

## まだ固まらないコンクリートの水セメント比の測定方法

A MEASURING METHOD FOR WATER CEMENT RATIO IN FRESH CONCRETE

神 田 衛\*

By Mamoru Kanda

### 1. まえがき

まだ固まらないコンクリートの水セメント比を短時間に、正確に測定することができれば、コンクリート強度の早期判定に役立つことはもちろん、品質管理上においても有効な手段となりうることが考えられる。

従来、水セメント比を測定する方法として、洗い分析による方法<sup>1), 2), 3)</sup>、比重計を用いる方法<sup>4), 5)</sup>、その他<sup>6)</sup>がみられるが、筆者はこれらと着想を異にした方法について研究した結果、所要時間や精度、さらには現場への適用性などに関して、実用的に満足できる一つの方法をえることができた。

ここに提案する方法は、まだ固まらないコンクリートからふるい分けられたモルタルの試料を用いて水セメント比を求めるもので、セメント量はモルタルの希釀液と塩酸との反応熱による温度差を利用して求めるところに特徴があり、水量はその同一試料の空中および水中重量を測定し、セメントおよび砂の比重を既知として物理的に求めるものである。

この方法は、普通ポルトランドセメントまたは早強ポルトランドセメントを用いたコンクリートに適用することができ、25分程度でコンクリートの水セメント比を±2%以内の精度で測定することができる。

本論文は、これら測定の原理、試験方法および各種コンクリートへの適用性と精度などに関する研究結果を述べたものである。

### 2. 測定の原理と予備実験

一般に、均一に練りまぜられたコンクリートの水セメント比は、分離を生じない限り一様に分布していると考えられるので、コンクリートからふるい分けられたモル

タルの試料の水セメント比をもって、コンクリートの水セメント比を表わすことができる。

モルタル（あるいはコンクリート）からセメント量や水量を求めようとする場合、セメント・水・骨材がこん然一体となって吸着されているため、それぞれの材料を正確に分離・抽出することがむずかしいところに測定の困難さがあり、誤差をともなう要因が潜在していると思われる。

この方法は、モルタル中のセメントに塩酸を反応させて、各材料を分離・抽出せずにセメント量のみを迅速、しかも正確にとらえ、水セメント比を求めるに着眼したものである。

本章では、セメント量および水量を測定する原理と、測定方法が成立する根拠となる予備実験の結果などを述べる。

#### (1) セメント量の測定

##### a) 原理と条件

モルタルの試料に一定量の水を加えたモルタルの希釀液に塩酸を加えると、急激な発熱反応を生じ試料中のセメントは分解する。この際生ずる反応熱は、きわめて急速に一定温度に到達するものであり、反応後の最高温度から反応前の基準温度注1) を差し引いた温度差とセメント量との間には、常に一定の関係があることがわかった。

本方法は、この反応熱による温度差をセメント量の測定に利用したものである。

予備実験の結果、試料約200ccに対して800ccの水を加えて希釀液とし、これに一般塩酸500gを加えて反応させる注2) ことが、測定上好ましい条件を備えている

注 1) 基準温度とは、容器におさめられた希釀液および塩酸の実測温度から計算される平衡温度をいう。

2) この条件下では、コンクリートの単位セメント量500kg/m<sup>3</sup>に相当するモルタルの試料中のセメント量に対しても、十分消費できるだけの塩酸の量が含まれている。

と考えられた。ここで試料をその4倍の容積に相当する水で薄めて希釈液とする理由は、

i) セメントと塩酸との過激な反応をさけ、無理なく反応させることにより、試料中のセメント量に相当する温度差を求めることができる。

ii) 実用上の広範囲なコンクリートに対して適用できるように、上昇する温度を測定上適当な範囲におさえる。

iii) 热容量が大きく、最高温度の持続時間が長いので、測定操作上の誤差が少ない。

iv) 温度差を算出するための基準温度の条件が有利になる〔2章(1)・c) 参照〕。

などの効果があるためである。

#### b) 装置と操作

温度測定に用いた装置は、図-1のごとき簡単な断熱装置である。すなわち容器は、市販のポリエチレン製3

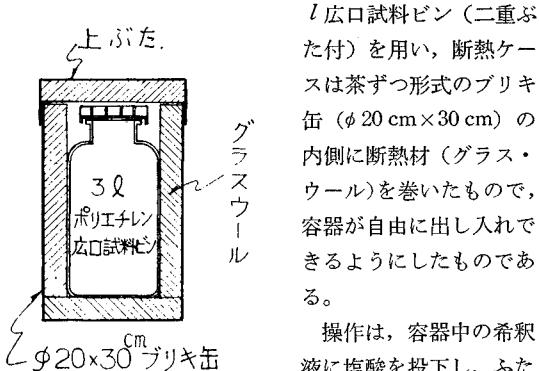


図-1 装置断面図

l 広口試料瓶（二重ぶた付）を用い、断熱ケースは茶ざつ形式のブリキ缶（φ20 cm × 30 cm）の内側に断熱材（グラス・ウール）を巻いたもので、容器が自由に出し入れができるようにしたものである。

操作は、容器中の希釀液に塩酸を投下し、ふたを締めたのち装置を振とうして、ふたをあけ、ただちに足長温度計で最高温度を測定したものである<sup>注3)</sup>。

#### c) 理論式

いま、反応前の基準温度 (°C);  $T_0$

反応後の最高温度 (°C);  $T$

温 度 差 (°C);  $\Delta T$

希釀液の比熱 (cal/g・°C);  $C_M = 0.76$ <sup>注4)</sup>

希釀液の重量 (g);  $W_M = 1230$ <sup>注5)</sup>

希釀液の温度 (°C);  $T_M$

容器の熱容量 (cal/°C);  $Q = 145$ <sup>注6)</sup>

塩酸の比熱 (cal/g・°C);  $C_H = 0.57$

塩酸の重量 (g);  $W_H = 500$

注 3) この際容器の口から損失する熱量は、最高温度を測定するのに 20 秒を要しないこと、内容物の熱容量が大きいことなどの理由から、測定結果に影響なく無視してよい。

4), 5) 一般的な自然砂（たとえば比重 2.50～2.70）を用いたコンクリートにおいて、希釀液の比熱、および重量は、配合に関係なくそれぞれ 0.76, 1230 の一定値をとっても、基準温度にはほとんど影響がない。

6) ただし、二重ふたの重量を除いた値を用いた。

塩 酸 の 温 度 (°C);  $T_H$

とするとき、反応前の総熱量は、基準温度と総熱容量の積に等しいとおけるから、

$$\begin{aligned} C_M \cdot W_M \cdot T_M + Q \cdot T_M + C_H \cdot W_H \cdot T_H \\ = T_0 \cdot (C_M \cdot W_M + Q + C_H \cdot W_H) \\ \therefore T_0 = \frac{C_M \cdot W_M \cdot T_M + Q \cdot T_M + C_H \cdot W_H \cdot T_H}{C_M \cdot W_M + Q + C_H \cdot W_H} \end{aligned} \quad (1)$$

と表わされ、式 (1) に定数を代入すれば、

$$\begin{aligned} T_0 &= 0.79 \cdot T_M + 0.21 \cdot T_H \\ &\doteq 0.80 \cdot T_M + 0.20 \cdot T_H \end{aligned}$$

したがって、

$$\begin{aligned} \Delta T &= T - T_0 \\ &= T - (0.80 \cdot T_M + 0.20 \cdot T_H) \end{aligned} \quad (2)$$

となる。

ここにおいて、コンクリートの材料の比重や配合が異なっても、また試料の採取量 (200 cc) に若干の過不足が生じても、温度差を算出するための基準温度にはほとんど差が生じない。

したがって、式 (2) を用いることにより、コンクリートのスランプ (単位水量)、空気量、細骨材率などに関係なく温度差を求めることができる。

温度差 ( $\Delta T$ ) と試料中のセメント量 ( $C$ ) との関係は、

$$C = A \cdot \Delta T + B \quad (3)$$

で表わされ、 $A$ ,  $B$ を実験によって定めれば、セメント量を求めることができる。

#### d) 振とう時間

容器中の希釀液に塩酸を投入してふたを締めたのち、セメントを完全に反応させるために装置を横にして、両手で軽く左右に振とうさせることが必要となる。

富配合と貧配合の両極端のコンクリートの配合条件を仮定し、振とう時間と最高温度との関係を調べた結果は、図-2 のとおりである。

これによれば反応はきわめて急速で、わずか 30 秒足らずの振とうによって安定した最高温度がえられ、振とう時間をさらに長くしても最高温度に変わりはない。したがって、振とう時間を約 30 秒と決めて温度を測定すれば、広範囲のコンクリートにも十分適用できると思われる。

#### e) セメントの銘柄による差

この測定方法が一般的に成立するためには、セメントと塩酸の発熱反応が市販の銘柄によって差を生じないことが必要である。

図-3 には、普通ポルトランドセメント（6 社 8 工場）および早強ポルトランドセメント（4 社 5 工場）を用いて、銘柄による反応後の温度差を調べた結果を示

表-1 セメントの化学成分の範囲

セメントの種類	強熱減量(%)	不溶残分(%)	シリカ(%)	アルミナ(%)	酸化第二鉄(%)	酸化カルシウム(%)	マグネシア(%)	無水硫酸(%)	酸化ナトリウム(%)	酸化カリウム(%)	合計	水硬率	珪酸率	鉄率
普通	0.2	0.2	21.3	5.2	2.9	64.0	1.2	1.5	0.16	0.46	—	2.07	2.40	1.7
	0.8	1.5	22.3	5.6	3.3	65.1	2.8	2.0	0.59	0.76	—	2.11	2.75	1.8
早強	0.7	0.1	20.3	4.5	2.7	65.3	1.0	2.4	0.15	0.36	—	2.22	2.55	1.5
	1.3	0.7	21.2	5.1	3.0	66.0	1.4	2.9	0.41	0.53	—	2.28	2.90	1.8

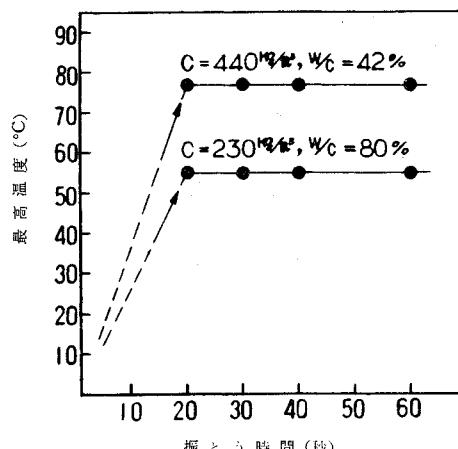


図-2 振とう時間と最高温度

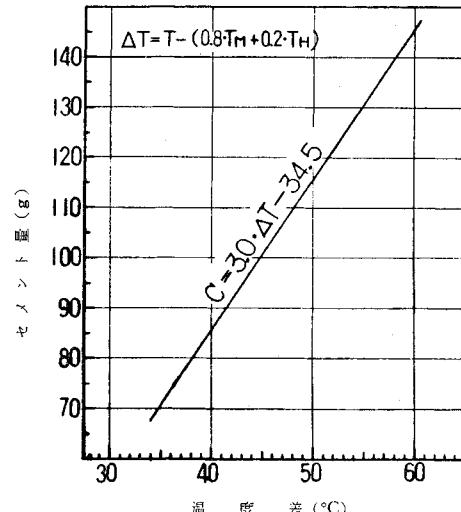


図-4 試料中のセメント量と温度差の関係

す。

なお、参考までに実験に用いたセメントの化学成分の範囲を表-1に示す。

この実験は、4種類のコンクリートの配合条件を仮定し、砂利を除いて換算した200cc相当のモルタル試料（セメント量は既知として計量できる）について、銘柄

と温度差との関係を調べたものである。

これによれば反応による温度差は、市販セメントの銘柄による差がほとんどなく、同一視することができる。

また、普通ポルトランドセメントでも早強ポルトランドセメントでも、その温度差は変わりなく同様であることがわかった。これは、市販の普通ポルトランドセメントも早強ポルトランドセメントも、セメントの塩酸消費量がほぼ一定であるためと考えられる。

#### f) 検量線

測定した温度差から、検量線を用いて試料中のセメント量を求めることができる。

前項e)の実験値を用いて、温度差とセメント量との関係を示せば、図-4のごとき直線関係となる。関係式を求めれば、

$$\text{検量線} ; C = 3.0 \cdot 4 T - 34.5$$

がえられ、セメント量(C)は温度差(4T)より簡単に求めることができる。

この検量線は、前述のごとく銘柄を問わず、普通ポルトランドセメントおよび早強ポルトランドセメントを使用したコンクリートに共通に適用できることになる。このこ

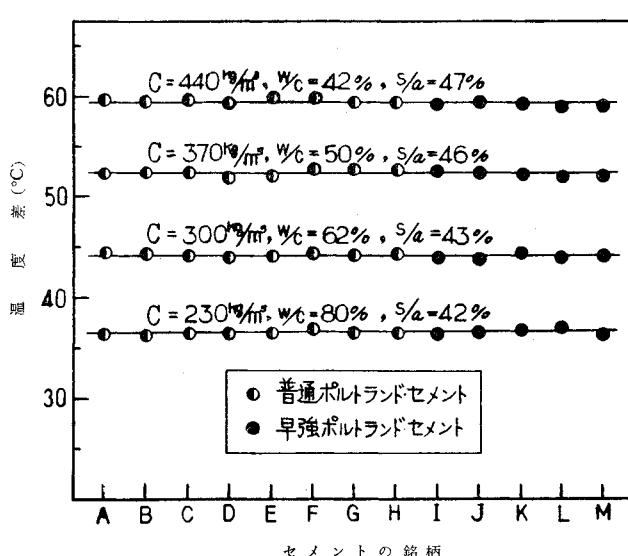


図-3 市販セメントの銘柄による温度差



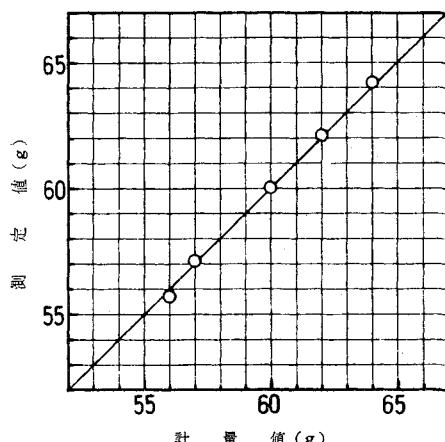


図-5 試料中の水量の測定値と計量値

率をもってコンクリートの水セメント比を容易に求めることができる。

セメント量を測定する試料と同じ試料で水量を測定する理由は、試料の相違による誤差をなくすためであり、それには測定の順序として試料の空中および水中重量を、セメント量測定のために試料を希釀液にする前に測定しておくことが必要となる。

以上、本章に述べた原理に基づき、セメント量と水量を測定して水セメント比を求める手順、器具、注意事項などを試験方法として整理すると、3章のようになる。

### 3. 試験方法（私案）

#### (1) 適用範囲

普通ポルトランドセメントまたは早強ポルトランドセメントを用い、自然の細骨材を用いたコンクリートに適用できる注9)。

ただし、石灰石の細骨材を用いたコンクリートには適用できない。

#### (2) 測定用器具と材料

5 mm ふるい、200 cc コップ、500 cc・3角フラスコ、スプーン、ガラス棒、1 l・メスシリンドラー、3 l・ポリエチレン製広口試料瓶と断熱ケース（図-1 参照）、100°C 足長温度計（1/5 目盛）、比重天秤（検定感量 0.2 g）、金網かご、一級塩酸（500 g）。

#### (3) 測定方法

##### ① コンクリートから 5 mm ふるいでウェットスクリ

注 9) 軽量骨材を用いたコンクリートについては、未検討の段階である。

ーンしたモルタル試料を、200 cc コップに採取する注10)。

② スプーンを用いて試料を 3 角フラスコに入れ注11) 試料の空中重量を測定する注12)。

③ あらかじめ用意した水 800 cc の一部を 3 角フラスコのかたぐち付近まで注水し、ガラス棒で 3 分間かくはんして、試料中の空気を追い出す。

④ その後 5 分間静置して試料の沈降を待ち、③の操作の残りの水を 3 角フラスコの口まで加える。

⑤ 3 角フラスコに試料を入れたまま金網かごに入れて、静かに浸水し、試料の水中重量を測定する注13)。

⑥ 容器（3 l ポリエチレン製広口試料瓶）に、3 角フラスコを逆にして軽く上下に振りながら中味をこぼさないようにあけ、③および④の操作における残りの水量で、3 角フラスコ内をよく洗いながら入れる。

⑦ 容器にふたをし、断熱ケースに入れ、約 30 秒間左右に振とうして注14)，その温度を測定する。

⑧ 塩酸（500 g）の温度を測定する。

⑨ 断熱ケースに入れた容器中に、塩酸を投入してしばらくふたをし、断熱ケースを約 30 秒間左右に軽く振とうする。

⑩ ふたをとり注15)，ただちに足長温度計を差しこみ、その先端で軽く 2 ~ 3 度かくはんして、最高温度を測定する。

#### (4) 結果の計算

##### a) セメント量

$$\begin{aligned} \text{温度差 (°C)} &= (\text{最高温度}) - [0.8 \times (\text{希釀液の温度}) \\ &\quad + 0.2 \times (\text{塩酸の温度})] \\ \text{セメント量 (g)} &= 3.0 \times (\text{温度差}) - 34.5 \end{aligned}$$

##### b) 水量

$$\begin{aligned} \text{水量 (g)} &= (\text{試料の空中重量}) - \left[ \left\{ (\text{試料の水中重量}) \right. \right. \\ &\quad \left. \left. - (\text{セメント量}) \times \frac{\text{セメントの比重} - 1}{\text{セメントの比重}} \right\} \right. \\ &\quad \left. \times \frac{\text{砂の比重}}{\text{砂の比重} - 1} + (\text{セメント量}) \right] \end{aligned}$$

##### c) 水セメント比

$$\text{水セメント比 (\%)} = \frac{\text{水量}}{\text{セメント量}} \times 100$$

#### (5) 参考事項

##### a) 試料を採取してから持ち運ぶ場合、あるいは測定

注 10) コップの内面を採取しないモルタルでぬぐっておく。  
11) 3 角フラスコの内面に水分がないように注意する。

12) 3 角フラスコ内面の口もと付近に付着したモルタルを布できれいにふきとってから重量を測定する。

13) 浸水の際、3 角フラスコの口より逃げるアワの層や浮遊物は、測定結果に影響をおよぼさない。

14) これによって希釀液の温度を均等にさせ、容器と希釀液とが平衡温度に達したものと考える。

15) 温度の上昇により、容器内の圧力が高くなっているので、容器のふたをわずかにゆるめ、圧力をねじてから開けるとよい。

表-2 計算の参考表

測定値					メモ
試料の空中重	試料の水中重	本鉱液の温度	塩酸の温度	最高温度	
M (g)	M <sub>w</sub> (g)	T <sub>m</sub> (°C)	T <sub>H</sub> (°C)	T (°C)	

計算					
セメント量	基準温度	T <sub>0</sub> (°C) ; 0.8 × T <sub>m</sub> + 0.2 × T <sub>H</sub> =			
	温度差	ΔT (°C) ; T <sub>m</sub> - T <sub>0</sub> =			
	セメント量	C (g) ; 3.0 × ΔT - 34.5 =			
水量	砂+水の重量	S+W (g) ; M <sub>w</sub> - C =			
	セメントの水中重量	C <sub>w</sub> (g) ; K <sub>c</sub> * × C =			
	砂の水中重量	S <sub>w</sub> (g) ; M <sub>w</sub> - C <sub>w</sub> =			
	砂の重量	S (g) ; K <sub>s</sub> ** × S <sub>w</sub> =			
水セメント比		W/C (%) ; W = S + W - S =			
		* K <sub>c</sub> = $\frac{f_{c}-1}{f_c}$ = , ** K <sub>s</sub> = $\frac{\rho_s}{\rho_s-1}$ =			

までに時間のあく場合には、3角フラスコに試料を入れ、せんをしておくとよい。

b) 結果の計算に便利な参考表を表-2に示す。

#### 4. 練りませ後の経過時間と水セメント比の関係

##### (1) 概要

まだ固まらないコンクリートは、練りませ後の時間が経過するにしたがい、こわばりを増し、その性質を変化していく。

本章は、この過程における水セメント比を経過時間ごとに本試験方法を用いて測定し、コンクリートがコンシスティンシーを失わない範囲における水セメント比の変化の状態と、それによる適用性を調べた結果を述べる。

実験は、比較的硬練りと軟練りのコンクリートを対象として、練りませ後2時間までの水セメント比を30分ごとに測定したものである。すなわち、レーデー ミクストコンクリートの運搬を考慮して、アジテートしながら練りませ後30分経過ごとに試料を採取したものと、練りませ後に一度に試料を採取して、それぞれの経過時間まで3角フラスコに入れせんをしたまま静置したものとの両者について、水セメント比を測定し、その変化を調べた。

##### (2) 材料と条件

セメントは普通ポルトランドセメントを使用し、細骨材（比重 2.62、粗粒率 2.90）および粗骨材（比重 2.64、粗粒率 6.77）は、ともに荒川産のものを使用し

た。

コンクリートは、粗骨材の最大寸法 25 mm を用い、スランプ 12 cm と 21 cm を目標とした2種類で、配合条件は表-3中に示すものである。

試験ミキサ（可傾式・2切）を用いて、コンクリートを 45 l 練りませ、まずアジテートしない場合の試料を一度に採取し、その後ミキサ中に残った約 40 l のコンクリートを1分間に4回転（15秒おき）の割合でアジテートして、30分経過ごとに試料を採取した。

なお、実験は室内で行なったもので、アジテートしたコンクリートの経過時間に対するスランプの変化およびコンクリートの温度などを、表-3に示す。

##### (3) 結果と考察

練りませ後の経過時間に対する水セメント比

表-3 経過時間と性状変化

配合条件	測定項目	経過時間(時間-分)			
		練りませ直後	30	1-00	1-30
C=308 kg/m <sup>3</sup>	スランプ(cm)	21.0	21.0	20.5	19.5
W/C=65.0%	コンクリート温度(°C)	22.4	22.4	22.5	22.6
S/a=46.0%	室温(°C)	22.8	22.8	22.8	21.6
C=400 kg/m <sup>3</sup>	スランプ(cm)	15.0	14.0	12.0	8.5
	コンクリート温度(°C)	21.8	21.8	21.8	22.0
	室温(°C)	21.2	20.4	20.4	20.8

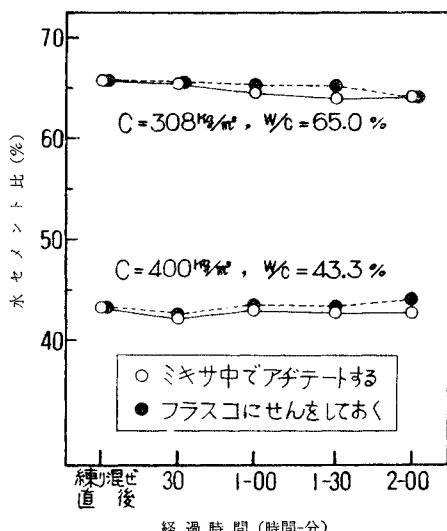


図-6 経過時間と水セメント比

### の測定結果を図-6に示す。

これによれば、練りませ後の経過時間に対する水セメント比は、一部にわずかに下り気味の傾向がみられるものもあるがあまり変化はなく、練りませ後2時間までの水セメント比は、スランプの減少はあっても練りませ時の水セメント比とほとんど類似の値を示した。

3角フラスコにせんをした場合の結果は、コンクリート中の水分の蒸発がない限り、水和がわずかに進行しても、練りませ時と同等の水セメント比が測定できることを意味している。

一方、ミキサ中でアジテートした場合は、室内実験のためかコンクリートからの水分蒸発の影響がほとんど結果に表われていない。

しかし、後者については、水分の蒸発が促進されるような条件下では、時間の経過とともに前者との間に水セメント比の差が生ずるものと推察される。

これらより、コンクリートがコンシスティンシーを失わない範囲であれば、本試験方法により、その時点における水セメント比を正確に求めることができると考えられる。

実用面において、試料を3角フラスコに入れ、せんをすることにより時間が経過しても試験できることは、品質管理への適用が便利である。たとえばレデーミクストコンクリートなどでは、現場荷御し地点で試料を採取し、工場の試験室に持ち帰ってから試験しても、試料採取時の水セメント比が求められるので好都合である。

## 5. 各種コンクリートへの適用性と精度

### (1) 概要

本章は、提案した水セメント比の試験方法が、実用上の広範囲の配合のコンクリートや、一般的な混和剤を用いた各種コンクリートにも適用できるものかどうかを調べ、合わせてその実用上の精度を検討した結果について述べたものである。

すなわち、広範囲の配合条件のプレーンコンクリート、および手持ちのAE剤、減水剤、促進剤、遅延剤などを用いた各種コンクリートについて、試験ミキサで練りませたコンクリートの水セメント比を求めて、本試験方法の一般的な適用性を確認し、それぞれの測定値と計量値を比較して実用上の精度を調べた。

その他コンクリートの空気量が相違する場合や、試料の採取量に若干の過不足がある場合でも、測定結果には影響をおよぼさないことを確かめる実験を行なった。また、一般に使用される自然砂で、比重の軽いものと重いものを使用した場合について、その適用性を確かめる実験を行なった。

### (2) 材料と条件

セメントおよび骨材<sup>16)</sup>は、4章と同一のものを使用した。

混和剤は、AE剤がビンソル・レヂン、減水剤がポゾリス(No.5L, No.8)、プラスクリート、マイテー(100)、促進剤が工業用塩化カルシウム、遅延剤にはプラスチメントなどを使用した。

コンクリートは、粗骨材の最大寸法25mmを用いて、水セメント比が33.6%から77.3%までの範囲、スランプは2.5cmから21.0cmの範囲、単位セメント量は220kg/m<sup>3</sup>から450kg/m<sup>3</sup>の範囲の各種配合条件を選び、一般に使用されるコンクリートに関してその適用性が十分に調べられるような条件とした。各種コンクリートの配合条件を表-4に示す。

空気量の相違については、8%までの影響を調べ、試料採取量の過不足については、硬練りと軟練りの配合につき試料の量を15%増減した場合の影響を調べた。ま

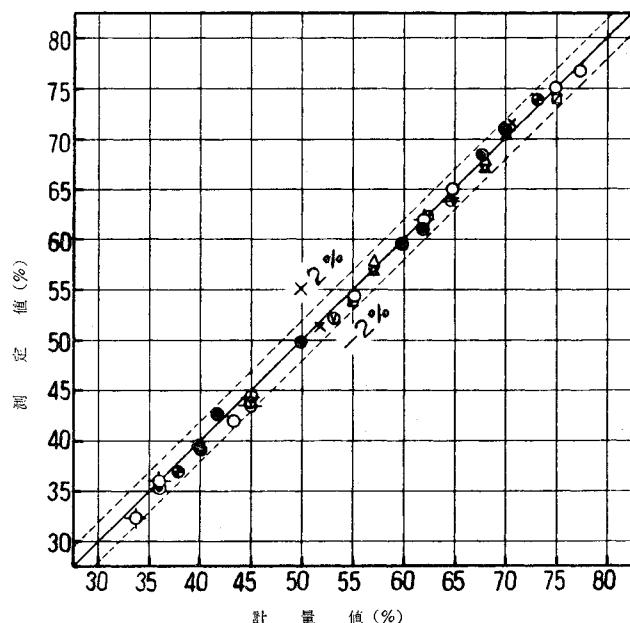


図-7 水セメント比の測定値と計量値

注 16) とくに砂を表面乾燥飽水状態とする際の人為的誤差が試験結果に影響するので、これについては同一人がJIS A 1109にしたがつて厳重に調整した骨材を用いた。

表-4 各種コンクリートの配合条件と水セメント比の測定結果

No.	記号	コンクリートの種類	セメント類	配合条件							水セメント比 (%)			
				スランプの目標値(cm)	空気量の目標値(%)	単位セメント量(kg/m³)	単位水量(kg/m³)	細骨材率(%)	混和剤量(cc, g)	計量値	測定値	差		
1	○	プレーン	普通	18.0	—	251	188	44.4	—	74.9	75.2	+0.3		
2			早強	18.0	—	251	194	44.4	—	77.3	76.8	-0.5		
3			普通	21.0	—	308	200	45.5	—	64.9	65.0	+0.1		
4			〃	7.5	—	287	158	38.0	—	55.1	54.4	-0.7		
5			〃	2.5	—	340	153	36.5	—	45.1	44.4	-0.6		
6			〃	12.0	—	400	173	41.5	—	43.3	41.9	-1.4		
7			早強	12.0	—	400	179	41.5	—	44.8	43.7	-1.1		
8	●	ピンソル	普通	18.0	4.0	247	173	42.6	49.4 cc	70.0	71.0	+1.0		
9			〃	21.0	4.0	307	184	43.7	69.1 cc	59.9	59.7	-0.2		
10			早強	21.0	4.0	307	190	43.7	76.8 cc	61.9	60.9	-1.0		
11			普通	7.5	4.0	290	145	36.1	72.5 cc	50.0	49.9	-0.1		
12			〃	2.5	4.0	350	140	34.2	105.0 cc	40.0	39.1	-0.9		
13			早強	2.5	4.0	350	146	34.2	113.8 cc	41.7	42.8	+1.1		
14			普通	7.5	4.0	400	159	39.7	130.0 cc	39.8	39.4	-0.4		
15	○	ポゾリス No. 8	普通	18.0	4.0	265	164	44.7	662 g	61.9	61.8	-0.1		
16			〃	5.0	4.0	450	151	38.5	1125 g	33.6	32.2	-1.4		
17			早強	5.0	4.0	450	162	38.5	1125 g	36.0	36.0	0		
18	●	ポゾリス No. 5 L	普通	7.5	4.0	400	149	39.0	1000 g	37.3	35.9	-1.4		
19			〃	18.0	4.0	220	160	43.5	550 g	72.7	73.4	+0.7		
20	○	マイテー 100	普通	5.0	2.5	450	162	38.5	1125 g	36.0	34.3	-1.7		
21			〃	15.0	2.5	250	169	43.0	625 g	67.6	68.5	+0.9		
22	○	プラスクリート	普通	12.0	4.0	288	153	41.2	1152.0 cc AER 57.6 cc	53.1	52.1	-1.0		
23			〃	18.0	4.0	266	168	44.2	1064.6 cc AER 53.2 cc	63.2	63.4	+0.2		
24	□	塩化カルシウム	普通	18.0	—	251	188	44.4	5020 g 5740 g	74.9	74.0	-0.9		
25			〃	7.5	—	287	158	38.0	5740 g	55.1	53.8	-1.3		
26	×	プラスチメント	普通	18.0	4.0	226	160	43.4	565.0 cc AER 45.2 cc	70.8	71.5	+0.7		
27			〃	5.0	4.0	258	134	37.0	645.0 cc AER 51.6 cc	51.9	51.4	-0.5		
28	▲	空気量	6 %	普通	19.0	6.0	247	173	42.6	111.1 cc 185.2 cc	70.0	70.7	+0.7	
29			8 %	〃	20.0	8.0	247	173	42.6	70.0	70.4	+0.4		
30	+	試料の採取量	+15%	普通	21.0	—	308	200	45.5	—	64.9	64.1	-0.8	
31			〃	2.5	—	340	153	36.5	—	45.0	44.4	-0.6		
32	⊖		-15%	普通	21.0	—	308	200	45.5	—	64.9	63.7	-1.2	
33			〃	2.5	—	340	153	36.5	—	45.0	43.3	-1.7		
34	△	砂の比重	2.50	普通	21.0	—	304	207	41.2	—	68.1	68.5	+0.4	
35			〃	7.5	—	291	166	33.5	—	57.0	57.7	+0.7		
36	※		2.65	普通	21.0	—	297	202	46.2	—	68.0	67.5	-0.5	
37			〃	7.5	—	282	161	38.5	—	57.1	57.0	-0.1		

た、比重の異なる砂を使用した例としては、比重 2.50 (北川産) と 2.65 (峯ぶ川産) を用いたコンクリートについて測定を行なった。

試験ミキサ (可傾式・1切) を用いて、コンクリートを各バッチ 20 l ずつ練り、練りませ時間を 3 分として試料を採取した。

### (3) 結果と考察

各種コンクリートについて、測定によってえられた水セメント比と計量値による水セメント比との関係を示すと、図-7 のごとくなる。

これによれば、本試験方法は実用上の広範囲の配合に適用することができ、手持ちの AE 剤、減水剤、促進剤、遮延剤などの各種混和剤を使用した結果では、測定結果には弊害は見られないようであり、また空気量を増加させたコンクリートについても、プレーンコンクリートと同様に適用することができる。

また、試料の採取量に 15% 程度の過不足があっても水セメント比の測定結果に影響をおよぼさないことがわかる。これは 2 章 (1)・e) に述べたごとく、試料に若干の過不足があっても基準温度にはほとんど差が生じないので、同等の温度差がえられることを立証するものであ

り、試料は約 200 cc あればよいことが確認された。

なお、比重 2.50 と 2.65 の砂を用いたコンクリートの水セメント比を測定した結果では、3 章 (4)・b) に示す式にそれぞれの比重を代入すれば、適用できることができた。

以上の測定値と計量値の関係から、本試験方法はいずれのコンクリートについても、実用上の精度  $\pm 2\%$  以内で水セメント比を測定できることがわかる。

## 6. む す び

本論文は、まだ固まらないコンクリートの水セメント比を測定する一方法を提案したものであり、その原理、試験方法および各種コンクリートへの適用性と精度などについて述べたものである。

この方法は、安価な器具と容易な操作により、25分程度の所要時間でコンクリートの水セメント比を  $\pm 2\%$  以内の精度で求めることができ、練りませ後コンシスティンシーを失わない範囲のコンクリートに適用できる。

この方法は、原理的に高炉セメントや石灰石の砂を使用する場合には適用できないが、普通ポルトランドセ

メントまたは早強ポルトランドセメントを用いた広範囲の配合条件のコンクリートに関しては、プレーンコンクリート、AE コンクリートを問わず、また一般的な混和剤を用いた場合にも適用できるので、品質管理上有効な手段となりうるものと思われる。

終りにこの研究にあたり、当中央研究所石渡章介研究員の労を多くしたことを記し、謝意を表します。

## 参 考 文 献

- 1) W.M. Dunagan, : "A study of the analysis of fresh concrete", Proc. A.S.T.M., Vol. 31, 1931.
- 2) 穂積 豊: "まだ固まらないコンクリートの性質を用いて圧縮強度を推定する方法", 土木技術, 昭和34年7月.
- 3) 村田・関川: "まだ固まらない軽量骨材コンクリートの水セメント比の試験方法", セメント・コンクリート, No. 249, 昭和42年11月.
- 4) 常山・小沢: "まだ固まらないコンクリート中のモルタル成分の定量", 鉄道技術研究所報告, 第221号, 昭和36年6月.
- 5) 水野俊一: "まだ固まらないコンクリートの水セメント比の一試験方法", 土木学会誌, 第44巻10号, 昭和34年10月.
- 6) R.T. Kelly, and J.W. Vail: "Rapid analysis of fresh concrete", Concrete, April & May, 1968.

(1971. 3. 19・受付)