結晶性樹脂フィルム被覆鋼板の表面エンボス加工

森田俊一*, 岩下寛之**, 田熊幸治**, 藤井行治**, 武居芳樹**

*東洋鋼鈑(株) 技術部 (〒102-8447 東京都千代田区四番町 2-12)
**東洋鋼鈑(株) 技術研究所 (〒744-8611 山口県下松市東豊井 1296)

Embossing of Crystalline-Polymer-Film-Laminated Steel

Shun-ichi MORITA*, Hiroyuki IWASHITA**, Koji TAGUMA**,
Koji FUJII** and Yoshiki TAKESUE**

*Technical Dept., ToyoKohan Co., Ltd. (2-12, Yonbancho, Chiyoda-ku, Tokyo 102-8447)
**Technical Research Lab., ToyoKohan Co., Ltd. (1296, Higashitoyoi, Kudamatsu-shi, Yamaguchi 744-8611)

This report deals with the results of thermal analysis of various polyester films by means of Differential Scanning Calorimeter (DSC) in order to estimate the embossing formability of polyester-film-laminated steel. These experiments indicated that embossing formability of crystalline-polymer-film-laminated steel increases with a decrease in the degree of supercooling for the film.

Key Words : Embossing, Polyester Film, Film-Laminated Steel, Differential Scanning Calorimeter, Degree of Supercooling

1. はじめに

建材用プレコート鋼板の分野においても環境問題¹⁾の観点から脱塩ビ化の動きが活発化している²⁾。その動向の一つとしてポリエステル樹脂フィルム被覆鋼板の開発が進められているが、ポリエステル樹脂フィルム被覆鋼板を従来の塩ビ被覆鋼板のラミネート・エンボス加工設備でエンボス加工を施す場合、その結晶性がエンボス加工性に影響をおよぼすことが予測される。そこで、種々のポリエステル樹脂フィルムを用いてエンボス加工を行うとともに樹脂フィルムの示差走査熱量計(Differential Scanning Calorimeter ; DSC)による熱分析を行い、ポリエステル樹脂フィルム被覆鋼板のエンボス加工性の予測を試みた。

2. 実 験

2. 1 供試ポリエステル樹脂フィルムおよび DSC 測定

本報においては、ポリエチレンテレフタレート (PET), PET にイソフタル酸を 10 モル%共重合した樹脂 (PET/I), ポリブチ

レンテレフタレート (PBT), PBT にイソフタル酸を 9 モル%共重合した樹脂 (PBT/I), PBT にアジピン酸を 10 モル%共重合した樹脂 (PBT/A), ポリエチレンナフタレート (PEN) の 6 種類の結晶性ポリエステル樹脂ならびに市販の建材用塩ビ樹脂フィルムについて評価した。いずれの樹脂フィルムも厚さ 100 μm のものを用いた。なお、これらの樹脂の融点 (図 2 中に例示した T_{mp}) は、PET : 248°C, PET/I : 223°C, PBT : 219°C, PBT/I : 208°C, PBT/A : 215°C, PEN : 263°C である。

供試ポリエステル樹脂の昇温および降温過程における吸熱・発熱パターンを DSC により昇温, 降温速度ともに 20°C/min で測定した。

2. 2 エンボス加工

図 1 に実験概略を示しているが、A 4 判大の電気亜鉛めっき鋼板にポリエステル系接着剤を介して 210°C で樹脂フィルムをラミネートした厚み 0.5 mm の鋼板を加熱オーブンでそれぞれの樹脂の融解終了温度 (図 2 中に例示した T_{me}) 以上に加熱した後、表面温度 25°C のエンボスロールにより通板速度 3 m/min でエン

Fig. 1 Scheme of embossing process.

Fig. 2 DSC pattern of polyester film.

ボス加工を施した。エンボス加工には最大粗さ $R_{max}=61.4\mu\text{m}$, 中心線平均粗さ $Ra=10.9\mu\text{m}$ の砂目模様を刻印した外径 $\phi 100\text{ mm}$, 面長 300 mm のエンボスロールを有する実験装置を用いた。また, 比較材とした市販の塩ビ樹脂フィルムについては, 本実験装置にてエンボス転写率が最大となる 200°C に加熱してエンボス加工を行った。エンボス加工を施した樹脂フィルム被覆鋼板の表面粗度 R_{af} を測定し, ロールの表面粗度 R_{ar} で除した値をエンボス転写率 R_{af}/R_{ar} とし, エンボス加工性の指標とした。

3. 結 果

図2にDSCを用いて測定したPETフィルムとPBTフィルムの昇温および降温過程における吸熱・発熱パターンを示す。いずれの樹脂フィルムについても昇温過程における融解による吸熱ピークと降温過程における結晶化(凝固)による発熱ピークが見られるが, 結晶化速度の速いPBTの方がそれらのピークはシャープであり, また, それらのピーク温度の差は小さいことがわかる。

図3にエンボス加工による転写率とDSC測定から求めた融解終了温度 T_{me} と凝固終了温度 T_{ce} の差(過冷却度)の関係を示す。この図から樹脂フィルムの過冷却度 $T_{me}-T_{ce}$ が小さくなるほど

Fig. 3 Relation between embossing formability (R_{af}/R_{ar}) and supercooling degree ($T_{me}-T_{ce}$).

樹脂フィルム被覆鋼板表面へのエンボス転写率は高くなり, $T_{me}-T_{ce} \leq 65^\circ\text{C}$ では破線で併示している塩ビ樹脂フィルムよりも高いエンボス転写率が得られることがわかる。本実験のようなエンボス加工条件下においては, 樹脂フィルムを鋼板上で融解させた後, ロールに刻印されたエンボスパターンへ流入させ, そのエンボスパターンから離れるまでに固化させることにより鮮明な転写を行っている。したがって, エンボスロールとの接触冷却条件が一定となっているので, PBTなどのように樹脂の過冷却度が小さいほどエンボス加工により鮮明なエンボスパターンが得られると考えられる。逆にPET/Iのように過冷却度が大きく, 広い温度範囲にわたって固化が進行するような樹脂は鮮明に転写しにくい。なお, これはポリエステル樹脂のような結晶性高分子樹脂全般について適用できると考えられる。

一定のエンボス加工条件下におけるポリエステル樹脂フィルム被覆鋼板のエンボス加工性は樹脂フィルムの過冷却度で予測可能であることがわかった。しかしながら, 建材用プレコート鋼板としての詳細な要求特性については, さらに今後の検討が必要である。

(Received January 15, 2001; Accepted February 13, 2001)

文 献

- 1) 村田徳治; 化学工学, **63**, 305 (1999)
- 2) 田熊幸治, 武居芳樹, 藤井行治, 清木和浩, 寺内文子; 材料とプロセス, **12**, 1350 (1999)