

プレコート材のせん断加工

笹田昌弘*

1. はじめに

プレコート材とは、金属板素材の段階で、塗膜や高分子薄膜が素材表面に被覆された板材であり、耐候性、耐食性などに優れている。主な用途としては、建築内外装材や家電用品の筐体があり、各種機械・電気部品素材にも使われつつある¹⁾。プレコート材は広幅の板材であるため、製品化するには分離加工が必要であり生産性の観点からせん断加工が多用される。しかし、せん断加工によりプレコート材をせん断すると、せん断切り口面に素材金属が露呈し、この部分の耐食性などの機能が低下する。せん断切り口面が塗膜で覆われ素材金属を露呈することのないプレコート材のせん断加工が可能となれば、総合的にみて素材としての使用価値は増すと考えられる。

これまで、ダイスの刃先に丸みをつけ、ガラス転移点以上にプレコート材を加熱しせん断加工を行なうことで切り口面の樹脂による被覆率が約70%になることなど、プレコート材のせん断加工に伴うせん断荷重、切り口面積構成割合への加工条件の影響が報告されている²⁾。パンチ及びダイスの刃先は鋭利を原則とするが、丸みをつけることで樹脂が切断されにくくなり、加工時の材料の変形に追従しやすくなることが考えられる。また、加工温度を高くすることで、樹脂は伸びやすくなり、材料の変形に追従しやすくなることも考えられる。以上のような考えに基づき、本研究はせん断切り口面の全面被覆を目的とし行なってきた。ここでは、これまで検討してきたダイス刃の形状及び加工条件のせん断加工面の被覆に及ぼす影響を紹介する。

2. プレコート材

これまで行なってきた実験に用いた材料は、40mm(長さ)×12mm(幅)×1mm(厚さ)のアルミ板に片面もしくは両面プレコート処理したプレコート材である。アルミ板の材質はA1100P-0であり、樹脂膜にはポリエステル系樹脂を用いた。樹脂膜の厚さは10, 20, 40, 60 μm の4種類である。なお、ポリエステル系樹脂のガラス転移点は70 $^{\circ}\text{C}$ である。樹脂膜厚さ20 μm の場合のプレコート材の構成模式図を図1に示す。

3. 丸み付きダイスを用いたせん断加工

3.1 丸み付きダイスを用いた実験及び評価方法

まず、刃先に角丸み(R)を設けたダイスを用いて実験を行い、せん断加工面の被覆への影響を検討した。実験に用いた平行複刃型せん断金型主要部を図2に

示す。用いたダイスの角丸み(R)は0, 0.2, 0.8である。また、加工温度を変えた実験も行った。ダイス間隔は20mm一定とし、パンチ幅を変えてクリアランス(C1)を設定した。実験条件を表1に示す。加工にはモータ駆動プレス(速度0.05~0.5mm/s)を用いた。

実験ではプレコート材を実験装置に設置し、材料及び工具全体をヒーターで加熱し、所定の温度とした後せん断を行う。片面のみをプレコート処理された材料を用いる場合には、プレコート処理された面をダイス側になるように設置した。実験後、切断面の樹脂による被覆された割合を、金属顕微鏡により観察し求めた。観察では、切り口面画像データに、コンピュータ上で2値化画像処理を施し、被覆された樹脂部分と金属部分の面積を求めることで被覆率を求めた。

3.2 丸み付きダイスを用いた実験結果及び考察

実験後の加工面を金属顕微鏡により観察した結果を図3に示す。加工温度が高い場合のほうが、切り口面が被覆されることがわかる。また、切り口面の

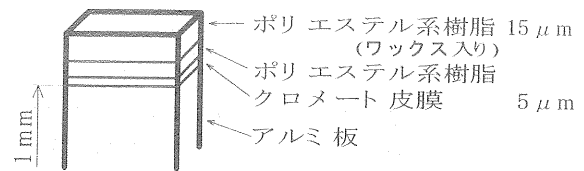


図1 プレコート材の構成模式図(膜厚20 μm)

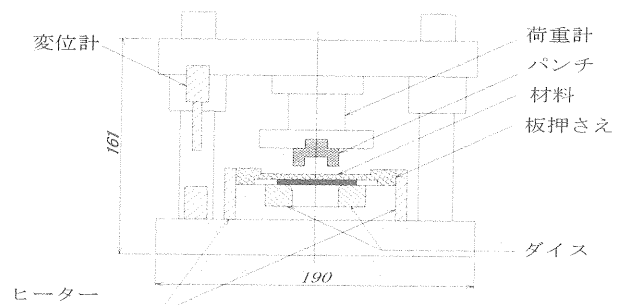


図2 平行複刃形せん断金型主要部

表1 実験条件

せん断方式	平行複刃型せん断
クリアランス (%)	3,5,10
潤滑	なし
ダイス刃形状	
角丸み付き R (mm)	0,0.2,0.8

観察結果より、被覆されているのはだれ部と平滑面のみであり、破断面及びばりは被覆されにくいことがわかった。そこで、被覆率はバリを除去した後の断面積に対する被覆の割合を求めた。実験により得られた被覆率と温度の関係を図4に示す。ダイス刃先の角丸みを大きくすることで被覆率が向上する。また、クリアランスを小さくし、加工温度を高くすることでも被覆率が大きく向上することがわかる。クリアランスを3%にすると被覆率は90%になる。

角丸みを設けたダイスを用いた場合の被覆状況を模式的にまとめ、図5に示す。角丸みが小さいダイスを使用し室温でせん断を行う場合は、樹脂が加工に追従できず、うろこ状に残る[図5(a)]。加工温度を上昇させてせん断を行うと、うろこ状の樹脂が伸びて均一に被覆される[図5(b)]。しかし加工温度を上昇させても、平滑面が短いため切り口面全体を被覆することができない。一方、ダイス刃の角丸みを大きくし、クリアランスを小さくすることで平

滑面は長くなるが、室温では樹脂が伸びず平滑面全体を被覆することはできない[図5(c)]。そこで、加工温度を上昇させることにより樹脂を伸びやすい状態にし、せん断を行うことにより平滑面全体を被覆することが可能である[図5(d)]。

4. 面取り付きダイスによる実験

4.1 面取り付きダイスによる実験方法

丸み付きダイスを用いる場合よりも、面取り付きダイスを用いることで傾斜面部への樹脂の流入が容易になると考えられる。そこで面取り付きダイスを用いて、樹脂膜20及び60 μm の両面プレコートを対象に実験を行った。本実験では、パンチ速度の影響も考えるため、加工にはモータ駆動プレス(速度0.05~0.5mm/s)、機械プレス(速度100~280mm/s)を用いた。丸み付きダイスを使用した実験と同様な実験装置を使用し、ダイス刃先形状のみを変更し実験を行った。本実験で使用した面取り付きダイス形状の概略を図6に示す。本実験で用いた面取り付きダイスの面取り角(θ)は5, 15, 30°であり、面取り幅(W)は0.1及び0.2mmである。

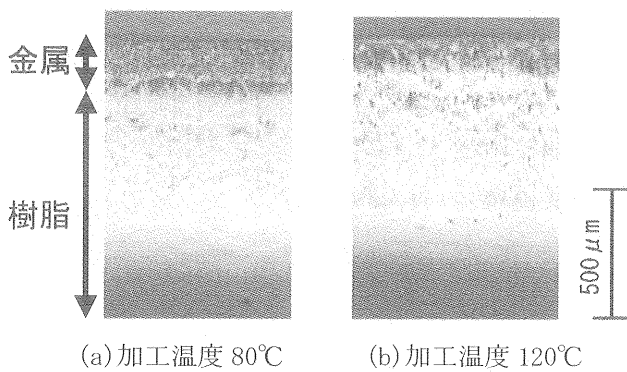


図3 加工面の被覆状況

(A1100P-0, 片面プレコート, R:0.8, Cl:3%, 膜厚:20 μm , 加工速度:0.05mm/s)

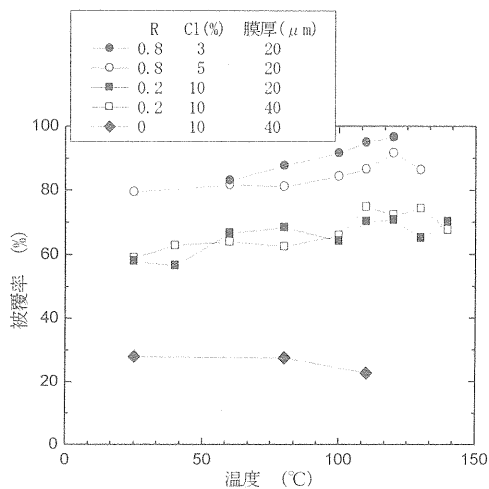


図4 ダイス刃先丸み及びクリアランスの被覆率への影響 (片面プレコート)

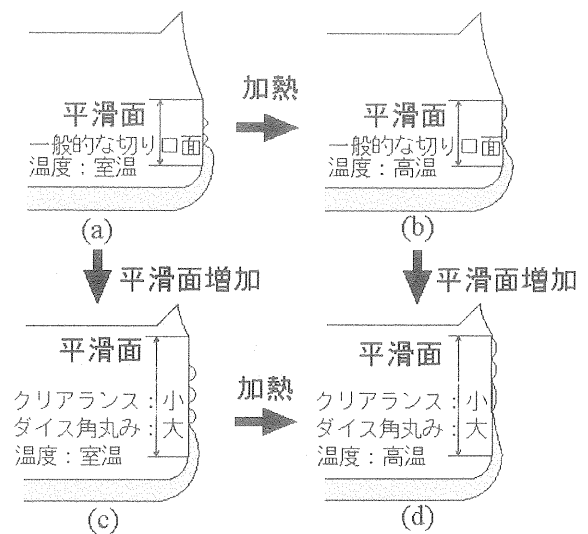


図5 樹脂の被覆状況

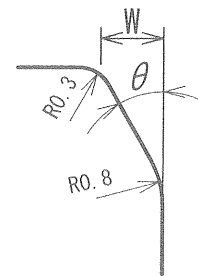


図6 面取り付きダイス形状

4.2 面取り付きダイスによる実験結果及び考察

加工速度の被覆率への影響を明らかにするため加工速度を変え実験を行った。加工面の観察結果を図7に示す。加工速度を大きくすることで、せん断面の被覆される領域が大きくなることわかる。しかしながら、280mm/sまで加工速度を速くすると、樹脂が加工に追従することが困難となりうろこ状に残っていることがわかる。一方、加工速度を150mm/sとする

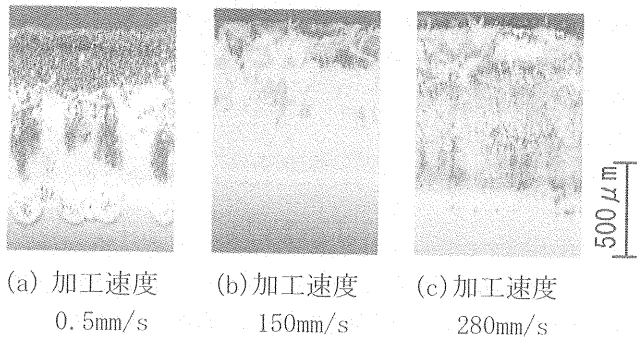
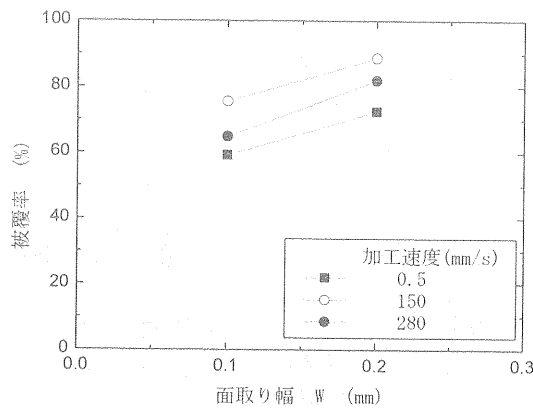
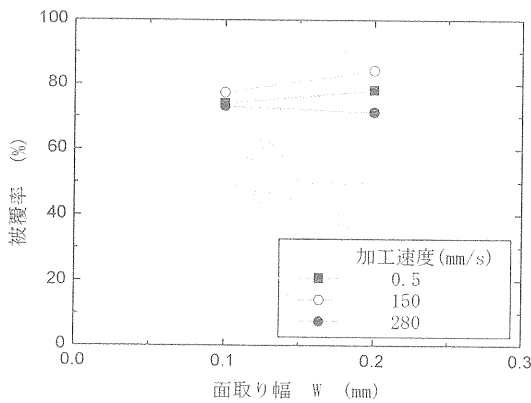


図7 加工速度の被覆率への影響
(両面プレコート, 膜厚: 60 μm , Cl: 3%,
加工温度: 120 $^{\circ}\text{C}$, 面取り幅: 0.2mm, 面取り角: 5 $^{\circ}$)



(a) 面取り角 5 $^{\circ}$



(b) 面取り角 15 $^{\circ}$

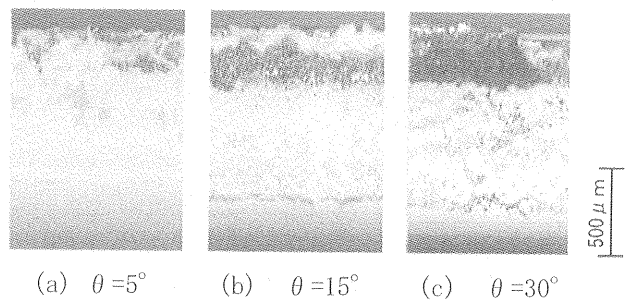
図8 面取り幅(W)の被覆率への影響
(両面プレコート, 膜厚: 20 μm ,
加工温度: 120 $^{\circ}\text{C}$, Cl: 3%)

と、うろこ状の樹脂も見られなくなることがわかる。また、加工後の製品にはバリの発生が見られたが、面取り付きダイスを用いた加工の場合にはバリの一部も被覆されていた。

面取り幅(W)の被覆率への影響を図8に示す。面取り付きダイスでは、破断面及びバリの一部も被覆されたため被覆率はバリも考慮に入れた被覆率である。面取り角が5 $^{\circ}$ の場合、面取り幅が大きくなることに伴い、被覆率も向上することがわかる。一方、面取り角が15 $^{\circ}$ の場合では、面取り幅が大きくなっても、被覆率の変化はほとんどみられない。

面取り角を変え加工を行った場合のせん断面の観察結果を図9に示す。実験により得られた被覆率と面取り角度の関係を図10に示す。面取り角を大きくすることで、加工後のせん断面の樹脂は、うろこ状になることがわかる。一方、面取り角(θ)を小さくすることで被覆率が向上することがわかる。

以上より、面取り付きダイスを使用し、適切な面取り角 θ 、加工速度を選択することで、全面被覆に近い状態を実現できることがわかる。丸み付きダイスでは丸みが大きいと樹脂が破断されにくく被覆率は向上するが、被覆されるのはだれと平滑面に限られる。また、バリの増大とバリ部分には被覆されな



(a) $\theta=5^{\circ}$ (b) $\theta=15^{\circ}$ (c) $\theta=30^{\circ}$

図9 面取り角の被覆率への影響
(両面プレコート, 膜厚: 60 μm , Cl: 3%,
加工温度: 120 $^{\circ}\text{C}$, 面取り幅: 0.2mm,
加工速度: 150mm/s)

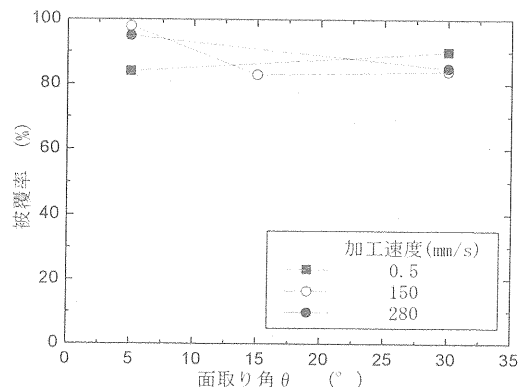


図10 面取り角の被覆率に及ぼす影響
(両面プレコート, 膜厚: 60 μm , Cl: 3%,
加工温度: 120 $^{\circ}\text{C}$, 面取り幅: 0.2mm)

い問題があった。しかし、面取り付きダイスを用いると、破断面及びバリの一部も被覆される。

5. 被覆のメカニズム

被覆のメカニズムを明らかにするため、丸み付きダイスを用いた実験において、せん断途中のプレコート材を側面より観察した。図11に半せん断製品の断面図の一例を示す。まず、ダイス角丸み $R=0$ の場合は、温度に関係なく樹脂が切断される。ダイス角丸みが $R=0.2$ の場合では、樹脂がせん断面に追従していることがわかる。加工温度を上昇させた状態でせん断加工を行うことで、樹脂はよりよく追従する。これはダイスの角丸みにより、加熱によって軟化した樹脂が、せん断面に押し込まれたためと考えられる。また、ダイス刃先部に樹脂が残存していることにより、樹脂を介したせん断が行われ、材料の繊維分断を伴わない塑性変形が起きていると考えられる。これに反し、角丸み $R=0$ では、表面の樹脂が切れていることから、繊維分断を伴う一般のせん断に類似すると考えられる。

6. 最後に

刃先に丸みもしくは面取りを施したダイスを用いてプレコート材のせん断加工を行なった結果より以下のことが明らかとなった。

- 1) 角丸みをつけたダイスによるプレコート材のせん断では、だれ面、平滑面の樹脂被覆が可能である。
- 2) 角丸みをつけたダイスによるプレコート材のせん断加工では、樹脂を介してせん断が行われる。
- 3) 面取り付きダイスの使用と適切な温度、クリアランス設定で、ほぼ全面を樹脂被覆できる。

参考文献

- 1) 町田輝史：さまざまな付加価値向上に寄与-プレコートメタルの現状と将来性-，プレス技術，Vol. 33，No. 10(1995)，日刊工業新聞社，pp. 18-27
- 2) プレコート・表面処理アルミニウム板材の成形性データブック，研究部会報告書 No. 37(2000)，軽金属学会，pp. 140-147

謝辞

本研究の実施にあたり財団法人天田金属加工機械技術振興財団の奨励研究助成を賜りましたことを付記し、謝意を表します。

