

耐震性能評価における水平2方向同時加振による線支承破壊後の支承部の変位

(公財) 鉄道総合技術研究所 正会員 二宮 僚 正会員 ○斉藤 雅充
正会員 小林 裕介

1. はじめに

鋳鉄製の線支承を有する鋼鉄道橋では、耐震性能評価として特に支承部を照査し、支承部の耐力が不十分な場合は支承破壊後の支承部の変位等により落橋の有無等を確認する。この際、地震動は橋軸方向と橋軸直角方向に対してそれぞれ単独で与えられることが多い。耐力照査ではこの方法でも問題ないが、支承破壊後の変位については、例えば橋軸直角方向に加振され支承が破壊したのちに、橋軸方向の加振で生じる変位が再現できないため、実挙動と乖離のある評価となっている可能性がある。本研究では、水平2方向の同時加振において支承破壊を再現できる解析モデルを構築した上で、支承破壊後の変位に水平2方向同時加振が及ぼす影響を明らかにした。くわえて、支承破壊後の変位に影響すると考えられる桁-桁座の摩擦係数、および支承部耐力といった因子の影響程度についても評価した。

2. 支承サイドブロックの破壊が水平全方向で連動可能な解析モデル構築

本稿で用いた解析モデルの概念図を図-1に示す。線支承のモデル化において、サイドブロック、ソールプレート、および摩擦抵抗を考慮している¹⁾。サイドブロックは水平全方向に等価な抵抗を發揮する接着要素を用いてモデル化し、いずれかの方向で破断耐力に達すると全方向の抵抗を消失するものとした。これによって、橋軸直角方向加振によりサイドブロックが破壊されると同時に、橋軸方向のサイドブロック抵抗を無効化するという破壊の連動を表現できる。

本解析には陽解法の解析ソルバーであるLS-DYNAを用いているため、時間増分は応答の収束を考慮して各ケースごとに設定した。減衰は質量比例減衰により与え、減衰定数は2%とした。

地震動は、1995年兵庫県南部地震において神戸海洋気象台で観測されたNS成分、EW成分(図-2参照)を、2方向同時入力(一部ケースでは1方向単独入力)した。

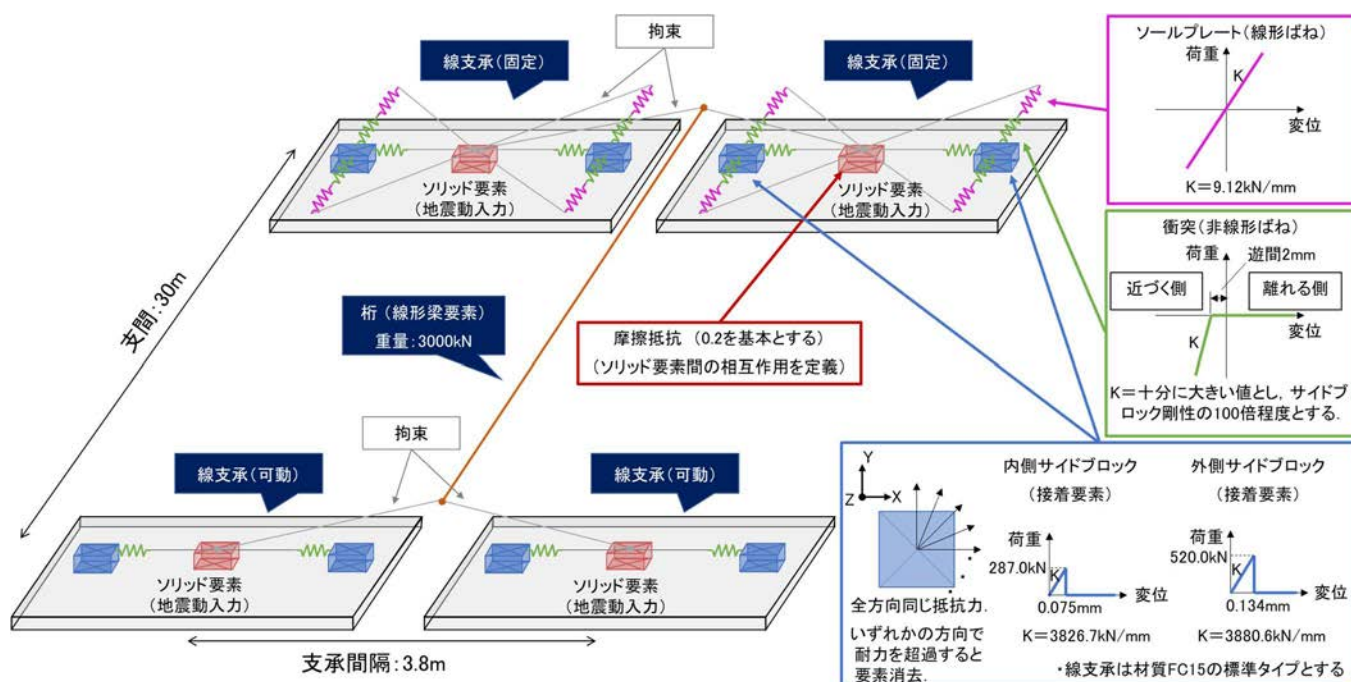


図-1 解析モデル概念図

キーワード 耐震性能評価, 支承破壊, 水平2方向入力, 変位軌跡, 地震応答解析

連絡先 〒185-8540 東京都国分寺市光町2-8-38 (公財) 鉄道総合技術研究所 TEL042-573-7280

3. 2方向同時入力および1方向単独入力下における支承部の変位

2方向同時入力（NS成分を橋軸直角方向+EW成分を橋軸方向）したケース、および各成分を1方向単独入力したケースの支承部の変位軌跡を図-3に示す。橋軸直角方向の最大応答変位は、2方向同時入力、1方向単入力ともに約300mmで同程度となっている。しかしながら、橋軸方向については移動方向が正負逆になっており、最大応答変位の絶対値も異なっている。これは、1方向入力の場合は橋軸方向成分（EW成分）により支承サイドブロックが破壊されているのに対し、2方向同時入力の場合は橋軸直角方向成分（NS成分）により支承サイドブロックが破壊されたのちに、抵抗力のない状態で橋軸方向（EW成分）に加振されたためと考えられる。2方向同時入力することで、より厳密な桁挙動の評価につながる可能性がある。

4. 支承部の変位に対する影響因子の確認

支承破壊後における桁挙動の影響因子を確認するため、摩擦係数および支承サイドブロック耐力をパラメータとした解析を行った。なお、地震動はすべて2方向同時入力としている。

図-4は、摩擦係数を0.2、0.4、0.6と変化させた場合の変位軌跡を示している。摩擦係数が大きくなると桁の最大応答変位は小さくなっている。また、<>内に示す変位軌跡の総延長（以下、軌跡長）についても同様の傾向となっている。摩擦力は、固定端に入力した地震動を桁に伝える作用側としての役割と、桁の変位を抑制する抵抗側としての役割を有しているが、本検討において、支承破壊後の変位に対しては、抵抗側としての役割が大きい結果となった。

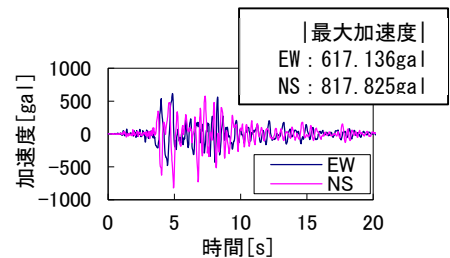
図-5は、支承サイドブロックを線形要素として解析を行い、得られた最大応答反力を100%とし、サイドブロック耐力を10%、50%、90%と変化させた場合の変位軌跡を示している。変位軌跡や最大応答変位にばらつきが見られる一方で、軌跡長はサイドブロック耐力によらず概ね一定値となっている。これは、サイドブロック耐力は地震作用のエネルギー吸収には寄与しないが、支承破壊のタイミングを変化させることで、描かれる軌跡の位置には影響を及ぼしたためと考えられる。

5. おわりに

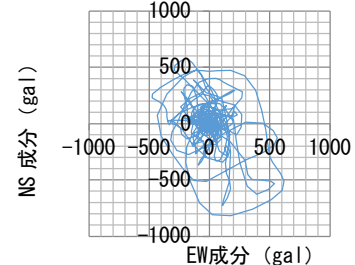
本稿では、支承破壊後の桁挙動に着目し、支承破壊を水平全方向に対し連動して考慮できる接着要素を用いてモデル化した上で、地震動を2方向同時入力とした地震応答解析を実施した。その結果、2方向同時入力と1方向単独入力では異なる挙動を示すこと、支承部の変位に対しては摩擦力および支承破壊タイミングの影響が大きいことが確認できた。

【参考文献】

1) 中原正人, 池田学, 豊岡亮洋, 永井紘作: 鋳鉄線支承の地震時耐荷力と復元力モデル, 鉄道総研報告, 2008.3



(a) NS成分およびEW成分



(b) 水平2成分の加速度軌跡

図-2 入力地震動（神戸海洋気象台）

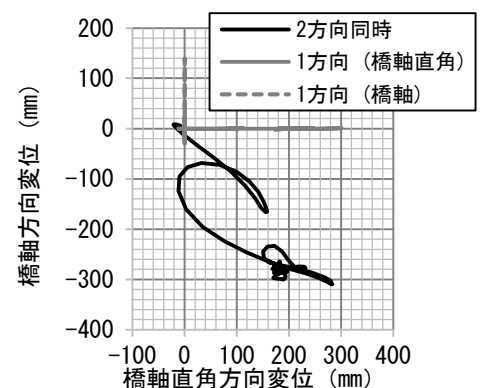


図-3 2方向同時入力および1方向単独入力における変位軌跡

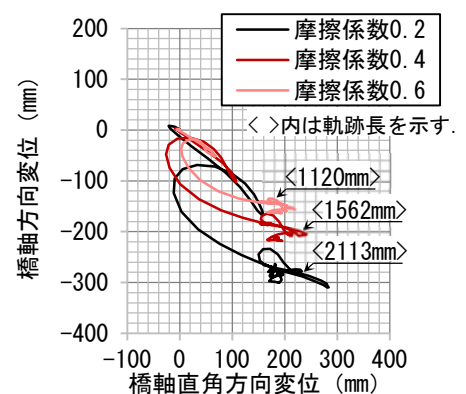


図-4 各摩擦係数の変位軌跡

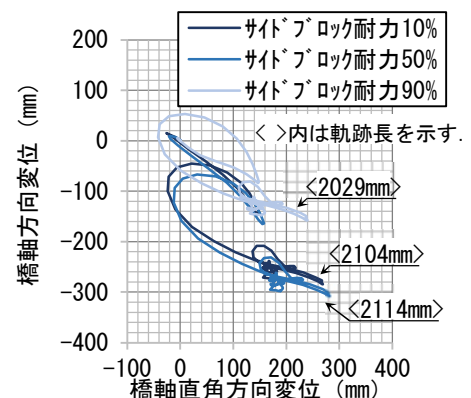


図-5 各支承サイドブロック耐力の変位軌跡