

320 km/h 高速走行試験における軌道強度等の影響評価(地上編)

東日本旅客鉄道株式会社 ○正会員 佐竹宣章
 東日本旅客鉄道株式会社 正会員 久保田光彦

1.概要

新幹線では運転速度向上を行う場合、最高許容速度が安全上支障のないことを確かめる必要がある。東北新幹線盛岡以北高速試験において、現行 260km/h から 320km/h に速度向上するにあたり、盛岡以北特有の軌道構造である締結装置拡大区間のレール及びレール締結装置、スラブ板については軌道強度及び応力を測定し、320km/h 走行時の軌道への影響を分析・評価した。

2.結果要旨

東北新幹線盛岡以北特有の軌道構造である明かり区間の平板スラブ軌道(7締結)の溶接部と一般部 2カ所、トンネル区間の枠型スラブ軌道(7締結)の接着絶縁部、溶接部と一般部において、測定を行った。結果は、盛岡～新青森間で E5 系による 320km/h まで速度向上した際、輪重、横圧、レール、レール締結装置、軌道スラブの応力・変位を測定し、いずれも標準値(表-1 参照)を下回った。

高速走行試験の結果から、盛岡以北特有の軌道構造は 320km/h 走行に対して十分な強度を有することが確認できた。

3.測定概要

3.1 測定箇所及び測定列車

東北新幹線 盛岡～新青森間

測定列車は、E5 系の試験列車 (270～320km/h で 10km/h 毎速度向上) の 15 本、7 日間測定した

3.2 測定評価及びリスク管理

(1) 輪重及び横圧

輪重及び横圧は、レール側部と底部を研磨・清浄し、ブリッジに組まれたひずみゲージを接着剤により貼り付けた。

輪重の最大値は、平板スラブ区間で 82.39kN(図 1-参照)、枠型スラブ区間では 78.29kN と何れも判定標準値 225kN を超える値は発生しなかった。横圧の最大値は、平板スラブ区間では 5.12kN(図-2 参照)、枠型スラブ区間では 6.27kN と何れも判定標準値 68kN を超える値は発生しなかった。

(2) レール上下・左右変位

レール上下・左右変位は、カンチレバー型変位計を用いて、レール頭部側面およびレール底部側面にガラス板を介して測定を行った。

レール上下変位の最大値は、平板スラブ区間では+0.63 mm、枠型スラブ区間では+0.72 mmと何れも判定標準値 3.0 mmを超える値は発生しなかった。レール左右変位の最大値は、平板スラブ区間ではレール頭部変位が軌間外側への変位+0.48 mm、レール底部の変位も軌間外側への変位+0.20 mmとなった。

レール小返り量の最大値は、レール頭部変位が最大となった測点での+0.41 mmが最大となった。枠型スラブではレール頭部左右変位は+0.55 mm、レール底部左右変位は+0.25mm であり、レール小返り量の最大値は、

キーワード: :軌道強度、輪重、横圧、レール、レール締結装置、軌道スラブの応力・変位
 連絡先: 〒331-8513 埼玉県さいたま市北区日進町 2-479 JR 東日本テクニカルセンター 軌道高速化 PT TEL048-651-2389

表-1 走行判定標準

測定項目		標準値
輪	最大値	255kN
	最小値	25kN
横 圧		68kN
レール上下変位		3mm
スラブ上下変位		1mm
スラブ左右変位		1mm
スラブ前後変位		1mm
レールとスラブ相対変位(小返り)		2mm
レール応力(全振幅)		300MPa
レール締結装置ばね応力(全振幅)		450MPa
スラブ表面応力(許容引張応力※)		3MPa+ σ_{ce}

σ_{ce} :有効プレストレス
 ※:測定した歪を応力に換算したもの

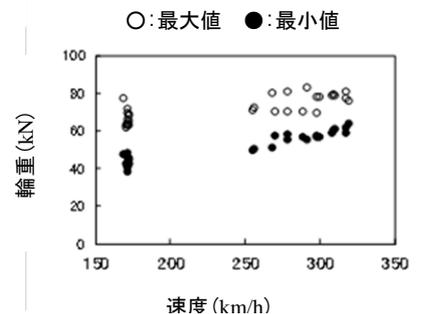


図-1 列車速度と輪重の関係

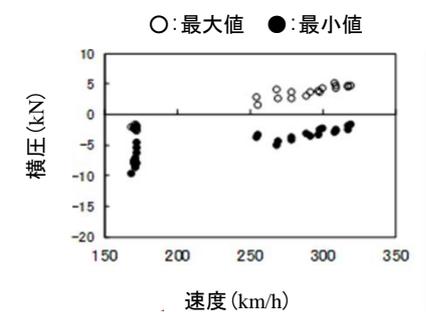


図-2 列車速度と横圧の関係

同測定点にて+0.30 mmであった。何れもレール左右変位は判定標準値 1.0 mmを超える値は発生しなかった。

(3) レール応力

レール応力は、締結装置間隔の中央でのレール底部端から 20 mmの位置に列車進行長手方向にひずみゲージを貼付け、ブリッジボックスを介して、動ひずみ測定器に結線し測定を行なった。

レール応力の最大値は、平板スラブ区間にて軌間内の測定点にて 37.36MPa、枠型スラブ区間では軌間外の測定点にて 38.40MPa と何れも判定標準値 300MPa を超える値は発生しなかった。

(4) 締結装置ばね応力

締結装置ばね応力は、予めひずみゲージを貼付けた板ばね（直 8 形改（低）及び継目用）を現場敷設のものと交換し、ブリッジボックスを介して動ひずみ測定器に結線し測定を行なった。

締結装置ばね応力の最大値は、平板スラブ区間では-234.43MPa、枠型スラブ区間では-248.66MPa と何れも外軌側締結装置で最大値を示したが、判定標準値 450MPa を超える値は発生しなかった。また、締結装置ばね応力耐久限度については、何れも第一破壊限度を超える値は発生しなかった。(図-3 参照)

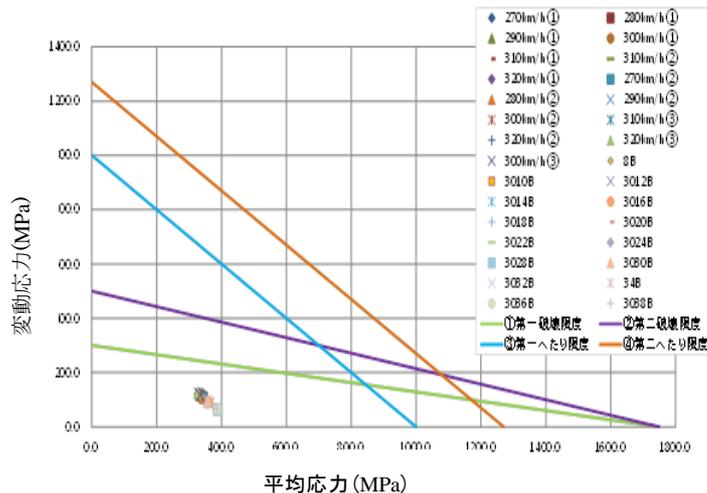


図-3 締結装置ばね応力耐久限度

(5) スラブ前後変位、左右・上下変位、応力

スラブの変位・変形は、カンチレバー型変位計を用いて測定した。

スラブ前後変位の最大値は、平板スラブ区間では-0.27 mm、枠型スラブ区間では+0.15 mmと何れも判定標準値 1.0 mmを超える値は発生しなかった。

スラブ左右変位の最大値は、平板スラブ区間では外軌側へ変位で+0.19 mm、枠型スラブ区間でも同様に外軌側に+0.11 mmとなったが、何れも判定標準値 1.0mmを超える値は発生しなかった。スラブ上下変位の最大値は、平板スラブ区間では+0.58 mm、枠型スラブ区間では+0.32 mmと何れも判定標準値 1.0 mmを超える値は発生しなかった。

スラブ応力の最大値は、平板スラブ区間では突起部周りにて 4.54MPa、枠型スラブ区間でも同箇所にて 1.37MPa となったが、何れも判定標準値 4.69MPa(3MPa+1.69MPa)を超える値は発生しなかった。

(6) リスク管理

高速走行試験は夜間実施するが、日中時間帯は、通常通りの営業運転を行うため、仮設物飛散防止対策をしっかりと行い、安全・安定輸送を実施することが必須条件となる。以下リスク管理として、対策を実施した。

- ・ 仮設物のアンカー打設による固定(図-4 参照)
- ・ 試験期間中の定期点検
- ・ 総合巡視等による状態確認
- ・ 確認車による点検

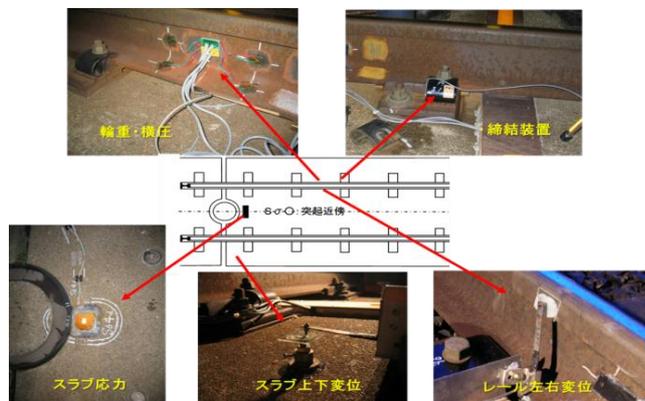


図-4 仮設のアンカー打設による固定状況等

4.まとめ

東北新幹線盛岡以北特有の軌道構造の軌道材料への影響について、320km/h まで速度向上を実施した結果、レール、締結装置などの軌道材料に発生する応力・変位は、疲労限度、締結装置耐久限度は、走行判定標準値以内であり、現状の軌道保守状況において営業速度向上に問題が無いことを確認できた。