

建築ケーブルの設計用許容側圧に関する基礎的研究

Basic Study on Allowable Lateral Pressure for Design of Cable in Architectural Use

○有路亮平<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>

\*Ryohei Ariji<sup>3</sup>, Akira Okada<sup>1</sup>, Naoya Miyasato<sup>1</sup>, Shuzo Hiroishi<sup>1</sup>, Masao Saitoh<sup>2</sup>

Abstract: Recently, the cable structure has increased. But the detail design of the cable structure is insufficient in Japan. Particularly allowable lateral pressure of the current design method for the cable has not established yet, because there are not sufficient evidences to support validity. In this paper, the authors verify the appropriate allowable lateral pressure for design experimentally.

1. はじめに

近年、張弦梁構造やガラスファサードなどの支持構造等にケーブルやロッドなどテンション材を用いた建築物が増加する傾向にある。ケーブルはロッドに比べて強度、疲労特性、運搬性において、優れた特性を有しているにも拘らず、我が国ではケーブルに比べてロッドの方が多く使用されているのが現状である。この原因として、ケーブルの設計法と施工に関する技術的な蓄積、特にディテール設計に関わるデータが未整備であることが挙げられる。

中でもケーブル特有の接合部の中間クランプ部 (Fig.1) の設計手法は、橋梁分野で蓄積された太径ケーブルの材料データを基に構築されたものであり (Fig.2)、細径ケーブルが一般的な建築分野に適用した場合、接合部のサイズが大きくなる傾向がある。例えば当該部位の金物 (以下「中間クランプ金物」) では、現行の設計法において使用されている安全率  $v$  と許容側圧  $f_p$  の2つの値に関して、設定の根拠が明らかになっていないなど、設計上の問題が残されている。このため、中間クランプ金物の規模が意匠面で部材断面と釣り合わない程度まで大きくなる傾向にある。

以上を踏まえ、本論では、中間クランプ金物の設計における許容側圧値  $f_p$  の妥当性について実験的に検証を試みる。

2. 圧縮試験

2-1. 実験概要

側圧によるケーブルへの影響の把握を目的として、アムスラー万能試験機 (1000kN級) を用いて、ケーブルの部材軸と直交方向の圧縮試験を行った。実験概要を Fig. 3 に示す。試験体は一般的に建築で用いられるストランドロープとスパイラルロープを用い、ケーブル径は  $\phi 16$  とした。圧縮にはケーブルの片側あたり  $120^\circ$  が接するように溝を設けたクランプ金物を介して、ケーブルに側圧を与えた。クランプ金物のクランプ長さは60mmとし、現行値の許容側圧値の2倍~15倍に相当する側圧を加えた (Table.1)。実験において側圧の載荷時間は60秒と設定して、載荷後クランプ金物を

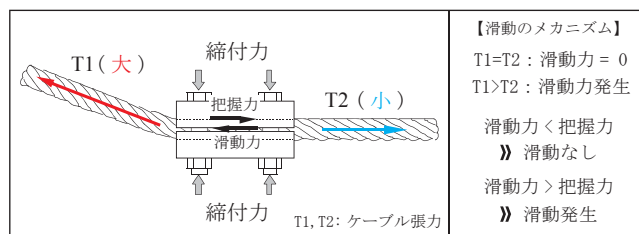


Figure 1 Equilibrium State at Cable-Clamp

設計用把握力 :  $G_o$       必要締付力 :  $N$       必要クランプ長さ :  $L$

$$G_o = v \cdot T \qquad N = \frac{G_o}{m \cdot \mu \cdot k} \qquad L = \frac{N}{f_p \cdot D}$$

$v$  : 安全率  
 $T$  : 滑動力 (=|T1-T2|)  
 $m$  : 形状係数  
 $\mu$  : 摩擦係数  
 $k$  : ボルト軸力の減少係数  
 $f_p$  : 許容側圧  
 $D$  : ケーブル径

ケーブル材料の長期許容側圧 ( $f_p$ )

ケーブル材料	許容側圧値 kgf/mm <sup>2</sup>
構造用ストランドロープ	5.0
構造用スパイラルロープ	6.0
構造用ロックドコイルロープ	7.0
平行線ストランド	7.0

Figure 2 Gripping Force Calculation Method for Design of Clamp Fitting

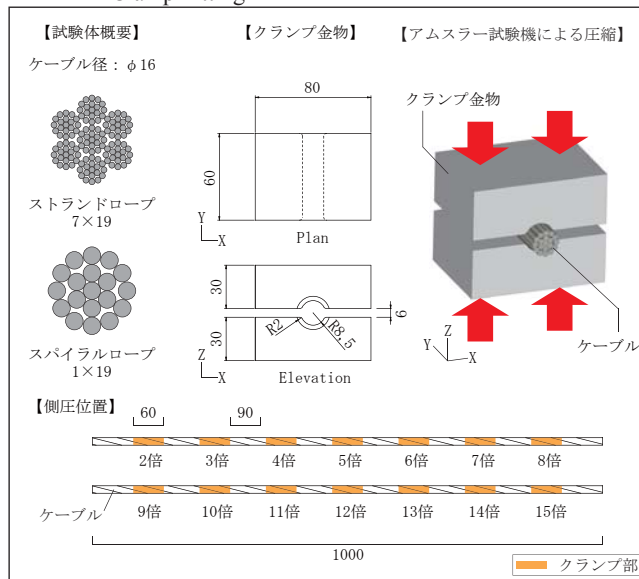


Figure 3 Outline of Experiment

Table 1 Experimental Parameters (Compression)

	導入側圧 (tf)		導入側圧 (tf)		
	ストランド	スパイラル	ストランド	スパイラル	
1倍	4.8	5.8	9倍	43.2	51.8
2倍	9.6	11.5	10倍	48.0	57.6
3倍	14.4	17.3	11倍	52.8	63.4
4倍	19.2	23.0	12倍	57.6	69.1
5倍	24.0	28.8	13倍	62.4	74.9
6倍	28.8	34.6	14倍	67.2	80.6
7倍	33.6	40.3	15倍	72.0	86.4
8倍	38.4	46.1			

除去し、ケーブル断面の形状変化(残留変形)を計測した。側圧の大きさはアムスラー試験機の出力値で制御を行った。

2-2. 実験結果

実験で得られた断面の直径の変化率をFig. 4に示す。Fig. 4-aのグラフからストランドロープは、許容側圧の10倍以上の側圧が加わると、増加率、減少率共に約10%程度の外径変化を生じる結果となった。

側圧が増加するに従い、増加率と減少率の差が大きくなる傾向を把握した。一方、Fig. 4-bのグラフからスパイラルロープは、増加率、減少率共に最大で5%程度となった。許容側圧の12倍まではほぼ変化率に差はなく、側圧による外径の変化は少ないことが把握された。ケーブルの素線構成の違いにより、側圧による影響に差があることが定量的に把握された。

Fig. 5は、側圧载荷後の载荷部分の所定位置における断面形状を示したものである。この形状変化は、側圧後のケーブルをシリコンゴムにより型を取ることで求めた。ストランドロープは許容側圧値の5倍ではほとんど残留変形は認められないが、10倍以上では、クランプ金物の空隙部における形状のはらみ出しによる特徴的な型くずれが見られるようになる。一方、スパイラルロープの断面A~Eからは局部的なはらみ出しは確認できず、許容側圧の15倍中央部付近でわずかに楕円形状への変形が見られた。断面幅も10倍ではほぼ変化がなく、わずかながら15倍において直交方向の径の増大が認められる。

これらより、ストランドロープは素線の径が小さいため、側圧による残留変形が大きくなると考えられる。

3. まとめと今後の検討

本論では、建築で用いられる細径ケーブルを対象に圧縮実験を行い、側圧によるケーブル形状に及ぼす影響について定量的な把握を試みた。今後、破断荷重や疲労強度の観点から側圧の影響を把握し、許容側圧の設定に反映させる予定である。

【参考文献】

[1] 日本建築学会：「ケーブル構造設計指針・同解説」, 1994  
 [2] 宮田, 岡田, 宮里, 斎藤：「テンション・トラスにおける中間クランプ金物部の設計用把握力に関する基礎的研究」日本建築学会大会学術講演梗概集B-1(北海道), pp1121-1122, 2013. 9  
 [3] 岡田, 斎藤：「ケーブル金物の設計法に関する基礎的研究」日本建築学会構造系論文集第518号, pp. 41-48, 1999. 4

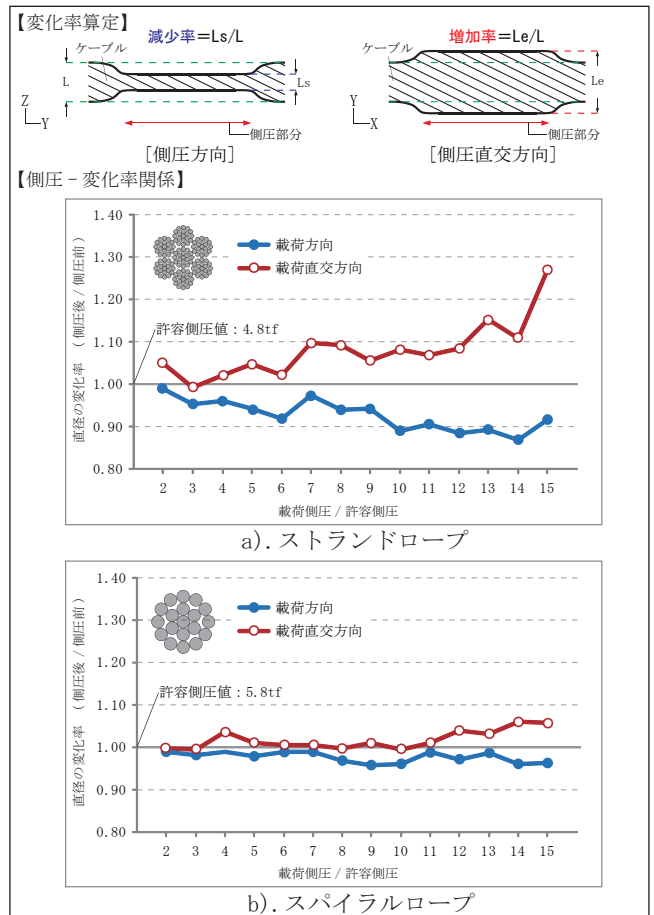


Figure 4 Rate of Change of Diameter after Lateral Pressure Obtained from Test

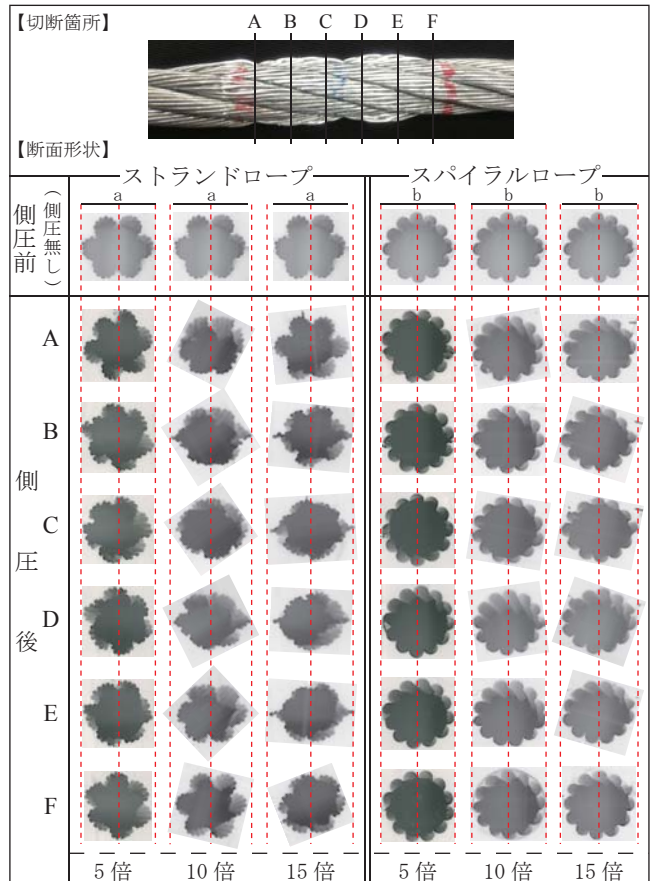


Figure 5 Change of Cross-Sectional Shape of Cable after Lateral Pressure