

横浜国立大学 学生員 菅野 匡

横浜国立大学 正 員 宮田 利雄

日本道路公団 正 員 大谷 直広

1. まえがき 斜吊材をもつセバーン橋が、開通後16年という短時日の内にその吊材を全面的に交換せざるを得ない状況に至ったことはよく知られている。この原因として、革新的といわれた斜吊材の採用が本来的な大きな応力変動を生み、従って疲労破壊を促すこととなったと考えられる。昨年度、自動車交通による制動・牽引荷重の橋軸方向載荷、ならびに風による不規則なバフェティング振動が疲労破壊に少なからぬ寄与をもたらすとの報告を行ったが^{1,2)}、本報告では、疲労破壊の最大原因としてしばしば指摘される自動車交通の過載状態の寄与の程度を、実交通流の統計データに基づいた計算機シミュレーションによって解析し、その検証を試みたので報告するものである。

2. 解析方法 自動車交通の載荷に伴う応力変動を問題にするのであるから、実際に即した時系列としての交通流を想定することが肝要となる。したがって、都市内高速道路(4車線)で実測された自動車交通流の実測統計データ³⁾に基づいて、模倣自動車交通流を計算機によってシミュレートし、それぞれの車両重量を時々刻々鉛直荷重として載荷させることとした。セバーン橋の斜吊材に発生する張力変動については通常の構造解析法によって容易に求められ^{4,5)}、本解析の場合は着目部材の影響線図の形で解析しておけば十分である。解析結果の一例を図1に示す。交通のシミュレーションの設定状況は渋滞時1時間を考えることとし、車種を大型車、中型車、トレーラー、乗用車の四つに分類し、表1に示すようにパラメータの確率量を定めて行った。上下4車線、全長1600mを有するセバーン橋を対象にするのであるが、上下線については独立に扱い、片側2車線については橋梁進入時の車速に応じて車線選択を行わせ、とりあえずその後の追い越しは無しの状態を考えることにして、解析を行った。すなわち、上述の影響線図に応じて着目斜吊材の応力変動を4車線同時載荷に対する時刻歴応答の形で算定した。

3. 解析結果と考察 ここでは、中央径間中央の最も短い斜吊材について解析した結果を示すことにする。この斜吊材の応力の1時間当りの時刻歴応答例が図2に示すように求められる。このような時刻歴応答を100回繰り返した結果から応力、ならびに応力振幅の頻度分布を求めると、図3、4のようになる。吊材の疲労強度曲線については、図5に示す、ほぼ同径ワイヤーに関する実験結果⁶⁾の5%断線式によることとし、これと図4の応力振幅の頻度分布から累積疲労度が算定できる。ここで想定している渋滞時1時間当りの累積疲労度は約 10^{-3} となった。実測データ³⁾によると、渋滞時1時間当りの総交通量(往復)は約3000台である。セバーン橋の最近の年間交通量が1200万台と報告されているので⁷⁾、日平均約3.3万台となる。これから、渋滞時として極端であるが、1日当り11時間を想定し、他の時間は交通量無しと仮定することにとすると、年間の累積疲労度が0.04となり、従って、25年で疲労破壊に至る結果が導かれる。この年数は、セバーン橋の斜吊材交換を十数年で実施しなければならなかったことから判断して、斜吊材について自動車交通流の疲労破壊への寄与が小さくないことを示す結果と考えられる。より精密に評価するためには、着目吊材を変化させる、2車線間の追い越しを許す、渋滞時のみならず閑散時を含むより現実的な交通流パターンを考慮する、あるいは社会情勢変化に応じた交通総量の経年変化を考慮する、などの解析についても実施する必要があると考えている。

表-1 設定パラメータ

		大型車	中型車	トレーラー	乗用車
確定量	混入率(%)	11	21	2	66
確定量	車 長(m)	9	6	13	4
確 率 変 量	車 分 布 形	正規	対 数	正 規	
	平均(t)	15.5	5.07	22.3	1.31
	重分散(t ²)	27.5	7.18	89.8	0.12
	走行速度	平均17km/h 分散 1.17 正規分布			
	車頭時間	平均2.4sec 母数 3 アーラン分布			

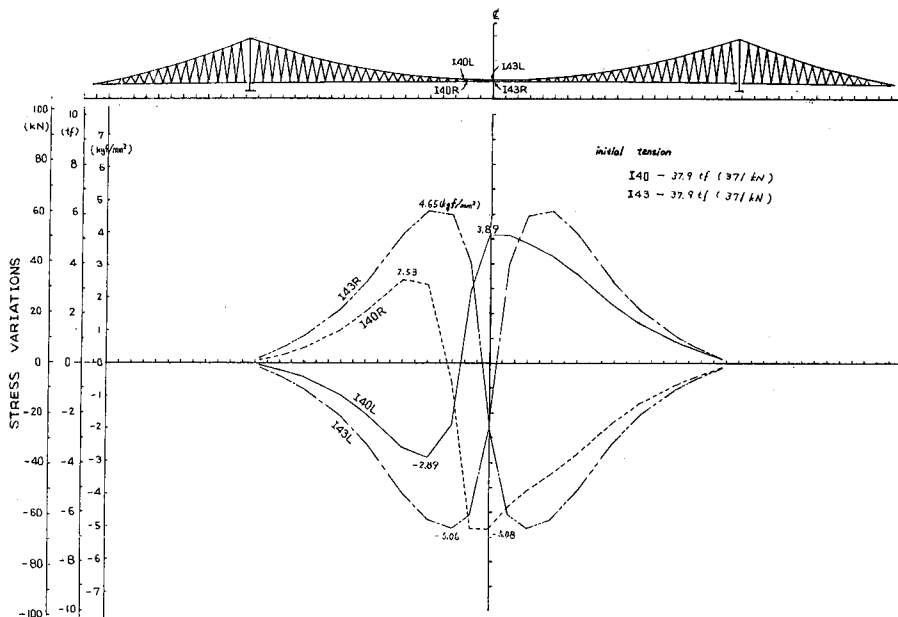


図1 応力変動の影響線

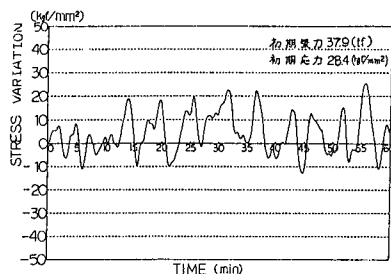


図2 応力の時刻歴応答の一例

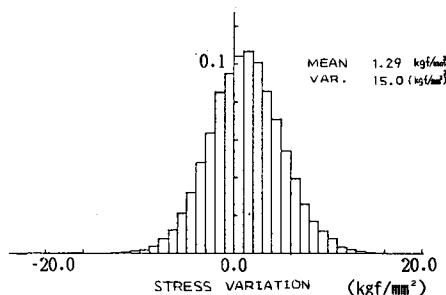


図3 応力頻度分布

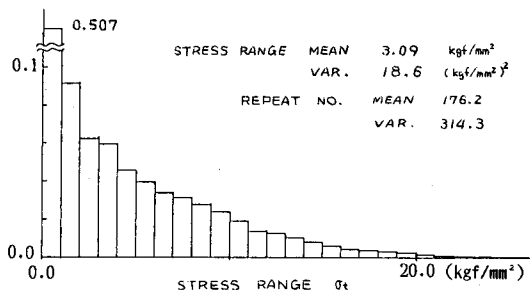


図4 応力振幅の頻度分布

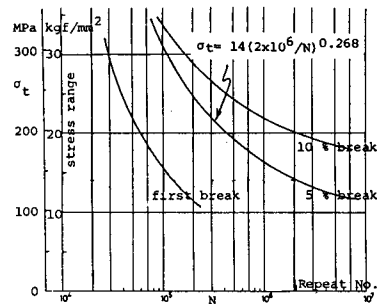


図5 吊材疲労強度曲線⁴⁾

参考文献

- 1) Miyata, T. and Yamada, H., Aerodynamic Effects on Suspension Bridges with Inclined Hangers, Proc. 12th Congress of IABSE (Vancouver), 1984.
- 2) 宮田、山田、菅野, 斜吊材を有する吊橋の吊材疲労に関する一考察, 第39回土木学会年次学術講演会概要集I, 1984.
- 3) 阪神高速道路公団他, 設計荷重委員会報告書, 第2編活荷重分科会報告(別冊-1), 昭和59年.
- 4) 奥川 淳志, 吊橋ハンガーロープの引張および疲労試験, 本四技報, Vol. 2, No. 5, 1978.
- 5) ENR/April 8, 1982, p.23, ENR/DEC.2, 1982, p.22.