

氏 名	宮 木 美 光 みや き よし みつ
学位の種類	工 学 博 士
学位記番号	論 工 博 第1099号
学位授与の日付	昭 和 53 年 9 月 25 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 5 条 第 2 項 該 当
学位論文題目	Al-Zn-Mg 系合金厚肉材の応力腐食割れに関する研究

論文調査委員 (主 査) 教 授 村上陽太郎 教 授 真 嶋 宏 教 授 足 立 正 雄

論 文 内 容 の 要 旨

Al-Zn-Mg 系合金は、強度を高くすると応力腐食割れ (SCC と略称) 感受性が増大する傾向があるため、従来から多数の研究が行なわれてきたが、それらは主として薄板に関するもので、最近構造物に対して厚肉材の使用が多くなるにつれて、厚さ方向 (ST 方向と略称) の SCC が問題となっている。この論文は厚肉材の SCC に影響をおよぼす諸因子を、金属組織と環境の両面から究明し、耐 SCC 性の方向依存性を解明する目的で行なった研究結果をまとめたもので、7 章からなっている。

第1章は緒論で、本系合金の厚肉材の SCC の現状とその問題点を述べ、SCC に関する従来の研究結果を整理して、本研究の目的と方針を明らかにしている。

第2章は Zn 4.4%, Mg 1.2%, Mn, Cr, および Zr を少量含む実用合金の厚さ25 mm の圧延板材について、C-リング試験片を用い、クロム酸混合水溶液中における SCC 試験によって耐 SCC 性の方向依存性を究明した結果である。耐 SCC 性は長手方向 (L 方向と略称) で最も優れ、ついで横方向 (LT 方向と略称) がよく、ST 方向では著しく劣ること、またこの強い方向依存性は主として結晶粒形状に起因し、伸長扁平結晶粒組織の場合に著しく、これは SCC に有効な応力成分が粒界面に垂直な引張応力であることから説明できることを示し、従来薄板の研究で得られている知見とは著しく相違することなどを明らかにしている。

第3章では厚肉材の SCC 性におよぼす Fe, Si, Cu, Mn, Cr, Ti, Zr, および Ag の8種類の微量添加元素の影響を、LT 方向と ST 方向について、上述の結晶粒形状効果を考慮して検討した結果を述べている。Mn, Cr, および Zr は伸長度の大きい結晶粒組織を生じ、LT 方向の耐 SCC 性を著しく改善するが、ST 方向では著しく劣化すること、Fe および Ti の添加は伸長度を減少させる効果があり、耐 SCC 性の方向依存性が弱くなること、一方 Si, Cu および Ag の添加は LT 方向および ST 方向のいずれの耐 SCC 性をも向上させ、たとえ結晶粒形状が扁平度を増しても耐 SCC 性の改善効果があり、その理由はほぼ電気化学的に説明できることなどを見出している。

第4章では Mn, Cr および Zr などの遷移元素を含む実用合金厚肉材の SCC 性におよぼす熱処理およ

び熱履歴の影響を述べている。均質化熱処理に関しては、板材の耐 SCC 性は ST 方向ではほとんど影響をうけないが、LT 方向で劣化すること、押出材の L 方向の耐 SCC 性は均質化処理を行わずに高速で押出しを行なうと劣化すること、中間焼鈍に関しては板材の耐 SCC 性は ST 方向では影響をほとんど受けないが、L および LT 方向では中間焼鈍温度が高くなるにつれて劣化すること、溶接熱をシュミレートした高温短時間加熱に関しては 250 から 300 °C の間の加熱時間が長くなるにつれて耐 SCC 性は向上するが、強度は低下することなどを示し、これらの耐 SCC 性に対する挙動は、結晶粒組織、セル組織、再結晶の程度、粒界析出物および粒界無析出物帯の幅などの金属組織因子から説明できることを明らかにしている。

第 5 章では耐 SCC 性におよぼす、押出し、圧延、熱処理前後の冷間加工、表面加工処理などの加工条件の影響を述べている。厚肉押出材では押出し比が小さい程耐 SCC 性が向上するが、この場合にはセル組織がよく発達し結晶粒径が大きいこと、厚板材では耐 SCC 性は加工度が増すにつれて LT 方向は向上するが、ST 方向では逆に劣化すること、とくに厚さの大きい板材では鑄塊の中心部に存在するキャビティが圧延中に圧着せずに残存し、耐 SCC 性劣化の原因となること、ST 方向の耐 SCC 性に対しては、冷間加工は高温時効材ではほとんど影響しないが、低温時効材ではとくに加工度が 5 % 以上の場合には、加工度の増大とともに著しく劣化すること、さらに表面加工処理の効果については、陽極酸化処理、亜鉛浸漬メッキ処理あるいはクロム酸被膜処理によって耐 SCC 性は多少改善されるが、ホーニングあるいはショット・ピーニングによって著しく向上すること、その理由は厚肉材の場合には、圧縮残留応力の外に表面加工層に生じたメタル・フローに起因する効果が考えられることなどを見出している。

第 6 章は SCC におよぼす環境因子の影響に関する研究結果で、戸外環境においては、厚板の SCC は高温、多湿の夏期に生じ易いが、強く影響する因子としては、温度と湿度の外に海塩粒子が重要な役割を果たすことなどを明らかにしている。

第 7 章は本論文の総括である。

論文審査の結果の要旨

この論文は Al-Zn-Mg 系合金厚肉材の応力腐食割れ (SCC と略称) に影響をおよぼす諸因子を、金属組織因子と環境因子の両面から系統的に究明し、とくに厚肉材の厚さ方向 (ST 方向と略称) の耐 SCC 性の向上をはかるため、厚肉材における SCC の方向依存性を解明する目的で行なった研究結果をまとめたもので、主なる成果は下記のとおりである。

(1) Zn 4.4%, Mg 1.2%, Mn, Cr, Zr を少量含む実用合金の厚さ 25 mm の圧延板材について、耐 SCC 性の方向依存性を究明し、長手方向で最も優れ、ついで横方向 (LT 方向と略称) がよく、ST 方向では著しく劣るが、この著しい方向依存性は種々の金属組織因子の中で、主として結晶粒形状に起因し、伸長扁平結晶粒組織の場合に著しくなることを見出し、このことを SCC に有効な応力成分が粒界面に垂直に作用する引張応力であるとして解析することによって明快に説明した。この知見は従来の薄板の研究結果とは著しく相違するもので、極めて有益な指針である。

(2) 微量添加元素 Fe, Si, Cu, Mn, Cr, Ti, Zr, および Ag の厚肉材の SCC 性におよぼす影響を、

LT 方向と ST 方向について比較して検討を加え、とくに Si, Cu, および Ag の添加は結晶粒組織が伸長扁平度を増大した場合にも ST 方向の耐 SCC 性の改善効果があり、その効果はほぼ電気化学的に説明できることを示し、一方その他の元素の影響は主として金属組織的な効果を通して耐 SCC 性に影響することなどを明らかにしている。

(3) 遷移元素 Mn, Cr, および Zr を含む実用合金厚肉材の SCC 性におよぼす製造工程中の熱処理および熱履歴の影響を研究し、耐 SCC 性は、結晶粒組織、セル組織、再結晶の程度、粒界析出物および粒界無析出物帯の幅などの金属組織因子と密接な関係があることを見出し、製造工程の制御の方策を明らかにした。

(4) 厚肉材の製造加工すなわち、押出し、圧延、熱処理前後の冷間加工および表面加工処理の条件の SCC 性におよぼす影響を究明し、铸塊中心部のキャビティが圧延中に圧着せずに残存し、耐 SCC 性劣化の原因となること、またホーニングあるいはショット・ピーニングによって耐 SCC 性が著しく改善されるが、これは従来から有効とされている圧縮残留応力に加えて表面加工層に生じる複雑なメタル・フローの効果の寄与によることなど、多くの耐 SCC 性向上のために必要な製造加工条件を明らかにした。

(5) 厚板は単に戸外環境に曝露された場合でも、夏期のような高温、多湿の場合には SCC が生じ易く、海塩粒子が重要な役割を果たしていることなどを見出し、使用環境側の防止対策に種々の有用な情報を与えた。

以上要するにこの論文は、Al-Zn-Mg 系合金の厚肉材の SCC に関して影響をおよぼす諸因子を金属組織および環境の両面から詳細に研究し、従来薄板に対して得られている研究結果とは著しく相違した厚肉材に特有な多数の基礎的ならびに実際の知見を得て、耐 SCC 性の優れた厚肉材の開発に重要な指針を与えたもので、工業上は勿論学術上にも寄与するところは少なくない。

よって、本論文は工学博士の学位論文として価値あるものと認める。