

# チタン／アルミニウム広幅クラッド板

## Titanium/Aluminum Wide Clad Metal Sheet

平原一雄/Kazuo Hirahara・直江津製造所 製造総括室 参事補

難波清海/Kiyomi Namba・直江津製造所 製造部 次長

市川利夫/Toshio Itikawa・直江津製造所 冷延工場

土居大治/Daiharu Doi・総合技術研究所 ステンレス・チタン研究部 次長

### 要 約

当社では広幅コイル温間接合法で種々のクラッド板を製造しているが、本稿ではその中のTi/Alクラッド板について紹介する。このクラッド板はチタンとアルミニウムの特性を兼ね備えており、チタン製品より更に軽量で、熱伝導性に優れる。また、接合は十分な強度を有し、曲げおよび深絞り等の加工性にも優れている。

### Synopsis

Recently several kinds of clad metal utilizing wide coil have been developed and produced using a warm-roll bonding method. In particular, titanium/aluminum clad metal sheet has the following excellent properties ; ① lighter than titanium for the same volume, ② high thermal conductivity, ③ high and uniform peeling strength, and ④ good formability in bending and deep-drawing.

## 1. Ti/Al クラッド板の特徴

異種金属を接合して両者の特性を兼ねさせた金属クラッド板は接合技術の進歩により種々の金属クラッド板が開発・実用化されている。

本稿では高耐食性を有するチタンと軽量で熱伝導性の優れるアルミニウムを組み合わせ、機能性に優れたクラッド板(以下はTi/Alクラッド板と称す)を開発したので、その特徴を紹介する。

#### 《特 徴》

- ①チタン製品より軽量化が可能で、熱伝導性に優れる。
- ②接合界面には異相等もなく、十分な接合強度を有し、曲げ性、深絞り性等の加工性に優れる。
- ③非磁性であり、発色加工も可能である。
- ④当社では、世界でも希な広幅コイル接合法を採用しているため、板厚精度、接合強度等の品質安定な量産製造が可能である。

このようなTi/Alクラッド板の特徴および性能について、以下に示す。

## 2. 各特徴および性能

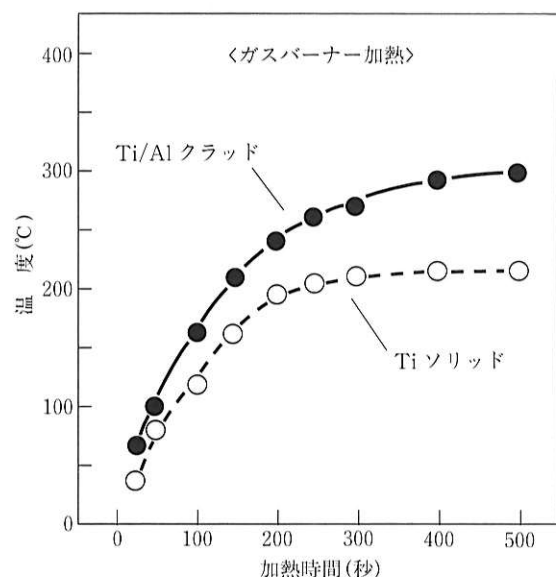
### 2-1 Ti/Al クラッド板の物理的性質

第1表にTi/Alクラッド板の代表的な物理的性質を示す。物理的性質は複合則にしたがい、両金属のほぼ中間的な性質を示している。

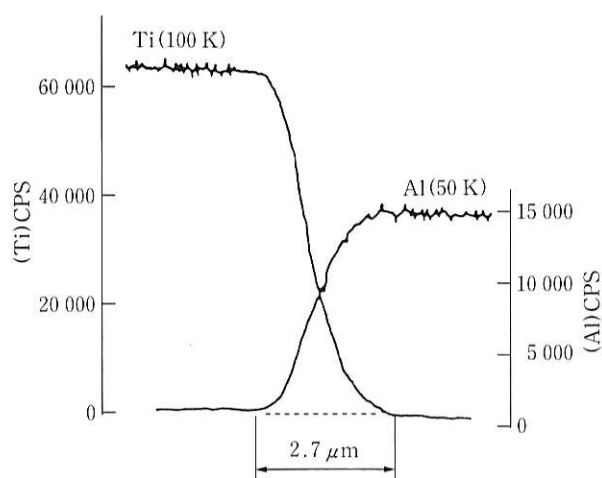
特に、アルミニウムを接合しているため比重はチタン板より更に小さくなり軽量化が図られ、第1図に示すように熱伝導性にも優れている。またチタンとアルミニウムを接合しているため非磁性である。

第1表 Ti/Al クラッド板の物理的性質

| 材 質        | 材 厚<br>(mm)        | 比 重<br>(g/cm <sup>3</sup> ) | 熱伝導率(w/m・℃) |      |
|------------|--------------------|-----------------------------|-------------|------|
|            |                    |                             | 垂直方向        | 平行方向 |
| Ti/Al      | 1.6<br>(Ti : 0.32) | 3.09                        | 62          | 177  |
|            | 0.8<br>(Ti : 0.35) | 3.42                        | 39          | 140  |
| Ti(JIS 1種) | —                  | 4.5                         | 17.2        |      |
| Al(A 1100) | —                  | 2.7                         | 221.9       |      |



第1図 Ti/Al クラッド板の加熱特性



第2図 界面のEPMA 線分析

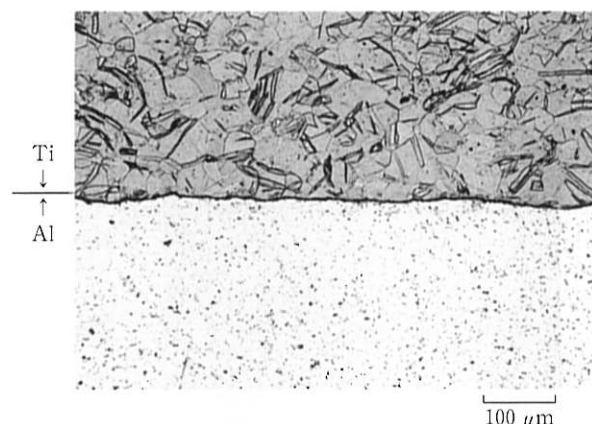
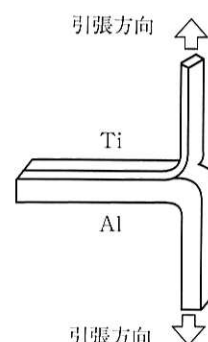


写真1 断面における界面のミクロ組織



第3図 T字型剥離試験法

第3表 Ti/Al クラッド板の加工性

| 材質    | 板厚 (mm) | 試験面       | 曲げ性 (180°) | 限界絞り比 (L.D.R.) |
|-------|---------|-----------|------------|----------------|
| Ti/Al | 0.8     | Ti 外面<br> | 密着         | 2.38           |
|       |         | Al 外面<br> | 密着         | 2.40           |

第2表 Ti/Al クラッド板の接合強度と引張性質

| 材質       | 板厚 (mm) | 接合強度 (N/5 mm) | 0.2%耐力 (N/mm <sup>2</sup> ) | 引張強さ (N/mm <sup>2</sup> ) | 伸び (%) | 硬さ (Hv) |    |
|----------|---------|---------------|-----------------------------|---------------------------|--------|---------|----|
|          |         |               |                             |                           |        | Ti      | Al |
| Ti/Al    | 1.6     | 48            | 181                         | 208                       | 18     | 153     | 43 |
|          | 0.8     | 剥離不可          | 202                         | 229                       | 25     | 153     | 39 |
| Ti ソリッド材 | 0.8     | —             | 270                         | 336                       | 35     | 124     | —  |
| Al ソリッド材 | 1.5     | —             | 100~120                     | 120~140                   | 17~25  | —       | 37 |

## 2-2 Ti/Al クラッド板の接合状態

チタンとアルミニウムの接合界面は写真1および第2図に示すように異相等の析出もなく、第2表に示すように十分な接合強度を有している。

なお、接合強度については板厚が薄いため、第3図に示すようなT字型剥離試験法で評価した。

## 2-3 Ti/Al クラッド板の機械的性質と加工性

第2表に代表的な引張性質を示す。引張性質も複合則にしたがい、両金属のほぼ中間的な性質を示している。

一般的な成形性を第3表に、また写真2にカップ絞り品の外観を示すが、優れた絞り性を有している。

## 製品紹介

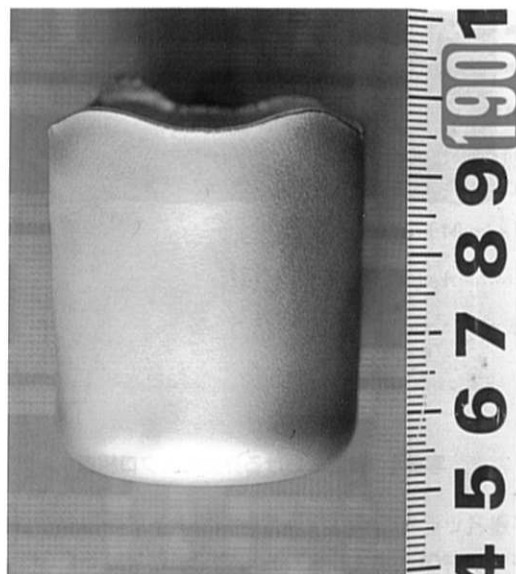
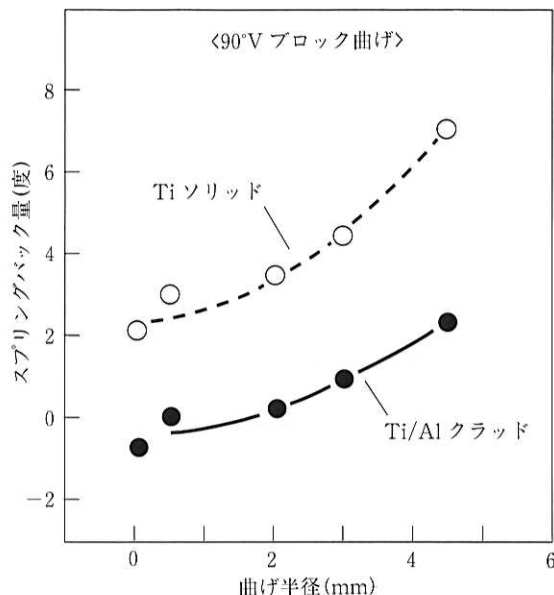


写真2 Ti/Al クラッド板のカップ絞り品  
(Ti 外面 絞り比: 2.38)

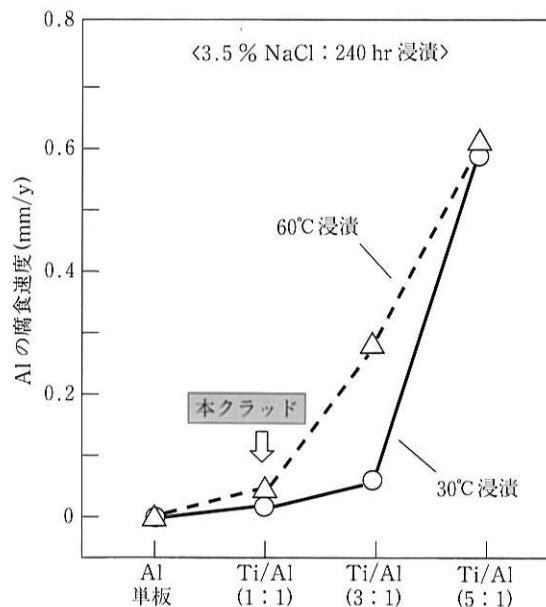


第4図 Ti/Al クラッド板のスプリングバック量

また曲げにおいては第4図に示すように Ti ソリッド材に比べ、スプリングバック量が小さいという特徴を有し、溝型ロール成形あるいは折り曲げ等における曲げ加工には適材である。

## 2-4 Ti/Al クラッドの耐食性

チタンは高耐食性を有する金属である。一方、アルミニウムはそれに比べると卑な金属である。一般に貴、卑な両金属が接触する場合、犠牲陽極作用が働く、しかしながら第5図に示すように水酸化ナトリウム水溶液浸漬試験ではチタンとアルミニウムの相対面積が1:1であればアルミニウムの優先腐食はほとんどない。したがって、本クラッド



第5図 Ti/Al クラッドの表面積比と腐食速度

第4表 製品可能範囲

| 組み合わせ    | 全板厚 (mm) | チタン板厚 (mm) | 板 幅 (mm)                 | 長 さ (mm)                                |
|----------|----------|------------|--------------------------|---|
| Ti/Al    | 0.6~2.5  | 0.3~0.7    | 標準 ≤ 880<br>(max. 1 000) | 切り板: 500~2 000<br>サークル: ご相談<br>コイル: ご相談 |
| Ti/Al/Ti | ご相談      |            |                          |   |

板はチタンとアルミニウムの表面積比が同等であることから Al の優先腐食は少ないと考えられる。しかし一般耐食性を加味すべき実環境では、端面シールおよび耐候性について、ユーザーの協力を得ながら試験を行う必要がある。

## 2-5 Ti/Al クラッド板の発色加工

チタン板は一般的に発色加工が可能であり、本 Ti/Al クラッドでも写真3に示すように、発色することが可能である。したがって、意匠性を必要とする用途にも適材と考える。

## 2-6 製品可能範囲

受注可能な製品範囲は、第4表に示すとおりであり、本報では Ti/Al 2層材を中心に述べてきたが、Ti/Al/Ti の組み合わせとした3層材も製造可能である。

## 3. まとめ

以上、チタン/アルミニウムクラッド板の性能について紹介したが、加工性、耐食性等の数々の優れた特性を有している。また Ti ソリッド材と比較すると同一板厚であれば比重が小さく、軽量化が図られる。更に面積比で考えると、コスト面でも有利な素材である。

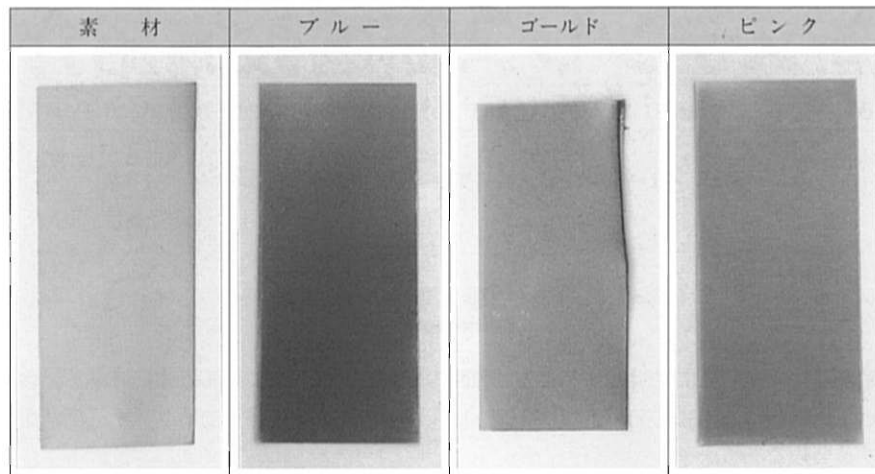


写真3 Ti/Al クラッド板の発色加工(Ti 面)

したがって、紹介したような特徴を生かしたアウトドア商品、レジャー用品あるいは建材等としての用途が期待される。当社では単なる材料提供にとどまらず、ユーザーと一体となり、今後とも最終用途を考えた組み合わせ材の開発と利用技術開発を進める所存である。

問合せ先  
直江津製造所  
製造総括室 参事補  
☎ 0255(44)6621 平原