

慶應義塾大学工学部

蓮井 淳
○管 泰雄

1. 緒 言

湿式の水中溶接において、溶接部に対する水の冷却作用は、溶接部の硬化および割れの発生などを生じ、溶接継手の性能に著しい影響を持つ。したがって、所定の溶接施工条件による水中溶接部の冷却速度が簡単に推定できれば、実用上極めて便利である。著者らは、既報¹⁾において、水中溶接部の冷却におよぼす溶接諸条件の影響について若干の実験結果を報告している。本報では、これらの実験結果をもとに水中溶接部の冷却に著しい影響をおよぼす溶接条件について、それらと冷却速度との関係を示す実験式を導き、あわせて水中溶接部の冷却速度を推定できる実用上便利な計算図表を作成したので、その経過ならびに結果について報告する。

2. 実験方法

実験は、溶接姿勢を任意に変え得る重力式アーク溶接装置を用い、直流正極性で行なっている。用いた溶接棒は、主に、棒径4mmの高酸化チタン系であるが、一部、種々の棒径および被覆剤の系統の溶接棒についても検討を加えている。溶接母材は、板厚6, 9, 12, 16 および19mmの溶接構造用鋼SM41材を用いている。

3. 結 果

水中溶接ボンド部の冷却速度に影響をおよぼす因子として、溶接棒の被覆剤の系統、溶接姿勢、溶接入熱、母材の板厚、水温、水圧あるいは溶接ビードの位置（溶接開始部、中央部、クレータ部）などが考えられる。このうち、常温付近での水中溶接部の冷却状態におよぼす主要因子は、溶接入熱(Q)、板厚(t)、溶接姿勢（母材の角度θ）および溶接ビードの位置である。そこで、これらの因子と溶接ボンドでの500℃における冷却速度(R)との関係を求め、次のような関係式を得た。

- ・溶接入熱Qと冷却速度Rとの関係式（図1）

$$R \propto Q^n = (60EI/v)^n \quad n \approx -0.95 \quad (1)$$

E: アーク電圧(Volt), I: 溶接電流(Amp), v: 溶接速度(cm/min)

- ・母材の板厚tと冷却速度Rとの関係式（図2）

$$R \propto t^m \quad m \approx 1/6 \quad (2)$$

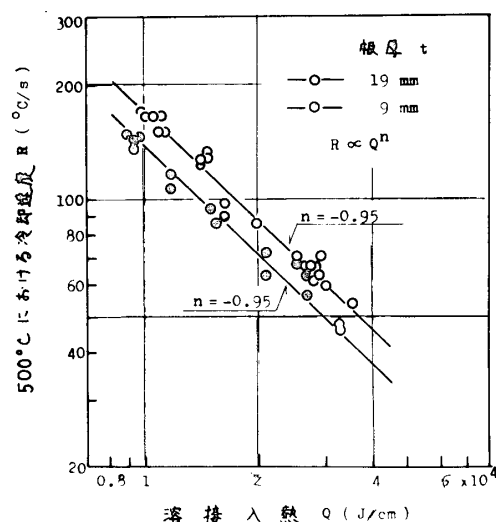


図1 溶接ボンドでの500℃における冷却速度におよぼす溶接入熱の影響

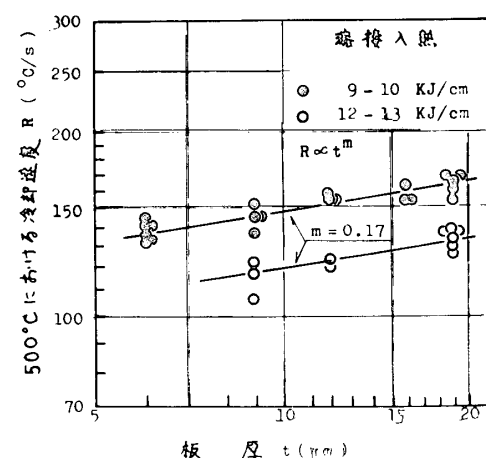


図2 溶接ボンドでの500℃における冷却速度におよぼす板厚の影響

- 母材の角度 θ と冷却速度 R との関係式 (図3)

$$R = R_0 (0.56 \sin^{\frac{2}{3}} \theta + 1) \quad (3)$$

R_0 : 下向き姿勢における冷却速度

- 溶接開始部, フレータ部の冷却速度 (R_s, R_c)

$$K_s = R_s / R \approx 1.2 \quad (\text{溶接開始部})$$

$$K_c = R_c / R \approx 2 \quad (\text{フレータ部}) \quad (4)$$

以上の関係式を総合して, 主要な溶接因子をすべて含めたパラメータ P を次式で表わすことができる。

$$P \equiv K (0.56 \sin^{\frac{2}{3}} \theta + 1) Q^{-0.95} t^{\frac{1}{6}} \quad (5)$$

今, 冷却速度 R と P の関係を求めると $R = 6.25 \times 10^5 P$ が得られる。したがって, 冷却速度と溶接条件との間の実験式は次式となる。

$$R = 6.25 \times 10^5 K (0.56 \sin^{\frac{2}{3}} \theta + 1) Q^{-0.95} t^{\frac{1}{6}} \quad (6)$$

(6) 式を用いて実際に冷却速度 R を計算することは比較的煩雑であるので, 実用上便利な計算図表を作成した (図4)。その読み方は, まず, 使用した I, E および π からビード1cm当りの溶接入熱 Q (J/cm) を計算し, その値を左側の目盛にとる。次に鋼の板厚 t (mm) を一番右側の目盛にとって, これと Q の値とを直線で結び, これと冷却速度 R_F スケールとの交点を読み, この条件下での下向き溶接した場合の冷却速度が得られる。溶接開始部, フレータ部の冷却速度は, それぞれ, この値を1.2倍あるいは2倍することにより得られる。傾斜および立向き溶接の場合の冷却速度は,

母材の角度 θ スケール上の点と今求めた R_F との値を直線で結び R_I スケールとの交点の目盛で与えられる。

なお, 溶接部の冷却状態の指標として 800°C から 500°C および 300°C までの冷却時間 (S_{500}, S_{300}) がしばしば用いられる。これらの値は, 図4から求めた 500°C における冷却速度 R (°C/s) より, 図5を用いて簡単に求めることができる。

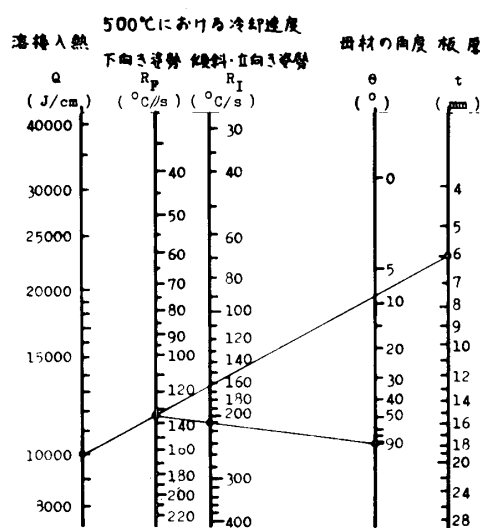


図4 溶接ボンドでの 500°C における冷却速度を推定するための計算図表

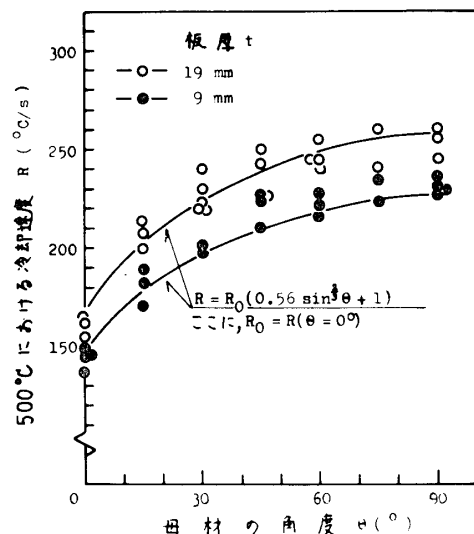


図3 溶接ボンドでの 500°C における冷却速度によらず溶接母材の角度の影響

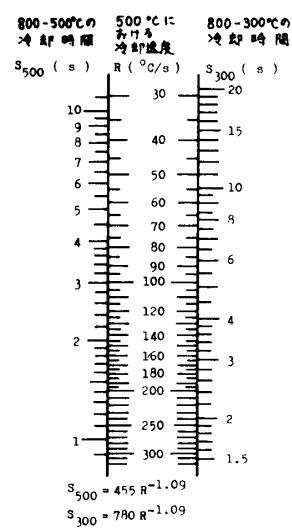


図5 500°C における冷却速度と 800°C から 500°C および 300°C までの冷却時間との関係

< 参考文献 >

- 1) 蓮井, 菅: 溶接学会全国大会講演概要集, 第16集, (1975) P. 102 ~ 103