

## 2.測定方法

衝撃加速度法による  
改良型 簡易支持力測定器 (キャスポル)  
取扱説明書

### 1-1 仕様

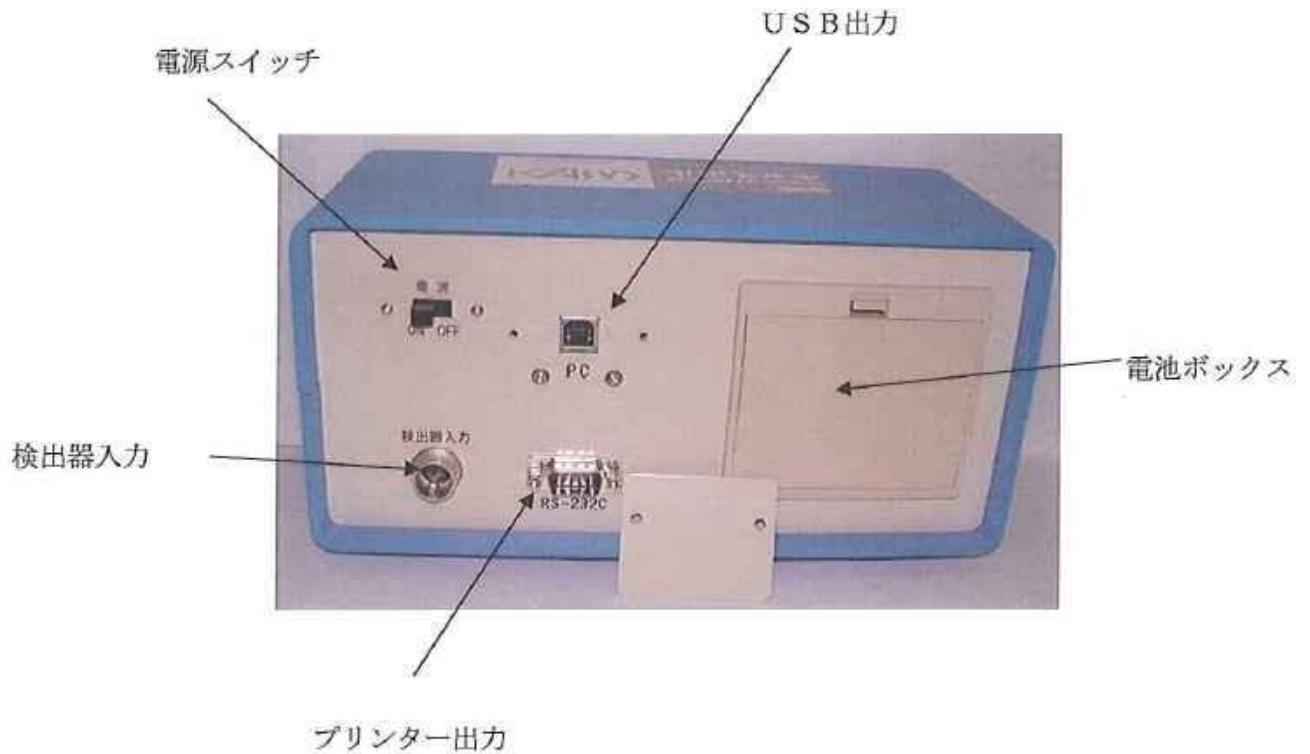
#### 1. 仕様 及び 表示部機能

- (1) 本体部
- |          |              |
|----------|--------------|
| ランマー質量   | 4.5 kg       |
| ランマー形状   | 直径φ50mm      |
| ランマー落下高度 | 450mm        |
| ランマー固定方法 | 一点支持バネ式開放構造  |
| 開錠レバー    | 測定開始スイッチと連動式 |
| 三脚       | 開閉自在伸縮式脚部    |
- (2) 表示部
- |       |  |
|-------|--|
| LCD表示 | 20文字×4行キャラクタ表示器<br>数字・カタカナ・ローマ字表示<br>現在時間・測定日時<br>Ia値・モードで設定した値等の測定値・測定回数<br>平均値・最大値・最小値をスクロール表示 |
|-------|--|
- (3) 操作部
- |           |  |
|-----------|--|
| 20Keyスイッチ | 0～9までの数字<br>スクロール用 矢印(↑↓)キー<br>モードキー・保存キー・印字キー・初期化キー<br>履歴キー・リターンキー・クリアーキー |
|-----------|--|
- (4) 各試験項目
- |         |   |
|---------|---|
| CBR     | $I_a \times 1.615 - 4.95$ (%)                   |
| QC      | $I_a \times 1,234 - 354.1$ (kN/m <sup>2</sup> ) |
| φ (ファイ) | $I_a \times 0.974 + 15.18$ (°)                  |
| C       | $I_a \times 7.073 + 0.79$ (kN/m <sup>2</sup> )  |
| K30     | $I_a \times 7.073 + 0.79$ (kN/m <sup>2</sup> )  |
- (5) 出力部
- |       |   |
|-------|---|
| プリンター | シリアル・サーマル プリンター<br>年月日・ゲンバメイ・測定値<br>各試験結果・統計計算値を印刷  |
| USB   | パソコンとの通信 (ハイパーターミナル経由)<br>年月日・ゲンバメイ・測定値<br>各試験結果・統計計算値を表示<br>通信条件<br>ボーレート : 9600 ビット/秒<br>データ ビット : 8<br>ストップ ビット: 1 |
- (6) 電源部
- |      |                      |
|------|----------------------|
| 単三電池 | ニッケル水素電池 4本<br>急速充電器 |
|------|----------------------|



## 2.測定方法

### キャスポル表示部 背面



- 電源スイッチ： 電源スイッチです、左にレバーを動かすと電源が ON になり右に動かすと OFF になります。
- USB 出力： PC との接続に使います
- 電池ボックス： 測定器駆動用にニッケル・水素電池が 4 本を収納します。
- 検出器入力： キャスポル本体からのセンサー信号の入力用コネクタです
- プリンター出力 表示部とプリンターを RS-232C クロスケーブルで接続します。

## 2.測定方法

### キャスポル本体部

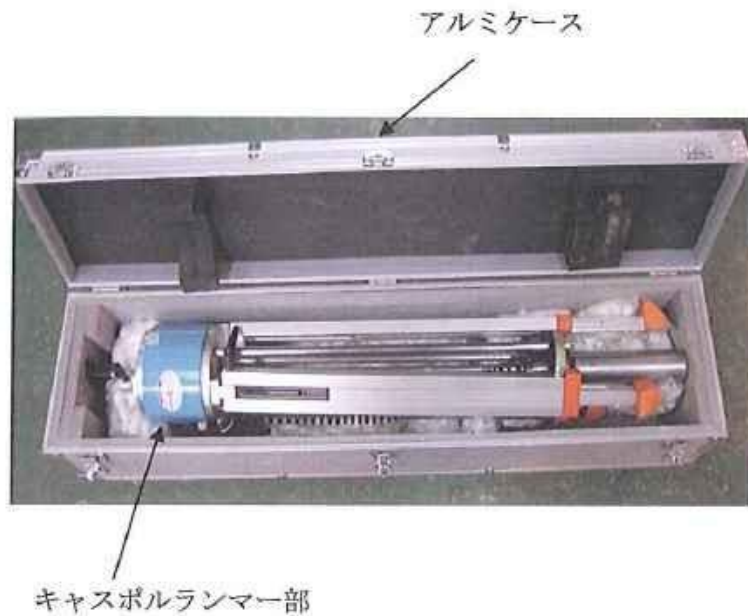


- 引上げ取手：ランマーを引き上げる時に使用します。
- ランマー落下レバー：引き上げたランマーを落下させる時に使用します。
- 検出器出力部：キャスポル本体からのセンサー信号を出力します。
- 角度固定レバー：三脚の傾き角度を固定するのに使用します。
- ランマー固定ブロック：ランマーを引き上げた時に 45cm の高さで固定するのに使用します。
- 三脚伸縮部調整ネジ：三脚を伸縮する時に固定するのに使用します。
- ランマー固定ピン：移動時にランマーを固定するのに使用します。
- ランマー：測定時に地面に落下させます。

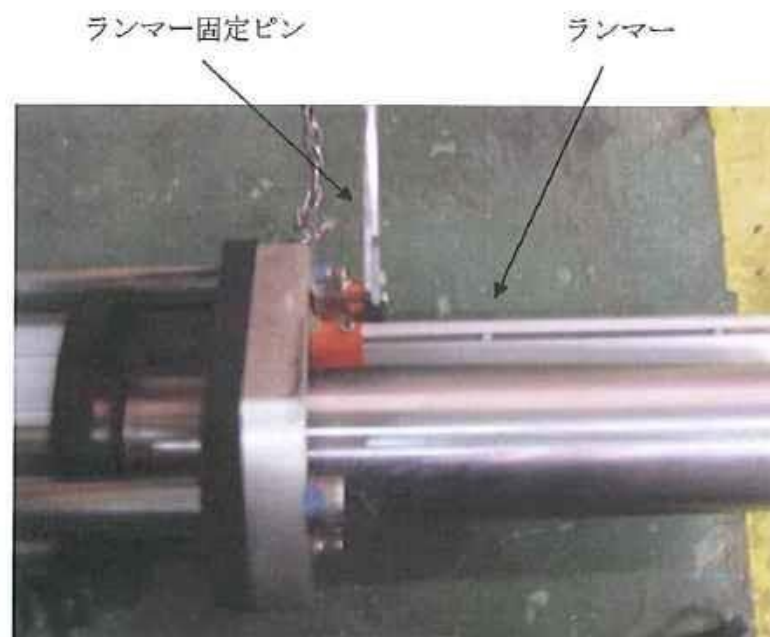
## 2.測定方法

### 2-1 測定の手順

1. 本体をアルミケースから取出します。



2. 測定ポイントに移動します。  
※ 測定ポイントは平坦な場所を選びます。そのような場所が見当たらない場合は、地盤面乱さぬようにスコップ等で整形するか、試験用砂（標準砂等）を薄く散布し平坦に仕上げます
3. ランマー固定ピンを外します。

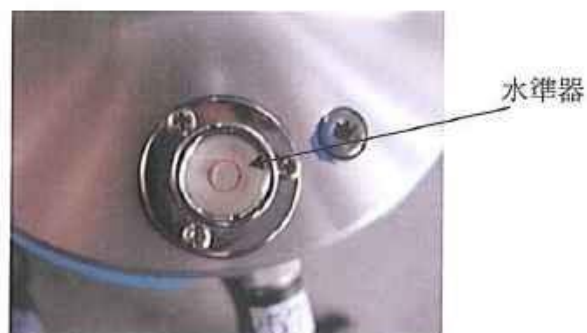


## 2.測定方法

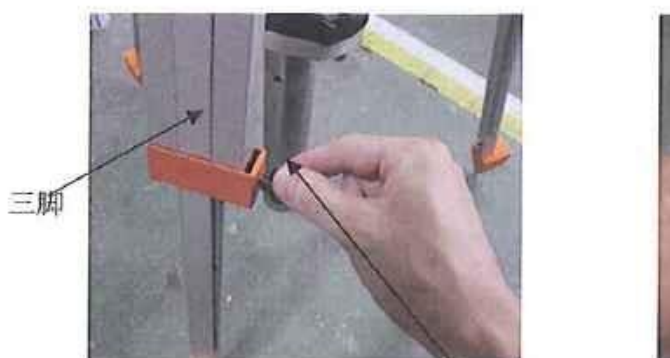
4. 測定ポイントの真上に本体を移動させ、ランマーシャフトの赤い線とブロック上面が一致する位置まで三脚を伸縮させつつ、水準器でレベルを出します。最後にクランプを締めて三脚を固定します。



ランマーの高さ調整



レベルの調整



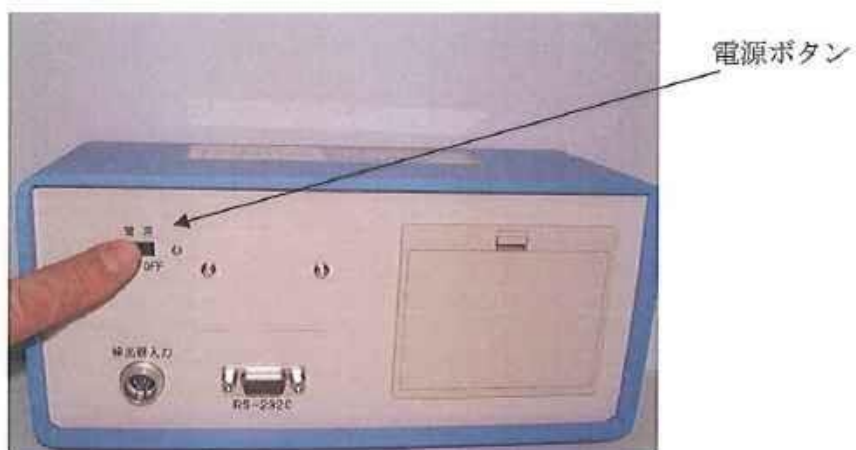
三脚の調整

三脚伸縮部調整ネジ



三脚の固定

5. 次にキャスボル計測部背面の電源スイッチを左に押し、電源を ON にします。



## 2.測定方法

6. 次の画面が表示されます。



- 日付 : 測定時の日付が表示されます。
- 測定ポイント数: 5回測定値を記録するたびに1つ数値が増加します。
- 測定回数: 1つの測定ポイントにつき1~5回まで記録できます。  
(5回測定値を記録すると測定ポイント数が1つ増えます)
- Ia 値: ランマーを地面に落下させた時に計測されるインパクト値です。
- 計測モード: 現在の測定モードを表示しています。モードキーを押すたび測定モードが変化します。
- 電池 減: 電池が低下すると点滅します。

7. 検出器保護カバーを取り外します。

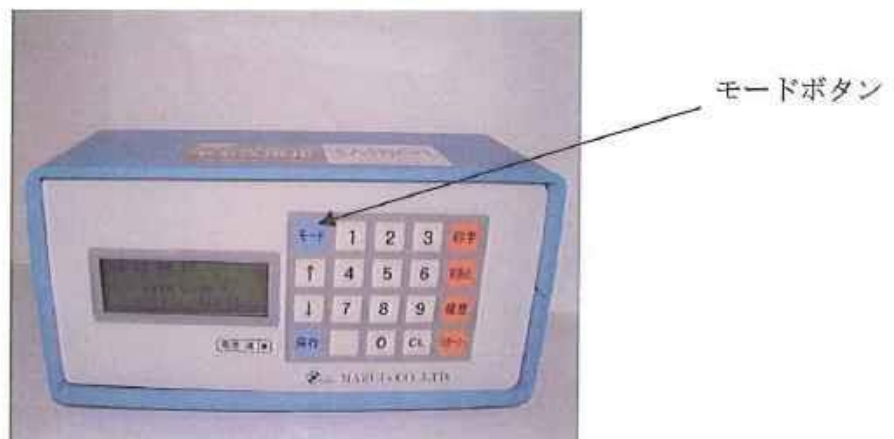


## 2.測定方法

7. 検出器出力部と検出器入力部を接続ケーブルで接続します。



9. モードボタンを押し希望の測定モードを選択します。



10. ランマー引上げ取手を用いて、ランマーをカチッと音がするまで引き上げます。  
※この時に勢い良く引き上げますとランマー固定ブロックが破損する恐れがあります。





## 2.測定方法

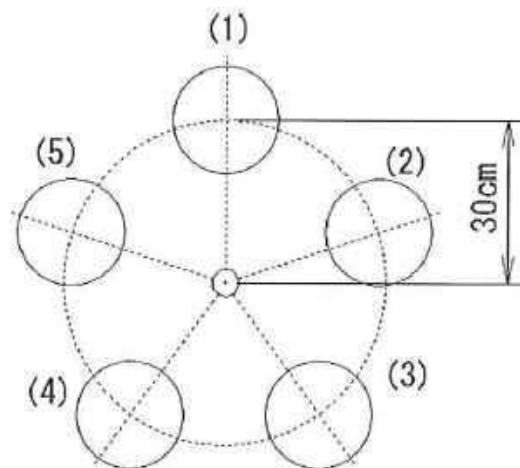
11. ランマー落下レバーを左に廻しランマーを落下させます。



12. 計測部に Ia 値と選択した測定モードが表示されますので、リターンキーを押してデータを保存します。



13. 1つの測定ポイントにつき下図のように5回測定します。  
※1つの測定ポイントにつき5回測定しない状態で電源をOffにするとデータが保存されませんので、5回未満の測定データ保存する場合は保存キーを押して下さい。



# 印字

## 3-1 印字の手順

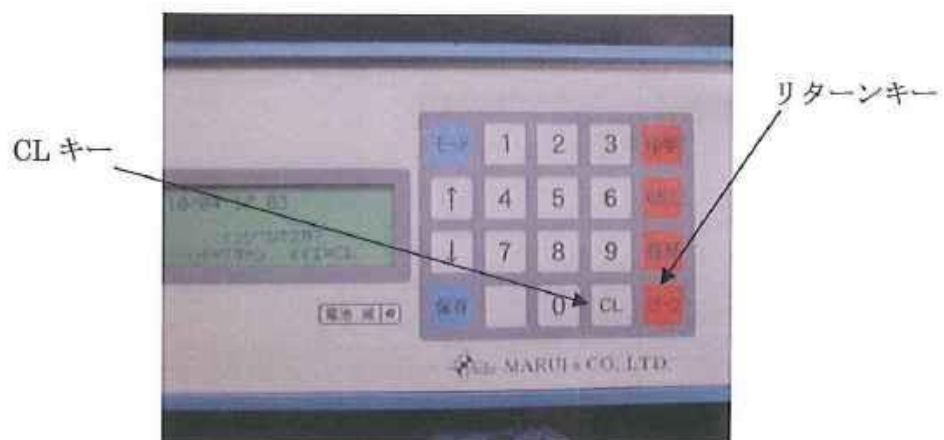
1. 計測部とプリンターを接続ケーブルで接続します。



2. プリンターの電源を On にし、計測部の印字ボタンをおします。



3. 次の画面が表示されますので印字する場合はリターンキーを押し、印字しない場合は CL キーを押します。



## 印字

4. 次のように測定データが印字されます。

印字した時の日付 → 2010/10/04 17:04:10

最初の 5 点を記録した日付が印字されます。 → サケ化 10/04 16:59

1つの測定ポイントの 1~5 までのデータ → P.=001-5

1~5 点までの Ia の測定値 →

No	Ia	CBR
1	19.9	27.1
2	19.2	26.0
3	19.2	26.0
4	19.0	25.7
5	19.3	26.2

1~5 点までの CBR の測定値 →

AVE 5 点測定データの平均値  
MAX 5 点測定データの最大値  
MIN 5 点測定データの最小値 →

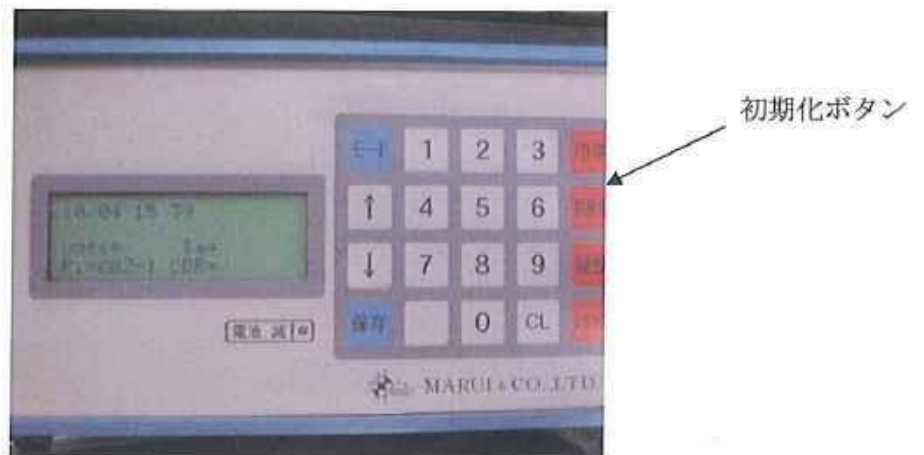
AVE	19.3	26.2
MAX	19.9	27.1
MIN	19.0	25.7

※ 最初の測定ポイントを測定した際の日付が印字されますので、測定ポイントごとに日付を変更したい場合は、印字後データを削除してから測定を行ってください。

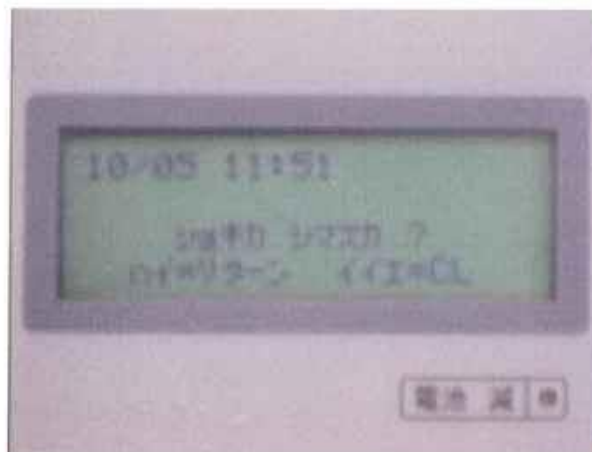
## 4.データの消去

### 4-1 データの削除

1. 表示部の初期化ボタンを押します



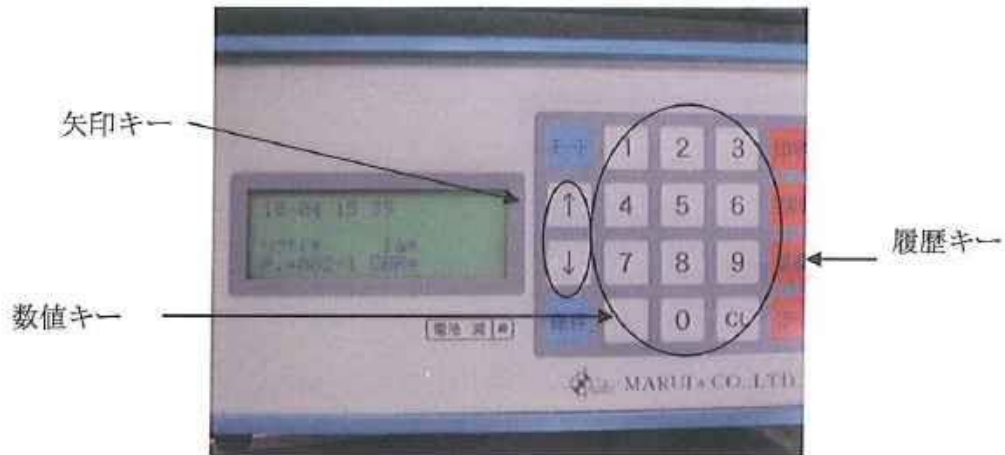
3. 次のように表示されますのでデータを削除する場合はリターンキーを押し、削除しない場合は CL キーを押してください。



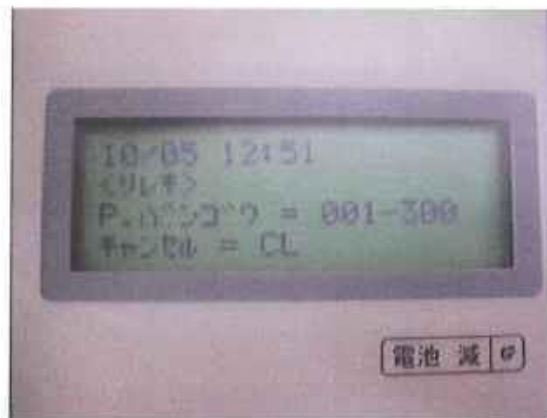
## 5.測定履歴の閲覧

### 5-1 測定履歴の閲覧

1. 表示部の履歴キーを押します。



2. 次の画面が表示されますので、測定ポイント番号を入力します。  
測定ポイントが1番の場合は001、10番の場合は010、100番の場合は100というように入力してください。



3. ↑↓矢印キーを押すごとに測定結果、平均値、最大値、最小値が表示されます。  
履歴の表示を終える時はCLキーを押してください。



※ 履歴は測定結果を閲覧するためだけの機能で、履歴画面から任意ポイントを選択して印字することはできませんのご注意下さい。

MIS-244-0-02型

## キャスポル 改良型

お使いになる前に、この取扱説明書をよくお読みください。  
お読みになった後は、必ず保管してください

## 安全上のご注意

ご使用の際は、付属の取扱説明書及び安全上のご注意を十分に熟読戴きます様をお願い申し上げます。

### 注意

#### ACアダプター

- ACアダプターをコンセントへ抜き差しする時は絶対に濡れた手で触らない下さい。重大な感電事故をおこす恐れがあります。
- ACアダプターはコンセントにしっかり差し込んで下さい。抜けかかったりしていると、アダプターの導電刃に触れ感電する恐れがあります。
- 水につけたり雨の中では使用しないで下さい。
- ケーブルは充電器本体に巻き付けないで下さい。ケーブル根元が破損し、火災・感電の恐れがあります。
- ご使用にならない時は、必ずコンセントから抜いて下さい。

#### 乾電池

- キャスポルに使用する乾電池は付属のニッケル水素乾電池の使用して下さい。
- 充電の際は必ず使用した乾電池4本を充電器にセットして下さい。他の乾電池と混ざると正常に充電がされない事があります。
- 充電器にセットする際には、確実にセットされている事を確認下さい。(乾電池を回転させる等を行い、確実に接点に接触する様にします。)

#### 表示器

- 雨の中では使用しないで下さい。防水・防滴構造ではありません。
- 必ず付属のACアダプターで充電をして下さい。
- ACアダプターは交流100V、50/60Hz用ですので、100V以外のコンセントには差し込まないで下さい。

#### 本体部(三脚)

- 空打ちは絶対しない様をお願いします。
- 軟弱な地盤(Ia値が5以下の地盤)で測定するとランマーエスカッション等の破損する事がありますので、事前に地盤の確認が必要です。
- Ia値が50以上の地盤で測定するとランマー軸が曲がったり、ランマーエスカッション等の破損する事がありますので、事前に地盤の確認が必要です。
- 移動の時は、必ずランマー固定ピンで固定し、バンドにて三脚を固定してから移動して下さい。指をはさまれるおそれがあります。
- 三脚の脚の収縮ネジは必要以上に締めないで下さい。ネジ部が破損し転倒する場合があります。
- 三脚を格納する時は必ずランマー固定ピンを差し込み先端を曲げて抜け落ちないようにしてから格納箱へ収納してください。その際はランマー側とランマー引き上げ側の方向を確認して収納します。
- 砂などが開錠レバー部に入り込みランマー固定が出来なくなったり、開錠レバーが動作不良になる事があります。収納箱に格納する際には砂など汚れを落としてから収納して下さい。
- 雨に濡れた場合、開錠レバー部のシャフトなどに錆などが発生する場合があります。
- 三脚を倒した時に開錠レバーに不具合を生じさす事があります。
- 三脚伸縮ネジを必要以上に締め付けた場合にネジが締まらなくなる事があります。

（ネジ山が潰れたり三脚の脚に穴が明き固定できなくなります。）

- 誤ってランマーケーブルを強く引っ張ったりするとケーブルが破断する事があります。
- 軟弱な地盤の時に、ケーブルが強く引っ張られる事でケーブルが破断する事があります。

#### プリンター

- 紙を交換する場合に風の強い野外で行わず、屋内で行って下さい。砂埃などが内部に侵入して動作不良の原因となります。
- 紙を直接引っ張らないで下さい。必ず紙送りキーを押してからデータを取り出して下さい。
- プリンターに衝撃を与えないように取り扱って下さい。（改良型）
- ロール紙交換等でメカ台座を跳ね上げる際にストッパー以上に上げないでください（改良型）

#### ニッケル水素乾電池の取扱注意（改良型）

- 布などで電池、および本体の端子部分を拭く、無水アルコールをつけた綿棒などで洗浄すれば確実。
- 他の容量の電池と混在しない。必ず同一の容量のもので、使用した4個の単位で充電を行う。
- 充電は完全に放電した状態になってから充電を行って下さい。完全に放電していないうちに重ねて充電すると、充電器では充電できたようにパイロットランプは消えるが、実際は100パーセント充電されてない事があります。



衝撃加速度法による

## 改良型 簡易支持力測定器 (キヤスポル)

### 取扱説明書

## 1. 仕様 及び 表示部機能

### 1-1. 仕様

#### (1) 本体部

ランマー質量	4.5kg
ランマー形状	直径Φ50mm
ランマー落下高度	450mm
ランマー固定方法	一点支持バネ式開放構造
開錠レバー	測定開始スイッチと連動式
三脚	開閉自在伸縮式脚部

#### (2) 表示部

LCD表示	20文字×4行キャラクタ表示器 数字・カタカナ・ローマ字表示 現在時間・測定日時 Ia値・モードで設定した値等の測定値・測定回数 平均値・最大値・最小値をスクロール表示
-------	--

#### (3) 操作部

20Key スイッチ	0~9までの数字 スクロール用 矢印(↑↓)キー モードキー・保存キー・印字キー・初期化キー 履歴キー・リターンキー・クリアーキー
------------	--

#### (4) 各試験項目

CBR	$I_a \times 1.615 - 4.95$	%
qc	$I_a \times 124.3 - 354.1$	KN/m <sup>2</sup>
Φ(ファイ)	$I_a \times 0.974 + 15.18$	°(度)
C	$I_a \times 7.073 + 0.79$	KN/m <sup>2</sup>
k30	$I_a \times 8.554 - 37.58$	KN/m <sup>2</sup>

#### (5) 出力部

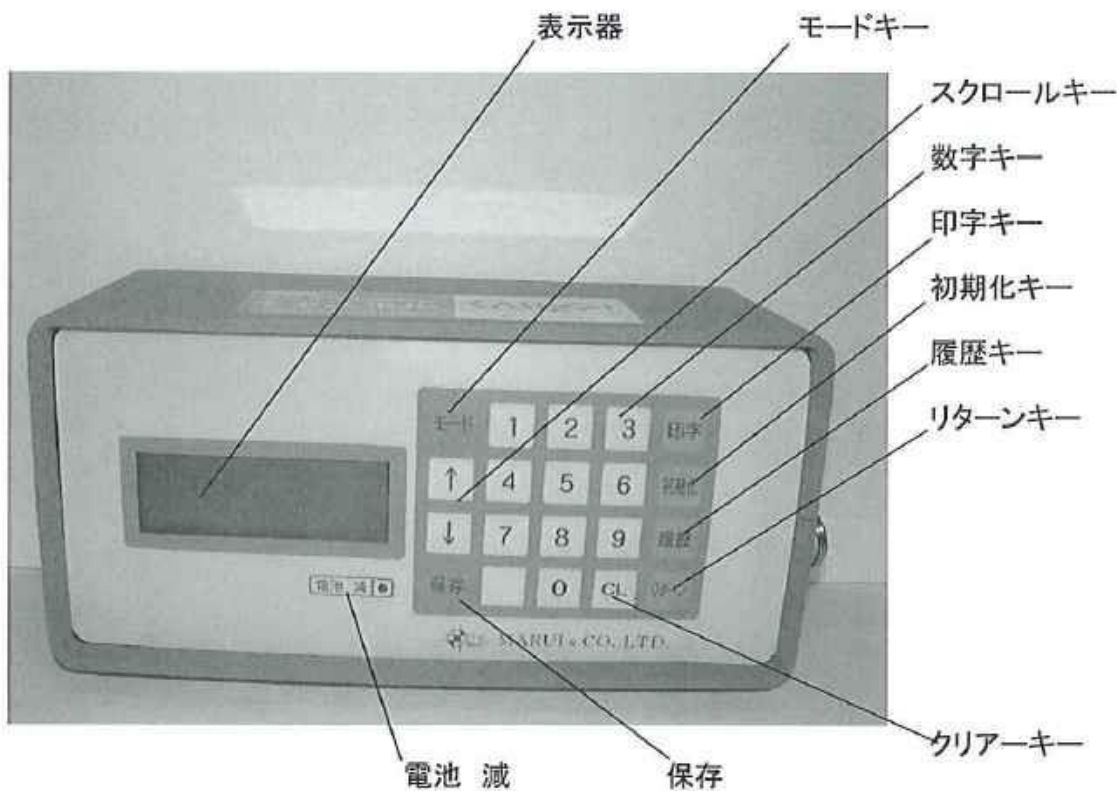
プリンター	シリアル・サーマル プリンター 年月日・ゲンバメイ・測定値 各試験結果・統計計算値
USB	パソコンとの通信 (ハイパーターミナル経由) 年月日・ゲンバメイ・測定値 各試験結果・統計計算値
通信条件	ボーレート: 9600 ビット/秒 データ ビット: 8 パリティ: なし ストップ ビット: 1 フロー制御: なし

#### (6) 電源部

単三電池	ニッケル水素電池 4本 急速充電器
------	----------------------

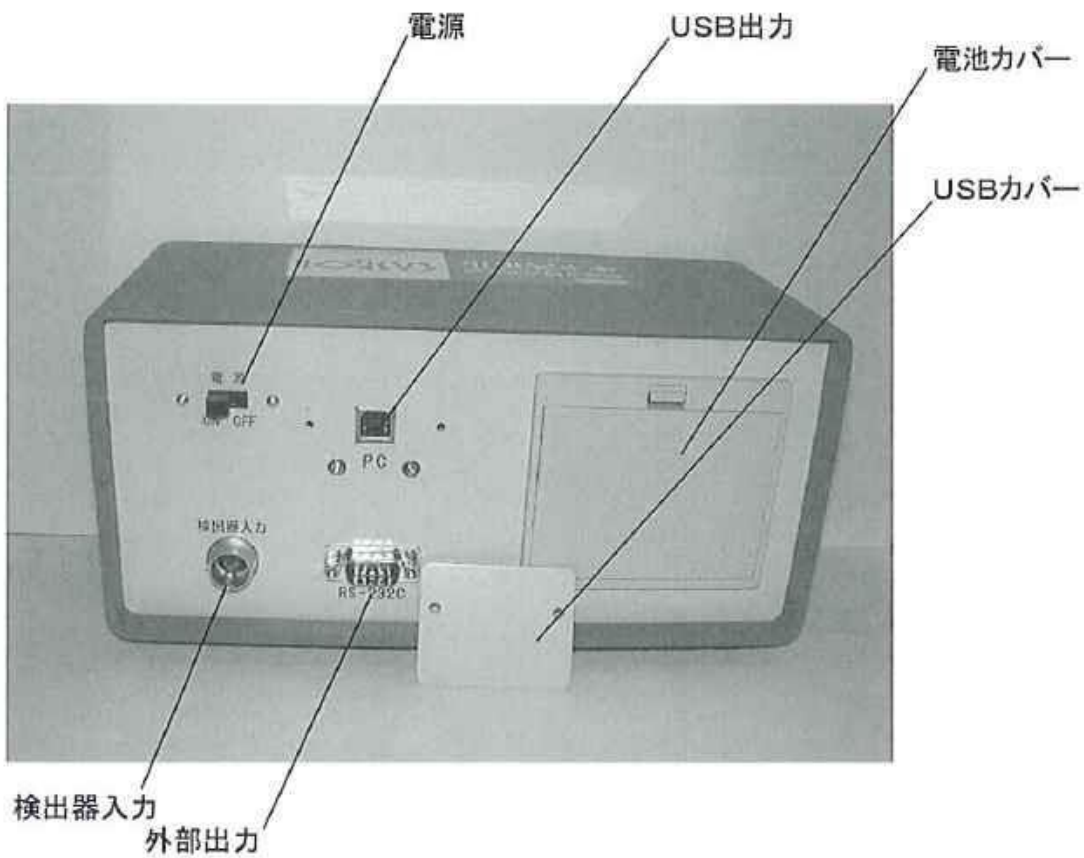
## 1-2. 各部名称

### 1-2-1. 前面パネル



- 表示器:** 現在の作業状況を表示します。  
日付・Ia値・CBR値・回数
- モードキー:** [モード]キーを押す毎にCBR値・qc値・Φ(ファイ)値・C値  
k30値の順に試験項目の演算値を表示します。
- スクロールキー:** [↑]キーを押す毎にサイショウチ・サイダイチ・ヘイキンチ  
測定回数・測定回数に対するIa値と試験項目の演算値  
の順にスクロールします。[↓]キーは逆に進みます。
- 数字キー:** 測定したデータ呼び出す時に使います。
- 印字キー:** 測定日時・Ia値・試験項目の演算値・測定回数  
平均値・最大値・最小値を印字します。
- 初期化キー:** 保存しているデータを消去できます。
- リターンキー:** 各種設定を確定するのに使います。
- クリアーキー:** 間違って入力した数字を取り消すのに使います。
- 保存:** 測定している測定データを保存する時に使います。
- 電池 減:** バッテリーが消耗するとランプが点灯します。

## 1-2-2. 裏面パネル



- |         |                               |
|---------|-------------------------------|
| 電源:     | 電源スイッチです。 ONIにすると電源が入ります。     |
| USB出力:  | パソコンとの通信が出来ます。(通常はカバーされています。) |
| 電池カバー:  | カバーを外すとニッケル・水素電池が4本入ります。      |
| USBカバー: | USB端子を保護する為のものです。             |
| 外部出力:   | シリアル・プリンターの通信に使います。           |
| 検出器入力:  | 本体からのセンサー信号の入力用コネクタです。        |

## 2-1. 測定手順

### 2-1-1. 測定準備



1. カウンターの裏面の電源スイッチをONにします。



2. 最初の測定ポイントの測定開始待ち受け画面になります。

表示内容  
[日付                                 ]

[ソクテイチ    Ia=                    ]  
[No=001-1   CBR=                   ]

測定日は初期化された後に自動的に記憶されます。

2-1-2. 試験項目の演算式を選択



3. モードキーを押す度に演算式が変わります。

CBR  
 $q_c$   
 $\Phi$   
 $C$   
 $k_{30}$   
 が順番に表示されます。



$$qC = I_a \times 124.3 - 354.1$$



$$\Phi = I_a \times 0.974 + 15.18$$



$$C = I_a \times 7.073 + 0.79$$



$$k_{30} = I_a \times 8.554 - 37.58$$



$$CBR = I_a \times 1.615 - 4.95$$

### 2-1-3. 測定開始



4. 演算式が決定すればランマー本体の開放レバーを固定から解除の方に捻る事によりランマーが自由落下して測定をします。

この時、測定開始スイッチも同時にONとなります。



5. ランマー本体からの測定開始信号を受けると測定状態となりランマーが受けた衝撃加速度を測定します。

表示内容  
[日付 <ソクテイ> ]

[ソクテイチ Ia=\*.\*. \*]  
[No= 1 CBR=\*.\*. \*]



6. 測定値がよければリターンキーを押します。

表示内容  
[日付 <リターン> ]

[ソクテイチ Ia=\*.\*. \*]  
[P.=001-1 CBR=\*.\*. \*]



7. リターンをキーを押すと<OK>が表示され消えます。

5回測定を行うと自動的にデータは保存されます。



8. 次の測定ポイントの測定開始待ち受け画面になります。

表示内容  
 [日付 ]

[ソクテイチ Ia= ]  
 [No=002-1 CBR= ]



9. 測定を中断してデータを保存する時は保存キーを押します。



10. 次の測定ポイントの測定開始待ち受け画面になります。

表示内容  
 [日付 ]

[ソクテイチ Ia= ]  
 [No=003-1 CBR= ]

## 2-3. 履歴の手順

### 2-3-1. データの呼び出し



11. 測定データを読み出しするには履歴キーを押します。



12. データ呼び出し開始待ち受け画面になります。

表示内容  
[日付 ]  
[<リレキ> ]  
[P. バンゴウ= 001-300]  
[キャンセル= CL ]



13. データを読み出してデータを確認することが出来ます。

表示内容  
[日付 <リレキ> ]  
[ソクテイチ Ia=\*\*\*. \*]  
[P. =001-1 CBR=\*\*\*. \*]



14. 履歴の確認が終わればCLキーを押します。





### 2-3. スクロールの手順



18. どちらかの矢印「キー」を押します。



[P. =001-1 CBR=\*. \*. \*]



[P. =001-2 CBR=\*. \*. \*]



[P. =001-3 CBR=\*. \*. \*]



[P. =001-4 CBR=\*. \*. \*]



[P. =001-5 CBR=\*. \*. \*]



[サイショウチ Ia=\*. \*. \*]



[サイダイチ Ia=\*. \*. \*]



[ハイキンチ Ia=\*. \*. \*]



[P. =001-1 CBR=\*. \*. \*]

## 2-4. 印字の手順

### 2-4-1. プリンターによる印字



19. 付属のシリアルケーブルで  
カウンターとプリンターのコネクタ  
を繋ぎます。



20. カウンターとプリンターの  
電源を入れます。

測定モードの時に  
印字が出来ます。



21. 印字キーを押します。



22. 印字選択モードになります。  
表示内容  
[ 日付 ]

[ インジシマスカ? ]  
[ ハイ=リターン イイエ=CL ]



23. 印字するならリターンキーを押します。

24. 印字しないのならCLキーを押します。



25. 印字開始



26. 印字終了

ここで初めて測定日が印字される。





## 機器の接続

① 本体(三脚)及び表示出力部をケースより取り出します。

② 測定ポイントに移動します。

※ 測定ポイントは平坦な箇所を選びます。  
そのような箇所が見当たらない場合は、地盤面を乱さぬ様にスコップなどで成形するか、試験用砂(標準砂等)を薄く散布し平坦に仕上げます。

③ 本体下部の固定バンドをはずします。

④ センサーケーブルを接続します。

⑤ ランマーの固定ピンを抜きます。

⑥ 測定ポイントの真上にランマーを持っていきます。  
※ランマーシャフトの取手より10数cm下の赤い刻線部と上部プレート面が一致するように三脚を伸縮させます。  
※ランマーが垂直に落下できるように水準器を見ながら三脚を開閉し調整します。

⑦表示部表面の電源スイッチをONにします

⑧Ia値と換算させる要素を選択

モードキーを押すことにより換算させる要素を切換えることができます。

⑨ランマーのセット

・ランマーを静かに垂直に引き上げます

「カチッ」と音がするまで引き上げるによりランマーをセットすることができます。

⑩測定

・スイッチレバーを固定から解除の方へ捻ることにより、ランマーが自由落下し測定することができます。



# 簡易支持力測定器 (キャスポル) 利用手引き

平成17年6月



近畿地方整備局 近畿技術事務所



## はじめに

構造物の基礎地盤の支持力の設計に際してはボーリング等で調査し、施工に際しては平板載荷試験等によって確認します。また、舗装は路床上の CBR によってその厚さ等を設計し、施工に際してはブルーフローリング等によって確認します。地盤の特性値を調査する上記の原位置試験は、相当規模の設備と反力を必要とし結果が判明するまでに長時間を要し、調査費も高額であるという難点を抱えています。

その為、小規模構造物の設計・施工に際しては、周辺地盤の支持力を代用したり、経験による支持力の推定がなされています。

近畿技術事務所では、地盤定数を把握する原位置試験等の問題点を解決して施工管理の合理化を図るため、試験器が軽量で持ち運びに便利で取り扱いやすく、反力を必要とせず、現場で即時に結果が判明する試験器の開発を目標として「衝撃加速度法」に着目し、平成 5 年度より 3 年間で簡易支持力測定器（以下、キャスポルと記す）を開発しました。

平成 8 年に販売が開始されて以来、9 年が経過し 400 台余りが現場で利用されています。その間のユーザーからの要望等を反映して、この度手引き書を再改訂することに致しました。主な改訂点は、地盤の許容支持力度の算定方式の変更及び Q & A の追加です。

キャスポルは、ランマー（重錘）を、所定の条件で地盤上に自由落下させた時の衝撃加速度が、高精度で測定できます。しかし、衝撃加速度と地盤定数との相関関係は、礫質土から粘性土までひとつの相関式で表すことには無理があります。特に同じ衝撃加速度でも、土質間で密度が違っていたり、細粒分含有率や礫分含有率が多くなると、測定値にばらつきが生じたりします。よって、現場で有効に活用してもらうには、現場材料の物理的性質を十分把握していただくことが必須条件です。本手引き及び使用マニュアルを参考にしていただき、現場技術者の創意工夫で、より有効な測定器として活用していただくことをお願いします。

キャスポルは文字通り簡易な測定器であり、内蔵されている衝撃加速度と地盤定数との相関関係を利用して、CBR、粘着力 (c)、内部摩擦角 ( $\phi$ )、コーン指数 (qc)、道路の平板載荷試験から得られる地盤反力係数 ( $K_{30}$ ) 等の測定が可能なすぐれものです。土工事の現場に常備していただいて、きめ細かい施工管理あるいは地盤調査の省力化ひいては建設費の縮減に役立てていただきたい。

平成 17 年 6 月 国土交通省近畿地方整備局

近畿技術事務所長 山本剛

## 目 次

1. 簡易支持力測定器の原理および構造	…	1
2. 衝撃加速度と地盤の強度特性値との関係	…	3
2.1 衝撃加速度 (Ia) と粘着力 (c) との関係	…	3
2.2 衝撃加速度 (Ia) とせん断抵抗角 ( $\phi$ ) との関係	…	3
2.3 衝撃加速度 (Ia) と CBR 値との関係	…	4
2.4 衝撃加速度 (Ia) と地盤反力係数 ( $K_{30}$ ) との関係	…	5
2.5 衝撃加速度 (Ia) とコーン指数 ( $q_c$ ) との関係	…	5
3. キャスポルを用いた施工管理	…	7
3.1 許容支持力度の算定方法	…	7
3.2 施工管理例	…	9
4. キャスポルの使用マニュアル	…	17
5. キャスポルの検定	…	17
6. Q&A	…	18

## 1. 簡易支持力測定器の原理および構造

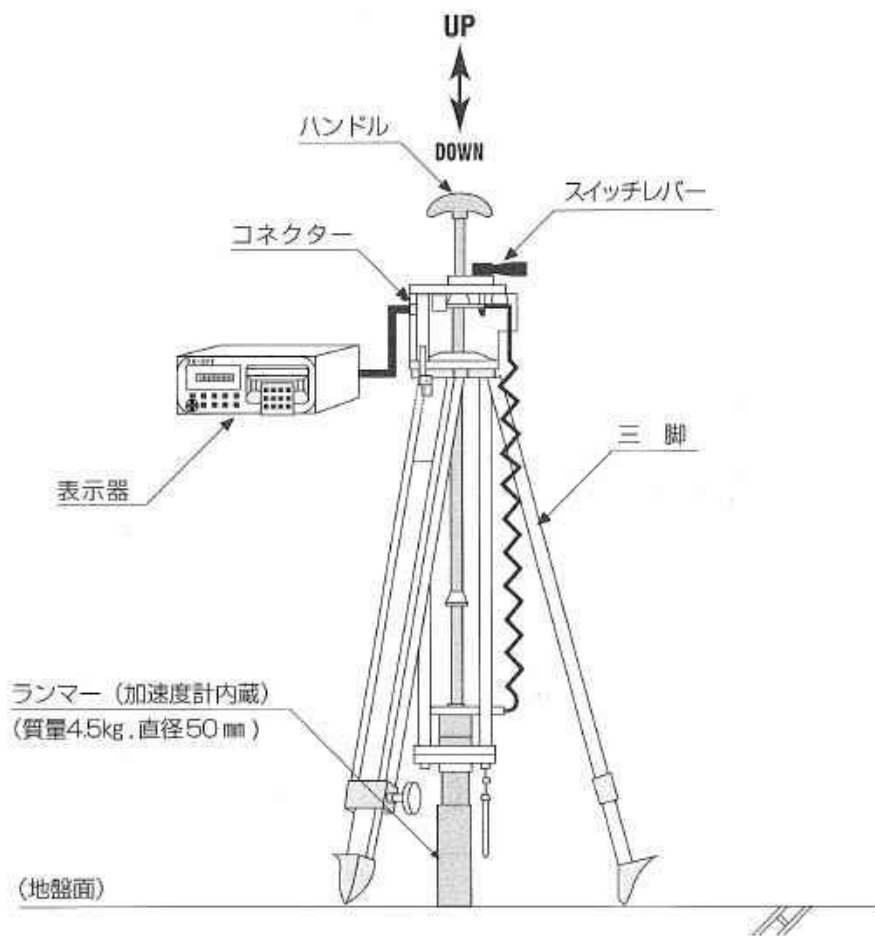
簡易支持力測定器（以下、キャスポルという）は、ランマー（重錘）を一定の高さから地盤に自由落下させたときに生ずる衝撃加速度の最大値とCBR値、 $K_{30}$ 値、 $q_c$ 値などと関連させる衝撃加速度法を基本原理としている。

キャスポルの構想図を図一1に示す。キャスポルは本体部と表示部とから構成されており、直径50mm、質量4.5kgのランマーを高さ45cmから自由落下させ、ランマー内蔵の加速度計で衝撃加速度を測定し、その値と関係式から求めたCBR値等を表示器のディスプレイ上に表示する。

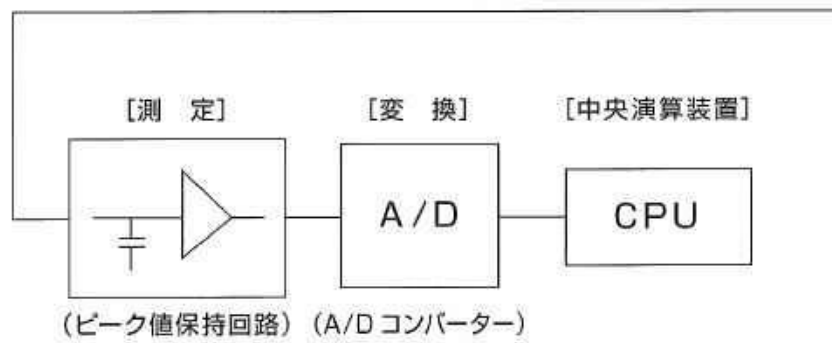
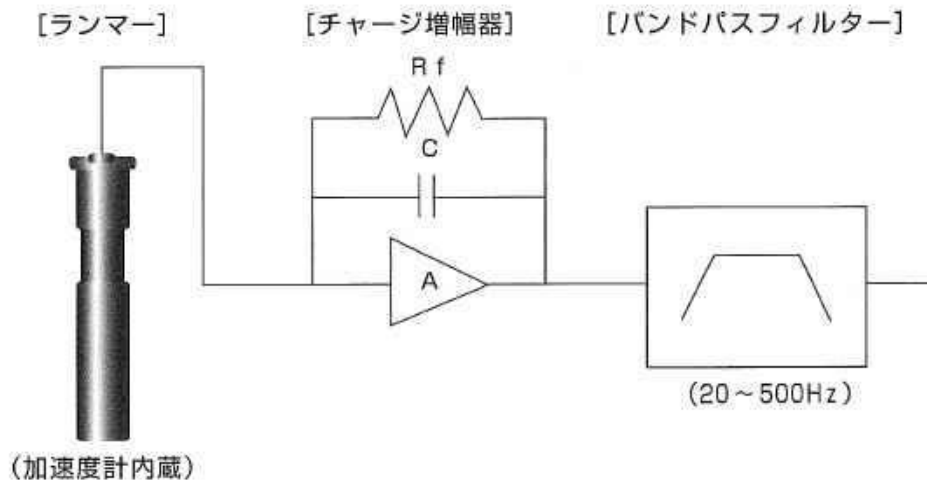
図一2に、加速度計から表示器内のCPU（中央演算装置）までの回路図を示す。加速度計で測定された衝撃加速度から最大値を検出してCPUに記録し、その値を以下に示すインパクト値（Ia）に換算してディスプレイ上に表示する仕組みになっている。

図一3に、ランマーが砂質土地盤、粘性土地盤に自由落下したときに加速度計が捉えた出力波形の一例を示す。双方の波形とも、ランマーが地盤に当たると同時に立ち上がり、少し遅れて最大値、最小値が現れて減衰する形状である。

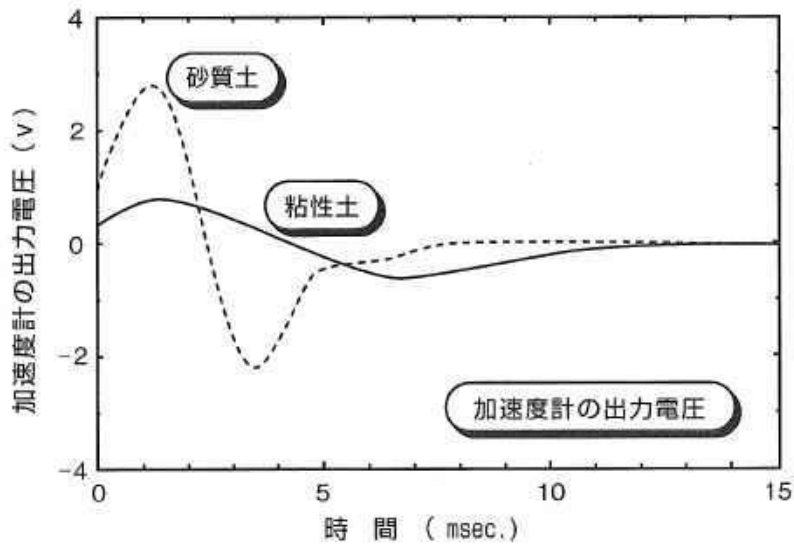
$$\text{インパクト値 (Ia)} = \frac{\text{加速度 (gal)}}{2.78 \times 980 \text{ (gal)}}$$



図一1 キャスポルの構造



図一2 加速度計からCPUまでの回路図



図一3 加速度計の出力波形

## 2. 衝撃加速度と地盤の強度特性値との関係

### 2.1 衝撃加速度(Ia)と粘着力(c)との関係

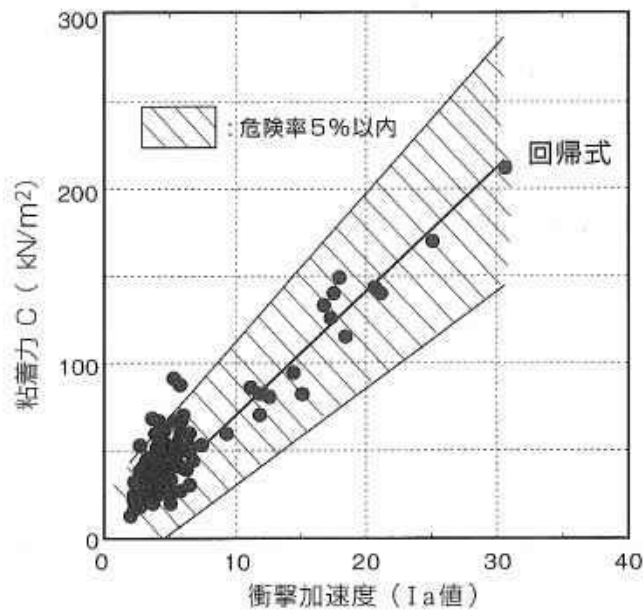
室内において粘性土の試験体を作製し、それらについて衝撃加速度測定と三軸UU試験を行って衝撃加速度と粘着力との関係を求めた。

図一4に、衝撃加速度と粘着力との関係図を示す。図中に示した直線は一次回帰式であり、その相関係数は $r = 0.95$ で双方の測定値の間に高い相関関係が見られた。

次に、その一次回帰式((1)式)を示す。

$$c = 0.785 + 7.073 I_a \quad \dots (1)$$

ここに、 $c$ :粘着力 ( $\text{kN/m}^2$ )、 $I_a$ :インパクト値



図一4 衝撃加速度と粘着力との関係図

### 2.2 衝撃加速度(Ia)とせん断抵抗角( $\phi$ )との関係

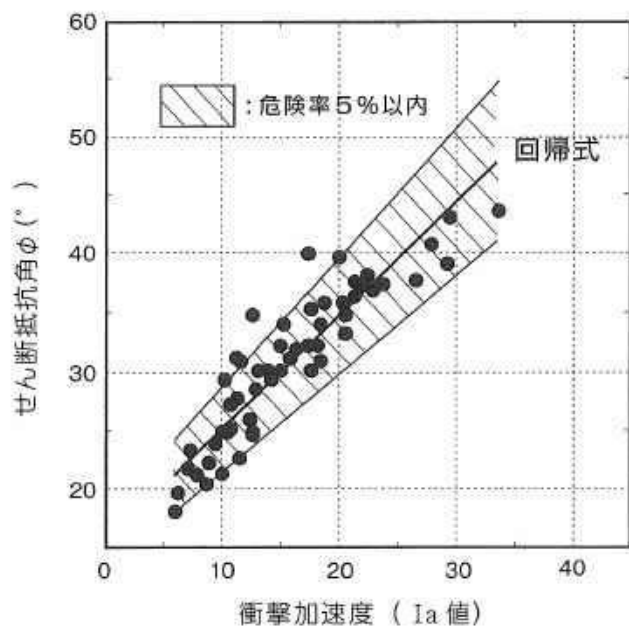
室内において砂質土から礫質土の試験体を作製し、それらについて衝撃加速度測定と三軸UU試験を行って衝撃加速度とせん断抵抗角との関係を求めた。

図一5に、衝撃加速度とせん断抵抗角との関係図を示す。図中に示した一次回帰式の相関係数は $r = 0.88$ であり、双方の測定値の間に高い相関関係が見られる。

次に、その一次回帰式((2)式)を示す。

$$\phi = 15.18 + 0.974 I_a \quad \dots (2)$$

ここに、 $\phi$ :せん断抵抗角 ( $^\circ$ )、 $I_a$ :インパクト値



図一5 衝撃加速度とせん断抵抗角との関係図

### 2.3 衝撃加速度 (Ia) とCBR 値との関係

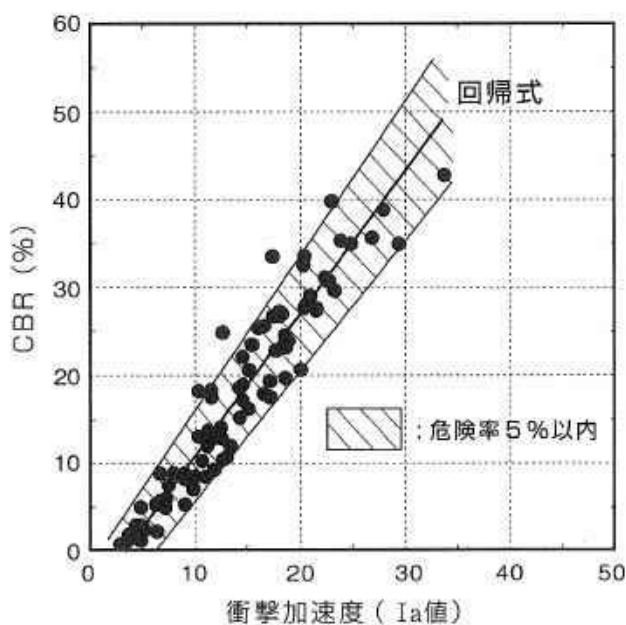
室内において粘性土から礫質土の試験体を作製し、それらについて衝撃加速度測定とCBR試験を行って衝撃加速度とCBR値との関係を求めた。

図一6に、衝撃加速度とCBR値との関係図を示す。図中の一次回帰式の相関係数は $r = 0.92$ であり、双方の測定値の間に高い相関関係が見られる。

次に、その一次回帰式((3)式)を示す。

$$\text{CBR} = -4.945 + 1.615 \text{ Ia} \quad \dots (3)$$

ここに、CBR：CBR値(%)、Ia：インパクト値



図一6 衝撃加速度とCBR値との関係図



## 2.4 衝撃加速度 (Ia) と地盤反力係数 (K<sub>30</sub>) との関係

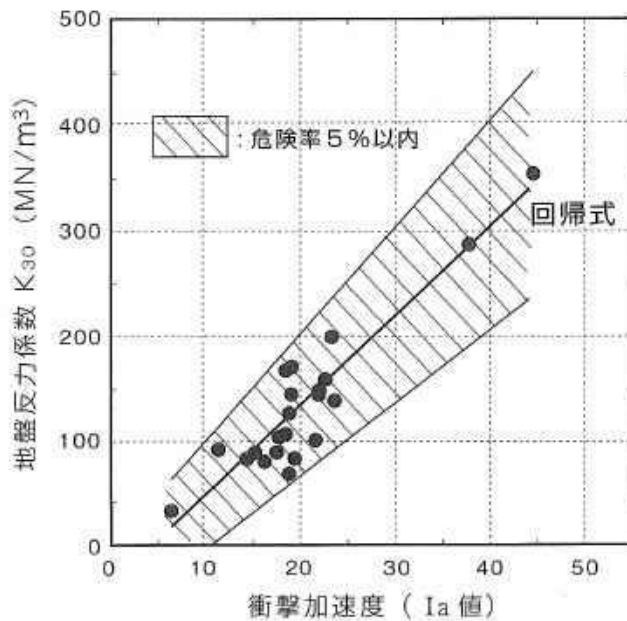
道路路床工事現場において衝撃加速度測定と平板載荷試験を行い、衝撃加速度とK<sub>30</sub>値との関係を求めた。

図一七に、衝撃加速度とK<sub>30</sub>との関係図を示す。図中の回帰式の相関係数は $r = 0.92$ であり、双方の測定値の間に高い相関関係が見られる。

次に、その回帰式 ((4) 式) を示す。

$$K_{30} = - 37.58 + 8.554 I_a \quad \dots (4)$$

ここに、K<sub>30</sub> : 地盤反力係数 (MN/m<sup>3</sup>)、I<sub>a</sub> : インパクト値



図一七 衝撃加速度と地盤反力係数との関係図

## 2.5 衝撃加速度 (Ia) とコーン指数 (qc) との関係

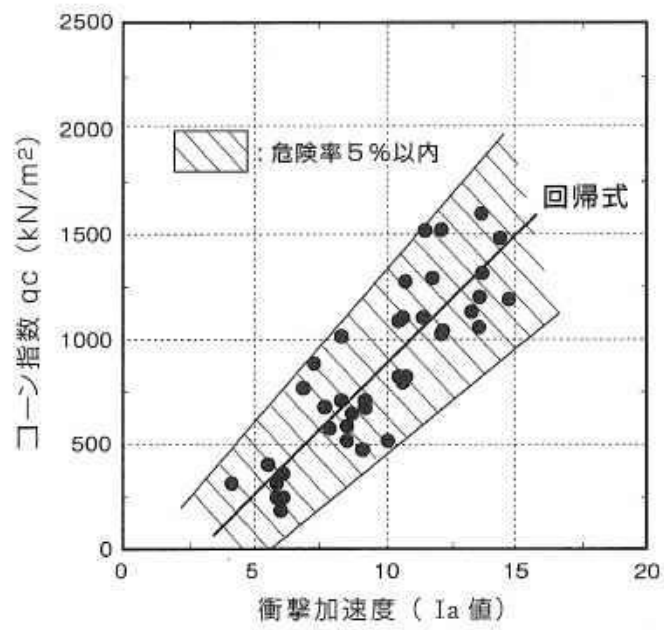
国土交通省淀川河川事務所が行った高規格堤防盛土材料についての室内コーン貫入試験と衝撃加速度測定の結果から、衝撃加速度とコーン指数との関係を求めたものである。

図一八に、衝撃加速度とコーン指数との関係図を示す。図中の回帰式の相関係数は $r = 0.87$ であり、双方の測定値の間に高い相関関係が見られる。

次に、その回帰式 ((5) 式) を示す。

$$qc = - 354.1 + 124.3 I_a \quad \dots (5)$$

ここに、qc : コーン指数 (kN/m<sup>2</sup>)、I<sub>a</sub> : インパクト値



図一8 衝撃加速度とコーン指数との関係図

### 3. キャスポルを用いた施工管理

キャスポルで精度よく測定できる土質範囲は、最大粒径が37.5 mm以下、10mm以上の礫を30%以上含まない土質材料である。また、キャスポルによる施工管理の適用範囲は、(1)地盤支持力度が294.3 (kN/m<sup>2</sup>)以下の構造物(高さ5m以下の各種擁壁、ボックスカルバート等)工事における支持力度算定、(2)クレーン機械等のアウトリガー設置地盤の支持力度算定、(3)道路工事における路床のCBR値および地盤反力係数の算定である。

#### 3.1 許容支持力度の算出方法

キャスポルで測定した衝撃加速度から関係式を用いて求めたせん断抵抗角( $\phi$ )、粘着力( $c$ )から、地盤の許容支持力度を算出する方法を次に示す。

##### (1) 地盤の許容支持力度の算定公式

地盤の許容支持力度公式は国土交通省告示1113号、建築基礎構造設計指針に準ずる。

##### 支持力式と支持力係数

許容支持力度を算定するため建築基礎構造設計指針の極限支持力算出式に安全率(1/3)を乗じた式を以下に示す。

$$q_a = \frac{1}{3} (i_c \cdot a \cdot c \cdot N_c + i_\gamma \cdot \beta \cdot \gamma_1 \cdot B \cdot \eta \cdot N_\gamma + i_q \cdot \gamma_2 \cdot D_f \cdot N_q) \text{ (kN/m}^2\text{)} \dots (a)$$

$q_a$ : 単位面積あたりの許容支持力度 (kN/m<sup>2</sup>)

$N_c, N_\gamma, N_q$ : 支持力係数、せん断抵抗角( $\phi$ )の関数 [表—2・図—9参照]

$c$ : 支持地盤の粘着力 (kN/m<sup>2</sup>)

$\gamma_1$ : 支持地盤の単位体積重量 (kN/m<sup>3</sup>)

$\gamma_2$ : 根入れ部分の土の単位体積重量 (kN/m<sup>3</sup>)

( $\gamma_1, \gamma_2$ には、地下水位以下の場合には水中単位体積重量を用いる)

$a, \beta$ : 基礎の形状係数 [表—1参照]

$\eta$ : 基礎の寸法効果による補正係数

$$\eta = (B/B_0)^{-\frac{1}{3}} \text{ (ただし } B, B_0 \text{ の単位は } m, B_0=1m \text{)}$$

$B$ : 基礎底面の最小幅基礎幅 (m)

$D_f$ : 根入れ深さ (m)

$i_c, i_\gamma, i_q$ : 荷重の傾斜に対する補正係数

$\theta$ : 基礎に作用する荷重の鉛直方向に対する傾斜角

$$i_c = i_q = (1 - \theta/90)^2$$

$$i_\gamma = (1 - \theta/\phi)^2 \text{ (ただし } \theta > \phi \text{ の場合は } i_\gamma = 0 \text{)}$$

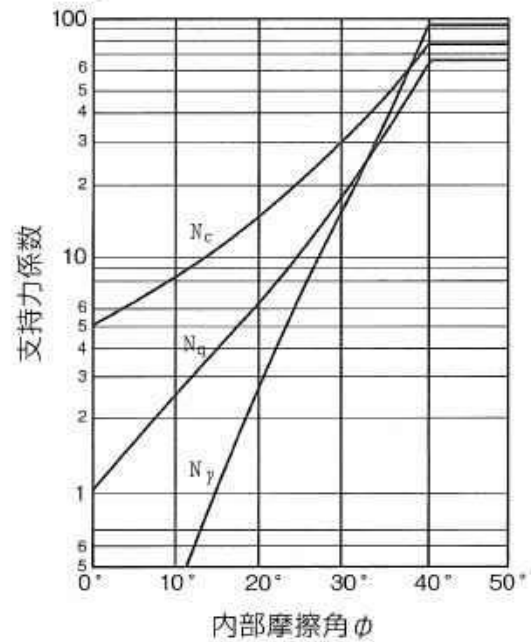
表—1 形状係数

基礎底面の形状	連続	正方形	長方形	円形
$\alpha$	1.0	1.2	$1.0 + 0.2 \frac{B}{L}$	1.2
$\beta$	0.5	0.3	$0.5 - 0.2 \frac{B}{L}$	0.3

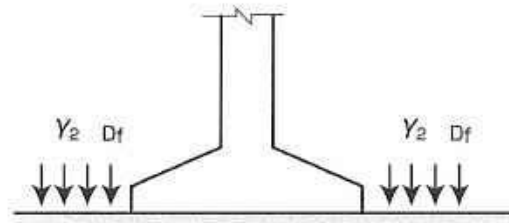
$B$ : 長方形の短辺長さ,  $L$ : 長方形の長辺長さ

表一 2 支持力係数

$\phi$	$N_c$	$N_q$	$N_\gamma$
0°	5.1	1.0	0.0
5°	6.5	1.6	0.1
10°	8.3	2.5	0.4
15°	11.0	3.9	1.1
20°	14.8	6.4	2.9
25°	20.7	10.7	6.8
28°	25.8	14.7	11.2
30°	30.1	18.4	15.7
32°	35.5	23.2	22.0
34°	42.2	29.4	31.1
36°	50.6	37.8	44.4
38°	61.4	48.9	64.1
40°以上	75.3	64.2	93.7



図一 9 支持力係数と内部摩擦角  $\phi$  の関係



$D_f$  : 土被り厚さ

図一 10 基礎模式図

## (2) 地盤の許容支持力度の算出方法

地盤の許容支持力度は、(1) で示した許容支持力度公式を用いて以下のように算出する。

### ① 砂質地盤の場合

キャスボルの測定値を用いて砂質地盤の支持力度の算定に当たっては、粘着力 ( $c$ ) を  $c = 0$  とし、図一 10 に示した地盤面から基礎底面までの土被りはないもの ( $D_f = 0$ ) として計算する。また、基礎底面に作用する荷重の傾斜・偏心もないものとする。

$$q_a = \frac{1}{3} \beta \cdot \gamma^1 \cdot B \cdot \eta \cdot N_\gamma \quad \dots (b)$$

### ② 粘性土地盤の場合

キャスボルの測定値を用いて粘性土地盤の支持力度の算定に当たっては、せん断抵抗角 ( $\phi$ ) を  $\phi = 0$  とし、砂質地盤の場合と同様、地盤面から基礎底面の土被りはないもの ( $D_f = 0$ ) として計算する。

また、基礎底面に作用する荷重の傾斜・偏心もないものとする。

$$q_a = \frac{1}{3} a \cdot c \cdot N_c \quad \dots (c)$$

### 3.2 施工管理例

キャスボルを用いた施工管理例を次に示す。

#### (1) 擁壁基礎地盤の許容支持力度算定例

図—1 1 に示すように、重力式擁壁（高さ $H = 4\text{ m}$ 、底盤幅 $B = 2\text{ m}$ ）を施工するにあたり、キャスボルでその基礎地盤支持力を確認するためにキャスボルによる測定を行い、許容支持力度を算定する。

因みに、この重力式擁壁の設計許容支持力は、 $141.1\text{ kN/m}^2$ である。

##### ① 砂質土地盤の場合

キャスボルで擁壁基礎地盤面の衝撃加速度（ $I_a$ ）を測定した結果、その測定値が $I_a = 19.3$ であった。 $I_a = 19.3$ を関係式に代入して計算すると、地盤のせん断抵抗角（ $\phi = 34^\circ$ ）が求まる。

許容支持力度を支持力公式（(b) 式）より算定する

$$q_a = \frac{1}{3} \beta \cdot \gamma^1 \cdot B \cdot \eta \cdot N_\gamma \quad \cdots (b)$$

形状係数 $\beta$ は連続という条件から、 $\beta = 0.5$ （表—1 から選択）であり、 $\phi = 34^\circ$ に当たる支持力係数 $N_\gamma$ は、表—2 から、 $N_\gamma = 31.1$ である。

これらの値と地盤の単位体積重量（ $\gamma^1 = 17.7\text{ kN/m}^3$ ）、擁壁底盤幅（ $B = 2.0\text{ m}$ ）を（b）式に代入して許容支持力度を求めると、 $q_a = 145.6\text{ kN/m}^2$ となる。

$$\begin{aligned} q_a &= \frac{1}{3} \beta \cdot \gamma^1 \cdot B \cdot \eta \cdot N_\gamma \\ &= \frac{1}{3} \times 0.5 \times 17.7 \times 2.0 \times 0.793 \times 31.1 \\ &= 145.6 > 141.1 \text{ (kN/m}^2\text{)} \quad \text{O.K.} \end{aligned}$$

従って、基礎地盤の支持力は十分な地耐力を有していることが確認された。

##### ② 粘性土地盤の場合

キャスボルで擁壁基礎地盤面の衝撃加速度（ $I_a$ ）を測定した結果、その測定値が $I_a = 12.5$ であった。 $I_a = 12.5$ を関係式に代入して計算すると、地盤の粘着力（ $c = 89.2\text{ kN/m}^2$ ）が求まる。

許容支持力度を支持力公式（(c) 式）より算定する。

$$q_a = \frac{1}{3} a \cdot c \cdot N_c \quad \cdots (c)$$

形状係数 $a$ は連続という条件から、 $a = 1.0$ （表—1 から）であり、粘性土地盤ではせん断抵抗角を $\phi = 0^\circ$ とするので、支持力係数 $N_c$ は、表—2 から、 $N_c = 5.1$ である。

これらの値を（c）式に代入して許容支持力を求めると、 $q_a = 151.6\text{ kN/m}^2$ となる。

$$\begin{aligned} q_a &= \frac{1}{3} a \cdot c \cdot N_c \\ &= \frac{1}{3} \times 1.0 \times 89.2 \times 5.1 \\ &= 151.6 > 141.1 \text{ (kN/m}^2\text{)} \quad \text{O.K.} \end{aligned}$$

従って、基礎地盤の支持力は十分な地耐力を有していることが確認された。

## (2) 擁壁基礎地盤の良質土置換例

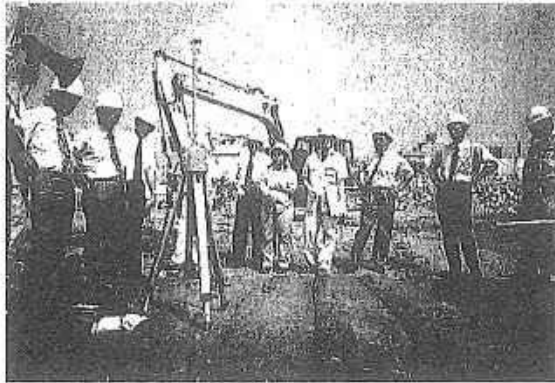
道路改良工事における道路拡幅に伴い設置する擁壁（高さ $H = 3\text{ m}$ 、底盤幅 $B = 1.8\text{ m}$ ）の基礎地盤支持力を、キャスボルを用いて検討した。因みに、この重力式擁壁の設計許容支持力は、 $103.7\text{ kN/m}^2$ である。キャスボルを用いて地盤の衝撃加速度を測定している状況を写真一1、写真一2に示す。

写真一1に示す施工地盤（No. 1測点）は砂質土地盤であり、写真一2の地盤（No. 2測点）は粘性土地盤であった。

キャスボルの測定値、その値から計算した地盤の許容支持力、スウェーデン式サウンディング試験の測定結果を表一3に示す。

これらの結果から、両方の施工箇所における地盤の地耐力が不足していることが判明し、両地点の基礎地盤を良質土に置換することに決定した。

同一地点で行ったスウェーデン式サウンディング試験からも、同様な結果が得られた。



写真一1 No.1測点



写真一2 No.2測点

図一11  
重力式擁壁の断面図

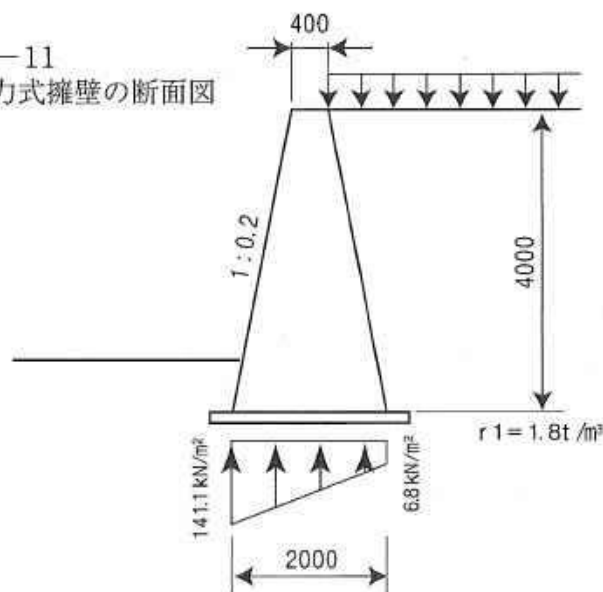


表-3 測定結果

調査地点	No.1	No.2
地盤種類	砂質地盤	粘性土地盤
衝撃加速度 (Ia)	Ia = 11	Ia = 2
Ia 値から求めた $\phi \cdot c$ *1	$\phi = 25.9 (^{\circ})$	$c = 14.9 \text{ (kN/m}^2\text{)}$
許容支持力度 (qa) *2	$q_a = 43.0 < 103.7 \text{ (kN/m}^2\text{)}$	$q_a = 25.3 < 103.7 \text{ (kN/m}^2\text{)}$
換算N値 *3	N = 6	N = 3
換算N値から求めた $\phi \cdot c$ *4	$\phi = 26.0 (^{\circ})$	$c = 18.8$
判定結果	支持力度不足、良質土に置換	支持力度不足、良質土に置換

\* 1 : Ia値を関係式に代入して求めた  $\phi \cdot c$

\* 2 : \* 1 で求めた  $\phi \cdot c$  を支持力度公式 (b) (c) に代入して計算した支持力度

\* 3 : スウェーデン式サウンディング試験の測定値

\* 4 : 換算N値を次式に代入して求めた  $\phi \cdot c$

$$\phi = \sqrt{20N} + 15 (^{\circ}) \text{ (大崎の式)}$$

$$q_u = N/8 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

### (3) ホイールクレーンのアウトリガー設置地盤の支持力度算定例

写真-3に示すホイールクレーンのアウトリガーの転倒災害を防止するために、設置地盤の支持力度算定を行う。1本のアウトリガーに掛かる最大荷重は $W=117.7 \text{ kN}$ であり、アウトリガーの設置位置に $1 \text{ m} \times 1 \text{ m}$ の剛性のある敷き鉄板を敷くものとする。

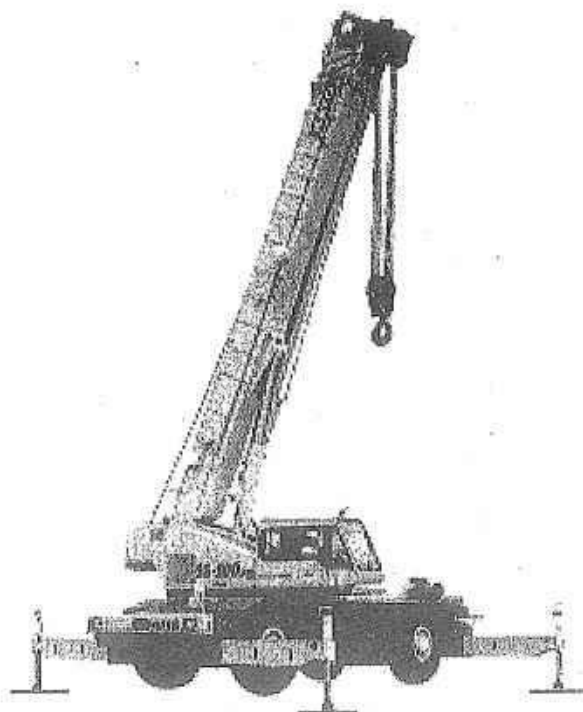


写真-3 ホイールクレーン

① 砂質土地盤の場合

キャスボルでアウトリガーの設置地盤の衝撃加速度 (Ia) を測定した結果、その測定値は Ia=20.3であった。

Ia=20.3を関係式に代入して計算すると、地盤のせん断抵抗角 (35°) が求まる。

設置地盤の許容支持力度を以下の支持力公式より算定する。

$$q_a = \frac{2}{3} \beta \cdot \gamma_1 \cdot B \cdot N_\gamma \quad (\text{国土交通省告示1113号短期支持力公式より}) \dots (d)$$

c=0、Df=0とした場合、形状係数βは正方形であるから、β=0.3 (表-1から) であり、φ=35°での支持力係数Nγは、Nγ=37.8である。

これらの値と地盤の単位体積重量 (γ1=17.7 kN/m³)、敷き鉄板の幅 (B=1.0 m) を (d) 式に代入して許容支持力度を計算すると、qa=133.8 kN/m²となる

$$\begin{aligned} q_a &= \frac{2}{3} \beta \cdot \gamma_1 \cdot B \cdot N_\gamma \\ &= \frac{2}{3} \times 0.3 \times 17.7 \times 1.0 \times 37.8 \\ &= 133.8 > 117.7 \text{ (kN/m}^2\text{)} \quad \text{O.K.} \end{aligned}$$

② 粘性土地盤の場合

キャスボルでアウトリガーの設置地盤の衝撃加速度 (Ia) を測定した結果、その測定値はIa=5であった。

Ia=5を関係式に代入して計算すると、地盤の粘着力 (c=36.2kN/m²) が求まる。

許容支持力度を以下の支持力公式より算定する。

$$q_a = \frac{2}{3} a \cdot c \cdot N_c \quad (\text{国土交通省告示1113号短期支持力公式より}) \dots (e)$$

φ=0、Df=0とした場合、形状係数aは正方形であるから、a=1.2 (表-1から) であり、粘性土地盤ではせん断抵抗角をφ=0°とするので、支持力係数Ncは、Nc=5.1である。

これらの値を代入して許容支持力を計算すると、qa=147.7 kN/m²となる。

$$\begin{aligned} q_a &= \frac{2}{3} a \cdot c \cdot N_c \\ &= \frac{2}{3} \times 1.2 \times 36.2 \times 5.1 \\ &= 147.7 > 117.7 \text{ (kN/m}^2\text{)} \quad \text{O.K.} \end{aligned}$$

(4) 道路路床のCBR 値の確認例

道路舗装工事において、施工された路床が所定の設計CBRを満足しているか否かの判断をキャスボルで地盤の衝突加速度 (Ia) を測定して求める。

道路規格はC交通、設計CBR 8%であり、その舗装構造を図-12に示す。

	路床 (設計CBR=8%)	
	表層・基層 (アスファルト混合物) t=10 (cm)	
	歴青安定処理 t=10 (cm)	
	粒度調整砕石 t=15 (cm)	
	クラッシャーラン t=15 (cm)	

図-12 舗装構造



No.1～No.5観測（測点間隔20m）において、キャスボルで衝撃加速度を測定した結果を表—4に示す。全測点の測点値のうち、No.2での値（ $I_a=8.5$ ）が最小であり、この値を関係式に代入し計算すると $CBR=8.7\%$ となる。

従って、全測点において所定の設計 $CBR$ （ $CBR=8\%$ ）以上であることが確認された。

表—4 衝撃加速度の測定結果

測点	①	②	③	④	⑤	平均
No.1	9.1	8.5	8.3	9.0	8.8	8.7
No.2	8.8	8.2	8.4	8.6	8.5	8.5
No.3	9.4	9.0	9.2	8.8	9.0	9.0
No.4	9.8	9.2	9.4	10.0	9.4	9.5
No.5	8.4	9.1	9.4	9.8	9.3	9.2
平均	8.9					

#### 4. キャスボルの使用マニュアル

キャスボルで地盤の衝撃加速度（ $I_a$ ）を測定するに当たっては、マニュアル作成委員会（委員長 谷本喜一神戸大学名誉教授 平成8年5月）が制定した「簡易支持力測定器による試験方法」に従って行うものとする。マニュアルには、キャスボルによる測定方法、同解説などが記載されているので参照されたい。

#### 5. キャスボルの検定

マニュアルではキャスボルを定期的に検定しなければならないと定めている。（\*5）キャスボルの「検査成績証」に記載の検定年月日を確認の上、検定年月日より2年が経過するまでに、キャスボルの購入先を通じて検定を受けなければならない。

- \*5 計量法施行規則（平成5年通商産業省令第65号）第九十三条ただし書きの規定に基づき、独立行政法人製品評価技術基盤機構が定める校正周期において、キャスボルに使用している圧電型加速度計の校正周期が2年と定められている。

キャスボルの記録

形式番号	製造年月日	検定年月日	次期検定年月日

## 6. Q & A

質問(1) 舗装の設計において、路床のCBRをキャスボルのみで測定し設計CBRとすることはできますか。

回答(1) キャスボルは使用マニュアルにも記述されているとおり、現場での施工管理用または従来の原位置試験の補完用測定器として開発された測定器です。

利用の手引きにも示した「道路路床のCBR値の確認例」のように現場での施工管理用に活用してください。

また、キャスボルの測定値を設計に反映させる場合は、従来のCBR試験の補完用試験として使用してください。その際は、キャスボルで得られるインパクト値(Ia値)と従来のCBR試験の結果とを十分検討したうえで用いてください。

質問(2) 地盤支持力度が $294.3\text{kN/m}^2$ 以下の構造物であれば基礎地盤の支持力確認をキャスボルのみでおこなえると考えてよろしいのでしょうか。また、 $294.3\text{kN/m}^2$ 以下であれば橋台、橋脚、建築物にキャスボルを用いてもいいのでしょうか。

回答(2) 利用の手引きにも示した「擁壁基礎地盤の許容支持力度算定例」のようにキャスボルによる測定で粘着力(C)、せん断抵抗角( $\phi$ )を推定し、許容支持力度の算定ができます。

しかし、粘着力(C)、せん断抵抗角( $\phi$ )とキャスボルで得られるインパクト値(Ia値)の間に高い相関関係が見られるものの、値にある程度のばらつきがあることから地盤の平板載荷試験(JGS 1521)の補完用試験として用いることをおすすめします。なぜなら、C、 $\phi$ の回帰式を求めた地盤材料と実現場の地盤材料の粒度組成などが大きくかけ離れた場合には、求められる結果が変わるからです。また、狭隘箇所等で、キャスボルのみで支持力確認を行うときは、発注者等の関係機関と十分協議のうえ用いてください。

構造物の種別については、特に限定はしませんが、構造物の重要度等を十分勘案のうえ用いてください。

質問(3) 軟弱な粘性土についてもキャスボルで測定できますか。

回答(3) キャスボルの使用マニュアルにも記述されているとおり、粘性土の場合は、一般にインパクト値は低い値を示すので、測定値のバラツキなども考慮し測定結果の精度について十分検討して使用する必要があります。

質問(4) キャスボルで得られたせん断抵抗角( $\phi$ )からN値を推定し、さらにそのN値から一軸圧縮強度( $q_u$ )等の土質定数を推定して設計等に用いてもかまわないのでしょうか。

回答(4) 絶対にやめてください。

そもそも、キャスボルで得られるインパクト値と標準貫入試験で得られるN値との間に何ら相関関係はありませんし、標準貫入試験はボーリング孔を利用した深度方向に行う試験であり、地表付近の土質定数を推定するキャスボルとはまったく異なった試験です。

ちなみに、N値がわかれば種々の土質定数が推定でき、土に関わる設計がすべて可能との安易な風潮があるようですが、様々な角度から意見が出されています。N値についても重錘落下の方法やデータのバラツキ等、数々の課題があります。インパクト値及びN値ともに土質定数を推定する場合は、その測定精度や地盤への適用性について十分吟味したうえで用いることが必要です。

質問(5) キャスボルで測定されるインパクト値 (Ia) の算出方法について

$$\text{インパクト値 (Ia)} = \frac{\text{加速度 (gal)}}{2.78 \times 980(\text{gal})}$$

この式にある「2.78」の根拠について教えてほしい。

回答(5) 加速度計で測定された衝撃加速度(圧電式加速度計:電圧を測定)が回路(増幅器や中央演算装置等)を経て、表示器にインパクト値として表示されますが、そういった過程の中において、測定値(直接的には電圧)と表示器に表示されたインパクト値の間には「2.78」という関係にあるということが確認されたので、この式の表現になっています。

「校正係数」といえるでしょう。

質問(6) キャスボルの検定は、キャスボルの所有者で行えますか？

回答(6) 検定は所有者では行えません。検定は専門の担当者が対応し、測定器の点検及び検定を行い検査表を発行します。所有者が自主管理として検査を行うことは問題ありません。

「簡易支持力測定器による試験方法」の5. 測定器の検定試験を参考に行ってください。

但し、あくまで自主管理となりますので、2年に一度は、製造メーカーで検定を受けてください。







キャスポルは以下の性能を有する

- ① キャスポルで測定される衝撃加速度 (IA 値) は、現場 CBR 値、平板載荷試験結果 k 値として使用することができる。
- ② キャスポルを用いることで、盛土の品質管理に使用する数値を迅速に得ることができる。
- ③ 盛土の品質管理における現場 CBR 試験あるいは平板載荷試験に加え、キャスポルによる管理方法を 100 m<sup>2</sup>あたり 1 カ所の測定頻度で実施で実施する事によって、その品質を従来試験だけで行った盛土より工場させることができる

キャスポルの使用条件

- 摘要土質は最大粒径が 37.5mm 以下、細粒度 (75 μm フルイ通過分) 含有率が 30% 以下、9.5~37.5m の礫含有率が 30%以下の盛土材とする施工含水比を 7~17%の範囲。
- 静止状態において地盤面がキャスポルのランマーによって大きく変形する盛土地盤に適用しない。
- 地盤の傾斜角が 5 度までなら測定値に与える影響はほぼ内に等しいが、10 度以上になると徐々に値が小さくなっていく。
- キャスポルで求まる衝撃加速度値は地表面から h=20cm 間の盛土の平均的な締固め度を表している。

キャスポルを用いた施工管理

キャスポルで精度良く測定できる土質範囲は、最大粒径が 37.5 以下、10mm 以上の礫を 30% 以上含まない土質材料であるまた、キャスポルによる施工管理の適用範囲は、

- (1)地盤支持力が 294.3(kN m<sup>2</sup>)以下の構造物 (高さ 5m 以下の各種用壁、ボックスカルバート等)
- (2)クレーン機械等のアウトリガー設置の地盤の支持力算定。
- (3)道路工事における路床の CBR 値及び地盤反力係数の算定

許容支持力度の算定式

以下に示す式は、直接基礎を採用する際、地盤の支持力度がどれくらいあるかを標準貫入やキャスポルで求めた内部摩擦角や粘着力の値から求める場合に使用する式です。内部摩擦角や粘着力がわかっていると計測できません。

$$\text{長期 } qa = \frac{1}{3} \left( ic \cdot \alpha \cdot c \cdot Nc + ir \cdot \beta \cdot \gamma_1 \cdot B \cdot \eta \cdot N\gamma + iq \cdot \gamma_2 \cdot Df \cdot Nq \right)$$

$$\text{短期 } qa = \frac{2}{3} \left( ic \cdot \alpha \cdot c \cdot Nc + ir \cdot \beta \cdot \gamma_1 \cdot B \cdot \eta \cdot N\gamma + iq \cdot \gamma_2 \cdot Df \cdot Nq \right)$$

用語の説明

$qa$	許容支持力度 $kN/m^2$
$ic, ir, iq$	荷重の傾斜に対する補正係数 $ic = iq = \left(1 - \frac{\theta}{90}\right)^2$ $ir = \left(1 - \frac{\theta}{\phi}\right)^2$ $\theta$ : 荷重の傾斜角 (度) $\phi$ : 土の内部摩擦角 (度) 荷重の傾斜がない場合は、 $ic, iq, ir$ は 1
C	基礎底面下の粘着力 ( $kN/m^2$ )
$Nc, N\gamma, Nq$	支持力係数 $Nq = \left(\frac{1 + \sin \phi}{1 - \sin \phi}\right) \cdot e^{\pi \tan \phi}$ $Nc = (Nq - 1) \cdot \cot \phi$ $N\gamma = (Nq - 1) * \tan(1.4\phi)$
$\gamma_1$	基礎底面下の単位体積重量 ( $kN/m^3$ )
$\gamma_2$	基礎底面より上の土の単位体積重量 (表 1 を参照)
$\alpha, \beta$	形状係数 (表 2 を参照)
$Df$	基礎の近接した最低地盤面から基礎底面までの深さ
B	基礎幅(m)
$\eta$	基礎寸法効果による補正係数 $\eta = \left(\frac{B}{B_0}\right)^{\frac{1}{3}}$ $B$ : 基礎の短辺幅(m) $B_0$ : 規準幅



表 1] 地盤の単位体積重量の標準値  $\gamma$

地盤	$\gamma_w (kN/m^3)$	$\gamma_w (kN/m^3)$
粘性土	16	6.2
砂質土	18	8.2

「表 2」 形状係数の表

基礎の形状	連続フーチング	正方形	長方形	円形
$\alpha$	1.0	1.2	$1.0 + 0.2 \cdot \left(\frac{B}{L}\right)$	1.2
$\beta$	0.5	0.3	$0.5 - 0.2 \cdot \left(\frac{B}{L}\right)$	0.3

L: 長方形の長辺長さ  $\beta$  長方形の短辺長さ

※正確な単位体積重量が必要な場合は土質試験を行う。

※ 地下水位下の単位体積重量 (水中単位体積重量  $\gamma_w$ ) は

※ 水の単位体積重量  $9.8kN/m^3$  を引いた値とする。

#### キャスボルによる $qa$ の計算方法

この  $qa$  計算式には、足し算で区分けしている項ごとにそれぞれの意味があります。

$$qa = \frac{1}{3} (ic \cdot \alpha \cdot c \cdot Nc + ir \cdot \beta \cdot \gamma_1 \cdot B \cdot \eta \cdot N\gamma + iq \cdot \gamma_2 \cdot Df \cdot Nq)$$

第一項  $ic \cdot \alpha \cdot c \cdot Nc$  ……主として粘性土の土質に関する項。

第二項  $ir \cdot \beta \cdot \gamma_1 \cdot B \cdot \eta \cdot N\gamma$  ……主として砂質土質に関する項。

第三項  $iq \cdot \gamma_2 \cdot Df \cdot Nq$  ……主として土の押さえに関する項

土の押さえ効果 ( $Df$ ) とは、基礎が地盤に埋まっている場合、基礎が沈下して破壊するときに周囲の土を押し上げようとするために、結果的に基礎の埋まっている深さ ( $Df$ ) とその単位重量 ( $\gamma_2$ ) が基礎を間接的に支える役目を持つ効果です。ただしこの効果を見込むには、将来にわたって周囲に地盤がそのままの状態であることが確実な場合だけで、市街地など土工事される可能性がある場合は、この効果を低減や、考慮しない方が望ましいとされています。

以上を考慮して土の押さえを考慮せず荷重傾斜のない一般的な状態の場合、以下のよう

になります。

粘性土  $qa = \frac{1}{3} \alpha c N_c$  ( $\alpha$ …基礎の形状係数、 $c$ …粘着力、 $N_c$ … $\phi = 0 = 5.1$ )

砂質土  $qa = \frac{1}{3} \beta \gamma_1 B \eta N_\gamma$  ( $\beta$ …基礎の形状、 $\gamma$ …地盤の体積重量、 $B$ …基礎幅、 $\eta$ …基礎

寸法効果に対する補正係数、 $N_\gamma$ …内部摩擦角の表から選択)

上記の分類の仕方を見ればわかるように、この計算式は土質が特定されていることが条件となります。

内部摩擦角→ $N_c$ ,  $N_\gamma$ ,  $N_q$ の一覧表

$\phi$	$N_c$	$N_q$	$N_\gamma$
0	5.1	1.0	0.0
1	5.4	1.1	0.0
2	5.6	1.2	0.0
3	5.9	1.3	0.0
4	6.2	1.4	0.0
5	6.5	1.6	0.1
6	6.8	1.7	0.1
7	7.2	1.9	0.2
8	7.5	2.1	0.2
9	7.9	2.3	0.3
10	8.3	2.5	0.4
11	8.8	2.7	0.5
12	9.3	3.0	0.6
13	9.8	3.3	0.7
14	10.4	3.6	0.9
15	11.0	3.9	1.1
16	11.6	4.3	1.4
17	12.3	4.8	1.7
18	13.1	5.3	2.0
19	13.9	5.8	2.4
20	14.8	6.4	2.9
21	15.8	7.1	3.4
22	16.9	7.8	4.1
23	18.0	8.7	4.8

24	19.3	9.6	5.7
25	20.7	10.7	6.8
26	22.3	11.9	8.0
27	23.9	13.2	9.5
28	25.8	14.7	11.2
29	27.9	16.4	13.2
30	30.1	18.4	15.7
31	32.7	18.6	18.6
32	35.5	23.2	22.0
33	38.6	26.1	26.2
34	42.2	29.4	31.1
35	46.1	33.3	37.2
36	50.6	37.8	44.4
37	55.6	42.9	53.3
38	61.4	48.9	64.1
39	67.9	56.0	77.3
40	75.3	64.2	93.7

#### FQA

- Q キャスポルをしばらく使っていないで使おうとしたら電源を入れても反応しなかった。  
A 長期的間使用しないとバッテリーの自然放電のために通常より長い時間充電が必要な場合があります。
- Q 充電出来ない  
A ACアダプターが断線している可能性があります。
- Q 日付しか印字できない  
A バッテリーの残量が少ない可能性があります。
- Q 印刷しても字が薄い  
A プリンターヘッドが汚れている可能性があります。
- Q キャスポルのランマーを引き上げてもロックが出来ない。  
A ランマー固定ブロックがずれている可能性があります。すぐに修理に出してください。

Q 測定結果が低い

A ランマーの先端に試料が付いているか、または、脚がきちんと固定されていない可能性があります。

Q 測定値が安定しない

A 最大粒径が 37.5mm 以上の土質材料を使用している可能性があります。

Q 雨が降った後でもキャスポルで測定出来ますか？

A 適用土質の範囲は含水比が 7~17% です。17% を超えますと衝撃加速度は転圧回数につれ、ある値まで大きくなりますが、転圧をそれ以上繰り返しても、その値が大きくなりません状態になります。

Q 単位体積重量とは何ですか？

A 質量ではなく重量で考えた場合の密度を単位体積重量といいます。  
密度×9.81(重力加速度)です。

Q キャスポルで測定するときは五回とも同じ場所で測定するのでしょうか？

A 一辺が 20cm の五角形を描くように測定してください。

Q インパクト値が 60 以上の地盤も測定できますか？

A ランマーが曲がる恐れがあります。またインパクト値が 60 をこすような地盤とインパクト値の相関関係がもてない可能性があります。

Q キャスポルで測定する施工範囲はどうしたらいいですか？

A 施工面積 100 m<sup>2</sup> 当たり一カ所の測定頻度で測定してください

## 用語

### CBR 値

路床や路盤材料の表面に直径 5.0cm のピストンが 2.5mm または 5.0mm 貫入したときの荷重を、標準荷重に対する百分率で表したものです。CBR 試験で求めます。

$$CBR = \frac{q}{q_0} \quad q: \text{貫入量 2.5mm または 5.00mm 時の荷重(kN)}$$

$q_0$ : 標準荷重、貫入量 2.5mm 時:13.4(kN) 貫入量 5.0mm 時 19.9(kN)

剪断抵抗角 ( $\phi$ )、 $c$  (粘着力)

一軸圧縮試験、三軸圧縮試験 等で求める  $s = c + \sigma \tan \phi$  の式で表される  $\phi$  と  $c$  の部分です。

s:土の剪断強さ(kN/m<sup>2</sup>)   c:粘着力(kN/m<sup>2</sup>)   σ:剪断面上に働く垂直応力(kN/m<sup>2</sup>)

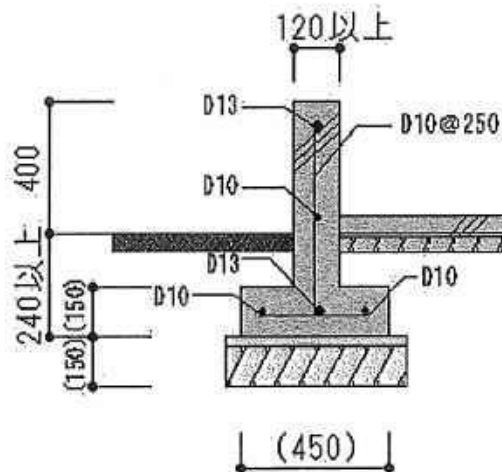
#### コーン指数 (qc)

サウンディング試験で求められる数値です。サウンディング試験とはロッド付きの抵抗体を地盤に挿入し、貫入・回転・引き抜き・衝撃に対する抵抗力で地盤の性質をさぐることです。スウェーデン式・コーンペネトロメーター・ペーン・標準貫入試験等の方式があります。

#### 地盤反力係数( $k_{30}$ )

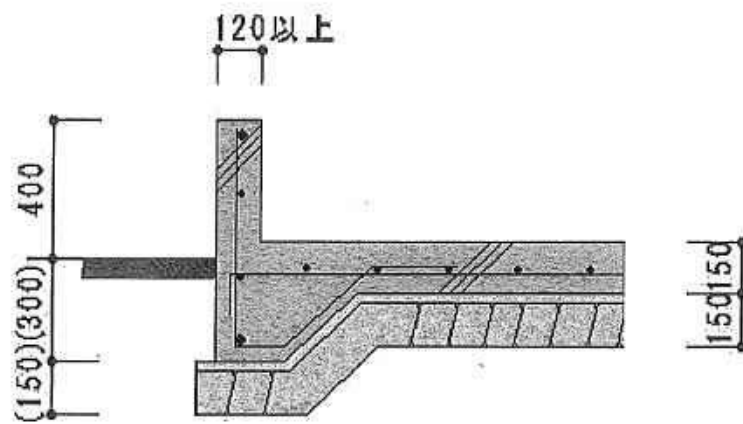
平板載荷試験で求められる数値です。平板載荷試験とは、試験地盤面に対し剛性の強い載荷板を設置して、段階的に荷重を載荷し、そのときの載荷荷重と地盤の沈下量から、地盤の反力係数などを求めます。

#### 布基礎



躯体の外周部および、重力のかかる部分の下に線上に構造物（一般には鉄筋コンクリート造）を置き、それらをしっかり繋いで一体構造にした基礎。

#### ベタ基礎



躯体の外周部だけではなく、躯体の下部全体を一枚の鉄筋コンクリートの板にして、それと外周部（床下換気の必要性から、外周部は床下スペース分だけ高くなっているのが標準的）とをしっかりと接続して一体構造としたもの。



