

アルミニウム合金部材の接合に用いる高力ボルト摩擦接合の熱サイクルによる影響

住軽日軽エンジニアリング 正会員 ○ 渡辺和志  
住軽日軽エンジニアリング 正会員 山口進吾

1. はじめに

アルミニウム合金（以下、アルミ）を用いた構造物の高力ボルト摩擦接合部には、溶融亜鉛めっき高力ボルト F8T を用いることを標準としている<sup>1)</sup>。これはアルミと高力ボルトの異種金属接触腐食を防止するための配慮である。また、アルミ部材と鋼製部材を高力ボルト摩擦接合する場合、添接板に溶融亜鉛めっき鋼板を用いることにより同様に異種金属接触腐食の問題が解決できると考えられる。

アルミと鋼は線膨張係数が異なるため（アルミ： $24 \times 10^{-6}/$ ，鋼： $12 \times 10^{-6}/$ ），アルミ部材を高力ボルト摩擦接合した場合、線膨張係数の相違が接合部のリラクゼーションに及ぼす影響が懸念される。

本報では、アルミ部材に高力ボルト摩擦接合を用いた時の熱サイクルによる影響の調査を行った。

2. 試験方法

2.1 試験体

試験体形状を図 1 に、試験パラメータを表 1 に示す。母材は材質がアルミ A5083P-H112、板厚 25mm の 1 種類とし、添接板はアルミ A5083P-H112 と亜鉛めっき鋼板 SS400 の 2 種類を用い板厚を 14mm とした。添接板のブラスト処理は、アルミにはモランダム#36 によるグリッドブラスト、鋼材には珪砂 3 号によるサンドブラストを施した。高力ボルトは溶融亜鉛めっき高力ボルト F8T のボルト径 M20 を用いた。

2.2 締付けボルト軸力

締付けボルト軸力は、F8T、M20 の設計ボルト軸力（133kN）<sup>2)</sup>の 10% 増（146kN）とし、高力ボルトに貼付した歪ゲージにより初期の締付けボルト軸力を管理した。なお、締付け作業は気温 20 の恒温

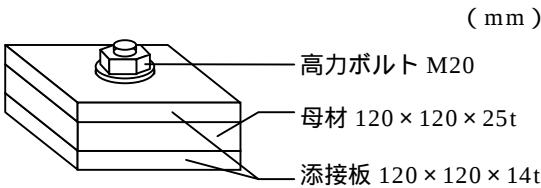


図 1 試験体形状

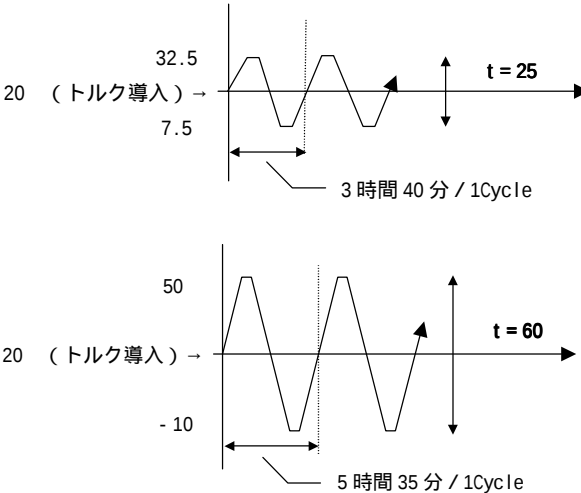


図 2 熱サイクルフロー

室で行った。

2.3 熱サイクル

熱サイクルは、 $t = 25$ 、500Cycle と  $t = 60$ 、200Cycle の 2 種類とし、温度振幅の中心は 20 とした。また、リラクゼーションの影響を測定するために恒温室にて一定温度（20）を維持した試験体（AA00）の測定も行った。

熱サイクルは、TABAI 製恒温恒湿器（プラチナス G シリーズ P 計装）を用いた。試験体の温度管理は

表 1 試験パラメータ

| 試験体名 | 母材<br>( t = 25mm ) | 添接板<br>( t = 14mm ) | ブラスト処理   | 高力ボルト                                                                                                       | 熱サイクル     |       |
|------|--------------------|---------------------|----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-------|
|      |                    |                     |          |                                                                                                             | t         | Cycle |
| AA25 | A5083P-H112        | A5083P-H112         | グリッドブラスト | F8T ( Zn ) ,M20<br><br>但し座金寸法は下記の通り<br>< アルミ用 > ( mm )<br>内径:21,外径:48,板厚 6<br>< 鋼材用 ><br>内径:21,外径:40,板厚 4.5 | 25        | 500   |
| AS25 |                    | SS400 ( Zn )        | サンドブラスト  |                                                                                                             |           |       |
| AA60 |                    | A5083P-H112         | グリッドブラスト |                                                                                                             | 60        | 200   |
| AS60 |                    | SS400 ( Zn )        | サンドブラスト  |                                                                                                             |           |       |
| AA00 |                    | A5083P-H112         | グリッドブラスト |                                                                                                             | 一定 ( 20 ) |       |

( Zn ) : 溶融亜鉛めっき処理を示す。

キーワード：アルミニウム合金，高力ボルト摩擦接合，熱サイクル

連絡先：〒136-0071 江東区亀戸 2-35-13 新永ビル，TEL：03-5628-8509，FAX：03-5628-8506

試験体母材に取付けた熱電対を用い、事前に試験体が目標温度に到達するような熱サイクルを定めて熱サイクルを行った。熱サイクルフローを図2に示す。

## 2.4 測定

母材に貼付した熱電対より試験体温度を、高力ボルトに貼付した歪ゲージより高力ボルトのひずみを測定した。

## 3. 試験結果

$t = 25$  の熱サイクルによる軸力推移を図3に、 $t = 60$  のときを図4に示す。

横軸は熱サイクル数（ $t = 25$  : 3時間40分/1Cycle,  $t = 60$  : 5時間35分/1Cycle）を示した。また、リラクゼーションの影響を測定するために一定温度下に維持した試験体（AA00）の軸力は、維持時間を熱サイクル数に換算して記した。

縦軸は高力ボルト締付け時のボルト軸力を100%とした軸力残存率（低下率）を示した。なお、軸力の推移は各熱サイクルで試験体温度が20となった時の値をプロットした。

### 3.1 熱サイクルの影響

試験結果より  $t = 25$  ,  $t = 60$  , 共に熱サイクルの影響による大きな軸力低下を示すことなく、リラクゼーションの影響を測定した試験体（AA00）とほぼ同様な軸力推移を示した。

図3より、軸力残存率は約75Cycleで約90%、350Cycleで約85%まで低下し、その後はほぼ収束している。また文献<sup>3)</sup>によると、プラスト処理を施した溶融亜鉛めっき高力ボルト摩擦接合のリラクゼーションにおいて、軸力低下率は20%見込めばよく、締付け後24時間で相当量の軸力低下し3ヶ月以上ではあまり軸力低下しないことが認められている。本報では、アルミ部材を用いた高力ボルト摩擦接合の場合でも同様な結果が得られることを確認できた。

### 3.2 添接板材質の影響

添接板にアルミを用いた試験体（AA25, AA60）と、添接板に亜鉛めっき鋼板を用いた試験体（AS25, AS60）の軸力推移はほぼ同様であり、アルミ部材と鋼製部材を高力ボルト摩擦接合しても熱サイクルの影響によって軸力低下等は発生しないと考えられる。

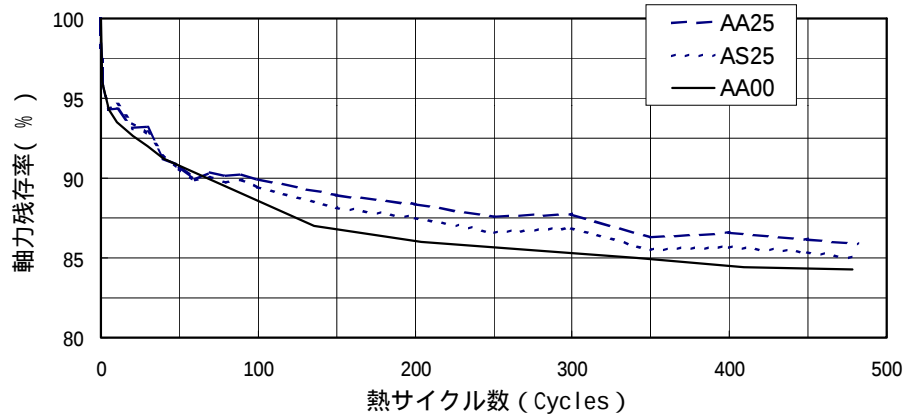


図3 熱サイクルによる軸力推移（ $t = 25$ ）

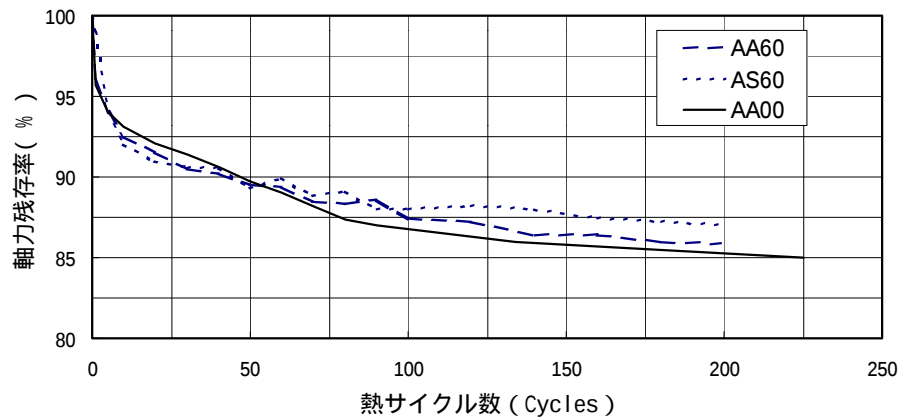


図4 熱サイクルによる軸力推移（ $t = 60$ ）

## 4. まとめ

本試験により、下記のことが確認できた。

- ・熱サイクル  $t = 25$  ,  $t = 60$  , どちらの場合も高力ボルトの軸力推移に熱サイクルの影響はみられず、リラクゼーションの影響のみが確認できた。
- ・アルミ部材を用いた高力ボルト摩擦接合のリラクゼーションは、ボルト軸力残存率80~85%見込めばよく、ボルト軸力の低下は2~3ヶ月でほぼ収束すると考えられる。
- ・アルミと鋼は線膨張係数が異なるが、添接板に溶融亜鉛めっき鋼板を用いることにより、異種金属接触腐食を回避でき、かつ熱サイクルの影響による軸力低下は発生しないと考えられる。

### 参考文献

- 1) アルミニウム合金土木構造物設計・製作指針案, 平成10年12月, 日本アルミニウム協会
- 2) 道路橋示方書・同解説, 平成14年3月, 日本道路協会
- 3) 高力ボルト接合設計施工指針, 平成5年3月, 日本建築学会