

V-185 コンクリート表面処理の水分制御と劣化抑制

南海電気鉄道(株) 正員 上畑直人

NTT(株) 正員 酒瀬川唯 京都大学工学部 学生員 吉田真樹
 京都大学工学部 正員 井上晋 正員 宮川豊章 正員 藤井学

1.はじめに 近年問題となっているコンクリート構造物の劣化現象、ASR、塩害、中性化等において、重要な要因の一つとして水分の存在がある。コンクリート表面処理工法は水分制御が可能な補修工法の一つであるが、各種の処理仕様の水分制御特性が明確にされているとはいえ、誤った処理仕様を用いて逆に劣化を促進する可能性さえ指摘されている。本研究は、表面処理仕様の水分制御特性を把握することによって、劣化抑制効果との関連を明確化し、その基本的な位置付けを試みようとするものである。

2.実験概要 コンクリートとしては、W/C=0.70・C=205kg/m³・スランブ=8cmのもので、粗骨材として非反応性のもののみを用いたものと、反応性粗骨材をベシマム量混合したものの2種類を用いた。供試体は、打設後3日間20°Cの湿布養生を行なった後、材令1週まで20°C、R.H.80%の気中養生を行なった。なお、シリーズ2では、供試体の半数は、かぶりの約半分まで促進中性化させた。その後、室内に静置して、表面水分率が現場処理の目安となっている10%となった時点で表面処理を行なった。測定はすべて20°C、R.H.80%の恒温恒湿下で行った。表面処理仕様の条件を表1、2に示す。

表1 シリーズ1における表面処理

表面処理仕様		伸度 (%)	使用量 (μm)	略称
ライ ニ ン グ	エポキシ	4	60	E-4/60
		4	240	E-4/240
		100	60	E-100/60
		100	240	E-100/240
	ウレタン	100	60	U-100/60
		100	240	U-100/240
		400	60	U-400/60
		400	240	U-400/240
複 合 型	アクリル系	40	40	アクリル系
	ｼﾞﾌﾞﾝ+MMA	30	50	ｼﾞﾌﾞﾝ+MMA
	ｼﾞﾌﾞﾝ+PCM	72	1200	柔軟PCM
		145	1200	超柔軟PCM
含浸	ｼﾗﾝ	-	0.4	ｼﾗﾝ
未	無処理	-	-	無処理

シリーズ1: 水分制御特性の検討 平板供試体(30×30×2cm)に代表的な表面処理を施し、透湿試験および透水試験によって水分制御特性を検討した。鋼製の透湿試験箱に設置した供試体を通して水分量を測定し、単位面積、単位時間当りの通過量として透湿度を算定した。さらに、JIS A 6910「複層仕上げ塗材」の透水試験に準じて透水度を測定した。

シリーズ2: 抑制効果の検討 鉄筋(D10, 30cm)を3本、かぶりを2cmとして埋設した角柱供試体(10×10×40cm)に、シリーズ1の表面処理仕様の中から実績の多いものを4種類選定したものを施し、銀塩化銀電極を用いて分極抵抗、自然電位、コンクリート抵抗を矩形波分極抵抗法によって測定した(周波数: 0.1Hz, 電流: 100μA)。

表2 シリーズ2における表面処理

表面処理仕様	使用量(中塗り)	コンクリート
ライ ニ ン グ	エポキシ 膜厚: 240μm 伸度: 100%	非反応性 健全 非・半中性化
	ウレタン 膜厚: 240μm 伸度: 400%	
複 合 型	ｼﾞﾌﾞﾝ+PCM 膜厚: 1200μm 伸度: 72%	反応性 Cl ⁻ =5kg/m ³ 非・半中性化
	ｼﾞﾌﾞﾝ+MMA 膜厚: 50μm 伸度: 30%	
-	無処理	非・半中性化

また、25cm間隔で埋め込んだひずみ測定用プラグ間隔からひずみを求め、試験開始時からの重量変化を試験開始時の重量に対する比率としてそれぞれ求めた。環境条件としては、供試体を人工海水に鉄筋位置までつけた半浸漬を採用した。

3.結果および考察 シリーズ1: 水分制御特性の検討 透湿度と透水度の相関関係を図1、2に示す。いわゆる発水系の仕様が右上に位置しているのに対し、遮水系は左下に位置している。樹脂系の表面処理仕様においては膜厚、伸度による影響は小さいものの、伸度の大きな仕様の方が一般に透湿度、透水度ともに若干大きくなる傾向を示す。これに対して、ポリマーセメント・モルタル系の表面処理仕様においては、伸度、すなわちポリマーの添加量による影響が非常に大きく、伸度の大きな仕様の方が一般に透湿度、透水度ともに小さくなる傾向を示す。透湿度については、反応性コンクリートの方が一般に小さな値となっており、これは反応ゲルによる吸水によって水分逸散が生じ難くなっているものと考えられる。透水度については、無処理のものでは反応性で透水度が大きであるのに対して、処理したものについては小さな値

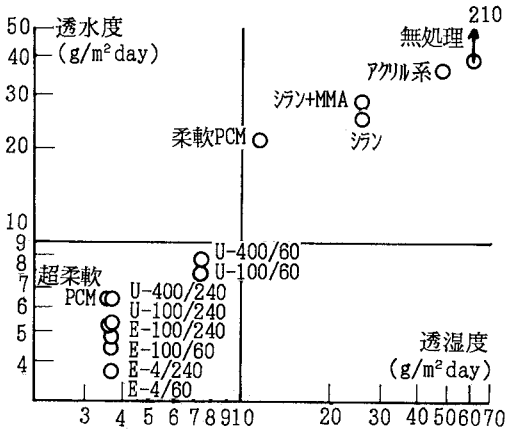


図1 透湿度と透水性の関係
-非反応性コンクリート

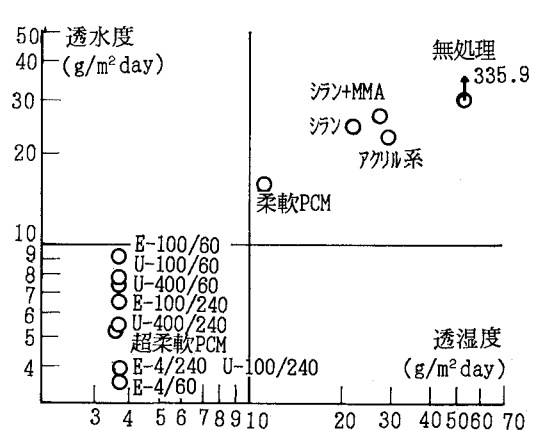


図2 透湿度と透水性の関係
-反応性コンクリート

が得られた。シリーズ2：抑制効果の検討
浸漬後、各測定値がほぼ落ちつき始めた時点での分極抵抗、コンクリート抵抗、自然電位、重量変化を表3、4、5、6に示す。分極抵抗は、シラン+PCMの非反応健全・非中性化を除けば、すべて無処理よりも処理供試体の方が大きく、抑制効果が認められる。これは、水や塩化物イオンの供給が抑制されたためと考えられる。また、シラン+PCMを除いて反応性の方が非反応性より大きい。一方自然電位は、ばらつきはあるものの、塩化物イオンを含む場合にはシラン+PCM次いでウレタンが、非反応健全ではエポキシ次いでシラン+MMAが最も貴である。短期間での結果ではあるが、半浸漬の環境条件では、健全なコンクリートに対する塩害の予防保全としては遮水系のエポキシが最も効果的であり、今回のように塩化物イオンが5.0kg/m³含まれている場合には、発水系のシラン+PCMが最も効果が高いようである。コンクリート抵抗値は、処理供試体ですべて無処理供試体よりも大きな値となっている。また、かぶりの約半分程度を促進中性化させた場合にあつては、無処理のものでは分極抵抗が小さく自然電位が卑であり腐食傾向が大きいものと考えられるが、処理を施したものでは逆の傾向を示しており、中性化のばらつき、含浸材、材令等の影響も含めて今後さらに検討する必要がある。重量変化については、処理を施したものは小さくなっており、ばらつきはあるものの発水系に比べて遮水系の方が小さい傾向がある。なお、ひずみについては収縮するものが多く、非反応性供試体において顕著であった。しかし、わずかの膨張しか得られていないため、ここではその結果の詳細は省略する。従来行っている結果によれば、今回程度の半浸漬状態であれば、遮水系よりも発水系の方が良好なアルカリ骨材膨張抑制効果を示す可能性もあろう。

最後に、本研究に際して御協力していただいた、(株)中研コンサルタント、大阪セメント(株)、サンユレジン(株)、住友ゴム工業(株)、恒和化学工業(株)、ショーボンド建設(株)の皆様方に深く謝意を表します。

表3 分極抵抗 単位: Ω

		エポキシ	ウレタン	シラン+MMA	シラン+PCM	無処理
非反応健全	非中性	725	1075	632	259	474
	半中性	1358	1192	781	1790	214
反応性C1=5	非中性	238	189	193	157	105
	半中性	414	482	323	378	66
非反応C1=5	非中性	144	171	180	576	39
	半中性	320	345	208	328	19

表4 自然電位 単位: mV

		エポキシ	ウレタン	シラン+MMA	シラン+PCM	無処理
非反応健全	非中性	39	80	104	263	94
	半中性	154	140	98	140	387
反応性C1=5	非中性	262	268	283	247	389
	半中性	227	174	234	174	505
非反応C1=5	非中性	281	281	247	49	466
	半中性	227	192	303	192	602

表5 コンクリート抵抗 単位: Ω

		エポキシ	ウレタン	シラン+MMA	シラン+PCM	無処理
非反応健全	非中性	106	85	138	98	54
	半中性	402	359	282	184	56
反応性C1=5	非中性	93	107	114	103	65
	半中性	292	229	234	276	54
非反応C1=5	非中性	107	96	102	101	60
	半中性	220	264	269	232	42

表6 重量変化 単位: %

		エポキシ	ウレタン	シラン+MMA	シラン+PCM	無処理
非反応健全	非中性	0.11	-0.05	0.03	0.04	1.84
	半中性	0.02	0.02	0.04	0.13	2.47
反応性C1=5	非中性	-0.01	-0.05	0.05	0.03	1.84
	半中性	0.03	0.01	0.08	0.18	3.11
非反応C1=5	非中性	-0.02	-0.04	0.02	-0.02	1.23
	半中性	0.02	0.02	0.07	0.19	2.97