

コンクリートの積算温度に用いる現場式温度測定方法の試み
 Trial of The Simple Method for Measuring The Temperature for
 The Cumulative Temperature of Concrete

○田部菜津子¹, 中田善久², 大塚秀三³, 梶田佳寛⁴, 宮田敦典⁵
 *Natsuko Tabe¹, Yoshihisa Nakata², Shuzo Otsuka³, Yoshihiro Masuda⁴, Atsunori Miyata⁵

Abstract: This Paper Investigated Examination of The Simple Method for Measuring The Temperature for The Strength Estimation of Concrete from The Point of View of High Temperature Condition Early Age of Concrete Specimen.

1. はじめに

近年コンクリート建築物は大型化，高層化が進み，部材寸法が大きい建築物にはマスコンクリート，高層建築物には高強度コンクリートというように各条件に対応したコンクリートが開発され，施工されている。しかし，このようなコンクリートはセメントの水和反応の進行が遅いため，強度の発現性に影響を及ぼすことが分かっている。

また，コンクリート温度および時間の積と強度発現性には密接な関係があると考えられており，特に人工的に加熱養生したコンクリートや，材齢初期のコンクリートの温度から強度を推定する方法が提案されている。そこでコンクリート供試体の初期高温履歴の観点からコンクリートの強度推定のための簡易な温度測定方法の検討を行った。ここでは，現場の外気温度，供試体の中心および表面温度の計測を行い，検討を行うこととする。

2. 実験概要

2.1 使用材料

本実験で使用したコンクリートの調合を Table 1 に示す。使用材料はセメントに普通ポルトランドセメント(比表面積: 3.290cm²/g, 密度: 3.16g/cm³)，練り混ぜ水に地下水，細骨材に陸砂(表乾密度: 2.61g/cm³, 吸水率: 2.30%，粗粒率: 2.75)を用い，粗骨材に碎石(表乾密度: 2.64g/cm³, 吸水率: 0.86%，粗粒率: 59.0)を用いた。化学混和剤には高性能 AE 減衰剤を使用した。

2.2 試験方法

本実験における温度測定に用いた熱電対の先端形状の一覧を Table 2 に示し，コンクリートの温度変化に関するモデル図を Figure 1 に示す。本実験では内寸法が 300 × 200 × 300mm となるように厚さ 12mm の合板で作製した木製型枠，プラスチック製押抜型枠および鋳物製二ツ割型枠の 3 種類を型枠として使用し，コンクリートを打込み，ビニールラップで被覆後，現場気中養生とし，温度測定を行った。また，本実験で用いる温度は現場の外気温度，管理用供試体における中心温度，および，小試験体における型枠表面の温度の 3 種類で，温度の計測は水和熱による影響が見られなくなった材齢 9 日まで行うこととした。

Table 2. The List of The Thermocouple of The Shape of Tip

Type	CH191	CH192	CH193	CH195	CH196
Shape of The Tip					

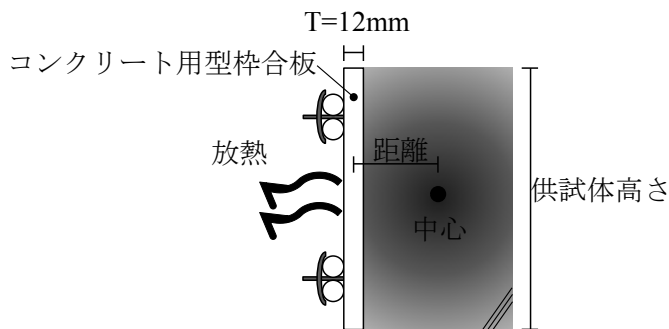


Figure 1. The Models Fluctuating Temperature of Concrete

Table 1. Compounding of Concrete

Nominal Strength	SL (cm)	W/C (%)	s/a (%)	Unite Amount (kg/m ³)					Absolute Volume (ℓ/m ³)				Air (%)
				W	C	S	G	Ad	W	Vc	Vs	Vg	
40	18	42.0	46.1	170	405	791	935	4.050	170	128	303	354	4.5 ± 1.5

1: 日大理工・院(前)・建築 2: 日大理工・教員・建築 3: ものつくり大学・教員・建設 4: 日大・教員・建築
 5: 日大理工・教員・建築

2.3 強度推定方式

コンクリートの強度推定方法においては一般に積算温度方式が用いられている。積算温度とは「ある一定の温度を越えた部分を指定された期間で取り出し、合計したものであり、式 (1) によって求めることができる。また、積算温度と強度の関係を表わす式は数多く提案されているが、中でもゴンベルツ曲線の関数式に代入することで実験値に程近い推定値を求めることができる。

$$M = \sum (T + 10) \Delta t \quad (1)$$

$$f = f_{MAX} \exp\left(-\left(\frac{b}{M - M_0}\right)^c\right) \quad (2)$$

ここで、 M :積算温度

T :コンクリートの養生温度

Δt :温度 T でコンクリートを養生した期間

f_{MAX} :終局強度発現率(%)

T :強度発現を開始する積算温度

b, c :定数

3. 実験結果および考察

経過材齢と現場外気温度および各供試体における温度の関係を **Figure 2** に示す。供試体の中心温度を計測した管理用供試体においてどちらの供試体も現場の外気温を上回り、特にプラスチック製押抜型型枠の方が鋳物製二ツ割型型枠に比べて温度が高くなる傾向を示した。これは、プラスチック製の方が鋳物製のものよりも熱伝導率が低いため、空気中への放熱が少なかったためと考えられる。

また、小試験体の表面温度において管理用供試体の中心温度と比較すると小試験体の表面温度の方が約10～20%程度低くなり、CH196の表面温度は小試験体の他の熱電対と比較すると打込み直後が最も高く、材齢1日を過ぎると現場外気温とほぼ同様の軌跡を描く傾向を示した。これは、表面温度であるため外気温の影響を受け易く、水和熱を相殺したためと考えられる。

4. まとめ

本報告は、コンクリートの強度推定のための簡易な測定方法において供試体温度を測定した結果から次のことが言える。

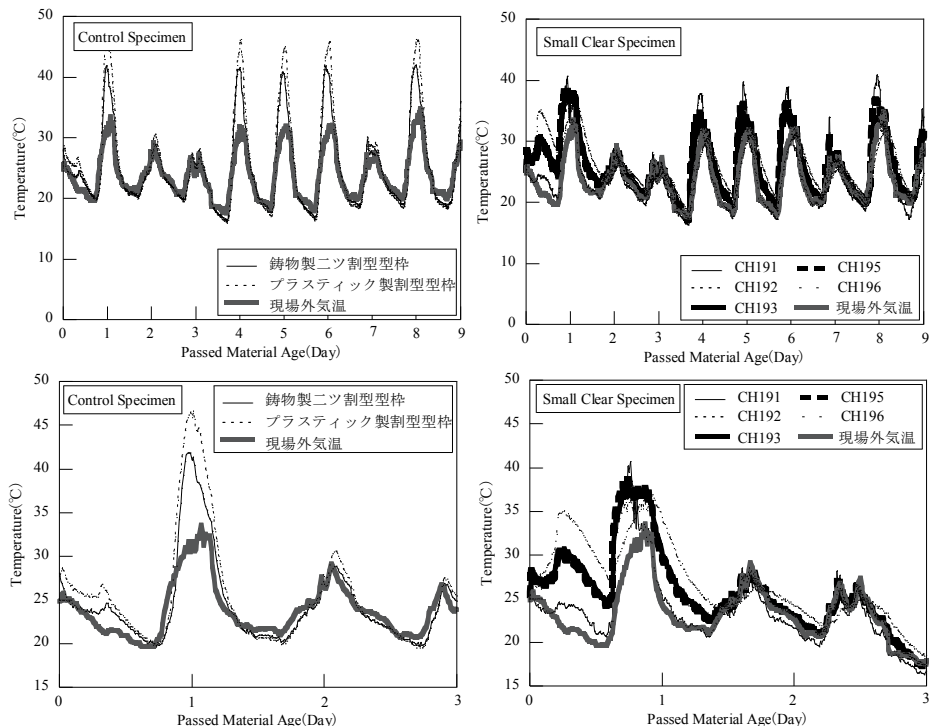


Figure 2. Relationship Between The Passing Material Age and Outside Air Temperature and The Temperature of Some Test Pieces

- (1)管理用供試体の中心温度と小試験体の表面温度では小試験体の方が約10～20%程度低くなり、管理用供試体の中心温度は現場外気温の約1.5倍の温度を示した。
- (2)熱電対の先端形状を変化させた小試験体の表面温度について材齢1日目は中心付近に設置された熱電対が最も高温であったが、以降は現場外気温とほぼ同様の軌跡を描く傾向を示した。

5. 参考文献

- [1]杉山央, 榊田佳寛: 初期高温履歴を受けたコンクリートの長期強度発現性, 日本建築学会構造系論文集, 第515号, pp23-30, 1999.1
- [2]西島茂行, 野口貴文, 北垣亮馬, 山本秀之: 小型集積回路によるスマートセンサ型枠システムを利用したコンクリートの養生・品質管理システムの開発(その1 静電容量センサによる自動計測制御と表面強度推定), 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp653-654, 2012.9
- [3]山本秀之, 北垣亮馬, 野口貴文, 西島茂行: 小型集積回路によるスマートセンサ型枠システムを利用したコンクリートの養生・品質管理システムの開発(その2 無線ネットワークシステムによる現場管理・温度分布・推定強度分布の可視化), 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp655-656, 2012.9
- [4]杉山央, 榊田佳寛: 積算温度方式を応用した初期高温履歴コンクリートの強度推定, 日本建築学会構造系論文集, 第538号, pp21-28, 2000.12