

(参考資料)

<本発明のイメージ図等>

成形と同時に一瞬で接合するマルチマテリアルプロセス

低温鍛接 : **Cold Forge Welding (CFW)**
スポット形態 : **Cold Spot Forge Welding (CSFW)**

H. Yamagishi: *Metall. Mater. Trans. A*, 54(2023)3519-36.

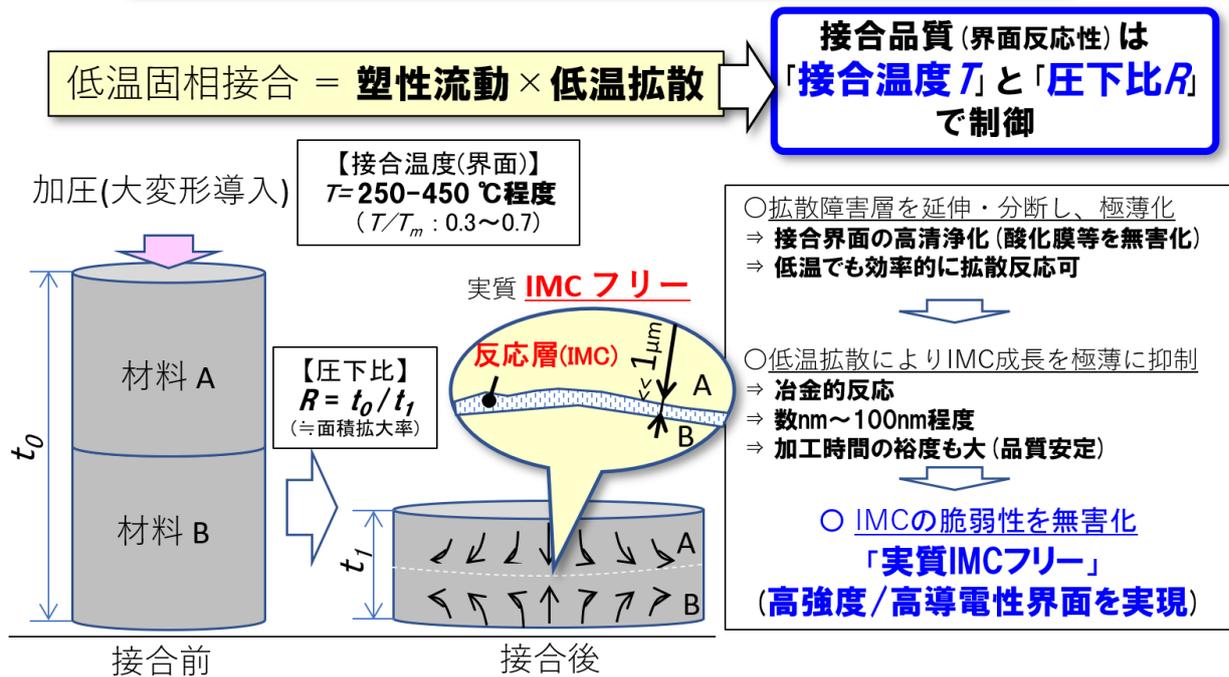


図1 低温鍛接(CFW)法の原理イメージ

※Fe/AlやCu/Alなど、化学反応層を形成する組み合わせにおいて、接合界面に低温で高圧下比を導入、反応層をナノメートルオーダーに抑え込み、その脆弱性を無害化する**冶金的な高強度異材接合技術**

※Alは融点が低いため、同種材(Al/Al)であっても**接合可**(高圧下比導入により低温でも相互拡散可)

※一瞬のハンマリングで成形と同時に接合完了(高生産性)

※**大面積の面接合**も可(低温のため反応層成長に対する時間裕度大: 静的加圧も可)

※接合品質は接合前後の肉厚比である圧下比で管理可(全点保証実現)

**塑性加工による「溶接レス」なものづくりの発展
アルミニウムを軸としたマルチマテリアル製品の創出**

- ・異材/同種材を高強度接合(脆化層フリー:IMC無害化)
- ・成形と同時に接合
- ・高機能製品のハイスループット生産

H. Yamagishi: *Metall. Mater. Trans. A*, 53(2022)264-76.

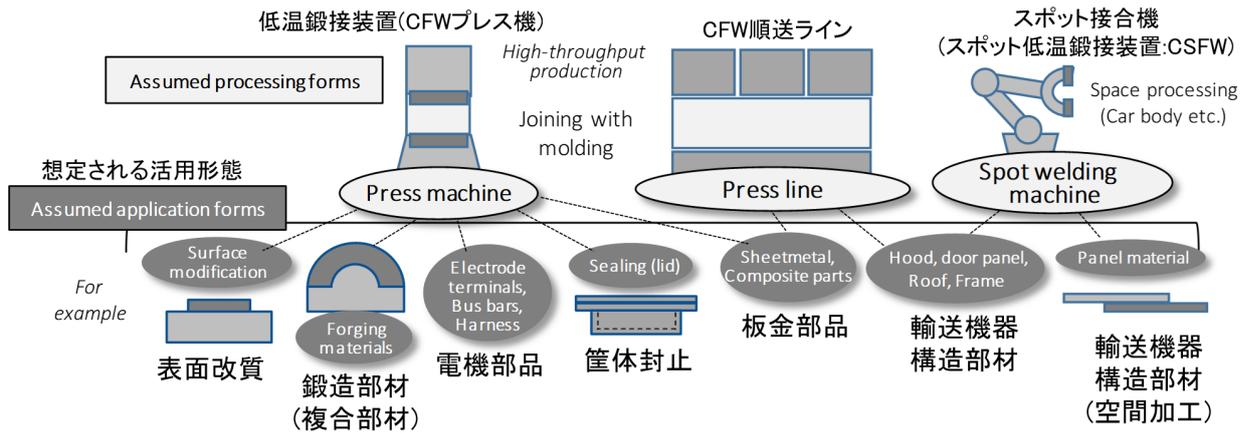


図2 低温鍛接法の適用形態イメージ

- ※プレス加工により、部材・製品の表面改質や封止、複合化
- ※スポット接合機により、モビリティ(ボディ)のマルチマテリアル化
- ※特に電装関連部品では、電極端子やバスバーなどCu/Alへの適用に効果大
⇒ 従来法に対する高い生産性及び優れた界面品質(接合強度・導電性)

実質IMCフリー界面 (脆弱性を無害化)

H. Yamagishi: *Mater. Trans.*, 62, 2021, 1576–82.

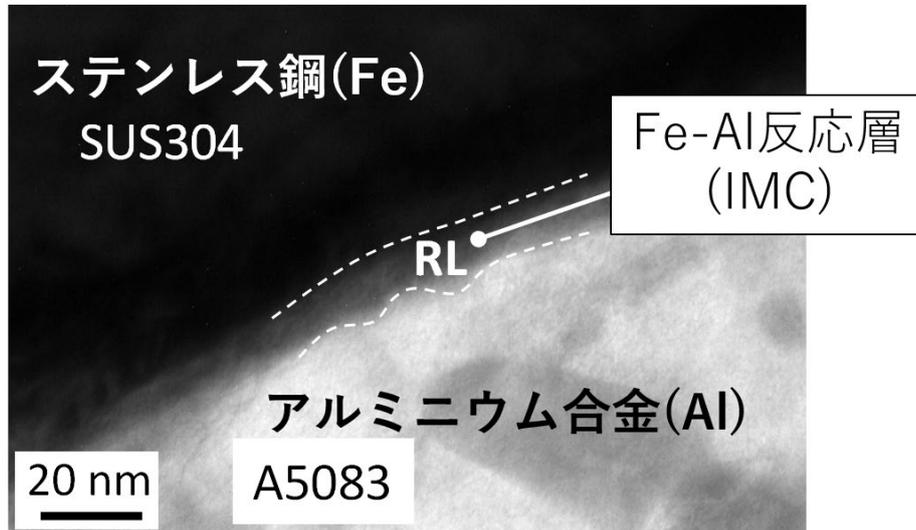


図3 実質IMCフリー界面の例(Fe/Al界面)

※ステンレス鋼とアルミニウム合金のスポット低温鍛接(CSFW)界面
(スポット径:8 mm, 加圧時間:0.075秒)

※IMCの脆弱性を無害化した実質IMCフリー界面(IMC厚み約10 nm)
⇒ 引張せん断試験では母材破断(アルミニウム合金側で破断)

圧下比を大きくするほどより低温で接合可能 (接合界面の拡散障害性低下: 界面クリーニング)

H. Yamagishi: *Metall. Mater. Trans. A*, 54(2023)3519–36.

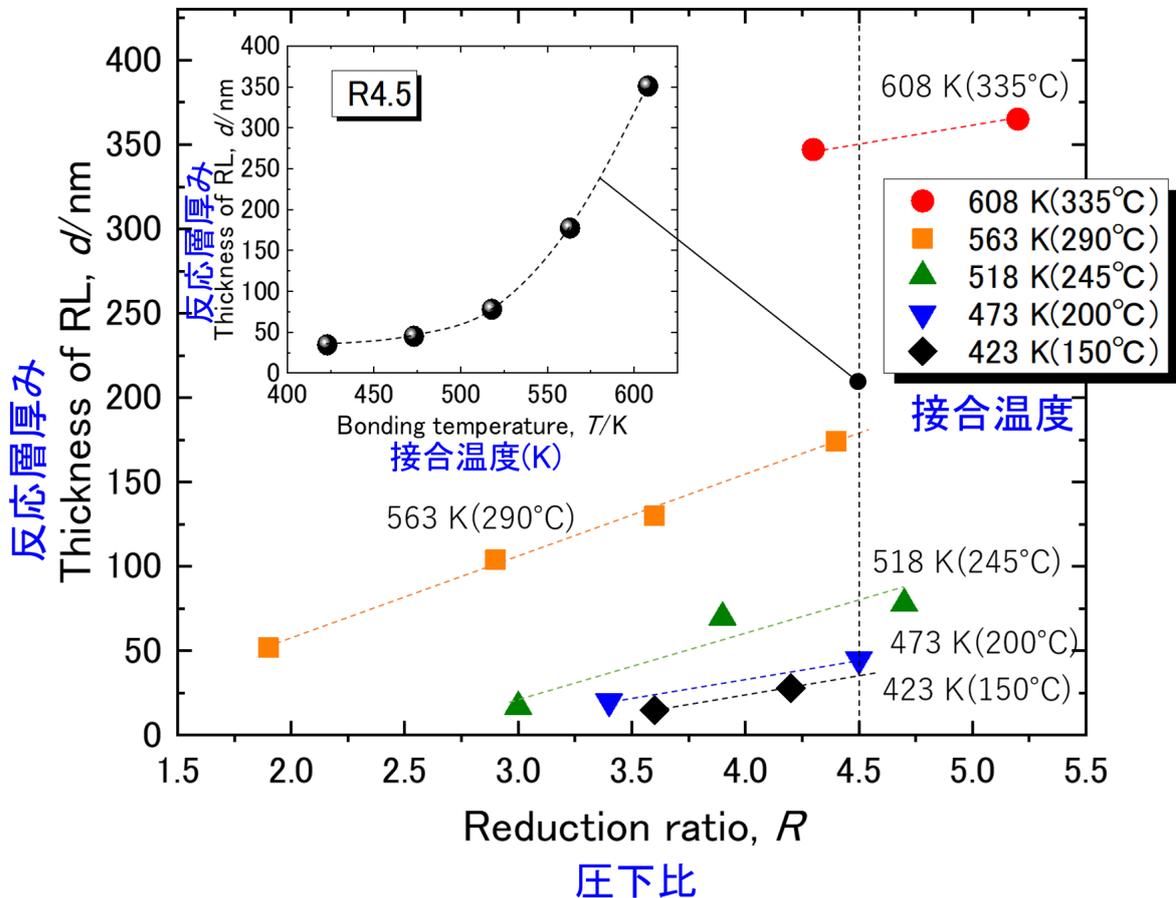


図4 基本加工パラメータによる反応層制御性の例 (Cu/Al界面)

※無酸素銅とアルミニウム合金のスポット低温鍛接における反応層成長挙動(制御性)

⇒ 圧下比 R に対しては線形、接合温度 T に対しては非線形(熱活性化型)傾向
(圧下比導入により界面の拡散障害性が低下)

※「接合品質(接合強度)≒反応層厚み」とした場合、本図の関係から、

⇒ 「圧下比を大きくするほど(界面に大変形を導入するほど)より低温で接合可能」
これは例えば、単位時間当たりの反応層成長を蛇口からの放水と見立てると
接合温度=水圧、圧下比=蛇口の開き具合 の関係に相当
(接合温度は反応の勢い、圧下比は反応の効率に対応するイメージ)