

スポット溶接部における引張せん断強さとナゲット径の関係

神奈川県産業技術センター 機械・材料技術部 ○薩田寿隆

1. はじめに

スポット溶接の作業現場では、溶接作業に入る前や溶接作業中の電極成形（ドレッシング）前後に、溶接した試験片を破壊し破断面のナゲット（溶融凝固部）径を計測することが行われている。測定したナゲット径は、規定値を満たしているか否かの判断にのみに使われ、系統的なデータの活用がなされていない。一般的に、断面金属組織より求めたナゲット径の大きさは、引張せん断強さと相関があることが知られている。そこで本研究では、破断面から求まるナゲット径と引張せん断強さの関係を調べた。また断面試験を実施し金属組織よりナゲット径を求め、ねじり試験によるナゲット径との相違を調べた。

2. 実験方法

表1に実験条件を示す。単相交流式溶接機を用い、板厚1.2mmの冷間圧延鋼板（SPCC）に対し、電流値、通電時間及び電極加圧力をそれぞれ変化させ合計48条件の試験体を作製した。電極材質はクロム銅で、形状は上下異形状とした。

ねじり試験（JIS Z 3144）により作製した強制破断面の外観からナゲット径を測定した。また引張試験（JIS Z 3136）によるせん断強さを測定し、両者の関係を調べた。さらに全試験条件の半数の24条件に対し、断面試験を実施し金属組織よりナゲット径を求め、ねじり試験によるナゲット径との相違を調べた。

表1 実験条件

溶接機	(株)向洋技研 PEN-T (単相交流式)
電極	上 D形 (呼び径D: 13mm r: 5mm) 下 F形 (呼び径D: 13mm)
試験材料	SPCC 1.2mm ^t
電流値	5.0, 5.5, 6.0, 6.8 kA
通電時間	5, 10, 15, 20 サイクル
電極加圧力	1.25, 1.5, 1.75 kN

3. 実験結果

3.1 引張せん断強さとナゲット径の関係

図1にねじり試験によるナゲット径と溶接部の引張せん断強さの関係を示す。多少のばらつきは見られるものの、引張せん断強さとナゲット径の間には直線関係が認められる。この関係は、断面試験によるナゲット径と引張せん断強さの関係と同じ傾向である。

3.2 断面試験及びねじり試験によるナゲット径の比較

図2に溶接部断面マクロ組織写真の一例を示す。上板が上部電極側、下板が下部電極側である。上部電極がドーム形、下部電極が平面形のため上板のみが凹んでいる。写真中心部で黒くエッチン

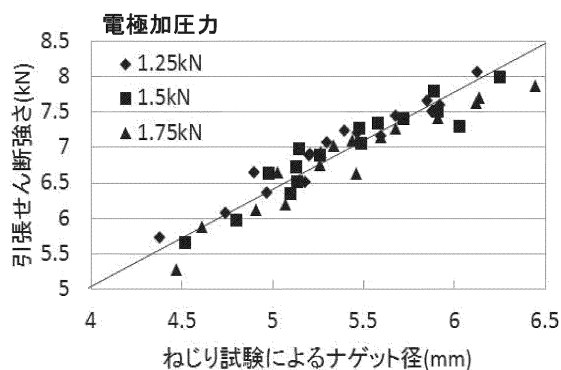


図1 引張せん断強さとナゲット径の関係

グされ筋状に見える領域が溶融部であり，その幅をナゲット径とした。また別途作製した試験片において，JISの現場試験方法に規定されているねじり試験を行い，破断部外観から，互いに直角方向の破断部長さを測定し平均値をナゲット径とした。

図3に断面試験とねじり試験によるナゲット径の関係を示す。図中の直線は両者の値が等しい場合を示す。ねじり試験によるナゲット径は断面試験によるものより大きくなる傾向がある。この理由を調べるためにねじり試験による破断面の断面観察を行った。図4 a)は破断面の外観写真を，b)はそれに対する断面組織写真を示す。破断面外観右側は凹凸が大きく，これは破断時に生じたバリであることが分かる。バリと反対の左側においては凹凸は少なく，ナゲット内で僅かに凹んでいることが観察される。バリをナゲットの一部と判断し計測したために，図3において，ねじり試験のほうが断面試験よりナゲット径は大きい傾向を示したと考えられる。凹凸の小さい部分を選択しその長さを測定することにより，ナゲット径測定精度は改善されると思われる。

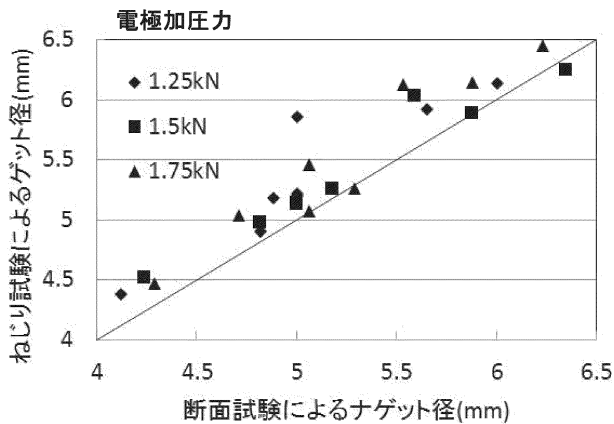


図3 断面試験とねじり試験におけるナゲット径

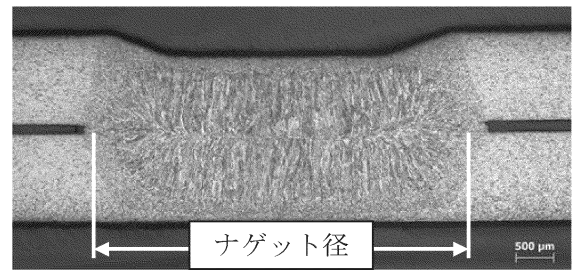


図2 スポット溶接部の断面金属組織写真

図4 a)は破断面の外観写真を，b)はそれに対する断面組織写真を示す。破断面外観右側は凹凸が大きく，これは破断時に生じたバリであることが分かる。バリと反対の左側においては凹凸は少なく，ナゲット内で僅かに凹んでいることが観察される。バリをナゲットの一部と判断し計測したために，図3において，ねじり試験のほうが断面試験よりナゲット径は大きい傾向を示したと考えられる。凹凸の小さい部分を選択しその長さを測定することにより，ナゲット径測定精度は改善されると思われる。

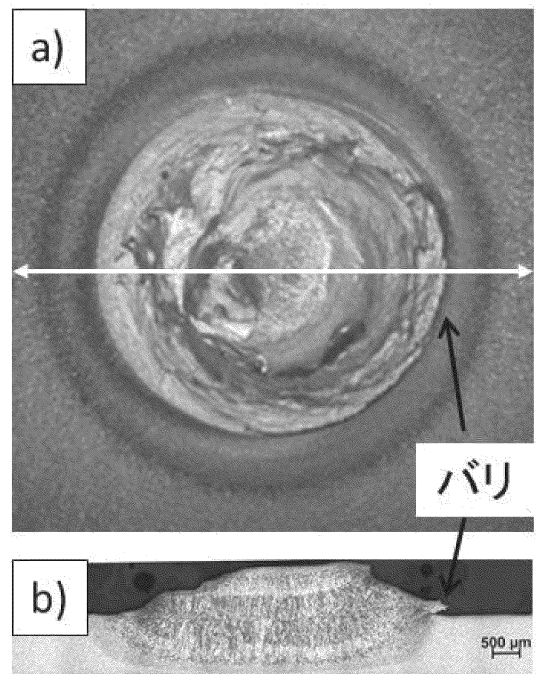


図4 破断面観察

a) 表面外観 b) 断面金属組織

4. おわりに

冷間圧延鋼板のスポット溶接部において，ねじり試験による破断面から求まるナゲット径と引張せん断強さの関係を調べた。その結果，ねじり試験によるナゲット径と引張せん断強さは直線関係にあることを明らかにした。このことから，事前に引張せん断強さとねじり試験で得られるナゲット径の関係を求め，抜き取り検査等でナゲット径を測定・管理することで，引張せん断強さを間接的に保証できると考えられる。

また，ねじり試験によるナゲット径は断面試験のものより大きくなる傾向がある。破断面に生じたバリを避けることで，断面試験におけるナゲット径と同等の結果が得られることが期待できる。