

実働荷重による橋梁の断面力等のシミュレーションに関する研究

京都大学大学院 学生員○中原俊之 京都大学工学部 正 員 渡邊英一
 大阪市大工学部 正 員 中井 博 大阪市建設局 正 員 黒山泰弘

1. はじめに

これまでに、鋼橋部材のディテール部分に定常な繰返し荷重をかけた場合の疲労強度などについては、多くの実験的研究が行われてきたが、鋼橋全体を対象として考えると、実際の交通荷重によって橋梁部材にどのような力が働きどのような変形が惹起されるかは、きわめて不明な点が多い。そこで本研究では、都市高速道路における交通荷重の実態を踏まえて、活荷重のモンテカルロ・シミュレーションと有限要素法による構造解析を通して橋梁部材の断面力等のシミュレーションモデルを求めることとした。

2. 活荷重モデル

本研究では、都市高速道路の鋼橋を対象としているので活荷重モデルとして昭和61年度に阪神高速道路公団の設計荷重委員会(HDL)によりまとめられた報告書のモデルを用いることとした。このモデルでは、大型車から乗用車までを10種の車種に分割し、それぞれの車重に確率分布モデルが与えられており、この分布モデルを用いて車重を乱数として発生させることによりシミュレーションを行った。

3. 構造モデルおよび解析

構造モデルには、Fig-1に示すような標準合成桁橋の主桁、横桁、横構、対傾構を組み合わせた骨組み構造を考えた。各部材の断面はFig-2に示すとおりである。なお、主桁についてはFig-2にも示したように床版を含んだ合成断面を考え、対傾構についてはFig-2に示した以外に斜材も含めたせん断特性も考慮にいった。また、支承部は図中・印の8点とし、すべて固定支点として変位、回転角とも拘束した。ただし、片側4支点のX軸方向のみを可動とした。

このモデルにおいて、荷重は集中荷重としてFig-1に示すA, B, C点(床版上)に紙面に垂直に作用し、それらがG1~G4の各主桁上(△印)に分配されるものとして解析を行った。この分配に際しては、Fig-1の下部に示す床版と主桁を梁と支点に置き換えて3径間連続ばりと考え、集中荷重Pによる支点反力が各主桁に分配される荷重に相当すると仮定した。

ここで、車両の載荷方法であるが、文献2)による効率化シミュレーションを参考として、Fig-1に示すA, C点には前述の10種の車種による車重を乱数としてランダムに載荷し、B点には50~80 tonの重量車を載荷するという、橋梁にとって苛酷な載荷状態を想定した。(このB点に載荷する車両の車重も対数正規分布にしたがう乱数として発生させる。)

本研究のシミュレーションにおいては、このA, B, C点に載荷される3台の車両を1組として10,000組の車両を載荷した場合のFig-1に示すS点の断面力等のシミュレーションモデルを求めた。

構造解析には、3次元立体ラーメンの有限要素法を用い、Fig-1に示すモデルを44節点79要素に分割して解析を行った。

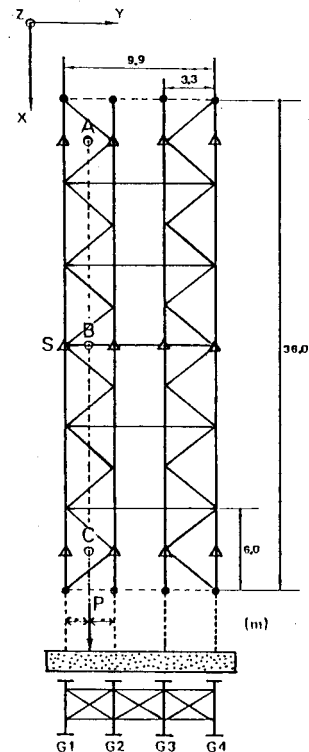


Fig-1 解析モデル

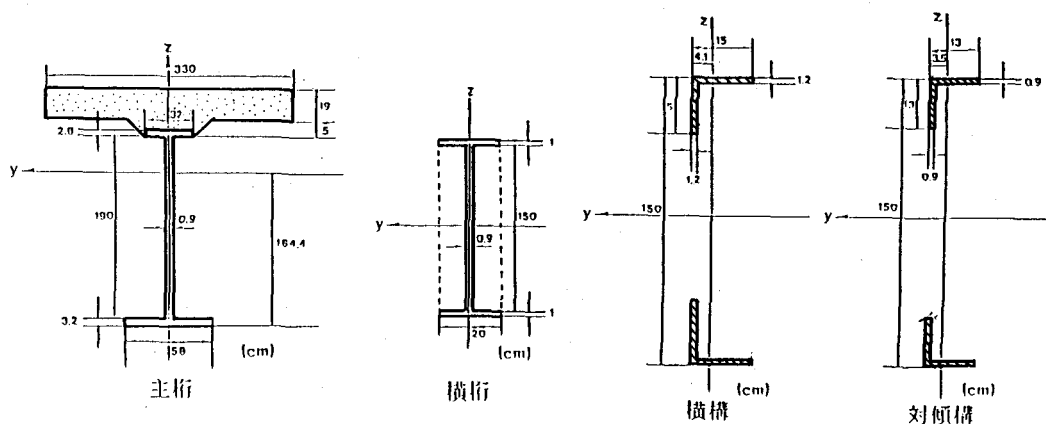


Fig-2 各部材の断面図

4. 解析結果

シミュレーションによって求めたFig-1に示すS点の

- 1) 主桁断面Y軸まわりの曲げモーメント
- 2) 横桁断面Z方向のせん断力
- 3) Z軸方向の変位 (鉛直変位)

の分布の特性値をTable-1に示しておく。

また、曲げモーメント、せん断力のヒストグラムをFig-3, 4に示しておく。

ここで、これらの統計量の確率分布モデルへの当てはめを、正規分布、対数正規分布、指数分布、ワイブル分布に対して行ったところ、いずれも対数正規分布への当てはまりがよかったようである。(適合の度合は、 χ^2 値の比較により調べた。)

5. むすび

このようなシミュレーションをさらに現実に近い条件で行えば、実際の交通荷重に対する、橋梁構造全体を対象とした場合の変形特性などが明らかになってくる。また、本研究においては活荷重に対して横構が橋梁部材の断面力にどれほどの影響を持つかについても触れてみたが、これについては当日述べるので割愛した。なお、このようなシミュレーション結果は、局所的な応力集中や疲労亀裂成長の解析を行う場合の有益な資料として用いられる可能性がある。

(参考文献)

- 1) 阪神高速道路公団：阪神高速道路の設計荷重体系に関する研究。1986.12
- 2) 高田和彦, 藤野陽三：道路橋最大活荷重評価のためのコンピュータシミュレーションの効率化。

構造工学論文集。Vol. 32A。1986. 3

Table-1 シミュレーションによる分布の特性値

	曲げモーメント (tf・m)	せん断力 (tf)	鉛直変位 (cm)
平均値	132.10	7.17	0.44
標準偏差	15.86	0.86	0.054
最大値	188.66	10.19	0.66
最小値	112.29	6.10	0.37

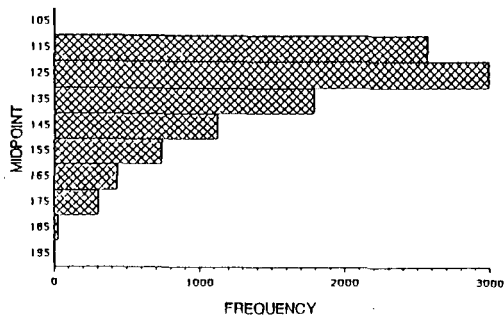


Fig-3 曲げモーメント

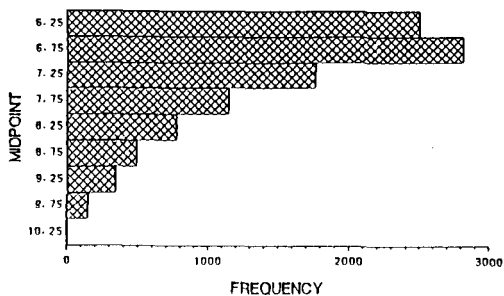


Fig-4 せん断力