

滑動現象を考慮した立体交差橋梁の地震応答特性

大阪大学大学院 学生員 山形 守
大阪大学大学院 正会員 ○権 映録
大阪大学大学院 フェロー 西村 宣男

1. まえがき

道路交通の円滑化と安全な交通空間の確保の観点から、交通量の多い交差点を立体交差化する事業が全国で進んでいる。その一例である大阪府北花田交差点では、既存の平面交差道路の立地条件と直下に地下鉄北花田駅が位置していることから、一般的な橋梁のケーソン基礎や杭基礎を設置することが困難であるため、鋼製の支持梁を有する直接基礎を持った構造形式が採用された。平成7年1月17日に発生した阪神淡路大震災は各地で甚大な被害をもたらした。その地震被害の特徴のひとつは、地盤変形による構造物の被害である。そこで本研究では直接基礎を有する立体交差橋梁を取り上げて、地盤 - 立体交差橋梁間の相互作用を考慮した地震応答解析を行う。さらに、強地震時においては地盤と構造物の接触面において剥離現象と滑動現象が発生する可能性があるため、これらの相対運動現象も考慮した地震応答解析が要求される。

2. 解析モデルと入力加速度

3次元にモデル化した立体交差橋梁とその周辺地盤に対して有限要素モデルを用い、半無限体地盤には境界要素モデルを用いて、それぞれ両モデルをアイソパラメトリック要素で離散化した。立体交差橋梁はフーチング、支持梁、及び上部工である。周辺地盤の材料特性としてそれぞれせん断波速度は $C_s=300\text{m/s}$ と $C_s=500\text{m/s}$ の場合を考慮した。さらに、両モデルを結合し、地盤と立体交差橋梁の接触面にインタフェース要素を導入して剥離と滑動の現象を評価する。解析に用いた入力加速度は、兵庫県南部地震において JR 鷹取駅（種地盤）で観測された地震波である。本研究では全長 251m の立体交差橋梁に対する全体解析を行うため入力地震波の位相差を考慮に入れている。解析における地震力の位相差は半無限体地盤のせん断波速度を基準とし、地震波が立体交差橋梁の橋軸方向に伝達する時間を計算して入力することになる。また、地震波の入力方向は橋軸直角方向である。

3. 滑動を考慮した地盤 - 立体交差橋梁の地震応答特性

図 - 2 は橋軸方向に入力地震波の位相差による時刻歴応答を示している。解析モデルで左辺 (L1) の応答と右辺 (R8) の応答が地震波の位相差入力によりずこし遅れている。図 - 3 は地盤と基礎の接触面での応答を示しており、時刻歴応答から地震によって接触面が滑動していることがわかる。滑動の生じ始める時刻は両ケース約 1.3 ~ 1.5 秒ごろであるが、地震波の入力に位相差を考慮しているため、地震動の伝わる時刻の速い L1 から順に滑動が生じ始めて行くと考えられる。滑動が生じていない時刻の地盤表面と立体交差橋梁の接触面の変位応答はほぼ同じであるが、滑動後は両応答に顕著な差異が見られる。変位応答の周期は滑動後もほとんど保たれている。Case-1 のせん断波速度 300m/s の場合には滑動が生じ、最大応答が大きくなっているが Case-2 のせん断波速度 500m/s の地盤に対する結果では約 1.3 秒程度から滑動が生じているが最大応答の方はほぼ同じである。本解析では、地盤は線形弾性体と仮定しているので構造物の滑動に関わらず地盤の応答はほぼ一致していると考えられる。

4. 結言

本解析では、大地震時に地盤と構造物の接触面に発生する可能性のある剥離と滑動の現象を考慮して解析を行った。地盤と立体交差橋梁の接触面が固着と考えた場合は、強地震力に対して実際には働き得ない引

張り応力や過剰なせん断応力が接触面に発生することになる。そこで、本研究では幾何学的非線形性を有するインタフェース要素を考案して相対運動を評価した。解析の結果、滑動が生じることにより地盤表面と立体交差橋梁の接触面の変位応答はかなり異なることがわかった。安定した周辺地盤に設置された立体交差橋梁では接触面での滑動が生じても構造物に大きい影響を与えない。

参考文献

- 1) 災害科学研究所、大阪大学研究室、大阪府鳳土木事務所、日立造船株式会社、建設技術研究所：北花田交差点立体交差橋における上部構造、基礎、地下鉄カルバートの相互作用に関する調査報告書，Oct.,1997.
- 2) 権 映録：滑動を考慮した直接基礎構造物の地震応答特性と線状構造物の耐震性評価への応用に関する研究，Feb.,1999.

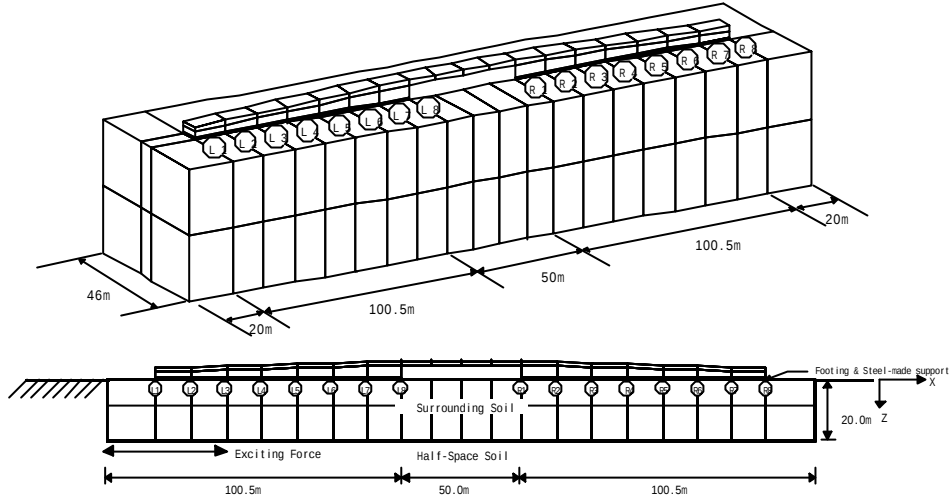


図 - 1 . 解析モデル

表 1 . 構造諸元

	材料	ポアソン比	減衰定数
周辺地盤	300m/s (Case1)	0.43	0.2
	500m/s (Case2)	0.4	0.2
フーチング	鉄筋コンクリー	0.167	0.1
支持ばり	SS400	0.3	0.05
上部工	SS400	0.3	0.05

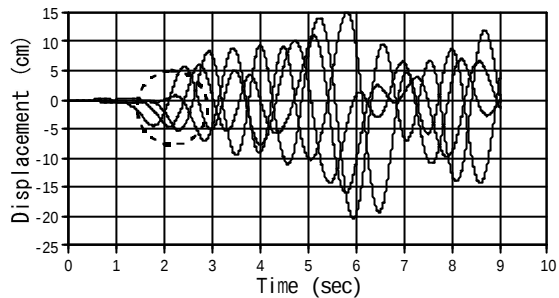


図 - 2 橋軸方向による変位応答(Case1)

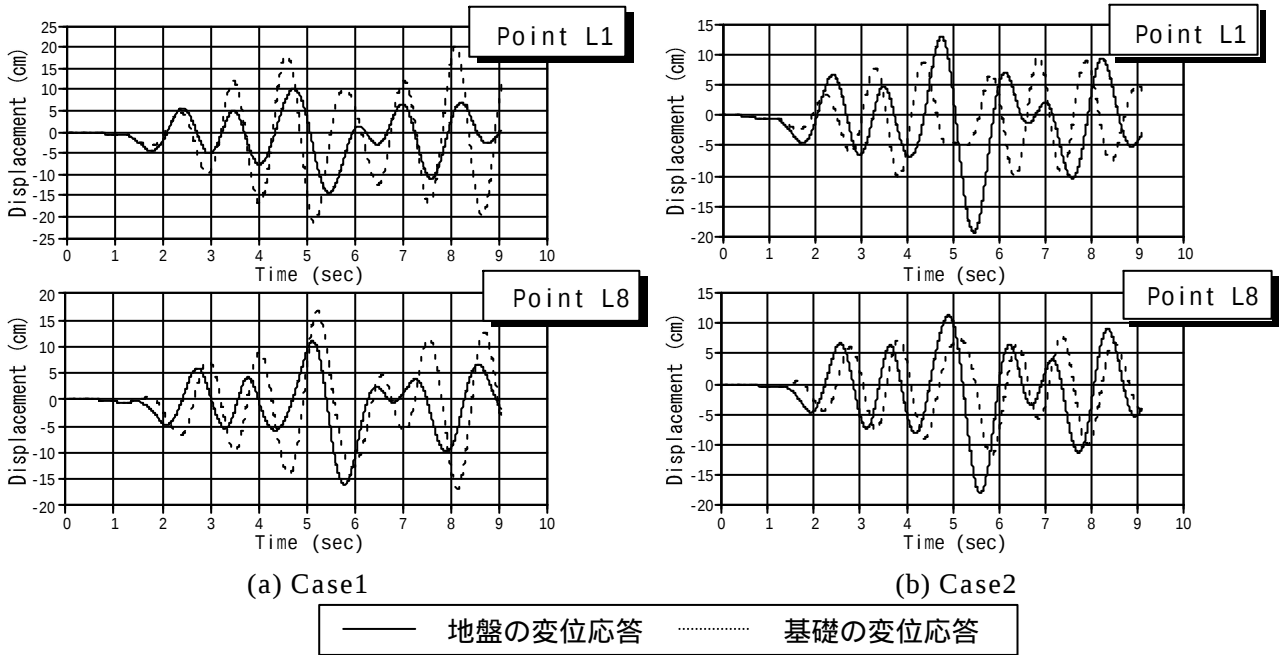


図 - 3 接触面での変位応答の比較（地盤 - 基礎）