

I - 3

津軽海峡大橋の構造計画—上部構造について—

正会員 八戸工業大学 長谷川 明

正会員 八戸工業大学 塩井 幸武

1. はじめに

人やものの交流を大きく阻害している海峡を横断する計画が世界各地にある。日本においても図-1に示すように多くの計画がある。本州と北海道を結ぶ津軽海峡横断計画についてもいくつかの検討が行われている。最大水深270m、海上距離約18kmの東側ルートを橋梁で横断するには、水深の深さと国際航路の確保を考慮すると大規模な超長大橋を検討する必要がある。本文は、このような条件下に建設される津軽海峡大橋の具体的な構造計画を、斜張橋と吊橋を組み合わせた複合橋として提案し、その計算結果について報告するものである。

2. 構造提案

(1) 全体構造

図-2に提案する津軽海峡大橋の全体側面図を示す。全長20kmの橋を、4km吊橋(主径間2000m)、12kmの4径間吊橋(最大支間4000m)および、4km吊橋の3橋で構成する。左右の吊橋は明石海峡大橋と同規模の3径間吊橋である。中央部の4径間吊橋については、潮流の複雑さと国際海峡として大型船舶の通行を東行航路と西行航路を分離するため、それぞれ4000mの支間を用意する必要があると考えた。2Aおよび3Aは、瀬戸大橋で実績のある共用アンカレッジとし左右の橋梁主ケーブルが定着することにより効率的に設計できる。

(2) 中央部4径間吊橋

a: 吊橋と斜張橋の複合構造：構造形式を図-3に示す。本橋梁全長の12kmの荷重を主ケーブルに伝達するのは主ケーブルへの依存が大きくなりすぎるため、主塔周辺を斜張橋とし、この範囲の荷重は斜めケーブルを介して主塔の軸圧縮力として伝達される荷重分担方法を考案している。また、斜めケーブルによる補剛桁(主桁)への圧縮力を有効活用するため、この斜張橋部の補剛桁(主桁)をPC桁とするものと考えている。吊橋部と斜張橋部の間には、張力調整のもとに架設時の両部分の安定に貢献する斜めケーブルを設ける。

b: 主ケーブルと補剛桁：上記のような荷重分担を行っても、主ケーブルの引張力は非常に大きいものとなるため、主ケーブルを3本とする。補剛桁については図-4に示すような連続箱桁とし吊橋部は鋼構造で軽量化を考慮し、斜張橋部はPC桁として斜めケーブルの引張力の有効利用を行うものとする。また、耐風安定性を確保するため、補剛桁は上下車線を分離し耐風安定性を高めるものとする。PC桁については上下車線

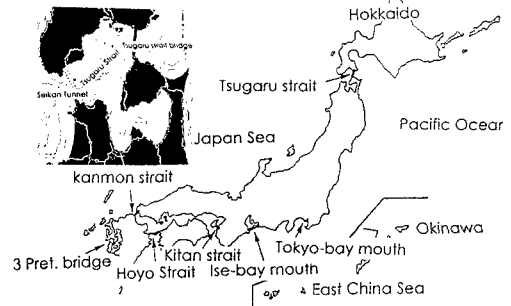


図-1 海峡横断計画

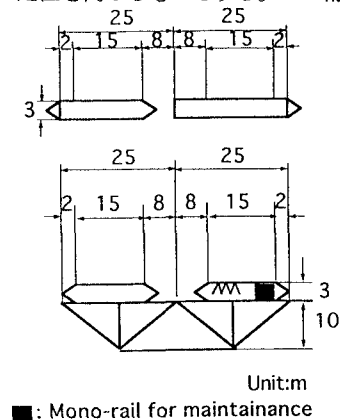
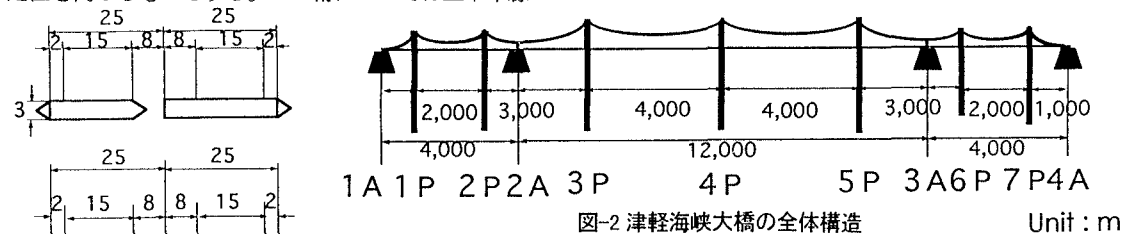


図-4 補剛桁

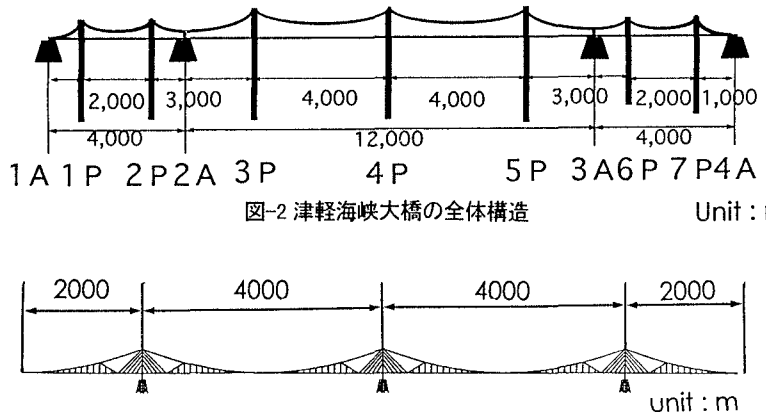


図-3 津軽海峡大橋中央4径間橋梁

を一体化するものの、中央部分に吹き抜け口を設け耐風安定性を高める。なお、箱桁の基本幅員は15mで、それぞれ2車線の車道と新交通システムおよび維持補修、資材運搬用モノレールを設置する。

c.主塔:吊橋部と斜張橋部の併合となった主塔を図-5に示す。主塔の高さは橋面上400mで、これは支間4000mに対して1/10となっている。上部は一体化された鋼構造、下部はPC構造の複合構造とする。主塔頂部には掛け替え用サドルを設置する。

3. 主な構造計算結果

中央大橋について、平面構造として設計計算を行った。

(1) 活荷重に対する自重

図-6にこれまで建設あるいは計画されている長大橋（吊橋）と本設計による津軽海峡大橋の自重および自重に対する活荷重の比を示す。吊橋の単位長さあたりの自重は支間が大きくなるにつれて増大することが示されている。これに伴って、自重に対する活荷重の比は支間が大きくなるにつれて減少し、明石海峡大橋（支間1990m）では8%弱となっている。つまり超長大橋にあっては橋梁自身の荷重を支えるために橋梁があって、活荷重は非常に小さな要素となっていることがわかる。これに対し、本設計による自重に対する活荷重の比は5%であって、合理的で経済的な設計になっていることがわかる。

(2) 主ケーブル

計算によると、本設計の場合、主ケーブルが負担する張力は3本で56万tfである。このため、表-1 CASE 1のように明石海峡大橋でのケーブル引張強さと安全率を適用すると、必要な主ケーブルの直径は187cm

と計算される。しかし、瀬戸大橋から明石海峡大橋への技術革新によって引張強さや安全率が改善されたことを考慮すると、将来これらの数値がさらに改善される技術開発が期待される。CASE2から5は、それを示したもので強度が50%改善され安全率が2とできるようになれば、主ケーブル直径は157cmまで小さくすることができる。

4. まとめ

本文は、20kmに及ぶ津軽海峡大橋を計画するための基本的な構造について検討したものである。超長大橋においては荷重の中で自重の占める割合が大きい。このため、力学的に合理的な構造であって、しかも耐風安定性の高い構造が望まれる。今後、斜張橋部と吊橋部の経済的な分担、主ケーブル3本の均等な分担、など多くの検討が必要である。

参考文献：1)東北建設協会：東日本交流基盤調査総括報告書、1997.2
2)日本鋼構造協会：JSSC.19,1996.

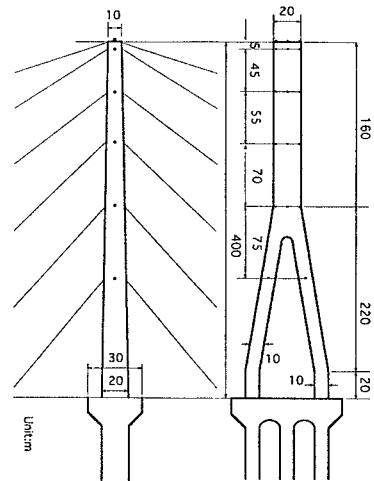


図-5 主塔

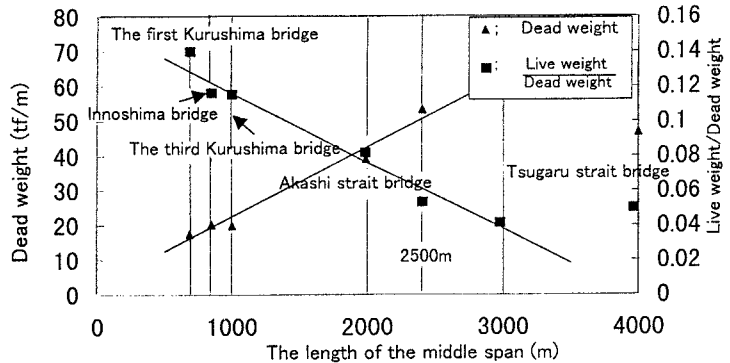


図-6 吊橋の支間長と単位長さあたりの自重、活荷重の自重に占める割合

表-1 ケーブル張力と主ケーブル直径の試算

項目	単位	CASE1	CASE2	CASE3	CASE4
全張力	T.all	tf	560000	560000	560000
1本あたりの張力	T.all/3	tf	186667	186667	186667
分配係数	α	1.2	1.2	1.2	1.2
中央主ケーブル張力	$T = T.all/3 * \alpha$	tf	224000	224000	224000
ケーブルの引っ張り強さ	σf	tf/cm ²	18	20	22
安全率	Sf	2.2	2	2	2
許容応力	σa	tf/cm ²	8.18	10.00	11.00
必要断面積	Ar	cm ²	27378	22400	20364
必要ケーブル直径	R	cm	187	169	161