アルミニウム合金を用いた建築構造に関する研究 その73

- 無機ジンクリッチ塗料処理した高力ボルト摩擦継手の耐力 -

アルミニウム合金	無機ジンクリッチ塗料	高力ボルト
すべり荷重	塗膜厚さ	

## 1. はじめに

本報告は、アルミニウム合金材にジンク塗料処理した高 カボルト摩擦継手について、その塗膜厚さ、下地処理条件 を変数としたすべり実験結果を記したものである。

2. 試験体形状

試験体は図1に示す形状寸法の2面摩擦継手である。板 厚は添板10mm、中板15mm(いずれも公称値)であり同 一の合金を用いている。

締付けボルトは F8T 溶融亜鉛めっき高力ボルト(以下、 ボルト)であり、ボルト孔径は呼び径に 2mm 加えた値と した。ボルト軸部には導入軸力測定用に 2 枚のひずみゲー ジを貼付けた。ボルトの締付けはナット回転法により行い、 トルク 100Nmで 1 次締付け後、回転角 120°で締めつけた。

母材合金は、JIS A5083-H112、A6061-T6(以下、それ ぞれ A5083、A6061)の2種類であり、表1に示すような 機械的性質を持つものである。

3. 摩擦面処理

塗料は JIS K 5553 規 格の厚膜用無機ジンク リッチペイント(以下 ジンク塗料)で、液体 と亜鉛粉末を1:4の

	表1	素材の機	械的的性	質	
合金記号		降伏耐力 <sup>*</sup> (N/mm <sup>2</sup> )	引張強さ (N/mm <sup>2</sup> )	降伏比	
15092	中板	144	316	0.46	
A3083	添板	158	315	0.50	
16061	中板	312	330	0.95	
A6061	添板	314	332	0.95	
	*0.2%オフセット法による				

重量比で混合するものである。塗装方法は刷毛塗りであり、 塗装下地は、サンダーがけ(砥石 #80)により充分に目粗

しした。なお、比較のためワイ ヤカップブラシによる目粗しも 行った。塗装後は室温 20℃、湿 度 65% の恒温室で七日間以上養 生し、養生完了後、高周波膜厚 計を用いて塗膜厚を測定した(中 板 - 片面 5箇所、添板 - 9箇所)。

目標塗膜厚さは、30、50、 80、100、200 µmの5 水準である。

ジンク塗料は、原則として中 板、添板の両面に塗装したが、 より簡易な摩擦面処理方法検討 のため片面塗装処理(添板側の

試験体の形状

図1

正会員	○藤本	効 <sup>*1</sup>	同	中込	忠男 *2
同	山田	丈富 <sup>*3</sup>	同	見波	進 *4
同	橋本	篤秀 <sup>*5</sup>			

み)も行った。塗料処理しない側の摩擦面(中板側)はサ ンダーがけ(砥石の粗さ #36、80、180)による目粗しの みを行った。試験体一覧を表 2 に示す。

4. 実験方法

すべり実験は、2000kN 万能試験機を用いて行い、原則 として最大荷重が得られるまで連続的に加力した。

測定項目は、荷重、ボルトの軸ひずみ、添板と中板間の 相対変位量であり、相対変位量は片側各2台のクリップゲー ジ出力の平均値より求めた。試験体数は各3体である。

5.実験結果ならびに考察

各試験体の塗膜厚、導入軸力、すべり荷重、すべり係数 の平均値を表3に示す。

荷重と相対変位量の関係を摩擦面の目標塗膜厚さごとに 比較したものを図2に示す。なお、以下本報告において塗 膜厚さは摩擦面1面あたりの数値である。

両面塗装の場合、目標塗膜厚 200 µm以下の試験体では両 者の関係に大きな差は見られず、合金種の違いによる影響 もない。しかし、目標塗膜厚 400 µmの試験体は、すべり荷 重が約 10%低くなる。塗装下地処理の違いによる影響は見 られない。

片面塗装の場合、目標塗膜厚 30 µmの試験体は、その他の 試験体よりすべり荷重が低くなり、A6061 合金において顕 著である。これを除くと、同じ目標塗膜厚である両面塗装 試験体とほぼ同じ挙動を示している。したがって、片面塗 装でも塗装下地と塗装しない側の母材表面に適性な目粗し

				添 板		
		ジンク塗料				
		30 <i>µ</i> m	50 µm	80 <i>µ</i> m	100 µm	200 <i>µ</i> m
	30 <i>µ</i> m	© (PP060)	-	-	-	-
37	50 µm	-	© (PP100)	-	-	-
シンク涂	80 <i>µ</i> m	-	-	© (PP160) ○ (PPw160)	-	-
料	100 <i>µ</i> m	-	-	-	© _ (PP200)	-
	$200\mu\mathrm{m}$	-	-	-	-	© (PP400)
サン	#36	© (PSa030)	-	-	© (PSa100)	-
ダージ	#80	-	-	-	© (PSb100)	-
かけ	#180	-	-	-	© (PSc100)	-
◎:A5083(塗装下地処理サンダーがけ #80)、○:A5083(塗装下地処理ワイヤーブラシ)						
□:A6061 (塗装下地処理サンダーがけ #80)、()内は処理組合せの記号を示す						
	ジンク塗料 サンダーがけ 4508	30 µm       50 µm       50 µm       80 µm       200 µm       +       200 µm       +       480       100 µm       50 µm       50 µm       480       100 µm       480       100 µm       480       490 <t< td=""><td>30 μm 30 μm 30 μm ○ (PP060) 50 μm - 80 μm - 80 μm - 200 μm - 200 μm - 200 μm - 436 ○ (PSa030) #80 - * * * * * * * * * * * * *</td><td>30 µm     50 µm       30 µm     (PP060)       50 µm     -       50 µm     -       50 µm     -       100 µm     -       200 µm     -       200 µm     -       4     -       100 µm     -       200 µm     -       4     -       100 µm     -       200 µm     -       480     -       1     -       480     -       -     -       480     -       -     -       480     -       -     -       45083(塗装下地処理サンダーがけ #80),       46061     (塗装下地処理サンダーがけ #80)</td><td>添板       ジンク塗料       30 µm     50 µm     80 µm       ジンク塗料       30 µm     (PP060)     -       50 µm     -     (PP160)       80 µm     -     -       20 µm     -     (PP160)       100 µm     -     -       200 µm     -     -       480     -     -       200 µm     -     -       480     -     -       480     -     -       480     -     -       480     -     -       503(塗装下地処理サンダーがは#80)、)     :45083(塗装       46061     (塗装下地処理サンダーかは #80)、()     )</td><td>添板       ジンク塗料       30 µm     50 µm     80 µm     100 µm       30 µm     (PP060)     -     -     -       50 µm     -     0 (PP100)     -     -     -       50 µm     -     0 (PP100)     -     -     -       80 µm     -     -     0 (PP160)     -     -       100 µm     -     -     0 (PP160)     -     -       200 µm     -     -     -     0 (PP200)       200 µm     -     -     -     0 (PP200)       200 µm     -     -     -     0 (PS100)       480     -     -     -     0 (PS100)       480     -     -     -     0 (PSc100)       480     -     -     -     0 (PSc100)       5083(塗装下地処理サンダーがけ #80)、     -     -     0 (PSc100)</td></t<>	30 μm 30 μm 30 μm ○ (PP060) 50 μm - 80 μm - 80 μm - 200 μm - 200 μm - 200 μm - 436 ○ (PSa030) #80 - * * * * * * * * * * * * *	30 µm     50 µm       30 µm     (PP060)       50 µm     -       50 µm     -       50 µm     -       100 µm     -       200 µm     -       200 µm     -       4     -       100 µm     -       200 µm     -       4     -       100 µm     -       200 µm     -       480     -       1     -       480     -       -     -       480     -       -     -       480     -       -     -       45083(塗装下地処理サンダーがけ #80),       46061     (塗装下地処理サンダーがけ #80)	添板       ジンク塗料       30 µm     50 µm     80 µm       ジンク塗料       30 µm     (PP060)     -       50 µm     -     (PP160)       80 µm     -     -       20 µm     -     (PP160)       100 µm     -     -       200 µm     -     -       480     -     -       200 µm     -     -       480     -     -       480     -     -       480     -     -       480     -     -       503(塗装下地処理サンダーがは#80)、)     :45083(塗装       46061     (塗装下地処理サンダーかは #80)、()     )	添板       ジンク塗料       30 µm     50 µm     80 µm     100 µm       30 µm     (PP060)     -     -     -       50 µm     -     0 (PP100)     -     -     -       50 µm     -     0 (PP100)     -     -     -       80 µm     -     -     0 (PP160)     -     -       100 µm     -     -     0 (PP160)     -     -       200 µm     -     -     -     0 (PP200)       200 µm     -     -     -     0 (PP200)       200 µm     -     -     -     0 (PS100)       480     -     -     -     0 (PS100)       480     -     -     -     0 (PSc100)       480     -     -     -     0 (PSc100)       5083(塗装下地処理サンダーがけ #80)、     -     -     0 (PSc100)

## 表2 試験体一覧

Study on Aluminum Alloy Structure Part73

-Slip load of High strength bolted connection treated with Inorganic Zinc-rich Paint FUJIMOTO Isao, NKAGOMI Tadao, YAMADA Tomohisa, MINAMI Susumu, HASHIMOTO Atsuhide

—529—

を行えば、両面塗装と同等の性能が得られる。

また、無塗装側母材表面の目粗しに用いた砥石粗さの違いに関しては、顕著な差はは見られない。

図3は全試験体の塗膜厚実測値とすべり係数、すべり荷 重の関係を示したものである。

すべり荷重は、ボルトの導入軸力が設計ボルト軸力の 1.5 倍以上であるため、短期許容すべり荷重(72.4kN)に比べ かなり高い値を示している。塗膜厚が約 60 µm以下と、約 400 µmの試験体は、100 ~ 200 µmの試験体に比べすべり荷 重が低くなる。塗膜厚 100 ~ 200 µmの範囲では、片面塗装 の一部試験体を除いて安定した値を示す。

すべり係数は、塗膜厚が 60 μmより薄い試験体が低くなり、 塗膜厚 40 μm以下ではすべり係数 0.45 以下となるものもあ る。塗膜厚が 100 ~ 200 μmの範囲では、すべり係数はすべ 表3 実験結果

 $P_{c}(kN)$ 

132

132

133

133

137

120

133

μ

0.54(0.01) PSa030

0.56(0.02) PSa100

0.56(0.02) PSb100

0.55(0.03) PSc100

0.55(0.02) PSa030

0.52(0.01) PSa100

0.56(0.02) PSb100

120

80

40

0 -

0.0

図2

苛重(kN)

両面塗装

 $T_B(kN)$ 

122

119

119

122

124

115

119

PP060

PP00 PP160

PP200

PP400

111

0.4

相対変位(mm)

a. A5083、A6061(両面塗装)

PPw160 PP200(A6061)

0.6

0.8

合金種 tp(m)

A5083

A6061

A5083

70

105

167

207

224

386

173

0.2

記号

PP060

PP100

PP160

PP200

PP400

PPw200

120

80

40

0

0.0

荷重(kN)

り荷重と同様にほぼ安定している。

しかし、400 m程度の過大な膜厚のもののすべり係数は あまり低下していない。図4は、各タイプ別試験体の塗膜 厚と導入ボルト軸力の関係をプロットしたものである。塗 膜厚が400 m程度になると明らかに導入軸力が低くなって おり、このことがすべり荷重の低下に影響していると言え よう。

6. まとめ

 $P_{s}(kN)$ 

118

137

133

131

110

131

131

131

(kN)

荷重(

μ

0.49(0.01) 0.57(0.02)

0.54(0.03)

0.54(0.02)

0.44(0.04)

0.52(0.03)

0.52(0.03)

0.53(0.02)

120

80

40

0

0.0

0.2

片面塗装

 $t_D(\mu m)$ 

44

105

107

108

38

116

110

113

 $T_B(kN)$ 

121

121

123

122

126

125

126

123

Sa030

PSa100

PSb100 PSc100

0.8

<del>....</del>

0.6

0.4

相対変位(mm)

b. A5083 (片面塗装)

荷重-変位関係

今回の実験から得られた知見を以下にまとめ示す。

- ・塗装前下地処理として、サンダー #80 あるいはワイヤー カップブラシによる目粗しを行い、塗膜厚を 100 µm以 上とすれば、すべり係数 0.45 以上が確保出来る。
- ・上記は片面塗装でも可能であるが、その場合無塗装側は #180より粗い砥石によるサンダーがけが必須である。

・すべり係数・荷重は塗膜厚の影響を受け、60 µm以下の場合はすべり係数 0.45 を確保出来ない。

・塗膜厚が400 μm程度になると導入ボ ルト軸力が低くなり、その影響ですべ り荷重が低下する。

**PSa030** 

PSa100 PSb100

PSc100

0.8

....

0.6

0.4

相対変位(mm)

c. A6061 (片面塗装)

*tp*: 摩擦面 1 面あたりの塗膜厚、*T<sub>B</sub>:* ボルトの導入軸力、*P<sub>S</sub>:* すべり荷重、μ : 導入軸力から求めたすべり係数{( ) 内は標準偏差}

PSc100

記号

合金種

A5083

A6061

0.2

- 参考文献 -

 アルミニウム建築構造協 議会:アルミニウム建築構造 設計規準・同解説 平成15 年5月
平井敬二、福田章、堀園 義昭:ジンクリッチペイント を施した高力ボルト摩擦接合 部に関する研究、日本建築 学会構造系論文集 第492 号 19972



\*1 (財) ベターリビング筑波建築試験センター (信州大学社会人大学院生) \*2 信州大学工学部社会開発工学科教授・工博 \*3 千葉工業大学工学部建築都市環境学科教授・博士 (工学)

3 下衆工業人子工子部建築都市環境子科教授・博工(工子) \*4 東京都立大学大学院工学研究科建築学専攻助手・博士(工学)

\*5千葉工業大学工学部建築都市環境学科教授・工博

Prof., Dept. of Architecture & Civil Engineering, Faculty of Eng., Shinshu Univercity Dr. Eng. Prof., Dept. of Architecture & Civil Eng., Faculty of Eng., Chiba Institute of Technology Dr. Eng. Research Assoc., Dept. of Architecture, Graduate School of Eng., Tokyo Metropolitan Univ., Dr. Eng. Prof., Dept. of Architecture & Civil Eng., Faculty of Eng., Chiba Institute of Technology Dr. Eng

本研究の一部はアルミニウム建築構造協議会 の研究活動の一環として行われたものである。