

小規模吊橋におけるハンガーケーブル張力の解析

大日本コンサルタント株式会社	正会員	○外山	実咲
大日本コンサルタント株式会社	正会員	藤本	直也
大日本コンサルタント株式会社	非会員	小橋	朋和
大日本コンサルタント株式会社	非会員	沢田	等
大日本コンサルタント株式会社	非会員	今井	竜也

1. はじめに

小規模吊橋（ここでは、橋長 200m 以下の人道橋と定義する）は、山間部等における人々の生活を確保するために、大正から近年にかけて次々に建設され、その多くは市町村に管理されている。また、小規模吊橋は設計方法や使用材料、細部構造等が架橋条件や時代背景に合わせて多様なため、維持管理における技術的判断が困難であるという課題がある。さらには、小規模吊橋の維持管理に関する調査研究成果は少ないといった現状がある。

そこで本稿では、これまでの検討事例が少なく、吊橋において構造上極めて重要な役割を担う吊材に着目し、ハンガーケーブル（以下、ハンガー）の長さ調整によって起こる張力変化について解析を行う。

2. ハンガーケーブル張力の解析

(1) 対象橋梁諸元

対象とする小規模吊橋は、主塔間隔 117m、河川上下流側それぞれに 49 本のハンガーを有する(図-2.1)。

(2) 張力調整理論

i 番目のハンガーを 1cm 縮めた時の全ハンガーの張力変化 {Xi} (1 列のマトリックス) は、

{Xi} = [X1i, X2i, . . . , Xii, . . . , Xni]^T ...①

ここで {Xi} は、i 番目のハンガーが 1cm 縮むための温度変化を下記式より算出し、構造解析にて求める。

ΔL=1cm= t × α × h

h : ハンガー長さ、 t : 温度変化、 α : 線膨張係数

全ハンガーを 1cm 縮めた時の全ハンガーの張力変化 X は、

X= { X11, X12, . . . , X1i, . . . , X1n
X21, , X2i, . . . , X2n
.
.
Xi1, , Xii, . . . , Xin
.
.
Xn1, , Xni, . . . , Xnn } ...②

ここで、①式は②式の i 列にある。

全ハンガーの調整量が ΔL の時の、全ハンガーの張力変化 |X| (1 列のマトリックス) は、

|X|=X · ΔL ...③

ΔL : 全ハンガーの調整量 (1 列のマトリックス)

③式により、全ハンガーの調整量 ΔL を X に掛けると、全ハンガーの張力変化 |X| が求められる。

(3) 解析結果

河川上流側のあるハンガーを 1cm 縮めた時の全ハンガーの張力変化を図-2.2～図-2.6 に示す。

- 図-2.2～図-2.6 より、下記の傾向が見られる。
- ・ 上流側のハンガーを調整しても、下流側のハンガーにはほとんど影響がない。
 - ・ あるハンガーを調整した時に影響を受けるハンガーは、調整したハンガー及び隣接するハンガーの合計 5 本程度である。
 - ・ 調整した(1cm 縮めた)ハンガーの張力は増加し、その隣は減少、さらにその隣は増加する。

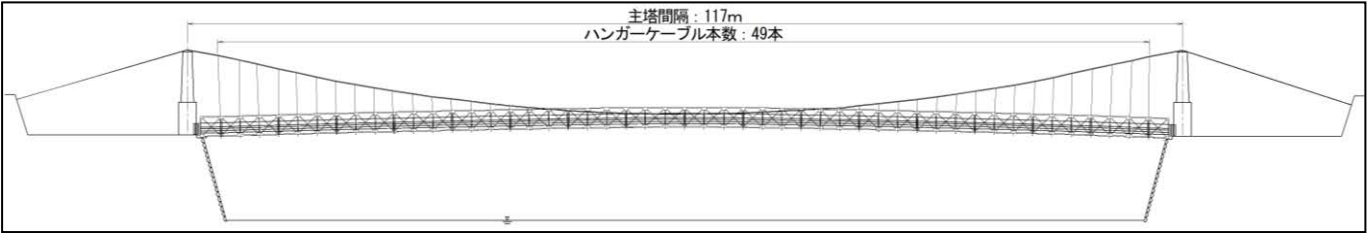


図-2.1 対象橋梁側面図

キーワード 小規模吊橋、ハンガーケーブル、張力、解析、維持管理、補修
連絡先 〒451-0045 愛知県名古屋市中区名駅 2-27-8 大日本コンサルタント(株) TEL052-581-8994

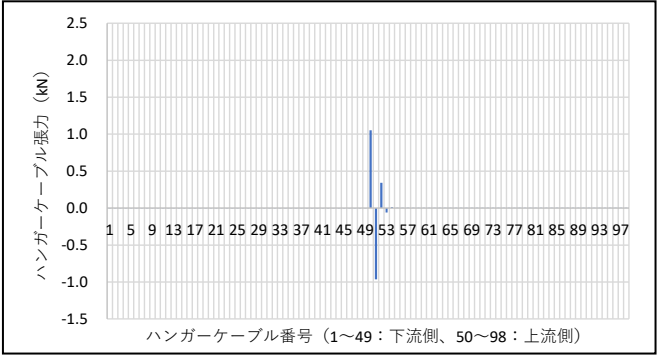


図-2.2 上流側 1 番目（塔寄り）

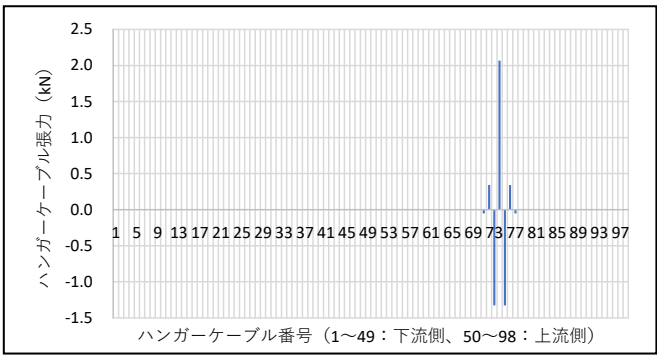


図-2.6 上流側 25 番目（センター）

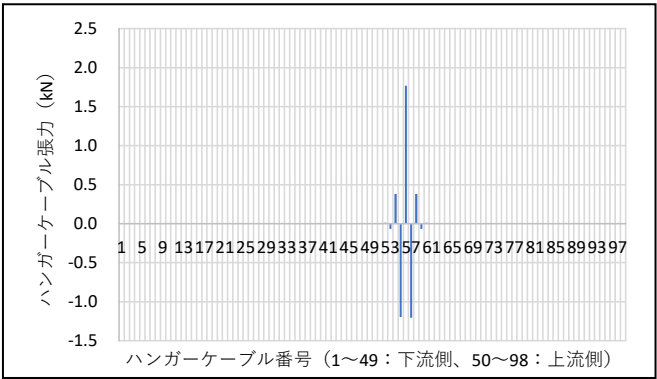


図-2.3 上流側 7 番目

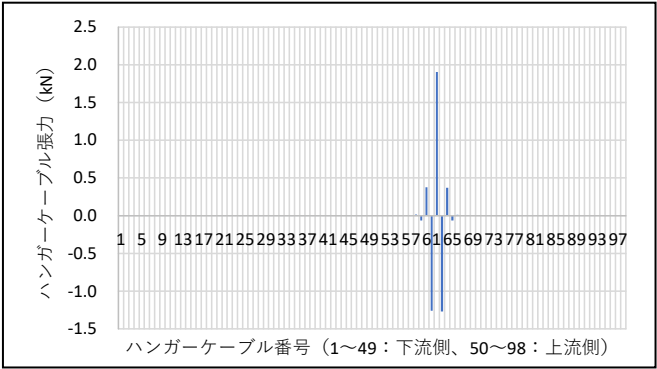


図-2.4 上流側 13 番目

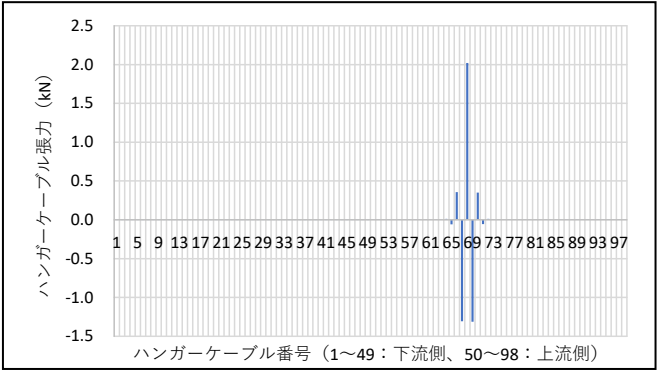


図-2.5 上流側 19 番目

3. ハンガーケーブル張力の測定

解析結果の妥当性を確認するために、3 点ロール法によりハンガーの張力測定を行う。

(1) 測定概要

下流側 39 番目のハンガーを 1cm 縮め、調整前後での下流側 37～41 番目のハンガーの張力を測定する。

(2) 測定結果

測定結果を表-3.1 に示す。表-3.1 より、測定結果による張力変化は、調整した下流側 39 番目のハンガーで張力が増加し、その両隣のハンガーでは張力が減少、さらにその隣の外側のハンガーでは張力が増加する、という張力変化の理論値と同様の傾向が見られ、解析結果の妥当性が確認できる。

4. まとめ

本稿では、小規模吊橋の維持管理において検討事例の少ない、ハンガーの長さ調整によって起こる張力変化について解析を行い、その傾向を明らかにした。また、測定による張力変化の傾向から、解析の妥当性を確認することができた。

参考文献

- ・日本道路協会：小規模吊橋指針・同解説，1984
- ・土木学会：吊橋 [技術とその変遷]，1996
- ・四国地方整備局 道路部，国土技術政策総合研究所 橋梁研究室：小規模吊橋等の点検に関する管理者のための参考資料（案）Ver. 10，2016.3

表-3.1 張力測定結果及び張力変化理論値

ハンガー ケーブル 番号	調整前				調整後				張力変化 (kN)	張力変化 理論値 (kN)
	張力(kN)				張力(kN)					
	1回目	2回目	3回目	平均	1回目	2回目	3回目	平均		
37	9.316	10.126	9.721	9.721	10.126	10.126	9.721	9.991	0.270	0.376
38	11.746	12.557	10.936	11.746	9.316	10.531	9.721	9.856	-1.890	-1.250
39	8.506	10.936	9.316	9.586	14.177	13.367	14.177	13.907	4.321	1.858
40	8.506	8.911	9.316	8.911	8.506	8.506	8.506	8.506	-0.405	-1.240
41	11.341	10.936	10.126	10.801	11.746	10.531	12.152	11.476	0.675	0.379