

## 第135回 ニューガラスフォーラム若手懇談会 見学会参加報告

AGCテクノグラス(株) 技術センター

長田 崇

### Report on the 135th Tour New Glass Forum young conference

**Takashi Nagata**

*Technology Center, AGC Techno Glass Co.,Ltd*

#### 1 はじめに

2019年7月10日にTOTO株式会社滋賀工場／TOTOサニテクノ株式会社滋賀工場にてNGF若手懇見学会が開催された。今回の若手懇見学会は「生活を支えるセラミックス」をテーマに、滋賀工場の衛生陶器製造工程の見学会と、TOTO株式会社総合研究所の安藤正美先生によるご講演の二部構成であった。見学会では衛生陶器（腰掛便座）の原料から製品が出来るまでの工程を上流工程から順にご説明いただきながら拝見した。講演会では3D積層造形技術を利用したセラミックス構造部材の開発について、3Dプリンタや材料の種類や今後の展望などのお話を伺う事ができた。懇親会では安藤先生の人材育成理念にも触れられていて、大変感

銘を受けた。限られた時間ではあったが非常に高い技術力と先進性に富んだ発想で提供されている製品群を拝見することができた内容について報告する。

#### 2 見学会

TOTO株式会社滋賀工場／TOTOサニテクノ株式会社滋賀工場にて衛生陶器製造工程を見学させて頂いた。

見学会に先立ってTOTO株式会社の沿革等のご講演と、製品、技術のご紹介があった。滋賀工場では衛生陶器製造をメインに取り扱っており、世界最新の設備を備えた国内23年ぶりの衛生陶器工場が2012年2月より稼働している。本工場では最先端の省エネ技術を導入したモデル工場プロジェクトとして、「平成25年度省エネ大賞」（主催：一般財団法人省エネルギーセンター、後援：経済産業省）の「省エネ事例部門」において、最高賞の「経済産業大臣賞」を受賞している。

衛生陶器は職人や機械がろくろを回して形作

るのではなく、写真1で示したような原料を混ぜてスラリーとし、それを型へ入れて脱水して固めたものが基本の構造になっている。



写真1 原料～製品の展示物

また、TOTO 製品の上位機種に搭載されている「きれい除菌水」のご紹介では汚水を模した簡易的な実験を示されて(写真2)いて、衛生陶器の断面や水がグリーンになっていく様が見た目で理解し易かった。



写真2 「きれい除菌水」の性能ご紹介

廊下には最新の製品が展示されていて、いつでも最新のものが来客の目に触れるような心遣いも感じることができた。

見学会でははじめに製品の展示物の前で歴代の製品群についてご紹介があり、タンク方式から、タンクレス(トルネード洗浄+コンパクトなポンプによる洗浄水の加圧)までのTOTO株式会社の長い進化の歴史を感じることができた。工場内に入っていくと随所で一番初めに安全呼称、唱和のための掲示や安全に対する意識の高さを強く感じる事ができる。

原料を入れた成形では巨大な型取り装置内でさらに全体が傾いて水分が抜けるような工夫がされていた。これには約20時間もの時間を要する。型替えには効率化の改善が進んでいて、かつて3時間かかっていた作業を20分まで短縮した改善例のご紹介があった。型取りは洗浄性能において重要な内部形状を詳細に点検する目

的で上下のパーツに分けて成形がされており、表面の仕上げや検査は作業員が手作業で行っている。温湿度は365日厳密に管理されていても個体差やその日の環境も影響してしまうため、どうしても機械化が難しい工程とのご説明がありスムーズな作業をする職人技を拝見できた。

パーツを接着する工程ではパーツを重ねて接着剤で隙間を接着していく。これは僅かな差が重要な不良に繋がるため機械化を進めているとのことであった。

見学会は接着された成形品と共に乾燥、検査へと移動していき、その間のコンベア上では乾燥しやすくする目的で成形品を意図的に上下反転して乗せていることが特徴的であった。乾燥後は3%収縮し、乾燥は約40時間以上要している様々な条件を一定に安定させねば必要以上に収縮してしまう。

成形品はこの時点で焼成に耐えるセラミック製のバーコードで管理されていて、各工程で情報が行き来し、どのNo. がどの工程にいるのか一括管理されている。上述のようにここまでの工程で要する時間も品質上重要で、最速でモノを流動させても4日程度かかるとの事であった。

乾燥後に釉薬を塗布する工程に入る。この時点の検査も全数行われている。釉薬を塗布する前であれば原料として再利用が可能との事であった。釉薬は成形品内部へスプレー塗布の届かない奥の部分まで全て塗布するのがTOTO独自のこだわりで、内部までずっと綺麗にご使用いただけるようにしているとのこと説明があった。内部へ一様に塗布するために釉薬を入れたモノ自体を回転させていて、そのタイミングで乾燥のためにこれまで裏向きだった品も正常な位置に修正されている。表面へはアームロボを用いて様々な角度から一様に釉薬がスプレー塗布される。

そのあと長さ100m以上もある巨大な連続式の窯へ移動して焼成に入る。窯はレンガで長径の形状をしていて全長の1/3ほどの位置で最高

温度になってその後ゆっくり冷却されていくことで製品となっていく。この窯は電気炉で、かつては一度火を落とすと数日要した立上げ工程が、炉の熱効率の改善により数時間で立ち上げる事ができるようになったため、土日に稼働停止できることが大きな特徴となっている。

窯から出てきた仕掛品は検査工程に移動する。異物やモノの変化等を一つ一つ検査員が全数検査していく。ここで、音で検査する面白い方法を模型サンプルで示されていて、内部にクラックがあると音が鈍くなることがわかる。現実の工程ではその他にも水漏れ等の繊細な判定が必要で、検査員は全員認定制となっているとのことであった。

検査をパスした仕掛品は機械で仕分けされた中間在庫の工程に移動する。高さ5mほどはあろう巨大なメッシュ棚に様々な形状、色の仕掛品が一見すると乱雑なように並べられているが、その実は自動機械で一括管理されており、空いている部分に随時製品を埋めていっても製品在庫を追うことができ在庫管理と省スペース化の両立化がなされている。

その先に組み立て工程があって、型番の組み合わせによって様々なバリエーションの製品として整っていく。滋賀工場ではその後もさらに検査を行っていて、ここでも水漏れ等の異常が無いかを検査されていた。

### 3 講演会

TOTO 株式会社総合研究所素材研究部無機材料研究グループの安藤正美先生より「3D 積層造形を用いたセラミックス部材開発」と題してご講演を頂いた。

研究、ご講演内容の一部は、総合科学技術・イノベーション会議の戦略的イノベーション創造プログラム (SIP)「革新的設計生産技術」(管理法人：NEDO) によって実施されたもので、製品形状設計の自由度向上や生産工程短縮に資する 3D 積層造形技術 (複雑形状付与) と 3 次元表面上への高密着・高機能な複合膜、積層膜

のコーティングを実現するハイブリッドコーティング技術 (表面機能付与) を軸とした新しいセラミックス造形技術の構築を目指したものの。

3D 積層造形技術開発は金属や樹脂では研究が進んでいるがセラミックスでは未だ新しい試みが多く、狙いは型が不要になって複雑な形状を実現できたり、作製期間が短くなる、設計変更が簡単になるなどを目論んでおり、お客様からの CAD 設計に基づいて設計から製造までデジタルデータによるものづくりが可能になるなど、今後のセラミックスの製造プロセスを根拠から変える可能性を秘めた技術であった。

ご講演では複雑な研究内容は基より、これまでの業務で関連性が無かった聴講者に対しても内容が理解し易いような説明がなされていて、後に懇親会でお聞きした材料開発の面白味を知っていただきかけたとの先生の信条が反映された内容となっていた。

### 4 最後に

今回の見学会では品質や安全に強い拘りをもって、かつ高い技術力を維持して改善を促進する姿を肌で感じる事ができた。常に人材を育てていく企業姿勢が今日の TOTO 株式会社並びにグループ各社の発展の基盤になっているように感じた。



写真3 滋賀工場前での集合写真