

# 活荷重実態調査報告

工務部設計課 江 見 晋  
 同部 同課 中 島 裕 之  
 同部 同課 石 崎 浩

## まえがき

阪神高速道路を利用する車の数は、1日につき約65万台である。朝夕のラッシュ時には、路線のあちこちで渋滞が見られるが、一現行の設計活荷重であるTL-20と実態の荷重とは、どれほど違うのであろうか？ 現在のところ当公団における構造物に見られる損傷事例のうちで荷重に直接関連していると見られるものに床版の破損があるが、床版の場合は現行の設計で設定されている安全率が小さすぎるのであろうか？ また主桁等の橋梁主構造には、荷重によると思われる損傷例が少ないが、これは現行の設計L荷重が大きすぎるのであろうか等、現行設計荷重の大きさあるいは設定された安全率のとり方に疑問が投げかけられている。また一方、構造物の設計法に目を転じて

みると、現行の許容応力度設計法から限界状態設計法への移行が世界的な趨勢となってきたが、この設計法を我国でも採用するためには、使用材料強度のばらつき、設計計算の精度を明確にすること等とともに、実荷重がどのようなばらつきをもっているのかを把握することも不可欠である。このような背景の下で、当公団では、高速道路を通行する自動車の重量に関する実態調査を昭和57年度に実施したのでその結果をここに報告する。

## 1 調査計画

### 1-1 調査項目

実態調査の対象項目は、車種、軸種、車重、軸重、左右輪重差、車長および渋滞時の車間距離である。表-1、2に今回調査で用いた車種、軸種分類を示した。

表-1 車種分類







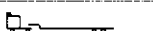











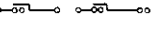
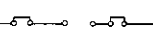
車種	形状	備考
1 大型トラック		速度表示灯あり
2 大型荷車		
3 中・小型トラック		軽トラックは含まず
4 大型ダンプ		速度表示灯あり
5 中・小型ダンプ		
6 タンクローリー		
7 セミトレーラー		ダンプトレーラー、タンクトレーラーを含む
8 フルトレーラー		ダブルトレーラー、ポールトレーラーを含む
9 バス・マイクロ		
10 ワゴン・バン		軽トラックを含む
11 乗用車		
12 (その他)	2輪車、特殊車(ブルドーザー、グレーダー等) 消防車、ポンプ車、クレーン車、はしご車etc.	

表-2 軸種分類

軸種	軸形状
2 軸	
3 軸 (1)	
3 軸 (2)	
4 軸	
セミトレーラー(1)	
3 軸 (2)	
フルトレーラー(1)	
3 軸 (2)	
ダブルトレーラー	
(その他)	上記以外

### 1-2 調査場所

活荷重のうちで、構造物設計に際して最も大きい影響をもつのは大型車であり、その重量の特性を把握することが、今後行う設計荷重との比較において重要である。そこで、当公団の路線で大型車の混入率の大きい大阪神戸線および堺線を調査対象路線とした。また重量測定場所は、軸重計の設置してある料金所入口に限られ、大阪神戸線では、芦屋集約料金所（5ブース、西行）、尼崎集約料金所（6ブース、東行）で、堺線では住之江料金所（2ブース、北行）である。また渋滞状況の写真撮影は、堺線、守口線の渋滞多発地区で行った。

### 1-3 調査の時期

調査の時期は、交通量および各車種の混入率が当公団として通常と思われる時を選ぶことにした。すなわち、年末年始および夏休み期（7,8月）をさけ、また週末、祝日あるいは、ゴト日（5日、10日、15日、20日、25日、30日）以外で適当な時期ということで、表-3のように決めた。なお、測定継続時間は同表に示すとおりである。

表-3 測定場所および日時

調査場所	調査日時	天候他
尼崎	6月28日(月) 16:00	晴
	6月29日(火) 16:00	
住之江	7月6日(火) 12:00	雨
	7月7日(水) 18:00	
芦屋	11月16日(火) 10:00	曇、夜半雨
	11月17日(水) 10:00	
堺線 (写真撮影)	7月20日(火) 7:00	晴
	" 18:00	
守口線 (写真撮影)	9月22日(水) 7:00	晴
	" 12:00	

### 1-4 調査の方法

軸重、輪重、車重に関する調査は、すべて料金所の各ブース毎に設置された軸重計を用いて測定した。軸重計による重さに関する出力は、車種、軸種および一台の車に属する軸がどれであることを示す識別信号とともに、アナログデータとしてデータレコーダーに記録し、後にそのデータをAD変換し、磁気テープに納めた。アナログデータの一例を図-1に示す。また軸重計の仕様

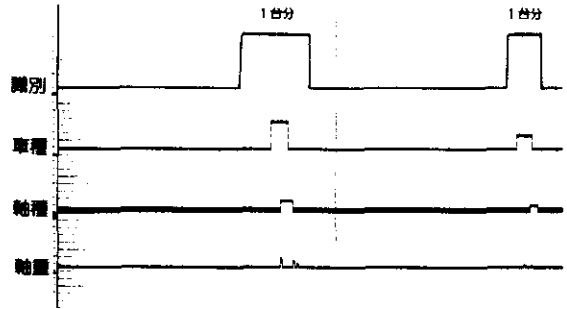


図-1 アナログデータの例

表-4 軸重計の仕様

項目	仕様
方式	ひずみゲージ式荷重変換(ロードセル)
定格容量	軸重20t
過負荷容量	軸重30t
精度	静荷重±2.5%(F.S.20tに対し)
計測可能速度	0~40km/hr
表示記録範囲	軸重0~299t(0.1t刻み)
装置板	広600~760mm 長さ3200mm

を表-4に示した。なお一軸中の左右輪重の偏りに関する測定は、住之江料金所(この箇所のみ料金所と軸重計設置箇所がはなれているため後述の交通規制が可能である)にて車線規制を行い、強制的に左右輪を異なる軸重計に載せることにより行った。車長については、尼崎集約料金所において大型、中型車を対象に行ったが、これは料金所各レーン路面上に50cm間隔にマークを入れ、車両が料金支払いのために停止した時に計測員2名により車両の前後端におけるマークを読みとらせ、それを、音声データとしてテープレコーダーに入力することによって、もちろんこのデータはその車両重量等と対比できるようになっている。

渋滞時の車間距離等の測定は、高速道路近くの高い建物屋上より写真撮影により行った。写真の撮影間隔は約2.0秒で広角レンズ(20mm)を使用した。写真上での車間距離読みとりに際しては、高速道路高欄上に設置されている遮音壁の支柱間隔(2.0m)をゲージとして行った。

## 2 データの整理

### 2-1 測定車数

各測定箇所における測定当日の交通量と調査交通量との比較を表-5に示す。同表中の料金所集計欄が実交通量である。なお本表での車種は料金対象区分によったため二種類である。また住之江料金所では軸重計設置位置と料金所間において別の進入路があるため参考値としている。調査対象交通量と実交通量との差は、データレコーダの故障によるものと、明らかに誤っていると思われるデータを除いたためである。

表-6、7、8に調査対象車の車種別軸種別混入数を示した。

表-5 調査交通量

		場所		
		尼崎	住之江	芦屋
料金所の集計	普通車	27,719	7,801	38,060
	大型車	2,634	1,131	7,315
	合計	30,353	8,432	45,375
本調査	普通車	22,930	4,590	35,001
	大型車	2,818	1,024	7,193
	合計	25,248	5,614	42,194
有効率 (②/①)(%)	普通車	82.7	—	92.0
	大型車	86.0	—	98.3
	合計	83.2	—	93.0

表-6 車種別軸種別混入数(芦屋)

車種	軸種	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	合計
		2軸	3軸(1)	3軸(2)	4軸	セミトレ(1)	セミトレ(2)	フルトレ(1)	フルトレ(2)	ダフルトレ	その他	
1	大型トラック	707	2,403	681	84	0	0	0	0	0	0	8,875
2	大型有がい	249	631	481	39	0	0	0	0	0	0	1,350
3	小型トラック	7,388	42	23	0	0	0	0	0	0	0	7,453
4	大型ダンプ	32	121	4	0	0	0	0	0	0	0	157
5	小型ダンプ	102	0	0	0	0	0	0	0	0	0	102
6	タンクローリー	119	211	290	1	0	0	0	0	0	0	621
7	セミトレーラー	0	0	0	0	730	190	0	0	0	0	920
8	フルトレーラー	0	0	0	0	0	0	41	16	22	0	79
9	バス・マイクロ	362	2	0	0	0	0	0	0	0	0	364
10	ワゴン・バン	10,315	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10,315
11	乗用車	16,767	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16,767
12	その他	181	8	0	1	0	0	0	0	0	1	191
合計		36,222	3,418	1,429	125	730	190	41	16	22	1	42,194

表-7 車種別軸種別混入数(尼崎)

車種	軸種	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	合計
		2軸	3軸(1)	3軸(2)	4軸	セミトレ(1)	セミトレ(2)	フルトレ(1)	フルトレ(2)	ダフルトレ	その他	
1	大型トラック	169	868	212	18	0	0	0	0	0	0	1,262
2	大型有がい	57	151	85	8	0	0	0	0	0	0	251
3	小型トラック	4,157	5	1	0	0	0	0	0	0	0	4,168
4	大型ダンプ	14	42	4	0	0	0	0	0	0	0	60
5	小型ダンプ	72	0	0	0	0	0	0	0	0	0	72
6	タンクローリー	65	87	111	4	0	0	0	0	0	0	267
7	セミトレーラー	0	0	0	0	864	68	0	0	0	0	482
8	フルトレーラー	0	0	0	0	0	0	17	2	5	0	24
9	バス・マイクロ	48	0	0	0	0	0	0	0	0	0	48
10	ワゴン・バン	6,499	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6,499
11	乗用車	12,148	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12,148
12	その他	20	2	0	1	0	0	0	0	0	0	22
合計		28,249	1,155	368	25	864	68	17	2	5	0	25,248

表-8 車種別軸種別混入数(住之江)

車種	軸種										合計
	2軸	3軸(1)	3軸(2)	4軸	セミトレ(1)	セミトレ(2)	フルトレ(1)	フルトレ(2)	ダクトレ	その他	
1 大型トラック	116	217	72	2	0	0	0	0	0	0	407
2 大型有がい	7	20	27	1	0	0	0	0	0	0	55
3 小型トラック	1,098	7	2	0	0	0	0	0	0	0	1,102
4 大型ダンプ	9	33	3	0	0	0	0	0	0	0	45
5 小型ダンプ	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21
6 タンクローリー	86	142	149	0	0	0	0	0	0	0	377
7 セミトレーラー	0	0	0	0	94	35	0	0	0	0	129
8 フルトレーラー	0	0	0	0	0	0	8	1	1	0	10
9 バス・マイクロ	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
10 ワゴン・バン	1,433	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,433
11 乗 用 車	2,027	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,027
12 そ の 他	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
合 計	4,800	419	258	3	94	35	8	1	1	0	5,614

2-2 軸重データの整理

軸重の整理は、観測された軸数すべてを対象として行っている。表-9に観測された最大軸重を車種別に示した。整理に際しては、車種につき表-10に示すように分類を統括し、その分類毎に更に軸位置をパラメーターとして軸重の特性を把握した。図-2~6に芦屋料金所における大型車種(2軸、3軸(1))、中型車種(2軸)、セミトレーラー(4軸)および乗用車の軸重分布の例を示す。更に図-7には、同料金所における3軸車のタンデム軸に関してその和と比の頻度分布を示している。ここで $P_1$ 、 $P_2$ はそれぞれタンデム軸の前側軸重と後側軸重である。図-8は全タンデム軸につき、その和と比の散布図を示した。なお他地点でもほぼ同様の結果を得ている。

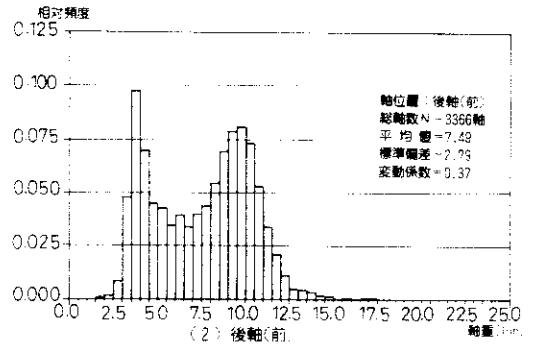
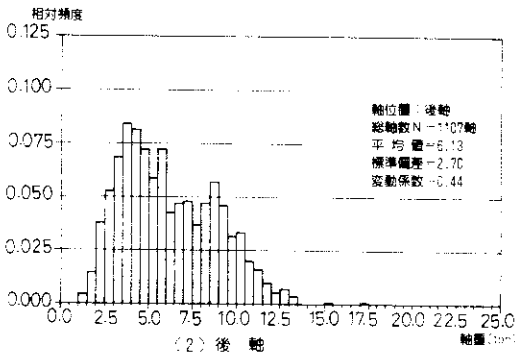
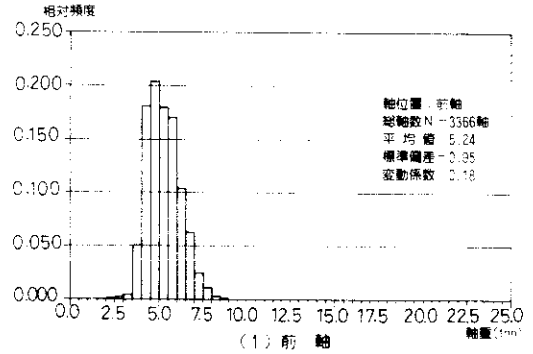
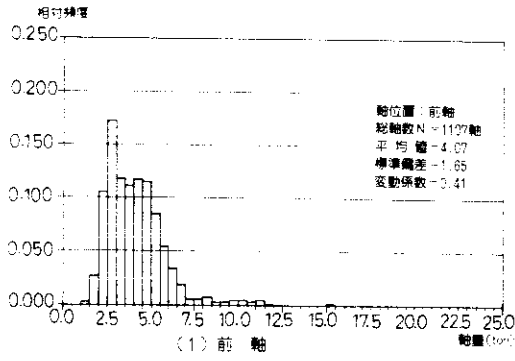
表-9 観測された最大軸重

単位: ton

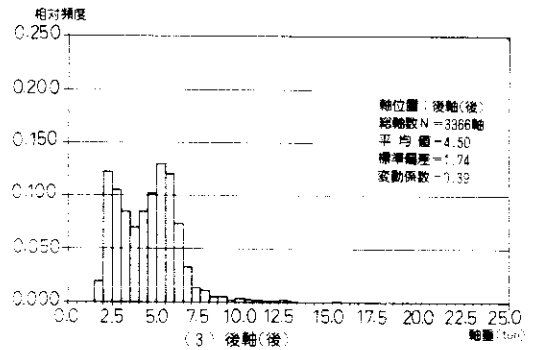
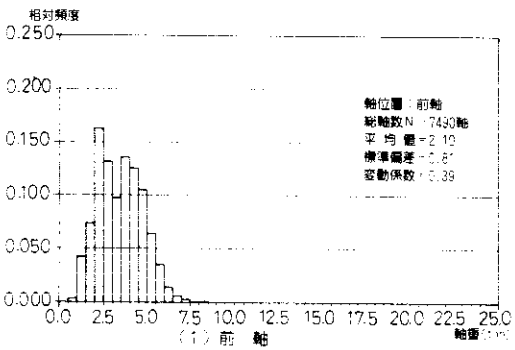
車種	測定場所		
	尼 崎	住之江	芦 屋
1 大型トラック	18.0	18.0	18.0
2 大 型 有 蓋	19.2	11.7	16.5
3 中小型トラック	14.3	10.1	12.8
4 大型ダンプ	15.4	13.1	14.0
5 中小型ダンプ	8.9	8.1	11.4
6 タンクローリー	12.6	14.0	13.0
7 セミトレーラー	16.8	19.2	10.3
8 フルトレーラー	15.7	13.9	13.9
9 バス・マイクロ	11.8	8.3	11.6
10 ワゴン・バン	3.2	2.3	3.4
11 乗 用 車	1.8	1.9	2.0
12 (その他)	10.6		13.3
最大値	19.2	19.2	18.0

表-10 車種分類の統括

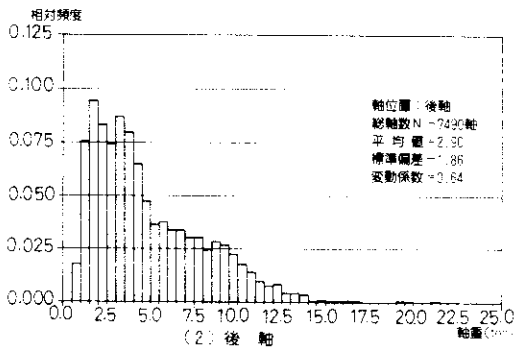
組合せ車種	表-1による車種番号
1 大型車種	1, 2, 4, 6
2 中型車種	3, 5
3 トレーラー類	7, 8
4 乗用車種	10, 11
5 全トラック類	1 ~ 8
6 全車種	1 ~ 11 (12, を除く)



图一 2 大型車類 2 軸車軸位置別軸重分布(芦屋)



图一 3 大型車類 3 軸(1)軸位置別軸重分布(芦屋)



图一 4 中型車類軸位置別軸重分布(芦屋)

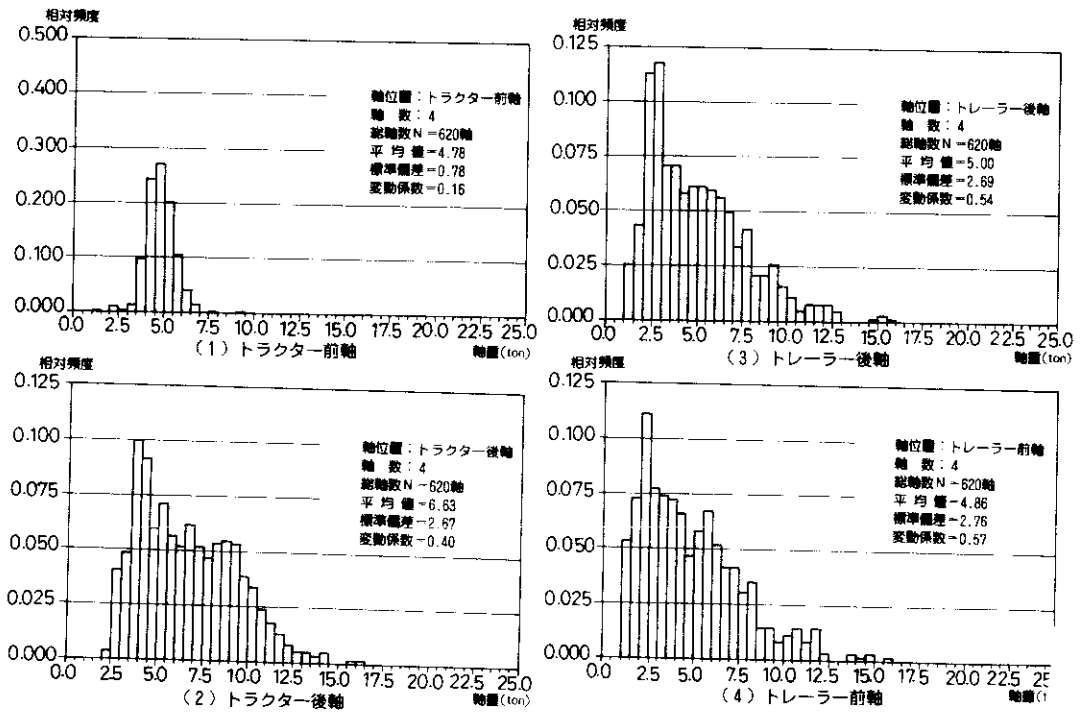


図-5 セミトレーラー(1) 軸位置別軸重分布(芦屋)

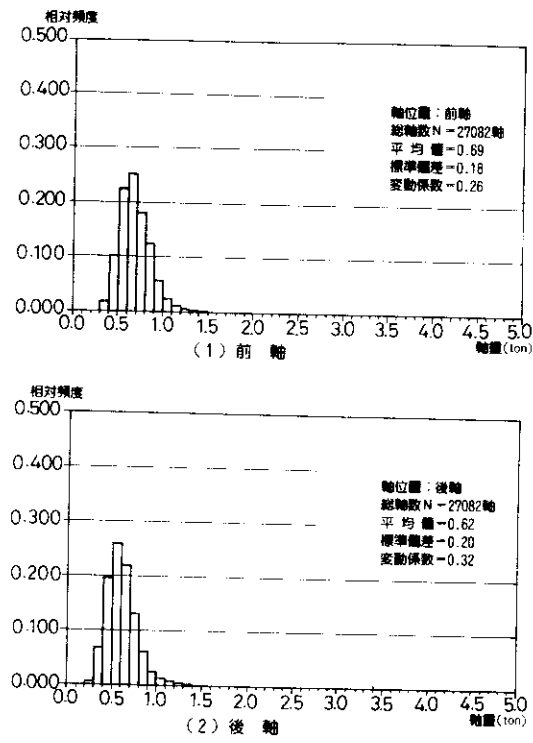
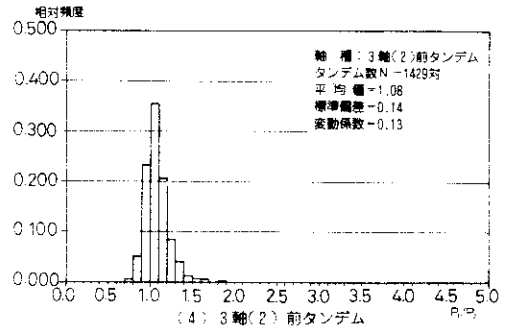
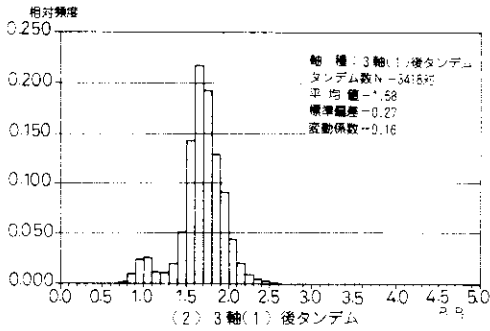
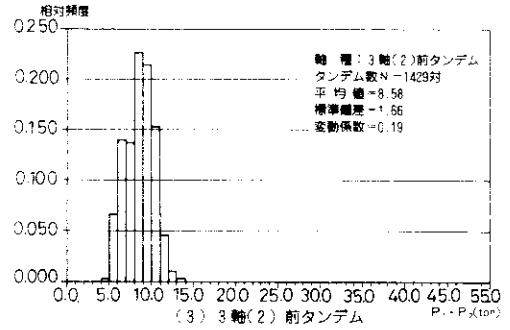
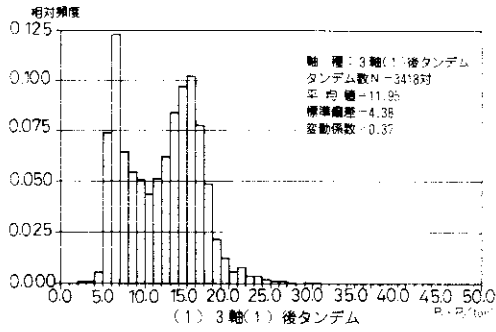
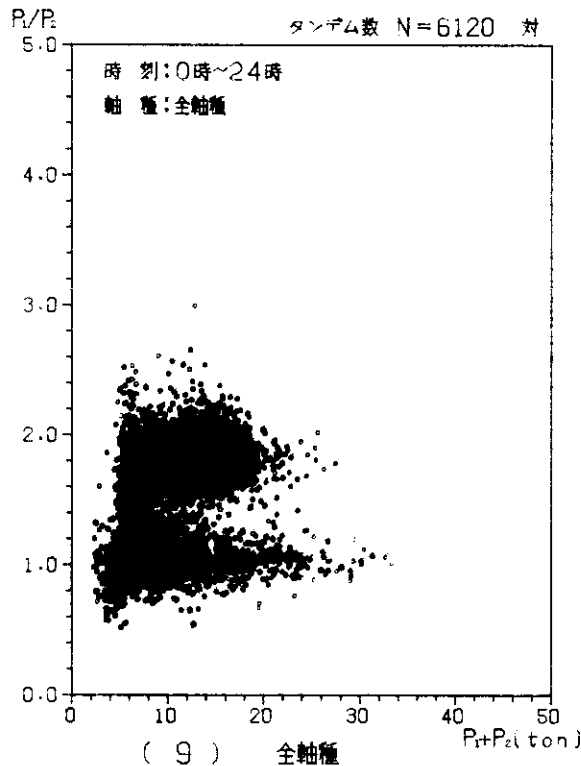


図-6 乗用車類軸位置別軸重分布(芦屋)



図一7 タンデム軸の和と比の分布(芦屋)



図一8 タンデム軸 和と比の散布図(芦屋)

### 2-3 車重の整理

車重は、一車両毎の軸重の和として求めた。表-11に、観測された最大車重を各車種別に示した。また、図-9~11に各測点地点毎、車種分類毎に車重の頻度分布を示している。

表-11 観測された最大車重

単位：ton

車種	測定場所	尼崎	住之江	芦屋
1	大型トラック	36.7	32.8	36.4
2	大型有蓋	37.8	23.6	32.8
3	中小型トラック	19.4	17.9	19.8
4	大型ダンプ	30.1	29.4	33.8
5	中小型ダンプ	12.9	10.9	17.1
6	タンクローリー	28.9	28.0	26.6
7	セミトレーラー	62.1	68.4	56.8
8	フルトレーラー	45.2	60.6	52.8
9	バス・マイクロ	17.0	13.8	24.6
10	ワゴン・バン	4.9	3.1	4.9
11	乗用車	2.9	2.8	2.9
12	(その他)	25.3	1.0	39.2
最大値		62.1	68.4	56.8

### 2-4 車長

尼崎料金所において、大型車、中型車を対象に車長の測定を行ったが、そのデータ数は、表-12でその頻度分布は、図-12である。測定の精度は、その方法から推して ±1 m程度あると思われる。現実に大型、中型車類に関して自動車の保安基準に定められる長さ(12m)を超過するものがあるが、これらは、測定の精度上の問題であろう。

表-12 車長計測のデータ数

車種	計測台数
大型車類	1,795
中型車類	3,998
トレーラー類	442
合計	6,235

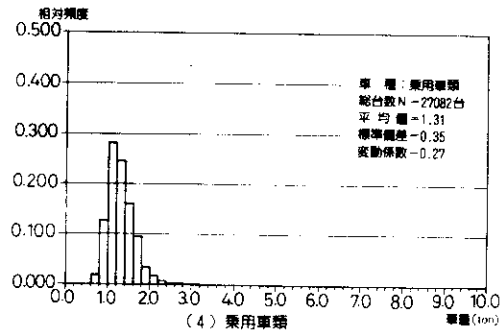
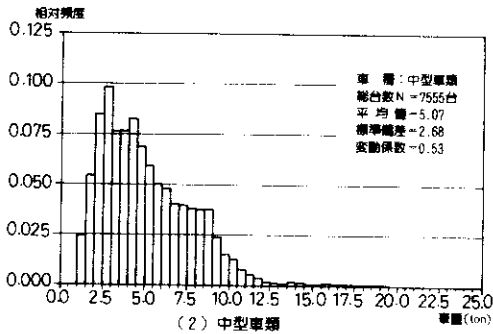
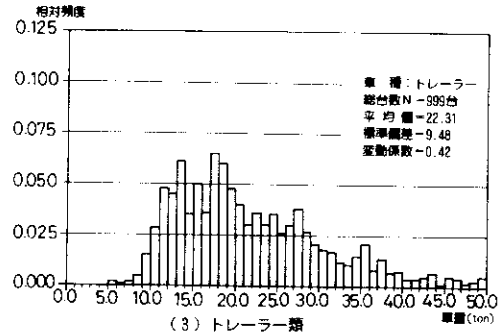
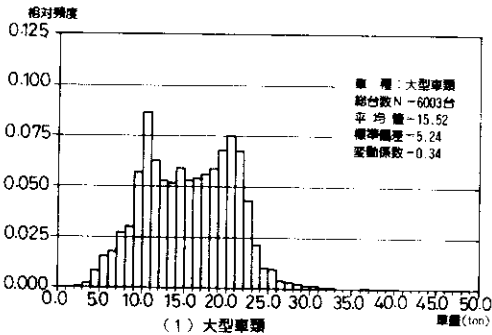


図-9 車種別車重の頻度分布(芦屋)



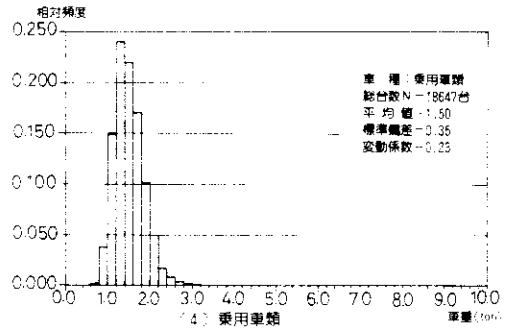
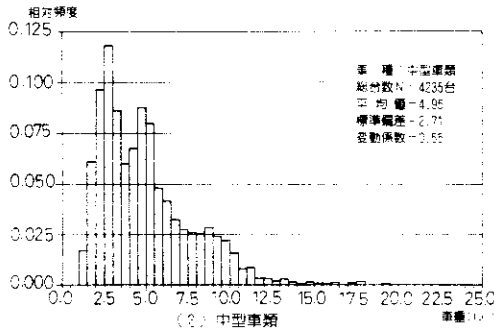
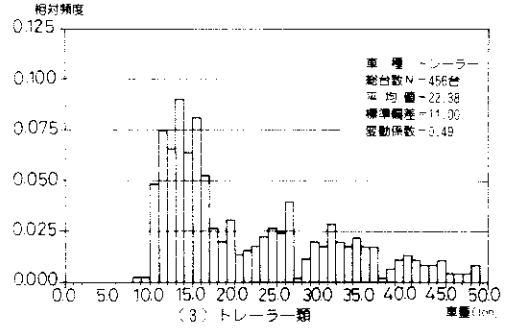
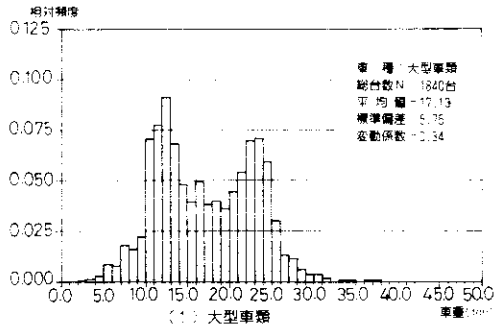


図-10 車種別車重の頻度分布(尼崎)

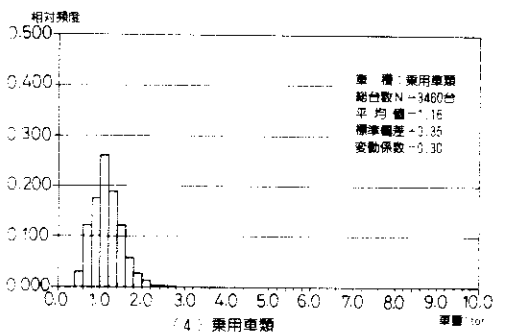
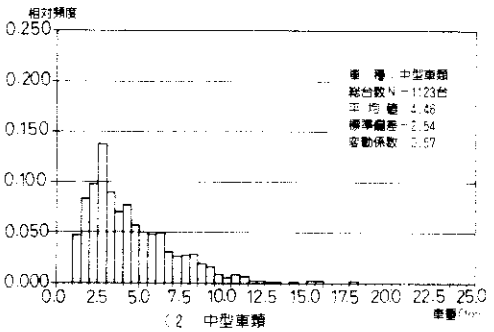
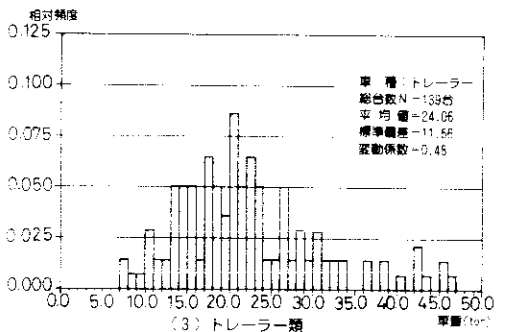
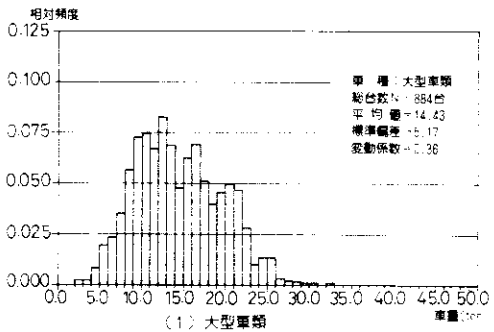


図-11 車種別車重の頻度分布(住之江)

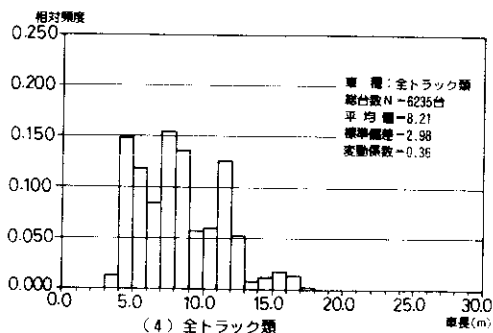
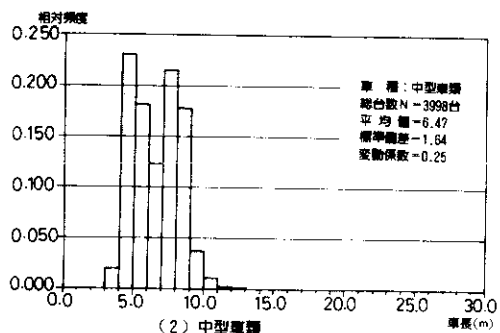
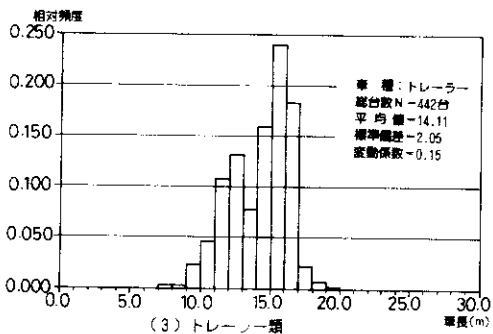
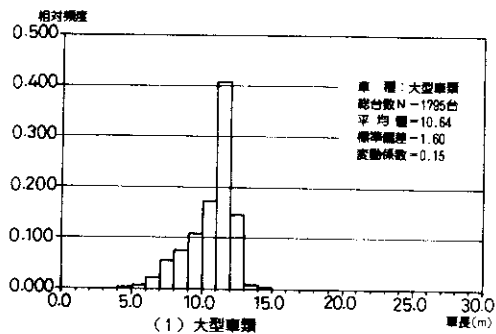


図-12 車種別車長の頻度分布(尼崎)

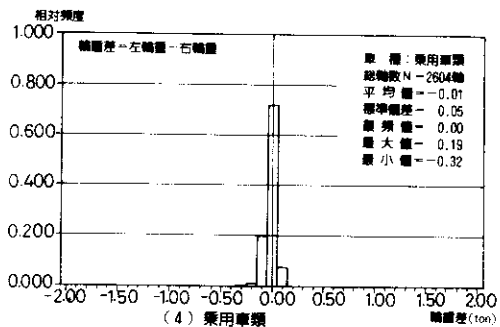
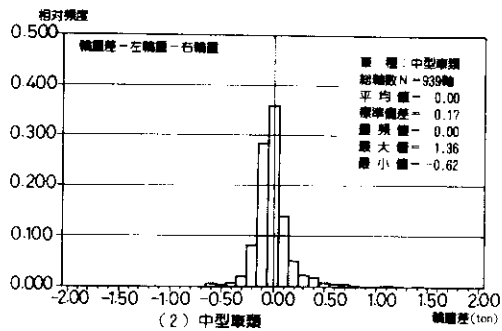
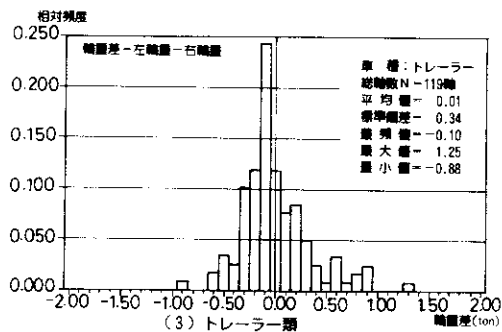
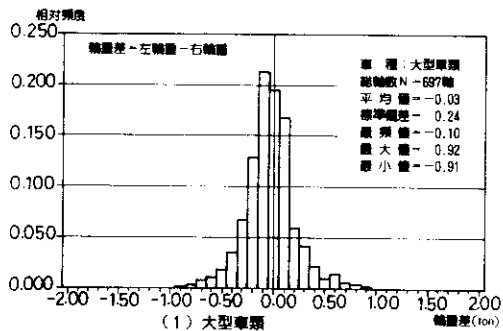


図-13 住之江軸重差の頻度分布(住之江)

## 2-5 輪重差

図-13に住之江料金所で測定した任意の軸に関する左右輪重差の頻度分布を車種分類毎に示す。これによると車両の自重および載荷重は左右輪ではほぼ均等に受けもたれていることがわかる。

## 2-6 渋滞時の平均走行速度別車間距離

渋滞時の状態を写真撮影し、その結果から平均走行速度別車間距離に注目し、整理を行った。その結果を、図-14に示す。

## 3 本調査結果の利用

本調査結果は、すべて磁気テープに納められており、原データからさらにいろいろな情報が得られる。当公団では、現在これらのデータをもとに、車重、輪重、渋滞時車間距離等の確率モデル化を行っている。このようなモデル化ができれば、

ある想定された耐用期間中に、対象とする橋梁に作用する最大活荷重に関する統計量は、例えば、シミュレーション法等を用いて算定することができ、この結果を現行の設計荷重であるTL-20と比較することにより、実態荷重と設計荷重とがどのような関係にあるかを知ることができる。これらの解析結果については、また別の機会に報告することにする。

## あとがき

本調査の実施にあたっては、当公団の委託で阪神高速道路管理技術センター内に設けられた、設計荷重委員会(委員長:小西一郎京都大名誉教授)および活荷重分科会(主査:亀田弘行京都大助教授)の各委員方に、熱心な討議を行っていただいた。ここに深く謝意を表すとともに、ここに示されたデータが各方面で利用され、橋梁に作用する活荷重に関する研究の一助になれば幸いである。

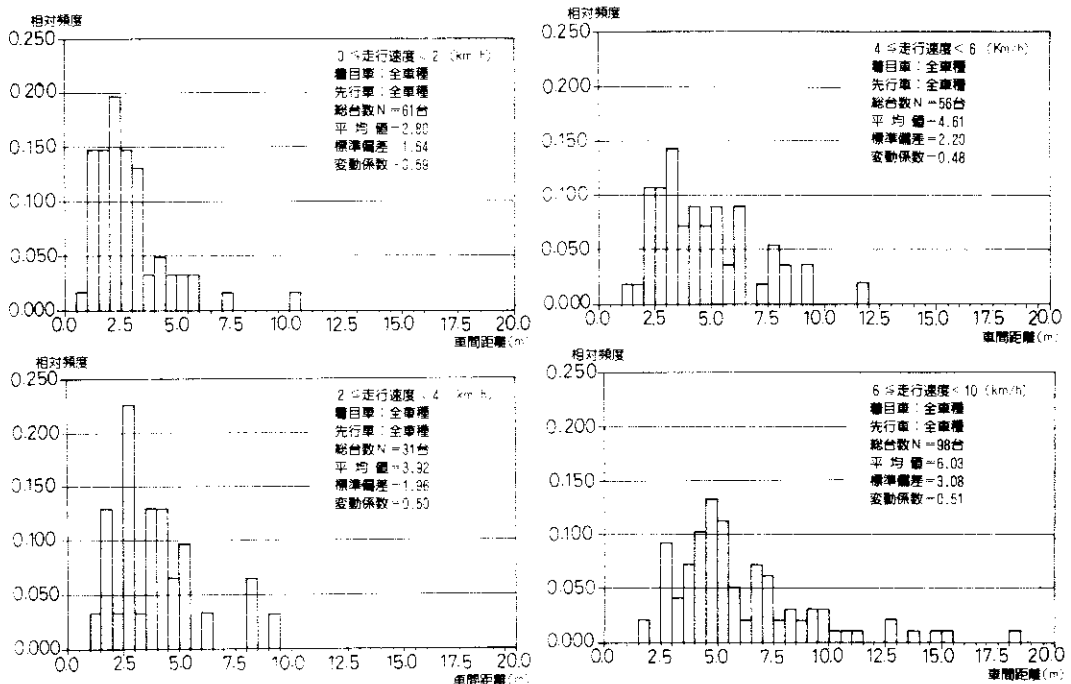


図-14 走行速度別車間距離の分布(守口)