

小規模吊橋の耐荷力の推定

滝上工業(株) 正員 高木録郎

1. はじめに

山間部に架けられた小規模吊橋は、現在も地域住民の重要な交通路となっており、1日の交通量が1000台を越えるものもある。これらの吊橋は、戦前から昭和30年代前半迄に架けられたものが大半であり、型式も類似している。最近、これらの吊橋に対し、維持管理の不備と、活荷重の増大や大型化で、耐荷力不足を論議されることが多い。

以下に、著者が経験した小規模吊橋の補修工事例を紹介し、耐荷力の簡単な推定方法を述べる。

2. 補修工事施工例にみる耐荷力の実態

a) 上弦材の側方座屈 (写真)

A橋(昭和32年竣工, $L=130\text{M}$), B橋(大正14年竣工, $L=75\text{M}$)両橋は、小規模吊橋の典型的なポートラスタイプであり、大型重量車の載荷により、上弦材が側方座屈を起こした例がある。

補修後、静的載荷試験により、補剛トラスのたわみや応力を求めることと、耐荷荷重を決めた。

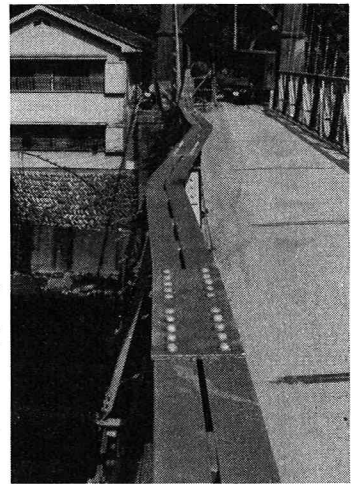
測定の結果、たわみ、および応力共に、計算値と測定値が良好一致を示しており、計算の仮定の妥当性から、床版がたわみや応力に関与しないことが判明した。このため、トラス部材の活荷重に対する余裕が、ほとんどないことになる。(表-1)

上弦材の側方座屈に対する耐荷力は、計算の結果、 $TL-20$ に於いて、18.5t程度になり、チャンバーの下リヤ活荷重が静的に作用しないことなどの原因で、座屈荷重を小さくしているものと、思われる。これら吊橋に対しては、座屈荷重による重量制限と、速度制限により、交通規制を提案した。

b) 主ケーブルの耐荷力不足

C橋(昭和32年竣工, $L=154\text{M}$)は、中古ケーブルを流用した吊橋である。外観検査では、ケーブルの発錆が著しく、素線の部分的破断による形崩れが見られ、機械的性質の劣化が、予想された。

本橋は、ダム工事のための大型工事車輛の通行に利用されるため、木床版からグレーチング床版に計画されており、調査の結果、ケーブルの取り換えにより、耐荷力の向上を計った例がある。中古ケーブルの外観検査、およびサンプリングによる機械試験の結果は、表-2のとおりである。外観上は、ケーブルの機械的性質に有害なふ食や孔食、素線の破断が全面的に観察されると共に、捻り回数や破断時の伸びに劣化が見られた。



橋名		たわみ	応力	
			上弦材応力	下弦材応力
A橋	最大実測値	30 mm	-142 $\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$	67 $\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$
	計算誤差平均	1.043	0.900	0.968
	偏差値	0.085	0.157	0.188
B橋	最大実測値	13 mm	-157 $\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$	58 $\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$
	計算誤差平均	1.018	0.990	0.919
	偏差値	0.036	0.365	0.322

表-1. 計算値/実測値の誤差

本橋の場合、こうした理由からケーブルの強度低下を予測したため、新規ケーブルに取り換えられた。補剛トラスの耐力は、床版自重に大差なかったため、原設計時の2等橋級を確保するに施工例がある。

c) ケーブルサグ増加に伴う斜材の座屈

D橋(昭和4年竣工、 $L=92\text{M}$)は、ケーブルのクリープによるサグの増加が発生し、トラスのチャンバーの下りを誘発し、トラス断面応力を増大した。このため、耐力の少ない斜材が座屈した例がある。本橋は、昭和30年代に木床版から鋼床版への取り換え工事を行なわれた。

当時の施工記録は不明であるが、ハンガー長の調整が行なわれたと仮定しても、現在の実測値と計算値とを、約50mm(約0.5%)のサグの増加が判明した。

このため、トラス部材に作用する応力は、竣工時に比べ、後死荷重とチャンバーの下りの各々が増加し、耐力の減少の要因となっている。表-3は、本橋のトラス部材の耐力の一覧表であり、補修前、T-2の荷重制限を行なわれていた。

さらに、トラス部材から、試験片を採取して、機械試験を行なったが、SS41級に相当し、設計当初の許容応力度を算定しても充分と考えられる。

このため、約1000台/日程度の交通量、活荷重による振動、部材のふ食による断面減少等を考慮すること、補修後の使用荷重の訂定と交通規制がなされた。

3. 耐力の推定

橋梁の使用荷重を決定する耐力は、各部材の現状を把握し、損傷部や欠陥の有無、交通量等から総合的に検討される。小規模吊橋の場合、ケーブルの定着部や塔頂サドルの状況、ハンガーのすべり、トラス部材や塔の変形、各部材の腐蝕によるふ食等、耐力を推定するのに必要な外的要因が多い。上記の施工例からまとめると、小規模吊橋の耐力の推定に考慮すべき要因は、主として、次のとおりになる。

- ① 床版の補修、取り換え等による自重の増加に対する要因
- ② 主ケーブルの伸びによるサグの変化に対する要因
- ③ 部材を構成する材料のふ食による断面の減少や劣化による要因

竣工時に適用された示方書による活荷重は、現在の道示に比べ、主橋に対しては大きく、床版に対しては小さいものがあり、このため、現行の使用荷重に対し、床版部が補強されることになり、このため、主橋やケーブルに着目すれば、その耐力は、上述の要因を含んで推定され、使用荷重は、TL-20に対して、30~40%程度になっているのが、一般的である。

仕 様	古ケーブル6×79L 37mm×14	新ケーブル	
	機械試験	JSSC規格	137% 315×7
破断強度	91.4 ^t	85.5	83.0
弾性係数	$8.66 \times 10^5 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$	1.4×10^6	1.6×10^6
伸び	2.06%	4.0%以上	4.0%以上
寸 法	max. 36.2mm min. 34.4 Ave. 35.7	37 ⁺⁷ ₋₀ %	31.5 ⁺⁷ ₋₀ %
捻り回数	4.03mm 19回 4.02 " 12 "	4.0mm 25回	4.5mm 14回
素線強度	165~180 ^{kg/mm}	185 ^{kg/mm}	160~185 ^{kg/mm}

表-2 ケーブル仕様

項 目	上弦材	下弦材	斜 材	ケーブル
最大耐力	68.2 ^t	58.8 ^t	17.7 ^t	45.1 ^t 安全率 2.3<3.0
最小耐力	3.7	5.2	0.6	
耐力平均	16.8	16.4	6.4	
偏差値	14.4	12.1	5.0	

注) 斜材は、補強により、4.0%に上げる。

荷重 T-8換算分布荷重 $q_8 = 0.684 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$
 T-20 " $q_{20} = 1.023 \cdot$
 鋼床版自重 $w = 0.781 \cdot$
 サグ変化による荷重 $w' = 0.198 \cdot (50\text{mm})$
 表-3 部材の耐力