

I - 564

偏心車両走行下の斜張橋ケーブルの動的応答挙動

川崎重工業(株) 正 員 川畑 治
 長岡技術科学大学 正 員 長井 正嗣
 出水市役所 正 員 上野 省二

1. まえがき

斜張橋の設計にあたり、車両走行に伴う部材の衝撃応答をどのように評価するかが問題となる¹⁾。これまで、桁については剛支点間隔(支間)をベースに道示が適用されている。ケーブルについては、一律にある係数を乗じるか、または影響線長をベースに道示が適用されているが、いまだ明確な方法は確立されていないと言える。また、車両走行モードを考えると、活荷重による最大応力度に衝撃の影響を考慮する必要があるのかといった疑問も生じる。さらに、走行時のケーブルそのものの振動が全体系の振動にどのような影響を与えるかについても議論の多いところである。以上のように斜張橋の衝撃係数については、考慮すべきか否かを含めていまだ明らかではない点があると考えらる。

本文では、車両、ケーブル、斜張橋全体振動間の連成振動を考慮し、ケーブル振動を含む応答解析法を適用して、ケーブル振動のあり・なし、路面凹凸(ISO基準)、偏心走行のモードや断面形(箱、 π 断面)をパラメータとして、基本的な挙動について検討した結果を報告する。

2. ケーブル振動の取り扱い

斜張橋のケーブル振動を考慮した応答解析方法の概要を図-1に示す。ケーブルに多数の節点を設ける立体解析は、とくにケーブル端部の曲げモーメントまで検討対象とする場合、多大な自由度を必要とする。そのため、ケーブルを細かく分割した物理座標の運動場をあらかじめモード座標に変換した解析を行っている。

3. 計算モデル

図-2に支間150mの3径間連続斜張橋モデルを示す。箱断面を持つモデルのねじれ振動数は2.7Hzで、車両の振動数に比較的近く、また C_3 、 C_6 ケーブルの1次振動数がねじれ振動数に近い。一方、 π 断面を持つモデルのねじれ振動数は1.7Hzと車両の振動数とは離れたものとなっている。

4. 車両モデルと走行モード形

車両は図-3に示す4自由度系でモデル化し、20tfトラックの片車線2台偏心走行を考える。また、ケーブル部材の張力、端部曲げモーメントの影響線解析を行い車両載荷長を図-4のように決定した。走行速度は20,40km/hの2種類とし、それぞれ車頭間隔を13.2,14.0mとした。応答解析に用いた桁、塔系のモード数は70モードで、さらにケーブルにそれぞれ1次モード(ケーブルにサグが生じていることからケーブル面内、外の2モードを考慮)を考慮することから全体で134モードを採用した。数値積分の時間間隔は採用モードの最小固有周期の1/6以下とした。また、減衰はモード減衰として、対数減衰率で0.02を仮定した。

5. 計算結果と考察

図-5に C_3 ケーブル(箱断面)の張力と曲げモーメントの応答を示す。上段がケーブル振動を考慮した結果、下段が無視した結果である。この場合、ケーブル張力に顕著な差異が見られないことがわかる。一方、曲げモーメントについては明らかに差異が生じる。今回のモデルの計算範囲からは、いずれのケーブルについても同様のことがいえ、これより本モデルではケーブル振動が張力応答に与える影響は小さいと言える。

路面凹凸を変化させた計算を行っているが、既に知られているように凹凸の影響は顕著であった。

図-6に、桁のねじれ振動数に近い振動数を持つ C_6 ケーブルの張力応答(箱断面)を示す。上から1組(2台)走行、路面凹凸”良”と”悪”の状態での複数台走行、共振車頭間隔走行の結果を示す。1組と共振車頭間

隔走行時の路面凹凸は”良”である。この場合の渋滞時（車頭間隔 9.2m）の静的最大張力は 63.2tf で、路面凹凸が”悪”の場合に定答値に近いものとなってくる。将来の路面のメンテに関係するが、衝撃係数は無視できる可能性が大きいと言える。 π 断面の場合、桁の曲げ 2 次振動数に近い振動数を持つ C_1, C_8 ケーブルについて同様の検討を行ったが、先の箱断面での検討と同様のことが言えた。

参考文献

- 1). 小松他：斜張橋の自動車走行による動的応答と衝撃係数に関する研究、土木学会論文集、1978

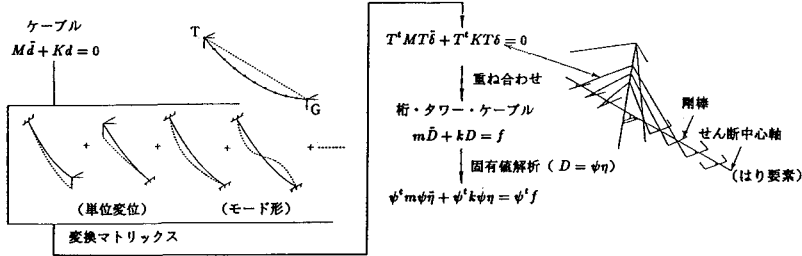


図-1 解析手順

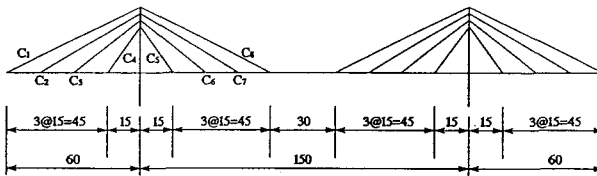


図-2 斜張橋解析モデル

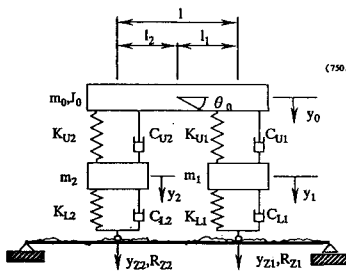


図-3 車両走行モデル

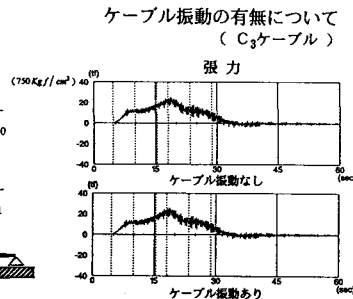


図-4 複数組走行時の車両の載荷長

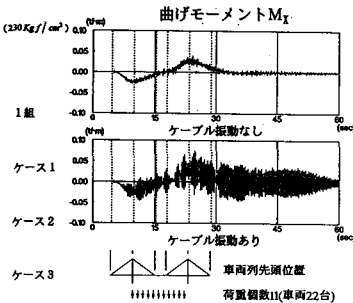


図-5 ケーブル振動の有無について

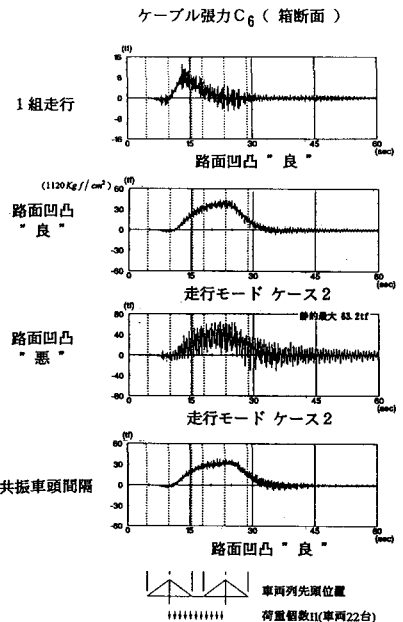


図-6 衝撃係数について（張力）