

World Watching 19

ワールド・ウォッチング

ノルウェー・ベルゲン
ノルトホルドラント浮橋
アメリカ・シアトル
レイシーモロウ浮橋

ノルウェー、アメリカで活躍する浮橋



細井 武

社団法人日本海洋開発建設協会 (JODOCA)
海洋工事技術委員会委員



21世紀に本格的に利用される浮体構造物

わが国でも近年、関西国際空港、首都圏新空港などを対象として大型浮体構造物が注目されている。浮体構造は大水深では基礎構造物が経済的であることや、潮流などへの影響が小さく環境負荷が小さいことなどの優れた特徴をもつが、わが国では比較的水深の浅い海域を利用していることや台風や津波の襲来など海象条件が厳しく本格的な採用は石油備蓄等の施設を除いて行われていない。しかし、社会が単に経済性だけでなく、環境や社会性などに注目しそのパラダイムの変換が確実に社会資本整備に影響を及ぼす21世紀初頭にはわが国においても浮体構造物が本格的に利用される時代を迎える。

石油掘削施設などに優れた技術を持つ欧米はすでに大型浮体橋梁を建設し利用している。浮体式橋梁は、わが国では単スパンのものが大阪舞洲に建設されたが長大橋の例はない。ノルウェーにはフィヨルドを横断する2本の浮橋があり、1994年に完成したノルトホルドラント浮橋は世界で最も大規模なものであり、アメリカのシアトル周辺にはレイシーモロウ浮橋を含む4つの浮橋があり重要な役割を果たしている。



ノルトホルドラント浮橋

ノルウェーの西方、ベルゲン市の近くのサルハスフィヨルドを横断するノルトホルドラント浮橋は1975年から予備調査を実施し、1991年8

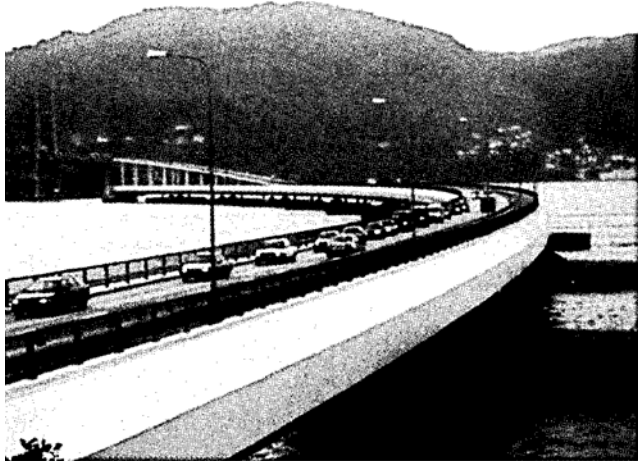
月に着工し1994年9月に完成した。浮橋のある地点はその完成前は1日数千隻の船舶が往来するノルウェーで最も海上交通量の多い海域で、対岸へのアクセス時間の短縮のためにNPRA (Norwegian Public Road Administration) により橋梁建設が計画された。当初は吊橋案が計画されたが水深が500mもあり、基礎が経験のない大水深であることと経済性を考え浮橋案に変更された。

浮橋の全長は1615mでそのうち1246mが浮橋、369mは斜張橋で構成されている。なお斜張橋下部には大型船のため高さ32m、幅50mの桁下空間が確保されている。浮橋形式はノルウェー独自の平面アーチ状アンカーレス方式であり、アーチ半径が1700m、基礎ポンツーンは10基で133.5m間隔に配置されている。

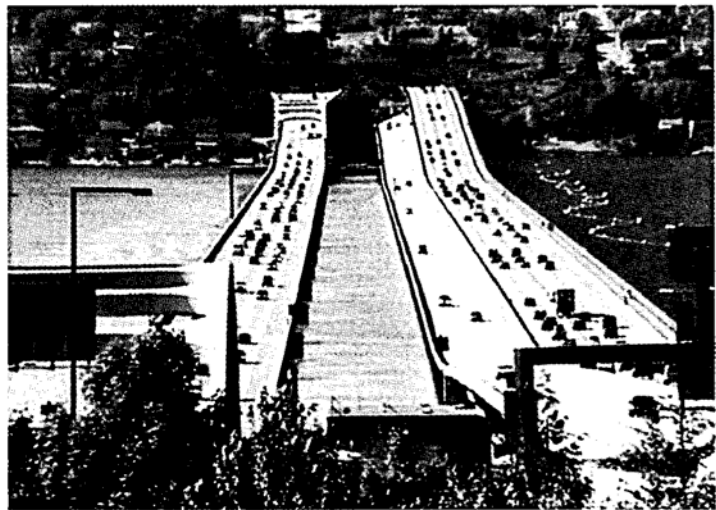
平面形状をアーチ状としたのは橋軸方向の軸力を卓越させて曲げモーメントを回避するとともに力学的有利性、地形などを考慮してのことである。

建設地点は水深が500mと深い、波高は1.7mで比較的穏やかであり、潮流は1.75m/sとやや早い。上部工はコンクリート箱桁で下部工ポンツーンは軽量コンクリート製で長さ42m、幅20.5m、高さ6.9~8.6mの長円形となっている。ポンツーンの喫水は4.3~5.6mで嵐の時でも波は頂面にかぶらないように計画され、ポンツーン内部は9室に区切られてそのうち2室が浸水しても安全なように設計されている。浮橋では潮位差や潮流による両端部の回転変位が大きな問題となるが、ヒンジ構造をもつ回転プレートとゴム支承を組み合わせることでこの問題を解決した。

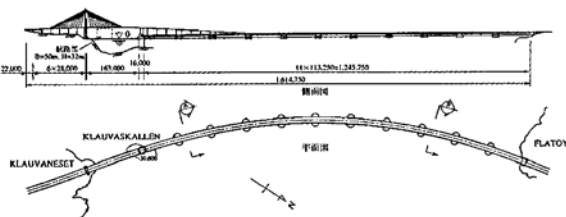
維持管理には細心の注意を払っている。主な



ノルトホルドランド浮橋全景



レイシーモロウ浮橋全景



ノルトホルドランド浮橋一般図

ものを挙げると①気象条件、海象条件、温度、ポンツーンに作用する水圧などの常時測定②橋梁の全体変位、各部所変位、回転プレートひずみなどの常時測定③ポンツーン内水位の常時モニタリングなどで、計測はすべて自動計測でオンライン、リアルタイムにデータを得るシステムとしている。



レイシーモロウ浮橋

アメリカのワシントン州シアトル周辺には長さ1マイル(1600m)を越える4つの浮橋がある。4つのうち3つはワシントン湖にあり、1つはピュージェット湾の入り口にある。レイシーモロウ浮橋はそのうち最も早く1940年に完成したが1990年11月に暴風雨が襲いポンツーン内が浸水して沈没し1993年に再建された。

浮橋のあるワシントン湖は幅約1.6~4.8kmで長さ32km、水深30~60mで、現在は運河により海とつながっているが途中の水門により海水は入ってこない。ワシントン湖と海との水位差は6.1mだが湖の水位変動は91cm程度である。当初、横断道路の形式として連続箱桁橋や沈埋トンネルも検討されたがこれらの構造形式と比較して建設費が1/3~1/5になる浮橋が最も費用対効果が高いとして選定された。橋梁形式は連続ポンツーン箱桁+横方向多点アンカー方式である。

この方式は海面に連続したポンツーンが設置されるため漂流物が集積したり海水交換を妨げるなどの難点がある。また波浪等が構造に大きく影響し、大波浪に弱い傾向がある。

レイシーモロウ橋は20基のプレストレスコンクリートポンツーン連続構造の延長2018mの橋で、幅3.66mの3車線と3.05mの両側路肩からなり合計幅17.1mである。ポンツーンは長さ110m、幅18.3m、高さ5.25mで喫水は3mである。内部は漏水対策のため隔壁により複数の部屋に分けられており、各ポンツーンは両側面に設置された橋軸直角方向42本、橋軸方向12本のアンカーケーブルで湖底に固定されている。

旧橋は鉄筋コンクリート構造であったが水密性、耐久性を向上する目的で新橋はプレストレスコンクリートを採用した。また混和材としてシリカフリュームを用い水密性の確保に念を入れた点に技術的特徴がある。

維持管理上からは、年4回のアンカーケーブル調整を行い安定を確認するとともに、20年に1回はケーブルを交換する計画である。



おわりに

ノルウェーとアメリカは浮橋を本格的に採用している2国であるが、両国の構造形式には大きな違いがあることをご理解頂けたと思う。さて、わが国で採用するときにはどのような構造形式が適切なのか今後の研究が期待される。

始めに記したように、浮体構造は21世紀の海洋土木技術の発展の重要なポイントであろう。わが国での本格的な実用化を大いに期待する次第である。