

鋼アーチ橋の疲労損傷解析

金沢大学大学院 学生員 ○鈴木雅也
金沢大学工学部 正会員 梶川康男

1. まえがき

名神高速道路下り線に架かる蟬丸橋は昭和38年の開通以来、増大する交通量（平成元年83000台/日・両方向）に加え、車両の大型化など重交通荷重を支え続けてきた。その結果、床版、補剛桁、垂直材などが激しく損傷を受けており、平成元年に大規模な補強工事が行われるまでに至った。そこで本研究では実交通荷重を用いた疲労損傷解析を補強工事前後について行い、部材の疲労損傷度を求め疲労寿命を評価した。

2. 解析手順

解析対象とした蟬丸橋は橋長61.6m、アーチ支間長54m、橋梁全体が62°の斜角を有しており床版を三角形要素に、アーチリブ、縦桁、横桁、垂直材などを図-1のようにモデル化した。そしてサブスペース法により固有値を求め、TLAM（自動車荷重列自動観測システム）¹⁾により測定した実交通荷重を移動させ、モーダル解析による動的応答解析を行った。そして着目部材に発生する応力波形を求め、レインフロー法により応力範囲とその繰返し数をカウントし、マイナー則によって疲労損傷度を求めた。

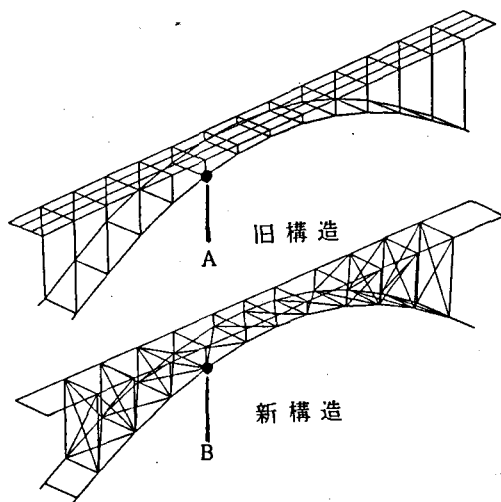


図-1 橋梁モデル

3. 実交通下の自動車荷重列について

ここでは実交通下での疲労損傷度を推定するためにTLAMを用いて実際に名神高速道路の彦根トンネル付近で測定した自動車荷重列1時間分(1023台)を解析に用いた。本解析においては最大積載時の車両総重量が10トン以上の大型車のみを図-2のように代表的な5つのタイプに分類した。そして図-3のように左からそれぞれの走行車両の車線（走行車線:1, 追越し車線:2）、車両タイプ(1~5)、車両通過時間(sec)、車両走行速度(m/sec)、車両重量(ton)を入力データとして用い、動的応答解析を行った。車両重量についてはバネ下重量を一定とし、バネ上重量を変化させることによってTLAMの車両重量と一致するように設定した。

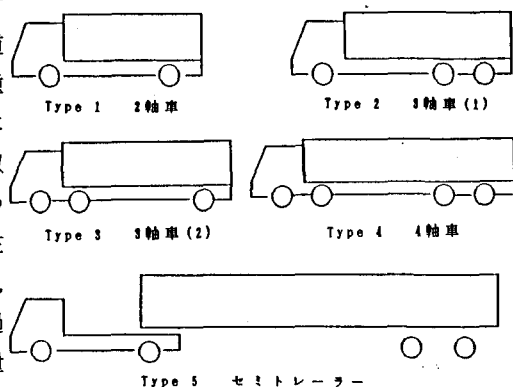


図-2 解析に用いた車両

4. 解析結果と考察

図-4に全く同じT L A Mのデータ(1時間分)を用いて解析を行った旧構造(A点)及び新構造(B点)の垂直材下端の応力ヒストグラムを示す。旧構造では最大応力は 1900kgf/cm^2 程度に対して、新構造では 190kgf/cm^2 程度となり、大幅に応力が低下したことが分かる。またこのヒストグラムに継手分類ECCS71(200万回疲労強度:68.0MPa)で傾き $m=3$ 、頻度 10^8 に相当する応力レベルを

無視したS-N線図を用いて計算した疲労損傷度(疲労寿命)は、旧構造では 2.38×10^{-4} (0.48年)、新構造では0.00(∞ 年)となった。実際に歪ゲージによる応力頻度測定から得られる疲労寿命が旧構造では0.6~2.0年、新構造では ∞ 年であることを考慮すると、T L A Mを用いた本解析が実橋の応力状態をほぼ正確に把握しているものと思われる。

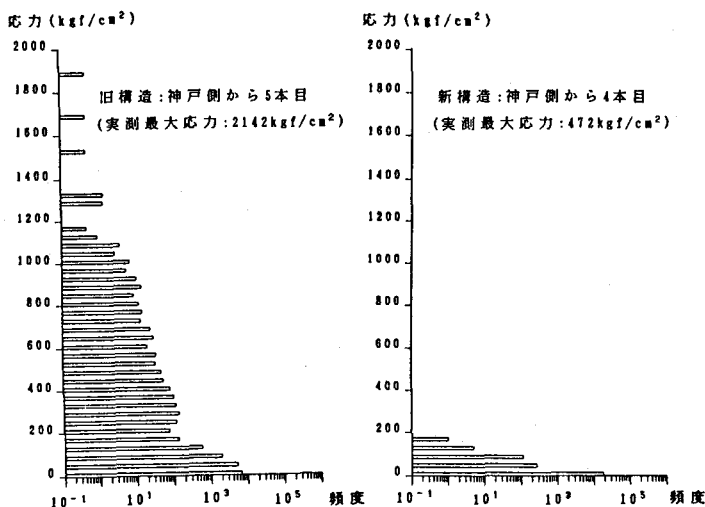


図-4 応力ヒストグラム

車線	車種	通過時刻	速度	重量
2	3	5588.36	112.18	17.31
2	1	5589.21	81.87	12.51
2	5	5612.14	81.06	27.71
1	3	5618.46	119.78	18.90
2	2	5619.00	109.56	5.28
1	3	5620.29	88.59	26.11
2	5	5622.81	94.31	16.31
1	1	5623.00	88.80	20.14
1	3	5629.11	81.04	22.36
2	5	5631.56	101.04	16.35
2	3	5632.32	90.84	11.77
1	3	5633.26	101.87	15.35

図-3 T L A M のデータ

	垂直材		アーチリブ		斜材	
	L/2	L/4	L/2	L/4	L/2	L/4
旧構造	0.3~1.4 0.7~0.9	0.9~3.4 0.6~2.0	43~58 データ無	4.2~4.8 16~725	—	—
新構造	∞ ∞	283~7134 ∞	∞ ∞	4756~5707 ∞	∞ ∞	∞ ∞

(単位:年)

図-5 主な部材の疲労寿命(上段:解析値,下段:実測値)

5. あとがき

本解析では、車両走行位置を走行車線と追越車線の2通りのみで行っている。しかし実際にはセンターラインを跨いでいたり、路肩よりを走行している車両もあるので今後そのような車両走行位置による疲労損傷への影響を検討する必要があると思われる。

- 参考文献 1. 梶川、西沢、杵本：可搬式自動車交通流自動観測システムの開発，土木学会論文集，第391号/VI-8，1988年3月
2. 梶川、織田、杵本：走行荷重による鋼アーチ橋の疲労損傷照査に対する動的立体解析の適用，構造工学論文集，Vol.37A，1991年3月