

早稲田大学理工学部 正員 堀井 健一郎
 新日本製鐵株式会社 正員 西村 一人
 早稲田大学大学院 学生員 大井 清一郎

まえがき 道路橋の設計に用いる活荷重を合理的に決定するという問題は基本的かつ重要な課題であり従来から多くの研究成果が発表されている。ここでは橋上に最も多くの車輛が載荷されると考えられる交通渋滞の状態に着目し、載荷状態と橋の応答との相関関係を把握することにより、自動車列荷重が橋におよぼす静的影響の性状を明らかにすることを試みた。

1. 解析の方法 着目した橋梁上に自動車満載された状態をモンテカルロ法を用いて作り出し、それに対応する橋の応答の統計的性状を求め、これと現行道路橋示方書の L-20 による設計応答とを比較検討するという方針で解析を行う。シミュレーションに使用する車種は次の 7 種類に分類し、これらを等価な 2 軸荷重にモデル化した。① 乗用車 (軽自動車を含む) ② 小型貨物車 (小型バスを含む) ③ 中型貨物車 ④ 大型貨物車 (2 軸, 8 積) ⑤ 大型貨物車 (3 軸, 10 積) ⑥ 大型バス ⑦ 超大型貨物車 (4 軸以上のトレーラーなど)。このうち ⑦ を除いた 6 種を取扱う場合をケース I, ⑦ も加えたものをケース II とする。まず対象とする橋のスパンより長い車列を構成するのに必要な台数の自動車を連続的に抽出して初期モデル車列を作り、先頭車の前部が橋の支点上にくるように載荷して橋の応答を計算する。渋滞状態における車頭間隔は 1.0^m とした。その次に抽出された車種と自動車列の後尾につけ、先頭の車種ととり除き、この車列を上記のように載荷して応答を計算する。以下同様の操作を順次繰返して行く。対象とする橋は支間 30^m 以上の単純支持桁構造とし、1 車線と 1 本の主桁が支持するとして問題を単純化した。応答の種類としては支間中央点の曲げモーメント (M) を選び、あわせて橋上にある車列の総重量 (W) も算出するようにプログラムした。

2. 車種別混入率の選定 本来は既往の交通調査資料などを参照して選定すべきものと考えられるが、路線によりあるいは地域によってかなり相違することが確実である。そこで当面はなるべく一般性を有する結果を得ることを目標とし、特殊事情の影響は別途考慮するという方針のもとに、わが国の車種別保有台数の割合を基本とし、それに東名・名神高速道路の調査資料などを参考に、混入率を選定した。結果は次のようになった。

ケース I ① 0.5 ② 0.2 ③ 0.13 ④ 0.09 ⑤ 0.06 ⑥ 0.02

ケース II ① 0.5 ② 0.2 ③ 0.13 ④ 0.08 ⑤ 0.05 ⑥ 0.02 ⑦ 0.02

3. 結果および考察 (図-1) に M/M_{20} , W/W_{20} (ここに M_{20} , W_{20} は L-20 に相当値) の頻度分布の 1 例として支間 150^m の場合を示した。主桁の応答頻度はほとんど正規分布とみなされるが、支間 60^m 以下では分布が乱れる。またスパン長の増加と共に M , W とともに平均値は増大して一定値に漸近するが、標準偏差は反対に比例的に減少する。 M および W の平均値 (μ) と標準偏差 (σ) に関しては次のような関係式が得られた。Suffix の I, II はケース I, II を示す。

$$\mu_{MI} = (0.095 + \frac{0.170}{l-10}) \cdot l^2 \quad (t \cdot m) \quad , \quad \mu_{WI} = 0.76 l + 1.0 \quad (t)$$

$$\mu_{MII} = (0.099 + \frac{0.175}{l-10}) \cdot l^2 \quad (t \cdot m) \quad , \quad \mu_{WII} = 0.79 l + 1.0 \quad (t)$$

$$\sigma_{MI} = (0.095 + \frac{1.85}{l+20}) \cdot l^2 \quad (t \cdot m) \quad , \quad \sigma_{WI} = 1.79 \sqrt{l} \quad (t)$$

$$\sigma_{MII} = (0.0105 + \frac{2.05}{l+20}) \cdot l^2 \quad (t \cdot m) \quad , \quad \sigma_{WII} = 1.96 \sqrt{l} \quad (t)$$

大型車 (④~⑦) の影響については (図-2) に示した結果などから、1) それがスパン 60^m 以上の橋の応答を支配している。2) 超大型車の混入の影響はスパン長にかかわらずほぼ一様で、 M , W に対して平均値は 3~4%、標準偏差は 8~10% 増加させる。3) スパン 80^m 以上になると載荷車輛のすべてが大型車という現象は発生しない。など

の結果が得られた。超過確率については(図-3)からわかるように $\mu+3\sigma$ の値が M, W ともスパン長 150^m あたりで最大になるという結果が得られた。(図-4)は換算等分布荷重を示したもので併せて実験式も掲げている。現行設計活荷重の換算値と比較して傾向は同じであるが得られた結果は過大である。ただしこれから直ちに現行 L 荷重の大きさを批判することはできない。(図-5)は換算 L 荷重(これも構成等分布荷重で示す)である。スパン 80^m あたりから急減をはじめることの妥当性が認められる。このほか $T-L$ 混合系についての検討も行い、それがかなり合理的であることを確認している。

図-1(a) 頻度分布ヒストグラム

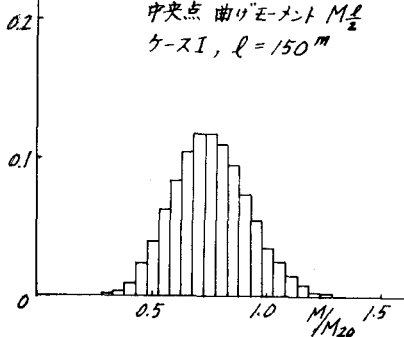


図-1(b) 頻度分布ヒストグラム

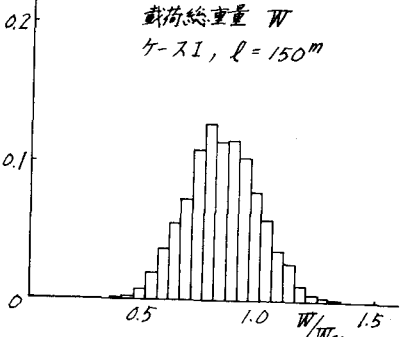


図-2 大型車混入率と M , 相対頻度

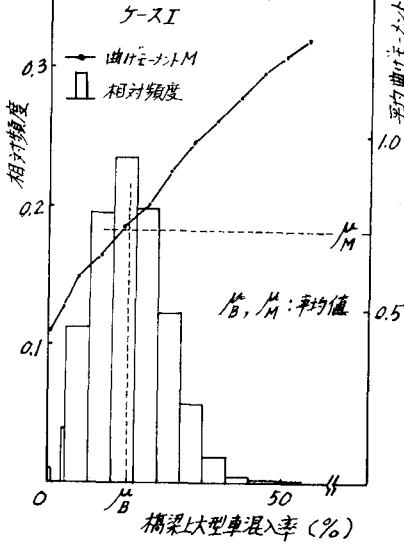


図-3 $M/M_{20}, W/W_{20}$ の平均値と標準偏差

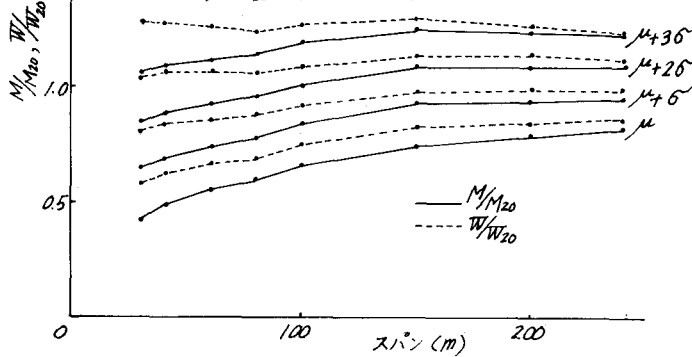


図-4 $M/2$ ($\mu+3\sigma$) 換算等分布荷重

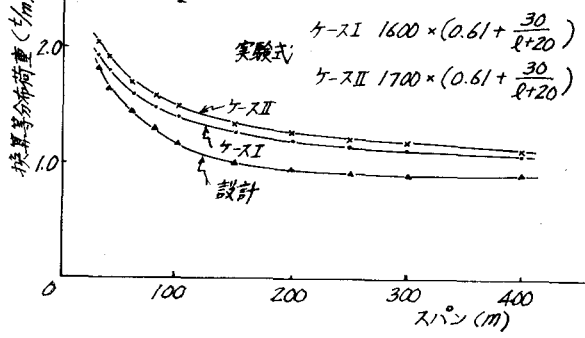
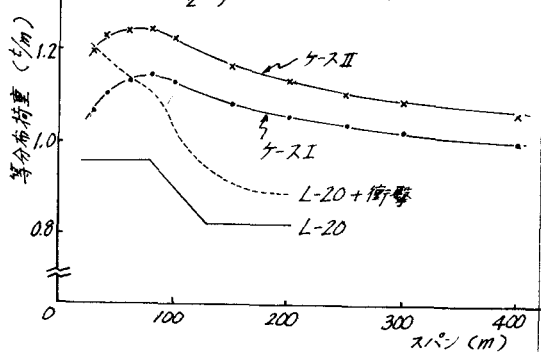


図-5 $M/2$ ($\mu+3\sigma$) 換算 L 荷重



この研究の基礎的部分は運輸省港湾技術研究所木原正氏に負うところ大である。記して謝意を表する。