

第8章 まとめ

東北地方太平洋沖地震における新幹線の脱線・非脱線に関する調査・解析を実施した結果、以下のことが分かった。

試7932B列車が脱線した付近の構造物の外観による調査により、構造物には、非常に軽微な損傷のみで、問題となる損傷（橋脚の座屈、変形、傾斜、桁ずれ等）は認められなかった。高架下から外観による目視の調査ではあるが、構造物には脱線に直接結びつくような損傷は認められなかった。桁連結工等の調査結果からは、いずれの箇所においても、桁連結工や支承部の損傷が発生する程度の桁の過大な角折れの発生やこれに伴う痕跡は認められなかった。

解析対象構造物、地盤の振動特性を把握することを目的とした余震観測を実施し、各構造物の弾性周期、減衰定数を求めた。車両が脱線した第三小田原B1においては、他の構造物と比較して構造物の固有周期が長く、線路直角方向の減衰が小さい（1.5%）ことが分かった。

地震動を推定した結果、脱線地点の第三小田原B1では、今回の解析対象地点の中で最も加速度が大きく、地表面で約700(gal)程度であったと推定された。また、この地点では短周期成分が卓越する特徴を有していた。また、第一河原町B1も大きな地震動が作用したと推定された。この2つの高架橋は仙台付近に位置しており、震源域からの距離が他の地点より近いことなどにより地震動が大きかったと思われる。

東久保B1、第一赤林B1、第二矢巾B1では、地表面で200～350(gal)程度の加速度であったと推定されたが、震源からの距離が遠いことなどが影響していると思われる。

第一三本木トンネルでは、地盤が強固であり、地震動は増幅されず、今回の解析対象地点の中では最も小さな地震動であった。

構造物の挙動を推定した結果、脱線箇所の第三小田原

B1(7932B)では、1000(gal)、100(kine)という大きな加速度、速度で振動したと推定される。このように、脱線地点の構造物が大きく揺れた原因としては、地震動そのものが大きかったことに加え、構造物の減衰定数が小さいことが影響していると思われる。一方、新幹線が脱線しなかった、第一河原町B1(144B)、東久保B1(142B)、第一赤林B1(59B:第2主要動)および第二矢巾B1(59B:第1主要動)は、最大500～600gal程度の水平加速度で振動したと推定された。これは、脱線箇所と比較して0.5倍程度であり、構造物の揺れはそれほど大きくなかったことが分かった。また、第一三本木トンネル(3027B)については、トンネル内で地盤が良好であるため地震動が増幅せず、軌道位置の加速度応答は他の箇所に比べて小さいことが分かった。

車両挙動の解析結果より、脱線した試7932B列車(E2系J69編成)の4号車は、周波数1.5～1.7Hzを主成分に持つ地震動を受けて車体の回転中心が車両の上部にあり、車体のロール回転に合わせて輪軸が左右に移動する上心ロールを起こし、左右車輪のフランジが交互にレールへ衝撃した。脱線時には、左車輪のフランジがレール肩部に接触した状態で、横圧の発生と輪重の減少が重なり、車輪フランジがレール頭頂面に上がって左方向に脱線した。本解析結果では4軸ともに左方向へ脱線したものとなった。

脱線しなかった新幹線列車のうち、142B列車(E4系P52編成とE3系L53編成)、144B列車(E4系P3編成)、3027B列車(E2系J6編成とE3系R26編成)、59B列車(E2系J68編成)について、車両挙動を解析した結果、いずれの車両も脱線しなかった。なお、いずれの解析条件においても左右動ストップ当たりが生じ、144Bおよび59B列車の左右動ストップ作用力が大きかった。左右動ストップ作用力が大きいときは、車両は上心ロール振動を生じており、大きな横圧も発生していた。