種々の結合材を用いた実規模柱における長期養生効果

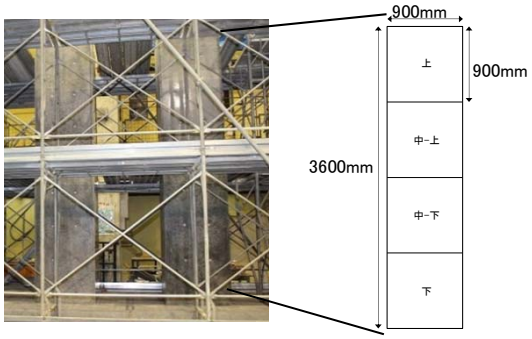
鹿島建設(株)　正会員　○温品達也　渡邉賢三　柿本啓太郎　藤岡彩永佳　坂井吾郎
日本大学工学部土木工学科　正会員　子田康弘　岩城一郎
東京大学大学院工学系研究科　フェロー　石田哲也

1．背景および目的

コンクリートの耐久性，美観をはじめとする表層品質を向上させるために，熱可塑性樹脂シート(以下，シート)を用いた養生工法（以下，シート養生）を考案した[1)]．シート養生はシートを型枠に予め貼付しておき，コンクリートを打ち込んで型枠を取り外した後もシートを残置して長期間の水分逸散防止養生を行う工法である．本報では種々のセメントを対象として，シート養生効果が中性化速度に与える影響を検討するとともに，その要因検討の一環として表面微細ひび割れや表面気泡について考慮した結果を示す．

2．検討概要

試験に用いた柱試験体の概要を**図－1** に，コンクリートの配合を**表－1** に示す．これら 3 種の配合は，28 日圧縮強度が等しくなるよう W/C を調整した．コンクリートは同一のレディーミクスト工場で製造・運搬し，1 層を約 45cm として全 8 層でコンクリートポンプを用い，打ち込んだ．締固めはφ50mm のバイブレータを用い，1 層につき外縁鉄筋内側の角部を 60cm 間隔で 4 か所，各 20 秒ずつ締め固めた．さらにφ30mm のバイブレータで 2 層(90cm)につき，かぶり部を 30cm 間隔で 12 か所,各 15 秒ずつ再振動締固めを実施した．養生条件を**表－2** に示す．打込み後，材齢 7 日で型枠を取り外し，シート養生したケースは，材齢 91・182 日までシートをコンクリート表面に残置させた．試験体は雨の当たらない環境に静置した．試験項目は**表－3** に示すとおりで検討対象面は**図－1** の「中-下」面とした．中性化試験はコア採取後に 20℃，60%RH の室内にて 7 日間乾燥させ，促進 7・14・28 日間の中性化深さを測定して中性化速度係数を算出した．また，「中-下」面の高さ中心位置(150×900mm)においてマイクロスコープを使用し，微細ひび割れ幅を測定した．さらに採取したコアの表面から 1mm および 5mm の深度において空気量を測定した．



図—1　シート養生工法の概要

表－1　コンクリートの配合とフレッシュ性状

セメント	W/B (%)	ｽﾗﾝﾌﾟ (cm)	空気量 (%)	細骨材率 (%)	単位量(kg/m³)			
					水	ｾﾒﾝﾄ	細骨材	粗骨材
N	55.0	10.0	5.1	48.3	165	300	889	950
BB	53.9	11.0	4.8	47.8	165	306*1	871	952
FB	49.8	11.0	5.3	46.7	165	331*2	838	958

*スランプおよび空気量は実測値
*1：高炉セメント B 種(混和材置換率 43%)
*2：フライアッシュセメント B 種(和材置換率 15%)

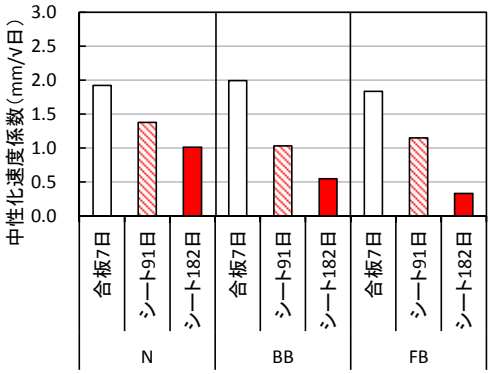
表－2　養生条件

養生条件	材齢(日)				
	7	7～91	91	91～189	189
合板 7 日	型枠取外し	気中曝露			
ｼｰﾄ 91 日		ｼｰﾄ残置	ｼｰﾄ取外し	気中曝露	
ｼｰﾄ 182 日		ｼｰﾄ残置			ｼｰﾄ取外し

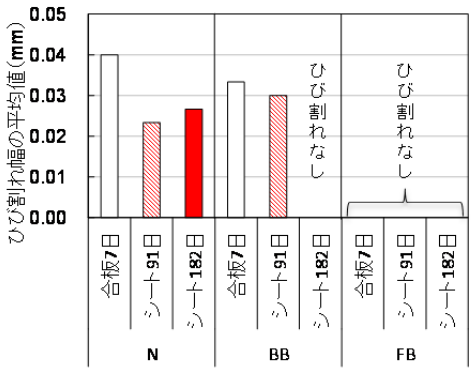
表－3　試験概要

種別	試験項目	摘要
コア試験	促進中性化試験 ($5\%CO_2$ 濃度)	材齢 189 日に φ35mm コア採取(n=3)
非破壊	ﾏｲｸﾛｽｺｰﾌﾟ	材齢 310 日に微細ひび割れ観察
コア試験	空気量 (ASTM C457)	材齢 317 日に φ150mm コア採取(n=1)

キーワード：熱可塑性樹脂シート，長期養生，中性化速度係数，微細ひび割れ，高炉スラグ，フライアッシュ
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　042-489-8030



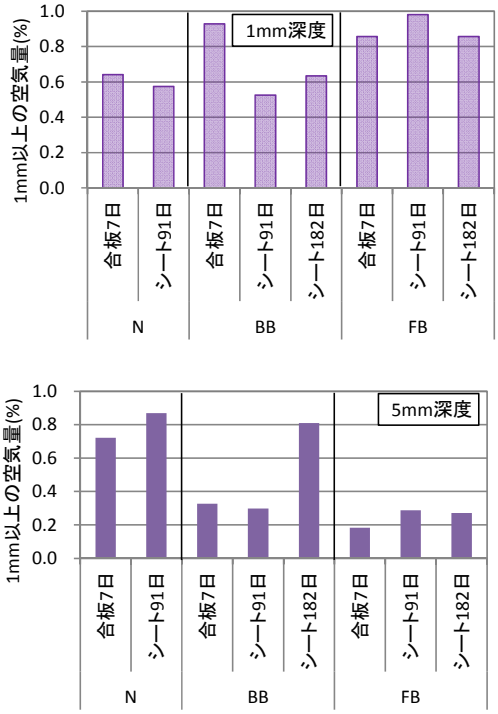
図－2　中性化の試験結果



図－3　微細ひび割れの試験結果

表－4　1mm および 5mm 深度の空気量

セメント	養生条件	1mm 深度(%)	5mm 深度(%)
N	合板 7 日	3.5	2.3
	シート 91 日	3.6	2.6
BB	合板 7 日	2.7	2.3
	シート 91 日	2.2	2.3
	シート 182 日	3.3	2.5
FB	合板 7 日	2.7	1.8
	シート 91 日	3.3	2.4
	シート 182 日	3.2	2.3



図－4　1mm 以上の空気量

3．評価結果

図－2 に中性化の試験結果を示す．全てのセメントにおいて養生期間の延長に伴い中性化速度係数が低減しており，BB や FB においてより顕著な効果があった．**図－3** に微細ひび割れ幅の平均値を示す．すべての試験体において幅 0.05mm を超えるひび割れはなく，養生期間の延長に伴い，ひび割れ幅が概ね減少する傾向にあった．FB は全ケースで微細ひび割れが検出されず，高いひび割れ抵抗性を有することが示唆された．**表－4** に 1mm および 5mm 深度における空気量の試験結果を示す．5mm よりも 1mm 深度の気泡が多く．合板とシートのケースにおける差異は認められなかった．また，図示しないものの，0.15 および 0.3mm 未満の空気量も合板とシートにおける差異はなかった．一方，**図－4** に示すように，気泡径 1mm 以上の空気量(エントラップトエア)について着目すると，5mm 深度の空気量は合板とシートでほぼ同等もしくはシートの方がやや大きく，1mm 深度では合板とシートでほぼ同等もしくはシートの方が概ね小さくなる傾向にあった．これは，シートの撥水効果により表面部の空気量が抜けやすくなった，あるいは内部から表面部に移動しづらくなったものと推察される．

4．まとめ

種々の結合材を用いた実規模柱を対象に熱可塑性樹脂シートによる養生効果を検証した結果，中性化速度係数が減少し，これは長期養生による緻密化に加え，微細ひび割れの減少や，気泡減少の相乗効果によるものと推測した．

謝辞

本研究の実施にあたり，積水成型工業(株)の矢野英伸氏，渋谷能成氏，八洋コンサルタント(株)の田中章夫氏に多大なご協力を頂いた．ここに感謝の意を表す．

参考文献

1)温品ら：熱可塑性樹脂シートによる長期間の水分逸散抑制養生の効果，コンクリート工学年次論文集，Vol.37，No.1，pp.1897-1902，2015.