

溶融亜鉛めっき時に出現する熱力学的現象の実験およびモデル化

D Balloy, A-L Cristol, C Niclaeys, P Quaegebeur (Ecole Centrale de Lille, Laboratoire de Mécanique de Lille, France) and L Néel (Galvazinc Association, France)

概要

本研究で、鋼の亀裂挙動の特性を溶融亜鉛めっき浴の化学的組成の関数として示すための実験を紹介する。実験の原理は、3点曲げによる鋼サンプルの冷間変形である。変形レベルより塑性変形率残留応力が決まる。このサンプルを亜鉛めっきして、亀裂の存在を確認するために切断する。亜鉛めっき浴の化学組成が変化したときに異なる挙動を検出する性能を高める目的で、設定（鋼の組成、サンプルの厚さ、熱処理、表面状態）を変えて試験した。

最初の結果から、鋼の表面状態は試験の感度に影響を与えることが分かった。「未加工」の状態では、磨いた表面よりも2つのめっき浴における亀裂の挙動の違いに幅があった。後の方の例では、与えられた変形レベルで試験した組成での違いは見つからなかった。

実験的なアプローチは、3点曲げ試験の熱力学的シミュレーションおよび2つの熱移動条件での亜鉛浴への浸漬によって行う。その結果、温度勾配が最大するとき、浸した最初の数秒で、サンプルの応力場の変化が起こることが示された。対流係数の増加によって、この現象はさらに大きくなる。

結果と展望

本研究は、溶融亜鉛めっき浴の化学的組成と鋼の亀裂の挙動の特徴付けの実験を紹介した。実験の原則は3点曲げによる鋼のサンプルの冷却変形である。変形レベルは、プラスチックの変形レートと残余の鋼レベルを定める。このサンプルを亜鉛めっきして、亀裂の存在を確認するために切断する。亜鉛めっき浴の化学組成が変化したときに異なる挙動を示す試験性能を高める目的で、設定（鋼の組成、サンプルの厚さ、熱処理、表面状態）を変えて試験した。

最初の結果から、鋼の表面状態は試験の感度に影響を与えることが分かった。「未加工」の状態では、磨かれた表面よりも2つのめっき浴における亀裂の挙動の違いに幅があった。最後の例では、与えられた変形レベルで試験した組成では違いが見つからなかった。亀裂感度の試験で、相対的に良好な再生可能な表面状態で、熱処理や表面処理をせずに熱延鋼板を用いることがとても興味深いことを私たちの実験は示している。さらに、これらの条件は工業的亜鉛めっき処理で典型的なものである。

このように亀裂感度試験を定めることにより、スズ、ビスマス、亜鉛の複合影響に関する研究を始めことが可能になる。

シミュレーションに関して、モデルとなる力のプロファイルは、断片の内部での亀裂の出現に従っている。熱移動が修正されたとき、例えば亜鉛めっき浴で融点の低い元素の存在をシミュレートするために、浸した最初の数秒で温度勾配によって応力場が修正されることを結果は示した。この影響は、サンプルと亜鉛浴の間の熱流に依存する。シミュレーションを改良するために、2つの側面を考慮に入れる。第1に、熱力学的試験をプログラムする。

これらの試験は、20°C ~ 450°C の鋼の力学的特性を与える。これは、熱力学的シミュレーションを改良してくれる。そして、鋼片をめっき浴に浸したときの鋼片周辺の亜鉛合金の固化のシミュレーションも行う。この現象は、スズ、ビスマス、亜鉛などの融点の低い元素の存在によって影響を受ける。この現象が鋼とめっき浴との熱移動を変化させ、亀裂挙動にも影響を与える可能性があると考えられる。