

自動車用ホットスタンプ材のスポット溶接性*

長坂明彦^{*1}・長谷部賢吾^{*2}・山下慧^{*3}・宮澤貞雄^{*4}・内藤純也^{*5}・佐藤伸志^{*5}

Spot Weldability of Automotive Hot Stamping Steel Sheet

NAGASAKA Akihiko, HASEBE Kengo, YAMASHITA Satoru,
MIYAZAWA Sadao, NAITO Junya and SATO Shinji

The effect of spot welding condition on spot weldability in ultra high strength 0.23C-0.19Si-1.29Mn-0.024Ti-0.21Cr-0.003B (mass%) hot-stamping (22MnB5) steel sheet was investigated for automotive applications. The spot weldability was evaluated using tensile shear test and cross tension test. The larger spot welding current, the larger nugget diameter and the higher tensile shear force (TSS) and the higher cross tension force (CTS).

キーワード：ホットスタンプ材，溶接性，スポット溶接，ショットブラスト処理

1. 緒言

近年，自動車産業では燃費向上の為に車体軽量化と衝突安全性が新車開発の目標となっており，その対応のため高張力鋼板が使われるようになってきた．現在では数々の高張力鋼板が開発されている．しかしながら，高張力鋼板で 1470MPa 以上の強度を実現するためにはホットスタンプ部品が使われているが，酸化皮膜の影響による表面性状の悪化などがあげられ，これを克服するための開発が十分ではない¹⁾⁻⁴⁾．

そこで本研究では，ホットスタンプ材の性能を評価することを目的とし，ホットスタンプ材のスポット溶接性に及ぼす影響をせん断試験および十字はく離試験により実験的に検討した．

2. 実験方法

供試鋼には 0.23C-0.19Si-1.29Mn-0.024Ti-0.21Cr-0.003B, mass% の MnB 鋼板 (板厚 $t=1.4\text{mm}$) を用いた．非めっき材の試験片 (150×50mm) を M-CR めっき材のそれを M-GA, また 900℃×4min 加熱後ホット

スタンプし，その後ショットブラスト処理 (20min) したものを M-CRH, M-GAH と呼ぶこととする．表 1 にスポット溶接条件を示す．また，図 1 および図 2 にそれぞれせん断試験片，十字はく離試験片を示す．図 3 および図 4 にそれぞれせん断試験片とチャック，十字はく離試験片治具を示す．スポット溶接機を用いて，各種試験片を作製後，引張試験機 (容量 100kN) によりせん断試験および十字剥離試験をクロスヘッド速度 1mm/min で行った．なお，必要に応じ，マイクロビッカース硬さ試験 (荷重 98.1mN, 保持時間 5s) 等を行った．

表 1 スポット溶接条件

Electrode sharp	Material: Cu-Cr DR16×40R
Electrode force (kgm)	4.6kN(0.4MPa)
Current range	6.3~9.5kA

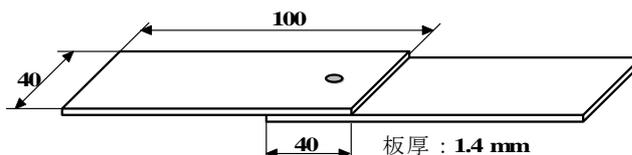


図 1 せん断試験片

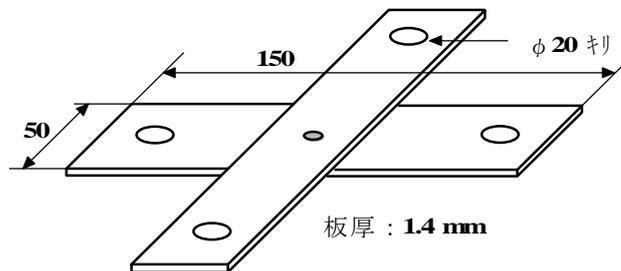


図 2 十字はく離試験片

* 2013 年 12 月 14 日 日本金属学会北陸信越支部日本鉄鋼協会北陸信越支部平成 25 年度連合講演会にて一部発表．

*1 機械工学科教授

*2 長野工業高等専門学校専攻科学生
(平成 24 年度機械工学科卒業)

*3 ミネベア株式会社
(平成 25 年度機械工学科卒業)

*4 豊橋技術科学大学
(平成 25 年度機械工学科卒業)

*5 株式会社 神戸製鋼所

原稿受付 2014 年 5 月 20 日

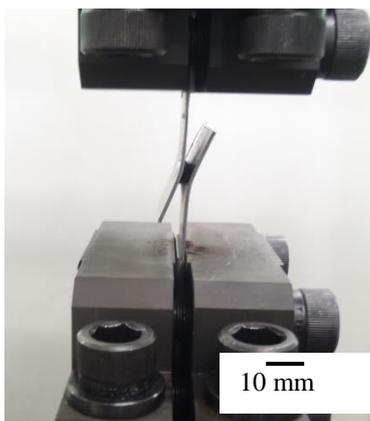


図3 セン断試験片とチャック

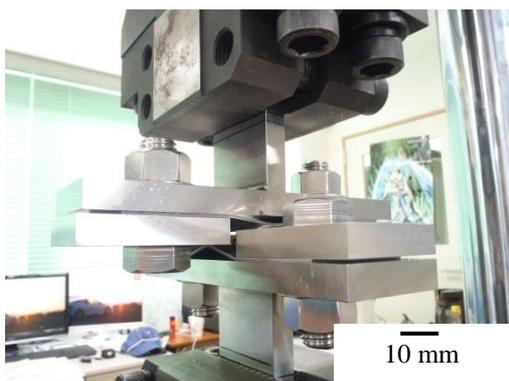


図4 十字はく離試験片治具

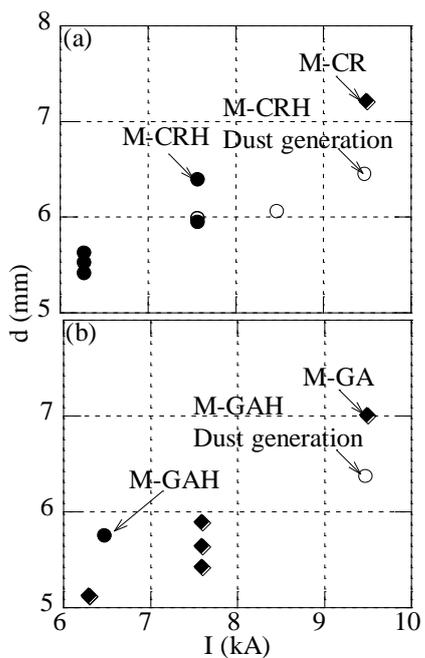


図5 ナゲット径 d と溶接電流値 I の関係

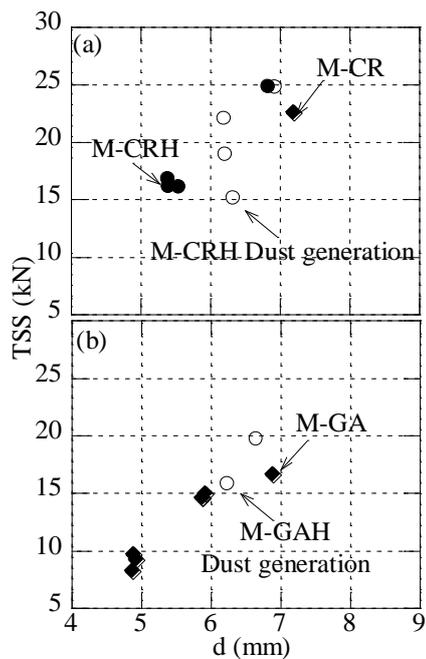


図6 セン断力 TSS とナゲット径 d の関係

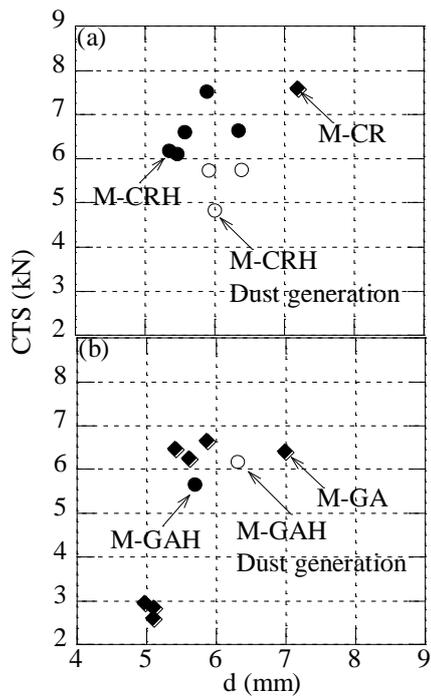


図7 十字引張力 CTS とナゲット径 d の関係

3. 実験結果および考察

図5にナゲット径 d と溶接電流値 I の関係を示す。図5より、ナゲット径 d と溶接電流値 I には相関が見られる。M-CRHは7.6kAでチリが発生する(図5(a))。一方、M-GAHは9.5kAでチリが発生する(図5(b))。これは、酸化被膜の影響がチリ発生電流値低下(1.9kA)の一因と考えられる。

図6にせん断力 TSS とナゲット径 d の関係を示す。また、図7に十字引張力 CTS とナゲット径 d の関係を示す。ナゲット径 d が大きくなるとせん断力 TSS および十字引張力 CTS も高くなる。

図8にM-CRHの溶融部付近の断面写真を示す。また、図9にビッカース硬さ HV 分布を示す。板厚の $t/4$ を $x=0.1\sim 1.0\text{mm}$ 間隔で測定した。スポットの溶融部と母材部の硬さは、HAZ 軟化部と比べ2倍程度と高く、HAZではく離れた(図9)。

4. 結言

自動車用ホットスタンプ材のスポット溶接性を調査した。主な結果は以下のとおりである。

- (1) 酸化被膜はチリが発生する一因と考えられた。
- (2) 溶接電流値 I が大きくなると、ナゲット径 d が大きくなり、せん断力 TSS および十字引張力 CTS も高くなった。



図8 溶融部断面

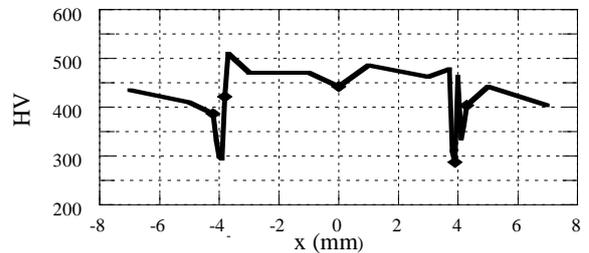


図9 HV硬さ分布

参考文献

- 1) 向井陽一：KOBEL STEEL ENGINEERING REPORTS, Vol. 55, No. 2, (2005), 30.
- 2) 瀬沼武秀：次世代ホットスタンピング技術の研究開発。
- 3) H.Karbasian & A.E. Tekkaya: J. Mater. Proc. Technol. **210** (2010), 2103-2118.
- 4) S. Sikora & F.J. Lenze: Proc. IDDRG2006, (2006), 295-301.