

品質確保に向けた検査機器コンクリート単位水量測定器 (W/Cミータ[MT-200])の開発

No. 134

国土交通省北陸地方整備局北陸技術事務所長

前国土交通省北陸地方整備局北陸技術事務所副所長

国土交通省北陸地方整備局北陸技術事務所調査試験課長

よしだ	こういち
吉田	紘一
たての	つねゆき
立野	常幸
ひぐち	たしろう
樋口	多四郎

1. はじめに

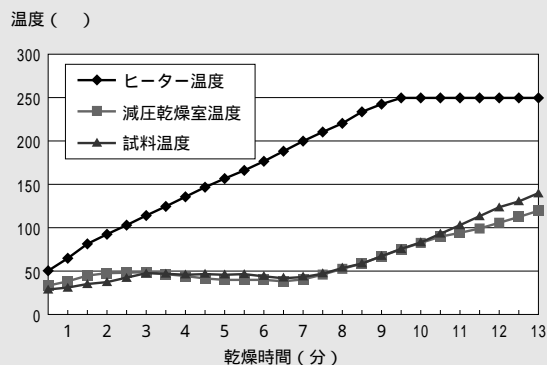
平成11年のトンネルや橋梁からのコンクリート塊の落下等、コンクリート構造物の信頼性に係わる事例が数多く発生している。このような状況を踏まえ、平成11年に建設省、運輸省、農林水産省が共同で設置した「土木コンクリート構造物耐久性検討委員会」での提言では、「耐久性の要求性能に対応した水セメント比の制限値を明示するとともに、施工段階で水分量の確認を行い、耐久性の確保を図る。そのための水分量試験方法を開発することが必要である(抜粋)」としている。このような背景の中、現場における既存の測定方法では、測定精度や測定時間等に一長一短があり、広く普及したものはない。平成12年度に、フレッシュコンクリート中の水分量を直接測定し、単位水量、水セメント比、強度を推定するコンクリート単位水量測定器「W/Cミータ[MT-200]」を北陸地方整備局・日本道路公団北陸支社・(社)北陸建設弘済会の三者で共同開発したので、測定器の概要について報告する。

2. 測定器の概要

(1) 測定方法

モルタル試料中の水分の抽出前後の試料質量を測定器に内蔵した計量装置で計量し、その質量差を水分量とする「水抽出法」に属する。水分の抽出方法は、モルタル試料をセットした、減圧乾燥室内を真空ポンプで減圧しながら、ヒータープレ

図 1 ヒーター温度と試料温度の関係
(単位水量170kg/m³未満のコンクリート)



水の沸点温度が低いため、試料温度の上昇が50程度に抑制されつつ、乾燥時間が8分程度でほぼ蒸発が終了している。8分以降は、蒸発がほぼ終了したことから、試料温度が徐々に上昇している。これにより、水とセメントの水和反応によって減少する結合水が抑制される。

ートで加熱乾燥する「減圧式加熱乾燥法」である。なお、ヒータ温度と試料温度の関係は図 1 のとおりである。

(2) 構造

測定器は、減圧式加熱乾燥装置、計量装置、演算装置を内蔵した一体構造である。測定方式は、フレッシュコンクリートから採取したモルタル試料を、減圧乾燥室にセットし、推定推量、推定水セメント比等の算定に必要なデータをパネルタッチ入力するだけで、自動的に測定結果がプリントアウトされ、またフロッピーディスクに記録保存される「全自動乾燥計量演算方式」である。

測定器の仕様は表 1、各種装置は写真 1 およびプリンター出力されたシートは表 2 のとおりである。

(3) 測定値の算定

測定器による推定水量、推定水セメント比、推定強度は、下記の推定計算式が演算装置に組み込まれており自動的に算定される。

1) 推定水量 (kg/m³)

$$W_1 = W_2 + W_3 + W_4 - W_5$$

① W₂: 単位水量 (kg/m³): 乾燥水量を 1 m³ 当りに換算した水量

② W₃: 結合補正水量 (kg/m³): 試料中の水分

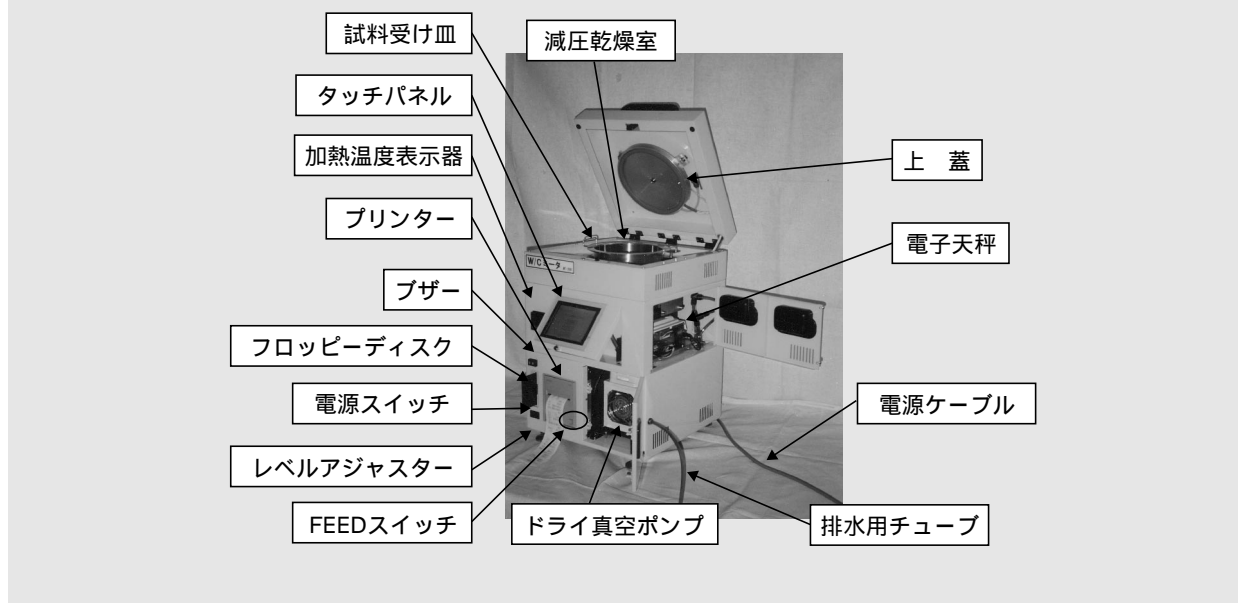
表 1 測定器の仕様

項目	構造	機器	機能	
形式	減圧式加熱乾燥法			
測定方式	全自動乾燥計量演算方法			
電源	AC100V 50/60Hz 15A			
試料	モルタル質量: 400g ± 30g			
仕様	本体	外形寸法	W380 × L380 × H625mm	
		本体質量	37.5kg	
	減圧式加熱乾燥装置	減圧乾燥室	上蓋	上開きロック式 水滴防止用ヒーター0.1kW
			試料受け皿	ステンレス製
		加熱方法	ヒータープレート	ヒーター底面加熱式 温度範囲 常温 ~ 250 温度測定 熱電対
		加熱温度	加熱温度表示器	加熱設定温度 250
	減圧方法	ドライ真空ポンプ	ダイヤフラム式	
	計量装置	計量方法	電子天秤	天秤量 6,100g 最小表示 0.1g
		演算装置	表示およびデータ入力	タッチパネル
	印字部		プリンター	シャトルドットマトリックス方式 FEED スイッチ: 緑 (照光式)
記録部	フロッピーディスク		3.5インチ フォーマット1.44MB	

表 2 プリンター出力シート

コンクリート中の水量試験表 MT 200		
1. 試験		
1 試験年月日	年	月 日
		13時30分
2. 打設箇所		
3. 試験番号 615		
2. コンクリートの指定事項		
1 呼び強度	18.0N/mm ²	
2 スランプ	8 cm	
3 粗骨材の最大寸法	25mm	
4 空気量	4.5%	
5 水セメント比	65.0%	
6. セメントの種類		
3. 示方配合		
1 水セメント比	62.0%	
2 配合強度	22.2N/mm ²	
4. 試験値		
1 結合水補正係数	1.305%	
2 細骨材の吸水率	1.0%	
3 回帰式 A	15.0	
	B	
	23.0	
5. 計量		
1 乾燥前のモルタル質量	403.0g	
2 乾燥後のモルタル質量	348.1g	
3 乾燥水量	54.9g	
6. 現場配合		
	コンネリ	W
	(m ³)	(kg)
合計	1.020	163.0
	C	S
	(kg)	(kg)
合計	263	827
	碎石粗骨材量合計	### kg
7. 結果		
1 推定水量	162.6/1.020	
2 推定水セメント比	61.8%	
3 誤差 (水セメント比)	0.2%	
4 推定強度	22.2N/mm ²	

写真 1 測定器の各種装置



がセメントと結合して失った水量

③ W_4 : ウェットスクリーニング補正水量 (kg/m³): 砕石表面に付着する水分の補正水量

④ W_5 : 細骨材の吸水量 (kg/m³)

2) 推定水セメント比 (%)

$$W/C = W_1/C \times 100$$

C : 設定セメント量 (kg/m³)

3) 水セメント比の誤差 (%)

$$\Delta W/C = (W/C - W_1/C) \times 100$$

W/C : 設定水セメント比

4) 推定強度 (σ_{28} : N/mm²)

$$\sigma_{28} = A + [B \times \{100 / (W_1/C)\}]$$

A, B : 生コンクリート工場が、コンクリート材料に用いるセメント、骨材の性質およびプラントミキサの形式の違いにより、工場独自で定めているセメント水比と圧縮強度の関係式 $\sigma = A + B \times C/W$ に用いる数値

3.

測定器の性能

(1) 測定可能なコンクリート

下記の①～④以外のすべてのコンクリートに適用する。

① 構造用軽量コンクリート骨材 (JIS A 5002

1999) を用いたコンクリート

② 材料に特殊セメント (アルミナセメント・超速硬セメント等) を用いたコンクリート

③ 単位水量が200kg/m³を超えるコンクリート

④ 練混ぜの開始から試料を測定器にセットまでの時間が、100分を超えるコンクリート

(注) 測定器は、気温が0 以下、または40 以上の条件下では使用しないこと。

(2) 測定所要時間

モルタル試料の採取から測定結果 (プリンター出力) までの所要時間は、コンクリートの単位水量によって、表 3 のとおりである。

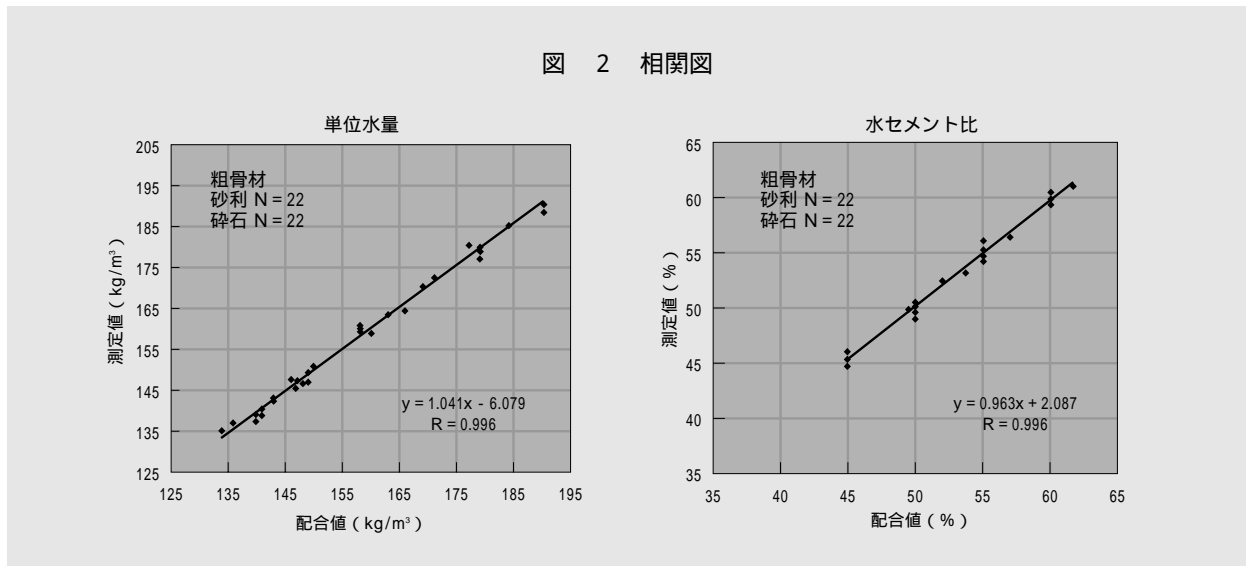
(3) 精度検証結果

室内で作製したコンクリートから採取したモルタル試料を用いて測定し求めた推定水量、推定水セメント比と配合値との相関は、図 2 のとおりであった。

表 3 測定所要時間

コンクリート単位水量	測定所要時間	うち乾燥時間
170kg/m ³ 未満	約20分	13分
170kg/m ³ 以上	約25分	18分

図 2 相関図



4. 測定器の特徴・機能

(1) 確実に精度が高い

モルタル試料の水分を直接測定する方法なので、水分を完全に分離させることによって、確実な測定値が得られる。なお、乾燥方法は「減圧式加熱乾燥法」のため、水とセメントの水和反応による結合水の減少を抑制でき測定精度も高い。精度検証の結果、推定水セメント比と配合値との相関は0.99と良好な値を示している。また、測定値の平均開差も、±0.5%と誤差も非常に少なく、1回の測定は1個の試料で十分である。

(2) 誰でも操作でき、測定ミスを防ぎ

操作は、モルタル試料約400gを測定器にセットし、入力ガイド付きのパネルタッチで条件入力した後は、全自動乾燥計量演算方式であるため、自動的に測定結果が得られる。また、操作に専門的な技術を必要とせず、測定者による個人誤差、測定ミスが生じない。

(3) データ改ざんの防止

乾燥部と計量部が一体構造になっており、乾燥開始後に減圧乾燥室にセットした試料は、測定結果が得られるまで上蓋の開閉ができないので、試料の水分量の調整等が不可能である。また、測定結果がプリントアウトされるので、データ改ざん

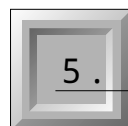
ができない構造としている。

(4) 使用材料等による測定制約がない

コンクリートに使用するセメント、骨材および混和剤の種類による測定制限がなく、特殊コンクリートや、高強度コンクリートも測定できる（ただし、3 (1)①～④のコンクリートは除く）。

(5) 測定記録の保存・管理が容易

測定結果が、内蔵プリンターで出力されると同時にフロッピーディスクにも記録保存されるので現場において、品質管理データ処理が容易である。



5. あとがき

平成6年度に、北陸地方建設局・(社)北陸建設弘済会と共同開発し製作した「コンクリート単位水量測定器「W/Cミータ [MT 100]」を用いて、平成8年～11年の4年間で直轄工事の重要構造物を対象に試行した。その間、現場から数々の貴重な改良意見をいただいた。本測定器は、現場の改良意見を踏まえ開発した改良型測定器である。今後、コンクリート構造物の耐久性確保に向け、水セメント比管理に「W/Cミータ [MT 200]」を関係機関や民間等で広く活用されることを期待するものです。