

27. レディーミクストコンクリート 単位水量測定要領（案）

技	第	89	号
平	成	19	年 9 月 7 日

レディーミクストコンクリート単位水量測定要領（案）

1. 目的

本要領は、トラックアジテータ（生コン車）等で運搬されたレディーミクストコンクリートに水を加える（いわゆる「加水」）などの不正行為を防止し、コンクリート構造物の耐久性をより一層向上させるために、工事施工時、現場における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、測定方法及び管理基準値等を規定するものである。

2. 適用範囲

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日あ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または重要なコンクリート構造物（下表）を対象とする。

レディーミクストコンクリート単位水量測定における重要構造物

NO.	名称
1	高さ5m以上の鉄筋コンクリート擁壁
2	内空断面積25m ² 以上の鉄筋コンクリートカルバート類
3	橋梁上・下部工
4	トンネル
5	コンクリートダム
6	高さ10m以上の砂防ダム
7	高さ3m以上の堰・水門・樋門
8	その他測定が必要と認められる重要構造物

※1；プレキャスト製品を除く。

※2；1日あたりコンクリート使用量が100m³未満の場合でも、上記1～8に該当する場合は、単位水量測定を実施するものとする。

3. 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（土研法）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。

4. 品質の管理

受注者は、施工現場において、打ち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。

5. 配合設計書

受注者は単位水量を含む配合設計書を提出する。

配合設計書（もしくは計画調合書）における単位水量の上限値は、

①土木工事の場合、

・粗骨材の最大寸法が20mm～25mmの場合は、175kg/m³

・粗骨材の最大寸法が40mmの場合は、165kg/m³

②建築工事の場合、185kg/m³

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A E減水剤の使用を検討すること。

6. 単位水量の測定及び頻度

単位水量の測定及び頻度は、(1)～(4)による。

- (1) コンクリート打設（コンクリート種別ごと）を午前から午後にかけて行う場合は、2回/日（午前1回、午後1回）。午前または午後のみ行う場合は、1回/日とする。
- (2) 1日あたりコンクリート種別ごとの使用量が100m³を超える場合は、100m³ごとに1回とする。
- (3) 荷卸し時に品質の変化が認められたとき。
- (4) (1)～(3)のうち、測定回数が多い方を採用する。

7. 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。

8. 管理基準値及び測定結果と対応（別添1，2 参照）

- (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

- (2) 測定結果と対応

1) 管理値内の場合

測定した単位水量が管理値内（配合設計±15kg/m³の範囲）の場合は、そのまま打設してよい。

2) 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（配合設計±15kg/m³を超え±20kg/m³の範囲）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台ごとに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。

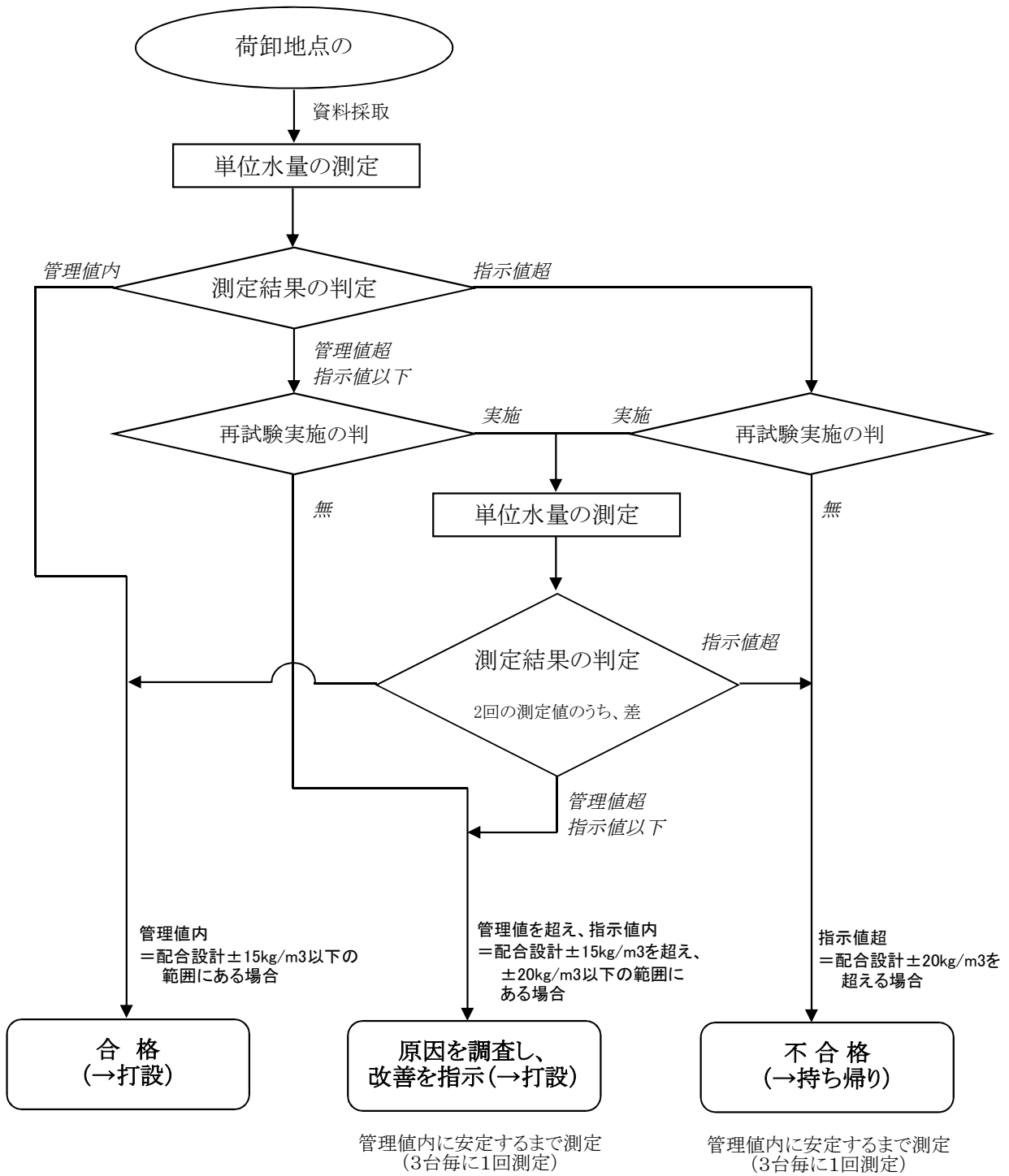
3) 指示値を超える場合

測定した単位水量が指示値を超える（配合設計±20kg/m³を超える）場合は、その運搬車は打ち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、単位水量が指示値内になるまで全運搬車の測定を行う。さらに、管理値内に安定するまで、運搬車の3台ごとに1回、単位水量の測定を行うこととする。

なお、単位水量の測定結果が、管理値または指示値を超える場合は1回に限り再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方の値で評価してよい。

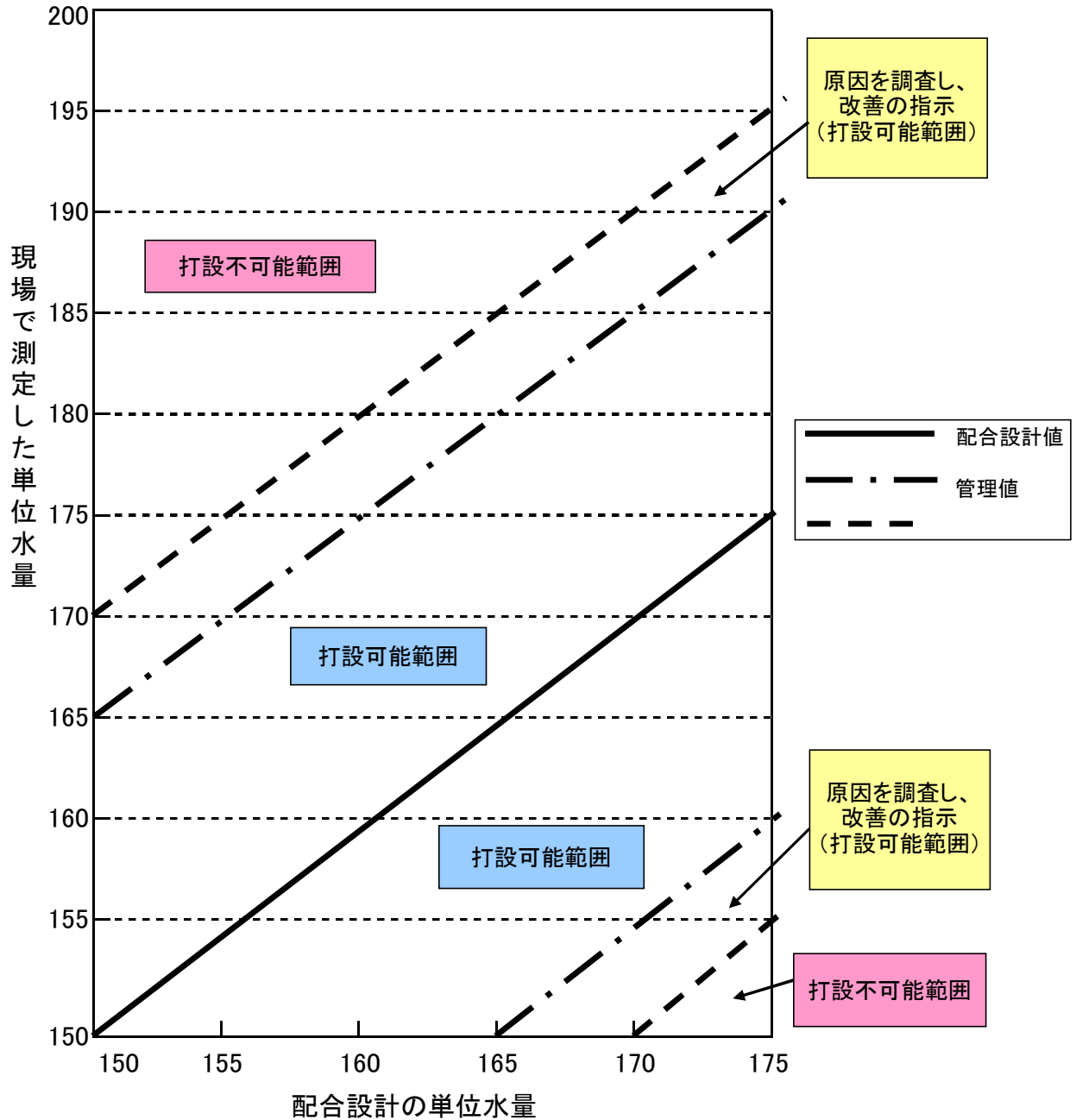
- 4) 単位水量管理についての記録を書面と写真により提出させることとする。

別添1 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フロー



※ 「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。

別添2 レディーミクストコンクリートの単位水量測定管理図(kg/m³)
(例示;土木工事の場合)



注) 配合設計書における単位水量の上限値が175kg/m³の場合
(土木工事で、粗骨材最大寸法が20~25mm)

エアメータ法による単位水量推定マニュアル (土木研究所法)

【概要】 コンクリート材料の中で、水は他の材料に比較して密度が小さいので、単位水量が変化するとコンクリートの単位容積質量も変化する。エアメータ法はコンクリートの単位容積質量の違いから単位水量を推定する。ただし、空気量によっても単位容積質量は変化することから、空気量を除いた単位容積質量で比較する。注水法、無注水法のどちらでも同精度で単位水量の推定が可能である。

1. 測定機器

- ・ 圧力式エアメータ

- ・ 秤 容量：25kg

最小目盛：5 g 以下

「2. 事前準備」での計量は1 g 単位が望ましい。

「3. 測定作業」での計量は5 g 単位で十分である。

電源：持ち運びを考慮すると乾電池式が良い

2. 事前準備

2.1 エアメータの質量の測定

エアメータの下容器と蓋の質量を測定する。

2.2 エアメータの容積の測定

コンクリートを詰める下容器の容積、および下容器と蓋の部分を含めた全容積を測定する。

容積は容器内に水を充填し、水の質量を測定することによって行う。下容器に水を満たす場合は水面を容器上縁に精度良く一致させるためにスリガラスを用いると良い。

2.3 エアメータの圧力計の検定

2.3.1 注水法の検定

(1) 下容器に水を満たす。さらに蓋を締めてから注水孔から注水して、排水孔から排水される状態でコックを締める（満水状態にする）。

(2) 空気量の測定法にならって注水法の見盛りで空気量①を測定する。

（空気量が0を示せば0点の誤差は無い）

(3) (1)の状態から、下容器容積の約5%の水（約350cc）を排出する。排出した水の量を正確に測定する。

(4) 空気量の測定法にならって注水法の見盛りで空気量②を測定する。

(5) (3)で排出した水量を下容器容積で除した値と空気量②を比較する。

（双方の値が一致すれば測定誤差は無い。差があればその分だけ測定空気量を補正する必要がある。）

2.3.2 無注水法の検定

(1) 下容器容積に等しい量の水を満たし、蓋を締める。

(2) 空気量の測定法にならって無注水法の見盛りで空気量①を測定する。

（空気量が0を示せば0点の誤差は無い）

- (3) (1)の状態から、下容器容積の約5%の水(約350cc)を排出する。排出した水の量を正確に測定する。
- (4) 空気量の測定法にならって無注水法が目盛りで空気量②を測定する。
- (5) (3)で排出した水量を下容器容積で除した値と空気量②を比較する。
(双方の値が一致すれば測定誤差は無い。差があればその分だけ測定空気量を補正する必要がある。)

2.3.3 骨材密度、骨材修正係数の測定

- (1) 細骨材の密度を JIS A 1109、粗骨材の密度を JIS A 1110 に従って正しく測定する。
エアメータ法はコンクリートの質量から単位水量を推定する方法であるが、コンクリートの質量の大半は骨材であるため、骨材密度が正しくないと、推定単位水量に大きな誤差が生じる。従って骨材密度が変化した場合には、それに合わせて配合表を修正する必要がある。
- (2) 骨材修正係数を JIS A 1128 に従って正しく測定する。
骨材修正係数がある場合は、測定空気量から骨材修正係数分を差し引いた値を空気量として用いる必要がある。

3. 測定作業

注水法の手順を以下に示す。

無注水法の場合は③、④を省略する(無注水法でも、単位水量推定精度は注水法と変わらない)。

- ① 空気量測定法に従ってコンクリートを下容器に詰め、表面を均し、蓋を締める。
- ② 容器ごと、質量(M_A)を測定する。
- ③ 注水孔から注水し、排水孔から排出されるまで注水した段階でコックを締める。
- ④ 質量(M_B)を測定する。
- ⑤ 空気量を0.1%単位で測定する。

4. 単位水量推定式

4.1 単位容積質量

エアメータ法は「配合表上の単位容積質量 γ_1 」と「試験で得られる単位容積質量 γ_2 」を比較することで単位水量を推定する。ただし、単位容積質量は空気量を除いた値として次式で計算する。正規の配合で練混ぜられたコンクリートでは γ_1 と γ_2 は同じ値を示すはずである。

$$\gamma_1 = \frac{Mc}{1 - (Air + \alpha) \times 0.01} \quad (1)$$

ここに、 γ_1 : 配合表上の空気量を除いた単位容積質量(kg/m³)

Mc : 配合表上のコンクリート1m³あたりの質量(kg/m³)

Air : 配合表上の空気量(%)

α : セメント粒子への水の浸潤による容積減少量(%)。

単位セメント量100kg/m³当たり0.1%とする

$$\gamma_2 = \frac{M_2}{V_2 - V_3 \times Air_2 \times 0.01} \quad (2)$$

ここに、 γ_2 : 試験で得られる空気量を除いた単位容積質量(kg/m³)

M_2 : 試料の質量(g)

V_2 : 試料の容積(リットル)

注水法では $V_2 = (\text{全容器容積}) - (\text{注水量})$

無注水法では $V_2 = V_3$

V_3 : 試料を詰める下容器の容積

Air_2 : 試料中の空気量(%)

$Air_2 = (\text{測定空気量}) - (\text{骨材修正係数})$

4.2 単位水量推定式 (厳密式)

式(1)に示す配合表通りのコンクリートに W' の加水があると、実際の単位容積質量 γ_2 は式(3)のようになる。

$$\gamma_2 = \frac{Mc + W'}{1 - (Air + \alpha) \times 0.01 + W' \times 0.001} \quad (3)$$

ここに、 W' : 単位水量の誤差(kg/m³)

式(3)から W' を求めると

$$W' = \frac{\gamma_2(1 - (Air + \alpha) \times 0.01) - Mc}{1 - \gamma_2 \times 0.001} \quad (4)$$

となる。従って推定単位水量 W は式(5)によって求めることができる。

$$W = W_i + W' = W_i + \frac{\gamma_2(1 - (Air + \alpha) \times 0.01) - Mc}{1 - \gamma_2 \times 0.001} \quad (5)$$

ここに、 W : 推定単位水量(kg/m³)

W_i : 配合表上の単位水量(kg/m³)

4.3 単位水量推定式 (簡易式)

現場で電卓を片手に単位水量を推定することを想定すると、推定式はできる限り簡略化したほうが良い。そこで、式(1) (2)から得られる γ_1 , γ_2 を用いて、式(6)に示す簡便式で単位水量を推定しても良い。

$$W = W_i + (\gamma_1 - \gamma_2) \times \beta \quad (6)$$

ここに、 β : 換算係数(=0.7)

係数 β は通常の配合では0.7とする。つまり、コンクリートの一般的な物性は1m³の質量2,300kg, 空気量4.5%程度である。その空気を含まない単位容積質量は $\alpha = 0.3$ として $2,300 / (1 - (4.5 + 0.3) \times 0.01) = 2,416 \text{ kg/m}^3$ であり、これに7kgの水を加えると $(2,300 + 7) / (0.952 + 0.007) = 2,406 \text{ kg/m}^3$ となり、単位容積質量が 10 kg/m^3 減少する。1m³あたりのコンクリート質量が $2,200 \sim 2,400 \text{ kg/m}^3$ の範囲の配合で、単位水量の変動幅が $\pm 10 \text{ kg/m}^3$ 以内であれば、式(6)を用いることによる推定誤差は 0.4 kg/m^3 以下であり、実用上無視して良い精度である。

5. 問合せ先 土木研究所 構造物マネジメント技術チーム 片平
tel : 0298-79-6761 fax : 0298-79-6799 e-mail : katahira@pwri.go.jp

エアメータ法による単位水量管理シート(土木研究所法)

平成 年 月 日

部 について入力する。

工 事 名	
工 事 番 号	
構造物名 及び 位置	
施 工 業 者	
生コン納入工場	
測 定 年 月 日	

配合の設計条件

呼 び 方	コンクリートの種類による記号	呼び強度	スランプ又はスランプフロー cm	粗骨材の最大寸法 mm	セメントの種類による記号
指 定 事 項					

実 測 値

スランプ又はスランプフロー(cm)	空気量 (%)	コンクリート温度 (°C)	生コン打設量(試験日当たり) (m3)

コンクリートの配合表(1m3あたり)

W/C (%)	① 水 (kg)	② セメント (kg)	③ 細骨材 (kg)	④ 粗骨材 (kg)	⑤ 空気量 (%)	⑥ 骨材修正係数 (%)
#DIV/0!						

※ 配合報告書より記述する。混和材量は②セメント量、混和剤量は①水量に含める。

⑦	配合表上のコンクリート1m3当たりの質量; Mc (kg/m3)	①+②+③+④ =	0
⑧	空気量を除いた容積 (m3)	$1.0 - (⑤ + ② \times 0.001) \times 0.01 =$	1.0000
⑨	配合表上の空気量を除いた単位容積質量; γ_1 (kg/m3)	$⑦ \div ⑧ =$	0

使用エアメータ番号 ;

⑩	エアメータの下容器容積; V2=V3 (cc)		
⑪	エアメータの蓋を含めた全容器質量 (g)		
⑫	測定質量(容器含む) (g)		
⑬	測定空気量 (%)		
⑭	試料中の空気量; Air2 (%)	$⑬ - ⑥ =$	0.0

⑮	試料の質量 (g)	⑫-⑪ =	0
⑯	試料の空気量を除く容積 (cc)	$⑩ \times (1.0 - ⑭ \times 0.01) =$	0
⑰	試料の単位容積質量 (kg/m3)	$(⑮ \div ⑯) \times 1,000 =$	#DIV/0!

⑱	単位水量の推定誤差 (kg/m3)	⑨-⑰) $\times 0.7 =$	#DIV/0!
⑲	推定単位水量; W (kg/m3)	$① + ⑱ =$	#DIV/0!
	配合設計との差 (kg/m3)	$⑲ - ① =$	#DIV/0!

備 考	判 定	管理基準値	管理値	配合設計との差 $\leq \pm 15$	打設可
			指示値	$\pm 15 < \text{配合設計との差} \leq \pm 20$	打設可 改善 1/3台測定
		管理基準値外		$\pm 20 < \text{配合設計との差}$	打設不可 持ち帰り 全車測定
<p>●管理値・指示値を超える場合は、1回に限り再試験が実施できる。 この場合、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する。 ●指示値の場合は、水量変動原因を調査・改善後、管理値内に安定するまで運搬車の1/3台、測定実施。 ●管理基準値外の場合は、水量変動原因を調査・改善後、単位水量が管理値内に安定するまで全車測定実施。 ここに、「管理基準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。</p>					

立 会 者		測 定 者	
-------	--	-------	--

エアメータ法による単位水量管理シート(土木研究所法)

(記載例)

平成 19年 ○月 □日()

部 について入力する。

工事名	道路改築			
工事番号	第〇〇-△号			
構造物名及び位置	構造物名	逆T擁壁 H=5.5m	位置	たて壁
施工業者	(株)◇◇建設			
生コン納入工場	(株)□□生コン			
測定年月日	平成19年 ○月 □日() 午前			

配合の設計条件

呼び方	コンクリートの種類による記号	呼び強度	スランブ又はスランブフロー cm	粗骨材の最大寸法 mm	セメントの種類による記号
	高炉 18-8-40	18	8	40	BB
指定事項	なし				

実測値

スランブ又はスランブフロー (cm)	空気量 (%)	コンクリート温度 (°C)	生コン打設量(試験日当たり) (m3)
9.0	5.2	30	110

コンクリートの配合表(1m3あたり)

W/C (%)	① 水 (kg)	② セメント (kg)	③ 細骨材 (kg)	④ 粗骨材 (kg)	⑤ 空気量 (%)	⑥ 骨材修正係数 (%)
52	165	320	779	998	4.5	

※ 配合報告書より記述する。混和材量は②セメント量、混和剤量は①水量に含める。

⑦	配合表上のコンクリート1m3当たりの質量; Mc (kg/m3)	①+②+③+④ =	2,262
⑧	空気量を除いた容積 (m3)	1.0 - (⑤+②×0.001)×0.01 =	0.9518
⑨	配合表上の空気量を除いた単位容積質量; γ1 (kg/m3)	⑦÷⑧ =	2,377

使用エアメータ番号 ; ○○○○○○

⑩	エアメータの下容器容積; V2=V3 (cc)		7,028
⑪	エアメータの蓋を含めた全容器質量 (g)		6,977
⑫	測定質量(容器含む) (g)		22,807
⑬	測定空気量 (%)		5.2
⑭	試料中の空気量; Air2 (%)	⑬-⑥ =	5.2

⑮	試料の質量 (g)	⑫-⑪ =	15,830
⑯	試料の空気量を除く容積 (cc)	⑩×(1.0-⑭×0.01) =	6,663
⑰	試料の単位容積質量 (kg/m3)	(⑮÷⑯)×1,000 =	2,376

⑱	単位水量の推定誤差 (kg/m3)	(⑨-⑰)×0.7 =	1
⑲	推定単位水量; W (kg/m3)	①+⑱ =	166
	配合設計との差 (kg/m3)	⑲-① =	1

備考	判	定	管理基準値	管理値	配合設計との差 ≤ ±15	打設可
				指示値	±15 < 配合設計との差 ≤ ±20	打設可 改善 1/3台測定
			管理基準値外		±20 < 配合設計との差	打設不可 持ち帰り 全車測定
<p>●管理値・指示値を超える場合は、1回に限り再試験が実施できる。 この場合、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する。 ●指示値の場合は、水量変動原因を調査・改善後、管理値内に安定するまで運搬車の1/3台、測定実施。 ●管理基準値外の場合は、水量変動原因を調査・改善後、単位水量が管理値内に安定するまで全車測定実施。 ここに、「管理基準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。</p>						

立会者		測定者	
-----	--	-----	--