

### 水和熱抑制剤の温度ひび割れ抑制効果に関する検討

飛島建設 建設事業本部 正会員 ○川里麻莉子  
 飛島建設 建設事業本部 正会員 榎島 修  
 飛島建設 建設事業本部 正会員 佐藤 友厚  
 飛島建設 建設事業本部 正会員 寺澤 正人

#### 1. はじめに

コンクリート構造物における初期ひび割れは、構造物の耐久性等を低下させる要因となるため、マスコンクリートの対象となる部材の施工においては温度ひび割れの抑制が重要である。筆者らは、温度ひび割れ対策の一つに挙げられる水和熱抑制剤の効果の評価および予測手法に関する研究を継続している<sup>1)</sup>。本検討は、高炉セメント B 種を使用したコンクリートに水和熱抑制剤を適用した場合の発熱および強度特性等を各種試験により把握し、これらの特性を考慮した温度応力解析を行い、水和熱抑制剤の温度ひび割れ抑制効果を検討した結果を示すものである。

#### 2. 各種特性把握試験

試験には、高炉セメント B 種を用いた  $W/C=55.0\%$ 、 $C=300\text{ kg/m}^3$ 、 $W=165\text{ kg/m}^3$  のコンクリートを使用した。評価対象とした水和熱抑制剤は、多価アルコールと無機塩を含む多価アルコール脂肪酸エステルを主成分とするものである。試験要因として、水和熱抑制剤添加量を 5 水準 (0.0, 2.1, 2.4, 2.7, 3.0 $\text{kg/m}^3$ )、コンクリートの練上り温度を 3 水準 (15, 20, 30 $^{\circ}\text{C}$ ) 設定した。各水準の断熱温度上昇特性を把握するために、簡易断熱温度上昇試験を実施した。また、これに併せて圧縮強度試験および静弾性係数試験を実施した。

##### 2. 1 断熱温度上昇特性

断熱温度上昇特性は、簡易断熱温度上昇試験の温度計測結果を基に 3 次元 FEM 温度解析によるフィッティング解析で同定した<sup>1)</sup>。試験結果を図-1~2 に示す。水和熱抑制剤の添加量が多いほど、また、練上り温度が高いほど断熱温度上昇速度が遅くなり、水和熱抑制効果が見られる。

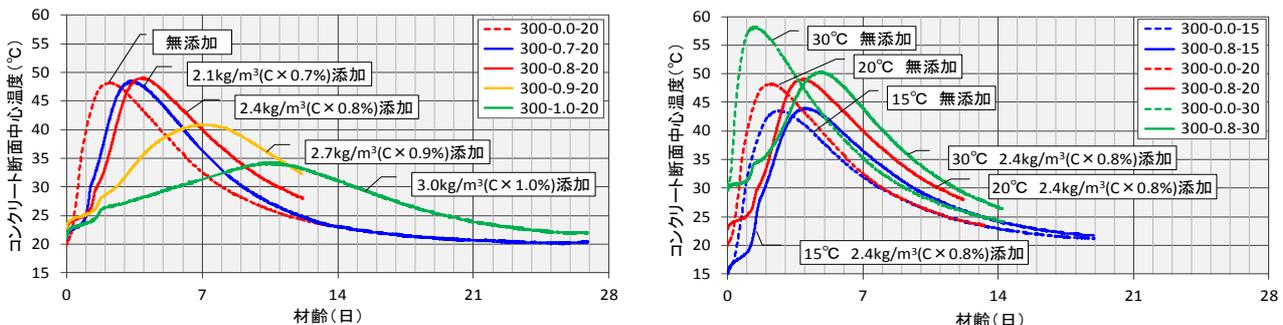


図-1 簡易断熱温度上昇試験体中心温度計測結果 (左：添加量による比較, 右：練上り温度による比較)

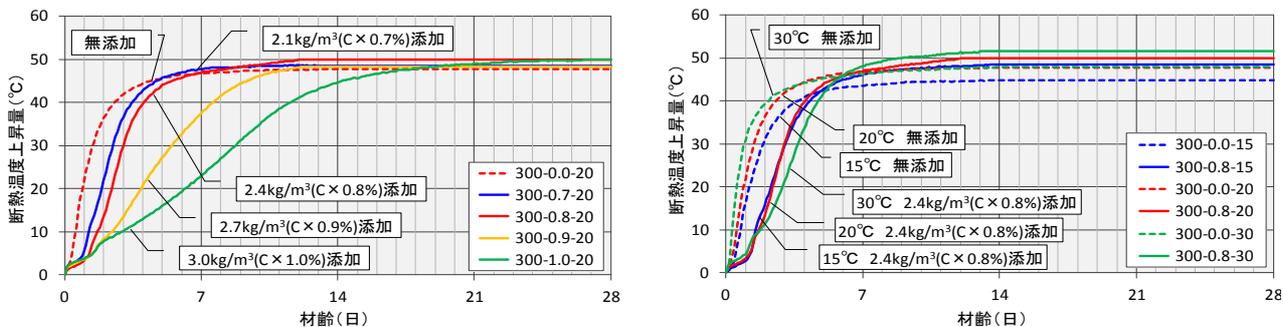


図-2 同定した断熱温度上昇曲線 (左：添加量による比較, 右：練上り温度による比較)

キーワード 水和熱抑制剤, 温度ひび割れ, 温度応力解析, 断熱温度上昇特性, 強度特性

連絡先 〒213-0012 神奈川県川崎市高津区坂戸 3-2-1 KSP R&D 棟 2F TEL : 044-829-6716

2. 2 強度特性

圧縮強度試験結果の代表例を図-3に示す。いずれの添加量においても材齢4日までの圧縮強度は無添加に比較して同等以下となるが、材齢28日では無添加に比較して同等以上となることが確認された。

2. 3 変形特性

静弾性係数試験結果の代表例を図-4に示す。水和熱抑制剤を添加した場合、材齢7日までは無添加に比較して低い値を示しているが、それ以降は無添加とほぼ同等となる。これらは、初期材齢における強度発現の遅延に関係するものと考えられるが、材齢2日程度までは極めて低い値となることに特徴がある。

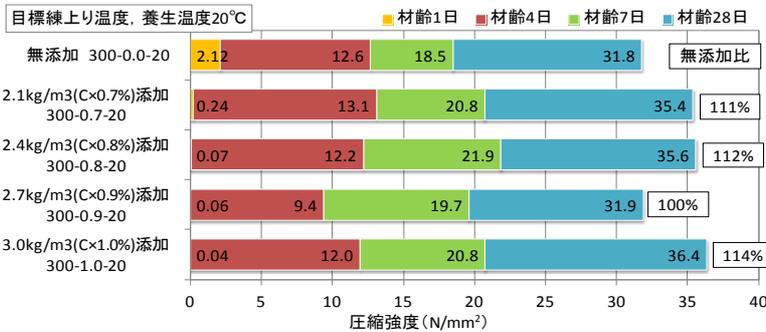


図-3 圧縮強度試験結果例

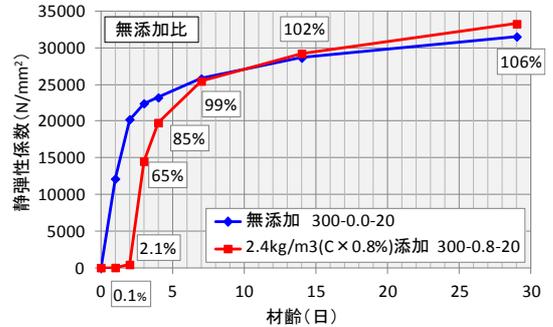


図-4 静弾性係数試験結果例

3. 温度応力解析による評価例

先に検討したコンクリートを用いて、底版上に施工される壁部材(壁厚1.6m, 打設長10m, 高さ5.0m)を対象に3次元FEM温度応力解析を実施し、水和熱抑制剤の温度ひび割れ抑制効果を検証した。打設条件としては、高さ2.5m×2リフトに分割し、打設間隔を1週間とした。打設温度は30℃とし、水和熱抑制剤(添加量2.7kg/m³)を第1リフトのみ適用する場合と適用しない場合を比較した。断熱温度上昇特性、強度特性、変形特性は前述の試験結果を基に設定し、その他の解析定数はコンクリートの一般値<sup>2)</sup>を適用した。解析結果を図-5に示す。解析の結果、以下の所見が得られた。

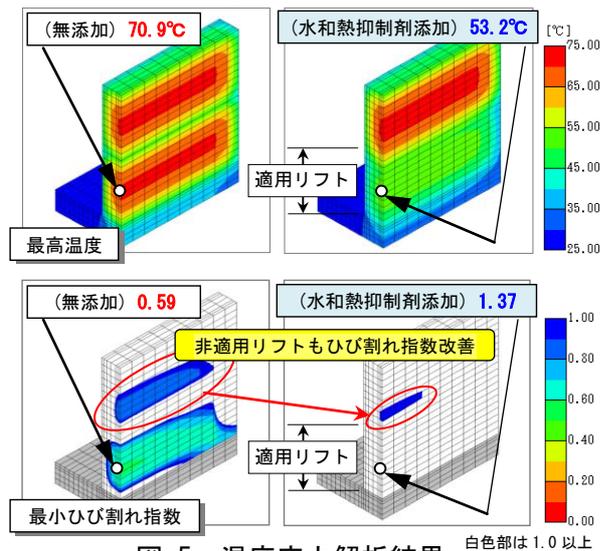


図-5 温度応力解析結果

- (1) 水和熱抑制剤を適用した第1リフトの最高温度は、適用しない場合に比べて17.7℃低下、最小ひび割れ指数は0.78上昇し、水和熱抑制剤添加による明確な温度ひび割れ抑制効果が認められた。
- (2) 下層の第1リフトに水和熱抑制剤を適用することで、水和熱抑制剤を適用していない第2リフトのひび割れ指数も向上することから、本剤を構造物の一部に適用した場合においてもひび割れ抑制効果が認められた。

4. まとめ

本研究を通じて、以下の結果を得た。

- (1) 水和熱抑制剤は、高炉セメントB種を用いたコンクリートに対して水和熱抑制効果があることが確認された。
- (2) 水和熱抑制剤は、材齢初期～7日において、圧縮強度や静弾性係数の発現を遅延させるが、材齢28日においては無添加と同等以上となることが確認された。
- (3) 上記特性を考慮した温度応力解析によって、水和熱抑制剤の温度ひび割れ抑制効果が確認された。

今後は、実構造物での効果を確認し、水和熱抑制剤の温度ひび割れ抑制効果を検証する予定である。

参考文献

1) 川里麻莉子ほか：早強ポルトランドセメントに対する水和熱抑制剤の効果検証試験，土木学会第66回年次学術講演会概要集，V-348，2011.9.  
 2) 日本コンクリート工学協会：マスコンクリートのひび割れ制御指針 2008，2008.11.