

## 東京理科大学「火災安全科学研究拠点」

### ■ 研究成果概要報告書

研究課題		地震後の変形・損傷を考慮した 網入りガラスの防火特性に関する 実験的研究	実施年度  平成 25 年度
研究代表者	所属	清水建設株式会社 技術研究所	
	氏名	野竹 宏彰	
	問合せ先メールアドレス	notake_hiroaki@shimz.co.jp	
受入担当責任者	氏名	松山 賢	
<p><b>1. 研究の背景および目的</b></p> <p>大規模地震時には、木造密集地域等で市街地火災の発生が危惧されるが、耐火建築物でも外壁開口部は延焼上の弱点になりやすい。その対策として、延焼のおそれのある部分の外壁開口部には、一般に網入りガラス防火設備が設置される。網入りガラスは現在広く用いられている代表的な開口部延焼防止対策の1つである。これまで平常時の盛期火災を想定した性状把握実験等は報告されているが、地震による損傷を考慮した遮炎性能をはじめとする防火性能は、明らかにされていない。</p> <p>そこで本研究では、地震後の損傷を考慮し、網入りガラスに強制変形を与え、その後、実大加熱実験を実施し、網入りガラスの防火特性を確認・把握することを目的とする。</p>			
<p><b>2. 利用施設及び利用日</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 火災科学研究センター実験棟 面外加力実験 (2014年1月31日)</li> <li>・ 火災科学研究センター実験棟 面外衝突実験・加熱実験 (2014年3月3日～7日)  <div style="text-align: right; margin-right: 50px;">中型複合炉 (同上)</div> </li> </ul>			

### 3. 実験方法・研究成果、および考察（申請時の計画に対する達成度合いも含む）

昨年度の実験では、ガラスの面内方向に強制変形を与え、変形による損傷過程を確認し、その後、加熱試験を実施した。今年度は、網入りガラスに面外方向から衝撃を与えた後に加熱実験を実施し、遮炎性能を検討した。

#### 実験概要

##### （1）実験目的

地震に伴う什器類等の衝突を想定し、網入りガラスに面外方向から衝撃を与える。その後、地震後に発生する火災を想定して加熱を行い、脱落や貫通の有無をもとに網入りガラスの遮炎性能を確認・把握する。

##### （2）実験装置

衝撃実験には、ナス型おもり（5kg）を用いた。衝突実験後の加熱実験は、東京理科大学火災科学研究センターの中型壁炉を使用した。

##### （3）試験体

試験体は、網入りガラス、フレーム、ガラス押さえ、セッティングブロックから構成される。網入りガラスは菱網、6.8mm厚、幅と高さが1024mmのものを使用した（昨年度の実験と同じ寸法である）。フレームは鋼製で、プレートとボルトが4隅にある。衝撃時および加熱時にはボルトを締め、フレームを固定し、動かないようにした。

網入りガラス自体の遮炎性能を把握するために、加熱時にガラスより先に周辺に隙間が生じないように、セラミックファイバークラケットをガラス押さえに使用し、ケイ酸カルシウム板をセッティングブロックに使用した。クラケットはガラスとフレーム間にも充填した。フレームとガラスエッジとの間は7mm、ガラス面との間は7.6mmのクリアランスを確保した。

##### （4）実験ケース

実験は、3つのケースを実施した。ケース1は衝撃を与えないケースである。ケース2は約4.2kN、ケース3は約3.3kNの衝撃を与えた。衝撃時の荷重は、衝撃を受けても動かないようにフレームを固定した上で、試験体の面外上端近傍に持ち上げたナス型おもりを、振り子状にガラス面の中央に1回衝突させたものである。

加熱実験は、ISO834の標準加熱温度曲線に準じた。加熱1時間或いは脱落や貫通が生じた時点で加熱を停止した。ケース2はおもりを衝突させない面を、ケース3はおもりを衝突させた面を、それぞれ炉内側に向けて設置した。

##### （5）計測項目

衝撃実験の計測項目は、荷重(1点)と歪み(7点)である。歪みは、3軸歪みゲージ1点と、1軸歪みゲージ6点を用いた。衝撃荷重は、ロードセルで計測した。ロードセルは、おもりが衝突する面とガラスに接する面に円形鋼板(厚さ1.2mm、直径50mm)を介して設置した。円形鋼板は、ケース毎につけかえ、両面テープでガラス面に固定した。歪みゲージは、おもりが衝突しない面に設置した。サンプリングは、0.04ms周期で行った。

加熱実験の計測項目は、非加熱面側の温度(9点)と、炉内温度(6点)、入射熱流束(1点)である。温度計測には、熱電対( $\phi 0.65\text{mm}$ )を使用した。ガラス表面温度は放射温度計でも計測した。入射熱流束の計測は全熱量計を使用した。これらの計測間隔は1秒である。また加熱中は目視観察により、網入りガラスの亀裂、剥離、貫通、脱落を確認した。

#### 実験結果および分析・考察

##### (1) 衝撃による歪み

おもりがガラス面の中央に衝突した瞬間に荷重は上昇し、歪みも変動する。衝突から約0.05秒で荷重は零になるが、歪みは一定値が維持される。

##### (2) 衝撃による亀裂

ケース2は、おもりを衝突させたガラス面の中心から放射状に数多くの亀裂が走っている。その多くは、フレームまで達している。フレームの内側には、環状の亀裂も断続的にみられる。

ケース3も、数は少ないが、放射状や環状の亀裂が生じている。亀裂の生じ方はケース2と概ね同様な傾向が伺える。

##### (3) 加熱による亀裂

加熱時の亀裂は、加熱初期に集中して発生した。その後の発生は殆ど無い。

ケース1では、隣接するフレームや対面するフレームとの間に長い亀裂が発生している。また、フレームに沿うように短い亀裂も多くみられる。

一方ケース2は、隣接するフレームや対面するフレームの間にケース1のような亀裂がみられず、ガラス周辺に集中して生じている。ケース3も同様であるが、亀裂の発生箇所はケース2よりも多い。

##### (4) 非加熱側の温度・入射熱流束

ケース1では、加熱開始から3000秒(50分)が経過した時点で、ガラスが軟化し上部左隅のガラスが上下に約20mm開き、炉内側と外部が貫通した。この時のガラス表面中央の温度は、 $647^{\circ}\text{C}$ (放射温度計で $644^{\circ}\text{C}$ )に達していた。入射熱流束は、 $4.7\text{kW/m}^2$ である。

一方ケース2では、ガラスは軟化しているが、3600秒(60分)まで貫通や脱落は無かった。ガラス保持時間はケース1より20%以上長くなる。ガラス表面温度は $704^{\circ}\text{C}$ 、入射熱流束は $5.4\text{kW/m}^2$ であった。ケース3は、3420秒(57分)でガラスが軟化し、上部フレームから抜け落ちた。ケース1と比較し、ガラス保持時間は約14%長い。この時、ガラス表面温度は $655^{\circ}\text{C}$ 、入射熱流束は $5.4\text{kW/m}^2$ であった。

##### (5) まとめ

今回の実験では、網入りガラス面中央への面外方向からの衝撃によりガラス全面に亀裂が発生した。しかし、加熱時に貫通や脱落が早まることは無く、衝撃を与えなかった試験体と比較し、遮炎性能に著しい違いは確認されなかった。

#### 4. 今後の展望（今後の発展性、見込み等についても記述）

一連の実験において、開口部分が1m角の網入ガラス試験体を用いて、面内方向の強制変形、面外方向の衝撃試験を実施し、その後加熱試験を行い、損傷のない場合との遮炎性能の違いについて検討を行った。実験の結果、いずれの場合においても、網入ガラスの遮炎性能には著しい違いは見られなかった。

今後は、ガラスのサイズをより実大レベルに近づけた場合の検討や、ガラス押さえ部分も考慮した検討等を行う必要がある。

#### 5. 成果の公表状況（学会への発表、学術誌への投稿等を記述。予定も含む）

実験について、日本建築学会 2014 年度大会（近畿）に、次の梗概を投稿した。  
広田正之、野竹宏彰、森田武、近藤史朗、松山賢、沖永誠治、鈴木淳一：  
衝撃を考慮した網入りガラス防火設備の実大加熱実験，日本建築学会大会（近畿）  
学術講演梗概集，防火，2014. 9.

#### 6. 経費の使用状況

消耗品費・会議費・印刷費等		旅費		人件費	
事 項	金額(円)	事 項	金額(円)	事 項	金額(円)
試験体・計測 機器	783,762			実験補助	396,900
布モッコ タ スキB7尺 【マスク型】	17,310				
山砂（20k g／袋入り） 1500kg	30,000				
小計	831,072	小計		小計	396,900
東京理科大学 負担分 総計			444,210 円		
清水建設 負担分 総計			783,762 円		