

既設コンクリート部の改質機能を有する断面修復材の開発と性能評価

著者：松島政博

所属：ナノステック株式会社

概要

従来の断面修復材の品質改良を測る為、研究開発に着手しており、結晶性層状珪曹を予め修復材に含有させることで既設コンクリートの品質改善が図られることが分かってきた。

ただし、現段階では多くの改良余地が残されていることから、これらを解決したうえで上述機能を確実に付与できる新たな断面修復材を開発し、その性能について評価を行う。

1. 研究等の目的

継続的に水分が供給される地下構造物や貯水槽等では、ひび割れからの漏水に伴う鉄筋腐食による劣化が散見される。劣化部の補修には、断面修復工法が適用されるが、補修後まもなくして漏水や断面修復部に浮きが生じるなど再劣化事例が多く確認されている。これは、未はつり部のコンクリートが既に脆弱化していることや微細ひび割れが存在しているため、背面からの水分供給が容易になっていることが原因として挙げられる。現断面修復工法においては、未はつり部のコンクリートに生じている微細ひび割れや防水性を改善すると言った対策がなされていない。

本研究は、継続的に水が供給される環境下においても確実に長期的に断面修復工法による補修効果を実現するために、未はつり部の既設コンクリートも改質と防水機能の付与を可能とする新たな断面修復材の開発とその性能評価を行うことを目的とする。具体的には、断面修復材に配合する結晶性層状珪曹の最適含有率を明らかにし、これら改質成分の既設コンクリートへの拡散性状、空隙に生成される針状結晶の生成による防水性能の向上効果を定量的に評価する。

2. 研究等の特色

本研究は、地下構造物や貯水槽などの実構造物において断面修復工を行っても再劣化が多く散見されており、劣化の起点となる未はつり部の既設コンクリートからの水分供給を低減する効果も併せ持つ新たな断面開発することを目的とする。現状としては、未はつり部の既設コンクリートの品質改善を図る有効な手段がなく、背面からの水分供給を制限できる機能を有する断面修復材は市場価値が高いと考えられる。早期の断面修復部の再劣化を低減のみならず、水分の供給を制御することでコンクリート構造物全体の長寿命化につながるものとする。

3. 研究方法

断面修復材に含有する最適な結晶性層状珪曹の構成割合や含有率を施工性および性能の観点から明らかにすることを目標として以下について検討を行う。

a) 断面修復材の開発

施工性については、配合の違いがモルタルフロー試験や硬化速度について明らかにし、左官職人による各種配合の塗り易さについてヒアリング調査を行う。また、断面修復を適用した後に、様々な環境に供試体を設置した後に付着強度試験を実施する。

b) 既設コンクリートの改質効果

<改質機構の検討>

既設部を想定した $\phi 50 \times 50\text{mm}$ の円柱モルタル供試体を作製し、その上に a) 断面修復材の開発で最適と判断された断面修復材を厚さ 5mm で施工を行う。断面修復材からの改質成分の拡散を一方向にするため、供試体側面をアルミテープで被覆する (図. 1)。その後、水に供試体を半浸漬させて (図. 2)、断面修復材に含まれる Na イオンに着目し、これを 7 日ごとにインクマトグラフィーにて測定を行う。Na イオンは、既設部モルタルにも含まれているため、経時的な濃度変化の中で濃度が急変した時点を 50mm 拡散したと仮定し拡散速度を算出する。その後、濃度変化が定常状態になった時点で、既設部モルタルを深さごとに切断して、SEM による C-S-H 間に生成されている結晶構造の確認とその元素構成の測定を行う。

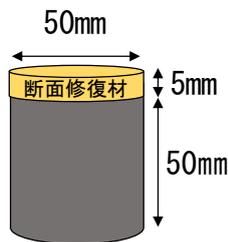


図1. 試験体概要

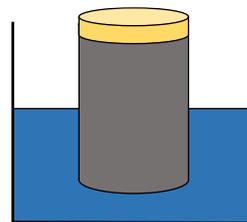


図2. 半浸漬試験

<品質改善効果の検討>

既設部モルタルの品質改善効果は、防水性の観点から検討を行うこととし、複数体作製された供試体の一部を用いて吸水試験を行う。吸水試験は、断面修復材を除去して、絶乾状態にした後に水中浸漬させて経時的な重量変化により評価を行う。

<長期性能の評価>

これまでの研究過程で、過度な漏水が見られる箇所に試作された断面修復材を防水材料として適用した建築物がある。そのため、追跡調査を行い、漏水の観点から長期的な補修性能について評価を行う。今回、開発する材料や成分構成等が異なるが、同様に結晶性層状珪曹を含有しているため、本研究の長期的な性能を予測する上で参考にするものである。

4. 助成申請額使用内訳書

(予算額単位：円)

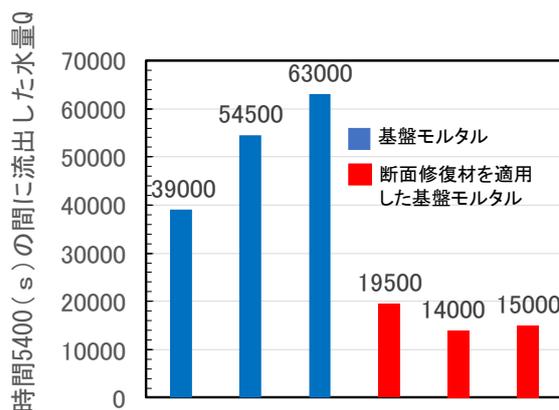
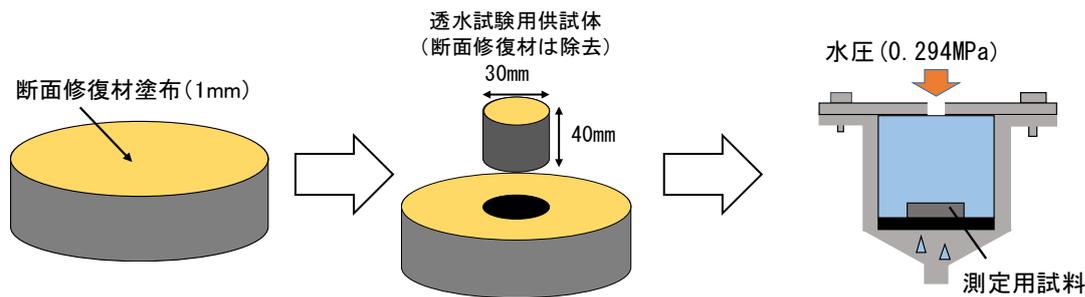
	科 目	予 算 額	内 訳	摘 要
研究開発助成申請費用	1	人件費	—	
	2	旅費交通費	40,000	供試体作製および性能確認のための旅費（樋原先生, 塚越先生）
	3	器具設備費	—	
	4	資料費	—	
	5	謝 金	—	
	6	消耗品費	360,000	<ul style="list-style-type: none"> ・ 供試体作製のための型枠類 (40,000) ・ 拡散機構の解明のための拡散セル一式 (80,000) ・ 改質効果の評価のための試験用具類 (100,000) ・ ガラス・プラスチック類 (50,000) ・ 測定用電極類 (90,000)
	7	その他	100,000	・ 化学分析のための外注費
	助成申請額使用合計		500,000	

※助成金によるパソコン等の事務機器購入は含まれておりません。

5. 研究成果

既設コンクリート部の透水性に与える影響を検討するために、以下の実験供試体を作製して透水試験を実施した。(図3)

- ・ 断面修復材（結晶性層状珪曹，水粉体比 70%）
- ・ 基盤モルタル（水セメント比 70%）



	透水係数k(mm/s)
無塗布	2.3×10^{-7}
防水材塗布	7.0×10^{-8}

断面修復材を適用したことで基盤モルタルの透水係数を約1/30に低減

図3. 実験供試体による透水試験

事前の検討において、試作した断面修復材を適用することで、基盤モルタルが緻密化し透水係数が30分の1に低下したことを確認できた。よって、本研究の着想を発展させることで継続的に水が供給されるコンクリート構造物に対しても断面修復工法の長期的な補修効果を実現できると考えられる。

また、コンクリート改質防水材(水溶液タイプ)について、その含有する最適な結晶性層状珪曹及びコロイダルシリカの構成割合や含有率を研究開発する上で、実験供試体(φ5×10cm)を2本作製し、そのうちの1本の供試体に水溶液を含浸させ、令和5年3月28日に、一般財団法人建材試験センター 福岡試験室において2本の試験体に対して圧縮強度試験を実施した結果、下記の結果を得ることに成功した。

(尚、試験については6.謝辞にて後述するナノステック株式会社の業務移管先である株式会社ドリームナノテクノロジーの名義で実施された。)

これにより、下記の表の通り、水溶液を含浸させた供試体は通常の供試体に比べて、約1.45倍の圧縮強度を発揮し、水溶液を含浸させることによりコンクリート内部を緻密化及び強靱化させることが可能であることが証明された。



モルタルの圧縮強度試験報告書

株式会社 ドリームナノテクノロジー

殿

1/1

受付番号	工試第W-2023030156-202303011707
受付日	2023年 3月28日
発行日	2023年 3月28日

一般財団法人 建材試験センター
 工事材料試験所
 芭蕉宮 総一館
 福岡試験室
 〒811-2115 福岡県糟屋郡
 須恵町大字佐谷9
 電話 092-934-4222
 試験監督者 村川修



工事名称	圧縮強度試験 (リキッドタイプ)
------	------------------

1. 供試体 (依頼者提出の資料による)

寸法	φ5×10cm
打込日	2023年 2月 9日
打込箇所	-
材齢	47日
養生方法	現場空気中養生
数量	2個
記号・番号	1, 2
備考	-

2. 試験内容

準拠規格	JIS A 1108 (コンクリートの圧縮強度試験方法)
試験日	2023年 3月28日
試験場所	福岡試験室
試験責任者	村川修

3. 試験結果

記号・番号	供試体の寸法 mm		最大荷重 kN	補正係数	圧縮強度 N/mm ²
	平均直径	平均高さ			
1	49.9	98.9	46.8	-	23.9
2	50.0	99.0	68.2	-	34.7
-	-	-	-	-	-
平均	-	-	-	-	-
備考	・補正係数は、JIS A 1107 (コンクリートからのコアの採取方法及び圧縮強度試験方法) による。				

6. 謝辞

九州建設技術管理協会様、この度は私共、ナノステック株式会社のコンクリート改質防水材についての研究開発について研究開発助成金として、ご支援・ご協力を頂きましたことに深く感謝の意を表しますとともに、厚く御礼申し上げます。

ご支援頂きました助成金につきましては、コンクリート改質防水材の研究開発費として有効にご活用をさせて頂き、上記の通り、数多くの研究成果を出すことに成功致しました。

尚、5. **研究成果**で申し上げました通り、弊社、ナノステック株式会社につきましては、ナノステック株式会社が抱える様々な諸事情により、令和5年5月1日をもって私の息子である松島賢二が代表を務める株式会社ドリームナノテクノロジーへその業務の全てを移管し、私、松島政博につきましては、現在、株式会社ドリームナノテクノロジーの技術開発担当顧問として日々、研究開発に勤しんでおります。

現在、私共の商材であるコンクリート改質防水材については、数多くの方のご支援・ご協力のもと、その知名度は徐々に上がり、少しずつ確実に普及し、社会に貢献できております。

しかしながら、まだまだ解明しなければならない化学的事項は山積みであり、この解明及び更なる品質向上並びに新開発を図るためには、九州建設技術管理協会様及び福岡大学の樋原先生、塚越先生のご支援・ご協力を頂くことは必要不可欠でございます。

私共につきましては、引き続きコンクリート改質防水材の研究開発に全身全霊をもって取り組み、1日でも早く日本のインフラ問題の解決に貢献することができるよう、日々、努力を続けていく所存でございます。

今後とも、新たな業務移管先である株式会社ドリームナノテクノロジー共々、今まで以上のお引き立てを賜りたく謹んでお願い申し上げます。

この度は、誠にありがとうございました。

ナノステック株式会社
代表取締役 松島政博