

NR アーチ橋における動的解析での耐震性能照査

－多点入力機能を利用した動的解析事例－

日中コンサルタント株式会社

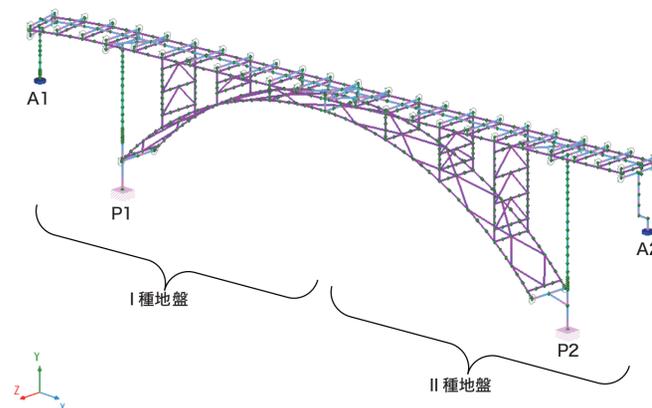
概要

アーチ橋の動的解析において、Engineer's Studio® の多点入力機能を使用し、アーチ橋本体の挙動特性やアーチアバット部の変形性状の違いを確認。I種地盤とII種地盤の波形を使用して、応力および変形挙動を把握することにより、耐震性能照査特性の問題点の抽出を行った。アーチを跨ぐ前後で地盤条件が違うものと想定し、振動特性の異なる地震波を1つの橋梁に与え、その挙動を確認。この解析手法は Engineer's Studio® で新しく追加された機能であり、この入力手法を用いて解析検討を行うことが目的。

モデル図

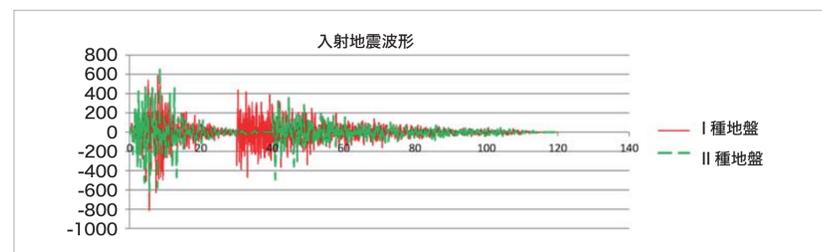
- ・ 3径間単純鋼上路式ローゼ橋【橋長118m】で両橋台部の支承条件は可動。
- ・ 橋台は弾性梁要素モデルとし、橋脚は M-φモデル【RC 構造】。
- ・ 床版のモデル化は「鋼橋の耐震・制振設計ガイドライン 日本鋼構造協会」。
- ・ 鋼部材【アーチ、主桁、横桁、支柱、斜材】についてはファイバーモデル使用。
- ・ 部材の交差部は隅角部として剛域を設定。地盤バネは固定。
【ただし、通常解析の際のみ、地盤バネをモデル化。】

多点入力を行う際は、Rayleigh 減衰を用いることが望ましくない（質量比例型の減衰マトリックスを用いると地動変位による付加的な減衰作用が発生する恐れ）ため、「 $\alpha=0$ 」として非線形動的解析を実施。

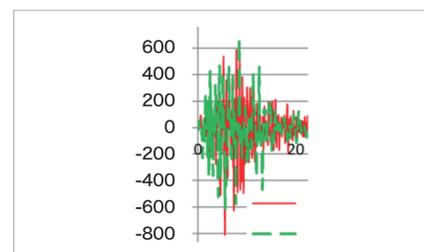


解析条件

- ① case1：通常解析。入力地震波：I種地盤
- ② case2：多点入力。入力地震波：I種地盤
- ③ case3：多点入力。入力地震波：I種地盤【起点側】、II種地盤【終点側】
- ④ case4：多点入力。入力地震動：II種地盤
- ⑤ case5：多点入力。入力地震動：I種地盤【P1】、II種地盤【A1、P2、A2】



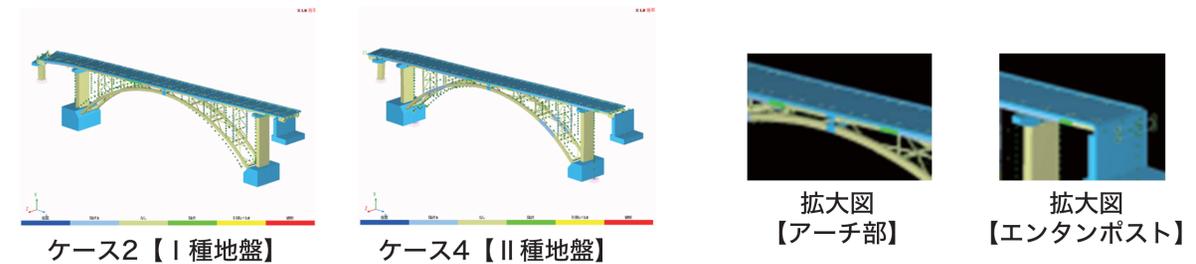
入力地震動



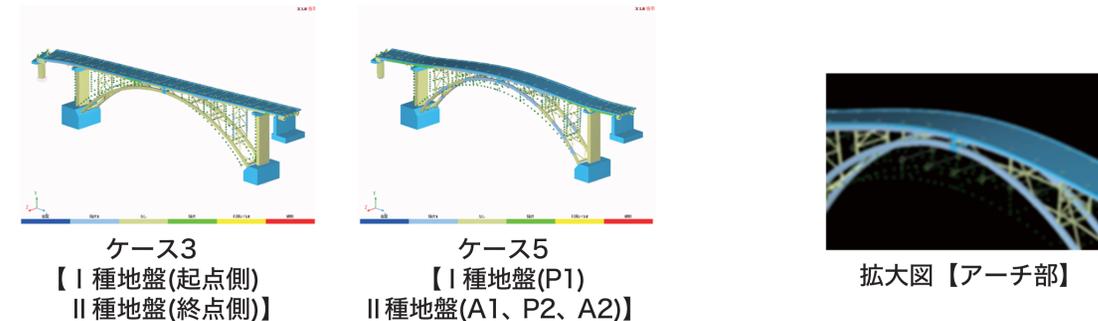
入力地震動【拡大図】

検討結果

1) ケース2・4の解析結果は、アーチ区間の1/4付近で降伏している部材が多く見られる。主桁においては、エンタンポスト付近の部材も降伏したことが分かった。ケース1の解析結果と比べ、多点入力をする、損傷箇所が増えることが分かった。



2) ケース3・5の解析結果は、アーチ中央が盛り上がるような変形となり、主桁、アーチともかなりの範囲で損傷していることがわかった。橋台と桁の相対変位が大きくなり橋台の縦壁を貫くような大きな変形が出ていることがわかった。



考察

- ①変形について：波形の入射方向が起点側→終点側とする場合
 - ケース3の場合、I種・II種地盤の地震波向き（周期）の違いにより、左右の移動を相殺し、単一モード（虹の形）の動きしか現れず、このような変形をしたと想定される。
 - ケース4の場合、ケース2と逆パターンとなり、起点側に偏った変形が出ている。ケース3のような現象（I種・II種地震波の向きの違いによる損傷箇所出現の非対称さ）も見受けられる。
 - ケース5の場合、ケース3と似ている変形となった。一点の地震波の入力により橋梁全体の破壊イベントは通常の動的解析とよく似ていることが分かった。
 - ②鋼断面の降伏
 - ケース2・4に示すように、多点入力では地震時エネルギーが地盤から直接伝播するため、橋脚・橋台の挙動と上部工（桁）の挙動に位相差が生じ、従来設計で考えている1自由度系の挙動と差が生じることが分かった。
 - ③多点入力
 - 実地震に近い、より現実的な構造物の設計が可能。
 - 左右違う地盤の構造物の解析が可能。
- 動解モデル作成上の留意点
- ・ねじり剛性の評価を適切に行う必要がある（壁式橋脚や横桁のねじり剛性など）
 - ・部材の結合条件の評価を適切に行う必要がある（ピン部材など）