

けい酸塩系表面含浸材を施工した高炉セメントモルタルのビッカース硬さ分布

高知工業高等専門学校 学生会員 ○二神啓 高橋由菜
高知工業高等専門学校 正会員 近藤拓也 横井克則
富士化学（株） 正会員 黒岩大地
金沢工業大学 正会員 宮里心一

1. はじめに

近年、建設分野においても環境問題に対する関心が高まり CO₂ 排出量の削減が求められている。コンクリート構造物の一般的な対策として、製鋼過程の副産物である高炉スラグ微分末を混和材として利用する方法がある。高炉セメントは、コンクリート中のアルカリ環境下で硬化する潜在水硬性を有しているが、強度発現まで長期間必要となることが課題である。けい酸塩系表面含浸材はアルカリ性を有しているため、塗布することにより潜在水硬性が促進される可能性があり、強度発現の短縮および新しい養生方法につながると考えられる。しかし、高炉セメントモルタルにけい酸塩系表面含浸材を施工した既往の研究事例では、これらに関する明確な効果は示されていない^{1),2)}。そのため本研究では、高炉セメントモルタルにけい酸塩系表面含浸材を施工し、改質域の強度特性を把握するためビッカース硬さ試験を行い、その分布特性について検討を行った。

2. 実験方法

試験要因および水準を表-1 に、モルタル配合を表-2 に示す。供試体はモルタルとし、塗布量は1層当たり 0.2ℓ/m²とした。セメントは、普通ポルトランドセメントおよび高炉セメント B 種、細骨材は砂岩破砂、混和剤は AE 剤を用いた。表面含浸材はけい酸ナトリウム系(pH=11.46)とし、密度 1.2g/cm³ になるように乾燥固形分率を調整した。供試体は 40×40×160mm の角柱供試体とした。脱型後材齢 7 日まで湿潤養生を行い、材齢 28 日まで室内で放置後、打込み面以外の 1 面(40×160mm)にけい酸塩系表面含浸材を施工した。カルシウム補助材は飽和水酸化カルシウム溶液(pH=12.45)を用い、表面含浸材施工直後に表面含浸材と同じ量を供給した。また、各層ごとの施工間隔は 1 時間とした。その後、供試体を 40mm×40mm×20mm に切断し、ビッカース試験を行った。

ビッカース試験は、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さを測定した。また、深さ方向に 1mm 間隔でモルタル表面から最大 12mm まで測定した。1 測点につき 5 回測定を行い、±1Hv の範囲に収まる値の平均値を採用した。

3. 実験結果

モルタル表面からのビッカース硬さ分布について、高炉セメントモルタルに施工量を変化させたものを図-1 に、普通セメントモルタルに施工量を変化させたものを図-2 に示す。高炉セメントモルタルでは、モルタル表面から 9mm 程度の範囲において、表面含浸材の施工量の増加とともにビッカース硬さが大きくなる傾向を示した。硬さ増加量は、深さ 1mm 地点において、1 層施工時は約 30Hv であるのに対して、4 層施工時は約 39Hv を示し、施工量と

表-1 試験要因および水準

試験要因	水準
セメント種類	高炉セメント 普通セメント
施工量	0.2ℓ/m ² ×1 層、4 層
Ca 補助材	使用、非使用

表-2 供試体配合

セメント種類	W/C (%)	単位量(kg/m ³)			
		W	C	S	Ad
高炉	55	264	480	1440	0.5
普通	55	270	480	1430	0.5

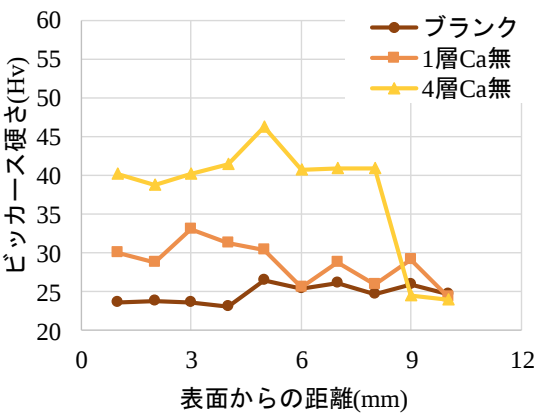


図-1 ビッカース硬度分布
(高炉セメント、表面含浸材施工量の比較)

キーワード：高炉セメント，けい酸塩系表面含浸材，ビッカース硬さ，カルシウム補助材
連絡先：〒783-8508 高知県南国市物部乙 200 番 1 TEL：088-864-5659

ば比例する結果を示した。また、1層施工については、改質域がモルタル表面から6mm程度であるのに対して、4層施工では約9mmであった。これは表面含浸材の施工量の増加とともに、モルタル内部まで含浸材が含浸したためと考えられる。

一方で、普通セメントモルタルのビッカース硬さ増加量については、表面含浸材の施工量による明確な差は示さなかった。既往の研究からも、普通セメントモルタルに表面含浸材の施工量を増加した場合、硬さ増加量は、明確な増加を示さないことが確認されている³⁾。そのため高炉セメントモルタルに含浸材を施工した場合によるビッカース硬さ増加の要因は、アルカリを供給することによる、潜在水硬性の促進が一因として考えられる。

高炉セメントモルタルへの表面含浸材施工時におけるカルシウム補助材使用有無によるビッカース硬さ分布の比較を図-3、図-4に示す(1層施工：図-3、4層施工：図-4)。1層施工時においては、カルシウム補助材を使用した場合、ビッカース硬さが大きくなり、かつ硬さがより深くまで増加している。これはカルシウム補助材を供給することによる潜在水硬性の増加、および水分の供給により含浸材、カルシウム補助材がモルタル内部まで進行したことによると考えられる。

しかし、4層施工においてはカルシウム補助材の供給有無により、ビッカース硬さの増加傾向に明確な差は確認できなかった。これは1層施工と比較して、強度発現に必要なアルカリが十分に供給されているためと考えられる。

4. まとめ

高炉セメントを用いたモルタルにけい酸塩系表面含浸材やカルシウム補助材の量を変えて施工し、ビッカース硬さ試験を行った。その結果、けい酸塩系表面含浸材を塗布することにより、含浸部分のビッカース硬さが大きくなる傾向を示した。また、含浸材施工量が小さい範囲では、カルシウム補助材を施工することにより、ビッカース硬さがさらに増加する傾向を示した。

今後は、けい酸塩系表面含浸材やカルシウム補助材を供給することによる反応の確認や、劣化因子侵入阻止性について検討を行い、メカニズムの検討を詳細に行うこととする。

参考文献

- 1) 原弘貴，武若耕司，坂本貴之，山口明伸：ケイ酸塩系表面含浸材を高炉セメントを用いたコンクリートに塗布した場合の劣化抑制効果に関する研究，土木学会第65回年次学術講演会，pp.783-784，2010.8
- 2) 入江正明，平松賢士，檀康弘，伊代田岳史：ケイ酸塩質系浸透性改質剤を塗布した高炉スラグコンクリートの物質透過性能，土木学会第65回年次学術講演会，pp.589-590，2010.8
- 3) 近藤拓也，宮里心一，西野英哉，横井克則：けい酸塩系表面含浸工を施工したモルタルのビッカース硬度分布に関する一考察，セメント・コンクリート論文集，Vol.73，2020.4（掲載通知済み）

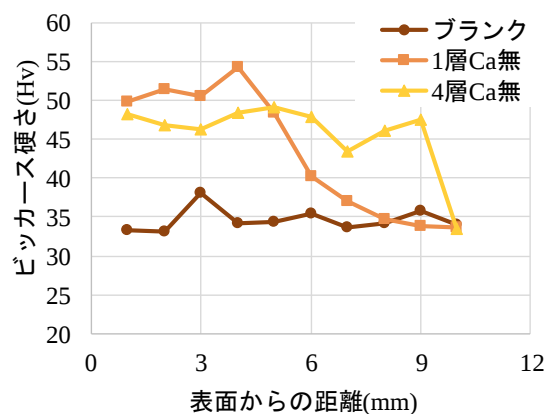


図-2 ビッカース硬さ分布
(普通セメント、含浸材施工量による比較)

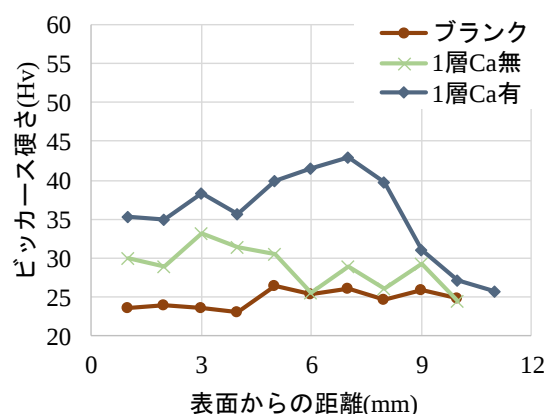


図-3 ビッカース硬さ分布
(高炉セメント、カルシウム補助材の有無)
【1層施工】

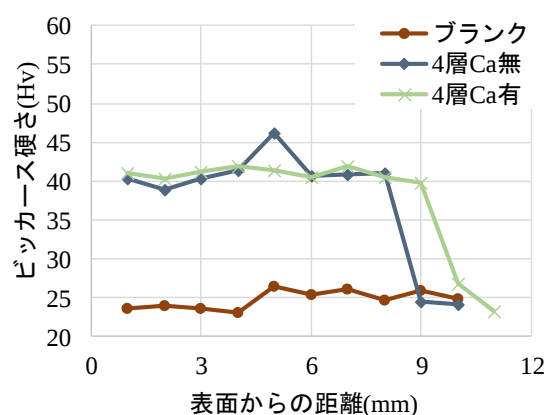


図-4 ビッカース硬さ分布
(高炉セメント、カルシウム補助材の有無)
【4層施工】