

I-531

自動車荷重特性と設計活荷重

大阪大学工学部 正会員 松井繁之
 ㈱ブリヂストン 正会員 合田研吾

1. はじめに 近年、交通量の増大に伴い過積載車が多数走行しており、橋梁の各部材では過酷な荷重状態にある。特に、輪荷重の影響を直接受ける床版や2次部材では、疲労の危機に曝されている。このような背景から可能な限り荷重の実態を正確に把握し、その上で構造物の安全性、経済性等を合理的に評価すべきであるとして、大阪大学では4年前から床版クラック法¹⁾により活荷重調査を行ってきた。

また、今日までの「道路橋示方書」における設計活荷重の変遷をみると、経済情勢に応じて漸増してきた。現在の道路橋示方書で規定されているT20荷重、TT43荷重が規定されたのはそれぞれ1956年、1973年である。これらの規定は、トラックの大型化を見越して定められたものであるが、TT43荷重でも制定されてから約20年も経過し、近年の大型トラック荷重を反映しているとは言い難い。

本報告は、大阪大学で床版クラック法により測定した近畿管内7橋梁^{2) 3) 4)}の自動車荷重データをもとに、現在の交通状況に応じた車種別設計T荷重を提案したものである。

2. 車種分類と自動車荷重特性

床版クラック法によって得られた7橋梁の自動車荷重データの車種分類を表-1に示す。また、すべての車種の軸重および総重量の平均・標準偏差等の自動車荷重特性を表-2に示し、例として表-1のTYPE2の総重量頻度分布を図-1に示した。これらのデータをもとに設計荷重(T20、TT43)、設計軸重(16ton)、法定軸重(10ton)を超過する過積載車が多数走行しており、橋梁の各部材では予想以上に厳しい活荷重作用を受けているといえる。

3. 車種別設計T荷重 一般に各車種の軸重あるいは総重量の頻度分布は、空車状態で正規分布、積載状態で対数正規分布、過積載状態では指数分布によく適合すると言われているが、本調査結果による各車種の軸重あるいは総重量の頻度分布が比較的、対数正規分布もしくは正規分布に適合していることから、これらの分布関数をTYPE1~TYPE7の軸重あるいは総重量の頻度分布に当てはめた。

1973年にTT43荷重が規定されたとき、その当時の交通状況で希にしか走行しない荷重を選んでい

表-1 車種分類

TYPE	車種	車両形式
TYPE1	2軸車	
TYPE2	積タンダム3軸車	
TYPE3	積タンダム3軸車	
TYPE4	タンクローリ(4軸車)	
TYPE5	セミトレーラ1(4軸車)	
TYPE6	セミトレーラ2(6軸車)	
TYPE7	セミトレーラ3(8軸車)	

表-2 7橋梁測定データの集計結果

抽出台数	平均標準偏差最大値 (UNIT: ton)							
	TYPE1	TYPE2	TYPE3	TYPE4	TYPE5	TYPE6	TYPE7	
2軸車(TYPE1)	7598	白(うち2ton以上6060台)						
3軸車(TYPE2)	2527	台						
3軸車(TYPE3)	862	台						
4軸車(TYPE4)	154	台						
4軸車(TYPE5)	289	台						
5軸車(TYPE6)	117	台						
6軸車(TYPE7)	51	台						
合計台数	11598	白(うち2ton以上10060台)						
AXLE-1	2.42	2.94	5.39	3.78	4.58	5.24	5.21	5.49
	1.77	1.75	2.22	2.12	2.84	1.98	2.05	1.92
	20.2	20.2	24.4	24.8	15.0	12.8	11.4	13.2
AXLE-2	3.34	4.01	7.89	4.25	4.32	9.01	7.95	8.24
	3.03	3.05	4.10	2.88	3.55	4.39	3.98	4.03
	24.2	24.2	31.8	20.2	30.0	24.4	17.8	14.0
AXLE-3			5.88	6.24	5.33	6.68	7.41	7.58
			3.37	3.76	3.19	3.60	3.80	3.58
			25.8	24.4	24.0	21.0	17.4	14.2
AXLE-4				5.33	6.84	6.48	7.60	
				3.08	4.14	4.87	4.77	
				22.0	26.2	19.5	14.8	
AXLE-5						8.53	6.88	
						4.69	4.47	
						18.4	14.2	
AXLE-6							8.10	
							5.05	
							17.6	
ALL	2.88	3.42	6.42	4.78	4.84	6.97	7.52	7.33
AXLES	2.52	2.59	3.51	3.12	3.19	3.94	4.19	4.20
	24.2	24.2	31.8	24.8	30.0	26.2	19.5	17.6
全重	5.77	6.85	19.25	14.27	19.36	27.87	37.58	43.97
	4.50	4.42	8.53	7.58	10.23	12.95	16.99	21.15
	39.0	39.0	66.0	54.6	87.2	101.8	75.7	75.0

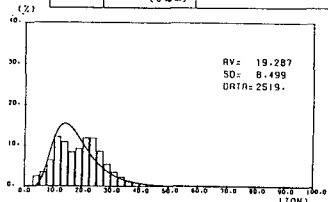


図-1 TYPE2の総重量頻度分布

表-3 分布関数に適合したときの値

分布関数	TYPE1	TYPE2	TYPE3	TYPE4	TYPE5	TYPE6	TYPE7
	LN	LN	LN	LN	LN	N	N
AXLE-1	7.52	11.00	9.38	11.58	10.12	9.31	9.33
AXLE-2	12.33	18.69	11.44	14.32	20.39	15.91	16.30
AXLE-3	—	14.80	16.27	13.67	16.74	15.01	14.72
AXLE-4	—	—	—	13.50	17.97	18.22	17.14
AXLE-5	—	—	—	—	—	17.91	15.92
AXLE-6	—	—	—	—	—	—	18.20
全重軸重和	18.73	41.05	34.16	46.18	61.20	71.56	86.27
	19.85	44.49	37.09	53.07	65.22	76.36	91.61

(単位ton)

るという点から、ここでもすべての車種において、全軸と総重量の超過確率95.4% ($\mu \pm 2\sigma$) になる点として求めた。その結果を表-3に示した。このようにして求めた値の大半は、T20、TT43で規定されている軸重あるいは総重量をはるかに超えて妥当なように思われる。しかし、この方法で決定した軸重は、すべての軸でばらばらに95.4%の超過値をとっているために、軸重の合計が総重量に一致しないという不合理が生じる。

そこで図-2に示すような軸重-総重量相関図を作成し、実測荷重データをもとに、ここでもごく希にしか走行しない車両を想定し、最大値的に車種別設計T荷重を提案することにした。図-2は、TYPE2の2軸目の軸重と総重量の関係を示したものであり、横軸に総重量、縦軸に2軸目の軸重をとっており、各車のデータをプロットしたものである。図中の直線は、最小自乗法により求めた直線 $Y=A+B \cdot X$ (Y:総重量 X:軸重)を示しており、右上のA、Bの値は直線の係数を、Rは相関係数を示している。すべての車種についてこの軸重-総重量相関直線を利用して、各車種の上位1%の総重量の値から各設計用目標軸重を求めた。その結果を車種別に表-4

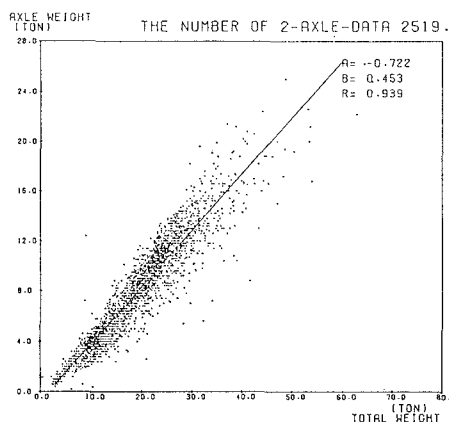


図-2 TYPE2の軸重-総重量相関図

表-4 軸重-総重量相関図による車種別設計T荷重

	TYPE1	TYPE2	TYPE3	TYPE4	TYPE5	TYPE6	TYPE7
AXLE-1	9.6	9.9	10.0	8.3	8.0	7.8	7.0
AXLE-2	16.8	18.7	12.2	10.1	16.7	15.7	12.7
AXLE-3	-	14.4	17.6	11.0	14.3	14.6	11.8
AXLE-4	-	-	-	10.7	13.2	18.0	13.5
AXLE-5	-	-	-	-	-	17.6	13.1
AXLE-6	-	-	-	-	-	-	15.1
全重	26.5	43.0	40.0	40.0	53.0	73.0	73.0
軸重和	26.4	43.0	39.8	40.1	52.2	73.7	73.2

(単位ton)

に示した。このようにすると先に述べた各軸重の合計が総重量に一致しないという矛盾を解消することができた。

このようにして求めた目標値は、小数点以下の端数を含むこと、また、それぞれの車種でシングルタイヤ、ダブルタイヤあるいはタンデム軸、トリデム軸でバラバラな値をとっており、均整がとれていない。そこで、できる限りシングルタイヤ、ダブルタイヤあるいはタンデム軸、トリデム軸で均整がとれるように統一し、なおかつ安全側に丸めるようにしたものを車種別設計T荷重とするようにした。結果を表-5に示す。ここで示す設計T荷重で2、3の例外を除いては、シングルタイヤでは10ton、ダブルタイヤでは15ton、あるいは20tonとなるように決定することができた。また、タンデム軸についても2、3の例外を除いては、15ton+15ton=30ton、あるいは20ton+20ton=40tonであり、トリデム軸に関しては、15ton+15ton+15ton=45tonと決定することができた。ここで提案した設計T荷重は、近畿管内7橋梁の実測荷重データの結果をもとに決定したものであるが、測点がばらばらについているため、妥当なものと思われる。

表-5 車種別設計T荷重の提案

	TYPE1	TYPE2	TYPE3	TYPE4	TYPE5	TYPE6	TYPE7
AXLE-1	10	10	10	8	10	10	10
AXLE-2	20	20	12	10	20	15	15
AXLE-3	-	15	18	11	15	15	15
AXLE-4	-	-	-	11	15	20	15
AXLE-5	-	-	-	-	-	20	15
AXLE-6	-	-	-	-	-	-	15
全重	30	45	40	40	60	80	85

(単位ton)

ここで提案した設計T荷重は、近畿管内7橋梁の実測荷重データの結果をもとに決定したものであるが、測点がばらばらについているため、妥当なものと思われる。

<<参考文献>>

- 1) 松井繁之ら：RC床版のひび割れの開閉量による輪荷重の測定に関する研究 構造工学論文集VOL.35A 1989-3
- 2) 本摩敦：実測に基づく自動車荷重特性と道路橋の活荷重に関する研究 平成2年度 修士論文 1991-2
- 3) 合田研吾：道路橋における活荷重特性と設計活荷重に関する研究 平成3年 修士論文 1992-2
- 4) 松井繁之ら：一般国道上の自動車荷重について 第46回年次学術講演会講演概要集 1991-9