

アルミニウム合金製打込みボルトの開発

Hitz 日立造船(株) 正会員 ○岩田節雄 日本軽金属(株) 正会員 萩澤亘保
 Hitz 日立造船(株) 正会員 北村幸嗣 大阪大学工学部 学生員 大澤章吾
 大阪大学大学院 正会員 大倉一郎

1. はじめに

橋梁に代表されるような大型アルミニウム合金土木構造物を現場で構築していくためには、おもにリベットやボルトを用いた機械的接合が多く用いられるが、ボルト接合の場合にボルトの孔を大きくすると接合部のすべり変形による角度差が累積して両端で大きな据付誤差が生じる問題がある。

そこで、本研究では、大型アルミニウム構造物に適用できる軸径がΦ22mmのアルミニウム合金製打込みボルト（以下打込みボルトとする）を開発した。ここでは、その合金材料を選定するとともに打込みボルト継手引張試験によって継手性能およびボルトのせん断強度を確認したので報告する。

2. 打込みボルト用アルミニウム合金の選定と組成

大型アルミニウム合金土木構造物の材料として A6061S-T6 あるいは A5083P-O が多く用いられる。打込みボルトは、これらの母材に食い込んでボルトとボルト孔のクリアランスをなくし、すべり変形を生じさせないことが必要であるため、材質として高強度である A7050BE-T73 を選定した。一方、母材に食込んだ後にその部分において応力腐食割れが発生することが考えられるために耐力腐食割れを最大にするように二段時効調質を行った。表 1 に打込みボルトから切り出した試験片による機械的性質を示す。

表 1 A7050BE-T73 合金の機械的特性

使用材料	引張り強さ σ_B (MPa)	0.2%耐力 $\sigma_{0.2}$ (MPa)	伸び δ (%)	ヤング率 E (Gpa)
A7050BE-T73	602	563	10.3	72.3

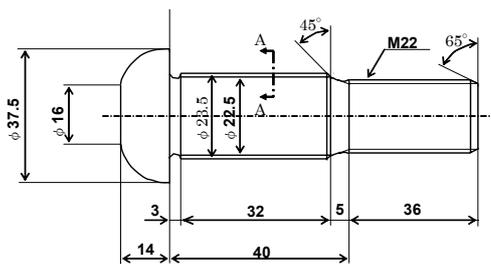


図 1 打込みボルトの寸法

図 1 および図 2 に打込みボルトを示すように、円筒部の周囲にすべり変形をなくして接合部の信頼性を向上させるために軸方向と円周方向にきざみ溝が設けられている。このきざみ溝の形状には種々のものがあり、各メーカーで考案されている。ここでは、表 2 の鋼打込み式高力ボルトで採用されているきざみ溝を参考にして製作した。

表 2 鋼打込み式ボルト M22 の寸法 (単位mm)

呼び	ボルト頭の厚さ		ボルト頭の径		胴部外径		内径
	基準値	許容差	基準値	許容差	基準値	許容差	
M22	14.0	±0.9	37.5	±2.0	23.5	±0.07	22.5

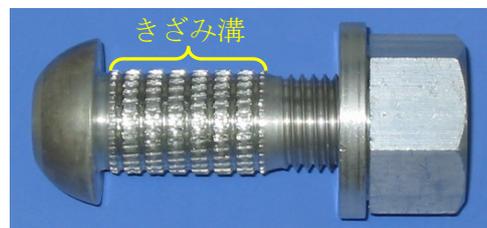


図 2 打込みボルトの外観

3. アルミニウム合金製打込みボルトの打込み試験

アルミニウム構造物の場合、打込み荷重が高いと継手部分が打込み荷重で変形することが考えられるので、ボルトの孔径は食込み度と打込み易さを勘案して選定した。食込み度には定まった定義はないためにここでは、打込み試験を実施した後に軸方向に切断し、切断面から食込み度を観測して評価した。

図 3 に打込みボルトの打込み状況を示す。母材は材質を A5083P-O、A6061P-T6 の 2 種類とし、板厚は実構造物を想定して母材 15mm、添接板 8mm の 3 枚構成とし、孔径はΦ22.8、23.0、23.2、23.4mm リーマ通しの 4 種類

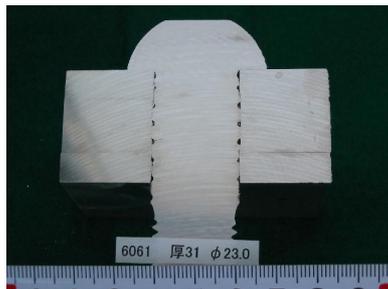
キーワード：アルミニウム構造物、継手、接合、打込みボルト、機械的性質、継手引張り試験

連絡先：日本軽金属(株)萩澤亘保、〒421-3291 静岡県庵原郡蒲原町蒲原 1-34-1 Tel 0543-85-7120, Fax 0543-88-2108

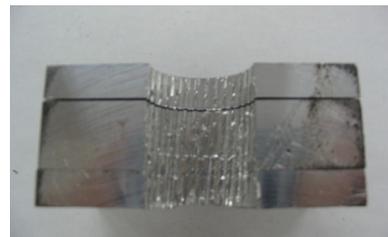
とした。母材 A5083 に質量 5.5kg のハンマーを約 90cm の高さから打撃し、その衝撃力を計測した結果、孔径が $\Phi 22.8\text{mm}$ では平均 90kN、 $\Phi 23.0$ では平均 75kN、 $\Phi 23.2$ では平均 40kN であった。孔径が $\Phi 23.0\text{mm}$ の場合、母材への食込み度が良好であったので今後の孔径は $\Phi 23.0\text{mm}$ とすることにした。



(a) 打込み状態



(b) 切断状況



(c) 母材の状況

図3 打込みボルトの打込み試験（継手厚 31mm）

4. 継手試験体による引張りせん断試験

図4に試験体を示すように油圧で打込みボルトの継手試験体を作製し、引張りせん断試験を実施した。なお、本試験では母材および添接板から破壊しないように材縁および材端距離をそれぞれ孔径の 2.5 倍、3.0 倍とした。

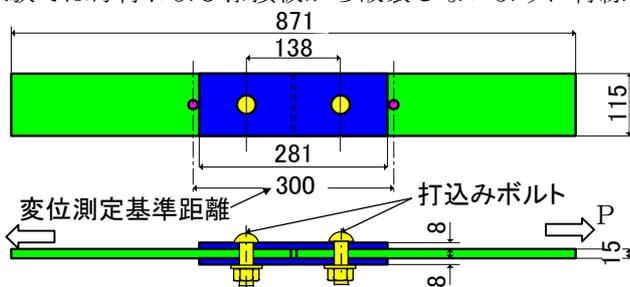


図4 継手試験体

表3 継手試験体の母材の機械的性質

材質, 調質	板厚 (mm)	σ_B (MPa)	$\sigma_{0.2}$ (MPa)	伸び (%)	E (GPa)
A5083P-O	15	306	148	22	73.6
A6061P-T6	15	329	300	15	71.6

打込みボルト継手の引張せん断試験における変位と荷重の関係を図5に示す。変位測定基準距離は 300mm とした。荷重—変位曲線の初期にすべりが見られないことから打込みボルトは孔に食い込んでいると評価できる。母材 A5083、A6061 では約 100kN および 130kN で変位の増加が多くなるが、これは母材および添接板の支圧がボルトのせん断破壊に先行して生じているためである。破壊は図6に示すように打込みボルトのせん断破壊によって生じた。試験による破壊荷重とボルトの引張強さの $1/\sqrt{3}$ から算定するせん断強さとの比をとると 0.96 と試験結果の方が 4% 小さくなった。この原因は明らかではないが、きざみ溝による応力集中の影響も原因の一つと考えられる。

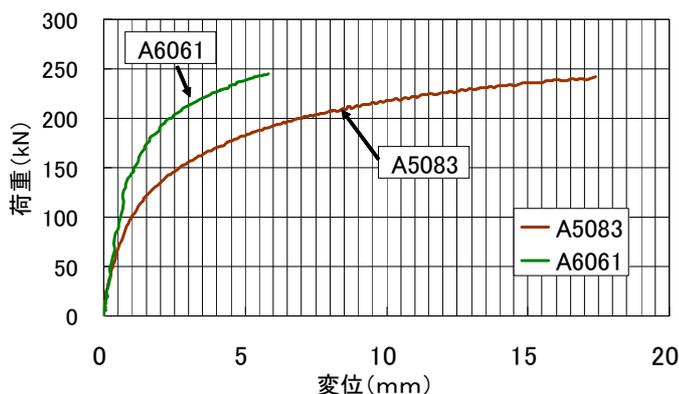


図5 引張せん断試験の荷重—変位関係



(a) 打込みボルトの破壊状況



(b) 破壊断面

図6 打込みボルトのせん断破壊状況 (A6061)

5. まとめ

- (1) 材質 A7050BE-T73 を用いたアルミニウム合金打込みボルトを作製することができた。
- (2) 母材 A5083 および A6061 に強固に食込み、継手性能試験ですべりが生じないことが確認された。
- (3) 打込みボルトのせん断強度の試験結果は、引張強度から推定されるせん断強度の 0.96 倍であった。

なお、本研究は大阪大学阪大フロンティア研究機構から助成を受け実施したものである。