

V-10

コンクリートの細孔構造と透気性に関する基礎的検討

八戸工業大学 学員○山田 了

月永 洋一

正員 庄谷 征美

1. はじめに

コンクリート表層部の細孔構造は、中性化や塩害、凍害などの劣化進行に密接な関係を有しており、耐久性能評価のための一つの有効な指標となる。一方、コンクリートの透気性は、気体の侵入・透過の程度を表し、気密性の指標となるもので、細孔構造と密接に関係するものと考えられ、これも耐久性能評価のための一つの有効な指標となる。笠井らは¹⁾、円板供試体による透気性試験および簡易透気性試験を行ない、前者による透気係数と後者による簡易透気速度との関係を見出し、簡易透気性試験は、現場での簡易試験方法として有効な試験であることを報告している。本研究は、コンクリート構造物の耐久性能評価のための指標として簡易透気速度に着目し、細孔構造との関係を調べて、その有用性について検討したものである。

2. 試験の概要

2. 1 試験方法：簡易透気速度試験装置の概要を図1に示す。10×40×50cm供試体に径5mm深さ35mmおよび85mmの穴をあけ、真空ポンプで穴の空気を140mmHgまで拔取り、真空度が170mmHgまで低下する時間を測定して簡易透気速度を求めた。ポロシチー試験では、コンクリート表層1cmまでの試料を採取し、水銀圧入式ポロシメータを用いて総細孔容積および平均細孔直径を測定した。

2. 2 暴露試験：使用材料として、セメントは普通ポルトランドセメント、粗骨材は碎石（最大寸法25mm、粗粒率6.90、比重2.71）、細骨材は陸砂（粗粒率2.74、比重2.57）を使用した。混和剤はAE剤（ヴィンソル）を使用し、ワーカビリティが著しく損われる場合は、高性能減水剤を併用した。本実験には強度および耐久性に影響を与えと考えられる混和材および塩分を混入した供試体も作製した。混和材はシリカフェーム、高炉スラグ（比表面積2種）、フライアッシュを用い、混入塩分は人工海水（Cl⁻量換算で1.98%）を使用した。基本コンクリートの配合を表1に示す。表1の各種配合に加えてそれぞれ人工海水をCl⁻量換算で1.2kg/m³混入したものも作製した。配合は目標スランプ8cm、目標空気量3.0%とした。供試体は打設後2日で脱型し、材令7日まで水中養生、更に、材令28日まで室内で湿布養生した。その後供試体は、1988年12月より、八戸市の海岸部と内陸部の2地点に暴露した。

2. 3 既存構造物調査試験

(1) コンクリート橋：青森県内の海岸部にある3橋で、竣工後13年（2橋）および50年のものである。

(2) RC造建物：火害を受けたRC建物および外観上ひび割れ劣化が著しいRC建物である。

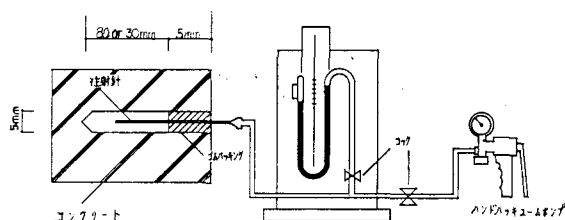


図-1 簡易透気性試験

表-1 基本コンクリートの配合（塩分無混入）

記号	配合	スランプ (cm)	空気量 (%)	水結合 比 W/C (%)	水	単位量 (kg/m ³)				耐久性指数 D.F. (%)
						水	セメント	粗骨材	細骨材	
50C00	—	—	8.0	3.2	50	41	175	350	721	1004
50S00	S	10	6.2	3.4	50	41	175	350	716	1004
60C00	—	—	7.8	3.2	60	43	177	285	773	1001
60S00	S	10	6.4	3.2	60	43	177	285	767	1073
60B400	B4	45	6.5	3.0	60	43	176	282	771	1077
60B800	B8	45	6.5	3.4	60	43	180	300	764	1068
60F00	F	20	6.5	2.9	60	42.5	185	275	775	1108

3 実験結果および考察

3. 1 暴露試験の結果：図2には総細孔容積（直径60Å以上）と材令、図3には簡易透気速度（深さ30mm）と同じく材令の関係をW/C=60%、塩分混入、無混入の場合について示した。全般に暴露期間の増加に伴い、両値とも増加する傾向にある。この例では、塩分混入の場合幾分顕著であるが、寒冷地においては長期的には表層部の品質に何らかの損傷が生じていることが伺える。図4は、以上のことより両者の対応を検討したものである。かなりデータの広がりはあるが、両者間に正の関連が見い出されている。平均細孔径との関係も検討したが、同様の傾向はあるものの、データのバラツキが一層著しくなっていた。

3. 2 既存構造物の結果：図5には、気象作用や火害、更に塩害などを受け、比較的劣化が進行したRCおよびPC構造物より得た試料の細孔容積と透気速度の関係を示す。火害を受けた部位や老朽桁部では、細孔容積がそれほど大きくなくても透気速度は著しく大きくなる例があり、測定不能のケースもみられた。しかし、全般には、べき関数的な関連があつて、細孔容積の増大により透気性は増加した。

3. 3 考察：上記の結果を統一的に表現する事には非常に困難であるが、透気抵抗性、すなわち耐久性の尺度、を透気速度の逆数と考え、細孔容積をかき容積当たりで表した気孔率（ポロシチー）との関係で整理してみたのが図6である。透気抵抗性は気孔率と負の関係が明瞭にみられ、後者が40%を越えると抵抗性は無いものと考えられる。図中、Parrottの提唱する αP^{-4} の関係式を描いてみたが、1~15倍も幅を有している。透気性は、乾湿の影響を大きく受けると云われており、今後はこの面からの検討が必要である。

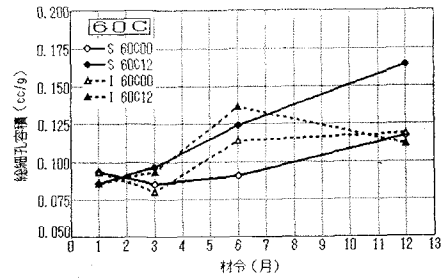


図 - 2

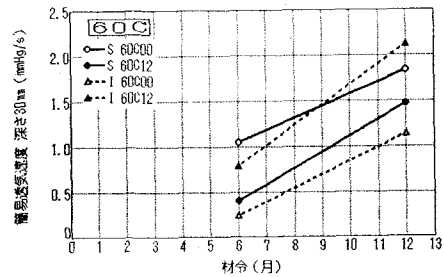


図 - 3

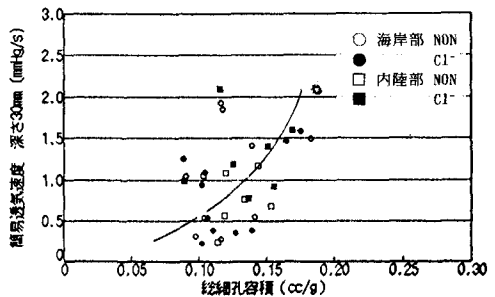


図 - 4

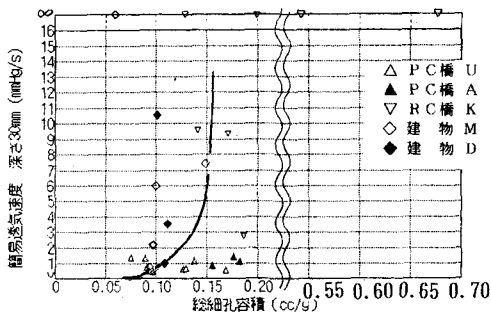


図 - 5

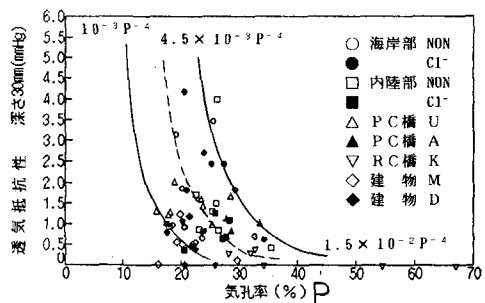


図 - 6

〔参考文献〕笠井、松井、長野、コンクリートの中性化と透気性、第6回コンクリート工学年次講演会論文集、PP.189~192 (1984)

L.J.Parrott、Measurements and Modelling of Moisture, Microstructure and Properties in Drying Concrete、