

ガラス製遮音壁のひび割れ損傷試験 その3. 本試験 (B)

丸山 敬*

1. 研究の目的

高速道路におけるガラス製パネルの損傷が報告されている。それらの被害に対応するためには、適当な耐衝撃性能を持ったパネルを適切な位置に設置する必要があるが、ガラス製パネルの耐衝撃性能試験・評価法が確立されていないのが現状である。そこで本研究では、高速道路における車両の石はねによるガラス製道路遮音壁の損傷について、その耐衝撃性能試験法を開発するための基礎的な資料を得、ガラス製パネルの耐衝撃性能評価試験法の開発を目的とし、網入りガラス製の製遮音壁、強化ガラス製の製遮音壁、化学強化ガラス製の製遮音壁に、ステンレス製の鋼球を速度を変えて加撃し、耐衝撃性能を評価するための基礎的な資料を得るために、実物ガラス製遮音壁を用いたの一連の耐衝撃性能試験を行った。

2. 研究の方法

加撃体の選定

ガラス製パネルの被害状況を見ると、ガラス表面には小さな傷がみられ、場合によっては衝突物の破片が観察される。また、付近の路上に石片などが発見され、それらが衝突して被害が生じた確証は得られていないものの、原因の多くは道路上に落ちている固体片が、車両によって跳ね上げられて飛来したものと考えられる。これら飛来物としては、路面を起源とする舗装用の砕石や、車両から落下した石片やナットなどの金属片が挙げられる。ここでは、道路舗装用に多く用いられる砕石を標準的な飛来物と考え、高速道路の舗装によく用いられる道路用 6 号砕石（粒径 5～13mm）のうち、大粒径骨材の平均的な質量 4.5g を基準的な飛来物に選定した。その他、高速道路上には金属片なども存在し、最終的には耐衝撃性能試験に用いる加撃体を選ぶ必要があることも考慮して、前述の 6 号砕石とほぼ同じ質量をもった鉄製のナット（W5/16、両面取り 3 種、質量 4.65g）、および、鋼球（ステンレス鋼球 SUS440C、質量 4.48g、呼び直径 13/32 インチ；10.32mm）を比較のための加撃体として選んだ。ここで、道路舗装用の砕石は形状や材質が各々異なり、同じものが用意できないという欠点があるが、ナットと鋼球は形状および質量が同じものを揃えられる利点がある。さらに、鋼球は球形であるため、円形断面の筒の中に入れ、圧縮空気を用いて射出することにより、衝突速度の調整も容易で試験の再現性もよい。一方、ナットは球形ではないので、衝突の姿勢が一樣ではなく、回転したりするので、同じ状況で衝突するように射出方法を調整するのが難しい。加撃による衝撃力は、衝突する物体の物性、質量、形状、速度、衝突位置、さらに、衝突される物体の物性、衝突位置、形状、設置状況など、多くの条件に影響される。したがって、加撃速度が同じでも加撃体が異なると衝撃力も変化するので、それらを評価する必要がある。ここでは、上述の 3 種類の加撃体（砕石、ナット、鋼球）の衝撃力を比較することを目標とし、加撃速度、および、衝突される試験体の物性、衝突位置、形状、設置状況を同じにして実験を行った。

枠付きガラス製パネルへの加撃

ガラスパネルは実際の使用に際しては、金属製などの枠に収められた状態で使用されるため、枠付きガラス製パネルの耐衝撃性能を評価しなければならない。試験を行う際に考慮しなければならない項目としては、試験体の設置方法、加撃方法（加撃体の選定、加撃回数、加撃位置、入射角度、試験体の枚数、加撃速度など）が挙げられる。これまで、外装材やガラスの耐衝撃試験方法としていくつかの方法が提案されているが、ここでは、アメリカ合衆国において「ハリケーンによる飛散物が衝突する屋外窓、カーテンウォール、ドア、および衝撃防御システムの性能における標準仕様書」である ASTM E1996-04 と、その試験方法の詳細を決めている ASTM E1886-041 に準じて定められ

*京都大学・教授

た ISO 16932 に準じた試験方法を採用した（丸山ら 2014）。試験体は治具に垂直に取り付け、上記第 2 節で述べた加撃体のうち、鋼球と碎石を用いて加撃する。試験体には実物のアルミ枠付き合わせガラス製パネル（1m×2m）を用い、図 1 のようにエアークannonの前方にセットし、ガラス周囲の枠が変形しないように周囲を固定し、図 2 の位置に加撃体を衝突させて実験を行った。

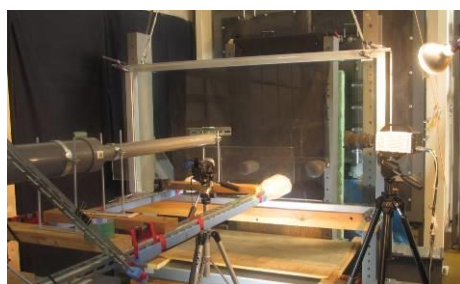


図 1 枠付きガラス製パネルの実験状況

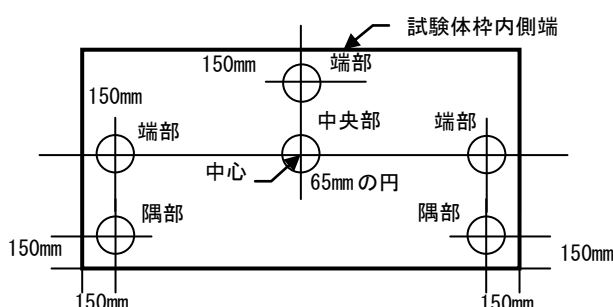


図 2 枠付きガラス製パネルへの加撃位置

3. 得られた成果

枠付きガラス製パネルの耐衝撃性能試験・評価法の確立を目指して、試験に用いる加撃体による衝撃力の変化を実験により調べた。道路上で飛来物となる可能性のある石片、金属片をそれぞれ、道路用碎石とナットで代表させ、また、試験用の標準加撃体の候補としてステンレス鋼球を用いて、普通フロートガラスを標準試験体とした衝撃実験を行った。その結果、同じ質量であれば、鋼球によって加撃した場合が衝撃力の大きな衝突が最も多く、ナットが最も少ないことが判った。碎石については、大きな衝撃力を伴う衝突も見られるが、形状が様ではなく、飛翔中の姿勢や衝突の状況のばらつきも一番大きいことが示された。鋼球と道路用碎石を加撃体として実物の枠付きガラス製パネルに衝突させた実験では、パネルを構成するガラスの種類と衝突位置による耐衝撃性能の変化を調べた。結果としては、ガラスが割れ始める加撃速度は化学強化合わせガラスが最も高く、強化合わせガラス、フロートと網入りの合わせガラスの順に小さくなっていく。また、鋼球の方が碎石よりも衝撃力大きい。碎石の衝突においては回転せず、ガラスと碎石の角が衝突し、その角と碎石の重心を結ぶベクトルが速度ベクトルと一致するような衝突をした場合に、大きな衝撃力を発生させていることが高速度ビデオカメラの映像を観察することにより明らかになった。

発表論文

丸山 敬・志村正幸・長船寿一，ガラスの耐衝撃試験における加撃体の違いによる衝撃力の変化，第 24 回風工学シンポジウム論文集，2016. 12，pp. 265-270.

参考文献

丸山敬・河井宏允・西村宏昭・花谷真由子：種々の加撃体を用いた合わせガラスの耐衝撃試験と標準加撃体の提案，日本風工学会論文集，Vol. 39No. 1 [No. 138]，pp. 1-12，2014. 1.