



Title	微細TiN分散による高韌性パイプライン用鋼材における溶接継手性能の改善に関する研究
Author(s)	中杉, 甫
Citation	大阪大学, 1994, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/39326
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、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

氏 名	なか 中 杉 すき はじめ 甫
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	第 1 1 5 9 6 号
学 位 授 与 年 月 日	平成 6 年 11 月 25 日
学 位 授 与 の 要 件	学位規則第 4 条第 2 項該当
学 位 論 文 名	微細 TiN 分散による高靱性パイプライン用鋼材における溶接継手性能の改善に関する研究
(主査)	
論 文 審 査 委 員	教 授 向井 喜彦
	教 授 松田 福久 教 授 中尾 嘉邦 教 授 豊田 政男
	教 授 斎藤 好弘 教 授 座古 勝

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、ラインパイプ用鋼 API 5L X - 70 級の上部ベイナイト組織を有する高強度かつ高靱性な鋼の開発とその溶接継手性能の改善を目的として行った研究の成果をまとめたものであり、次の 7 章より構成されている。

第 1 章では、ラインパイプの製造法、技術的要件、研究開発の現状について述べ、本研究の位置づけと目的を明確にしている。

第 2 章では、TiN の微細再折出法について検討するとともに、TiN の存在状態と加熱オーステナイト (γ) 粒の関係を調査し、溶接熱影響部 (HAZ) の強靱化機構を明らかにするとともに加熱 γ 粒の粗大化を制御し、それに伴う HAZ 韌性を改良するためには、 $0.02 \mu\text{m}$ 以下の TiN を 0.005 % 以上鋼中に分散させる必要があることを明らかにしている。

第 3 章では、TiN による加熱 γ 粒の粗大化防止特性についてラインパイプ用鋼材として代表的な Nb - V 系および Nb - Mo 系の鋼を取りあげ、それら鋼のサブマージアーク溶接 (SAW) 継手部の靱性についても研究している。その結果 X - 70 級鋼の SAW の HAZ 韌性の改良には、HAZ において TiC の析出を防止することおよび Ti の化学当量に対して窒素過剰型成分 ($\text{Ti} - 3.4\text{N} < 0$) とすることが重要であることを明らかにしている。

第 4 章では、TiN の微細再析出技術を連続铸造法に適用し、Nb - V 系および Nb - Mo 系のラインパイプ用鋼材の製造技術を確立している。同時に連続铸造法により析出する TiN の加熱 γ 粒粗大化防止特性についても検討し、鋼塊法で再析出した TiN と同等以上の γ 粒の粗大化防止能を有することを明らかにしている。

第 5 章では、ラインパイプ用鋼 API 5L X - 70 級材の厚板製造法として一般化しつつあった制御圧延制御冷却 (TMCP) 技術に本手法を応用している。そして微細 TiN を利用して加熱 γ 粒および圧延時の再結晶粒、未再結晶粒を微細粒とすることで変態後のアシキュラーフェライト粒を微細粒にすることにより強度、靱性が改良出来る新しい TMCP 技術を確立している。

第 6 章では、第 2 章から第 5 章で検討した結果を低 C - 中 Mn - 低 Mo - Nb - V 系の鋼に適用して、API 5L X - 70 級の上部ベイナイト組織を有する高強度、高靱性ラインパイプの製造法を確立している。

第7章では、第6章までの結論を纏めている。

論文審査の結果の要旨

近年、原油・天然ガス輸送用ラインパイプの使用環境が厳しくなり、ラインパイプ用鋼には高強度・高韌性でかつ優れた溶接性が要求されるようになった。本論文はこの要求性能を満たすことを目的として、TiN を微細に析出させることにより、加熱時の γ 粒を制御して、ラインパイプの母材および溶接部の強度・韌性を向上しうることを明らかにし、さらに TiN を微細に分散析出させる工業的方法を開発したものである。得られた成果を要約すると以下のとおりである。

- (1) 引張強さ 590N/mm^2 クラス鋼およびその HAZ の組織は上部ベイナイト組織であることが多く、このような組織を有する鋼の韌性は γ 粒度依存性が強く強韌化のためにはその細粒化が有効であることを明らかにしている。 γ 粒の細粒化を達成する手段として微細な TiN の固溶析出が有効であることを見出し、従来不可能とされていた大型鋼塊材について Ti, N の量と分塊条件により、 $0.02 \mu\text{m}$ 以下の微細 TiN を固溶析出させる方法を開発している。
- (2) TiN の微細析出技術を連続铸造法に適用することを試み、連続铸造により析出した微細 TiN は鋼塊法で製造した鋼の場合と同等以上の γ 粒粗大化防止効果があることを明らかにするとともに、TiN の微細析出技術を適用した連続铸造法による Nb-V 系および Nb-Mo 系のラインパイプ用鋼材の製造技術を確立している。
- (3) ラインパイプ用鋼材の厚板製造法として一般化しつつあった TMCP 技術に本方法を利用して、加熱 γ 粒および圧延時の再結晶粒、未再結晶粒を微細粒とすることで変態後のアシキュラーフェライト粒を微細にすることにより強度・韌性が高く優れた溶接性を有する高級ラインパイプ材を製造する技術を確立している。

以上のように、本論文はラインパイプの強度・韌性と溶接性の向上を目的として、TiN 微細析出により γ 粒を細粒化する方法を確立し、この方法を用いて優れた性能を有する鋼材の製造技術を開発・実用化しており、生産加工工学ならびに材料工学の発展に寄与するところが大きい。よって、本論文は博士論文として価値あるものと認める。