

非破壊検査手法を用いたコンクリート打継部の力学特性評価に向けた基礎的研究

名古屋大学 学生会員 ○福田 信作

名古屋大学 大学院 正会員 三浦 泰人, 中村 光, 山本 佳士

1. はじめに

コンクリート構造物にコールドジョイントが生じると耐久性だけでなく、力学特性が低下することが知られている¹⁾。非破壊検査によってコールドジョイントによる物質移動抵抗性評価²⁾は行われているが、力学特性と関連付けて議論されることは少ない。この力学特性はコールドジョイントを有する構造物の構造性能評価に必要な情報となり、非破壊で獲得することができればそのメリットは非常に大きい。そこで、本研究ではコールドジョイントを有するコンクリート供試体を用いて、物質移動抵抗性と熱分布を透気試験とサーモグラフィーによって評価し、さらに曲げ試験により曲げ強度と破壊エネルギーを測定し、これらの関連性を評価した。

2. 本実験概要

本研究ではコールドジョイントを図-1に示す凝結時間によってコントロールした。まず、図-2に示すように供試体の半分の既設部を作製し、所定の凝結時間後に後打ち部のコンクリートを打設した。凝結時間は、始結(Si)、終結(Sf)とその中間の貫入抵抗値のSmとし、Si以前の凝結時間も対象とした。コンクリートの配合は $w/c=50\%$, $s/a=0.45$, 単位水量 175kg/m^3 とし、早強セメントを用いた。なお、養生は7日間湿布養生を行った。また、コンクリート内部のコールドジョイントを想定して、打設後のコンクリートの表層に10mm, 20mmのモルタルを打設した。養生終了後に、図-2に示す測定位置でトレント式の透気試験を行った。その後、サーモグラフィーによる熱分布評価試験を行い、供試体を3等分して $10\text{cm}\times 10\text{cm}\times 40\text{cm}$ の供試体を作製し、三点曲げ試験を行った。

次に熱分布評価試験について説明する(図-3)。まず中空の筒(以下、熱源)をシリコンで供試体表面に接着した。図-3に示すように、熱源には常に 80°C の水が流入するような実験装置となっている。供試体上方にサーモグラフィーを設置して、熱源を作用させてから30分後に供試体表面の熱画像を測定する。

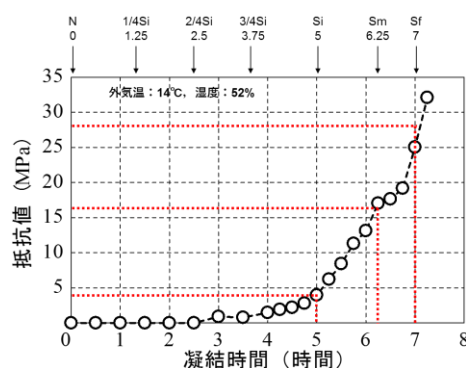


図-1 凝結試験の結果

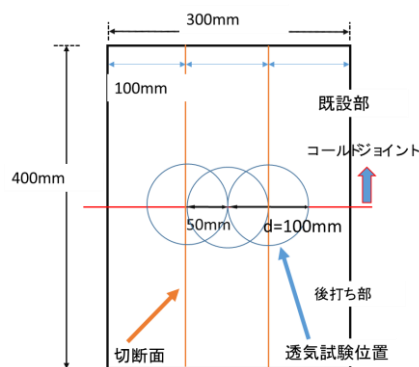


図-2 供試体概要

なお、測定の実験条件は、温度が 22°C 、湿度が $60\sim 65\%$ であった。熱の分布は図-4に示すように熱源から同心円状に熱が伝達する。コールドジョイントは熱伝達を妨げると考えられるため、熱分布は同心円状ではなくゆがみが生じる。図中に示すサーモグラフィーによって測定した熱画像の T_n, T_{cj} の位置の熱分布を抽出する。 T_n, T_{cj} は外気温に $2\sim 10^\circ\text{C}$ の温度を加えたときの温度を閾値として可視化した熱分布の頂点(図中の鎖線(T_n), 1点鎖線(T_{cj}))である。各 T_n, T_{cj} の熱分布の差分を積分した値(TD 値)によってコールドジョイントの影響を抽出した。

$$TD = \frac{\sum_{i=2}^{10} (\int T_{n(R+i)} dx - \int T_{cj(R+i)} dx)}{n}$$

$$i = 2, 4, 6, 8, 10 (^\circ\text{C})$$

ここで T_n, T_{cj} はそれぞれ健全側、コールドジョイント側の温度分布である。また R は外気温($^\circ\text{C}$), i は温度増分($^\circ\text{C}$)を表す。

3 実験結果

図-5(a) ~ (c) に凝結時間とコンクリートの力学

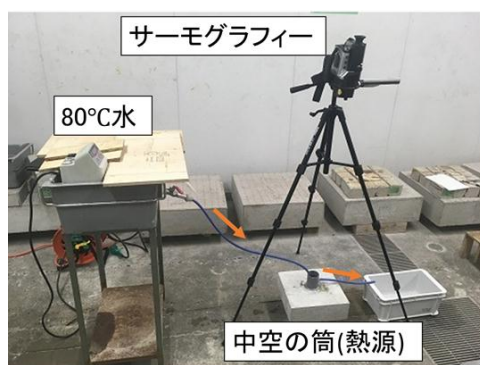
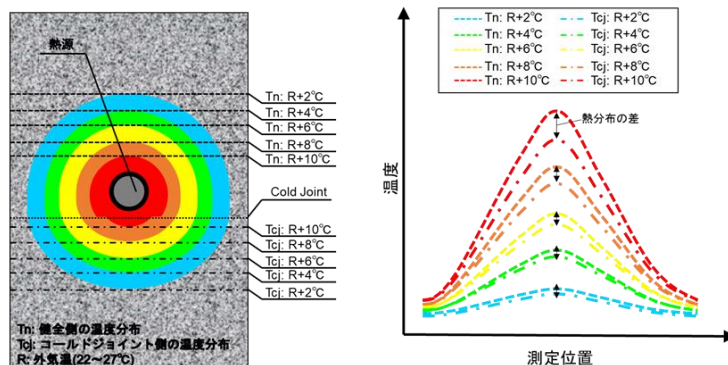
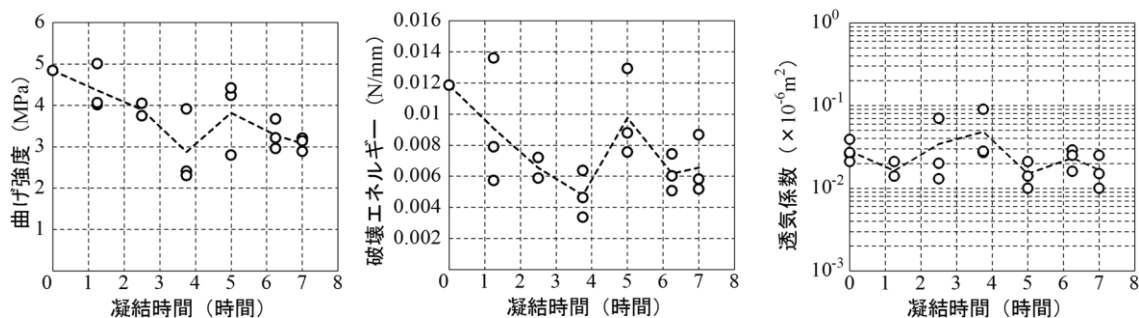


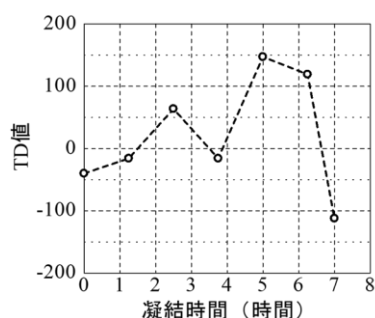
図-3 サーモグラフィーの実験装置

図-4 熱分布の概念図と T_n と T_{cj} の温度分布

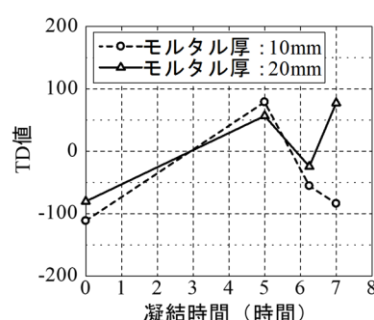
(a) 曲げ強度

(b) 破壊エネルギー

(c) 透気係数



(d) TD 値



(e) TD 値 (モルタル塗布供試体)

図-5 力学特性、透気係数、TD 値と凝結時間の関係

特性、透気係数の関係図を示す。コンクリートの曲げ強度、破壊エネルギーは凝結時間の増加とともにおおそ減少する傾向が確認できた。これらの結果よりコンクリートの凝結時間はコンクリートの力学特性に影響を及ぼすということを示すことができた。一方、コンクリートの凝結時間と透気係数には関係性を確認することができなかった。図-5(d)、(e)よりTD値は、Sfで大幅に減少しているものの、全体的に増加傾向が確認できた。モルタル厚がある場合でも増加傾向は見られるが、モルタル厚さによる大きな違いは見られなかった。

4. まとめ

本実験結果から実験範囲ではコールドジョイントの物質移動抵抗性を透気試験では評価することが難しいということが分かる。また、透気係数には

顕在化しない程度のコールドジョイントであっても力学特性は低下することが確認された。これと同様に、ばらつきは多いもののTD値は凝結時間に伴って増加する傾向がうかがえたことから、熱分布の方が力学特性の変化との関係性が高い可能性がある。今後、実験の精度を向上させることで、より明確な関係性が得られると考えている。

5. 参考文献

- 1) Yamashita R. et al.: Flexural Bond Strength and Fracture Energy Tests of Concrete Joints Using Simple Specimen Connected with Concrete Adhesives, *Proc. of Third international conference on Sustainable Construction Materials and technologies SCMT* 3. 2013
- 2) Zhang S. and Zong L.: Evaluation of Relationship between Water Absorption and Durability of Concrete Materials, *Advances in Materials Science and Engineering*, vol.2014, pp.1-8, 2014