

B-5

クランプ金物の滑動を考慮したテンセグリック・タワーの静的特性に関する基礎的研究  
 (その2)小規模モデルを用いた実験的検討  
 Basic Study on Static Characteristics of Tensegric Tower Considering Slip at Cable-Clamp  
 (Part2)Experimental Study Using Small Model

○熊坂まい<sup>3</sup>, 赤星博仁<sup>3</sup>, 岡田章<sup>1</sup>, 宮里直也<sup>1</sup>, 廣石秀造<sup>1</sup>, 斎藤公男<sup>2</sup>  
 \*Mai Kumasaka<sup>3</sup>, Hiroto Akahoshi<sup>3</sup>, Akira Okada<sup>1</sup>, Naoya Miyasato<sup>1</sup>, Shuzo Hiroishi<sup>1</sup>, Masao Saitoh<sup>2</sup>

Abstract : Generally, the cable structure have been designed based on the allowable stress in the range of elastic state. However, recent study needs to examine the safety of the structure after members are yielded. In this report, considering the slackness of strings, the basic mechanism and the slip at the cable-clamp on the tensegric tower which consists of a tensegric truss structure are grasped by the numerical analyses and the experiments.

1. はじめに

(その1)では、張力消失及び中間クランプの滑動が架構に及ぼす影響について数値解析により検討した。(その2)では、前述の影響について実験的に把握し、架構の変形性状及び安全性について確認すると共に、(その1)で設定したクランプ金物のモデル化を含めた解析モデルの妥当性を検証する。

2. 実験及び数値解析概要

Fig. 1に実験概要を示す。試験体は、Tタワーの基本ユニットを2層積層させた小規模モデルとした。载荷は、頂部(D2)を水平方向に20mm強制変位させ、ロードセルにより载荷荷重を測定した。変位は、頂部(D2)と中間(D1)をレーザー変位計により測定し、ケーブルの張力は、歪ゲージにより測定した。ケーブルの張力と歪の関係は、端末金物の影響を踏まえた引張試験(Fig. 2)を予め実施することで求めた。他の材料諸元は、(その1)と同様とした。パラメータは、ケーブルの初期張力(PS)を100N, 300N, 把握力(Fr)を100N, 2000Nを組み合わせ、4パターン設定した。PS100NとPS300Nはそれぞれ張力消失の有無、またFr100NとFr2000Nはそれぞれ中間クランプ金物の滑動の有無を想定した値である。またFrは、予備実験によりクランプの締付量(トルク値)Tfとの関係を求めた上で、所定の締付量を導入する方法を採用した(Fig. 2)。また数値解析においても同じ結果を用いた。

3. 実験及び解析結果

Fig. 3に水平荷重が170N時の各パラメータによる変形モードの比較を示す。クランプ金物が滑動しないPS100-Fr2000とPS300-Fr2000を比較すると、PS量の大きいPS300-Fr2000の方が変形が小さいことが確認された。これはケーブルの初期伸び及び張力消失による影響と考えられる。一方、クランプ金物が滑動するPS100-Fr100では、クランプ金物が滑動しないPS100-Fr2000と

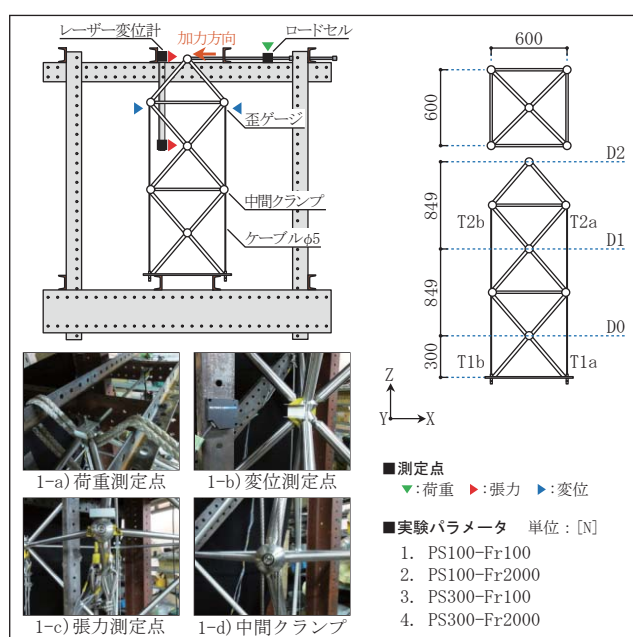


Figure1. Outline of Experiment

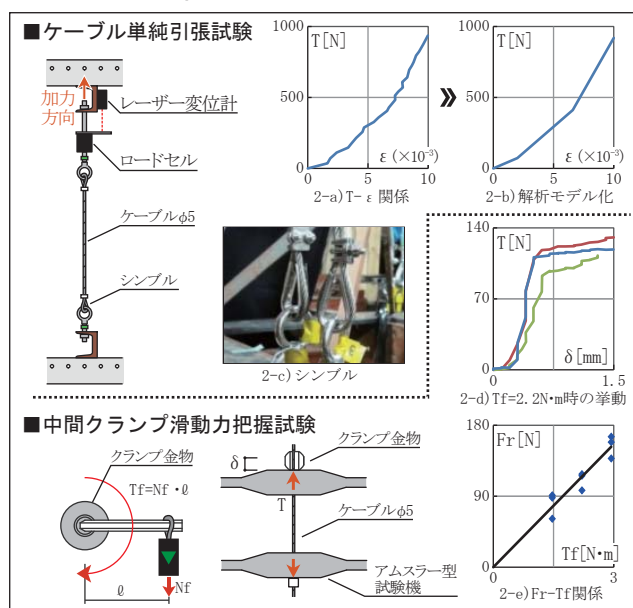


Figure2. Preliminary Test

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

比較して、D1の水平変位が増大している。これはクランプ金物の滑動により、抵抗メカニズムが変化したものと考えられる。この影響についてより詳細に検討するために、Fig. 4に実験結果と解析結果を比較して示す。クランプ金物が滑動するPS100-Fr100においては、クランプ金物の滑動に至るまでの挙動は同様な傾向を示した(Fig. 4-a)。しかし、クランプ金物の滑動は実験結果の方が数値解析結果よりも低荷重下で発生した。これはQ-T関係に示されているように、想定 of 把握力(100N)の約1/2しか実験時に達成されていなかったことが原因と考えられる。また滑動後の挙動については滑動前の挙動と比べ、剛性が減少しているものの、架構は安定しており、クランプ金物の滑動を許容できる可能性を示唆している。圧縮側の張力に関しては、解析値と比較して、同等の性状が得られたが、引張側の張力は解析値と比べ、幾分大きな値を示した(4-e)。クランプ金物が滑動しないPS100-Fr2000においては、実験結果の方が数値解析結果よりも僅少ではあるが変位が増大しているものの、除荷挙動についてはほぼ同様な挙動を示した(4-b)。これは各ユニット間の接合部の微小な曲げ剛性の影響を考慮していないことを踏まえれば、概ね良好な結果が得られていると考えられる。PS300-Fr100は、PS100-Fr100と同様に、数値解析結果よりも低荷重下でクランプ金物の滑動が生じたものの、滑動前後の剛性に関しては、概ね同様の結果が得られている(4-c)。PS300-Fr2000では、PS100-Fr2000と比較して、PS量により、剛性の向上が確認できる。実験及び数値解析結果との比較では、PS100-Fr2000と同様な傾向が確認

された(4-d, h)。

#### 4. まとめと今後の検討

実験において、クランプ金物の把握力が所定値より小さくなったものの、安定した挙動をしており、かつ滑動に伴う減衰性能の付加が期待できることを確認した。このことから、検討対象モデルにおいては、中間クランプ金物の滑動を許容できる可能性が示唆されたと考える。今後、接合部のボルト剛性及び中間クランプ金物の把握力等をより精度よくモデル化し、動的応答の検討を行う予定である。

##### 【謝辞】

本研究は、新日鉄エンジニアリング(株)の委託研究により実施しました。

##### 【参考文献】

- [1]安並, 斎藤, 岡田, 宮里: 「テンセグリック・タワーの張力消失時における動的挙動に関する基礎的研究(その1), (その2), (その3)」, AIJ大会(関東), 2011
- [2]田畑, 斎藤, 岡田: 「テンセグリック・トラスアーチの構造特性に関する研究」, 日本建築学会構造系論文集, 2001

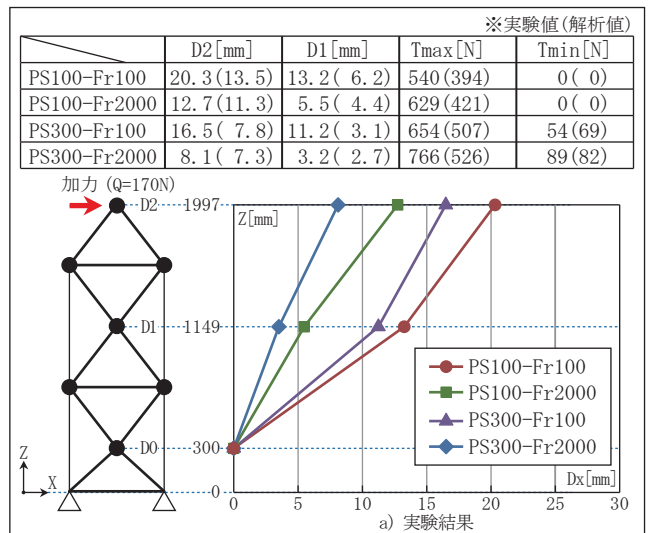


Figure 3. Deformation Mode (Q=170N)

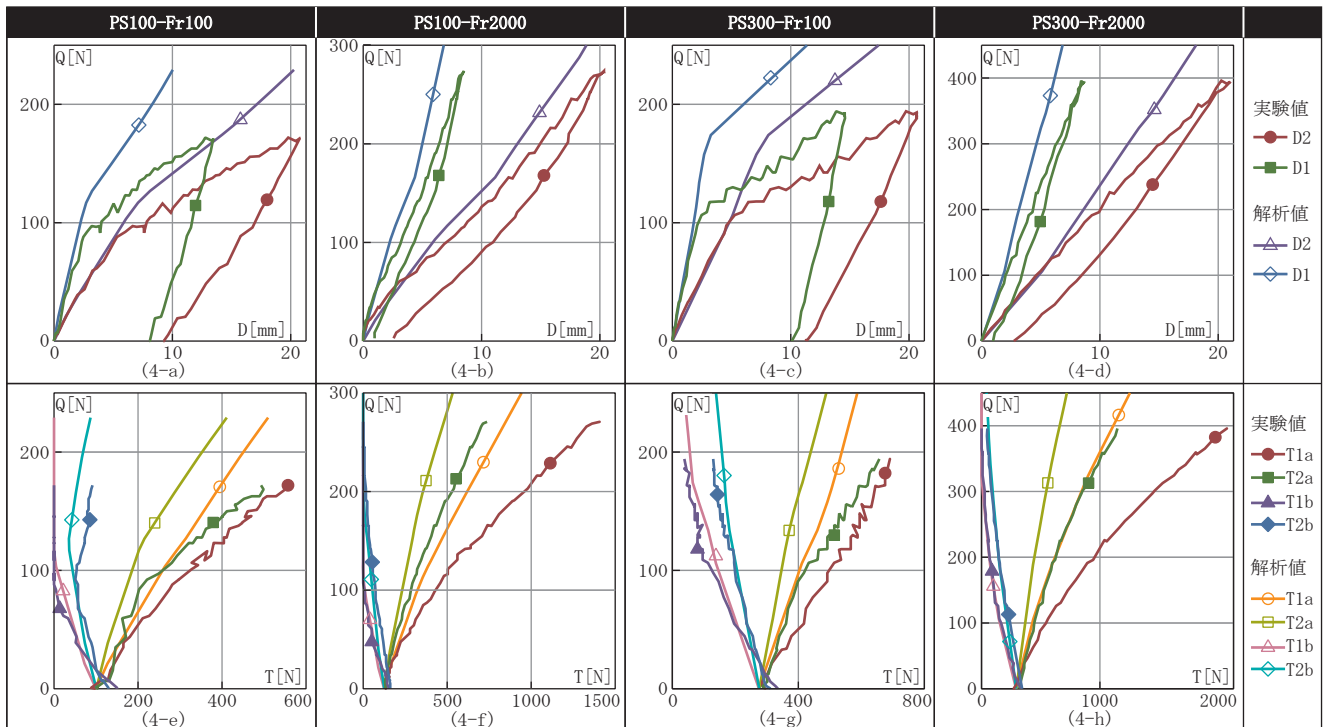


Figure 4. Result of Experiment and Numerical Analysis