

## モルタル-模擬粗骨材界面の模擬欠陥体積が圧縮破壊過程に及ぼす影響

立命館大学大学院 学生会員 ○清水駿太郎

立命館大学 正会員 川崎佑磨

福岡大学 正会員 山田悠二

### 1. はじめに

近年では、環境保護の観点から、スラグ骨材を有効活用するなど、コンクリートに利用される骨材は多種多様である。骨材の種類や施工方法によって、ブリーディングが生じやすい条件もあり、ブリーディング水が粗骨材に拘束されることで、粗骨材とモルタル界面に空隙を形成する。このように、ブリーディングは施工時だけではなく硬化後の力学的特性や耐久性の低下にも影響を及ぼす要因となる。一方で、ブリーディングが硬化コンクリートの破壊進展にどのような影響を与えるかを直接的かつ定量的に評価した研究は少ない。また、外力が作用する状況下で、粗骨材とモルタル界面に存在する空隙（以降、欠陥）がコンクリートの破壊進展過程に与える影響を評価することも重要である。しかし、粗骨材界面に意図的に微小な欠陥を模擬することは非常に難しい。

そこで本研究では、基礎的研究として、模擬粗骨材界面に模擬欠陥を設けたモデルを作製することとした。その欠陥の有無・体積を変化させて比較した。また、破壊進展をモニタリングするために、非破壊試験法の一つである AE（アコースティック・エミッション）法を適用した。そして、コンクリートの粗骨材界面に生じる空隙がコンクリートの圧縮破壊過程にどのような影響を与えるのか考察し、粗骨材界面の破壊メカニズムを明確にするための検討を行った。

### 2. 実験概要

まず円柱状の模擬粗骨材の作製を行い、作製した模擬粗骨材を 28 日間標準水中養生した。その後、供試体中心に固定し、その周りにモルタル（以後、母材モルタル）を流し込むことで図-1 に示すような  $100 \times 100 \times 100\text{mm}$  の直方体の供試体を作製した。模擬欠陥は発泡スチロールを模擬粗骨材に接着させて、母

材モルタルを打込み、硬化後に溶かして空隙を作製した。模擬欠陥の大きさは、幅は  $7.5\text{mm}$ 、厚さは  $0.5\text{mm}$  と  $1.0\text{mm}$  の 2 ケースを用意した。欠陥体積は、それぞれ  $375\text{mm}^3$ 、 $750\text{mm}^3$  である。欠陥の有無による強度変化も確認するため、模擬欠陥なし、模擬粗骨材無のケースも作製して、合計 4 ケースを比較検証した。作製した供試体を再度 28 日間標準水中養生した後、圧縮強度試験を行った。その際、载荷中に発生するひび割れに伴い発生する弾性波を検出するために、AE 計測を並行して実施した。AE 計測は、サンプリング周波数  $1\text{MHz}$ 、増幅率  $60\text{dB}$ 、しきい値  $40\text{dB}$  とし、 $150\text{kHz}$  共振周波数の AE センサを 8 個使用した。AE センサ設置位置は図-2 に示す通りである。

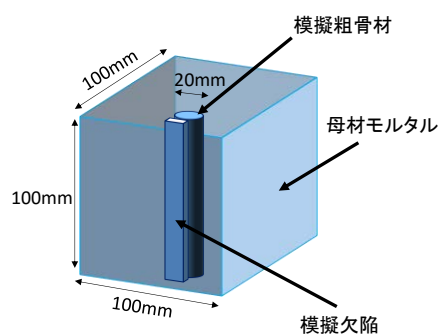


図-1 供試体の概形

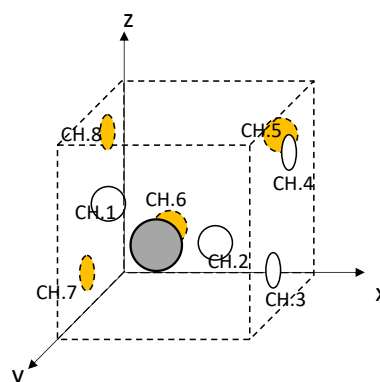


図-2 AE センサ設置位置

キーワード 模擬粗骨材, 模擬欠陥, AE 法, 圧縮破壊過程

連絡先 〒525-8577 滋賀県草津市野路東 1-1-1 立命館大学理工学部環境都市工学科

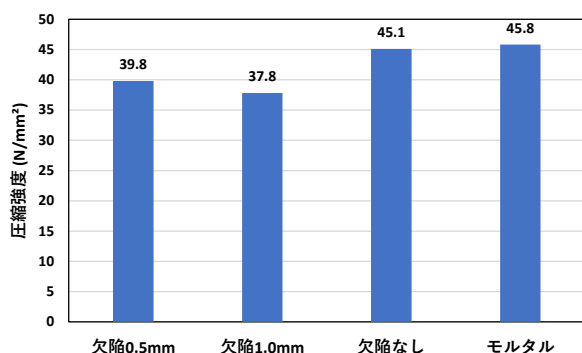


図-3 圧縮強度の結果

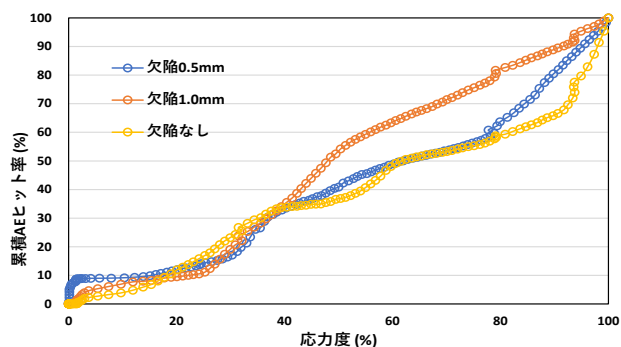


図-4 累積 AE ヒット率の結果

### 3. 実験結果および考察

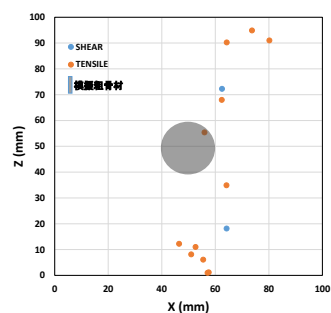
#### 3. 1 圧縮強度試験

圧縮強度試験結果を図-3に示す。圧縮強度は3体の平均値を示している。骨材界面の欠陥体積が大きくなるとともに圧縮強度は低下した。このことから、模擬骨材界面の模擬欠陥の有無およびその体積は、圧縮強度の低下の要因であると考えられる。

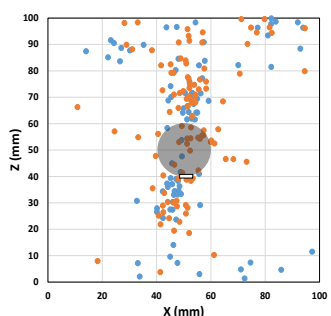
#### 3. 2 AE 計測

AE 計測によって得た波形の数を AE ヒット数として、模擬欠陥有無の3体で比較した。その結果を図-4に示す。模擬欠陥を設けた2ケースは、応力度50%頃から AE ヒット率が大きくなり、特に模擬欠陥幅が1.0mm (体積750mm³) ではその傾向が顕著である。模擬欠陥が大きくなることで、応力度が50%未満から、より多くの微細ひび割れの発生や進展が生じたと推察できる。

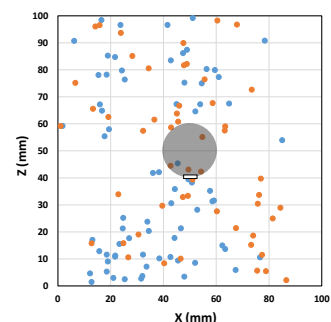
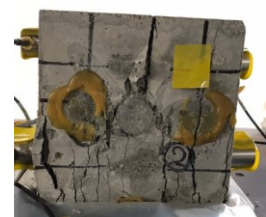
検出された AE 現象の発生源を推定するために、3次元位置標定解析を行った。模擬欠陥無と模擬欠陥有の結果および破壊後の供試体写真を図-5に示す。模擬欠陥無では同定された AE 源が模擬欠陥有よりも少なく、その位置も規則性がないことが分かる。一方で、模擬欠陥0.5mmでは、模擬粗骨材付近から上下方向に多くの AE 源が同定された。模擬欠陥1.0mm



(a) 模擬欠陥無



(b) 模擬欠陥有 (幅 0.5mm)



(c) 模擬欠陥有 (幅 1.0mm)



図-5 3次元位置標定解析の結果

でも模擬粗骨材付近に多くの AE 源が同定されたが、その方向は下向きに2方向に分かれていることがわかる。特に、青色で表示したせん断型の AE 源が多いことがわかる。これは、応力が垂直ではなく斜め方向に強く影響したことから、ひび割れ面の滑動などの影響を捉えたのではないかと考える。

これらの結果から、粗骨材界面の欠陥有無は、圧縮強度だけではなく、破壊に至るまでの過程にも影響を与えていることがわかった。

### 参考文献

- 1) 日本コンクリート工学会：構造物の耐久性向上のためのブリーディング制御に関する研究委員会報告書，pp.4-14，2017