



# 土 木 研 究 所 資 料

## 道路の幾何構造に関する基礎資料(その1)

昭和54年 2 月

建設省土木研究所  
道路部道路研究室

# 目 次

|                                   |    |
|-----------------------------------|----|
| 1. まえがき .....                     | 1  |
| 2. 最近の自動車の走行性能および走行性能曲線について ..... | 2  |
| 2-1 自動車の性能 .....                  | 2  |
| 2-2 登坂時の運動力学 .....                | 4  |
| 1) 駆動力 (T) .....                  | 4  |
| (1) トラックの場合 .....                 | 5  |
| (2) 乗用車の場合 .....                  | 6  |
| 2) 走行抵抗 (R) .....                 | 6  |
| 3) 走行性能曲線 .....                   | 7  |
| (1) セミトレーラの場合 .....               | 7  |
| (2) トラックの場合 .....                 | 8  |
| (3) 乗用車の場合 .....                  | 8  |
| 4) 無段変速の考え方の導入について .....          | 9  |
| 3. 最近の自動車の登坂性能について .....          | 16 |
| 3-1 登坂性能曲線 (ギヤ変速の場合) .....        | 16 |
| 1) セミトレーラの場合 .....                | 16 |
| (1) 満載時 .....                     | 16 |
| (2) 半載時 .....                     | 17 |
| 2) トラックの場合 .....                  | 17 |
| (1) 満載時 .....                     | 17 |
| (2) 半載時 .....                     | 17 |
| 3-2 登坂性能曲線 (無段変速の場合) .....        | 18 |
| 4. 自動車の曲線部走行時における拡巾量について .....    | 63 |
| 4-1 拡巾量の算定式 (厳密式) .....           | 63 |
| 1) 単車 (普通自動車) の場合の拡巾量 .....       | 63 |
| 2) セミトレーラの場合の拡巾量 .....            | 64 |
| 4-2 拡巾量の算定式 (近似式) .....           | 65 |
| 1) 単車 (普通自動車) の場合の拡巾量 .....       | 65 |
| 2) セミトレーラの場合の拡巾量 .....            | 65 |
| 4-3 各算定式による拡巾量の比較 .....           | 66 |
| あとながき .....                       | 73 |
| 参考文献 .....                        | 73 |

## 1. ま え が き

最近の自動車は性能が著しく向上したといわれており、またこれまでの設計経験をふまえて「道路構造令」は現在、見直しが行なわれつつある。本資料はこのための参考資料として登坂性能および曲線部の拡巾について調べたものである。

最近の道路の設計方針は路上を走行する車の走行速度の変化をできる限り小さくするよう、時に他の車の障害となる速度の低い大型車については登坂車線を設けるなどして、全体の速度の維持に努力が払われている。本資料は最近の自動車の性能値を調べるとともにエンジンのトルク曲線および登坂性能曲線図を描くことにより、安全で快適な線形の設計が簡便に行なえることを意図したものである。このため、実用上必要なほとんどの場合について自動作図機により作図したものである。

次に自動車が曲線部を走行する場合、特に半径の小さい曲線部の場合には現在の規定値では拡巾量が不足するといわれている。しかし現在の道路構造令の解説書には拡巾量を含む道路の総巾員のみ、数値的に与えられており、その根拠については明確ではない。本資料では拡巾量を算出するとともにその根拠を明らかにしておいた。

本資料が安全で合理的な道路の拡巾量設定の参考となることを期待するものである。

本資料を作成するに際し、種々のデータを提供して下さいます自動車(株)の天野栄(社)日本自動車工業会の谷本行雄、日本道路公団の藤沢亮一の名氏に心から謝意を表わすものである。

|           |         |
|-----------|---------|
| 道 路 研 究 室 | 藤 田 大 二 |
| 交通安全研究室   | 満 田 喬   |
| 道 路 研 究 室 | 外 井 哲 志 |

## 2. 最近の自動車の走行性能および走行性能曲線について

最近の乗用車は走行性能が向上し登坂走行においては少なくとも現存するほとんどの勾配の影響を受けることはないが、満載のセミトレーラや大型トラックなどにおいては勾配が大きくなると走行速度の低下が著しくなり、他の車の走行に支障を生じる。これに対し、当然、車自体の改善も行なわれているが、積荷の過載による重力出力比の低下、あるいは道路交通法改正に伴う積荷制限による重力出力比の向上といった事実もあり、実際の大型車の走行性能の実情が現在の時点ではまだ十分明らかではない。したがってここでは最近の大型車の性能を調べたが、後述の登坂性能曲線の算定には表2-1に示す如く、現在の構造令に用いられている値を変えずに採用した。但し、ギア変数やそれに伴う最高時速などは最近の車の仕様になるべく近づけるように配慮している。

### 2-1 自動車の性能

自動車の走行性能はエンジンのトルク、ギア比、伝達効率、車両重量によって決められるが、一般的な走行性能としては単位重量当りの最大馬力の比によって決められている。現在の道路構造令の根拠となる走行性能曲線の算出に採用されている各種車両の値は表2-1に示すようである。

表2-1 各車種の重量およびPS/tonの仕様

| 車 種     |     | 自 重  | 荷 重  | 総重量  | P S    | PS / ton  |
|---------|-----|------|------|------|--------|-----------|
| セミトレーラ  | 満 載 | 12 t | 20 t | 32 t | 224 kg | 7 kg/ton  |
|         | 半 載 |      | 10   | 22   |        | 10        |
| ト ラ ッ ク | 満 載 | 6    | 8    | 14   | 140    | 10        |
|         | 半 載 |      | 4    | 10   |        | 14        |
| 乗 用 車   | 満 載 | 1.3  | 0.4  | 1.7  | 85     | 50        |
|         | 半 載 |      | 0.2  | 1.5  |        | 60 (≒ 56) |

最近の大型車は表2-2に示すように、かなり高速で高馬力型に性能が向上している。車両保安基準による規定では単位重量当り馬力は最低の場合10PS/tonまでが許されている。

表 2-2 最近の自動車重量と馬力の関係

| 種 類       | 車 名           | 出 力<br>PS | 最高速度<br>V | 車両重量<br>V. W | 最大積載量<br>PL | 車両総重量<br>G. V. W | 重量当り馬力<br>PS/ton |
|-----------|---------------|-----------|-----------|--------------|-------------|------------------|------------------|
| 連結車       | フルトラクタトラック    | 350       | 105       |              |             | 3,688.0          | 9.5              |
|           | フルトレーラトラック    | 375       | 120       |              |             | 3,950.0          | 9.5              |
|           | セミトレーラトラックA   | 305       | 105       |              |             | 3,500.0          | 8.7              |
|           | " B           | 375       | 115       |              |             | 3,750.0          | 10.0             |
|           | " C           | 345       | 110       |              |             | 3,960.0          | 8.7              |
|           | " D           | 305       | 105       |              |             | 3,500.0          | 8.7              |
|           | V T R (トラクタ)  | 350       | 110       | 6,180        | 8,500(第5輪)  | 14,845           |                  |
|           | V R R         | 300       |           |              |             |                  |                  |
| 大型<br>貨物車 | 11トントラック A    | 280       | 105       | 8,775        | 10,750      | 19,690           | 14.2             |
|           | " B           | 270       | 95        | 8,485        | 11,250      | 19,900           | 13.5             |
|           | " C           | 260       | 95        | 8,245        | 11,250      | 19,660           | 13.2             |
|           | " D           | 295       | 105       | 8,775        | 10,750      | 19,690           | 15.0             |
|           | 10トンSPZ 450 D | 260       | 95        | 9,215        | 10,250      | 19,630           | 13.3             |
|           | 10トンSRZ 450D  | 295       | 95        | 9,270        | 10,250      | 19,685           | 14.8             |
|           | 8トントラック A     | 190       | 95        | 6,790        | 7,500       | 14,455           | 13.1             |
|           | " B           | 195       | 95        | 6,760        | 8,000       | 14,925           | 13.1             |
|           | " C           | 185       | 95        | 5,880        | 8,000       | 14,040           | 13.2             |
|           | " D           | 200       | 95        | 6,780        | 8,000       | 14,925           | 13.4             |
|           | 8トンTD50 A-D   | 195       | 95        | 6,635        | 8,000       | 14,800           | 13.1             |
|           | 6トントラック A     | 130       | 80        | 4,655        | 6,000       | 10,820           | 12.0             |
|           | " B           | 155       | 95        | 5,065        | 6,500       | 11,730           | 13.2             |
|           | " C           | 135       | 90        | 4,615        | 6,000       | 10,780           | 12.5             |
|           | " D           | 155       | 105       | 4,595        | 6,000       | 10,760           | 14.4             |
|           | 6トンTXD53      | 135       | 90        | 4,615        | 6,000       | 10,780           | 12.5             |
|           | 4トントラック A     | 145       | 110       | 3,555        | 4,500       | 8,220            | 17.6             |
|           | " B           | 125       | 105       | 3,270        | 4,000       | 7,435            | 16.8             |
|           | " C           | 145       | 110       | 3,310        | 4,500       | 7,975            | 18.2             |
|           | 4トンSBR422     | 145       | 105       | 3,260        | 4,500       | 7,925            | 18.2             |
|           | " SCR 420     | 160       | 105       | 3,275        | 4,500       | 7,940            | 20.0             |
| 小型<br>貨物車 | 2トントラック A     | 74        | 105       | 1,630        | 2,000       | 3,795            | 19.5             |
|           | " B           | 98        | 105       | 1,700        | 2,000       | 3,865            | 25.4             |
|           | " C           | 81        | 100       | 2,320        | 2,000       | 4,485            | 18.1             |
|           | TLD 23        | 74        | 105       | 1,770        | 1,500       | 4,390            | 16.8             |
|           | TLD 34        | 85        | 110       | 2,145        | 2,000       | 4,310            | 19.8             |
| 乗用車       | A             | 135       | 160       | 1,460        | 5 (人)       | 1,735            | 77.8             |
|           | B             | 110       | 165       | 1,110        | 5           | 1,385            | 79.4             |
|           | C             | 100       | 160       | 985          | 5           | 1,280            | 78.1             |
|           | D             | 71        | 150       | 810          | 5           | 1,085            | 65.4             |
|           | プレジデント        | 200       | 195       | 1,775        | 6           | 2,105            | 95               |
|           | クラウンスーパー      | 135       | 160       | 1,425        | 6           | 1,775            | 76               |
|           | セドリック         | 140       | 180       | 1,425        | 5           | 1,700            | 82               |
|           | ジェミニ          | 100       | 170       | 925          | 5           | 1,200            | 83               |
|           | パブリカ          | 64        | 155       | 710          | 5           | 985              | 65               |
|           | サニー           | 68        | 150       | 815          | 5           | 1,090            | 63               |
|           | ミニカ           | 30        | 110       | 530          | 4           | 750              | 43.6             |

## 2-2 登坂時の運動力学

自動車の走行中に作用している力は自動車の駆動力と空気抵抗、路面のコロガリ摩擦抵抗等からなる走行抵抗力である。駆動力と走行抵抗力が等しくなったところで速度が一定となる。

### 1) 駆動力 (T)

駆動力は次式で与えられる。

$$T = \tau \cdot r \cdot \frac{1}{D} \cdot \eta \quad \dots\dots\dots (2-1)$$

ただし

$T$ : 駆動力 (kg)

$\tau$ : エンジントルク (kg-m)

$r$ : 総減速比

$D$ : タイヤ半径 (m)

$\eta$ : ギア効率

またエンジンの回転数と速度との間には

$$V = 2\pi \cdot D \cdot \frac{1}{r} \cdot 60n \quad \dots\dots\dots (2-2)$$

なる関係がある。ここで

$V$ : 速度 (km/h)

$n$ : エンジン回転数 (r.p.m)

である。(2-1), (2-2) 式より

$$T = \frac{2\pi \cdot 60n}{V} \cdot \tau \cdot \eta \quad \dots\dots\dots (2-3)$$

となる。

エンジントルクは各エンジン型式毎に固有のものであり、回転数により変動するもので、回転数とトルクとの関係をトルク曲線と称し、この曲線を「トラック登坂性能に関する研究報告」(昭和36年3月)(社)自動車技術会登坂速度調査委員会によれば二次の放物線と仮定している。この考え方を採り入れ、計算に際してはセミトレーラおよびトラックの場合と乗用車の場合について、各エンジンのトルクおよび回転数を調べ、表2-3のような値を得た。これらの値からエンジンのトルク曲線

表2-3 エンジンのトルク回転数の関係

| エンジン名              | $n_t$ rpm<br>max | $n_{max}$ rpm | $\alpha$ | $\tau_{max}$ kg·m | $\tau_n$ kg·m<br>max | $\beta$ |
|--------------------|------------------|---------------|----------|-------------------|----------------------|---------|
| 三菱G 52 B (乗用車)     | 3500             | 5400          | 0.648    | 16.5              | 13.8                 | 1.196   |
| いすゞ6 BB1 型 (4t)    | 2000             | 3200          | 0.625    | 35                | 32.6                 | 1.074   |
| いすゞDA 640 (6t)     | 1550             | 2600          | 0.596    | 41.4              | 37.4                 | 1.106   |
| いすゞDH 100 (8t)     | 1250             | 2300          | 0.543    | 69                | 61                   | 1.131   |
| E 120 型 (10t)      | 1480             | 2500          | 0.592    | 84.2              | 75                   | 1.123   |
| いすゞ10 PAI 型 (10t)  | 1620             | 2800          | 0.579    | 85                | 75.5                 | 1.126   |
| いすゞ12 PAI 型 (トラクタ) | 1590             | 2800          | 0.568    | 102               | 84.5                 | 1.207   |
| いすゞ10 PBI 型 (トラクタ) | 1400             | 2600          | 0.538    | 97                | 89.5                 | 1.084   |

ここで

$$\alpha = \frac{n_t \max}{n_{max}}$$

$$\beta = \frac{\tau_{max}}{\tau_n \cdot max}$$

$n_t \max$ : トルク最大における回転数 (r.p.m)

$n_{max}$ : 最大回転数 (r.p.m)

$\tau_{max}$ : 最大トルク (kg-m)

$\tau_n \max$ : 最大回転数におけるトルク (kg-m)

式  $\tau = -a \cdot (n - \alpha \cdot n_m)^2 + \beta \cdot \tau_m$  における各値をセミトラレーラおよびトラックの場合と乗用車の場合について求めた。上式は凸型放物線であり、エンジンに関して

$a$  : 定数

$n_{t \max}$  : トルク最大時における回転数 (r.p.m)

$n_{\max}$  : 最大回転数 (r.p.m)

$\tau_{\max}$  : 最大トルク (kg-m)

$\tau_{n \max}$  : 最大回転数におけるトルク (kg-m)

とおけば上式における  $\alpha, \beta$  の値は

$$\alpha = \frac{n_{t \max}}{n_{\max}}$$

$$\beta = \frac{\tau_{\max}}{\tau_{n \max}}$$

となり、2次放物線の関係は図2-1のようになる。

次にこれらの数値を定めることとする。

(1) トラックの場合

本計算においては表2-3よりトラックの場合  $\alpha = 0.57, \beta = 1.13$  とした。したがって図2-1におけるA, B, C点の座標は

A:  $(0.14 n_m, \tau_m)$

B:  $(0.57 n_m, 1.13 \tau_m)$

C:  $(n_m, \tau_m)$

となる。

したがってトラックの場合の2次のトルク曲線は

$$\tau_m = -a (0.14 n_m - 0.57 n_m)^2 + 1.13 \tau_m$$

となるから  $a$  は

$$a = \frac{0.13 \tau_m}{(0.43 n_m)^2}$$

と求められる。一方、速度とエンジンの回転数は比例するから

$$\frac{n}{n_m} = \frac{V}{V_m}$$

なる関係がある。ただし  $V_m$ : 最大回転時速度 (km/h)

したがって上記  $\tau$  は

$$\tau = \tau_m \left\{ 1.13 - 0.70 \left( \frac{V}{V_m} - 0.57 \right)^2 \right\}$$

で与えられる。一方最大出力時の馬力を  $H$  (PS) とすると、

$$H = \frac{2\pi \cdot 60 \cdot n_m \cdot \tau_m}{3600} \times 0.0133 \text{ (PS)}$$

となるので駆動力は

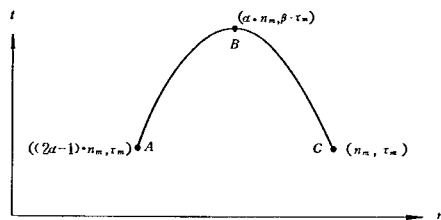


図2-1 エンジンのトルク曲線

$$T = \frac{2\pi \cdot 60n}{V} \cdot \eta \cdot \tau_m \left\{ 1.13 - 0.70 \left( \frac{V}{V_m} - 0.57 \right)^2 \right\} \quad (\text{kg/ton})$$

となる。トン当り駆動力を  $t$  , トン当り馬力を  $h$  とすれば,

$$t = \frac{T}{W} = \frac{270}{V_m} \cdot h \cdot \eta \left\{ 1.13 - 0.70 \left( \frac{V}{V_m} - 0.57 \right)^2 \right\} \quad (\text{kg/ton})$$

となる。

## (2) 乗用車の場合

本計算においては表 2-3 より乗用車の場合  $a = 0.65$ ,  $\beta = 1.20$  とした。したがって図 2-1 に  
おける A, B, C 点の座標は

$$A : (0.3 n_m, \tau_m)$$

$$B : (0.65 n_m, 1.20 \tau_m)$$

$$C : (n_m, \tau_m)$$

となる。したがって乗用車の場合の 2 次のトルク曲線は

$$\tau_m = -a \cdot (0.3 n_m - 0.65 n_m)^2 + 1.20 \tau_m$$

となるから 
$$a = \frac{0.20 \tau_m}{(0.35 n_m)^2}$$

が求められる。トラックの場合と同様にしてトルク曲線は

$$\tau = \tau_m \left\{ 1.20 - 1.63 \left( \frac{V}{V_m} - 0.65 \right)^2 \right\}$$

となり, トン当り駆動力は

$$t = \frac{T}{W} = \frac{270}{V_m} \cdot h \cdot \eta \left\{ 1.20 - 1.63 \left( \frac{V}{V_m} - 0.65 \right)^2 \right\}$$

となる。

## 2) 走行抵抗 (R)

走行抵抗は空気抵抗, 路面とのころがり摩擦抵抗, 重力抵抗からなり, 次式で表わされる。

$$R = W \sin \theta + W \cos \theta \cdot \mu + \lambda \cdot S \cdot V^2$$

ここで,

$W$  : 車両総重量 (kg)

$\mu$  : ころがり摩擦係数

$\lambda$  : 空気抵抗係数

$S$  : 車両前面投影面積 ( $\text{m}^2$ )

勾配が小さい場合  $\sin \theta \doteq \tan \theta = \frac{i}{100}$ ,  $\cos \theta \doteq 1$  で近似できるから

$$R = \mu W + \frac{1}{100} \cdot W \cdot i + \lambda \cdot S \cdot V^2 \quad (\text{kg})$$

となる。トン当り走行抵抗係数を  $r$  とすれば

$$r = 1000 \mu + 10i + \frac{1000}{W} \cdot \lambda \cdot S \cdot V^2$$

となる。これらの数値を最近の自動車から拾ってみると表 2-4 のようである。

表 2-4 走行抵抗に関する諸数値

| エンジン名および車種                   | 車両総重量 W | ころがり抵抗係数 $\mu$ | 空気抵抗係数 $\lambda$ | 車両前面投影面積 S |
|------------------------------|---------|----------------|------------------|------------|
| 三菱 E-A 133 A 型<br>(三菱 G52 B) | 1340    | 0.015          | 0.0026           | 1.68       |
| 三菱 E-A 33 型<br>(三菱 G54 B)    | 1660    | 0.015          | 0.0028           | 1.89       |
| 三菱 E-A 142 A 型<br>(三菱 G12 B) | 1145    | 0.015          | 0.0023           | 1.58       |
| 三菱 C-A 105 A 型<br>(三菱 2G23)  | 785     | 0.014          | 0.0026           | 1.47       |
| SBR 422 型 (4t 車)             | 7940    | 0.010          | 0.0040           | 3.80       |
| TXD 53-001 (6t 車)            | 10780   | 0.010          | 0.0040           | 4.20       |
| TD 50 A-D-006 型 (8t)         | 14825   | 0.010          | 0.0040           | 5.50       |
| SPZ 450 D (10 t 車)           | 19750   | 0.010          | 0.0040           | 6.00       |
| SRZ 450 D (10 t 車)           | 19870   | 0.010          | 0.0040           | 6.00       |
| VSR 300 (トラクタ)               | 36820   | 0.010          | 0.0040           | 6.00       |
| VTR 290 (トラクタ)               | 39740   | 0.010          | 0.0040           | 7.00       |

これらの数値から平均的な値を表 2-5 のように仮定した。

表 2-5 走行抵抗算出のための諸係数

|           | トレーラ                        | トラック                       | 乗 用 車                      |
|-----------|-----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| $\mu$     | 0.01                        | 0.01                       | 0.015                      |
| $\lambda$ | 0.004                       | 0.004                      | 0.0025                     |
| S         | 7.6                         | 6.2                        | 1.6                        |
| W         | 32                          | 14                         | 1.7                        |
| r の式      | $r = 10 + 10i + 0.00095V^2$ | $r = 10 + 10i + 0.0018V^2$ | $r = 15 + 10i + 0.0024V^2$ |

### 3) 走行性能曲線

自動車のギア別最高速度  $V_{\max}$ 、最低速度  $V_{\min}$ 、動力伝達効率  $\eta$  として最近の各車種の仕様を示すと表 2-6 のようになる。これらの数値を参考にしてエンジンのトルク曲線を描くにあたり、標準車の仕様として次のように定めた。

#### (1) セミトレーラの場合

$$t = \frac{270}{V_m} \cdot h \cdot \eta \left\{ 1.13 - 0.70 \left( \frac{V}{V_m} - 0.57 \right)^2 \right\}$$

ここで

満載時:  $h = 7 \text{ PS/ton}$

半載時:  $h = 10 \text{ PS/ton}$

| ギア変数 | $V_{\max}$ | $\eta$ |
|------|------------|--------|
| Low  | 12 km/h    | 0.85   |
| 2nd  | 20         | 0.85   |
| 3rd  | 32         | 0.85   |
| 4th  | 50         | 0.85   |
| 5th  | 75         | 0.87   |
| 6th  | 100        | 0.85   |

表 2-6 変速比別最高・最低速度，動力伝達効率

| 車 種                   | Low  |      |        | 2nd  |      |        | 3rd  |      |        | 4th  |      |        | Top  |       |        |
|-----------------------|------|------|--------|------|------|--------|------|------|--------|------|------|--------|------|-------|--------|
|                       | Vmin | Vmax | $\eta$ | Vmin | Vmax | $\eta$ | Vmin | Vmax | $\eta$ | Vmin | Vmax | $\eta$ | Vmin | Vmax  | $\eta$ |
| 三菱E-A 133 A型          | 10   | 44   | 0.85   | 14   | 74   | 0.85   | 21   | 109  | 0.85   | 29   | 149  | 0.86   | 33   | 105   | 0.85   |
| 三菱E-A 33 型            |      |      |        |      |      |        |      |      |        |      |      |        |      |       |        |
| 三菱E-A 142 A型          | 9    | 42   | 0.86   | 13   | 68   | 0.86   | 20   | 103  | 0.86   | 26   | 135  | 0.87   | 30   | 158   | 0.86   |
| 三菱C-A 105 A型          | 9    | 32   | 0.88   | 14   | 55   | 0.88   | 21   | 85   | 0.88   | 30   | 125  | 0.90   |      |       |        |
| SBR 422 型(4t)         | 2.5  | 13.5 | 0.90   | 5    | 25   | 0.90   | 9    | 48   | 0.90   | 15   | 79   | 0.90   | 21   | 112   | 0.90   |
| TXD 53-001 (6t)       | 5    | 13   | 0.90   | 9    | 24   | 0.90   | 17   | 45   | 0.90   | 33   | 86   | 0.92   | 43   | 111   | 0.90   |
| TD 50 A-D-006<br>(8t) | 4.5  | 13   | 0.90   | 7.5  | 21   | 0.90   | 12   | 34   | 0.90   | 18   | 51   | 0.90   | 28   | 79    | 0.92   |
| SPZ 450 D (10t)       | 3.5  | 11.5 | 0.90   | 6    | 20   | 0.90   | 10   | 32   | 0.90   | 17   | 51   | 0.90   | 24   | 74    | 0.92   |
| SRZ 450 D (10t)       | 3.5  | 11.5 | 0.90   | 5    | 19   | 0.90   | 9    | 31   | 0.90   | 14   | 49   | 0.90   | 21.5 | 75    | 0.92   |
| VSR 300 (トラクタ)        | 4    | 12   | 0.90   | 6.5  | 22   | 0.90   | 11   | 36   | 0.90   | 17.5 | 58   | 0.90   | 25   | 84    | 0.92   |
| VTR 290 (トラクタ)        | 6    | 18   | 0.90   | 11   | 29   | 0.90   | 20   | 54   | 0.90   | 33   | 92.5 | 0.90   | 40   | 110.5 | 0.92   |

(2) トラックの場合

$$t = \frac{270}{V_m} \cdot h \cdot \eta \left\{ 1.13 - 0.70 \left( \frac{V}{V_m} - 0.57 \right)^2 \right\}$$

ここで

満載時:  $h = 10 \text{ PS/ton}$

半載時:  $h = 14 \text{ PS/ton}$

| ギア変数 | Vmax | $\eta$ |
|------|------|--------|
| Low  | 12   | 0.85   |
| 2nd  | 20   | 0.85   |
| 3rd  | 32   | 0.85   |
| 4th  | 50   | 0.85   |
| 5th  | 75   | 0.87   |
| 6th  | 100  | 0.85   |

(3) 乗用車の場合

$$t = \frac{270}{V_m} \cdot h \cdot \eta \left\{ 1.20 - 1.63 \left( \frac{V}{V_m} - 0.65 \right)^2 \right\}$$

ここで

満載時:  $h = 50 \text{ PS/ton}$

半載時:  $h = 60 \text{ PS/ton}$

| ギア変数 | Vmax | $\eta$ |
|------|------|--------|
| Low  | 40   | 0.88   |
| 2nd  | 70   | 0.88   |
| 3rd  | 100  | 0.88   |
| 4th  | 140  | 0.90   |
| 5th  | 165  | 0.88   |

これら数値を用いて駆動力と走行抵抗力の関係を計算し，図に示したものが後に示す図 2-3~8

である。この図において一つの速度に対して駆動力曲線が走行抵抗曲線より大きくなるところではこの速度で登坂可能であることを示している。

#### 4) 無段変速の考え方の導入について

前項3)のトルク曲線を描くに当っては、車種をセミトレーラ、トラック、乗用車の3種に分類して、各々の変速ギヤ数をそれぞれ6段、6段、5段と設定し、さらに登坂時には1つのギヤの最高速度になるまで1段上のギヤで速度を落した後チェンジすると仮定している。

しかし、実態をみると、乗用車などでは3段変速のものから、5段変速のものまであるうえにギヤチェンジに関しても上記のものは一応の仮定であるため、これらの限界を調べるという意味から参考として無段変速の考え方により検討してみたものである。ここでは以上の考え方から数種の無段変速トルク曲線を設定するとともに、次章においてはこの考え方にもとづく登坂性能曲線を描くことを試みた。これによりギヤチェンジによる実態的な登坂性能の範囲を知ることができよう。

次に無段変速の考え方であるが図2-2に無段変速トルク曲線の概念図を示す。トン当りの駆動力は前出のように

$$t = \frac{T}{W} = \frac{270}{V_m} \cdot h \cdot \eta \left\{ A - B \left( \frac{V}{V_m} - C \right)^2 \right\} \quad (\text{kg/ton})$$

である。但し、A, B, Cはエンジン固有の定数である。図2-2において各ギヤの最大速度点、最大トルク点、最小速度点を結んだ3本の曲線をそれぞれ無段曲線①, ②, ③とすると、上式はそれぞれ次式で与えられる。

$$\text{曲線 ①} \quad t = \frac{270}{V} h \cdot \eta \cdot \left\{ A - B (1 - C)^2 \right\}$$

$$\text{②} \quad t = \frac{270 \cdot C}{V} h \cdot \eta \cdot A, \quad \left( C = \frac{V}{V_m} \right)$$

$$\text{③} \quad t = \frac{270 \cdot D}{V} h \cdot \eta \cdot \left\{ A - B (D - C)^2 \right\}, \quad \left( D = \frac{V}{V_m} \right)$$

ただし、Dは定数。

となる。これらの式に従って既述の考え方により描いたエンジンのトルク曲線が図2-3～図2-8に示されている3本の右下りの曲線である。

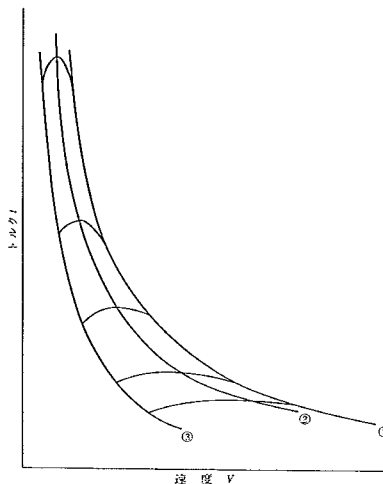


図2-2 無段変速トルク曲線概念図

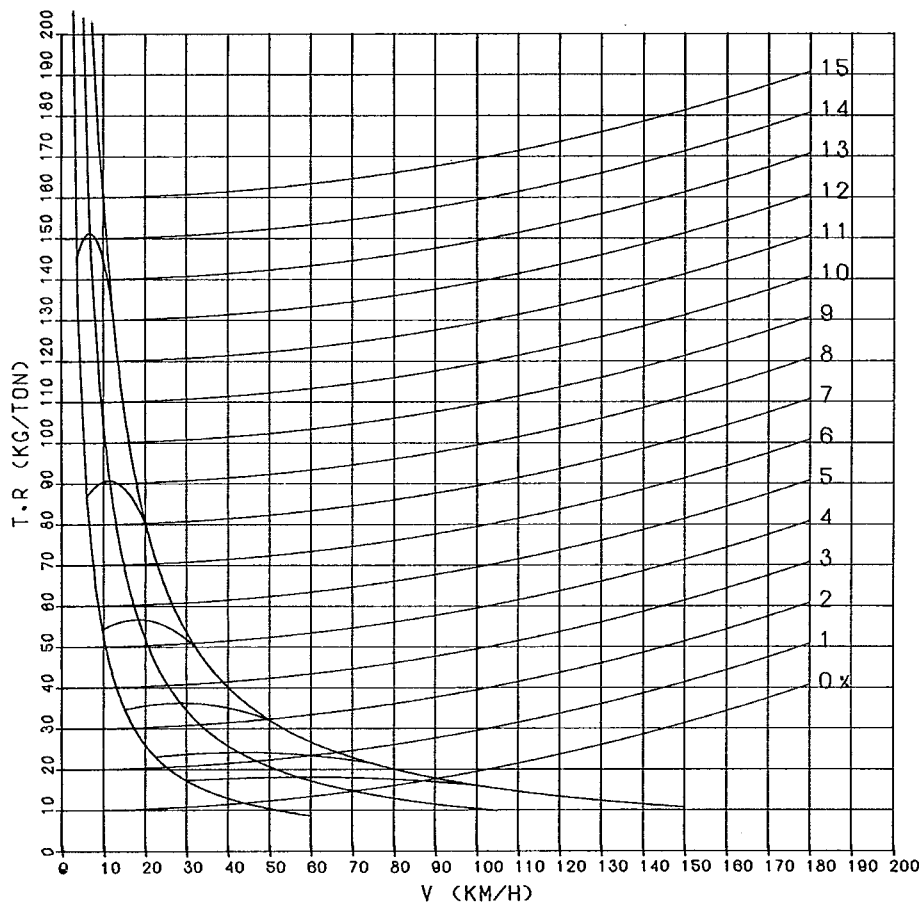


図 2-3 走行性能曲線図

セミトレーラ，満載時 7 PS/ton

T: エンジン全開時駆動力

R: 重量当り走行抵抗

V: 車速

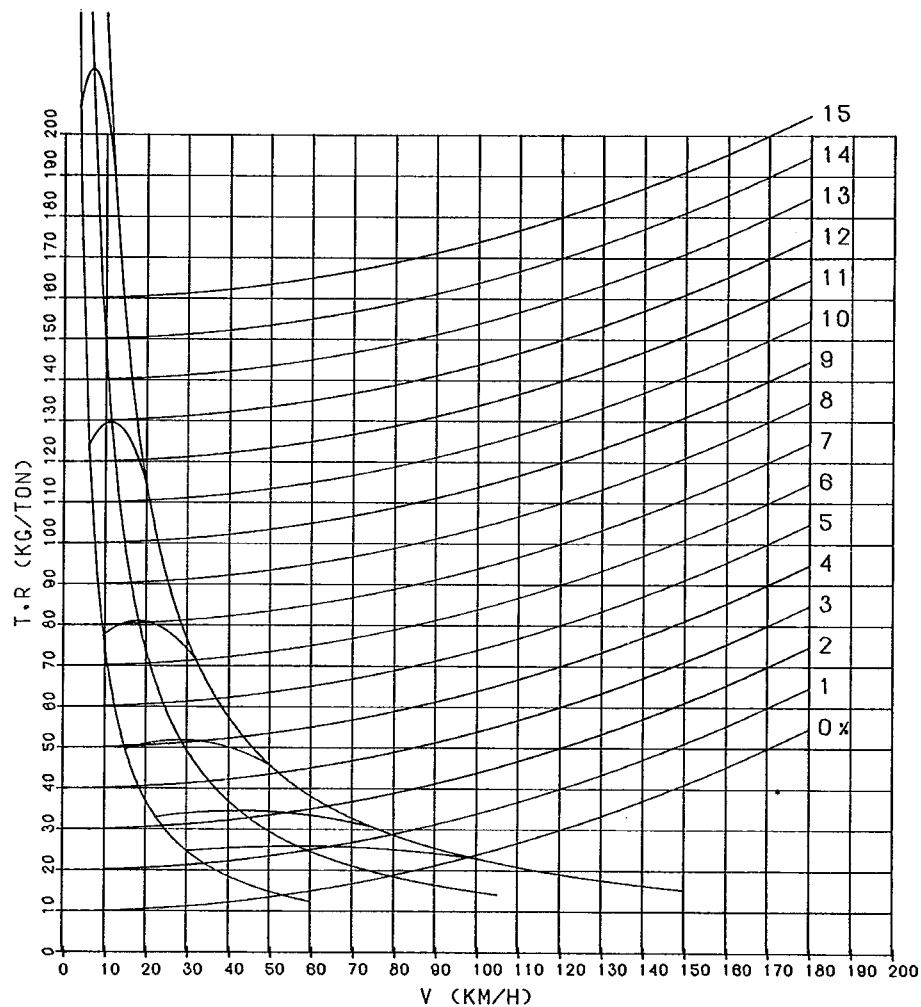


図 2-4 走行性能曲線図  
セミトレーラ，半載時，10 PS/ton

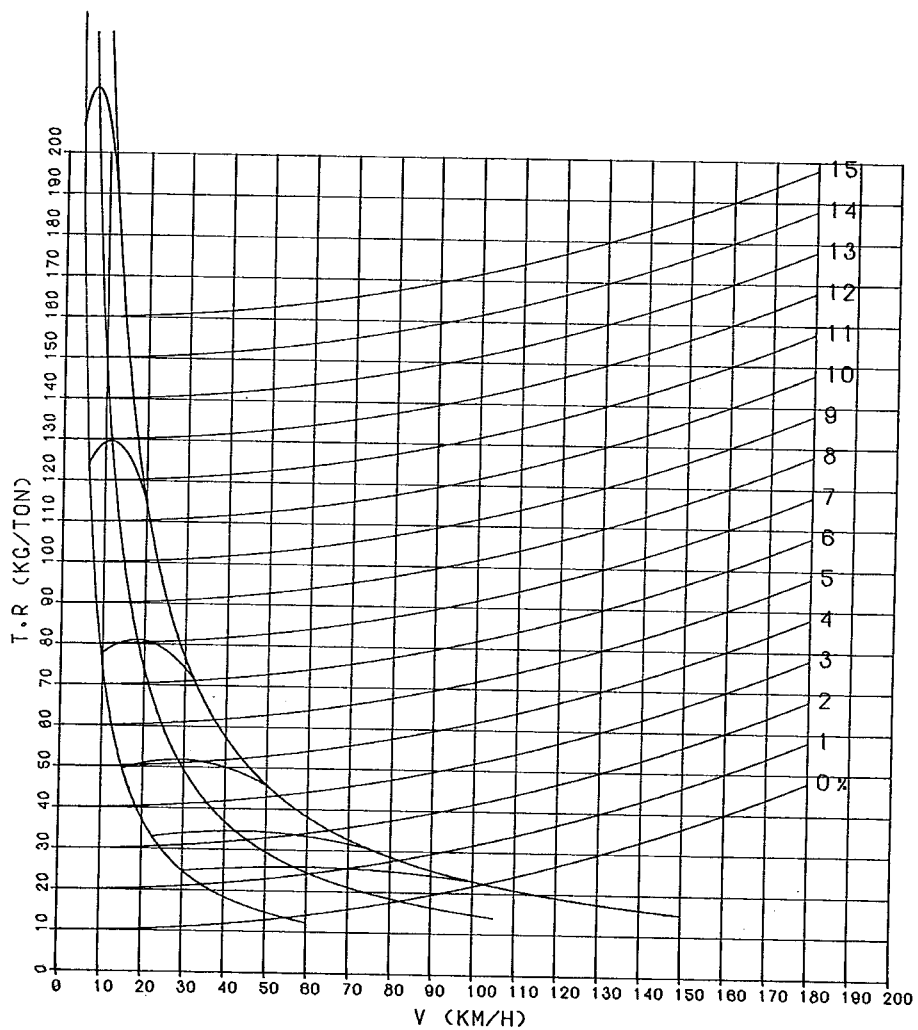


図 2 - 5 走行性能曲線図

トラック，満載時，10 PS/ton

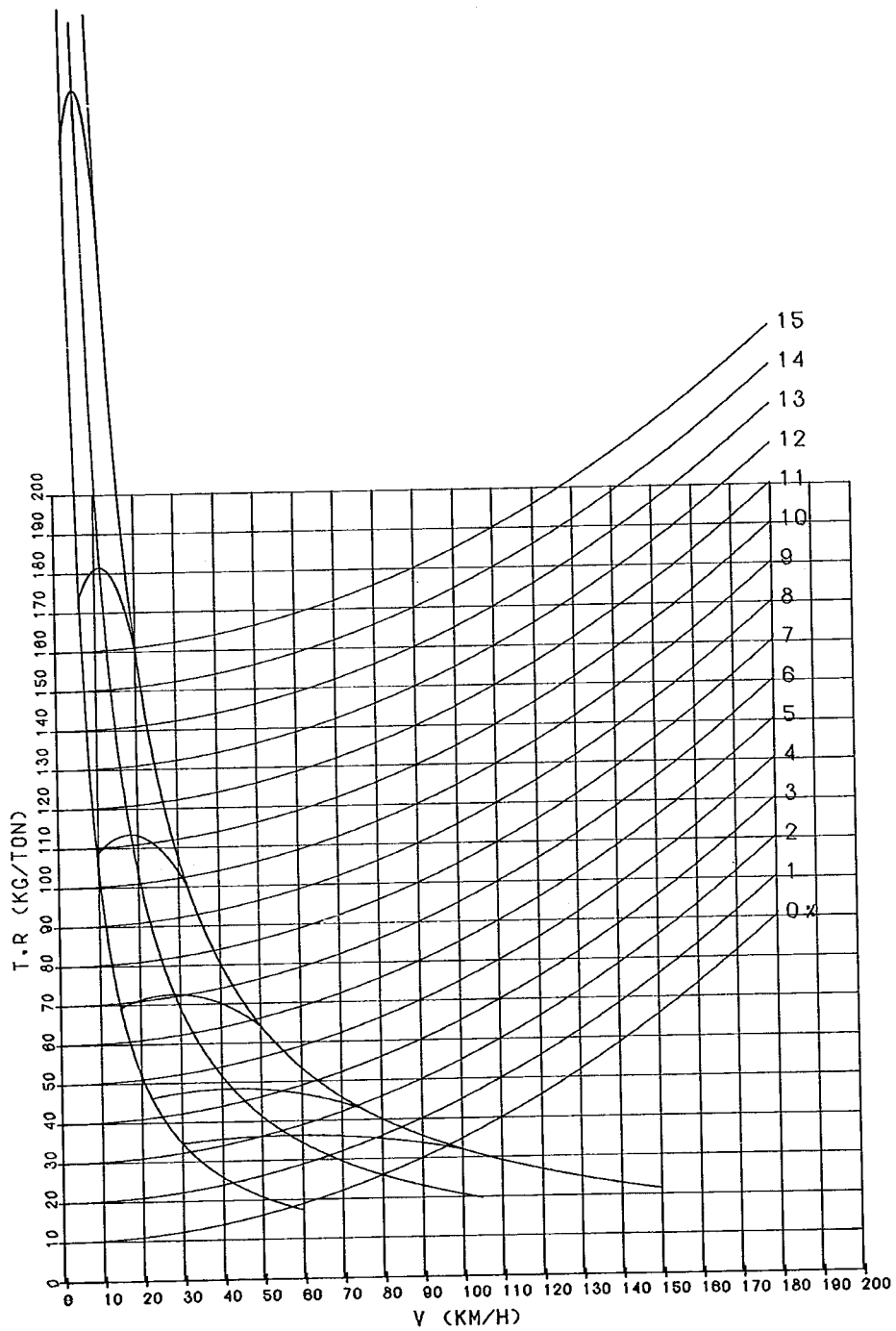


図 2 - 6 走行性能曲線図  
トラック，半載時，14 PS/ton

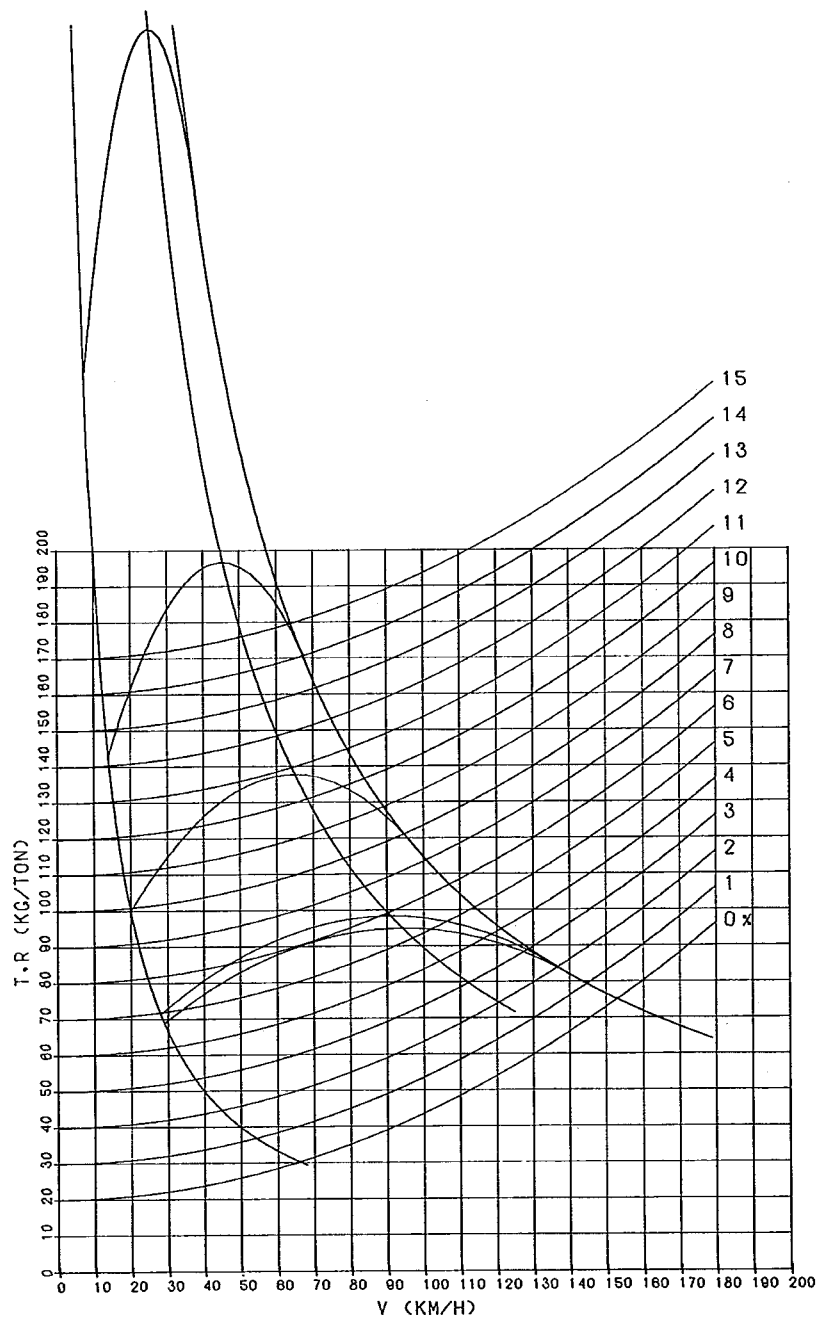


图 2-7 走行性能曲线  
乘用车，满载时，50 PS/ton

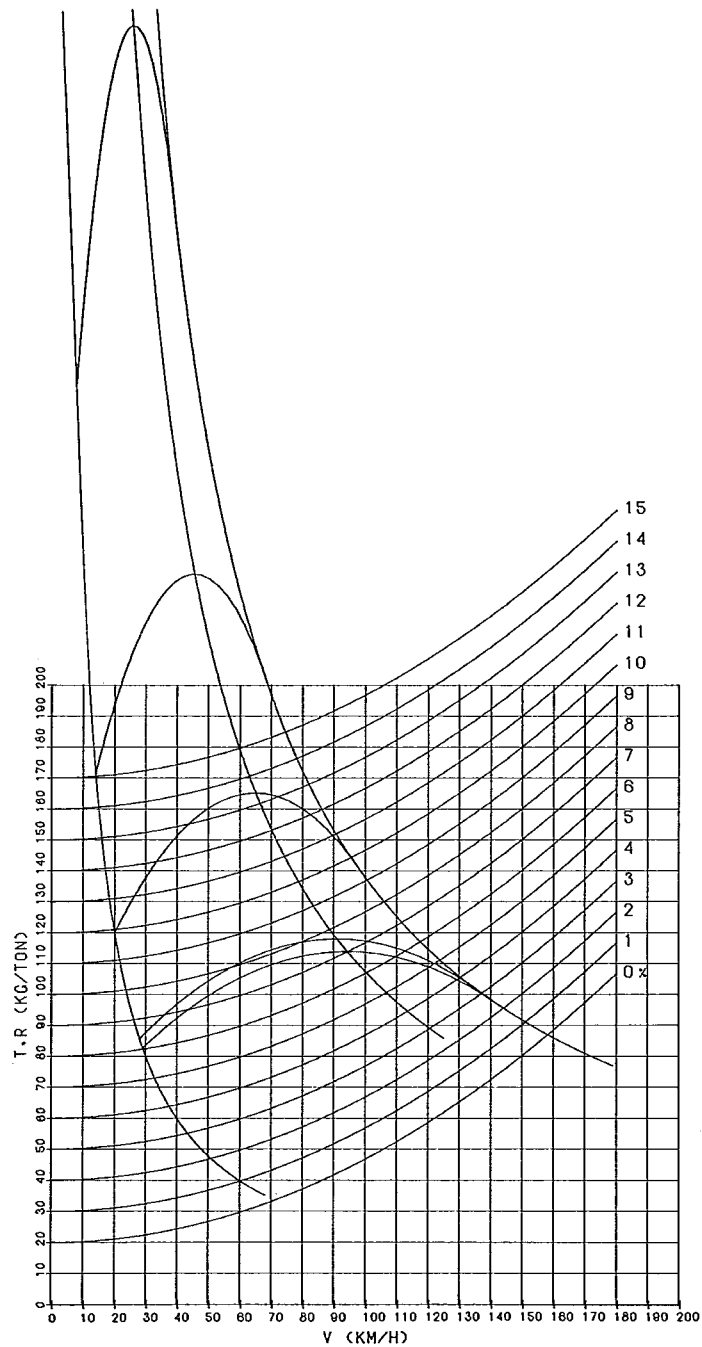


图 2-8 走行性能曲线图  
乘用车，半载时，60 PS/ton

### 3. 最近の自動車の登坂性能について

登坂路においては進入時に自動車がある速度から、その坂路の勾配による走行抵抗と自動車の駆動力とがつり合う速度に低下するまでにかなりの距離を登坂できる。このため勾配長が短かければ平衡速度まで低下するに至らずに、大きい勾配でも登坂可能となる。したがって初速と勾配値および勾配長との関係が重要となる。

次に速度と登坂距離との関係を求める。いま質量  $M$  の車両が余裕牽引力  $F$  で走行する場合には加速度を  $a$  とすれば

$$M \cdot a = F = T - R$$

ここで  $T$  : 駆動力,  $R$  : 走行抵抗 である。

また  $W$  : 車両総重量 (kg),  $W_e$  : 回転部相当重量 (kg) とし上式を書き直すと

$$\frac{W + W_e}{g} \cdot \frac{dV}{dt} = F = T - R$$

$$\frac{dV}{dt} = g \cdot \frac{W}{W + W_e} \cdot \left\{ \frac{T}{W} - \frac{R}{W} \right\} = \frac{g}{1000} \cdot \frac{W}{W + W_e} \cdot (t - r)$$

ここで  $g$  : 重力加速度,  $t$  : トン当り駆動力,  $r$  : トン当り走行抵抗 であり, また

$$g = 9.8 \text{ m/sec}^2 = 9.8 \times 3600^2 \times 10^{-3} \text{ km/h}^2$$

$$(W + W_e)/W = 1.05$$

であるから

$$\frac{dV}{dt} = 120.5 \times (t - r)$$

となり, 駆動力, 走行抵抗とも走速  $V$  の関数として表わされる。

$$\frac{ds}{dV} = \frac{ds}{dt} \cdot \frac{dt}{dV}$$

$$ds = V \cdot \frac{dt}{dV} \cdot dV = \frac{V \cdot dV}{120.5 (t - r)} \quad \dots\dots\dots (3-1)$$

速度と距離との関係は (3-1) 式を積分することによって求めることができる。

#### 3-1 登坂性能曲線 (ギヤ変速の場合)

ギヤ変速による登坂性能曲線を求める場合, ギヤチェンジに要する時間を 0, また変速速度は各ギヤにおける最高速度とし, 駆動力と勾配との関係をセミトレーラおよびトラックの場合に分けて以下に示す。

##### 1) セミトレーラの場合

##### (1) 満載時

$$t = \frac{1890}{V_m} \cdot \eta \left\{ 1.13 - 0.70 \left( \frac{V}{V_m} - 0.57 \right)^2 \right\}$$

$$r = 10 + 10i + 0.00095V^2$$

$$t - r = \left(-\frac{1323}{V_m^2} \eta - 0.00095\right) V^2 + \left(\frac{1508.22}{V_m^2} \eta\right) V + \frac{1705.86}{V_m} \eta - 10i - 10$$

ここで

$$a = -\frac{1323}{V_m^2} \eta - 0.00095$$

$$b = \left(\frac{1508.22}{V_m^2} \eta\right) / a$$

$$q = \left(\frac{1705.86}{V_m} \eta - 10i - 10\right) / a$$

(2) 半載時

$$t = \frac{2700}{V_m} \cdot \eta \cdot \left\{ 1.13 - 0.70 \left( \frac{V}{V_m} - 0.57 \right)^2 \right\}$$

$$r = 10 + 10i + 0.00138 V^2$$

$$t - r = \left(-\frac{1890}{V_m^3} \eta - 0.00138\right) V^2 + \left(\frac{2154.6}{V_m^2} \eta\right) V + \frac{2436.9}{V_m} \eta - 10i - 10$$

ここで

$$a = -\frac{1890}{V_m^3} \eta - 0.00138$$

$$b = \left(\frac{2154.6}{V_m^2} \eta\right) / a$$

$$q = \left(\frac{2436.9}{V_m} \eta - 10i - 10\right) / a$$

2) トラックの場合

(1) 満載時

$$t = \frac{2700}{V_m} \cdot \eta \cdot \left\{ 1.13 - 0.70 \left( \frac{V}{V_m} - 0.57 \right)^2 \right\}$$

$$r = 10 + 10i + 0.0018 V^2$$

$$t - r = \left(-\frac{1890}{V_m^3} \eta - 0.0018\right) V^2 + \left(\frac{2154.6}{V_m^2} \eta\right) V + \frac{2436.9}{V_m} \eta - 10i - 10$$

ここで

$$a = -\frac{1890}{V_m^3} \eta - 0.0018$$

$$b = \left(\frac{2154.6}{V_m^2} \eta\right) / a$$

$$q = \left(\frac{2436.9}{V_m} \eta - 10i - 10\right)$$

(2) 半載時

$$t = \frac{3780}{V_m} \cdot \eta \cdot \left\{ 1.13 - 0.70 \left( \frac{V}{V_m} - 0.57 \right)^2 \right\}$$

$$r = 10 + 10i + 0.0025 V^2$$

$$t - r = \left( -\frac{2646}{V_m^2} - 0.0025 \right) V^2 + \left( \frac{3016.4}{V_m^2} \eta \right) V + \frac{3411.7}{V_m} \eta - 10i - 10$$

ここで

$$a = -\frac{2646}{V_m^2} - 0.0025$$

$$p = \left( \frac{3016.4}{V_m^2} \eta \right) / a$$

$$q = \left( \frac{3411.7}{V_m} \eta - 10i - 10 \right) / a$$

以上のように  $a$ ,  $p$ ,  $q$  を定義すれば,  $t - r$  の式は

$$t - r = a (V^2 + pV + q)$$

となる。したがってこれを (3-1) 式へ代入すれば

$$ds = \frac{1}{120.5} \cdot \frac{V}{a (V^2 + pV + q)} \cdot dV$$

となり, これを積分し, 速度  $V_0$  から速度  $V_1$  になるまでに登坂する距離  $S$  を求めると

$$S = \int_{V_0}^{V_1} \frac{1}{120.5 a} \cdot \frac{V}{(V^2 + pV + q)} dV$$

$$= \left[ \frac{1}{2} \log (V^2 + pV + q) - \frac{p}{2} \cdot \frac{1}{\sqrt{q - \frac{p^2}{4}}} \cdot \tan^{-1} \frac{V + \frac{p}{2}}{\sqrt{q - \frac{p^2}{4}}} \right]_{V_0}^{V_1}, \quad \left( q - \frac{p^2}{4} \geq 0 \text{ の場合} \right)$$

$$= \left[ \frac{1}{2} \log (V^2 + pV + q) - \frac{p}{4} \cdot \frac{1}{\sqrt{\frac{p^2}{4} - q}} \cdot \log \left| \frac{V + \frac{p}{2} - \sqrt{\frac{p^2}{4} - q}}{V + \frac{p}{2} + \sqrt{\frac{p^2}{4} - q}} \right| \right]_{V_0}^{V_1}, \quad \left( q - \frac{p^2}{4} < 0 \text{ の場合} \right)$$

となる。この式により初速  $V_0$  で侵入して来た車が種々の勾配ごとに登坂する距離と速度を求め図に示したものが登坂性能曲線図であり, 図3-1~32までに示している。このうち最初の16図まではセミトレーラの場合を示し, 続く16図はトラックの場合を示している。図中各曲線の右端の  $\circ$ — $\circ$  で示す短かい直線はその速度に達すれば以後速度を落さずに走行できる平衡速度を示している。なお最近の乗用車の場合, 登坂能力においてはほとんど障害がないので, 本報告書にはとり上げなかった。

### 3-2 登坂性能曲線 (無段変速の場合)

無段変速による登坂性能曲線は (3-1) 式を数値積分したものであり, 図3-33~図3-44に示すものは図2-2におけるセミトレーラ, トラックの無段変速トルク曲線①, ②, ③のそれぞれに対応するものである。図中の15本の曲線は1%から15%までの勾配の坂路での登坂距離と速度の関係を表わしており,  $\circ$ — $\circ$  印はそれ以上の距離を走行しても速度が落ちなくなる点を示している。

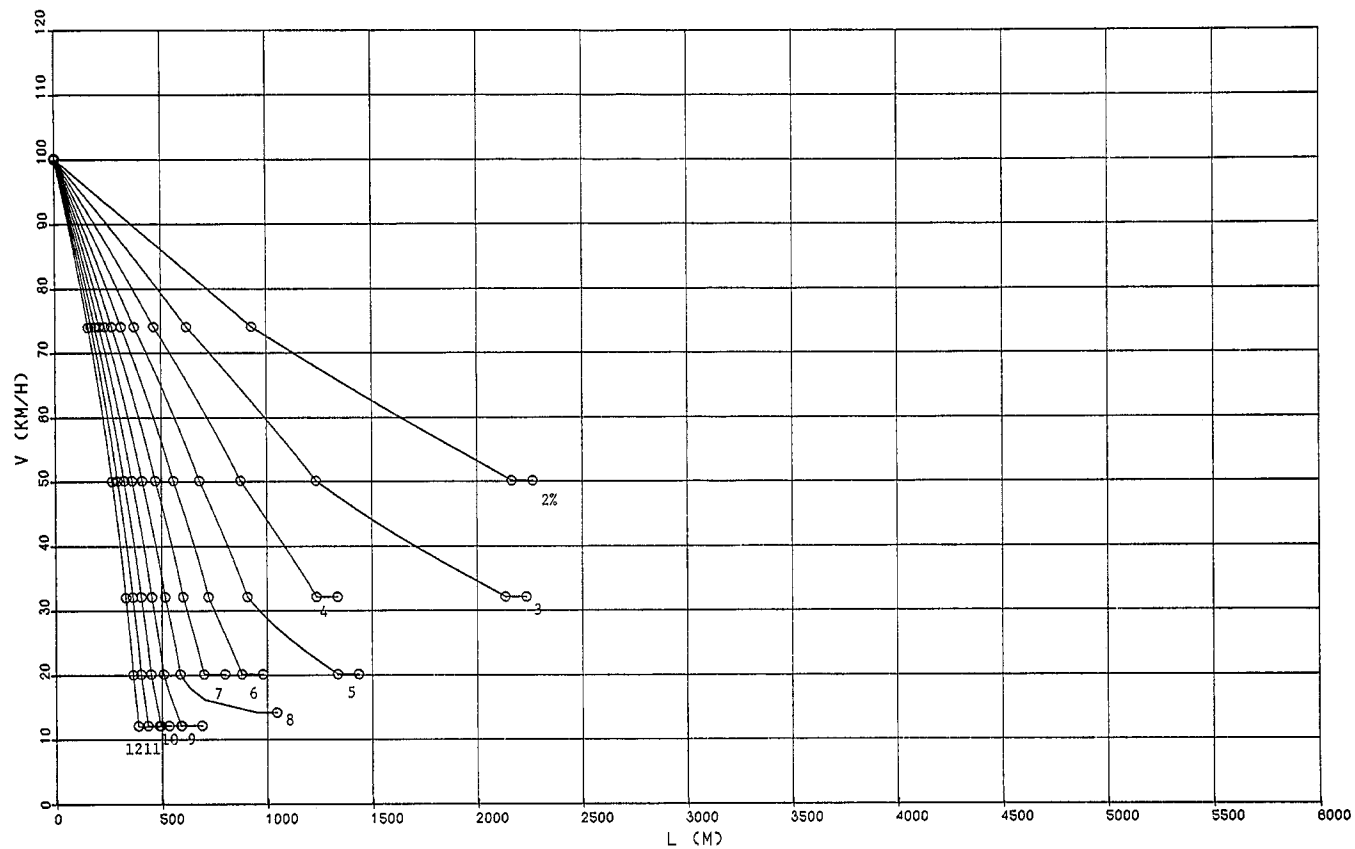


図 3-1 登坂性能曲線  
セミトレーラ、満載時、7 PS/ton

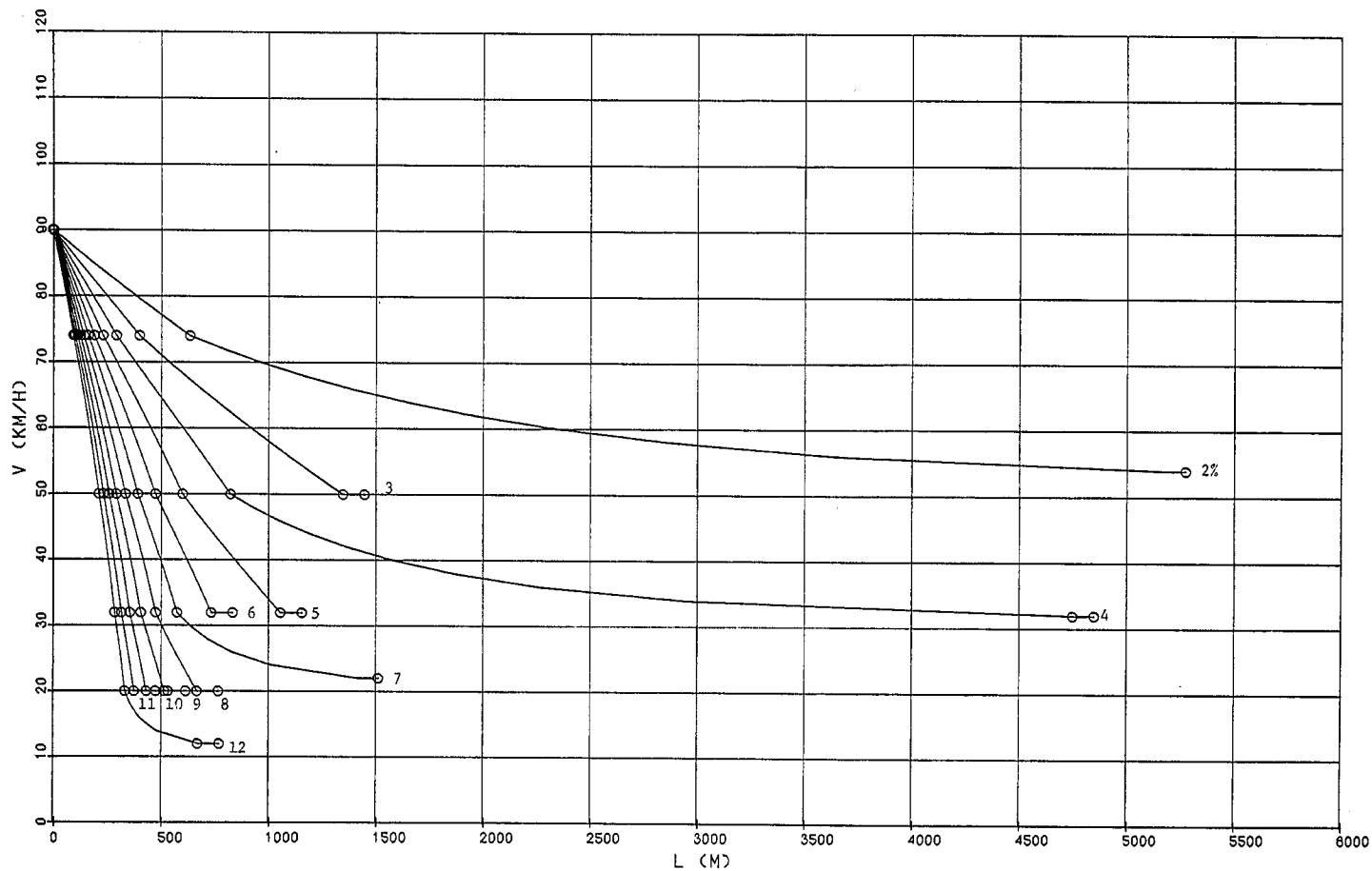


図 3-2 登坂性能曲線図  
セミトレーラ, 満載時, 7PS/ton

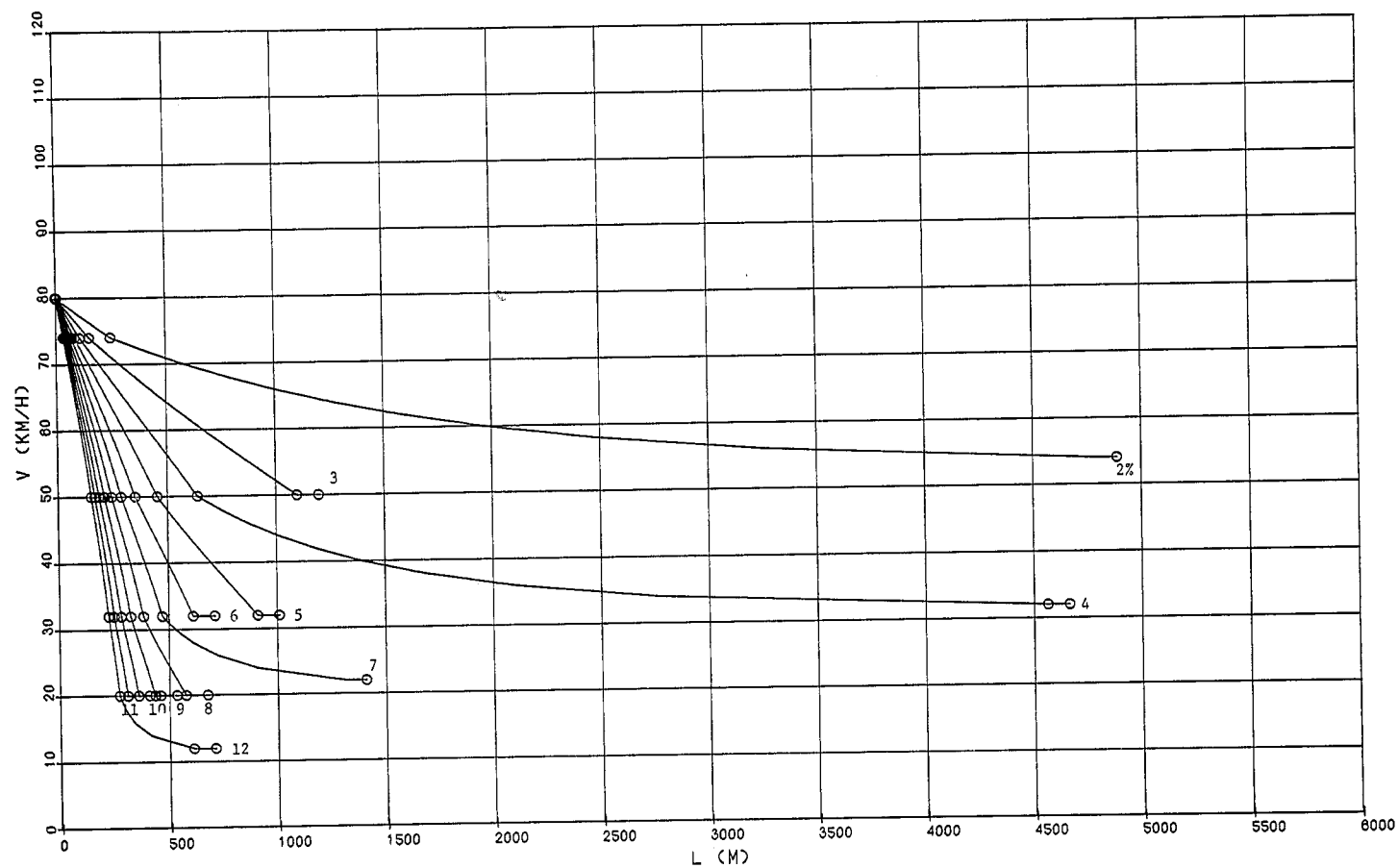


図 3-3 登坂性能曲線図  
セミトレーラ，満載時，7 PS/ton

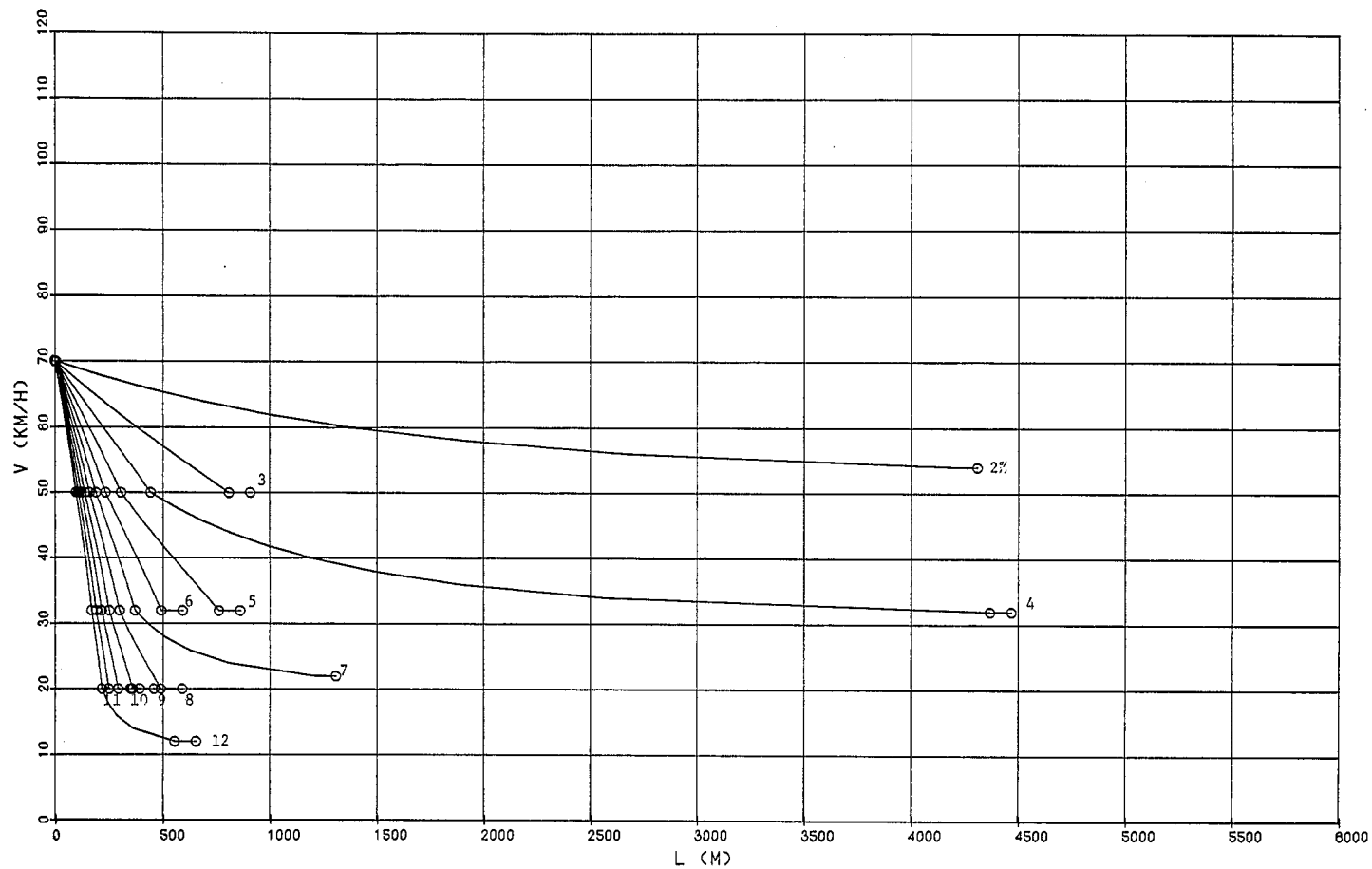


図 3-4 登坂性能曲線図

セミトレーラ，満載時，7 PS/ton

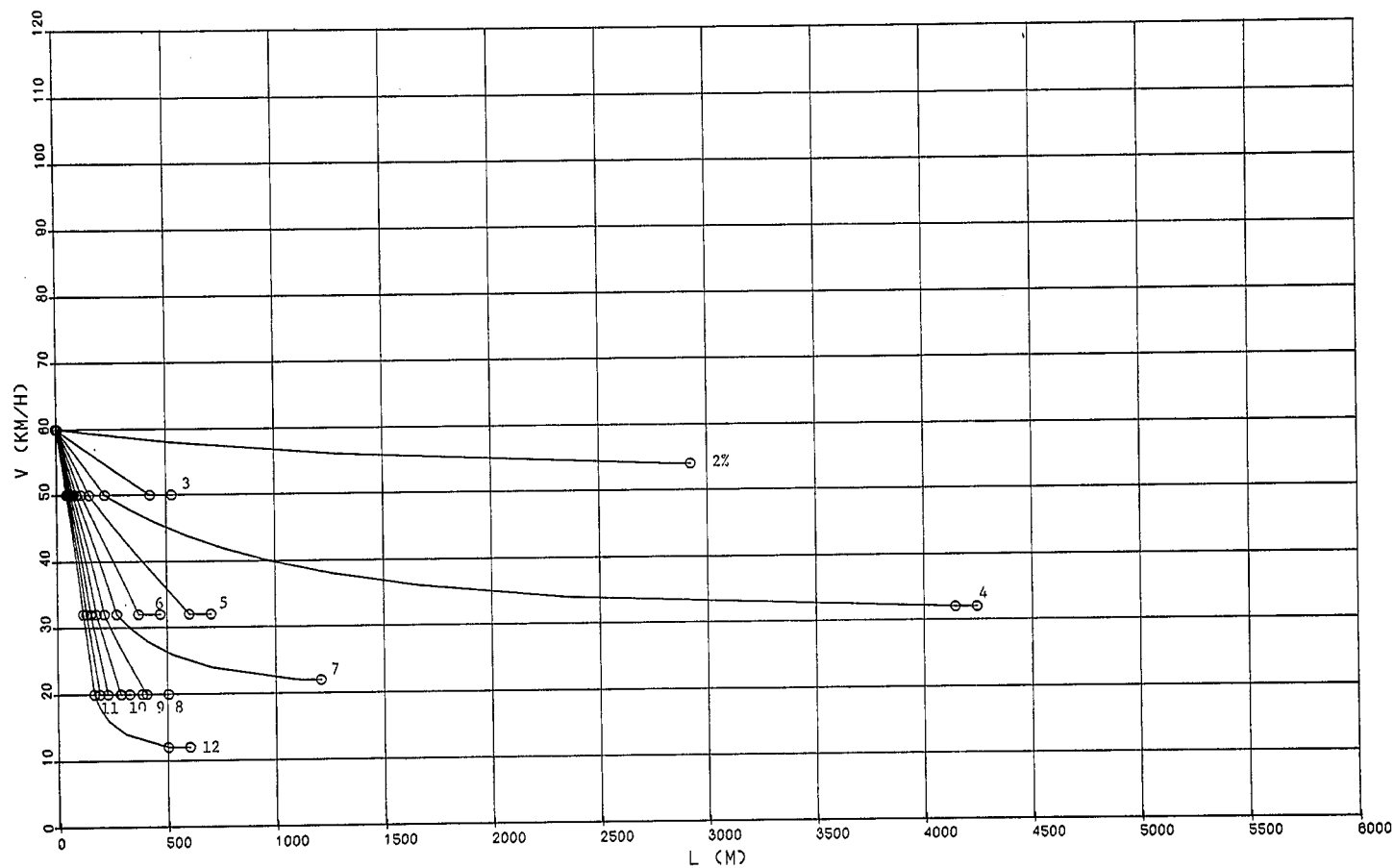


図 3-5 登坂性能曲線図  
セミトレーラ、満載時、7 PS/ton

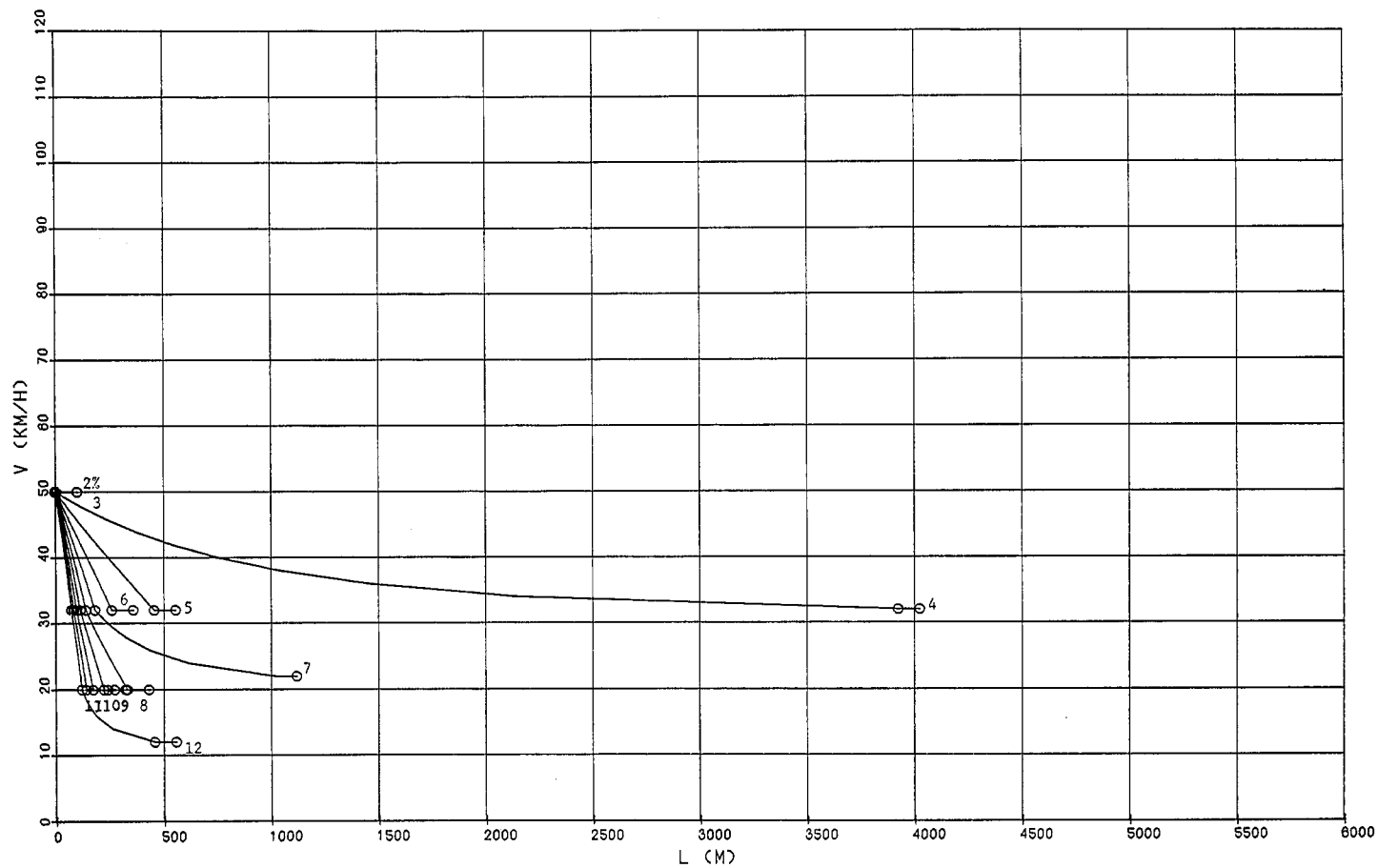


図 3-6 登坂性能曲線図  
セミトレーラ、満載時、7 PS/ton

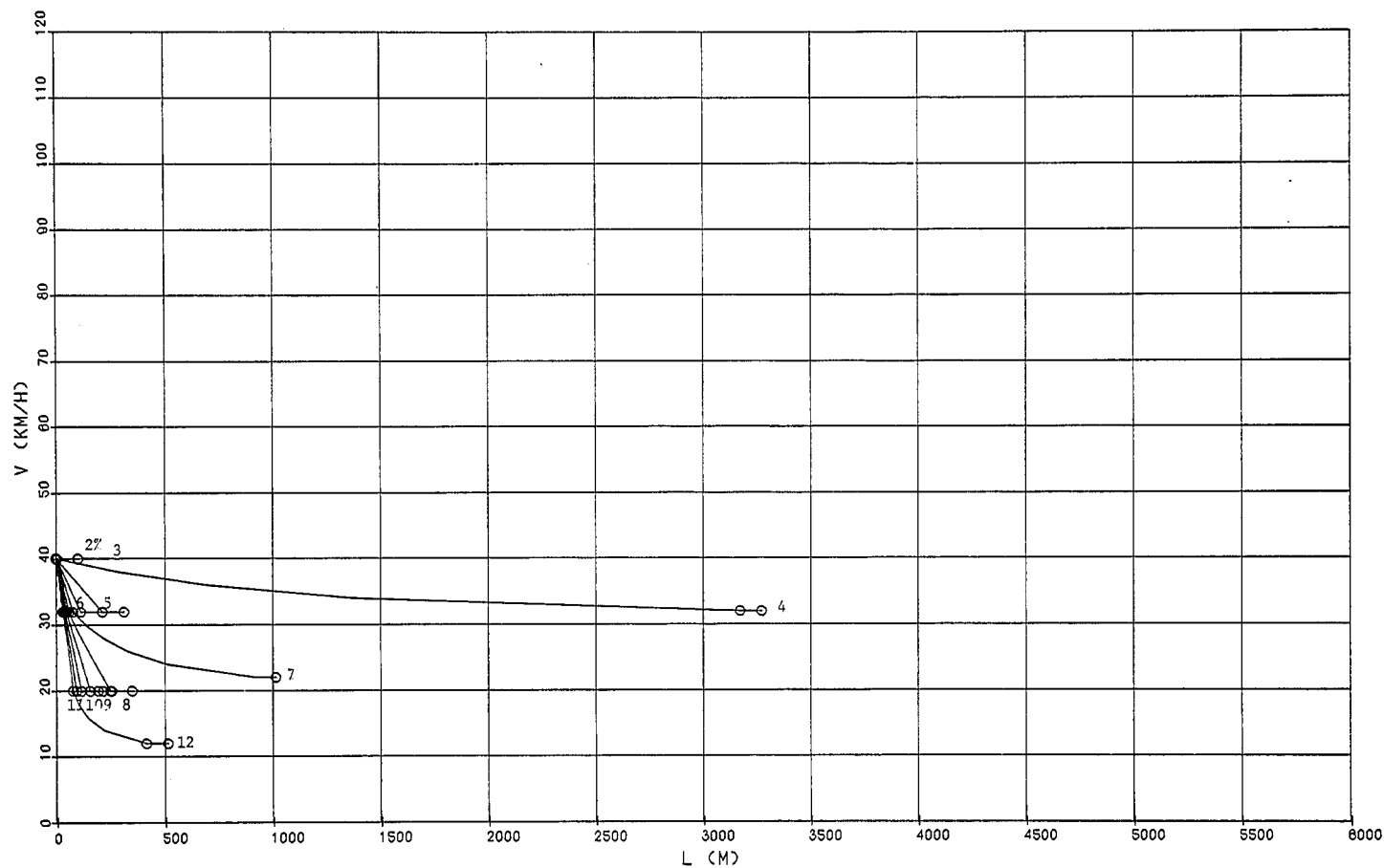


図 3 - 7 登坂性能曲線図  
セミトレーラ，満載時，7 PS/ton

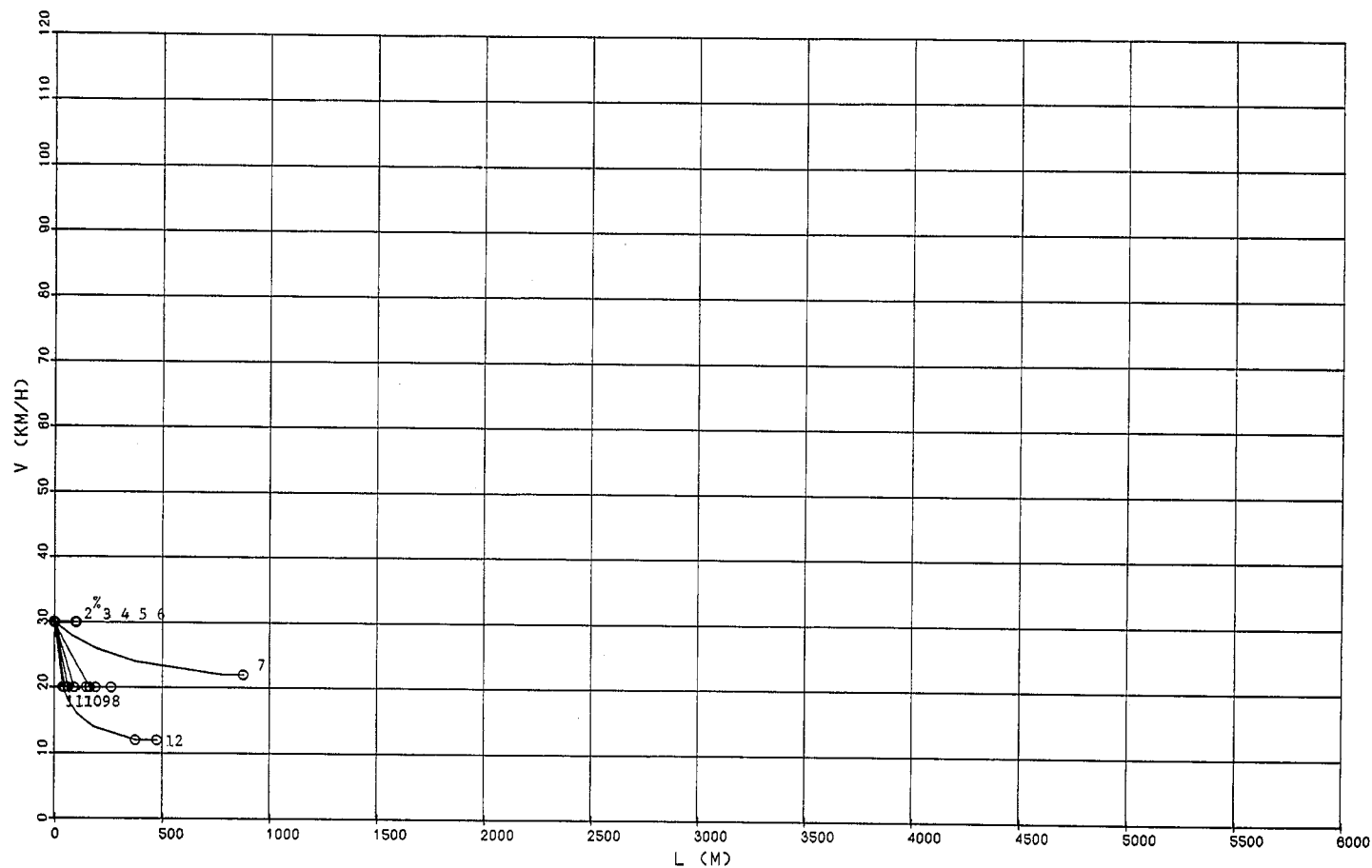


図 3-8 登坂性能曲線図  
セミトレーラ, 満載時, 7 PS/ton

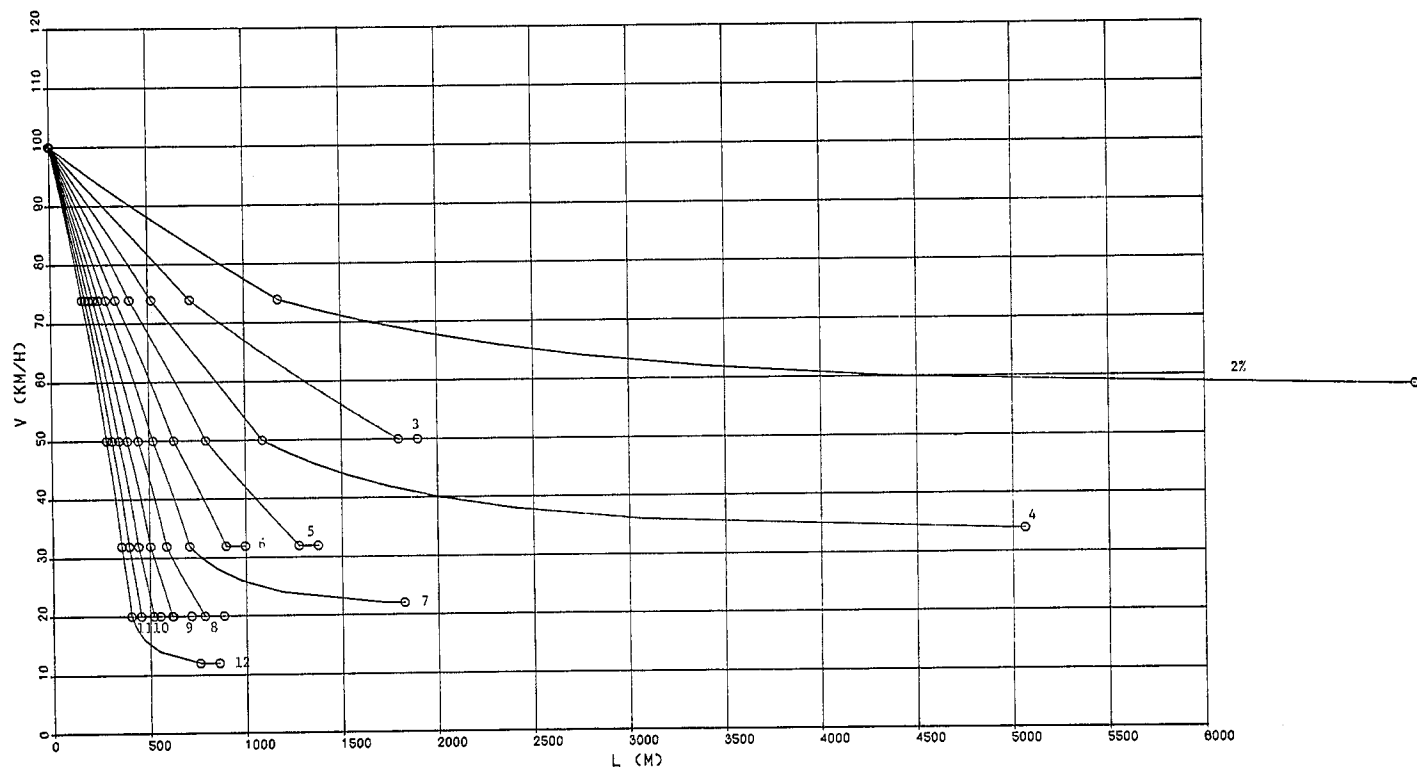


図 3-9 登坂性能曲線図

セミトレーラ, 半載時, 10 PS/ton

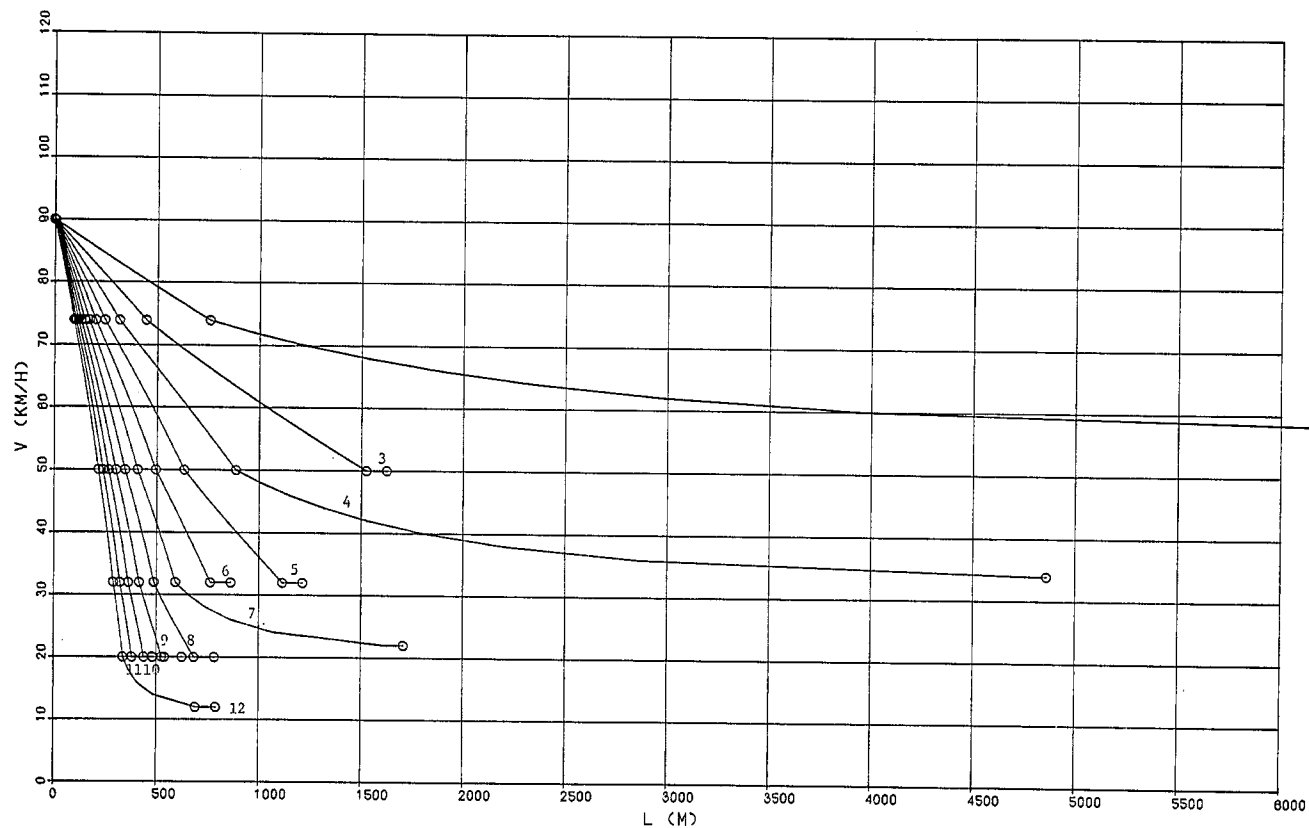


図 3-10 登坂性能曲線図

セミトレーラ、半載時、10PS/ton

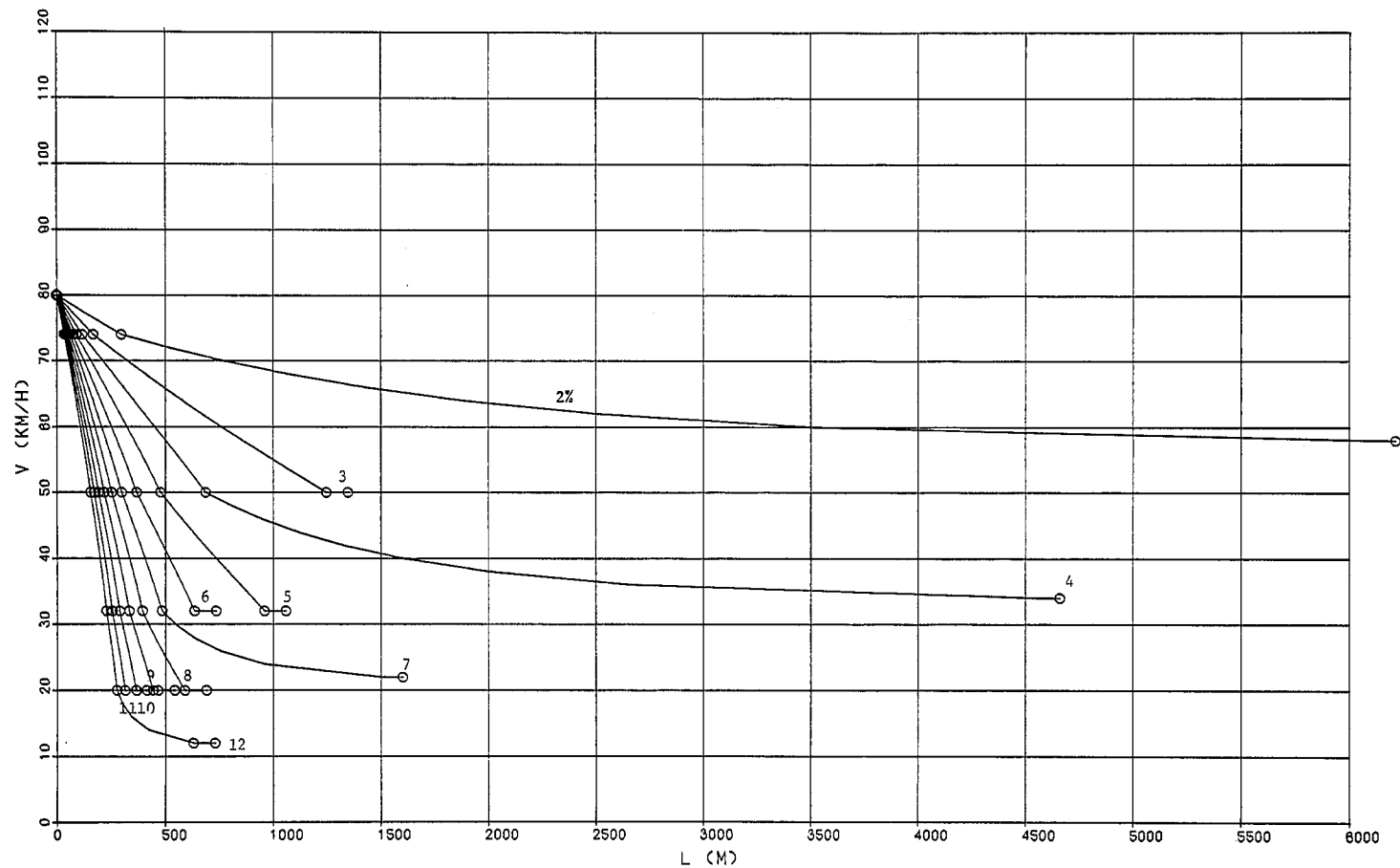


図 3-11 登坂性能曲線図  
セミトレラ、半載時、10PS/ton

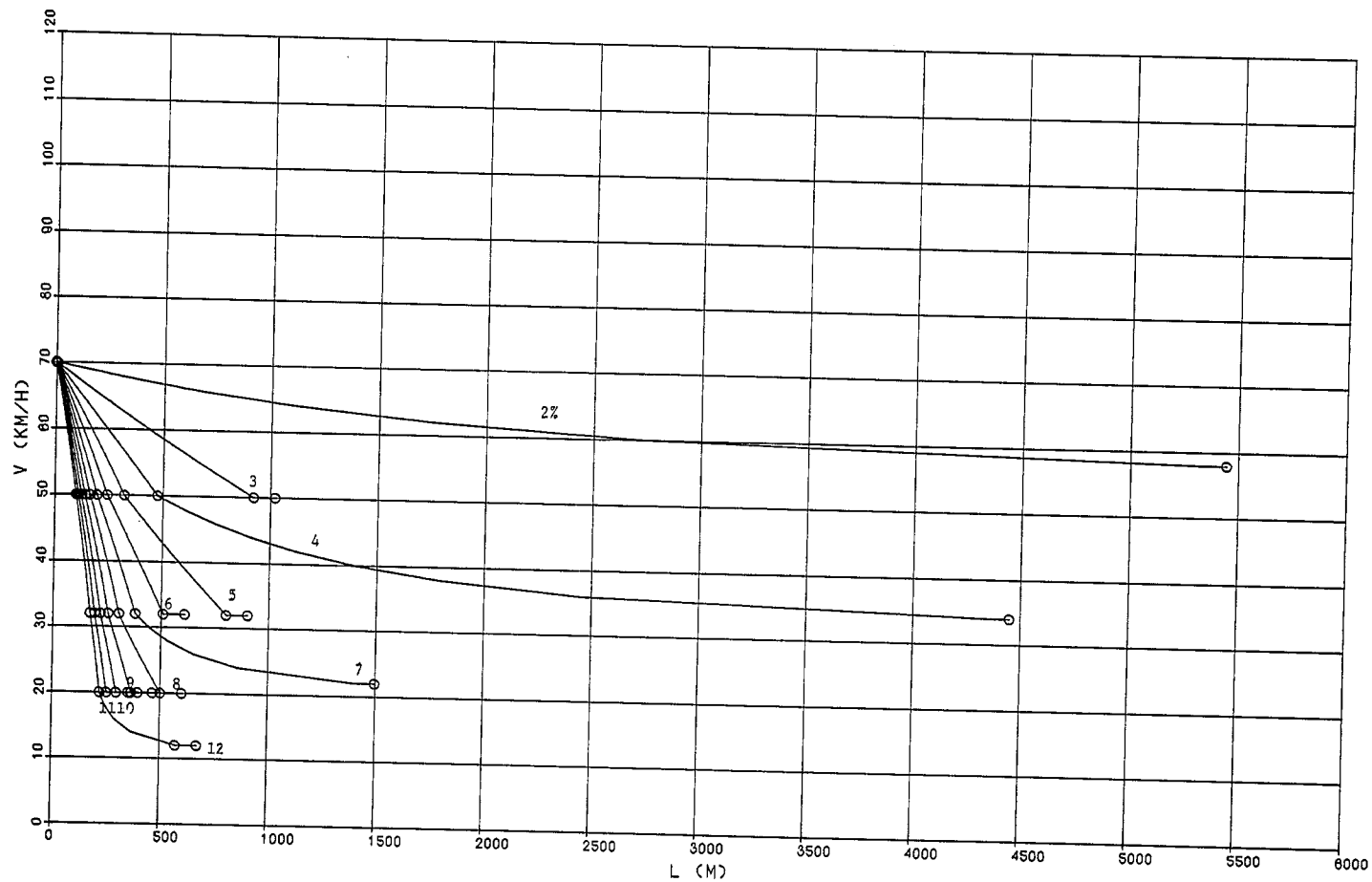


図-12 登坂性能曲線図

セミトレーラ, 半載時, 10PS/ton

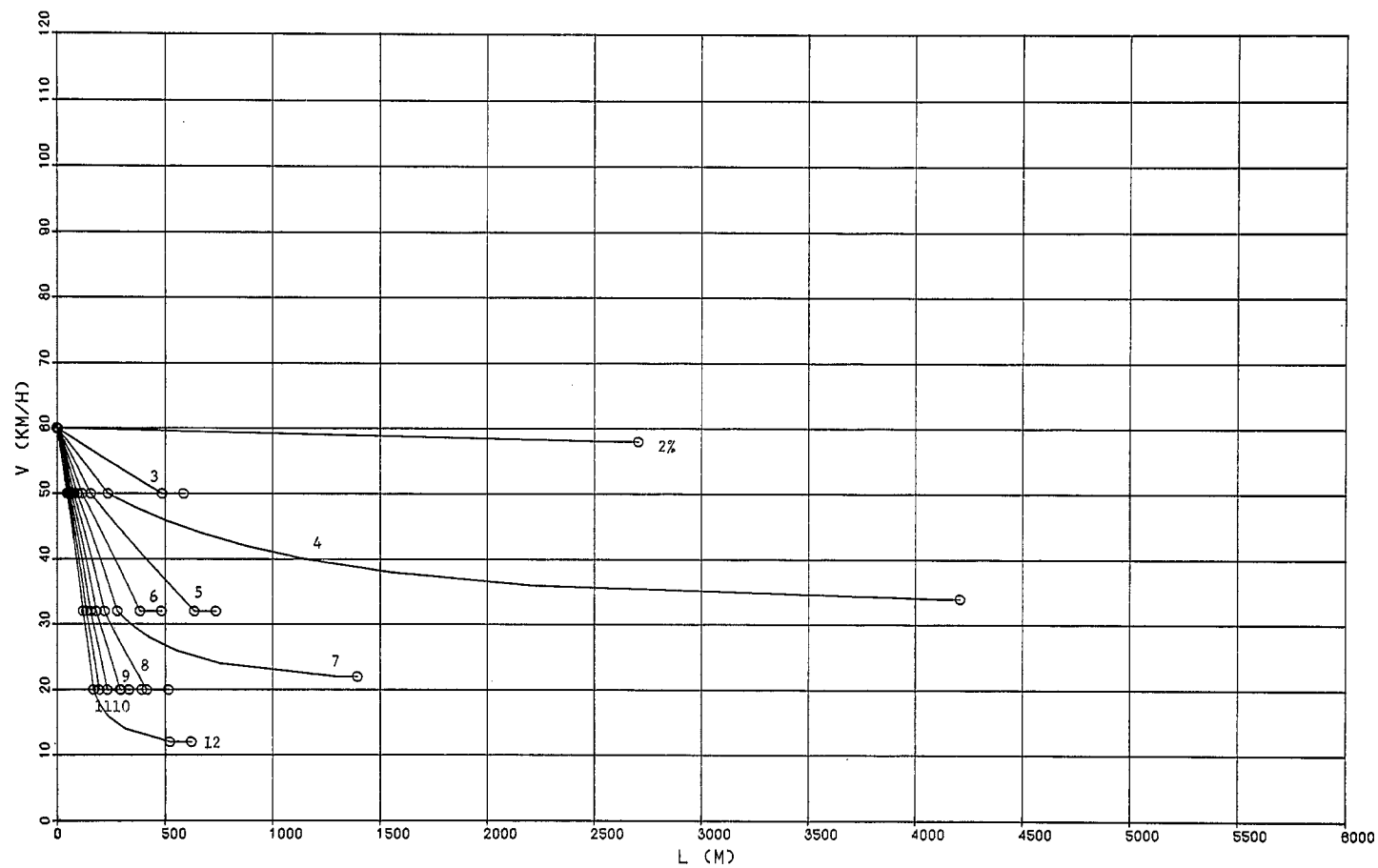


図 3-13 登坂性能曲線図

セミトレーラ, 半載時, 10PS / ton

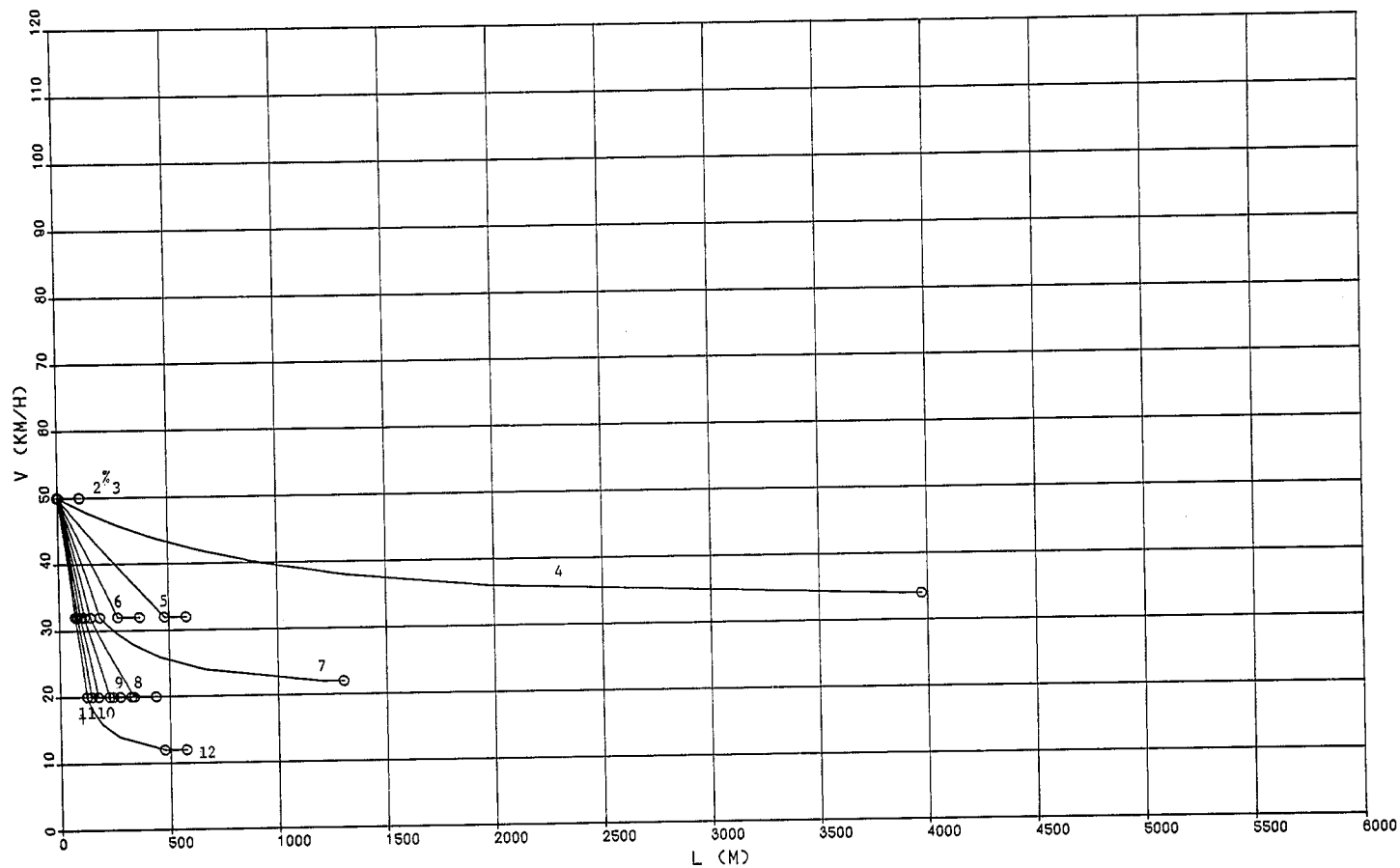


図 3-14 登坂性能曲線図

セミトレーラ, 半載時, 10PS/ton

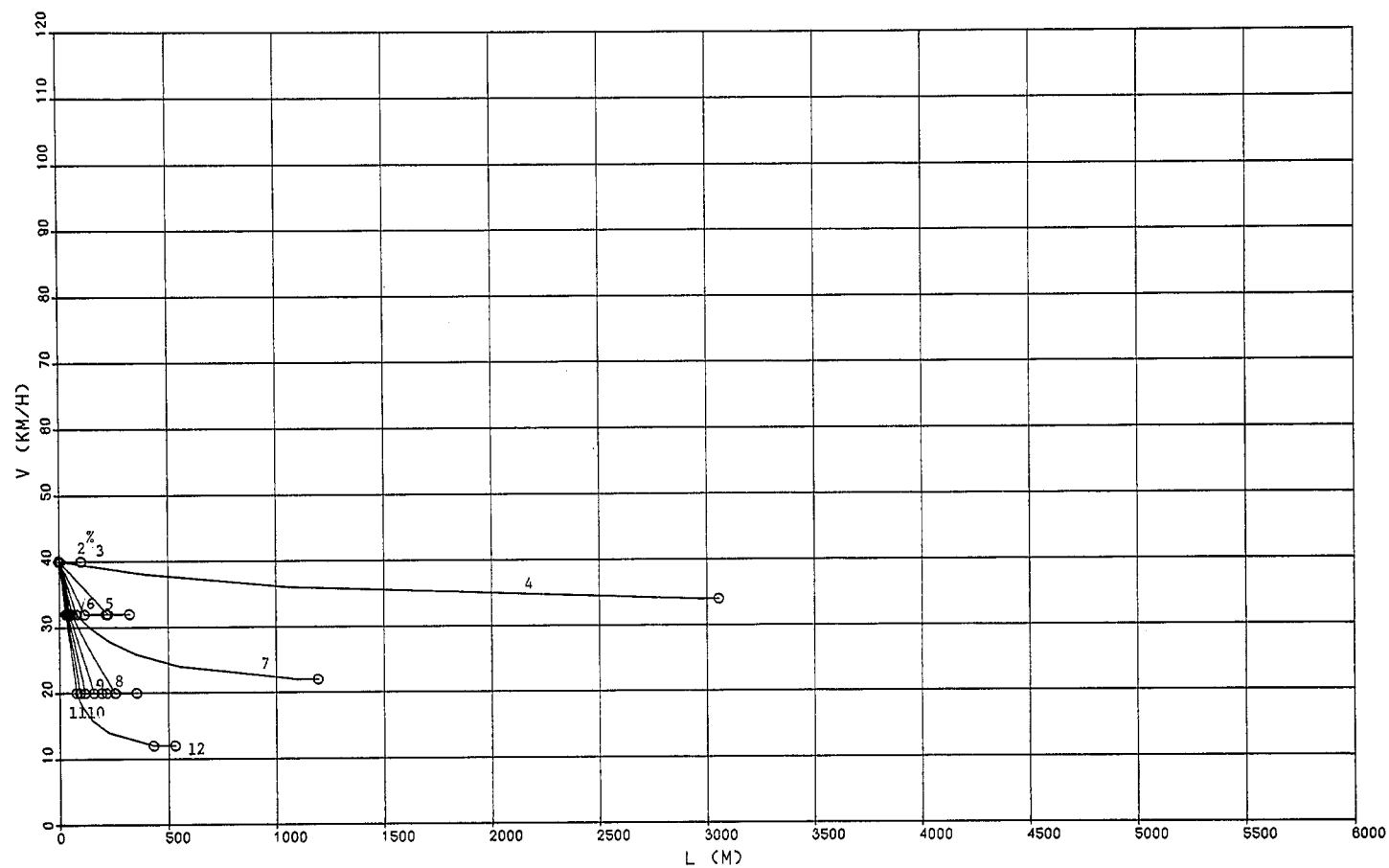


図 3 -15 登坂性能曲線図  
セミトレーラ，半載時，10PS/ton

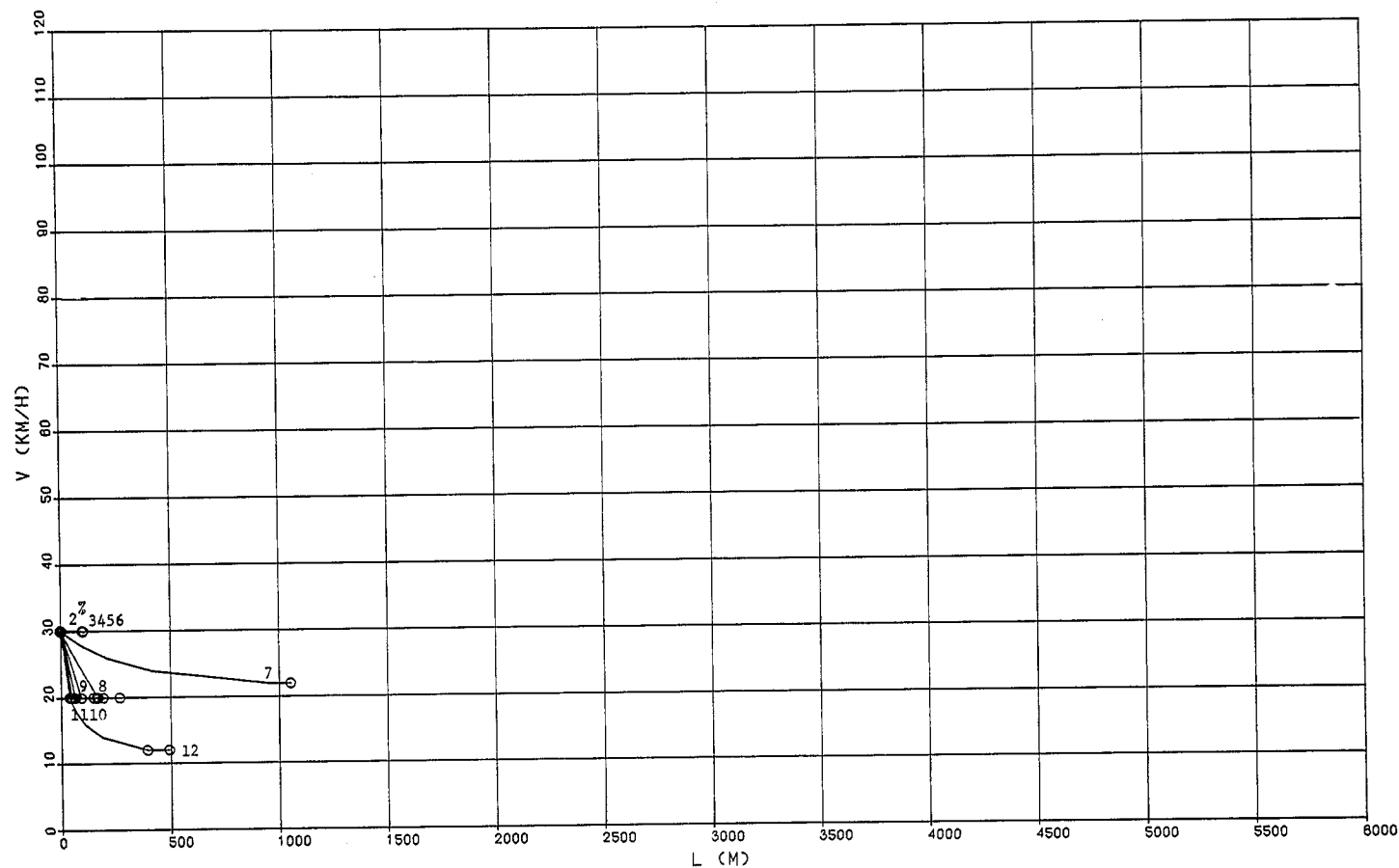


図 3-16 登坂性能曲線図

セミトレーラ，半載時，10PS/ton

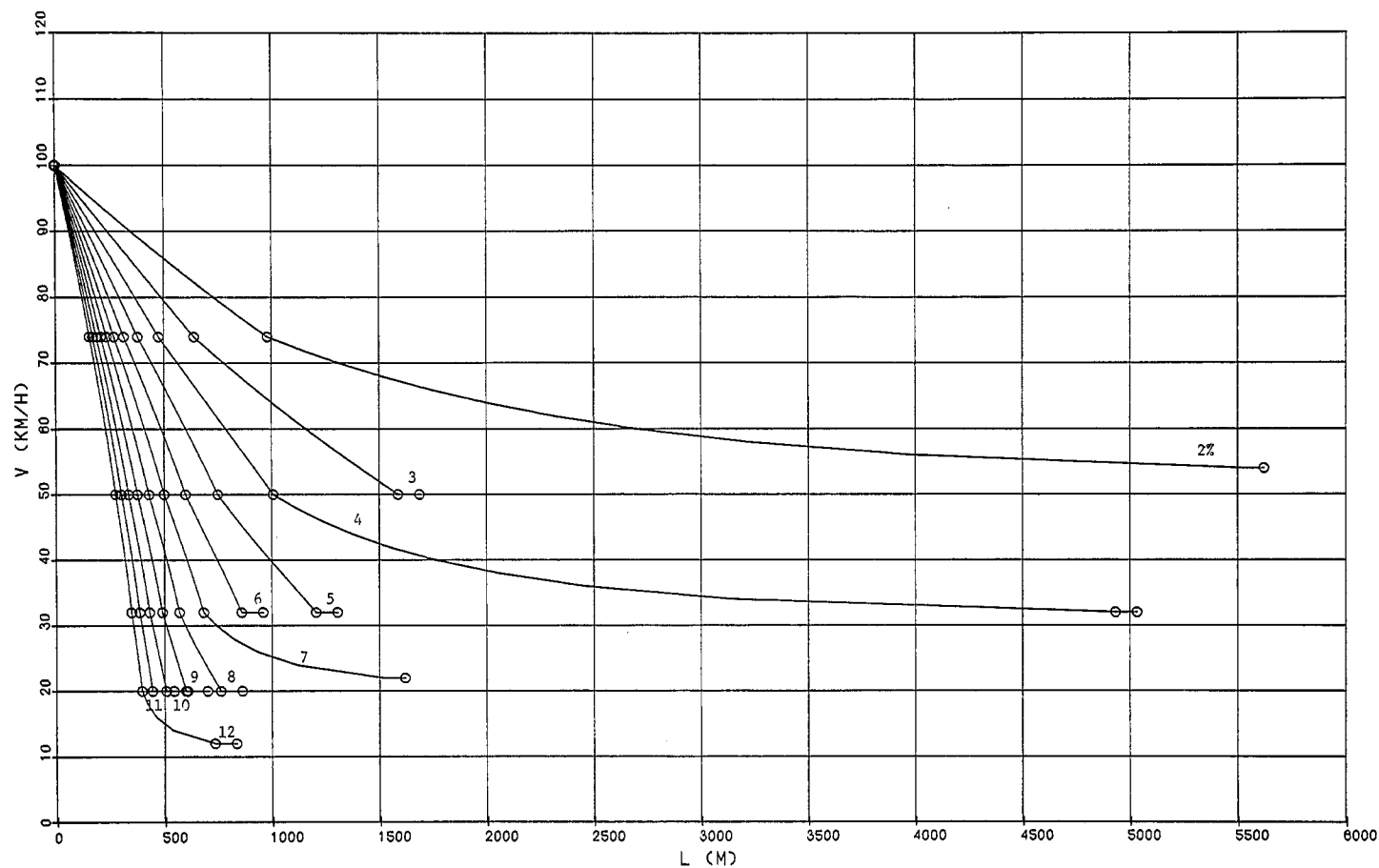


図 3-17 登坂性能曲線図

トラック，満載時，10PS/ton

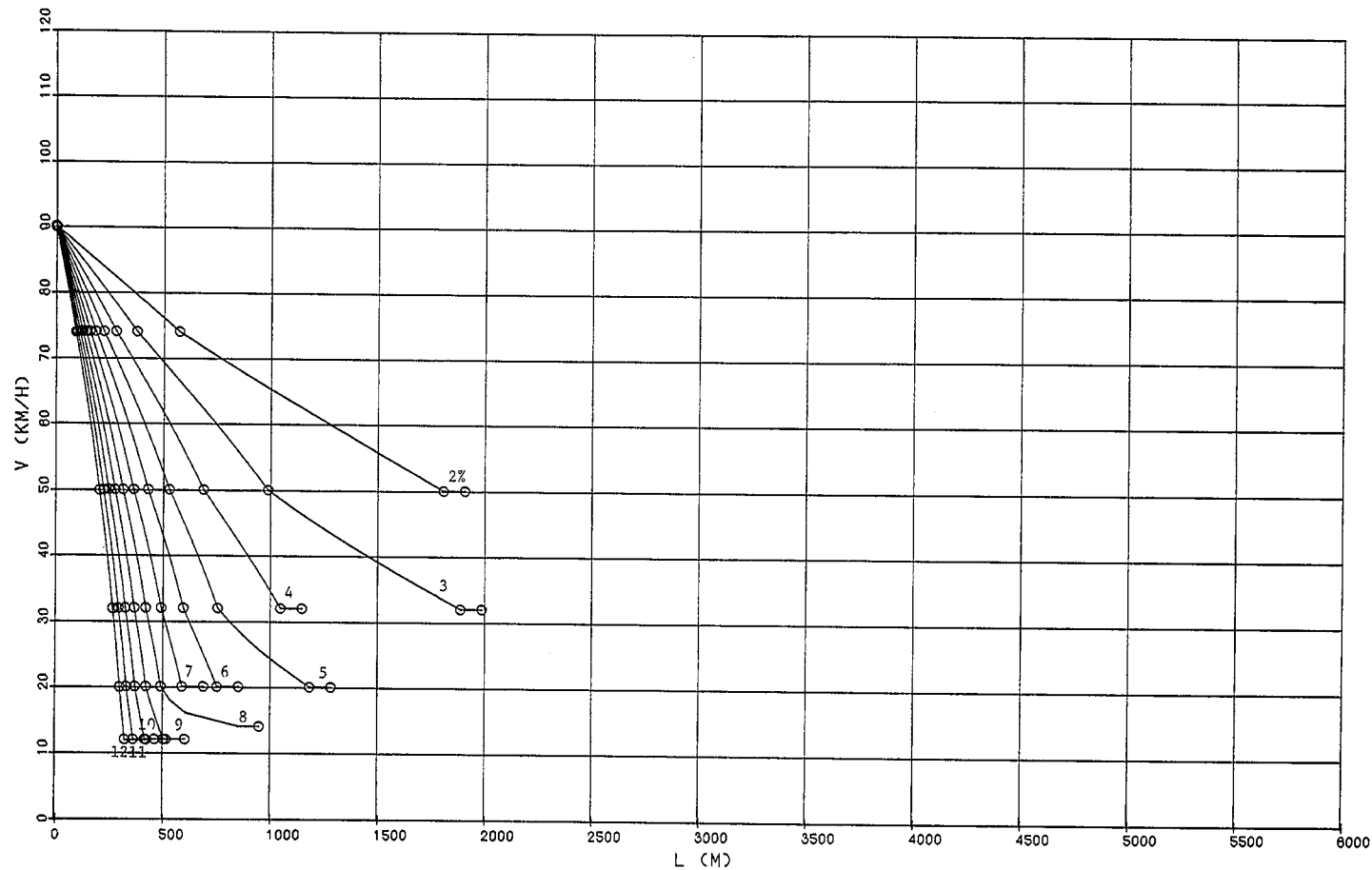


図 3-18 登坂性能曲線図

トラック，満載時，10PS/ton

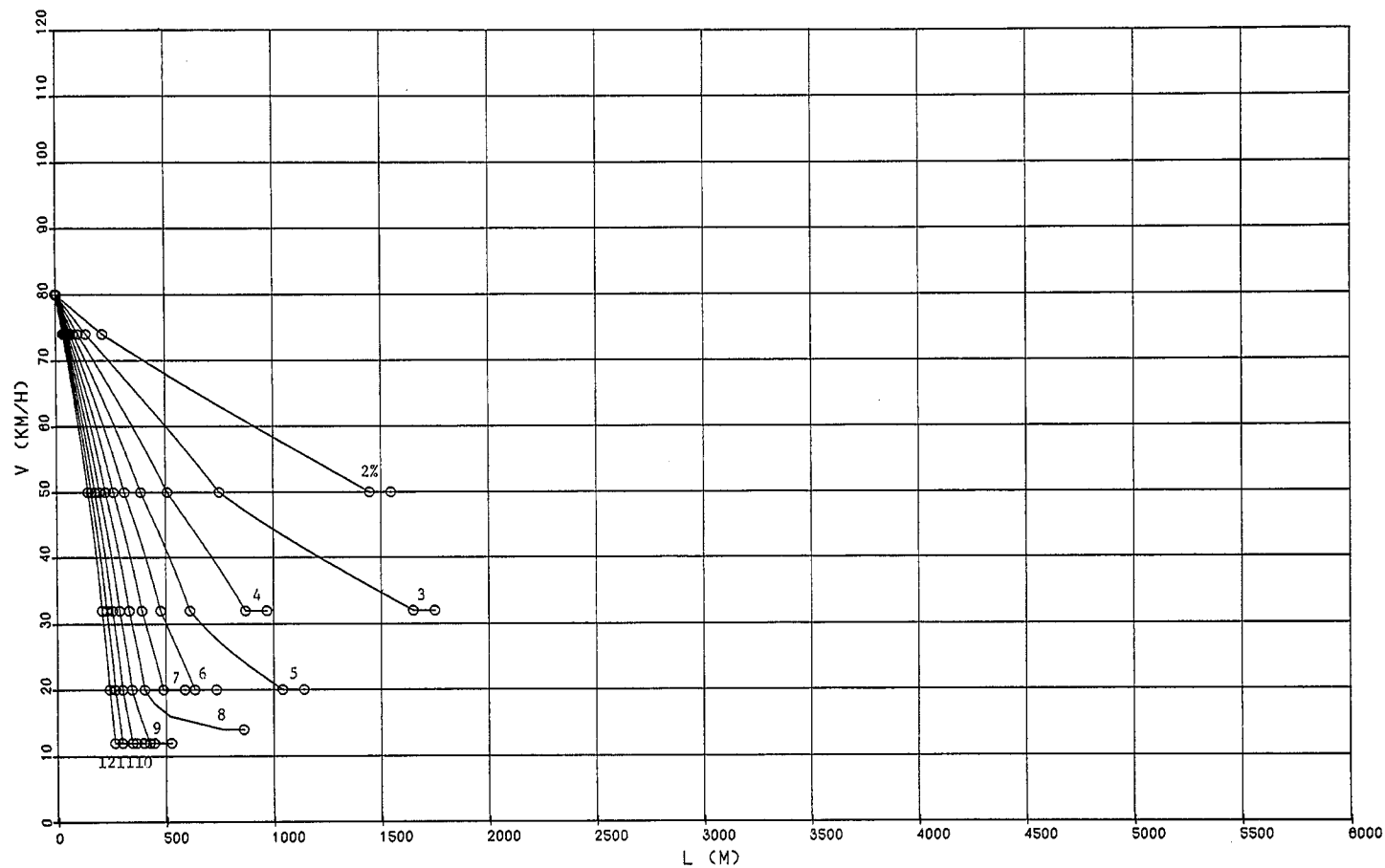


図 3-19 登坂性能曲線図

トラック，満載時，10PS/ton

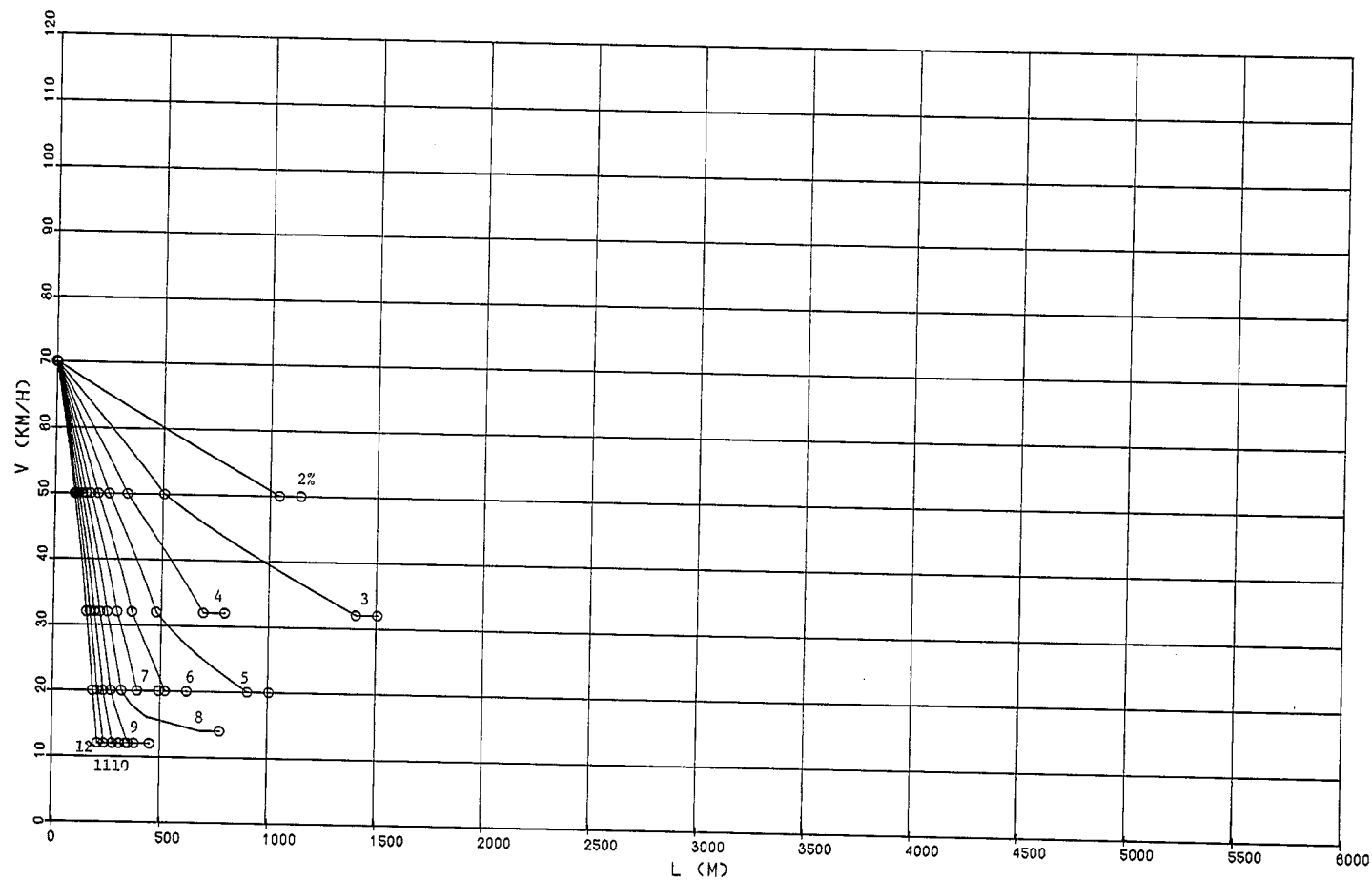


図 3-20 登坂性能曲線図  
トラック，満載時，10PS/ton

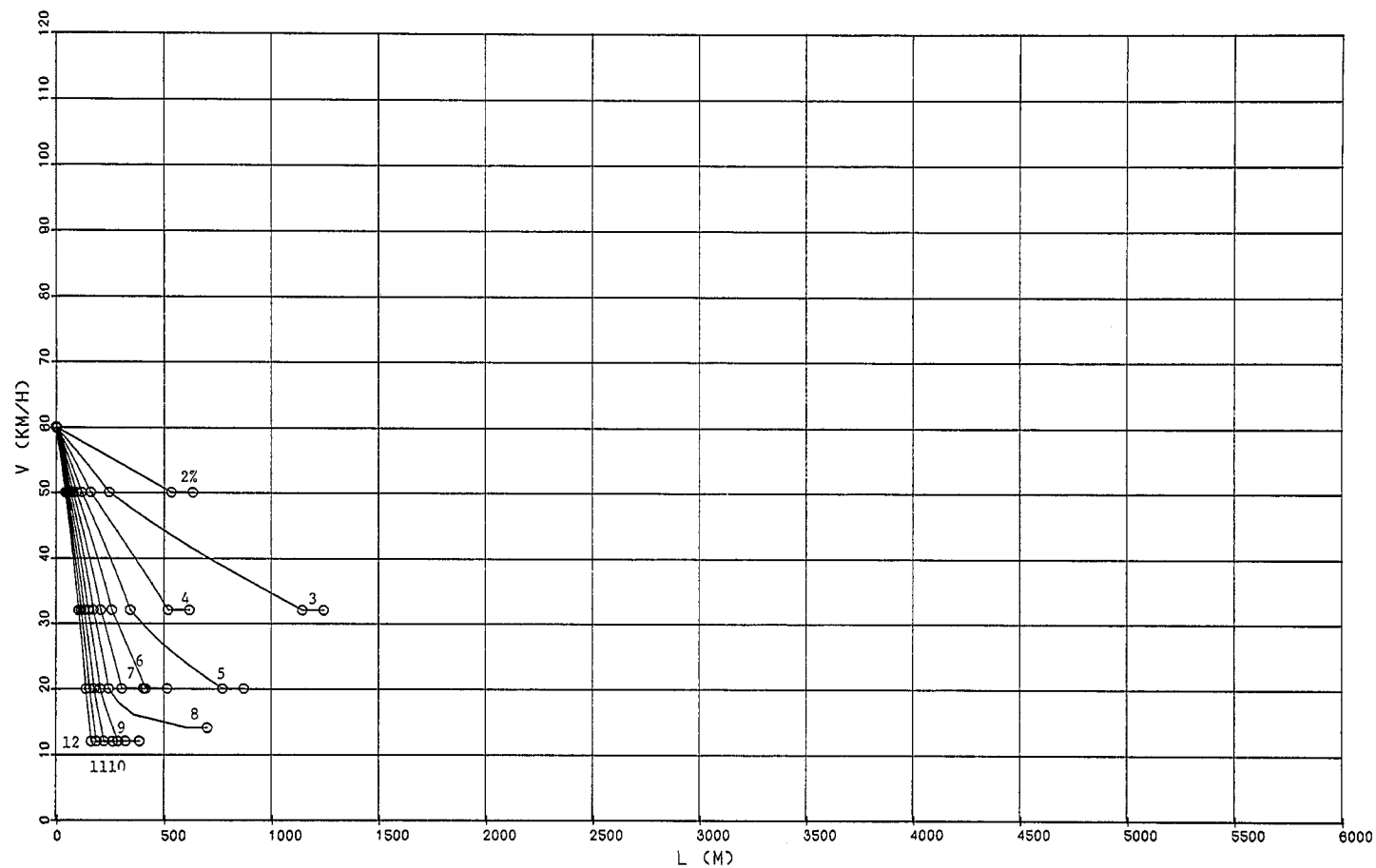


図 3-21 登坂性能曲線図  
トラック，満載時，10PS/ton

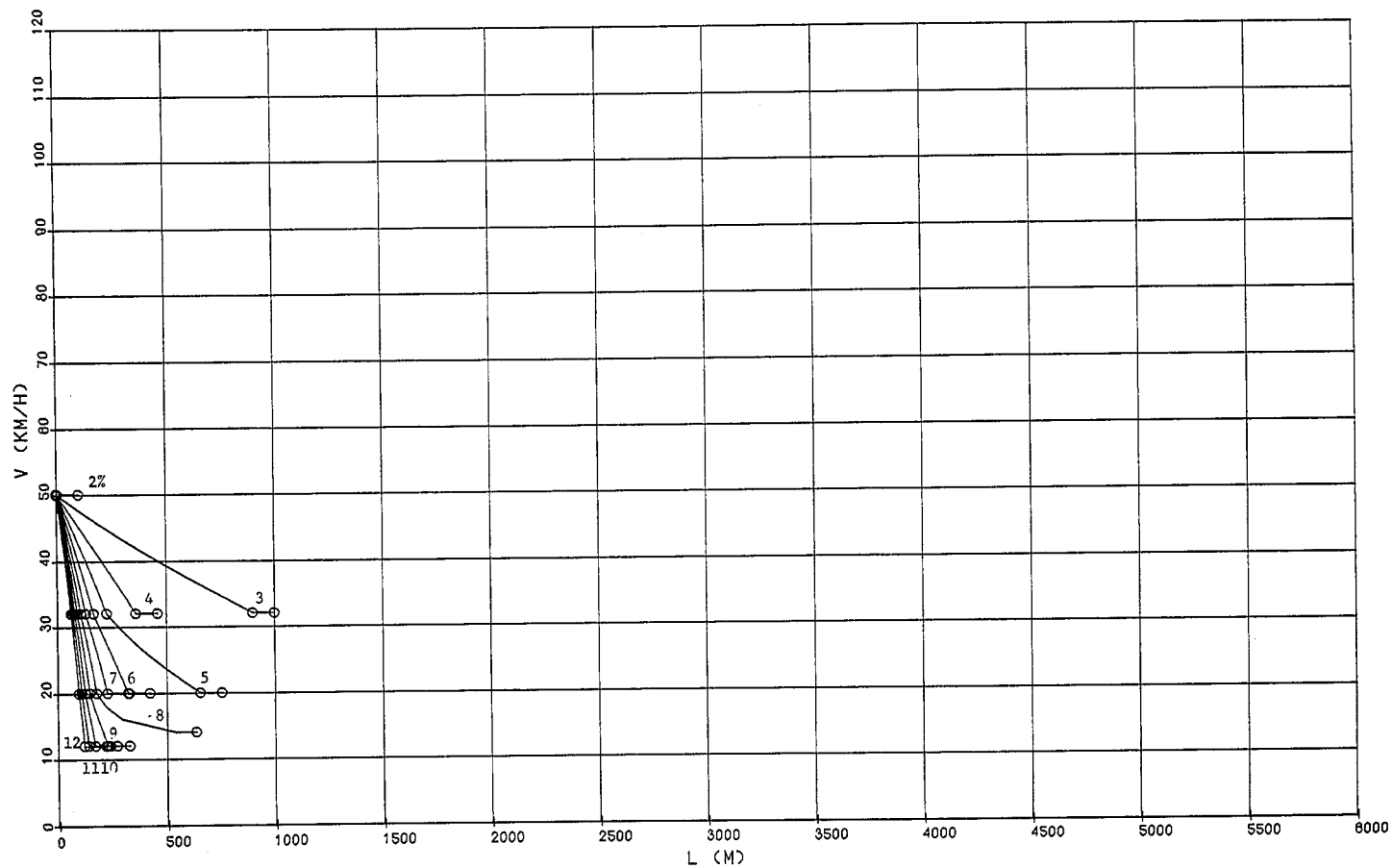


図 3-22 登坂性能曲線図

トラック、満載時、10PS/ton

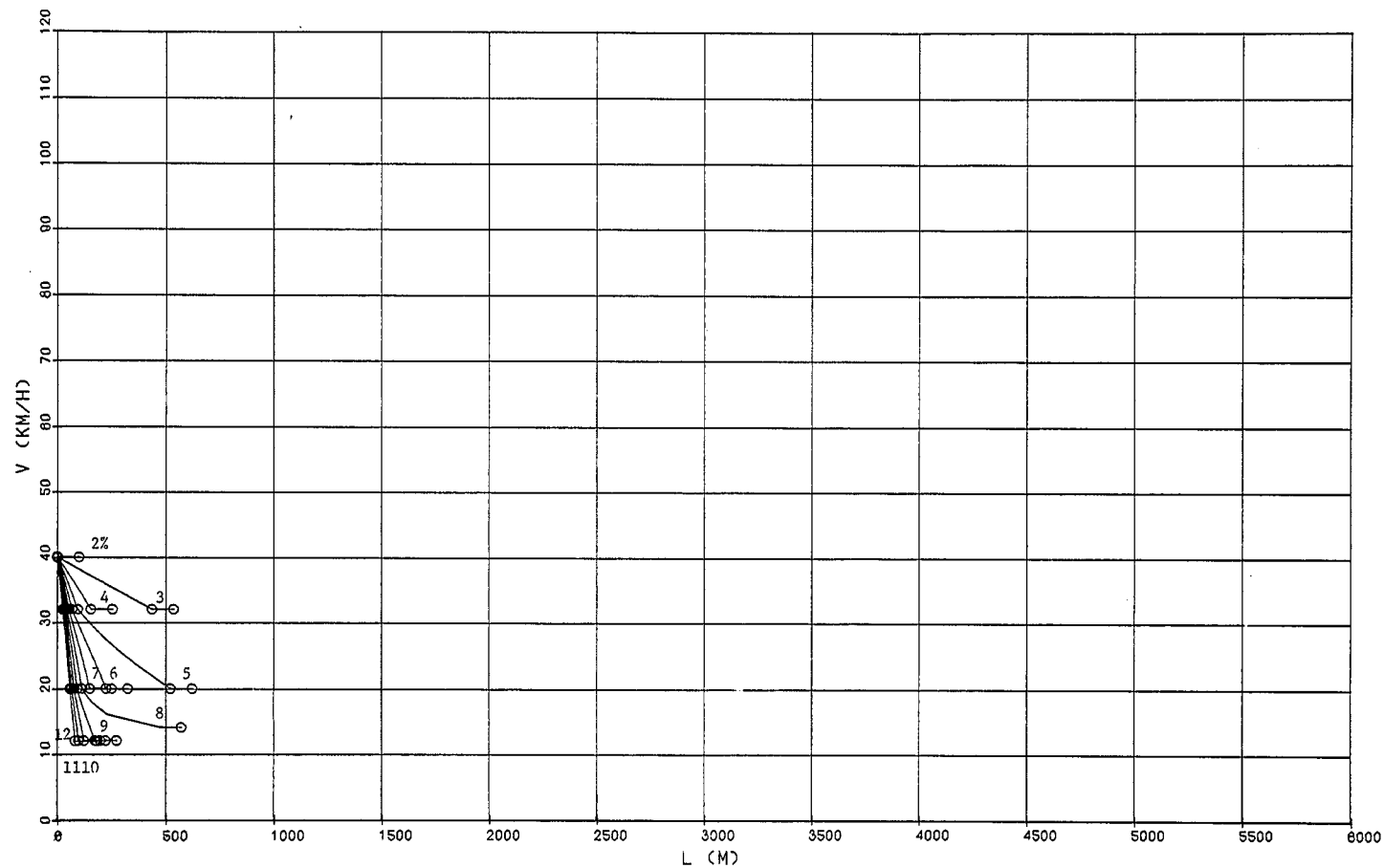


図 3-23 登坂性能曲線図  
トラック，満載時，10PS/ton

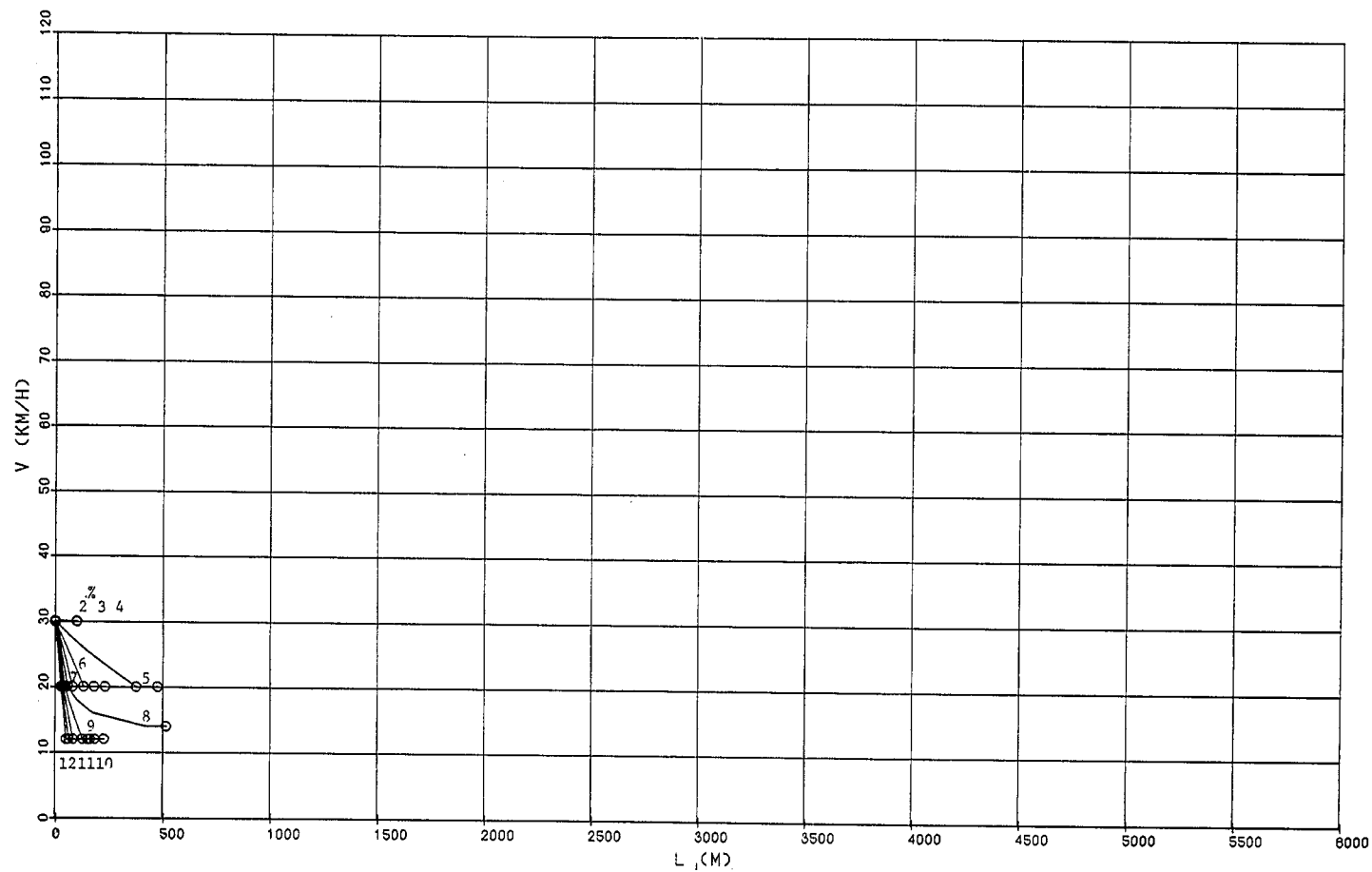


図 3-24 登坂性能曲線図

トラック，満載時，10PS / ton

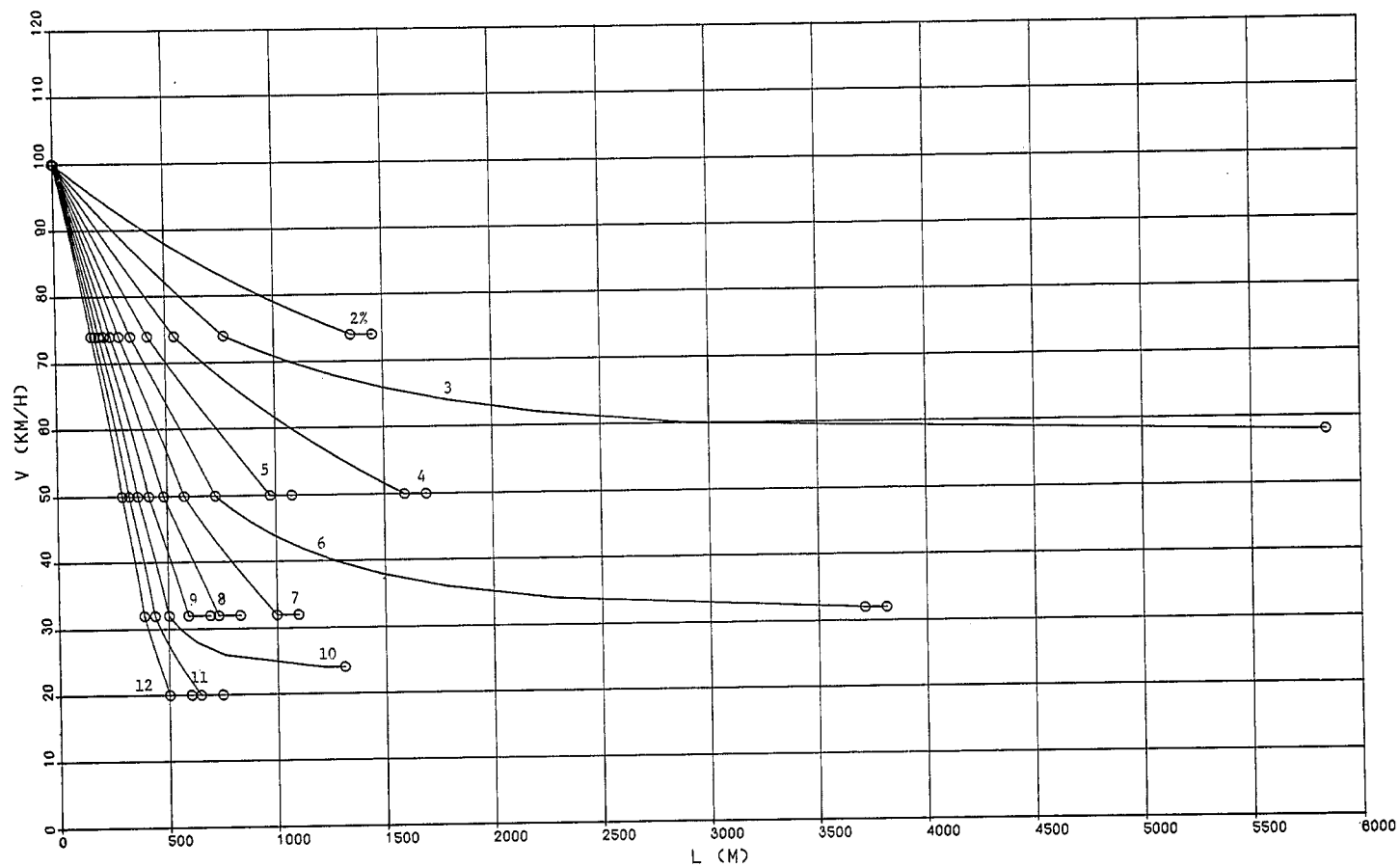


図 3-25 登坂性能曲線図

トラック, 半載時, 14PS / ton

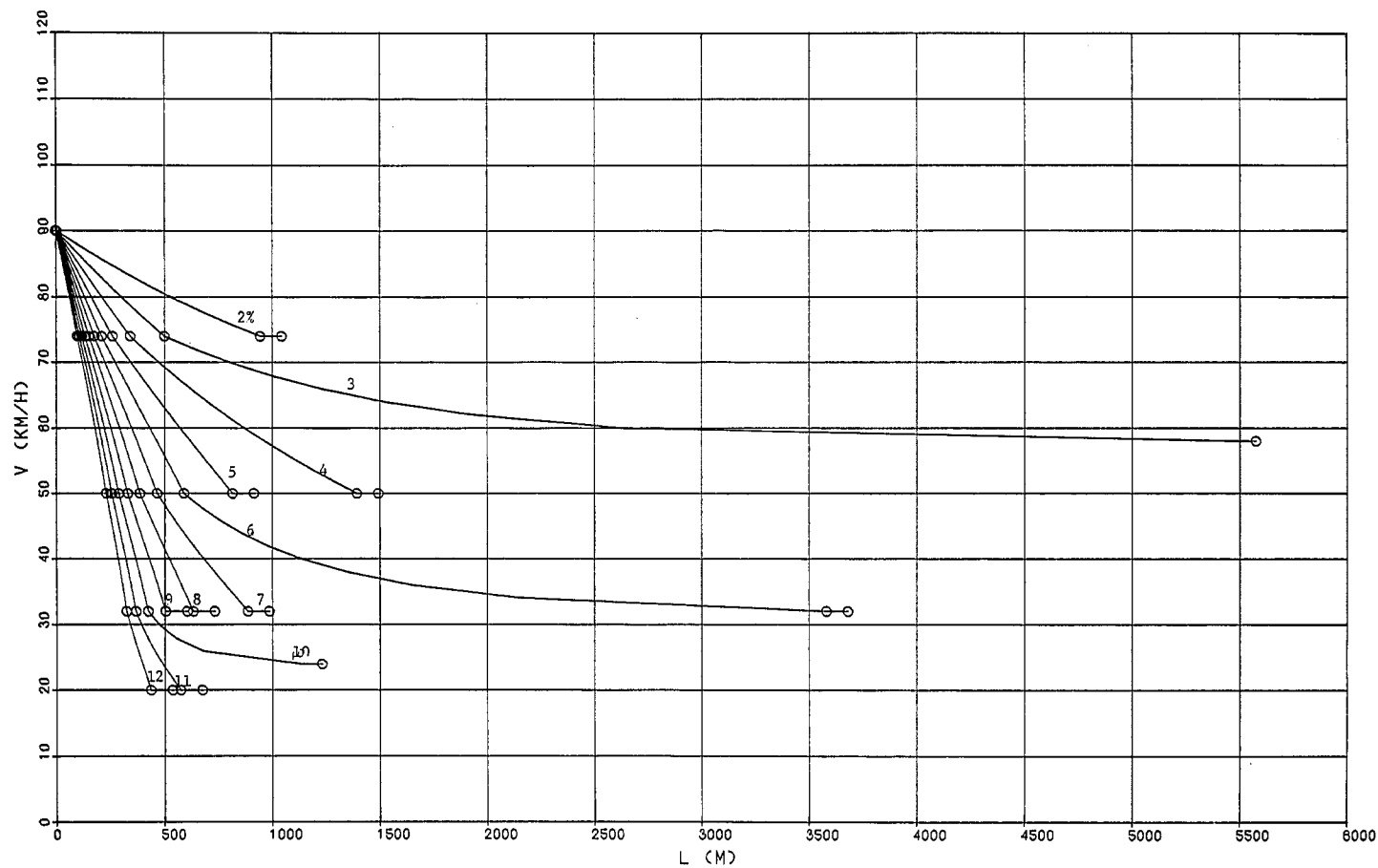


図 3-26 登坂性能曲線図

トラック, 半載時, 14PS/ton

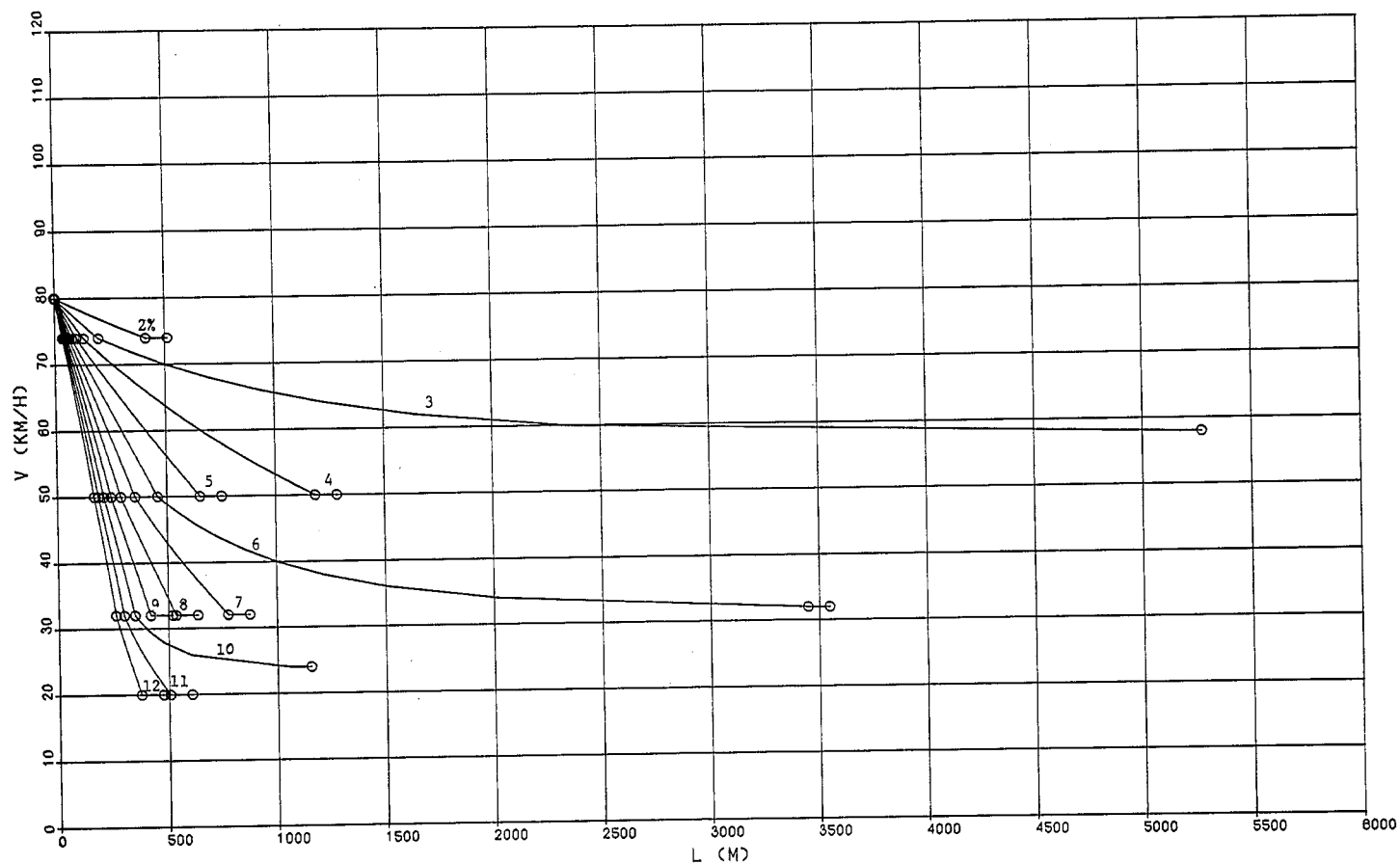


図 3-27 登坂性能曲線図  
トラック，半載時，14PS/ton

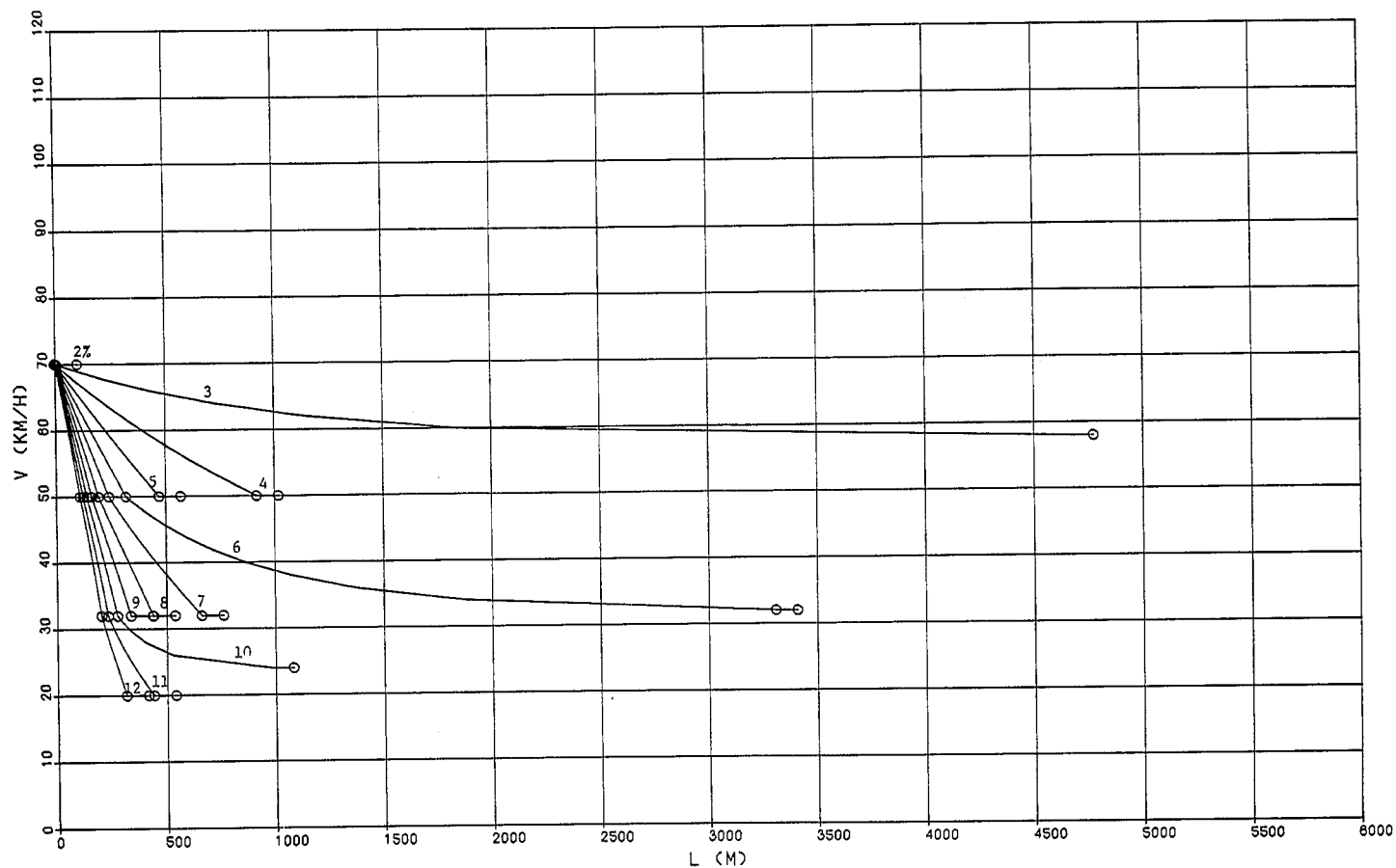


図 3-28 登坂性能曲線図

トラック, 半載時, 14PS/ton

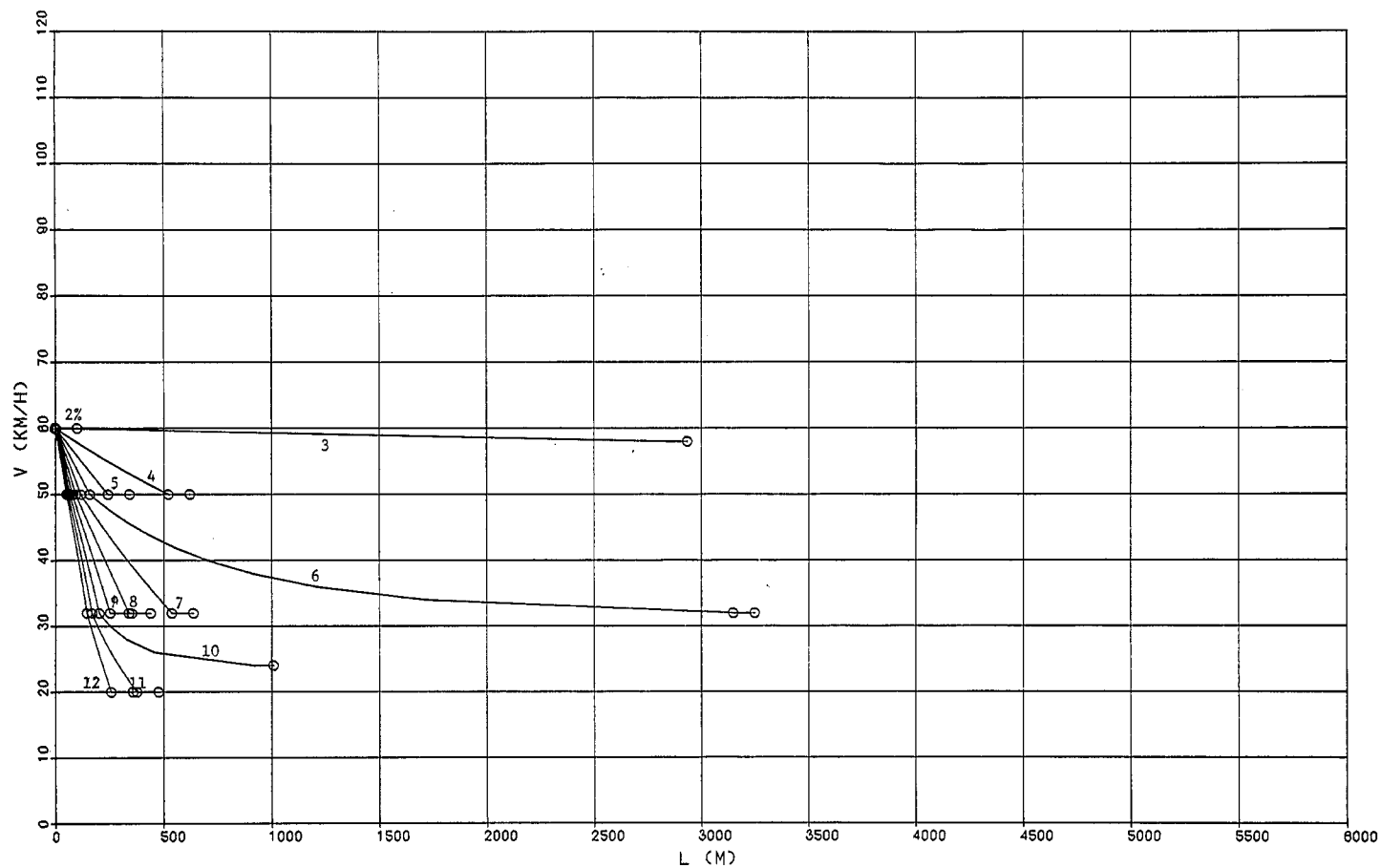


図 3-29 登坂性能曲線図

トラック，半載時，14PS/ton

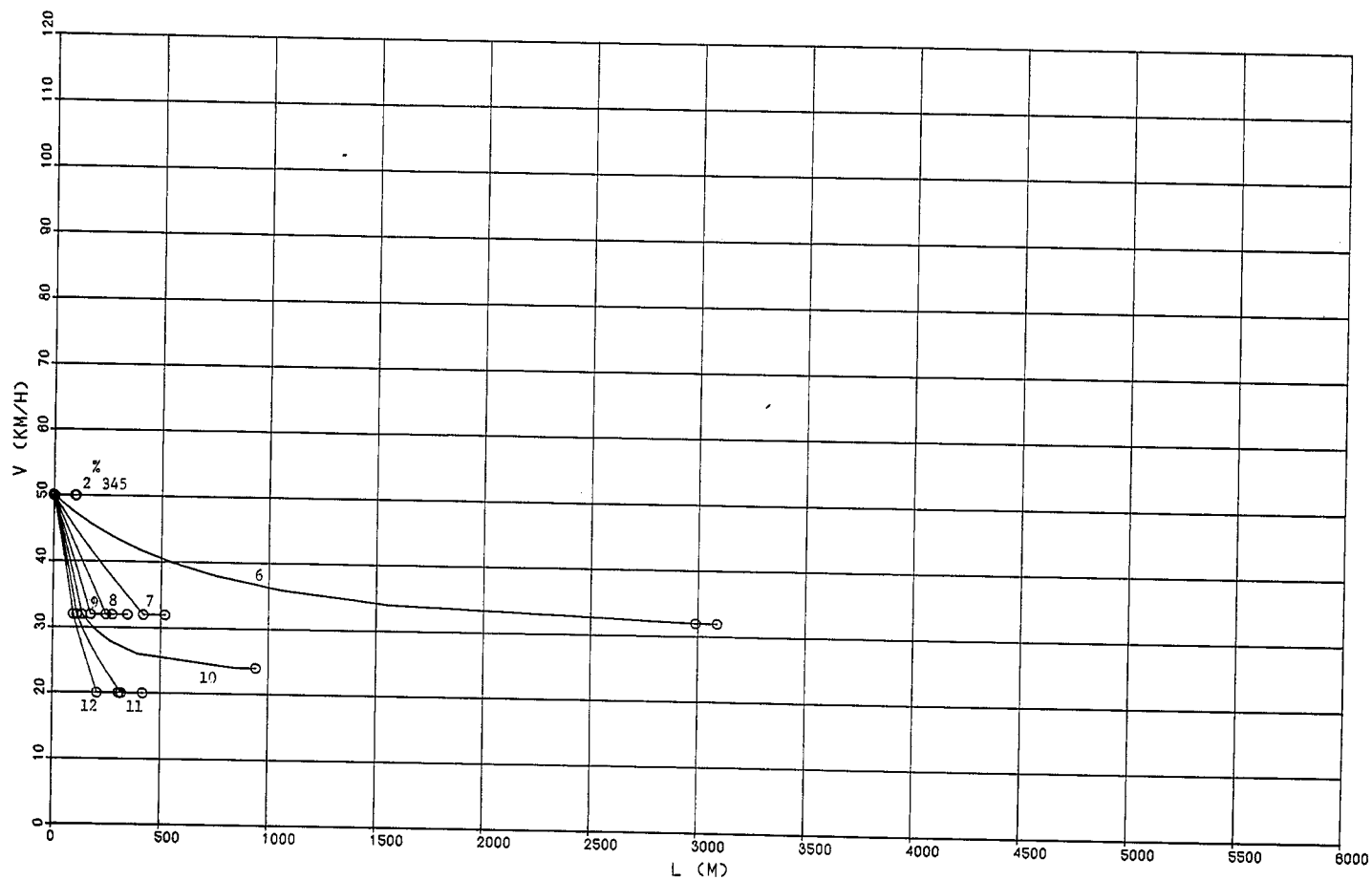


図 3-30 登坂性能曲線図  
トラック, 半載時, 14PS/ton

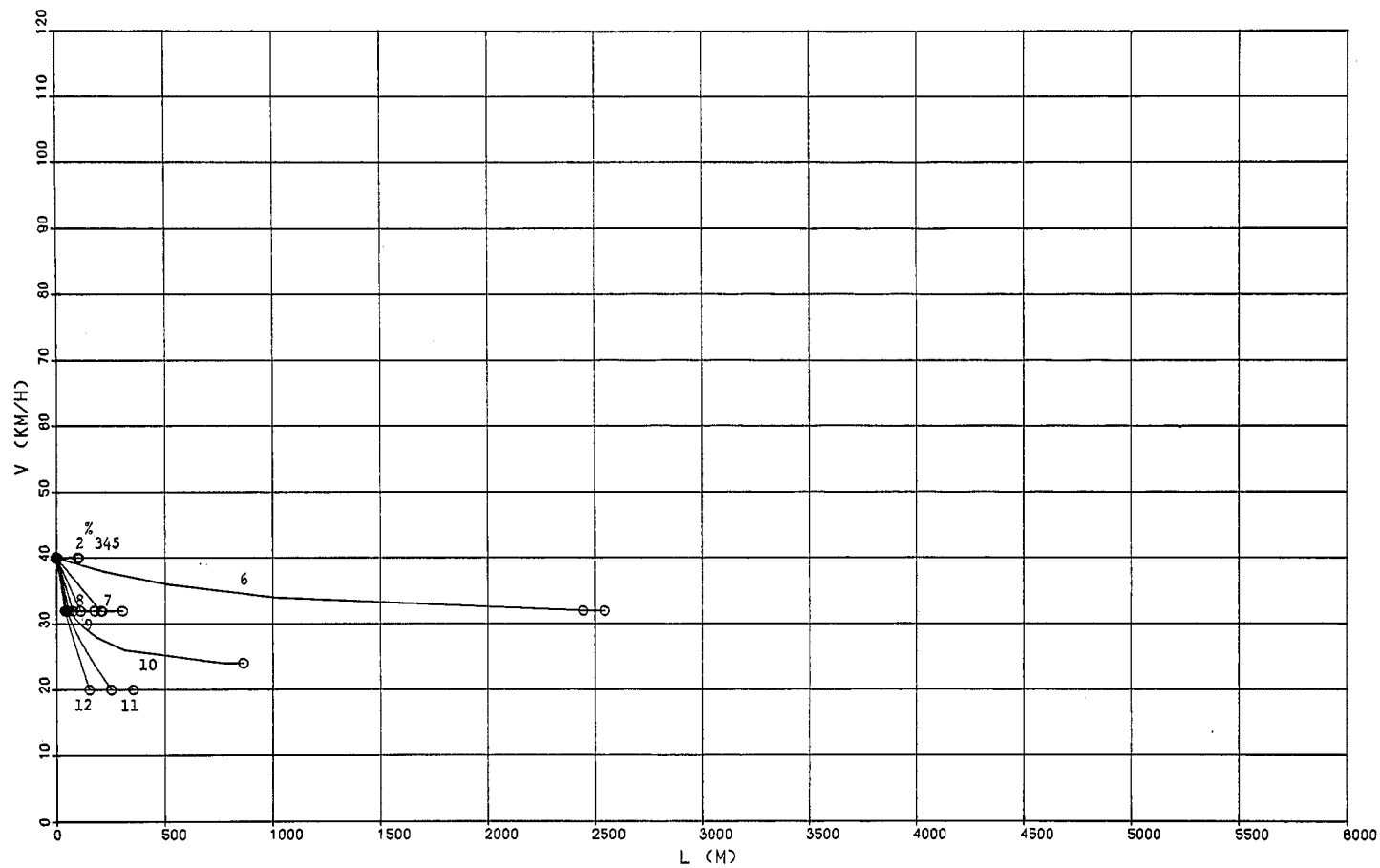


図 3-31 登坂性能曲線図

トラック, 半載時, 14PS/ton

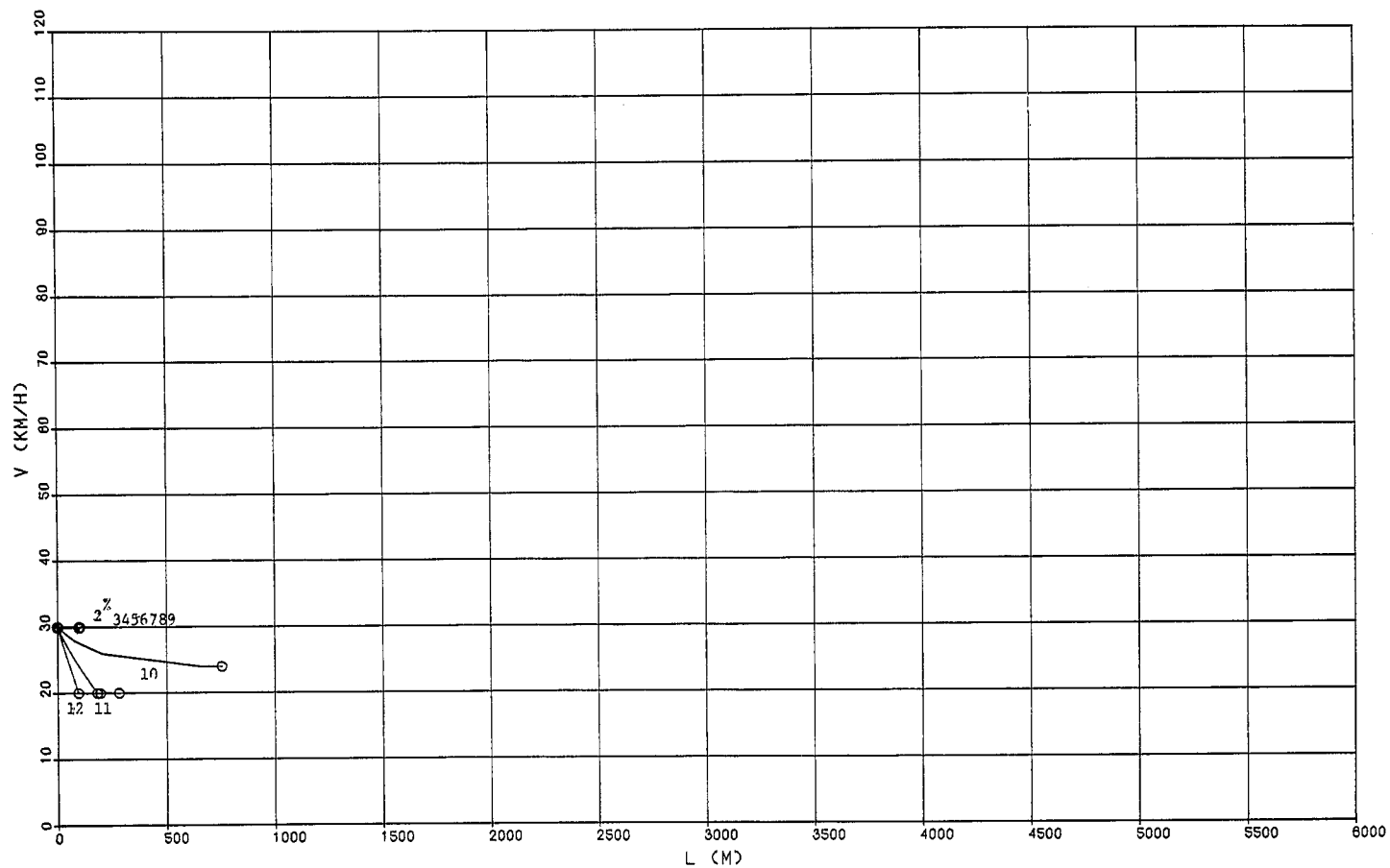


図 3-32 登坂性能曲線図

トラック, 半載時, 14PS/ton

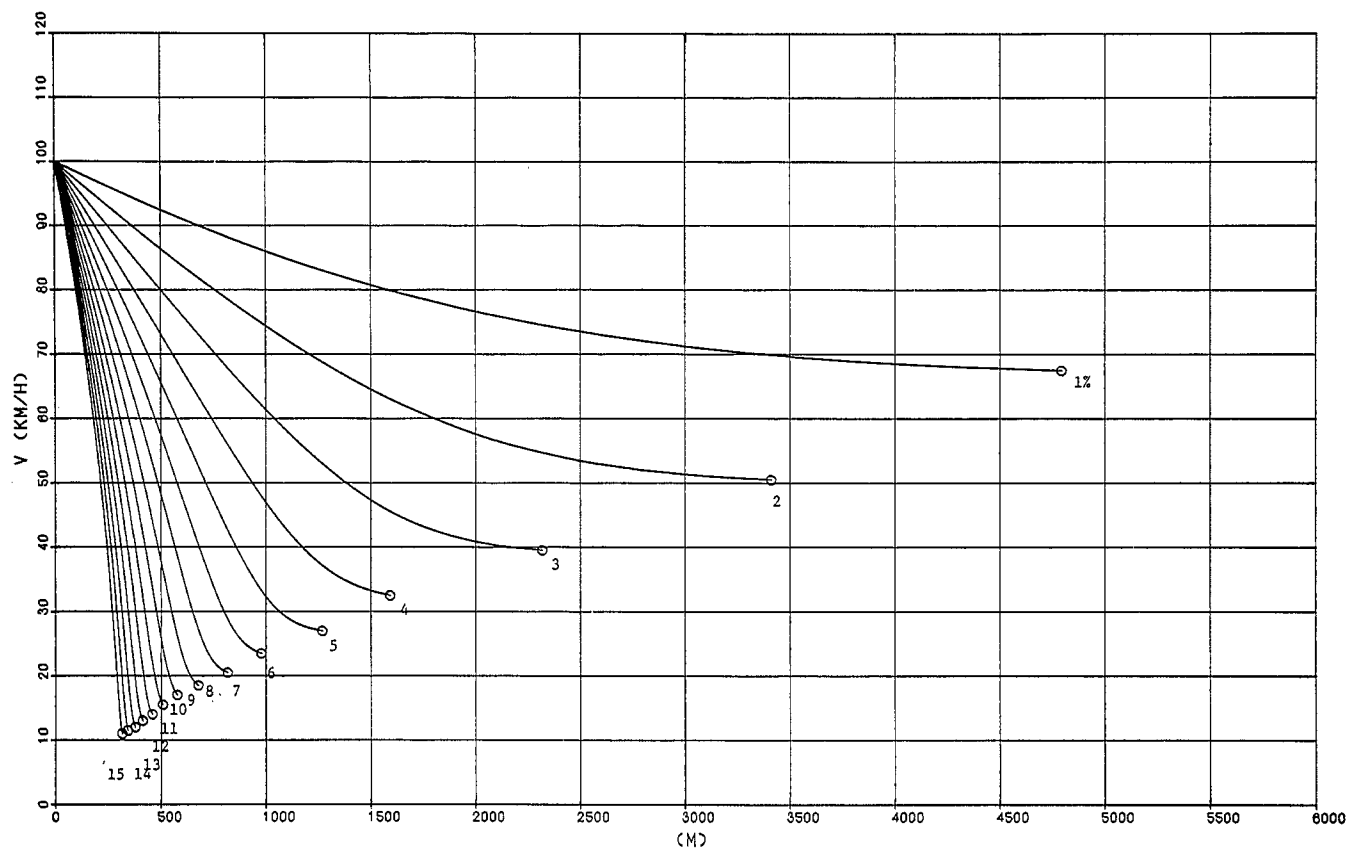


図 3-33 登坂性能曲線図  
セミトレーラ，満載時，7 PS/ton

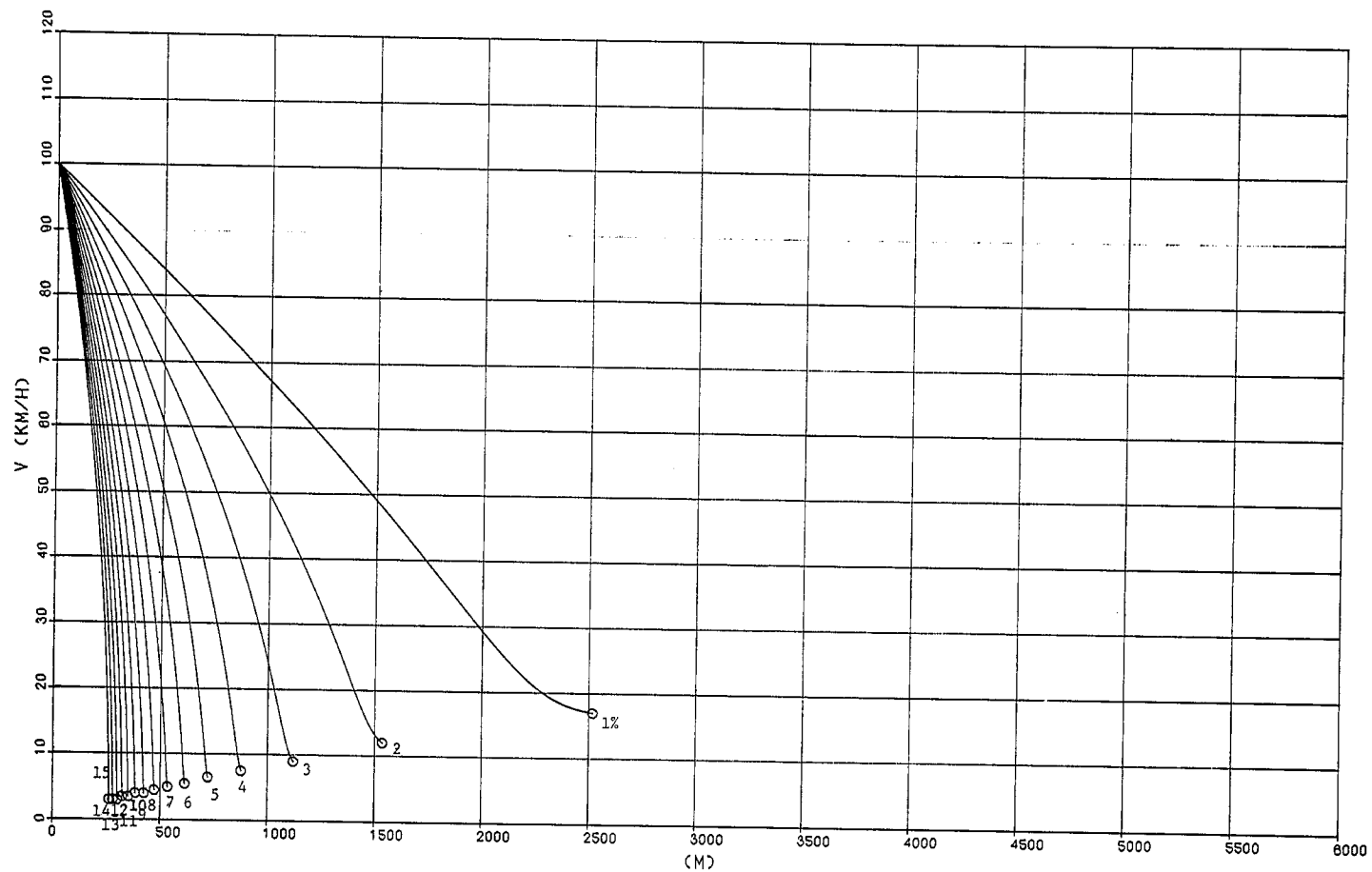


図 3-34 登坂性能曲線図

セミトレーラ，満載時，7 PS/ton

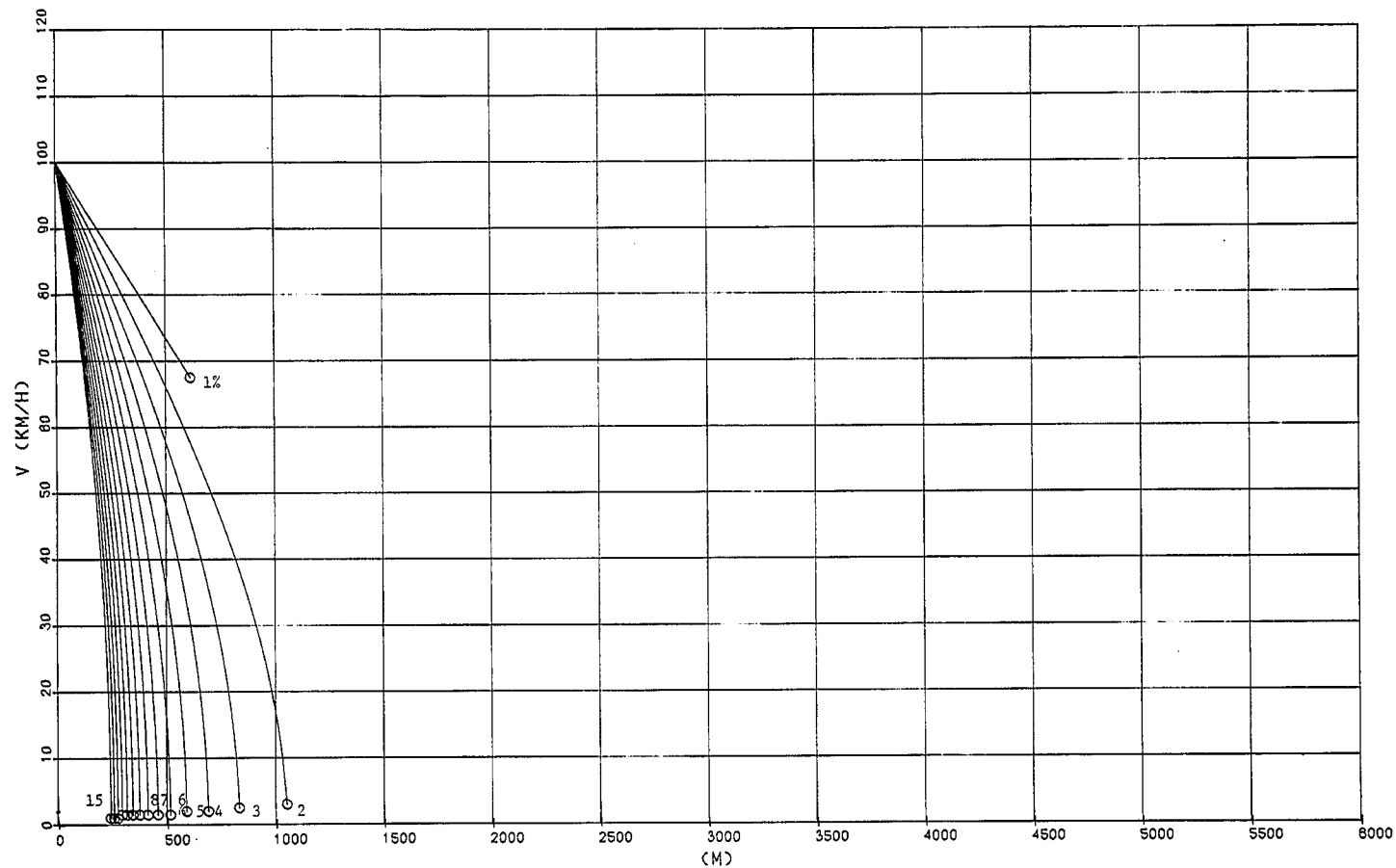


図 3-35 登坂性能曲線図  
セミトレーラ，満載時，7PS/ton

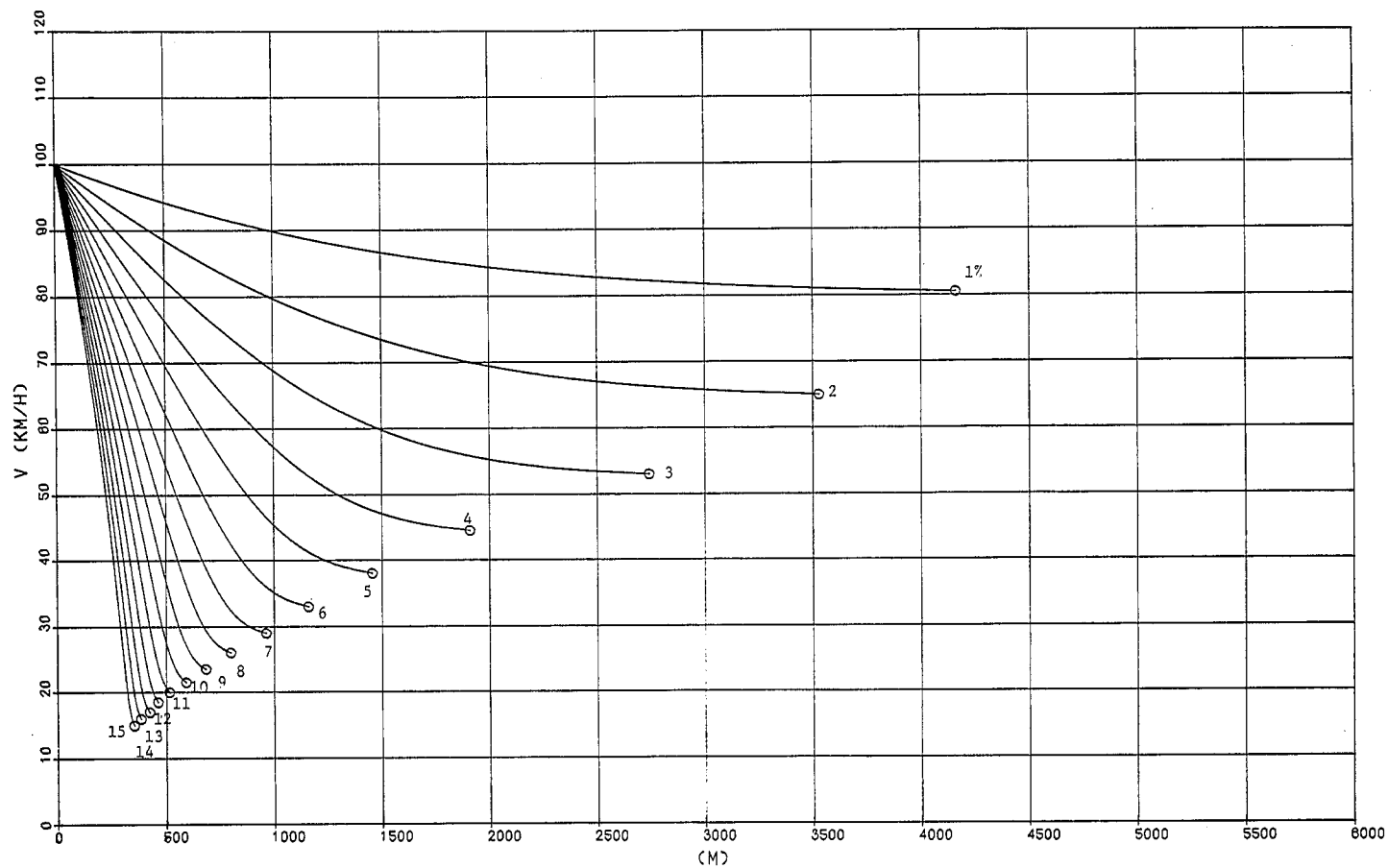


図3-36 登坂性能曲線図

セミトレラ, 半載時, 10PS/ton

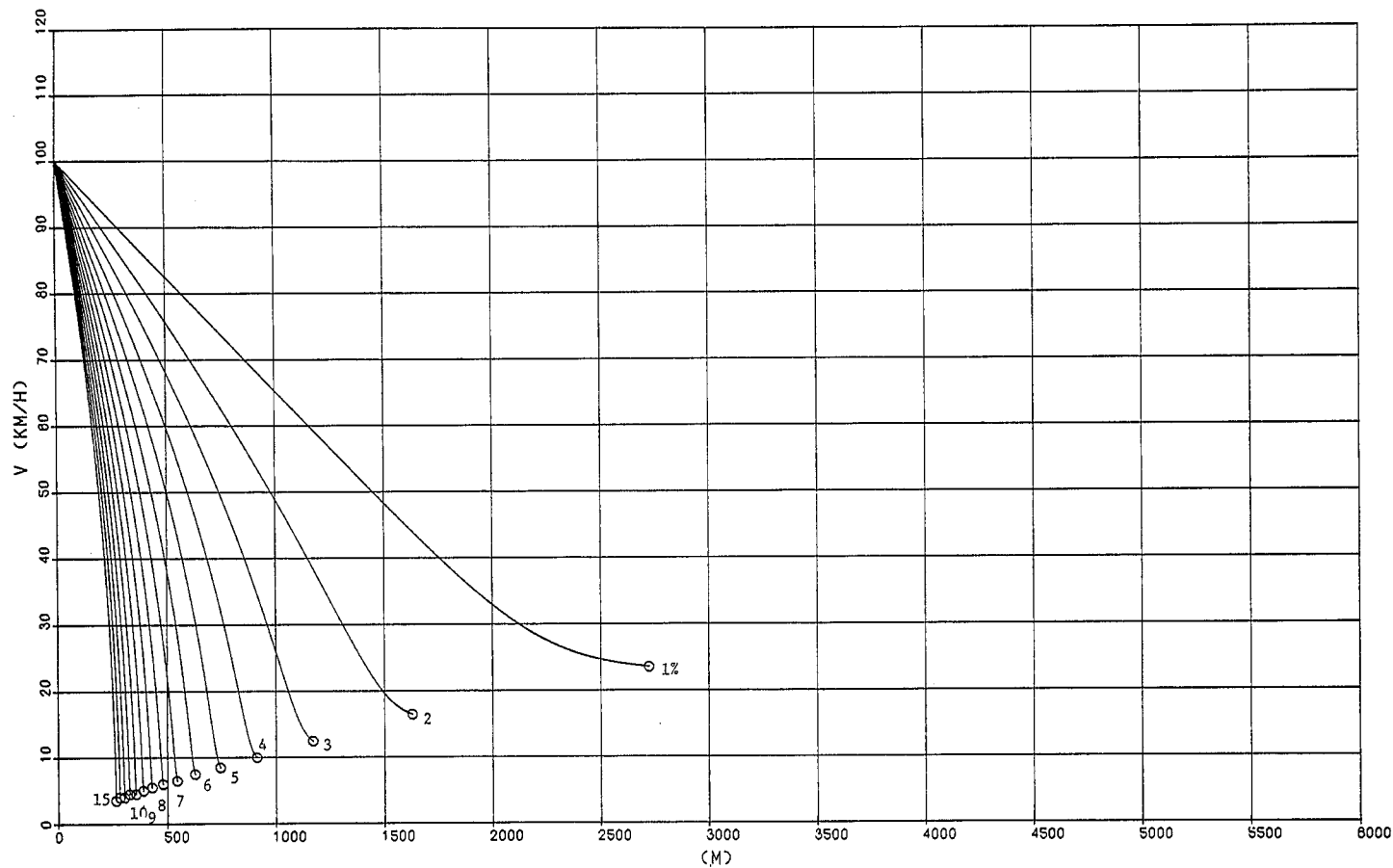


図 3-37 登坂性能曲線図  
セミトレーラ, 半載時, 10PS/ton

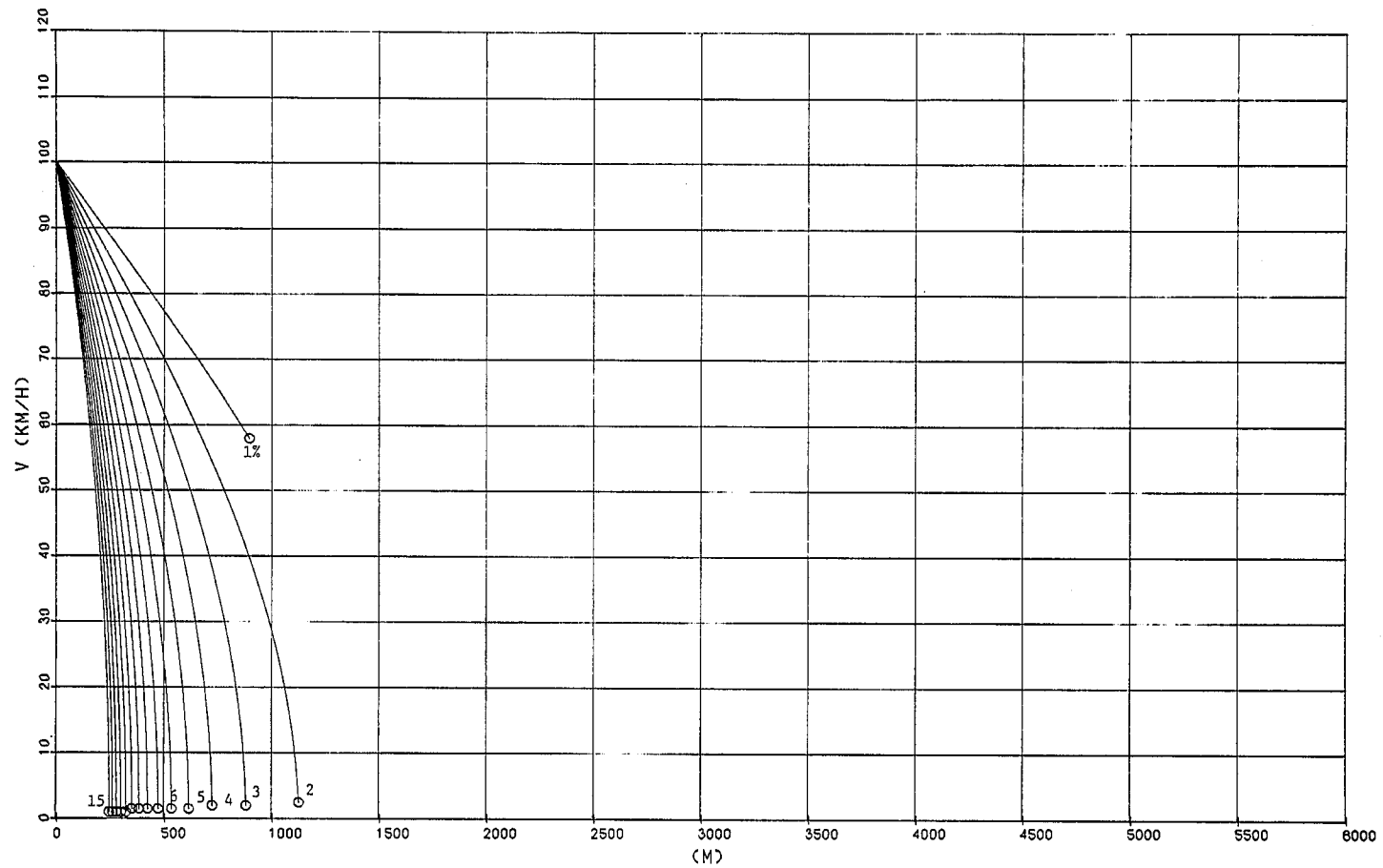


図 3-38 登坂性能曲線図

セミトレーラ, 半載時, 10PS/ton

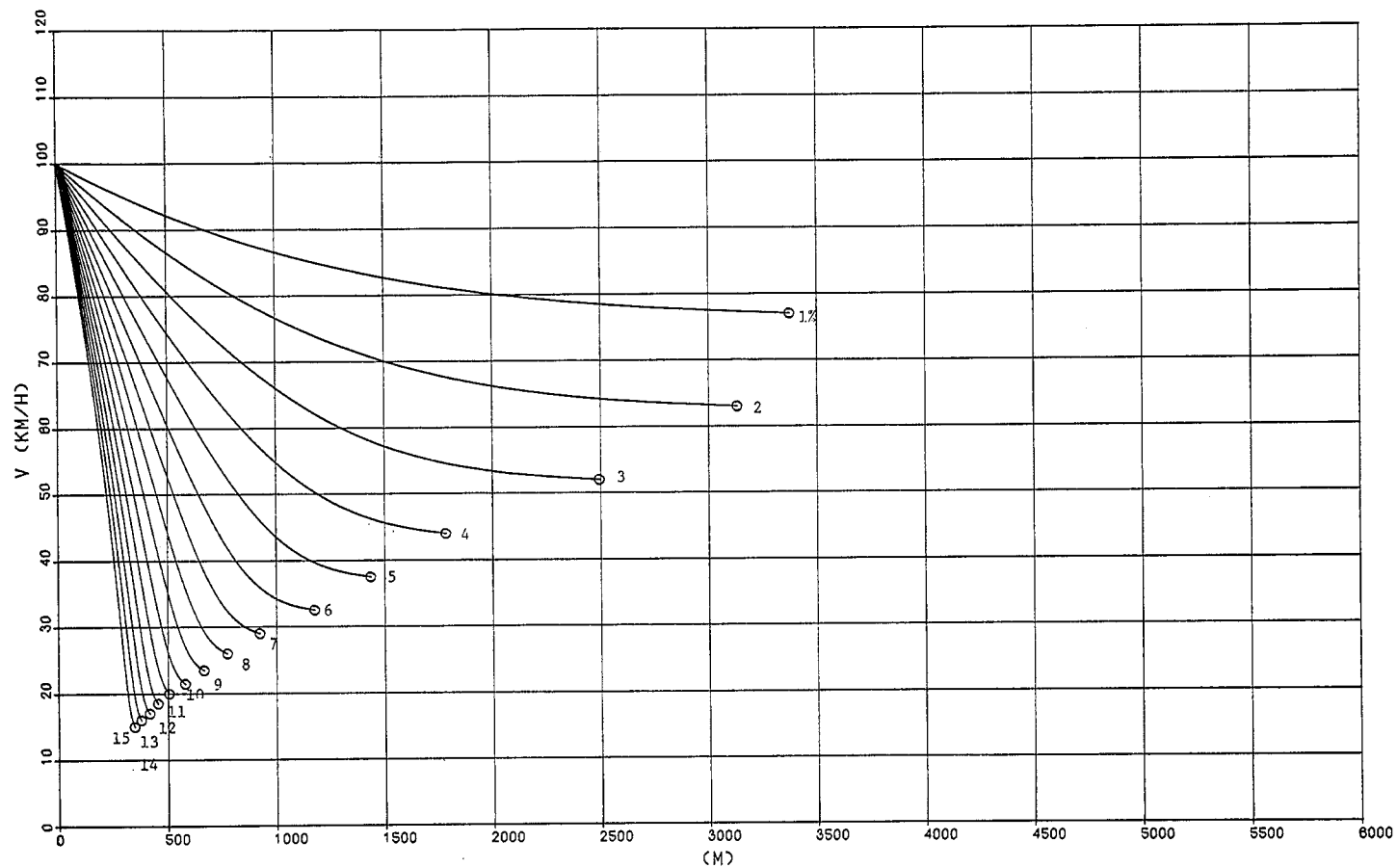


図 3-39 登坂性能曲線図  
トラック，満載時，10PS/ton

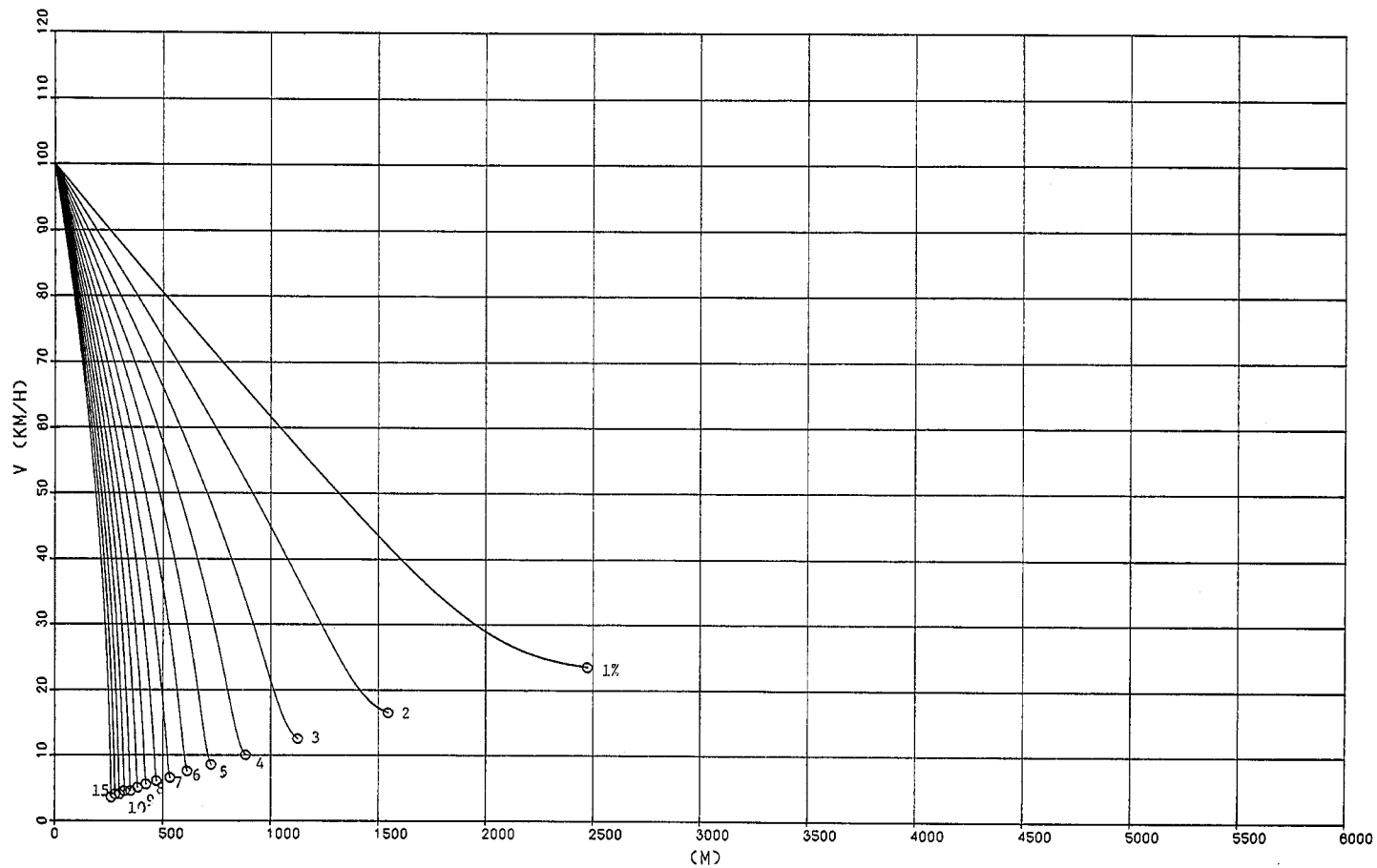


図 3 -40 登坂性能曲線図

トラック，満載時，10PS/ton

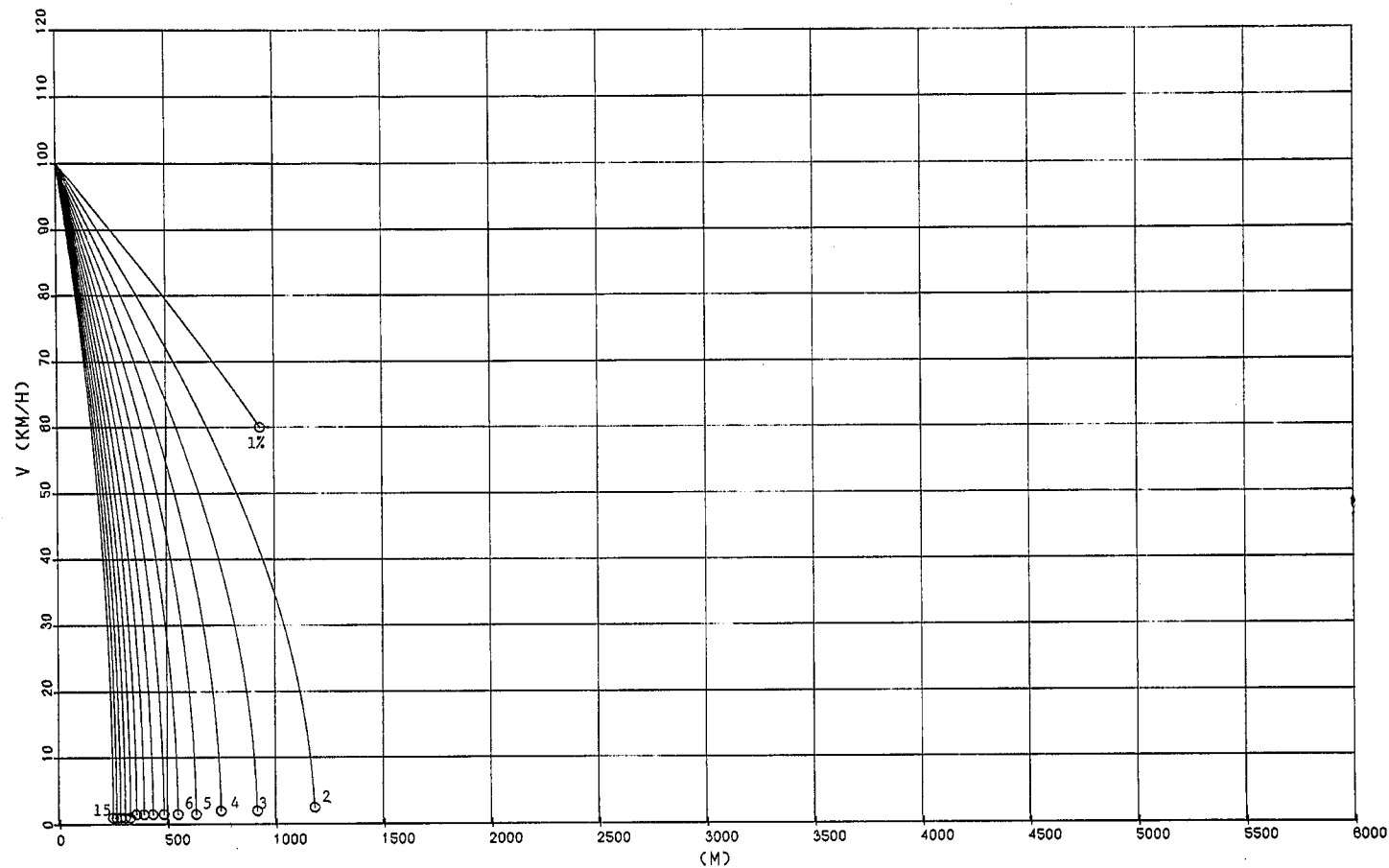


図 3-41 登坂性能曲線図  
トラック、満載時, 10PS/ton

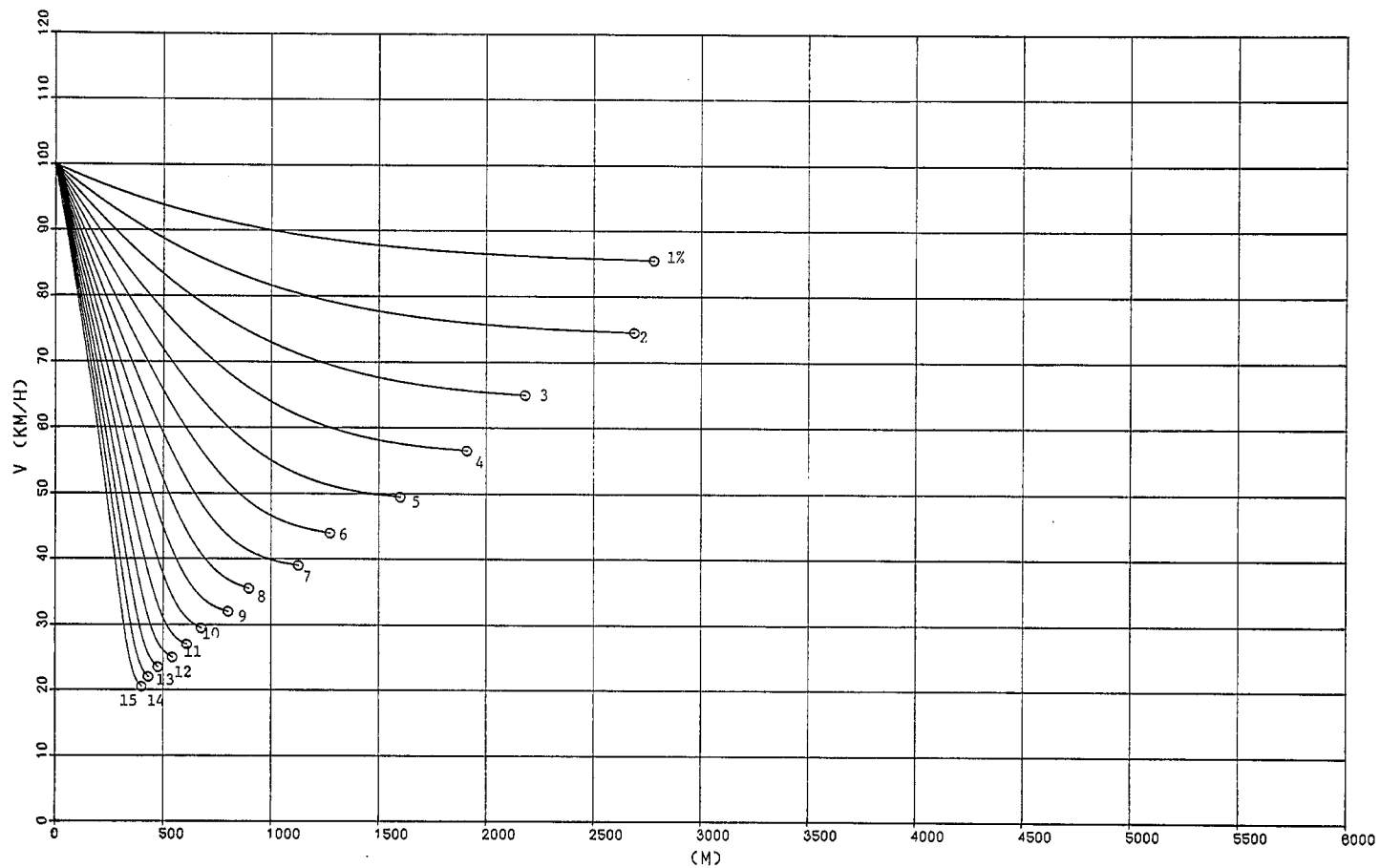


図 3-42 登坂性能曲線図  
トラック、半載時、14PS/ton

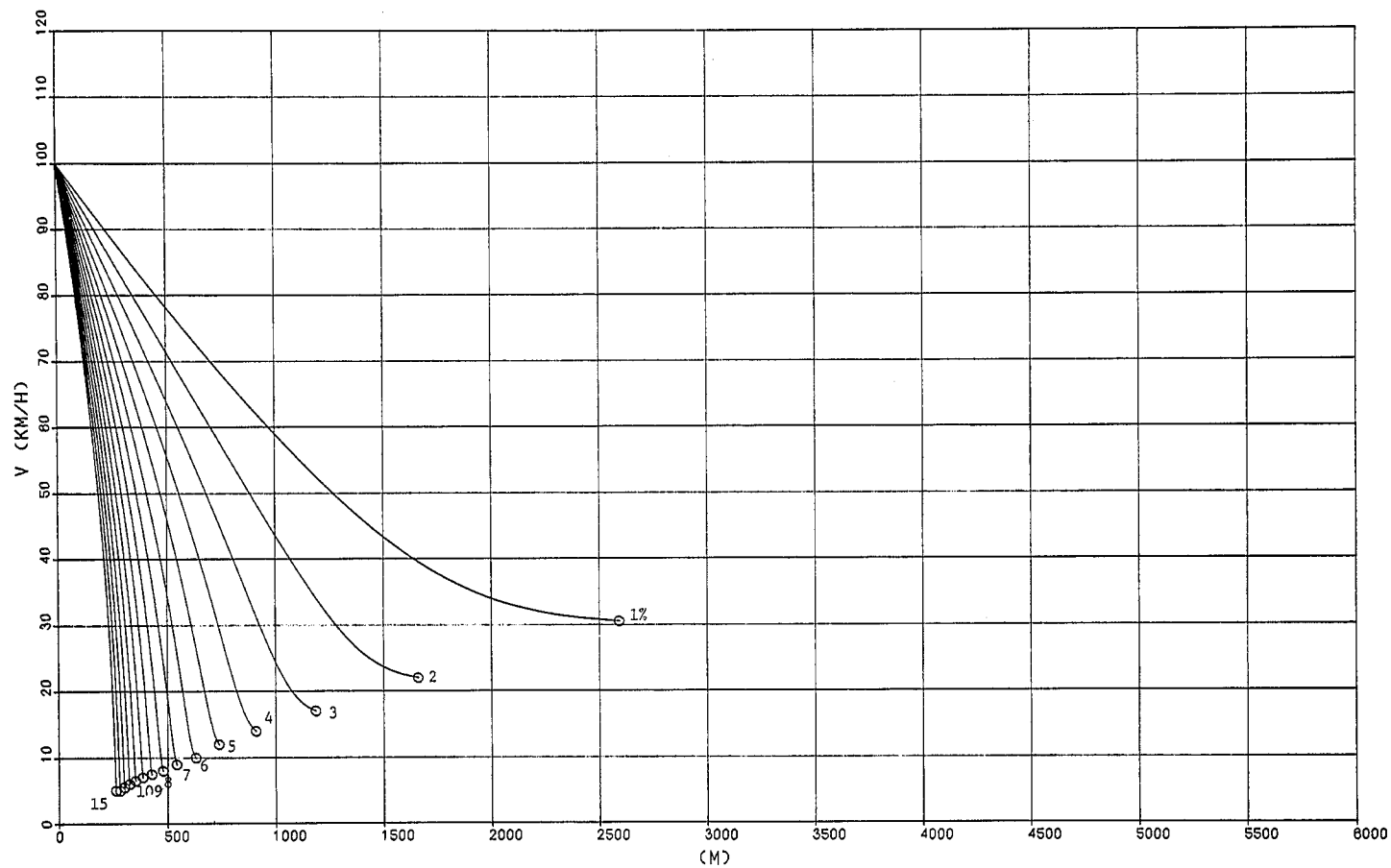


図 3-43 登坂性能曲線図  
トラック, 半載時, 14PS/ton

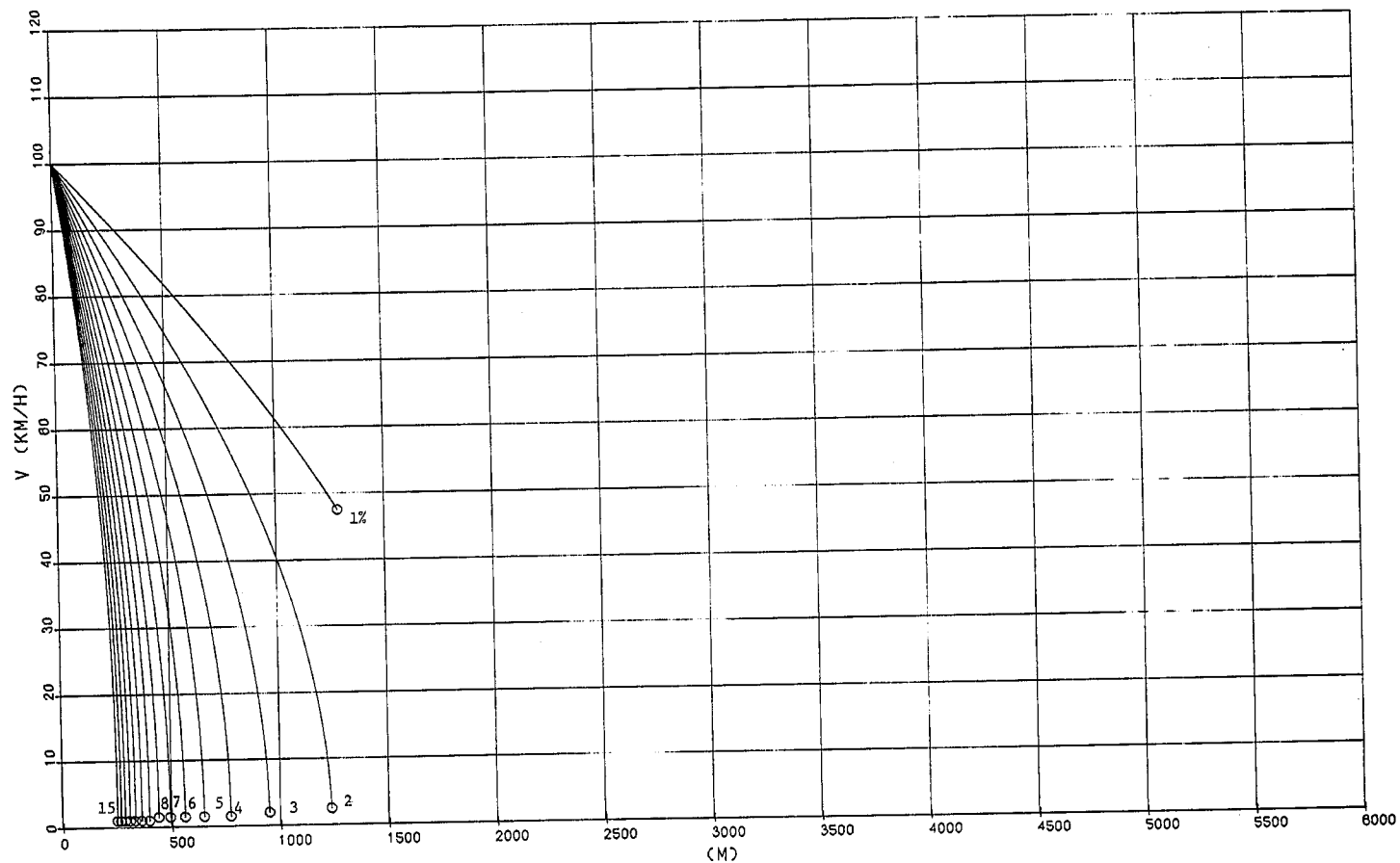


図 3-44 登坂性能曲線図  
トラック，半載時，14PS/ton

## 4. 自動車の曲線部走行時における拡巾量について

曲線部を自動車が行走する場合、後車輪は後車軸に直角に取り付けられているので方向転換は前車輪で行なわれる。この場合、自動車の前輪の各軸中心線の延長と後輪軸の中心線の延長とが、自動車が回転しようとする半径の中心点で交るように転向する。これがいわゆるアッカーマンの旋回といわれるものである。ここでは拡巾量算定にあたり、近似式と厳密式の両者で求め、その値の比較を行なった。

### 4-1 拡巾量の算定式（厳密式）

車線の巾員は自動車の前輪と後輪とが異なった軌跡を描くため直線部の巾員より大きい車線巾員を必要とする。曲線部走行の場合も自動車は前面の中心点Aが常に車線の中心線上にあるよう走行するものとし、車両の内側と外側に直線部と同じ余裕巾があるように拡巾量を定める。

#### 1) 単車（普通自動車）の場合の拡巾量

単車の旋回を図4-1のように定め、アッカーマン走行をするものとし、

B：車の走行巾員

$R_c$ ：車線中心線の半径

L：車両の長さ

b：車両の巾

s：軸間距離（車輪間隔）

a：軸間距離（ホイールベース）

$R_w$ ：外側曲線半径

$R_s$ ：外側前輪の回転半径

$R_i$ ：内側曲線半径

$\alpha$ ：外側前輪の轉向角度

$U_f$ ：前端オーバーハング

$U_b$ ：後端オーバーハング

とすれば図より

$$B = R_w - R_i$$

$$R_i + b = \sqrt{R_w^2 - (a + U_f)^2} \quad \dots (4-1) \quad \text{図4-1 普通自動車の曲線部走行（厳密式）}$$

$$B = R_w + b - \sqrt{R_w^2 - (a + U_f)^2} \quad \dots (4-2)$$

となる。また図より  $R_c = (R_i + \frac{b}{2})^2 + (a + U_f)^2$  であるから

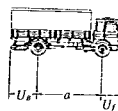
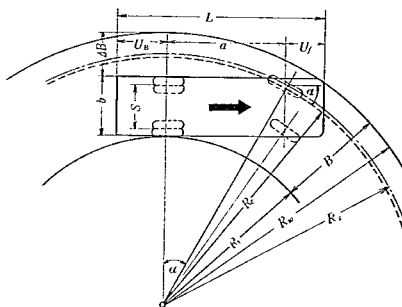
$$R_i = -\frac{b}{2} + \sqrt{R_c^2 - (a + U_f)^2}$$

となる。これを(4-1)式へ代入すれば

$$R_w = \sqrt{(R_c^2 - (a + U_f)^2 + \frac{b}{2})^2 + (a + U_f)^2}$$

となる。これを(4-2)式へ代入すれば

$$B = \sqrt{(R_c^2 - (a + U_f)^2 + \frac{b}{2})^2 + (a + U_f)^2} + \frac{b}{2} - \sqrt{R_c^2 - (a + U_f)^2} \quad \dots (4-3)$$



となるから一車線当りの拡巾量を $\epsilon$ とすれば

$$\epsilon = B - b$$

として求められる。これらの値は道路構造令の設計車両の諸元によれば普通自動車（トラック）の場合  $b = 2.5$  (m),  $a = 6.5$  (m),  $U_f = 1.5$  (m) であるから (4-3) 式は

$$B = R_w + 1.25 - \sqrt{R_c^2 - 64} \quad \dots\dots\dots (4-3)'$$

となる。ここで  $R_w = \sqrt{(\sqrt{R_c^2 - 64} + 1.25)^2 + 64}$  である。

2) セミトレーラの場合の拡巾量

単車の場合と同様に図 4-2 において

$a$  : トラクタの軸間距離 (前軸距)

$a_2$  : トレーラのキングピンの位置から後車軸  
までの距離 (後軸距)

$b_2$  : トレーラの車両巾

$a_s$  : キングピンの位置からトラクタの後車軸  
までの距離 (オフセット)

とすれば図より

$$\begin{aligned} B &= R_w - R_1 \\ \left(X_1 + \frac{b}{2}\right)^2 &= R_w^2 - (a + U_f)^2 \quad \dots (4-4) \\ X_2^2 &= a_s^2 + X_1^2 \\ X_3^2 &= X_2^2 - a_2^2 = X_1^2 + a_s^2 - a_2^2 \end{aligned}$$

となる関係があるから車の走行巾員  $B$  は

$$\begin{aligned} B &= R_w - X_3 + \frac{b_2}{2} = R_w + \frac{b_2}{2} \\ &\quad - \sqrt{\left\{ \sqrt{R_w^2 - (a + U_f)^2} - \frac{b}{2} \right\}^2 - a_s^2 + a_2^2} \end{aligned}$$

..... (4-5)

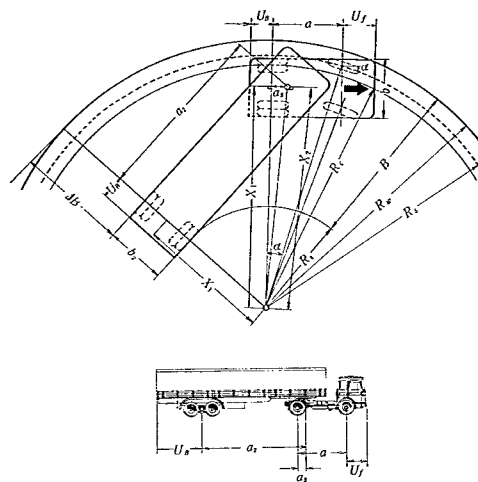


図 4-2 セミトレーラの曲線部走行 (厳密式)

となる。車線中心線の間には  $X_1^2 + (a + U_f)^2 = R_c^2$  なる関係があるから、これを (4-4) 式へ代入すれば

$$R_w = \sqrt{\left\{ \sqrt{R_c^2 - (a + U_f)^2} + \frac{b}{2} \right\}^2 + (a + U_f)^2}$$

となる。これを (4-5) 式へ代入すれば

$$B = \sqrt{\left\{ \sqrt{R_c^2 - (a + U_f)^2} + \frac{b}{2} \right\}^2 + (a + U_f)^2} + \frac{b_2}{2} - \sqrt{R_c^2 - (a + U_f)^2 - a_s^2 + a_2^2}$$

となる。一車線当りの拡巾量を $\epsilon$ とすれば

$$\epsilon = B - b$$

として求められる。これらの値は構造令の設計車両の諸元によればセミトレーラの場合,  $a = 4.0$ ,  $b = b_2 = 2.5$ ,  $U_f = 1.3$ ,  $a_2 = 9.0$ ,  $a_s = 0$  (オフセットなし) としているので上式は

$$B = R_w + 1.25 - \sqrt{R_c^2 - 109.09} \quad \dots\dots\dots (4-6)$$

となる。ここで

$$R_w = \sqrt{(\sqrt{R_c^2 - 28.09} + 1.25)^2 + 28.09}$$

である。

#### 4-2 拡巾量の算定式（近似式）

構造令の運用と解説によれば旋回半径が比較的大きくなると拡巾量は近似式で求めてもあまり差がなくなるといわれている。ここではこの両者の差について調べることにする。

##### 1) 単車（普通自動車）の場合の拡巾量

図4-3において

$R$  : 車線中心線の半径（車両前端中心の回転半径）

$\epsilon$  : 拡巾量

$L$  : 車両の前面から後輪軸までの距離

とすれば図より

$$\epsilon = R - \sqrt{R^2 - L^2}$$

となる。これを移項して2乗すれば

$$L^2 = 2R\epsilon - \epsilon^2$$

となるが $\epsilon^2$ を省略すれば

$$\epsilon = \frac{L^2}{2R} \quad \dots\dots (4-8)$$

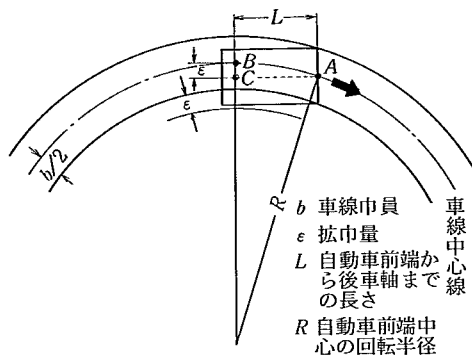


図4-3 普通自動車の場合の拡巾（近似式）

となる。道路構造令の設計車両の諸元によれば $L=8$  (m) であるから拡巾量は

$$\epsilon = \frac{32}{R}$$

となる。

##### 2) セミトレーラの場合の拡巾量

単車の場合と同様に図4-4においてトラックに対する拡巾量 $\epsilon_1$ およびトレーラに対する拡巾量 $\epsilon_2$ を個別に求め、それを合計して拡巾量とする。

まずトレーラの場合は単車の場合と同様にして

$$\epsilon_1 = \frac{L_1^2}{2R}$$

となる。トレーラに対する拡巾は

$$\epsilon_2 = \frac{L_2^2}{2R'}$$

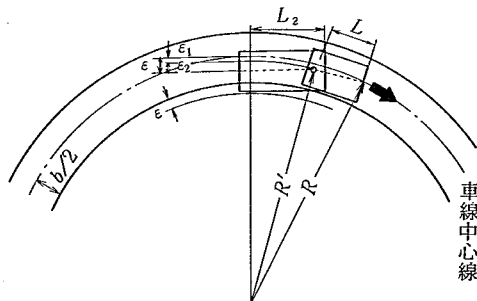


図4-4 セミトレーラの場合の拡巾（近似式）

となる。ここで $R' = R - \epsilon_1$  であるが、セミトレーラが対象となる道路の半径は高々50mであり、これに対する $\epsilon_1$ は

$$\epsilon_1 = \frac{5.3^2}{2 \times 50} = 0.28 \text{ (m)}$$

であるから  $R=R'$  とすれば  $\varepsilon_2 = L_2^2 / 2R$  となるから全拡巾量  $\varepsilon$  は

$$\varepsilon = \varepsilon_1 + \varepsilon_2 = \frac{L_1^2 + L_2^2}{2R}$$

となる。ここで

$R$  : 車線中心線の半径

$\varepsilon$  : 拡巾量

$\varepsilon_1$  : トラクタに対する拡巾量

$\varepsilon_2$  : トレーラに対する拡巾量

$L_1$  : セミトレーラの前面から第2軸までの距離

$L_2$  : セミトレーラの第2軸から第3軸（後車軸）までの距離である。

#### 4-3 各算定式による拡巾量の比較

表4-1 半径による拡巾巾員（厳密解）（式（4-3）' による）

| R     | 乗 用 車     | トラック   | セミトレーラ |
|-------|-----------|--------|--------|
| 6 (M) | 2.827 (M) | 0. (M) | 0. (M) |
| 7     | 2.638     | 0.     | 0.     |
| 8     | 2.506     | 0.     | 0.     |
| 9     | 2.408     | 7.377  | 0.     |
| 10    | 2.333     | 6.500  | 0.     |
| 11    | 2.272     | 5.950  | 0.     |
| 12    | 2.222     | 5.556  | 10.159 |
| 13    | 2.180     | 5.253  | 8.611  |
| 14    | 2.145     | 5.011  | 7.762  |
| 15    | 2.114     | 4.811  | 7.173  |
| 16    | 2.088     | 4.644  | 6.727  |
| 17    | 2.064     | 4.500  | 6.372  |
| 18    | 2.044     | 4.375  | 6.079  |
| 19    | 2.025     | 4.266  | 5.833  |
| 20    | 2.009     | 4.170  | 5.621  |
| 21    | 1.994     | 4.084  | 5.437  |
| 22    | 1.980     | 4.006  | 5.275  |
| 23    | 1.968     | 3.936  | 5.131  |
| 24    | 1.957     | 3.873  | 5.003  |
| 25    | 1.946     | 3.815  | 4.887  |
| 26    | 1.937     | 3.761  | 4.781  |
| 27    | 1.928     | 3.712  | 4.685  |
| 28    | 1.920     | 3.667  | 4.598  |
| 29    | 1.912     | 3.625  | 4.517  |
| 30    | 1.905     | 3.586  | 4.442  |
| 32    | 1.892     | 3.516  | 4.309  |
| 34    | 1.881     | 3.455  | 4.193  |
| 36    | 1.871     | 3.400  | 4.092  |
| 38    | 1.862     | 3.352  | 4.002  |
| 40    | 1.853     | 3.308  | 3.922  |
| 45    | 1.836     | 3.217  | 3.756  |
| 50    | 1.823     | 3.144  | 3.625  |
| 55    | 1.811     | 3.085  | 3.518  |
| 60    | 1.802     | 3.036  | 3.431  |
| 70    | 1.788     | 2.959  | 3.294  |
| 80    | 1.777     | 2.901  | 3.193  |
| 90    | 1.768     | 2.856  | 3.115  |
| 100   | 1.761     | 2.821  | 3.052  |
| 110   | 1.756     | 2.791  | 3.001  |
| 120   | 1.751     | 2.767  | 2.959  |
| 130   | 1.747     | 2.746  | 2.923  |
| 140   | 1.744     | 2.729  | 2.893  |
| 150   | 1.741     | 2.713  | 2.866  |

以上の方式による拡巾量を計算した結果を表に示す。まず表 4-1 は厳密解の式 (4-3)' にもとづく乗用車、トラック、セミトレーラの拡巾巾員で表中 0 で示す場合は車長より旋回半径の方が小さく通常のアッカーマン旋回不能であることを示している。

次に表 4-2 は曲線部外側半径を基準とした場合の側方余裕を含む拡巾された車線巾員であり、半径  $R$  は曲線部外側半径である。表中 0 は上と同様、旋回不能を示す。 $B$  は拡巾巾員、 $B + 1.0$  は側方余裕を含む拡巾された巾員、 $W$  は  $B + 1.0$  の値を越える最小値を 0.5 キザミでとった巾員であり、左からセミトレーラ、トラック、乗用車の順に並べたものである。 $R_w$  は外側半径  $R$  から側方余裕 0.5 m を引いた値となっている。

次に表 4-3 は一車線当りの拡巾量における厳密解と近似解を比較したものであり、それらの記号は図 4-1 および図 4-2 に対応している。また  $E_1, E_2, E$  は図 4-3, 図 4-4 に対応している。表中左から  $R$  は車線中心線 ( $=R_c$ ) であり、 $R_w$  は外側曲線半径である。 $B$  は拡巾巾員、 $B - 2.5$  は拡巾量、 $E$  は拡巾を越える 0.5 キザミの最小値 ( $=$ 一車線当りの拡巾量)、 $E_1, E_2, E$  は近似解におけるトラクタ、トレーラ、セミトレーラの拡巾量をそれぞれ示している。トラック、乗用車の場合も同じである。この表からわかるとおり半径が小さい場合、乗用車以外は拡巾量としては厳密解の方が近似解よりも大きく算出される傾向があり、たとえば普通自動車 (トラック) の場合、半径が 13 m 以上になると差は 5 cm 以下となる。またセミトレーラの場合、半径が 29 m 以上になると差は 5 cm 以下となる。乗用車の場合、半径が小さい場合、近似解の方が多少大きくなるが、その差はほとんど無視できる値である。したがって全体的には半径が小さい場合を除き、一車線当りの拡巾量の計算には実用上からは近似式で十分であろう。図 4-5 中の破線はこの表の  $E$  に示す値、即ち厳密解で求めた拡巾量を越す 0.5 キザミの最小値を階段グラフにして示したものである。また実線は拡巾量が多少不足する場合もあるが、グラフからみて実用上、この程度の拡巾量で十分であると考えられる拡巾量を示したものである。

表 4-2 側方余裕を含む拡巾された車線巾員 (Rは曲線部外側半径)

| R  | RW   | SEMI TRAILER |        |      | TRACK |       |     | PASSENGER CAR |       |     |
|----|------|--------------|--------|------|-------|-------|-----|---------------|-------|-----|
|    |      | B            | B+1.0  | W    | B     | B+1.0 | W   | B             | B+1.0 | W   |
| 6  | 5.5  | 0.           | 0.     | 0.   | 0.    | 0.    | 0.  | 2.957         | 3.957 | 4.0 |
| 7  | 6.5  | 0.           | 0.     | 0.   | 0.    | 0.    | 0.  | 2.723         | 3.723 | 4.0 |
| 8  | 7.5  | 0.           | 0.     | 0.   | 0.    | 0.    | 0.  | 2.567         | 3.567 | 4.0 |
| 9  | 8.5  | 0.           | 0.     | 0.   | 8.128 | 9.128 | 9.5 | 2.454         | 3.454 | 3.5 |
| 10 | 9.5  | 0.           | 0.     | 0.   | 6.877 | 7.877 | 8.0 | 2.368         | 3.368 | 3.5 |
| 11 | 10.5 | 0.           | 0.     | 0.   | 6.199 | 7.199 | 7.5 | 2.301         | 3.301 | 3.5 |
| 12 | 11.5 | 0.           | 0.     | 0.   | 5.739 | 6.739 | 7.0 | 2.246         | 3.246 | 3.5 |
| 13 | 12.5 | 9.231        | 10.231 | 10.5 | 5.395 | 6.395 | 6.5 | 2.200         | 3.200 | 3.5 |
| 14 | 13.5 | 8.141        | 9.141  | 9.5  | 5.126 | 6.126 | 6.5 | 2.162         | 3.162 | 3.5 |
| 15 | 14.5 | 7.445        | 8.445  | 8.5  | 4.907 | 5.907 | 6.0 | 2.129         | 3.129 | 3.5 |
| 16 | 15.5 | 6.936        | 7.936  | 8.0  | 4.724 | 5.724 | 6.0 | 2.100         | 3.100 | 3.5 |
| 17 | 16.5 | 6.540        | 7.540  | 8.0  | 4.569 | 5.569 | 6.0 | 2.075         | 3.075 | 3.5 |
| 18 | 17.5 | 6.219        | 7.219  | 7.5  | 4.436 | 5.436 | 5.5 | 2.054         | 3.054 | 3.5 |
| 19 | 18.5 | 5.951        | 6.951  | 7.0  | 4.319 | 5.319 | 5.5 | 2.034         | 3.034 | 3.5 |
| 20 | 19.5 | 5.723        | 6.723  | 7.0  | 4.217 | 5.217 | 5.5 | 2.017         | 3.017 | 3.5 |
| 21 | 20.5 | 5.526        | 6.526  | 7.0  | 4.125 | 5.125 | 5.5 | 2.001         | 3.001 | 3.5 |
| 22 | 21.5 | 5.354        | 6.354  | 6.5  | 4.044 | 5.044 | 5.5 | 1.987         | 2.987 | 3.0 |
| 23 | 22.5 | 5.201        | 6.201  | 6.5  | 3.970 | 4.970 | 5.0 | 1.974         | 2.974 | 3.0 |
| 24 | 23.5 | 5.065        | 6.065  | 6.5  | 3.904 | 4.904 | 5.0 | 1.962         | 2.962 | 3.0 |
| 25 | 24.5 | 4.943        | 5.943  | 6.0  | 3.843 | 4.843 | 5.0 | 1.951         | 2.951 | 3.0 |
| 26 | 25.5 | 4.833        | 5.833  | 6.0  | 3.787 | 4.787 | 5.0 | 1.941         | 2.941 | 3.0 |
| 27 | 26.5 | 4.732        | 5.732  | 6.0  | 3.736 | 4.736 | 5.0 | 1.932         | 2.932 | 3.0 |
| 28 | 27.5 | 4.641        | 5.641  | 6.0  | 3.689 | 4.689 | 5.0 | 1.924         | 2.924 | 3.0 |
| 29 | 28.5 | 4.556        | 5.556  | 6.0  | 3.646 | 4.646 | 5.0 | 1.916         | 2.916 | 3.0 |
| 30 | 29.5 | 4.479        | 5.479  | 5.5  | 3.605 | 4.605 | 5.0 | 1.908         | 2.908 | 3.0 |
| 32 | 31.5 | 4.341        | 5.341  | 5.5  | 3.533 | 4.533 | 5.0 | 1.895         | 2.895 | 3.0 |
| 34 | 33.5 | 4.221        | 5.221  | 5.5  | 3.469 | 4.469 | 4.5 | 1.883         | 2.883 | 3.0 |
| 36 | 35.5 | 4.116        | 5.116  | 5.5  | 3.413 | 4.413 | 4.5 | 1.873         | 2.873 | 3.0 |
| 38 | 37.5 | 4.024        | 5.024  | 5.5  | 3.363 | 4.363 | 4.5 | 1.864         | 2.864 | 3.0 |
| 40 | 39.5 | 3.942        | 4.942  | 5.0  | 3.319 | 4.319 | 4.5 | 1.855         | 2.855 | 3.0 |
| 45 | 44.5 | 3.771        | 4.771  | 5.0  | 3.225 | 4.225 | 4.5 | 1.838         | 2.838 | 3.0 |
| 50 | 49.5 | 3.636        | 4.636  | 5.0  | 3.151 | 4.151 | 4.5 | 1.824         | 2.824 | 3.0 |

|     |       |       |       |     |       |       |     |       |       |     |
|-----|-------|-------|-------|-----|-------|-------|-----|-------|-------|-----|
| 55  | 54.5  | 3.528 | 4.528 | 5.0 | 3.090 | 4.090 | 4.5 | 1.813 | 2.813 | 3.0 |
| 60  | 59.5  | 3.439 | 4.439 | 4.5 | 3.040 | 4.040 | 4.5 | 1.803 | 2.803 | 3.0 |
| 70  | 69.5  | 3.300 | 4.300 | 4.5 | 2.962 | 3.962 | 4.0 | 1.788 | 2.788 | 3.0 |
| 80  | 79.5  | 3.197 | 4.197 | 4.5 | 2.904 | 3.904 | 4.0 | 1.777 | 2.777 | 3.0 |
| 90  | 89.5  | 3.118 | 4.118 | 4.5 | 2.858 | 3.858 | 4.0 | 1.768 | 2.768 | 3.0 |
| 100 | 99.5  | 3.055 | 4.055 | 4.5 | 2.822 | 3.822 | 4.0 | 1.762 | 2.762 | 3.0 |
| 110 | 109.5 | 3.004 | 4.004 | 4.5 | 2.793 | 3.793 | 4.0 | 1.756 | 2.756 | 3.0 |
| 120 | 119.5 | 2.961 | 3.961 | 4.0 | 2.768 | 3.768 | 4.0 | 1.751 | 2.751 | 3.0 |
| 130 | 129.5 | 2.925 | 3.925 | 4.0 | 2.747 | 3.747 | 4.0 | 1.747 | 2.747 | 3.0 |
| 140 | 139.5 | 2.894 | 3.894 | 4.0 | 2.730 | 3.730 | 4.0 | 1.744 | 2.744 | 3.0 |
| 150 | 149.5 | 2.868 | 3.868 | 4.0 | 2.714 | 3.714 | 4.0 | 1.741 | 2.741 | 3.0 |
| 160 | 159.5 | 2.844 | 3.844 | 4.0 | 2.701 | 3.701 | 4.0 | 1.738 | 2.738 | 3.0 |
| 170 | 169.5 | 2.824 | 3.824 | 4.0 | 2.689 | 3.689 | 4.0 | 1.736 | 2.736 | 3.0 |
| 180 | 179.5 | 2.806 | 3.806 | 4.0 | 2.678 | 3.678 | 4.0 | 1.734 | 2.734 | 3.0 |
| 190 | 189.5 | 2.789 | 3.789 | 4.0 | 2.669 | 3.669 | 4.0 | 1.732 | 2.732 | 3.0 |
| 200 | 199.5 | 2.775 | 3.775 | 4.0 | 2.660 | 3.660 | 4.0 | 1.731 | 2.731 | 3.0 |
| 210 | 209.5 | 2.762 | 3.762 | 4.0 | 2.653 | 3.653 | 4.0 | 1.729 | 2.729 | 3.0 |
| 220 | 219.5 | 2.750 | 3.750 | 4.0 | 2.646 | 3.646 | 4.0 | 1.728 | 2.728 | 3.0 |
| 230 | 229.5 | 2.739 | 3.739 | 4.0 | 2.639 | 3.639 | 4.0 | 1.727 | 2.727 | 3.0 |
| 240 | 239.5 | 2.729 | 3.729 | 4.0 | 2.634 | 3.634 | 4.0 | 1.726 | 2.726 | 3.0 |
| 250 | 249.5 | 2.720 | 3.720 | 4.0 | 2.628 | 3.628 | 4.0 | 1.725 | 2.725 | 3.0 |
| 260 | 259.5 | 2.711 | 3.711 | 4.0 | 2.623 | 3.623 | 4.0 | 1.724 | 2.724 | 3.0 |
| 270 | 269.5 | 2.703 | 3.703 | 4.0 | 2.619 | 3.619 | 4.0 | 1.723 | 2.723 | 3.0 |
| 280 | 279.5 | 2.696 | 3.696 | 4.0 | 2.615 | 3.615 | 4.0 | 1.722 | 2.722 | 3.0 |
| 290 | 289.5 | 2.689 | 3.689 | 4.0 | 2.611 | 3.611 | 4.0 | 1.721 | 2.721 | 3.0 |
| 300 | 299.5 | 2.683 | 3.683 | 4.0 | 2.607 | 3.607 | 4.0 | 1.720 | 2.720 | 3.0 |
| 310 | 309.5 | 2.677 | 3.677 | 4.0 | 2.603 | 3.603 | 4.0 | 1.720 | 2.720 | 3.0 |
| 320 | 319.5 | 2.671 | 3.671 | 4.0 | 2.600 | 3.600 | 4.0 | 1.719 | 2.719 | 3.0 |
| 330 | 329.5 | 2.666 | 3.666 | 4.0 | 2.597 | 3.597 | 4.0 | 1.719 | 2.719 | 3.0 |
| 340 | 339.5 | 2.661 | 3.661 | 4.0 | 2.594 | 3.594 | 4.0 | 1.718 | 2.718 | 3.0 |
| 350 | 349.5 | 2.657 | 3.657 | 4.0 | 2.592 | 3.592 | 4.0 | 1.718 | 2.718 | 3.0 |
| 360 | 359.5 | 2.652 | 3.652 | 4.0 | 2.589 | 3.589 | 4.0 | 1.717 | 2.717 | 3.0 |
| 370 | 369.5 | 2.648 | 3.648 | 4.0 | 2.587 | 3.587 | 4.0 | 1.717 | 2.717 | 3.0 |
| 380 | 379.5 | 2.644 | 3.644 | 4.0 | 2.584 | 3.584 | 4.0 | 1.716 | 2.716 | 3.0 |

表 4-3 一車線当りの拡巾量における厳

| R   | SEMI TRAILER |       |       |      |       |       |       | RWT    |
|-----|--------------|-------|-------|------|-------|-------|-------|--------|
|     | RWS          | B     | B-2.5 | EE   | E1    | E2    | E     |        |
| 6   | 0.           | 0.    | 0.    | 0.   | 2.341 | 6.750 | 9.091 | 0.     |
| 7   | 0.           | 0.    | 0.    | 0.   | 2.006 | 5.786 | 7.792 | 0.     |
| 8   | 0.           | 0.    | 0.    | 0.   | 1.756 | 5.063 | 6.818 | 0.     |
| 9   | 0.           | 0.    | 0.    | 0.   | 1.561 | 4.500 | 6.061 | 9.637  |
| 10  | 0.           | 0.    | 0.    | 0.   | 1.404 | 4.050 | 5.455 | 10.796 |
| 11  | 12.110       | 9.909 | 7.409 | 7.50 | 1.277 | 3.682 | 4.959 | 11.893 |
| 12  | 13.133       | 8.475 | 5.975 | 6.00 | 1.170 | 3.375 | 4.545 | 12.959 |
| 13  | 14.151       | 7.660 | 5.160 | 5.25 | 1.080 | 3.115 | 4.196 | 14.006 |
| 14  | 15.164       | 7.092 | 4.592 | 4.75 | 1.003 | 2.893 | 3.896 | 15.043 |
| 15  | 16.175       | 6.659 | 4.159 | 4.25 | 0.936 | 2.700 | 3.636 | 16.071 |
| 16  | 17.184       | 6.314 | 3.814 | 4.00 | 0.878 | 2.531 | 3.409 | 17.094 |
| 17  | 18.192       | 6.029 | 3.529 | 3.75 | 0.826 | 2.382 | 3.209 | 18.112 |
| 18  | 19.198       | 5.788 | 3.288 | 3.50 | 0.780 | 2.250 | 3.030 | 19.128 |
| 19  | 20.203       | 5.582 | 3.082 | 3.25 | 0.739 | 2.132 | 2.871 | 20.141 |
| 20  | 21.208       | 5.402 | 2.902 | 3.00 | 0.702 | 2.025 | 2.727 | 21.152 |
| 21  | 22.212       | 5.243 | 2.743 | 2.75 | 0.669 | 1.929 | 2.597 | 22.161 |
| 22  | 23.215       | 5.103 | 2.603 | 2.50 | 0.638 | 1.841 | 2.479 | 23.169 |
| 23  | 24.218       | 4.976 | 2.476 | 2.25 | 0.611 | 1.761 | 2.372 | 24.176 |
| 24  | 25.221       | 4.863 | 2.363 | 2.00 | 0.585 | 1.688 | 2.273 | 25.182 |
| 25  | 26.223       | 4.759 | 2.259 | 1.75 | 0.562 | 1.620 | 2.182 | 26.187 |
| 26  | 27.225       | 4.665 | 2.165 | 1.50 | 0.540 | 1.558 | 2.098 | 27.192 |
| 27  | 28.227       | 4.579 | 2.079 | 1.25 | 0.520 | 1.500 | 2.020 | 28.196 |
| 28  | 29.228       | 4.499 | 1.999 | 1.00 | 0.502 | 1.446 | 1.948 | 29.200 |
| 29  | 30.230       | 4.426 | 1.926 | 0.75 | 0.484 | 1.397 | 1.881 | 30.203 |
| 30  | 31.231       | 4.358 | 1.858 | 0.50 | 0.468 | 1.350 | 1.818 | 31.207 |
| 31  | 32.233       | 4.296 | 1.796 | 0.25 | 0.453 | 1.305 | 1.755 | 32.212 |
| 32  | 33.233       | 4.236 | 1.736 | 0.00 | 0.439 | 1.266 | 1.705 | 33.216 |
| 33  | 34.235       | 4.179 | 1.679 |      | 0.425 | 1.229 | 1.655 | 34.220 |
| 34  | 35.237       | 4.129 | 1.629 |      | 0.413 | 1.191 | 1.604 | 35.223 |
| 35  | 36.239       | 4.080 | 1.580 |      | 0.399 | 1.155 | 1.555 | 36.226 |
| 36  | 37.238       | 3.952 | 1.452 |      | 0.370 | 1.066 | 1.435 | 37.231 |
| 37  | 38.238       | 3.877 | 1.377 |      | 0.351 | 1.013 | 1.364 | 38.234 |
| 38  | 39.239       | 3.802 | 1.302 |      | 0.331 | 0.960 | 1.292 | 39.237 |
| 39  | 40.240       | 3.727 | 1.227 |      | 0.312 | 0.900 | 1.220 | 40.240 |
| 40  | 41.239       | 3.652 | 1.152 |      | 0.281 | 0.810 | 1.091 | 41.233 |
| 41  | 42.239       | 3.577 | 1.077 |      | 0.255 | 0.736 | 0.992 | 42.237 |
| 42  | 43.239       | 3.502 | 1.002 |      | 0.234 | 0.675 | 0.909 | 43.239 |
| 43  | 44.239       | 3.427 | 0.927 |      | 0.201 | 0.579 | 0.779 | 44.242 |
| 44  | 45.239       | 3.352 | 0.852 |      | 0.176 | 0.506 | 0.682 | 45.244 |
| 45  | 46.239       | 3.277 | 0.777 |      | 0.156 | 0.450 | 0.606 | 46.246 |
| 46  | 47.239       | 3.202 | 0.702 |      | 0.140 | 0.405 | 0.545 | 47.247 |
| 47  | 48.239       | 3.127 | 0.627 |      | 0.128 | 0.368 | 0.496 | 48.247 |
| 48  | 49.239       | 3.052 | 0.552 |      | 0.117 | 0.338 | 0.455 | 49.247 |
| 49  | 50.239       | 2.977 | 0.477 |      | 0.108 | 0.312 | 0.420 | 50.248 |
| 50  | 51.239       | 2.902 | 0.402 |      | 0.100 | 0.289 | 0.390 | 51.248 |
| 51  | 52.239       | 2.827 | 0.327 |      | 0.094 | 0.270 | 0.364 | 52.248 |
| 52  | 53.239       | 2.752 | 0.252 |      | 0.088 | 0.253 | 0.341 | 53.248 |
| 53  | 54.239       | 2.677 | 0.177 |      | 0.083 | 0.238 | 0.321 | 54.249 |
| 54  | 55.239       | 2.602 | 0.102 |      | 0.078 | 0.225 | 0.293 | 55.249 |
| 55  | 56.239       | 2.527 | 0.027 |      | 0.074 | 0.213 | 0.287 | 56.249 |
| 56  | 57.239       | 2.452 |       |      | 0.070 | 0.203 | 0.273 | 57.249 |
| 57  | 58.239       | 2.377 |       |      | 0.067 | 0.193 | 0.260 | 58.249 |
| 58  | 59.239       | 2.302 |       |      | 0.064 | 0.184 | 0.248 | 59.249 |
| 59  | 60.239       | 2.227 |       |      | 0.061 | 0.176 | 0.237 | 60.249 |
| 60  | 61.239       | 2.152 |       |      | 0.059 | 0.169 | 0.227 | 61.249 |
| 61  | 62.239       | 2.077 |       |      | 0.056 | 0.162 | 0.218 | 62.249 |
| 62  | 63.239       | 2.002 |       |      | 0.054 | 0.156 | 0.210 | 63.249 |
| 63  | 64.239       | 1.927 |       |      | 0.052 | 0.150 | 0.195 | 64.249 |
| 64  | 65.239       | 1.852 |       |      | 0.050 | 0.145 | 0.188 | 65.249 |
| 65  | 66.239       | 1.777 |       |      | 0.048 | 0.140 | 0.182 | 66.249 |
| 66  | 67.239       | 1.702 |       |      | 0.047 | 0.135 | 0.176 | 67.249 |
| 67  | 68.239       | 1.627 |       |      | 0.045 | 0.131 | 0.170 | 68.249 |
| 68  | 69.239       | 1.552 |       |      | 0.044 | 0.127 | 0.165 | 69.249 |
| 69  | 70.239       | 1.477 |       |      | 0.043 | 0.123 | 0.160 | 70.249 |
| 70  | 71.239       | 1.402 |       |      | 0.041 | 0.119 | 0.156 | 71.249 |
| 71  | 72.239       | 1.327 |       |      | 0.040 | 0.116 | 0.152 | 72.249 |
| 72  | 73.239       | 1.252 |       |      | 0.039 | 0.113 | 0.147 | 73.249 |
| 73  | 74.239       | 1.177 |       |      | 0.038 | 0.109 | 0.144 | 74.249 |
| 74  | 75.239       | 1.102 |       |      | 0.037 | 0.107 |       | 75.249 |
| 75  | 76.239       | 1.027 |       |      |       |       |       |        |
| 76  | 77.239       | 0.952 |       |      |       |       |       |        |
| 77  | 78.239       | 0.877 |       |      |       |       |       |        |
| 78  | 79.239       | 0.802 |       |      |       |       |       |        |
| 79  | 80.239       | 0.727 |       |      |       |       |       |        |
| 80  | 81.239       | 0.652 |       |      |       |       |       |        |
| 81  | 82.239       | 0.577 |       |      |       |       |       |        |
| 82  | 83.239       | 0.502 |       |      |       |       |       |        |
| 83  | 84.239       | 0.427 |       |      |       |       |       |        |
| 84  | 85.239       | 0.352 |       |      |       |       |       |        |
| 85  | 86.239       | 0.277 |       |      |       |       |       |        |
| 86  | 87.239       | 0.202 |       |      |       |       |       |        |
| 87  | 88.239       | 0.127 |       |      |       |       |       |        |
| 88  | 89.239       | 0.052 |       |      |       |       |       |        |
| 89  | 90.239       | 0.027 |       |      |       |       |       |        |
| 90  | 91.239       | 0.002 |       |      |       |       |       |        |
| 91  | 92.239       |       |       |      |       |       |       |        |
| 92  | 93.239       |       |       |      |       |       |       |        |
| 93  | 94.239       |       |       |      |       |       |       |        |
| 94  | 95.239       |       |       |      |       |       |       |        |
| 95  | 96.239       |       |       |      |       |       |       |        |
| 96  | 97.239       |       |       |      |       |       |       |        |
| 97  | 98.239       |       |       |      |       |       |       |        |
| 98  | 99.239       |       |       |      |       |       |       |        |
| 99  | 100.239      |       |       |      |       |       |       |        |
| 100 |              |       |       |      |       |       |       |        |

密解と近似解の比較 (R は車線中心半径)

| TRACK |       |      |       | PASSENGER CAR |       |       |       |       |
|-------|-------|------|-------|---------------|-------|-------|-------|-------|
| B     | B-2.5 | EE   | E1    | RWP           | B     | B-1.7 | EE    | E1    |
| 0.    | 0.    | 0.   | 5.333 | 6.709         | 2.685 | 0.985 | 1.000 | 1.021 |
| 0.    | 0.    | 0.   | 4.571 | 7.748         | 2.536 | 0.836 | 1.000 | 0.875 |
| 0.    | 0.    | 0.   | 4.000 | 8.772         | 2.428 | 0.728 | 0.750 | 0.766 |
| 6.764 | 4.264 | 4.50 | 3.556 | 9.789         | 2.347 | 0.647 | 0.750 | 0.681 |
| 5.046 | 3.546 | 3.75 | 3.200 | 10.800        | 2.283 | 0.583 | 0.750 | 0.613 |
| 5.593 | 3.093 | 3.25 | 2.909 | 11.809        | 2.231 | 0.531 | 0.750 | 0.557 |
| 5.264 | 2.764 | 3.00 | 2.667 | 12.815        | 2.187 | 0.487 | 0.500 | 0.510 |
| 4.009 | 2.509 | 2.75 | 2.462 | 13.821        | 2.151 | 0.451 | 0.500 | 0.471 |
| 4.804 | 2.304 | 2.50 | 2.286 | 14.825        | 2.119 | 0.419 | 0.500 | 0.438 |
| 4.633 | 2.133 | 2.25 | 2.133 | 15.828        | 2.092 | 0.392 | 0.500 | 0.408 |
| 4.488 | 1.988 | 2.00 | 2.000 | 16.830        | 2.068 | 0.368 | 0.500 | 0.383 |
| 4.362 | 1.862 | 2.00 | 1.882 | 17.833        | 2.047 | 0.347 | 0.500 | 0.360 |
| 4.253 | 1.753 | 2.00 | 1.778 | 18.835        | 2.028 | 0.328 | 0.500 | 0.340 |
| 4.157 | 1.657 | 1.75 | 1.684 | 19.836        | 2.011 | 0.311 | 0.500 | 0.322 |
| 3.071 | 1.571 | 1.75 | 1.600 | 20.837        | 1.996 | 0.296 | 0.500 | 0.306 |
| 3.994 | 1.494 | 1.50 | 1.524 | 21.839        | 1.982 | 0.282 | 0.500 | 0.292 |
| 3.925 | 1.425 | 1.50 | 1.455 | 22.840        | 1.970 | 0.270 | 0.500 | 0.278 |
| 3.862 | 1.362 | 1.50 | 1.391 | 23.840        | 1.958 | 0.258 | 0.500 | 0.266 |
| 3.805 | 1.305 | 1.50 | 1.333 | 24.841        | 1.948 | 0.248 | 0.250 | 0.255 |
| 3.752 | 1.252 | 1.50 | 1.280 | 25.842        | 1.938 | 0.238 | 0.250 | 0.245 |
| 3.703 | 1.203 | 1.25 | 1.231 | 26.843        | 1.929 | 0.229 | 0.250 | 0.236 |
| 3.659 | 1.159 | 1.25 | 1.185 | 27.843        | 1.921 | 0.221 | 0.250 | 0.227 |
| 3.617 | 1.117 | 1.25 | 1.143 | 28.844        | 1.913 | 0.213 | 0.250 | 0.219 |
| 3.579 | 1.079 | 1.25 | 1.103 | 29.844        | 1.906 | 0.206 | 0.250 | 0.211 |
| 3.543 | 1.043 | 1.25 | 1.067 | 30.844        | 1.899 | 0.199 | 0.250 | 0.204 |
| 3.478 | 0.978 | 1.00 | 1.000 | 32.345        | 1.887 | 0.187 | 0.250 | 0.191 |
| 3.421 | 0.921 | 1.00 | 0.941 | 34.346        | 1.876 | 0.176 | 0.250 | 0.180 |
| 3.370 | 0.870 | 1.00 | 0.889 | 36.346        | 1.867 | 0.167 | 0.250 | 0.170 |
| 3.325 | 0.825 | 1.00 | 0.842 | 38.346        | 1.858 | 0.158 | 0.250 | 0.161 |
| 3.284 | 0.784 | 1.00 | 0.800 | 40.347        | 1.850 | 0.150 | 0.250 | 0.153 |
| 3.197 | 0.697 | 0.75 | 0.711 | 45.847        | 1.834 | 0.134 | 0.250 | 0.136 |
| 3.128 | 0.628 | 0.75 | 0.640 | 50.848        | 1.821 | 0.121 | 0.250 | 0.123 |
| 3.072 | 0.572 | 0.75 | 0.582 | 55.848        | 1.810 | 0.110 | 0.250 | 0.111 |
| 2.025 | 0.525 | 0.75 | 0.533 | 60.849        | 1.801 | 0.101 | 0.250 | 0.102 |
| 2.951 | 0.451 | 0.50 | 0.457 | 70.849        | 1.787 | 0.087 | 0.250 | 0.088 |
| 2.895 | 0.395 | 0.50 | 0.400 | 80.849        | 1.776 | 0.076 | 0.250 | 0.077 |
| 2.851 | 0.351 | 0.50 | 0.356 | 90.849        | 1.767 | 0.067 | 0.250 | 0.068 |
| 2.817 | 0.317 | 0.50 | 0.320 | 100.849       | 1.761 | 0.061 | 0.250 | 0.061 |
| 2.788 | 0.288 | 0.50 | 0.291 | 110.850       | 1.755 | 0.055 | 0.250 | 0.056 |
| 2.764 | 0.264 | 0.50 | 0.267 | 120.850       | 1.751 | 0.051 | 0.250 | 0.051 |
| 2.744 | 0.244 | 0.25 | 0.246 | 130.850       | 1.747 | 0.047 | 0.250 | 0.047 |
| 2.727 | 0.227 | 0.25 | 0.229 | 140.850       | 1.743 | 0.043 | 0.250 | 0.044 |
| 2.712 | 0.212 | 0.25 | 0.203 | 150.850       | 1.741 | 0.041 | 0.250 | 0.041 |
| 2.699 | 0.199 | 0.25 | 0.200 | 160.850       | 1.738 | 0.038 | 0.250 | 0.038 |
| 2.687 | 0.187 | 0.25 | 0.188 | 170.850       | 1.736 | 0.036 | 0.250 | 0.036 |
| 2.677 | 0.177 | 0.25 | 0.178 | 180.850       | 1.734 | 0.034 | 0.250 | 0.034 |
| 2.667 | 0.167 | 0.25 | 0.168 | 190.850       | 1.732 | 0.032 | 0.250 | 0.032 |
| 2.659 | 0.159 | 0.25 | 0.160 | 200.850       | 1.730 | 0.030 | 0.250 | 0.031 |
| 2.652 | 0.152 | 0.25 | 0.152 | 210.850       | 1.729 | 0.029 | 0.250 | 0.029 |
| 2.645 | 0.145 | 0.25 | 0.145 | 220.850       | 1.728 | 0.028 | 0.250 | 0.028 |
| 2.638 | 0.138 | 0.25 | 0.139 | 230.850       | 1.727 | 0.027 | 0.250 | 0.027 |
| 2.633 | 0.133 | 0.25 | 0.133 | 240.850       | 1.725 | 0.025 | 0.250 | 0.026 |
| 2.627 | 0.127 | 0.25 | 0.128 | 250.850       | 1.724 | 0.024 | 0.250 | 0.025 |
| 2.623 | 0.123 | 0.25 | 0.123 | 260.850       | 1.723 | 0.023 | 0.250 | 0.024 |
| 2.618 | 0.118 | 0.25 | 0.119 | 270.850       | 1.723 | 0.023 | 0.250 | 0.023 |
| 2.614 | 0.114 | 0.25 | 0.114 | 280.850       | 1.722 | 0.022 | 0.250 | 0.022 |
| 2.610 | 0.110 | 0.25 | 0.110 | 290.850       | 1.721 | 0.020 | 0.250 | 0.021 |
| 2.606 | 0.106 | 0.25 | 0.107 | 300.850       | 1.720 | 0.020 | 0.250 | 0.020 |
| 2.603 | 0.103 | 0.25 | 0.103 | 310.850       | 1.720 | 0.020 | 0.250 | 0.020 |
| 2.600 | 0.101 | 0.25 | 0.100 | 320.850       | 1.719 | 0.019 | 0.250 | 0.019 |
| 2.597 | 0.097 | 0.25 | 0.097 | 330.850       | 1.719 | 0.019 | 0.250 | 0.019 |
| 2.594 | 0.094 | 0.25 | 0.094 | 340.850       | 1.718 | 0.018 | 0.250 | 0.018 |
| 2.591 | 0.091 | 0.25 | 0.091 | 350.850       | 1.717 | 0.017 | 0.250 | 0.018 |
| 2.589 | 0.089 | 0.25 | 0.089 | 360.850       | 1.717 | 0.017 | 0.250 | 0.017 |
| 2.586 | 0.086 | 0.25 | 0.086 | 370.850       | 1.717 | 0.017 | 0.250 | 0.017 |
| 2.584 | 0.084 | 0.25 | 0.084 | 380.850       | 1.716 | 0.016 | 0.250 | 0.016 |

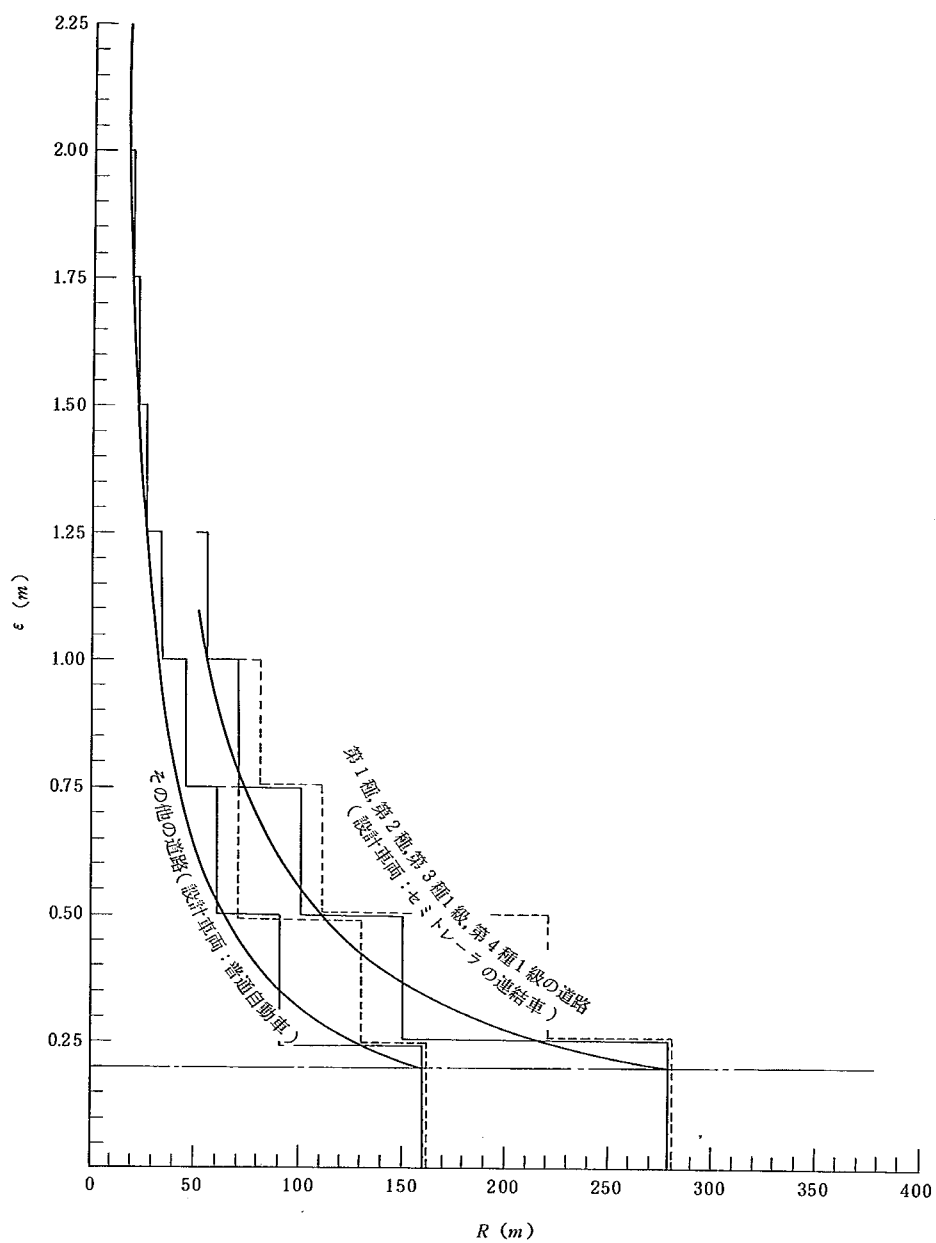


図 4-5 設計車両と拡巾量

## あ と が き

最近の自動車は大型化する一方、性能が改善されてきているが、これまで最近のデータにもとづくエンジンの性能および登坂性能について示された報告はほとんどなかった。この報告書には種々の走行速度による登坂距離を32ページにわたって明示しているので登坂距離を調べるのがきわめて簡便であり、縦断線形の設計に役立つことを期待したい。

一方隅角部の走行についてはこれまで時に半径が小さい場合の拡巾量が不足しているといわれて来たが、この報告書では、これまでの近似式による計算から厳密式による計算を行ない、その計算根拠も明示しているので拡巾量の意味がより明らかになり、広く役立つことを期待している。

本報告書は「道路構造令の運用と解説」の改訂にあたり、その参考資料として作成したものであるが、これらの資料が役立てば幸いである。

### 参考文献

- 1) 日本道路協会；「道路構造令の解説と運用」昭和45年11月
- 2) Neumann, Der neuzeitliche Straßenbau, Springer Verlag 1959
- 3) Schächterle, in Straßenbau-Taschenbuch, (Lämmlein) 1964
- 4) Schlums, in Taschenbuch für Bauingenieure (Schleicher), Springer 2. Aufl. 1955
- 5) Heeb/Gerstlauer, Straßenbau Stuttgart 1963
- 6) (社)自動車技術会；登坂速度調査委員会「トラック登坂性能に関する研究報告」昭和36年3月