

優 秀 賞 人工知能を用いた栈橋の残存耐力評価技術

(副 題)：構造物の寿命を予測し合理的・計画的な維持管理に貢献

応募者名：五洋建設(株)

技術開発者：〔五洋建設(株)〕宇野州彦

共同開発者：東京工業大学 教授 岩波光保

〔技術の概要〕

1. 技術開発の背景及び契機

公共の港湾 58,839 施設のうち 10,178 施設が要緊急対策施設であることが判明している（2019 年 3 月 31 日時点）。この他に、鉄鋼、セメント、非鉄金属などの民間企業が保有する港湾施設も約 30,000 施設が存在する。港湾法の改正に伴い施設の点検が義務化されたものの、特に民間では不具合が生じてから対策を講じる「事後保全」の場合が多い（図－1）。維持管理の調査で得られる劣化度や性能低下度は、調査時点における施設の状態を表すものであり、供用継続の可否や補修補強を行う時期の合理的な判断指標はこれまで存在しなかった（図－2（a））。そこで港湾の栈橋を対象に、残存耐力から構造物の寿命を推定し、施設管理者が意思決定しやすい情報を提供できるツールを考案した。

2. 技術の内容

本技術は、劣化した栈橋が地震時にどう損傷するかを示す残存耐力から構造物の寿命を推定可能にしたものである。栈橋の残存耐力は梁の鉄筋の腐食具合に左右されるが、その計測のために都度コンクリートを斬るのは現実的ではない。そこで、まず鉄筋を強制的に腐食させて劣化度 a～d に相当する梁試験体を作製し、構造実験と FEM による再現解析により梁部材の耐力を求め、各劣化度に対応した骨格モデルを設定し、劣化度から構造解析による残存耐力評価を可能にした。また、栈橋更新工事に伴い、実際に老朽化した栈橋梁の一部を撤去して載荷実験を行うことで、鉄筋の腐食方法の違いや寸法効果の影響についての課題を解決した。さらに、約 2,000 ケースの構造解析条件と解析結果の組み合わせを AI に学習させることで劣化度から損傷程度が出力される AI モデルを構築し、損傷程度を精度良く予測できることを確認した（図－2（b））。

3. 技術の適用範囲

直杭式栈橋構造および杭式ドルフィン構造が評価可能である。斜杭式栈橋構造に適用した場合には安全側に評価される。なお、床版は栈橋構造を設計する際に地震力等の外力に対して床版重量としての慣性力のみ考慮し、抵抗する構造部材とは見做さないことが一般的であるため、床版劣化については本技術では対象としていない。

4. 技術の効果

AI を用いた評価技術であることから、地震力により損傷する具体的な梁部材とその損傷程度を即時に把握することが可能である。また、マルコフ連鎖モデル等の劣化進行の確率モデルを本技術と併用することで、年数の経過による残存耐力の変化を把握することができるため、栈橋の供用継続が可能な期間を具体的に設定することができる（図－3）。さらに、様々な補修補強パターンに応じた損傷予測（補修補強による定量的な効果）も把握可能なため、合理的な維持管理計画を立案できる。

5. 技術の社会的意義及び発展性

本技術により損傷予測情報を容易に入手でき、施設管理者にとって供用継続の可否や補修補強の意思決定がしやすいため、合理的・計画的な「予防保全」への転換が可能となる。国土強靱化や経済の発展に寄与するものであり社会的意義は大きい。栈橋以外の構造物に対しても AI モデルを構築することが可能であることから、様々な構造物の維持管理技術としても今後展開できる。

6. 技術の適用実績

日鉄神鋼シャーリング(株) 岸壁・栈橋年次点検、2021 年 9 月～2021 年 11 月 他 1 件

〔写真・図・表〕

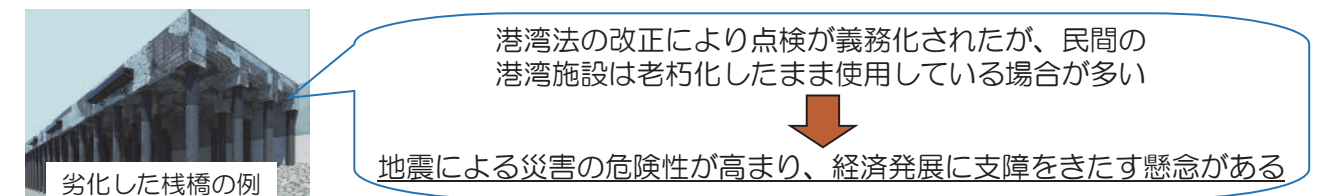


図-1 劣化した栈橋と開発の背景

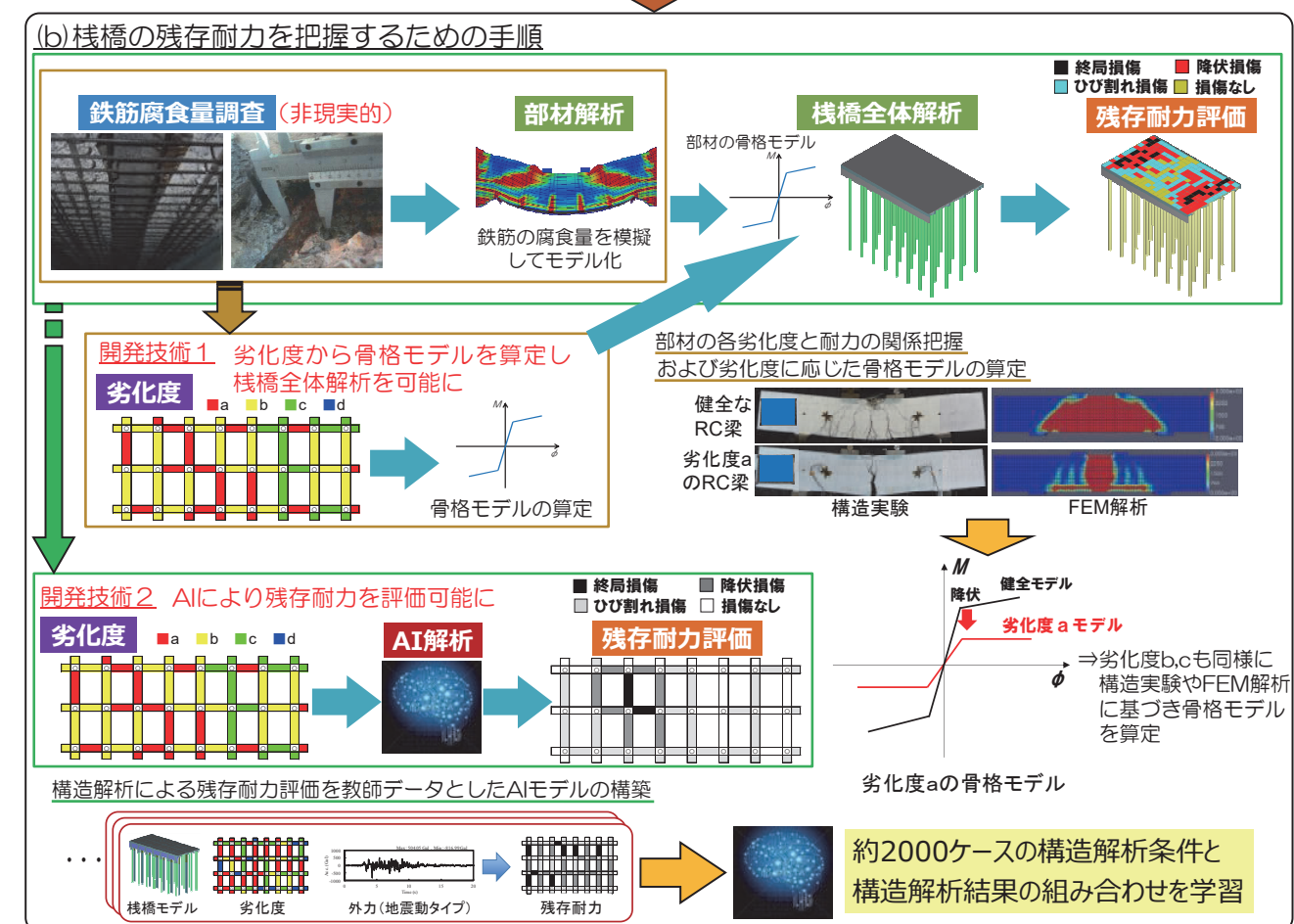
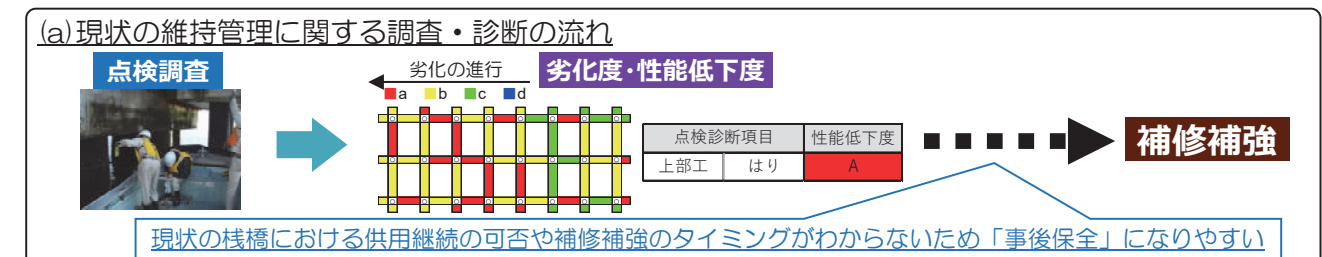


図-2 技術開発の流れ

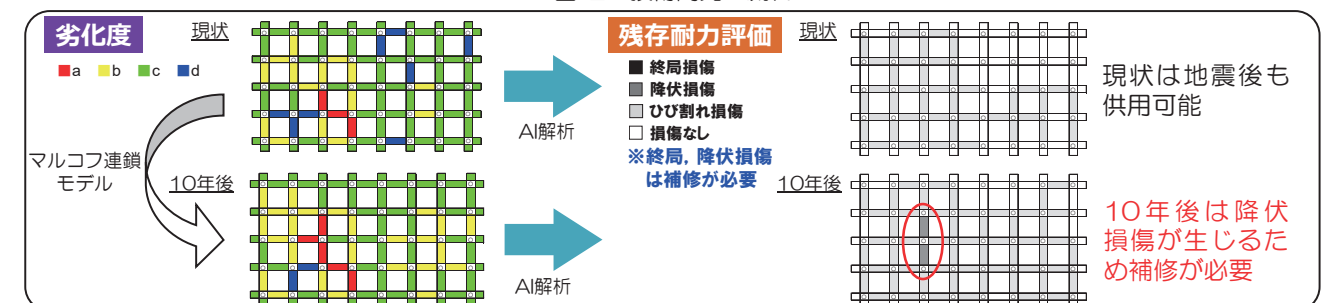


図-3 現状および10年後の残存耐力評価の事例