

(解説)

新高機能OPCドラムの開発と当社の加工技術

Processing Technologies & Kobe Steel's High Function Organic Photo Conductor (OPC) Drums



竹本政男*
Masao Takemoto



相浦 直*(工博)
Dr. Tadashi Aiura

Demand for thinner and longer Organic Photo Conductor (OPC) drums with superior surface quality has increased to improve picture quality and shorten copy time. In order to meet these needs, new OPC drum has been developed through combined centerless grinding and consecutive electrolytic one. The former bring about high accuracy to drum, and burr promptly removed through the electrolytic grinding to furnish high quality to one. New process is also expected to realize lower cost as conventional ED (extruded and drawn) drum.

まえがき = OPC (Organic photo conductor) 分野は毎年10%程度の成長が見込まれており、なかでも中国・アジア地域での需要が期待されている。この分野はプリンタなどの大型化や高画質化が進み、低コスト化に加え高精度な OPC ドラムの加工技術が要求されている。当社アルミニウム押出部門では、OPC 分野を3つの中核事業の一つに位置付けてきた。これまで新合金の開発や製造技術の開発によりシェアを拡大してきたが、精密抽伸管(ED)にはコスト面で劣勢であった。当社はこの課題を解決すべく、新製品および新技術を開発している。本稿では、この一つとして量産化が進みつつある新高機能 OPC ドラム用研磨管およびその加工技術開発の現状を紹介する。

1. 開発した OPC ドラム用研磨管の特徴

図1に、研磨管の製造プロセスを示す。開発した研磨管の主要工程は、センタレス研磨および電解複合研磨工程である。まずセンタレス研磨工程において、素管製造時に生じる表面の傷や酸化皮膜を除去するとともに、振れなどの寸法精度を向上させる。次いで、電解複合研磨工程において表面粗さの向上および研削バリを抑制し、高精度 OPC ドラムとして要求される以下の特性が得られる。

長尺管において、切削加工によっては達成困難な、高い寸法精度が得られる(コロ振れ $<20\mu\text{m}$ 、真直度 $<25\mu\text{m}$)

機械研磨または電解研磨の単独加工と比較して、開発



図1 OPC ドラム用新研磨管の製造プロセス
Fig. 1 Production procedure of new grinding pipe for OPC drum

プロセスでは加工性に優れ、鏡面に近い表面品質を得ることができる(粗さ R_{max} 約 $0.5\mu\text{m}$)

研磨加工時に生じる¹⁾研削バリの発生を抑制し、優れた画像特性を付与する。

電気的な脱脂効果があり、表面清浄性に優れる。

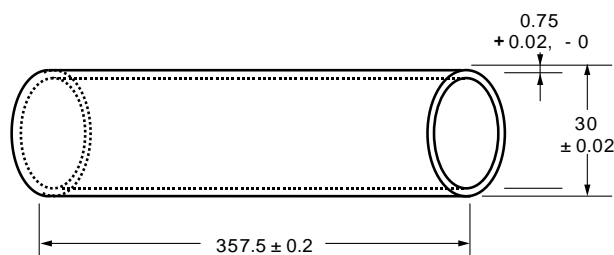
上記の如く、開発した研磨管は OPC 用ドラムとして表面特性に優れ、従来の ED 管や切削管に比べ抽伸油や切削油の残存が無く、ユーザの塗工ラインにおける脱脂工程の簡略化も可能である。

2. OPC ドラム用研磨技術における表面特性向上

2.1 OPC ドラム用研磨技術の表面特性向上の考え方

長尺 OPC ドラムの要求寸法の一例を図2に示す。外径や肉厚の公差レンジだけでなく、真円度や振れなども数十 μm であり非常に高い寸法精度が要求されている。

表1に、各加工方法と特性の比較を示す。ED 管は、寸法や表面性状を重視されない機種においてはコスト面で有利である。また、切削管は高い寸法精度や表面性状が得られるものの、長尺化におけるコスト競争力は期待できない。一方、研磨管は高い寸法精度や表面性状が得



Roundness <0.040 , Straightness <0.030 , Cylindricity <0.030 ,
Surface coarseness (R_{max}) $<0.8\mu\text{m}$ unit: mm

図2 OPC ドラムの要求寸法値(一例)
Fig. 2 Tolerance of dimension for OPC drum (example)

*アルミ・銅カンパニー 長府製造所 アルミ押出研究室

表1 各加工方法における特性比較

Table 1 Comparison of characteristics in process for OPC drum

Process	Item	Measure	Surface nature	Cost
ED				
Cutting				
Grinding			~	~

Remarks : Superior > > Inferior

られ、かつ、全長を一度に加工するため、長尺化においても最もコスト競争力が高いと考えられる。

しかし、研磨加工のみでは写真1の如く(下段は素管上の研削バリ, 上段と中段は感光膜塗工後)研削バリによる画像欠陥が発生し, OPCドラムとしての性能を十分満足できない。この研削バリの発生機構を図3に示す。加工時に砥石(砥粒)先端に付着したアルミ(焼付き, 構成刃先)により形成されるアルミの被さりが塗工前の洗浄工程で立ち上がり研削バリとなる。

研削バリを除去する主な方法および作業性などの比較を表2に示す。化学的および電気的な処理を行うことにより、研削バリは比較的容易に溶解できる。しかし、化学的な処理では、特別な薬品を使用することおよび粗さをコントロールすることが難しい。また、電気的な処理では、溶解速度が遅いことおよび化学的な処理と同じく粗さのコントロールが難しい。

これらの問題を解決するために、我々は砥石による研磨効率向上と電解による研削バリの溶解効果に着目し、この二つの加工を1回の工程で処理する電解複合研磨技術²⁾をOPCドラムの加工に適用した。以下にその概要を述べる。

2.2 設備の構造

図4に示すセンタレス研磨機を、図5に電解複合研磨

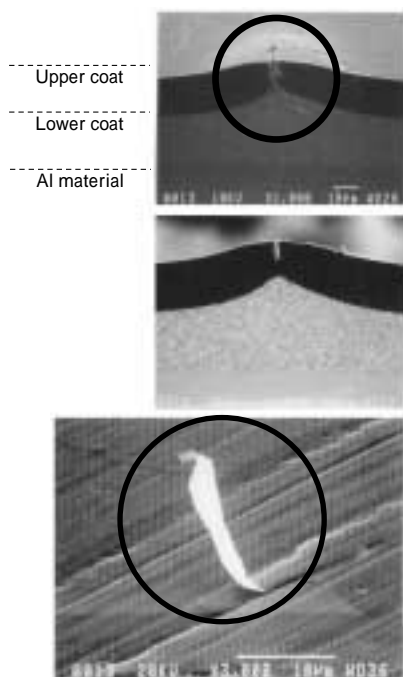


写真1 センタレス研磨管に発生する塗工欠陥部および研削バリ
Photo 1 Coating defect and grinding-burr in centerless grinding of OPC drum

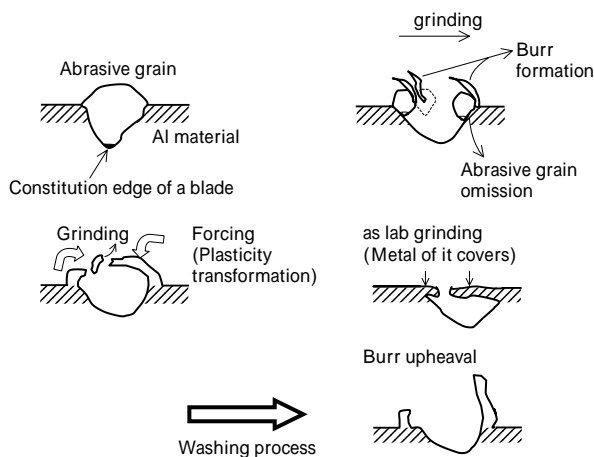


図3 研削バリの形成機構のモデル
Fig. 3 Model for occurrence of burr in grinding

表2 各処理方法と特性の関係比較

Table 2 Comparison among processing method and characteristic

Process	Item	Removal of burr	Surface coarseness	Operability	Disadvantage
Grinding		x			Grinding burr generation is inevitable.
Chemical			x		Special reagent is necessary. Surface inhomogeneity
Electric					Long dissolution time, Surface inhomogeneity

Remarks : Superior > > Inferior

機(特許出願中)を示す。両研磨機ともドラム全長を同時に加工できる構造である。特に、長尺物の加工に対し加工時間の短縮が期待できる。

2.3 開発した研磨管における主な加工ポイント

2.3.1 表面粗さに及ぼす砥石粒度の関係

電解複合研磨工程においては、研磨効果を維持しつつ、目標の表面粗さを得るために、表面粗さに及ぼす砥石粒度の関係を調査した。結果を図6に示す。粒度が小さい砥石で研磨すると小さな表面粗さが得られるようになるが、粒度が#800以上になるとこの効果は小さくなる。一方、粒度が小さくなるに従い研磨量が減少し、特に粒度が#400以上でこの傾向が強くなった。

2.3.2 表面粗さに及ぼす電解電圧の関係

電解複合研磨工程における電気的な溶解作用により研削バリを効率的に溶解するために、表面粗さに及ぼす電解電圧の関係を調査した。結果を図7に示す。溶解量は電解電圧の上昇により、増大する傾向が認められた。また、表面粗さは電解電圧が5Vを超えると極端に粗くな

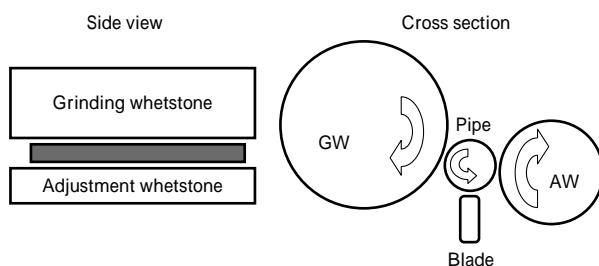


図4 センタレス研磨機
Fig. 4 Center-less grinding machine

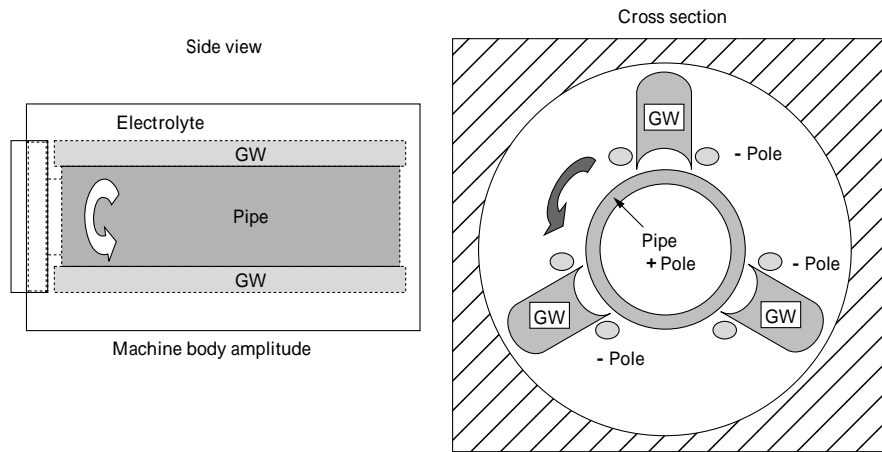


図5 開発された電解複合研磨装置（特許申請中）
Fig. 5 Developed electrolytic grinding machine (Patent pending)

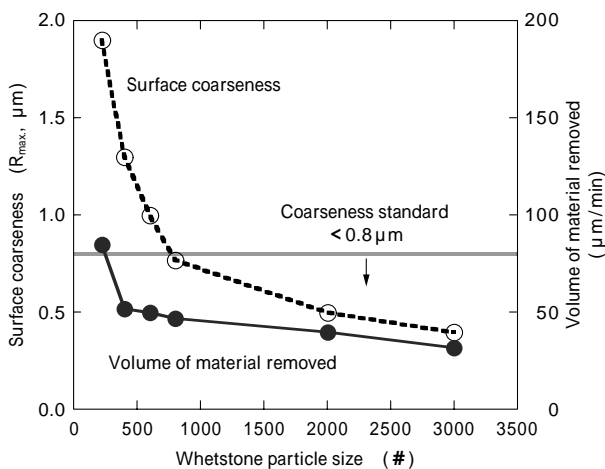


図6 表面粗さおよび研削量に及ぼす砥石粒度の関係
Fig. 6 Effect of the whetstone particle size on surface coarseness and volume of material removed

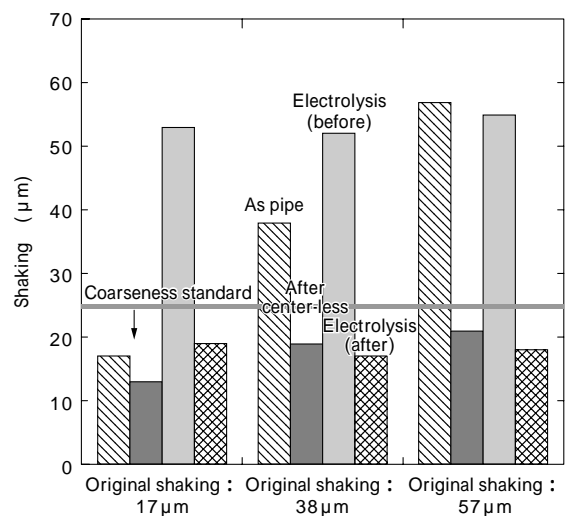


図8 各工程における振れの変化
Fig. 8 Change of the shaking in process

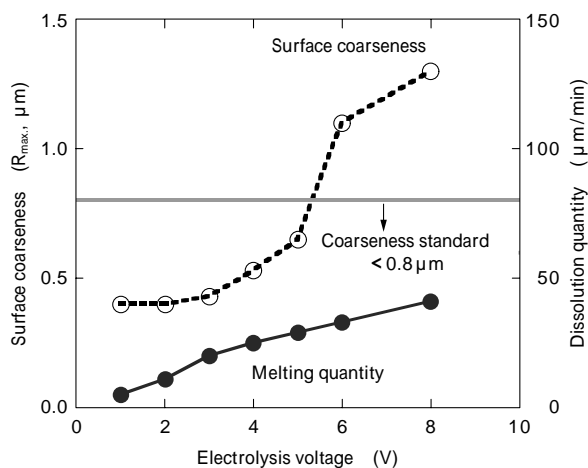


図7 表面粗さおよび溶解量に及ぼす電解電圧の関係
Fig. 7 Effect of the electrolysis potential on surface coarseness and dissolution quantity

る現象が認められた。

2.3.3 振れの改善

振れの程度が異なる3種類の素管(17 μm , 38 μm , 57 μm)について、開発した新研磨管の各工程における振れ(曲がり)の変化を図8に示す。センタレス研磨後および電解複合研磨後(改善前後)の振れの改善効果を

示す。電解複合研磨時のハード機構の改善により、電解複合研磨後で振れ20 μm 以下を達成した。

3. 開発した新研磨管の特性比較

3.1 表面形態

SEMにより開発した研磨管とED管の表面状況について観察した結果を写真2に示す。電解複合研磨管表面は均一な凹凸であるのに対し、ED管は所々深い凹みが観察される。

両ドラムについて表面粗さ計により表面粗さ測定した結果を図9に示す。Raはともに約0.08 μm であった。一方、ED管の R_{max} は電解複合研磨表面のおおよそ倍の1.5 μm と粗い値であった。これはSEMにて観察された所々深い加工跡によるものである。

3.2 表面清浄性

ESCAにより電解複合研磨加工表面とED管の表面を分析した結果を図10および表3に示す。ED管は電解複合研磨に比べ、パイプの外表面および内表面とも汚れ成分であるCが多く検出され、電解複合研磨管の優れた表面清浄度が確認された。

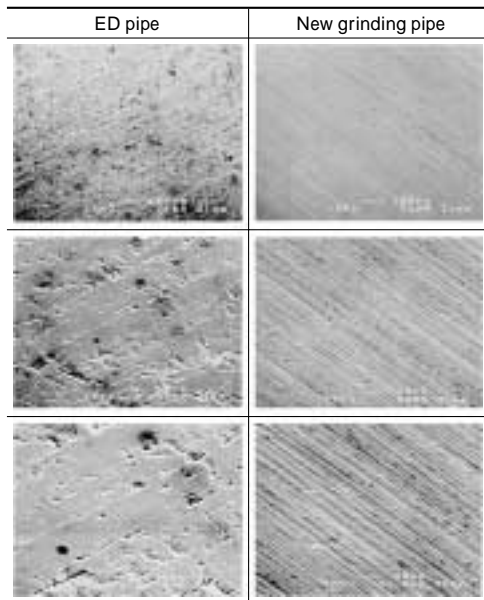


写真2 SEMによるドラムの表面状況観察結果
Photo 2 Surface morphology of drum by SEM

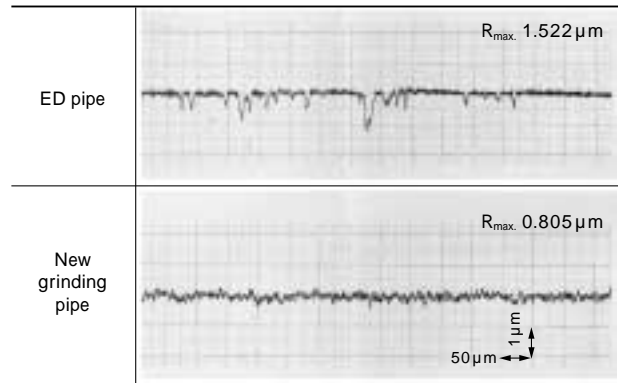


図9 両ドラム表面の粗さ測定結果
Fig. 9 Coarseness of drum surface

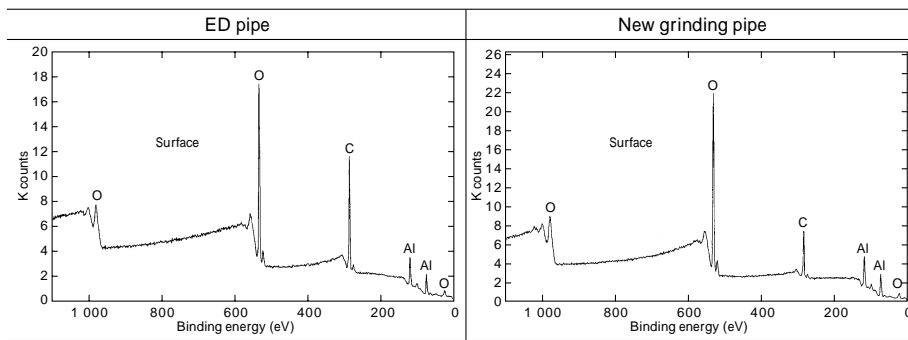


図10 ESCAによるドラムの表面分析結果
Fig.10 Qualitative analysis results of drums by ESCA

表3 ESCAによるドラム表面の定性分析結果
Table 3 Quantitative analysis of drum surfaces by ESCA

Element	C			O			Al		
	As	30sec	60sec	As	30sec	60sec	As	30sec	60sec
New grinding	28	7	7	44	52	53	26	39	39
ED	46	14	11	35	49	50	18	35	38

Etching speed : About 10 /minute with aluminum

むすび=以上、低コスト化に加え高精度化が強く要求されるOPCドラム用の新しい研磨加工技術について紹介した。このセンタレス研磨と電解複合研磨を組合わせた新しい加工技術は、ED管および切削管用途への参入を図るための大きな技術になると確信している。今後、さらなる高精度化、高機能化および低コスト化を進めシェアアップを促進していきたい。

最後に、電解複合研磨加工プロセス開発に際し、日新運輸工業(株)技術課の橋本氏と冨田氏に多大なご協力をいただいたことを深く感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 白井英治: 切削・研削加工学下(1971), 芸立出版.
- 2) 木本保夫ほか: 電解複合法による超精密加工(1994), ㈱アイピーシー.