

V-95

表面処理によるASR膨張の抑制に関する研究

京都大学工学部 正会員 藤井 学 正会員 小林和夫 正会員 宮川豊章
広島県 菅島章文○学生員 久田 真

1. はじめに

コンクリート構造物がアルカリ・シリカ反応（ASR）による膨張損傷を受けている場合、それ以後の膨張を防止するためには、表面処理等によるコンクリート内部の水分量を制御することが極めて重要である。本研究では、わが国の環境下において、ASR膨張抑制効果の期待できる各種の表面処理方法についてそれぞれの膨張抑制効果を検討するとともに、表面処理施工段階における2種類の要因を取り上げ、それぞれがASR膨張抑制効果に与える影響を検討した。

2. 実験概要

本実験は以下の2シリーズに分けて行った。なお、コンクリートの示方配合を表1に、それぞれの供試体の種類と本数を表2に示す。また、供試体作製時には、コンクリート中の等価アルカリ量が $8\text{kg}/\text{m}^3$ となるようにNaClを添加した。

シリーズ1：わが国において代表的な数種の表面処理仕様を施した角柱供試体（寸法

： $10\times 10\times 40\text{cm}$ ）を、室外環境（風雨等の影響を直接受ける）と乾湿環境（わが国のクリティカルな温湿度環境を想定し、 40°C 、RH100%および 20°C 、RH80%を12時間おきに繰返す）とに分類し、各々の抑制効果を比較、検討した。

シリーズ2：宮川らの研究¹⁾により、シリーズ1において良好な結果の得られた発水系のシラン含浸を選び、さらに耐候性および中性化抑制の向上を図る目的でPCM（ポリマーセメントモルタル）を上塗りとして施したものについて、次の2要因に基づく検討を行った。
〔要因1〕表面積と体積との比（ S/V ）；コンクリート表面における水分の浸透、逸散には S/V の影響が大きいものと考えられる。したがって本実験では、 S/V を0.45（供試体寸法： $10\times 10\times 40\text{cm}$ ）0.32（同； $15\times 15\times 40\text{cm}$ ）0.25（同； $20\times 20\times 40\text{cm}$ ）の3種類に設定し、 S/V がASR膨張抑制効果に与える影響を比較検討した。

〔要因2〕施工面積率；コンクリート全表面への表面処理が不可能な場合を想定して、 $10\times 10\times 40\text{cm}$ の角柱供試体に、施工面積率がそれぞれ1、 $1/2$ 、 $13/18$ 、0になるように表面処理を施し、比較、検討を行った。

3. 結果および考察

シリーズ1におけるひずみの経時変化を図1、2に示す。これらによれば、シランによるASR膨張抑制が最も効果的である。これは本実験において設定した上記の2つの環境条件がいずれも水分逸散の機会を持ちシランの持つコンクリート内部の水分逸散能力が発現されたものと考えられる。

シリーズ2における要因1についてのひずみの経時変化を図3に示す。また、最終の膨張量、重量測定値をもとに、下式により膨張抑制効果 E_e および水分増加抑制効果 E_w を算定し、ASR膨張に対する表面処理効

表1 コンクリートの示方配合

シリーズ	種別	粗骨材の最大寸法	スランプの範囲	空気量	水セメント比	細骨材率 s/a	単位量 (kg/m³)						
					W/C			水	セメント	粗骨材	粗骨材G	粗骨材G	グレンツク
		(mm)	(cm)	(%)	(%)		(%)	W	C	s	(反応性)	(非反)	(cc)
1	反応性	20	9±1	4±0.5	50	44	176	352	754	—	1010	88①	
	非反応性	20	—	4±0.5	50	44	176	352	754	468	493	106②	
2	反応性	20	9±1	4±0.5	50	44	176	352	783	—	1010	35.2③	
	非反応性	20	—	4±0.5	50	44	176	352	783	468	493	35.2③	

(注)コンクリート練り混ぜ時の投入量：反応性：水→NaCl→ヴィンソル ①は0.025%、②は0.003%、③は0.01%

表2 供試体の種類および本数

(シリーズ1：普通ポルトランドセメント使用)

使用骨材	非反応性	処 理						
		無処理		ライニング		含 浸		
補修	なし	なし	ウレタン	エポキシ	MMA	シランA	シランB	無機
略 称	非反応性	無処理	ウレタン	エポキシ	MMA	シランA	シランB	無機
本 数	2	2	2	2	2	2	—	2
本 数	2	2	2	2	2	2	2	2

(シリーズ2)

① S/V による比較
(普通ポルトランドセメント使用、室外環境)

S/V 寸法 (cm)	0.25 20×20×40	0.32 15×15×40	0.45 10×10×40
種類の有無	有	有	有
本 数	2	2	2

② 施工面積率による比較
(普通ポルトランドセメント使用、乾湿環境)

施工面積率	1	13/18	1/2	0
本 数	2	2	2	2

果を評価する上での指標とした。

$E_e = \varepsilon_r / \varepsilon_{rr}$ （ここに、 $\varepsilon_r = \varepsilon - \varepsilon_{nn}$ ；ASRによる膨張量、 ε ；各供試体のひずみ（膨張を+）、 ε_{nn} ；同一環境下における非反応性供試体のひずみ、 ε_{rr} ；同一環境下における反応性無処理供試体の ε_r ）

$E_w = W - W_r$ （ここに、 W ；各供試体の重量変化率、 W_r ；同一環境の反応性無処理の重量変化率）

S/V とこれらの指標との関係を図4に示す。無処理の供試体では、いずれも著しい膨張を示しているものの、 S/V の影響は必ずしも明確ではない。一方、表面処理を行った供試体では、著しい膨張はみられず、しかも S/V の増加にともなって膨張は減少する傾向にあり、特に S/V が最も大きい0.45では最も小さな膨張量を示す。これらの結果は E_e 、 E_w からも明らかである。したがって、 S/V が大きな膨張抑制効果は大きいと考えられるが、その定量的な検討が今後の重要課題の一つと考えられる。

要因2についてのひずみ

の経時変化を図5に、また要因1と同様に E_e および E_w を算定し、その結果を図6に示す。ここでは、施工面積率の増大にともなって膨張は減少する傾向にある。特に、施工面積率を13/18とした場合には全面補修とほぼ同様の効果が得られている。しかし、今回の実験では、供試70週付近において環境設定装置が故障し、極低湿度の期間があったため、今後さらに長期の検討が必要であると考えられる。

4. まとめ

1) 主として発水性能に期待する表面処理は、コンクリートからの水分逸散が期待できるような環境条件であれば、一部の未表面処理部分から水分の供給があってもASR膨張に対する抑制効果が高い。なお、今回用いた仕様の内では無機系よりシランの方が効果的であった。

2) 発水系の材料を用いてコンクリート構造物に表面処理を施す場合、対象構造物の表面積と体積との比が大きな膨張抑制効果および水分増加抑制効果は大きい。

3) 施工面積率は膨張抑制効果および水分増加抑制効果に大きな影響を与え、本実験で用いた表面処理仕様および供試体寸法の場合、施工面積率 13/18以上であれば全面処理とほぼ同様の効果を得ることができた。

<参考文献> 1) 宮川豊章ら、"アルカリ骨材膨張による損傷を受けたコンクリート構造物の補修"、コンクリート工学年次論文報告集、Vol. 9-1, pp. 621~626、昭和62年6月

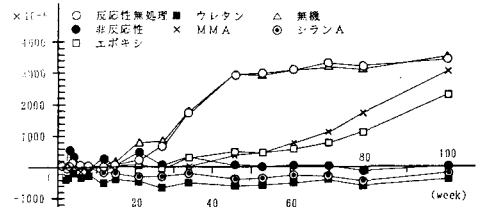


図1 ひずみの経時変化（シリーズ1：室外環境）

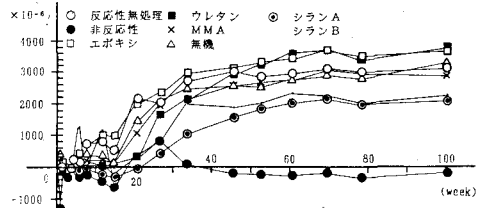


図2 ひずみの経時変化（シリーズ1：乾湿環境）

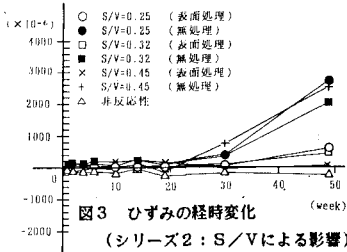


図3 ひずみの経時変化（シリーズ2：S/Vによる影響）

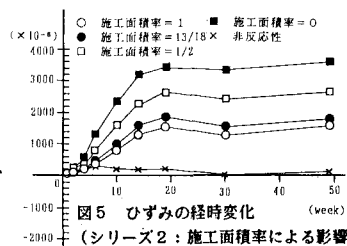


図5 ひずみの経時変化（シリーズ2：施工面積率による影響）

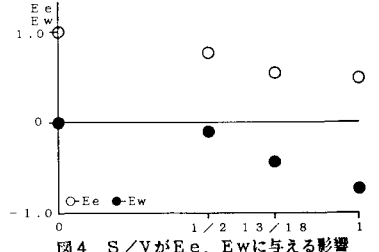


図4 S/VがEe、Ewに与える影響

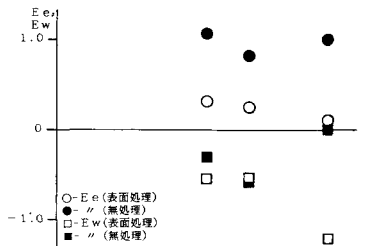


図6 施工面積率がEe、Ewに与える影響