

トンネル補修工事における施工情報のデータベース化

Development of Construction Information Database for Rehabilitation Work on Tunnels

大津 慎一 SHUNICHI OHTSU

山地 宏志 HIROSI YAMACHI

近年、社会インフラにおける維持・補修工事の割合が増加している。今後も高度成長期に整備された社会インフラが老朽化を迎える時期となり、維持・修繕工事の割合が増加すると考えられる。また道路インフラは震災時の避難経路、物資の搬入経路の役割もあり、長期的な健全性の確保が必要となる。

筆者らはこれらを踏まえ、トンネル補修工事における施工情報を蓄積およびフィードバックすることで、社会インフラのライフサイクル管理に寄与することを目的としたトンネル補修工事データベースシステムの構築を行っている。本報告は、トンネル補修工事データベースシステムの開発と美和トンネル補修工事における適用事例について述べたものである。

キーワード：社会インフラ，ライフサイクル管理，補修工事，維持管理・調査，データベース

Recently the ratio of structural maintenance fee occupied in the total social infrastructure costs has been increasing. In the future, as increasing number of deteriorated infrastructures constructed in the high economic growth in Japan, there are increased needs for maintenance and rehabilitation for the infrastructure. Moreover structural safety of road network, which would have roles of people's evacuation route and material delivery route in the coming disasters, should also be maintained in a long time span.

Considering the above, the authors have developed data base management system for tunnel rehabilitation works, making it contribute to life cycle management of social infrastructures by accumulating and feeding back management data of tunnel rehabilitation work.

Key Words: Social Infrastructure, Life Cycle Management, Rehabilitation Work, Maintenance, Database

1. はじめに

近年、社会インフラにおける維持・補修工事の割合が増加している。高度成長期に整備された社会インフラが老朽化を迎える時期でもあり、今後も増加するものと考えられる。また東日本大震災など大規模災害の経験を踏まえた避難経路や復旧資材などの輸送経路となる道路等の長期的な健全性の確保をするうえでも、既存の社会インフラを適切に維持管理する必要がある。

維持管理では、図-1に示すように新設工事に関わる設計・施工情報や日常的な点検情報、補修工事に関わる設計・施工情報などといった情報の一元的な管理および共有化が必要不可欠であり、国土交通省が主体となり進めているCIM導入への取り組みの流れと合わせ、将来的に施工業者に対して施工情報の登録とフィードバックが求

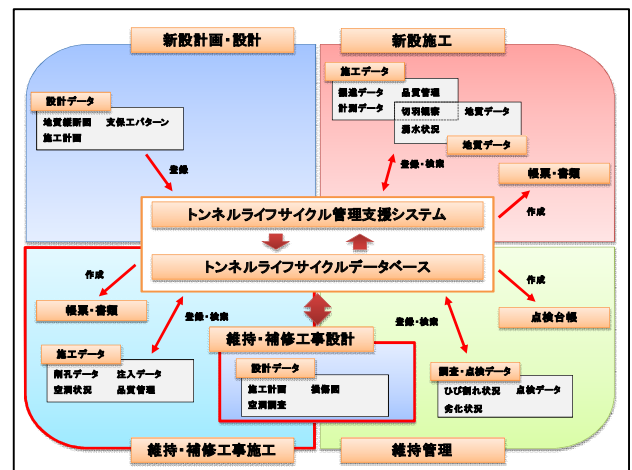


図-1 トンネルにおけるライフサイクル管理

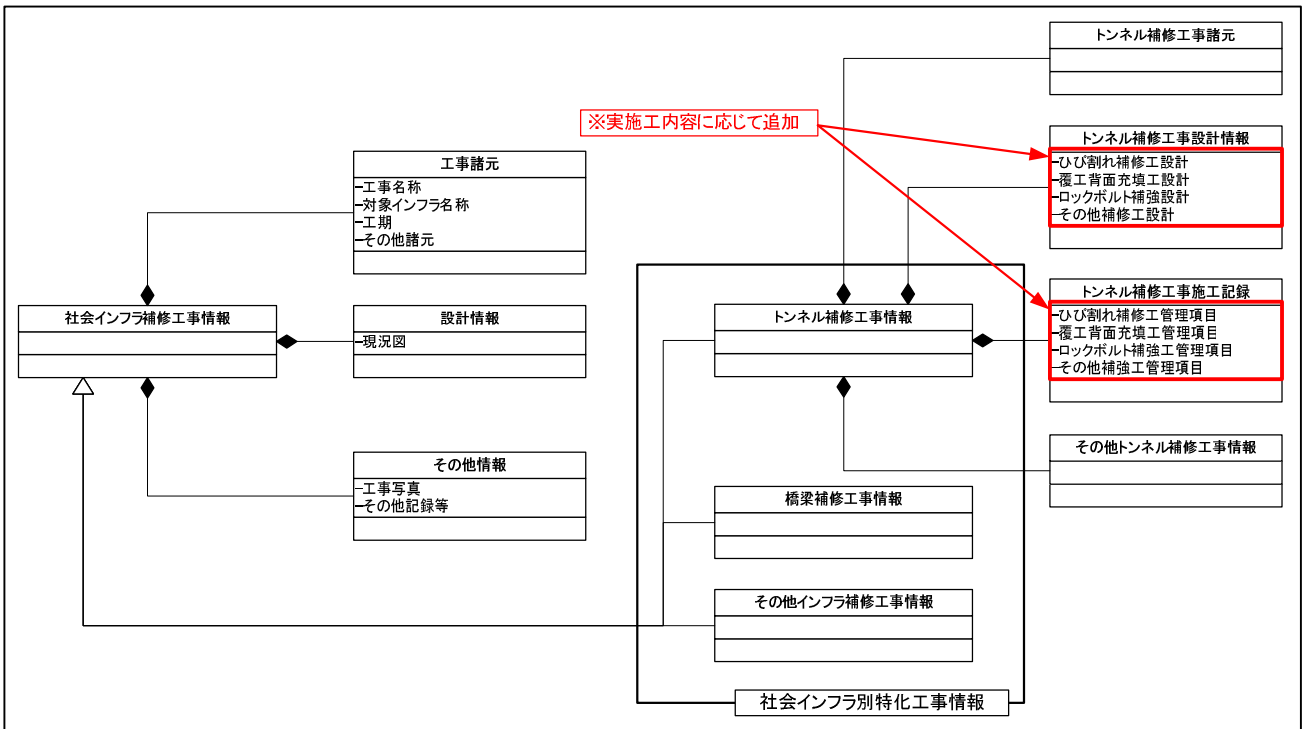


図-2 社会インフラ補修工事における施工情報データ構造

められると予想される。

このような状況に対応するには、早い段階から社内的に施工情報の蓄積およびフィードバックを行い、技術的なノウハウの蓄積と継承をする必要があると考える。また市町村など地方自治体では、維持・補修に関わる予算が限られることや技術的知見の不足などにより、十分な維持管理が行われていないのが現状であり、技術的なノウハウの蓄積を営業ツールとして効果的に活用することも可能である。

そこで筆者らは、これらを踏まえ社会インフラに関するライフサイクル管理の中で補修工事に関わる施工情報に特化したデータベース構造と施工情報の登録や検索などを行うユーザーインターフェイスの設計・検討を行っている。

本稿は、前述のデータベース構造およびユーザーインターフェイスをベースとするトンネル補修工事に特化した『トンネル補修工事データベースシステム』の構築および美和トンネル補修工事への適用を行った事例について報告したものである。

2. 補修工事に関わる施工情報データベース

トンネル補修工事に関わるデータベースを構築するにあたり、以下に述べる点について留意し設計を行った。

(1) 補修工事に関わる施工情報のデータベース化

社会インフラに関わる補修工事は、対象となるインフラの種類や補修・補強の工種が多岐にわたる。そのため、すべての補修工事を網羅したデータベースの構築を行おうとした場合、データベース構造の複雑化や肥大化などといった弊害により、情報の登録やデータ検索などに負荷が生じデータベースの応答性が低下する恐れがある。このような弊害が生じる要因の一つとしては、補修工事の内容によっては不要となる要素やデータ構造が定義されていることがあげられる。データベースへの負荷を軽減しシステム全体の応答性を確保するためには、データベース構造の簡略化と軽量化を図る必要がある。

補修工事の施工内容ごとにデータベース構造を設計し不要な要素や構造などを除外することで簡略化や軽量化を図ることが可能であるが、将来的に施工内容を拡張する場合や開発資源の再利用などを考慮すると、共通化可能な要素については共通化するほうが望ましい。

そこで図-2 に示すように工事諸元など補修工事に依存しない要素のみで構成される基本データベース構造（以下、インフラ補修工事データベース）を定義し、補修工事の施工内容ごとに特化したデータベース構造は、インフラ補修工事データベースを核とする拡張データベース構造として定義可能なような設計を行っている。これにより開発資源の再利用や将来的な拡張性を維持したまま、データベース構造の簡略化および軽量化を実現することが可能となる。

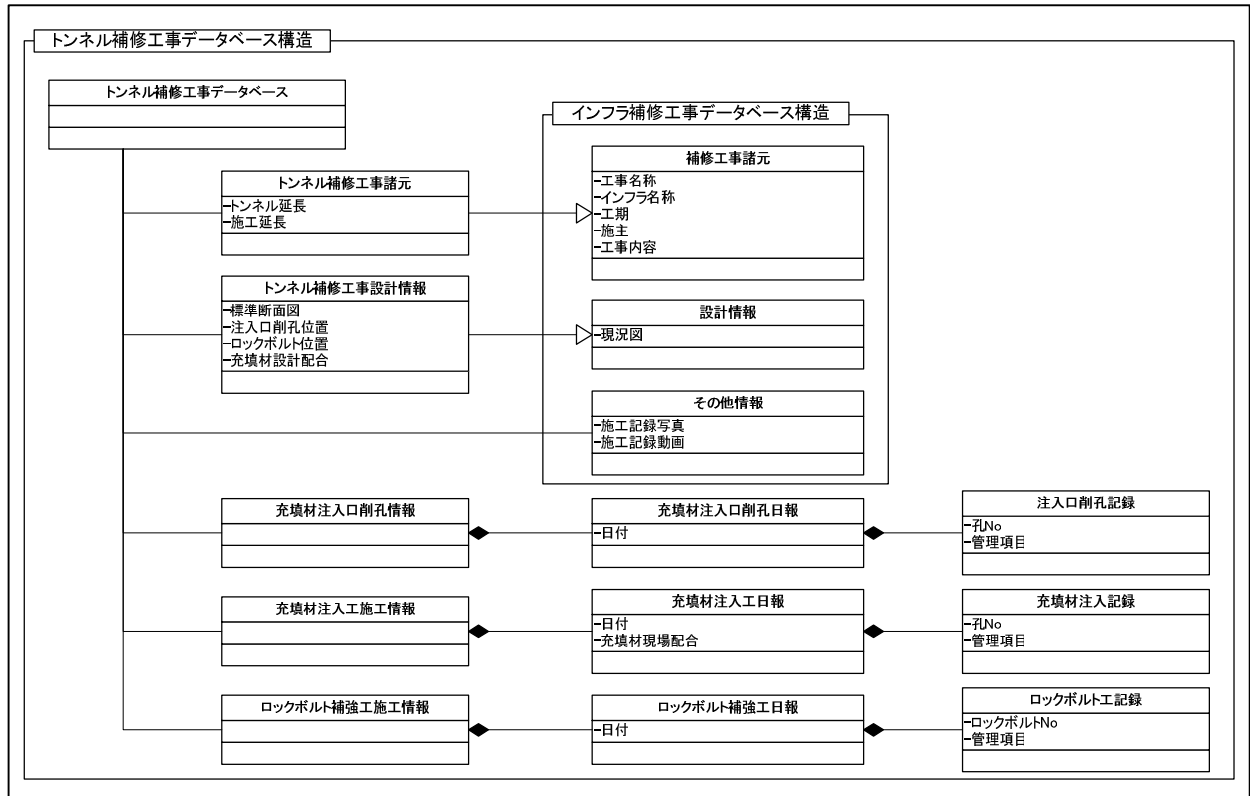


図-3 トンネル補修工事データベース構造

(2) 位置情報の付加

補修工事では補修を行う箇所ごとに工法を選定し様々な補修・補強工が行われる。例をあげるとトンネル補修工事におけるロックボルトによる補強工や覆工背面充填材注入工などがあげられる。社会インフラのライフサイクル管理に必要とされる補修工事に関わる施工情報は、どの箇所でもどのような補修・補強が行われたかといった位置情報を持つ施工情報である。そこで補修工事施工情報データベースでは、施工に関わる管理項目ごとに位置情報を付加し施工情報と位置情報の関連付けを行っている。また付加する位置情報は将来的な CIM 等への施工情報の受け渡しを考慮し三次元位置情報としている。

(3) 施工現場に適したデータベース運用形態

データベースによる情報の一元的な管理は、一般的にデータベースサーバーに情報を蓄積し整理分析を行った二次的な情報を利用者に提供する。しかし社会インフラに関わる補修工事は、小規模なものが多く施工場所によっては通信環境の整備も難しい。これらを考慮しローカルなパソコンやネットワークドライブなど現場内で完結した環境下での構築および運用が可能なローカルデータベースとすることが求められる。そこでトンネル補修工事データベースでは、ローカルなパソコン上に XML ファイルを核とするローカルデータベースを構築し、施工

情報の蓄積および現場管理者へのフィードバックを行っている。ただし竣工後についても永続的な情報の保管および共有化を行うためには、施工情報の一元的な管理および社内的な共有を行うデータベースを別途構築し、これにローカルデータベースを登録する必要がある。

3. トンネル補修工事データベースの構築

トンネル補修工事データベースは、前述の留意点を考慮して構築されたトンネル補修工事に特化したインフラ補修工事データベースとなる。登録可能な施工情報は、現段階で図-3 に示すように覆工背面充填工とロックボルト補強工を対象としている。その他の補修工法については逐次データベース構造を定義し拡張する。また位置情報については、施工計画における施工箇所名称と位置情報を関連付けて設計情報として登録し、日々の施工情報を登録する際には、施工箇所名称と結び付けることで間接的に位置情報と施工情報の関連付けを行っている。

(1) ユーザーインターフェースの実装

トンネル補修工事データベースは、当社開発の独自ソフトウェアを用いて施工情報や設計情報などの登録およびデータ検索・分析などを行う。ソフトウェアの開発にあたっては利用者が現場担当者である点を踏まえ、デー

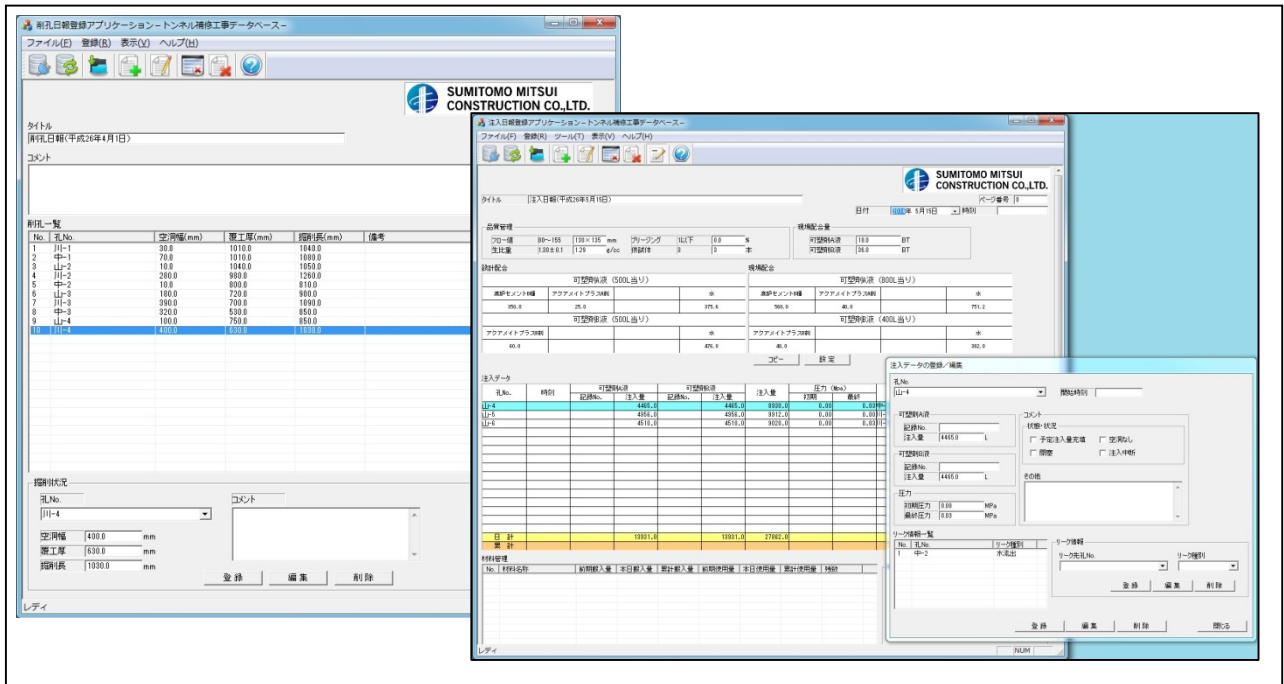


図-4 トンネル補修工事における施工情報入力画面

データベースの取り扱いに不慣れな利用者でも直感的に日々の施工情報の登録を行うことが可能なインターフェイスを設計し実装を行っている。

また、現場における書類作成等の業務の二重化を避けるために、登録を行った施工情報をもとに日報や帳票などの作成支援を行う。

4. 美和トンネル補修工事における適用

構築を行ったトンネル補修工事データベースシステムおよび施工情報の登録や検索・分析等を行うソフトウェアの妥当性の検証および課題の抽出を行う目的で、静岡市発注の美和トンネル補修工事において試験適用を行った。

(1) 現場概要

工事名称：平成25年度葵北県道第9号（主）梅ヶ島温泉昭和線（美和トンネル）災害防除工事
 工期：平成25年12月17日～平成26年10月31日
 発注者：静岡市
 工事内容：美和トンネルの漏水、ひび割れ、覆工内面の補修等

(2) データベース登録項目

本工事ではロックボルト補強工が施工内容に含まれていないため、本適用に際して覆工背面充填工に関わる管理項目として、

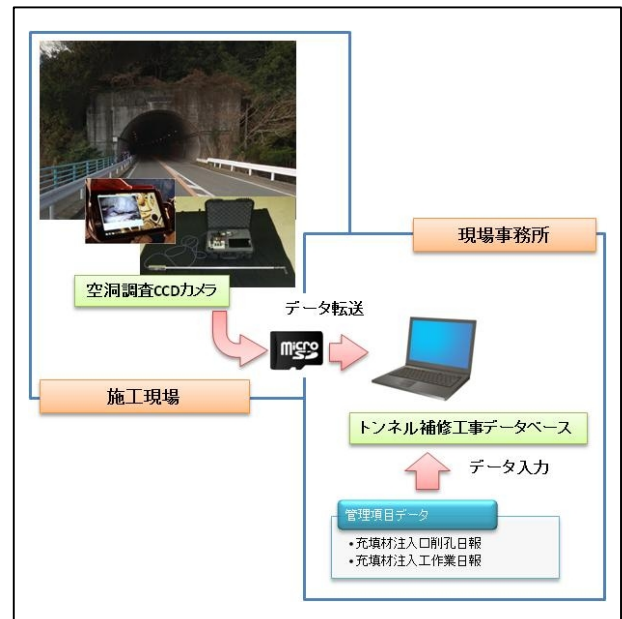


図-5 システム構成

- ① 注入口削孔に関わる管理項目
 - ② 覆工背面空洞への充填材注入作業に関わる管理項目
- をデータベースへの登録項目とした。管理項目の登録は、図-4に示すように現場担当者でも直感的に各項目の登録が行えるように従来の現場管理手法と同様の日報形式によるユーザーインターフェイスを整備した。

(3) システム構成

美和トンネル補修工事に導入したシステムは、図-5に

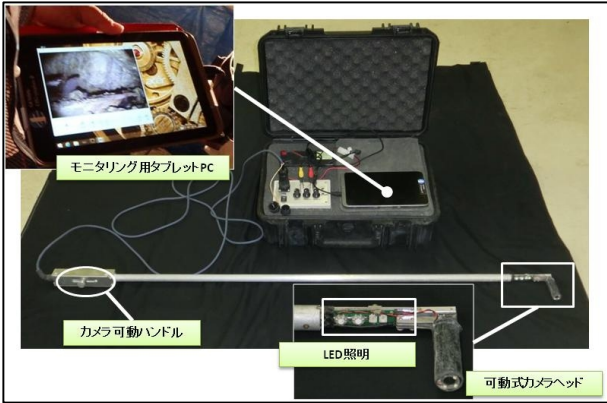


図-6 空洞調査 CCD カメラシステム



図-7 覆工背面空洞調査状況



図-8 覆工背面空洞状況の動画検索

示すシステム構成となる。また本施工においては、技術提案項目として後述する CCD カメラによる覆工背面の空洞調査および充填材の充填状況確認の提案がなされていた。そこで導入システムにおいて CCD カメラシステムと連携し、各箇所確認した映像を動画データとしてデータベースに登録できるようにカスタマイズを行った。

(4) 覆工背面空洞調査

本工事では、技術提案項目として

- ① CCD カメラによる覆工背面の空洞調査
- ② CCD カメラによる充填材の充填状況の確認

の2点について当社独自に技術提案を行っている。使用

した CCD カメラおよび周辺機器は、図-6 のカメラシステムとなる。

確認作業は、可動式のカメラを充填材の注入口に挿入し付属のタブレット PC 上に表示されるモニタ画像を確認することで行う。本提案内容は CCD カメラによる目視確認のみであるが、履行状況の報告が必要となるため、確認作業と同時にタブレット PC 内で空洞状況や充填状況の確認時のカメラ画像を動画として記録し、取得した動画データをトンネル補修工事データベースへ登録することで竣工検査時における説明資料とした。図-8 にトンネル補修工事データベースに登録された覆工背面の空洞状況の動画検索状況を示す。

5. まとめ

今回、社会インフラに関わる補修工事の施工情報の蓄積およびフィードバックを可能とするインフラ補修工事データベースの実証システムとしてトンネル補修工事を対象としたトンネル補修工事データベースシステムを構築し、美和トンネル補修工事への試験適用を行った。

本現場適用では、最終的に導入システムおよび登録した施工情報を竣工検査における説明資料としての活用を行い、施主から当社技術ならびに取り組みについて十分な理解と評価を得ることができた。今後は同様の補修工事に適用するとともに、橋梁など他の社会インフラに関わる補修工事への展開方法についても検討を進めていく予定である。

また本適用におけるトンネル補修工事データベースシステムは、施工現場内での運用を前提とした実証システムとして構築を行っている。そのため本システムに登録した施工情報を社内的に活用するには、施工現場で登録した情報を定期的に収集し一元的な管理を行うシステムが別途必要となる。今後は他の社会インフラに関わる補修工事への適用も踏まえ、補修工事全般をターゲットした一元的な施工情報の管理手法についても併せて検討を進める予定である。

参考文献

- 1) 国土交通省：国土交通白書<2014>平成25年度年次報告，国土交通省，pp.28-40，2014.7