

1 塩化物量

フレッシュコンクリート中の塩化物量測定方法は、JASS5 T-502:2009「フレッシュコンクリート中の塩化物量の簡易試験方法」又はJIS A 1144:2001「フレッシュコンクリート中の水の塩化物イオン濃度試験方法」による。

なお、JIS A 1144においてチオシアン酸水銀(Ⅱ)吸光光度法や電位差滴定法等が規定されており、いずれも精度の高い試験方法であるが、主に試験室等で行う化学分析であり、工事現場におけるフレッシュコンクリート中の塩化物量の検査、レディーミクストコンクリート工場における管理・検査に一般的に用いられるのはJASS5 T-502によるフレッシュコンクリート中の塩化物量を簡便な塩化物量測定器によって直接測定することによって行われる。

1. 1 塩化物量測定器具

塩化物量測定器は、フレッシュコンクリート中の塩化物量を直接測定できるもので、精度その他の性能について公的な機関⁽¹⁾の評価を受けたものとする。これらの測定器は、フレッシュコンクリート中の水溶液の塩化物イオン濃度が0.1~0.5%(Cl⁻/water)において、基準値に対し、±10%以内の誤差範囲内で測定できるものとされ、測定原理はおおむね以下の3タイプに分類される。

注⁽¹⁾ 財団法人 国土開発技術研究センター(2000年12月、財団法人 国土技術研究センターに名称変更)

(i) モール法

毛細管中のフレッシュコンクリート中のブリーディング水を吸い上げさせ、重クロム酸銀(茶褐色)と塩化物イオンとを反応させて白色の酸化銀を生成させ、白色に変色した部分の長さで塩化物イオン濃度を測定するものである。

(ii) イオン電極法

水溶液中の塩化物イオンと塩化物イオン選択性電極を用いて検出するもので、測定前にNaCl標準溶液による初期の較正を行う必要がある。

(iii) 電極電流測定法

塩化物イオンと銀電極が反応するときの酸化還元電流を測定することによって水溶液中の塩化物イオン濃度を測定するもので、標準溶液による初期較正を必要とする。

参考 主な技術評価を受けた塩化物量測定器

測定器	測定原理
塩分量測定計 カンタブ(標準品)	モール法
塩分濃度計 CL-1B	イオン電極法
SALMATE-100	電量滴定法
検知管ソルテック	硝酸銀滴定法
塩分測定器ソルターC-6	電極電流測定法

1. 2 塩化物量測定方法

a) 試料は、フレッシュコンクリート又はそのコンクリートからウェットスクリーニングによって分離したモルタルとし、1～3ℓ程度で測定対象のコンクリートから代表的な試料を採取するようにする。

なお、場合によっては付属の加圧ろ過器によってブリーディング水を採取したり、フレッシュコンクリートの粘性が高く、試料ろ液の採取が困難なフレッシュコンクリート試料を水によって希釈し、試験に供する試料ろ液を採取する場合もある（JIS A 1144 附属書A（規定）「試料ろ液の採取が困難なフレッシュコンクリートからの試料ろ液の採取方法」）。

b) 測定は、使用する塩化物量測定器に添付されたマニュアルによって行い、試料中の水溶液の塩化物イオン濃度を質量パーセントで表す。

なお、測定は同一試料から採取した試料を3つに分け、それぞれを1回測定し、その平均値を小数点以下2けたに丸めて水溶液の塩化物イオン濃度の測定値とする。

c) 結果の計算は、b)によって得られる測定値とそのコンクリートの計画調合に示された単位水量を用いて次式によって計算し、その結果をフレッシュコンクリート中の塩化物量とする。

なお、JIS A 1144 附属書A（規定）の方法によって採取した試料ろ液を使用した場合は、分析結果に希釈倍率を乗じた値とする。

$$C_c = C_w \times W \times 1/100 \quad (\text{kg/m}^3)$$

ここに、 C_c ：フレッシュコンクリート1 m^3 中に含まれる塩化物量（ kg/m^3 ）

C_w ：水溶液の塩化物イオン濃度の測定値（%）

W ：計画調合に示されたコンクリートの単位水量（ kg/m^3 ）

なお、測定器の中には、換算計が組み込まれ、コンクリートの単位水量値を入力すれば、コンクリート1 m^3 中の塩化物イオン量を出力するようになっているものもある。また、細骨材から塩化物を抽出して測定することにより、細骨材中の塩化物を測定できるようになっているものもあり、管理用試験器として応用することができる。

また、コンクリート中に臭化イオン・ヨウ化物イオン・シアン化イオンなどが含まれていると、これらは妨害イオンとなり、塩化物イオンとして分析される。通常のコンクリート中には、これらのイオンはほとんど含まれないので問題ないが、混和剤によってはこれらを含むものもあるので、使用混和剤メーカーに確かめておくことよい。そのほか、硫化物イオン・亜硝酸イオンなども妨害するが、これらの影響は、過酸化水素水で酸化するなどの方法により除去できる。

生コンクリート中の塩分量測定計

カンタブ®

(財)国土技術研究センター評価品
全生工組連・全生協組連推薦品

QUANTAB®

(財)国土技術研究センター



技術評価

コ塩測第860202号

取扱説明書

カンタブの使用方法

①試料の生コンクリートを適当な容器に採取する。

※試料は1ℓ程度で充分ですが、JIS A 1115 (まだ固まらないコンクリートの試料採取方法)等に準じて、測定するコンクリートの代表的な部分を採取して下さい。また、強度試験用型枠に詰めたコンクリートを利用することもできます。

②採取した試料にカンタブを倒れないように3本差し込み(全長の1/3程度)、湿気指示部が暗青色に変化するまで待ちます。(10~20分程度)

[注1] カンタブは直射日光と水分に不安定なため、測定直前にアルミバックから取り出し、測定は必ず直射日光を避けて行って下さい。

[注2] カンタブは3本を重ねて差し込まないで適当な間隔を空けて差し込んで下さい。

[注3] カンタブの通気口部分が水に触れると湿気指示部が変色し終点がわからなくなるため絶対に濡らさないようにして下さい。

③カンタブの湿気指示部がオレンジ色から暗青色に変色したことを確認した後、試料より取り出し、毛細管部分の色が茶褐色から白色(淡黄色)に山なりに変色した部分の頂点を0.1の位まで読み取ります。

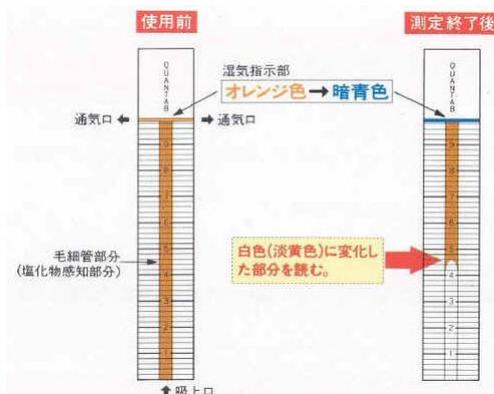
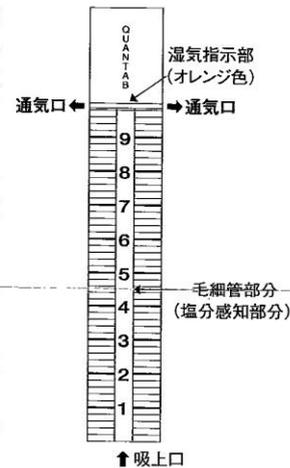
※測定所要時間は測定温度、コンクリートの配合、塩化物量等で異なりますが、10~20分程度で、多少時間が長くなることもあります。(湿気指示部が暗青色に変化した時点で測定は完了です。)

※もし塩分が存在しなければ、白色(淡黄色)の変化は生じません。しかし、塩分がなくても、濃い茶褐色(黒っぽい変色)の変色が生じることがあります。これは塩分による変色ではありませんので、間違わないようにして下さい。

④カンタブの読みから添付の換算表を用いて、生コンクリート中の水に対する塩素イオン濃度を3本についてそれぞれ求め、その平均値を用いてコンクリート中の塩化物量を次式を用いて計算します。

$$\text{コンクリート中の塩化物含有量 (kg/m}^3\text{)} = \frac{\text{換算表から求めた塩素イオン濃度の3本の平均値 (\%)} \times \text{コンクリートの単位水量 (kg/m}^3\text{)}}{100}$$

カンタブ各部の名称



カンタブの種類と測定範囲

カンタブの種類	低濃度品	標準品
測定範囲 (水溶液濃度とし てC I換算%)	0.003 ~0.05	0.05~0.5

※カンタブで測定した値は、生コンクリート中の水(練り水)に対する塩素イオン濃度(%)です。
従って、コンクリート 1 m³に混入されている塩化物量を計算にて求めます。
以下に例を示します。

(例1)標準品 相当		(例2)低濃度品 相当
0.109	換算表から求めた 3本の塩素イオン 濃度 (%)	0.0263
0.115		0.0263
0.115		0.0276
163	単位水量 (kg/m ³)	172
$0.109+0.115+0.115$	コンクリート中の 塩化物量の計算 (kg/m ³)	$0.0263+0.0263+0.0276$
$\frac{3}{100} \times 163$		$\frac{3}{100} \times 172$
0.184	計算結果 (kg/m ³)	0.0459
0.18	報告値 (kg/m ³)	0.05

保存方法

測定の終了したカンタブを記録紙等に貼り付け保存する場合には、以下の処置を行って下さい。

- ①ティッシュペーパーやペーパーウェス等にカンタブを包み、机や硬い物の上で鉛筆やボールペン等のペン尻を使って、目盛上部より検液吸上口の方へ吸い上げられた検液を十分にしぼり出して下さい。尚、アルミバック等のような密封容器に保管しないで下さい。(アルミバック等のような密封容器に保管した場合、測定値が大きくなるケースがあります)。
- ②レポート、工事記録帳にセロテープ等で張りつけ、光(日光、蛍光など)が当たらない様にして保管して下さい。

〔注1〕 検液のしぼり出し方が不充分の場合、時間の経過とともに変色が多少進行します。

〔注2〕 測定終了後、徐々に試薬が変化し、目盛で3ぐらいのところまで、不純物によりねずみ色、茶色、黄色等の混合した変色が表われます、これは塩分による変色ではありませんので御注意ください。

注意事項

- ①換算表は、必ず、箱についているものを使用して下さい(製造ロットごとに検定されていますので異なるロットのものは使用できません)。
- ②換算表の数値は、「カンタブの読みと塩分量が精度良く関係する範囲」を責任をもって記載しております。記載の範囲をはずれる場合は、以下のように対応して下さい。

状況	標準品で測定した場合	低濃度品で測定した場合
読み値が大きい場合	—	標準品をご使用願います。
読み値が小さい場合	低濃度品をご使用願います。	非常に低濃度ですので、最小読み値の塩分量以下、と表示して下さい。

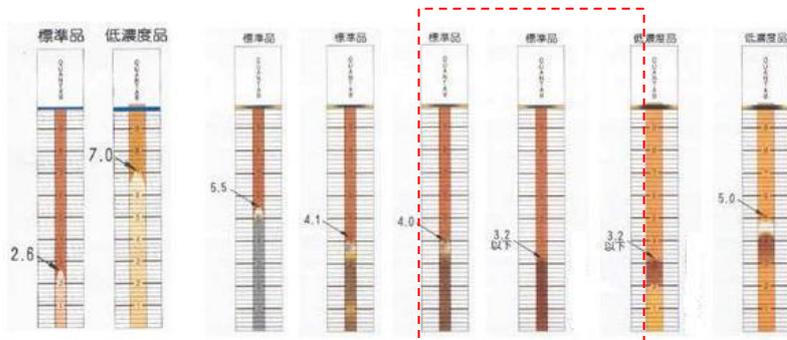
- ③測定は必ず日陰で行って下さい。
- ④アルミバックを開封したら、ただちに使用して下さい。
- ⑤測定に際しては、必要枚数を測定直前に箱から取り出して下さい。
- ⑥湿気指示部は絶対に濡らさないで下さい。
- ⑦カンタブの保管は、直射日光の当たる場所、および、湿気の多い場所は避けて下さい。
- ⑧測定終了後もコンクリート中に差し込んだままにしておくと、検液が補給され、読みがわずかではありますが、大きくなりますので、測定終了後は、すみやかに取り出して読み値を読んで下さい。
- ⑨条件によっては、カンタブの目盛りで3前後まで茶褐色部分が黒っぽく変色し、白い変色の読み取りが困難なことがあります。この場合は、塩分量の絶対値は求めることができませんが、その黒っぽく変色した部分以下の塩分量であると判定されます。
- ⑩有効期限内に使い切ってください。

太平洋マテリアル株式会社

本社 営業本部 商事営業部
〒135-0064 東京都江東区青海 2丁目4番24号
青海フロンティアビル15階
☎03-5500-7514

AR2006
Rev.1007

判読例



※赤枠内のように、条件によっては、カンタブの目盛りで3前後まで茶褐色部分が黒っぽく変色し、白い変色の読み取りが困難なことがあります。この場合は、塩分量の絶対値は求めることができませんが、その黒っぽく変色した部分以下の塩分量であると判定されます。

1. 試験水の採取

- (1) 採取した生コンクリート表面上にハンドスコップなどを用いて切れ込みを入れる。
- (2) 上記によりできた凹部にブリーディング現象による浮き水を集める。
- (3) 浮き水をポリ製容器に約20ml採水する。

2. 試験水の調整（妨害イオンを酸化処理する。）

- (1) 過酸化水素水（濃度30%）を用意する。
- (2) 浮き水20mlに対し過酸化水素水を2ml加えて試験水とする。
- (3) 容器を軽く揺らすか掻き混ぜる。

3. カンタブによる測定

- (1) 試験水にカンタブを差し込む。
- (2) カンタブが倒れないように注意し表示部の変色を待つ。
- (3) 変色部の目盛りを読み取り、換算表にて塩素イオン濃度C'（%）を求める。

4. 試験値の補正とコンクリート中の塩化物含有量の計算

- (1) カンタブ測定塩素イオン濃度C'を補正する。

$$C \text{ (真の塩素イオン濃度 \%)} = C' \times \frac{bW + 30\% H_2O_2}{bW}$$

ここに、 bW : 浮き水（ブリーディング水）
30% H_2O_2 : 過酸化水素水（濃度 30%）

$$C \text{ (真の塩素イオン濃度 \%)} = C' \times \frac{20+2}{20}$$

※試験水量20ml、過酸化水素水添加量2mlの場合
(過酸化水素水による希釈倍率1.1倍)

- (2) コンクリート中の塩化物含有量を計算する。

$$\text{コンクリート中の塩化物含有量 (kg/m}^3\text{)} = \frac{C}{100} \times \text{単位水量 (kg/m}^3\text{)}$$

カンタブを用いた細骨材中の塩分量測定方法

 太平洋マテリアル株式会社

- 1 絶乾した試料800 gを、1 程度の清浄なビーカーまたは適当な容器に計り取る。
- 2 この試料に純水を400 g加える。
- 3 容器の中で継続的に15分程度攪拌し、塩分を抽出する。
- 4 抽出液に直接カンタブ3本を倒れない様に差し込み、湿気指定部がオレンジ色から暗青色に変化するまで待つ。(約10分程度)
 - カンタブは直接日光と水分に不安定なため、アルミバックから測定直前に取り出し測定は必ず直射日光を避けて行って下さい。
 - カンタブの通気口部分が水に触れると湿気指示部が変色し終点がわからなくなりますので、絶対に濡らさないようにして下さい。
- 5 カンタブの湿気指定部がオレンジ色から暗青色に変化したことを確認した後に、試料より取り出し、毛細部分の色が茶褐色から白色(淡黄色)に山なりに変色した部分の頂点を0.1の位まで読み取る。
 - 測定所要時間は約10分程度で、多少時間が長くなることもあります。(湿気指示部が暗青色に変化した時点で測定は完了です。)
 - もし塩化物が存在しなければ、このような変色は生じません。
- 6 カンタブの読みから、添付の換算表(溶液、細骨材用)を用いて抽出液中のClイオン濃度をそれぞれ求め、下式を用いて細骨材中の塩分量に換算する。

細骨材中の塩分量 (Cl⁻%)

$$= \text{換算表から求めたClイオン濃度の3本の平均値 (\%)} \times \frac{1}{2}$$

- 細骨材および加える水量を変えた場合は、下式を用いて換算して下さい。

細骨材中の塩分量 (Cl⁻%)

$$= \text{換算表から求めたClイオン濃度の3本の平均値 (\%)} \times \frac{\text{加えた水量 (g)}}{\text{細骨材量 (g)}}$$

— 例 —

- 計り取った細骨材量 150 g
- 加えた水量 200 g
- 換算表から求めたClイオン濃度 0.0147%、0.0153%、0.0153%

細骨材中の塩分量 (Cl⁻%)

$$\frac{0.0147 + 0.0153 + 0.0153}{3} \times \frac{200}{150} = 0.02 \text{ (Cl}^{-}\text{\%)}$$

- カンタブによる測定結果はClイオン(塩素イオン)として求められています。

NaCl換算として表示する場合は、結果に係数1.648を掛けて下さい。

<注意事項>

- 1 換算表は、必ず、箱についているものを使用して下さい。(製造ロットごとに検定されていますので異なるロットのものは使用できません。)
- 2 その他、詳しくはカタログを参考にして下さい。

塩分濃度計 ソルコン CL-1B型



プリンタ表示

```
工場名 / 工場 / 時刻  
10-03-09 16:20  
シケイキ CL-1B  
-----  
シケイキ CL-1 カン  
・シケイキ カン...  
0.368Kg/m3  
-----  
・シケイキ カン...  
0.1840201  
・シケイキ...  
200Kg/m3  
・工場... 23°C  
** シケイキ サイ *
```



●測定方法

(1) 測定準備

- a) 電極のゴムキャップを外し、電極を純水又は水道水で洗浄し水滴をとる。
- b) しばらくの間電極を安定液に入れ、感度を安定させる。

(2) 校正

- a) 本体電源スイッチを押し【ON】の状態にする。
- b) しばらくして「コマンドセレクトメニュー」が出てくるので、その中の「コウセイ」を選択し、【セット】ボタンを押す。
- c) 次に「コウセイメニュー」が出てくる。
- d) 電極を0.1%校正液に入れる。
- e) ここで「0.1%コウセイカイシ」を選び、【セット】ボタンを押す。
- f) 約2分後にブザーが鳴るので再び【セット】ボタンを押す。
- g) 電極を水道水で洗浄し水滴を拭き取る。
- h) 電極を0.5%校正液に入れる。
- i) ここで「0.5%コウセイカイシ」を選び、【セット】ボタンを押す。
- j) 約2分後にブザーが鳴るので再び【セット】ボタンを押す。
- k) 校正終了。
- l) 「中止コマンドメニューへモデル」を選び、【セット】ボタンを押してメニュー画面に戻る。
- m) 電極を水道水で洗浄し水滴を拭き取る。

(3) 測定

- a) コマンドセレクトメニューから「生コンソクテイ」を選択する。
- b) スイリョウヘンコウ kg/m^3 を選び、【セット】ボタンを押すと「スイリョウヘンコウ」の表示が出る。単位水量値を【▼▲】ボタンで合わせ、【セット】ボタンを押す。しばらくすると「生コンソクテイ」画面に戻る。
- c) 生コンにセンサー部分を浸し、「ソクテイカイシ」を選択し、【セット】ボタンを押す。測定は、約2分で終了しますので本体の表示部を読み取る。
- d) 測定終了後、【プリント】ボタンを押すと印刷を行う。
- e) 【◀▶】ボタンでメニューを点滅させ、【セット】ボタンを押すと「コマンドセレクトメニュー」に戻る。

※測定後、センサー部分に生コンが付着したまま放置すると生コンが固着してしまし、その後測定できなくなるため、必ず水道水で洗浄し、ブラシで生コンを落とす。

ソルコンの測定モードと測定範囲

測定モード	生コンモード	細骨材モード	水溶液モード
測定範囲	0.001~3.24 kg/m^3	0.0001~1.20% I ⁻	0.0001~1.20% Cl ⁻