

地震による鋼橋の損傷に関する一考察

川田工業(株) 正会員 ○勝俣 盛 川田工業(株) 正会員 小笠原照夫
 川田工業(株) 正会員 越後 滋 川田工業(株) 正会員 橋 吉宏
 川田工業(株) 正会員 枝元 勝哉 (株)橋梁メンテナンス 正会員 磯 光夫

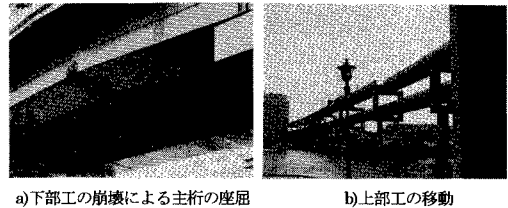
1. まえがき

平成7年1月17日午前5時46分ごろ、淡路島北部を震央(震源の深さ約20km)とするマグニチュード7.2の直下型地震(兵庫県南部地震)が近畿地方を襲い、多くの死者を出すとともに、土木構造物や建築物などに甚大な被害をもたらした。著者らは、震災後約1週間および1ヶ月後に、主として高架形式高速道路の鋼橋を中心に、桁下からの目視調査を行った。これらの調査結果に基づき、鋼橋などの損傷形態を分類・整理した結果、復旧方法および既設橋梁の地震に対する補修・補強方法を考える上で有用な知見が得られたので、ここにその結果を報告する。また、過大な地震力により損傷した単純合成I桁橋に着目して、桁端部の変形性状をFEM解析により求めたので、あわせて報告する。

2. 地震による上部工の損傷形態

鋼橋における上部工の損傷形態は、写真-1に示すように大別できる。

- ① 下部工の崩壊による上部工の落橋や主桁の座屈。
- ② 支承や落橋防止装置の損壊による上部工の移動。
- ③ I桁における下フランジ付近の横倒れ座屈や端横桁の損傷。
- ④ 支承の逸脱による箱桁下フランジの局部座屈。



3. I桁の横倒れ座屈の損傷形態と原因の推定

I桁の下フランジ付近に生じた横倒れ座屈の被害は、次に示す要因の内の一つ、もしくは複数が作用して横倒れ座屈が生じ、最終的な損傷に進展していったものと推定できる。

- ① 図-1に示すa部のニーブレスフランジ取り付け部の座屈。
- ② b部の支点上補剛材の座屈。
- ③ c部の支点上補剛材と下フランジ溶接部の破断や亀裂。
- ④ 端支点上横桁と支点上補剛材の高張力ボルトの滑りや破断。
- ⑤ 端支点上補剛材の溶接の破断や亀裂。

また、各主桁ごとに着目すると、外桁が比較的大きな損傷を受けている原因は、中桁に端横桁やニーブレスが配置されていることから、横荷重に対する抵抗力が大きいためであると推定できる。したがって、I桁の横倒れ座屈の損傷形態は、最初に外桁部が損傷を受けて横荷重に抵抗できなくなり、外桁の分担していた横荷重が再配分されて中桁に集まり、次に中桁部の損傷が進展して行ったものと推定できる。

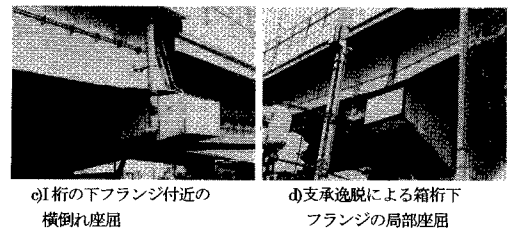


写真-1 上部工の損傷形態

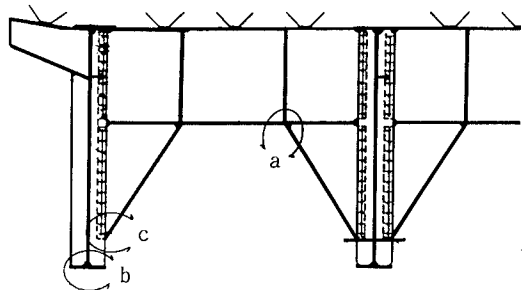


図-1 端支点上横桁の損傷箇所の推定

4. FEMによるI桁端支点部の変形解析

先に示した鋼橋上部工の損傷事例の中から、とくにI桁端支点部の損傷に着目し、上部工に過大な地震力が作用した際の桁端部の変形を、FEM静解析により検討した。計算の対象とした橋梁は、図-2に示す支間長39.4m、主桁間隔3.61m、床版厚20cmの単純合成I桁橋(4主桁)であり、シェル要素を主体として図-3に表すようなモデル化をした。全体モデルにおける総節点数は8866、総要素数は9558であり、解析プログラムにはMSC/NASTRANを用いている。

地盤に振動が作用した際、橋梁に生じる加速度は、地盤の種類や橋の固有周期・減衰特性などにより変化するが、一般的には加速度の2~3倍程度になると言われている¹⁾。今回の震災において神戸海洋気象台で記録された最大加速度は、南北方向に818gal、東西方向に617gal、上下方向に332galであったことから、解析の基本となる地震加速度を鉛直方向に0.4G、水平(橋軸直角)方向に2Gと設定した。

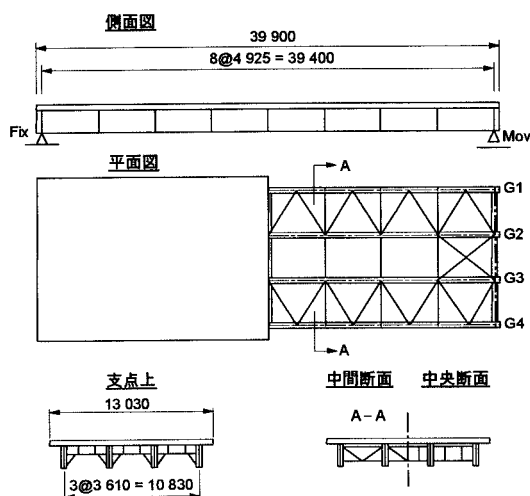


図-2 解析の対象とした単純合成I桁橋

図-4は、前述の荷重を受けてI桁端支点部に生じた変形性状を示したものである。図から、主桁にニーブレスの取り付けしている部分に関しては、両側にニーブレスのある中桁に比べ外桁の変形量が大きいことがわかる。一方、ニーブレスから外れた下フランジ近傍に関しては、逆に中桁の変形量が增大する傾向が見受けられた。以上の結果から、今回着目したI桁の横倒れ座屈形状を計算によって再現することができた。しかしながら、変形量については今後非線形解析などを実施し、詳細に検討していく必要がある。なお、I桁の復旧方法については発表当日に説明したい。

5. おわりに

兵庫県南部地震により被害を受けた橋梁を対象に損傷調査を行い、損傷形態とその原因について分類・整理を行った。また、過大な地震力により損傷した単純合成I桁をモデルにFEM解析を実施し、桁端部に損傷を生じる機構についての簡単な検証を行った。今後は、震災橋梁の復旧方法と既設橋梁の補強方法に関して、より具体的な検討を行い、また数値解析の上からも非線形座屈解析を実施するなどして、現象の詳細な解明に努めたい。

参考文献

- 1)川島・大志万・長谷川・運上・桶田・前原：道路橋の耐震設計計算例，山海堂，p.18，平成6年5月。

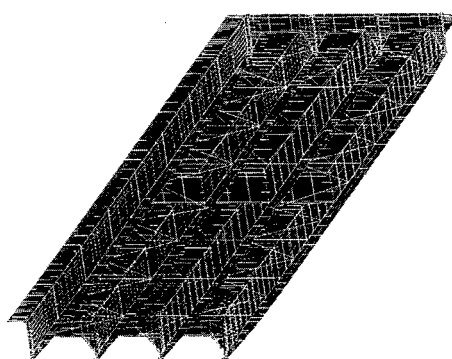


図-3 単純合成I桁橋のFEMモデル



図-4 地震力を受けた時の桁端部変形性状