



Title	Microstructure and Mechanical Properties of GMA Weld Metal of 950 MPa Class Steel
Author(s)	Gouda, Mohamed Abd-Elrouf Mohamed
Citation	大阪大学, 2003, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/44952">https://hdl.handle.net/11094/44952</a>
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、<a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">大阪大学の博士論文について</a>をご参照ください。

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

氏 名	ゴウダ モハマド アブデルロウフ モハマド Gouda, Mohamed Abd-Elrouf Mohamed
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	第 18006 号
学 位 授 与 年 月 日	平成 15 年 4 月 24 日
学 位 授 与 の 要 件	学位規則第 4 条第 1 項該当 工学研究科生産科学専攻
学 位 論 文 名	Microstructure and Mechanical Properties of GMA Weld Metal of 950 MPa Class Steel (950 MPa 級鋼の GMA 溶接金属の微細組織と機械的性質)
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 池 内 建 二 (副査) 教 授 小 林 紘 二 郎    教 授 奈 賀 正 明    助 教 授 黒 田 敏 雄

### 論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、市販の構造用鋼として最も高強度の 950 MPa 級高張力鋼のガスメタルアーク (GMA) 溶接金属に関するもので、溶接諸条件を系統的に変化させて、溶接金属の組織観察と機械的特性の評価を行い、この鋼の溶接金属組織に対する従来の論争に決着をつけると共に、溶接条件に伴う機械的性質の変化を金属組織学的に説明しようとする。本論文は、以下の 7 章で構成される。

第 1 章では、先ず 950 MPa 級高張力鋼の溶接金属の開発に対する技術的・社会的要請を述べた後、関係する従来の報告をまとめて、本研究で取り組むべき課題を抽出している。

第 2 章では、本研究で用いる実験方法を、まとめて述べている。

第 3 章では、溶接シールドガスの組成を、 $\text{Ar} + (0 \sim 25\%) \text{CO}_2$  の範囲で変化させて、溶接金属の化学組成、組織および機械的性質に対する影響を調べている。その結果、溶接金属の組織は、基本的にマルテンサイトとベイナイトから成り、シールドガス中の  $\text{CO}_2$  濃度の増加と共に、後者が増加すること、さらに透過電子顕微鏡観察によってベイナイトは Acicular 型から Granular に変化し、後者は脆化組織とされる M-A 組織を含むことを示している。この組織変化は、ガス中の  $\text{CO}_2$  による酸化反応によって、Mn、Si、Ti 等の元素が失われ、炭素当量すなわち硬化能が低下するためと考察している。硬さおよび靱性は、 $\text{CO}_2$  添加と共に低下し、組織変化から予測される所と一致する。

第 4 章においては、溶接入熱量について、前章と同様の影響を検討している。入熱量の増加が組織に及ぼす影響は、シールドガス中への  $\text{CO}_2$  添加と同様に、ベイナイト量の増加と、組織の粗大化をもたらすことを示している。入熱量の増加は、溶接金属の化学組成にはほとんど影響を及ぼさないが、溶接熱サイクルの冷却速度を低下させることより、入熱量に伴う組織変化は、冷却速度の低下によるものと結論している。溶接金属の硬さ・靱性は、入熱量の増加と共に低下し、上記の組織変化によるものと説明される。

第 5 章においては、厚肉部材に不可欠の多層盛り溶接を想定して、後続溶接パスを模擬した熱サイクルを与え、溶接金属の組織および機械的性質に及ぼす影響を調べている。この熱サイクルを与えた後の溶接金属も、シールドガス中の  $\text{CO}_2$  添加量の増加と共に、硬さ・靱性が低下し、多層盛りでも、単パス溶接とほぼ同じ条件範囲で好ましい組織、機械的性質が得られることを示している。

第6章は、シールドガス中のCO<sub>2</sub>含有量を10%以内の範囲に絞り、優れた溶接金属特性と高い生産能率の両方が得られる条件範囲を求めている。

第7章は、第1～6章の研究成果の総括である。

## 論文審査の結果の要旨

市販の高張力鋼において、950 MPa 級鋼は最高強度を有するものであり、その溶接構造物への適用は、大型鋼構造物の軽量化や高信頼性化の観点から大いに望まれる所である。しかし、そこで用いられる溶接金属の微細組織は、まだ必ずしも良く理解されたとは言い難く、950 MPa 級高張力鋼の広範な適用を妨げる障害となっている。本論文は、この950 MPa 級高張力鋼のガスメタルアーク溶接金属について、金属組織と機械的特性に対する溶接条件の影響を調べ、機械的性質の変化を金属組織学的に説明すると共に、この鋼の溶接金属組織の同定に対する従来の論争に決着をつけようとするもので、主な成果は以下のように要約される。

- (1) 溶接能率の向上に有効な因子である溶接シールドガス中へのCO<sub>2</sub>添加について、溶接金属の化学組成、組織および機械的性質に及ぼす影響を調べている。その結果、実用的なCO<sub>2</sub>添加量の範囲では、溶接金属の組織は、基本的にマルテンサイトとベイナイトから成り、CO<sub>2</sub>添加量の増加と共に、後者が増加すること、さらに透過電子顕微鏡観察によってベイナイトはAcicular型からGranular型に変化し、後者は脆化組織とされるM-A組織を含むことを見出している。シールドガス中へのCO<sub>2</sub>添加と共にMn、Si、Ti等の濃度が低下することから、この組織変化は、酸化反応によってこれらの元素が失われ、炭素当量すなわち硬化能が低下するためと考察している。硬さおよび靱性は、CO<sub>2</sub>添加と共に低下し、各観察組織の特性とその形成量の変化から説明できることを示している。
- (2) 溶接能率を高めるもう一つの重要因子である溶接入熱量の増加についても、同様の検討を行い、溶接金属の組織に及ぼすその影響は、シールドガス中へのCO<sub>2</sub>添加と同様であることを示している。但し、その原因は化学組成の変化による硬化能の低下ではなく、むしろ溶接熱サイクルにおける冷却速度の低下によるものと考察している。溶接金属の硬さ・靱性も、入熱量の増加と共に低下し、上記の組織変化によって説明されている。
- (3) さらに厚肉部材に不可欠の多層盛り溶接を想定して、後続溶接パスを模擬した熱サイクルを与え、溶接金属の組織および機械的性質に対する、後続パスの影響を調べている。この熱サイクルを与えた後の溶接金属も、シールドガス中のCO<sub>2</sub>含有量の増加と共に、硬さ・靱性が低下し、多層盛りでも、単パス溶接とほぼ同じ条件範囲で好ましい組織、機械的性質が得られることを示している。
- (4) シールドガス中のCO<sub>2</sub>含有量をさらに狭い範囲に絞り、単パスおよび多パス溶接のいずれの場合にも、優れた溶接金属特性と高い生産能率の両方が得られるCO<sub>2</sub>含有量と溶接入熱量が、実用可能範囲内に存在することを確認している。

以上のように、本論文は、950 MPa 級高張力鋼の溶接金属の組織を同定し、従来の論争に決着をつけると共に、機械的性質に及ぼす溶接諸条件の影響についての金属組織学的な説明に大きく貢献している。この成果は、950 MPa 級高張力鋼の溶接金属の成分設計に対する材料学的指針を与えるものでもあり、基礎および応用の両面わたって工学的に寄与するところ多大である。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。