

超長大橋の基本構造と FRP の適用に関する研究

坂本 嘉紀*・長谷川 明**・塩井 幸武**

Study on application of FRP and basic structures for super-long bridges

Yoshinori SAKAMOTO*, Akira HASEGAWA** and Yukitake SHIOI**

Abstract

Super-long bridge crossing Tsugaru Strait is researched now. Tsugaru strait is 19 km in width and 270 m in depth (east side), therefore 4000 m is necessary for the span of this bridge. The suitable structures for the super-long bridges and the effect using FRP to lighten the dead load were studied in this paper. In general, 3000 m is considered as the limit span in case of simple suspension bridges. 4000 m span is acceptable for the super-long bridges if hybrid bridges, which structure is mixture of suspension bridge and cable-stayed bridge, will be used. And, the deformation will be shown from the analysis. From consideration on the acceptance of FRP, if FRP is used for the cables, good effects will be given in mechanical performance of bridges.

Key words: Super-long bridges, FRP, TSUGARU straight bridge, Hybrid bridges, Numerical analysis

1. はじめに

21 世紀において日本経済が新たに成長をするために、北東北日本は大きな役割を担うことが期待されている。青函地域は新たな国土軸構想において、北東国土軸と日本海国土軸の 2 つの国土軸構想が重なり合う重要な地域として位置づけられている。しかし、現在の北海道と本州間は、飛行機、鉄道及びフェリーで結ばれているが、自動車による自由な移動ができないことから、将来の国土の有効利用を図る上で大きな阻害要因となる。そのため、本州と北海道を隔てている津軽海峡に橋を建設する可能性が検討されている。

現在の世界最大支間は明石海峡大橋の 1991 m である。津軽海峡大橋の場合、海峡幅が 19 km、最大水深が東側で 270 m となっており、国際海峡としての十分な航路幅を確保するためには、大きな支間を有する超長大橋が検討されなければならない。しかし、単純吊橋ではケーブル聴力に占める死荷重の割合が、長大化に伴って高くなり、一般には 3000 m が限度と言われている。

こうした背景に基づいて、本研究では、津軽海峡に超長大橋を建設するための技術開発の一環として、超長大橋に適切な吊橋と斜張橋を組み合わせたハイブリッド形式の新構造形式を提案しその構造力学的合理性を示す。また、超長大橋では、荷重の多くが自重自身となり、この自重的軽減が長大化に大きく関わることから、ケーブル等に FRP を使用した場合の構造的合理性を数値解析によって調査した。

2. 複合橋の概要

津軽海峡大橋には、自然条件や領海法等による制約が生じ、船舶の安全性と、水深の深さを考慮すると、支間を 4000 m 程度とする超長大橋が適当と考えられている。従来の単純吊橋構造では、ケーブル張力に占める死荷重比率が限界を超えるため、およそ 3000 m 程度が建設できる最大支間と考えられている。そこで、4000 m 支間に対応できる新たな構造が検討された。その構造は、長径間に適している吊橋と耐風安定性に優れた斜張橋を組み合わせた複合橋とし、主ケーブルに伝わる荷重を軽減させる設計を行った。斜張橋部分の荷重は、斜張ケーブルによって主塔に負担させ、吊橋部分はハンガーを通して主ケーブルに伝達され両端のアンカーで指示される構造である。また、斜張ケーブルの引張力を分散するために複合橋に斜めケーブルを用いた。

図-2.1 に示すように中央支間が 4000 m であり、吊橋ではサグ比 (サグ/支間長) が $1/9 \sim 1/11$ が適していることから、この間を取り $1/10$ とサグ比を設定し主塔を 400 m と設定した (図-2.2)。また、軽量化を考慮し上部を鋼製構造・下部は剛性を高めるため RC と鋼の合成構造とした。斜張橋部の長さは主塔に対し 2 倍の長さにすることで力学的特性が向上することから 800 m と設定し、サイドスパンの長さは支間長の $1/2$ 倍の 2000 m とした。桁は、耐風安定性に優れている断面形状の流線型で、空気の吹き抜け部を持つ箱桁とした。斜張橋部では PC 桁として斜張ケーブルの引張力を PC 桁の圧縮力として有効利用し、吊橋部では軽量化を考慮し鋼桁を用いることとした (図-2.3)。

平成 14 年 12 月 26 日受理

* 大学院土木工学専攻・博士前期課程

** 大学院土木工学専攻・教授