

令和元年 5 月 31 日

建設技術研究開発費補助金 総合研究報告書

国土交通大臣 殿

(交付申請者)

| | |
|-------|------------------------------------|
| 所在地 | 〒921-8042 石川県金沢市泉本町 2 丁目 126 番地 |
| 機関名 | 株式会社日本海コンサルタント |
| 部署・職名 | 常務取締役技師長 兼 AI 技術室長 |
| 氏名 | 喜 多 敏 春 (印) |

建設技術研究開発費補助金による以下の補助事業について、建設技術研究開発費補助金交付要綱第 17 条第 3 項の規定に基づき、下記を別紙にて報告します。

1. 課 題 名 : A I 技術を活用した橋梁劣化要因・健全性判定支援システム
2. 研 究 代 表 者 : 喜多 敏春
(株式会社日本海コンサルタント・常務取締役技師長兼 AI 技術室長)
3. 交 付 総 額 : 16,985 千円
4. 実 施 期 間 : 平成 29~30 年度

記

1. 建設技術研究開発費補助金 総合研究報告書【概要版】(別紙 1)
2. 建設技術研究開発費補助金 総合研究報告書 (別紙 2)

様式第 11 別紙 1

建設技術研究開発費補助金 総合研究報告書【概要版】

- (1) 課 題 名：A I 技術を活用した橋梁劣化要因・健全性判定支援システム
- (2) 研 究 期 間：平成 29～30 年度
- (3) 交 付 申 請 者 名：
喜多 敏春（株式会社日本海コンサルタント・常務取締役技師長兼 AI 技術室長）
- (4) 研 究 代 表 者 名：
喜多 敏春（株式会社日本海コンサルタント・常務取締役技師長兼 AI 技術室長）
- (5) 共 同 研 究 者 名：
・安藤 正幸（㈱日本海コンサルタント・道路事業本部長兼 AI 技術室担当室長）
・塩土 圭介（㈱日本海コンサルタント・社会事業本部計画研究室グループ長兼 AI 技術室員）
・多田 徳夫（㈱日本海コンサルタント・技術事業本部プロジェクト担当グループ長兼 AI 技術室員）
・眞島 俊光（㈱日本海コンサルタント・社会事業本部計画研究室担当グループ長兼 AI 技術室員）
・形屋 陽一郎（㈱日本海コンサルタント・道路事業本部道路交通部リーダー兼 AI 技術室員）
・末松 雅隆（㈱日本海コンサルタント・技術事業本部構造設計部リーダー兼 AI 技術室員）
・町口 敦志（㈱日本海コンサルタント・AI 技術室リーダー）
・近田 康夫（金沢大学・理工研究域地球社会基盤学系・教授）
- (6) 補助金交付総額：16,985,000 円
- (7) 技術研究開発の目的
インフラの維持管理においては、これまでに整備されてきた膨大な土木インフラの老朽化が進み、適切な維持管理・更新の早急な取り組みが求められている。特に、全国で約 70 万橋存在する橋梁については、5 年に 1 回の定期点検が義務付けられている。
しかし、膨大な橋梁の定期点検を行う専門技術者や予算の確保が困難となっているほか、技術者により結果にばらつきが生じること、省力化が図られにくいことなどの問題が生じている。今後のさらなる人口減少や高齢化により、技術者不足やインフラの維持管理に係る自治体の予算確保は困難になると想定され、問題は深刻化すると考えられる。
以上を踏まえ、本研究では A I（人工知能）技術を用いて、点検結果（写真画像等）から劣化要因及び健全性を自動的に『判定』することで、「技術者の省力化」と「判定結果の精度向上」の実現を目指すものである。なお、具体的には次の開発目標の達成を目指す。
①既存技術（有資格者等の専門家による判定）と同程度以上の判定精度を確保する。
②画像による判定時間を既存技術に比べ約 1 / 2 に縮減する。

(8) 技術研究開発の内容と成果

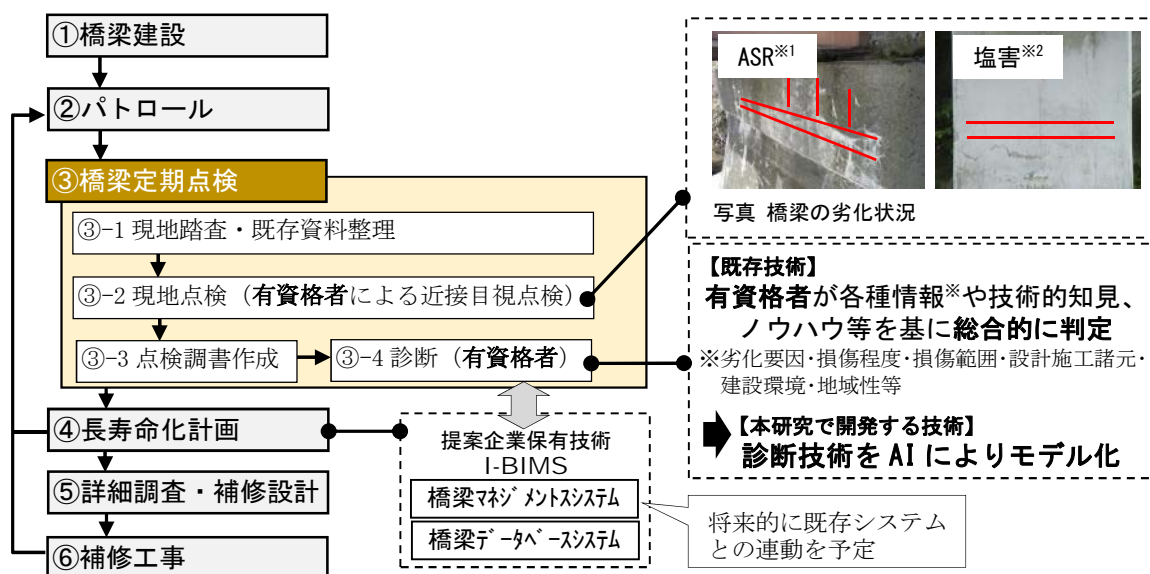
1. 技術研究開発の概要

本研究開発では、橋梁のコンクリート部材の定期点検結果（劣化写真データ、諸元情報や損傷情報等のデータ）を基に、人工知能AI技術（ニューラルネットワーク／ディープラーニング）を活用して、点検結果（写真画像）から劣化要因および健全性を自動的に『判定』するシステムを構築するものである。

具体的には、研究開発者が保有する点検結果（画像）・諸元情報や国土交通省より提供いただいたデータ等を用い、入力した画像と専門家が判定した結果（劣化要因及び健全性）の関連性をAIに学習させ、判定モデルを構築する。その判定モデルを用い、別途入力する点検結果から、劣化要因及び健全性を予測して判定させるものであり、この予測した判定結果の正解率（精度）を80%以上にするを目的としている（図表-1）。

本システム開発により、①橋梁点検における高度な専門技術者の省力化、②劣化判定・健全性判定の精度の確保・向上、③専門技術者だけでなく、広く橋梁を維持管理できるシステムの開発が可能となることなどの効果が期待できる。

<図表-1 橋梁の維持管理体系と研究開発技術の関係>

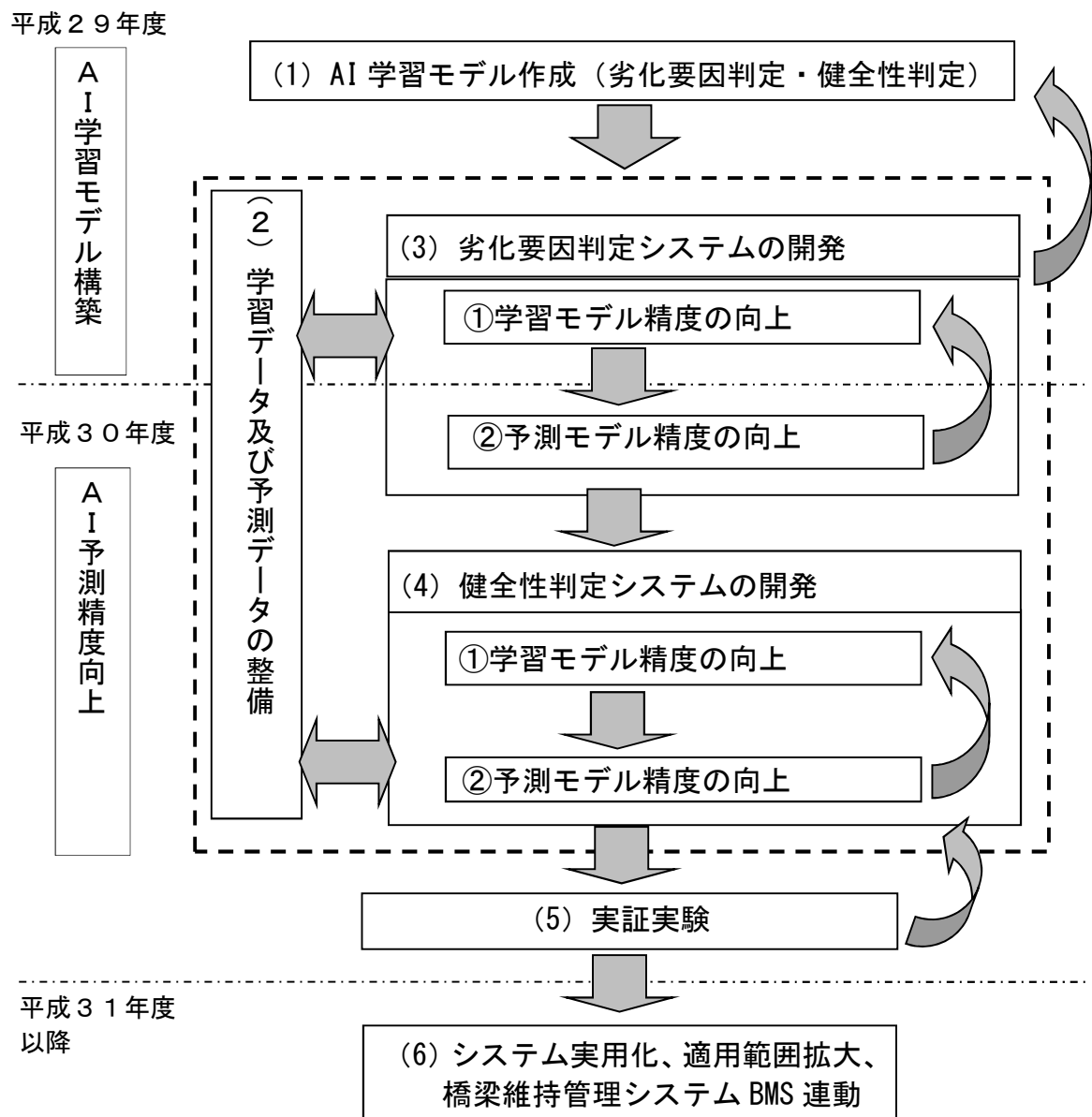


※1 ASR（アルカリ骨材反応）：コンクリートに使用された骨材が反応性骨材である場合、これが膨張してひび割れが生じる劣化現象。部材によって異なるがひび割れ形状が格子状となる等の特徴を有する。

※2 塩害：塩化物イオンがコンクリート内部に浸入することで内部の鉄筋が腐食し、ひび割れが生じる劣化現象。鉄筋に沿ったひび割れ形状等となる特徴を有する。

本システムの構築に当たっては、図表-2に示す通り、(1)～(4)においてAIによる学習・判定モデルを構築するとともに、その結果の検証として(5)実証実験を行う。さらに、今後のビジネス展開の検討として、(6)システム実用化の検討を行ったうえで、将来的な適用範囲の拡大や橋梁維持管理システム BMS との連動などを検討する。

<図表-2 研究開発の概要図>



2. 研究開発の結果

本研究開発による研究結果は次の通りである（図表-3）。

＜図表-3 研究結果＞

| | 研究項目 | 研究結果 | |
|---|---------------|--|--|
| ① | AI学習モデルの作成 | <ul style="list-style-type: none"> ・専門技術者が行う判定方法を踏まえ、写真データと諸元等データを合わせて劣化要因と健全性を判定するモデルを構築 | |
| ② | 学習・判定データの整備 | データ整理 | <ul style="list-style-type: none"> ・学習写真枚数：約 1490 枚（適用範囲を設定） ・諸元情報と損傷情報を合わせて整理 |
| | | 判定（教師データ作成） | <ul style="list-style-type: none"> ・劣化要因を7クラス、健全性を5クラスに区分 ・複数の有資格者が判定を行い、個人のばらつきや判定ミスを防止して教師データを作成 |
| | | 画像処理 | <ul style="list-style-type: none"> ・学習を行う箇所をマスキング処理 ・小片に切り出し小さな特徴を把握し、画像枚数を確保 |
| ③ | 劣化要因判定システムの開発 | <ul style="list-style-type: none"> ・劣化要因の判定正解率は90.8%であり目標達成（個別要因も80%以上の精度を確保） | |
| ④ | 健全性判定システムの開発 | <ul style="list-style-type: none"> ・健全性の判定正解率は84.4%であり目標達成（個別要因では一部80%を下回り改善の余地あり） | |
| ⑤ | 実証実験の結果 | <ul style="list-style-type: none"> ・国土交通省提供データを用い検証（522枚）した結果、判定正解率は、劣化要因が87.9%、健全性が87.2%であり、目標を達成 ・実用化に向けたプロトタイプを作成し、運用時の現状・課題を整理 | |
| ⑥ | ビジネスモデルの検討 | <ul style="list-style-type: none"> ・想定される利用者や活用パターン等を整理し、本システムを用いたビジネスモデルを検討 ・長期的なシステム開発構想に基づき段階的な運用方針を検討 | |
| | マスキングの自動化の検討 | <ul style="list-style-type: none"> ・学習データの整備に時間を要することから、別途自動でマスキングを行うシステムを開発し正解率は89.4%を確保 | |
| | 外部発表等 | <ul style="list-style-type: none"> ・論文発表を3件（うち1件査読あり） ・新聞・雑誌などでの発表が6件 ・パネル・ポスターでの発表が4件 | |

3. 研究開発の成果

本研究開発により、技術者の省力化・省人化が図られるほか、AIによる自動判定を含めたシステム化により点検全体の工期短縮につながる。さらに、技術者による判定のばらつきやヒューマンエラーの防止などの品質向上（精度向上）や、逼迫する自治体財政を考慮した職員点検の支援など、社会的な課題に対応しながら、発注者・受注者のそれぞれが求めるニーズを満たす仕組みを構築することができた（図表-4）。

＜図表-4 本システムの成果＞

| | 現状の課題 | 本システムの成果 |
|------------|---|--|
| 省力化・省人化 | ・膨大な数の既設橋梁を定期的に点検する必要があり、高度な技術者が多くの時間を要している | ・専門技術者と同程度の精度（80%以上）で劣化要因および健全性を判定が可能となり、省力化・省人化が可能 |
| 工期短縮 | ・膨大な点検結果の判定、整理、調書作成などに時間を要している | ・点検結果の判定時間等の縮小により、工期全体の短縮が期待できる（データベース化、自動調書作成などを付加しさらに短縮） |
| 品質向上（判定精度） | ・技術者の違いによって判定結果にばらつきがある ・軽度な損傷に対して見落とし（ヒューマンエラー）が生じやすい | ・判定結果の均一化、判定精度の向上が図られる ・機械化により軽度な損傷を発見し、予防保全を促進できる |
| 職員点検の促進 | ・予算不足等により点検業務の委託が困難な自治体は職員点検（直営）を行う必要があるが、人員不足から時間が限られる ・職員は必ずしもコンクリートの技術者とは限らないため、点検実施が困難な場合がある | ・専門的な技術を有しない職員でも一定の点検結果の判定が可能となり、危険性の高い橋梁のみを発注するなど予算に応じた対応が可能となる ・職員点検により職員の技術力向上にも寄与する |

4. 今後の展望

本研究開発により、劣化要因と健全性の判定に関する技術開発は当初の予定を満たし、一定の精度を確保する仕組みを構築した。

今後は実用化に向けて、様々な条件下における橋梁劣化写真の収集および学習（ディープラーニング）を行い、精度の確保・向上を図り、製品開発を行う必要がある。

また、本システムに点検調書を作成・出力する機能や橋梁データベースとの連携等を図り、点検調書の自動作成までを一連の作業として行うことで、従来手作業が多かった点検調書作成・出力までの作業時間を半減させるシステムの構築を目指していく必要がある。さらに、様々な部材を対象としたシステム開発など、適用範囲の拡大も検討していく。

(9) 論文発表等に関する件数

| 原著論文 (査読あり) | 原著論文 (査読なし) | 原著論文以外 (新聞・雑誌等) | その他 (パネル・ポスター 等) | 合計 |
|----------------|----------------|--------------------|------------------------|-----|
| 1件 | 2件 | 6件 | 4件 | 13件 |

(10) 知的財産権に関する件数

| 特許権 (取得) | 特許権 (出願) | その他 (実用新案・商標等) | 合計 |
|-------------|-------------|-------------------|----|
| 0件 | 0件 | 0件 | 0件 |

(11) 成果の実用化の見通し

既にプロトタイプを作成し製品のPRを行っているが、2019年度内には劣化要因・健全性判定のさらなる向上を図るとともに、実用化（商品化）を目指す。

また、本システムに点検調書を自動作成する機能の付加、既存の長寿命化修繕計画と連動するシステム開発を予定しており、段階的にシステムの改善による価値の向上を図る。

(12) その他

特になし。