

V-17 寒中コンクリートの温度履歴と強度

北海道開発局土木試験所 正員 前川 静 男

正員 ○藤 井 卓

岡 村 武

まえがき

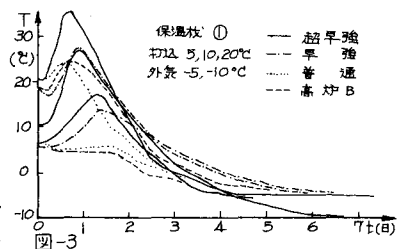
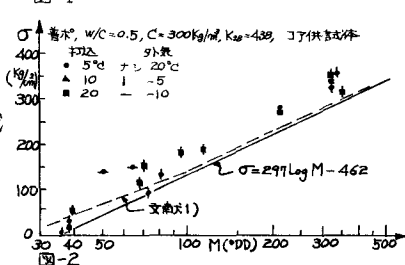
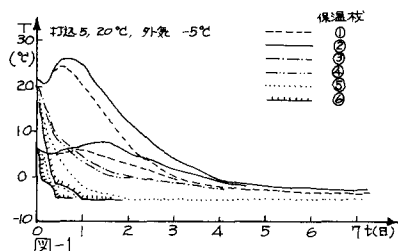
寒中コンクリートの強度発現は、そのコンクリートが受ける温度履歴によって異なることは、一般によく知られている。温度履歴に影響する因子としては、セメントの種類単位セメント量・外気温度・コンクリートの打込温度・型わく・保温材の種類などがあるが、本研究では超早強ポルトランドを含む4種類のセメントを用いたコンクリートに、各種の保温材を用いて種々の温度履歴をよえ、積算温度の観点から寒中コンクリートの強度発現の特性と表面保温材の効果について検討を加え、寒中コンクリートの経済的な養生方法と初期強度推定の基礎資料を得ようとするものである。

実験方法

セメントは超早強・早強・普通・高炉Bの4種、単位セメント量は 300 kg/m^3 、 W/C は0.50、打込温度は5、10、20℃の3種、供試体寸法は30cm立方体で型わくおよび表面保温材として①鋼製型わく・25mm発泡スチロール ②木製型わく・25mm発泡スチロール ③鋼製型わく・20mm発泡ポリエチレン ④鋼製型わく・10mm発泡ポリエチレンを用いたもの、および $\phi 10 \times 20 \text{ cm}$ の円柱供試体で鋼製モールドをつけたまま保温材として⑤木製箱・おがくず ⑥鋼製箱・おがくずで覆ったものなどである。これらを-5℃あるいは-10℃の空气中に7日間放置した後、30cm立方供試体からは $\phi 10 \times 20 \text{ mm}$ コアを採取し一部は強度試験を行ない、他は2℃の水中養生を3週間行ない残りを28日で強度試験を行なった。おがくずで覆った供試体は残りを7日で脱型し強度試験を行なった。なお温度履歴は熱電対を用いて供試体の中心部で測定した。

実験結果

普通ポルトランドセメントの場合の各種保温材を用いた供試体の温度履歴の一例を図-1に示す。このような異なった温度履歴を受けたコンクリートのコア強度(σ)と-10℃を基準とする積算温度($M = \int_0^t (T + 10) dt$, °DD)との関係は、図-2に示すように温度履歴に無関係に積算温度で統一的に処理できる。また、図-3に各種セメントを用いた場合の温度履歴の比較の一例を示すが、このように低温にさらされた場合でも超早強セメントコンクリートの水和熱による温度上昇の著しいことがわかる。コンクリート温度が0℃に降下するまでに得られる積算温度は、打込温度5℃・20℃ともほぼ早強・超早強・普通・高炉の順で小さく



っているが、超早強セメントコンクリートが同一の強度を得るには他のセメントに比較して小さい積算温度で十分なことを考慮すると、寒中コンクリートとしても強度発現に関して良好な特性を有すると言える。表-1は枚令7日における各種セメントコンクリートの打込温度積算温度強度などを示すが、超早強セメントでは強度発現に対する打込温度の影響の小さいことがわかる。水和熱による温度上昇の影響をほとんど受けない円柱供試体から求めた積算温度と強度の関係(図-4)についても温度の影響が見られ、枚令初期では同一積算温度でも養生温度が高い程強度発現は大きく、枚令の経過とともにこの関係は逆転する。本実験の場合は、枚令3日程度(M=40~80)以下では養生温度の低いもの程強度発現は大きくなっている。また図-4のコア強度についてみると、300mm立方体では枚令初期における水和熱による温度上昇が大きいため、同一積算温度でも円柱供試体よりも強度発現は大きくなっている。

実際の寒中コンクリート構造物における強度管理としては、現場養生した円柱供試体の強度に基づく方法が一般に行なわれているが、これには種々の難点があるので、対象とする構造物の温度履歴を実測あるいは計算により求め、あらかじめ実測して得たM-σ関係から推定強度を求めるのが実用的である。今、図-5の断熱温度上昇曲線を用い、文献2)の方法で実験に用いた300mm立方体の中心部の温度履歴を計算によって求め、これを実測値と比較した一例を示すと図-6のようである。この推

定温度履歴から積算温度を求め、図-4のM-σ関係から得た推定強度と実測値の比は、例えば型わく保温枚として鋼製型わく・25mm発泡スチロールを用いた場合、打込温度20℃と外気温度-5℃では(推定値)/(実測値)=0.93、10℃・-10℃では0.93、木製型わく・25mm発泡スチロールの場合、打込温度10℃と外気温度-10℃では0.92である。

おまけ

本実験の結果、(1)寒中コンクリートに超早強ポルトランドセメントを用いた場合、外気温度-10℃程度でも表面保温養生のみで施工が可能であること、(2)超早強ポルトランドセメントを用いた寒中コンクリートでは、低温度で打込んだ場合でも、強度発現が大きいこと、(3)一定温度で養生した円柱供試体から求めた超早強ポルトランドセメントコンクリートのM-σ関係は、実際の寒中コンクリート構造物に対して安全側の強度推定を与えること、などが結論として言える。なお今後は実際の寒中コンクリート構造物における表面保温養生の適用および強度管理に関して検討する必要がある。

1) 洪悦郎, セメント技術年報, XVI, 1962, pp.250~254.
 2) Tuthill, L.H., et al, Journal of ACI, Nov. 1951, pp.253~272.

表-1

打込外気温度 ℃	セメント	コア供試体 積算温度 °C	円柱供試体 強度 Kg/cm ²	標準養生 強度 Kg/cm ²
5	超早強	81	314	378
	早強	90	193	321
	普通	73	94	278
	高炉B	62	43	140
20	超早強	106	438	445
	早強	110	320	412
	普通	95	184	430
	高炉B	97	134	224

