

(第3号様式)(Form No. 3)

学位論文要旨 Dissertation Summary

氏 名 (Name) 津山 忠久

論 文 名: ホットワイヤ法による溶接金属部の機械的性質に及ぼす微細組織の効果
(Dissertation Title) およびこの効果に基づく溶接法開発に関する研究

本研究は鋼構造物の製作効率向上と溶接金属部機械的性質向上を目的として新しい溶接方法「F-MAG 溶接法」(図 1)を考案した。この F-MAG 法による溶接金属部の微細組織が強度、伸びおよび靱性にどのような効果を及ぼすのかについて詳細に検討した。つまり、これらの機械的性質を左右する因子を明確にし、かつこれらの因子を制御することを通じて優れた機械的性質を有する溶接金属部の作製およびその作製の高効率化を図るための方法を考案した。

第 2 章では F-MAG 溶接法におけるホットワイヤ溶融条件について検討した。ホットワイヤは溶接条件が適切でないと、溶接金属中にホットワイヤの溶け残りが残留する。そこでホットワイヤの電流値、送給速度、突き出し長さを変化させて溶接を行い、ホットワイヤの溶け残りの生じない溶接金属部を得るための条件範囲を明らかにした。

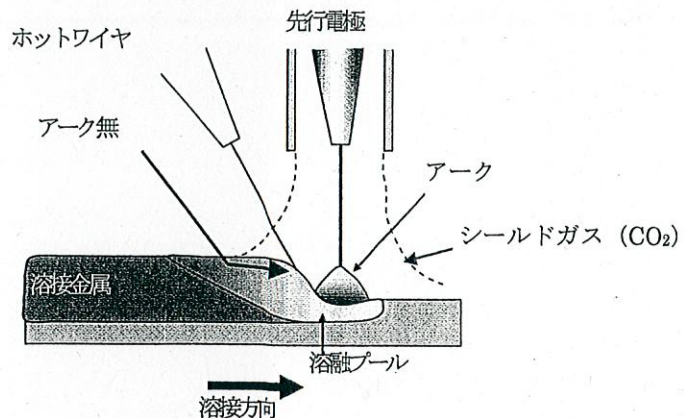


図 1 F-MAG 溶接法の模式図

第 3 章では F-MAG 溶接法で得られた溶接金属部の機械的性質について CO₂ 溶接法 (図 1 においてホットワイヤが挿入されていない方法) と比較した。F-MAG 溶接金属部の強度は大幅に増加したが、0°C 吸収エネルギーがやや低下する結果となった。この傾向は 4.0kJ/mm を超える高入熱量条件下においても同様であるが、高い強度と十分な 0°C 吸収エネルギーが得られた。本結果より、F-MAG 溶接法においては、CO₂ 溶接法における入熱量制限は不要であると結論された。

第4章では、F-MAG 溶接金属部の微細組織と機械的性質に及ぼすホットワイヤの効果について検討した。F-MAG 溶接金属部中の原質部 (AWF) の強度および伸びは CO₂ 溶接部中の原質部 (AWC) のそれらを大きく上回った。ミクロ組織は微細なアシキュラーフェライト (AF) が生成した (図2) ことが強度の向上原因と推定され、Mn 濃度の増加による AF 生成温度の低下にともなう過冷度の増大および AF の核生成サイトである介在物の増加によって AF の核生成速度が上昇し、互いに成長を抑制しあうことで微細な AF が形成されたと考えられた。一方、伸びに関して、隣接する AF のすべり系、 $\langle 111 \rangle / \{ \bar{1} 10 \}$ および $\langle 111 \rangle / \{ 11\bar{2} \}$ の平行性を解析した。つまり、すべり面同士の成す角、およびすべり方向の両方が 15 度以内となる領域 (ALPS) の大きさを調査した。AWF 中の ALPS の大きさは AWC 中のそれとほぼ同等であったが、ALPS 内に含む AF の数は AWF 中の方が多く、これが伸びの上昇原因と考えられる。再熱部においても F-MAG 溶接金属部の強度および伸びは CO₂ 溶接金属部のそれらを上回っていた。つまり、F-MAG 溶接金属部の機械的性質は、CO₂ 溶接金属部のそれらよりも良好であることが確認された。

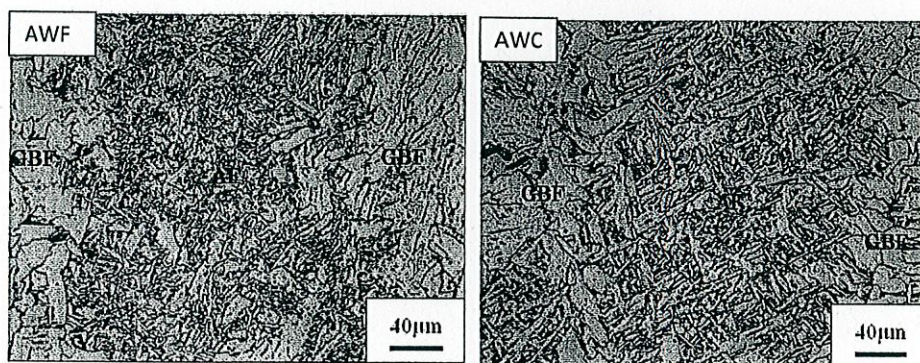


図2 光学顕微鏡による原質部組織観察結果

第5章では合金元素濃度の異なるワイヤを用いて、微細組織が溶接金属部の機械的性質におよぼす効果について検討した。AWF の強度、伸びともに AWC のそれらを大きく上回った (図3)。原質部には微細な AF が全面に析出し、溶接金属部中の Mn および Mo 等のオーステナイト安定化元素の増加によって粒界フェライト (GBF) 生成の抑制と同時に AF 生成開始温度の低下が考えられた。また Si, Mn, Ti および Al 等の複合酸化物等が増加したことで AF の核生成サイトが増加、互いに成長を抑制しあうことで微細な組織を形成したと推測された。F-MAG 溶接金属部の ALPS の大きさは CO₂ 溶接金属部のそれと同じであったが、1つの ALPS を形成する AF の数は F-MAG 溶接金属部の方が多く、これが伸びの上昇原因と考えられた。また F-MAG 溶接金属再熱部の強度および伸びも CO₂ 溶接金属部のそれらよりも高かった。すなわち、YGW18 を用いた F-MAG 溶接金属部の機械的性質は CO₂ 溶接金属部よりも優れていることが明らかとなっ

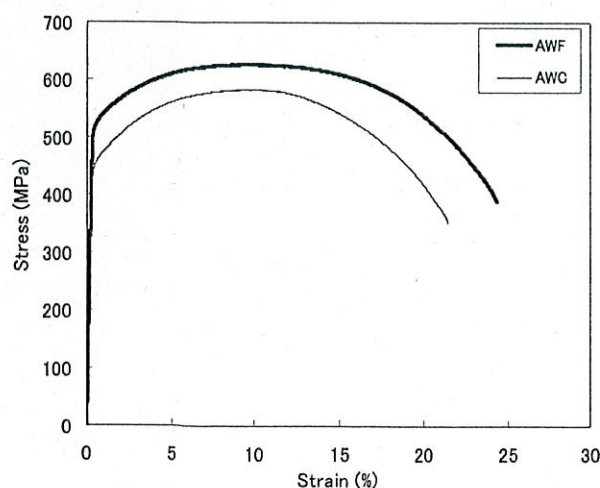


図3 溶接金属原質部の応力-歪曲線

た。

第 6 章では、F-MAG 溶接金属部の微細組織と機械的性質に与える Mo および B の影響を検討した。Mo および B 濃度の増加により、溶接金属部は微細な AF が析出し、GBF の生成は顕著に抑制された。これは Mo および B 濃度の増加による γ 安定化が原因と考えられた。溶接金属部の強度は Mo および B 濃度の高い方が優れていたものの、伸びは同等となった。微細な組織を呈している Mo および B 濃度の高い溶接金属部の伸びを抑制している原因として、無数の球状介在物および B 化合物と考えられる非球状析出物の存在が考えられ、微細な AF による伸びはこれらによって制限されたと推測された。

第 7 章では、優れた機械的性質を有する F-MAG 溶接金属部を得るために、合金元素の種類と濃度を調整したワイヤを 9 種類作製し、各合金元素濃度の最適化を試みた。その結果、Ti : 0.15mass%、Mn : 1.8~2.2mass%、Mo : 0.14mass% および B : 0.0021mass% の条件において、強度と靱性が高いレベルでバランスする優れた溶接金属部が得られることが明らかとなり、F-MAG 溶接法専用のワイヤの開発に成功した。