

■ ハルダンゲル (Hardanger) 橋 (ノルウェー)

国建協情報 2012 年 5 月号 (No.830) 掲載 【要約版】



スカンジナビア半島西端の国ノルウェーでは、ノルウェー海に面する西海岸線は複雑に入り組んだフィヨルドが発達しており、大陸内部まで海拔ゼロメートルの海岸線が入り込み、累々たる山並みと切り立った崖が壮観な景観を生み出している。西海岸に位置するノルウェー第二の都市ベルゲンの近くには、ガイランゲル、ソグネ、ハルダンゲルおよびリーセの四大フィヨルドが点在し、夏季は世界各地からの観光客で賑わっている。しかし、ベルゲンと首都オスロを最短で結ぶ国道 7 号がベルゲンの東南に位置するハルダンゲル・フィヨルドに阻まれ、二大主要都市間および



地域内の連結、ひいては国の経済活動の阻害要因となっていたことから、このフィヨルドに橋をかけることは国および関係住民にとって永年の悲願となっていた。

現在、このフィヨルドを走る国道フェリーに代わるべく、深い V 字谷を横断するという技術的課題あるいは自然環境の保全といった難題を克服して、中央径間 1,310m の吊橋ハルダンゲル

橋の建設が進められている。

急峻な地形特有の技術的取り組み、世界中に広がった資機材調達のネットワークなどの興味深いテーマを含めて、ハルダンゲル橋の概要をご紹介します。

事業の経緯

現架橋地点での吊橋建設の構想が公になったのは、サンフランシスコの金門橋が完成した 1937 年に遡る。フィヨルド南岸の架橋地点の地名 Bu を苗字に持つ地元の有力者 Aamund K. Bu 氏は、金門橋の完成に刺激を受けて、ベルゲンの地元紙に、現在の架橋地点 (Vallavik~Bu) に吊橋を建設する必要があるという記事を寄稿している。

道路交通の障害となっているハルダンゲル・フィヨルドは、ノルウェー南西部に位置し、ノルウ

エー海から 140km 奥まで入り込んでいるフィヨルドである。橋の付近の水深は最大 500m で、周辺の山は 1,200m の高さまでそそり立っている。

ハルダンゲル・フィヨルドの横断は古くからフェリーで行われてきたが、時間がかかるフェリーの航路を極力短縮するため道路の建設が続けられ、現行の Bruravik と Brimnes を結ぶ国道フェリーの航路は 1976 年に開設された。その後、北岸の架橋地点 Vallavik とその北側の Granvin を結ぶ延長 7.5km の Vallavik トンネルの建設にとりかかり、1985 年 4 月に供用されている。このトンネルの完成がきっかけとなって、関係市による橋梁の検討委員会が組織されて橋梁計画の提案が国に出され、橋梁建設計画が具体的に動き出した。

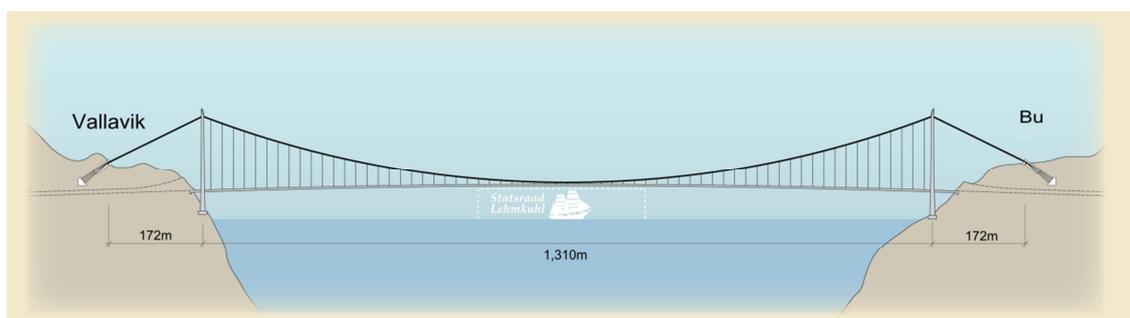
1988 年 4 月には国の公共道路庁 (Statens Vegvesen : Norwegian Public Roads Administration) がハルダンゲル橋の基本計画をまとめ、翌年、政府の案として承認されたが、建設着工までには長い紆余曲折が続くことになる。1996 年には政府の建設計画がノルウェー議会に上程されたが、議会はこの計画を否決し、凍結状態となった。ノルウェー議会がハルダンゲル橋を有料道路として建設することにゴーサインを出したのは、10 年後の 2006 年になってからである。

議会の承認を得て、政府は直ちに計画・設計に着手し、2008 年 3 月に終了した。2009 年 2 月には北岸の Vallvik 側のから取り付け道路の工事に着手、すぐに南岸の Bu 側にも着手し、トンネルと取り付け道路は 2010 年 12 月に完成している。

海面上 185m に達するコンクリート製の主塔は、2009 年 10 月に基礎工事に着手して以来、順調に進められ、2011 年 2 月には全体の架設が完了し、同 3 月には主塔の上部に主ケーブルを載せるサドルが設置された。橋梁本体の製作は、2009 年秋以来、ヨーロッパおよびアジアの各地で進められ、現地での架設、据付工事はコンクリートの主塔および取り付け道路とトンネルが完成した 2011 年から進められている。工事が順調に進めば 2013 年 6 月の完成を予定しており、供用時の交通量は 2,000 台/日を見込んでいる。

事業の概要

首都オスロと第二の都市ベルゲンを最短で結ぶ国道 7 号は、オスロを出て北西の方向に向かいハルダンゲル・フィヨルドの南岸で南の Odda 方面から来た国道 13 号と合流し、北岸側の Granvin、Voss を通ってベルゲンに向かう幹線道路であるが、ハルダンゲル・フィヨルドに阻まれているため、現行の国道フェリーに代えて有料の橋梁を建設し、旅行時間の短縮を図ろうとするものである。



ハルダンゲル橋側面図



ハルダンゲル橋と現道の接続
を示す平面図

本計画は、2.4km のトンネル、800m の道路および 900m の自転車・歩行車道からなる取り付け道路と全長 1,380m (中央径間：1,310m、側径間：北側 25m、南側 45m) の吊橋からなり、吊橋としてはデンマークのグレートベルト橋 (1,624m) より短い米国の金門橋 (1,215m) よりも長い。

ハルダンゲル橋は、北岸の Vallavik 側では国道 7/13 号の既存の Vallavik トンネルを広げて 3 方向に分岐するロータリー式の交差点(ラウンドアバウト)で現道に取り付け、南側の Bu 側でも同じ方式で新設するトンネルの中で国道 13 号に接続する。ラウンドアバウトの外円の直径は 55m で、中央島には直径 7m の柱が原地盤のまま残される。トンネルの中に大きなラウンドアバウトを設置するという発想は、固い岩盤を持ち平地の少ないフィヨルド地形ならではのものであろう。取り付け道路のトンネル幅員は 7.5m (全幅 8.5m) で、規制速度は 80km/h に設定される。

ハルダンゲル橋の箱桁の全幅は 20m、主ケーブル間の幅は 14.5m で、2 車線の車道 (2×4.5m) と片側に設置する自転車・歩行車道 (3.25m) で構成される。主塔の高さは海面上 186m で、航路のクリアランス高は 55m である。

事業主体は国道の管理者ノルウェー公共道路庁西部局 (Veidirektoratet)。総工費は 18 億ノルウェークローネ NOK (吊橋本体：14 億 NOK、取り付け道路：4 億 NOK) で、その 66% は 15 年間の料金収入、23% は地方自治体負担、11% は廃止される国道フェリーの運営費に相当する国費で賄われる。

両岸のトンネルと取り付け道路の設計はベルゲンのコンサルタント Opticonsult が担当し、工事はノルウェーの建設会社 AF Gruppen が総額 4 億 NOK で受注、現場の設計・施工監理は Magne MO が担当している。この工事の中には、吊橋の主ケーブルのストランドを分岐するためのスプレイチェンバーとアンカーを固定するための空間アンカレイジチェンバーの掘削工事が含まれている。

橋梁の設計はノルウェーの Forum Arkitekter が実施し、製作・架設はデンマークの MT Højgaard A/S が総額 13.5 億 NOK で受注、現場の設計・施工監理は Asbjørn Valen が担当している。橋梁の部材の調達先は世界各地に広がっており、ボックスガーダーは上海の振華港機械股份有限公司 (Zhenhua Port Machinery Co. Ltd) に、120 本のハンガーはフランス・リヨン近郊のアルセロール・ミタル社へ、アンカープレートはベトナムとポーランドの企業へ、吊橋の基本的な部材であるタワーサドル (3 トン/個) やスプレイスドル (23 トン/個) のような重たい鋼製部材は英国の Goodwin Steel Castings 社へ、またアンカー棒はイタリアの OMF 社へ、元請の MT Højgaard からそれぞれ下請けに出されている。上海で製作されている長さ 60m、重さ 400 トンの鋼製箱桁 23 本は、2012 年夏までに現地に到着し、海面から吊り上げて架設される予定である。

架橋地点が、片麻岩を主体とする固い岩盤からなる急峻な山が氷河に削られて V 字谷を形成しているというフィヨルド特有の地形的・地質的条件から、いくつかの設計上の特徴や工夫を見ることができる。

一つはトンネル坑口を高く広げたことである。吊橋の主塔は急峻な崖に設置せざるを得ず、側径間は北側では 25m、南側でも 45m しかなく、いきなりトンネルに入ることになる。設計を担当したコンサルタント Forum Arkitekter は、北の Vallavik 側では坑口から 100m の地点の天井高 6m を坑口に向けて上げていき坑口の高さを 23m、南の Bu 側では 15m にすることを提案した。このことにより、トンネルから橋に向かう運転者は早めに橋の存在を認知することができ、安全運転につながるとしている。

もう一つは主ケーブルのアンカレイジである。アンカレイジに関しては、通常の吊橋で使われるコンクリート製のアンカーブロックではなく、巨大な山の質量そのもので支える設計になっている。すなわち、両岸のトンネルの上部に 2 つのスプレイチェンバーとその斜め下に高さ 15m、横幅 40m の一つのアンカレイジチェンバーを掘削し、スプレイチェンバーでは主塔から入ってきたケーブルは上部に設置されたスプレイサドルを通して 19 本のストランドに分けてチェンバーの下部に固定し、27m 斜め下に掘られたアンカレイジチェンバーの天井のアンカレイジプレートに固定されて緊張された。このように、主ケーブルのアンカレイジは両側ともトンネルの中で処理されるので、景観に与えるインパクトは小さいと評価されている。

ハルダンゲル橋（中央径間 1,310m）が 2013 年 6 月に完成すると、その時点では世界 8 位、建設中のメッシナ海峡大橋（同 3,000m）、トルコのイズミット湾大橋（同 1,668m）が完成すると世界 10 位の吊橋となる。

（文責：荒牧英城）

[参考資料]

- ・ 国際建設情報／2012 年 2 月「フィヨルドに架ける支間長 1,310m の有料吊橋（World Highways 11/2011）」
- ・ Hardanger Bridge (2013) / Structure
- ・ Staten vegvesen : Hardanger Bridge Information
- ・ Staten vegvesen : Hardanger Bridge Technical Brochure
- ・ Hardaberg Suspension Bridge – Road Traffic Technology
<http://roadtraffic-technology.com/projects/hardangerbridge/hardangerbridge2.html>
<http://roadtraffic-technology.com/projects/hardangerbridge/hardangerbridge3.html>