マスコンクリートの温度応力下における膨張コンクリートの挙動に関する一考察

三井建設(株) 正会員
井手 一雄
三井建設(株) 正会員
樋口 正典
群馬大学工学部 フェロー会員
辻 幸和

1.はじめに

セメントの水和発熱に起因するマスコンクリートの温度ひび割れを制御する方法の一つに、膨張コンクリ ートを用いて発生する引張応力を低減させる方法がある。膨張コンクリートが温度ひび割れの制御に効果を 示すことは、多くの実験結果<sup>1)</sup>や実施工の結果により実証されている。しかし、膨張コンクリートが引張応 力を低減させる機構についてはまだ不明な点が多く、引張応力の低減効果に対する定量的な評価方法はいま だ確立されていないようである。

本研究では、JCI 規格(案)「コンクリートの水和熱による温度ひび割れ試験方法(案)」に準拠した温度ひび 割れ拘束試験装置を用いて、膨張材の種類と混和量を変化させたコンクリートの温度応力を直接測定するこ とにより、温度応力下における膨張コンクリートの挙動について検討を行った。

2.実験概要

温度ひび割れ拘束試験装置を,図 1に示す.温度ひび割れ拘束試験装置を設置した温度可変室の温度は、 図 2のように制御した。また、拘束鋼管の温度は、試験期間を通して20 に保った。ここで、コンクリートに生じる温度応力は、拘束鋼管のひずみから式(1)のように求める。実験に用いたコンクリートの配合を、 表 1に示す。使用した膨張材は、カルシウムサルフォアルミネート系の一般構造用と水和熱抑制型の2種 類である。また、セメントには、普通ポルトランドセメントを使用した。 ひずみゲージ

循環水(20 式(1) c = sEsAs / Acここに、 c: コンクリートに生じる応力(N/mm<sup>2</sup>) s: 拘束鋼管のひずみ Es: 拘束鋼管のヤング率(1.97×10<sup>5</sup> N/mm<sup>2</sup>) As: 拘束鋼管の断面積(851.16mm<sup>2</sup>) Ac:コンクリートの断面積(1.00×104 mm<sup>2</sup>) 义 1 温度() コンクリートの配合表 表 1 単位量 (kg/m<sup>3</sup>) 55 W/B s/a 膨張材 配合 セメ の種類 (%) (%) 水 膨張材細骨材粗骨材 混和剤 ント

0

30

40

30

40

801

992

337

307

297

307

297



埋込型ひずみ計

3.実験結果および考察

一般

構造用

水和熱

抑制型

50.5

46.0

170

case1

case2

case3

case4

case5

図 3は、コンクリート温度と温度応力の関係を示した模式図である。 1、 2 および 3 を、それ ぞれ圧縮応力増分区間の1 当りの温度応力発生率、圧縮応力減少区間の1 当りの温度応力発生率お よび引張応力増分区間の1 当りの温度応力発生率とすれば、 n は式(2)で表すことができる。ここで、

0.842

1.010

1.010

0.337

0.168

キーワード:マスコンクリート,温度応力,温度ひび割れ,膨張コンクリート,温度ひび割れ制御,ケミカルプレストレス 連絡先:〒270-0132 千葉県流山市駒木 518-1 TEL0471-40-5202、FAX0471-40-5216 クリープ係数を とすれば、有効ヤング率は式(3)となり、ある材齢のヤング率を用いれば、ある材齢の を求めることができる。 は、材齢ごとに異なるため、ここでは各 の区間で平均化することとした。

n=(fn-rn)Ee 式(2) Ee=Ec/(1+n) ここに、n:各区間の1 当りの温度応力発生率 fn:自由膨張供試体による線膨張係数 rn:拘束状態における見かけの線膨張係数 Ee:有効ヤング率,Ec:ヤング率 n:クリープ係数



図 3 温度と応力の関係模式図

トフド

配合	1	f1	r1	1	2	f2	r2	2	3	f3	r3	3
case1	0.030	5.9	2.9	0.72	0.071	10.4	8.0	-0.16	0.053	9.2	7.1	0.04
case2	0.040	12.1	3.1	2.62	0.072	10.5	6.4	0.35	0.055	9.3	5.4	0.83
case3	0.050	14.5	1.8	3.37	0.071	9.2	5.6	0.30	0.050	8.2	5.7	0.42
case4	0.036	11.1	3.6	2.57	0.074	9.0	6.3	-0.02	0.047	8.9	7.8	-0.09
case5	0.055	12.7	2.4	2.26	0.072	9.1	5.7	0.13	0.056	8.8	6.0	0.37

各水準の n、 fn、 rn および n を、表 2 にまとめる。温度可変室内で養生した自由膨張供試体 の見かけの線膨張係数は、圧縮応力増分区間では、膨張材の混和量の増加に伴い大きくなる傾向を示し、 圧縮応力減少区間および引張応力増分区間では、いずれの水準においても顕著な差異は認められなかっ た。すなわち、膨張コンクリートの膨張性は、膨張材の種類や混和量に関わらず、圧縮応力の増分中に ほぼ終了したものと考えられる。また、温度応力発生率は、見かけの線膨張係数と同様に、圧縮応力増 分区間では、膨張材の混和量の増加に伴い大きくなる傾向を示し、圧縮応力減少区間および引張応力増 分区間では、いずれの水準においても顕著な差異は認められなかった。

これらの結果から、温度履歴を同一とした場合、膨張コンクリートによる引張応力の低減効果は、圧 縮応力増分区間で導入されるケミカルプレストレスが主であり、圧縮応力減少区間や引張応力増分区間 では、その効果がほとんど認められないことが明らかとなった。実構造物においては、膨張材の種類に より温度履歴が異なり、温度応力の発生が温度履歴に依存することを考慮すれば、圧縮応力減少区間お よび引張応力増分区間における材齢に関する温度応力発生率は、膨張材の種類により異なるものと考え られる。また、養生条件や温度降下の開始時期によっては、圧縮応力増分区間以降も膨張性が持続する 可能性もあり、実構造物では導入されたケミカルプレストレス以上の低減効果を発揮する場合もあると 推測される。これらの影響については今後の課題とするが、現在のところ、膨張コンクリートの発熱量 を精度良く推定して温度応力を求める煩雑さを考えれば、膨張コンクリートの発熱量は普通コンクリー トと同一であると仮定し、導入されたケミカルプレストレスだけ引張応力が低減するという評価手法が 安全側でもあり、現実的であると思われる。

4 . 結論

温度履歴を同一の条件として、膨張材の種類と混和量を変化させたコンクリートの温度応力を直接測定 した結果、温度応力下における膨張コンクリートの膨張性に起因する引張応力の低減効果は、圧縮応力 増分区間で導入されるケミカルプレストレスが主であり、圧縮応力減少区間や引張応力増分区間ではそ の効果がほとんど認められないことが明らかとなった。

## (参考文献)

1)例えば, 辻幸和ほか: 膨張材を使用したマスコンクリートの温度応力とケミカルプレストレス, セメ ント技術年報, 36, pp.159-162, 1982 年