

ASRによりひび割れが生じたコンクリートの圧縮載荷時のひずみ分布について

九州大学 学生会員 ○阪井 峻 九州大学大学院 正会員 山本 大介
九州大学大学院 フェロー会員 濱田 秀則 九州大学大学院 正会員 佐川 康貴

1. はじめに

ASRによりひび割れが発生したコンクリートを一軸圧縮した場合、ひび割れの影響で健全なコンクリートと比べ異なる変形状を示し、弾性係数は小さくなる。本研究では室内試験にてASRにより膨張した角柱供試体を用い、内部ひび割れの観察とデジタル画像相関法を用いて、一軸圧縮応力下におけるひずみ分布について考察を行った。

2. 使用材料

セメントには普通ポルトランドセメント（密度 3.16g/cm^3 ）、細骨材には海砂（表乾密度 2.58g/cm^3 ）、粗骨材には反応性骨材である安山岩砕石（表乾密度 2.67g/cm^3 ）を用いた。なお、この粗骨材はJIS A 1145「骨材のアルカリシリカ反応性試験（化学法）」の結果、アルカリ濃度減少量 R_c は 215mmol/l 、溶解シリカ量 Sc は 526mmol/l であり、「無害でない」と判定されたものである。また等価 Na_2O 量が 8kg/m^3 となるよう、練混ぜ水に NaCl 試薬を添加し、供試体寸法は $100\times 200\times 200\text{mm}$ の角柱供試体とした。材齢 28 日まで 20°C で湿布養生したのち、 40°C 、 $100\%\text{R.H.}$ の条件にて促進養生を行った。コンクリートの配合を表-1 に示す。

表-1 コンクリートの配合

水セメント比 (%)	単体量 (kg/m^3)				混和剤		NaCl (kg/m^3)
	水	セメント	細骨材	粗骨材	AE減水剤 (g/m^3)	AE剤 (ml/m^3)	
40	165	413	759	975	1547	15	11.1

3. 実験方法

材齢 28 日を膨張量の初期値 (0μ) とし、設定した膨張量 (100μ , 300μ , 500μ , 1000μ , 1500μ , 2000μ) に達した時点で供試体を $100\times 100\times 200\text{mm}$ に切断した。一方は圧縮載荷試験を行うと同時に切断面に対しデジタル画像相関法を適用し、他方は切断面に蛍光樹脂含浸を適用し、内部ひび割れの観察を行った。

4. 実験結果と考察

(1) ひび割れ観察結果

図-1 に ASR による膨張量と、内部ひび割れ密度の関係を示す。内部ひび割れ計測では、蛍光樹脂含浸により目視可能であった 0.04mm 以上のひび割れ総延長を計測した。内部ひび割れは 100μ においてわずかなひび割れしか確認できなかった。 500μ においては微細ひび割れが粗骨材内部およびモルタル部分に多く発生していた。 2000μ になると幅 0.25mm のひび割れが確認でき、粗骨材内部およびモルタル部分に多くのひび割れが発生していることが確認された。ひび割れ密度は 500μ において大幅に増加し、その後 2000μ まで増加傾向が確認できた。

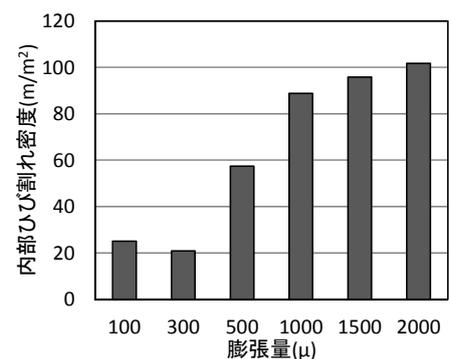


図-1 膨張量と内部ひび割れ密度の関係

(2) デジタル画像相関法によるひずみ分布の観察結果

デジタル画像相関法とは、デジタルカメラにて対象物を撮影し、変形前後のそれぞれの画像を解析することによって面的な変形状況を求める手法である。ここで、垂直方向に対する変形を縦ひずみ、水平方向に対する変形を横ひずみと定義した。

図-2 に、角柱供試体 (0μ , 500μ , 2000μ) の最大応力時における縦ひずみ（上段）と横ひずみ（下段）の分布を示す。プラス側を引張応力、マイナス側を圧縮応力とした。また同図に粗骨材（黒色）と ASR による

内部ひび割れ(赤色)のスケッチを併記した。
 0 μ 供試体では、モルタル部分に縦ひずみが集中していた。一方、膨張量が大きい供試体になるにつれ、ひび割れた粗骨材上や ASR ひび割れ部にひずみの集中が確認され、ひずみ量が大きくなる傾向が確認された。

ここで、ASR によるひび割れと、荷重増加に伴う縦ひずみ、横ひずみの変遷について考察するために、図-2 より 2000 μ 供試体において縦ひずみが集中している①の部分と、横ひずみが集中している②の部分に着目した。図-3 に、着目した①、②の部分における 35 N/mm² と最大応力時の縦ひずみと横ひずみの分布の変化を示す。ここで、三木ら¹⁾の画像相関によるひび割れ評価方法を参考にした。ASR によるひび割れを方向別に区分するために、内部ひび割れをスケッチした図に 10mm 間隔の格子を設け、格子を通過するひび割れの、軸方向からの角度をひび割れ角度と定義した。その角度を軸方向から 30 度ごとに分類し、水平方向、斜め方向、軸方向の 3 種に区分した。図-3 に、スケッチをした水平方向ひび割れ(オレンジ色)、斜め方向ひび割れ(紫色)、軸方向ひび割れ(青色)を示す。

縦ひずみにおいては、水平方向と斜め方向の ASR ひび割れに圧縮ひずみが生じ、ひび割れが閉口したと考察される。横ひずみにおいては、軸方向の ASR ひび割れに引張ひずみが生じ、ASR ひび割れが横に広がったと考察できる。

5. 結論

- (1) 膨張量 100 μ では内部ひび割れはわずかしか確認できないが、500 μ を境に内部ひび割れが増加していく傾向が分かった。
- (2) 膨張量 2000 μ では ASR ひび割れが多く生じていたため、最大応力時にはひび割れに沿って大きなひずみが生じていることが確認できた。また水平方向と斜め方向ひび割れに大きな縦ひずみが、軸方向ひび割れには大きな横ひずみが確認できた。

【参考文献】1) 三木朋広, 宮川侑大: ASR が生じたコンクリートの弾性係数および圧縮破壊挙動の評価に関する実験的研究, コンクリート構造物の補修, 補強, アップグレード論文報告集第 14 巻, pp. 45-52, 2014. 10

【謝辞】本研究は JSPS 科研費 15K18101 の助成を受けたものです。ここに謝意を表します。

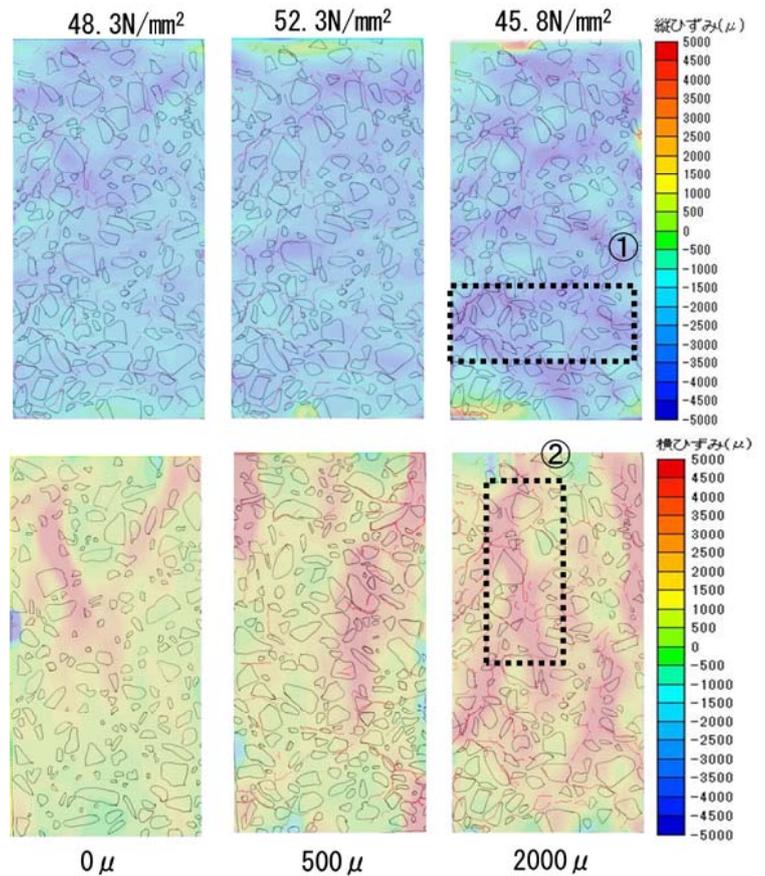


図-2 最大応力時の縦ひずみ(上)と横ひずみ(下)の分布

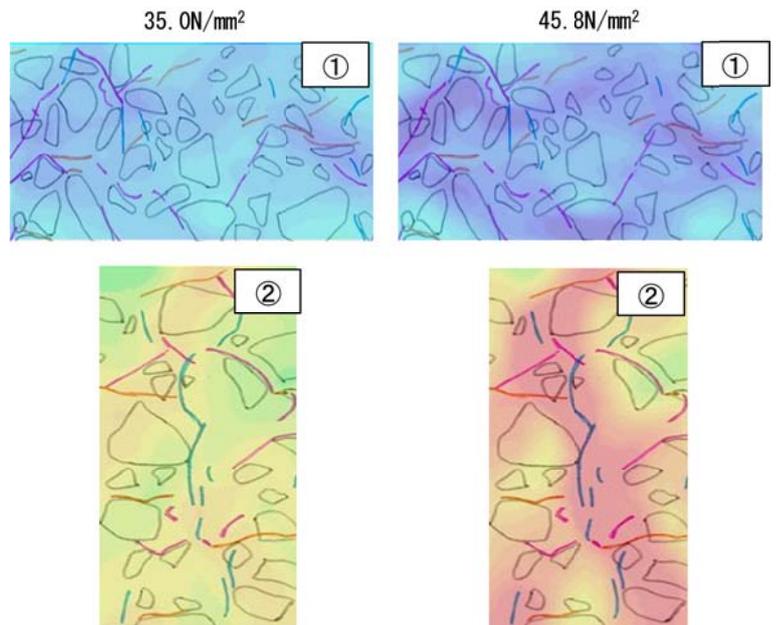


図-3 ①、②部分における縦ひずみ(上)と横ひずみ(下)の分布の変化