

参考資料

経緯

- 青函共用走行区間の新幹線の走行速度に関しては、安全性の観点から慎重な検討を要するため、当面は、新幹線開業前の在来線の特急列車と同等の140km/hとされているが、その整備効果を高めるため、200km/h以上の高速走行の実現が求められている。
- 高速走行の実現に向けた検討を行うため、H24年度に、交通政策審議会の下部組織として、「青函共用走行区間技術検討WG」を設置し、平成25年3月に「青函共用走行問題に関する当面の方針」をとりまとめた。



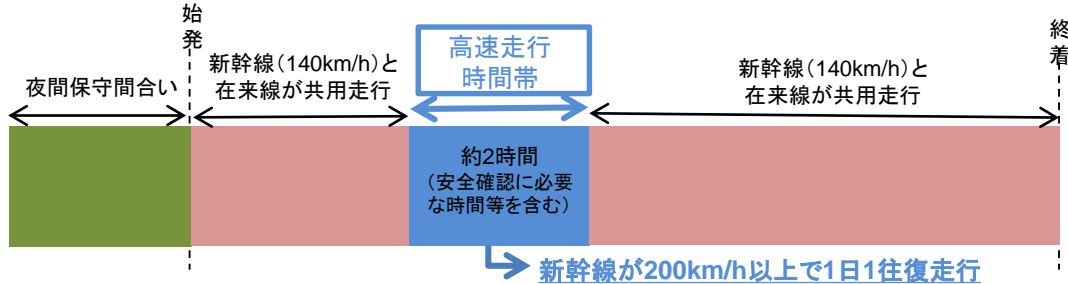
青函共用走行問題に関する当面の方針

- 「時間帯区分案」により、開業1年後のH29年春（防音壁等の完工時期）から1年後のダイヤ改正時H30年春に、安全性の確保に必要な技術の検証が円滑に進むことを前提として、1日1往復の高速走行の実現を目指す。
- 上記と並行して、「すれ違い時減速システム等による共用走行案」及び「新幹線貨物専用列車導入案」の技術的実現可能性の検討を深度化し、開発の方向性の見通しを得る。

短期的な方策

○ 時間帯区分案

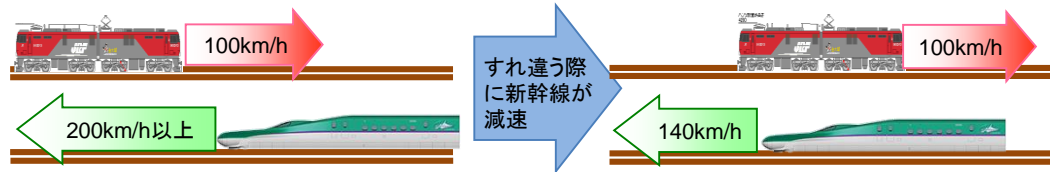
在来線列車と新幹線列車が走行する時間帯を分ける案



中長期的な方策

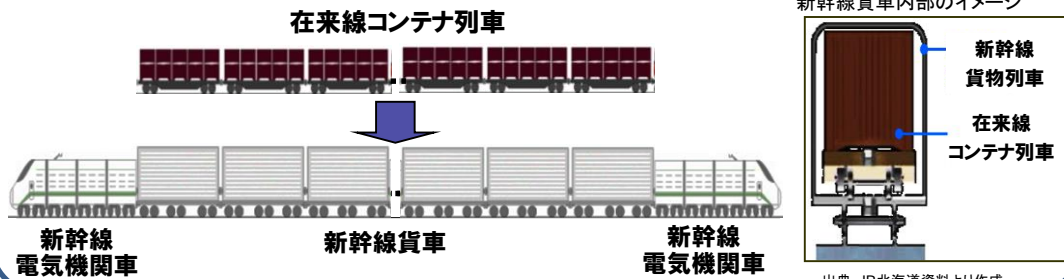
○ すれ違い時減速システム等による共用走行案

在来線列車とすれ違う際に新幹線列車が在来線並みの速度に減速すること等により、共用走行を行う案



○ 新幹線貨物専用列車導入案

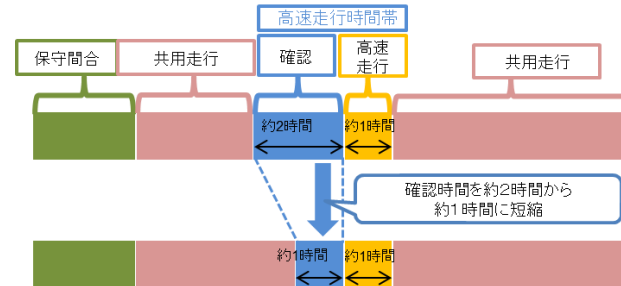
在来線貨物列車をそのまま搭載可能な新幹線タイプの車両を開発し、導入する案



○ 青函共用走行問題に関する当面の方針に従い、時間帯区分案では、次の技術開発を行ってきた。

(1) 確認手法の開発

- ・ 新幹線では、始発列車の走行前に、必ず『確認車』を走行させて、線路上等に支障が無いかを確認している。
- ・ 青函共用走行区間では次の開発が必要。
 - ① 貨物輸送への影響を軽減するために、新幹線走行前の線路支障の確認にかかる時間を約2時間から1時間程度に短縮する手法。
 - ② 3本のレール(三線軌)上の支障を確実に確認する手法。

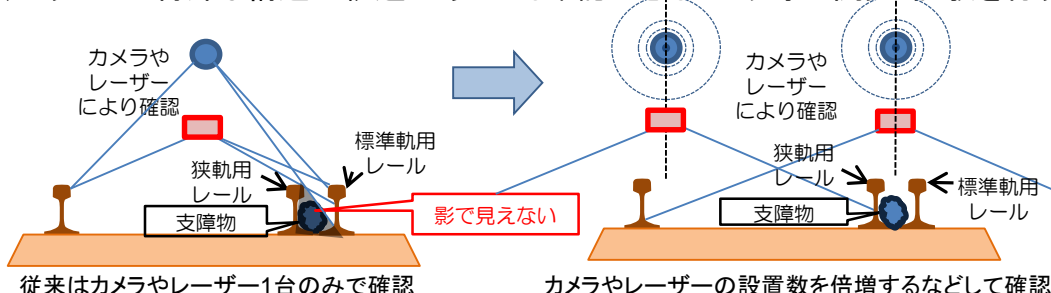


・ 新型確認車の開発・試験、確認手法の開発・試験

時間短縮のため高速で走行可能な確認車の開発・試験を行う。あわせて、三線軌の狭軌用レールと標準軌用レールとの間は狭く、見通しが良くないため、こういった特殊な構造の軌道であっても確認できるカメラ等の開発・試験を行う。



高速で走行可能な確認車を新たに開発

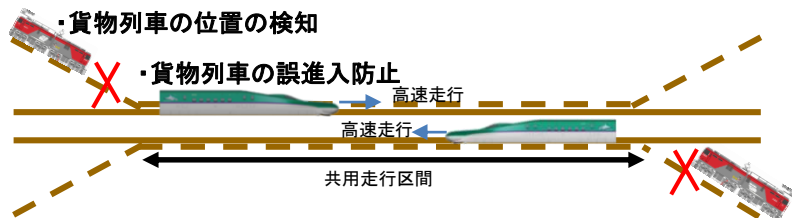


平成29年度内に完成する見込み

(2) 貨物列車の誤進入を防止する新たなシステムの開発

- ・ 対向線路も含めて走行している貨物列車の位置を適確に検知し、共用走行区間に貨物列車がないことを確認した後に高速走行を開始するシステム。
- ・ 高速走行している間は、共用走行区間に、貨物列車を絶対に進入させないためのシステム。

・ 運転保安システム・運行管理システムの開発



運転指令の運行管理システムに高速走行と共用走行の切替機能、状態監視機能等の追加

詳細設計・製作に向けて準備中

時間帯区分案における調整事項に関する勉強会

- ・本年1月18日の交通政策審議会青函共用走行区間技術検討WGへの中間報告では、時間帯区分案に関して「高速走行するために必要な保守作業時間」、「高速新幹線を走行させる時間帯の設定」について、今後関係機関において調整が必要とされたところ。
- ・これらの調整を促進するため、以下の2つの勉強会を開催し、関係者間での情報共有や意見交換等を行った。

青函共用走行区間における保守作業時間に関する勉強会

- ① 参加者
鉄道事業者、研究機関、保線関係企業 等
国土交通省鉄道局
- ② 検討事項
 - ・青函共用走行区間の特殊性
 - ・高速走行を実施するまでに必要な軌道整備等
 - ・高速走行実施後に必要な保守作業
 - ・保守作業を効率化する方法 等
- ③ 開催実績
 - ・第1回 平成28年4月28日
 - ・第2回 平成28年6月3日
 - ・第3回 平成28年7月6日
 - ・第4回 平成28年7月29日
 - ・第5回 平成28年8月19日

貨物列車のダイヤ設定に関する勉強会

- ① 参加者
鉄道事業者、国土交通省鉄道局
- ② ヒアリング対象
 - ・利用運送事業者、荷主企業
- ③ 検討事項
 - ・青函区間において運行されている貨物列車において、現在輸送が行われている貨物の内容
 - ・上記のそれぞれの貨物の荷主企業や消費者、ひいては北海道地域の経済にとって、その貨物列車のダイヤ(出発、到着時刻)がどのような重要性を持っているか
 - ・その他
- ④ 開催実績
 - ・第1回 平成28年4月28日
 - ・第2回～第4回 平成28年7月14日、20日、21日

軌道整備(レール削正)の必要性

レール削正の目的

- レール削正とは、レール頭頂面の凹凸(波状摩耗)を砥石を用いて削り、適正なレール形状に復元させ、あるいはレール内部に形成された疲労層を除去する作業。
- 高速走行に当たっては、より高いレベルのレール削正が必要となる。

(1) 波状摩耗対策

列車が繰り返し走行することにより発生する、レール頭頂面の微細な凹凸(波状摩耗)は、騒音・振動の増大や乗り心地の悪化、軌道や車両に劣化や疲労などの大きなダメージをもたらすため、定期的なレール削正が必要。



波状摩耗のイメージ※

整備が必要となる波状摩耗の波高
(整備目標値)

新幹線(210km/h以上)	0.2mm
新幹線(現行140km/h)	0.5mm

(2) 疲労層除去

列車の走行により車輪を通じてレールに与えられる繰り返し荷重でレール表面に形成される疲労層は、シェリング(貝殻状の損傷)、剥離損傷等を発生させ、場合によってはレール損傷の増加を招く可能性があるため、定期的なレール削正が必要。

疲労層: 車輪の繰り返し転がり接触によって、レール頭頂面付近に生じる金属組織の変形



シェリングのイメージ※



剥離損傷のイメージ※

※写真は在来線のもの

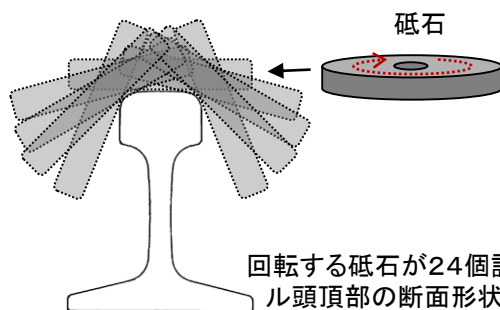
レール削正の方法

- レール削正は、専用の保守用車(レール削正車)によって行われる。
- レール削正車が1回通過して砥石で削ることを「1パス」という。レール削正車には、1パス当たり0.01~0.04mmの削正能力があり、レール損傷状況や削正目的によりパス数を決定する。
- 青函共用走行区間では、三線軌用レール削正車(24頭式)により、疲労層除去に6パス(3往復)、波状摩耗対策に12パス(6往復)の作業を行うこととしている。

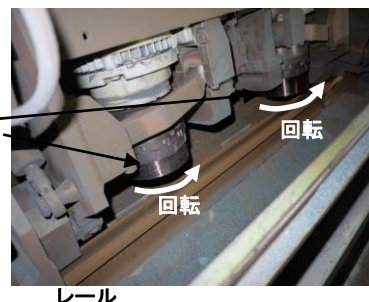
【レール削正車】



【レール削正のしくみ】



回転する砥石が24個設置されており、レール頭頂部の断面形状に合わせて削正



- 車両下部に取り付けられた砥石の位置をスライドさせることにより、新幹線用又は在来線用の削正車として使用可能。

- レール削正車の速度は4km/h程度。
- レール頭頂部の断面形状に合わせるため、1パス(片道)毎に砥石の角度を変えて削正。

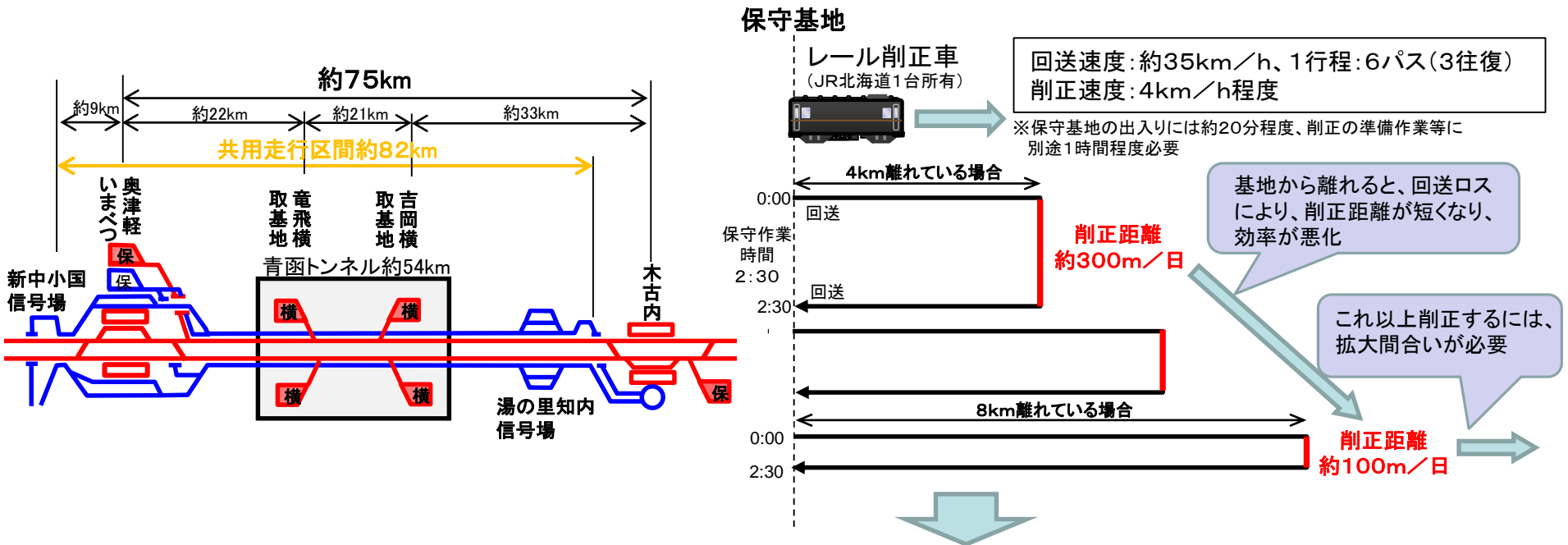
青函共用走行区間におけるレール削正

- レール削正車は、他の保守用車と同様に保守基地に配備され、夜間の保守作業時間帯に保守基地から本線に出て作業を行う。
- 青函トンネル(約54km)を含む青函共用走行区間(約82km)の場合、保守基地は奥津軽いまべつと木古内にあり、その間隔は約75kmと、他の新幹線の線区における一般的な保守基地間距離の2倍程度。このため、青函トンネル内には、竜飛と吉岡に保守用車の一時的な留置施設として横取基地が設けられている。
- 青函共用走行区間では、夜間の保守作業時間帯(※)が短いため、横取基地を活用してもレール削正車の回送等に時間を要し、レール削正のための作業時間が十分に確保できない。

(※) 現時点で設定されている作業時間帯

- ・通常間合いは2時間30分程度
- ・拡大間合いは4時間10分程度(今年度は4月から7月までは週1回、8月から12月まで(貨物の繁忙期)は2週に1回)

○ 一晩の保守作業時間でのレール削正のイメージ

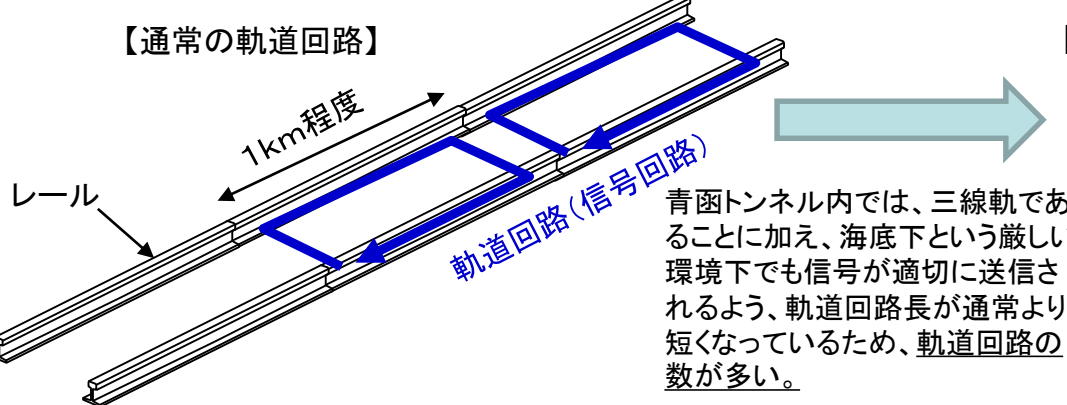


青函共用走行区間(約82km)のレール削正は、平成31年度までかかる見込み

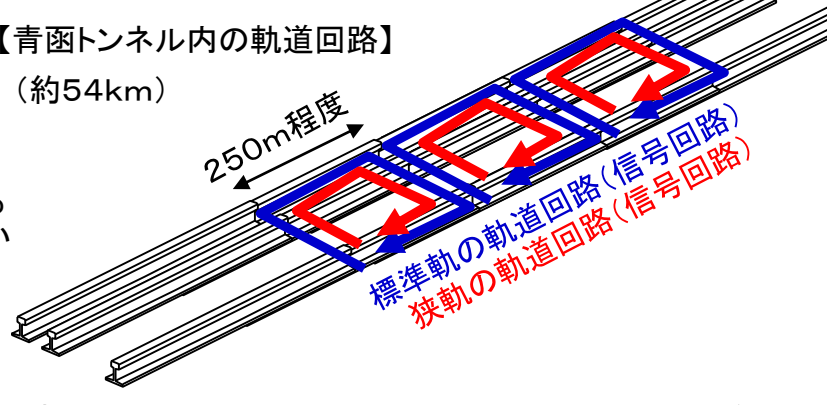
システム導入及び試験の見込み

○列車検知とATC信号送信のための軌道回路

- ・ 対向線路も含めて走行している貨物列車の位置を適確に検知し、青函共用走行区間に貨物列車が在線していないことを確認した後、高速走行を開始するシステムを導入する必要あり。
- ・ 三線軌道という構造上複雑な区間で、貨物列車の誤進入防止システムの改修を行うには、時間が掛かる。



約54kmであれば、通常100程度の回路数(上下線)となる。



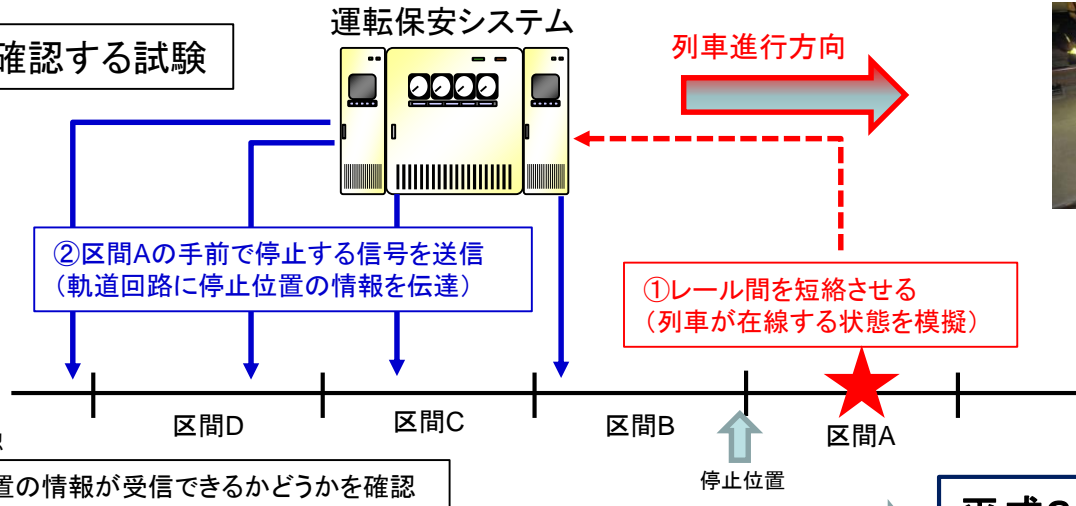
青函トンネル内(約54km)だけでも、600以上の回路数(上下線)となる。

○導入されたシステムの機能を確認する試験



信号確認のイメージ

※現地または信号通信機器室内で信号を確認



軌道短絡のイメージ

※写真のイメージは建設時のもの。今回のシステム改修に際しては、信号通信機器室内で軌道短絡の模擬を行い試験

③それぞれの区間で、停止位置の情報が受信できるかどうかを確認

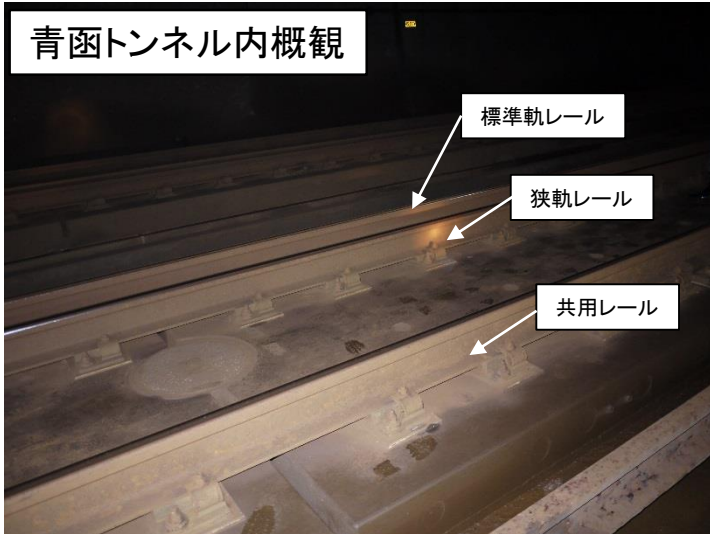
- ・ 短い保守作業時間帯の中で一つ一つの軌道回路について試験を行うため、時間が掛かる。

平成31年度までかかる見込み

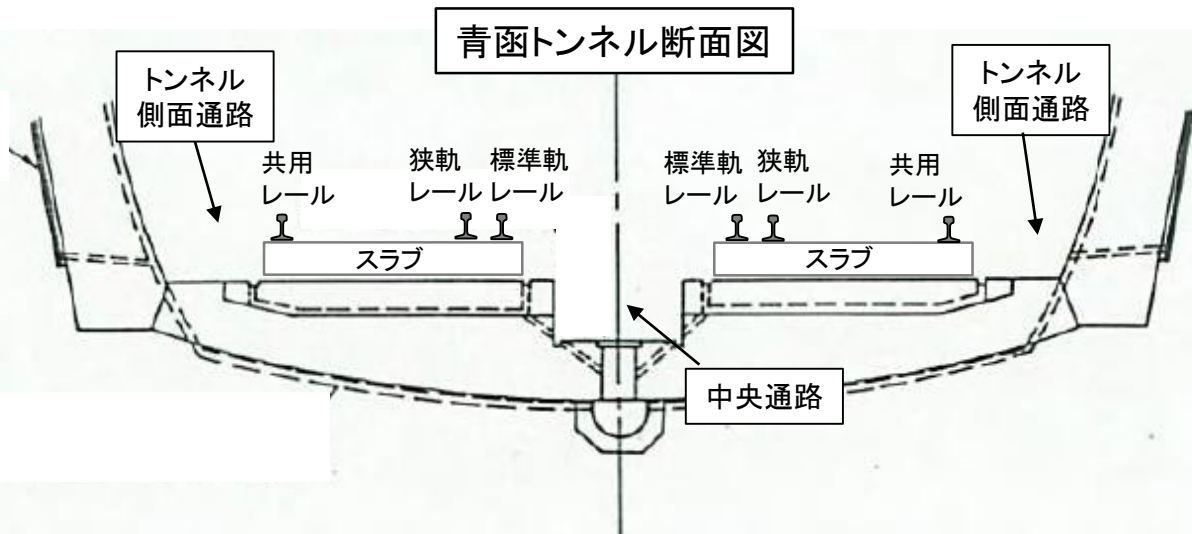
北海道新幹線 青函トンネルの軌道の腐食について

- ・青函トンネルでは、トンネル側面通路や中央通路に漏水が溜まっている箇所等において、レールの腐食が発生している。
- ・これは、列車の走行に伴い溜まった塩分を含む漏水が巻き上がってレールに付着し、腐食に至っているものと推定される。
- ・なお、トンネル上部などからの漏水が直接レールに付着することによる腐食は発生していない。

青函トンネル内概観



青函トンネル断面図



通常のレール状態


 一部区間でのレール腐食の状況
(漏水が溜まっている箇所で発生)


貨物列車への影響

保守作業時間の拡大が貨物列車に与える影響について「貨物ダイヤ勉強会」で検討した結果、未明に走行している荷主にとって必要性の高い貨物列車等のダイヤに一定程度の影響が生じることが判明。

○夜間に6時間の保守間合いを確保する場合の影響

・現行の保守間合いが拡大される場合、一部の貨物列車の到着時刻が遅れ、一定の影響が避けられない。

○昼間に3時間の間合いを確保する場合の影響

・夜間の保守作業時間帯とは別に昼間に3時間の間合いを確保することとする場合には、到着時刻が遅れる貨物列車がさらに増え、影響はさらに大きくなる。

○貨物列車を減便する場合の影響

・貨物列車の減便が行われた場合には、大きな影響が懸念される。

①書籍・雑誌の北海道への輸送の影響

(例)未明に走行している3057列車が影響を受ける場合

3057列車の主な荷物: 雑誌、書籍、果汁・清涼飲料水など

東京発 (隅田川) → 北海道着 (札幌夕) → 帯広市内着

現行: 17:02 → 翌日 10:01 → 翌日 16:35

影響を受ける場合: 17:02 → 翌日 **15:01** → 翌々日 **4:45**

⇒北海道内の一部の地域(帯広)で書籍・雑誌の発売日が1日遅れるおそれ

②野菜類の市場配送への影響

(例)未明に走行している3054列車が影響を受ける場合

3054列車の主な荷物: 玉葱、宅急便、ブロッコリー、白菜、大根など

北海道発 (札幌夕) → 東京着 (隅田川) → (トラック輸送) → 大田市場へ

現行: 22:29 → 翌日 15:23 → 翌日 17時30分頃

影響を受ける場合: 22:29 → 翌日 **21:23** → 翌日 **23時頃**

(例)未明に走行している3050列車が影響を受ける場合

3050列車の主な荷物: 玉葱、馬鈴薯、宅配便、白菜、大根など

北海道発 (札幌夕) → 東京着 (隅田川) → (トラック輸送) → 大田市場へ

現行: 0:20 → 当日 18:25 → 当日 21時頃

影響を受ける場合: 0:20 → 当日 **23:25** → 翌日 **1時頃**

⇒大田市場の直接販売の締め切りに間に合わない

※大田市場の直接販売の締め切り: 0時までに入荷
セリの締め切り : 2時までに入荷

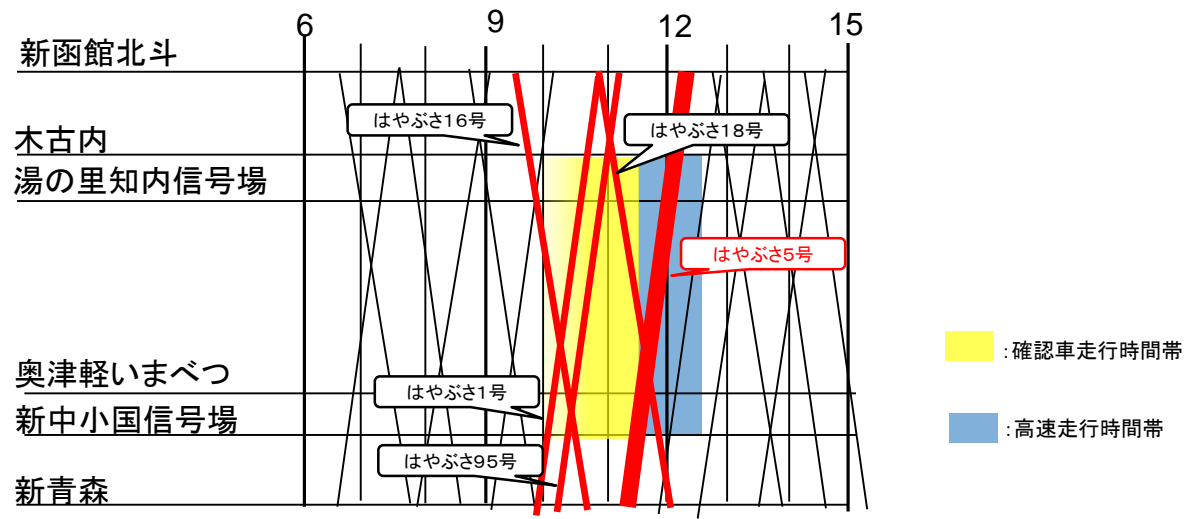
旅客列車への影響

・現行の列車ダイヤに基づけば、日中の新幹線を高速化する場合、高速走行前に確認車を走行させるため、時速 140kmで走行する他の新幹線の減便等の影響が生じる。

(例)はやぶさ5号(最速達列車)を高速化する場合

はやぶさ5号:東京発8時20分、新函館北斗着12時22分

・高速走行前に確認車を走行させるため、次の4列車が運休となる。



・上記のような影響を避けるためには、始発の新幹線を高速化するケースが考えられるが、高速化の効果は限定的。
(4時間切りの列車を設定できない)

【上り始発】新函館北斗発6時35分、東京着11時4分
(盛岡までは各駅停車タイプ:所要時間は4時間29分)

【下り始発】新青森発6時32分、新函館北斗着7時38分

高速走行試験実施に必要な条件

・軌道上の支障物を確認する確認車が完成していること → 平成29年度に完成する見込み

・高速走行に必要なレベルの軌道整備が行われていること →

- ・共用走行区間全線：
平成31年度に完了する見込み
- ・青函トンネル下り線のみ：
平成30年度上期に完了する見込み

※試験は夜間の保守作業時間帯で実施することから、
運転保安システムの導入前に試験の実施が可能。

平成30年度上期を目途
に青函トンネル内の下り
線で高速走行試験を実施
したい。

主な試験内容

最高試験速度：200km/h以上（段階的な速度向上を実施）

(1) 輪重・横圧測定(PQ測定)

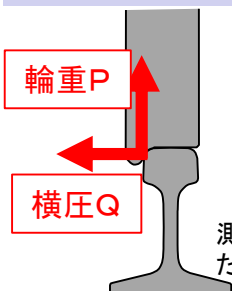
輪重Pと横圧Qを測定することで、走行
安全性の評価を行うもの。

主な判定基準

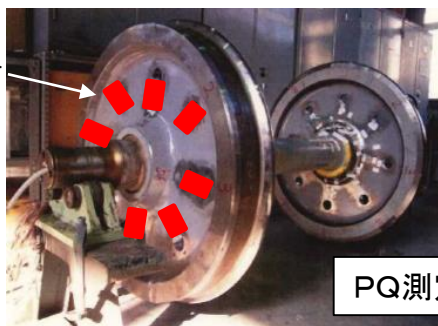
輪重 $P \leq 240\text{kN}$
横圧 $Q \leq 64\text{kN}$

※脱線係数 Q/P についても、
0.8以下となることを確認

測定器（ひずみゲージ）を取り付け
た輪軸（PQ測定軸）を用いて測定



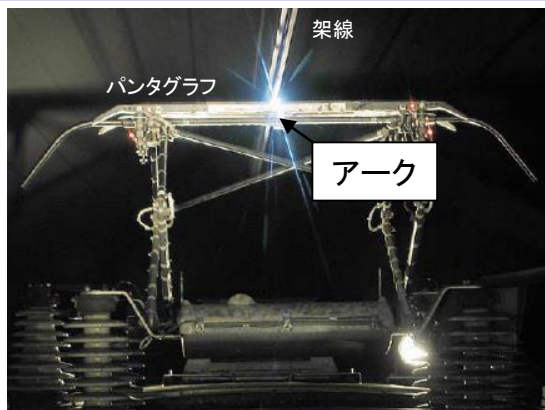
ひずみ
ゲージ



PQ測定軸

(2) 電車線離線率測定

離線（架線とパンタグラフが離れること）
の頻度を測定することで、高速走行時
の集電性能の評価を行うもの。



離線時に発生するアークをカメラ等で観測する等
により、離線率の評価を行う。

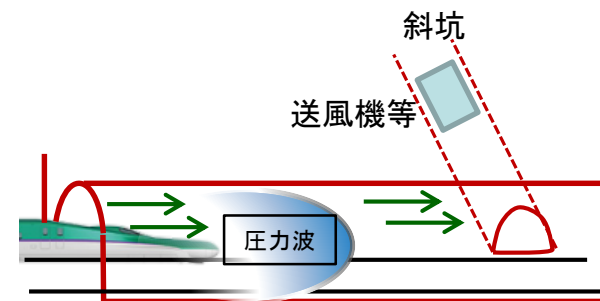
主な判定基準 離線率 $\leq 30\%$

離線率・・・架線とパンタグラフが離れる時間的割合

(3) 圧力変動測定

高速でトンネルに突入する際に生じる圧
力波の影響等の評価を行うもの。

特に、青函トンネルの斜坑等に設置されている送風機
等と与える影響を事前に評価しておく必要あり。



主な判定基準

斜坑等に設置されている送風機等に影響が出ない

今後調整が必要な事項

- ・試験車両の確保、及びこれに伴い不足する営業車両の補完
- ・試験の準備及び走行に必要な間合いの確保（ダイヤ調整等）

- ・試験用機材の調達（PQ測定軸の手配等）
- ・試験の実施方法や試験項目等の検討

時間帯区分案による新幹線高速化のケースのイメージ

未定稿

参考11

ケース	高速走行 ・区間 ・本数	整備完了見込時期		高速走行 実施見込 時期 ※2	想定される主な留意点 (今後更なる検証が必要)	
		レール削正 ※1	システム			
1	<p>木古内 始発 終着 奥津軽 いまべつ 共用走行 作業時間帯 確認車走行 高速走行 共用走行</p>				<ul style="list-style-type: none"> ・未明に走行している荷主にとって必要性の高い貨物列車への影響は避けられる。 ・4時間を切る新幹線のダイヤ設定が可能だが、高速走行前の確認車走行により時速140kmの新幹線が複数本運行できなくなる。 	
2	<p>木古内 始発 終着 奥津軽 いまべつ 共用走行 作業時間帯 確認車走行 高速走行(始発) 共用走行</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・共用走行区間全線 ・1日1往復 	H31年度	H31年度	H32年度	<ul style="list-style-type: none"> ・未明に走行している荷主にとって必要性の高い貨物列車が影響を受ける。 ・始発列車を高速化した場合の効果は限定的。(現行ダイヤでは4時間切りの列車を設定できない)
3	<p>木古内 始発 終着 奥津軽 いまべつ 共用走行 作業時間帯 貨物走行 確認車走行 高速走行(始発) 共用走行</p>				<ul style="list-style-type: none"> ・未明に走行している荷主にとって必要性の高い貨物列車への影響は避けられる。 ・始発列車を高速化した場合の効果は限定的。(現行ダイヤでは4時間切りの列車を設定できない) 	
4	<p>木古内 始発 終着 奥津軽 いまべつ 共用走行 作業時間帯 貨物走行 確認車走行 青函トンネル 高速走行(始発) 共用走行</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・青函トンネル内上下線 ・1日1往復 	H31年度		H32年度	<ul style="list-style-type: none"> ・未明に走行している荷主にとって必要性の高い貨物列車への影響は避けられる。 ・始発列車を高速化した場合の効果は限定的。(現行ダイヤでは4時間切りの列車を設定できない)
5	<p>木古内 始発 終着 奥津軽 いまべつ 共用走行 作業時間帯 確認車走行 青函トンネル 高速走行 共用走行</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・青函トンネル内下り線 ・1日1本 		H30年度		<ul style="list-style-type: none"> ・特定時期は、貨物列車の本数が少ないため影響は少ない。 ・高速走行が年に数日程度に限定されるが、4時間を切る新幹線のダイヤ設定が可能。
6	<p>木古内 始発 終着 奥津軽 いまべつ 共用走行 作業時間帯 確認車走行 青函トンネル 高速走行(始発~) 共用走行</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・青函トンネル内下り線 ・特定時期に複数本(年末年始、GW、盆等) 	H30年度上期		H31年度	<ul style="list-style-type: none"> ・特定時期は、貨物列車の本数が少ないため影響は少ない。 ・高速走行が年に数日程度に限定されるが、4時間を切る新幹線のダイヤ設定が可能。

※1) 整備完了見込時期は、今後の軌道整備の進捗状況等により変更となる可能性あり。(検討中)

※2) 新幹線の高速走行の実施見込時期は、施設整備等の完了後、実車を用いたATC等の検査や訓練運転等(実施にあたっては、間合いの拡大が必要になる場合あり。)を終えた、概ね1年後を想定。なお、ケース1~3については、明かり区間における降雪や凍結による気象の影響等を回避するための追加の対策が必要となる場合は、高速走行実施時期が変更となる可能性あり。

今後のスケジュール(見込み)

		平成28年度	平成29年度	平成30年度	平成31年度	平成32年度
高速確認車		高速確認車の製造 ・時速110km程度で高速走行 ・三線軌対応のカメラ・レーザーを搭載	性能確認	高速走行試験 (青函トンネル下り線)		
共用走行区間全線	レール削正	レール削正(共用走行区間全線)				
	運転保安システム	運転保安システム(共用走行区間全線)				
青函トンネル内のみ	レール削正	レール削正(青函トンネル内下り線のみ)				
	運転保安システム	運転保安システム(青函トンネル内のみ)				実車を用いたATC等の検査・訓練運転等