

## コンクリートの断熱温度特性に関する基礎的実験

法政大学(院) 学生会員 窪田 裕一  
 法政大学 フェロー 満木 泰郎 正会員 溝淵 利明  
 法政大学 大場 貴裕 乙黒 葉月

### 1. はじめに

原子力発電所からの使用済み燃料は、再処理工場の完成の遅れから、施設に中間貯蔵（乾式貯蔵）する方法が計画されている。キャスクによる貯蔵は有力な方式であり、コンクリートキャスクによる方式も海外ではすでに実用化されており、わが国でも計画が具体化しつつある。

本研究は、コンクリートキャスク製造時に問題となる、セメントの水和熱がコンクリートに与える影響に着目し、コンクリートの配合、打ち込み温度、施工時の気温などを要因とし、簡易断熱温度上昇試験と解析をもとに耐久的でマッシブなコンクリートの施工条件を適切に選定するための資料を得ることを目的としている。

### 2. 実験概要

#### 2.1 簡易断熱温度上昇試験

実験は、ブリキ缶製の使い捨て型枠（外径100mm、高さH200mm）に打ち込んだコンクリートと発泡スチロール製の簡易断熱温度上昇試験装置を用い、セメントの水和熱によるマッシブなコンクリート中央部分の温度上昇を簡易的に実測する方法を用いた。試験装置の概要を図1に示す。セメントは、普通ポルトランドセメント、早強ポルトランドセメント、高炉セメントB種、低熱ポルトランドセメントの4種類、配合はW/C=45%、50%、55%、60%の4種類、施工時温度は20、25、30の3種類、供試体本数は9本、11本、13本、15本の4種類である。

#### 2.2 温度解析

温度解析は、マスコンクリートの3次元温度応力専用プログラムソフト「ASTEAMACS for windows Ver.3」を用いて行った。マスコンクリート温度に及ぼす各要因であるコンクリートの打設時

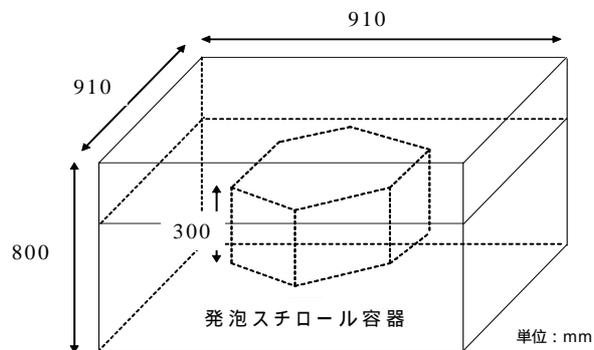


図1 断熱温度試験装置

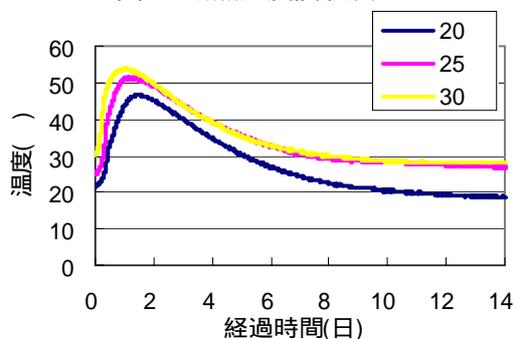


図2 打設温度との関係

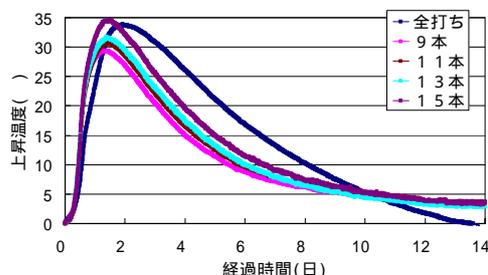


図3 供試体本数と養生槽全体への打設との関係

の境界条件や各物性値は実験条件をもとに設定し、解析した。

### 3. 結果及び考察

#### 3.1 簡易断熱温度上昇試験

普通ポルトランドセメントを用いた場合の打設温度ごとの実測値の温度履歴を図2に示す。最高温度に達する時間は打設温度によって異なり、約15の温度差が生じた。また、打設温度25、30での最

キーワード：使用済み燃料，コンクリートキャスク，水和熱，断熱温度上昇試験，温度解析

〒188-8584 東京都小金井市梶野町3-7-2 Tel042-387-6286

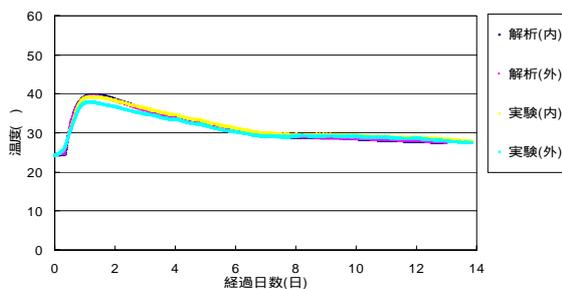


図4 解析結果(低熱セメント)

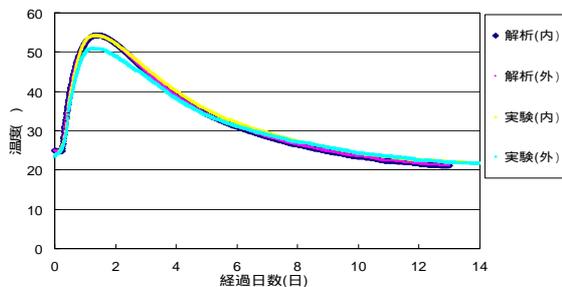


図5 解析結果(W/C=55%)

高温度はほぼ同等となった。この鯨飲としては装置からの放熱が考えられ、比較的高い温度での打設では、ある程度の熱量を発現すると温度上昇量の伸びが減少すると推測できた。一方、最高温度に到達する時間は、打設温度が高い順に早くなった。これは、打設温度が高いほど、セメントと水の水和反応が促進するためであると考えられる。

また、供試体本数毎と養生槽全体への打設における実測値の温度履歴を図3に示す。養生槽に設置する供試体本数が増えるにつれ、上昇温度は増加し、温度も緩やかに降下していることがわかる。また、ピーク温度に達する時間が早いほど、常温に戻る時間も早いことがわかった。この原因も養生槽内からの放熱の影響によるものと考えられる。全体へ打ち込んだ場合については、供試体を用いた測定に比べ温度の降下も緩やかであり、温度測定の精度が高いと考えられる。これは、コンクリートを隙間なく打設したために、発泡ビーズの隙間等、内部の空気層の影響が少なくなったためと考えられる。

### 3.2 温度解析

打設温度 25 における解析結果の内部コンクリートの温度履歴と経過時間の関係を図4(低熱セメント)、及び図5(W/C=55%)に示す。なお、中央部内側(内側)と中央部外側(外側)の関係は、中央部内側の

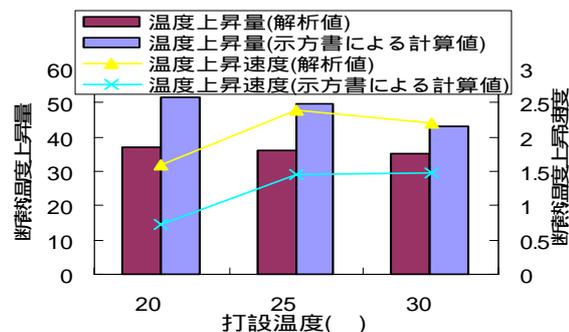


図6 解析値と示方書による計算値の比較

測定点を原点とすると、内側測定点から約 20cm 外側を測定したものが中央部外側である。図より、最高温度、グラフの形状ともほぼ一致していることが確認できる。外側においては、最高温度に達する付近で解析(外)との乖離が生じた。これは、養生槽での物性値の精度が十分でないためであると考えられる。解析結果による断熱温度上昇量および断熱温度上昇速度と[土木学会標準仕方書施工編 断熱温度上昇特性の照査]より求めた計算値を使用した値とを比較したものを図6に示す。温度変化は解析によりほぼ再現できる結果を得られ、打設温度を変化させた場合の断熱温度上昇特性式を推定することができた。しかしながら、土木学会示方書による計算値と本実験での特性値では約 10 の差が見られたので、この点について今後検討が必要であると考えられる。

### 4. まとめ

本実験より、各種要因のもとでのセメントの水和熱による経時的温度変化のデータを得られた。また、温度解析により、実験結果の再現ができた。しかし、土木学会示方書を用いた場合との整合が十分でなく、この点の検討が必要であると考えられる。

### 参考文献

- 1) 村瀬一世, 中峰淳夫, 満木泰郎, 藤元安宏: 使用済み燃料貯蔵用コンクリート容器の温度応力特性に関する一検討 土木学会第 57 回年次学術講演会講演概要集, V-589, pp.1177-1178, 2002.10
- 2) 村瀬一世, 満木泰郎, 藤元安宏: 使用済み燃料貯蔵用コンクリート容器の開発一製造時の温度分布, 土木学会第 58 回年次学術講演会講演概要集, V-323, pp.645-646, 2003.10