

強化ガラス

—「壊れないガラスはありますか」—

「残念ながらありません。しかし、壊れにくいガラスはあります。」普通のガラスの数倍から十数倍の強度をもつ強化ガラスの仕組みと特徴について解説します。

なぜガラスは壊れやすいのか

いかなるものもそのものの強度以上の力が加わると変形したり壊れたりすることは誰もが経験していることです。そのなかでもとりわけガラスが壊れやすいのはなぜでしょうか。

アルミニウムのコップとガラスのコップを例にとって、そのわけを考えてみましょう。コップの口に両手の指を入れ、口を引き裂くように力を入れる場面を想定してください(あぶないので実際にやってはいけません!)。思い切り力を入れるとアルミニウムのコップは変形します。さらに、力を加えると変形した口が裂けるように壊れます。

ガラスのコップはどうでしょうか。こちらは力を入れても変形しません。さらに、力を加えると突然、ガシャンと壊れます。

アルミニウムのコップでは、加えた力は変形と破壊に使われました。ガラスのコップでは、加えた力はすべて破壊に使われました。このようにガラスは変形することなく破壊するので、その分だけ小さな力で壊れます。

つぎに、これらのコップに硬いものがぶつかった場面を想定してください。アルミニウムのコップは表面が少し凹んでキズがつきました。ガラスのコップではどうでしょうか。ガラスは凹みませんから、その分だけガラスの表面にはアルミニウムより深いキズがつくことになります。ガラスはアルミニウムよりキズつきやすいのです。

表面にキズがあると、そのキズに壊そうという力(引張応力といいます)が集中していっそう壊れやすくなります。これはカップ麺のスープの袋に切込みがあると、その切込みに力が集中して切りやすいのと同じです。これが、ガラスが壊れやすい理由です。

ガラスを強化する方法

それでは、壊れやすいガラスの破壊の特徴を逆手にとってガラスを強化する方法はないのでしょうか。

図1に示すように、キズがつかないように表面の

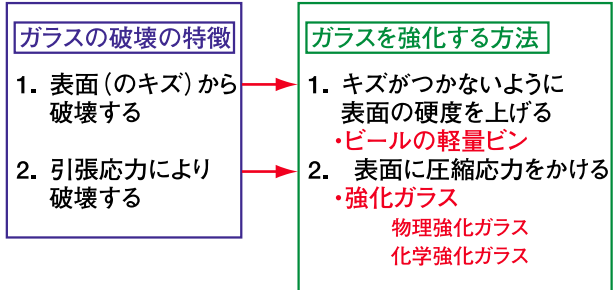


図1 ガラスの破壊の特徴とガラスを強化する方法

硬度を上げる方法では、ビールの軽量ビンの成功例があります。従来はビンにキズがつくことを前提に肉厚を少し厚めに設計していましたが、金属酸化物の硬い膜を表面に塗布したことでキズがつかなくなり、肉厚を薄くすることができました。

表面に圧縮応力をかける方法では、物理強化ガラス、化学強化ガラスがつくられています。ガラスは引張応力で破壊するので、表面に圧縮応力層をつくれれば、その圧縮応力値の分だけ強度を上げることができます。

強化ガラスの仕組みと特徴

物理強化ガラスは、軟化温度付近まで加熱したガラスを圧縮空気などで急冷することにより表面に圧縮応力層をつくります。このため、物理強化ガラスは熱強化ガラス、風冷強化ガラスともいわれます。自動車のサイドガラス、リアガラス、強化窓ガラス、ガラステーブルなど、一般に強化ガラスといえば、このガラスを指します。

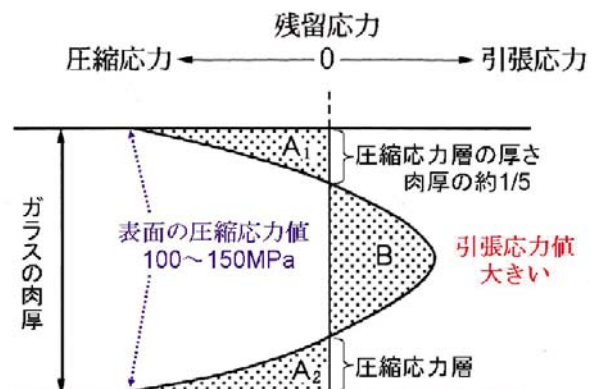


図2 物理強化ガラス断面の残留応力分布
圧縮応力層の面積の和(A₁+A₂)と引張応力層の面積(B)は等しく、ガラス全体としてバランスが保たれている。

図2に物理強化ガラス断面の残留応力分布を示します。表面の圧縮応力値を大きくすれば、強度の向上を

