

シート養生がコンクリート表層の空隙量に与える影響と影響を受ける深さに関する検討

鹿島建設(株) 正会員 ○芦澤良一 向 俊成 渡邊賢三 柳井修司 坂井吾郎

1. はじめに

コンクリート構造物の耐久性に影響する要因の一つとして、コンクリートの表層品質が挙げられる。表層品質を改善するための水分逸散抑制養生（以下、シート養生と称す）が様々検討されている¹⁾が、これらの養生により品質が改善されるコンクリートの深さや細孔構造の変化について検討した例は少ない。本検討では実大規模の構造物を使用し、種々のシート養生がコンクリートの空隙率に与える影響と、養生により品質が改善されるコンクリートの深さについて検討を行った。

2. 実験概要

表-1 に使用材料およびコンクリートの配合を示す。コンクリートは高炉セメント B 種を用いた水セメント比 52.2% のものとし、目標スランブを 12±2.5 cm、目標空気量を 4.5 ±1.5%とした。検討対象は写真-1 に示す逆 T 型擁壁の底板（幅 9.0×長さ 9.0×高さ 1.2m）の側面とした。コンクリートの打込み後、材齢 7 日で型枠を取り外し、養生用の粘着剤付き樹脂シートおよび断熱層を備えた養生用の保温シートをコンクリート表面に貼り付け、材齢 28 日および 91 日までシート養生を行った。材齢 118 日で Torrent 法による表層透気試験を行い、コンクリートの表層品質を評価した。また材齢 308 日にφ 35mm のコアドリルにより表面から 0~15mm の範囲の試料を採取し、水銀圧入法による空隙径分布の測定コア試験片から粗骨材を取り除いたモルタルについて行った。また、コア試験片を深さ方向の断面が見えるようにカット・研磨して、走査型電子顕微鏡（SEM）によるモルタル部分の組織の観察を倍率 750 倍で行った。

3. 実験結果

写真-2 に材齢 7 日で型枠（合板）を取り外してその後の養生を行わなかったコンクリート表面(材齢 718 日時点)を示す。コンクリート表面は乾燥による多数の微細なひび割れが発生した。一方で、保温シートで 28 日間養生したコンクリート表面（写真-3）は、ひび割れがほとんど見られなかった。また、樹脂シート養生を行ったコンクリート表面も同様であった。初期の水分逸散を抑制することで、長期間にわたって表面ひび割れを防止できることが示された。

図-1 に Torrent 試験によるコンクリートの表層部分の品質評価結果を示す。7 日以降養生をしなかったコンクリートは一般ランクであったのに対し、樹脂シート養生や保温シート養生を実施したコンクリートは透気係数が 1/3 以下に低減し、良ランクとなった。これにより、コンクリート表層の品質が向上していることが確認された。また、養生期間を長くするほど透気係数が小さくなり、コンクリート表層の品質がさらに向上する傾向がみられた。これは、長期間にわたりコンクリート表面を湿潤状態に保つことで、コンクリートの水和が進行するとともに、前述の微細なひび割れの発生が抑制できたためと考えられる。

表-1 使用材料および配合

W/C (%)	スランブ (cm)	空気量 (%)	単位量 (kg/m ³)					
			W	C	S1	S2	G	Ad
52.2	12.0	4.5	168	322	546	293	960	3.22

W:地下水, C: 高炉セメント B 種 (密度 3.04g/cm³), S1: 砕砂(表乾密度 2.63g/cm³, 粗粒率 3.10), S2: 山砂(表乾密度 2.59g/cm³, 粗粒率 1.70), G: 碎石 2005(表乾密度 2.65g/cm³, 実積率 59.0%), Ad: AE 減水剤(リグニンスルホン酸塩)

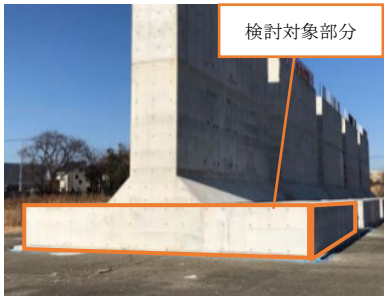


写真-1 逆 T 型擁壁

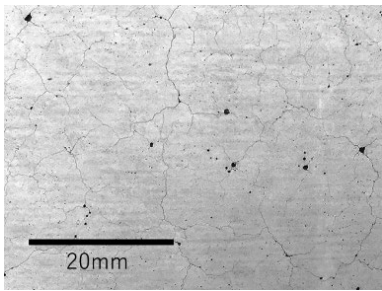


写真-2 7 日以降養生なし

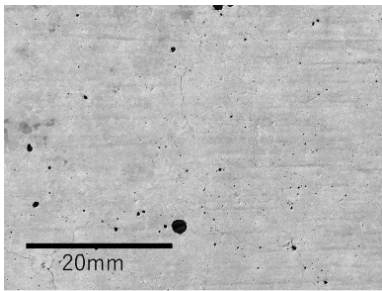


写真-3 保温シート養生 28 日

キーワード シート養生, 空隙率, 表層, 品質向上

連絡先 〒182-0036 東京都調布市飛田給 2-19-1 鹿島建設(株)技術研究所 TEL 042-489-6749

図-2 に水銀圧入法で測定した、表面から 15mm までのコンクリートの空隙径の構成を示す。樹脂シート養生や保温シートによる養生を行うことで合板 7 日と比べ、その差は非常に小さいものの、3~6nm および 6~10nm の小径の空隙の比率が大きくなっており、組織が緻密になったことが確認された。また、写真-2 に示すひび割れを含むコアを採取し、側面を観察したところ、ひび割れはごく表層のみにとどまっていたことから、表面から 15mm の範囲をまとめて測定した水銀圧入法では、乾燥の影響を精度良く評価できていない可能性が考えられた。そこで SEM による観察を行い、シート養生がコンクリートの深さ方向の品質に及ぼす影響をより詳細に検討することとした。

写真-4 に SEM による観察結果と、SEM 像を撮影した地点の表面からの深さを示す。合板 7 日の深さ 0.5mm 以下の表面近傍は、5mm 以深に比べて暗く見える空隙が多い状況が確認された。また、樹脂シート養生および保温シート養生を 91 日間実施したコンクリートの表層部分の SEM 像は空隙が減少することが確認された。

各試験体でコンクリート表面からの深さを変えながら 30 枚の SEM 像を撮影し、画像の輝度から空隙を判定して空隙が画像全体に占める割合を算出した。図-3 に空隙の面積率と表面からの深さの関係を示す。合板 7 日のコンクリートでは表面から 1mm 程度までの表層部分で空隙の面積率が大きくなり、表面からの距離が深くなるにつれて、空隙の面積率が小さくなる傾向がみられた。これに対し、樹脂シート養生、保温シート養生を行ったコンクリートの空隙の面積率は深さによらずほぼ一定であった。以上を踏まえると、今回の実験のように材齢 7 日以降養生を行わない場合、乾燥等の影響によって微細なひび割れの発生や表面から 5mm 程度の範囲で空隙の増加が起こることが分かった。しかし、このような表面ひび割れは長期にわたって有害にひび割れに進展する可能性がある。よって、本実験で実施したシート養生などで、長期間の養生を行うことで表層部分のひび割れや空隙を減少させることが重要であると考えられる。

4. まとめ

長期間のシート養生を行うことにより、透気係数が 1/3 以下に低減し、コンクリート表面がより緻密になることが分かった。また、養生の影響は深さ 5mm 程度までの範囲でより顕著に現れることが分かった。

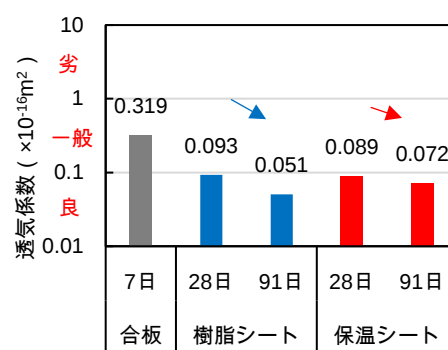


図-1 Torrent 試験結果

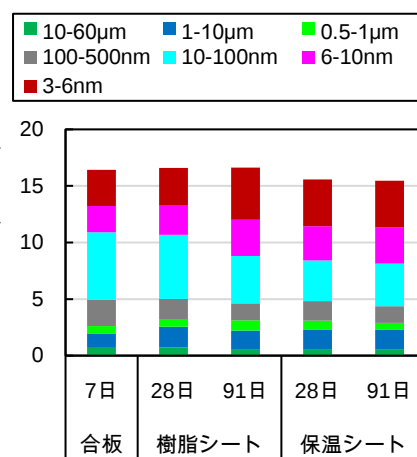


図-2 空隙径の測定結果

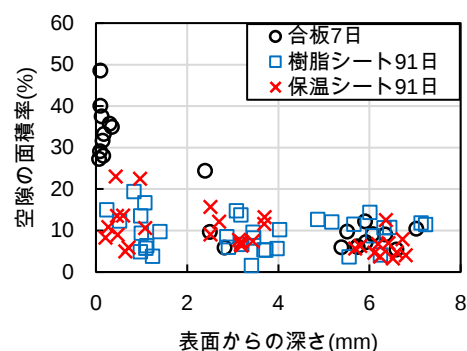


図-3 空隙の面積率の分布

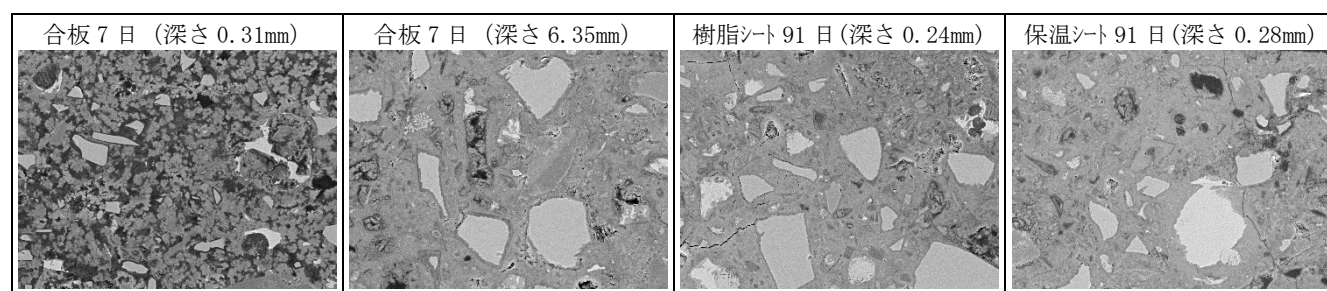


写真-4 SEM 観察結果

参考文献

- 1) 温品ら：種々の結合材を用いたコンクリートに対する長期特殊シート養生の効果，コンクリート工学年次論文集，Vol.38，No.1，pp.747-752（2016）