

I-663

曲線免震連続橋の地震応答の方向性について

（株）熊谷組 正員 金子 啓， 細田 信道， 黒田 孝貴

1. はじめに

曲線橋では、上部構造の軸が曲線に沿って徐々に変化していくとともに、それを支持する橋脚や橋台が異なった方向で配置される。剛性でみると、上部構造は軸方向が直角方向より大きく、下部構造においてもラーメンや壁タイプのように桁軸方向が直角方向より小さいものもある。地震入力方向をパラメータにとった曲線免震橋の地震応答解析を行い、その地震応答の方向性の抽出を試みた。

2. 地震入力方向による曲線免震橋の地震応答性状の変化

図-1の4径間連続PC桁形式の免震橋を検討対象とし、両端における桁軸が互いに 90° ずれるような円弧状の平面線形をもった曲線橋を考える。検討方法は図-2に示すように、 22.5° づつずれた方向から地震入力を曲線橋に与えて計5ケースの時刻歴応答解析を行い、その結果を直線橋の解析結果と比較することとした。免震装置は鉛プラグ入り積層ゴム支承を考えた。橋梁は3次元の骨組み構造としてモデル化し、免震装置はバイリニア型のせん断バネ要素とした。なお、入力地震波はスペクトル調整した開北橋記録を用いた。

図-3は地震入力方向の変化に伴う最大応答値の変化を示したものである。モデルの対称性を考慮して、A1橋台とA2橋台、P1橋脚とP3橋脚の値を左右対称にプロットし、同一線で結んでいる。この図から以下のことがわかる。

(1) 曲線橋上部構造と橋脚天端の 0.0° および 90.0° 方向入力時の曲線橋の応答変位、加速度は、それぞれ直線橋の橋軸および橋軸直角方向の応答に対応し、曲線橋A1およびA2橋台の斜め 45° 方向入力時の応答はそれぞれ直線橋橋台の橋軸直角および橋軸方向の応答に対応する。これは免震装置でアイソレートされた上下部構造の方向性を反映した結果であり、A1橋台～上部構造～A2橋台は概略 45° づつ方向性が異なるとみることができ、橋脚は方向性が小さいといえる。

(2) 斜め $22.5 \sim 67.5^\circ$ 方向地震入力時の上部構造加速度（慣性力）はモデルの左右で違いが小さく、 0.0° および 90.0° 方向入力の中間の値である。

(3) 斜め $22.5 \sim 67.5^\circ$ 方向地震入力時の上部構造変位、下部構造断面力はモデルの右側で増大し、左側で減少する。橋梁の端部ほど増減が大きく、斜め 45.0° 方向入力時に増減が最大となる。

(4) 斜め方向入力時のモデルの左右の応答値の差は、力よりも変位に対して大きく現れる。斜め 45° 方向入力時の橋台部の各応答値は次の通りである。

① 曲線橋の上部構造変位は、直線橋と比較してA1橋台上で25%減、A2橋台上で15%増であり、A1橋台上ではA2橋台上の64%である。

② 曲線橋の免震装置の変位（上下部構造間の

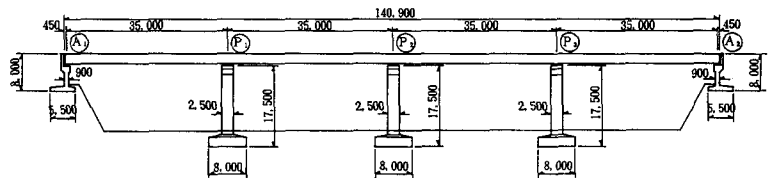


図-1 検討対象橋の側面図

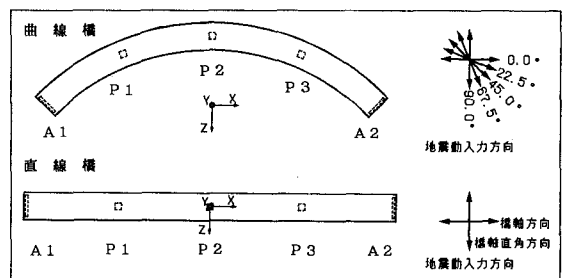


図-2 解析概念図

相対変位)は、直線橋と比較してA1橋台上で24%減、A2橋台上で14%増であり、A1橋台上ではA2橋台上の69%である。

③ 曲線橋の免震装置のせん断力は、直線橋と比較してA1橋台上で16.3%減、A2橋台上で10.0%増であり、A1橋台上ではA2橋台上の78.0%である。

④ 曲線橋の橋台基部のせん断力は、直線橋と比較してA1橋台で11.2%減、A2橋台で6.3%増であり、A1橋台はA2橋台の80.0%である。

⑤ 曲線橋の橋台基部の曲げモーメントは、直線橋と比較してA1橋台で11.9%減、A2橋台で6.9%増であり、A1橋台はA2橋台の79.5%である。

3. おわりに

曲線免震連続橋の地震応答の方向性についてまとめれば以下のとおりである。

(1) 上下部構造の剛性の方向性が異なっても、その間が免震装置でアイソレートされているので、上部構造、橋脚、橋台はそれぞれ自由に振動できる。上部構造の慣性力は、どの方向から地震入力を受けても直線橋と変わらない。慣性力分担の傾向は、 0.0° および 90.0° 方向入力の場合は直線橋と変わらない。その間の斜め方向入力の場合は、橋の片側が桁の軸方向、逆側は直角方向の振動となり、橋の両側で下部構造も含めた剛性バランスが異なるために、慣性力分担も片側に集中することになる。また、橋両側の応答値の違いは、力よりも変位に対して大きく現れる。

(2) 2方向地震入力を与えて曲線免震橋の時刻歴応答解析を行う場合でも、地震記録のもつ方向性によって橋の両側で応答が大きく異なると考えられ、入力の方向性についても検討しておく必要があろう。

なお、本報告は建設省土木研究所と民間28社との官民連帯共同研究「道路橋の免震構造システムの開発」の一環として行われたものである。

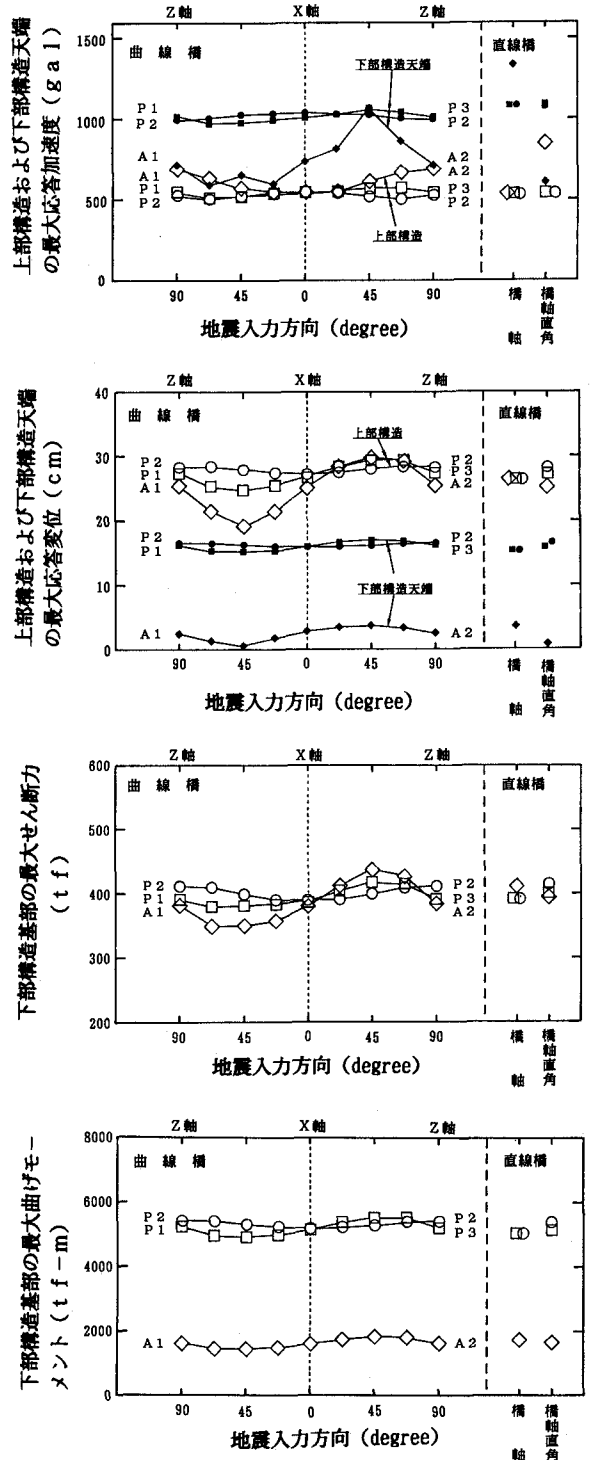


図-3 地震入力方向と最大応答値の関係