



# 劣化度判定結果を活用した残存耐力評価手法の実験橋への適用

— 載荷実験および一般定期点検診断結果を用いた新しい耐力評価手法の提案 — 五洋建設株式会社 技術研究所

## 概要

栈橋は港湾構造物の中でも特に塩害に対して厳しい環境に置かれており、より適切な維持管理を行っていかねばならないが、劣化した栈橋の残存耐力や耐震性能に関する研究は少ない。また栈橋の残存耐力を評価するには通常は詳細定期点検診断が必要であり多大なコストや時間を要するため、特に民間事業者においては比較的簡易な耐力評価法が求められている。

そこで本研究では、各劣化度に応じた試験体の載荷実験を行うことで各劣化度と部材の残存耐力の関係性を明らかにし、その結果を汎用の構造解析ソフトに導入する簡易な残存耐力評価手法を提案する。

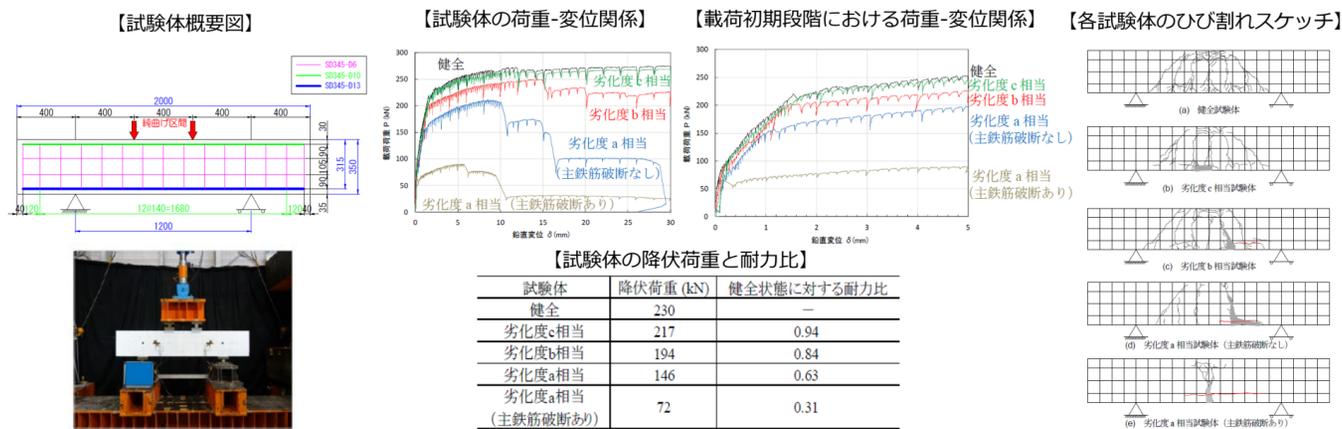
## RC 梁部材の載荷実験

試験体は実栈橋を参考におよそ 1/3 の縮尺となるように配筋等を実施した。

各劣化度に応じた試験体の作製については、電食により強制的に最下段鉄筋に腐食を導入した。

各試験体における平均腐食率については、劣化度 a 相当試験体（主鉄筋破断あり）では約 39 %、劣化度 a 相当試験体（主鉄筋破断なし）では約 26 %、劣化度 b 相当試験体では約 17 %、劣化度 c 相当試験体では約 11 % であった。

健全試験体と比較した残存耐力の割合は劣化度 c 相当では約 9 割、劣化度 b 相当では約 8 割、主鉄筋破断なしの劣化度判定 a 相当では約 6 割程度となった。これらは既往の研究結果とも比較的整合している結果となっている。

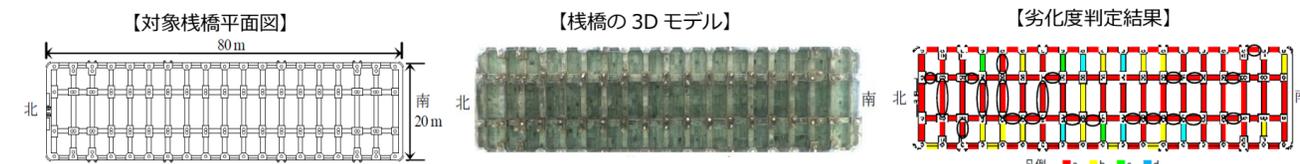


## 実栈橋の劣化度調査

建設から約 50 年経過している栈橋に対して劣化度調査を実施した。

撮影された写真から SfM/MVS (Structure from Motion/Multi View Stereo) 解析で 3D モデルを作成している。

劣化度判定は「港湾の施設の維持管理技術マニュアル」に基づき、a~d の 4 段階で評価した。



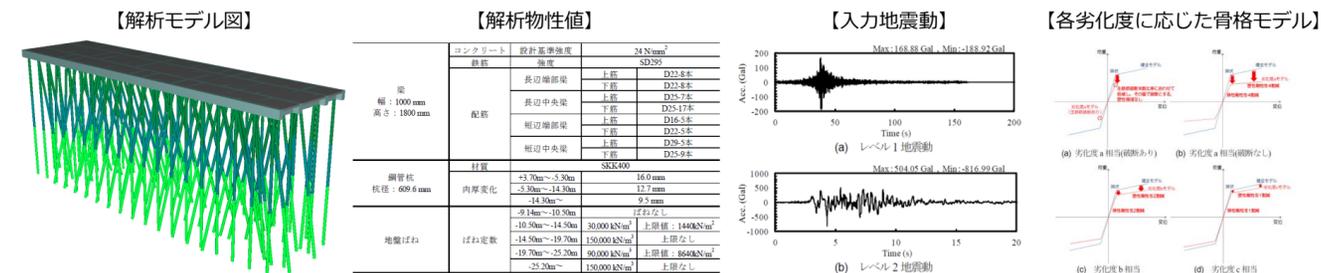
※床版についても判定可能であるが、本研究では梁に着目していること、解析モデルで考慮していないことより掲載を省略している。  
 ※図中の梁に丸印を付けている箇所については、梁下面のかぶり量がほとんど剥落して鉄筋が露出しており、腐食による主鉄筋の大幅な断面減少や主鉄筋破断の可能性のある梁である。今回は写真のみで判定しているため、主鉄筋破断についてはあくまで可能性としている。  
 ※実際の主鉄筋破断の有無やその程度については別途調査が必要と考えるが、本研究ではあくまで簡易な点検から判断することに主眼をおいているため、主鉄筋破断の可能性のある箇所については、解析において考慮するケースを別途設けることとした。

## 劣化度判定結果を活用した残存耐力評価手法

梁は M-φ 要素でモデル化し、実験結果を踏まえ、各劣化度に応じた以下の骨格低減モデルを提案する。

鋼管杭は、港湾基準に基づき肉厚の減少を考慮したファイバー要素でモデル化し、床版は剛性を無視して重量のみ考慮した。

想定外力としてレベル 1 およびレベル 2 地震動相当の地震が作用する場合に、劣化した栈橋がどのような挙動を示すのかについて検討を行うこととし、栈橋の長辺方向または短辺方向の各 1 方向入力と 2 方向同時入力の計 3 ケースの解析を各地震動において実施した。



解析結果については、部材の地震時損傷に焦点を当てているので、梁部材、杭部材の損傷程度や範囲について着目する。

レベル 1 地震動では鋼管杭の損傷はほとんどなく、梁については栈橋端部において曲げひび割れ損傷が見られた。

降伏には至っていないものの降伏モーメント（約 2000 kN・m）の約 8 割程度の断面力が発生している箇所もあり、ただちに供用停止というわけではないが、ひび割れ補修等が必要である可能性がある。

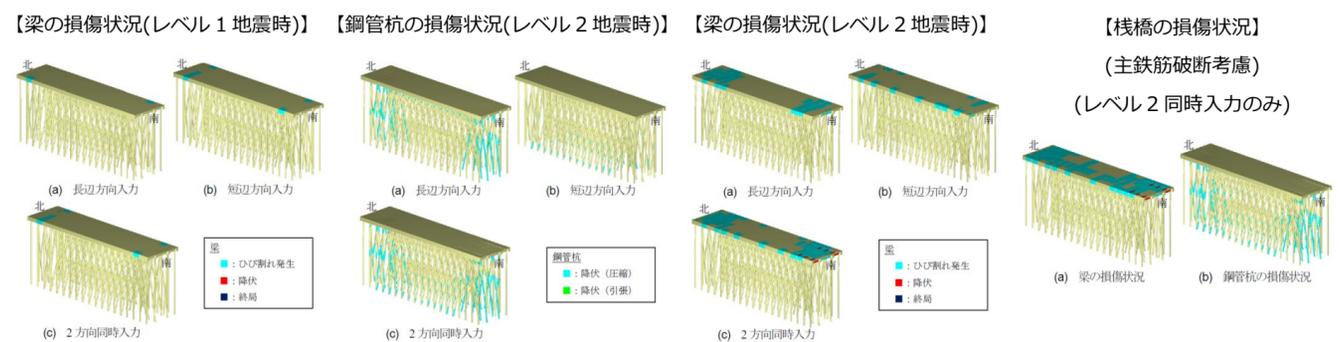
レベル 2 地震動では多くの箇所において降伏荷重を超えていることが確認できた。

例えば梁においては最大発生モーメントが降伏の約 1.1 倍であった。

主鉄筋破断の可能性のある箇所について、主鉄筋破断の骨格モデルを新たに適用し、レベル 2 地震動を 2 方向与えた結果では、降伏箇所の違いはあまりないものの曲げひび割れ損傷箇所が拡大していることが分かる。

これは栈橋全体において、断面力の再分配により、損傷箇所が拡大したものと考えられる。

なお、梁の劣化度 a 判定が広範囲であることに比べ、梁の地震時損傷（降伏箇所）が限定的である理由としては、対象栈橋が斜杭構造であることから地震時の栈橋変位量が小さいためであると考えられる。



## 考察

本研究では、劣化度判定結果から比較的簡易に残存耐力評価を行う手法について提案し、実栈橋への適用を通して検討を行った。その結果、地震動により損傷が生じる範囲やその程度を比較的容易にかつ定量的に示すことができた。これまでは栈橋の残存耐力を評価するために多大な時間とコストを要していたが、本提案手法を用いることで、より簡易に損傷箇所やその損傷度のある程度把握できる可能性がある。

今後は地震時変位量が大きくなる可能性がある直杭式栈橋での検討、スターラップの劣化によるせん断耐力の低下の影響とその考慮、コンクリート下面のかぶり剥落の耐力への影響についても検討を行いたいと考えている。