

論 說 報 告

第 27 卷 第 5 號 昭和 16 年 5 月

橋

ドイツに於ける鋼橋應力及び振動測定並に熔
接鋼橋のレントゲン試験視察報告

正會員 新 郷 高 一*

緒 言

今次ヨーロッパ大戦勃發前、ドイツに於ては殆ど全國的に國有鐵道並に自動車専用道路に架せられた鋼橋の測定を行つてゐた。之は其の測定結果に基づき列車の合理的な安全走行を可能ならしめ得るのみならず、動力學的變位並に應力を再検討し、從來誤認されてゐた所謂振動、衝擊係數等の概念を是正し、設計に際して鋼材の使用量を大いに節約し得る點に大なる意義があつたのである。熔接鋼橋のレントゲンに依る現場試験も筆者は初めてで興味があつたのである。筆者が渡歐直前に、東大教授田中豊先生に此の方面の見學に就き特に御注意を戴いたので、屢々當時ベルリンの我が國鐵道省事務所長岩村勝氏の手を煩はし、ドイツ交通省鐵道部の見學許可を得たのであつた。然し當時既に種々の意味に於てすべて機密が守られてゐて、見學許可も容易でなかつたのみならず、當局並に係員に幾度も願ひ出でたが希望のデータも殆ど入手出来なかつた。従つて本文中細部に涉つて記述出来ない點の多い事は残念である。讀者諸賢に於かれても此の點御諒察を御願ひする次第である。

本文の起草に關し重ねて御指導を仰いだ東大教授田中豊先生並に常見學許可の勞を取られた鐵道省事務官岩村勝氏に衷心より謝意を表する次第である。

筆者が滞歐中に見學し得た事項は他にも數あるが此處には次の諸項に就き略記する。

内 容

1. ボルンホルマー・シュトラッセの國有鐵道鋼橋の測定
2. リューダースドルフ・カルクベルゲのライヒス・アウトロー・バーン全熔接鋼橋測定の見學
3. キンチッヒの國有鐵道鋼橋測定見學
4. ミュンヘン郊外ロッホハウゼンのライヒス・アウトロー・バーン全熔接鋼橋のレントゲン試験見學
5. ベルリンのツォー驛の高架跨線鐵道鋼橋見學
6. デュイスブルクのカイザーベルクの全熔接鋼橋見學
7. ドイツの國有鐵道軌道測定車見學

1. ボルンホルマー・シュトラッセの國有鐵道鋼橋の測定

1938年3月22日ベルリンのポツダム驛より鐵道技師 Ernst 氏に伴はれ、交通省の自動車にてベルリンのパンカオ線の途中のボルンホルマー・シュトラッセ驛に至る。此處は列車運轉の相當に頻繁な郊外線の一主要驛で測定さるべき橋梁は驛の北方約 400 m の汽車線に架せられてゐた。其の型式は垂直材を有する並行弦ワーレン橋で、長さ 90 m、徑間數 8、高さ 10 m、幅員 5.4 m であつた。

本日(初日)は靜荷重として機關車新 T 14 (新名稱 93 5-20) 3 臺を連結したものを使用し、部材の靜力學應力並に格點の上下及び横方向の靜力學的撓度を測定してゐた。

* 京城帝國大學教授

橋梁測定の原理並に方法に就いては文献^{1, 2, 3, 4, 5)}を参照され度い。従つて此處には主として寫眞を掲げて説明する事とする。

圖-1.

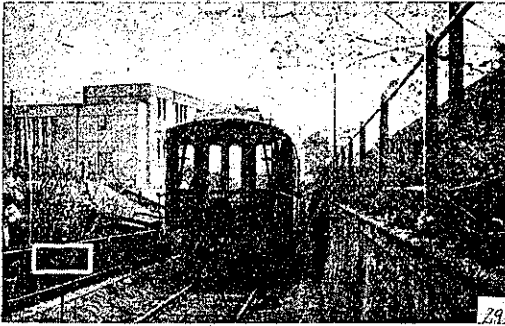


圖-2.



圖-3.



圖-4.

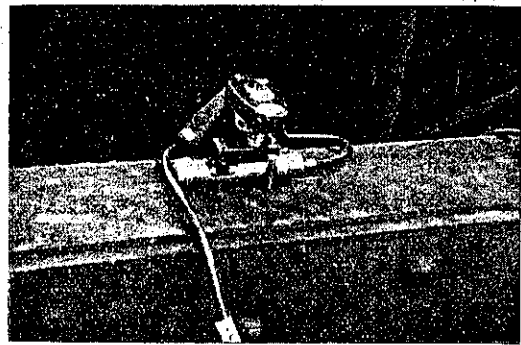


圖-1 は待避線に待機中の橋梁測定車(Brückenmesswagen)を示す。圖-2 は同車内の中樞部たるオシログラフ室。立てるは係員で、左端より3人目が當時測定係長 Dip.-Ing. Brückmann 氏である。其の後同氏はミュンヘン橋梁局の某課長に榮轉した。圖-3 はオシログラフ室内の配電盤を示してゐる。圖-4 は炭素變位計(Kohlefernmesser)で Fuess, Steglitz の製品である。Dr. Siemann の特許になつてゐる。之を部材の1断面の4外縁端に相對峙して4個取り付け振動狀況(應力)を測定するのが常である。圖-5 は機械的變位計2種を示す。上部のものは F. Staeger & Co., Steglitz 製であるが、係員の話では同型の Huggenberger, Schweiz 製が優れてゐる。其の測程は 100 mm で、1/100 mm 讀みである。下部のものは部材の鉛直面、例へば腹板(Steg, Web)にも雜作なく取り付けられる様に電磁石付きのもので、其の能力は前者と同じである。圖-6, 7 は變位計の取り付け並に調整を示してゐる。圖-8, 9 は横方向の撓度測定器を上弦格點に取り付け調整するのを示してゐる。寫眞の時計型測微計(Messuhr, Indicator)は Staeger, Steglitz 製で針の1周は 4 mm に當り、全測程 60 mm、目盛 1/100 mm に成つてゐる。圖-8 の左方に立てるは Dip.-Ing. Brückmann 氏である。圖-10 は同上撓度測定器を下弦格點に取り付けた所である。圖-11 は荷重機關車の位置の自動示記器で機關車の車輪壓に依

1) R. Bernhard, Beitrag zur Brückenmesstechnik. Neuere Messungen dynamischer Brückenbeanspruchungen. Stahlbau 1928, Heft 13.

2) R. Bernhard, Die neuen Brückenmesswagen der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft. Bautechnik 1931, Heft 1.

3) F. Krabbe, Neuere Ergebnisse der Versuchsvorschung auf dem Gebiet der Schwingungsmesstechnik bei Eisenbahnbrücken. Stahlbau 1937, Heft 26.

4) 新郷高一, 橋梁測定法(橋梁の動力學的應力の新式測定法)(本號彙報欄)

5) " , 橋梁測定法(ドイツ國有鐵道會社新式橋梁測定車)(本號彙報欄)

圖-5.

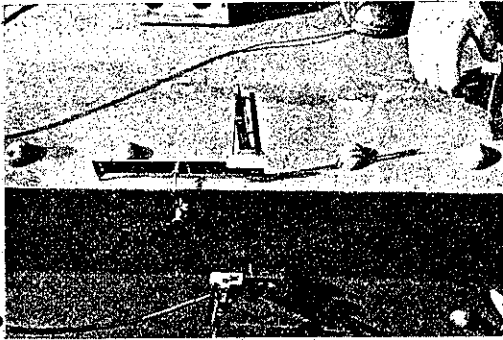


圖-6.

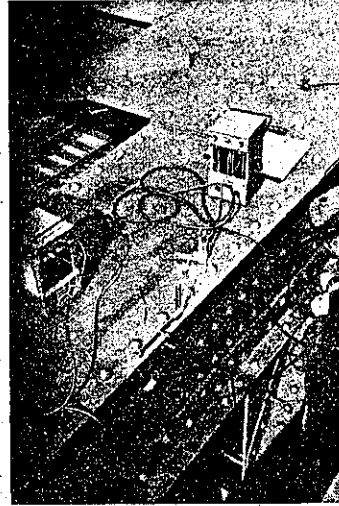


圖-7.

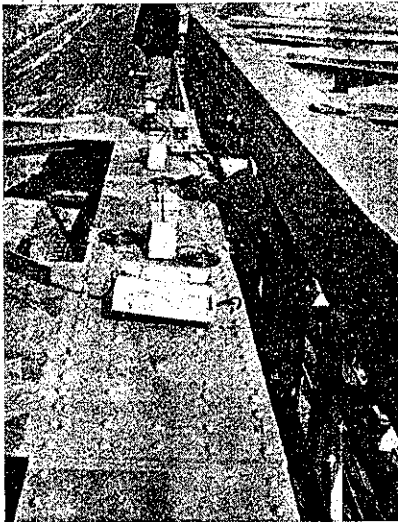


圖-8.



圖-9.

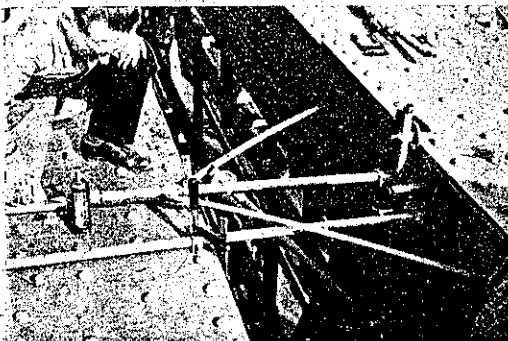
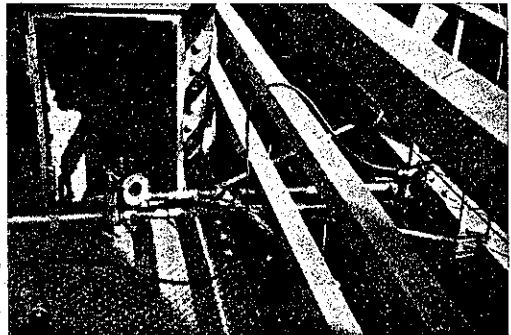


圖-10.



り壓下されるに依りスイッチが入り記録圖にマークが記入されるのである。圖-12 は測定係長が列車運轉關係者と打合せをしてゐる所である。圖-13 は橋端の架設電話器に依り測定係長が或は測定車内係員に、或は機關車車長等に直接に總ての測定打合せ並に指令をする。今尙は耳底に残つてゐる言葉は einschalten—kommen lassen—ausschalten (スイッチを入れよ—機關車を驀進せしめよ—スイッチを切るべし) である。圖-14 は I 斜材の中

圖-11.

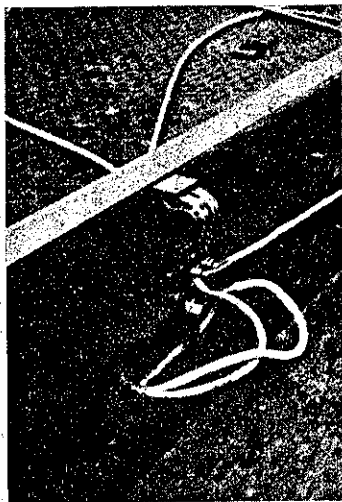


圖-12.



圖-13.



央部の一断面に取り付けられた炭素變位計 (Kohle-fernmesser) 及び Prof. E. Lehr, Staatliches Material-Prüfungsamt, Berlin-Dahlem 氏の新考案電磁石變位計⁶⁾を示してゐる。後者は極めて小型の長方形に作られて居り、單に 2 脚を有するのみで、之を測定さるべき部材断面に於て直接に部材に熔接するのである。従つて測程は此の 2 脚の中心間の距離となる。文獻⁶⁾に掲げられたるものは測程 50 mm のものの大きさは 79×30×15 mm、測程 20 mm のものの大きさは 29×18×16 mm であるから 圖-14 のものは前者に相當する。圖-15 は Prof. E. Lehr 氏の變位計の附屬計器一式を示してゐる。扱て 圖-14 に示されてゐる様に炭素變位計と Prof. E. Lehr 氏電磁石變位計は 圖-14 に於て見られる様に近接して取り付けられ、兩者の性能の比較試験が行はれた譯である。

圖-15.

扱て測定は 22 日、23 日及び 24 日の 3 日間施行せられ、初日は準備、計器の取り付け並に靜力學的荷重試験が行はれたが、以降は動力學的荷重試

圖-14.



6) „Der elektrische Dehnungsmesser von E. Lehr“ in dem Kapitel „Messung der unter der Wirkung äusserer Kräfte in Konstruktionsteilen entstehenden Spannungen von Lehr.“ Ergebnisse der technischen Röntgenkunde Band VI: Spannungsmessung an Werkstücken. S. 64. Leipzig 1938.

験で終始された。

動力學的試験では荷重機關車を 10 軒/時より 60 軒/時に至る迄 5 軒/時を増加して往復反覆して走行せしめて觀測が行はれた。此の試験では 1 度に 16 個の炭素變位計が 16 要點に取り付けられ、各點の應力が 1 度にオシログラフに記録された。又 4 個の炭素變位計が、1 部材の 1 断面の外縁端に相對峙して取り付けられて試験された。オシログラフに使用される記録用印畫紙は幅約 16 cm, 長さ約 300 cm であつた。

測定結果に關しては測定係長及びミュンヘン橋梁局長 Dr.-Ing. Krabbe 氏に依頼しても與へられなかつたので、手許の僅かな材料では參考にもならぬので省略する。

2. リューダースドルフ・カルクベルゲのライヒス・アウトバーン全熔接鋼橋測定の見學

ボンホルマーシュトラッセの鐵道橋測定に次いでベルリン市郊外リューダースドルフ・カルクベルゲの自動車専用全熔接鋼橋の測定が行はれた。之は既に衆知の如く著名な新式全熔接鋼橋⁷⁾であつたが、去る 1938 年即ち昭和 13 年 1 月 2 日の夜、其の中の 3 個の桁が突然 1 大音響と共に龜裂を生じたので、請負師をして復舊作業をなさしめ、其の原因探究の爲め主として温度の影響に關する測定を行ふ事になつた譯であつた。従つて筆者が全く偶然にも此の秘事を耳にし得て見學を許可された事は幸運の至りであつた。

元來本橋梁は南部と北部の 2 個所に分たれてゐて、椿事を生じたのは北部橋梁であつた。其のデータは大約そ次の如くである。

架設年次	1936
材 料	St. 52 及び St. 37, 12
鋼の重量	4778 t
全 長	742.12 m
構 法	主桁は 7 及び 8 支承の 2 連の連続梁より成り、總べて Pendel にて支承せられ、橋梁の中央寄りの兩端に兩主桁の固定支承が置かれてゐる。各主桁は全熔接鋼板桁である。又車道はコンクリートスラブで直接主桁及び横桁上に置かれてゐる。
支 間	47.0+4-61.196+47.0 m 47.0+5-61.196+47.0 m
主桁列數	4
主桁中心間距離	7.0+4.0+7.0 m
主桁の高さ	2.8 m
橋梁幅員	22.6 m

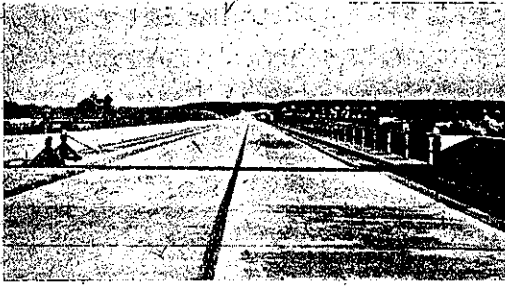
此の測定は 1938 年 3 月 29 日より 31 日迄 3 日間行はれる事になつてゐたが筆者は都合で 4 月 1 日に現場に赴いた。然し測定は引き續き施行中であつた。以下寫眞に依り概説する。

圖-16 は椿事を惹起した北部橋梁の北端に立ち南端へ向ひ遠望せるもの。圖-17 は南端より北端に向ひ遠望せるもので、手前の河敷内、電柱の陰に請負人の詰所の小屋を望み見る事が出来る。國有鐵道のミュンヘン橋梁局に所屬してゐる橋梁測定車 (Brückenmesswagen) 内の諸測定装置は取り外され、其の他の必要なる計器と共に國有鐵道の 1 臺の測定用貨物自動車に依り運搬された。圖-18 は其の自動車である。筆者が其の中で諸記録装置を見てゐる所へ測定係長 Dip.-Ing. Brückmann 氏が視察客のドイツ人と共に出先から歸つて來た。そこで筆者も一緒に案内されて破損の個所を見學し測定に關する種々の説明を聞いた。

1938 年 1 月 2 日の夜、北部橋梁の南端 (左岸) より第 2 及び第 4 徑間に於て、突然一大音響と共に桁の下

7) W. Tischer, Talübergang der Reichskraftfahrbahnen in Rüdersdorf-Kalkberge bei Berlin. Z. d. VDI 1936, S. 1205.

圖-16.



突縁より腹板中立軸線に向かへる裂損を生じ、第4徑間では之と同時に裂損部の上面の鐵筋コンクリートの走路面にも小破損を生じた。

圖-19, 20 は之等を示してゐる。

「之は恐らく當夜温度の急變に依り上部コンクリート道床の温度よりも鋼橋の下突縁の温度が 10° 以上の急激な低下をなしたるに依り此の爲に起つた應力と溶接に依り生じた二次的應力の合成されたる3軸性應力に依り容易に下突縁に龜裂を生じたもの」と當局は憶測してゐる^{8,9)}。

併して此の應急修理は圖-21, 22, 23 に示す様に腹板に於ても下突縁に於ても補助鋼板を當ててリベット綴りとされた。又圖-24 の如く、破損の危機に瀕せる桁には支保工が施された。

Dip.-Ing. Brückmann の話に依れば此の橋梁の修理は1個年間の請負保證年限内であつたので請負人側で施行したとの事であつた。

斯くてドイツ國鐵當局では其の原因並に對策の探究の爲にミュンヘン橋梁局に命じて今回の温度變化に依る影響の測定を行はしむるに至つたのであつた。

圖-19.



圖-17.

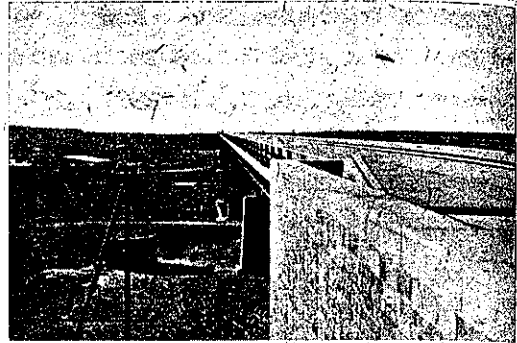


圖-18.



圖-25 は同橋梁の断面圖である。寫眞と比較されたい。圖-16 の測定車内には熱電對温度自記裝置 (Elektri-

圖-20.



8) O. Kommerell, Augenblicklicher Stand des Schweissens von Stahlbauwerken in Deutschland. Bautechnik 1939, Heft 15.

9) K. Schaechterle, Betrachtungen über geschweisste Brücken. Bautechnik 1939, Heft 4.

圖-21.

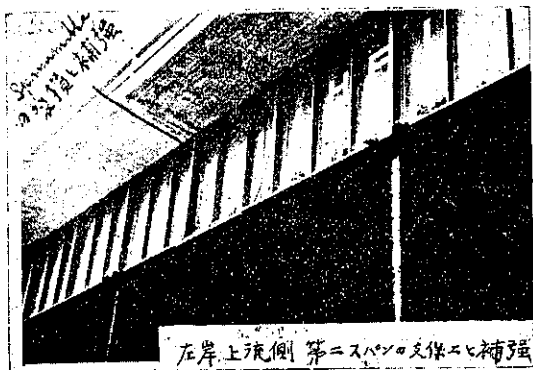


圖-22.



圖-23.

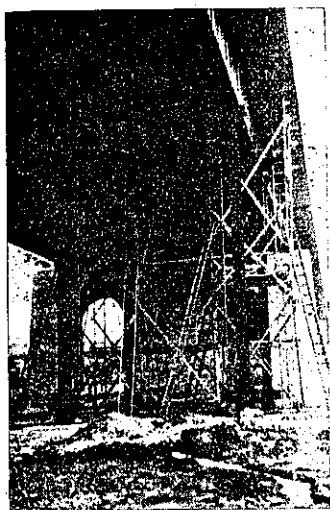


圖-24.

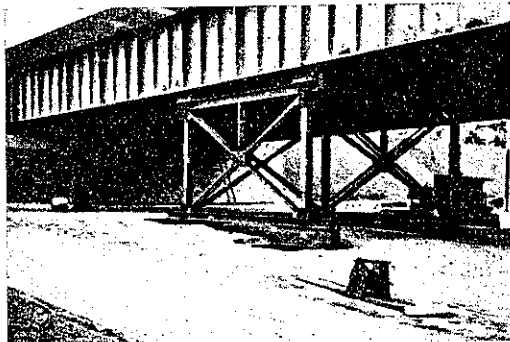


圖-26.



圖-25.

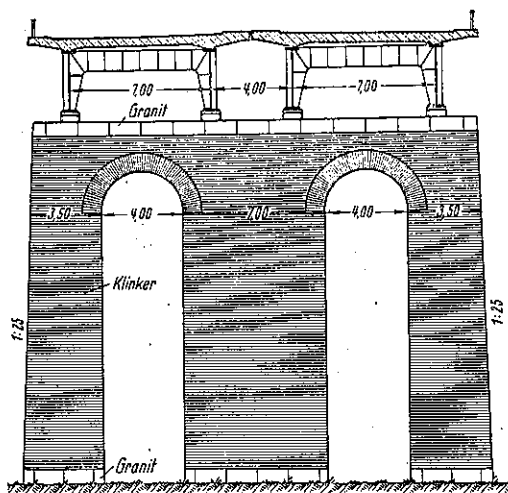


圖-27.



scher Temperatur-schreiber, Pyrowerk von Dr. R. Hase, Hannover) が据え付けられてゐて、8本のコードを通じて、8個の熱電對 (Thermoelemente) に依り、徑間の中央及び端部の上下突縁並に左右の諸桁等の8個の點の溫度が自記されてゐた。之と同時に8個の目測寒暖計も併用されてゐた。又1臺の新式電氣的溫度自記裝

置 (Elektrischer Temperatur-schreiber, Staatliches Materialprüfungsamt, Dahlem) をも試験的に使用してゐた。圖-26 は其れである。径間の中央の上下突縁には夫れ夫れ變位計 (Huggenberger, Zürich; F. Staeger & Co., Steglitz) が取り付けられてゐた。其の測長は 100 mm で、1/100 mm 読みであつた。圖-27 は、第4径間の破損桁の裂損部に相對する隣接桁の下突縁 (Unterflansche, lower flange) 上に、突縁に使用されたものと同じ材 (St. 52) より切り取つた 5×5×80 cm の角鋼棒を径 7 mm の丸鋼上に放支し、其の溫度及び變長を實際の下突縁の溫度及び變長と比較測定して、下突縁の應力の溫度に依る影響を決定せんとする實驗を示してゐる。溫度は電氣溫度自記裝置に依り自記せしむる外に水銀寒暖計を目讀してゐた。變長は Huggenberger 式變位計で讀定してゐた。此處で行はれた試験に於ては總ての目讀計器は晝夜を通じて 2~3 時間毎に讀定された。

圖-28.

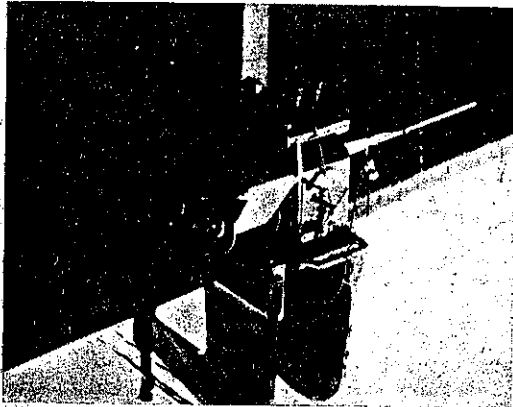


圖-29.

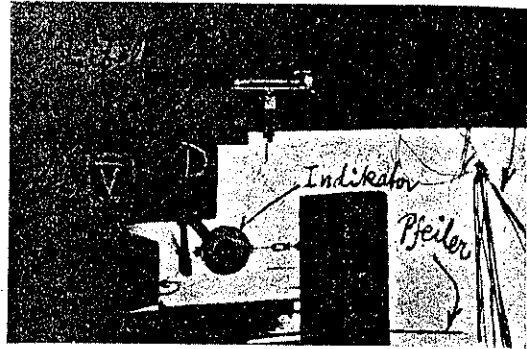
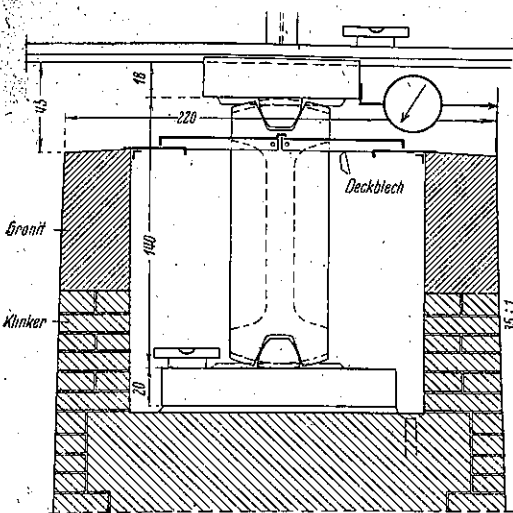


圖-30.



47

圖-31.

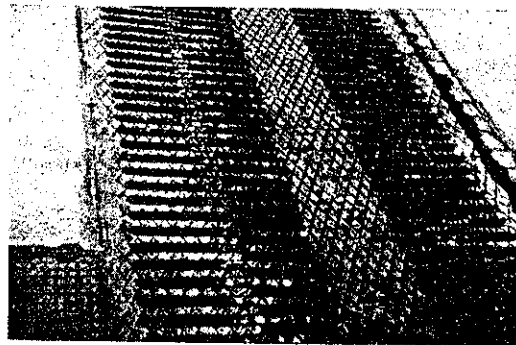


圖-32.



圖-28 は径間の中央部に取り付けられてゐるガイガー式撓度自記裝置 (Registrierapparat von Durchbiegung der Brücken nach J. Geiger) を示してゐる。地面と裝置は鋼線を以つて連絡されてゐる。圖-29, 30 は裂損徑

間の 1 支承に於ける Pendel の倒れの測定を示してゐる。桁の下突縁及び橋脚上には高精度の水準器を取り付けて、之に依り其の傾斜を決定し、Pendel の倒れは時計型測微計 (Messuhr, Staenger, Steglitz; 測程 60 mm,

目盛 1/100mm, 針の 1 周は 4 mm に當る) に依つて測定した。圖-31 は橋梁南端の路面の指狀伸縮接手 (Finger Anzug) を示してゐる。圖-32 は 1937 年即ち 昭和 13 年 5 月ベルリンの博覧會場 (Messehallen der Stadt Berlin an der Masurenallee) で催された 4 年計畫博覧會 (Ausstellung „Vier Jahre Zeit“) に出品された縮尺凡そ 1/3 の本橋梁架設狀況を示す模型である。當時ドイツ滞在僅に 3 ヶ月を経た許りの筆者は博覧會場大廣間の天井裏裏に見上げるばかりの大模型を仰ぎ見て茫然たるものがあつたのである。

3. キンチヒの國有鐵道鋼橋測定見學

1938 年 5 月 28 日土曜日小雨。シュワルツワルトのオッフエンブルクの驛前宿舎で靜かな 1 夜を過し、朝 8 時 30 分同驛發、ドイツ國鐵ミュンヘン橋梁局長 Dr.-Ing. Krabbe 氏や橋梁測定係員と偶然にも同車した。9 時半頃シュタイナッハ驛着。Dr.-Ing. Krabbe 氏に伴はれて構内に待機せる橋梁測定車に乗り込み測定すべき橋梁の凡そ 500 m 手前迄行く。此處で約 1 時間に涉り測定に關する説明を聞いた。其の主旨に就いては文献³⁾に記されてゐる。夫れより現場へ行く。

圖-33 は此の橋梁の粗圖である。圖-34 は炭素變位計、機械的變位計、撓度計等の取付け作業を示してゐる。圖内の被覆電線は炭素變位計をケーブル

圖-34.

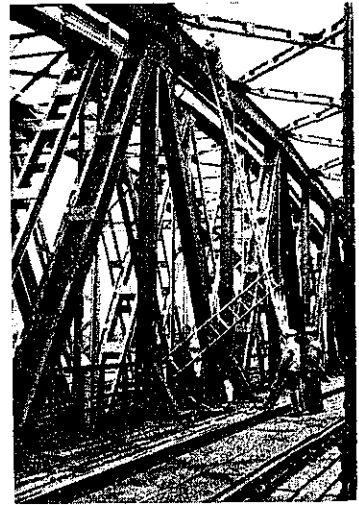
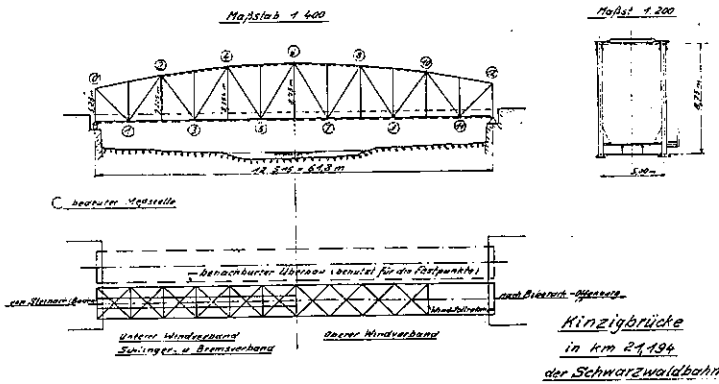


圖-33.



ルに連絡し、ケーブル (500 m 迄は 18 心) は 圖-35 の様にして差し込み器具に依り測定車に連結される。試験荷重は 128.8 t の機關車 1 臺又は之に 30 t 貨車 5 臺を連結したものが使用された。

試験の大要は次の如くである。先づ第 1 に單位の單軸荷重を各格點に靜的に荷重して各格點の撓度を測定する。次に前記試験荷重を 8 軒/時より初めて 60 軒/時に至る迄の速度で走行せしめて、最大振幅を生ずる限界速度 (Kritische Geschwindigkeit) を決定する。夫れより試験荷重を靜的に荷重し最悪なる狀況を惹起する荷重位置を見出し、其の時の各格點の撓度を測定する。最後に試験荷重を限界速度で走行せしめて最悪なる狀況を惹起する荷重位置で各格點の撓度を測定する。かくて假想働の理論に依り靜的並に動的荷重の場合に對し夫れ夫れの格點荷重 (Ersatzlasten 等値格點荷

圖-35.



圖-36.



重)を算出する。扱て後者に應ずる内働の前者に應ずる内働に對する比の平方根 ψ 及び各部材の其の軸に垂直なる方向の振動に依る動的應力係數 μ を求め、之より動的應力係數 $\mu\psi$ を算定する。

本橋梁の自己振動數は Ca. 4 Herz (約 4 振動/秒) であるが、前記荷重機關車が限界速度 47 軒/時 で走行する時、振幅は最大となり其の時の振動數は Ca. 3 Herz を示すと Dr.-Ing. Krabbe 氏は語つた。又同氏は從來の所謂 „衝擊係數” (Stosszahl) の誤謬を指摘した¹⁰⁾。

圖-36 はキンテッヒ橋上の Dr.-Ing. Krabbe 氏である。同氏は昭和 15 年 1 月 19 日突如肺炎を疾んで、數多の業績を残し 62 才を一悟として不歸の客となつた¹⁰⁾。筆者も見學に就き種々御世話になつた。此處に深甚なる謝意を銘記して置く。

4. ミュンヘン郊外ロッホハウゼンのライヒス・アウトロー・バーン全熔接鋼橋のレントゲン試験見學

1938 年 9 月 13 日、朝 7 時 12 分ミュンヘンのシュタルンベルガー驛發、行程約 30 分でロッホハウゼン驛着下車。丁度出勤する測定係員 Ing. Rohe 氏に挨拶され、數人の現場係員と共に現場へ向ふ。約 15 分にして到着。此處はライヒス・アウトロー・バーンのミュンヘン—ウルム線をミュンヘン環狀線が乗り越す地點に全熔接鋼橋が架設される現場である。圖-37 には架橋用補助橋が架設せられて居り、其の左端に僅に本橋の主桁が見られる。圖-38, 39 は主桁を示してゐる。其の構法に多少特異點がある故 圖-38 に注意され度い。主桁は豫め 2 桁

圖-37.

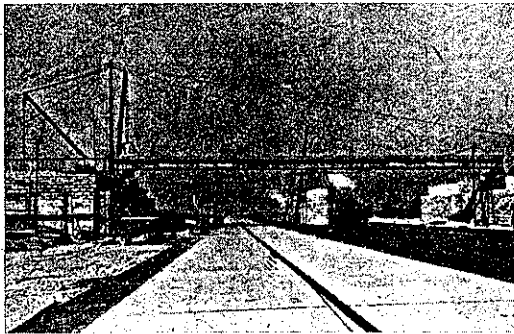


圖-39.

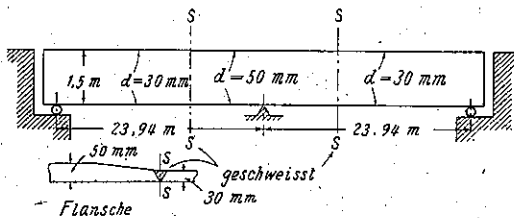


圖-38.



づつ工場に於て溶接され、現場に於て架設後に、2 組づつ溶接される事になつてゐた。主桁は往復各 4 列即ち合計 8 列並列される譯であつた。餘高 (Überhöhung, camber) は兩徑間共 15.5 mm で、 $85^{\circ}27'07''$ 斜角に架せられる事になつてゐた。又此のミュンヘン—ウルム線乗越えの爲に約 1 000 000- m^3 以上の盛土工を要すると係員は語つた。

圖-40, 41 は溶接検査用レントゲン管を示してゐる。同管は半遮蔽のものであるが、近い中に完全に遮蔽されたものを使用する由であつた。圖-42 はゴム製レントゲンフィルムの取枠、圖-43, 44 はベンジン・モーター、

圖-40.

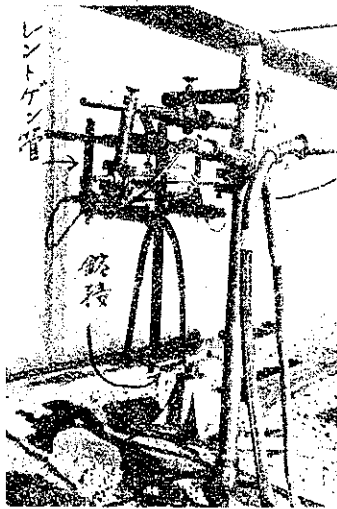


圖-41.

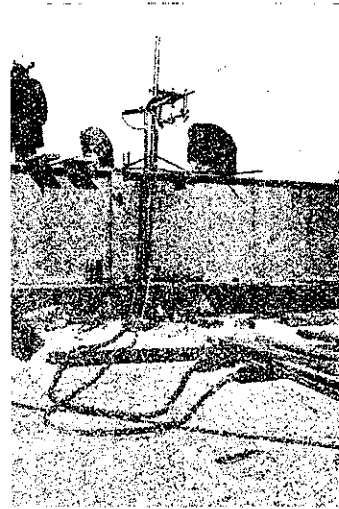


圖-42.

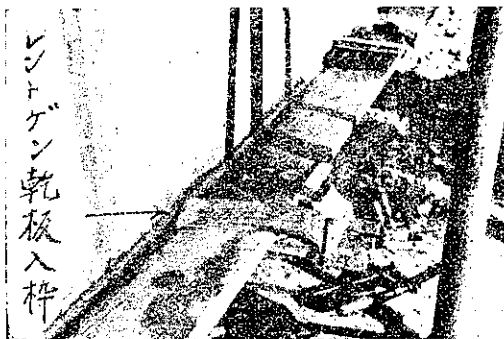
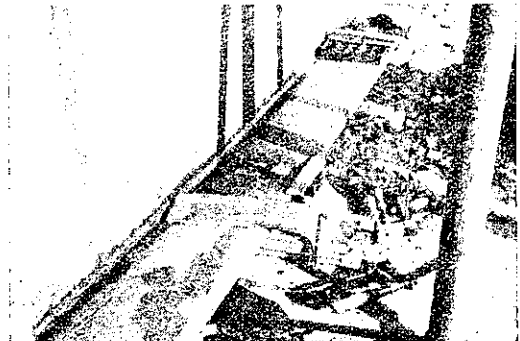


圖-43



發電機, 變壓器, レントゲン管等を示してゐる。此の装置の能力は 250 000 V, 5 m A で鐵板は 90 mm 迄, アルミニウム板は 250 mm 迄透過する由であつた。

- 扱て此の國鐵の現場詰所で數多の模範的熔接接手のレントゲン試験寫真帳を見せられたので、筆者も其の一部なりとも求め度く思ひ、係員にも亦ミュンヘン橋梁局長 Dr.-Ing. Krabbe 氏にも願ひ出たが遂に入手出来なかつたのは残念であつた。

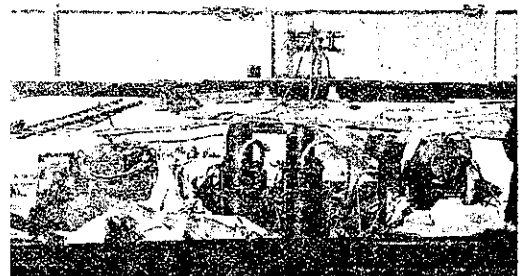
5. ベルリンのツォー驛の高架跨線鐵道鋼橋見學

1938 年 11 月 23 日快晴。夜半 1 時半ツォー驛前で Dr.-Ing. Pleger 氏を待ち合せ、ツォー驛高架跨線鋼橋の測定作業を見學した。之はツォー驛が交通頻繁な主要幹線内に位置してゐて、午前 1 時半より同 4 時迄の列車皆無の間を利用して測定される爲であつた。

ツォー驛は元來 1934 年末から改良工事中であつたが、1938 年になつてから其の工程が著しく目立つて來た。筆者が見學した 1938 年 11 月末には此の大改良工事の大半が成功に近づき其の一部は既に營業を始めてゐた。Dr.-Ing. Pleger 氏の話によれば 1939 年 11 月には全部營業出來るとのことであつた。其の規模はベルリンの主


圖-44.

レントゲン装置



驛フリードリヒ・シュトラセ驛の改良工工程ではなかつたが、往昔の夫れとは比較すべくもない¹¹⁾。パリ、ロンドン、ベルギー方面よりベルリンへ入る日本よりの視察者並に留學生の殆ど全部が當驛で下車するのが普通であるが、それにしては以前の驛は餘りにも貧弱であつたので、此處で下車する事を躊躇してフリードリヒ・シュトラセ驛（終點）で下車したと云ふ話を時偶聞かされた程であつた。然し本工事に依り、例へば、水道橋が有樂町驛程の汽車、電車驛が一躍新橋驛以上のものとなつたのであるから、全く面目を一新した譯である。

然し以下に述べる様に其の主要構造物の一部に大改造が斷行されるの餘儀なきに至つた事は真に特筆に値する。筆者がパリで同宿したドイツ人官吏が筆者に、本工事に就いて注意して呉れなかつたなら恐らく不知の儘歸國した事であらう。之は次項に就いても同様である。

ツォー驛のハーデンブルガー・シュトラセ通りの跨線鋼橋は元來徑間約 51.5 m、高さ約 6 m の  型 St. 5 製全熔接橋が設計架設されたのであつたが、下突縁と腹版下端の熔接部に裂け目があつたので¹²⁾、圖-45、46 に見られる様に半永久的支保工が入れられた。

又¹²⁾に依れば「此の支保工は桁の裂目が増大した場合に作用する様若干離してあつたが、交通頻繁なるに係らず裂目は増大しなかつた。然し國鐵當局の訓令に依りリベット綴りラーメン鋼橋と取り換へられた」と。尙¹³⁾を参照され度い。

筆者は 1938 年 11 月某日此の橋梁の視察に赴いた際、あの様に立派な全熔接ラーメン鋼橋が徑間の端部及び其の他の點で如何なる理由でか酸水素焔で切離されてゐるのを發見して、此の事情を知る由もなかつたので大いに訝つたのである。併して其の切斷法が組織的でなかつたので、筆者は此のラーメン橋は正しく新設計の他構造物に置換されるであらう事を豫斷した譯であつた。其の節後の參考にもと數葉の寫眞を撮影したが、歸朝後現象の失敗で此處に掲載出来ないのは實に残念の至りである。

新構造物は圖 47 の様な全部リベット綴り鋼橋である。上部構造物は圖-48 に示されてゐる様に 3 往復の軌

圖-45.

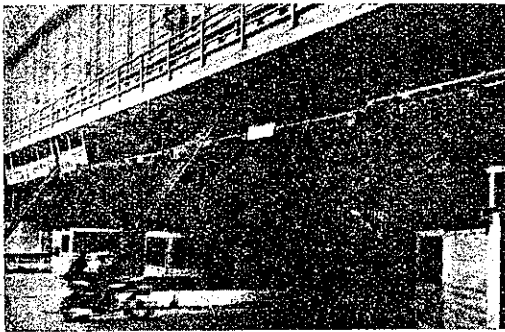


圖-47.

圖-46.

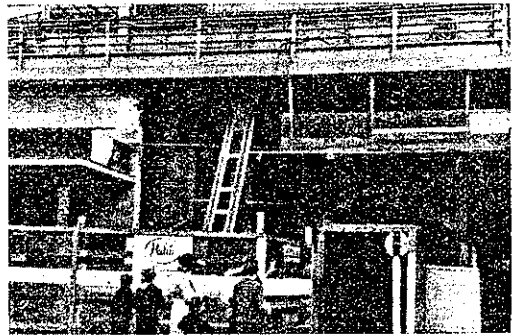
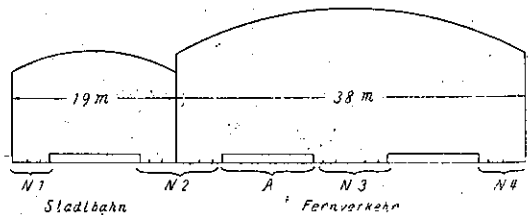
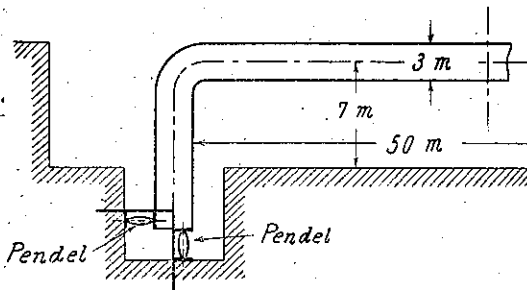


圖-48.



11) E. Franz, Umbau des Bahnhofes Zoo'ogischer Garten in Berlin. Z. d. VDI 1936, S. 845.

12) O. Kommerell, Augenblicklicher Stand des Schweißens von Stahlbauwerken in Deutschland. Bautechnik 1939, Heft 12.

道、2つの上屋、3つのプラットフォームである。Aのプラットフォームは元の熔接構造が其の儘使用されてゐる。プラットフォームはすべて結構桁にて、軌道は鋸桁にて支持されてゐる。上屋及びプラットフォームは共に全熔接されてゐる。圖-49は高速市街電車線(Stadtbahn)に對するプラットフォーム内部の展望を示してゐる¹³⁾。圖-50はツォー驛及び跨線鋼橋部の外觀である¹³⁾。本圖は大改造前の全熔接跨線鋼橋を示すものである。

圖-49.

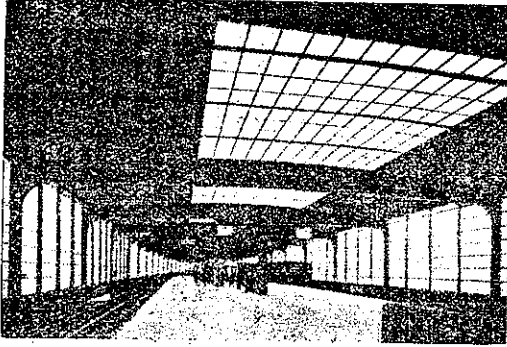


圖-50.

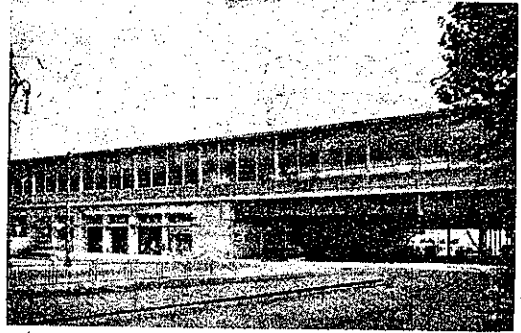


圖-51.

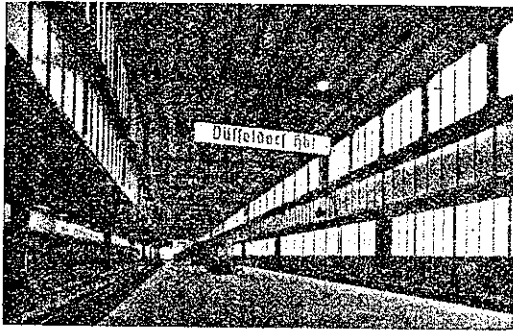
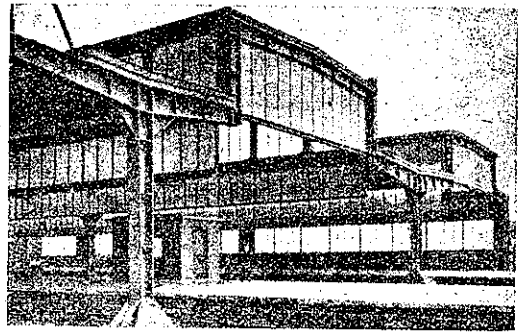


圖-52.



1938年10月31日、ロンドンの英國海軍大學校附屬研究所に Prof. B. P. Haigh (有名な Prof. Haigh's Alternating Stress Testing Machine の考案者)を訪れた際、同教授は H 鋼の L 型熔接に關する數多の實驗結果に就き説明された後、Düsseldorf 及び Zoo 驛のプラットフォームの全熔接上屋等が歪曲してゐる所がある事を指摘された。圖-51, 52 は Düsseldorf 驛のプラットフォームの上屋を示してゐる¹³⁾。Zoo 驛の上屋も手際良く出来てはゐるが、矢張り歪が見える所がある。

扱て當夜の測定は此の新橋梁の静力學的測定であつたが、翌夜半及び翌々夜半は午前1時半より同4時迄の間動力學的測定が施行された。荷重として 03198 及び 03120 (何れも 159.2t) の2機關車が圖-53の様に連結して使用された。

此の熔接橋の失敗の原因に就き Dr.-Ing. Pleger 氏に尋ねた所、St. 53 は 65mm もの厚さの突縁用鋼鋸はローラーが良くかけられないから爾後は 65mm の厚さでもローラーが良くかけられる St. 37.12 を使用する様になつたと答へられた。其の説明の良否正誤は文獻^{9, 12)}等に譲る事とする。

リベット綴新ラーメン鋼橋の架橋は此の線路が交通頻繁な幹線で、其の下のベルンブルガー・シュトラッセ通りも同じく交通頻繁な幹線であつて空間が少かつたので大變な仕事であつた。即ち前述の様に作業は夜半1時半より同4時迄の2時間半で行はなければならなかつた。圖-54 は其の説明圖である。a は取り換へらるべき熔

13) G. Schaper, Aufgaben des Stahlbaues im Bauwesen. Zentralblatt der Bauverwaltung vereinigt mit Zeitschrift für Bauwesen 1937, Heft 49.

接構造物, b は實際の營業用軌道, c は架換の爲に組まれた足場, d は作業中の切換用一時的線路を示してゐる。かくてリベット綴新鋼橋は a の位置に入れ換へられた譯である。

圖-53.



圖-55.

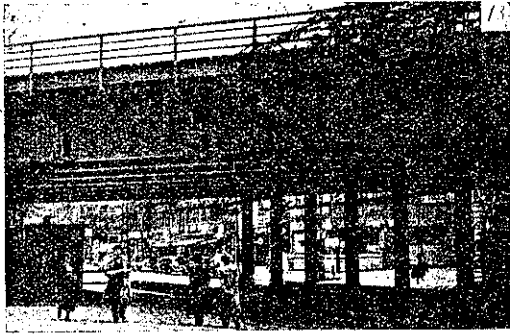


圖-54.

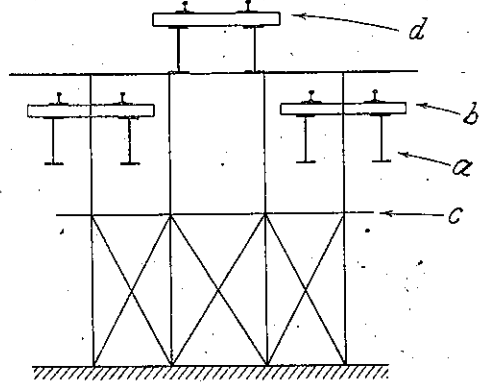
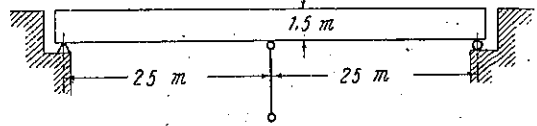


圖-56.



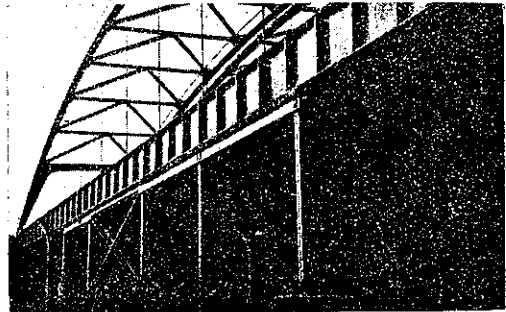
扱てツォー驛の高架鋼橋が延びてカント・シュトラセ通を越す所に架せられた全熔接鋼橋にも亦異變が有つた。圖-55 は其の説明圖で、之を仔細に見れば手前の4桁は全熔接であるが、先方の4桁はリベット綴なる事が明かである。圖-56 は其の粗圖である。本橋梁は2往復線, 8主桁より成つてゐる。

筆者は1988年11月24日の晝間再び Dr.-Ing. Plegler 氏の案内で本工事を見學した。其の節特に許可を得て撮影した數葉の寫眞も歸朝後現像に失敗した爲め、此處に掲載出来ないのは残念の至りである。

圖-57.



圖-58.

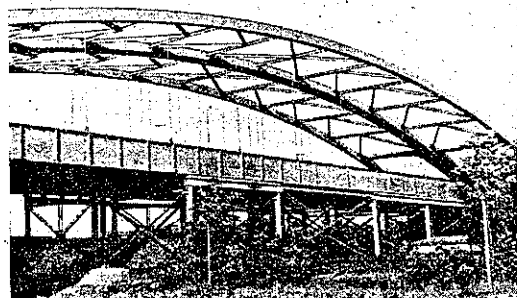


6. デュイスブルクのカイザーベルクの全熔接鋼橋見學

デュイスブルク市カイザーベルクのライヒス・アウター・バーン全熔接鋼橋の異變もパリで同宿したドイツ人官吏に聞いた事であつた。其のデータは大約次の如くである¹⁴⁾。

製作年	1935/36
鋼材	St. 32 及び St. 37.12
鋼の重量	1100t
支間	103.0 m

圖-59.



14) „Die Strasse” 1935, S 870.

主桁中心距離 11.25+1.25+11.25 m

構法 全熔接鋼梁拱

圖-57, 58, 59 は筆者の見學の際 1938 年 10 月 5 日の状況を示してゐる。即ち肉眼では龜裂も發見されないし、又修理補強も施されてゐないから、恐らく^{8), 12)} に於けると同様の理由に依り永久的支保工が施されたものと思考される。

7. ドイツの國有鐵道軌道測定車見學

1938 年 3 月 19 日ドイツ國鐵ベルリン中央局に Direktor Müller 氏を訪れ、種々説明を聞きたる後、Ing. Bossart 氏に伴はれシュテティンよりシャロテンブルクに歸つて來た許りの軌道測定車 (Oberbaumesswagen¹⁵⁾) を見學した。

同測定車は圖-60 に見られる如く、外觀は正に普通の客車を 2 臺連結したものの如くである。圖の第 1 車輦中には測定裝置室、職員慰安室、事務室等がある。慰安室にはラジオの設備がある。圖-61 は測定裝置室と測定車長 Ing. Bossart 氏 (左) と係員 (右) を示してゐる。測定裝置は獨樂 (Kreisel) の理論を應用したもので、回轉數 200 000 回/分の 2 個の獨樂が用ひられてゐるとの事であつた。即ち gyroscope (Gyroskop) の理論に依り

圖-60.

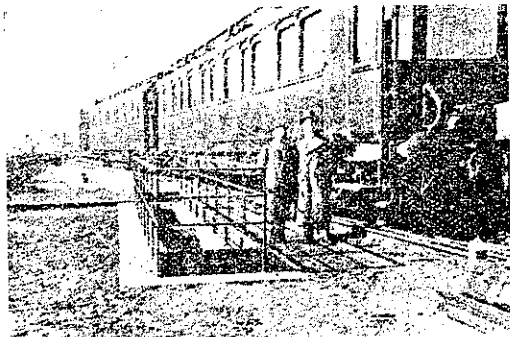
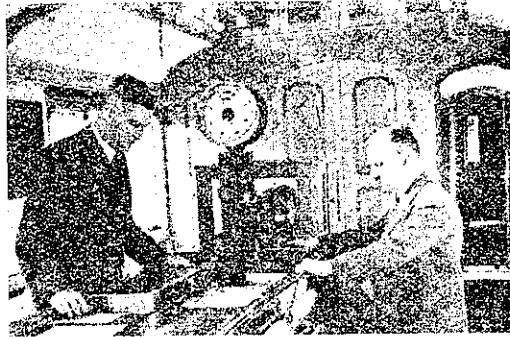


圖-61.



1. 兩方のレールの頭の基準面に対する高さ
2. 軌間 (1485 mm) の擴大量
3. 曲線部の圓滑度
4. 走行距離線 (200 m 毎に ———— のマークを描く)

の 4 本の記録線が圖-61 の中央の机上の記録紙上に自記される。

第 2 車輦には職員 4 名の寢室、臺所、工作室があつた。工作室内には 2 臺のポータブル電動ドリル、1 臺の精密旋盤、多様の工具等が備へ付けられてゐた。

此の測定車は當時ドイツに 2 輛しかなかつたが、オランダ、デンマーク、スウェーデン、ノルウェー、オーストリア等の近隣諸國の依頼に應じて、之等諸國の軌道試験も施行してゐるようであつた。