

IABSE 会議出席および北欧浮体橋視察団に参加して

稲村 和彦¹⁾

昨年6月に、標記の視察団の一員として参加しIABSE会議に出席し、また、ノルウェーの2つの大きな浮体橋を視察する機会を得た。また、その間にコペンハーゲン他の北欧4都市に滞在し、その文化の一端に触れることができた。ここではユニークな形式である浮体橋の紹介を中心に報告をする。

はじめに

今回の視察団は、(社)日本鋼構造協会の企画により行われたもので、団長の京都大学渡邊教授以下総勢22名の参加で、官庁および民間の橋梁・鉄鋼関係技術者が中心となっている。日程は、6月14日から6月25日までの12日間にわたり、前半はコペンハーゲンでの国際橋梁構造工学会(IABSE)会議出席、後半はノルウェーでの2つの大きな浮体橋視察が主な行事となっている。

以下に概略日程を示す(図-1)。

- 6/14 (金) 関西空港発 (12:35)
コペンハーゲン着 (16:25)
- 15 (土) コペンハーゲン市内視察、他
- 16 (日) ~ 20 (木)
IABSE '96 会議参加
- 20 (木) コペンハーゲン発→ベルゲン着
- 21 (金) サルフス橋視察
- 22 (土) ベルゲン発→クリスチャンスン着
ベルクソイ橋視察
- 23 (日) クリスチャンスン発→オスロ着
- 24 (月) オスロ発→コペンハーゲン着
コペンハーゲン発 (14:40)
- 25 (火) 関西空港着 (9:40)

1. IABSE 会議

今回の IABSE 国際会議は“「経済性」「環境」「エネルギー」を考慮した構造工学”というテーマで、

デンマークのコペンハーゲンで開催された。全世界より約 600 名の参加があり、その内約 100 名が日本からの参加者であった。日本からの参加数は開催国デンマークに次いで2番目に多かった。日本からの発表としては、阪神大震災後の最初の IABSE 会議ということもあり、建築・橋梁・その他の被害についての報告があった。その他にも、日本からの講演が数多くあり、現在の日本の技術が世界的に高いものであることを示していると感じた。講演は全て英語で行われたため、理解することは難しかったが、講演に対する質問が多数あり、また、熱の入ったディスカッションもあり、日本の講演会とは随分異なっていた。



図-1 経路図

1) 東京設計部次長

IABSE主催によるテクニカルツアーへも参加し、現在工事中のグレートベルト吊橋(写真-1)を見学した。工事はケーブル架設に入ったところであったが、現場では工事作業員もまばらで、また、架設用機材なども少なく、非常に閑散とした雰囲気であった。この吊橋が完成するとコペンハーゲンとヨーロッパ本土が陸路でつながれることになり、デンマークにとっては歴史的な大事業である。

また、スウェーデンとコペンハーゲンを結ぶオーレスンドリンクも見学した。スウェーデンとの間に小さな島があり、これを利用しトンネルと橋梁とで陸続きとする工事である。現地はまだ海中での仕事と見え、構造物らしきものを見ることはできなかった。主橋梁は中央支間長490mの鉄道・道路併用の斜張橋で、補剛桁はトラス構造で計画されている。完成は2000年とのことである。

多くの半島や島々に分断されており、また、フィヨルドの特徴として切り立った崖と急激に深くなる海峡を形成している(写真-2)。従来より、このフィヨルドにより分断された地域をつなぐ交通路としては、狭い海峡部を選択して橋梁を架けるか、あるいはフェリーによるものが主体となっている。効率的な交通網を形成するためには、橋梁あるいはトンネルによる海峡横断が必要となるが、非常に深い水深のため中間に橋脚を設けることが不可能である。そのため、非常に大規模な橋梁やトンネルとなり、経済的に成立しない。ノルウェーでは1970年代より、経済的に架橋する方法として、浮体橋の研究が行われてきたということである。今回視察した2つの浮体橋は、今までにない形式の浮体橋であり、また、比較的大きな海峡を経済的に架橋することができるということで注目されている。

2. 浮体橋視察

ノルウェーでは、2つの大規模な浮体橋を視察した。ノルウェーの海岸線は、フィヨルドにより

(1) サルフス橋

サルフス橋は、ノルウェーの港町ベルゲンの近郊に位置している(図-2, 写真-3)。完成したのは1994年で、一般図に示すように斜張橋部と浮

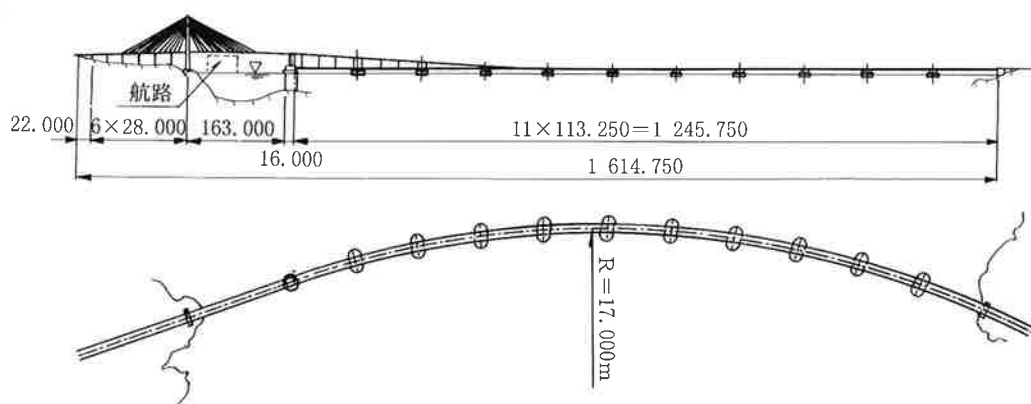


図-2 サルフス橋一般図



写真-1 グレートベルト吊橋



写真-2 フィヨルドの海

体橋部とからなっており、航路が斜張橋部にある。航路限界高を確保するため、橋面高さのすり付け部では、浮体橋箱桁の上に支柱を設け、その上にさらに鋼床版桁を載せている。浮体橋部は多角形鋼箱桁断面で11径間連続桁とし、橋脚は小判形のコンクリート製ポンツーンとなっている。ポンツーンには係留設備は設けられておらず、潮流や風による横力に対しては、橋の平面形状をアーチ形状($R=1700\text{m}$)とすることにより両端橋台部に軸力として伝達する構造となっている。浮体橋と橋台との結合は、後で示すベルクソイ橋と同様の考え方としているとのことであったが、結合部が橋台内に隠れているので見ることはできなかった。橋台部構造、特に浮体橋の固定構造を見学できなかったので詳細構造がわからないが、資料によると軸力を伝達するためのフレキシブルプレートと称するものがあり、これが箱桁の左右に設けられている。それにより橋軸直角方向反力も偶力として負担しているようである。また、鉛直力

については支承を設けているようである。

視察は、橋上を歩いて行ったが、浮体橋本体部についてはほとんど振動が無く、浮いているという感じは全くなかった。

(2) ベルクソイ橋

ベルクソイ橋は、ノルウェーの地方都市クリスチャンスン近郊に位置しており、1992年の完成である(図-3、写真-4)。

サルフス橋は箱断面であるが、この橋は8径間連続のトラス構造となっている。上弦材(箱断面)を除きトラス部材はパイプを使用しており、継手は現場継手も含め全て溶接によっている。この橋の平面形状も、サルフス橋と同様にアーチ形状($R=1300\text{m}$)であり、横力は軸力として橋台部に伝える構造となっている。橋脚もサルフス橋と同様であり、小判形のコンクリート製ポンツーンである。

この橋の視察では、現地の管理技術者が案内を

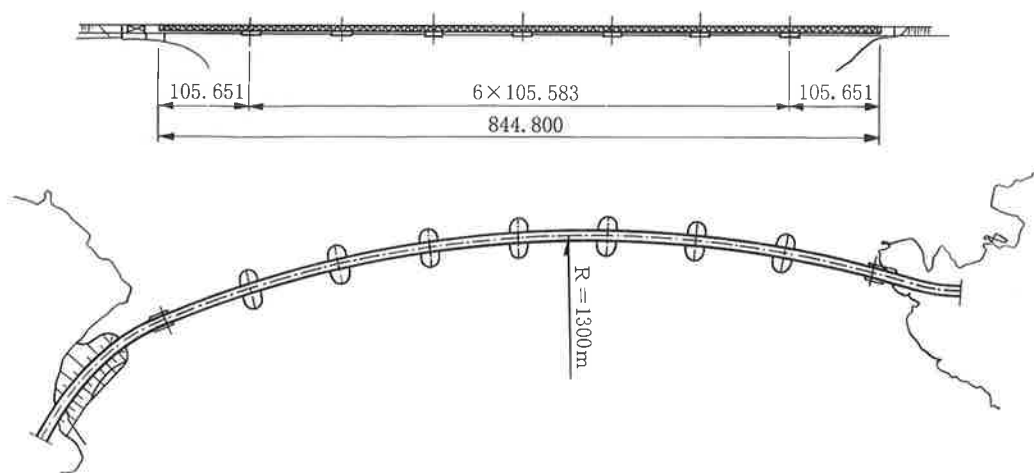


図-3 ベルクソイ橋一般図



写真-3 サルフス橋



写真-4 ベルクソイ橋

してくれた。おかげで、通常では見ることができない橋台内部や橋脚ポツーン内部まで見学することができた。橋台部の固定構造を図-4に示す。

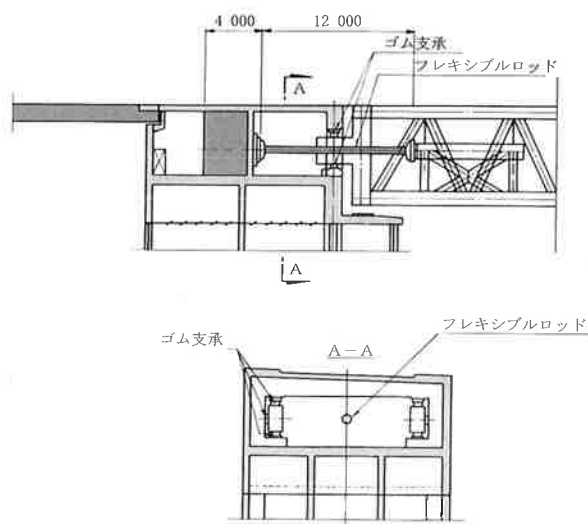


図-4 ベルクソイ橋端支点部

前に述べたように、浮体橋に作用する水平力はアーチ作用により軸力に変換されて橋台に作用する。また、潮位変動により鉛直力が発生し、トラス桁を変形させ、橋台部に大きな鉛直反力を作用させる。この橋では、それぞれの反力に対して、それぞれの支承構造を設けている。フレキシブルロッドと呼ばれている鋼棒で軸力を負担し(写真-5)、鉛直力に対しては左右の主構位置に突起を設け、その上下のゴム支承で負担させ、また、水平力に対してはその突起の横面にやはりゴム支承を設けている(写真-6)。フレキシブルロッドの長さが12mと長いのは、桁端の回転変形に追従させるために必要な長さを設定しているためと想像される。このように、橋台部の固定構造はユニークなもので、設計にあたってはかなりの検討を要したものと思われる。



写真-5 フレキシブルロッド固定構造

サルフス橋と同様に、この橋も橋上では振動はほとんど感じられず、非常に剛な構造物という印象を持った。また、構造は非常にシンプルで、対傾構は中間部には設けられておらず、支点上のみに設けられている。

フィヨルドの海は、地形が大変入り組んでいて、そのため潮流や潮位変動は比較的小さい。また、波も非常に穏やかで、日本の気象条件とは随分異なっているようである。日本でこのような形式の橋梁を適用する場合は、さらに十分な検討が必要と思われる。

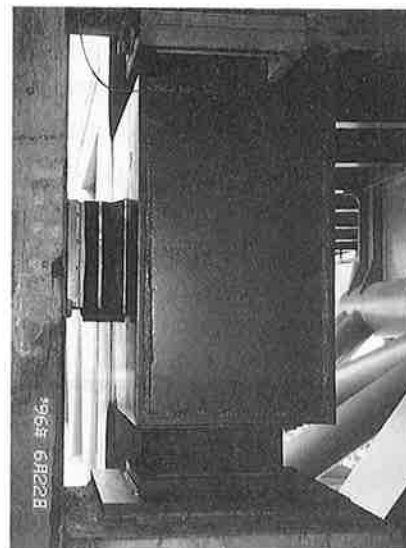


写真-6 支承構造

あとがき

視察団の1員として、北欧2カ国の4都市を訪問し、国際会議の雰囲気を知り、また、鉄鋼や橋梁関係のいろいろな人たちと交流することができ、非常によい経験ができた。

デンマークとノルウェーの両国ともに福祉の充実した社会を築いていて、人々はゆったりと生活を送っている。人々の生活は思いのほか質素と見受けられ、古いものを大切に使い続けている。ほんとうの豊かさとは何かを考えさせられた。

このような貴重な経験をすることができた視察団に参加させていただき、関係各所の方々、また職場の皆様にご感謝申し上げます。ありがとうございました。