

I-496

ニールセンローゼ桁橋のケーブル張力測定について

川崎重工(株) 正 新銀 武

川崎重工(株) 田中 正明

川崎重工(株) 正 海老原 竜司

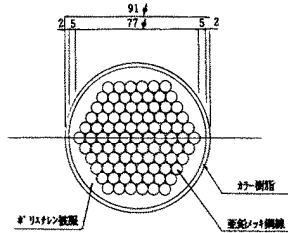
1. 概要

ニールセン形式の橋梁を施工する場合、その張力の計測には一般的にその便宜性より、ケーブルの固有振動数を測定して導入張力を計測する振動法によって計測されることが多い。測定された固有振動数により張力を算出する方法は、新家ら⁽¹⁾によって実用算出式が提案されている。張力計測を振動法による実用算出式で行う場合、ケーブルの被服条件・素線間の滑り条件・設置角度の影響で、実体としての曲げ剛性の評価に影響がでることが指摘されており⁽²⁾⁽³⁾、（無被服の場合は素線断面の概ね25%程度が実体として有効であると言われている）実用算出式が直接使用出来ないことが言われている。そこで、ニールセンローゼ 桁の施工例として、日本道路公団いわき工事事務所が建設した磐城自動車道合戸橋において、ケーブルの振動特性をキャリブレーションによって検証し、ケーブルの曲げ剛性の評価を行った。

2. ケーブル緒言

使用したケーブルは、新日鐵株製のNEW-PWSでその大きな特徴として、ケーブル素線集合をポリエチレン樹脂にて被服しているところにある。ケーブル断面性能と断面詳細を図1に示す。

ケーブル構成	7φ91
標準断面積	35.02cm ²
引張強度	560tf
弾性係数	2.0×10 ⁶ kgf/cm ²
標準重量（被服）	29.6kgf/m
断面二次モーメントI0	0.0010856m ⁴
EI (0.25EI)	5.43t・m



ケーブル	無応力長	ケーブル	無応力長
C1	6.575	C7	21.959
C2	13.060	C8	28.450
C3	12.436	C9	25.403
C4	21.276	C10	28.890
C5	17.597	C11	27.779
C6	26.101		m

図 1 ケーブル緒言

3. ケーブルキャリブレーションの概要

キャリブレーションはニールセン形式の橋梁において張力の計測が困難であると一般的に言われているケーブル長の短いケーブルを重点的に図2に示すケーブルを対象に行った。張力算出に使用した実用算出式を下記に示す。

ケーブル張力実用算出式（新家らによる）

$$T = 4wf^2L^2 \cdot K_s / g$$

$$K_s = 0.857 \cdot 10.89 \cdot (C/f)^2$$

$$; 3 \leq \xi \leq 17$$

$$K_s = 1.000 - 2.20 \cdot (C/f) - 2.00 \cdot (C/f)^2$$

$$; 17 < \xi$$

$$\xi = \sqrt{T/(EI)} \cdot L, C = \sqrt{(EIg)/(wL^4)}$$

T; ケーブル張力, W; ケーブル単位重量

f; 固有振動数, L; ケーブル長,

g; 重力加速度

キャリブレーションの方法はキャリブレーション対象ケーブルについて、適当なシムをセットしたケーブルについて固有振動数を計測し、検定を行ったジャッキの荷重メーターを利用して荷重変位曲線を測定し、張力を算出する方法で行った。荷重変位曲線例を図3に示す。

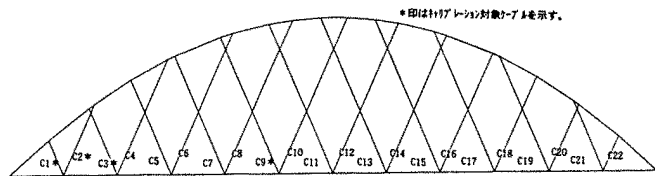


図 2 キャリブレーション対象ケーブル

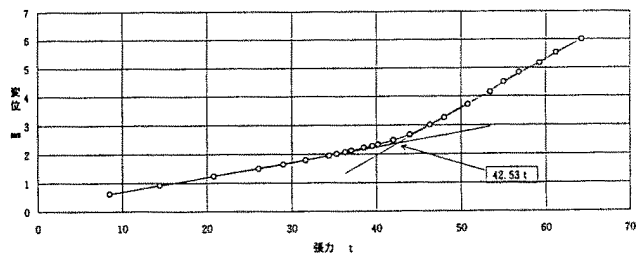


図 3 荷重変位曲線例

4. ケーブルキャリブレーション結果

計測された実測値に対して、新家式とケーブル曲げ剛性を各ケーブルについて変化させた固有値解析結果例を図4に示す。図4より新家式における無被服のケーブル曲げ剛性の25%EIに比べ、被服されたケーブル曲げ剛性は高く評価して良いと考えられるが、100%EIで算出された張力よりは低いと考えられる。この傾向はケーブル長の短いケーブルで特に顕著で、ケーブル長が長くなるにつれて曲げ剛性の影響は小さくなることから解る。一方すべての実測値に対して最も実測値にあう曲げ剛性をトライアル的に算出した固有値解析結果は、すべてのケーブルで新家式に比べて実測値に一致することが確認された。このことより、固有値解析結果をもとに新家式を補正し、実体としてのケーブル張力の算出を試みた。

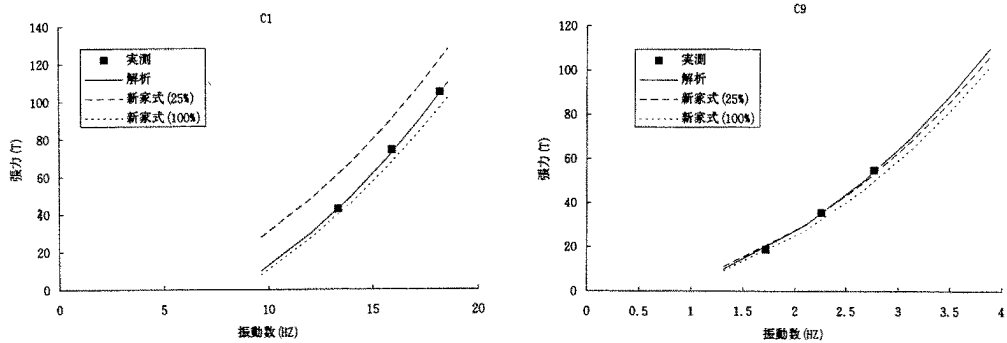


図 4 ケーブル曲げ剛性検討結果

5. 張力補正式の検討

補正は新家式で採用されている無次元パラメータ C/f に着目し、 K_s との関係を2次関数で定義した。結果を図5に示す。また、補正後の張力と実測値との関係を図6に示す。図4より、各ケーブルの C/f と K_s が一つの2次関数で定義出来ると言うことは、無被服のケーブルではケーブル素線間の滑り等により断面保持が困難であることから、特にケーブル長の短いケーブルでは曲げ剛性の影響が大きいと言われていたが、被服されたケーブルではそのケーブル長に関係なく曲げ剛性の評価は一定であることが解る。このことは、実施工に際しては、その使用するケーブル径によって曲げ剛性の評価は異なることも考えられるが、同一径のケーブルでは、最も代表的なケーブル張力のキャリブレーションを行えば、ほぼ実体に近いケーブル張力の算出が可能であることを示している。

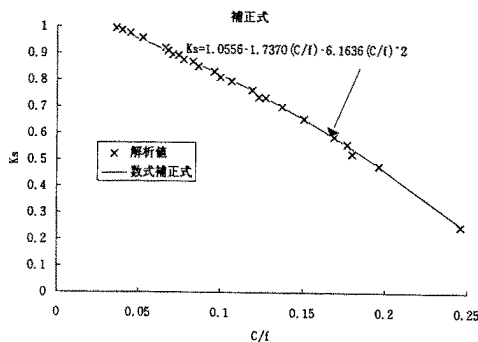
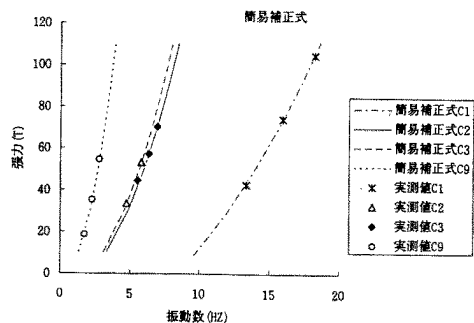
図 5 K_s 検討結果

図 6 補正值比較

6. 結言

上記の評価はケーブル張力と素線集合体の曲げ剛性の関係について着目し、検討を行ったが、被服されたケーブルは被服条件にもよるが、比較的硬質の材料で被覆されており、素線間の滑り等断面保持に影響を与える要因は少ないと考えられる。ニールセン形式の橋梁は斜張橋に比べ、使用するケーブル長が短いため、施工時の張力調整が困難であると言われているが、上記のケーブルキャリブレーションを実施し、ケーブル長に関わらず、より実体に近いケーブル張力の算出出来たことは、今後の施工に際して有効であると考えられる。

参考文献

- (1) 振動法によるケーブル張力の実用算出式について 新家他 土木学会論文集 294 1980, 2
- (2) 斜張橋用プレ防食型ケーブルの二次応力及び曲げ疲労強度に関する検討 坂本他 土木学会論文集 446 1992, 4
- (3) レインボークリッジのハンガーロープ張力測定 並川他 土木学会年講 H5, 9