

京都大学 学生会員 ○玉井 譲 学生会員 久保善司 正会員 服部篤史 フェロー会員 宮川豊章
ショーボンド建設(株) 正会員 栗原慎介

1. はじめに

コンクリート構造物の劣化原因の代表的なものとしてアルカリ骨材反応および鉄筋腐食がある。これらの劣化メカニズムにおいて、コンクリート中の水分は重要な要因となっている。内部水分の逸散が重要な場合には、シラン系撥水剤による表面処理が注目され、近年では、施工時の安全性および環境への懸念から有機溶媒を使用しない 100%シランの検討がされている。本研究では、シランの分子構造が撥水性能に与える影響を把握するとともに、コンクリートの含水状態および密実性が撥水性能に与える影響についても検討を行った。

表-1 実験要因

シランの種類(分子量)	デシルトリメトキシシラン(262)、ヘキシルトリメトキシシラン(206)、ヘキシルトリエトキシシラン(248)、イソブチルトリメトキシシラン(178)、イソブチルトリエトキシシラン(220)
シランの適用方法	刷毛塗り
コンクリートの含水状態	90%、85%、70%
コンクリートの密実性	W/C=60%、50%、40%
環境条件	水中環境:水分遮断性を評価するために水道水中に供試体(4×4×16cm)を静置した。水中環境下における質量増加を供試体質量で除したものを透湿度とした。 室内環境:水分逸散性を評価するために恒温恒湿室内に供試体(φ5×10cm)を静置した。室内環境下における質量減少を供試体質量で除したものを透湿度とした。

2. 実験概要

シランの分子構造の影響を検討するため、コンクリート供試体に種々のシランを適用し、コンクリートの撥水性を検討した。アルコキシ基がメトキシのシランを3種類、エトキシのシランを2種類、計5種類のシランを用意した。シランの適用量については、含浸性および施工性に問題を生じない最大の適用量を予備実験によって決定した。処理時のコンクリートの含水状態が与える影響を検討するため、コンクリートの含水率として90%、85%および70%の3種類を設定した。また、コンクリートの密実性がシランの撥水性に与える影響を検討するために水セメント比が60%、50%および40%の3種類を用意した。実験要因を表1にまとめて示す。シランの適用量を表2に示す。

表-2 シランの適用量(g/m²)

	コンクリートの含水率		90%		85%		70%	
	コンクリートの水セメント比		60%	60%	60%	50%	40%	40%
シランの分子量	262	50	70	100	70	50	50	
	206	—	—	150	—	—	—	
	248	—	—	200	—	—	—	
	178	—	—	400	—	—	—	
	220	400	600	800	600	400		

3. 結果および考察

(1)分子構造の影響 分子量と含浸量および撥水層の関係を図1に示す。含浸量については、同じ親水基で比較すると、メトキシのものでは同程度であり、エトキシのものでは分子量が大きい方が含浸量は小さくなった。撥水層については、分子量が小さいものが撥水層は若干大きくなった。親水基がエトキシであるシランはメトキシのものに比べ含浸量および撥水層は大きくなった。分子量が小さいシランは揮発性が大きいので、適用したシランの多くが揮発してしまう。しかし、多量のシランを適用した場合には、コンクリートに深く含浸し、分子量が大きいものと同程度あるいは若干大きな含浸量および撥水層が得られたものと考えられる。

また、親水基がエトキシであるシランは加水分解速度が小さくなり、メトキシのものに比べてコンクリートに深く含浸することができたため、含浸量および撥水層が大きくなったものと考えられる。

分子量と透湿度の関係を図2に示す。同じ親水基で比較すると、メトキシのものでは、分子量262のシランのみ透湿度は若干小さく、エトキシのものでは同程度であった。含浸量および撥水層は分子量が小さいも

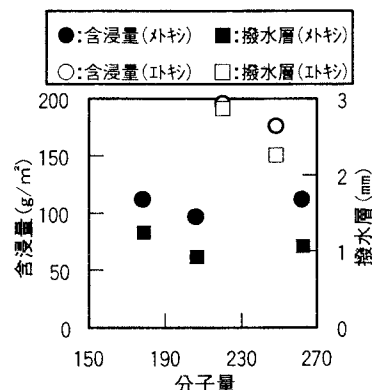


図-1 分子量と撥水層および含浸量

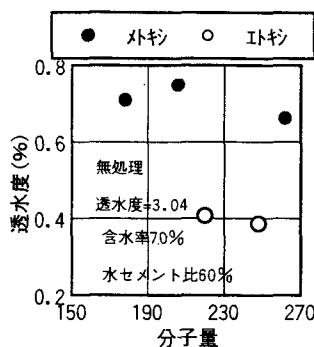


図-2 分子量と透湿度

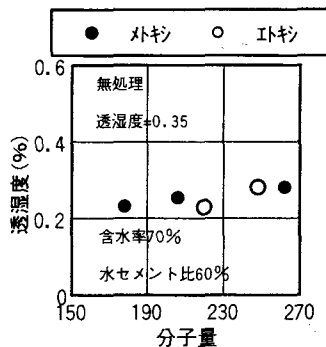


図-3 分子量と透湿度

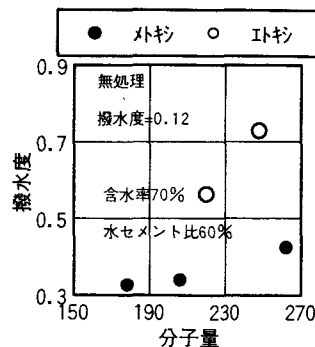


図-4 分子量と透湿度

のほど大きい、あるいは若干大きい傾向にあるものの、分子量が大きいものほど疎水基であるアルキル基が大きい、水分遮断性に優れており、透湿度が小さくなったものと考えられる。親水基がエトキシのシランの方がメトキシのものより透湿度は小さくなった。親水基がエトキシであるシランは、メトキシのものに比べ含浸量および撥水層はきわめて大きく、疎水基が小さいにもかかわらず大きな水分遮断性が得られ、透湿度が小さくなったものと考えられる。分子量と透湿度の関係を図3に示す。同じ親水基で比較するとメトキシのものでは、分子量にかかわらず透湿度は同程度であった。エトキシのものでは、分子量が大きいものほど透湿度は大きくなった。

分子量と撥水度の関係を図4に示す。撥水度は透湿度を透湿度で除したものとした。透湿度が小さく、透湿度が大きいものほど、撥水度は大きくなり、撥水性に優れていると考えられる。同じ親水基で比較すると、メトキシのものでは、分子量262のシランの撥水度は若干大きくなった。エトキシでは、分子量が大きいものほど撥水度は大きくなった。エトキシとメトキシを比較すると、エトキシの方がきわめて撥水度は大きくなった。

(2) コンクリートの含水状態の影響 コンクリートの含水率と撥水度の関係を図5に示す。コンクリートの含水率が大きいものほど撥水度は小さくなっており、適用時のコンクリートの含水状態が撥水性に与える影響はきわめて大きいものと考えられる。分子量262のものに比べて撥水度は小さくなった。適用時のコンクリート表面の乾燥が困難な場合でも親水基がエトキシである分子量220のシランは優れた撥水性を期待できるものと考えられる。

(3) コンクリートの水セメント比の影響 コンクリートの水セメント比と撥水度の関係を図6に示す。水セメント比にかかわらず分子量262のシランの撥水度は同程度であった。分子量220のシランについては、水セメント比が大きいものほど撥水度は大きくなった。分子量262のシランと分子量220を比べると、水セメント比が40%における撥水度は同程度であった。密実なコンクリートにおいてはシランの分子構造が撥水性に与える影響は顕著ではないものと考えられる。

(4) シランの総合評価 適用時のコンクリート表面の乾燥が困難な場合を除けば、分子量262のシランは比較的少ない適用量で優れた撥水性を期待できるものと考えられる。分子量248のシランは多量のシランを適用しなければならず、施工期間も長くなるものの今回用いたシランの中では最も優れた撥水性を期待できるものと考えられる。

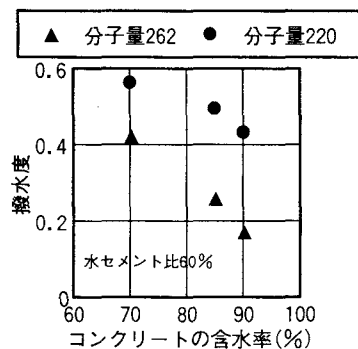


図-5 コンクリートの含水率と透湿度

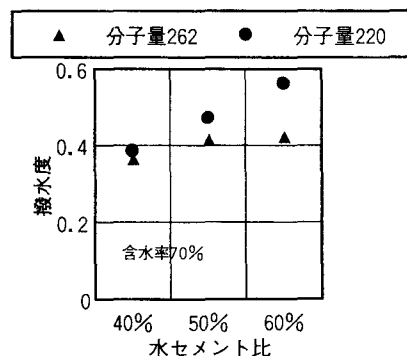


図-6 コンクリートの水セメント比と透湿度