

第 1 章

設計者は設計意図を 図面に込めろ

公差を決めるということは、製品に期待される機能・性能と、製造コストの両面を総合的に評価したうえで、設計者の意図を製品図面に込めることにほかならない。

本章では、設計意図を込める技術である「公差設計」と、それを正しく伝えるための技術である「幾何公差」は、ちょうど車の両輪のようなはたらしをなすことを示す。グローバル図面で必要なのは、幾何公差だけではない、そのベースとして公差設計が正しく行われていることが前提となるのである。

1. 公差設計とは — 設計者の意図と製造上の要求をバランスさせる

工作機械の性能がどんなに高まっても、同じように加工したはずの部品の寸法や形状にはばらつきが発生する。例えば射出成形品を得る場合、成形機を同じ条件で動かし続けても、気温や湿度といった環境の変化、成形し続けることによる金型の摩耗などによって成形品は影響を受ける。組立においても、人手かどうにかかわらず組付けのばらつきは生まれる。もちろん、このばらつきを小さくするように設計/製造の両面から取り組むわけだが、それでもばらつきはゼロにはできない。基本的に、このばらつきは目標とする寸法などを中心として上下にばらつく。このばらつきの許容範囲を、製品の仕様やコストなどを総合的に考えて決める必要がある。

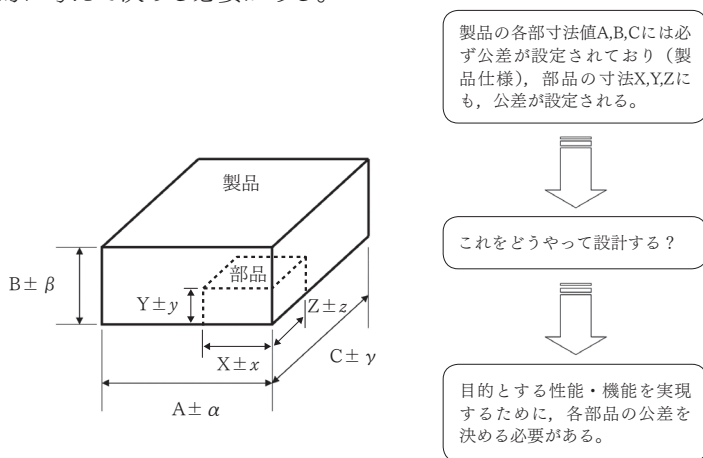


図1.1 公差設計とは

一般的に「公差」の概念は、部品個々の寸法には必ずばらつきがあり、最終的に、図面に記されている公差の範囲内で仕上げればOKと考えられている。これは加工側から見た公差の考え方である。設計者側から見ると、製品仕様と製造条件及びコストを考慮したバランス感覚に基づき、自らが責任を持って設定するものを「公差（許容範囲）」という。その設定した公差により、最終的

な製品仕様を満足できるか、また、実際に加工が可能な公差になっているのか、トータルの視点から判断する必要がある（図1.1）。



100±0.5は適切？

製品仕様を満足しているだろうか
過剰品質になっていないだろうか

製品仕様を満たしていなければ、公差を厳しくしなければ
厳しくしたときのコストは大丈夫？

これ以上厳しくできない！ 構造変更も検討？

携帯電話を例にとって、公差の考え方を示そう。

携帯電話には、パネルブロック、電池ブロック、回路ブロック、スイッチブロックなどのユニットがあり、さらに、ユニットを構成する部品がある。図1.2は、携帯電話の分解写真を示している。様々な製品がそうであるが、これほど多くの部品を目標の製品サイズの中に納めなければならない、そのために各部品には、次々に厳しい寸法と公差が要求される。図1.3を見てほしい。

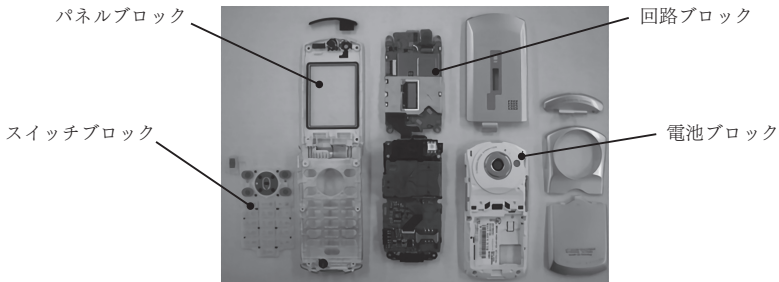


図1.2 携帯電話の分解写真

つまり、完成品仕様を満足するためには、それぞれのユニットがある範囲に入ることが要求され、そこから各部品の寸法及び公差が割り付けられる。これが、本来の「①設計の流れ」であり、設計者の意図が反映されている。

従来の製品に対して、格段に小型化、高性能化した完成品仕様を実現するた

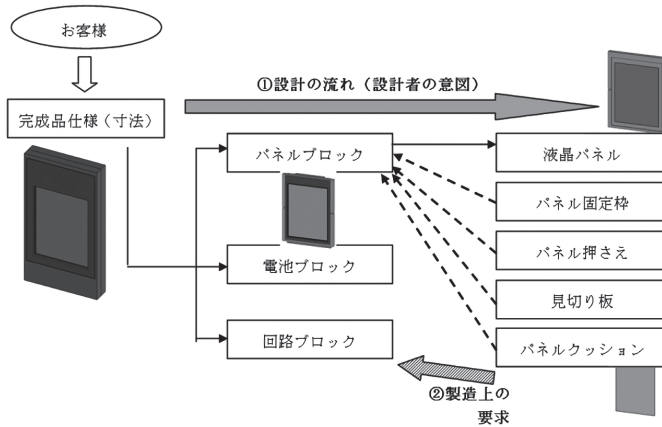


図1.3 設計者の意図と製造上の要求

めに、設計者は、各ブロックに、さらに部品へと厳しい公差を要求したいが、部品側からは逆に公差をゆるめて欲しい（作りやすくしたい）という要望が入る。これが、「②製造上の要求」である。

当然、部品個々の公差を大きくすれば完成品の不具合が発生する危険が高まり、場合によっては、トータルコスト増となることも考えられる。繰り返すが、これら設計者の意図と、製造上の要求とを、経済性（コスト）という一つの共通の軸に投影してながめ、そのバランスするところに公差が決められる。そしてその際には、統計的考察も加えて計算し、公差を設定する必要がある。

最近でも、部品はすべて設計者の指示通りに作られているにもかかわらず、組み立てられない、あるいは組み立てられても動作しない、といった声を耳にする。その原因の多くに、設計者が公差設計を正しく理解し実践していないことがある。そういったことが、「Fコスト（失敗コスト）の増加」「次期開発商品の遅れ（設計者の手離れの悪さ）」などの悪循環につながっている。

さらには、様々な要因により、製造上の要求が設計者に伝わりにくくなっているのも事実である。①と②のキャッチボールがスムーズに出来るシステムの構築が必須である。

2. 公差設計ができない設計者が増えている

ここで公差に関する気になる二つのアンケート調査を紹介したい。図1.4は、筆者らが16年間にわたって実施しているセミナーの受講者約1万8,000人を対象に実施したアンケート結果だ。対象者は、幅広い業種から参加した最前線の設計者である。設問は、①公差設計の実施状況、②幾何公差の実施の有無、③工程能力指数（Cp, Cpk）（p.45, p.48）を知っているか否かを表している。

公差設計を実施していない人及び幾何公差を使っていない人がそれぞれ80%，工程能力指数は知らない人が90%という数字が、現代の日本における公差設計の実態を表している。

①公差設計・解析の実施状況	
・ 確実に実施している	2%
・ たまに実施している	20%
・ 実施していない	50%
・ わからない	28%
②幾何公差は？	
・ 使っている	20%
・ 使っていない	80%
③CP, Cpkは	
・ 知っている	10%
・ 知らない	90%

図1.4 幅広い業種18,000人のアンケート結果

一方、ここ2～3年の傾向として、これまで筆者らのセミナーにあまり参加していなかった自動車や医療機器関連企業からの受講者が急増している。

図1.5は、これらの企業のみアンケートをとった結果である（設計者約600名）。

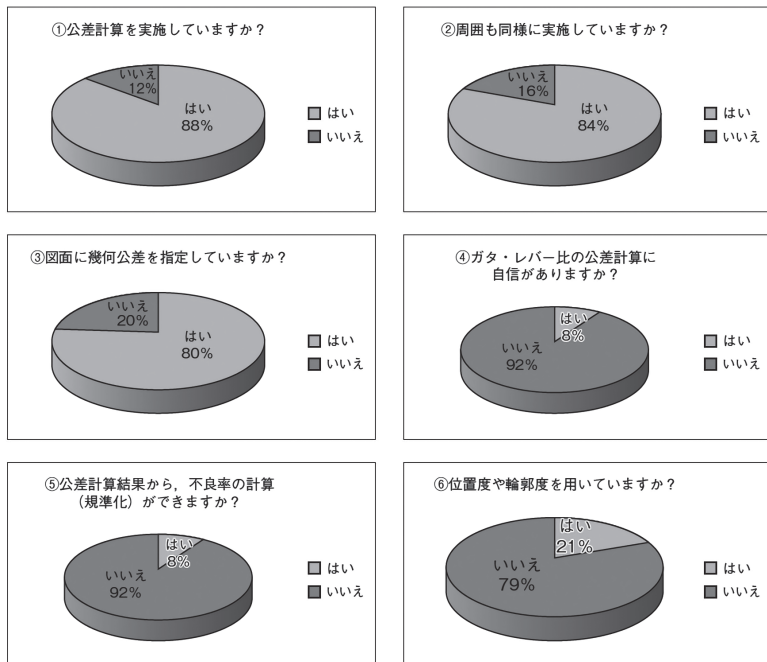


図1.5 自動車や医療機器関連企業の設計者に実施したアンケート結果

設問はそれぞれ、①②公差設計の実施状況、③幾何公差の実施状況、④ガタ、レバー比など複雑なメカニズムに対する公差設計の実施状況、⑤不良率計算の可否、⑥位置度（記号）や輪郭度（記号）の活用の有無を表している。

これによると、「公差設計はやっている」と自負している設計者だが、結果として公差計算については「実施している」ものの、ガタやレバー比の公差設計に必須な計算方法には「自信があるとは言えない」、不良率の計算（規準化）も「できていない」という実態である。また、幾何公差についても「導入している」ものの、位置度や輪郭度は「使っていない」という実態が浮き彫りになった。

実際には、公差計算をきちんとやっていれば必ず位置度や輪郭度が欲しくなるはずであり（なぜそれが言えるのかはp.20の「8. 公差計算と幾何公差は