

含浸剤を塗布したコンクリートの力学特性および吸水特性

群馬大学工学部 学生会員 ○松下 翔太
群馬大学大学院 正会員 半井 健一郎

1. はじめに

近年、既設構造物に生じたひび割れに対して、ひび割れが発生した箇所やひび割れを修復した箇所からの劣化因子の再進入の防止を目的とし、表面含浸工が採用されている。また、表面含浸工は、新設構造物の予防保全にも活用されている。表面含浸工は、化学的反応によりコンクリートの表層を改質し、劣化因子の侵入を抑制することで耐久性を向上させることが可能である¹⁾。ここで、コンクリート表面の改質に伴い、力学特性の向上が期待できる可能性があるが検討は行われていない。

本研究では、各種条件のコンクリートに含浸剤を塗布し、特に乾燥収縮または過膨張によって組織に損傷を受けた場合に対する含浸剤の効果を、力学特性の向上の可能性や劣化因子の侵入の抑制効果の観点から検討を行う。

2. 実験概要

2.1 配合、養生条件

コンクリートの配合を表-1に示す。また、実験条件および予想される含浸剤塗布時のコンクリートの状態を表-2に示す。供試体名は、膨張材の有無・養生条件・塗布材齢とした。膨張材無添加をN、添加をEx、脱型後7日まで水中養生し、その後気中暴露をW、脱型後気中養生をAとした。また、含浸剤の塗布時期を基準の材齢28日を0とし、1日を1、また28、35日の二回塗布を2とした。Ex供試体は、膨張材60、70kg/m³をセメントと置換えし、膨張材の過添加により意図的にコンクリートに損傷を与え、養生の変化によって膨張材の反応を変化させた。Ex70のみ、目視によるひび割れを確認できた。含浸剤塗布によりコンクリート内の水分の飛散を抑制すること、含浸剤内の水分の供給によって未水和セメントの反応を促進する可能性を、各種条件を変化させ、各強度、吸水量の変化を健全供試体と想定したN-Wと比較することで検討する。N-A1では若材齢で含浸剤を塗布することによって水分の飛散抑制に期待した。N-A2では28、35日の2回塗布とする事で1回塗布より含浸剤塗布の大きな効果を期待した。Exシリーズではひび割れに対して含浸剤塗布の効果が試験結果に

表-1 配合

配合	W/B(%)	単位量 (kg/m ³)					単位量 (g/m ³)
		W	C	Ex	G	S	AE
N-W0	60	168	280	0	1064	876	420
N-A0							
N-A1							
N-A2							
Ex60-A0			220	60			370
Ex70-W0			210	70			315

表-2 実験条件

シリーズ名	健全供試体	乾燥収縮	乾燥収縮	乾燥収縮	組織破壊	組織破壊
	N-W0	N-A0	N-A1	N-A2	Ex60-A0	Ex70-W0
養生条件	水中養生	気中養生	気中養生	気中養生	気中養生	水中養生
膨張材	なし	なし	なし	なし	あり	あり
含浸剤の塗布時期	材齢28日	材齢28日	材齢1日	材齢28・35日	材齢28日	材齢28日
含浸剤塗布時の状態	水分量	少ない	少ない	多い	少ない	少ない
	未水和セメント	少ない	多い	多い	多い	少ない
	ひび割れ	なし	なし	なし	あり	あり

どのように影響を与えるか注目した。

強度試験は、N-A2以外を材齢35日、N-A2は材齢56日に行った。圧縮、吸水試験用供試体は、φ100×200mm、曲げ試験用は、100×100×400mmとした。

2.2 使用含浸剤

使用した含浸剤は、シラン系(以下S)とケイ酸塩系(以下K1、K2)の3種類とした。K1は未水和セメントや不安定状態の水和物を速やかにC-S-H結晶に変換し、K2はコンクリートへの浸透性が高いことが特徴としてあげられる。シラン系含浸剤はコンクリート表層に撥水層を形成し、ケイ酸塩系含浸剤はC-S-H結晶がひび割れに充填する。

3. 実験結果

3.1 圧縮・曲げ強度試験結果

各シリーズにおける圧縮強度試験結果を図-1に示す。また、曲げ強度試験結果を図-2に示す。圧縮強度はN-Wが約40N/mm²、次いで30~35N/mm²のN-A、Exシリーズと続く。Ex70は目視でひび割れを確認でき、圧縮強

キーワード 含浸剤 シラン系 ケイ酸塩系 吸水抑制効果 強度

連絡先 〒376-85158 群馬県桐生市天神町1-5-1 TELL0277-30-1613 FAX0277-30-1601

度が約 5N/mm^2 と低い。全てのシリーズで含浸剤塗布によるシリーズ内の圧縮強度の変化は $\pm 3\text{N/mm}^2$ 程度と小さかった。曲げ強度についても、 $\pm 0.5\text{N/mm}^2$ 程度のばらつきはあるものの、これらのばらつきは、含浸剤の種類との一貫性はないのでシリーズ内の含浸剤塗布による強度影響は小さいと考えられる。曲げ強度においても Ex70-W0 の強度は低くひび割れは大きく強度に影響を与える。含浸剤塗布によって外部からの水分の侵入の抑制は期待できるが、供試体内の水分は水蒸気として外部に飛散すると予想され、供試体内の水分の飛散を抑制できず圧縮・曲げ強度に影響を与えないこと、含浸剤内の水分が供試体内の未水和セメントと反応することで、N-A でも N-W と同等の強度を期待したが、強度に影響はなく、圧縮・曲げ強度に影響を与えるほど水分供給はされないことが考えられる。

3.2 吸水試験結果

吸水試験結果を図-3 に示す。無塗布では、吸水面が緻密化していると考えられる N-W は吸水量が 10g 前後と低く、過大膨張によってひび割れを生じた Ex シリーズは吸水量が多い。含浸剤を塗布したコンクリートの吸水量は、N-A1 を除き無塗布供試体よりも小さいため、いずれも吸水抑制効果を発揮したといえる。特に Ex60-A0 では、含浸剤を塗布すると K1, K2 で $1/2$ 以下の 38g , 21g と大幅に低下し、特に S の塗布では 1.5g となった。Ex70-W0 でも、K1 の塗布では 48g と吸水量が小さくなり、吸水量が多かった K2 でも吸水開始 3 日目以降の吸水量が停滞していた。浸透性の高い K2 がひび割れ深部に浸透し、吸水を抑制したと考えている。また、S は Ex70-W0 においても 0.2g と顕著なひび割れが存在する場合でも優れた吸水抑制効果を発揮した。一方で N-A1 は、ケイ酸塩系の 2 種類が無塗布供試体と同程度吸水した。N-A1 は脱型直後に含浸剤を塗布したため供試体の表面水分率が高く、C-S-H 結晶が充填される空隙が少ないことが考えられる。ケイ酸系含浸剤は、塗布断面の水分率が高い場合、含浸剤の浸透が阻害され含浸剤を塗布していない状態と同程度まで効果が低下してしまう。シラン系の S は全シリーズで吸水量 1g 前後と表面状態に影響を受けず優れた吸水抑制効果を発揮した。

4. 結論

本研究では、含浸剤塗布による力学的性能の向上を検討するため、供試体の配合、養生条件、含浸剤塗布の時期を変化させた。本研究から得られた知見を以下に示す。

(1) 含浸剤塗布が圧縮・曲げ強度に与える影響は極めて

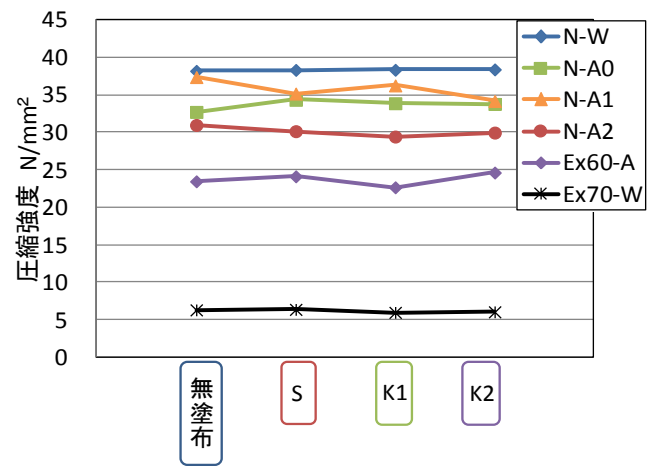


図-1 圧縮試験結果

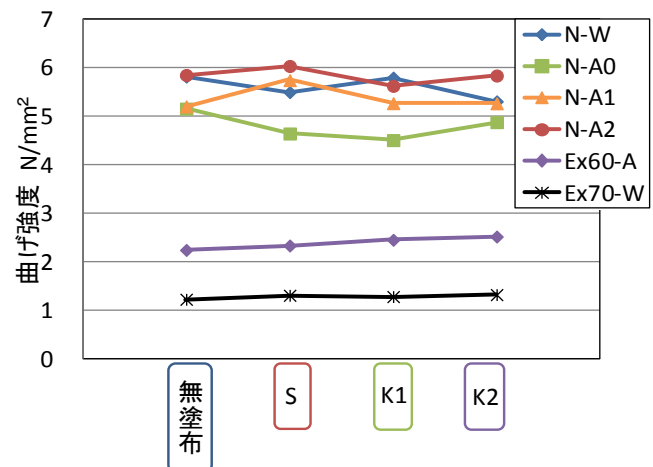


図-2 曲げ強度試験結果

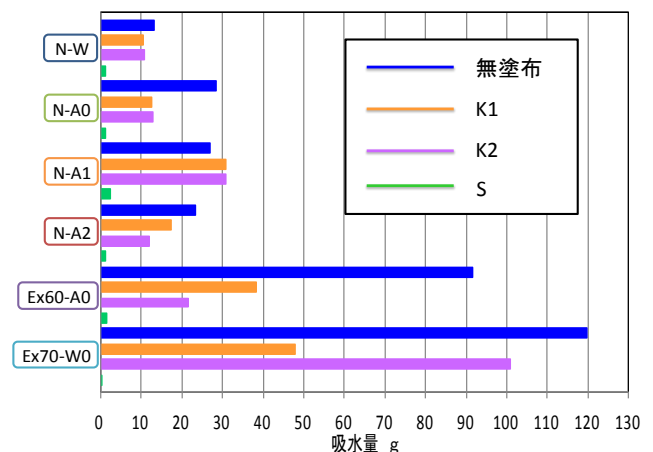


図-3 吸水試験結果

小さい、もしくはない。

(2) 吸水抑制効果は、シラン系の場合は、養生条件・配合塗布時期や回数に影響を受けない。ケイ酸塩系の場合、吸水抑制効果は供試体の水分率に影響を受ける。

参考文献

1) 田中 博一ほか: 表面改質材を用いたコンクリートの耐久性向上に関する基礎的研究, コンクリート工学年次論文集, Vol.30, No.2, 2008, pp.667-672