

図8
接合終端部の形状

通常のFSW

複動式FSW

☆ ☆

これまでのFSWの複数の欠点を解決する手法として、プローブとショルダを独立して制御する複動式FSWについて紹介した。この方法の利点をまとめると、次の3つとなる。

- (1) 接合終了時にプローブを早めに引き抜くことにより、終端の穴をなくすことができる。また、スポットFSWに関しても、穴を残さず接合できる。
- (2) 厚さの異なる材料に対して、プローブの長さを調整しながら接合することが可能である。
- (3) プローブを介して裏側にいわゆるショルダ部を接合することで、裏側のショルダの位置を制御できるポピンツールで接合できる。この場合、厚板の接合が可能になるほか、キッシングボンドなどの不完全接合部がなくなる。また、ツール荷重をツールの内部応力で打ち消すことができる。

現状では、ツールの耐久性が実用上の問題となっている。しかしながら、本手法は、今後の種々のFSW装置開発の中で、1つの重要な方向性を示していると思われる。

謝 辞

本研究の一部は全国共同利用附置研究所連携事業（金属ガラス・無機材料接合技術開発拠点）、日本学術振興会の科学研究費および東レ科学技術振興助成の成果である。

参考文献

- 1) W. M. Thomas, E. D. Nicholas, J. C. Needhan, M. G. Murch, P. Temple-Smith, and C. J. Dawes: International Patent Application PCT/GB 92/02203 and GB

Patent Application 9125978. 8, UK Patent Office, London, December 6, 1991.

- 2) C. J. Dawes, *Weld. Metal Fab.*, 63(1995), 13.
- 3) C. J. Dawes and W. M. Thomas, *Weld. J.*, 53(1996), 41.
- 4) H. Okamura, K. Aota, and M. Ezumi: *J. Jpn. Inst. Light Met.*, 50(2000), 166.
- 5) G. Campbell and T. Stotler: *Welding J.*, 78(1999), 4.
- 6) M. R. Johnsen: *Weld. J.*, 78 (1999), 35.
- 7) K. E. Knipstron and B. Pekkari: *Weld. J.*, 76(1997), 55.
- 8) C. J. Dawes and W. M. Thomas: *Weld. J.*, 75(1996), 41.
- 9) 摩擦攪拌接合—FSWのすべて—、溶接学会編 (2006).
- 10) 中田一博、居軒征吾、長野喜隆、橋本武典、成願茂利、牛尾誠夫: *軽金属*, 51-10 (2001), 528.
- 11) S. H. C. Park, Y. S. Sato and H. Kokawa: *Scripta Mater.*, 49-2(2003), 161.
- 12) 外木達也、C. P. Tong、小野純夫、岡野雅樹: *銅と銅合金*, 41-1 (2002), 310.
- 13) H. S. Park, T. Kimura, T. Murakami, Y. Nagano, K. Nakata and M. Ushio: *Mater. Sci. Eng. A*, 371(2004), 160.
- 14) W. M. Thomas, P. L. Threadgill, E. D. Nicholas, *Sci Technol Weld Joi* 4 (1999) 365.
- 15) T. J. Lienert, W. L. Stellwag, B. B. Grimmer, R. W. Warke, *Weld. J.* 48 (2003) 1289.
- 16) W. M. Thomas: *Proc. 1st Int. Symp. FSW, Thousand Oaks, USA, 14-16 June, 1999, CD-ROM*.
- 17) Reynolds AP, Tang W, Posada M, DeLoach J. *Sci Technol Weld Join.*, 8 (2003) 455.
- 18) S. H. C. Park, Y. S. Sato, H. Kokawa, K. Okamoto, S. Hirano and M. Inagaki: *Scripta Mater.*, 49(2003), 1175.
- 19) H. Fujii, Y. Takada, N. Tsuji and K. Nogi, *Mater. Trans.* 47(2006)239.
- 20) 石川武、藤井英俊、玄地一夫、崔靈、松岡茂樹、野城清、溶接学会論文集、24 (2006) 174.
- 21) 藤井英俊: *KANRIN* (日本船舶海洋工学会誌) 5 (2006) 42.
- 22) R. J. Ding & P. A. Oelgoetz: *Proc. 1st Int. Symp. FSW*, (1999) CD-ROM.
- 23) M. Skinner, R. L. Edwards, Glynn Adams & Zhixian Li: *4th Int. Symp. FSW*, (2003) CD-ROM.
- 24) 藤井英俊: *軽金属溶接*, 43 (2005) 325.
- 25) 藤井英俊、加藤英明、津村卓也、中田一博、溶接学会全国大会講演概要集、78 (2006) 56.