

I - A39

吊橋の鉛直荷重に対する終局強度についての検討

九州工業大学 学生員○榎 一平 不動技研工業 正 員 西山裕子
九州工業大学 正 員 山口栄輝 九州工業大学 正 員 久保喜延
九州工業大学 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数少なく、単径間吊橋を対象とした研究が発表されている程度であり、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径間吊橋および4径間吊橋を対象として、考察を加えた。

2. 解析モデル

図1 吊橋モデル

既存の橋を参考に、図1に示すような主径間長712m、側径間長178m、サグ64m、主塔高さ150mの中規模3径間吊橋および4径間吊橋を解析対象として設定した。この計算には、汎用有限要素プログラムMARC²⁾を使用し、主ケーブルおよびハンガーの塑性域まで考慮した弾塑性有限変位解析を行った。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1,3）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2,4,5）との計5ケースとした。ここで、部材安全率とは、死荷重と活荷重が作用した時の最大発生応力と引張強度の比であり、慣用的に用いられているものである。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、文献1)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、死荷重が作用している状態に、活荷重のみを増分荷重として計算を行った。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終局状態とみなした。なお、活荷重は補剛桁に満載するものとし、等分布荷重を仮定した。

表1 部材安全率

計算ケース		ケース1(3径間吊橋) ケース3(4径間吊橋)		ケース2(3径間吊橋) ケース4(4径間吊橋)		ケース5(4径間吊橋)	
		主ケーブル	ハンガー	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	2.49	1.80
	サイド スパン	2.41	2.50	2.41	2.00	2.41	1.80

キーワード：吊橋，終局強度，弾塑性解析，鉛直荷重

連絡先：〒804-8550 北九州市戸畑区仙水町1-1 Tel 093-884-3110 Fax 093-884-3100

3. 解析結果

3.1 3径間吊橋の終局状態について

3径間吊橋における2ケース（ケース1, 2）の終局状態を図2に示す。ここで、太線は塑性化した部材、矢印は引張強度に達した部材を表す。ケース1では、主塔近傍の主径間の主ケーブルが引張強度に達している。この時ハンガーにはあまり塑性化が進まなかった。ケース2では、側径間を含めかなりのハンガーが塑性化した状態で主塔近傍の主径間のハンガーが引張強度に達した。ケース1に比べてハンガーの部材安全率を10ないし20%下げたにもかかわらず、終局状態での K_L はほとんど変化しなかった。

3.2 4径間吊橋の終局強度について

4径間吊橋における3ケース（ケース3, 4, 5）の終局状態を図3に示す。ケース3では、ハンガーが全く塑性化しないまま主塔近傍の主ケーブルが引張強度に達した。ハンガーの部材安全率を低めたケース4でもハンガーに塑性化はほとんど進行していない。ケース5では、ほとんどのハンガーが塑性化した状態で、主径間中央部のハンガーが引張強度に達した。

3.3 3径間吊橋と4径間吊橋の比較

図4, 5に、ハンガーの部材安全率を同一の値に設定した3径間吊橋（ケース2）と4径間吊橋（ケース4）の塑性化過程を示している。 $K_L=10.6$ までは、いずれの吊橋においても、塑性化の進行状況はほとんど同じである。しかし、4径間吊橋ではその直後の $K_L=10.8$ で主ケーブルが引張強度に達するのに対し、3径間吊橋ではこれ以降にハンガーの塑性化が進み $K_L=11.6$ になってようやくハンガーが引張強度に達した。

4. おわりに

本研究により、主ケーブルに対しハンガーの部材安全率を相対的に低めたケースの方が部材使用効率の良い構造系になる場合があること、また、4径間吊橋と3径間吊橋ではその終局状態が大きく異なる場合のあることがわかった。

【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, 1996.
- 2) MARC K-6 マニュアルA～D編，日本マーク，1994.

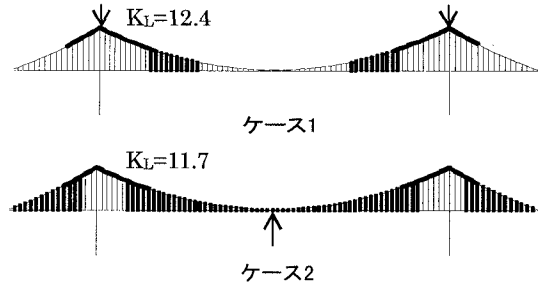


図2 3径間吊橋の終局状態

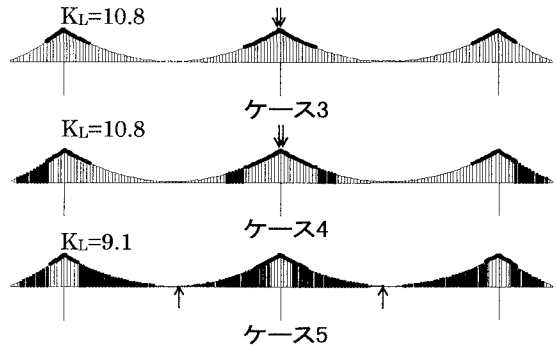


図3 4径間吊橋の終局状態

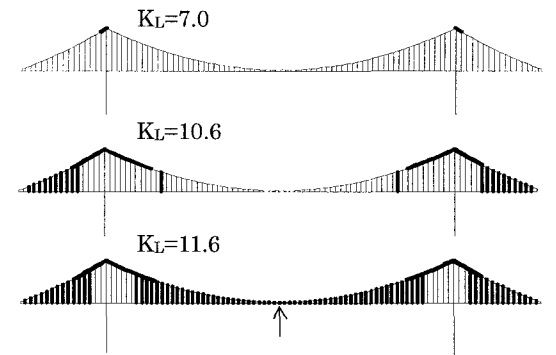


図4 ケース2の塑性化過程

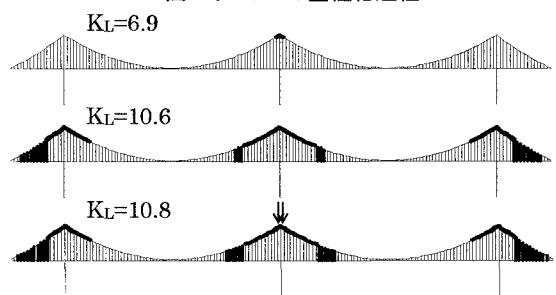


図5 ケース4の塑性化過程