メカニズムの異なるひずみとその拘束がひび割れに与える影響の個別評価に関する研究

早稲田大学 学生会員 〇半司 淳弥 久村 悠人 早稲田大学 正会員 関 博 日本原燃㈱ 正会員 庭瀬 一仁 清水建設㈱ 正会員 杉橋 直行 矢ノ倉ひろみ

1.はじめに

膨張材を使用したマスコンクリートに関して収縮膨張のメカニズム別にひび割れへの影響を評価することは、ひ び割れ制御対策の定量的評価の観点から重要であるが、底版や鉄筋の拘束の影響を加えてこれを個別に評価するこ とは困難である.そこで本研究は実規模の壁状構造物^[1]を対象とし、底版拘束、鉄筋拘束、内部拘束といった種々 の拘束下において、温度、自己収縮、膨張材による膨張といった収縮膨張メカニズムの異なるひずみがひび割れに 与える個別の影響を評価することを目的として様々なパラメータ解析を実施したものである.

2.解析対象および解析方法

長さ 10m, 厚さ 0.7m, 高さ 7.35mの試験 用の実規模側壁について,材料物性試験結果 ^[2]を入力パラメータの基本として,計測結果 を基にパラメータ解析を行った.側壁には水 平筋 D35@150,鉛直筋 D35@150,せん断補 強筋 D29@150×300 が内外同配筋されて,低熱 ポルトランドセメントとフライアッシュ,膨 張材を使用した配合^[2]が適用されている.側 壁は同配合の底版の材齢 55 日時点に打設さ

れ、計測は図1の測点1,2,3において実施

した.室内実験の供試体により求めた材料収縮特性を図2に示 す^[2].温度応力解析は、図1に示す側壁の長さ1/2部分をモデ ル化し3次元非定常有限要素法により実施した.ここで温度解 析条件は、実ひずみの計測結果を検討する目的から、温度解析 結果と温度計測結果が一致するように設定した.応力解析条件 を表1に示す.力学物性などは室内試験^[2]の試験値を設定した.

解析は、温度、自己収縮、膨張材のひずみを個別に評価する ために表2に示すひずみ成分と拘束条件の組み合わせを変え た9ケースについて実施した、9ケースは、温度、自己収縮、 膨張材それぞれ単味のパラメータを入力し、さらにこれを①底

 1000
 底部溶脱抑制層

 度版
 側壁

 058
 第点1

 3,425
 000





図 2 収縮特性の試験値・算定値

版のみで拘束,②拘束をしない, ③鉄筋のみで拘束したケースで ある.温度ひずみを考慮しないケ ースは,側壁の線膨張係数を0 とした.鉄筋拘束は鉄筋のモデル 化の有無によりケース分けし,底 版拘束を考慮しないケースは底 版のヤング係数を0とした.個別 の影響は拘束度,発生応力,ひび

キーワード ひび割れ,温度応力解析,膨張材 連絡先 〒169-8555 東京都新宿区大久保 3-4-1



項目		底版	側壁	備考
圧縮強度 f c(t)f c(D°D) (N/mm2)		f'c(t)=t/(0.318+0.012t)	f°c(D°D)=D°D/(9.542+0.012D°D)	 ・試験値より ・底版は材齢の関数 ・側壁は積算温度の関数
引張強度 ftk(t)・ftk(D°D) (N/mm2)		$ftk(t)=0.182 \times f^{\circ}c(t)^{0.72}$	$ftk(D^{\circ}D)=0.182 \times f^{\circ}c(D^{\circ}D)^{0.72}$	・圧縮強度の関数
ヤング係数 Ee (N/mm2)		$Ee=\Phi(t)\times 4335\times f^{*}c(t)^{0.56}$	$Ee=\Phi(t)\times 4335\times f^{\circ}c(D^{\circ}D)^{0.56}$	 ・静ヤング係数は試験値より圧縮 強度の関数 ・Φ(t):ヤング係数の補正係数 (コンクリート標準示力書より)
		$ \Phi(t) = 0.73 (t \le 3) \\ = 1.00 (5 \le t) $	$\Phi(t) = 0.73 (t \le 3) \\= 1.00 (5 \le t)$	
ポアソン比		0.2	0.2	・コンクリート標準示方書より
線膨進反粉(ω)℃)	温度上昇時	6.205	7.05	 ・試験値より
ляклыстак разда (µ/С)	温度下降時		5.36	
自己収縮ひずみ		図2参照	図2参照	 試験値より
膨張ひずみ		図2参照	図2参照	 試験値より

TEL: 03-5286-3407 FAX: 03-3208-8749

割れ指数を簡易に算定することで評価した.

3.解析結果と考察

拘束度,発生応力,ひび割れ指数を図 3,4,5 に示す.温度ひず みの内部拘束度は,Case2 の温度と線膨張係数の積で表した自由 温度ひずみと実ひずみの比として算出した.内部拘束と外部拘束 の影響を主に評価するため,底版近傍の測点1の1.5日(温度ピ ーク時)と28日における結果に注目した.

図 3,4,5 に示すとおり, 材齢 28 日の自己収縮が拘束度 0.68 で底 版に拘束され, 2.49 N/mm²の引張応力が発生し, ひび割れ指数 1.10 で最小値を取っており, 自己収縮が底版に拘束されることが ひび割れ発生への影響が最も大きいことが分かる. しかし材齢 28 日時点では, 膨張材の膨張ひずみが底版と鉄筋に拘束され, 6.48+0.77=7.25 N/mm²の圧縮応力が導入されており, 自己収縮 の拘束により発生する 2.49 N/mm²の引張応力より十分に大きく, 膨張材のひび割れ抑制効果が定量的に確認できた.

他にひび割れへの影響が大きいメカニズムは,材齢 1.5 日の温 度ひずみの内部拘束である.温度ひずみが拘束度 1.27 で内部拘束 を受けて,0.32N/mm²の引張応力が発生し,ひび割れ指数 1.89 と なっている.さらに内部拘束力として,膨張材の温度依存性によ り温度が低い底版側には 0.18 N/mm²の引張応力が発生した.材齢 1.5 日には,これらの内部拘束力に加え自己収縮が底版に拘束され 発生する 0.36N/mm²も加え合わせた 0.68 N/mm²程度の引張応力が 発生した.一方で,材齢 1.5 日に膨張材が底版,鉄筋により拘束 され 0.85 N/mm²の圧縮応力が導入することができておりここで も膨張材のひび割れ制御効果が認められた.

図4に示すとおり,鉄筋の拘束力に注目すると,材齢によらず 温度ひずみと自己収縮は引張側,膨張材は圧縮側に拘束されてい る.相対的に膨張材の圧縮側への拘束力が大きいことがわかった. 図5から,鉄筋拘束によるひび割れ指数は7.05が最小値で,鉄筋 の拘束によるひび割れへの影響は小さかった.

4.まとめ

本解析の範囲で以下が確認できた.

- (1) ひび割れの発生に最も大きな影響を与えるのは、自己収縮が 底版に拘束されることであった.
- (2) 膨張材の膨張ひずみはその温度依存性により内部拘束を受 図 5 ひび割れ指数 けて引張力を発生させるが、底版や鉄筋により拘束された圧縮力の方が大きく、ひび割れ制御効果は高い. 膨 張材の膨張ひずみが底版に拘束されることによるひび割れ制御効果が大きいことが定量的に確認できた.
- (3) 鉄筋拘束は他の拘束に比してひび割れに与える影響は小さかった.

参考文献

[1] 西岡真帆ほか:膨張材のひび割れ抑制効果に関する実規模試験体計測結果とその解析的評価手法に関する検討, 土木学会第62回年次学術講演会公演概要集, pp.233-234, 2007

[2] 杉橋直行ほか:低熱ポルトランドセメントとフライアッシュ,膨張材を使用したコンクリートおよびモルタルの諸特性,土木学会第62回年次学術講演会公演概要集,pp.231-232,2007



1.68

度版构束

1.10

鉄筋拘束

内部拘束

2.00

1.00

-996-