

吊橋の鉛直荷重に対する終局強度について

九州工大 学生員○榊 一平 九州工大 正 員 山口栄輝
 九州工大 学生員 西山裕子 九州工大 正 員 久保喜延
 九州工大 正 員 加藤九州男

1. はじめに

吊橋の耐風安定性の研究に比べ、静的鉛直荷重に対する吊橋全体系の終局強度に関する研究は少なく、単径間吊橋を対象とした中村の論文¹⁾が発表されている程度である。しかしながら、吊橋の主ケーブルおよびハンガーの安全率を合理的に設定するためには、静的な鉛直荷重に対する吊橋全体の終局強度の把握も重要と考えられる。そこで、本研究では中規模3径間吊橋を対象として、弾塑性有限変位解析により活荷重に対する終局強度を計算し、考察を加えた。

2. 解析モデル

既存の橋を参考に、図1に示すような3径間吊橋を解析対象とした。スパンは178+712+178m、サグは64mとした。また、主ケーブルおよびハンガーの部材安全率は表1に示すように、それぞれの値がほぼ等しくなるように設定したもの(ケースA)と、ハンガーの部材安全率を相対的に低くしたもの(ケースB)との2ケースについて調べた。ここで、主ケーブルおよびハンガーの応力-ひずみ曲線はバイリニアとし、主ケーブルは $\sigma_{cy}=137.5\text{ kgf/mm}^2$, $\sigma_{cp}=165\text{ kgf/mm}^2$, ハンガーは $\sigma_{hy}=102.6\text{ kgf/mm}^2$, $\sigma_{hp}=125\text{ kgf/mm}^2$ (σ_{cy} , σ_{hy} :降伏強度, σ_{cp} , σ_{hp} :終局強度)とした。

また、中村の論文に従って、この吊橋に作用する累加荷重 W は荷重係数 K_L を用いて、

$$W=W_C+W_G+K_L W_L \quad (1)$$

で表されるものとした。ここで、 W_C :主ケーブルの死荷重、 W_G :補剛桁の死荷重、 W_L :補剛桁に作用する活荷重である。すなわち、一定の死荷重が作用している状態で、活荷重のみを増加させて解析を行い、式(1)の W により生じる主ケーブルまたはハンガー内の応力がその終局強度に達した時を崩壊とみなした。なお、解析には、汎用有限要素法プログラムMARC²⁾を使用し、幾何学的非線形性と材料非線形性の両方を考慮に入れた。

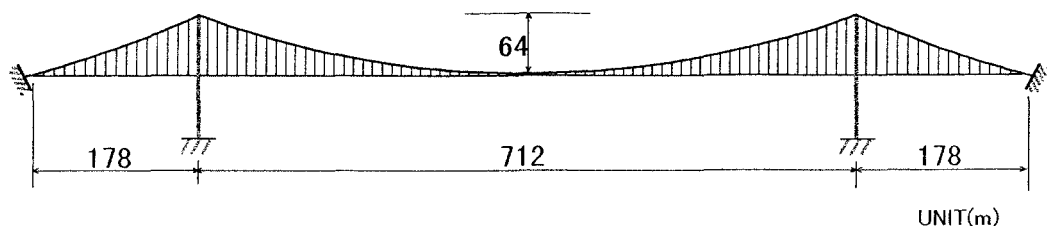


図1 吊橋モデル

表1 部材安全率

		ケースA		ケースB	
		主ケーブル	ハンガー	主ケーブル	ハンガー
部材安全率	メインスパン	2.49	2.50	2.49	2.25
	サイドスパン	2.41	2.50	2.41	2.00

3. 解析結果

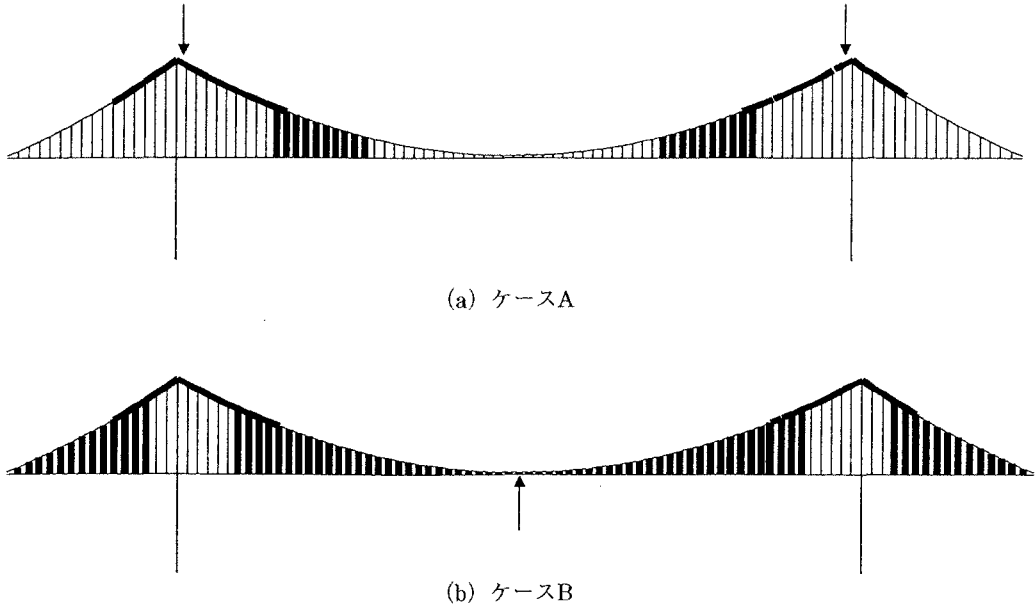


図2 終局状態

計算結果として、ケースA、Bの終局状態を図2に示す。ここで、太線は塑性状態であることを示し、矢印は終局強度に達した部材を示している。

まずケースAを見ると、主塔近傍の主ケーブルが終局強度に達し、主ケーブルが破断することにより終局状態に至っている。このとき、主ケーブルおよび主径間のハンガーは塑性化しているが、側径間のハンガーには全く塑性化が見られない。なお、この終局状態のとき、 $K_L=12.4$ である。

ケースBでは、主径間中央部のハンガーが終局強度に達し、このハンガーが破断することで終局状態となっている。この時点で、側径間も含めてかなりのハンガーに塑性変形が生じている。ハンガーの部材安全率を10ないし20%引き下げたために、ケースAの場合に比して最終の荷重係数は6%程度低下し、 $K_L=11.7$ で終局状態に達している。

4. 考察

2ケースの解析結果を比較すると、ハンガーの部材安全率を主ケーブルより相対的に小さく設定することにより、塑性変形する部材が増え、部材使用効率が向上し得ることがわかる。さらに、終局状態も主ケーブルの破断からハンガーの破断に移行しており終局状態としては好ましいと思われる。これらのことより、吊橋の設計に際しては、慣用的に用いられている部材安全率をそろえても、必ずしも合理的な設計にはならないと考えられる。

【参考文献】

- 1)中村俊一：主ケーブルおよびハンガーに着目した単径間吊橋の鉛直荷重に対する終局強度に関する一考察，土木学会論文集No.549 I-37 pp43-53 1996
- 2)MARC K-6マニュアル A～D編，日本マーク，1994