

B-42

ストリングを用いた鋼構造建築物の応力・変形制御に関する基礎的研究 格子張弦梁構造の構造特性について

A Basic Study on the Controllability of Stress and Deformation in Steel Structures with String
Structural Characteristics of Lattice Beam String Structure

○笠原 隆¹, 石鍋 雄一郎², 中島 肇²

*Takashi Kasahara¹, Yuichiro Ishinabe², Hajime Nakajima²

Abstract: Currently, active control of stress and deformation by string elements applied to continuum and lattice shell on space structure is not common. The goal of this research is to propose new structural arrangement to obtain the controllability of stress and deformation by string elements. In this study, structural characteristics of lattice beam applied to beam string structure is examined.

1. はじめに

連続体やラチスシェル等の空間構造へストリングを用いた応力・変形制御の実例は少ないのが現状である^[1]. 本研究では、連続体等へ適用させる前段として、格子梁に張弦梁構造を適用した構造形式(本論では、格子張弦梁構造と呼ぶ)の構造特性を把握する。

2. 解析概要

検討モデルは、格子張弦梁構造に対してストリングの有無、応力・変形制御を目的としたストリングへの張力導入の有無および上弦面に対して平面モデル(flat)とライズを有する曲面モデル(rise)を設定する。検討規模は、15m×15m、30m×30mを対象とし、格子梁を平行に配置したOrthogonalと斜めに配置したDiagonalの2種類を設定した。また、束の長さを変化させず、デプス/スパン比を1.0、ライズ/スパン比を0と0.05としたモデルも設定した。本研究では、全てのモデルにおいて、ストリング上部に位置する梁を応力比較対象とし、中央梁と呼ぶ。また、最外周部における梁を外周梁と呼ぶ。境界条件は、単純支持として全ての境界において鉛直方向を拘束した。対称条件として水平方向は、四隅を一方向拘束のローラー、その他の節点をX,Y方向に自由に移動可能なローラーとした。flatを0-15、D-15、0-30、D-30の4種、riseをR0-15、RD-15、R0-30、RD-30の4種の計8種類を検討対象モデルとした (Fig.1)。

梁、ストリング等の部材は実際の建築物^[2]を参考にして設計し、それぞれの部材の応力度比は0.80以下とした (Table.1)。荷重は、格子梁の支配面積に応じた節点集中荷重として載荷した。

3. 解析結果

3-1. flat modelの検討

全てのモデルにおいて、ストリングがない場合に対して、ストリングが有る場合は、中央梁の曲げモーメントおよび変位が減少した (Fig.2)。特に、0-15で

は中央梁での強軸モーメントが約9割低減されており、ストリングの有効性を確認した。D-15では、ストリング無しでのモーメントが小さい為、ストリング有無によるモーメント減少率は小さい。

3-2. rise modelの検討

30m×30mで顕著な構造特性が確認できたため、R0-30

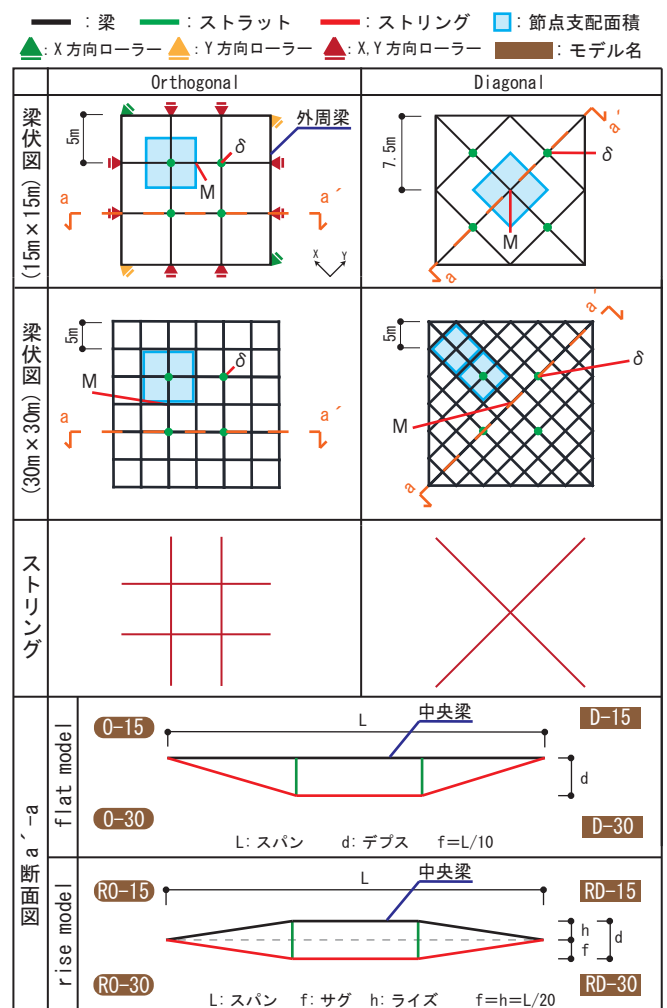


Figure1. Beam and String Arrangement and Boundary Conditions

とRD-30の構造特性について検討する。

初めにRO-30の検討結果を示す(Fig3)．ストリングが無い時には、ライズを有することにより、モデル全体が外方向に変位し、外周梁に弱軸曲げモーメント M_y が発生した．しかし、ストリングを有すると、弱軸モーメントは減少し、同時に中央梁の強軸モーメント M_x も制御できている．さらに、ストリングへの張力導入による、応力制御を行うと、外周梁の弱軸モーメントも制御可能になることが確認された．

次に、RD-30の軸力に着目する(Fig. 4)．ストリングが無い時には、外周梁に大きな引張力が生じる．ストリングを有すると、外周梁の引張力は多少減少する．張力導入により中央梁の応力制御を行うと、曲げモーメントは半減するが、外周梁の軸力が圧縮側へ変化し、ストリングの導入張力も過大になった．これは、ライズを有することにより、曲げ抵抗系から軸力抵抗系へ変化したためだと考えられる．

4. まとめと今後の検討

格子張弦梁構造およびライズを有する格子張弦梁構造の構造特性を示した．ライズの有無により、構造特性が大きく変化する事を確認した．ライズを有するタイプでは、軸力抵抗系となることから、中央梁の強軸曲げモーメントに着目した応力制御方法の見直しや、外周梁の発生軸力の検討が今後の課題となる．

5. 参考文献

- [1] 工藤, 岡田, 宮里他: ハイブリッド平板構造の応力制御に関する基礎的研究(その1)(その2), 日本建築学会大会学術講演梗概集, p.911~p.914, 2012.9
[2] 金箱温春: 構造計画の原理と実践, p.40, 2010.4

Table1. Structures Summary

形状	規模	15m×15m (D, RD-15, O, RD-15) 30m×30m (D, RD-30, O, RD-30)
	デプス	デプス / スパン比 : 1/10
使用部材	梁	15m: H-194×150×6×9 (SS400) 30m: H-340×250×9×14 (SS400)
	ストリング (構造用スチールパイプ)	15m: $\phi 20$ (1×37, ST1570) 30m: $\phi 28$ (1×37, ST1570)
	ストラット	P- $\phi 48.6 \times 3.2$ (STK400)
荷重条件	固定荷重 DL	1200N/m ²
剛性比 α	O-15	6.36×10^{-4}
	D-15	3.18×10^{-4}
	O-30	6.54×10^{-4}
	D-30	3.27×10^{-4}

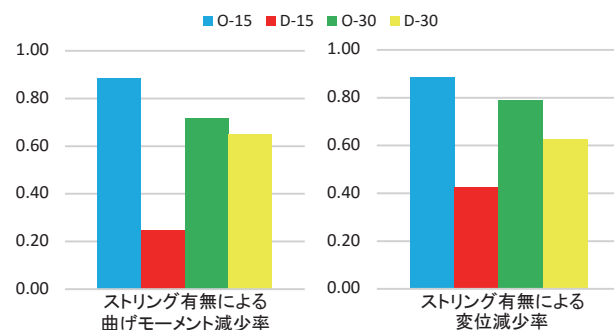


Figure2. Referenced Bending Moment and Displacement

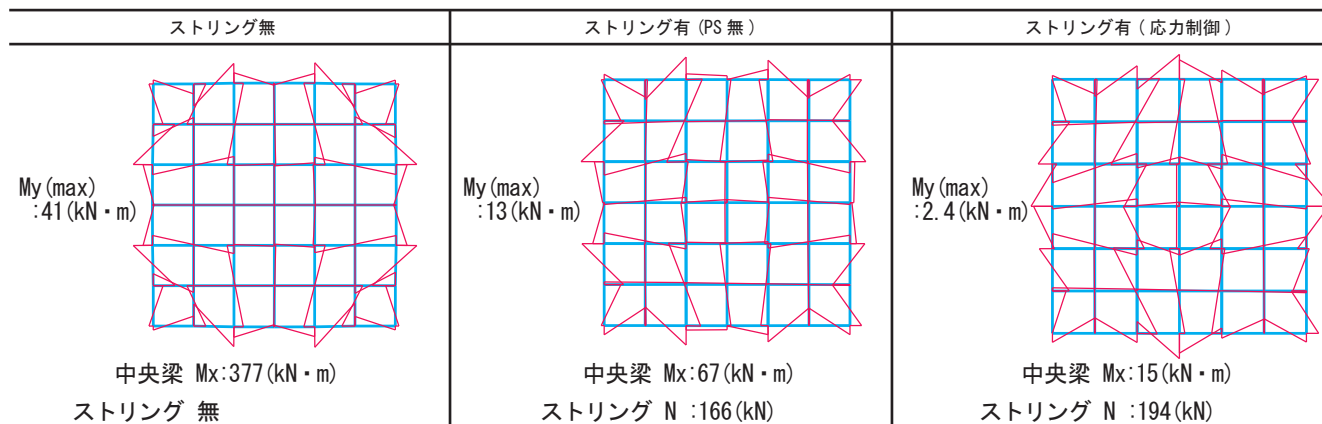


Figure3. Weak Axis Bending Moment for RO-30

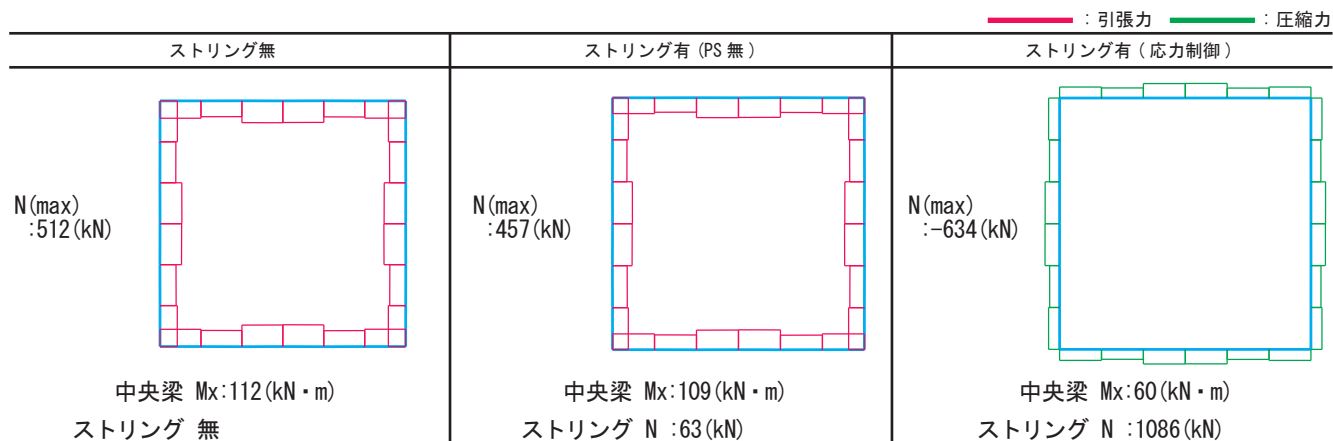


Figure4. Circumference of Axial Force for RD-30