

Zeitschrift: IABSE congress report = Rapport du congrès AIPC = IVBH
Kongressbericht

Band: 5 (1956)

Rubrik: Free discussion

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 19.11.2024

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Discussão livre

Discussion libre

Free Discussion

Freie Diskussion

Leere Seite
Blank page
Page vide

III 1

Soudage des aciers à haute résistance

Discussion

Welding of high-tensile steel

Discussion

Zur Schweissung hochwertiges Stähle

Diskussion

Soldadura dos aços de alta resistência

Discussão

A. LAZARD

Ingénieur en Chef des Ponts et Chaussées

Chef de la Division des Ouvrages d'Art de la S. N. C. F.

Paris

Au cours des années 1955 et 1956 les Chemins de fer Français ont éprouvé des difficultés dans le soudage de ponts en acier à haute résistance, que ces aciers proviennent d'aciéries MARTIN (Française) ou d'une aciérie THOMAS (Luxembourgeoise). Le métal livré s'est révélé facilement trempable et de nombreuses criques ont été observées, soit dans le métal lui-même, soit dans les cordons.

Le remède à ces défauts a été recherché dans plusieurs voies qui, toutes, concernent les questions d'apport de chaleur. L'une des voies qui a abouti le plus rapidement à une solution satisfaisante a consisté à préchauffer les pièces à une température comprise entre 250 et 300° C. Le procédé est cependant coûteux.

Nous serions reconnaissants aux Membres du Congrès qui voudraient bien nous faire part des difficultés qu'ils ont pu rencontrer dans le soudage d'aciers de ponts ou de grandes charpentes en acier à haute résistance et les moyens *pratiques* qu'ils ont utilisés pour résoudre ces difficultés. Des détails du genre de ceux qui figurent dans la remarquable communication de MM. DIXON et THOMPSON (Page 571 de la Publication Préliminaire) nous seraient très utiles.

R É S U M É

Dans le courant de 1955 et 1956, la Société Nationale des Chemins de fer Français a éprouvé des difficultés dans le soudage de ponts en acier à haute résistance. L'acier s'est révélé facilement trempable et de nombreuses criques ont été observées, soit dans le métal lui-même soit dans les cordons de soudure.

La S. N. C. F. serait heureuse de connaître les moyens pratiques utilisés pour résoudre les difficultés relatives au soudage d'aciers à haute résistance susceptibles de tremper.

S U M M A R Y

During 1955 and 1956, the French Railways experienced difficulties in the welding of bridges of high tensile steel. The steel was easily tempered and a great number of cracks appeared both in the metal itself and in the weld.

The French Railways would be very interested in hearing about practical methods used to solve the difficulties found in welding high tensile, easily tempered, steels.

ZUSAMMENFASSUNG

Während der Jahre 1955 - 1956 sind bei den französischen Bahnen Schwierigkeiten bei der Schweissung von Brücken in hochwertigem Stahl aufgetreten. Der Stahl erweist sich als leicht härtbar; zahlreiche Risse, zum Teil im Grundmaterial, zum Teil in den Schweissnähten wurden beobachtet.

Die französischen Staatsbahnen würden sich glücklich schätzen, die praktische Methode zu kennen, um den aufgezeigten Schwierigkeiten begegnen zu können.

R E S U M O

No decorrer de 1955 e 1956, a Sociedade Nacional dos Caminhos de Ferro Franceses experimentou dificuldades na soldadura de pontes de aço de alta resistência. O aço adquiria têmpera com muita facilidade tendo-se observado grande número de fendas quer no próprio metal quer nos cordões de soldadura.

A S. N. C. F. teria muito interesse em conhecer métodos práticos utilizados para resolver as dificuldades relacionadas com a soldadura de aços de alta resistência susceptíveis de têmpera.

III 2

Fabrication of welded steel girders

Discussion

Ausführung geschweisster Stahlträger

Diskussion

Execução de vigas de aço soldadas

Discussão

Exécution de poutres en acier soudées

Discussion

P. S. A. BERRIDGE

M. B. E., M. I. C. E.

London

Mr. Berridge observed that the authors had given a good account of modern workshop welding practice in the fabrication of girderwork, but so far as railway bridges were concerned they had not linked the requirements for erection and future maintenance with their ideas of designing for simplification of fabrication. His experience was that welded fabrication gave scope for improved site connections leading to simplified, and consequently quicker, erection, and facilities for future maintenance, better than had ever been possible with riveted construction. On the Western Region of British Railways where prefabrication had been adopted for spans up to 110 feet in length, there was a preference for that method of fabrication which by the completion of the flange-to-web fillets before the addition of the web stiffeners allowed those fillets to be deep penetration welds made with continuous coated rod fed by an automatic welding machine (Fig. 1). Using a 4 S. W. G. electrode, a 3/8-inch fillet could be laid down in a single run at a rate varying between 20 inches per minute with a current of 900 amperes and 12 inches with 600 amperes. With the girder tilted at an angle of about 45 degrees undercutting could be avoided altogether. Costly manipulators were not required. A girder distorted due to having a greater amount of welding

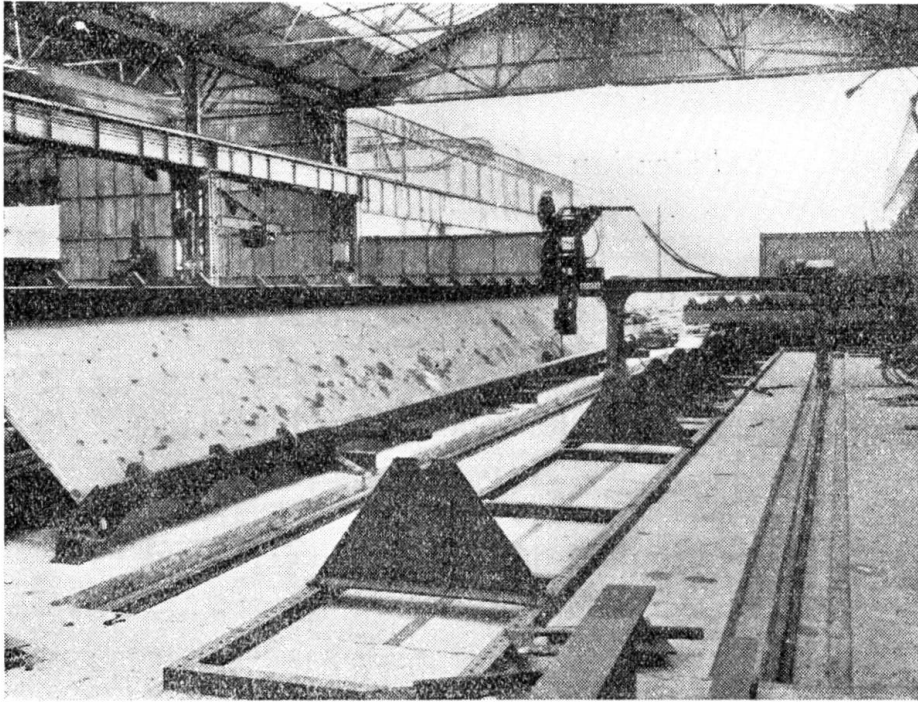


FIG. 1. Welding the web to a flange in a Fusarc automatic welding machine. Note long uninterrupted run attained by adding the stiffeners afterwards

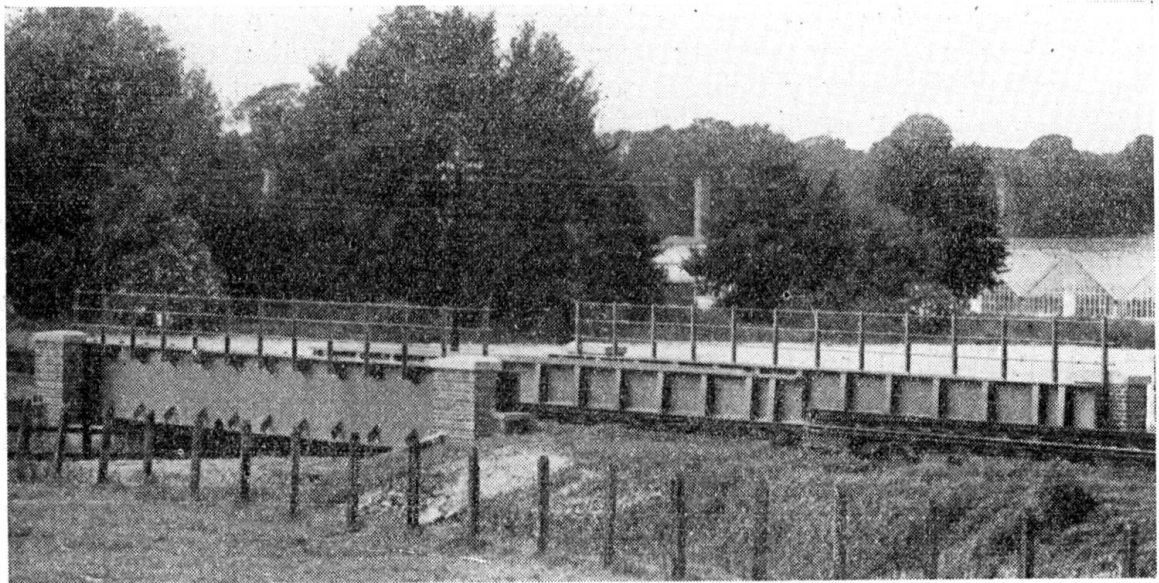


FIG. 2. In welded plate girder construction intermediate stiffeners are not always necessary on the outside of the outer girders

on one side than on the other, as might be the case with an outer girder where there were no intermediate stiffeners on the outside of the web (Fig. 2), was easily straightened by the application of heat from a propane gas burner. While problems of distortion were greater in welded fabrication, it should be remembered that riveted work was by no means immune from distortion. The act of riveting plates to one flange of an I-beam can result in considerable bowing if proper precautions are not taken against distortion.

A combination of welded fabrication in the workshop and the use of high strength bolts for all site connections was ideal.

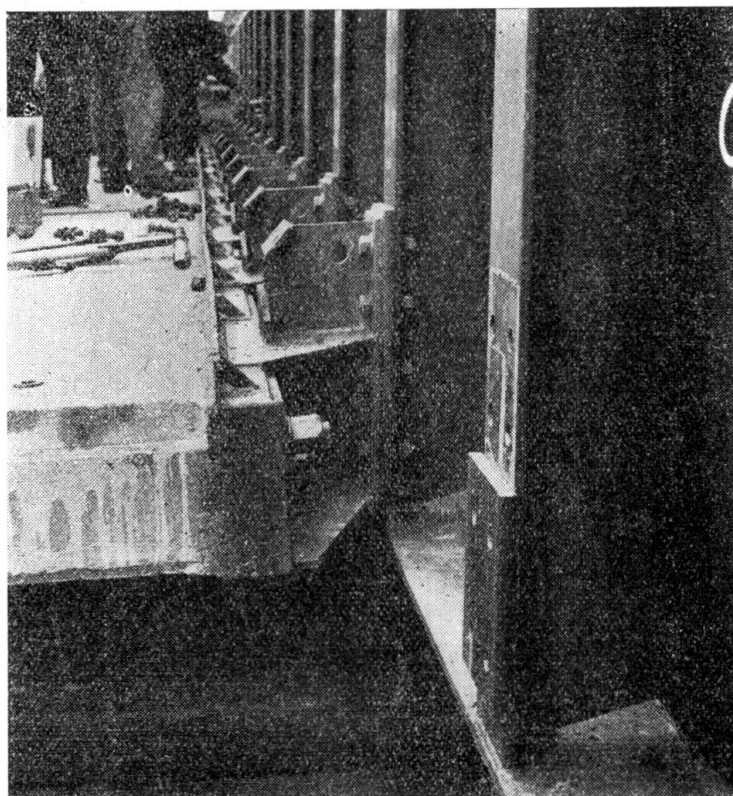


FIG. 3. The bolted connection between deck units (in this case they are of precast prestressed concrete) and the main girders of a half-through type span

Mr. Berridge had eliminated site welding during erection even in the half-through type plate-girder span. The design incorporated tee section stiffeners presenting a sloping flange against which the ends of cross girders, or steel brackets in the case of precast prestressed concrete deck units, were landed on shear plates (welded on the face of the stiffener flange); and the moment stresses, due to the fixity of the joint, were carried by high strength bolts, tightened to a predetermined torque, completing the connection between the cross girders or steel brackets on the deck unit and the main girders (Figs. 3 & 4).

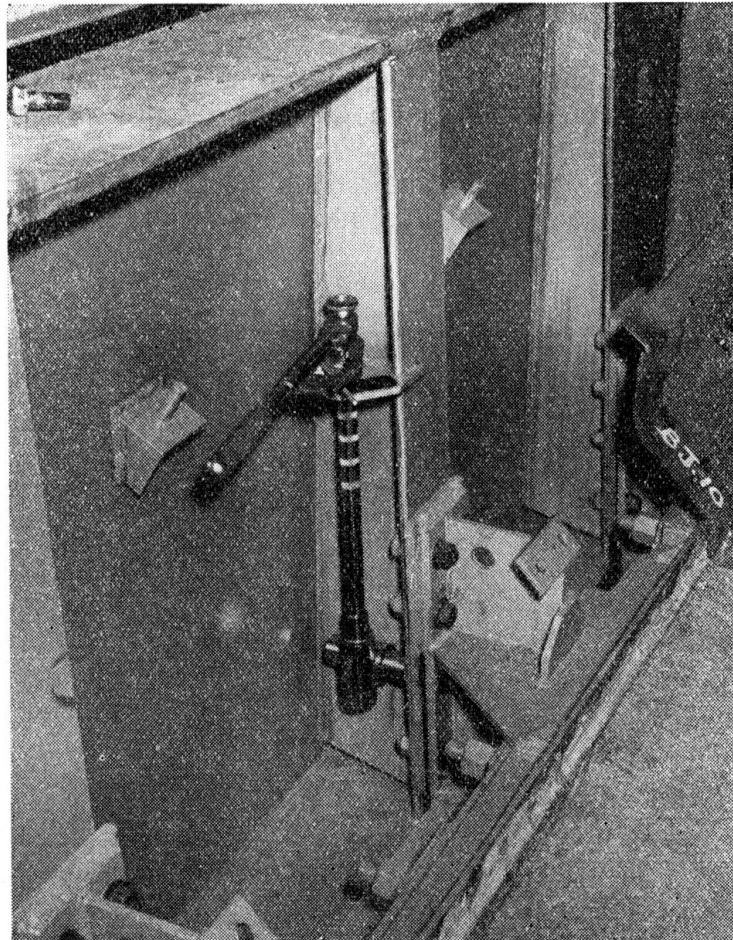


FIG. 4. The use of a torque-multiplying spanner in conjunction with a torque-limiting spanner for tightening high-strength bolts connecting deck units to a main girder

SUMMARY

The author thinks the ideas expressed in the various papers for simplifying fabrication do not pay sufficient attention to the all-important requirements for site erection and future maintenance. The best practice in welded girder fabrication is to make the web-to-flange fillets using deep-penetration electrodes fed by an automatic machine (Fig. 1). It is important to tilt the girder to avoid undercutting; the stiffeners should be fitted afterwards, any distortion being removed by heat. It is not essential to fit intermediate stiffeners on both sides of the web (Fig. 2). The author shows a form of construction eliminating site welding. Shear between deck girders and main girders is carried by shear

plates welded on the sloping flanges of tee-shaped stiffeners while the moment stresses due to end fixity are taken by high strength bolts (Figs. 3 & 4).

ZUSAMMENFASSUNG

Der Verfasser war der Ansicht, dass die Vorschläge des Autors für eine Vereinfachung der Fabrikation äusserst wichtigen Bedürfnissen der Montage und des Unterhalts nicht genügend Rechnung trugen. Die beste Art, geschweisste Träger herzustellen, ist die Verwendung von Schweissmaschinen mit tiefwirkenden Elektroden für die Nähte zwischen Flanschen und Steg. (Fig. 1) Zur Vermeidung von Ueberkopfschweissungen ist es wichtig, dass der Träger gekippt wird; die Aussteifungen sollten nachträglich eingeschweisst werden, eventuelle Verdrehungen werden durch Erwärmen ausgeschaltet. Es ist nicht nötig, Zwischen-Aussteifungen beidseitig des Steges anzubringen. (Fig. 2) Der Verfasser zeigt eine Bauweise, die die Bauplatzschweissung vermied. Die Schubbeanspruchung zwischen den Fahrbahnträgern und den Hauptträgern wird durch Schubplatten übertragen, die an abgeschrägten Flanschen der T-förmigen Aussteifungen angeschweisst werden, während die Biegebeanspruchung infolge Endeinspannung durch hochwertige Schrauben übertragen wird. (Fig. 3 und 4).

R E S U M O

O autor pensa que as sugestões expressas nas diversas contribuições para simplificar a fabricação não dão suficiente importância às exigências da montagem e da conservação posterior das obras. Em vigas soldadas, é preferível executar os cordões de canto na ligação da alma aos banzos utilizando uma máquina de soldadura automática e electrodos de alta penetração (Fig. 1). Para evitar soldaduras ao alto torna-se importante inclinar a viga; os reforços da alma devem soldar-se posteriormente, sendo a viga desempenada a quente. Não é essencial colocar os reforços intermédios em ambos os lados da alma (Fig. 2). O autor indica uma forma de construção que permite eliminar a soldadura no local. O esforço cortante entre as vigas do tabuleiro e as vigas principais é absorvido por cutelos soldados nos banzos inclinados de reforços em T; as tensões devidas à flexão proveniente da rigidez das extremidades são absorvidas por parafusos de alta resistência (Figs. 3 e 4).

R É S U M É

L'auteur, est d'avis que les suggestions exprimées dans les différentes contributions en vue de simplifier la fabrication n'attachent pas suffisamment d'importance aux exigences du montage et de l'entretien postérieur des ouvrages. Dans le cas de poutres soudées, il est préférable d'exécuter les cordons d'angle de liaison de l'âme aux semelles au moyen d'une machine automatique en utilisant des électrodes à haute pénétration (Fig. 1). Pour éviter des soudures au plafond il est important d'incliner la poutre;

les raidisseurs doivent être soudés par après, la poutre étant dégauchie à chaud. Il n'est pas essentiel de placer les renforts intermédiaires des deux côtés de l'âme (Fig. 2). L'auteur indique une méthode de construction permettant d'éliminer la soudure sur place. L'effort tranchant entre les poutres du tablier et les poutres principales est absorbé par des goussets soudés aux semelles inclinées de raidisseurs et T et les contraintes dues à la flexion provenant de la rigidité des extrémités sont absorbées par des boulons à haute résistance (Fig. 3 et 4).

III 3

Causes de rupture des constructions soudées

Causes of collapse of welded structures

Ursachen von Unfällen bei geschweissten Konstruktionen

Causas de rotura das construções soldadas

MARCEL PROT

Ingénieur en Chef des Ponts et Chaussées

Paris

Après les rapports si documentés qui figurent dans la Publication Préliminaire du Congrès et après les interventions si vivantes et si intéressantes que nous venons d'entendre, le problème des constructions soudées apparaît comme exceptionnellement délicat et complexe et j'éprouve le besoin — come vous l'éprouvez peut-être vous-même — de chercher à faire une brève synthèse de la question en classant méthodiquement ses éléments essentiels.

Les ruptures observées sur les constructions soudées sont imputables au fait que :

- 1° — les sollicitations sont excessives,
- 2° — la résistance du métal est insuffisante.

Les sollicitations des constructions soudées sont rendues excessives, au moins localement :

- 1-a — par les contraintes résiduelles d'origine thermique,
- 1-b — par des irrégularités de forme provoquant des concentrations de contraintes.

La résistance du métal peut se trouver insuffisante :

- 2-a — par des hétérogénéités susceptibles d'amorcer des fissures,
- 2-b — par une fragilité susceptible de favoriser le cheminement de fissures dès qu'elles ont été amorcées.

Ce classement sommaire des causes d'accident conduit au classement correspondant des moyens de les éviter et qui paraissent être les suivants :

1-a – Amélioration des techniques de soudure réduisant au maximum les contraintes résiduelles: Préchauffage — Réchauffage — Refroidissement retardé.

1-b – Amélioration des formes constructives conduisant à une continuité aussi parfaite que possible des isostatiques.

2-a – Recherche, par des techniques sidérurgiques appropriées, d'un métal aussi exempt que possible de toute hétérogénéité, chimique ou physique, (géométrique ou mécanique) constituant un point faible du métal.

3-a – Recherche, par des techniques sidérurgiques appropriées, d'un métal exempt de fragilité, aussi bien avant qu'après soudure.

Pour ce qui concerne la réglementation et le contrôle des métaux soudables, il semble qu'on doive introduire dans la pratique courante les essais de résilience et de fatigue à basse température. La résistance à la traction d'un métal qui doit être retenue pour les calculs ne doit pas être sa limite de rupture ni sa limite élastique résultant d'un essai statique mais sa limite de fatigue. Cette limite de fatigue ne sera pas la valeur moyenne de quelques essais mais la valeur moyenne diminuée d'un nombre d'écartés moyens quadratiques dépendant du nombre des essais effectués.

R É S U M É

L'auteur résume et classe méthodiquement les causes d'accidents observés sur les constructions soudées.

Ce classement conduit à un classement des remèdes susceptibles d'être envisagés en ce qui concerne :

- l'élaboration des métaux soudables et leur contrôle,
- les techniques de soudure,
- le calcul et les formes des constructions soudées.

S U M M A R Y

The author summarizes and classifies the different causes of collapse met with in welded constructions.

This classification in turn leads to a classification of the different remedies liable to be used concerning:

- Fabrication of weldable metals and their control.
- Welding techniques.
- Calculation and design of welded constructions.

ZUSAMMENFASSUNG

Der Verfasser gibt eine methodische Aufstellung des Ursachen von beobachteten Unfällen bei geschweissten Konstruktionen.

Diese Klassierung gestattet eine Zusammenstellung der Massnahmen, die zur Verhütung von Unfällen ins Auge gefasst werden sollten:

- die Entwicklung schweisbarer Metalle und ihre Kontrolle.
- die Technik des Schweissens.
- Berechnung und Gestaltung geschweister Konstruktionen.

RESUMO

O autor faz um resumo e uma classificação das causas de acidentes verificados nas construções soldadas.

Esta classificação, por sua vez, leva-o a estabelecer uma classificação dos remédios susceptíveis de serem empregados no que respeita:

- à elaboração dos metais soldáveis e o seu controle.
- às técnicas de soldadura.
- ao cálculo e às formas das construções soldadas.

Leere Seite
Blank page
Page vide

III 4

Quelques réalisations françaises en construction soudée

Some examples of french welded structures

Einige französische Ausführungen in geschweissten Bauwerken

Alguns exemplos de estruturas soldadas executadas em França

A. DELCAMP

Paris

En complément de ma contribution dans la «Publication Préliminaire», je voudrais vous présenter quelques réalisations, françaises d'ouvrages d'art et de charpentes exécutés en construction soudée.

Je commencerai, à titre historique — puisque les deux ouvrages ont été exécutés il y a 15 ans — par vous décrire :

1°) — Le pont basculant de SAINT-NAZAIRE, de 31m.50 de portée, exécuté en acier à haute résistance, qui offre cette particularité que tous les assemblages sont soudés, y compris ceux des pièces en acier moulé entre elles et ceux des pièces en acier laminé sur pièces en acier moulé.

Cet ouvrage a magnifiquement résisté aux bombardements, les éclats de bombes ont percé un certain nombre de trous, mais aucun assemblage n'a failli. Un liberty-sphip l'a même heurté; les pièces déformées ont pu être redressées à chaud, sans démontage.

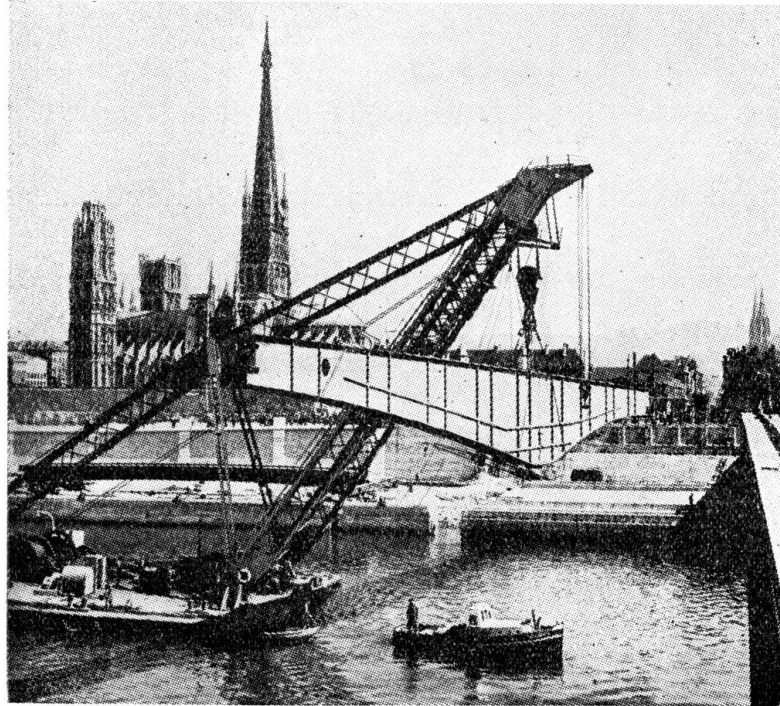
2°) — Le pont en arc, de NEUILLY, sur la SEINE, a été également exécuté en acier à haute résistance au chromecuire. Il comprend deux arches, l'une de 86 m., l'autre de 67 m.

Parmi les ouvrages très récents, nous citerons :

1° — *Le pont Corneille, à Rouen, sur la Seine*

Cet ouvrage, en acier Martin soudable AC 42, comporte sur chaque bras de la Seine une travée centrale de 84 m., reposant sur deux consoles de 32 m. 70 chacune, prolongées elles-mêmes par des travées de rive

de 28 m. de longueur sur les rives. Ces poutres principales en caisson, au nombre de 9, de hauteur variable, supportent une chaussée de 18 m. et deux trottoirs de 5 m. Chaque poutre se compose de deux âmes, deux



Pont Corneille à Rouen

semelles supérieures et une semelle inférieure unique. La rigidité est assurée par des cadres intérieurs soudés sur les âmes au droit des entretoises.

2° - *Le pont de Pont-de-l'Arche, également sur la Seine*

C'est également un ouvrage à poutres à paroi pleine de hauteur variable; sa longueur atteint 368 mètres.

Il repose sur 2 culées et 4 piles, les portées étant respectivement de 55 - 85 - 88 - 85 et 55 mètres. Le tablier est supporté par 7 poutres continues réunies par entretoises triangulées.

3° - *Pont-tournant de Dunkerque*

C'est un ouvrage aux dimensions déjà respectables de 39 m. 65 de longueur totale: 25 m. 75 pour la volée et 11 m. 20 pour la culasse, avec chaussée de 9 m. et 2 trottoirs de 2 m. 20. Une voie ferrée normale est placée dans l'axe de la chaussée.

Il a été exécuté en acier Martin Ac 42 et soudé suivant une technique spéciale basée sur l'emploi d'électrodes à haute pénétration.

L'ouvrage a été assemblé entièrement sur terre-plein et mis en place d'un seul bloc, au moyen d'un ponton-grue de 200 T.

4° - Pont-rail du Becquerel, près de Lille

Il est constitué par un tablier métallique à 2 voies de 127 m. 40 de longueur et de 1 m. 196 d'épaisseur maximum, en 5 travées continues, une de rive côté PARIS, de 28 m. 50, 3 centrales de 25 m. 80 et celle de rive côté LILLE, de 20 m. 70, reposant d'une part sur les culées en maçonnerie, d'autre part sur 4 palées intermédiaires, enjambant les voies.

Le tablier comporte 2 poutres à âme pleine et de hauteur constante, espacées de 9 m. 65 d'axe en axe et reliées à leurs parties inférieures par des pièces de pont supportant les voies, posées sur selles métalliques par l'intermédiaire de longerons.

Les selles métalliques reposant sur des plaques en caoutchouc sont fixées directement sur les longerons; la fixation des rails est assurée par crapauds et boulons standards.

L'ensemble est complété par un platelage en tôle et un contreventement horizontal reportant les efforts transversaux du vent sur les différents appuis.

Le tablier métallique est de construction soudée, tant à l'atelier qu'au montage; seuls, les joints de montage des poutres principales, sont rivés.

Ces poutres, en dehors de leurs raidisseurs, sont en acier 55, le reste du pont en acier 42.

L'âme est constituée par une tôle de 14, les membrures sont des portions de 600 DIR, la hauteur hors tout de cet ensemble étant de 2 m. 650. Des semelles de 280×30 et 250×30 , biseautées à leurs extrémités, en longueur et en épaisseur, sont soudées au droit des appuis intermédiaires et dans le cours de la travée de rive de 28 m. 50.

En raison des caractéristiques de l'acier, les semelles ont été soudées sur les membrures, après préchauffage.

La stabilité au voilement de l'âme a été calculée par les abaques de M. MASSONNET.

Le raidissement est assuré dans la région des appuis par des $1/2$ HN de 180 et 260 verticaux et dans la zone fléchie du milieu des travées par des $1/2$ HN de 260 horizontaux situés au $1/4$ de la hauteur.

Les pièces de pont espacées de 3 m. 225 à 3 m. 562 sont composées de DIN de 900 avec semelles soudées. La section des longerons est constituée par des fers 400 AP.

Les tôles de platelage de 8 m/m d'épaisseur sont rivées pour en faciliter leur remplacement.

L'ensemble du pont a été calculé pour convois-types avec essieux de 25 T. Certains cas de surcharges produisant un soulèvement sur la culée côté LILLE, un contrepoids en béton a été prévu entre les deux dernières entretoises, dans la région de cet appui.

La culée côté PARIS, aménagée pour supporter les efforts de freinage, reçoit les appuis fixes.

La culée côté LILLE reçoit les appuis mobiles à rouleaux.

Chacune des palées intermédiaires comprend deux poteaux en béton armé indépendants l'un de l'autre.

Pour permettre la dilatation de l'ouvrage (sens longitudinal), ces poteaux comportent, en tête, une articulation réalisée à l'aide d'appareils d'appui métalliques à balanciers, et la base une articulation FREYSSINET.

Pour résister aux efforts transversaux, sans effort d'extension dans la fondation de ces poteaux, il a été prévu un dispositif de précontrainte capable de supprimer tout risque de traction dans le béton, au niveau de l'articulation.

Les fondations des poteaux ont été réalisées à l'aide d'une dalle en béton reposant sur des pieux descendus jusqu'à la craie compacte.

Le tablier métallique a été mis en place par lançage en partant de la plateforme de montage constituée par le remblai d'accès côté LILLE et en s'appuyant successivement sur des palées intermédiaires constituées par des éléments de palées anglaises, ces palées étant placées entre les voies d'accès à la Gare de LILLE de façon à en permettre la libre circulation pendant les travaux.

En matière de charpentes, nous mantrérons les réalisations françaises suivantes :

a) *Charpente de support de pont-roulant pour casse-fonte*

Charpente soudée, d'une conception très moderne et hardie, puisqu'elle supporte deux ponts-roulants de 25 T. aux réactions particulièrement brutales.

Elle est constituée par des portiques articulés à la base; les divers éléments étant formés par des poutrelles large-ailes dont l'âme a été coupée en deux et entre les deux parties une tôle a été soudée.

b) *Poutres de roulement pour l'Acierie Marin de Sollac*

Il s'agit d'un bâtiment de 120 m. de longueur, comprenant 4 halls de 32 m., 18 m., 25 m. et 25 m. de portée. Les poteaux sont écartés à 15 m. dans les parties courantes, cet écartement étant porté à 37 m. 50 au droit des fours.

Les portées de 37 m. 50 sont franchies par des grandes poutres de roulement qui supportent deux ponts de 250 T. de charge utile, qui pourront être portés ultérieurement à 260 T.

Ce sont des poutres en caisson de 3 m. 50, soudées avec semelles d'épaisseur variant de 25 à 40 m/m; l'épaisseur totale maximum atteint 110 m/m.

Les poutres ont été montées en tronçons de 50 à 60 T. avec joints de montage rivés.

c) *Poutres de la salle des machines de la Centrale Thermique de la Bassée*

Montées à 30 m. du sol, elles supportent la couverture de la salle des machines et un plancher sur lequel reposent les dépoussiéreurs, les gaines, les ventilateurs, etc...

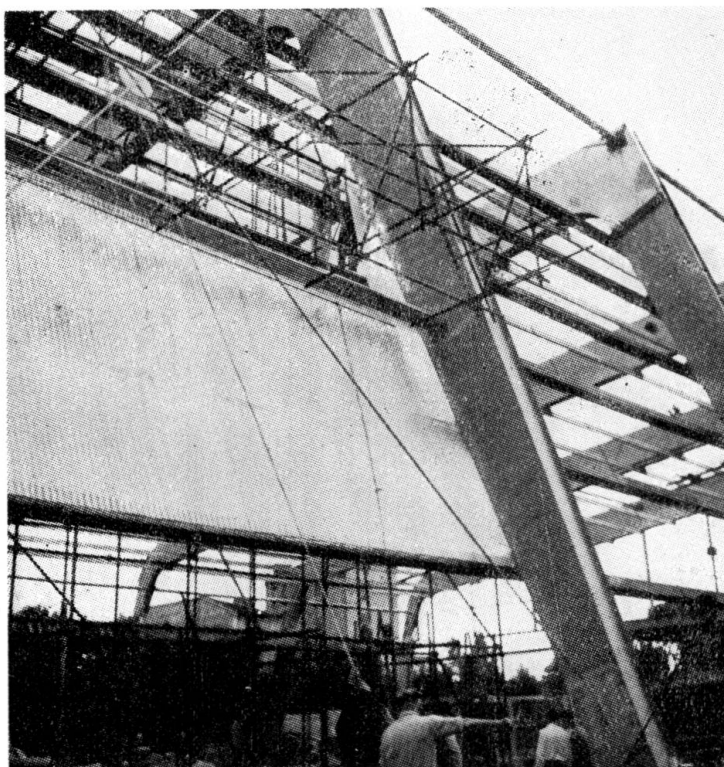
Leur portée est de 32 m.; elles sont à hauteur variable: 3 m. 40 dans la partie médiane (16 m.); hauteur portée progressivement ensuite à 4 m sur appuis.

Membrures en poutrelles H 600 coupées inégalement (500 + 100) avec trois semelles de 400 à 500 m/m de largeur et 25 à 30 m/m d'épaisseur, tôle d'âme en 15 m/m.

Les poutres ont été transportées au chantier en une seule pièce (35 à 40 T.).

d) *Charpente de la patinoire de Boulogne, près de Paris*

Outre une piste de 60 m. × 30 m., elle comprend des tribunes pour 3.000 places et des annexes: bar, bureaux, vestiaires, etc...



Charpente de la Patinoire de Boulogne

La construction, qui laisse entièrement libre la surface occupée par la piste et les tribunes, se compose essentiellement de six fermes creuses, en tôle d'acier soudée, de 49 m. 50 de portée entre appuis au sol.

Ces fermes, espacées de 12 m. 60 d'axe en axe supportent à l'intrados une couverture et des parois latérales translucides en stratifiés de verre-polyester légers.

Seule, la partie basse d'un long pan, côté square, est en verre transparent sur 3 m. de hauteur environ.

Cette disposition, qui rend visible du dehors ce qui se passe à l'intérieur, est considérée comme moyen de propagande.

Les pignons sont revêtus sur les deux faces de planches d'aluminium cannelées à joints horizontaux, au-dessus d'une part, du soubassement

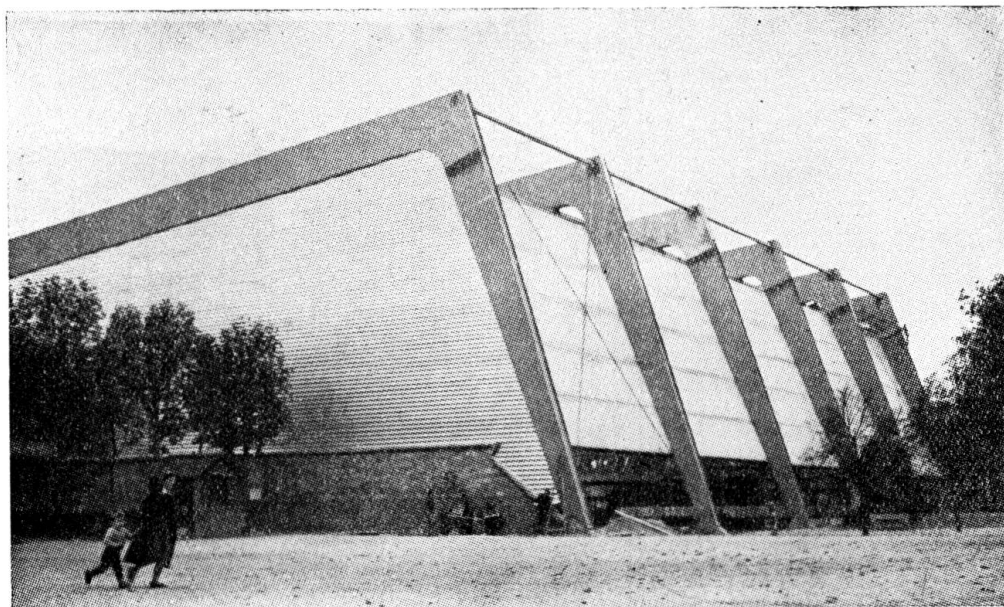
en maçonnerie du pignon Nord et des locaux annexes adossés intérieurement au pignon Sud, d'autre part.

Le maintien des fermes dans leur position définitive est assuré par 5 cours d'entretoises en tubes étirés sans soudure, de 267 mm de diamètre et de 7 mm. d'épaisseur.

Ces entretoises, fendues diamétralement aux extrémités, s'emmanchent sur des goussets qui traversent de part en part les caissons, les fermes-caissons et qui font corps avec les cadres raidisseurs.

Toutes les liaisons sont faites par soudure.

Pour obtenir, à la fois, l'éclaircissement par la lumière naturelle et la mise à l'abri des intempéries, le remplissage est effectué avec des matières



Patinoire de Boulogne

plastiques réunissant en un seul élément le plafond et la couverture; ce remplissage est léger, les panneaux ondulés de $12 \times 2,3$ m. pèsent $2,200 \text{ kg/m}^2$.

L'assemblage et la fixation du polyester sur la charpente sont réalisés par collage continu aux éthoxylines, qui doit permettre l'absorption des différences de dilatation entre le plastique et la charpente.

Pour que la jonction des panneaux avec les faces intérieures ou extérieures des poutres-caissons soit étanche, on a ménagé des relevés de rives.

R É S U M É

L'auteur, en complément de sa contribution dans la Publication Préliminaire, décrit un certain nombre de réalisations françaises d'ouvrages d'art et de charpentes exécutés en construction soudée :

1° - *Pont basculant de Saint-Nazaire* de 31, 50 m. de portée, exécuté en acier à haute résistance, entièrement soudé, y compris assemblages des pièces en acier moulé sur les pièces en acier laminé.

2° – *Pont en arc de Neuilly* sur la Seine avec deux arches de 86 m. l'une et l'autre de 67 m.

3° – *Pont Corneille* sur la Seine, à Rouen, avec une travée centrale de 99,40 m. de portée.

4° – *Pont de Pont de l'Arche*, avec cinq travées de 55 à 90 m. de portée.

5° – *Pont-tournant de Dunkerque* de 39,65 m. de longueur.

6° – *Pont du Becquerel*, près de Lille, de 127,40 m. de longueur en cinq travées continues.

7° – *Diverses charpentes* exécutées en construction soudée, dont la plus originale est celle de la patinoire de Boulogne près de Paris.

SUMMARY

The author describes, as a complement to his contribution to the Preliminary Publication, a few examples of welded bridges and structures built in France:

1.° *Weigh-bridge at Saint-Nazaire*, with a 31.50 m. span, built with high tensile steel, entirely welded, including cast to laminated steel assemblies.

2.° *Neuilly arch-bridge*, on the Seine, with two arches of 86 m. and 67 m. span.

3.° *Corneille bridge at Rouen*, on the Seine, with a middle span of 99.40 m.

4.° – *Pont de l'Arche bridge*, with five spans of 55 m. to 90 m.

5.° – *Revolving bridge at Dunkirk*, 39.65 m. long.

6.° *Becquerel bridge*, near Lille, with a total length of 127.40 m. in five continuous spans.

7.° *Several structures*, of welded construction, the most original of which is that of the Boulogne skating rink, near Paris.

ZUSAMMENFASSUNG

Als Ergänzung zu seinem Beitrag im «Vorbericht» beschreibt der Autor eine Anzahl französischer Stahlbauten in geschweisster Ausführung.

1. *Klappbrücke von Saint-Nazaire* von 31.50 m Spannweite, ausgeführt aus hochwertigem Stahl, vollständig geschweisst, inbegriffen Verbindungen von Stahlguss auf Walzstahl.

2. *Bogenbrücke von Neuilly* über die Seine mit zwei Bogen von 86 und 67 m Spannweite.

3. *Corneille-Brücke in Rouen*, über die Seine mit einer Mittelöffnung von 99.40 m Spannweite.

4. *Pont de l'Arche Brücke* mit 5 Oeffnungen von 55 bis 90 m Spannweite.

5. *Drehbrücke von Dünkirchen* von 39.65 m Länge.

6. *Becquerel Brücke*, bei Lille, von 127.40 m Länge, als Durchlaufträger über 5 Felder.

7. *Verschiedene geschweisste Stahlhochbauten*, deren originellste die Eisbahn von Boulogne bei Paris ist.

RESUMO

Em complemento da sua contribuição à Publicação Preliminar, o autor descreve alguns exemplos de pontes e estruturas soldadas executadas em França:

1.º *Ponte basculante de Saint-Nazaire*, com um vão de 31,50 m, construída em aço de alta resistência, inteiramente soldada, incluindo as ligações entre os elementos de aço vazado e laminado.

2.º *Ponte em arco de Neuilly*, sobre o Sena, com dois arcos de 86 m e 67 m de vão.

3.º *Ponte Corneille em Ruão*, sobre o Sena, com um vão central de 99,40 m.

4.º *Ponte de Pont de l'Arche*, com cinco vãos de 55 m a 90 m.

5.º *Ponte giratória de Dunquerque*, com um comprimento de 39,65 m.

6.º *Ponte do Becquerel*, próximo de Lille, com um comprimento total de 127,40 m em cinco vãos contínuos.

7.º *Algumas estruturas*, de construção soldada, sendo a mais original a do ringue de patinagem de Boulogne, perto de Paris.