

## 主桁支持方式の異なる長大斜張橋の走行車両による動的応答特性

鹿児島高専 学 田代健一  
鹿児島高専 正 内谷 保  
九大工学部 正 大塚久哲

## 1. まえがき

斜張橋の主桁支持方式には、自定式、完定式および部定式の3方式が考えられる<sup>1)</sup>。著者らは既に、これら主桁支持方式の異なる長大斜張橋を対象として、連行車両による定常ランダム応答解析を行ない、設計衝撃係数に相当する動的増幅率について、車両台数、スパンサゲ比およびケーブルの側面形状などを変化させて主桁支持方式間の比較検討を行ない報告した<sup>2)</sup>。しかし、この動的増幅率には橋梁や走行車両の振動特性および橋面凹凸など数多くのパラメータが影響を及ぼしていると考えられ、これらの影響についても検討する必要があろう。本報告は特に走行車両の各種振動特性が動的増幅率の値に及ぼす影響について検討したものである。

## 2. 解析手法

平均値零の定常ランダム過程と仮定された橋面凹凸を有する2次元の離散質量系にモデル化された斜張橋上を、1自由度系のsprung-mass列にモデル化された連行車両が一定速度で走行する場合を考える。このとき、各車両の載荷位置を固定すれば斜張橋の各質点の応答変位は静的変位を平均値とする定常ランダム過程となり、定常不規則振動論を用いて解析される<sup>2), 3)</sup>。

斜張橋の力学的諸量（たわみ、曲げモーメント、縁応力およびケーブル張力等）をRで表わすとき、動的増幅率（DIFという）は次式で定義する。

$$DIF = \sigma_R / R_{s.t.\max} \quad (1)$$

ここに、 $R_{s.t.\max}$ は連行車両を逐次移動させてRの静的応答値の絶対値を求めたときの最大値であり、 $\sigma_R$ は $R_{s.t.\max}$ の生ずる載荷状態に対するRの標準偏差である。

## 3. 数値計算例

本数値計算では、中央径間長がL=500 mの3径間斜張橋を対象とする。図-1に解析モデルの一般図を示す。なお、部定式における軸力を伝達しない伸縮継手は両側径間とも5本目と6本目のケーブル間に挿入し、モーメントを完全に伝達する場合( $K=\infty$ )と全く伝達しない場合( $K=0$ )の2種類を考慮する。また、本文では伸縮継手挿入位置近傍の側径間中段ケーブル定着点の主桁縁応力および側径間側中段ケーブル張力のDIFに着目する。

連行車両は最近の重車両の増大化傾向を考慮して、総重量40tf車両一台と総重量30tf車両がその前後にある間隔で並んだ大型自動車荷重列を考える。ただし、40tf車両は連行車両の先頭から中央までの間にあって、着目点の静的応答値を最大にするような位置にあるものとする。また、車両台数は5台とし、各車両の振動特性は等しいものとする。図-2に連行車両の解析モデル

を示し、表-2に車両の各種諸元の標準値を示すが、ここでは走行速度はv、固有振動数f<sub>o</sub>および減衰定数h<sub>o</sub>などをパラメータとして変化させる。

橋面凹凸はアスファルト舗装の比較的良好な状態を想定して、平滑度パラメータを0.005cm<sup>2</sup>/mとする。

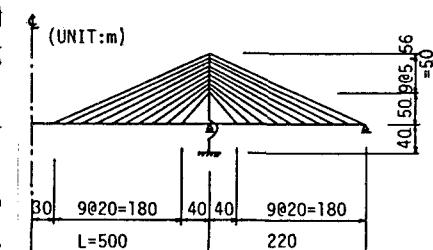


図-1 解析モデルの一般図

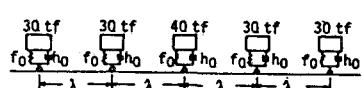


図-2 連行車両の解析モデル

表-1 車両諸元の標準値

	自定式	完定式	部定式( $K=\infty$ )	部定式( $K=0$ )
車両間隔 $\lambda$ (m)	58.75	58.19	58.38	64.88
走行速度 v (km/h)			60	
固有振動数 $f_o$ (Hz)			3.0	
減衰定数 $h_o$			0.03	

さらに、本解析ではモード法を用いるが、使用モード次数は40次までを考慮する。

図-3は走行速度vを変化させたときのDIFの値をプロットしたものである。主桁縁応力のDIFに注目すると、各主桁支持方式とも一般にvが大きくなるにつれて増大の傾向を示す。しかし、v=100km/hでは完定式は減少し、K=0の部定式は他の主桁支持方式に比べて極端に大きくなる。ケーブル張力のDIFは、自定式と完定式ではvと共に漸増する。K=∞の部定式もv=80km/hまではvと共に増大するが、v=100km/hで急に減少する。これに対して、K=0の部定式はv=80km/hまではvの大きさに関係なくほぼ一定値となるが、v=100km/hになると急増する。

図-4は車両の固有振動数f<sub>o</sub>を変化させたときのDIFの値をプロットしたものである。主桁縁応力のDIFは、各主桁支持方式ともf<sub>o</sub>が大きくなるにつれて増大するが、その割合は自定式、完定式およびK=∞の部定式ではそれ程大きくはなく、K=0の部定式では他の主桁支持方式に比べてかなり大きい。また、ケーブル張力のDIFは各主桁支持方式ともf<sub>o</sub>と共にほぼ同じ割合で漸増する。

図-5は車両の減衰定数h<sub>o</sub>を変化させたときのDIFの値をプロットしたものである。主桁縁応力のDIFおよびケーブル張力のDIFとも主桁支持方式に関係なくh<sub>o</sub>が大きくなれば減少の傾向を示す。ただし、その割合は小さい。

#### 4. あとがき

車両の走行速度、固有振動数および減衰定数などを変化させて、側径間中段ケーブル定着点の主桁縁応力および側径間側中段ケーブルの張力の動的増幅率を各主桁支持方式に対して検討した。その結果、走行速度が80km/h以内では、動的増幅率は一般に走行速度と共に増大するが、K=0の部定式におけるケーブル張力の動的増幅率は走行速度の影響をほとんど受けない。ただし、走行速度が80km/hを超えると主桁支持方式によってその傾向が異なる。また、固有振動数や減衰定数が動的増幅率に及ぼす影響に注目すると、主桁支持方式間にほとんど差異はない、動的増幅率は固有振動数と共に漸増し、減衰定数と共に漸減する。

なお、側径間中段ケーブル定着点の主桁縁応力の動的増幅率は車両の各種諸元の組合せに関係なくK=0の部定式が最も大きく、完定式、K=∞の部定式および自定式の順に小さくなる。これに対して、側径間側中段ケーブル張力の動的増幅率はK=0の部定式が最も小さくなり、他の主桁支持方式間に大きな差異はない。

[参考文献] 1) 大塚 他:構造工学論文集, Vol.31A, 1985.3  
2) 内谷 他:土木学会第41回年次学術講演会講演概要集, 1986.11  
3) 内谷:土木学会論文報告集, No.320, 1982.4

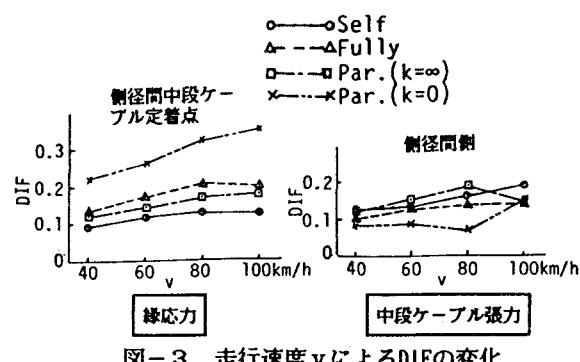


図-3 走行速度vによるDIFの変化

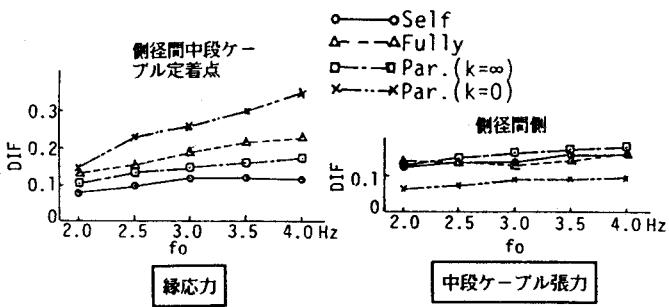


図-4 車両の固有振動数f<sub>o</sub>によるDIFの変化

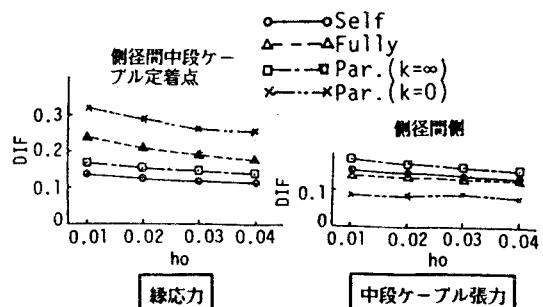


図-5 車両の減衰定数h<sub>o</sub>によるDIFの変化