

歴史的橋梁の照査荷重及び実交通において発生する最大応力に関する研究

名古屋大学 学生員 ○中野 隆

名古屋大学 正 員 山田健太郎 小塩達也

1. はじめに

道路橋の設計荷重は、車両の大型化に伴い増加してきた。そのため、歴史的橋梁は現行の道路橋示方書の L 荷重で照査した場合耐荷力不足となり、補強あるいは撤去にいたることが多い。しかし、実交通で発生する最大応力が許容応力を越えなければ、十分な耐荷力を有するといえる。本研究では、伊勢大橋（三重県桑名市、昭和 9 年竣工、スパン 72.8m、対面 2 車線交通、ランガートラス橋）をモデルとして、実交通荷重において発生する最大応力と L 荷重により発生する応力との関係を明らかにすることを目的とした。本研究では、特に渋滞状態に着目して照査、及び考察を行った。



図-1 伊勢大橋

2. 照査荷重

照査荷重としては、次の 3 ケースのものを用いた。

- ・ 道路構造に関する細則案（大正 15 年）で規定される伊勢大橋建設当時の設計荷重（等分布荷重：二等橋）
- ・ 現行の道路橋示方書（平成 5 年～）で規定される設計荷重（L 荷重：伊勢大橋の交通条件より B 活荷重）
- ・ 実測荷重列

実測荷重は「支点反力を用いた Bridge Weigh-in-Motion システム」¹⁾により計測された荷重列を用いた。このシステムでは、通過車両の軸重を時刻暦で検出し、軸距及び車種タイプも判別できる。今回は国道 23 号、東名阪自動車道、国道 19 号の 3 路線で 1 週間連続計測した荷重列を用い、路線ごとの違いを検討した。

3. 載荷方法

主構部の部材影響線に前述の荷重を載荷する。本研究では、他の部材に比べ高い応力が発生する図-2 に示す 10 部材に着目した。実測荷重の載荷については、大型車のみ（軸重 30kN 以上）の荷重列を車間距離 2m の渋滞状態に圧縮して載荷した。また、図-3 に示すように対面 2 車線交通の片側のみの渋滞、及び両方向が渋滞したケースを想定した。渋滞荷重列を影響線上を 10cm 単位で移動させ、応力変動波形を作成し、1 週間分の荷重列による最大応力を求めた。

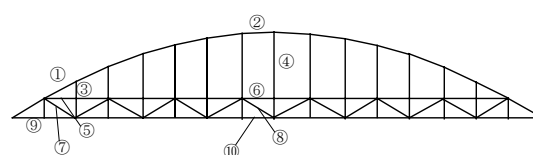


図-2 解析モデルと部材番号

4. 許容応力度

伊勢大橋に用いられた鋼材は St39 であり、道路構造に関する細則案（大正 15 年）によると、許容引張応力は 120MPa である。なお、現行の示方書で SS400 クラスと考えると、これは 140MPa である。許容圧縮応力は、細則案によると、圧縮力を受ける上弦材、斜材、トラス部上弦材は 100MPa となる。また、これらの部材の細長比は、30 以下であるので現行の示方書では 130MPa 以上となる。

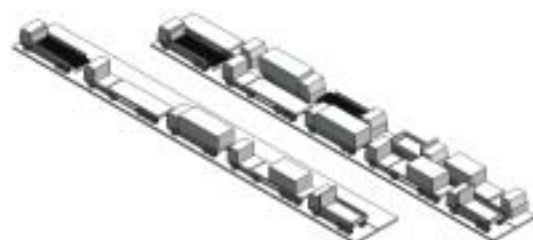


図-3 片側渋滞と両方向渋滞

5. 最大応力の比較

道路構造に関する細則案による等分布荷重と、現行示方書による L 荷重を載荷させたときの各部材に発生する応力を比較したものを図-4 に示す。細則案、及び現行示方書の引張・圧縮の許容応力、及び死荷重のみによる応力も同図に示した。

キーワード 活荷重、設計荷重、Bridge Weigh-in-Motion、歴史的橋梁

連絡先 〒464-8603 名古屋市中種区不老町 名古屋大学大学院環境学研究科都市環境学専攻 TEL 052-789-4620

現行のL荷重載荷時には、上弦材、下弦材で、細則案に示される許容応力を最大 20MPa 程度超過した。現行示方書の SS400 の許容応力は超えなかった。

国道 23 号の交通荷重を載荷させた際の最大応力を図-5 に示す。上弦材及び下弦材で、細則案に示される許容応力を超えるが、全部材でL荷重載荷時の応力および現行の許容応力を下回る結果となった。また、両方向渋滞の影響は小さく、片側のみの渋滞と比べて数 MPa 程度の増加に留まった。図には示さないが、路線ごとの結果に大きな差は見られず、東名阪自動車道、国道 19 号の荷重列を用いた場合も同様な結果となった。

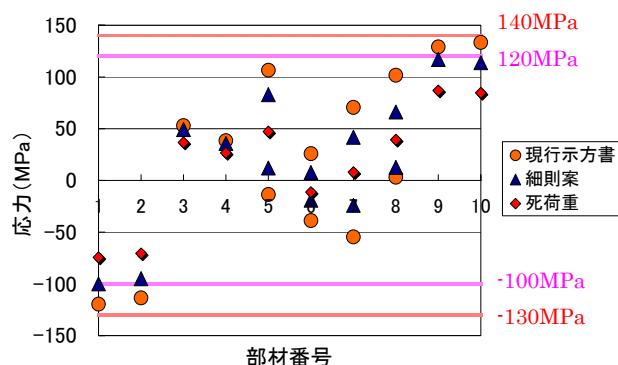


図-4 設計荷重による応力の比較

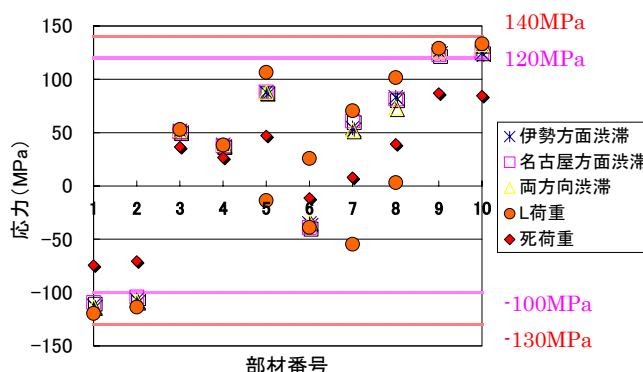


図-5 各部材の最大応力（23 号交通荷重）

6. 最大応力発生時の荷重状態

国道 23 号の荷重列を用いて計算したとき、最大応力が発生した荷重状態を例として図-6 に示す。総重量 500kN を越える重車両が 3 台連行する場合に最大応力が発生していた。また、3 路線のいずれの荷重列でも、最大応力発生時において過積載車両の連行、及び 500kN 超の重車両が確認された。

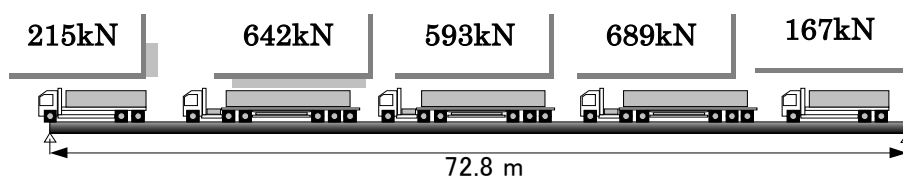


図-6 最大応力発生時の荷重状態（23 号交通荷重列載荷時）

高い応力発生の要因になっている 500kN を越える重車両を除いた荷重列を用いて同様の計算を行った。図-7 に示すように、圧縮・引張ともに応力が低減され(最大 20MPa 程度)、細則案に示される St39 の許容応力度を満足する結果となった。

7. まとめ

実交通によって発生する最大応力は、通常L荷重による応力を越えることはない。しかし、車両重量制限を大きく上回る重車両の連行により、L荷重に相当する応力が発生することもあり得ることがわかった。高い応力発生の要因となる違法重車両の取り締まりによって、応力の低減が期待できる。現実問題として、全ての過積載車両を排除することは難しいが、橋梁の重大な損傷の原因となりうる違法車両の取り締まりの必要性が改めて確認された。

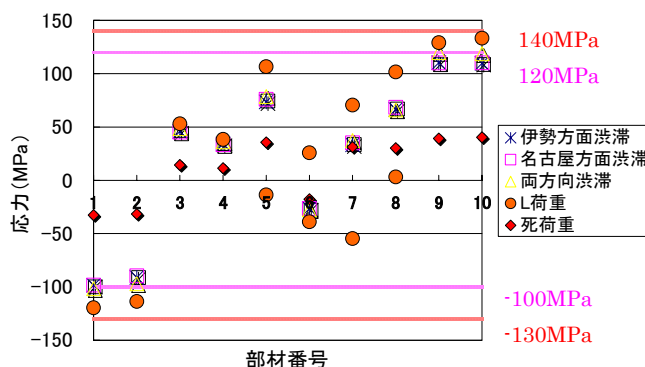


図-7 各部材の最大応力(23 号 500kN 以下荷重列)

参考文献 1)小塩, 山田, 若尾, 因田(2003): 支点反力による BW I Mを用いた自動車軸重調査と荷重特性の分析, 構造工学論文集, Vol. 49A, pp. 743-753