



橋の性能に対応した各種限界状態の構造システム挙動およびその補修設計への導入に関する基礎的研究

大阪市立大学大学院 都市系専攻 橋梁工学研究室 舟山 耕平

橋のシステム挙動を新設設計や既設橋梁の維持管理に活用することを目指す

近年、腐食および疲労等の損傷が報告されています。補修保全に充てられる経済的、人材的な不足が予測される中、橋梁の合理的な維持管理が求められています。一方、現在の設計基準等では、橋梁を構成する要素や部材を個別に取り扱い設計されることが一般的です。しかしながら、実際には、それぞれの構造部材は連結されているため、外力に対して一つの構造システムとして応答します¹⁾。米国では、これらの橋梁部材のシステムとしての挙動に着目した研究成果をもとに、現行の設計、健全度評価への導入が進められています。

本研究では、限界状態設計法への移行を受け、各種限界状態に着目した健全時および損傷時の橋梁システムとしての挙動および補修補強法が橋の性能に与える影響を評価し、それらを橋梁設計や維持管理に導入することを目指します。

研究目的: ① 橋梁構成要素が構造システム挙動に与える影響の検討

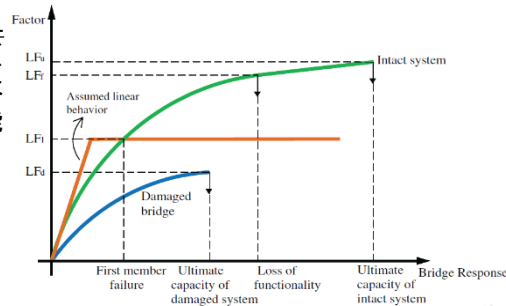
② 各種限界状態に着目した構造システム挙動の把握

③ 損傷および補修補強がシステム性能に与える影響の評価

橋梁幾何学的形状に着目した全橋NLFEA (Intact)

本研究では、最も一般的な鋼桁橋を対象とします。主桁数、橋梁形式(単純桁、連続桁)、床版-鋼桁合成作用に着目し、パラメトリック全橋NLFEA (Non-Linear Finite Element Analysis)を実施します。右図は、全橋FEM解析より得られる、一般的な荷重-鉛直変位関係¹⁾を示しています。システム性能は以下に着目し、評価します。

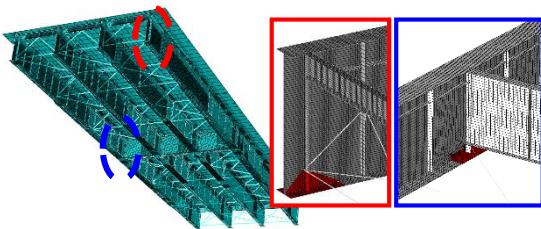
- 荷重-変位関係 (Load Carrying Capacity-Deflection)
- 荷重分担 (Load Distribution)
- システム保有比 (System Reserve Ratio)
- システム延性 (System Ductility)



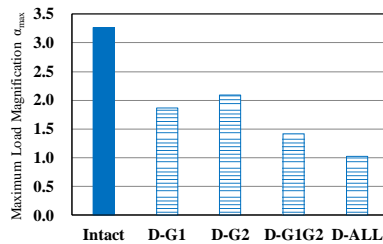
Representation of typical behavior of bridge systems¹⁾

種々の損傷を想定した全橋NLFEA (Damaged)

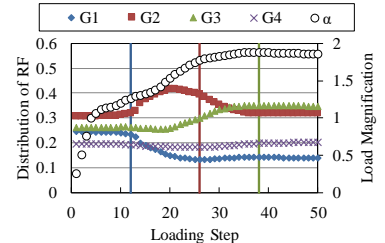
先行研究²⁾では、鋼四主桁橋の桁端部に腐食損傷を有する場合のシステムの耐荷特性を明らかにすることを目的に右図に示す全橋モデルを用いて解析を行いました。解析の結果、腐食を有する桁の最大耐力到達後、隣接する健全な主桁が荷重を分担し挙動することを明らかにしました。今後、橋梁の幾何学的形状(主桁数、主桁間隔)や損傷程度による構造システム挙動への影響を検討します。



Full Scale FE Model and Damaged Condition²⁾



Maximum Load Magnification α_{max}



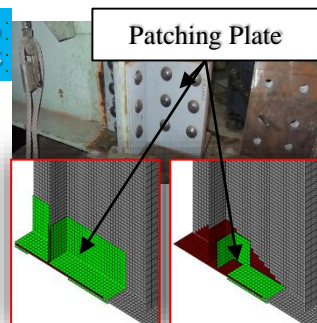
Distribution of Reaction Force Case : D-G1

システム性能の回復性に有効な補修補強法の提案

当て板補修範囲の検討では、腐食部全面を当て板せずとも、部分的な補修範囲でも補修効果は十分であるという結果が得られています。

損傷をモデル化した検討は多く見られますが、システムとしての挙動に着目した研究は少なく、任意の橋梁幾何学的形状における種々の損傷が与える影響は、異なることが考えられます。

本研究では、それらの組合せがシステム性能に与える影響を明らかにするとともに、補修補強部およびシステム全体の双方に有効な工法を提案します。



参考文献

- 1) Ghosn Michel, Yang Jian, Beal David, Sivakumar, Bala: NCHRP Report 776 Bridge System Safety and Redundancy, National Academic Press, Washington, D.C. 1998., 2014
- 2) 有村健太郎ら: 桁端部に腐食劣化の生じた鋼桁橋の耐荷性能評価に関する解析的検討, 土木学会論文集A1 Vol.73, No.1, pp.232-247, 2017