

I-313 重量車通行の既存橋梁に与える影響について

信州大学工学部 正 員 長 尚

1. ま え が き

現在日本における道路橋の設計自動車荷重は20t(一等橋)、14t(二等橋)である。これは昭和31年に改正された、道路橋の示方書から採用され、今日に及んでいる。改正当時は、実態の走行荷重よりかなり大きいものであったが、現在では車両の大型化が進み、稀ではあるが、設計荷重の4倍をも越えるような、90tに近い重量を持つトレーラーが走行するような事態になっている。しかも既存橋梁の中には、これ以前の示方書に基づいて設計されたものもかなりある。このような状況に対処するために、昭和36年に制定された「車両制限令」によって一般的な制限基準を設け、それに適合しない車両については、道路管理者が申請に基づいて審査し、条件を付して許可するような措置が取られている。現在の審査基準は、「車両制限令実務の手引き」¹⁾によると、それぞれの橋梁の、適用示方書の相違、実応力度の余裕、路面状況、部材の腐食・損傷程度、交通情况及び供用期待年数等を考慮して、基本的には許容応力度(割引も含む)を越えないにするという考え方である。したがって、設計条件を大幅に越えるような事態は一応避けられていると言える。しかし罰則があっても申請怠慢とか、許可条件違反はあり得るようである。本文では、日本道路協会の「限界状態設計法分科会荷重検討班第1次報告書」²⁾を参考にして、重量車走行による最大曲げモーメントと、設計曲げモーメント(現行の一等橋対象)を比較して、重量車走行の既存橋梁に与える影響度合いについて、数値的に検討を加える。

2. 検討方法

2.1 対象とする橋梁と比較方法 ここで対象とする橋梁は、鉄筋コンクリート(RC、スパン10m~40m)、プレストレスト・コンクリート(PC、スパン10m~60m)および鋼(S、スパン10m~120m)の単純橋とし、中央点の設計曲げモーメントと実態荷重作用時の曲げモーメントの比較で検討するものとする。車道幅員は5.5m、6.5m、7.5m、8.5m、9.5m、10.5m、11.5mの7種類とし、9.5m未満は2車線、9.5m以上は3車線として扱う。歩道幅員は、0m、1.2m、2.0mの3種類とする。

2.2 検討実態活荷重ケースの設定 文献²⁾によると、走行車両の実態に基づく走行車両モデルを用いて、供用年数50年で、超過確率10%に対応する、一車線についての最大渋滞載荷状態を、シミュレーションによって求めている。その結果を参考にして、次の2載荷ケースを設定することにする。①ケース1(極端な渋滞時)中央部以外は上述の最大渋滞載荷状態を考え、中央部分には、各車種のうちの最大荷重が1台載ったとして、その中で最大の影響がある載荷状態を考える。この状態を、ひょっとしてあり得るかもしれない極端に厳しい載荷状態と考えることにする。なお、中央載荷の車両以外は最大渋滞載荷状態を等分布荷重に換算して用いる。ただし2車線以上の場合は、1車線当たりこの半分の荷重を加算することとする。②ケース2(重量車単独走行時)スパンが短い時には、渋滞時ではなくて、重量車が単独で走行する時が、条件として厳しくなることが考えられる。また重量車の許可条件として単独走行が義務付けられる。そこで、各車種の最大荷重が単独に1台載ったとして、その内の最大の影響がある載荷状態を考える。なお、ケース1では渋滞時なので衝撃の影響を考慮しなかったが、このケースは衝撃を考慮する必要がある。衝撃係数としては、設計で用いるものを、便宜上そのまま使用することにする。

2.3 設計活荷重による最大曲げモーメントの算定方法 道路橋示方書に基づく、荷重の横方向分配を考慮しない、橋全体としての設計活荷重による最大曲げモーメントを求め、これの10%増しを、設計曲げモーメント $M_{\max}^p$ として用いることとする。

2.4 活荷重曲げモーメント比率の実態 重量車走行の影響度合いの検討においても、当然死荷重曲げ

モーメントも加味されなければならない。死荷重曲げモーメントと活荷重曲げモーメントを加えたものに対する、活荷重曲げモーメントの比率は、構造種別とかスパン等によって異なる。幾つかの設計例について、設計曲げモーメント中に占める活荷重曲げモーメント比率 α を調査した結果、大雑把に言って、RC橋、PC橋は、 $\alpha=0.25\sim0.55$ （25～55%）、鋼橋は $\alpha=0.30\sim0.75$ （30～75%）である。以下これを前提として検討する。

2.5 重量車走行の影響の検討方法 重量車走行の影響を、次式で定義される設計曲げモーメントに対する実態曲げモーメントの比 η で評価するものとする。 $\eta = (M_D + M_{max}) / (M_D + M_{max}^D) \cdots (1)$ ここに、 M_D は死荷重曲げモーメント、 M_{max} は実態荷重最大曲げモーメントである。ここで $\gamma = M_{max} / M_{max}^D \cdots (2)$ とおき、これと前述の α を用いると、 η は次のように表わされる。 $\eta = 1 + \alpha (\gamma - 1) \cdots (3)$ γ は活荷重だけで比較した時の、重量車の走行の影響度合いであり、 η は死荷重も加味した、全体としての重量車の走行の影響度合いである。当然であるが、 α の値の小さい程 η の値は小さくなり、重量車の走行の影響度は緩和される。

3. 応力実測結果からの γ の推定

東京都では、昭和60年から毎年10橋程度、合計42橋について、ヒストグラムレコーダにより、連続7～31日間の活荷重による応力測定を行なっている。この結果の若干例から、50年間で10%超過確率に対応する最大値に対する γ の値を求めてみたところ、その最大値は2程度であった。なおこの場合1日最大値の分布を指数分布と仮定し、50年の最大値分布を推定しているので、かなり乱暴な扱いであるが、シミュレーションで調べてみた限りでは、 $\pm 30\%$ の範囲に90%の確率で入った。

4. 計算結果と考察

今回行なった計算の範囲内における γ の最大値は、極端な渋滞時（ケース1）で、RCでは2.08、PCでは2.01、Sでは1.90、重量車単独走行時（ケース2）で2.02（ただしスパンが15m以下の短い場合に限られる）となっている。つまり、スパンが15m以上の橋梁では、ほとんど起こらないといふものの、極端な渋滞時には、活荷重の影響は、設計値の約2倍前後に達する。このことは実橋梁の観測結果からの γ の推定値の最大値とも、ほぼ一致している。さて2.5で定義した重量車走行の影響を評価する、式（3）の η を、 $\gamma=2$ として求めると次のようになる。 $\eta = 1 + \alpha = 1.25\sim1.55$ （RC、PC）、 $1.30\sim1.75$ （S） $\cdots$

(4) この結果は、設計曲げモーメント中に占める活荷重曲げモーメントの比率 α の分だけ全体として、設計曲げモーメントを越すことを示している。したがって α の比較的小さい、RC、PC方がSに比べて、重量車の通行による影響が緩和されることになる。ところで破壊曲げモーメントは、通常設計曲げモーメントの2～3倍以上あるので、現実には重量車の通行による橋梁の破壊例が生じていないものと考えられる。しかしながら、ここでは静的な検討であり、実際には疲労現象も考慮する必要があるから、このような状況（ γ の値がかなり1より大きいという）は好ましくない。また、今回の解析は、現状の重量車の走行データに基づくものであり、このままでは今後更に重量化が進むものと思われる。そのような事態になれば、車両制限令の運用にも限度があろうから、事故の発生も十分予測される。したがって、ここら辺りで、現状の最大重量車の重量を越すような車両の製作を強制的に制限する、強力な法的措置が是非必要である。

6. あとがき

従来自動車の大型化を、設計の面から規制するということはなされず、それに追従してきている。幸いにも今までは事故につながるような事態には至っていない。しかし今後は憂慮すべき事態もあり得ると思う。このことを世間にPRすべきであろう。法的措置が実施されなければ、道路橋の安全性を考えた設計の合理化は進まないし、社会資本としての橋梁の劣化は避けられないであろう。

参考文献

- 1) 建設省道路局：車両制限令実務の手引、日本道路交通情報センター、平成元年12月
- 2) 日本道路協会：限界状態設計法分科会荷重検討班第一次報告書、昭和61年11月