

大阪大学 正員
大阪大学 学生員
三菱重工(株)

金 裕哲、堀川浩甫
○張 景皓
梶本勝也

1. はじめに

すみ肉溶接で生じる変形、中でも、面外変形（縦曲り変形、角変形）の制御・防止システムの構築が望まれている。これに関連した一連の研究を行っており^{1, 2)}、ここでは、すみ肉溶接で生じる面外変形、残留応力の特徴とそれらの基本特性について述べる。

2. 解析モデルと溶接条件

解析モデル、座標系および寸法をFig.1 に示す。材料は軟鋼である。溶接条件であるが、全入熱量 Q は、瞬間熱源（溶接速度が無限に速いと仮定）、移動熱源共に、1600 (kJ)とし、移動熱源では、溶接速度 $v=6$ (mm/s) である。溶接は左右同時に行う場合を対象としている。熱弾塑性解析では、軟鋼の物理定数、機械的諸性質の温度依存性を考慮している。

3. 解析結果

3.1 温度分布

有限要素法による非定常熱伝導解析を行い、温度履歴を求めた。結果の一例をFig.2 に示す。熱源が移動しても、等温度線は溶接線とほぼ平行になることがわかる。

3.2 溶接変形

瞬間熱源に対する解析結果から¹⁾、系の中立軸と熱源との相対位置によって、縦曲り変形（ z 方向の変形）が凸になるか、凹になるかが決まること。また、始端部と中央部で横曲り変形（角変形）がほぼ同じとなることは述べた。これらの結果を基準として、熱源の移動効果が結果に及ぼす影響について検討する。

(a) 縦曲り変形

熱弾塑性解析で得られたウェブ上部（ $z=93$ (mm)）における z 方向変位 w をFig.3 に示す。 w は凸方向に生じている。これは、中立軸が熱源の上にあるためであり、変位傾向は瞬間熱源の場合と同じである。ただし、収縮量は瞬間熱源のほうが大きい。

移動熱源の場合、 z 方向の収縮量は溶接終端部に比べて始端部が大きい。

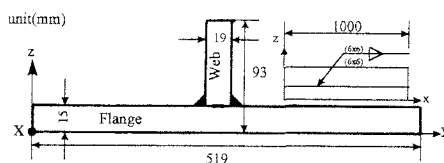
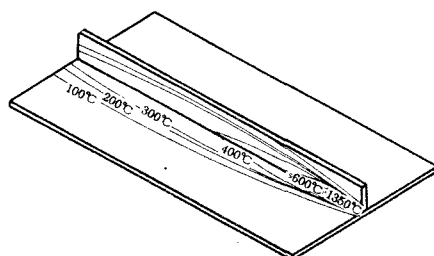
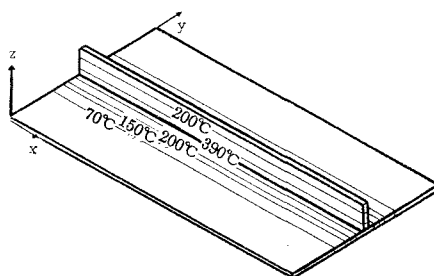


Fig.1 Model of fillet welding.



(a) Moving heat source.



(b) Instantaneous heat source.

Fig.2 Temperature distribution.

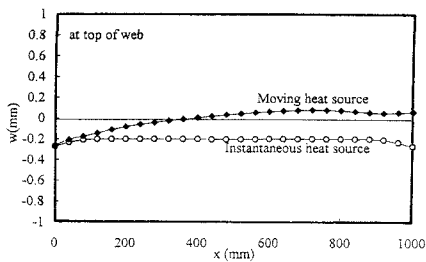


Fig.3 Displacement of z-direction.

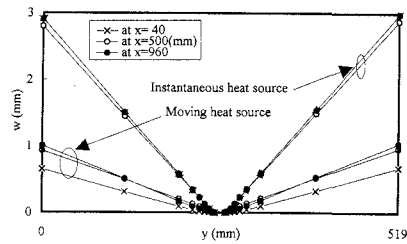
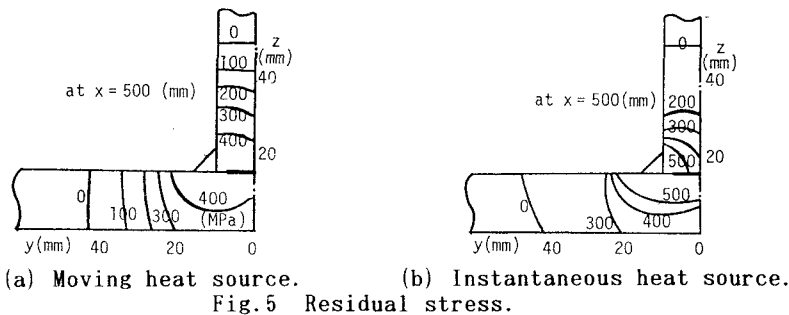


Fig.4 Angular distortion.



(a) Moving heat source. (b) Instantaneous heat source.
Fig.5 Residual stress.

(b) 横曲り変形 (角変形)

角変形をFig.4に示す。角変形の变形形状は同じであるが、大きさは瞬間熱源が移動熱源に比べて大きい。移動熱源では、溶接始端部の角変形が終端部に比べて小さい。

3.3 残留応力

残留応力をFig.5に示す。分布傾向は同じであるが、大きさは、移動熱源のほうが小さい。なお、瞬間熱源では極端に寸法が小さくならない限り、大きさに差はなかった。

4. 考察

溶接速度に関係なく、すみ肉溶接で生じる縦曲り変形、角変形は熱源の位置と中立軸との相対的な位置関係で変形形状が決まることがわかった。一方、大きさは溶接速度が速くなるほど大きくなる。溶接速度が速くなると、溶接金属はいつせいに収縮する (Fig.2(b) 参照) が、速度が遅いと、熱源の移動に伴い膨張する領域と冷却する領域とが混在することになり、収缩量そのものが小さく、結果として、変形は小さくなる。

移動熱源の場合、溶接始端部に比べて終端部の w は小さくなっている (Fig.3)。溶接の進行に伴い、溶接金属は順次収縮するが、これを既溶接部が拘束するからである。

5. まとめ

すみ肉溶接で生じる変形 (縦曲り変形、角変形) 形状は、溶接速度には関係なく、熱源の位置と横断面に対する中立軸との相対的な位置関係で決まる。大きさは、溶接速度の影響を受け、速度が遅くなると、全体的に小さくなる。一方、溶接速度が変化しても、残留応力の分布傾向は同じであるが、大きさは、速度が遅くなると小さくなる。

参考文献

- 1) 金ら：溶接学会全国大会講演概要集、第59集 (1996)、p.120
- 2) 金ら：日本鋼構造協会、鋼構造年次論文報告集、第4巻 (1996)、pp.295-300.