

混和材を用いたセメント硬化体の水分浸透抵抗性評価方法の検討

芝浦工業大学 学生会員 ○宮脇 正嗣 元芝浦工業大学大学院 澁谷 亜香里
芝浦工業大学 正会員 伊代田 岳史

1. はじめに

鉄筋コンクリート構造物の劣化は塩害や中性化による鉄筋の腐食が主な要因であり、コンクリートへの水分の供給がその原因として挙げられる。例えば二酸化炭素が鋼材位置に達した構造物においてコンクリートが乾燥していた場合鋼材腐食があまり進行しないのに対し、雨がかりによって鋼材位置まで水分が浸透していた場合鋼材腐食が進みやすいと考えられる。そこでコンクリート構造物を適切に維持管理するためにコンクリート表層における水分浸透速度を知ることが必要となる。そこで本研究では水分浸透速度係数試験と真空吸水試験を実施し、様々な空隙構造を持つセメント硬化体においてその試験の妥当性を評価した。

2. 実験概要

2. 1 供試体概要

本研究では粗骨材の影響を排除するためにモルタルで試験を実施した。表 1 にモルタルの配合と各配合の圧縮強さを示す。セメントは普通ポルトランドセメント(OPC)を用い、混和材として高炉スラグ微粉末(B)・フライアッシュⅡ種(FA)・シリカフューム(SF)を置換した。水結合材比は 50%とし、結合材：細骨材の質量比は 1：3 で一定とした。打込み翌日に脱型し、28 日間水中養生を施した。

2. 2 実施試験

(1) 水分浸透速度係数試験

JSCE-582-2018 に準拠して水分浸透速度係数試験を実施した。 $\phi 50 \times 100 \text{mm}$ の試験体を $40^\circ \text{CRH}30\%$ の環境で 28 日間乾燥させ、側面をアルミテープでシールし二面開放とした。試験体下面から 1cm の高さまで浸漬し、5, 24, 48 時間で取り出し質量を計測後に割裂し、水分検知剤を噴霧して呈色した深さを計測した。水分検知剤は、噴霧し水に接触すると赤色として発色する水漏れ発色現像剤を用いた。浸透深さと浸漬時間の平方根を直線近似した傾きを水分浸透速度係数として算出した。浸透深さと浸せき時間の平方根を直線近似した傾

表 1 モルタルの配合と圧縮強度

	W/B (%)	質量割合(%)		圧縮強さ (N/mm ²)
		OPC	混和材	
N	50	100	—	49.6
B20		80	20	47.5
B30		70	30	49.3
B50		50	50	44.8
B70		30	70	41.1
B90		10	90	15.9
FA10		90	10	46.7
FA30		70	30	36.9
SF10		90	10	47.2
SF30		70	30	44.9

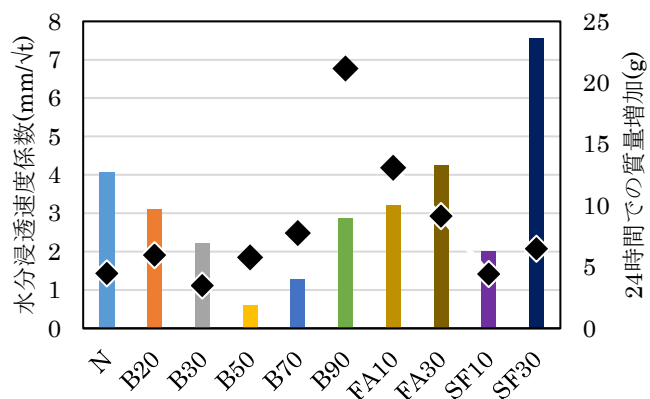


図 1 水分浸透速度係数試験結果

きを水分浸透速度係数として算出した。なお、実験には空気の影響を考慮して汲み置きの水を使用した。

(2) 真空吸水試験

水分浸透速度試験と同様に試験体を準備し、真空チャンバ内に入れて 0.1MPa 減圧し、3, 9, 16.5 時間で取り出した。質量を計測後割裂し、水分検知剤を噴霧して呈色した深さを測定した。

3. 試験結果および考察

3. 1 水分浸透速度試験結果

図 1 に水分浸透速度係数を棒グラフ(左軸)、24 時間での質量増加をひし形(右軸)で示す。水分浸透速度係数は B50 が最も小さい値を示した。B を用いた場合 N に比べて水分浸透速度係数が小さく、水が浸透しにくいことが明らかとなった。また、水分浸透速度係数と水分

キーワード 水分浸透, 高炉スラグ微粉末, フライアッシュ, シリカフューム, 水分浸透速度係数試験

連絡先 〒135-8548 東京都江東区豊洲 3-7-5 芝浦工業大学 TEL:03-5859-8356 E-mail:mh21021@shibaura-it.ac.jp

浸透量には強い相関は得られなかった。次に水分浸透速度係数と 24 時間浸透深さの関係を図 2 に示す。同程度の水分浸透速度係数であっても 24h 時の水分浸透深さが異なる配合が存在することから、水分浸透速度係数によって水分浸透深さを正確に予測することは不可能であることが明らかとなった。また初期の水分浸透が非常に大きい場合水分浸透速度係数で比較すると浸透深さは低く見積もられることとなるため、水分浸透速度係数のみで評価することは危険であると考えられる。表 2 に 24 時間における水分浸透速度係数試験後の様子を示す。N は供試体の内側外側を問わず水を吸い上げていくことが読み取れるが、B の置換率が高くなるほど外側のみが吸い上げられることが明らかとなった。また、B を高置換した場合には B を用いた硬化体特有の青い部分(内部)に水が浸透していないことが明らかとなった。B70 の配合において内側(青色)と外側(白色)の部分を乾式モルタルカッターで取り出して粉碎し、XRD による定性分析を行った。その結果内側では $(\text{Ca}_4(\text{AlO}_2)_6\text{SO}_3)$ と呼ばれる硫黄物が確認されたが外側ではそのピークは確認できなかった。同様に B70 の配合においてモルタルカッターを用いて内側と外側の部分を取り出し、アルキメデス法によって空隙率を算出したところ内側が 17.68%、外側が 17.09%と小さな差ではあるものの内側の方が小さな値を示した。これらのことから高炉スラグを置換する場合においては乾燥の影響で内側と外側で空隙の構造が異なると考えられる。

3. 2 真空吸水試験結果

図 3 に真空吸水試験前後の質量変化を計測して算出した真空吸水量を示す。B を用いた場合、置換率が大きくなるほど吸水量は大きくなった。これは水分浸透速度係数試験と同様の傾向である。B を高置換した場合には、水分浸透速度係数試験と同様に外側のみが大きく吸い上がる傾向がみられたが水分浸透速度係数試験よりはその傾向は弱くなった。これは真空吸水試験条件上試験時間が短時間であることが原因の 1 つであると考えられる。なお真空吸水試験では真空チャンバの構造上温度や湿度を一定に保つことができないことが考えられるとともに、真空吸水試験では硬化体の空隙が真空チャンバ内の気圧と同じになるまで減圧してから水分浸透速度係数試験と同様の試験となると考えられる。つまり長時間の真空吸水試験では、温度や湿度の環境、試験前と試験中の空隙内の気圧が異なることから

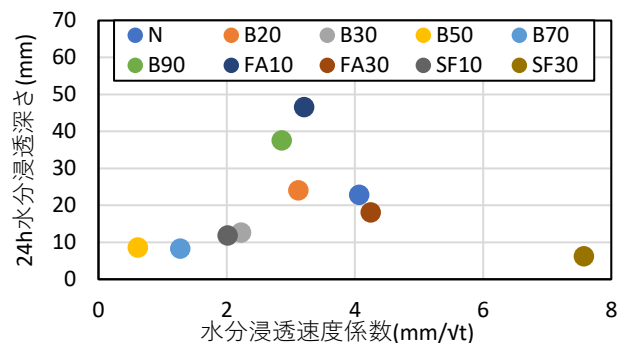


図2 水分浸透速度係数と水分浸透深さの関係

表 2 水分浸透速度係数試験 24 時間後の様子

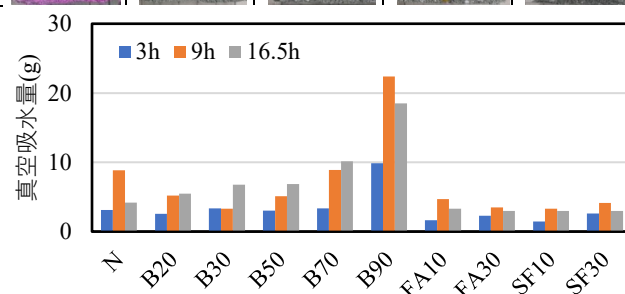
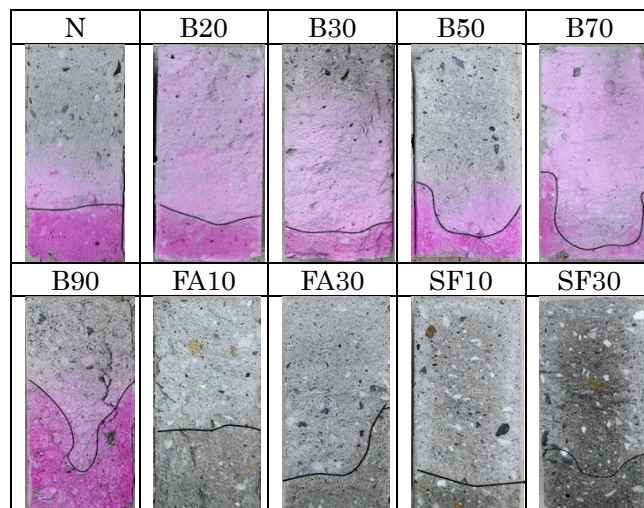


図3 真空吸水量

その計測値がどのような要素を反映しているのか明確にならないと考えられる。

4. まとめ

- 1) 高炉スラグ微粉末を用いた硬化体において外側と内側では空隙構造が異なり水分浸透抵抗性が異なることが示唆された。
- 2) 長時間の真空吸水試験では計測値がどのような要素を反映しているのか明確にならないことが示唆された。

参考文献

- 1) 水野博貴, 伊代田岳史: 炭酸化した高炉セメント硬化体の空隙構造変化が水分浸透に与える影響, コンクリート工学年次論文集, Vol.41, No.1, pp665-670, 2019