

鋼箱桁端部とパラペット部の衝突解析

九州大学大学院
九州大学大学院
中央コンサルタンツ株式会社
中央コンサルタンツ株式会社

学生会員
フェロー
正会員
正会員

○竹村 太佐
大塚 久哲
田中 智行
杣 辰雄

1.はじめに

大規模地震時に生じる水平変位に対して十分な遊間を確保できない既設橋梁では、主桁端部とパラペット部の衝突が生じる可能性がある。従って、大地震時には主桁端部とパラペット部の衝突が発生することを前提に、上部構造に及ぼす影響を検討しておくことが必要である。

本研究では、上部構造及びパラペット部を有限要素法でモデル化して衝突解析を行い、主桁端部の損傷状況について解析的検討を行った。

2.対象橋梁の概要

対象橋梁の概要を表－1、断面図及び側面図をそれぞれ図－1、図－2に示した。支承条件はP1橋脚において固定支承、その他は可動支承であり（1点固定）、昭和47年道路橋示方書・同解説に準拠し設計・施工されている。また、橋台パラペットと桁端の遊間は15.0cmである。

3.解析手法

本研究では、汎用動的有限要素法プログラムLS-DYNA¹⁾を用いてFEMモデルによる衝突解析を行うにあたり、二次元骨組みモデルによる非線形時刻歴応答解析を行った。²⁾入力地震動は、道路橋示方書・同解説V耐震設計編³⁾に規定されているタイプⅠ・タイプⅡ（共にⅡ種地盤）をそれぞれ3波ずつ用いた。A1橋台側の桁端部を着目点として、非線形時刻歴応答解析から算出された計6ケースの中から最大の応答速度（1303.0 mm/sec）をFEMモデルの入力初期速度とした。また、重力加速度は9810.0 (mm/sec²)とし、解析現象時間は1.0 (sec)とした。

FEMモデルの対象領域はパラペット部と上部構造とし、橋軸直角方向に対して左右対称であることを考慮して、図－3に示すように構造全体を1/2断面でモデル化した。図は上部構造モデルのみ示した。被衝突体

表-1 対象橋梁の概要

上部工形式	4径間連続非合成2箱桁
橋格	一等橋
橋長	L = 230.0 m
支間長	49.99 m + 64.50 m + 64.50 m + 49.99 m
幅員	車道 15.50 m 歩道 3.00 + 3.00 = 6.00 m
下部工形式	鉄筋コンクリート小判型橋台及び橋脚
基礎工形式	ニューマチックケーソン工法
地盤種別	Ⅱ種地盤
地域区分	C
適用示方書	道路橋示方書・同解説(昭和47年)

表-2 材料の物性値

	質量密度 (kN・sec ² /mm ⁴)	ヤング係数 (kN/mm ²)	ポアソン 比	降伏強度 (kN/mm ²)	応力波伝播速度 (mm/sec)
コンクリート床板	2.50E-12	25.0	0.15	—	3.16E+06
パラペット部	2.50E-12	23.5	0.15	—	3.07E+06
鋼箱桁	7.85E-12	210.0	0.30	0.37	5.17E+06

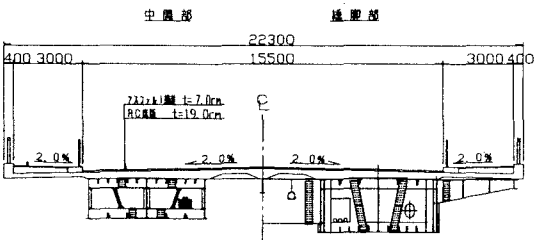


図-1 橋梁断面図 (単位 mm)

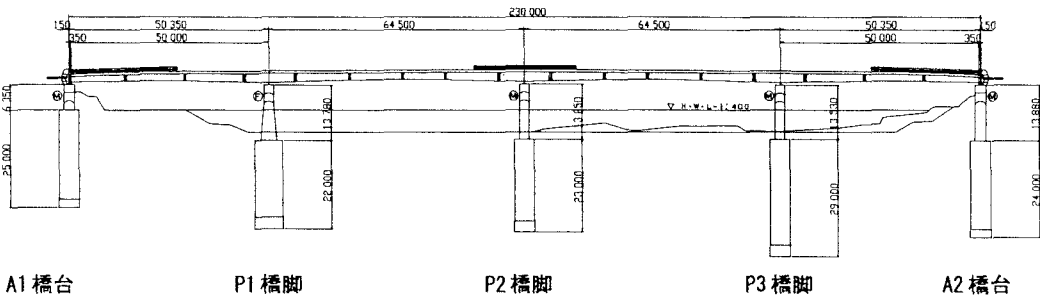


図-2 橋梁側面図 (単位 mm)

であるパラペット部は、8節点ソリッド要素を用いて、要素特性は剛体とした。衝突体である外桁、中桁及び鋼箱桁はシェル要素を用い、材料構成則はvon Misesの降伏条件を満たす完全弾塑性型バイリニアモデル(移動硬化則)とした。また、コンクリート床板は8節点ソリッド要素を用い、弾性体とした。各材料の物性値は表-2に示した。

コンクリート床板及び鋼箱桁はA1橋台側の桁端部における断面でモデル化しており、橋長230.0 mにわたり等断面と仮定した。この場合、構造全体の重量を過小評価しているため集中質量により補正した。また、コンクリート床板と鋼箱桁の上フランジ部は完全結合と仮定した。

4. 解析結果

図-4に解析時間0.13(sec)における変形図を示した。ここで、変形図は上部構造の状態を把握するためにパラペット部を表示していない。上部構造の水平移動距離が約169.0 mmであるが、遊間が150.0 mmであるためにパラペット部と衝突しており、鋼箱桁における桁端部付近の下フランジに最大50.0 mm程度の鉛直方向変位が生じている。鋼箱桁部とコンクリート床板を完全合成としているため、ウェブの変形は下フランジ側に集中しており、橋軸直角方向に最大80.0 mm程度変形している。

図-5に解析時間0.17(sec)における変形図を示した。この図から、上部構造の慣性力が影響し、下フランジ及びウェブに生じる損傷の進展が確認できる。下フランジは鉛直方向に最大150.0 mm程度変形し、ウェブは橋軸直角方向に140.0 mm程度変形している。また、コンクリート床板については、橋軸方向の圧縮変形を生じていることがわかる。

図-6に鋼箱桁における橋軸方向の変形図を示した。鋼箱桁の損傷状態に着目すると、桁端部から5.0 m以内であることから、鋼箱桁を取り替える必要がある場合は桁端部のみの交換で対処できる可能性がある。

5. まとめ

対象とした橋梁に兵庫県南部地震相当の地震動が作用し、橋台パラペット部と上部構造が衝突した場合に鋼箱桁端部に及ぼす影響について次のことが明らかになった。

- (1) 鋼箱桁の損傷部分は、下フランジ及びウェブに集中することが確認された。パラペット部を剛体でモデル化したが、パラペット部の変形を考慮すると、鋼箱桁の下フランジ及びウェブに損傷がより集中すると考えられる。
- (2) 鋼箱桁における橋軸方向の損傷は、今回の解析的検討では桁端部から5.0 m以内にとどまる可能性がある。

参考文献

- 1) LS-DYNA Keyword User's Manual
- 2) 大塚, 田中, 愛敬, 杉: 既設連続箱桁における免震化および橋台背面土の抵抗を考慮した耐震補強対策, 橋梁と基礎, 2001.10
- 3) 日本道路協会: 道路橋示方書・同解説V耐震設計編, 1996.12

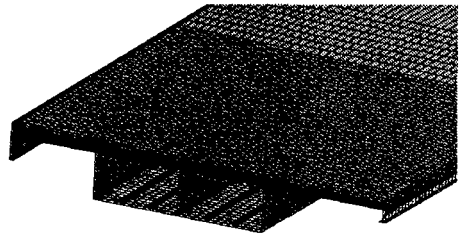


図-3 FEMモデル

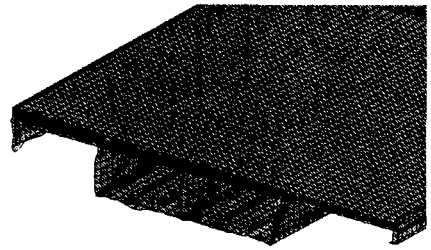


図-4 解析時間 0.13 (sec)における変形図

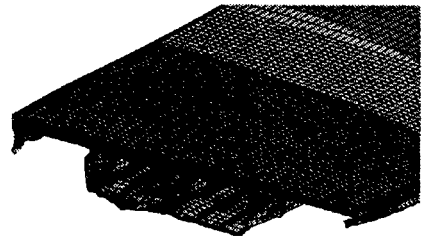


図-5 解析時間 0.17 (sec)における変形図

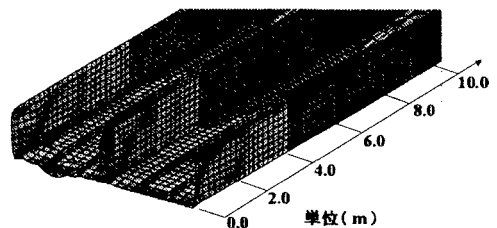


図-6 解析時間 0.17 (sec)における変形図