

## 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24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	
<b>1. 研究の背景および目的</b>  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。  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。			

## 2. 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）

※継続課題の場合は、前年度との関係性、進捗度合いについても記載すること。

### 実験概要

#### （1）実験目的

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する。その後、加熱実験を行う。

#### （2）実験装置

強制変形実験には、油圧シリンダーが設置された载荷フレームを用いた。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、網入りガラスを鋼製フレームで保持したものを使用する。網入りガラスは菱網、厚さ 6.8mm である。ガラスの大きさは 1.024m 角の正方形（かかり代 12mm、露出面の大きさ：1m×1m）である。鋼製フレームは、プレートとボルトが 4 隅にある。強制変形実験時はボルトをゆるめてピン支承とし、実験終了後はボルトを締め、フレームを固定した後に壁炉に移設した。

今回の実験では、網入りガラス部分の遮炎性能を把握することを目的とし、ガラスの押さえ材や支持材は、不燃性のものを使用した。ガラス押さえはセラミックファイバーブランケット、セッティングブロックにはケイ酸カルシウム板を使用した。ブランケットはガラスとフレーム間に充填した。ガラスエッジとフレームの間は 7.6mm のクリアランスを確保した。

#### （4）実験ケース

実験は全 4 ケース実施した。ケース 1 は変形させず、加熱実験のみを行う。ケース 2 は、約 1/40 の層間変位に相当する変形を、左右に 1 回ずつ与える。ケース 3 は、ケース 2 の変形を 2 回行う。ケース 4 は一方向のみに変形させ、変形角を徐々に大きくし、1/30 まで変形させる。

加熱実験は、4 ケースとも ISO834 の標準加熱温度曲線に準じて行う。ガラスの脱落や貫通が生じた時点で加熱を停止する。

#### （5）計測項目

強制変形実験では、フレーム及びガラスの変位（13 点）、ガラス面内の歪み（6 点）、変形時の荷重を計測した。加熱実験では、炉内温度（6 点）、入射熱流束（1 点、非加熱側のガラス表面中央から 2m）である。亀裂・剥離・貫通・脱落の状況も目視観察した。

## 実験結果および分析・考察

以下では、ケース 1 とケース 4 を対象にして結果と考察を記す。

### (1) 強制変形による変位・歪み

強制変形実験では、フレームにエッジが接触した時の水平変位の差は約 16mm で、クリアランスの 2 倍と概ね同じであった。その後、荷重増加と共に変位差が増し、歪みも増大する。変位差が約 34mm(正味の変形角で約 1/60, 見かけの変形角で約 1/30)を超えてから、歪みゲージの値が大きく乱れた。ガラスに荷重が伝達し、亀裂や剥離が生じたためだと考えられる。

### (2) 強制変形による亀裂・剥離

強制変形実験では、試験体の正面から見て左上に荷重を加えて変形させた。その結果、圧縮側となる右上と左下の隅角部に亀裂やガラスの剥離が発生した。しかし隅角部間を結ぶ対角状には、亀裂は生じなかった。これは、圧縮側の隅角部が局部破壊したためと考えられる。一方、引張側に関しては亀裂や網の破断は見られなかった。

### (3) 非加熱側の温度・入射熱流束

強制変形を与えなかったケース 1 では、着火後 3150 秒でガラスが軟化し、上部フレームから抜け落ちた。このとき、ガラス表面中央の温度は 672℃であった。フレーム内部の温度もガラス表面中央の温度と概ね同じである。入射熱流束は 5kW/m<sup>2</sup>を超えている。

これに対しケース 4 では、2735 秒でガラスが上部フレームの中央付近から抜け落ちた。ケース 1 よりも、ガラス脱落の時間は約 13%短い。ガラス表面中央温度もやや低く 628℃であった。入射熱流束も 5kW/m<sup>2</sup>よりもやや小さい。

### (4) 加熱による亀裂

亀裂は加熱開始から 180 秒頃までに集中して発生し、その後はほとんど発生しない。ケース 1 の亀裂はエッジに近いガラス周辺に多い。また、エッジ近傍から隣接のエッジにかけて比較的長い亀裂がみられる。一方、ガラス中央付近には亀裂はない。ケース 4 でも、概ね同様な傾向が伺える。両ケース共に亀裂は密着し、貫通が生じた箇所はない。強制変形の有無によって加熱後の亀裂の発生に大きな差は無いものと考えられる。

### (5) まとめ

今回の実験では、面内の強制変形によって網入りガラス隅角部に局部破壊が生じたものの、大亀裂や網の破断は発生しなかった。強制変形を行わなかった試験体と比較して、強制変形によって損傷したガラスは、脱落がやや早まったが、遮炎性能には著しい違いは見られなかった。

※スペースが足りない場合はページを増やしても構いません。

### 3. 経費の使用状況

消耗品費		旅 費		人 件 費	
事 項	金額(円)	事 項	金額(円)	事 項	金額(円)
網入りガラス防火設備強制変形耐火試験用試験体製作一式	¥506,100				
計	¥506,100	計	¥0	計	¥0

### 4. 今後の展望（今後の発展性、見込み等についても記述）

今後、地震時の損傷を考慮した網入りガラスの防火特性把握をさらに進めるために、次のような観点に着目して、検討を行う必要があると考えている。

- ①面外変形に対する防火性能への影響
- ②より現実的なガラスの大きさを想定した検討
- ③他のガラス押さえ等による影響の検討

### 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 2013 年度大会（北海道）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：網入りガラス防火設備の強制変形を考慮した実大加熱実験，日本建築学会大会（北海道）学術講演梗概集，防火，2013.8.