

ブリージングにより生じる鉄筋の空隙量の評価

香川大学 学生会員 ○古曳大哉 香川大学工学部 フェロー会員 松島 学

1. はじめに

ブリージングとは、コンクリート中の水分が分離上昇してコンクリート上面に浮いてくる現象である。ブリージングによる空隙は鉄筋の下部にも生じ、構造的な弱点となることが知られている。鉄筋コンクリート構造物の塩害劣化では、鉄筋の腐食により生じた腐食生成物がこの空隙を埋め、腐食膨張圧を緩衝するため、腐食によるひび割れの発生を遅らせる。塩害劣化を適切に予測するためには、この空隙量を明らかにする必要がある。しかし、空隙量を定量的に評価した既往の事例はほとんどない。本研究は、かぶりと鉄筋径が異なる供試体を作成し、空隙量とそれに与える因子の影響を評価した。

2. ブリージング供試体

供試体の寸法を図1に示す。供試体は鉄筋径が19mmと13mmとで2体作成した。寸法は高さ200mm、幅200mm、奥行き200mmとし、3本の鉄筋を純かぶり3cm、芯かぶり5cm、芯かぶり10cmの3つのかぶり厚さで配筋し、合計6種類の供試体を作成した。鉄筋径はスラブ等で一般的に用いられているものを採用した。かぶり厚さは最小かぶりである3cmと一般的な構造物に用いられている5cmと10cmを採用した。供試体の写真を図2に示す。供試体は3分割し、それぞれの供試体につき4つの断面(No.1~No.4)を得た。

3. 空隙量の測定

赤色のポスターカラーを水に溶かして色水を作成し、供試体の断面を24時間浸漬した。鉄筋の周囲には、ブリージングによる空隙と思われる部分が濃い赤色になって表れた。この赤色の部分は必ずしも連続的に生じているわけではなく、部分的に大きく生じていたり、健全な部分との境界があいまいである。そのため、どこまでがブリージングによる空隙であり、どこからがそうでないかは判読するのが難しい。本研究では、鉄筋周辺の濃い赤色となっている部分は全てブリージングによる空隙であると仮定し、その部分の測定を行った。空隙の測定は鉄筋の下半分を対象とし、デジタルマイクロスコープを用いて鉄筋周辺を拡大撮影した。鉄筋の中心から空隙に向かって5°ごとに直線を引き、空隙に重なった直線の長さを求めた。図3に鉄筋径19mmかぶり3cmのNo.2断面における空隙のスケッチの例を示す。空隙は鉄筋直

下で多く、側面に向かうに従って少なくなる傾向がある。少ないことが分かる。図4に鉄筋径13mmかぶり5cmのNo.3断面での空隙のスケッチの例を示す。空隙が鉄筋の周囲に広く発生しており、側面の空隙も大きい。

4. 空隙量の評価

測定結果の例として、鉄筋径19mmかぶり3cmのNo.2断面での、鉄筋の中心からの角度と空隙量との関係を図5に示す。中心からの角度は鉄筋直下(コンクリート表面に向かって下した垂線)を0°とし、鉄筋の右下半分を正、左下半分を負で表している。空隙量は鉄筋直下で多く、側面では少ない。鉄筋径13mmかぶり5cmのNo.3断面での、鉄筋の中心からの角度と空隙量との関係を図6に示す。図5に比べ、空隙量は鉄筋直下のみならず側面でも大きい。このように、鉄筋によっては鉄筋周囲に広く空隙が生じていた。しかし、構造性能の低下や鉄筋の腐食膨張に影響するのは、特に鉄筋直下付近に生じた空隙であると考えられる。そのため、鉄筋直下を中心とした90°の範囲の空隙量を平均した。これをNo.1~No.4の4つの断面において平均し、ある鉄筋径/かぶりでの空隙量とした。

空隙量とかぶりの関係を図7に示す。測定前は、かぶりが大きいほど空隙量は多くなると予想された。かぶりが大きい場合、かぶりコンクリート中の水が多く、鉄筋下部に浮き上がる水も多くなると考えられるからである。しかし、測定結果からは空隙量に対するかぶりの影響は、ばらつきが大きい傾向が見られない。鉄筋径19mmでは、かぶりの増加により空隙量も増加しているように見える。しかし、鉄筋径19mmのかぶり10cmでは施工不良に起因すると思われるブリージングによるものではない大きな空隙が生じていたため、空隙量の増加がかぶりの影響によるものとするのは難しい。鉄筋径13mmでは、かぶり5cmでの空隙量が突出して大きくなっていることを除けば、かぶりによる影響は無いと判断できる。

空隙量と鉄筋径の関係を図8に示す。鉄筋径13mmと比較して19mmのほうが空隙量は大きくなっている傾向が部分的にみられる。鉄筋径19mmの主要な空隙量は0.35mm~0.50mmあたりの範囲に位置している。これに

対し、13mmの主要な空隙量は0.15mm~0.35mmあたりの比較的小さい範囲に位置している。同一粒径のセメント粒子が水と分離して沈殿する場合、鉄筋径が大きいほうが鉄筋側面方向への移動しにくく、鉄筋下部に集中しやすい。そのため、鉄筋径が大きいと空隙が大きくなると思われる。しかし、測定結果は鉄筋径に関わらずばらつきが大きい。鉄筋径19mmのかぶり10cmで生じていたブリージングによるものではないと思われる大きな空隙などの要因により、19mmにおける空隙量が過大評価となっている可能性もある。そのため、かぶりと同様、鉄筋径による影響は無いと判断できる。

作製した供試体のブリージングによる鉄筋の空隙は、ばらつきが大きいものの、空隙量はおよそ0.30mm~0.50mm程度であると考えられる。

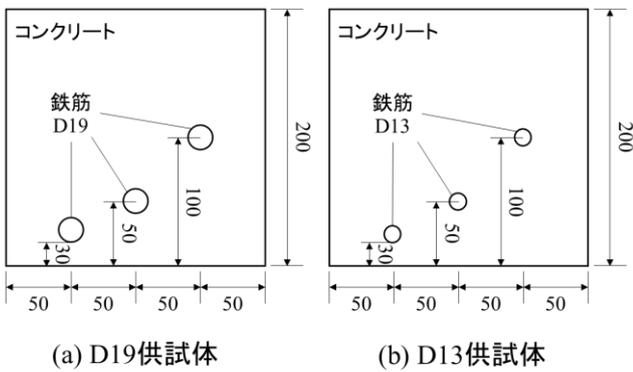


図1 供試体断面図



図2 ブリージング供試体

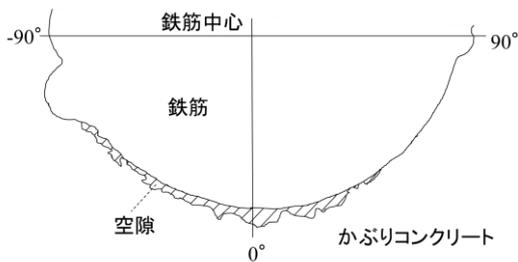


図3 空隙のスケッチ(Φ19 かぶり 3cm)

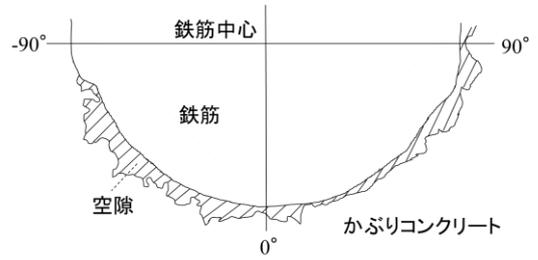


図4 空隙のスケッチ(Φ13 かぶり 5cm)

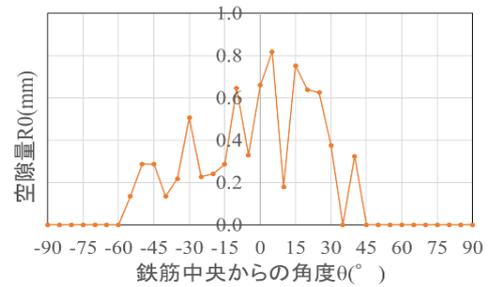


図5 空隙量と中心からの角度の関係 (Φ19 かぶり 3cm)

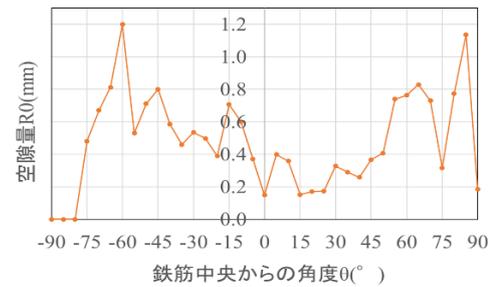


図6 空隙量と中心からの角度の関係 (Φ13 かぶり 5cm)

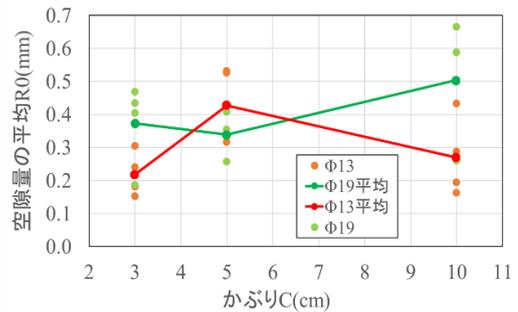


図7 空隙量とかぶりの関係

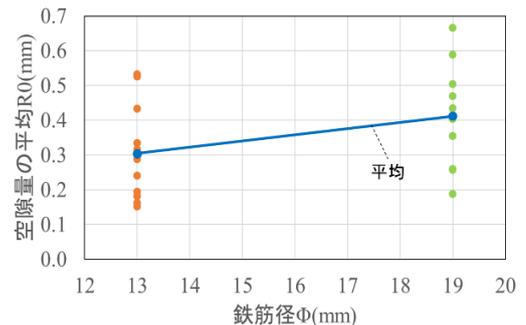


図8 空隙量と鉄筋径の関係