

地震荷重を受ける時の落橋防止装置が橋台パラペットに及ぼす影響

熊本大学大学院 フェロー 山尾 敏孝 横河ブリッジ 正 員 川内 惇美
国土工営コンサルタンツ(株) 正員 筒井 光男・國見 玲

1. はじめに

筆者ら¹⁾は、ウィングと一体化させた橋台パラペットはパラペットを3辺固定させた板と同等の挙動を示すことを明らかにした。これは、橋台の形状が逆T式橋台であり、ウィングが壁式タイプを前提としており、4車線以内で落橋防止装置までの高さが0.75～1.75mでウィング幅が0.5～0.8mの橋梁に対して適用できる。下部工の設計において、パラペットが許容応力度範囲内であることを照査する際には、土圧や活荷重に対する照査と別に、落橋防止装置によって生じる地震荷重に対する照査をしなければならない。そこで、本研究では、地震時荷重を受ける落橋防止装置がパラペットにどのように影響するのかを、提案したパラペットを3辺固定させた板と橋台全体をモデル化した上で比較したものである。

2. 地震時挙動解析の概要

解析対象は逆T式橋台とし、橋軸方向の対称性を考慮して、橋台躯体全体と落橋防止装置をモデル化したものを図-1に、3辺固定させたパラペットに落橋防止装置を取り付けてモデル化したものを図-2に示す。なお、落橋防止装置は上部工が引張りを受けているときのみ作用すると仮定した。コンクリートおよび鉄筋の材料特性および材料の形状特性は文献1)と同様である。上部工の自重を持つ仮想上部工は、パラペットの背面まで貫通した剛はりで繋がっており、剛体によりパラペットが引張られるという構造とし、上部工とパラペットの間には長さ $r=10\text{cm}$ の隙間があるとした。なお、上部工および落橋防止装置は、鉛直方向および橋軸直角方向には動かないものとし、橋軸方向のみ自由とした。全体モデルの土圧は地震時土圧を道路橋示方書²⁾の計算式で計算して作用させた。

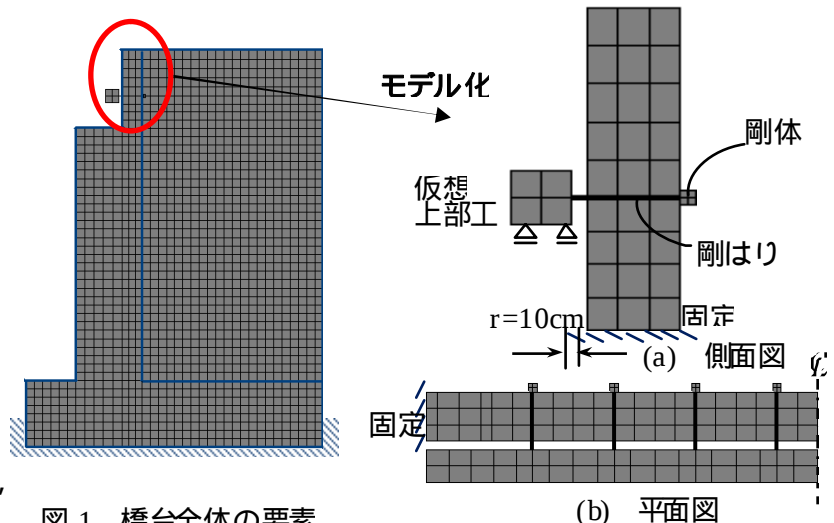


図-1 橋台全体の要素分割モデル

図-2 簡易モデル

図-3に示す解析で用いた入力地震波は、1995年兵庫県南部地震の際観測された神戸海洋気象台地震波(JMA, NS方向)である。入力地震波は0.01(sec)として最大加速度を含む10(sec)までとし、積分間隔を0.01secにとった。橋台全体モデルでは、境界条件にフーチング基部を完全固定、対象条件を設定し、上部工自重を与えたのちに、土圧、地震波を入力した。一方、簡易モデルでは土圧を考慮しないものとし、上部工自重を与えて地震波を入力した。なお、地震時応答など比較的長時間の動的挙動を評価するため、運動方程式を陰解法であるシングルステップフルボルト法を用いた直接時間積分で解いた³⁾。

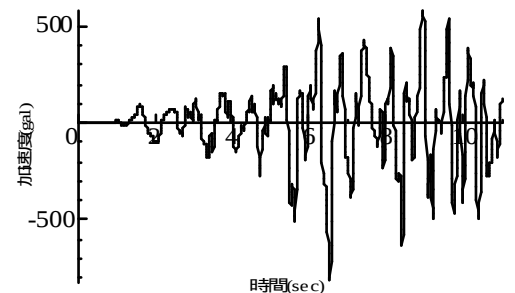


図-3 入力地震波(JMA)

表-1 固有振動数と固有周期

次数	固有周期(sec)	固有振動数(Hz)
1	2.131	0.469
2	1.788	0.559
3	0.891	1.122
4	0.446	2.242
5	0.428	2.339
6	0.346	2.886
7	0.314	3.184

3. 解析結果と考察

表1は固有値解析にはランチョス法³⁾を用いて得られた固有振動数と固有周期である。ランチョス法は、与えられた固有値問題を三重対角マトリックスにおける固有値問題に変換する方法で、モードが少ない場合に特に有効である。

キーワード パラペット、落橋防止装置、動的応答解析、地震波、橋台

連絡先 〒860-855 熊本市黒髪2丁目39-1 熊本大学大学院自然科学研究科 Tel:096-342-3553 Fax:096-342-3507

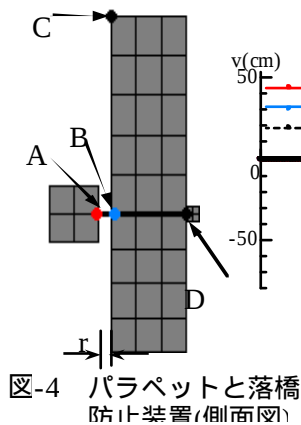
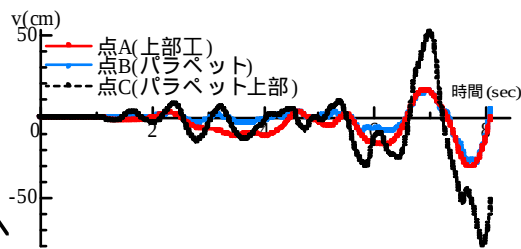
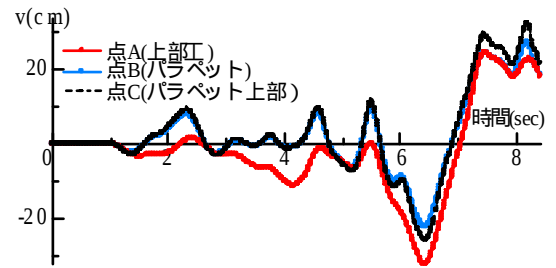


図-4 パラペットと落橋防止装置(側面図)



(a) 全体モデル



(b) 簡易モデル

図-5 各点における橋軸方向への時刻歴応答変位

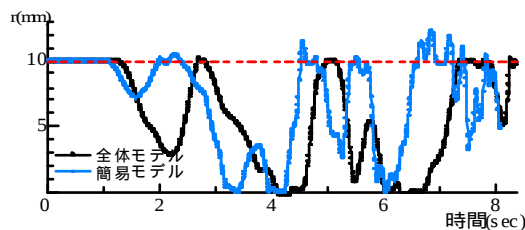


図-6 パラペットと上部工の時刻歴応答

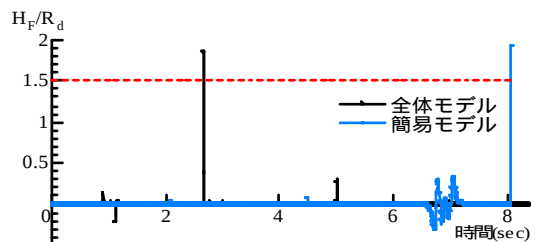


図-7 時刻歴応答反力

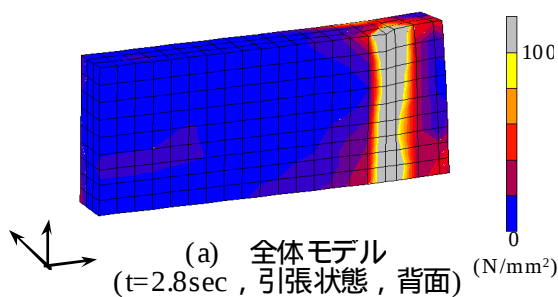
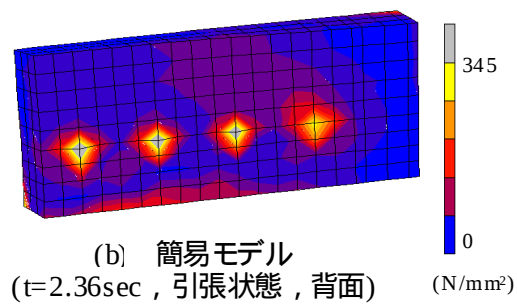
(a) 全体モデル
($t=2.8$ sec, 引張状態, 背面) (N/mm^2)(b) 簡易モデル
($t=2.36$ sec, 引張状態, 背面) (N/mm^2)

図-8 パラペット部の相当応力分布と変形挙動

図-5 は全体モデルと簡易モデルの橋軸方向の図-4 に示す点 A ~ 点 C の時刻歴応答変位を比較したもので、ある。橋台が落橋防止装置により引張られ前面に傾く方を正とし、赤線は図-4 に示した接合点の A 点変位、青線は落橋防止装置が結合されているパラペット側の B 点の変位、黒の破線は C 点の変位である。図-6 はパラペットと上部工の間の隙間 r の応答変位で、図中の黒線は全体モデル、赤線は簡易モデルの変位を示している。 $r=10$ 以上のとき、パラペットが落橋防止装置により引張られた状態であり、 $r=0$ の時、上部工はパラペットに衝突している状態で、 r がその他の値を取る場合は、パラペットに対して力が作用していない状態である。図より、時刻は違うが上部工によって変動する変位量 r は簡易モデルと全体モデルでほぼ同じようなため橋台部の振動特性の影響と考えられる。全体モデルで $t=2.6 \sim 2.8$ sec のとき、簡易モデルで $t=1.98 \sim 2.36$ sec のとき落橋防止装置によりパラペットが引張られており、このときの応力状態を背面から見た図として、多軸応力を単軸に換算したコーシーの相当応力で図-8 に示した。全体モデルにおいてウィングとの接合部に過大な応力分布が見られるが、実際には本解析モデルでは考慮していないハンチ筋が影響したと考えられる。

図-4 に示す剛はりりと剛体との接合点の点 D における橋軸方向の反力の時刻歴応答を図-7 に示した。落橋防止装置によって生じる水平荷重は、この反力に相当するものと考えられ、得られた反力を上部工自重である R_d で割り無次元化した。全体モデルでは $t=2.67$ sec で設計荷重 $1.5R_d$ を上回る $1.8R_d$ を示し、簡易モデルでは $t=8.09$ sec で $1.92R_d$ を示した。応答の時刻は異なるが、ほぼ同じような値の反力が生じたことがわかった。

以上より、3 辺固定させたパラペットは、地震時の橋台の挙動を表すことができると考えられるが、さらに検討する必要がある。

参考文献

- 1)川内惇美他:地震荷重を受ける橋台パラペットとウィング・・・,第 63 回土木学会学術講演会概要集,2008,I-535
- 2)日本道路協会:道路橋示方書・同解説 下部工編, 耐震設計編, 2002.
- 3)MARC(株):MARC Manual Volume A-F & MSC.Marc, 2003.