

合成2主桁橋のリダンダンシーに関する基礎的考察

早稲田大学大学院創造理工学研究科 学生会員 ○遠藤 宙弥

早稲田大学創造理工学部 フェロー 依田 照彦

1. 目的

合成2主桁橋は合理的な橋梁として位置づけられ、多くの国で建設されている。その一方で、主桁が2本であることからリダンダンシーに欠けているのではないかと指摘がある。本研究では、合成2主桁橋を有限要素汎用コード DIANA を用いて下フランジ部の一点から上フランジ接合部までのウェブに損傷を与えたモデルや上フランジ接合部を損傷させたモデル、床版に損傷を与えたモデルをもとに構造解析を行い合成2主桁橋のリダンダンシーに関する検討を行う。

2. 解析モデル

解析に用いたモデルを図 2.1、図 2.2、図 2.3 に示す。床版、主桁、横桁はすべてシェル要素とする。シェル要素はすべて曲面シェル要素を用いた。床版コンクリートの材料特性をヤング係数 $E=3.6 \times 10^{10}$ (N/m²)、ポアソン比 $\nu=0.224$ 、密度 $\rho=2.4 \times 10^3$ (kg/m³)、床版以外の鋼材 (SM490) の材料特性値をヤング係数 $E=2.1 \times 10^{11}$ (N/m²)、ポアソン比 $\nu=0.300$ 、密度 $\rho=7.85 \times 10^3$ (kg/m³) とする。すべての解析において、境界条件は、支点Aを固定支承、支点Bを可動支承とする。解析はすべて線形解析とした。

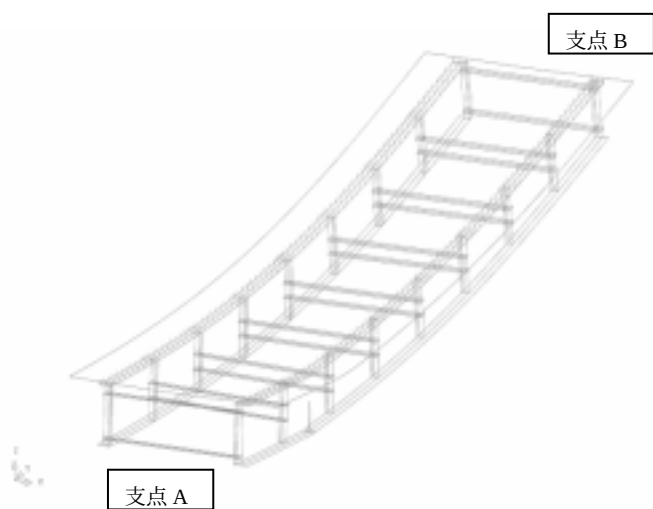


図 2.1 解析モデル

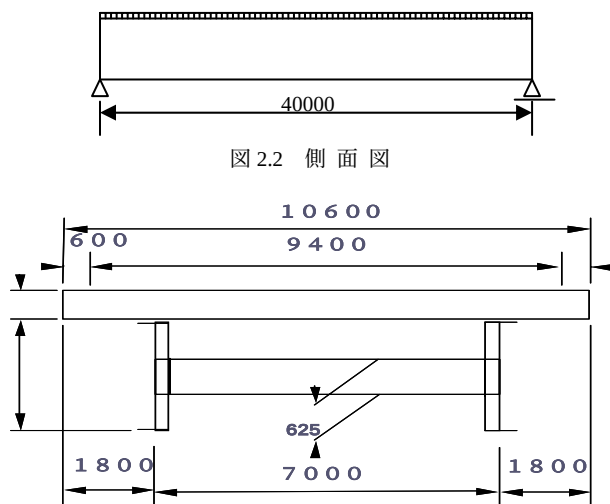


図 2.2 側面図

図 2.3 断面図

[単位：mm]

3. 損傷箇所

損傷モデルを図 3.1 に示す。モデルの損傷箇所（黒の部分）は主桁（下フランジ、ウェブ、ウェブと上フランジの接合部）と床版である。

4. 解析結果

まず、主桁のみ（片方の主桁の下フランジとウェブ）に損傷を与えたモデルの場合、変位は最大値 6.02 cm であった（図 4.1）。また、床版の橋軸方向の最大引張応力は 14.6 N/mm^2 となっていた（図 4.2）。

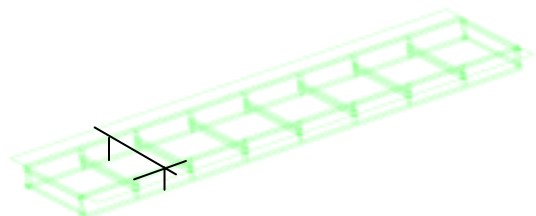


図 3.1 主桁に損傷のあるモデル

キーワード；合成2主桁橋 リダンダンシー 損傷

連絡先 ；〒169-8555 東京都新宿区大久保 3-4-1 早稲田大学社会環境工学科 依田研究室

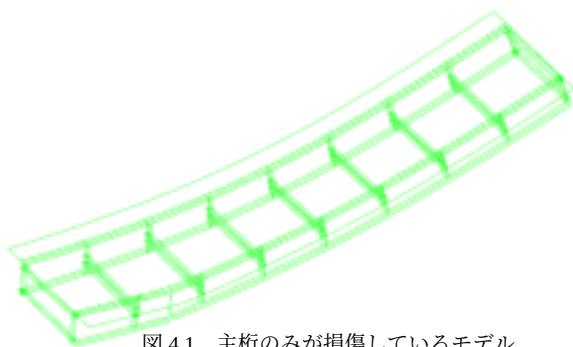


図 4.1 主桁のみが損傷しているモデル



図 4.2 主桁のみが損傷しているモデル：床版（表面）

図 4.3 の損傷の端部で引張応力 62.3N/mm^2 、圧縮応力 45N/mm^2 が発生していた。この位置に損傷が生じ始める可能性があるため、損傷部の端部から横桁部まで損傷を与えたモデル（図 4.4）を次に検討する。このモデルでは最大変位は 9.29cm であった。このモデルでは損傷の無い反対側の主桁の最大圧縮応力は 65.9N/mm^2 、最大引張応力は 115N/mm^2 であり、破壊には到っていないと考えられる。

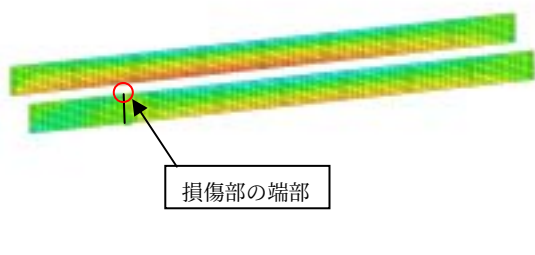


図 4.3 主桁のみが損傷しているモデル：主桁ウェブ

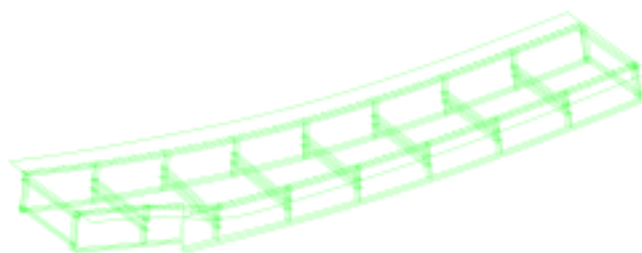


図 4.4 損傷部の端部から横桁補剛材まで損傷を与えたモデル

また、図 4.2 における引張応力は床版にひび割れを生じさせると考えられるので、床版にも損傷を与えたモデルを検討する。主桁と床版に損傷があることから、損傷のない反対側の主桁には応力が集中している可能性があると考えられるので、損傷のない反対側の主桁のウェブの応力を計算した。その結果、最大圧縮応力は 119N/mm^2 、最大引張応力は 97N/mm^2 となっていた（図 4.5）。この値はウェブの許容応力を超えておらず、変位もそれほど大きくないため破壊には到っていないと考えられる。

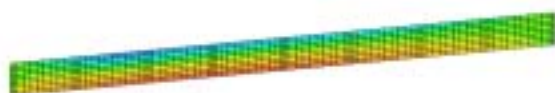


図 4.5 主桁と床版が損傷したモデル

：損傷のないもう一方の主桁のウェブの応力

5. 考察

主桁のみ（片方の主桁の下フランジとウェブ）に損傷を与えた場合、変位状態は健全な状態と比べて大きな差は見られなかった。最終的に 2 つの主桁と床版を損傷させた場合に最大変位が 1m を超え図 5.1 のような破壊モードを示した。これらの数値計算結果により、2 主桁橋は一部の主桁が静的に破損したとしても、その機能をある程度保持するため、必ずしもリダンダンシーがない構造とはいえないことがわかった。

参考文献

- 1) 中井 博, 北田 俊行：鋼橋設計の基礎, 共立出版, 1992.5
- 2) JIP テクノサイエンス株式会社：DIANA 9 ユーザーマニュアル, 2005.9

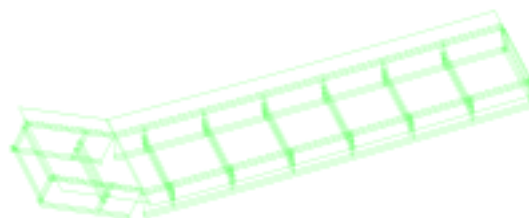


図 5.1 両主桁と床版の損傷のモデル