

# 論文 特許情報によるコンクリートの中性化に対応するための表面含浸材に関する技術開発経緯の調査

伊藤 洋介\*1・上田 拓真\*2・小俣 光弘\*3

**要旨:** コンクリートの中性化を抑制するための補修技術のうち、表面含浸工法を対象に特許文献の引用関係に基づく技術の繋がりに着目し、過去の技術開発経緯を分析した。事業期間マップを用いて抽出した公開特許公報の引用関係から、表面含浸工法の技術を構成する要素について特徴的な4つのルートを見出し、それぞれのルートにおいてその技術開発経緯を検討した。それぞれのルートにおける技術の変遷から、技術開発における着眼点の変化や補修性能を向上するためにとられた方法、補修方法を開発するにあたって検討された事項、被引用数の多い公開特許公報の存在が明らかになった。

**キーワード:** コンクリート, 中性化, 表面含浸, 技術開発経緯, 特許, 公開特許公報

## 1. はじめに

コンクリート建築物をはじめとするコンクリート構造物は、アルカリ骨材反応、塩害、中性化など様々な問題に直面し、そのたびに解決が図られてきた。その取り組みの成果は学会や業界団体の歴史年表など<sup>1),2)</sup>に残されているが、その解決に至るまでの企業等組織の取り組み・技術開発経緯について分析されることは少ない。

過去の技術開発経緯が明らかになれば、今後コンクリート業界に新たな課題が生じた際、対策を迅速かつ効率的に講じるための一助となると考える。

ここで、著者らは特許に着目した。特許法は発明の保護および利用を図ることにより、発明を奨励し、産業の発達に寄与することを目的として制定された法律である。このため、企業等組織に属する技術者は発明した技術の保護を図り、開発した技術について責任をもって管理・利用するため、多くの場合、特許出願を行う。学術論文によって技術を公開する場合もあるが、企業等が産業活動に用いる技術を開発した場合は特許出願による公開特許公報で公開される場合も多い。公開特許公報に着目して企業等組織の技術開発経緯を追うことで、従来の歴史年表や学術論文等とは異なる視点から技術史を捉えることができると思う。

公開特許公報を用いた業界分析は既に様々な業界で行われている。平川<sup>3)</sup>は、公報類を用いて車載認識装置における自動車認識技術の動向について示した。大島ら<sup>4)</sup>は、一般文献と特許・実用新案の内容を検証し床暖房に関する開発の特徴を示した。大矢<sup>5)</sup>は、公報類を用いてコンクリートに関する特許について概要を示した。

コンクリート業界においては、著者ら<sup>6),7)</sup>により、公報

類を用いてコンクリートのアルカリ骨材反応や塩害に関する各業界の特許出願の動向が示された。また、著者ら<sup>8)</sup>は企業等組織の取り組みまでを含めた技術開発経緯を明らかにするため、特許情報を用いて、コンクリートの中性化を解決するための技術開発経緯について過去の企業等組織の技術開発状況を分析した。しかし、著者らによる既往の研究<sup>8)</sup>は統計的な分析手法によるものであるため、各種技術の発展経緯までは明らかでない。そこで、特定の技術に焦点を絞り、特許明細書と拒絶理由通知書の内容から技術の関係性および発展について分析する。

本研究では、特にコンクリートの中性化を抑制するための補修技術のうち、表面含浸工法を対象に特許文献の引用関係に基づく技術の繋がりに着目し、過去の技術開発経緯を分析し、新たな視点から得られた技術史の記録を行う。これにより、表面含浸工法に関する技術変遷のモデルを示し、今後、表面含浸工法の改良・開発を行う際の基礎資料を得る。

## 2. 調査概要

### 2.1 調査対象の公報および技術

#### (1) 調査対象の公報

本研究では、主に公開特許公報、公開実用新案公報および登録実用新案公報（以下、公報とする）に記載されている情報（出願年、出願人および技術の内容など）を分類・分析する。公開特許公報は特許出願から1年6ヶ月後に公開され、特許出願時に示された技術情報がそのまま記載されている。このため、審査請求後に登録査定を経て発行される特許公報よりも出願人の意図を明確に表している場合が多い。

\*1 名古屋工業大学大学院 准教授 博士（工学）・弁理士（正会員）

\*2 名古屋工業大学 大学院生

\*3 名古屋工業大学 学部生

また、技術的思想の創作のうち高度のものである発明を保護する特許に対して、技術的思想の創作である考案を保護する実用新案がある。実用新案に係る公報は、公開実用新案公報および登録実用新案公報がこれに該当し、これらも併せて調査対象とする。

(2) 調査対象の技術

図-1 に、表面含浸工法の位置付けを示す。土木学会<sup>9)</sup>および日本建築学会<sup>10)</sup>では、コンクリートの劣化補修の手段の一つとして表面保護工法を挙げている。

本研究では、表面保護工法のうち表面含浸工法を取り扱う。表面含浸工法は、主に、コンクリート躯体表面よりケイ酸塩系表面含浸材またはシラン系表面含浸材を塗布・含浸することで外部からの劣化因子を遮断する工法である。本研究ではケイ酸塩系表面含浸材およびシラン系表面含浸材を調査対象とする。

2.2 調査方法

(1) 調査概要

特許情報データベースを用いて、検索式によりコンクリートの中性化に関する公報を集めた母集団を設定する。設定した母集団に属する公報の全文を全て確認し、表面含浸工法に関する公報について抽出する。抽出した公報についてはまず、事業期間マップ<sup>11)</sup>で表面含浸材の出願傾向を確認した上で、分析に適する公報を1つ選定(以下、元公報とする)する。その後、元公報の引用関係から時系列引用関係マップ<sup>12)</sup>を作成し、分析を行う。

(2) 母集団の設定

表-1 に示すコンクリートの中性化関連の検索式<sup>8)</sup>を用いて母集団を設定する。「?」は前方一致又は後方一致を示し、「+」はOR検索、「\*」はAND検索を意味する。ノイズ公報(コンクリートの中性化とは関係の無い公報)による影響を小さくするため、母集団を設定するための検索式は、調査対象の公報が母集団から漏れることを許容して、母集団に含まれるノイズ公報を少なくする方針で設定する。

表-2 に検索式に用いたFターム<sup>13)</sup>とその内容、表-3 に検索式に用いたFI<sup>13)</sup>とその内容を示す。FI (File Index) は、特許分類のための符号で、符号には他にIPC (International Patent Classification) やFターム (File Forming Term) がある。公報には、その公報の技術内容が該当する符号がそれぞれ必ず1つ以上付与されている。



図-1 表面含浸工法の位置付け

表-1 母集団設定のための検索式

No.	検索項目	検索式
S1	全文	?コンクリート?+?セメント?+?モルタル?
S2	Fターム	2E172?+2E173?+4G012?+4G112?
S3	FI	C04B7?+C04B9?+C04B11?+C04B12?+C04B14?+C04B16?+C04B18?+C04B20?+C04B22?+C04B24?+C04B26?+C04B28?+C04B30?+C04B32?
S4	FI	C04B38?+C04B40?+C04B41?+C04B103?+C04B111?+G01?+E01?+E02?+E03?+E04?+E21?+E99?+C23C?+C23F13?+C23F11?
S5	論理式	S1*(S4+S2)+S3
S6	全文	?中性化?
S7	全文	((?浸透?+?浸入?)*(?炭酸ガス?+?二酸化炭素?))*((?鋼材?+?鉄筋?+?補強筋?)*(?錆?+?さび?+?サビ?)+?ひび?+?ヒビ?)
S8	論理式	S5*(S6+S7)

表-2 Fタームとその内容

Fターム	内容 <sup>15)</sup>
2E172?	コンクリート打設にともなう現場作業
2E173?	現場におけるコンクリートの補強物挿入作業
4G012?	セメント、コンクリート、人造石、その養生
4G112?	

表-3 FI とその内容

FI	内容 <sup>15)</sup>
C04B7?	水硬性セメント
C04B9?	マグネシウムセメントまたはそれに類似するセメント
C04B11?	硫酸カルシウムセメント
C04B12?	グループ C04B7~C04B11 に属さないセメント
C04B14?	モルタル、コンクリートまたは人造石のための充填材、例、顔料、としての無機物の使用；モルタル、コンクリートまたは人造石に対する無機物の充填性を向上させるのに特に適合する処理
C04B16?	モルタル、コンクリートまたは人造石のための充填材例顔料、としての有機物の使用；モルタル、コンクリートまたは人造石に対する有機物の充填性を向上させるのに特に適合する処理
C04B18?	モルタル、コンクリート、または人造石のための充填材としての凝集物もしくは廃棄物または層の使用；モルタル、コンクリート、または人造石に対する塊成物質もしくは廃棄物または層の充填性を向上させるのに特に適合する処理
C04B20?	モルタル、コンクリート、または人造石のための充填材としての物質であって、グループ C04B14/00~C04B18/00 の2以上に属するとともに形状または粒度分布に特徴のあるもの使用；モルタル、コンクリートまたは人造石に対するグループ C04B14/00~C04B18/00 の2以上に属する物質の充てん性を向上させるのに特に適合する処理；物質の膨張または解離
C04B22?	モルタル、コンクリートまたは人造石のための活性成分としての無機材料、例、硬化促進剤、の使用
C04B24?	モルタル、コンクリートまたは人造石のための活性成分としての有機物、例、流動化剤、の使用
C04B26?	有機結合剤のみを含有するモルタル、コンクリートまたは人造石の組成物
C04B28?	無機結合剤を含有するかまたは無機結合剤と有機結合剤との反応生成物を含有するモルタル、コンクリートまたは人造石の組成物、例、ポリカルボン酸セメント
C04B30?	結合剤を含有しない人造石のための組成物
C04B32?	このサブクラスの他のグループに属さない人造石
C04B38?	多孔質化モルタル、コンクリート、人造石又はセラミックス製品；その製造
C04B40?	モルタル組成物、コンクリート組成物または人造石組成物の性質、例、凝結もしくは硬化性、に影響を与えるかそれを変化させるためのプロセス一般
C04B41?	モルタル、コンクリート、人造石またはセラミックスの後処理；天然石の処理
C04B103?	活性成分の機能または特性
C04B111?	モルタル、コンクリートまたは人造石の機能、特性または使用
G01?	測定；試験
E01?	道路、鉄道または橋りょうの建設
E02?	土工；基礎；土砂の移送
E03?	上水；下水
E04?	建築物
E21?	地中もしくは岩石の削孔；採鉱
E99?	このセクションの中で他に分類されない主題事項
C23C?	金属質への被覆；金属材料による材料への被覆；表面への拡散、化学的返還または置換による、金属材料の表面処理；真空蒸着、スパッタリング、イオン注入法または化学蒸着による被覆一般
C23F13?	陽極または陰極保護による金属の防食
C23F11?	腐食のおそれがある表面への抑制剤の適用または腐食媒体への抑制剤の添加による金属質材料の防食

図-2にIPCの分類構造の模式図を示す。IPCは大きなセクションから小さなメイングループへと細くなる階層構造となっている。FIはわが国独自の符号で、IPCをベースにさらに細分類した分類コードで、IPCとメイングループまでは共通している。

S1にセメント系材料関係のキーワード、S2にセメント系材料関係のFターム、S3にセメント系材料関係であってコンクリートと関係性の高いFI、S4にセメント系材料関係であるがセメント系材料と関係性の低いFIを設定する。S2のFタームはセメント系材料と関係性の低い公報もあるため、S5にてS4と共にS1で絞込み、S3を加えてセメント系材料関連の検索式とする。

S6,7に中性化関連のキーワードを設定し、中性化関連の検索式とする。S8でセメント系材料関連の検索式と中性化関連の検索式を組み合わせることでコンクリート分野における中性化の検索式とする。

本研究では特許出願から公報の公開までの期間と公報がOCR化されている期間を考慮し、この検索式で調査対象期間を1965年1月1日～2022年12月31日として検索を行い、4526件の母集団を得た。母集団から表面含浸工法に関する公報216件を抽出し、これらを調査対象のデータとする。

### (3) 公報の引用

公報の引用は2つに大別される<sup>14)</sup>。1つは、技術を発明する背景となった既往の技術を示すために出願人が行った、主観的視点からの引用である。もう1つは、審査請求された特許出願が特許庁で審査を受ける際、発明した技術の背景や新規性・進歩性の否定根拠を示すために

審査官が行った第三者視点からの引用である。本研究における引用とは、これら2つの引用をいう。

### (4) 事業期間マップ

事業期間マップ<sup>11)</sup>の作成手順とルールを示す。

(a) 縦軸に分類項目、横軸に出願年をとり、調査対象のデータの分類項目ごと、出願年ごとに出願数(度数)をバブルの大きさに示す。

(b) 調査対象データのうち、最も古い出願を示すバブルから最も新しい出願を示すバブルまで矢印をひき、これを調査対象のデータ内で確認された事業期間とする。

### (5) 時系列引用関係マップ

時系列引用関係マップ<sup>12)</sup>の作成手順とルールを示す。

(a) 調査対象の公報を1つ選び元公報とする。

(b) 元公報が引用した公報A、公報Aが引用した公報Bのように引用関係を辿る。

(c) 引用関係を辿る際、調査対象と無関係の技術まで辿ることを避けるため、公報に「コンクリート」、「中性化」、「表面含浸」、「ケイ酸塩」に関連する記載があるもののみを対象とする。

(d) 左から右へ時間経過を示す時間軸の線を引く。

(e) 時間軸の上方に時間軸に合わせて(c)で抽出した公報を並べ、引用関係にある公報を線でつなぐ。

## 3. 調査結果と考察

### 3.1 事業期間マップによる調査対象の絞り込み

図-3に、表面含浸工法における使用材料別の事業期間マップを示す。ここで、調査対象は使用材料別に「ケイ酸塩系表面含浸材」、「シラン系表面含浸材」(図中ではそれぞれ「ケイ酸塩系」、「シラン系」と示す)、「指定なし」の3つに分類する。なお、使用材料に関する公報のうち、「ケイ酸塩系表面含浸材」と「シラン系表面含浸材」の両方を指定するものはこの両方の出願数に含める。

図-3より、表面含浸工法に関する技術はケイ酸塩系表面含浸材が1980年代から出願を増やし、これに次いでシラン系表面含浸材に関する技術の出願が数を増していったことが分かる。「表面保護工法設計施工指針(案)」<sup>9)</sup>では、ケイ酸塩系表面含浸材は中性化の抑制のための表面含浸工法の適用対象であるが、シラン系表面含浸材

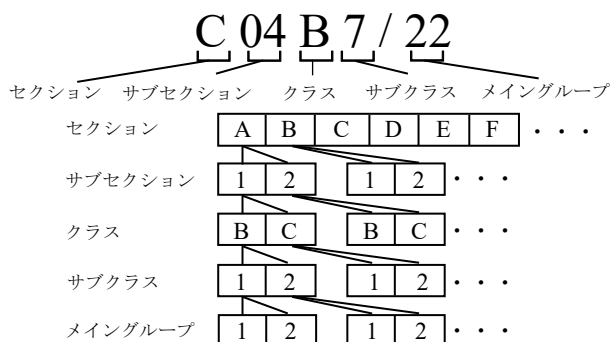


図-2 IPCの分類構造の模式図

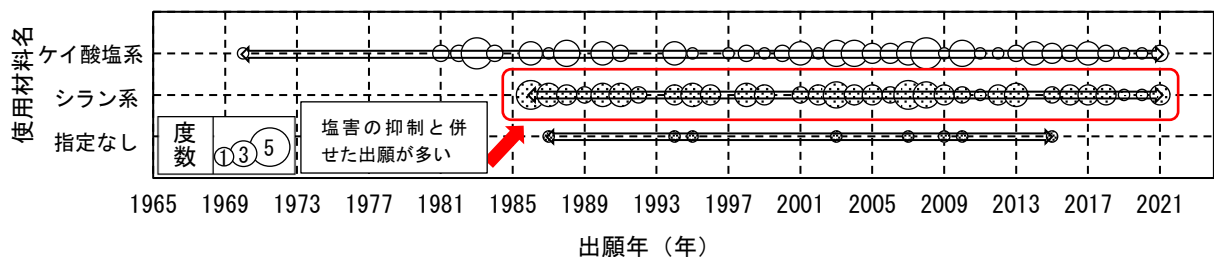


図-3 表面含浸工法における使用材料別の事業期間マップ

は適用に検討が必要とされている。一方、同書にてシラン系表面含浸材は塩化物イオンの浸入抑制のための表面含浸工法の適用対象とされていることから、シラン系表面含浸材に関する技術は塩化物イオンの浸入抑制と併せて中性化の抑制を行う場合を考慮して出願されたと考える。これは、シラン系表面含浸材に関する記載のある出願 73 件のうち 43 件に塩害の記載があったことから伺える。そこで以後は、より技術開発の歴史が長く、中性化抑制のための表面含浸工法の適用対象であるケイ酸塩系表面含浸材に関する出願経緯について時系列引用関係マップを用いて分析・検討を行う。

### 3.2 時系列引用関係マップを用いた出願経緯の分析

#### (1) ケイ酸塩系表面含浸材の主成分別の細分類について

時系列引用関係マップにおいて、ケイ酸塩系表面含浸材をより詳細に分析するため、主成分および改質機構により「固化型<sup>15)</sup>」、「反応型<sup>15)</sup>」、「複合型」、「全対応」に大別する。補足として、固化型は、ケイ酸リチウムを主成分として材料自体の乾燥・固化によりコンクリートの空気を充填するものであるのに対して、反応型はケイ酸カリウムおよびケイ酸ナトリウムを主成分として水酸化カルシウムとの反応により発生した C-S-H ゲルがコンクリートの微細空気を充填するものである。また、一般に、固化型と反応型を複合した物はその改質機構によりそれぞれの型に分類される<sup>15)</sup>が、本研究では、複合型として分類する。また、ケイ酸塩系を主成分とする旨の

記載はあるが、用いるケイ酸塩の種類が指定がないものや複数種の指定があるものは全対応として分類する。

#### (2) 時系列引用関係マップの元公報の選定について

図-4 に、特願 2016-145613<sup>16)</sup>を元公報とする時系列引用関係マップを示す。「けい酸塩系表面含浸工法の設計施工指針(案)」<sup>15)</sup>が 2012 年に出版されたことを踏まえると、その後に出願された技術は現代の技術に至るまでの経緯が考慮されている可能性が高く、過去の技術開発の経緯を分析する目的に適していると考える。そこで、本研究では 2012 年以降に出願されたケイ酸塩系表面含浸材に関する公報のうち、審査が終了している公報 4 件(出願年が 2014~2021 年のもの)を元公報とした時系列引用関係マップを作成する。本稿では、代表として特に技術変遷が顕著に表れた特願 2016-145613 を元公報とした時系列引用関係マップを示す。以下、各技術の説明では元公報を No.1 とし、時系列引用関係マップ上で割り当てた番号を使用する。

### 3.3 時系列引用関係マップに基づく技術変遷について

#### (1) 表面含浸工法の変遷ルート

No.1 は耐硫酸性を向上させるため、ケイ酸アルカリ金属塩(ケイ酸リチウム等)を含有する表面含浸材の上にリチウム化合物(ケイ酸リチウムも可)と、ケイ酸ナトリウム及び/又はケイ酸カリウムとを含有するコンクリート保護材を塗布する技術である。

本研究では、この技術を構成する要素について、特徴的な 4 つのルート、(a) 塗布した表面含浸材の保護技術

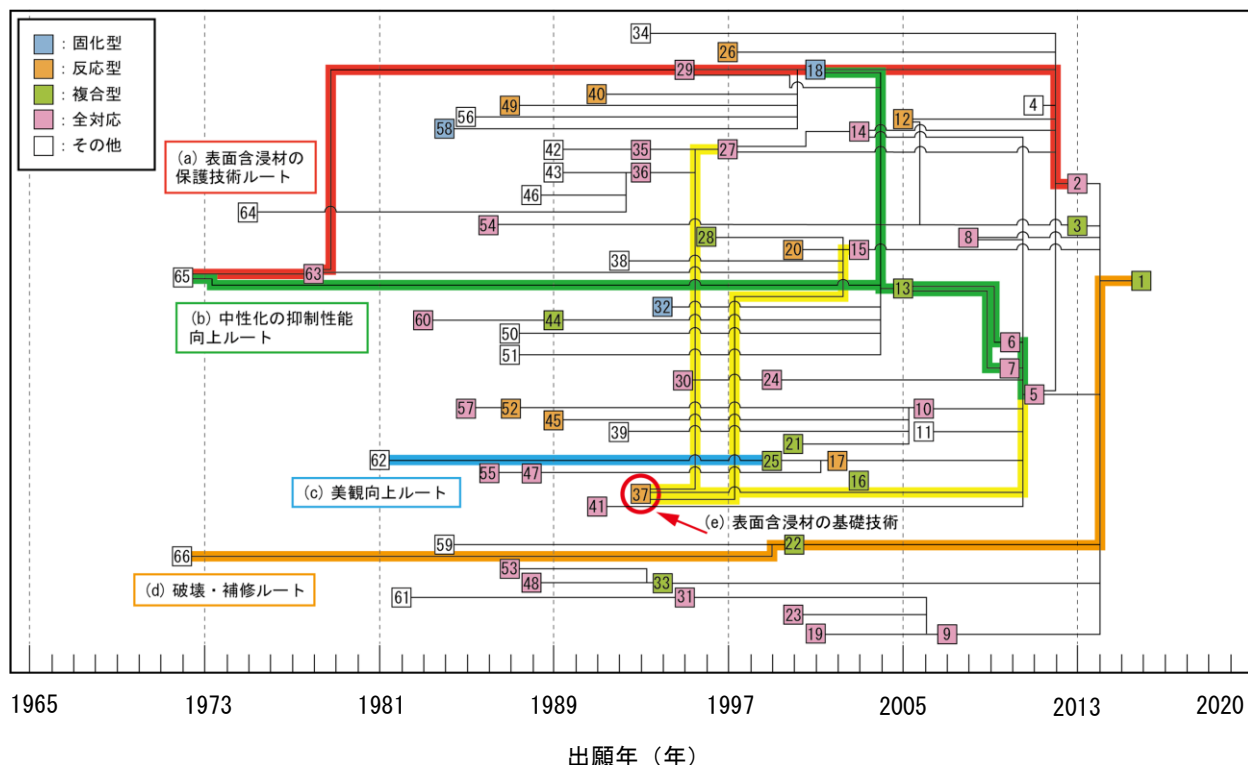


図-4 特願 2016-145613 を元公報とする時系列引用関係マップ

の発展を示すルート、(b) 表面含浸材に添加剤を加えることで中性化の抑制性能を高める技術の発展を示すルート、(c) 美観を向上する技術の発展を示すルート、(d) 破壊・補修技術の発展を示すルート、について検討する。また、本マップ上で最も被引用数の多い公報について(e)のルートを確認し、今後の表面含浸工法に関する研究開発におけるその公報の活用方法について検討する。

### (2) 表面含浸材の保護技術のルート

図-4より、(a)のルートはNo.65<sup>17)</sup>→No.63<sup>18)</sup>→No.29<sup>19)</sup>→No.18<sup>20)</sup>→No.2<sup>21)</sup>で構成される。No.65はコンクリート等のセメント系材料の表面の劣化を防ぐために表面含浸材を塗布する技術である。No.63はコンクリートに中性化対策のための表面含浸材を塗布後、セメントペーストを塗り重ねて表面含浸材を保護する技術である。No.29は成分の改良によりNo.63のようにセメントペーストを塗布せずとも耐候性を持つことで施工性を向上する技術である。No.18は表面含浸材である亜硝酸リチウムとケイ酸ソーダによりケイ酸リチウム結晶をつくることで中性化に対応し、クラック発生を抑制する技術である。No.2はスラッジから回収したカルシウム成分を用いた表面含浸材の反応促進剤により中性化等の劣化が進行したコンクリートを補強する技術である。

以上より、表面含浸材の保護技術において、セメントペーストによる保護から成分の改良による保護に移行し、性能向上を経て、環境に配慮しつつ性能向上を図る流れを確認できた。性能確保後、省力化、性能向上、環境配慮の順に技術が変遷してきたことを示していると考えられる。

### (3) 中性化の抑制性能を高める技術のルート

図-4より、(b)のルートは(a)のルートにあるNo.18,65→No.13<sup>22)</sup>→No.6<sup>23)</sup>,7<sup>24)</sup>→No.5<sup>25)</sup>で構成される。No.18はケイ酸リチウム結晶を生成して中性化の抑制性能を高める技術である。No.65は表面含浸材を塗布する技術である。No.13はケイ酸塩系の表面含浸材にキレート剤等を加えることで中性化の抑制性能を高める技術である。No.6,7はコンクリートに塗布した水ガラスをゲル化することで水密化を図り中性化の抑制性能を高める技術である。No.5はアルカリ金属のケイ酸塩、水溶性カルシウム塩を用いてアルカリ性を回復する技術である。

以上より、添加剤を用いることによって中性化の抑制性能を向上する流れを確認できた。コンクリートの表面含浸材を開発する場合においては、基本とするケイ酸塩系表面含浸材の成分に対して、性能を向上させるための別の成分を添加する方法が有効であると考えられる。これらの流れは中性化の抑制性能を高めるための基本的な効能に関する技術の変遷を示すと考える。

### (4) 美観を向上する技術のルート

図-4より、(c)のルートはNo.62<sup>26)</sup>→No.25<sup>27)</sup>で構成

される。No.62は風雨や太陽熱により劣化を受ける屋根板等に用いられる化粧石綿セメント板の金属光沢の維持のためのクリア塗料に関する技術である。No.25は美観性に乏しいNo.62の改善のため、板材の表面に塗着する着色層にケイ酸塩系水溶液を用いた技術である。

以上より、現代の表面含浸工法の技術は、コンクリートの中性化の抑制性能についてのみ検討されてきたのではなく、美観についての検討も行われた上で成立していると言える。

### (5) 破壊補修の技術のルート

図-4より、(d)のルートはNo.66<sup>28)</sup>→No.22<sup>29)</sup>→No.1で構成される。No.66は高熱によりコンクリートを脆弱化させ、熱処理した部分をハンマー等の衝撃で破砕する技術である。No.22はコンクリートに生じた損傷部をNo.66と同様の熱処理等により除去した後に補修材を充填する技術である。No.1は、保護対象のコンクリートの劣化部分を除去後、ケイ酸塩系表面含浸材を塗布する技術である。

以上より、コンクリートを破壊する技術が、補修の際に劣化部分を除去する技術へと応用され、ケイ酸塩系表面含浸材の塗布前に劣化部分を除去する技術に至る流れを確認できた。コンクリートの補修方法について検討する場合は、相反する技術である破壊方法についても検討すると良いと考える。

### (6) 引用回数が多い技術 (No. 37) の発展について

図-4より、(e)のルートはNo.37<sup>30)</sup>→No.5, No.37→No.15<sup>31)</sup>, No.37→No.27<sup>32)</sup>で構成される。No.37はNo.5, No.15, No.27より引用されており、本マップ上で最も被引用数が多い公報である。また、本研究にて作成した他の時系列引用関係マップにおいても被引用が確認できた。

No.5とNo.15はコンクリートに塗布して含浸する際に、コンクリートの中性化に効果を発揮する層と効果を発揮する層の劣化を防ぐ層の2層を形成するため、それぞれの成分を含む塗材を塗り重ねて含浸する技術であり、No.27はコンクリートの中性化に効果を発揮するために2種の成分を必要とするところ、それぞれの成分を含む塗材を塗り重ねて含浸する技術である。いずれも、コンクリートに塗り重ねて含浸する点が共通している。一方、No.37は、ケイ酸ナトリウムを主成分とした無機質浸透性防水材を対象個所に塗布または注入し、乾燥後に散水を繰り返し行うことで保護層を形成するという反応型に関する典型的な技術であり、成分は1種のみであるが、コンクリートに塗材を塗布して含浸する点が共通している。また、No.37は、1995年に公開されてから2011年に至るまで長きに渡って引用されている。

これらより、No.37はコンクリートの中性化への対策という技術分野において、塗材を塗布することで対応す

るという技術の基礎を示していると考えため、本技術分野において研究開発を行う際には参考にとすると良い。ただし、No.37 は基礎技術として引用しやすくまとまっているが、有用な効果により技術の発展に寄与したとは限らない。

#### 4. まとめ

今回の研究の範囲で以下のことが分かった。

- 1) 表面含浸材の保護技術は性能確保後、省力化、性能向上、環境配慮の順に変遷してきた。
- 2) コンクリートの表面含浸材を開発する場合には、基本とする成分に対して、性能を向上させるための成分の添加を検討する方法が有効である。
- 3) 表面含浸工法の技術は、美観についての検討も行われた上で成立している。
- 4) コンクリートの補修方法について検討する場合は、相反する技術である破壊方法についても検討すると良い。
- 5) 特開平 07-026674 (No.37) は塗材を塗布することで対応する技術の基礎を示しており、コンクリートの中性化への対策技術を開発する際は参考にてできる。

#### 謝辞

本研究は名古屋工業大学教授河辺伸二工学博士、中部セメントコンクリート研究会企画部会、インパテック株式会社、パナソニックソリューションズテクノロジー株式会社の協力を得ました。ここに謝意を表します。

#### 参考文献

- 1) 日本コンクリート工学協会：日本のコンクリート 100 年-JCI 創立 40 周年記念、日本コンクリート工学協会、2006.5
- 2) コンクリート用化学混和剤協会：30 年の歩み、コンクリート用化学混和剤協会、2008.4
- 3) 平川雅彦：車載認識装置における自転車認識技術の動向～トピック分析による認識技術の分類～、情報プロフェッショナルシンポジウム予稿集、No.14、pp.47-52、2017.11
- 4) 大島隆一、小西敏正、榊田佳寛：床暖房部品・工法の開発に関する研究、日本建築学会計画系論文集、Vol.64、No.519、pp155-162、1999.5
- 5) 大矢弘明：特許の最近の傾向、コンクリート工学、Vol.10、No.6、pp.126-130、1972.6
- 6) 伊藤洋介、松本英利：アルカリ骨材反応に関する各業界の特許出願の動向に関する調査、日本建築学会計画系論文集、No.781、Vol.86、pp.1197-1204、2021.3
- 7) 伊藤洋介、松本英利、川瀬翔大：コンクリートの塩

害に関する各業界の特許出願の動向に関する調査、日本建築学会計画系論文集、No.805、Vol.88、pp.1166-1174、2023.3

- 8) 上田拓真、伊藤洋介、河辺伸二、川瀬翔大、和田彩華：特許情報によるコンクリートの中性化を解決するための技術開発経緯の調査、日本建築学会東海支部研究報告集、Vol.62、pp.53-56、2024.2
- 9) 土木学会：コンクリートライブラリー119 表面保護工法設計施工指針（案）、2005.4
- 10) 日本建築学会：建築物の耐久性向上技術シリーズ 建築構造編 I 鉄筋コンクリート造建築物の耐久性向上技術、1986.6
- 11) 日本弁理士会 知的財産経営センター パテントマップの弁理士業務標準化プロジェクトチーム：特許マップの類型と特性 第二版、日本弁理士会、2024.2
- 12) 伊藤洋介、川瀬翔大：特許情報による技術開発経緯の調査—塩害を解決するための電気化学的防食工法—、土木学会論文集、Vol.80、No.3、pp.1-11 2024.3
- 13) J-PlatPat “特許・実用新案分類照会”：<https://www.j-platpat.inpit.go.jp/p1101>、(閲覧日：2024 年 3 月 14 日)
- 14) 六車正道：発明者引用特許の抽出とその分析、情報の科学と技術、Vol.57、No.7、pp.353-357、2007.7
- 15) 土木学会：コンクリートライブラリー137 けい酸塩系表面含浸工法の設計施工指針（案）、2012.7
- 16) 樋原弘貴、添田政司、阿部稜：特開 2018-016947、2018.2
- 17) 吉田昭利：特開昭 49-094705、1974.9
- 18) 小俣一夫、清水俊彦、伊部博、斎藤仁：特開昭 55-078764、1980.6
- 19) 腮尾信一、小林武彦、岩間克己、土田宇一、諸里正史：特開平 09-110558、1997.4
- 20) 安藤尚、天野潤二郎：特開 2002-179479、2002.6
- 21) 添田政司、樋原弘貴、工藤哲也、林大介、橋本学、室野井敏之：特開 2014-201929、2014.10
- 22) 山本耕造、大迫清嗣、西野英哉：特開 2006-183446、2006.7
- 23) 下田一雄：特開 2011-184212、2011.9
- 24) 下田一雄：特開 2011-256066、2011.12
- 25) 末廣喜彦：特開 2012-241475、2012.12
- 26) 小林正樹、定方俊哉：特開昭 58-020786、1983.2
- 27) 岡本健児、岡田昌之、鈴木信義：特開 2001-151582、2001.6
- 28) 糸谷国雄：特開昭 48-089532、1973.11
- 29) 高崎武彦：特開 2002-147029、2002.5
- 30) 今井周一：特開平 07-026674、1995.1
- 31) 峰直治：特開 2004-323333、2004.11
- 32) 今井周一：特開平 11-193638、1999.7