中しては、さうである。

本研究は、試験料となった化学分析値は、中央用品試験場無機分析部並びに鉄道技術研究所鑄鍛研究室の関係各位の長期にわたる絶大な協力によって得られたものである。また一部分析値の検討にあたっては、神戸製鋼所日高工場、東洋製鋼株式会社などの関係各位の御好意を蒙った。なお研究遂行にあたり、中根室長より御理解と御援助を賜わり、かつ関係各位の協力を得た。ここに深甚なる謝意を表する次第である。

参考文献

- 1) 安藤, 森: 熔接学会誌, Vol. 25 (1956) No.2 p.67~73.
- 2) 日本工業規格: 軟鋼用被覆アーク熔接棒 JIS G3524 (1950, 1953)
- 3) 安藤, 森: 熔接学会誌, Vol. 25 (1956) No. 11, p. 601~608
- 4) 横田: 軟鋼用被覆電弧熔接棒の機械的性質について (抜刷) 昭和25年11月

- 5) 神戸製鋼所熔接棒部: 定期試験結果の統計的解析の一例. 昭和27年2月
- 6) 日本工業規格被覆アーク熔接棒心線 JIS G 3523 (1954)
- 7) 日本工業規格一般構造用圧延鋼材 JIS G3101 (1952)
- 8) 神戸製鋼所日高工場: 船体構造用鋼中のP Sが熔着金属の機械的性質に及ぼす影響(第1報)昭和25年10月
- 9) 三橋: 熔接学会誌 Vol. 17 (1948), No.7 p.266~269
- 10) 日本工業規格被覆電弧熔接棒心線用線材および心線 JIS G3523 (1950)
- 11) 臨時日本標準規格 鋼材用電弧熔接棒第196号. 昭和16年.
- 12) 安藤, 森: 鉄道技術研究所中間報告, 6-25 (昭和30年5月).
- 13) G.E. Claussen: Weld. J., Vol. 28 (1949) No.1 p. 12~24
- 14) 統計処理に用いた主な文献
A. Hald: Statistical Theory With Engineering Applications (1952)
統計科学会編: 統計数値表 (1)

熔 込 の 形 (第2報)*

— 実 測 形 状 —

応 和 俊 雄**

Shape of Penetration (Report 2)*

— Shapes observed —

By T. Ohwa**

Abstract

Shapes of penetration can be approximate by Gauss type distribution function. Sharpness of the penetration for low-hydrogen and cellulose-type arc-welding electrodes seems to be rather predominant than the others.

§1 緒 言

均一な熱分布の円形熱源を仮定して計算すれば楕円形の熔込となるため熔込形状両端部で実際の形状との間に差が生ずるので、電弧中の熱分布は Gauss 型とすべきことを前報¹⁾で述べたが、この妥当性を確認するため各種熔接棒による熔込形状を実測し、これが Gauss 型函数によって近似的に表示されることを認めた。

§2 実験方法

芯線径 4~6.4mm の各種被覆型式を有する被覆電弧熔

接棒を使用し、適正熔接条件下で手熔接法により板厚10, 15, 20, 25および30mmの広い軟鋼板上に長さ約100mmのStraight beadを熔接し、横断面2箇所においてFig. 1に例示したような拡大写真を作製して熔込形状を求め、4回の測定の平均値を採用した。なお、写真は約5倍に拡大して誤差を小ならしめた。

Fig. 2においてZ軸は板厚方向、Y軸は熔接線に直交な方向で、実際の熔込形状をAPBとする。熔込境界線は鋼の融点温度の等温線を示すのであるから厳密にはGauss型とはいえないがそれに近いものであるとして、鋼板面をZ軸方向にkだけずらせてA'APBB'がGauss型分布曲線となるものと考えれば次式で表示される:

$$z+k=e^{-k^2y^2} \dots\dots\dots (1)$$

h, k ; 常数

* 原稿受付 昭和31年8月11日 (昭和31年度熔接学会秋季学術講演会において発表)

** 正員 株式会社神戸製鋼所 Member Kobe Steel Works Co., Ltd.

Fig. 1 Bead-section

Fig. 2 Shape of penetration

最大熔込深さを p_m ($p_m \leq z \leq 0$) とすれば, $y=0$ の時に $Z=p_m$ であるから (1) より

$$k = 1 - p_m \dots\dots\dots (2)$$

これを用いて (1) を最き直せば

$$1 + (z - p_m) = e^{-h^2y^2}$$

$$\therefore \ln \{1 + (z - p_m)\} = -h^2y^2 \dots\dots\dots (3)$$

$$\therefore h = \{-\ln(1 + (z - p_m))\}^{1/2} / y \dots\dots\dots (4)$$

実測 data を用いれば (4) から h が決定される。また, (3) を log-log 表示すれば Fig. 3 の如く直線となる筈である。

Fig. 3

k および h は熔込形状を支配する常数であるが, k は最大熔込深さに, また h は電弧熱分布, 吹きつけ力などに関すると考えられ, 被覆型式によって異なることが推察される。

Fig. 2 において, 最大熔込深さ p_m の $1/2$ の熔込を示す部分の幅を w とし

$$d = p_m / w \dots\dots\dots (5)$$

によって熔込形状の Sharpness を示すものとしたが, d と h とは密接な関係が有ると考えられる。

§3 実 測 形 状

板厚 10mm の場合の実測形状と近似形状 (Gauss 分布型) との比較 $-\ln(1 + (z - p_m))$ と y との両対数図を各種被覆の熔接棒について Fig. 4 に例示した。なお近似形状を求める時の $-x^2$ としてはグラフを利用している。

Fig. 4 Comparison of penetration-shapes

§4 考 察

Fig. 4 において明らかなように熔込実測値から求めた $\log y$ と $\log \{-\ln(1 + (z - p_m))\}$ とはほぼ直線上に並んでおり, また k および h を決定して求めた Gauss 分布曲線

と実測形状とは非常によく一致している。熔着金属の幅方向の座標 y の 1mm おきの各々の値に対応する熔込深さ z から h の値が求められるが、ビード中央附近の z は僅かな変動が h の値に著しく影響するに反してビード両側端部 (toe に近い部分) はあまり影響しないので、 h の決定には toe に近い部分から求められる値の weight を大きくすれば実測形状とよく一致する値が得られる。

Gauss 曲線から著しく偏倚するのはチタニヤ型太径棒による熔込の如く、熔込深さが浅くてビード幅が大きくなる場合や熔込形状が単調曲線となっていない場合のようである。

Fig. 5 h and Δ related with coating type.

L: Low-Hydrogen, C: Cellulose, O: Iron-Oxide
I: Ilmenite, T: Titania

る。

熔込形状の被覆型式による差を見るため各被覆型式熔接棒の h および Δ を図示すれば Fig. 5 のとおりである。

これは 4~6.4mm 径のすべてを示すものであるが被覆型式の熔込におよぼ影響が明らかにされる。 h Δ はともに同一の傾向を示すが低

水素系、セルローズ系の値が大きい。低水素は固い保護筒ができ、また大電流にも耐えるので電弧熱分は熔接部において著しく収斂したものととなり、セルローズ系は有機質より発生するガスの掘下げ作用すなわち吹きつけ力が高いために h Δ が大になるものと考えられ、チタニヤ系はこれ

Fig. 6

らと逆であるために小さい値をとるのであろう。

Δ と h との関係は Fig. 6 に示すように直線的関係があり、 $\Delta = 0.42h - 0.10$ で表示される。したがって、実測形状で、たとえば潜弧熔接部のように Δ が大であれば h も大となり、収斂性のよいことを示す訳である。

k と h との関連図において $h \leq 0.7$ の部分は k がや

ゝ大となる傾向を示しているのは、この部分を主としてチタニヤ型太径棒が占めており、浅くて幅広の熔込形状となるためであり、 k と h とは無関係とみなしてもよからう。

なお、熔接は適正条件下でおこなっているので熔接条件と最大熔込深さとの関連を求めることはできないが、これについては既に多くの報告があるので²⁾³⁾⁴⁾、それにあてはめてみよう。

渡辺、佐藤両氏は次の近似式を提案している：²⁾

$$p_m/d = (I/d)/\sqrt{vd} \cdot S \quad \dots\dots\dots (6)$$

I : 電流 (Amp), d : 板厚 (cm), v : 運棒速度 (cm/sec)

p_m : 最大熔込 (cm), S : 常数

(6) を変形すれば

$$S = (p_m/I) \cdot \sqrt{vd} \quad \dots\dots\dots (7)$$

S は熔接棒ならびに棒径により定まる常数といわれている

が、本実験からこれを求めて板厚 d に対して図示すれば Fig. 7 のとおりとなり板厚によって直線的に大なるもので板厚の補正をも加えるべきで

Fig. 7 Plate thickness (d) vs. S_2

であろうと考えられる。したがって、(7)は次のようにした方が実際に近くなるであろう。

$$\left. \begin{aligned} p_m/d &= S(I/d)/\sqrt{vd} \\ S &= a + bd \end{aligned} \right\}$$

$$\therefore p_m = (a + bk)I/\sqrt{vd} \quad \dots\dots\dots (8)$$

ここに a , b は熔接棒ならびに棒径によって決定される常数である。この値の数例を Table 1 に示した。

Table 1 Constants a and b

Electrode	Dia. of core wire (mm)	Constants	
		$a(\times 10^5)$	$b(\times 10^5)$
B 17	4	2.0	3.3
	5	5.7	1.2
	6	3.2	1.5
B 10	4	6.9	1.0
	5	2.1	3.0
	6	4.5	0.9
LB55	4	3.8	2.0
	5	3.6	2.2

Applicable for $d=1\sim 3$ cm

§5 結 言

各種熔接棒による熔込形状実測値を求め Gauss 型分