

## 支承に機能障害を有する鉄筋コンクリート床版鋼 I 桁橋の挙動

橋梁調査会 フェロー会員 ○吉田 好孝  
橋梁調査会 正会員 秋山 寿之

### 1. 背景と目的

鋼 I 桁橋の桁端部には、腐食、疲労亀裂、変形あるいは破断など、橋梁の維持管理上、深刻な損傷がしばしば発生する。中でも鋼製支承の腐食、亀裂、アンカーボルトの抜け出しなどは、設計時に想定していた支承の機能を全く喪失するもので、桁端部に発生している他の損傷に与える影響がきわめて大きいだけでなく、橋梁全体の耐荷力にも少なからぬ影響を及ぼすものである。

近年、橋梁の桁端部の損傷についてはその重要性が強く認識し始めているが、それらの多くは定性的な把握に留まっており、それらの影響度についての数値的な分析はあまり進んでいないのが現状である。本論文では特に支承の機能障害が橋梁の安全性などに与える影響に着目し、応力集中の範囲やその程度について分析した。

### 2. 支承の機能障害の事例

支承に生じた機能障害の事例を写-1及び写-2に示す。写-1は鋼非合成鋳桁のロッカー支承が、桁端部からの漏水により著しい腐食を生じ、回転機能が喪失している事例、写-2は鋼非合成鋳桁橋のローラー支承が腐食し、移動機能に影響が出始めている事例である。



写-1 ロッカー支承の腐食



写-2 ローラー部の腐食

### 3. 解析対象とした橋梁構造

解析対象とした橋梁構造は、我が国の鋼橋で最も一般的な橋梁形式である単径間鋼 I 桁橋である。旧建設省制定の標準設計図集に示されている橋梁構造範囲（支間長 25~44m）から、RC床版を有する中程度の規模の一般的な橋梁として支間長 35mの形式を選定した。本橋では分配横桁は支間中央に配置されており、桁端部は対傾構構造となっている。

### 4. 構造解析モデルの構築

解析モデルの構築に当たり、全ての主桁ウェブ及びフランジを忠実にモデル化した。桁端部のアングル材やソールプレートは実橋の構造をそのままモデル化した。中間対傾構は断面二次モーメントが等価な棒部材で置換した。

支承に生じる損傷については、①腐食、②亀裂、③破断、④傾斜、⑤アンカーボルト抜け出し、⑥ローラー逸脱、⑦ローラー腐食、⑧ローラー変形、⑨支承基部コンクリートのひびわれなど、数多くの種類があるが、これらの損傷は全て下記の回転機能及び水平移動機能の損傷で代表されるとみなす。よって支承の機能障害については以下のように仮定し、これらを組み合わせられた状態を設定した。

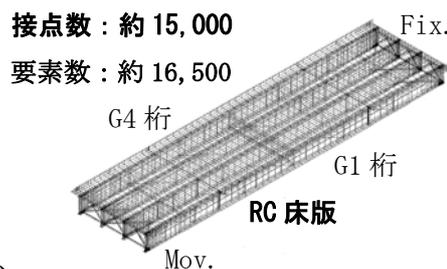


図-1 解析モデル (4主桁、単径間)

- (1) 固定支承：面内の回転機能の損傷、すなわち回転不可のケース
- (2) 可動支承：①橋軸方向の移動(送り)機能の損傷、すなわち移動不可のケース ②面内の回転機能の損傷、すなわち回転不可のケース。

解析に用いた計算ケースを表-1に示す。ここで損傷 Case-3 及び損傷 Case-4 は、G1 桁の支承にのみ損傷が生じたと仮定して他の損傷とは異なる支承条件を設定した。一般に外桁の支承の損傷が進行し易いことを反映

キーワード 鋼 I 桁, 支承の機能障害, 桁端部損傷, 応力集中, FEM

連絡先 〒112-0013 東京都文京区音羽 2-10-2 TEL03-5940-7788 FAX03-5940-7789

表-1 解析モデルに用いた支承の損傷状態

Case	A1, A2	支承の損傷状態
固定・可動	Mov., Fix	全支承が健全
損傷 Case-1	Fix, Fix	可動支承 (A1) が水平移動不可
損傷 Case-2	Fix, Fix	可動支承 (A1) が水平移動不可、全支承が回転不可
損傷 Case-3	Fix, Fix	G1 の A1 支承は水平移動不可、G2~G4 支承は健全
損傷 Case-4	Fix, Fix	G1 の A1 及び A2 支承は水平移動及び回転不可、G2~G4 支承は健全、

させたものである。活荷重は道路橋示方書による分布荷重を支間中央に載荷し、温度は±30℃とした。

5. 解析結果

一般に支承に損傷が生じて

水平方向の移動機能や面内の回転機能に異常が生じた場合、支承近傍の部位に発生する応力度が高くなる傾向にある。更に支承が健全であっても外桁 (G1 桁) の支承のみが損傷を生じていると想定した Case-3 及び Case-4 において、桁の発生応力度が高くなる傾向がある (図-2)。

支承近傍の主応力度を支承が健全な状態と比較すると、死荷重 D のみの場合で 5.6 倍、活荷重と温度の影響を考慮した場合 (D+L+T) で 9.2 倍に達する。

この傾向は桁端部の鉛直補剛材に生じる応力度についても同様であり、支承が健全な場合と比較すると、死荷重のみの荷重状態で 1.4 倍、D+L+T (30℃) の載荷状態で 1.7 倍になる (図-3)。

桁のたわみ量には大きな差は出ないが、G1 桁の支承のみに損傷が生じると桁間にたわみ差が生じる。たわみ量の差は 20mm 程度であり、桁に対しては捩れとして作用することになる。このような捩れは長期的には主桁やコンクリート床版、あるいは伸縮装置などに損傷を与える可能性がある。

6. 結果の考察

(1) 支承が機能障害を生じると、通常の載荷ケース (死荷重、活荷重及び温度変化) において付加応力度が発生する。支承近傍の主桁下フランジにおいて、その値は支承が健全な場合に比べて 9 倍以上に達する。

(2) 桁端部の鉛直補剛材において、支承の機能障害に起因する付加せん断力 ( $\tau_{yz}$ ) は、補剛材の下部において応力集中として現れ、応力集中度は支承が健全な場合に比べて 1.7 倍以上になる。

(3) 一般に支承に機能障害が生じた場合、対応として支承の補修や交換のみを考えがちであるが、桁の各部に予想以上の付加的な応力度が発生することを認識すべきである。したがって支承が機能障害を生じたまま長期間放置することは、桁に過大な負担をかけ、桁端部の亀裂や応力腐食を促進させることになり、ひいては桁の長寿命化にも影響を与える結果になる。現在、桁端部において見られる亀裂の中には、支承の機能障害が主因であると推定されるケースもある。

(4) 桁端部は損傷が発生し易い部位である。特に外桁には常時雨水などが作用し、それらが桁を伝って外桁の支承に腐食などの悪影響を及ぼす。桁の長寿命化対策が求められている現在、橋梁マネジメントの一環として、支承の機能障害を防止する対策に真剣に取り組む必要がある。

参考文献

- 1) 道路橋の重大損傷—最近の事例—、財団法人海洋架橋・橋梁調査会、平成 21 年 3 月
- 2) 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ド (その 1)、昭和 54 年 3 月
- 3) 吉田・秋山・龍田、桁端部に複合的な損傷を有する鋼 I 桁橋の耐力特性、土木学会年講、平成 24 年
- 4) FEMLEEG FEMIS & FEMOS, LISA ユーザガイド、Ver. 4. 3, ホクトシステム

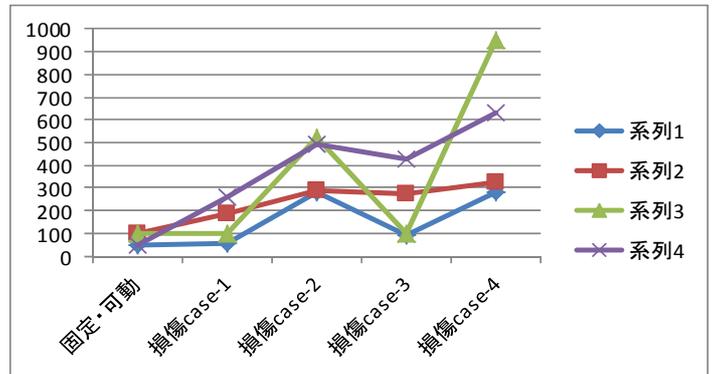


図-2 主桁 G1 の支承近傍下 Flg の応力度

表-2 系列 1~4 の内容

系列 1	最大主応力度、D
系列 2	最大主応力度、D+L+T (30℃)
系列 3	最大主応力度、D+L+T (-30℃)
系列 4	Mises Stress、D

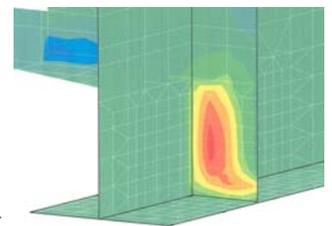


図-3 せん断応力度  $\tau_{yz}$