

乾燥収縮がかぶりコンクリートの物質移動特性に及ぼす影響に関する研究

愛媛大学大学院 学生会員 ○村上展将
愛媛大学大学院 正会員 氏家勲 岡崎慎一郎

1. はじめに

近年、コンクリート構造物において、乾燥収縮が耐久性能に及ぼす影響が脚光を浴びている。収縮は構造物の内外部にひび割れなどの損傷を与え、コンクリートの耐久性能を著しく低下させることが知られている。これまでの多くの研究で表面ひび割れの発生には乾燥収縮による影響が関係していることが明らかになっているが、乾燥収縮が内部ひび割れの発生に対しどのような影響を与えるのかは、いまだ不明確な部分が多い。内部ひび割れは、コンクリート表面には現れないが、引張力を受ける異形鉄筋のふしから発生する。また、鉄筋応力度が 100N/mm^2 に到達する以前にすでにその発生が確認されている¹⁾。そこで鉄筋コンクリート実構造物の一般的な使用状態を想定し、鉄筋コンクリート実構造物の引張部をモデル供試体として作製し、鉄筋周辺に内部ひび割れを発生させ物質移動特性を模擬的に知るために透気試験を行った。内部ひび割れ発生による透気性の変化を解析的に検討する。

2. 実験概要

供試体を作製するにあたり、使用する骨材の違う供試体を作製することで乾燥収縮に違いをもたせ、乾燥収縮ひずみに差のある供試体で実験を行った。また、作製した供試体の寸法は $10 \times 10 \times 40\text{cm}$ とした。本研究においては、内部ひび割れの発生による物質移動特性の変化を調べるため両引張載荷試験、透気試験を行った。両試験は内部ひび割れの発生に伴う透気量の変化をみるため同時進行で行った。供試体は透気面以外の4側面をシールし、チャンバー張り付け面も巻き込みの流れを防ぐためチャンバー張り付け部分以外に全面シールを施した。この気密処理によって、空気流入経路を一次元流と単純化して透気試験を行った。本実験では一定間隔ごとに透気試験を行うため載荷の間隔を鉄筋応力度で 25N/mm^2 ごとに $0\text{N/mm}^2 \sim 125\text{N/mm}^2$ まで載荷した。載荷終了の鉄筋応力度は既往の文献に基づき決定した¹⁾。また、載荷段階ごとに行う透気試験は供試体上部と下部で行った。図-1に両引張載荷試験概要図を示す。

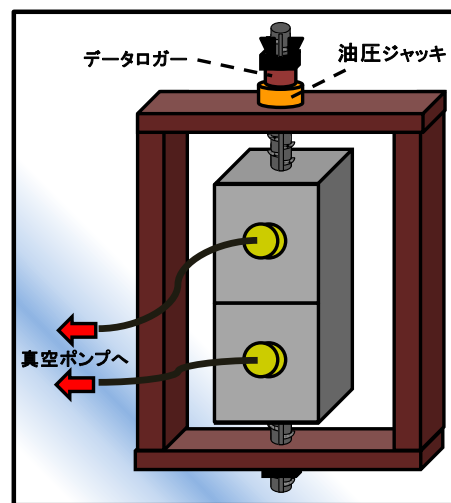


図-1 両引張載荷試験概要図

3. 実験結果および考察

本実験では $W/C=65\%$ の供試体で比較を行った。骨材の違う供試体をそれぞれ A65, B65 とする。図-2 に乾燥収縮ひずみの変化を示す。これにより A65 と B65 はおよそ 150μ の差があることが分かる。また、A65 は 49.73N/mm^2 のとき B65 は $67.1, 99.47\text{N/mm}^2$ のとき目視可能な表面ひび割れの発生を確認した。図-3 と図-4 から表面ひび割れの発生に伴い透気係数が増加していることがわかる。上部と下部で同じような変化が見られなかったのは、上部と下部とでは内部ひび割れの発生状況が異なっていたからではないかと考えられる。ここでの透気係数の算定法は既往の研究²⁾に基づき行った。このこ

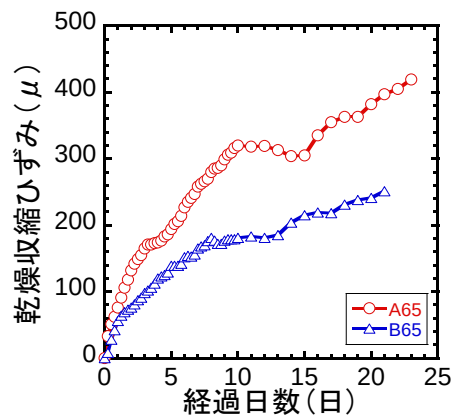


図2 乾燥収縮ひずみ

とから内部ひび割れ発生に伴い透気係数は変化すると考えられる。しかし、透気係数は変化しているがその変化量は1オーダー内に留まっており透気係数の変化としては微小なものと言える。

乾燥収縮ひずみの差がおおよそ 150μ となっている A65 と B65 を比較して、乾燥収縮ひずみが大きくなるにつれ表面ひび割れの発生鉄筋応力度が小さくなっている。すなわち、表面ひび割れ発生時の鉄筋応力度には乾燥収縮による影響が大きいと判断した。

4. 解析結果

内部ひび割れの発生が透気性能に与える影響を詳細に検討するために、軸対称モデルによる有限要素解析を行った。用いた解析コードは Comsol Multi Physics3.5 である。透気性能の内部ひび割れ長さの違いによる変化をみるため、内部ひび割れ長さを 10mm, 20mm, 30mm とした。また、ひび割れ部の透気係数は、健全部と比較して十分に値が大きいため、本研究では 1cm^2 とした。透気性能の解析では内部ひび割れが長くなるにつれ透気量も大きくなっていることが図-5 より読み取れる。しかし、透気量は 10^{-8}cm^2 のオーダー内での変化に留まり、その変化は微小なものとは判断できる。このことから、内部ひび割れ長さに関わらず透気量および透気係数に大きな変化はみられないが内部ひび割れの発生による透気量の変化は確実にあると考えられる。また、内部ひび割れ幅が 2mm という大きな値で解析を行った結果、透気量は微小な変化しか示さなかった。このことから通常発生し得る内部ひび割れ幅のときは、より透気量の変化がみられにくいのではないかと考えられる。

5. まとめ

透気試験における実験結果と透気性能の解析を比較したところ、内部ひび割れの発生に伴う透気量の変化は両者ともに増加傾向にあることがわかった。その変化量は微小ではあるが確実に内部ひび割れの発生によって透気量は変化をしていることが判明した。このことから内部ひび割れ発生に伴い物質移動特性は変化することがわかった。しかしながら、変化した透気量は微小なものであり、透気試験では測定誤差の範囲内になるため透気試験による判断は困難であると言える。また、透気量の変化が微小であるが内部ひび割れが発生することによる物質移動特性に影響を与えるとわかったが、その影響度の評価としては今後の課題とする。

6. 参考文献

- 1) 後藤幸正, 大塚浩司: 引張を受ける異形鉄筋周辺のコンクリートに発生するひび割れに関する実験的研究, 土木学会論文報告集, 第 294 号, pp.85-100, 1980
- 2) 氏家勲, 土屋崇, 岡崎慎一郎: 実構造物でのコンクリート透気係数の測定方法に関する検討, セメントコンクリート論文集 vol.62, 2009, pp.197-204.

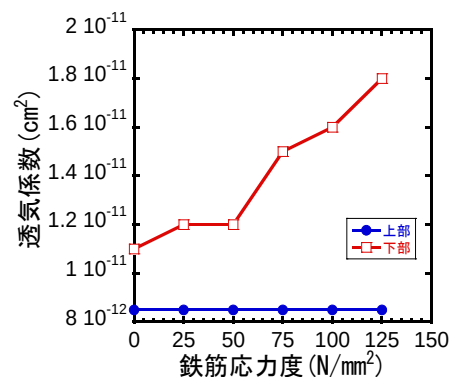


図-3 応力に伴う透気係数変化

A65

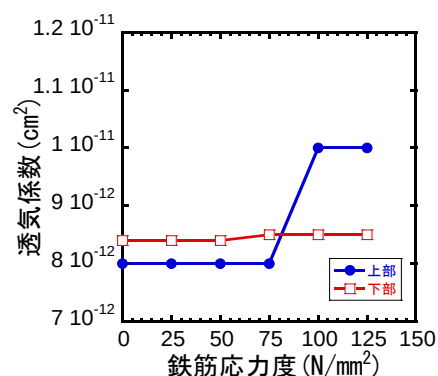


図-4 応力に伴う透気係数変化

B65

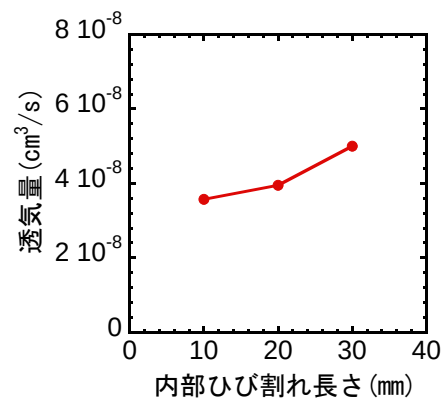


図-5 ひび割れ長さに対する透気量変化