

神戸製鋼所 正員 波田 凱夫  
 “ “ 中西 宏  
 “ “ ○岡田 勝

## 1. 目的

すでに著者らはデュアルタイプ吊橋やキャットウォーク等で代表されるケーブル構造の3次元静的大変形解析手法を公表した(文献2,3,4)。文献1)では,このような構造の面外変形性状に関する略算式を示したが,この略算式の結果を用いれば厳密な大変形解析が容易となるとともに,無次元化された計算結果の蓄積により妥当な構造設計が計れることとなる。

本研究は,これらの解析の実験的検証を行なうものである。実験は写真1に示すようなスパン10mの平面ケーブル構造を用い,横荷重を載荷して張力と変位を測定した。

## 2. 実験の概要

1) 模型諸元 模型は実験精度を考慮して実験室の容量の許すかぎり大きいモデルとし,その構造諸元を図1に,また,ロープ径等を表1に示す。

2) 実験装置 メインロープおよびストームロープの定着装置には,支承用ローラーとロードセルおよびロープ緊張用ボルトが収められ,サウ調整および水平張力の検出ができる(写真2)。また,定着装置支持タワーは,写真3に示されるもので,十分な強度を有するものである。横荷重載荷用フレームは,横荷重載荷後も荷重方向が水平となるように調節できるようになっている(写真4)。次に,ハンガーロープは $0.9\text{mm}\phi$ と細くひずみゲージを貼付できないため,張力検出にはリンク状ゲージを考案し,各々についてキャリブレーションを行な,たく(写真4)。また,格点金具の各連結部は各方向にピン構造となるようにしてある(写真4)。

3) 模型の組み立て メインロープおよびストームロープにあらかじめマーキングを施しておいた位置に格点金具および所定の長さで切断しておいたハンガーロープを前出のリング状ゲージとともに取り付けした。また,メイン,ストーム両ロープの両端には零点調整を行なったロードセルを取り付けた。

4) 載荷方法および測定方法 載荷方法は図2に示すと

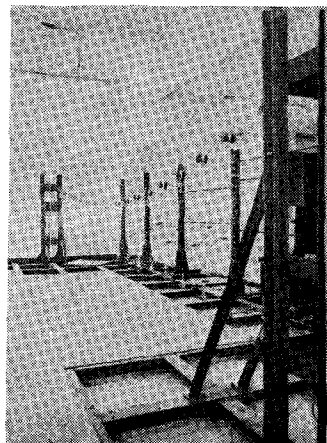


写真1. ケーブル模型全景

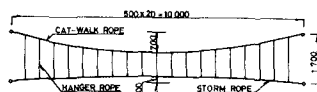


図1. キャットウォーク模型構造諸元(mm)

表1. キャットウォーク模型 ロープ径

| ロープの種類  | 径mm        | 材質         |
|---------|------------|------------|
| メインロープ  | 4.0 $\phi$ | ビ <p>線</p> |
| ストームロープ | 2.0 $\phi$ | “          |
| ハンガーロープ | 0.9 $\phi$ | “          |



写真2. 定着装置



写真3. タワー

うりであり、横載荷重方向が水平となるようにした。また、測定方法は張力を各ロードセルにて検出し、水平変位をトランシットで、鉛直変位をレベルで測定した。

5) 実験の種類 実験の種類は表2に示す通りである。  
 3. 実験結果および考察

実験結果を図3~図6に示す。図中の符号は表3に示す通りである。図3, 図4は、実験Ⅰおよび実験Ⅱの横荷重の増大によるメインおよびストームロープの張力増分について略算式、大变形解析および実験値をプロットしたものである。図中の  $b$  は  $W_w / (W_c + W_h)$  で、 $W_w, W_c$  および  $W_h$  はそれぞれ、橋軸単位長さ当りの横荷重、メインロープの死荷重、常時ハンガー張力を示すものである。また、 $\alpha, B$  はメインおよびストームロープの横荷重時の水平張力を常時水平張力で除したものである。図5, 図6は同様に各ロープ支間中央の横および鉛直変位をそれぞれ表わすもので、縦軸は各変位をメインロープ常時におけるサカで除したものである。

本報の主旨により、実験値と略算式結果について図3~図6によ、て実験値と解析結果について考察すると次のことが言える。

- ① メインロープおよびストームロープの水平張力に関しては三者はほぼ一致している。
- ② 横変位については、略算式結果はメインロープおよびストームロープ各々の実験値の水平変位のほぼ中間値をとるが、これは略算式を誘導する際、メインロープとストームロープの水平変位は等しいと仮定したためである。
- ③ 鉛直変位に関しては、略算式結果は②と同じ理由で実験値より小さい。
- ④ 以上考察してきた通り、略算式の精度としては十分であることが明らかとなり、本実験の目的は十分達成できた。

4. 参考文献

- 1) 渡田ら 長径間キャットウォークの性状  
土木学会 第28回年次学術講演会
- 2) 3) 渡田ら I礼儀法によるケーブル構造の解析  
(第1報) (第2報)  
土木学会 第26, 第27回 年次学術講演会
- 4) 渡田ら 吊橋構造の形状決定に関する一考察

建築学会 論文報告集 第212号 1973年10月

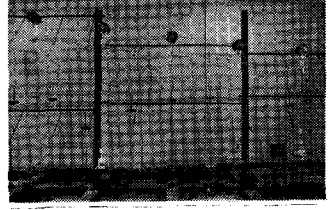


写真4. 載荷フレーム、格点金具、リフタゲージ

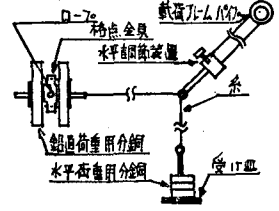


図2. 載荷方法

表2. 実験の種類

| 実験系列    | 実験Ⅰ     | 実験Ⅱ     |
|---------|---------|---------|
| 荷重増分(%) | 1000g   | 1400g   |
| 格点金具    | 600g    | 600g    |
| 鉛直荷重    | 610g    | 610g    |
| 鉛直変位    | 1100g   | 1100g   |
| 鉛直変位    | 1600g   | 1600g   |
| 鉛直変位    | 2100g   | 2100g   |
| 鉛直変位    | 2600g   | 2600g   |
| 鉛直変位    | 3100g   | 3100g   |
| 鉛直変位    | 3600g   | 3600g   |
| 鉛直変位    | 4100g   | 4100g   |
| 鉛直変位    | 4600g   | 4600g   |
| 鉛直変位    | 5100g   | 5100g   |
| 鉛直変位    | 5600g   | 5600g   |
| 鉛直変位    | 6100g   | 6100g   |
| 鉛直変位    | 6600g   | 6600g   |
| 鉛直変位    | 7100g   | 7100g   |
| 鉛直変位    | 7600g   | 7600g   |
| 鉛直変位    | 8100g   | 8100g   |
| 鉛直変位    | 8600g   | 8600g   |
| 鉛直変位    | 9100g   | 9100g   |
| 鉛直変位    | 9600g   | 9600g   |
| 鉛直変位    | 10100g  | 10100g  |
| 鉛直変位    | 10600g  | 10600g  |
| 鉛直変位    | 11100g  | 11100g  |
| 鉛直変位    | 11600g  | 11600g  |
| 鉛直変位    | 12100g  | 12100g  |
| 鉛直変位    | 12600g  | 12600g  |
| 鉛直変位    | 13100g  | 13100g  |
| 鉛直変位    | 13600g  | 13600g  |
| 鉛直変位    | 14100g  | 14100g  |
| 鉛直変位    | 14600g  | 14600g  |
| 鉛直変位    | 15100g  | 15100g  |
| 鉛直変位    | 15600g  | 15600g  |
| 鉛直変位    | 16100g  | 16100g  |
| 鉛直変位    | 16600g  | 16600g  |
| 鉛直変位    | 17100g  | 17100g  |
| 鉛直変位    | 17600g  | 17600g  |
| 鉛直変位    | 18100g  | 18100g  |
| 鉛直変位    | 18600g  | 18600g  |
| 鉛直変位    | 19100g  | 19100g  |
| 鉛直変位    | 19600g  | 19600g  |
| 鉛直変位    | 20100g  | 20100g  |
| 鉛直変位    | 20600g  | 20600g  |
| 鉛直変位    | 21100g  | 21100g  |
| 鉛直変位    | 21600g  | 21600g  |
| 鉛直変位    | 22100g  | 22100g  |
| 鉛直変位    | 22600g  | 22600g  |
| 鉛直変位    | 23100g  | 23100g  |
| 鉛直変位    | 23600g  | 23600g  |
| 鉛直変位    | 24100g  | 24100g  |
| 鉛直変位    | 24600g  | 24600g  |
| 鉛直変位    | 25100g  | 25100g  |
| 鉛直変位    | 25600g  | 25600g  |
| 鉛直変位    | 26100g  | 26100g  |
| 鉛直変位    | 26600g  | 26600g  |
| 鉛直変位    | 27100g  | 27100g  |
| 鉛直変位    | 27600g  | 27600g  |
| 鉛直変位    | 28100g  | 28100g  |
| 鉛直変位    | 28600g  | 28600g  |
| 鉛直変位    | 29100g  | 29100g  |
| 鉛直変位    | 29600g  | 29600g  |
| 鉛直変位    | 30100g  | 30100g  |
| 鉛直変位    | 30600g  | 30600g  |
| 鉛直変位    | 31100g  | 31100g  |
| 鉛直変位    | 31600g  | 31600g  |
| 鉛直変位    | 32100g  | 32100g  |
| 鉛直変位    | 32600g  | 32600g  |
| 鉛直変位    | 33100g  | 33100g  |
| 鉛直変位    | 33600g  | 33600g  |
| 鉛直変位    | 34100g  | 34100g  |
| 鉛直変位    | 34600g  | 34600g  |
| 鉛直変位    | 35100g  | 35100g  |
| 鉛直変位    | 35600g  | 35600g  |
| 鉛直変位    | 36100g  | 36100g  |
| 鉛直変位    | 36600g  | 36600g  |
| 鉛直変位    | 37100g  | 37100g  |
| 鉛直変位    | 37600g  | 37600g  |
| 鉛直変位    | 38100g  | 38100g  |
| 鉛直変位    | 38600g  | 38600g  |
| 鉛直変位    | 39100g  | 39100g  |
| 鉛直変位    | 39600g  | 39600g  |
| 鉛直変位    | 40100g  | 40100g  |
| 鉛直変位    | 40600g  | 40600g  |
| 鉛直変位    | 41100g  | 41100g  |
| 鉛直変位    | 41600g  | 41600g  |
| 鉛直変位    | 42100g  | 42100g  |
| 鉛直変位    | 42600g  | 42600g  |
| 鉛直変位    | 43100g  | 43100g  |
| 鉛直変位    | 43600g  | 43600g  |
| 鉛直変位    | 44100g  | 44100g  |
| 鉛直変位    | 44600g  | 44600g  |
| 鉛直変位    | 45100g  | 45100g  |
| 鉛直変位    | 45600g  | 45600g  |
| 鉛直変位    | 46100g  | 46100g  |
| 鉛直変位    | 46600g  | 46600g  |
| 鉛直変位    | 47100g  | 47100g  |
| 鉛直変位    | 47600g  | 47600g  |
| 鉛直変位    | 48100g  | 48100g  |
| 鉛直変位    | 48600g  | 48600g  |
| 鉛直変位    | 49100g  | 49100g  |
| 鉛直変位    | 49600g  | 49600g  |
| 鉛直変位    | 50100g  | 50100g  |
| 鉛直変位    | 50600g  | 50600g  |
| 鉛直変位    | 51100g  | 51100g  |
| 鉛直変位    | 51600g  | 51600g  |
| 鉛直変位    | 52100g  | 52100g  |
| 鉛直変位    | 52600g  | 52600g  |
| 鉛直変位    | 53100g  | 53100g  |
| 鉛直変位    | 53600g  | 53600g  |
| 鉛直変位    | 54100g  | 54100g  |
| 鉛直変位    | 54600g  | 54600g  |
| 鉛直変位    | 55100g  | 55100g  |
| 鉛直変位    | 55600g  | 55600g  |
| 鉛直変位    | 56100g  | 56100g  |
| 鉛直変位    | 56600g  | 56600g  |
| 鉛直変位    | 57100g  | 57100g  |
| 鉛直変位    | 57600g  | 57600g  |
| 鉛直変位    | 58100g  | 58100g  |
| 鉛直変位    | 58600g  | 58600g  |
| 鉛直変位    | 59100g  | 59100g  |
| 鉛直変位    | 59600g  | 59600g  |
| 鉛直変位    | 60100g  | 60100g  |
| 鉛直変位    | 60600g  | 60600g  |
| 鉛直変位    | 61100g  | 61100g  |
| 鉛直変位    | 61600g  | 61600g  |
| 鉛直変位    | 62100g  | 62100g  |
| 鉛直変位    | 62600g  | 62600g  |
| 鉛直変位    | 63100g  | 63100g  |
| 鉛直変位    | 63600g  | 63600g  |
| 鉛直変位    | 64100g  | 64100g  |
| 鉛直変位    | 64600g  | 64600g  |
| 鉛直変位    | 65100g  | 65100g  |
| 鉛直変位    | 65600g  | 65600g  |
| 鉛直変位    | 66100g  | 66100g  |
| 鉛直変位    | 66600g  | 66600g  |
| 鉛直変位    | 67100g  | 67100g  |
| 鉛直変位    | 67600g  | 67600g  |
| 鉛直変位    | 68100g  | 68100g  |
| 鉛直変位    | 68600g  | 68600g  |
| 鉛直変位    | 69100g  | 69100g  |
| 鉛直変位    | 69600g  | 69600g  |
| 鉛直変位    | 70100g  | 70100g  |
| 鉛直変位    | 70600g  | 70600g  |
| 鉛直変位    | 71100g  | 71100g  |
| 鉛直変位    | 71600g  | 71600g  |
| 鉛直変位    | 72100g  | 72100g  |
| 鉛直変位    | 72600g  | 72600g  |
| 鉛直変位    | 73100g  | 73100g  |
| 鉛直変位    | 73600g  | 73600g  |
| 鉛直変位    | 74100g  | 74100g  |
| 鉛直変位    | 74600g  | 74600g  |
| 鉛直変位    | 75100g  | 75100g  |
| 鉛直変位    | 75600g  | 75600g  |
| 鉛直変位    | 76100g  | 76100g  |
| 鉛直変位    | 76600g  | 76600g  |
| 鉛直変位    | 77100g  | 77100g  |
| 鉛直変位    | 77600g  | 77600g  |
| 鉛直変位    | 78100g  | 78100g  |
| 鉛直変位    | 78600g  | 78600g  |
| 鉛直変位    | 79100g  | 79100g  |
| 鉛直変位    | 79600g  | 79600g  |
| 鉛直変位    | 80100g  | 80100g  |
| 鉛直変位    | 80600g  | 80600g  |
| 鉛直変位    | 81100g  | 81100g  |
| 鉛直変位    | 81600g  | 81600g  |
| 鉛直変位    | 82100g  | 82100g  |
| 鉛直変位    | 82600g  | 82600g  |
| 鉛直変位    | 83100g  | 83100g  |
| 鉛直変位    | 83600g  | 83600g  |
| 鉛直変位    | 84100g  | 84100g  |
| 鉛直変位    | 84600g  | 84600g  |
| 鉛直変位    | 85100g  | 85100g  |
| 鉛直変位    | 85600g  | 85600g  |
| 鉛直変位    | 86100g  | 86100g  |
| 鉛直変位    | 86600g  | 86600g  |
| 鉛直変位    | 87100g  | 87100g  |
| 鉛直変位    | 87600g  | 87600g  |
| 鉛直変位    | 88100g  | 88100g  |
| 鉛直変位    | 88600g  | 88600g  |
| 鉛直変位    | 89100g  | 89100g  |
| 鉛直変位    | 89600g  | 89600g  |
| 鉛直変位    | 90100g  | 90100g  |
| 鉛直変位    | 90600g  | 90600g  |
| 鉛直変位    | 91100g  | 91100g  |
| 鉛直変位    | 91600g  | 91600g  |
| 鉛直変位    | 92100g  | 92100g  |
| 鉛直変位    | 92600g  | 92600g  |
| 鉛直変位    | 93100g  | 93100g  |
| 鉛直変位    | 93600g  | 93600g  |
| 鉛直変位    | 94100g  | 94100g  |
| 鉛直変位    | 94600g  | 94600g  |
| 鉛直変位    | 95100g  | 95100g  |
| 鉛直変位    | 95600g  | 95600g  |
| 鉛直変位    | 96100g  | 96100g  |
| 鉛直変位    | 96600g  | 96600g  |
| 鉛直変位    | 97100g  | 97100g  |
| 鉛直変位    | 97600g  | 97600g  |
| 鉛直変位    | 98100g  | 98100g  |
| 鉛直変位    | 98600g  | 98600g  |
| 鉛直変位    | 99100g  | 99100g  |
| 鉛直変位    | 99600g  | 99600g  |
| 鉛直変位    | 100100g | 100100g |
| 鉛直変位    | 100600g | 100600g |
| 鉛直変位    | 101100g | 101100g |
| 鉛直変位    | 101600g | 101600g |
| 鉛直変位    | 102100g | 102100g |
| 鉛直変位    | 102600g | 102600g |
| 鉛直変位    | 103100g | 103100g |
| 鉛直変位    | 103600g | 103600g |
| 鉛直変位    | 104100g | 104100g |
| 鉛直変位    | 104600g | 104600g |
| 鉛直変位    | 105100g | 105100g |
| 鉛直変位    | 105600g | 105600g |
| 鉛直変位    | 106100g | 106100g |
| 鉛直変位    | 106600g | 106600g |
| 鉛直変位    | 107100g | 107100g |
| 鉛直変位    | 107600g | 107600g |
| 鉛直変位    | 108100g | 108100g |
| 鉛直変位    | 108600g | 108600g |
| 鉛直変位    | 109100g | 109100g |
| 鉛直変位    | 109600g | 109600g |
| 鉛直変位    | 110100g | 110100g |
| 鉛直変位    | 110600g | 110600g |
| 鉛直変位    | 111100g | 111100g |
| 鉛直変位    | 111600g | 111600g |
| 鉛直変位    | 112100g | 112100g |
| 鉛直変位    | 112600g | 112600g |
| 鉛直変位    | 113100g | 113100g |
| 鉛直変位    | 113600g | 113600g |
| 鉛直変位    | 114100g | 114100g |
| 鉛直変位    | 114600g | 114600g |
| 鉛直変位    | 115100g | 115100g |
| 鉛直変位    | 115600g | 115600g |
| 鉛直変位    | 116100g | 116100g |
| 鉛直変位    | 116600g | 116600g |
| 鉛直変位    | 117100g | 117100g |
| 鉛直変位    | 117600g | 117600g |
| 鉛直変位    | 118100g | 118100g |
| 鉛直変位    | 118600g | 118600g |
| 鉛直変位    | 119100g | 119100g |
| 鉛直変位    | 119600g | 119600g |
| 鉛直変位    | 120100g | 120100g |
| 鉛直変位    | 120600g | 120600g |
| 鉛直変位    | 121100g | 121100g |
| 鉛直変位    | 121600g | 121600g |
| 鉛直変位    | 122100g | 122100g |
| 鉛直変位    | 122600g | 122600g |
| 鉛直変位    | 123100g | 123100g |
| 鉛直変位    | 123600g | 123600g |
| 鉛直変位    | 124100g | 124100g |
| 鉛直変位    | 124600g | 124600g |
| 鉛直変位    | 125100g | 125100g |
| 鉛直変位    | 125600g | 125600g |
| 鉛直変位    | 126100g | 126100g |
| 鉛直変位    | 126600g | 126600g |
| 鉛直変位    | 127100g | 127100g |
| 鉛直変位    | 127600g | 127600g |
| 鉛直変位    | 128100g | 128100g |
| 鉛直変位    | 128600g | 128600g |
| 鉛直変位    | 129100g | 129100g |
| 鉛直変位    | 129600g | 129600g |
| 鉛直変位    | 130100g | 130100g |
| 鉛直変位    | 130600g | 130600g |
| 鉛直変位    | 131100g | 131100g |
| 鉛直変位    | 131600g | 131600g |
| 鉛直変位    | 132100g | 132100g |
| 鉛直変位    | 132600g | 132600g |
| 鉛直変位    | 133100g | 133100g |
| 鉛直変位    | 133600g | 133600g |
| 鉛直変位    | 134100g | 134100g |
| 鉛直変位    | 134600g | 134600g |
| 鉛直変位    | 135100g | 135100g |
| 鉛直変位    | 135600g | 135600g |
| 鉛直変位    | 136100g | 136100g |
| 鉛直変位    | 136600g | 136600g |
| 鉛直変位    | 137100g | 137100g |
| 鉛直変位    | 137600g | 137600g |
| 鉛直変位    | 138100g | 138100g |
| 鉛直変位    | 138600g | 138600g |
| 鉛直変位    | 139100g | 139100g |
| 鉛直変位    | 139600g | 139600g |
| 鉛直変位    | 140100g | 140100g |
| 鉛直変位    | 140600g | 140600g |
| 鉛直変位    | 141100g | 141100g |
| 鉛直変位    | 141600g | 141600g |
| 鉛直変位    | 142100g | 142100g |
| 鉛直変位    | 142600g | 142600g |
| 鉛直変位    | 143100g | 143100g |
| 鉛直変位    | 143600g | 143600g |
| 鉛直変位    | 144100g | 144100g |
| 鉛直変位    | 144600g | 144600g |
| 鉛直変位    | 145100g | 145100g |
| 鉛直変位    | 145600g | 145600g |
| 鉛直変位    | 146100g | 146100g |
| 鉛直変位    | 146600g | 146600g |
| 鉛直変位    | 147100g | 147100g |
| 鉛直変位    | 147600g | 147600g |
| 鉛直変位    | 148100g | 148100g |
| 鉛直変位    | 148600g | 148600g |
| 鉛直変位    | 149100g | 149100g |
| 鉛直変位    | 149600g | 149600g |
| 鉛直変位    | 150100g | 150100g |
| 鉛直変位    | 150600g | 150600g |
| 鉛直変位    | 151100g | 151100g |
| 鉛直変位    | 151600g | 151600g |
| 鉛直変位    | 152100g | 152100g |
| 鉛直変位    | 152600g | 152600g |
| 鉛直変位    | 153100g | 153100g |
| 鉛直変位    | 153600g | 153600g |
| 鉛直変位    | 154100g | 154100g |
| 鉛直変位    | 154600g | 154600g |
| 鉛直変位    | 155100g | 155100g |
| 鉛直変位    | 155600g | 155600g |
| 鉛直変位    | 156100g | 156100g |
| 鉛直変位    | 156600g | 156600g |
| 鉛直変位    | 157100g | 157100g |
| 鉛直変位    | 157600g | 157600g |
| 鉛直変位    | 158100g | 158100g |
| 鉛直変位    | 158600g | 158600g |
| 鉛直変位    | 159100g | 159100g |
| 鉛直変位    | 159600g | 159600g |
| 鉛直変位    | 160100g | 160100g |
| 鉛直変位    | 160600g | 160600g |
| 鉛直変位    | 161100g | 161100g |
| 鉛直変位    | 161600g | 161600g |
| 鉛直変位    | 162100g | 162100g |
| 鉛直変位    | 162600g | 162600g |
| 鉛直変位    | 163100g | 163100g |
| 鉛直変位    | 163600g | 163600g |
| 鉛直変位    | 164100g | 164100g |
| 鉛直変位    | 164600g | 164600g |
| 鉛直変位    | 165100g | 165100g |
| 鉛直変位    | 165600g | 165600g |
| 鉛直変位    | 166100g | 166100g |
| 鉛直変位    | 166600g | 166600g |
| 鉛直変位    | 167100g | 167100g |
| 鉛直変位    | 167600g | 167600g |
| 鉛直変位    | 168100g | 168100g |
| 鉛直変位    | 168600g | 168600g |
| 鉛直変位    | 169100g | 169100g |
| 鉛直変位    | 169600g | 169600g |
| 鉛直変位    | 170100g | 170100g |
| 鉛直変位    | 170600g | 170600g |
| 鉛直変位    | 171100g | 171100g |
| 鉛直変位    | 171600g | 171600g |
| 鉛直変位    | 172100g | 172100g |