B-68

# 構造用ケーブルの応力ーひずみ関係に関する実験的研究
## デジタルカメラによる伸び計測について

**A Experimental Study on Cable For Structure About The Stress-Strain Relationship**
**Elongation Measurement Using The Digital Camera**

○山崎　由美子[1]，張　艶嬌[1]，笠原　隆[2]，石鍋　雄一郎[3]，中島　肇[3]
*Yumiko Yamazaki[1], Zhang Yanjiao[1], Takashi Kasahara[2], Yuichiro Ishinabe[3], Hajime Nakajima[3]

Abstract: In past research, elasto - plastic behavior of structure under earthquake load and the snow load was reported. Although specific stress-strain relationship of cables in such research, reliable data is currently available in limited diameter and wire constitution. In addition, the elongation distribution in the tensile test along overall length has not been reported. The goal in this research is to grasp characteristics until ultimate state (fracture), and to propose reliable stress-strain relationship model generally adaptable of structural cables.

## １．はじめに

既往の研究において，ケーブルの応力ーひずみモデルを設定して，ケーブル材料を用いた構造物に対する地震時[1]および雪荷重時[2]の弾塑性挙動が検討されている．一方，「ケーブル構造設計指針・同解説」[3]にスパイラルロープφ28（1×37）の荷重ー伸び線図が示されているものの，構造用ケーブルの引張特性に関する実験報告は，筆者らの知る限り，ケーブル径かつ素線構成が極めて限られている[4] [5]．また，ひずみを計測している標点間内で破断しない場合もあるが，ケーブル全長に渡った引張試験時のひずみ分布は報告されていない。

本研究では，ケーブルの降伏から破断に至るまでの性状および破断箇所とひずみ分布を把握するとともに，応力ーひずみ関係のモデル化を提案することを目的とする．具体的には，一般に使用されている構造用ケーブルとして，構造用ストランドロープ，構造用スパイラルロープを対象として，φ16～30 のケーブル径および 4 種類の素線構成に対して引張試験を行うものである（Fig.1,Table1）．

## ２．実験計画

本実験では，計 10 種類（計 23 本）の試験体における

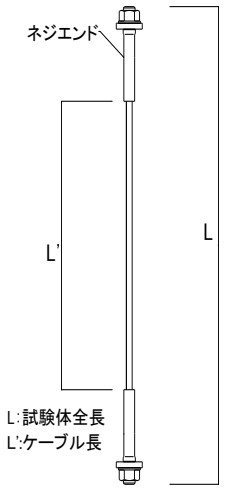


**Figure 1.** Test Specimen

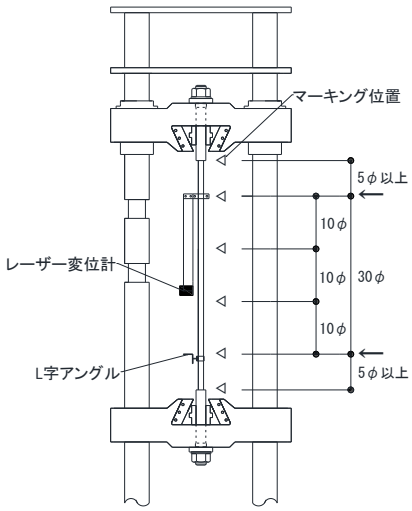


**Figure 2.** Setting

**Table 2.** Planning Of Measurements

| 計測項目 | 計測機器 | 備考 |
|---|---|---|
| 荷重 | 万能試験機 | |
| 標点間のひずみ | レーザー変位計 | 標点間距離（←間：30Φ） |
| 全長のひずみ分布 | デジタルカメラ | ケーブル全長（△間：5区間） |

**Table 1.** Test Specimen List

| ケーブル種類 | | | ケーブル径 φ（mm） | 種別 | 破断荷重（kN） | 必要ケーブル長 40φ（mm） | ケーブル長 L'（mm） | 試験体全長 L（mm） | 試験体数（本） | 試験体質量（kg） |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| T社 | ストランドロープ | 7×7 | 16 | ST1570 | 165 | 640 | 786 | 1200 | 3 | 3 |
| | | | 20 | ST1470 | 258 | 800 | 904 | 1400 | 2 | 6 |
| | | | 30 | | 580 | 1200 | 1290 | 2000 | 2 | 17 |
| | | 7×19 | 18 | | 201 | 720 | 844 | 1300 | 2 | 4 |
| | | | 22.4 | | 312 | 896 | 1056 | 1600 | 2 | 7 |
| | | | 28 | | 487 | 1120 | 1232 | 1900 | 2 | 15 |
| S社 | ストランドロープ | 7×7 | 16 | ST1570 | 176 | 640 | 770 | 1200 | 3 | 4 |
| | スパイラルロープ | 1×19 | 16 | | 224 | 640 | 800 | 1300 | 3 | 5 |
| | | | 22.4 | | 350 | 896 | 1040 | 1700 | 2 | 13 |
| | | 1×37 | 28 | | 678 | 1120 | 1200 | 2000 | 2 | 23 |

１：日大理工・学部・建築　２：日大理工・院・建築　３：日大理工・教員・建築

引張試験を万能試験機を用いて行う（Fig.2）．標点間距離をケーブル径φの30倍としてレーザー変位計を取り付け，ひずみを測定する．また，標点間距離内に10φ毎およびケーブルの両端部にマーキングを施して，5 区間のひずみ分布をデジタルカメラを用いて測定する．

３．　デジタルカメラによる伸び計測

本実験では，デジタルカメラを用いた計測方法 [6] を応用して，ケーブル引張試験時のケーブル全長に渡る 5 区間のひずみ分布を把握する．既往の研究 [6] においては，レンズによって生じるゆがみ補正値を，各写真毎に測定して補正を行っていた．本実験では，試験体 1 体に対してカメラの位置を変更することなく測定を行うことによって，すべての写真において同じゆがみ補正値を入力して補正を行っていく．

本実験では，デジタルカメラは，試験体がレンズに収まる距離（1000～2000mm）に配置する（Fig.3）．デジタルカメラを用いた伸び計測は，任意の 2 点間の画素数に画素寸法を乗じることによって行う（Fig.4）．画素寸法を算出するには，試験体と同じ位置に巻尺を設置して撮影し，画像処理ソフトを用いて，ある長さにおける画素数を計測する．そこで測定された画素数から，1 画素における画素寸法を算出する（Fig.5）．本実験をするにあたって，実際の試験機に巻尺をセッティングし，デジタルカメラを用いた計測を行い，精度の確認をした．今回のテストでは，試験体とデジタルカメラの距離を 1900mm で設定した．10mm の間における画素数が 20 画素であり，そこから導き出される今回の写真における画素寸法は 0.5mm である．画像の精度は，試験体からの距離が近いほど高くなる．そのため，ケーブル長の短いものほど試験体とデジタルカメラの距離を近く設定して実験を行う．また，測定の精度をあげるためには，巻尺の設置位置を試験体の設置位置と極力同じ位置にする必要がある．本実験では，多種にわたるケーブルにおいて引張試験を行う．そのため，高い精度を維持するには，各種引張試験毎に巻尺を用いた画素寸法の計測を行う必要があることが確認された．

４．　まとめ

多種にわたるケーブルにおいて引張試験を行い，降伏から破断に至るまでの性状およびケーブル全長に渡るひずみ分布を確認するために実験計画を立案した．本実験では、ケーブルに生じるひずみは微小であり，計測の精度は重要である．そのため，実験を行う前に，計測の精度については改めてテストを行い，確認をしてから引張試験を行う予定である．

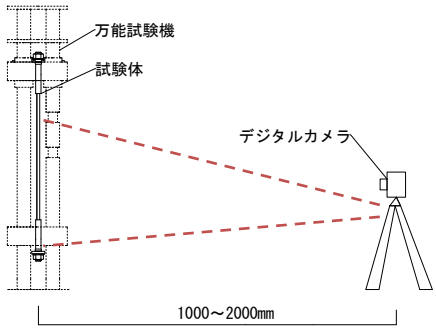


**Figure 3.**Digital Camera Placement

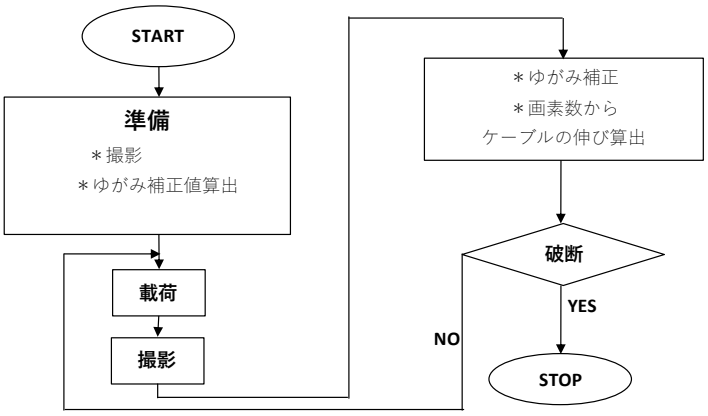


**Figure 4.** Flow Chart - Elongation Measurement Using The Digital Still Camera-

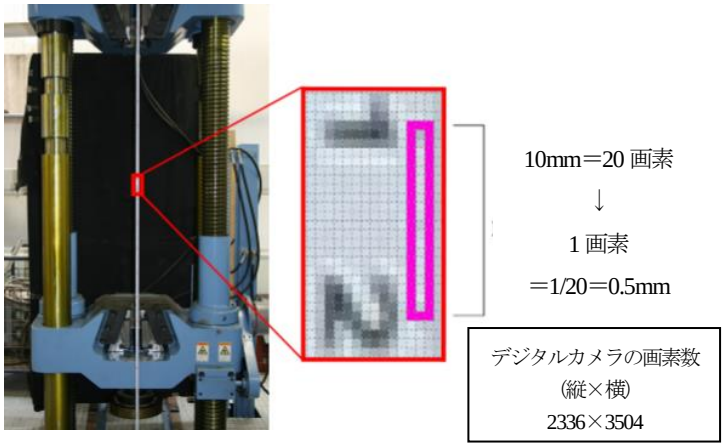


**Figure 5.** Conversion Pixel To Distance

５．　参考文献

[1] 落合・斎藤・岡田他：ストリング式骨組架構(SKELSION)の保有水平耐力に関する基礎的研究(その 1)(その 2)，AIJ 学術講演梗概集，pp.937-940，2010.9

[2] 亀山・石鍋・中島：雪荷重に対する大スパン鋼構造の弾塑性挙動に関する基礎的研究，AIJ 大会学術講演梗概集，pp.919-920，2016.8

[3] 日本建築学会：ケーブル構造設計指針・同解説，　pp.27-29，1994.6

[4] 染谷・岡田・宮里他：建築構造ケーブルの設計用許容側圧の適正化に関する基礎的研究(その 1)(その 2)，AIJ 学術講演梗概集，pp.751-754，　2014.9

[5]栗田・岡田・斎藤他：構造用ケーブルの降伏後の材料特性の把握と評価について(その 1)，AIJ 学術講演梗概集，pp.667-668，　2011.8

[6]今井・田嶋・白井他：画像計測を用いた鉄筋コンクリート柱部材の変形成分評価法の開発(その 1)デジタルカメラの計測精度検証　日本大学理工学部学術講演会論文集，pp.230-231，2007