

AIを用いた栈橋の残存耐力評価手法の開発

五洋建設株式会社 技術研究所
宇野 州彦

令和3年度 中国地方建設技術開発交流会

開発の背景

建設から数十年経過した栈橋上部工の状況



施設管理者は適切な補修時期や範囲等を決定し、実施する必要がある
効率的な維持管理手法の確立が課題

開発の背景

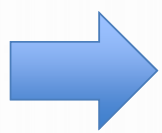
施設管理者からのよくある問い合わせ



地震が来ても栈橋は大丈夫？

栈橋の寿命はあと何年？

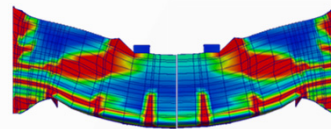
現在の栈橋をどのように使うべき？



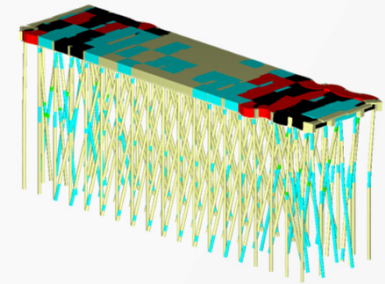
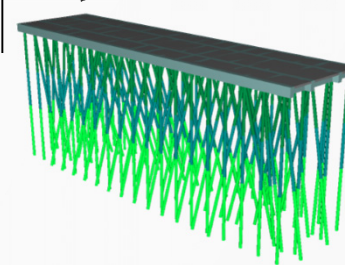
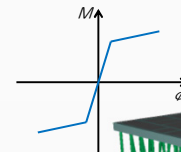
経年変化や地震に対する栈橋の寿命など、施設管理者が理解・判断しやすい指標を提示できるシステムが求められる

開発の背景

栈橋の残存耐力を評価する方法(従来技術)



梁のFEM解析



栈橋下面などの調査や詳細な数値解析に基づく評価が必要で、
非常に多くの時間とコストがかかる

開発の背景

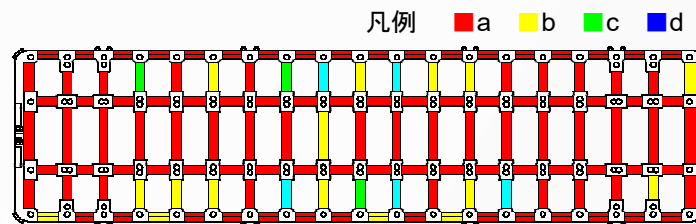
汎用の構造解析ソフトによる残存耐力評価手法の開発

点検
調査

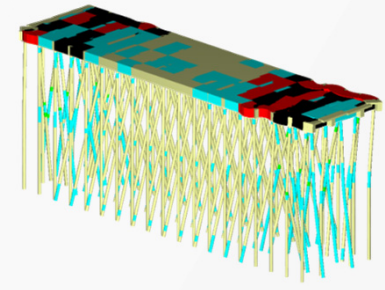
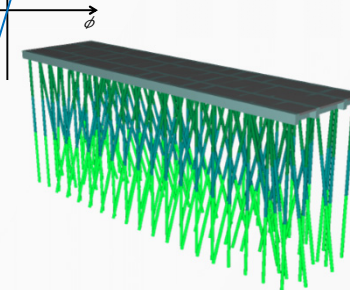
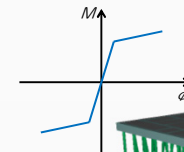
劣化度判定

構造物
全体
解析

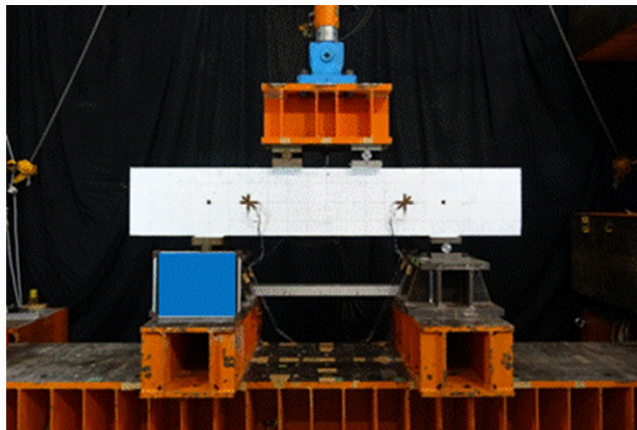
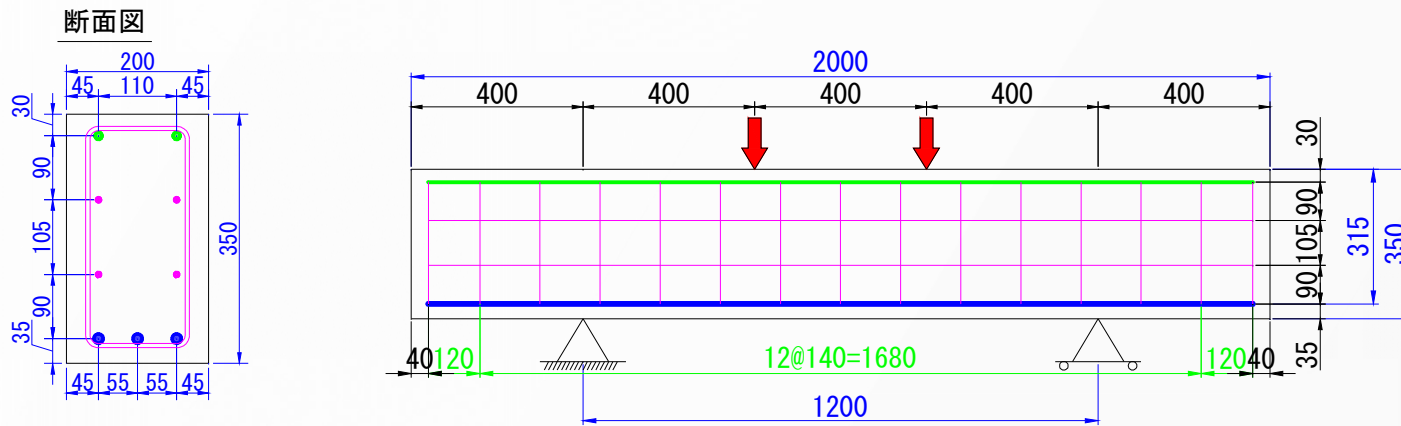
残存耐力
評価



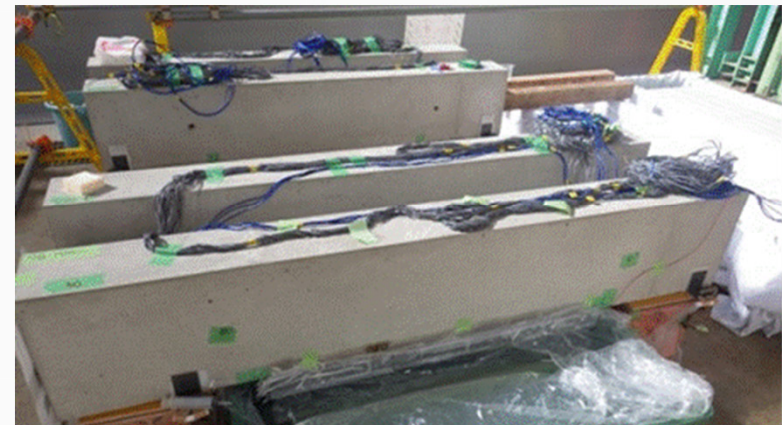
栈橋上部工の劣化度判定結果



劣化度と耐力に関する構造実験

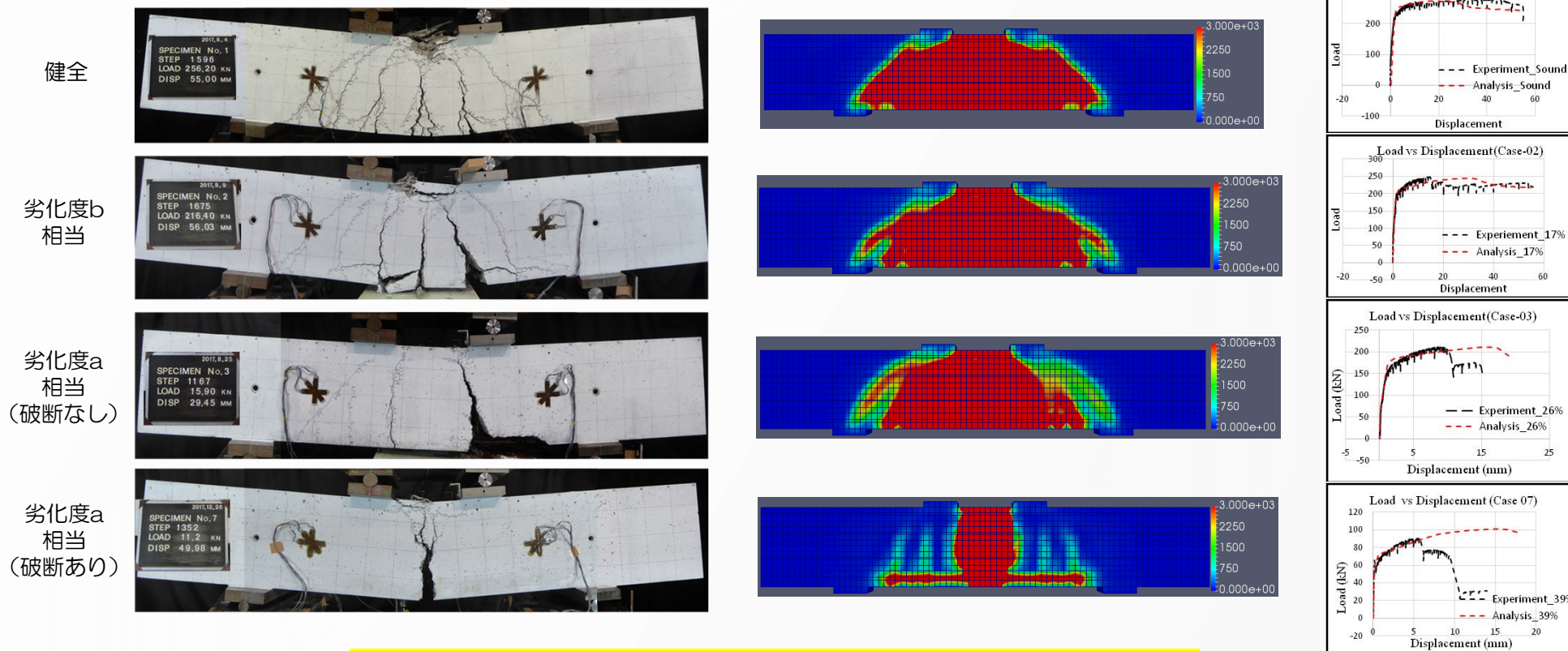


試験体のセットアップ状況



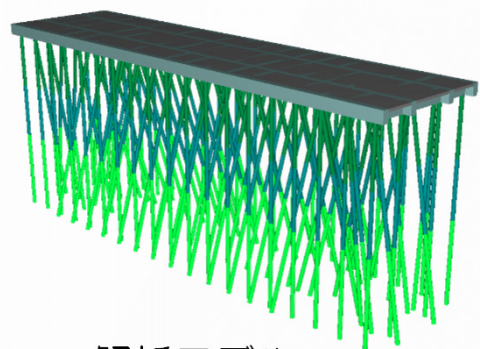
試験体の電食状況

劣化度と耐力に関する構造実験



劣化度に応じた部材の耐力を把握

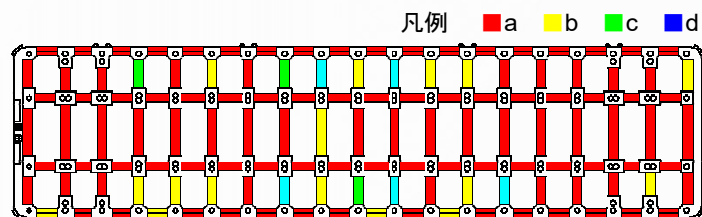
実栈橋への適用



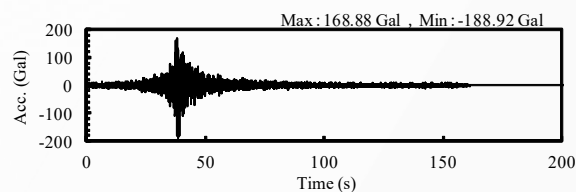
解析モデル



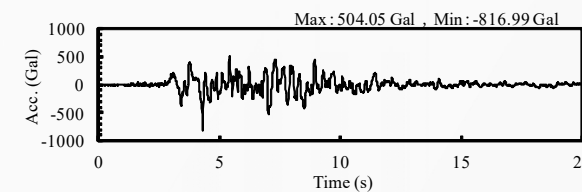
栈橋の点検写真（3Dモデル）



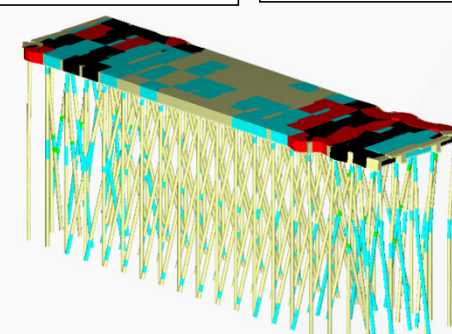
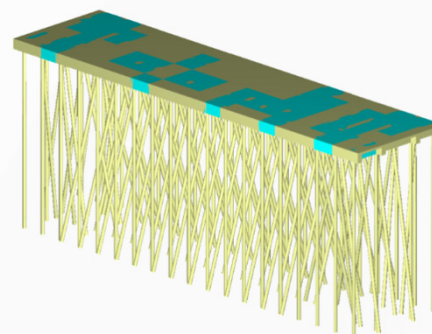
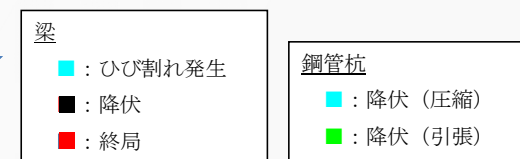
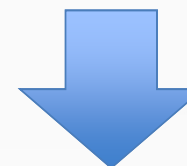
劣化度判定結果（梁のみ表示）



レベル1地震動



レベル2地震動



地震動レベルに応じて栈橋の残存耐力を把握できる

開発の背景

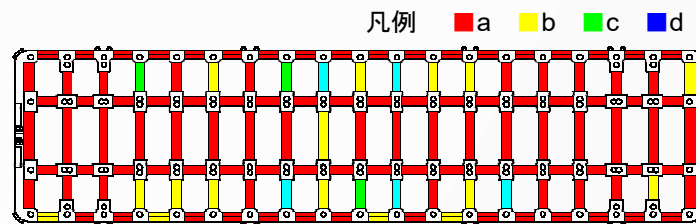
AIを用いた残存耐力評価手法の開発

点検
調査

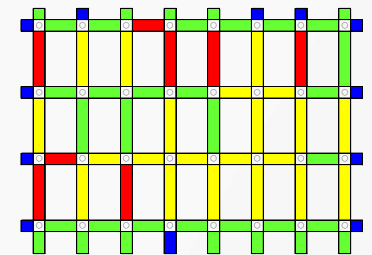
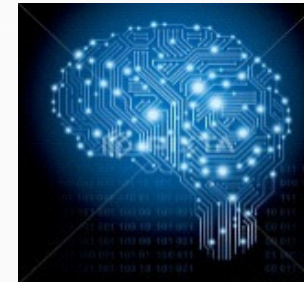
劣化度判定

AI
解析

残存耐力
評価

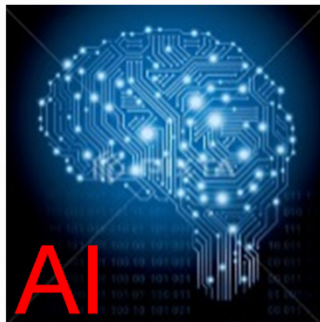
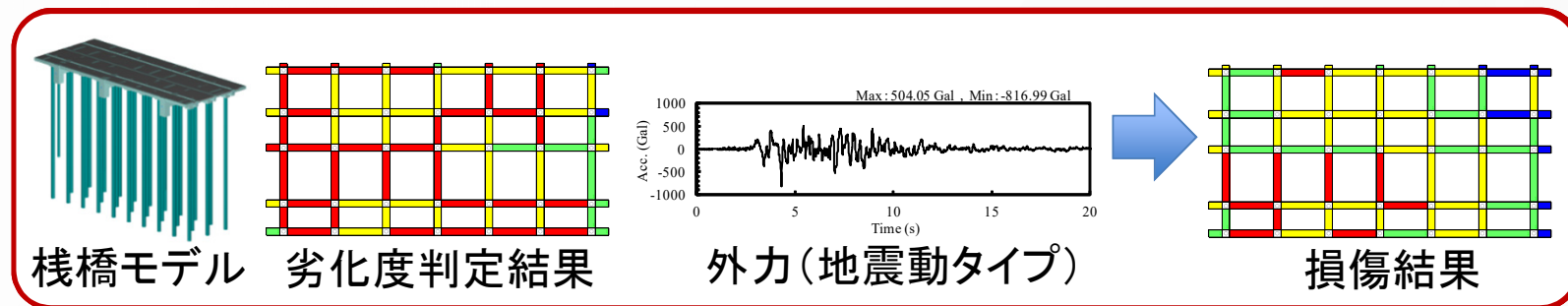


栈橋上部工の劣化度判定結果



AIモデルの構築

AIモデルの学習方法とモデルの構築

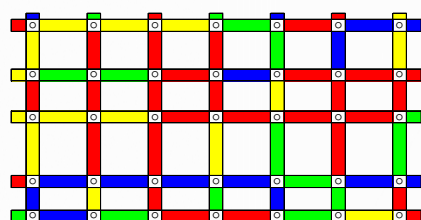


約2000ケースの構造解析条件と
構造解析結果の組合せを学習

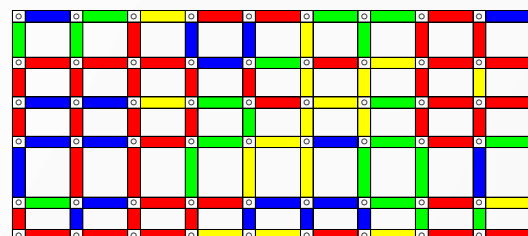
AIモデルの活用

対象栈橋の劣化度分布

■ 劣化度a ■ 劣化度b ■ 劣化度c ■ 劣化度d



栈橋A



栈橋B

予測結果

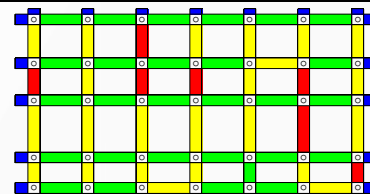
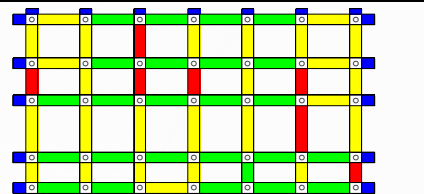
■ 終局損傷 ■ 降伏損傷 ■ ひび割れ損傷 ■ 損傷なし

構造解析結果(正解)

AI予測結果

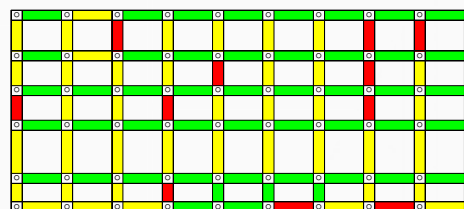
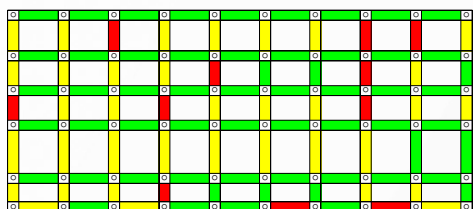
正解率

栈橋A



90.7%

栈橋B



86.2%

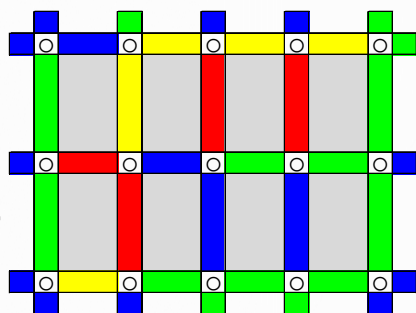
高い精度で損傷
予測が可能

栈橋の供用継続可否と耐力の将来予測

AI予測結果の出力例

分布図

- 終局損傷
- 降伏損傷
- ひび割れ損傷
- 損傷なし

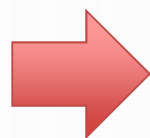


面積率

L1地震動	ひび割れ:83%	降伏:0%
	終局:0%	
L2地震動	ひび割れ:22%	降伏:64%
	終局:11%	



損傷分布図と損傷面積率を見ても
供用継続可能か補修すべきかどうかを判断できない。



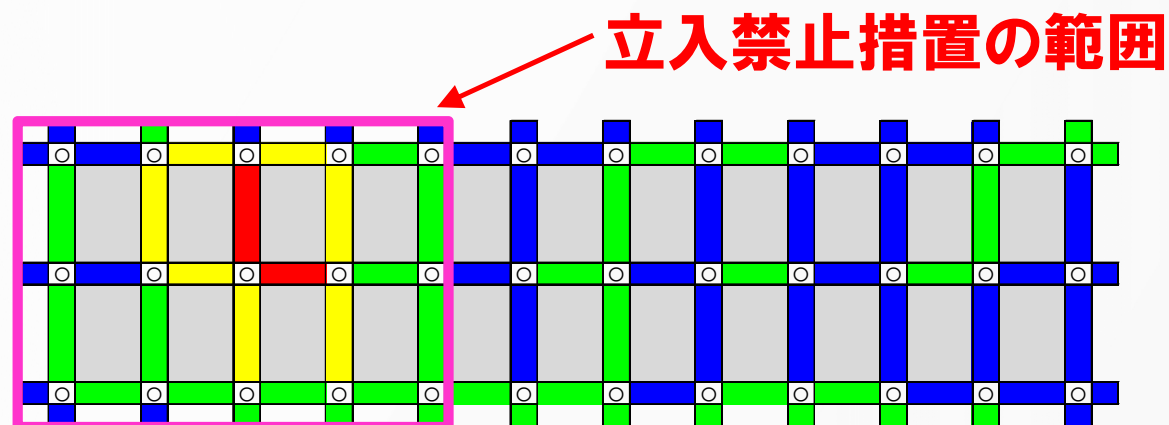
「供用可否判定」や「供用継続可能な期間」を示すことで、
いつまで供用継続が可能か、またどのタイミングで補修補強
をすべきかといった判断が可能となる。

栈橋の供用継続可否と耐力の将来予測

立入禁止範囲の明示

分布図

- 終局損傷
- 降伏損傷
- ひび割れ損傷
- 損傷なし



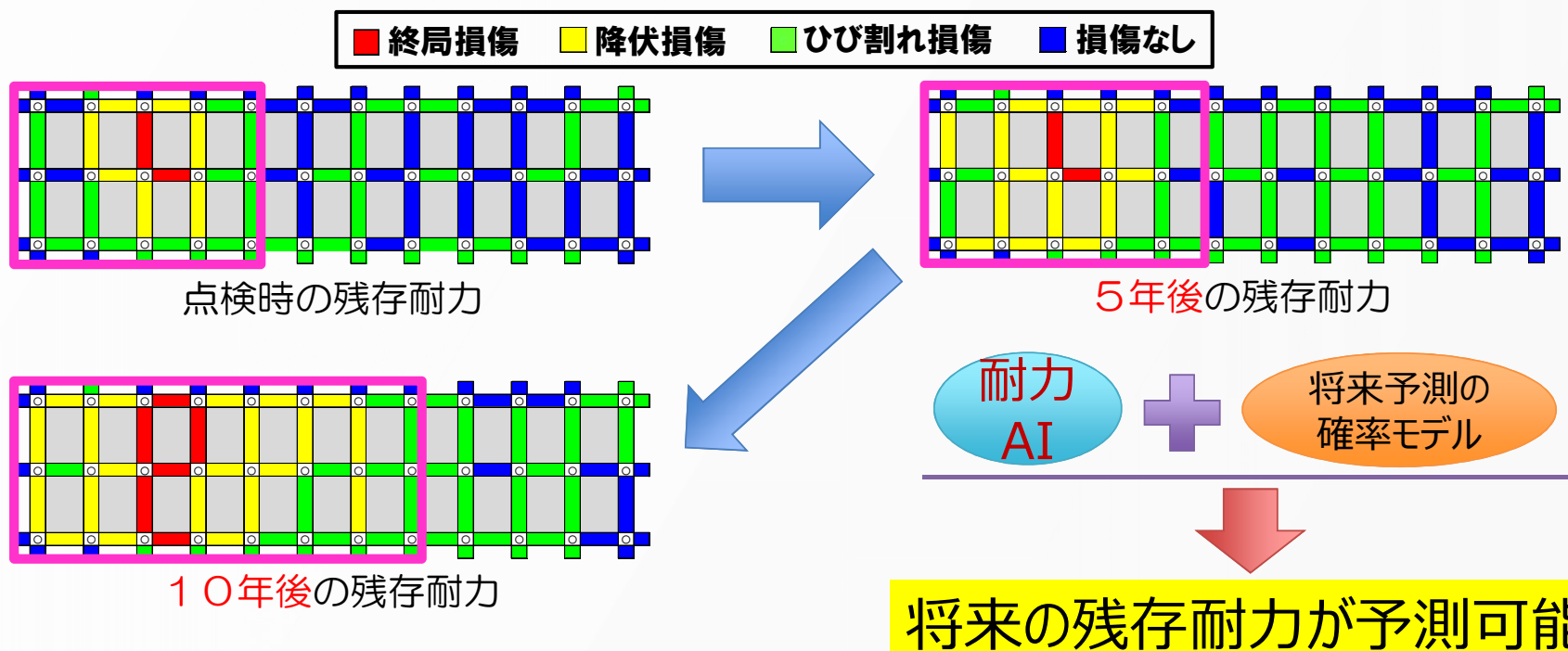
立入禁止範囲の設定方法

大きな損傷（終局・降伏）が生じる梁と、その梁の損傷が影響を及ぼす梁の範囲を約1,000ケースの構造解析結果を分析し決定。

栈橋の供用継続可否と耐力の将来予測

残存耐力の将来予測

将来予測の確率モデル（マルコフ連鎖モデル等）により劣化度の将来予測を行い，その劣化度に対してAIにより残存耐力を予測。



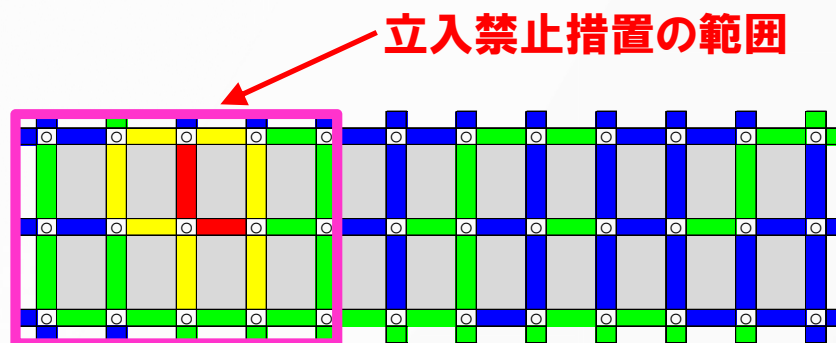
栈橋の供用継続可否と耐力の将来予測

本開発手法を用いて提示できる内容

- 栈橋全体に対する損傷判定結果
- 立入禁止措置を行うのが望ましい範囲の明示
- 供用継続可能な期間
- 現状行うべき具体的な措置

分布図

- 終局損傷
- 降伏損傷
- ひび割れ損傷
- 損傷なし



※供用継続可能な期間

例えば、立入禁止範囲が栈橋全体の半分以下となる期間等、施設管理者と協議して決めることができる。

判定結果:	終局に至る梁を中心に損傷が進展する可能性がある。
供用継続可能な期間:	10年
現状行うべき具体的な措置:	立入禁止範囲の供用を停止 し、詳細点検を実施して劣化状況に応じて補修補強を実施。

まとめ

- ✓ 劣化度判定結果から，AIを用いて容易に栈橋の残存耐力を評価する手法を開発した.
- ✓ 構築したAIモデルを用いることで，地震動レベルに応じて具体的な損傷の程度とその損傷範囲，損傷面積が予測可能であり，構造解析結果と比較して**8割以上の高い正解率**で予測できることが示された.
- ✓ 解析結果の知見から**立入禁止範囲を明示**したり，将来予測の確率モデルと組み合わせることで**残存耐力の将来予測**を示したりすることで，施設管理者が供用継続の可否判断や補修補強の時期を検討することが可能となる等，本開発手法を活用することで**予防保全型の維持管理計画策定に寄与するもの**と考えられる.

ご清聴ありがとうございました。

