

熱可塑性樹脂シート養生によるコンクリートの表面改質

東京大学工学系研究科 正会員 ○石田哲也

鹿島建設(株) フェロー 坂田昇 正会員 渡邊賢三 正会員 温品達也

積水成型工業(株) 矢野英伸

1. 背景および目的

コンクリートの養生はコンクリートの表層品質を確保し、耐久性を向上させる上で重要な要因である。そのためコンクリート標準示方書施工編¹⁾では、セメントの水和反応速度を考慮し、環境温度およびセメント種類ごとに標準的な湿潤養生期間を3日から12日の範囲で示している。この養生期間を確保する手段として、脱型後に気泡緩衝材等の養生シートを貼付することが一般的であるが、筆者らは予め型枠内部に熱可塑性樹脂シート(写真-1)を貼付し、コンクリートを打ち込んで脱型した後も、シートを用いて水分逸散抑制を実現する新たな手法を考案した。本論では、主として、シートと接触しながら硬化していくコンクリート表層部の性状について述べる。



写真-1 熱可塑性樹脂シート

2. 実験概要

実験には表-1 に示す材料および表-2 に示す配合のコンクリートを用いた。フレッシュ性状の目標値は、スランプ $10.0 \pm 1.5\text{cm}$ 、空気量を $4.5 \pm 1.0\%$ とし、表-3 に示す条件にて養生および試験を実施した。型枠条件について、「合板+シート」は、打込み前に合板型枠内面の5面全てにシートを貼付し、打込み後は仕上げ後にシートを貼付して、試験体の6面全てがシートに接するようにした。養生条件について、「7日存置」は $20^\circ\text{C} \cdot 60\%\text{RH}$ の室内にて材齢7日まで型枠を存置したケース、「7日水中」は材齢1日で脱型し材齢7日まで水中養生したケースである。「外観写真」については供試体を作製して脱型翌日に撮影した。「表面粗さ」は JIS B0601 に準拠し、供試体を作製して脱型直後に接触針式試験器を用いて各ケースにつき2体の供試体の2側面を測定した。「細孔容積」は、各ケース1体の供試体の2側面について、表面から0~3mm部分を湿式コンクリートカッターで採取して、アセトン浸漬により水和を停止し、24時間の真空凍結乾燥後、水銀圧入式ポロシメータを用いて測定した。「ビッカース硬さ」は、同材料のセメントペーストを用いて供試体を2体ずつ作製し、材齢7日で脱型およびシート除去を行った後、 $20^\circ\text{C} \cdot 60\%$ 室内に静置して材齢28日

表-1 コンクリートの使用材料

材料	記号	種類	摘要
セメント	C	普通 ポルトランドセメント	密度: 3.16g/cm^3 比表面積: $3320\text{cm}^2/\text{g}$
細骨材	S	山砂 (千葉県君津産)	表乾密度: 2.61g/cm^3 吸水率: 2.11%
		砕砂 (東京都青梅産)	表乾密度: 2.65g/cm^3 吸水率: 0.96%
		山砂:砕砂=25:75 (粗粒率:2.69)	
粗骨材	G	碎石 (東京都青梅産)	粗骨材最大寸法: 20mm 表乾密度: 2.64g/cm^3 吸水率: 0.58% 粗粒率: 6.71
混和剤	AD	AE 減水剤 (高機能タイプ)	リグニンスルホン酸塩 界面活性剤

表-2 コンクリートの配合

水セメント比 (%)	細骨材率 (%)	単位量(kg/m^3)				
		W	C	S	G	AD
55.0	46.0	164	298	843	993	2.98

表-3 試験要因

型枠条件	養生条件	試験項目			
		外観 写真	表面 粗さ	細孔 容積	ビッカース 硬さ
合板	7日存置	○	○	○	○
	7日水中		—	○	—
転用合板(1回)	7日存置		○	—	—
鋼製	7日存置		○	○	—
	7日水中		—	○	—
合板+シート	7日存置	○	○	○	○
供試体寸法(mm) 縦×横×長さ		100	100	100	100
		×	×	×	×
		400	100	100	10

キーワード：養生、水分逸散抑制養生、表層、表面粗さ、細孔容積、ビッカース硬さ

連絡先 〒113-8656 東京都文京区本郷 7-3-1 TEL 03-5841-6102

において供試体中心をカットし、断面部を表面から深さ方向において JIS Z2244 に準拠し測定した。

3. 実験結果および考察

写真-2にシート養生の有無におけるコンクリートの外観を示す。シートを貼付したケースは、W/Cが55%の通常のコンクリートであるにもかかわらず高強度コンクリートのような光沢のある外観となった。一般に、低いW/Cほどコンクリートの光沢度は大きくなる傾向にある²⁾。ブリーディングがほとんど生じない高強度コンクリートでは、型枠と接するコンクリート面において、ブリーディングによるマクロな水分移動がなくなるために光沢な面が形成されるものと考えられる。写真-2に示したW/Cが55%のコンクリートにも光沢面が形成された理由としては、シートとコンクリートが接触することによってブリーディング水のシート面への移動が阻止され、シートと接する表面部分において高強度コンクリートと同様の現象が生じているものと推察される。

図-1にコンクリートの表面粗さを示す。合板を転用すると表面粗さとそのばらつきは増大した。鋼製は合板よりも表面粗さが大きいものの、ばらつきは合板よりも小さい結果となった。一方で、シートを使用した場合はその他と比較し、表面粗さと最大高さが小さくなり非常に平滑な表面となることが分かる。

図-2に細孔容積試験結果を示す。ここでは中性化など、コンクリートの透気性に相関があるとされる0.1 μ m以上の細孔容積³⁾について着目した。合板と鋼製のケースは、水中養生することによって0.1 μ m以上の細孔容積が約2~3割減少している。シートを用いた場合は合板存置や鋼製存置のケースとほぼ同等の細孔容積であり、細孔構造についてはシートによる影響が認められない傾向にあった。しかし、前述した外観の変化や表面粗さの低減などから、表面のごく浅い領域で何らかの表面改質が発生しているものと考え、本試験のような3mm程度の検証では改質効果が検知できないものと考えた。

図-3に表層部に着目して試験したビッカース硬さの結果を示す。合板のケースは表面に近いほどビッカース硬さが小さくなる傾向にあったが、シートのケースは5 μ m深度のビッカース硬さが顕著に高くなっていることが分かる。シートの存在により、表面数 μ mの領域において、組織が緻密となる改質効果の可能性が示唆された。

4. まとめ

養生シートを予め型枠内部に貼付し、コンクリートをシートと接した状態で硬化させることにより、コンクリートの外観が高強度のそれに近くなり、表面粗さが小さくなった。また、このコンクリートの表面数 mm の細孔容積に変動は認められなかったものの、表面数 μ m の範囲におけるビッカース硬さが増大し、表面部の改質が認められた。

参考文献

- 1) コンクリート標準示方書【施工編】：土木学会 2012.
- 2) 大塚秀三ほか：高強度コンクリートの表面仕上り状態に関する実験的検討：日本建築学会大会学術講演概要集 A-1, pp.359-360, 2005.
- 3) 角度連ほか：養生条件によるコンクリートの組織変化と中性化を支配する細孔径の評価：土木学会論文集, No.718, V-57, pp.59-68, 2002.

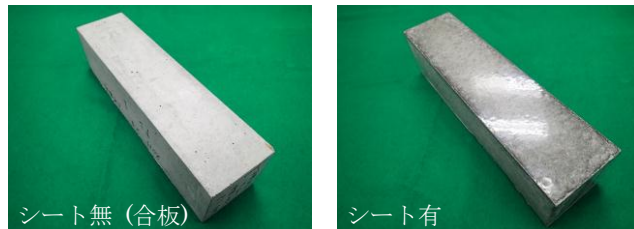


写真-2 シート養生の有無における供試体外観

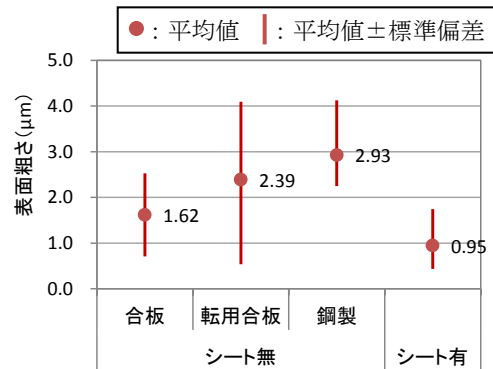


図-1 コンクリートの表面粗さ

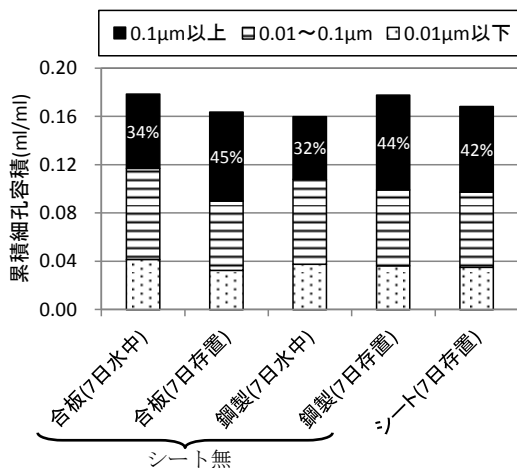


図-2 細孔容積試験結果

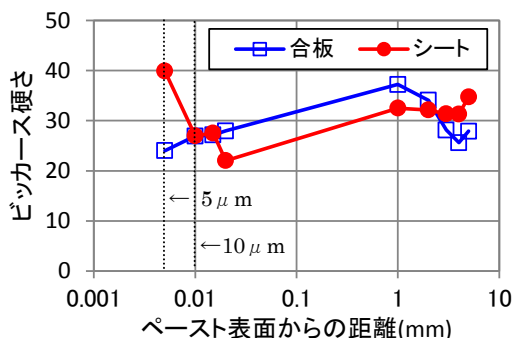


図-3 深さ方向におけるビッカース硬さ