

## 電子レンジを用いたフレッシュコンクリートの単位水量推定のための モルタルの採取方法および質量減少試験方法(案)

Method of sampling and testing for mass reduction of mortar  
for guess of water content in fresh concrete by microwave

### 1. 適用範囲

この規格は、電子レンジを用いてフレッシュコンクリートの単位水量を推定するために、ウェットスクリーニングによりモルタルを採取する方法、およびそのモルタルを加熱乾燥させ、乾燥前後の質量差からモルタルの質量減少を試験する方法について規定する。

注-1) この試験方法は、軽量骨材のような多孔質な骨材、高温下で爆裂の恐れのある材料、および金属材料（例えばスチールファイバー）など電子レンジで使用できないものを用いる場合には適用しない。

### 2. 引用規格

次にあげる規格は、この規格に引用されることによって、この規格の規定の一部を構成する。これらの引用規格は、その最新版（追補を含む）を適用する。

- JIS Z 8801-1** 試験用ふるい：金属製網ふるい
- JIS R 5201** セメントの物理試験方法
- JIS A 1115** フレッシュコンクリートの試料採取方法
- JIS A 1138** 試験室におけるコンクリートの作り方

### 3. 器具

- (1) **ふるい** **JIS Z 8801-1** に規定される公称目開き 4.75mm とする。
- (2) **受け皿** 使用するふるいにあった形状のものとし、振動機によるウェットスクリーニングに支障（試料のこぼれや振動下での転倒など）を来たすようなものを使用してはならない。
- (3) **練り匙** **JIS R 5201** に規定されるものとする。
- (4) **ハンドスコップ** 擦り切れ 1 杯の容量がコンクリート約 1.5kg に相当するものとする。
- (5) **振動機** 手持型型枠バイブレータとする。
- (6) **はかり** 秤量 1kg 以上、目量 0.1g 以下とする。
- (7) **電子レンジ** 定格電圧 200V、定格高周波出力 1400W 以上のものとする。
- (8) **試料容器** 平らな紙皿（直径 20～23cm）とし、高温で溶けるような表面加工を施したものは使用してはならない。
- (9) **スペーサ** 電子レンジ内の局所的な温度上昇を防ぐために耐熱ガラス皿（伏せて使用）や耐熱煉瓦など、高温下で爆裂・熔融しないものをスペーサとしてレンジの底と試料容器との間に設置する。また、質量測定の際にはかりの皿と試料容器の間に空間が確保できる高温下でも溶けないスペーサ（木材でも可）をはかりの皿の上に設置する。

### 4. モルタルの採取方法

#### 4.1 フレッシュコンクリートの採取

**JIS A 1115** により採取するか、または **JIS A 1138** により作製したコンクリートから採取する。

#### 4.2 ウェットスクリーニング

- (1) **4.1** で採取したコンクリートを均一になるように攪拌する。
- (2) 使用するふるい、受け皿、練り匙およびハンドスコップの水分をよくふき取った後、少量のコンクリートを練り匙でふるい分け、ふるい目（表裏）および受け皿表面にモルタルを附着させる。
- (3) 続いてハンドスコップ 1 杯分（約 1.5kg）のコンクリートをふるい取る。
- (4) ふるいを取ったコンクリートを手持型型枠バイブレータを用いてふるい分ける。その際、ふるい枠の上縁に振動を加えながら練り匙でコンクリートをかき混ぜる。ふるい分けは原則 90 秒以上行う

こととする。

## 5. 試験方法

- (1) 電子レンジを用いて紙皿を絶乾状態にし、その絶乾質量  $w_d$  を 0.1g 単位まで測定する。  
注-2) 加熱された紙皿を直接電子天秤に載せると測定結果に影響を及ぼすため、スペーサを用いて断熱する。  
注-3) 絶乾状態は、まず 30 秒程度乾燥させて質量測定をした後、10~20 秒程度の乾燥、質量測定を繰り返して恒量 (0.1g 以内) を確認する。絶乾の目安は、紙皿にうっすら焦げ目が付く状態である。紙皿が炭化するまで加熱しないように注意する。  
注-4) あらかじめ絶乾状態になる乾燥時間を普段使用する紙皿と電子レンジで把握しておくとうよい。
- (2) 4.2 でウェットスクリーニングされたモルタルを受け皿の隅までよく練り返して均質にし、絶乾状態にした紙皿上に  $400 \pm 5g$  を量り取り、その質量 (モルタルのみの質量) を  $w_m$  とする。
- (3) 紙皿上のモルタルに振動を与えて薄く延ばして厚さを均一にするとともに、モルタル内の空気を追い出す。
- (4) モルタルを紙皿ごと電子レンジ内のスペーサの上に置き、加熱を開始する。最初の加熱時間は 4 分を標準とする。加熱終了後、直ちに質量を 0.1g 単位まで測定する。  
注-5) 最初の加熱時間は測定作業を迅速に行うために、過度に加熱しない範囲内で適切に定めておくとうよいが、電子レンジの仕様や電子レンジ内の温度によりその時間は異なるため事前に確認しておく。
- (5) (4)の後、再びモルタルを紙皿ごと電子レンジに入れ、20~30 秒程度加熱した後、直ちに紙皿ごと質量を 0.1g 単位まで測定する。この作業をモルタル質量が 0.1g 以内で恒量になるまで繰り返し、乾燥後の質量  $w_{md}$  とする。なお、紙皿が炭化するまで加熱を繰り返さないように注意する。  
注-6) 電子レンジ内の温度により加熱時間は変動するため、状況に応じて 20~30 秒の範囲で加熱時間を設定する。電子レンジ内部が冷えている場合は、必要に応じて予熱を行う。  
注-7) 電子レンジの扉は、試料を取り出した後は、冷却のため開放しておくほうが望ましい。  
注-8) 乾燥終了後、絶乾状態のモルタルは徐々に空気中の水分を吸い、質量が増加していくため速やかに測定する。

## 6. 計算

モルタルの質量減少率  $W_{mL}$  は次の式によって算出し、四捨五入によって小数点以下 3 けたに丸める。

$$W_{mL} = \frac{w_m - w_{md} + w_d}{w_m}$$

- ここに、 $W_{mL}$  : モルタルの質量減少率  
 $w_d$  : 紙皿の絶乾質量 (g)  
 $w_m$  : 乾燥前のモルタルの質量 (g)  
 $w_{md}$  : 乾燥後のモルタルと紙皿の質量の合計 (g)

## 7. 報告

報告は次の事項について行う。

- (1) 必ず報告する事項
  - a) 試料を特定する記号(例えばロット番号)、試験日時、試験場所、試験担当者
  - b) バイブレータによるふるい分けに要した時間
  - c) 加熱乾燥によるモルタルの恒量に要した時間
  - d) モルタルの質量減少率および計算に用いた各測定値
- (2) 必要に応じて報告する事項
  - a) コンクリートの種類、使用材料および配合
  - b) コンクリート製造者、バッチ番号、運搬車番号
  - c) 使用材料の物性に関わる資料あるいは試験結果
  - d) フレッシュコンクリートの試験結果

電子レンジを用いたフレッシュコンクリートの単位水量推定のための  
モルタルの採取方法および質量減少試験方法  
解 説

この解説は、本体に規定・記載した事柄、並びにこれらに関連した事柄を説明するもので、規定の一部ではない。

**1. 制定の趣旨・経緯** フレッシュコンクリートに要求される諸性能に単位水量が大きな影響を及ぼすことは一般に指摘されているところであるが、その定量的な影響については未だ不明な点が多い。また、実際に使用するコンクリートの単位水量の推定においても種々の要因が複雑に絡み合うため、的確に単位水量を把握できる試験技術が開発・提案、あるいは標準化されているとは言い難いのが現状である。

一方、先の国土交通省の通知以来、単位水量検査の義務化が進められているが、それに対応する測定方法として、サンプリング方式の各種測定方法のうち、高周波加熱乾燥法やエアメータ法が比較的幅広く利用されている。しかしながら、上述したように測定方法が統一的に整備されていないため、個別の方法で対応せざるを得ない場合もあり、試験の再現性や結果の信頼性など、残された課題も少なくない。

そこで、コンクリート現場試験技能者認定制度（以下、SiTeC という）では、本制度の本質、すなわちコンクリートの現場試験業務を適正に行う能力を持つ技能者を認定登録する制度であることを踏まえ、高周波加熱乾燥法の主たる試験技能にあたる「モルタルの採取および質量減少測定」の工程を標準化し、その技能に対する力量を客観的に評価・認定することで、単位水量検査業務の更なる適正化を図る第一歩となることを期待するものである。

SiTeC では、標準化に先駆け、2006年に「フレッシュコンクリートの単位水量測定方法（電子レンジ法）の特別講習会」を開催し、試験技能者に当該測定技術に関する知見や技量を深める場を提供した。そして、翌年の2007年には「モルタルの採取方法および質量減少試験方法」を標準化し、新たな認定区分FBを開設・運用するに至った。

**2. 本文の補足** 本試験方法では、試験条件や試験手順を敢えて限定的に定めているところがあるが、それは試験の再現性を重視したためである。例えば、振動機は必ず用いることとし、その種類は手持型型枠バイブレータのみとした。また、試料容器としては陶磁器や耐熱性容器の使用も可能であるが、ここでは紙皿のみを規定し、紙皿が燃焼、炭化しない範囲でモルタルを乾燥させることとした。なお、陶磁器や耐熱性容器を使用した場合と紙皿を使用した場合とではモルタルの乾燥時間が異なると思われるため、事前に確認実験をして行う必要がある。さらにウェットスクリーニングは本試験において最も重要な工程であるため、終了の判断に時間を導入し、客観的な判定が行えるように規定している。

以下、本文の補足を記述する。

**本文 3(2)**：バイブレータによる振動に耐えられる頑強な素材（ステンレス）の使用が望ましい。

**本文 4.2(3)**：ウェットスクリーニング後のモルタル量が少ないと測定誤差が大きくなるため、1回分以上のモルタル試料が確保できる量として、ハンドスコップ1杯分の約1.5kgのフレッシュコンクリートをふるいに取りすることとした。ウェットスクリーニングによって採取したモルタルを試験試料とする方法は、コンクリートをサンプリングするときに発生する粗骨材量のばらつきの影響を極力排除できたり、試験試料の量を少なくすることができることから、比較的良好に利用される。ただし、サンプリングしたコンクリートが極端に偏った状態（配合のバランスを極端に欠く状態）になるような採取（例えば、極々少量の採取など）は測定結果に影響を及ぼすため注意が必要である。

**本文 4.2(4)**: ウェットスクリーニングの方法が測定結果に及ぼす影響の大きいことは一般に指摘されている。その中でも特に影響の大きい要因は「ウェットスクリーニングの終了判断」である。「ふるい目にセメントペーストの膜がなくなり、粗骨材表面から細骨材の固まりがなくなった状態」が終了判断の一つの目安になるが、それは試験員の感覚に依存する面も否めない。粗骨材の周りにセメントペーストが残った状態では、モルタル中のセメントペーストが設定調合より少ない状態になり、水分量は小さく判定され、細骨材がふるいに多く残った状態では水分量は大きく判定されるため、可能な限り均一で同じ状態になるようにふるい分けを行うことが大切である。**解説図-1~3**は土木や建築用の一般的なコンクリートと高強度コンクリートを想定し、それぞれのウェットスクリーニング時間とモルタルの質量減少率の関係の一例を図示したものである。これらの図を参考に、本試験方法ではこれ以上ウェットスクリーニングを続けても結果に大きく影響を及ぼさないと考えられる時間を、実用性も踏まえて90秒と定め、この時間以上、ふるい分けの作業を実施することを原則とした。なお、対象となるコンクリートについて、このような確認実験を予め行い、ウェットスクリーニング時間を適切に定めておくことによって、さらに再現性の高い試験の実施が可能となる。

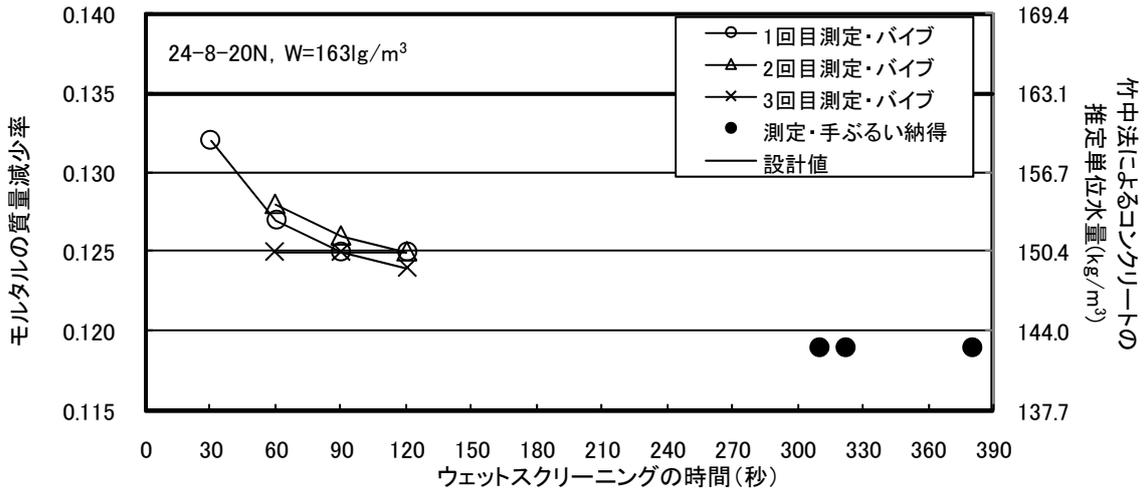
コンクリート中のモルタルを用いて試験を実施する場合、通常、ウェットスクリーニングを行う。このウェットスクリーニングでは、振動の与え方や時間などに関係なく、コンクリート中のセメントや骨材といった各粒子と水分が様にふるいを通過しているわけではない。また、そのふるいの通過する様子もフレッシュコンクリートの粘性や降伏値による影響を受けると考えられている。

ウェットスクリーニングに及ぼす影響要因は主に以下に示す通りである。

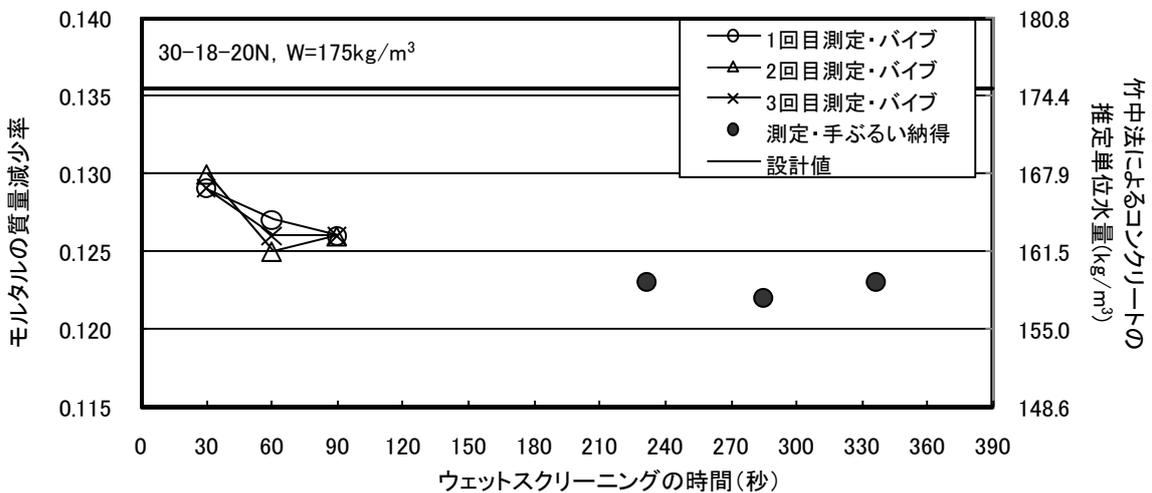
- 1) コンクリートのフレッシュ性能（粘性や降伏値）
- 2) スクリーニングの方法（手ふるいあるいは振動機ふるい）
- 3) スクリーニングの時間（終了の判断など）
- 4) ふるいの目（設備の管理）

現在提案されている高周波加熱乾燥法（電子レンジを用いた方法）あるいはウェットスクリーニングを用いる他の方法では、5mm以上の粗骨材に付着したモルタルあるいはセメントペースト分をできる限り取り除いた時点をウェットスクリーニングの終了と判断している方法が主流であるが、一部の試験方法では、数秒ふるって終了とするものもある。

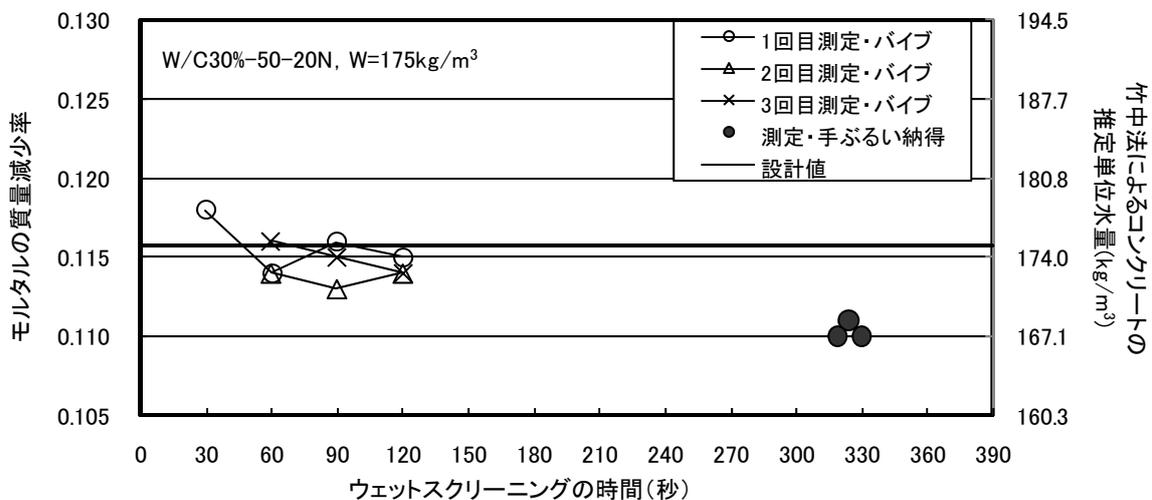
**解説図-1~3**に見られるように、ウェットスクリーニングの時間が長くなるほど、モルタルの質量減少率が小さくなり、設計値との差が大きくなっていくが、ある時間以上になるとモルタルの質量減少率は一定値に収束する傾向にある。また、ウェットスクリーニングの時間が短い範囲（例えば60秒以内）では、ウェットスクリーニングの時間が短ければ短いほど、モルタルの質量減少率は設定値に近づくものの、ウェットスクリーニングの時間の違いによるモルタルの質量減少率の変動は逆に大きくなる傾向にあると言える。さらに、水セメント比が小さくなるほど、設計値との差は小さくなるが、安定的なモルタルの質量減少率を得るためのウェットスクリーニングの時間は長くなる傾向にあると考えられる。このように、ウェットスクリーニングの時間やコンクリートの種類によって、モルタルの質量減少率が変動するため、コンクリートの種類ごとに安定解を得るためのウェットスクリーニングの時間を事前に把握しておくことは大変重要である。



解説図-1 モルタルの質量減少率とウェットスクリーニング時間の関係の一例(24-8-20N)



解説図-2 モルタルの質量減少率とウェットスクリーニング時間の関係の一例(30-18-20N)



解説図-3 モルタルの質量減少率とウェットスクリーニング時間の関係の一例(W/C30%-50-20N)

**本文 5 (2)** ウェットスクリーニングに振動機を用いる場合、ふるいを通過して受け皿に留まったモルタルには、振動による過度のブリーディングが生じる場合がある。そのため、入念に攪拌してからモルタル試料を採取する必要がある。

**本文 5 (4)** 最初の加熱時間の目安として 1600W で 4 分程度である。

**3. 電子レンジを用いたフレッシュコンクリートの単位水量推定について** 本試験で得られるモルタルの質量減少率は、通常、電子レンジを用いてフレッシュコンクリートの単位水量を推定する場合に活用されるものと考えられる。ただ、モルタルの質量減少率からフレッシュコンクリートの単位水量を推定するに当たっては、影響要因や仮定条件など、様々な因子が複雑に絡み、統一的な手法を整備するにはさらに十分な検討が必要である。

ここでは、電子レンジを用いて、モルタル試料の質量減少率からコンクリートの単位水量を推定するときの主な影響要因を整理する。

(1) コンクリートに関する情報: 配合報告書に代表される測定の基となるコンクリートの情報が必要となる。それには、各使用材料の単位量 (配(調)合情報) や密度・吸水率といった材料物性値 (材料情報) も含まれる。したがって、入手したコンクリートの情報と実際に使用するコンクリートのそれが異なれば (例えば、s/a の変更や骨材物性の変動)、試験結果には誤差が生じることになる。

電子レンジを用いて、ウェットスクリーニングモルタル試料の質量減少率からフレッシュコンクリートの単位水量を推定する際に必要と考えられる重要な材料特性値などは以下の通りである。

- 1) 骨材の表乾密度
- 2) 骨材の吸水率 (電子レンジを用いて絶乾にするのが望ましい)
- 3) 5mm ふるいを通過する細・粗骨材の量
- 4) 化学混和剤の固形分率
- 5) セメントの初期水和率

(2) キャリブレーション: ウェットスクリーニングなど、試料を加工して試験を行うような方法では、コンクリートの種類あるいはコンクリートのフレッシュ状態の影響を受ける。使用する材料や配(調)合、あるいは試験手順によっては測定方法固有の応答特性を示す場合がある。電子レンジを用いたウェットスクリーニングモルタルによるフレッシュコンクリートの単位水量測定では、水セメント比が大きくなるほど、測定結果が設計値よりも小さくなることが一般に指摘されている。また、上述したようにウェットスクリーニングに関する影響要因 (時間や方法) によっても測定結果は変動する。そのため、試験の再現性や結果の信頼性あるいは精度を高めるためには事前のキャリブレーションの実施は必要不可欠である。さらに、キャリブレーションをする場合には、規定されたウェットスクリーニングの方法で実施することはもちろんのこと、実際の現場などでの測定と同一設備の使用かつ同一試験員による測定の実施が重要となる。

キャリブレーションの方法としては、配(調)合通りのコンクリートを練って 3 回程度繰り返し測定する場合や、3 水準程度の単位水量あるいは水セメント比のコンクリートをそれぞれ測定し、それらの結果から回帰式を導き出して行う場合などがある。