

V-29 超低発熱セメント使用による温度ひびわれ対策について

J R 東日本 東北工事事務所 正会員 瀧澤吉則

J R 東日本 東北工事事務所 正会員 大西精治

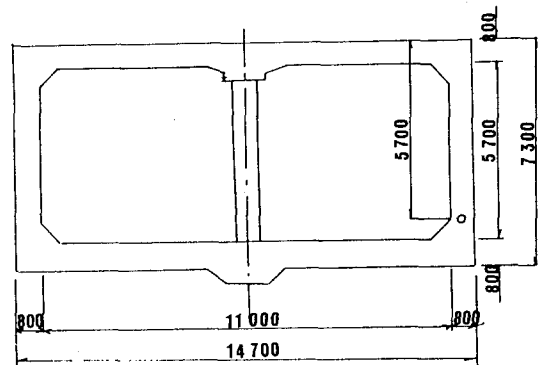
J R 東日本 東北工事事務所 正会員 越智英俊

1. はじめに

コンクリート構造物のひびわれは耐久性に与える影響が大きく、昨年刊行された「耐久設計指針（試案）」においても重要な項目の一つとなっている。特に、温度ひびわれに関しては、現段階では、その発生を確実に抑止する方法は確立されていない。温度ひびわれ対策の最も有効な方法は、コンクリートの温度上昇を極力抑えることである。その手法としては、低発熱型セメントの使用、パイプクーリング等があるが、今回は、最近開発された超低発熱セメントの有効性について、実構造物において試験施工を行ったので、その結果をここに報告する。

2. 試験施工の概要

試験施工は、現在当社が設計監理している「仙石線地下化工事」における2工区で行った。対象構造物は図-1に示すボックスカルバートで、一方の工区（A工区）は普通ポルトランドセメントを、他方の工区（B工区）は超低発熱セメントを使用した。各工区とも、約20mの区間である。また測定項目は、コンクリートの温度変化、ひずみ、応力、クラックとし、図-1に示す位置に設置した。



○ 測定器
埋設位置

図-1 検討対象構造物

3. コンクリートの特性

(a) 配合

普通ポルトランドセメントおよび超低発熱セメントの配合を表-1に示す。

表-1 配合表

(a) 普通ポルトランドセメント

W/C (%)	S/A (%)	単 位 量 (kg/m ³)			
		C	W	S	G
53.0	42.2	296	157	757	1099

(b) 超低発熱セメント

W/C (%)	S/A (%)	単 位 量 (kg/m ³)			
		C	W	S	G
45.0	42.0	282	127	778	1137

(b) 熱特性

断熱温度上昇試験の結果を図-2に示す。この結果を①式（文献〔1〕）に回帰させた場合の係数は、普通ポルトランドセメントで $K=47.000$ 、 $a=1.065$ 、超低発熱セメントで $K=22.493$ 、 $a=0.671$ となった。

$$T = K(1 - e^{-at}) \quad \text{①}$$

ここに、T：断熱温度上昇（℃）

t：経過時間（日）

K、a：実験定数

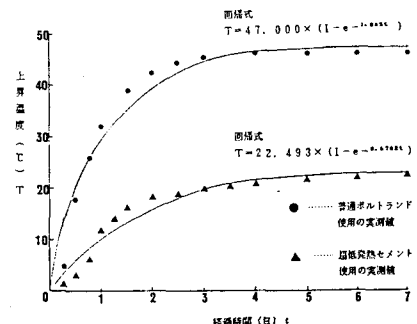


図-2 断熱温度上昇試験結果

これより、上昇温度 T の最終値の差は約25度もあり、超低発熱セメントの水和による発熱が極端に小さいことがわかる。

4. 試験施工結果及び考察

側壁下部における、両セメントの温度変化の実測値とFEN温度解析結果を図-3に示す。これより、超低発熱セメントは、普通ポルトランドセメントに比べ、最高温度で約12度低くなっており、コンクリート内部の温度上昇量が非常に小さくなっていることがわかる。

図-4に温度応力度の実測値とJCIの温度応力解析プログラムによる解析結果を示す。これより、材令3日、7日、28日の引張応力度も、超低発熱セメントの方が普通ポルトランドセメントに比べ、大きく下回っていることがわかる。

図-5に、JCIの温度応力解析プログラムによるひびわれ指数と材令の関係を示す。普通ポルトランドセメントの温度ひびわれ指数は、約1.1であり、また、超低発熱セメントでは約2.3であることから、B工区では温度ひびわれの発生を抑制することが可能であると予想された。

実際のひびわれ状況は、A工区では、コンクリート打設後5日、10日、13日に、温度ひびわれと思われる幅約0.05mmのクラックが側壁に発生した。一方、B工区では、10日後に幅約0.03mmのクラックが発生した。これは、ひびわれ発生時期が遅かったこと、温度応力解析結果では、温度応力が非常に小さかったこと等を勘案すると、温度応力のみではひびわれ発生に至らなかったものの、コンクリート中に蓄積された温度応力に乾燥収縮等の影響が加わり、ひびわれ発生に至ったものと思われる。したがって、温度ひびわれの発生を確実に防止するには、温度ひびわれ指数の評価だけでは不十分であり、温度応力以外に作用することが想定される応力も考慮する必要があると思われる。

5. まとめ

最近開発された超低発熱セメントを使用して実構造物において試験施工した。その結果、普通ポルトランドセメントに比較して、コンクリートの最高温度で約12度、温度応力度では約10kgf/cm改善された。しかしながら、超低発熱セメントを使用したコンクリートにもひびわれが発生したことから、コンクリート温度を抑制するだけでは温度ひびわれの発生を防止することはできず、乾燥収縮やコンクリートの強度特性等を考慮した、総合的な観点からの対策が必要であると思われる。

〔参考文献〕 (1) 日本コンクリート工学協会：マスコンクリートのひびわれ制御指針

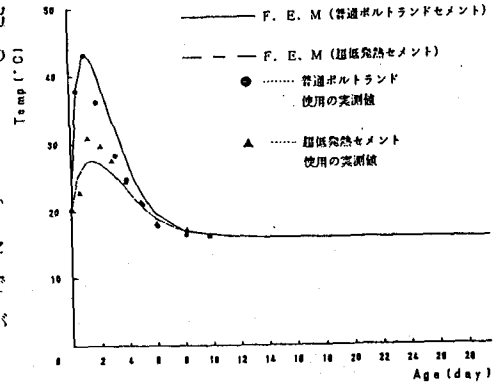


図-3 温度と材令の関係

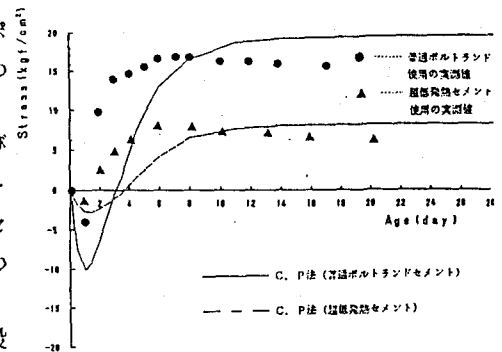


図-4 応力と材令の関係

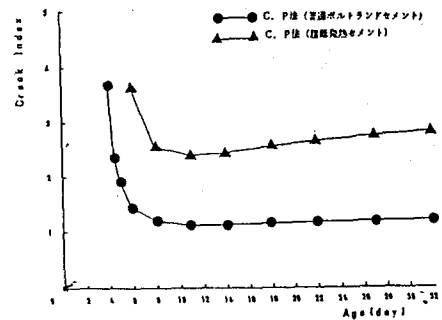


図-5 ひびわれ指数と材令の関係