

土 木 研 究 所 資 料

第 1 2 8 8 号

チャッターバーの設置技術に関する研究

昭和 52 年 11 月

建設省土木研究所  
交通安全研究室

## 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、車両の車道逸脱防止、運転者の視線誘導等の機能を持ち、機械除雪を要する地域を除き、全国の道路で広く利用されており、その数は直轄国道に限っても20万本を越す状況である。

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、現時点までは、必ずしも十分実施されているとはいいがたい状況にあり、また慎重な道路管理体制にもかかわらず、それらチャッターバーの一部に破損ないし、剥離現象を生じた例も認められ、道路管理上の課題の1つであった。そのため当研究室では昭和48年度よりチャッターバーの路面への定着強度、設置効果等について実験研究を実施し、その成果として、

- ①「チャッターバーの固定強度と振動効果」昭和49年5月土木研究所資料第948号
- ②「チャッターバーの固定強度（その2）現地試験結果」昭和50年5月土木研究所資料第1041号
- ③「チャッターバーの固定強度（その3）」昭和51年3月土木研究所資料第1098号

などとして公表してきたが、本稿ではこれらを見なおすと同時に新たに調査検討したチャッターバーの設置間隔、およびチャッターバーの設計等の結果を加え、全体の構成を一般的な技術基準のそれにできる限り準ずるように配慮して、総括的に検討し、とりまとめたものである。

本稿が、今後のチャッターバー技術基準の策定ならびに現場におけるチャッターバー設置、管理に役立てば幸甚である。

昭和52年11月

交通安全研究室

|       |         |
|-------|---------|
| 室 長   | 栗 本 典 彦 |
| 研 究 員 | 高 木 正 幸 |
|       | 松 野 敏 行 |

# チャッターバーの設置技術に関する研究

## 目 次

### ま え が き

|         |                  |    |
|---------|------------------|----|
| 1 章     | チャッターバーの機能       | 1  |
| 2 章     | チャッターバーの設置状況と問題点 | 1  |
| 3 章     | 設置計画             | 3  |
| 3.1     | 設置場所             | 3  |
| 3.1.1   | 設置場所の選定          | 3  |
| 3.1.2   | 設置効果             | 4  |
| 3.2     | 設置間隔             | 6  |
| 3.2.1   | 車線逸脱警告効果         | 6  |
| 3.2.2   | 視線誘導効果           | 10 |
| 4 章     | 設計, 施工           | 11 |
| 4.1     | 材 料              | 11 |
| 4.1.1   | チャッターバー本体        | 11 |
| 4.1.2   | 反 射 体            | 15 |
| 4.2     | 構 造              | 16 |
| 4.2.1   | 脚部形状             | 16 |
| 4.2.2   | 設計強度             | 18 |
| 4.3     | 反射性能             | 21 |
| 4.4     | 施工, 養生           | 23 |
| 4.4.1   | 施工方法             | 23 |
| 4.4.2   | 養生, 検査           | 28 |
| 5 章     | 維持管理             | 30 |
| 5.1     | 点検, 補修           | 30 |
| 5.2     | 発生品の扱い           | 31 |
| あ と が き |                  | 33 |
| 参 考 文 献 |                  |    |
| 参 考 資 料 |                  |    |

### 1. 昭和51年度引抜実験表

## 1章 チャッターバーの機能

チャッターバーは、道路交通の安全と円滑を図るために必要な道路の付属物であり、道路の交通に対して、車両の車道からの逸脱防止、運転者の視線誘導等の機能を有し、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を有している。

広くは道路線の範ちゅうに入るが、その利用方法の特徴等から、これを道路線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、特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、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。

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、その種類についても必ずしも統一されておらず、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。チャッターバーには、反射式および非反射式が認められるが、反射式の場合は車道・車線からの逸脱防止、および運転車の視線誘導等の機能を有している。これに対して非反射式の場合は、主として車道・車線からの逸脱防止効果を狙っており、一般にチャッターバーは反射体を付設しているのが望ましいと考えられる。

## 2章 チャッターバーの設置状況と問題点

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 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、脚部の付根付近から切断され、頭部が飛ぶ場合もある。

(2) チャッターバーの全体が路面から剥離する。

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剥離する。

道路管理担当者およびチャッターバー施工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剥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。

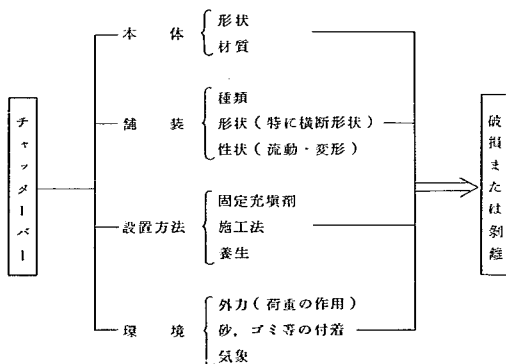
設置されたチャッターバーが、上方または側方からの衝撃荷重の繰返し作用により、その底部の一部（多くはチャッターバーの縁部）が路面と密着しない状態になり、ここで、チャッターバー本体または路体の変形等により全面が密着した状態に復しないまま置かれ、本体の最も強度の弱い箇所（鋭角部、脚付根等）で破損する。あるいは、場合によっては、チャッターバーと路体との間の面が剥離し、チャッターバーにゆるみ（ガタ）が生ずる。

いっ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砂片または路上の砂、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剥離する結果となる。

従って、前記の(1)(2)は、全く別々の現象ではなく、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剥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、さらには交通車輛による外力の作用状況、砂、ゴミの付着状況、気象条件等広範囲に考えられ、これを整理すれば、表-2で示されよう。

表-2 耐久力に柄える諸要因



### 3章 設 置 計 画

#### 3.1 設 置 場 所

##### 3.1.1 設置場所の選定

(1) チャッターバーは、その優れた車両誘導性等の効果のため、今後も交通安全施設の一つとして使用されるものと考えられるが、その設置場所は、次に示す箇所への設置が望ましい。

- 1) 中央分離帯を設置するのが望ましい区間であるが、車道幅員が狭い場合、又は交通状況、沿道状況により、正規の中央分離帯の設置が困難な場合で、車両の中央線逸脱を防止する必要がある区間。
- 2) 曲線区間における車両の中央線逸脱による交通事故の防止を必要とする車道の中央線。また路外逸脱防止効果とともに、視線誘導等の機能も合せ、路肩への設置も考慮する必要がある。
- 3) 車道幅員が急激に変化する区間、障害物接近を標示する必要がある区間、および、合分流地点等において、特にチャッターバーの設置が必要と認められる区間。

チャッターバーの設定場所は以上示した区間への設置が望ましいと考えられる。しかし、チャッターバーの設置場所選定に当たっては、次の事項への配慮が必要である。

- 1) 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区間への設置は極力さけチャッターバー設置以外の安全対策を講ずることが望ましい。総合的な視点から当該区間にどうしてもチャッターバーを設置する必要がある場合は、施工方法、使用材料等に特に留意が必要である。

(重量車両が走行することが予想される区間例)

- a) 狭い2車線道路の車道中央線
  - b) 交差点およびその附近の車線が定まらない区間
  - c) 沿道施設への車両の右折による出入が自由な区間
- 2) セメントコンクリート舗装にチャッターバーを設置する場合は、舗装目地上から完全にチャッターバーの頭部をずらし単一舗装板上の位置を選ぶ必要がある。これは舗装板毎に交通による振動特性が異なるため、二つ以上の舗装板にまたがって、設置されたチャッターバーの固定強度は劣化しやすいためである。
  - 3) オーバーレイ等により、上層、下層の別のある舗装状況にあっては、チャッターバーの脚底部が両舗装の境となるような設置はさけ、この場合はチャッターバー設置箇所のオーバーレイを嵩上げるか、またはチャッターバー設置時に下層舗装板も十分深くせん孔するようにする。これは、下層舗装板により、脚部を下からたたき上げられるおそれがあるためである。
  - 4) 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・構造を選択する。わだち堀、凹凸等路面の平坦性にかける箇所への設置はさけ、その場合には路面のオーバーレイ又は切削を行なうなどして整形しなければならない。これはチャッターバー頭部の一部が舗装より浮上すると車両荷重により破損する危険性が高いためである。

### 3.1.2 設置効果

#### (1) 交通事故件数からみた設置効果

チャッターバーの設置効果をチャッターバー設置前・後における交通事故の変化を調査することにより把握しようとした。調査場所は関東地方建設局管内4箇所であるが、その調査結果を表-3に表す。

表-3 チャッターバーの設置効果

| 道路管理<br>担当地方建設局 | チャッターバーの設置 |            |          | 計          |
|-----------------|------------|------------|----------|------------|
|                 | 人-車両       | 車両-車両      | 車両単独     |            |
| 関東 東京 1号        | (1)<br>0   | (2)<br>3   | (0)<br>0 | (3)<br>3   |
| " " 14号         | (0)<br>0   | (9)<br>13  | (0)<br>0 | (9)<br>13  |
| " " 14号         | (5)<br>5   | (8)<br>42  | (7)<br>2 | (60)<br>49 |
| " 埼玉 4号         | (0)<br>0   | (6)<br>0   | (0)<br>0 | (6)<br>0   |
| 合 計 (件)         | (6)<br>5   | (60)<br>58 | (7)<br>2 | (68)<br>65 |
| 増 減 (件)         | -1         | -13        | -5       | -19        |
| 事故減少率 (%)       | 16.7       | 18.3       | 71.4     | 22.6       |

上段( )内: 事前事故数

下段 : 事後事故数

表-3によると総事故減少率は22.6%である。一方事件事後調査期間中の警視庁管内の事故件数は、事前100,788件、事後88,505件である。これより事故減少率は $12.2\% \{ (100,788 - 88,505) / 100,788 \times 100 \}$ でありチャッターバー設置による事故減少率22.6%より低い値を示している。これよりチャッターバーの設置による事故防止効果は十分認められる。

#### (2) 交差点附近における車両走行軌跡の変化調査

一般国道16号のT型交差点において、交差点に最も近い中央帯約6mに車両感知器を1mごとに設置し、その上を通過する車両数をチャッターバー設置前後において調査した。

図-1は、縦軸に12時間の車両の車両回数の変化をみると、千葉寄りについては、設置前の車両回数の平均約15%値が設置後の車両回数となっている。また柏寄りについては、設置後の車両回数は設置前の車両回数の平均約50%の値を示しているが、これは従路から主路への右折、主路から従路への右折によって差が生じているものと思われる。

全体的にみると、チャッターバーの設置により、車両走行位置に変化が表われており、設置効果が認められる。しかし、本調査において停止線より5m程度交差点から離れても、若干の車両車両

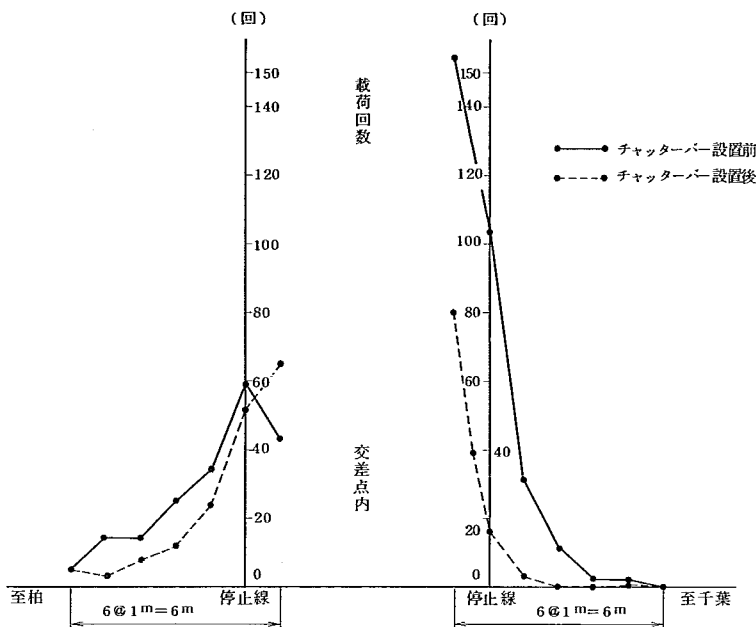
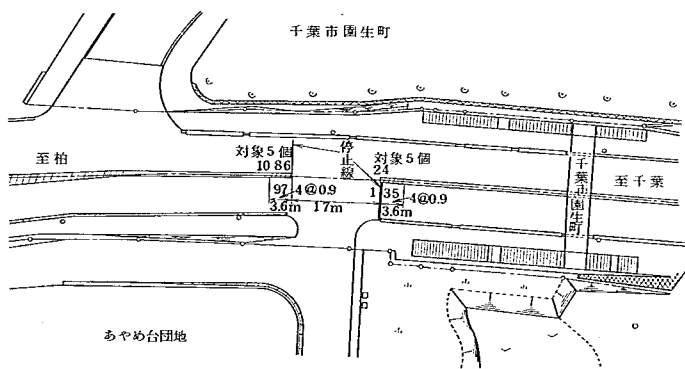


図-1 交差点附近における車両載荷回数



交差点部 (園生)

図-2 現地平面図

は認められ、単路部に比較してより多数の載荷があるものと推察される。すなわち交差点附近にチャッターバーを設置する場合は、単路部に比べより慎重な施工、管理が望まれる。

### 3.2 設置間隔

チャッターバーの設置間隔を決定するには、チャッターバーの車線逸脱の警告効果および視線誘導効果を考慮する必要がある。

#### 3.2.1 車線逸脱警告効果

##### (1) 車両の加速度等

チャッターバーは車両の車線逸脱警告効果が多大であること、および車両がチャッターバーに乗り上げた場合、対向車線へはみだすことがなく、定常進路保持（復元性）が容易で、運転者並に同乗者に強い衝撃または負傷を与えないことが重要である。これらの要素は車両速度、車両荷重、旋回半径、チャッターバーの構造、材質、設置角度、および設置間隔等に関係すると思われる。

本研究は車両が路面上の突起物（チャッターバーに相当）に乗り上げた場合、車両のバネ下加速度、バネ上加速度、および自動車荷重がどのような値を示すかについて、シミュレーションしたものである。ここで車両のモデルは図-3に示す2自由度系のモデルとした。この系の運動方程式は、

$$m\ddot{z} + c(\dot{z} - \dot{z}_T) + k(z - z_T) = 0 \quad \dots\dots\dots (1)$$

$$m_T\ddot{z}_T + c_T(\dot{z}_T - \dot{z}_W) + c(\dot{z} - \dot{z}_T) + k_T(z_T - z_W) + k(z_T - z) = 0 \quad \dots\dots\dots (2)$$

で表わされ、自動車荷重  $p$  は、路面に対し下向きを正とすれば

$$\begin{aligned} p &= c_T(\dot{z}_T - \dot{z}_W) + k_T(z_T - z_W) \\ &= -m_T\ddot{z}_T - m\ddot{z} \quad \dots\dots\dots (3) \end{aligned}$$

ここで  $m$ ,  $m_T$  : バネ上, バネ下質量

$k$ ,  $k_T$  : 懸架部, タイヤ部バネ定数

$c$ ,  $c_T$  : 懸架部, タイヤ部粘性減衰定数

$p$  : 自動車荷重

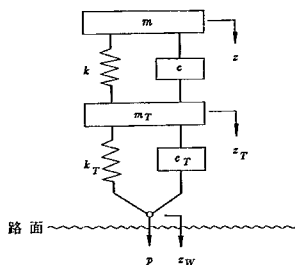


図-3 車両モデル

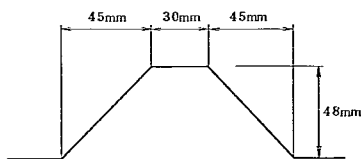


図-4 チャッターバー形状

チャッターバー設置間隔 1m, 1.5m, 2m, 3m

となる。<sup>5)</sup>これに自動車諸元、および路面凹凸を入力し、加速度、荷重等を計算した。

検討条件は次の通りである。

車両速度 20, 40, 60, 80 km/h

軸 重 10 t

旋回半径  $\infty$

チャッターバーの材質 剛

車両が乗り上げるチャッターバーの形状を図-4に示す。

表-4は、軸重10t車のバネ上最大加速度の計算結果を示したものである。

これにより、同じ設置間隔であれば、走行速度の違い程、大きな加速度を示す傾向が認められる。しかし、これについては、参考文献1)の乗用車における実験結果とは傾向が異なり、今後、検討の余地があろう。

表-4 バネ上最大加速度

単位 g

| 設置間隔<br>速 度         | 1 m            | 1.5 m          | 2 m            | 3 m            |
|---------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| 20<br>$\text{km/h}$ | -2.59<br>+1.44 | -2.58<br>+1.44 | -2.52<br>+1.45 | -2.51<br>+1.44 |
| 40<br>$\text{km/h}$ | -1.93<br>+0.77 | -1.92<br>+0.75 | -1.92<br>+0.75 | -1.92<br>+0.75 |
| 60<br>$\text{km/h}$ | -1.47<br>+0.52 | -1.49<br>+0.52 | -1.48<br>+0.51 | -1.48<br>+0.51 |
| 80<br>$\text{km/h}$ | -1.19<br>+0.40 | -1.22<br>+0.39 | -1.21<br>+0.39 | -1.20<br>+0.38 |

上段(-)：上方向加速度

下段(+):下方向加速度

また、設置間隔の違いによる上下加速度の変化は、走行速度が遅い場合は設置間隔が長い程、小さな加速度を示す傾向がある。

しかし、走行速度が遅い場合には、特に大きな差異は認められない。

図-5は、走行距離と上下加速度との関係を示したものである。これより、チャッターバーのほぼ最上部に車輪が載荷した時、最大加速度を示すが、この値は、次のチャッターバーに車輪が載荷した場合にも大きな変化は認められない。すなわち同程度の加速度の加速度が周期的に繰り返されるものと推察できる。

また、チャッターバー設置間隔の違いによる最大加速度の相違は特に認められず、それぞれ、チャッターバー上に車輪が載荷した時に最大加速度を示す傾向が認められる。

しかし、どの程度の加速度が最適な車線逸脱警告効果を示すかについては復元性および運転車等への衝撃等を含めて今後検討する必要がある。

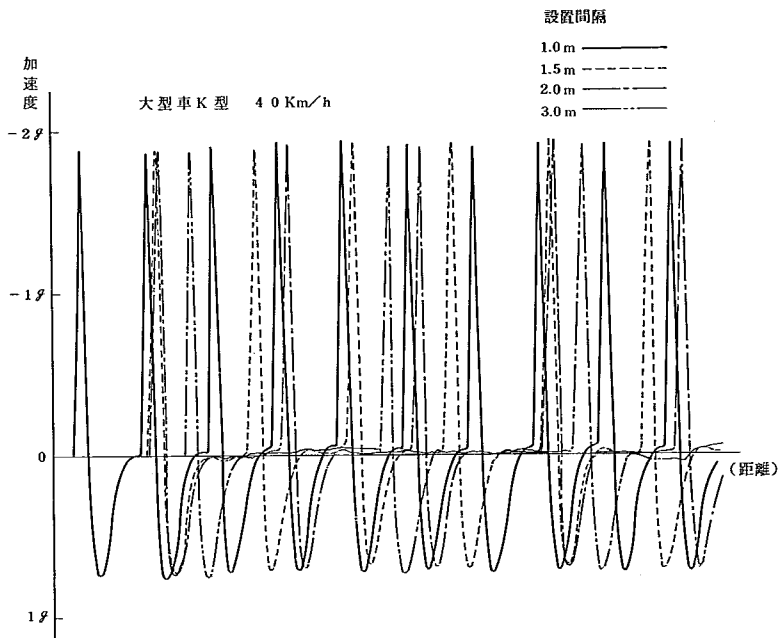


図-5 走行距離と加速度との関係

## (2) 車両の走行

### 1) 一列設置の場合

単路部を走行している車両が中央線に対し $\alpha^\circ$ の角度で進入した場合、中央線に設置されたチャッターバーに乗り上げず対向車線に進入するための最小チャッターバー設置間隔について検討する。ただし、この場合車両がチャッターバーとチャッターバーの間を通過するものとし、車両がチャッターバーをまたぐ場合は考慮しない。(図-6)

図-6よりチャッターバー設置間隔 $L$ は次式で与えられる。

$$L = \frac{b}{\sin \alpha} + 2 \left( \frac{L_2}{2} + \frac{L_1}{2} \cos \beta + \frac{\frac{L_1}{2} \sin \beta}{\tan \alpha} \right) \\ = b \cdot \operatorname{cosec} \alpha + L_2 + L_1 \cdot \cos \beta + L_1 \sin \beta \cdot \cotan \alpha \quad \dots \dots \dots (4)$$

ここで

$L$  : 設置間隔

$b$  : 車両幅

$\alpha$  : 車両進入角度

$\beta$  : チャッターバー設置角度

$\ell_1$ : チャッターバー長辺

$\ell_2$ : チャッターバー短辺

かりに乗用車が15°の進入角度で中央線に進入した場合を想定し、チャッターバーの設置間隔  $L$  を求めてみる。

$$b = 170 \text{ cm}, \quad \alpha = 15^\circ$$

$$\beta = 45^\circ, \quad \ell_1 = 39.3 \text{ cm}, \quad \ell_2 = 19.4 \text{ cm}$$

とすれば

$$L \approx 800 \text{ cm} \text{ である。}$$

進入角度  $25^\circ$  の場合は

$$L \approx 500 \text{ cm} \text{ である。}$$

即ち車両の進入角度が15°程度の場合のチャッターバー設置間隔は800 cm以下、25°程度の場合の設置間隔は500 cm以下にする必要があろう。

次に、車両が対向車線に進入する場合必ずチャッターバー上を走踏するに必要な最大チャッターバー設置間隔を検討する。この場合は、図-6において  $b$  の値が進入車両のタイヤの幅以下であれば、その条件に合致する。即ち、 $b \leq$  タイヤの幅  $= 130 \text{ mm}$  (乗用車用)  $\sim 320 \text{ mm}$  (トラック用) 1。ここでタイヤの幅を200 mmとした場合、設置間隔  $L \approx 220 \text{ cm}$  となる。しかし車両がその間隔を通過することは極めて希であり、タイヤ幅の3倍程度は左右にずれるものと推定され、 $b = 600 \text{ mm}$  に仮定する(進入角度  $15^\circ$ ) と、 $L \approx 380 \text{ cm}$  である。即ち、チャッターバーを一列に設置する場合のチャッターバー設置間隔は、380 cm 以下にするのが妥当と思われる。

## 2) 干鳥設置の場合

一列設置の場合と同様に検討する。(図-7)

図-7よりチャッターバー設置間隔  $L$  は次式で与えられる。

$$L = \frac{b}{\sin \alpha} + 2 \left( \frac{\ell_2 + \ell_1 \cos \beta}{2} \right) - \frac{\ell}{\tan \alpha}$$

$$= b \cdot \operatorname{cosec} \alpha + \ell_2 + \ell_1 \cos \beta - \ell \cotan \alpha \quad \dots \dots \dots (5)$$

ここで

$L$ : 設置間隔

$b$ : 車両幅

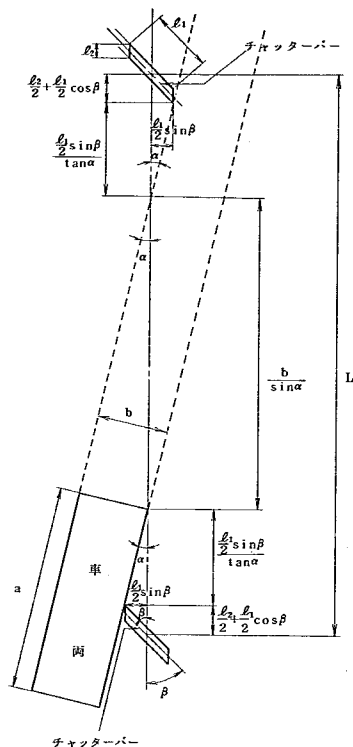


図-6 チャッターバーの配置(一列)

$\alpha$  : 車両進入角度

$\beta$  : チャッターバー設置角度

$\ell_1$  : チャッターバー長辺

$\ell_2$  : チャッターバー短辺

$\ell$  : チャッターバー千鳥設置間隔

一列設置の場合と同様に  $b$  の値がタイヤ幅の 3 倍以下の時、車両はチャッターバー上を走踏するものとして、設置間隔を求めてみる。

$b = 600\text{mm}$ ,  $\alpha = 15^\circ$ ,  $\beta = 45^\circ$ ,  $\ell_1 = 39.3\text{cm}$

$\ell_2 = 19.4\text{cm}$ ,  $\ell = 10\text{cm}$

とすれば  $L = 240\text{cm}$  となる。即ち、千鳥設置の場合のチャッターバー設置間隔は一列設置のそれに対して約 60% の設置間隔 (240 cm) 以下にするのが良いと推察される。

### 3.2.2 視線誘導効果

チャッターバーの視線誘導効果は副次的なものであるが、雨天時の夜間における区画線は視認性が劣るため、その代用としてチャッターバーの反射体による視線誘導効果が大きくクローズアップされる。チャッターバーの反射体の視認性については、4 章で詳述することとし、ここでは視線誘導効果が十分発揮できるための設置間隔について検討する。

視線誘導標基準解説<sup>6)</sup>によると視線誘導標は、常に運転者の前方に線形に沿っていくつかが見えるように配置しなければならず、最大設置間隔は 40 m とし、曲線部における最小設置間隔は 5 m としている。また直線区間から、曲線区間へ遷移する場合、視線誘導標は連続的に間隔をつめてゆく必要があり、第 1 誘導標は  $1.8S_1$ 、第 2 誘導標は  $3S_1$ 、第 3 誘導標は  $6S_1$  ( $S_1$ : 曲線上の設置間隔) の間隔で設置しなければならない。

以上より、視線誘導効果が認められる視線誘導標の設置間隔は、チャッターバー設置間隔からみると、かなり広いものとなり (最小間隔 5 m、緩和区間の最小間隔  $1.8S_1 = 9.0\text{m}$ )、チャッターバーの設置間隔は視線誘導効果の検討より車線逸脱警告効果の検討にて決定されるものと推察される。

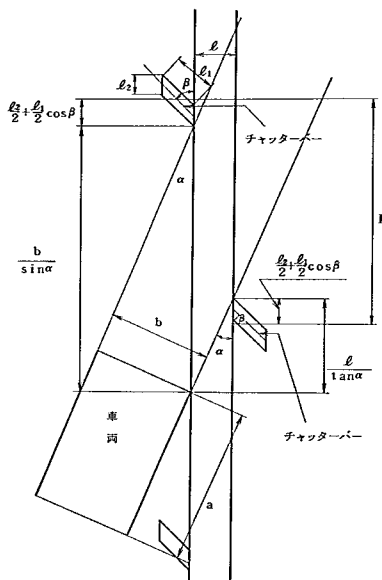


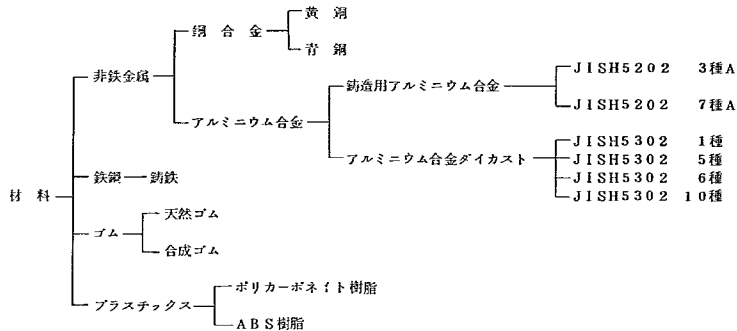
図-7 チャッターバーの配置 (千鳥)

## 4章 設 計 施 工

### 4.1 材 料

#### 4.1.1 チャッターバー本体

チャッターバーは車両が走踏した場合にも亀裂、破損が生じてはならない。また耐食性にも優れていなくてはならないが、その材料として以下にあげる材料が考えられる。



次に上記材料について、それぞれの特徴を述べる。

#### (1) 非鉄金属

##### 1) 黄銅

亜鉛15%以下の銅合金の耐食性は銅とほとんど同じであり、亜鉛15%以上となるとその添加量の増加とともに耐食性は低下する、また淡水および海水に対して耐久的であるが急速に流れる海水によっては侵食作用をうける。鋳造用銅合金(砂型)、黄銅鋳物第2種(Cu62.0~66.0)の引張強さは、18kg/mm<sup>2</sup>以上、伸びは20%以上であり、比較的鋳造が容易である。<sup>9)</sup>しかし銅の生産量は世界的に不足がちで価格の変動もはなはだしく、チャッターバーの材料として使用するには問題があろう。

##### 2) 青銅

銅に錫12%までを添加した合金の耐食性は銅のそれと同程度ないし幾分小であり、大気中、淡水中において耐久的な材料である。錫8~12%を含む青銅に1%内外の亜鉛を添加した砲金は強さが大きく、延性も相当あり、耐食性、耐摩耗性なども優れている。鋳造用銅合金(砂型)、青銅鋳物等2種(Cu86.0~90.0)の引張強さは21kg/mm<sup>2</sup>以上、伸び15%以上である。<sup>9)</sup>しかし青銅も、黄銅と同様に経済性の面から問題が残ろう。

##### 3) 鋳造用アルミニウム合金

###### a) JISH52023種A(AC3A)

本合金は耐食性が良く鋳造性がとくに良好である。また熱膨張係数が小さく溶接ができる。しか

し、強度をとくに要求する部品には使用しないのが望ましい。引張強さは $18 \text{ kg/mm}^2$ 以上 伸びは5%以上であり、その他の特性は表-5に示すとおりである。

表-5 鋳造用アルミニウム合金の特性<sup>8)</sup>

| 合 金 名   | 標 準 組 式      | 鋳 造 特 性 |     |      |     |     |      | 一 般 的 性 質 |       |     |     |      |     |       |      |
|---------|--------------|---------|-----|------|-----|-----|------|-----------|-------|-----|-----|------|-----|-------|------|
|         |              | 補給性     | 耐熱性 | 耐腐蝕性 | 流動性 | 収縮率 | ガス吸収 | 熱処理強化性    | 機械加工性 | 研摩性 | 溶接性 | 高温強度 | 耐食性 | 陽極溶解性 | メッキ性 |
| A C 3 A | A l - 12 S i | 1       | 2   | 2    | 2   | 3   | 1 2  | 無         | 4     | 5   | 3   | 3    | 3   | 5     | 3    |
| A C 7 A | A l - 5 M g  | 5       | 4   | 5    | 5   | 5   | 3    | 無         | 1     | 1   | 4   | 2    | 1   | 1     | 5    |

注) 1~5の順に劣る

本合金をチャッターバーの材料として使用するには特に問題はないと思われるが、伸び率が本合金より若干大きい合金の方が良いであろう。

b) JISH52027種A(AC7A)

本合金は耐食性良好でじん性がある。また引張強さは $22 \text{ kg/mm}^2$ 以上、伸び12%以上であり、その他の特性は表-5に示すとおりである。鋳造特性は若干劣るが、一般的性質は良好であり、チャッターバー材料として使用するに適している。

4) アルミニウム合金ダイカスト

アルミニウム合金ダイカストはJISH5302により規定されているが、そのうち、1種(ADC1)、5種(ADC5)、6種(ADC6)、10種(ADC10)について述べる。

ダイカスト用合金の成分は砂型用合金よりも単純化されており、その特性を表-6、機械的性質を表-7に示す。

表-6 ダイカスト用合金鋳造特性と使用特性<sup>8)</sup>

| 合 金   | 代 表 組 式          | 鋳 造 性     | 使 用 特 性 |              |         |       |           |       |           |             |                 |              |       |           |
|-------|------------------|-----------|---------|--------------|---------|-------|-----------|-------|-----------|-------------|-----------------|--------------|-------|-----------|
|       |                  | 耐 熱 割 裂 性 | 耐 圧 性   | ダイ ス 充 て ん 能 | 熱 処 理 性 | 耐 食 性 | 機 械 加 工 性 | 研 磨 性 | 電 気 絶 縁 性 | 腐 蝕 処 理 外 観 | 化 学 的 腐 蝕 強 化 性 | 高 温 度 での 強 さ | 溶 接 性 | ろ う 接 接 性 |
| ADC1  | Al-12%Si         | 1         | 2       | 1            | -       | 3     | 4         | 5     | 3         | 5           | 3               | 3            | なし    | なし        |
| ADC5  | Al-8%Mg          | 5         | 5       | 5            | -       | 1     | 1         | 1     | 5         | 1           | 1               | 4            | なし    | なし        |
| ADC10 | Al-8.5%Si-3.0%Mg | 2         | 2       | 2            | -       | 5     | 3         | 3     | 1         | 3           | 5               | 2            | なし    | なし        |

注) 1~5の順に劣る

表-7 アルミニウム合金ダイカストの機械的性質<sup>8)</sup>

| 合 金   | 引張強さ<br>[kg/mm <sup>2</sup> ] | 耐力(0.2%)<br>[kg/mm <sup>2</sup> ] | 伸 び<br>(%) | せん断強さ<br>[kg/mm <sup>2</sup> ] | 疲れ強さ*<br>( $5 \times 10^8$ 回)<br>[kg/mm <sup>2</sup> ] |
|-------|-------------------------------|-----------------------------------|------------|--------------------------------|--------------------------------------------------------|
| ADC1  | 29.5                          | 13.4                              | 3.5        | 17.6                           | 13.4                                                   |
| ADC5  | 31.6                          | 19.0                              | 8.0        | 19.0                           | 16.2                                                   |
| ADC6  | 28.8                          | —                                 | 7.5        | —                              | —                                                      |
| ADC10 | 33.0                          | 16.2                              | 3.5        | 19.0                           | 14.1                                                   |

\* R.R.Moore 試験機による。

合金ADC5, ADC6はADC1, ADC10に比べ鋳造性は劣るが、使用特性は全般的に良好である、また引張強さは同程度であるが、伸び率および疲れ強さが大きく、チャッターバーの材料として使用するに適している。

## (2) 鉄 鋼

## 1) 鋳 鉄

鋳鉄の引張強さは $15 \sim 40 \text{ kg/mm}^2$ におよび炭素、珪素の量の増加とともに引張強さが上がる。硬さ(ブリネル)は $180 \sim 240$ (鋳鉄品4種)であり、アルミ合金7種Aの約60に比べ高い値を示している。鋳鉄の衝撃値はシャルピー試験によると(ただし、JISZ2242の規定によれば、鋳鉄などの衝撃値の低いものにはこのJISは適用しないとある。)  $0.2 \sim 0.4 \text{ kg-m/cm}^2$ の範囲が普通であり、極めて低い値を示し、もろい傾向がある。粘り強さは黒鉛が均一に分布したものがすぐれており、異状な黒鉛組織でない場合には、衝撃値は引張強さの大きいものが大きい値を示す。鋳鉄の物理的、化学的、機械的性質を改良するためにニッケル(耐摩耗性、耐熱性等)、クロム(耐熱性、耐酸化性、耐食性等)、モリブデン(強度、硬さ、耐摩耗性、調質強度、耐食性等)、バナジウム(硬さ、粘り強さ、耐摩耗性等)、その他合金元素を添加する場合がある<sup>9)</sup>が、チャッターバーの材料として使用する場合は、本金属のもらさを十分考慮して、使用場所、方法等を決定する必要がある。

## (3) ゴ ム

## 1) 天然ゴム

天然ゴムラテックスは合成ゴムラテックスに比べ a) 貯蔵安定性がよく、特に低温下において安定である。b) 皮膜形成能がよい c) 湿潤ゲル強度が大きい d) 皮膜強度が高い e) 伸びが大きい f) 弾性が高いなどのすぐれた特性をもっている。しかし、貯蔵期間が長くなると機械的安定度は低下し、粘度は上昇し、KOH数や弾性脂肪酸数(VEA数)は増加する。また生ゴムは貯蔵期間中、空気中の酸素と光により徐々に変質する<sup>10)</sup> 次点があり、チャッターバーの材料として使用するには適さない。

## 2) 合成ゴム

合成ゴムのうち一般用に消費されているSBRについて、その代表的な特色を天然ゴムと比較して述べる。<sup>10)</sup>  
(長所)

i) 品質が均一で異物が少ない。

- ii) 耐老化性、耐熱性、耐摩耗性がすぐれている。
- iii) 耐油性は天然ゴムより少し良好である。
- iv) スコーチ（焼け）に対して安定である。
- v) 価格変動が少ないのでSBRを使用すると経営上安定である。

（短所）

- i) 純ゴム加硫物は機械的性質が極めて悪いので、高価な補強剤を多量に配合する必要がある。
- ii) 弾性が低く、動的発熱が大きい。
- iii) 引裂強さが弱い。

上記に示すような欠点を合成ゴムは持っており、チャッターバーの材料として使用するには、一般に不適当であろう。

#### (4) プラスチックス

##### 1) ポリカーボネイト樹脂

ポリカーボネイト樹脂は耐熱性、耐光性に富み、一般に吸湿性小で耐衝撃強度が優れている。また水およびアルカリ性または酸性不純物のないものは300℃以上で長時間溶融状態においても安定である。しかし、すべてのビスフェノールからのポリカーボネイト、または2種のビスフェノールを用いた混合縮合物は $\text{CH}_2\text{Cl}_2$ に可溶であり、あるものは芳香族炭化水素、エステル、ケトンなどにも溶ける。<sup>11)</sup> 表-8はポリカーボネイトのその他の特性を示したものである。

表-8 ポリカーボネイトの特性<sup>11)</sup>

| 伸 率             | 衝撃強度              | 抗張力                               | 曲げ強度                              | 吸水率<br>24 hr | 酸の影響<br>(弱酸) | 同 左<br>(強酸)  | アルカリの影響<br>(弱アルカリ) | 同 左<br>(強アルカリ) |
|-----------------|-------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------------|----------------|
| %<br>60~<br>100 | ft·lb/in<br>12~16 | Kg/cm <sup>2</sup><br>600~<br>670 | Kg/cm <sup>2</sup><br>770~<br>900 | %<br>0.3     | 無            | 徐々に侵<br>される。 | 耐 え る              | 徐々に侵さ<br>れる。   |

ポリカーボネイトの強度は全般的に金属のそれより低く、走行抵抗（衝撃強度）の大きいチャッターバーに本材料を使用することは、一般に避けるのが望ましい。

##### 2) ABS樹脂

ABS樹脂はスチレンの長所を失わずに耐薬品性、耐熱性、および耐衝撃性を向上させたものであり、その特性を表-9に示す。

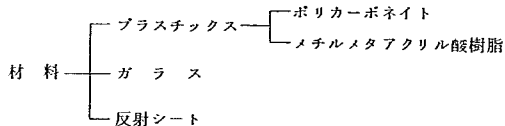
表-9 ABS樹脂（中衝撃性）の特性<sup>10)</sup>

| 引張強さ                                  | 圧縮強さ                                  | 曲げ強さ                                  | 衝撃強さ                       | 耐熱温度<br>(連続)       | 熱変形温度              | 吸水率                    |
|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|----------------------------|--------------------|--------------------|------------------------|
| Kg/cm <sup>2</sup><br>387<br>~<br>492 | Kg/cm <sup>2</sup><br>387<br>~<br>492 | Kg/cm <sup>2</sup><br>562<br>~<br>773 | ft·lb/in<br>0.7<br>~<br>25 | ℃<br>71<br>~<br>93 | ℃<br>79<br>~<br>93 | %<br>0.25<br>~<br>0.45 |

ABS樹脂の強度はポリカーボネイトのそれより若干劣り、本材料を走行抵抗の大きいチャッターバーに使用することは、一般に避けるのが望ましい。

#### 4.1.2 反射体

チャッターバーに付設する反射体は視認性の良好さに加えて、特に耐久性に優れていなければならないが、反射体の材料として以下にあげるものが考えられる。



上記材料について、それぞれの特色を述べる。

##### (1) プラスチックス

###### 1) ポリカーボネイト樹脂

本樹脂については、4.1.1.で述べたとおりであり、プラスチックの中でも特に耐衝撃強度が優れている。しかし硬度（ロックウェル）はM70、R118<sup>11)</sup>であり、車両および砂等により、キズがつく恐れがある。

###### 2) メチルメタアクリル酸樹脂

メチルメタアクリル酸樹脂の性能は表-10に示すとおりであり、また、機械加工性は優れている。しかし、本樹脂もポリカーボネイト樹脂と同様、車両、砂等によりキズがつく恐れがある。

表-10 メチルメタアクリル酸樹脂（成型品）の性能表<sup>11)</sup>

| 引張強度                         | 伸び                | 圧縮強度                          | 屈曲強度                          | 衝撃値                         | 硬 度<br>(ロックウェル)  | 酸の影響<br>(弱酸) | 同 左<br>(強酸)         | アルカリ<br>の影響<br>(弱アルカリ) | 同 左<br>(強アルカリ) | 透明性                    |
|------------------------------|-------------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------------------------|------------------|--------------|---------------------|------------------------|----------------|------------------------|
| $Kg/cm^2$<br>490<br>~<br>635 | %<br>3<br>~<br>10 | $Kg/cm^2$<br>850<br>~<br>1250 | $Kg/cm^2$<br>920<br>~<br>1200 | $Kg-cm/cm$<br>22<br>~<br>28 | M85<br>~<br>M105 | 無            | 腐化性<br>酸のみに<br>侵される | 無                      | 無              | 透 明<br>(光透過<br>90~92%) |

##### (2) ガラス

ガラスは割れやすい性質を持っているため、チャッターバー本体に付設する場合は反射体を弾力性のある材料で覆うか、または、鋸本体に埋込み完全に固定する等、何らかの配慮が必要であろう。しかし、ガラスは硬度が大きく、プラスチックに比べキズがつきにくく、耐久性に優れているため、破損等に特に留意すれば、反射体として十分使用できる。

##### (3) 反射シート

反射シートは、ガラスビーズをプラスチックの中に封入している封入レンズ型反射シートと空気層の中にあるガラスビーズをプラスチックで覆ったカプセルレンズ型反射シートの2種類がある。高屈折率ガラスビーズを使用した反射シートの視認性は良好であるが、チャッターバーに付設した場合は、車両、砂等によりキズがつきやすく、反射率の低下が他の材質に比べて大きいと推察される。

以上よりそれぞれの材料に特徴が認められ、チャッターバー設置箇所における各種条件（反射性能、交通量、道幅巾員、走行速度、気象等）が満たされれば、反射体の材料として使用は可能であろう。尚ここでいう必要な反射性能とは4.3で述べる性能である。

## 4.2 構 造

チャッターバーは次に示す構造を有する必要がある。

- 1) チャッターバーの路面への定着は2本以上の脚部の埋込方式によるものとし、本体と脚部は一体の構造とする。
- 2) チャッターバーは堅牢なものとし、特に反射部に破損を生じない構造とする。
- 3) チャッターバーは車両に必要以上の衝撃を与えず、塵土の付着しない構造とする。
- 4) 車両がチャッターバーに乗り上げた場合、車両がチャッターバーを設置した進行方向に復元するような構造とする。

チャッターバーの路面への定着方法は、脚部を路面に埋込む方式とするため、チャッターバーの定着に関しては、脚部の構造が極めて重要となる。

### 4.2.1 脚部形状

#### (1) 脚 長

チャッターバーの脚長の相違による路面への定着強度の変化を図-8に示す。

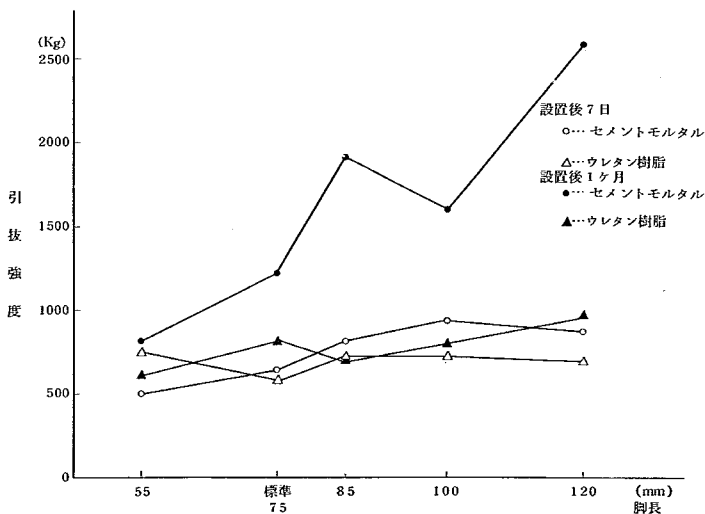


図-8 脚長と引抜強度との関係

一般に脚長が長いほど、引抜強度は大きいと考えられるが、セメントモルタルを固定充填剤に使用した場合は、一部の例外を除いて、その傾向が認められる。特に設置後1か月経過したチャッターバーはその傾向が強く表われる。

しかし、ウレタン樹脂を固定充填剤に使用した場合は、若干の引抜強度の増加傾向は認められるが、特に際立った傾向は認められない。

図-9はチャッターバーの脚長の相違による引抜強度と変位との関係を示したものである。

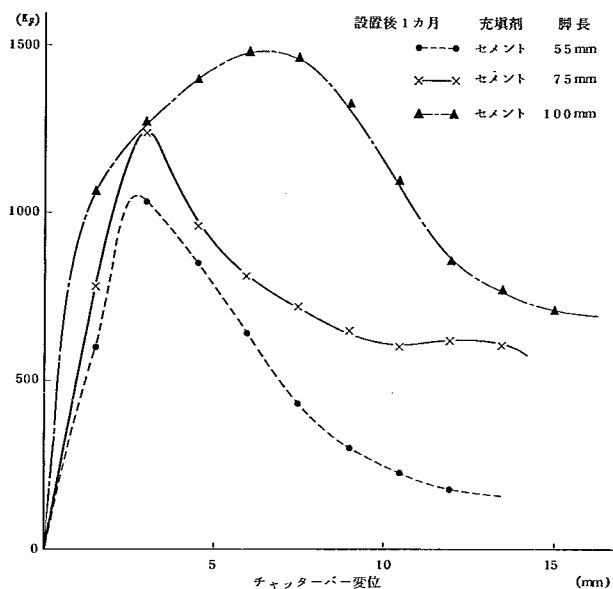


図-9 引抜強度と変位との関係

脚長が短いチャッターバーは最大引抜強度を示した後は急速に変位すると同時に引抜強度も急激に減少する傾向が認められる。これに対して脚長が長いチャッターバーは最大引抜強度を示した後は、徐々に変位を伴いながら引抜強度は減少する傾向が認められる。すなわち、脚長が長いチャッターバーはゆるみ(ガタ)が生じた場合でも、直ちに剥離する可能性は薄いと思われる。

以上より、従来のチャッターバーの脚長は70mm～80mm程度であったが、今後のチャッターバーの脚長としては、100mm程度が適当と推察される。

## (2) 脚径

チャッターバーの脚径の相違による路面への定着強度の変化をみたものが図-10である。

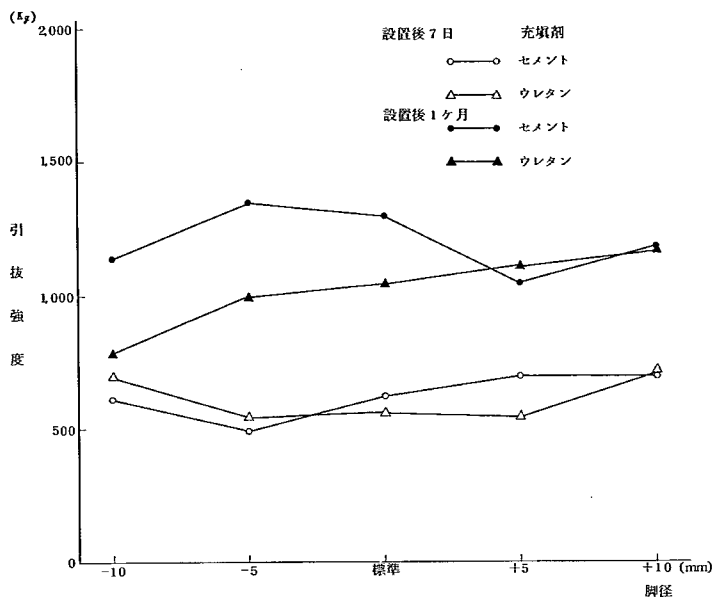


図-10 脚径と引抜強度との関係

一般に脚径が大きい程引抜強度は大きいと考えられるが、本試験においては、そのような傾向は認められない。これは、脚径より他の要因（施工方法、路面温度等）が引抜強度に多大な影響を及ぼしたためと思われる。脚径は、引抜強度に与える影響の外、車両がチャッターバーに与える応力などを考慮し、決定する必要がある。また、脚長を100mm程度と従来より長くすれば、それに応じた脚径にする必要がある。

#### 4.2.2 設計強度

チャッターバーの強度設計をするに当たっては、車両がチャッターバー上を走踏した場合、チャッターバー本体が変形しないこと、および、頭部が脚部より飛散しないこと等に留意しなければならない。

##### (1) 頭部強度

チャッターバーの頭部の設計をする場合、頭部の形状により、車両がチャッターバーに及ぼす影響は異なるが、本検討は図-3に示す車両モデル、および図-4に示す形状について荷重計算を行なった。なお、荷重の向きは、路面に対して垂直方向のみとし、計算式は(3)式に示した

$$p = -m_T \ddot{z}_T - m \ddot{z} \quad \text{によつた。 (表-11)}$$

表-11 自動車荷重計算結果

| 設置間隔<br>速 度 | 3 m     | 2 m     | 1.5 m   | 1.0 m   |
|-------------|---------|---------|---------|---------|
| 20 Km/h     | 4 7.9 t | 4 8.0 t | 4 8.5 t | 4 8.6 t |
| 40          | 5 0.1 t | 5 0.2 t | 5 0.0 t | 5 0.1 t |
| 60          | 5 0.5 t | 5 0.4 t | 5 0.4 t | 5 0.8 t |
| 80          | 5 0.6 t | 5 0.5 t | 5 0.8 t | 5 0.4 t |

表-11より垂直方向の最大荷重は50.8tである。ただし、この値は瞬時に作用する応力であるため、安全率は1として良いであろう。

すなわち静的試験において、チャッターバー垂直方向に51tの荷重が載荷した場合にも、チャッターバーは変形、亀裂、飛散等が生じない構造とすることが肝要である。ただし、この場合、チャッターバー頭部裏に固定充填剤が充填された状態で上記条件を満たせば良いと思われる。

なお、チャッターバー本体のみの場合の頭部圧縮試験を行なったので、その結果を図-11に示す。試験機は200tアムスラー試験機を用い供試体の圧縮箇所はチャッターバーの中央部とした。

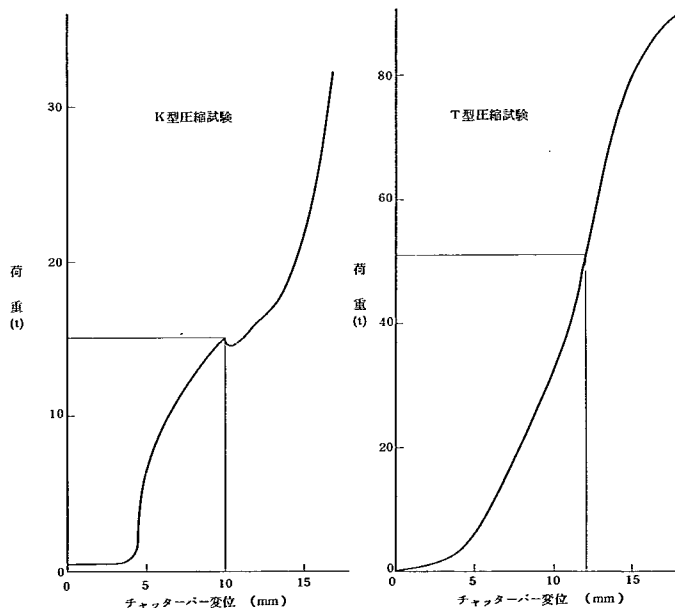


図-11 チャッターバー頭部圧縮試験結果

## (2) 脚部強度

なお、チャッターバーの脚部の剪断試験を行なったのでその結果を表-12に示す。試験はアムスラー試験機を用い、供試体は1種類3体とした。

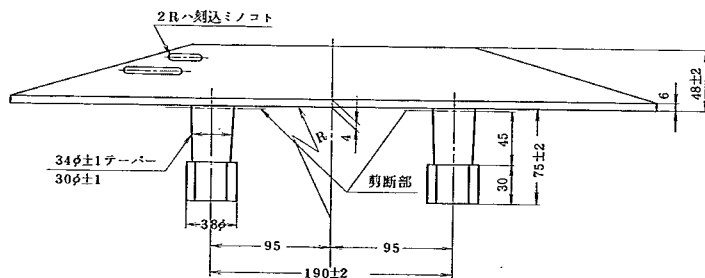
表-12 脚部の剪断試験結果

| 種 類 | 剪 断 力                             |                                   |
|-----|-----------------------------------|-----------------------------------|
| K 型 | 材質 アルミニウム合金鋳物<br>3 種 A<br>1 1.6 t | 材質 アルミニウム合金鋳物<br>7 種 A<br>2 2.3 t |
| T 型 | 材質 アルミニウム合金 ダイカスト 6 種<br>1 7.0 t  |                                   |

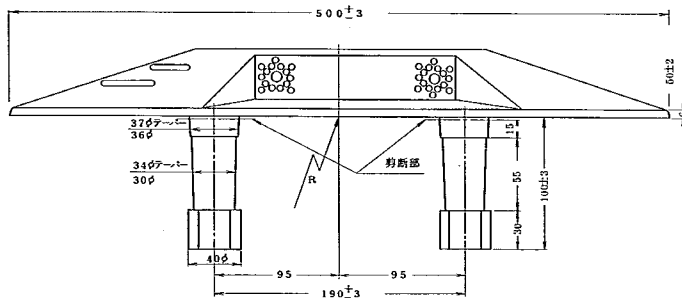
(数値は3供試体の平均値)

供試体の脚部形状，および材質（適用JIS）

K型 アルミニウム合金鋳物 3種A (JIS H 5202)



K型 アルミニウム合金铸件 7種A (JIS H 5202)



T型 アルミニウム ダイカスト6種 (JIS H 5302)

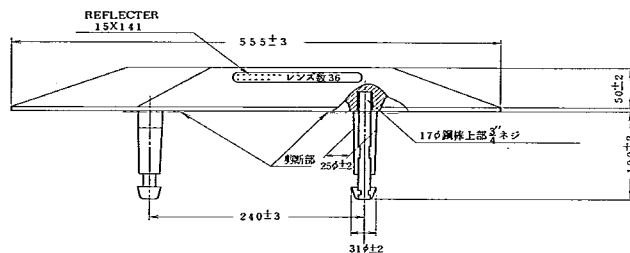


表-12によるとK型供試体の場合、7種Aの方が3種Aに比べ大きな剪断力を示している。これは膨部形状が7種Aの方が全般的に大きいことが一原因と考えられる。また剪断面の増加率は $\phi 34\text{ mm} \rightarrow \phi 37\text{ mm}$ で約18%であるのに対し、剪断力の増加率は約92%である。すなわち、脚部の材質の改良による影響も多大であると推察される。

T型の場合、脚部径が25mmとしK型に比べ細いのに対し、剪断力はかなり大きな値を示している。これは $\phi 17\text{ mm}$ の鋼棒が脚部に挿入されているためであろう。

今後は車両がチャッターバー上を走踏した場合に、頭部と脚部の付け根部等に働く応力について検討する必要がある。

#### 4.3 反射性能

チャッターバーに付設する反射体は、特に雨天時の夜間における運転者の視線誘導に大きな効果をもたらしており、今後も積極的に反射体を取付けるのが望ましいと思われる。

反射体材料は4.1.2で述べたが、ガラスレンズ、ガラスビーズ等を反射体として使用する場合、ガラスの屈折率は1.5以上にするのが望ましい。また、反射体の色は白色、および橙色が考えられるが、橙色は白色に比べ反射効率は悪いがこの色の意味するところは「注意」であり、この意味で

反射体を設置すれば適切な設置となろう。

反射体の視認距離と反射性能（輝度）との関係を図-12に示すが、これらの相関を指数回帰線  
 $X = A e^{BY}$  { X: 輝度 (cd/10.76lx), Y: 視認距離(m), A, B: 定数 } で推定した結果を表-13に示す。

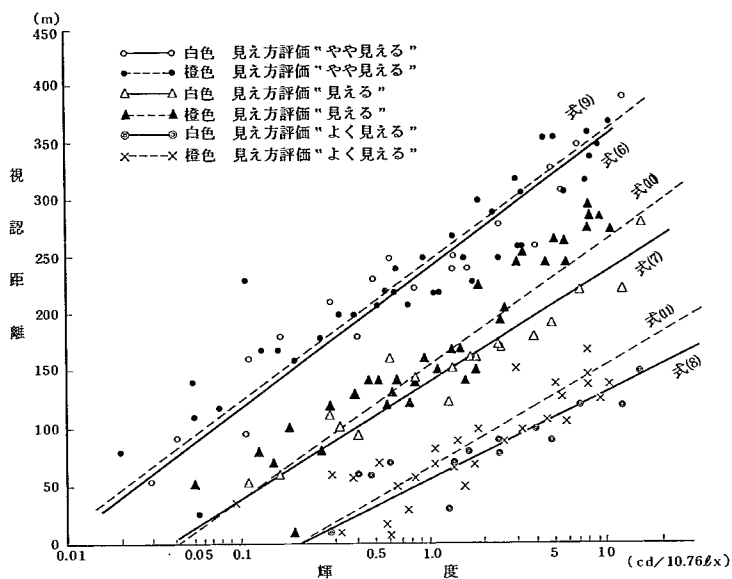


図-12 反射体輝度と視認距離との関係

表-13 視認距離と輝度との関係式

| 条 件 | 回 帰 式 | 回 帰 曲 線                   | 相 関 係 数 R               |
|-----|-------|---------------------------|-------------------------|
| 白   | やや見える | $X = 0.0095 e^{0.0191 Y}$ | $R = 0.9440$ ..... (6)  |
|     | 見える   | $X = 0.0360 e^{0.0235 Y}$ | $R = 0.9453$ ..... (7)  |
|     | よく見える | $X = 0.1903 e^{0.0295 Y}$ | $R = 0.9007$ ..... (8)  |
| 橙   | やや見える | $X = 0.0086 e^{0.0193 Y}$ | $R = 0.9492$ ..... (9)  |
|     | 見える   | $X = 0.0405 e^{0.0205 Y}$ | $R = 0.9309$ ..... (10) |
|     | よく見える | $X = 0.2017 e^{0.0244 Y}$ | $R = 0.8830$ ..... (11) |

X: 輝度 (cd/10.76lx)

Y: 視認距離 (m)

なお、輝度測定はSAB基準により、図-13に示す方法によった。

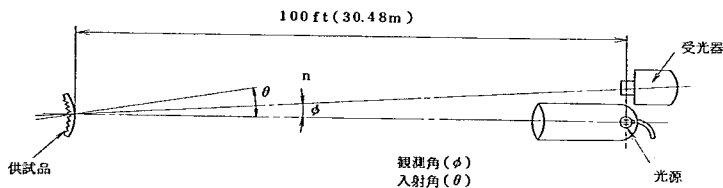


図-13 反射率測定方法

ここで反射体が保有すべき反射性能について検討する。一般道路に設置する反射体の輝度は、自動車運転者の反射体への注視距離（走行速度により異なる）によって決定されるが、現在反射体の注視距離に関する検討はほとんど行われていない。その為、視認距離を表-14に示すように50m～300mとして、その場合の反射体輝度を検討した。

表-14 各視認距離における輝度

(cd/1076lx)

| 色 |       | 視認距離 (m) | 50   | 100  | 150   | 200   | 250    | 300      |
|---|-------|----------|------|------|-------|-------|--------|----------|
| 白 | 見え方評価 |          |      |      |       |       |        |          |
|   | やや見える |          | 0.02 | 0.06 | 0.17  | 0.43  | 1.13   | 2.93     |
|   | 見える   |          | 0.12 | 0.38 | 1.22  | 3.96  | 12.82  | 41.50    |
|   | よく見える |          | 0.83 | 3.64 | 15.89 | 69.47 | 303.64 | 1,327.23 |
| 橙 | やや見える |          | 0.02 | 0.06 | 0.16  | 0.41  | 1.07   | 2.81     |
|   | 見える   |          | 0.11 | 0.31 | 0.88  | 2.44  | 6.81   | 18.98    |
|   | よく見える |          | 0.68 | 2.31 | 7.84  | 26.55 | 89.93  | 304.61   |

チャッターバーの必要な視認距離を仮に150mとすれば、反射体は白色の場合0.17cd/1076lx、橙色の場合0.16cd/1076lx以上の輝度が必要であり、これ以下の値になる前に清掃、取り替え等、反射率を回復する手段を講ずる必要がある。

#### 4.4 施工、養生

##### 4.4.1 施工方法

通常の状態では、当該チャッターバー上を重量車両が走行することが極めて少ない区間におけるチャッターバーの設置方法としては、従来多用されている固定充填剤にセメントモルタルを使用した方法で施工および養生に十分留意すれば良いが、重量車に踏まれる可能性の高い区間にチャッターバーを設置する場合には、

- ① 固定充填剤としてエポキシ接着剤を使用する等、固定強度を高めるための特別の方策を講ずる。
- ② チャッターバーによる路面の障害を大きく視認させ、また車両がその上に乗りにくくするた

め、チャッターバー設置箇所の高さを車線の高さより嵩上する。  
 など、何らかの方法でチャッターバーの固定強度を損なわないような対策が必要である。

#### (1) 交差点付近における引抜強度

図-14はT型交差点(図-2に示す交差点)におけるチャッターバーの引抜強度を示したものである。交差点中心に向う程、車両の中央線横断交通量は増え、それに伴ない、チャッターバーの引抜強度は減少する傾向が認められる。すなわち、交差点附近の様に車両に踏まれる可能性が高い区間に設置するチャッターバーはより慎重な施工・管理が必要である。

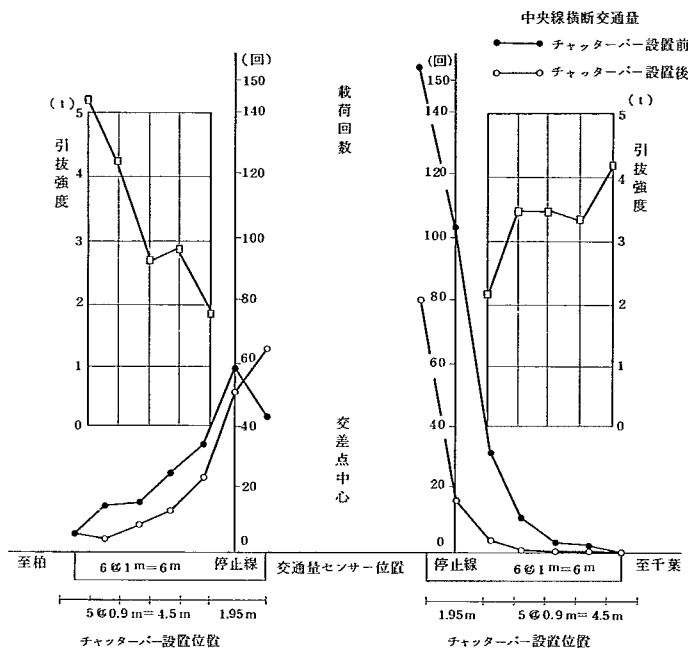


図-14 交差点付近における引抜強度

#### (2) 固定充填剤

チャッターバーの路面への定着材料として種々の固定充填剤が考えられるが、いずれも材料の使用法、施工法、養生等について十分留意しなければならない。

以下に各種材料についてそれぞれの特色を述べる。

##### 1) セメントモルタル

最も一般的に使用されている材料であり、施工性、経済性に優れている。しかし、凝結時間が長いので、養生期間を十分取る必要があろう。

なお、超早強モルタルとして、ジェットモルタルがあるが、これは普通ポルトランドセメントモルタルに比べて短期強度は極めて大きく、養生期間を短縮することができる。

しかし、本材料はハンドリングタイムが短いため、迅速に施工する必要がある。また、価格が高いことは短所の一つである。

## 2) エポキシ樹脂モルタル

エポキシ樹脂は、二液性の熱硬化樹脂であり、優れた材料である。

しかし、低温時における硬化が遅く、特に温度管理に留意する必要がある。

また、価格が他の材料に比べ高いことも短所の一つである。

## 3) ブロンアスファルト

アスファルトは弾力性に富み衝撃力を吸収する作用があり、また経済性にも優れている。しかし接着力が弱く、チャッターバーの固定充填剤としては、路面に対し、垂直方向の引抜力が比較的小さな抵抗力であるため、慎重に使用することが肝要である。

## 4) ポリエステル樹脂モルタル

本樹脂モルタルはエポキシ樹脂に比べ速硬化性であり、養生期間を短縮できる。また圧縮強度、曲げ強度、および耐久性等に優れている。

しかし、セメントモルタルに比べ価格が高く、施工、養生温度管理に留意する必要がある。

## 5) ポリウレタン樹脂は特に耐化学薬品性に優れており、耐水性にも良好である。また弾力

ポリウレタン樹脂は特に耐化学薬品性に優れており、耐水性にも良好である。また弾力性にも富み衝撃力を吸収する作用がある。

しかし、2液性樹脂の場合には主剤と硬化剤の混合には特に慎重な計量、混合が必要である。

また、本樹脂は特に水分に留意し施工する必要がある。

図-15は、固定充填剤の相違による引抜強度と変化との関係を示したものであり、使用した固定充填剤の種類により図に示すような傾向が認められたが、これは舗装体からの剥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(0~④)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力により、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(④~⑥)では徐々に変位を伴いながらも若干抵抗するが、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、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

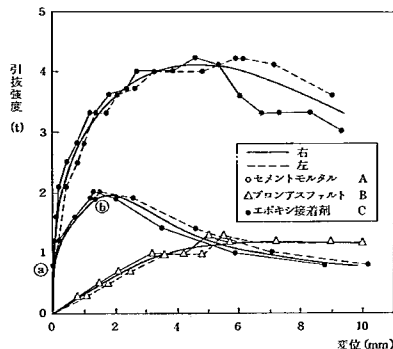


図-15 引抜強度と変位との特性図

の面で剥離を生ずる。

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)が生じないように特に留意する必要がある。

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べ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、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剥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。

しかし、この場合ゆる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、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。

この場合、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-15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。

表-15は、固定充填剤の違いによるチャッターバーの引抜強度の相違を表わしたものであるが、引抜強度の値そのものは実験条件によって異なるが、総体的な傾向は把握できる。

表-15 固定充填剤の相違による引抜強度

| 型 式<br>期 間   | K 型      |           | T 型      |
|--------------|----------|-----------|----------|
|              | 7 日 (kg) | 1 カ月 (kg) | 7 日 (kg) |
| 普通セメントモルタル   | 660      | 1,240     | 1,100    |
| エポキシ樹脂モルタル   | 2,500    | 1,750     | 3,800    |
| ブロンアスファルト    | 300      | 590       | 800      |
| ポリエステル樹脂モルタル | 1,170    | 970       | —        |
| ポリウレタン樹脂     | 620      | 850       | —        |

表より、エポキシ樹脂モルタルは他の固定充填剤に比べ高い引抜強度を示し、固定充填剤として使用するには適している。また、普通セメントモルタルを使用した場合の1カ月後の引抜強度は、エポキシ樹脂モルタルに次いで大きく、施工、養生等に十分留意すれば、固定充填剤として使用するに適している。

他の固定充填剤については、更に多くの試験、検討を重ね評価する必要がある。

以上より、チャッターバー上を重両車両が走行することが極めて少ない区間における固定充填剤としては、施工、養生等に十分留意すればセメントモルタルで良いと思われるが、交差点附近の様な車両に踏まれる可能性の高い区間に設置するチャッターバーの固定充填剤としては、エポキシ2液性接着剤を使用するのが望ましい。

### (3) 舗装、及び施工

舗装体の種類別によるチャッターバーの引抜強度を示したのが表-16である。これより、セメントモルタルを固定充填剤として用いた工法ではセメントコンクリート舗装に設置した場合の方がアスファルトコンクリート舗装に設置した場合に比べて、引抜強度は大きい傾向が認められる。なお、表-16は各荷回回数における引抜試験の時点で設置後の経過日数に大差があるため、荷回回数による引抜強度の変化は認められない。

表-16 引抜強度比較表

| 舗装種別 \ 荷回回数(回)   | 0    | 100  | 300  | 500  |
|------------------|------|------|------|------|
| アスファルト舗装(kg)     | 1870 | 1700 | 1040 | 1450 |
| セメントコンクリート舗装(kg) | 4300 | 4180 | 4230 | 4210 |
| 比率               |      |      |      |      |
| セメントコンクリート舗装     | 2.3  | 2.5  | 4.1  | 2.9  |
| アスファルト舗装         |      |      |      |      |

チャッターバー頭部裏への固定充填剤の充填程度による引抜強度の変化をみたのが図-16である。図からは特に顕著な差は認められないが、固定充填剤は、頭部裏全体へ充填した場合が脚部附近のみ充填するのに比べ、より大きな引抜強度を示す傾向が認められる。また、固定充填剤を全体に充填すれば、脚部附近の完全な充填、舗装体とチャッターバー頭部裏との接着、およびチャッターバーの車両への耐荷力が増加すると推察され、固定充填剤は慎重にチャッターバー全体へ充填することが肝要である。

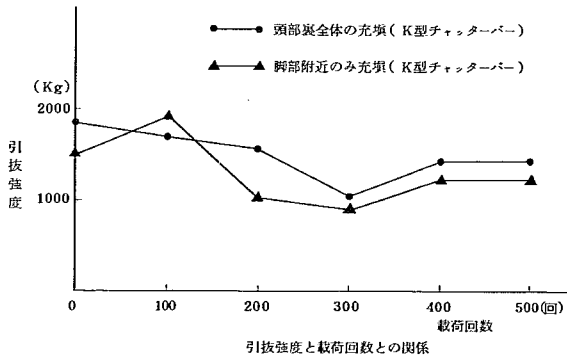


図-16 充填度の違いによる引抜強度

図-17はチャッターバー脚部の舗装体穿孔面積による引抜強度の変化を示したものである。チャッターバーの脚部と固定充填剤との付着が極めて良好である場合、脚孔面積が大きい程、舗装体とセメントモルタルとの付着面積が増し、それに伴って付着力は増大すると考えられる。また、面積が大きい程施工性が良く、固定充填剤の脚部附近への充填状況が良好となろう。図-17に示す結果は面積が増加する程、引抜強度は増加する傾向が認められたが、長期間における固定充填剤のヒビワレ等の問題がある。

#### (4) 橋梁上における施工

橋梁に設置するチャッターバーの脚長は、床版上の舗装厚により制限されるが、一般に脚長は55mm程度と極めて短少であるため、その設置方法には特に留意する必要がある。表-17は脚長55mm、および100mmの場合の引抜強度を表わしたものである。表より固定充填剤としてセメントモルタルを使用した場合には、脚長55mmの引抜強度は脚長100mmのそれに比べて、約55%の強度である。これに対して脚長55mmのチャッターバーをエポキシ2液性接着剤で定着した場合は、脚長100mm（固定充填剤セメントモルタル）の引抜強度に比較して、同等以上の強度を示している。すなわち、橋梁上等、脚長が極めて短少とならざるを得ない区間に設置するチャッターバーは、固定充填剤としてエポキシ2液性接着剤を使用するのが望ましい。

#### 4.4.2 養生、検査

##### (1) 養生

チャッターバー設置に使用する固定充填剤が

凝固しないまま荷重を受けることは、チャッターバーの固定強度を大きく損うのでさなければならず、使用する材料、施工法によって異なるが十分な養生期間を保つとともにその間の温度管理にも留意することが望ましい。特に固定充填剤は凝結開始から終結までに振動等を与えられれば、強度を損う恐れがあるため、凝結終了までは交通開放を避けるのが望ましい。なお、セメントモルタルの場合の凝結に関してはJIS R 5201、セメントの物理試験方法に規定があり、特にこれに示された始凝から終結までは、慎重な養生が必要である。

##### (2) 検査

チャッターバー設置後、竣工検査を実施し、設置場所・設置個数・連続性ととともに、チャッターバーの破壊試験（引抜試験）を実施するのが望ましい。引抜試験における検査項目として引抜強度を設定するのが望ましいが、これは各条件が異なる為一概に決定することは困難であろう。その為、

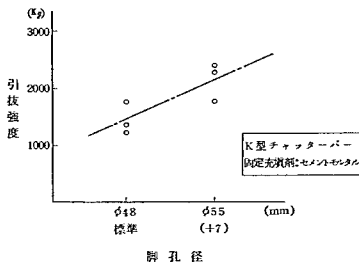


図-17 引抜強度と脚孔との関係

表-17 脚長および固定充填剤と引抜強度との関係

| 固定充填剤<br>脚 長 | セメントモルタル | エポキシ2液性<br>接 着 剤 |
|--------------|----------|------------------|
| 55 mm        | 845 kg   | 1,835            |
| 100 mm       | 1,570 kg | —                |

アスファルト舗装  
設置後1ヵ月経過  
(数値は2供試体の平均)

検査は使用した固定充填剤の種類・配合・充填状況および、脚部の穿孔状況等について検査を実施することになろう。なお、その検査頻度としては東京都が表-18の様な案を示している。

表-18 検査頻度

| チャッターバー設置個数 | 検査回数      |
|-------------|-----------|
| 100 ~ 200   | 2 以上      |
| 201 ~ 500   | 3 以上      |
| 501 以上      | 500個毎に3以上 |

## 5章 維持管理

### 5.1 点検、補修

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り、このため出来る限り設置時点に対策を行なうことが望ましい。しかし、良好な施工箇所についても経年とともにチャッターバーの固定強度は劣化するので、設置後一定年数を経たものについては点検し、設置更新することも必要となろう。また交差点附近等のような強度的に留意を要する区間のチャッターバーについては、例えば四半期毎等、さらに短期間で点検を要するものと考えられる。

なお、チャッターバーの舗装への固定状況を引抜くことなく判定する方法（非破壊試験）として、次の3種類が考えられる。

- ① 木づちによるハンマリングによる評価
- ② シュミットハンマーによる評価
- ③ 振動周波数分析による評価

交通供用中の道路における試験方法としては、④試験方法が単純で短時間で試験が完了すること、⑤対象チャッターバーの種類、施工法ならびに試験担当者等の相異による試験結果への影響が極力小さいこと、⑥試験結果が明瞭であること、等の条件が望まれる。

#### (1) ハンマリングによる評価

事前に作成した評価基準（5段階評価）に基づいて、各層から構成されるモニター数人が木づちにより、チャッターバーの頭部を打って、その時発生する音により評価しその結果をデルファイ法により集計する。この方法では、

- ① チャッターバーに大きなゆるみがない場合には、チャッターバーおよび固定充填剤の種類により、またチャッターバー頭部裏への充填の程度の差違により、木づちによる音色に大きな相異がある。
- ② ゆるみが生じているチャッターバーの判別には極めて有効である。

等の特色がある。

#### (2) シュミットハンマーによる評価

N型（又はL型）のシュミットハンマーをチャッターバーの頭部上で作動させ、その反発値の大きさにより評価する。

図-18は使用中の幹線国道に設置されているチャッターバーのシュミットハンマー（N型）の反発値と引抜強度との関係を示したものである。しかし、この方法では、チャッターバーの種類（とくに頭部の重量の相異）、頭部裏への充填の程度の差、設置経過年数等により、反発値が異な

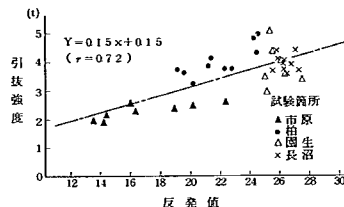


図-18 反発値と引抜強度との関係

り、その傾向が把握しにくく、チャッターバーの固定強度がどの程度シュミットハンマーの反発値に影響するか更に検討を要する。

### (3) 振動周波数分析による評価

チャッターバー頭部をハンマーでたたいた時、ハンマーに取りつけられているピックアップにより取出される信号（加速度）について振動スペクトル演算を行ない、そのレベルの変化によって評価する。

測定装置が複雑であり、評価方法にも熟練を要し、更に検討が必要である。

## 5.2 発生品の扱い

道路のオーバーレイ、打ち換え等により発生したチャッターバーは、設置後かなりの年月を経過したものが多く、その取扱いが問題となろう。表-19は、現道からの発生品とその当時と同材料で製作されたチャッターバーとの強度比較を示すものである。実験は剪断試験の場合200tアムスラー試験機を用い脚部の剪断強度を求めた。また衝撃試験の場合、チャッターバーを固定しその脚部に高さ1.5mから5.2kgの重錘を落下させ、その場合の脚部の曲げ角度を求めた。

表-19 脚部の剪断強度（最大強度）

| 試験方法        | 種類<br>設置場所 | K 型    |        | T 型          |           |
|-------------|------------|--------|--------|--------------|-----------|
|             |            | 発生品    | 新品     | 発生品          | 新品        |
| 脚部の<br>剪断試験 | Na 0+6.4   | 12.6 t | 11.6 t | —            | 17.0 t    |
|             | Na 9       | 12.7 t |        | 17.2 t       |           |
|             | Na 11+10   | 12.2 t |        | —            |           |
| 脚部の<br>剪断試験 | Na 9       | —      | —      | 4回落下後<br>18° | 同左<br>19° |

剪断試験日 昭和52年7月12日

数値は3個（一部2個）の平均

発生品の状況を図-19（K型）、および図-20（T型）に示す。

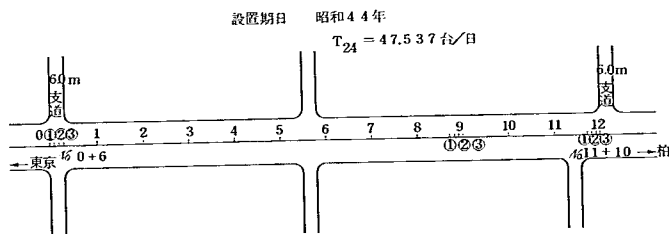


図-19 発生品（K型）の設置状況

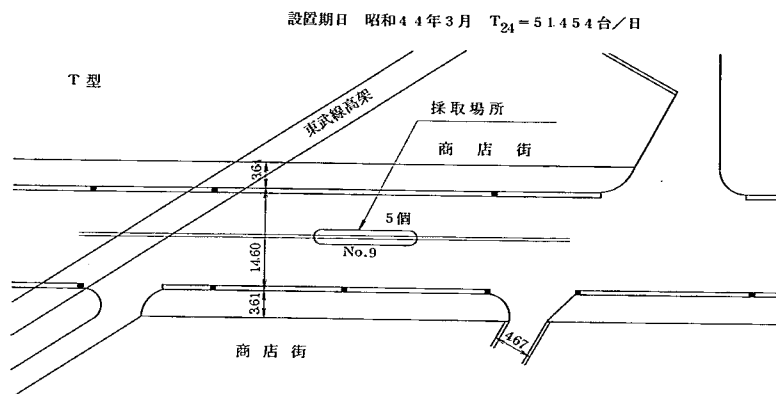


図-20 発生品(T型)の設置状況

現道に約7年設置したチャッターバーは脚部に金属疲労が表われると推定されるが、表よりみる限りその傾向はほとんど認められない。また設置箇所の相違による脚部の剪断強度の変化もほとんど認められない。ここで、発生品の強度が新品のそれより大きな値を示したのは、これらの供試体(材料は同一)を製作した状況(期日、溶解炉)が異なるため、合金の溶解温度、ガス吸収、酸化物の生成、および結晶の大きさ等が異なった為であると推察される。すなわち、脚部の剪断強度は経時変化による金属疲労はほとんど影響せず、チャッターバー製作条件の方がより大きな影響を及ぼすものと思われる。

しかし、本試験においては、発生品の採取、およびチャッターバーの脚部に付着していた固定充填剤の除去は、極めて慎重に行なった為、その作業工程では、脚部にはほとんど応力は与えなかった。現場においても、本条件の様に極めて慎重に作業を行なえば、発生品の使用は特に問題ないと思われるが、チャッターバーの採取、および固定充填剤の除去作業等において、脚部等に応力を与えた場合は、新品を使用するのが望ましい。

## あ と が き

昭和48年度から、チャッターバーの路面への定着強度、設置効果等について、種々の条件で試験を行ない、チャッターバーの剝離現象等について検討してきた。

本稿は過去の試験調査の結果、ならびに現場におけるチャッターバーの管理状況等を参考に、チャッターバーの設置に関する技術基準を作成する場合の資料として取りまとめたものであり、今後のチャッターバーの設置、管理にあたっての参考になれば幸甚である。

最後に本調査試験を実施するに当っては、本省国道第一課、関東地方建設局、同局東京国道工事事務所、ならびに千葉国道工事事務所の職員の方々に多大の御助言、御協力を賜ったことを記し、謝意を表するものである。

## 参 考 文 献

- 1) 建設省土木研究所 : チャッターバーの固定強度と振動効果, 土木研究所資料第948号  
交通安全研究室
- 2) " " : チャッターバーの固定強度(その2), 土木研究所資料第1041号  
" "
- 3) " " : チャッターバーの固定強度(その3), 土木研究所資料第1098号  
" "
- 4) 全国道路標識業協会 : 道路標示に関する基礎的研究(材料および施工基準編)
- 5) 成田・桂樹・野中 : 自動車走行にともなう道路の騒音と振動, 自動車技術  
Vol. 30, No. 12, 1976.
- 6) 高速道路調査会 : 視線誘導標設置基準解説
- 7) 建設省土木研究所 : 視線誘導に関する調査研究(その2), 土木研究所資料第1217号
- 8) 日本綜合鋳物センター : 軽合金鋳物便覧
- 9) 日本金属学会 : 金属便覧
- 10) 日本ゴム協会 : 新ゴム技術入門
- 11) 村橋・小田・井本 : プラスチックスハンドブック 朝倉書店

## 参 考 資 料

昭和 5 1 年度引抜実験表

| チャッターバー番号 |    | 設置後<br>経過<br>日 数 | 舗装体<br>の種類 | 充て<br>ん 剤     | 脚 長<br>(mm) | 脚 径<br>(口 径) | 降伏強度<br>(kg)     | 降伏強度時<br>の変位(mm) |      | 相 対 変 位 |     |
|-----------|----|------------------|------------|---------------|-------------|--------------|------------------|------------------|------|---------|-----|
|           |    |                  |            |               |             |              |                  | 左                | 右    | 左       | 右   |
| No 1      | 1  | 7                | AS         | レジシン<br>(1:6) | 55          | 平 均          | 390              | 6.59             | 0.00 | 6.6     | 0   |
|           | 2  | 7                | AS         | レジシン<br>(1:3) | 55          | 平 均          | 1,570            | 3.35             | 3.24 | 1.8     | 2.2 |
| No 2      | 3  | 7                | AS         | レジシン<br>(1:6) | 75          | 平 均          | 760              | 1.35             | 1.46 | 0.6     | 1.2 |
|           | 4  | 7                | AS         | レジシン<br>(1:3) | 75          | 平 均          | 1,550            | 1.30             | 2.59 | -0.8    | 1.8 |
| No 3      | 5  | 7                | AS         | レジシン<br>(1:6) | 85          | 平 均          | 850              | 1.57             | 0.97 | 1.3     | 0.4 |
|           | 6  | 7                | AS         | レジシン<br>(1:3) | 85          | 平 均          | 1,170            | 3.19             | 2.81 | 2.0     | 0.7 |
| No 4      | 7  | 7                | AS         | レジシン<br>(1:3) | 100         | 平 均          | 1,430<br>(1,260) | 8.7              | 8.1  | 5.3     | 3.6 |
|           | 8  | 7                | AS         | レジシン<br>(1:3) | 100         | 平 均          | 1,090            | 5.5              | 5.0  | 3.1     | 3.0 |
| No 5      | 9  | 7                | AS         | レジシン<br>(1:3) | 120         | 平 均          | 1,340<br>(1,460) | 11.6             | 12.1 | 4.2     | 4.0 |
|           | 10 | 7                | AS         | レジシン<br>(1:3) | 120         | 平 均          | 1,580            | 10.8             | 9.7  | 4.4     | 3.4 |
| No 6      | 11 | 7                | AS         | ウレタン          | 55          | 平 均          | 850<br>( 770)    | 8.3              | 7.0  | 7.0     | 6.2 |
|           | 12 | 7                | AS         | ウレタン          | 55          | 平 均          | 690              | 4.6              | 5.4  | 4.1     | 4.4 |
| No 7      | 13 | 7                | AS         | ウレタン          | 75          | 平 均          | 560<br>( 620)    | 6.4              | 6.0  | —       | —   |
|           | 14 | 7                | AS         | ウレタン          | 75          | 平 均          | 680              | 6.3              | 6.1  | 5.4     | 3.9 |
| No 8      | 15 | 7                | AS         | ウレタン          | 85          | 平 均          | 730<br>( 725)    | 5.3              | 5.9  | 4.2     | 4.8 |
|           | 16 | 7                | AS         | ウレタン          | 85          | 平 均          | 720              | 3.2              | 5.1  | 1.4     | 4.0 |
| No 9      | 17 | 7                | AS         | ウレタン          | 100         | 平 均          | 800<br>( 770)    | 4.8              | 3.8  | 3.4     | 2.5 |
|           | 18 | 7                | AS         | ウレタン          | 100         | 平 均          | 740              | 5.2              | 4.5  | 2.5     | 2.7 |
| No 10     | 19 | 7                | AS         | ウレタン          | 120         | 平 均          | 780<br>( 735)    | 11.0             | 10.8 | 4.3     | 4.3 |
|           | 20 | 7                | AS         | ウレタン          | 120         | 平 均          | 690              | 10.3             | 8.8  | 4.9     | 4.8 |

| チャプター番号 |    | 設置後<br>経過<br>日数 | 植装体<br>の種類 | 充て<br>ん 剤 | 脚 長<br>(mm) | 脚 径<br>(口 径) | 降伏強度<br>(kg)     | 降伏強度時<br>の変位(mm) |      | 相 対 変 位 |     |
|---------|----|-----------------|------------|-----------|-------------|--------------|------------------|------------------|------|---------|-----|
|         |    |                 |            |           |             |              |                  | 左                | 右    | 左       | 右   |
| No 1 1  | 21 | 7               | AS         | セメント      | 55          | 平 均          | 460<br>( 510 )   | 2.1              | 2.6  | 1.2     | 1.9 |
|         | 22 | 7               | AS         | セメント      | 55          | 平 均          | 560              | 2.7              | 3.2  | 1.8     | 2.6 |
| No 1 2  | 23 | 7               | AS         | セメント      | 75          | 平 均          | 780<br>( 660 )   | 3.7              | 3.1  | 2.6     | 1.4 |
|         | 24 | 7               | AS         | セメント      | 75          | 平 均          | 540              | 2.1              | 2.1  | 0.6     | 1.3 |
| No 1 3  | 25 | 7               | AS         | セメント      | 85          | 平 均          | 850<br>( 850 )   | 3.6              | 4.2  | 1.3     | 2.5 |
|         | 26 | 7               | AS         | セメント      | 85          | 平 均          | 850              | 1.6              | 1.8  | -0.1    | 0.5 |
| No 1 4  | 27 | 7               | AS         | セメント      | 100         | 平 均          | 1020<br>( 965 )  | 3.4              | 4.1  | 1.6     | 2.0 |
|         | 28 | 7               | AS         | セメント      | 100         | 平 均          | 910              | 5.2              | 5.7  | 2.3     | 1.8 |
| No 1 5  | 29 | 7               | AS         | セメント      | 120         | 平 均          | 950<br>( 870 )   | 4.9              | 6.5  | 2.0     | 2.6 |
|         | 30 | 7               | AS         | セメント      | 120         | 平 均          | 790              | 5.1              | 6.5  | 2.1     | 1.9 |
| No 1 6  | 31 | 7               | AS         | レジソ       | 75          | - 10         | 1120<br>( 995 )  | 3.1              | 4.3  | 0.9     | 1.8 |
|         | 32 | 7               | AS         | レジソ       | 75          | - 10         | 870              | 3.8              | 4.8  | 2.0     | 2.8 |
| No 1 7  | 33 | 7               | AS         | レジソ       | 75          | - 5          | 940<br>( 885 )   | 2.5              | 3.1  | 1.9     | 1.4 |
|         | 34 | 7               | AS         | レジソ       | 75          | - 5          | 830              | 2.7              | 3.3  | 1.0     | 1.6 |
| No 1 8  | 35 | 7               | AS         | レジソ       | 75          | 平 均          | 1340<br>( 1090 ) | 3.4              | 3.8  | 2.0     | 1.3 |
|         | 36 | 7               | AS         | レジソ       | 75          | 平 均          | 840              | 16.2             | 16.6 | 9.8     | 7.0 |
| No 1 9  | 37 | 7               | AS         | レジソ       | 75          | + 5          | 760<br>( 920 )   | 8.4              | 11.1 | 7.7     | 3.2 |
|         | 38 | 7               | AS         | レジソ       | 75          | + 5          | 1080             | 2.3              | 3.2  | 1.2     | 1.4 |
| No 2 0  | 39 | 7               | AS         | レジソ       | 75          | + 10         | 1090<br>( 990 )  | 3.2              | 4.6  | 1.5     | 2.1 |
|         | 40 | 7               | AS         | レジソ       | 75          | + 10         | 890              | 5.5              | 7.1  | 3.1     | 4.0 |

五  
行  
表

| チャッター番号 |     | 設置後<br>経過<br>日数 | 舗装体<br>の種類 | 充て<br>ん 剤     | 脚 長<br>(mm) | 脚 径<br>(口 径) | 降伏強度<br>(kg) | 降伏強度時<br>の変位(mm) |     | 相 対 変 位 |     |
|---------|-----|-----------------|------------|---------------|-------------|--------------|--------------|------------------|-----|---------|-----|
|         |     |                 |            |               |             |              |              | 左                | 右   | 左       | 右   |
| № 2 1   | 4 1 | 7               | AS         | ウレタン<br>(1:1) | 75          | - 10         | 700<br>(695) | 4.3              | 4.3 | 3.0     | 3.8 |
|         | 4 2 | 7               | AS         | ウレタン<br>(1:1) | 75          | - 10         | 690          | 3.2              | 5.4 | 2.1     | 3.5 |
| № 2 2   | 4 3 | 7               | AS         | ウレタン<br>(1:1) | 75          | - 5          | 699<br>(545) | 2.7              | 4.3 | 2.0     | 3.2 |
|         | 4 4 | 7               | AS         | ウレタン<br>(1:1) | 75          | - 5          | 490          | 3.6              | 3.2 | 3.6     | 2.7 |
| № 2 3   | 4 5 | 7               | AS         | ウレタン<br>(1:1) | 75          | 平 均          | 470<br>(560) | 2.1              | 2.3 | 1.1     | 1.8 |
|         | 4 6 | 7               | AS         | ウレタン<br>(1:1) | 75          | 平 均          | 650          | 3.5              | 4.6 | 2.9     | 3.4 |
| № 2 4   | 4 7 | 7               | AS         | ウレタン<br>(1:1) | 75          | + 5          | 660<br>(550) | 3.1              | 3.8 | 2.0     | 2.3 |
|         | 4 8 | 7               | AS         | ウレタン<br>(1:1) | 75          | + 5          | 440          | 3.4              | 4.3 | 2.3     | 2.6 |
| № 2 5   | 4 9 | 7               | AS         | ウレタン<br>(1:1) | 75          | + 10         | 740<br>(730) | 3.9              | 4.8 | 2.1     | 2.9 |
|         | 5 0 | 7               | AS         | ウレタン<br>(1:1) | 75          | + 10         | 720          | 2.5              | 3.4 | 1.0     | 2.1 |
| № 2 6   | 5 1 | 7               | AS         | セメント          | 75          | - 10         | 620<br>(605) | 1.6              | 2.2 | 0.6     | 1.1 |
|         | 5 2 | 7               | AS         | セメント          | 75          | - 10         | 590          | 1.6              | 1.1 | 1.2     | 0.1 |
| № 2 7   | 5 3 | 7               | AS         | セメント          | 75          | - 5          | 500<br>(495) | 1.6              | 1.6 | 0.9     | 0.8 |
|         | 5 4 | 7               | AS         | セメント          | 75          | - 5          | 490          | 1.6              | 1.8 | 1.4     | 1.2 |
| № 2 8   | 5 5 | 7               | AS         | セメント          | 75          | 平 均          | 710<br>(625) | 1.8              | 1.7 | 1.6     | 0.6 |
|         | 5 6 | 7               | AS         | セメント          | 75          | 平 均          | 540          | 2.2              | 3.2 | 1.6     | 2.1 |
| № 2 9   | 5 7 | 7               | AS         | セメント          | 75          | + 5          | 580<br>(695) | 3.5              | 3.2 | 1.9     | 2.2 |
|         | 5 8 | 7               | AS         | セメント          | 75          | + 5          | 810          | 3.6              | 4.1 | 1.9     | 2.3 |
| № 3 0   | 5 9 | 7               | AS         | セメント          | 75          | + 10         | 740<br>(695) | 3.8              | 4.3 | 1.6     | 3.2 |
|         | 6 0 | 7               | AS         | セメント          | 75          | + 10         | 650          | 3.8              | 3.0 | 2.7     | 1.5 |

| チャッターバー番号 |     | 設置後<br>経過<br>日数 | 結核体<br>の種類 | 充て<br>ん 剤 | 脚 長<br>(mm) | 脚 径<br>(口 径) | 降伏強度<br>(kg)       | 降伏強度時<br>の変位(mm) |      | 相 対 変 位 |     |
|-----------|-----|-----------------|------------|-----------|-------------|--------------|--------------------|------------------|------|---------|-----|
|           |     |                 |            |           |             |              |                    | 左                | 右    | 左       | 右   |
|           |     |                 |            |           |             |              |                    |                  |      |         |     |
| No 3 1    | 6 1 | 7               | AS         | エポキシ      | 55          | 平 均          | 650<br>( 660 )     | 0.00             | 3.1  | -1.1    | 1.8 |
|           | 6 2 | 7               | AS         | エポキシ      | 55          | 平 均          | 670                | 1.6              | 2.2  | 1.0     | 0.5 |
| No 3 2    | 6 3 | 1ヶ月             | AS         | レジン       | 55          | 平 均          | 1,870<br>( 1,510 ) | 5.3              | 5.9  | 2.6     | 2.5 |
|           | 6 4 | 1ヶ月             | AS         | レジン       | 55          | 平 均          | 1,150              | 3.6              | 3.8  | 2.5     | 1.9 |
| No 3 3    | 6 5 | 1ヶ月             | AS         | レジン       | 75          | 平 均          | 1,080<br>( 970 )   | 7.0              | 6.5  | 5.2     | 2.4 |
|           | 6 6 | 1ヶ月             | AS         | レジン       | 75          | 平 均          | 860                | 3.8              | 1.6  | 3.3     | 0.7 |
| No 3 4    | 6 7 | 1ヶ月             | AS         | レジン       | 85          | 平 均          | 990<br>( 1,020 )   | 7.4              | 7.8  | 3.9     | 2.9 |
|           | 6 8 | 1ヶ月             | AS         | レジン       | 85          | 平 均          | 1,050              | 7.0              | 5.1  | 4.6     | 1.6 |
| No 3 5    | 6 9 | 1ヶ月             | AS         | レジン       | 100         | 平 均          | 1,350<br>( 1,405 ) | 4.3              | 4.5  | 2.6     | 2.3 |
|           | 7 0 | 1ヶ月             | AS         | レジン       | 100         | 平 均          | 1,460              | 0.43             | 0.91 | 3.6     | 3.8 |
| No 3 6    | 7 1 | 1ヶ月             | AS         | レジン       | 120         | 平 均          | 1,170<br>( 1,360 ) | 0.50             | 0.80 | 2.8     | 1.6 |
|           | 7 2 | 1ヶ月             | AS         | レジン       | 120         | 平 均          | 1,550              | 9.3              | 9.7  | 5.3     | 3.2 |
| No 3 7    | 7 3 | 1ヶ月             | AS         | ウレタン      | 55          | 平 均          | 660<br>( 625 )     | 4.5              | 7.3  | 3.8     | 6.6 |
|           | 7 4 | 1ヶ月             | AS         | ウレタン      | 55          | 平 均          | 590                | 2.2              | 3.5  | 1.7     | 3.0 |
| No 3 8    | 7 5 | 1ヶ月             | AS         | ウレタン      | 75          | 平 均          | 910<br>( 850 )     | 4.0              | 5.9  | 3.4     | 4.9 |
|           | 7 6 | 1ヶ月             | AS         | ウレタン      | 75          | 平 均          | 790                | 4.5              | 6.6  | 3.5     | 5.3 |
| No 3 9    | 7 7 | 1ヶ月             | AS         | ウレタン      | 85          | 平 均          | 740<br>( 700 )     | 8.3              | 4.8  | 5.2     | 3.1 |
|           | 7 8 | 1ヶ月             | AS         | ウレタン      | 85          | 平 均          | 660                | 13.5             | 12.3 | 6.6     | 6.8 |
| No 4 0    | 7 9 | 1ヶ月             | AS         | ウレタン      | 100         | 平 均          | 630<br>( 835 )     | 12.0             | 10.9 | 4.9     | 3.2 |
|           | 8 0 | 1ヶ月             | AS         | ウレタン      | 100         | 平 均          | 1,046              | 12.4             | 10.0 | 4.8     | 7.3 |

| ゲッターバー番号 |       | 設置後 | 舗装体 | 充て   | 脚長   | 脚径   | 降伏強度               | 降伏強度時   |     | 相対変位 |     |
|----------|-------|-----|-----|------|------|------|--------------------|---------|-----|------|-----|
|          |       | 経過  | の種類 | ん剤   | (mm) | (口径) | (kg)               | の変位(mm) |     | 左    | 右   |
|          |       | 日数  |     |      |      |      |                    | 左       | 右   |      |     |
| № 4 1    | 8 1   | 1ヶ月 | AS  | ウレタン | 120  | 平均   | 840<br>( 985 )     | 7.2     | 8.8 | 2.5  | 3.3 |
|          | 8 2   | 1ヶ月 | AS  | ウレタン | 120  | 平均   | 1,130              | 7.3     | 7.1 | 2.8  | 3.8 |
| № 4 2    | 8 3   | 1ヶ月 | AS  | セメント | 55   | 平均   | 1,100<br>( 845 )   | 2.6     | 2.3 | 1.4  | 1.0 |
|          | 8 4   | 1ヶ月 | AS  | セメント | 55   | 平均   | 590                | 4.3     | 5.9 | 2.7  | 5.3 |
| № 4 3    | 8 5   | 1ヶ月 | AS  | セメント | 75   | 平均   | 1,290<br>( 1,240 ) | 2.9     | 3.8 | 0    | 1.6 |
|          | 8 6   | 1ヶ月 | AS  | セメント | 75   | 平均   | 1,190              | 2.6     | 1.6 | 1.1  | 0.5 |
| № 4 4    | 8 7   | 1ヶ月 | AS  | セメント | 85   | 平均   | 1,900<br>( 1,945 ) | 5.5     | 4.3 | 2.9  | 1.5 |
|          | 8 8   | 1ヶ月 | AS  | セメント | 85   | 平均   | 1,990              | 5.4     | 6.5 | 2.0  | 2.5 |
| № 4 5    | 8 9   | 1ヶ月 | AS  | セメント | 100  | 平均   | 1,590<br>( 1,570 ) | 3.7     | 3.3 | 1.7  | 1.0 |
|          | 9 0   | 1ヶ月 | AS  | セメント | 100  | 平均   | 550                | 5.6     | 7.2 | 2.2  | 4.3 |
| № 4 6    | 9 1   | 1ヶ月 | AS  | セメント | 120  | 平均   | 2,540<br>( 2,590 ) | 11.5    | 8.6 | 4.8  | 4.6 |
|          | 9 2   | 1ヶ月 | AS  | セメント | 120  | 平均   | 2,640              | 8.5     | 8.0 | 5.5  | 3.9 |
| № 4 7    | 9 3   | 1ヶ月 | AS  | レジソ  | 75   | - 10 | 910<br>( 855 )     | 1.7     | 1.2 | 1.2  | 0.7 |
|          | 9 4   | 1ヶ月 | AS  | レジソ  | 75   | - 10 | 800                | 2.2     | 1.4 | 1.3  | 0.8 |
| № 4 8    | 9 5   | 1ヶ月 | AS  | レジソ  | 75   | - 5  | 1,270<br>( 1,290 ) | 3.8     | 3.7 | 3.3  | 2.3 |
|          | 9 6   | 1ヶ月 | AS  | レジソ  | 75   | - 5  | 1,310              | 8.8     | 7.6 | 5.3  | 2.4 |
| № 4 9    | 9 7   | 1ヶ月 | AS  | レジソ  | 75   | 平均   | 1,400<br>( 1,270 ) | 6.1     | 5.5 | 3.8  | 3.7 |
|          | 9 8   | 1ヶ月 | AS  | レジソ  | 75   | 平均   | 1,140              | 2.2     | 2.2 | 1.6  | 1.2 |
| № 5 0    | 9 9   | 1ヶ月 | AS  | レジソ  | 75   | + 5  | 1,000<br>( 1,065 ) | 4.1     | 2.8 | 3.4  | 1.4 |
|          | 1 0 0 | 1ヶ月 | AS  | レジソ  | 75   | + 5  | 1,130              | 5.7     | 4.4 | 3.4  | 2.8 |

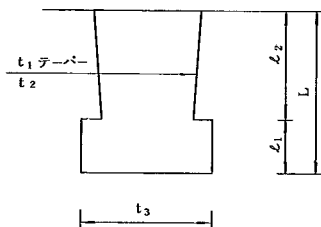
| チャッター番号 |     | 設置後 | 舗装体 | 充て   | 脚長   | 脚径   | 降伏強度             | 降伏強度時   |     | 相対変位 |     |
|---------|-----|-----|-----|------|------|------|------------------|---------|-----|------|-----|
|         |     | 経過  | の種類 | の剤   | (mm) | (口径) | (kg)             | の変位(mm) |     | 左    | 右   |
|         |     | 日数  |     |      |      |      |                  |         |     |      |     |
| No 5 1  | 101 | 1ヶ月 | AS  | レジ   | 75   | + 10 | 1,110<br>(1,075) | 7.8     | 5.5 | 5.2  | 3.8 |
|         | 102 | 1ヶ月 | AS  | レジ   | 75   | + 10 | 1,040            | 4.6     | 3.9 | 2.7  | 2.8 |
| No 5 2  | 103 | 1ヶ月 | AS  | ウレタン | 75   | - 10 | 700<br>(785)     | 5.9     | 7.6 | 5.4  | 7.0 |
|         | 104 | 1ヶ月 | AS  | ウレタン | 75   | - 10 | 870              | 3.4     | 5.7 | 1.8  | 4.8 |
| No 5 3  | 105 | 1ヶ月 | AS  | ウレタン | 75   | - 5  | 1,040<br>(1,000) | 4.1     | 3.2 | 3.9  | 2.6 |
|         | 106 | 1ヶ月 | AS  | ウレタン | 75   | - 5  | 960              | 3.8     | 3.2 | 3.7  | 2.7 |
| No 5 4  | 107 | 1ヶ月 | AS  | ウレタン | 75   | 平均   | 1,010<br>(1,040) | 6.4     | 5.0 | 5.8  | 3.9 |
|         | 108 | 1ヶ月 | AS  | ウレタン | 75   | 平均   | 1,070            | 5.9     | 5.5 | 3.1  | 2.5 |
| No 5 5  | 109 | 1ヶ月 | AS  | ウレタン | 75   | + 5  | 1,130<br>(1,105) | 5.4     | 4.3 | 2.8  | 2.9 |
|         | 110 | 1ヶ月 | AS  | ウレタン | 75   | + 5  | 1,080            | 2.6     | 4.3 | 2.1  | 3.7 |
| No 5 6  | 111 | 1ヶ月 | AS  | ウレタン | 75   | + 10 | 1,080<br>(1,185) | 4.9     | 3.9 | 3.8  | 2.0 |
|         | 112 | 1ヶ月 | AS  | ウレタン | 75   | + 10 | 1,290            | 7.5     | 6.2 | 6.5  | 4.5 |
| No 5 7  | 113 | 1ヶ月 | AS  | セメント | 75   | - 10 | 1,120<br>(1,130) | 3.5     | 3.6 | 1.0  | 0.6 |
|         | 114 | 1ヶ月 | AS  | セメント | 75   | - 10 | 1,140            | 4.1     | 5.9 | 1.0  | 3.6 |
| No 5 8  | 115 | 1ヶ月 | AS  | セメント | 75   | - 5  | 1,280<br>(1,355) | 3.0     | 3.5 | 1.3  | 1.7 |
|         | 116 | 1ヶ月 | AS  | セメント | 75   | - 5  | 1,430            | 3.8     | 6.3 | 1.5  | 2.9 |
| No 5 9  | 117 | 1ヶ月 | AS  | セメント | 75   | 平均   | 1,380<br>(1,300) | 4.8     | 6.8 | 1.4  | 3.5 |
|         | 118 | 1ヶ月 | AS  | セメント | 75   | 平均   | 1,220            | 4.1     | 6.1 | 1.9  | 3.9 |
| No 6 0  | 119 | 1ヶ月 | AS  | セメント | 75   | + 5  | 1,120<br>(1,055) | 1.6     | 1.1 | 0.5  | 0.2 |
|         | 120 | 1ヶ月 | AS  | セメント | 75   | + 5  | 990              | 4.3     | 4.3 | 2.0  | 2.0 |

| チャッターバー番号 |       | 設置後<br>経過<br>日数 | 舗装体<br>の種類 | 充て<br>ん 剤            | 脚 長<br>(mm) | 脚 径<br>(口 径) | 降伏強度<br>(kg)    | 降伏強度時<br>の変位(mm) |      | 相 対 変 位 |     |
|-----------|-------|-----------------|------------|----------------------|-------------|--------------|-----------------|------------------|------|---------|-----|
|           |       |                 |            |                      |             |              |                 | 左                | 右    | 左       | 右   |
| No 6 1    | 1 2 1 | 1ヶ月             | AS         | セメント                 | 75          | + 1 0        | 1030<br>(1,180) | 11.4             | 9.2  | 8.5     | 2.5 |
|           | 1 2 2 | 1ヶ月             | AS         | セメント                 | 75          | + 1 0        | 1330            | 1.9              | 3.8  | 1.0     | 2.7 |
| No 6 2    | 1 2 3 | 1ヶ月             | AS         | エポキシ                 | 75          | 平 均          | 1840<br>(1835)  | 5.4              | 5.5  | 3.7     | 3.2 |
|           | 1 2 4 | 1ヶ月             | AS         | エポキシ                 | 75          | 平 均          | 1830            | 6.2              | 6.8  | 3.2     | 3.5 |
| No 6 3    | 1 2 5 | 1ヶ月             | AS         | エポキシ                 | 75          | 平 均          | 1750<br>(1470)  | 5.5              | 4.8  | 2.1     | 0.7 |
|           | 1 2 6 | 1ヶ月             | AS         | エポキシ                 | 75          | 平 均          | 1190            | 9.3              | 9.5  | 3.6     | 3.3 |
| No 6 4    | 1 2 7 | 1ヶ月             | AS         | ウレタン                 | 75          | 平 均          | 940<br>( 995)   | 12.0             | 12.4 | 9.2     | 9.5 |
|           | 1 2 8 | 1ヶ月             | AS         | ウレタン                 | 75          | 平 均          | 1050            | 9.7              | 8.9  | 8.3     | 6.6 |
| No 6 5    | 1 2 9 | 1ヶ月             | AS         | ブロン                  | 75          | 平 均          | 690<br>( 585)   | 6.2              | 3.3  | 6.2     | 2.2 |
|           | 1 3 0 | 1ヶ月             | AS         | ブロン                  | 75          |              | 480             | 4.8              | 8.4  | 4.8     | 7.9 |
| No 6 6    | 1 3 1 | 1ヶ月             | AS         | レジソ                  | 75          | 平 均          | 890<br>(1,315)  | 1.2              | 0.8  | 1.1     | 0.1 |
|           | 1 3 2 | 1ヶ月             | AS         | レジソ                  | 75          | 平 均          | 1740            | 2.3              | 4.3  | 1.6     | 3.3 |
| No 6 7    | 1 3 3 | 1ヶ月             | AS         | セメント                 | 75          | 平 均          | 2020<br>(1,800) | 4.5              | 4.5  | 3.5     | 2.2 |
|           | 1 3 4 | 1ヶ月             | AS         | セメント                 | 75          | 平 均          | 1580            | 4.4              | 4.3  | 2.6     | 2.5 |
| No 6 8    | 1 3 5 | 1ヶ月             | AS         | ブロン<br>+接着剤<br>(脚附近) | 75          | 平 均          | 1000            | 1.0              | 0.9  | 0.8     | 0.4 |
|           | 1 3 6 | —               | —          | —                    | —           | —            | —               | —                | —    | —       | —   |
| No 6 9    | 1 3 7 | —               | —          | —                    | —           | —            | —               | —                | —    | —       | —   |
|           | 1 3 8 | 1ヶ月             | AS         | ブロン<br>+接着剤<br>(全体)  | 75          | 均            | 1040            | 2.3              | 1.7  | 1.4     | 1.2 |
| No 7 0    | 1 3 9 | 1 週             | AS         | セメント                 | 75          | 平 均          | 750             | 1.7              | 1.5  | 1.2     | 0.5 |
|           | 1 4 0 | —               | —          | —                    | —           | —            | —               | —                | —    | —       | —   |

| チャッターバー番号 |     | 設置後経過<br>日数 | 舗装体の種類 | 充てん剤                     | 脚長<br>(mm) | 脚径<br>(口径) | 降伏強度<br>(kg) | 降伏強度時の変位(mm) |     | 相対変位 |      |
|-----------|-----|-------------|--------|--------------------------|------------|------------|--------------|--------------|-----|------|------|
|           |     |             |        |                          |            |            |              | 左            | 右   | 左    | 右    |
|           |     |             |        |                          |            |            |              |              |     |      |      |
| No 7 1    | 141 | 30日         | AS     | ブロン                      | 75         | 平均         | 750          | 1.7          | 1.5 | 1.2  | 0.5  |
|           | 142 |             | AS     | ブロン                      | 75         | 平均         | 1390         | 4.9          | 5.1 | 2.0  | 2.5  |
| No 7 2    | 143 |             | AS     | ブロン                      | 75         | 平均         | 1570         | 3.3          | 2.3 | 1.5  | 0.8  |
|           | 144 | 1週          | CO     | エポキシ                     | 55         | 平均         | 4980         | 0.5          | 0.6 | 0    | -0.6 |
| No 7 3    | 145 | —           | —      | —                        | —          | —          | —            | —            | —   | —    | —    |
|           | 146 | 1ヶ月         | CO     | エポキシ                     | 55         | 平均         | 8840         | 1.2          | 1.4 | 0.7  | 0.7  |
| No 7 4    | 147 | —           | —      | —                        | —          | —          | —            | —            | —   | —    | —    |
|           | 148 | 1ヶ月         | AS     | ブロン                      | 75         | 平均         | 340          | 4.1          | 6.3 | 4.1  | 6.1  |
| No 7 5    | 149 | 1ヶ月         | AS     | ブロン                      | 75         | 平均         | 190          | 2.8          | 2.4 | 2.1  | 2.0  |
|           | 150 | 1ヶ月         | AS     | ブロン<br>+接着剤<br>(区線プライマー) | 75         | 平均         | 740          | 2.5          | 1.2 | 1.8  | 0.6  |
| No 7 6    | 151 | 1ヶ月         | AS     | ブロン<br>+接着剤<br>(区線プライマー) | 75         | 平均         | 710          | 1.1          | 1.0 | 0.9  | 0.7  |
|           |     |             |        |                          |            |            |              |              |     |      |      |

ここで脚長，脚径，充填剤については以下に示すとおりである。

脚部形状



| 脚 長 | mm | 55 | 75 | 85 | 100 | 120 | 図 記 号 |
|-----|----|----|----|----|-----|-----|-------|
|     |    |    |    |    |     |     | L     |
| 寸 法 | mm | 20 | 30 | 30 | 30  | 30  | $L_1$ |
|     |    | 35 | 45 | 55 | 70  | 90  | $L_2$ |

| 脚 径 | -10 | -5 | 平 均 | +5 | +10 | 図 記 号 |
|-----|-----|----|-----|----|-----|-------|
| mm  | 24  | 29 | 34  | 39 | 44  | $t_1$ |
| 寸 法 | 20  | 25 | 30  | 35 | 40  | $t_2$ |
|     | 26  | 32 | 38  | 44 | 50  | $t_3$ |

固定充填剤

| レ ジ ン            | ウ レ タ ン          | セ メ ン ト        | エ ポ キ シ        | ブ ロ ン                 |
|------------------|------------------|----------------|----------------|-----------------------|
| ポリエステル樹脂<br>モルタル | ポリウレタン樹脂<br>モルタル | 普通セメント<br>モルタル | エポキシ樹脂<br>モルタル | ブロンアスファルト<br>針入度10~20 |