

金属支承で支持された曲線連続桁橋における地震応答に及ぼす曲率半径の影響

摂南大学大学院 学生会員 ○藤木 佑介 摂南大学 正会員 頭井 洋

1. はじめに

曲線高架橋では、支承条件や地震入力方向により地震時の応答は大きく変化する¹⁾。兵庫県南部地震以前に建設された既設橋では、レベル2地震動に対して支承は損傷する可能性が高い。特に金属支承では固定支承の破断強度や変位制限装置の強度が地震応答特性に大きく影響する^{1),2)}。本研究では既設橋を対象とした耐震補強の観点から金属支承や橋脚の強度および曲率半径が地震応答に及ぼす特性を検討する。

2. 解析モデル

3 径間曲線連続桁橋が3連に連なる解析モデルを想定する。そして中央の連続桁の応答特性に着目した検討を行う。上部構造は鋼2主箱桁とした。中央の連続桁は曲率一定の円弧とし、その曲率半径を100mから ∞ (直線)まで変化させた。左右の連続桁はクロソイドとした。図1(a)に平面線形を示す。図1(b)に橋脚番号を示す。P4橋脚からP7橋脚までが着目する中央の曲線桁の橋脚である。固定橋脚の位置は中間橋脚のP3、P6、P9とし、残りの橋脚は可動橋脚とする。橋脚は橋脚高さ11mの単柱式RC橋脚として震度法レベルの強度を有するとした。固定支承と変位制限装置の破断強度を震度換算強度で0.3~0.4とする。P4とP7の桁端部では桁衝突緩衝材と落橋防止ケーブルが設置されているものとして、左右の桁間軸方向に図1(c)に示す非線形バネを設置して緩衝材と落橋防止ケーブルを近似的にモデル化した。入力地震波として道示³⁾のレベル2タイプ2のJR鷹取NS成分の修正地震波を用いる。P1およびP10の端部位置の上部構造節点の変位を制限するダンパーを設けた。

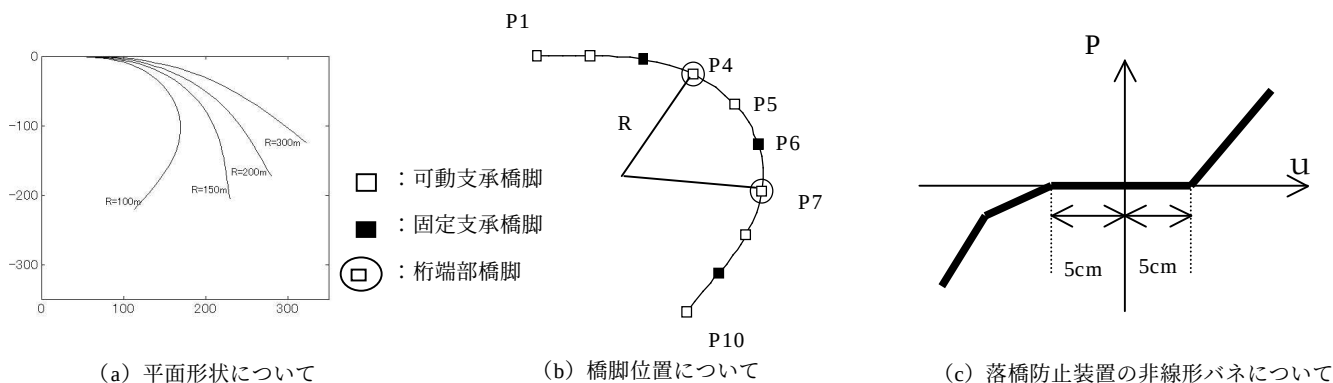


図1 解析モデルについて

3. 解析結果

1) 曲率半径の影響について

まず水平震度換算で支承の破断強度を0.3、橋脚の降伏強度を0.3とした場合について固定橋脚P6の法線方向と接線方向に地震波を入力した時の応答挙動を検討する。曲率半径の大きさにかかわらず、支承は破断し、そのヒューズ効果により橋脚変位は橋軸方向と橋軸直角方向ともに降伏変位程度であった。落橋防止ケーブルと桁衝突緩衝材の効果により橋軸方向の上部構造変位は20cmから30cm程度に抑えられた。曲率半径が小さくなるほど橋

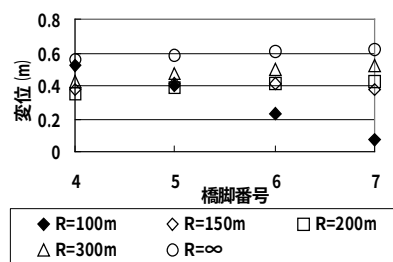


図2 上部構造の橋軸直角方向変位
(支承の強度を震度換算で0.3)

キーワード：曲線連続桁橋，金属支承，曲率半径

連絡先：〒572-0074 大阪府寝屋川市池田中町 17-8（耐震工学研究室） TEL072-839-9119

脚と上部構造の最大変位は減少する。上部構造の橋軸直角方向変位の結果を図2に示す。図2(b)の固定橋脚P6の変位を見ると曲率半径が小さくなるほど減少していることがわかる。支承の破断後は、上部構造はほぼ剛体並進的な動きをしている。可動橋脚P4、P5、P7の変位は $R=100\text{m}$ 以外は曲率半径が小さくなるほど減少している。しかし $R=100\text{m}$ の場合、固定橋脚を中心に回転変形が生じ、P4橋脚の変位が最も大きくなる。

2) 支承の破断強度を大きくしたケース

支承の強度を震度換算で1)の0.3から0.4に大きくした場合について検討する。橋軸方向については、支承強度が0.3の場合に比べ上部構造変位は小さくなる。しかし支承強度が大きくなった分ヒューズ効果が失われ、固定橋脚P6の最大応答は降伏変位の3倍程度となった。図3に橋軸直角方向の結果を示す。橋軸方向と同様に上部構造変位は支承強度の震度換算0.3に比べ減少している。しかし図3(b)より中間橋脚の変位はかなり大きく降伏変位の3倍～5倍程度となった。P5、P6橋脚位置の上部構造変位と橋脚変位は等しくなっており、中間橋脚の支承は破断しないため橋脚に大きな地震力が作用するためである。

3) 中間橋脚の強度を大きくしたケース

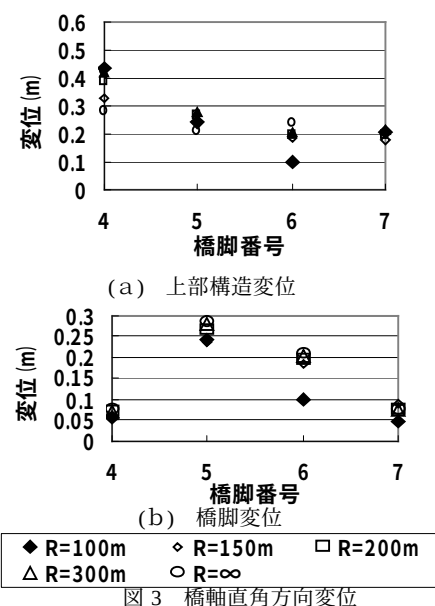
中間可動橋脚の降伏強度を震度換算で0.4とした場合を考える。 $R=100\text{m}$ と $R=\infty$ についてのみ検討する。 $R=100\text{m}$ 、 $R=\infty$ ともに橋軸方向の橋脚変位は降伏変位程度であった。落橋防止ケーブルと緩衝材の効果により上部構造の軸方向変位は10cmから20cm程度であった。図4に橋軸直角方向の計算結果を示す。橋軸直角方向では中間橋脚の可動支承が破断するヒューズ効果により可動橋脚の変位は降伏変位程度であった。しかし固定橋脚の変位はかなり大きく降伏変位の5倍程度となった。固定支承が破断しないためP6橋脚に大きな地震力が作用した。上部構造の最大変位は端部(P4)位置で生じ、40cm～60cm程度である。固定橋脚を中心に上部構造が回転するため大きい応答値となった。 $R=\infty$ の直線橋に比べ $R=100\text{m}$ の円弧桁では、P4橋脚の変位制限装置の効果により固定橋脚に作用する地震動は小さくなる。

4. まとめ

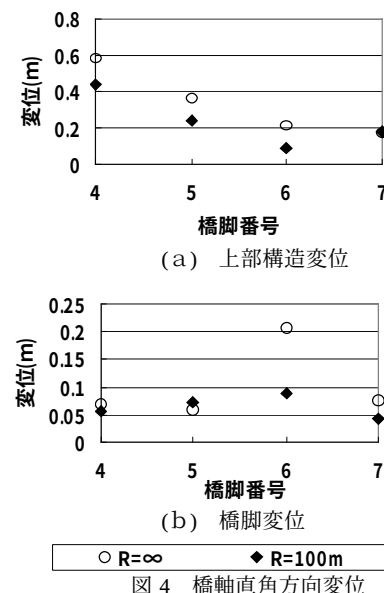
落橋防止ケーブルと桁衝突緩衝材により、橋軸方向の上部構造変位は20cm～30cm程度に抑えられた。曲率半径が小さくなるほど上部構造と橋脚の最大変位は減少する傾向にある。橋脚強度に比べ支承の破断強度が強すぎると橋脚に作用する地震力は大きくなり、橋脚の最大変位も大きくなる。橋軸方向の変位を適切に制御し、落橋や桁間衝突による大損傷を生じないようにすれば、橋軸直角方向には少々の変位を許容できると考えられる。橋脚強度に見合った支承強度とすることが重要と思われる。

参考文献

- 1) 林川俊郎, 荻島知之, 橋本至: 地震波の入力方向と支承条件を考慮した曲線高架橋の非線形動的応答に関する基礎研究, 構造工学論文集, Vol. 48A, pp.789 - 798, 2002.3
- 2) 阪神高速道路管理技術センター: 限界状態設計法による曲線桁橋設計の手引き書(案), pp.202 - 223, 2004.3
- 3) 日本道路協会: 道路橋示方書・同解説 耐震設計編 平成8年12月



(支承の強度を震度換算で0.4)



(中間可動橋脚の強度を震度換算で0.4)