

V-370 異形鉄筋周辺に発生する内部ひびわれがコンクリートの透気性に及ぼす影響

住友セメント㈱ 正会員 石川浩三
宇都宮大学工学部 正会員 氏家 勲
宇都宮大学工学部 正会員 佐藤良一
東京工業大学工学部 正会員 長瀧重義

1. はじめに

かぶり部分のコンクリートは鋼材の防食という点で非常に重要な役割を担っており、かぶり部分のコンクリートは欠陥が無いという前提で、かぶり厚さを定めている。しかしながら、引張を受ける異形鉄筋のふしから発生する内部ひびわれの存在が報告されており¹⁾、この内部ひびわれの発生によって、かぶりコンクリートの密実性が低下し、鋼材腐食因子の鋼材への到達が容易になると考えられる。

そこで本研究は、鉄筋一本当りの部分を取り出した両引試験体を用いて透気試験を行い、透気係数によってかぶりコンクリートの密実性について検討したものである。

2. 実験概要

本実験では普通ポルトランドセメントを用い、細骨材に鬼怒川産川砂(比重2.60、吸水率2.56、粗粒率2.95)、粗骨材に鬼怒川産砕石(比重2.65、吸水率1.76、粗粒率6.73)をそれぞれ使用した。本実験で用いた配合を表1に示す。両引供試体にはSR24φ22の市販の丸鋼およびSD30Aの呼び名D16、D19、D22、D25の横ぶしを有する市販の異形鉄筋を使用した。

表1 コンクリートの配合およびスランブと空気量試験結果

水セメント比 (%)	細骨材率 (%)	単位量(kg/m ³)				AE減水剤 (C _x %)	AE剤 (C _x %)	スランブ (cm)	空気量 (%)
		W	C	S	G				
40	44	164	410	762	988	0.25	0.30	12.0	4.3

両引供試体は透気方向に垂直な面を15×15cmとし、供試体高さを2～6cmのかぶりに公称直径を加えた値となるよう作製した。供試体の養生は温度20℃で湿布養生を14日間行い、その後透気面以外の4側面を粘着テープでシールして、温度20℃湿度60%R.H.の恒温恒湿室に静置した。

図1は透気試験装置を示す。乾燥により空隙率(供試体から逸散した水分の体積/両引供試体のコンクリートの体積)が約3%に達した供試体はエポキシ樹脂系接着剤で気密処理を行った後、透気試験装置に取付け、所定の引張応力度まで載荷した。なお鉄筋の両端は予めネジ切りしてあり、反力フレームにボルトで締めることによって固定した。また、載荷終了後に0.2N/mm²の空気圧を与え、約12時間後から流量を測定した。また、透気係数は以下の式を用いて算出した。

$$K = (2 P_0 L V) / (P_1^2 - P_0^2) \quad (1)$$

ここで、K:透気係数[cm²/(S・N/cm²)]、L:試験体厚さ(cm)、P₀、P₁:大気圧および載荷圧力(N/cm²)、V:見かけの流速(cm/s)である。

3. 実験結果および考察

図2に両引供試体の透気係数と引張応力度の関係を示す。異形鉄筋D22を用いた供試体は引張応力度の増加に伴い透気係数も増加しているが、ふしの無い丸鋼φ22ではほとんど増加していない。

図3はかぶり4cmで直径の異なる鉄筋を用いた供試体の透気係数を示す。この図より同一の引張応力度が作用している場合、鉄筋径の大

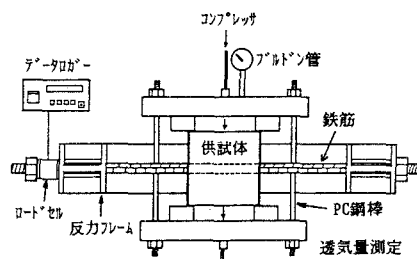


図1 透気試験装置

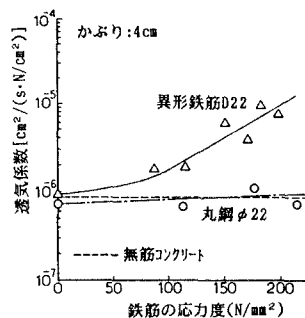


図2 異形鉄筋と丸鋼を用いた両引供試体の透気係数

きいものほど透気係数は大きくなっていることが分かる。

図4はかぶりの異なる供試体の引張応力度と透気係数の関係を示す。どのかぶりの供試体においても鉄筋の引張応力度の増加とともに透気係数は増加している。また、引張応力度の増加に伴う透気係数の増加割合はかぶりが高くなるにつれて大きくなっている。

このような異形鉄筋を用いた両引供試体の透気性状の相違は引張力の作用によってふしから発生する内部ひびわれに起因するものであり、内部ひびわれの部分に空気が流れるためと思われる。

既往の研究では内部ひびわれはふしが高いほど発生しやすく、またその長さも長くなると報告されている¹⁾。市販の鉄筋は鉄筋径の大きいものほどふしが高くなるため、鉄筋径の大きいものほど透気係数が大きくなったと考えられる。また図4において、同じ径の異形鉄筋を用いているため、内部ひびわれにより透気係数の大きい内部ひびわれ領域はほぼ同じと考えられるが、かぶりが薄い供試体は同一断面内で内部ひびわれのない領域が少ないため透気係数が大きくなったと考えられる。

以上のように透気係数が一様でない供試体の平均透気係数(K_{av})は各部分の透気係数とその領域の大きさによって表せることがすでに明かとなっている²⁾。ここで本実験の場合の透気係数の分布を簡単に図5に示すようにモデル化する。ここで $K_2 = nK_1$ として、 K_1 は内部ひびわれのない部分の透気係数なので、引張力が作用していないときの透気係数に等しいとすると、内部ひびわれにより増加する透気係数の増加割合は次式で表される。

$$K_{av} = (2C + D) / \{ 2(D - X) / K_1 + (D + 2X) / K_2 \} \quad (2)$$

$$K_{av} / K_1 = n(2C + D) / \{ 2n(C - X) + (D + 2X) \} \quad (3)$$

図6は引張応力度 200 N/mm^2 が作用した供試体の透気係数の増加割合とかぶり／鉄筋径の関係を示す。図中の計算値は上式において K_2 の範囲を鉄筋径および鉄筋径の1.5倍に等しいとして計算した値である。また n は本実験におけるかぶり／鉄筋径が1以下の実験結果を参考にして300とした。透気係数の増加割合の実験値はかぶり／鉄筋径とよい相関関係があり、かぶり／鉄筋径の増加とともに急激に減少している。また、計算値も実験値とほぼ同じ傾向を示しており、図6から、かぶり／鉄筋径が2以上では透気係数の増加割合は小さく、引張力の作用していない場合の透気係数に近づくことが分かる。

4. まとめ
異形鉄筋を用いた両引き供試体は引張力を受けて発生する内部ひびわれにより透気係数が増大し、その程度は鉄筋引張応力度、鉄筋径、かぶり厚さによって影響されることが分かった。また、透気係数の増加割合はかぶり／鉄筋径とよい相関関係があることが明らかとなった。

《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われに関する実験的研究、土木学会論文報告集、第294号、1980 2) 氏家 勲、長滝重義：コンクリートの透気係数に及ぼす水分分布の影響に関する研究、土木学会第43回年次学術講演会講演概要集、1985

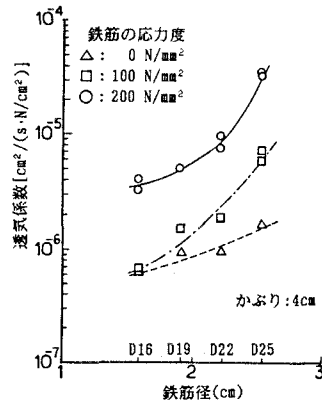


図3 鉄筋径と透気係数の関係

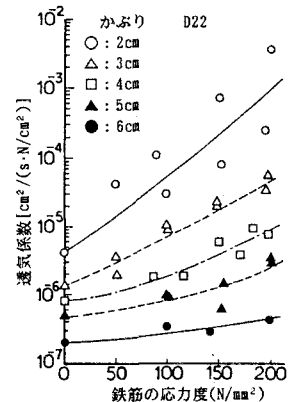


図4 かぶりの異なる供試体の透気係数

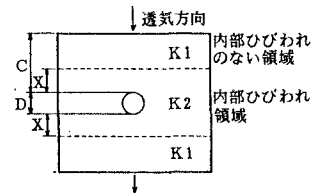


図5 透気係数の分布

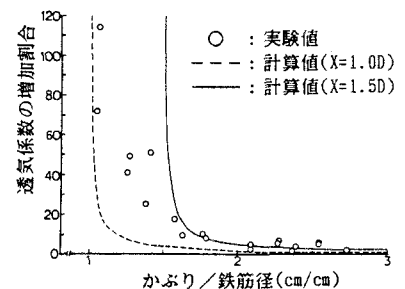


図6 透気係数の増加割合とかぶり／鉄筋径の関係