

水分流入と周辺拘束が骨材膨張起因のコンクリートのひび割れ性状に及ぼす影響

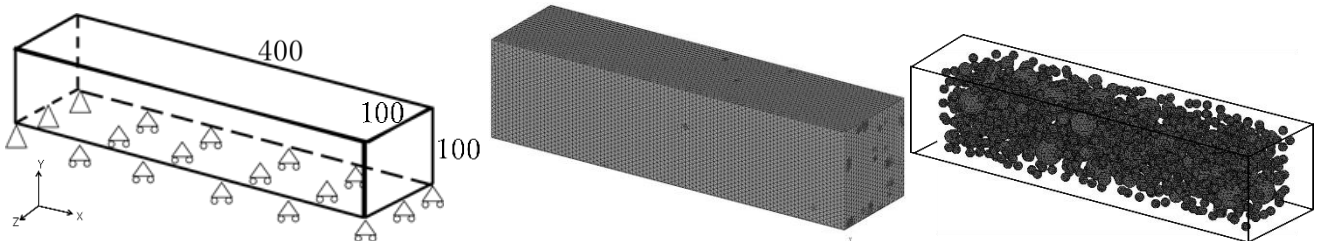
九州大学大学院 学生会員 岸川 拓郎 九州大学大学院 正会員 玉井 宏樹
九州大学大学院 学生会員 西村 拓真 九州大学大学院 フェロー会員 園田 佳巨

1. はじめに

ASRにより損傷したコンクリート構造物や部材を適切に補修・補強していくには、水分、温度、拘束の影響で複雑に生じるひび割れを理解し、そのひび割れによる耐荷性能の低下や破壊挙動の変化を明らかにする必要がある。そこで、本研究ではFEMに基づくコンクリートの3次元メゾスケールモデルの構築ならびに現象論に基づいた膨張作用のモデル化を行い、そのモデルを用いた解析を実施した。具体的には、水分流入条件や周辺拘束条件がひび割れに及ぼす影響について基礎的検討を行った。

2. 解析手法及び解析ケース

本研究では、2次元による既往の研究¹⁾を例にとり、図-1(a)に示す矩形コンクリートブロックを解析対象とした。コンクリートのメゾスケールモデルに関しては、国内外で多くの研究事例があるが、ここでは、基礎検討の位置づけとして、図-1(b), (c)に示すモルタルと骨材から成る2相の3次元モデルを作成した。このモデルでは、骨材は球形でフラクタル曲線に従うランダム配置(粗骨材率25%)とし、4節点四面体要素を用いてメッシュ分割した。仮定した材料特性を表-1に示す。骨材は線形弾性体、モルタルは非線形Drucker-Prager則に従う弾塑性体とし、引張域では引張強度に達したらカットオフするモデルを採用し、分散ひび割れモデルによりひび割れを評価した。水分の影響を考慮するために、湿気移動解析を実施し、その相対湿度に依存して粗骨材の膨張ひずみを決定した。詳細については、既往の研究¹⁾を参照いただきたい。解析ケースとしては、水分流入及び周辺拘束(プレストレス)の各影響を確認するために、表-2に示す4ケースを設定した。



(a)解析対象 (単位:mm)

(b)メッシュ (全体)

(c)メッシュ (粗骨材)

図-1 解析対象及びモデル図

表-1 仮定した材料特性

	ヤング率(GPa)	ポアソン比	圧縮強度(MPa)	引張強度(MPa)
粗骨材	70	0.2	—	—
モルタル	10	0.2	30	1.5

表-2 解析ケース

ケース	膨張方法	水分流入条件	周辺拘束条件
1	一定膨張	—	図-1(a)の通り
2	吸水膨張	底面全面から流入	図-1(a)の通り
3	吸水膨張	底面中央部から流入	図-1(a)の通り
4	一定膨張	—	底面端部のみ拘束 長手軸方向にプレストレス

キーワード 骨材膨張, ひび割れ, メゾスケール解析

連絡先 〒819-0395 福岡県福岡市西区元岡 744 W2-1102 TEL: 092-802-3370

3. 解析結果及び考察

図-2~5 に各ケースにおける 100 日後表面膨張量（ひずみ）およびひび割れ分布図をそれぞれ示す。なお、図-3, 4 には相対湿度分布も併せて示す。まず、図-2 より、全粗骨材が一定膨張するケースでは、表面膨張量を見てわかるようにこの矩形ブロックは全方向に膨張しており、その結果、表面に亀甲状ひび割れが励起された。一方、図-3, 4 のように吸水膨張のケースでは、水分流入箇所やその方向に大きく影響していることがわかる。特に、図-4 の場合、他と比べて大きく異なり、局所的にひび割れが生じていることがわかる。また、長手軸方向にプレストレスを導入したケースでは、各断面が膨張する方向に表面膨張量が大きくなることから、長手軸方向に沿ったひび割れが卓越することがわかった。

4. 結論および今後の展望

以上の検討より、3次元メソスケールモデルによる FEM 解析によって、コンクリート内の骨材膨張により生じるひび割れが水分流入条件や周辺拘束条件によって影響することを再現できた。ただし、モデルの妥当性については引き続き検討する必要があるため、今後、ひび割れ後の力学特性を再考することで、残存耐荷性の検討をしていく。

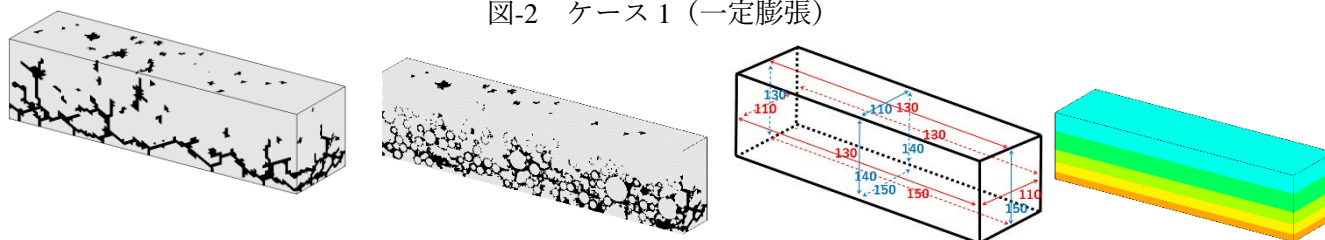
参考文献：1)西村ら，骨材の吸水膨張がコンクリートのひび割れ性状に及ぼす影響に関する一考察，土木構造・材料論文集，第37号，pp.153-161，2021年12月



(a)ひび割れ分布図(左：表面，右：内部)

(b)表面膨張量 (μ)

図-2 ケース 1 (一定膨張)

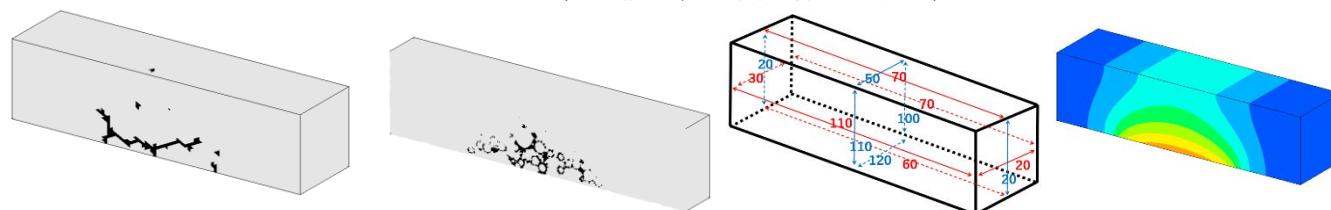


(a)ひび割れ分布図(左：表面，右：内部)

(b)表面膨張量 (μ)

(c)相対湿度分布

図-3 ケース 2 (吸水膨張，底面全体から流入)

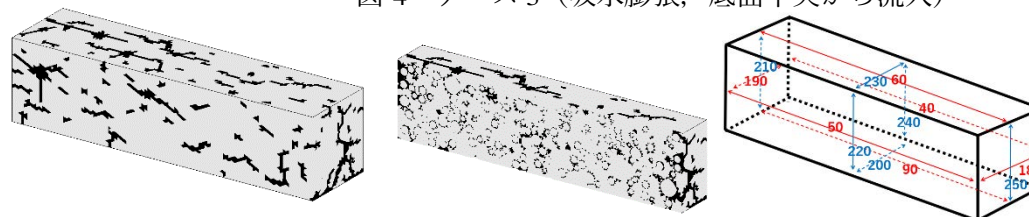


(a)ひび割れ分布図(左：表面，右：内部)

(b)表面膨張量 (μ)

(c)相対湿度分布

図-4 ケース 3 (吸水膨張，底面中央から流入)



(a)ひび割れ分布図(左：表面，右：内部)

(b)表面膨張量 (μ)

図-5 ケース 4 (一定膨張，プレストレス導入)