

1 - 2

斜張橋と吊り橋の複合による超長大橋の検討

八戸工業大学 ○学生員 黒沼 真一、王 海軍
 八戸工業大学 正会員 長谷川 明、塩井 幸武

1. はじめに

北海道と本州の間の人やものの交流を活発にし、青函地域をより発展させるために、津軽海峡に橋を架ける計画がある。それが津軽海峡大橋である。最大水深 270m、海上距離 18km の東側ルート(大間崎～汐首岬)を橋梁で横断するには、水深の深さと潮流の複雑さ、国際航路の確保を考慮して、全長 20 km の橋(4km 吊橋(主径間 2000m)と 12km の 4 径間吊橋(最大支間 4000m)と 4 km 吊橋の 3 橋で構成→図-1)にする必要がある。そのうち中央の 4 径間吊橋は斜張橋と吊橋を組み合わせた複合橋とし、その補剛桁は吊橋部分では鋼構造とし斜張橋部分では斜張ケーブルの水平分力を有効利用するため P C 桁で計画されている。そこで、本文では 12 km の 4 径間吊橋において斜張橋部分の長さを変えることでどのような影響があるかを計算し、その結果について報告する。

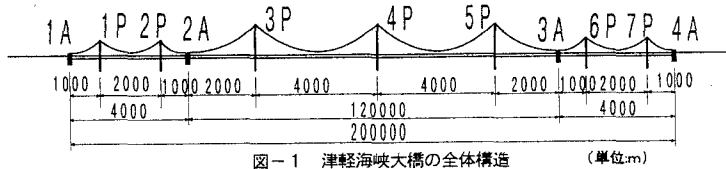


図-1 津軽海峡大橋の全体構造 (単位:m)

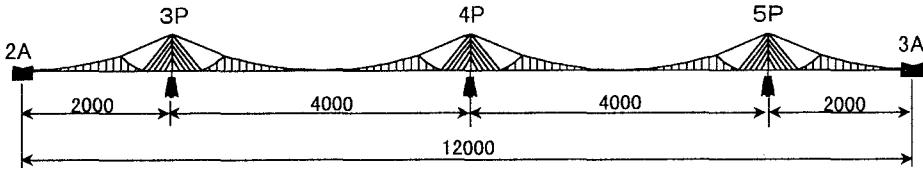


図-2 津軽海峡大橋4径間吊橋 単位:m

2. 計算

図-2 に中央 4 径間橋梁を示す。この橋梁の斜張橋部分の長さを、300m としたもの(図-3)、400m としたもの(図-4)、500m としたもの(図-5)について、支間中央部の変位、P C 桁と鋼桁の節点の変位、主塔頂部の変位、ケーブルの重量、メインケーブル・斜めケーブル・斜張ケーブル・ハンガーの張力についてそれぞれ計算し比較した。

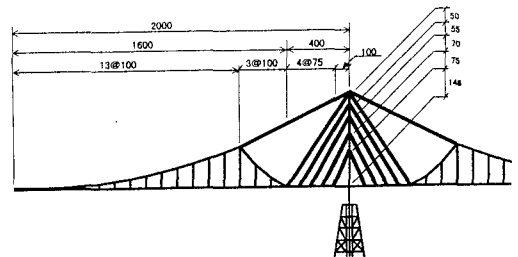


図-4 斜張橋部 400m 単位:m

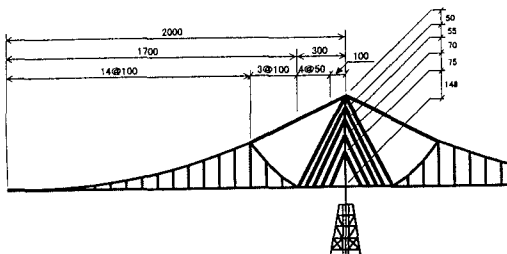


図-3 斜張橋部 300m 単位:m

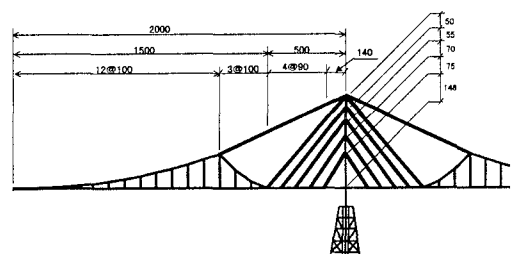


図-5 斜張橋部 500m 単位:m

3. 計算結果

(1) 変位

斜張橋部分をのばすことで、支間中央部(表-1)、P C桁と鋼桁の節点(表-2)、主塔頂部の橋軸方向の変位(表-3)は大きくなった。

(2) ケーブルの重量

ケーブルの重量(表-4)は、合計で見た場合、400mが最も軽くなった。斜張橋部分をのばす事で、メインケーブル・ハンガーは軽くなるものの、500mでは斜め・斜張ケーブルが大きく増えて、合計では重くなった。

(3) ケーブルの張力

メインケーブル(表-5)では、斜張橋部分をのばすことで張力を小さくすることができた。反対に、斜めケーブル(表-6)・斜張ケーブル(表-7)・ハンガー(表-8)は大きくなった。これらのメインケーブル、斜張ケーブル、ハンガーの張力は許容応力(表-9)に対して小さい値となっている。

4. まとめ

本文は、最大支間 4000 m の斜張橋と吊橋を組み合わせた複合橋において、斜張橋と吊橋の割合をどのくらいにしたらいかを探るものである。主塔周辺を斜張橋にした目的が、メインケーブルへの荷重の負担を軽減し、その分を主塔に分担させることであるから、斜張橋部をのばすことでメインケーブルの張力が小さくなったことは良好な結果をもたらしたと言える。しかし、斜張橋部の長さがある点(400m 程度)をこえるとケーブルの合計重量が増加し始め経済的ではなくなる。

また、ケーブルの重量については許容応力と実際の応力を比較し無駄を省き効率のよい設計をしなくてはならない。将来、より強い鋼材ができれば、安全率の検討がなされたとするより重量が軽くなり経済的な橋にすることができると考えられる。

表-1 支間中央部の変位

斜張橋部	変位 (m)
300m	-4.741
400m	-4.831
500m	-4.923

表-2 PC桁と鋼桁の節点の変位

斜張橋部	変位x(m)	変位y(m)
300m	0.003	-0.290
400m	0.005	-0.379
500m	0.009	-0.507

表-3 主塔頂部の変位(m)

	主塔No.3		主塔No.4		主塔No.5	
斜張橋部	変位x	変位y	変位x	変位y	変位x	変位y
300m	0.473	-0.021	0	-0.021	-0.473	-0.021
400m	0.476	-0.020	0	-0.021	-0.476	-0.020
500m	0.487	-0.019	0	-0.021	-0.487	-0.019

表-4 ケーブルの重量 (tf)

斜張橋部	メインケーブル	斜め+斜張ケーブル	ハンガー	合計
300m	111270	27485	2483	141238
400m	111260	27943	2022	141226
500m	111247	28732	1620	141600

表-5 メインケーブル

斜張橋部	部材力 (tf)
300m	84456
400m	83473
500m	82412

表-6 斜めケーブル

斜張橋部	部材力 (tf)
300m	294
	263
	241
400m	813
	732
	676
500m	1166
	1250
	1376

表-8 ハンガー

斜張橋部	No.	部材力 (tf)
300m	5058	519
	5059	1801
	5060	77.0
	5061	53.5
400m	5055	542
	5056	1630
	5057	60.0
	5058	69.5
500m	5070	550
	5069	1468
	5068	170
	5067	175

表-7 斜張ケーブル

斜張橋部	部材力 (tf)
300m	3373
400m	3989
500m	4502

表-9 基本特性

ワイヤ1本の引張強度 (kgf/mm ²)	σ_t	200
線材1本の断面積 (mm ²)	A_0	19.635
線材基本重量 (kgf/cm ² /m)	W_0	0.783
切断荷重を求めるための係数	F_d	0.95

部 材	特 性		備 考
メインケーブル	安全率	f_s	2
	線材の本数	n	58800
	有効断面積 (m ²)	A	1.155 $A = n \times A_0$
	死荷重 (tf/m)	W_d	9.04 $W_d = W_0 \times A$
	許容値 (tf)		$= n \times A_0 \times \sigma_t \times F_d / f_s$
斜張ケーブル	安全率	f_s	2.5
	線材の本数	n	3720
	有効断面積 (m ²)	A	0.073 $A = n \times A_0$
	死荷重 (tf/m)	W_d	3572 $W_d = W_0 \times A$
	許容値 (tf)		$= n \times A_0 \times \sigma_t \times F_d / f_s$
ハンガー	安全率	f_s	3.5
	線材の本数	n	2240
	有効断面積 (m ²)	A	0.044 $A = n \times A_0$
	死荷重 (tf/m)	W_d	0.344 $W_d = W_0 \times A$
	許容値 (tf)		$= n \times A_0 \times \sigma_t \times F_d / f_s$