

(株)杉田製線 正○菊地 進
 千葉工業大学 正 船見国男
 千葉工業大学 山本恭永

千葉工業大学 正 江藤元大
 千葉工業大学 正 清水秀治
 (株)杉田製線 杉田平次

1. 緒言

ボルトなどの熔融亜鉛めつき時にぜい化割れを生ずることがあり問題となることがある。この現象は液体金属ぜい化の一つである熔融亜鉛ぜい化として知られているがそのき裂発生メカニズムについては十分に解明はされていない¹⁾。また、熔融亜鉛ぜい化割れのき裂発生と進展状況について詳しく観察した報告は見当たらない。

そこで前報²⁾では、1種類の丸棒試験片について熔融亜鉛浴内の4点曲げ試験の中断法により、試験片が破断する前の任意の点で試験を中断し、その試験片の切断面の観察によってき裂発生過程の観察を行った。その結果、破断までの過程は3段階に分類され、き裂が発生する前に結晶粒界の選択的な腐食が観察されたことを報告した。本報では、き裂発生過程に及ぼす引張強さや試験片形状の影響を調べるため、めつきを除去した後の鋼表面の観察と切断面の観察によって、熔融亜鉛ぜい化割れのき裂発生過程と進展状況の観察を行った。

2. 実験方法

本研究では、引張強さの異なる3種類の丸棒試験片と、丸棒試験片中央に溝のついた2種類の溝付き丸棒試験片を用いてき裂発生過程の観察を行った。実験に用いた材料はSCM435の鋼材で、寸法が $\phi 4.0 \times 500\text{mm}$ の丸棒試験片 [引張強さ:822MPa (A) 1070MPa (B), 1459MPa (C)] と、寸法が $\phi 11.0 \times 350\text{mm}$ で引張強さ1050MPaのV溝付き丸棒試験片 (D) およびU溝付き丸棒試験片 (E) を用いた。いずれの試験片も焼入れ

れ焼戻し後行ったものを使用した。試験は、実操業の熔融亜鉛浴炉を利用した4点曲げ試験装置により行った。

3. 実験結果

3. 1 引張強さの異なる丸棒試験片の観察

図1は、試験片Aの500°C熔融亜鉛浴内の4点曲げ試験における荷重-たわみ曲線を示す。

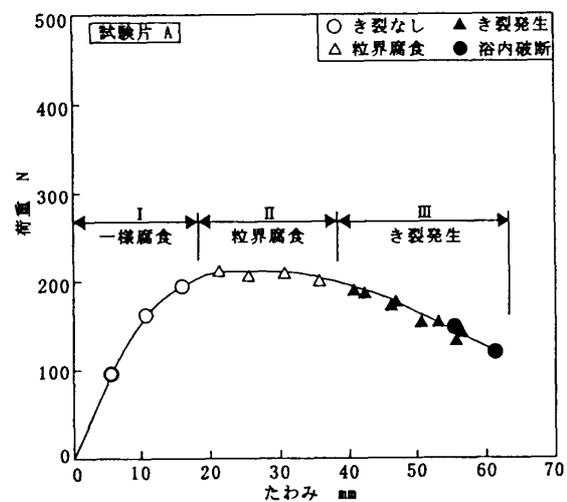
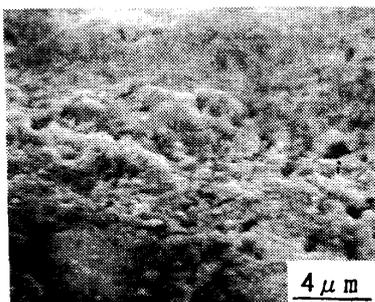


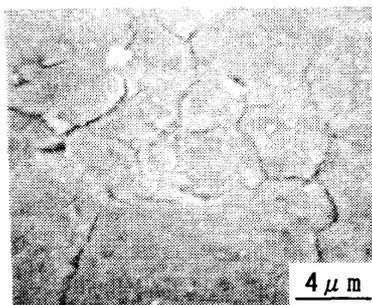
図1. 熔融亜鉛浴内の荷重-たわみ曲線

図2は、5%希塩酸でめつきを除去した後の丸棒試験片Aの鋼表面肌を観察結果を示す。前報²⁾と同様に、き裂が発生し破断にいたるまでの過程は3段階 (I: 一様腐食域、II: 粒界腐食域、III: き裂発生域) に分類することができ、き裂が発生する前に結晶粒界が選択的な腐食を受けることがわかった。また、粒界腐食は多少塑性変形を生じてから発生していた。これらの結果

(I: 一様腐食域)



(II: 粒界腐食域)



(III: き裂発生域)

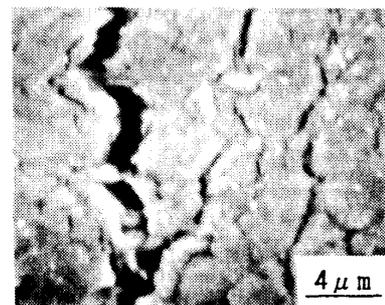


図2. 試験片Aのめつき除去後の鋼表面肌によるき裂発生過程の観察

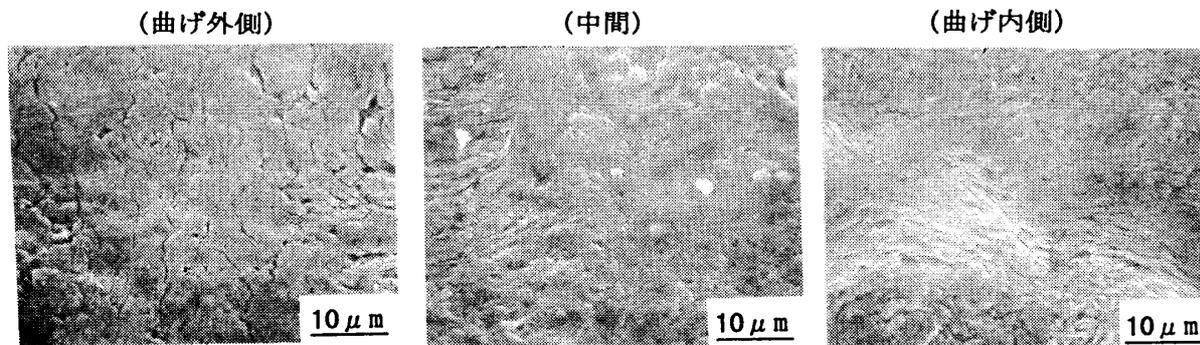


図3. 粒界腐食に及ぼす曲げ方向の影響 (試験片A: 粒界腐食域)

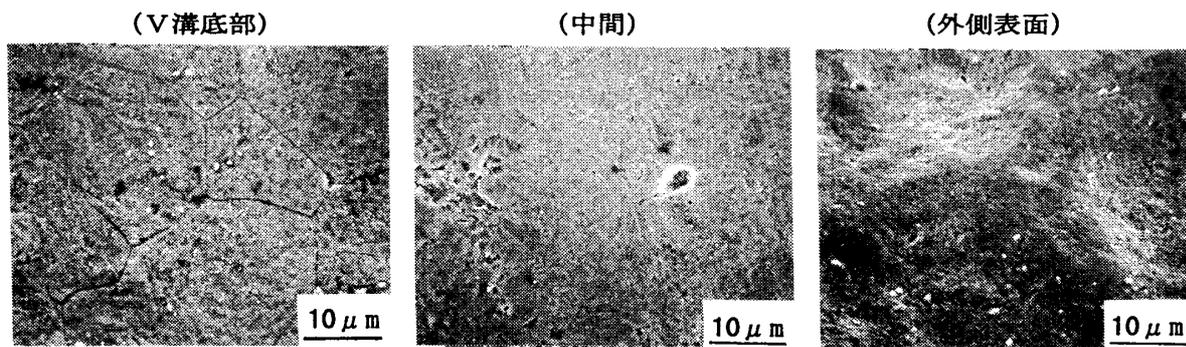


図4. 粒界腐食に及ぼす試験片形状の影響 (試験片D: V溝付き丸棒試験片)

は、引張強さの異なる試験片A, B, Cとも同様の結果を示した。しかし、引張強さが高くなるにしたがってき裂が発生し破断するたわみは小さくなった。

3. 2 粒界腐食に及ぼす曲げ方向の影響

図3は、試験片Aの曲げ方向の違いによる粒界腐食状態の比較を示す。粒界腐食は、曲げ外側面には発生しているが、曲げ内側および中間には発生していないことがわかる。すなわち、粒界腐食は、多少塑性変形を生ずるとともに引張応力が作用している部分で急速に進行するものと考えられる。

3. 3 溝付き試験片の観察

図4は、熔融亜鉛浴内の曲げ試験で破断したV溝付き丸棒試験片Dで、めっきを除去した後の鋼表面の観察結果を示す。その結果、粒界腐食は、破断したV溝底部の曲げ外側面には観察されたが、V溝の斜面(中間)と試験片の外周面には認められなかった。この結果は、U溝付き丸棒試験片Eの場合も同様であった。粒界腐食部は破断部近傍の応力集中部であることから、丸棒試験片の場合と同様に、引張応力が作用し多少塑性変形を起こした部分で発生したものと考えられる。これらから、ボルト首下丸み部などの応力集中部では、粒界の選択的な腐食を生じやすいことが考えられる。

4. 結言

1) き裂が発生し破断にいたるまでの過程はI: 一様腐食域、II: 粒界腐食域、III: き裂発生域の3段階に分類することができ、き裂が発生する前に結晶粒界が選択的な腐食を受けることがわかった。また、粒界腐食は多少塑性変形を生じてから発生していた。これらの結果は、引張強さの異なる試験片A, B, Cとも同様の結果を示した。

2) 丸棒試験片における粒界腐食は、曲げ外側面に発生していたが、曲げ内側および中間には発生していなかった。すなわち、粒界腐食は、多少塑性変形を生ずるとともに引張応力が作用している部分で進行するものと考えられる。

3) 溝付き試験片における粒界腐食は、破断した溝底部の曲げ外側面には観察されたが、溝の斜面(中間)と試験片の外周面には認められなかった。粒界腐食は破断部近傍の応力集中部で、生じていることから、丸棒試験片の場合と同様に、引張応力が作用し多少塑性変形を起こした部分で発生したものと考えられる。

参考文献

- 1) 菊池昌利、鉄と鋼、68, 1870(1982)
- 2) 菊地 進ほか、第46期学術講演会論文集、121(1997)