

## 面外ガセットすみ肉溶接ルート部の応力性状

法政大学大学院 学生員 中村 浩士  
法政大学 正会員 森 猛

## 1. はじめに

面外ガセットすみ肉溶接継手においては、すみ肉溶接止端部に高い応力集中が生じるため、そこが疲労破壊の起点となる。この溶接止端部にグラインダ処理を施すと、疲労強度は向上するものの、ルート部が破壊起点になるという実験結果も報告されている。面外ガセットすみ肉溶接継手は未溶着部（主板とガセット板の間隙）が荷重方向に対して平行であるため、ルート部が疲労破壊の起点になるとは考えられていなかった。ルート部から生じる疲労き裂は、外部から検出することは難しいため、維持管理上避けるべきと考えられる。本研究では、面外ガセットすみ肉溶接継手を対象とした有限要素解析を行い、ルート部の応力集中を明らかにするとともに、ルート部の応力集中に対する諸因子の影響について検討する。

## 2. 疲労試験の概要

試験体は図1に示す面外ガセットすみ肉溶接継手である。疲労試験にはAW試験体（溶接部を未処理のまま）、DI試験体（溶接余盛部をディスクグラインダで仕上げ、止端部を未処理のまま）、BG試験体（溶接止端部をバークラインダ処理）、DG試験体（溶接止端部をディスクグラインダ処理）の4種類を用いた。

疲労試験より得られた各試験体の破断位置と200万回疲労強度を表1に示す。止端部を未処理のままとしたAW試験体とDI試験体はすべて止端部から疲労破壊が生じている。一方、止端部にグラインダ処理を施したBG試験体とDG試験体ではルート部から疲労破壊しているものが多い。200万回疲労強度をAW試験体と比較すると、DI試験体は9%、BG試験体は48%、DG試験体は50%向上している。このように、止端部にグラインダ処理を施したBG試験体とDG試験体ではルート破壊を起こす危険性があるものの、未処理のAW試験体に比べ、疲労強度は大幅に向上する。

ルート部が破壊起点になる場合の疲労き裂の発生位置を詳細に調べる目的で、未破断のBG試験体とDG試験体、そして破断した試験体についても未破断側溶接部のルート部を暴露した。暴露は図2に示すように試験体を切断し、切り込みを入れた後、液体窒素を用いてハンマーで叩くという手順で行った。暴露面の例を写真1に示す。疲労き裂の発生位置は未溶着部先端の上部中央付近と判断できる。

## 3. 試験体の応力解析

疲労破壊の起点になる可能性の高い止端部とルート部の応力集中を明らかにする目的で、3次元有限要素応力解析を行った。用いた要素は8接点固体要素であり、鋼材のヤング率は $2.06 \times 10^5 \text{ N/mm}^2$ 、ポアソン比は0.3とした。最小要素寸法は0.2mmである。解析対象は2章で示した面外ガセットすみ肉溶接継手である。各試験体の溶接部は図3に示すようにモデル化した。ガセットと主板の間には図4に示すような未溶着部を設けた。

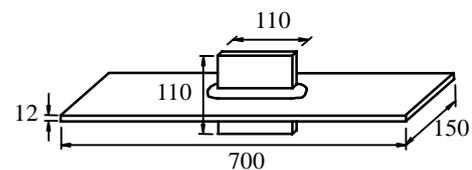


図1 試験体の形状と寸法

表1 疲労試験結果および解析結果

試験体	200万回 疲労強度 (N/mm <sup>2</sup> )	破断位置			応力集中係数	
		止端部	ルート部	未破断	止端部	ルート部
AW	109	6	-	-	2.64	2.39
DI	119	5	-	1	2.54	2.51
BG	161	1	3	2	2.04	2.44
DG	163	1	3	2	1.74	2.64

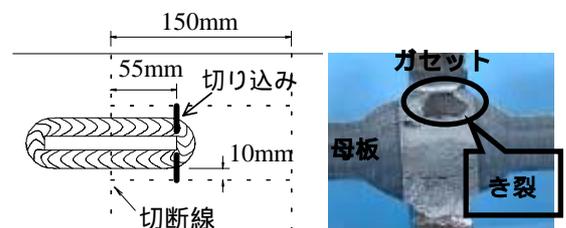


図2 暴露のための切断位置 写真1 暴露破面

キーワード：面外ガセットすみ肉溶接継手、疲労強度、グラインダ処理、溶接止端部、ルート部

連絡先：〒184-8584 東京都小金井市梶野町 3-7-2 法政大学工学部 電話番号 042-387-6287

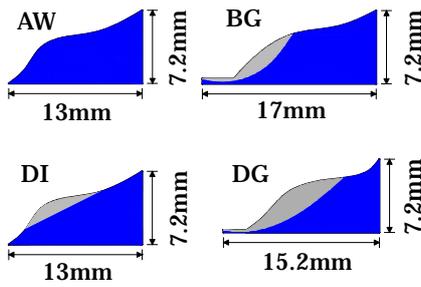


図3 解析モデルの溶接形状

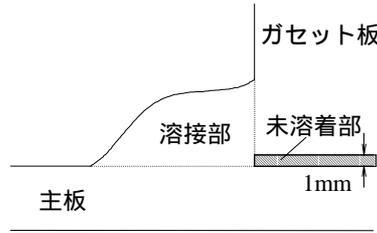


図4 未溶着部の形状と寸法

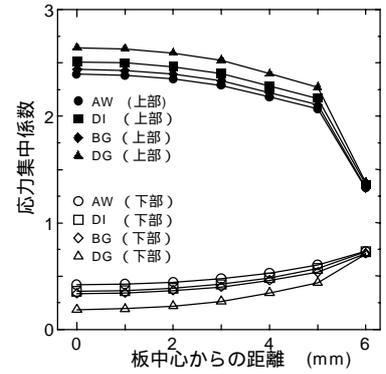


図5 未溶着部板幅方向の応力分布

図5に未溶着部先端の板幅方向の応力分布を示す。すべてのモデルにおいて未溶着部先端の上部中央に最も高い応力集中が生じている。これは、ルート部の疲労き裂発生位置が未溶着部先端の上部中央であったことと対応する。各モデルの止端部とルート部の応力集中係数を表1に示す。止端部の応力集中係数はAWモデルに比べ、DIモデルでは4%程度、BGモデルでは23%程度、DGモデルでは34%程度低くなっている。ルート部の応力集中係数はAWモデルに比べ、DIモデルでは5%程度、BGモデルでは2%程度、DGモデルでは11%程度高くなっている。以上より、止端部にグラインダ処理を施すと止端部の応力集中は低減するが、ルート部の応力集中は逆に増大し、ルート部が疲労破壊の起点になりやすくなると言える。

4. ルート部の応力集中に及ぼす諸因子の影響

ルート部の応力集中に対する諸因子の影響を調べる目的で応力解析を行った。解析対象の形状と記号の意味を図6に示す。これらのモデルでは、溶接サイズ  $S$ 、脚長比  $H_g/H_m$ 、溶接止端の開き角、溶接溶け込み量  $P_w$ 、溶け込み角度、ギャップ（未溶着部）厚  $t_g$  をパラメータとしている。

応力解析を行った結果、ルート部の応力集中に対する影響は溶接サイズと溶接溶け込み量が顕著であった。溶接サイズと応力集中係数の関係を図7に、溶接溶け込み量と応力集中係数の関係を図8に示す。溶接サイズと溶接溶け込み量のいずれを増した場合にも応力集中係数は減少している。これは、溶接サイズを大きくした場合には、すみ肉溶接部の応力の流れが滑らかになり、溶接溶け込み量を深くした場合には未溶着部先端を介さずに主板からガセット板に伝達される応力の割合が高くなるためと考えられる。

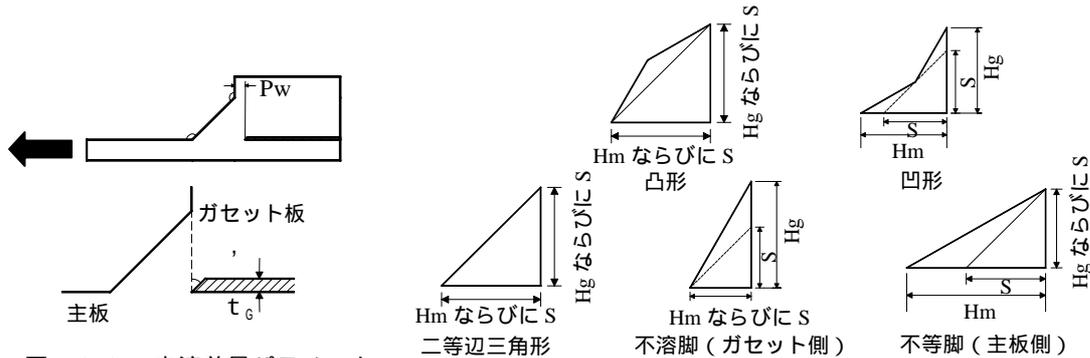


図6(a) 未溶着量パラメータ

図6(b) 溶接寸法パラメータ

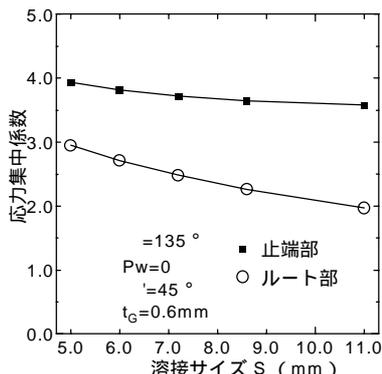


図7 溶接サイズの影響

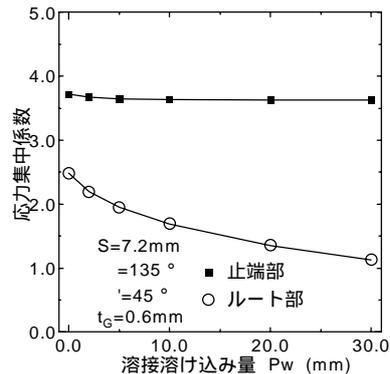


図8 溶接溶け込み量の影響