

京都大学 学生員○田中博一 正員 服部篤史 正員 井上晋 正員 宮川豊章
京都大学 正員 藤井学 ショーボンド建設 正員 栗原慎介

1. はじめに

水分はコンクリート構造物の劣化の原因となることも多く、現在、コンクリート中の水分制御が可能なコンクリート表面処理仕様の検討が行われている。なかでも、アルカリ骨材反応や鉄筋腐食による劣化を生じたコンクリート構造物の補修方法として、シランを代表とする発水剤による表面処理が注目を浴びている。本研究ではシランの分子構造を変化させ、これらが発水性に与える影響を検討し、アルカリ骨材膨張および鉄筋腐食に対する抑制効果を把握しようとするものである。

2. 実験概要

1) シランの分子構造：シランの疎水基（アルキル基）と親水基（アルコキシ基）の種類、大きさおよび個数を変化させることによって、シランの分子構造を変化させ、表-1に示す計9種類のシランを用意した。

2) 供試体：供試体は非反応性コンクリート（W/C=60%）を用いた小角柱供試体（4×4×16 cm）と

略 称	分 子 式	分子量	備 考
GMGMS	$(CH_3)_2Si(OCH_3)_2$	120	アルコキシ基が2個
MTMS	$CH_3Si(OCH_3)_3$	136	アルコキシ基が メトキシ
ETMS	$C_2H_5Si(OCH_3)_3$	150	
IBTMS	$C_4H_9Si(OCH_3)_3$	178	
NOTMS	$C_8H_{17}Si(OCH_3)_3$	234	
NDTMS	$C_{10}H_{21}Si(OCH_3)_3$	262	
NODTMS	$C_{18}H_{37}Si(OCH_3)_3$	374	アルコキシ基が エトキシ
MTES	$CH_3Si(OC_2H_5)_3$	178	
NODES	$C_{18}H_{37}Si(OC_2H_5)_3$	416	

表-1 シランの種類

し、約3ヶ月水中養生した後、以下の4シリーズの前養生期間を設定をした。シリーズ1：1週間気中乾燥させたもの、シリーズ2：3週間気中乾燥させたもの、シリーズ3：1ヶ月間気中乾燥させたもの、シリーズ4：80℃の乾燥炉で絶乾状態にしたもの。

シラン含浸による表面処理を行った2日後から供試体をそれぞれ、室内、水中、促進および自然環境下に静置し、それぞれの環境下での発水効果を重量変化率から検討した。

3. 結果および考察

外部水分のコンクリート内部への浸入を抑制するという観点に立てば、吸水量は小さい方が望ましいが、コンクリート内部の水分を逸散させるという観点に立てば、水分の移動をある程度許すような能力を持っていることが望まれる。前者は主として液体状の水分での透湿度に、後者は気体状の水分での透湿度に関連するものと考えられる。したがって、AAR膨張や鉄筋腐食を抑制する目的でコンクリート構造物に施す表面処理には、小さな透湿度と大きな透湿度を合わせ持ったものが好ましいと考えられる。このことは室内環境における重量減少を（透湿度）、水中環境における重量増加を（透湿度）の指標とすれば、ある程度（透湿度）が大きく、（透湿度）／（透湿度）で示される値が大きいほど水分制御能力の高いつまり発水性の高い表面処理ということを示している。

①透湿度：分子量と透湿度の関係を図-1に示す。短期の9日では分子量の小さいものが分子量の大きなものと比べて透湿度が大きな傾向があり、長期の

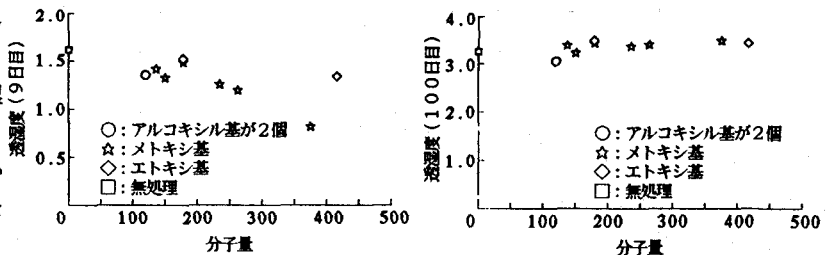


図-1 分子量と透湿度の関係

Hirokazu TANAKA, Atusi HATTORI, Susumu INOUE, Toyoaki MIYAGAWA, Manabu HUIJI, Sinsuke KURIHARA

100日では分子量によって透湿度はあまり変わらない。分子量が大きな方が透湿度は小さくなるものと考えられたが、この効果は、コンクリートの含水量の大きな初期に限られているようである。なお、エトキシ基のものについては分子量の影響は小さい。

②透湿度：分子量と透湿度の関係を図-2に示す。

9日、100日いずれにおいても、分子量が大きいものほど水分遮断性に優れている。これは、親水基であるアルコキシ基は同じであっても疎水基であるアルキル基の大きさが分子量が大きくなるにつれて大きくなるためと考えられる。

③(透湿度) / (透湿度) : 分子量と (透湿度) / (透湿度) の関係を図-3

に示す。短期の9日においては、分子量120, 138, 150,

178 (MTES) では無処理と同程度もしくは劣っており、ほとんど発水性が認められない。282, 234, 374, 418では、良好な発水性が認められる。長期の100日においても、分子量120や178 (MTES) ではほとんど発水性が認められず、分子量374, 282, 418, 234の順に良好な発水性が認められる。メトキシ基については、短期の9日においては、分子量282までは分子量が大きくなるにつれて発水性が優れ、374ではかえって若干小さくなる傾向が認められ、長期の100日においては、9日のような極値を示さず分子量が大きいほど発水性が優れている。分子量の大きなものは小さいものより透湿度は常に小さいが、短期においては、分子量が小さいものほど大きなものに比べて透湿度が大きくなるためこのような極値を示し、長期的には、透湿度の差が小さくなるため常に透湿度が小さな分子量が大きいものが発水性に優れる傾向を示すものと考えられる。現実の土木構造物にあっては、乾湿繰返し作用を受ける場合が多く、長期的な性能も必要であるが、短期の性能も重要であり、374よりむしろ282あるいは234の方が効果的である可能性も高い。

178 (IBTMS), 178 (MTES) は、分子量は同じであるがIBTMSの方がMTESよりも発水性が優れている。これは、透湿度は同程度であるが、IBTMSの方がMTESよりも疎水基 (アルキル基) が大きく親水基 (アルコキシ基) が小さいために、IBTMSがMTESよりも水分遮断性に優れているためと考えられる。なお、374は418より分子量が小さいにもかかわらず発水性が優れている。これは374と418は疎水基 (アルキル基) の大きさは同じであるが、親水基 (アルコキシ基) は418の方が大きいのでより大きな透湿度を示すためと考えられる。以上より、疎水基 (アルキル基) が大きく親水基 (アルコキシ基) が小さいものが発水性に優れているものと考えられる。

4. まとめ

分子量によってシランの長期的な透湿度はほとんど差はなく、透湿度は分子量が大きいほど小さい。したがって、シランの長期的な発水性は主としてシランの透湿度に支配されている。しかし、現実の土木構造物においては、乾湿繰返しを受ける場合も多く短期的な性能も重要である。したがって、極めて分子量の大きなシランでは短期での透湿度が劣り、本研究では282あるいは374の分子量のものが最も優れているものと考えられる。

参考文献 J. G. Keer : SURFACE TREATMENTS, DURABILITY OF CONCRETE STRUCTURES, E&FN SPON, pp. 146~165, 1992.

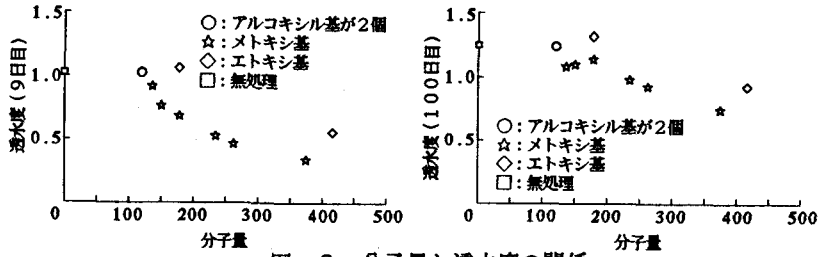


図-2 分子量と透湿度の関係

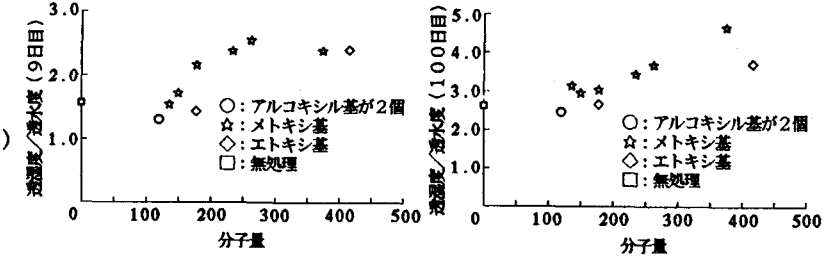


図-3 分子量と(透湿度) / (透湿度) の関係