既設 RC 橋脚群のレベル 2 地震時損傷評価と補強仕様の選定

–AI エージェントが探索し道路橋示方書が判定する設計プロセス–

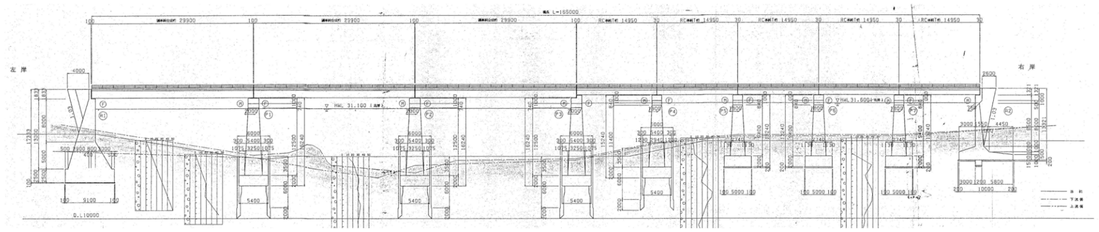
ナレッジフュージョン株式会社

概要

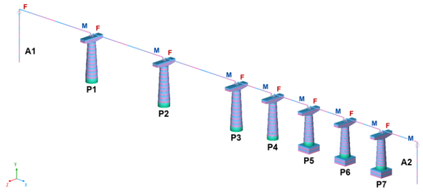
既設橋梁の耐震再評価は、古い資料から解析条件を整える工数が律速している。一方、生成 AI と AI エージェントの進展により、プログラマーではない実務者が自ら業務の仕組みを作れる時代が来つつある。本報告の自動化パイプラインは、プログラマーではなく構造技術者が AI エージェントと対話しながら作成したものである。昭和 45 年竣工・平成 8 年 RC 巻立て補強の実橋で、手書き図面等の 3 資料から AI が設計条件を抽出し、資料横断の照合と構造の幾何関係で検証した。過年度の技術者の入力と比べ、AI の誤り 19 件中 18 件を自動検出した。L2 地震動に対し、現況の橋脚 4 基が道示の下限耐力を満たさず、補強後も支承が先に降伏した。AI エージェントが社内の過去事例から補強案を探索し、道示の照査で判定した。作業時間は 1 ヶ月から 3 日に短縮した。業務と基準を知る技術者自身が AI で業務を作り替えられる未来は、すぐそこまで来ている。

対象橋梁

■ 対象橋梁：昭和45年竣工、平成8年にRC巻立て補強（側面図）



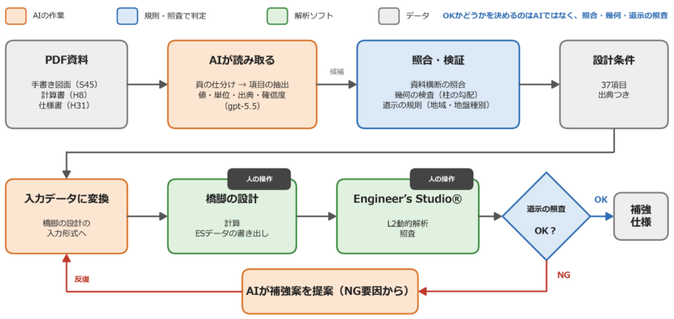
■ Engineer’s Studio® 全体系モデル



橋長 165.0m・8径間・平面曲線 R＝300m
鋼単純合成桁3連＋RCT桁5連
RC張出式テーパー付き円形柱 7基
　P1～P3 φ3.25m／P4 φ2.94m／P5～P7 φ2.74m
支承：各径間 F（固定）＋M（可動）
　固定支承は橋軸方向パイリニアばね（500kNで降伏）
柱基部に M-φ要素（Takeda型）、柱基部固定
3世代の基準：S45 震度法 → H8 復旧仕様 → H24 動的照査

手法・条件

■ AIによる自動化パイプライン（構造技術者がAIエージェントと対話しながら作成）



解析条件

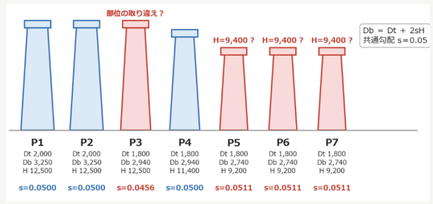
- H24道示 V編・耐震性能2・動的照査法
- 下限耐力 Pa≧0.4c2zW（7.4(4)解説）
- 地域区分 B1（cIz＝1.2）・B種・Ⅲ種地盤
  …所在地・路線・N値から規則で判定
- レベル2 タイプⅠ・Ⅱ 各3波、橋軸・直角
- 2019年度の当社モデル（現況・補強後）
  AIの誤りは技術者が原本で直した
- 補強後：P1～P4にRC巻立て追加250mm

検討結果

平成8年のRC巻立て後も、P1～P4は現行道示の下限耐力に届かない
→ RC巻立ての追加＋支承対策。AIが探索し、道路橋示方書が判定した

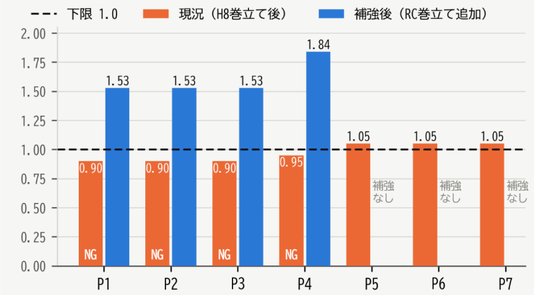
① AIの読み取りと検証

60／65　設計条件を正読
18／19　AIの誤りを自動検出
103／127　配筋が原本どおり



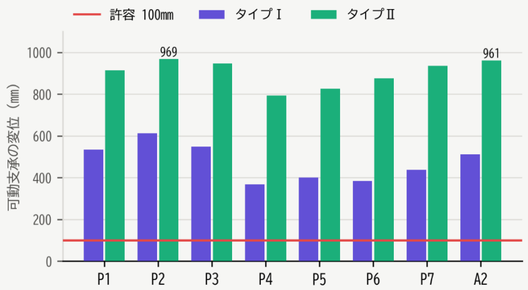
柱のテーパー Db＝Dt＋2sH で、AIの柱高の誤読（9,200→正9,400）を検出

② 現況の下限耐力 Pa／0.4cIzW（タイプⅠ）



両方向の小さい方。所在地をB2と誤ると cIz＝1.0 で全てOKに変わる

③ 補強後の動的照査：橋脚はOK、支承が先に降伏



3波平均・橋軸。固定支承は500kNで頭打ち。橋脚の応答比は最大0.56

④ AIエージェントが過去事例を探索、基準で選別

採用	(a) RC巻立ての追加	2019年度の技術者案と一致
除外	(b) 鋼板巻立て	河川内・流木（H8と同じ理由）
併用	(c) 免震化・水平力分散	下限耐力の式に支承条件なし
併用	(d) 制振装置	過去事例でもNGが残った

免震化だけでは下限耐力のNGは解消しない（基準が判定）

作業時間　1ヶ月　→　3日

プログラマーではなく構造技術者が、AIエージェントと対話して作成

考察

- 業務と基準を知る構造技術者が、AI エージェントと対話しながら自らこのパイプラインを作った。プログラマーでなくても業務を作り替えられる未来は、すぐそこまで来ている
- AI が探索し、道路橋示方書が判定する分担により、AI を使いながら照査の信頼性を保てる。AI の確信度は当てにならず、検証は AI の外側に置く
- 動的応答が小さくても、基準の下限耐力で補強が必要となる。支承が先に降伏して橋脚に力が伝わらない橋では、この照査が補強の要否を決める
- AI の残る課題は、「P1 に準ずる」のような設計判断の文脈を読むこと