

アルカリ骨材反応が生じたコンクリートの圧縮破壊挙動の評価

市民工学専攻：宮川 侑大

指導教員：三木 朋広

1. 研究背景・目的

アルカリ骨材反応、特にアルカリシリカ反応（ASR）は、コンクリートの劣化現象の一つである。この現象では、骨材中の珪物とセメント中のアルカリ成分が反応し、骨材周辺、もしくは骨材内部にゲルが生じる。このゲルの存在によって、コンクリートが体積膨張し、コンクリートにひび割れが生じる場合がある。ASR の膨張が生じたコンクリートは健全なコンクリートと比較して、圧縮強度や静弾性係数の低下など、力学特性の変化が知られている。また、ASR に起因するひび割れが荷重により生じるひび割れに影響するため、その基礎的データが必要となる。本研究では、ASR によってひび割れが生じたコンクリートの圧縮破壊挙動を実験的に評価することを目的とした。そこで圧縮荷重試験を行い、その際のデジタル画像を用いた画像解析により、ひずみ分布を算出し、ASR ひび割れと圧縮破壊挙動との関係について検討した。

2. 実験概要

2. 1 供試体

本研究では、断面 100mm×100mm、高さ約 200mm の ASR が生じた角柱供試体を用いた。これらの供試体はそれぞれ異なった膨張量を有している。膨張量約 100 μ 、800 μ 、1000 μ 、1200 μ の供試体を、それぞれ ASR100、ASR800、ASR1000、ASR1200 と称する。

2. 2 圧縮荷重試験

圧縮荷重試験では、200kN 荷重試験機を用いて、所定の荷重まで荷重して一端 5kN まで除荷するといった繰返し荷重を行った。測定項目は、荷重荷重、軸方向変位、ならびに表面ひずみとした。表面ひずみについては、荷重前と荷重中の所定の荷重毎において、コンクリート表面の画像をデジタルカメラで撮影し、画像解析によって主ひずみ分布を求めた。なお、以後の考察で用いる値として、最大荷重を供試体断面積で除した値を最大応力度として算出した。また、応力-ひずみ曲線の初期剛性を静弾性係数として算出した。

2. 3 ひび割れの評価方法

供試体に生じたひび割れについて、目視観察とデジタルスキャン画像を用いてスケッチ図を作成した。このひび割れ図に 10mm 間隔の格子状メッシュを重ねて、それぞれのひび割れを格子との交差点ごとに分類した。分類したひび割れにおける平均ひび割れ幅を求めるとともに、交差点間を直線近似して、荷重方向となす角度をひび割れの角度と定義した（図-1）。その角度を水平方向から 30 度毎に分類して、水平方向（0 度～30 度、150 度～180 度）、斜め方向（30 度～60 度、120 度～150 度）、軸方向（60 度～120 度）にそれぞれ区分した。その区分における、ひび割れ長さを算出して、供試体表面で観察されたひび割れの状態を評価していく。

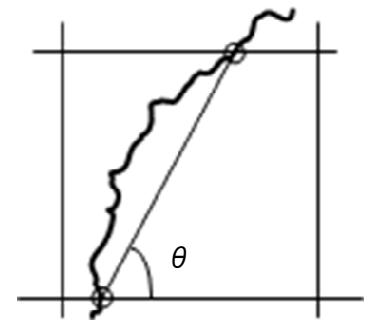


図-1 ひび割れ角度の定義

3. 実験結果と考察

3. 1 ASR ひび割れの長さや強度特性の関係

図-2 に本実験より得られた応力-ひずみ関係の一例を示す。図-2 より、膨張量が増加すると最大応力度が低下する傾向がみられる。また、終局時のひずみ量も増大している。次に、ASR ひび割れと強度特性の関係について検討した。ASR ひび割れの長さ、最大応力度、および静弾性係数の相関係数を表-1 に示す。表-1 より、最大応力度

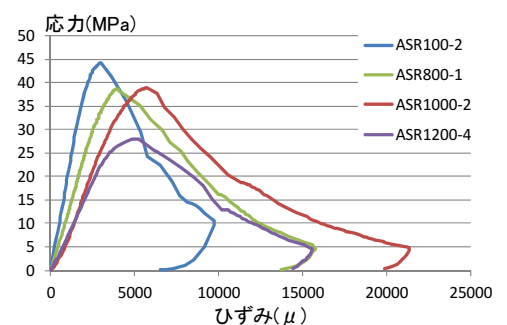


図-2 応力-ひずみ関係

キーワード アルカリシリカ反応、圧縮強度、画像解析、ASR ひび割れ

表-1 各方向で整理したひび割れの長さ、最大応力度、静弾性係数の相関係数

R 相関係数	軸方向	水平	斜め	水平+斜め	総延長	最大応力	静弾性係数
軸方向	1.000	0.749	0.856	0.850	0.930	-0.693	-0.898
水平		1.000	0.753	0.950	0.915	-0.884	-0.814
斜め			1.000	0.920	0.930	-0.826	-0.938
水平+斜め				1.000	0.984	-0.916	-0.927
総延長					1.000	-0.872	-0.949
最大応力						1.000	0.800
静弾性係数							1.000

は ASR ひび割れの総延長と相関が高く、方向別にみると、水平方向のひび割れ、および水平方向と斜め方向のひび割れの合算値との相関が高いことがわかる。一方、静弾性係数に関しては、ASR ひび割れの総延長と相関が高く、方向別にみると、いずれの方向のひび割れとも高い相関を示しているが、特に斜め方向のひび割れ、および水平方向と斜め方向のひび割れ長さの合算値との相関が高くなっている。

ここで、水平方向と斜め方向の ASR ひび割れが強度特性に影響した要因を検討するために、ASR800-2 を対象に画像解析を行った。画像解析によって得られたひずみ分布を図-3 に示す。図-3 より、载荷応力が増加するにつれて水平方向、および斜め方向に生じていた ASR ひび割れの周辺に圧縮ひずみが生じており、ASR ひび割れが载荷によって閉口している様子がわかる。このように、载荷荷重を受けることにより载荷軸方向にひび割れが閉じることで供試体の圧縮変形が増大し、静弾性係数が低下したものとする。

また、载荷が進行するにつれ、図-3 中の供試体の右側に圧縮ひずみが集中していることがわかる。解析対象面の ASR ひび割れの状態を見ると供試体の左側にひび割れ幅の大きい水平方向と斜め方向の ASR ひび割れが存在しているが、右側に存在する水平方向と斜め方向のひび割れは、比較的ひび割れ幅が小さいものである。それにより、左側のひび割れよりも先に右側の微細なひび割れが閉口し、右側に加わる荷力の比率が増大することによって右側に圧縮ひずみが集中したと考える。最大主ひずみ分布をみると、圧縮ひずみが集中した箇所引張ひずみが生じ、ピークに達していることがわかる。以上のように水平方向と斜め方向の ASR ひび割れが応力の集中を引き起こし、最大応力の低下の起点となったものと推察する。

4. まとめ

- (1) 最大応力度は、ひび割れの総延長、水平方向のひび割れの長さ、および水平方向と斜め方向のひび割れ長さの合算値と高い相関を示した。画像解析により、これらのひび割れの位置関係によって、応力がある領域に集中し、最大応力度が低下することを確認した。
- (2) 静弾性係数は、ひび割れの総延長と高い相関がみられた。方向別に比較すると、特に斜め方向のひび割れ、および水平方向と斜め方向のひび割れ長さの合算値と高い相関を示した。これは、载荷によってこれらのひび割れが閉口することで、変位が増大し、静弾性係数が低下するためであるとする。

参考文献

- 1) 土木学会：アルカリ骨材反応対策小委員会報告書，2005.8

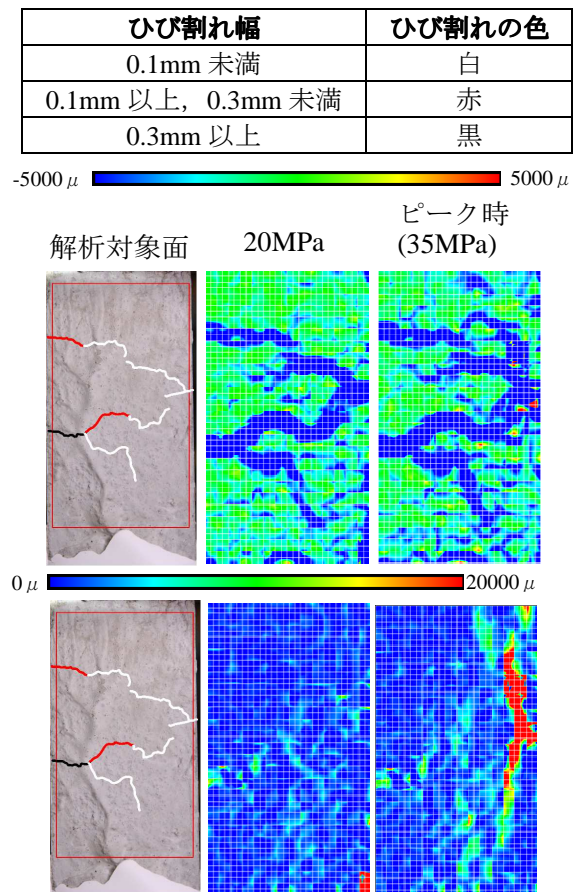


図-3 ひずみ分布図 (ASR800-2)