

建設業を変化させる新しい技術

一 塗膜厚管理システムの導入とテレワーカーの活用 一

○櫻井真奈美¹⁾， 畠中真一¹⁾， 伊藤剛¹⁾， 清水章弘²⁾

1. はじめに

日本では 2011 年以降，人口減少と少子高齢化が進行し，社会構造の変化が国全体の大きな課題となっている．とりわけ建設業においては，熟練技術者の高齢化に伴う大量離職と若年層の入職不足が重なり，慢性的な人手不足が深刻化している．2024 年 4 月より適用された働き方改革関連法に基づく時間外労働の上限規制（原則として年 720 時間以内）¹⁾から 2 年が経過した現在，現場における総労働時間の減少は不可避なものとして定着しており，従来の労働集約的な施工体制のままでは，工期の遅延や供給能力の低下を招くリスクが極めて高まっている．橋梁工事が補修・保全にシフトし人手に頼る作業が従来以上に増加すると見込まれる中，限られた人員と労働時間の中で建設業が社会的役割を持続的に果たすためには，各工程における単なる作業効率の改善にとどまらず，ICT 施工や BIM/CIM の全面的に導入する抜本的な生産性向上と省力化の推進が急務である．

本稿では，鋼橋の上部新設工事の施工現場を対象に実施した塗膜厚検査に関する新技術導入の成果，及びテレワークを活用した業務効率化の取り組み事例を報告する．

2. 塗膜厚管理の DX²⁾

鋼橋の新設工事における塗膜厚検査は，塗装面積 500 m²毎に 125 回（25 箇所×5 回）の測定を行い，それらの統計的処理に基づいて合否判定を行っている．特に，規模の大きな橋梁や下塗り，中塗り，上塗りの各層毎に管理する場合には，竣工までに何千回もの測定を必要とする．当社で開発した塗膜厚管理システム^{3),4)}は，こうした塗膜厚管理作業を省力化するシステムである．

以下，本システムの概要と従来技術との比較について述べる．

2.1 従来の塗膜厚管理の課題

塗膜厚管理の従来技術と本システムの比較を図 1 に示す．従来の塗膜厚管理（上段）は，塗膜厚を測定する測定者と，読み上げた測定値を野帳等に記録する記録者の 2 人で測定作業を行っている．

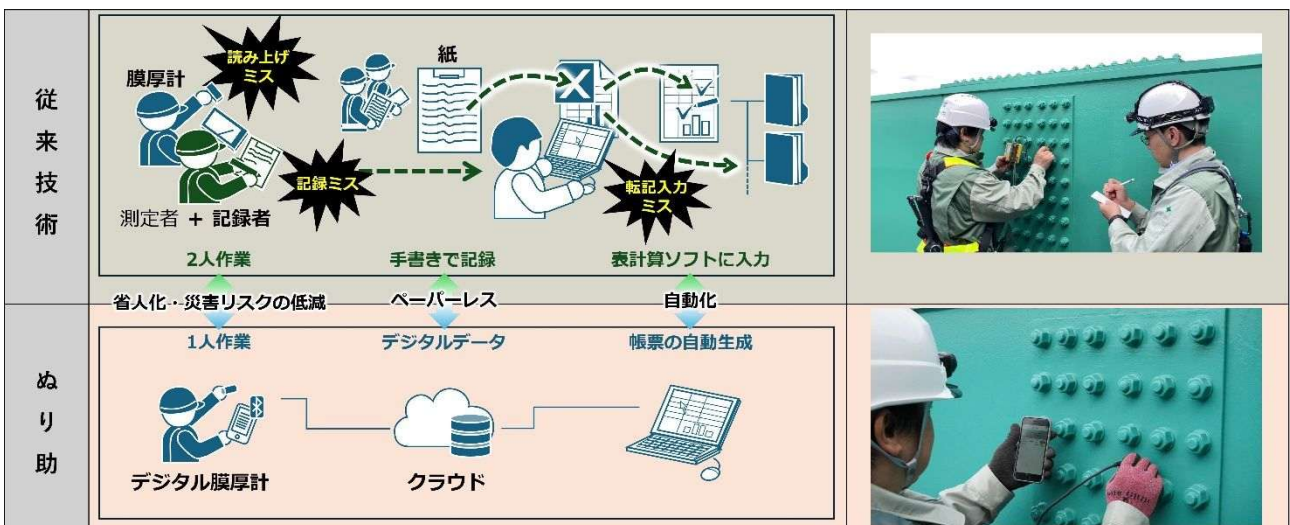


図 1 従来技術と塗膜厚管理システムの比較

1) 川田工業株式会社 橋梁事業部 開発部 〒170-0003 東京都豊島区駒込 3-3-20 駒込トリオビル 10 階

2) 川田工業株式会社 事業企画部 〒103-0014 東京都北区赤羽西 1-7-1 パルロード 3 10 階




現場での測定後は、内業として野帳等に記録した測定値をパソコンに手入力して検査書類を完成させているが、この方法は、多くの手間がかかるだけでなく、測定値の読み上げミスや野帳への記録ミス、パソコンへの転記入力ミス等、管理作業の各ステップにおいて人為的ミスが多く発生する恐れがある。

2.2 塗膜厚管理システム

本システムでは、デジタル膜厚計とパソコンアプリ、iPhone アプリを使い、表 1、図 2 の手順で管理する手法である。従来同様に作成した測定計画①をパソコンアプリに取込むことで、本システムによる管理に移行でき、図 1 (下段) に示す通り、測定計画から帳票出力まで紙への記録を行わず、読み上げや転記入力といった作業が無くなる点がこのシステムの大きな特徴である。

また、図 3 に示すように、測定中の 5 点の平均値と標準偏差がリアルタイムで確認できる。これにより作業者が目標とする塗膜厚と見比べながら作業できるのも大きな特徴の一つである。

表 1 管理手順

| No | 作業内容 | 使用機器 |
|----|------------------|---|
| ① | 測定計画を立てる |  |
| ② | パソコンアプリに①を取込む | |
| ③ | 膜厚計と iPhone を接続 |  |
| ④ | 検査区分, 検査員, 測点を選択 | |
| ⑤ | 測定 (所定回数) | |
| ⑥ | アップロード |  |
| ⑦ | 結果の確認と帳票出力 | |

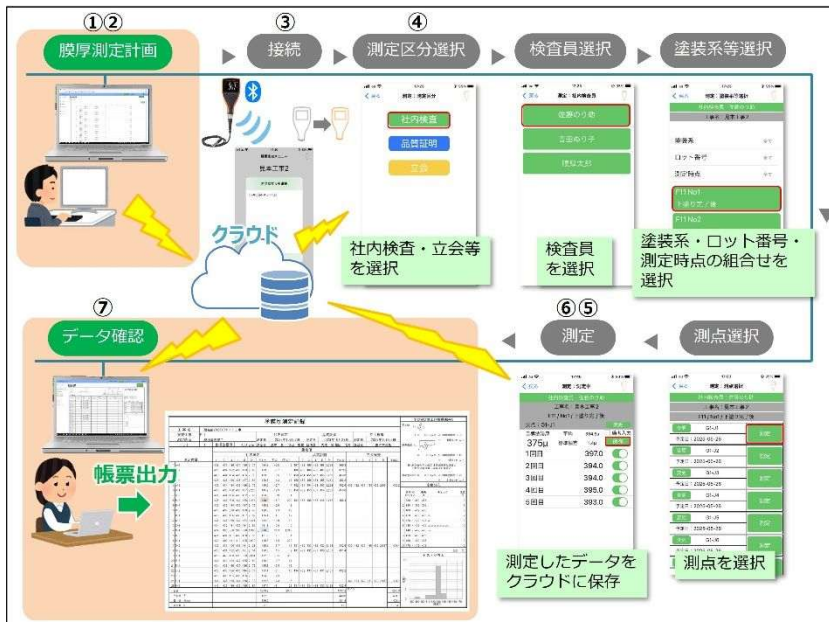


図 2 膜厚測定計画から帳票出力の流れ



図 3 平均値と標準偏差の表示

2.3 塗膜厚管理システムの導入効果

塗膜厚管理システムを導入した東北地方の現場の工事概要を表 2 に示す。

本システムの効果を確認するため、表 2 に示す塗装仕様のうち、F-11b、F-12b、K-2b の 3 つの塗装仕様を対象に従来技術との比較検証を行った。従来技術と本システムについてそれぞれ 2,500 回 (500 箇所×5 回) の測定を行い、それらの測定結果をまとめた帳票を作成した。測定作業と帳票作成作業にかかる時間を比較した結果を表 3 に示す。

表 2 塗膜厚管理システムを導入した現場の工事概要

| | |
|-------|--------------------------------|
| 橋梁形式 | 鋼 6 径間連続非合成鈹桁橋 |
| 橋長/鋼重 | 227.4(m)/1012.7(t) |
| 施工場所 | 東北地方 |
| 塗装仕様 | F-11, F-11b, F-12, F-12b, K-2b |

表 3 塗膜厚の測定及び帳票作成にかかる人工の比較結果

| 管理手法 | 作業内容 | 作業要員 (人) | 作業時間 (h) | 要員×時間 (人・h) |
|----------------------|------|-------------|-------------|----------------|
| 従来技術 | 測定 | 2.0 | 13.5 | 27.0 |
| | 帳票作成 | 1.0 | 13.5 | 13.5 |
| | 合計 | - | - | ① 40.5 |
| 塗膜厚管理 システム | 測定 | 1.0 | 13.5 | 13.5 |
| | 帳票作成 | 1.0 | 4.5 | 4.5 |
| | 合計 | - | - | ②18.0 |
| 省力化効果 (1-②/①) ⇒ ▼56% | | | | |

このように従来 2 人で行っていた測定作業が 1 人で実施できるため、測定作業を 50%削減でき、また、帳票化までのプロセスの自動化により帳票作成作業を 67%削減することができた。その結果、全体の作業としては、56%程度の省力化効果が得られ、作業人工を半分以下に削減することができた。

3. テレワーカーの活用⁵⁾

建設現場は、作業量が増大する繁忙時期があるうえ、不測の出来事が発生する可能性もある。しかし、多くの現場事務所では専門の事務員を配置するほどの経済的な余裕がなく、限られた人数の現場職員で対応せざるを得ないため、作業負担が過重化しやすい。そのため、事務作業が増大した際に、遠隔から柔軟に支援してくれるバックオフィスやテレワーカーと呼ばれる人員の存在が求められていた。

こうした課題を解決し、現場事務所での日々の仕事量を平準化するため、当社では ICT を活用した店社による現場作業の遠隔支援、すなわち「建設現場のテレワーク支援」を目標に掲げ、現場の省力化を推進した (図 4)。

なお、本取り組みにおける遠隔支援担当者を「テレワーカー」と定義する。近年、ICT の高速化・安定化・セキュリティの充実を背景に、テレワークを活用した時間単位や日単位での作業支援が可能となったため、現場職員の労働時間を、現場対応の段取りや品質管理業務等の「現場でしかできない仕事」に集中させ、作業工程における余裕の確保や施工品質の向上を目的に、データ整理や書類作成業務をテレワーカーに分散させる仕組みを導入した。さらに、図 5 に示すようなクラウドストレージを活用し、現場と店社の間でのスムーズなデータ共有を可能とした。

本稿では、橋梁上部新設工事を対象とした写真整理及び帳票作成の 2 つの効率化の事例を紹介する。ここで作成する帳票は主に高力ボルトの予備試験結果や桁の標高計測結果の書類を対象とした。

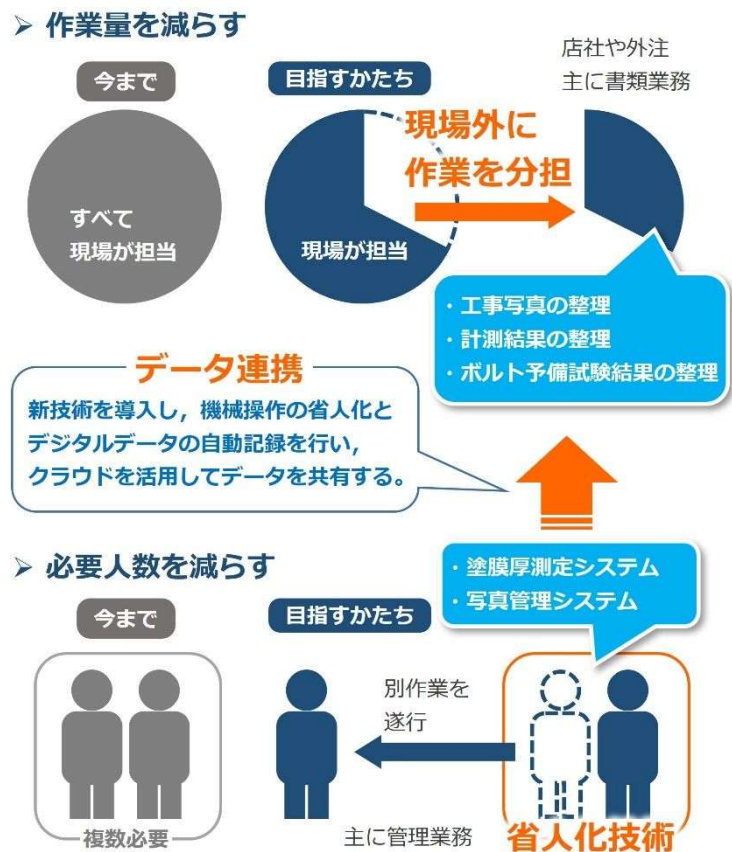


図 4 目標と取り組み

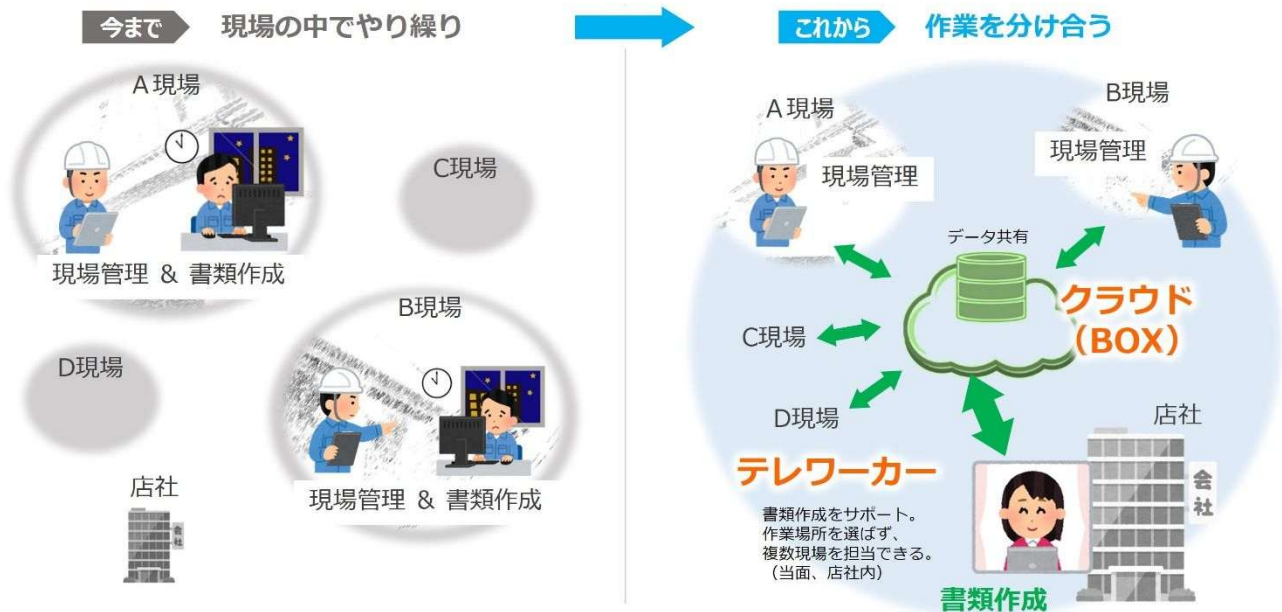


図 5 テレワーク支援体制のイメージ

3.1 写真管理の概要

工事写真は、写真管理情報基準に基づき、撮影した写真に必要な情報を付加して整理する必要がある。しかし、1現場あたりの写真データは数百～数千枚に及ぶため、整理作業には多くの時間を要している。

これまでの写真管理では、工事写真の撮影時に、工種や写真タイトル等必要な情報を手書きした黒板を写し込み、写真に写った文字を読み取りながら整理を行っていた。

近年は、現場撮影の省力化や写真整理の効率化、工事写真の改ざん防止等の受発注者双方における業務効率化を目的に、デジタル工事写真の電子小黒板化の活用が推奨されている。

当社では、全ての工事現場で電子小黒板アプリを利用し、写真管理の省力化を推進した。電子小黒板アプリは、撮影と同時に必要な写真管理項目を付加できる機能を有しており、電子納品に対応した写真整理を自動化できるようにした。

しかし、この方法では後の写真整理に必要な写真管理項目を撮影する度にひとつひとつ手入力しなければならず、現場職員にとって大きな負担となっていた。そのような課題解決のため、工事開始前の撮影計画の段階で、漏れのない撮影リストを作成し、各写真の管理項目を付与した黒板情報のデータベースを作成することに注力することにした。

この写真管理システムと電子小黒板アプリを紐づけることで、撮影の重複や撮り忘れを防止することができた。



図 6 写真管理システムの概要 (従来との比較)

3.2 写真管理システム及びテレワーカーの導入効果

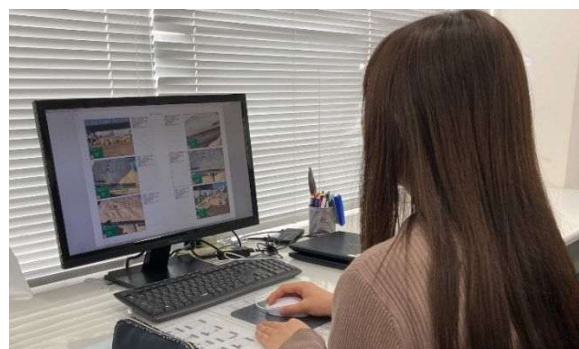
写真管理システム及びテレワーカーの導入効果を確認するため、先の塗膜厚システムを導入した現場（表 2）にて比較検証を行った。

写真管理項目を付加して撮影した工事写真をパソコンに取り込むだけで、写真を自動的に分類・整理されるため、現場事務所での写真整理作業をほぼゼロとすることができた。また、クラウドストレージを介して工事写真を共有することで、図 6 のようにテレワーカーによる写真整理も可能となった。

この取り組みにおいて、テレワーカーは 3 つの作業を行った。1 つ目は付加する写真管理項目の入力ミスのため、誤分類された写真の再整理、2 つ目はピンボケした写真などの間引き作業、3 つ目は写真の並び替え作業である。並び替え作業が必要な事例として、例えば、現場塗装の写真管理がある。電子小黑板アプリで撮影した写真は自動的に時間順で整理される。一方で現場塗装は、1 日に複数箇所の塗装作業を行う場合や異なる塗装仕様を並行して作業する場合がある。そのため、自動取り込み機能を使って塗装作業の写真を取り込むと、複数箇所の写真や異なる塗装仕様の写真が混在した状態となる。このような状態の塗装写真を場所毎・塗装仕様毎に並べなおす作業をテレワーカーにより実施した。

さらに、工事写真を共有できる利点を活かして、手書きの品質管理記録や測定器の表示モニターを写し込んだ写真から、テレワーカーが記録内容やモニターの数値をパソコン上の帳票に転記し、桁架設工、現場継手工、支承工、現場塗装工、橋梁付属物工の合計 5 工種についての出来形管理及び品質管理の帳票を作成した。（図 7）

以上より、図 8 に示す通り、写真の整理で 33 時間、出来形管理及び品質管理の帳票作成作業で 10 時間の作業をテレワーカーにて実施し、現場の作業時間を大きく削減することができた。



(a) テレワーカーによる工事写真台帳の整理



(b) 写真から品質管理記録を作成

図 7 テレワーカーの作業状況



図 8 テレワーカーの導入による現場の作業時間の削減結果

4. まとめ

4.1 塗膜厚管理システム

塗膜厚管理システムの導入により、2人で行っていた測定作業が1人で実施できるため確実な省力化を図ることができた。また、デジタル膜厚計を採用することで、測定値をデジタルデータとして取得でき、そのまま iPhone やクラウドへ引き渡すため、人為的ミスを防ぎつつ、帳票化までのプロセスの自動化も実現することができた。さらに、測定計画から帳票作業までの一連の作業において全ての用紙が不要になるため、ペーパーレス化も大きなメリットのひとつである。

4.2 写真管理システムとテレワーカー

写真管理システムを導入した結果、黒板情報のデータベース化により撮影の重複や撮り忘れを防止できただけでなく、撮影時の工事黒板の準備時間を短縮できた。また、写真の自動取り込み機能により写真整理作業が自動化され、現場作業の省力化を実現できた。

テレワーカー導入の取り組みは、クラウドを活用した店社テレワーク支援を基盤にしつつ、各種新技術を導入することで、現場職員の作業工数を削減することができた。削減された時間で、現場職員はその他の業務、特に現場でしかできない計測作業や現場管理の業務に時間を有効活用することができ、時間外労働の削減にもつながった。また、テレワーカーを導入したことで、店社全体で現場をサポートする体制を構築できた。複数人の店社テレワーカーを配置することで、同時に複数現場の支援が可能である。また、1つの現場の作業がピークに達しても、数人のテレワーカーで作業を分担することで、テレワーカー1人の業務過重を防止できる。

現場単独で追加の事務員を雇用する場合と比較しても、テレワーカーを活用することで手待ち時間を大幅に削減でき、業務量の平準化が図れるのも大きな利点である。必要なときに必要な時間・人数だけ柔軟にサポートできるため、従業員にとっても会社にとっても無駄が少なく、双方に高いメリットが生まれている。

参考文献

- 1) 厚生労働省 時間外労働の上限規制, <https://hatarakikatatakaikaku.mhlw.go.jp/overtime.html>
- 2) 公益社団法人 日本道路協会:鋼道路橋防食便覧, 丸善出版, 2014
- 3) 櫻井真奈美・伊藤剛・畠中真一:塗膜厚管理システム「ぬり助」, 川田技報 Vol.45, 2026
- 4) 国土交通省 NETIS, KK-240098-A(塗膜厚管理システム「ぬり助」), <https://www.netis.mlit.go.jp/netis/pubsearch/details?regNo=KK-240098%20>, (アクセス日:2026年3月18日)
- 5) 藤野大地・寺口智・野崎充史 ほか:IoT, テレワークを活用した現場作業の省力化 ~建設現場の時間外労働の縮減に向けた新技術導入~, 川田技報 Vol.41, 2022