

低騒音高速試験電車の走行安定性と 地上設備性能試験結果について

東日本旅客鉄道株式会社 正会員 遠見 一之

東日本旅客鉄道株式会社 正会員 伊藤 穰

1. はじめに

低騒音高速試験電車(STAR 21)による高速走行試験は平成4年3月より開始し、平成5年12月に425 km/h迄の速度向上を行った。これまでの試験において軽量化された高速車両の走行安定性と、これによる現行の新幹線地上設備への影響を評価するために、輪重・横圧測定および分岐器等の各地上設備性能の確認を行った。本文ではこれらの試験結果についての報告をする。

2. 走行試験概要

高速走行試験は【表1】の様にを行った。この中で、平成5年3月には車両の動力ユニットの追加等による高速化改造を行い、加速性能の向上を図った。地上設備性能に関する試験は、分岐器各部応力、有道床・スラブ軌道動特性等である。尚、上越新幹線の高速走行区間の最小曲線半径は $R=10,000\text{m}$ (カット $C=60\text{mm}$)で、勾配は1~3%程度である。

【表1】STAR 21高速走行試験概要

時期 (平成)	線別	区間	速度域 (km/h)	主な試験項目
4年 3~7月	東北	仙台 ~北上	120 ~315	車上PQ, 動揺加速度, 道床風速 分岐器・EJ応力
4年 9~12月	上越	浦佐 ~新潟	240 ~358	車上PQ, 動揺加速度, 分岐器応力 道床風速, 有道床・スラブ軌道動特性
4年12月 ~5年2月	東北	北上 ~郡山	240 ~290	車上PQ
5年 7~12月	上越	浦佐 ~新潟	240 ~425	車上PQ, 動揺加速度, 分岐器応力 有道床・スラブ軌道動特性

3. 走行試験結果

(1)地上設備性能について

①分岐器応力

分岐器応力はトングレール弾性部と可動クロッシング弾性部および断面変化部において測定した。【図1】は、燕三条構内18番分岐器で発生した各部応力と速度の関係について表したものである。トングレール部の発生最大応力は200系で66 MPa、STAR 21で56 MPaであり、クロッシング部では200系で77 MPa、STAR 21で71 MPaであった。いずれの数値も部材の強度より設定された目安値に比べ小さな値であり、殆ど速度効果は見られなかった。

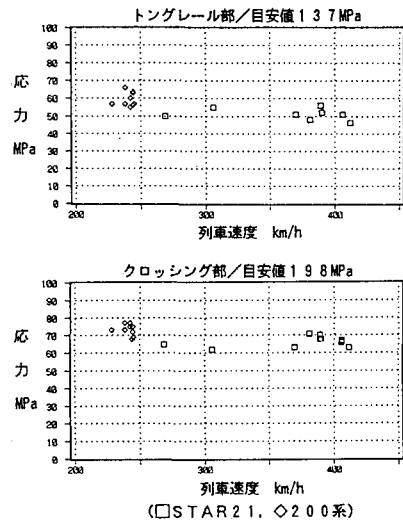
②締結装置(板ばね)応力

【図2】は、スラブ軌道各部応力測定結果から、締結装置(直結8形)の板ばねに発生した応力と速度の関係について表したものである。これについても速度効果は見られず、発生最大応力は200系で237 MPa、STAR 21で134 MPaであり、目安値に比べ小さな値であった。

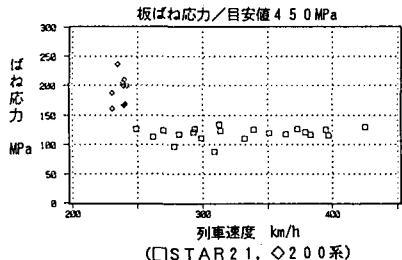
③道床加速度

道床加速度は軌道破壊の要素となるもので、これが大きくなると道床沈下量も増大することが知られていることから、車両の高速走行が有道床に与える影響を評価する上で重要なものである。【図3】は、燕三条駅構内の

【図1】分岐器各部応力と速度の関係

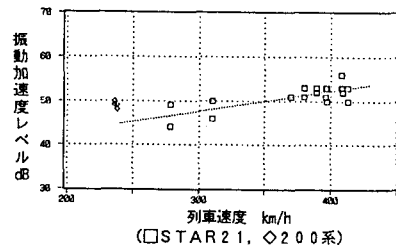


【図2】締結装置応力と速度の関係



有道床区間で測定した道床加速度と速度との関係を表したものであり、若干の速度効果が見られる。

【図3】道床加速度と速度の関係



(2) 走行安定性について

① 輪重・横圧比の目安値超過箇所

車上の輪重・横圧測定より輪重横圧比が目安値を超過したと判断された箇所を特徴別に分けると以下になる。本試験ではこうした箇所を主にレール削正や10m弦軌道整備により整正し、速度向上を行った。

(a) 分岐器やEJ部における著大横圧(7~8t程度)の発生による目安値超過

⇒特にクロッシング交換施工直後に発生

(b) 輪重変動による輪重抜けと溶接部で発生する短時間の小さな(1~3t程度)横圧による目安値超過

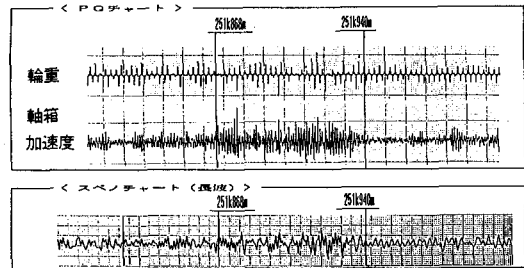
⇒車両軽量化の影響も受けるもので、トンネル内の輪重変動が比較的大きい区間で発生する。

② 輪重・軸箱加速度の異常変動区間

高速走行試験において300km/hを超える高速域で、輪重と軸箱加速度の異常変動が見られた。この区間では輪重が各軸で1t~12tの範囲で変動しており、軸箱加速度は最大で39gを記録している。こうした輪重変動は車両の走行安定性に悪影響を与えるため、当該区間を調査し、以下のような結果を得ることができた。

【図4】にはその区間の輪重・軸箱加速度のチャートとスペノチャート(長波)を示す。

【図4】輪重・軸箱加速度とスペノチャート



(a) レール頭頂面の凹凸量は-0.35~+0.6mmあり、通常の区間に比べ全体的に大きい数値となっている。

(b) これらの凹凸の周期は、その他の区間では2.5~3.0mであるのに対し、異常変動区間では1.2m~1.8mと比較的短い傾向にあった。

4. 考 察

地上設備性能の確認試験については、分岐器各部応力および締結装置(板ばね)応力ともに、STAR 21の400km/h域で発生した応力が200系の240km/h域で発生する値を下回る程度のものであり、目安値と比較しても特に問題のない値であった。道床加速度の測定結果からは、300km/h程度の速度であれば軌道破壊は200系と同程度と予想される。こうした結果はいずれも車両軽量化による軸重低減効果が表れたものといえる。また、現在のところ輪重・軸箱加速度の異常変動区間で確認された比較的周期の短いレール頭頂面の凹凸は、開業当初より存在していたレール製造時の波状変形がレール削正の未実施区間に残ったものと考えられており、高速域においてこの区間の軸箱加速度が凹凸周期の長い通常の区間に比べ顕著な変化をするのは、振動加速度が振動周波数の2乗に比例するためと考えられる。

5. あとがき

車両軽量化は高速化に対し有効であることが確認できたが、走行安定性上、輪重変動と短時間の小さな横圧による輪重・横圧比の目安値超過があったことを考えれば、今後車両の軽量化とこうした発生現象との関係、輪重・横圧の測定および評価方法について充分検討する必要がある。また、輪重・軸箱加速度の異常変動は他の区間における高速走行においても、同様に発生することが予想される。従って、300km/h域の運転に際しては、これらを予めスペノチャート(長波)による異常変動箇所の割り出しを行い、対象となるレール頭頂面の整備を行う必要があると考えられる。