

使用量がけい酸塩系表面含浸工のビッカース硬度分布に与える影響

高知高専 学生会員 ○高橋由菜 高知高専 正会員 近藤拓也
 高知高専 正会員 横井克則 高知高専 学生会員 門田悠加
 高知高専 学生会員 小松桃子

1. はじめに

表面含浸工法の一つであるけい酸塩系表面含浸工法は、コンクリート中に含浸させることでコンクリート中に存在する $\text{Ca}(\text{OH})_2$ と反応し、C-S-H ゲルを生成することでコンクリートを緻密化させ劣化因子の侵入を阻止するものである。近年、けい酸塩系表面含浸材の改質深さを特定する技術として、ビッカース硬さ試験を用いる方法が提案されている¹⁾。この方法を利用して、**図1**に示すように、改質部分と非改質部分の硬度差と改質深さで囲まれる面積（以下「面積」と示す）が、けい酸塩系表面含浸材の劣化因子侵入阻止性を示す可能性があると考えられる¹⁾。

そのため本論文では、けい酸塩系表面含浸工法の効果を示す指標を確立するための基礎実験として、表面含浸材の使用量を変化させビッカース硬度試験により得られる面積を測定して、その傾向等について考察を行った。

2. 実験方法

試験要因及び水準を**表1**に示す。供試体はモルタルとした。W/C がけい酸塩系表面含浸材の効果に与える影響を検証するために、W/C は3種類とした。けい酸塩系表面含浸材は、2種のけい酸塩系表面含浸材と無塗布の3種類とした。施工量は1層あたり $0.2\text{l}/\text{m}^2$ とした。セメントは普通ポルトランドセメント、細骨材は砂岩砕砂を用いた。混和剤はAE剤およびAE減水剤を使用しスランプおよび空気量を調節した。表面含浸材は、密度 $1.2\text{g}/\text{cm}^3$ になるように乾燥固形分率を調整した。供試体は、脱型後材齢7日まで湿潤養生を行い、対象面に各種けい酸塩系表面含浸材を施工した。なお、重ね塗りについては1層塗布ごとに時間を空けて施工した。

表面含浸材の改質深さは、JIS Z 2244に基づき、電子顕微鏡付き微小硬さ試験機を用いて、モルタル切断面の表面硬度を測定した。また、深さ方向に1mm間隔で最大15mmまで測定した。

3. 実験結果および考察

3.1 改質深さ

ビッカース硬度試験の測定結果を**図2**から**図4**に示す。また、本試験で得られた改質深さ一覧を**図5**に示す。表面から10mm程度では表面硬度がいずれのW/C、アルカリ金属におい

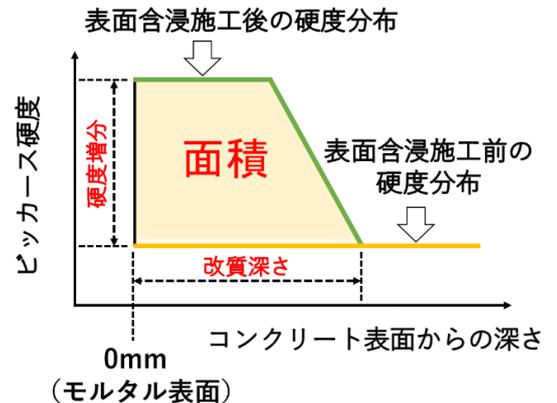


図1 けい酸塩系表面含浸工前後のビッカース硬度分布の模式図

表1 試験要因および水準

試験要因	水準
W/C	40%、55%、70%
けい酸塩系表面含浸材の種類	ナトリウム、カリウム 無塗布
塗り重ね回数	1層、2層、4層

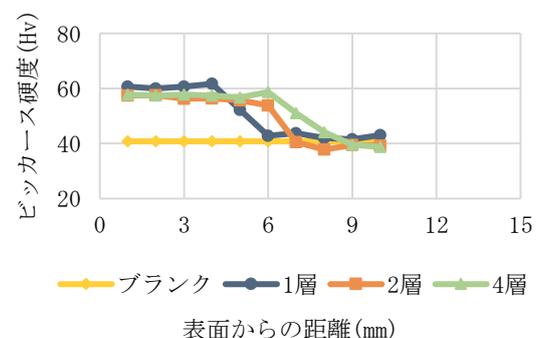


図2 ビッカース硬度分布
(カリウム, W/C=40%)

でも、使用量を大きくすることにより、改質深さが増加する傾向を示した。供試体に塗布する量を2倍もしくは4倍にすることにより、改質深さも同様の結果を示すことが考えられる。しかし、改質深さについては図5に示すように、必ずしもそのようにはならなかった。特に、W/Cの小さい供試体では、1層と比較して改質深さに大きな変化は見られなかった。また、硬度増分については、W/Cやアルカリ金属により大きな変化は見られなかった。

3. 2改質深さと硬度増分で囲まれた面積の算定

図1に基づく方法で算出した面積について比較したものを図6に示す。

近藤ら¹⁾²⁾が行った過去の研究では、1層塗布の供試体の指標面積がW/C=40%よりW/C=55%で大きい傾向にあった。そのため、Ca(OH)₂量と緻密度のバランスが面積と密接な関係を持っていると述べている。今回の1層塗布に注目すると、指標面積がW/C=40% > W/C=70%と明確に示された。これは、無塗布供試体から最初の1層を塗布する際は、W/Cが小さい供試体ほどCa(OH)₂が多くなるため、反応量が大きくなることが考えられる。1層の指標面積は、40% > 55% > 70%であった。しかし、塗布量増加を試みた供試体の指標面積を見ると、W/C=70%の面積増加が目立つ結果となった。中でもカリウム系の4層における指標面積は40% < 55% < 70%であることが示されており、塗布量増加に伴い、指標面積が増えることが明らかとなった。これは、空隙が多いW/C=70%では、含浸材が奥まで浸透するため改質深さが増加し、面積増加に影響を与えていると考えられる。

以上のことから、塗布量増加に伴い指標面積も増加することが明らかとなった。含浸材の使用量と比例関係ではなかったが、各W/Cで特徴が表れたと考えられる。今後は施工条件を変えることや塗布量を更に大きくすることも視野に入れて検討を行う。

4. まとめ

けい酸塩系表面含浸材の使用量の増加に伴って改質深さが増加する傾向が確認できた。また、W/Cが小さい供試体になるほど使用量による大きな差は確認できなかった。硬度増分については、大きな変化が確認できなかった。面積については改質深さと同様の傾向が確認できた。

5. 参考文献

- 1)近藤拓也ら：けい酸塩系表面含浸材のCl⁻侵入阻止を示す指標に関する実験的検討，コンクリート工学年次論文集，Vol.39，No.1，pp.1645-1650，2017.7
- 2)近藤拓也ら：けい酸塩系表面含浸工法の吸水抑止性および耐凍害性に関する定量評価方法の検討，コンクリート工学年次論文集，Vol.40，No.1，pp.1587-1592，2018.7

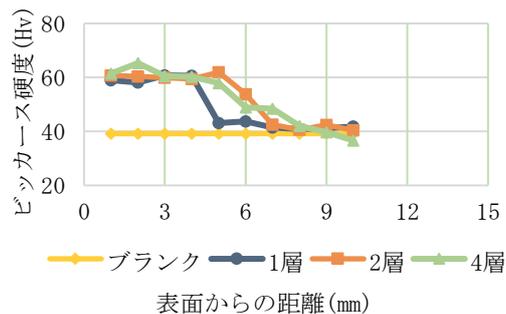


図3 ビッカース硬度分布 (カリウム, W/C=55%)

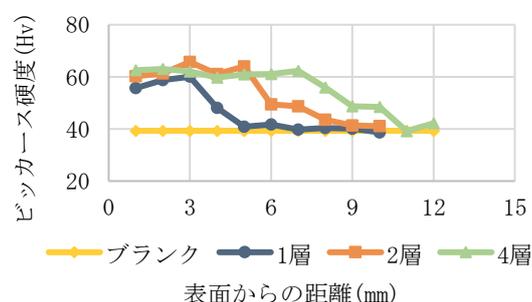


図4 ビッカース硬度分布 (カリウム, W/C=70%)

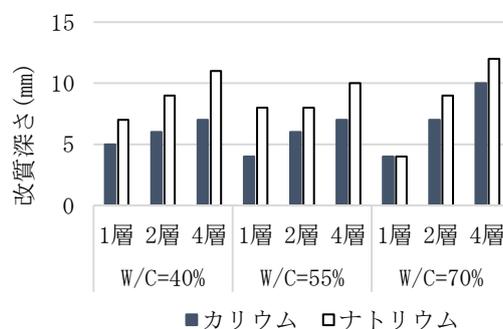


図5 改質深さ

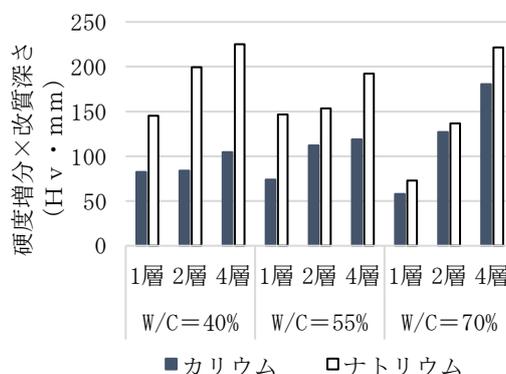


図6 硬度増分と改質深さからなる面積