

## 壁構造物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) ○石澤 正大  
 三井住友建設(株) 博士(工学) 斯波 明宏  
 三井住友建設(株) 正会員 藤岡 泰輔  
 三井住友建設(株) 正会員 博士(工学) 樋口 正典

## 1. はじめに

コンクリート構造物の劣化は、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へ侵入することによって進行するため、耐久性を確保・向上させる上でコンクリート表層部(かぶり部)の品質、とくに物質透過性が重要になる。

一方で、コンクリート構造物の品質は、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、施工方法が構造物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る。

そこで、壁部材を模擬した試験体を用い、締固めや養生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、非破壊試験として弾性波速度の測定、表層透気試験および表面吸水試験を行い、その後コアを採取し、促進中性化試験を実施した。

## 2. 試験概要

## 2.1 コンクリートの配合

本実験では、表-1に示す3種類のレディーミクストコンクリートを使用した。PC(H)は、プレストレストコンクリート(PC)構造物で一般的な配合で、早強ポルトランドセメントを使用した呼び強度40のコンクリート(以下PC配合)である。RC(N)およびRC(BB)は、鉄筋コンクリート(RC)構造物で一般的に用いられる配合で、普通ポルトランドセメント(以下RC(N)配合)および高炉セメントB種(以下RC(BB)配合)を使用した呼び強度27のコンクリートである。

## 2.2 試験体

試験体は、壁部材を模擬したものとし、寸法は、幅900×高さ1800×厚さ400mmとした。また、今回採用した施工方法は表-2に示すとおりである。

## 2.3 表層品質の評価方法

表層品質の評価は、非破壊試験として表面2点法<sup>2)</sup>による弾性波速度の測定、トレント法<sup>3)</sup>による表層透気試験および表面吸水試験(SWAT)<sup>4)</sup>により行った。試験材齢は5週~18週であり、測定は側圧の影響を考慮して、下半分(高さ900mmまで)の領域で行った。透気係数は3箇所、吸水速度は4箇所の平均値とした。また、非破壊試験の後、φ100mmのコアを採取し、温度20℃、湿度60%、CO<sub>2</sub>濃度5%の環境で促進中性化試験を実施した。

表-1 コンクリートの使用材料および配合

記号	呼び強度	スランプ(cm)	G <sub>max</sub> (mm)	W/C (%)	s/a (%)	空気量 (%)	単位量(kg/m <sup>3</sup> )										
							セメント(C)			水(W)	細骨材(S)			粗骨材(G)		高性能AE減水剤	AE減水剤
							早強	普通	高炉B種		S1	S2	S3	G1	G2		
PC(H)	40	12	20	40.4	44.5	4.5	401	—	—	162	397	276	114	499	501	2.61	—
RC(N)	27	12	20	54.8	47.6	4.5	—	311	—	170	437	302	126	488	488	—	3.11
RC(BB)	27	12	20	54.8	47.2	4.5	—	—	311	170	431	299	124	488	488	—	3.11

早強ポルトランドセメント(密度 3.14g/cm<sup>3</sup>)、普通ポルトランドセメント(密度 3.16g/cm<sup>3</sup>)、高炉セメント B 種(密度 3.04g/cm<sup>3</sup>)、S1: 砕砂(絶対密度 2.62g/cm<sup>3</sup>, 吸水率 1.80%), S2: 陸砂(絶対密度 2.59g/cm<sup>3</sup>, 吸水率 1.42%), S3: 陸砂(絶対密度 2.50g/cm<sup>3</sup>, 吸水率 2.38%), G1: 砕石(絶対密度 2.71g/cm<sup>3</sup>, 吸水率 0.59%), G2: 砕石(絶対密度 2.67g/cm<sup>3</sup>, 吸水率 0.97%)

表-2 施工方法

種 類	施 工 方 法
標 準	通常の棒状パイプレータによる締固めと型枠存置による標準日数 <sup>1)</sup> の湿潤養生
気 泡 除 去	表面部の気泡除去を目的とし、型枠の内面に当てるようにして挿入し、上側に引き抜くことで表面の気泡を抜き取る、櫛状の気泡抜き取り具と、型枠面で使用するパンチプレート（孔開け加工された鋼板）状のパイプレータを使用した。
養 生	鉛直面用湿潤養生マット（十分に吸水させた後に脱型面に敷設）と、保水養生テープ（脱型後のコンクリート表面に直接貼付、乾燥防止）を使用した。また、型枠存置期間を約1ヶ月に延長したものについても試験を行った。
透水型枠シート	型枠内面に設置することにより、型枠近傍の余剰水や空気を型枠外へ排出させる機能を有するシートで、それぞれ構造が異なる3種類を選定し、使用した。

3. 試験結果および考察

3.1 表層部の気泡除去が表層品質に及ぼす影響

気泡抜き取り具と気泡除去パイプレータを使用した場合の表層透気係数比（標準施工に対する比率）および表面吸水速度比（標準施工に対する比率）を図-1に示す。気泡抜き取り具および気泡除去パイプレータは、表層透気係数に対しては効果が確認できなかったが、表面吸水速度は小さくなる傾向にあり、その効果は気泡除去パイプレータの方が若干大きい。エントラップトエアの減少が表面吸水速度に及ぼす影響は大きい可能性があり、反対に、表層透気係数ではエントラップトエアの減少による影響は少ない可能性がある。また、表層で振動を与えることにより、気泡除去効果以外に、ブリーディング水が集められることで物質透過性の高い層が形成されている可能性<sup>5)</sup>が考えられる。

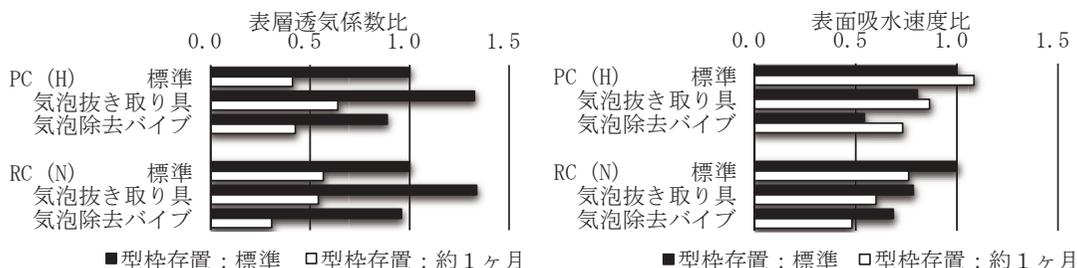


図-1 表層部の気泡除去が表層品質に及ぼす影響

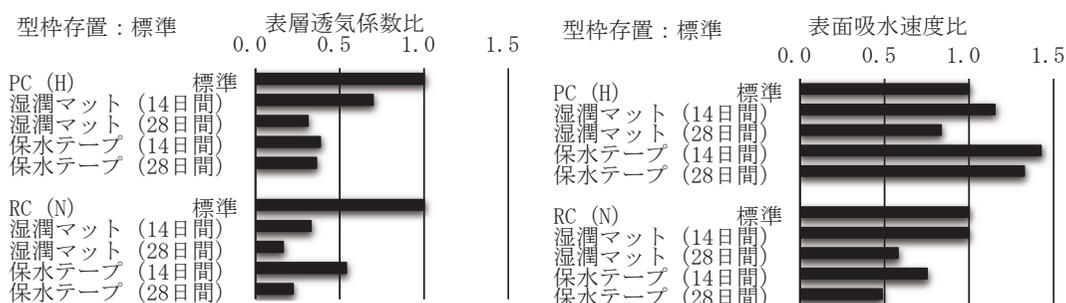


図-2 養生方法が表層品質に及ぼす影響

3.2 養生方法が表層品質に及ぼす影響

養生方法と期間を変更した場合の表層透気係数比および表面吸水速度比を図-2に示す。脱型後、湿潤養生マットおよび保水養生テープを用いて材齢14日および28日まで湿潤養生を延長した場合、表層透気係数は延長期間が長いほど低下する傾向にある。表面吸水速度については、RC(N)配合では低下する傾向にあるが、PC配合では効果が認められなかった。これらの結果は、図-1に示すように、型枠存

置期間の延長についても同じことがいえる。本実験で使用したRC配合では、湿潤養生期間を長くすることで十分な水和反応が進み、品質の向上が期待できるが、一方で、PC配合は標準日数の湿潤養生期間で水和反応が十分に進んでいると示唆され、必要以上に養生期間を長くしてもRC配合に比べて効果は小さくなるものと考えられる。

### 3.3 透水型枠シートの使用が表層品質に及ぼす影響

透水型枠シートを使用した場合の表層透気係数および表面吸水速度比を図-3に示す。透水型枠シートを使用することにより表層透気係数および表面吸水速度が大幅に低下することがわかる。表層透気係数については、比較的過大な値を示したRC(N)配合での透水型枠シートF, E, RC(BB)配合を除けば、1/10程度に低減されている。表面吸水速度についても、1/10程度にまで低減されていることがわかる。このことから、透水型枠シートを使用して型枠近傍の余剰水や空気を型枠外へ排出させる事で、表層が緻密化され、表層の品質が大幅に改善される事が確認された。

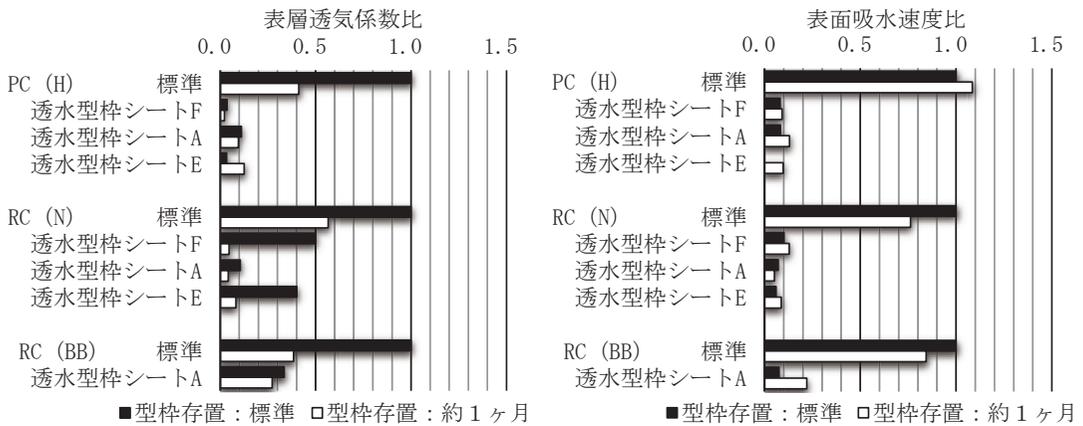


図-3 透水型枠シートの使用が表層品質に及ぼす影響

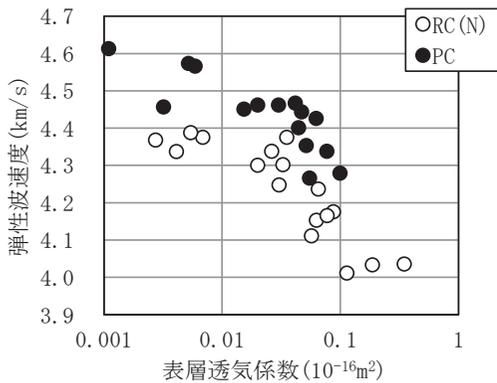


図-4 表層透気係数と弾性波速度の関係

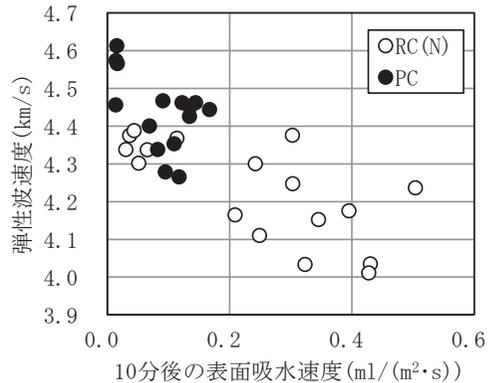


図-5 表面吸水速度と弾性波速度の関係

### 3.4 弾性波速度

弾性波速度と表層透気係数および表面吸水速度の関係を図-4および図-5に示す。データのばらつきは大きいものの、弾性波速度が小さい方が表層透気係数および表面吸水速度は大きくなる傾向にあることがわかる。弾性波速度は表層部の密度と密接に関係することから、密度効果を表しているものと考えられる。

