

B-6

プレストレスを利用したガラス構造の適用性に関する研究
 -アーチ形状梁の基礎的構造特性の把握-

Study on Applicability of Glass Structure Using Prestressing
 -Grasp of Basic Structural Characteristics of Arch-Shaped Beam -

○篠峻太郎³, 岡田章¹, 宮里直也¹, 廣石秀造², 菱木晶士³

*Shuntaro Shino³, Akira Okada¹, Naoya Miyasato¹, Shuzo Hiroishi², Masashi Hishiki³

Abstract : In this paper, an arch-shaped glass beam was proposed, making it goal to a long span structure. This structure is integrated trapezoidal glass using a tension member which is introduced tension. For the purpose of understanding of basic structural characteristics of this structure, the authors performed experimental study with scale models.

1. はじめに

ガラスは、その化学組成から非常に高い圧縮強度を有する材料であり (Tab. 1), 最近では構造部材への適用も試みられている (Fig. 1). 特に強化ガラスは、熱処理により表面に圧縮応力層が形成され、ガラスの欠点である引張応力に対する抵抗性能が格段に向上するため、適用事例が多い (Fig. 2). ところが同時に引張応力層も内在するため、微小な傷の進展時や不純物の膨張等が自然破壊を起こす危険性を内包している. 近年では、この自然破壊が問題視され、国内では強化ガラスが回避される傾向にある. 以上のことから、岡田ら^[1]はフロート板ガラスにテンション材を付加し、ガラスへプレストレス (以下「PS」) を導入したハイブリッド構造を提案している (Fig. 3). 本構造は強化ガラスの基本コンセプトを構造システムレベルで獲得したものと捉えることが出来る.

また、既往の研究^[1]ではユニット連結方式による直線梁の検討がされている. 本研究では、大スパン架構への適用を考え、アーチ形状の梁を提案する. 本構造は、接続金物 (以下「金物」) にテンション材を通して台形状のガラスを連結し、テンション材にPSを導入することで一体化させたものである (Fig. 4). 本論では、本構造の基本的構造特性の把握を目的として実験的検討を行う.

2. 鉛直荷重実験

2-1. 導入PSとケーブル把握の有無による比較

提案モデルの基本的構造特性の把握を目的として、鉛直荷重実験を行った. 試験体概要及び構造諸元・材料諸元をFig. 5に示す. パラメータは①導入PS量, ②支持条件, ③荷重方法, ④テンション材の把握の有無とする. ①導入PS量は試験体内側のガラスと金物が試験体の自重 (74. 6N) で離間を起こさない張力, 400Nを基準に800N, 1200Nとした (Fig. 6). 張力導入はアーチ両端部に取り付けた圧縮ロードセルを介し全ねじをナットで引き込むことにより行った (Fig. 7-a). ガラスと金物が接触する面には緩衝材として厚さ1mmのゴムを配置している (Fig. 7-b). ②支持条件は単純支持と両端ピン支持とし、ローラー支持は回転軸の全ねじをアルミ板に取り付けたテフロンシート上を滑らせる機構とした. ③荷重は中央一点集中荷重と等分布荷重を模した7点集中荷重とし、



Figure 1. Glass Architecture

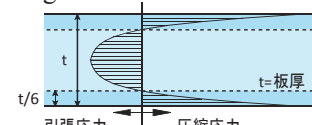


Figure 2. Tempered Glass

Table 1. Mechanical Property

	比重	比強度 (N/mm ²)	
		引張	圧縮
ガラス	2.5	20	360
コンクリート	2.3	0.93	9.31
鋼材	7.85	52.2	

※比強度 = 強度 / 比重とする

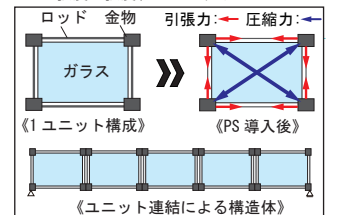


Figure 3. Model of History

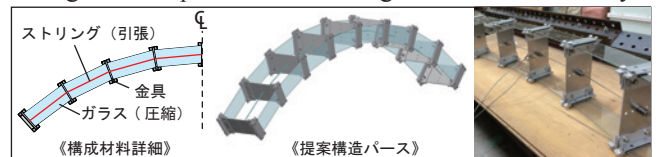


Figure 4. Proposal Detail

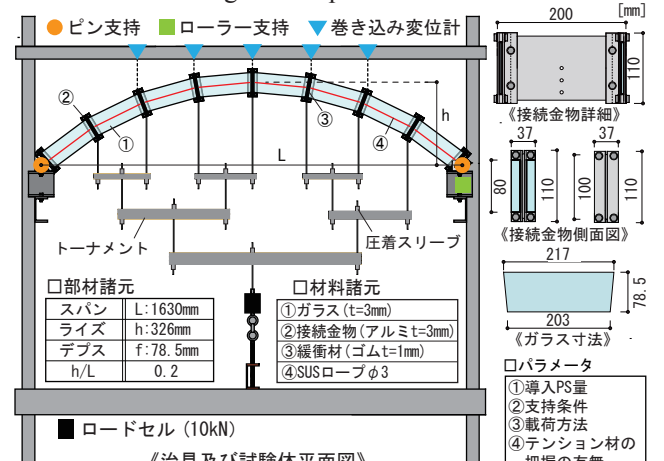


Figure 5. Outline of Experiment

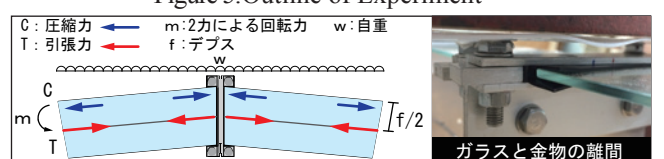


Figure 6. Outline of Mechanism System and Apart

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

PS導入機構同様、全ねじをナットで引き込むことにより行った。変位はアーチ上部の金物5点に取り付けた巻き込み変位計を用いて測定を行った。単純支持ではアーチ中央部60mmまでの変位制御とし、両端ピン支持では、中央一点集中載荷時は200N、等分布荷重時は500Nまでの荷重制御とした。④テンション材の把握は金具両端でケーブルを把握した「把握有」と、スルーとした「把握無」の2ケースとする (Fig. 7-c)。なお、拘束には圧着スリーブを用いた。また、載荷の際に試験体の面外座屈を回避するため、実験は試験体を床面に寝かせた状態で行い、試験体上面には浮き上がり防止のフラットバーを取り付け、テフロンシートにより摩擦を除去した。

2-2. 実験結果及び考察

把握無の場合の導入PS量による荷重-中央変位関係をFig. 8, 剛性の比較をFig. 9-a)に、テンション材の把握の有無による剛性の比較をFig. 9-b)にそれぞれ示す。Fig. 8, 9-a)より、単純支持では導入したPS量が多い程、剛性が増加傾向にあることが分かる。これは導入PS量が大きい程ガラスと金物の離間を抑制する効果がある為であると考えられる。また、両端ピン支持ではPS量による差異はほとんど生じず、軸力抵抗系の挙動が確認された。またFig. 9-b)より、同PS量によるテンション材の把握の有無を比較すると、把握有の方が剛性が増加傾向にある事が分かる。これは圧着スリーブがテンション材の滑動を拘束し、張力差を発生させることで離間の発生が各部材内で完結している為であると考えられる。両端ピン支持の結果を見ると、把握の有無は剛性にあまり影響を与えず、軸力抵抗の挙動が確認された。

2-3. テンション材把握箇所・箇所数による比較

施工性の向上を目的として、ケーブルを把握する箇所及び箇所数をパラメータとして実験を行った (Fig. 10)。把握箇所は、端部より一箇所ずつ増加させた状況を対象とした。また、導入PS量は全実験ケース1200Nで統一して実験を行い、その他実験方法は2-1.と同様とした。

2-4. 実験結果及び考察

単純支持、集中荷重時の荷重-中央変位関係をFig. 11に、全実験ケースのテンション材把握箇所の違いによる剛性の比較をFig. 12に示す。単純支持、両端ピン支持共にテンション材の把握箇所を変化させると剛性に影響を及ぼす事を把握した。単純支持の方が剛性が増加する傾向を示した理由として、曲げが卓越することから、テンション材の把握箇所が剛性に及ぼす影響が顕著であることが挙げられる。

3. まとめと今後の検討

本研究では本構造の基本的構造性能に関して、実験的に検討を行った結果、テンション材に導入するPS量や、テンション材の把握有無、把握位置は本構造の構造性能に影響を与える事が把握された。

今後の検討として、テンション材を通す位置や本数をパラメータとした実験的検討と、数値解析的検討による設計手法の確立が挙げられる。

【参考文献】

- [1] 足立, 岡田, 宮里, 廣石, 斎藤 「プレストレスを利用したガラス構造の適用性に関する研究」 構造工学論文集, vol. 60B, pp. 165-170, 2014. 3

【謝辞】

本研究はJSPS科研費26820234の助成により実施された。

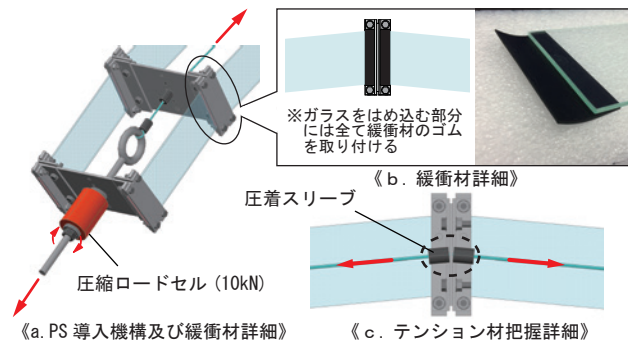


Figure 7. Details of Specimen

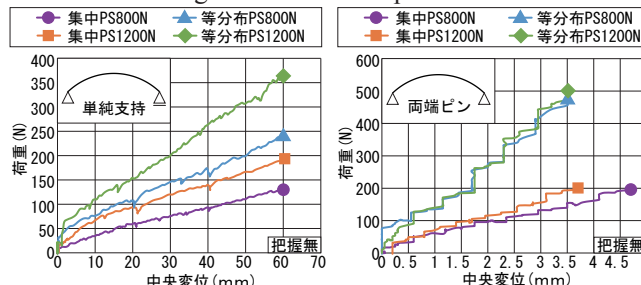
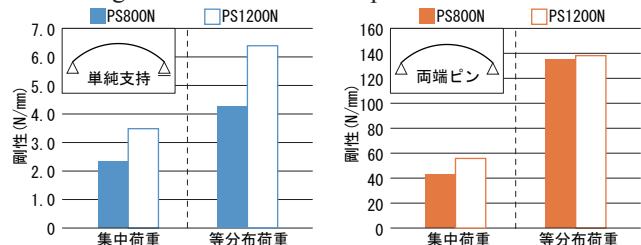
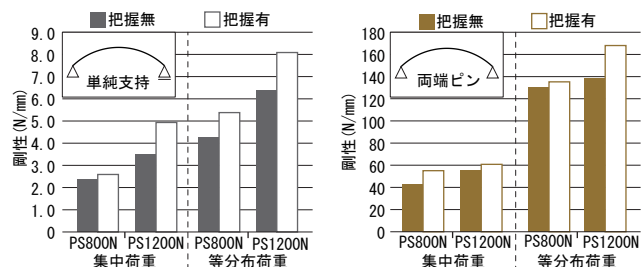


Figure 8. Load-Central Displacement Relations



a) 導入 PS 量による比較 (テンション材の把握は無し)



b) テンション材の把握有無による比較

Figure 9. Comparison of Stiffness

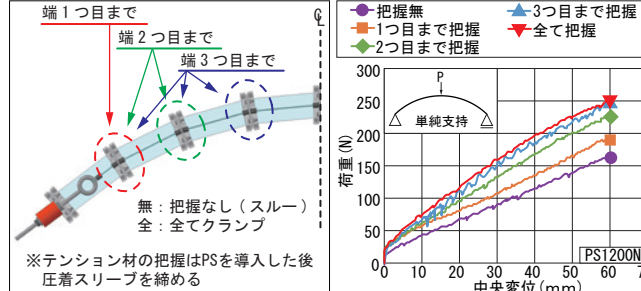


Figure 10. Position Grasped Tension Members

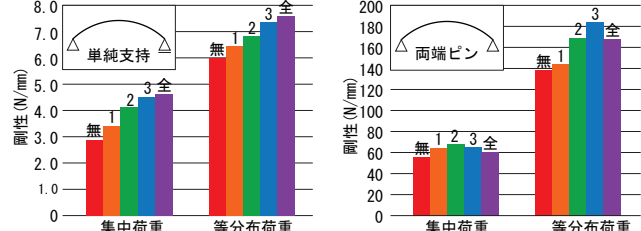


Figure 11. Load-Central Displacement Relations

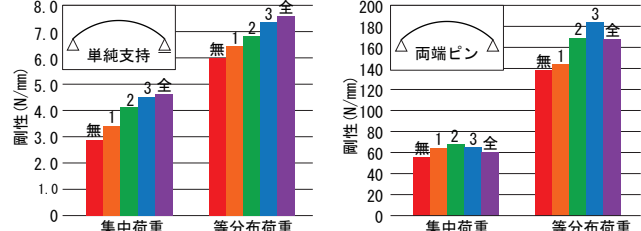


Figure 12. Comparison of Stiffness