

### 断層と構造物の位置関係が列車走行性に及ぼす影響

京都大学工学研究科 正会員 ○川西 智浩  
 (財)鉄道総合技術研究所 正会員 室野 剛隆  
 (財)鉄道総合技術研究所 正会員 曾我部正道  
 宮崎大学工学部 正会員 原田 隆典

#### 1. はじめに

断層近傍を鉄道構造物が走行する場合には、断層から離れた箇所と比べて、列車走行性の確保が厳しくなるものと考えられるため、走行安全性の検討や走行性向上のための対策に、より注意を払う必要がある。また断層近傍においては、断層と構造物の位置関係などの条件が変化することで列車走行性にも影響を及ぼし、場合によっては、他の条件の場合に比べて列車の走行性が低下するケースがあるものと考えられる。そこで本研究では、列車走行性が相対的に低くなるような条件の場合に、優先的に列車走行性を向上させるための対策を実施するために、断層と構造物の位置関係および列車の進行方向を変化させて走行性解析を実施することにより、これらの条件が構造物上の列車走行性に及ぼす影響について検討を行った。

#### 2. 解析条件

図1に示すように、断層が破壊した場合に、断層近傍に敷設されている高架橋上の列車の走行性解析を実施することにより、断層と鉄道構造物の位置関係が列車走行性に及ぼす影響について検討する。計算は、以下の手順にしたがって実施した。

##### (a)震源断層を含む広域な地盤の解析

まず、大きさ 5×5km、傾斜角度 45° の震源断層を含む広域な水平成層地盤において、断層が図中の左から右に向かって破壊した場合の地表面波を、剛性マトリクス法<sup>1)</sup>を用いて算定する。断層の破壊伝播速度は 2520(m/s)とした。

##### (b)高架橋上の列車の走行性解析

次に、断層近傍の2箇所に、張出タイプ、高さ7mの高架橋が約600m区間にわたって一様に敷設されている場合を想定し、(a)で算定した

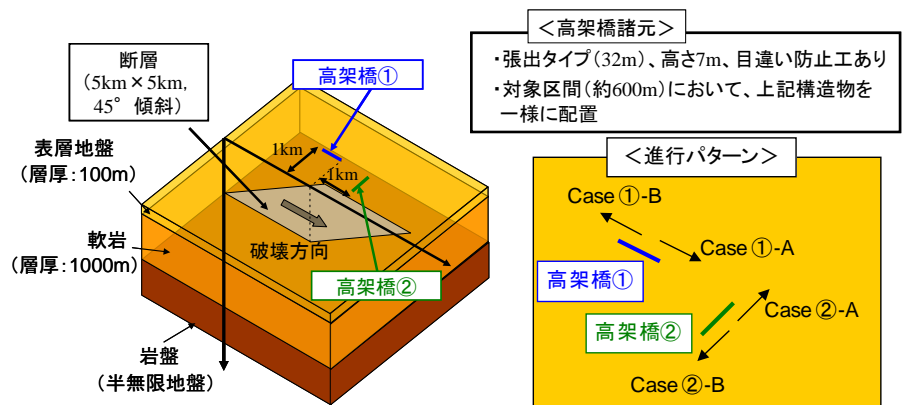


図1 解析条件

地表面波を高架橋の各地点に別々に入力して、時速 270(km)で高架橋上を走行する列車の走行性解析を実施する。解析には、鉄道総研が開発した車両と構造物との動的相互作用解析プログラム DIASTARSⅢを用いた。

解析にあたっては、地表面波の振幅を 0.1 倍、0.15 倍、・・・1.0 倍と徐々に大きくしていくことにより、断層と構造物の位置関係によって車輪の水平移動量がどの程度変化するかを調べることにした。また、列車の発車タイミングを 200m 単位で徐々にずらして、列車走行性への影響が大きい結果を整理することとした。解析ケースとしては、断層と構造物の位置関係のほか、列車の進行方向も変えることにより、図1に示す計4パターンの解析を実施した。

#### 3. 解析結果

まず、振幅 1.0 倍時における、高架橋位置①および高架橋位置②の地表面変位(線路直角方向)のスナップショットを比較した結果を図2に示す。ここでは、両位置において地表面変位が最大となるタイミングに相当する、断層破壊開始 2.5~3.0 秒後の結果を示す。まず、断層破壊方向と平行に高架橋が敷設されている高架橋位置①においては、時刻によって波動伝播の影響で変位分布が曲線的に変化するタイミングが存在し(例えば、断層破壊開始 2.6

キーワード 列車走行性, 鉄道構造物, 断層

連絡先 〒615-8530 京都市西京区京都大学桂 TEL 075-383-7558 FAX 075-383-3410

秒後),列車走行性に影響を及ぼす角折れが比較的大きくなっていることがわかる。これに対し高架橋位置②では,高架橋位置①とほぼ同等の変位が発生しているものの,変位分布は概ね直線的であり,角折れは高架橋位置①のケースに比べると小さくなっている。一般的には地震動による振動変位と角折れが列車の走行性に影響を及ぼす<sup>2)</sup>ことから,地表面位置の地震動特性の観点からは,高架橋位置①の方が列車の走行性にとっては厳しいと考えることができる。

次に,各解析パターンについて,地表面の最大加速度を徐々に変化させていき,最大車輪水平移動量を算定した結果を図3に示す。まず,高架橋位置①と高架橋位置②の解析結果を比較すると,断層と高架橋の位置関係により車輪移動量が急増する地表面加速度が100~150(gal)程度異なっている。なお,鉄道の変位制限標準<sup>2)</sup>では,車輪水平移動量70(mm)を走行安全性上の限界値としている。したがって,断層近傍では,断層と構造物との位置関係が列車走行性に影響を及ぼしており,今回の解析結果からは,高架橋位置①の方が走行性にとって厳しいことが走行性解析からも確認できた。

最後に,列車の進行方向の違いに着目すると,進行方向が逆になることで最大車輪水平移動量が急激に大きくなる加速度に多少の変化がみられる(高架橋位置②で50(gal)程度)が,高架橋位置による影響に比べると進行方向による差は少ない。これは,断層の破壊速度の方が列車速度よりもはるかに速いため,進行方向の違いによる見かけの速度の差が小さかったためであると考えられる。

5. まとめ

本検討では,鉄道構造物近傍の断層が破壊した場合を想定し,断層と構造物の位置関係や列車の進行方向を変えて走行性解析を実施することにより,これらの諸条件が列車の走行安全性に及ぼす影響について検討を行った。検討の結果,列車の進行方向よりも断層と構造物の位置関係の方が,列車の走行性に及ぼす影響は相対的に大きく,また,今回の解析条件下では,鉄道構造物が断層の破壊方向と平行に敷設されている場合の方が,走行性にとって厳しくなることがわかった。

参考文献 1) 原田隆典, 王宏沢: 剛性マトリクスによる水平成層地盤の波動解析, 地震2, Vol.57, pp.387-392, 2005. 2) 鉄道総合技術研究所編: 鉄道構造物等設計標準・同解説(変位制限), 丸善, 2006.

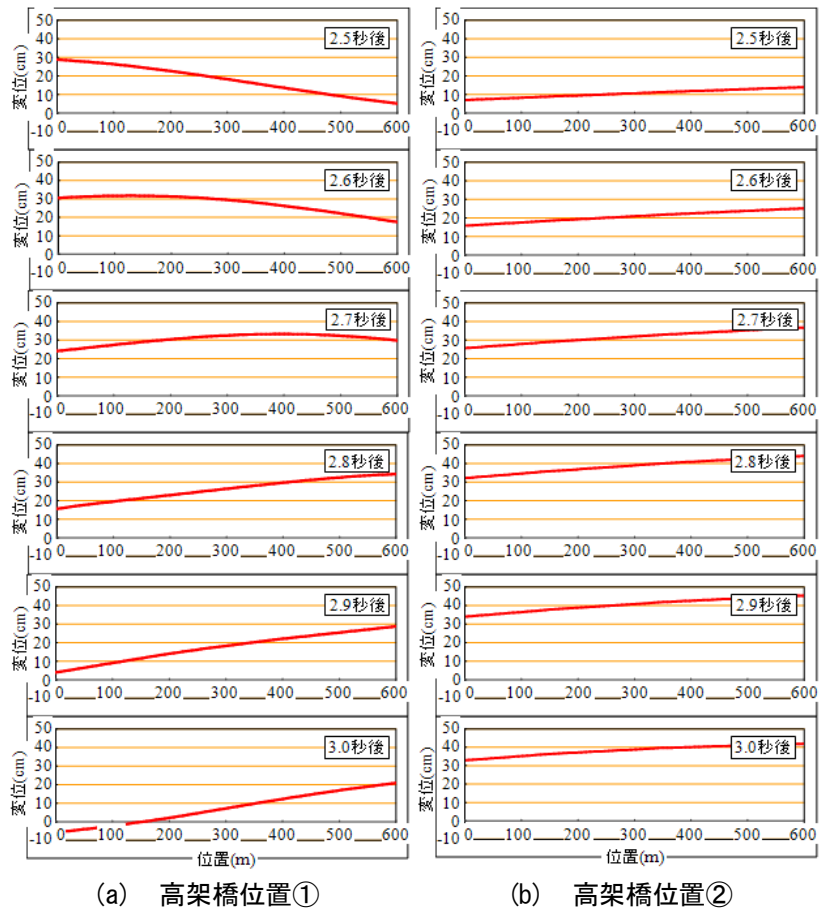
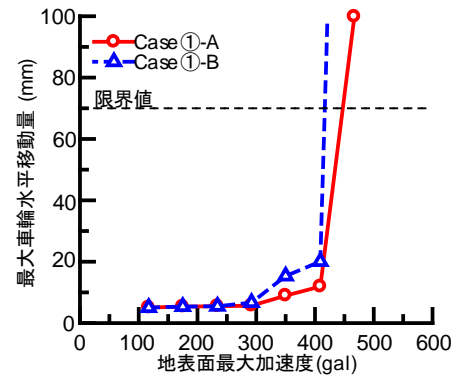
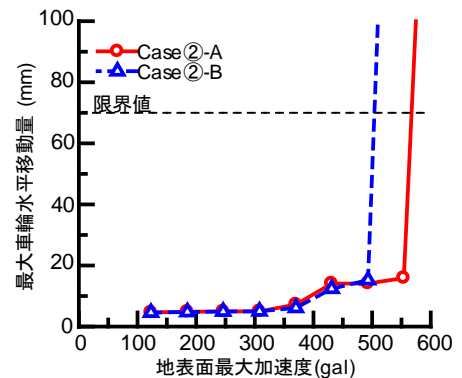


図2 地表面変位のスナップショット



(a) 高架橋位置①



(b) 高架橋位置②

図3 列車走行性解析結果