

改良・進化を続ける 設計審査支援システムについて ～利用者ニーズを踏まえた改良と 更なる進化について～

酒井せいや¹・梅澤 美佐子²・鈴木 英之²

¹ (一財) 阪神高速先進技術研究所調査研究部情報・施設研究室

² 技術部技術推進室

要約

設計審査支援システムは、阪神高速道路構造物の設計に伴う不具合減少と業務効率化を目的として開発・構築されたシステムであり、今なお設計不具合ゼロを目指して改良・進化を続けている。設計審査支援システムはアジャイル開発によって、利用者のニーズを取り入れながら改良を進めており、今回は設計業務プロセスフローにおける不具合情報の確認機能や基準簡易取り込み機能の追加等を実施した。また、近年急速に技術革新がみられる生成 AI 技術等を活用したシステム拡張の方向性についても検討した。

キーワード: 設計審査支援システム, 設計不具合, 業務効率化, 生成 AI

1. はじめに

近年、土木構造物における技術基準の高度化、細分化、ベテラン技術者の引退による技術継承の機会減少などにより、設計不具合が発生するケースが確認されている。これを受け、阪神高速では不具合事例を記載した「設計不具合の防ぎ方」⁴⁾を発刊する等、ノウハウの継承を図ったが抜本的な解決には至らなかった。そこで、テキストマイニングによる設計不具合データの分析や、分析結果をもとにしたアンケート調査を実施した。すると、設計条件の設定の際に過去の不具合事例をうまく活用できていないという課題が明らかとなった。また、2019 年より「働き方改革関連法」が施行され、業務効率化が求められている。このような状況から、必要な時に必要な情報をすばやく確認できる仕組みが必要と考えられ、設計審査支援システムの開発に至った。

本システムは過年度に構築され、既に運用されている。なお、構築後も随時機能追加、取り扱う情報の拡充、利用者説明会の実施、操作説明動画の作成等を実施している。しかし、本システムには「利用定着できておらず、十分に過去の不具合事例を継承できていない」という大きな課題がある。

この課題に対し、今回はシステムの利用定着を目的として、設計業務フローにおいて不具合情報をサジェストする機能の追加等といった利用者ニーズ等

を踏まえた機能開発を実施した。また、更なる利用定着・拡大に向けて近年急速に技術が発展している生成 AI の利用や、阪神高速が提示しているサイバーインフラマネジメントでの活用を想定したシステムの進化・改良の方向性案の検討も実施した。

2. 設計審査支援システムについて

本システムは構造物データや不具合情報、保全情報、補強情報、技術情報(工事誌等)、地質情報、根拠資料等の多くの情報を蓄積している。本システムのメイン画面は図-1 のように「Request Area」



図-1 設計審査支援システムメイン画面例

「Request Area」 「Result Area」 「Suggestion Area」の3つの画面パートで構成されており、基本機能としては「情報検索・抽出機能」「サジェスト機能」「設計条件・不具合情報登録機能」がある。「情報検索・抽出機能」とは直感的かつ迅速に必要な各データにアクセスすることができる機能である。キーボードもしくは音声により「Request Area」に対話形式で検索条件を入力すると、検索結果が「Result Area」に一覧で表示される。加えて、検索条件から類似・関連事象を分析し、検索結果に基づいた詳細・関連情報や不具合情報が「Suggestion Area」に表示され、利用者へと提供されるサジェスト機能も搭載されている。サジェスト機能によって、最適なタイミングで検索結果に基づいた関連情報などが提供されるため、利用者に「気づき」を与えることができる。さらに情報の検索や確認が可能なだけでなく、設計条件や不具合情報をデータベースに登録する「設計条件・不具合情報登録機能」もある。設計不具合を減少させるためには、隨時最新情報を蓄積することが重要である。設計条件の登録機能は、単に設計条件のみを蓄積できるだけでなく、根拠情報となる設計基準の紐づけや、条件を変更した場合の変更経緯まで蓄積できるようになっている。本機能によって、従来では施工完了後しかデータとして蓄積、共有されなかった情報をリアルタイムに蓄積・確認することができるようになる上、変更に至る経緯・理由もノウハウとして蓄積されるようになる。

3. 利用者ニーズ等を踏まえた機能開発

本システムは前述したとおり、利用定着できていない、十分に活用されていないという現状がある。そのため、更なる利用定着に向けて機能改良を実施した。なお、開発はアジャイル方式によって進めた。アジャイル方式とは短い期間で開発サイクルを区切り、計画、設計、実装、テストといった工程の開発サイクルを繰り返すことで開発を進める開発方式である。そのため、開発中の機能変更や、発注者側の意見を取り入れた柔軟な開発が可能であった。

(1) 不具合情報確認に係る機能改善

不具合情報は社内サーバー等で共有されてはいるものの、十分に活用されているわけではなかった。そこで、本システムが不具合情報を適切に管理しつつ、容易に確認できるシステムとなれば、利用率が上がると考えた。また、利用者へより適切な形式で不具合情報が提供されることは、過去の不具合事例の効果的な継承にも寄与すると考えられる。今回、利用者ニーズを適切に捉えるため、ヒアリングを実施した。ヒアリングで得られた意見の一部を表-1に示す。表-1に示された意見より、業務の全体的なフローを示し、フロー内の各ステップにおいて注意すべきポイント等を確認できる仕組みがあれば良いと考えた。

よって、設計の業務プロセスフローを表示し、フロー中の各段階において、確認すべき不具合情報がサジェストされる仕組みを構築した。業務プロセスフローを表示し、フロー中の各段階において、確認すべき不具合情報がサジェストされる仕組みを構築した。本機能の画面イメージを図-2に示す。

(2) 基準類簡易取り込み機能の追加

阪神高速では、多くの基準・マニュアル類を管理しており、これら基準類は定期的に更新されることが多い。そのため、基準類の更新が実施された場合においても、システム管理者が容易に最新の基準類を取り込めるよう改良を実施した。本システムで取り扱う情報が拡充されることで利用促進につながると考えられる。

(3) その他機能追加

利用定着にあたっては、利用者目線での使いやすさを考慮した細かい部分の改良も重要であると考えた。

まず、利用者が目的とするページにすぐに遷移することができれば大幅な業務効率化に繋がると考え、

表-1 若手技術者ヒアリング結果

| 項目 | 内容 |
|---------|---|
| 若手技術者 A | ゼロから勉強しているので、着目点やチェックするポイントが明確化されているとよい。業務プロセス毎に何を確認する必要があるのか、ポイントを確認出来るとよい。 |
| 若手技術者 B | ある検討に対して、何のためにやらないといけないか、既にどのような検討をやっていて、どのような検討をやっていないか、全体的なイメージがわからないまま進めることができた。 |

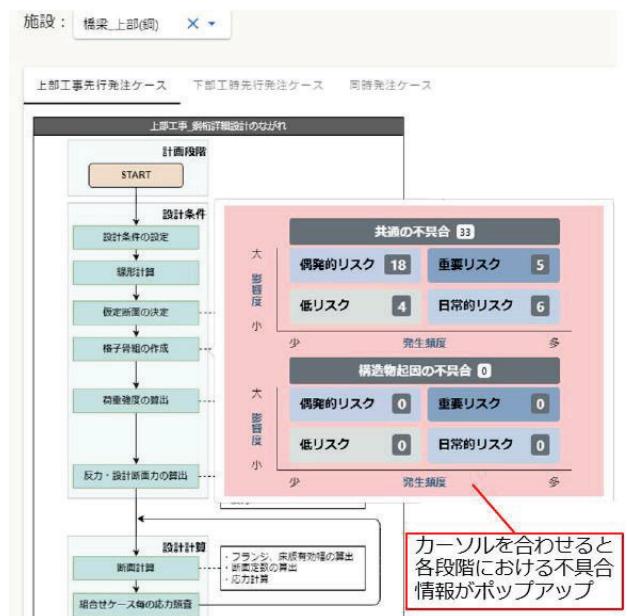


図-2 設計業務フローにおける不具合情報表示機能

目次一覧画面において、対象の目次を選択すると、選択したページに移動した状態で PDF が表示される機能を実装した。

また、今回新たに基準類の検索において、最新基準のみを表示する機能を実装した。さらに最新設計基準一覧に表示された「過去の基準はこちら」リンクをクリックすることで該当基準の過去のバージョンも一覧で確認可能である。

4. 生成 AI を活用した進化・改良の方向性案

3.においては、利用者ニーズを踏まえた機能拡張等を実施した。今後更なるシステムの利用定着・利用拡大に向けては生成 AI 技術等の最新技術を活用しシステムの高度化を目指していくことが望ましい。今回は生成 AI 等を活用した本システムの改良・進化の方向性案を 2 案提示する。

(1) 大規模言語モデルを用いた設計審査支援システムのデータ検索・抽出機能の更なる進化

更なる利用定着・利用拡大を目指すためには、まず、より高度かつ直感的に情報を抽出・提供できる仕組みが必要であると考える。本システムでは高度な自然文検索機能等は保持していない。例えば、キーワード検索だけでなく、直感的かつ自然な文章による情報抽出機能、設計基準や各種マニュアル類等の非構造データを適切に抽出する仕組み、その他数値・テキスト情報だけでなく、画像・図表情報も含めたマルチモーダル情報を活用する仕組み等があれば望ましい。このような高度な仕組みを構築するには既存技術だけでなく、生成 AI 等の最新技術を利用することが望ましい。生成 AI とは、ディープラーニングにより構築された機械学習モデルであり、データのパターンや関係性等を学習し、新しいコンテンツを創出する技術である。

本節では生成 AI モデルの 1 種である、大規模言語モデル(LLM)を利用して拡張案を提案する。大規模言語モデルとは膨大なテキストデータを学習し、人間が使用するような自然な言語を生成することができるモデルである。大規模言語モデルとして広く

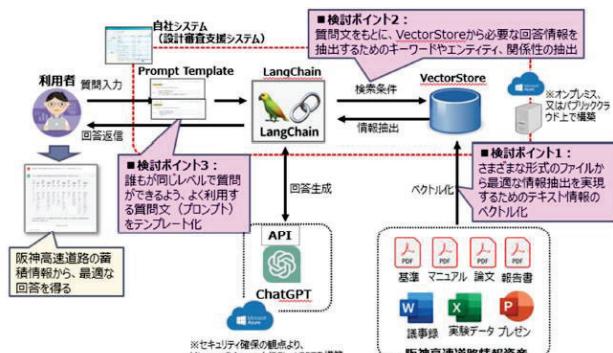


図-3 大規模言語モデルを用いた本システムの更なる進化イメージ

知られているのは OpenAI 社が開発した ChatGPT であるが、ChatGPT は 2023 年 4 月のデータまでしか学習できていない上、阪神高速が蓄積している設計基準・マニュアル類や不具合情報等の非公開な情報は学習できていない。阪神高速が蓄積している情報を有効活用するためには、VectorStore や LangChain 等の技術を組合せた仕組みを構築していく必要がある。

大規模言語モデルを用いた本システムの更なる進化のイメージを図-3 に示す。VectorStore とは、各種データをベクトル化して保存・検索できるデータベースである。阪神高速では様々な形式で多くの情報が蓄積されている。そのような様々な形式のファイルに含まれている情報を有効活用するため、各ファイルからファイル内のテキスト情報を抽出およびベクトル化を実施し、VectorStore に格納する。このベクトル化の処理においても、精度よく情報を取り出すためには、試行錯誤する必要がある。プロンプト(質問文)に応じて、VectorStore から情報を抽出する際、LangChain にて、プロンプトからキーワードや関係性等の抽出およびベクトル化を実施し、VectorStore からプロンプト内容に適した回答情報の検索・抽出を行う。このとき、LangChain の作りこみのレベルによって、回答精度に大きな影響を及ぼすと考えられる。そのため阪神高速独自の言い回し・フレーズ等を正確に把握し、阪神高速の情報抽出ノウハウを整理し、作りこむことが重要となる。その他、大規模言語モデルを用いて情報収集・抽出を行う際はプロンプトの質によって、回答の精度が大幅に異なると考えられている。回答の精度を上げるために適切なプロンプトの作成が必要であるが、多くの利用者のプロンプト作成能力を一律に引き上げることは難しい。そのため、利用シーン・業務種別等でカテゴリ化したテンプレートを作成しておくことで、利用レベルの底上げを図ることができると思われる。本案の実現によって、利用者は自然な文章で手軽に阪神高速に蓄積された情報を抽出することが可能になると思われる。

(2) サイバーインフラマネジメントの実現のためのデータ利活用サイクルの整備

サイバーインフラマネジメントとは阪神高速が 2019 年より示している次世代のマネジメントである(図-4)。これは現実空間に存在している橋梁・トンネルといった道路構造物と同じ性質・挙動を示



図-4 サイバーインフラマネジメント構想の概念²⁾

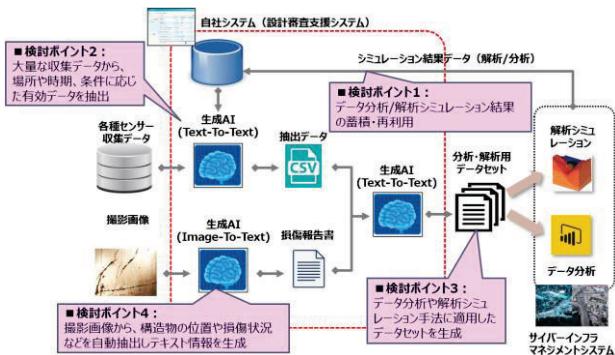


図-5 データ利活用サイクル整備イメージ

すモデルをサイバー空間に構築、さらに交通データ、エネルギー等の現実世界にある様々なデータをセンサ技術等で収集・蓄積し、サイバー空間にてAI・大規模データ処理技術を駆使して分析等を実施して、そこで得られた結果をもとに人が最適な意思決定を行っていく次世代のマネジメントである。

サイバインフラマネジメントでは、本システムでは管理していない交通データや気象データ、その他計測データ等含めた様々な情報をレイアで重ね合わせて現実空間を再現することが考えられる。このような場合において、本システムを中継システムとして、他システムで管理された任意の情報を指定し、引き出すことで、様々な情報を組合せたシミュレーションを実施できる可能性が考えられる。また、シミュレーション等のデータ活用において、現状は多くの知識と高度なスキルが必要である。しかし、データ活用における各ステップ（データの蓄積、加工、抽出、分析等）に生成AIを活用することによって、高度かつ専門的なスキルを有しない者であっても実施できるのではないかと思われる。

例えば、阪神高速で既に実施している「橋梁モデルを用いた耐震シミュレーション」について、実施結果のデータは、阪神高速道路内ファイルサーバーに報告書形式等で格納されている。ファイルサーバー内で管理されてはいるものの、解析データを再利用したシミュレーションの実施や、実施結果の更新等が容易に実施できるような仕組みとはなっていない。サイバインフラマネジメントの実現においては、本システムをデータ活用の出入口として提供することが有効ではないかと考える。

データ利活用サイクルの整備イメージを図-5に示す。蓄積データの利用においては、データ内容・項目・形式、保存先等といった阪神高速におけるデータ蓄積状況を適切かつ詳細まで把握しておく必要がある上、大量のデータ抽出には時間・手間がかかる。そのため、生成AI技術による自然言語を用い

た対話形式で必要なデータの検索・抽出を可能とすることで、利用者は手軽にデータ分析を実施することが可能になると思われる。さらに抽出したデータに対して、欠損値や外れ値への対応や、正規化・標準化等といったデータ前処理が必要である。これらの処理は専門的な知識・スキルが必要となるが、生成AI技術を用いてデータ前処理を実施することで、より多くの利用者がシミュレーション・データ分析等を実施できるようになると考えられる。また、阪神高速では各種センサ類から収集されるデータ以外にも、点検等で収集された画像データ等も蓄積している。例えば、点検時に撮影された損傷画像に含まれる情報をシミュレーションに利用しようと試みた場合、現状は画像を確認し、画像から得られる情報を文字起こししてテキストデータに変換する等の作業が必要になるため、膨大な時間と手間がかかる。しかし、生成AI技術を用いて、画像データから構造物の種類や状態等の情報を抽出することにより、画像データから得られた情報を加えたマルチモーダルによるデータ分析処理を手軽に行うことができるようになると考える。

5. まとめ

本稿では、設計審査支援システムの概要および、利用者ニーズを踏まえた改良について記載するとともに、生成AIを活用した改良・進化の方向性案を2案提示した。今後、利用者ニーズを踏まえつつ、生成AI等の最新技術を用いて本システムを高度化させていきたい。

参考文献

- 1) 阪神高速道路株式会社：世界水準の卓越した都市高速道路技術で発展する阪神高速を目指して，
https://www.hanshin-exp.co.jp/company/csr/files/report/csreport_2021_15.pdf (2023.3.18.閲覧)
- 2) 伊佐政晃、茂呂拓実、金治英貞：阪神高速サイバインフラマネジメントの取り組みと価値創造の可能性、AI・データサイエンス論文集1巻J1号, p.252-260, 2020.
- 3) 酒井せいや、川井諒一、曾我恭匡：改良・進化を続ける設計審査支援システムについて～不具合ゼロを目指して～、阪神高速道路第54回技術研究発表会論文集, 2022.
- 4) 日経BP社：設計不具合の防ぎ方, 2017.