



土木研究所資料

第948号

チャッターバーの固定強度と振動効果

昭和49年5月

建設省土木研究所

誤

正

P.3 表-1-1 チャッターバー用アルミニウム

合金の化学成分 1.0 以下

1.0以下

P.8 モルタルセメント

セメントモルタル

P.10 表-1-6 維持管理上要注意位

要注意

P.14 しかし、この場合 るみが出ても

この場合ゆるみが出ても

P.18 供用後通行車両により踏まれるおそれの少ない

おそれの多い

P.19 あとがき

P.28 に入れる

P.25

図-2-7と図-2-8を図のみ
入れ換える

P.27 表-2-8 Z20, Z40, Z60の範囲と平均値を以下の通りとする

	T 型			K 型		
	Z20	Z40	Z60	Z20	Z40	Z60
最大	10.500	20.000	7.000	9.250	19.500	7.250
最少	1.500	5.250	2.000	1.750	7.750	2.500
平均	5.260	12.790	4.790	4.863	11.760	5.020
標準偏差	1.899	3.183	1.180	1.820	2.851	1.080

P.62 図-4-6 (K型)

(T型)

目 次

まえがき

第1章 チャッターバーの固定強度	1
1-1 チャッターバーの機能と構造	1
1-2 設置状況とその問題点	3
1-3 技術的検討の手順	5
1-4 48年度試験	6
1-4-1 目的および検討内容	6
1-4-2 試験条件および方法	6
1-4-3 試験結果および考察	11
1-4-4 今後の取扱いについての考え方	18
第2章 振動および乗心地の試験	20
2-1 試験概要	20
2-2 試験方法	20
2-3 試験車および測定計器	22
2-4 振動(乗心地)の基準	23
2-5 試験結果	24
2-5-1 20, 40, 60 Km/hの上下加速度および乗心地係数	24
2-5-2 結果の考察	27
資 料	
1 変位と引張強度との関係	31
2 載荷回数による評価の変化	43
3 評価の人員構成	46
4 乗用車のばね上, ばね下に生ずる上下加速度の度数分布表および分布図	52
5 トラックのばね上に生ずる上下加速度の度数分布表および分布図	64
6 乗心地係数の度数分布表および分布図	67

ま え が き

チャッターバーは、道路上における障害物等を路面上に標示する道路標識の一種であるが、視認性が優れていること、設置に固有の用地幅をほとんど必要としない等の理由から、近年一般道路に極めて広範に使用されるようになった。

しかし、チャッターバーに関する強度、効果等の技術的な検討は、一部の例外を除いてほとんど実施されていない状況にあるが、その必要性が認識される情勢でもあり、昭和48年度、本研究室では、チャッターバーの路面への固定（付着）強度ならびにチャッターバー上を車両が走行した場合の振動特性について、若干の試験を行ない、検討したので、ここに報告するものである。

昭和49年5月

交通安全研究室

室 長	栗 本 典 彦
主任研究員	荒 牧 英 城
研 究 員	小野田 光 之
	寺 地 守
	田 宮 隆 夫
	大 友 恭 也

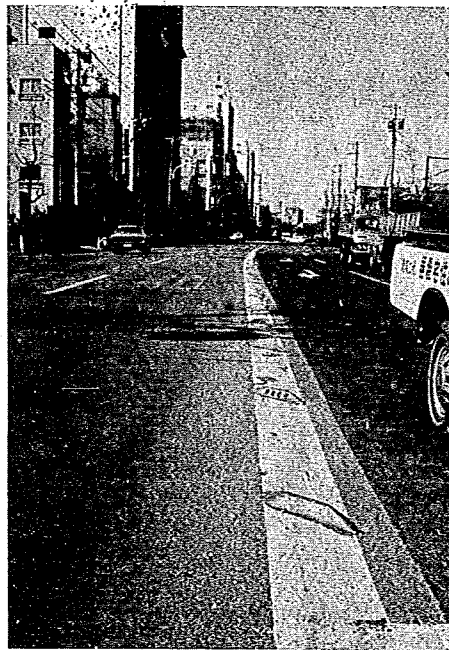
第1章 チャッターバーの固定強度

1-1 チャッターバーの機能と構造

チャッターバーは、一般に道路の路面障害物を道路利用者、とくに自動車の運転者に標示するためのものである。

広くは、道路紙の範ちゆうに入るが、その利用方法の特徴等から、これを道路紙と区別して取り扱う場合も少なくない。

「道路標識、区画線及び道路標示に関する命令」すなわち標識令による区画線の「車道中央線」または道路標示の「中央線」を標示する方法の一つとして、白色実線とともに用いられる場合が多く、とくに道路の幅員構成上、正規の中央分離帯の設置が困難な区間、分合流ノーズの安全帯、あるいは速度の出し過ぎにより事故の多発している曲線区間等の車道中央線に使用される例が多い。(写真-1・1)

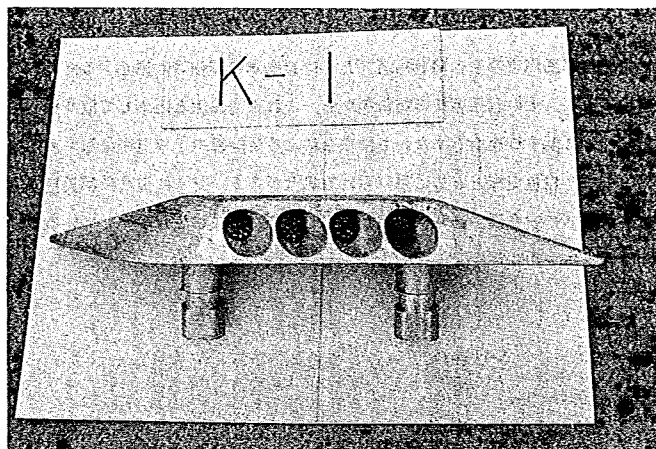


(写真-1・1) チャッターバーの設置例

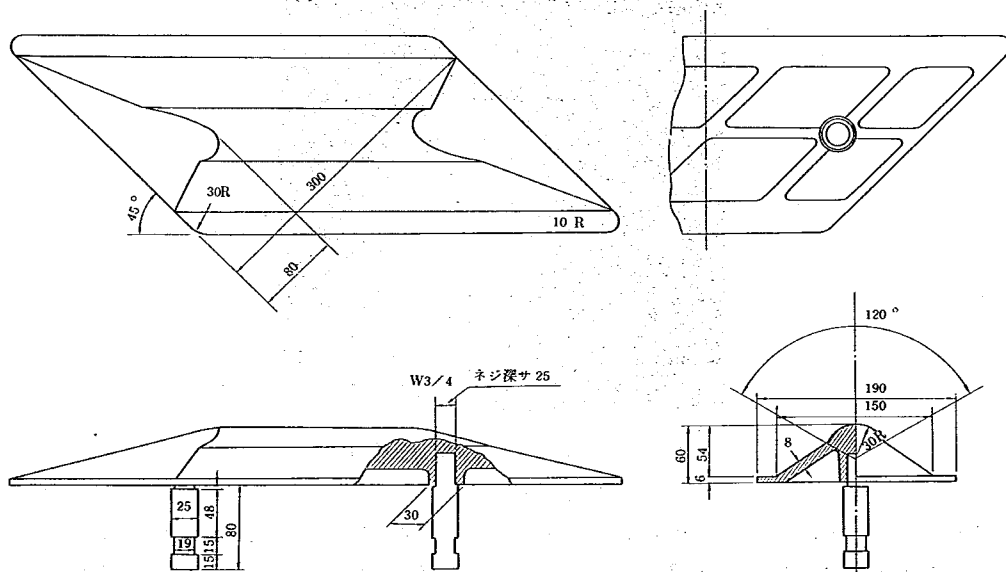
チャッターバーは車両の車道からの逸脱防止、運転車の視線誘導等の機能を持ち、その優れた視認性と同時に、その上を自動車の車輪が通過する時自動車に衝撃、振動を与えることにより運転者に車線逸脱を警告する効果を期待するという特徴とを有する。

チャッターバーについての技術的な規格基準ないし指針の類は現在のところ整備されていないため、その構造についても

必ずしも統一されていない。むしろ、設置すべき箇所の状況に応じて管理者が選択して使用しているが、現在使用されているもののおおよその構造は、ほぼ類似しており（写真－１・２）および（図－１・１）はその一例である。すなわち、本体は細長い菱形の平面で立面は三角形であり、接地面の大きさ、高さ、幅、頭部の形状等は用途により、種々のものが使用されている。



（写真－１・２） チャッターバー形状例



（図－１・１） チャッターバー構造図

また、多くのものが路面への定着を良好ならしめるため、本体底部にアルミ合金製または鋼製で長さ60～80mm、太さ15～30mm程度の2本の脚を有する。

材質では、本体はアルミ合金製のものが多く、その素成の一例を示せば(表-1・1)のとおりであるが、なかには硬質ゴムあるいはコンクリート製のものがある。

(表-1・1) チャッターバー用アルミニウム合金の化学成分

化 学 成 分 単 位 %								
CU(%)	SI(%)	MG(%)	MN(%)	FE(%)	ZN(%)	NI(%)	SN(%)	AL(%)
0.12以下	1.0以下	2.5～4.0	0.4～0.5	0.8以下	0.4以下	0.1以下	0.1以下	残 部
0.05	0.64	3.73	0.42	0.52	0.03	0.01		

施工は有脚チャッターバーの場合には舗装路面に2箇の孔をあけ、これにセメントモルタル等の固定充填剤をつめ上からチャッターバーの脚を挿入して凝固させる。

また、脚の無いものは接着剤で定着するか、路面に埋込んだアンカーボルトに定着する。

1-2 設置状況とその問題点

チャッターバーは、路面上の障害物標示、視線誘導において優れた視認性、感受性等の効果のため

(1) 多車線道路または時として2車線道路における往復交通流の分離のための車道中央線。

(2) 交差点、ランプ、その他のノーズ等交通の分合流箇所における導流施設。

として、極めて多数の設置例を見るに至っており、直轄国道に限っても(表-1・2)のとおり、その数は20万本を越す現況で、機械除雪を要する地域を除き、ほとんど全国にわたっている。

(表-1・2) チャッターバー設置数(直轄国道区間)

(48年9月現在)

単 位 : 本

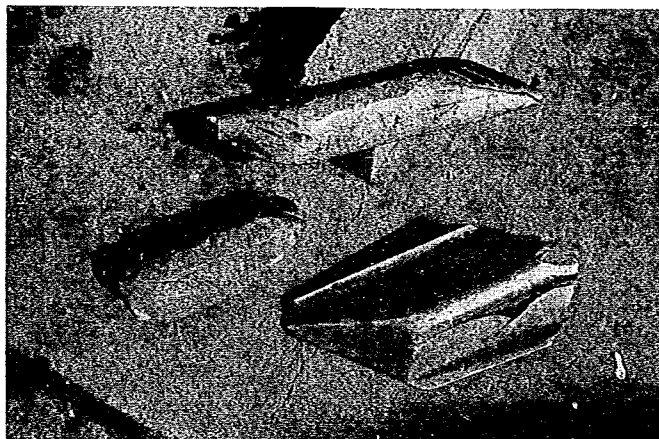
北海道	東北	関東	北陸	中部	近畿	中国	四国	九州	計
0	10,925	97,689	0	38,578	33,713	5,970	1,815	33,518	222,208

しかし、慎重な道路管理体制にもかかわらず、主として重量交通車輛による繰返し荷重により、近年それらチャッターバーの一部に破損ないし剝離現象が認められ、道路管理上の問題が生じている。その状況は、大別して次の2形態である。

(1) チャッターバー本体が破損する。

頭部の一部(とくに鋭角の部分)に亀裂が生じ、それが進んでその部分が切断され、飛散する。

また状況によっては、脚部の根付近から切断され、頭部が飛ぶ場合もあり、(写真-1・3)はこの例である。



(写真-1・3) 破 損 例

(2) チャッターバーの全体が路面から剝離する。

チャッターバーの本体には大きな破損はないが、チャッターバーの本体がそっくり舗装面から剝離する。

道路管理担当者およびチャッターバー施行関係者の観察により、チャッターバーの過去の破損または剝離の過程を最も多いと思われるパターンについて、幾分詳細に述べると次のとおりである。

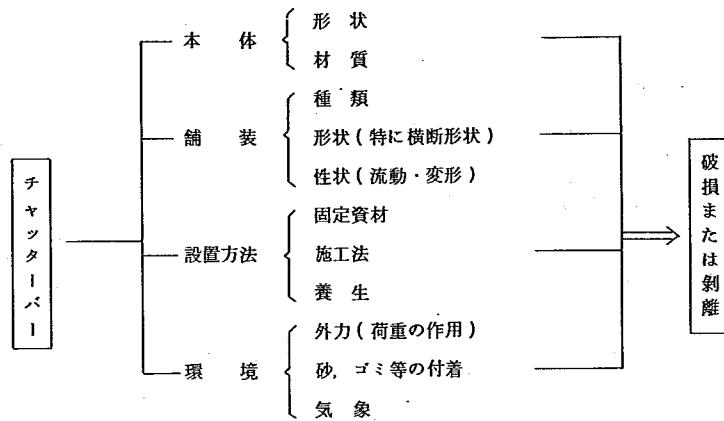
設置されたチャッターバーが、上方または側方からの衝撃荷重の繰返し作用により、その底部の一部（多くはチャッターバーの縁部）が路面と密着しない状態になり、ここで、チャッターバー本体または路体の変形等により全面が密着した状態に復しないまま置かれ、本体の最も強度の弱い箇所（鋭角部、脚付根等）で破損する。あるいは、場合によっては、チャッターバーと路体との間の面が剝離し、チャッターバーにゆるみ（ガタ）が生ずる。

一たんゆるみが生ずると、荷重が作用するごとに変位し、そのため脚部の孔を大きくするとともに孔底に固定充填剤の破片または路上の砂、ゴミ等がたまり、これに乗り上げる状態で更に大きなゆるみを生じ、やがて一時の衝撃荷重により脚が孔から飛び抜け、チャッターバーの全体が剝離する結果となる。

従って、前記の(1)(2)は、全く別別の現象ではなく、当該チャッターバーが設置されている箇所の状況により、外力が集中する様態が異り、最も相対的に強度の脆弱な箇所破損または剝離を起こしていると考えられる。

供用中のチャッターバーの耐久強度に影響を与える要因としては、本体の材質、形状のほか舗装体の形状および性状、資材を含む固定方法、さらには交通車両による外力の作用状況、砂、ゴミの付着状況、気象条件等広範に考えられ、これを整理すれば、（表-1・3）で示されよう。

(表-1・3) 耐久力に与える諸要因



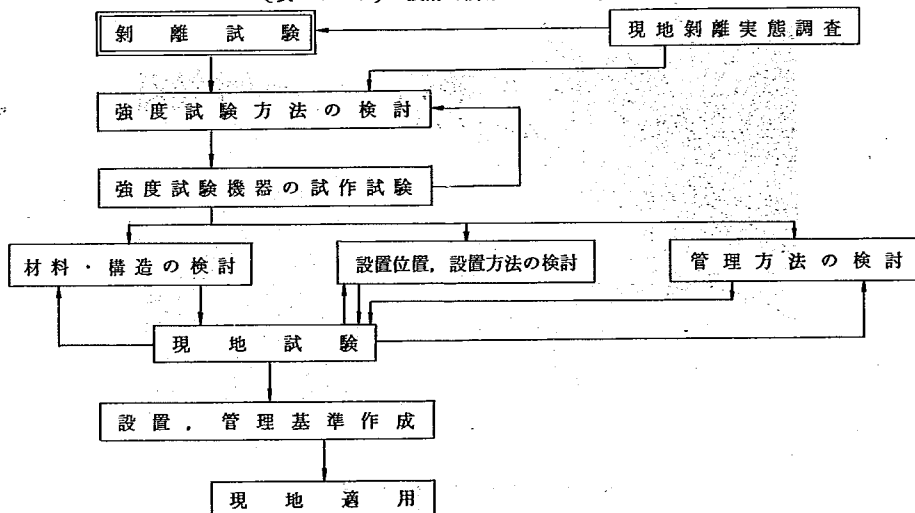
従って、これらのうち、安全対策に結びつく要因について重点的な検討が必要である。

1-3 技術的検討の手順

前記のチャッターバーの耐久性に影響を与える要因のうち、耐久性を向上させるための対策として、対象とし得るものは、チャッターバー本体の形状(構造)・材質、設置箇所および設置方法の選抜、改良があり、また設置後の維持管理についても何らかの検討が必要である。

チャッターバーの耐久性を比較的短期間に定量的に把握する方法については明らかになっていないため、まず前記各要因の検討に先立って耐久性(強度)の試験方法の開発が重要であり、これらのことから、チャッターバーの耐久性についての技術的検討の手順としては(表-1・4)に示すフローチャートが考えられる。

(表-1・4) 技術的検討のフローチャート



1-4 昭和48年度試験

1-4-1 目的および検討内容

チャッターバーの耐久性に関する検討の第一段階として

- (a) 破損または剥離過程の観察
- (b) 合理的かつ効率的な強度測定方法の開発
- (c) 簡便な検査方法の成否の検討
- (d) 検討手順の確認

等のために、(表-1・4)に示す剥離試験を実施した。

試験内容は、チャッターバーの舗装体への

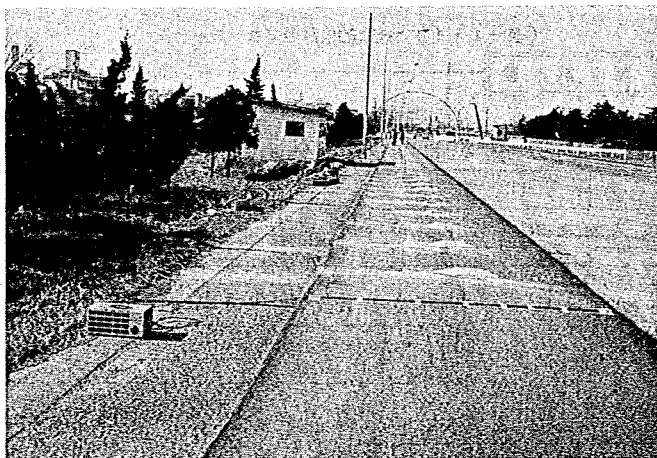
- (1) 固定(定着)状態の定量的指標と目される引抜強度試験
- (2) 固定の程度を外部から判定するための木づちによるハンマリング試験
- (3) 固定の変化状態を記録する写真撮影である。

現実に供用中の道路におけるチャッターバーの耐久性を定量的に把握する方法として、ここでの引抜強度試験が十分有効かどうかは、多少の疑問も残るが、引抜試験におけるチャッターバーの抵抗力が、その時点で当該チャッターバーが外力に対して有する耐久性と考えるとこの方法を採用した。

1-4-2 試験条件および方法

- (1) 試験条件は次のとおりである。

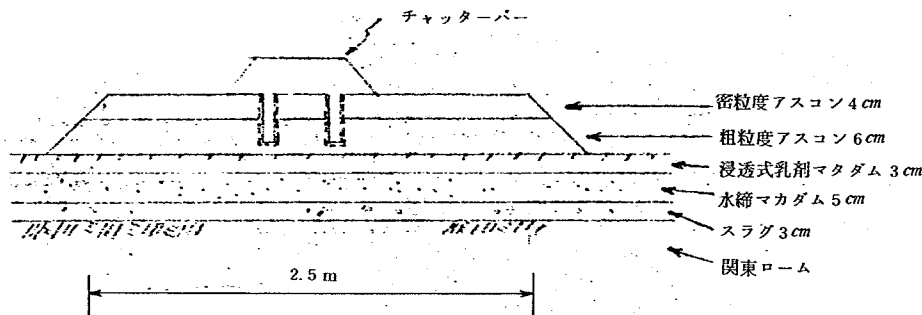
- ① 場 所 土木研究所千葉支所試験走路(写真-1・4)



(写真-1・4) 試験走路

② 期 日 昭和49年1月30日～2月2日

③ 舗 装 既存舗装上に10cm厚のアスファルトコンクリートを施工(図-1・2)



(図-1・2) 舗装断面図

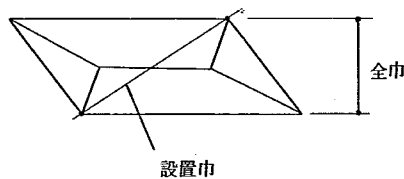
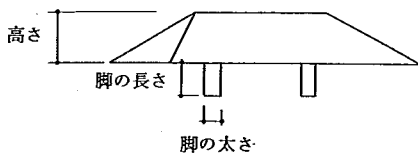
④ 供試体チャッターバー

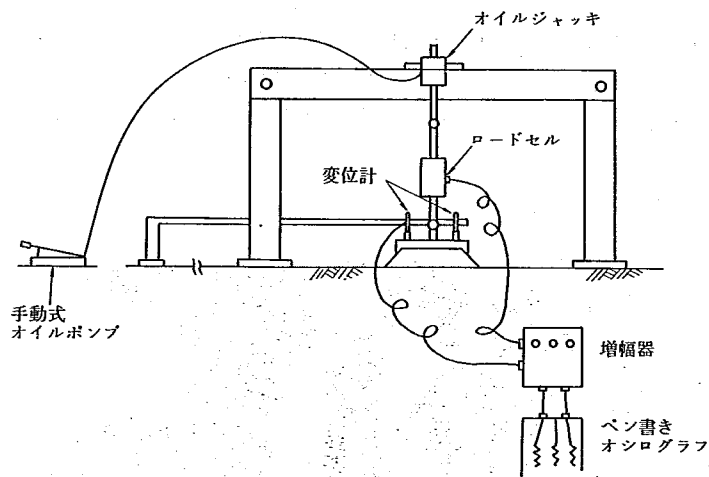
一般道路に用いられている代表的な形状2種(T形, K形を称する), これにそれぞれの脚部を更に長くしたもの2種を加え, 合計4種。(表-1・5)

(表-1・5) チャッターバーの形状

(単位: mm)

型状名称	目 的	平均重量 (Kg)	頭 部	脚 部
T-1	観察(標準型)	3.39	幅190×高さ60×設置幅300	長さ80×太さ17 (max 31)
	引抜(加工型)	3.58	同 上	(鋼製) 長さ80×太さ17 (max 31)
T-2	観察	3.64	同 上	長さ100×太さ17 (max 31)
	引抜	3.62	同 上	(鋼製) 長さ100×太さ17 (max 31)
K-1	観察	2.44	幅116×高さ48×設置幅300	長さ75×太さ34 (max 38)
	引抜	3.66	同 上	(鋼製) 長さ75×太さ25 (max 40)
K-2	観察	3.67	同 上	(鋼製) 長さ100×太さ25 (max 40)
	引抜	3.83	同 上	(鋼製) 長さ100×太さ25 (max 40)





(図-1・4) 引抜試験装置概要図

(2) 試験方法

(写真-1・5)のように、後軸重量10 tonの貨物自動車2台を用いて、約40 Km/hの速度でチャッターバーのほぼ中心上を往復走行させ、走踏前(0サイクル)、100回(25サイクル)、200回(50サイクル)、300回(75サイクル)、および400回(100サイクル)のそれぞれの時点におけるチャッターバーの変化を次の方法により調査する。



(写真-1・5) 走 踏 状 況

① ハンマリングによる評価

モニターが木づちでチャッターバーの頭部を種々の方向からたたくことにより観察する。(写真-1・6)

モニターには、警察関係者2人、道路管理担当者4人、研究所研究員3人、施工製作関係者4人の計13人を選定し、このモニターが現道におけるチャッターバーの設置管理状況を視察の後、各種のモニター用チャッターバー（標準型）36箇所について事前に設定した（表1・6）基準に基づいて評価し、2回の簡易なデルファイ法により集計した。



（写真1・5）ハンマリング状況

（表1・6）モニターによる評価基準

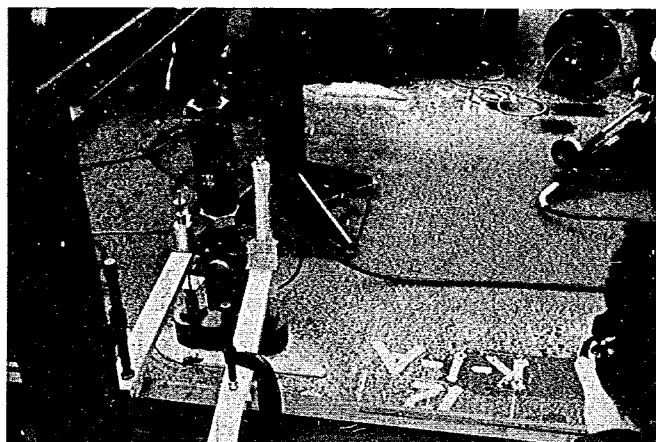
記 号	ハンマリング	外観上の変化及びチャッターバーの動き	評 価
A	新設時と全く同じ音がする。	変化なし	安 定
B	新設時の音に比して若干のニオリがある。		
C	チャッターバーの内部が充分充填されていないような音がする。		
D		手で動かして若干のガタが認められる。 上下方向には動かない（ヌケがない）	維持管理上要注目。
E		指が入る程度のガタがある。又はチャッターバーにクラックが出来る。	取除くが修繕を要する。

② 引抜（強度）試験

引抜用に加工したチャッターバーを各時点で引抜き、その強度および垂直方向の変位の変化を測定する。

引抜には本試験のために開発した（図1・4）に示す試験機を用い、引抜速度はすべての供試体について引抜

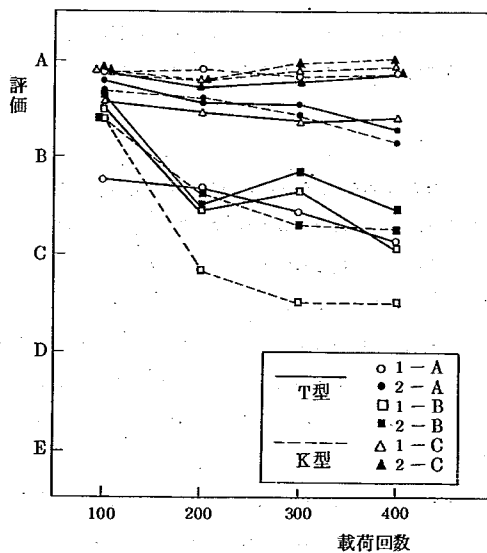
作業の初期における10秒間に約0.5 tonの引抜荷重を与える速度を引抜完了まで保つこととした。(写真-1・7)



(写真-1・7) 引 抜 試 験 状 況

1-4-3 試験結果および考察

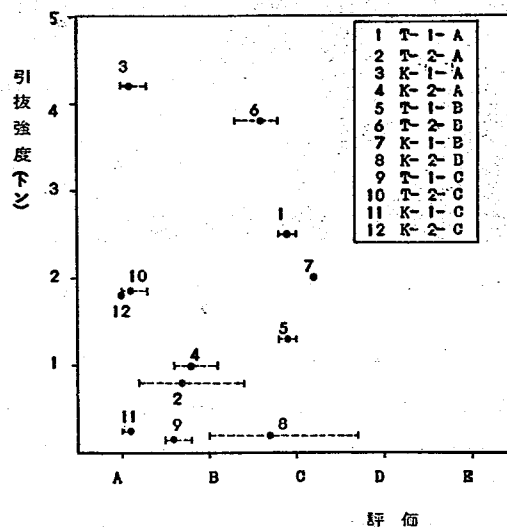
- (1) 総合的にみると、本試験の範囲ではチャッターバー本体の破損または剝離、あるいは著しいゆるみは認められない。
- (2) ハンマリングによる評価
 - ① 本試験では、走踏400回目時点においてもチャッターバーに大きなゆるみが認められなかったこと、およびチャッターバーの種類、固定充填剤の種類によりチャッターバー頭部裏への充填の程度に差違があり、その結果、木づちによる音色が異なる等のため総じて良好な評価がなされた。



(図-1・5) 载荷回数による評価の変化

載荷（走路）回数増加と平均評価（評価の平均値）の変動との関係を同種同形状 3 本の平均値で示せば（図-1・5）であり、載荷回数の増加に伴ない評価が下がるものも認められる。（資料編参照）

- ② ハンマリング評価をそれぞれ同形状、同工法の引抜用チャッターバーの最大強度と 400 回目時点で比較すると、（図-1・6）のとおりで、その間に明らかな関連性は認められないので、この評価をもって、にわかには固定しているチャッターバーの引抜強度を判定することは困難であるが、強度が小さい状態のものについての評価には大きな幅があるものが存在する。



（図-1・6）降伏荷重とハンマリング評価との関係

- ③ ゆるみが生じているチャッターバーの判別にはハンマリングによる判定が極めて有効である。

しかし、ゆるみが生じ始める直前付近の領域での評価には、更に詳細な検討が必要である。

(3) 引抜試験

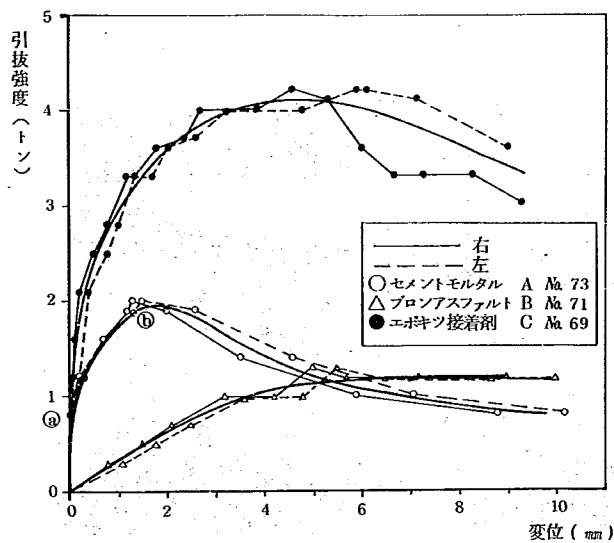
① 引抜強度と変位との関係

引抜時のチャッターバーの垂直方向変位と引抜強度との関係は、使用した固定充填剤の種類により（図-1・7）の例に示すような傾向が認められたが、これは舗装体からの剝離状態の相違によると考えられる。

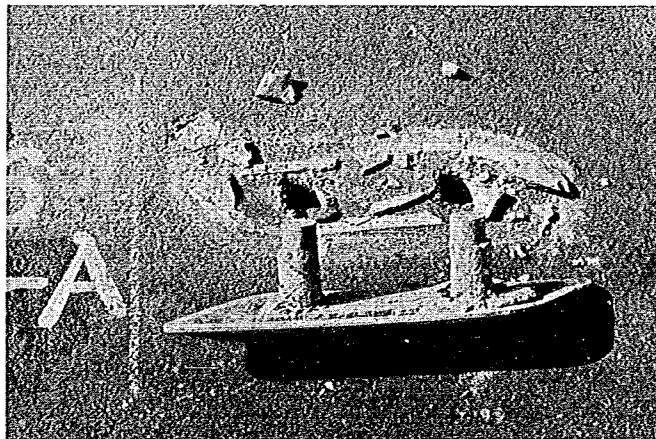
すなわち、セメントモルタルを固定充填剤として用いた場合には、引抜初期（0～㉔）の範囲においては、主として脚部とその周囲のセメントモルタルとの間のせん断抵抗および脚部末端の凸形状のひっかかりによる抵抗により、ほとんど変位することなく引抜力に対して抵抗し、次の段階（㉕～㉗）では徐々に変位を伴いながらも若干抵抗するか、やがて最も大きな強度（降伏強度）を示した後は急速に変位すると同時に強度も減少する。

この場合、（写真-1・8）で明かなように多くは脚部の凹部にモルタルが付着した形で、セメントモルタルと舗装体との間の面で剝離を生ずる。

従って、とくにセメントモルタルを固定充填剤に使用する場合は、変位を生ずると強度をそこなう結果を招くことが多いので、ゆるみ（ガタ）が生じないよう特に留意する必要がある。



(図-1・7) 強度-変位特性図

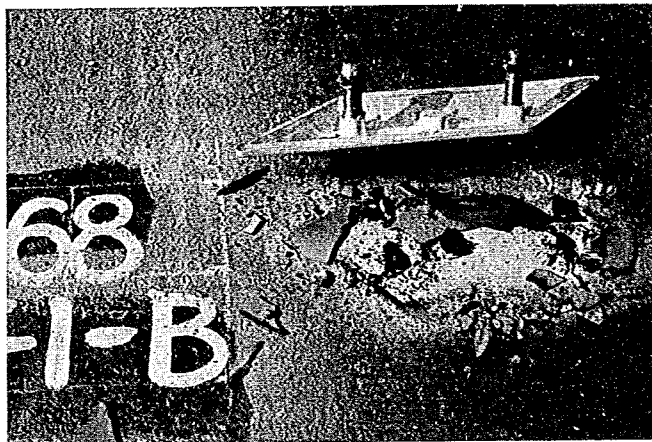


(写真-1・8) セメントモルタルの場合の剥離状況

次にブロンアスファルトを固定充填剤に用いた場合は、供試体数は少ないが引抜の初期から変位が他の固定充填剤の場合に比し大きく変位しながら引抜力に抵抗するが、その強度は比較的小さい傾向が認められる。

この場合の剥離状況は、(写真-1・9)のようにブロンアスファルトの脚部への付着が余り見られないまま剥

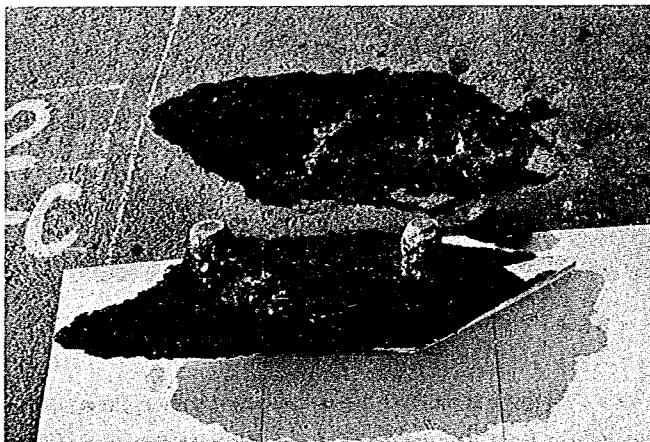
離することが多く、ブロンアスファルト自体は強固に固結しているものの、これと周囲の舗装体との間の面、またはブロンアスファルトと脚部との間の面で剝離している傾向を示しており、これら相互間の付着力は弱いように見受けられる。



(写真一・九) ブロンアスファルトの場合の剝離状況

しかし、この場合、雨みが出てブロンアスファルトがくさびの働きをしてチャッターバーの脚は孔からぬけ難い性質があるということもいわれるが明確ではない。

また、エポキシ2液性接着剤を固定充填剤に用いた場合には供試体は少ないが、良好な施工条件の下においては、引抜初期では変位することなく引抜力に抵抗し、変位を生じ始めてからかなり大きな強度を示す。



(写真一・10) エポキシ2液性接着剤の場合の剝離状況

(表-1.7) チャッターバー試験実測値表

番号	記号	サイクル数	降伏強度(t)	無変位最大 強度 (t)	降伏時ひずみ		番号	記号	サイクル数	降伏強度(t)	無変位最大 強度 (t)	降伏時ひずみ	
					右 (mm)	左 (mm)						右 (mm)	左 (mm)
1	T-1-A	0	1.4	0	5.5	6.1	22	K-1-A	75	1.5	0.7	0.6	0.8
2	"	0	1.3	0.7	4.2	3.2	23	"	75	1.5	0.	1.3	1.5
3	"	0	1.2	0.7	1.5	2.0	24	"	75	1.8	0.6	0.8	1.6
4	K-1-A	0	(3.9)	-	1.5	0	25	T-1-A	100	1.0	0.	0.9	(推定) 0.9
5	"	0	1.9	1.6	-	-	26	"	100	1.2	0.9	1.2	1.4
6	"	0	2.5	1.4	0.8	1.1	27	"	100	1.2	0.	1.3	1.3
7	T-1-A	25	1.9	0.6	3.0	3.5	28	K-1-A	100	0.8	0.5	0.8	0.6
8	"	25	1.7	0.7	4.1	6.0	29	"	100	1.2	0.	1.3	1.3
9	"	25	1.7	1.1	3.5	3.5	30	"	100	1.2	0.	1.0	1.5
10	K-1-A	25	2.2	1.1	0.6	0.6	67	T-1-A		2.5	0.7	1.9	2.7
11	"	25	2.3	0.6	1.5	1.3	68	T-1-B	100	0.8	0.	3.9	6.7
12	"	25	1.7	0.5	1.1	2.2	69	T-1-C		4.2	0.6	4.6	5.9
13	T-1-A	50	2.0	0.8	2.2	2.8	70	T-2-A		1.0	0.	1.7	5.7
14	"	50	1.9	0.7	5.8	6.0	71	T-2-B	100	1.3	0.	5.0	5.5
15	"	50	1.8	0.5	3.7	3.3	72	T-2-C		3.8	1.3	3.8	4.2
16	K-1-A	50	1.6	0.6	1.8	1.8	73	K-1-A		2.0	0.8	1.3	1.4
17	"	50	2.4	1.1	1.3	1.2	74	K-1-B	100	0.2	0.	3.5	4.0
18	"	50	1.9	0.5	1.0	1.2	75	K-1-C※		0.1~0.2	0.	8.0	3.4
19	T-1-A	75	1.5	0	1.2	2.1	76	K-2-A		1.8~1.9	7	1.8	2.1
20	"	75	1.5	0.4	1.5	1.8	77	K-2-B	100	0.2~0.3	0.	1.6	1.8
21	"	75	1.3	0.8	1.3	1.8	78	K-2-C※		1.8	0.	3.2	2.2

注 1) ひずみの左右は起点より終点に向っての方向である。

2) ※印のものは固定充填剤の凝固をみなかったもの。

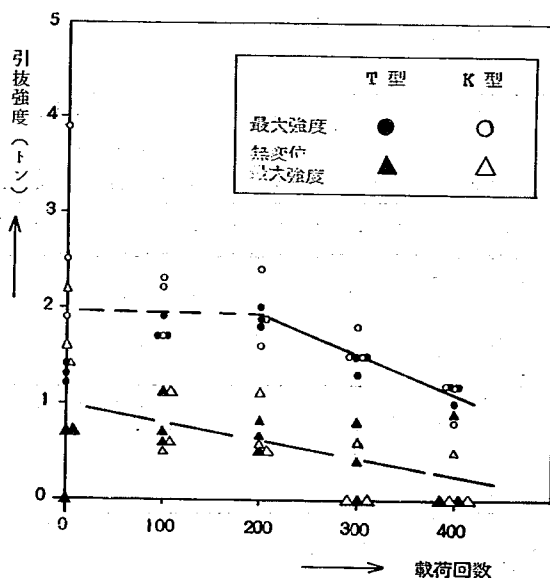
この場合、(写真-1・10)で明らかなように、脚部と舗装との付着状況は極めて良好で、引抜時の破壊面は舗装体内部に生じている。従って、この状態での引抜強度は、主として舗装体の引抜強度に影響されることになり、(図-1・7)のC曲線もアスファルトの塑性特性によるところが大きいものと考えられる。

② 引抜強度一覧

(図-1・7)における降伏強度および無変位最大強度を各供試体について示せば(表-1・7)のとおりである。

③ 劣化現象

貨物自動車の走踏による载荷回数の増加に伴う引抜強度の変化は、セメントモルタルを固定充填剤に用いた場合、(図-1・8)のような傾向を示した。初期には他の原因により強度にかなりのバラツキが見られるが、载荷回数200回以降400回までの間には強度の減少傾向が認められる。しかし、短期間の試験のため長期にわたっての劣化現象の把握は困難である。



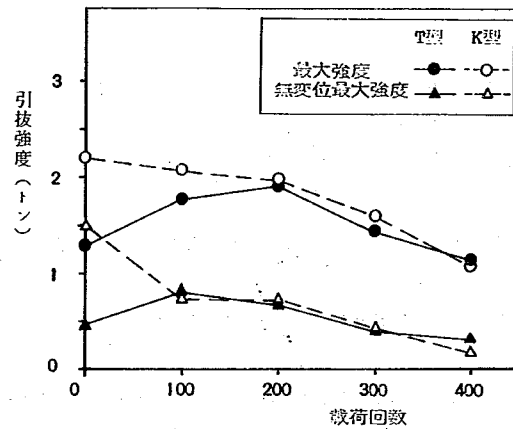
(図-1・8) 载荷回数と引抜強度との関係

なお、同種の3箇づつのチャッターバーについて平均値で示せば(図-1・9)である。

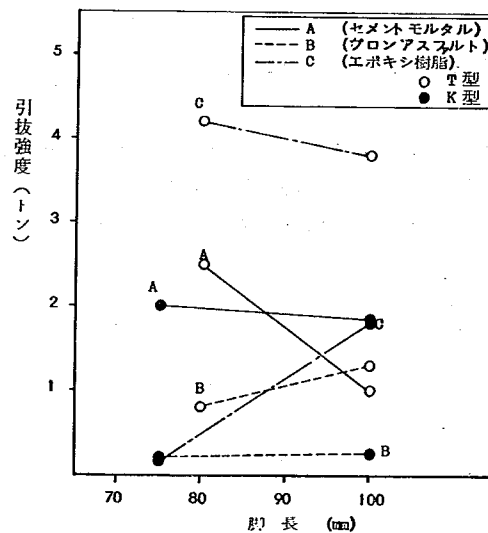
④ 脚長による効果

一般には、他の条件が同一の場合は脚長が長い程引抜強度は強いと考えられるが、本試験における脚長と引抜強度との関係を示せば(図-1・10)で、明らかな相関の傾向は見出せない。

これは、脚長より脚形状、材質等、他の要因の方が強度に大きな影響を及ぼしたためと推察される。



(図一・九) 載荷回数と強度との関係



(図一・一〇) 脚長と強度との関係

(4) 養生

チャッターバーの引抜強度に関係する要因のうち、基礎的な事項であるが設置直後の養生の良否も極めて大きな影

響を与えることが明らかになった。

例えば、セメントモルタルを固定充填剤に用いる場合には、供用後通行車両により踏まれるおそれの少ない箇所における施工に際しては、養生期間、養生条件（温度等）の適切な設定が重要であり、またエポキシ2液性接着剤の場合は、とくに液の配合設計ならびに施工後、凝結までの温度管理に意を注ぐ必要がある。

1-4-4 今後の取扱いについての考え方

チャッターバーは、その視認性等の効果のため今後も多数使用されるものと考えられるが、今回の試験および過去の事例等からその取扱いについての基本的な考え方として当面次の事項への配慮が必要であろう。

(1) なるべく重量車両に踏まれないこと。

通常の状態では当該チャッターバーの上を重量車両が走行することが予想される箇所への設置は極力さける。

例えば、交差点およびその付近の車線が定まらない箇所、狭い2車線道路における車道中央線等は特に留意を要する。

また、できれば舗装面を数センチ嵩上げた上に設置することも有効であろう。

(2) 路面との密着性

チャッターバーの底部（あるいは縁面）と、これを設置する舗装表面とがチャッターバー底部全面で密着するよう位置、構造等を選択する。チャッターバーの一部が路面から浮いた、または浮きやすい様な設置方法は危険性が大きい。従って、特に、舗装目地、わだち堀れ等路面の平坦性を欠く箇所への設置はさけなければならない。

(3) 慎重な施工

チャッターバーの設置時点における慎重さが重要であり、とりわけ脚孔の大きさ（施工はしずらいがなるべく小さい方がよい）

固定剤の配合および充填、養生（期間、温度）等に対して十分な配慮が望まれる。

(4) 維持管理

チャッターバーは、比較的交通量の多いところに設置される場合が多いこともあり、その維持管理が極力簡略なことが重要であるが、一定期間毎に点検することも事故防止の歯止めとして必要ではなからうか。

また、チャッターバー付近に土砂、ゴミ等が常時堆積している状態にあることも好ましいことではない。



第2章 チャッターバー上を走行した場合の振動および乗心地

2-1 試験概要

本試験は、都市内およびその周辺の市街地における道路の中央部、又は、車線の分合流部などに設置してあるチャッターバー上を、車輛が走行した場合にどの程度の振動が車輛に生ずるか、建設省土木研究所の試験走路において道路走行試験車および民間の大型トラックを使用し、速度 20, 40, 60 Km/h での走行試験調査を行なった。

2-2 試験方法

昭和 49 年 2 月、建設省土木研究所試験走路（全長 800 m）の一部において、一般に最も多く用いられていると思われる 2 種類のチャッターバーを、現場で設置している方法と同じように設置した。（写真-1.4）したがって、その上を加速度計および乗心地計が取り付けある試験車（乗用車、大型トラック）2 台を一定速度で走行させ、その時試験車のばね上、ばね下に生ずる上下加速度、および乗心地係数を検出し、記録するものである。

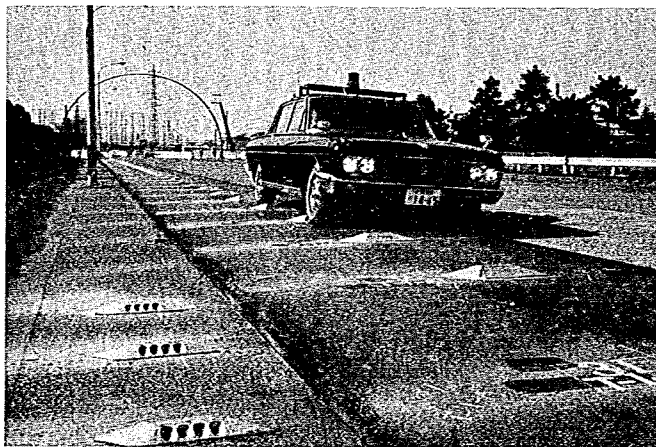
なお、上記に使用した試験車および試験条件は次の通りである。

試験車：乗用車（ニッサンプレジデント）、大型トラック（いすゞ 10 t ダンプ）

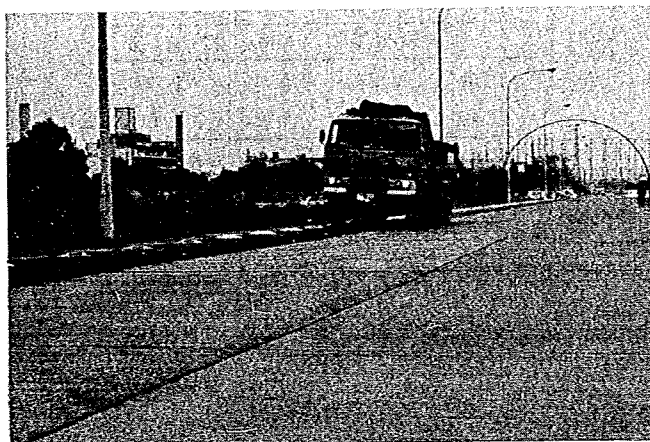
タイヤ：7.50-14-4 PR, 10.00-20-14 PR（標準タイヤ内圧）

試験速度：20, 40, 60 Km/h

チャッターバー：T 型, K 型（表-2.1 図-2.1 参照）



（写真-2.2）試験車（乗用車）



(写真-2.3) 試験車 (大型トラック)

(単位 mm)

チャッターバー 型	全 巾	高 さ	設 置 巾	脚 長 さ	脚 の 太 さ
T 型	190	60	300	80 ~ 100	25
K 型	116	48	300	75 ~ 100	25 ~ 34

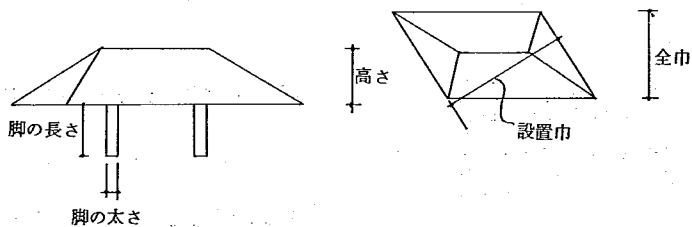


表-2.1, 図-2.1 チャッターバーの形状および寸法

表-2.2 試験車 (乗用車) の固有周期その他

	固有周期	固有振動数	減衰比
前 軸	0.898	1.114	0.701
後 軸	0.632	1.582	0.605

(ばね上)

	固有周期	固有振動数	減衰比
前 軸	—	—	—
後 軸	0.078	12.820	0.273

(ばね下)

表-2.3 試験車(大型トラック)の固有周期その他

	固有周期	固有振動数	減衰比
前軸	0.188	5.319	0.394
後軸	0.144	6.944	0.183

(ばね上)

2-3 試験車および測定計器

試験車としては、乗用車(土木研究所道路走行試験車)および大型トラック(現在使用中の民間車)を用い、乗用車は運転者を含め常に3名が乗っており、大型トラックには、荷台に10 tonの土砂を積載している状態で試験を行なった。

(1) 乗用車

日産プレジデント(4,000 cc)写真-2.2に示す車を、約15 cmの高さから静止状態で落下させた時に生ずる振動の記録により、車体上下動の固有周期および減衰比を測定した結果を、表-2.2に示す。

(2) 大型トラック

いすゞSPM 450、ダンプトラック写真-2.3に示す車を、乗用車と同じ方法によって固有周期および減衰・その他の測定を行ない、その結果を表-2.3に示す。

上記(1)(2)の試験車には、表-2.4に示す非接着型電気抵抗線式加速度変換器を、図-2.2、図-2.3に示す位置に取付けた。また乗用車には、これらの計器の他に(一般に最も多く用いられている)ムービングコイル式乗心地計も取付けてある。

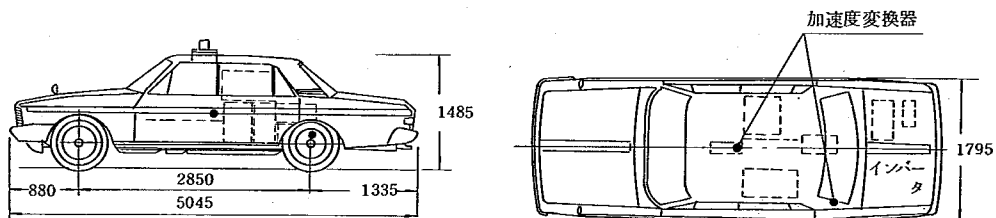


図-2.2 試験車(乗用車)

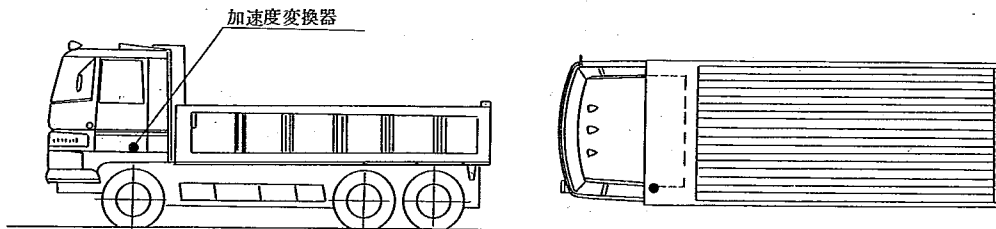


図-2.3 試験車(トラック)

表-2.4 測定計器

取付け位置	計器名称	計器容量	周波数	測定方向
後輪軸上	非接着型電気抵抗線式加速度計	$\pm 10 g$	$0 \sim 50 \text{ c/s}$	上下
運転席床面	"	$\pm 2 g$	$0 \sim 30 \text{ c/s}$	上下
"	ムービングコイル式乗心地計	$0 \sim 20$		乗心地係数測定範囲
ミッション	速度計	$0 \sim 80 \text{ Km/h}$ $0 \sim 160 \text{ Km/h}$		試験車ミッションより分岐

(乗用車)

取付け位置	計器名称	計器容量	周波数	測定方向
運転席床面	非接着型電気抵抗線式加速度計	$\pm 10 g$	$0 \sim 120 \text{ c/s}$	

(大型トラック)

2-4 振動(乗心地)の基準

乗心地計から測定される乗心地係数とは、道路を走行したとき路面の凹凸に応じた車内の振動を、一定の基準に対する係数の数値で表わしたもので、基準としてはいろいろなものがあるが、ここでは主として Janeway¹⁾²⁾³⁾の方法によって検討する。

Janeway の基準とは、種々の振動数に対して次式によって基準となるべき振幅を求める。

$$f = 1 \sim 6 \text{ Hz に対し } af^3 = 2$$

$$f = 6 \sim 20 \text{ Hz に対し } af^2 = 1/3$$

$$f = 20 \sim 60 \text{ Hz に対し } af = 1/60$$

ただし、 f は振動数、 a を振幅(インチ)とする。

上式によれば、人間の振動感覚は 6 Hz 以下の振動に対しては加速度の変化、すなわちジャークが関係し、6 ~ 20 Hz の振動に対しては振動加速度が関係し、20 Hz 以上の振動に対しては振動速度が関係するということである。自動車の振動について 1 秒ごとの最大値をとり、その平均値が上記の Janeway の基準に対して何倍であるかをもって、乗心地係数とするのが通例の処理方法である。乗心地係数と乗心地との間にはつぎの対応が述べられている。

(a) 床面における乗心地係数について

- 5 以下 乗心地がよい
- 5 ~ 10 振動を感じずが苦痛ではない
- 10 ~ 20 長時間持続すると苦痛
- 20 以上 短時間でも苦痛

(b) 座席上の乗心地係数について

- 5 以下 苦痛でない
- 5 ~ 10 長時間で苦痛

10 以上 短時間でも苦痛

上記の Janeway の基準を重力の加速度に換算した結果を図-2.4に示した。横軸は振動数であり、この図-2.4によれば振動数の少ない場合には、比較的に大きな振幅の振動にも耐えられることが示されている。振動としては上下動のほかには前後動および左右動も考慮に入れる必要があり、これらの振動が大きくなればやはり人体に不快感を与える。しかしこれらの振動の限界に関する基準については、いまだ述べたものがなく、また試験車がチャッターバーの上を通過するときには、上下振動が最も顕著にあらわれるので、今回は上下動の検討に重点を置いた。

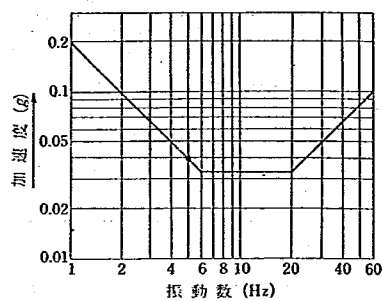


図-2.4 Janeway の基準 (乗心地係数 1)

2-5 試験結果

2-5-1 20, 40, 60 Km/h 時の上下加速度および乗心地係数

走行速度が 20, 40, 60 Km/h のとき、上下加速度および乗心地係数 (Z_{20} , Z_{40} , Z_{60} と略記する) について、チャッターバーを通過するときの最大値の最大、最小、平均値、標準偏差の一覧表を表-2.5 ~ 2.8 に、また、図-2.5 ~ 2.8 に条件別速度と上下加速度および乗心地係数との関係を示す。

平均値だけからみると、T 型、K 型いずれも速度 40 Km/h の場合に、上下加速度および乗心地係数が最大となっている。バラツキの範囲、標準偏差はいずれも同じ様な傾向を示している。

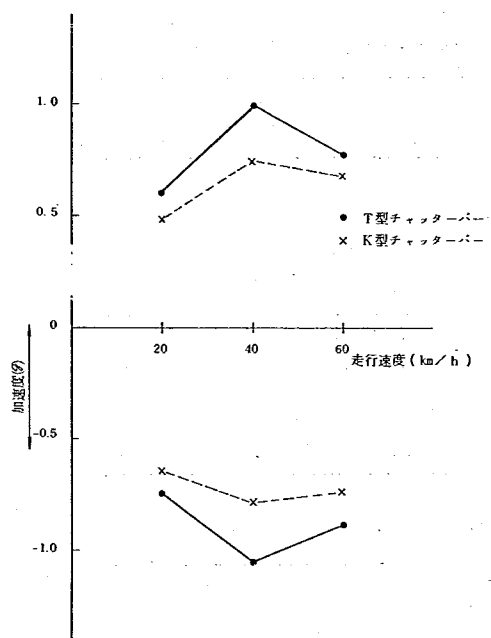


図-2.5 乗用車がチャッターバーの上を走行する時生ずる上下加速度 (ばね上)

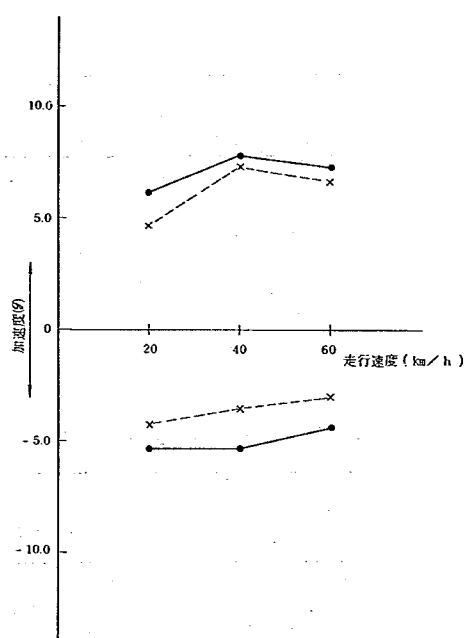


図-2.6 乗用車がチャッターバーの上を走行する時生ずる上下加速度 (ばね下)

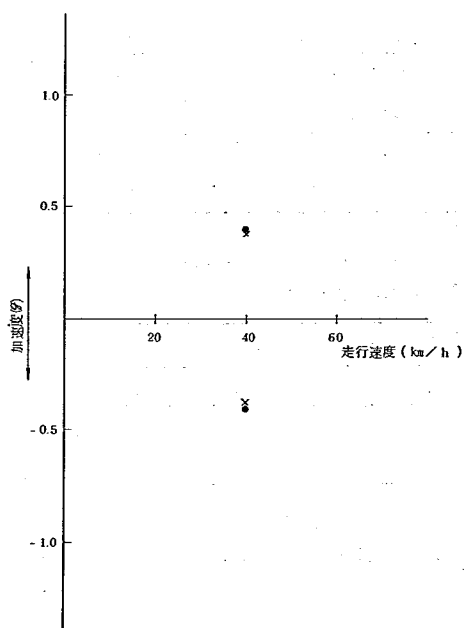


図-2.7 乗用車がチャッターバーの上を走行する時生ずる乗心地係数 (床面)

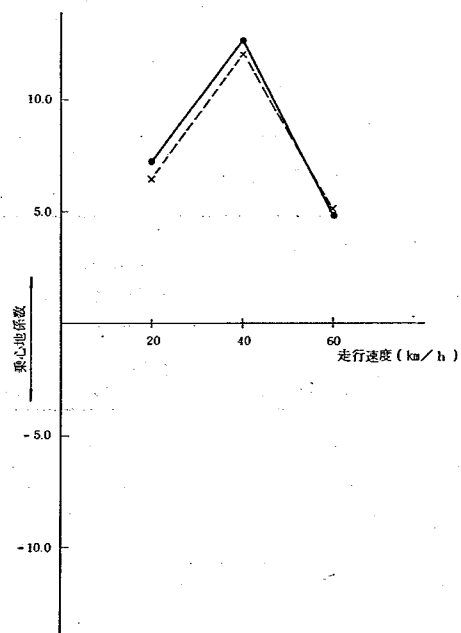


図-2.8 トラック (積載時) がチャッターバーの上を走行する時生ずる上下加速度 (ばね上)

表-2.5 Z₂₀, Z₄₀, Z₆₀ の範囲と平均値 (乗用車, ばね上の上下加速度)

チャッターバー の種類及び速度	方向	T 型			K 型		
		Z ₂₀	Z ₄₀	Z ₆₀	Z ₂₀	Z ₄₀	Z ₆₀
最 大	上	1.000	1.600	1.200	0.900	1.350	1.200
	下	1.200	1.900	1.350	1.100	1.600	1.250
最 小	上	0.250	0.600	0.500	0.150	0.200	0.400
	下	0.20	0.650	0.500	0.100	0.400	0.300
平 均	上	0.600	1.000	0.780	0.490	0.750	0.680
	下	0.730	1.040	0.870	0.640	0.780	0.720
標 準 偏 差	上	0.146	0.209	0.169	0.132	0.239	0.211
	下	0.254	0.215	0.202	0.257	0.230	0.210

表-2.6 Z₂₀, Z₄₀, Z₆₀ の範囲と平均値 (乗用車, ばね下の上下加速度 ϕ)

チャッターバー の種類及び速度	方向	T 型			K 型		
		Z ₂₀	Z ₄₀	Z ₆₀	Z ₂₀	Z ₄₀	Z ₆₀
最 大	上	7.000	8.000	8.000	6.500	8.000	7.750
	下	6.500	6.000	5.500	5.500	4.500	4.000
最 小	上	1.500	7.000	6.750	1.250	5.750	5.500
	下	2.000	3.500	3.000	1.250	2.000	1.750
平 均	上	6.230	7.820	7.290	4.760	7.320	6.660
	下	5.400	5.260	4.350	4.220	3.520	2.910
標 準 偏 差	上	1.130	0.181	0.323	1.200	0.509	0.521
	下	0.934	0.633	0.655	1.024	0.454	0.514

表-2.7 Z₆₀ の範囲と平均値 (大型トラック, ばね上の上下加速度 ϕ)

注) 時間の関係で40Km/hのみしか試験が出来なかった。

チャッターバー の種類及び速度	方向	T 型			K 型		
		Z ₂₀	Z ₄₀	Z ₆₀	Z ₂₀	Z ₄₀	Z ₆₀
最 大	上	—	0.560	—	—	0.670	—
	下	—	0.560	—	—	0.670	—
最 小	上	—	0.110	—	—	0.170	—
	下	—	0.110	—	—	0.170	—
平 均	上	—	0.390	—	—	0.390	—
	下	—	0.390	—	—	0.390	—
標 準 偏 差	上	—	0.090	—	—	0.110	—
	下	—	0.087	—	—	0.106	—

表-2.8 Z₂₀, Z₄₀, Z₆₀の範囲と平均値
(乗用車, ばね上の乗心地係数, J_{aneway}の基準による)

チャッターバー の種類及び速度	T 型			K 型		
	Z ₂₀	Z ₄₀	Z ₆₀	Z ₂₀	Z ₄₀	Z ₆₀
最 大	~~10.50~~ 11.250	20.000	7.000	~~9.250~~ 11.500	19.500	7.250
最 小	1.500	5.250	2.000	1.750	7.750	2.500
平 均	~~5.250~~ 7.250	~~12.75~~ 12.68	4.79	~~4.863~~ 6.510	~~11.76~~ 12.03	5.020
標 準 偏 差	~~1.899~~ 3.180	3.183	1.180	~~1.820~~ 3.143	2.851	1.080

なお、「資料」表-4.1~6.2, 図-4.1~6.2にそれぞれZ₂₀, Z₄₀, Z₆₀の度数分布表, 分布図を示した。

乗 用 車ばね上	表-4.1~4.2, 図-4.1~4.2, Z ₂₀ , Z ₄₀ , Z ₆₀ の分布 (T型)	P. 52, 53, 60
	表-4.3~4.4, 図-4.3~4.4, Z ₂₀ , Z ₄₀ , Z ₆₀ の分布 (K型)	P. 54, 55, 61
乗 用 車ばね下	表-4.5~4.6, 図-4.5~4.6, Z ₂₀ , Z ₄₀ , Z ₆₀ の分布 (T型)	P. 56, 57, 62
	表-4.7~4.8, 図-4.7~4.8, Z ₂₀ , Z ₄₀ , Z ₆₀ の分布 (K型)	P. 58, 59, 63
トラックばね上	表-5.1, 図-5.1, Z ₄₀ の分布 (T型)	P. 64, 66
	表-5.2, 図-5.2, Z ₄₀ の分布 (K型)	P. 65, 66
乗 心 地 係 数	表-6.1, 図-6.1, Z ₂₀ , Z ₄₀ , Z ₆₀ の分布 (T型)	P. 67, 69
	表-6.2, 図-6.2, Z ₂₀ , Z ₄₀ , Z ₆₀ の分布 (K型)	P. 68, 69

2-5-2 結果の考察

以上の結果, 今回の測定条件 (現在, 一般道路で設置している方法) では, 乗用車の上下加速度が平均値で1.0g~0.7gとなり, これを乗心地係数で見ると13~5となった。

トラックは乗用車に比較して値が小さいが, これは車両構造 (乗用車と大型貨物車のちがい) の特性によるものと思われる。図-2.5~2.8で見ると, 速度40Km/hのときの上下加速度および乗心地係数が20Km/h, 60Km/hのときの値に比較して大きい, 人間にわたる振動としては, 20Km/h, 60Km/hの時でも結果から見ると, その効果は十分あるものと思われる。

しかし, 現場で実際に設置していく場合, いずれの速度の時の上下加速度および乗心地係数が効果的であるのか, 今回の試験のみでは最適値を明確にすることはむずかしい。したがって今後このチャッターバーを使用していく場合には, 現場の走行状態なども調査して, 設置間隔, チャッターバーの型状および寸法について検討し, 各種条件別に試験および現地調査を行ない, 振動の最適基準値 (振動の効果および人間の安全性の問題も含め) を決めていく必要があると思われる。

なお, 車輛のばね下に生ずる振動が非常に大きく測定されているが, 自動車の構造上からして, ばね下の振動が小さくても, ばね上の人間には直接影響はないものと思われる。

参考文献

- 1) 市原薫・金泉昭・松浦義満：乗心地及びラフネス

土木研究所資料第 190 号 昭和 41 年 7 月

- 2) 市原薫・金泉昭・松浦義満：路面の凹凸と乗心地係数について

(その 1, その 2, その 3) 土木技術資料 vol 8-7, 8-8, 8-12 (1966)

- 3) 神戸市：凹凸道自動車走行試験報告書 昭和 48 年

あ と が き

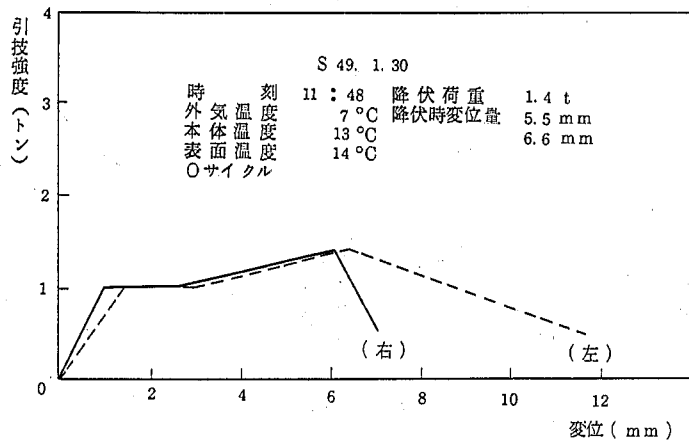
48年度においては、主としてチャッターバーのアスファルト舗装への固定、付着状況ならびにその上を走行した場合の振動状況についての試験を行なうとともに、その結果およびその他の情報から若干の考察を試みたが、今後は実際に供用中の道路における試験ならびに室内試験を加えて、更に各様な条件下で検討を行なうことが有効であると考えられる。

最後に本試験を実施するに当っては、千葉県警察本部交通部を始め、本省道路局、関東地方建設局道路部千葉国道工事事務所、当千葉支所舗装研究室ならびにチャッターバー施工製作の関係者の方々に多大の御助言と御協力を賜ったことを記し、謝意を表するものである。

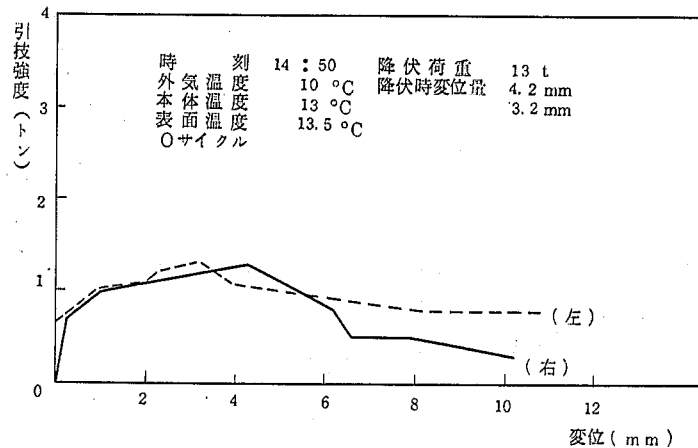
資 料 編

1 変位と引抜強度との関係

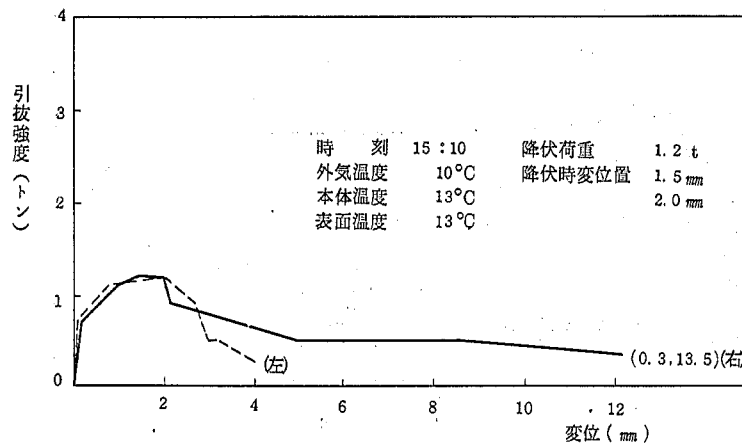
T-1-A №1



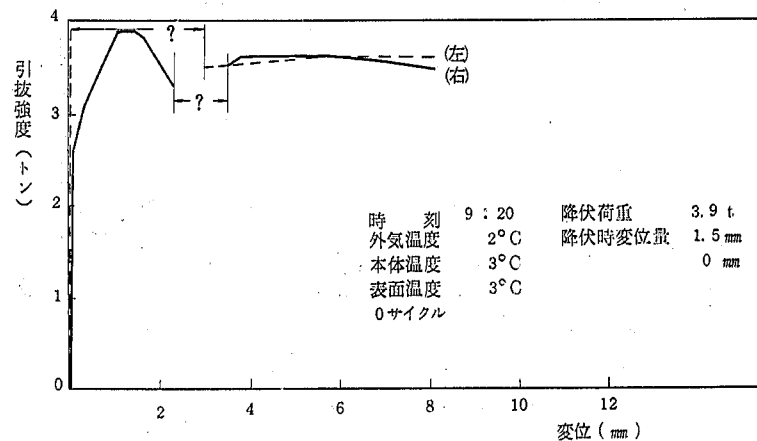
T-1-A №2



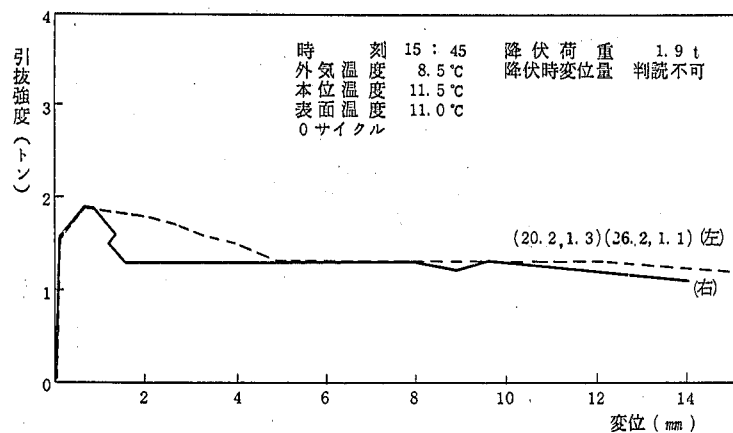
T-1-A №3



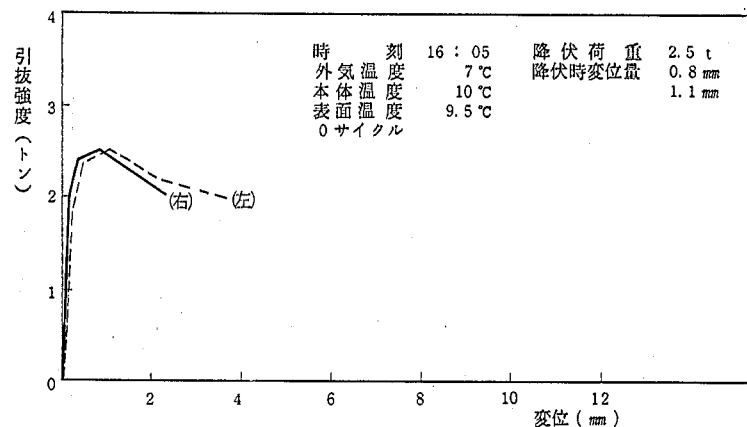
T-1-A №4



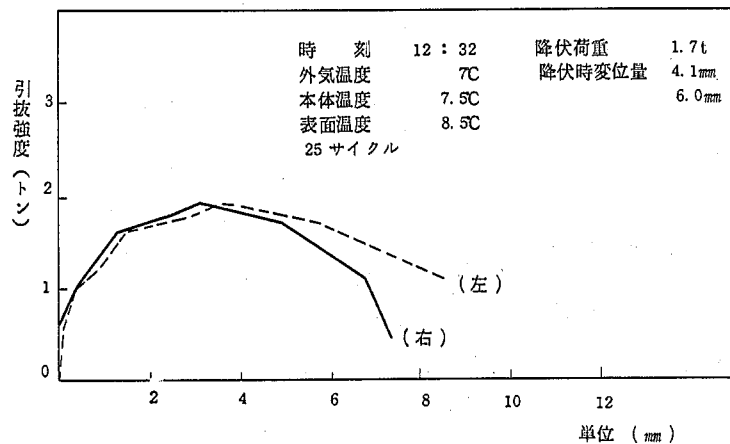
K-1-A № 5



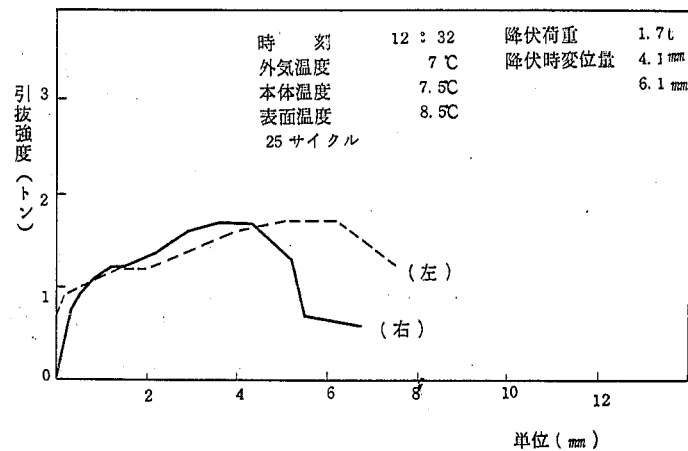
T-1-A № 6



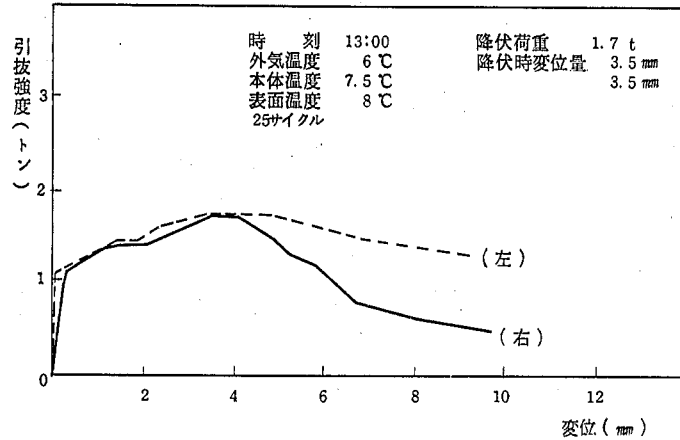
T-1-A № 7



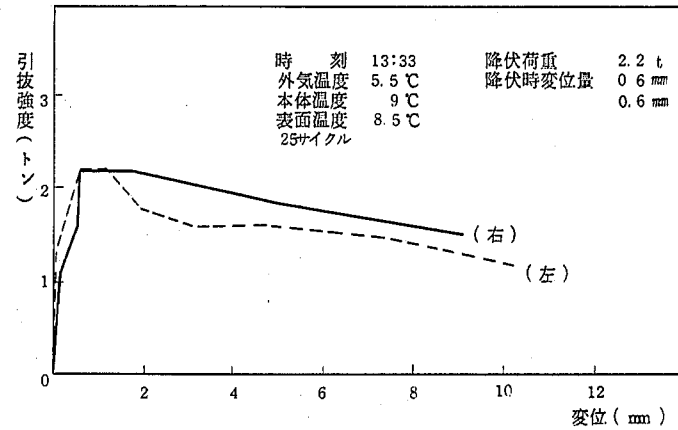
T-1-A № 8



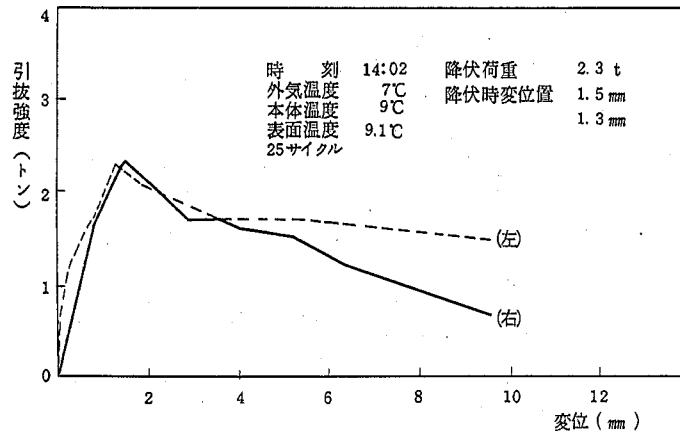
T-1-A №9



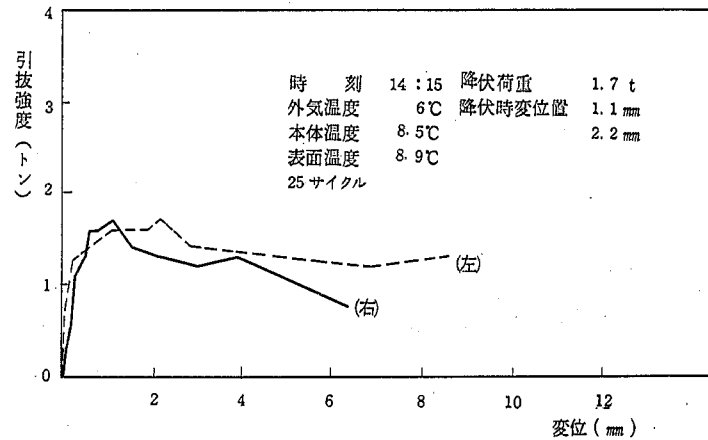
K-1-A №10



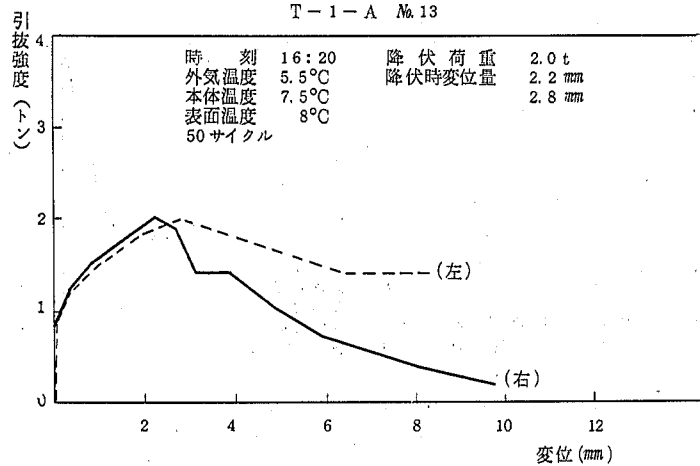
K-1-A №11



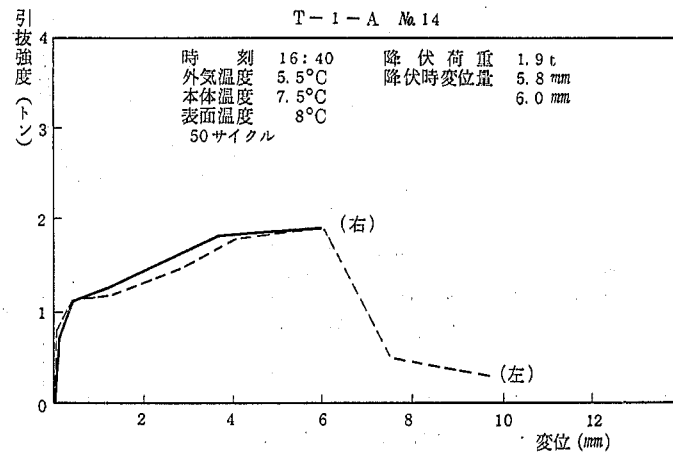
K-1-A №12



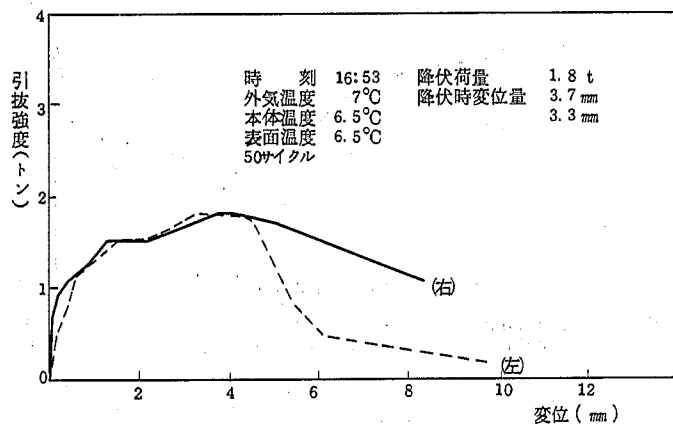
T-1-A №13



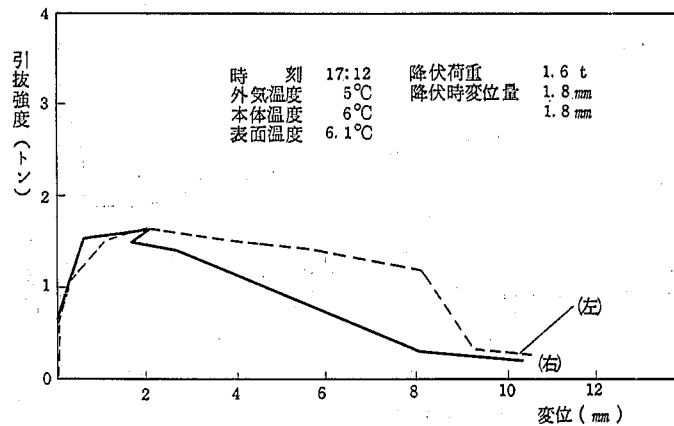
T-1-A №14



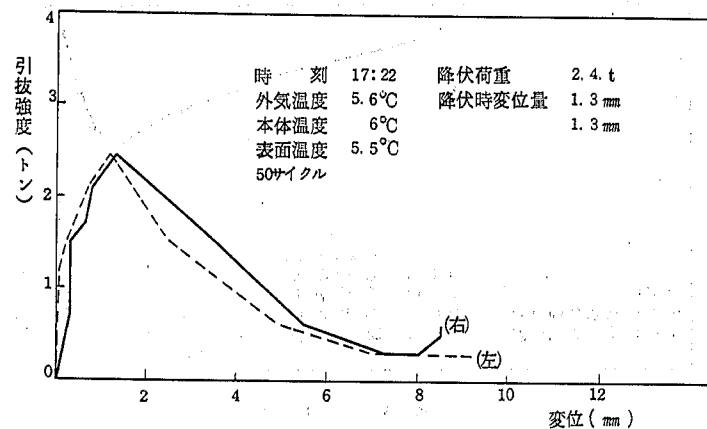
T-1-A №15



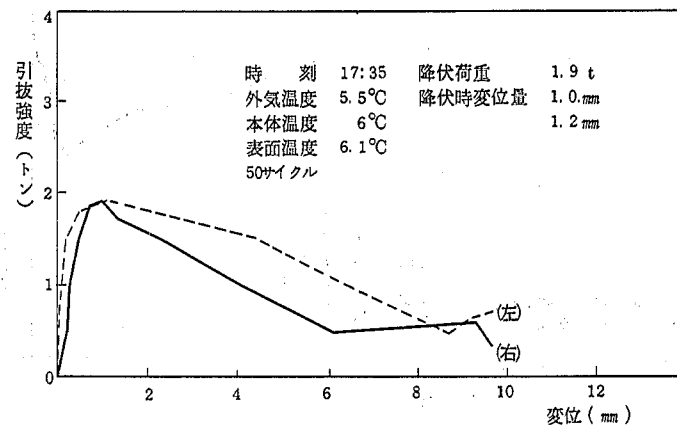
K-1-A №16



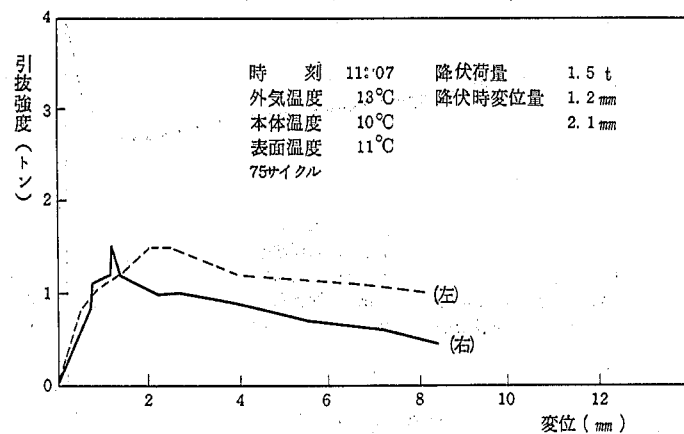
K-1-A №17



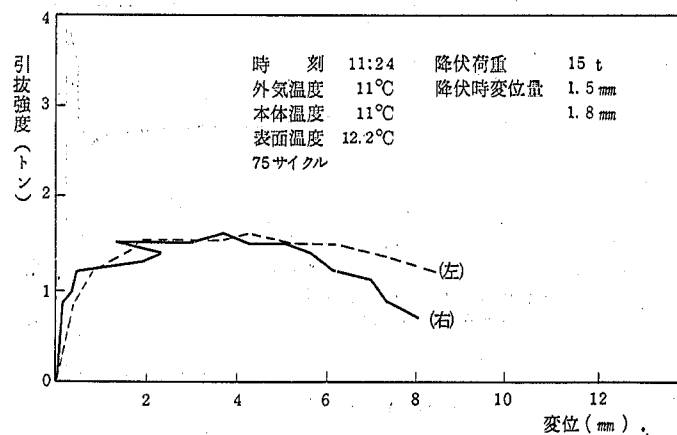
K-1-A №18



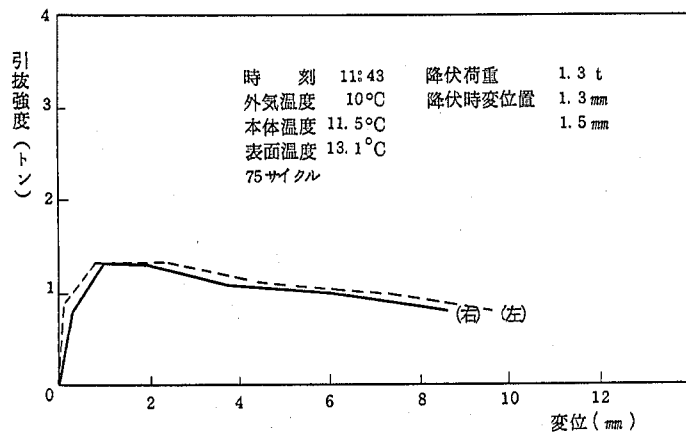
T-1-A №19



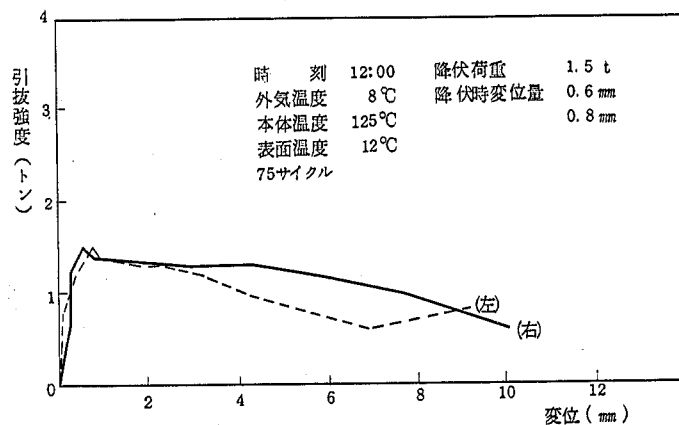
T-1-A №20



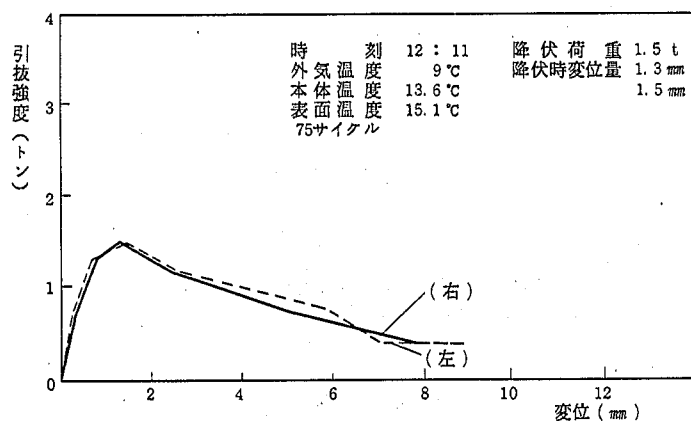
T-1-A №21



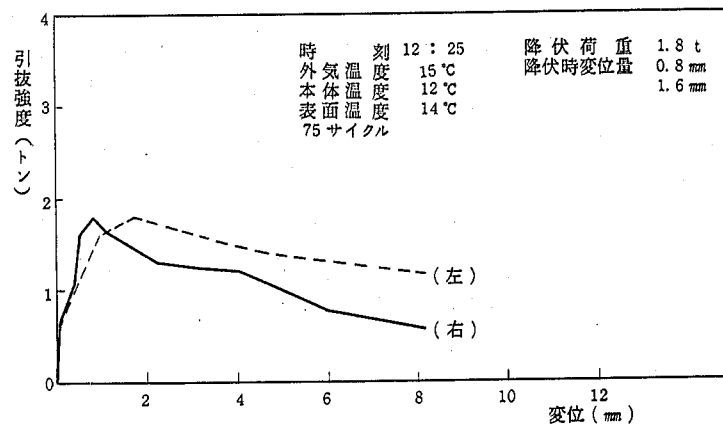
K-1-A №22

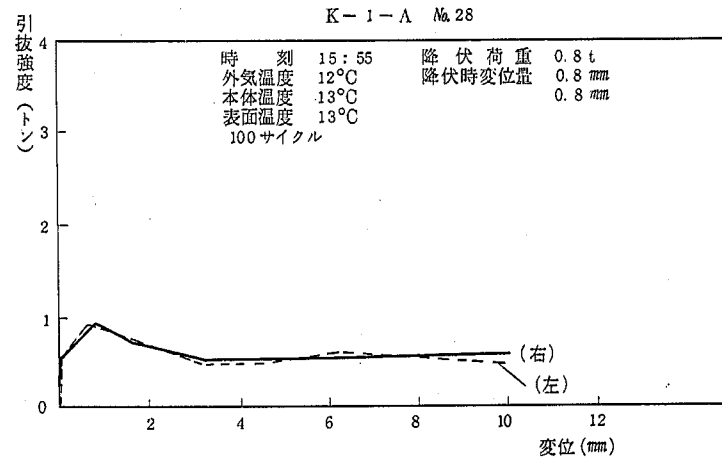
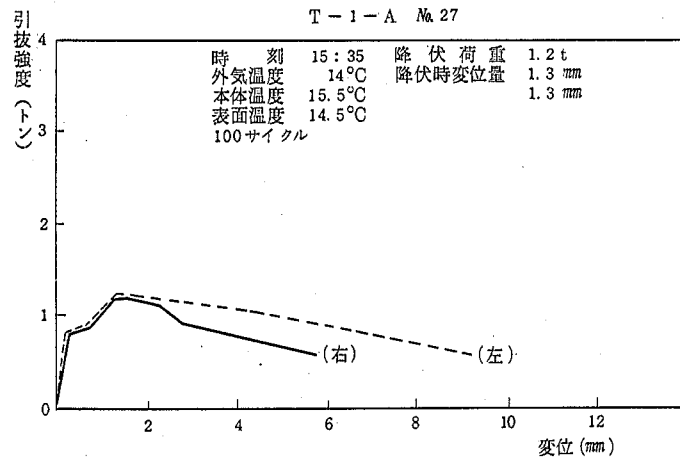
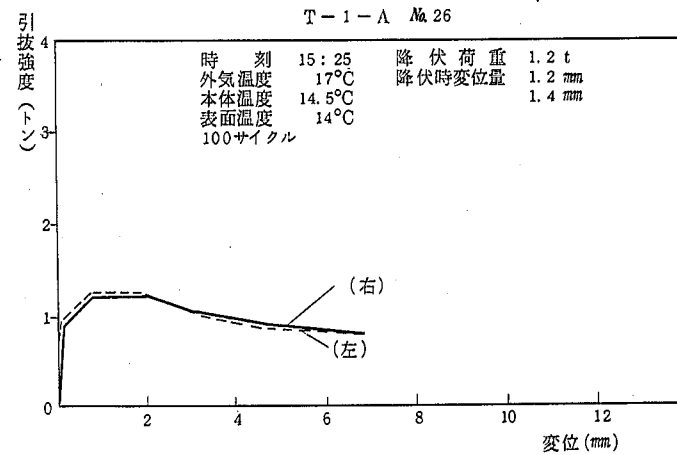
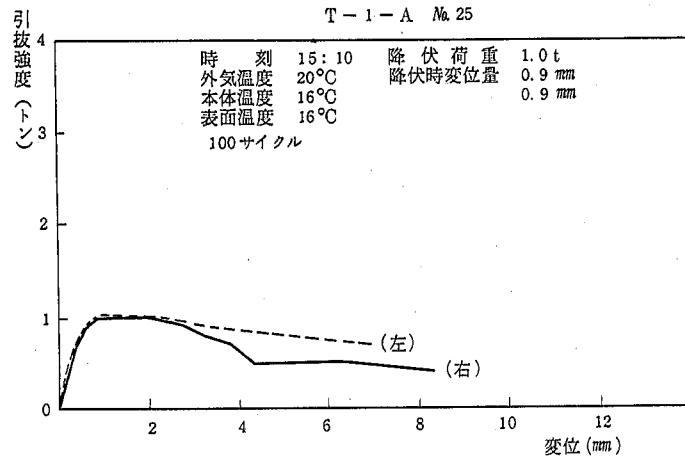


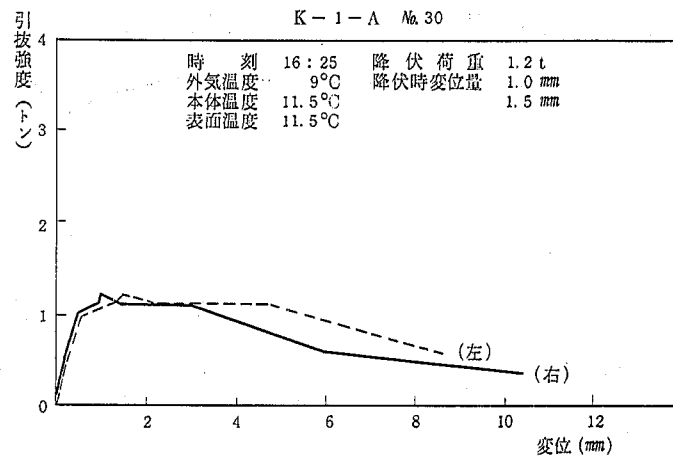
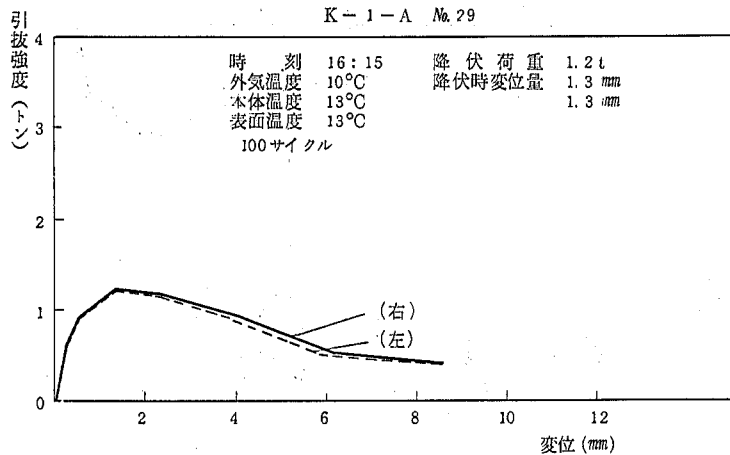
K-1-A №23



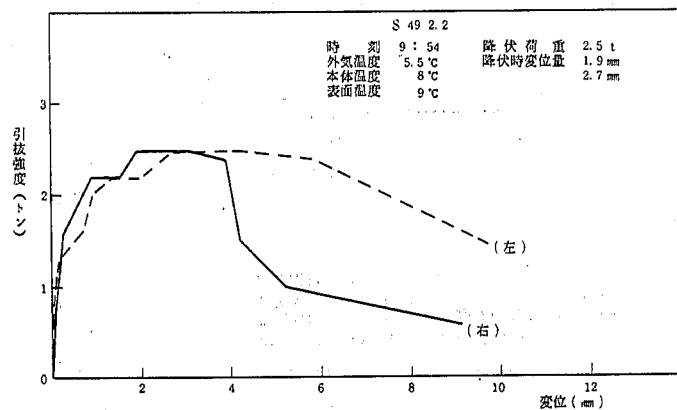
K-1-A №24



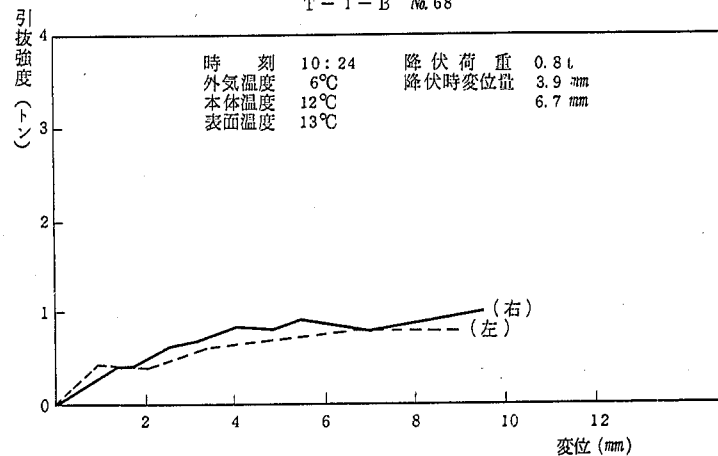




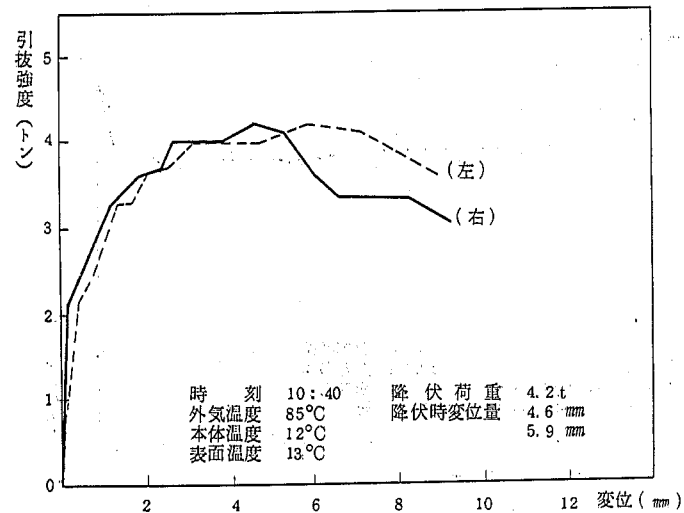
T-1-A № 67



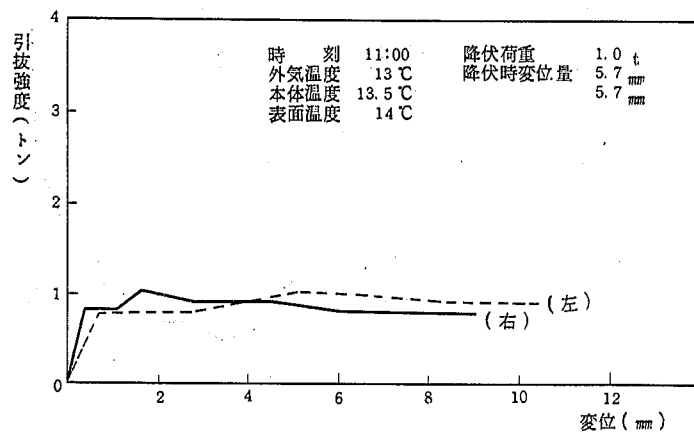
T-1-B № 68



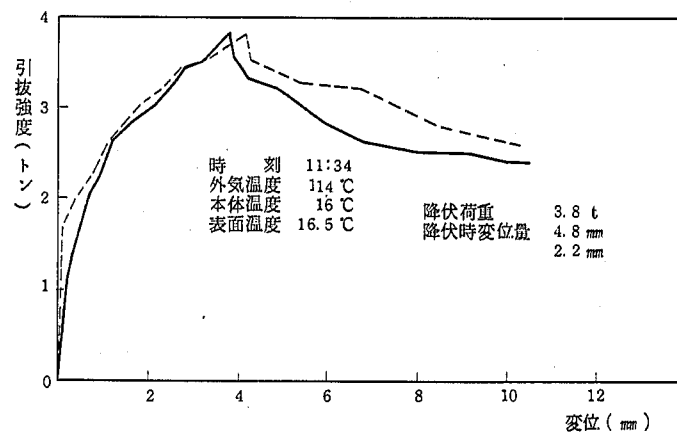
T-1-C № 69



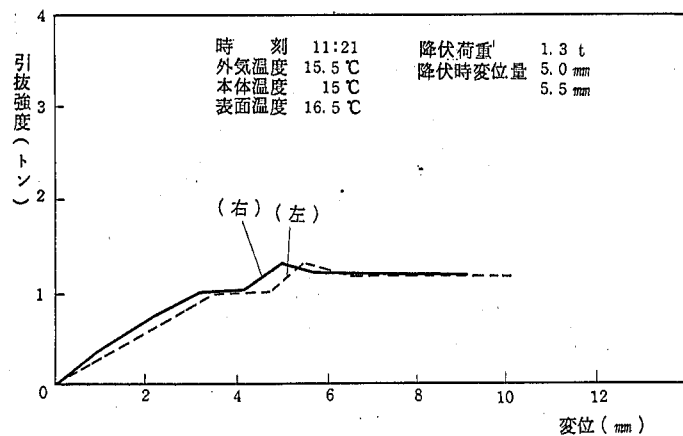
T-2-A №70



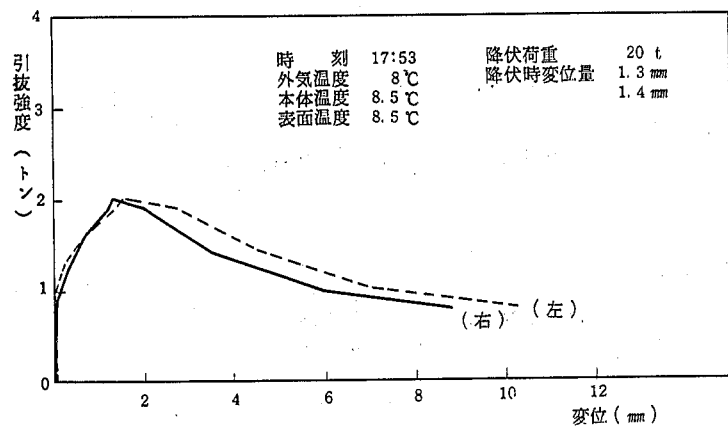
T-2-B №71



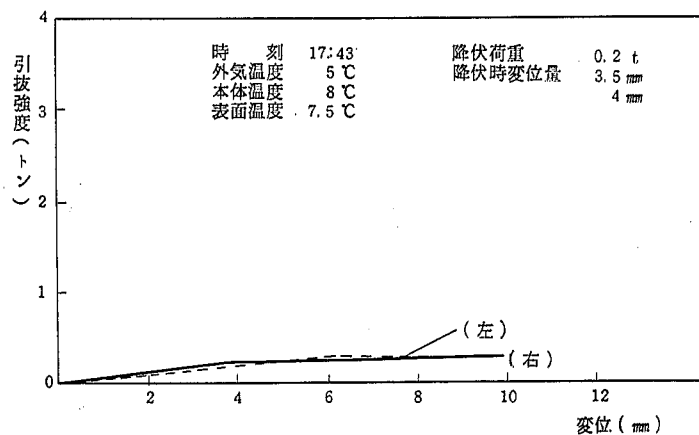
T-2-C №72



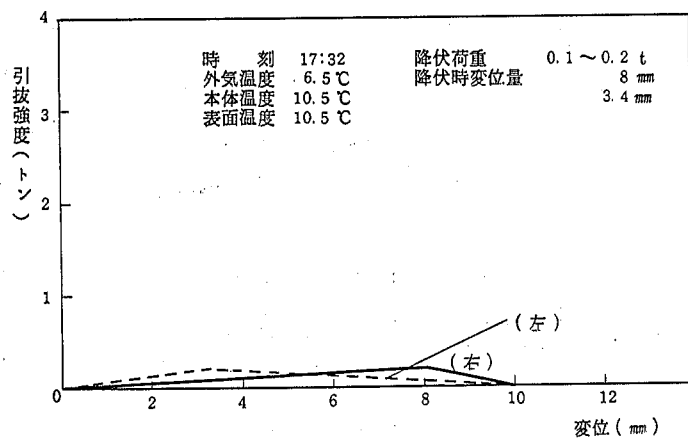
K-1-A № 73



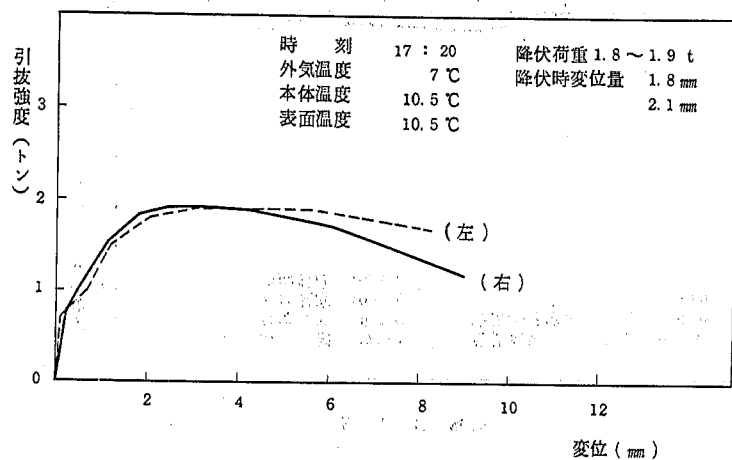
K-1-B № 74



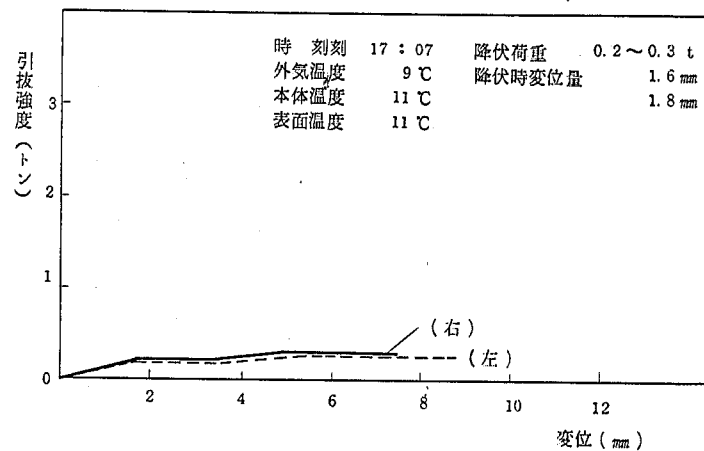
K-1-C № 75



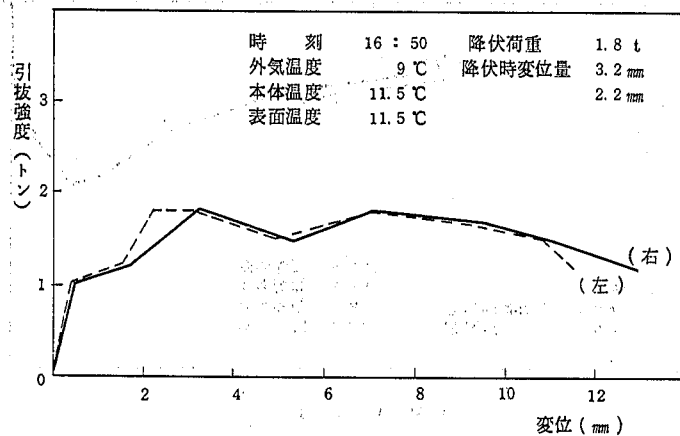
K-2-B № 76



K-2-B № 77

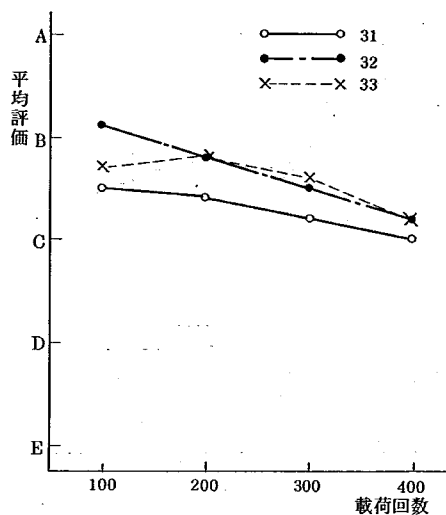


K-2-C № 78

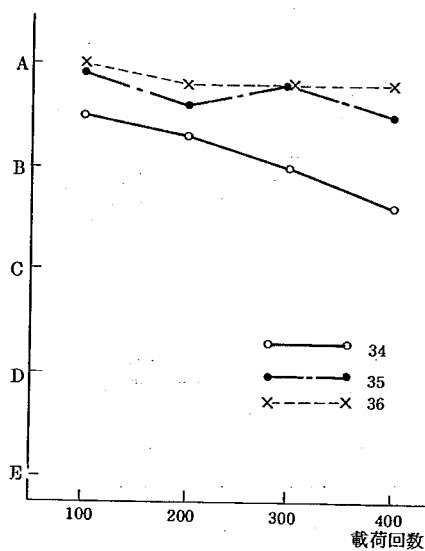


2 載荷回数による評価の変化

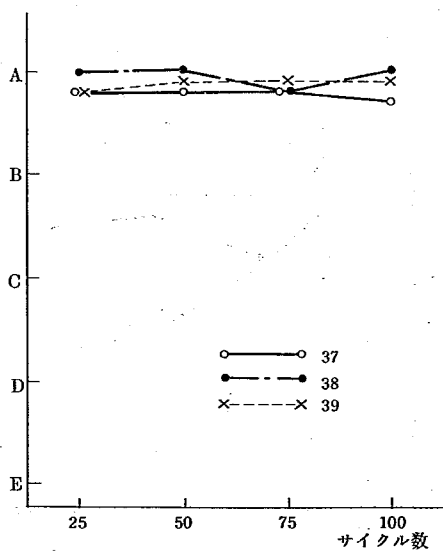
T-1-A



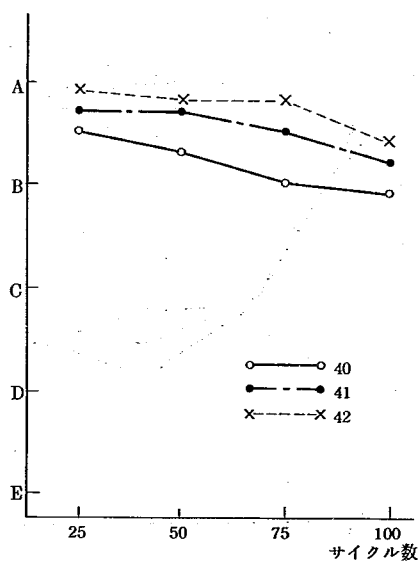
T-2-A



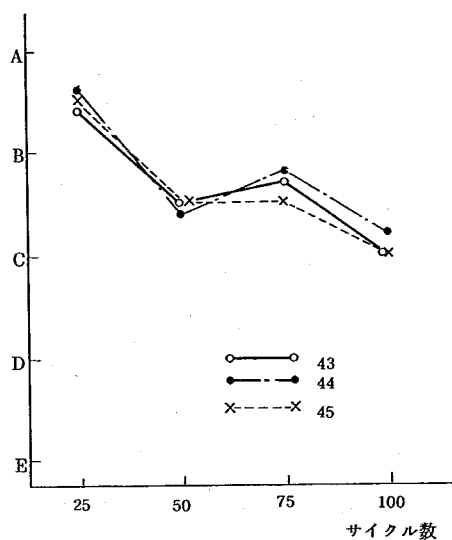
K-1-A



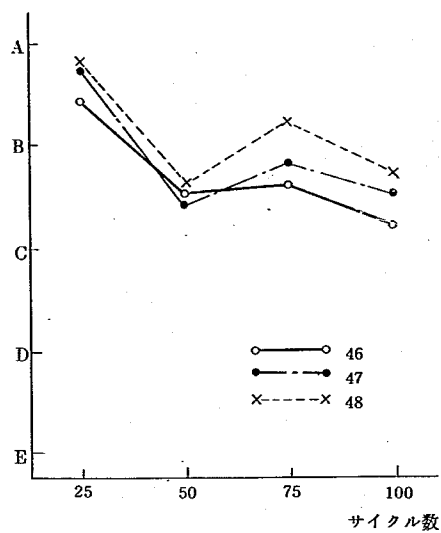
K-2-A



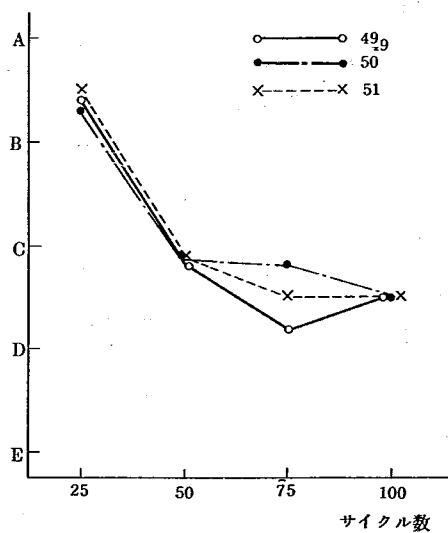
T-1-B



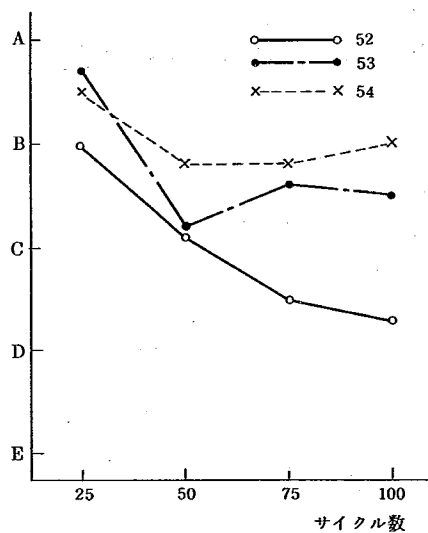
T-2-B



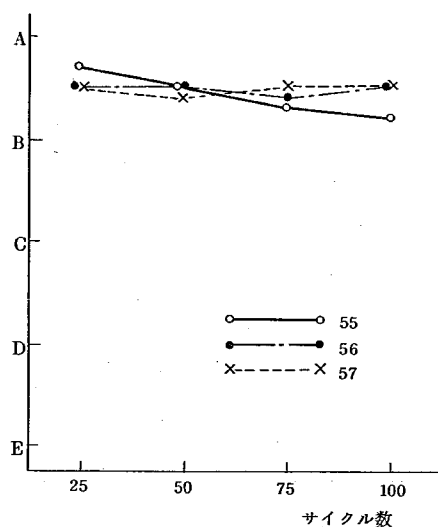
K-1-B



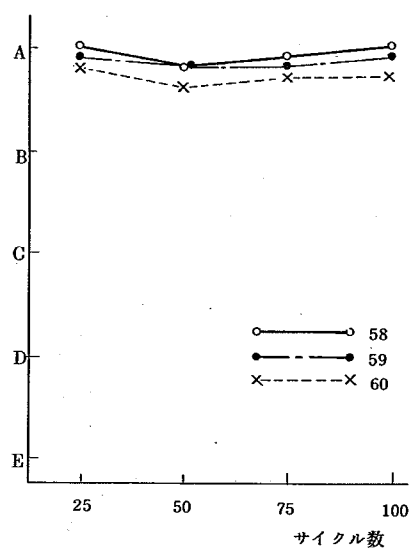
K-2-B



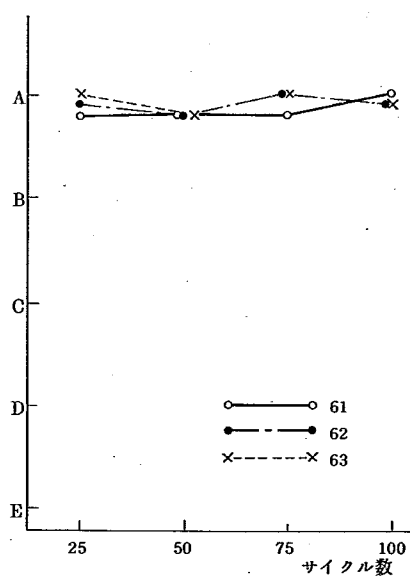
T-1-C



T-2-C



K-1-C



K-2-C

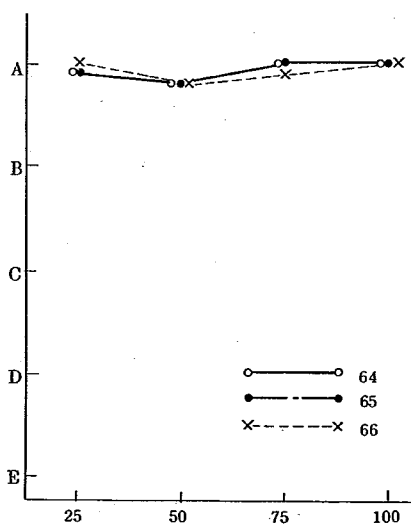
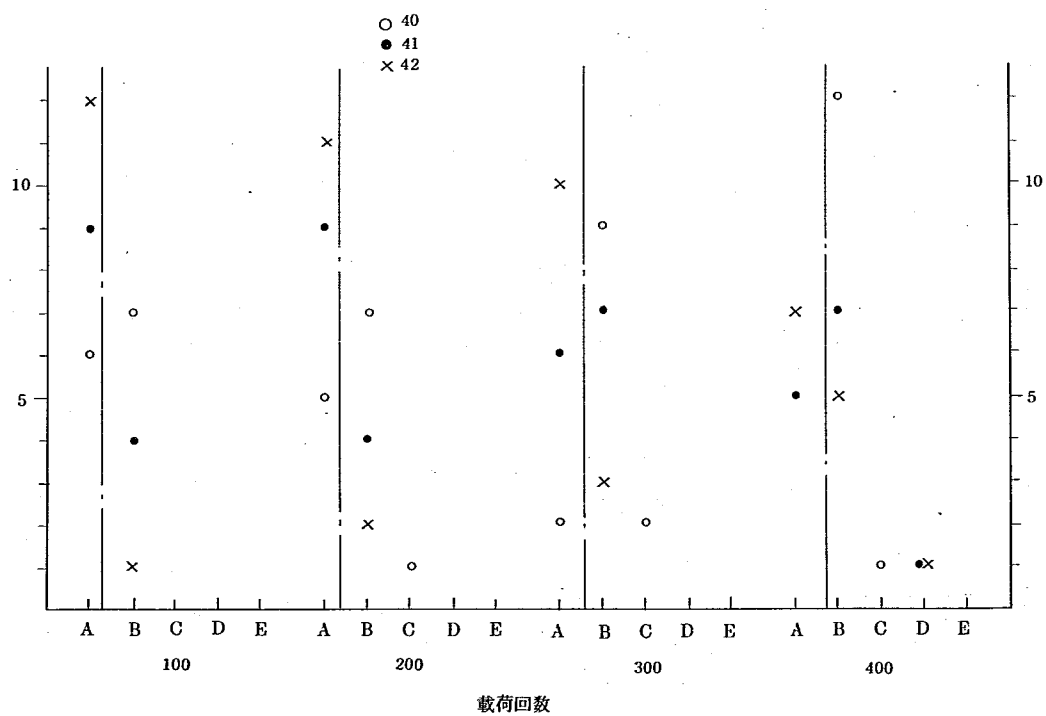
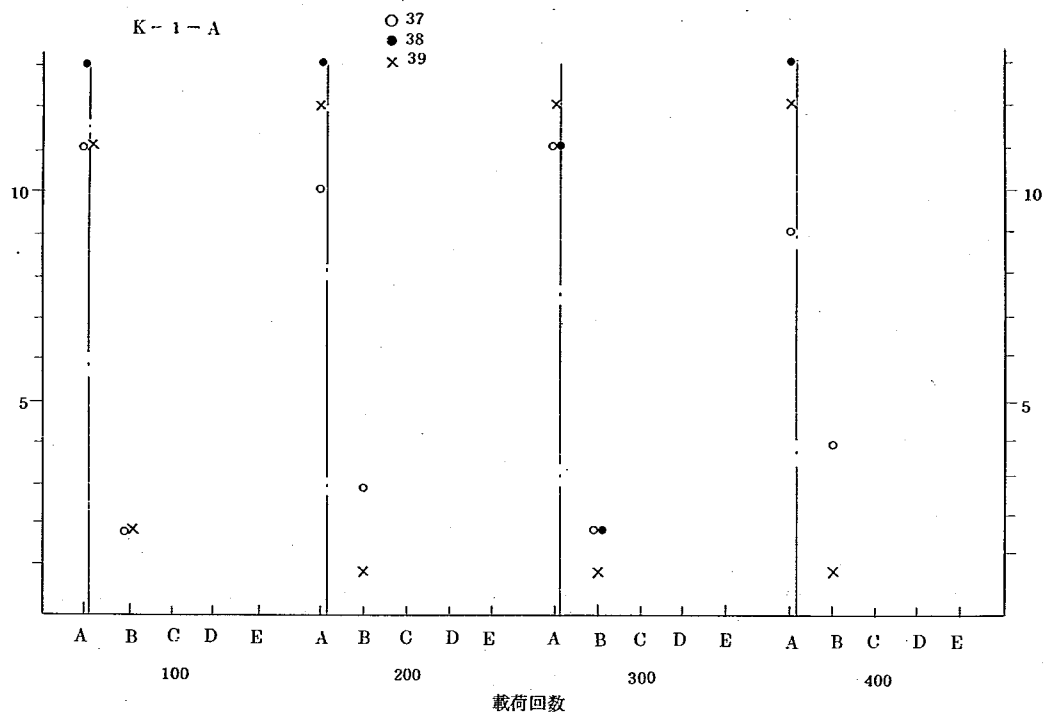
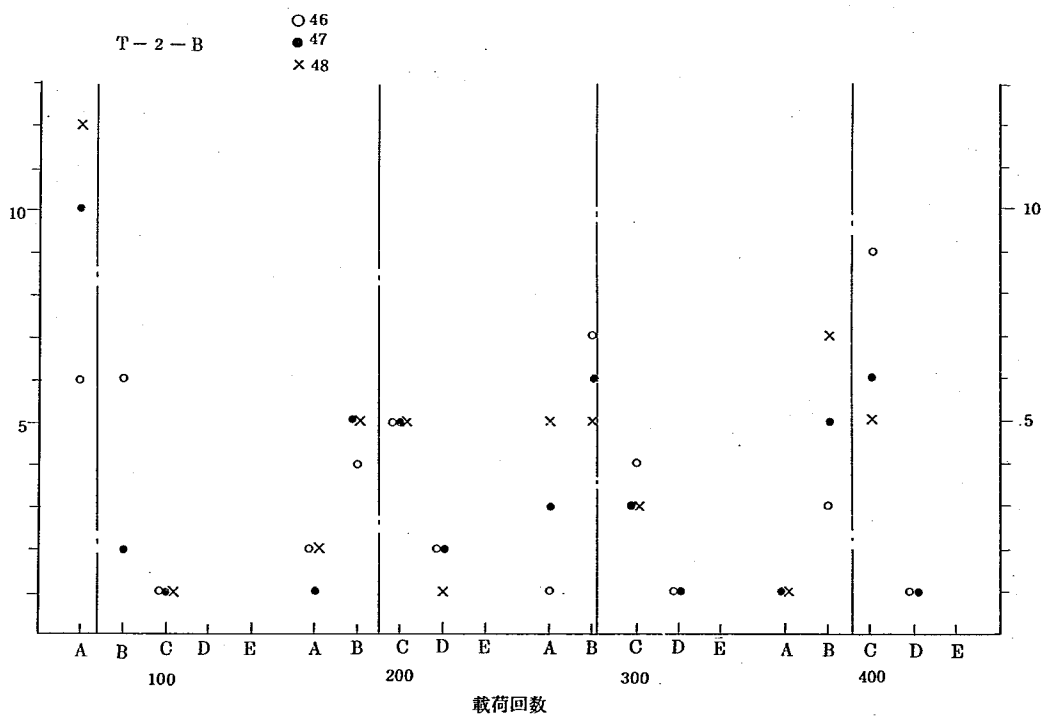
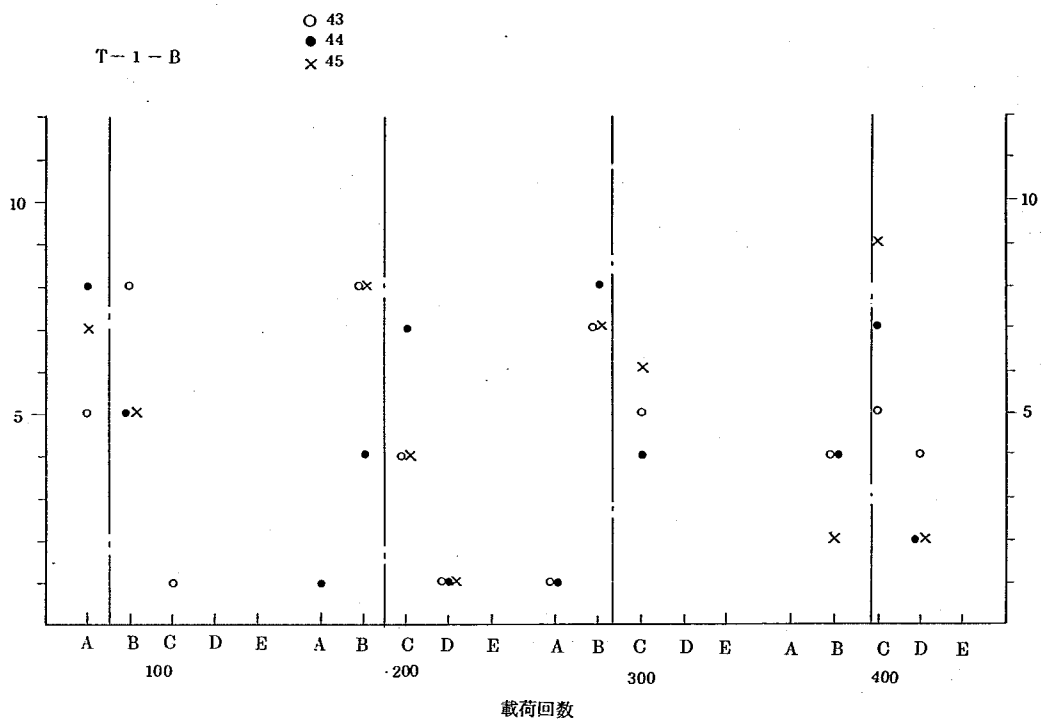


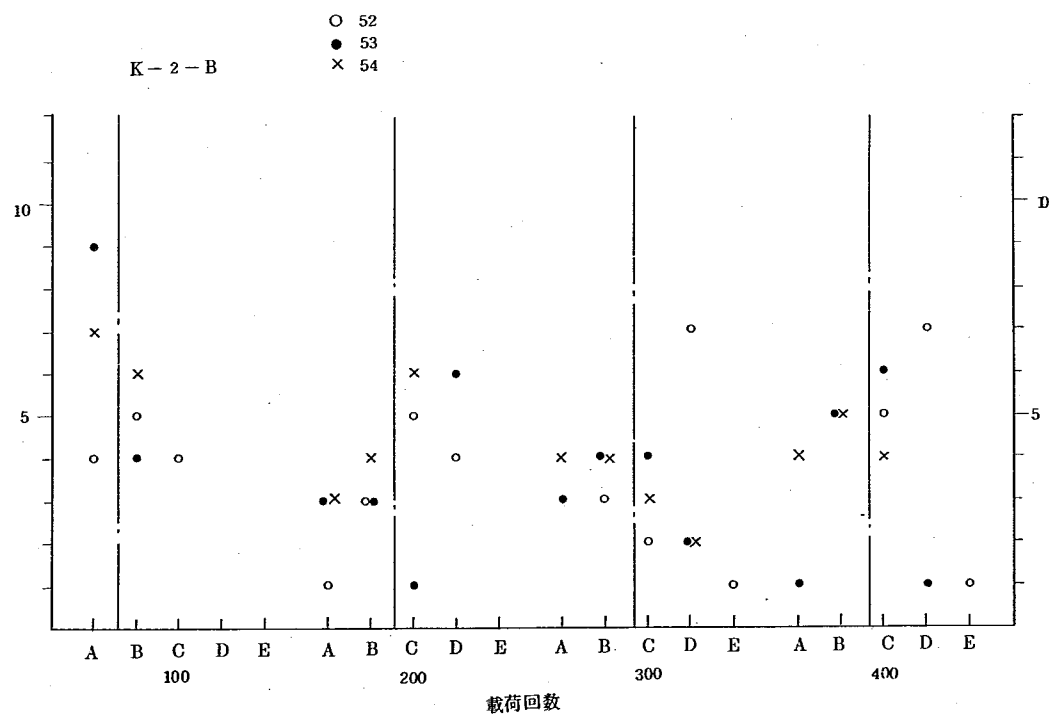
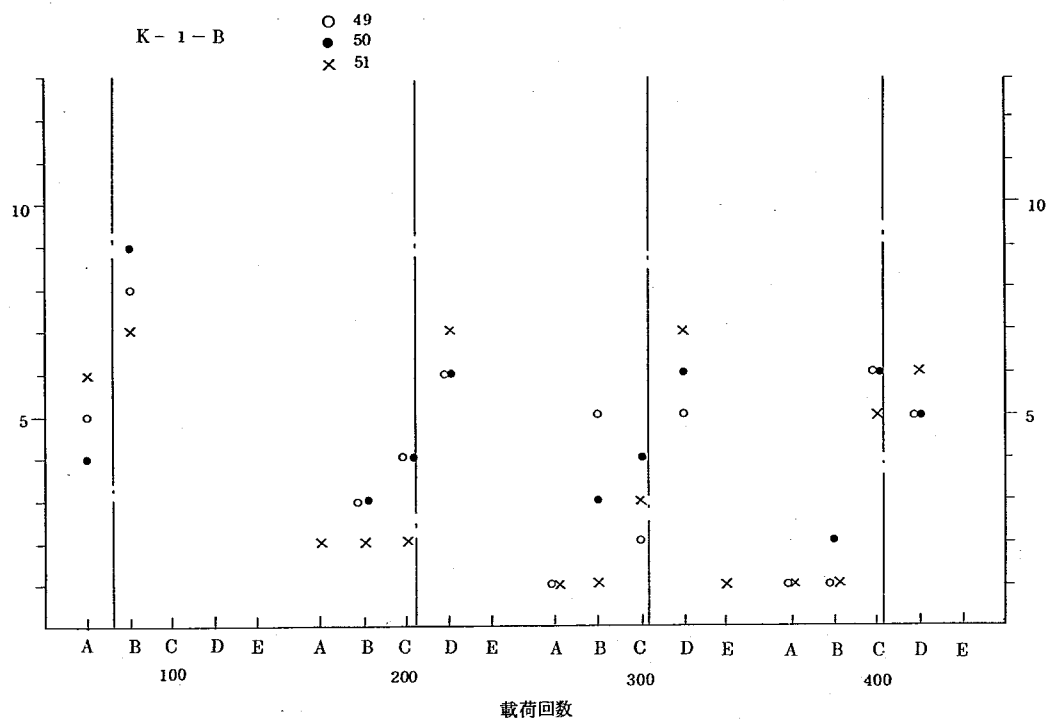
Figure 1 is a line graph showing the relationship between the number of loading cycles (x-axis) and the number of cycles to failure (y-axis) for three different materials (31, 32, 33). The x-axis is labeled '載荷回数' (Loading Cycles) and ranges from 0 to 400. The y-axis is labeled 'T-1-A' and ranges from 0 to 10. Three data series are plotted: 31 (open circles), 32 (filled circles), and 33 (crosses). The graph shows that the number of cycles to failure generally increases with the number of loading cycles, with material 32 showing the highest values and material 33 showing the lowest values.

載荷回数 (Loading Cycles)	材料 31 (Material 31)	材料 32 (Material 32)	材料 33 (Material 33)
100	1.0	1.5	1.0
200	5.0	10.0	8.0
300	5.0	5.0	5.0
400	5.0	5.0	5.0



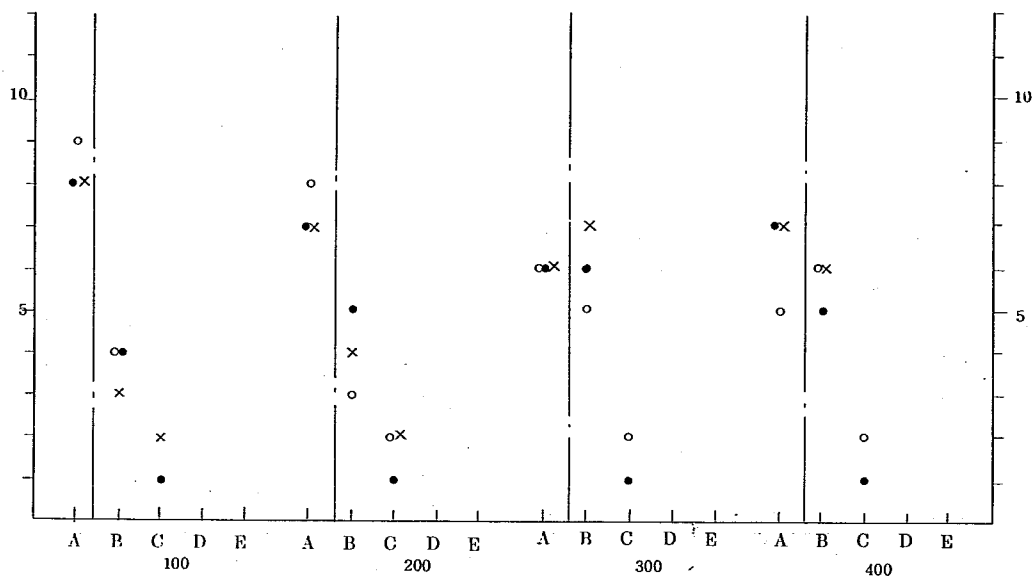






T-1-C

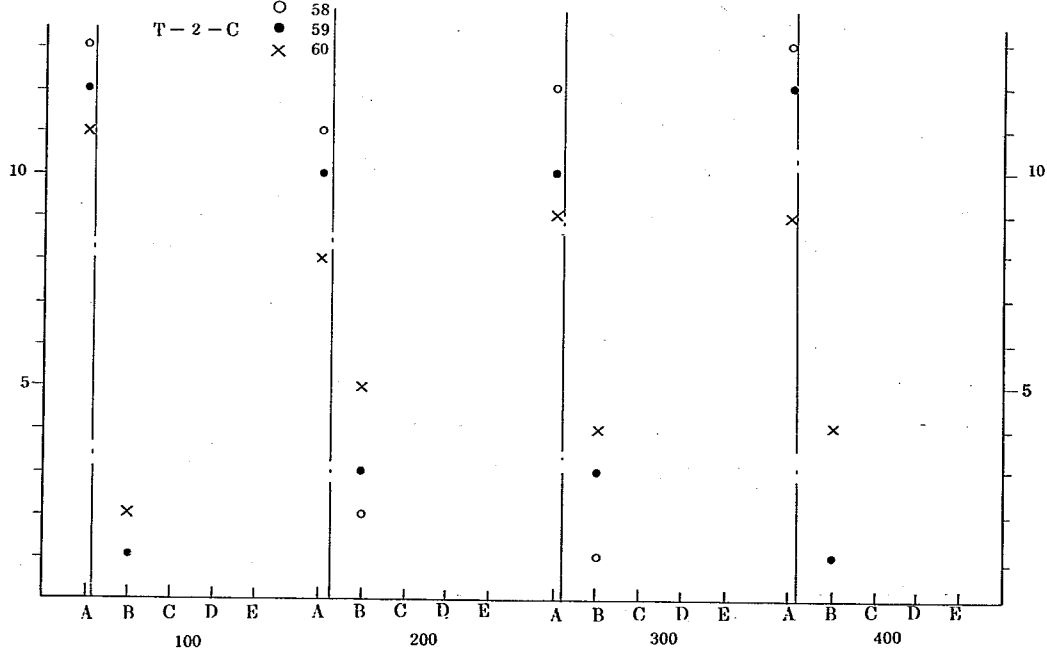
○	55
●	56
×	57



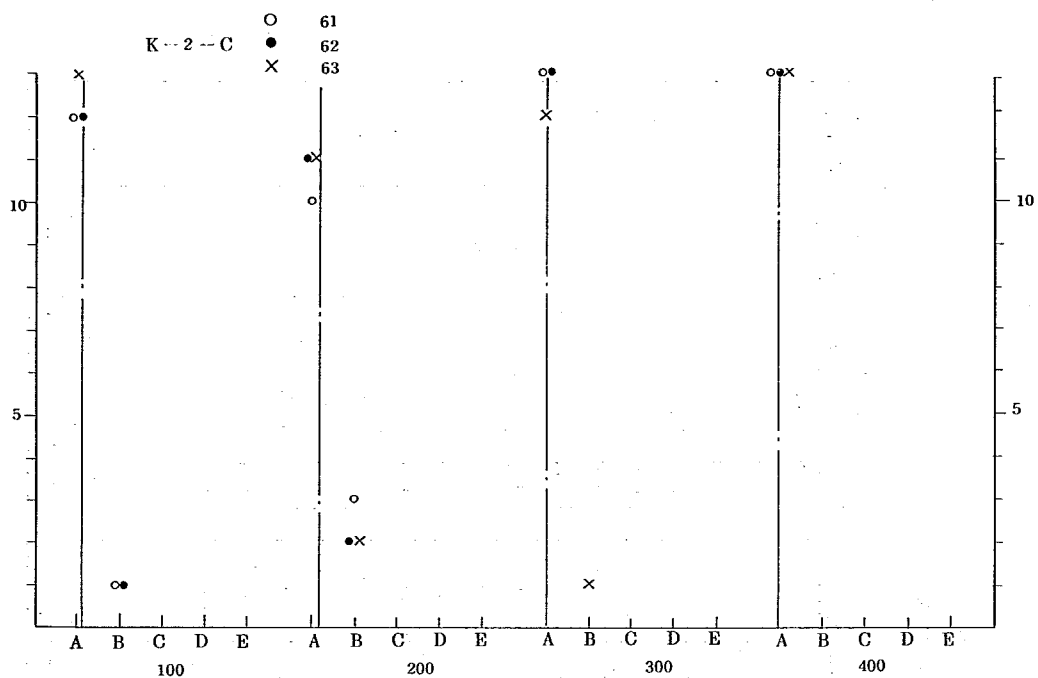
載 荷 回 数

T-2-C

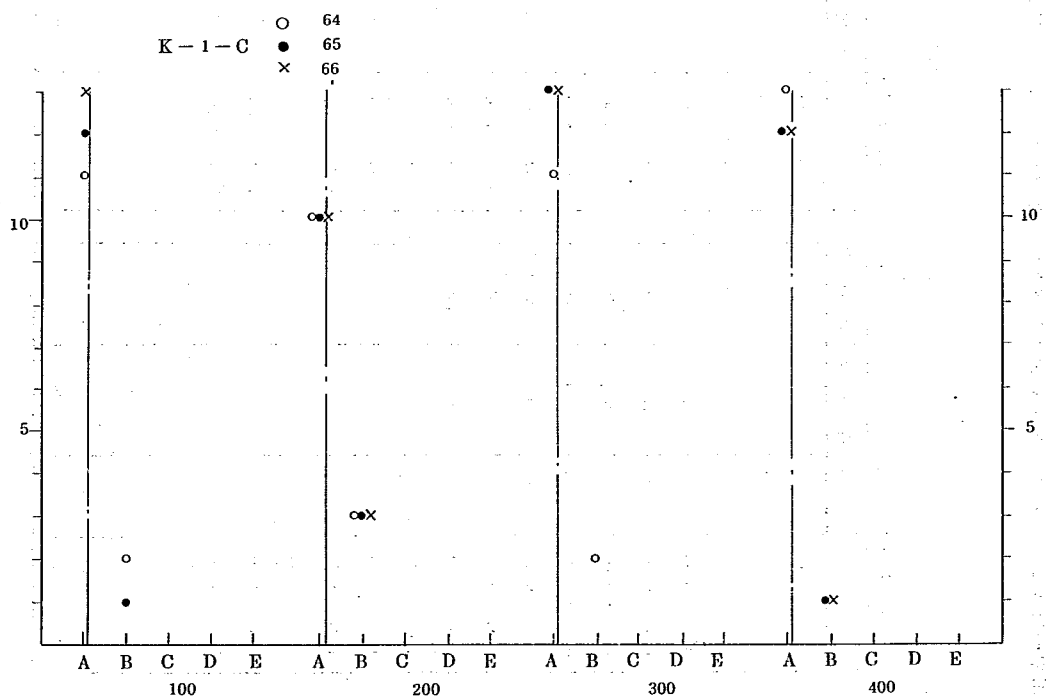
○	58
●	59
×	60



載 荷 回 数



載 荷 回 数



載 荷 回 数

4 乗用車のばね上、ばね下に生ずる上下加速度の度数分布表および分布図

表-4・1 Z_{20} , Z_{40} , Z_{60} の度数分布 (T型)

(乗用車ばね上, 上方向の加速度)

Z_{20} の度数分布

g	頻 度	百 分 率	累加百分率
0.00 - 0.10	0		
0.11 - 0.20	0		
0.21 - 0.30	5	4.3	4.3
0.31 - 0.40	9	7.7	12.0
0.41 - 0.50	20	17.1	29.1
0.51 - 0.60	31	26.4	55.5
0.61 - 0.70	29	24.8	80.3
0.71 - 0.80	17	14.5	94.8
0.81 - 0.90	5	4.3	99.1
0.91 - 1.00	1	0.9	100.0
1.01 - 1.10			
1.11 - 1.20			
1.21 - 1.30			
1.31 - 1.40			
1.41 - 1.50			
1.51 - 1.60			
合 計	117	100 %	

Z_{40} の度数分布

g	頻 度	百 分 率	累加百分率
0.00 - 0.10			
0.11 - 0.20			
0.21 - 0.30			
0.31 - 0.40			
0.41 - 0.50			
0.51 - 0.60	2	1.7	1.7
0.61 - 0.70	8	6.8	8.5
0.71 - 0.80	15	12.8	21.3
0.81 - 0.90	25	21.5	42.8
0.91 - 1.00	20	17.1	59.9
1.01 - 1.10	21	18.0	77.9
1.11 - 1.20	8	6.8	84.7
1.21 - 1.30	10	8.5	93.2
1.31 - 1.40	4	3.4	96.6
1.41 - 1.50	2	1.7	98.3
1.51 - 1.60	2	1.7	100.0
合 計	109	100 %	

Z_{60} の度数分布

g	頻 度	百 分 率	累加百分率
0.00 - 0.10			
0.11 - 0.20			
0.21 - 0.30			
0.31 - 0.40			
0.41 - 0.50	1	2.6	2.6
0.51 - 0.60	5	12.8	15.4
0.61 - 0.70	9	23.1	38.5
0.71 - 0.80	13	33.3	71.8
0.81 - 0.90	5	12.8	84.6
0.91 - 1.00	1	2.6	87.2
1.01 - 1.10	2	5.1	92.3
1.11 - 1.20	3	7.7	100.0
1.21 - 1.30			
1.31 - 1.40			
1.41 - 1.50			
1.51 - 1.60			
合 計	39	100 %	

表-4・2 Z₂₀, Z₄₀, Z₆₀の度数分布 (T型)

(乗用車ばね上, 下方向の加速度)

Z₂₀の度数分布

g	頻 度	百 分 率	累加百分率
0.00 - 0.10			
0.11 - 0.20	4	3.4	3.4
0.21 - 0.30	7	6.0	9.4
0.31 - 0.40	7	6.0	15.4
0.41 - 0.50	10	8.5	23.9
0.51 - 0.60	10	8.5	32.4
0.61 - 0.70	12	10.3	42.7
0.71 - 0.80	15	12.9	55.6
0.81 - 0.90	22	18.8	74.4
0.91 - 1.00	22	18.8	93.2
1.01 - 1.10	6	5.1	98.3
1.11 - 1.20	2	1.7	100.0
合 計	117	100 %	

Z₄₀の度数分布

g	頻 度	百 分 率	累加百分率
0.00 - 0.10			
0.11 - 0.20			
0.21 - 0.30			
0.31 - 0.40			
0.41 - 0.50			
0.51 - 0.60			
0.61 - 0.70	4	3.4	3.4
0.71 - 0.80	15	12.8	16.2
0.81 - 0.90	18	15.4	31.6
0.91 - 1.00	19	16.2	47.8
1.01 - 1.10	23	19.6	67.4
1.11 - 1.20	20	17.1	84.5
1.21 - 1.30	9	7.7	92.2
1.31 - 1.40	4	3.4	95.6
1.41 - 1.50	2	1.7	97.3
1.51 - 1.60	1	0.9	98.2
1.61 - 1.70	0	0	98.2
1.71 - 1.80	1	0.9	99.1
1.81 - 1.90	1	0.9	100.0
合 計	117	100 %	

Z₆₀の度数分布

g	頻 度	百 分 率	累加百分率
0.00 - 0.10			
0.11 - 0.20			
0.21 - 0.30			
0.31 - 0.40			
0.41 - 0.50	1	2.6	2.6
0.51 - 0.60	2	5.1	7.7
0.61 - 0.70	6	15.4	23.1
0.71 - 0.80	10	25.7	48.8
0.81 - 0.90	7	17.9	66.7
0.91 - 1.00	5	12.8	79.5
1.01 - 1.10	2	5.1	84.6
1.11 - 1.20	2	5.1	89.7
1.21 - 1.30	3	7.7	97.4
1.31 - 1.40	1	2.6	100.0
合 計	39	100 %	

表-4・3 Z_{20} , Z_{40} , Z_{60} の度数分布 (K型)

(乗用車ばね上, 上方向の加速度)

 Z_{20} の度数分布

g	頻 度	百 分 率	累加百分率
0.00 - 0.10			
0.11 - 0.20	3	2.5	2.5
0.21 - 0.30	9	7.7	10.2
0.31 - 0.40	24	20.5	30.7
0.41 - 0.50	37	31.7	62.4
0.51 - 0.60	28	23.9	86.3
0.61 - 0.70	12	10.3	96.6
0.71 - 0.80	3	2.5	99.1
0.81 - 0.90	1	0.9	100.0
0.91 - 1.00			
合 計	117	100 %	

 Z_{40} の度数分布

g	頻 度	百 分 率	累加百分率
0.00 - 0.10			
0.11 - 0.20	1	0.9	0.9
0.21 - 0.30	0	0.0	0.9
0.31 - 0.40	6	5.1	6.0
0.41 - 0.50	15	12.8	18.8
0.51 - 0.60	21	17.9	36.7
0.61 - 0.70	18	15.4	52.1
0.71 - 0.80	19	16.2	68.3
0.81 - 0.90	8	6.8	75.1
0.91 - 1.00	12	10.3	85.4
1.01 - 1.10	9	7.7	93.1
1.11 - 1.20	5	4.3	97.4
1.21 - 1.30	2	1.7	99.1
1.31 - 1.40	1	0.9	100.0
1.41 - 1.50			
1.51 - 1.60			
合 計	117	100 %	

 Z_{60} の度数分布

g	頻 度	百 分 率	累加百分率
0.00 - 0.10			
0.11 - 0.20			
0.21 - 0.30			
0.31 - 0.40	1	2.5	2.5
0.41 - 0.50	11	28.2	30.8
0.51 - 0.60	6	15.4	46.2
0.61 - 0.70	9	23.1	69.3
0.71 - 0.80	5	12.8	82.1
0.81 - 0.90	2	5.1	87.2
0.91 - 1.00	0	0.0	87.2
1.01 - 1.10	2	5.1	92.3
1.11 - 1.20	3	7.7	100.0
1.21 - 1.30			
1.31 - 1.40			
1.41 - 1.50			
1.51 - 1.60			
合 計	39	100 %	

表-4・4 Z_{20} , Z_{40} , Z_{60} の度数分布 (K型)

(乗用車ばね上, 下方向の加速度)

 Z_{20} の度数分布

g	頻 度	百 分 率	累加百分率
0.00 - 0.10	3	2.6	2.6
0.11 - 0.20	7	6.0	8.6
0.21 - 0.30	7	6.0	14.6
0.31 - 0.40	10	8.5	23.1
0.41 - 0.50	10	8.5	31.6
0.51 - 0.60	17	14.5	46.1
0.61 - 0.70	15	12.8	58.9
0.71 - 0.80	16	13.7	72.6
0.81 - 0.90	14	12.0	84.6
0.91 - 1.00	16	13.7	98.3
1.01 - 1.10	2	1.7	100.0
1.11 - 1.20			
1.21 - 1.30			
1.31 - 1.40			
1.41 - 1.50			
1.51 - 1.60			
合 計	117	100 %	

 Z_{40} の度数分布

g	頻 度	百 分 率	累加百分率
0.00 - 0.10			
0.11 - 0.20			
0.21 - 0.30			
0.31 - 0.40	3	2.6	2.6
0.41 - 0.50	14	12.0	14.6
0.51 - 0.60	18	15.3	29.9
0.61 - 0.70	16	13.7	43.6
0.71 - 0.80	23	19.6	63.2
0.81 - 0.90	14	12.0	75.2
0.91 - 1.00	13	11.0	86.2
1.01 - 1.10	7	6.0	92.2
1.11 - 1.20	3	2.6	94.8
1.21 - 1.30	3	2.6	97.4
1.31 - 1.40	2	1.7	99.1
1.41 - 1.50	0	0	99.1
1.51 - 1.60	1	0.9	100.0
合 計	117	100 %	

 Z_{60} の度数分布

g	頻 度	百 分 率	累加百分率
0.00 - 0.10			
0.11 - 0.20			
0.21 - 0.30	1	2.6	2.6
0.31 - 0.40	1	2.6	5.2
0.41 - 0.50	6	15.4	20.6
0.51 - 0.60	7	17.9	38.5
0.61 - 0.70	6	15.4	53.9
0.71 - 0.80	7	17.9	71.8
0.81 - 0.90	6	15.4	87.2
0.91 - 1.00	1	2.5	89.7
1.01 - 1.10	2	5.1	94.8
1.11 - 1.20	1	2.6	97.4
1.21 - 1.30	1	2.6	100.0
1.31 - 1.40			
1.41 - 1.50			
1.51 - 1.60			
合 計	39	100 %	

表-4・5 Z_{20} , Z_{40} , Z_{60} の度数分布 (T型)
(乗用車ばね下, 上方向の加速度)

Z_{20} の度数分布

g	頻 度	百 分 率	累加百分率
0.00 - 0.50			
0.51 - 1.00			
1.01 - 1.50	1	0.9	0.9
1.51 - 2.00	1	0.9	1.8
2.01 - 2.50	1	0.9	2.7
2.51 - 3.00	2	1.7	4.4
3.01 - 3.50	2	1.7	6.1
3.51 - 4.00	4	3.4	9.5
4.01 - 4.50	1	0.9	10.4
4.51 - 5.00	0	0	0
5.01 - 5.50	4	3.4	13.8
5.51 - 6.00	11	9.4	23.1
6.01 - 6.50	35	29.9	53.0
6.51 - 7.00	55	47.0	100.0
合 計	117	100 %	

Z_{40} の度数分布

g	頻 度	百 分 率	累加百分率
0.00 - 0.50			
0.51 - 1.00			
1.01 - 1.50			
1.51 - 2.00			
2.01 - 2.50			
2.51 - 3.00			
3.01 - 3.50			
3.51 - 4.00			
4.01 - 4.50			
4.51 - 5.00			
5.01 - 5.50			
5.51 - 6.00			
6.01 - 6.50			
6.51 - 7.00	1	0.9	0.9
7.01 - 7.50	15	12.8	13.7
7.51 - 8.00	101	86.3	100.0
合 計	117	100 %	

Z_{60} の度数分布

g	頻 度	百 分 率	累加百分率
0.00 - 0.50			
0.51 - 1.00			
1.01 - 1.50			
1.51 - 2.00			
2.01 - 2.50			
2.51 - 3.00			
3.01 - 3.50			
3.51 - 4.00			
4.01 - 4.50			
4.51 - 5.00			
5.01 - 5.50			
5.51 - 6.00			
6.01 - 6.50			
6.51 - 7.00	12	30.8	30.8
7.01 - 7.50	25	64.1	94.9
7.51 - 8.00	2	5.1	100.0
合 計	39	100 %	

表-4・6 Z_{20} , Z_{40} , Z_{60} の度数分布 (T型)

(乗用車ばね下、下方向の加速度)

Z_{20} の度数分布

ξ	頻 度	百 分 率	累加百分率
0.00 - 0.50			
0.51 - 1.00			
1.01 - 1.50			
1.51 - 2.00	2	1.7	1.7
2.01 - 2.50	2	1.7	3.4
2.51 - 3.00	3	2.6	6.0
3.01 - 3.50	3	2.6	8.6
3.51 - 4.00	3	2.6	11.2
4.01 - 4.50	4	3.4	14.6
4.51 - 5.00	4	3.4	18.0
5.01 - 5.50	1	0.9	18.9
5.51 - 6.00	94	80.3	99.2
6.01 - 6.50	1	0.8	100.0
6.51 - 7.00			
合 計	117	100 %	

Z_{40} の度数分布

ξ	頻 度	百 分 率	累加百分率
0.00 - 0.50			
0.51 - 1.00			
1.01 - 1.50			
1.51 - 2.00			
2.01 - 2.50			
2.51 - 3.00			
3.01 - 3.50			
3.51 - 4.00			
4.01 - 4.50	4	3.4	3.4
4.51 - 5.00	6	5.2	8.6
5.01 - 5.50	12	10.3	18.9
5.51 - 6.00	13	11.1	30.0
6.01 - 6.50	41	35	65.0
6.51 - 7.00	41	35	100.0
合 計	117	100 %	

Z_{60} の度数分布

ξ	頻 度	百 分 率	累加百分率
0.00 - 0.50			
0.51 - 1.00			
1.01 - 1.50			
1.51 - 2.00			
2.01 - 2.50			
2.51 - 3.00	2	5.2	5.2
3.01 - 3.50	5	12.8	18.0
3.51 - 4.00	9	23.0	41.0
4.01 - 4.50	7	17.9	58.9
4.51 - 5.00	14	35.9	94.8
5.01 - 5.50	2	5.2	100.0
5.51 - 6.00			
6.01 - 6.50			
6.51 - 7.00			
合 計	39	100 %	

表-4・7 Z_{20} , Z_{40} , Z_{60} の度数分布 (K型)

(乗用車ばね下, 上方向の加速度)

Z_{20} の度数分布

g	頻 度	百 分 率	累加百分率
0.00 - 0.50			
0.51 - 1.00			
1.01 - 1.50	3	2.5	2.5
1.51 - 2.00	0	0	2.5
2.01 - 2.50	6	5.1	7.6
2.51 - 3.00	5	4.3	11.9
3.01 - 3.50	12	10.3	22.2
3.51 - 4.00	7	6.0	28.2
4.01 - 4.50	8	6.8	35.0
4.51 - 5.00	19	16.2	51.2
5.01 - 5.50	27	23.1	74.3
5.51 - 6.00	25	21.4	95.7
6.01 - 6.50	5	4.3	100.0
6.51 - 7.00			
7.01 - 7.50			
7.51 - 8.00			
合 計	117	100 %	

Z_{40} の度数分布

g	頻 度	百 分 率	累加百分率
0.00 - 0.50			
0.51 - 1.00			
1.01 - 1.50			
1.51 - 2.00			
2.01 - 2.50			
2.51 - 3.00			
3.01 - 3.50			
3.51 - 4.00			
4.01 - 4.50			
4.51 - 5.00			
5.01 - 5.50			
5.51 - 6.00	7	6.0	6
6.01 - 6.50	2	1.7	7.7
6.51 - 7.00	28	23.9	31.6
7.01 - 7.50	42	35.9	67.5
7.51 - 8.00	38	32.5	100.0
合 計	117	100 %	

Z_{60} の度数分布

g	頻 度	百 分 率	累加百分率
0.00 - 0.50			
0.51 - 1.00			
1.01 - 1.50			
1.51 - 2.00			
2.01 - 2.50			
2.51 - 3.00			
3.01 - 3.50			
3.51 - 4.00			
4.01 - 4.50			
4.51 - 5.00			
5.01 - 5.50	1	2.6	2.6
5.51 - 6.00	8	20.5	23.1
6.01 - 6.50	9	23.1	46.2
6.51 - 7.00	14	35.8	82.0
7.01 - 7.50	6	15.4	97.4
7.51 - 8.00	1	2.6	100.0
合 計	39	100 %	

表-4・8 Z₂₀, Z₄₀, Z₆₀の度数分布 (K型)

(乗用車ばね下, 下方向の加速度)

Z₂₀の度数分布

g	頻 度	百 分 率	累加百分率
0.00 - 0.50			
0.51 - 1.00			
1.01 - 1.50	3	2.6	2.6
1.51 - 2.00	3	2.6	5.2
2.01 - 2.50	5	4.3	9.5
2.51 - 3.00	10	8.5	18.0
3.01 - 3.50	9	7.7	25.7
3.51 - 4.00	7	6.0	31.7
4.01 - 4.50	30	25.6	57.3
4.51 - 5.00	35	30.0	87.2
5.01 - 5.50	15	12.8	100.0
5.51 - 6.00			
6.01 - 6.50			
合 計	117	100 %	

Z₄₀の度数分布

g	頻 度	百 分 率	累加百分率
0.00 - 0.50			
0.51 - 1.00			
1.01 - 1.50			
1.51 - 2.00	1	0.9	0.9
2.01 - 2.50	4	3.5	4.4
2.51 - 3.00	20	17.1	21.5
3.01 - 3.50	44	37.6	59.1
3.51 - 4.00	39	33.3	92.4
4.01 - 4.50	9	7.6	100.0
4.51 - 5.00			
5.01 - 5.50			
5.51 - 6.00			
6.01 - 6.50			
合 計	117	100 %	

Z₆₀の度数分布

g	頻 度	百 分 率	累加百分率
0.00 - 0.50			
0.51 - 1.00			
1.01 - 1.50			
1.51 - 2.00	2	5.1	5.1
2.01 - 2.50	15	38.5	43.6
2.51 - 3.00	10	25.7	69.3
3.01 - 3.50	9	23.0	92.3
3.51 - 4.00	3	7.7	100.0
4.01 - 4.50			
4.51 - 5.00			
5.01 - 5.50			
5.51 - 6.00			
6.01 - 6.50			
合 計	39	100 %	

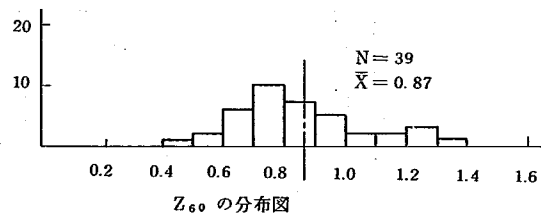
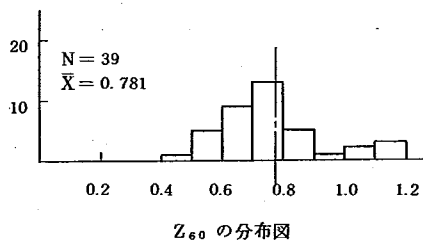
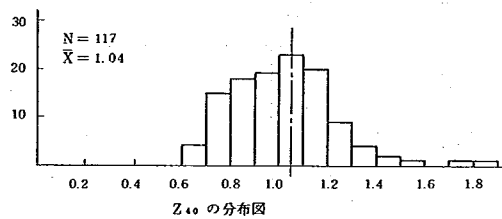
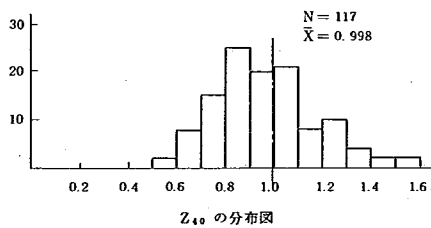
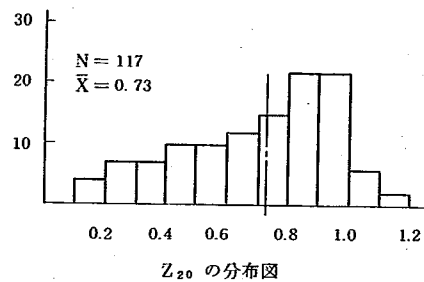
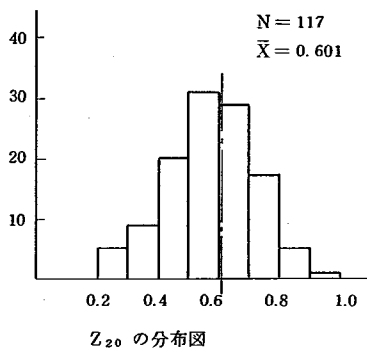


図-4・1 Z_{20} , Z_{40} , Z_{60} の分布図 (T型)
(乗用車ばね上、上方向の加速度)

図-4・2 Z_{20} , Z_{40} , Z_{60} の分布図 (T型)
(乗用車ばね上、下方向の加速度)

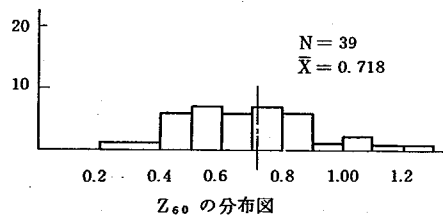
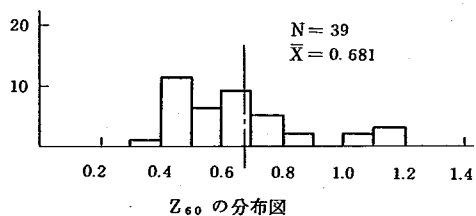
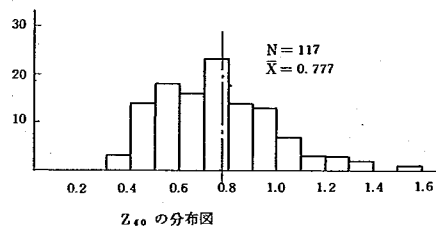
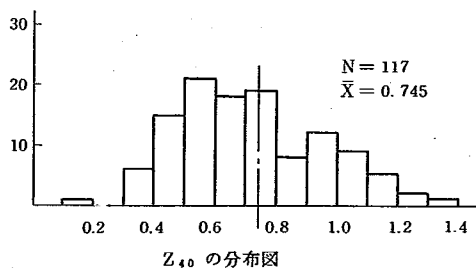
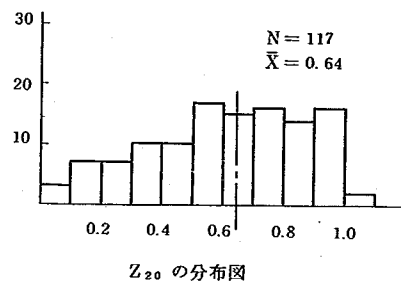
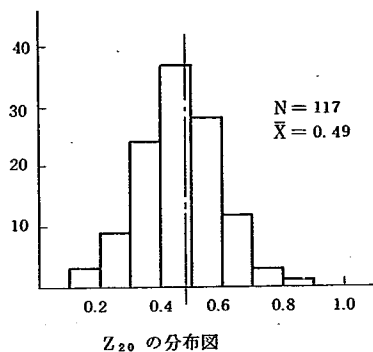


図-4・3 Z_{20} , Z_{40} , Z_{60} の分布図 (K型)
(乗用車ばね上、上方向の加速度)

図-4・4 Z_{20} , Z_{40} , Z_{60} の分布図 (K型)
(乗用車ばね上、下方向の加速度)

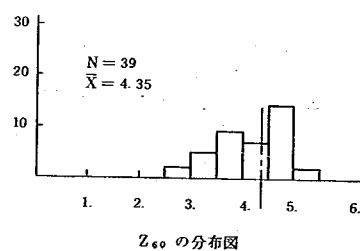
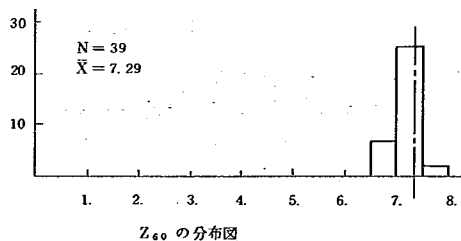
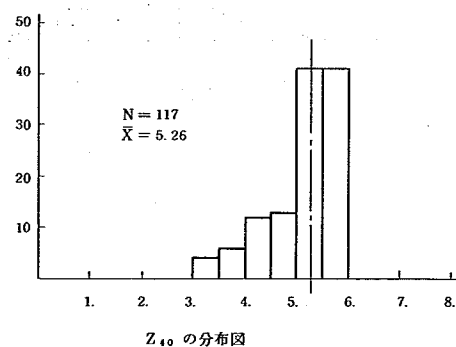
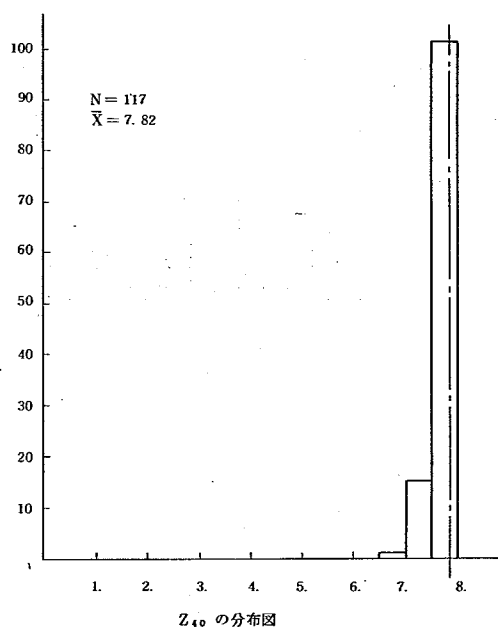
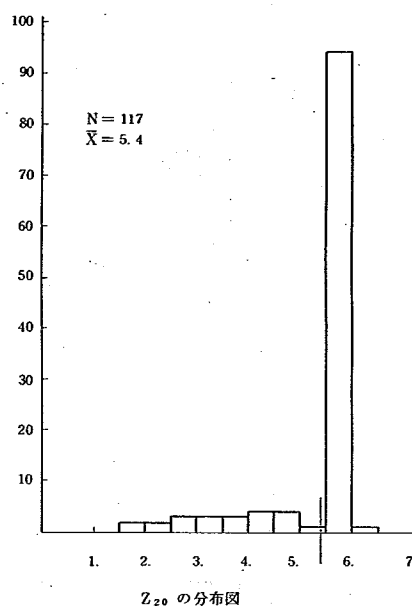
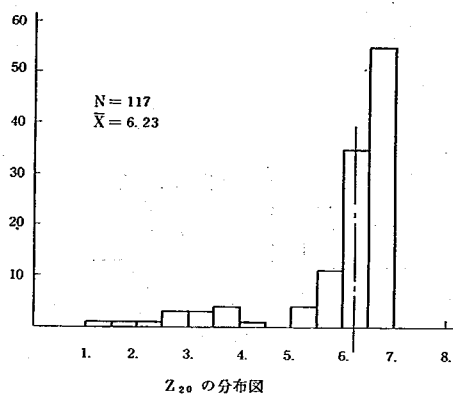
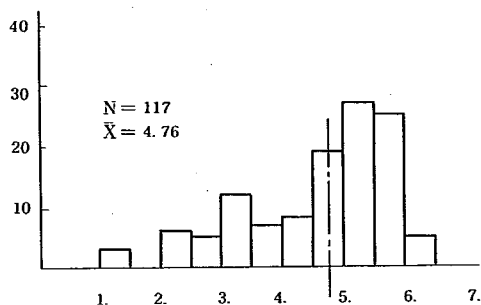
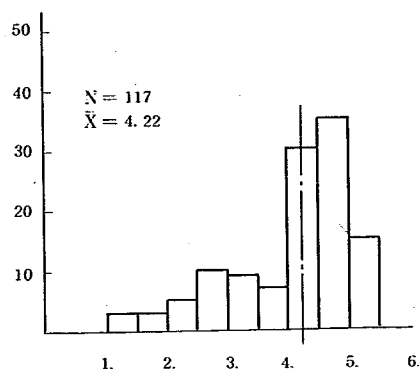


図-4・5 Z_{20} , Z_{40} , Z_{60} の分布図 (T型)
(乗用車ばね下、上方向加速度)

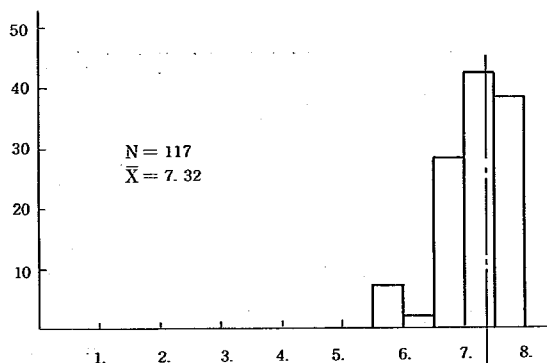
図-4・6 Z_{20} , Z_{40} , Z_{60} の分布図 (T型)
(乗用車ばね下、下方向の加速度)



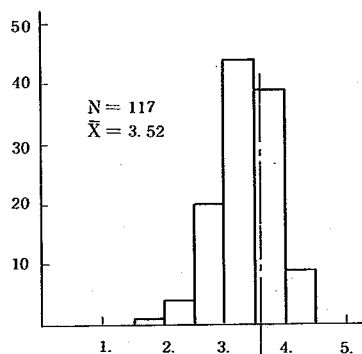
Z_{20} の分布図



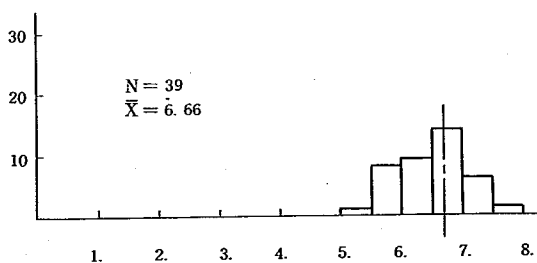
Z_{20} の分布図



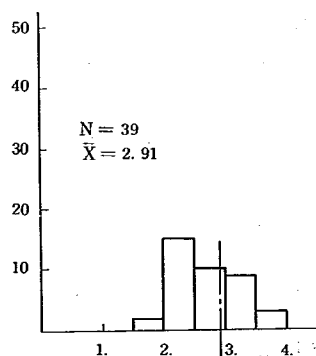
Z_{40} の分布図



Z_{40} の分布図



Z_{60} の分布図



Z_{60} の分布図

図-4・7 Z_{20} , Z_{40} , Z_{60} の分布図 (K型)
(乗用車ばね下、上方向の加速度)

図-4・8 Z_{20} , Z_{40} , Z_{60} の分布図 (K型)
(乗用車ばね下、下方向の加速度)

5 トラックのばね上に生ずる上下加速度の度数分布表および分布図

表-5・1 Z₄₀の度数分布 (T型)

(トラックバネ上, 上下方向の加速度)

Z₄₀の度数分布 (上方向)

g	頻 度	百 分 率	累加百分率
0.00 - 0.10	0		
0.11 - 0.20	4	3.5	3.5
0.21 - 0.30	10	8.6	12.1
0.31 - 0.40	59	50.9	63.0
0.41 - 0.50	31	26.7	89.7
0.51 - 0.60	12	10.3	100.0
合 計	116	100 %	

Z₄₀の度数分布 (下方向)

g	頻 度	百 分 率	累加百分率
0.00 - 0.10	1	0.9	0.9
0.11 - 0.20	7	6.0	6.9
0.21 - 0.30	17	14.5	21.4
0.31 - 0.40	53	45.3	66.7
0.41 - 0.50	26	22.2	88.9
0.51 - 0.60	10	8.5	97.4
0.61 - 0.70	3	2.6	100.0
合 計	117	100 %	

表-5・2 Z₄₀の度数分布 (K型)

(トラックばね上, 上下方向の加速度)

Z₄₀の度数分布 (上方向)

g	頻 度	百 分 率	累加百分率
0.00 - 0.10	0		
0.11 - 0.20	6	5.5	5.5
0.21 - 0.30	11	10.0	15.5
0.31 - 0.40	43	39.1	54.6
0.41 - 0.50	34	30.9	85.5
0.51 - 0.60	12	10.9	96.4
0.61 - 0.70	4	3.6	100.0
合 計	110	100 %	

Z₄₀の度数分布 (下方向)

g	頻 度	百 分 率	累加百分率
0.00 - 0.10	1	0.9	0.9
0.11 - 0.20	5	4.8	5.7
0.21 - 0.30	21	20.0	25.7
0.31 - 0.40	29	27.6	53.3
0.41 - 0.50	34	32.4	85.7
0.51 - 0.60	9	8.6	94.3
0.61 - 0.70	6	5.7	100.0
合 計	105	100 %	

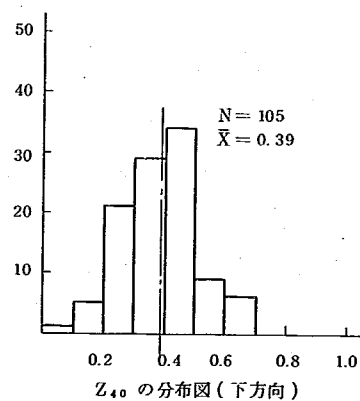
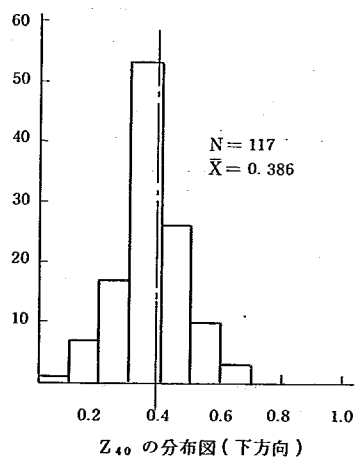
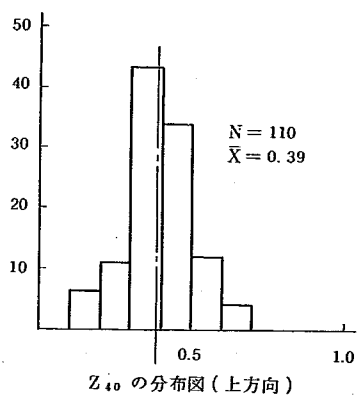
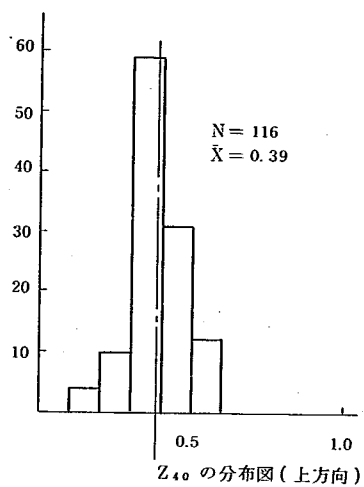


図-5・1 Z_{40} の分布図 (T型)
 (トラックばね上、上下方向の加速度)

図-5・2 Z_{40} の分布図 (K型)
 (トラックばね上、上下方向の加速度)

6 乗心地係数の度数分布表および分布図

表-6・1 Z₂₀, Z₄₀, Z₆₀の度数分布(T型)

(乗用車ばね上の乗心地係数)

Z₂₀の度数分布

乗心地係数	頻 度	百 分 率	累加百分率
0.00 - 1.00	0		
1.01 - 2.00	2	1.7	1.7
2.01 - 3.00	4	3.4	5.1
3.01 - 4.00	8	6.8	11.9
4.01 - 5.00	26	22.2	34.1
5.01 - 6.00	42	35.9	70.0
6.01 - 7.00	19	16.2	86.2
7.01 - 8.00	14	12.0	98.2
8.01 - 9.00	1	0.9	99.1
9.01 - 10.00	0	0	99.1
10.01 - 11.00	1	0.9	100.0
合 計	117	100 %	

Z₄₀の度数分布

乗心地係数	頻 度	百 分 率	累加百分率
0.00 - 1.00			
1.01 - 2.00			
2.01 - 3.00			
3.01 - 4.00			
4.01 - 5.00	0		
5.01 - 6.00	6	5.1	5.1
6.01 - 7.00	0	0	5.1
7.01 - 8.00	0	0	5.1
8.01 - 9.00	2	1.7	6.8
9.01 - 10.00	10	8.5	15.3
10.01 - 11.00	8	6.8	22.1
11.01 - 12.00	22	18.8	40.9
12.01 - 13.00	32	27.3	68.2
13.01 - 14.00	20	17.1	85.3
14.01 - 15.00	3	2.6	87.9
15.01 - 16.00	1	0.9	88.8
16.01 - 17.00	1	0.9	89.7
17.01 - 18.00	6	5.1	94.8
18.01 - 19.00	3	2.6	97.4
19.01 - 20.00	3	2.6	100.0
合 計	117	100 %	

Z₆₀の度数分布

乗心地係数	頻 度	百 分 率	累加百分率
0.00 - 1.00	0	0	0
1.01 - 2.00	1	2.6	2.6
2.01 - 3.00	3	7.7	10.3
3.01 - 4.00	8	20.5	30.8
4.01 - 5.00	10	25.6	56.4
5.01 - 6.00	12	30.8	87.2
6.01 - 7.00	5	12.8	100.0
7.01 - 8.00			
合 計	39	100 %	

表-6・2 Z_{20} , Z_{40} , Z_{60} の度数分布 (K型)

(乗用車ばね上の乗心地係数)

 Z_{20} の度数分布

乗心地係数	頻 度	百 分 率	累加百分率
0.00 - 1.00	0		
1.01 - 2.00	3	2.6	2.6
2.01 - 3.00	9	7.7	10.3
3.01 - 4.00	20	17.0	27.3
4.01 - 5.00	42	35.9	63.2
5.01 - 6.00	28	23.9	87.1
6.01 - 7.00	9	7.7	94.8
7.01 - 8.00	3	2.6	97.4
8.01 - 9.00	2	1.7	99.1
9.01 - 10.00	1	0.9	100.0
10.01 - 11.00			
11.01 - 12.00			
12.01 - 13.00			
13.01 - 14.00			
14.01 - 15.00			
15.01 - 16.00			
16.01 - 17.00			
17.01 - 18.00			
18.01 - 19.00			
19.01 - 20.00			
合 計	117	100 %	

 Z_{40} の度数分布

乗心地係数	頻 度	百 分 率	累加百分率
0.00 - 1.00			
1.01 - 2.00			
2.01 - 3.00			
3.01 - 4.00			
4.01 - 5.00			
5.01 - 6.00			
6.01 - 7.00	0		
7.01 - 8.00	2	1.7	1.7
8.01 - 9.00	6	5.1	6.8
9.01 - 10.00	17	14.5	21.3
10.01 - 11.00	28	23.9	45.2
11.01 - 12.00	27	23.1	68.3
12.01 - 13.00	16	13.7	82.0
13.01 - 14.00	7	6.0	88.0
14.01 - 15.00	3	2.6	90.6
15.01 - 16.00	0	0	90.6
16.01 - 17.00	3	2.6	93.2
17.01 - 18.00	2	1.7	94.9
18.01 - 19.00	4	3.4	98.3
19.01 - 20.00	2	1.7	100.0
合 計	117	100 %	

 Z_{60} の度数分布

乗心地係数	頻 度	百 分 率	累加百分率
0.00 - 1.00			
1.01 - 2.00	0		
2.01 - 3.00	3	7.9	7.9
3.01 - 4.00	2	5.3	13.2
4.01 - 5.00	19	50.0	63.2
5.01 - 6.00	9	23.6	86.8
6.01 - 7.00	3	7.9	94.7
7.01 - 8.00	2	5.3	100.0
合 計	38	100 %	

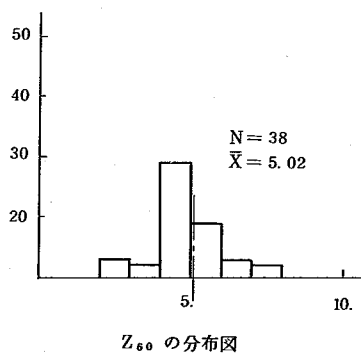
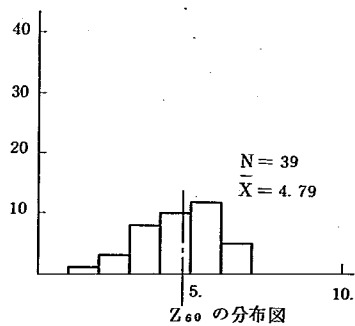
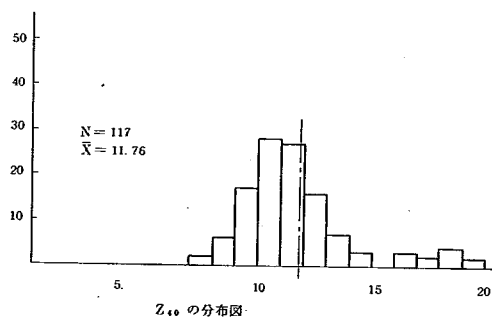
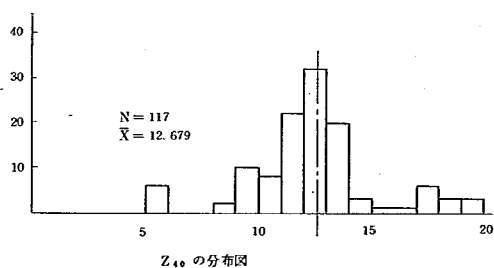
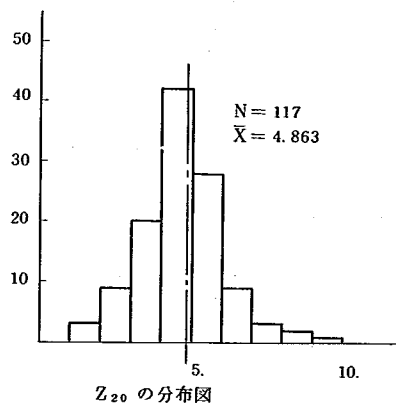
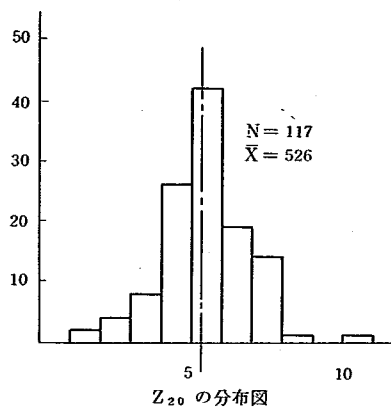


図-6・1 Z_{20} , Z_{40} , Z_{60} の分布図(T型)
(乗用車ばね上の乗心地係数)

図-6・2 Z_{20} , Z_{40} , Z_{60} の分布図(K型)
(乗用車ばね上の乗心地係数)

チャッターバーの
固定強度と振動効果

土研資料第948号
昭和 年 月 日 (1974)

交通安全研究室

要 旨



郵便はがき

は
十
四
切
手
を
い
っ
て
下
さ

2 8 0 - □ □

千葉市穴川

四丁目一二番五二号

建設省土木研究所千葉支所
交通安全研究室 御中

No. 13

No. 13

配布先氏名

配布先住所



土木研究所資料第948号 部

上記のとおり受領しました。

所 属 (住所)

氏 名 印