

# スリット溶接継手の拘束度に及ぼす外力の影響

名古屋大学大学院 正会員

○廣畑 幹人

名古屋大学大学院 フェロー会員

伊藤 義人

## 1. はじめに

疲労き裂の補修や補強部材の取り付けなど、供用下の鋼橋に溶接施工する場合、溶接は既設部材による高い拘束の下で実施されることになる。また、荷重作用下で溶接が実施される場合、荷重が継手の拘束状態に影響を及ぼすと想定される。拘束は溶接割れを誘発する力学的因子であり、溶接部に大きな引張残留応力を生じさせる原因となるため、溶接施工に際し、継手の拘束の程度を把握しておくことが重要である。

継手の拘束の程度を表す簡便な指標として、拘束度（継手の開先間隙を弾的に単位量縮めるのに要する単位溶接長当りの力）が一般に用いられる<sup>1)</sup>。拘束度については、突合せスリット溶接継手を対象にその力学的特性が明らかにされており、拘束に対する評価指標としての適用範囲が明示されている<sup>1)</sup>。ただしこれは、何ら外力が作用しない自拘束状態を対象にしたものであり、溶接により生じる拘束力以外に、継手に外力が作用する場合、外力が継手の拘束状態に及ぼす影響を及ぼすかは不明である。

本稿では、スリット溶接継手の拘束度に及ぼす外力の影響を明らかにするために実施した一連の有限要素解析結果について報告する。

## 2. 有限要素解析によるシミュレーション

解析モデルを図-1に示す。

解析モデルは、継手の拘束状態を評価する一般的な試験であるy形溶接割れ試験片（JIS Z 3158）<sup>2)</sup>の寸法を想定している。

板端部に、溶接線直角方向の一定の引張荷重を強制変位により作用させた状態で、開先を閉じる方向の強制変位をスリット部に負荷する。なお、外力の大きさは、母材がSM400A（降伏応力：235MPa）であると想定した場合の降伏荷重 $P_Y$ を基準として、 $P_Y$ の $\alpha$ 倍（ $\alpha=0, 0.2, 0.4, 0.6$ ）としている。 $\alpha=0$ の場合は、何ら外力が作用しない通常のスリット溶接に相当する。

上述の状態で、開先を単位量閉じるときにスリット部に生じる応力から、拘束度 $R(x)$ （式(1)）を求めた。

$$R(x) = \frac{\sigma(x)h_w}{\delta(x)} \quad (1)$$

ここに、 $\sigma(x)$ ：スリット部に生じる応力（MPa）、 $h_w$ ：のど厚（mm）、 $\delta(x)$ ：スリット部の変位（mm）。

## 3. 解析結果

### 3.1 解析プログラムの妥当性検証

解析結果を図-2に示す。

まず、外力無負荷状態の解析結果（ $\alpha=0$ ：シンボル○）と、既往の研究<sup>3)</sup>で式(2)により定式化されている拘束度の分布（実線）とを比較した。

本解析結果と既往の研究成果は良好に一致しており、本研究で用いる解析プログラムの妥当性が確認できた。

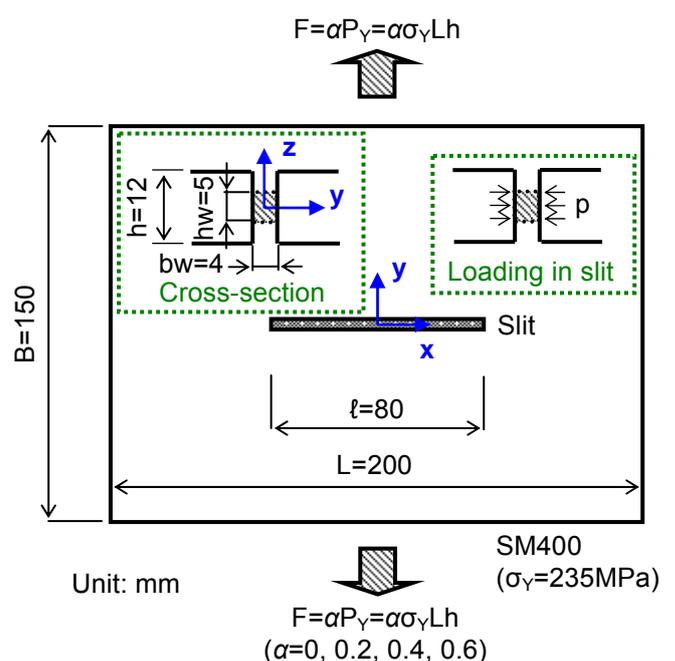


図-1 解析モデル

$$R(x) = [1 - \{1 - (2x/L)^2\}^\beta] \frac{E h}{\pi l} \frac{1}{1 - (2x/L)^2} \quad (2)$$

$$\beta = 1.2/(L/l)^n + 1.5/(B/l)^{1.82}$$

$$n = 5.8/(B/l)^2 + 2.2$$

ここに、 $E$ ：ヤング率 (MPa)， $h$ ：板厚 (mm)，  
 $l$ ：スリット長 (mm)， $L$ ：板長 (mm)， $B$ ：板幅 (mm)。

### 3.2 スリット継手の拘束度に及ぼす外力の影響

外力作用下のスリット継手における拘束度の分布を図-2 にシンボルで示す。

外力によりスリットの閉口を妨げる応力が生じるため、拘束度は外力無負荷の場合に比べ、大きくなる。しかし、負荷する外力が大きくなって、拘束度はさほど変化しない。

理由を考察するため、外力により生じる溶接線直角方向の応力分布 (スリット中央部： $x=0$ ，板厚中央： $z=0$  (mm)) を図-3 に示す。

外力作用辺 ( $y=75$ (mm)) の近傍では、外力の大きさに比例した応力が生じるが、スリット部近傍 ( $y \leq 20$ (mm)) では、応力の差は小さい。拘束度に影響を及ぼすのは、スリット近傍の限られた領域の応力状態であると考えられる。このため、板端部に作用する外力の大きさと拘束度は比例しないといえる。

しかしながら、作用外力が降伏荷重の2割程度であっても、外力無負荷状態に比べれば、拘束度は5倍程度大きく、継手は厳しい拘束状態に置かれる可能性を結果は示唆している。

## 4. まとめ

- スリット溶接継手の拘束度に及ぼす外力の影響を明らかにするために実施した一連の解析結果によれば；
- (1) スリットを開口する方向の一定外力 (母材の降伏荷重の20~60%) 作用下では、外力無負荷状態に比べ、拘束度は5倍程度大きくなることがわかった。
  - (2) 拘束度に影響を及ぼすのはスリット近傍の限られた領域の応力状態であるため、板端部に作用する外力の大きさと拘束度は比例しないことを確認した。
  - (3) スリットを開口する方向の外力が作用する状態で溶接を行う際、外力の大きさによらず、継手は厳しい拘束状態に置かれる可能性を結果は示唆していた。

## 参考文献

- 1) 溶接学会編：溶接・接合便覧 (2003)。
- 2) 日本規格協会：y形溶接割れ試験法 JIS Z 3158 (1993)。
- 3) 上田幸雄, 福田敬二, 金 裕哲: スリット溶接継手の拘束度, 溶接学会誌第48巻第10号, pp.851-858 (1979)。

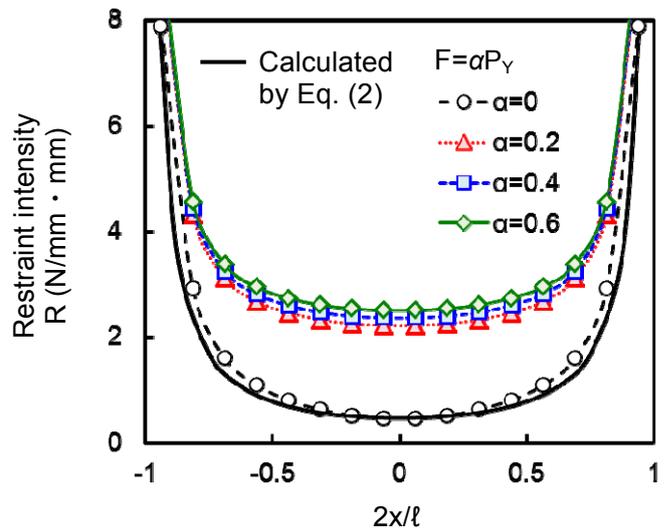


図-2 外力作用下における拘束度の分布

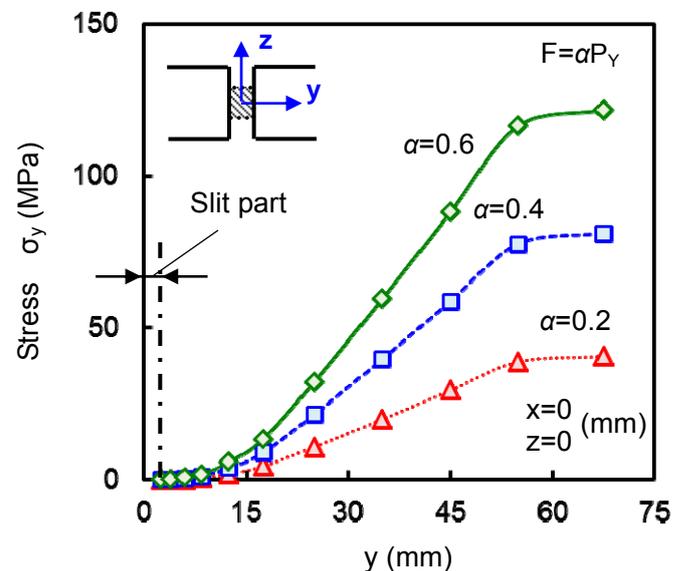


図-3 外力により生じる応力の分布