

大型スクリーン版用洗浄装置 ACT300Lの開発

山崎 泰央

スクリーン印刷技術は身近な工業製品の製造に広く使われている。製品の種類によって使用されるスクリーン版の大きさは各種あり、小型の版を使用する電子部品から電子基板に部品を実装するために半田ペーストを印刷する中型版、テレビの部品の液晶パネルやプラズマディスプレイ製造に使用する大型スクリーン版などさまざまである。スクリーン印刷による製造では、安定的で均一な版の洗浄が求められている。スマートフォンやタブレットの普及に伴い、スクリーン印刷技術によるタッチパネルや有機ELパネルの生産が増加している。これらの工場では生産性向上のため印刷面積を大きくすることが求められ、1回の印刷で大量の製品を印刷するため、スクリーン版が大型化する傾向にある。版枠サイズ1.4m~1.5m程度の大型版を使用するメーカーが多くなり、大型の洗浄装置の要求も増加しているため、大型スクリーン版用洗浄装置を開発した。¹⁾

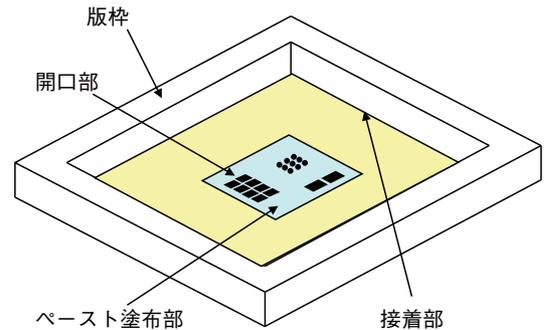


図1 スクリーン版の構造

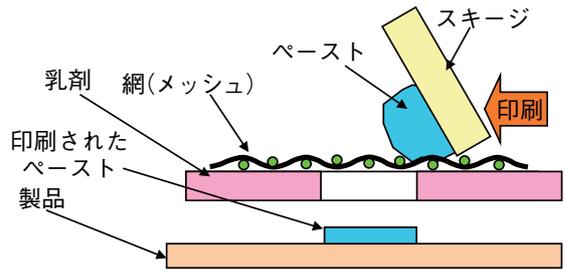


図2 スクリーン印刷の動作

スクリーン印刷とは

(1) スクリーン印刷で作られる製品

スクリーン印刷で製造される製品は身近にある。
パネル：液晶パネル、有機ELパネル、タッチパネル
電子部品：積層コンデンサー、インダクタ、LSI
電子基板：ガラスエポキシ基板、SMT部品実装基板
その他：エンジンガスケット、自動車メーター、板金製品への社名ロゴ表示など

(2) スクリーン印刷の原理

図1にスクリーン版の構造を示す。金属製の版枠に高精細な網(メッシュ)を張りながら接着されて、乳剤という樹脂を全面に薄く塗る。写真のネガのようなものを網の上に置き感光させ高圧水で洗い流すと印刷したい部分の乳剤のみ無くなり開口部が形成される。

スクリーン印刷の動作を図2に示す。印刷したい製品の上に版をのせ、ペーストを版の上に適量出し、スキージというゴム製のヘラにてペーストを伸ばす。乳剤の無い網の部分からのみペーストが反対側に抜けて製品に印刷される。

(3) スクリーン版の洗浄の必要性

スクリーン版は、一定回数印刷をすると目詰まりが発生し、印刷終了後次回の使用時に目詰まりなく印刷品質を確保するために洗浄が必要である。

OKIのスクリーン版洗浄装置

(1) スプレー洗浄方式のメカニズム

図3にスクリーン版洗浄装置の構成と動作を示す。洗浄方式はスプレー洗浄方式で洗浄液をポンプにて加圧してスイングノズルでスプレーにてスクリーン版へ噴射し、ペーストを洗浄する。スプレー洗浄の洗浄メカニズムは、物理的要素と化学的要素の2つの要素により洗浄する。

物理的要素とは、洗浄液をスプレーによって噴射し洗浄対象物に衝突させ吹き飛ばす打力のことであり、化学的要素とは、ペーストなどを化学的に溶解する

力のことである。どちらの要素が欠けてもうまく洗浄することができない。

洗浄装置としては、物理的要素を効率よく、均一な力で洗浄できるような構造にすることが求められる。さらに、産業用設備としては、初期の洗浄性を長期間持続できることも求められる。

スプレー洗浄では、物理的要素を作り出すものは洗浄ポンプとスプレーノズルである。洗浄ポンプは長期使用でも性能の劣化はない。スプレーノズルは大流量を噴射するタイプを選定しているので目詰まりも無く、メンテナンスフリーで初期洗浄性を持続することができる。

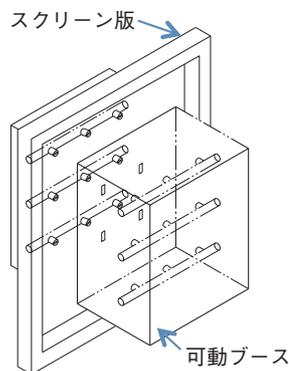


図4 部分洗浄方式（立体）

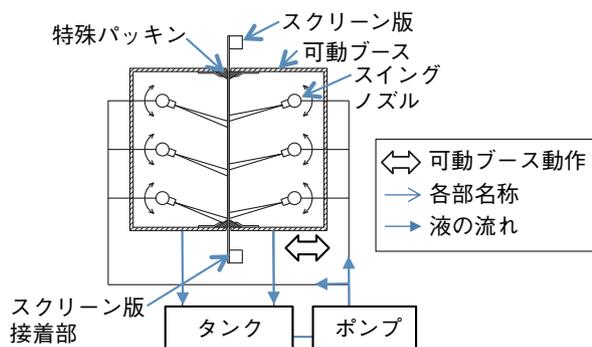


図3 スクリーン版洗浄装置の構成と動作

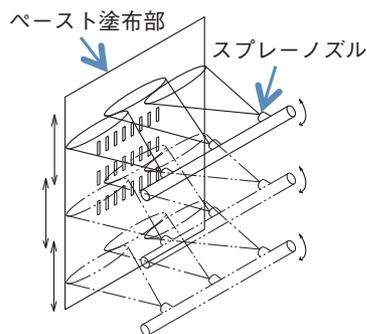


図5 スプレーノズルの角度とスイング機構

(2) スクリーン版洗浄装置 ACT シリーズの特徴

OKIでは作業環境にやさしく、廃液量が少ない省資源型スクリーン洗浄装置「ACTシリーズ」を開発してきた。²⁾ 主な特徴は以下のとおりである。

- ①スクリーン版の金属枠とメッシュとを接着している部分を壊さないために、そこに洗浄液を掛けずに洗浄する部分洗浄方式（密閉洗浄方式）を採用している。この方式はスクリーン版のペーストで汚れたペースト塗布部のみを洗浄ブースで左右から挟み密閉した状態で洗浄する（図4）。
- ②洗浄力の強弱による洗浄ムラが無いようなノズル配列のスプレー洗浄方式を採用している。この方式は図5のような隣あったスプレーノズル間に角度差をつけて配置し、楕円噴射パターンを持ったノズルを上下にスイングさせることで噴射した液と液の干渉による、打力の低下を防いでいる。また図6のように左右のノズルにスイングの時間差を設け、左右の液の衝突による打力低下も防いでいる。
- ③洗浄から乾燥までの全自動運転。
- ④洗浄液の汚れによる仕上がり性低下を防ぐリンス液仕上げ機能（ACT300シリーズ）

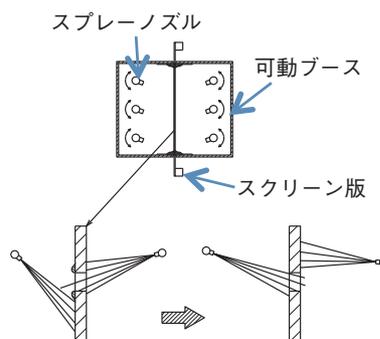


図6 スイング時間差動作

大型スクリーン版洗浄の課題と実現方法

(1) 課題

大型スクリーン版1400×1400mmの面積は、中型スクリーン版800×750mmの約4倍になる。大型版用スクリーン版洗浄装置ACT300Lが中型版用スクリーン版洗浄装置ACT300Mと同等の洗浄、乾燥能力を実現するには全てが4倍になる。設置スペースや輸送の制約から装置重量、装置の大きさを抑えるためには、洗浄・乾燥時間とのトレードオフを行い小型化する必要があった。洗浄

では、タンクの小型化、リンス機能の能力アップと、乾燥では、効率良い温風の出し方が課題となった。

(2) 実現方法

ACT300Mの配管系統図を図7に示す。液循環式のスプレー洗浄の場合、ポンプ、フィルター、ノズルと液が流れ、洗浄した液がタンクに戻ってくる。液がタンクに戻る前にタンクが空にならないようにタンク容量を設計している。さらにフィルターも液の流量により大きさが決定する。そこで、洗浄するスクリーン版が大きくなっても、タンク容量を小さくするためには、タンク容量に合ったノズルの個数のみ同時に噴射し、そのほかのノズルは一時停止させ、一定時間後に次のノズルから噴射していく分割式洗浄方式を採用した。横1列で8個のノズルに液を供給する配管(スイングノズル)に個別の自動弁を搭載し、時間ごとに弁を開閉制御する。制御方法は上段のスイングノズル1、2段の自動弁を開き一定時間洗浄すると次の3、4段の自動弁に切り替わり1、2段は閉じる。この動作を5、6段、1、2段と繰り返し洗浄していく。同時に噴射するノズル数は32個とし、ACT300Mの全ノズル24個より約1.3倍にはなったが、ACT300Mの配管、フィルターと同じものを使用できるノズル数量以下に抑えたため、配管径、フィルター容量を大型化することなく使用できた。タンク容量は約1.5倍で抑えることができた。洗浄時間については、ノズル1個当りの洗浄時間を合わせた場合約3倍で抑えることができた。リンス機能の能力アップについては、ACT300Mタイプでは、洗浄ブース内最上段に固定ノズルを配置して、リンス液で掛け流す方式から、洗浄と同等の分割式洗浄方式とスイングノズルをリンスノズルにも使用し、リンス時間をACT300Mと同等に抑えることができた。

乾燥は、ヒーターで熱せられた空気を送風機で送風口を通してスクリーン版に当てられる。図9に示すように、ACT300Mの送風口が片側1ヶ所計2ヶ所に対して、大型版は面積が約4倍なのでACT300Lでは、図10に示すように、天井2ヶ所、下部2ヶ所片側4ヶ所計8ヶ所から温風を入れた。しかしながら、同時に送風すると風量が弱くなり、また、隣り合った送風口からの送風がぶつかりあって乾燥性が悪くなった。そこで、1ヶ所から入った温風を4方に切り替えることのできる送風切り替え弁を開発し、各1ヶ所ずつ送風口を切り替えていくことで乾燥性を上げることができた。さらに、風量を増すことで液を吹き飛ばし、乾燥性を上げることから送風機、ヒーターの数を2倍にし、吹き飛ばしプラス蒸発にて効率を上げることで乾燥時間を約2倍に抑えることができた。

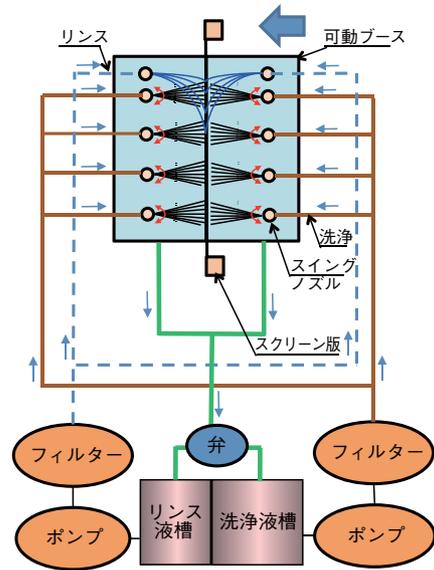


図7 ACT300M 配管系統

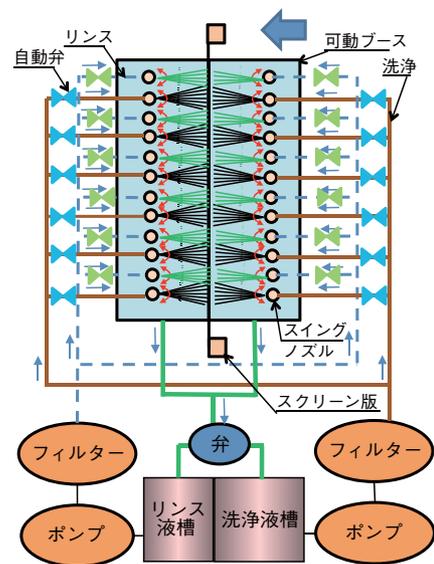


図8 ACT300L 配管系統

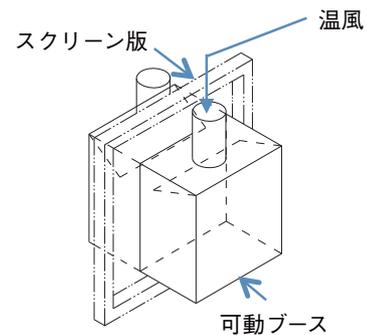


図9 ACT300M 送風口

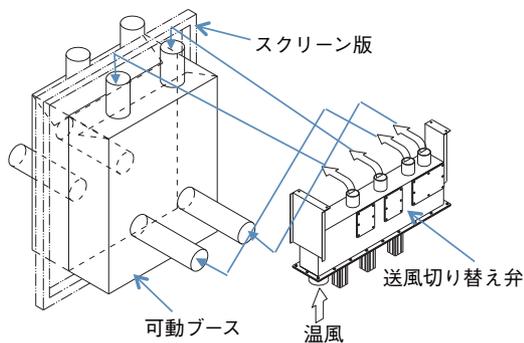


図 10 ACT300L 送風口

以上の技術により、表 1 に示すように ACT300M と比較して、写真 1 の ACT300L の容積は約 2.8 倍、トータル洗浄・乾燥時間は約 2.4 倍に抑えることができた。

表 1 ACT300M と ACT300L の仕様比較

装置タイプ	ACT300M	ACT300L
版サイズ	800×750mm	1400×1400mm
装置サイズ (装置容積)	1210×1450×1800mm (3.2m ³)	1640×1990×2700mm (8.8m ³)
洗浄時間	20.5分	49分



写真 1 ACT300L

(3) 機能改良

今回の装置では新機能も同時に搭載した。1つ目は、自動水分濃度管理機能で、洗浄液としてグルコールエーテル系（準水系）洗浄液を使用している。この洗浄液は、引火点を消すために洗浄液の中に水が入っている。しかし、洗浄液で循環洗浄を行うと初期の水分濃度が変化していく場合があり、管理を行う必要がある。従来は手作業で洗浄液の管理を行っていたが、今回の装置には洗浄、リンスとは別にポンプを搭載し、洗浄開始前にタンクの液を糖度計に送り濃度を測定し水分が足りなければ自動で純水を供給する。2つ目は、版面の静電気除去対策を行った。洗浄するスクリーン版は版枠（金属）と網（金属メッシュ）の間に樹脂の網が入っており、洗浄中に網が電氣的に絶縁されているため洗浄後版を取り出すとき静電気が発生することがある。それを防止するため洗浄ブースの先端にある特殊パッキンの隣に導電ガasket を設置し版面の静電気を筐体に流す構造を追加した。

今後の課題

今回、版サイズ1400mm×1400mmのスクリーン版に対応した洗浄装置ACT300Lを開発した。大型版の洗浄を必要としているユーザーの中には、よりきれいな仕上がりを求めるため、リンス液を洗浄液と同じものではなく、純水にてリンスを行い仕上げるタイプを望むユーザーも存在する。しかしながら、当社の装置は洗浄する場所とリンスをする場所が同じブースのため洗浄液と純水が混ざり洗浄液の濃度が薄くなるという課題がある。洗浄、リンスの切り替え制御及び配管、洗浄ブースの液切などの検討によりこれから実現していきたい。



参考文献

- 1) 1.4m×1.4m用の大型スクリーン版用自動洗浄装置を新発売，OKIプレスリリース,2014年8月18日
- 2) リンス機能付き省資源型スクリーン版洗浄装置「ACT300シリーズ」，OKIテクニカルレビュー, 2007年1月第209号Vol.74 No.1

●筆者紹介

山崎泰央：Yasuo Yamazaki. 株式会社沖電気コミュニケーションシステムズ 技術部