

高い含浸性と安全性を有するシラン・シロキサン系表面含浸材の開発

鹿島建設(株) 正会員 林 大介 橋本 学 小林 聖
カジマ・リノベイト(株) 正会員 ○松本 隆 神谷由紀

1. はじめに

筆者らは、15～20年前より、シラン系表面含浸材の中でもシリコン分子のモノマーであるシランとポリマーであるシロキサンが調整されているシラン・シロキサン系と称される材料の研究を行ってきた¹⁾。当初は、その適用先として、建設から数十年を経過して表面が劣化しているコンクリートや、施工時点で表面が緻密ではなく、経年劣化してしまう恐れがあるコンクリートを想定していた。しかし、その後、表面含浸材の耐久性向上効果や適用性が広く認識されることとなり、新設構造物にも適用範囲を広げていくこととなった。また、寒冷地におけるスケール対策など、より厳しい環境条件における適用性評価が進められた。その結果、水セメント比が低い新設のプレストレストコンクリートや、より高い含浸性が求められる寒冷地のコンクリート²⁾にも表面含浸材のニーズが生まれることとなった。また、水道施設など、水質に対して高い安全性が要求される構造物への適用を検討する機会が多々あった。そこで、これまでに実適用を図ってきた既存のシラン・シロキサン系表面含浸材（以下、MRと表記）の技術を応用し、新たなシラン・シロキサン系表面含浸材（以下、HVと表記）を開発して性能評価を行うこととした。

2. 材料調整

既存材料（MR）は、分子量を約250以上とするシリコン分子を選定し、水を溶媒とした上に、シランとシロキサンを混合して80%以上の濃度に高めて調整されている。また、マヨネーズのような粘性に調整され、横向きや上向きの施工でもコンクリート表面に付着して含浸する性状となっている。この既存材料（MR）の課題として、①緻密なコンクリートや寒冷地の構造物に適用するために、より高い含浸性が必要とされることと、②性状を調整する過程で適用している界面活性剤が水質に影響を及ぼす可能性があることの2点があった。この課題に対して、まず、コンクリート中で溶解しにくく、深くまで浸透しやすいように、より大きな分子量のシリコン分子を選定し、さらにシランとシロキサンに占めるシランの割合を高くする調整を行った上、95%以上の濃度として含浸性を高めた。また、水質への影響が懸念される界面活性剤を使用せずにコンクリート表面への付着性を確保する手段として、粘性を低くしてチクソトロピー性を付与する方法を選択し、水質に対して高い安全性を有する新材料（HV）を開発した。既存材料（MR）と新材料（HV）の性状の違いを写真-1に示す。同写真より、新材料は、より液状に近い性状であることが確認できる。



(a) 既存材料 (MR)



(b) 新材料 (HV)

写真-1 材料の性状

3. 性能確認試験の概要

3.1 含浸深さ試験方法

表面含浸材の試験方法（JSCE-K571-2013）に準じ、水セメン

キーワード：コンクリート構造物、水道施設、シラン系表面含浸材、含浸性

連絡先 〒162-0065 東京都新宿区住吉町1-20 カジマ・リノベイト(株) TEL 03-5379-8771

ト比が 50% のモルタル基板を用いた含浸深さ試験を行った。シラン・シロキサン系表面含浸材の塗布量を、既存材料 (MR) については $200\text{g}/\text{m}^2$ とし、新材料 (HV) については、 $100\text{g}/\text{m}^2$ および $200\text{g}/\text{m}^2$ の 2 通りとした。また、新材料については、寒冷地におけるスケーリング対策としての適用性を評価するため、北海道開発局道路設計要領の参考資料を参照し、水セメント比が 55% のコンクリートを対象とした含浸深さ試験を行った。

3.2 浸出試験方法

$110 \times 80 \times 20$ mm のモルタル基板に、既存材料 (MR) および新材料 (HV) を、それぞれ $200\text{g}/\text{m}^2$ 塗布して試験片

を作製し、資機材等の材質に関する試験 (平成 12 年厚生労働省告示第 45 号) を行った。浸出溶液の調整にあたっては、溶剤を含まない表層用材料の方法に従った。また、分析結果については、水道施設の技術的基準を定める省令 (平成十二年厚生省令第十五号) の別表第二の基準を参照して評価した。

4. 性能確認試験結果

4.1 含浸深さ試験結果

含浸深さ試験の結果を図-1 に示す。同図より、土木学会規準の試験において、既存材料 (MR) を $200\text{g}/\text{m}^2$ 塗布した場合の含浸深さは 4.6mm であった。新材料 (HV) の含浸深さは、塗布量を $100\text{g}/\text{m}^2$ とした場合で 4.3mm 、塗布量を $200\text{g}/\text{m}^2$ とした場合には 5.8mm であり、材料の調整による含浸性の向上が確認された。この結果より、新材料 (HV) は、例えば、PC 構造物などの緻密なコンクリートに対して少ない塗布量で経済的に耐久性の向上を図ることに対して有効であるものと考えられる。また、寒冷地における適用性を評価した試験において、新材料の含浸深さは 8.0mm であった。寒冷地では、約 6mm の深さまでスケーリングが生じる可能性があることが想定されており、そのためシラン系表面含浸材の選定にあたっては、水セメント比が 55% のコンクリートに対して 6mm 以上の含浸深さが得られる製品を規定している²⁾。本試験により、新材料を $200\text{g}/\text{m}^2$ 適用することによって、この値を満足できることが確認され、寒冷地にも適用可能な材料であることが明らかとなった。

4.2 浸出試験結果

浸出試験の結果、既存材料 (MR) は、別表第二の全項目のうち、非イオン界面活性剤のみ、 $0.037\text{mg}/\text{l}$ となり、基準の $0.005\text{mg}/\text{l}$ 以下を上回った。それに対して、新材料 (HV) は、非イオン界面活性剤が定量下限値の $0.005\text{mg}/\text{l}$ 以下となり、その他の全項目について基準値を下回る結果であった。この結果より、新材料 (HV) は水道施設に適用した場合でも、水質に対して影響を及ぼすことなく、高い安全性を有していることが確認された。

5. おわりに

シラン・シロキサン系表面含浸材については、その有効性と材料自体の高い耐久性が広く認識され、様々な土木構造物に適用されており、本報では、更なる適用拡大に向けた新材料 (HV) の性能確認試験について示した。今後は、施工直後の初期性能のみでなく、暴露試験などを通じて、新材料 (HV) の長期耐久性の実証を進めていきたいと考えている。

参考文献

- 1) 林大介, 坂田昇, 三村俊幸, 神澤弘: シラン・シロキサン系撥水材の開発, コンクリート工学年次論文集, Vol.22, No.1, pp.301-306, 2000.7.
- 2) 国土交通省北海道開発局: 平成 31 年度北海道開発局道路設計要領, 2019.

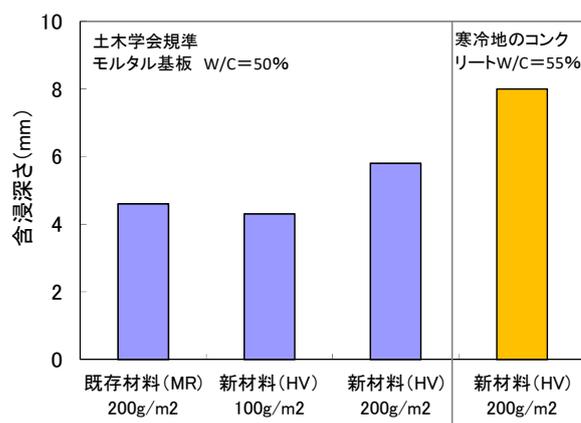


図-1 含浸深さの性能確認試験結果