

床版の施工方法がコンクリートの表層品質に及ぼす影響

三井住友建設(株) 正会員 工修 ○浅井 宏隆
 三井住友建設(株) 正会員 大野 寛太
 三井住友建設(株) 正会員 博(工) 佐々木 亘
 三井住友建設(株) 正会員 細野 宏巳

1. はじめに

コンクリート床版の劣化は、二酸化炭素や塩化物イオンなどの劣化因子がコンクリート表面から内部に侵入することによって進行することから、耐久性を確保・向上させるためにはコンクリート表層部の品質、特に物質透過性が重要になる。

一方で、コンクリート床版の品質は、コンクリートの使用材料や配合だけでなく、施工の影響を大きく受けることが知られており、施工方法が床版の品質や物質移動抵抗性に及ぼす影響については、まだデータも少なく、十分に解明されていない状況にあると考えられる。

そこで、床版を模擬した供試体を用い、均しおよび真空脱水などの施工方法がコンクリートの表層品質に及ぼす影響について検討を行った。表層品質の評価については、非破壊試験として表層透気試験および表面吸水試験を実施した。

2. 実験概要

2.1 供試体の概要

供試体はPC上部工における床版を模擬し、寸法は1800mm×1800mm×厚さ200mmとした。コンクリート標準示方書¹⁾(以下、示方書)に準じた施工方法、すなわち、棒状パイププレートによる締固め、木ゴテによる粗均しと金ゴテによる仕上げ、および養生マットによる標準日数の湿潤養生により作製した供試体を基準とし、シリーズ1では均しの方法が、シリーズ2および3では真空脱水工法が、コンクリートの表層品質に及ぼす影響を確認することとした。

実験に使用した3種類のコンクリートの配合を表-1に示す。シリーズ1はPC構造物では一般的に使用されている呼び強度40Nの早強コンクリート、シリーズ2は場所打ちPC中空床版橋で使用される呼び強度36Nの普通コンクリート、シリーズ3はPCコンボ橋の場所打ち床版で使用される呼び強度30Nの普通コンクリートを使用した。

表層品質の評価は、非破壊試験としてトレント法²⁾による表層透気試験および表面吸水試験(SWAT)³⁾により行った。表層透気試験では表層透気係数を、表面吸水試験では試験開始から10分時点における表面吸水速度を測定し、その結果を表層品質の評価指標とした。

2.2 比較した施工方法

(1) シリーズ1 (均し方法)

シリーズ1では、均し機械として、振動スクリーン、トロウエル、振動トンボと仕上げロボットを使用する天端仕上げシステム⁴⁾の3種類を使用した。

表-1 コンクリートの配合

	呼び強度 (N/mm ²)	スランブ ^o (cm)	Gmax (mm)	W/C (%)	s/a (%)	空気量 (%)	単位量(kg/m ³)					
							セメント(C)		水 (W)	細骨材 (S)	粗骨材 (G)	高性能 AE減水剤
							早強	普通				
シリーズ1	40	12	20	40.4	44.5	4.5	401		162	787	1000	2.61
シリーズ2	36	15	20	42.0	42.7	4.5		381	160	746	675	1.52
シリーズ3	30	12	20	52.2	45.0	4.5		308	160	829	1037	1.54



写真-1 振動スクリード



写真-2 トロウエル

振動スクリードは、均し作業とタンピング作業を同時に行うことができる機械であり、脱泡効果による表層の緻密化が期待できる。施工幅1600mm、重量8.2kgのエンジン式を使用した(写真-1)。

トロウエルは、機械に設置されたコテを回転させながらコンクリートを均す機械であり(写真-2)、大きさの異なる2種類の機械を使用した。トロウエルAは、ブレード枚数が5枚で回転数が50～130rpmの重量88kgのもの、トロウエルBは、ブレード枚数が3枚で回転数が50～125rpmの重量48kgのものである。

天端仕上げシステムで使用する振動トンボは、平坦均し具に振動機が装備された機材で、振動スクリードと同様の機能を有するものである(写真-3)。施工幅2000mm、重量9kg、使用電源240V(50Hz)であり、エンジン式の振動スクリードに比べると若干振動が小さい。仕上げロボットは、ローラーの回転に伴いこれを覆ったゴム材が回転しながら走行することで、コンクリート天端に圧力と振動を与える仕組みになっており、圧力による締固め効果、振動による脱泡効果による表層の緻密化が期待できる(写真-4)。

なお、各均し機械による均し作業は、金ゴテによる仕上げ直前に行った。また、養生マットによる湿潤養生を標準4日に対して28日まで延長した場合についても確認を行った。

(2) シリーズ2 (真空脱水工法)

真空脱水工法は、真空ポンプを用いて表層部の余剰水を床版打設面から強制的に排出し、表層部を緻密化させる工法である。シリーズ2では、丸い滑り止めの溝を有するコンクリート舗装などで一般的に使用されている真空脱水工法を適用し、基準供試体と比較を行った。床版面を真空状態とするためのカバーの下に設置するシートは、円形の凸形状の加工を施され、細かい孔が多数あけられているビニール製のものである(写真-5)。

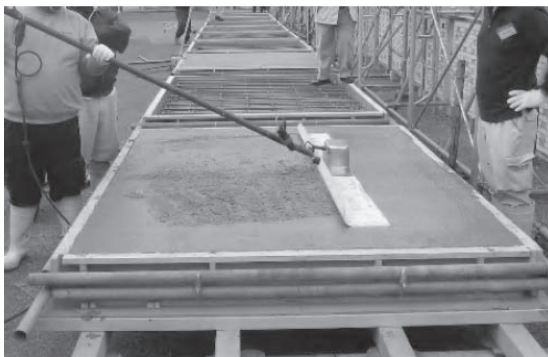


写真-3 振動トンボ

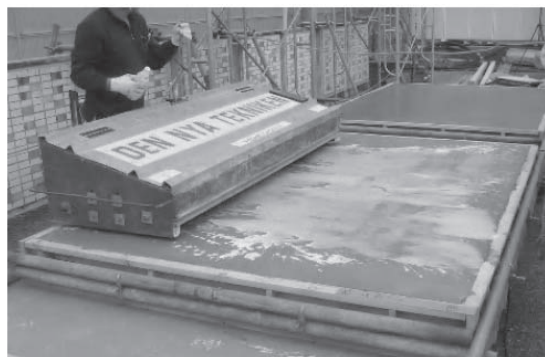


写真-4 仕上げロボット

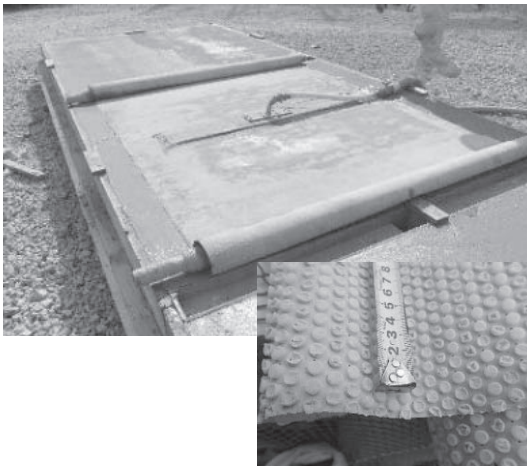


写真-5 真空脱水工法

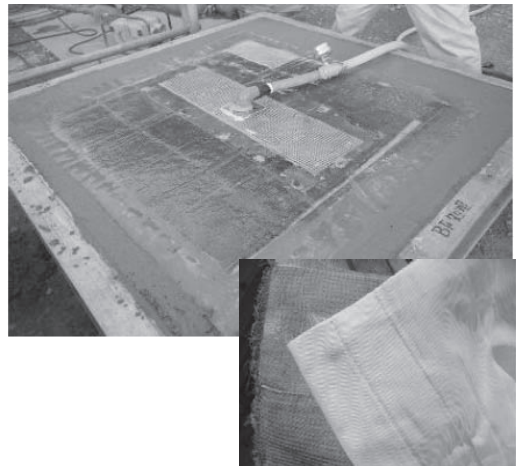


写真-6 改良型真空脱水工法

(3) シリーズ3 (改良型真空脱水工法)

一般的な真空脱水工法 (シリーズ2) では、床版面を真空状態とする際に、シートの孔からセメント粒子分が吸引されて排出されてしまうことが課題であった。シリーズ3では、セメント粒子を通しにくい不織布で形成された特殊なシートを使用する改良型真空脱水工法 (NETIS登録技術) を適用した (写真-6)。

3. 実験結果および考察

3.1 均し方法が表層品質に及ぼす影響

シリーズ1の呼び強度40Nの供試体における表層透気係数および表面吸水速度を図-1に示す。

トロウエルBと天端仕上げシステムを使用した場合、標準施工に比べ表面吸水速度は半分程度に小さくなるが、表層透気係数は若干大きくなる結果となった。その他の機械については、標準施工とほぼ同等の結果であり、表層品質の向上は確認できなかった。以上のことから、均し機械の効果については、締固めや脱泡効果による表層の緻密化が期待されたが、均し方法の違いによる表層品質の有意差は見られなかった。

また、湿潤養生期間を28日まで延長した場合においても表層透気係数および表面吸水速度とも有意差は見られず、表層品質の向上は確認できなかった。

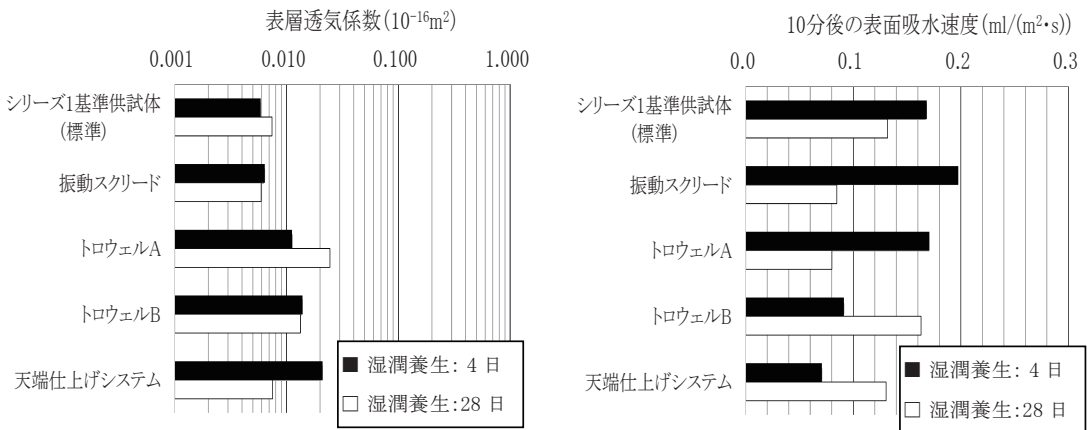


図-1 均し方法が表層品質に及ぼす影響 (シリーズ1)

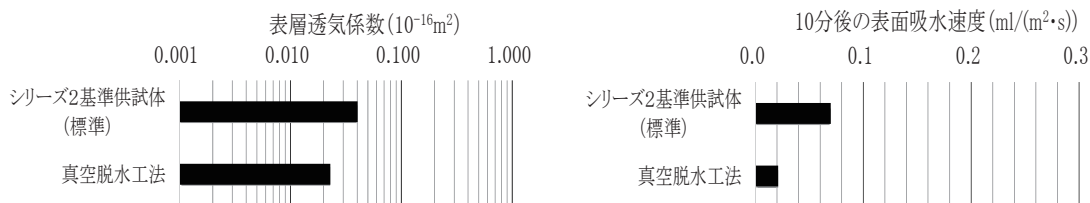


図-2 真空脱水工法が表層品質に及ぼす影響 (シリーズ 2)



図-3 改良型真空脱水工法が表層品質に及ぼす影響 (シリーズ 3)

3.2 真空脱水工法が表層品質に及ぼす影響

シリーズ2の呼び強度36Nの供試体の材齢41日における表層透気係数および表面吸水速度を図-2に示す。真空脱水工法により、表層透気係数と表面吸水速度がともに低減し、真空脱水工法による表層品質の向上が確認できた。真空脱水工法にて表層部の余剰水を強制排出することにより表層部が緻密化したためと考えられる。

3.3 改良型真空脱水工法が表層品質に及ぼす影響

シリーズ3の呼び強度30Nの供試体の材齢42日における表層透気係数および表面吸水速度を図-3に示す。表面吸水試験を実施したが、いずれの供試体もほとんど吸水せず、測定限界にあるものと思われる。改良型真空脱水工法を行った供試体では、表層透気係数が測定限界値の $0.001 \times 10^{-16} \text{m}^2$ 未満を示し、表層品質の向上が確認できた。改良型真空脱水工法にて表層部の余剰水を強制排出する効果と、特殊なシートの子のセメント粒子の残存効果により表層部が緻密化したためと考えられる。

4. まとめ

床版を模擬した供試体を用い、施工方法がコンクリートの表層品質に及ぼす影響について確認実験を行った。その結果として得られた知見を以下に示す。

- ① 真空脱水工法および改良型真空脱水工法は、表層透気係数が低減され、表層品質の向上が確認された。
- ② 均し方法については、表層透気係数および表面吸水速度とも有意差は見られず、表層品質の向上は確認できなかった。湿潤養生の延長についても表層品質の向上は確認できなかった。

参考文献

- 1) 土木学会：2012年制定コンクリート標準示方書 [施工編：施工標準]，pp. 122-123，2013. 3
- 2) 土木学会：構造物表層のコンクリート品質と耐久性性能検証システム研究小委員会 (JSCE335委員会) 第二期成果報告書およびシンポジウム講演概要集，2012. 7
- 3) 林和彦他：表面吸水試験によるコンクリート構造物の表層品質の評価方法に関する基礎的研究，土木学会論文集E2 (材料・コンクリート構造)，Vol. 69, No. 1, pp. 82-97，2013
- 4) 室田敬他：PC橋床版コンクリートの品質向上および施工の合理化に関する研究，コンクリート工学年次論文集，Vol. 36, No. 1, pp. 1522-1527，2014