

## 銲接継手の疲勞試験

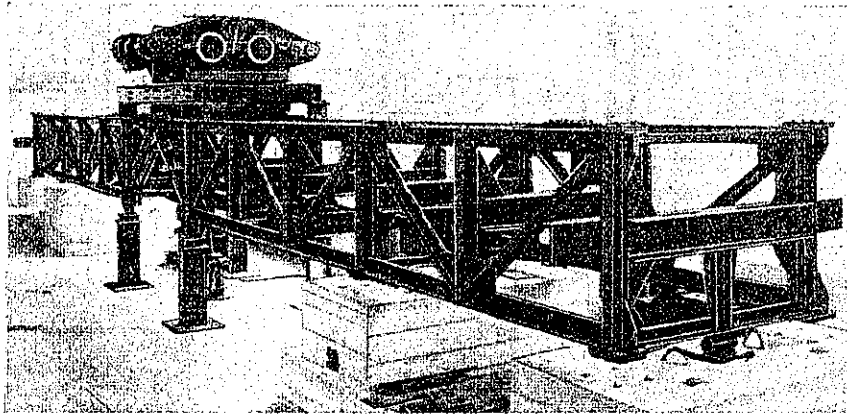
(G. Schaper, Die Dauerfestigkeit der Schweissverbindungen. Zeitschr. d. Ver.)  
(Deutsch. Ing. Bd. 77, 1933, Nr. 21, S. 556~560.)

今迄材料の疲勞に依る破壊に就ては多くの實驗が繰返されたが、最近に於て高級鋼及び銲接が發達して來たので、Deutsche Reichsbahn と Deutsche Stahlbauverband とは協力して之等の疲勞に依る破壊試験を大規模に行ふことに決した。此の實驗は Dahlem, Stuttgart 及び Reichsbahn-Zentralamt の材料試験所に於て行はれ、且つ行はれつゝあるものであるが、次には銲接に關して今までに得られた實驗結果に就て述べる。但し試料は特に明記しない限り St 37 の鋼であつて、また上記の試験所以外で行はれた實驗結果を附記する。

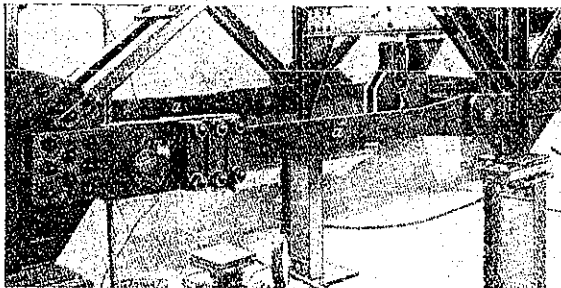
### 實驗設備

Dahlem と Dresden の材料試験所では、主として第一圖の振動橋(Schwingbrücke)を使用する。之は支間15 m のトラスであつて、第二圖のやうに兩側の主桁の下弦に各 1 本の供試片を入れる。大きな供試片は第三圖のやうに主桁の中央に 1 本を入れる。振動橋主桁の上弦には、偏心重量を回轉する機械があつて、其の遠心力に依つて振動橋は上下の交番荷重を受けて振動する。交番荷重の回数は 1 秒に 4 回である。實驗裝置の自重に依つて供試片には  $1200 \text{ kg/cm}^2$  の張應力が作用するが、振動橋の振動に依つて  $\pm 400 \text{ kg/cm}^2$  の張應力が作用する即ち供試片は 1 秒に 4 回の割合で  $800 \text{ kg/cm}^2$  及び  $1600 \text{ kg/cm}^2$  の交番應力を受けることになる。

第 一 圖



第 二 圖



第 三 圖



Stuttgart の材料試験所では 1 秒間に 6 回反覆する繰返し荷重試験機 (Pulsatormaschine) を使用する。之は水壓試験機であつて、一定限度以内では任意の荷重を作用せしめることが出来る。Dahlem では補助試験として此の繰返し試験機も使用した。

**試験結果**

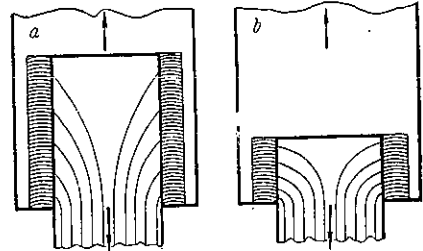
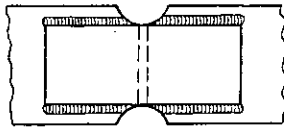
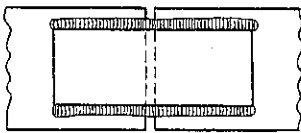
**(I) Dahlem 材料試験所**

1. 平坦に仕上げた良質の電極で銲接した V 形の衝き合せ継手は、振動橋の  $10 \times 10^6$  回の振動に堪えた。
2. 第四圖の添接板継手は  $0.280 \times 10^6$  回に於て破壊した。此の様な継手が前記 V 形衝き合せ継手より遙かに弱いことは、銲接箇所にて試験片から添接板に應力が傳はる場合に、其の變化が急激であつて、茲に應力の集中が起るからであらうと考へられる。第五圖の左は静荷重試験に依る添接板の破壊であつて、普通の引張試験に於けると同様に中央部分の断面が縮少して破壊するが、振動橋の疲勞試験では第五圖の右の様に、典型的引裂破壊が生ずる。
3. 第六圖の如くにすれば第四圖の場合の約 50 の振動回数に堪へる。
4. 添接板の銲接長を長くすれば、第四圖の場合よりも約其の 1/3 位繰返し回数を大にすることが出来る。之は第七圖に示すが如く、銲接長が長い場合には其の短い場合に比し應力の變化が緩慢になるからである。
5. 第八圖の如く添接板の全周邊に沿つて銲接した添接板継手は殆んど同様であつて、添接板の形状は殆んど影響がない。然し第九圖の如く供試片の衝き合せ継手の處を丸く切り込めば、第八圖の場合に比して疲勞限度が大

第四圖

第六圖

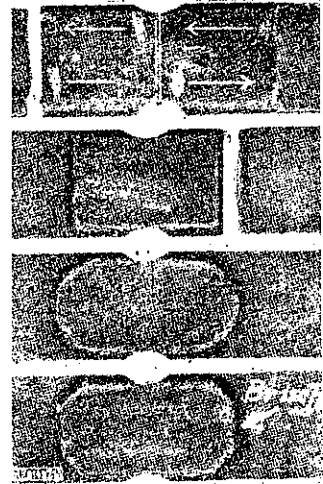
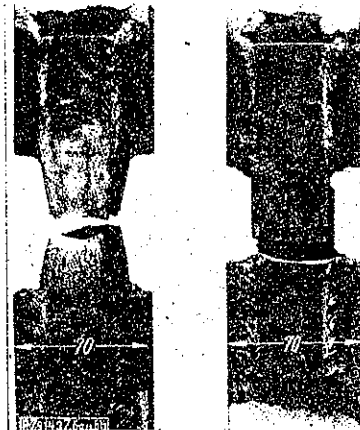
第七圖



第八圖

第五圖

第九圖



になると共に、添接鋸の形状の影響が著しくなる。以下の數字は振動橋試験に於て疲労破壊に至るまでの交番荷重の回数である。

矩形添接鋸： 切り込みがない場合  $0.918 \times 10^6$  切り込みがある場合  $1.734 \times 10^6$ ；

圓形に丸味を付けた添接鋸： 切り込みがない場合  $0.834 \times 10^6$ 、切り込みがある場合  $2.483 \times 10^6$ ；

角形にした添接鋸： 切り込みがない場合  $0.645 \times 10^6$ 、切り込みがある場合  $3.169 \times 10^6$ 。

6. 添接鋸の両側でなく、單に其の兩端で銲接した添接鋸継手は  $1.0$  乃至  $1.3 \times 10^6$  の繰返し荷重に堪えた。

7. 供試片を衝き合せ継手にして銲接し、更に此の上に添接鋸の兩端を銲接した場合には、多くとも  $2.5 \times 10^6$  回で破壊する。

8. 上記の場合に、添接鋸を其の兩端でなく、其の兩側に於て銲接した場合には、多くとも  $2.7 \times 10^6$  回で破壊する。

之等の關係を前記 1. の結果に比較すると、衝き合せ継手の上に添接鋸を更に銲接することは、疲労試験に於ける限り、継手の強度を増大するものでなく、却つて之を著しく減少することがわかる。

### (2) Dresden 材料試験所

茲に於ける實驗はすべて上記の Dahlem に於ける實驗と同一であつて、其の結果も殆んど完全に一致して居る。Dresden の材料試験所では次のやうに結論した。

衝き合せ銲接継手は、振動橋に依る疲労試験に於て  $10 \times 10^6$  回の交番荷重に堪へる。兩端のみを銲接した添接鋸継手の強度は此の  $1/3$  であり、兩側のみを銲接した添接鋸継手の強度は此の  $1/10$  である。

### (3) Stuttgart 材料試験所

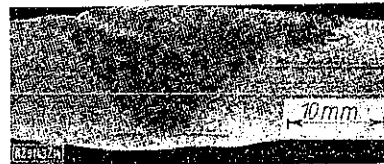
茲では固有疲労強度 (Ursprungfestigkeit) <sup>(1)</sup>  $D_u$  に依つて種々の銲接継手を研究した。其の基準として中央に圓孔を有する St 37 の平鋼の  $D_u = 18 \text{ kg/mm}^2$  を採用する。今、銲結部材に於て其の鑽孔のために約 20% の強度が失はれるものとすれば、之と同程度の効果を得るためには、銲接継手の  $D_u$  が  $15 \text{ kg/mm}^2$  であればよいことになる。

實驗に依れば不完全な X 形及び V 形衝き合せ銲接継手では  $D_u = 10 \text{ kg/mm}^2$  である。すべて衝き合せ継手に於ては、空隙の残らない様に充分に注意して銲接しなければならない。第十圖の如き電弧銲接の V 形継手で銲接を再度繰返したものは、銲接箇所材料の變化が急激でなく、其の  $D_u$  は  $18 \text{ kg/mm}^2$  に達する。第十一圖の如き瓦斯銲接の V 形継手で丁寧に再度銲接したものは、矢張り銲接箇所材料の變化が急激でなく、継手が荷重の方向に斜である場合には  $D_u = 23 \text{ kg/mm}^2$ 、継手が荷重の方向に直角の場合には  $D_u = 17 \text{ kg/mm}^2$  である。

第十圖



第十一圖



(1) Ursprungfestigkeit  $D_u$  とは、繰返し荷重の疲労試験に於て、交番應力の最小値を零とした場合の疲労強度を意味し、之は Smith, Journal of the Iron and Steel Institute 1910, 246 頁から出た言葉である。また O. Graf, Die Dauerfestigkeit der Werkstoffe und der Konstruktionselemente 1929, 19 頁参照 (譯者註)。

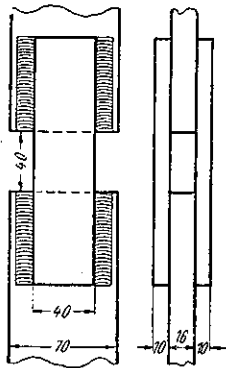
電弧銲接の第十二圖のやうな添接板継手では  $D_u = 10 \text{ kg/mm}^2$ 、瓦斯銲接では  $D_u = 14 \text{ kg/mm}^2$  である。

不完全な、即ち一度限り銲接した V 形衝き合せ継手では  $D_u = 12 \text{ kg/mm}^2$  であるが、之に第十三圖の如き添接板を銲接すると  $D_u = 18 \text{ kg/mm}^2$  になる。然し第十四圖のやうな菱形添接板を銲接すると  $D_u = 13 \text{ kg/mm}^2$  になり、破壊は圖に示すが如き位置で起る。

第十五圖のやうな V 形衝き合せ継手で一度限り銲接したものは、左より順に  $D_u = 12, 13, 15 \text{ kg/mm}^2$  である。

第十六圖の左と右のものでは、其の強度に大差がない。

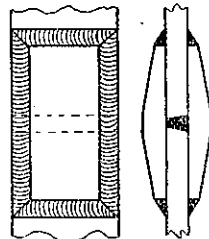
第十二圖



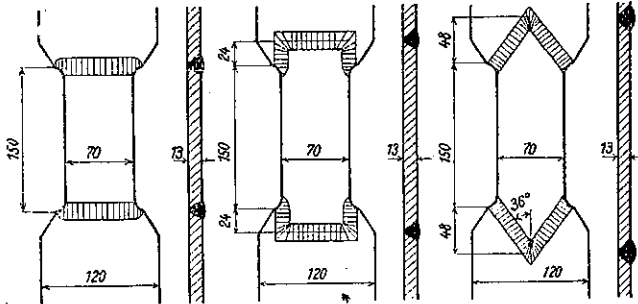
第十四圖



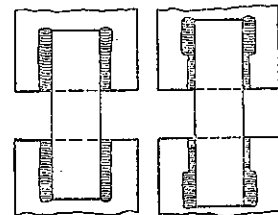
第十三圖



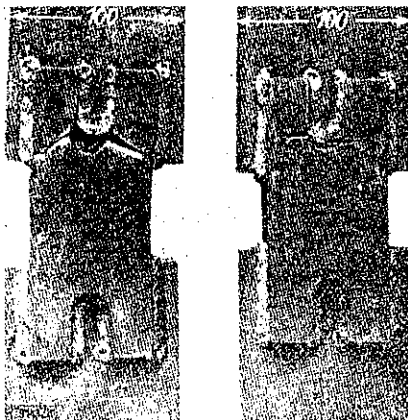
第十五圖



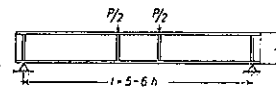
第十六圖



第十七圖



第十八圖



Trägerform	Form der Aussteifung	Ursprungsfestigkeit $\text{kg/mm}^2$	Dauerfestigkeit bei höherer Vorspannung $\text{kg/mm}^2$		Schwüngenweite
			untere Grenzlast	obere Grenzlast	
1		~16	6	21	15
2		~17	7	22	15
3		19-20	11	27	15
4		23-24	18	35	17

第十七圖のやうな継手は第十二圖の場合に比べて多少其の  $D_u$  を大にする。

#### (4) Vereinigten Stahlwerke の研究所

に於ては、第十八圖に示すやうな銲接桁の固有疲勞強度  $D_u$  を繰返し荷重試験に依つて實驗した。鋼は St 52 の鋼であつて、1. の如く補剛材を全部銲接した場合には  $D_u = 16 \text{ kg/mm}^2$  であり、2. の如く補剛材の下隅に丸味を付けて、茲を銲接しない場合には  $D_u = 17 \text{ kg/mm}^2$  であり、3. は圖に示す通りの構造であつて  $D_u = 19 \sim 20 \text{ kg/mm}^2$ 、4. は 3. の場合の補剛材の下端を全然銲接しない場合であつて、 $D_u = 23 \sim 24 \text{ kg/cm}^2$  に達する。

#### 結 論

今までの實驗結果から次の事項が歸納される。

(1) 静荷重のみを受ける、或は之に些少の交番荷重を受ける 鋸桁或はトラスに於ては、現今の銲接法を以てしても尙充分なる安全率を得ることが出来る。

(2) 然し急激な動荷重に作用せられるもの、即ち鐵道橋或は市街橋に於ては、トラスに關する限り、現今の銲接方法は未だ充分の域に達して居ない。

(3) 但し鋸桁に於ては、急激な動荷重を受ける場合でも、現今の銲接方法で充分に安全である。此の場合に注意すべきことは次の事項である。

- a) 斷續的銲接継手は成るべく之を避けること。
- b) 抗張突縁には成るべく直角の継手を作らないこと。止むを得ざる場合には継手の線を張力の作用方向に斜にすること。
- c) 一つの蓋鋸の上に銲接すべき蓋鋸は、其の端に近づくに従つて厚さ及び幅を段々と小にし、急激な應力の變化を避けること。
- d) 蓋鋸と腹鋸との継手には衝き合せ継手が最も良好である。

(福田武雄抄譯)