

Q-23

キッシングボンド、トウフラッシュとは何ですか？

A-23

何れも、摩擦攪拌接合（以下、FSW）部に生じる、代表的な不完全部の一種です。

FSW 部または FSW 継手は、攪拌部・熱影響部（FSW 中での加熱および加工によって変質した部分）・原質部（変質していない母材のままの部分）から構成されています。

まず、キッシングボンドについては次の通りです。

FSW では母材の熔融現象が認められないことから、その接合界面の酸化膜は、回転ツールのプローブによる攪拌作用を受けて、攪拌部内に分散されて残存するようです。この残存の痕跡は、接合部横断面の攪拌部の光学顕微鏡組織において、ノエッチングでは観察されませんが、エッチングすることによって酸化物が優先的に腐食されて、板厚方向に連続的、又は、やや連続的な線状に、蛇行を描いて見られます。突合せ接合において、特に、ルート側の接合界面に残存するのは、その形態によっては FSW 継手の機械的性質を劣化させる場合もあり、注意すべきことになり、俗に「kissing bonds（キッシングボンド）」と呼ばれています。しかしながら、FSW に関する用語は、統一がなされていないため、様々な呼び方を用いているのが現状です。現在、FSW の ISO 規格化が進展中であり、その中では、「kissing bonds（キッシングボンド）」は、以下のような定義と進められています。

- incomplete penetration: imperfection where the full thickness of the joint has not been welded.（継手の板厚全体を貫通して接合されていない部分である、不完全部）

接合部横断面の攪拌部において観察された本不完全部の典型例を Fig. 1 に示します。非破壊試験では、開口幅は数  $\mu\text{m}$  程度と非常に微小な場合

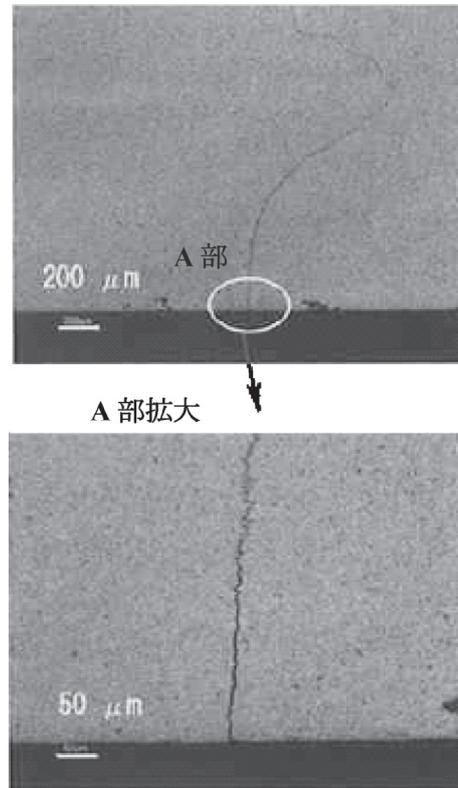


Fig. 1 接合部横断面の攪拌部における incomplete penetration

は、検出困難な事もあります<sup>1)</sup>。この不完全部は、FSW 継手の疲労強度を低下させる要因であり<sup>2)</sup>、信頼性の高い非破壊検査法の検討が必要であると考えられます。

一方、「toe flash（トウフラッシュ）」については次の通りです。

FSW では、ツールのショルダー面を母材表面に押し付けながら接合を行うために、攪拌部表面にはショルダー痕が残ります。またその止端部には、摩擦圧接や機械加工時のバリのようなフラッシュが発生します。これは、止端部（toe）に発生するフラッシュ（flash）なので、toe flash と呼ばれています。特に、母材へのツールの押し込み量が多い、ツールの回転数が高い、などの条件では顕著に発生します。上記の FSW の ISO 規格化の中では、「toe flash（トウフラッシュ）」は、以下のような定義と進められています。

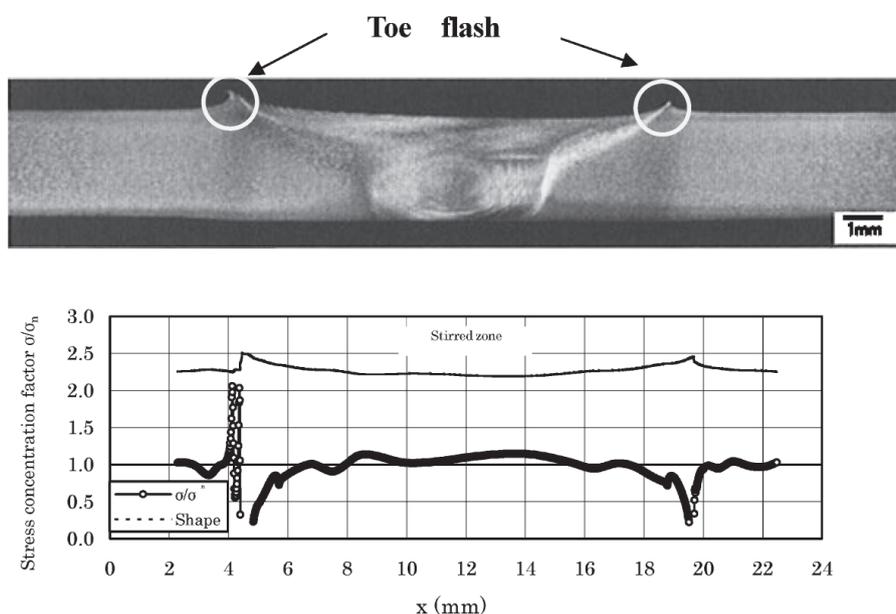
• toe flash (トウフラッシュ) : imperfection consisting of excessive metal protruding upward at the weld toe

(接合止端部において、上方向に突き出た余分な金属から構成される不完全部)

この典型例を、**Fig. 2**に示します。ここでは、一部のトウフラッシュにおける応力集中係数は、おおよそ2程度と算出され、アーク溶接継手で報告されている3以上と比べると低いです。しかし、その形状によっては、その部位での応力集中係数を高めてしまう場合もあり、FSW継手の疲労強度等の低下の観点から留意が必要です。

## 参 考 文 献

- 1) 大岩他：構造用アルミニウム合金の摩擦攪拌接合継手の諸特性に関する研究（第1報），軽金属溶接 Vol. 45 (2007) No. 4, 151-162
- 2) 大久保他：構造用アルミニウム合金の摩擦攪拌接合継手の諸特性に関する研究（第5報），軽金属溶接 Vol. 45 (2007) No. 4, 219-230



**Fig. 2** toe flash とそこでの応力集中係数算出結果