

329 ナゲット形成に対するシリーズ通電の影響と表ナリ発生現象の検討 —シリーズスポット溶接のナゲット形成現象に関する研究(第1報)—

大阪大学 工学部

西口 公之

同上

○松山 欽一

日立造船(株)

田島 俊之助

シリーズスポット溶接法は1通電で2ヶ所同時打点できるという利点をもつ反面、分流電流の存在に起因して表ナリが発生し易くなるとともに、ナゲット形成部の電流密度が低下し、船形をした小さなナゲットしか形成されないという欠点をもつ。これらの難点は単に分流現象が判っても何ら解決できるものではなく、逆に分流値が増してもよいからナゲット形成部での発熱密度(電流密度)を上げる方策を解明しないと解消されない。この様な観点から乾らは表ナリ発生限界電流について検討し、半径の大きなR電極を採用し、断続通電すればよいことを明らかにしている。しかしこの方法では溶接時間がかなり長くなる欠点をもつ。また表ナリの発生機構にまでは立入っていないため、具体的な溶接装置や設定条件の指針を与えらるまでには至っていない。そこで著者らは、シリーズスポット溶接のナゲット形成部での発熱密度確保策を解明するオ1歩として、ナゲット形成に対するシリーズ通電の影響および表ナリ発生機構について検討を進めることにした。

1. 実験装置と方法 溶接機には直上加圧型のものを、電源には使用電圧域でほぼ定電流特性となるものを、また電極には板・電極間の当り面積をほぼ一定にできるといわれているCF形を200点以上予打点して採用した。なお、試片には0.8mmtのSPCC板を用い、分流はログスキ・コイルにて測定した。

2. ナゲット形成に対するシリーズ通電の影響

図1はシリーズ溶接でのナゲット形成域をダイレクト溶接の場合と対比して示したものである。同じ電極を用いた場合シリーズの方が分流の影響で大電流側へ領域が移動する。また中ナリに代って表ナリが大電流側を規制し、ナゲット形成域も狭くなる。写真1は、この図1中の各ナリ限界条件近く(ただし $P=190\text{kg}$)でシリーズ通電の場合とダイレクト通電の場合の飽和ナゲット形状を対比したものである。ナリ限界条件にかかわらず、シリーズ通電のナゲット径は小さく、しかもナゲット厚さも極端に薄い。船形ナゲットから推測されるように、下板側溶込み深さがとくに少ない。

図2はこのシリーズ通電の表ナリ発生限界条件での上板分流 I_u 、下板分流

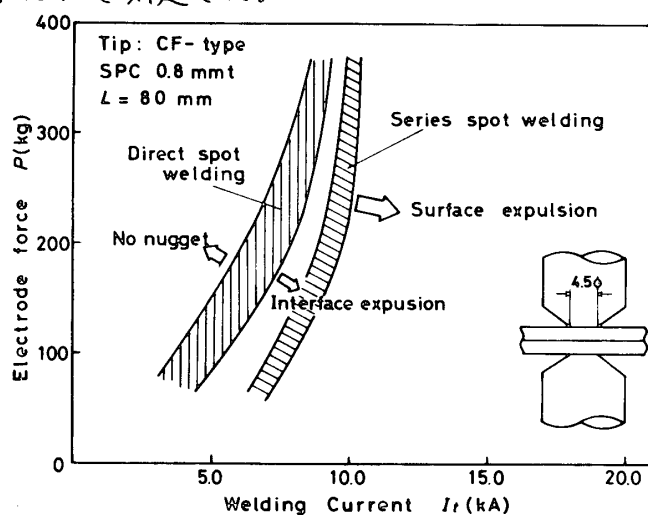
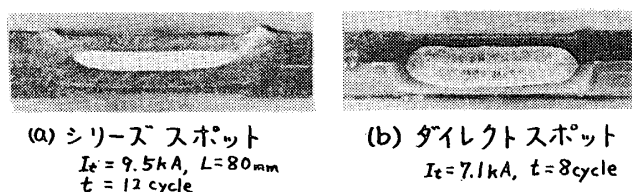


図1. ナゲット形成条件域の対比



(a) シリーズ スポット
 $I_t = 9.5\text{ kA}$, $L = 80\text{ mm}$
 $t = 12\text{ cycle}$

(b) ダイレクト スポット
 $I_t = 7.1\text{ kA}$, $t = 8\text{ cycle}$

写真1. 飽和時のナゲット形状の対比 ($h=0.8\text{ mm}$)

I_e の測定結果をもとに、接合面を通過する電流 I_n と裏当電極へ流入する電流 I_b とを求めて示したものである。 I_b 値はもちろん I_n 値でもダイレクト通電の中チリ限界電流(国中一点鎖線)に比べてその値はかなり低い。シリーズ通電の場合の方が板中の通電パスが広がっていることを考慮するとナゲット形成部の電流密度はさらに低い比率になっていると想定される。この結果は表チリを抑制しながら板中電流密度を上げないかぎりナゲット寸法の拡大にはつながらないことを意味している。

3. 表チリ発生機構 図3はシリーズ溶接で表チリを発生したナゲットの上板表面ならびに断面の典型例を模式的に示したものである。表チリ発生時には図にみるようにナゲット部から上板表面まで溶融部が貫通し、ナゲット金属がここを通じでチリとなる。このとき電極変位はもちろんダイレクトの中チリの場合と同様低下している。したがってこの上板の貫通部での加熱現象を解明すれば表チリの発生限界条件が判ることになる。この部分の加熱モデルの0次近似は図4中模式図にみるように上板分流 I_u によるものを考えればよい。このとき電極近傍の温度上昇程度は主に電極周辺部での電流密度 $I_u/2\pi dh$ (d :電極当り径, h :板厚)に左右される。これは表チリ発生限界時の上板分流が上部電極の当り径に比例して増大できることを意味している。図4は、上板分流としてチリ発生までの平均電流を用いてこの関係を確かめたものである。図から表チリを抑制するには上部電極先端を太径化すればよいと結論される。

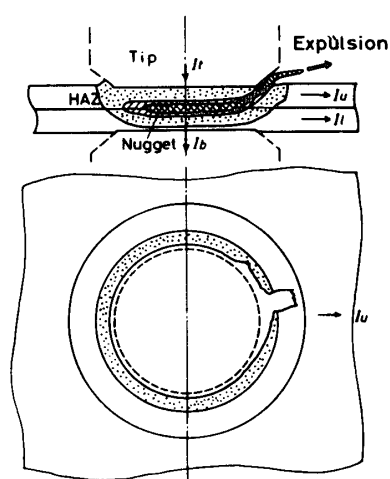


図3. 表チリ発生状況の説明図

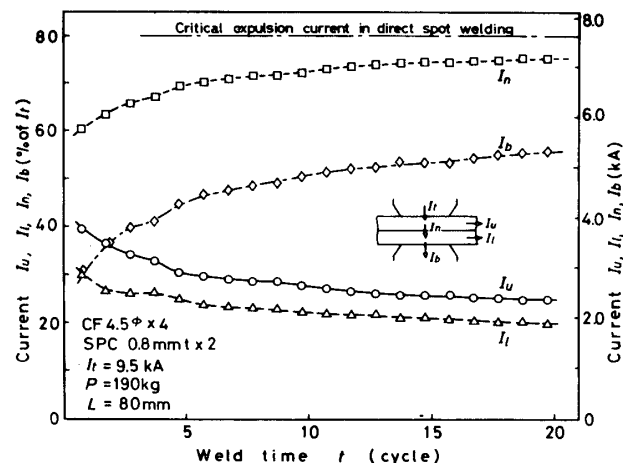


図2. シリーズスポット溶接の表チリ発生限界条件での接合面電流 I_n および裏当電極への流入電流 I_b とダイレクトでの中チリ限界電流との対比

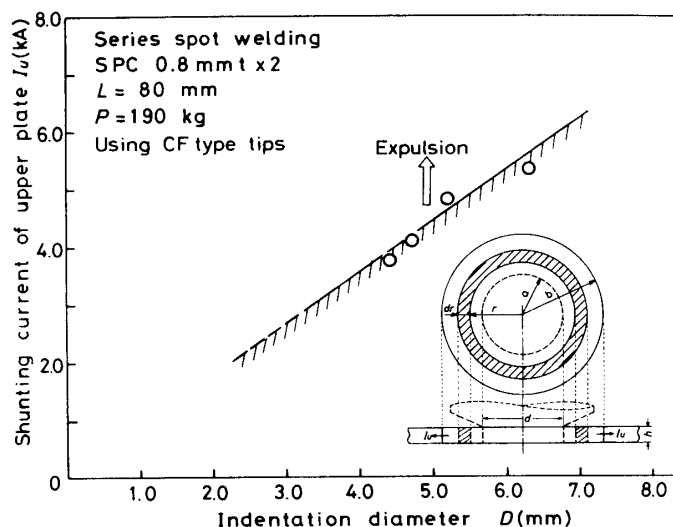


図4. 上板・上部電極の当り径と表チリ発生限界条件での上板分流 I_u との関係