

## 新潟県中越地震における新幹線脱線における一考察

愛媛大学大学院 学生会員 和仁 晋哉  
愛媛大学工学部 フェロー 森 伸一郎

## 1. はじめに

2004年10月23日にマグニチュード6.8の新潟県中越地震が発生し、初めて新幹線が脱線した。その原因を振動という立場から検討するために著者らは脱線区間に沿う地盤の常時微動測定および地震応答解析を行った。本研究の目的は、地震時の脱線地点周辺の状況を把握し、列車に作用する慣性力と線路の変形との観点から、新幹線の脱線原因を考察したものである。

## 2. 本震時の最大加速度分布

図-1は17時56分の本震の際に500gal以上の加速度があったと思われる領域を推定したものである。領域の推定には中越地方の67地点の強震観測地点をもとに推定した。震源より北東および南西方向に強い加速度があったと思われる。56分の本震の際に4列車が停止し、1列車が脱線した。脱線地点と震源との距離は約10.3kmで最も短い。新幹線「とき325号」が脱線した地点は推定した領域内で、加速度が500gal以上あったと推定できる。

## 3. 脱線区間周辺の地形と地質

図-2に脱線区間付近の地盤構成と常時微動測定箇所を示す。滝谷トンネル出口付近から206.4kmポイント（以下kmのみ示す）付近までは厚さ10-20mの沖積段丘層で、表層厚は206.5km付近では7-8mしかないが、それ以北206.7km付近からは次第に表層が厚くなる。この地点付近では沖積扇状地層となっている<sup>1)</sup>。著者らは脱線区間の現地調査及び常時微動測定により標高約30m以深の更新統の礫層よりも深い位置に1次の卓越振動数に対応するような基盤岩が存在することを明らかにしている<sup>2)</sup>。

## 4. 脱線区間における地盤と高架橋の応答

脱線区間の常時微動測定の際に29測点中10測点は地盤と高架橋の同時測定を行った。図-3に測定結果の一部である、207.3kmの測定結果を示す。地盤は1時と2次の卓越振動数が現れ、橋脚についてはおおむねすべての測定地点でY方向（線路進行直角）の方がX方向（線路進行）よりも大きなフーリエスペクトル比の振幅を示した。高架橋の固有周期は地盤に対して橋脚の水平Y成分（線路進行直角方向）のフーリエスペ

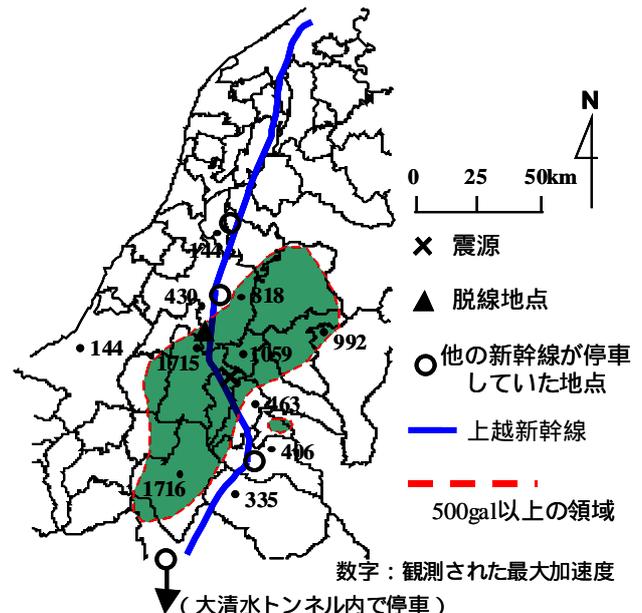


図-1 推定した500gal以上の領域分布図

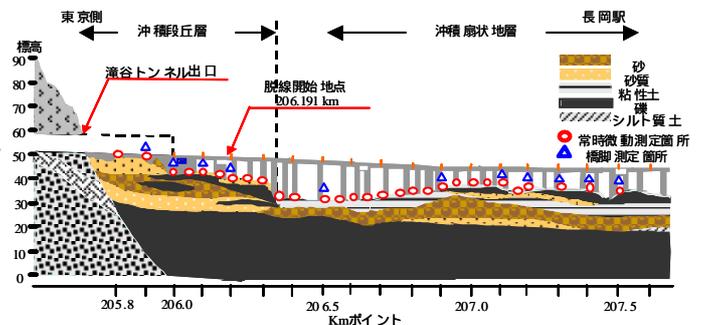


図-2 脱線区間の地盤構成と常時微動測定箇所

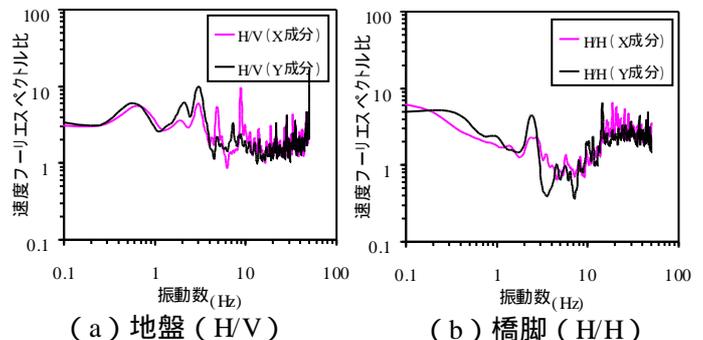


図-3 地盤と橋脚のフーリエスペクトル比 (207.3km)

キーワード：地震被害，地震動，常時微動測定，表層地盤，曲率

連絡先 (790-8577 松山市文京町3 FAX: 089-927-9845, email:mori@dpc.ehime-u.ac.jp)

クトル比（H/H スペクトル比）から評価した．H/H スペクトル比の場合は地盤と構造物の相互作用を考慮しないため基礎に対する上部の減衰が評価することができる．高架橋は材料減衰や逸散減衰を含んだ減衰があると考えられるから，1 質点系にモデル化した．その時の減衰は，微動測定により確認された高架橋の固有周期に対応する増幅率をもとに算定した（6～20％）．写真-1 は脱線開始地点付近の高架橋である．実際の地震時の揺れにより，橋脚には跳ね上がった泥跡が確認された．これより，地震時において X 方向よりも Y 方向に大きく振動していたことが推定できる．また，脱線区間の地盤増幅特性を明らかにするため，礫層上面を基盤とし，入力地震動の位相差を考慮した解析を行った．図-4 に両側を含む 3 点の地表の応答変位から算出した曲率の最大値を示す．205.8 から 206.2 km の区間では曲率が大きい．これは沖積段丘層の非線形化が寄与していると考えた．また，これより地表面の応答加速度時刻歴波形を用いて高架橋の応答解析を行った．図-5 に 206.2 km 地点付近の高架橋の絶対変位時刻歴を示す．この地点の高架橋の絶対変位は約 15 cm となり，約 10 秒程度大きな揺れが継続している．図-6 に両側を含む 3 点の高架橋の応答変位から算出した最大曲率を示す．高架橋の最大曲率は，沖積段丘層および沖積扇状地層区間にある高架橋の方が，表層厚の薄い地点にある高架橋よりも曲率が大きい．

## 5．結論

(1) 本震が発生した際の新幹線の位置と震源の距離は脱線した地点が最も近い．また，観測された強震記録より，脱線した列車は 500 gal 以上の最大加速度を受けていたことが推定される．(2) 常時微動測定および現地被害調査によって，高架橋は X 方向（線路進行方向）より Y 方向（線路直角方向）に揺れやすく，実際の地震時において Y 方向に大きく振動したと推定できる．また，脱線開始地点付近の高架橋では約 15 cm 程度の絶対変位があったと考えられる．205.8 から 206.2 km の曲率が大きい区間では，沖積段丘層の非線形化が寄与していると考えられる．沖積段丘層および沖積扇状地層区間にある高架橋の曲率が大きくなった．

## 謝辞

本研究では防災科学技術研究所の KIK-net，K-net および気象庁，日本道路公団，国土交通省河川・道路等の地震計で観測された観測記録を使用させていただきました．記して感謝いたします．

## 参考文献

- 1) 森伸一郎，和仁晋哉：新潟県中越地震における新幹線脱線現場の地盤増幅特性，第 40 回地盤工学研究発表会講演集，2005 年（投稿中）
- 2) 鉄道建設公団 新潟県建設局：上越新幹線（水上・新潟）地質図，1980 年

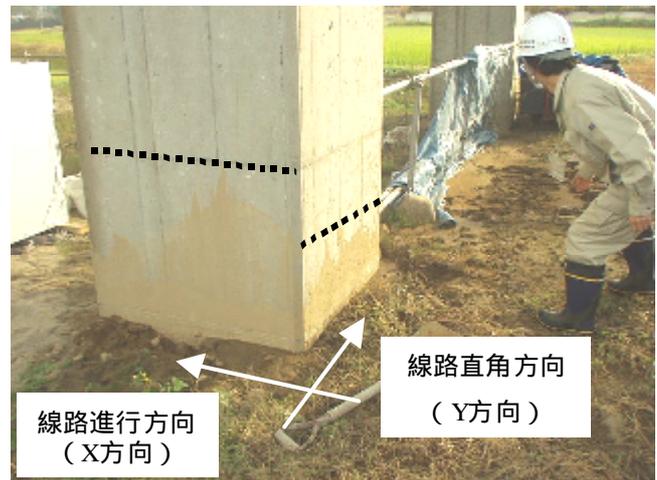


写真-1 脱線開始地点付近の高架橋橋脚下部の様子

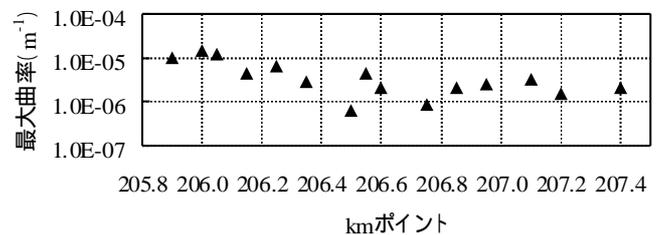


図-4 地表面上の線路に沿う水平面内の最大曲率

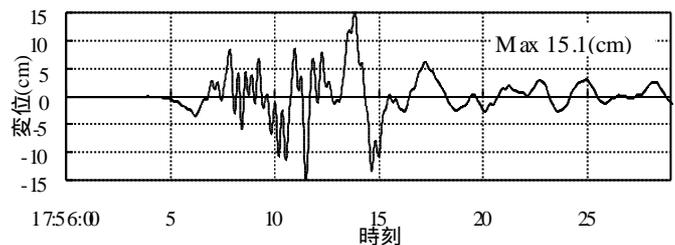


図-5 高架橋（206.2km 付近）の絶対変位時刻歴

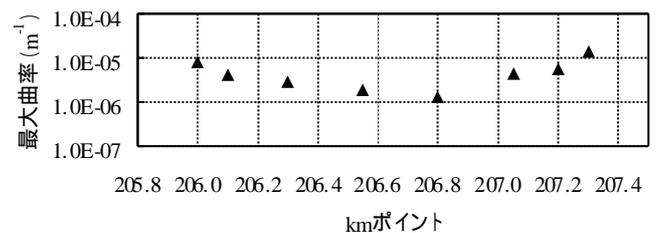


図-6 高架橋上の線路に沿う水平面内の最大曲率