

ISO/TC 4/SC 4/WG 4 GPS Workshop 報告

株ジェイテクト 白木 利彦

1. まえがき

TC 4/SC 4/WG 4 (以下、SC 4/WG 4 という。) 第 2 回横浜会議前日の 2012 年 4 月 23 日に、GPS : Geometrical Product Specification (製品の幾何特性仕様) に関する Workshop (講習会) が開催された。この Workshop にエキスパートとして出席したので、その概要を報告する。

2. SC 4/WG 4 Workshop の概要

2011 年 11 月の SC 4/WG 4 第 1 回パリ会議において、転がり軸受への GPS 適用作業グループのメンバーに対する GPS の基本概念及び GPS 規格の概要についての知識向上のため、Workshop を開催することが決議された。今回、SC 4/WG 4 コンビーナの Mr. Östebo (スウェーデン)、TC 213 のリエゾンメンバーでもある Mr. Wiesner (オーストリア) 及び Mr. Vincent (フランス) の 3 名が講師となり実現した。なお、GPS の Workshop ということで、TC 213 国内委員会グループ A1 の主査である金田教授 (関東学院大学) にも参加いただいた。

2-1. Workshop のプログラム

Workshop のプログラムを表 1 に、関連文書を表 2 に示す。

表 1—SC 4/WG 4 Workshop のプログラム

内容		参照文書	講師
1	Introduction	SC 4/WG 4 N 20	Ebbe Östebo
2	Tolerancing principles (公差原理) Dimensional tolerancing (寸法公差)	SC 4/WG 4 N 20	Ebbe Östebo
3	ISO 1101 (形状、姿勢、位置及び振れの公差表示方式) ISO/DTS 17863 (可動組立品)	SC 4/WG 4 N 21	Hans Wiesner
4	Measurement, uncertainty and conformance (測定、不確かさ及び適合性)	SC 4/WG 4 N 22	Rénald Vincent

表 2—SC 4/WG 4 Workshop 関連文書

文書番号	提出国	題目又は内容	発行年月
SC 4 N 332	幹事国	GPS Workshop 案内状	2012-02
SC 4/WG 4 N 20	スウェーデン	GPS Workshop 資料 (適用範囲、公差原理、寸法公差)	2012-04
SC 4/WG 4 N 21	オーストリア	GPS Workshop 資料 (ISO 1101、ISO/DTS 17863 内容)	2012-04
SC 4/WG 4 N 22	フランス	GPS Workshop 資料 (測定、不確かさ及び適合性)	2012-04

2-2. 出席者

SC 4/WG 4 Workshop には、表 3 に示す 8 か国 23 名が参加した。

表 3—SC 4/WG 4 Workshop 参加者

番号	参加者名	国名	所属
1	Ebbe Östebo	スウェーデン	SKF (SC 4/WG 4 コンビーナ)
2	Rolf Thesslin	スウェーデン	SIS (TC 4 国際幹事)
3	Anders Göthberg	スウェーデン	SKF
4	Magnus Olofsson	スウェーデン	SKF
5	Rénald Vincent	フランス	Cetim (TC 213 の TC 4 リエゾン)
6	Nadiège Ludivion	フランス	UNM (TC 4/SC 5 国際幹事)
7	Hans Wiesner	オーストリア	SKF (TC 213 の TC 4 代表リエゾン)
8	Ernst Ammon	ドイツ	Schaeffler

番号	参加者名	国名	所属
9	Karl Bywalez	ドイツ	Schaeffler
10	Franz Götz	ドイツ	Schaeffler
11	Walter Verhaert	ベルギー	NBN (TC 4 議長)
12	Mark Taylor	アメリカ	Timken
13	Michael Kotzalas	アメリカ	Timken
14	Charles Reed	イギリス	NSK
15	David Carnell	イギリス	Mechconsult
16	遠山 史雄	日本	NSK
17	平澤 義光	日本	NTN
18	上埜 保博	日本	NACHI
19	蒲田 知明	日本	IKO
20	三木 清史	日本	JBIA (TC 4/SC 12 議長)
21	金田 徹	日本	関東学院大学 (TC 213 国内委員会グループ A1 主査)
22	小林 康裕	日本	JTEKT
23	白木 利彦	日本	JTEKT

2-3. Workshop の内容

SC 4/WG 4 コンビーナの Mr. Östebo (スウェーデン) が、出席者を歓迎し Workshop の開会の挨拶から始まった。

内容 1 Introduction

GPS とは、寸法公差 (dimensional tolerance)、幾何公差 (geometrical tolerance) 及び表面性状 (surface texture) に関して、不完全さ、曖昧さ及び矛盾をなくし、測定器具及び測定者の対応の問題を考慮した世界中どこでも共通の技術言語である。

内容 2 公差原理及び寸法公差

➤ 独立の原則及び包括の条件

現在の ISO では、特に指示がない限り寸法公差と幾何公差は分けて評価する。これを“独立の原則 (Principle of independency)” と言う (図 1-a)。それに対し、寸法公差と幾何公差とが相互に依存する条件として、“包括の条件 (Envelope requirement) ⑤” で指示することができる (図 1-b)。例えば、軸が穴を通ることができる条件は、寸法公差及び幾何公差を関連付ける公差方式で、軸の場合は完全形状の外接の包括面、穴の場合は完全形状の内接の包括面を考えて、より正確に効率よく生産できることになる。

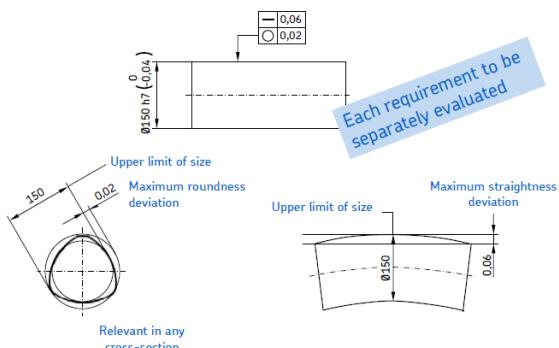


図 1-a 独立の原則

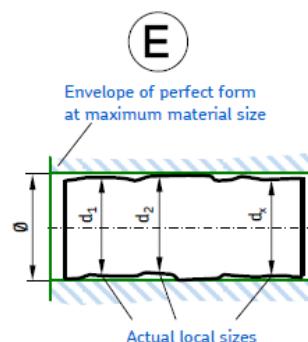
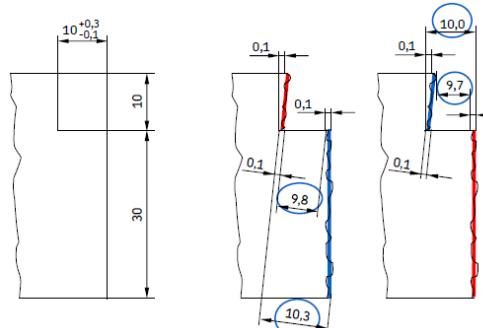


図 1-b 包括の条件

➤ サイズ

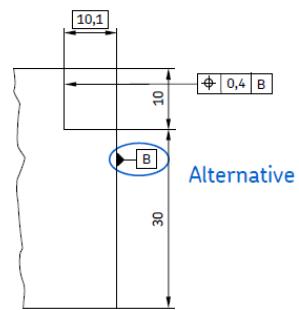
寸法指示の曖昧さとしては、2 つの形体間の距離を測定する場合、測定箇所や測定の仕方により

測定値に差が出てくる（図 2-a）。このような指示の曖昧さを無くすため GPS では一義的になるよう定義付けられる（図 2-b）。



左の図面指示では、右のように幾通りも考えられる。

図 2-a 仕様の不確かさ（曖昧な図面指示）



一義的な図面指示

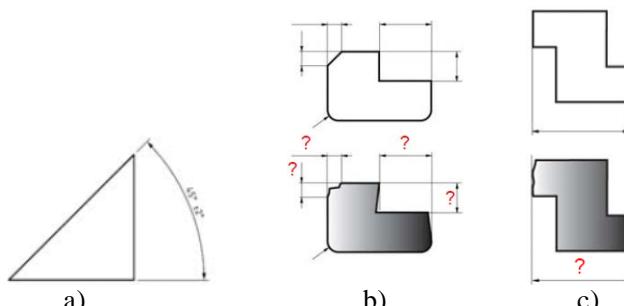
図 2-b 曖昧さをなくした図面指示

➤ 寸法公差

ISO 14405-1 (GPS-寸法公差-第1部: 線形サイズ) に線形サイズの仕様モディファイア記号が規定される。転がり軸受では、通常 “two-point size (LP)” で指示する。GPS では 2 点測定の方向を明確に定義できる。例えば円筒形体の場合、“two-point size (LP)” で指示すると、当てはめ円筒の中心軸に垂直な面上の 2 点間の距離となる。

Two-point size は、“Mid-range size (SD)”、“Range of size (SR)” 及び “Any cross section ACS” などの仕様モディファイア記号との組合せで指示できる。

ISO 14405-2 (GPS-寸法公差-第2部: 線形サイズ以外の寸法) には、例えば “angular size (角度サイズ) (図 3 a) ” や “測定の基準となる点 (面) と測定点 (面) が測定距離方向において対向する位置にない場合 (図 3 b) 及び c) ” など線形サイズにならない場合の図面指示の原理及びルールなどを規定している。



※これらの形体は線形サイズではないので、ISO 14405-1 を適用できない。

図 3 線形サイズ以外の寸法例

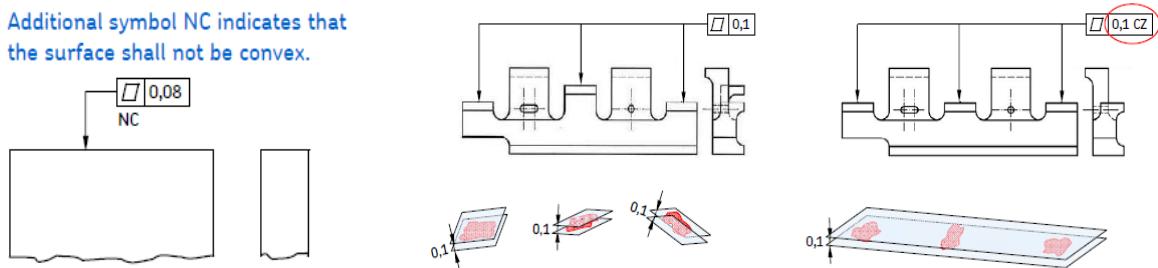
内容 3 ISO 1101 (形状、姿勢、位置及び振れの公差表示方式) 及び ISO/DTS 17863 (可動組立品)

➤ ISO 1101-形状公差

形状公差として、“ \Box 真直度”、“ \Box 平面度”、“ \Box 真円度”、“ \Box 円筒度”、“ \Box 線の輪郭度”及び“ \Box 面の輪郭度”がある。真円度に関しては、ISO 1101:2004 から ISO 1101:2012 で定義が変わったことが紹介された。2004 年版の定義では “真円度の公差域は呼び中心軸に垂直な面上の同軸の二つの円によって規制される” とあったが、2012 年版の定義では、“真円度の公差域は、規定された幾何形体に垂直な” の共通ルールになっている。

その他の指示記号として、“ NC not convex (凸面不可)” 及び “ CZ common tolerance zone (共通公差域)” がある（図 4）。 “ NC ” は平面度の公差枠の下に記載があった場合、この平面は中高にしないことを意味する。また、“ CZ ” が公差値の後ろについている場合は、指示された全ての形体が

共通の形状公差を持つことになる。



“NC not convex (凸面不可) ”

“CZ common tolerance zone (共通公差域) ”

図 4 その他の指示記号

➤ ISO 1101－姿勢公差

姿勢公差として、“ \parallel 平行度”、“ \perp 直角度”、“ \square 傾斜度”及び“ \square 線の輪郭度”がある。姿勢公差は基準となるデータム形体に対する幾何公差である。“LE Line element (線要素)”は、通常面対象指示となる幾何公差に対して、線対象の条件にする時に公差枠の下に記載する（図 5）。

➤ ISO 1101－位置公差

位置公差として、“ \boxplus 位置度”、“ \circlearrowright 同軸度”、“ \equiv 対称度”及び“ \square 線の輪郭度”がある（図 6）。位置公差も、基準となるデータム形体に対する幾何公差である。データム形体に対して“TED : theoretically exact dimension (理論的に正確な寸法)”で指示する（同軸度以外）。

➤ ISO 1101－振れ公差

振れ公差として、“ \boxtimes 円周振れ”及び“ \boxslash 全振れ”がある。“円周振れ”的公差は、対象形体の任意の位置で独立して適用されるが、“全振れ”は対象形体の全面が公差の対象になる。

➤ ISO 1101 関連の GPS 規格

ISO 2692, Geometrical tolerancing – Maximum material requirement (MMR) and least material requirement (LMR)

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（参考

JIS B 0023）

ISO 3040, Dimensioning and tolerancing – Cones

寸法及び公差の表示方式－円すい（参考JIS B 0028）

ISO 5459, Geometrical tolerancing – Datums and datum systems

幾何公差表示方式－幾何公差のためのデータム（参考JIS B 0022）

ISO 10578:1992, Tolerancing of orientation and location – Projected tolerance zone

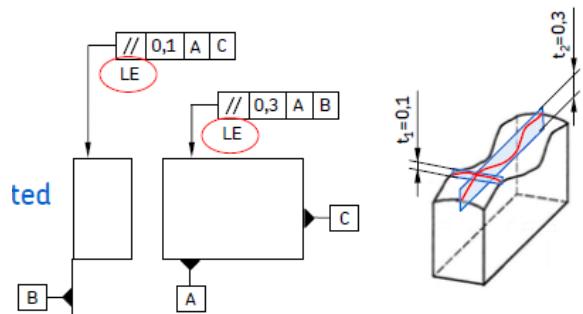


図 5 LE Line element (線要素)

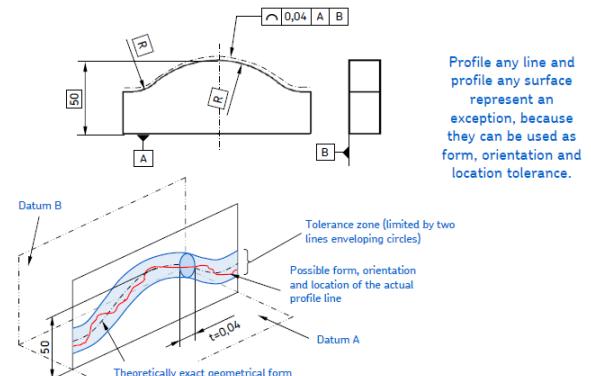


図 6 位置公差での線の輪郭度の例

姿勢及び位置の公差表示方式－突出公差域（参考JIS B 0029）

ISO 10579, Dimensioning and tolerancing—Non-rigid parts

寸法及び公差の表示方式－非剛性部品（参考JIS B 0026）

※ここで、JISを参考としているのは、ISO最新版に基づいて発行されていないため。

➤ ISO/DTS 17863, Tolerancing under movable assembly condition（可動組立条件下での公差方式）

ISO 1101 及びISO 14405-1 によるISO GPS サイズ及び幾何公差は、可動組立品には適用できない。それ故、転がり軸受などの組立部品に適用できるものが必要なので、TS（技術仕様書）として ISO/DTS 17863 を審議中である。

可動組立品の機能として、ある方向のある大きさの荷重条件下で可動部品を動かす時の図面指示方法を規定している。図7は、円すいころ軸受のラジアル振れ及びアキシャル振れ測定時の測定荷重条件を含めた図面指示例である。

➤ ISO GPS は道具箱

GPSは設計者の意図を図面に示すための道具箱で、その道具箱の中身はさらに拡大している（図8）。

内容4 Measurement, uncertainty and conformance

（測定、不確かさ及び適合性）

➤ 測定の不確かさ見積もりガイドラインを提供する規格あるいはガイド

- ①. ISO/IEC Guide 98-3:2008, Uncertainty of measurement—Part 3:Guide to the expression of uncertainty in measurement（計測における不確かさの表現のガイドライン GUM:1995）
GUMは測定誤差を含む測定値に基づいて合否判定を行なう場合、測定値の信頼性の指標として不確かさを定量化する方法論で、次のようなことを示している。

$$<\text{測定結果}> = <\text{測定値}> \pm <\text{不確かさ}>$$

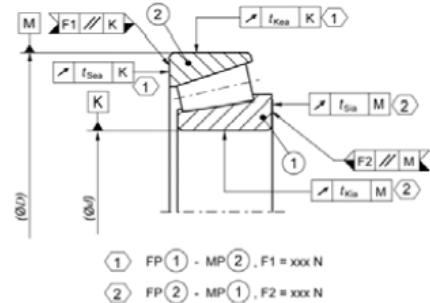
- ②. ISO 5725-1～-6, Accuracy (trueness and precision) of measurement methods and results（測定方法及び測定結果の精確さ(真度及び精度)）
- ③. ISO 14253-2, Guidance for the estimation of uncertainty in GPS measurement, in calibration of measuring equipment and in product verification（製品及び測定装置の測定による検査－第2部：GSP測定、測定機器の校正及び製品検証における不確かさの推定の手引）
- ④. MSA : measurement system analysis from AIAG（測定システム解析、AIAG : Automatic Industry Action Group）

➤ ISO 14253-1, GPS—Inspection by measurement of workpieces and measuring equipment—Part 1 : Decision rules for proving conformance or non-conformance with specifications

（製品及び測定装置の測定による検査－第1部：仕様に対する合否判定基準）（JIS B 0641-1）

①. 適用範囲

この規格は、測定の不確かさを考慮に入れ、製品の特性については指示された許容値に対する合



NOTE 1 Tolerance indication are also relevant for single row angular contact ball bearings
NOTE 2 Values for forces (indicated by xxx) are specified in section 5

図7 円すいころ軸受の指示

ISO GPS is a growing tool box



図8 GPS 記号の数々

否判定基準、又は測定装置の特性については最大許容誤差に対する合否判定基準を規定する。

②. 供給者及び顧客の間での適用

◇供給者は、その見積もられた測定の不確かさを用い、適合を実証しなければならない。

◇顧客は、その見積もられた測定の不確かさを用い、不適合を実証しなければならない。

③. 測定値の問題

供給者及び顧客の間で同じ製品の同一寸法を評価したときに、測定方法（測定機器）、測定場所、測定値の扱いなどが違うと合否判定ができない。

④. 顧客リスクの範囲

ISO 14253-1 を考慮した場合の不確かさの範囲は、考慮しない場合の範囲よりも改善できるため、当事者にとって利益となる。（図 9）

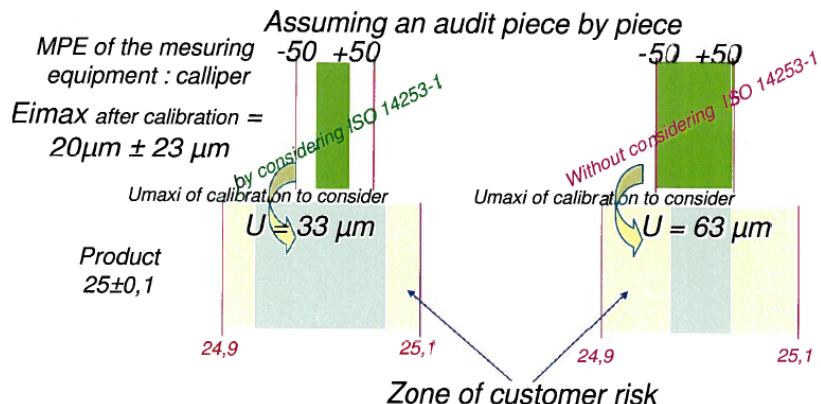


図 9 ISO 14253-1 を考慮した場合と考慮しない場合との不確かさの範囲の違い

➤ ISO 1132-2（公差－第 2 部：検証の原則及び方法）での測定の不確かさについて

実測内輪幅の測定において、**ISO 1132-1**（公差－第 1 部：用語及び定義）の定義と **ISO 1132-2** の測定方法との間の不確かさを紹介している。実測内輪幅の定義は、“内輪の実際の両側面と、この内輪の基準側面に接する平面に垂直な直線との両交点間の距離”だが、測定方法と比較すると、“基準側面に接する平面”の部分が厳密には異なってくる（図 10）。実際には無視できる小さな影響だが、不確かさの範囲としては、増加してしまう。

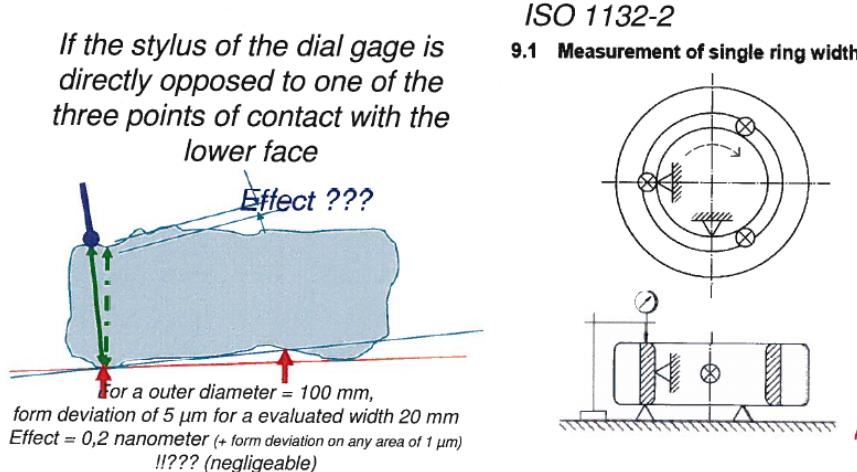


図 10 測定方法との比較

3. あとがき

Workshop ということで、当初は現在発行されている転がり軸受に関する GPS 規格を輪講するようなイメージで考えていたが、Mr. Östebo をはじめ 3 名の講師には、講習会の資料を準備され、分かりやすく説明いただいた。前半の図面指示に関する内容は、当方が準備した質問資料に回答いただく形で、より理解が深まった。後半の“測定、不確かさ及び適合性”については、不確かさを考慮することは分かるが、なぜメリットが出るのかが分からなかつたが、今回の講習会で少しづつわかったような気がする。

今後さらに、これらを十分理解した上で、日本の転がり軸受規格に GPS を取り入れていき、軸受業界に展開していくことになるので、責任重大であることを新たに感じた。

最後に、SC 4/WG 4 GPS Workshop を横浜において開催することが前回のパリ会議で急に決まったため、TC 4/SC 12 幹事国としての準備及び会議ホスト国の方の業務に対応した日本ベアリング工業会には、短期間での会場の確保、設営、出席者への案内などきめ細かい準備をされ、その尽力に感謝します。

以上



講習風景