

B-51

ケーブルグリッドで支持されたMJGガラスファサードの力学性状に関する基礎的研究
 -支持架構と支持構法を含めた全体モデルの構築及び風荷重下の挙動-
 Basic Study on Mechanical Properties of MJG Glass Façade Supported by Cable Grid
 -Construction of model including supporting frame and structure and grasp of behavior under wind load-

○渥美友暁³, 岡田章¹, 宮里直也¹, 廣石秀造²
 *Tomoaki Atsumi³, Akira Okada¹, Naoya Miyasato¹, Shuzo Hiroishi²

Abstract : The glass façade using MJG is generally designed by separately examining the supporting frame and structure against wind load. However, since the deformation of the panel is different for each place at the time of wind load, local concentration of stress is concerned. In addition, examination considering inertial force at the time of earthquake has not been conducted, detailed investigation of wind resistance performance and seismic performance is necessary. Therefore, in this paper, the authors investigate the wind resistance performance and the seismic performance of a MJG glass façade supported by a cable grid using a whole model that incorporates a supporting frame and structure.

1. はじめに

近年、ガラスファサードは、台風や地震といった外乱に対して必要な強度の確保や過大な応力の発生を防ぐ工夫が行われ、デザイン性に優れた様々な支持構法・架構が見られる。中でも、挟み込み式ガラス点支持構法を用いたガラスファサード(以下「MJGガラスファサード」と称す)は、地震荷重に伴う支持架構の層間変形時に、ガラスパネルが金物からの滑り出しを伴うことで過大な応力が生じず、また大変形時も圧縮力のみが生じるなど、ガラスの弱点である引張力が生じにくい特徴を有する(Fig.1)。このため、MJGガラスファサードは、一般に地震荷重に対する構造安全性の検討は特に行われず、風荷重に対する面外応力について検討され、支持構法の変形性能が支持架構の変形性能を満たす条件で、個別に構造設計が行われている。しかし、近年の地震被害の要因として想定を超える大変形も報告されており、大変形時の挙動の把握について要求が高まっている。また、地震時の慣性力を考慮した検討についても著者の知る限り報告されていない。加えて、風荷重についてもファサード全面で風荷重を負担した際に、ファサード中央部や周辺部、隅角部でガラスパネルの面外変形性状が異なり、局所的な応力集中が危惧されるため、ファサード全体を考慮した詳細な検討が必要と考えられる。

以上を踏まえ、本研究ではケーブルグリッドで支持されたMJGガラスファサードを対象として、支持構法と支持架構を含めたモデル(以下「全体モデル」と称す)により、耐風・耐震性能の検討を行う。本報では、全体モデルの構築及び風荷重下の挙動について数値解析により検討を行い、結果を報告する。

2. 部分モデルの提案及び妥当性の検証

2-1. モデルの提案及び数値解析概要

点支持構法においては、支持条件がガラスパネル

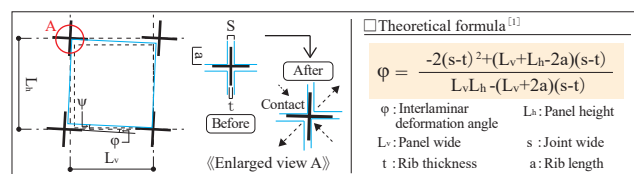


Figure.1 Theoretical Formula of Interlaminar Deformation Angle

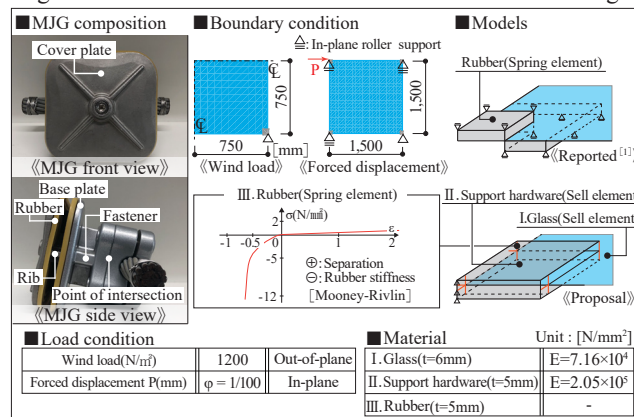


Figure.2 MJG Components and Outline of Numerical Analysis for Partial Panel

の応力に大きな影響を及ぼすため、解析の際には拘束条件のモデル化が重要となる。既報^[1]ではガラスパネル1枚のモデル(以下「部分モデル」と称す)で実験と解析の両面から耐風性能及び層間変位追従性能について検討し、併せて層間変形角の理論式(Fig.1)を提案している。また、既報のモデルは隅角部に緩衝材のみを設定した面外方向のみ評価可能なモデルであった。しかし、全体モデルで検討する際には面内方向に対しても評価可能なモデルの構築が必要である。そこで、本章では面内・面外方向に評価可能な部分モデルの提案を行い、既報の結果及び理論式と比較することで、部分モデルの妥当性について検証を行う。

Fig.2に本研究で対象とするMJGの構成及び数値解析概要を示す。解析モデルの構築にあたり、カバープレートと

1 : 日大理工・教員・建築 2 : 日大短大・教員・建築 3 : 日大理工・院(前)・建築

ベースプレート及びリブ (以下まとめて「支持金物」と称す)、緩衝材、ファスナー(支持金物と支持架構を連結する部材)、ケーブルグリッド交点部の金物 (以下「交点金物」と称す)に着目し、モデル化を行った。解析モデルはガラス、支持金物をそれぞれShell要素、緩衝材のゴムはSpring要素とした。また、緩衝材は非抗引材として設定することで、MJGとガラスパネルの離間現象を模擬し、既報の結果を基に離間する際の摩擦係数を設定した。モデル規模及び荷重条件は既報と同様とし、荷重条件はガラスパネル全面に風荷重1,200 (N/m²)、ガラスパネル頂点部のローラー支持部に強制変位(層間変形1/100)を与えた。

2-2. 解析結果及び考察

Fig. 3に風荷重時の解析結果、Fig. 4に理論値の算出と強制変位時の解析結果をそれぞれ示す。Fig. 3より、辺中央部で最大引張応力が発生する力学性状を確認した。また、既報の解析結果と比較すると、発生応力、変形量共に概ね一致する結果を得た。

Fig. 4より、理論式を用いてその値を算出し、解析結果との比較を行った。算出した理論値10.63mm付近で荷重が増加する性状が確認した。これは、層間変形に伴い緩衝材へのガラスパネルのめり込みが進み、緩衝材の圧縮力が増加する範囲($\epsilon > 0.55$)に達すると、ガラスと支持金物の接触により、ガラスに圧縮力が生じ始めるためである。以上より、面内・面外方向に評価可能な部分モデルの妥当性が示唆された。

3. 全体モデルを対象とした風荷重下の挙動の把握

3-1. モデルの構築及び数値解析概要

前章で提案した部分モデルを拡張して全体モデルの構築を行い、風荷重下の挙動の把握を行う。数値解析概要をFig. 5に示す。検討モデルはガラスパネル25枚とケーブルグリッドで構成し、架構全体で7,550×7,550mmとした。パネル間及び建物との隣接部は、実際のシーリング材のクリアランスを考慮して、隙間を設けることで模擬した。また、構造・材料諸元及び境界条件はFig. 5に示す設定とした。ケーブルの初期張力(以下「PS」と称す)は50, 100 [kN]とし、縦ケーブルと横ケーブルに同値のPSを与えた。荷重条件は、全面に風荷重1,200 (N/m²)及び強制変位(層間変形角1/100)とした。

3-2. 解析結果及び考察

Fig. 6に風荷重と各検討項目毎の解析結果をそれぞれ示す。中央パネルで最大面外変位145.8mm, 中段端のパネルで最大滑り出し量3.1mm, 最大引張応力度45.6N/mm²を示した。また、変動軸力は縦ケーブル中央部で最大21.6kNとなり、横ケーブルと比べて大きな数値を示した。これはケーブルの伸び剛性と幾何剛性の違いが要因として挙げられる。なお、各検討箇所において縦横PS50kN時に最大値を示し、特に面外変位及び変動軸力に関して初期張力の影響が大きいことを把握した。これは初期張力量の差による幾

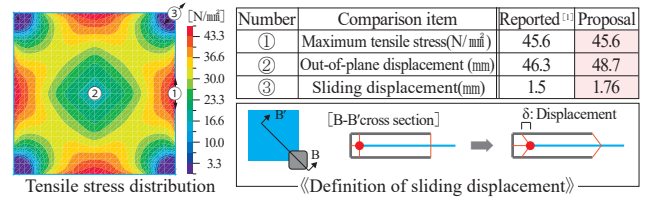


Figure.3 Results of Analysis of Each Panel under Winds

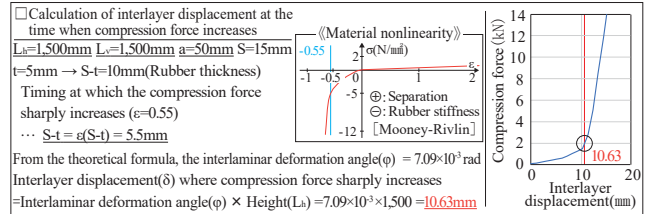


Figure.4 Result of Analysis at Interlayer Displacement for Partial Panel

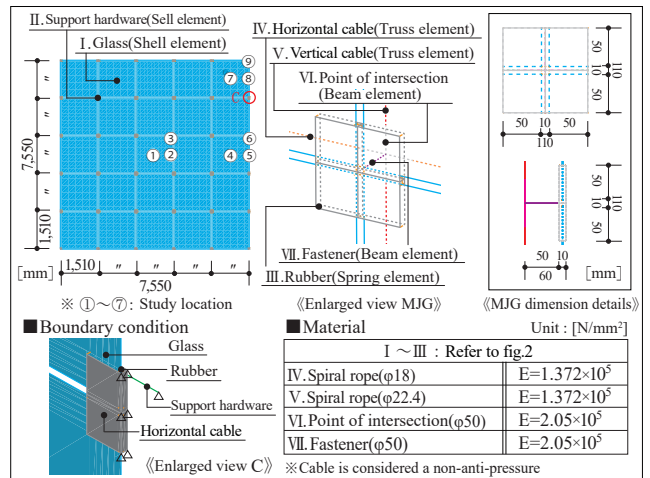


Figure.5 Outline of Numerical Analysis for Glass Façade Model

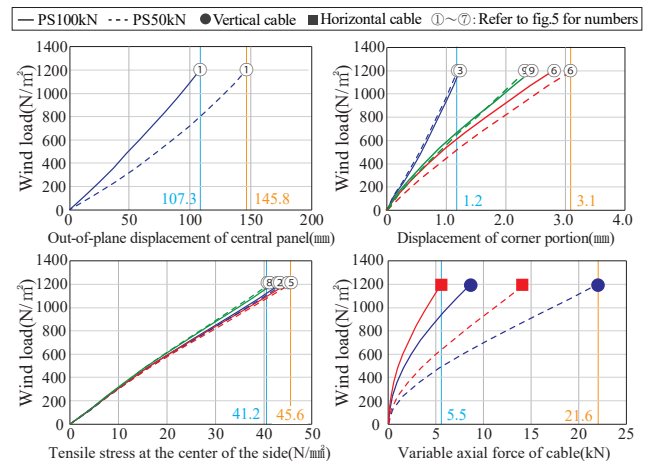


Figure.6 Results of Analysis of Glass Façade Model under Winds
 何剛性の違いが要因として挙げられる。

4. まとめ

ケーブルグリッドで支持されたMJGガラスファサードを対象に、全体モデルの構築及び風荷重下の挙動について数値解析的に検討を行った。今後は縦横ケーブルの初期張力量の影響、境界構造の剛性の影響、地震時応答性状について検討を行う予定である。

【参考文献】

① 斎藤,岡田,今村「挟み込み式ガラス点支持構法に関する研究」,日本建築学会構造系論文集,第529号,pp.195-202,2000.3