

表面処理によるアルカリ骨材膨張の抑制

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

1. はじめに

既存の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含水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、一般に効果があると認められた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、それぞれの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。コンクリートの示方配合を表1に、それぞれの種類と本数を表2に示す。また、コンクリート打設時には、等価アルカリ量としてNaClにより 8kg/m^3 を添加した。

シリーズ1: 抑制効果の期待されている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(風雨等自然現象の影響を直接受ける)と乾湿環境(わが国における最大程度の温湿度環境を想定し、 40°C 、RH100%と 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: 菅島らの研究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、さらに耐水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、本実験においては 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8本に、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と認められる。これは本実験において設定した2環境がいずれも水分逸散の機会を持ち、シランの持つコン

表1 コンクリートの示方配合

シリーズ	種別	骨材の最大寸法 (mm)	スランプの範囲 (cm)	空気量の範囲 (%)	水/セメント比 W/C (%)	細骨材率 S/a (%)	単位量 (kg/m ³)					
							水	セメント	細骨材	骨材G (反応性)	骨材G (非反応)	グリン (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)コンクリート攪り混ぜ時の投入量: 反応性: 水+NaCl+グリンソル ①は0.025%、②は0.003%、③は0.01%

(シリーズ1) 表2 供試体の種類および本数

使用骨材	非反応性	表 面 処 理					
		無	遮	遮	遮	遮	遮
表面処理	無	遮	遮	遮	遮	遮	遮
補修	なし	なし	ウレタン	エポキシ	MMA	シランA	シランB
略 称	非反応性	無遮	ウレタン	エポキシ	MMA	シランA	シランB
本 数	2	2	2	2	2	2	2
本 数	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 $20\times 20\times 40$	0.32 $15\times 15\times 40$	0.45 $10\times 10\times 40$
種別	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

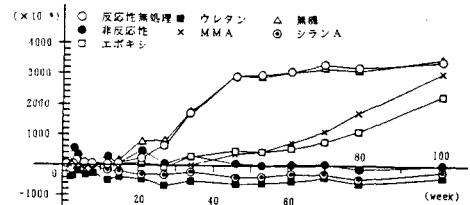


図1 ひずみの経時変化(シリーズ1: 室外環境)

Toyoaki MIYAGAWA

Makoto HISADA

Akifumi SUGASHIMA

Kazuo KOBAYASHI

Manabu FUJII

クリート内部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、最終の膨張量測定値をもとに、下式により膨張抑制効果Eeを算定し、アルカリ骨材膨張に対する表面処理効果を評価する上での指標とした。

$E_e = \varepsilon_r / \varepsilon_{rr}$ (ここに、 $\varepsilon_r = \varepsilon - \varepsilon_{nn}$; アルカリ骨材反応による膨張量、 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)

さらに、重量変化率より次式によって水分増加抑制効果Ewを算定した。

$E_w = w - w_r$ (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、いずれも顕著な膨張を示しているものの、必ずしもS/Vの影響は明らかではない。これに対して、表面処理を行った供試体では、著しい膨張はみられず、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得た。これらの結果はEe、Ewからも明らかである。したがって、S/Vが大きな程膨張抑制効果は大きいと考えられるが、その定量的な検討は今後の課題であろうと考えられる。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EeおよびEw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、施工面積率が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シミュレーション装置が故障し、極めて湿度の低い期間があったため、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た表面処理の対象となるコンクリート構造物の、表面積と体積との比が大きな程表面処理の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) "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" 宮川豊章ら、コンクリート工学年次論文報告集, Vol. 9-1, p. 621~626, 昭和62年6月

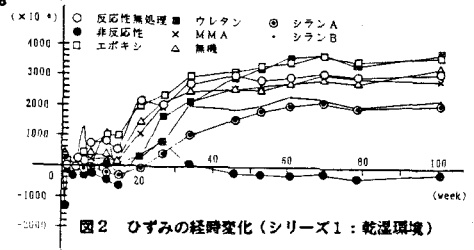


図2 ひずみの経時変化 (シリーズ1: 乾湿環境)

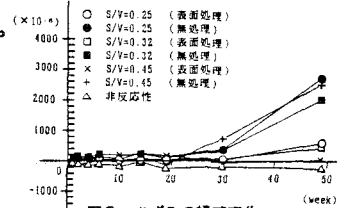


図3 ひずみの経時変化 (シリーズ2: S/Vによる影響)

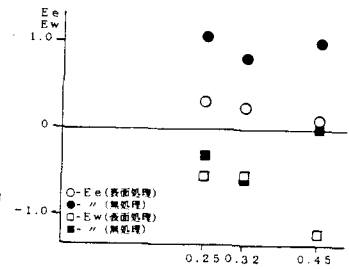


図4 S/VがEe、Ewに与える影響

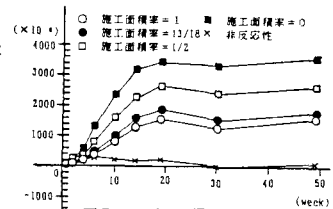


図5 ひずみの経時変化 (シリーズ2: 施工面積率による影響)

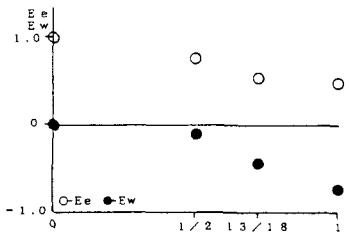


図6 施工面積率がEe、Ewに与える影響