

温度変化を考慮した多径間連続橋の地震応答解析モデルの検討

熊本大学 学生会員 ○田中 翔
熊本大学 正会員 松田 泰治
オイレス工業株式会社 正会員 宇野 裕恵

JIP テクノサイエンス株式会社 正会員 柚木 浩一
日本技術開発株式会社 正会員 宮本 宏一
日本技術開発株式会社 正会員 長 悟史

1. はじめに

既往の検討より、反力分散ゴム支承を用いた12径間連続PC箱桁橋において、温度変化に起因する桁の伸縮が橋の耐震性に与える影響が大きいことが明らかとなっている¹⁾。しかし、多径間連続橋を桁の伸縮による影響が最も厳しくなる両端橋脚を抽出した単径間に簡略化して評価できるかを検討する際に、解析結果より、多径間連続橋と単径間の温度変化に起因する応答の増減傾向は同じであるが応答の最大値に差が生じている場合がある¹⁾。例として、多径間連続橋と単径間において同一の温度による不静定力を受ける橋脚の最大応答塑性率と初期せん断ひずみの関係を図-1に示す。ここで、初期せん断ひずみとは温度変化等によるゴム支承のせん断ひずみのことである。既往の検討では応答の差異の原因が明らかとなっていないため、本検討では温度変化に起因する桁の伸縮を考慮した際の多径間連続橋と簡略化した単径間の応答の差異の原因を明らかにすることを目的とする。

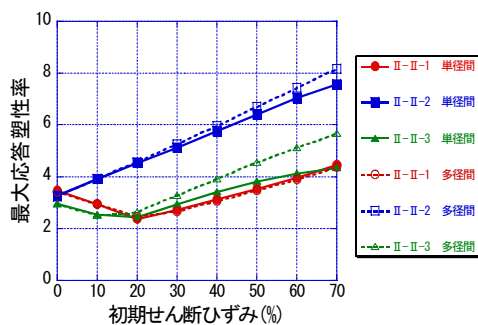


図-1 多径間連続橋と単径間における端部橋脚の最大応答塑性率と初期せん断ひずみの関係

2. 解析モデルと解析条件

図-2に示す多径間連続橋(橋長480mの12径間連続PC箱桁橋)を検討対象橋梁とした。検討対象橋梁より、単径間骨組解析モデル(以後、単径間モデル)と12径間骨組み解析モデル(以後、橋台付き12径間モデル)を設定した。それぞれゴム支承部は水平方向を弾性ばねとし、鉛直は剛とした。橋脚は非線形の2次元はり要素とし、橋脚基部に弾塑性回転ばねを設けた。これらの復元力特性として武田モデル

を用いた。桁は線形の2次元はり要素で、基礎は道路橋示方書に基づき、水平、鉛直、回転および水平と回転の連成ばねでモデル化し、部材の減衰定数はそれぞれゴム支承、桁を3%とし、橋脚を2%、基礎を10%とした。減衰タイプはそれぞれRayleigh減衰とし、第一基準振動数と第二基準振動数の組み合わせは、橋脚基部において過大な粘性減衰を示さないように1次の固有振動数と50Hzの組み合わせを採用した。数値計算方法はそれぞれNewmark's β method($\beta=0.25$)で、時間刻みは0.002秒とした。入力地震動は道路橋示方書に示される標準波6波である。

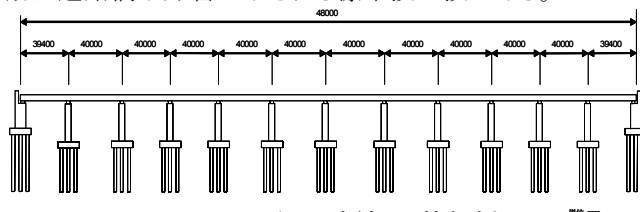


図-2 12径間連続PC箱桁橋

3. 橋台の有無が地震時挙動に与える影響の検討

3.1 検討モデル

既往の検討では12径間連続PC箱桁橋より単径間モデルを作成する際に橋台を無視して作成している。この橋台の有無が単径間モデルに与える影響を確認するために、単径間モデルに橋台を追加した橋台付き3径間モデルを作成した。それを図-3に示す。また、橋台の有無が橋台付き12径間モデルに与える影響を確認するために、橋台付き12径間モデルから橋台を取除いた10径間モデルを作成した。それを図-4に示す。それぞれ上記と同様の方法でモデル化し、既往の検討と同様の解析を行った¹⁾。

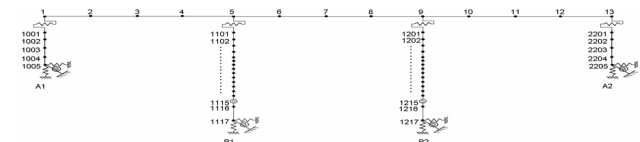


図-3 橋台付き3径間骨組解析モデル

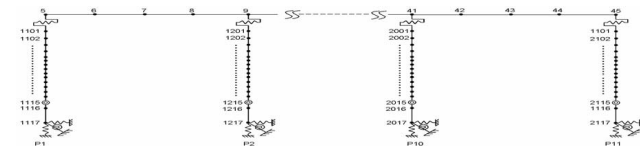


図-4 10径間骨組解析モデル

キーワード 温度、多径間連続桁橋、反力分散支承、塑性率、動的応答解析、モデル化

連絡先 〒860-8555 熊本県熊本市黒髪2丁目39番1号

3.2 解析結果

P2 橋脚での単径間モデルと橋台付き 3 径間モデルの最大応答塑性率と初期せん断ひずみの関係を図-5 に、P11 橋脚での 10 径間モデルと橋台付き 12 径間モデルの最大応答塑性率と初期せん断ひずみの関係を図-6 に示す。図-6 より、径間数が多い場合は橋台の有無が両端橋脚に与える影響は少ないことが確認された。一方、図-5 より、単径間モデルと橋台付き 3 径間モデルの応答値に差異が生じている。しかし、初期せん断ひずみ 0%時にはほぼ差がなく、初期せん断ひずみが増加するにつれて、応答値の差が大きくなっている。これは、温度変化等により桁が伸縮した際に、橋台を有するモデルは橋台と橋脚が反力を持つのに対して、橋台が無いモデルは橋脚のみとなるため、塑性化が生じない橋台の影響により応答に差異が生じていると考えられる。しかし、径間数が多い場合は橋脚数が多いため、橋台の反力の影響が相対的に小さくなるので橋台の有無が両端橋脚に与える影響が小さくなると考えられる。よって、単径間モデルの温度変化等に起因する桁の伸縮を考慮する際において橋台の有無が両端橋脚に影響を与えることが確認された。

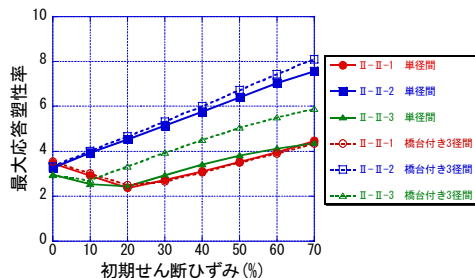


図-5 単径間モデルと橋台付き 3 径間モデルの最大応答塑性率と初期せん断ひずみの関係 (P2)

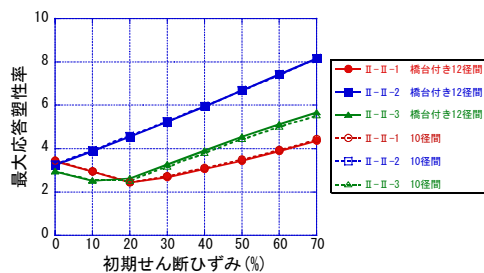


図-6 橋台付き 12 径間モデルと 10 径間モデルの最大応答塑性率と初期せん断ひずみの関係 (P11)

4. 径間数の違いが地震時挙動に与える影響の検討

4.1 検討モデル

既往の検討では、12 径間連続 PC 箱桁橋より単径間モデルを作成する際に、温度変化等に起因する桁の伸縮による影響が最も大きくなる両端橋脚に着目し、両端橋脚を用いて単径間モデルを作成している。しかし、単径間モデル

では両端橋脚以外を無視しているため、その影響があることが想定される。そこで、径間数の違いが両端橋脚の応答値に与える影響を確認するために、単径間モデルを 1 スパン延長した 2 径間モデルを作成した。それを図-7 に示す。このモデルを上記と同様の方法でモデル化し、既往の検討と同様の解析を行った¹⁾。

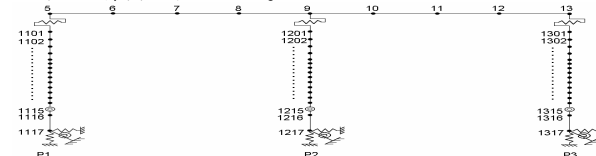


図-7 2 径間骨組解析モデル

4.2 解析結果

P2 (2 径間モデルは P3) 橋脚での単径間モデルと 2 径間モデルの最大応答塑性率と初期せん断ひずみの関係を図-8 に示す。図-8 より、単径間モデルと 2 径間モデルの応答値に差異が生じている。しかし、初期せん断ひずみ 0%時にはほぼ差がなく、初期せん断ひずみが増加するにつれて、応答値の差が大きくなっている。これは、温度変化等により桁が伸縮した際に、単径間モデルでは温度変化等による支承反力の影響を受ける橋脚のみであるのに対して、2 径間モデルではその影響を受ける両端橋脚と影響を受けない中央橋脚が混在しているため、応答値に差が生じていると考えられる。よって、単径間モデルの温度変化等に起因する桁の伸縮を考慮する際において径間数の違いが両端橋脚に影響を与えることが確認された。

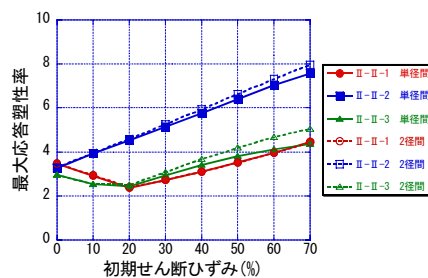


図-8 単径間モデルと 2 径間モデルの最大応答塑性率と初期せん断ひずみの関係 (P2)

5. おわりに

解析結果より、橋台、径間数の違いが橋の耐震性に影響を与える場合があることが確認された。また、多径間連続橋と単径間の応答の差異は、最大の応答塑性率を示すケースで 8%程度であり、多径間連続橋を単径間に簡略化して評価することは可能であると考えられる。

参考文献

- 1) 松田泰治, 宇野裕恵, 宮本宏一, 柚木浩一, 長悟史, 松尾龍吾: 多径間連続橋の地震時挙動に及ぼす温度荷重の影響に関する研究, 応用力学論文集 vol11, 2008