

ウルトラデュアー® (PBT)

製品カタログ



ウルトラデュアー® のウェブサイト:
www.ultradur.de

 **BASF**
We create chemistry

ウルトラデュアー[®] (PBT)

ウルトラデュアーは、部分結晶性飽和ポリエステル製品群の BASF の商標名です。ウルトラデュアーは、ポリブチレン・テレフタレートをベースにした製品群で、さまざまな工業分野で使われる高負荷部品のような高機能性が要求される用途に利用されています。ウルトラデュアーの特徴は、高剛性、高強度、優れた寸法安定性、低吸水性、そして優れた耐薬品性にあります。さらにウルトラデュアーは、耐候性および熱老化特性に関しても優れています。

ウルトラデュアー® (PBT)

自動車分野におけるウルトラデュアー		4-5
電気・電子分野におけるウルトラデュアー		6-7
工業製品、家庭用製品におけるウルトラデュアー		8-9
ウルトラデュアーの特性		10-25
	製品ラインアップ	10
	機械物性	14
	トライボロジー特性	19
	温度特性	20
	電気特性	22
	燃焼時の挙動	23
	耐薬品性と野外曝露での挙動について	24
ウルトラデュアーの成形		26-39
	一般情報	26
	射出成形	28
	押出成形	34
	製造と後加工工程	38
一般情報		40-46
	安全に関する注意事項	40
	配送	40
	ウルトラデュアーと環境	41
	品質と環境のマネジメント	41
	グレード表記	42
	索引	44

自動車分野におけるウルトラデュアー

ウルトラデュアーは、自動車産業のような高品質、高耐久部品が要求される分野でその強みを発揮します。ウルトラデュアーは、高剛性および耐衝撃性、寸法安定性、低吸水性、耐薬品性に加えて、耐熱性、耐候性を持ち合わせています。これらの特性によりウルトラデュアーは、現代の自動車分野におけるさまざまな用途に、欠くことのできない材料になっています。

ウルトラデュアーは、電気駆動装置のハウジングや機能部品、さまざまな電装品のハウジングや取付部品、フロントガラスのワイパーアーム、ドアハンドル、ヘッドランプ構造体、ミラーシステム、コネクタ、サンルーフ部品、さらにロックシステムのハウジングやそのほかさまざまな用途に使われています。

自動車用電装部品において特に重要となる特徴としては、低吸水性が挙げられます。その理由として機械特性・電気特性が使用環境や吸水状態に依存しないことが求められるためです。特に自動車の寿命に大きく関わる安全性や信頼性にインパクトを与える部品には、ウルトラデュアーは欠かすことのできない材料です。自動車用電装部品の用途としてはコネクタやセンサーからABS/ESPシステム、エアバッグコントロールユニット、電子制御式ステアリングシステムといった安全に関わる用途まですべて対応しています。



ミラーアクチュエーター
ハウジング



ワイパーアーム



レインセンサー



ミラーアーム



リフレクター・ハウジング

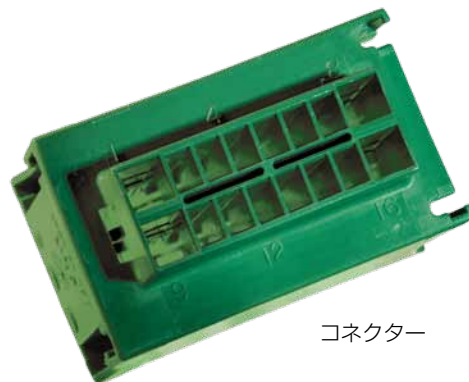


ヘッドランプ・ハウジング

電気・電子分野におけるウルトラデュアー

電気用途でプラスチックが使用される場合は、優れた電気特性・高温下での良好な機械特性と寸法安定性が必要とされます。日々の生産においては、上記の特性が絶縁抵抗を保証します。また、それらの特殊な組合せの特性のおかげで、ウルトラデュアーは電気・電子分野において非常に多くの用途に対して理想的な材料です。優れた寸法安定性や長期電気特性、温度特性のほかにもさまざまな用途に改良されたグレードがあります。例えば難燃性を保持したまま、高流動性、耐加水分解性の向上、低ソリ、レーザー溶着特性、レーザー印字特性を実現したグレードがあります。

ウルトラデュアーは鉄道、電子基板、コネクタ、昇圧用スイッチ等の電気分野で数多く使用されています。



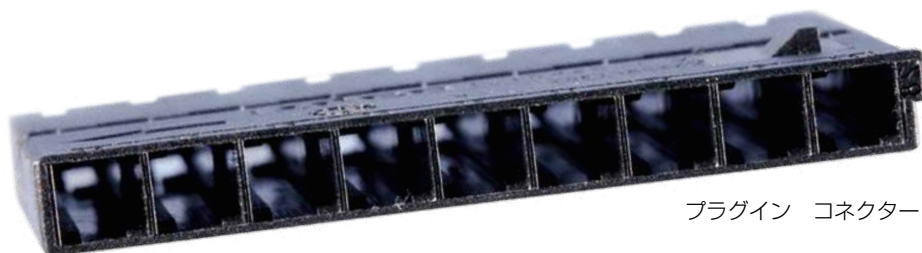
コネクタ



コネクタ



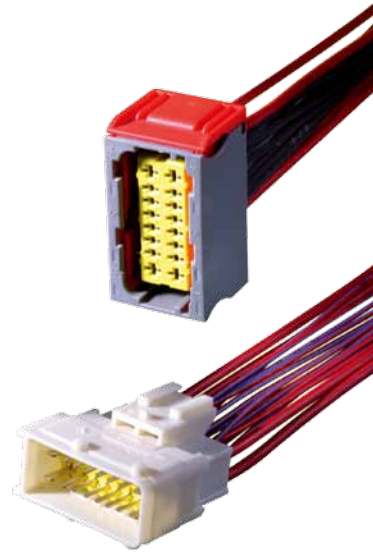
コネクタ



プラグイン コネクタ



海外向け変換プラグ



コネクタ



ドリルハンマー



モーター向けブレーカー

工業製品、家庭用製品における ウルトラデュアー

高剛性で優れた寸法安定性を持つウルトラデュアーは湿度等の外部からの影響を比較的受けません。

ウルトラデュアーの特性のメリットが得られる用途としては以下が考えられます。

- 包装フィルムや紙コーティング
- ブラシ用繊維、メッシュ、不織布
- 高い性能が求められる玩具
- 熱可塑性樹脂向けの添加剤マスターバッチ
- サニタリー用途や洗浄技術を必要とする用途
- エネルギー効率を考慮した窓枠の樹脂化
- 冷蔵庫やコーヒーマシンのような家電用途

これらの製品はそのほかにも抗菌性、高外観性、食品接触材としての適合性、飲料用途への適合性等についても、ウルトラデュアーで対応したグレードを選択することができます。



強化窓枠



インシュリン 携帯注射器

中空フィラメント



玩具

フィルム

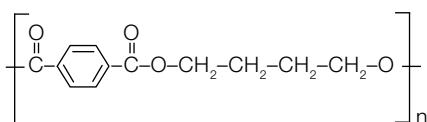


コンプレッサー



ウルトラデュアー®の特性

ウルトラデュアー®は、ポリブチレン・テレフタレートをベースにしたポリアルキレン・テレフタレートです。化学構造は、次の構造式で表されます。



ウルトラデュアー®は、特殊な触媒を使って、テレフタル酸あるいはテレフタル酸ジメチルと1,4ブタンジオールを重縮合させて製造します。テレフタル酸、テレフタル酸ジメチルおよび1,4ブタンジオールは、キシレンやアセチレンなどの石油化学原料から得られます。

製品ラインアップ

ウルトラデュアー®の最も重要な用途には自動車用途、電気・電子用途、および電子通信のほか、精密工業や産業等の用途があります。

これらの用途に対し、豊富な種類のウルトラデュアー®製品を揃えております。ご希望の目的に最適な製品をお選びの際にはBASFの担当者が喜んでお手伝いいたします。

未強化グレード

ウルトラデュアー®の製品群には、異なる流動性、離型性および固化挙動を有する各種グレードを揃えています。非強化グレードは、高い表面品質が求められる部品、包装フィルムから電気工業分野のフィリグリー・コネクタやギアホイールのような機能性部品に使われます。高粘度の未強化グレードは、光ファイバーケーブルの製造などの押出用途に使われます。

強化グレード

ウルトラデュアー®は、幅広いガラス繊維強化グレードを揃えることでその特性を十分に発揮しています。必要に応じて、ウルトラデュアー®は、ガラス繊維を最高50%まで配合した標準グレードを揃えています。成形加工部品として、これらのウルトラデュアー®の強化グレードは、自動車のエンジンルーム内のような高温の場所においても高い機械的強度が求められる部品には、欠かせない材料となります。

純粋なPBT/ガラス繊維強化製品に加え、強化グレードには、表面品質および寸法安定性をさらに最適化したガラス繊維強化PBTブレンドがあります。よく知られている電子組み立て部品製造業者は、強化グレードにハウジング材料として信頼を寄せています。それはこれらのグレードの卓越した性能特性と一貫した高い品質によるものです。

高流動の強化ウルトラデュアー®グレード

革新的なウルトラデュアー®ハイスピードのグレードは、複雑な金型の充填を可能とするだけでなく標準材に比べてサイクルタイムの大幅な削減が可能です。これら特に経済的なウルトラデュアー®ハイスピードには、ガラス繊維の配合率が異なるグレード、PBT/ASAをブレンドしたS 4090グレードがあります。ウルトラデュアー®ハイスピードグレードの性能をこのように強化することに成功したのは、ナノテクノロジーを応用しているからです。特別に設計された添加剤が分子鎖の間にナノ構造体を形成することで標準構造体に比べ、熔融状態では、より滑り易くなり、優れた流動特性を発揮します。

低ソリ強化ウルトラデュアー®グレード

車の通気グリッドなど寸法安定性が求められる大型部品の製造は、樹脂加工業者にとって大きな課題となります。低ソリグレードは、加工処理を容易にします。これらの材料は異方性の充填剤や強化材料の配合率を少なくすることができます。特殊な設定においては、縦および横方向でほぼ同じ加工比率を得ることができます。明らかに低ソリ性が求められる部品の製造には、最も重要な条件です。

耐加水分解強化ウルトラデュアー® グレード

特殊な添加剤を加えることによって、高温の場所で水分あるいは湿気にさらされた状態でも、強いウルトラデュアー®に更なる耐性を付与できます。さまざまな試験システムでわかるように、これらの特殊グレードは、標準 PBT に比べ、はるかに長時間の耐加水分解性を示します。

レーザー透過性に優れた強化ウルトラデュアー® グレード

部分結晶性熱可塑性樹脂のレーザー溶着が非晶性樹脂よりも難しいのは、主に球晶の大きさによりレーザー光が散乱することが理由として挙げられます。以前よりこの問題を抱える部分結晶性熱可塑性樹脂に対し、ウルトラデュアー® LUX と呼ばれる部分結晶性 PBT を開発いたしました。一般的な PBT と比較してウルトラデュアー® LUX はレーザー透過性が向上し、拡散率も格段に小さくなりました。

改良されたレーザー透過性により、より速い溶着速度を実現でき、それと同様に生産条件幅も広がります。厚肉成形品についても以前よりも溶着性が向上しています。これにより以前はほかの溶着方法だった用途に対しても検討の余地を与えます。このウルトラデュアー® LUX についての詳しい情報についてはパンフレット「ウルトラデュアー® LUX -レーザー溶着向け PBT」をご参照ください。

難燃グレード

ウルトラデュアー® の製品群には、多様な難燃グレードが揃っており、PBT の可燃性に対する特別な要件が求められる建築用途や電化製品業界で利用されています。標準の難燃グレードには、未強化と、10、20 または 30% のガラス繊維を含有する強化グレードがあります。

ウルトラデュアー® の製品群ハロゲン・フリーの難燃剤を使用したウルトラデュアー® フリー (Free) を新規に追加しました。優れた特性を持つこれらのグレードは、ハロゲン含有難燃剤を使用しない部品に対する高い市場の要求を満足することができます。

食品接触材用途向けウルトラデュアー®

FC や Aqua® が付記されたウルトラデュアー® は食品や飲料に接触する材料としてご提案するグレードです。ウルトラデュアー® FC グレードは以下に示す食品安全基準に適合し、用途開発を進めることが可能になっています。

e. g. FDA, European Food Contact No. 2002 / 72 / EC and GMP (EC) No. 2023/2006.

ウルトラデュアー® FC Aqua® グレードは飲料水用途のガイドラインである KTW, DVGW, WRAS の要求事項を満たしています。プラスチックで特に求められる低いマイグレーション性、味への中立性、プラスチックと接触していることによる藻類の発生無きこと等を含めて、本グレードは飲料水接触用途で使われています。

Aqua グレードに関する詳細についてはパンフレット「アイデアから商品へ。サニタリーおよび水回り用途のプラスチック Aqua®」をご参照ください。

医療用途向けウルトラデュアー®

ウルトラデュアー® B 4520 PRO は医療用途の特に射出成形向けグレードになります。低ソリ性と低収縮率が特に重視されています。これは医療用途で特に重要視される寸法安定性を確保していることを表します。

そのほかの利点としては、低吸水性や医療用途で使われる薬品に対する耐性も持っています。

ウルトラデュアー® B 4520 PRO はパッド印刷と同様にホットスタンピングが可能です。そのほかにはガンマ線や酸化エチレン等を器具の殺菌のために使われることがあります。詳細についてはパンフレット「医療用途のエンジニアリングプラスチック -ウルトラフォーム® PRO, ウルトラデュアー® PRO」をご参照ください。



エアフローコントロール

各グレードの概要

未強化グレード

B 2550	紙や板の塗装に最適な高流動性グレードは、高い耐熱性に優れ、冷凍食品やレトルト食品の包装に使われています。また優れた流動性が求められる射出成形用や紡糸用途にも適しています。
B 4500 B 4520	中粘度のグレードは、工業用フィルムやモノフィラメント、ブラシ、薄肉の成形品、パイプなどに適しています。また射出成形による工業用機能性部品の生産にも適しています。
B 6550 B 6550 L / LN	高粘度のグレードは、光ファイバー用のルースバッファチューブの押し出し、射出成形品やパイプ等を切削加工するための中間生産用途として最適です。

流動性に優れた非強化グレード

B 4520 High Speed	流動性の良好な射出成形グレードは、コネクタおよびそのほかの機能部品に適しています。
-------------------	---

強化グレード

B 4300 G2 / G4 / G6 / G10	ガラス繊維を10-50%配合した射出成形用グレードは工業用部品に最適で、剛性、靱性および寸法安定性に優れています。プログラム・スイッチ、サーモスタット部品、車の小型モーターのハウジングなどの幅広い用途で使われます。
B 4040 G4 / G6 / G10	ガラス繊維を10-50%配合した射出成形用グレードは、高い表面品質が求められる工業用部品に最適で、車の外装ドアハンドル、オープンドアハンドル、トースターのケーシング、サンルーフのフレーム/ウィンドディフレクタなどの幅広い用途で使われます。
S 4090 G2 / G4 / G6	ガラス繊維を10-30%配合し、低ソリ性・流動性に優れた射出成型用グレードは高い寸法安定性が求められる工業用部品に適しています。主にプラグコネクタ、ハウジングなどの用途に使われます。
S 4090 GX / G4X / G6X	低ソリ性、高流動性に優れた射出成形用グレードは、特に高い加工性を誇ります。またガラス繊維を14-30%配合し、高い寸法安定性が求められる工業用部品に適しています。主に車の内部コンポーネント、プラグコネクタやハウジングなどの用途に使われます。

流動性に優れた強化グレード

B 4300 G2 / G3 / G4 / G6 High Speed	ガラス繊維を10%-30%配合した高流動性の射出成形用グレードは、剛性、靱性および寸法安定性が求められる要求特性の高い部品に最適で、ハウジング、コンソール、接点台やカバーに使われます。
B 4040 G6 High Speed	ガラス繊維を30%配合した高流動の射出成形用グレードは表面品質等要求特性の高い部品に最適で、車のドアハンドルやサンルーフのフレーム、ワイパーアームなどに使われます。
S 4090 G4 / G6 High Speed	ガラス繊維を20%-30%配合し、低ソリ性に優れた高流動性の射出成形用グレードは、高い寸法安定性が求められる技術用部品に最適で、ハウジング、プラグ&ソケット・コネクタ、サンルーフのフレームなどに使われます。

低ソリ性に優れた強化グレード

B 4300 K4 / K6	ガラス繊維を20-30%配合した射出成形用グレードは、低ソリ性が求められる工業用部品に適しており、光学機器、燃料タンクユニット、シャーシ、ハウジングなどに利用されています。
B 4300 M2 / M5	ミネラル強化により耐衝撃性を改良した射出成形用グレードは、剛性の必要な部品に最適で、自動車のパワードア・ロック、家電製品のハウジングや意匠部などに利用されています。
B 4300 GM42	ガラス繊維とミネラルを組み合わせた射出成形用グレードは、表面品質と剛性および低ソリ性に優れ、PCBのハウジングなどの部品に使われます。
S 4090 GM11 / G13	10%-20%のガラス繊維/ミネラルを配合した射出成形用グレードは、寸法安定性と低ソリ性が強く求められる薄肉部品に最適です。主にフタ、換気グリルやハウジングカバーなどの用途に使われます。

難燃グレード

B 4406 unreinforced / G2/ G4/ G6	難燃性に優れた射出成形用グレードには、非強化あるいはガラス繊維を10%–30%配合したタイプがあり、優れた耐性が求められる部品に最適で、プラグ・ソケット・コネクタ、ハウジング、コイル・フォーマや照明用部品などの用途に利用されています。
B 4441 G5	ガラス繊維を25%配合した射出成形用グレードは、IEC 60335の燃焼性試験に最適化しており、高い難燃性のほかに耐トラッキング性（電子装置のハウジング、プラグ・ソケット・コネクタ、電源スイッチなど）、ハロゲンフリーおよびアンモニアフリーの性質が求められる部品に適しています。
B 4450 G5	ガラス繊維25%を配合したハロゲンフリーのこの難燃グレードはより高いレベルでの耐トラッキング性と難燃性を必要とする部品に適しています。
B 4450 G5 HR	ガラス繊維25%を配合したハロゲンフリーのこの難燃グレードはより高いレベルでの耐トラッキング性と難燃性を必要とする部品に適しており、それに加えて耐加水分解に対する安定性を付与したグレードです。

耐加水分解性に優れた強化グレード

B 4330 G3 / G6 HR	ガラス繊維を15%または30%配合した射出成形グレードは、剛性、靱性および寸法安定性が高く、優れた耐加水分解性と強度が求められる工業用部品に最適で、主に自動車用コネクタ、ボンネットの下の電子ユニットのハウジングなどに利用されています。
B 4300 G6 HR	ガラス繊維を30%配合したこのグレードは、剛性および寸法安定性が高く、優れた耐加水分解性が求められる工業用部品に最適で、主に自動車用コネクタ、ハウジングなどに利用されています。

レーザー溶着用途向けにレーザー透過性を向上させた強化グレード

LUX B 4300 G4 / G6	レーザー溶着可能なガラス繊維20%・30%のこの強化グレードは、特定の周波数(800-1100nm)に対して高い透過性を持っています。例:Nd/YAGまたはダイオードレーザー
-----------------------	---

特殊用途向けグレード

LS	レーザーマーキング対応グレード 例:Nd:YAG laser(1064 nm)
LT	特定の周波数(800-1100nm)に対して高い透過性を持っています。 例:Nd/YAGまたはダイオードレーザー
FC / FC Aqua®	食品接触材に適した材料です。食品接触材用途としての使用に関して、一般的な要求事項を満足しています。
PRO	吸入マスクや薬品アンプルのような医療分野用途としての使用に関して、一般的な要求事項を満足しています。

表 1：各グレードの概要

BASF は、特殊な特性を持つ製品や、特殊な用途に利用できる製品を幅広く提供しています。レーザーで印字ができる製品、食品接触を目的にした製品、衝撃改質グレード、そのほか特殊仕上げ加工を施した製品に関する詳しい情報は、Ultraplastics Infopoint までお気軽にお問い合わせください。

機械物性

ウルトラデュアー®の製品群には、剛性、強度および耐衝撃性などのさまざまな優れた機械特性を持つグレードが揃っています。

ウルトラデュアー®がほかと異なるのは、剛性および強度と、高い耐衝撃性、熱安定性、滑り摩擦特性さらに寸法安定性をバランスよく組み合わせた特徴があるからです。

ガラス繊維強化ウルトラデュアー®のグレードは、未強化ウルトラデュアー®グレードより、はるかに高い強度と剛性を誇ります。図1では、弾性率のガラス繊維含有率依存性を示しています。

ISO 6721-2に準拠した、ねじり振り子試験でのせん断弾性率および減衰値を図2および3に示しました。これにより未強化および強化ウルトラデュアー®グレードの特性の温度依存性がよりよくわかります。

+50℃において対数減衰が極大値を示すということは、この領域が非晶部の軟化領域であることを示しています。結晶部では+220℃以上に達しないと軟化しませんので、結晶部により、広範囲の温度でその寸法安定性および強度を確保していることがわかります。

未強化およびガラス繊維強化ウルトラデュアー®のグレードの良好な強度特性は高温下においても高い機械的負荷に耐え得るものです(図4～図6)。

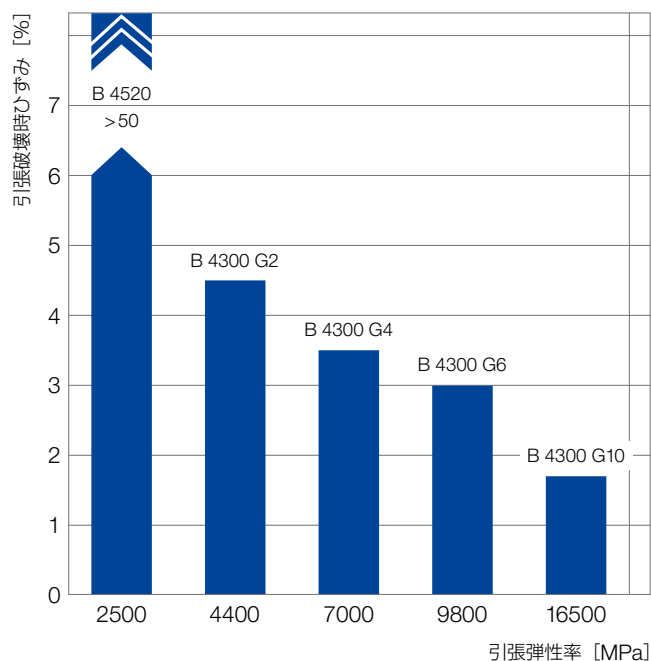


図1：引張弾性率と引張破壊時ひずみ

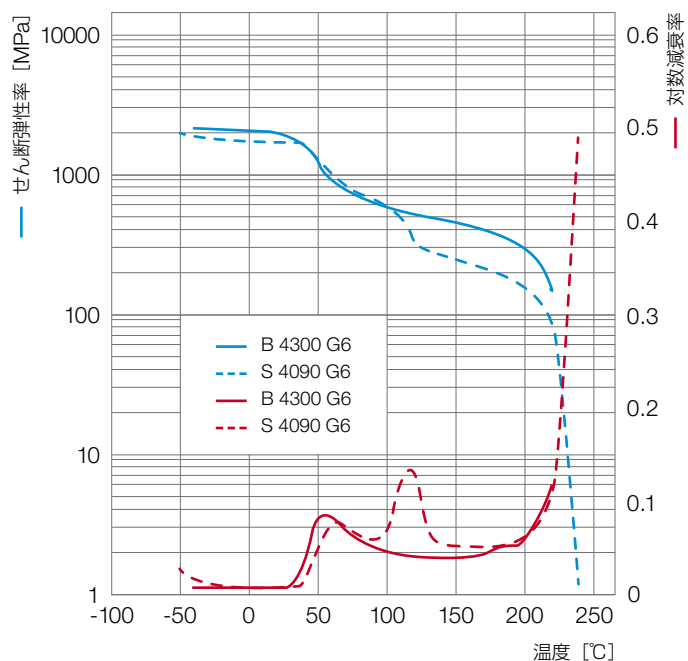


図2：ガラス繊維強化ウルトラデュアー®の温度によるせん断弾性率と対数減衰率 (ISO 6721-2による)

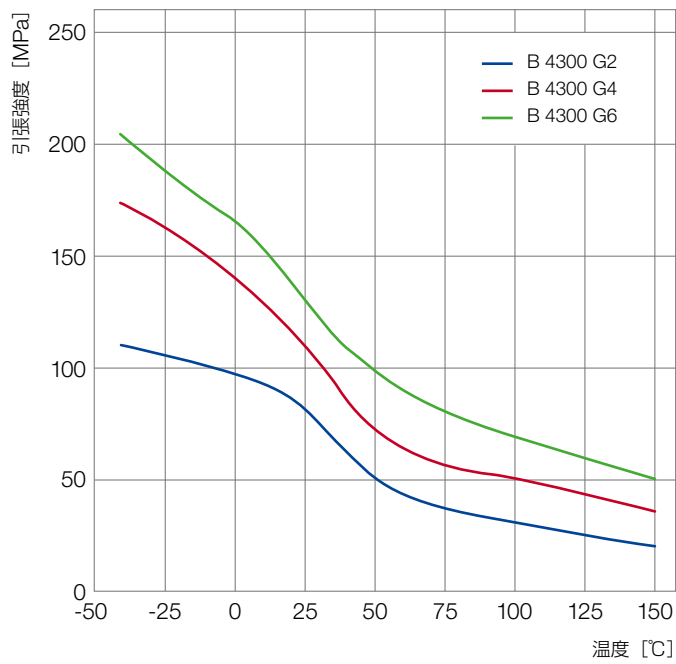


図 3：ガラス繊維強化ウルトラデュアー® B の引張強度の温度依存性 (ISO 527, 引張速度 5mm/min)

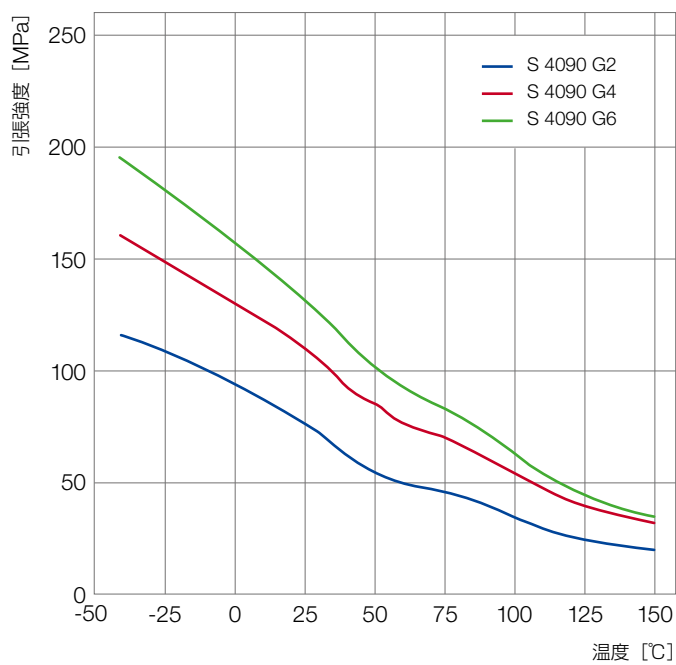


図 4：ガラス繊維強化ウルトラデュアー® S の引張強度の温度依存性 (ISO 527, 引張速度 5mm/min)



圧力センサー

初期の段階に限っては、一軸引張荷重は応力-ひずみ線図によって表されます。図5は未強化のウルトラデュア® B 4520、図6はガラス繊維30%含有のウルトラデュア® B 4300 G6の各温度での応力-ひずみ線図を表しています。

靱性-常温および低温での衝撃強度

衝撃強さは、応力-歪み線図から破壊時点での変形エネルギーとして特定することが可能です(図5、図6)。

このほかに靱性の基準として、ISO 179/1eUに準拠する、ノッチ無し試験片を使ったシャルピー衝撃試験があります。表2では、未強化ウルトラデュア B 4520の耐衝撃性は、ガラス繊維強化のウルトラデュアのグレードより高いことを示しています。

衝撃負荷を与えられた材料の衝撃特性の実用状態により近い相対値は、DIN 53443に従って、衝撃試験、すなわち落錘試験によって測定することができます。この標準に従い、50%の衝突破壊エネルギー(E50)、つまり部品の50%が損傷を受ける時点の落下エネルギーを、肉厚1.5mmのテストボックスで測定しました(表2)。

破壊エネルギーは、寸法、肉厚、使用強化材、加工条件に依存します。

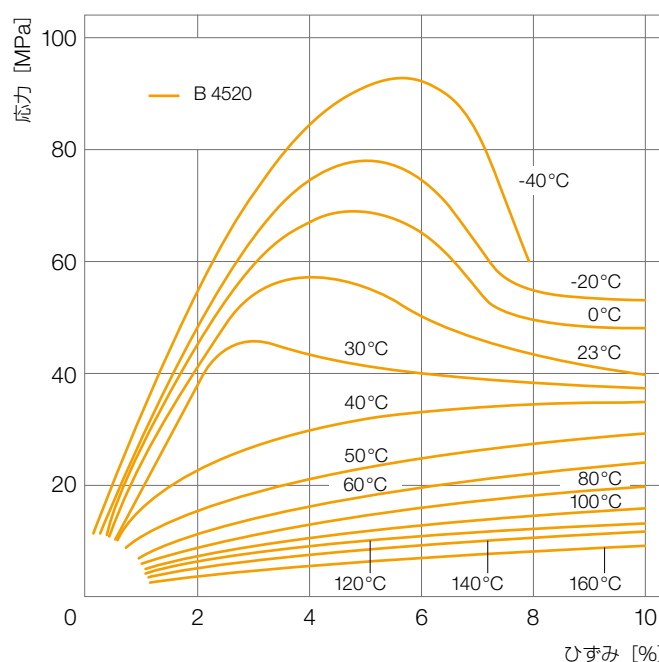


図5：各温度でのウルトラデュア® B 4520の応力-ひずみ線図 (ISO 527, 引張速度 50mm/min)

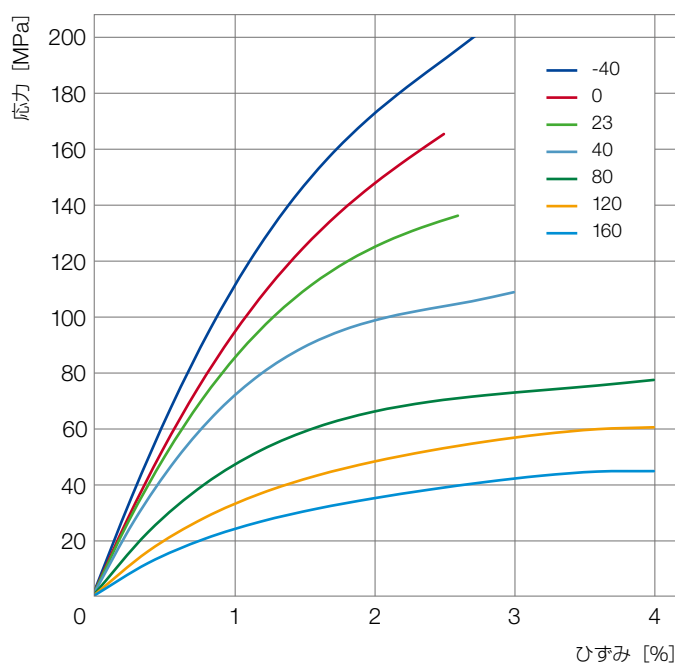
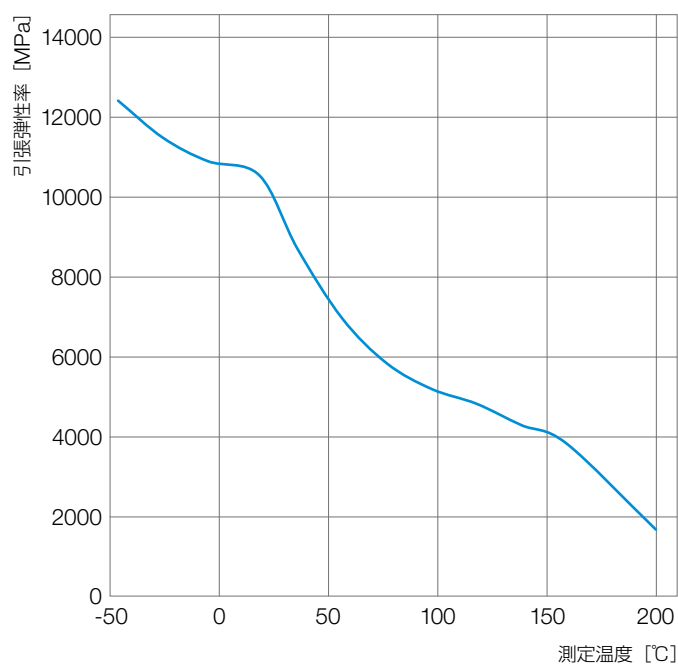


図6：各温度でのウルトラデュア® B 4300 G6の応力-ひずみ線図 (ISO 527, 引張速度 50mm/min)



物性	単位	B 4520	B 4300 G2	B 4300 G4	B 4300 G6	B 4300 G10
ガラス繊維含有率	Wt.-%	0	10	20	30	50
落錘衝撃エネルギー(E ₅₀)	J	>140	12	5	1.6	0.8
衝撃強度 +23℃	kJ / m ²	no break	38	58	72	65

表 2：ガラス繊維含有率によるシャルピー衝撃強度（ISO 179/1eU）と落錘衝撃エネルギー（E₅₀）（DIN 53443）

長期の静的荷負下における挙動

相対的長期間、静的荷負下にある材料の負荷状態は、一定の応力あるいはひずみで測定されます。DIN 53444 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を実施することで、継続荷重下におけるひずみ、機械強さおよび応力緩和に関する情報が得られます。

クリープ特性に関する結果をクリープ率、クリープ弾性率曲線、クリープ曲線および等時性応力-ひずみ曲線で表記しました(図 7 および図 8)。

ここにあるグラフは、当社の広範囲な樹脂に関するデータベースから抽出したのですが、お客様からの希望があれば、詳細の情報を提供することができます。

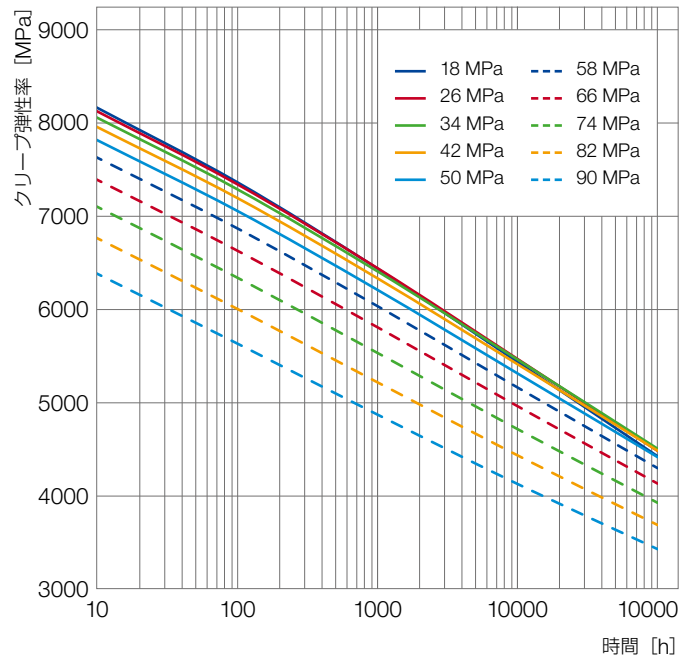


図 7：ウルトラデュアー® B 4300 G6 の 23℃におけるクリープ弾性率曲線

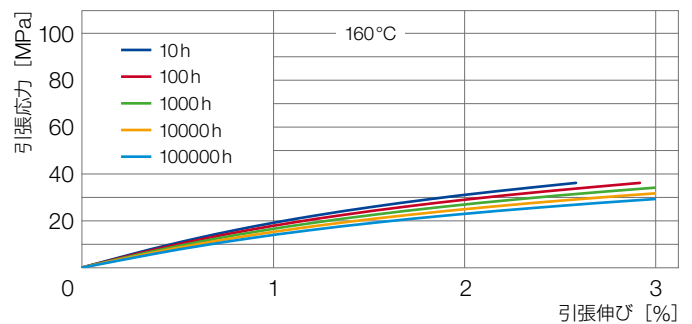
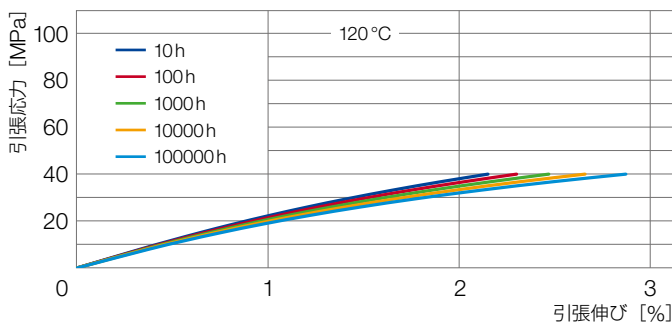
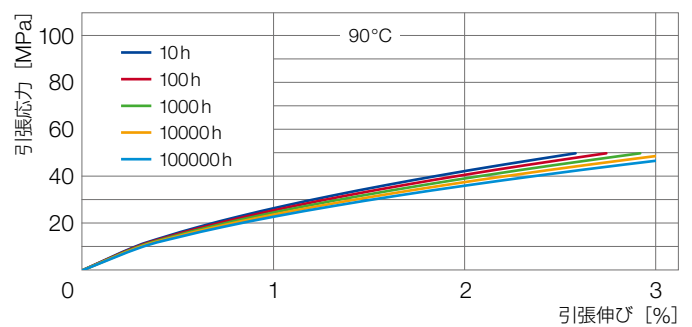
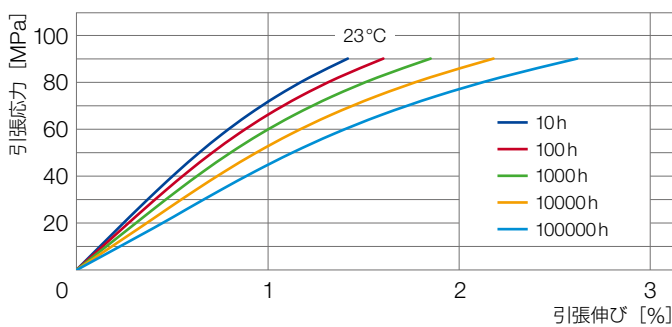


図 8：DIN 50014-23/50-2 (90℃、120℃、160℃) および DIN 53442 に基づく常温下でのウルトラデュアー® B 4300 G6 の等時性応力-ひずみ線図

繰り返し荷重下における挙動、曲げ疲労強度

工業部品は、しばしば交互のあるいは繰り返し負荷を受けますが、構造部品においても定期的に同様の負荷を受けます。この負荷に対する材料の挙動は、長期の曲げ疲労試験、すなわちDIN 53442に基づく回転曲げ疲労試験を長期間にわたる繰り返し回数まで実施することで決定されます。結果は、Wöhler（ウェーラ）図表に表記しました。これは、それぞれの場合の負荷サイクル率に対して与えられた応力をグラフにしたものです（図9を参照）。曲げ疲労強度は、応力レベルで定義され、サンプルでは少なくとも1000万サイクルに耐えることができます。

ウルトラデュアー® B 4300 G6 の場合では、標準条件下での曲げ疲労強度は、40MPaであることが、この表からわかります。

この試験結果を実際に応用してみると、高い負荷での交互繰り返し数では、部品は、内部摩擦によってかなり高温になる可能性があることを考慮に入れる必要があります。この様な場合、環境温度が高くなれば、曲げ疲労強度値は、低くなることが推測されます。

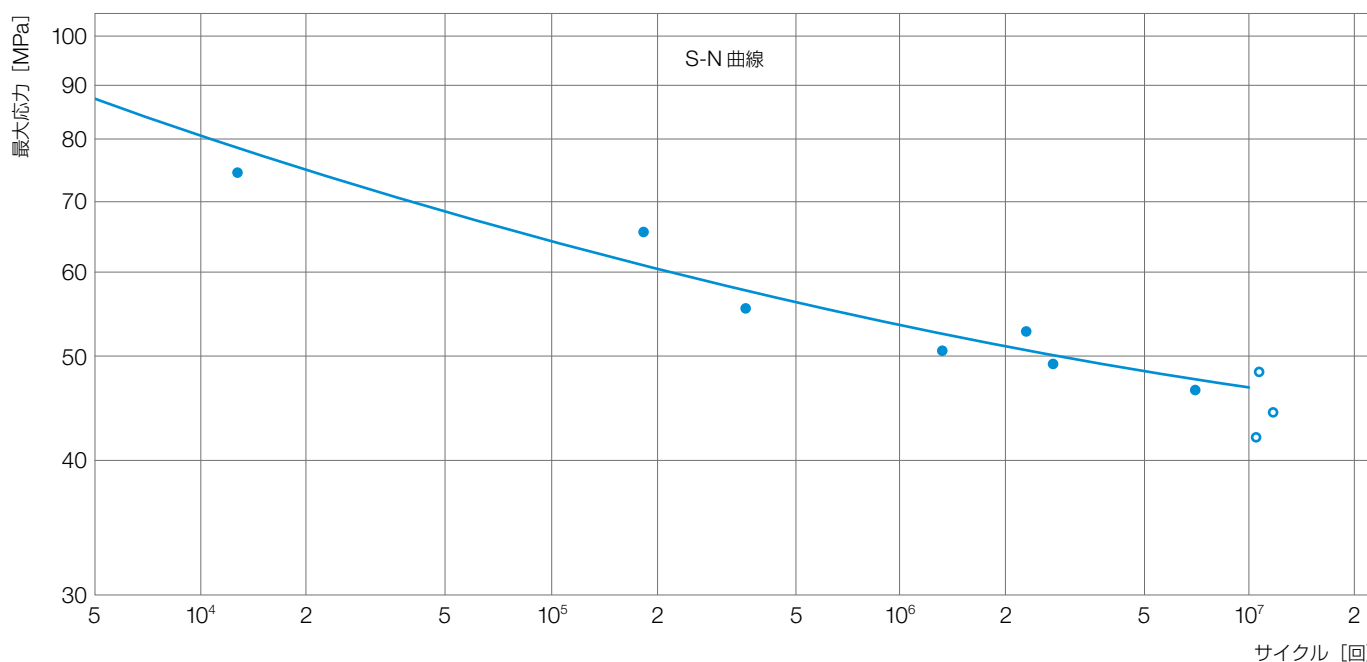


図9：DIN 53442 および DIN 50014-23/50-2（射出成形による試験片）に基づいた常温下でのウルトラデュアー® B 4300 G6 の曲げ疲労強度

トライボロジー特性

ウルトラデュアー®は、その優れた滑り特性および耐摩耗性によって、滑り特性が求められる材料として最適です。

図 10 および 11 は、未強化およびガラス繊維強化ウルトラデュアー®の摩擦係数および摩耗量の例を表わしたもので、これは 2 種の異なる面粗度を持つ特殊なトライボロジーシステムを用いて実施しました。滑り特性はシステムに強く依存しますので、問題となる部分には独自の試験が必要になる場合があります。滑り摩擦係数および滑り摩耗量は、接触圧力、滑り表面の温度、滑り距離に依存します。また表面粗さおよび組み合わせる材料の硬さによっても大きく左右されます。滑り速度は、滑り表面の温度が上昇したり変形することがなければ、結果に影響を及ぼすことはありません。

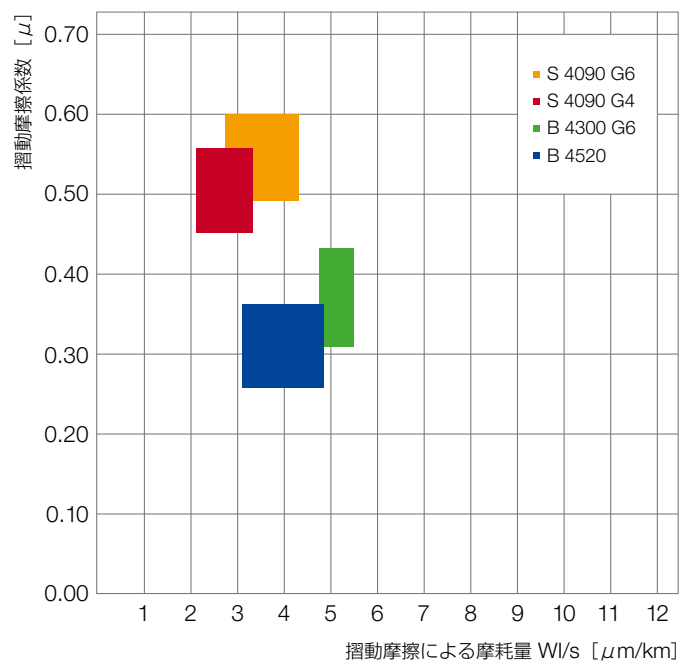


図 10：ウルトラデュアー®における面粗さ 0.15 μm のときの滑り係数および無潤滑での摩擦係数（試験方法：Pin-on-Disk, 相手材：鋼円盤 100 Cr 6/800 HV, 試験温度 23°C, 接触圧 1MPa, 摺動速度 0.5m/s）

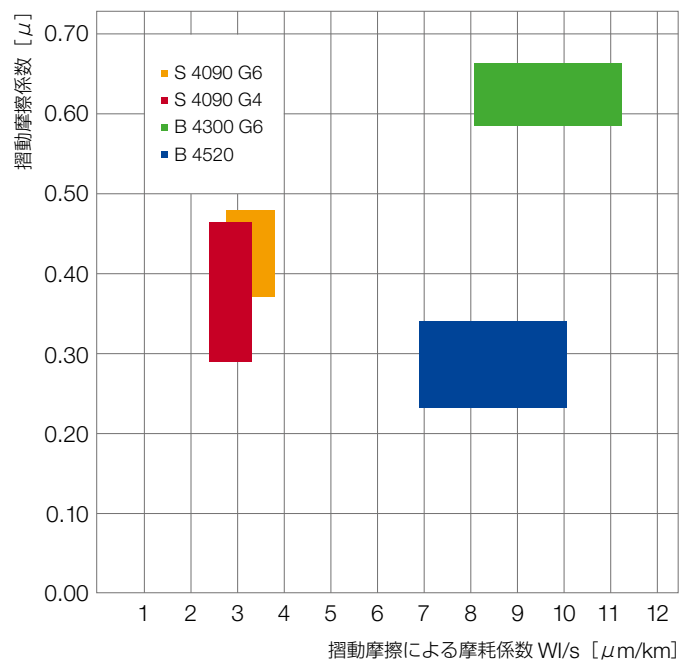


図 11：ウルトラデュアー®における面粗さ 3 μm のときの滑り係数および無潤滑での摩擦係数（試験方法：Pin-on-Disk, 相手材：鋼円盤 100 Cr 6/800 HV, 試験温度 23°C, 接触圧 1MPa, 摺動速度 0.5m/s）

温度特性

ウルトラデュア[®]は、部分結晶性熱可塑性樹脂であり熔融温度が 220℃～225℃と狭い温度領域にあります。結晶化度が高いため、無負荷状態のウルトラデュア[®]成形品は、短期間であれば変形や分解を起こすことなく融点をわずかに下回る温度まで加熱することができます。ウルトラデュア[®]は、線膨張率が低いことが大きな特徴です。特に強化グレードは、温度変化が生じた際にも優れた寸法安定性を発揮します。但しガラス繊維強化グレードの場合、線膨張は繊維の配向によって決まるため、異方性について注意する必要があります。

短期間熱に曝された場合の挙動

製品特有の熱的特性とは別に、ウルトラデュア[®]の成分が熱に曝された場合の挙動は、曝露時間、熱の与え方および負荷によって異なります。部品の形状もまた重要です。従って、さまざまな標準試験の温度値を基にしたウルトラデュア[®]の寸法安定性は、単純に推定することはできません。ISO 6721-2 に準拠したねじり振り子試験の温度依存性として測定したせん断弾性率および減衰値は、温度挙動を計る重要な目安となります。せん断弾性率曲線(図 2 および 3 を参照)の比較により、低い変形応力と速度の異なる機械特性がわかります。経験的には、適正に製造された部品の熱安定性は、ねじり振り子試験により測定された軟化開始温度によく合致します。

熱老化耐性

高温下で特性が連続的、負荷逆的变化(劣化)することを熱老化といいます。作業条件下で完成部品の老化特性を見極めることは、難しい場合があります。長い耐用年数が必要となるからです。

標準試験片による熱老化試験方法は、高温で化学プロセスの反応をアレニウス (Arrhenius) の式で加速させて行います。この式で数学的に記述された耐用年数の温度依存性は、国際標準 IEC 216, ISO 2578 および US 標準 UL 746B に基づいています。

温度指数 (TI) は、決められた時間 (通常は 20,000 時間) 後に許容限界値 (通常、特性が初期値の 50%まで低下することを言う) に達した時の温度 (℃) と定義されます。温度指数は、多くの製品や多様な特性 (引張強度など) で得られており、ウルトラデュア[®]の特性表 (別冊: グレード一覧) に表記しています。

ウルトラデュア[®]の成形品は、使用可能温度で、長い時間、熱応力がかかると変色することがあります。例えば、ウルトラデュア[®] B 4520 無着色品の場合は、温度 110℃で 150 日間曝した場合、ほんのわずかな変色が見られます。140℃、100 日間保管後でも、酸化による変色はわずかですので、これらの材料は、家庭用器具分野で高温に曝される可視部品に最適です。

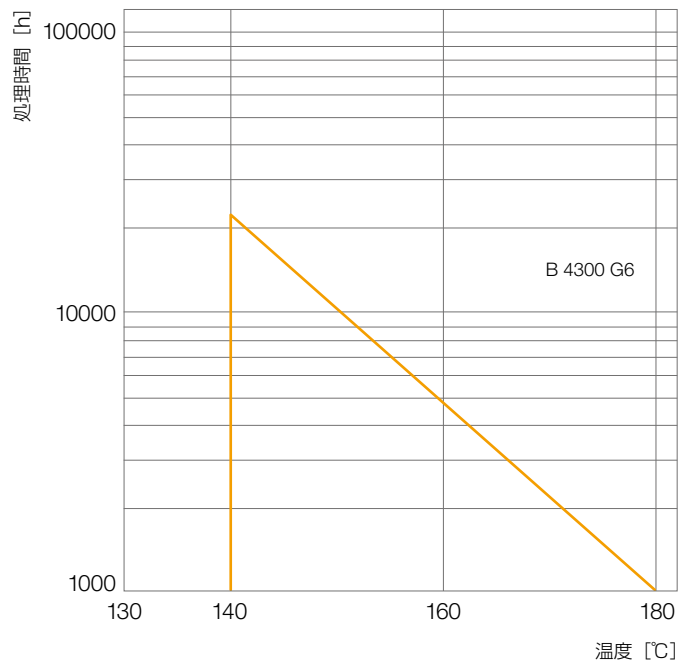


図 12: ガラス繊維強化ウルトラデュア[®] B 4300 G6 の温度毎の使用可能時間 (IEC 60216)

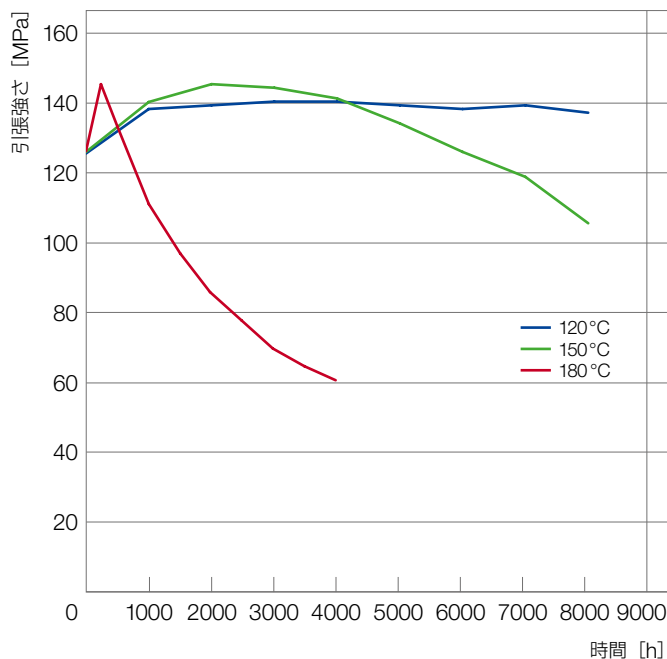


図 13：ウルトラデュアー® B 4300 G6 の耐熱性

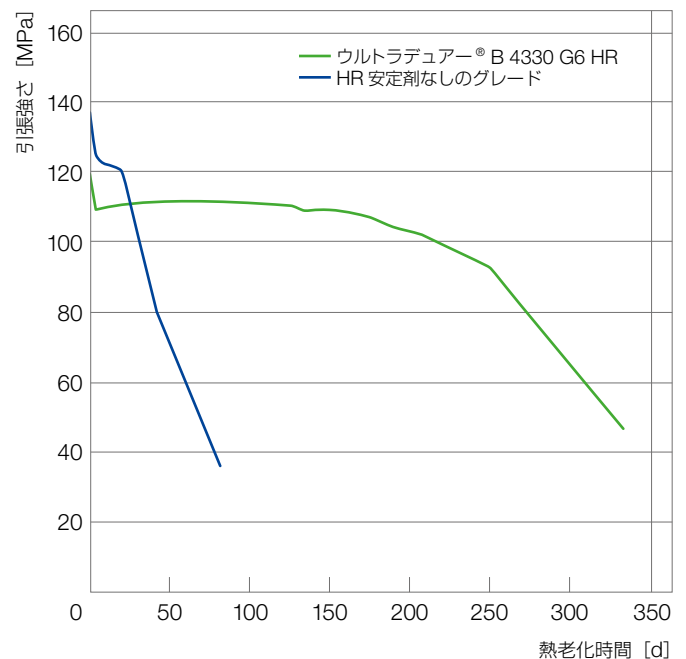


図 14：ウルトラデュアー® B 4330 G6 HR と HR 安定剤なしの PBT GF30% の比較：熱老化 85°C / 85% RH, 引張特性試験片肉厚 4mm (ISO 527, 1A)

ウルトラデュアー® の成形品は前頁で述べた温度と時間において長期間曝露されると若干の変色が見られます。例えば未着色グレードのウルトラデュアー® B 4520 の場合、110°C で 150 日間の曝露で若干の変色が見られます。また 140°C で 100 日間の曝露で酸化による変色が見られます。よってこの材料は高温下に曝される外観部品に適しています。例としては家庭用品が挙げられます。

加水分解耐性

ポリエステルと同様に大気中の水分に曝された状態で極端な温度の乱高下があった場合、加水分解により樹脂の分子鎖が切れていくことで材料の物性が低下します。具体的には機械物性のような重要な材料特性について、加水分解により劣化します。高温高湿下で許容される時間を超えて使用される用途、例えば自動車 E&E 用途では耐加水分解処方されたグレードを提案しています。この処方により、加水分解による分子鎖の切断を抑え、加水分解による劣化を低減することができます (図 14)。

ウルトラデュアー® の耐加水分解グレードは耐加水分解に対する優れた耐性を持ちます。また高い応力が掛かる用途にも適用できます。BASF はウルトラデュアー® 耐加水分解グレードについて、高い耐加水分解性だけでなく、生産工程への利益についてもご提案させていただきたいと考えております。具体的にはウルトラデュアー® B 4300 G6 HR, 耐衝撃性を向上させた B 4330 G3 HR, B 4300 G6 HR などがあります。

電気特性

ウルトラデュア[®]は、電気工業および電子分野でバランスの取れた特徴を生かし、プラグボード、すり板やプラグ接続などの絶縁部品に使われます。特性としては、高い絶縁耐力や耐トラッキング性、十分な耐熱老化性、難燃剤を添加することにより高まる防火要求を満たすことなどの優れた絶縁性（接触抵抗および表面抵抗）が含まれます。電気試験値は、ウルトラデュア[®]の特性表（別冊：グレード一覧）に纏めて表記しています。

図 15 は、ウルトラデュア[®] S 4090 G4 の各周波数における比誘電率、誘電正接を示したものです。電気特性は、大気の湿度には影響されません。

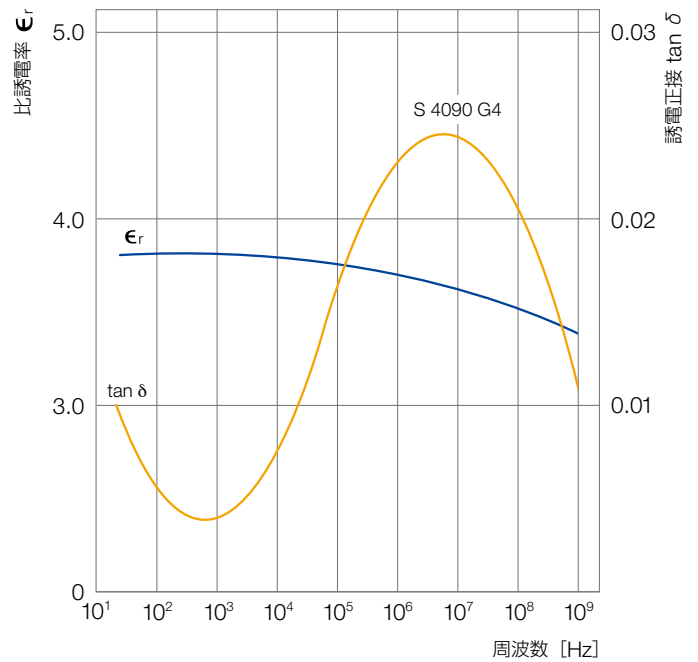


図 15：ガラス繊維強化ウルトラデュア[®]の各周波数における比誘電率と誘電正接



ヘッドライトカバー

燃焼時の挙動

一般的な注意事項

290℃以上になると、ウルトラデュアー®グレードはゆっくりと分解し始めます。可燃性ガスが発生し、発火後も燃焼し続けます。これらの過程では、さまざまな要因による影響を受けるため、ほかの可燃性固形物質の場合と同様、引火点を明確に特定することはできません。難燃剤の使用については火元からの延焼を防いだり、それを最小限に食い止める（自己消火性）ことを意図して添加しております。炭化や燃焼によってできた分解生成物は主に二酸化炭素と水分で、酸素の供給量によっては少量の一酸化炭素、テトラヒドロフラン、テレフタル酸、アセトアルデヒドや煤煙（すす）などが発生します。

試験

電気工学

多種多様の材料試験を実施し、電気絶縁材の燃焼性の評価を行っています。特に欧州では IEC 60695 に準拠したグローワイヤー試験の実施が頻繁に要求されています。ウルトラデュアー®製品の分類を表3に要約しました。ロッドについてはさらに UL 94 による分類があります。これは米国のアンダーライター・ラボラトリーズ・インク (Underwriter Laboratories Inc) による部品、デバイスおよび電気製品に使われる樹脂材料の燃焼性試験を表します。

車両分野

車両分野の用途には、DIN 75200 が、内装材料の燃焼性を評価する試験方法として適用されます。水平に保持したプレートをブンゼンバーナーの炎を使って、試験する方法で、MVSS 302 (USA) と同等の試験方法です。特性表 (別冊：グレード一覧) にありますように、すべてのウルトラデュアー®グレードは、1ミリの厚みでこの燃焼試験 (燃焼率 < 100mm/分) に合格しています。

関連するデータについては、レンジチャートでも参照することができます。鉄道関連の各国の規格に加え、例えば欧州規格 EN 45545 は密度や毒性ガス等の火災によるほかの影響についての要求事項を踏まえた規格として策定されています。

建築分野

建築分野の建築用材料に対する試験は、DIN 4102 補足「建築材料および要素の燃焼挙動」に規定されています。未強化およびガラス繊維強化ウルトラデュアー®グレード (厚さ 1mm、標準試験片による) は「一般的な可燃性」建築材料 (ドイツの建物査察規定の用いる用語) として建物材料クラス B2 に分類されます。結果を表3に要約しました。

電気絶縁材料に関する更なる資料について

幅広く存在する電気用途とその規格・規定を完全に把握することは難しいですが、以下の BASF の資料によって詳細な情報やデータを取得することができます。

- E&E 分野でのエンジニアリングプラスチック
 - － 規格としきい値
- E&E 分野におけるエンジニアリングプラスチック
 - － 材料・用途・代表値
- 車両用でのエンジニアリングプラスチック
 - － 材料・用途・代表値

ウルトラデュアー	UL 94	グローワイヤーテスト IEC 60695 Part 2-12	FMVSS 302 (肉厚 ≥ 1mm)
B 4520	HB(0.75mm)	850(≤ 2mm)	適合
B 4300 G2 - G10	HB(0.75mm)	750(2mm)	適合
B 4300 K4 -K6	HB(1.5mm)	850(3mm)	適合
S 4090 G4 -G6	HB(0.7mm)	750(3mm)	適合
B 4406 G2 -G6	V-0(0.4mm)	960(1mm)	適合
B 4441 G5	V-0(0.4mm)	960(1mm)	適合
B 4450 G5	V-0(0.4mm)	960(1mm)	適合

表3：燃焼に対する挙動

耐薬品性と野外曝露での挙動について

耐薬品性

ウルトラデュアー®には、アルコール、エーテル、エステル、高級脂肪エステルや脂肪族炭化水素などの多くの一般的な脂肪や溶剤、さらに燃料、ブレーキ液や変圧器油などの脂油に対する優れた耐性があります。

常温では、ウルトラデュアー®は、多フッ素化アルコールなどの非常に特殊な溶剤にのみ溶解し、水および多くの塩の水溶液に対する耐性があります。高温においては、ウルトラデュアー®は、*o*-ジクロロベンゼンとフェノール、またはテトラクロロエタンとフェノールあるいは *o*-クロロフェノールとジクロロ酢酸の混合溶媒に溶解します。なお、希釈した酸に対しては耐性が限定され、水溶性のアルカリには耐性がありません。

ポリエステルは、加水分解の影響を受けやすく、60℃以上の水あるいは水溶液中で、長時間使用することは、避けてください。短時間であれば、温水あるいは熱水との接触は問題ではありません(図 16)。特に加水分解安定性が求められる場合には、多くのウルトラデュアー® HR グレードを揃えています。溶剤および薬品の効果に関する詳細は、www.plasticsportal.net にアクセスの上、ご確認ください。ラボ調査による材料毎の相対比較データを活用することができます。これより特殊用途に対して前もって適した材料を選定する基礎とすることができます。しかしながら一般的に実試験の代用となるものではありません。

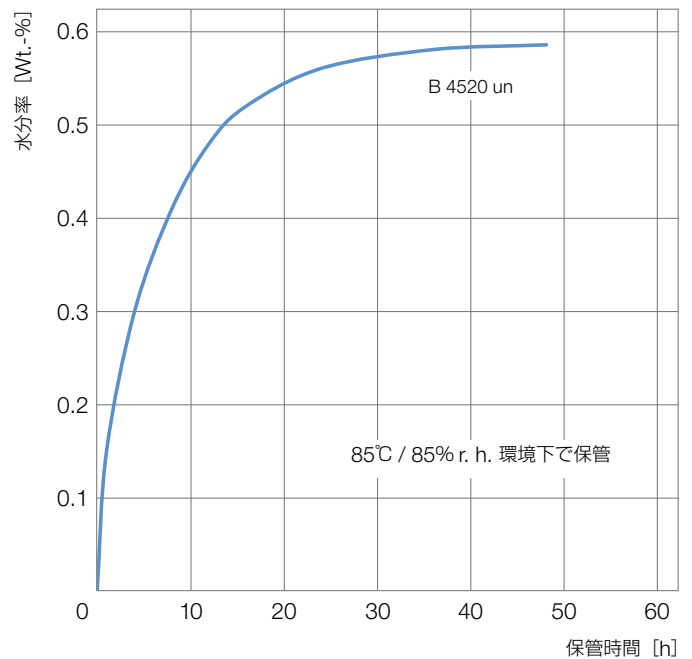


図 16：経時による未強化ウルトラデュアー®の吸水推移 (プレート肉厚 2.5mm)

耐候性

3年間、中央ヨーロッパで屋外曝露したウルトラデュアー®の成形品には、ほんのわずかな変色が見られただけで、表面にはほとんど変化が見られませんでした。剛性、引張強さおよび引裂強さなどの機械特性もまた、ほとんど影響がありませんでした。Xenotest 1200（耐候性試験機）を使い3,600時間の耐候性試験を実施後でも、引張強さは、依然として初期値の90%を維持しています。一方、破断ひずみはマイナスの影響を受けました。

BASFはXenotest 1200を使い、5年から6年の屋外曝露に相当する模擬試験を実施しましたが、屋外用部品は、黒の素材で製造することが好ましく、これは表面が外気にさらされることで生じる強度の低下を防ぐことができることが分かりました。ウルトラデュアー® B 4040 G2/G4/G6/G10などの繊維強化グレードは、卓越した表面品質と紫外線放射に対する耐性を持ち、特に極度に外気に曝される部品に最適です。



ドアミラーハウジング

ウルトラデュアー®の成形

一般情報

ウルトラデュアー®は熱可塑性プラスチックで用いられるすべての工法で成形することが可能ですが、一般的には射出成形と押出成形が使用されています。ウルトラデュアー®の射出成形は大量生産による経済的なメリットを供与いたします。ウルトラデュアー®の押出成形ではフィルムやパイプ、シート、モノフィラメント等が主に生産されています。成形に関する詳細の情報については弊社ウェブサイト www.plasticsportalasia.net を参照ください。

水分と乾燥

ポリブチレンテレフタレート (PBT) のようなポリエステル系の熱可塑性樹脂は加水分解を起こすことがあります。水分率の高い材料を成形すると、成形時に材料が劣化することがあります。これは成形時に加水分解を起こして分子鎖が切れて低分子量化してしまうためです。

実際には衝撃特性と弾性率の低下が表れます。強度に関しては表面上は変わらないことが多く見られます。材料の劣化についての検証は ISO 1628-5 による粘度数測定、または ISO 1133 によるメルトポリウムレートによる流動性測定で実施されます。成形前の材料の取り扱いには十分ご注意ください。

ウルトラデュアー®の成形時には水分率を 0.04%未満にしてください。安定生産のためには事前乾燥を行い、成形機までは閉じた形において搬送されるシステムを使用されることをお勧めいたします。事前乾燥は着色のためのマスターバッチを添加される場合にも有効です。

結露などを防止するため、バッグの開封はバッグの温度が成形エリアの室温に達してから実施してください。環境によっては、かなりの期間を要することがあります。

ルーフフレーム



さまざまな乾燥機が使用できますが、一般的には80℃～120℃で4時間の乾燥を行います。乾燥機の使用方法については期待する乾燥効果を得るために十分な検討を行ってください。例えばベントスクリューを使用する方法はお勧めいたしません。

成形の一時停止と材料替え

成形を一時的に停止する場合はスクリューを前進限まで前進させてください。停止時間が長くなる場合はバレル温度も下げてください。

成形を再開する場合は、パーズを必ず行ってください。また材料替えの際にはスクリューとバレルを事前に十分に洗浄してください。洗浄には高分子量であるHDPEがガラス繊維強化グレード等には最適です。

リサイクル（ランナー/スプルーの再利用）

リサイクルは打ち始め品やスプルー/ランナーなどが使用されます。注意点として熱履歴を受けることによる劣化の影響がどの程度なのかを事前に検証しておく必要があります。

粘度数のチェックはその検証に役に立つと考えられます。リサイクル比率は最大25%まで物性に大きな影響は与えないと考えられていますが、機能部品ではより安全率を大きめに取ることや、保安部品等ではリサイクル材の使用は控えるなどの対処をお勧めいたします。

難燃グレードにおいてはそのUL規格等の特性に影響を与える可能性があるため、リサイクル比率に制限があります。またリサイクル材を混合後に再度乾燥を行う必要があります。

着色

各種グレードに対し、マスターバッチによる着色を行うことができます。マスターバッチを選定するときにはウルトラデュアー®との相性が良い（材料物性に影響を与えない）ものであるかどうか十分に検討を行ってください。BASFはPBTベースの着色バッチをお勧めいたします。難燃グレードに関してはULのレートに影響を与えないかどうかの検証を行ってください。弊社のThe Ultra-Infopointでは最適なマスターバッチを供給できるサプライヤーをご紹介します。



圧力ポンプ・ハウジング

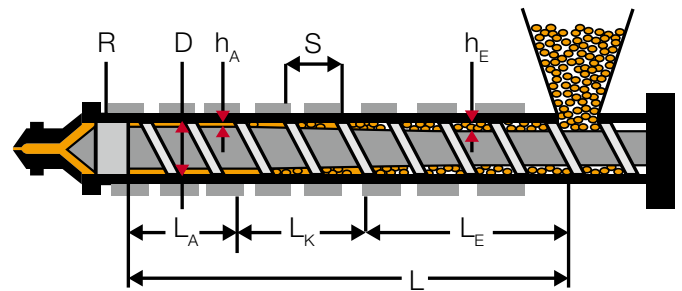
射出成形

射出ユニット

ウルトラデュア[®]の成形ではL/D比は20～23が最適となります。より浅めのスクリー溝であれば熔融樹脂の温度均一性の向上や滞留時間の低減ができます。

(図 17, 18)

ガラス繊維強化PBTを成形する場合は耐摩耗のシリンダー、スクリー、逆流防止弁を推奨します。高い保圧を実現する逆流防止弁は樹脂の逆流を防ぐことで、成形品のヒケやボイドを防ぐことができます。成形不良を未然に防ぐためにも逆流防止弁が適切に動作しているかどうか点検を行ってください。



D	スクリー外径	
L	有効スクリー長さ	20-23 D
L _E	供給部長さ	0.5-0.55 L
L _K	圧縮部長さ	0.25-0.3 L
L _A	計量部長さ	0.2 L
h _A	計量部の溝深さ	
h _E	供給部の溝深さ	
S	スクリーピッチ	1.0 D
R	逆流防止弁	

図 17：代表的スクリー形状-射出成形機に用いられるスリーゾーンスクリーの構成

金型設計

ウルトラデュア[®]はコールドランナーでもホットランナーでも成形が可能です。ガス焼け防止のためガスベントを設定してください。ホットランナーを使用の際はゲート部やマニホールドの断熱処理が適切かどうかご確認ください。金型への伝熱により金型温度に変化が生じ、成形不良に至る場合があります。安定した金型温度を得るために成形機プラテンには断熱版を入れることをお勧めいたします。特に60℃以上の金型温度にする場合は昇温時間や金型温度のゆらぎが低減されます。

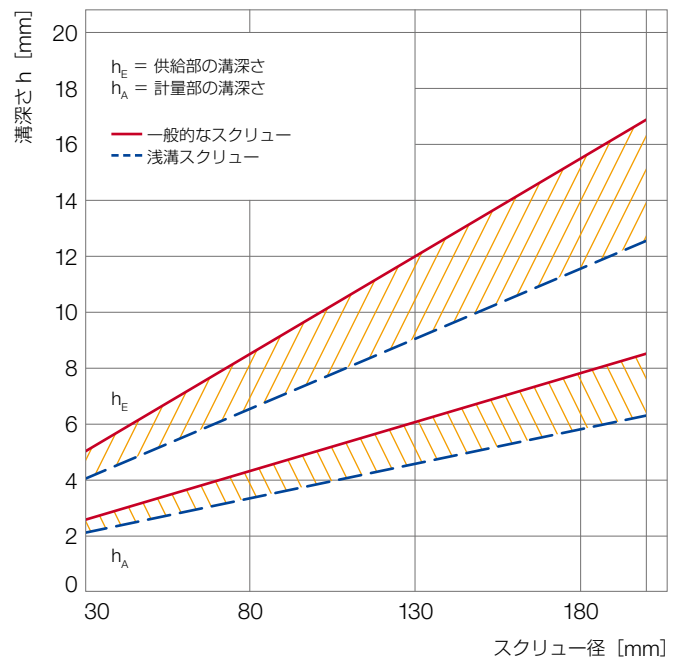


図 18：スリーゾーンスクリーにおける推奨溝深さ

計量部と背圧

ウルトラデュアー®では計量部のスクリー回転数や背圧は余裕を持った設定をお勧めいたします。余裕のある材料供給はスクリー速度 15m/min 程度が適切です。図 19 に示すようにスクリー速度とスクリー径の関係を示します。スクリー速度は1サイクルで充分な可塑化が行われるように設定しなければなりません。

熔融状態の均質化のための重要なファクターとなる背圧は過剰なせん断を防ぐ意味でも 100bar までにされることをお勧めいたします。良好な供給状態は図 20 に示されるような樹脂温度設定において実現されます。

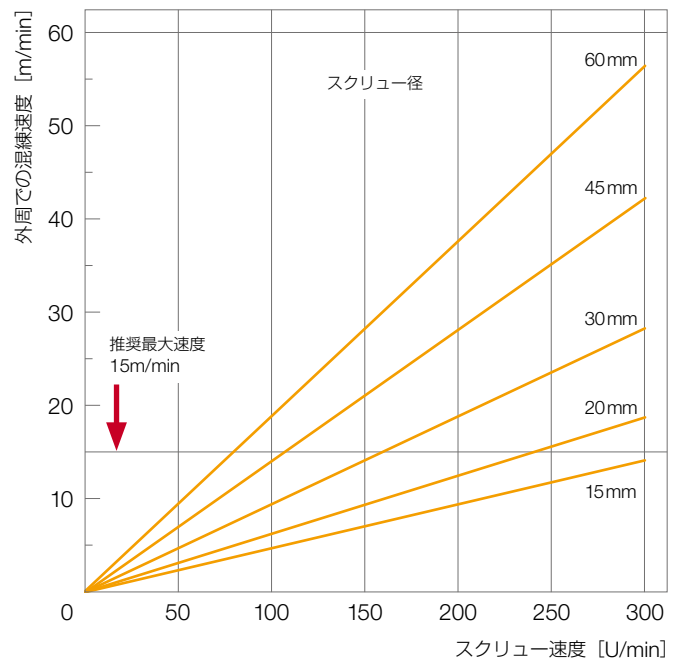


図 19: 外周での混練速度とスクリー速度

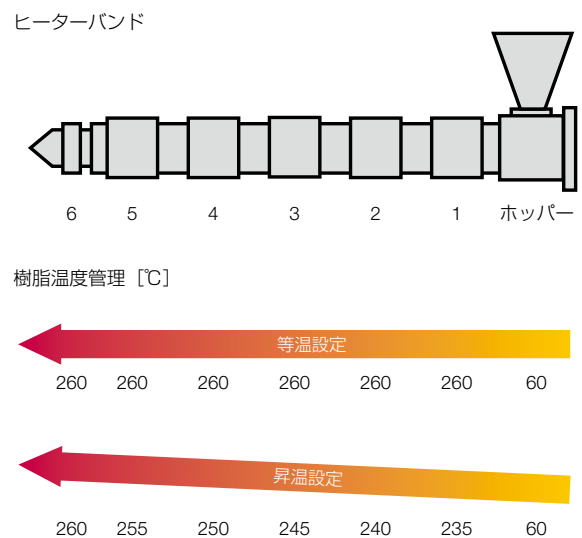


図 20: ウルトラデュアー®のシリンダー温度設定の一例

樹脂温度と滞留時間

ウルトラデュア[®]の推奨樹脂温度は250℃～280℃で、仕掛時の樹脂温度は260℃が最適です。樹脂温度の選定は成形品の流動長や肉厚に依存し、シリンダー内の樹脂滞留時間を考慮します。必要以上に高い樹脂温度や過剰な滞留時間は分子鎖の分解を引き起こします。図21は樹脂温度と滞留時間毎の粘度数を測定した結果になります。

金型表面温度

金型表面温度は非強化グレードであれば40～80℃を、ガラス繊維強化グレードであれば60～100℃を推奨いたします。温度管理については水冷によるシステムが一般的です。表面外観を重視する用途、特にガラス繊維強化グレードの場合は少なくとも金型表面温度は80℃以上にする必要があります。

金型温度は成形収縮やソリ、表面外観に影響し、寸法精度へも重要なファクターとなります。参考として図24から図27にウルトラデュア[®] B 4520, B 4300 G6について成形収縮における金型温度の影響について示します。

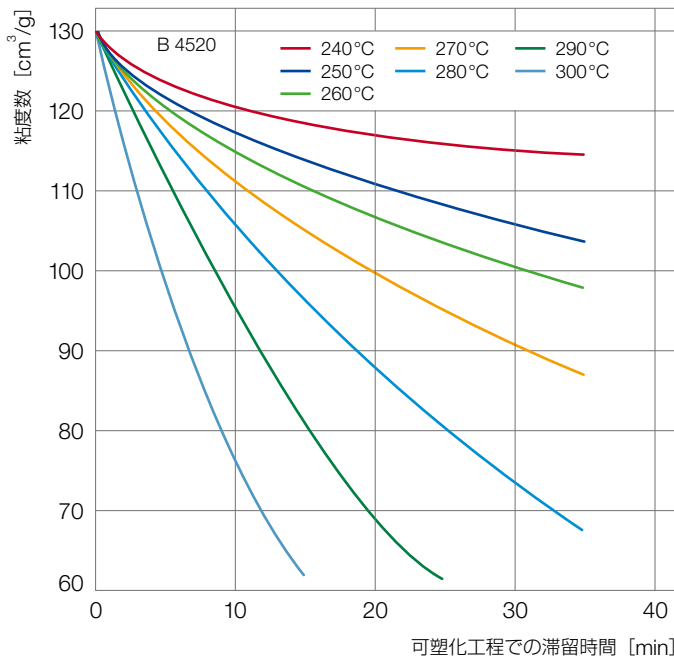


図21: ウルトラデュア[®]の樹脂温度と滞留時間毎の粘度数の推移

流動挙動と射出速度

金型に流動する速度は成形品の品質に影響を与えます。高速射出は固化と表面外観、特にガラス繊維強化グレードに効果を表します。しかしながら薄肉成形品の場合はジェットニング等の成形不良を防ぐ意味でも射出速度を低くすることをお勧めいたします。

金型への充填に重要な熔融樹脂の流動挙動はスパイラルフロー等の流動性試験によって評価されます。図22においてウルトラデュア[®]のグレード毎のスパイラル長を示します。

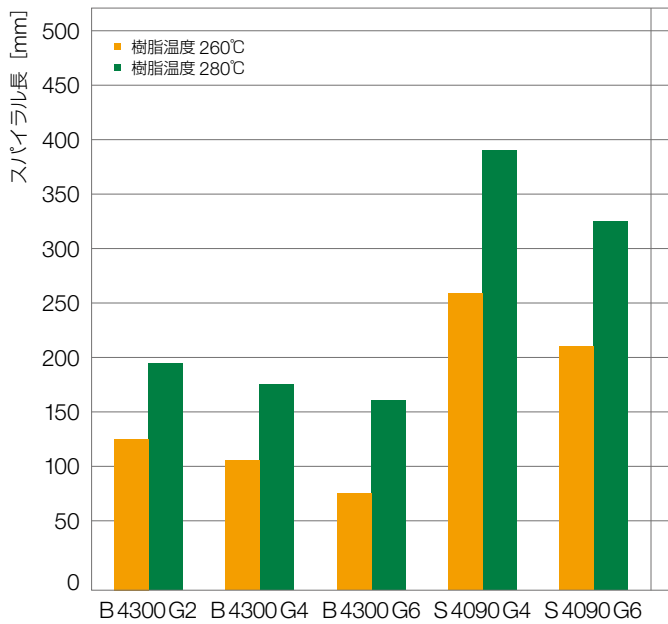


図 22：ガラス繊維強化グレードの流動性
スパイラルフロー（肉厚 1.5mm）

成形収縮

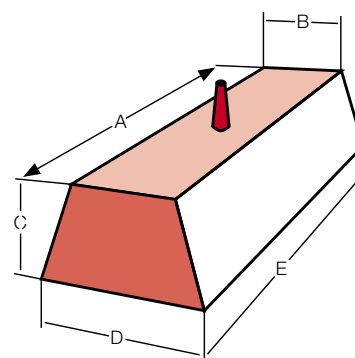
ISO 294-4 において成形収縮率の測定方法とその期間について規定されています。この規格によると、成形収縮率は金型寸法と室温での成形品寸法の差異と規定しています。これは金型での冷却時の結晶化や収縮による成形品の体積収縮に起因し、成形品の形状や一般肉厚にも依存することを示しています。またゲート位置や大きさ、成形条件等も影響を及ぼします。これらの異なる各要因の相互作用のため、成形収縮の事前予測を正確に行うことは困難です。

設計者にとって有用な情報としてはフィルムゲートで成形された 60mm 角の平板による成形収縮率があります。この評価では流動方向と直交方向での配向による成形収縮率の違いを確認することができます。

図 23 では同心円状に樹脂を流動させることによる成形収縮率の平均を算出するためのテストボックスを示します。

ウルトラデュアー®の収縮に関するガイドラインについては別冊：グレード一覧をご参照ください。

メカトロニクス制御ユニット



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

図 23：試験品

図 24, 25 では図 23 で示した試験片を使って成形品肉厚と保圧、金型温度による成形収縮率への影響を表しています。
 図 26, 27 では一般肉厚と金型温度による後収縮への影響を表しています。
 図 28, 29 ではグレード毎の方向毎の収縮率とソリ量について表しています。

ソリ

射出成形品のソリは主に樹脂の流動方向と直交方向の収縮率の違いに起因し、ガラス繊維強化材料では顕著に表れることがあります。また金型温度を上げた場合もソリが増加することがあります。一般にソリは成形品形状や一般肉厚分布、ゲート位置、成形条件等にも依存します。

一方、非強化やミネラル強化、ガラスビーズ強化グレードでは流動方向と直交方向の収縮率はほぼ同等です。特にソリを懸念される用途においてはウルトラデュア[®] 低ソリグレードである S グレードを推奨いたします。詳細につきましてはウェブサイト www.plasticsportalasia.net を参照ください。

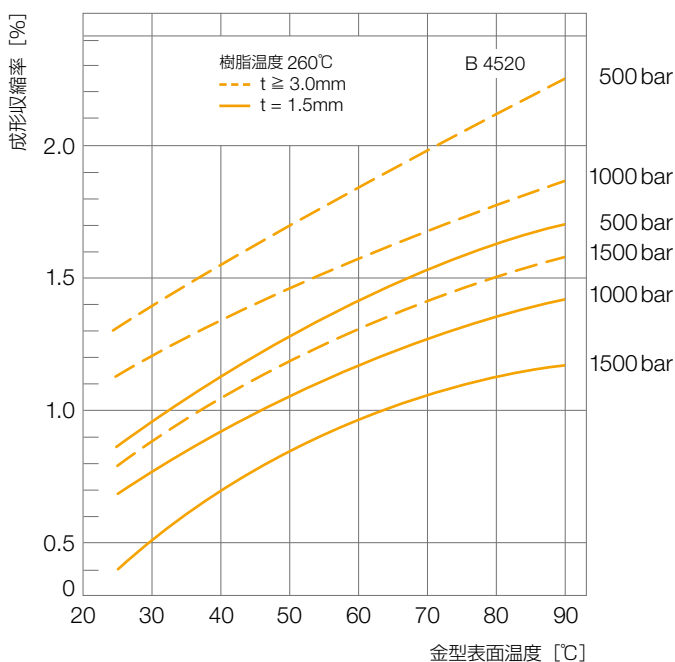


図 24：ウルトラデュア[®] 非強化グレードにおける金型温度、一般肉厚、保圧それぞれの収縮率への影響

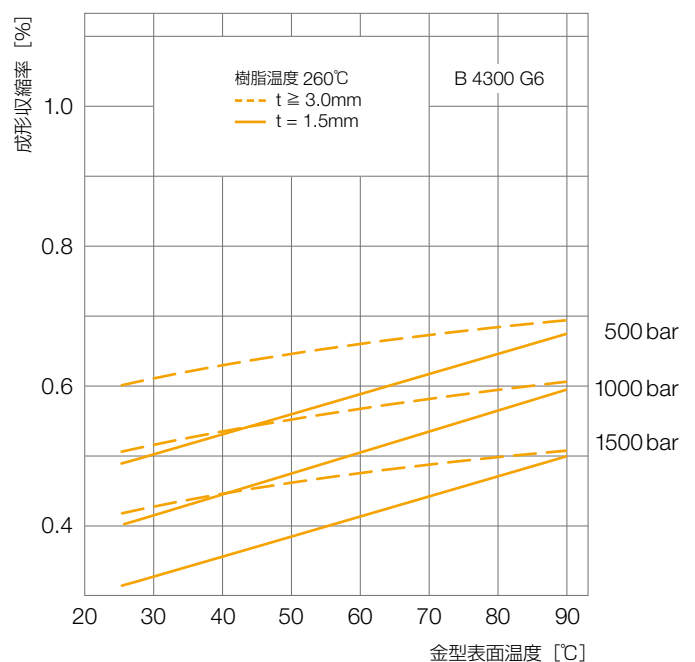


図 25：ウルトラデュア[®] ガラス繊維強化グレードにおける金型温度、一般肉厚、保圧それぞれの収縮率への影響

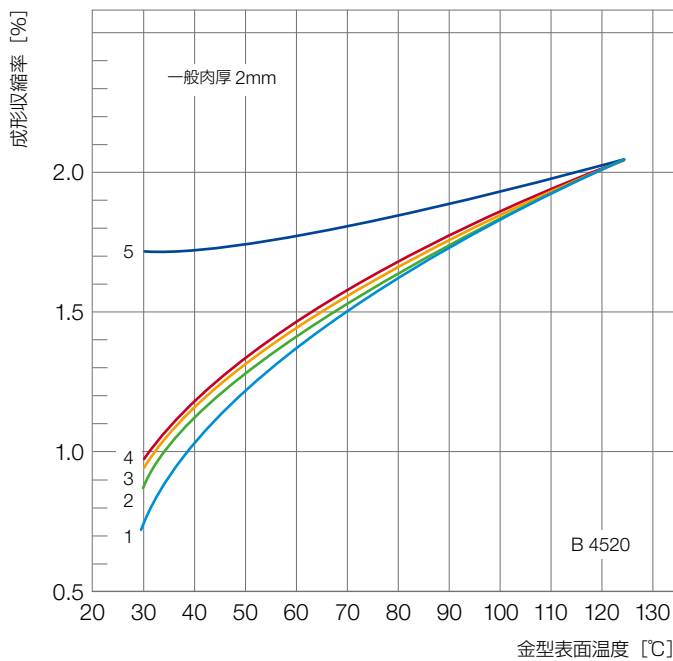


図 26：ウルトラデュアー® 非強化グレードにおける金型温度と成形収縮率の関係

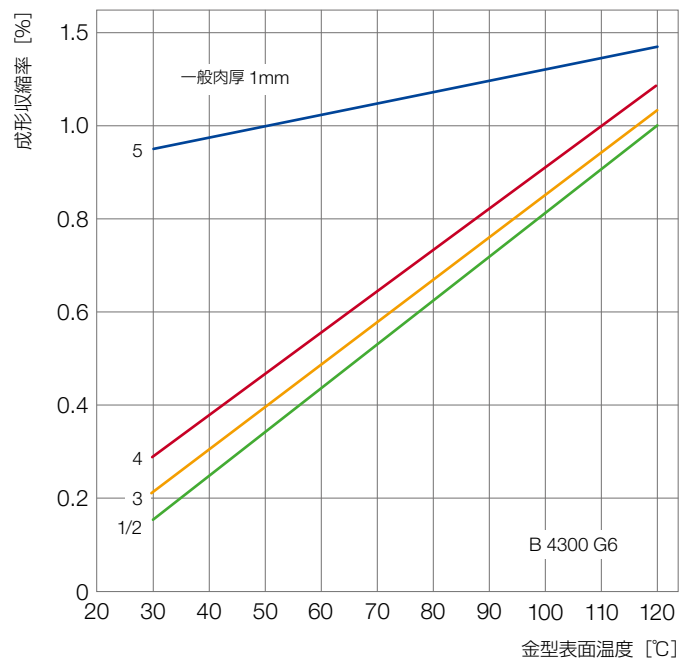


図 27：ウルトラデュアー® ガラス繊維強化グレードにおける金型温度と成形収縮率の関係

* 金型：テストボックス，寸法測定 A：107mm，樹脂温度：265°C，保圧：660 bar

- 1st 成形 1 時間後の成形収縮率
- 2nd 成形 24 時間後の成形収縮率
- 3rd 成形 14 日後の成形収縮率
- 4th 成形 60 日後の成形収縮率
- 5th 成形後に 120°C × 24 時間のアニーリング後の成形収縮率

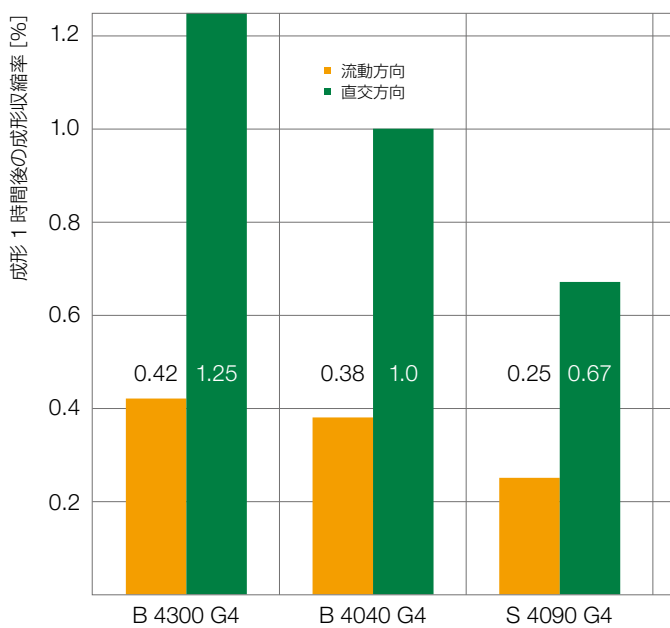


図 28：ウルトラデュアー® ガラス繊維強化グレードのソリ
(試験片：肉厚 1.5mm、融点 260°C、金型温度 80°C)

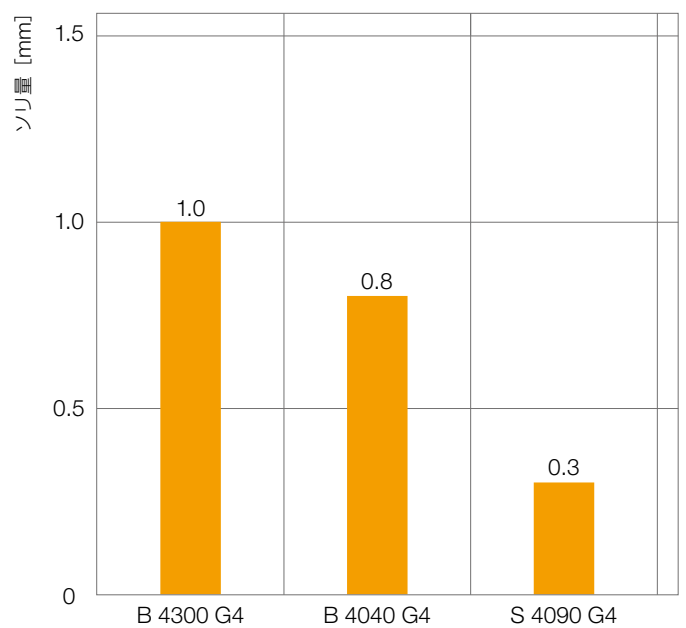


図 29：ウルトラデュアー® ガラス繊維強化グレードのソリ
(試験片：肉厚 1.5mm、融点 260°C、金型温度 80°C)

押出成形

各グレードの用途およびスクリー形状について

以下のウルトラデュアー® グレードは押出成形で利用できるよ
うに粘度を上げています。:

- Ultradur® B 2550 / B 2550 FC
- Ultradur® B 4500 / B 4500 FC
- Ultradur® B 6550 / B 6550 FC / B 6550 L / B 6550 LN

ウルトラデュアー® B 2550 はモノフィラメントやファイバーの
生産に、ウルトラデュアー® B 4500 はフィルム押出用途に、
ウルトラデュアー® B 6550 はチューブ押出用途等に向いてい
ます。

ウルトラデュアー® B 6550 L および B 6550 LN は光ケーブ
ルの被覆チューブ用途に開発されており、ウルトラデュアー®
B 6550 L は押出成形性を向上させる添加剤を配合していま
す。ウルトラデュアー® B 6550 LN は高剛性を要求される
チューブでの使用を推奨します。

ウルトラデュアー® B 6550 LN の押出品—円筒、角型、中空、
平板—は主に少量生産向け射出成形を用いて、機械加工によ
る仕上げで機能部品を生産するための中間品として作製されま
す。

ウルトラデュアー® B 6550 L および B 6550 LN で作られた
チューブは燃料、油脂類に良好な体制を示し、摺動性や耐摩耗
性にも優れています。ウルトラデュアー® 製のチューブは常温
下での耐圧特性に優れているだけでなく、高温下でも優れた特
性を示します。例としては、ポリアミド製チューブに対して少な
くとも 1.5 倍の耐圧特性を示します。

ウルトラデュアー® B 6550 L および B 6550 LN で作製され
た薄肉パイプは燃料、オイル、空圧・水圧調整、ボーデンケー
ブル用途等幅広く使用されています。

紹介したグレードはどれもポリアミド 6 に似た成形特性を持っ
ていますので、一般的にポリアミドのような成形性で生産でき
ます。スクリー形状についても同様です。過去の実績から言
えば、ウルトラデュアー® 押出グレードは 3 軸スクリーの押
出成形により生産されています。

ウルトラデュアー® の場合、スクリーの圧縮部のネジ山の深
さはポリアミドよりも重要な意味を持ちます。圧縮部の長さは
直径の 4~5 倍を超えない範囲とし、ネジ山の深さの比は約
3:1 となるようにすることが望ましいと考えられています。



ファイバー

中間生産品について

ウルトラデュアー® B 6550 および B 6550 LN は押出成形により丸棒、角棒、中空形状等を成形することができます。冷却時間を短縮するためには樹脂温度をできる限り低くすることが重要です。

PET 等のポリエステル系とは違い、ウルトラデュアー® はダイ温度をそれ程上げる必要はありません。つまり、ダイ温度管理は常温の水で可能です。但し表面外観や応力特性を向上させたい場合は常温よりも高いダイ温度 (60 ~ 80°C) での成形をお勧めします。表 4) を参照ください。ほかの部分結晶性熱可塑性樹脂と同様に、ウルトラデュアー® も冷却固化による体積収縮に対して高めの圧力をかけることで寸法安定性を高めることができます。

ロッド径	φ 60mm
押出機	φ 45 mm, L/D = 20
スクリュー -軸長さ -ネジ山深さ	$L_E = 9D, L_K = 3D, L_P = 8D$ $h_1/h_2 = 6.65/2.25$
温度設定 -アダプター -ダイ(加熱部) -ダイ(冷却部)	235/245/250°C 240°C 250°C 20°C
スクリュー速度	16 U/min
溶融圧力	約30bar
取出し速度	27 mm/min
出力	5.9kg/h

表 4：ロッド押出の例—ウルトラデュアー® B 6550 LN

シート成形

ウルトラデュアー® B 6550 LN のシートや平板はシートダイ、圧延ロール等で成形されます。シートダイはバレルに近づけた位置に設定してください。圧延ロールの温度管理はシート厚にもよりますが 60 ~ 170°C の間で管理されるのが一般的です。表 5) を参照ください。シートの表面品質や精度についてはビードによる均一な処理能力が非常に重要になります。

シート寸法	780mm・2mm		
押出機	φ 90 mm, L/D=30		
スクリュー -3軸長さ -ネジ山深さ	$L_E = 11,5D, L_K = 4.5D, L_P = 14D$ $h_1/h_2 = 14.0/4.3$		
ダイ	800mm		
温度設定 -ホッパー -バレル -アダプター -ダイ	40°C 215/220/235/260/230/225/220/220°C 230°C 230°C		
ロール	ロール径	300mm	
	温度	トップ	50°C
		センター	115°C
		ボトム	170°C
スクリュー速度	34 U/min		
溶融温度	256°C		
取出し速度	0.76m/min		
出力	100.8kg/h		

表 5：シート押出の例—ウルトラデュアー® B 6550 LN

チューブの製造

ウルトラデュアー® B 6550 L および B 6550 LN で作られるチューブはウォーターバスに吸引する手法直径は 8mm まで、肉厚は 1mm まで製造可能です。内径は外径よりも約 2.5% 小さい値が選ばれます。

成形による収縮の差異を一致させるのは経験による所が大きいです。またウルトラデュアー® B 6550 L および B 6550 LN でできる限り高い引取速度を実現するには、内径側のスリーブとパイプダイ径を約 1:2 にすることが望ましいでしょう。パイプ押出ヘッドはチューブの肉厚の約 3 ~ 4 倍が一般的です。

フィルムの製造

ウルトラデュアー® B 4500 のフィルムは一般的な手法であるシートダイと冷却ロールによって生産されます。適切な冷却によって良好な透明性と特性・表面平滑性を実現できます。成形条件例は表 7 を参照ください。フィルム厚 12 ~ 100 μ m のものも適切な成形条件で同様に生産することが可能です。表 8 はそのような場合の成形条件例です。アルミ蒸着させる接着テープなども生産可能です。

ガスバリア性は蒸着などによって更に改良が進んでおります。単層のフィルムや多層のフィルムのウルトラデュアー® B 4500 は殺菌処理を行うことができます。120 ~ 140 $^{\circ}$ C のスチームや酸化エチレン、放射線 (2.5/ 104J/kg) 等で劣化することなく殺菌処理が行えます。よって殺菌された商品のパッケージング用途にも使用できます。

ウルトラデュアー® B 4500 の単層フィルムは超音波による溶着が可能です。また熱融着による接着も可能です。但し融着後の再結晶化により融着部が白くなることがございます。

チューブ寸法	ϕ 6mm · 1mm
押出機	ϕ 45mm, L/D=20
スクリュー -軸長さ -ネジ山深さ	$L_E = 9D, L_K = 3D, L_P = 8D$ $h_1/h_2 = 6.65/2.25$
温度設定 -押出機 -アダプター -ダイ	250/240/230 $^{\circ}$ C 225 $^{\circ}$ C 215 $^{\circ}$ C
押出成形型 -ダイ径 -回転軸径 -ギャップ	14mm 6.8mm 3.6mm
ウォーターバス-巻き取り装置の設定 -プレート径 -水温	6.15mm 19 $^{\circ}$ C
スクリュー速度	72U/min
取出し速度	20m/min
出力	24kg/h

表 6 : ウルトラデュアー® B 6550 L とウルトラデュアー® B 6550 LN のチューブ成形の例

寸法	ゲージ 約30 μ m, 幅650mm
スクリュー -軸長さ -ネジ山深さ	D = 63.5mm, L/D = 24 $L_E = 7D, L_K = 5D, L_P = 12D$ $h_1/h_2 = 8.5/2.5$
フィルタパック	400, 900, 2500, 3600 mesh count/cm ²
ダイ	幅800mm, ダイギャップ0.5mm
ヒーターバンド 温度	230 /245 /255 / 265 $^{\circ}$ C, ダイ225 $^{\circ}$ C
熔融温度	280 $^{\circ}$ C
熔融圧力	75bar
冷却ロール -温度 -ロール径	approx. 55 $^{\circ}$ C 450mm
スクリュー速度	40U/min
取出し速度	26m/min
出力	44kg/h

表 7 : ウルトラデュアー® B 4500 フィルム押出成形例

	単位	値	試験方法
機械特性			
降伏応力 σ_s	MPa	30-35	ISO 527
引裂強さ σ_s	MPa	75-80	ISO 527
破壊時ひずみ ϵ_s	%	450-500	ISO 527
ガス透過率 -水蒸気透過率	g/(m ² ·d)	10	ASTM F 1249 ASTM D 3985-81
-窒素透過率	ml/(m ² ·d)	12	
-酸素透過率	ml/(m ² ·d·bar)	60	
-二酸化炭素透過率	ml/(m ² ·d·bar)	550	
光学特性			
ヘイズ値	%	1	ASTM D 1003

表 8：ウルトラデュアー® B 4500 のフィルム特性
(フィルム厚：約 25 μ m, ISO 291 に準ずる)

モノフィラメントや織糸について

服飾分野で使われるウルトラデュアー® B 2550 で作られたモノフィラメントは通常の押出成形機にて生産されます。一般的なモノフィラメントの直径は約 0.5mm - 1.0mm です。均一な直径を維持するにはウォーターバスの温度を 60 - 80℃ に維持する必要があります。通常の PET から作製されるポリエステルに比べて、ウルトラデュアー® は耐水性をもっています。

ウルトラデュアー® B 2550 の織糸は歯ブラシ等に使われています。直毛にするためのオートクレーブや温水による処理は必ずしも必要というわけではありません。ウルトラデュアー® 製の織糸は低吸水性で高いコシを持っています。一般的にこのグレードの成形では表 9 のような条件で行われています。

径	モノフィラメント 0.70mm	ファイバー 0.20mm
押出機	ϕ 45mm L/D = 25	
スクリー	3軸スクリー 6D/7D/9D+3D	
ダイ		
-ダイヘッド径	2.4mm	0.65mm
-ダイヘッド長さ	4.8mm	0.90mm
温度設定		
-セクション1	265℃	260℃
-セクション2	275℃	265℃
-セクション3	270℃	260℃
-セクション4	265℃	255℃
-ヘッド	270℃	260℃
-ポンプ	270℃	260℃
-ダイ	270℃	260℃
-溶融部	270℃	260℃
ウォーターバス 水温	70℃	45℃
ダイ間隔	160mm	40mm
冷却経路長さ	900mm	780mm
取出し速度	20m/min	25m/min
取出し温度 (hot air), 第一ヒーター	155℃	160℃
ストレッチ速度と ストレッチ温度	80m/min 235℃	112.5m/min -
第二ヒーター ストレッチ速度と ストレッチ温度	110m/min 230℃	- 200℃
第三ヒーターストレッチ速度	101.2m/min	101.3m/min
ストレッチ比1	1:4.0	1:4.5
ストレッチ比2	1:1.38	-
最終ストレッチ比	1:5.5	1:4.5
成形収縮	8%	10%

表 9：ウルトラデュアー® でモノフィラメント / 織糸を製造する場合の成形条件例



スノーボード

製造と後加工工程

マシニング

ウルトラデュアー®の成形品は容易に各種機械加工(ドリル、タッピング、切断、研磨等)ができます。特殊な工具は必要とせず、標準的な工具で加工が可能です。

加工時には切断速度は高めにし、送り速度を遅めにするのが一般的です。冷却液は通常必要としませんが、加工温度が200℃を超えるような加工は避けてください。

接合方法

ウルトラデュアー®の成形品はさまざまな接合方法を低コストで実施できます。ウルトラデュアー®の機械物性、特に靱性はセルフタッピングが可能です。

リベットやボルトなどでも容易にほかの材料との締結が可能です。高温下でも優れている弾性率と強度は、大量生産品では欠かせないスナップフィットや圧入締結などの締結方法を可能としています。

ウルトラデュアー®成形品はエポキシ樹脂やポリウレタン、シリコン、シアノアクリレートのような瞬間接着剤等でほかの材料と接着させることが可能です。

接着面を粗し、アセトン等の溶剤で脱脂することで高い接着強度を得られます。

ウルトラデュアー®でよく知られた溶着方法として振動溶着やスピン溶着以外に熱板溶着、超音波溶着があります。電子部品などの振動を嫌う用途についてはレーザー溶着が使われます。高周波溶着は誘電損失の影響を考慮すると実現は難しいと考えられています。一部の超音波溶着技術は射出成形品の生産工程に溶着工程を統合できる可能性があります。接着面の設計は溶着技術、溶着パラメータの最適化、高品質な溶着を得るための事前検討が必要となります。

エアフローセンサー





ステアリング角度センサー

レーザーマーキング

ウルトラデュアー®の成形品は良好なレーザー印字が得られます。

過去の実績については Ultraplastics Infopoint にてご案内しております。よりコントラストの高いレーザー印字性の高いグレードとして LS グレードをお勧めいたします。



ドアハンドルモジュール

一般情報

安全に関する注意事項

成形時の安全に関する注意事項

ウルトラデュアー[®]の溶融物は、最高 280℃までは、熱的に安定性で、分子分解、あるいはガスや蒸気の放出などの危険性はありません。しかし、すべての熱可塑性樹脂と同様に、ウルトラデュアー[®]も過度の熱的ストレスにさらされると、分解します。例えば、過熱されたり、あるいは汚れを燃やしてクリーニングした場合は、ガス分解生成物が発生します。更なる詳細の情報については安全性データシート(MSDS)等でご確認ください。

不適切な成形の例としては、高い熱応力や成形機中での長い滞留時間が挙げられます。このような場合には、健康に危害を加える可能性のある鼻にツンとくる蒸気やガスが発生する恐れがあります。加えて成形品に茶褐色のヤケが発生するため、そのことから不具合が発生していることが判別できます。実際に発生した場合は成形機のシリンダー内にある樹脂を一旦すべてパージし、シリンダー温度を下げてください。なお、パージした樹脂は水槽に投棄することで早く冷却ができます。日頃から成形機周辺の換気に努め、シリンダーユニットの上部には排気ダクトを設置する等の環境保全をご検討ください。

ハロゲン含有の難燃ウルトラデュアー[®]グレードは過熱したり、シリンダー内で溶融樹脂が長時間滞留すると、腐食性の有害な分解生成物が発生する可能性があります。休止時間が比較的長い場合は、休止前にシリンダーの中身を空にするか、非難燃性のウルトラデュアー[®]グレードで低温でパージする必要があります。一般的に推奨していることは、日頃よりノズル部分を排気ダクト等で注意深く吸引・排気することをお勧めします。火災が発生した場合には、ハロゲンを含有した難燃グレードから、有毒化合物が生成されることがあり、この化合物を吸い込まないように注意してください。さらに詳しい詳細は、安全性データシート(MSDS)等でご確認ください。

毒性情報およびその規制

ウルトラデュアー[®]グレードは、有害物質ではありません。材料が正しく成形され、作業場が十分換気されていれば、ウルトラデュアー[®]の成形に携わる人に有害な悪影響を与えることはありません。

食品安全性に関する規制

ウルトラデュアー[®]製品の標準グレードには、その配合および製造条件が、欧州および米国における食品接触材料に関する現行の規制に準拠する製品があります。

BASFは、必要に応じて関連資料を提供することができますので、お問い合わせください
(plastics.safety@basf.com)。

配送

一般的に使用される梱包は 25kg の PE 袋と 1,000kg のフレコン袋になります。ほかの形態については両者で合意できれば対応可能です。すべての梱包袋はきつくシールした状態を維持し、成形直前に開封することをお勧めいたします。更なる注意点や乾燥条件等についてはカタログにてご確認をお願いいたします。なお、梱包材の密度は商品により異なりますが、約 0.5 ~ 0.8g/cm³ です。

ウルトラデュアー®と環境

保管と搬送

通常的环境下であれば、ウルトラデュアー®の保管に関する制約はありません。特殊な环境下、例えば保管環境温度が40℃以上で何の保護もなく屋外に曝露されているような場合は例外となります。

ウルトラデュアー®はCLP Ordinance (EG) No. 1272 / 2008に基づく有害物質を含んでおりません。

詳細につきましては製品安全データシート (MSDS) にてご確認ください。

廃棄

公式のコンプライアンスに基づきウルトラデュアー®は処分または焼却されます。そのエネルギーは非強化グレードの場合、29,000 ~ 32,000kJ/kg (DIN51900に基づき算出) となります。

ハロゲン系の難燃グレードは国際的な法令や各国の規制の要求事項に基づく廃棄が必要となります。

生産ロス品の再利用 (粉碎材)

そのほかの生産ロス、例えば粉碎した成形品のリサイクルについては、そのグレードと用途に依存します。粉碎材を使用される場合は清浄性 (異物無きこと) および乾燥をする必要があります。なお、粉碎材はすでに熱履歴を受けていることについてご留意頂けますようお願いいたします。

粉碎材の使用比率は何らかの試行をした上で設定されるべきです。またグレードや成形品の用途や要求品質に依存します。具体的には機械物性や化学特性、流動特性、成形収縮の傾向や表面外観がどこまで必要とされるかということになります。

品質と環境のマネジメント

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。



ABS/ESP ステアリングセンサー

グレード表記

ウルトラデュアー[®]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。

Ultradur [®]	副名称	テクニカルID	サフィックス	色
-----------------------	-----	---------	--------	---

副名称

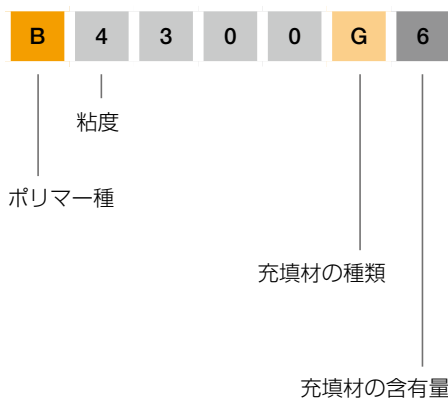
副名称は製品の特長を強調したいときに使われます。

副名称の例:

LUX レーザー透過性に優れたレーザー溶着グレード

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。



ポリマー種の表記

- B ポリブチレンテレフタレート (PBT) または PBT+ポリエチレンテレフタレート (PET)
- S PBT+アクリロニトリル/スチレン/アクリレート (ASA)

粘度数の分類

- 2 低粘度
- 4 中粘度
- 6 高粘度

充填材の種類表記

- G ガラス繊維
- K ガラスビーズ
- M ミネラル
- Z 衝撃改良材
- GM ガラス繊維+ミネラル

充填材の含有量

- 2 約 10%重量
- 3 約 15%重量
- 4 約 20%重量
- 6 約 30%重量
- 10 約 50%重量
- 12 約 60%重量

2種類の充填材を含有するグレードの外遊量の評価は以下の通りです。

GM13 ガラス繊維 5%重量+ミネラル 15%重量

サフィックス

サフィックスはグレードの特徴を表します。
英語表記の短縮形となります。

サフィックスの例：

Aqua [®]	飲料関連用途
FC	食品関連用途、食品関連規制に適合したグレード
High Speed	高流動グレード
HR	耐加水分解グレード
LS	レーザーマーキング向けグレード (Nd:YAG レーザー)
LT	高レーザー透過性グレード (Nd:YAG レーザー)
PRO	医療用途向けグレード

色番号

色番号では、色の種類が名称と番号で
規定されています。

色番号の例：

Uncolored
Black 00110
Black 05110

リンクプレート



索引

あ

3 軸スクリュー	34, 37
ABS/ESP ステアリングセンサー	41
後収縮	32
安全情報	40
医療用途	11
飲料水用途	11
ウォーターバス	36, 37
エアフローコントロール	11
応力-ひずみ線図	16
応力緩和	17
押出成形	26, 34, 36
温度設定	35, 36, 37

か

海外向け変換プラグ	7
加水分解耐性	6, 11, 13, 21
可塑化	29, 30
家庭用品用途	8
金型表面温度	30, 32, 33
ガラス繊維強化グレード	10, 16, 20, 30
環境温度	18, 41
環境マネジメント	41
玩具	8, 9
乾燥	26, 27, 40
機械加工	34, 38
機械特性	14, 20, 25, 37
規制	40, 41
吸水	24, 37
強化グレード	10, 12, 13, 20, 30
強化窓枠	8
クリープ弾性率	17
グローワイヤー試験	23
計量部と背圧	29

光学特性	37
工業用途	8
降伏応力	37
固化温度	37
コネクタ	4, 6, 7, 10, 12
コンプレッサー	9

さ

サーキットブレーカー	7
材料替え	27
シート押出例	35
試験	18, 19, 20, 23
試験片	16
自動車向けエンジニアリング	4
射出成形	11, 26, 28
射出速度	30
射出ユニット	28
充填材	10, 42
樹脂温度と滞留時間	30
衝撃強度	16, 17
衝撃試験	16
衝撃耐性	16, 26
衝撃破壊エネルギー	16, 17
食品安全に関する規制	8, 11, 40
靱性	16, 38
水分率	24, 26
スクリュー寸法	28, 34
スクリュー速度	29, 35, 36
スクリュー溝深さ	28
ステアリング角度センサー	39
生産口ス品	41
製造と後加工工程	38
絶縁材料	23
接合方法	38

せん断弾性率 14, 20

た

耐候性 24

耐熱性 21

ダイヘッド径 37

ダイヘッド長 37

滞留時間 28, 30

弾性率 14

着色 26, 27

テストボックス 16, 31, 33

電気・電子工業 6

電気特性 4, 6, 22

ドアハンドルモジュール 39

等時性応力カーヒズミ線図 17

トライボロジー特性 19

ドリル加工 38

ドリルハンマー 7

な

ねじり振り子試験 14, 20

熱老化 20

熱老化耐性 20

燃焼性 23

粘度数 26, 27, 30

は

背圧 29

廃棄 41

配送 40

パイプ押出ヘッド 36

ヒーターバンド温度 36

非強化グレード 10, 12, 20, 41

引張荷重 16

引張クリープ試験 17

引張強さ 15, 20, 21, 25

疲労試験 18

品質および環境マネジメント 41

フィラメント 9

フィルム押出例 36

ブラシ 9, 12, 34, 36, 37

ベントスクリュー 27

保管と配送 41

ポンプ 27, 37

ま

マスターバッチ 8, 27

ミラー 4, 5, 25

メカトロニック制御ユニット 31

モノフィラメント 12, 26, 36, 37

や

有害物質情報、規定 40

誘電 22

溶融圧力 35, 36

ら・わ

落錘試験 16

リサイクル 27

流動特性 10

リンクプレート 43

ルーフレーム 26

冷却ロール 36

レーザー透過率 11, 13

レーザーマーキング 39

ロッド押出例 35

ワイパーアーム 4

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くださるお客様各位がそれぞれ独自に試験を行ってください。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ください。

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