

V-420 荷重を受ける繊維補強コンクリートの透水性の特性

北海道大学大学院 学生員 堀口 至
 北海道大学大学院 学生員 金 南旭
 北海道大学大学院 正会員 堀口 敬
 北海道大学大学院 フェロー 佐伯 昇

1. まえがき

コンクリートは不均一材料として知られているが、さらに内部を微視的に見ると脆弱な遷移帯層や無数のマイクロクラックが存在する。透水・透気試験では、これらの内部欠陥が試験結果に大きく影響するものと推察される。さらに外部からの荷重によりこれらの内部欠陥がどう変化し、それがどのように透水・透気性状に影響を及ぼすかといった研究は、コンクリートの耐久性を検討する上でも非常に重要なものと考えられる。本研究は圧縮荷重を受ける繊維補強コンクリートの透水試験により、コンクリートの内部構造を把握し、さらには耐久性を推定するための基礎的資料を得ることを目的としている。

2. 実験概要

2-1. 供試体概要

供試体には、セメントに普通ポルトランドセメント、骨材には川砂と最大骨材寸法 10mm の川砂利、混和剤にはプレーンコンクリートでは AE 剤、繊維補強コンクリートには高性能 AE 減水剤を用いた。繊維は長さ 6,30mm の鋼繊維(SF)、長さ 6mm のポリプロピレン繊維(PP)を用いた。表-1, 2 に繊維と配合の詳細を示す。透水試験には外径 100mm、内径 21~23mm、高さ 180mm の中空円柱供試体を用いた。

2-2. 透水試験

図-1 に透水試験装置概略図を示す。圧縮応力を载荷した状態の水密性を検討するため、油圧式ジャッキにより所定の圧縮荷重を载荷しながら透水試験を行った。供試体の側面には 1.0 または 2.0MPa の水圧をかけ、試験装置の浸出孔からの水の浸出量を電子天秤により測定し、得られた流出量より透水係数を Darcy 則により算出した。供試体の上部と下部の漏水を防ぐため、供試体の両端面を研磨して供試体と装置の間にゴム板を挟んだ。

3. 実験結果と考察

3-1. 透水試験結果

図-2 に既往の研究^{1),2),3),4),5)}と本研究の透水係数を比較した結果を示す。ただし本研究の試験結果については強度の 30% の圧縮荷重を载荷して行った透水試験であり、他の試験は荷重が作用していない状態での試験結果であり、Powers ら⁹⁾の結果(セメントペースト)を除き全てコンクリート供試体である。図より圧縮荷重が载荷された PC0, SF+SF の組み合わせとともに既往の研究の透水係数よりも低い値を示していることがわかる。

図-3 に腐食作用を受けるコンクリートの透水性変化について、既往の研究と比較した結果を示す。ただし本研究

キーワード：繊維補強コンクリート、透水性

連絡先(住所：〒060-0813 北海道札幌市北区北 13 条西 8 丁目、Tel, Fax: 011-706-6180)

表-1. 繊維の種類と形状

記号	繊維の種類	長さ (mm)	直径 (mm)	アスペ クト比	引張強度 (MPa)	形状
SF3	鋼繊維	3	0.02	100	1037	平滑
SF6		6	0.02	100	1037	平滑
SF12		12	0.25	60	1115	波形
SF30		30	0.6	60	1198	波形
PP6	ポリプロピレン繊維	6	0.02	150	760	平滑

表-2. 供試体の配合

記号	混入率 (%+%)	W/C (%)	s/a (%)	W (kg/m ³)	混和剤 (%) **
PC0	-	50	45	166	0.44
SF30+SF6	1.0+0.5	50	60	166	0.70
	1.0+0.3	50	60	166	0.40
	1.0+0.1	50	60	166	0.30
SF30+PP6	1.0+0.5	50	60	166	0.30
	1.0+0.3	50	60	166	0.45
	1.0+0.1	50	60	166	0.40
SF30+SF3	1.0+0.3	50	60	166	0.75
SF30+SF12	1.0+0.3	50	60	166	0.65

*繊維補強コンクリートには高性能AE減水剤を用い、プレーンにはAE剤を用いた

**単位セメント量に対する添加量

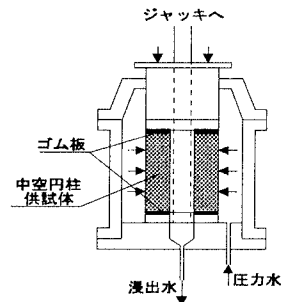


図-1. 透水試験装置概略

は塩水噴霧と乾燥を繰り返して人工的に腐食を促進させ、伊藤ら⁶⁾はコンクリート中の鉄筋を電食試験により腐食させたものである。図よりどちらも腐食による透水性の変化が認められるが、その度合いは鉄筋の腐食の方が顕著である。本研究の試験後の供試体を観察すると表面には繊維の腐食が見られたが、内部の繊維の腐食は認められなかった。よって内部構造への影響は少ないと思われる。一部の供試体で透水係数が増加したが、この原因は試験方法、乾燥収縮の影響などが考えられ、今後詳細な検討が必要と思われる。

3-2. 荷重レベルが透水性に及ぼす影響

図-4に圧縮荷重を載荷しながら実施したコンクリートの透水試験の結果と既往の研究^{7),8)}による透気試験結果を示す(ただし長瀬ら⁷⁾の試験は履歴応力を増加させた透気試験である)。本研究の結果では載荷荷重レベルが20~30%に増加すると透水性は著しく低下し、その後載荷荷重が増加してもほぼ一定の傾向を示した。この傾向は Sugiyama ら⁸⁾や米倉ら⁹⁾の透気試験結果での低荷重レベルにおける結果とほぼ一致する。本研究では60%以上の高荷重レベルでの実験を行っていないため、既往の研究に見られる透気係数の増加する傾向は認められなかった。また、長瀬ら⁷⁾の透気試験結果においては履歴応力が増加するに伴い透気性が漸次増加する傾向を示している。この原因として透気試験中は無載荷であることが挙げられ、閉塞されない微細ひび割れや空隙が透気性を高めているものと推察される。

4. まとめ

本研究ではコンクリートの微視的内部欠陥を透水試験を用いて検討を行った。今回の結果をまとめると以下ようになる。

- 1) 各種繊維を適切に混入したコンクリートの透水性は低くなる。
- 2) 腐食の促進による透水性の増加が一部の供試体で認められたが、この原因は試験方法、乾燥収縮の影響などが考えられ、今後詳細な検討が必要と思われる。
- 3) 荷重が作用したコンクリートの透水性は低荷重レベルの場合最初に低下しほぼ一定値を示す。

<参考文献>

- 1) 越川茂雄ら:コンクリートの毛管浸透試験方法に関する研究,土木学会論文集,1991,第426号,pp.183-191
- 2) 村田二郎:コンクリートの水密性に関する研究(I),土木学会論文集,1957,第46号,pp.1-6
- 3) 村田二郎:中空円筒形供試体を用いる透水試験方法,土木学会論文集,1959,第63号,pp.1-7
- 4) J. Nakamoto et al.: Water Permeability of High Slag Content Concrete, ACI SP-178, 1998, pp.779-795
- 5) T. C. Powers et al.: Permeability of Portland Cement Paste, ACI Journal, Nov. 1954, pp.285-298
- 6) 伊藤洋ら:鉄筋の腐食に伴う透水性評価実験,コンクリート工学年次論文報告集,1995, Vol.17, No.1, pp.753-758
- 7) 長瀬重義ら:微細ひび割れを有するコンクリートの透気性状,コンクリート工学年次論文報告集,1987, Vol.9, No.1, pp.187-192
- 8) T. Sugiyama et al.: Effect of Stress on Gas Permeability in Concrete, ACI Materials Journal, 1996, pp.443-450
- 9) 米倉重夫ら:一軸圧縮応力を受けるコンクリートの透気性および吸水特性,コンクリート工学年次論文報告集,1990, Vol.12, No.1, pp.401-406

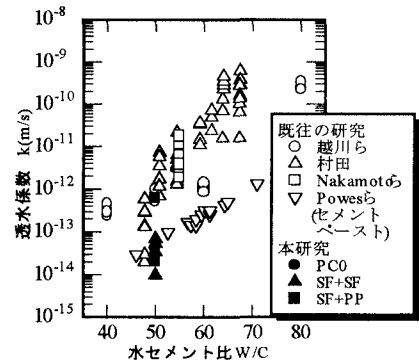


図-2. 既往の研究の透水係数との比較(プレーン)

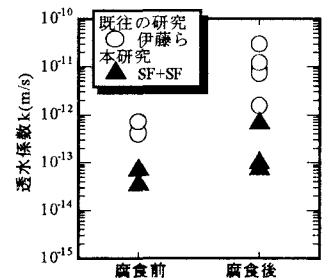


図-3. 腐食による透水性の変化

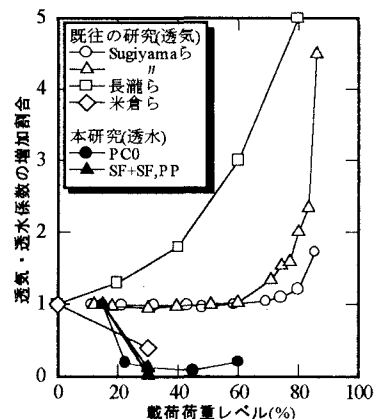


図-4. 応力レベルによる透気・透水係数の変化