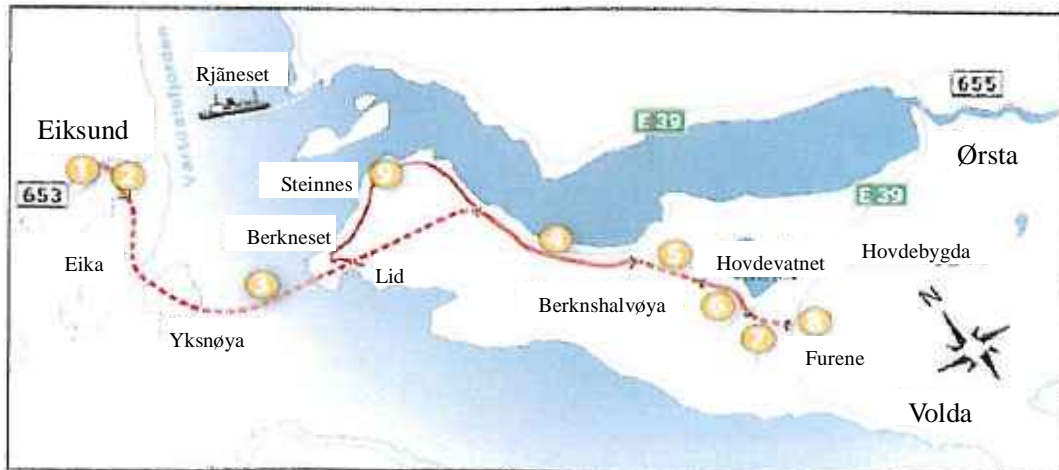


ノルウェーで建設中の最深-海底道路トンネル (TTC : Feb.2005)

ノルウェーは多くの道路連絡網，特に海岸から沖のコミュニティへ向かう連絡網を改善中である。編集者の Lawrence Williams は，そのようなプロジェクトのひとつで，Hareid，Herøy，Sande と Ulstein の島々のコミュニティをつなぐ Eiksund tunnel を訪問する。このトンネルは，完成すると世界で最も深い海底トンネルとなる。



1970 年代の終わりまで数多くの大きな橋梁がノルウェーのフィヨルドを跨ぎ，あるいは海岸沿いの島々の間に架けられた。スパン間が増大した結果コストが嵩み，横断のためのポンツーン橋の代替手法として沈埋トンネルや岩盤トンネルが検討された。ノルウェー初の海底道路トンネルは 1979 年から 1983 にかけて Vardø で建設された。Vardø トンネルの開通後，ノルウェーでは 22 本の海底トンネルが建設され，供用されてきた。

TTC とその前身である World Tunnelling 誌では，これらのトンネルのうち，いくつかをレポートしてきた。最も新しく，そして深い海底トンネル Eiksund tunnel は現在建設中である。2007 年にこのトンネルが開通すると，ノルウェーの海底トンネル総延長はおよそ 100km になる。

Eiksund tunnel は，構想から入札に至るまで 25 年を要した。Eiksundsambandet 株式会社は，トンネルの運用と資金調達のために 1978 年に設立され，独自の道路・トンネル・橋梁の連絡計画を 1986 年にまとめ，1992 年に計画は最新化された。

その後 Eiksund 連絡計画は，トンネルの計画がノルウェー道路・道路交通計画に組み込まれた後に Vegvesen 州とノルウェー道路公団に引き継がれた。新しいルートが作成され，1997 年 2 月に承認された。

ノルウェー国会は，計画が 2002 年から 2011 年の国家交通計画の最優先事業に指定された後に最終承認し，2003 年 2 月について工事が開始された。3 本のトンネル，1 橋の橋脚と補助道路の工事を含むプロジェクト全体のコストは 813 百万 NOK (130 百万 US\$ 約 1350 億円余)。建設資金は，地方公共機関の補助 (41 百万 NOK)，道路財源補助 (163 百万 NOK) 政府補助 (609 百万 NOK) から集められる。

プロジェクト

プロジェクトの様々な要素を上記の地図上に示す。

Eiksund - Eika 間の延長 735m の新設道路

延長 405m の Eiksund 橋

最深部で海面下 287mに達する延長 7,765mの Eiksund トンネル
Steinnesstanda - Vikaura 間の延長 2,970mの道路
延長 1,160m の Helgehorn トンネル
延長 1,075mの Hovdevatnet 道路
延長 630mの Morkas トンネル
主要 E39 西海岸高速道路との Furene 交差
延長 4,300m に渡る現存地方道 Fv47 の高規格化



Eiksund 橋（上の写真）は道路連絡網の重要なキーリンクである。Eiksund トンネルは事実上、直線で橋の上に出る、橋は、Eiksund に至る最後のあるいは Eiksund からの最初の数 100m 区間運転者を運ぶ。それはすでに順調に建設中で今年の前半で完成の予定である。橋はコンクリート構造で幅は約 9.3m である。船舶用水路とのクリアランスは、高さ 16m、メインの 2 橋脚の離隔は 20m である。橋脚上の工事が完了すると、西側からトンネルの 2 つ目の切羽掘削が開始される。

完成時には、トンネルと連絡道路は、島々のコミュニティ約 20,000 の人々を往來のためのフェリーから開放することになるだろう。それなりの規模であるメインランドの Ørsta や Volda の町を含むと 40,000 の人々に通学、仕事、ショッピング、公的私的サービス、造船や鉄鋼などの地域産業、そして胸がときめくような山々や海岸線の風景に容易なアクセスを提供し、地方全体のコミュニケーションが改善されることになるだろう。

目下、島々を運行しているフェリーは 1 日当り約 700 台の車を運んでいる。トンネルリンクによりすぐに道路交通量は 30% 増加し、その後は 1 年に 1% ずつ、増加すると予測されている。

EIKSUND Tunnel

Eiksund Tunnel, それ自体はプロジェクトコストの主要な部分を占める。完成後の延長約 7,765m, メインランドから海底に潜り、小さな Yknsøya 島の下を通過して Eika 島で地表に出、そこから Eiksund へ向かう橋に連絡する。Eiksund の西端でトンネルは 9.6% というかなりの急勾配となり、ノルウェー道路基準で低速車専用車線を含めて 3 車線を許容する T11.5 (幅員 10m) である。トンネル東端の勾配は 7.6% で、ここは 2 車線のみを許容する T8.5 (幅員 7m) 基準で建設される。

トンネル建設は、プロジェクト全体工事費の約半分に相当する 378 百万 NOK (60 百万 US\$; 約 630 億円余) の契約でノルウェー政府、ノルウェーの建設会社 Mesta AS により請け負われている。

TTC が訪問した時、トンネルの施工は東坑口からのみ行われており、坑口から約 800m 進捗していた。西坑口からのトンネル施工は、Eiksund 橋を渡ってアクセスが可能となる 2005 年 5 月から開始される予定である。

掘削はモンタベール社製のドリフタを装備した AMV 社製の 3 ブームコンピュータドリ

ルジャンボを用い発破工法で行われている。ジャンボは Bever コントロールによりコンピュータ化されている。掘削中の区間は 2 車線区間の T8.5 セクションである。1 サイクルで延長 105.5m の穿孔が行われ、平均掘進長は 1 発破当り 4.8m である。発破にはスラリー混合火薬が使用され、スラリーは切羽でポンプにより発破孔内に充填される。

サブコントラクタの K.A.Aurstad 社のズリ出しには、Gjerstad 社製サイドダンピングバスケットを装備した Volvo L330 ホイールローダが使用されている。このサイドダンピングバスケットの使用は、ズリ出しを短いサイクルタイムで実施するために、ノルウェーの道路トンネル工事では事実上の標準形態になっているようである - TTC2004 年 11 月号ページ 19 参照。同じバスケットを装備した、より小型の Volvo L220E も予備機としては十分である。新しい 24m³ の能力を持つ Volvo semi がすでに発注済みで、今年の早い時期に使用が開始される予定である。西坑口で掘削が開始される際には、同社は同様のズリ出しを計画している。

その最深部でトンネルは海面下約 287m に達する。これは海底面とトンネルの間に約 61m の岩盤を残すことになり、世界最深の海底道路トンネルとなる。一月中旬までに東坑口から約 1,200m 進捗する。

支 保

初めのうち、トンネルはいくらか斑レイ岩が貫入した良好な帯状あるいは眼球状の片麻岩内を掘削し、支保はほとんど長さ 3 m と 4 m のロックボルトをトンネル 1 m 当り 3 ~ 4 本施工するのみであった。ロックボルトの供給会社は、Ørsta stal で彼らはちょうど Eiksund Tunnel からフィヨルドを渡った場所に主工場を保有している。実質的に Ørsta stal はノルウェーの全海底トンネル向けの標準的なロックボルトを製造している。同社製の 3 m と 4 m の標準コンビコートレジソロックボルトは陸上部のトンネルで使用され、トンネルが海底下に入ると同社の特殊高耐食性 CT ボルトシステムにスイッチされる。Eiksund Tunnel で使用されるロックボルトのおよそ 50% は CT ボルト仕様となっている。

CT ボルトは、コンビコート（溶融亜鉛メッキとエポキシ粉体コーティング）されたボルトとエクспанションシェル、ボルト全長に装着された特殊なポリエチレンスリーブ、そして後端部の注入口を一体化した球面状ドームのシステムである。ボルトはそのエクспанションシェルにより固定されその施工中にプレストレスが与えられる。グラウトは注入口を通してポンプ圧送され、ポリエチレンスリーブの中のボルトに沿って進み、孔壁とポリエチレンスリーブの間を戻って環状部分を一律に充填し、空気や水を追い出す。これによりボルトが正しくグラウトされていることを保証する。

このシステムの基本的な優位性は、先端定着の即時支保（エクспанションシェルによる）の利点と、施工時にその場ですぐにでも、あるいは短時間のインターバルを取った後でも、いずれにおいても注入ができるという利点の組合せであると説明されている。ポリエチレンスリーブによるグラウト分配の均等性は、一度ボルトが施工されるとシステムの完全性に貢献する。

CT ボルトは経験されてきた湧水全てが塩水である海底下の攻撃的な環境においても 50 年の寿命を持つようにデザインされており、トンネルのように長く供用される構造物には申し分なく適している。

“ Eiksund Tunnel で使用されるロックボルトのおよそ 50% は CT ボルト仕様 ”

ボルトが施工されると、トンネルは AMV6400 機械化された吹付け機により 7~9cm の吹付けコンクリートで被覆される。

トンネルは 32m の非常駐車帯を 500m 毎に設けて掘削され、そのうちの 3 箇所ではトラックの U ターンポイントが建設される。

TTC がトンネルを訪問した時、湧水が予想よりも若干多かったため、インジェクション注入が行われていた。2 台の PUMPAC ポンプ、2 台の CEMAG アジテータ、1 台の CEMIX WB ミキサ、1 台の LOGAC グラウトレコーダを含む Unigrout Platform からなるアトラスコプコクレリウスのシステムが使用されていた。湧水量は前シフトの 500 リットル以上 / 分から 250 リットル / 分まで減少していた。

トンネルが完成すると、40~50 基の常設換気ファン、5 台の CCTV ビデオ設備と 5 台の速度カメラ（トンネル内の制限速度は 80km / hr となるだろう）などの安全・喚気設備が設置される。

他のトンネルと道路

プロジェクトには他に 2 本のトンネル、延長 1,160m の Helgehorn トンネルと延長 630 m の Morkas トンネルが含まれる。どちらも Eiksund Tunnel から E 39 へ戻るメインランドリンクの一部である。工程ではこれらのトンネルは 2006 年の最初の 3 四半期~同年末、2007 年初頭に、それぞれにクリティカルプランより遅れて建設されると予測されている。どちらも 2 車線トンネル設計の標準である T 8.5 幅員 7m で建設される。

全体契約にはまた、新しいトンネルに繋がる色々な地表の連絡道路、1 本の雪崩防護道路を伴う地域への連絡を供給するトンネル坑口部からメインランドの半島部周辺に至る Fv47 道路を含む既設道路の高規格化が含まれる。この道路延伸には 60m の短い環境対策トンネルも含まれている。

謝 辞

TTC の訪問を受け入れ、様々な質問にお答えいただいた Eiksund Tunnel のプロジェクトマネージャー Vegvesen 州 の Svein Skeide 氏と、TTC の現場訪問の機会を作っていたいただいた Ørsta stal 社の営業責任者 Jørn Reite 氏に感謝する。 (訳 ; KFC 技術部)

