

大阪大学大学院 学生員 ○山形 守
 (株)ニチゾウテック 正会員 権 映録
 大阪大学大学院 フェロー 西村宣男

1. 緒言

地震によって構造物は、地盤変形による被害を受ける¹⁾。さらに、強地震時に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。そこで、本研究では直接基礎を有する立体交差橋梁の地震時における安全性を検討するため、これらの相対運動現象と地盤の影響を考慮した地震応答解析を行う。

2. 地震応答解析

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、両モデルをアイソパラメトリック要素で離散化した²⁾。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。

2. 1 解析モデル

大阪府北花田交差点の立体交差橋梁をモデル化した。立体交差橋梁はフーチング、支持梁、及び上部工である。周辺地盤は水平方向に 20m、深さは 40m まで考慮してモデル化した。周辺地盤を伝わるせん断波速度は $C_s=300\text{m/s}$ とした。また、入力加速度には兵庫県南部地震で観測された JR 鷹取駅加速度記録を用いた。

2. 2 滑動判定

これまでの滑動判定方法はインタフェース要素（地盤と構造物の接触面）に働くせん断力が最大静止摩擦力を越えるかどうかによってのみ判定しており、また滑動が生じた後においても同じように、静止摩擦力によって滑動を判定してきた。しかし、この判定方法では滑動現象が正確に表現できていない。そのため、インタフェース要素に働くせん断力が最大静止摩擦力を越えると滑動が生じ、その後は動摩擦力により滑動を判定し、せん断力が動摩擦力より小さくなると再び固着状態に戻るとして解析を行った。表 1 にインタフェース要素の諸元を示す。動摩擦力を考慮しない場合を Case-1、考慮する場合を Case-2 として両者を比較する。最大静止摩擦力と動摩擦力は以下の式で与える。

最大静止摩擦力

$$\tau_s = C_1 + \sigma \tan \phi_1$$

動摩擦力

$$\tau_d = C_2 + \sigma \tan \phi_2$$

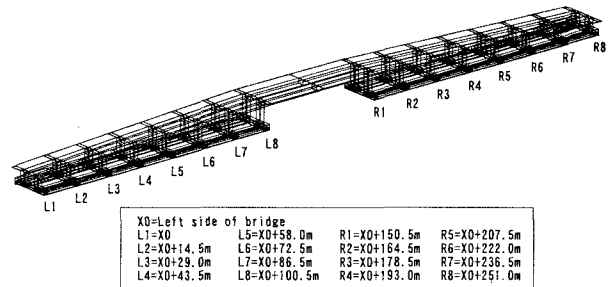


図 1. 解析モデル（橋梁部）

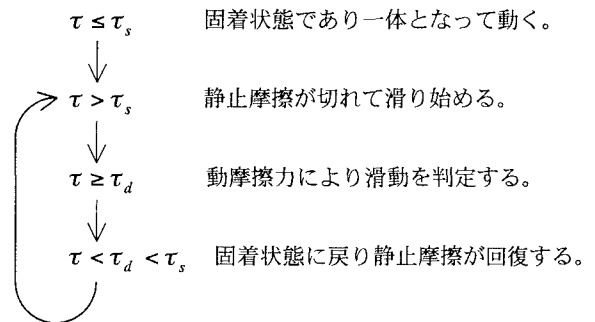


図 2. 滑動判定方法

表 1. インタフェース要素の諸元

	粘着力	摩擦角
Case-1	$C_1=0.098\text{Mpa}$	$\phi_1=30^\circ$
Case-2	$C_1=0.098\text{Mpa}$ $C_2=0$	$\phi_1=30^\circ$ $\phi_2=10^\circ$

3. 地盤－立体交差橋梁の地震応答特性

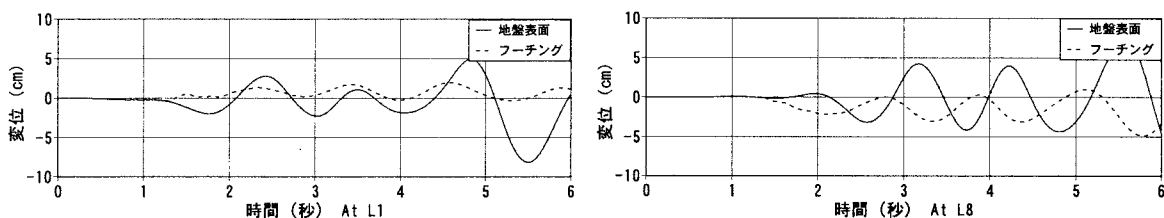


図 3. Case-1 の変位応答

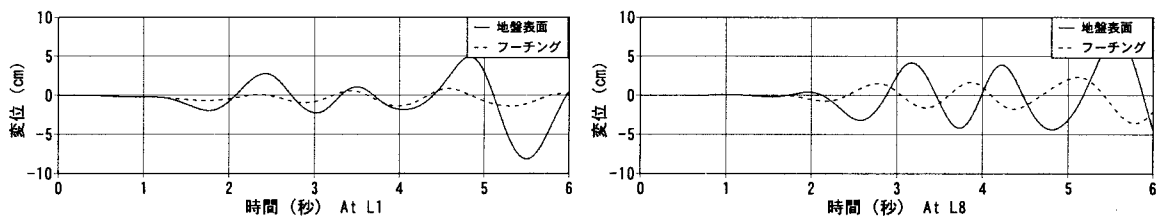


図 4. Case-2 の変位応答

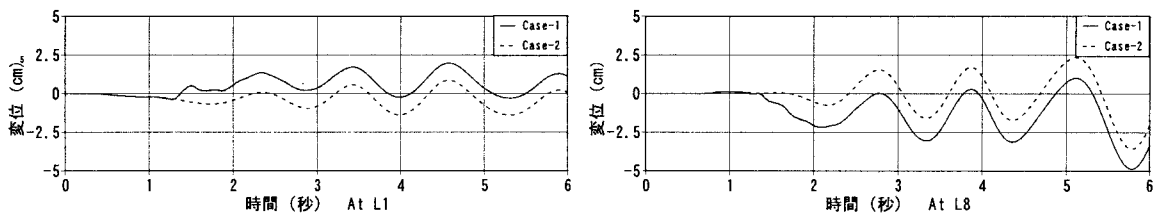


図 5. Case-1 と Case-2 の変位応答の比較

図 3、図 4 から地震によって立体交差橋梁が滑っていることがわかる。地震力は L1 から R8 に位相差を考慮して入力しているため、地震動の伝わる時刻の早い L1 から滑動が生じ始め、滑動後は地盤と基礎が違った応答を示している。Case-1、Case-2 とも地盤表面の変位に比べてフーチング（基礎）の変位が小さくなっている。滑動が生じることにより、構造物の変位が大きくなるか小さくなるかは入力する地震動の特徴によって決まるものと考えられる。

Case-1 と Case-2 のフーチングの変位を比較すると、位相は同じであるが変位の大きさは Case-2 の方が小さい。これは動摩擦を考慮することによって、Case-1 では固着と判定しているものが Case-2 では滑ると判定しているためである。また、Case-1 と Case-2 の地盤表面の変位を比較するとほぼ同じであることがわかる。これは地盤の挙動が構造物の挙動の影響をほとんど受けないことを示している。

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、さらに、滑動が生じていない時の接触面に働く摩擦力（静止摩擦力）と、滑動が生じている時の接触面に働く摩擦力（動摩擦力）の違いも考慮して解析を行った。これにより、地盤－立体交差橋梁の相互作用を明らかにすることができた。今後はこの解析結果を基に、立体交差橋梁の地震時における滑動に対する安全性を評価する。今回の解析では、地盤と構造物の間の粘着力、摩擦角を表 1 のように仮定したが、これらの値は実験により求める必要がある。

【参考文献】

- 1) 土木学会：阪神大震災震害調査緊急報告会資料、同第二次報告会資料 Mar. 1995.
- 2) 権 映録：滑動現象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、大阪大学学位論文 Feb. 1999.