



Title	拡散溶接の接合過程と接合部の金属組織に関する基礎的研究
Author(s)	秋川, 尚史
Citation	大阪大学, 1983, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/33882
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・（本籍）	あき 秋	かわ 川	なお 尚	みゆ 史
学位の種類	工	学	博	士
学位記番号	第	6 2 5 8	号	
学位授与の日付	昭和 58 年 12 月 23 日			
学位授与の要件	工学研究科 溶接工学専攻 学位規則第 5 条第 1 項該当			
学位論文題目	拡散溶接の接合過程と接合部の金属組織に関する基礎的研究			
論文審査委員	(主査) 教授 圓城 敏男 教授 岡本 郁男 教授 丸尾 大 教授 菊田 米男			

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、拡散溶接における接合機構ならびに継手性能におよぼす諸因子の影響を明らかにする目的で、金属組織観察ならびに接合部の電気抵抗測定など種々の方法を用いて研究を行った結果をまとめたものであり、9章からなっている。

第1章では、本研究の目的と意義を明らかにするとともに、本研究と関連のある基礎的事項についても記述している。

第2章では、アルミニウム、銅、チタン、鉄および銀について、初期の接合過程におよぼす各金属の接合表面の酸化皮膜の影響を、接合中の接合部の電気抵抗変化を測定することにより検討し、それぞれの相違を明らかにしている。さらに、アルミニウム、銅およびチタンについては、接合過程において接合表面の粗さが酸化皮膜の破壊にどのような影響をおよぼすかについて、接合部の電気抵抗測定の結果を集中抵抗の理論に基づいて解析することにより、明らかにしている。

第3章では、接合過程が進行し、真の接合面積が大きくなった場合にも、モデル実験および理論計算を行うことにより、2章で用いた集中抵抗の理論が適用できる実験式を誘導している。さらに、チタンの接合部の電気抵抗を測定し、この実験式により解析した結果と継手の引張強さならびに破面観察とを比較することにより、接合部の電気抵抗値より接合状態を推定し得ることを明らかにしている。

第4章では、チタンの場合、 $\alpha \rightarrow \beta$ 変態による変態超塑性が特に接合初期過程において、接合の促進に大きく寄与することを明らかにしている。

第5章では、実用チタン合金 Ti-6Al-4V 合金について、微細な金属組織による超塑性もチタンの場合の変態超塑性と同様に、接合の促進に寄与していることを明らかにしている。

第6章では、金属間化合物層が形成される異種金属間の組合わせとして、銅とアルミニウムの拡散溶接について、金属間化合物層の形成および成長、ならびに継手強さ、さらに高温保持中の継手の接合界面での挙動について検討を行い、異種金属間の接合機構ならびに継手性能に影響をおよぼす因子を明らかにしている。

第7章では、金属間化合物層が形成しても溶接直後は母材破断する異種金属間拡散溶接継手の例として、チタンとアルミニウムの拡散溶接を行っている。さらにこの溶接継手を高温に保持した場合、接合界面に酸化膜が再び形成し、継手性能が劣化することを明らかにしている。

第8章では、金属間化合物層を形成せず、相互に全率固溶する銅とニッケルならびに固溶量の少い銅と鉄の各異種金属間の拡散溶接を行い、溶接条件によって継手性能がどのような影響を受けるかを明らかにしている。さらに、高温保持中の銅とニッケルの拡散溶接継手は Kirkendall 効果によるボイドの形成により継手性能が顕著に劣化するが、銅と鉄の拡散溶接継手については、ボイドの生成はほとんど認められないことを示している。

第9章においては、本研究で得られた結論を総括的にまとめている。

論文の審査結果の要旨

本論文は種々の金属の拡散溶接において、母材の接合表面状態をはじめ、種々の因子が接合機構ならびに継手性能にそれぞれどのような影響をおよぼすかを明らかにしている。さらに、ある組合せの異種金属間の拡散溶接継手を高温に保持した場合、継手性能が劣化する機構を明らかにしている。得られた主な成果は次のとおりである。

- (1) 接合表面の酸化皮膜が安定な金属ほど、酸化皮膜が母材間の金属的接触を妨げること、および接合表面の粗さが接合初期における酸化皮膜の破壊に寄与することを接合中の接合部の電気抵抗測定と、集中抵抗の理論的解析によって明らかにしている。
- (2) モデル実験および上記集中抵抗の理論による計算を基礎にして、真の接合面積が大きい範囲まで適用できる実験式を提案し、この実験式によって、接合部の電気抵抗の測定によって、その接合状態を推定することができることをチタンの拡散溶接継手について実証している。
- (3) チタンの変態超塑性および $\text{Ti}-6\text{Al}-4\text{V}$ 合金の微細組織における超塑性に注目し、母材の超塑性が拡散溶接において、特にその初期接合過程において、接合を大きく促進することを見出している。
- (4) 異種金属間の拡散溶接において、接合時に金属間化合物層の形成が予想される銅とアルミニウム、チタンとアルミニウムおよび金属間化合物層が全く形成されない銅とニッケル、銅と鉄の各組合わせについて、比較研究を行い、接合過程、当該金属原子の移動および金属間化合物の形成とその成長などについて、金属組織学的に差異を明らかにしている。さらにこれらの結果を基礎にして、拡散溶接の最適条件の選定指針を与えている。
- (5) チタンとアルミニウムの拡散溶接継手を高温度に保持した場合、チタン中の固溶酸素の拡散により、

アルミニウムと金属間化合物層の境界に再びアルミニウムの酸化膜を形成し、これが継手性能を著しく劣化させること、および銅とニッケルの拡散溶接継手を高温度に保持すると、Kirkendall 効果によるボイドの形成により継手性能が低下することをそれぞれ明らかにしている。これに対し、銅と鉄の拡散溶接継手は、高温保持してもボイドの形成もなく、継手性能の低下も認められないことを示し、異種金属の拡散溶接継手を高温で使用する場合、その組合せを慎重に考慮して決定すべきことを示している。

以上のように本論文は、拡散溶接の接合機構とその継手性能ならびに高温使用中の継手性能の変化について、幾多の新しい知見を含み、学術および応用の両面において、拡散溶接法に貢献するところが大きい。