

京都大学大学院 学生員○白水晃生
京都大学工学部 正員 亀田弘行

1. はじめに

本研究は最近、都市高速道路で問題となっているRC床版の損傷を念頭において、その損傷に対する主たる外的要因としての交通荷重の効果を考察したものである。RC床版の疲労損傷に対する交通車両の車種別の影響をランダム疲労破壊理論により評価することを試みた。本研究の手法の基礎はすでに発表した¹⁾、交通荷重の実態についてより詳細な確率モデルが示されたので²⁾、それらを用いた計算結果をここに報告したい。

2. RC床版への疲労に対する交通車両の荷重効果

RC床版への疲労に対する交通荷重の影響度を平均疲労寿命(載荷回数) $\bar{n}$ で表す。ランダム疲労破壊理論³⁾より $\bar{n}$ は次式で与えられる。

$$\bar{n} = P_d \cdot \frac{P_c}{P_d} \cdot \frac{P_i}{P_c} / E(P^m) \quad (1)$$

ただし、 $E(P^m)$ はランダム輪重 P の m 次積率であり、 m は疲労のS-N曲線の勾配の逆数である。また P_d は設計輪重であり、 P_c は静的な破壊強度で P_c/P_d は破壊安全率に相当する。 P_i は1回の走行で床版を破壊させる輪重であり P_i/P_c は動的強度と静的強度の換算係数であり、以上 P_d 、 P_c/P_d 、 P_i/P_c 、 m の4つが床版の疲労強度を規定するパラメータである。

ここで車種 j 1台あたりが通過したとき、床版の疲労度を表す指標を荷重効果 G_j とするとそれは次式のように表される。

$$G_j = \sum E(P_{ji}^m) \quad (2)$$

ただし、 $E(P_{ji}^m)$ は車種 j による輪重 i の m 次積率を表す。また式(1)の $E(P^m)$ は車

表1 軸種分類表 文献²⁾より転載

軸 種	軸 形 状
2 軸	○—○
3 軸 (1)	○—○○
3 軸 (2)	○○—○
4 軸	○○—○○
セミトレ (1)	○—○—○ ○—○—○○
セミトレ (2)	○○—○—○ ○—○○—○○

表2 車種分類と荷重効果

車種 番号	軸種分類	輪重期待値 単位 (ton)					荷重効果
		第1軸	第2軸	第3軸	第4軸	第5軸	
1	大型2軸 空車	2.10	2.15				3.98×10^4
2	大型2軸 積載車	2.10	4.45				1.23×10^5
3	大型2軸 過積載車	2.10	6.70				4.93×10^7
4	大型3軸(1) $r > 1.25$ 空車	2.68	2.22	1.31			3.27×10^4
5	大型3軸(1) $r > 1.25$ 積載車	2.68	4.80	2.83			3.14×10^5
6	大型3軸(1) $r > 1.25$ 過積載車	2.68	7.60	4.47			1.29×10^6
7	大型3軸(1) $r < 1.25$ 空車	2.68	1.87	1.81			3.96×10^4
8	大型3軸(1) $r < 1.25$ 積載車	2.68	4.80	4.47			8.37×10^7
9	大型3軸(2) 空車	2.25	2.10	1.95			1.87×10^4
10	大型3軸(2) 積載車	2.25	2.10	4.43			4.08×10^5
11	大型4軸 $r > 1.25$	2.02	1.38	2.02	1.38		4.28×10^3
12	大型4軸 $r < 1.25$	2.18	2.11	2.18	2.11		2.08×10^5
13	セミトレ(1) 軸数3	3.05	2.45	3.10			2.39×10^7
14	セミトレ(1) 軸数4 空車	2.40	2.08	1.34	1.13		1.22×10^4
15	セミトレ(1) 軸数4 積載車	2.40	4.30	3.67	3.09		1.98×10^7
16	セミトレ(2) 軸数5 空車	2.52	1.77	1.84	1.77	1.84	8.39×10^4
17	セミトレ(2) 軸数5 積載車	2.52	4.76	4.96	4.76	4.96	9.70×10^7
18	中型車類	1.07	1.43				1.43×10^5
19	乗用車類	0.37	0.37				2.00×10^3

r : タンデム軸重比

種 j による日交通量を N_{dj} とすると次のように表される。

$$E(P^m) = \sum N_{dj} \cdot G_j / \sum N_{dj} \tag{3}$$

さて文献²⁾によると高速道路橋の活荷重の実態調査を行い、それに対する解析を行った結果、車種別（大型車・トレーラー・中型車など、さらに大型車・トレーラーは空車：積載車別）の軸重の確率分布モデルがえられている。このとき車両形態により軸種分類を表1のように示した。（ただし、軸形状の欄では左側を前方とする）さらに上の軸種分類表をもとに、積載状態を考慮して車種を分類したものを表2に示した。また同表には前方より配置された順に第1軸、第2軸という具合に各車種の輪重期待値 P を示した。そしてその車種1台の通過による荷重効果 G_j （式（2））を示した。なお個々の輪重の分布形とそのパラメータ値については省略する。

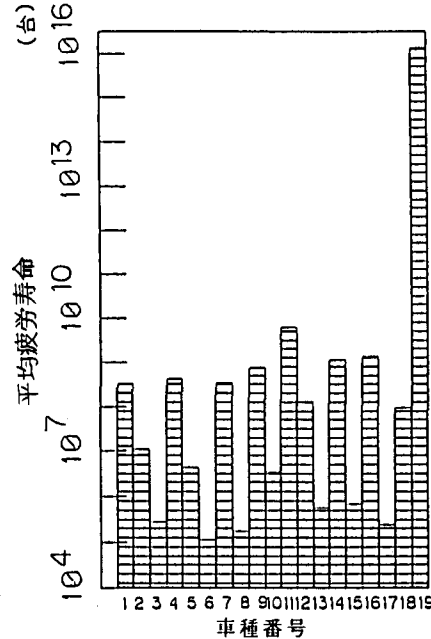
3、RC床版の疲労に対する影響車種

荷重効果 G_j を用いて、平均疲労寿命に到達する台数 $\bar{n}$ を求め、これによって各車種の床版の疲労に対する影響を示したのが図1である。横軸には表2の車種番号をとった。この図から大型車およびトレーラーの積載車：過積載車による平均疲労寿命 $\bar{n}$ が他の車種の平均疲労寿命 $\bar{n}$ より明らかに小さく、床版疲労に及ぼす影響が大きいことがわかる。また図2には1日の総荷重効果 $N_{dj} \cdot G_j$ が大きい車種、すなわち大型積載車とトレーラー類の積載車（車種番号：2,3,5,8,8,10,13,15,17），および中型車（車種番号：18）を順に組み入れて、式（3）から $E(P^m)$ を求めた場合の平均疲労寿命を日数 $\bar{n}$ で表したものである。ただし、ここでは総交通量 $N_d = \sum N_{dj}$ が33500台／日の場合を対象としている。図中には車種番号を添字として示した。同図において $m=9.0$ の車種番号5に対応する平均疲労寿命 $\bar{n}$ は、車種番号8,17,15,5のみが走行すると仮定するときの値である。この折れ線が水平に近づくほど荷重としての影響が少なくなる。これより以下のことがわかる。

RC床版の疲労に対する交通荷重の影響が輪重の m 次積率によって支配されるとした場合、疲労寿命を決定する車種は主として大型積載車類とトレーラーの積載車類（あわせて全体の交通量の7.3%）および中型車類（全体の交通量の18.6%）と考えられる。

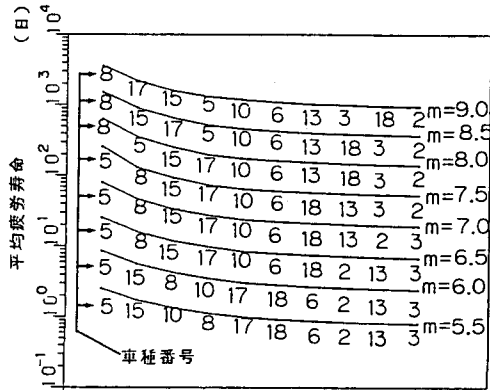
謝辞 本研究において重要な資料を提供して頂いた阪神高速道路公団（設計荷重委員会）に厚く感謝の意を表します。

参考文献 1)森田・亀田，土木学会全国大会，1984.10 2)阪神高速道路公団・（設計荷重委員会）・活荷重分科会報告・1984 3)Ang,A,H.-S.・ICOSSAR,1977



$$P_d=8.0, P_c/P_d=6.0, P_t/P_c=0.6, m=9.0$$

図1 荷重効果による1台あたりのRC床版の平均疲労寿命 $\bar{n}_e$



$$P_d=8.6, P_c/P_d=8.0, P_t/P_c=0.7$$

図2 平均疲労寿命 $\bar{n}_e$ の収束