

種々の発水系材料の ASR 膨張抑制効果について

金沢大学大学院 学生員 ○外岡 広紀 金沢大学工学部 正会員 久保 善司
鹿島建設（株） 正会員 林 大介 鹿島建設（株）正会員 坂田 昇

1. はじめに

近年、アルカリ骨材反応（以下 ASR）による過大膨張を生じて、コンクリート強度の低下、鉄筋の降伏・破断などに至る著しく劣化したコンクリート構造物が報告されている。著しく劣化した構造物を含めて、構造物の要求性能および使用・環境条件に合った適切な補修・補強対策の確立が急務となっている。ASR 補修においては、水分逸散が可能な環境条件では、発水系材料による表面処理が期待されている¹⁾。近年では、耐久性の改善および性能の向上を目的とし、揮発性の低い高分子量のシロキサンと浸透性に優れたシランを複合したシラン・シロキサン系材料の開発も行なわれている²⁾。

本研究では、種々の発水系材料の含浸性状および発水効果と比較・検討し、発水系材料の仕様が ASR 膨張抑制効果に与える影響について検討を行った。

2. 実験概要

コンクリートの示方配合を表-1 に示す。セメントとして普通ポルトランドセメントを用いた。細骨材として手取川産の骨材（密度： 2.61g/cm^3 ，吸水率： 1.21% ）を用いた。粗骨材として常願寺産の反応性骨材（密度： 2.60g/cm^3 ， G_{max} ： 10mm ）を用いた。等価アルカリ量を 8kg/m^3 に設定し、添加アルカリとして NaNO_2 を用いた。

発水材に関しては、親水基がエトキシであるシランは多量の適用量を必要とするものの、浸透性および発水性に優れるとされている¹⁾。既往の研究結果¹⁾をもとに分子量が220のものと、これよりも揮発性の低い分子量248のものを用意した。また、異なる分子量を組み合わせることで、優れた性能（含浸性、発水効果）が得られるものと予想されるため、分子量220と分子量248を組み合わせ適用するものを用意した(220+248)。さらに、近年開発された市販のシラン・シロキサン複合タイプ²⁾のものを用意した。発水材の種類と適用量を表-2に示す。

供試体は、コンクリート供試体(100×100×400mm)を用いて、所定の適用量になるまで刷毛塗りで含浸した。含浸終了後、促進環境下(40℃・100%R.H. と 20℃・60%R.H.の12時間ごとの繰返し)に暴露した。

測定項目として、含浸後割裂し、その断面を霧吹きを用いて湿らせ、濡れ色を示さない範囲を発水層として測定した。また、供試体の質量のおよび表面ひずみを暴露開始時より経時的に測定した。

3. 実験結果および考察

3.1 含浸性状

含浸処理終了後の発水層を図-1 に示す。シラン単体で用いた分子量 220 のものの発水層は、分子量 248 のものより大きく既往の研究結果¹⁾と一致した。組み合わせ適用した 220+248 のものについては、単体で用いた分子量 220 と分子量 248 の中間程度の発水層となった。異なる分子量を組み合わせ混合することで、適用

キーワード シラン，シロキサン，表面処理，水分制御，膨張抑制

連絡先 〒920-8667 金沢市小立野 2-40-20 金沢大学工学部土木建設工学科 TEL076-234-4620

表-1 示方配合

W/C (%)	単位量 (kg/m ³)					単位量 (cc/m ³)
	W	C	S	G	NaNO ₂	減水剤
55	190	345	915	911	7.65	701

表-2 発水材の種類と適用量

発水材の略称	分子量	適用量 (g/m ²)
220	220	800
248	248	200
220+248 (500)	220	400
	248	100
220+248 (250)	220	200
	248	50
複合タイプ (400)	シラン (分子量約 250) シロキサン	400
複合タイプ (200)	シラン (分子量約 250) シロキサン	200

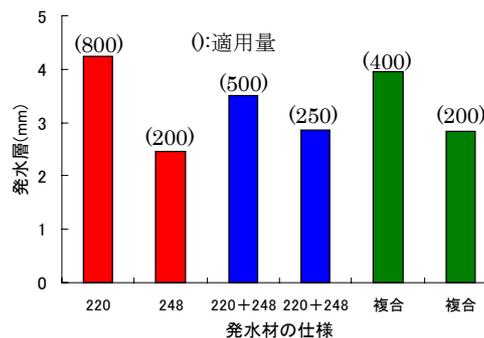


図-1 発水層

量を抑えて大きな発水層を得ることが可能であると考えられる。

一方、複合タイプのものについては比較的

小さな適用量で大きな発水層が得られており、シランとシロキサンを複合したことによる所期の効果が発揮されたものと考えられる。

適用量の影響については、適用量が大きいものの方が発水層は大きくなった。耐久性の観点からは大きな含浸量および発水層が必要となり、含浸可能な範囲内で適用量を増やすことで耐久性の確保が可能であると考えられる。

3.2 質量変化率

質量減少率の経時変化を図-2に示す。無処理のものは暴露直後に質量増加を示し、暴露60日以降に再び質量増加の傾向を示した。一方、含浸処理されたものは、発水材の種類にかかわらず、質量減少を示した。無処理のものは暴露直後において水分を吸収した後、高い含水状態を維持しながら、ASRが進行し、60日以後ゲルによる吸水を生じたためと考えられる。含浸処理されたものは、促進環境下において発水効果を示し、内部の水分を逸散させたためと考えられる。

3.3 表面ひずみ

表面ひずみの経時変化を図-3に示す。無処理のものが1200 μ 程度の膨張を示しているのに対し、220+248(250)のものを除き、含浸処理されたものは700 μ 程度に膨張量は抑制された。完全な膨張抑制はできなかったものの、膨張が生じた後も発水効果による膨張抑制能力が発揮されたものと考えられる。一方、220+248(250)のものは、膨張が他の処理されたものより大きく、1000 μ 程度の膨張となった。220のものは浸透性に優れたものの、揮発性が大きいため、適用量に対して有効に含浸される量が小さく、今回の組み合わせにおける適用割合においては、220の割合が大きかったため、揮発する割合が多くなり、他のものより発水効果が小さくなった可能性が高い。

膨張開始時に着目すると、無処理のものおよび220+248(250)のものでは、暴露約30日後に膨張が生じたのに対して、分子量220のものでは暴露約40日後に、その他のものについては暴露約45日後に膨張を生じた。

220+248(250)のものを除き、発水材による膨張遅延効果が認められた。一方、220+248(250)のものは、無処理のものと同時期に膨張が生じており、膨張抑制効果の結果と同様に、発水効果は他のものより小さいもの推察される。

4. まとめ

- (1) 異なる分子量を組み合わせることで、含浸性能の改善が可能であった。
- (2) 含浸処理されたものは無処理のものに比べて膨張は小さく、発水効果による、膨張抑制効果が認められた。
- (3) 完全な膨張抑制は困難であったものの、促進環境下においても発水効果による水分逸散が認められ、今回検討した発水材は実環境において優れた発水効果を持つものと考えられる。

参考文献

- 1) 久保善司ほか：シラン含浸コンクリートの発水性能評価，材料，Vol.52, No.9, pp.1095-1100, 2003
- 2) 林ほか：シラン・シロキサン系撥水材の開発，コンクリート工学年次論文報告集，Vol.22, No.1, pp.301-306, 2000.6

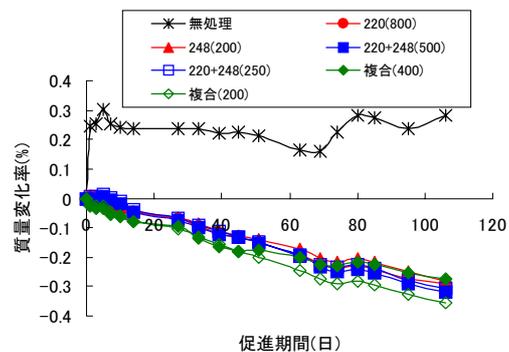


図-2 質量変化率の経時変化

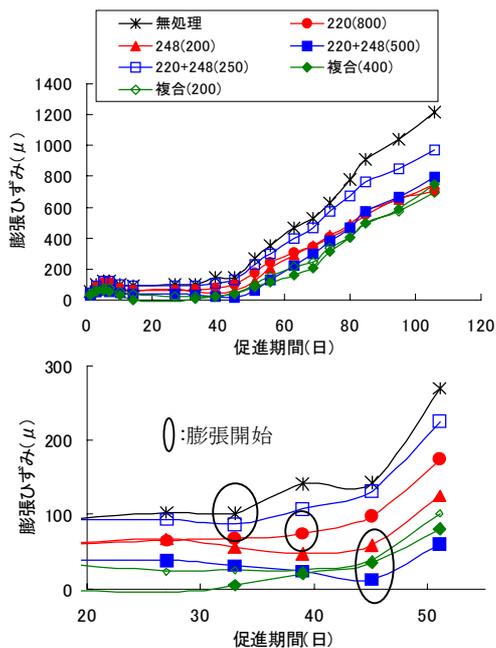


図-3 ひずみの経時変化