

少数主桁連続橋のリダンダンシー解析について

熊本高等専門学校 正会員 岩坪 要 富士古河 E&C 非会員 寺本 有優美
 東北大学 正会員 斉木 功

1. はじめに

平成26年6月に土木学会鋼構造委員会「鋼構造物のリダンダンシーに関する検討小委員会」から報告書が公開された。及び「リダンダンシー評価ガイドライン(案)」が公開された。リダンダンシー(冗長性)とは、部材が破断した後の耐荷性能と定義している。本研究ではガイドラインに従い、3径間連続少数主桁橋について検討を行った。本発表では、委員会の報告書との違ったアプローチでの解析結果を示し、数点の問題点について発表することとする。

2. 解析条件

2.1. 対象モデル

解析対象としたのは、3径間連続少数主桁橋の高速道路橋であり、諸元を表1と図1に示す。構造解析は汎用有限要素解析プログラムである Marc2012 を用いた。シェル要素(要素番号75)を基本要素とし、設計図面に従いモデリングを行った。主桁は、横捕剛材と縦捕剛材も含めてモデル化し、床版部にもシェル要素を適用させ、主桁と床版は剛体の棒要素で結合させた。鋼材の材料特性は降伏後のヤング係数を $E/100$ とした Bi-Linear 型とした。

2.2. 荷重と損傷状況の設定

荷重は道路橋示方書の B 活荷重を採用し、L 荷重として p_1 荷重(10N/m^2)と p_2 荷重(3.5N/m^2)を適用させ、図2に示すように2パターンで設定し、それぞれ Load1 と Load2 と設定し、共に G-3 桁に負荷がかかるように載荷した。ここで載荷方法は、死荷重(D)を載荷したのち、活荷重(L)を式(1)に示すように漸増載荷させた。この活荷重パラメータ f をもってリダンダンシーを評価することにした。

$$D + f \cdot L \quad (1)$$

設定した損傷ケースは、G-3 桁において、損傷箇所(3カ所)と損傷状態(5パターン)をパラメータとし、これらを組み合わせて全部で 15 パターンのモデ

ルを設定し、Load1 と Load2 のそれぞれの荷重状態について、無損傷状態(健全)と比較した。損傷状態は、想定した部分の要素を減ずる方法で設定した。

リダンダンシー解析を行い評価する方法として終局状態の設定が問題となるが、今回は終局ひずみとして鋼材は相当塑性ひずみが 2%、コンクリートでは相当塑性ひずみが 0.3%に至った時とし、モデル中のどこかの部材の一部分でも終局ひずみ値に至った場合に、橋梁全体として終局状態に至ったと設定した。

表1 橋梁形式

形式	3径間連続桁(PC+3本鋼桁)
橋長	140m(42m+54m+42m)
荷重	B活荷重
幅員	12.66m
鋼種	SMA490, SMA570 コン: $\sigma_{ck}=40\text{N/mm}^2$

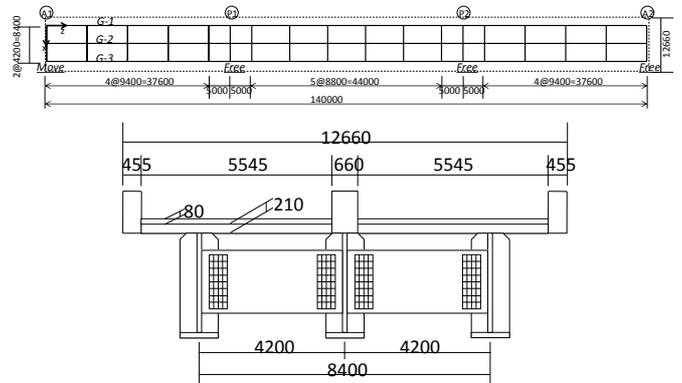


図1 橋梁諸元図

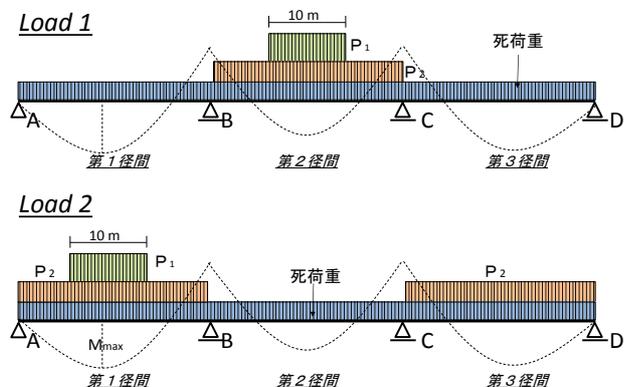


図2 荷重状態図

キーワード: 連続橋, 有限要素法, リダンダンシー, 活荷重パラメータ 連絡先: 〒866-8501 熊本県八代市平山新町 2627
 国立熊本高等専門学校 Tel: 0965-53-1339 Fax: 0965-53-1349 E-Mail: iwatsubo@kumamoto-nct.ac.jp

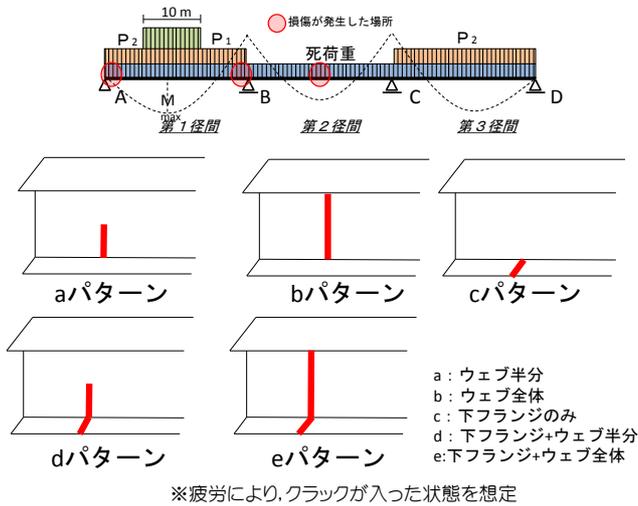


図3 設定した損傷パターン

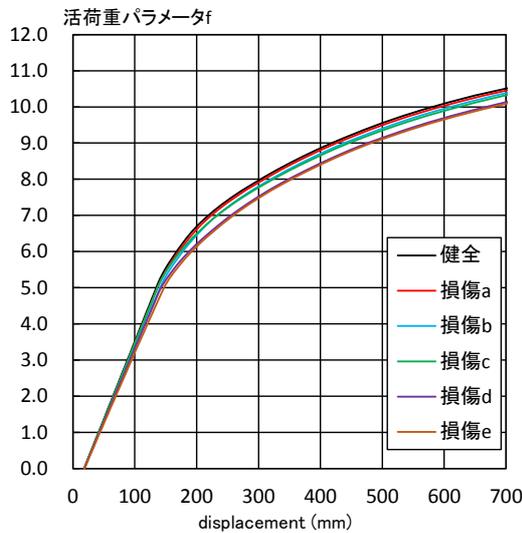


図4 荷重—たわみ曲線

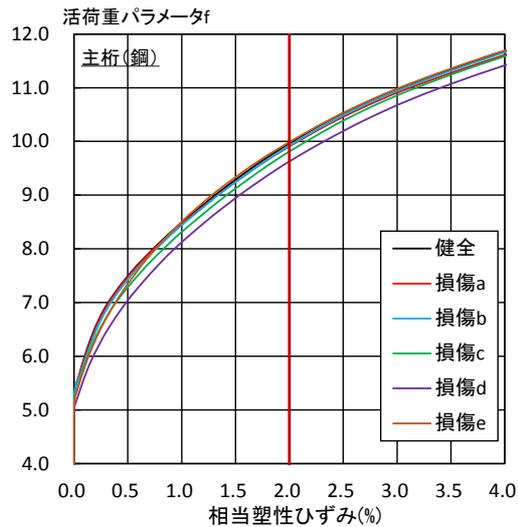


図5 荷重—ひずみ曲線

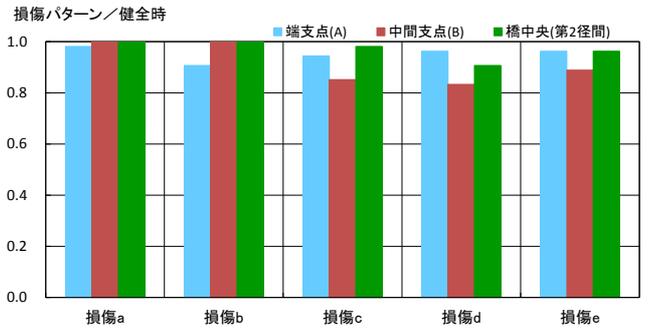


図6 終局時の活荷重パラメータの変化

3. 解析結果

ここでは、紙面の都合上、Load2 の荷重ケースにおいて、G-3 桁の支点 A 付近の損傷を再現した結果を示す。図 4 に荷重-たわみ曲線を示し、縦軸は活荷重パラメータ f を示し、横軸には第 1 径間の中間部下フランジの鉛直たわみを示している。図より、死荷重載荷後、活荷重パラメータが $f=5$ 付近から傾きが変わることが分かる。丁度、活荷重パラメータ $f=5$ 付近から塑性ひずみが発生しており、下フランジが降伏し始めたためによる非線形性である。今回の解析では終局状態を相当塑性ひずみで設定しているの、式(1)の活荷重パラメータ f を縦軸に、横軸に鋼部材の相当塑性ひずみ(%)を現した曲線を図 5 に示す。それぞれのひずみは、たわみ測定点の下フランジの相当塑性ひずみである。図より、損傷 d のケースの結果が下限となっている。損傷程度は損傷 e の方が重度であるが、床版の拘束により、変形が拘束されており、対して損傷 d はウェブが僅か残っているため、その部分の塑性変形が進んだためと考えられる。図 6 は、縦軸に損傷モデルの活荷重パラメータを健全時の活荷重パラメータで除した結果を示す。損傷箇所、損傷程度による耐荷性能の低下は低いことがわかる。

4. まとめ

本研究では、実橋梁について報告書やガイドラインに倣って解析を行ってみた。Load2 の結果としては顕著な耐荷力低下は確認できなかったが、断面変化部位への応力集中などが確認できた。また、リダンダンシー解析では設定するパラメータが多く、評価や検証が難しいことが分かった。今後もリダンダンシー評価手法の確立に関する研究を行っていく予定である。

【参考文献】1) 土木学会鋼構造委員会：鋼構造物のリダンダンシーに関する検討小委員会・報告書、並びにリダンダンシー評価ガイドライン(案)、2014。