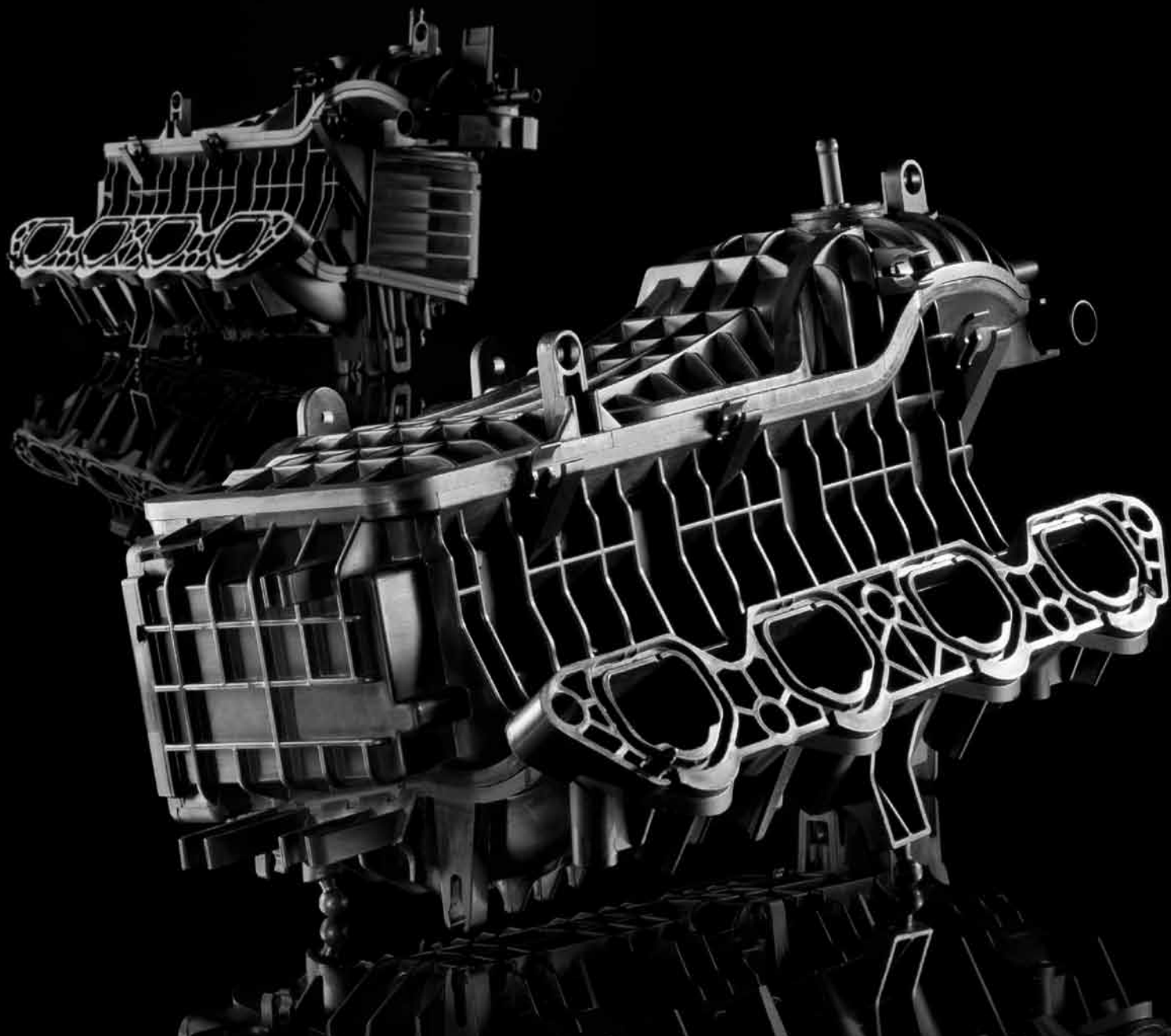


ウルトラミッド® (PA)

製品カタログ



ウルトラミッド® のウェブサイト:
www.ultramid.de

 **BASF**
We create chemistry

ウルトラミッド® (PA)

BASFのウルトラミッドはPA6、PA66、そしてPA66/6のようなさまざまなコポリマーからなるポリアミド樹脂です。また、PA610やPA6T/6のような特殊ポリアミドも取りそろえております。非強化材だけでなく、ガラス繊維やミネラルによる強化材、さらには特種用途向けに長繊維ガラス強化材などのラインナップがあります。ウルトラミッドは機械強度や剛性、耐熱安定性が非常に優れています。さらに、ウルトラミッドは低温下での耐衝撃性や摺動特性、成形性にも優れています。その卓越した物性により、幅広い工業分野において多様な構成部品や機械部品、高品質な電気絶縁材料、特殊部品にとって、欠かせない存在となっています。

ウルトラミッド® (PA)

自動車分野におけるウルトラミッド		4-5
電気電子分野におけるウルトラミッド		6-7
工業製品・家庭用製品におけるウルトラミッド		8-9
ウルトラミッドの特性		10-39
	ウルトラミッドの製品群	10
	機械特性	16
	熱的特性	22
	吸水率と寸法安定性	24
	電気特性	26
	難燃性	28
	耐薬品性	30
	耐候性	36
	ウルトラミッド® T	37
	ウルトラミッド® S バランス	39
ウルトラミッドの成形加工		40-55
	成形性	40
	成形に関する一般的注意事項	42
	成形機および成形条件	43
	射出成形	46
	特殊加工	52
	切削加工	52
	接合	53
	印刷・レーザーマーキング・コーティング・メッキ・蒸着	54
	調湿	55
	アニール処理	55
一般情報		56-66
	安全に関する注意事項	56
	品質および環境管理	57
	品質保証	57
	配送および保管	59
	色	59
	ウルトラミッドと環境	60
	技術サポート	61
	グレード表記	62
	索引	64

自動車分野におけるウルトラミッド

現代の自動車分野においては、使用される材料に対して品質と安全に関する非常に高い要求が課せられます。ウルトラミッドは長期にわたり高い熱安定性、機械強度、耐衝撃性をもっています。

ウルトラミッドのこれらの特性は、今日の自動車分野における高度な要求性能に対して、非常に優れたパフォーマンスを発揮します。また、ウルトラミッドはその幅広い特性により、経済的に優れた部品やモジュールの生産に貢献することができます。従来の材料に比べて、部品の軽量化やリサイクル性、ほかの素材との組み合わせによる統合的な解決策などに対して優位性を有しています。



ペダルブロック

自動車分野におけるウルトラミッドの代表的な採用例

エンジン部品、ギア部品：

インレットパイプ、インテークマニフォールド、エンドキャップ、エアパイプ、シリンダーヘッドカバー、エアセンサー、オイルフィルターハウジング、オイルセンサー、チェーンガイドレール、ベルトカバー、ローラー、トランスミッションコントローラ

冷却システム系部品：

ラジエータタンク、ヒーター用熱交換器、ウォータータンク、熱水コントロールバルブ、サーモスタットハウジング、ファン、ファンシュラウド

燃料供給系部品：

フューエルフィルターハウジング、フューエルリザーバー、フューエルデリバリーパイプ

サスペンション：

エンジンブラケット、トルクロッド、トルクロールリストラクター

内装部品：

ペダル、ペダルブラケット、レバー、スピーカーグリル、ドアハンドル、シート部品

外装部品：

スポイラー、ドアシル、ラジエーターグリル、アウトードアハンドル、ドアミラーハウジング、ホイールキャップ

電装品：

ケーブルハーネス、ストラップおよびコネクタ、ヘッドランプハウジング、ランプホルダー、フューズボックス



スピーカーグリル



サクションバルブ



ヒートシールド



オイルパン



インテークマニフォールド

電気電子分野におけるウルトラミッド

優れた電気絶縁性、耐摩擦摩耗特性、そして卓越した機械物性と幅広い難燃グレードによりウルトラミッドはさまざまな電気部品や家庭用電化製品へ使用されています。

電気分野

高い絶縁性が要求されるスイッチ部品やハウジング、コネクタ、分配器、ケーブルダクト、締付け部品、コンダクター、電源スイッチ、コイル、サーキットブレーカ、制御器

電子分野

プラグインコネクタ、電子機器や通信機器、コンデンサ、集積回路の部品

家庭用電化製品

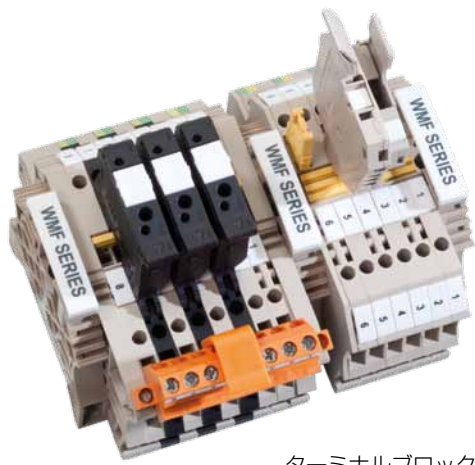
スイッチや電磁弁、プラグイン設備、プログラム制御設備、電気工具用ハウジング、洗濯機や食洗機のような大型電化製品からコーヒーマーカー、電気式やかん、ドライヤーのような小型電化製品の部品



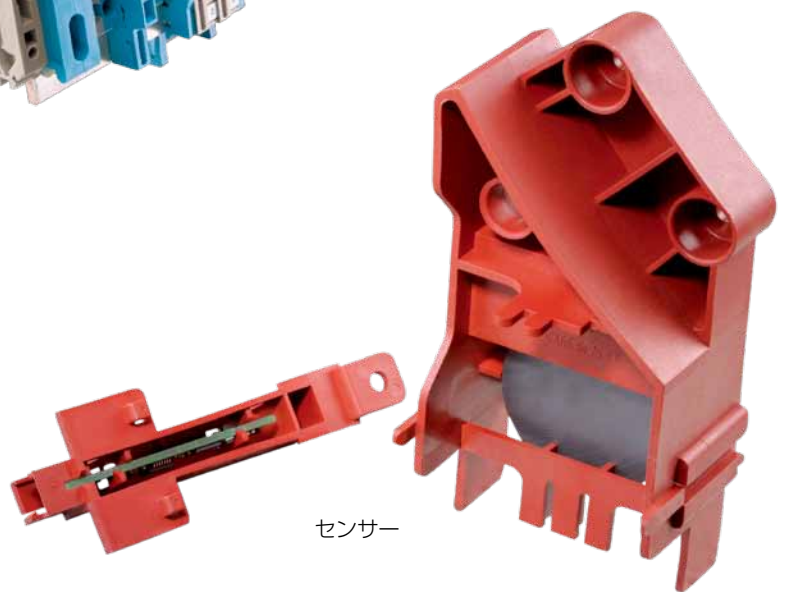
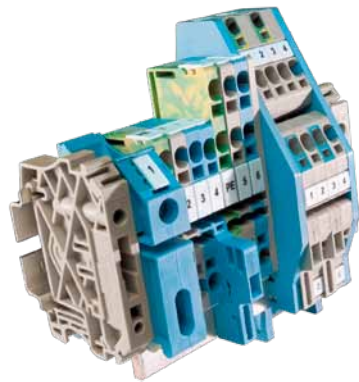
高電圧コネクタ



サーキットブレーカ



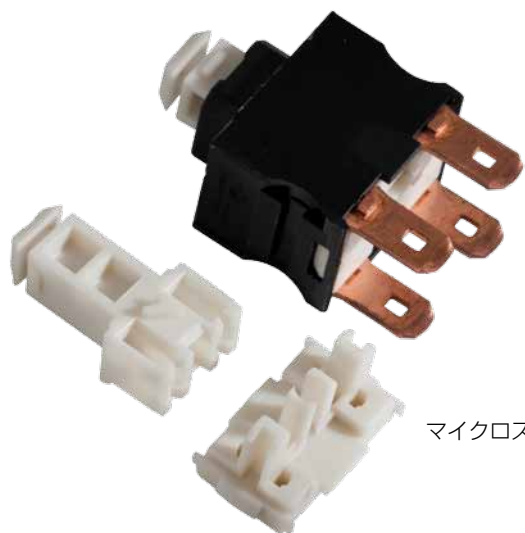
ターミナルブロック



センサー



太陽電池用ジャンクションボックス



マイクロスイッチ

工業製品・家庭用製品におけるウルトラミッド

ウルトラミッドは高い弾性率と強度により、工業製品、家庭用製品において非常に多くの用途に使用されています。従来は、その要求特性から金属や木材が使われていた用途もプラスチックに置き換えられています。食品に直接触れるような承認が必要な用途にも、ウルトラミッドが使用されています。

建築用途やその付属製品

壁や合わせくぎ、接合部品、太陽電池部品、窓の断熱枠

水回り製品

ハンドル、ブラケット、ファン、接合部品、水量計のハウジング

家庭用製品

シート、家具、キャスター調理器具

機械部品

ベアリング保持器、ギアホイール、ハウジング、フランジ、接合部品、スクリュー

工業用品

ローラー、ロープ、滑車、ベアリング軸受コンベアーベルト、コンベアーチェーン



デザインチェア



合わせくぎ

オフィスチェア



調理器具



斧の柄



ピンディング

ウルトラミッドの特性

ウルトラミッドの製品群

ウルトラミッドは BASF が製造・販売しているポリアミドの登録商標で射出成形用材料、および押出成形用材料があります。販売している材料としては、ポリアミド 6 (ウルトラミッド B)、ポリアミド 66 (ウルトラミッド A)、その他にもポリアミド 6T / 6 (ウルトラミッド T) やポリアミド 610 のような特殊グレードもあります。ウルトラミッド A はヘキサメチレンジアミンとアジピン酸の縮重合により製造され、ウルトラミッド B はカプロラクタムの開環重合により製造されます。また、これらの原料はベンゼン、シクロヘキサン、キシレンのような石油化学製品から作られます。

多くの製品はガラス繊維やその他のフィラーにより強化されており、さらに高い性能を実現するために特殊な添加剤を加えることで、剛性や難燃性、環境に対する耐性を高めています。また、特殊ポリアミドは高い寸法安定性や耐薬品性のようなメリットがあります。

ウルトラミッドは以下のような優れた特徴を備えています。

- 高強度かつ高剛性
- 高い衝撃強度
- 高い弾性率
- 良好な耐薬品性
- 寸法安定性
- 低クリープ性
- 良好な耐摩擦特性
- 容易な成形加工性

ウルトラミッドはさまざまな分子量・粘度のポリアミドとさまざまな種類の添加剤、あるいはガラス繊維やミネラルによる強化材などから構成されます。各グレードの詳細については、別冊のグレード一覧をご参照ください。



オフィスチェア

ウルトラミッドは以下の製品群で構成されています。

ウルトラミッド A

PA66 は非常に高い硬度や剛性、耐摩耗性、耐熱性を有しています。電気、機械、自動車分野における機械的負荷、熱的負荷を受ける部品に適した材料の一つです。

ウルトラミッド B

PA6 は強靱で良好なダンピング特性を持ち、低温・乾燥状態でも高い耐衝撃性を示します。高い耐衝撃性と容易な成形加工性が PA6 の特徴です。

ウルトラミッド C

PA6、PA66 および、その他の成分から構成される共重合ポリアミドです。その組成のため、ウルトラミッド A や B とは異なる特性を示します。

ウルトラミッド S バランス

非常に優れた耐薬品性と低吸水性をもつポリアミドです。ウルトラミッド® S バランスは溶媒に直接触れる部品に適した材料です。

ウルトラミッド T

部分的に芳香族を有する共重合ポリアミドで極めて高い融点、剛性、寸法安定性、耐薬品性を示し、温度変化に対しても安定した機械的特性を有しております。

ガラス繊維強化ウルトラミッド

ガラス繊維強化ウルトラミッドは、高い機械強度、硬度、剛性を持ち、熱安定性、高温での耐油性や耐熱水性に優れています。これらの材料を用いた部品は高い寸法安定性とクリープ強度に優れています。ガラス繊維強化ウルトラミッド T はさらに優れた耐熱温度 (280℃) を示します。また、長繊維ガラスにより強化された材料であるウルトラミッド® ストラクチャもあります。

難燃グレード

高い難燃性やトラッキング耐性が要求される電子部品には、難燃剤を添加したウルトラミッド C3U、A3X2G5、A3X2G7、A3X2G10、A3U40G5、B3UG4、B3U30G6、TKR4365G5 が最適な材料です。

ミネラル充填ウルトラミッド®

高い剛性と高い寸法安定性、低ソリ、良好な製品外観、高い流動性がこのグレードの特徴です。

Ultramid®	ポリアミド	原料モノマー	融点 [°C]
Ultramid® A	66	ヘキサメチレンジアミン、アジピン酸	260
Ultramid® B	6	ε-カプロラクタム	220
Ultramid® S バランス	610	ヘキサメチレンジアミン、セバシン酸	222
Ultramid® T	6T/6	ε-カプロラクタム、ヘキサメチレンジアミン、テレフタル酸	295

表 1 : Ultramid® グレードと特性

Ultramid® A	グレード名	F ¹⁾	W ²⁾	グレードの特徴	
射出成形用グレード (非強化材)	A3K	✓	■	低粘度、高流動性	
	A3W		■		
	A4K	✓	■	中粘度、高耐衝撃性	
	A4H		■		
	A3Z		■	低温における耐衝撃性改良	
	A3...Z1...3	✓	■	耐衝撃性改良	
	特殊グレード				
	A3K FC Aqua®		■	飲料水、食品用途向けグレード	
射出成形用グレード (強化材)	A3EG3...10	✓	■	電気特性に優れたグレード	
	A3HG3...7		■	油中における耐熱老化性に優れたグレード	
	A3WG3...10		■	耐熱性に非常に優れたグレード	
	A3ZG3...6		■	低温における耐衝撃性改良	
	A3K6		■	高い寸法安定性、低ソリ、良好な表面外観	
	A3WGM53		■	高剛性、低ソリ	
	特殊グレード				
	A3EG6...7 FC Aqua®		■	飲料水、食品用途向けグレード	
	A3EG6...7 EQ		■	電子分野用途向けグレード	
	A3HG6 HR		■	耐加水分解性向上グレード	
	A3WG6...7 HRX		■	さらに耐加水分解性を向上させたグレード	
	A3HG6 WIT		■	耐加水分解性向上グレード WIT成形に最適なグレード	
	A3W2G6...10		■	耐熱性に非常に優れたグレード	
	A3WG7 HP		■	高流動性、良好な表面外観	
	A3WG6 LT		■	レーザー透過性をもったレーザー溶着向けグレード	
	A3WG7...10 CR		■	Ultrasim® により最適化可能な高負荷用途向けグレード	
	A3WC4		■	カーボン繊維強化グレード	
	Structure A3WG8...12 LF		■	長繊維ガラス強化グレード	
	Ultramid® B				
	射出成形用グレード (非強化材)	B3K	✓	■	高流動性
B3S		✓	■		
B3W			■	中粘度	
B35W			■		
B3L		✓	■	耐衝撃性を向上させたグレード	
B3Z1...4		✓	■	耐衝撃性を向上させたグレード	
B35WZ4			■	低温における耐衝撃性改良	
特殊グレード					
B3S HP			■	サイクルタイム短縮	

表 2 : Ultramid® グレード一覧

1) 複数の色製品のラインナップ

2) 耐熱性レベル



Ultramid® B		F ¹⁾	W ²⁾		
グレード (強化材)	B3G3...9	✓		ガラス繊維強化グレード	
	B3EG3...10	✓		電気特性に優れたグレード	
	B3E2G3...6			耐紫外線特性を向上させたグレード	
	B3WG3...10			耐熱性に優れたグレード	
	B3ZG3...8			耐衝撃性改良グレード	
	B3GK24	✓		ガラス繊維、ガラスビーズ強化、低ソリ	
	B3K3...6	✓		高い寸法安定性、低ソリ、良好な表面外観	
	B3WGM24...45			高剛性、低ソリ	
	B3WGM24 HP				
	B3M6			ミネラル強化、高剛性、低ソリ	
	グレード				
	B3EG4...10 SI			非常に良好な表面外観	
	B3WG6...8 High Speed			高流動性	
	B3WG6 GP			振動溶着向けグレード	
	B3WG6 GIT			GIT成形に最適なグレード	
	B3WG6 SF			MuCellのような発泡成形に最適なグレード	
	B3WG6 CR				
	B3ZG3...10 CR			Ultrasim®により最適化可能な高負荷用途向けグレード	
	Structure B3WG8...10 LF			長繊維ガラス強化グレード	

Ultramid® D		F ¹⁾	W ²⁾	
射出成形用グレード (強化材)	D3EG10 FC Aqua®			高剛性、低吸水、かつ飲料水、食品用途向けグレード
	D3G7...10 Endure			耐熱性に非常に優れたグレード

Ultramid® S		F ¹⁾	W ²⁾	
射出成形用グレード (非強化材)	S3K Balance			高流動性
射出成形用グレード (強化材)	S3EG6 Balance			電気特性に優れたグレード
	S3WG6...7 Balance			耐熱性に優れたグレード

Ultramid® T		F ¹⁾	W ²⁾	
射出成形用グレード (非強化材)	T KR 4350			高流動性
射出成形用グレード (強化材)	T KR 4355 G5...10			ガラス繊維強化グレード
	T KR 4357 G6			ガラス繊維強化、耐衝撃性改良
	特殊グレード			
	T KR 4355 G5 LS			レーザーマーキングに最適なグレード
	T 4381 LDS			レーザーダイレクトストラクチャリング向けグレード

表 2 : Ultramid® グレード一覧

1) 複数の色製品のラインナップ

2) 耐熱性レベル



	グレード名	UL 94	GWIT ≥ 775 GWFI ≥ 850 d = 1.5mm	ハロゲンフリー 難燃剤	略号
Ultramid® 非強化材	A3K	V-2, 0.4	+	+ ¹⁾	PA66
	A3U30	V-0, 0.25	+	+	PA66 FR
	C3U	V-0, 0.4	+	+	PA6/66 FR
	B3S	V-2, 1.5	+	+ ¹⁾	PA6
Ultramid® 強化材	A3U40G5	V-0, 0.4	+	+	PA66 GF25 FR
	A3X2G5	V-0, 0.8		+	PA66 GF25 FR
	A3XZG5	V-0, 1.5		+	PA66-I GF25 FR
	A3X2G7	V-0, 0.75		+	PA66 GF35 FR
	A3X2G10	V-0, 1.5		+	PA66 GF50 FR
	B3UG4	V-2, 0.71		+	PA6 GF20 FR
	B3U30G6	V-2, 0.75		+	PA6 GF30 FR
	B3UGM210	V-0, 1.5		+	PA6 GF10-M50 FR
	T KR 4365 G5	V-0, 0.75	+	+	PA6T/6 GF25 FR
	T KR 4340 G6	V-0, 0.4	+	+	PA6T/6 GF30 FR

表 3 : 難燃グレード一覧

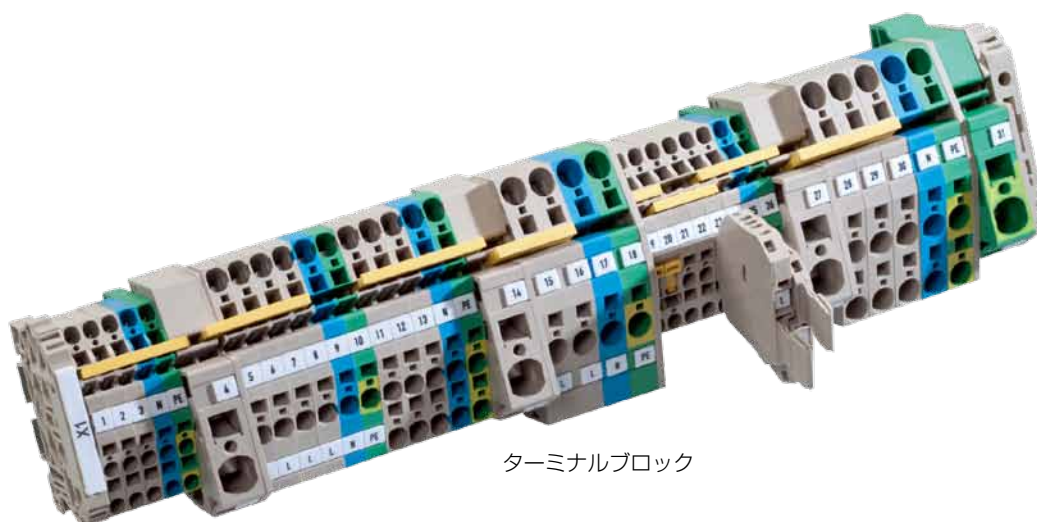
¹⁾ 難燃剤非含有グレード



家庭用 電子部品	ターミナル ブロック	コネクタ	サーキット ブレーカー	低電圧 スイッチギア	太陽電池	自動車 建築材料	鉄道
●	○	○			○	○	
○	●	○		○		○	○
○	●	○		○		○	○
●	○	○				○	
●		○	○	○		●	○
		○		●	●	●	○
		○		○	●	●	○
		○		●	●	●	○
		○		○		●	○
		○	●	○	○		○
		○	●	○			○
		○	○	○			●
○		○		●		○	○
		○	○	○		○	

● 主力用途

○ 適用可能



ターミナルブロック

機械特性

ウルトラミッドは、その幅広い機械的特性により、電気電子分野、自動車分野などさまざまな分野における種々のあらゆる特性を満たすことができます。

ウルトラミッドの特徴の1つは強度・剛性・クリープ強度と高い耐衝撃性・摩擦・摩耗特性をバランスよく保持しているところです。これらの特徴は、ポリアミドが半結晶性の構造をもつことと、分子間に強力な水素結合をもつことによるものです。

ポリアミドをお使いになる際は、ポリアミドの重要な特徴を考慮に入れる必要があります。成形直後の製品は基本的に絶乾状態となっていますが、周辺環境により大気中の水分を吸水します。吸水により機械物性が変化するため、データシートには絶乾状態と吸湿状態を併記しております。

図1にウルトラミッドAおよびBの例を示しました。ウルトラミッドA3Kの引張弾性率が吸湿による影響を受けていることが分かります。ガラス繊維により強化されたウルトラミッドA3EG10の場合は、50%がガラス繊維であるため、吸湿量が少なくなります。

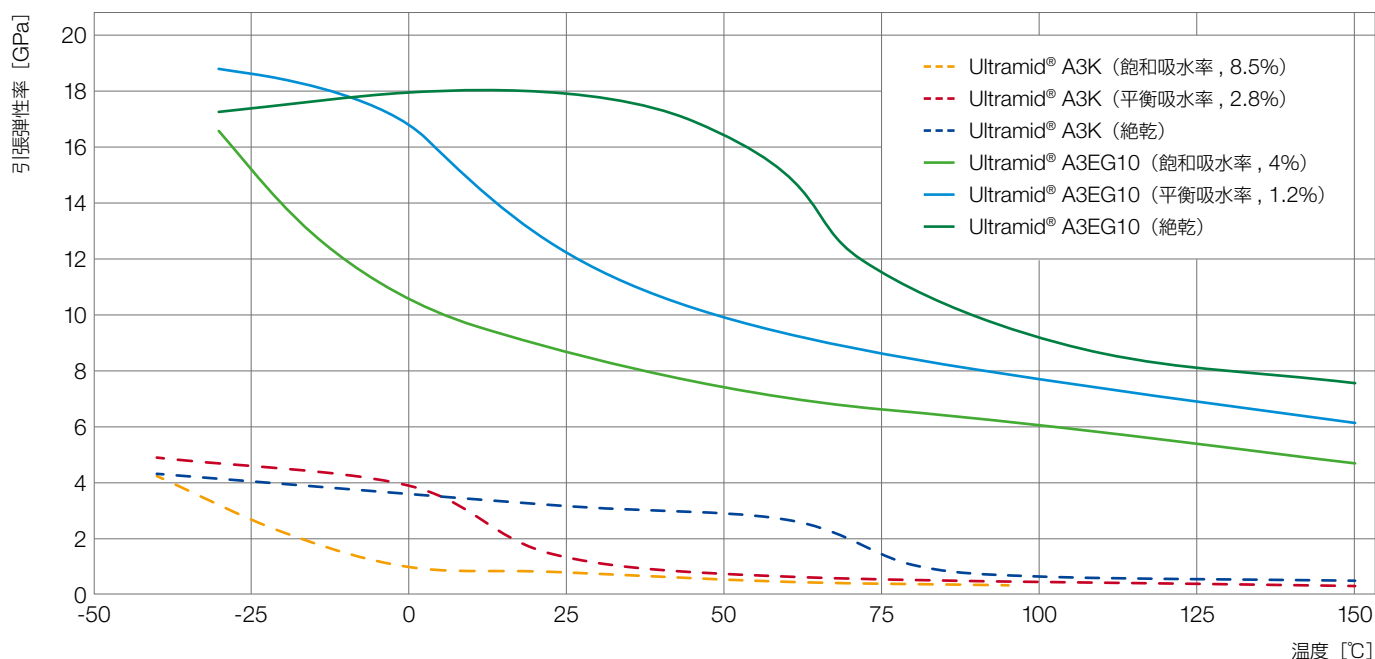


図1：ウルトラミッドA3KとA3EG10の引張弾性率の温度依存性

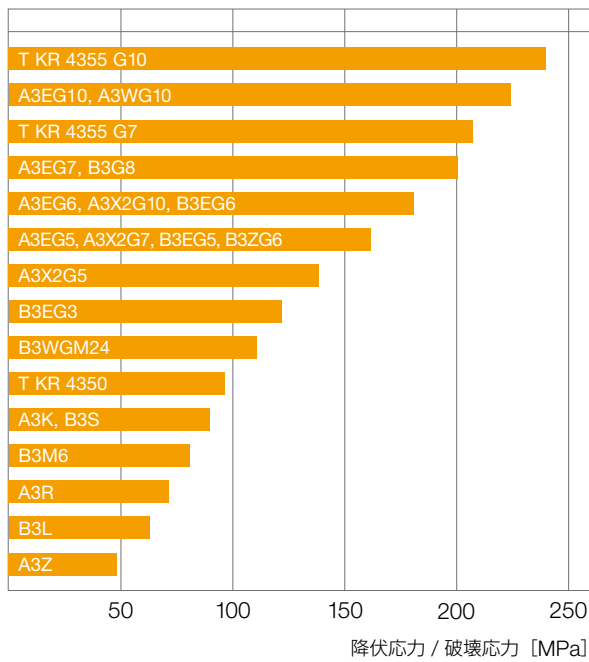


図 2: ウルトラミッドの引張降伏 / 破壊強度 (ISO 527, 絶乾)

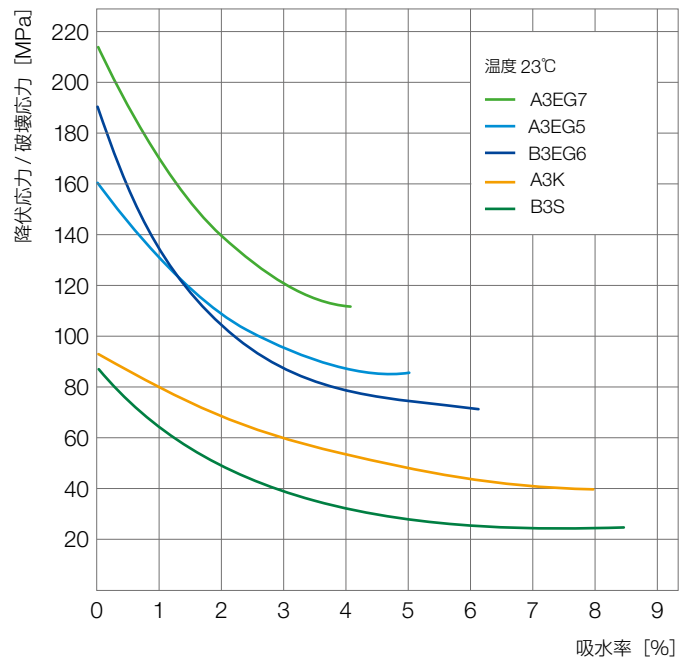


図 4: ウルトラミッドの引張降伏 / 破壊強度の吸水依存性 (ISO 527)

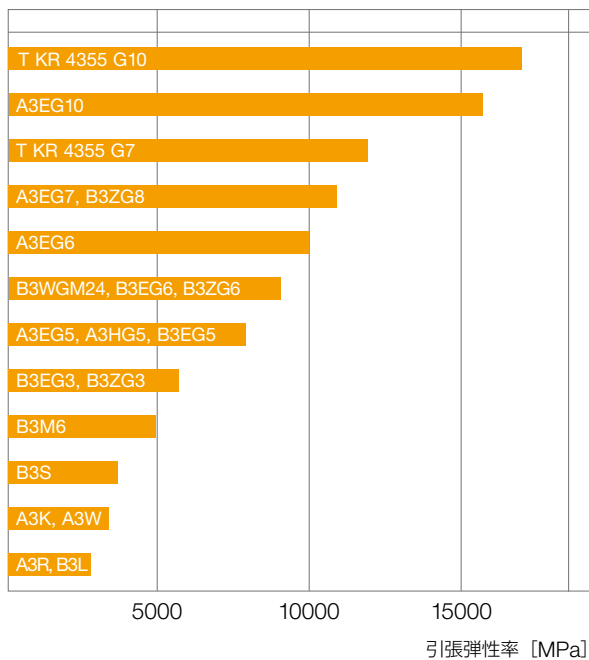


図 3: ウルトラミッドの引張弾性率 (ISO 527, 絶乾)

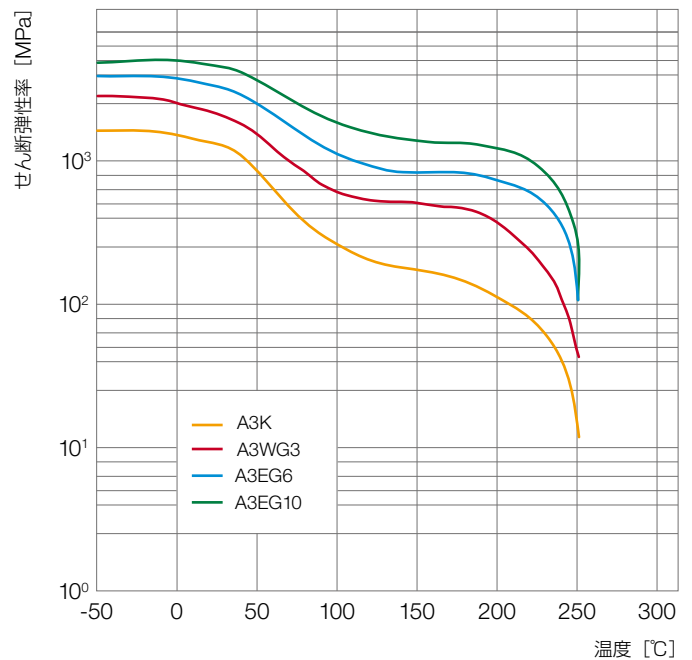


図 5: ウルトラミッド A のせん断弾性率温度依存性 (ISO 6721-2, 絶乾)

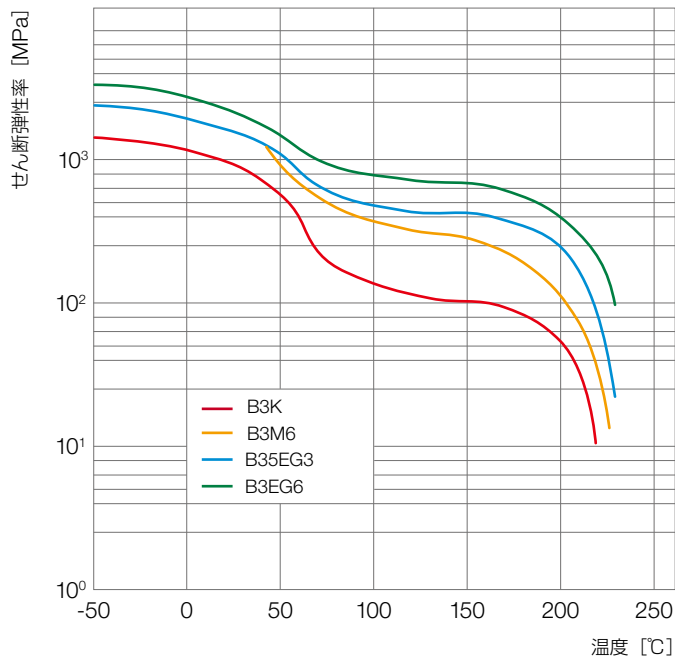


図 6：ウルトラミッド B のせん断弾性率温度依存性 (ISO 6721-2, 絶乾)

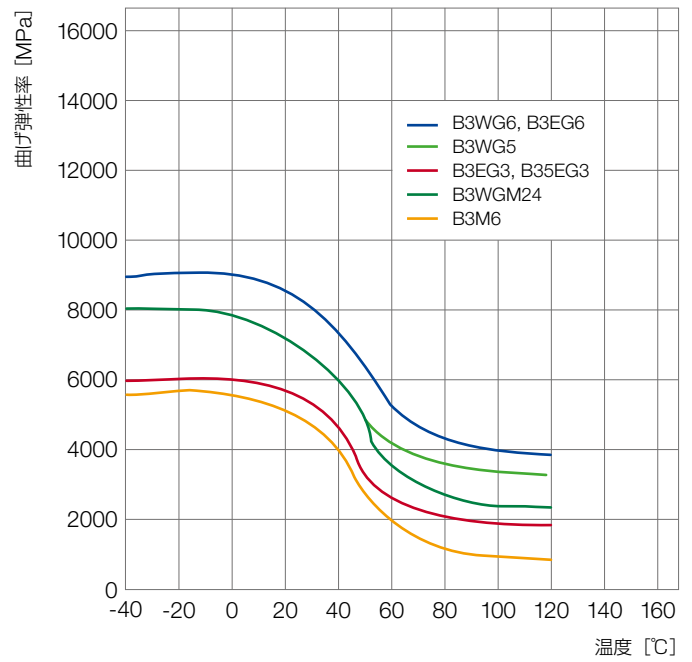


図 8：ウルトラミッド B の曲げ弾性率 温度依存性 (ISO 178, 絶乾)

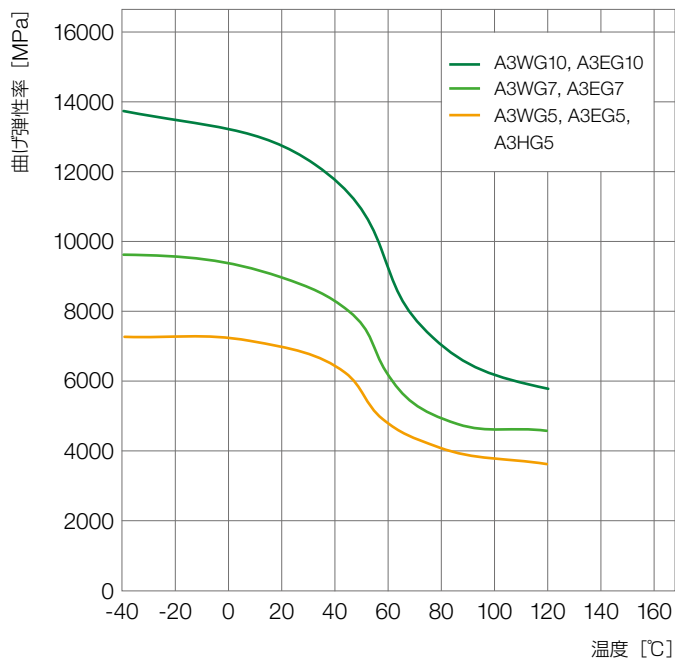


図 7：ウルトラミッド A の曲げ弾性率温度依存性 (ISO 178, 絶乾)

ウルトラミッドの製品は弾性率により 6 つのグループに分類することができます。

- 未強化耐衝撃性改良グレード 1500-2000MPa
- 未強化グレード 2700-3500MPa
- ミネラル充填衝撃改良グレード 3800-4600MPa
- ミネラル充填グレード 3800-9300MPa
- ガラス繊維強化耐衝撃性改良グレード 5200-11200MPa
- ガラス繊維強化グレード 5200-18000MPa

機械的特性は、温度、時間、吸水率および、試験片の作製条件の影響を受けます。

強化グレードの場合、フィラー効果により機械特性が大きく向上しますが、繊維長や繊維長分布、繊維配向の影響を受けます。

ウルトラミッド未強化グレードの乾燥状態での引張降伏応力は70～100 MPa、一方、強化グレードでは250 MPaまで向上します。短時間の一軸引張試験で見られる挙動を応力-ひずみ曲線として示しました(図9～11)。その中では、温度、強化材料、および吸水率による影響も示しております。

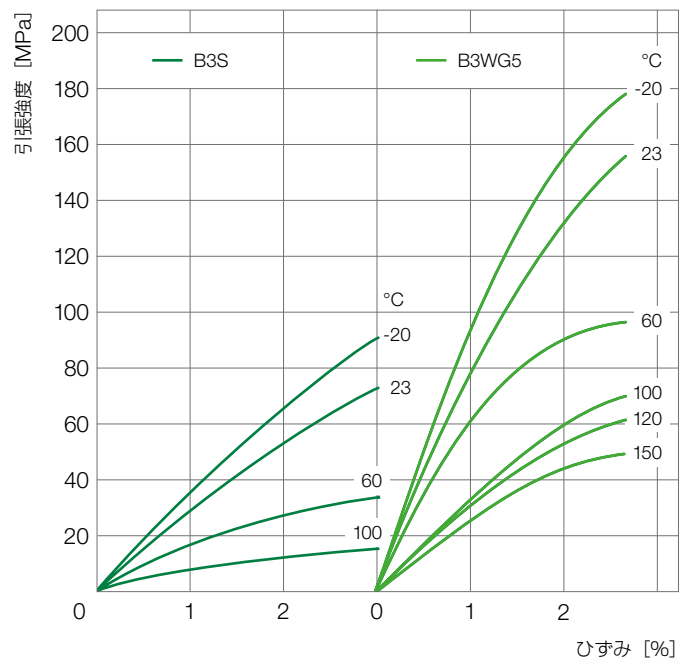


図9：ウルトラミッド B3S と B3WG5 の S-S カーブ (ISO 527, 絶乾状態)

衝撃強度、低温下での衝撃強度

ポリアミドは非常に靱性のある材料で、高い破壊強度が要求される部品に最適です。さまざまな条件下で求めた標準試験法による値はポリアミドの衝撃特性を特徴付けるのに用いられています(別冊のグレード一覧を参照)。

これら試験結果は、試験装置の設定、試験片の寸法、ノッチ形状などが異なるため、直接比較はできません。各グループ内での材料比較は可能です。

ウルトラミッドには衝撃強度と剛性のさまざまな組合せのグレードがあります。用途、条件、デザインおよび成形性によっては、未強化、高分子量、ガラス繊維強化、ミネラル充填あるいは耐衝撃性改良グレードの選択で、要求される衝撃強度と剛性の最適なバランスに対応できるようになっています。

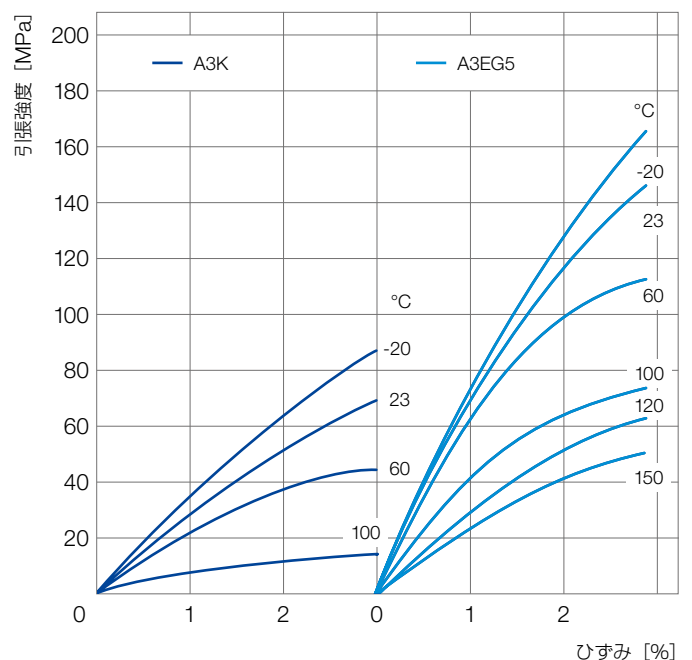


図10：ウルトラミッド A3K と A3EG5 の S-S カーブ (ISO 527, 絶乾状態)

ウルトラミッドは吸湿することで耐衝撃性が向上します。ガラス繊維強化グレードの場合、最終製品の衝撃強度はガラス繊維濃度が増加するにつれて低下しますが、標準試験片を用いた曲げ衝撃試験での強度は増加します。これはガラス繊維の配向による影響です。

高分子量未強化グレードは高い衝撃強度を要求される厚肉機構部品に適しています。

未強化耐衝撃性改良グレードである B3L は乾燥状態でも高い衝撃強度を示します。これらのグレードは調湿処理することができない場合や、非常に高い低温衝撃強度が必要な場合に用いられます。

特別な成形条件を除けば、成形品形状、肉厚およびノッチ径も破壊エネルギーを決定するのに重要な役割を持っています。また、衝撃スピードや衝撃を受ける場所も衝撃強度へ大きく影響します。

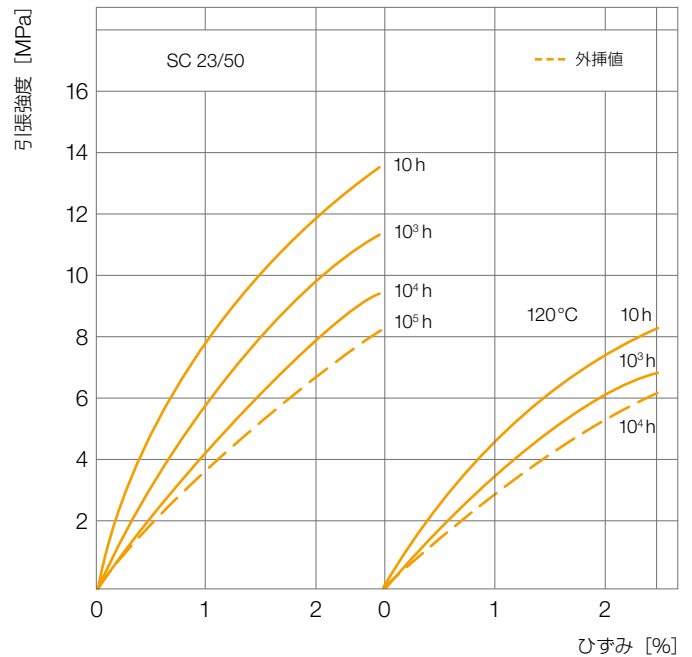


図 11：ウルトラミッド A3K の等時応力曲線
(ISO 899, 絶乾, 23°C /50% RH および 120°C)

クリープ特性

一定の応力、あるいは一定のひずみを加える環境下におけるクリープ挙動については、ISO 899 による引張クリープ試験および DIN 53441 による応力緩和試験により、所定の荷重下での伸び、機械強度および応力緩和に関する性能が分かります。その結果はクリープ曲線、クリープ弾性率曲線、クリープ応力曲線および等時間応力 - ひずみ曲線として表されます (図 11 ~ 12)。

記載のないデータや詳細データについては、巻末の Ultrainfopoint にご請求いただくか、コンピューターソフトである “Campus” をご参照ください。

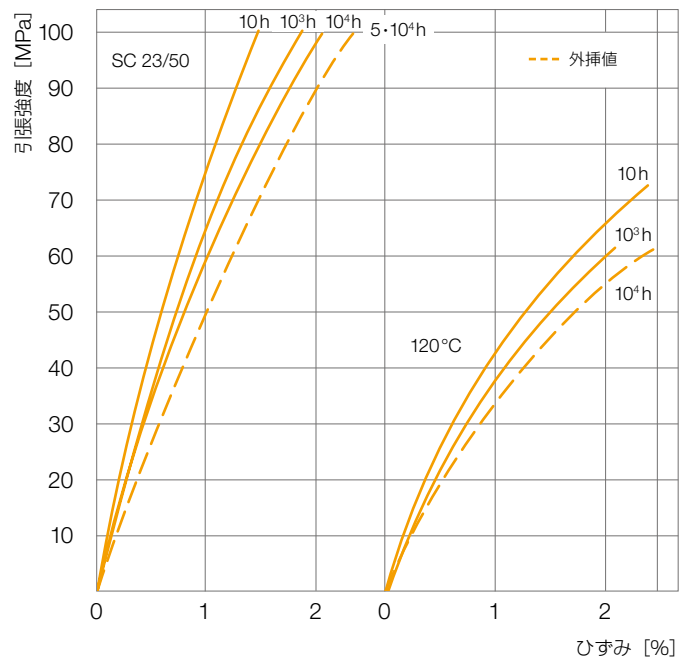


図 12：ウルトラミッド A3WG10 の等時応力曲線
(ISO 899, 絶乾, 23°C /50% RH および 120°C)

繰返荷重下での挙動と曲げ疲労強度

工業部品はまた、動的な荷重、特に繰返または周期的な荷重を受けることがよくあります。構造部品も同様の周期的な荷重を受けます。そのような荷重下での材料の挙動は引張および圧縮の繰返荷重を用いた長期試験により求められます。その結果は負荷荷重を各々の場合の疲労限界繰返回数に対してプロットして得られるウェーラー図表として表されます (図 13 参照)。

摩擦・摩耗特性

平滑で強靱かつ硬い表面、結晶構造、高い耐熱性、潤滑剤・燃料・溶媒等に対する耐性を持つため、ウルトラミッドは摺動部品用として理想的な材料です。金属では摩擦が非常に大きくなるのに対し、ウルトラミッドは潤滑剤未添加であっても、問題ありません。

摩擦・摩耗は摺動部品の特性であり、多くの要因が介在しています。相手の摺動部材とその表面粗さ、接触部分の形状、潤滑剤等の媒体、負荷、摺動速度、温度等の外的要因が関係しています。

中でも特に影響が大きい要因としては、相手材の硬さ、表面の粗さ、摺動部にかかる圧力、摺動距離、摺動面の温度、潤滑剤の有無です。

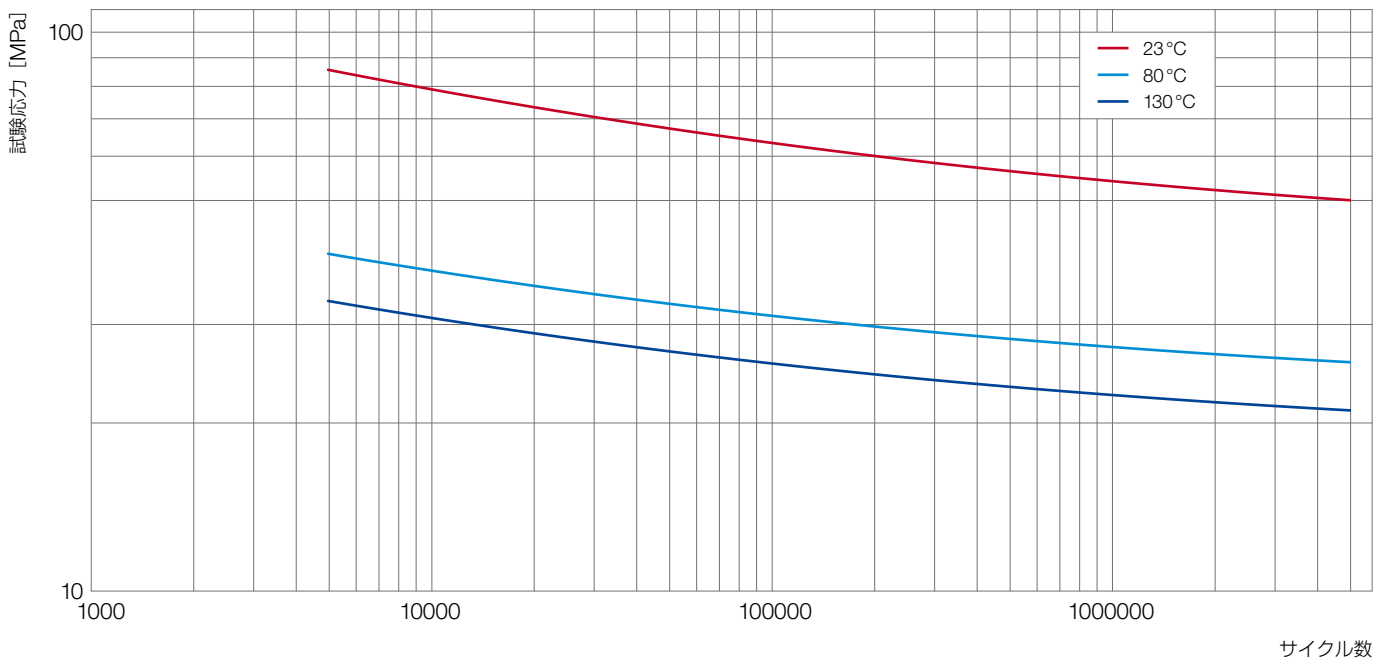


図 13 : ウルトラミッド A3WG7 疲労特性の温度依存性 (絶乾状態, R = -1, 10 Hz, 厚み = 3 mm)

熱的特性

ウルトラミッドは以下に示す融点を持っています。

- Ultramid® A: 260℃
- Ultramid® B: 220℃
- Ultramid® C: 243℃
- Ultramid® S: 222℃
- Ultramid® T: 295℃

融解温度に近い温度まで、水素結合による強力な分子間力と部分結晶性の構造のため、ウルトラミッドはその製品形状を維持することができます。

また、ウルトラミッドは低い線膨張係数を持つ半結晶性熱可塑性樹脂の1つです。特に強化グレードの温度変化に対する寸法変化はごく僅かです。ただし、ガラス繊維強化グレードの線膨張係数はガラス繊維の配向の影響を受けます。

高温下における挙動

熱を受けるウルトラミッド製部品の挙動は、樹脂自体の熱的性質以外に、熱にさらされる時間、熱源の種類、機械的負荷の種類と大きさに依存します。パーツの形状もその影響を受けます。種々の標準試験により得られる耐熱温度は目安や比較の意味では有効ですが、部品の耐熱性にこれらの値を直接用いることはできません。

ISO 6721-2 に規定されている、ねじり振動子によるせん断弾性率と対数減衰率から樹脂の高温での挙動を知ることができます。せん断弾性率曲線(図5～図6)を比較すれば、低応力、低ひずみ速度での熱機械的挙動の違いがわかります。実際の経験からも、適正な条件で成形された部品の熱安定性は、ねじり振動子試験で軟化が始まる温度領域とよく一致していることが知られています。

電気用品には通常、IEC 60695-10-2 (ボール押し込み試験)が規定されています。ウルトラミッド全グレードの成形品は、高電圧部品に必要とされる125℃での本試験の規格を満たしています。繊維強化グレードがこの用途に適しています。



サーキットブレーカー

耐熱老化性

高温の雰囲気中で長時間使用される部品にはグレード名の中の2番目の文字としてK、E、H、Wのいずれかが入っている耐熱安定化グレードが適しています。非常に高温な環境下にさらされる場合には、W2グレードやウルトラミッド Endure が最適です。

それぞれの安定剤の性能について、表4に示します。

材料種	K	E	H	W
非強化材	A3K			A3W
GF強化材		A3EG6	A3HG5	A3WG6
色調	無色	無色	褐色	薄緑色
効果				
120℃大気中で強度が50%低下する日数				
非強化材 [日]	200		700	1000
GF強化材 [日]		>1500	>2000	>2000
温水、冷却水		(●)	●*	●*
屋外曝露	●	●	●	●
エンジンオイル 潤滑油	●	●	●●	●
電気特性	●	●	●	(●)

表4：ウルトラミッドの安定性

- = 特に適している
- = 適している
- (●) = 条件付きで適用可能
- * = A3HG6 HR, A3WG6/7 HRX

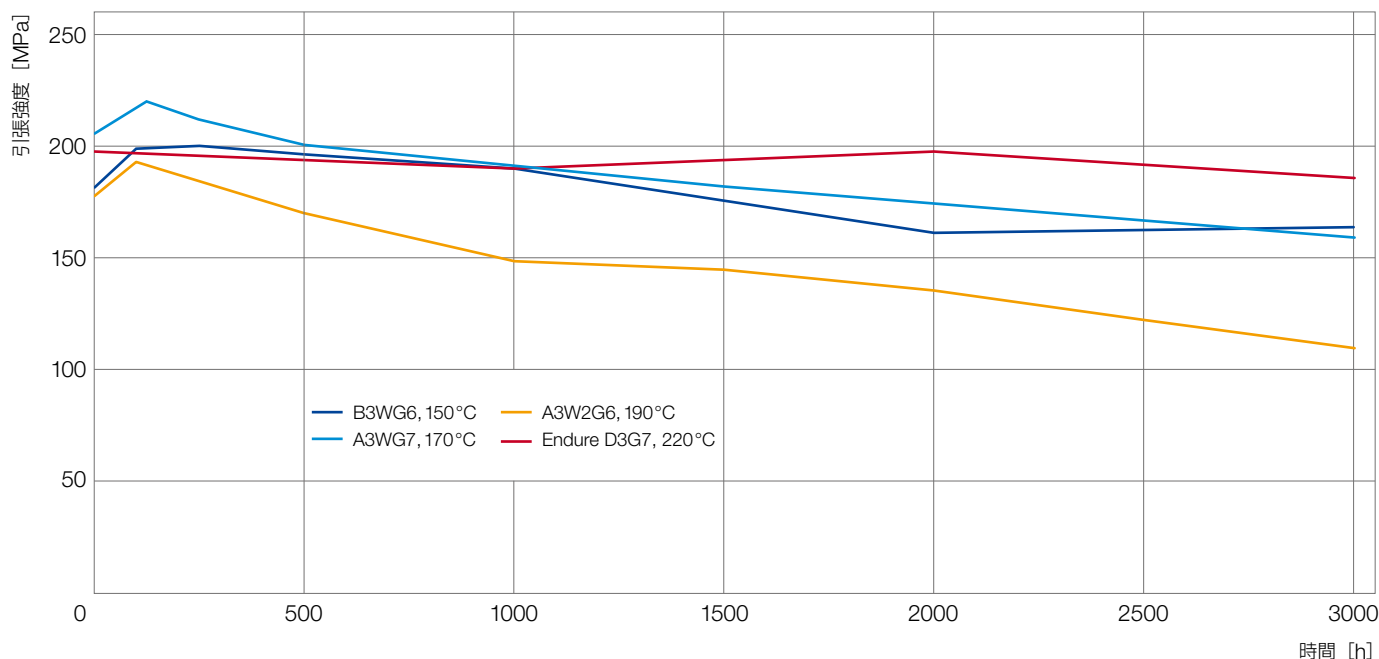


図 14：ウルトラミッドの引張破壊強度の耐熱老化性（23℃）

吸水率と寸法安定性

高温潤滑油、冷却液、溶剤中での耐久性

ウルトラミッドがエンジンやギアオイルと接触するような自動車の機構部品として幅広く使用されている理由は、高温の潤滑油、燃料、溶剤、洗浄剤等に対し非常に高い長期耐久性を有するためです。図 15 は、ウルトラミッド A が潤滑油中に浸漬した場合、どの程度影響を受けるかを示したグラフです。H グレードあるいは W グレードは潤滑油に対して耐久性があることが分かります。

ポリアミドの特徴として、ほかの熱可塑性樹脂よりも吸水しやすいという特徴があります。水中に浸漬するか、あるいは湿った空気中に放置された成形品は吸水しますが、その量は相対湿度、時間、温度、肉厚により異なります。吸水の結果、成形品の寸法はわずかですが変化します。飽和吸水量は別冊のグレード一覧に記載してあります。図 16 は相対湿度と平衡吸湿量の関係を示してあります。

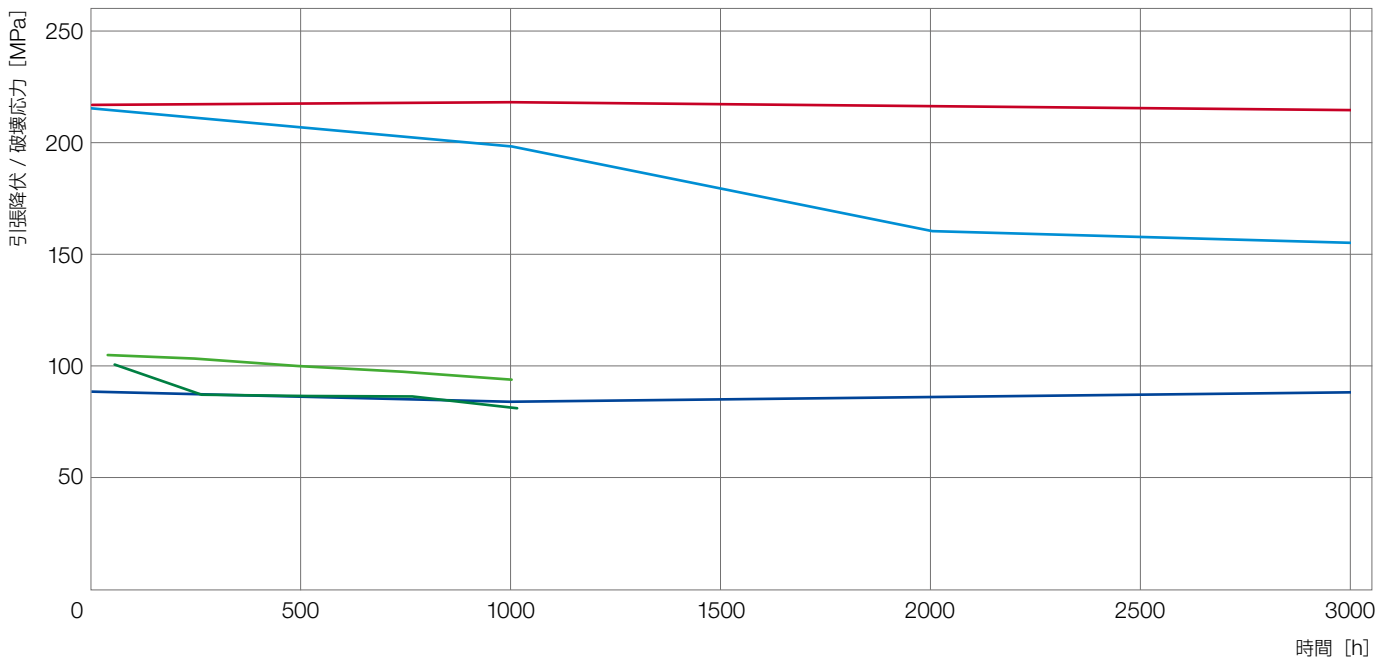


図 15: 各種の溶媒中における引張強度の変化 (23°C)

- A3WG7, モーターオイル - SAE 5W-30, 150°C
- A4H, グリース M 003/04, 120°C
- A3WG7, ギアオイル - Dexron VI ATF 2, 150°C
- A3WG7 HRX, 冷却水 - グリサンチン G30 - H₂O 1:1, 130°C
- A3WG7 HRX, 冷却水 - グリサンチン G48 - H₂O 1:1, 130°C

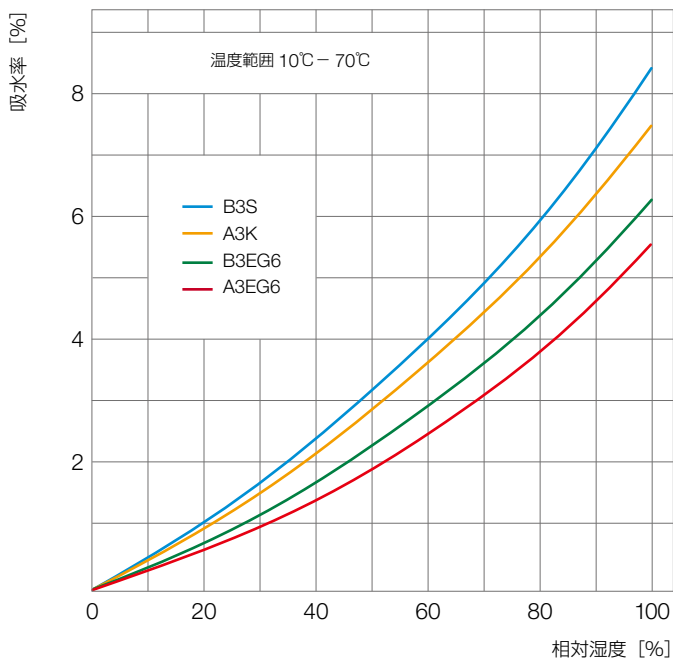


図 16：各湿度におけるウルトラミッドの平衡吸水率
温度範囲：10℃ - 70℃
データのバラつき：±0.2 ~ 0.4%

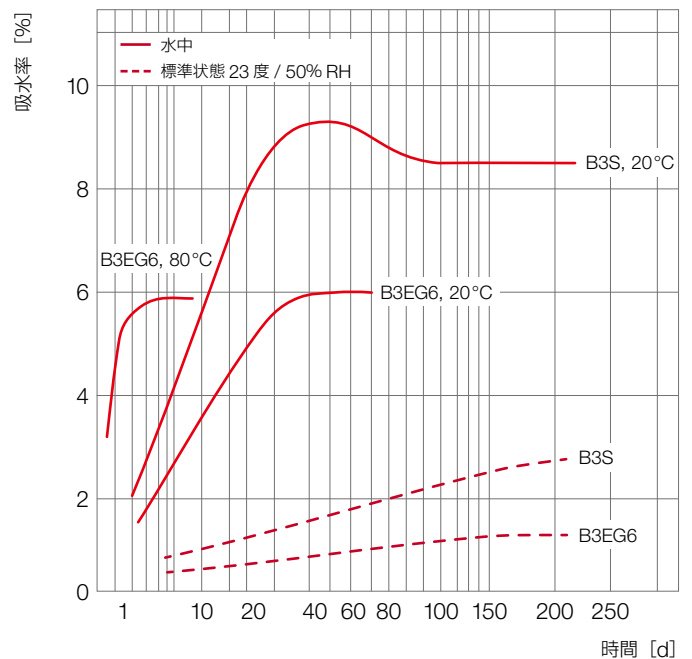


図 17：ウルトラミッド B の調湿時間と吸水率の関係
(試験片厚み 2mm)

図 17、18 はウルトラミッドのさまざまな環境下での吸水特性を示しています。吸水すると、耐衝撃性、破断ひずみ、クリープが増加し、強度、剛性、硬度が低下します。

吸収された水分が成形品内部に均一に分散したと仮定すれば、ウルトラミッド未強化グレードの場合、1%の吸水は最大 0.9% の体積膨張をもたらし、これは 0.2 ~ 0.3% の寸法増加に相当します。ガラス繊維強化グレードの場合では、同じく 1% の吸水に対する寸法増加は樹脂の流れ方向で 0.1% 以下です。ガラス繊維強化グレード、ミネラル充填グレードは、湿度が変わるような環境下においても良好な寸法安定性をもっていると言えます。

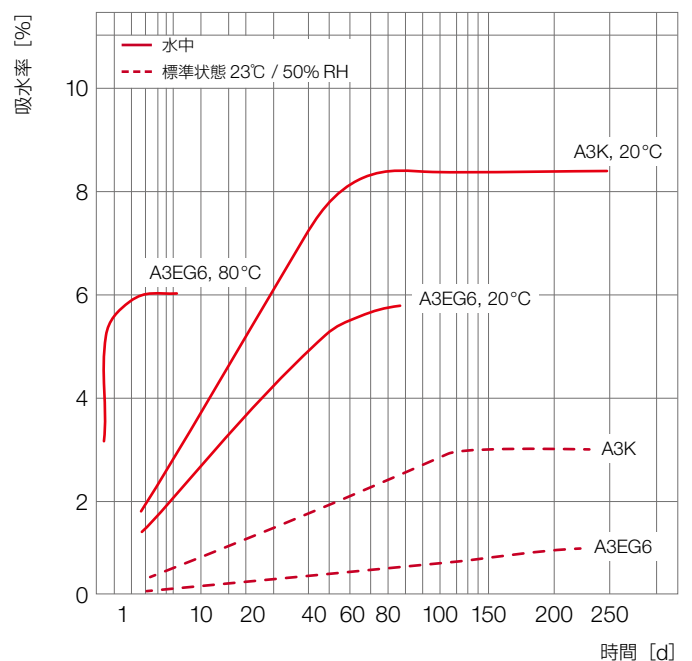


図 18：ウルトラミッド A の調湿時間と吸水率の関係
(試験片厚み 2mm)

電気特性

電気関連分野、特に電力分野での絶縁やハウジング用途ではウルトラミッドの優れた電気特性が重要な役割を果たします。高い体積・表面抵抗、耐電圧、耐トラッキング性に加え、優れた耐熱性、耐熱老化性、衝撃強度、クリープ強度などの特性から絶縁材料として非常に高く評価されています。難燃性が要求される用途においても、採用されています。

電気特性に関連して、以下の点も重要な特徴です。

- ウルトラミッドはトラッキング特性に優れていますが、吸水することで若干低下します。
- 体積固有抵抗、表面抵抗ともに非常に高い値を示しますが、高温時、または吸水率が高いときには若干低下します。
- すべての電気絶縁材料に共通して、過酷な条件下では水分の凝縮が起こらないように注意してください。
- 換気が悪く、高温・多湿な環境下では、絶縁性能は低下することがあります。

以上のような条件下では製品性能に対し、用途毎に十分留意してください。別冊のグレード一覧に電気特性の値を示してあります。



コネクター



ブラッシュホルダー

図 19, 20 にウルトラミッドの耐電圧と体積抵抗率の温度、湿度の依存性を示しています。

赤リン系難燃剤を含む難燃グレードでは以下の点にご注意ください。ウルトラミッド A3X には赤リンの分解を防止する特殊な添加剤が用いられています。しかしながら、高温多湿などの苛酷な環境下でウルトラミッドを絶縁部品として用いる場合には、製品試験を十分におこなってください。



ギアボックス

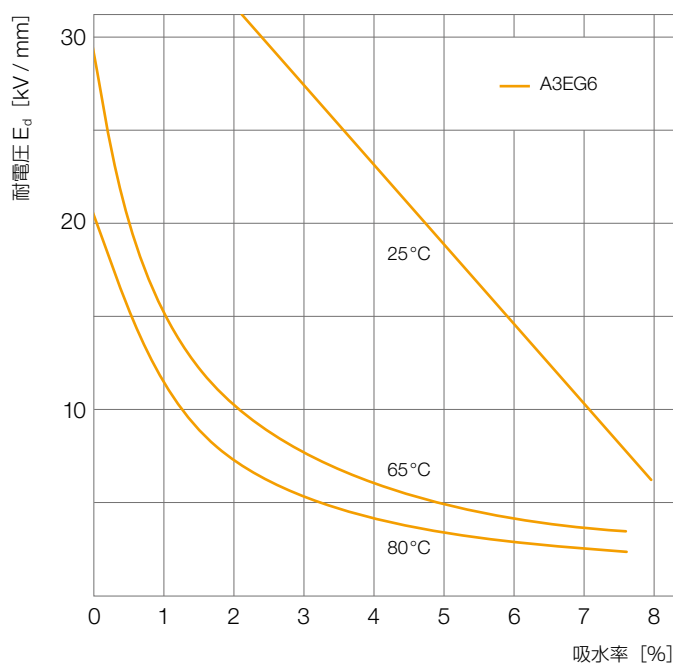


図 19 : Ultramid® A3EG6 の吸湿量、温度と絶縁耐圧の関係 (IEC 60243; 肉厚 3mm)

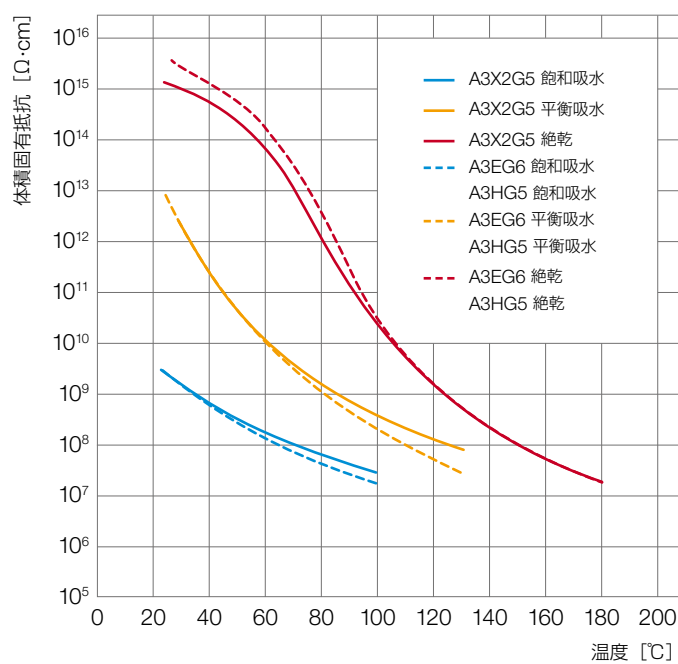


図 20 : GF 強化ウルトラミッド A の温度、吸湿量と体積固有抵抗との関係 (IEC 60093)

難燃性

ウルトラミッド A, B, C は 310℃以上の温度で徐々に分解を始めます。ウルトラミッド T の場合は 350℃です。450 ~ 500℃の温度領域では、可燃性のガスを発生します。いろいろな要因があるため、ほかの可燃物質の場合と同様に、発火点を明確に定義する事は困難です。その分解生成物をつめを焼いた時の臭いがします。成分は主に二酸化炭素と水ですが、少量の一酸化炭素と窒素および微量の窒素化合物も発生します。400℃以下で発生する分解生成物は、有害物質として見た場合、同じ条件で木材から生成する分解生成物より低い毒性でしかありません。さらに高い温度での、発生ガスの毒性については木材と同じレベルです。

試験法

電気分野

電気絶縁材用の難燃性の評価には種々の方法があります。

ヨーロッパでは IEC 60695 に基づくグローワイヤー試験がよくおこなわれます。表 5 にウルトラミッドの分類を示します。棒状の試験片で UL 94 の難燃性評価試験もおこなわれます。未強化のほぼすべてのウルトラミッドは UL 94 V-2 です。未強化の難燃グレードウルトラミッド C3U は UL 94V-0 です。さらに、IEC60335 では、無人で稼動し、大電流が流れる家電製品は GWIT 775 (IEC 60695) に合格することを求めています。

強化グレードの場合、難燃性を得るためには難燃剤を必要とします。例えば、ウルトラミッド A3X2G...A3U40G5 (GF 強化グレード) とウルトラミッド TKR 4365 G5 並びに特殊なミネラル充填グレードがあります。燃焼性のデータは表 3 および 5 に示します。

Ultramid®	UL 94	グローワイヤーテスト ¹⁾ IEC 60695 2-12	FMVSS 302 (d≥1mm)
A3K	V-2 (0.4mm)	960℃ ²⁾	適合
B3S	V-2 (1.5mm)	960℃ ²⁾	適合
A3EG... reinforced	HB	650℃	適合
B3EG... reinforced	HB	650℃	適合
A3X2G10	V-0 (1.5mm)	960℃	適合
A3X2G5	V-0 (0.8mm)	960℃	適合
A3X2G7	V-0 (0,75mm)	960℃	適合
B3UG4	V-2 (0.71mm)	960℃	適合
B3U30G6	V-2 (0.8mm)	960℃	適合
C3U	V-0 (0.4mm)	960℃	適合
T KR 4365 G5	V-0 (0.8mm)	960℃	適合
A3U40G5	V-0 (0.4mm)	960℃	適合

表 5：難燃性の指標

¹⁾ 厚み 1mm の板を使用

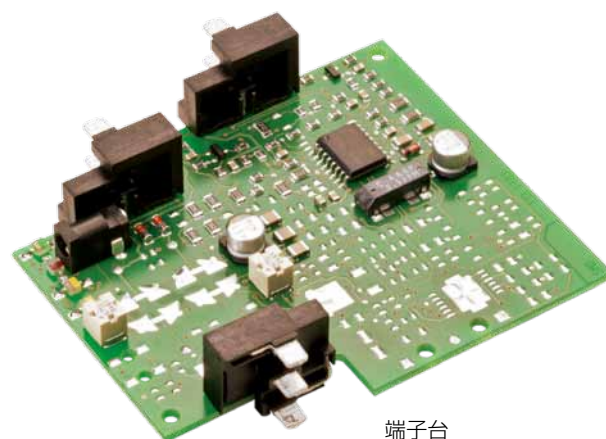
²⁾ 未着色品を使用 (着色により影響を受けることがあります)

輸送機器分野

この分野においては、自動車、鉄道の性能向上に大きな貢献を果たしています。自動車用途では難燃性については、DIN 75200 と FMVSS302 に規定された安全性が要求されており、ウルトラミッド製品のほとんどが 1mm 以上の厚みで要求を満たしています (表 5)。

建築分野

建築材料については、DIN 4102 の Part 1「建築材料および建築部品の難燃性」の規則に従って使用されます。ウルトラミッドは基本的に建築材料クラス B2 に分類されます。



端子台



エンドキャップ

耐薬品性

ポリアミド樹脂はすべて、潤滑油、エンジン燃料、油圧用オイル、冷却液、染料、塗料用溶剤、洗浄剤、脂肪族および芳香族系炭化水素およびほかの多くの溶剤に対し、高温中でも耐性があります。

ウルトラミッドは塩やアルカリのような多くの無機化合物の水溶液に対しても、耐腐食性があります。特に大きな特徴は、ケミカルストレスクラッキングに対して非常に強いことです。

また、界面活性剤、エーテル系の油、アルコール類、一部の有機溶剤はポリアミド樹脂のクリープ性を低下させることはありません。

自動車、航空機、化学工業分野でウルトラミッドは耐薬品性に対する高い要求を満たしています。

ウルトラミッドは高濃度の無機酸、一部の酸化剤、および高温での数種の塩素化炭化水素におかされます。一部の重金属塩溶液、例えば塩化亜鉛水溶液には敏感です。ガラス繊維配合品は、基本的にガラス繊維にアルカリ耐性がないので、アルカリによりおかされます。

表 6 に重要な化学品に対する耐久性を示します。耐薬品性の総合的な情報と、浸漬試験および実用試験から得られた詳細なデータが技術資料<ウルトラミッド、ウルトラフォルム、ウルトラデュアーの耐薬品性>に記載してあります。資料は数多くの試験結果を用いて、ウルトラミッドの短期的、または長期的な耐薬品性の概要を示しています。



サーモスタットハウジング

高分子材料はさまざまな種類の溶媒に晒され、多くの要因により複雑な相互作用を起こすこともあります。そのため、製品の現実的な環境下で標準的な製品条件で評価を行うことで、材料がその用途に適用可能かを判断することをおすすめします。一方で実験室の評価では、単純な試験片を用いて明確に規定された溶媒に一定の条件で浸漬しています。このような実験では異なる材料間での相対比較をすることができ、材料選択の際に正しい材料を選ぶための基礎情報として役に立ちます。しかし、これらの実験結果を、そのまま実際の製品評価に代用することはおすすめできません。

過酷な環境下、または腐食性薬品に触れうる場合は、耐薬品性を必ず確認してください。これは類似の製品での経験などを利用したり、実際の環境下で評価することをおすすめします。

オイルセンサー



オイルパン

	Ultramid® A	例	Ultramid® B
きわめて安定な溶媒	脂肪族炭化水素	ガソリン、灯油、モーター油、グリース、潤滑油	脂肪族炭化水素
	芳香族炭化水素	ベンゼン、トルエン	芳香族炭化水素
	アルカリ	石鹼水、洗剤、アルカリコンクリート	アルカリ
	エチレングリコール	ブレーキ液、作動液	
	エーテル	THF、アンチノック剤(TBME, ETBE)	エーテル
	エステル	グリース、料理油、モーター油、界面活性剤	エステル
	脂肪族アルコール	60℃未満のエタノール、メタノール、イソプロパノール、凍結防止剤、燃料(E10, E50, E90)	脂肪族アルコール
	水、水溶液	飲料水、海水、飲料	水、水溶液
	有機酸	固体状態のクエン酸、安息香酸	有機酸
	酸化物	空気中のオゾン	酸化物
比較的安定な溶媒	アルカリ	水酸化ナトリウム水溶液、アンモニア溶液、尿素溶液、アミン	アルカリ
	エチレングリコール	冷却水	
	エステル	トランスミッションオイル、バイオディーゼル	エステル
	脂肪族アルコール	60℃以上のエタノール、メタノール、イソプロパノール、凍結防止剤、燃料	脂肪族アルコール
	水、水溶液	塩素水	水、水溶液
	有機酸	酢酸、クエン酸、ギ酸、安息香酸水溶液	有機酸
	酸化物	少量のオゾン、塩素ガス	酸化物

表 6：ウルトラミッドの耐薬品性一覧（変色は考慮に入れておりません。）

例	Ultramid® S	例	Ultramid® T	例
ガソリン、灯油、モーター油、グリース、潤滑油	脂肪族炭化水素	ガソリン、灯油、モーター油、グリース、潤滑油	脂肪族炭化水素	ガソリン、灯油、モーター油、グリース、潤滑油
ベンゼン、トルエン	芳香族炭化水素	ベンゼン、トルエン	芳香族炭化水素	ベンゼン、トルエン
石鹼水、洗剤、アルカリコンクリート	アルカリ	石鹼水、洗剤、アルカリコンクリート	アルカリ	石鹼水、洗剤、アルカリコンクリート
	エチレングリコール	ブレーキ液、作動液、冷却水	エチレングリコール	ブレーキ液、作動液
THF、アンチノック剤(TBME, ETBE)	エーテル	THF、アンチノック剤(TBME, ETBE)	エーテル	THF、アンチノック剤(TBME, ETBE)
グリース、料理油、モーター油、界面活性剤	エステル	グリース、料理油、モーター油、界面活性剤	エステル	グリース、料理油、モーター油、界面活性剤
60℃未満のエタノール、メタノール、イソプロパノール、凍結防止剤、燃料(E10, E50, E90)	脂肪族アルコール	60℃未満のエタノール、メタノール、イソプロパノール、凍結防止剤、燃料(E10, E50, E90)	脂肪族アルコール	60℃未満のエタノール、メタノール、イソプロパノール、凍結防止剤、燃料(E10, E50, E90)
飲料水、海水、飲料	水、水溶液	飲料水、海水、飲料、融雪剤、塩化カルシウム水溶液、塩化亜鉛水溶液	水、水溶液	飲料水、海水、飲料、融雪剤、塩化カルシウム水溶液、塩化亜鉛水溶液
クエン酸(固体) 安息香酸(固体)	有機酸	クエン酸(固体) 安息香酸(固体)	有機酸	クエン酸(固体) 安息香酸(固体)
空気中のオゾン	酸化物	空気中のオゾン	酸化物	空気中のオゾン
水酸化ナトリウム水溶液、アンモニア溶液、尿素溶液、アミン	アルカリ	水酸化ナトリウム水溶液、アンモニア溶液、尿素溶液、アミン	アルカリ	水酸化ナトリウム水溶液、アンモニア溶液、尿素溶液、アミン
	エチレングリコール	冷却水	エチレングリコール	冷却水
トランスミッションオイル、バイオディーゼル	エステル	トランスミッションオイル、バイオディーゼル	エステル	トランスミッションオイル、バイオディーゼル
60℃以上のエタノール、メタノール、イソプロパノール、凍結防止剤、燃料	脂肪族アルコール	60℃以上のエタノール、メタノール、イソプロパノール、凍結防止剤、燃料	脂肪族アルコール	60℃以上のエタノール、メタノール、イソプロパノール、凍結防止剤、燃料
塩素水	水、水溶液	塩素水	水、水溶液	塩素水
酢酸、クエン酸、ギ酸、安息香酸水溶液	有機酸	酢酸、クエン酸、ギ酸、安息香酸水溶液	有機酸	酢酸、クエン酸、ギ酸、安息香酸水溶液
少量のオゾン、塩素ガス	酸化物	少量のオゾン、塩素ガス	酸化物	少量のオゾン、塩素ガス

	Ultramid® A	例	Ultramid® B
不安定な溶媒	鉱酸	濃塩酸、希硫酸、硝酸	鉱酸
	酸化物	ハロゲン、発煙硫酸、過酸化水素、オゾン、次亜塩素酸塩	酸化物
ストレスクラックを引き起こす溶媒	塩化カルシウム水溶液	融雪剤	塩化カルシウム水溶液
	塩化亜鉛水溶液	亜鉛めっきと接触した融雪剤の水溶液	塩化亜鉛水溶液
溶解可能な溶媒		濃硫酸	
		ギ酸(90%)	
		ヘキサフルオロイソプロパノール	

表6：ウルトラミッドの耐薬品性一覧（変色は考慮に入れておりません。）



例	Ultramid® S	例	Ultramid® T	例
濃塩酸、希硫酸、硝酸	鉱酸	濃塩酸、希硫酸、硝酸	鉱酸	濃塩酸、希硫酸、硝酸
ハロゲン、発煙硫酸、過酸化水素、オゾン、次亜塩素酸塩	酸化物	ハロゲン、発煙硫酸、過酸化水素、オゾン、次亜塩素酸塩	酸化物	ハロゲン、発煙硫酸、過酸化水素、オゾン、次亜塩素酸塩
融雪剤				
亜鉛めっきと接触した融雪剤の水溶液				
濃硫酸		濃硫酸		濃硫酸
ギ酸(90%)		ギ酸(90%)		ギ酸(90%)
ヘキサフルオロイソプロパノール		ヘキサフルオロイソプロパノール		ヘキサフルオロイソプロパノール



オイルフィルター
モジュール

耐候性

ウルトラミッドの多くは屋外での使用に適していますが、グレードの選択は要求性能によります。グレード名にKの入った未強化、安定剤入りウルトラミッドは未着色でも高い耐候性をもっています。顔料を加える事により耐候性はさらに高まります。中でもカーボンブラックが最高の効果を与えます。強化ウルトラミッドも良好な耐候性を示します。安定剤入りのグレード、例えばウルトラミッド B3WG6 bk564 は 10 年以上の屋外曝露に耐えた実績があります。

表面付近のガラス繊維はかなり影響を受けるので、ガラス繊維強化グレードは短時間の曝露で表面の外観や色合いに変化をきたすことがあります。ガラス繊維強化グレードの成形品を数年間屋外曝露した場合、表面から数十分の一ミリ程までの侵食を受けますが、機械的物性に関しては大きな影響はありません。

着色品の場合、耐候性のレベルは添加された顔料に依存します。着色品は非常に多くの組成が存在するため、個々のケースにおいて耐候性の製品評価を行うことをおすすめします。自動車のドアミラーのような外装用途は、何年間も屋外曝露された場合でも表面外観が変わらないことが要求されておりますが、特殊 UV 安定剤と高濃度のカーボンブラックを配合したグレードで良好な結果が得られています。

数年間の屋外曝露の結果、表層の数マイクロメートルが削られることがありますが、過去の経験から機械物性の急激な低下は起こりません。図 21 は 10 年以上の屋外曝露させた後の物性の変化を示していますが、劣化はわずかであることが分かります。

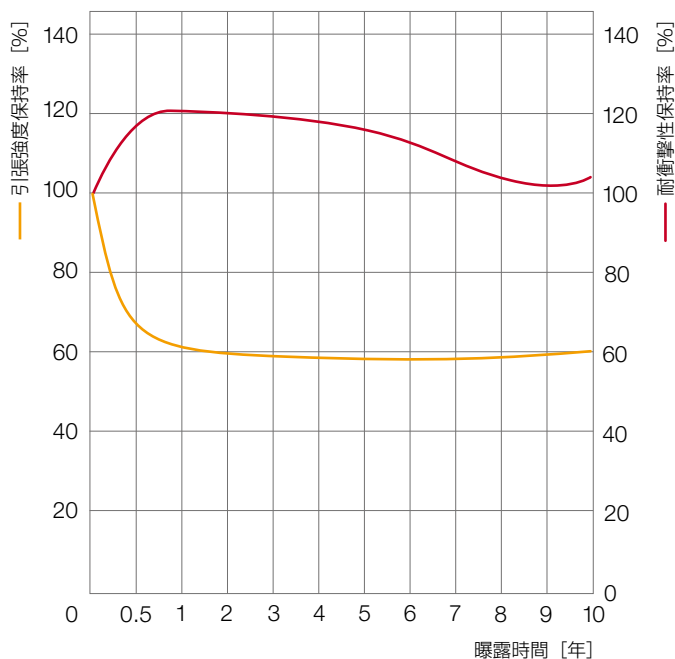


図 21 : Ultramid® B3WG6 black 564 の屋外曝露試験による物性の変化



固定クリップ

ウルトラミッド® T

半芳香族ポリアミドTは以下の特徴を備えています。

- 温度変化に対する寸法安定性（融点：295°C）
- 高剛性と高強度
- 外部環境に影響されにくい機械物性
- 芳香族ポリアミドの中で最も高強度
- 低収縮と低ソリ
- 低い吸水速度
- 高い耐薬品性
- 優れた電気特性

中でもガラス繊維で強化されたグレードは、剛性が非常に高いため金属代替材料として理想的な材料です。その他のPPAと比べて、ウルトラミッドTは成形条件幅が広い特徴があり、従来の水冷式金型で成形することが可能です。以上のようにウルトラミッドTは非常に扱いやすい材料です。

機械的特性

PA6 や PA66 のような従来のポリアミドに比べて、ウルトラミッドTは吸水速度が遅いことが特徴です。加えて、ウルトラミッドTは吸水した場合でも大きな機械物性の変化を起こしません。

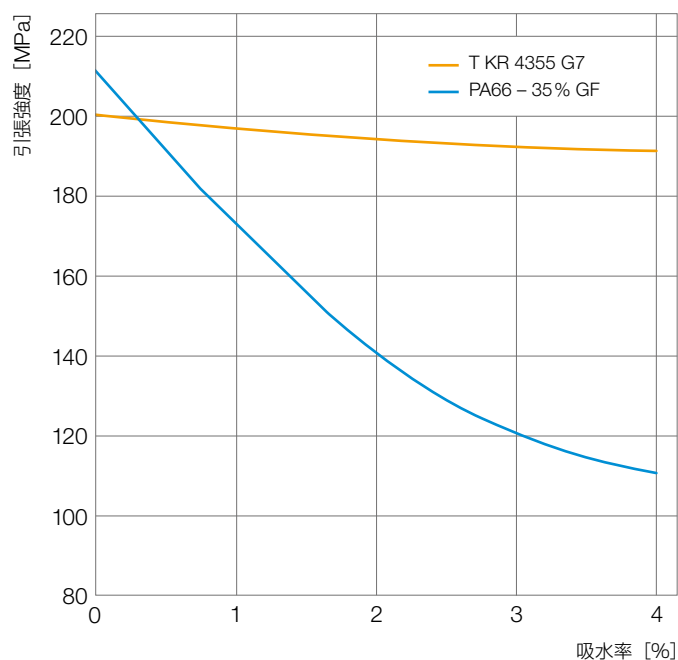


図 22 : Ultramid® T と PA66 の引張強度の吸水率依存性



回路台

ウルトラミッド T は、その特徴的な分子構造から他の芳香族ポリアミドよりも非常に高い耐衝撃性を示します。低温での耐衝撃性に優れているためプラグやコネクタ用途に適した材料です。

耐薬品性

他のポリアミドと同じようにウルトラミッド T は非常に優れた耐薬品性を示します。さらには、アルコールのような極性溶媒に対しても、短期的には耐性があります。また、ウルトラミッド T は通常の PA6 に比べて、強度・剛性の低下や体積変化はほとんど起こりません。

収縮とソリ

ウルトラミッド T はその分子構造により、PA66 よりも流動方向・垂直方向とも低い収縮率を示します。通常のポリアミドよりも吸水速度が遅いため、ウルトラミッド T は外部環境による寸法安定性に非常に優れています。

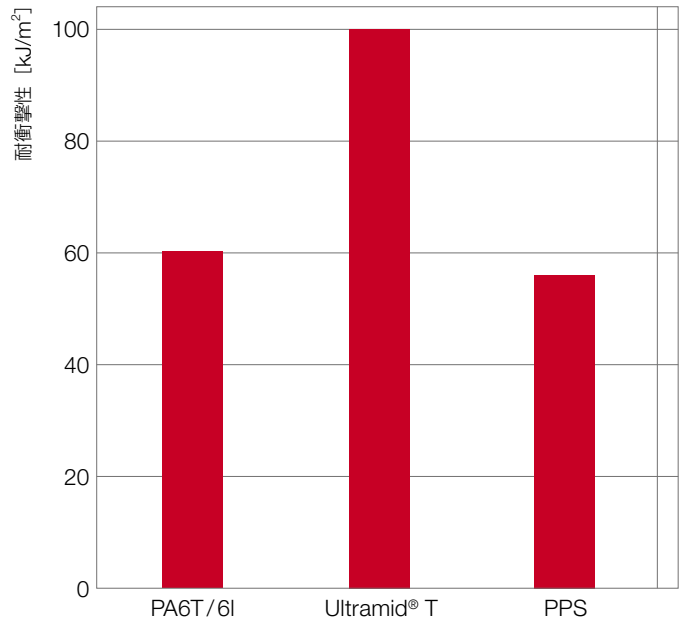


図 23 : Ultramid® T と PA6T/6I, PPS の耐衝撃性 (GF 量 : 30-35%)



燃料圧力センサー

ウルトラミッド® S バランス

ウルトラミッド S バランスは以下のような特徴を持っています。

- 優れた耐加水分解性
- ストレスクラック耐性
- 低吸水性、高い寸法安定性
- 吸水による機械物性への影響が少ない

ウルトラミッド S バランスは高い剛性と強度をもった材料の一つであり、従来の PA6 や PA66 の機械的特性と各種溶媒に対する耐性の両方を要求される用途に使用することができます。

機械的特性

ウルトラミッド S バランスは PA6 や PA66 よりも低吸水性という特徴をもつため、環境の変化による物性変化を受けにくい特徴があります。さらには、PA12 よりも高い耐熱性をもつため、非常に優れた物性バランスを持っています。

耐薬品性と耐加水分解性

ほかのポリアミドと同様にウルトラミッド S バランスは、優れた耐薬品性を示します。さらには PA6 や PA66 よりも耐加水分解性に優れているため、プラグインコネクタや冷却系配管などに最適な材料です。また、燃料系のコネクタなどにも使用することができます。

塩化亜鉛による影響を考慮すると、ストレスクラック耐性は自動車外装用途では重要な性能です。ウルトラミッド S バランスはその分子構造により、優れた特性を持っています。例えば、ガラス強化のウルトラミッド S バランスは SAE 2644、および FMVSS 106 の要件を満たしております。これは金属や電子部品のオーバーモールドに適した材料であることを意味しています。

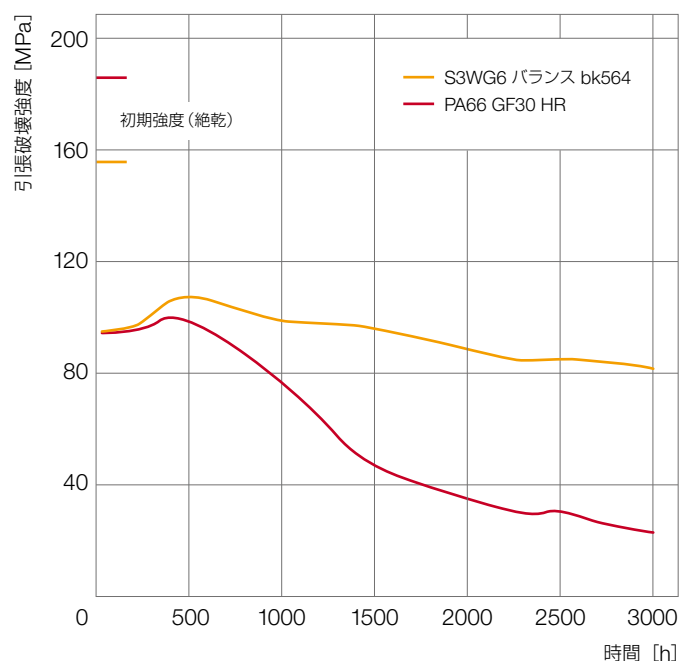


図 24 : Ultramid® S バランスと PA66 の加水分解特性 (グリサンチン / 水 (1 : 1) 130°C下)

クイックコネクタ



ウルトラミッドの成形加工

成形性

ウルトラミッドは、熱可塑性プラスチックに用いられる一般的な手法で成形することが可能です。最も重要な成形方法は射出成形と押出成形です。射出成形は複雑な形状の製品を大量生産するのに適しており、押出成形は丸棒、パイプ、シート、異型押出など、半製品の製造に用いられます。半製品はその後切削加工によって最終製品に加工されます。

ここでは主に射出成形について取り扱いますが、より詳細な情報はウェブサイト (www.plasticsportalasia.net) にアクセスを頂くか、BASF の担当者までお問い合わせください。

熔融および固化特性

ウルトラミッドの加熱時における軟化挙動は、ISO6721-2 に沿って測定されたせん断弾性率曲線および損失正接 ($\tan\delta$) の温度依存性グラフに示されるように、常温から温度を上げるにしたがって徐々に弾性率が低下しますが、融点付近で急激に熔融します (図 5, 図 6)。

一旦熔融した樹脂は、製品グレードにもよりますが、融点から 20°C から 40°C 低い温度まで冷却すると結晶化し、固化していきます。また熔融状態から結晶固化していくのに伴い、3% から 15% の範囲で体積収縮が起こります。体積収縮の挙動は図 25 の PVT 線図によって表されます。

結晶化挙動および PVT 特性は、射出成形のシミュレーションデータなどにも用いられています。

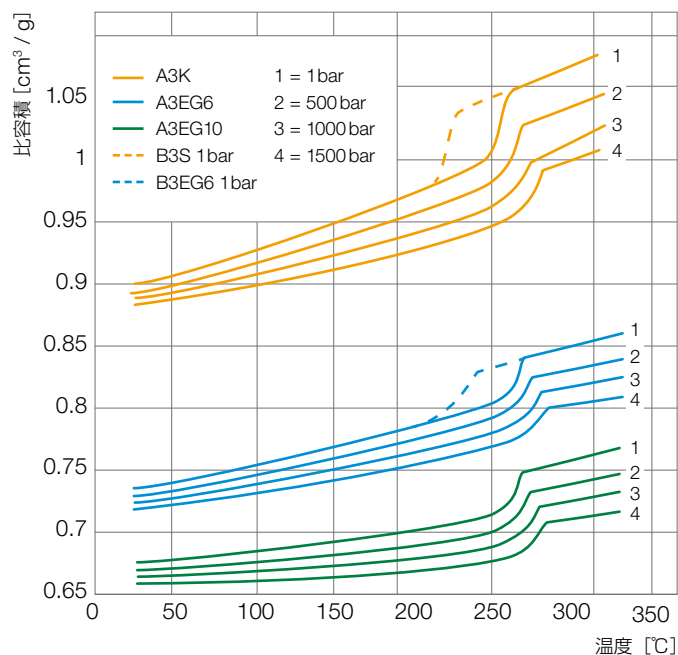


図 25 : Ultramid® A と B の PVT 線図

融解エンタルピー

ウルトラミッドは融解エンタルピーが比較的高く融融時に吸収する熱量が多いため、成形機には大容量のヒーターが必要となります。冷却に要する時間は肉厚の2乗に比例して長くなるため、局所的な肉厚の部分を作らないような設計を推奨しています。

溶融粘度

ウルトラミッドのレオロジー特性はキャピラリーレオメータによって得られる粘度 - せん断速度曲線や射出成形機を用いたスパイラルフロー試験などによって評価することができます。

射出成形時において、ウルトラミッドは10から1000 Pa・sの溶融粘度を示します。図26および27に示されるように、温度とせん断速度の影響を受けることがわかります。未強化グレードにおいては、溶融粘度は分子量の影響を強く受け、分子量が高いほど溶融粘度は高くなります。図26において、分子量はB3、B35、B4の順で高く、溶融粘度もそれに準じていることがわかります。ガラス繊維やミネラルフィラーによって強化されている場合は、充填物の配合量の影響を受けます(図27)。

溶融粘度はその他の因子の影響も受けます。例えば、吸湿したペレットを溶融した場合、過剰なせん断発熱が生じた場合などは粘度が低下し、材料の酸化劣化も粘度に影響を与えます。このような成形上の因子によって生じた分子量の変化は成形品の特性や耐久性にも影響を及ぼします。

溶融樹脂の熱安定性

適切な条件下で成形をしている限り、ウルトラミッドは熱劣化を殆ど考慮する必要がありません。成形機内に長時間滞留するなど、熱的な負荷が蓄積した場合には分解が起きます。推奨成形条件は後半に示される表7および、ウルトラミッドグレード一覧をご確認ください。

溶融樹脂が酸素と接触をしない限りにおいて、色調も殆ど変化しません。オープンズルの出口など、加熱樹脂が空気と接触しやすい箇所においては短い間でも変色します。

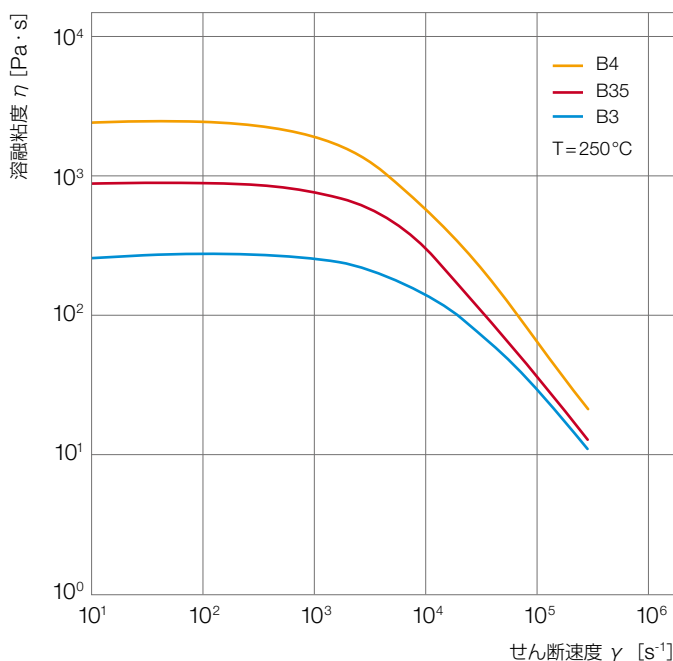


図26：未強化 Ultramid® Bのせん断速度に対する見かけの粘度

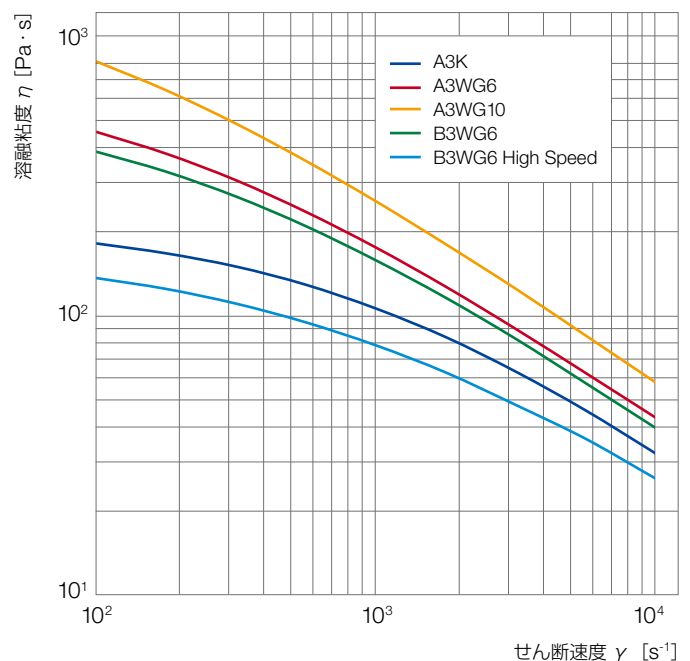


図27：GF強化 Ultramid® AとBの見かけの粘度 (280°C)

成形に関する一般的な注意事項

予備乾燥

ウルトラミッドは成形前に必ず乾燥する必要があります。吸湿量が多い状態で成形をすると、外観不良や強度低下などの問題が発生しやすくなります。難燃グレードにおいては、難燃剤の成分が成形品表面に析出しやすくなるなどの問題も発生しやすくなります。

成形時に問題が起きにくい水分の推奨管理範囲としては、射出成形の場合で 0.15%以下、押出成形の場合は 0.1%以下となります。ウルトラミッド T の場合は成形温度が高いため、さらに厳しい湿度管理が必要であり、0.03%以下での管理を推奨します。未開封の製品は防湿袋で納入されるため、乾燥をせずに成形をすることも可能ですが、高品質の成形品を安定的に生産するためには事前の乾燥は必要不可欠です。

結露による水分の吸着をさけるため、冷暗所で保管された製品袋を開封する際は、成形加工場と近い温度に調整した後に開封することを推奨します。

乾燥時間としては、通常 4 時間から 8 時間必要です。必要な時間はペレットの初期吸水率、乾燥システムによって異なります。乾燥機としては、除湿型の乾燥機を使用し、温度範囲としては 80℃から 120℃を推奨します。無着色グレードなど、変色を避ける必要がある場合には、80℃以下での乾燥が必要ですが、その場合は必ず除湿乾燥機を使用してください。しかしながら、乾燥によって生じる変色は製品の強度特性などに影響を与えませんので、黒色グレードなど色調変化が問題にならない場合は高い温度で乾燥することを推奨します。

成形機にベントを設けて水分を除去する方法は推奨できません。

セルフカラーリング

ウルトラミッドは、着色剤、マスターバッチなどを使用して着色することが可能です。ウルトラミッド T に関しては、成形温度が 310℃付近となるため、着色剤にも同様の耐熱性が求められます。

セルフカラーリングによって着色した場合は、混練の均一性、耐衝撃性、収縮率などについて、注意深く確認をしていただく必要があります。

UL94 による難燃性認証を得ているグレードに関して、成形品としての認証を得るためには UL746D のモルダー認定プログラムの規定に従う必要があります。また、HB 認証のウルトラミッド製品を着色する場合、ポリアミドをキャリアとし、HB またはそれ以上の難燃性を示す着色剤マスターバッチを使用する必要があります。UL 94 における V-2, V-1, V-0 の認証を得ているグレードに関しては、UL 認証を受けた着色材料のみが使用可能です。

食品接触用途での着色剤の使用に関しても関連の規制を確認する必要があります。本資料中の“食品衛生”の項をご覧ください。

再加工・リサイクル

スプルーやランナーなどウルトラミッドの成形時に生じた端材は、適切な管理の下、リグラインドし、再利用することが可能です。リグラインド材は形状が不定形、または表面積が大きいため吸湿しやすい特性があるのでご注意ください。

熔融粘度や溶液粘度を測定することで、リサイクルに伴う材料の劣化度合いを評価することも可能です。また用途ごとにリサイクル材の利用が許される範囲についてご確認ください。難燃材料については、各グレードの UL 認証における再利用可能な範囲をご確認ください。

ウルトラミッドは他の樹脂との相溶性に乏しいため、リサイクルなどにおける異種材との混合は避けてください。少量の異材混入であっても、成形品の表面外観や機械特性に悪影響を与える可能性があります。

成形機および成形条件

ウルトラミッドは一般的な射出成形機によって加工することが可能です。

可塑化ユニット

通常エンジニアリングプラスチックに用いられるシングルフライト式スリーゾーンスクリーがウルトラミッドにおいても適用可能です。有効スクリー長さはスクリー径 D に対して、20-23 D 、フライトピッチは $1.0D$ の構成が一般的です。スリーゾーンスクリーの推奨構成については図 28 をご覧ください。

スクリーの外径に対する推奨の溝深さについて図 29 に示します。通常タイプおよび浅溝タイプにおいて、それぞれ推奨される数値が異なります。推奨の圧縮比は双方とも $1 \sim 2$ となります。浅溝型のスクリーは材料の供給量が通常のものに比べて少ないため、成形機内に滞留する時間が短くなります。また、熔融状態が安定することによって成形品の品質も向上するといった利点があります。

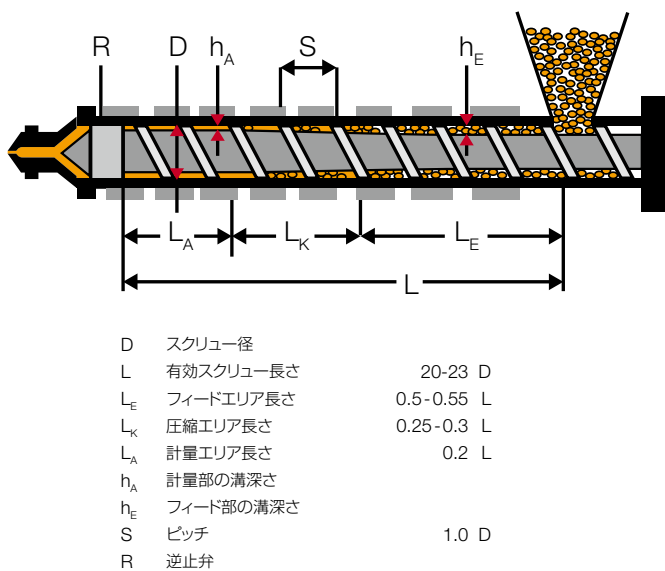


図 28：射出成形機に用いられるスクリー構成

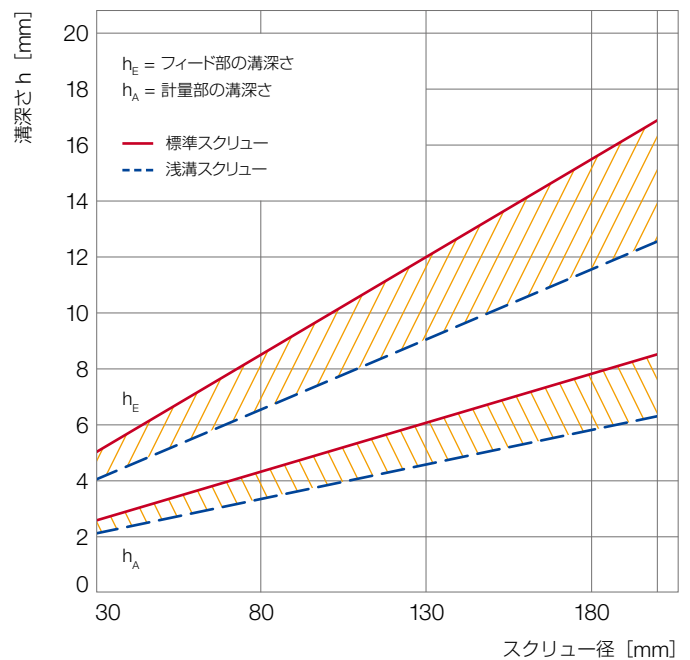


図 29：射出成形機におけるスクリー径と溝深さ

成形品の品質を安定させるためには、逆流防止弁が十分に機能していることを確認する必要があります。流動経路を確保しつつ、保圧時に適切なクッション量を維持するため、シリンダーとバルブリングのクリアランスは 0.02mm 以下とすることを推奨します。

ウルトラミッドの成形には、成形時に発生するせん断作用が少ないオープンノズルを使用することができます。材料替えが頻繁に発生する場合に適しています。可塑化ユニットが水平型で樹脂の流動性が高い場合は、ノズルからの樹脂の漏出が起きる場合があります。そのような場合にはシャットオフノズルを使用することで生産性が向上します。

ノズル内での樹脂の固化を避けるため、成形機のシリンダーとは別の加熱ヒーターが必要です。ガラス繊維強化グレードを使用する際には、成形機の可塑化ユニットが耐摩耗性の良い材質で構成されている必要があります。また難燃グレードを取扱いの場合には耐腐食性も必要になります。

金型設計

ウルトラミッドの金型を設計するのにあたり、一般的に用いられるプラスチック材料における金型設計指針、ゲート設計指針を参考にすることができます。

設計の早い段階において流動解析を行うことで、堅牢な設計を行うことができます。特に複雑な形状である場合にそのようなアプローチが有効です。

ウルトラミッド成形品は離型性に優れます。金型の抜き勾配は 1° から 2° を推奨します。抜き勾配が小さい場合には離型時に成形品に過剰な負荷がかからないように注意する必要があります。

ウルトラミッドの成形には一般的に用いられるほとんどのゲートタイプが適用可能です。ホットランナーを使用する場合には、金型との断熱や温度管理には特に注意を払い、過剰加熱による外観不良や加熱不足によるコールドスラグの発生を避けるようにしてください。



サイドミラーベース

ゲートのサイズについては、特に小さすぎる場合においてさまざまな問題が発生します。特に圧力損失による充填不足や、それを補う過剰射出圧力によるせん断発熱、外観不良などの問題が起きやすくなります。また成形品内部が固化する前にゲートシールしてしまうことによるヒケの発生も問題になります。

ガラス繊維強化グレード使用時には、ゲート周辺が摩耗しやすくなります。対策としては、耐摩耗性の鋼材を使用する、また、交換可能な入子構造とすることが有効です。難燃グレードの金型には、耐腐食性の合金、例えば X42Cr13 が適しています。

樹脂が充填される際には、金型内部の空気がスムーズに排気されるよう設計する必要があります。特に流動末端や、熔融樹脂の合流箇所にはベントを設けることでガス焼けなどの不良を未然に防ぐことができます。特に難燃グレードに関してはこのような対策が必要不可欠です。図 30 に、典型的なベントシステムを示します。

成形品の品質は、金型温度の影響を受けます。冷却回路および制御装置を適切に設計・選択することによって安定した温度管理が可能です。ウルトラミッドの成形に必要な金型温調は、水を媒体としたシステムが適用可能です。

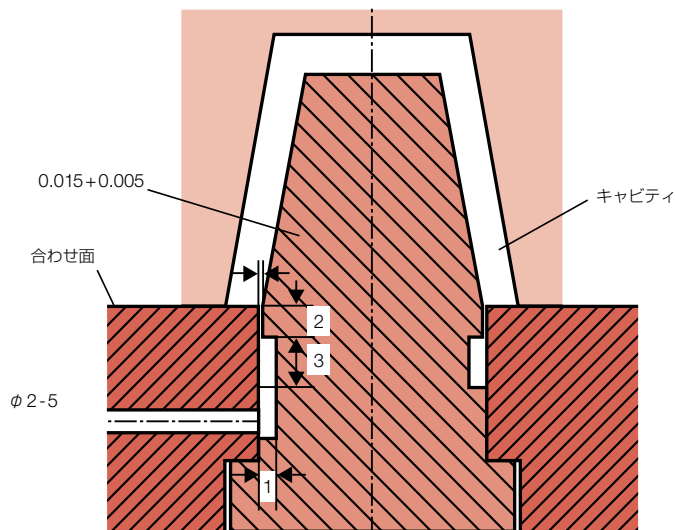


図 30：ベントシステムの例



ダボ

射出成形

成形の開始と停止

成形機は、通常の熱可塑性プラスチックの成形手順に従ってスタートアップしてください。表7に各種推奨条件を示しますが、立上時に成形機内に滞留している樹脂については熱負荷がかかっていますので、製品の成形前にパージしてください。詳細条件は成形品や成形機によって異なりますので、トライアルによって適切な条件をご確認ください。

難燃グレードを成形する際には、パージ後速やかに樹脂塊を水槽などで冷却して材料の劣化を防いでください。また成形機付近に適切な換気システムを設けることが必要です。詳細は“安全に関する注意事項”の項をご覧ください。

成形機内の滞留時間は、成形品の品質に影響を及ぼします。滞留が短く溶融が不十分な場合は不均一な成形品となり、10分以上の滞留が発生する場合には熱劣化による影響が起これやすくなります。成形を長時間中断した後は、シリンダー内の樹脂をパージしてから成形を再開してください。また成形を停止する際も同様に、極力シリンダー内の樹脂を排出してから成形を停止してください。

溶融温度

溶融温度の適正值は、溶融樹脂が流動する距離に応じて設定する必要があります。推奨値を超えた温度設定は劣化を促進させますので避けるようにしてください。+10℃程度の温度超過については、成形サイクルおよびシリンダー内の滞留時間が短い場合にのみ適用が可能です。

シリンダーの温度設定は、ホッパー側の温度を低めにし、ノズル側の温度を高く設定することで緩やかな溶融設定にすることができます。成形サイクルが短い場合には材料を効率的に加熱するため、シリンダー全体を同一の温度設定することが有効です(図31)。

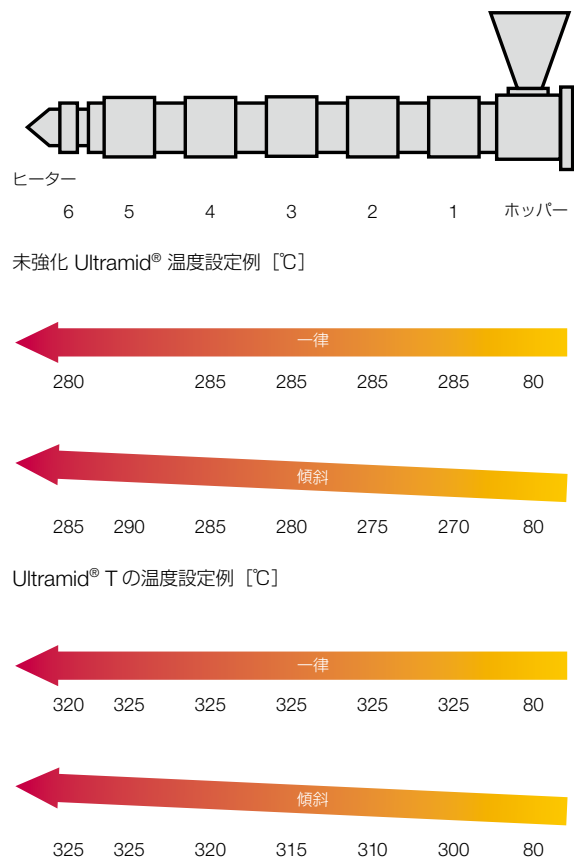


図 31 : シリンダー温度設定例

金型温度

ウルトラミッドの未強化グレードを成形する際の金型温度は、40℃から80℃としてください。ガラス繊維強化グレードは未強化グレードよりも若干高めの温度設定が必要です。成形品の外観を改善するためには80℃から90℃、また場合によっては120℃から140℃といった高温設定が必要な場合があります(表7)。

スクリー回転数

スクリー回転数は、可塑化時間の許す範囲で低めに設定する必要があります。例えば、φ50mmのスクリーにおいては75から115min⁻¹(周速0.2から0.3 m/sに対応)の設定が良く用いられます。回転数を上げ過ぎるとせん断発熱によって材料の劣化を引き起こす場合があります。

Ultramid®	熔融温度 [℃]	金型温度 [℃]	熔融温度 [℃]	金型収縮率 [%]			
				金型温度 [℃]	テストボックス ¹⁾	シート ²⁾	
						流動方向	垂直方向
A3K, A3W	280-300	60-80	290	60	0.85	1.40	1.70
A3HG5, A3EG5, A3WG5	280-300	80-90	290	80	0.55	0.50	1.10
A3X2G5	280-300	60-90	290	80	0.50	0.50	1.25
A3EG6, A3WG6	280-300	80-90	290	80	0.55	0.40	1.05
A3X2G7	280-300	80-90	290	80	0.45	0.35	1.15
A3EG10, A3WG10	290-310	80-90	300	80	0.45	0.35	0.80
A3U40G5	280-300	80-90	290	80	0.50	0.40	1.10
B3S	250-270	40-60	260	60	0.55	0.90	1.00
B3ZG3	270-290	80-90	280	80	0.50	0.60	0.70
B3ZG6	270-290	80-90	280	80	0.40	0.30	0.70
B3EG6, B3WG6	270-290	80-90	280	80	0.40	0.25	0.75
B3WG6 High Speed	260-290	80-90	280	80	0.50	0.25	0.75
B3WG7	270-290	80-90	280	80	0.35	0.25	0.75
B3WG10	280-300	80-90	300	80	0.30	0.20	0.70
Structure B3WG10 LF	280-305	80-100	305	80		0.30	0.50
B3WGM24 HP	270-290	80-90	280	80	0.40	0.40	0.60
B3U30G6	250-275	80-90	270	80	0.50	0.40	0.90
C3U	250-270	60-80	270	60	0.80	1.25	1.30
S3WG6 Balance	270-290	80-90	270	80	0.40	0.40	0.90
T KR 4350	310-330	70-100	315	90	0.60	0.90	1.10
T KR 4355 G5	310-330	80-120	320	100	0.40	0.50	0.90
T KR 4355 G7	310-330	80-120	320	100	0.35	0.30	0.90
T KR 4355G 10	310-330	80-120	320	100	0.30	0.20	0.70
T KR 4357 G6	310-330	80-120	320	100	0.35	0.40	1.00
T KR 4365 G5	310-330	80-120	320	100	0.40	0.30	0.80

表7：成形条件例と成形収縮率

¹⁾ 図33のテストボックスの長手方向の収縮率 P_N = 800 bar, 肉厚 1.5 mm

²⁾ ISO 294-4のシート P_N = 500 bar, 肉厚 2 mm

P_N = 保圧

射出速度

射出速度は成形品の出来栄えに影響を与えます。射出速度を早くすることによって均一な充填状態と良好な外観を得ることができます。射出速度の制御は、特にガラス繊維強化グレードにおいて有効です。しかし、厚肉の成形品の場合にはジェットングを防ぐために若干遅めの設定にする必要があります。

保圧

ヒケやボイドを防ぐため、十分な保圧をかける必要があります。保圧によって樹脂の冷却過程によって生じる体積収縮を補うことができますが、保圧時に適切なクッション量が確保されていることをご確認ください。

流動特性

金型内の流動特性は、スパイラルフロー試験によって直接的に評価することが可能です。

いくつかのグレードについてのスパイラルフロー長さを表 8 に示します。スパイラルフロー長さ、肉厚の比によって材料間の流動特性が比較できます。1.0mm、1.5mm、2.0mm それぞれの肉厚における流動長／肉厚比が表 8 に示されています。流動性を改善した HighSpeed グレードの利点が、これらの表から確認することができます。流動長は、樹脂温度の影響によって数値が変わります。

Ultramid®	温度		流動特性					
	T _M °C	T _w °C	流動長 (mm)		(i) = 流路長 / 厚さの比 (L/D)			
			1.0mm	(i)	1.5mm	(i)	2.0mm	(i)
A3K	290	60	200	200	385	257	640	320
A3X2G5	300	80	145	145	300	200	430	215
A3EG7	290	80	130	130	245	163	400	200
A3X2G7	290	80	105	105	180	120	295	148
A3U40G5	300	80	160	160	270	180	365	183
B3S	260	80	170	170	305	203	520	260
B3U30G6	270	80	230	230	380	253	645	323
B3WG3	280	80	170	170	290	193	490	245
B3WG6	280	80	140	140	245	163	405	203
B3WG6 High Speed	280	80	200	200	375	250	605	303
B3WG10	300	100	150	150	265	177	410	205
Structure B3WG10 LF	300	100	165	165	350	233	455	228
S3WG6 Balance	290	80	150	150	280	185	335	168
T KR 4350	330	90	170	170	295	197	400	200
T KR 4355G5	330	100	145	145	215	143	350	175
T KR 4355G7	330	100	125	125	200	133	325	163
T KR 4357G6	330	100	130	130	210	140	330	165
T KR 4365G5	330	100	100	100	165	110	265	133

表 8：射出成形時の Ultramid® の流動特性：スパイラル流動長、および流路長 / 厚さの比

T_M = 熔融温度, T_w = 金型表面温度

成形収縮および後収縮

ISO 294-4 によれば、成形収縮率は金型の寸法と室温における成形品の寸法の差によって定義されます。成形品の収縮は、金型内の冷却および結晶化によって起こります。収縮の挙動は成形品の形状による影響、肉厚の影響を受けます (図 32)。加えて、ゲート位置や成形条件、例えば溶融温度、金型温度、保圧条件、成形品保管条件による影響も受けるため、正確な収縮率の予測は不可能です。

しかしながら、一般的な目安として、フィルムゲートで成形される 60mm 角のテストプレート の流動方向、直角方向における収縮率によって収縮率の最大値と最低値を知ることができます。また図 33 に示されるような、実際に使われやすい成形品の形状を模したテストボックスによる収縮率を参考値とすることも可能です (表 7)。

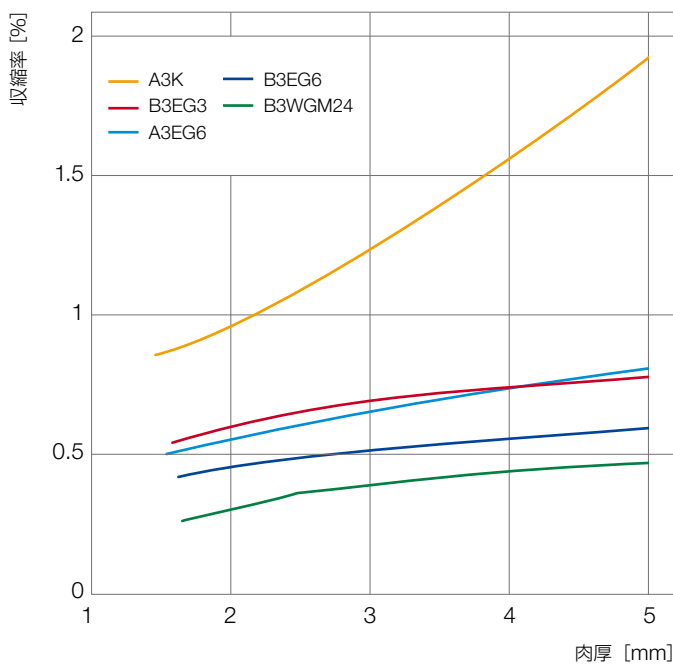


図 32 : Ultramid® のテストボックスにおける収縮率の肉厚依存性 (保圧 = 600 bar)

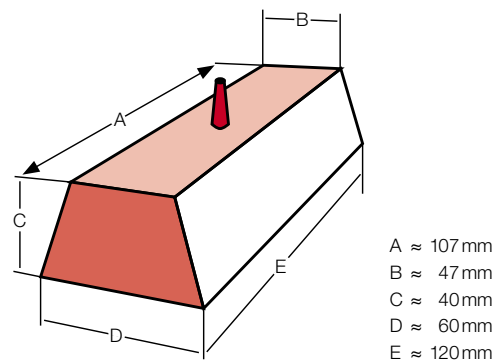


図 33 : テストボックス

A ≈ 107 mm
B ≈ 47 mm
C ≈ 40 mm
D ≈ 60 mm
E ≈ 120 mm

一般的に、ウルトラミッドの未強化グレードはガラス繊維強化グレードよりも収縮率が大きくなります。

また成形条件による影響も受けやすいため、寸法公差の設定には注意が必要です。溶融温度、金型温度、保圧条件が特に影響を及ぼす因子となります。一方、ガラス繊維強化グレードについては、成形条件の影響は未強化グレードよりも小さくなります。図 34、35、36 に、さまざまな成形パラメータと収縮率の関係を示します。

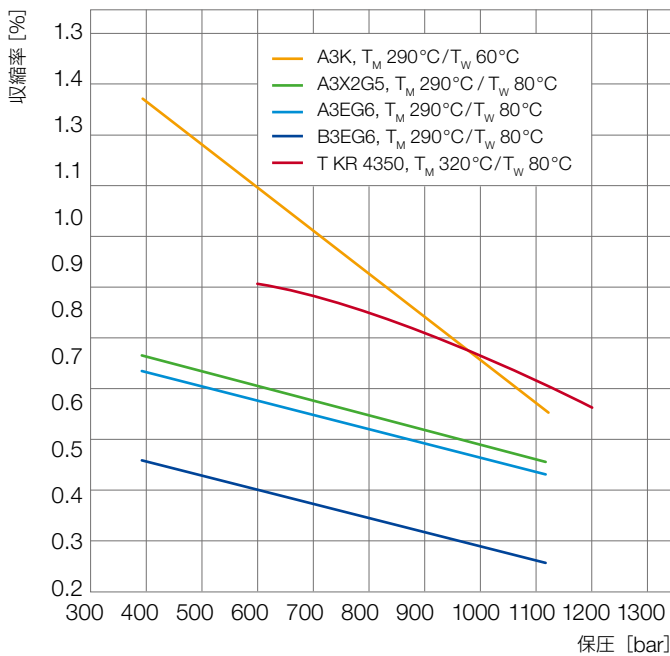


図 34：ウルトラミッド A, B, T の収縮率の保圧依存性 (テストボックス 1.5mm 厚)

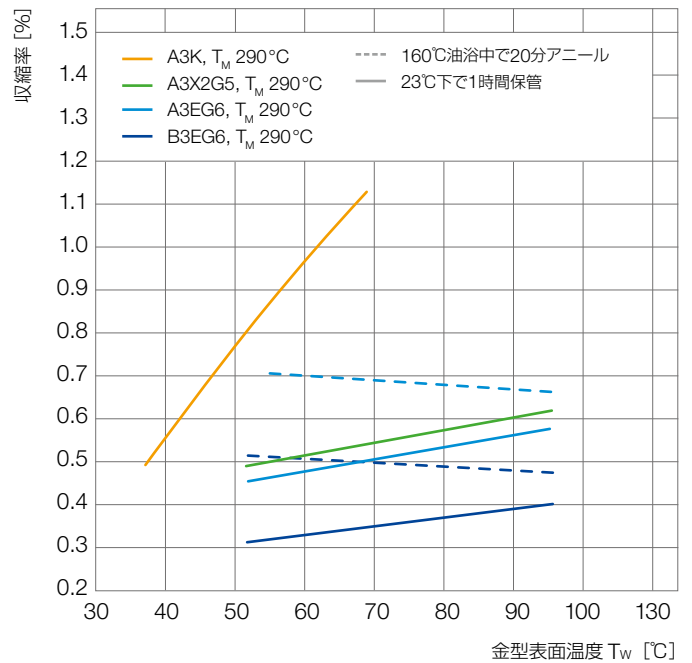


図 35：ウルトラミッド A, B の収縮率の金型温度依存性 (テストボックス 1.5mm 厚)

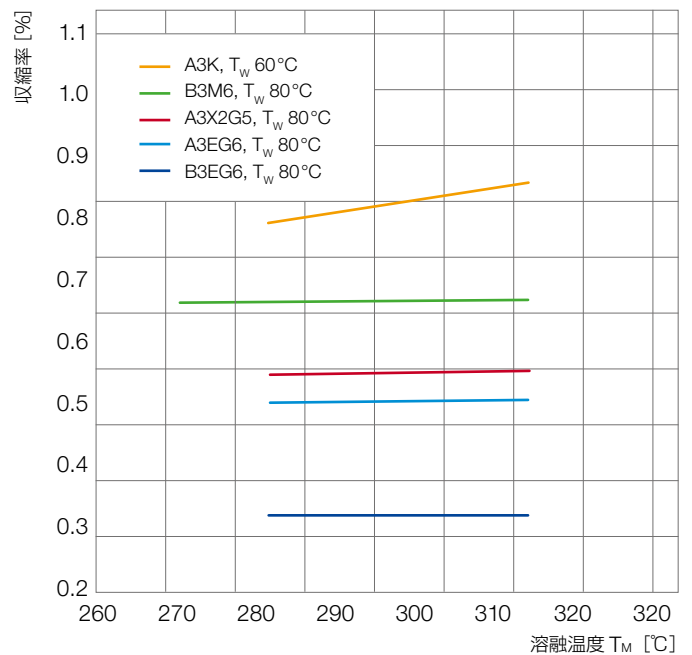


図 36：ウルトラミッド A, B の収縮率の溶融温度依存性 (テストボックス 1.5mm 厚)

ガラス繊維強化グレードの収縮率は、流動方向と直角方向において値が異なります。図 37 に、代表的なグレードにおける収縮率の異方性を示します。

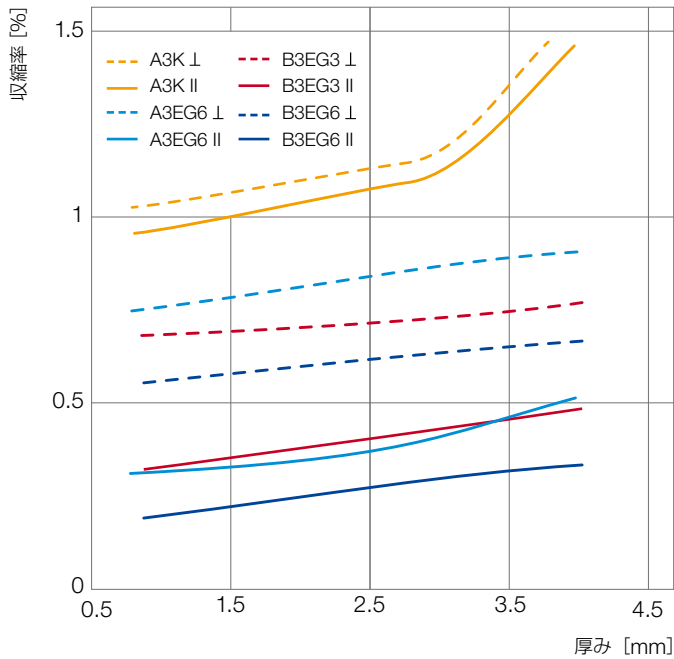


図 37：Ultramid の収縮率の肉厚依存性シート
(110×110mm, フィルムゲート)

保圧：500 bar

⊥：流動直角方向，Ⅱ：流動方向

後収縮は、成形後徐々に内部応力や分子配向が緩和され、結晶化が進行することで発生します。後収縮は室温では殆ど起こりませんが、高温で成形品を保管した場合には大きく寸法が変化します。

そのような後収縮は、アニーリング処理によって加速し、その後の寸法を安定化させることができます。金型温度を高く設定することによって、成形後に発生する後収縮量が低減され、アニール処理も不要になります(図 35)。

ソリ

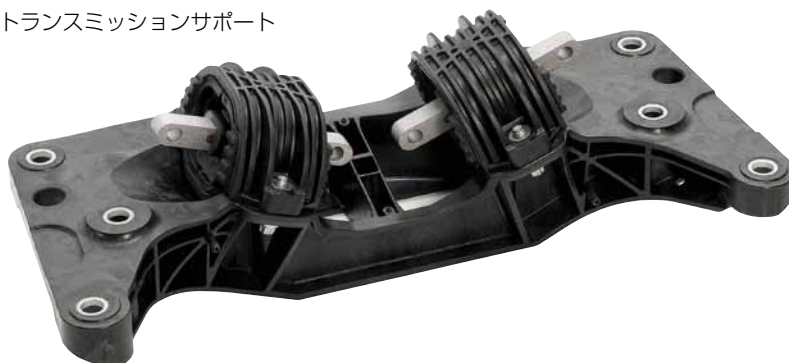
成形品のソリは、収縮率の異方性が原因となって発生します。ガラス繊維強化グレードでソリが発生しやすいのはそのためです。成形品の形状や、成形条件もソリに影響を与えます。

未強化グレードにおいては、キャビティとコアの温度を独立して制御することで、ソリの少ない成形品を得られる場合があります。

例えば、ボックス形状成形品の内側へのソリが問題となる場合、コアの温度を下げ、キャビティの温度を上げることで解消することが可能です。

ミネラルフィラー強化、ガラスビーズ強化グレードは、ガラス繊維強化グレードとは異なり収縮率の異方性が小さいため、ソリの少ない成形品が得られます。

トランスミッションサポート



特殊加工

多色成形

複数の材料を組み合わせた多色成形の技術が近年発達し、徐々に市場に浸透しています。ウルトラミッドもそのような技術を適用可能です。異種材料との接着に関するさまざまな経験が活用可能ですので、必要な場合は BASF の担当者までお問い合わせください。

ウォーターインジェクション (WIT) やガスインジェクション (GIT) 技術は、射出成形時に水やガスを成形品内部に通すことによって中空成形品を得る成形技術です。成形後に導入される水やガスによる内圧によって、ソリやヒケなども起こりにくくなり、流体によって成形品のコアに存在する溶融樹脂を除去するために冷却時間も短縮することが可能です。このような技術によって複雑な形状を持つ中空成形品が簡易的に成形可能となり、さまざまな機能を統合した部品の製造が可能となります。ウルトラミッドでもそのような技術を活用し、自動車におけるドアハンドル、ブラケットや、オフィスチェアなどさまざまな用途に展開されています。

ウルトラミッドの一般的なグレードでも適用が可能なものもありますが、例えばウォーターインジェクション向けには、加水分解性を改善したウルトラミッド A3HG6A WIT や、ガスインジェクション向けに表面外観特性を最適化したウルトラミッド B3WG6 GIT といったグレードも活用可能です。

インサート成形

特に自動車向けの用途において、軽量かつ高い機械強度をもつ材料が求められています。ウルトラミッドと連続繊維を複合した熱可塑性ラミネート (熱可塑性 FRP) や、UD テープといった局所補強技術の活用も徐々に広がっています。熱可塑性 FRP ラミネートは加熱成形によって形状を整えた後、ウルトラミッドをオーバーモールドすることで強固に接合することが可能です。こちらの技術の詳細については BASF の担当者までお問い合わせください。

金属部品も、ウルトラミッドとインサート成形をすることが可能です。インサート部品が大きい場合は、急速な樹脂の冷却による内部応力の発生を防ぐため、予め金型温度と同等、もしくは 100℃ から 150℃ に加熱しておくことを推奨します。インサート部品の表面は清浄に保ち、アンカー効果を高めるために溝加工などを施すことを推奨します。

射出発泡成形

化学発泡剤、もしくは物理発泡ガスを溶融樹脂に混合することによって、射出成形中に金型内で樹脂を発泡させることができます。発泡の作用により、肉厚の成形品であってもソリやヒケが発生しにくくなるとともに、成形品の重量を削減することが可能です。保圧をかける必要がなくなりますので、型締め力の小さな成形を使うことも可能です。発泡のレベルによって、表面外観や機械特性に悪影響を与えることがある点に注意が必要です。発泡成形に適したグレードや技術の詳細については BASF の担当者にお問い合わせください。

切削加工

ウルトラミッドによる半製品は、通常の加工機によって切削加工が可能です。一般的な加工指針として、切削速度は速く、送り速度は遅くすることで良好な加工品が得られます。加工機の切削刃が摩耗していないことを事前にご確認ください。



クーラントパイプ (ウォーターインジェクション)

接合

ウルトラミッドの成形品は、さまざまな方法で接合が可能です。機械的特性に優れるため、セルフタッピングによる接合が適用可能です。高い応力がかかる箇所の接合には、金属部品を予めインサート、または圧入・固定化し、ねじ止めする固定方法が適しています。

スナップフィットによる固定化も高い応力がかかる部位の接合に適用可能です。弾性および強度に優れる材料としての利点を生かすことができます。

熱可塑性樹脂に用いられるほとんどの溶着技術がウルトラミッドに適用可能です。以下の溶着方法が特に適しています。

- 振動溶着
- スピン溶着
- 超音波溶着
- レーザー溶着
- 熱板溶着
- ホットガス溶着

これらの溶着技術はそれぞれ利点と欠点があります(表9)。溶着技術によって、接合面に求められる最適形状が異なりますので、設計段階から接合方法を決めておき、それに適した接合面を設計することを推奨します。

それぞれの接合技術の詳細および設計ガイドについては、BASFの担当者までお問い合わせください。

ヒートインパルス溶着、高周波溶着は、フィルムの接着に利用されます。レーザー溶着、超音波溶着も同様に適用が可能です。

接着剤、ワニスはウルトラミッドの接着に適用されます。接着剤用溶剤の例としては、フェノール、レゾルシノール、ギ酸があげられ、固体接着剤としては市販の各種接着剤を使用可能です。接着性能はウルトラミッドの表面処理、相手材、使用環境等によって異なりますので、用途ごとに適切な方法を選択してください。

溶着方法	長所	短所	用途
振動溶着	短いサイクルタイム 高い強度	高い加圧力、 振動による負荷、溶着バリ	インテークマニフォールド、 コンテナ、エアダクト
スピン溶着	短いサイクルタイム 高い強度	回転対称な接合面が必要	コンテナ、接合部品、カバー、 フィルターハウジング
超音波	短いサイクルタイム 製造工程と統合可能	振動による機械的負荷	ハウジング、デバイス、 ベアリングケース
レーザー	バリがない、綺麗な接合面、残留応力がない、 デザインの自由度が高い	材料の適合性が必要	ハウジング、カバー、フィルター、 医療用途
発熱体の接触による 溶着	高い強度	長いサイクルタイム 発熱体と樹脂の接着	コンテナ
発熱体の輻射熱による 溶着	高い強度	長いサイクルタイム ソリに弱い	ハウジング

表9：各種接合技術の長所・短所

印刷・レーザーマーキング・コーティング・メッキ・蒸着

印刷

ウルトラミッドへの印刷は、プラスチック用の印刷技術が適用可能です。インクについては、使用環境や要求性能に応じて適切なものを選択ください。印刷処理を施す成形品は内部応力が極力少ない状態とし、シリコンを含む離型剤が成形時に使用されていないことをご確認ください。

レーザーマーキング

レーザーマーキングは、印字の耐久性、柔軟性、高速印字性が求められる場合に有効です。

以下の情報は、一般的な指針としてご利用ください。より詳細な情報に関しては BASF の担当者までお問い合わせください。

Nd-YAG レーザー (1064 nm)

着色されていないウルトラミッドは、Nd-YAG レーザーで印字することはできません。未強化、ガラス繊維強化、ミネラル強化グレードにおいても同様です。印字のコントラストを高めるには、適切な着色剤が必要です。

難燃材である Ultramid® A3X シリーズは、無着色グレード(赤褐色)には印字が可能ですが、黒色グレードでは印字することができません。

ウルトラミッドの中でも LS グレードシリーズは Nd-YAG レーザーによるマーキング性を高めています。利用可能なグレードの詳細については BASF の担当者までお問い合わせください。

Nd-YAG レーザー (532 nm)

Nd-YAG レーザー (532 nm) の第二高調波は、より高精細な印字が必要な場合、または無着色を含む明色グレードへの印字が必要な場合に用いられます。黒色グレードに印字する場合は 1064 nm の汎用的な波長による印字と変わりありません。

エキシマレーザー (175-483 nm)

エキシマレーザーによる印字は高精細な印字または表面状態への要求が厳しい場合に用いられます。無着色を含む明色グレードへの印字が必要な場合に効果的です。

炭酸ガスレーザー (10640 nm)

ウルトラミッドは、炭酸ガスレーザーを用いて印字することはできません。発色は伴わず、かすかな痕跡が残る程度となります。

コーティング

ウルトラミッドは耐薬品性に優れるため、さまざまな溶媒を使用したコーティング剤による塗装が可能であり、特性の変化もごくわずかです。プライマーや、基材との接着性に優れたバインダーを使用することで良好な塗装結果が得られます。イソプロパノールと水の混合溶液を使った表面クリーニングも塗装性を高めるのに有効です。ウルトラミッドは導電性が無いため、静電塗装には導電性に優れたプライマーを用いる必要があります。

メッキ・蒸着

適切な前処理を施すことによって、ウルトラミッドに対して電解メッキもしくは真空蒸着を適用することができます。未強化・ガラス繊維強化グレードとも成形時に表面を平滑にしておくことで、良好なメッキ・蒸着加工品を得ることができます。

調湿

ウルトラミッド成形品は、水分を吸収することで耐衝撃性が向上します。成形品を温水または高温多湿状態におくことによって、調湿を効率的に行うことができます。平衡吸湿量はグレードや使用環境により異なりますがおおむね 1.5 ~ 3% となります (図 16 およびウルトラミッドグレード一覧をご覧ください)。

調湿時の注意事項

40℃から 90℃の温水に成形品を浸すことによって急速に調湿することが可能ですが、水分の蒸発残留痕等による外観への悪影響や、内部応力の緩和によるソリの発生などが生じる場合があります。難燃グレードである、A3X シリーズは難燃成分に影響を与える場合があるため、このような方法による調湿は避けてください。

また、40℃ /90% Rh、および ISO1110 に規定される 70℃ /62% Rh 等の条件による調湿の場合も同様の注意が必要です。A3X シリーズの調湿は、40℃以上で行わないようにしてください。

調湿時間

23℃ 50% Rh 標準条件における平衡吸湿量に達するための調湿時間は、成形品厚みの 2 乗に比例して増加し、調湿温度によって短縮可能です。表 10 には、ウルトラミッド A グレードおよび B グレード成形品について、調湿に要する時間を厚みと処理温度、処理方法ごとにまとめています。一般的な推奨としては、40℃ /90% Rh による調湿を推奨します。

詳細な情報については、BASF 担当者までお問い合わせください。

アニール処理

アニール処理は、ガラス繊維強化グレードによる厚肉成形品や、押出成形品の内部応力を取り除くのに有効です。一般的なアニール処理条件は 140~170℃、12~24 時間となります。アニール処理をすることで、低温金型で成形された部品の後結晶化を進行させます。その結果、密度、摩耗性、剛性、表面硬さが上昇する一方、収縮が進行することでソリが発生することがあります。

Ultradim®	23℃/50%RHにおける 平衡吸水率 [%]	状 態	厚み [mm]						
			1	2	4	6	8	10	
Aグレード 未強化 GF強化 ミネラル充填	2.8	水槽	40℃	6	31	110	240	480	670
			60℃	1.5	6	24	60	120	190
			80℃	0.5	2	8	20	36	60
	1.2...2.2 1.4...1.5	大気中	40℃/90%	24	96	430	960	1700	2900
			70℃/62% ²⁾	15	60	240	550		
	Bグレード 未強化 GF強化 ミネラル充填	3.0	水槽	40℃	3.5	14	60	120	240
60℃				1	4	16	36	72	110
80℃				0.5	1	4	10	18	24
1.5...2.6 2.0...2.4		大気中	40℃/90%	15	60	260	600	1100	1700
			70℃/62% ²⁾	10	48	120	240		

表 10 : 各種条件下における平衡吸湿状態に達するまでに必要な時間

一般情報

安全に関する注意事項

成形時の安全措置

推奨される成形条件で成形する限り、ウルトラミッドは有害ガスや蒸気の発生を伴う熱分解を起こしません。ほかの一般的な熱可塑性樹脂と同様、過剰な熱負荷によってウルトラミッドは分解します。例えば高温状態による長時間の成形中断、推奨条件を超えた温度設定、分解清掃時の焼却処理時等には分解ガスの発生に十分ご注意ください。詳細情報については、グレードごとに安全データシート (SDS) をご覧ください。

誤った成形条件等による発生ガスは刺激臭を有し、有害であるために吸入しないでください。温度設定が高すぎる場合には、成形品の着色や、黒条の発生などさまざまな外観の不具合にもつながります。材料の分解が疑われる際には、シリンダー内の樹脂を排出し、温度設定を下げてください。排出した樹脂は、水槽で冷却をすることでさらなる分解の進行や刺激臭の発生を抑えることができます。

また、成形機周辺は適切に換気を行ってください。射出ユニットの付近にフードを取り付けることで効率的に排気を行うことができます。

食品衛生

ウルトラミッドの中でも、“FC” という記号が入っているグレードはヨーロッパおよびアメリカにおける食品接触基準を満たします。また、これらのグレードはGMP (Good Manufacturing Practice) の要請に従った管理の下製造されています。食品接触用途における各グレードの適性や詳細情報については、BASFの担当者までお問い合わせください。

また、“FC Aqua®” と名のつくグレードに関しては、食品接触だけでなく、飲料水との接触に関する使用承認を得ています。“FC Aqua®” グレードは、KTW¹⁾、DVGW²⁾、およびWRAS³⁾ における低温用途の承認に加えて、高温用途での承認を得ているものもあります。ACS⁴⁾、NSF⁵⁾ における適性試験が必要な場合、またその他の規制に関する情報については、BASFの担当者までお問い合わせください。

¹⁾ KTW: Kontakt mit Trinkwasser (ドイツ)

²⁾ DVGW: Deutscher Verein des Gas- und Wasserfachs (ドイツ)

³⁾ WRAS: Water Regulation Advisory Scheme (イギリス)

⁴⁾ ACS: Attestation de Conformite Sanitaire (フランス)

⁵⁾ NSF: National Sanitation Foundation (アメリカ)

品質および環境管理

品質管理、および環境管理は BASF にとって非常に重要な位置を占めております。その最も重要な目的は、お客様の満足度を満たすことであり、品質・環境・安全に関して継続的に取り組んでいくことが重要であると考えています。

BASF のエンジニアリングプラスチック事業は以下のマネジメントシステムに関する認証を受けています。

- ・ ISO 9001, ISO/TS 16949 品質マネジメントシステム
- ・ ISO 14001 環境マネジメントシステム

これらの認証は、開発、製造、マーケティング、流通に関するサービスを包括しています。定期的な内部監査、外部監査およびスタッフの教育により、マネジメントシステムを適切に運営しています。

品質保証

受入検査

ウルトラミッドはグレードごとに、表 11 に示すような品質保証を行っていますので、受入検査を行う必要がある場合はこれらの項目を行うことを推奨します。そのほか、ウルトラミッドの品質管理に必要な成形や測定の実験条件などは、ISO 1874-2 を参考にしてください。

この表に示される特性値の代表的な値は、ウルトラミッドのグレード一覧表にまとめられています。

試験項目 ¹⁾	Ultramid® グレード一覧に 代表値の記載の有無	試験法	備考
材料種		DIN 53746	融点、密度、溶解性から判定
融点	●	ISO 11357	示差走査熱量測定 (DSC)
密度	●	ISO 1183	水中置換法
灰分	● ²⁾	ISO 3451-4	充填材の含有量を測定
粘度数	●	ISO 307	濃硫酸中に溶解 充填材は事前に除去して測定
メルトボリュームレイト MVR	●	ISO 1133	標準条件：275°C/ 5kg Ultramid® T : 325°C/ 5 kg) 水分率が 0.05% 以下であることが必須
水分率	● ³⁾	ISO 15512	カールフィッシャー法

表 11：ウルトラミッドの試験方法の一例

¹⁾ すべての試験項目はペレット、成形品どちらからも測定可能です。

²⁾ 充填材含有量の代表値はグレード一覧に記載されています。

³⁾ Ultramid® の成形時には吸水率 0.15% 以下（射出成形）または 0.1% 以下（押出成形）である必要があります。

成形品の品質について

ウルトラミッド成形品の特性は、成形条件に大きく左右されず。安定した品質の成形品を得るためには、成形条件が不変であることが必要条件となります。成形時における重要な項目は以下の通りです。

- 樹脂温度
- 射出速度
- 保圧および保圧時間
- 金型温度

成形品の品質保証を検討する際には成形条件の振れ幅を考慮に入れて設定することが重要です。

成形条件の設定内容によって特に影響が出やすいものは以下の通りです。

- 寸法精度
- 表面外観

成形品の品質を確認する際に、簡便な方法は成形品重量と外観の確認があげられます。成形条件のバラつきが大きい場合、成形品の重量もばらつきやすくなり、外観にも変化が表れやすくなります。

典型的な外観不具合としては、変色、フローマーク、シルバーストリーク、ヒケ、シワ、ガラス浮き、ソリなどがあげられます。

偏光光学顕微鏡を用いた成形品断面の観察によって、結晶状態の確認をすることも可能です。そのような観察によって、成形条件ごとの製品の結晶状態を把握し、最適な条件を決定することができます。

また、薄肉部や刻印の状態など成形のしにくい特定箇所の状態の出来栄を管理項目に設定することによって、工程内における検査が容易になります。成形品の抜出検査による品質確認などと組み合わせることで、ウルトラミッド成形品の品質を効率的に管理することができます。



プラスチック製食器

配送および保管

ウルトラミッドは、円柱状または球状ペレットの形態であり、かさ密度は約 0.7g/cm^3 です。製品は乾燥した状態で防湿袋で密封されて納品されます。標準的な包装形態は 25kg 袋および 750kg のバルクコンテナとなります。サイロへの直接納入など、その他の納入形態をご要望の場合は BASF 担当者までお問い合わせください。

ウルトラミッドは吸湿性がありますので、製品袋を開封した状態で長時間保管をしないでください。

製品袋に破損の無い場合、6 カ月間はウルトラミッドは吸湿することなく保管をすることができます。冷暗所で保管後に開封する場合、結露による水分吸着を避けるため製品袋を作業場に一定時間保管してから開封するようにしてください。成形前の乾燥については、“予備乾燥” の項をご覧ください。

色

ウルトラミッド製品の標準色はナチュラル（無着色）または黒となります。無着色品の色調は、通常乳白色を呈しますが、添加剤の種類などによってはナチュラル品が乳白色でない場合がありますのでご注意ください。

“H” グレード：ナチュラル＝茶褐色

“W” グレード：ナチュラル＝薄緑色～薄茶色

“X” グレード：ナチュラル＝赤褐色

ドアハンドル



ウルトラミッドと環境

使用制限および廃棄

ウルトラミッドは環境関連の規制による使用制限物質に該当しません。直射日光を避け、40℃以下の室内で安全に保管することができます。

また各国の規制に従って焼却処理をすることができます。

ウルトラミッドを完全燃焼させると、二酸化炭素、水、酸化窒素類が発生します。不完全燃焼時には、アンモニア、シアン化水素、一酸化炭素等が発生する恐れがあります。

安全性についての詳細情報については安全データシートをご覧ください。

リサイクル

ウルトラミッドの成形中に発生するスプルーなどの廃材は、適切に管理された状態であれば粉砕、再利用することができます。粉砕品は吸湿しやすいため、使用前に乾燥することを推奨します。詳細については、“ウルトラミッドの成形加工”のリサイクルの項をご覧ください。



ガーデニングツール

技術サポート

Ultrasim® (ウルトラシム)

Ultrasim®とは、BASFのプラスチック製品に関する詳細な材料データとCAE技術を融合させた成形品特性の予測技術です。成形品に求められる機能やデザインが多様化・複雑化する中、その特性を把握することは容易なことではありません。特に、ガラス繊維強化材料は成形時の流動状態や固化時の繊維配向の影響を受け、成形品の特性は異方性を持ち、場所ごとに異なる特性を示すため、特に解析が難しい分野となります。

BASFは精緻な材料データを積み重ね、複雑な要因からなる成形品についてさまざまな解析を実施してきました。

BASFの持つ材料データベースには、グレードごとに以下のような特性が蓄積されており、CAE解析に活かされています。

- 繊維配向による異方性非線形性
- 速度依存性
- 引張・圧縮特性
- 破壊特性
- 温度特性

このようなBASFのCAE解析技術サポートによって、お客様における製品設計、金型設計にかかる時間を短縮することが可能です。

詳細については、BASFの担当者までお問い合わせください。

BASFでは、お客様の要望に応じてテクニカルセンターにおける材料評価、パーツテスト等のサービスを行っています。材料の評価技術はさまざまな業界において求められる耐久性試験、とりわけ、耐熱性、耐薬品性、電気特性、耐候性など多岐に渡る要望に対応が可能です。

また、溶着技術、接着技術など二次加工に関わる技術についても試験や評価が可能です。試験項目の例を以下に示します。

- ヒートエージング試験、耐候性試験
- ヒートショック試験
- 引張・圧縮・曲げ・引抜試験
- 衝撃試験
- 疲労試験
- 流動試験、リーク試験
- バースト試験

テクニカルセンターでの試験対応に加え、BASFのエンジニアが、成形、加工、その他さまざまな材料に関するご質問に専門的見地からお応えいたします。

ご質問等については、巻末の問合せ窓口、もしくはBASFの担当者までお問い合わせください。



トルクロッド

グレード表記

ウルトラミッドのグレード名は以下のルールに従って命名されています。



副名称

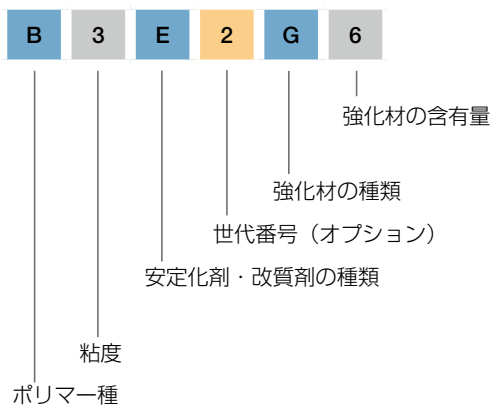
副名称は製品の特徴をとくに強調したいときに使われます。

副名称の例

Endure 大気中における長期耐熱性に優れた製品
Structure 低温における耐衝撃特性に優れた製品

テクニカル ID

テクニカル ID はポリマー種、粘度、安定化剤・改質剤の種類・強化材の種類および含有量の情報から構成されます。ほとんどの製品は以下のルールに従って命名されています。



ウルトラミッド® T のグレード名は以下のルールに従います。



ポリマー種の分類

- A ポリアミド 66
- B ポリアミド 6
- C コポリアミド 66/6
- D 特殊ポリマー
- S ポリアミド 610
- T ポリアミド 6T/6

粘度による分類

- 3 低粘度、良流動 (射出成形向け)
- 35 低~中粘度
- 4 中粘度

安定剤の種別

- E, K 安定化剤含有、耐熱性、耐候性、耐熱水性、電気特性に優れるナチュラルカラー
- H 安定化剤含有、耐熱性、耐熱水性、耐候性、褐色
- W 安定化剤含有、耐熱性にとくに優れるグレード

特殊グレードの種別

L	耐衝撃性改良グレード
S	ハイサイクルグレード
U	赤リンを含まない難燃グレード
X	赤リンを含む難燃グレード
Z	耐衝撃性改良、低温での衝撃性の向上

充填材の種別

C	カーボン繊維
G	ガラス繊維
K	ガラスビーズ
M	ミネラル
GM	ガラス繊維とミネラル
GK	ガラス繊維とガラスビーズ

充填材の含有量

2	10%含有
4	20%含有
5	25%含有
6	30%含有
9	45%含有

2種類の充填材を用いた場合には、各々の含有量は2つの数字により表されます。

GM53 25%のガラス繊維と15%のミネラル

GK24 10%のガラス繊維と20%のガラスビーズ

サフィックス

サフィックスは、そのグレードが特殊な特性や用途向けであることを表すために付記されます。

Aqua	飲料水用途向け
Balance	再生可能な原材料を含む
CR	耐衝撃性改良グレード
EQ	電子部品向け
FC	食品接触用途向け
GIT	ガスインジェクション成形向け
HighSpeed	高流動グレード
HP	高生産性グレード
HR	耐加水分解性グレード
HRX	次世代の耐加水分解グレード
LDS	レーザーダイレクトストラクチャリング用途
LF	長繊維強化
LS	レーザーマーキング用グレード
LT	レーザー透過グレード
SI	表面外観改良グレード
WIT	ウォーターインジェクション成形向け

色

色については色の名称と色の番号によって構成されています。

色の例

Uncolored
Black 00464
Black 00564
Black 20560

索引

後収縮	49	接合技術	53
アニール処理	51, 55	切削加工	52
安全に関する注意事項	56	セルフカラーリング	42
色	59	相溶性	42
インサート成形	52	ソリ	38
印刷	54	耐候性	36
金型	43	耐熱老化性	23
乾燥	42	耐薬品性	30
機械特性	16	調湿	55
吸水特性	24	電気電子分野	6
クリープ特性	20	電気特性	26
グレードの表記	62	特殊加工	52
工業製品	8	難燃性	28
コーティング	54	二次加工	61
自動車分野	4	熱的特性	22
射出成形	46	品質	57
射出速度	48, 58	摩擦・摩耗特性	21
食品衛生	42, 56	メッキ	54
寸法安定性	24	融点	11
成形機	43	溶融粘度	41
成形収縮	47, 49	リサイクル	42, 60
成形条件	43	流動特性	48
成形性	40	レーザーマーキング	54
成形の開始と停止	46		

メモ

メモ

注意

本出版物に記載されるデータは、現在、弊社が所有する知識および経験に基づくものです。弊社製品の成形および用途に関して各種要因の影響が考えられますのでご使用下さるお客様各位がそれぞれ独自に試験を行って下さい。当該データは、ある特性を保証するものでも、特定の目的に対する製品の適合性を保証するものでもありません。ここに記載された記述内容、図、写真、資料、比率、重量等は事前連絡無く変更する場合があります。また、お客様との契約の中で合意された製品の品質を構成するものではありません。2017年7月現在での工業所有権や法令、規則等も御社にて確認下さい。

そのほかのプラスチック製品については、以下のウェブサイトをご覧ください
www.plasticsportal.net (グローバルサイト)
<https://www.basf.com/jp> (BASFジャパン)

技術的な質問に関しては、当社までお問い合わせください。

BASFジャパン株式会社

パフォーマンスマテリアルズ事業部
〒226-0006 神奈川県横浜市緑区白山 1丁目18番12号 ジャーマンインダストリーパーク
TEL.045-938-8205 FAX.045-938-8225

大阪オフィス

〒541-0052 大阪市中央区安土町1丁目8番15号 野村不動産ビル12F
TEL.06-6266-6816

名古屋オフィス

〒450-0003 愛知県名古屋市中村区名駅南1丁目24番20号 名古屋三井ビルディング新館6F
TEL.052-533-9965 FAX.052-533-9960