

土の陽イオン交換容量 (CEC) の試験方法

Determination of cation exchange capacity

序文

この基準は 1994 年に第 1 版として発行された ISO 11260 を参考に作成した地盤工学会基準であり、簡便化およびわが国の土への適用性を考慮して、ISO11260 の技術的内容の一部を変更して作成した。

1 適用範囲

この基準は土の原位置の pH 条件における CEC の試験方法について規定する。

注記 1 この基準はあらゆるタイプの空気乾燥土壌に適用可能である。ただし、関東ロームなどの火山灰質性粘土では硫酸イオンの特異吸着が著しいため、試験試料採取量や添加する硫酸マグネシウムの量によって測定値が左右されるので、これらの量を変更する場合は報告事項に記述する。

注記 2 この方法は試料中の石灰石や石膏に由来するカルシウムの妨害を受ける。石灰石や石膏の多い試料では CEC の値が小さくなる傾向があるので留意する。

2 引用規格及び基準

次に掲げる規格及び基準は、この基準に引用されることによって、この基準の一部を構成する。これらの引用規格及び基準は、その最新版（追補を含む。）を適用する。

JIS K 0050	化学分析方法通則
JIS K 0116	発光分光分析通則
JIS K 0121	原子吸光法分析通則
JIS K 0211	分析化学用語（基礎部門）
JIS K 0215	分析化学用語（分析器部門）
JIS K 0557	用水、排水の試験に用いる水
JIS K 8155	塩化バリウム二水和物（試薬）
JIS K 8180	塩酸（試薬）
JIS K 8995	硫酸マグネシウム七水和物（試薬）
JIS A 1203	土の含水比試験方法
JIS R 3503	化学分析用ガラス器具
JIS R 3505	ガラス製体積計
JIS P 3801	ろ紙（化学分析用）
JGS 0101	土質試験のための乱した土の試料調整方法

3 用語及び定義

用語及び定義は次による。

3.1

用語

この基準で用いる主な用語の定義は JIS K 0211 による。

3.2

陽イオン交換容量 (CEC)

土が吸着できる交換性陽イオンの最大量

4 共通事項

この基準における共通事項は次による。

4.1 通則

化学分析に共通する一般事項は、JIS K 0050 による。

4.2 水

この基準で用いる水は、JIS K 0557 に規定する A2 の水とする。

4.3 原子吸光光度法

原子吸光法光度法に共通する一般事項は JIS K 0121 原子吸光法分析通則による。

4.4 ICP 発光分光分析法

ICP 発光分光分析法に共通する一般事項は JIS K 0116 発光分光分析通則による。

4.5 試薬

試薬は JIS に規定されているものを用いる。JIS に規定されていないものは、試験に支障のないものを用いる。

4.6 遠心分離機

3000G の遠心力を得られる遠心分離機を用いる。

注記 遠心分離操作の 3000G の G は重力加速度 G を意味する。本来は g であるが、重量との混同を避けるため G とする。

5 試料の前処理

試料の前処理は次による。

5.1 空気乾燥試料

JGS 0101 に規定された空気乾燥法によって含水比が変動しない程度まで乾燥する。

5.2 粒度調整

空気乾燥試料を 2mm ふるいを通過したものを試験試料とする。

6 試験方法

試験方法は次による。

6.1 洗淨 (leaching)

洗淨は次による。

a) 試薬 試薬は次のものを用いる。

1) 塩化バリウム溶液 (0.1mol/l) 試薬特級塩化バリウム二水和物 24.43g を水に溶かし 1l にする。

- 2) 塩化バリウム溶液 (0.0025mol/l) 塩化バリウム溶液 (0.1mol/l) を 25ml 採取し水で 1l にする。
- 3) 硫酸マグネシウム溶液 (0.02mol/l) 試薬特級硫酸マグネシウム七水和物 (試薬) を 4.93g 水に溶かし 1l とする。

b) 器具 器具は次のものを用いる。

- 1) 50ml 遠心分離管 (蓋付)
- 2) 100ml メスフラスコ
- 3) ろ紙 (JIS P 3801 に規定された 5 種 B)

c) 操作 操作は次による

- 1) 2.5g の試験試料を 50ml の遠心分離管に移す。遠心分離管と、蓋と土の合計重量を記録する (m_1)。
- 2) 1) の遠心管に塩化バリウム溶液 (0.1mol/l) 30ml を添加し、1 時間振とうする。その後遠心分離管をバランスさせ、3000G で 10 分間遠心分離する。
- 3) 上澄み液を 100ml のメスフラスコに移す。
- 4) 2) 3) の操作を 2 回繰り返す。
- 5) 100ml のメスフラスコを塩化バリウム溶液 (0.1mol/l) で定容にする。
- 6) 100ml メスフラスコ内の抽出液をよく混ぜ、ろ紙 (5 種 B) でろ過し、ろ液をナトリウム、カリウム、カルシウム、マグネシウムの測定をする場合のために保存する。
- 7) 遠心管に残った土に塩化バリウム溶液 (0.0025mol/l) 30ml を加え一夜 (10 ~ 14 時間) 振とう。遠心管をバランスさせ、3000G で 10 分間遠心分離する。上澄み液は捨てる。
- 8) 内容物と、遠心分離管と蓋の合計重量 (m_2) を計る。
- 9) 重量計測後の遠心分離管に、硫酸マグネシウム (0.02mol/l) 30g を加え一夜 (10 ~ 14 時間) 振とうする。遠心管を 3000G で 10 分間遠心分離する。
注記 硫酸マグネシウム溶液の比重はほぼ 1.0 であるので、30ml 採取してもさしつかえない。
- 10) 上澄み液をろ紙 (5 種 B) でろ過し、ろ液をマグネシウムの残存濃度を測定するために保存する。
注記 塩化バリウム抽出液が黄褐色であれば、有機物の溶解を示す。その際は報告に記載する。

6.2 CEC 分析

CEC 分析は次による

a) 試薬 試薬は次のものを用いる。

- 1) 塩酸 (12mol/l) 試薬特級塩酸
- 2) マグネシウム標準液 (0.001molMg/l) 6.1 a) 3) に示す硫酸マグネシウム (0.02mol/l) を 50ml ホールピペットでとり、1000ml のメスフラスコに入れ水で定容とする。
- 3) 酸性ランタン溶液 (10mgLa/l) 硝酸ランタン六水和物 15.6mg を 500ml のメスフラスコに取り、半分程度の水で溶解し、42ml の塩酸 (12mol/l) を加え、水で定容する。

b) 装置 原子吸光光度計 (FAAS) または ICP 発光分光分析装置 (ICP-OES)

c) 検量線 検量線作成は次による。

- 1) マグネシウム標準液 (0.001mol/l) の 0,1,2,3,4,5ml を 100ml のメスフラスコにピペットでとり、それぞれに酸性ランタン溶液 (10mgLa/l) を加える。
- 2) それぞれのメスフラスコを水で 100ml に定容、混合する (希釈標準液)。
- 3) この標準液のマグネシウム濃度はそれぞれ 0mmol/l、0.01mmol/l、0.02mmol/l、0.03mmol/l、0.04mmol/l、0.05mmol/l に相当する。
- 4) 希釈標準液について d) 4) の操作を行う。別に空試験として水について d) 4) の操作を行って標

準液について得た指示値を補正し、マグネシウムの量と指示値との関係線を作成する。この検量線の作成は試料測定時に行う。

d) 分析 分析は次による。

- 1) 洗浄操作で得られた試料液 (6.1 c) 10) に示す試料液) をピペットで 0.2ml 採取し、100ml メスフラスコに入れる。
- 2) 試料を入れたメスフラスコに塩化バリウム溶液 (0.1mol/l) 0.3ml、酸性ランタン溶液 (10mgLa/l) 10ml を加え水で 100ml に定容して混合する。
- 3) ブランク液 (硫酸マグネシウム (0.02mol/l)) について、上記 1) 2) の操作を行い希釈ブランク液とする。
- 4) 2) で得た試料を JIS K 0121 の 6. (操作方法) の操作に従って、原子吸光法光度計のフレーム中に噴霧し、波長 285.2nm の指示値を読み取る。(ICP 発光分析計を用いる場合は JIS K 0116 に従う)
- 5) ブランク試験として 3) で得られた希釈ブランク液について 1) の操作を行って希釈ブランク液の指示値を求める。
- 6) 検量線から希釈した抽出液のマグネシウム濃度 (C_1) (mmol/l) および希釈ブランク液のマグネシウム濃度 (C_{b1}) (mmol/l) を求める。

6.3 計算

次の式によって CEC (cmol(+)/kg) を算出する。

- a) 試料溶液中のマグネシウム濃度を 0.0025mol/l 塩化バリウム溶液で処理した後の遠心分離土によって保持された液の体積補正を次式によって算出する。

$$C_2 = \frac{C_1 \times (a + m_2 - m_1)}{a}$$

ここに、 C_2 : 補正した試料中のマグネシウム濃度 (mmol/l)

C_1 : 試料中のマグネシウム濃度 (mmol/l)

m_1 : 空気乾燥土を入れた遠心管の質量 (g)

m_2 : 湿潤土を入れた遠心管の質量 (g)

a : 陽イオン交換用の硫酸マグネシウム溶液の質量 (30g)

- b) CEC は次式により算出する。

$$\text{CEC} = \frac{(C_{b1} - C_2) \times 100 \times a}{m}$$

ここに、CEC : 試料土の CEC (cmol(+)/kg)

C_2 : 補正した試料中のマグネシウム濃度 (mmol/l)

C_{b1} : ブランクのマグネシウム濃度 (mmol/l)

m : 空気乾燥土の質量 (g)

- c) CEC が 40 cmol(+)/kg を超える場合はより少ない試料土量で再試験する。

7 報告

試験結果について次の事項を報告する。

- a) 土の陽イオン交換容量 (CEC)
- b) 本基準と部分的に異なる方法を用いた場合は、その内容
- c) その他、特記すべき事項