

各種混和材を用いたコンクリートの圧縮強度・透気・吸水性状に関する研究

名古屋工業大学大学院 学生会員 ○佐藤 雄貴
名古屋工業大学大学院 正会員 吉田 亮
名古屋工業大学大学院 学生会員 落合 昂雄
東京大学生産技術研究所 正会員 岸 利治

1. はじめに

近年、コンクリートの劣化・耐久性という点がより一層重要視されている。劣化因子には、CO₂・塩分等があり、その劣化因子の浸入経路は、コンクリートの空隙と考えられているが、その浸入メカニズムは未だ不明瞭である。沿岸地域では、防波堤など海水と接しているフライアッシュを用いたコンクリートにおいて、塩化物イオンの浸潤距離が、ある一定距離を境にして、その距離よりも内側に浸入せず停滞しているという事例も報告されている。¹⁾

本研究では、コンクリート中の劣化因子の移動という点で、物理的な面から空隙構造を分析し、劣化因子の浸入メカニズムを捉えること、また混和材の添加による空隙構造の変化も捉え、空隙構造と物質移動抵抗性との関係性の検討を目的とする。

2. 実験概要

2.1 使用材料・配合

供試体は、セメントとして普通ポルトランドセメント(OPC)、中庸熱ポルトランドセメント、混和材として高炉スラグ微粉末(BFS)、フライアッシュ(FA)、シリカヒューム(SF)を使用した。細骨材は瀬戸産砕砂、粗骨材は瀬戸産砕石を使用し、混和剤として消泡剤、高性能AE減水剤を使用し作製した。水セメント比を60%、単位水量および単位セメント量を一定とし、高炉スラグ微粉末をセメントの質量に対して45%の割合で、フライアッシュ・シリカヒュームを15%の割合で置換した。気泡による硬化物

性への影響を減らすために消泡剤を使用し、全ての空気量を2%以下に設定した。配合条件を表-1に示す。

2.2 各種試験概要

(1) 圧縮強度試験および静弾性係数試験

φ100×200 mmの円柱供試体を作製し、圧縮強度試験(JIS A 1108)および静弾性係数試験を行った。打設後24時間で脱型し、水中養生期間を28日設け、圧縮強度試験を行った。また同時に、ひずみゲージを用いて静弾性係数の計測も行った。

(2) 透気試験

φ100×50 mmの円柱供試体を作製し、透気試験を行った。打設後24時間で脱型し、材齢28日まで水中養生を行った後、調湿期間を1カ月ほど設け試験を行った。

(3) 吸水試験

前処理としてφ100×200 mm円柱供試体の中央部分を各2つずつ10～20 mmの厚さの立方体に整形し、供試体への劣化因子の浸入・水和を防ぐため、アセトン浸漬を行った。デシケーター内で0.05 MPaの真空下において1週間乾燥させた。吸水前後の質量を比較し、かさ体積当たりの吸水量を求めることで吸水試験とした。

3. 実験結果および考察

3.1 圧縮強度試験および静弾性係数試験結果

圧縮強度および静弾性係数の水中養生28日での

表-1：配合条件とフレッシュ性状

種別	W/B(%)	細骨材率(%)	単位量(kg/m ³)							混和剤(g/m ³)		スランブ(cm)	空気量(%)	C.T(°C)
			W	C	S	G	BFS	FA	SF	SP	消泡剤			
基準60	60	47	165	275	929	1060	-	-	-	3025	24.8	8.0	1.5	27.4
中庸熱60	60	47	165	275	929	1060	-	-	-	3025	24.8	9.5	1.0	26.7
BFS45	60	47	165	151	929	1060	124	-	-	2200	24.8	8.5	1.7	26.8
FA15	60	47	165	234	929	1060	-	41	-	2475	24.8	10.0	1.6	27.1
SF15	60	47	165	234	929	1060	-	-	41	4400	35.8	10.0	1.9	28.0

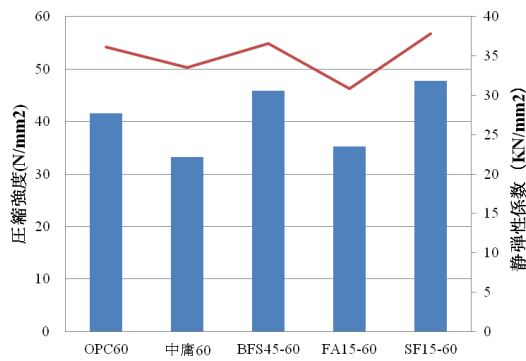


図-1：圧縮強度及び静弾性係数結果

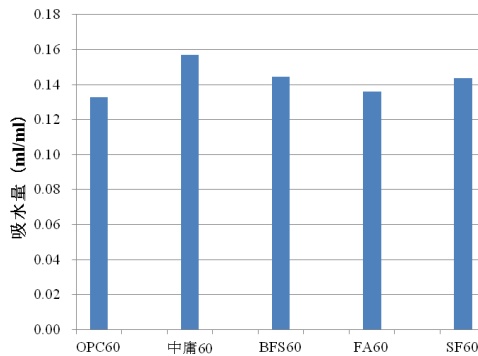


図-3：吸水試験結果

試験結果を図-1 に示す。OPC60 と比べると、BFS と SF は強度が大きくなる結果となった。SF は、ポゾラン反応と、フィラー効果により緻密な組織が形成されたと考えられる。またスラグは潜在水硬性により強度が大きくなったと考察できる。FA は初期強度が低く強度発現に時間がかかるため、28 日強度での強度はあまり発現されなかった。また静弾性係数の結果も強度試験と似た傾向が得られた。

3.2 透気試験結果および吸水試験結果

透気試験結果を図-2 に示す。中庸 60 はビーライトが多く初期の組織の形成が遅いために粗な構造になっていると考えられ、透気係数が大きくなった。混和材を置換したものの透気係数は、BFS $6.26 \times 10^{-18} \text{ m}^2$ 、FA $6.36 \times 10^{-18} \text{ m}^2$ 、SF $7.49 \times 10^{-18} \text{ m}^2$ とほぼ同じ値であった。

吸水試験結果を図-3 に示す。中庸 60 は透気試験と同様に組織が粗であるため吸水量は大きい結果となった。混和材を添加したものを比較してみると FA の吸水量がやや少ないと読み取れる。これはコンクリートの供試体から 10～20 mm 角の試料を作製し試験を行っているために、モルタル部分の中に粗骨材が含まれており、吸水が妨げられたと考えられる。透気試験と吸水試験の関係性を図-4 に示す。吸水

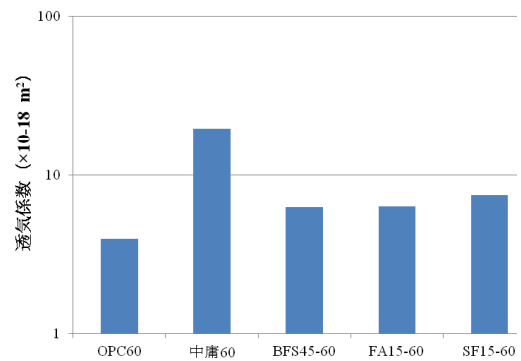


図-2：透気試験結果

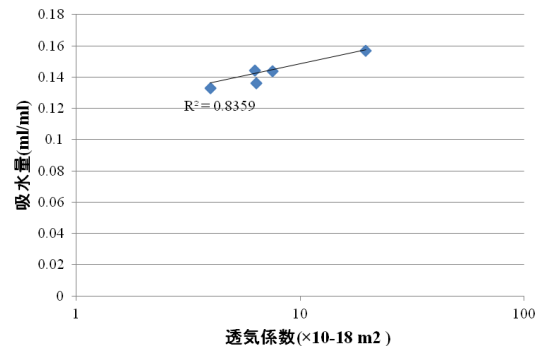


図-4：透気試験と吸水試験の関係性

試験と透気試験には、 $R^2=0.84$ と高い相関がある。この 2 つの試験の相関関係から、透気試験による気体の移動に関与する空隙と、吸水試験による水の移動に関与する空隙は、同じ空隙である可能性があると考えられ、今後さらなる検討が必要である。また強度試験 と透気・吸水試験は、似た傾向を示さなかった。

4. まとめ

コンクリート中への劣化因子の浸入メカニズムの把握を目的として透気試験、吸水試験等各種試験を行った。今回使用した 3 種類の混和材を添加した場合、28 日の時点での透気係数、吸水量共に大きな違いは見受けられなかった。透気試験と吸水試験では高い相関が得られ、気体と水分の移動経路となる空隙は同じ可能性がある。また圧縮強度と透気・吸水試験との相関は見受けられず、コンクリートの強度には空隙以外の別の要因が絡んでいると考えられる。

参考文献：1) 高橋佑弥ほか：実構造物中のフライアッシュコンクリートへの塩分浸透性状と調査時材齢の影響に関する研究，コンクリート工学年次論文集，Vol.32，No.1，pp803-808，201