

防災の観点から見る、臨時的なガラスの強化手段の提案

化学班:根本 優衣 福本 啓太 村田 柚空

要約

本実験では防災を主軸とした。そして、一般家庭で簡単に導入することが可能で、且つガラスの破損被害及びそれに伴う二次被害を十分に防止する方法を様々な観点から検討した。結果より、ガラスの破損そのものを防ぐという点、経済的・環境的・社会的側面に関しても肯定的な評価が得られたことから、ライスチックが有効であるといえる。また、ガラスの破損を許容し、ガラスの飛散を防止するという点で、ボンドとゴムテープが非常に効果的であることが分かった。

1. はじめに

動機は、台風や竜巻などの被害が発生した際のガラスの破損被害が主旨の報道や、漫画「どらえもん(藤子・F・不二雄)」の『のび太がバットを用いて打撃した野球の球が神成さんの家屋の窓を割ってしまうシーン』などを視聴した折に、先述した被害を解決することは可能だろうかとの疑問に感じたことであった。そこで、ガラスに何らかの素材を加えることによるガラス強化の検討を行った。但し主題達成のための本実験では、一般に言われる物理強化や化学強化といった発展的な取り組みについては、時間不足や技能不足に陥ることを危惧し省略した。代わりに製材に以下の基準を決定した。

- ① 化学的な生成過程を有する素材である。
- ② 一般家庭で簡単に入手・作成を行うことが可能な素材である。

加えて、社会的側面・環境的側面から良い素材である可能性であるかについても考慮した。これらを以て実験意義を高めた。

2. 研究手法

はじめに上記の基準を満たす製材を選考・作成した。実際に試行対象となった製材については後述した。それらをガラス製品の代表であるスライドガラスにコーティングした。その後、共通の実験器具(下画像)を使い、得られた相対的な結果から結論を提示した。

定義

ここでガラスの割れにくさとは、撃力への耐性をさした。理由は、ガラスが破損する主要な原因が風などに煽られた物体の衝突である平面的な力ではなく、一点に対しての衝突であるからであった。

《実験》

- ① ライスチック*1、ボンド、高吸水性樹脂(保冷剤+塩化ナトリウム)*2、スライム、ゴムテープ*3、以上の製材を用いて実験を行った。
- ② 右図のようにスタンドを2台用意し、床の上か地面と平行な机の上に配置する。またその際、2つスタンドの支柱の間の距離を30cmに固定した。加えて、図1のように、両スタンドのレトルクランプは可能な範囲で最も低い位置で地面と平行になるようになるように固定した。ここで、破損したガラスを素手で回収し、怪我をするリスクを回避するために、模造紙をスタンドの下に敷設した。
- ③ 次に新品のスライドガラスを検証する素材ごとに40枚用意した。この際、それぞれの素材に対して同じスロットのスライドガラスを用いた。
- ④ ①で準備した素材を一面にコーティングし、コーティング面が上面にくるように両スタンドのレトルクランプで挟み込んだ。それぞれ3cm挟み込むようにした。
- ⑤ 鉄球*4をさまざまな高さ*5から自由落下させた。
- ⑥ ②～③をそれぞれの製材で40回試行した。
- ⑦ より高所からの落下の衝撃に耐えた素材が最もガラスを強化で



図1 実験の様子

きるものとなった。

- *1 米粉からつくられるプラスチックのこと。現在使用されているプラスチックとは違い、石油からつくらないため環境面にも配慮されていると考えられる。
- *2 保冷剤に塩化ナトリウムを入れることにより、保冷剤中に含まれている水分を抜いて固いゲル状にし、ガラスに塗り易くした。
- *3 従来から窓ガラスが割れる、もしくは飛散対策として一般認知度の高いものとして今回比較対象とした。
- *4 鉄球の質量 27.97g
- *5 それぞれ10.00cm、11.00cm、12.50cm、15.00cmの高さから順に鉄球を落とし、割れた時点の高さをそのガラスの基準点からの距離とした。15.00cmの高さでもガラスが割れなかった場合は、15.00cmをそのガラスの基準点からの距離とした。

3. 結果

割れた基準点からの平均距離はそれぞれ以下のようになった。(図2 参照)

無加工のガラス 11.28cm、スライム 10.73cm、ボンド 10.95cm、高吸水性樹脂(保冷剤+塩化ナトリウム) 11.10cm、ガムテープ 11.38cm、ライスチックは他の素材と比べ、割れた基準点からの平均距離が非常に高かった。更に、ガラスは割れたがライスチックは割れなかったといったことが発生してしまつたため、正確な値を求めることはできなかった。また、ボンド、ガムテープをコーティングしたスライドガラスについては、ガラスの破損後の飛散は見られなかった。

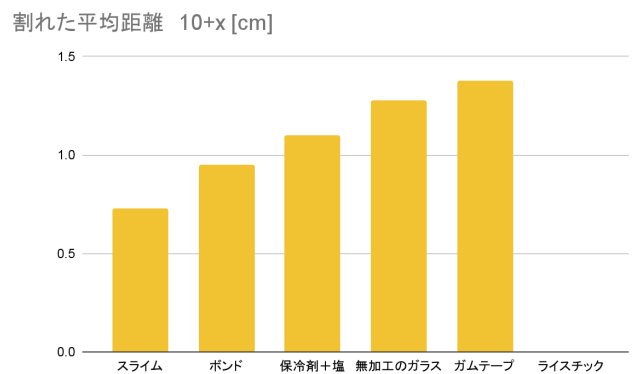


図2 各種素材の割れた平均距離

4. 考察

無加工のガラスに比べ、それぞれスライム、ボンド、高吸水性樹脂(保冷剤+塩)の加工をしたガラスの強度が弱くなってしまったことについて、ガラスの表面に均一に素材を広げることができなかったため加工したガラスの表面に凸凹ができ、力の加わる大きさに差が生まれたことが原因だと考察した。また、ライスチックにおいて、ガラスが割れたものの上部に伏せておいたライスチックは割れなかった理由は、弾性力の違いであると考えた。ライスチックは弾性力が高いためボールの力に耐え、形状回復することができるが、ガラスは弾性力が低いためボールの力に耐えることができず、割れてしまったと考えた。

5. 結論・展望

上記のグラフの分析から分かる通り、基準を満たすような素材においては十分なガラスの強化を行うことは非常に難しいことが伺えた。以下、本実験の結論を二種類記述した。

ガラスの強化手段の一つとして、ライスチックが非常に有効であると結論づけた。経済的側面については、生成過程で安価かつ大規模に生産できる素材を扱っている点で便利性が高い。環境面では、温室効果ガスの大量放出が発生せず、将来的に枯渇が見込まれている自然エネルギーをベースとした製材ではない点で地球環境にもある程度の配慮が可能である。一方で、社会的側面の観点では、現状安全性に課題を有する。展望は、より高い安全性・強度、つまり、社会的側面の改善を目指すという観点から、ガラスとライスチック間の最適距離、ライスチックの最適な形状、ガラスの枠にライスチックを固定する方法について検討することである。

またガラスの破損を許容し、ガラスの飛散を防止することを目的とすると、ガムテープやボンドといった素材についても一定の効果があった。一方で、これらのような粘着性のある素材を扱う上で問題取り外し方を考える必要があるという問題が発生するのでこれについても今後の展望としていい。

実験方法について、ダンボールやエアークッションといった多数の既存のガラス強化方法と比較すること

で、よりライスチックの有用性を考察をすべきだった。

以上より主題の回答としては、ライスチックを提案する。

6. 参考文献ならびに参考Webページ

三浦 晟 本間 大翔 太田 陸都 「ライスチックを作ろう」
令和2年度スーパーサイエンスハイスクール生徒研究発表会要旨集 p.86
川本 優也 スライムを用いた偏光フィルムの作製