

割裂引張ひび割れを有するコンクリートの透気性状

群馬大学工学部建設工学科

群馬大学工学部

群馬大学工学部

○学生会員 町田 芳嗣

正会員 杉山 隆文

フェロー 辻 幸和

1. はじめに

圧縮強度と比べ、引張強度の小さいコンクリートでは、ひび割れの発生によって物質の透過性は増加することが懸念される。しかしながら、ひび割れ中の物質移動に関しては、ほとんど解明されていない。その理由の一つは、ひび割れの情報が、ひび割れ幅などのように二次元的なものしか得られないためである。

本研究では、ガスを透過しながら割裂試験を行い、その際に発生、進展するひび割れの状況がガスの透気性に与える影響を調べた。また、供試体の内部の飽和率を変化させ、水分による影響も考察した。

2. 実験概要

2-1 使用材料

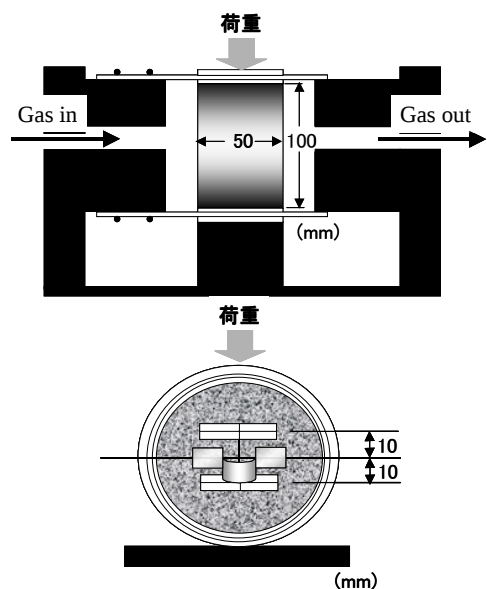
本実験で用いた供試体は、W/C65%の普通コンクリート(以後 N65)と、W/C 45%の高強度コンクリート(以後 N45)である。それぞれの配合を表-1に示す。粗骨材は、碎石(表乾密度：2.90g/cm³、吸水率：0.77%、F.M.：6.64%)、細骨材は、陸砂(表乾密度：2.63g/cm³、吸水率：2.72%、F.M.：2.63)を用いた。

表-1 コンクリートの示方配合と圧縮強度

骨材	供試体名	W/(C+F) (%)	s/a (%)	G _{max} (mm)	単位量(kg/m ³)				空気量 (%)	圧縮強度 (N/mm ²)
					W	C	S	G		
普通 粗骨材	N65	65	45	20	175	269	819	1105	5.9	34.8
	N45	45	43		173	384	744	1088	5.0	56.9

2-2 透過試験方法

本試験で使用した試験装置を図-1に示す。透過試験用の供試体は、直径が100mm、厚さが50mmの円盤型である。透過するガスは、コンクリート中のセメント水和物と不活性の窒素ガス(20℃における粘性：1.74×10⁻⁵Ns)である。ガスの透過圧が0.2N/mm²となるように保持し、同時に割裂試験を行った。各供試体について3体の供試体で試験した。測定項目は、荷重、ひずみ、ひび割れ幅、透気量である。これは、データロガーを介してPCに取り込み、2秒毎にデータを収集した。したがって、リアルタイムで透気量の変化が測定できる利点を有している。



2-3 供試体の乾燥状態

供試体の乾燥状態を、表乾状態(飽和率98~90%、恒温恒湿室で一日乾燥)、飽和率70%(50℃乾燥器内で調整)、絶乾状態(飽和率0%、105℃乾燥器内で調整)とした。飽和状態の水分量から蒸発した水分量を差し引いて飽和率を求めた。各配合の圧縮強度(28日)も表-1に示す。

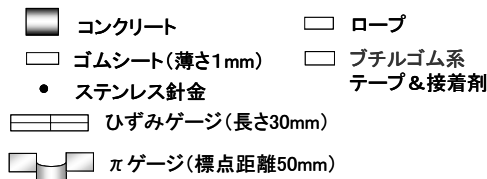


図-1 試験装置

キーワード：引張応力、割裂ひび割れ、透気性、ひび割れ幅、ひび割れ断面性状

連絡先：〒376-8515 群馬県桐生市天神町1-5-1 TEL 0277-30-1613 FAX 0277-30-1601

3. 実験結果

3-1 透過試験結果

各試験の透気量から、次式を用いて透気係数を算出した。

$$k = \frac{2\mu Q_b P_2 l}{A(P_1^2 - P_2^2)}$$

k : 透気係数(mm²)、 μ : ガスの粘性(Ns)、
 l : 供試体の厚さ(mm)、 Q_b : 透気量(mm³/s)、
 A : 供試体面積(mm²)、 P_1 : 圧力(0.2N/mm²)、
 P_2 : 大気圧

図-1 は、透過試験におけるコンクリートひずみと透気係数および引張応力の関係の一例である。

実験開始後、透気係数は一定である。荷重の増加にともない、コンクリート中では微細ひび割れが発生し、進展する。そして、それまで一定であった透気係数が増加し始める点が現れる。本研究ではその時点を、初期ひび割れ発生と定義し、またその時のひび割れ幅を初期ひび割れ幅とした。

3-2 ひび割れ幅と透気係数の関係

図-2 は、初期ひび割れ幅と初期ひび割れ発生時の透気係数の関係を各配合の平均値で示したものである。絶乾状態での初期ひび割れ幅および透気係数は、両供試体において同程度である。表乾状態では、N45 の透気係数は N65 に比べ小さいが、これは、ひび割れ幅も N45 のほうが若干小さいためと考えられる。

飽和率 70%においては、透気係数は N45 のほうが大きい値にもかかわらず、初期ひび割れ幅は N65 のほうが大きい。つまり、N65 は N45 に比べ、ひび割れ幅が大きいにもかかわらず、透気係数は小さい。ひび割れ幅は表面のみの情報であることを考えると、N65 と N45 の差異の原因がガス透過方向のひび割れ断面性状にあると考えられる。

3-3 ひび割れ断面の性状

3-2 の結果を検証するため、透過試験後にひび割れ面を観察した。ひび割れには、骨材がモルタルとの界面から剥離するものと、骨材自体が破壊するものが確認された。これらを定量的に検証するため、飽和率 70%の、破断面における粗骨材破壊率(破壊した粗骨材数/全粗骨材数)を算出した。その結果を図-3 に示す。N65 では 37%、N45 では 53%であった。これは、N45 が N65 に比べ、ひび割れ面が平滑であることを示しており、結果的に、表面ひび割れ幅が小さいにもかかわらず、ガスの透気性を著しく増加させる原因となったと考えられる。

4. まとめ

飽和率 70%において、N65 は N45 に比べ初期ひび割れ幅が大きいにもかかわらず、その時の透気係数は小さい値であった。このことより、N65 と N45 の飽和率 70%における透気性の差異は、ひび割れ断面性状に起因し、高強度コンクリートである N45 のひび割れ面が N65 と比較して平滑であったことが原因と推測される。

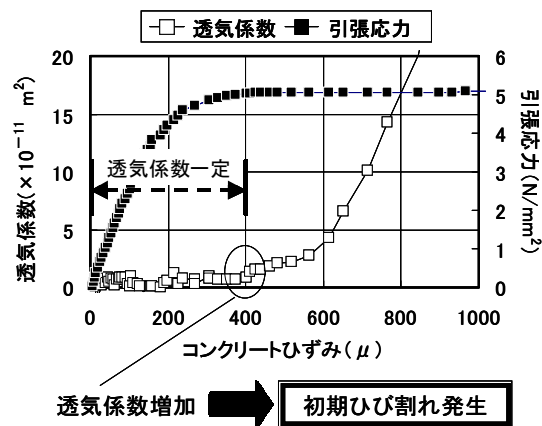


図-1 コンクリートひずみと透気係数、引張応力の関係の一例

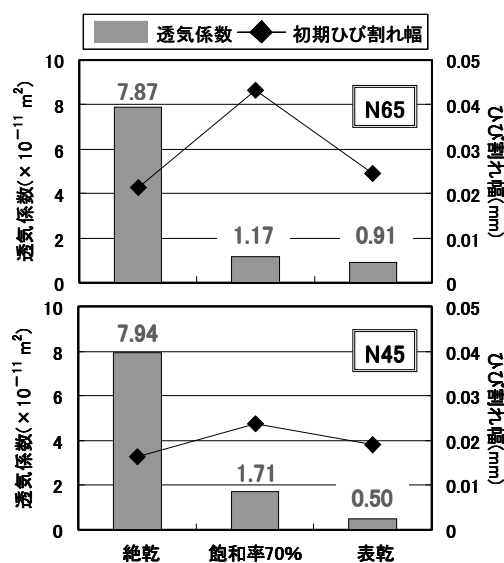


図-2 各乾燥状態におけるひび割れ幅と透気係数

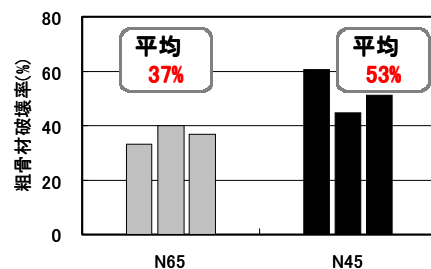


図-3 破断面における飽和率70%の粗骨材破壊率