

解説8

機械設計者が知っておくべき JIS規格の動向 ～間違いが多数散見されるサイズ公差～

東京都市大学 平野 重雄*

*ひらの しげお：名誉教授 アルトナー 技術顧問

はじめに

寸法公差やはめあいの規格がJIS B 0401-1, -2: 2016製品の幾何特性仕様(GPS)―長さに関わるサイズ公差のISOコード方式―第1部: サイズ公差, サイズ差及びはめあいの基礎, 第2部: 穴及び軸の許容差並びに基本サイズ公差クラスの表に改正され, JIS B 0420-1: 2016製品の幾何特性仕様(GPS)―寸法の公差表示方式―第1部: 長さに関わるサイズが新たに制定された。原典の誤り, 公差原理の勘違い, 非Nativeの貧弱な英語などが要因となって, 両規格は, 次のようなユニークなものになったのである。

- ①極めて難解な日本語の文章。
- ②用語(日本語)の意味不明な理由による変更と誤訳, 誤用。
- ③寸法記入法の論理体系からのかい離。

産業界では, 寸法公差やはめあいのような基本規格は社内規格などに同化されているので, 間違った用語や公差原理の勘違いおよび難解な文章があっても, 実質的な影響はないであろう。

一方, 教育界は, 間違った用語などの規格であっても, 従順に従うことが必定となっている。そのために, 寸法がサイズに変更されたので, 機械的に寸法をサイズに変換して授業を行っているな

どの話が伝わってくる。先生方は, 学生に間違ったことを教えてはならないとのジレンマに陥っているようである。

間違いの多い改正規格と原典の誤りをそのまま規格化している新規格。設計製図の授業において, 両規格をいかに教育するのかが問題であり困難を伴う。ここでは, 1つの施策を提案する。なお, 本質的な間違いとは, 基準寸法やTED(理論的に正確な寸法)など, 規格の基本になる公理と言えるような定義が明確で議論の余地がないものの間違いを指す。

サイズ公差は存在しない

1. 寸法

Z 8114: 1999 製図-製図用語の2.3.5寸法などに関する用語の寸法は, 次のように明確に定義されている。

3409寸法: 決められた方向での, 対象部分の長さ, 距離, 位置, 角度, 大きさを表す量(dimension)。

参考: 寸法には, 長さ寸法, 大きさ寸法, 位置寸法, 角度寸法などがある。

2. サイズ

同規格に, 3410サイズ: 決められた単位・方法で表した大きさ寸法(size)とある。改正規格では, サイズを部品あるいは部品を構成するプリミティ

ブ(基本的)な形体(三次元)の大きさとしている。大きさは寸法の集合によって表現されるので、サイズ公差の概念は存在しないことになる。

日常的に使われるサイズは、サイズ、号、版など、ものの共通化されたいくつかの寸法の集合による大きさをイメージする。集合の一つの要素、例えば、ワイシャツを購入するときに、色はホワイトブルー系でサイズはMと言っても、情報は十分ではないが、日常会話では意図は通じる。同様に、サイズ寸法やサイズ形体は、多くの場合、寸法や形体と言っても十分に通じる。このことから寸法をサイズとしてはいけないことになる。

3. サイズは寸法の集合

サイズは寸法の集合(set)である。集合とは、ものの集まりで、個々のものを要素または元と言う。サイズの要素である寸法には寸法公差が付けられるが、寸法の集合であるサイズには公差を付けることができないのである。したがって、サイズ公差は存在しないことになる。

JIS B 0401-1 における主な間違い

限られた誌面の関係で一部分のみを記述する¹⁾。

1. 適用範囲におけるa) 円筒、b) 相対する平行二平面の記述に関して

寸法公差が適用されるサイズ形体には、プリミティブな形体がある。外側形体や内側形体の「直方体、円筒、円すい、角すい、球、その他用途に適う形体」など、多くの部品に共通する基本的な形体である。寸法公差の適用範囲における記述としては、これらが欠落するので、不適切である。

ただし、はめあいとは、ほとんどが円筒と対向する(工学では、相対するとは言わない)平行二平面である。したがって、適用範囲だけでよいので次のように加筆すると、明確な論理の記述になる。

- a) 外側形体の円筒(軸など)、直方体(キーなどの対向する平行二平面)などのサイズ形体。
- b) 内側形体の円筒(穴など)、直方体(キー溝などの対向する平行二平面)などのサイズ形体。

2. 公差域に関して

3.2.8.4注記1では、「公差域は、二次元の領域お

よび三次元の空間を意味するが、この規格で用いる区間は、一次元のスケールのな間隔としての意味しかもたない」。解説では、①幾何公差の公差域と同じ用語になるから、②域に対する原語がないから。これらを、公差域をサイズ許容区間にする理由にしているが、これは間違いである。声域、音域など、一次元を表す用語がある。公差域が正当である。

3. 原典では「独立の原則」、「テーラーの原理」、「包絡の条件」が混乱している

混同しているので次のように明確にする。

(1) 独立の原則(principle of independency)

寸法は、原則として二点測定による。特別な指示がなければ、寸法公差は二点測定による寸法の許容限界を示すだけで、形状偏差は規制しない。また、幾何公差は寸法に無関係に適用する。公差付き寸法の標準的な解釈は、ISO/R1938:1971のテーラーの原理に従う。

(2) テーラーの原理(Taylor's principle)

a) 穴：穴の内面に接する最大で完全な仮想円筒の直径は、穴の最小許容寸法より小さくならない。さらに、穴のすべての局部実寸法は、最大許容寸法より大きくなってしまう。

b) 軸：軸の外面に接する最小で完全な仮想円筒の直径は、軸の最大許容寸法より大きくなってしまう。さらに、軸のすべての局部実寸法は、最小許容寸法より小さくならない。テーラーの原理に基づく検証は、限界ゲージなどによって行うことができる。

(3) 包絡の条件(envelope requirement)

二点測定による寸法は、形状を保証する検証を要求していない。そのために、形体が最大実体状態のとき、すなわち、局部実寸法がすべて最大実体寸法であるときに、完全形状を要求する場合は、包絡の条件を用いる。この場合、 $\phi 30\text{ h7} \textcircled{\text{E}}$ のように寸法公差の後に $\textcircled{\text{E}}$ を付ける。これは、円筒の軸線の真直度公差 $\textcircled{\text{M}} \phi 0$ と同じであり、 $\textcircled{\text{E}}$ は、 $0 \textcircled{\text{M}}$ の代わりに考えられた指示である。

4. 他分野の用語に関して

他分野の用語はそのまま使うのかと問われれば、用語は産業界で横断的に共有することが意志の疎

通を図るうえでも重要であるので、各分野の用語はそのまま用いることが望ましい。

JIS B 0420-1 における主な間違い

前項と同様に、限られた誌面の関係で一部分のみを記述する¹⁾。

1. “Operator” は、演算子とは言わない

この規格における“Operator”は、計測用語である。不確かさの概念を念頭においた、形体の大きさを求めるための測定原理、測定方法、測定条件、データ処理、評価方法など、一連の段取りや作業を表す。オペレータと言ひ、測定手順とはほぼ同義である²⁾。

2. 本文3.10の局部サイズの定義。長さに関わる局部サイズは、これでよいか

“actual local size” は、JIS B 0023：1996 製図—幾何公差表示方式—最大実体公差方式及び最小実体公差方式の局部実寸法である。本文図3は、局部実寸法である。

3. 本文図23、24の「TED（理論的に正確な寸法）」の使い方に関して

TEDは、位置度、輪郭度、傾斜度で、幾何公差の公差域だけを許容する方式である。TEDだけ指示された部品は、公差域が0であるので、加工や検証はできない。長方形枠を省いて普通公差にするとよい。原典が間違っている(図1)。

4. 本文図29は、非剛性部品ではない

非剛性部品(JIS B 0026)とは、自由状態⑥において、重力によって変形する部品を言う。また、非剛性部品に⑥は適用できない。よって、薄肉中空円筒にするとよい。原典が間違っている(図2)。

5. “Rank-order size” は、順位サイズではない
統計学では³⁾、大きい順に並べ替えたデータを順序統計量と言う。なお、中央や中間、範囲などのパラメータは、普通名詞と紛らわしいので、メジアン、ミッドレンジ、レンジとする。

6. 本文6.1にある片側公差表示とは

JIS Z 8318：2013 製品の技術文書情報(TPD)—長さ寸法及び角度寸法の許容限界の指示方法の片側許容限界寸法である。これは、最大ま

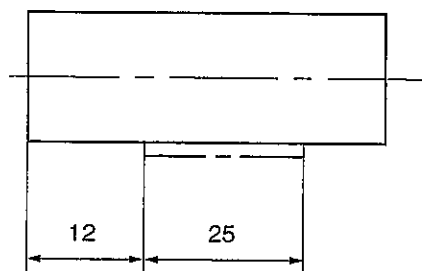


図1 本文図23で数値を囲む長方形枠(TED)を消去

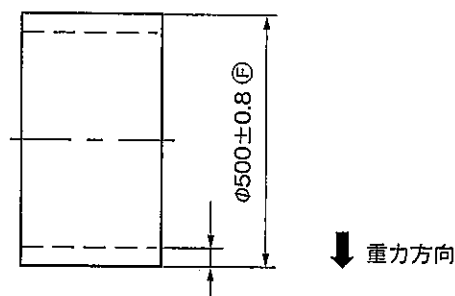


図2 本文図29(中実円筒)を薄肉中空円筒に訂正

たは最小のいずれか一方だけを許容する場合の寸法で、寸法数値の後に“max”または“min”を付ける。

7. 本文7.1 完全な公差付きサイズ形体

図示外殻形体(JIS Z 8310：2010 製図総則)は、設計情報である。完全は意味がない。

8. 本文図21の注記にある、完全なサイズ形体に対する包絡の条件 $0/+0.2$ 、サイズ形体の任意の位置で、25 mmの長さ当たりに対する包絡の条件 $0/+0.1$ は、適切な表現ではない

包絡の条件の定義は、前項の3.による。包絡の条件では、 $0/+0.2$ のような表現はできない。6.2.3を削除する。

9. 包絡の条件の引用規格がJIS B 0420-1になっている

間違っている。正しくは、JIS B 0024 製図—公差表示方式の基本原則である。

設計製図教育の当面の対応に関する 提案と授業の一事例

JISは厳守しなければならない法律ではない。教科書では、筆者の裁量で次のようなメッセージをHPで発信すること、また綴じ込みを利用して

学生を守りたい。

—JIS B 0401-1, -2:1998寸法公差及びはめあいの方式(旧規格)第1部:公差, 寸法公差及びはめあいの基礎, 第2部:穴及び軸の公差等級並びに寸法許容差の表にある「寸法公差」, 「公差域」, 「公差域クラス」など多数の用語が, 2016年改正で「サイズ公差」, 「サイズ許容区間」, 「公差クラス」などに変更された。しかし, 変更理由が当を失っていて間違った用語になっていること, 旧規格は何の支障もなく広く普及していることなどから, 本書では先輩たちが学んだ旧規格の用語を用いる—

機械システム工学科:機械設計製図授業の事例を記す。

◇1年 専門必修:基礎設計製図(前期・後期開講:週2コマ, 200分授業で全14回)

科目概要:製図は設計思考の情報伝達手段として重要な役目がある。本講では, 実在する製品と主な機械要素部品を題材にした実感教育の中で, 図形表現に必要な図的解法および製図規則を学び, 設計する製品・装置の具現化に必要な製図方法を習得する。

達成目標:1. 空間認識能力と立体観を養う。2. 実際にものがつくれる図面が描ける。3. 図面からものの形状が理解できる。3項目の基礎的知識を学習する。

第9回 課題:フランジ型固定軸継手の設計製図, 製作図の検図において寸法公差および幾何公差の表示法, 図示法について講義を行う。

○寸法公差:継手内径H7・継手外形g7とピッチ円直径の精度について。1. はめあい。2. 限界ゲージ。3. はめあいの種類(すきまばめ, しまりばめ, 中間ばめ)。4. 実際のすきまおよびしめしろ。5. 穴基準式と軸基準式(多く用いられる穴基準式はめあいの表)。6. 基準寸法。7. 寸法の区分。8. 公差の基本数値および等級(IT基本公差の数値)。9. 寸法許容差の見方。10. はめあい方式の表示法。11. 普通公差。

○幾何公差:インロー部の端面と継手外形の振

れ公差。1. 幾何公差の種類とその記号。2. 公差域。3. データム。4. 幾何公差の図示法。

○製作図の検図時間に寸法公差ならびに幾何公差の表示法, 図示法を確認している。8割の学生は間違いなくH7の記入は行っているが, その意味などを質問すると「忘れました」と正直に答える学生が増加している。振れ公差の図示法については, 公差記入枠を明瞭に描いており誤りは少ない。しかし, 寸法公差と同様に, データムの意味や公差値について質問すると無言になる学生が存在する。これが現状である。

設計製図関連科目の講義(演習)で, 寸法公差, はめあい, 基準寸法などに関する教育方法は, 長年の経験から多大な労力を要することは事実である。1年生から3年生にわたる場合には, 教員が異なることなどから事前の打合せを綿密に行い, 一步一步進めることが肝要である。学生諸君が種々の用語を「講義で学んだ」, 「聞いたことがある」と答えたら, その時点では, 「合」, 「よし」と評価している昨今である。

まとめ

両規格の用語に関しては, なじみのない用語と表現は適切にすること。解釈が間違っている用語は正すべきである。モノづくりに最も必要な規格であるので, 真の日本産業規格であってほしいと願う次第である。

参考文献

- 1) 平野重雄, 喜瀬晋, 関口相三, 奥坂一也, 荒木勉: JIS B 0401-1, -2及びJIS B 0420-1:2016に関する問題点について, (公益社団法人)日本設計工学会2019年度春季大会研究発表講演会論文集, 2019年5月26日
- 2) 飯塚幸三:計測における不確かさの表現のガイド, 日本規格協会(1996)
- 3) 久保川達也, 国友直人:統計学, 東京大学出版会(2016), p.173