

# 青函共用走行区間における 保守作業時間の設定とその方法について

平成28年10月27日

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

## 序

北海道新幹線新青森～新函館北斗間の青函共用走行区間(約82km)における新幹線の高速走行については、平成25年3月に、交通政策審議会 青函共用走行区間技術検討WGにおいて取り纏められた「当面の方針」に基づき、時間帯区分案等の3案を実務者による検討会で検討を進め、その結果を、本年1月18日に、中間報告として、同WGに報告した。この中間報告の中で、時間帯区分案に関しては、新幹線を高速で走行させるために必要な保守作業時間について、今後関係機関で調整が必要とされたところである。(別添1)

これを受けて、国土交通省鉄道局では、鉄道事業者、研究機関及び保線関係企業等からなる「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」を計5回にわたり開催し、既存の新幹線や海峡線における線路保守や北海道新幹線開業後における運行の状況、三線軌の保守の実態などについて、情報の整理及び意見交換を行った。その上で、青函共用走行区間において必要となる保守作業の種類や内容、その数量と時間、作業方式、作業時間帯等について検討した。

検討にあたっては、

- ① 青函共用走行区間の特殊性
  - ② 新幹線の高速走行を実施するまでに必要な軌道等の整備の概要と所要期間
  - ③ 新幹線の高速走行実施後に必要な軌道等の保守作業量とその作業時間帯の規模等
  - ④ 保守作業を効率化する方策
- 等について検討し、とりまとめた。
- 結果は、以下のとおりである。

## I. 青函共用走行区間の特殊性

青函共用走行区間は、他の新幹線の路線と比べ、以下の特殊性を有している。

### ① 保守基地の間隔が長い

- ・ 既設の新幹線では、保守作業に必要な保守基地は、保守用車の能力を考慮し、一般的に30～50km毎に1箇所設置されており、通常は駅構内に設けられている。一方、長大な青函トンネル(約54km)がある青函共用走行区間(約82km)の保守基地は、トンネル外の奥津軽いまべつ駅構内と木古内駅構内に設置されており、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倍程度である。(別添2)
- ・ この間隔を補完するため、青函トンネル内には、竜飛横取基地と吉岡横取基地<sup>※</sup>が設置されている。本年3月の新幹線開業前に行われた標準軌レールの敷設工事等では、横取基地に工事用車両を留置させて夜間の保守作業時間に工事が行われた。一方、この基地は、海底下という過酷な環境下(海水等の湧水が多く、湿度は約90%)にあることによる保守用車に搭載されている電子機器等への影響や、現時点では給水、給油設備を設けていないことから、保守用車の一時的な仮置き基地として使用<sup>※※</sup>されている。

※ 横取基地とは、保守用車を本線に搬入又は搬出するための簡易な分岐器(横取装置)を設置することにより、保守用車の待避や留置などを行う基地。JR他社の新幹線でも必要に応じて設置されている。

※※ 当該基地を将来的に有効活用するためには、設備や運用面での更なる検討が必要。(第IV章参照)

### ② 軌道が三線軌

- ・ 青函共用走行区間は、三線軌や三線分岐器など複雑な設備で構成されているため、他線区に比べ、保守作業に手間がかかるものとなっている。

### ③ 作業時間帯が短い

- ・ 当該区間では、本州各地と北海道を結ぶ貨物列車が未明に走行しているため、新幹線としての保守レベルを維持するための作業時間帯は、他線区に比べ非常に短いものとなっている。(別添3) 特に、作業時間帯に関わる貨物列車は、首都圏・札幌を最短時間で結ぶ列車のほか、中京圏、関西圏及び九州を結ぶ列車があることから、作業時間帯の変更には、当該区間以外の区間におけるダイヤ調整も必要となる。

なお、青函トンネルと同様に海底下にある山陽新幹線の新関門トンネルでは、トンネル上部からの塩分を含んだ漏水によるレールの腐食等を防止するため、レールに防錆処理を施したり、レール削正やレール交換の頻度を高くしたりといった対策がとられている。

青函トンネルの構造物は、新関門トンネルの知見を活かしてトンネル上部からの漏水が抑えられるよう整備されているが、トンネル内の漏水が溜まっている一部の区間等では、列車走行に伴う溜まった漏水の巻き上げが原因と推定されるレールの腐食が生じている(別添4)。このような腐食を防ぎ、レールを適正な状態に保つため、トンネル側面通路の漏水対策やレール・締結装置の防錆処理等の方策を検討する必要がある。

## Ⅱ. 高速走行を実施するまでに必要な軌道整備等

### 1. 軌道整備等の概要

#### (1) 軌道関係

- ・ 新幹線を高速走行させる場合、軌道変位やレール頭頂面の凹凸が、列車の走行安全性の低下、乗り心地悪化、車内外の騒音・振動の増加のみならず、材料寿命を短くするとともに、著しいものはレール傷の発生、折損にもつながりかねない。

これは新幹線の安全・安定輸送に大きな影響を及ぼすこととなるおそれがあり、新幹線の高速走行を実施するまでに、以下のとおり、より高いレベルの整備を行う必要がある。(別添5)

#### ① 軌道変位の整備(高低、通り調整)(別添6)

- ・ 軌道変位(高低変位や通り変位など)は、列車の円滑な走行を阻害し、車両の動揺による乗り心地の悪化や著しい変位は脱線に繋がるおそれがあるため、軌道整備を適切に行うことが必要である。
- ・ 車両は、通常の走行速度域でバランスのとれた乗り心地となるよう設計されている。走行速度が高くなるにしたがって、車両は長い波長の軌道変位の影響を受け傾向があるため、高速走行を行う場合の軌道変位では、より長い弦による管理※も必要となる。

※ レールの長手方向に一定の長さの糸を張り(弦)、その中央部におけるレールとの離れ(垂直方向は高低変位、水平方向は通り変位)を管理する。

- ・ また、速度が高くなるにつれて、軌道変位による車両動揺は大きくなることから、より厳しい数値で管理することが必要となる。
- ・ 北海道新幹線では、他の新幹線と同様に、JR北海道の社内規程により、210km/h以上の高速走行時は、40m弦管理整備目標値を高低変位で±7mm、通り変位で±5mmと定めて管理されている。

#### ② レール削正(別添7)

- ・ 高速走行の場合、車輪とレールとの間のすべり等により生じると考えられているレール頭頂面の微細な凹凸(波状摩耗)により車輪／レール間の接触力が増大することによって、軌道や車両の劣化や疲労の蓄積などをもたらす、列車の走行安全性に影響する可能性がある。また、騒音・振動の増大や乗り心地の悪化につながることから、定期的なレール削正が必要となる。
- ・ 北海道新幹線では、他の新幹線と同様に、JR北海道の社内規程により、210km/h以上の高速走行時の波状摩耗に対する整備目標値を波高0.2mmと定めて管理されている。(140km/hの場合は0.5mm)
- ・ また、列車の高速走行に伴う車輪／レール接触の繰り返しによってレール頭頂面付近に形成される疲労層※は、シェリング、剥離損傷等が発生させ、場合によ

てはレール切損を招く可能性がある。このため、定期的なレール削正が必要となる。

※ 疲労層とは、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をいう。

- ・ 青函共用走行区間では、高速走行実施前の現状においても、レール溶接部やトンネル内の連続勾配区間で、高速走行では許容されないレベルのレール波状摩耗等が生じている。また、これまでの新幹線や貨物列車の走行により疲労層も形成されているため、高速走行を実施するまでにレール削正により除去する必要がある。
- ・ 新幹線のレール削正は、高速走行下での転動騒音や軌道沈下・材料劣化に影響を与えるレール溶接部の凹凸や波状摩耗等の除去を目的として昭和55年頃から本格的に開始され、昭和60年頃からは疲労層を除去するためにも行われてきた。現在では、列車の通過トン数が累積で5000万トンに1回程度の頻度で、レール削正車により1回あたり6パス(0.1～0.3mm程度)の削正が行われている。なお、この削正作業で波状摩耗が解消されない場合は、パス数を追加して削正が行われることとなる。

(注)

レール削正とは、砥石を用いてレール頭面・側面を削り、適正なレール形状に還元させるための作業である。このようなレール削正は、専用の保守用車であるレール削正車によって行われ、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。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、三線軌用のレール削正車(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)の作業が行われている。

## (2) 土木関係(別添8)

- ・ 新幹線を高速で走行させるためには、環境対策(防音壁、トンネル緩衝工設置等)や雪害対策(飛雪防護板設置等)を行う必要がある。

## (3) 電気関係(別添9)

- ・ 新幹線を高速で走行させるためには、対向線路も含めて青函共用走行区間を走行する貨物列車の位置を確実に検知し、
  - ① 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に高速走行を開始する
  - ② 高速走行している間は同区間に貨物列車を絶対に進入させない運転保安システムの開発・導入を行う必要がある。
- ・ さらに、新幹線工事の際に発生した残存電気設備(旧ATCの機器類等)撤去、トンネル緩衝工設置に伴う電力・通信設備改修を行う必要がある。

## 2. 整備等に要する期間

### (1) 算定にあたっての前提条件

- ・ 軌道整備等を実施するための作業時間帯については、現時点で設定されているように、通常の間合いを2時間30分程度とし、4時間10分程度の拡大間合いを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回とした。
- ・ 青函共用走行区間では、冬期間(12月中旬～3月中旬)は、作業時間帯に排雪モーターカーが走行しており保守用車による他の作業が行われていない。このため、保守用車を使用する年間の作業日数は、この期間を除く、約270日(約38週)とした。
- ・ レール削正車の移動速度は平均35km/hとする。
- ・ レール削正能力は、3800m/パス・時間とし、準備作業※に15分、収納作業に15分、跡確認に30分とする。

※ レールの削リクズ(鉄粉)は高熱の状態となっており、これが軌道上のケーブルや信号地上子等の施設を損傷させないように、施設に不燃性の布類で覆う等の作業を行う。

### (2) 所要期間

#### ① 軌道関係

- ・ 軌道変位の整備は、平成29年度に完了する見込み。
- ・ レール削正については、現用の三線軌用レール削正車1編成による6パスでの作業を想定する場合、平成31年度までかかる見込み。なお、想定している6パスでレールの腐食部位や波状摩耗が除去しきれないなどの場合は、追加の対応(削正や交換)が必要になり、更なる整備期間を設ける可能性がある。

#### ② 土木関係

- ・ トンネル緩衝工の工事は、平成29年度に完了する見込み。
- ・ 防音壁その他の工事は、いずれも平成30年度に完了する見込み。

#### ③ 電気関係

- ・ 運転保安システムは、本年3月の開業前後のシステム改修作業の実績等を勘案すると、詳細設計、製作に2年程度要する。また、現地において行う軌道回路毎の信号表示試験には、(1)の作業時間帯をベースに検討した結果、1年半程度要することとなり、平成31年度までかかると想定される。
- ・ 残存電気設備の撤去は、平成30年度までかかる見込みである。これら設備の撤去は、高速走行自体には直接関係はないが、高速走行による残存設備の巻き上がり等のトラブルを防止するために行う必要がある。
- ・ トンネル緩衝工設置に伴う電力・通信設備改修は、いずれも平成29年度に完了する見込み。

#### ④ その他

- ・ 上記以外に高速走行を実施するまでに次の整備等が必要である。
  - a. 確認時間の短縮に必要な高速確認車及び確認装置の開発。  
現在開発中の高速確認車は、平成29年度に完成する見込みであり、完成後には、本線での機能確認を行う予定。その後の量産車の製造に1年～2年程度かかる見込み。
  - b. 高速用車上データベース(ATC制御パターン)の変更。  
平成31年度までかかると想定される。
- ⑤ 新幹線の高速走行に先立って、軌道整備や確認車の導入が行われた後に、次の事項を確認するための走行試験を実施する必要がある。
  - ・ 三線軌道の状況が高速走行に与える影響の確認
  - ・ 高速走行時の集電性能の確認
  - ・ 高速新幹線のトンネル進入時に発生する圧力波の設備への影響の確認 等
- ⑥ その後、システム導入後に実車を用いたATC等の検査や訓練運転等を行った後に営業列車による高速走行が可能となる。

### Ⅲ. 高速走行実施後に必要な保守作業

#### 1. 主な保守作業の概要

新幹線を高速走行させるために必要な保守作業のうち全体の保守作業時間に大きな影響を及ぼすと考えられる、(1)保守用車(レール削正車)によるレール削正、(2)分岐器を解体して実施する分岐器細密検査、(3)保守用車(架線点検車)による架線点検の3つについて検討した。

##### (1)レール削正

###### ① 施工の考え方

- ・ 三線軌用レール削正車を1編成使用する。
- ・ 保守基地(奥津軽、木古内)と横取基地(竜飛、吉岡)を使用する。
- ・ 横取基地を使用する場合は、レール削正車の仕様(給油、給水なしでの削正は2日間が限界)から、1工程は最大でも3日以内(削正2日、回送1日)とする。
- ・ レール削正は、新幹線が高速走行する標準軌レールのみを行えば十分と考えられるが、狭軌レールの波状摩耗等が貨物列車の輪軸を通じて共用レールに影響を与え、さらに標準軌レールにこれが伝播する可能性もあるため、標準軌レールの場合と、狭軌レールを含めた三線軌を削正する場合について作業時間を試算した。

###### ケース1 : 標準軌のみを4年に1回6パス削正

既存の新幹線では、定期的な疲労層除去を、当該レールの列車の通過トン数が累積で5000万トンに1回の頻度で行っている。1回あたり6パスの削正により波状摩耗も除去できていたことから、青函共用走行区間も同様の考え方で削正するケース。(青函トンネルの場合、共用レールには1年間で新幹線が300万トン、貨物列車が900万トン、合計1200万トン通過することから、削正の周期は約4年(5000÷1200)となる。)

###### ケース2 : 標準軌のみを4年に1回12パス削正

ケース1の疲労層除去(6パス)だけでは波状摩耗が除去できない場合のケース。

###### ケース3 : 三線軌を4年に1回6パス削正、10年に1回12パス削正

狭軌レールで発生する波状摩耗等が三線軌に与える影響がある場合を想定したケース。(開業前には在来線の波状摩耗対策として10年に1回12パスを実施していた実績から想定)

###### ケース4 : 三線軌を4年に1回12パス削正

狭軌レールで発生する波状摩耗等が三線軌に与える影響が大きい場合を想定したケース。

- ・ 削正対象、パス数、削正のパターンを全区間一律とするか、あるいは、波状摩耗の程度等に応じた削正の方法、パス数とするかについては、さらに検討する必要がある。これにより、作業時間帯の規模が変更になる。



## ② 施工能力

Ⅱ. 2. (1)のレール削正と同じ。

### (2)分岐器細密検査(別添10)

- ・ 分岐器細密検査とは、運転保安上重要な分岐器の特定の部分を念入りに検査するもの。各種部材の損傷の有無を確認するため、重要部を解体して探傷検査等を行い、不良判定となった場合には別途、部材交換を行う。

#### ① 施工の考え方

- ・ 実施基準等に基づき、新幹線用は年2回、在来線用は年1回の検査を行う。

#### ② 施工能力

- ・ 拡大間合い(4時間10分程度)1回で1組の検査を行う。
- ・ 分岐器細密検査チームは、当面、1パーティで施工する。

### (3)架線点検

#### ① 施工の考え方

- ・ 標準軌用架線点検車を2編成使用する。
- ・ 保守基地(奥津軽、木古内)と横取基地(竜飛、吉岡)を使用する。
- ・ 標準軌用架線点検車の仕様(給油なしで点検できる延長)から、1工程は3日以内とする。
- ・ 実施基準等に基づき、年1回の検査を行う。

#### ② 施工能力

- ・ 拡大間合い(4時間10分程度)1回で1編成当たり約9kmの検査を行う。

## 2. 主な保守作業に要する時間

### (1)算定にあたっての前提条件

- ・ 速度260km/hの高速走行が可能となる地上設備の整備が完了した状況とする。
- ・ 算定にあたっては、海峡線実績データ、JR他社の新幹線実績データに基づき検討した。
- ・ 軌道整備等を実施するための作業時間帯<sup>※</sup>については、通常の間合いを2時間30分程度とし、4時間10分程度の拡大間合いを週1回とした。

※ 現時点では、通常間合い2時間30分程度、拡大間合いは4時間10分程度で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回である。

- ・ 青函共用走行区間では、冬期間(12月中旬～3月中旬)は、作業時間帯に排雪モーターカーが走行しており保守用車による他の作業が行われていない。このため、保守用車を使用する年間の作業日数は、この期間を除く、約270日(約38週)とした。

## (2) 所要期間

各保守作業に要する期間については、前提条件である週1回の拡大間合いを年間の程度確保する必要があるかで示した。

### ① レール削正

工事種別	対象数量	拡大間合いの年間必要回数
ケース1(標準軌6パス)	163.1km	30
ケース2(標準軌12パス)	163.1km	67
ケース3(三線軌6パス+三線軌12パス)	163.1km 160.8km	113
ケース4(三線軌12パス)	163.1km 160.8km	133

- ・ 前提条件に示したように、レール削正車などの保守用の車両の運用期間は、冬期間(12月中旬～3月中旬)を除く約38週と想定している。このため、ケース1以外の場合にあつては、拡大間合いの設定日を増やすための調整や、次章で述べるように、作業時間帯における作業量を増やす方法等を検討する必要がある。
- ・ なお、狭軌用レールで発生した波状摩耗が共用レールや標準軌レールに与える影響(波状摩耗の伝播メカニズム)などについては現時点では不明であり、今後、新幹線高速走行後の波状摩耗の発生状況等を分析のうえ、精度の高い施工数量の検討が必要である。

### ② 分岐器細密検査

工事種別	対象数量	拡大間合いの年間必要回数
分岐器細密検査	34組	53

- ・ 検査チーム1パーティでは、現在の拡大間合いで対応できないが、今後、技術者を養成し、2パーティで実施することにより、対応可能である。

### ③ 架線点検

工事種別	対象数量	拡大間合いの年間必要回数
架線点検	164.0km	9

- ・ 現在の拡大間合いで対応可能である。

### ④ その他

- ・ 高速走行実施後においてもレールの腐食が発生し、追加的なレールの削正やレール交換が必要となる場合、その作業に要する期間の検討が必要である。

#### IV. 保守作業を効率化する方策の提案

前章で検討課題とされた、作業時間帯における作業量の増加等について、今後、保守作業の効率化等を図るための方策として、以下が提案された。

##### (1) 現行の作業時間帯を有効活用する方策(別添11)

- ・ 青函共用走行区間では、JR他社の新幹線区間と同様に、共用走行区間の上下線で同時に線路閉鎖を行い保守間合いを確保する、いわゆる「箱形」の間合い(作業時間帯)方式を採用しているため、通常の作業時間帯は、2時間30分程度となっている。
- ・ これに対し在来線と同様に上下線別々に保守間合いを確保する、いわゆる「ひし形」の間合い方式を採用することにより、上下線でそれぞれ4時間程度の保守間合いが確保可能となる。
- ・ 北海道新幹線では、新幹線専用区間と青函共用走行区間は、同じ指令員が運転管理を担当し、同じ作業員が現場保守を担当していることから、錯誤による事故防止上、新幹線の間合い方式(箱形)としている。在来線と同様の間合い方式(ひし形)とすると、新幹線と在来線のダブルスタンダードにより、人間の注意力による作業を毎日行うこととなるので、保安上の観点から慎重な検討が必要となる。
- ・ 一方で、対向線路で列車走行が行われている間は、作業員が軌道上に降りる必要のない作業体制にするなどの保安上の対策が講じられれば、ひし形の間合い方式を採用できる可能性もあると考えられる。

##### (対策例)

- ・ レール削正作業では、削りクズ(鉄粉)は高熱の状態となっており、これが軌道上のケーブルや信号地上子等の施設を損傷させないように、施設に不燃性の布類で覆う等の作業を作業員が軌道上に降りて行っている。
- ・ 一方、ケーブル類を恒久的に防護できれば、準備作業の一部を省略するだけでなく、作業員が軌道上を歩行せずに作業を開始することができ、作業時間帯を有効に活用することが可能となる。
- ・ なお、恒久的な防護を行う場合、ケーブル類の点検作業に影響が出る可能性がある。

##### (2) 青函トンネル内の横取基地を有効活用する方策

- ・ 青函トンネル内には限られた作業時間帯の中で効率的に保守作業を行うため、2箇所の横取基地(竜飛、吉岡)が設置されているが、青函トンネル開業当初から、保守用車の一時的な仮置き基地としてのみ使用されている状況である。
- ・ 多湿対策や給水、給油設備等が整備された基地として使用することができれば、作業時間帯を効率的に使用することが可能となる。
- ・ 一方、横取基地内にレール削正車等への給油設備を設ける場合には、火災防止上の観点から、消火設備や仕切り壁を設置する必要があり、このための具体的な

検討必要である。

- ・ 青函トンネル内の保守作業を少しでも効率的に行うためには、青函トンネル入口（浜名付近）及び出口（湯の里知内信号場）に新たな保守基地等の整備を検討する必要がある。

### (3) レール削正車に関する方策

#### ① レール削正車を列車扱いとする方策（別添12）

- ・ 現用のレール削正車は、他の保守用車と同様に線路閉鎖後の作業時間帯で用いられることとされている。一方、レール削正車を保守用車ではなく営業列車と同等に列車扱いにすることで、列車の運行時間帯に削正現場まで回送することができれば、回送時間を省くことができ、作業時間帯を効率的に使用することが可能となる。
- ・ 一方、列車扱いとするためには、レール削正車を、DS-ATCや架線電圧を利用した列車防護等の新幹線規格に対応させた上で、鉄道事業法に基づく車両確認を受けなければならない。
- ・ また、保守用車では操縦者の運転免許は必要ないが、列車扱いで運行時間帯に回送を行う場合には、運転免許を取得した運転者の確保等の課題がある。

#### ② レール削正車の増備

- ・ 現在、青函共用走行区間では、三線軌用のレール削正車1編成で作業が行われているが、削正車を増備すれば1回あたりの作業時間帯での削正量を増やすことができる。このため、既存のJR他社の新幹線やJR北海道の在来線で使われているレール削正車の長期間の借用又は転用や、他の鉄道事業者やリース会社からの短期間（月単位）のリースについて検討をする必要がある。
- ・ また、将来的には、新規購入することも想定し、レールの状況を調査し、年間の作業量を精査した上で、どの程度の性能や、機能を有する削正車にすべきかの検討が必要である。

### (4) 冬期間の排雪時期を有効活用する方策

- ・ 前述のように、冬期間（12月中旬～3月中旬）は排雪モーターカーが明かり区間を往復し、保守用車による他の作業は実施しないことを前提条件としている。
- ・ このため、当該保守用車に排雪装置を装着して排雪機能を持たせたり、横取基地に保守用車を停泊させる等の方法により、冬期間においても保守作業が可能となる方法について、検討する必要がある。