

■ ノルウェーの世界最長・最深の海底道路トンネル

国建協情報 2016 年 3 月号 (No.853) 掲載 【要約版】

ノルウェー第 4 の都市で北海油田開発基地ともなっているスタヴァンゲル近郊の世界最長・最深の海底道路トンネルプロジェクトを中心に、大西洋（ノルウェー海）に沿った野心的な道路プロジェクトを紹介したい。

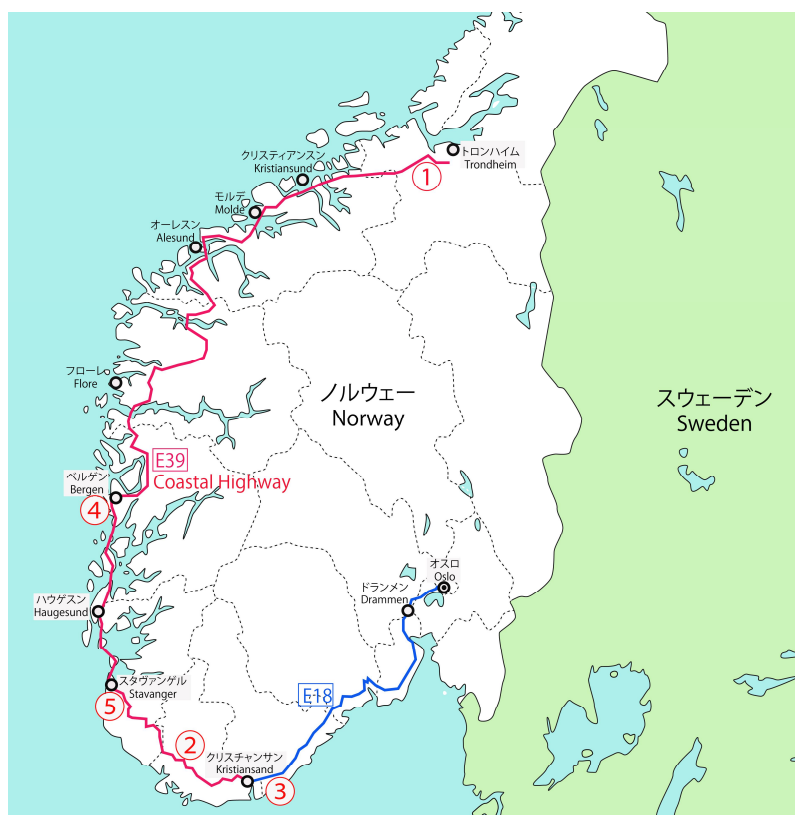
1. 事業の背景

欧州自動車道路（E-road Network）E39 は、オスロの北 500km に位置し中部ノルウェーの中心地であるトロンハイムからベルゲン、スタヴァンゲルなど、いくつかのノルウェー海沿岸の主要都市を経由して南端のクリスチャンサンから海を渡りデンマークのオールボーに至る 1,330km の国際道路であるが、その大部分の 1,100km はノルウェーの西海岸を通る。

E39 のノルウェー区間（トロンハイム～クリスチャンサン）は、多くのフィヨルドが複雑に入り込む地形であることから、国際的な重要路線であるにもかかわらず、運転者はこの間 8 回もフェリーに乗り換えるか遠く迂回することを余儀なくされており、21 時間を要する。

そこで、ノルウェー道路庁（NorRoad : Norwegian Public Road Administration）は北のトロンハイムから南のクリスチャンサンまでの E39 を「Coastal Highway」と名付け、8 カ所のフェリー区間を橋かトンネルなど Fixed Link に置き換える「No-Ferries プロジェクト」に取り組み、なんとか 13 時間で結ぶことを目指している。

ノルウェー政府は 2001 年に「国家交通計画」（National Transportation Plan）を策定するに当たり、道路事業の執行において PPP 方式が従来の公共調達方式に比べて効率的かどうかをチェックするため、プライオリティの高い E39 の 2 区間とクリスチャンサンから首都オスロに向う E18 の 1 区間を DBFO 契約（Design, Build, Finance and Operate）による



E39 Coastal highway と PPP 方式プロジェクト位置図

PPP 方式で整備することを決定した。E18 は、英国北アイルランドのクレイガヴォンをスタートしニューカッスルを通り北海を渡ってノルウェーのクリスチャンサンに上陸、首都オスロからストックホルム、ヘルシンキを通してロシアのサンクトペテルブルグに至る 1,890km の欧州自動車道路で、ノルウェー政府は E18 の国内の起点クリスチャンサンとオスロを結ぶ区間を E39 と同様に重視している。

2001 年策定の「国家交通計画」で PPP 方式による道路整備の対象になったのは以下の 3 つの区間であり、2003 年から 2009 年にかけて整備が進められた。

① E39 Klett ~ Bårdshaug

トロンハイムの南西 22km の町で E39 の起点となる Klett から西に向かいオルカンゲルの Bårdshaug に至る 30km を対象。全区間のうち、中間部の Øysand と Thamshamn 間 22km にトンネル 10km、12 本の橋梁などを含む往復 2 車線の新線を建設することにより、2.4km の距離短縮と 25% (5~6 分) の時間短縮を図る。

② E39 リュングダール (Lyngdal) ~ フレккеフィヨール (Flekkefjord)

クリスチャンサンの西、ノルウェー半島最南端のリュングダールから西側のフレккеフィヨールに至る 39km 区間 (18km の新線建設とトンネルの拡幅を含む 21km の現道改良) の整備により、大幅な安全性の向上、距離および時間短縮を図る。新線の区間には、8 つの橋梁 (最長は 570m の Feda 橋) と 7 本のトンネル (190~1,950m) など、多くの構造物が含まれている。基本的には往復で 2 車線 (3.25m×2+路肩 2m=全幅 8.5m) であるが、必要な個所には追い越し車線を付加した。

③ E18 グリムスタ (Grimstad) ~ クリスチャンサン

E39 と分岐するクリスチャンサンから首都オスロに向かって東側のグリムスタに至る 38km の往復 4 車線 (3.5×4+路肩+分離帯=20m) の高速道路の建設と運用。現道に比べて 3km の短縮を図り、現道での旅行時間 40 分を 30 分に短縮することを目指したプロジェクト。

同種の PPP 方式による道路整備プロジェクトとして、

④ E39 Svegetjørn ~ Rådal (北のベルゲンと南の Os を結ぶ 18km 区間の往復 4 車線の自動車道、うち 14km はトンネル工事)

⑤ E39 Hove ~ Ålgard (スタヴァンゲルの南 14km の往復 4 車線の自動車道)

などのプロジェクトが控えている。

2. 事業の概要

E39 の海底トンネルとして、登場するのはノルウェー第 4 の都市で北海油田開発基地ともなっているスタヴァンゲルから北側のノルウェー第 2 の都市ベルゲンに向かう E39 のうちスタヴァンゲルと北側の都市ハウゲスンを結ぶログファストトンネルであるが、規模が大きく技術的困難さも大きいことから、着工は 2016~2017 年と見込まれている。そこで、その前段として、同じスタヴァンゲル近郊で E39 より内陸を南北に走る国道 (Riksvei) Rv13 号の長大海底トンネルを含む Ryfast プロジェクトと E39 の都市トンネル Eiganes トンネルに取り組んでいる。

(1) 国道 Rv13 Ryfast プロジェクト

スタヴァンゲルは人口 20 万人のノルウェー第 4 の都市で、1970 年代に北海油田の基地として急速に成長した町であり、ブレーケストーレン（教会の説教壇）と呼ばれるフィヨルドの水面から 600m の高さにそそり立つ岩で有名なリーセフィヨルド（Lysefjord）への観光拠点でもある。

国道 Rv13 号の Ryfast プロジェクトは、スタヴァンゲルとフィヨルドを挟んで東対岸の小さな町タウ（Tau）の南 5km 地点にあるフェリーの発着場 Solbakk とを結ぶもので、タウと Hundvåg を結ぶ東側の 2 本の Solbakk（Ryfylke）トンネル（14.3km）とスタヴァンゲルから Buøy 島（Hundvåg）に至る西側の Hundvåg トンネル（5.5km）を含む 53km の道路新設プロジェクトである。

Ryfast プロジェクトの事業費（2014 年時点）は 64.29 億クローネ（855 億円）で、80%を料金収入、14%を中央政府、6%を地方債で調達する予定としている。

Ryfast プロジェクトは 2019 年夏までの完成を見込んでおり、完成した暁には、現在、タウへスタヴァンゲル間を運航しているフェリーサービスを代替するものとなる。タウは小さな町で、スタヴァンゲルからフェリーで 45 分かかるが、トンネルができるとわずか 15 分で往來することができ。このプロジェクトでは、単に旅行時間の短縮だけではなく、スタヴァンゲルに近い Buøy 島（Hundvåg）はもとより対岸の Strand 地域をもスタヴァンゲルの通勤圏内とし、宅地開発などの進展が期待されている。

(2) E39 Eiganes トンネル

E39 の Eiganes トンネルは、スタヴァンゲルの町中の渋滞を解消するために建設される 3.7km の都市トンネル（2×2 車線）で、上述の Ryfast プロジェクトの二つのトンネルはこのトンネルから分岐する。延長は短い、Hundvåg トンネルの一部、一般道とのアクセスランプ、ラウンドアバウトなども含んでおり、構造が複雑で工法的にも制約があるところから、延長の割には割高となっている。2014 年時点の事業費は 28.9 億クローネ（約 385 億円）で、51%を料金収入、49%を中央政府で賄うこととしている。供用は Ryfast プロジェクトと一緒に 2019 年の秋を目指している。

(3) E39 Rogfast トンネル

E39 Rogfast トンネルプロジェクトは、スタヴァンゲルの北側に広がるフィヨルドをトンネルで横断して北のハウゲスンと南のスタヴァンゲルを連結する延長 27km（別途、中間部の Kvitsoy 島に接続するための 4km、最大縦断勾配 7%のランプが付加される）の海底トンネルプロジェクトである。最も深いポイントは水面下 390m にもなり、完成すると世界最長、最深の水底トンネルとなる。2015 年時点の推計事業費は 142 億クローネ（約 1,900 億円）にのぼり、その場合、国の負担は 20%で、残りの 80%は料金収入を充当する。料金のレベルはフェリー料金と同程度で、供用後、料金徴収のために設立された特別目的会社が 20 年間料金を徴収し、その後は無料開放となることが想定されている。

27km にも及ぶ 2×2 車線（幅 10.5m）の海底道路トンネルは、世界的にも例がないことから、換気施設、非常用施設についても慎重に調査・研究が進められている。設計に当たる COWI（デンマーク）と SINTEF（ノルウェー）は、換気用の立坑を 3カ所、非常時に車両が隣のチューブ

に移動するための連絡路を3カ所、250m 間隔（縦断勾配 5%以上の区間は半分の 125m ピッチ）で歩行者用の避難路を設置（130 カ所以上）することなどを考えている。なお、当初の設計では 7%の縦断勾配を採用して延長を 25.5km としていたが、EU 基準の許すところとならなかったため、最急縦断勾配を 5%に落としてトンネル延長を 27km に延ばしたという経緯もある。

トンネルの掘削方法は、TBM によるのか従来方式の発破工法によるのかはまだ決定されていないが、入札のプロポーザの段階で決められていくことになる。工区は 3 つに分けられる予定。Kvitsoy 島を挟んで北と南のトンネル本線で 2 本、Kvitsoy 島への接続ランプ（縦断勾配 5%）で 1 本となる予定である。なお、現在検討中の Kvitsoy 島のインターチェンジは、地形等の制約で 4 つのランプを 2 階建てで処理することが考えられているが、この設計は「トランスヨーロッパ道路ネットワーク」（TERN）の安全基準（safety directives）が許すところとはなっておらず、特別の許可を得るにはさらなる検討が必要とされている。

2016 年中の契約手続き、着工、2024 年の完成が予定されている。

3. 今後に残るいくつかの課題

8 つのフィヨルドを克服して fixed link で Coastal highway を繋ぐという悲願に向かってスタートしたばかりで、まだ前途には厳しい道のりが残っている。残されたフィヨルドには、幅 5km、深さ 1,250m（ソグネフィヨルド）になるものもあり、橋やトンネルの従来工法でこれを克服することはできないので、浮橋、水中トンネル、超長大吊橋など革新的な技術開発に取り組む必要があるとしている。

最長、最深の海底トンネルで最も懸念されるのは安全性の確保である。トンネル内での衝突、火事、エンジンの故障、急減速などの突発事は大きな災害を招きかねず、世論の批判を招きかねないことから、道路庁も設計者も適切な対応が迫られている。今後実施される安全対策およびその効果についても注目していく必要がある。

参考：[Statens vegvesen – Ryfast Information Video \(You Tube\)](#)

[参考資料]

- ・ 国際建設情報 2015 年 5 月号（World Highways 15.01.02）
- ・ <http://tunneltalk.com/Norway>
- ・ PPP Project E18 Grimstad – Kristiansand Norwegian Public Roads Administration
- ・ PPP Project E39 Klett – Bårdshaug Norwegian Public Roads Administration
- ・ PPP Project E39 Lyngdal – Flekkefjord Norwegian Public Roads Administration
- ・ Rv.13 Ryfast E39 Eiganestunnelen Information meeting-procurement of electrical equipment Statens vegvesen 26.02.2015
- ・ Eiganes tunnel / Ryfast Worlds longest sub-sea road-tunnel, a city tunnel, and a sub-sea city tunnel Staten Vegvesen
- ・ Planning for another world record subsea link - TunnelTalk