

遅延剤内包マイクロカプセルを用いた温度応力低減工法に関する実験的検討

日本コンクリート技術(株)
東北大学
西松建設(株)

正会員 ○佃 有射
三橋 博三
正会員 浅井 功

1. はじめに

壁状構造物は、下端の拘束により温度ひび割れが発生しやすい。この拘束の緩和の一つとして、打継目付近に凝結遅延剤を添加した凝結遅延性コンクリートを使用する工法が既往から検討されている¹⁾。

著者らは、凝結遅延剤を内包したマイクロカプセル(以下、カプセル遅延剤と称す)を開発し、温度応力低減工法について検討を進めてきた²⁾。本カプセル遅延剤は、直径数十～数百ミクロンの粒の中に遅延剤を封入することで、セメントの水和反応速度を制御可能としたものである。

本研究は、下端が拘束された壁体の温度応力低減対策としてカプセル遅延剤に着目し、実験的に検討を行ったものである。

2. カプセル遅延剤の概要

カプセル遅延剤は、パラフィンの殻の中に遅延剤を封入し、設定温度に達するとその殻が取り除かれて水和反応速度を制御するものである。本実験で使用したカプセル遅延剤は、遅延剤がその表面に露出しているか、あるいは薄くコーティングされた状態で存在している。そのために、遅延剤の一部が練り混ぜ直後に溶出して温度上昇時期を遅らせた上に、徐放的に少量ずつ遅延剤が溶出し続けて水和反応速度を抑制し、コンクリート温度が58℃に達すると残存している遅延剤が一気に溶出して水和反応を抑制するものである。

3. 実験の概要

試験体は、図-1に示すように、断面が600mm×900mmの底版上部に厚さ200mm、高さ600mmで長さ3,600mmの形状寸法を有するものである。温度応力の計測は、壁体スパン中央の高さ75mm、225mm、375mmおよび525mmの位置の鉄筋に貼付したひずみゲージと断面中央部の熱電対で行った。

この試験体は、底版部をW/C=35%の早強セメント

使用コンクリートを9/8に打込み、材齢8日を経過した9/16に壁体部コンクリートを打込み製作した。壁体部コンクリートは、単位セメント量514kg/m³の普通セメント使用コンクリートで、高さ150mm区間にカプセル遅延剤を添加した。なお、型枠周囲および上面に厚さ200mmの発泡スチロールを配置し、その外側をブルーシートで覆う保温養生をすることでマスコンクリートとしての温度上昇を確保した。

今回実験に使用した試験体の種類およびコンクリートの圧縮強度を表-1に示す。試験体は、カプセル遅延剤を添加しない基準試験体BS、カプセル遅延剤をセメント重量の0.2%添加したRA0.2、カプセル遅延剤をセメント重量の0.5%添加したRA0.5の3体とした。コンクリートの圧縮強度は、標準養生供試体の結果で、材齢7日をみると、添加率0%の38.2N/mm²に対して添加率0.2%が28.8N/mm²と、25%小さな値を示した。なお、添加率0.5%はコンクリートの強度発現まで至っていなかった。材齢28日の圧縮強度は、添加率0%が43.5N/mm²、添加率0.2%で35.1N/mm²、添加率0.5%で24.6N/mm²と小さい値を示している。

表-1 試験体の種類および圧縮強度

名称	カプセル添加率(%)	圧縮強度(N/mm ²)	
		材齢7日	材齢28日
BS	0.0	38.2	43.5
RA0.2	0.2	28.8	35.1
RA0.5	0.5	-	24.6

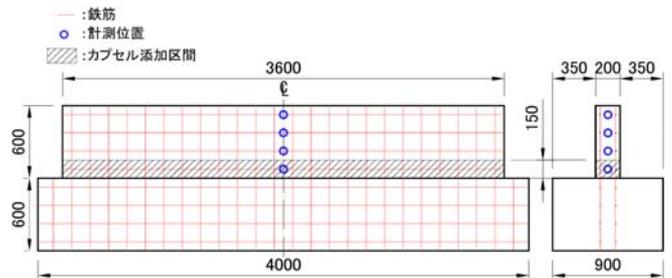


図-1 試験体概要および計測位置

キーワード 温度応力, 凝結遅延剤内包マイクロカプセル, 温度応力低減工法

連絡先 〒130-0026 東京都墨田区両国 4-38-1 日本コンクリート技術(株) TEL03-5669-6651

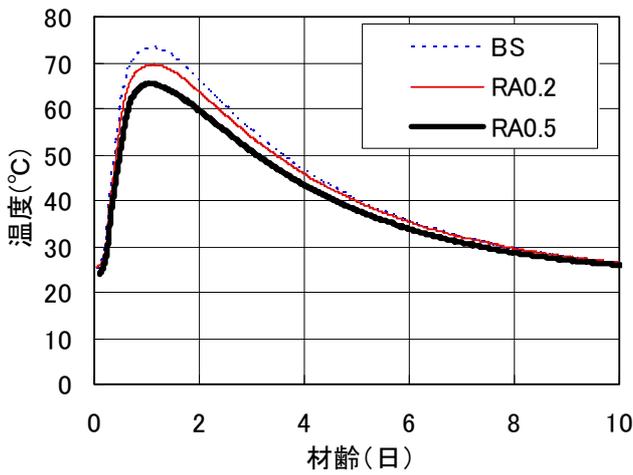


図-2 温度履歴(高さ 525mm)

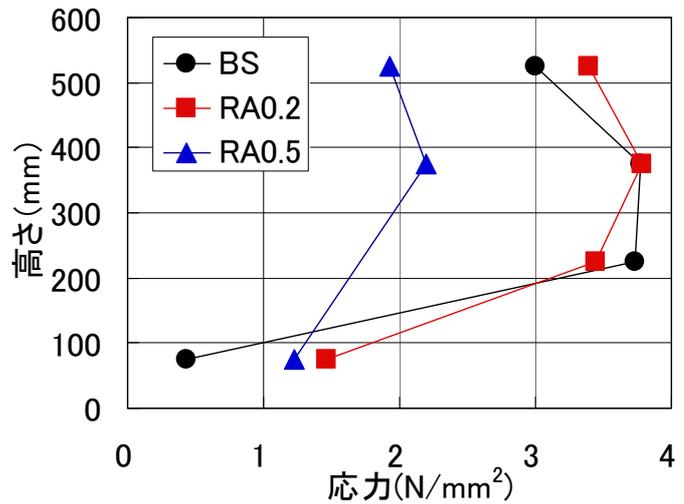


図-3 最大応力分布

4. 実験結果および考察

図-2 は、各試験体において最高温度を記録した高さ 525mm 位置での温度履歴を示したものである。最高温度は、BS で 73.3℃、RA0.2 で 69.7℃、RA0.5 で 65.4℃と、温度上昇量が 40℃以上となっている。これは、本試験においてマスコンクリートの実験を再現していることを示唆している。なお、カプセル遅延剤を混入した高さ 150mm 区間でセメントの水和が抑制されたために、カプセル添加率が大きくなるにしたがって最高温度が低下している。

図-3 は、各試験体の最大応力の分布を示したものである。断面内の応力分布は BS と RA0.2 が比較的類似しており、試験体の最大応力は高さ 375mm の位置で生じている。BS と RA0.2 の最大応力は 3.8 N/mm² と一致している。これに対して、RA0.5 は 2.2 N/mm² と、BS と比べて 42%程度応力が大幅に低減している。

図-4 は、高さ 375mm の位置での応力履歴を示したものである。温度上昇時の圧縮応力をみると、BS で 2.4 N/mm²程度に対して、RA0.2 で 1.4 N/mm²程度、RA0.5 で 0.9 N/mm²程度とカプセル遅延剤添加率が高くなるにしたがって圧縮応力が小さくなっている。これは、カプセル遅延剤の凝結遅延効果による拘束度の低下を意味する。次に、温度下降時をみると、添加率にしたがって引張側への応力増加が小さくなっている。BS と RA0.2 は応力履歴が異なるが、結果として最大応力が一致している。コンクリートの凝結および硬化速度を大幅に緩和した RA0.5 は、圧縮および引張応力が BS に比べて大きく低減していることが認められる。このようなことから、カプセル遅

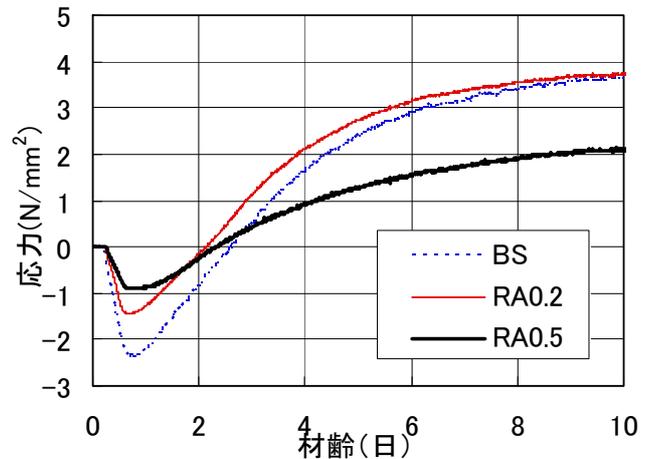


図-4 応力履歴(高さ 375mm)

延剤は、温度応力を低減し温度ひび割れを抑制する有効な材料となることが確認された。

5. まとめ

カプセル遅延剤に着目した温度応力に関する実験を行った。その結果、以下の知見が得られた。

- ①カプセル添加率が増すと拘束度が小さくなるために、温度上昇時の圧縮応力および温度降下時の引張応力の増加割合が低下する。
- ②カプセル添加率を 0.5%にすると、基準試験体 BS に比べて 42%と大きな応力低減が確認された。

参考文献

- 1) 竹下治之:凝結遅延性コンクリートを用いた外部拘束応力の抑制に関する研究, 土木学会論文集, 第 372 号, pp. 85-92, 1986.
- 2) 竹内徹, 西山直洋, 三橋博三, 坂井悦郎: 遅延剤内包マイクロカプセルによるセメント水和熱制御に関する研究, セメント・コンクリート論文集, No.60, pp.568-573, 2006.