

5－10 レディーミクストコンクリートの 単位水量測定について

5-10. レディーミクストコンクリートの単位水量測定について

5-10-1 「レディーミクストコンクリートの品質確保について」の運用について

平成15年10月15日 事務連絡

港湾局建設課課長補佐 から
各地方整備局港湾空港部港湾（空港）整備課長 あて

1. 対象工事は、当面の間、1日当たりコンクリートの使用量が 100m^3 以上施工する工事を対象とする。
2. 単位水量の測定は、次によるものとする。
 - (1) 受注者に単位水量を含む正確な配合設計書を確認させることとする。
 - (2) 示方配合の単位水量の上限値は、粗骨材の最大寸法が $20\text{mm}\sim 25\text{mm}$ の場合は $175\text{kg}/\text{m}^3$ 、 40mm の場合は $165\text{kg}/\text{m}^3$ を基本とする。
単位水量を減じることにより、施工性が低下する場合は、必要に応じて、支障のない量で高性能AE減水剤の使用を検討すること。
 - (3) 単位水量の測定は、港湾工事品質管理基準におけるコンクリートの供試体作成時、および荷卸し時に品質変化が認められた時に実施することとする。
 - (4) 現場で測定した単位水量の管理値は次の通りとして施工することとする。
 - 1) 測定した単位水量が、配合設計 $\pm 15\text{kg}/\text{m}^3$ の範囲にある場合はそのまま施工してよいものとする。
 - 2) 測定した単位水量が、配合設計 ± 15 を越え $\pm 20\text{kg}/\text{m}^3$ の範囲にある場合は、水量変動の原因を調査し、生コン製造者に改善を指示し、その運搬車の生コンは打設する。その後、配合設計 $\pm 15\text{kg}/\text{m}^3$ 以内で安定するまで、運搬車の3台毎に1回、単位水量の測定を行うこととする。
 - 3) 配合設計 $\pm 20\text{kg}/\text{m}^3$ の指示値を超える場合は、生コンを打込まずに、持ち帰らせ、水量変動の原因を調査し、生コン製造者に改善を指示しなければならない。その後の全運搬車の測定を行い、配合設計 $\pm 20\text{kg}/\text{m}^3$ 以内になることを確認する。
更に、配合設計 $\pm 15\text{kg}/\text{m}^3$ 以内で安定するまで、運搬車の3台毎に1回、

単位水量の測定を行うこととする。

打設 $\leq$ （管理値＝配合設計 ± 15 ）＜改善指示 $\leq$ （指示値＝配合設計 ± 20 ）＜持ち帰り

	指示値		管理値		配合設計値 $\pm$		管理値		指示値	
<	-20	$\leq$	-15	$\leq$	0	$\leq$	+15	$\leq$	+20	<
持ち帰り	改善	改善	打設	打設	打設	打設	打設	改善	改善	持ち帰り
全車	1/3台	1/3台						1/3台	1/3台	全車

（５）単位水量管理についての記録を書面と写真により提出させることとする。

3. コンクリートのスランプ管理は次によるものとする。

（１）スランプの測定は、港湾工事品質管理基準により定められた時期、および荷卸し時に品質変化が認められた時に実施することとする。

〔港湾工事品質管理基準〕

１日１回とし、１日の打設量が 150m³を超える場合は１日２回とする。

ただし、同一配合の１日当り打設量が少量の場合は、監督職員の承諾を得て打設日数に関係なく100m³ごとに１回とすることができるものとする。

（２）コンクリート打設時にポンプの筒先等の適切なワーカビリティを確保するため、場内運搬時のスランプロスを考慮してコンクリートのスランプを指定するものとする。

（３）コンクリートポンプを用いる場合は、コンクリートのポンプ施工指針（土木学会）等の規定によることとし、コンクリート打込み地点とスランプ管理地点である荷卸し地点の差を見込むこととする。

5-10-2 レディーミクストコンクリート単位水量測定要領（案）について

平成16年3月8日 事務連絡

港湾局建設課課長補佐 から
各地方整備局港湾空港部港湾（空港）整備課長 あて

レディーミクストコンクリート単位水量測定要領（案）

1. 適用範囲

本要領は、レディーミクストコンクリートの単位水量測定について、測定方法および管理基準値等を規定するものである。

なお、水中コンクリート、転圧コンクリート等の特殊なコンクリートを除き、1日当たりコンクリート種別ごとの使用量が100m³以上施工するコンクリート工を対象とする。

2. 測定機器

レディーミクストコンクリートの単位水量測定機器については、エアメータ法かこれと同程度、あるいは、それ以上の精度を有する測定機器を使用することとし、施工計画書に記載させるとともに、事前に機器諸元表、単位水量算定方法を監督職員に提出するものとする。また、使用する機器はキャリブレーションされた機器を使用することとする。

3. 品質の管理

受注者は、施工現場において、打込み直前のレディーミクストコンクリートの単位水量を本要領に基づき測定しなければならない。

4. 単位水量の管理基準

測定したレディーミクストコンクリートの単位水量の管理値は、「レディーミクストコンクリートの品質確保について」の運用について（平成15年10月15日付け事務連絡）によるものとする。

5. 単位水量の管理記録

受注者は、測定結果をその都度記録（プリント出力機能がある測定機器を使用した場合は、プリント出力）・保管するとともに、測定状況写真を撮影・保管し、監督職員等の請求があった場合は遅滞なく提示するとともに、検査時に提出しなければならない。また、1日のコンクリート打設量は単位水量の管理シートに記載するものとする。

6. 測定頻度

単位水量の測定頻度は、（１）および（２）による。

（１） 2回／日（午前1回、午後1回）、または、重要構造物では重要度に応じて100～150m³に1回

（２） 荷卸し時に品質の変化が認められたとき。

なお、重要構造物とは、高さが5m以上の鉄筋コンクリート擁壁（ただし、プレキャスト製品は除く。）、内空断面が25m²以上の鉄筋コンクリートカルバート類、橋梁上・下部（ただしPCは除く。）、トンネル及び高さが3m以上の堰・水門・樋門とする。

7. 管理基準値・測定結果と対応

（１）管理基準値

現場で測定した単位水量の管理基準値は次のとおりとして扱うものとする。

区分	単位水量 (kg/m ³)
管理値	配合設計±15kg/m ³
指示値	配合設計±20kg/m ³

注）示方配合の単位水量の上限値は、粗骨材の最大寸法が20～25mmの場合は175kg/m³、40mmの場合は165kg/m³を基本とする。

（２）測定結果と対応

a 管理値内の場合

測定した単位水量が管理値内の場合は、そのまま打設して良い。

b 管理値を超え、指示値内の場合

測定した単位水量が管理値を超え指示値内の場合は、そのまま施工してよいが、受注者は、水量変動の原因を調査し、生コン製造者に改善の指示をしなければならない。

その後、管理値内に安定するまで、運搬車の3台毎に1回、単位水量の測定を行うこととする。

なお、「管理値内に安定するまで」とは、2回連続して管理値内の値を観測することをいう。

c 指示値を超える場合

測定した単位水量が指示値を超える場合は、その運搬車は打込まずに持ち帰らせるとともに、受注者は、水量変動の原因を調査し、生コン製造者に改善を指示しなければならない。

その後、単位水量が管理値内になるまで全運搬車の測定を行う。

なお、管理値または指示値を超える場合は1回に限り試験を実施することができる。再試験を実施した場合は2回の測定結果のうち、配合設計との差の絶対値の小さいほうの値で評価して良い。

1. 対象工事は、当面の間、1日当たりコンクリートの使用量が 100m^3 以上施国土交通省が建設する構造物に使用されるコンクリートおよびコンクリート工場製品に適用する。ただし、仮設構造物のように長期の耐久性を期待しなくともよいものは除く。

2. 抑制対策

構造物に使用するコンクリートは、アルカリ骨材反応を抑制するため、次の3つの対策の中のいずれか1つについて確認をとらなければならない。なお、土木構造物については2.1、2.2を優先する。

1 m³に含まれるアルカリ総量をNa₂O換算で3.0kg以下にする。

2.2 抑制効果のある混合セメント等の使用

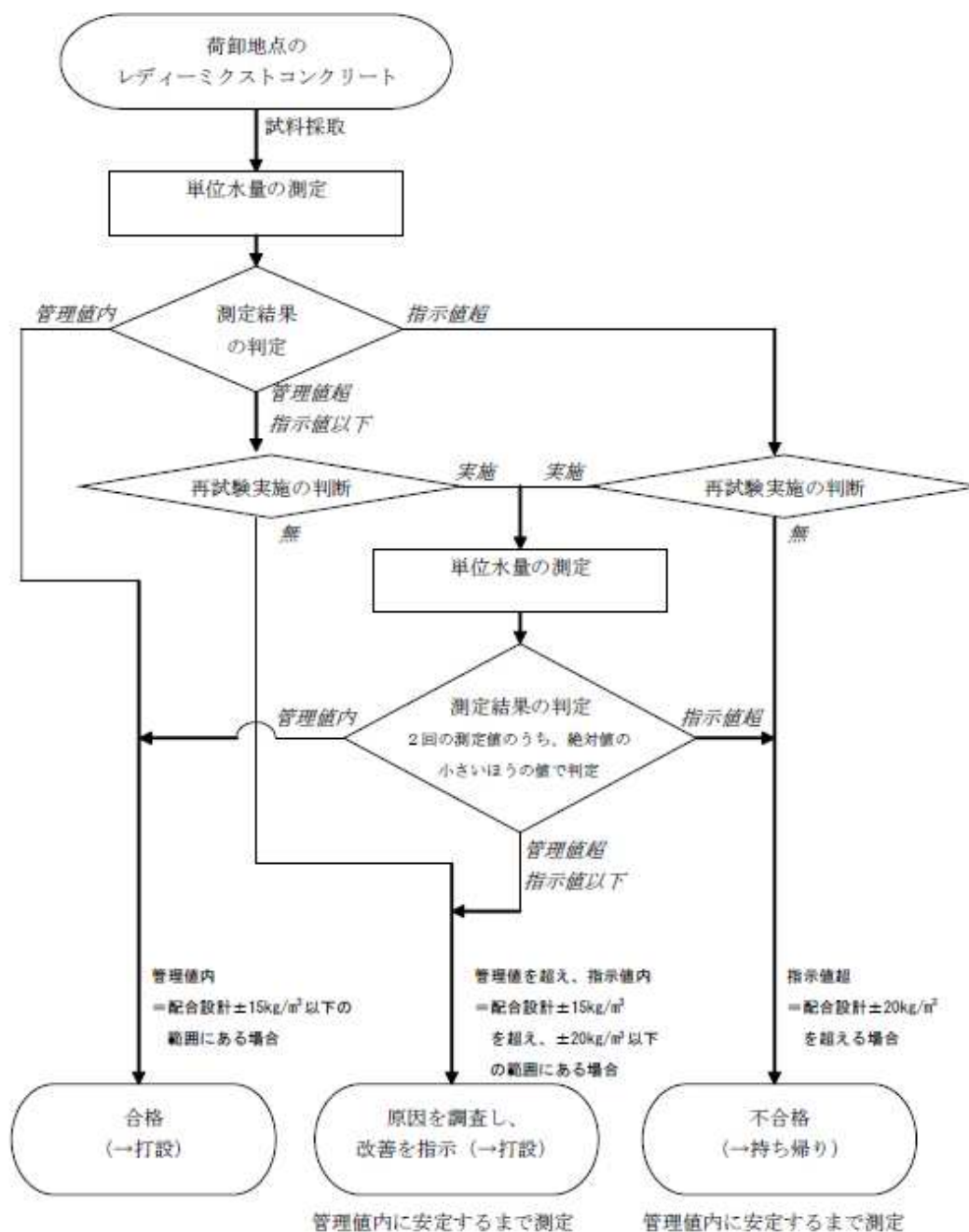
JIS R 5211高炉セメントに適合する高炉セメント[B種またはC種]あるいはJIS R 5213フライアッシュセメントに適合するフライアッシュセメント[B種またはC種]、もしくは混和材をポルトランドセメントに混入した結合材でアルカリ骨材反応抑制効果の確認されたものを使用する。

2.3 安全と認められる骨材の使用

骨材のアルカリシリカ反応性試験（化学法またはモルタルバー法）の結果で無害と確認された骨材を使用する。

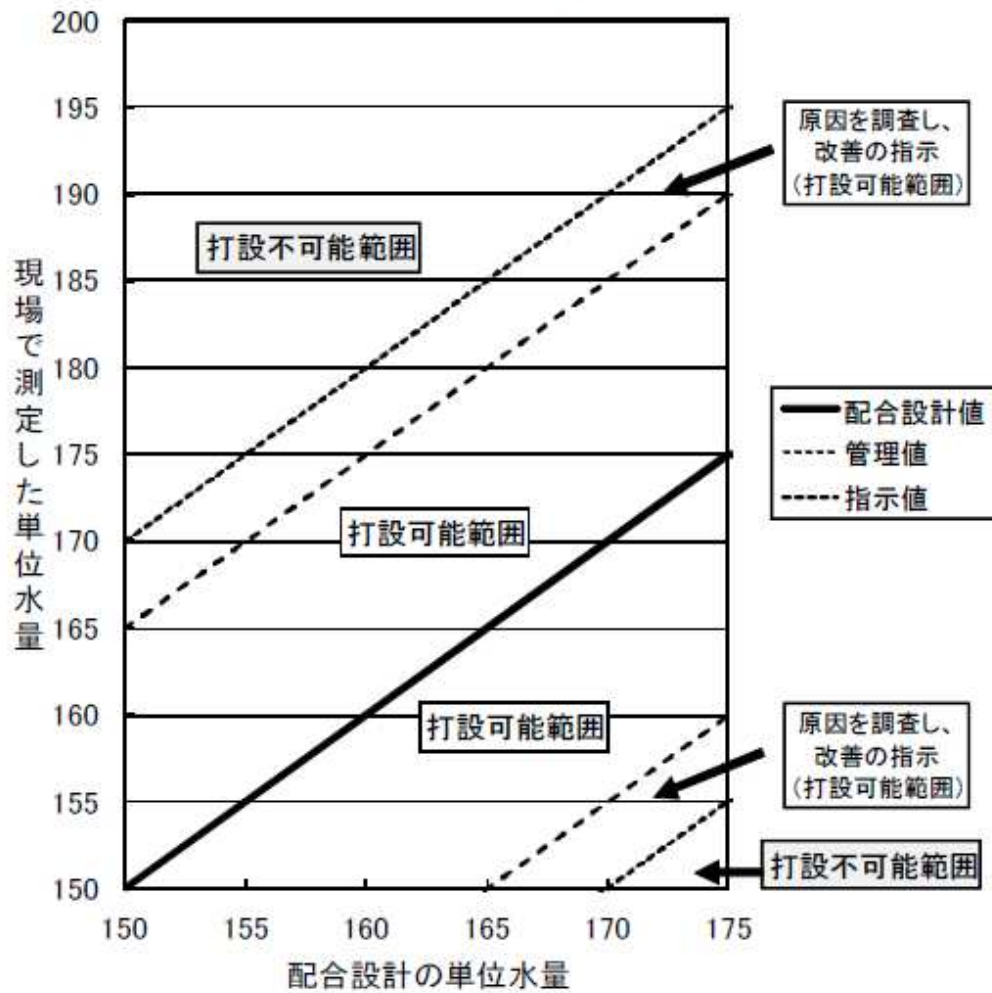
なお、海水または潮風の影響を受ける地域において、アルカリ骨材反応による損傷が構造物の安全性に重大な影響を及ぼすと考えられる場合（2.3の対策をとったものは除く）には、塩分の浸透を防止するための塗装等の措置を講ずることが望ましい。

注）試験方法は、JIS A 1145 骨材のアルカリシリカ反応性試験方法（化学法）またはJIS A 5308（レディーミクストコンクリート）の付属書7「骨材のアルカリシリカ反応性試験方法（化学法）」、JIS A 1146 骨材のアルカリシリカ反応性試験方法（モルタルバー法）またはJIS A 5308（レディーミクストコンクリート）の付属書8「骨材のアルカリシリカ反応性試験方法（モルタルバー法）」による。



レディーミクストコンクリートの単位水量測定の管理フロー図

レディーミクストコンクリートの
単位水量測定の実管理図 (kg/m³)



注) 単位水量の上限値が 175kg/m³ の場合 (粗骨材最大寸法が 20~25mm)

参考資料

各種測定方法の概要（1／5） 推定精度が±10kg/m³以下で測定が可能と考えられる測定方法を掲載（2003.7現在）

名 称	エアメータ法（土研法）	エアメータ法 生コンの単位水量計「W－Checker」
測定原理	単位水量が増加するとコンクリートの単位容積質量が小さくなる。この性質を利用し、単位容積質量の違いから単位水量を推定する。	生コンが計画した割合通りであるかを、単位容積質量と空気量の関係から求めるものである。空気量の測定値が理論値と異なる場合には、細骨材質量の計量値には骨材以外に水量が含まれたことになり、この水量から単位水量と水セメント比を算出する。
特徴	長所：空気量測定時に質量を測定するだけで単位水量が推定できる。 短所：骨材の密度を正しく求めておく必要がある。	長所：生コンクリートの受け入れ試験として行われる空気量測定試験とほぼ同等の作業で測定が可能「W－Checker」（はかりが1g、空気量が0.1%の測定が可能）を用いることで、高精度な単位水量測定が可能 短所：骨材の密度を正しく求めておく必要がある。
測定方法	① 事前にエアメータの容積、質量を測定しておく。 ② エアメータを用いてコンクリート試料の空気量を測定する。 ③ エアメータごと試料の質量を秤に載せて測定する。	① 装置自体の容積と質量の測定を行い、JIS A 112 に準じて空気量のキャリブレーションを行う ② 骨材修正係数とセメント密度を測定し、配合計算書から材料密度、各種材料の配合を入力 ③ コンクリート試料をエアメータに入れ質量を測定する ④ エアメータの空間部分に水を注入し質量を測定する ⑤ JIS A 1128 に準じて空気量を測定する ⑥ 測定値データを入力し、単位水量を算出する
測定時間	5分	5分
試料の量	7リットルのコンクリート	約6リットルのコンクリート
測定に必要な情報	計画配合	① 計画配合 ② セメントの湿潤密度 ③ 細骨材、粗骨材の表乾密度
その他	・専用の計算システム（PDA）も市販されている（エアメータとセットで23万円）	コンクリート試料をそのまま使用するため、ウェットスクリーニングを行う場合のようなサンプリング誤差が生じない。

参考資料

各種測定方法の概要（2/5） 推定精度が±10kg/m以下で測定が可能と考えられる測定方法を掲載（2003.7現在）

名 称	水中質量法	高周波加熱乾燥（電子レンジ）法
測定原理	コンクリートの気中（空中）質量と、水中質量および材料の密度から、コンクリートの体積を求め、単位水量を測定する。	高周波加熱乾燥法 コンクリートからふるい分けたモルタル分を、電子レンジで加熱乾燥させ、質量の減少量とコンクリートの単位水量の相関性が高いことを利用し、コンクリートの単位水量を測定する。
特 徴	長所：ウェットスクリーニングを行わず、コンクリートで測定可能である。事前に骨材の密度測定を行うことで、高精度での推定が可能。 短所：作業に熟練を要す 水道水が必要	長所：使用する機械が電子レンジ、はかり、パソコン（表計算ソフト）であり入手が容易である。 短所：モルタルで試験を行うためにウェットスクリーニングに伴う誤差を補正する必要がある。 長時間使用すると電子レンジが劣化する。 電源が必要
測定方法	① 事前に骨材の密度測定を行う ② コンクリートをサンプリングし空中質量を測定 ③ コンクリート中の気泡を脱泡しつつ水中質量を測定 ④ 粗骨材のみを洗い出し、粗骨材を測定 ⑤ 計算により単位水量を推定する	① 測定準備 測定に使用する紙皿の乾燥質量を事前に求めておく。 ② 試料採取 ハンドスコップ1杯分(1kg～1.5kg程度)の試料を、パイプレーターやサジを使ってウェットスクリーニングする。 ③ 乾燥前質量の測定 モルタル試料を紙皿の上に400g程度で0.1g単位まで計り取る。 ④ モルタル試料の乾燥 電子レンジにモルタル試料を設置し、4～5分間程度加熱乾燥させる。 ⑤ 乾燥後の質量測定 乾燥後のモルタル試料の質量を0.1g単位まで計る。 ⑥ 単位水量の計算 必要なデータを表計算ソフトに入力し単位水量を計算する。
測定時間	15分	15分
試料の量	約2kgのコンクリート	400g程度のモルタル
測定に必要な情報	基準コンクリートの調査 各材料の密度	粗骨材中の水分量、セメント初期水和量
そ の 他	測定手順として粗骨材を洗うため、測定終了後の装置の洗浄作業がなく、直ちに次の測定にかかれる。	竹中工務店の方法、全生連の方法などが提案されている。 特に必要な資格等はない。

参考資料

各種測定方法の概要（3／5） 推定精度が±10kg/m³以下で測定が可能と考えられる測定方法を掲載（2003.7現在）

名 称	W/Cミータ（MT-200）	乾燥炉法
測定原理	減圧式加熱乾燥法 水は減圧乾燥すると約 50℃で沸点に達するため、試料は低温化で乾燥される。	専用の乾燥炉によってコンクリートを加熱乾燥し、蒸発量から単位水量を推定する。
特 徴	長所：材料による影響が少ない。操作も計量・乾燥・計算をすべて自動で行うために測定者による試験誤差が発生しない。 ウェットスクリーニングに伴う誤差を骨材の種類ごとに自動的に補正する。 短所：測定時間が長い 電源が必要	長所：原理が単純で、信頼性が高い。 乾燥後の試料から粗骨材を洗い出すことで粗骨材量を測定・補正することで高精度の単位水量推定が可能。 短所：測定時間が長い。 事前に1時間の子熱が必要 電源が必要
測定方法	① 試料採取 フレッシュコンクリートからウェットスクリーニング作業をモルタル分離機で行い、モルタルを採取する。 ② 乾燥前質量の測定 モルタルを約 400g 試料受け皿に入れて測定器にセットし、乾燥前の質量を測定する。 ③ 減圧乾燥 調配合を選択後、測定開始。 ④ 配合値の入力 配合値を測定器に入力する。 ⑤ 結果表示 乾燥終了後、乾燥後の質量を測定し、自動的に演算され、プリントアウトする。	① 予熱 事前に乾燥炉内の温度を上昇させておく ② 試料採取 試料を 1～2kg 採取し、質量を測定する。 ③ 乾燥 試料を乾燥炉に入れ、乾燥させる。 ④ 質量測定 乾燥後の試料質量を測定する ⑤ 洗い出し 乾燥後の試料を 5mm フルイ上で水洗いし、粗骨材量を測定する。
測定時間	20分～25分	20～25分
試料の量	400g ± 30kg のモルタル	1～2kg のコンクリート
測定に必要な情報	調配合（示方配合・現場配合）	配合表
その他	特に必要な資格等はない	

参考資料

各種測定方法の概要（４／５） 推定精度が± 10kg/m³以下で測定が可能と考えられる測定方法を掲載（2003.7現在）

名 称	静電容量法 生コン水分計：HI-300、HI-300J 生コン・砂水分計：HI-330、HI-330J	連続式 R I（ラジオアイソトープ）法
測定原理	高周波容量式 物質の誘電率が水分量によって変化することを利用。 モルタル中の静電容量と水分率の関係をあらかじめ求めておき、機械でモルタル中の静電容量を測定することにより単位水量を推定する。	コンクリート中の水素原子（主に水として存在）と照射する中性子との衝突によって減衰する中性子の割合から単位水量を推定する。
特 徴	長所：2電源対応（AC電源、乾電池） 126点の測定データの記憶、プリンターが出力可能 測定に際して特別な技術は不要 短所：高精度を補償するには事前に検量線のチェック・見直しが必要	長所：配管を流れる生コン全量の単位水量を連続的に測定し、リアルタイムで結果が判明する。試験結果のフィードバックが適切に行える。 短所：事前に校正試験が必要 装置が高額
測定方法	① 配合データの入力 ② 生コンクリートの採取 ③ ウェットスクリーニングでモルタルを抽出 ④ 試料容器にモルタルを充填 ⑤ 試料容器の質量を測定し器械に入力する ⑥ 生コンの空気量を器械に入力する ⑦ 試料容器を器械にセットし測定を行う（約7秒） ⑧ ⑤～⑦の手順を試料容器3個分繰り返し、平均値を計算する ※ 試料容器3個のばらつきは約± 1.0kg/m ³	校正試験（基準コンクリートに対して実施）と現場測定（測定対象のコンクリートに対して実施）の2段階測定。 ① 校正試験 何を基準コンクリートとするかによって以下の2つの方法がある。 1）試験室で試し練り時に実施 2）特定の生コン車を基準とし、荷卸し時に実施。 ② 現場測定 配管（例えば、ポンプ車のブーム配管）に中性子線水分計及びγ線密度計を取りつけ、同配管内を流れるフレッシュコンクリートの単位水量及び単位容積質量を測定する。
測定時間	10分	5分
試料の量	モルタル量 約2kg	制限無し
測定に必要な情報	① 単位量（水、セメント、細骨材、粗骨材） ② 表乾密度（セメント、細骨材、粗骨材） ③ 吸水率（細骨材、粗骨材） ④ 試料質量 ⑤ 空気量	基準コンクリートの単位水量と単位容積質量
そ の 他	・JR東日本「土木工事標準仕様書」をはじめ、JR東海、JR西日本などで現場測定を実施。 ・国土交通省東北地方整備局ではフィールド試験継続中	・管厚の補正が必要 ・通信手段を用いて測定値を随時送信し、結果モニタリングできる。（遠隔モニタリング）

参考資料

各種測定方法の概要（5／5） 推定精度が±10kg/m³以下で測定が可能と考えられる測定方法を掲載（2003.7現在）

名 称	水濃度測定法	塩分濃度差法（電量測定塩分濃度計方式）
測定原理	<p>本測定方法は、一定容量のフレッシュコンクリートに特殊アルコールを定量加え、コンクリート中の水量をアルコールに抽出させ、その水アルコール混合液の水濃度を測定することにより、採取したコンクリート中の水量を求め、体積換算により、コンクリート1 m³当りの単位水量を求める。</p> <p>この水濃度を測定する方法として、以下に示す水酸化カルシウムが水と反応してガスを発生させる特性を利用している。発生したガス圧を高精度の精密圧力計を用いて計測し、発生ガス圧と測定試料中の水濃度との相関により、抽出液の水濃度を求めるものである。</p> <p>反応式：$\text{CaH}_2 + 2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2 + 2 \text{H}_2 \uparrow$</p>	<p>フレッシュコンクリートに濃度の判っている食塩水を添加・混合した際に食塩添加前と食塩水を混合後の濾液の塩分濃度を測定し、食塩水がコンクリート中の水により薄められる原理を用いて単位水量を推定する。</p>
特 徴	<p>長所：・コンクリート自体を試料とするため、試料調整が不要。</p> <p>・事前情報（コンクリートの的配合や骨材比重・吸水率等）を必要としない。</p> <p>・測定値から換算表により、単位水量を求める（パソコンを必要としない）。</p> <p>・外部電源を必要としない。</p> <p>・現場で簡易測定できる（測定器が、コンパクトで持ち運びできる）。</p> <p>短所：サンプリング時の試料のパラッキの影響。</p>	<p>長所：・コンクリートのままで測定でき、測定原理がわかりやすい。</p> <p>・小型・高精度の電量測定式塩分濃度計（蓄電池等3電源式）を用いるため電源のない現場でも測定でき、測定データを印字できる。</p> <p>・配合情報がない場合でも概略値が求められる。</p> <p>・空気量、単位セメント量、骨材量、骨材吸水率がわかれば推定精度が向上する。</p> <p>短所：・試料量が15リットルであるため、サンプリングに注意が必要。</p> <p>・少量の濾液により塩分測定するため注意深く測定する必要がある。</p>
測定方法	<ol style="list-style-type: none"> ① 専用試料採取容器に、コンクリートを採取する。 ② 専用抽出容器に、特殊アルコールを500ml入れて試料採取容器をセットし、2分間振とうさせて、コンクリート試料中の水を特殊アルコールの中に抽出する。 ③ 試料採取容器を外し、抽出容器にろ紙をセットし、抽出液をろ過させる。 ④ ろ過した抽出液を専用シリンダで採取し、反応管に入れ、反応管にゴム栓をする。 ⑤ 反応管を折り曲げることで、反応管中の試薬サンプルを割り、反応管を1分間振とうさせ、試薬と反応させる。 ⑥ 反応後3分間静置し、精密圧力計で発生ガス圧力を測定する。その測定値から換算表により単位水量を求める。 	<ol style="list-style-type: none"> ① 事前に添加する食塩水の塩分濃度を測定しておく。 ② 食塩水濃度、配合情報をパソコンまたは本体（専用機）に入力しておく。 ③ 容器にコンクリートを採取し、突き棒、ゴムハンマを用いて詰める。 ④ 容器表面をストレートエッジで水平にならす。 ⑤ 接続筒を取り付け、食塩水を計量・添加し、混合容器を閉じる。 ⑥ 食塩水とコンクリートが混ざり流動状態になるよう振って攪拌・混合する。混合容器の上下逆転を繰り返すか、混合機により水平回転させて2分間程度攪拌・混合する。 ⑦ 食塩水混合前・後のコンクリートより濾液を採取し、塩分濃度を測定する。 ⑧ 測定終了後測定値を入力し単位水量を算出する。（専用機：単位水量を表示し、測定データとともに印字する。）
測定時間	15分～20分	約15分
試料の量	0.5リットルのコンクリート	1.5リットルのコンクリート
測定に必要な情報	なし	計画配合（セメントの種類・量、細・粗骨材量）、細・粗骨材吸水率、空気量
そ の 他		専用混合容器（アリス製）：2万円（量産品を計画）、濾液採取器：1万円