

I-76 3次元橋梁構造物の時刻歴応答解析

北海道大学工学部 正員 林川 俊郎
 専修大学北海道短期大学 正員 金子 孝吉
 北海道大学工学部 学生員 今 和也

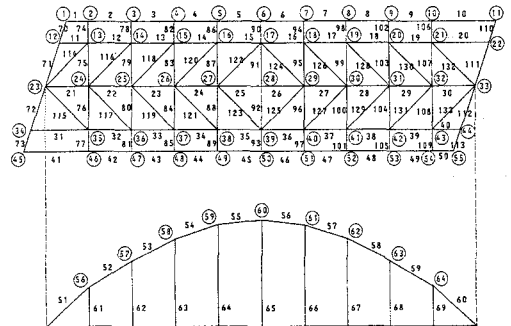
1. まえがき

近年、景観を重視する橋梁や市街地における高架橋等、桁高や下部構造の位置および大きさの制限される橋梁が増えており、斜張橋、高架橋、連続桁橋等高次の不静定構造のものも増えている。これらの橋梁の耐震性能向上の観点より、動的解析が必要となっている。また、道路線形に対応した曲率および斜角や勾配を有する橋梁も増えており、その動的応答性状をより正確に知るためには3次元解析が必要であると思われる。そこで、筆者ら¹⁾は固有振動解析における固有値の精度を平面骨組構造物について検討してきた。また、連続高架橋の固有周期の定に関して3次元解析を試みている。

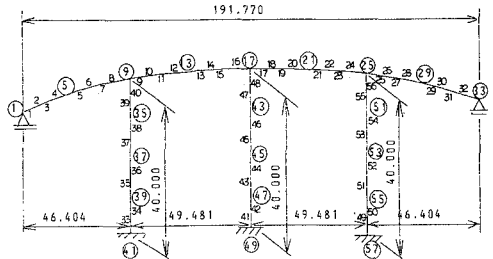
本研究で解析の対象となるのは図-1に示すような単弦ローゼ橋²⁾および連続曲線高架橋⁴⁾の全く異なる2つの橋梁形式であり、ニューマークβ法^{2), 5), 6)}を用いて時刻歴応答解析を行い、その動的挙動について検討する。前者は斜角を有し、1本の上弦材から成るローゼ橋であり、後者は長い橋脚を有する連続曲線桁橋である。既に前者に関しては、その固有振動モードが互いに連成し易い傾向にあることを述べてきた³⁾。一方後者については慣性力の作用方向に振動を生じ易く、連成振動の小さいものであることを述べてきた⁴⁾。ここでは、両解析モデルにおいて自然地震波を入力した時の動的応答を比較することによりその振動特性を明らかにし、3次元解析の有用性について述べることを目的とする。

2. 入力自然地震波

今回の解析における入力自然地震波には、帯広で観測された浦河沖地震(1982.03.21.11:32)の加速度波形の1つを用いる。その波形を示したものが図-2である。この図は、解析モデルの橋の橋軸方向、橋軸直角方向、鉛直方向をそれぞれ全体座標系の右手系におけるX方向、Y方向、Z方向とした場合の、各方向へ伝わる加速度の波を表している。また、最大加速度はY方向に約84galであり、24.050sec後に生じている。なおこの地震波の継続時間は81.9secであり、加速度の入力は0.01sec毎に行っている。



(単弦ローゼ橋)



(連続曲線高架橋)

図-1 解析モデル

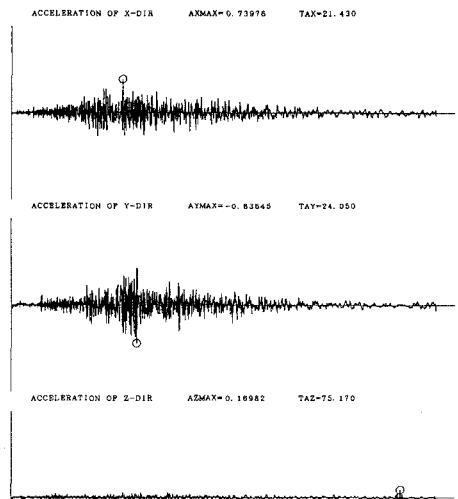


図-2 入力自然地震波

3. 最大変位応答

2つの解析モデルに、それぞれ同様の入力地震波を作用させた結果、各節点に生じる最大変位応答値を表したものが図-3であり、節点番号を横軸に、またそれぞれの最大変位応答値を縦軸にとったものである。単弦ローゼ橋の場合、その最大値は節点60(上弦材のクラウン)に生じており、上弦材のみが他と比べて大きく振動している。また橋軸方向と橋軸直角方向に大きな波が入力されているにもかかわらず鉛直方向の振動が意外にも大きく連成しているのが分かる。一方連続曲線高架橋の場合、その最大値は節点33に生じており、橋軸方向に曲線桁が一様に振動しており、橋軸直角方向に関しては支間中央になる程変位応答が大きくなっている。また、全体的に鉛直方向にはほとんど振動しておらず、橋脚についてもその基部になる程変位応答が小さくなるなど、入力地震波の特徴に合った応答を示している。この原因としては、前者が3次元的に複雑な構造であるのに対して、後者は長い橋脚を有し、橋台上ではローラー支承であることが考えられる。また、両者の場合においてその節点の過渡振動以降の振動を分析した結果、その応答が生じる方向への1次固有振動数で振動していることが分かった。

4. あとがき

以上の結果より、ここで得られた結論を要約すると次のようになる。

(1) 斜角を有する単弦ローゼ橋は入力地震波の卓越する方向と異なる鉛直方向と上弦材の橋軸直角方向に大きな応答値が得られることが分かった。

(2) 一方、連続曲線高架橋は入力地震波の卓越する方向に大きな応答値を生じることが分かった。

(3) 得られた時刻歴変位応答を見ると、過渡振動状態までは複雑な応答を示すが、その後は構造物自身が有する固有振動数で振動していることが分かった。

<参考文献>

1) 林川俊郎・佐藤康治・角田典史雄：平面骨組構造物の固有振動解析と固有値の精度，北海道大学工学部研究報告，第148号，1989年10月。林川俊郎・角田典史雄・松井義孝：3次元連続高架橋の固有周期の算定について，構造工學論文

文集，Vol138A，1992。2) Clough, R.W. and Penzien, J.: Dynamics of Structures, McGraw-Hill, 1975。

3) 林川俊郎・中野 修・松山英治：単弦ローゼ橋の3次元固有振動特性について，土木学会第47回年次学術講演会概要集，1992。4) 林川俊郎・角田典史雄・高田振一郎：連続高架橋の基本固有周期の算定について，土木学会第46回年次学術講演会概要集，1991。5) 戸川隼人：有限要素法による振動解析，サイエンス社，1975。6) 清水信行：パソコンによる振動解析，共立出版社，1989。

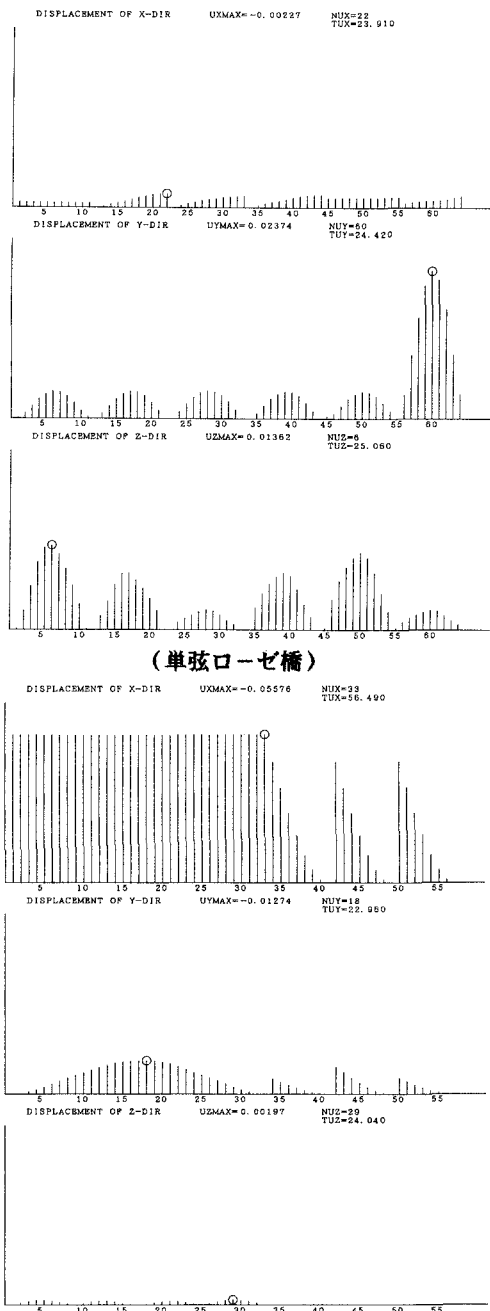


図-3 最大変位応答図