

あ と が き

この度の発刊に東京大学名誉教授の小野弘邦先生から『新ヒートシール技法』発刊に寄せて」を戴きました。

また、日頃の研究や技術開発に、プラスチック材の有識者を始めとして、現場でご苦労されている各位のご指導ご鞭撻や叱咤激励が励ましになった。各位に感謝を申し上げる。

前書〔ヒートシールの基礎と実際（幸書房）〕では、ヒートシール操作の加熱温度を溶着面温度に定義して熱接着（ヒートシール）の基本を論じた。多くの方から商品に直接反映できるヒートシール技術が欲しいと叱咤激励を戴いた。

プラスチック材を適用した軟包装商品の製造者には「密封保証」、消費者は「易開封」の要請がある。

即ちこれを実践するヒートシール技法の期待は、『エッジ切れのない「密封」と「易開封」の同時達成』である。「密封」には強い接着（凝集接着）、「易開封」には弱い接着（界面接着）とされ、背反論理が従来の「常識」であった。

本書は、主に 2007 年以降にこの改革に取り組んだ学際報告の約 90 編（**APENDIX 参照**）を整理整頓して、編集したものである。

本書で取り上げた各位の期待に応える革新的新知見は

①ヒートシール強さの発現は、加熱温度がパラメータとする **2 次元現象**としていたものが、2010 年に、実は「加熱速さ」が関与して変移する通称【Hishinuma 効果】（第 4 章）が、溶着面温度計測法；“MTMS”の積極的な適用によつての **3 次元現象**である発見ができた。

ヒートシール強さのバラツキ原因が確認され、安定したヒートシール強さの獲得には高精度の加熱温度の適用が不可欠とした「常識」の束縛から解放され、ヒートシール技法の新たな変革のきっかけになった。

②「密封」と「易開封」の「常識」は背反原理とされていたが、それぞれの発現原理を改めて検討したら「塑性変形」と接着面の「界面接着現象」の別々なメカニズムであることを摘み、対応策を検討し、“**一条シール**”（第 5 章）の開発に至った。

③「易開封」には、シーラントの界面接着状態の選択が不可欠であり、再び高精度な溶着面温度調節の必要が浮かび上がった。従来の発熱体のヒートバーの温度調節法は、加熱面の温度調節ではないので、実際の圧着面温度は、10～15℃のバラツキがあり“一条シール”の実働展開には不適であった。（第 1, 2, 4 章）折角の“一条シール”の開発は「絵に描いた餅」となっていた。

過去の知見と電気回路理論を参照して、ヒートバーの表面に微細センサを貼り付けて、ヒートバーから接着面への動的な注入熱量の計測をすれば溶着面温度の検知が可能である仮定を元に、数年の時を費やし、ヒートシール面の外側をリアルタイムで温度応答を検知する《**界面温度制御**》の開発ができた。

《界面温度制御》は、“一条シール”を始めとし、ヒートシール技法の加熱温度変化の**動的な動き**の“見える化”を果たした。

接着面温度応答がリアルタイムで把握できるようになって、合理的になったヒートシール技法の操作は一気に向上した。

④ヒートシール技法に残された最後の課題は、「凝集接着帯」の加熱処理での材料の破断強さの安定的取得であった。

従来の「常識」は、加熱不足を警戒していた。(2~4℃位)の加熱範囲の狭い界面温度帯の利用は困難であった。プラスチック材の設計機能を捨て、合理性を無視しても、凝集接着帯の加熱を黙認せざるを得ない葛藤が(世界の)包装の学際を支配していた。不具合の原因は、平面圧着による大量のポリ玉の生成であることを追求し、新規な圧着法の「**モールド接着**」(第7章)の開発に結び付け、材料の破断強さに漸近した熱接着を可能にした。

以上の新規な技術の開発で、ヒートシール技法の課題群(図2.1)の論理の統合化(図1.9)が図れた。

本書で扱われた革新的技術は日本国特許とPCT認証を得ている。

索引は個別キーワードから論述章を見出せるように細かくピックアップした。

読者各位におかれましては、本書を糧にして、小生の「遺言書」としたこの書を参照して、ヒートシール技法の更なる発展にご精進戴けたら光栄である。

2025年2月 著者 菱沼 一夫 (84.5才)

本書の問い合わせ先

菱沼技術士事務所

e-mail; rxpl0620@nifty.com

URL; <http://www.e-hishi.net/>

Tel; 044-588-7533, Fax; 044-599-8085