

コンクリート表面樹脂ライニングの 耐久性設計に関する基礎的研究

京都大学 正員 小林 和夫 正員 宮川 豊章 学生員 佐藤 弘文
村本建設 正員○久米 生泰 学生員 喜多 章行

1. はじめに：塩害やアルカリ骨材反応等によるコンクリート構造物の早期劣化が問題となっている今日、その耐久性が改めて重要視され始めている。この様な動きの中から、設計段階において耐荷力に与えられている重要性和同程度のものを耐久性に対しても与えるべきとする耐久性設計の考え方が生まれてきたが、その体系立った研究は行われていないのが現状である。そこで本研究では、新設、既設構造物の劣化防止方法として広く用いられているコンクリート表面樹脂ライニングを取り上げ、鋼材腐食が始まっている場合にその速度を律速すると言われる酸素の透過性を実験的に求めることにより、防食に関する耐久性設計についての基礎的資料を得ることとした。

2. 実験概要：本実験では、供試体内部の鋼板の限界電流を測定することにより酸素拡散定数を求める透気性試験を行った。

要因としては次の3種を取り上げた。

①水セメント比：コンクリートの密実性の相違による透気性への影響を調べるために、30%、40%、50%、60%の4種を用いた。

②ライニングの種類：現在一般によく用いられているものとして、エポキシ系、ウレタン系、MMA含浸系、シラン含浸系、シラン含浸の上にPCM（ポリマーセメントモルタル）を併せ用いる系の5種を用いた。

③ライニングの膜厚など：エポキシ系、ウレタン系については膜厚による透気性の影響を調べるために、「道路橋の塩害対策指針（案）・同解説」および現在の補修工事の実績を元に120 μ m、240 μ m、500 μ m、1000 μ mの4種を用いた。MMAは500g/m²と1000g/m²の2種、シランは130g/m²の1種、PCMは0.5mmと1.2mmの2種を用いた。供試体は1つの要因に2個ずつ作製した。供試体の一覧を表. 1に示す。

試験期間は7日とし、定常値を求めた。定常とならない場合については、7日間の最小電流値を限界電流とした。

3. 結果と考察

試験の結果得られた限界電流値の平均値よりかぶりコンクリートとライニング膜厚を見

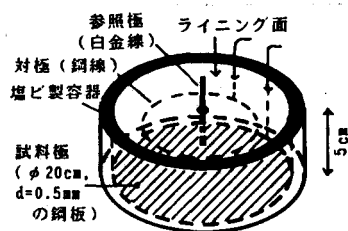


図. 1 供試体図

表. 1 供試体一覧

供試体名	W/C (%)	ライニング種類	膜厚、塗布量	供試体名	W/C (%)	ライニング種類	膜厚、塗布量
50-E(120)-45	50	エポキシ	120(μ m)	30-E(240)-45	30	エポキシ	240(μ m)
50-E(240)-45			240(μ m)	30-E(240)-45		ウレタン	240(μ m)
50-E(500)-45			500(μ m)	30-E(500)-45		MMA	500(g)
50-E(1000)-45			1000(μ m)	30-S(130)-45		シラン	130(μ m)
50-E(120)-45		ウレタン	120(μ m)	30-P(130+1.2)-45	30	シラン+PCM	130(g)+1.2(mm)
50-E(240)-45			240(μ m)	30-B-45		なし	—
50-E(500)-45			500(μ m)	40-E(240)-45	40	エポキシ	240(μ m)
50-E(1000)-45			1000(μ m)	40-E(240)-45		ウレタン	240(μ m)
50-E(500)-45		MMA	500(g)	40-E(500)-45		MMA	500(g)
50-E(1000)-45			1000(g)	40-S(130)-45		シラン	130(g)
50-S(130)-45		シラン	130(g)	40-P(130+1.2)-45	40	シラン+PCM	130(g)+1.2(mm)
50-P(130+0.5)-45		シラン+PCM	130(g)+0.5(mm)	40-B-45		なし	—
50-P(130+1.2)-45		PCM	130(g)+1.2(mm)	60-E(240)-45	60	エポキシ	240(μ m)
50-B-45		なし	—	60-E(240)-45		ウレタン	240(μ m)
				60-E(500)-45		MMA	500(g)
				60-S(130)-45		シラン	130(g)
				60-P(130+1.2)-45		シラン+PCM	130(g)+1.2(mm)
				60-B-45		なし	—

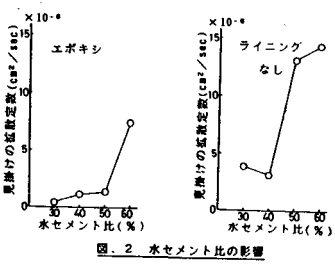
掛けの拡散層と求めて求めた見掛けの酸素拡散定数を表. 2 に示す。これよりライニングなしの供試体の拡散定数は $10^{-5} \sim 10^{-6} \text{ cm}^2/\text{sec}$ の範囲にあり、含水率が70~80%であったことを考慮すると小林ら¹⁾の報告と近似している。水セメント比と拡散定数との関係をライニングなし、およびエポキシについて図. 2 に示す。

その他のライニングにおいても、多少ばらつきはあるが同様の傾向を示しており、水セメント比の増大によって酸素拡散量は増大し、特に60%で顕著である。試験終了後のコンクリート抵抗と限界電流値との関係を図. 3 に示す。一般に水セメント比が大きい程コンクリート抵抗は小さく、限界電流値は大きなことが明確に認められる。長期間乾燥した場合にはこの逆となることが知られているが、通常の乾湿繰り返し作用を受ける構造物は本実験の含水率に近い状態であると考えられ、酸素の拡散についても現実に近い状態と見なしてよいものと考えられる。

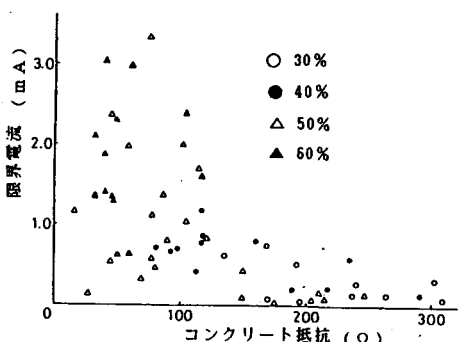
表. 2 見掛けの拡散定数

試験体名	見掛けの酸素 拡散定数 $\times 10^{-6} (\text{cm}^2/\text{sec})$	試験体名	見掛けの酸素 拡散定数 $\times 10^{-6} (\text{cm}^2/\text{sec})$
30-E(120)-00	0.35	30-E(240)-00	0.42
30-E(240)-00	1.15	30-E(360)-00	1.52
30-E(360)-00	0.60	30-E(500)-00	0.24
30-E(600)-00	0.55	30-E(120)-30	1.54
30-E(120)-00	5.09	30-P(120+0.5)-00	1.04
30-E(240)-00	6.09	30-E-00	3.21
30-E(360)-00	3.02	40-E(120)-00	0.97
30-E(1000)-00	2.06	40-E(240)-00	1.89
30-E(300)-00	3.03	40-E(360)-00	3.33
30-E(1000)-00	1.77	40-E(120)-00	4.80
30-E(120)-00	0.68	40-P(120+0.5)-00	3.78
30-P(120+0.5)-00	8.40	40-E-00	2.58
30-P(120+1.2)-00	6.40	40-E(240)-00	6.19
30-E-00	10.90	40-E(360)-00	7.62
		40-E(500)-00	12.47
		40-E(120)-00	6.38
		40-P(120+0.5)-00	9.37
		40-E-00	11.01

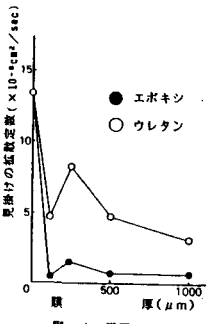
ライニングの膜厚が拡散定数に与える影響をエポキシ、ウレタン系について図. 4 に示す。



ばらつきは大きいものの拡散定数は膜厚の増大に伴って小さくなり、酸素の拡散を抑制する能力は大きくなるようである。



見掛けの拡散定数という考え方からすると、拡散定数が $1/n$ 倍になれば、かぶりは見掛け上 n 倍になると同等である。したがって、ライニングをかぶりの増厚に置き換えることが可能になり、多くのデータからある程度の信頼性を持ってそれを表すことができれば、腐食発生後、許容腐食量に達するまでの時間を推定することが可能になる。本研究で用いたエポキシライニング ($240 \mu\text{m}$) では、腐食発生から許容腐食量に達するまでの時間は、ライニングなしの場合に比べて約9倍長くなると考えられる。



尚、本実験を行うにあたり、多大なる御支援をいただいた、大阪セメント(株)、恒和化学工業(株)、サンユレジン(株)、住友ゴム(株)の皆様に深く感謝致します。

(*) 小林一輔、出頭圭三：各種セメント系材料の酸素の拡散性状に関する研究，コンクリート工学論文集，Vol.24，No.12，Dec.1986。