

薄肉断面曲線けた橋の振動応答特性

秋田大学 土木工学科 学生員 ○篠 藤広

秋田大学 土木工学科 正 員 篠農知徳

秋田大学 土木工学科 正 員 薄木征三

1. まえがき 著者らはこれまで薄肉曲線けた橋の振動応答を剛性法によって解き、これまで何度か発表してきた。^{1,2)} その理論の特徴は汎用性、簡便性の上での優位性ととともに、その最大の長所はより多くの変位自由度の連成を考慮することにより、いっそう厳密解に近い結果が得られることにあった。すなわち他の理論では鉛直変位、水平変位、それにねじれの連成を考慮するのが一般的であるが、本理論ではそれにたわみ角とねじれ率さらにひずみまでも考慮している。そこで今回は連成の影響に注目し、移動荷重と地震荷重による振動応答特性についてこれまでの結果をまとめ、考察することにする。

2. 考え方・手法

薄肉曲線けた橋を橋軸方向に分割した要素で、せん断中心線の鉛直変位、水平変位、軸方向変位、ねじれのそれぞれを3次の多項式で近似する。変位の定義式によってそれらの変位は1節点につき8自由度、すなわち鉛直、水平、軸方向変位と水平軸、鉛直軸まわりのたわみ角、さらにねじれ、ねじれ率、直ひずみなどの節点変位で表わされる。これら節点変位で断面任意点のひずみさらにフックの法則より応力を表わし、以上の関係を振動している薄肉曲線けたの仮想仕事の式に代入して剛性マトリックス、質量マトリックスを求め、振動の基礎式が得られる。このようにして得られた剛性および質量マトリックスを曲面外変位と面内変位に関するもので整理すれば、その連成を示すマトリックスは水平軸と鉛直軸に関する断面一次モーメントと相乗モーメントよりなることがわかり、それらを0とすれば連成を無視した結果が得られる。ところで振動の基礎式の外力項は節点外力である。そこで移動荷重についてはせん断中心より偏倚して走行することも考慮し、そのねじれモーメントと鉛直力をディラックのデルタ関数で示し、外部仕事の変分を節点変位で偏微分して等価節点外力を得た。また地震荷重については鉛直および橋軸直角水平方向の刺激係数を求め、それと地盤の加速度の積を外力項に代入し、ルンゲ・クッター法により計算した。いずれも基礎式が多元の連立微分方程式であるため、このような場合に有効なモード解析法により動的応答を求めた。

3. 数値計算例

図-1に示す単純支持で1ボックスガーダーのA橋と、2径間連続で2ボックスガーダーのB橋について計算した。図-2は移動荷重による動的たわみ影響線を示したものであり、重さ20tの荷重がせん断中心線より3m外側を同一曲率半径にそって速度80km/hで走行し、減衰定数を0.01として求めたものである。図-4は地震による鉛直変位の応答曲線であり、図-3のTAFT地震波を橋軸直角方向にはそのまま、鉛直方向にはその半分の大きさを0.01秒ごとに入力し、減衰定数を0.05として求めた。これらはいずれも橋軸方向に要素を8分割して求めたものであるが、それによる精度は十分である。

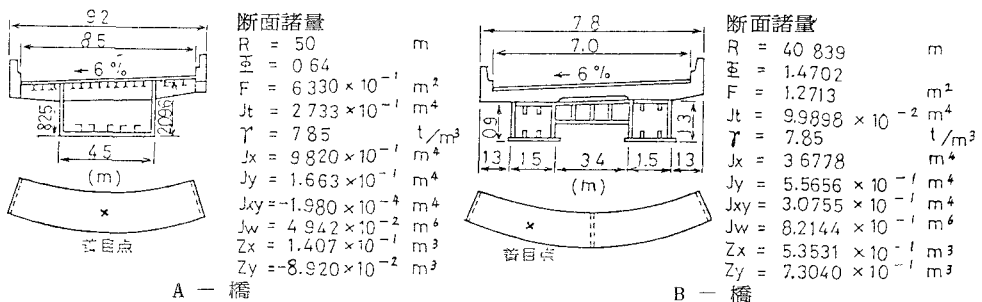
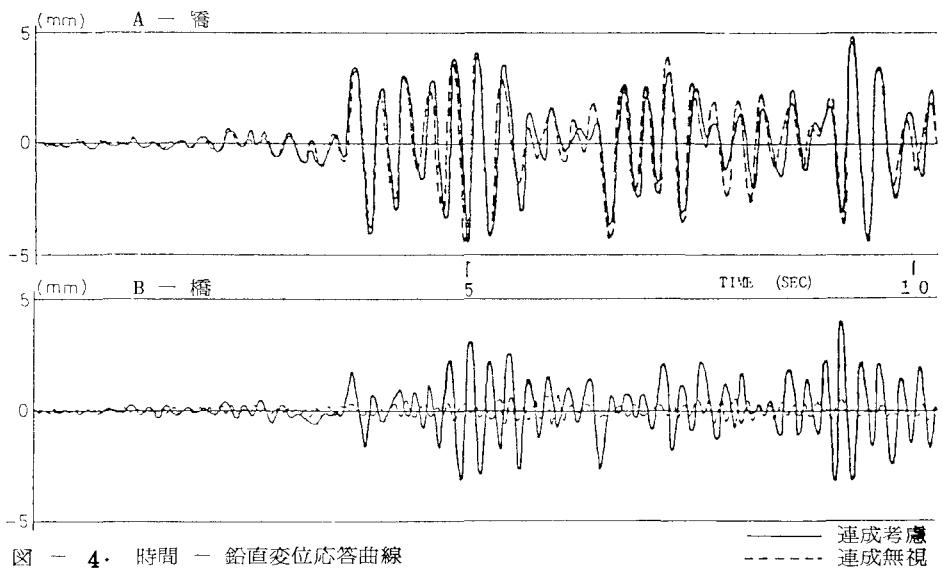
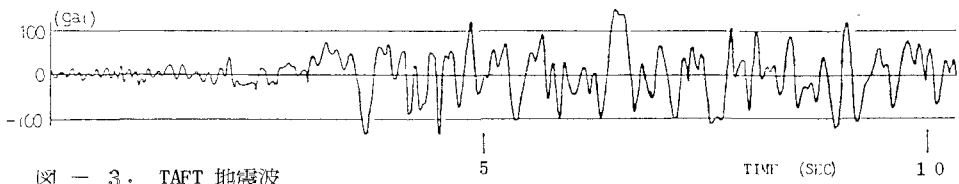
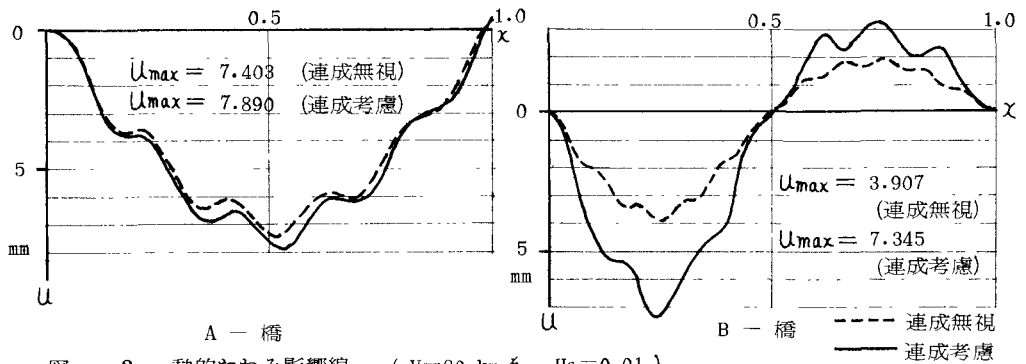


図 - 1. 曲線けた橋の断面図



4. 考察

本理論は剛性法を用いているので、連続曲線けた橋、また変断面や曲率半径が変化する場合でも有効である。ところで数値計算の結果より移動荷重および地震荷重による動的応答について共通して言えることは、連成を考慮した場合の方がそれを無視したものより一般に変位が大きいくことである。しかしその差は B 橋については顕著であるが、A 橋についてはそれが比較的小さいと言える。その理由として、B 橋の場合中間支点でねじれと鉛直変位および水平変位を拘束したことが連成に大きく影響していると思われる。

参考文献

- 1) 薄肉断面曲線橋の動的応答解析：昭和 53 年度東北支部技術研究発表会 pp 37 - 38 / 1978
- 2) 薄肉曲線けた橋の動的応答解析：土木学会第 34 回年次学術講演会 pp 461 - 462 / 1979