携帯情報機器用プラスチックハウジングの材料と設計*

阪野 元** 田伏浩一** 吉村達也**

Design and Materials of Plastic-housing for Carried Information Machinery and Instruments / Hajime SAKANO, Kouichi TABUSI and Tatsuya YOSIMURA
Key words: plastic-housing, design, alloy, thin wall, EMI shield

1. はじめに

最近のノートパソコンや、携帯電話を中心とした携帯情報機器関連市場は、一般家庭への普及が進み、高い成長を示しており、関連する技術も早いテンポで革新が進んでいる。特に携帯用情報機器の設計に関しては、機能とともに小型化、軽量化の両面から高剛性や高耐熱、あるいは電磁シールド性など広範な要求が材料に課せられており、設計とともに材料の開発が重要になっている^{1)~3)}。パソコンの市場では1990年代に入ってノートパソコンが全パソコンの30%以上を占めるに至り、この傾向はさらに加速され、1996年ではパソコンの全出荷台数720万台の中で、50%以上がノート型になっている⁴⁾。また携帯電話も1996年には2050万台の生産に達している⁵⁾。

ノートパソコンにおいては特に軽量化の要望が強く、より薄い肉厚でも十分な強度を得るため、従来の難燃ABSからポリカーボネート/ABS (PC/ABS) に代表されるアロイが多く用いられており、さらに剛性を向上させるためにガラス繊維等の強化材との複合も試みられている。

一方、材料に加えて成形技術も高速、低圧成形や、断熱

金型を用いた転写システム⁶⁾ エラストマーとの一体成形⁷⁾等が開発されており、製品の薄肉化を支援する技術になっている。

さらに、情報機器における重要なポイントとして、電磁シールド性の付与があり、要求されるコストとシールド性によって、蒸着、めっき等が選択されている。最近ではニッケルコートカーボン繊維等を用いて材料そのものに電磁シールド (EMI) 性を付与する試みも検討されている。

本稿では、最近市場が拡大を続け、かつ技術革新が著しいノートパソコンを中心とした、携帯用プラスチックハウジングの現状と今後の展望について述べる。

2. 薄肉化設計

情報機器に用いられる代表的なプラスチック材料とその性能を表1に示す。携帯用機器の材料としては、ABS、PC/ABSが主流である。

このような携帯用機器は、軽量化が要求され、特にハウジングの薄肉化による軽量化が試みられている。薄肉化に関しては、以下の要点が挙げられる。

- 材料の剛性向上とデザインの工夫
- 材料の流れ性向上、流動設計
- 電磁シールド性

このような要件を満たすためには材料開発とともに成形加工技術の側面も重要である。筆者らは、図1に示す厚み可変のモデル型を用いてABS、PC/ABS、およびPC/ABS/強化材の難燃タイプを用いた場合の材料とデザイン面の改良を試み、CAE解析と実成形を比較し、限界薄肉化を検討している³⁾。

以下に検討した結果について述べる。図2にCAEの解析結果を示すが、通常の射出成形圧力を80 MPaに設定すると、この結果からABS、PC/ABS、PC/ABS/GFの可能な最低肉厚はそれぞれ1.6 mm、2.0 mm、および2.5

田伏浩一

1991年豊橋技術科学大学大学院物質工学研究科修士課程修了、同年住友ノーガタック(株)(現、住化エイビーエス・ラテックス(株))入社。ABS樹脂の研究に従事、現在に至る

吉村達也

1990年同志社大学工学部機械工学科卒、同年住友ノーガタック(株)(現、住化エイビーエス・ラテックス(株))入社。CAD/CAE解析研究に従事、現在に至る

* 原稿受付 平成9年10月8日
** 住化エイビーエス・ラテックス(株)ABS研究所
(高槻市塚原2-10-1)
阪野 元
1968年京都工芸繊維大学大学院繊維学研究科修士課程修了、同年住友ノーガタック(株)(現、住化エイビーエス・ラテックス(株))入社。1996年ABS研究所長、現在に至る。研究分野：ポリマーアロイの製造と構造および加工技術

表1 情報機器ハウジングに使われる材料の性能

項 目	試験法 ASTM	PS	ABS	m-PPO	PC/ABS	PC
曲げ弾性率 (MPa)	D-790	1 650	2 250	2 260	2 450	2 300
衝撃強度 (J/m) 1/4"NI	D-256	68	176	255	490	630*
熱変形温度 (°C)	D-648	78	88	90	95	132
難燃性 (mmt)	UL-94 : V-0/5 V	2.0	1.5/2.5	1.5/2.8	1.5/2.0	1.5
製 品		DTP パソコン ディスプレイ プリンタ ワープロ	DTP パソコン LBP プリンタ ワープロ 複写機 電話機 (携帯)	ノートパソコン ハードディスク ケース	携帯電話機 ノートパソコン LBP プリンタ 複写機	携帯電話機 機能部品 (ポリゴンミラー, シャ シー, LBP 光学ユニッ ト, モータ台座等)
特 徴		成形性, コスト	成形性, 二次加工性	強度	強度, 耐熱性, 二次加工性	強度, 耐熱性

* 1/8" NI (アイゾット衝撃強度)

幅×奥行×深さ=297×235×11

図1 CAE解析, 実成形に用いたモデル型

mm となる。さらに薄肉化を図るには材料の流動性改良とともにデザインの工夫が必要になる。ここでは、流動解析から流動支援路となるような偏肉部を設け、かつ材料の流動性も改良して (m-PC/ABS, m-PC/ABS/強化アロイ) CAE 解析を行うことにより、図3のようにより薄肉化が可能になった。表2に実成形との対比を示すが、良い一致

図3 修正型 (流動支援路を設定) による CAE 解析と限界肉厚 (射出圧力が 80 MPa の時の肉厚)

図2 CAE解析における最低肉厚の予測 (射出圧力が 80 MPa の時の肉厚)

になっている。次に問題となるのは薄肉化による製品剛性の低下である。通常難燃 ABS の 2.0 mm の製品剛性を基準とした製品のたわみ量と肉厚、剛性の関係は一端を固定して考えると図4のようになる。この場合も前述の流動支援路による剛性向上の効果があり、デザインの変更によって 1.5 mm にするための必要とされる弾性率は 7 350 ~ 7 800 MPa から 4 000 MPa まで低くすることができた。このように流動解析をベースにデザインを検討することにより、薄肉化が限界まで達成できる。剛性に関しては、さらに高くすることにより、薄肉化は可能であるが、充てん材の添加による材料の流動性や強度の低下、外観の問題が

型修正：流動支援路の設定 (下図)

表2 CAE解析および実成形における平均肉厚

材 料	型	平均肉厚 (mm)	
		実成形	CAE 解析
ABS (基準)	修正前	2.0	1.6
ABS/PC	修正前	2.0	2.0
m-ABS/PC	修正前	2.0	1.8
m-ABS/PC	修正後*	1.4	1.5
m-ABS/PC/フィラー	修正前	2.2	2.0
m-ABS/PC/フィラー	修正後*	1.5	1.5

* 修正：流動支援路の設定

図4 製品のたわみ測定とABSを基準としたたわみと弾性率の関係

 基準：肉厚2.0mm, たわみ1.0
 実線：型修正前, 破線：型修正後

あり、要求される性能と設計面でのより進んだ支援が必要になると考える。

材料面からは、今後液晶ポリマーとの組合せがより有効に流動性と剛性を向上させる手段として期待できる。図5に液晶ポリマーを10%添加したPC/ABSの弾性率を示す。この場合表層の弾性率は室温（20℃）ではガラス繊維を10%添加した場合に近く、また内部の層との弾性率の差が大きく、興味ある挙動を示している。今後の薄肉化に効果が期待できる。

3. 電磁シールド

1983年米国連邦通信委員会（FCC）が電子機器に対する電磁波の最大許容値の規制を始めて以来、電子機器がこの規制値に合格することが必須になっている。

電磁波に対し、不導体であるプラスチックは金属のように電磁波の反射、吸収の特徴はなく、電磁波に対する対策が必要である。電磁適合性（EMC）の観点からは、回路

図5 液晶ポリマー添加による表層部と中心部の弾性率（パイプロンによる粘弾性測定）

設計による対策が挙げられるが、回路設計を主体としたEMC技術ですべて解決することは難しく、設計の多様性といった観点から、電磁波を吸収、あるいは反射できる電磁シールドを施すことが重要である。

プラスチックハウジングに対する代表的なシールドとしては以下に示すような方法が挙げられ、シールドの要求レベルとコストにより、選択される。

—シールド方法—

- 導電塗料：コスト的に有利だが、塗膜の剝離等による接触不良が発生しやすい。
- 無電解めっき：シールド効果が優れ、安定しているが、工程が長く、設備が必要だが、現在最も多く使用されている。
- 片面部分めっき：エッチング工程が省略でき、非めっき部の塗料の密着が良い。
- 蒸着：シールド効果はめっきに劣る。厚膜蒸着法で改善されているが、最大でも1μmとシールド層が薄い。
- 導電材料：シールド性に限界がある。外観、強度の問題がある。

以下に無電解めっきを取り上げ、PC/ABSについてめっき性の観点からの検討を紹介する。無電解めっき技術については吉野、塚田の総説がある⁸⁾。ここでは材料、成形面について述べる。

PC/ABSのようなアロイ材のめっきは通常前処理等のめっきプロセスに依存する場合が多いが、ラインの共用から代表的めっき用プラスチックであるABSのめっきラインにおいて、良好なめっき性が要求される。このようなめっきの要点は、クロム酸による均一な表面のエッチングにある。また、成形条件、金型デザインも重要である。表3にゲート部のせん断応力とめっき性の相関を示すが、めっき膜の剝離やふくれなどの不良現象は、成形品の残留ひずみやゴムの配向が起因している場合が多い。

今後の展望としては、材料開発も一つのポイントになる。筆者らはニッケルコート炭素繊維を用いて導電性のABS系材料を開発している。図6に電界のシールド性を示すが、化学めっきに近い傾向を示している。

表3 ゲート部の形状、せん断応力とめっき性

ゲート径 (mm)	ゲート長 (mm)	充電時間 (s)	せん断応力* (MPa)	めっき性
1.0	1.0	1.0	0.52	×
		1.7	0.43	△
		3.0	0.35	○
1.5	1.0	1.0	0.45	×
		1.7	0.39	○
		3.0	0.32	○

* CAE 解析より求めた値

○：良，△：やや良，×：不良

図6 電界におけるシールド効果の比較

表4 成形方法とひけ、反りのレベル

成形法	反り (mm)	ひけ：リブ部 (mm)
通常の射出成形	1.1	0.023
低圧高速成形	0.5	0.018
射出圧縮成形	0.5	0.016

幅×奥行×深さ=253×178×14

図7 成形法比較に用いたモデル型

4. 成形加工

携帯用プラスチックハウジングの軽量化，薄肉化にとって材料，設計とともに成形加工技術も重要である。最近特に注目されるのは，高速射出成形，ガスアシスト成形，射出圧縮成形に代表される低圧射出成形である。一般には射出動作で低圧化している場合が多い。表4と図7に示す肉厚1.5mmのノートパソコンカバー部のモデル型を用いて低圧射出，および射出圧縮で成形した場合の反りとひけの状態を通常の射出成形と比較して示す。低圧成形により，反り，ひけともに良好な結果を得ているのがわかる。

材料 m-PC/ABS テクニエース T-711，住化エイビーエス・ラテックス(株)製

図8 低温電着塗装を施したハンディターミナルのハウジング

また金型面でもいろいろな配慮がされるようになっており，特殊な断熱キャビティとコアを組み合わせ，ウェルドをなくし，微細な型転写を可能にした金型が開発されている⁷⁾。

またハウジングの摩耗性，傷つき性の向上，外観の高級化をねらって，無電解めっきされたハウジングに低温電着塗装を施す技術も注目を浴びており，図8に示すハンディターミナル等に応用されている。今後多方面への展開が期待される⁹⁾。今後，インモールドコート，エラストマーとの複合成形等，材料の開発と密接に結びついた加工技術が展開されると考える。

5. おわりに

本稿ではプラスチックハウジングの材料と設計について，CAE解析や実成形で検証しながら現状と今後の展開について述べた。携帯用機器の機能の向上と軽量化に伴い，機能に合った材料の選定，金型デザイン，および加工技術が今後さらに重要になってくると考える。

参考文献

- 1) 山本二三男，西 史郎：マルチメディア時代を脱んだプラスチック材料の高機能化，情報・通信，プラスチック，45，7 (1994) 10.
- 2) 冠木公明：マルチメディア時代を脱んだプラスチック材料の高機能化，電気，電子，プラスチック，45，7 (1994) 20.
- 3) 阪野 元，田伏浩一ほか：ハウジング材料と薄肉化設計，成形加工，8 (1996) 49.
- 4) 日本電子工業振興会調べ。
- 5) 主な情報ネットワーク関連機器の生産の推移，通産省「1997年版 我が国産業の現状」，(1997) 33.
- 6) 小川典孝：異材質成形法における低硬度エラストマーの活用，成形加工，8 (1996) 504.
- 7) 石見浩之：射出成形用低圧作動高機能システム金型，成形加工，9 (1997) 123.
- 8) 吉野寛治，塚田健一：無電解めっきによる電磁波シールド技術，化学と工業，42 (1989) 422.
- 9) 低温硬化電着塗装法，キャノン生産本部生産技術研究所技術資料，(1996).