

研磨布紙の基礎および実践

北嶋 弘一（関西大学）

1. 研磨布紙の歴史

研磨加工は、砥粒加工における仕上げ面性状を第一義とする加工の範疇として、裝飾表面はもとより機能表面を創成することを目的としている。使用する研磨工具には研削砥石 (bonded abrasives) や研磨布紙 (coated abrasives) があるが、祖先から鮫皮や木賊 (砥草) などを天然素材の研磨工具に利用してきたが、13 世紀に入り羊皮紙表面に貝殻粉やガラス粉を接着したものを使用し始めたのが研磨布紙の起源となり、18 世紀に今日のような紙や布に砥粒を接着したものが欧米で汎用され、20 世紀には米国でポリエステルフィルム表面に微細砥粒を接着したラッピングフィルムが開発され、今日では研磨布紙とともに研磨工具として広く使用されている。

2. 研磨布紙の構造

研磨布紙の構造は、図 1 に示すようにクラフト紙や平織、綾織などの綿布を基材とする表面に砥粒をフェノール樹脂などの接着剤で固着させたもので、砥粒の塗布分布密度には大別してクローズド・コートとオープン・コートの 2 種類があり、研磨品質に応じて使い分けている。また、研磨布紙の工具形態としては、図 2 のようにシート (サンドペーパー)、ベルト状 (研磨ベルト)、ロール状、ディスク状のものが用途に応じて製造されており、それぞれ図 3 に示す JIS で規格化され、表示されている。

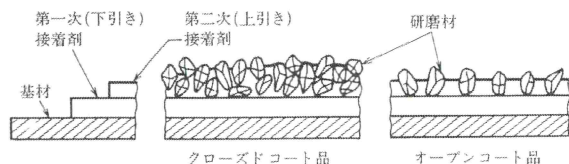


図 1 研磨布紙の構造



図 2 研磨布紙工具の形態

研磨布紙工具製品の表示法

JIS R 6251 (研磨布) 6252 (研磨紙) 6253 (耐水研磨紙)
6254 (エンドレス研磨ベルト) 6255 (研磨ディスク)
6256 (研磨ベルト)

研 磨 材	基材の硬軟度	接 着 剤	基材種類
A : 褐色アルミナ研削材	1 最も薄く軟らかい 2 3	1 : G/G	P : 紙製品
W : 白色アルミナ研削材	4 中庸 5 6	2 : R/G (ユリア樹脂)	無 : 布製品
Z : アルミナジルコニア研削材	7 8	3 : R/G	
C : 黒色炭化けい素研削材		4 : R/R	

図 3 研磨布紙工具の JIS による表示法

3. ラッピングフィルムの構造と特質

ラッピングフィルムの構造は、研磨布紙の構造と類似したもので、図 4 に示すように多くの構成因子があり、基材には厚さ 3~2000 μ m のポリエステルフィルムを用いてその基材上に粒径 0.1~60 μ m の微細砥粒を接着剤で塗装し、その塗装法には静電塗装法によるものとローラコート法によるものがある。

図 5 にそれらの断面構造を、図 6 に表面状態を示している。その工具形態としては研磨ベルトと同様であり、テープ状でほとんどが使用されるが、シート状およびディスク状に裁断されたものも利用されている。

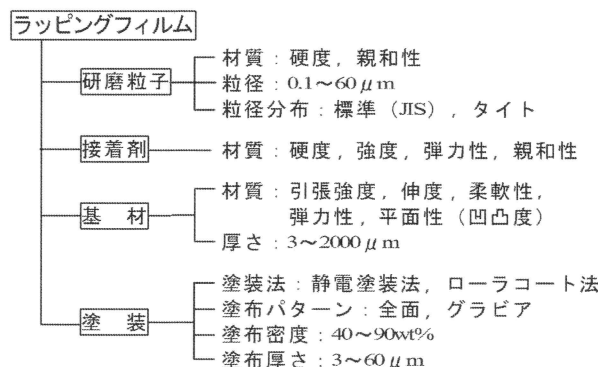


図 4 ラッピングフィルムの構成因子

*関西大学: 〒564-8680 大阪府吹田市山手町3-3-35

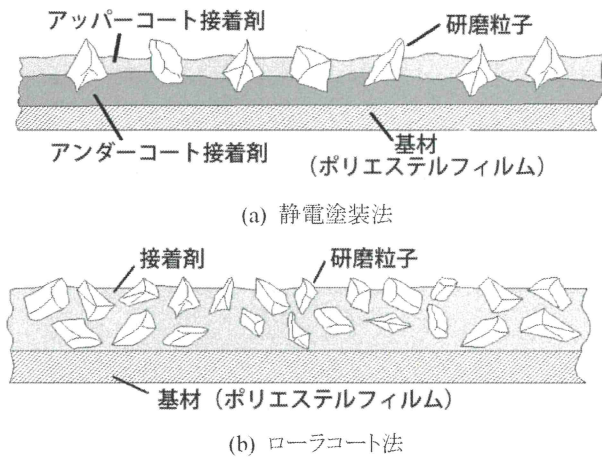
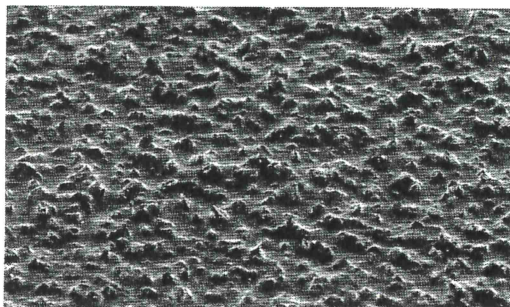
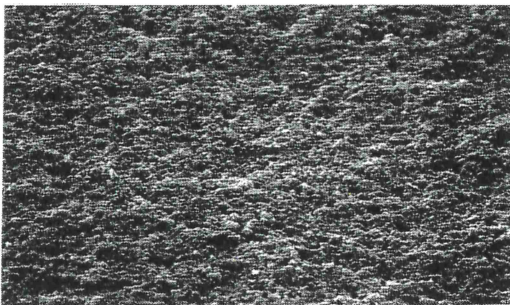


図5 ラッピングフィルムの断面構造



(a) 静電塗装法



(b) ローラコート法

図6 ラッピングフィルムの表面

4. 研磨布紙およびラッピングテープによる研磨加工方式

4.1 研磨布紙による研磨・研削加工(ベルト研磨・研削)

ベルト研削は、図7に示すようにベルト状の研磨布紙をベルト研削機に装着して研削を行う加工法で、コンタクトホールとアイドラブリー間に適切な張力を与えて高速走行させながら研削・研磨を行う加工法である。ベルト研削加工の基本方式としては、図のようにコンタクトホール方式、プラテン方式、フリーベルト方式の3方式に分けられ、加工条件には次のような因子がある。

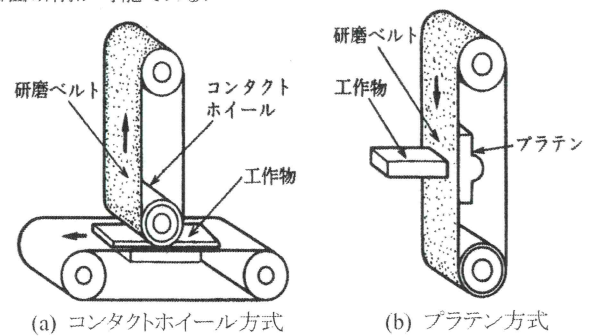
- (1) コンタクトホイールのゴム硬度: Hs35~95 (JIS 硬度)
- (2) 研磨ベルトの走行速度: 500~2,000m/min
- (3) 工作物の送り速度
- (4) 押付け圧力または切込み量
- (5) 研磨ベルトの砥粒材質および粒度

(6) 研磨クーラントの有無

コンタクトホイール方式は、最も一般的に適用されているベルト研削方式で、研磨ベルトの弾性接触研磨工具としての特徴を最も発揮できる研削方式である。研削時にコンタクトホイールのゴムが弾性変形して工作物と研磨ベルトの接触領域が増大し、作用砥粒数の増加と共に各砥粒切れ刃に作用する切削抵抗を緩和させ、工作物形状に倣った研削ができる。

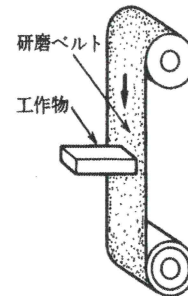
プラテン方式は、研磨ベルトを金属製平板などでバックアップして工作物を押し付けて研削する方式である。寸法精度は、コンタクトホイール方式に比べて良好であるが、研削温度が上昇して研磨ベルトの寿命は低下する。

フリーベルト方式は、研磨ベルトの柔軟性と張力を利用した研磨方式で、コンタクトホイール方式より工作物形状に倣った曲面研削が可能である。



(a) コンタクトホイール方式

(b) プラテン方式



(c) フリーベルト方式

図7 ベルト研削の基本方式

4.2 ラッピングフィルムによる研磨加工

ラッピングフィルムを用いたフィルム研磨方式は、図8に示すようにエアナイフ方式、テンション方式、バックアップ方式の3方式に分けられる。

エアナイフ方式は、フレキシブルな工作物をエアナイフでラッピングフィルムに押付ける方式と逆にラッピングフィルムを送り出しながらエアナイフによって工作物を押付ける方式があり、ソフトな研磨加工を行うことができる。

テンション方式は、ラッピングフィルムに一定の張力とインデックス速度を与えて送り出しながら、工作物に一定の押付け荷重を加えてソフトな研磨加工を行うことができる。

バックアップ方式は、テープ状またはディスク状のラッピングフィルムをゴム製コンタクトロールや樹脂製パッドおよびプラテンなどによって指示して走行させ、工作物に一定の押付け荷重や切込み量を与えて研磨加工を行う方法である。

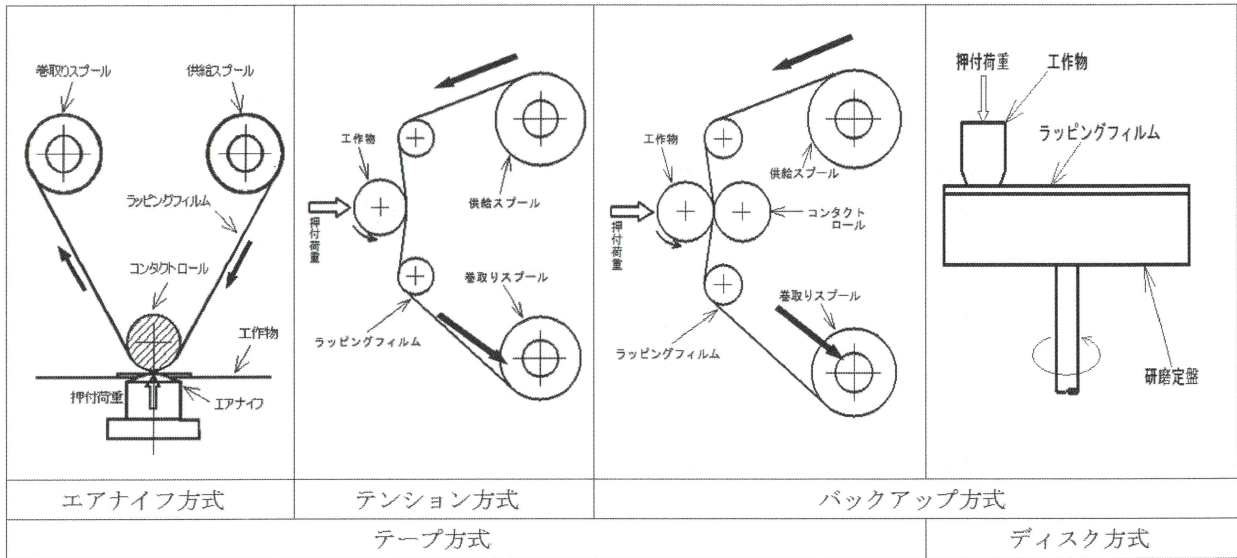


図 8 ラッピングフィルムによる研磨方式

5. 研磨布紙およびラッピングフィルムの研磨性能

5.1 研磨布紙の研磨性能

種々の工作物材質に対する研磨ベルトの周速度の適用範囲を表 1 に示すが、金属から非金属に至るまでのあらゆる材質に対応できるのが研磨布紙加工の特徴である。図 9 は、ベルト周速度による研磨ベルトの寿命特性を示したもので、研磨ベルト状の砥粒切れ刃の速度依存性が顕著に明確に表れている。すなわち、ベルト周速度が高い場合には大きな仕上

表 1 工作物材質とベルト周速度

加工物材質	ベルト周速度 (m/min)
熱間及び冷間圧延鋼	800~2000
高速度鋼、ステンレス鋼	1000~1700
耐熱合金	1200~1700
鋳鉄、鋳鋼	600~1700
炭素鋼	1000~2000
黄銅、青銅、亜鉛	1200~2000
アルミ合金、マグネシウム	1400~2200
チタン、チタン合金	400~800
ガラス、石材、陶器	500~1000
合成樹脂、塗装面	500~1500

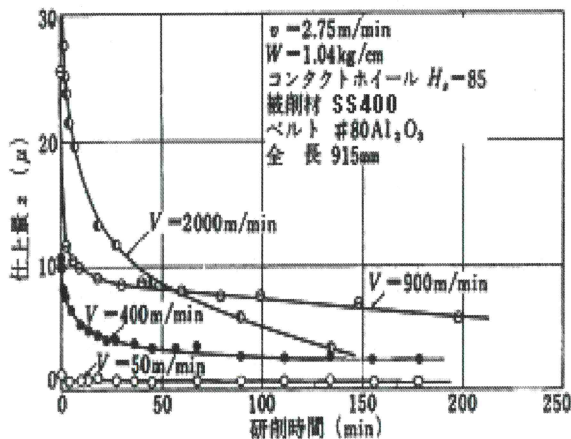


図 9 ベルト周速度による研磨ベルトの寿命特性

げ量が得られるが、その低下も著しく現れており、安定した仕上げ量を長時間に亘って確保するには最適なベルト周速度を選択する必要がある。

5.2 ラッピングフィルムの研磨性能

ラッピングフィルムの微細研磨粒子径と仕上げ面粗さの関係を図 10 に示す。均一な基材厚さの表面上に狭小な高さ分布の砥粒の塗布によって均質な仕上げ面を得ることができる。また、図 11 に示すように基材の材質によってそのフレキシビリティが異なるため、要求される研磨性能に応じて選択でき、曲面研磨に対してはフレキシビリティの大きいラッピングフィルムが適している。

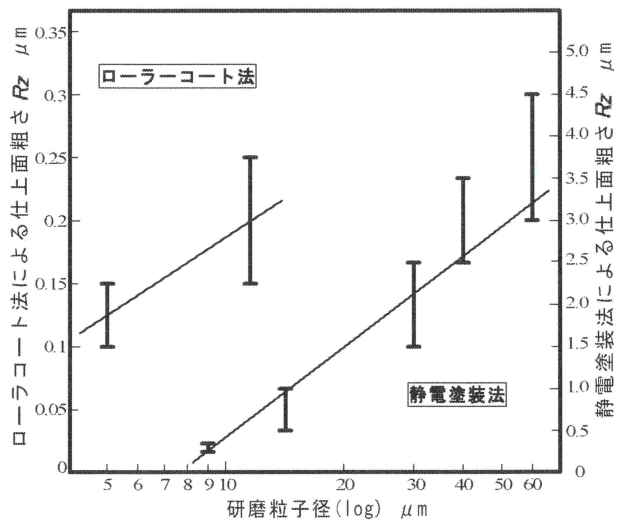


図 10 ラッピングフィルムの微細砥粒粒子径と仕上げ面粗さ

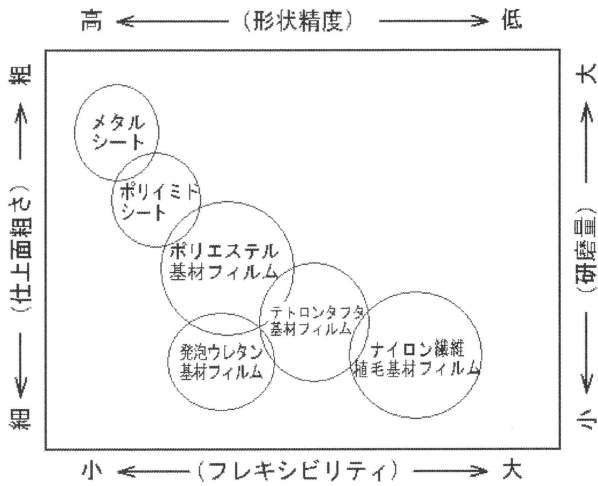


図 11 各種ラッピングフィルム基材のフレキシビリティと研磨特性

6. 製造業における研磨布紙の用途

研磨布紙は、図 2 に示したようにシート状(サンドペーパー)やディスク状などさまざまな形態ものが製造現場において、金属製部品の磨き、塗膜の磨き、塗装はがし、錆取り、バリ取り、キズ取りなど多くの作業に手仕上げ工具として広く使用されている。また、ベルト状のものは図 12 のように各種の研削機械に装着されて特異で重要な研削技術となっており、ブラシ状のものは図 13 に示すように板材のブランキング加工後のバリ取り・エッジ仕上げ研磨に広く利用されている。研磨ベルトは、金属材料は勿論のこと木材、プラスチック、ゴム、ガラスなどの非金属材料に至るまでの研削加工に適用されている。なかでも、製鉄所の圧延鋼板ラインにおけるヘアライン仕上げ、キズ取り、メカニカルデスケーリングに活用されている。

ラッピングフィルムは、図 14 のように自動車のクランクシャフト・ジャーナル部の自動研磨をはじめ、ハードディスク、マイクロモータ・コンピュータ、光ファイバー・コネクタなどの精密研磨に広く利用されている。

このように、研磨布紙は工業製品の大量生産には不可欠な砥粒加工工具であり、特にラッピングフィルムは研磨工程の高度化・自動化に対して重要なキー・テクノロジーの 1 つといえる。

7. おわりに

研磨布紙およびラッピングフィルムは、工作物の寸法・形状に対応した研削・研磨が適用可能であり、それらの有している柔軟性やドレッシングが不要である特徴あるいは作業の安全性という観点から、生産現場において導入しやすい工具であると言える。研磨布紙を利用した工具は用途に応じてさまざまな形態のものが多数開発されており、本稿で紹介したものはほんの一部にすぎないが、今後さまざまな形態の工具が開発されるものと思われる。

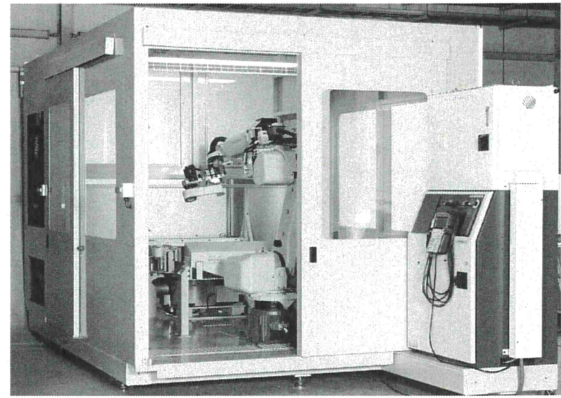


図 12 ベルト状研磨布紙工具とロボットによる研磨システム

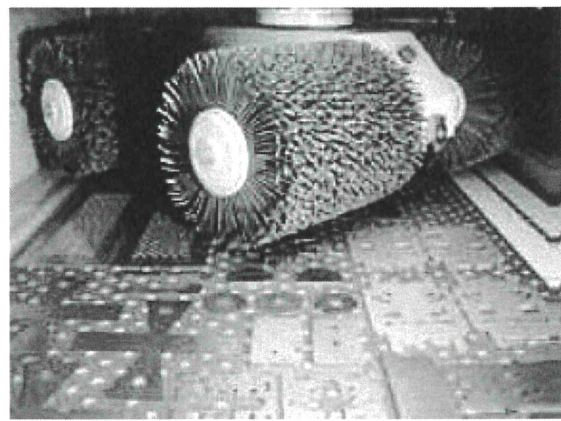


図 13 ブラシ状研磨布紙工具によるブランキング材のバリ取り・エッジ仕上げ機

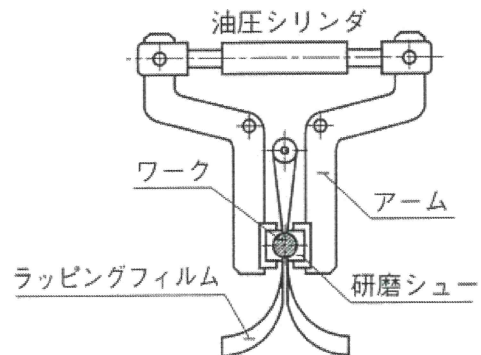


図 14 ラッピングフィルムによるクランクシャフト・ジャーナル部の研磨

8. 参考文献

- 1) 研磨布紙加工技術研究会編:実務のための新しい研磨技術, オーム社(1992).
- 2) 砥粒加工学会編:図解 砥粒加工技術のすべて, 森北出版(2011).