

実践レポート

(株)三陽製作所

超低压ショットブラストで光反射を防止 三次元複雑形状部品の精密測定で新技術

(株)三陽製作所は、三次元複雑形状の冷間鍛造部品などの寸法測定を高精度で効率よく行える技術を開発した。従来は測定時に障害となる光の反射を防ぐため、測定物に炭酸カルシウム剤などをスプレー塗布するのが一般的だったが、塗布により寸法が大きく変化し、作業自体も測定者のスキルに依存せざるを得なかった。新技術は、超低压ショットブラストを用いてダル仕上げ（表面に微細な凹凸を付ける）するだけの簡便な方法であり、測定者のスキルに左右されず、寸法測定を1000分台誤差という高精度で効率よく行える。同社は新技術を2020年10月に特許出願したが、「排他的権利として主張する考えはなく、業界発展のためオープンにしたい」としている。

金型表面性状の取組みがきっかけ

同社はプレス・板金加工のほか、ロボットによる自動化ラインの構築・活用などを行う技術開発中心の金属加工会社。近年は冷間鍛造加工にも力を入れている。今回の新技術も、その冷間鍛造の研究過程で生まれたものだ。

2016年、油圧プレスに代わるサーボプレスに

よる冷間鍛造工法の研究開発に着手。この事業はサポイン事業（戦略的基盤技術高度化支援事業）として国の助成を受けた。さまざまな研究の中でも、当時、同社がとくにこだわったのは、鍛造時の型寿命を左右する表面性状をいかにして向上させるかであった。

「ある大手自動車部品会社では設備と人に莫大な資金を投資して、最後は手磨きで金型の表面性状を完璧なものに仕上げ、1型で40万ショットを達成したという例があります。しかし、当社はそれほどの資金をかけられないので、1型10万ショットでよいから、いかに安価な金型をつくるかという研究をしていました」と水村滋社長は話す（写真1）。

その際、着目したのが金型の磨きに使用できるショットブラスト装置であり、この装置を3機種購入した。そして、これらの装置で粗加工、中間加工、仕上げ加工の3工程を行い、最後に少しだ

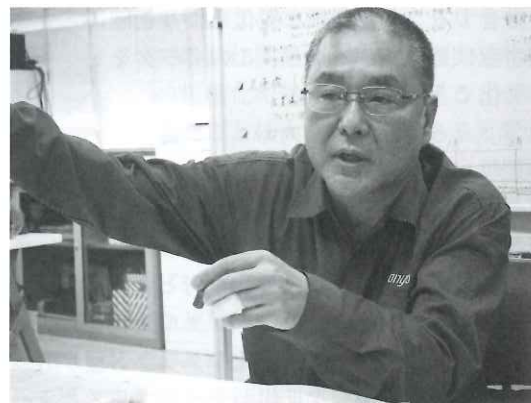


写真1 水村滋社長

け手磨きすれば、かなりの工数削減が可能になることが分かった。

精密ギアの工法開発

冷間鍛造工法の研究開発に着手してから数年後。顧客から冷間鍛造による精密ギア的设计・開発・加工の引き合いがあり、それ以降は精密ギアの工法開発に注力した。それまで精密ギアの加工を冷間鍛造で行うのは国内でも事例が少なく、FEM（有限要素法）解析から始め、金型製作後もトライ・計測・フィードバックを繰り返すなど、腐心の連続だった。また、新たに200tサーボプレスを導入することにしたものの、一般仕様の機種では冷間鍛造は難しいため、プレスメーカーに協力してもらい、複動プレスの機能を組み込んだ特別仕様の機械とした（写真2）。ともあれ、随所に工夫を凝らすことで、なんとか予定通りに量産の工程設計へと進むことができた。

しかし、そこで大きな壁に直面した。切削でギアを加工するときは、歯形は最後につくるが、同社が取り組む冷間鍛造による加工では、プレスの段階で歯形をつくるため、評価方法をどうするかという問題である。切削後であれば、加工した軸や穴を基準とした測定が可能であるが、冷間鍛造による歯形づくりは工程の途中（仕上げの切削加工の前工程）で行うため、その時点では測定基準がなく、評価のしようがなかったのだ。「かといって、良いものか悪いものかも分からないままどんどん生産してしまっただけでは困るし、作業中でも素早く簡単に行えるインラインでの評価方法構築が必須の課題でした」（水村社長）。

サポイン事業の終了後であったため2019年1月、経営革新支援の助成を受け、新たに三次元複雑形状部品の測定技術の研究に取り組むことにした。研究テーマは「光学式の非接触三次元デジタイザで測定し、その測定データをCADデータと比較して乖離値を出し、その標準偏差を取ることで評価する」というものであった。三次元デジタイザは、現段階では測定機としては認められていないが、発注元との間で「標準偏差が何パーセント以下なら合格とする」という取り決めさえすれば、特例とはいえ測定機として使用できるからだ。



写真2 特別仕様の200tサーボプレス

ところが、こうした測定は計測機メーカーでさえ、どこもやっていなかった。

スプレー方式の問題点

三次元複雑形状の部品を精密に測定しようとするとき、一般的な接触式の測定機では、測定自体が不可能か、測定に数時間以上の時間を要してしまう。このようなとき、測定物にプロジェクターから照射した縞模様をカメラで撮影しながら三次元形状を測定するシステム（3Dデジタイザや3Dスキャナ）を用いると、回転テーブルの上に測定対象物を載せるだけで簡単に測定が行え、測定者のスキルに依存することなく、数分で高品質、高精度な測定が可能となる。

だが、この測定方法にも弱点があった。測定対象物が光を反射するような表面性状であると正確な測定ができないため、事前に反射を抑えるような表面処理が必要なことである。しかも従来は、この表面処理は反射防止剤（炭酸カルシウムを主成分とする粉体）をスプレーで測定対象物に塗布するしか方法がなかった。

ところが、このスプレーによる塗布にこそ問題があった。「乾燥時間を含めて、施工時間が5~15分ほどかかり、全体に薄く均一に塗布することが困難なのです。ギアの凹部にもしっかりと塗布しようとすると、凸部には余計に厚く塗られてしまいます。また、手作業で行うため、作業者のスキルに大きく依存し、塗布部に触れると塗膜が取れてしまうので、再処理しなければなりません。さらに問題なのは、表面には少なくとも0.02~0.04

会社概要

会社名 (株)三陽製作所
代表者 代表取締役社長 水村 滋
本社 〒236-0034 横浜市中区朝比奈町138
TEL 045-781-5873
設立 1953年
従業員数 46人
資本金 1000万円



写真3 角道将人氏

mmの塗膜がつくため、測定精度が低下することです」と取締役開発営業部長の角道将人氏は話す(写真3)。

突然のブレイクスルー

ほかに方法がないためか、計測機メーカーの中でもスプレーによる塗布が当然のように行われていた。「われわれとしても、お客様との約束納期があり、工程内検査を何らかの方法で行わなければならないのです。磁性体で吸着する静電塗布が一番よい方法かと思ったりもしましたが、それを開発するのにどのくらいの費用と期間がかかるのか、見当もつきませんでした。さしあたりはスプレー方式しかなかったので、その自動化機械をつくろうとしていたのです」(水村社長)。

表1 ショットブラストおよびスプレーによる寸法変化

◆スプレー測定結果

スプレー前 径寸法 (mm)	スプレー後 径寸法 (mm)	径寸法の変化 (mm)
29.983	30.031	0.048
29.991	30.122	0.131
29.984	30.079	0.095

◆ショットブラスト測定結果

投射圧力 (bar)	1cm ² 当たり 投射時間(秒)	ショットブラスト前 径寸法 (mm)	ショットブラスト後 径寸法 (mm)	径寸法の変化 (mm)
0.3	2~3	30.0006	30.0027	0.0021
0.8	2~3	30.0027	30.0027	0
2.0	2~3	30.0005	30.0036	0.0031
2.0	10~15	30.0021	30.0021	0

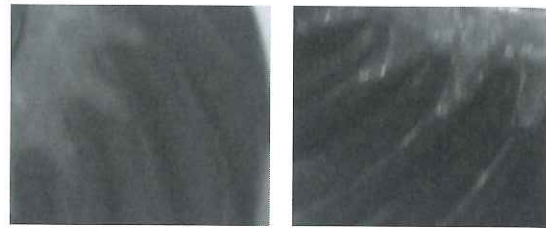


写真4 冷間鍛造で加工したギア部品（左がツヤを消したものの）

ところが、2020年7月のある日、ブレイクスルーは突然、起こった。「当社には3台の超低压ショットブラスト装置があり、そのうちの1台を使って処理を行うと、ダル仕上げ、つまりツヤ消し状態の仕上がりになることを思い出したのです。『あれで試してみよう』ということになり、社長をはじめ大勢で装置のある場所に飛んでいきました」(角道氏)。

驚いたのはその測定結果である。微細なブラスト剤を0.3~2.0 barという超低压の空気圧によって噴射するだけで、対象物の表面性状を変化させて光を反射しない状態にすることができたのである(写真4)。しかも寸法変化は1000分台と、測定誤差の範疇に入ると言ってもいいものである。金型の表面性状を向上させるために購入した装置が、救いの神となった瞬間でもあった。

スプレーとブラストの寸法変化の違い

表1に反射防止剤(炭酸カルシウム剤)入りスプレーを用いた場合と、超低压ショットブラストを用いた場合の測定試験の結果を示す。試験条件は、試験片としてφ30精密鋼球(材質:SUJ2、硬度:HRC 62~67)を使用。炭酸カルシウム剤入りスプレー(HELLING STANDARD - CHEK No.3)、ショットブラスト装置にはユニフィニッ



写真5 超低压ショットブラスト装置

シュ UFN-75 COMBO(メディア:粒径=0.045 mm、材質=酸化アルミニウム)を使用した(写真5)。

まず、鋼球に反射防止剤入りのスプレーを吹きつけ、光学式非接触三次元デジタイザ「ZEISS COMET 8 M」で径寸法を3回測定した。その結果、スプレーの前と後では径寸法は0.048~0.131 mmと100分台から10分台の変化があった(写真6)。

次に、スプレーの代わりにショットブラストで投射圧力や投射時間の条件を変えつつ4パターンで処理を行い、CNC接触式三次元測定機「ミットヨ CRYSTA-Apex S 544」で径寸法を測定した(写真7)。その結果、径寸法の変化は0.0021~0.0031 mmと、どの条件でも1000分台に収まった。

ネットシェイブ時代の先駆けに

ショットブラストの施工時間は1~2分程度で、対象物の形状に関わらず全体に均一に処理が可能である。100分台の精度すら出なかったスプレー方式と比べると1桁上を行く精度であり、「100分台の精度を求められるお客様なら、全く問題なく使える」と同社では言う。とくに注目すべきは、投射圧力が変わっても、時間の長短があっても、大きな変化は見られないことであり、処理部に触れても表面状態は変わらない。つまり、それほど厳格な条件でなくても、見た目のツヤが落ちさえすれば、作業者のスキルに依存せず、誰にでもできるということである。測定面でも「今後は作業者自身が測定物を置き、ボタンを押せば自動的に

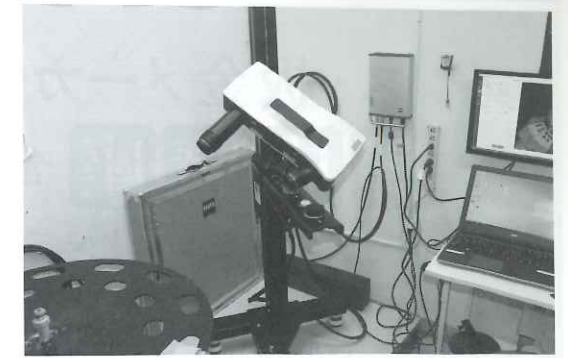


写真6 光学式非接触三次元デジタイザ



写真7 CNC接触式三次元測定機

合否が出るようにしていきたい」と同社。

今回の精密ギアのみならず、ネットシェイブ時代を迎え、同社では今後、冷間鍛造の複雑三次元形状部品のニーズが増えていくと見ている。その際、評価方法を定量的に確立することがますます重要になる。定量値とは乖離値の公差における標準偏差のことである。実際にショットブラストによるツヤ消し表面処理とその評価法は精密ギア以外の部品にも適用し始めているという。

「当社では先ごろ、この技術の特許出願しましたが、排他的な権利として主張しようとは思っていません」と水村社長はきっぱり言う。業界発展のために、「やれる企業は、やってください」というスタンスである。ただし、超低压のショットブラスト装置を持っている企業数はそれほど多くはないので、「一歩先んじている当社が注目されるはず。測定物のツヤ消し表面処理のみでも、測定まで含めての依頼でも、受託したいと考えています。これまで中小企業は情報発信力が弱かったが、これを機会により情報はどんどん発信していきたい」と水村社長は語っている。(森野 進)