25. レディーミクストコンクリート単位水量測定要領（案）

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100㎥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２日付け国コ企第３号）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100～150㎥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25㎡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/㎥）
管理値	配合設計±15kg/㎥
指示値	配合設計±20kg/㎥

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

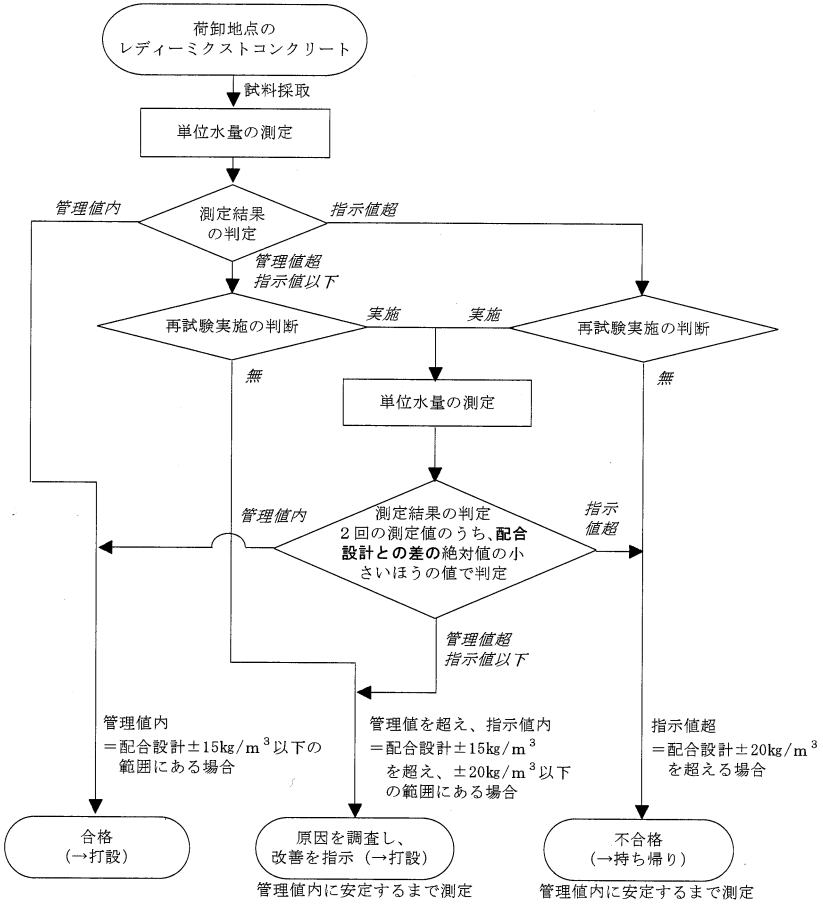
c　指示値を超える場合

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

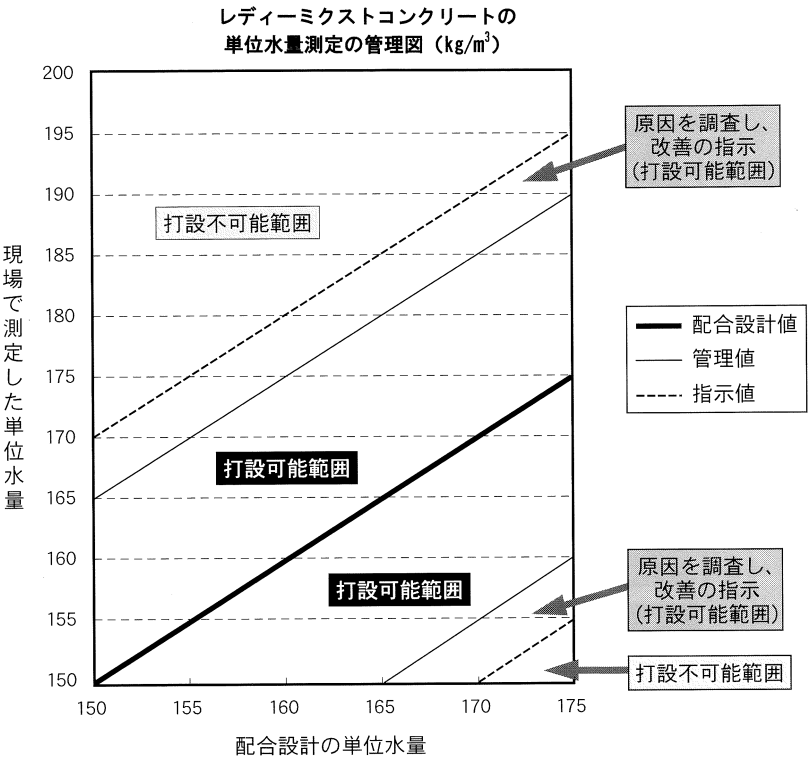
に持ち帰らせるとともに、受注者は、水量変動の原因を調査し、生コン製造者に改善を指示しなければならない。

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。



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



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）

各種測定方法の概要（1/4）　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」	水　中　質　量　法
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。	生コンが計画した調合通りであるかを、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。	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。
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。 無注水法でも注水法と同等の精度で推定できる。 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。	長所：ウエ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
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 装置自体の容量と質量の測定を行い、JIS A 1128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	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、粗骨材料を測定 ⑤ 計算により単位水量を推定する
測定時間	５分	５分	１５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	約２ｋｇ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	基準コンクリートの調合各材料の密度
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、ウエ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。	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。

各種測定方法の概要（2/4）　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	高周波加熱乾燥（電子レンジ）法	W／Cミータ（MT－２００）	乾　燥　炉　法
測定原理	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測定する。	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：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	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時間の予熱が必要 電源が必要
測定方法	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、バイブ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。	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	１５分程度	２０分～２５分	２０～２５分
試料の量	400ｇ程度のモルタル	400ｇ±30ｇのモルタル	１～２ｋｇのコンクリート
測定に必要な情報	細骨材中の水分量、セメント初期水和量	調配合（示方配合・現場配合）	配合表
その他	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し	特に必要な資格等はなし	

各種測定方法の概要（3/4）　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ＲＩ（ラジオアイソトープ）法	水濃度測定法
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応用。モルタル中の静電容量と水分率の関係式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。	本測定方法は、一定容積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１m³当りの単位水量を求める。この水濃度を測定する方法として、以下に示す水素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。 反応式：ＣａＨ２＋２Ｈ２Ｏ → Ｃａ(ＯＨ)２＋２Ｈ２↑
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、プリンター出力が可能測定に際して特別な技術は不要 短所：高精度を保証するには、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	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。 ・事前情報(コンクリートの調配合や骨材比重・吸水率等)を必要としない。 ・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）。 ・外部電源を必要としない。 ・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）。 短所：・サンプリング時の試料のバラツキの影響。
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 ウエ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/m³	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）に中性子線水分計および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および単位容積質量を測定する。	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ジで採取し、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により、反応管中の試薬アンプルを割り、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。
測定時間	１０分	５分	１５～２０分
試料の量	モルタル量　約２ｋｇ	制限無し	０．５リットルのコンクリート
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	なし
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。	・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、結果をモニタリングできる。（遠隔モニタリング）	

各種測定方法の概要（4/4）　　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	塩分濃度差法(電量滴定塩分濃度計方式)		
測定原理	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・混合した際に食塩水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。		
特　徴	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。 ・小型・高精度の電量滴定式塩分濃度計（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。 ・配合情報がない場合でも概略値が求められる。 ・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。 短所：・試料量が1.5リットルであるため、サンプリングに注意が必要 ・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。		
測定方法	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採取器により濾液を採取し、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	約１５分		
試料の量	１．５リットルのコンクリート		
測定に必要な情報	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（ｱｸﾘﾙ製）：2万円（量産品を計画中）、濾液採取器：１万円		