

(V-60) 引張応力を受ける高強度コンクリートの透気性

群馬大学工学部建設工学科

○学生会員 町田 芳嗣

群馬大学工学部

正会員 杉山 隆文

群馬大学大学院

学生会員 湊谷 昌樹

群馬大学工学部

フェロー 辻 幸和

1. はじめに

高強度コンクリートは、細孔組織の緻密化により物質の透過性は小さくなることが、既往の研究より明らかである。しかし、引張応力を受ける際に発生するひび割れによる物質透過性への影響は、未解明である。

本研究では、高強度コンクリート及びフライアッシュコンクリートを用いて、ガスを透過しながら割裂試験を行い、ひび割れによる透気性状の変化を考察した。また、供試体の内部の飽和率を変化させ、水分による透気性への影響も考察した。

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/(G+F) (%)	s/a (%)	G _{max} (mm)	単位量(kg/mm ³)					空気量 (%)	圧縮強度 (N/mm ²)
					W	C	F	S	G		
普通- 粗骨材	N65	65	45	20	175	269	0	819	1105	5.9	34.8
	N45	45	43		173	384	0	744	1088	5.0	56.9
	FA45-15	45	45		149	281	50	844	1116	6.3	49.7

2. 実験概要

2-1 使用材料

本実験で用いた供試体は、水セメント比 65%の普通コンクリート

(以後 N65)と、水セメント比 45%の高強度コンクリート(以後 N45)、水結合材比 45%においてフライアッシュの置換率を 15%としたフライアッシュコンクリート(以後 FA45-15)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。

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。大気圧と圧力差(透過ガス圧力差)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、載荷方向に対して直角のひずみとひび割れ幅、透気量である。

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。なお、FA45-15 は、飽和率 70%と絶乾状態とした。飽和状態における水分量と蒸発した水分の減少量から飽和率を求め、所定の状態で試験を行った。各配合の圧縮強度(28 日)も表-1 に示す。

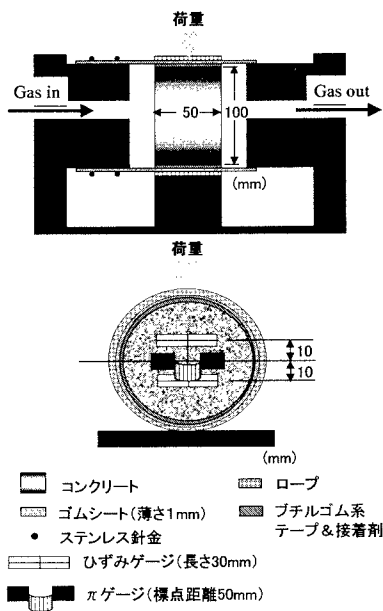


図-1 試験装置

キーワード: 高強度コンクリート、フライアッシュコンクリート、引張応力、透気性、ひび割れ

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 透気性状の変化

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)、 A : 供試体面積(mm²)、
 P_1 : 圧力(0.2N/mm²)、 P_2 : 大気圧、 Q_b : 透気量(mm³/s)

透過試験の結果を図-2に、その時の供試体の飽和率を表-2に示す。これらは各配合3体における代表的な結果である。本試験では、透気係数が増加し始めた点を初期ひび割れ発生とし、透気係数が急増した点をコンクリートの破壊として、破壊時の引張応力を供試体の割裂引張強度とした。

絶乾状態については、全ての供試体で、初期ひび割れ発生後も透気係数は緩やかに増加した。通常強度のN65、高強度のN45の表乾状態では、初期ひび割れの発生と同時にコンクリートが破壊し、透気係数とひび割れ幅が急増した。表乾状態における透気係数の急増は、供試体内の間隙水圧の上昇や水分のくさび作用の影響が考えられる。

飽和率70%について、N65は絶乾状態と同様の傾向が見られるのに対し、高強度であるN45およびFA45-15では、表乾状態と同様の傾向が見られた。この差異は、初期ひび割れ面の状況が影響していると考えられる。試験後のひび割れ面を観察すると、N65では粗骨材がモルタル界面より剥離しており、ひび割れ面は凹凸が多く、N45およびFA45-15では粗骨材も割れているため、ひび割れ面は比較的平滑であった。このことを検証するために、粗骨材破壊率(破壊した粗骨材数/全粗骨材数)を調べたところ、N65で37%、N45で53%、FA45-15では63%であった。これは、N45およびFA45-15のひび割れ面が比較的平滑であることを示しており、結果的にガスの透気性を著しく増加させる原因となったと思われる。

3-2 ひび割れ幅から見た透気性の検討

透気係数が増加し始めた時のひび割れ幅と、急増した時のひび割れ幅の関係を図-3に示す。点線上に載っている点は、透気係数が増加し始めた時と、急増した時のひび割れ幅が同じであることを意味する。供試体の種類にかかわらず、透気係数が増加し始める点は、ひび割れ幅が0.01~0.03mmの間に集中している。また、N65の絶乾状態および飽和率70%では、透気係数急増時のひび割れ幅が大きい値であった。ひび割れ幅が同じ値であれば、割れ面が凹凸であるほど透気係数は小さく、平滑であるほど大きい。そのため、割れ面が比較的粗いN65はひび割れ幅が大きくなるまで透気係数が急増しなかったと考えられる。

4. まとめ

引張応力を受ける高強度コンクリートは、表乾状態および飽和度70%において、初期ひび割れ発生と同時に、透気係数の急増を示した。通常強度コンクリートの飽和率70%では、初期ひび割れ発生後も、透気係数は緩やかな増加を示した。

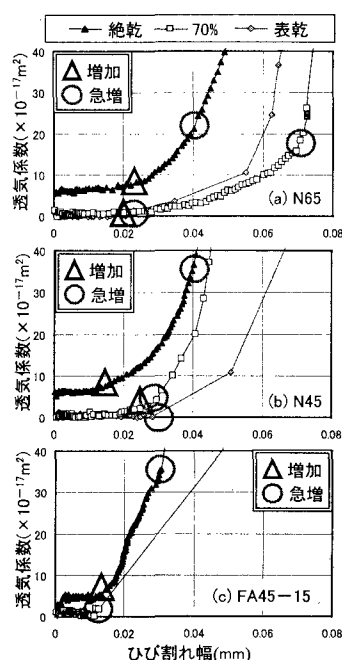


図-2 ひび割れ幅と透気係数の関係

表-2 飽和率

供試体名	目標乾燥状態	飽和率	割裂引張強度(N/mm ²)
N65	表乾	89.5	4.84
	飽和率 70%	71.2	4.60
	絶乾		4.03
N45	表乾	97.3	5.50
	飽和率 70%	66.9	5.07
	絶乾		4.42
FA45-15	飽和率 70%	72.2	5.24
	絶乾		4.86

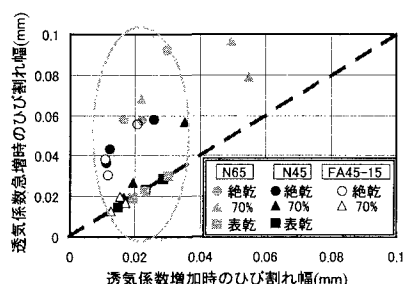


図-3 透気係数の増加および急増時のひび割れ幅