

肥前鷹島大橋のケーブル要素を用いた応答解析

長崎大学大学院 学生会員 ○田中健介 長崎大学工学部 フェロー 高橋和雄
 福 州 大 学 非 会 員 呉 慶 雄 長崎大学工学部 正 会 員 中村聖三

1. まえがき

斜張橋において支持ケーブルは重要な構造部材である。しかし、現在の汎用ソフトでは、支持ケーブルのサグや係数励振振動の影響について考慮できず、サグを無視した一つの要素でモデル化を行い、解析を行っている。しかし、この方法では、支持ケーブルの応答による主桁や主塔に及ぼす影響を考慮した全体系の振動解析ができない。そこで、本研究では、サグを考慮しないモデル(以下、非分割モデル)とサグを考慮したケーブル要素を用いたモデル(以下、分割モデル)の2つのモデルを用い、周期加振を行い、その際の全体系の応答を比較して影響を評価する。

2. 橋梁の概要

肥前鷹島大橋(仮称、建設中)は長崎県鷹島町と佐賀県肥前町との間を結ぶ橋梁で、主橋梁部は斜張橋が採用されている。本橋に対してはコスト削減が検討され、主桁は鋼構造、主塔はRC構造が採用されている。図-1に肥前鷹島大橋(仮称)の一般図を示す。橋梁形式：5径間連続複合斜張橋、橋長：1251m (中央径間 400m + 側径間 440m + 取付け橋 411m)、幅員：車道部 6m、歩道部 2m、ケーブル：二面吊、間隔 11.5m、主塔：逆Y字下絞り 高さ 100m、主桁：鋼フェアリング無し一箱桁

3. 解析モデル

本研究では、全体系の振動解析に対して3次元有限要素法を用いて構造のモデル化を行う。支持ケーブルのサグを無視した汎用ソフト(TDAPⅢ)を用いた非分割モデル¹⁾とサグを考慮できる本研究室で開発したソフトを用いた分割モデル²⁾の2つのモデルを用いて解析を行う。非分割モデルでは支持ケーブルは弦要素を用い、分割モデルでは一つの支持ケーブルを8つに分割を行った

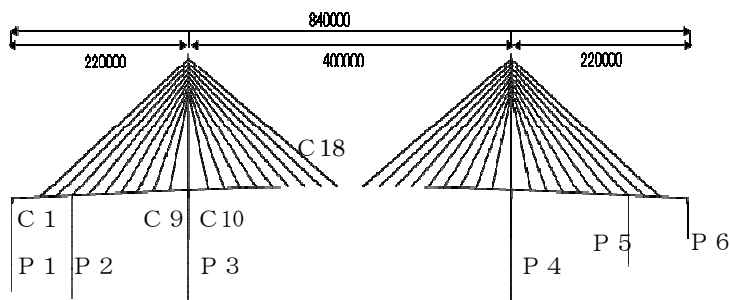


図-1 対象橋梁一般図 単位(mm)

ケーブル要素を用いてモデル化を行う。どちらのモデルにおいても主桁・主塔ははり要素を用いた。非分割モデルでは節点数 554、要素数 683、分割モデルでは節点数 1048、要素数は 1187 である。

4. 解析結果

本研究では、ケーブルの局部振動を考慮できない非分割モデルと考慮できる分割モデルの2つのモデルの応答について比較を行うため周期加振を行い、モデルの違いが主桁や主塔の応答におよぼす影響を照査する。

周期加振力は鉛直加振の場合は中央径間中央断面中点に、ねじり加振の際には中央径間中央断面中点から10mはなれた2箇所に逆位相入力を行う。入力加振力は、鉛直加振では100kN、ねじり加振では50kNである。入力振動数は、鉛直加振では鉛直対称2次の固有振動数である0.677Hz、さらにねじり加振ではねじり対称1次の固有振動数である1.252Hzとした。

図-2、図-3、図-4及び図-5は、それぞれの振動数における主塔頂部橋軸方向変位、主塔軸力について非分割モデルと分割モデルの値を示したものである。

図-2に、0.677Hzで鉛直加振をした際の、図-3では1.252Hzでねじり加振をした際の橋軸方向変位を示した

キーワード：斜張橋、支持ケーブル、局部振動、ケーブル振動

連絡先：〒852-8521 長崎市文教町1-14 長崎大学工学部社会開発工学科 Tel095-819-2610 Fax095-819-2627

ものである。これより分割モデルが非分割モデルに比べて小さな値を示す傾向を有していることが分かる。また、変形状も非分割モデルと分割モデルとは大きく異なることがわかった。

図-4 は、0.677Hz で鉛直加振した際の主塔軸力を表したものである。これより非分割モデルおよび分割モデルともに 2%程度の差と同様な軸力分布を示していることがわかる。しかし、負の軸力の領域では、非分割モデルが分割モデルに比べ大きな負の軸力を示す傾向を有していることが分かる。

図-5 は、1.252Hz でねじり加振をした際の主塔軸力を示したものである。主塔頂部や主塔基部の軸力は非分割モデルが若干の差があるもののほぼ同様な結果が得られていることが分かる。しかし、主塔中央部では分割モデルは非分割モデルに比べて著しく大きな値を示している。

以上の結果から分割モデルは、非分割モデルに比べ変位及び軸力も大きな値を示す傾向を有していることが分かった。このように変位及び軸力に上記のような差が生じたのは、支持ケーブルに局部振動が発生しその影響を分割モデルでは評価できるのに比べ非分割モデルではそれら进行评估できないことだと考える。

5.まとめ

本研究では、周期加振を行い全体系の応答を求め、支持ケーブルの局部振動の評価の有無が及ぼす影響を非分割モデル及び分割モデルを比較することで示した。これより、支持ケーブルの局部振動の評価の有無は、大きな差異が生じ、ケーブルの局部振動が応答に及ぼす影響が大きいことを示した。これより、ケーブルの局部振動の応答を評価するためには、ケーブルの局部振動を評価できる分割モデルを使用すべきである。

今後、部材の非幾何学的非線形領域までを考慮したモデル化を行いたいと考えている。

参考文献

- 1)高橋, 呉, 中村, 久保田, 伊田: 斜張橋のケーブルの局部振動の解析, 構造工学論文集, Vol.46A, pp.501-510, 2000.3
- 2)木村, 呉, 高橋, 中村: ケーブル要素と弦要素を用いた斜張橋の動的応答の比較に関する研究, 土木学会第 60 回年次学術講演会講演概要集, 第 1 部門, pp.1147-1148, 2005

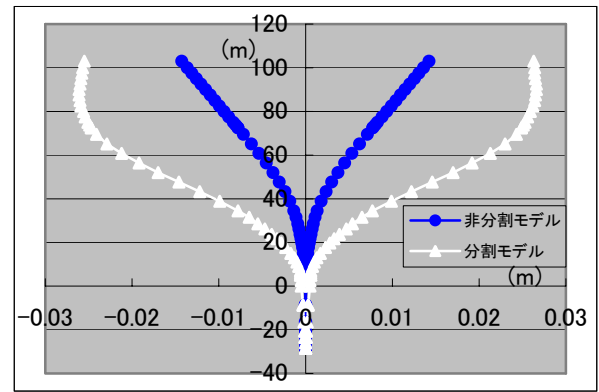


図-2 0.677Hz 加振時の橋軸方向変位

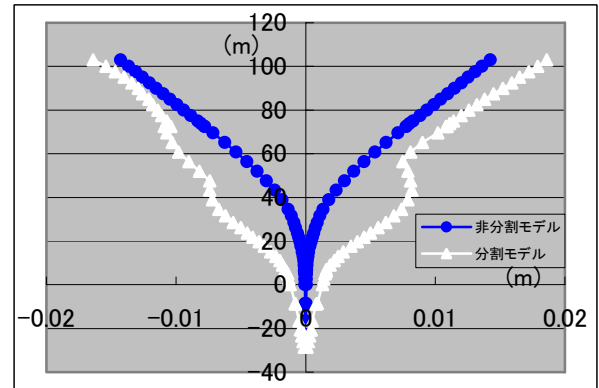


図-3 1.252Hz 加振時の橋軸方向変位

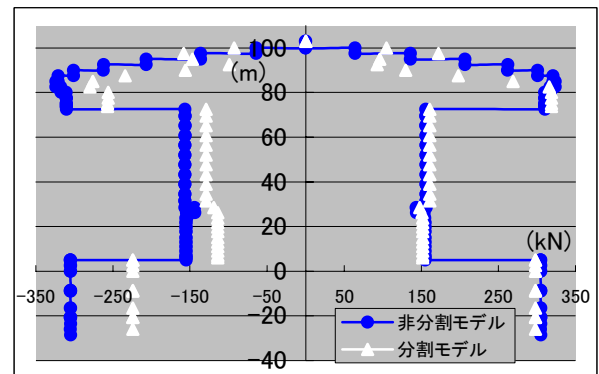


図-4 0.677Hz 加振時の主塔軸力

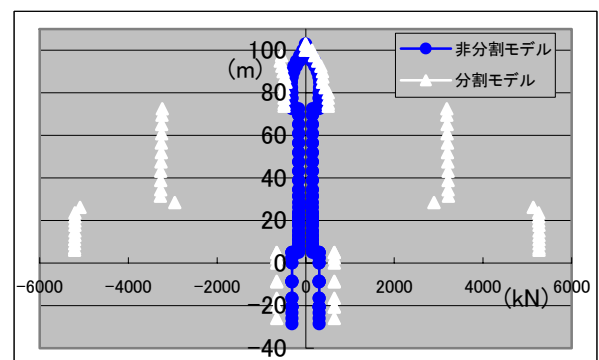


図-5 1.252Hz 加振時の主塔軸力