

地震波の入力方向が応答に及ぼす影響

オイレス工業(株) 正会員○宇野裕恵 熊本大学大学院 正会員 松田泰治

日本技術開発(株) 正会員 長 悟史 JIPテクノサイエンス(株) 正会員 松田 宏

同上 正会員 宮本宏一 同上 正会員 柚木浩一

オリエンタル白石(株) 正会員 角本 周 ジェイアール九州コンサルタンツ(株) 正会員 松尾龍吾

1. 目的

非線形時刻歴応答解析では、道路橋示方書Ⅴ耐震設計編(以下、道示)の標準地震波3波により応答値を平均して評価している。各地震波での時刻歴加速度の正負の最大値は異なっているが(加速度の絶対値が大きい方向を主要動方向と定義する)、一般に動的解析に用いる履歴モデルは対称であるので、時刻歴応答値の絶対値が最大となる値を用いれば地震波の主要動方向の影響はない。しかし、対称でない履歴を有する振動系では、地震波の主要動方向により応答値は異なる。道示においても、地震動の位相特性の違いによって応答解析値に差異が生じるため3波形程度を用いることが解説されており、この主旨からも地震波の主要動方向の位相特性に留意する必要があると理解できる。本論文では、ケーススタディにより動的解析において地震波の主要動方向に留意する必要性を確認した。

2. 入力地震動の主要動方向と履歴モデル

振動モデルで履歴が非対称となるケースとして、①温度変化による桁伸縮状態で支承および下部構造がオフセットされた履歴モデル、②片側張出梁を有する橋脚の梁方向履歴モデル、③衝突モデルや土圧を考慮するモデル、その他特殊な支承構造があげられる。ここで、①を代表として検討した。

対象橋はⅡ種地盤に架かる図-1に示すような分散ゴム支承(RB)を有する橋脚高さ10m一定のPC12径間連続箱桁橋とし、それから支承と橋脚を2基取り出して図-2に示すような1径間の解析モデル¹⁾を作成した。このモデルにおいて支承のせん断ひずみが0, 10, 20, ……70%となる表-1に示すような桁の伸び状態を設定し、道示の標準地震波3波を用いて非線形時刻歴応答解析を実施した。支承および橋脚の履歴モデルは、図-3に示すように桁の伸び状態に応じて荷重と変位の関係をオフセットしている。このモデルでは、70%せん断ひずみ状態で橋脚に作用している不静定力は橋脚の水平耐力に対して0.29Pyに相当する。

3. 解析結果と3波平均

P1およびP2での支承の応答変位および橋脚の応答塑性率を図-4に示す。同図には入力地震波の最大および最小加速度を併記し、絶対値の大きい方を着色した。また、各地震波によるP1およびP2の支承の応答変位および橋脚の応答塑性率の最大絶対値をそれぞれ図-5～図-8に実線で示す。同図には、地震波を両方向に入力した場合の最大絶対値を破線で併記した。この3波平均値を図-9および図-10に示す。

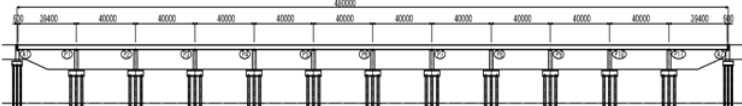


図-1 PC12径間連続箱桁橋の一般

表-1 ゴム支承のせん断ひずみと変位

せん断ひずみ	%	0	10	20	30	40	50	60	70
変位	mm	0	24	48	72	96	120	144	168
総ゴム層厚	mm	240							

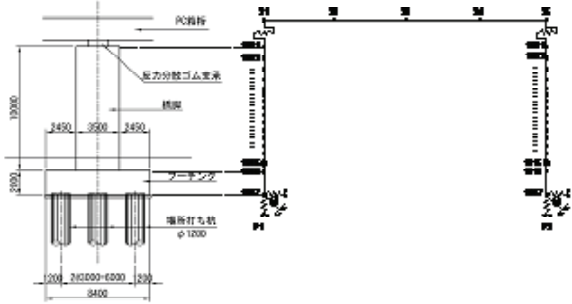


図-2 解析モデル

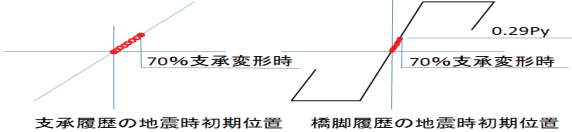


図-3 支承・橋脚のオフセットモデル

キーワード 非対称履歴, 地震波の主要動方向, 不静定力, オフセットモデル, 3波平均
連絡先 〒105-8584 東京都港区浜松町一丁目30番5号 オイレス工業(株) TEL. 03-3578-7930

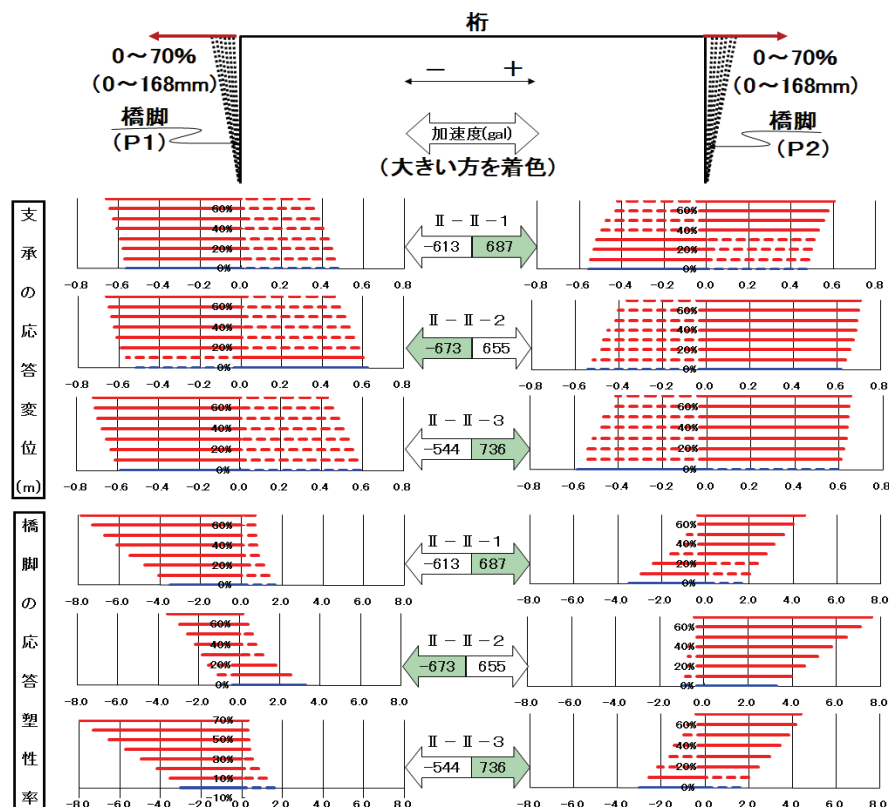


図-4 支承の最大応答変位と橋脚の最大応答塑性率

4. 地震波の主要動方向の影響

図-5～8に示す破線(両方向入力)はP1, P2共に同じ値であり、実線(片方向入力)と一致している場合には重なっている。P1では二波目で、P2では一波目と三波目で破線と実線との差が生じ、実線の方が小さくなっている。これは、オフセットが応答を累加させる方向と地震波による慣性力の主要動方向(地震波の主要動方向と逆方向)が一致していない場合に生じている。すなわち、オフセットによる影響はP1の一波目と三波目およびP2の二波目で最大応答値を確実に累加させているが、P1の二波目とP2の一波目と三波目ではオフセットのない最大応答値と逆方向に累加させているため、最大応答値は一旦小さくなった後、再び増大していくことによる。なお、本検討の解析モデルでは桁の伸び方向と縮み方向の両方向で解析すれば、地震波の主要動方向の影響は現れない。

5. 考察

本検討より、履歴に非対称性を有する場合には、一方向のみに地震波を入力すると地震波の主要動方向により過小評価することがわかる。一般の設計ではこのようなパラメトリックスタディを行わずに3波平均で評価するためこの影響に気づきにくい、3波平均では図-9および図-10のような相違があることに留意が必要である。したがって、非対称な履歴を有する振動系に対する地震波入力においては、地震波を入力方向を両方向とすることが望まれる。

参考文献: 1) 松田, 宇野, 宮本, 柚木: 温度による桁の伸縮を考慮した橋梁の応答評価に関する一考察, コンクリート工学年次論文, 2008. 7(投稿中)

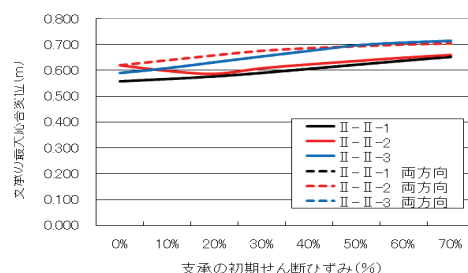


図-5 P1支承応答変位

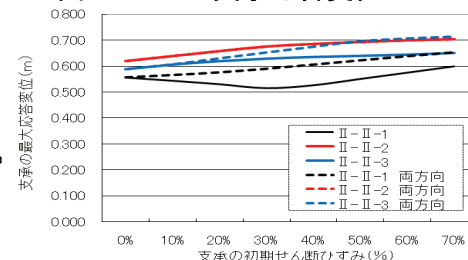


図-6 P2支承応答変位

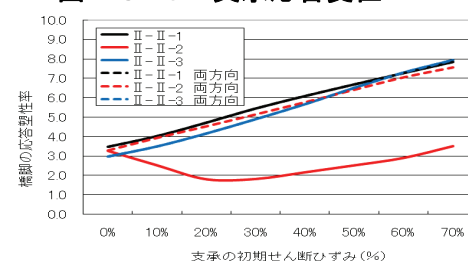


図-7 P1橋脚応答塑性率

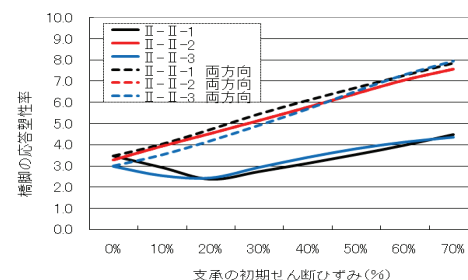


図-8 P2橋脚応答塑性率

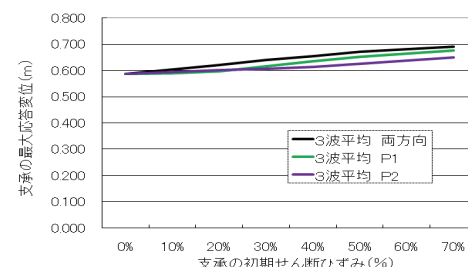


図-9 3波平均支承応答変位

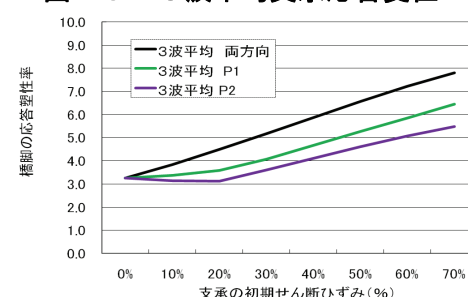


図-10 3波平均橋脚応答塑性率