

I-133 新茂岩橋におけるケーブル張力管理試験について

北海道開発局土木試験所 正会員 佐藤昌志

(1) はじめに 新茂岩橋は、主径間をニールセン系ロープ橋(図-1)とする橋梁であるが、主径間を架設するにあたっての斜材ケーブル張力導入管理は重要な要因を有す。新茂岩橋における張力調整は上弦材側ケーブルを順次センターホールジャッキで引っぱり所定張力を与えて、ソケットに付いているナットを締め付け固定する方法をとっているが

①上弦材側ケーブルソケットをセンターホールジャッキで引っぱり所定張力を与えても、ナット締め付け後にはケーブルに加わっている張力が、ジャッキメーターの読みとは異なっていること。

②ケーブルに張力を与える方法として順次片押しして締め付けを行なうため、全斜材ケーブルの緊張完了後に斜材ケーブルに加わっている張力を検定しなければならない。

等の問題がある。今般①については、ナットの締め付けトルクに対するロードセルにて測定したナット締め付け後張力との関係にて導入張力ロスを求め、②については固有振動換算法を使用した。しかし既に報告されている実験でも振動数に対するケーブル曲げ剛性の影響が大きいことから、予備実験すなわち静的載荷試験を行なって得たわみからEIを逆算する方法が多く用いられているがケーブル長、張力、載荷重によりEIのバラツキが大きいことから今回は(式-1)に張力Tと測定周波数fも代入することによりEIを求めたので、これらの結果を報告する。

$$2 \cdot \alpha \cdot \beta (1 - \cos \alpha \cdot l \cosh \beta \cdot l) + (\beta^2 - \alpha^2) \sin \alpha l \sinh \beta l = 0 \quad (\text{式-1})$$

$$\text{但し } \alpha = \{\sqrt{b^2 + 4aw_n^2} - b/2 \cdot a\}^{0.5} \quad \beta = \{\sqrt{b^2 + 4aw_n^2} + b/2 \cdot a\}^{0.5}$$

$$a = EI \cdot g/w \quad b = T \cdot g/w \quad W_n = 2\pi f_n \quad w: \text{単位重量} \quad f_n: \text{n次の固有振動数}$$

(2) 実験概要 実験に用いたロックドコイルロープの諸元を表-1に、実験装置概要図を図-2に、試験項目を表-2に示す。

1) 張力ロスの測定 斜材ケーブルに加わっている張力とジャッキメーターの読みとの比を有効導入力率と称すると、これはセンターホールジャッキで所定の張力を与えた時のケーブル張力(T₀)をロードセルにて測定し、次にトルクレンチによりナットを締め付けセンターホールジャッキの荷重をゼロにした時のケーブル張力(T₁)を測定してその比を求めた。

2) 静的載荷試験によるEIの測定 試験は図-3に示す様にケーブルに所定の張力を与えた後、センターに荷重を加

図-1 新茂岩橋一般図

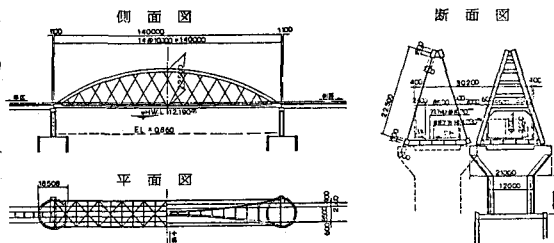


表-1 ロックドコイルロープ諸元

公称直径	D型 6.4mm
標準断面積	2800mm ²
単位重量	23.6kg/m
長さ	5.4m, 14.9m
切断荷重	351ton

図-2 室内実験装置概要図

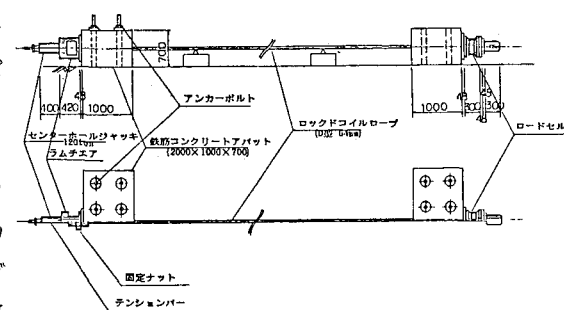
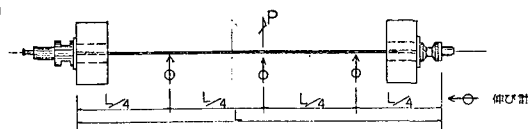


表-2 試験項目

ロープの種類	ロックドコイルロープ (D型 6.4mm)
ロープ長 (m)	5.40, 14.90
有効導入力率	張力 (Ton) 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60
ナット締め付けトルク (kg m)	10, 20, 30, 40, 50, 60, 70
振動測定位置	L/4 および L/2
振動測定方向	上下および左右方向
加振方法	手による加振 木ハンマーによる打撃

図-3 静的載荷試験概要図



張力 (Ton)	5, 10, 20, 30, 40, 50
振動量 (kg)	30, 60, 90, 120, 150

え、2点のたわみを測定することにより、次式からEIを逆算した。

$$y = PL/2T \{ x/l + (\cos \omega - 1)(\cos 2\omega(x/l) - 1)/2\omega \sinh \omega - \sinh 2\omega(x/l)/2 \cdot \omega \}$$

但し P:荷重 T:張力 $\omega = l/2 \cdot T/EI$

3)振動法によるEIの測定 張力が加えられたロックドジョイルロープを表-2に示す項目に従って加振して振動波形を測定し、その波形の周波数分析を行なって固有振動数をもめ(式-1)に張力Tおよび測定周波数fを代入してEIを求めた。

(3) 実験結果と考察

1)有効導入力率 トルク値対 T_1/T_0 の関係を図-4に示す。図より張力が大きい程またケーブル長が長い程有効導入力率は上がる傾向を示している。新茂岩橋の場合最低の張力が12tonであり、また現在作業時で加えることができる最大トルク値は2000Kg・cm程度であることから架設時の張力割増は5~10%とした。

2)静的載荷試験によるEI 測定値を図-5に示す。既往の実験結果同様スパン中央たわみが小さい程、また張力が大きくなる程、曲げ剛性は大きくなる傾向にある。ケーブル長に関しては、 $L=14.9m$ の方が $L=5.4m$ のEIよりかなり大きな値を示しており、全体的にバラツキは大きい。

3)振動法によるEI 加振時測定波形の周波数分析により固有振動数をもめ(式-2)よりEIを算出した張力一曲げ剛性図を図-6に示す。 $L=5.4m, 14.9m$ 両供試体において、張力が15ton以上であれば張力に関係なくEIはほぼ一定値を示す傾向にある。15ton以下の張力で特に $L=14.9m$ のケーブルに関しEIが下がる傾向にあるのはケーブルサグが固有振動数に及ぼす影響

であると思われる。現在試験に使用するEIは $L=5.4m$ と $L=14.9m$ の間に関してはケーブル長に比例するものと仮定した。 $L=14.9m$ 以上のケーブルについては、測定されたEIが16.9 $\text{t} \cdot \text{m}^2$ という様に、同径状鋼棒の曲げ剛性 $EI=17.3\text{t} \cdot \text{m}^2$ に近いことから16.9 $\text{t} \cdot \text{m}^2$ とした。

(4)今後の検討 今回の室内実験では $L=5.4m$ および $L=14.9m$ の2供試体のみで行なわれたものであるからケーブル長がこの中間長である供試体についてもEIを測定する必要があると思われる他、ケーブル長が長い時のケーブルサグ、斜材傾斜角の固有振動数に対する影響を検討する必要があると思われる。

図-4 有効張力導入力図

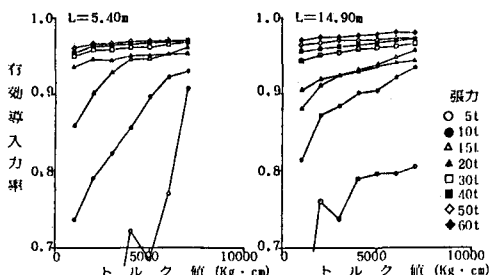


図-5 たわみ-曲げ剛性図

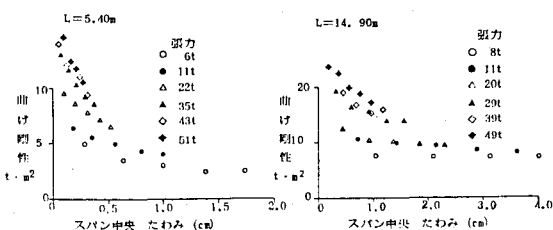


図-6 固有振動数による張力-曲げ剛性図

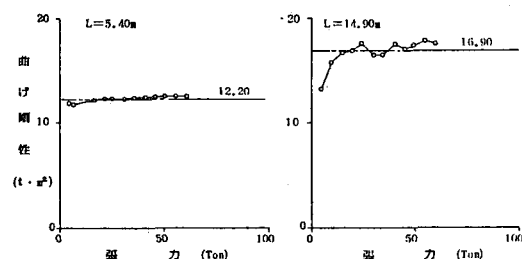


表-3 現場試験結果表

ロープ番号	ジャッキ張力 (Ton)	設計張力 (Ton)	ロープ長 (m)	卓越周波数 (Hz)	計算張力 (Ton)
1(上流側)	20.60	18.52	3.723	21.625	14.41
1(下流側)	18.13	18.52	3.723	22.500	18.63
2(上流側)	11.63	11.68	19.535	2.05 4.20 6.65	10.59
2(下流側)	11.63	11.68	19.535	1.55 3.25 5.50	4.96
3(上流側)	12.64	12.97	24.421	1.60 3.30 5.10	11.39
3(下流側)	12.64	12.97	24.421	1.55 3.20 5.00	10.63
4(上流側)	11.63	11.68	19.535	1.95 4.20 6.65	10.15
4(下流側)	11.63	11.68	19.535	1.65 3.80	7.25