

コンクリートの熱的性質

Thermal Properties

1. 用語の説明

熱膨張係数、比熱、熱伝導率、及び、熱拡散率などを一括して熱的性質または熱特性という。熱膨張係数は単位温度変化に対する長さ変化率であり、線膨張係数とも呼ばれる。比熱は単位質量の物体を温度1℃だけ上昇させるのに要する熱量である。熱伝導率は物体内部の等温面積を通して単位時間に垂直に流れる熱量と、この方向における温度勾配の比率である。また、熱拡散率は温度の伝わり易さを示す係数であり、温度伝導率とも呼ばれる。コンクリートのような複合体の熱的性質は構成材料の性質に影響されるので、コンクリートでは体積の70～80%を占める骨材の岩質や単位量などによって変化し、コンクリートの配合や材齢による影響は比較的小さい。

2. コンクリートの熱的性質

熱膨張係数 (Coefficient of Thermal Expansion)

コンクリートの熱膨張係数(α)は、 $7 \sim 13 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$ であり、土木学会コンクリート標準示方書では、一般に $10 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$ を用いてよいとされている。富配合のコンクリートは貧配合のものに比べて、熱膨張係数が幾分大きくなるが、主として骨材の岩種や単位量による影響が大きい。骨材の岩種では、石英質($12 \sim 15 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$)の骨材を用いたコンクリートが大きく、砂岩、花崗岩($8.1 \sim 9.7 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$)、玄武岩、石灰岩($5.8 \sim 7.7 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$)の順で小さくなる。なお、セメントペーストの熱膨張係数は $15 \sim 18 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$ であり、コンクリートに比べて大きい。

比熱 (Specific Heat)

コンクリートの比熱(c)は、 $1.0 \sim 1.3 \text{ kJ/kg}$ であり、土木学会コンクリート標準示方書では、特性値として 1.05 kJ/kg を用いてよいとされている。通常のコンクリートの範囲では、使用材料や配合による影響をほとんど受けないが、密度(単位容積質量)の小さい軽量コンクリートでは $1.6 \sim 1.8 \text{ kJ/kg}$ と大きくなる。比熱(c)は、コンクリートの密度(ρ)より、(9902-1)式で推定することができる。

$$c = 3.03 \times 10^3 / \rho \quad (\text{kJ/kg}) \quad \dots (9902-1) \text{式}$$

熱伝導率 (Thermal Conductivity)

コンクリートの熱伝導率(k)は、 $7.5 \sim 13.0 \text{ kJ/mh}$ であり、土木学会コンクリート標準示方書では、特性値として 9.2 kJ/mh を用いてよいとされている。熱伝導率は、主として骨材の岩種や単位量によって変化するが、コンクリートの温度や含水状態によっても変化する。骨材の岩種では、石英質($12.5 \sim 13.0 \text{ kJ/mh}$)の骨材を用いたコンクリートが大きく、石灰岩($11.3 \sim 11.7 \text{ kJ/mh}$)、花崗岩($8.8 \sim 9.6 \text{ kJ/mh}$)、玄武岩($7.1 \sim 8.0 \text{ kJ/mh}$)の順で小さくなる。また、 $0 \sim 60^\circ\text{C}$ の常温範囲では、温度が高いほど、含水率が大きいほど熱伝導率は大きくなる。

熱拡散率 (Diffusivity of Heat)

コンクリートの熱拡散率(h²)は、 $0.0030 \sim 0.0040 \text{ m}^2/\text{h}$ であり、土木学会コンクリート標準示方書では、特性値として $0.003 \text{ m}^2/\text{h}$ を用いてよいとされている。熱拡散率は、熱伝導率と同じように、骨材の岩種や単位量の影響を大きく受ける。骨材の岩種では、石英質($0.0056 \sim 0.0062 \text{ m}^2/\text{h}$)の骨材を用いたコンクリートが大きく、石灰岩($0.0048 \sim 0.0052 \text{ m}^2/\text{h}$)、花崗岩($0.0040 \sim 0.0043 \text{ m}^2/\text{h}$)、玄武岩($0.0031 \sim 0.0032 \text{ m}^2/\text{h}$)の順で小さくなる。熱拡散率(h²)は、熱伝導率(k)、比熱(c)、密度(ρ)より、(9902-2)式で計算することができる。

$$h^2 = k / (c \cdot \rho) \quad (\text{m}^2/\text{h}) \quad \dots (9902-2) \text{式}$$

住友大阪セメント㈱
セメント営業技術部