

各種コンクリートへの膨張材の適用に関する実験的研究

早稲田大学 学生会員 ○大藪 恭佑

早稲田大学 正会員 何 海明

早稲田大学 フェロー 清宮 理

1. まえがき

コンクリートの打設時のひび割れ抑制が，耐久性の観点から必要である．各種の対策の中で，膨張材の使用効果についても，より定量的に評価する手法の確立が求められている．過去，膨張材のひび割れ低減・抑制効果については，研究の蓄積，個々の構造物での検証実験などにより，定性的にはほぼ把握されているが，より精緻に定量評価できるまでには至っていないのが現状である．

本論文では，膨張材を混和した普通・高炉及び低発熱コンクリートの物性を確認するための小型模型試験体を作成し，ひずみの測定を行った結果についてまとめたものである．

2. 載荷試験の概要

2.1 コンクリートの配合および使用材料

コンクリートの配合を表1に示す．実験ケースは，セメントの種類について3ケース，膨張材の有無について2ケースの，計6ケースである．なお，以下では普通ポルトランドセメントは普通セメント(N)，高炉セメントB種は高炉セメント(B)，低発熱ポルトランドセメントは低熱セメント(L)と省略する．

コンクリートは水結合材比W/Bを47%程度，呼び強度30N/mm²を目標にした．ただし，低熱セメントは強度発現が遅いため27N/mm²を目標にした．使用材料の成分・性質を表2に示す．セメントおよび膨張材は市販されているものであり，20kg/m³を混入した．

表1 コンクリートの配合

No.		セメント	W/B (%)	s/a (%)	単位量(kg/m ³)					
無拘束	拘束				水	セメント	膨張材	細骨材	粗骨材	AE 減水剤
1	2	N	47.0	42.5	158	317	20	753	1020	3.37 ^{*1}
3	4			42.5	158	337	—	753	1020	3.37 ^{*1}
5	6	B	48.9	41.8	165	317	20	732	1047	2.36 ^{*2}
7	8			41.9	165	337	—	730	1047	2.36 ^{*2}
9	10	L	47.0	43.9	163	325	20	783	1033	3.45 ^{*3}
11	12			43.9	163	347	—	781	1033	3.47 ^{*3}

表2 使用材料の成分・性質

使用材料	成分・性質
普通ポルトランドセメント	密度3.16, 粉末度3,300cm ² /g 化学成分%: C ₃ S=54,C ₂ S=21.0,C ₃ A=9,C ₄ AF=9 MgO=1.24,SO ₃ =2.14
高炉セメントB種	密度3.04, 粉末度3,890cm ² /g 化学成分%: MgO=3.26,SO ₃ =1.98
低発熱ポルトランドセメント	密度3.22, 粉末度3,350cm ² /g 化学成分%: C ₃ S=29,C ₂ S=53,C ₃ A=3, C ₄ AF=9. MgO=0.76,SO ₃ =2.27
膨張材	低添加型石灰系.密度3.14, 粉末度3,500cm ² /g 化学成分%: CaO=67.3,SO ₃ =18.0,Sio2=9.6, MgO=0.6,Al ₂ O ₃ =2.5,Fe ₂ O ₃ =1.3
AE減水剤	普通セメント:ポゾリス78S(*1).高炉セメント:ポゾリス70(*2).低熱セメント:ポゾリス78R(*3).

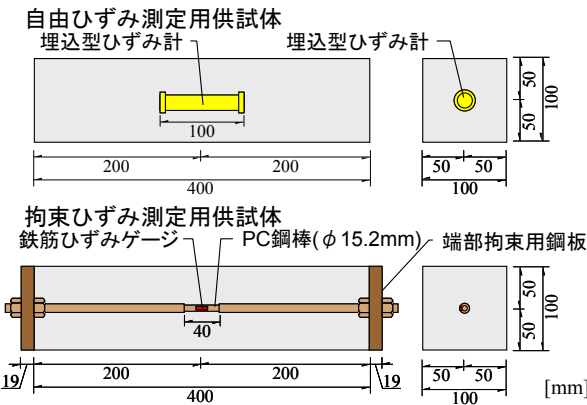


図1 小型供試体の形状寸法および計測機器の配置

キーワード 膨張材，膨張ひずみ，模型試験体，低発熱セメント，高炉セメント

連絡先 〒169-8555 東京都新宿区大久保 3-4-1 51 号館 16-01 室 清宮研究室 T E L 03-5286-3852 E-mail : kyosuke.o-w-777@ruri.waseda.jp

2.2 試験体の形状寸法

コンクリートの基礎的な物性を確認するため、100×100×400mm の小型模型試験体を作成して、自由ひずみおよび拘束ひずみを測定した。試験体の形状寸法を図1に示す。自由ひずみ測定用の試験体は、型枠に接する面にテフロンシートを設置し、図1での左右の端面にはポリスチレンボードを設置して、コンクリートの自由な変形を拘束しないように配慮した。拘束ひずみ測定用の試験体は、試験体の中心にPC鋼棒を、端面に鋼板を配置し、コンクリートの自由な変形を拘束した。PC鋼棒の鉄筋比は1.83%である。

2.3 膨張ひずみの測定方法

計測機器の配置は、図1に示したとおりである。自由ひずみ測定用では、内部に埋込みひずみ計を中央に配置した。拘束ひずみ測定用の試験体では、PC鋼棒にひずみゲージを貼ったコンクリートのひずみを直接計測していないが、端部は確実に拘束しており、試験体の平面保持を確保しているため、PC鋼棒のひずみとコンクリートのひずみは同じであると考えている。

これらの試験体はコンクリート充填後にポリエステルフィルムで封緘して乾燥を抑制し、気温 20℃、湿度 80%の環境において測定を行った。

3. 試験結果および考察

ひずみの測定結果を図2、図3に示す。硬化ひずみの終局値は表2(+は膨張,-は収縮)に示したとおりである。膨張材を混入しない場合には、拘束・無拘束でも収縮ひずみが計測されたが、混入することにより膨張ひずみが計測された。

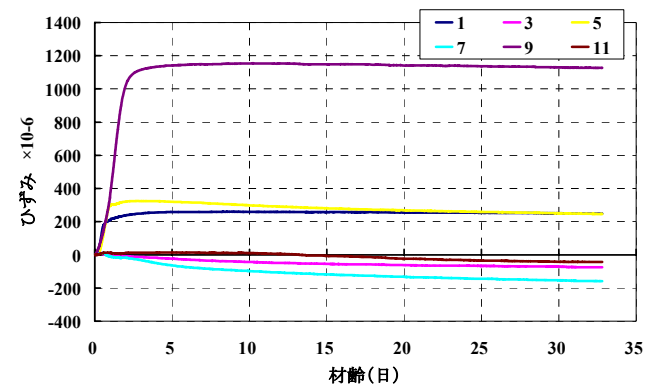


図2 材齢と自由膨張収縮ひずみの関係

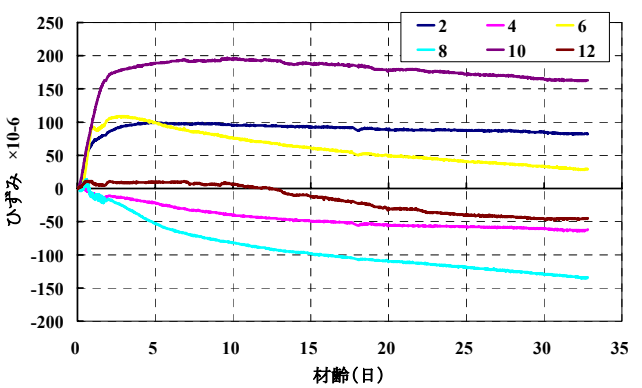


図3 材齢と拘束膨張収縮ひずみの関係

膨張材混入の有無による硬化ひずみの差は、普通セメントは 309μ、高炉セメントでは 432μ、低熱セメントでは 1169μであった。低熱セメントの硬化ひずみの差が、他の2つのセメントよりもかなり大きかった。各種セメントで膨張材の効果が認められたが、セメントの種類によりひずみ量は異なった。

ひずみが終局値の95%に達するまでの日数(95%材齢)については、膨張材を混和していないコンクリートに比べ、膨張材を混和したコンクリートの方が非常に短く、その割合は、普通セメントは 25.5%、高炉セメントは 13.0%、低熱セメントは 62.5%の日数で、ひずみが終局値の95%に達した。早い時期に膨張ひずみが発現することが言える。

4. あとがき

今回の試験で使用したセメント、膨張材は多数ある材料の中のほんの一部に過ぎない。また、同じセメントや膨張材でも、水セメント比、細骨材、粗骨材などの量が変わっても膨張材の使用量なども変化してくる。今後、様々な条件での膨張材の適用に関して試験を行う必要があると考えている。本研究は、五洋建設(株)、東亜建設(株)、東洋建設(株)、若築建設(株)、佐伯建設(株)との共同研究で実施している。

表3 膨張ひずみ測定結果

	終局値(μ)	95%材齢
NEX	260	2.8
NN	-49	11
BEX	325	1.4
BB	-107	10.8
LEX	1155	2.5
LN	-14	4.0