

桁衝突解析における橋台部の抵抗特性とモデル化に関する一考察

大日本コンサルタント(株) 正会員 ○田崎 賢治 九州工業大学 正会員 幸左 賢二
大日本コンサルタント(株) 正会員 新井 伸博 九州工業大学 学会員 阿部 弘典

1. はじめに

レベル2地震に対する耐震設計では、上部構造の水平変位が大きくなることにより、ゴム支承や橋脚断面、基礎構造が震災前と比べて大きくなっている。特に既設の耐震補強では、河川橋や湖面橋等大規模な仮締切りが必要となる施工条件の厳しい橋梁において、一般的な耐震補強方法では多額の工事費を必要とするといった課題がある。したがって、限られた予算の中で、これまでの耐震補強方法に比べてより合理的、経済的な耐震補強技術の開発が求められている。

桁と橋台部の衝突を考慮した地震応答解析において、橋台部の抵抗特性とそのモデル化は応答結果に大きな影響を与えることから極めて重要である。そこで、本稿では、既設橋梁の耐震補強を対象とした桁衝突解析において、特に橋台部の抵抗特性に着目し、そのモデル化について検討を行った。具体的には、ウイングを有する逆T式橋台に対して静的3次元FEM解析を実施し、桁がパラペットに衝突した後の応力の流れと橋台の抵抗特性について検討した結果について述べる。

2. 対象橋梁とフレーム解析モデル

対象橋梁は図-1に示すような支間長40mの既設のPC2径間単純ポステンT桁橋（4主桁）である。本橋はP1橋脚が河川内に位置し、P1橋脚（一点固定構造）を中心に左右対称の構造で両端部に橋台を有する。

本橋に対し、橋全体系のフレームモデルを用いて、桁-橋台間の衝突を考慮した地震応答解析を行う場合、橋台部のモデル化は図-2に示すように、橋台パラペット部の抵抗特性として衝突バネに加え、橋台パラペットおよび橋台背面土を考慮した抵抗バネを設置している。この中で、橋台パラペットのモデル化は桁衝突時のパラペットの破壊形態を考慮して設定する。国内ではパラペットの破壊事例がないため、1999年の台湾集集地震により被害を生じた長庚大橋の被害を参考に、せん断破壊損傷するモデルを用いることとした。

3. 橋台のFEM解析

ウイングを有する橋台の場合、パラペットの耐力に加え、ウイングの耐力を考慮できれば、上部構造の水平変位拘束効果が高くなることから、ここでは、桁がパラペットに衝突した後の応力の流れを把握する目的で、橋台に着目した静的3次元FEM解析を実施した結果について示す。

図-3にFEM解析モデルと荷重の作用方法を示す。解析モデルは3次元立体ソリッド要素（8節点6面体要素）とし、コンクリートのみを弾性体としてモデル化している（設計基準強度 24N/mm^2 ）。また、境界条件はフーチング下端を全方向拘束としている。載荷方法は時刻歴応答解析から得られた桁とパラペットの衝突力の最大応答値 1000kN をソリッド要素面の分布荷重 3.1N/mm^2 に置き換え、静的荷重として作用させている。

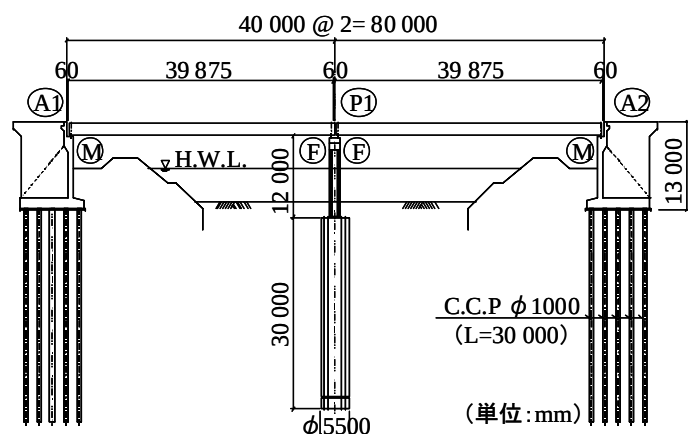


図-1 対象橋梁

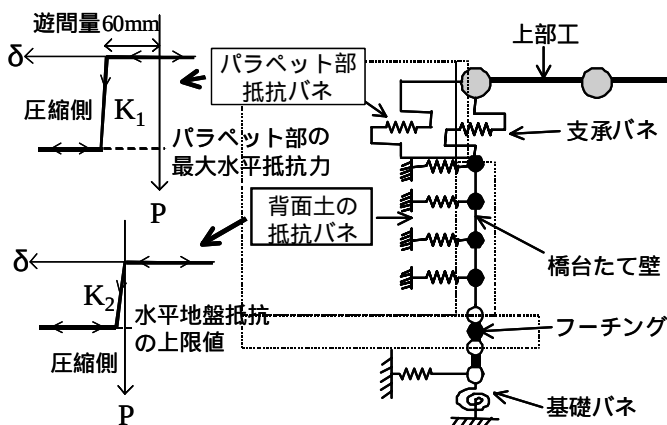


図-2 フレーム解析上の橋台部のモデル化

キーワード 橋梁, 桁衝突解析, 橋台, モデル化, FEM解析

連絡先 〒812-0013 福岡市博多区博多駅東 2-5-19 大日本コンサルタント(株) 構造技術部 TEL 092-441-0433

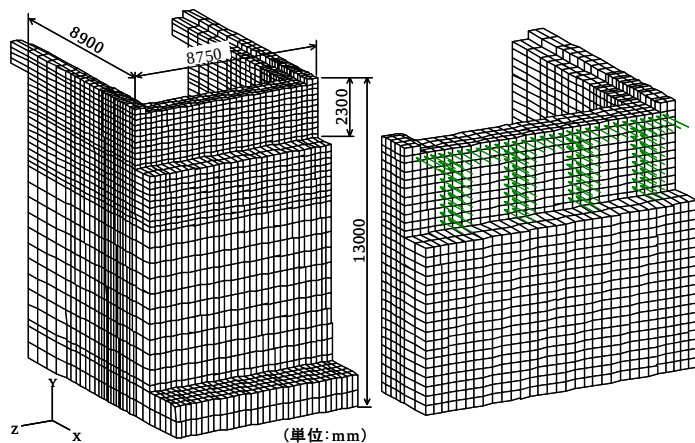


図-3 FEM 解析モデルと荷重の作用方法

解析結果として、まず、図-4 に橋軸方向の応力分布図を示す。図中の符号は(+)側が引張応力、(-)側が圧縮応力を示す。衝突荷重を受けたパラペット面は圧縮応力が大きくなっており、衝突荷重による圧縮応力はウイングに伝わっているのがわかる。

次に、図-5 に主応力分布の側面図を示す。図より、桁がパラペットに衝突後、ウイングに伝わった主応力は衝突荷重載荷位置からウイング面を45°斜め下方向に伝わっていることがわかる。

また、図-6 に示す橋軸方向(X-Y方向)のせん断応力分布図より、衝突荷重によるせん断応力集中はパラペット基部に確認されるものの、パラペット基部断面の平均せん断応力度は $\tau_{ave}=1.26\text{N/mm}^2$ であり、地震時の許容押抜きせん断応力度 $\tau_a=1.35\text{N/mm}^2$ を下回っていることから、パラペット基部で押抜きせん断破壊は起こらないと考えられる。したがって、図の応力状態からもパラペットとウイングに発生している応力レベルはほぼ同等であることから、せん断応力はパラペットからウイングに有効に流れると考えられる。同様に、図-7 はウイングに着目したせん断応力分布図を示す。図より、ウイングでは、パラペット基部から45°斜め下方向にせん断応力が流れていることがわかる。図の白線で示すウイング部のせん断抵抗断面における平均応力度は $\tau_{ave}=1.04\text{N/mm}^2$ であり、道路橋示方書に示されるコンクリートが負担できる平均せん断応力 $\tau=0.39\text{N/mm}^2$ よりも大きいことから、ウイングにせん断ひび割れが発生する可能性も考えられる。

以上より、橋台パラペット部のせん断耐力評価において、ウイング部が有効に抵抗することが確認された。

4. まとめ

既設橋梁の耐震補強を対象とした桁衝突解析において、特にウイングを有する橋台部の抵抗特性に着目し、そのモデル化について検討を行った結果、せん断応力はパラペットからウイングに流れることが確認され、衝突荷重をパラペットとウイングで抵抗していることが明らかになった。

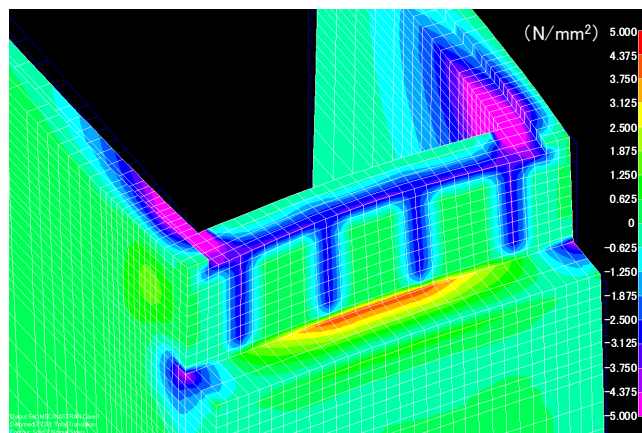


図-4 橋軸方向の応力分布図

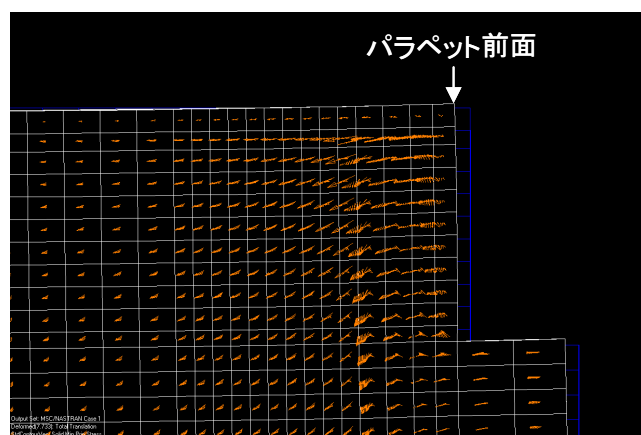


図-5 主応力分布図(側面図)

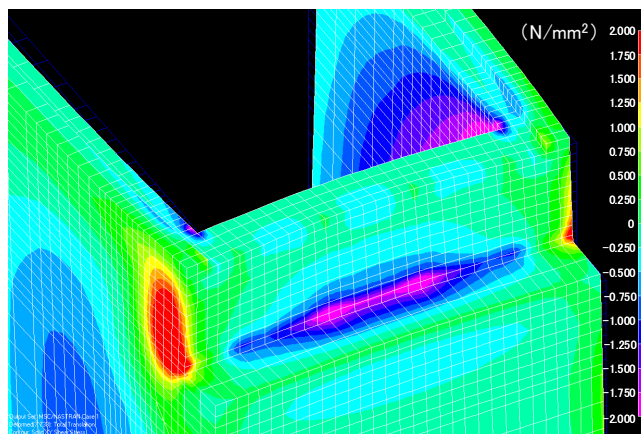


図-6 せん断応力分布図(1) (橋軸方向)

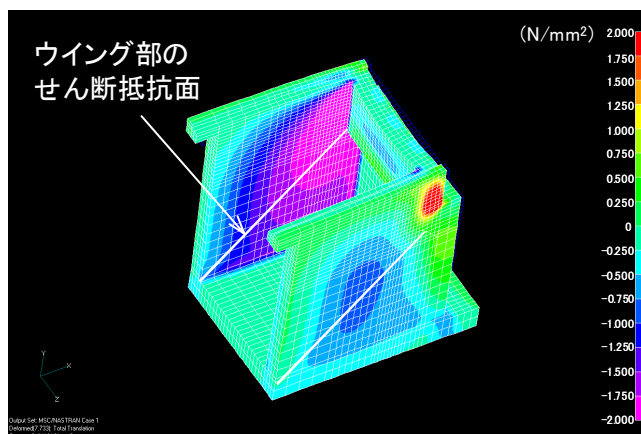


図-7 せん断応力分布図(2) (橋軸方向)