

V-322 表面処理によるASR膨張の抑制効果に関する研究

京都大学工学部 ○学生員 久田 真 正会員 井上 晋
正会員 宮川豊章 正会員 藤井 学
大阪工業大学 正会員 小林和夫

1. はじめに

本研究は、表面処理によるASR膨張抑制効果を、表面処理の仕様、環境条件、施工時に考えられるいくつかの要因に着目して長期的な比較・検討を行なったものである。

2. 実験概要

本実験は以下の3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 8kg/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ASR抑制対策として

用いられている代表的ないくつか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(自然現象等の影響を直接受ける)と乾湿環境(わが国の最大程度の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)に暴露することによって、それぞれの長期的なASR抑制効果についての比較、検討を行なった。

〈シリーズ2〉シリーズ1において現在良好な結果の得られている発水系のシラン含浸を選び、さらに耐候性の向上および中性化防止を図る目的でPCM(ポリマーセメントモルタル)を上塗りとして施した供試体について、次の2要因に基づく比較を行った。

(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ため、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施工が困難な場合を想定して、 $10\times 10\times 40\text{cm}$ の角柱供試体に、施工面積率がそれぞれ1/3、1/2になるように表面処理(シラン+PCM)を施し、表面処理を施さない供試体(施工面積率:0)との比較、検討を行った。

〈シリーズ3〉表面処理施工時のコンクリート内部水分量がASR膨張抑制効果に与える影響¹⁾を検討するため、シリーズ3においてはコンクリート表面水分量がそれぞれ10%、8%になった時点で各種表面処理を施し、ASR膨張抑制効果に与える影響を比較した。また、ASR膨張抑制のための新たな表面処理仕様としてシランと同様に発水能力を持つとされる透湿度の異なる2種類のシートについて実験的に検討を行った。さらに、シランとその他の仕様との併用がASR膨張抑制効果に与える影響についても併せて検討を行なうこととした。

3. 結果および考察

シリーズ1におけるひずみの経

表1 コンクリートの示方配合

シリーズ	種 類	粗骨材の 最大寸法	スランプの 範囲	空気量の 範囲	水比 W/C	細骨材率 B/A	単 位 量 (kg/m ³)					
		(mm)	(cm)	(%)	(%)	(%)	水	セメント	粗骨材	粗骨材G (反応性)	粗骨材G (非反応)	ゲ/ホ (cc)
1	反応性	20	9±1	4±5	5.0	4.4	178	352	754	408	493	88
	非反応性	20	—	4±5	5.0	4.4	178	352	754	—	1010	106
2	反応性	20	9±1	4±5	5.0	4.4	178	352	783	408	493	35.2
	非反応性	20	—	4±5	5.0	4.4	178	352	783	—	1010	35.2

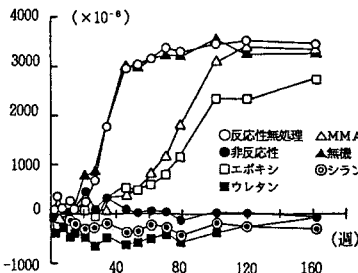


図1 ひずみの経時変化(シリーズ1:室外環境)

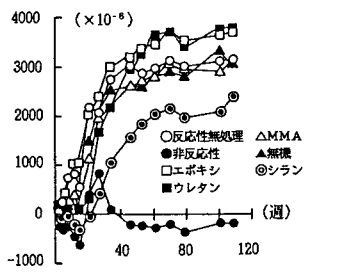


図2 ひずみの経時変化(シリーズ1:乾湿環境)

時変化を図1、2に示す。これらによれば、いずれの環境においてもシランによるASR膨張抑制効果が最も大きいこと、室外環境においてはさらに、ウレタンの抑制効果も大きいことが認められる。

シリーズ2においては、最終の膨張量をもとに、下式により膨張抑制効果Eeを算定し、ASR膨張に対する表面処理の抑制効果を評価する指標とした。

$E_e = \varepsilon_r / \varepsilon_{rr}$ （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膨張量）

S/VとEeの関係を図3に示す。測定結果によれば、表面処理の有無にかかわらずS/Vの増加にともなって膨張量は減少する傾向にあり、とりわけS/Vが最も大きい0.45では最も小さな膨張量となっていることが認められた。また、図3によれば、表面処理供試体についてS/Vが大きな程抑制効果が大きいことが認められる。

施工面積率についても同様にEeを算定し、その結果を図4に示す。ここでは、施工面積率の増加にともなって膨張抑制効果も増加する傾向にあることが認められる。

コンクリート内部水分量に着目したシリーズ3における、ひずみの経時変化を図5に、シランと他の仕様との併用による表面処理（シラン・システム）を施した供試体の

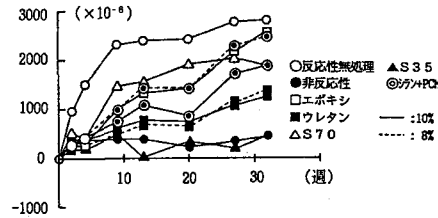


図5 ひずみの経時変化（シリーズ3：内部水分量による影響）

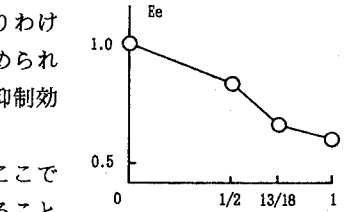


図3 S/VがEeに与える影響

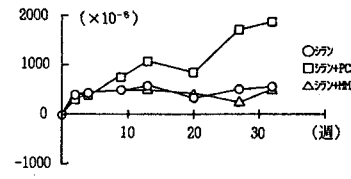


図6 ひずみの経時変化（シリーズ3：シラン・システム）

ひずみの経時変化を図6に示す。図5によれば、シラン+PCMでは内部水分量8%の方が10%の供試体よりもむしろ膨張量が大きく、ウレタンでは内部水分量のちがいはASR膨張に著しい差異は認められない。したがって、現段階では内部水分量のちがいが8~10%の範囲ではASR膨張に与える影響は明確ではなく、さらに今後の長期的な測定が必要であると考えられる。シート系については、乾湿環境のような厳しい環境条件では透湿度が7000ml/m²/day程度では透湿度もまた大きいものと考えられるため、抑制効果はあまり大きくないようである。また、図6におけるシラン+PCMの供試体の膨張がシラン含浸のみの膨張よりも大きくなっていることから、シランと他の仕様との併用が必ずしもASR膨張抑制に効果的であるとは限らないものと考えられ、今後はシランの使用量やその他の仕様との併用の可能性などについての検討が必要であると考えられる。

4. まとめ

- 1) 発水率の材料を用いた表面処理をコンクリート構造物に施した場合、その構造物の表面積と体積との比（S/V）が大きな程表面処理（シラン+PCM）の膨張抑制効果は大きい。
- 2) 施工面積率は膨張抑制効果に大きな影響を与え、本実験においては表面未処理部分が小さければ小さいほどASR膨張に対する抑制効果が高かった。
- 3) 本研究によれば、表面処理仕様としてシートを用いる場合、シートの透湿度が7000ml/m²/day程度ではASR膨張抑制効果はあまり期待できないが、透湿度が3500ml/m²/day程度であれば膨張を抑制できる可能性がある。

【参考文献】

- 1) 例えば、D.W.Hobbs、Alkali-silica reaction in concrete、pp.82-86、1988