

B-8

ハイブリッド・ガラス・ビームの構造部材への適用性に関する研究
 -ガラスファサードの支持架構としての提案と基本的構造特性の検証-

Study on Applicability of Hybrid Glass Beam as Structural Member

-Proposal of Support Structure for Glass Facade and Examination of Basic Structural Characteristic-

○野本圭祐³, 岡田章¹, 宮里直也¹, 斎藤公男²

*Keisuke Nomoto³, Akira Okada¹, Naoya Miyasato¹, Masao Saitoh²

Abstract: Recently, the demand of the large-scale glass facades which were rich in transparency should increase. In this paper, the hybrid glass beam proposed is generated by replacing the truss member of Tension Truss with glass panel. The system which is rigid improvement to reduce tension difference is expected, and the applicability and the basic structural behavior are verified.

1. はじめに

近年, 建築物の機能性や意匠性への追求から, 透明性に富む大規模なガラスファサードの需要が高まっており, フェイスガラスを支える支持架構にも軽快なデザインが求められている. その支持架構には, 構造面では, フェイスガラスの面外方向からの風などの荷重に対する十分な剛性や耐力が, また主架構の変形時に応力が生じないような追随性が通常要求される. このような背景の下, テンション材を用いた架構形式が数多く提案され, 実施されている (Fig. 1).

既往の研究^[1]で報告されているテンション・トラスはその一例であり, ケーブル・グリッド等と比較すると少ない初期張力 (PS) 量で高い剛性が得られる利点を有する. 一方, 1つのジョイントに集まる弦材ストリング相互の張力差が大きく, 当該ジョイント部に大きな把握力が必要となり, このことがケーブルの使用を阻む要因ともなっている. 本論では, テンション・トラスの斜材をガラス材に置換したシステムを提案し, その適用性と基本的構造特性やストリングの張力差の軽減の可能性について検討を行う.

2. 構造システムの提案

本論で提案するハイブリッド・ガラス・ビーム (以下「HGB」) [model-d] は, テンション・トラスからの派生と, 既報^[2]の HGB [model-c] からの派生経路を有する (Fig. 2). 本構造は, テンション材とガラス材で構成されており, 支持構造の要求性能である透明性を保ちつつ, 面外剛性の確保と共に PS 量の低減が可能なシステムとなっている. また, ガラスをスパン方向に分割しているため, スパンの拡大にも対応可能であり, 万一のガラス破損時の脱落防止効果や耐荷重性能も期待できる. なお本システムは床版や屋根などでの使用も想定できるが, 本研究ではガラスファサードの支持架構に適用した場合を想定して検討を行う.

3. 数値解析的検討

3-1. 数値解析概要

提案した HGB [model-d] の基本的力学特性を把握するために, 数値解析的に検討を行った. 解析概要を Fig. 3 に示す. 検討モデルはスパン 12m, 桁方向のガラス間隔はフェイスガラスのサイズを考慮して約 2m と



Fig.1 Support structures using tension member for glass facade

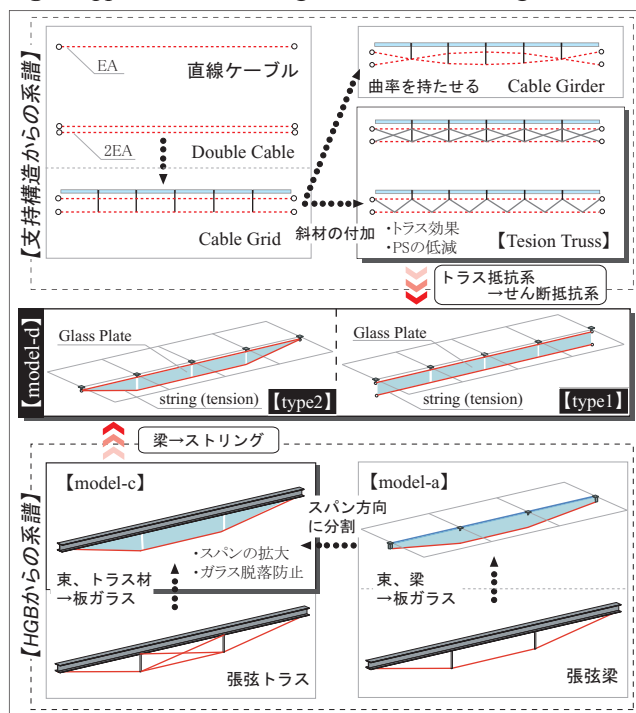


Fig.2 Proposal of Hybrid Glass Beam (model-d)

設定した. 万一のガラス破損を想定し, 予めガラスを抜いたモデルについても検討を行った. 各部材の断面は, 自重及び風荷重 ($WL=2\text{kN/m}^2$) により算定した. また, 比較対象として, ケーブルの EA と PS 量を同一としたテンション・トラス (以下「T-truss」) 及びケーブル・グリッド (以下「C-grid」) モデルも作成した. また, ジョイント部に発生したケーブルの滑りが剛性に及ぼす影響を確認するために, 節点のモデル化をパラメータとした解析も同様に行った. なお, 解析はケーブルの非抗圧性を材料非線形で評価すると共に, 幾何学的非線形性も考慮した.

3-2. 数値解析結果

荷重-鉛直変位関係を Fig. 4に, 荷重-張力関係を

1 : 日大理工・教員・建築 2 : 日大名誉教授 3 : 日大理工・院・建築

Fig. 5 に示す. 節点拘束 (滑動なし) モデルにおいて, type1-full・両端モデル, type2 とともに概ね線形性状を示しており, T-truss とほぼ同等の剛性を有していることが確認された. また, type1-中央モデルは非線形性状が強いものの, C-grid 以上の剛性を有していることが示された. 一方, 節点滑動モデルでは, 全てのモデルにおいて, 荷重-鉛直変位関係・張力関係共にわずかながら非線形性状を示すものの, 大幅な剛性の低下は見られなかった.

Fig. 6 に節点拘束モデルにおける, デプスを変化させた際 ($d=200, 600, 1000\text{mm}$) の最大張力差と中央点鉛直変位関係を示す. 全モデルにおいて, デプスの増加に伴う張力差の低減と, 剛性の向上が把握された. また, T-truss ($d=600\text{mm}$) と比較して, 全モデルにおいて大幅に張力差が低減する傾向が得られた.

Fig. 7 に主応力図及び, 最大張力差を示す. 節点滑動モデルでは, ガラスが曲げ変形状を示しているのに対し, 節点拘束モデルはせん断方向の主応力が卓越する性状を示した. これは, 節点の両側のケーブル相互の張力差からも推察される.

4. まとめ・今後の検討

本研究では, HGB[model-d] を提案し, 数値解析により張力差の軽減, 剛性・応力状態を把握した. 今後は, 本システムの実用性を検証するために実規模を想定した実験を行い, 試設計による適用範囲の検討を行う.

【参考文献】

- [1] 岡田, 宮里, 斎藤, 宮田, 市川「ガラスファサードに用いるテンション・トラスの構造特性に関する基礎的研究」, AIJ 大会 (東海) 2003
- [2] 岡田, 宮里, 斎藤, 三宅, 野本「ハイブリッド・ガラス・ビームの構造部材への適用性に関する研究」, AIJ 大会 (関東) 2011

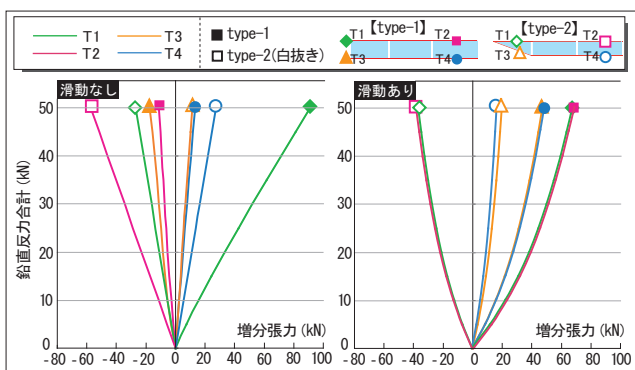


Fig.5 Relationship between load and tension

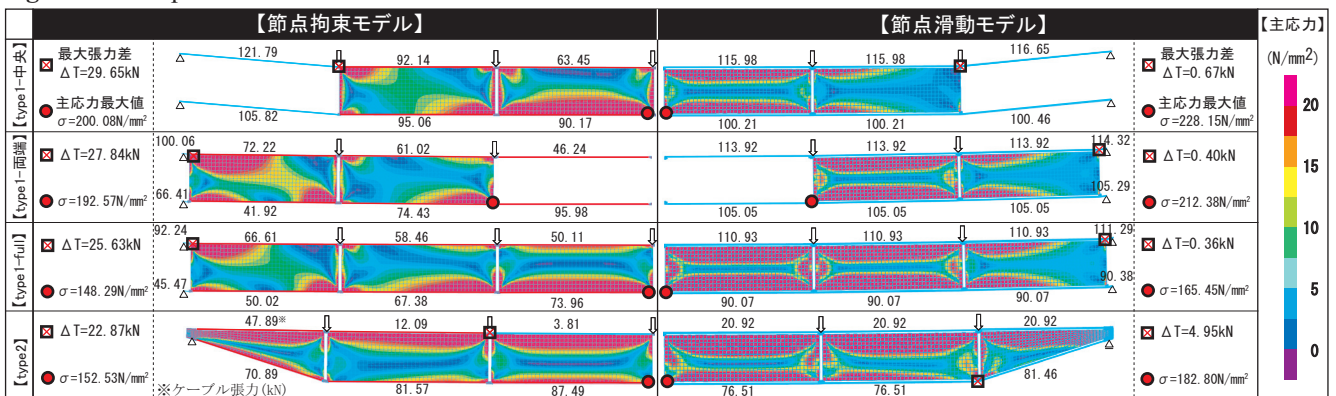


Fig.7 Effective stress and tension difference

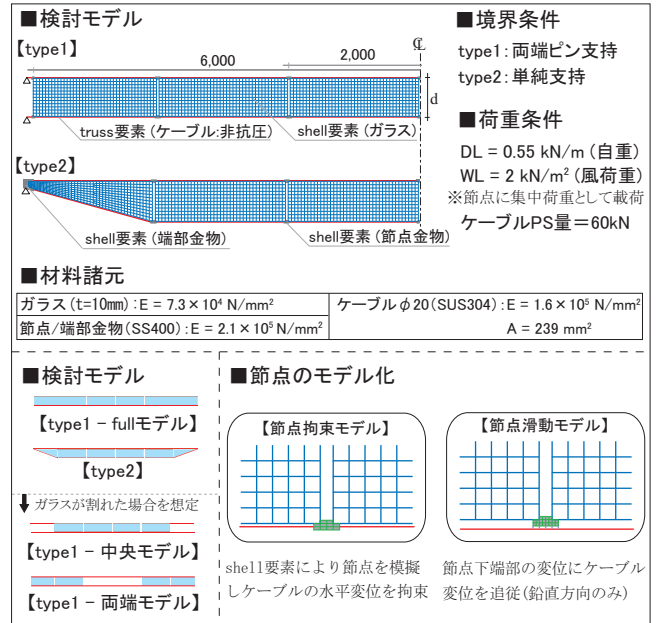


Fig.3 Outline of analyses

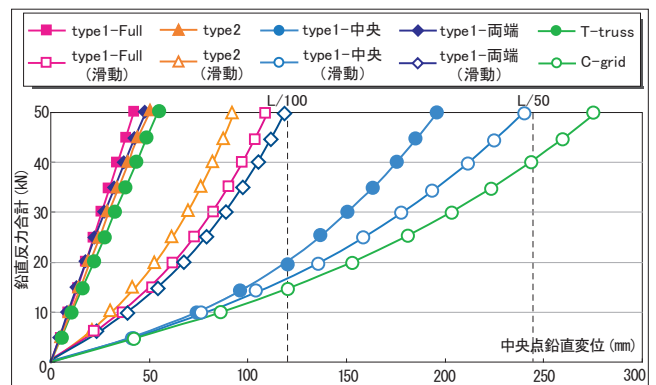


Fig.4 Relationship between load and displacement

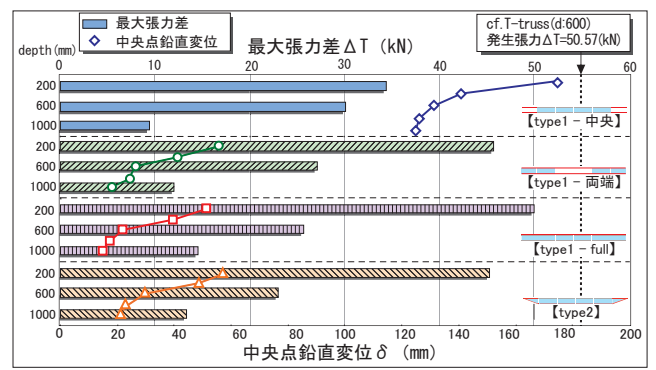


Fig.6 Maximum tension difference and displacement