7, 11, 19, 22 の 4 鋼種である。これらは「相当に耐える」という事ができる。しかし 18/8 S.S. に比べればなお劣っている。

次に常温における 40% 硝酸に対してはすべての鋼種が「十分に耐える」という結果を得た。そこで水の沸騰点における 40% 硝酸に対する結果を挙げてみると第 6 表の通りである。

Table VI. Corrosion Rate of Material in 40% Nitric Acid at Boiling Temp.

Specimen No	Corrosion loss mg/cm ² /hr	specimen No.	Corrosion loss mg/cm ² /hr
1	0.07	12	0.04
2	0.07	13	0.08
3	0.06	14	1.06
4	0.04	15	0.14
5	0.04	16	0.16
6	0.06	17	0.08
7	0.04	18	0.10
8	0.36	19	0.12
9	0.22	20	0.24
10	0.04	21	0.16
11	0.04	22	0.08
S.S. 1	0.02	S.S. 2	0.06

第 6 表の結果から見て 40% 硝酸（沸騰）に対する耐蝕性は二、三の鋼種を除き大体において良好であ

るがなお 18/8 S.S. には及ばない事を知る。

IV 結 論

以上第一次研究の結果を総括してみると、本研究における鋼種の大部分のものはその機械的物理的性質においては材料としても熔着金属としても 18/8 S.S. に対し遜色ないが、その耐蝕性においては未だ遠しの感がある。そこですべての点を考慮に入れて第一次研究の鋼種の中から No. 4, No. 5, 及び No. 22 の三鋼種を選び出し、これを第二次研究の母体とし第四元素を適当に添加することによつてその耐蝕性を改良する事により初期の目的を達することにした。

ちなみに No. 4 及び No. 5 を母体とした第二次研究も順次進捗して鋼材に関する研究は大体一段落をつけている。それによると機械的物理的性質においては 18/8 S.S. よりも優秀で化学的性質特に耐蝕性についても 18/8 S.S. に劣らざる鋼種 3 種類が見出されているからこれらによる熔着金属の研究を完了次第第 2 報として報告する予定である。

接手のりを考慮せる場合の組立梁の強度について

橋 本 香 一*

On the Strength of a Built-up Girder with the Slip in its Longitudinal Riveted or Welded Joints Taken into Consideration

By Kōichi Hashimoto*

Abstract

Generally the strength of a built-up girder, such as a plate girder, is calculated with out considering the effect of slip in its longitudinal riveted or welded joints. It has become necessary, however, that this slip should be taken into consideration in the calculation in particular cases, and the author has derived a general method of calculating the strength of a built-up girder considering the slip in its longitudinal joints and confirmed the results by experiments.

I まへがき

一般に引張力を受ける鉄接手または熔接々手における鉄または熔接部の剪断応力は、接手部において均一に分布せられるものでは無く、その端部に近い部分ほど過大なる応力を受ける事は衆知の通りで、これに関する理論的及び実験的研究は数多く行われている。しかれば曲げを受ける組立梁例えば鉄桁等の縦縁接手における剪断応力の計算の場合には、同様な考慮を拂わはなくても良いのであろうか。これ³⁾に関しては余り多くの研究は無いようである。

組立梁の縦縁接手の剪断応力を計算する普通の方法は、この組立梁を完全に一体のものであると考え、すなわち接手部のりを無視して、接手の位置の剪断応力の値を梁の公式 (1.1) 式より求め、この応力に対して鉄径及び鉄心距離或は熔接の喉厚を定めるのである。

$$\tau = \frac{Fm}{tI} \quad (1.1)$$

但し F 剪断力

m 考えている部分から上の部分の 中性軸に
関する一次モーメント

I 断面二次モーメント

t 考えている部分の板厚

*. 正員、鐵道技術研究所, Member, Railway Technical Research Institute

この方法は通常の場合に可成り正確であると考えられているが、もしも縦縁接手部においてある程度のりを生じ得るものとするならば、梁の曲げにおいて平面は平面の儘に残ると云ふいわゆるベルヌイの假定が成立しなくなる結果、接手部の剪断應力の大きさ及び分布、桁の撓み及び應力等も場合によつては著しく異つた様子を示すはすである。以下の計算においては組立梁の代表的な場合として、重ね梁の場合と鉄桁の場合とについて考え、さらに簡単のために鉚接手または溶接手を均一な弾性層であると假定し、部材の釣合条件より基礎方程式を求め、主として両端自由支持にて中央集中荷重または等分布荷重を受ける組立梁について計算を試みた。なおボルト結合應急桁について曲げ破壊試験を行つて計算結果と傾向を比較した。

Ⅱ 重ね梁の場合の計算

§ 1. 基礎方程式

第1図に示すごとく二個の梁が重り合いこれらが相互に弾性的に結合せられ、任意の荷重を受ける場合を考える。今計算に使用する主なる記号をまとめて記せば次の通である。ただし上の桁をI桁、下の桁をII桁とし、それぞれ1及び2の記号により区別するものとする。

第1図

x 桁端より長さ方向に取りたる座標

y_1, y_2 I 及び II 桁の (以下同様) 鉛直下方に取りたる撓

A_1, A_2 断面積

I_1, I_2 断面二次モーメント

I_0 二個の桁を一体と考えた場合の断面二次モーメント

p 外部より與へられる分布荷重

F 同上剪断力

M 同上曲げモーメント

p_1, p_2 I 及び II 桁がそれぞれ分擔する分布荷重

F_1, F_2 同上剪断力

M_1, M_2 同上曲げモーメント

P_1, P_2 軸圧縮力

ρ_1, ρ_2 曲率半径

h_1, h'_1 I 桁中性軸より I 桁外縁までの距離

h_2, h'_2 II 桁中性軸より II 桁外縁までの距離

τ 弾性層に生ずる剪断應力

δ 弾性層に生ずるり

b 弾性層の幅

l 桁の長さ

E 弾性係数

I 及び II 桁よりそれぞれ長さ dx なる部分を取り出し、これらに働く内力を図示すると第2図のごとなる。矢の方向を正とする。

桁の外部より加えられる外力と桁の内力との

第2図

間には次の関係がある。すなわち

$$p = p_1 + p_2 \quad (2.1)$$

$$F = F_1 + F_2 \quad (2.2)$$

$$M = M_1 + M_2 + P_1 h'_1 - P_2 h_2 \quad (2.3)$$

なお軸方向には外力が無いから

$$P_1 + P_2 = 0 \quad (2.4)$$

次に I 桁の dx なる部分について鉛直及び水平方向の力の釣合、モーメントの釣合から次の関係式を得る。

$$p_1 dx - F_1 + (F_1 + \frac{dF_1}{dx} dx) + \frac{P_1}{\rho_1} dx = 0$$

$$\text{これより } p_1 = -\frac{dF_1}{dx} - \frac{P_1}{\rho_1} \quad (2.5)$$

$$P_1 - (P_1 + \frac{dP_1}{dx} dx) + \tau b dx = 0$$

$$\text{これより } \tau = \frac{1}{b} \frac{dP_1}{dx} \quad (2.6)$$

$$M_1 - (M_1 + \frac{dM_1}{dx} dx) + F_1 dx - \tau b h'_1 dx = 0$$

$$\text{これより } \frac{dM_1}{dx} = F_1 - \tau b h'_1 \quad (2.7)$$

II 桁についてもこれと同様の式が成立つ。

弾性層における両桁の相互のりを計算するために、まず接合面におけるそれぞれの変位を求めねばならない。剪断應力による変位は極めて小さいからこれを無視すると、変位は軸圧縮力による収縮と曲げモーメントによる廻轉變位との和として考える事ができるから、I 桁下端及び II 桁上端の変位はそれぞれ次式で表わす事ができる。

$$\delta_1 = -\int_0^x \frac{P_1}{EA_1} dx + \int_0^x \frac{h'_1}{\rho_1} dx \quad (2.8)$$

$$\delta_2 = -\int_0^x \frac{P_2}{EA_2} dx - \int_0^x \frac{h_2}{\rho_2} dx \quad (2.9)$$

従つて接合面における両桁の相互のりは、 $x=0$ における値を δ_0 とすれば、次式で與えられる。

$$\delta = \delta_0 + (\delta_2 - \delta_1) =$$

$$\delta_0 + \int_0^x \left(\frac{P_1}{EA_1} - \frac{P_2}{EA_2} \right) dx - \int_0^x \left(\frac{h'_1}{\rho_1} + \frac{h_2}{\rho_2} \right) dx \quad (2.10)$$

$$= \delta_0 + \left(\frac{1}{EA_1} + \frac{1}{EA_2} \right) \int_0^x P_1 dx - \frac{h'_1 + h_2}{EI_1} \times \int_0^x M_1 dx \quad (2.11)$$

ただし近似的に $\frac{1}{\rho_1} = \frac{1}{\rho_2} = \frac{M_1}{EI_1} = \frac{M_2}{EI_2}$ と假定する。

さて弾性層における τ はその部分の剪断應力に比例すると假定し、その比例係数(いわゆる変位係数)を μ とすれば

$$\mu\tau = \delta \quad (2.12)$$

ただし μ は $[\text{cm}^3 \text{kg}^{-1}]$ の次元を有し、従つて δ は $[\text{cm}]$ の次元を有する。(2.12)式を(2.11)式に代入し微分すれば

$$\mu \frac{d\tau}{dx} = \frac{1}{E} \left(\frac{1}{A_1} + \frac{1}{A_2} \right) P_1 - \frac{h'_1 + h_2}{EI_1} M_1 \quad (2.13)$$

$$\mu \frac{d^2\tau}{dx^2} = \frac{1}{E} \left(\frac{1}{A_1} + \frac{1}{A_2} \right) \frac{dP_1}{dx} - \frac{h'_1 + h_2}{EI_1} \frac{dM_1}{dx}$$

$$\text{あるいは} \quad \frac{d^2\tau}{dx^2} - \frac{1}{\mu E} \left(\frac{1}{A_1} + \frac{1}{A_2} \right) \frac{dP_1}{dx} + \frac{h'_1 + h_2}{\mu EI_1} \frac{dM_1}{dx} = 0$$

上式に(2.6)及び(2.7)式を代入し

$$\frac{d^2\tau}{dx^2} - \frac{b}{\mu E} \left(\frac{1}{A_1} + \frac{1}{A_2} \right) \tau + \frac{h'_1 + h_2}{\mu EI_1} \times (F_1 - \tau b h'_1) = 0 \quad (2.14)$$

しかるに $\frac{1}{EI_1} \frac{dM_1}{dx} = \frac{1}{EI_2} \frac{dM_2}{dx}$ であるから

(2.7)式より

$$\frac{F_1 - \tau b h'_1}{EI_1} = \frac{F_2 - \tau b h_2}{EI_2}$$

一方において $F_1 + F_2 = F$

両式より F_1 を求めると

$$F_1 = \frac{1}{I_1 + I_2} [I_1 F - \tau b (I_1 h_2 - I_2 h'_1)] \quad (2.15)$$

(2.15)式を(2.14)式に代入し整頓すれば

$$\frac{d^2\tau}{dx^2} - \frac{b}{\mu E} \left(\frac{1}{A_1} + \frac{1}{A_2} \right) \tau + \frac{(h'_1 + h_2)^2}{I_1 + I_2} \tau + \frac{h'_1 + h_2}{\mu E (I_1 + I_2)} F = 0 \quad (2.16)$$

を得る。あるいは

$$\xi^2 = \frac{b}{\mu E} \left(\frac{1}{A_1} + \frac{1}{A_2} \right) + \frac{(h'_1 + h_2)^2}{I_1 + I_2} \quad (2.17)$$

$$\eta = \frac{h'_1 + h_2}{\mu E (I_1 + I_2)}$$

と置けば

$$\frac{d^2\tau}{dx^2} - \xi^2 \tau + \eta F = 0 \quad (2.18)$$

を得る。これが求める基礎方程式であつて、與えられたる剪断力分布 $F(x)$ に対して境界條件を満足するごとく解けば、剪断應力の分布が求められ、さらに曲げ應力、撓等も計算できる。

§ 2. 基礎方程式の一般解

基礎方程式(2.18)式における F は荷重の分布に関係し x の既知函数として與えられる。今 $\tau_1(x)$ を(2.18)式を満足する特解とすればその一般解は次のごとくなる。

$$\tau = A \sinh \xi x + B \cosh \xi x + \tau_1(x) \quad (2.19)$$

τ が求められたならば(2.6)式及び(2.7)式を積分して P 及び M が求められる。 I 桁の應力は

$$\left. \begin{aligned} \sigma_{10} &= -\frac{P_1}{A_1} - \frac{M_1}{I_1} h_1 \\ \sigma_{1u} &= -\frac{P_1}{A_1} + \frac{M_1}{I_1} h'_1 \end{aligned} \right\} \quad (2.20)$$

で與えられ、また撓みは

$$y_1 = - \int_0^x \int_0^x \frac{M_1}{EI_1} dx dx \quad (2.21)$$

で計算できる。 II 桁についても同様にして求められる。

§ 3. 両端支持、中央集中荷重の場合

両端支持、中央集中荷重 R を受ける長さ l なる重ね梁を考える。 $0 < x < \frac{l}{2}$ において $F = \frac{R}{2}$ 一定(2.18)式の一般解は $\tau = A \sinh \xi x + B \cosh \xi x + \frac{R\eta}{2\xi^2}$ 境界條件として

$$x = l/2 \text{ において } \tau = 0$$

$$x = 0 \text{ において } P_1 = 0, M_1 = 0 \text{ なるゆえ(2.13)式より}$$

$$\frac{d\tau}{dx} = 0$$

この条件より常数 A 及び B が決定せられ、結局

$$\tau = \frac{R\eta}{2\xi^2} \left(1 - \frac{\cosh \xi x}{\cosh \frac{\xi l}{2}} \right) = \tau^* \left(1 - \frac{\cosh \xi x}{\cosh \frac{\xi l}{2}} \right) \quad (2.22)$$

$$\text{ただし } \tau^* = \frac{R\eta}{2\xi^2} \quad (2.23)$$

τ^* が両桁を一体と考えた場合の接合部の剪断應力に等しい事は簡単に証明する事ができる。

(2.22)式により剪断應力の分布は無次元数 ξl に関係する事が判り、 ξl は(2.17)式から桁の長さ、断面寸法及び接合部の変位係数 μ に関係する。 μ が大なれば ξl は小となり、反対に μ が小となれば

ば ξl は大となる。極端な場合を考えて、弾性層を有せぬ單なる重ね梁と考えると $\mu = \infty$, $\xi l = 0$, また両桁を一体のものと考えたと $\mu = 0$, $\xi l = \infty$ の場合となる。

第3圖 重ね梁の剪断應力の分布 (両端支持、中央集中荷重)

種々の ξl の値に対して (2.22) 式の関係を図示すれば第3図のごとくなり、 μ が可成り大きく従つて ξl が可成り小なる場合には τ の値は通常の計算値より相当に小なる値を取り、特に中央荷重点附近はその変化の程度が著しく、反対に μ が小で従つて ξl が大なる値を取る場合には通常の計算値に接近する事が明瞭である。次に I 桁の軸圧縮力 P_1 の分布を求めるために (2.6) 式を積分すれば

$$P_1 = b \int_0^x \tau dx = b\tau^* \int_0^x \left(1 - \frac{\cosh \xi x}{\cosh \frac{\xi l}{2}} \right) dx \\ = bl\tau^* \left(\frac{x}{l} - \frac{\sinh \xi x}{\xi l \cosh \frac{\xi l}{2}} \right) \quad (2.24)$$

第4圖 重ね梁の軸圧縮力の分布 (両端支持、中央集中荷重)

P_1 を図示すれば第4図のごとくなる。

さらに I 桁の曲げモーメントは (2.7) 式を積分して求める事ができる。

$$M_1 = \int_0^x (F_1 - \tau b h_1) dx \\ = \int_0^x \left(\frac{1}{I_1 + I_2} \left\{ I_1 F - \tau b (I_1 h_2 + I_2 h_1) - (I_1 + I_2) \tau b h_1 \right\} \right) dx \\ = \frac{I_1}{I_1 + I_2} \left[\frac{R}{2} x - P_1 (h_1 + h_2) \right] \\ = \frac{I_1}{I_1 + I_2} \left[\frac{R}{2} x - bl\tau^* (h_1 + h_2) \times \left\{ \frac{x}{l} - \frac{\sinh \xi x}{\xi l \cosh \frac{\xi l}{2}} \right\} \right] \quad (2.25)$$

二個の桁を弾性層を有せぬ單なる重ね梁と考えた

場合の I 桁の曲げモーメントを M_0 とすれば

$$M_0 = \frac{Rl}{4} \frac{I_1}{I_1 + I_2} \\ \text{従つて } \frac{M_1}{M_0} = \frac{2x}{l} - \frac{4b\tau^* (h_1 + h_2)}{R} \left\{ \frac{x}{l} - \frac{\sinh \xi x}{\xi l \cosh \frac{\xi l}{2}} \right\} \\ \text{上式中 } \frac{4b\tau^* (h_1 + h_2)}{R} = \frac{2A_1 A_2 (h_1 + h_2)^2}{I_0 (A_1 + A_2)} = \zeta \quad (2.26)$$

と置く。ただし ζ は断面に関する常数である。しかる時は

$$\frac{M_1}{M_0} = \frac{2x}{l} - \zeta \left\{ \frac{x}{l} - \frac{\sinh \xi x}{\xi l \cosh \frac{\xi l}{2}} \right\} \quad (2.27)$$

第5圖 重ね梁の曲げモーメントの分布 (両端支持、中央集中荷重)

$\zeta = 1.0$ の場合に (2.27) 式の関係を図示すると第5図のごとくなる。以上の計算により得られた軸圧縮力 P_1 及び曲げモーメント M_1 から桁の縁維應力を計算する事ができる。I 桁上端の圧縮應力は

$$-\sigma_1 = \frac{P_1}{A_1} + \frac{M_1}{I_1} h_1 = \frac{bl\tau^*}{A_1} \left(\frac{x}{l} - \frac{\sinh \xi x}{\xi l \cosh \frac{\xi l}{2}} \right) \\ + \frac{M_0 h_1}{I_1} \left(\frac{2x}{l} - \zeta \left\{ \frac{x}{l} - \frac{\sinh \xi x}{\xi l \cosh \frac{\xi l}{2}} \right\} \right) \quad (2.28)$$

両桁を一体と考えた場合の縁維應力を σ^* とすれば

$$-\frac{\sigma_1}{\sigma^*} = \frac{bl\tau^*}{A_1 \sigma^*} \left(\frac{x}{l} - \frac{\sinh \xi x}{\xi l \cosh \frac{\xi l}{2}} \right) + \frac{M_0 h_1}{I_1 \sigma^*} \\ \times \left(\frac{2x}{l} - \zeta \left\{ \frac{x}{l} - \frac{\sinh \xi x}{\xi l \cosh \frac{\xi l}{2}} \right\} \right)$$

上式において

$$\frac{bl\tau^*}{A_1 \sigma^*} = \alpha, \quad \frac{M_0 h_1}{I_1 \sigma^*} = \beta \quad (2.29)$$

とすれば

$$-\frac{\sigma_1}{\sigma^*} = \left\{ \alpha + \beta (2 - \zeta) \right\} \frac{x}{l} + (\beta \zeta - \alpha) \frac{\sinh \xi x}{\xi l \cosh \frac{\xi l}{2}} \quad (2.30)$$

一例として二個の桁が相等しい場合は

$$\alpha = 1, \beta = 2, \zeta = 1.5$$

となり、従つて (2.30) 式より

$$-\frac{\sigma_1}{\sigma^*} = 2 \left\{ \frac{x}{l} + \frac{\sinh \xi x}{\xi l \cosh \frac{\xi l}{2}} \right\} \quad (2.31)$$

となる、此の関係を図示すれば第6図のごとくなり、

第 6 図 重ね梁の最大曲げ応力の分布 (両端支持、中央集中荷重)

また中央断面の応力を ξl に対して点置すれば第 7 図のごとくなる。これにより接手のにりが大と

第 7 図 重ね梁最大曲げ応力

に曲げ応力が增大し、弾性層を有せぬ単なる重ね梁の場合には 2 倍の応力となる事が判る。なお応力増加の程度は中央荷重部において著しい。

最後に弾性層における鉛直方向の圧力分布 p_1 を求める。(2.5) 式より

$$\begin{aligned}
 p_1 &= -\frac{dF_1}{dx} - \frac{P_1}{p_1} = -\frac{dE_1}{dx} - \frac{P_1 M_1}{EI_1} \\
 &= \frac{b(I_1 h_2 - I_2 h'_1)}{I_1 + I_2} \frac{d\tau}{dx} - \frac{P_1 M_1}{EI_1} \\
 &= -\frac{b(I_1 h_2 - I_2 h'_1) \tau^* \xi}{I_1 + I_2} \frac{\sinh \xi x}{\cosh \frac{\xi l}{2}} \\
 &\quad - \frac{bl \tau^* M_0}{EI_1} \left\{ \frac{2x}{l} - \xi \left\{ x - \frac{\sinh \xi x}{\xi l \cosh \frac{\xi l}{2}} \right\} \right\} \\
 &\quad \times \left(\frac{l}{x} - \frac{\sinh \xi x}{\xi l \cosh \frac{\xi l}{2}} \right) \quad (2.32)
 \end{aligned}$$

§ 4. 両端支持、等分布荷重の場合.

この場合には剪断力分布は

$$F = \frac{pl}{2} \left(1 - \frac{2x}{l} \right)$$

(2.18) 式の一般解は

$$\tau = A \sinh \xi x + B \cosh \xi x + \frac{pl \eta}{2 \xi^2} \left(1 - \frac{2x}{l} \right)$$

境界条件として

$$x = \frac{l}{2} \text{ において } \tau = 0$$

$$x = 0 \text{ において } \frac{d\tau}{dx} = 0$$

この条件より常数 A 及び B を決定すれば

$$\tau = \frac{\eta pl}{2 \xi^2} \left(\frac{2}{\xi l} (\sinh \xi x - \tanh \frac{\xi l}{2} \cosh \xi x) \right)$$

$$\begin{aligned}
 &+ \left(1 - \frac{2x}{l} \right) = \tau^* \left(\frac{2}{\xi l} (\sinh \xi x - \tanh \frac{\xi l}{2} \cosh \xi x) \right) \\
 &+ \left(1 - \frac{2x}{l} \right) \quad (2.33)
 \end{aligned}$$

ただし $\tau^* = \frac{\eta pl}{2 \xi^2}$ は一体と考えた場合の桁端接合面における剪断応力。(2.33) 式を図示すれば第 8 図のごとくなる。

第 8 図 重ね梁の剪断応力の分布 (両端支持、等分布荷重)

§ 5. 両端固定、中央集中荷重の場合

$$0 < x < \frac{l}{2} \text{ において } F + \frac{R}{2} = \text{一定}$$

境界条件として

$$x = \frac{l}{2} \text{ において } \tau = 0$$

$$x = 0 \text{ において } \tau = 0$$

この条件から解を求めると、結局

$$\begin{aligned}
 \tau &= \frac{\eta R}{2 \xi^2} \left(\frac{\cosh \frac{\xi l}{2} - 1}{\sinh \frac{\xi l}{2}} \sinh \xi x - \cosh \xi x + 1 \right) \\
 &= \tau^* \left(\frac{\cosh \frac{\xi l}{2} - 1}{\sinh \frac{\xi l}{2}} \sinh \xi x - \cosh \xi x + 1 \right) \quad (2.34)
 \end{aligned}$$

(2.34) 式の関係を図示すれば第 9 図のごとくなる、

第 9 図 重ね梁の剪断応力の分布 (両端固定、中央集中荷重)

§ 6. 両端固定、等分布荷重の場合

$$\text{剪断力分布は } F = \frac{pl}{2} \left(1 - \frac{2x}{l} \right)$$

境界条件は

$$x = \frac{l}{2} \text{ 及び } x=0 \text{ において } \tau=0$$

$$\begin{aligned} \tau &= \frac{pl\eta}{2\xi^2} \left(\coth \frac{\xi l}{2} \sinh \xi x - \cosh \xi x + \left(1 - \frac{2x}{l}\right) \right) \\ &= \tau^* \left(\coth \frac{\xi l}{2} \sinh \xi x - \cosh \xi x + \left(1 - \frac{2x}{l}\right) \right) \end{aligned} \quad (2.35)$$

Ⅲ 飯桁の場合の計算

§ 1. 基礎方程式

この場合も前と全く同様の方法で基礎方程式を求める事ができる。断面は上下対称と仮定し第10図に示すごとく記号をつける。上突縁飯、腹飯及び下突縁飯をそれぞれ I, II 及び III 桁とする。

第 10 図

I 桁の dx なる部分の釣合より次式を得る。

$$p_1 dx - F_1 + \left(F_1 + \frac{dF_1}{dx} dx\right) + \frac{P_1}{\rho_1} dx = 0$$

$$\text{すなわち } p_1 = -\frac{dF_1}{dx} - \frac{P_1}{\rho_1} \quad (3.1)$$

$$P_1 - \left(P_1 + \frac{dP_1}{dx} dx\right) + \tau b dx = 0$$

$$\tau = \frac{1}{b} \frac{dP_1}{dx} \quad (3.2)$$

$$M_1 - \left(M_1 + \frac{dM_1}{dx} dx\right) + F_1 dx - \tau b h_1 dx = 0$$

$$\frac{dM_1}{dx} = F_1 - \tau b h_1 \quad (3.3)$$

また II 桁の dx なる部分の釣合より次式を得る。

$$p_2 dx - F_2 + \left(F_2 + \frac{dF_2}{dx} dx\right) = 0$$

$$p_2 = -\frac{dF_2}{dx} \quad (3.4)$$

$$M_2 - \left(M_2 + \frac{dM_2}{dx} dx\right) + F_2 dx - 2\tau b h_2 dx = 0$$

$$\frac{dM_2}{dx} = F_2 - 2\tau b h_2 \quad (3.5)$$

上突縁飯と腹飯との相互のなりは

$$\begin{aligned} \delta &= \delta_0 + \int_0^x \frac{P_1}{EA_1} dx - \int_0^x \frac{h_1 + h_2}{\rho_2} dx \\ &= \delta_0 + \frac{1}{EA_1} \int_0^x P_1 dx - \frac{h_1 + h_2}{EI_2} \int_0^x M_2 dx \end{aligned} \quad (3.6)$$

ただし $P_2 = 0$, $\frac{1}{\rho_1} = \frac{1}{\rho_2}$ と仮定する。

(3.6) 式を二度微分し、かつ (2.12), (3.2) 及び (3.5) 式の関係を用うれば

$$\mu \frac{d^2 \tau}{dx^2} = \frac{b}{EA_1} \tau - \frac{h_1 + h_2}{EI_2} (F_2 - 2\tau b h_2) \quad (3.7)$$

一方において $F = 2F_1 + F_2$

$$\frac{F_1 - \tau b h_1}{EI_1} = \frac{F_2 - 2\tau b h_2}{EI_2}$$

の関係より F_2 を求むれば

$$F_2 = \frac{I_2}{2I_1 + I_2} F - \frac{2I_1}{2I_1 + I_2} \left(\frac{I_2 b h}{I_1} - 2b h_2 \right) \tau \quad (3.8)$$

(3.8) 式を (3.7) 式に代入し整頓すれば

$$\begin{aligned} \frac{d^2 \tau}{dx^2} - \frac{b}{\mu E} \left(\frac{1}{A_1} + \frac{2(h_1 + h_2)^2}{2I_1 + I_2} \right) \tau \\ + \frac{h_1 + h_2}{\mu E (2I_1 + I_2)} F = 0 \end{aligned} \quad (3.9)$$

上式において

$$\left. \begin{aligned} \xi^2 &= \frac{b}{\mu E} \left\{ \frac{1}{A_1} + \frac{2(h_1 + h_2)^2}{2I_1 + I_2} \right\} \\ \eta &= \frac{h_1 + h_2}{\mu E (2I_1 + I_2)} \end{aligned} \right\} \quad (3.10)$$

と置くならば

$$\frac{d^2 \tau}{dx^2} - \xi^2 \tau + \eta F = 0$$

となり前章において求めた式と同一になる。

§ 2. 両端支持、中央集中荷重の場合

この場合には前と同様に剪断応力の分布として次式を得る。

$$\tau = \tau^* \left(1 - \frac{\cosh \xi x}{\cosh \frac{\xi l}{2}} \right) \quad (3.11)$$

ただし此の場合にも $\tau^* = \frac{R\eta}{2\xi^2}$ を桁を一体と考えた場合の接手部の剪断応力となる事は容易に証明する事ができる。

(3.11) 式を (3.2) 式に代入し積分すれば

$$P_1 = b \int_0^x \tau dx = bl \tau^* \left(\frac{x}{l} - \frac{\sinh \xi x}{\xi l \cosh \frac{\xi l}{2}} \right) \quad (3.12)$$

を得る。

次に腹飯の曲げモーメント M_2 を求めるのに、剪断力は全部腹飯で受持たれると考えれば、(3.5) 式より

$$\begin{aligned} M_2 &= \int_0^x \left(\frac{R}{2} - 2\tau b h_2 \right) dx \\ &= \frac{R}{2} x - 2bl \tau^* h_2 \left(\frac{x}{l} - \frac{\sinh \xi x}{\xi l \cosh \frac{\xi l}{2}} \right) \end{aligned} \quad (3.13)$$

次に応力を求めるために、まず上突縁飯の応力は軸圧縮力 P_1 によるものと考え曲げモーメント M_1 による応力は無視して考えると

$$\sigma_1 = \frac{P_1}{A_1} = \frac{bl \tau^*}{A_1} \left(\frac{x}{l} - \frac{\sinh \xi x}{\xi l \cosh \frac{\xi l}{2}} \right) \quad (3.14)$$

一体と考えた場合の上突縁飯の応力を σ_1^* とすれば

$$\sigma_1^* = \frac{Rl}{4} \frac{h_1 + h_2}{l_0}$$

$$\text{従つて } \frac{\sigma_1}{\sigma_1^*} = 2 \left(\frac{x}{l} - \frac{\sinh \xi x}{\xi l \cosh \frac{\xi l}{2}} \right) \quad (3.15)$$

中央断面における $\frac{\sigma_1}{\sigma_1^*}$ を ξl に対して点置すると第11図の下方の通である。

次に腹板上縁の應力を求める。(3.13) 式より

$$\sigma_2 = \frac{M_2 h_2}{I_2} = \frac{R}{I_2} \left\{ \frac{R}{2} x - 2bl\tau^* h_2 \left\{ \frac{x}{l} - \frac{\sinh \xi x}{\xi l \cosh \frac{\xi l}{2}} \right\} \right\} \quad (3.16)$$

一体と考えた場合の腹板上縁の應力を σ_2^* とすれば

$$\sigma_2^* = \frac{Rl}{4} \frac{h_2}{I_0} \quad \text{従つて} \quad \frac{\sigma_2}{\sigma_2^*} = \frac{I_0}{I_2} \left\{ \frac{2x}{l} - \frac{4A_1 h_2 (h_1 + h_2)}{I_0} \times \left\{ \frac{x}{l} - \frac{\sinh \xi x}{\xi l \cosh \frac{\xi l}{2}} \right\} \right\}$$

今上下突縁による断面二次モーメントと腹板のみの断面二次モーメントとの比を ζ' とすれば

$$\zeta' = \frac{2A_1 (h_1 + h_2)^2}{I_2} \quad (3.17)$$

$$\text{故に} \quad \frac{\sigma_2}{\sigma_2^*} = (1 + \zeta') \frac{2x}{l} - 2\zeta' \left\{ \frac{x}{l} - \frac{\sinh \xi x}{\xi l \cosh \frac{\xi l}{2}} \right\} = \frac{2x}{l} + 2\zeta' \frac{\sinh \xi x}{\xi l \cosh \frac{\xi l}{2}} \quad (3.18)$$

中央断面における $\frac{\sigma_2}{\sigma_2^*}$ の値をに対して点置すれば第11図の上方のごとくなる。すなわち腹板上縁の應力は ξl が大なる場合には一体と考えた普通の計算式による値に一致するが、接手の迂りが大となつて ξl が小となれば次第に大きな値を取るようになる。そしてその程度は ξl の大なるほど大である。

IV 数 値 計 算 例

§ 1. 重ね梁

第12図のごとき I 型钢を二個重ね合せ、相互に鉚接または熔接により接合した場合を考える。各部の寸法は次の通とする。

$$2h = 60\text{cm}, B = 19\text{cm}, t_1 = 1.6\text{cm}, t_2 = 3.5\text{cm}, A = 225\text{cm}^2, I = 129767\text{cm}^4, l = 1200\text{cm}$$

まず鉚接手の場合を考え N を一本の鉚に加わる剪断力, A_r を鉚断面積, d を鉚径, n を鉚列, t を鉚心距とすれば

第12図

$$nN = n\tau A_r = \tau bt$$

$$\text{従つて} \quad b = \frac{nA_r}{t} \quad \text{ただし} \quad A_r = \frac{\pi d^2}{4} \quad (\text{單剪断})$$

$$\text{または} \quad \frac{\pi d^2}{2} \quad (\text{複剪断})$$

$$\text{一方定義によつて} \quad \mu\tau = \mu \frac{N}{A_r} = KN = \delta$$

$$\text{ただし} \quad K = \frac{\mu}{A_r}$$

$$\text{ゆえに} \quad \mu E = KA_r E$$

K の値については、例えば Rudeloff²⁾ がトーマス鋼より成る両面添接衝合接手について実験した結果によると、鉚径 25mm 及び 27mm に対して $K = 2.22 \times 10^{-6} \text{ cmkg}^{-1}$ の値を得ている。もちろんこの数字は材質、板厚、鉚径、鉚心距あるいは鉚鉄法等に關係し、また同一鉚接手においてもそれが受ける剪断力によつてもある程度変化する。この値を借用して μE を求めてみると、鉚径 2.5cm 二列鉚として

$$\mu E = 2.22 \times 10^{-6} \times 2 \times \frac{\pi \times 2.5^2}{4} \times 2.1 \times 10^6 = 46\text{cm}$$

を得る。

$$b = \frac{2 \times \frac{\pi}{4} \times 2.5^2}{t} = \frac{9.84}{t}$$

従つて (2.17) 式より

$$(\xi l)^2 = \frac{9.84 \times 1200^2}{46t} \left(\frac{2}{225} + \frac{60^2}{2 \times 129767} \right) = \frac{6830}{t}$$

$$\text{従つて} \quad \xi l = \frac{82.5}{\sqrt{t}}$$

假りに $t = 10d = 25\text{cm}$ とすれば $\xi l = 16.5$, また $t = 50\text{cm}$ とすれば $\xi l = 11.7$ となり、前者、前者の場合には約10%, 後者の場合には約15%の應力増加となる。

次に両桁を二個の隅肉熔接によつて接合した場合を考える。Smith³⁾ の実験によると、側面隅肉熔接において熔接部の単位長当りの剪断力 T はその部の迂り δ に比例し次式で表わされる。

$$K_1 T = \delta$$

喉厚を a で表せば

$$K_1 T = K_1 a \tau = \mu \tau = \delta$$

$$\text{ゆえに} \quad \mu E = K_1 a F$$

測定により K_1 の最大値は $K_1 = 2.0 \times 10^{-6} \text{ cm}^2 \text{kg}^{-1}$ であり、 $a = 1.0\text{cm}$ とすれば

$$\mu E = 2.0 \times 10^{-6} \times 1.0 \times 2.1 \times 10^6 = 4.2\text{cm}$$

$$b = 2 \times 1.0 = 2\text{cm}$$

$$\text{従つて} \quad (\xi l)^2 = \frac{2 \times 1200^2}{4.2} \left(\frac{2}{225} + \frac{60^2}{2 \times 129767} \right) = 15200, \quad \xi l = 123$$

第7図よりこの場合は一体と考えて差支え無い事が判る。

§ 2. 鉚桁

第13図に示すごとき断面を有し、支間 12.9m の鉚桁について考える。

まず鉄構造の場合は各部の寸法は次の通とする。

$$A_1 = 29 \times 1.8 = 52.2 \text{ cm}^2$$

$$I_1 = \frac{29 \times 1.8^3}{12} = 14.1 \text{ cm}^4$$

$$A_2 = 98.2 \text{ cm}^2$$

$$I_2 = \frac{0.9 \times 109^3}{12} = 97500 \text{ cm}^4$$

$$h_1 = 0.9 \text{ cm}, \quad h_2 = 54.5 \text{ cm}$$

この場合に突縁鉄と腹鉄とは突縁山型の垂直鉄と水平鉄との二ヶ所で走るから μE の値を2倍に取る。

$$\mu E = 2 \times 46 = 92 \text{ cm}$$

$$b = \frac{2 \times \frac{\pi}{4} \times 2.2^2}{t} = \frac{7.6}{t}$$

$$\text{従つて } (\xi l)^2 = \frac{7.6 \times 1290^2}{92t} \times \left(\frac{1}{52.2} + \frac{2 \times (0.9 + 54.5)^2}{2 \times 14.1 + 97500} \right) = \frac{11200}{t}$$

$$\text{ゆえに } \xi l = \frac{105.8}{\sqrt{t}}$$

$t = 10 \text{ cm}$ とすれば $\xi l = 33.5$ となる。

次に溶接構造の場合は、各部の寸法は次の通とする。

$$A_1 = 30 \times 3 = 90 \text{ cm}^2, \quad I_1 = \frac{30 \times 3^3}{12} = 67.5 \text{ cm}^4$$

$$A_2 = 96.3 \text{ cm}^2, \quad I_2 = \frac{0.9 \times 107^3}{12} = 92300 \text{ cm}^4$$

$$h_1 = 1.5 \text{ cm}, \quad h_2 = 53.5 \text{ cm}$$

喉厚 $\alpha = 0.5 \text{ cm}$ とすれば、前例と同様に

$$\mu E = 2.0 \times 10^{-6} \times 0.5 \times 2.1 \times 10^6 = 2.1 \text{ cm}$$

$$\text{従つて } (\xi l)^2 = \frac{2 \times 0.5 \times 1290^2}{2.1} \times \left(\frac{1}{90} + \frac{2 \times (1.5 + 53.5)^2}{2 \times 67.5 + 92300} \right) = 6.0 \times 10^4$$

$$\text{ゆえに } \xi l = 246$$

となり、鉄構造の場合以上に完全に一体と考へて良い事になる。

以上の計算例において示したごとく、通常鐵道橋梁等々に使用せられる鉄桁は、鉄構造であると溶接構造であると問はず、 ξl の値が可成り大となり一体と考へて差支えない事が判つた。なお鉄構造の場合において特に支間が桁高に比し小なる場合で鉄心距も過大としたような場合には、一應念のために ξl の値を確めた方がよい。

§ 3. 鉄接手及び溶接々手の変位係数

前述のごとく鉄接手及び溶接々手の変位係数 μ の値については、系統的な研究は未だ充分に行われ

ていないが、断片的には種々の実験結果が発表され居る。今これらの中で主なるものを集めて図示すると第14図の通りである。

第14図 鉄接手及び溶接々手の変位係数

V ボルト結合桁による実験

接手の迂りを考慮に入れなければならない代表的の例として、軌條と山形鋼とを鉄及びボルトによつて結合構成したいわゆる應急桁がある。この桁は戦時中資材節約廢材利用を主眼として製作せられたもので、KS15 の設計荷重に対して設計せられた。

この桁についてオルセン型 200t 構造物試験機によつて彎曲試験を行い、各部の應力、撓度及びボルト接合部の迂りを測定して、これらが一体として計算した結果といかに相異した性状を有するかを調べ、かつ前章までの計算結果と傾向が一致するかを調査した。

§ 1. 試験材

試験材の全長は 2.950 支間は 2.9500 で、その断面形状は第15図に示すごとくである。すなわち四個の軌條と四個の山形材の組合せから成り、軌條と山形材とは鉄結合、山形材同士は中性軸においてボルト結合となつてゐる。37kg 軌條のもの二個 (AI 及び AII),

第15図 断面図

50kg 軌條のもの二個 (BI 及び BII) 合計四個の試験材について試験した。

§ 2. 試験方法

第16図に示すごとく支間 2.750' として中央集中荷重を加え、破壊に至るまでの各部の應力、撓度及びボルトの送り（鉛直及び水平方向）を測定した。應力計はオクサゼン式歪計を使用し、中央断面7ヶ所につき測定し、撓度は中央及び両端においてダイヤルゲージによつて測定した。また鉄及びボルト結合部に沿つてその送りをダイヤルゲージによつて測定した。これら諸計器の取付状況を図示すれば第16図の通りである。

§ 3. 試験結果

1. 荷重と撓みの関係

各試験材について荷重と撓みとの関係を示すと第

17図のごとくである。A型試験材についていえば、撓みは荷重の増大とともに直線的に増加するが、約 70t 附近において大音響を發し一旦荷重は 60t まで低下した。これはボルトの座金が突然廻轉したためである。さらに荷重を増加すると約 100t 附近からやや撓みが増加し、AI は 124t, AII は 120t において圧縮側軌條の上縁が降伏を起し最高荷重を與えた。BII は 180t において最高荷重に達し、圧縮側軌條上面が降伏した。BII は 150t まで荷重を上げたが降伏せずそのまま荷重を低下せしめたものである。なお圧縮側の山形材は荷重の増大とともに次第に両外側に口を開いてくる。最高荷重附近になるとこの変状が極めて顯著なものとなつてくる。

2. 荷重と應力との関係

中央断面において7ヶ所に應力計を取付け荷重の増大とともに應力を測定した結果は第18図に示

すごとくである。いずれの場合も圧縮側の最外層が最も高い應力を示し、A 型についていえば荷重約 80t において 35kg/mm^2 程度、また B 型についていえば 80t において 30kg/mm^2 程度、120t において $36\sim 45\text{kg/mm}^2$ 程度の應力を示している。また断面における應力の分布状況を求めるために鉛直位置に対して点置すれば第18図左方のごとなり、これを見るにいずれの場合にも軌條と山形材との間では大なる送りは無いが、中性軸において極めて大なる送りが生じずとも二個の桁が重り合っている場合の應力分布に近くなっている事が判る。これは前者が鉄結合であるに対し後者がボルト結合であるためである。

第 16 図 應急撓曲破壊試験計器取付図

3. 荷重と接手ののりとの関係

縦方向における鉚接手及びボルト接手ののりをダイヤルゲージによつて測定した。各位置におけるボルトののりを荷重に対して点置すれば第19図のごとくである。ただし AI のボルトの心距は 120mm であるが BII の心距は 240mm となつている。AI については 20t 附近から急激にのりが増大し以後荷重に比例して増加する。また BII については最初から大なるのりを生じ荷重に比例して増加する。

今荷重 50t におけるのりを長さの方向に点置してみると第20図のごとくなり計算で予想したごとく桁端で最大ののりを生じ、漸次中央に進むに従つて減少し、中央断面において 0 となる。BII の方がやや大なるのりを示している。

4. 試験結果の解析

まずボルトののりの測定値の分布状況を第21図に示すごとく計算曲線の中に点置してみると、 $\xi l = 5$ の場合の計算曲線と極めて良く一致する。従つてこれを $\xi l = 5$ なる接手を有する二個の重ね梁と考える事ができる。この ξl の値から μ の値を逆算して見ると

$$\mu E = 62 \text{ cm}$$

となる。

次に應力及び撓み測定値を計算結果と比較してみる。

一体と考へた場合

A型: $I_0 = 71250 \text{ cm}^4$
(總断面), $y = 237 \text{ mm}$

$$\sigma = \frac{Rly}{4I_0}$$

$$= \frac{2.5 \times 10^3 \times 237}{4 \times 71250 \times 10^4} \cdot R = 2.08 \times 10^{-4} R \text{ kg/mm}^2. R \text{ kg.}$$

$$\delta = \frac{RI^3}{48EI_0} = \frac{2.50 \times 10^3}{48 \times 2.1 \times 10^4 \times 71250 \times 10^4} \\ = 2.18 \times 10^{-6} R \text{ mm}$$

B型 $I_0 = 102500 \text{ cm}^4$ (總断面) $y = 260 \text{ mm}$

$$\sigma = \frac{Rly}{4I_0} = \frac{2.5 \times 10^3 \times 260}{4 \times 102500 \times 10^4} R \\ = 1.59 \times 10^{-4} R \text{ kg/mm}^2$$

第 18 圖 荷重應力曲線

第 19 圖 中性軸上のボルトの横方向にり量

第 20 圖 にり分布図

第 21 圖 にり分布、実験と算計との比較

$$\delta = \frac{Rl^3}{48EI_0} = \frac{2.50^3 \times 10^9}{48 \times 2.1 \times 10^4 \times 102500 \times 10^4} R$$

$$= 1.51 \times 10^{-5} R, \text{ mm}$$

単なる重ね梁と考えた場合

A型 $I = 7296 \text{ cm}^4$, (總断面), $y_1 = 106 \text{ mm}$

$$\sigma = \frac{Rly}{8I} = \frac{2.5 \times 10^3 \times 106}{8 \times 7296 \times 10^4} R$$

$$= 4.55 \times 10^{-4} R, \text{ kg/mm}^2$$

$$\delta = \frac{Rl^3}{96EI} = \frac{2.5^3 \times 10^9}{96 \times 2.1 \times 10^4 \times 7296 \times 10^4} R$$

$$= 10.6 \times 10^{-5} R, \text{ mm}$$

B型 $I = 10160 \text{ cm}^4$, (總断面) $y = 115 \text{ mm}$

$$\sigma = \frac{Rly}{8I} = \frac{2.5 \times 10^3 \times 115}{8 \times 10160 \times 10^4} R$$

$$= 3.53 \times 10^{-4} R, \text{ kg/mm}^2$$

$$\delta = \frac{Rl^3}{96EI} = \frac{2.5^3 \times 10^9}{96 \times 2.1 \times 10^4 \times 10160 \times 10^4} R$$

$$= 7.62 \times 10^{-5} R, \text{ mm}$$

最後にボルトのにりを考慮した場合について計算してみる。にりの測定結果から $\xi l = 5$ とすれば(2.30)式から応力を計算する事ができる。今この桁を二個の相等しい桁が重り合っていると考えれば第7図から中央最大圧縮応力は $\xi l = 5$ に対して $\frac{\sigma_1}{\sigma^*} = 1.4$ となり、通常の梁理論による計算応力より40%大となる。

以上三種類の計算結果を一括して図示すれば第18図に示す如くなり、実験値は最初の間は一体とした計算曲線に従つて増大するが、荷重が20~30t附近においてボルトがにり始めるとともに $\xi l = 5$ と

してりを考慮せる場合の計算結果に次第に接近して行き、なお荷重が大になれば單なる重ね梁の計算曲線に近付く。これは ξl の値が減少して行く事と、一方最大應力が比例限を超える事に帰因する。

Ⅵ む す び

以上の事柄を要約すると次のごとくなる。

(1) 縦方向に銲接手または熔接々手を有する組立梁は通常一体のものと假定して強度計算を行つてゐるが、嚴密には接手部のりを考慮して計算せねばならない。二個の桁が重り合つた場合及び銲桁について計算式を導いた。

(2) 銲構造及び熔接構造の銲桁について数値計算を行つた結果、これらの場合には一体のものと考へて計算して差支え無い事が判つた。ただし銲心距または熔接心距(断続熔接の場合)が特に大きい場合は一應吟味を要する。

(3) 軌條と山形材を組合せ中性軸においてボルトで接合したいわゆる鐵道用應急桁のごとき場合には、通常の計算法では著しい誤差を生ずるので、ぜひボルト接手のりを考慮に入れて計算せねばなら

ぬ。なお應急桁について彎曲試験を行い各部の應力、撓み、接手のり等を測定し、計算結果と傾向的にまた量的にも一致する事を確認した。

最後に種々御教示下された埴田清勝氏及び実験に御協力を頂いた立花一郎、松浦正人、菅谷英俊の諸氏に厚く感謝する次第である。

文 献

- (1) F. Bleich, 鋼橋の理論と計算, 上巻 324頁
A. Hertwig, Die Spannung in Schweissnähten, Stahlbau 1933, Heft 21.
- (2) H. Smith, Strain Characteristics of Welded Joints. J. A. W. S., 1929. W. Hovgaard, Structural Design of Warships, p. 229,
O. Graf, Dauerversuche mit Nietverbindungen. Berlin 1935.
- (3) R. Kalina, Der Blechträger mit durchlaufenden Schweissnähten. Ww., 2. Son, dernummer Schweissttechnik, Wien 1933.
R. Kalina, Die Spannungsverteilung in Blechträger mit unterbrochenen Schweissnähten. Der Stahlbau 1934.

熔接棒被覆劑と使用性能の關係について

大 谷 碧*

Some Considerations upon the Relation between Coating Materials and Usability Characteristics of Electrodes.

By Midori Ôtani *

Abstract

Some experiments upon coating materials were made to improve usability characteristics of an ilmenite type slag shielded electrode having excellent mechanical strengths. The test results showed that for obtaining high usability in vertical and upward welding, adequate viscosity of slag and good evolution of gases from fluxes should be maintained and at the same time conditions of satisfactory downward welding operations should be secured. Further considerations were made as to the factors determining the states of slags and are phenomena.

緒 論

電弧熔接棒に關してまだ明らかにされておらない事柄の一つは被覆劑配合と熔接操作の難易との關係である。元來熔接操作そのものがはなはだ漠然としており、ただ熔接工の勘に頼り使用性能の良否を判断するに過ぎずなら理論的な裏付けがないために

問題が益々混亂してくる。筆者は本小論においてイルミナイト系熔接棒被覆式熔接棒につき両者の關係を少しく考察して見ようと思う。

Ⅰ 熔接操作の定義

本論に入るに先だち熔接操作に關する現場用語の表わす意味を考えてみる。

1. 電弧の安定度

同一の熔接機を用い適當電流で熔接しても、電弧

* 正員、運輸省鐵道技術研究所 Member, Railway Technical Research Institute, Ministry of Transportation.