

1. はじめに

最近、一部の地方整備局では、少数主桁に関して、構造の代替性・補完性の観点から限定的な採用が必要と判断され、迂回路・代替路がある場合を除き、採用しない方針を固めた。このことは、合理化鋼橋の切り札として、少数主桁の展開を推進している業界にとって、大きな痛手であり、その問題を解決することが喫緊の課題である。そこで、本研究では、その代表的な構造形式である二主鋼 I 桁橋を対象とし、単純支持形式の構造を取り上げることによって、より危険性が高いと考えられている構造に着目し、弾塑性有限変位法に基づくリダンダンシー解析を通して、二主鋼 I 桁橋が十分な残存耐荷性能を有することを明らかにすることが主な目的である。

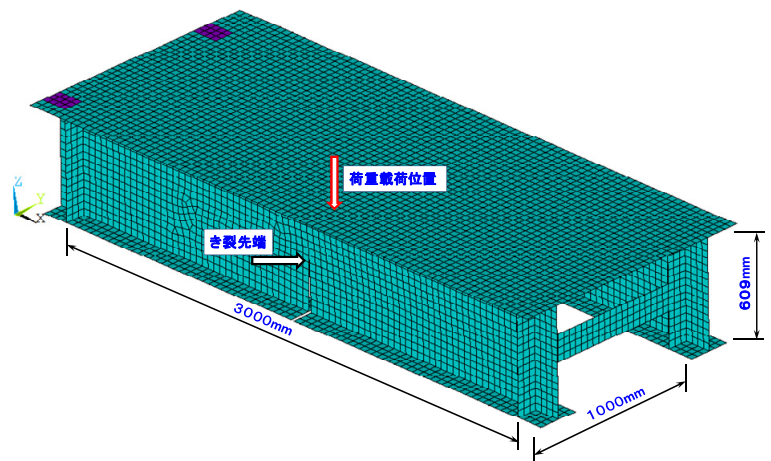
2. 二主鋼 I 桁橋のリダンダンシー解析

二主鋼 I 桁橋のリダンダンシー解析を実施するために、以下のような手順で解析を実施した。

- (1) 二主鋼 I 桁橋の線形弾性解析：弾性挙動の把握と設計荷重の推定
- (2) 二主鋼 I 桁橋の弾塑性有限変位解析：無損傷の桁の耐荷性能の把握（耐荷性能を判断する上での基準）
- (3) 疲労損傷を受けた二主鋼 I 桁橋の線形弾性解析：脆性破壊への移行の可能性の検討
- (4) 疲労損傷を受けた二主鋼 I 桁橋の弾塑性有限変位解析：リダンダンシー解析・残存耐荷性能の把握

2.1 解析条件

二主鋼 I 桁の解析対象モデルの一例を図一 1 に示す。主桁モデルは、既往の研究で疲労き裂の進展解析に用いられたものである。解析条件などが明らかであり、比較・参照することも可能であることから、本研究でも、このモデルを用いることとした。ここで、支間長は 3000mm、主構間隔は 1000mm であり、主桁の寸法は H-609×230×9mm である。また、垂直補剛材と横桁の板厚は 16mm、床版の厚さを 80mm とし、ハンチは省略した。疲労き裂として、支間中央部の下フランジを貫通し、腹板の中央部まで進展した状態を取り扱うこととした。

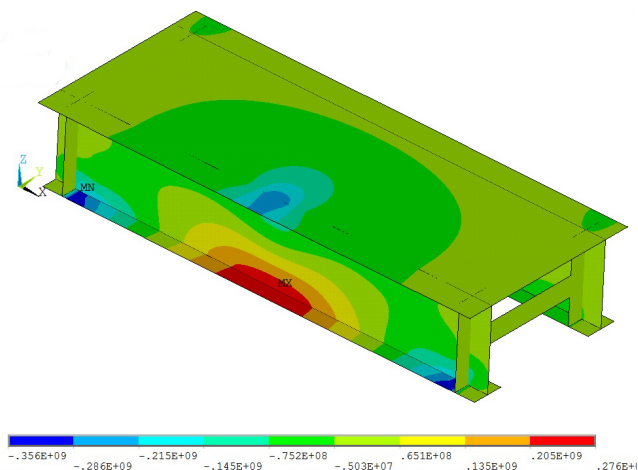


図一 1 解析対象モデルとその要素分割

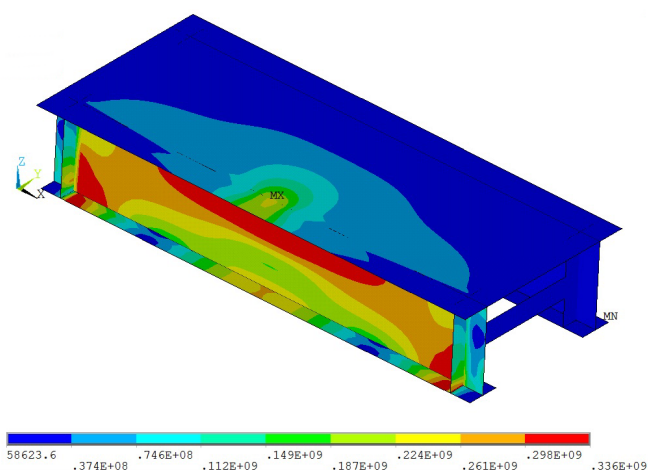
解析条件として、桁、垂直補剛材、横桁、床版をすべてシェル要素で要素分割し、床版と鋼 I 桁は完全合成として取り扱い、要素の基準寸法を 40mm とした。また、荷重は、図一 1 に示すように、き裂を挿入した側の主桁中央の上フランジと腹板が交差する線上の床版の節点を対象として、中央から 6 節点に渡り集中荷重を载荷した。ここで、鋼材はすべて SM490 材とし、そのヤング係数、ポアソン比をそれぞれ 200GPa、0.3 とした。同材の応力-ひずみ曲線は省略する。床版のコンクリートは、設計基準強度 50MPa、ヤング係数 33GPa、ポアソン比 1/6 とした。

2.2 解析結果

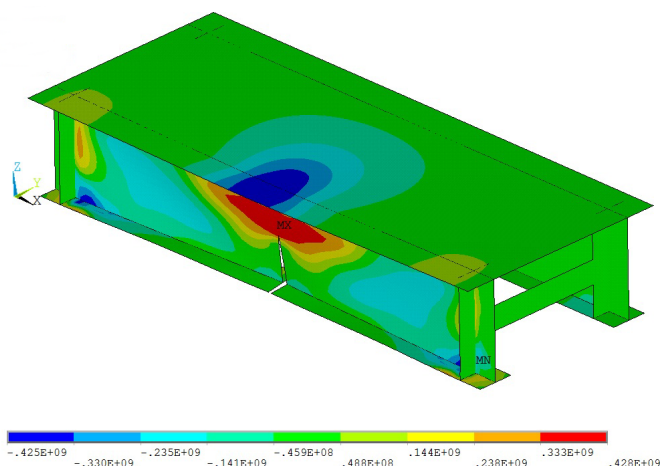
無損傷の桁の最大荷重時における橋軸方向の応力分布と相当応力分布をそれぞれ図一 2、図一 3 に示す。また、き裂を挿入した桁の最大荷重時における同分布をそれぞれ図一 4、図一 5 に示す。以上の図より明らかなように、き裂が



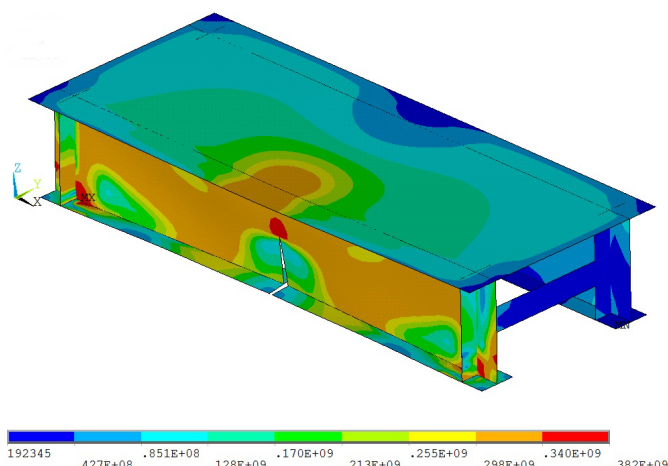
図－２ 無損傷桁の橋軸方向応力分布



図－３ 無損傷桁の相当応力分布



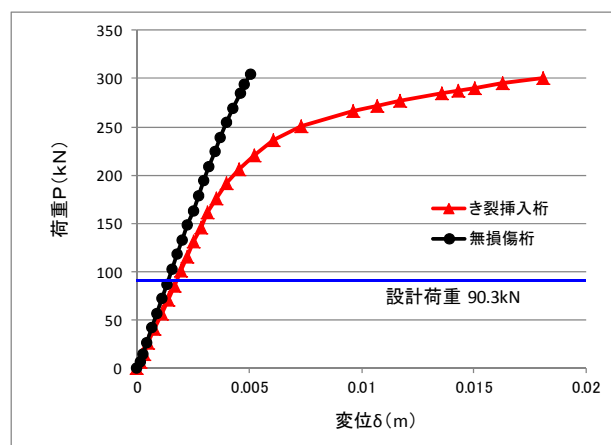
図－４ き裂を挿入した桁の橋軸方向応力分布



図－５ き裂を挿入した桁の相当応力分布

挿入されると、き裂の前縁におけるひずみ集中により、分布形状が大きく異なっている。橋軸方向の応力では、き裂前縁に高い引張応力の領域が形成され、逆に、上フランジの上面では高い圧縮応力の領域が広がっている。一方、相当応力分布については、無損傷桁では、上フランジ下面の腹板に高応力領域が広がっているが、き裂挿入桁では、き裂先端周辺に高い応力分布が生じ、その広がりが限定されている。

つぎに、図－６は荷重 P と荷重載荷点における鉛直方向変位 δ の関係を示す。同図には、前述の(1)の解析により得られた設計荷重の値も併記している。き裂挿入桁は、荷重の増加とともに、変位が大きく増大しているが、無損傷桁のように非線形座屈は発生せず、安定的に塑性変形が進行し、塑性崩壊には至っていない。また、設計荷重よりも十分な耐荷力を有し、本研究の範囲内では、疲労き裂が腹板の中央部まで進展したとしても、倒壊には至らず、十分な耐荷性能を保障することができる。



図－６ 荷重 P －変位 δ 曲線

3. おわりに

本研究では、二主鋼 I 桁橋のリダダンシー解析を実施し、単純支持形式でも、き裂が腹板の中央部まで進展した状態では、十分な耐荷性能を保有する可能性があることを示した。今後、桁破断の事例について検討するとともに、より詳細に実橋レベルの二主鋼 I 桁橋についてリダダンシー解析を実施し、その残存耐荷性能を明らかにしたい。