Osaka University Knowledge Archive

Title	チタンクラッド鋼板におけるチタン・銀系の拡散過程の研究
Author(s)	川辺, 秀昭
Citation	大阪大学, 1965, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/29012
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。

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

【48】

氏名・(本籍)	川辺秀昭（かわべひであき）
学位の種類	工学博士
学位記番号	第 829 号
学位授与の日付	昭和40年12月24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	**チタンクラッド鋼板におけるチタン・銀系の拡散過程の研究**
論文審査委員	(主査) 教授 篠田 軍治
	(副査) 教授 城 憲三　教授 庄司 一郎　教授 鈴木 達朗
	教授 千田 香苗　教授 竹内 竜一　教授 稔野 宗次
	教授 吉岡 勝哉　教授 吉永 弘　教授 藤田 茂

論文内容の要旨

近年化学工業界，石油工業界等において，従来にまさる耐食性材料を必要とする傾向が次第に増加して来た。従来はステンレス鋼板ないしは黄銅系の材料がこの目的のために用いられて来たが，その耐食性には限度があり，新しい耐食性材料としてチタンが注目をあびるようになった。しかし現在のところチタンはまだ高価であるので，厚さは耐食性を満足するだけにして，強度は使用する鋼種で補償するというチタンクラッド鋼板の出現が望まれていた。

申請者は住友軽金属工業在社中にチタンクラッド鋼板の試作に当り，これに成功すると共に製品の工業化の工程を確立した。主論文の第1部においてはクラッド鋼板の各種製作法にふれ，チタンクラッド鋼板製作法の特殊性を述べると共に製品強度及びこれの工業性を高めるために新たに開発した溶接法について詳述した。製作したチタンクラッド鋼板の寸法は，世界最大のもの及び世界最厚のものである。その機械的強度はＡＳＴＭのステンレスクラッド鋼板に対するせん断力の規格を充分満足するものであった。

このチタンクラッド鋼板の開発によって，化学工業界，石油工業界の利するところは大なるものがある。

主論文の第2部においてはチタンクラッド鋼板を実際に加工して使用する際に必然的に付随する熱処理の問題をとりあげ，熱処理がその素材であるチタンと銀の拡散の過程に及ぼす影響をみた。

この研究のためには，微小部分の非破壊分析装置として近年とみに注目されているＸ線マイクロアナライザーを使用した。

通常の機器化学分析の際に必要とされている検量線は，Ｘ線マイクロアナライザーによるＸ線強度

比と合金中の元素含有量に対しても必要であるが，計算から求めた値と実験値は誤差3％以内で一致し，チタンまたは銀の特性X線に対してチタン・銀合金系ではX線強度比から直接元素含有量を決定する事が出来るようになった。この検量線の作製の際には安定な金属間化合物を用いるという新方式をとった。

チタン・銀の金属拡散対を熱処理した際の拡散の過程をX線マイクロアナライザーで調査したところ，チタン・銀合金系では2種類の金属間化合物が存在し，その一つはよく知られている TiAg 相であるが，他の一つは今まで Ti_3Ag 相として報告されているもので，本研究によれば，この金属間化合物はむしろ Ti_2Ag 相とした方が良いことが判明した。

次にX線マイクロアナライザーで金属拡散対を用いて状態図を決定することはまだ行なわれていなかったが，本研究においては，チタン・銀合金系の α 相固溶限および共析点の組成を決定する事が出来，これらの数値は既知の値と良く一致した。この方法は今後の状態図の決定に一つの新しい方法を呈示するものと思われる。

論文の審査結果の要旨

本論文は2編からなっている。

第1編はチタンクラッド鋼板の製造法に関するもので，3章からなっている。第1章は緒言でクラッド鋼板の製造法を概観し，それらをチタンクラッド鋼板の製造に応用する場合の得失を論じている。第2章はチタンクラッド鋼板の製造法について述べたもので，第1編の主要な部分をなしている。第1節は実験段階における研究結果を述べたもので，著者の勤務していた住友軽金属工業株式会社で試みられたことのあるいくつかの方法のうち，工業的見地からはチタンと鋼の間に中間層を置く必要があることを明らかにし，中間層として銀を置くことにして実験を進めた。しかし圧延は高温で行なわれ，その前後には加熱を行なう必要があるので，チタンと銀との間で拡散を起こして，TiAg 金属間化合物を生じ，これが成長すると機械的強度を減ずる怖れがあるので，上記圧延およびその前後の加熱温度の最適値を求め，その結果ステンレスクラッド鋼板についての ASTM 規格に合格するような試作品を得た。またこれの溶接法についても各種の試験を行なっている。

第2節は実用化研究について述べたものである。すなわち例えば 15mm×1830mm×3050mm の板を製造するに至った研究の経過について述べている。実験段階における研究結果をもとにして，前加熱，圧延，焼鈍等の最適条件を見出し，超音波探傷によって完全な製品が得られたことを確かめ切断法についても適切な方法を見出し，得られた製品が ASTM ステンレスクラッド鋼板の規格に合格し，充分に実用できることを明らかにしている。チタンの欠点である熱伝導度が不良であることも鋼板とクラッド材を造ることによって相当に改善されることを指摘している。

第2編はチタン・銀系の拡散過程の研究について述べたもので，6章からなっている。第1章は緒論でチタンクラッド鋼板が高温度で加工されることが多い関係上チタン銀系の拡散の研究が重要であることを指摘し，実験の基礎になるX線マイクロアナライザーにおける定量補正法および銀チタン系

状態図について検討した結果を述べている。第2章には研究に使った試料すなわち銀を中間層とした鋼とチタンを合せた試料および金属間化合物を検討するために作ったチタン銀合金等について述べている。

第3章は実験法に関するもので，X線マイクロアナライザーの場合にはX線の取出し角，X線結晶解析の場合には試料の熱処理の影響などを考慮して定めた実験条件について述べている。

第4章は実験結果に関するもので，その第1節には第1章の考察に従って求めたチタンおよび銀に対する検量線を挙げている。第2節にはX線マイクロアナライザーを使った実験結果を述べている。すなわち加熱によりチタン銀間の濃度曲線に3つのプラトーが現われ，第1のプラトーは TiAg 相に相当し加熱時間の増加に伴ないその巾の増加するのが認められた。第2のプラトーは750°C以上の加熱温度で現われ，しかも場所によって現われたり，現われなかったりすることが認められた。第3のプラトーは試料を 850°C 以上に加熱した時においてのみ認められ，第3のプラトーを有する相と純チタンとの間の境界は非帯に乱れていることを顕微鏡および走査像から見出した。つぎにこれらの結果を試料電流の測定によって確かめた。さらに各プラトーに対応する成分の試料を作ってX線解析を行なった結果を述べている。

第5章は考察で，第1節には検量線の作成には著者の行なったように均質安定な TiAg 相のような中間相を利用することが有利であることを指摘している。第2節には TiAg 相の成長が高温度，長時間の加熱で止まるのは第3のプラトーの生成に起因するものであること，第2のプラトーは従来の状態図に記載された Ti_3Ag とは認め難く，Ti_2Ag と見做すべきであること，第3のプラトーはチタン・銀系の一次固溶体の溶解限と一致すると述べている。第3節では TiAg と第3のプラトーの境界の不規則性について論じているが，種々の可能性について検討した結果，これは TiAg 相の成長率の減少と第3のプラトーの生成とに関連した現象であると結論している。第4節にはX線解析の結果の考察について述べているが，従来の金属間化合物 Ti_3Ag は Ti_2Ag とすべきであることを確認している。

第6章は結論で以上の研究から得られた結果をまとめて述べてある。

著者は工業的方面においてはチタンクラッド鋼板製作法の特殊性を充分に考察したのち，適切な方法を見出し，充分な強度その他の実用上必要な性能をもつチタンクラッド鋼板の製作のための条件を実験的に求め，遂にこれの工業化に成功して，工業界に大きな貢献をなした。

工学的方面においてはチタンと鋼との間の中間層である銀の挙動を明らかにし，しばしば強度をそこなう原因となる TiAg 相の成長条件等を究明し，チタン・銀系の従来の状態図の誤りを正し，X線マイクロアナライザーの定量補正についても知見を加え，工学的にも大きな貢献をなした。

以上のように本論文は博士論文として価値あるものと認める。