

茨城大学工学部 正会員 沼尾達弥

同上 正会員 福沢公夫

同上 岡本芳三

前田建設工業㈱(*) 森田孝司

(*) 研究当時 茨城大学大学院生

1. はじめに

R C構造物を対象とした非破壊検査法の一つとして、赤外線映像装置を用いた「表面温度測定法」が近年用いられ始めている。この方法はR C構造物表面の温度を測定することにより、欠陥部表面の温度分布の変化から視覚的に欠陥を発見する方法である。遠い物体や広い範囲の欠陥も容易に検知できるという特長があり、実際の応用例は多数報告されている。

コンクリートの表面温度分布は、健全部であってもバラツキを持っている。しかし、検出限界に影響を与える健全部の赤外線放射温度がどの程度のばらつきを示すか不明な点が多く、詳細な研究が少ないのが現状である。

本研究では、欠陥部の判断基準となる温度差の検出精度や検出限界のための基礎的データを得ることを目的に、被写体としてのコンクリートの要因が、測定温度のバラツキにどの程度影響を及ぼすかを実験的に検討を行った。

2. 実験概要

本研究では、表面温度分布のバラツキに影響を及ぼすと考えられる要因のうち、①配合、②型枠の種類、③加熱温度、④空洞放射効果、⑤撮影角度について検討を行った。実験は、モルタル供試体も含め各要因を組み合わせる3種類を行った。表1に各実験で取り上げた要因と水準を示す。

また、実験には測定波長8～13 μ m(半値幅)のHgCdTe(液体窒素冷却型)赤外線放射温度計を用いて供試体表面温度の測定を行った。図1に測定概要を示す。

3. 結果および考察

(1) 実験1：配合・仕上げ型枠・供試体温度の影響

実験1の結果として、図2に加熱温度と供試体表面温度の最大温度差(ΔT_1)の例を水セメント比40%について示す。この図より、供試体温度が高くなるにつれて、最大温度差も大きくなる傾向を示している。また、粗骨材の影響と考えられるが、モルタルに比べコンクリートの方がばらつきが大きい結果となった。更に、型枠の種類では、鋼製型枠の方が木製型枠より標準偏差も大きく、温度分布のバラツキが大きい結果となった。この原因としては、鋼製型枠で作製した供試体の場合、供試体表面の凹凸等の影響が木製型枠の場合に比べ大きいためと考えられる。

表1 要因と水準

	要因	水準
実験Ⅰ	水セメント比(%)	40 60
	空気量(%)	3 10
	型枠の種類	鋼製 木製
	加熱温度(℃)	30 40 50 60 70 80
実験Ⅱ	空洞直径(mm)	1 2.5 6 9
	空洞深さ(mm)	1 2.5 6 9
	加熱温度(℃)	30 40 60 80
実験Ⅲ	撮影角度(°)	30 45 60 90
	加熱温度(℃)	20 30 40 60 80

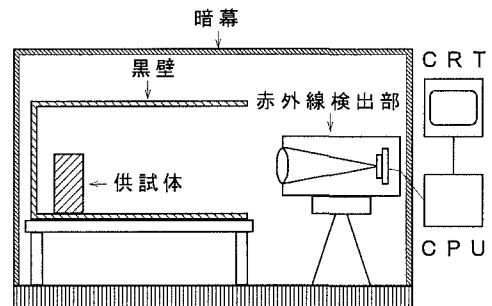


図1 実験方法概要

尚、コンクリートの熱的性質に影響する水セメント比や空気量については、測定温度のバラツキに対する影響は少ない結果となった。

(2) 実験2：空洞効果の影響

図3には、空洞部分とその周辺部分の温度差（ ΔT_2 ）の一例を、空洞深さ1mmと9mmについて示す。この図より同じ条件下ではコンクリートよりもモルタルの方が ΔT_2 が大きくなる傾向を示す。また、加熱温度が高くなるにつれて ΔT_2 も大きくなっている。更に、空洞深さや空洞直径が大きくなる程温度差も増加し、最大で3.8℃となった。このように、表面の窪みなどの空洞放射効果により表面温度のバラツキに大きな影響を与えることが示された。

(3) 実験3：撮影角度の影響

図4には、実験3の結果として、供試体温度と放射温度との温度差（ ΔT_3 ）を撮影角度との関係で示した。この図に示されるように、加熱温度が室温付近の場合は供試体の撮影角度が変わっても温度差はほとんどない。しかし、供試体温度の上昇とともに撮影角度が小さいもの程温度差が大きくなり、全体として、供試体温度よりも低い温度を示す傾向となる。この傾向はモルタルよりもコンクリートの方が顕著であり、撮影角度が30°の場合には最大3℃程度の温度差となった。

4. まとめ

今回の実験により得られた検知を以下に記す。

1) 表面状態によって表面温度分布のばらつきへの影響は変化する。特に鋼製型枠で形成したようななめらかな表面ほど、表面の凹凸などの影響により温度分布がバラツキやすい。

2) 表面の窪みなどにより空洞放射効果が起こり、表面温度のばらつきに影響を与える。

3) 対象とする壁などに対する撮影角度が小さくなると、赤外線放射温度と実際の温度との差が大きくなり、供試体温度が高いほどこの傾向は顕著となる。

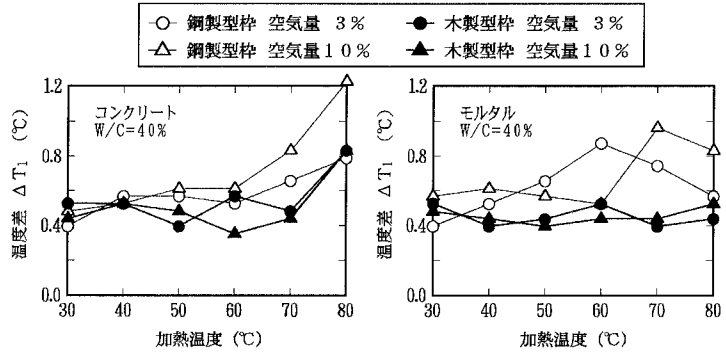


図2 加熱温度および型枠の影響

加熱温度	30 (°C)	40 (°C)	60 (°C)	80 (°C)
コンクリート	○	◇	□	△
モルタル	●	◆	■	▲

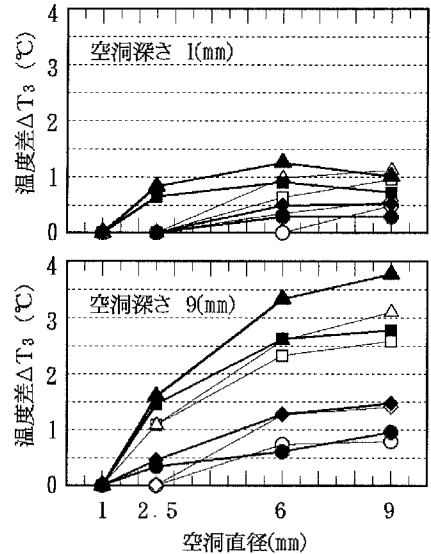


図3 空洞効果による影響

加熱温度	20℃	30℃	40℃	60℃	80℃
線の種類	○	●	△	▲	□

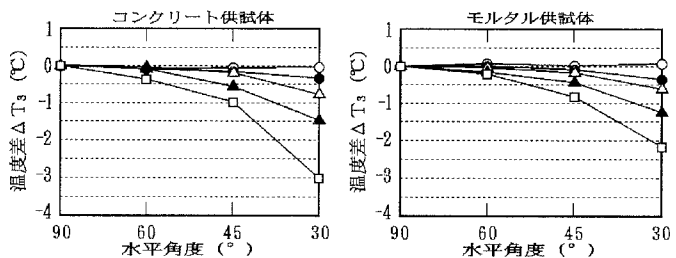


図4 撮影角度による影響