

鋼単純 I 桁橋の桁端部損傷が耐荷力に与える影響解析

大日本コンサルタント(株) フェロー ○吉田 好孝
 駒井鉄工(株) 正会員 秋山 寿行

1. 目的

橋梁の桁端部は、腐食をはじめ、亀裂、変位などの損傷が発生し易く、それらの損傷は橋梁の耐荷力に直接影響を及ぼす可能性がある。そこで桁端部の各部材に生じる断面欠損に着目し、それらの断面欠損が進展したときに橋梁の耐荷力に与える影響の程度をFEM解析によって調査した。桁端部に生じる断面欠損の影響度を把握しておく、実橋において類似の損傷が発見されたときに、速やかに適切な対応を行うことが可能となる。

2. 桁端部損傷の実例



写真-1 桁端部の腐食



写真-2 対傾構のボルト脱落

鋼 I 桁端部において腐食が進行し、著しい断面欠損を生じている事例を写真-1 に示す。主桁のウェブ及び下フランジと共に縦リブにも明らかな断面欠損が認められる。対傾構は振動あるいは経年劣化などのために添接部に異常を生じることがある。写真-2 は添接用リベットが脱落した事例である。

3. 対象とした橋梁

検討の対象とした橋梁は昭和 50 年代後半に建設された鋼単純 I 桁橋を想定し、橋梁構造は旧建設省制定の標準設計図集¹⁾ に示されている橋梁から採用した。橋梁の規模は同図集に示されている範囲（支間 25m から 44m まで、概ね 1m きざみ）のほぼ中間の規模とし、最も一般的な橋梁の代表として 4 本主桁、鉄筋コンクリート床版、支間長 35m とした。主桁と床版の結合条件は非合成を主とした。

4. 解析モデル

桁端部の応力集中度が結果に大きな影響を与えるために、主桁のウェブ及びフランジについては標準設計の寸法形状をそのまま忠実にモデル化した。端対傾構はこの解析に対する影響が大きいと考えられるため、アングル構造をそのままモデル化したが、それ以外の中間対傾構については断面二次モーメントを等価として単純な棒部材で置換した。また、G4 桁の端部については、各種の損傷を仮定するために、特に構成要素を細分化してモデル化した。

主桁下フランジと支承との間の力の伝達は、実橋と同じくソールプレートを通じて行うこととし、ソールプレートの厚さ、面積などは忠実にモデル化を行った。

使用した解析ソフトは FEMLEEG²⁾、要素数などは各解析ケースによってわずかに異なるが、総接点数が約 15,000、総要素数が約 17,000 程度である。図-1 に解析モデル図を示す。

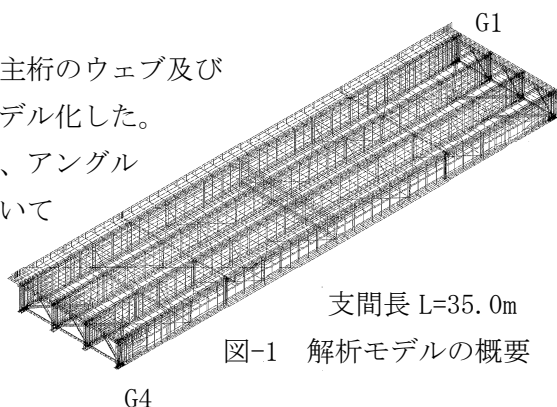


図-1 解析モデルの概要

キーワード 鋼 I 桁, 桁端部損傷, 腐食, 残存耐荷力,

連絡先 〒170-0003 東京都豊島区駒込 3-23-1 大日本コンサルタント(株) TEL 03-5394-7604

5. 載荷荷重

載荷荷重の種類は死荷重と活荷重、活荷重の区分はB活荷重、載荷方式は主桁を設計する場合に適用するL荷重載荷とした。ここに示す荷重の載荷位置は、橋梁の平面中心に対し前後左右対称に載荷するケース（中央載荷）と、G 4桁の端部支点反力が最大になるように主載荷荷重を偏載させたケース（G 4端載荷）の2種類とした。

6. 損傷の仮定

腐食を仮定した部材は、G 4桁端部の主桁ウェブ、主桁下フランジ、支点部直上の縦リブ、端対傾構、G 4直下の支承、亀裂を仮定した部材は、G 4桁端部の主桁ウェブ、主桁下フランジ、支点部直上の縦リブである。

損傷の一つであるボルトの脱落は、対傾構と主桁との添接部、あるいは対傾構同士の添接部に起こり得る。

端対傾構にはこの他に腐食、亀裂が発生し、モデル化としては部材を切断することになるが、実際の損傷に合わせて部材の一部を切断したままにしておくと、構造系が不安定となり解が求められない可能性があるため、計算では水平材あるいは斜材全体を撤去したモデル化を行って解を求めた。

7. 解析結果

1) 主桁に発生する最大主応力度は、死荷重時に $121\text{N}/\text{mm}^2$ で、支間中央付近の下フランジに発生するが、活荷重を橋梁中央に載荷した場合に N/mm^2 、G 桁端部に寄せた場合に N/mm^2 となる。

2) 端対傾構の影響

G 4ーG 3桁間、及びG 3ーG 2桁間における端対傾構の斜材及び水平材の影響度の解析結果によれば、G 4ーG 2桁間の端対傾構を同時に撤去したケースにおいてもG 1ーG 4桁端部の最大主応力度、桁の鉛直変位、水平変位及び支点反力に関しては、特に着目すべき変化は発生せず、橋梁は安定した挙動を示した。

3) 支承直上の桁の亀裂

桁下フランジのソールプレート端部直上に断面欠損が発生したケースでは、断面欠損が下フランジの範囲にとどまっている場合には全体系に対する影響は限定的であるが、断面欠損がウェブにまで及ぶと欠損部の応力集中度が高くなり、全体系の安定性に問題が生じる。耐荷力の低下は 程度となる。

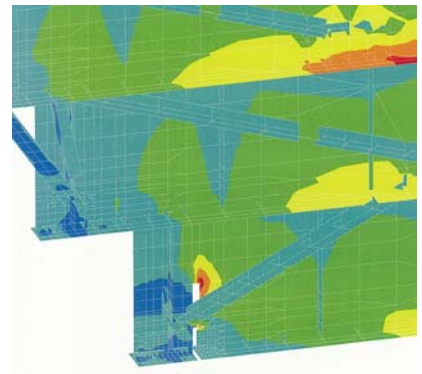


図-1

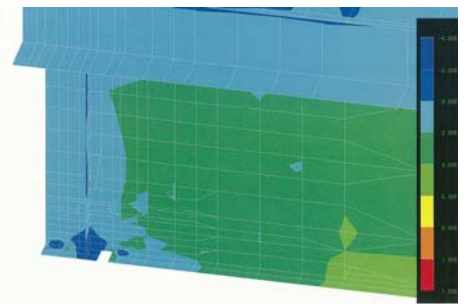


図-2

参考文献

- 1) 建設省制定 土木構造物標準設計 23 活荷重合成プレートガーダー橋ーその 1 主桁・床版構造、昭和 54 年 3 月
- 2) FEMLEEG FEMIS & FEMOS ユーザガイド、ホクト・システム
- 3) 橋梁定期点検要領（案）、平成 16 年 3 月、国土交通省国道・防災課