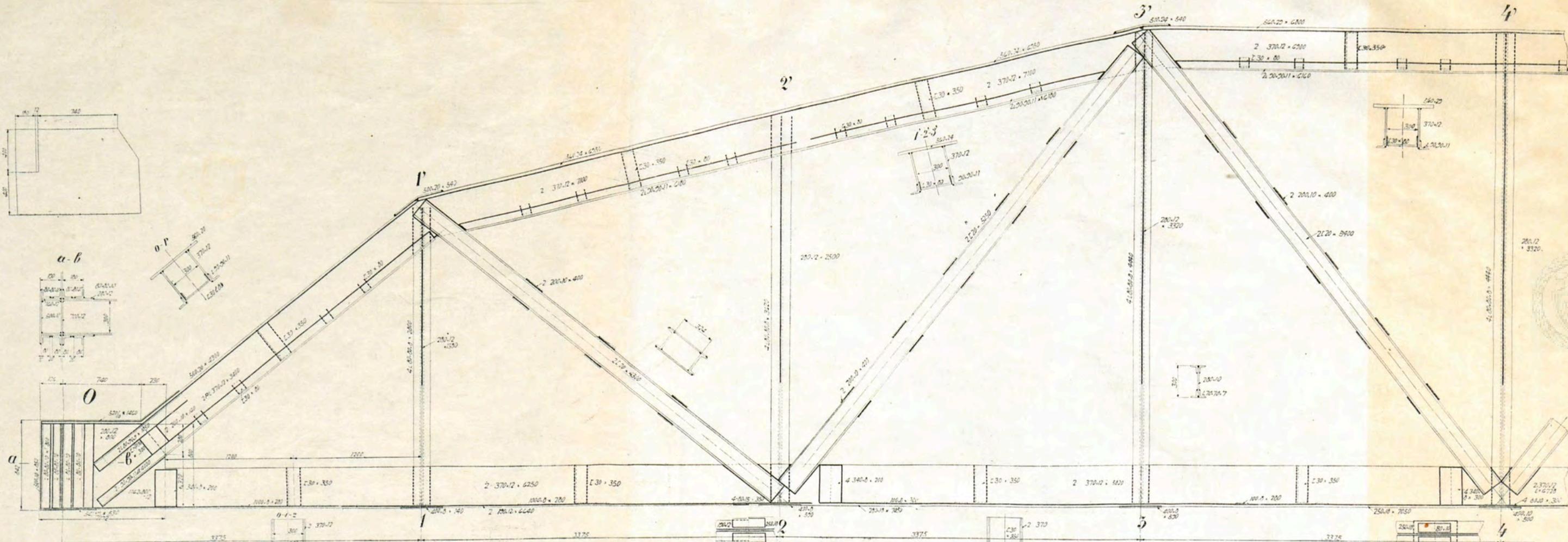
寫真第二



寫真第三



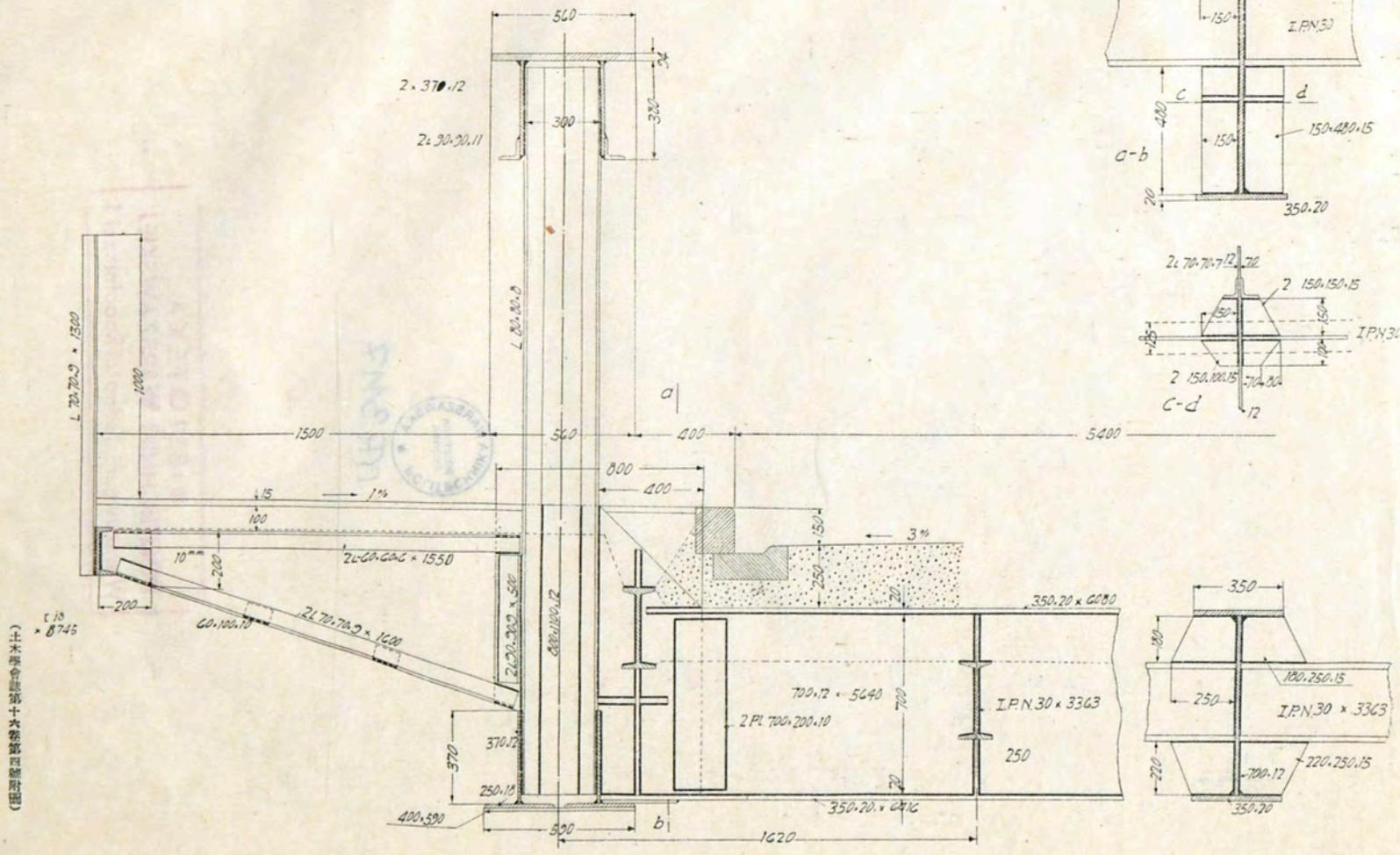
附圖第一側面圖



(土木學會誌第十六卷第四號附圖)



附圖第二 橫斷面圖



(土木學會誌第十六卷第四號附圖) 8745