

熱可塑性樹脂シートによる型枠取外し直後の水分逸散防止の効果

鹿島建設(株) 正会員 ○渡邊賢三 温品達也 坂井吾郎 フェロー 坂田昇
 積水成型工業(株) 栗山圭一
 東京大学工学系研究科 正会員 石田哲也

1. 背景および目的

型枠取外し直後に、セメントの発熱によってコンクリート表面から湯気のように水分が逸散する様子を目にすることがある。この現象は、気温の低い冬期に、トンネル覆工コンクリート、マスコンクリートおよび高強度コンクリート等の型枠取外しの際にしばしば確認される。水蒸気として外部に放出される自由水は、若材齢時の水和反応に影響を及ぼす¹⁾とともに、表層部のひび割れの原因になるにもかかわらず、供試体レベルでは生じないことからこれらの検討はほとんど行われていない。そこで、本報告では、室内実験において、上述した現象を供試体で模擬することで、型枠取外しによる水分逸散の状況を確認するとともに、コンクリート打込み時からコンクリート表面に熱可塑性樹脂シートを貼付することによる水分逸散防止²⁾の効果について検討した。

2. 実験内容

写真-1に実構造物での型枠取外し直後のコンクリート表面の状況を示す。写真には表現されにくいものの、コンクリート表面から湯気状となって多量の水蒸気が逸散している。この状況を模擬するために、以下に示す実験を実施した。10×10×40cm、10×10×10cmの化粧合板からなる型枠に20℃で練り上げた前者はコンクリート、後者はモルタルを打ち込み、図-1に示すように、水和熱による温度上昇を模擬して打込み後6時間後に40℃、60%R.H.の恒温恒湿槽に移動した。さらに、打込みから72時間後に20℃、60%R.H.の養生槽に移動し、型枠を取り外した。供試体は、型枠内にそのまま打ち込んで型枠を材齢3日で取り外すケース（以下、合板ケースと称す）と熱可塑性樹脂シートを型枠に貼付して材齢28日でシートを取り外すケース（以下、シートケースと称す）とした。測定項目は、表-1に示すとおりであり、供試体質量、表面含水率は表-2に示すコンクリート、空隙径分布はそ



写真-1 型枠取外し直後のコンクリート状況

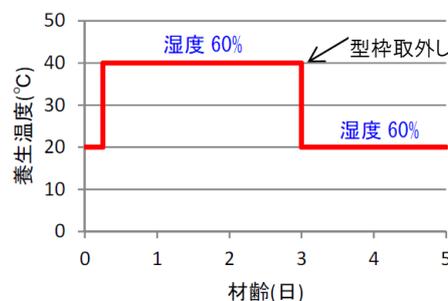


図-1 コンクリートの養生温度履歴

他の試験と同バッチで練り上げたコンクリートをウェットスクリーニングして得たモルタルを供し、表面から10mmを測定対象とした。

3. 実験結果

3.1 コンクリートの質量および表面含水率の変化

図-2に型枠取外しからの質量変化率の経時変化を示す。合板ケースは、型枠取外し直後から質量が急激に減少した。これは室温とコンクリート温度差の影響を受け、コンクリート中の水分逸散が活発に生じたためと考えられる。一方、シートケ

表-1 測定項目と測定材齢

測定項目	測定材齢	供試体	測定方法
質量	3~60日	10×10×40cm	秤による
表面含水率	3~60日	10×10×40cm	高周波容量式水分計
空隙径分布	28日	10×10×10cm	水銀圧入法

表-2 コンクリート配合

W/C (%)	スランプ (cm)	空気量 (%)	細骨材率 (%)	単位量 (kg/m ³)				
				水	セメント	細骨材	粗骨材	混和剤
55.0	8.0	4.5	48.6	165	300	889	950	3.60

キーワード：熱可塑性樹脂シート、水分逸散防止、空隙

連絡先 〒182-0036 東京都調布市飛田給 2-19-1 鹿島技術研究所 TEL 042-489-8020

ースは、シート取外し時の材齢 28 日では室温とコンクリート温度がほぼ同じとなっており、温度差の影響を受けなかったため、シート取外し後の質量変化が合板ケースよりも小さくなったものと考えられる。合板型枠取外し、シート取外しからの質量変化率の経時変化を比較すると質量変化率の減少速度はシートの方が小さく、収束する値も小さい結果となった。これは、28 日間シート養生することで自由水が水和反応に消費されることでコンクリート表面が緻密化し、結果として逸散する水分量が低減したものと考えられる。

図-3に、型枠取外し後、シート取外し後のコンクリートの表面含水率の経時変化を示す。合板ケースは型枠取外し直後の表面含水率が 11.0%であったのに対して取外し 2 日後で 6%程度に低減し、材齢 28 日で約 4.8%に収束した。型枠取外し直後の急激な表面水率の低下は前述のとおり温度差の影響が大きいものと考えられる。この若材齢時における急激な表層部の乾燥は、水和反応に影響するだけでなく、表面の収縮ひび割れを招く要因となり得るものと考えられる。一方、シートケースではシート取外し直後の表面含水率が 8.5%であったのに対して取外し 2 日後の表面含水率は合板ケースと同様に 6%程度であったが、低減幅は、合板ケース 5%に対してシートケースは 2.5%と合板ケースの半分であった。また、シート取外しから 32 日目の材齢 60 日で約 5.0%に収束した。ここで、シート取外し時の材齢 28 日の表面含水率が 8.5%と型枠取外し時の材齢 3 日の表面水率よりも 2.5%低下している。図-2 に示すようにシート養生期間の質量変化がないことから、この表面含水率の低下は水和反応に水分が消費されたためであると考えられる。

3.2 空隙構造への影響

表-3に合板およびシートの両ケースにおける材齢 28 日時点における空隙データを示す。ここで、図-3にも示すように合板ケースは材齢 28 日時点で含水率がほぼ収束している一方で、シートケースは材齢 28 日時点で含水率の高い状態にある。そのため、含水率の相違による空隙率への影響が考慮されていないものの、水銀圧入法の試料作製段階で乾燥工程を経ることから、この影響は無視することとした。合板およびシートのケースにおいて、空隙率は同等で、平均空隙径は約 1/2 に低減する結果となった。さらに、図-4の空隙径分布を示すように、0.1 μm 以下の空隙にケースの差異が明確に現れており、合板に比べ、シートの方が空隙のピークが小径側にシフトするとともに、0.01 μm 以下の空隙量が増加していることが分かった。

4. まとめ

熱可塑性樹脂シートを 28 日間貼付することによって、若材齢時の急激な水分逸散を防止するとともに、表層部のコンクリートの水和反応に必要な水分を供給でき、コンクリートの空隙を小径化できることが分かった。

参考文献

- 1) 米田ら：細孔内水分状態と強連成させた準微細ひび割れモデル，コンクリート工学年次論文集，Vol.36，No.1，pp.394-399，2014.
- 2) 温品ら：長期間の水分逸散抑制養生による表層品質向上効果，土木学会第 69 回年次学術講演会講演概要集，pp.121-122，2014.

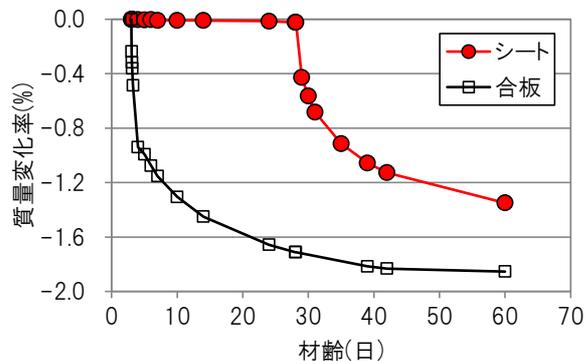


図-2 コンクリート質量変化率の経時変化

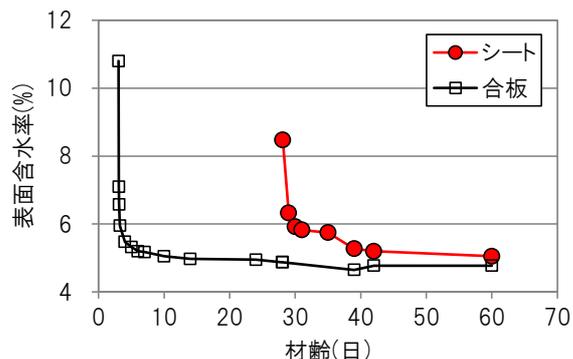


図-3 コンクリート表面含水率の経時変化

表-3 空隙率の測定結果

測定項目	単位	合板	シート
空隙率	%	15.5	15.5
平均空隙径	Mm	0.037	0.020
密度	g/cm ³	2.13	2.12

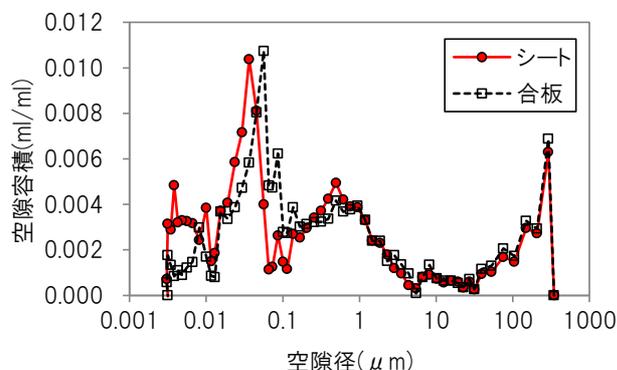


図-4 各ケースの空隙径分布