

I-15

T継手を有する鋼平板の溶融亜鉛浸潤試験中に発生する熱ひずみと温度変化について

日本電炉（株） 正 員 ○今野 貴史
 岩手大学工学部 正 員 岩崎 正二 出戸 秀明 宮本 裕
 岩手大学工学部 学生員 青田 宗之 松本 光正

1. まえがき

溶融亜鉛めっきされた鋼構造物はメンテナンスフリーで長期耐久性や長期防錆効果が期待でき、送電・無線鉄塔、橋梁をはじめ、電力・通信・建築・土木・鉄道等、幅広い分野に使用されている。

しかし、溶融亜鉛めっきされた鋼部材の中には変形やめっき割れを起こすものもある。これは鋼部材にめっきを施す時、450℃前後の溶融亜鉛中へ浸潤するため、部材に急激な温度変化が与えられ、先に浸潤された部分と後から浸潤される部分との間に温度差が生じ、部材内に非定常熱応力が発生するためである。また、一般の橋梁部材などのように鋼の溶接継手が多数存在する場合、溶接継手部は応力集中部のため、めっき時に大きな引張熱応力が発生し、溶接残留応力の影響をも合わせてめっき割れを起こす原因となる。阿部等¹⁾は非分割箱桁橋の実物大モデルを用いて溶融亜鉛浸潤試験を行い、発生する熱応力の変化や溶接部のめっき割れ防止等に関する研究を行っている。本論文の目的は、T継手を有する小型の鋼平板モデルを作成して溶融亜鉛浸潤試験を実施し、温度変化や熱ひずみの時刻歴応答を計測するとともに、それらの計測結果をFEMによる計算結果等と比較検討することである。なお、試験に使用した材料は、通常橋梁部材や鉄塔材として使用されているSS400鋼材である。

2. 試験概要

図-1に示すような寸法を有する、T継手を有する鋼試験片を約450℃の溶融亜鉛めっき中に浸潤する試験を行い、試験片の熱ひずみと温度を測定した。浸潤時間は180秒間であり、測定開始から2秒間隔で測定を行った。溶接部は図-1に示すように長手方向はすみ肉溶接、子材厚み方向は廻り込み溶接とし、溶接脚長は6mmとした。測定に際して、熱ひずみはカプセル型高温ひずみゲージAWH-8-4A-4-11.0、温度はTHERMIC シース熱電対を使用し、データロガーTDS-303を用いて計測を行った。

子材と母材の板厚比 t/h は、板厚比が大きいほどめっき割れが生じやすいという事例があるため、1.0、5.0の2ケースを採用し比較検討した。また、菊池等²⁾が、浸潤速度が発生する熱応力に大きく影響を与えることを示しているため、浸潤方法を連続浸潤、断続浸潤の2ケースについて行い、浸潤速度の影響を検討した。本試験における連続浸潤は14cm/sの浸潤速度で浸潤させることとし、断続浸潤は最初に試験片を母材まで浸潤させて30秒間停止し、その後子材中央まで浸潤させてまた、30秒間停止してから全てを浸潤させることとした。

図-2は高温ひずみゲージ、熱電対の設置位置を示している。試験片に、高温ひずみゲージを母材の下面に1つ、熱電対を母材内部、溶接内部、子材の中心内部に1つずつ設置した。ここで、熱ひずみを求めるには温度補正が必要であることから、図-1の試験片の試験終了後、図-2の母材の斜線部左端をカッターにより切断し、切り取った部分を再度本試験と同じ条件で浸潤させて熱ひずみの補正值と温度を測定し

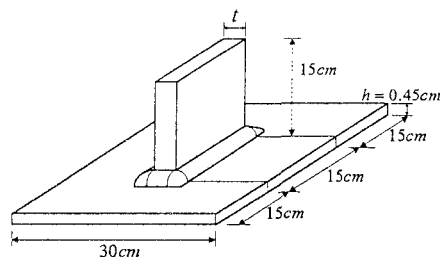


図-1 試験片の寸法

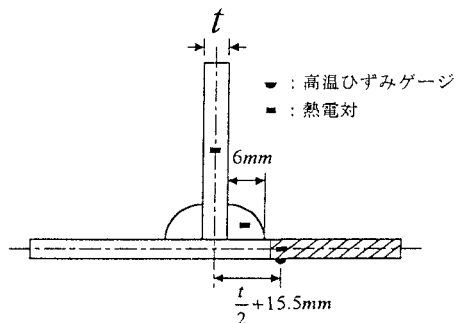


図-2 高温ひずみゲージと熱電対の取り付け位置

た。補正は、本試験の温度と同じ温度におけるひずみ補正値を本試験の熱ひずみから差し引いた。

3. 実験結果と考察

図-3は連続浸潤させた時の各点の温度変化を、図-4は断続浸潤させた時の各点の温度変化を表わしている。両者とも100秒までのグラフとする。連続浸潤、断続浸潤共に $t/h=5.0$ の子材の温度が最も温度が上昇するのが遅い。これは子材の厚さが2.2cmと厚く、熱が伝わるのが遅いためである。断続浸潤では、母材、溶接部、子材と、浸潤する順にそれぞれの測定点の温度が上昇している。

図-5、6は、それぞれ連続浸潤時と断続浸潤時に発生する熱ひずみの時刻歴応答曲線である。図-3、4と図-5、6を比較してみると、母材、溶接部、子材の温度差が大きい場合に大きな熱ひずみが発生している。 $t/h=5.0$ の場合は連続浸潤、断続浸潤共に、1度圧縮方向でピークの値を示し、その後ゼロ付近に収束する傾向を示す。また、断続浸潤時の方が連続浸潤時よりも熱ひずみが大きな値を示している。それに対し、 $t/h=1.0$ の場合は連続浸潤、断続浸潤では応答に共通点が見られず、連続浸潤では圧縮側の、断続浸潤では引張側のかかなり大きな値に収束するようである。これは、 $t/h=1.0$ の場合溶接時にかなりの初期変形が生じており、 $t/h=5.0$ の試験片ではほとんど生じていないことが原因の1つと考えられる。

4. あとがき

本研究では溶融亜鉛浸潤試験と並行して、文献2)に従い熱伝導方程式を解析的に解いて試験片の温度分布を求め、その分布をもとに有限要素法を用いて試験片の熱ひずみを計算した。試験結果と計算結果の比較検討を行ったが、詳細については当日発表の予定である。

参考文献

- 1) 阿部英彦、柴桃孝一郎等：非分割箱桁橋の亜鉛めっき割れ防止に関する基礎的研究、土木学会、構造工学論文集、Vol.42A、1996
- 2) 菊池昌利、家沢徹：溶融亜鉛めっき時における鋼管の変形挙動、日本材料学会、「材料」、第30巻、第333号、1981

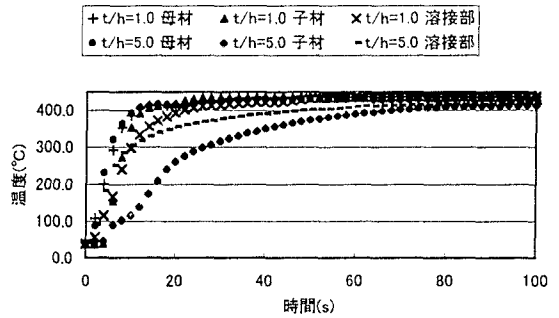


図-3 連続浸潤時の温度変化

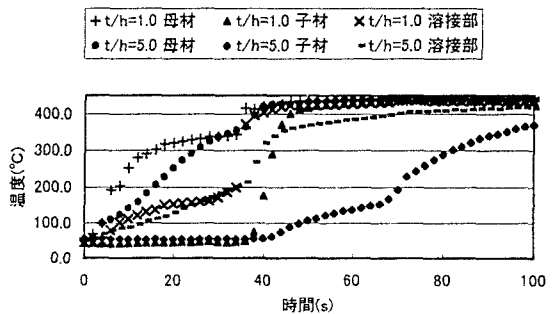


図-4 断続浸潤時の温度変化

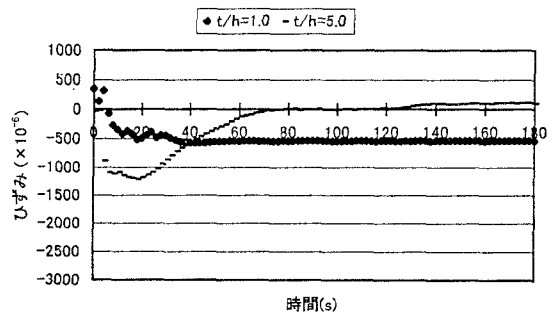


図-5 連続浸潤時の熱ひずみ応答曲線

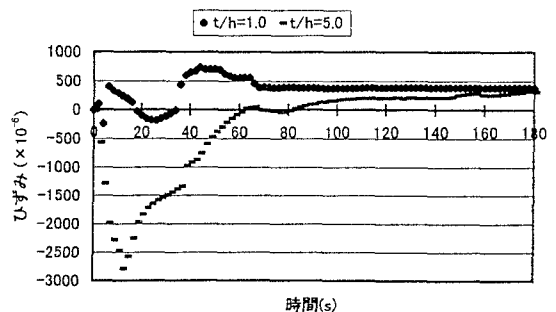


図-6 断続浸潤時の熱ひずみ応答曲線