

337 スポット溶接継手の疲れき裂に関する研究(3) — 疲れき裂の発生時期と伝播速度 —

大阪工業大学

佐藤 次彦
○ 阿部 博司

1. はじめに

スポット溶接継手の疲れ強さに影響を及ぼす諸因子の解明と、その挙動を明らかにするための手段として、疲れき裂の発生時期、伝播経路、伝播速度などを、各種のスポット溶接継手について、詳細に対比・検討することが必要不可欠であることを、これまで報告してきた。前報では、スポット溶接継手の疲れ試験中に、ナゲット中心の板表面上のひずみ変化をモニタすることによって、疲れき裂の発生時期が検出できることについて報告した¹⁾。今回は、ナゲット中心の板表面上のひずみ変化率と疲れき裂の進展長さとの関係、及び、これらの結果から推測した疲れき裂の発生時期と伝播速度などについて報告する。

2. 実験方法

本実験に使用した溶接母材の種類、化学成分及び主な機械的性質は表1に示す。スポット溶接条件は表2に示す。本溶接条件は、目標ナゲット径が5.0 mm、シートセパレーションが僅少となるように設定した。疲れ試験片及び疲れ寿命の判定は、WES 6602 に準拠した。疲れ試験は最大最小荷重比 $R = 0.05$ 、繰り返し速度 50 Hz で行った。疲れ試験中の、ナゲット中心の板表面上のひずみ変化量の整理方法は前報と同様、全ひずみ変化のうち交流成分のひずみ振中で整理した。ひずみゲージの貼付位置は図1に示す。

表1. 溶接母材の種類、化学成分、主な機械的性質

Material	↑ (mm)	Compositions (%)						Mechanical Property		
		C	Mn	P	S	Si	Al	T. S. (kgf/mm ²)	Y. P. (kgf/mm ²)	E. I. (%)
SPCC	0.8	0.043	0.30	0.004	0.008	0.002	—	33.6	19.7	50.3
HT50	0.8	0.107	1.34	0.022	0.009	0.25	0.043	52.5	40.2	32.1

表2. スポット溶接条件

Material	↑ (mm)	E.D. (mm)	E.F. (kgf)	H.T. (cycle)	W.C. (kA)	N.D. (mm)
SPCC	0.8	4.9	218	9	8.7	5.0
HT50	0.8	4.9	300	9	7.2	5.0

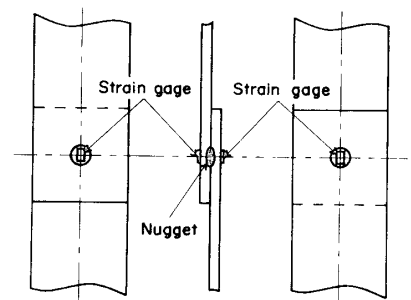


図1. ひずみゲージの貼付位置

3. 実験結果及び考察

本実験に使用したスポット溶接継手のL-N曲線を図2に示す。今回の報告では、主に、目標破断繰り返し数が 10^5 及び 10^6 前後であるような荷重範囲の場合の結果について報告する。ここでは、紙面の関係上、以下の実験結果は目標破断繰り返し数が 10^5 前後の結果についてのみ記す。

図3は、高張力鋼の場合で、疲れ試験を途中で中止し、その時点までに進展した疲れき裂の板厚方向の長さを、繰り返し数で整理したものである。この場合、疲れ

き裂の進展位置は統計的には求められても、個々の試験片については、はなはだ信頼性が乏しいことがわかる。図4は、疲れ試験を途中で中止した時点のひずみ振巾を、疲れ試験開始直後のひずみ振巾からの変化率で、図3の作成に用いた継手試験片と同一の疲れき裂の結果を整理し直したものである。この場合、疲れき裂長さは継手のそれぞれの板に進展している疲れき裂のうち、長い方の疲れき裂についてのみ整理している。ただし、横軸のひずみ振巾の変化率が100%というのは、継手によっては必ずしもひずみ振巾が零とはならない場合があるので、このような場合には、ひずみ振巾の位相が反転する時期を表わしているものとする。この結果からわかるように、疲れ試験中に測定したひずみ振巾の変化率でき裂長さを整理した場合には、かなり正確に疲れき裂の進展位置が推測できることがわかった。図5は図4の結果をもとに、疲れき裂長さを、疲れ試験の開始から疲れ破断に至るまでの間のひずみ振巾の変化率から、推測し整理したものである。

軟鋼の場合も、高張力鋼の場合と同様の実験を行い、同様の方法で疲れき裂の進展位置を推測し整理した。その結果を図6に示す。この場合、初期疲れき裂は全寿命の時間の約1/6の時期にはすでに発生していることが推測されるが、この疲れき裂は、その後、進展することなしに完全に停留してしまい、疲れ破断を引き起すような疲れき裂は、疲れ破断に達する少し前に、別の場所（初期疲れき裂の発生場所より外側）に新しく発生する（写真1）。しかも、その伝播速度は高張力鋼の場合に比べ（図8）、かなり速いことがわかった。

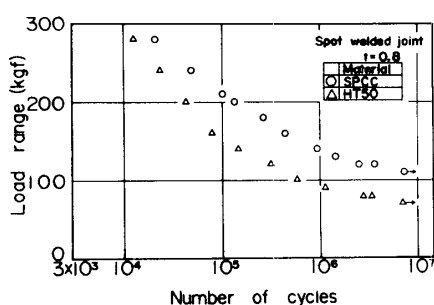


図2. スポット溶接継手のL-N線図

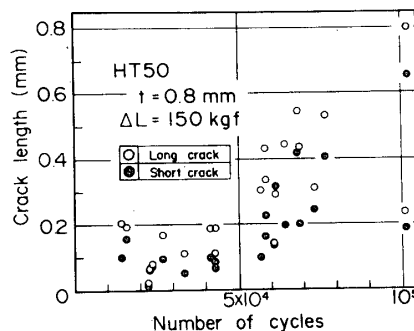


図3. 繰返し数と疲れき裂さ

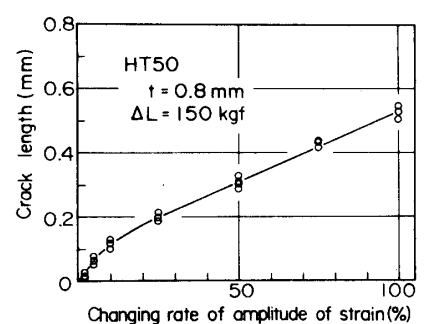


図4. ひずみ振巾の変化率と疲れき裂長さ

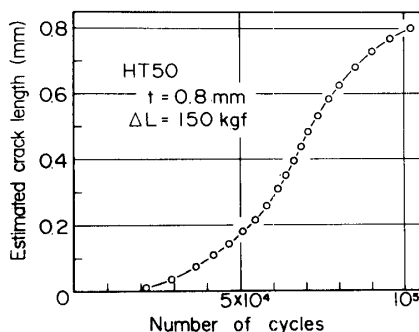


図5. 疲れき裂長さの推測線図

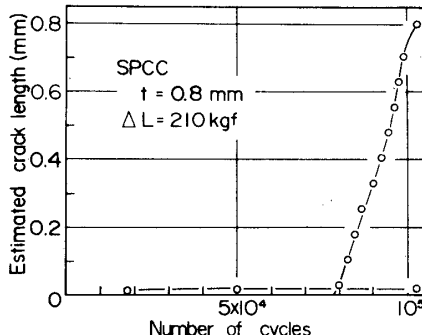


図6. 疲れき裂長さの推測線図

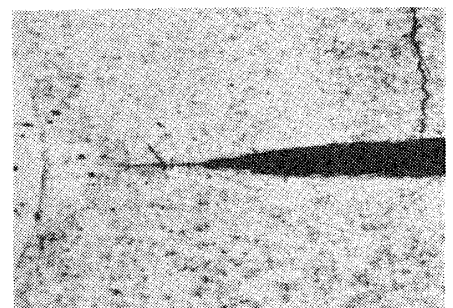


写真1. 疲れき裂の発生位置 (SPCC)

参考文献 1) 佐藤, 阿部, 外2名; スポット溶接継手の疲れき裂に関する研究 (2), 溶接学会全国大会講演概要集, 才30集, No. 343