

日韓トンネル通信

編集/発行
特定非営利活動法人
日韓トンネル研究会

事務局：東京都千代田区飯田橋4-1-11
〒102-0072 信濃ビル6階
TEL 03-3265-8813 FAX 03-3237-1012
E-mail office@jk-tunnel.or.jp

九州事務所：福岡市南区老司3-5-28-605
〒811-1346
TEL 092-566-7110
☎0120-09-2188



野澤太三 会長

第13回通常総会（2016年6月21日：東京で開催）での講演

テーマ：北海道新幹線の開業と今後の課題

講師：野澤太三（当会会長）

北海道新幹線は青函トンネルを含む82kmを客貨共用で開業した。そのため新幹線のスピードアップや本数増加が大きな課題となっている。課題を解決し安全性を高めるため、第二青函トンネルを建設し、旅客列車と貨物列車を分離することを提案した。

北海道新幹線には海底トンネルとしては現在でも世界最長53.85kmの青函トンネルがあります。英仏海峡トンネルも1994年に営業を始めています。この2つの海底トンネルは、日韓トンネル計画を具体的に進めるための示唆に富む課題や、それを克服した経過等を含んでいます。今回は今年春に開業した北海道新幹線の課題と問題点を取り上げ、その解決策を考えます。

1. 北海道新幹線の開業

北海道新幹線は2016年3月26日に開業し、午前6時35分発の一番列車「はやぶさ10号」が新函館北斗駅から東京駅に向けてスタートしました。大勢の関係者が集まり見守るなか、駅長が発車オーライと手を挙げた瞬間です（写真1）。

同日、北海道の木古内では上下2本の列車がすれ違った瞬間を住民の皆様が大漁旗を振って歓迎しました。漁業の盛んな地域独特の歓迎ぶり、他の駅でも旗を振り万歳するなど開通を祝いました（写真-2）。

今回の開業の特徴は青函トンネルを含む共



写真-1 新函館北斗駅を出発する一番列車



写真-2 木古内ですれ違う上り下りの新幹線

用区間82kmを客貨共用としたことです。しかし後述する問題も幾つか出てきています。



図-1 北海道新幹線の概要

東京駅から新青森駅までは、すでにJR東日本が東北新幹線を開業しており、今回は新青森駅から奥津軽いまべつ駅、青函トンネルを経由して木古内駅そして新函館北斗駅までの147kmが北海道新幹線として新たに開業しました(図-1)。

開業1か月間の実績では、在来線当時の約2倍、一日平均5600人ほどが乗って戴いています。各駅の利用者数は、新函館北斗駅が1800人、木古内駅が130人、奥津軽いまべつ駅が70人です。乗車率は27%ほどで、東北の方に行くにつれて次第に席が埋まり、東京に着くころにはいっぱいになっています。北陸新幹線の金沢の実績は在来線時の3倍で、それよりは少し小さい数字ですが、開業一か月で、まずまずというところです。

新函館北斗駅から札幌までの延伸工事は現在15年かかることになっています。延長距

離は211.5kmで普通ならば10年ほどで完成するはずですが。札幌の皆さんもそういう見通しを持っています(図-2)。

2018年のピョンチャン、2022年の北京、その

次の2026年の冬季オリンピックを札幌でもう一度という話も出ています。そうすれば札幌までの延伸を5年短縮することも夢ではありません。東海道新幹線は515kmを5年半で、山陽新幹線は500kmほどを5年で仕上げています。予算並びに裏付けとなるシステムを固めれば、十分時間短縮は可能です。



図-2 札幌までの新幹線延伸



写真-3 始発前に線路や架線を調べる確認車



写真-4 イーストアイ



写真-5 三線軌条用の除雪車



写真-6 ポイントの雪を吹き飛ばすエアジェット

2. 保 守

列車の安全運行のため、北海道新幹線でも東海道新幹線開業当時の確認車を使っています。毎日、始発列車の前には必ず確認車を走らせて線路の状況を確認します。こうした露払いの列車は、新幹線の安全性を担保するための大きな保障のひとつです。走行スピードが遅く時間がかかるので、時速100km程度までの速度アップが必要という意見もあります（写真-3）。

新幹線と在来線は電圧が違うなど課題もあり、架線を調べる高所作業車と架線延伸車も必要不可欠です。

また10両編成の新幹線が動けなくなったとき、450トン余りの重い新幹線を引っ張るのが入換動車です。新幹線一編成を動かして入れ替えるだけの重さと馬力があります。

イーストアイはJR東日本が保有する電気・軌道総合検測車の愛称で、東海道新幹線のドクターイエローを北海道新幹線向きに作りかえました。これを営業列車の間に挟み新幹線と同じスピードで走り、線路や架線、信号を点検して安全を確保します（写真-4）。

北海道新幹線は非常な低温下でメンテナンスを行います。本州とは雪の質も違います。除雪車には三線軌条を除雪するための切りかけがあり、レール面より下の雪を掻き取るプラグがついています。寒冷地向けの保守用車両のひとつのスタイルです（写真-5）。

雪や氷がポイントの間に詰まると転換ができなくなります。そこで圧縮空気を吹き付け雪を吹き飛ばすエアジェットを今回初めて導入しました。成績は非常に良く、これまでのところ雪の詰まりによるトラブルは出ていません。今後、ロシア等の寒冷地に新幹線が伸びていくときには、こういったシステムが非常に役に立つとみられています（写真-6）。



写真-7 車両基地

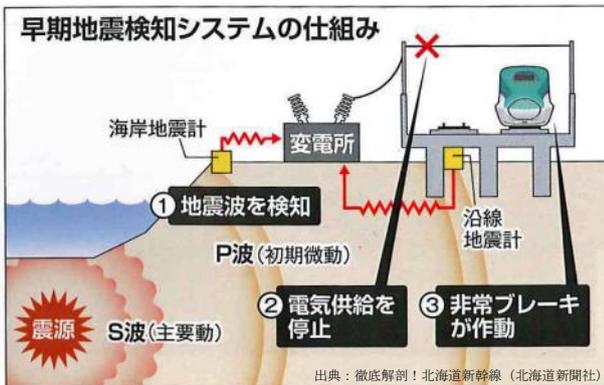


図-3 早期地震検知システム

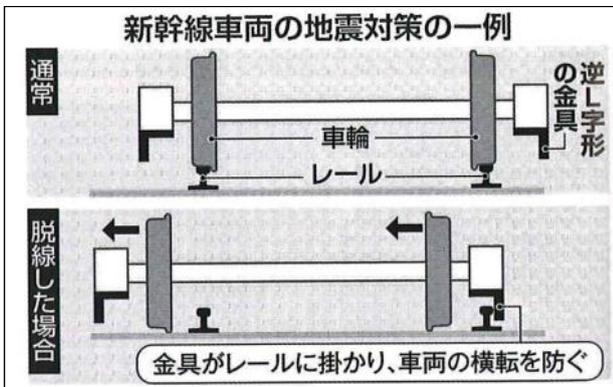


図-4 逸脱防止用の逆L字

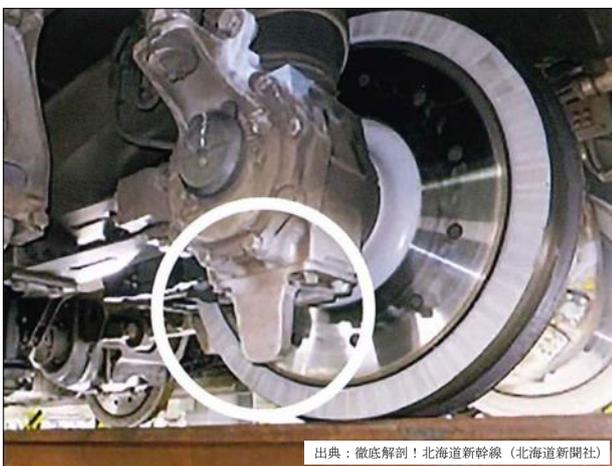


写真-8 取り付けられた逆L字金具

北海道新幹線の全ての車両は函館の総合車両基地で点検して出発させます。北海道新幹線と在来線との三角地帯を使ってできた車両基地です（写真-7）。

3. 安全システム

大地震に対応するのが早期地震検知システムです。地震が起こると震源からP波が先にやって来ます。そのP波を検知して変電所から直ちに地震警報を発し非常ブレーキがかかります。このシステムは東海道新幹線で開発したものをグレードアップしました。5年前の東日本大震災のときは時速220kmで走っていた東北新幹線が、このシステムにより時速70kmまで減速してから大きな揺れを受けました。これにより東北新幹線は脱線転覆等することなく停車できました（図-3）。東北地方太平洋沖地震の揺れ残りやひずみが北方に残っているという見方もあるので、なるべく早く検知システム全体が機能する必要があります。

地震で万が一脱線しても車両がスラブ軌道から逸脱しないように逆Lの金具を付けました。金具と車輪がレールをくわえ込み、逸脱や転覆を防ぎます。新潟県中越地震の時、上越新幹線で、脱線した車両の金具がレールに引っかかり、あまり大きく逸脱しなかったことを教訓として、北海道新幹線以降の車に付けることにしました（図-4、写真-8）。

構造物全体については、21年前の阪神淡路大震災の教訓から高架橋は鉄筋を整理し鉄板で補強しました。東日本大震災時に東北新幹線の電化柱が倒れたことから、その基礎の強化と門型への変更も検討しています。設計基準の強化もあり、先の熊本地震では九州新幹線の基本構造は持ちこたえ、震災後13日で復旧しました。その都度、反省し増強して今日の新幹線の安全は保たれています。

1908年3月	青函連絡船就航
1946年4月	青函トンネルの地質調査開始
1954年9月	洞爺丸台風で青函連絡船5隻遭難。乗客乗員1430人犠牲
1964年5月	新幹線規格の青函トンネル着工
1964年10月	東海道新幹線東京～新大阪間開業
1973年11月	北海道新幹線青森～札幌間の整備計画決定
1987年4月	国鉄分割・民営化。JR北海道など発足
1988年3月	青函トンネルが開業。青函連絡船運航終了
2005年5月	新青森～新函館(当時)間が着工
2012年8月	新函館(当時)～札幌間が着工
2015年1月	政府・与党が新函館北斗～札幌の開業時期を2030年度末とすることを決定
2016年3月	青森～新函館北斗間が開業

図-5 北海道新幹線開業までの歩み



写真-9 就航した英国製の青函連絡船とはしけ



写真-10 青函連絡船に貨車を出入りさせる作業



写真-11 洞爺丸台風で沈没した第十一青函丸

4. 北海道新幹線の歴史

北海道新幹線は今年開業しましたが、1964年の5月に青函トンネルが着工しているので50年以上かかったといえます(図-5)。

古い写真ですが1908年に青函連絡船が就航しました。当時は栈橋もなく、連絡船に「はしけ」で乗り移っていました。イギリスから買い入れたこの蒸気船で北海道と本州は4時間半で結ばれました。当時としては画期的な高速輸送システムでした(写真-9)。

昭和初期に貨車その他を連絡船の後ろから機関車で押し込む車両航送が始まりました。船の上下動や左右動はアプローチの橋げたである程度吸収でき、連絡船が便利になりました(写真-10)。

青函連絡船は1954年の洞爺丸台風で5隻が遭難し、乗客1430人が犠牲になりました。大勢の犠牲の上に青函トンネルの早期開通への機運が高まり、実現に向けて動き出しました。写真は洞爺丸台風で沈没した貨物船の第十一青函丸です(写真-11)。

5. 青函トンネルの建設

青函トンネルの構想段階で課題となったのが土被りです。ルート上の海の最深部は140mで、海底からトンネルまでの厚さ「土被り」は100mを確保することにしました。この土被り100mは、釧路その他での海底炭田の経験から緊急時の非常措置のために100mを残すと決めたことを当会副会長の濱建介さんから生前に直接伺いました。そこに本坑を1000分の12の勾配で引くと両側のアプローチを含め長さ53.85kmの世界一の海底トンネルになりました。

工事は北海道の吉岡から斜坑を下ろし地質と湧水その他を調べ、最終的に水が一番集まってくる斜坑底に排水基地を作り、集まった水を全部集めてポンプアップします。

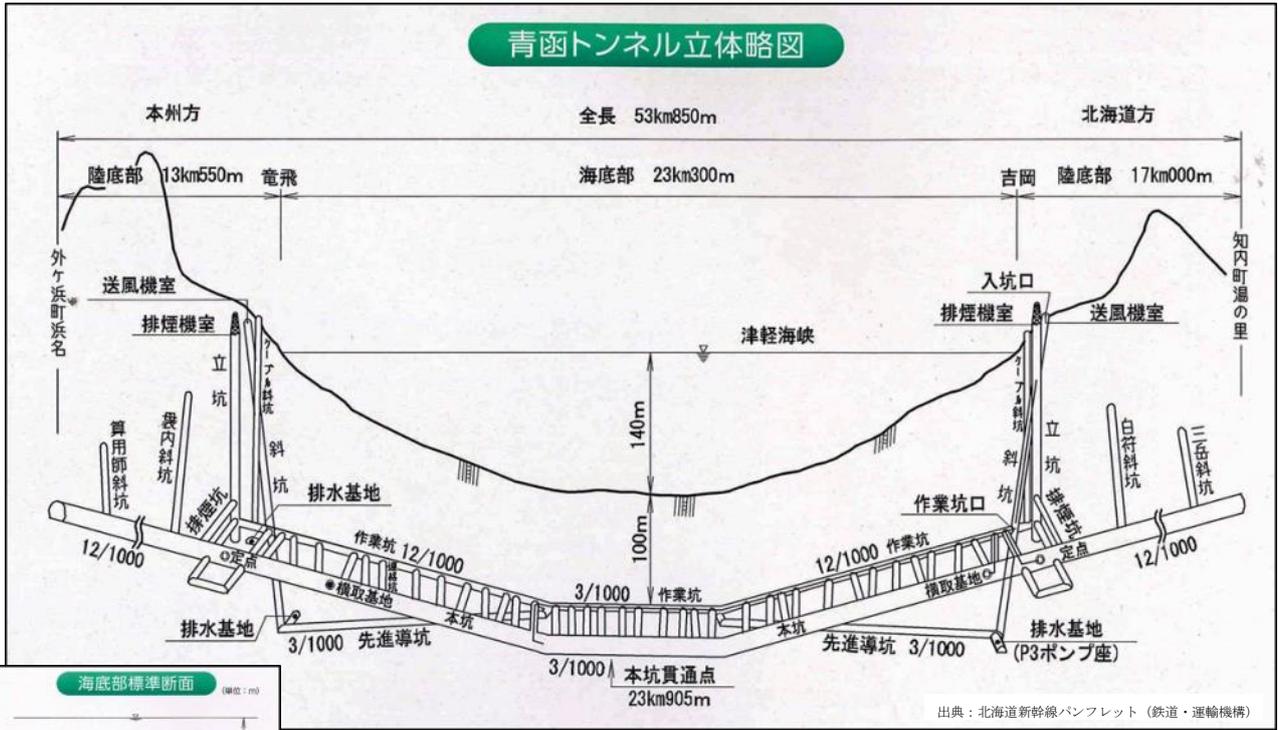


図-6 青函トンネル立体略図（上）と海底部標準断面（左）

同じことを本州の竜飛の方でも行い、排水基地を作り揚水しています。この二つの斜坑を作ることが工事の始まりでした。

そして先進導坑を進め、併せて作業坑を本トンネルと並行して掘る3本一組の複線の本坑が出来上がっています。途中に5、600m毎に本坑と作業坑を結ぶ連絡坑が掘っており、常時のメンテナンスは作業坑から出入りして行います。この作業坑には圧縮空気を外から送風しているため、万一火事など事故のときは、作業坑に避難すれば常に新鮮な空気が供給されている安全な通路になっています（図-6）。

青函トンネルをもう一本掘りたいという要望が非常に強いのですが、その場合には、これらの斜坑、水抜坑、排水ポンプそれら全てを利活用ができます。

現在、湧水量は1分間に約20トン出ています。もう1本掘る場合にも湧水量を毎分20トンから30トン以下に押さえれば、大体毎分

80トンまでは対応できるので、もう一本掘るだけの容量はすでに出来あがっていると考えてよいと思います。

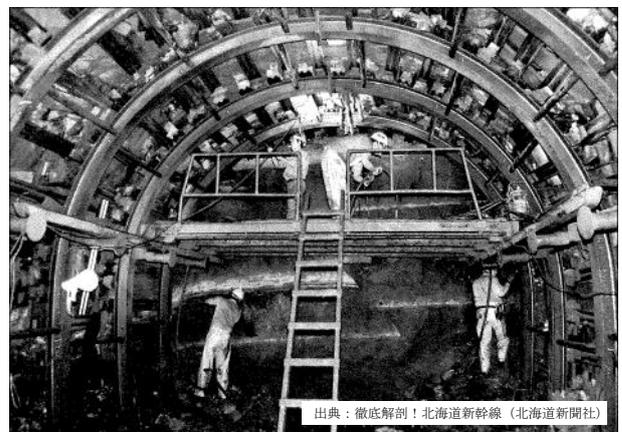


写真-12 H型鋼アーチ支保工で地山を支える

本坑はH型鋼を使い矢板を打ち込んでいく、当時としては最新のやり方で掘り進めました。コンクリートで巻くときにはそのまま埋め殺すことが可能になりました。それまでは支保工を外してからコンクリートを打つために非常に危険で時間もかかり、落盤で犠牲者が出るのがよくありましたが、H型鋼を使うようになってからは飛躍的に安全になりました（写真-12）。

表-1 鉄道トンネル工事における死亡者

トンネル名	延長 (キロメートル)	工期	死亡者 (人)	キロメートル 当たり	支保工
旧丹那	7.9	大7～昭9	67	8.5	木製
清水	9.7	大11～昭6	26	2.7	
関門(単線2本)	7.2	昭12～19	18	2.5	
北陸	13.9	昭32～37	25	1.8	
東海道新幹線	67	昭34～39	74	1.1	
新清水	13.5	昭38～42	14	1.0	鋼製
山陽新幹線岡山まで	58	昭42～47	33	0.6	
山陽新幹線岡山以遠	223	昭45～50	75	0.3	
東北新幹線	112	昭46～57	31	0.3	
上越新幹線	107	昭46～57	55	0.5	
青函	102*	昭39～60	34	0.3	ナトム
長野新幹線	63.5	平2～8	0	0	
東北新幹線盛岡～八戸	69.2	平3～12	4	0.1	
九州新幹線新八代以南	87.9	平3～12	0	0	

*青函トンネルの延長には先進導坑、作業坑を含む 出典：トンネルものがたり (山海堂)

トンネル工事での死亡者は、昔の木製支保工を前提としたやり方で掘った旧丹那トンネルが67人でキロメートルあたり8.5人、旧清水トンネルが2.7人、関門トンネルが2.5人でした。私が経験した新清水トンネルではキロメートルあたり1人で計14人の犠牲者が出ました。それがH鋼を使うようになってからは0.6人となり、ナトムで吹付やボルトの打ち込みで地山を安定させてからコンクリートを打つことで、新幹線の工事ではゼロという記録が続いています。これをTBMにすればさらに下げることができます(表-1)。

青函トンネルでは先進導坑と作業坑も含め34人の殉職者が出ました。竜飛にはこの34人全員の氏名を刻んだ慰霊碑があります。北海道新幹線の開業に当たり、北海道の高橋知事はここにお参りをしました。また、洞爺丸台風で犠牲となった1430人の慰霊碑が函館の方にあり、そこにもお参りをしてから開通列車に乗ったことが伝えられています。これだけの人柱が立っていることを青函トンネルを通るときは思い出して戴きたいと思います(写真-13, 写真-14)。

6. 北海道新幹線の課題

北海道新幹線の課題は、「もう少し速く走れないか」ということです。新函館北斗駅と札幌間が開通しても、今のままでは札幌・東京間は5時間1分かかり、3時間30分で結ぶ飛行機には対抗できず、青函トンネルの価値が現れてきません。4時間程度で結ばれることが大切です。

スピードアップと本数増加に響いているのは青函トンネルを含む共用区間82kmを新幹線が時速140kmで走っていることです。貨物列車と一緒に走ること自体が世界初ですが、安全面からも客貨共用はやめた方が良いというのが私の考えです。



写真-13 洞爺丸台風による海難者慰霊碑



写真-14 青函トンネル工事の殉職者慰霊碑

北海道新幹線延伸の展望		
区間	新青森～新函館北斗	新函館北斗～札幌
延長	148.8km	211.5km
客貨共用区間	奥津軽いまべつ～木古内(82km)	
開業	2016年3月26日	2030年(予定)
工事費	5500億円	16700億円
所用時間	4時間20分	5時間00分(未定)
運賃	22,180円	未定
本数	13本/日	未定

客貨共用区間の解消	
青函トンネル	53.85km
第2青函トンネルの建設	客貨分離
坑内設備	斜坑・排水施設の活用
速度向上	新幹線 140km/h → 300km/h

図-7 北海道新幹線延伸の展望

九州 1000万人	関門鉄道トンネル（在来線）	1944年
	関門国道トンネル（道 路）	1958年
	関門橋（吊り橋）（道 路）	1973年
	新関門トンネル（新幹線）	1975年
	第二関門トンネル（道 路）	-
四 国 400万人	神戸～鳴門ルート（道路、在来・新幹線）	1985年
	児島～坂出ルート（道路、在来・新幹線）	1988年
	尾道～今治ルート（道 路）	1999年
	紀淡海峡（道路、在来・新幹線）	-
	豊予海峡（道路、在来・新幹線）	-
北海道 500万人	青函トンネル（在来線・新幹線）	1988年

図-8 3島アクセスの比較

7. 第二青函トンネル建設の提案

第二青函トンネルを作って、単純に客貨を分離することを私は提案しています。それには5千億から6千億円くらいの予算が必要になりますが、工事期間を10年として年間数百億円で済むので、JRグループ全体の納税額などからすれば可能だと思います。

北海道の貨物を運ぶため青函連絡船をカムバックさせる意見もちらほら出てきています。しかし青函トンネルは洞爺丸事故を含めて大勢の犠牲の上に出来上がった、安全システムとして最も優れた仕組みです。青函連絡船のカムバックは、いかにも時代に逆行することになります。青函トンネルをもう一本つくるよう工夫することが安全で、早く、安くという意味で前向きなビジョンではないかというのが私の意見であり、提案でもあります。

共用区間の高速化については国も取り組んでおり、新幹線モードの時間帯づくりの他に、すれ違い時の減速や、貨物列車をそのまま詰め込む新幹線列車の導入なども開発中ですが簡単ではありません。共用区間は新幹線や在来線への指令システムが複雑になります。モードや電力、信号の切り替えもあります。単純化するにはやはり客貨を分離することが一番良いというのが私の考えです。

8. 北海道へのアクセス強化

九州や四国の開発のレベルに比べ、北海道は一段遅れています（図-8）。

九州の人口は約1000万人です。すでに関門鉄道トンネル、関門国道トンネル、関門橋、新関門トンネルが開通しています。さらに第二関門道路トンネルを作る計画が具体化しつつあり、九州には1千万人に対して5つのアクセスが間もなく出来上がります。

四国の人口は約400万人です。四国には、本四連絡橋が3本架かり、さらに今後の課題として紀淡海峡や豊予海峡を結ぶ構想や計画もあります。

それに比べ人口500万人の北海道は青函トンネルが一本だけです。もう一本車を運ぶルートがあっても良いと思います。そうすれば道路財源等の活用も可能になります。

英仏海峡トンネルではすでに車を乗せて運ぶシャトル列車が走り、アルプスのゴッタルドベーストンネルにも車だけを運ぶ列車が走っています。

海運や航空は随分頑張っていますが、天候の影響その他を考えると、陸路がもう一つ要るのではないかという考えです。3島のアクセスと同じレベルを維持しようとするなら、北海道はもうひと頑張りする必要があると考えています。

9. 今後の研究・検討課題

青函トンネルは複線断面で掘ったことも問題の解決をむずかしくしています。トンネルを増強するときは50年100年経ったときの再掘削を考えておくことが大切です。早くて安く安全な単線並列のトンネル構想が今後の研究課題です。

日韓トンネルを計画するときにも客貨分離の問題は大きなテーマのひとつとして浮かび上がってくると思います。