

第9回技術検討WG資料(1) 共用走行区間における時速160km化への検討について

1. 走行速度の引き上げに伴う施設の整備・管理に関する検討事項

○ 時速160kmでの走行実績の検証①

平成29年6月30日
第9回 青函共用走行区間技術検討WG資料

ほくほく線の概要

1. 事業者名

- 北越急行株式会社

2. 時速160kmでの運行期間

- 平成14年3月～平成27年3月(13年間)

3. 最速列車所要時間

- はくたか(越後湯沢・直江津) 84.2km 約46分

4. 車両

- 681系、683系(8編成)

5. 年間通過トン数

- 400万トン/年



6. 軌道

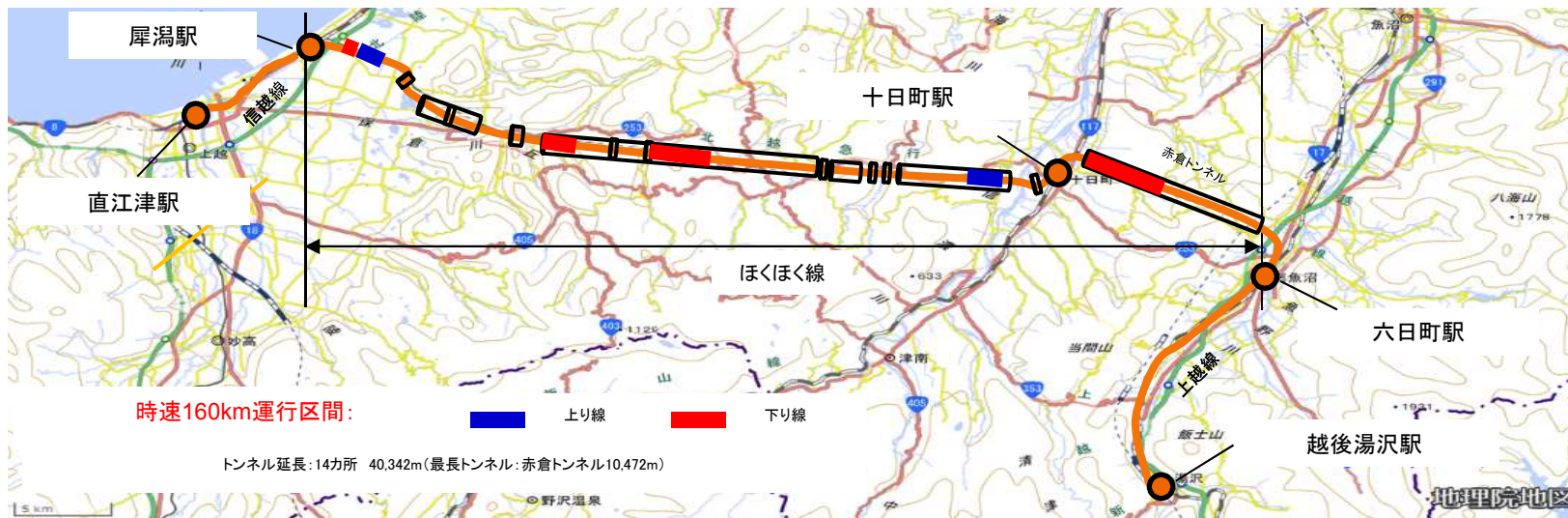
- 単線、狭軌、60kgレール

7. 時速160kmでの運行区間

- ほくほく線(六日町・犀潟) 59.5km(トンネル区間40.3km)
時速160km区間: 上り線4.1km
(トンネル区間2.5km、明かり区間1.6km)
下り線11.5km
(トンネル区間10.8km、明かり区間0.7km)

8. 時速160km区間の軌道状況

- 上り線: バラスト軌道(約0.9km)、スラブ軌道(約3.1km)
- 下り線: スラブ軌道(約11.0km)、合成橋まくらぎ直結軌道(約0.5km)



1. 走行速度の引き上げに伴う施設の整備・管理に関する検討事項

○ 時速160kmでの走行実績の検証②

平成29年6月30日
第9回 青函共用走行区間技術検討WG資料

成田スカイアクセス線の概要

1. 事業者名

- ・ 京成電鉄株式会社(第2種)
- ・ 成田高速鉄道アクセス株式会社(第3種)
- ・ 成田空港高速鉄道株式会社(第3種)

2. 時速160kmでの運行期間

- ・ 平成22年7月～

3. 最速列車所要時間

- ・ スカイライナー(日暮里・空港第2ビル間) 61.0km 36分

4. 車両

- ・ 京成AE形電車(2代目)(8編成)



5. 年間通過トン数

- ・ 587万トン／年

6. 軌道

- ・ 標準軌、60kgレール
- ・ 複線:京成高砂・成田湯川
- ・ 単線:成田湯川・成田空港

(JRとの並走区間:成田高速鉄道アクセス線接続点・成田空港)10.7km

7. 時速160kmでの運行区間

- ・ 成田スカイアクセス線(印旛日本医大・空港第2ビル)18.1km(単線区間約9.7km、複線区間約8.4km)
- 時速160km区間:約18.0km

(トンネル区間約2.0km、明かり区間約16.0km)

8. 時速160kmの軌道状況

- ・ 弾性まくらぎ直結軌道(約18.0km)



京成電鉄資料より

1. 走行速度の引き上げに伴う施設の整備・管理に関する検討事項

○ 走行速度の引き上げに必要な軌道の整備や管理等①

平成29年6月30日
第9回 青函共用走行区間技術検討WG資料

項目	ほくほく線 (はくたか運行当時)	成田スカイアクセス線	北海道新幹線 (共用走行区間(現在))
軌道の整備基準・管理			
軌道検測の状況 (在来線では「施設及び車両の定期検査に関する告示」により年1回実施)	・総合検測車(East i-E)による軌道検測を年4回実施	・軌道検測モーターカーによる軌道検測を年4回実施	・総合検測車(East i)による軌道検測を月3回実施(このうち四半期に1回、輪重・横圧、軸箱加速度も測定)
管理目標値	・上越新幹線及び在来線特急を参考に軌道の管理目標値を設定	・京成の在来線の軌道の管理目標値 (整備基準値は成田スカイアクセス線は別基準)	・東北新幹線と同じ整備目標値
保守間合い (夜間、昼間帯の保守作業時間)	・営業運転中の保守作業は原則として禁止し、夜間に線路閉鎖で作業時間帯を設定 ・0:00～5:00(5時間)	・営業運転中の保守作業は原則として禁止し、夜間に線路閉鎖で作業時間帯を設定 ・1:00～4:00(3時間)	・営業運転中の保守作業は原則として禁止し、夜間に線路閉鎖で作業時間帯を設定 ・1:00～3:30(2時間半) (拡大間合いは4時間10分)
レールの保守	・トンネル内漏水が発生(高速走行に直ちに影響を及ぼすレベルのものではない) <時速160km区間外> ・急曲線区間で波状摩耗が発生 ・レール削正ははくたか運行期間中(13年間)、一部区間で1～2回実施 ・レール交換は運行期間中に一部区間で1回実施	・波状摩耗は発生していない ・ロングレール延命を意図して通過トン数が5000万トンを超えた開業5年目にレール削正を実施 ・レール交換は開業(H22.7)以来なし	・狭軌専用レールからの波状摩耗の伝播が発生(検証中)また、青函トンネル内は漏水による腐食が発生(対策中) ・現在、高速化に備えたレール削正を実施中

1. 走行速度の引き上げに伴う施設の整備・管理に関する検討事項

○ 走行速度の引き上げに必要な軌道の整備や管理等②

平成29年6月30日
第9回 青函共用走行区間技術検討WG資料

項目	ほくほく線 (はくたか運行当時)	成田スカイアクセス線	北海道新幹線 (共用走行区間(現在))
線路支障物の確認			
確認車の走行	・なし ・始発列車走行時において支障物によるトラブルなし	・なし ・始発列車走行時において支障物によるトラブルなし	・なし(時速140kmのため) ・始発列車走行時において支障物によるトラブルなし
夜間保守作業後の線路支障物確認方法	・保守作業責任者が保守作業終了時の跡確認や退出時の員数確認(持込み物の置き忘れ防止)	・保守作業責任者が保守作業終了時の跡確認や退出時の員数確認(持込み物の置き忘れ防止)	・保守作業責任者が保守作業終了時の跡確認や退出時の員数確認(持込み物の置き忘れ防止)
走行に伴うトラブル状況			
時速160km走行に係るトラブルの発生	・なし	・なし	-
輸送障害の発生	・輸送障害144件(平成14年3月～平成27年3月) (風害80件、震害19件、雪害14件、水害11件、冷害4件、その他15件)	・輸送障害25件(平成22年7月～平成29年3月) (風害4件、震害15件、雪害1件、水害1件、冷害1件、その他3件)	・輸送障害7件(平成28年3月～平成29年3月) (風害1件、雪害1件、動物2件、妨害1件、ブレーキ装置1件、き電線1件)
その他のトラブル	・小動物(狸など)が走行中に衝突することはあったが、運行には支障なし	・大型の野鳥(アオサギ)が走行中に衝突し、急ブレーキを掛けたが乗客に怪我はなし	・なし

1. 走行速度の引き上げに伴う施設の整備・管理に関する検討事項

○ 走行速度の引き上げに必要な軌道の整備や管理等③

平成29年6月30日
第9回 青函共用走行区間技術検討WG資料

項目	ほくほく線 (はくたか運行当時)	成田スカイアクセス線	北海道新幹線 (共用走行区間(現在))
すれ違い風の影響			
貨物列車との すれ違い	・なし(貨物列車の運行なし)	・なし(貨物列車の運行なし)	・あり (共用走行区間約82km)
すれ違い風の影響 の検討状況	・なし(トンネル内信号所はあるが、基本単線路線であるため、上下走行のすれ違いなし)	・軌道中心間隔(3600mm)の設定の際に、在来線でのすれ違い時の風圧試験の結果(時速約110km)をもとに、時速160kmでのシミュレーションを実施し、問題無いことを確認した ・開業前に時速160kmでの試運転を行い、列車動揺の測定を実施	・実車走行試験により確認済み ・軌道中心間隔4484mm(標準軌と狭軌の間隔)
耳ツン対策	・なし(走行試験で問題無い旨確認) ・トンネル内信号所副本線にて特急通過までの停車時、トンネル突入時の耳ツンは発生していたが対策を講じるレベルではない	・スカイライナーの車両についてはトンネル突入時等の耳ツン対策として気密構造を採用 ・一般車(最高速度時速120km)はトンネル内でのすれ違いがないため、耳ツン対策はなし	・新幹線車両は気密構造であり、耳ツン対策済み

1. 走行速度の引き上げに伴う施設の整備・管理に関する検討事項

○ 走行速度の引き上げに必要な軌道の整備や管理等④

平成29年6月30日
第9回 青函共用走行区間技術検討WG資料

項目	ほくほく線 (はくたか運行当時)	成田スカイアクセス線	北海道新幹線 (共用走行区間(現在))
地震発生時の安全対策			
地震報知装置	・早期地震通報システム導入(A・NET)	・早期地震通報システム導入(A・NET)	・早期地震検知システム
脱線防止、逸脱防止対策など	・脱線(逸脱)防止対策はなし	・脱線(逸脱)防止対策はなし ・JRとの並走区間において、限界支障報知装置を設置	・逸脱防止L型ガイド設置済み ・限界支障報知装置を設置
除雪対策			
除雪の基本的な考え方	・前日の降雪予測が20cm以上で除雪体制を取り、夜間にモーターロータリー等で除雪 (日中の降雪量が多い場合は随時対応)	・レール面に達しそうな(15cm程度)の積雪が予想される場合は、人力により分岐器の除雪を行う ・積雪が稀なため、除雪機械は保有していない	・明かり区間は、モーターロータリー等で計画的に除雪
本線路、分岐器の雪害対策	・分岐器に温水ジェット噴射装置を設置、熱風式融雪装置、ポイントヒーター、スプリンクラーを設置	・本線の除雪対策はなし ・分岐器にはポイントヒーター、マシン内ヒーターを設置	・明かり区間の三線分岐器箇所はスノーシェルター+エアジェット+ポイントヒーターを設置

まとめ

- ほくほく線及びスカイアクセス線では、高速走行のための軌道の管理目標値等を設定し、在来線より軌道の点検頻度を増加するなどして、時速160kmの走行に応じた管理を実施していた。
- 両路線の時速160kmの走行実績を調査したところ、時速160km化に伴うトラブルは発生していないことを確認。
- 青函共用走行区間においては、現時点においても両者の管理レベル以上の軌道の整備を実施しているため、時速140kmから160kmへの走行速度の引き上げは問題ないと考えられる。
- 一方、貨物列車との共用走行に関する事項については、別途検証が必要である。

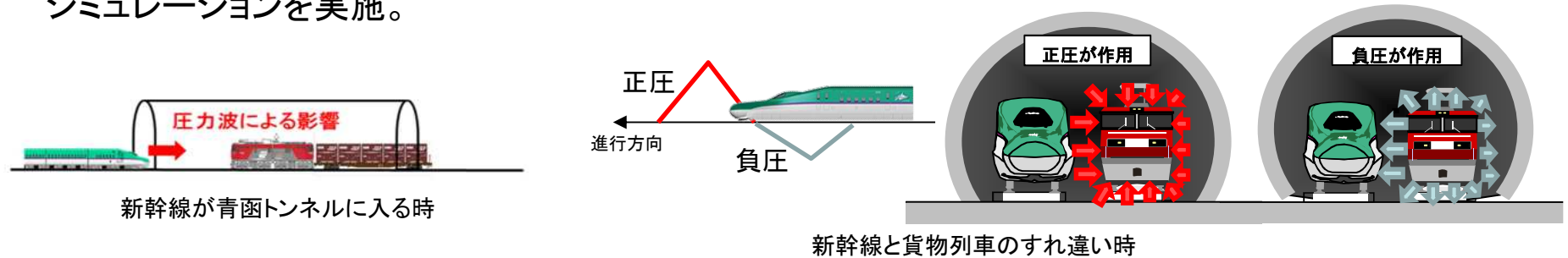
2. 貨物列車との共用走行に関する検討事項

○ 新幹線とコンテナ貨車がすれ違う際の圧力変動等による影響

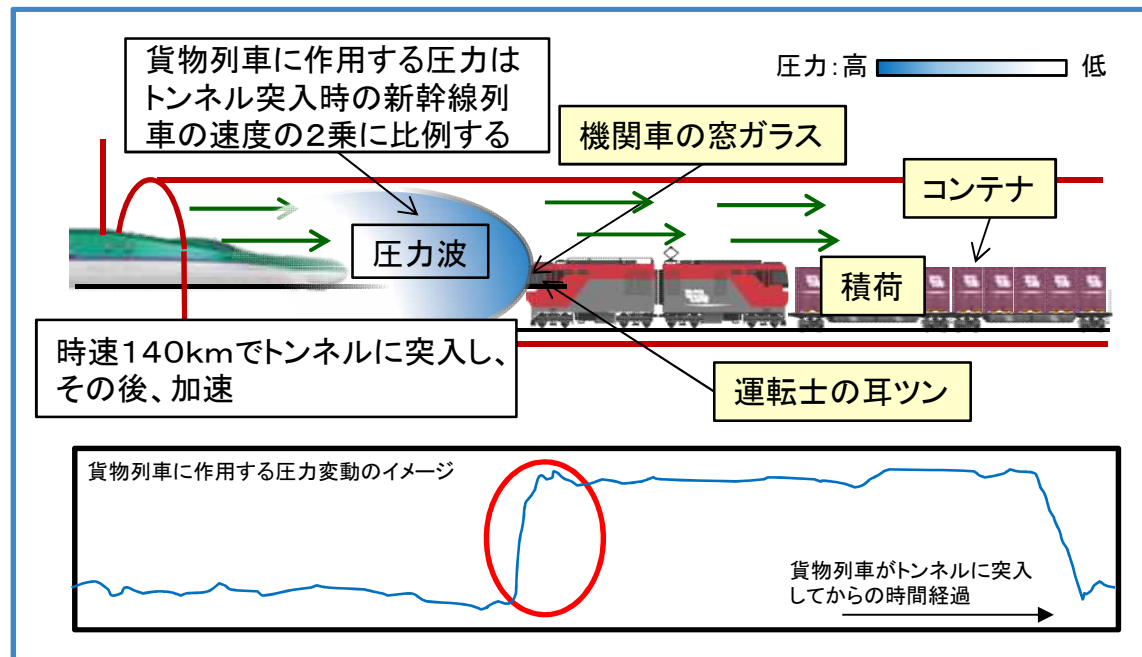
・ 貨物列車のコンテナに対する影響①

平成29年6月30日
第9回 青函共用走行区間技術検討WG資料

- 新幹線が青函トンネルに突入・退出する際やすれ違い時のコンテナに対する圧力変動について、シミュレーションを実施。



※ 「すれ違い時減速システム等による共用走行案」の検討において、すれ違い時等の圧力変動の影響を解析するモデルを構築済みであり、本モデルを使用し、シミュレーションを実施。



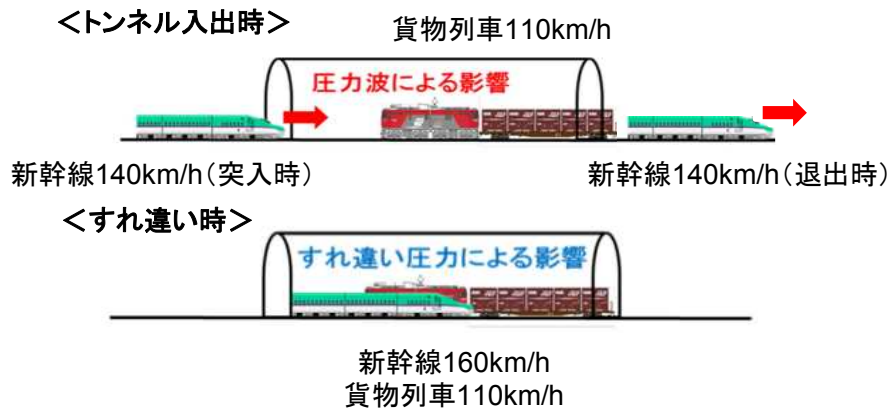
平成28年1月18日
第6回青函共用走行区間技術検討WG資料に基づき作成

2. 貨物列車との共用走行に関する検討事項

- 新幹線とコンテナ貨車がすれ違う際の圧力変動等による影響
 - ・ 貨物列車のコンテナに対する影響②

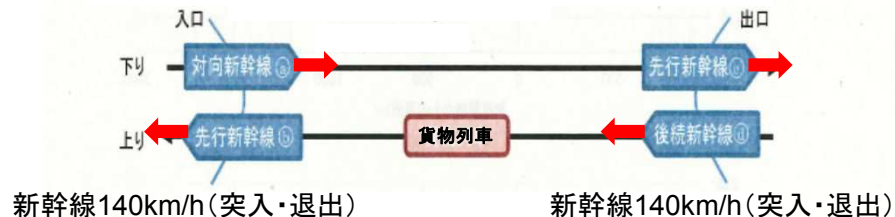
解析ケース①: 新幹線列車160km/h (突入・退出時140km/h) + 貨物列車110km/h

- 新幹線160km/hと貨物列車110km/hのすれ違い時の圧力変動を検証



解析ケース②: 新幹線列車 (突入・退出時140km/h) + 貨物列車 (停止)

- 圧力変動が最大となる複数列車突入・退出時の圧力変動の検証
(上り・下りともに新幹線が入出する場合に圧力変動の影響が最も大きくなる。)



解析結果

条件	コンテナに作用する発生応力
降伏応力※の目安値	189MPa
解析ケース①	157MPa
解析ケース②	131MPa

※コンテナ強度上の基準値としての目安値
目安値を超えた場合でも急激にコンテナが凹むわけではない。

コンテナに発生する応力は、新幹線列車速度160km/hのすれ違いの条件(解析ケース①)においても、複数列車突入・退出時の条件(解析ケース②)においても最大発生応力が降伏応力の目安値を超える箇所はなかった。

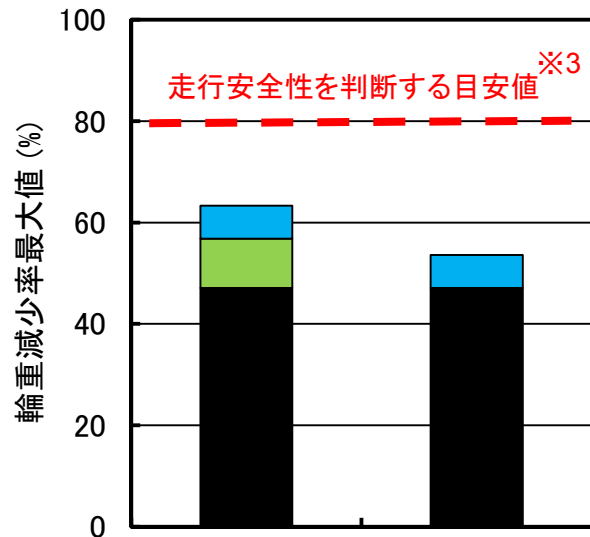
2. 貨物列車との共用走行に関する検討事項

- 新幹線とコンテナ貨車がすれ違う際の圧力変動等による影響
 - ・ 貨物列車の走行に対する影響

- 北海道新幹線の開業前に、鉄道・運輸機構が、新幹線列車(時速140km)と貨物列車(時速100km)の実車による走行試験を実施し、すれ違い時にコンテナ貨車の車輪に生じる輪重や横圧等を測定した。
- 走行試験で得られた結果に基づき、鉄道総研が、時速160kmで走行した場合の新幹線列車と貨物列車がすれ違う場合※1の貨物列車の輪重減少率※2最大値を推定した結果、すれ違いによる影響が小さいことから、貨物列車の走行安全性については問題ないと考えられる。

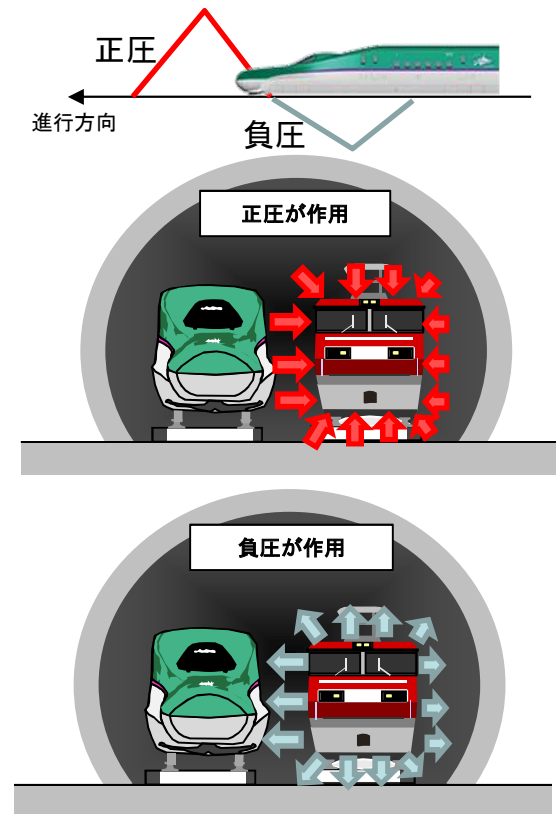
※1 貨物列車の列車営業速度は時速100kmだが、シミュレーションは設計最高速度の時速110kmで実施。

※2 平坦な線路上に停車状態の車両の輪重(車輪・レール間の鉛直力)を基準とした減少率。



すれ違いあり すれ違いなし
貨物 110km/h
新幹線 160km/h
トンネル区間におけるすれ違い時の
貨物列車の輪重減少率の推定

走行安全性は脱線係数、横圧、輪重減少率で判断する。このうち脱線係数、横圧については安全性の余裕が大きく、ここでは輪重減少率を評価。



すれ違い時の風圧のイメージ

※3 走行安全性を判定するしきい値。ただし、輪重減少率最大値が目安値を越えても、直ちに脱線・転覆に至ることはない。

2. 貨物列車との共用走行に関する検討事項

○ 新幹線とコンテナ貨車がすれ違う際の圧力変動等による影響

まとめ

○ 貨物列車のコンテナに対する影響

- 新幹線の青函トンネルへの突入・退出時(時速140km)や時速160kmでのすれ違い時に、コンテナに生じる応力は降伏応力の目安値を超えないことから、コンテナの変形に関しては問題ないと考えられる。また、圧力変動等によるコンテナ開扉等についても問題ないことが確認されている。

○ 貨物列車の走行に対する影響

- 新幹線が青函トンネル内を時速160kmで走行中に貨物列車とすれ違う際に、貨物列車の輪重減少率は目安値よりも小さいことから、すれ違いによる貨物列車の走行安全性についても問題ないと考えられる。