

骨材膨張起因のひび割れを有する RC 梁の曲げ耐荷性能に関する研究

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 フェロー会員 園田 佳巨

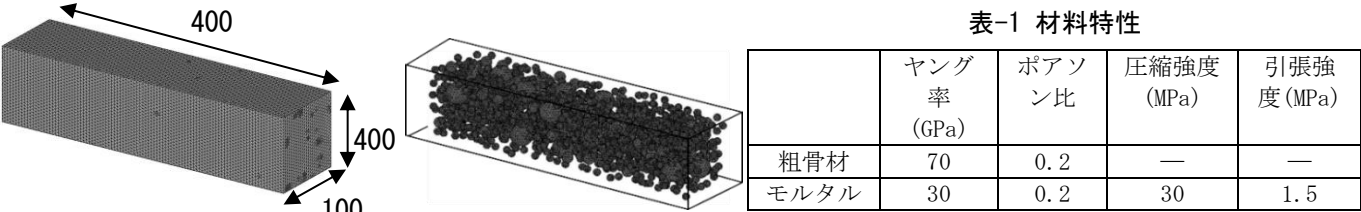
1. 目的

アルカリシリカ反応（以降、ASR と称す）はコンクリートの劣化の主要な原因の一つであり、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、ASR によって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。本研究では、3 次元メゾスケールモデルに基づき、湿気移動解析と応力解析の連成を試みることで、ASR によるひび割れを精緻に解いた。最後に、以上を踏まえて、ASR 劣化した RC 梁部材の耐荷性能を解析によって評価することとした。

2. 解析の概要

2.1 3次元メゾスケールモデルおよび湿気移動-応力連成解析の概要

本研究では ASR を水分移動に伴う粗骨材の膨張と捉え、コンクリートのモデル化を行った。図-1 にメッシュ図、仮定した材料特性を表-1 に示す。また、水分-応力連成解析に関しては、ひび割れ部では水分が通りやすくなることを考慮し、ひび割れに応じて湿気伝達係数を変化させることで、より精緻な解析を行った。



(a) メッシュ図(全体) (単位:mm) (b) 内部粗骨材配置図

図-1 解析モデル図

2.2 ASR 劣化した RC 梁部材に基づく解析の概要

図-2 に解析モデル図を示す。解析対象は、複鉄筋を有する矩形 RC 梁であり、設計時の曲げ耐力とせん断耐力の関係から曲げ破壊型で破壊するものである。対称性を有することから、梁スパン方向と梁幅方向のそれぞれの半分である 1/4 部をモデル化した。また、鉄筋に関しては埋め込み要素としてモデル化し、von Mises の降伏条件に従うものとした。材料特性としては、ヤング率を 188GPa、ポアソン比を 0.3 とし、降伏強度は 358MPa とした。解析ケースは表-2 の通りで、今回は水分に着目した基礎検討であることから、膨張なしの基準ケース以外に、全粗骨材が一斉に一定膨張するケース、底面全面から水分が流入して膨張するケース、上面端部から水分が流入して膨張するケースの 4 ケースを設定した。

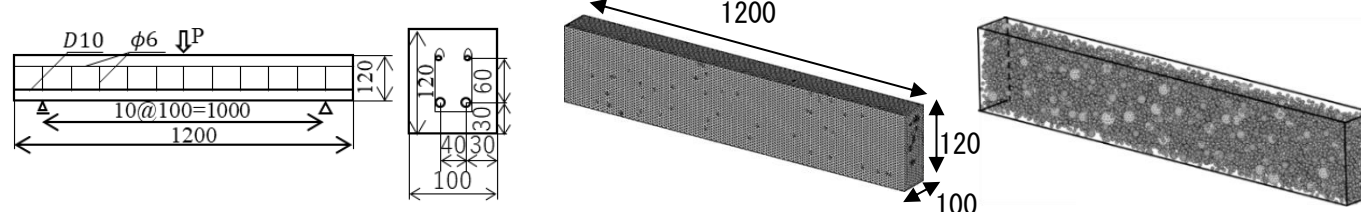


図-2 解析対象および解析モデル

キーワード 骨材膨張, ひび割れ, メゾスケール解析, ASR

連絡先 〒819-0395 福岡市西区元岡 744 ウェスト 2 号館 1102 号室構造解析学研究室 TEL 092-802-33

3 解析結果及び考察

図-3 に3次元メゾスケールモデルに基づいた解析のひび割れ分布図および相対湿度分布図を示す。両図を比較するとひび割れによる不連続な相対湿度分布を得ることができたといえる。図-4 に ASR 劣化した RC 梁部材モデルに基づいた解析の結果を、図-5 に荷重変位曲線を示す。図を見ると水分流入に応じたひび割れが確認できる。また、荷重変位曲線を見ると、ひび割れが発生した場合において耐荷力が向上することが確認された。これは骨材膨張がケミカルプレストレスとして作用し、結果として RC 梁の耐荷力向上につながったと考察できる。

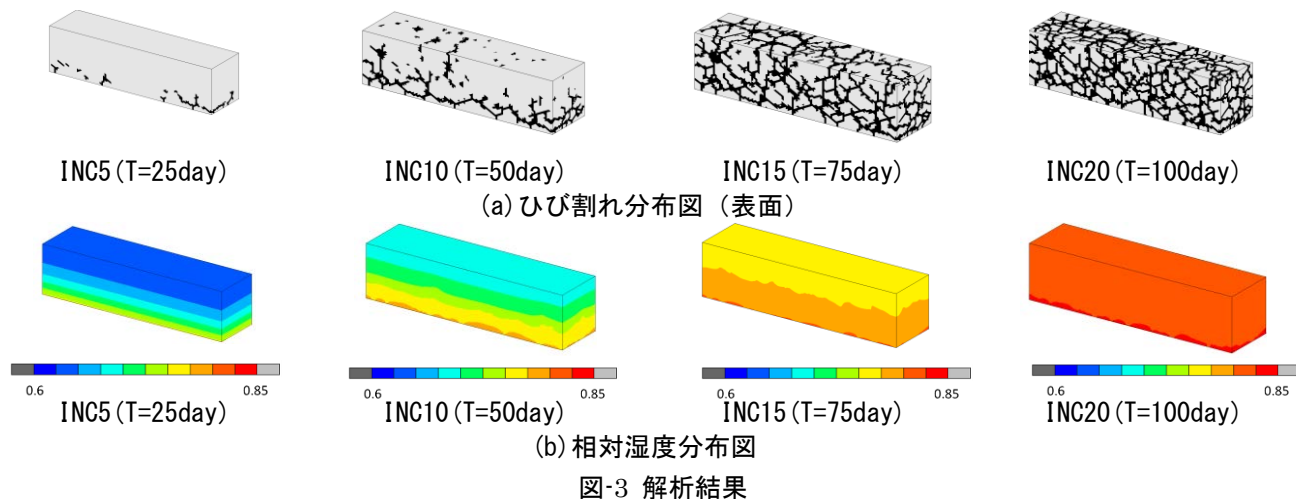


図-3 解析結果

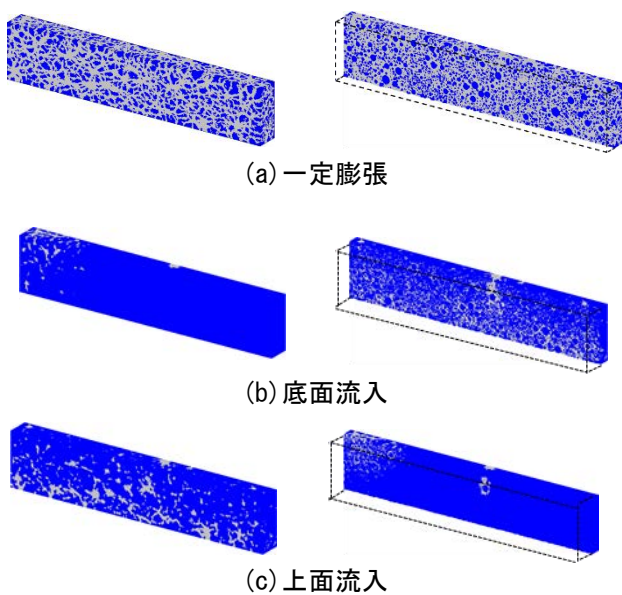


図-4 ひび割れ分布図

(左：表面ひび割れ，右：内部ひび割れ)

4. 結論および今後の展望

本研究では水分（相対湿度）とひび割れの連成を考慮した膨張解析を実施可能なモデルを構築した。また、提案したモデルを用いて、粗骨材の膨張ひび割れによる圧縮特性の変化を解析によっても定性的に再現可能なことを確認した。ASR

劣化した RC 梁の耐荷性能評価に関する解析においては、一定膨張によって梁全体に渡って膨張ひび割れを有するケースで、初期剛性の低下は見られたものの、耐荷力は向上する傾向を示した。底面または上面から水分が流入して粗骨材が膨張するケースにおいても、耐荷力向上が見られた。このことは、粗骨材膨張に伴うプレストレスの影響に起因していると考えられるが、モデルも含めて今後の課題である。

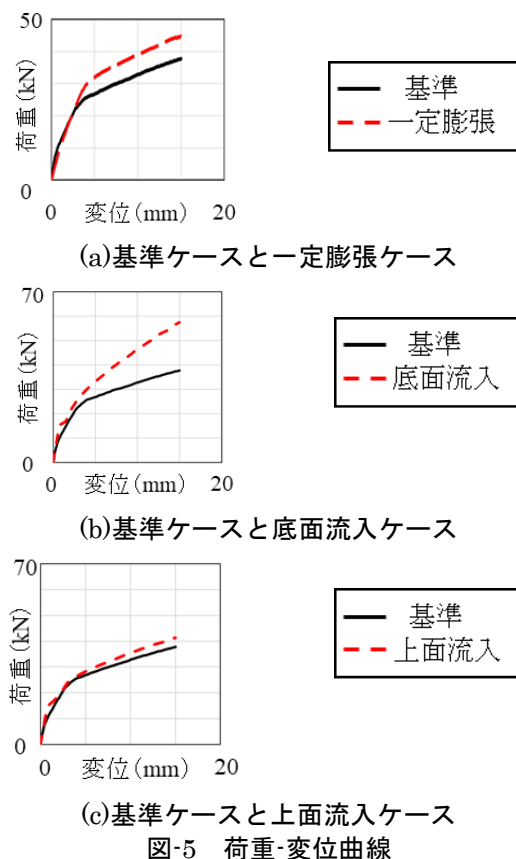


図-5 荷重-変位曲線