

コンクリートの吸水量から水分浸透深さへの変換に関する一検討

鹿児島大学 正会員 ○小池 賢太郎, 東京理科大学 正会員 加藤 佳孝
電力中央研究所 正会員 蔵重 勲, 東京都立大学 正会員 上野 敦
東京理科大学 正会員 高橋 駿人

1. はじめに

水掛かりを受けるようなコンクリート構造物の維持管理において、鉄筋腐食に対する耐久性照査を行うために、水分浸透が鉄筋位置まで影響するか、すなわち水分浸透深さを確認することが重要である。現在、コンクリートの水分浸透性を評価する試験の一つに「短期の水掛かりを受けるコンクリート中の水分浸透速度係数試験方法(案)JSCE-G 582-2018」(以下、G582)が規定されている。ただし、G582は1面吸水を行った供試体の割裂面から水分浸透深さを直接測定する都合上、試験には多量の供試体が必要のため、実構造物での適用は、採取コア数が多く構造物へのダメージが避けられないため適切な方法ではない。

一方でG582と類似した試験にASTM C1585があり、こちらでは吸水に伴う質量増分から吸水量を測定し、吸水量を規準化した値から水分浸透速度係数を求める方法が規定される。ここで、吸水量を規準化した値とは、吸水量を吸水面積と水の密度で除した値のことで、値は長さの次元として得られるが、水分浸透深さとは異なる点に注意が必要である。しかし、吸水量からG582相当の水分浸透深さを取得することができれば、供試体数を減らし、実構造物への過度な負担を掛けずに水分浸透深さの取得が可能となる。

本研究では、吸水量から水分浸透深さへの変換方法を提案するとともに、セメント種類や供試体形状の異なるG582試験の結果を基に、これらが変換精度に及ぼす影響を検討した。

2. 検討概要

2.1 供試体概要および試験方法

表1に本検討で用いたコンクリートの配合を示す。水セメント比50%の普通コンクリート(N)をベースに、セメントの20%をフライアッシュで置換したF20、50%を高炉スラグ微粉末で置換したB50の3ケースとした。

表1 示方配合

配合	W/B (%)	s/a (%)	単体量 (kg/m ³)					AE 減水剤	AE 剤 (C×%)	
			W	C	FA	BFS	S			G
N	50	47	162	324	—	—	836	970	250ml/ C=100kg	0.0025
F20	50	47	160	256	64	—	831	965		0.0060
B50	50	47	158	158	—	158	839	973		0.0035

表2 試験条件および測定項目

養生期間		水中養生 28 日
供試体の乾燥条件		20°C, 60%RH (91 日間静置)
浸せき 時間	φ 100×175mm	1, 3, 5, 24, 48, 72, 168 時間 下線は短期、長期の浸せきによる水分浸透性を確認する為に設定した。
	φ 100×50mm	5, 24, 48 時間
	φ 150×50mm	5, 24, 48 時間
測定項目		・吸水量 (試験開始時からの質量増分) ・水分浸透深さ (G582 準拠)

また、供試体形状はG582, ASTM C1585およびRILEM TC116の各試験規格で標準仕様であるφ100×175mm, φ100×50mm, φ150×50mmの3ケースとした。

試験はG582に準拠して表2に示す条件で実施した。

2.2 吸水量から水分浸透深さへの変換方法

吸水量から水分浸透深さへの変換手法を提案するため、ここではコンクリートの水分浸透を“吸水面の触水した開放空隙を介して、空隙を水で完全に満たしながらコンクリート中へ均一に浸透する”と仮定した。

上記の仮定であれば、式(1)に示すように、吸水量を吸水面に占める開放空隙の面積(吸水面積と開放空隙率の積)と水の密度で除すことで、水分浸透深さへ変換することが可能であると考えた。

$$I = \frac{m_t}{a \cdot \varepsilon \cdot d} \quad (1)$$

ここに、 I : 水分浸透深さ(mm), m_t : 吸水開始から時刻 t までの吸水量(g), a : 吸水面積(mm²), ε : 吸水開始時の開放空隙率, d : 水の密度(g/mm³)である。

なお、開放空隙率はアルキメデス法により求め、乾燥質量を20°C, 60%RH環境の乾燥で恒量、飽水質量を水中浸せきによる吸水で恒量となった状態とした。

キーワード 水分浸透深さ, 吸水量, 開放空隙率, アルキメデス法

連絡先 〒890-0065 鹿児島県鹿児島市郡元 1-21-40 海洋土木工学棟 5F TEL: 099-285-8470

3. 実験結果および考察

図1に G582 で取得した吸水量と水分浸透深さとの関係をセメント種類ごとに示す。なお、吸水量は吸水面の面積で除して規準化している。いずれのケースも、吸水量と水分浸透深さには線形関係があり、セメント種類の影響に着目すると、B50<F20<N50 の順番で同じ吸水量に対して水分浸透深さが大きい傾向が確認された。

図2に供試体形状ごとの吸水量と水分浸透深さの実測値との関係を示す。同一セメント種類においては、吸水面の面積や供試体高さなどの供試体形状が吸水量、水分浸透深さに及ぼす影響はないことが確認された。ただし、水分浸透が供試体高さまで影響するような場合には、供試体高さの長短で吸水量と水分浸透深さの関係は異なる傾向を示すと考えられる。

図3に式(1)を用いて吸水量から変換した水分浸透深さと G582 で取得した水分浸透深さとの関係を示す。水分浸透深さへの変換には、前述までに示したの吸水量のデータを用いた。いずれのセメント種類でも、実測値と変換値との間に線形性はあるものの、変換値に対して実測値の方が大きい傾向にあることが確認された。また、線形関係の傾きに注目すると、B50 では0.92, N, F20 ではそれぞれ0.73, 0.78 となっており、セメント種類で変換精度の違いが確認された。

この要因として、本検討における吸水量から水分浸透深さへの変換方法の仮定条件として“水分浸透は開放空隙を水で完全に満たしながらコンクリート中へ均一に浸透する”としたが、実際には空隙構造などの影響から、水分は空隙を完全に満たす前にコンクリート内部へ浸透していると考えられる¹⁾。特に N, F20 では水分浸透速度が速いためこの傾向が強くなり、実測値との乖離に繋がったと考えられる。一方 B50 は、水分浸透速度が遅いため、仮定条件に近い、空隙を吸水面から順次水で満たすような浸透状況であったと考えられる。

4. まとめ

本検討では、少ない供試体数で実構造物の G582 相当の水分浸透深さを取得可能にすることを目的に、吸水量から水分浸透深さへの変換方法の提案、および変換精度に関する検討を行った。

その結果、本検討で提案した変換式により、概ね G582 相当の水分浸透深さを吸水量から変換可能であることを確認した。ただし水分浸透速度が速い場合は、G582

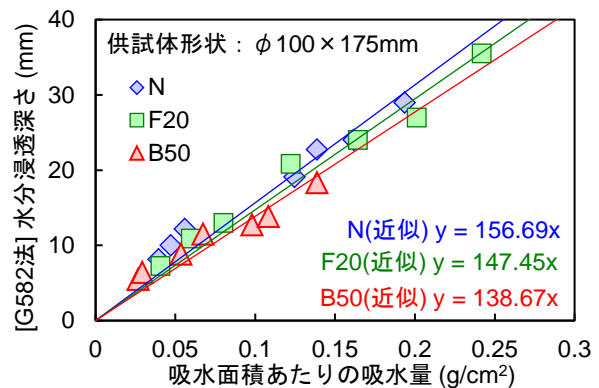


図1 吸水量と水分浸透深さの関係（セメント種類）

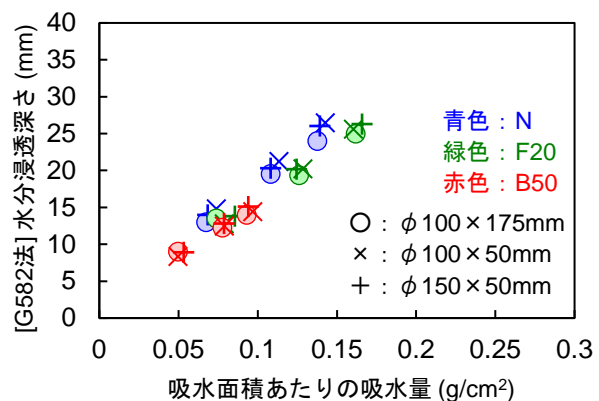


図2 吸水量と水分浸透深さの関係（供試体形状）

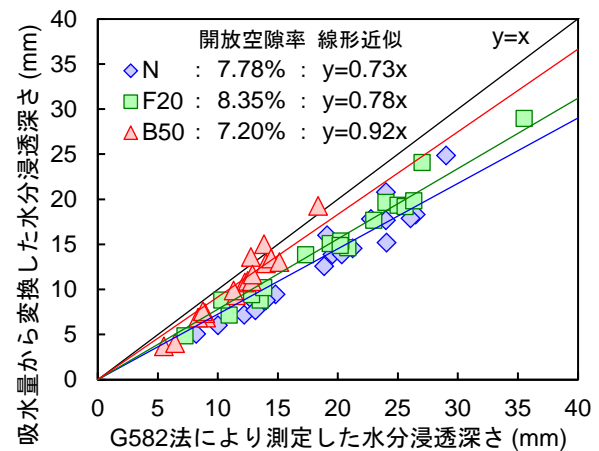


図3 吸水量から変換した水分浸透深さと実測値との関係

相当の水分浸透深さから乖離する傾向にあるため、引き続き変換精度に及ぼす影響の検討が必要である。

謝辞

本報告を実施するにあたり、土木学会 362 委員会から助言頂いたことをここに付記します。

参考文献

- 1) 小池ら：水分移動を考慮した塩化物イオンの浸透モデルに関する検討，コンクリート工学年次論文集，Vol.38, No.1, pp.843-848, 2016.