

補修・補強材料のトレーサビリティシステム による維持工事の品質確保と効率化

Traceability System for Repair and Reinforcement Materials to Assure the Quality and Efficiency of Maintenance Work

松澤好洋* 山口 治*

要 旨

インフラ構造物の維持工事では、梱包が小さく多種・多量の材料を現場で練り混ぜて使用しており、品質管理に要する情報の収集と記録に多大な労力を費やしている。そこで、維持工事の品質確保と、情報収集管理の効率化による負担軽減を目的として、補修・補強材料のトレーサビリティシステムを開発した。その結果、維持工事の品質管理記録をクラウドで一元管理でき、タブレット端末などによる非通信環境下での入力が可能となり、QRコードによる材料梱包の最小単位での管理を実現した。現場での試行によりシステムの確実な動作を実証し、全数管理をする場合の品質管理情報の収集・集計に要する時間が4割軽減された。これにより、材料の品質管理情報の全数管理の促進と、効率的な維持工事の実施が可能となり、インフラ構造物の長寿命の促進に寄与できる。

キーワード：補修・補強、補修材料、トレーサビリティ、効率化

1. まえがき

我が国では、1960年代からの高度経済成長期に社会資本が集中的に整備され、耐用年数の目安となる築造後50年を超えるインフラストックが多く存在し、今後急速な老朽化の進行が懸念される。一方で、国内総人口は2011年から人口減少社会¹⁾となり、都市部への人口集中による地方の過疎化とインフラの需要減少により、新設工事に比べて、既存ストックの長寿命化を目的とした維持管理の重要性が増している。

適切な維持管理がされなかった構造物は、1990年後半から、損傷や倒壊、重大事故の発生²⁾など大きな社会問題となっており、その度に維持管理の重要性が高まってきた。現在では、適切な維持管理を行うことで、施設の状態を良好に保ち、また耐用年数の延長に寄与することが知られている³⁾。

維持管理の取り組み強化として、国土交通省は、平成26年にトンネル、橋等の点検を近接目視により5年に1回の頻度で実施し、健全性を4段階に区分することを省令、告示で定めた⁴⁾。そのため、現在の維持管理業務では、作業人員の確保が困難である⁵⁾とされている。

点検により発見された補修・補強箇所は、緊急度に応じて速やかに修繕、補修、補強（以下、維持工事）を実施し、必要に応じて計画的な改築や更新等を行う必要が

ある。しかし、高齢化の進展とともに、引退による建設業就業者の減少⁶⁾が続いており、従事者の確保とともに、作業の効率化技術の開発と運用により、適正な維持管理サイクルを構築する必要がある。

維持工事では、狭隘空間で短時間に小規模エリアを対象とした施工が想定される。このため、使用する材料（以下、補修等材料）は、梱包量が小さく、また、急結性を必要とするため、エポキシ樹脂等の有機材料や複数材料の混合型が多い。これらは、施工直前に練り混ぜを行うため、配合の管理、練り混ぜ時間、練り混ぜから硬化までの可使用時間管理が必要となる。品質管理は梱包材料の最小単位で実施し、構造物のどの部位に使用したか、全ての記録を現地で行う必要がある。このような煩雑な品質管理は、現在、日報等の報告書により人力で記録と保管を行っており、それが人員増の要因となっている。

補修等材料の品質管理記録は、工事完了後に損傷が発生した際の原因究明、応急・本復旧の計画立案、維持工事の実施において不可欠な情報である。したがって、構造物の適正な維持管理には、詳細かつ適切な情報収集と記録の保管、およびそれらの情報を必要な時に活用できる体制が求められている。そこで、維持工事の品質確保と、情報収集管理の効率化による負担軽減を目的として、補修・補強工事の材料におけるトレーサビリティシステム（以下、本システム）を開発した。

*東日本支社リニューアル技術部

2. 既往の研究

2.1 既往研究および実施例

国土交通省は、2017年10月に「インフラ・データプラットフォーム」⁹⁾の構想を発表し、国内で保有されるインフラ情報を横断的に統合し、官民間問わず維持管理に活用する取り組みを進めている。

道路分野の取り組みの例として、首都高速道路株式会社での、2017年からインフラの効率的な維持管理をトータルに支援・実現するスマートインフラマネジメントシステム「i-DREAMs®」⁷⁾の運用が挙げられる。

鉄道分野の取り組みの例として、東日本旅客鉄道株式会社での、橋梁・トンネル等検査情報の一元管理を行う「土木構造物管理システム MARS」²⁾の導入が挙げられる。また、東京地下鉄株式会社は、IoT化・データベースの利用による「地下鉄トンネル等の新しい維持管理技術」⁸⁾を用いて維持管理業務の高度化を図っている。上述のように、インフラ管理者は、所有する構造物に対して独自の情報集約システムを構築し、維持管理業務の基盤としている。

建設資機材や材料に注目した情報収集・管理の取り組みも進められている。中村ら⁹⁾は、シールド工事の築造におけるセグメント情報管理、受入検査管理等を統合し、維持管理に有効な情報を提供できる「シールド情報統合管理システム」を確立している。近藤ら¹⁰⁾は、鉄筋、型枠、二次製品等の個体管理が可能な材料について、管理コードを建設運搬物に直接付与せず、運搬の受け渡しをする設備間で情報を管理するシステムを考案している。

流動物の個体識別管理として、東ら¹¹⁾は、生コンクリートの配送から打設を一元管理する管理システムを開発、実用化しているほか、同種の技術は複数発表されて実用化されている。

2.2 本開発の独自性

前述の取り組みや開発技術は、新設構造物を対象とした技術や、インフラ構造物の点検、補修・補強履歴等の情報管理であった。維持工事の材料品質確認記録等は単独で工事記録ファイルに管理される例が多く、維持管理業務での活用が困難であった。また、短時間施工や小規模などの維持工事特有の条件により、過去の工事記録では、全ての材料の品質管理情報ではなく、施工日ごとや場所ごとなど代表値の管理のみを行う事案もみられる。

そこで、使用材料の全数に対して適正な品質管理とその記録を施工現場で容易に収集し、情報を管理・活用する仕組みとして本システムを開発した。ここでは、インフラ構造物に多く適用されている鋼構造およびコンクリート構造に対する補修等材料を対象とした。

3. 維持修繕工事特有の課題

3.1 施工の制約

維持工事は、災害時の緊急対応を除き、既に供用中のインフラ（道路、鉄道、上下水道等）を停止させないよう計画される。そのため、夜間や短時間施工等の時間的制約、道路片側規制等の場所の制約、狭隘な空間や不動施設の近接等の空間の制約を受ける。

これにより、補修等材料に求められる条件として、人力運搬と小規模施工に適した少量梱包、短時間で供用するための早期強度の発現、頻りに補修できないことによる長期耐久性の確保が挙げられる。したがって、補修等材料は、早期強度を重視したエポキシ樹脂等の有機系材料や、長期耐久性に有利なセメント系の無機系材料、またはそれらを組み合わせた混合材料が実用化されている。

3.2 材料の特性

鋼構造およびコンクリート構造に対する補修等材料は、目的に応じて様々な工法の材料が開発・実用化されている。鋼構造では、主に防錆を目的とした塗料等、コンクリート構造では、ひび割れ注入、剥落防止の表面被覆、剥落後の断面修復等の補修材料と、増厚のセメント系材料や炭素繊維等の補強材料がある（表-1）。その多くは、2種類以上の材料の練り混ぜを要することが特徴である。また、補修・補強の目的が同一であっても、複数の工法や材料が存在し、製品ごとに管理値が異なる。加えて、使用環境に応じて夏用・冬用、速乾性・遅延性などにより品質管理値が設定されている。したがって、維持工事の品質を確保するためには、適正な配合、練り混ぜ、施工環境に応じた適正な管理を実施する必要がある。

表-1 維持工事の目的と代表的な材料

項目	目的	鋼構造	コンクリート構造
機能維持	防錆	塗膜防錆剤塗布(有機系材料)他	—
	劣化因子の浸透防止	表面塗装 他	表面改質剤、表面塗装 他
補修	ひび割れ	ストップホール、添接板設置 他	有機系材料注入(エポキシ樹脂等) 無機系材料注入(セメント系材料) 他
	防錆	塗膜防錆剤塗布 他	鉄筋防錆剤塗布(有機材料、無機材料) 他
補強	剥落防止	—	有機系表面被覆(エポキシ樹脂等)、繊維シート(有機系含浸材) 他
	断面修復	添接板設置 他	無機系材料、樹脂混合セメント材 他
補強	増厚	補強鋼材、添接板設置 他	コンクリート、セメント系材料(モルタル等)、樹脂混合セメント材 他
	繊維補強	炭素繊維 他	炭素繊維、アラミド繊維(有機系含浸材)他

凡例 赤太字:現地で2種類以上の練り混ぜを要する材料(水を含む)

3.3 品質管理の要件

前節の施工の制約、材料の特性を踏まえた品質管理の特徴と課題として以下の点が挙げられる。

- i. 材料の種類が多く、小さい梱包単位の補修等材料を多量に使用するため、施工場所での品質管理および情報収集の負担が大きい点
- ii. 現場で複数の添加材を練り混ぜた時点で品質が変化するため厳格な時間管理が必要な点
- iii. 気温・湿度などの現場環境の変化によって品質管理値が変化する材料が存在する点

iv. 工事により補修等材料が構造物の部位（場所）に
 帰属して管理される点

上記のとおり、管理項目数と個体数の組み合わせが膨大なため、品質管理の情報収集と記録に多大な労力を要する。現在は、施工管理の人員増で対応しており、工事価格の上昇や、人員不足による工事進捗の遅れなどの原因となっている。

本システムでは、上記の課題を解決するため、品質管理情報の収集の負担軽減、適正な練り混ぜ時間管理、個々の現場に応じた環境対応、施工後の構造物との関連付けを実現することを品質管理の要件とする。

4. システムの構築

4.1 システムの目標

本システムは、維持工事の計画時、資材搬入時、施工時の記録を一元管理することで、維持工事の品質管理記録を出力することができる。完成・引き渡し後には、点検・補修情報と合わせて、維持管理業務に活用できるデータベースの構築を目標とした（図-1）。

4.2 システム構築の要件

システム構築の要件は、品質管理要件、施工管理要件、維持管理要件、デバイス・データベース要件に分類し、それぞれを満足するよう仕様の検討を行った。各要件の詳細を表-2に示す。

このうち、複数の手法を候補とした場合の比較検討を行った項目について後述する。仕様の決定にあたり、全項目において汎用性と今後の継続性に配慮した。

4.3 検討内容と仕様の決定

データ一元管理手法は、クラウドサーバの活用と、ローカルサーバを比較した結果、複数現場の活用に伴うシステムの規模拡大と維持管理費用を考慮してクラウドサーバを採用した。

個体識別方法は、材料の梱包1つずつに個別認識コードを貼り付ける方式とした。識別する技術は、バーコード、QRコード、ICタグを比較した結果、材料の調達容易性、貼付等の負担、保有できる情報量、汎用性などを考慮して、QRコードを採用した（表-3）。

情報取得と操作端末は、汎用性が高く、QRコードの読み込みが可能なタブレット端末、およびスマートフォン（以下、携帯端末）を採用した。

データ取得を行う入力機能は、非通信環境での使用を可能にするため、独自の新規システムの開発と、既往の電子帳票アプリ（以下、既往アプリ）の活用を比較した。その結果、開発期間の短縮とコスト縮減が見込めることから、既往アプリを採用した（表-4）。

データ入力作業は、監督者（元請職員）、作業主任者（職長）、作業従事者（作業員）について役割を検討し、目標レベルと暫定レベルを設定した（表-5）。

目標レベルは、作業従事者の入力を基本として、通常作業の支障とならない操作の仕様とした。暫定レベルは、システム導入の初期段階や過渡期の対応として、作業主任者の一時的な操作で対応できるよう全体のシステムを調整した。

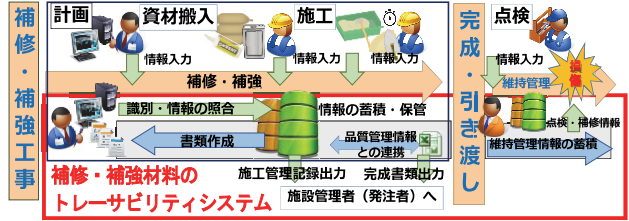


図-1 全体運用概念図

表-2 システム構築の要件

品質管理要件	施工管理要件
管理記録収集、整理の負担軽減	非通信環境での使用
材料使用期限管理	材料の在庫管理情報の取得
材料可使用時間管理	複数箇所での同時使用
配合管理記録の取得	施工場所の記録
環境条件を反映した管理基準	デバイス、データベース要件
維持管理要件	汎用性の確保
構造物と使用材料の関連付け	機器入手の容易性
構造物と施工記録の関連付け	メンテナンス性

表-3 個体識別技術の検討

種類	メリット	デメリット	評価
バーコード	・自作可能	・保持できる情報量が少なく、管理したい情報を保持できない	×
QRコード	・保持できる情報量が多く、管理したい情報を保持できる ・自作可能	・ペンキなどで見れなくなると読み取りが困難	○
ICタグ (RFID)	・保持できる情報量が多く、管理したい情報を保持できる ・再利用できる	・金属や液体の近傍で電波の影響が起き、読み取り困難 ・1枚約10円⇒コスト大 ・自作不可	△

表-4 非通信環境対応の開発方法の検討

構築方法	メリット	デメリット	期間	価格 (比率)	評価
新規システム構築	・入力、出力、マスタ機能の一元開発が可能	・開発費用、期間の増大	約2年※1	1.0 (基準)	×
既往アプリ導入	・開発期間と費用が短縮 ・アップデート、メンテナンス作業が不要	・カスタマイズの制約 ・連携機能の開発が必要	3ヶ月※2	0.18※2	○

※1：アプリ登録の審査に要する期間を含む
 ※2：データ連携システムの構築にかかる期間と費用

表-5 データ入力作業の役割分担レベルの設定

担当レベル	監督者 (元請職員)	作業主任者 (職長)	作業従事者 (作業員)
目標レベル	運用の指導 収集データ確認	現地指揮 施工条件の入力	作業中に現地で入力
暫定レベル	現地指揮 施工条件の入力	作業中に現地で入力 (人員増)	通常作業

4.4 システム構築要素

本システムは、材料情報・施工情報の入力を管理する入力機能、システム全体の管理を担うマスタ機能、帳票出力を管理する出力機能の3種類で構成される（図-2）。全ての機能はクラウドサーバ上に存在し、通信環境下での複数人同時アクセスと最新版管理を可能とした。

a. 入力機能

入力機能は、現場事務所でのPC入力と施工場所での携帯端末での入力を可能とした。入力画面の例を図-3に示す。

入力機能の開発は、既往アプリを採用して開発期間の短縮とコストの削減を図った。採用したアプリは、非通信環境下でデータを端末にストックし、通信可能環境でまとめてクラウドデータの更新をする機能を有するため、トンネルや高架橋の下などでの使用が可能となった。

施工現場でのQRコードの読み取りは、携帯端末の内蔵カメラおよび専用のコードリーダー（写真-1）により行う。個体識別情報が記録されたQRコードを読み込むことで、携帯端末に転送・記録され、各種管理情報とともにクラウドサーバに転送される仕組みとした。

入力機能は、搬入時の多量の情報入力を一括登録する機能を備える。また、現場での入力漏れや誤記録等の修正機能を権限付きで備えている。

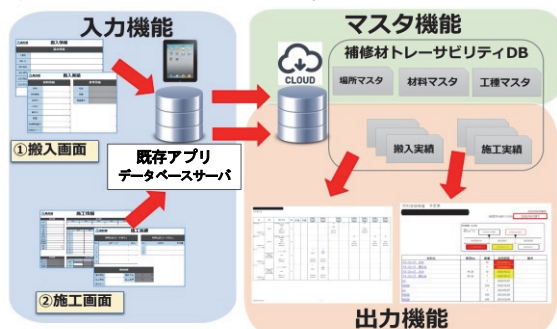


図-2 システム構成図

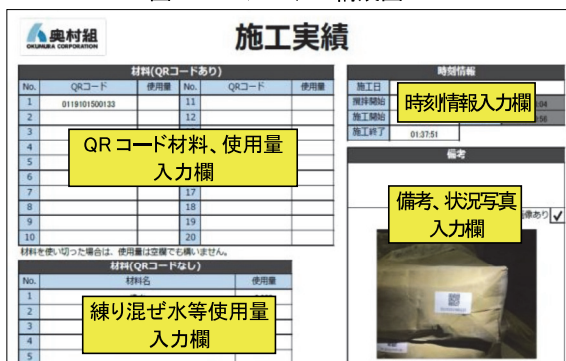


図-3 施工情報入力画面（タブレット端末の例）



写真-1 QRコードリーダー（端末イメージ）

b. マスタ機能

マスタ機能は、入力情報として携帯端末等から転送された情報を、QRコードに関連付けて一元集約する。マスタ機能の具体的な役割は、既往アプリとの連携機能、入力データのエラー警告と重複データの排除、入力のプルダウン選択項目となる各種マスタ情報の管理、出力機能への情報提供である。搬入時および施工時に取得する項目は、①主キー（QRコード）、②基本情報、③製造情報、④搬入情報、⑤施工情報、⑥品質管理情報、⑦工事引き渡し後に活用される施工場所情報（維持管理情報）、

⑧付帯情報で構成される。取得データは、マスタ機能で主キーであるQRコードと関連付けられる（表-6）。

本システムへの入力情報の登録は、搬入時と施工時の2回である（表-7）。搬入時登録は、施工現場に搬入された際にQRコードを読み込み、基本情報、製造情報、搬入情報を関連付ける。これにより、材料の入荷数量管理や使用期限管理が可能となる。施工時登録は、施工の開始時にQRコードを読み込み、施工情報、品質管理情報、維持管理情報となる施工場所を関連付ける。これにより、使用期限管理、練り混ぜ時間管理、可使時間管理、施工環境の可否、配合管理、使用数量管理、施工場所との関連付けが可能となる。使用した材料は、施工後に梱包材料に付与したQRコードとの関連がなくなり、新たに施工場所と関連付けられて管理される。

表-6 取得データ項目

情報種別	細別	情報種別	細別	情報種別	細別	
①主キー	QRコード	④	搬入日	⑥	使用量	
	管理番号		搬入時刻		温度(°C)	
基本情報	工事名	⑤	搬入場所名		品質管理情報	湿度(%)
	Lot No		搬入立会者			撈拌開始時刻
	材料名		施工日			施工開始時刻
③	材料種別名	⑤	施工立会者		⑦維持管理情報	施工終了時刻
	製造年月日		工種・種別・細目	施工場所情報		
	出荷日		施工方法			
	使用期限日		撈拌方法			
				⑧付帯情報	備考、写真	

凡例 ①~④(■)搬入時入力 ⑤~⑧(□)施工時入力

表-7 入力項目とQRコードの関連付け

搬入時(1回目)		製造		搬入		施工		維持管理	
時系列	QRコード	基本情報	製造情報	搬入情報	施工情報	品質管理	維持管理	情報	情報
		入力	選りで入力	入力					
		：	：	：	：	：	：	：	：
		管理可能な項目	入荷数量管理、使用期限管理						
施工時(2回目)		製造		搬入		施工		維持管理	
時系列	QRコード	基本情報	製造情報	搬入情報	施工情報	品質管理	維持管理	情報	情報
		済み	済み	済み	入力	入力	入力		
		：	：	：	：	：	：	：	：
		管理可能な項目	使用期限管理、練り混ぜ時間管理、可使時間管理、施工環境の可否、配合管理、使用数量管理、施工場所との関連付け						

c. 出力機能

出力機能は、結果の出力方法としてブラウザによる閲覧と、帳票形式の出力ファイルで対応した。出力ファイルは、各種形式（PDF、Excel）に対応し、汎用性を確保した。ブラウザによる出力画面は、検索による絞り込みで必要部分のみを表示、出力できる（図-4）。



図-4 出力画面例

帳票形式の出力は、現行の施工現場で品質管理記録として使用している項目を採用した。主な項目として、①材料の使用数量管理、②使用時刻や消費期限などの時間・時刻に関する品質管理、③温度・湿度等の環境管理である。

5. 現場適用

5.1 適用現場概要

評価・検証するため、本システムを2現場で使用し、全数管理を品質管理基準として適用した。適用現場は、夜間の補修工事現場で、その特徴を以下に記す(写真-2)。

現場1：地下鉄駅の塩害補修工事における吹付けモルタル材料と止水材への適用。施工時間は約2時間半で、練り混ぜ1箇所と施工場所1箇所構成される。適用前の品質管理基準は代表値管理であった。

現場2：都市高速道路地下トンネルの剥落箇所の修復における左官仕上げの断面修復材料への適用。施工時間は約4時間で、練り混ぜ2箇所と施工場所4箇所構成される。なお、適用前の品質管理基準は全数管理であった。

本システムの現場適用により、システムの使用状況(操作性、通信性)、現場への影響(人員の増減、工程への影響)、品質管理情報の収集・集計の3項目について、従来施工(適用前)との比較・検証を行った。

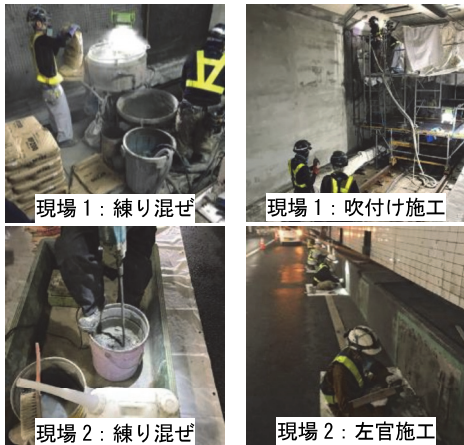


写真-2 適用現場の施工状況

5.2 試行結果

本システムの現場適用状況を写真-3に示す。現場での入力とシステムへの登録作業は、表-5に示した「暫定レベル」とした。2現場とも監督者(元請職員)の教育を受けながら作業主任者(職長)がデータ入力とシステムへの登録作業を行った。適用期間は、現場1では約3ヶ月(60日)、現場2では約1ヶ月(15日)である。

a. システムの使用状況

操作性は、画面の大きいタブレットを入力端末として使用したため、入力作業に支障がなく良好であった。現



写真-3 システム試行状況

場での入力に配慮し、記載文字の簡素化と最低限の入力項目としたことにより誤入力は生じなかった。通信性は、2現場とも地下構造物であったが、携帯端末の通信が可能な環境であった。試行中の運用として、データのサーバアップロードを現場ではなく事務所に戻った後に行うこととしたが、不具合なくデータ転送が可能であった。また、現場2では、複数の練り混ぜ場所に対して、それぞれ入力端末を同時に使用したが、複数稼働による不具合は見られなかった。適用後のヒアリングの結果、操作については適用前の現場で記入していた日報への記録と同等の記録時間で対応できたとの意見が出た。

b. 現場作業中の作業人員、工程への影響

本システムの導入に伴い、作業人員、工程に及ぼす影響をシステム導入の前後で比較した(表-8)。作業人員は、適用前を1.00とした場合、現場1では1.10、現場2では1.08と増加した。現場1では代表値管理から全数管理に変わったことで、作業主任者の報告量が増加したこと、QRコードの貼付、読み込み作業、今まで監督者が行っていた工事記録部分の入力の増加が影響している。工程については、施工の間に読み込み作業や入力作業を行うことができたため、現場1では1.02、現場2では1.00と大きな変化は見られなかった。

表-8 システム導入による作業人員と工程への影響

現場区分	現場1		現場2	
	適用前	適用後	適用前	適用後
品質管理基準	代表値	全数	全数	全数
入力作業レベル	暫定レベル	暫定レベル	暫定レベル	暫定レベル
作業人員(人)	360 ^{※1}	397.5 ^{※2}	105 ^{※3}	113.5 ^{※4}
	比率	1.00 → 1.10(+0.1)	1.00 → 1.08(+0.08)	
工程(日数)	60	61	15	15
	比率	1.00 → 1.02(+0.02)	1.00 → 1.00(±0)	

内訳・算出根拠

※1: 6人/日 × 20日 × 3ヶ月

※2: [増分37.5人] QR貼付6人、搬入時入力1.5人、施工時入力30人

※3: 7人/日 × 15日 × 1ヶ月

※4: [増分8.5人] QR貼付0.5人、搬入時入力0.5人、施工時入力7.5人

c. 品質管理情報の収集・集計作業

現場での品質管理情報の取得と、事務所での工事記録の入力を合わせた歩掛の比較結果を表-9に示す。適用前は、作業主任者が収集した施工情報を、監督者が事務

所で品質管理情報として整理していたが、適用後は、現場で施工と同時に情報の入力・整理が完了する。その結果、適用前から全数管理だった現場2では、適用前を1.00とした場合、0.57と減少した。代表値管理であった現場1では管理項数が6倍に増加したが1.35の増加で収まった。情報収集作業はQRコードの読み取り作業の影響により増加したが、集計作業の減少により、全数管理を行う際の全体の作業時間の短縮効果を確認できた。

表一 9 品質管理情報収集・集計の平均歩掛比較
単位:分/日

現場区分	現場1		現場2	
	適用前	適用後	適用前	適用後
比較対象	適用前	適用後	適用前	適用後
品質管理基準	代表値 →	全数	全数	全数
管理項数	1/バッチ →	6/バッチ	12/バッチ	12/バッチ
入力作業レベル	暫定レベル	暫定レベル	暫定レベル	暫定レベル
情報収集作業 (現場)	10※1	75※2	100※3	120※4
集計作業 (事務所)	60	20	180	40
合計	70	95	280	160
比率	1.00 → (基準)	1.35 (+0.35)	1.00 → (基準)	0.57 (-0.43)

内訳・算出根拠 ※1:10分×1箇所 ※2:2.5時間×0.5(従事割合) ※3:25分×4箇所 ※4:4.0時間×0.5(従事割合)

5.3 課題と展望

今回実施した2現場のうち、品質管理要件が全数管理の場合において、品質管理情報の収集と集計を含めた総合的な効率化が見込める結果であった。課題として、以下の3点が挙げられる。

- i. 現場で実施する作業の増加（入力、読込作業）
- ii. 入力作業の役割分担のうち「目標レベル」の実施
- iii. 現場搬入時のQRコード貼付作業の負担軽減

i および ii について、目標レベルでは、作業従事者が入力を行えるよう、手袋を装着したまま携帯端末を操作できるなどの作業中の入力操作性の向上が求められる。iii について、現場搬入時にQRコードを貼り付ける作業は、使用前の荷ほどきと再梱包が必要なため、改善が求められる。

上記を踏まえて、i および ii に対して、定置型の入力端末を使用した試行を通じた効果の検証と、iii に対して、材料製造元との連携を強化し、個体識別のためのQRコードの貼付を製造時に行う体制の構築を進めたい。

6. まとめ

本報告では、以下の項目を明らかにした。

- i. 維持工事の品質確保と効率化を目的とした補修・補強材料のトレーサビリティシステムを開発した
- ii. QRコードによる補修等材料の個体識別方法、クラウドを利用したデータ管理を利用した全数管理による品質確保、および、その品質保証への可能性を確認した
- iii. 本システムを現場で実証した結果、作業人員は

QRコードの貼付作業や入力作業で最大10%増加したが、工程（日数）は、施工の間に読み込み作業や入力作業を行うことができたため、大きな影響はなかった

- iv. 品質管理情報の収集と集計については、適用前から全数管理の現場に本システムを導入した結果、QRコードの読み取り作業によって情報収集の作業時間は20%増加したが、システムの集計作業の効率化により全体で43%の作業時間の減少を確認できた
- v. 本システムを作業従事者が実施する上で、現場での入力・読み込み作業の作業量の増加、手袋を装着した状態での入力操作性の向上、材料製造時のQRコード貼付体制の構築が課題として明らかになった

7. あとがき

本開発において、維持工事の品質確保と効率化を目的とした補修・補強材料のトレーサビリティシステムを構築し、現場での実証により効果を確認した。今後、本システムを用いて、補修・補強材料の品質管理として全数管理が進めば、維持工事品質の安定、維持管理業務の効率化が可能となる。また、その結果として、構造物の長寿命化の促進の一助となれば幸いである。

【参考文献】

- 1) 総務省統計局、「人口減少社会「元年また」は、いつか?」、<http://www.stat.go.jp/info/today/009.html>、2012.11
- 2) 土木学会、「平成25年度全国大会 特別セッション これからの社会インフラの維持管理・更新のあり方—土木学会で取り組むべき課題と対処戦略—」、2013.9
- 3) 国土交通省、「インフラメンテナンス情報」、<http://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/maintenance/01maintenance/index.html>
- 4) 国土交通省、報道発表資料「定期点検要領の策定について」2014.6.25
- 5) 国土交通省、「国土交通白書2014」、PP39-40 図表 1-3-27、図表 1-3-30
- 6) 国土交通省、報道発表資料「産学官連携によるイノベーションの創出を目指します」、2019.5.30
- 7) 首都高速道路株式会社、「スマートインフラマネジメントシステム i-DREAMs®」、<https://www.shutoko.co.jp/efforts/safety/idreams/>、2017
- 8) 東京地下鉄株式会社、「東京メトロが展開する『地下鉄トンネル等の新しい維持管理技術』」、2018.3
- 9) 中村ほか、特許 5280891「セグメント受入れ管理システム」、出願日 2009.2.27
- 10) 近藤ほか、特許 523435「トレーサビリティシステムおよび運搬物管理方法」、出願日 2009.8.18
- 11) 東ほか、ニュースリリース「新設コンクリート構造物品質保証システムを開発」、<http://www.okumuragumi.co.jp/news/2007/index6.html>、2007