

第2回 : 樹脂化設計のポイント

1. 樹脂部品設計時のポイント

金属代替部品を樹脂で製作する場合、特に、機械的強度、耐熱性などの物性向上が必要のため、基本的には熱可塑性樹脂、熱硬化性樹脂にGF、CFなどの強化材で複合化した樹脂を使用するが多い。

これら複合強化樹脂を使用することで、金属の代替部品の製作が可能になりますが、特に高強度、高耐熱が必要とされる部品は、機械的特性値、耐熱性には十分に配慮する必要があります。

図1の部品開発プロセスに示すように金属部品、樹脂部品を問わずに基本的に同じです。

樹脂部品設計段階における留意点は、図1の部品開発プロセスの設計／試作／評価の各部門の役割の項に記載している検討内容、および前後のプロセスの検討内容を考慮することです。

具体的には、樹脂部品を設計する際のポイントを図2の設計検討内容に示しますが、肉厚の均一化、シャープコーナの削減などの樹脂部品設計時の原則を守ることが重要です。(但し、BMCは分子の架橋反応で硬化するため厚肉、薄肉の共存、抜き勾配なしなどが可能)

金属の樹脂化に際し、特に注意する必要がある強度面での検討例について事例で解説します。

プロセス	各部門の役割・検討内容
企画	市場調査(品質、仕様等)
	製品企画
	製品企画DR
	要求品質、技術課題の確認
	開発計画立案
	事業化レベル判断
設計 試作/評価	基本設計
	基本設計DR
	詳細設計
	詳細設計DR
	試作・組立・評価
	認定
生産準備	工程設計
	工程設計DR
	設備設計・製作
	量産試作・評価
	認定
	初期流動管理
	生産移行DR(部品評価・部品認定)
生産	初期生産DR(量産流動評価)
	生産

図1 部品開発プロセス⁽¹⁾

図3に示す平板形状で一端を固定して、反対側の端点に集中荷重が負荷した時の最大変形量、最大曲げ応力を算出した結果を表1に示します。アルミ(A7075)、PPS(CF含有30%)の2種類の材質について板厚3(mm)の時、アルミ(A7075)、PPS(CF含有30%)間で最大変形量8.41(mm)の差が確認できます。アルミ(A7075)と同等にする場合、PPS(CF含有30%)の板厚は4.35(mm)に設定する必要がありますが、その結果、重量は、1.97(gf)増加します。

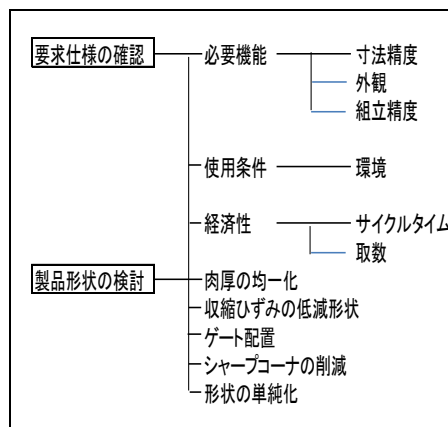


図2 設計検討内容

2 設計検討内容

重量の増加分を極力小さくしつつ、アルミ(A7075)と同等レベルの変形量にするために、図4に示す補強リブ幅寸法を3種類設定した場合の最大変形量と最大曲げ応力試算値を表2に示します。リブ幅が2.7(mm)の時、概ね同等の変形量になります。しかし、最大応力値が大きくなるとともに、これ以上の幅寸法にするとヒケ発生の可能性もあるため、平板厚の3(mm)の増加検討が適当と考えます。

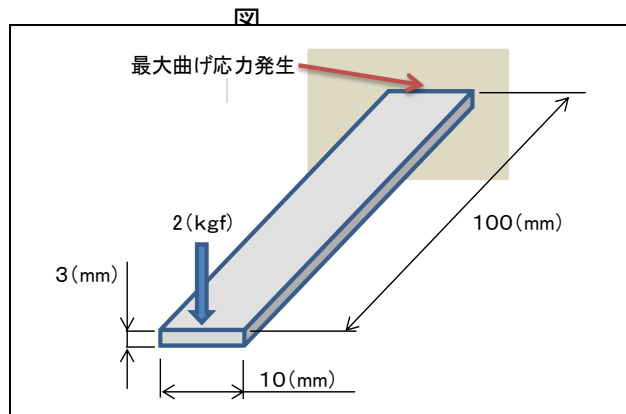


図3 片持ちはりの曲げ

板厚 (mm)	アルミ(A7075)		PPS+CF(30)	
	最大変形量 (mm)	最大曲げ応力 (kgf/mm ²)	最大変形量 (mm)	最大曲げ応力 (kgf/mm ²)
3	4.14	13.33	12.55	13.33
4			5.29	7.5
4.35			4.12	6.34
5			2.72	4.8

表1 平板の最大変形量と最大曲げ応力

曲げ応力に関しては、安全率は樹脂部品の使用温度、荷重の負荷状態によっては、クリープ変形もあることから、明確な規定がありませんが概ね常温環境下では、(引張強度/3~4)≒許容応力と仮定する考え方があります。

PPS(CF30)の場合、5.75~7.66(kgf/mm²)になり、図4の平板部に発生する最大応力値では、破損の可能性が大きく、さらなる形状検討が必要です。

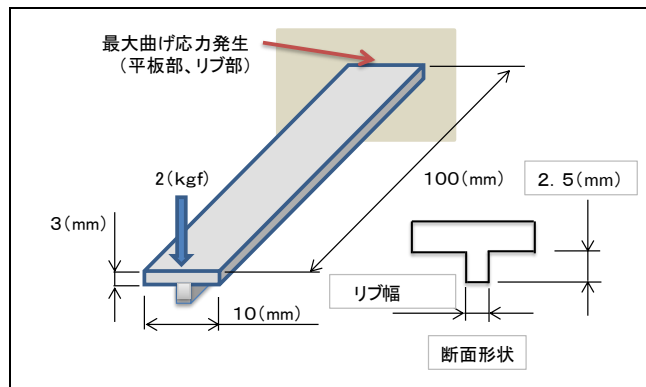


図4 T形断面はりの曲げ

リブ幅 (mm)	PPS+CF(30)【平面厚:3(mm)】		
	最大変形量 (mm)	最大応力(平板部) (kgf/mm ²)	最大応力(リブ部) (kgf/mm ²)
2	4.91	12.54	6.58
2.5	4.35	10.87	6.08
2.7	4.17	10.32	5.92

表2 T形断面はりの最大変形量と最大曲げ応力

実際の部品設計においては、プリント基板などの他部品の組立などがあるため、全て補強リブで対応することは困難と考えますが、金属部品の樹脂化を行う際の設計の考え方の参考になると考えます。

以上、常温環境下での試算結果について述べましたが、高温領域では樹脂の機械的特性値が低下するため、部品の使用環境を考慮することが重要です。

参考文献

※本稿は大塚正彦著、日刊工業新聞社出版、2019年2月号の“工程ごとに見る「金属部品の樹脂化」の要点、樹脂化設計、金型設計・製作のポイント”を基に、筆者が加筆・修正しました。