



コンロッドをアルミ化する

5つのポイント



日本ワキコ株式会社



はじめに

この度は、『**コンロッドをアルミ化する5つのポイント**』をご請求頂き誠にありがとうございます。

近年の環境問題の高まりから、低燃費は欠くことのできない重要なキーワードです。その低燃費を達成するひとつの要因は軽量化ではないでしょうか。軽量化を実現するために、材質変更を検討される場合も多いと思います。しかし、「軽量化したいけど、コンロッドをアルミ化するなんて・・・」と思っておられませんか。ご存知の通りコンロッドは、ピストンとクランクを連結する非常に重要な部品です。それ故に、世の中のほとんどが鉄系の素形材です。しかし、日本ワキコでは1937年よりアルミ合金製のコンロッドを作り続けています。「アルミで大丈夫？」「コンロッドがアルミなんて！」など驚きの声を聞くことがあります。以前は、空調/冷凍用レシプロコンプレッサーなど、限られた用途にしか使用されていなかったアルミコンロッドですが、ここ最近では、汎用/小型エンジンからマリンエンジン、そして更に使用用途が広がりつつあります。

今回、お送り致しました『**コンロッドをアルミ化する5つのポイント**』では、コンロッドのアルミ化を検討される際に参考になるよう、アルミ合金製コンロッドの特徴と思われるポイントを5つにまとめました。この小冊子が、皆様の課題解決に微力ながらお力になれば幸いです。

2008年8月

日本ワキコ株式会社

代表取締役 木下浩伸

Point1 素形材の特長

コンロッドをアルミ化するうえで重要なポイントは素形材です。必要とされる強度、生産ロット数やコストなどの仕様と、素形材それぞれの特徴を考慮して選択が必要です。弊社では、現在大きく分けて3つの種類の素形材を使用しております。

(1)アルミ鍛造材

アルミコンロッドを作り始めた当初は、アルミ鍛造材から始まりました。素形材自体は重力鑄造(グラビティ)、アルミダイカストに比べると高価ではありますが、内部品質が安定していることから、比較的強度を要求される場合に採用されています。アルミ鍛造材の場合、素形材の寸法精度がコンロッドとして要求される仕様を満足しない場合があります、どうしても加工部分が多くなります。

一般的には、切削性も強度も兼ね備えたA2014、A2017が多く採用されていますが、小型ディーゼルエンジン用には、高温時の耐久性を向上させた特殊材が採用されています。

また、試作や特殊な用途(レース用など)では、数量が限定され、金型を作るまでもない場合には、上記のA2014、A2017以外にも、A7075、A6061などの圧延材からの削り出しもひとつの選択肢です。



図.1-1 アルミ鍛造素材 (A2014-T4)



図.1-2 削り出し素材 (A2014-T4)

【アルミ鍛造材の使用例】

- ☆空調/冷凍機用レシプロコンプレッサー
- ☆プランジャーポンプ
- ☆汎用/小型エンジン(ガソリン/ディーゼルエンジン)
- ☆マリンエンジン
- ☆エアーコンプレッサー
- ☆ラジコンエンジン

(2)重力鑄造(グラビティ)

重力鑄造(グラビティ)は、汎用/小型エンジンから空調/冷凍用コンプレッサーまで幅広く採用されています。コスト面では、アルミ鍛造材に比べると素形材と加工費を含めたトータルの製品コストが安価なり、ダイカスト材に比べて金型費が安価になるといった特長があります。また、熱処理が可能であることから、機械特性としても優れた素形材ですので、強度的にはアルミ鍛造材ほどの必要はないが、ダイカストでは不足という場合に採用されています。

コンロッドには、一般的な材質であるAC2B、AC4A、AC4B、AC4C、AC4Dなどが採用されています。その他、コンロッドの特性にマッチした特殊材であるT-31、H14などの実績もあります。

重力鑄造材を採用する際に注意する点は、ヒケ巣、酸化皮膜の巻き込みなどの鑄造欠陥です。万一、強度的に弱い部分に鑄造欠陥があると、折損にいたるケースもあります。材質を選ぶ際にも、鑄造性の良いものを選択されるのも事故を未然に防ぐ対策といえます。



図.1-3 重力鑄造材 (AC2B-T6)

【重力鑄造材の使用例】

- ☆空調/冷凍機用レシプロコンプレッサー
- ☆エアーコンプレッサー
- ☆汎用/小型エンジン(ガソリンエンジン)
- ☆ガスエンジン
- ☆プランジャーポンプ

(3)アルミダイカスト

アルミダイカスト材の特徴は、鑄造速度が早く、寸法精度、鑄肌が平滑できれいである点を活かして、量産効果を期待できる点にあります。汎用/小型エンジンやマリンエンジンなどに多く採用されています。

材質は一般的なADC12が最も多く採用されていますが、ADC10や耐磨耗性など優れたADC14を採用される場合もあります。その他、ADC12よりも耐磨耗性を向上させ、ADC14より切削性の良い特殊材NH41の実績も増えています。

ダイカスト材は寸法精度、鑄肌がアルミ鍛造材や重力鑄造に比べて良いため、大小端面取り部や端面部の加工代を減らす、または、加工レスにすることが可能です。量産効果をより求める場合には、CapとRODを別の金型にすることで、CapとRodの切断加工を省略することが可能になります。その他にも鑄造時のスライドを利用することで、油孔の加工も省略できます。(下記、図.1-5 参照)その反面、他の鑄造方法に比べると金型費が高価になります。

鑄造方法は普通ダイカスト法以外にも、PFダイカスト法、スクウィズダイカスト法などがあります。特にT6処理(溶体化処理)を行い、強度向上を求める場合には、鑄造時のガスの巻き込みを防ぐことができる鑄造方法であるPFダイカスト法、スクウィズダイカスト法が適しています。T6処理した場合の表面硬度は、50～80HRB程度です。ダイカスト材を採用する際の注意点は鑄巣ですが、PF法、スクウィズダイカスト法にしても、この鑄巣を全体的に“ゼロ”にすることは現実的には不可能なようです。



図.1-4 アルミダイカスト材 1ピース(ADC12)



図.1-5 アルミダイカスト材 2ピース(ADC12)

【アルミダイカスト材の使用例】

- ☆空調/冷凍機用レシプロコンプレッサー
- ☆エアーコンプレッサー
- ☆汎用/小型エンジン(ガソリンエンジン)
- ☆プランジャーポンプ
- ☆マリンエンジン

【補足説明】

- ①PF 法(無孔性ダイカスト法) …… 鑄造前に金型内などに酸素のような活性ガスを入れ、溶湯と反応して真空状態になったキャビティ内に溶湯を充填する方式です。
- ②スクウィズダイカスト(高圧鑄造法) …… 金型内に充填された溶湯を高圧力で溶融状態から凝固完了まで作用させて凝固させる方法。湯口の面積が大きく、射出速度が遅いためガスの巻き込みが少ないのが特徴です。

(4)その他

①アルミ焼結鍛造材

アルミ焼結鍛造材は、小型化・軽量化を図るために開発された素形材です。今までの汎用/小型エンジン向けのコンロッドは、アルミダイカスト材が主流でした。しかし、ダイカスト材は鍛造材や重力鑄造材に比べて生産性は高いのですが、鑄巣が発生しやすい欠点があります。アルミ焼結鍛造材は、この欠点を補うことができ、耐摩耗性に優れ、高い疲労強度がある素形材です。アルミ焼結鍛造材を採用することで、ダイカスト材に比べて薄肉化及び軽量化が図れます。

アルミ合金製コンロッドの特徴として、大小端ともクランク、ピストンピンと直接摺動(メタル又はブッシュレス)を採用されています。アルミ焼結鍛造材を利用すれば、鉄系素材にメタル又はブッシュを使用していたケースからの置き換えも可能です。

【アルミ焼結鍛造材の使用例】

☆汎用/小型エンジン(ガソリンエンジン)

☆マリンエンジン

②砂型鑄物

金型鑄物に比べて強度的は劣りますが、型費が安価であることから、量産前の試作段階で採用される素形材です。材質は AC2B、AC4A、AC4C を選択される場合が多いです。



図.1-7 砂型鑄物加工サンプル

Point2 形状と各部の名称

アルミコンロッドの特徴は、直接ピストンピン、クランクシャフトと直接摺動が可能であることが挙げられます。鉄系素材に比べて、軽量化するだけでなく、半割メタルやブッシュなどの部品点数を減らすことでコストダウンも可能になります。形状的には、鉄系素材のコンロッドに比べると強度的な弱点を補強するため、各部の形状が厚くなっています。また、オイルスクレパーや油孔を素形材で成型することができますので、部品の後付けや加工を省くことも可能です。

当社社内で規定していますコンロッド各部の名称は以下の通りです。

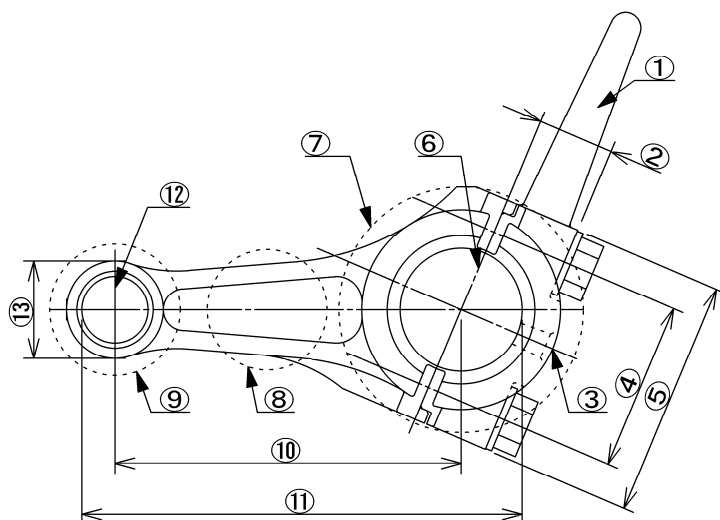


図.2- 1 各部の名称

表.2-1 各部の名称一覧

番 号	名 称
①	オイルスクレパー(油掻き)
②	CAP 座高さ
③	CAP 油孔
④	ボルト孔ピッチ
⑤	大端基準巾
⑥	大端内径
⑦	大端部
⑧	桿部(かんぶ)
⑨	小端部
⑩	大小端孔ピッチ
⑪	センター距離(ブロック高さ)
⑫	小端内径
⑬	小端基準巾



図.2-2 大端(Rod側)油孔(鑄抜き孔)



図.2-3 大端(Cap)油孔(鑄抜き孔)



図.2-4 オイルスクレパー①



図.2-5 オイルスクレパー②

Point3 Cap と Rod の位置決め

CapとRodの位置決め(組合せ)には、様々な方法があります。主な方式はインロー、リーマー、セレーションボルト、ダウエルピン(ノックピン)、スプリングピン(ダウエルブッシュ)及びフラットなどがあります。各方式の詳細は以下の通りです。

(1)インロー方式

インロー方式は、アルミ合金製のコンロッドのみ採用されている方式で、主に汎用/小型エンジン及びマリンエンジン向けに多く採用されています。インロー方式の仕組みはCapとRodの嵌め合いで位置決めをしており、その公差(インロー緊度と呼んでいます)を T(タイト)0.010~L(ルーズ)0.030で管理しています。タイプとしては、Cap側が凸でRod側が凹のタイプが大半ですが(凹凸が逆のタイプにもあります。図.3-1 及び 3-2 参照)、Rod側の合せ面中央部に凸があるタイプ(箱型と呼んでいます)もあります。

インロー方式のメリットは、ダイカスト材を採用した場合、金型をCapとRodに分ける“2ピース”を採用することにより、CapとRodの切断工程を省くだけでなく、インロー部の取代を少なくすることができるので、加工コストの削減が可能になります。(“1ピース材”の場合、“2ピース材”に比べて切断加工が必要になりますので、加工コストはアップしますが、金型代が安価になります。)また、フランジ付き六角ボルトを採用することで、リーマーボルト方式などに比べて、付属部品コストの削減も可能になり、量産効果を得ることができます。



図.3-1 インロー方式(Cap 側凸タイプ)



図.3-2 インロー方式(Rod 側凸タイプ)



図.3-3 インロー方式(箱型タイプ)

(2)リーマー方式(特殊ボルト)

リーマー方式は、鉄製コンロッドにも多く採用されている方式です。アルミ合金製のコンロッドの場合、空調/冷凍用コンプレッサー向け、エアーコンプレッサー向けに採用されています。

リーマー方式の仕組みは、コンロッド側のボルト孔公差を20 μm 程度に加工し、リーマーボルト外形部を10 μm 程度に仕上げたものを挿入し、位置決めをします。リーマーボルトの精度、コンロッド側のボルト孔径及びボルト孔ピッチ、平行度などの加工精度管理が重要になります。

基本的には、ナットで締め付けを行いますが、緩み止めのために、ナイロンナットやハードロックナットを採用する場合があります。Cap側にナットがくるタイプが多いですが、Rod側にナットがくるタイプもあります。



図.3-4 リーマー方式①



図.3-5 リーマー方式②

(3)セレーションボルト方式(特殊ボルト)

セレーションボルト方式は、左記(2)のリーマー方式がナットで締め付けるのに対し、この方式はRod側にタップ加工を行い締め付ける方式です。主に汎用/小型エンジン、ガスエンジン向けに採用されています。

コンロッド側のボルト孔を30 μm 程度の公差に加工し、セレーションボルト(P. 10 図.4-2 参照)の胴部を15 μm 程度に仕上げたものを挿入し、位置決めをします。リーマー方式同様にボルトの精度、コンロッド側のボルト孔の加工精度が重要になります。

リーマーボルトの場合、研磨で精度を出しますが、セレーションボルトの場合、ローレット加工で精度を出すため、リーマーボルトに比べて安価になり、また、ナットが必要ありませんので、部品点数を減らすこともできます。



図.3-6 セレーションボルト方式①



図.3-7 セレーションボルト方式②

(4)ダウエルピン(ノックピン)方式

ダウエルピン(ノックピン)方式は、汎用/小型エンジン、ガスエンジン、冷凍/空調用コンプレッサー向けなど幅広く採用されています。

Cap側の合わせ面にダウエルピンを圧入し、ダウエルピンの出代により位置決めをする方式です。Cap側の圧入用の穴をマイナス公差に加工し、圧入することでダウエルピンが抜けなくなっています。ダウエルピンの外径は、一般的に $\phi 2.4 \sim 3\text{mm}$ のタイプが主流です。



図.3-8 ダウエルピン方式①



図.3-9 ダウエルピン方式②

(5)スプリングピン(ダウエルブッシュ)方式

スプリングピン(ダウエルブッシュ)方式は、Cap側のボルト孔にスプリングピンを圧入し、合せ面からの出代によりCapとRodの位置決めをする方式です。この方式は、海外の冷凍/空調用コンプレッサー向けに多く採用されています。スプリングピンの形状は、JIS規格品から特殊形状品まであります。コンロッドボルトの緩み止めのため、Rod側ネジ部にヘリコイルを埋め込む場合もあります。

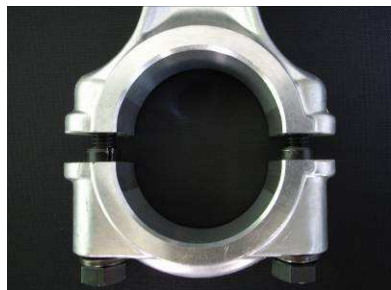


図.3-10 スプリングピン方式①



図.3-11 スプリングピン方式②

(6)フラット方式

フラット方式は、Cap及びRodの合せ面をフラットに加工したシンプルな形状です。この方式は、汎用/小型エンジン、空圧コンプレッサー、プランジャーポンプ向けに採用されています。加工箇所も少なく、ナット、ダウエルピンなどの付属品も使用しないため、最もコストパフォーマンスに優れた方式です。



図.3-12 フラット方式①



図.3-13 フラット方式②

(1)コンロッドボルト

コンロッドボルトの種類は、立て込みボルト(六角穴付きボルト、フランジ付き六角ボルト)、リーマーボルト、セレーションボルトなどがあります。サイズはM6及びM8が主流ですが、コンロッドの形状、仕様によってM5やM12を採用される場合もあります。コンロッドボルトの一般的な材質はS45CやSCM435が多く、強度区分はM6の場合9T～11Tです。ボルト頭部の形状は、六角以外にも下記のような形状のものがあります。



図.4-1 フランジ付き六角ボルト



図.4-2 リーマーボルト(特殊ボルト)



図.4-3 セレーションボルト(特殊ボルト)



図.4-4 ハイテンションボルト



図.4-5 六角穴付き12ポイントボルト



図.4-6 ヘキサロビュラ穴付きボルト

(2)その他の付属部品

①ブッシュ、ニードルベアリング及び半割メタル

アルミ合金製コンロッドの場合、クランク、ピストンピンと直接摺動が可能です。耐久性などを考慮される場合には、大端側に半割メタル、小端側にブッシュ又はニードルベアリングを採用される場合があります。



図.4-7 大端半割メタル



図.4-8 小端ブッシュ



図.4-9 小端ニードルベアリング

③オイルスクレパー(油掻き)

通常は素形材で成型しますが、SK 材などでオイルスクレパーを作成し、取り付けることも可能です。

(例えば、同じ金型を利用し、オイルスクレパー有/無の機種が必要な場合など)



図.4-9 オイルスクレパー

Point5 代表的な部分の公差

アルミ合金製コンロッドの代表的な部分の公差は、一般的に以下のようにしております。

名 称	公 差 例
大小端内径	0~0.015
大小端内径面粗度	Ra0.8~2.4
大小端内径真円度(円筒度)	0.005~8
大小端内径ピッチ	±0.05~0.1
大端直角度(大端端面加工あり)	0.05~0.1
大端直角度(大端端面加工なし)	0.2以上
大小端内径平行度	φ0.05~0.1 /100

大小端内径面の仕上げについては、初期馴染み等の課題を解決するため、別工程にてホーニング、PVA、スパロール加工する場合があります。



日本ワキコのご案内

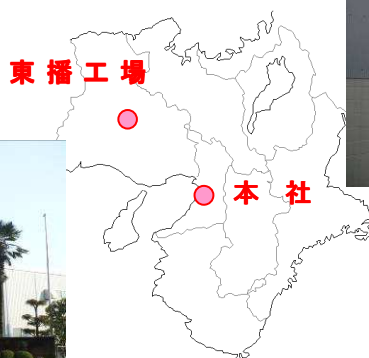
当社はアルミ合金製コンロッドの専門メーカーとして、国内外の多くのお客さまから、高品質でコストパフォーマンスの高い製品との評価頂いております。特に汎用/小型エンジン向けについては、国内生産の約50%(当社調べ)のシェアを占めるに至っております。現在では、各業種向けを含めて毎月の約250種類以上、生産本数:約20万本のアルミ合金製コンロッドを生産し続けております。

当社の特徴として、100本以下の小ロットから数万本まで対応できる生産ライン、また、様々な加工に対応できる生産設備を整えております。また、素形材についても、コンロッドの特性に必要な技術をもった鋳鍛造メーカーと共同で、お客さまのご要望にお応えできる体制を整えております。

近年、アルミ合金製コンロッドの用途も広がり、エンジンなどの内燃機関やコンプレッサー以外からのお問い合わせも増えており、今までになかったご要望を頂くようになりました。私達は“お客さまのニーズを超える”を合言葉に、今までの技術、ノウハウをベースに更なる進化を遂げて続けてまいります。

(1)概 要

商 号	日本ワキコ株式会社
創 業	1926(大正15年)年8月1日
設 立	1928(昭和3年)年2月1日
資 本 金	2000万円
代 表 者	代表取締役 木下浩伸
従 業 員	61人
営業品目	アルミ合金製コネクティングロッド(連接棒)
事 業 所	本 社 : 大阪市生野区小路3丁目6番2号 東播工場 : 兵庫県多可郡多可町加美区寺内54番地



(2) 沿革

- 1926年 8月 神戸にて日本ワキコマグネット商会を創業。
米国製ワキコ型マグネットの輸入販売を開始する
- 1928年 2月 日本ワキコマグネット株式会社に改組
- 1937年 6月 アルミ合金製のコンロッドの生産を開始
- 1946年 4月 現在地、大阪市生野区に本社を移転。
社名を日本ワキコ株式会社に改称。
- 1970年 5月 東播工場を竣工
- 1984年 2月 米国最大手の空調メーカーにコンロッドの供給を開始。
- 1987年 2月 資本金を2000万円に増資。
- 2002年 7月 ISO9001:2000認証取得
- 2005年11月 エコアクション21認証取得。
- 2008年 8月 東播工場に第三工場を増設。
- 2008年10月 大阪府より『大阪ものづくり企業優秀賞』に選定される。



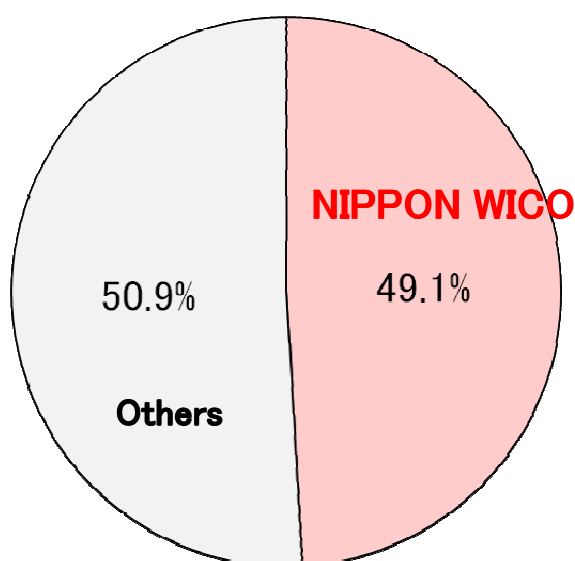
エコアクション21
認証・登録番号 0000496
(東播工場)



大阪府ものづくり企業優秀賞

(3) 主要納入先

汎用/小型エンジン関連	国内 8社
マリンエンジン関連	国内 3社
空調/冷凍機用コンプレッサー関連	国内 10社(11事業所)
	海外 11社
エアーコンプレッサー関連	国内 7社
ポンプ関連	国内 1社



2007年国内汎用/小型エンジンに占めるコンロッドのシェア(当社調べ)

(4)工場及び設備概要

《生産能力》 月産 300,000本

《生産ライン》

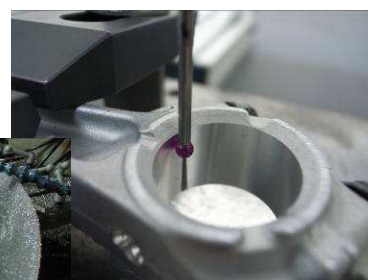
☆アルミ合金ダイカストコンロッド加工ライン 〈汎用エンジン、マリンエンジン用〉	9ライン
☆アルミ合金鍛造・鋳物コンロッド加工ライン 〈汎用/小型エンジン、マリンエンジン、コンプレッサー用〉	2ライン
☆アルミ合金鍛造・鋳物コンロッド加工ライン 〈空調/冷凍コンプレッサー用〉	4ライン
☆アルミ合金鋳物・ダイカストコンロッド加工ライン 〈空調/冷凍用ストラップ(メガネ)タイプ〉	1ライン
☆アルミ合金焼結鍛造コンロッド加工ライン 〈汎用/小型エンジン、マリンエンジン用〉	2ライン

《主要設備》

☆各種ボルト孔・合せ面加工専用機	20台
☆精密中繰り盤	24台
☆マシニングセンター	10台
☆コンロッド全加工機	2台
☆2軸コンロッドボルト自動締付機	21台
☆各種専用機及び汎用機	多数

《測定機器》

☆エアーマイクロメーター	約30台
☆三次元測定機	1台
☆表面粗度測定機	3台
☆精密高さ測定機	1台
☆光学式内径測定機	1台
☆形状測定機	1台
☆各種測定機器	多数





『コンロッドをアルミ化する5つのポイント』

2008年8月1日 初版発行

2011年3月1日 第3版

〈非売品〉

アルミコンロッドのトップメーカー

 **日本ワキコ株式会社** <http://www.wico.jp/>

本 社 : 〒544-0002 大阪市生野区小路3丁目6番2号

TEL 06-6751-0636 FAX 06-6751-0639

東播工場 : 〒679-1211 兵庫県多可郡多可町加美区寺内54番地

TEL 0795-35-1061 FAX 0795-35-1358

E-Mail : connrod@wico.jp