

材料・施工要因が表層コンクリートの物質移動抵抗性に与える影響

芝浦工業大学工学部土木工学科

芝浦工業大学大学院工学研究科建設工学専攻

○伊代田岳史・青木浩也

井ノ口公寛・村上 拓

1. まえがき

鉄筋コンクリート構造物の耐久性照査では、コンクリートは深さ方向に一樣と考え材料特性値としてコンクリートの W/C やセメント種類等を考慮している。しかし、劣化因子となりうる物質はかぶり（表層）コンクリートを浸透・拡散して鉄筋に到達する。この表層コンクリートは材料特性値のみならず、施工要因である養生方法や養生期間ならびに周囲環境の影響を大きく受けると考えられる。しかし材料特性値は設計段階にて照査可能であるが、施工要因は現場における自主管理にゆだねられている。このように施工要因によりコンクリートの品質は大きく変動すると考えられ、劣化因子の浸透状況もコンクリート内で一樣となるとは限らない。

本研究では、筆者らが考案した表層から深さごとに吸水性能を評価可能な真空吸水試験を用いて、養生により物質移動抵抗性に影響を与える範囲の特定を試みた。材料要因である W/C 及びセメント種類と、施工要因である養生条件と養生期間を設定し、表層コンクリートの品質評価を行った。この結果を応用することで施工による影響を耐久性照査に適用することにつながると考えられる。

2. 実験概要

試験体は W/C45%ならびに 60%のコンクリートを作製し、 $\phi 100 \times 200\text{mm}$ の円柱型枠に打設し上面をラップで封緘した。セメント種類は普通ポルトランドセメント (OPC)、高炉セメント B 種 (BB)、低熱ポルトランドセメント (LPC) を用いた。作製した試験体は所定の封緘養生期間 (1,3,5,7 日) 経過後に打設面と底面を脱型した。これは 200mm 厚の壁構造部材を模擬し、脱型後に大気に暴露されることを模擬したものである。両端面を脱型した試験体を 20°C、60%RH に管理された恒温恒湿室にて暴露した。なお、比較のために材齢 1 日で両端脱型し湿布養生または自然大気暴露（雨水含む）を施した試験体も作製し養生条件の影響を評価した。試験体は材齢 14,28 日経過後に試験に供した。

試験は筆者らが考案した真空吸水試験を実施した。図 1 に示した真空吸水試験法とは、所定材齢経過後の試験体を 40°C の乾燥炉で 5 日間乾燥させ水分を逸散させたのち、アルミテープにて両端面と側面の一部をシールす

る。その後、試験体が下から 3cm 水につかるように真空デシケーター内にセットして真空状態を 3 時間保持し試験体底面から水を吸い上げる。その後、試験体を割裂し水の吸い上げられた領域を全断面積で除することで吸水面積率を求めた。なお、本研究では深さ位置における吸水面積率を求めるため、10mm おきに面積率を求めた。

3. 試験結果と考察

3.1 材料要因 (W/C とセメント種類) の影響

図 2 に各セメントを用いた封緘養生 1 日で恒温室に暴露した W/C45%ならびに 60%の試験結果を示す。なお、打設面から深さ 100mm までの結果を示した。

いずれのセメントにおいても、W/C が大きくなるほど真空吸水面積率が大きくなっていることがわかる。また、表層に近い領域ほど真空吸水面積率が大きくなっており、養生不足による物質移動抵抗性が低下していることが確認できる。さらに、セメント種類で比較すると、硬化が早い OPC では全体的に小さな面積率であるのに対し、

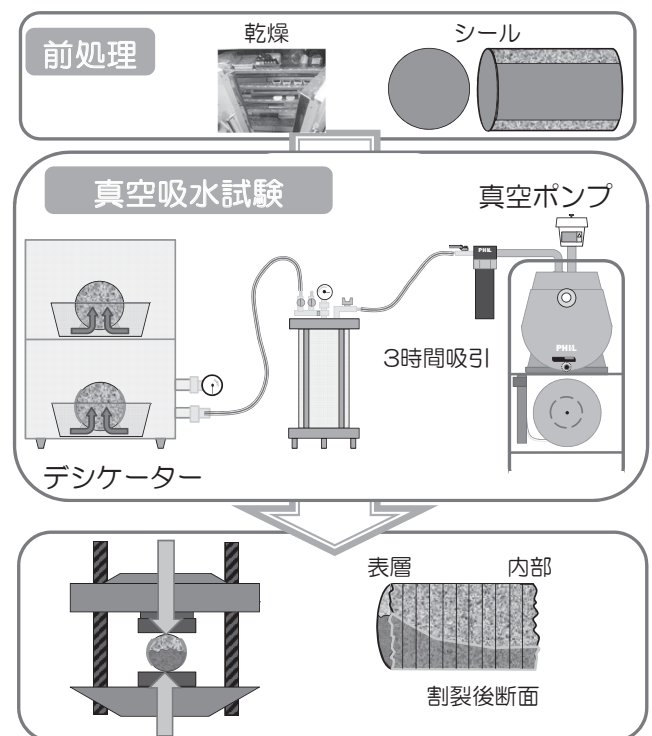


図1 真空吸水試験測定法

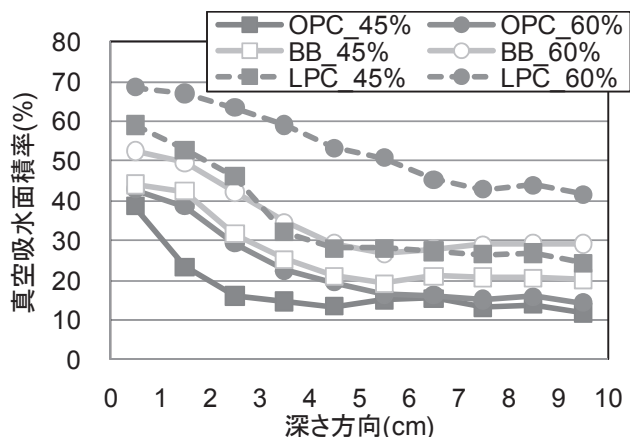


図2 材料要因 (W/C とセメント種類) の影響

硬化が遅延する LPC では大きな面積率となっていることがわかる。

3.2 養生条件の影響

図3に W/C45%で封緘養生1日後に各種養生条件を施した OPC の材齢 28 日での試験結果を示す。湿布養生や封緘養生では水分の逸散が考えられないため、打設面位置における真空吸水面積率も小さく抑えられている。なお、両者においても内部と比較して打設面に向かって真空吸水面積率が大きくなっている理由としてブリーディング等による局所的な材料分離が考えられる。一方、大気ならびに自然暴露では表層面からの水分逸散により物質移動抵抗性が著しく低下していることがわかる。ただし、大気と比較して自然暴露では雨水や湿度変化により 2.5cm 位置以降での物質移動抵抗性が気中と比較して高くなっていることが認められる。

3.3 養生期間の影響

図4は W/C45%の各種コンクリートにおける脱型時期を変化させた試験体の結果を示す。内部のコンクリートにおいては、若干のばらつきはあるものの、セメント種類ごとにある程度同等の吸水面積率を示しており、材料特性値である W/C ならびにセメント種類により物質移動透過性が決定されることが想定される。一方、いずれのセメントにおいても表層では真空吸水面積率が大きくなっており、その影響範囲はセメント種類により異なり、OPCでは3cm程度、BBでは養生1日では5cm程度だが、養生3日以降は OPC と同等、LPC では4cm程度であった。しかし、養生期間を長く設定することで表層の真空吸水面積率は小さくなっており、表層コンクリートにおける養生の重要性が明らかとなった。

4. まとめ

本研究では、考案した真空吸水試験により材料要因 (W/C, セメント種類) と施工要因 (養生方法, 養生期間) の相互における表層コンクリートの物質移動抵抗性を評価可能となった。

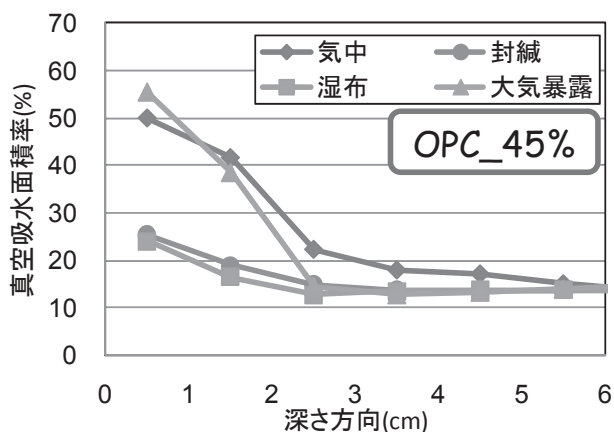


図3 養生条件の影響

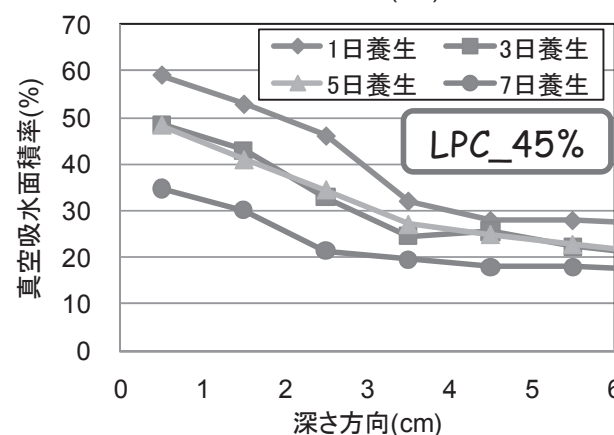
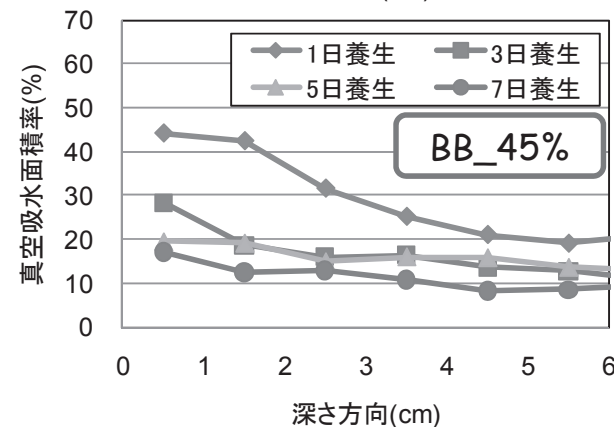
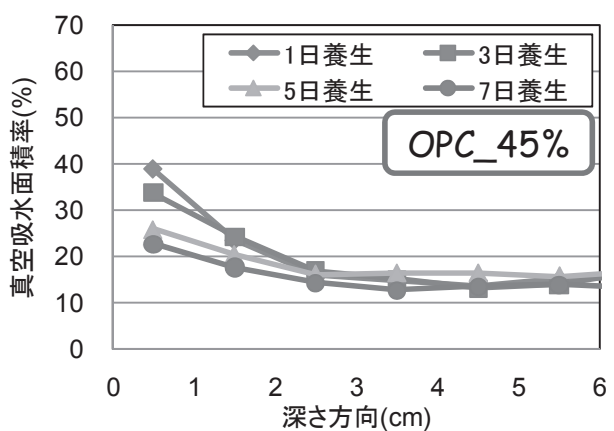


図4 養生期間の影響