

桁端衝突を考慮した道路橋の動的挙動に関する解析的検討

熊本大学大学院 学生会員○木原 南斗 熊本大学大学院 フェロー 山尾 敏孝
熊本大学大学院 学生会員 濱本 朋久 熊本大学大学院 学生会員 Desy Setyowulan

1. はじめに

現在の耐震設計では桁が衝突しないように十分な桁間の遊間確保が必要となる。しかし、既設の中小橋梁には桁遊間が不十分確保できていないものがある。このような既設橋梁の場合は遊間の確保が困難であり、桁遊間を変更しない耐震補強が必要である¹⁾²⁾。そこで、本研究では、既設の2～4径間の中小橋梁（橋長が200m以下の桁橋）を対象として、桁衝突を許容した場合の動的挙動を解析的に検証する。

2. 解析概要と解析モデル

本研究では、中小規模である2～4径間のPC橋梁を解析対象に選び、桁衝突に関する検討を行った。図1には対象橋梁である2径間のPC橋梁の概要を示した。桁遊間の大きさと径間の数をパラメータとして、最大振幅の異なる正弦波の加速度と地震波を入力した解析を行い、橋桁端部における応答応力および橋脚基部における応答回転角の時刻歴、最大応答応力 - 速度関係を算出し、比較検討を行った。数値解析には汎用有限要素プログラムABAQUS³⁾を用いた。

解析モデルの橋脚は3次元はり要素、橋桁は3次元シェル要素でモデル化した。橋脚は弾塑性体としてモデル化し、構成則はバイリニア型を採用した。表1に使用した各部材の材料定数を示す。支承条件は、両端橋台部を可動支承、中間橋脚は固定支承とした。3、4径間に関して、モデル化は2径間と同じ支間長で、スパン数を変えたモデルとした。橋脚はP1橋脚のみを固定支承とし、他は可動支承とした。

両端の橋台での桁衝突については、図2に示すように橋台部にばね要素を設置した。ばね要素は、橋台パラペットの高さなどを考慮した両端の橋台部の抵抗ば

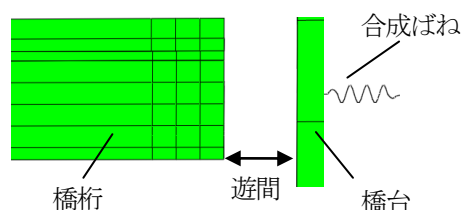


図2 桁端部ばねモデル

ねと衝突ばねを合成し、合成ばねとして用いた。得られた合成ばねの定数は、 $ki=17.94 \times 10^6 \text{ kN/m}$ とした。なお、本解析では、橋桁端部と橋台の遊間を10cm, 20cm, 30cm, 40cm, 50cmと変化させて検討を行った。

本解析で使用した入力正弦波は、固有周期2.2秒の正弦波であり、正弦波の最大加速度は地震波との比較を想定し、250gal, 500gal, 750gal, 1000galを設定した。一方、入力地震波はレベル2のタイプIとタイプIIとし、地盤種別はI種地盤とした。これらの入力波を解析モデル基部の橋軸方向に入力した。

表1 使用した部材の材料定数

	橋脚要素		橋桁
	コンクリート	鉄筋	
ヤング率(GPa)	20.60	206.00	28.90
ポアソン比	0.20	0.30	0.20
密度(kg/m ³)	2.45	7.86	2.70×10^3
圧縮強度(MPa)	29.40	294.00 (降伏応力)	29.40
引張強度(MPa)	2.94		2.94

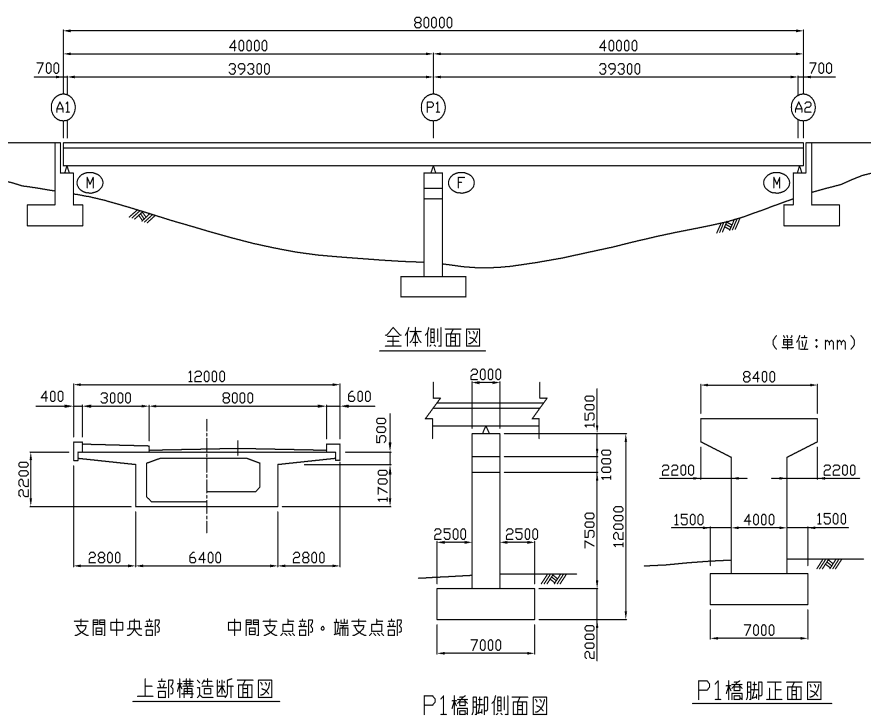


図1 解析対象橋梁図

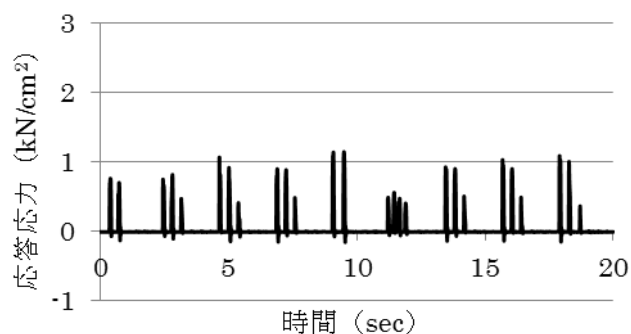
3. 結果と考察

図3の(a), (b)は, 4種類の正弦波を入力した際の応答応力の時刻歴のうち, 2径間に750galの正弦波を入力したものの遊間10cmと20cmの結果を示した。また, 図3(c)にはレベル2のタイプII地震波を入力した場合の遊間10cmの結果を示した。まず, 遊間を変化させた時の応答応力を見てみると, 最大の応答応力が変化していることがわかる。これは, 遊間が大きくなるに従って衝突時の速度が大きくなるため遊間20cmの最大応答応力が大きくなったと考えられる。次に(a)と(c)を比較してみると, 最大応答応力は(c)の地震波を入力した方が大きくなっていることがわかる。入力波である地震波の加速度が818galと大きいことが影響したと思われる。

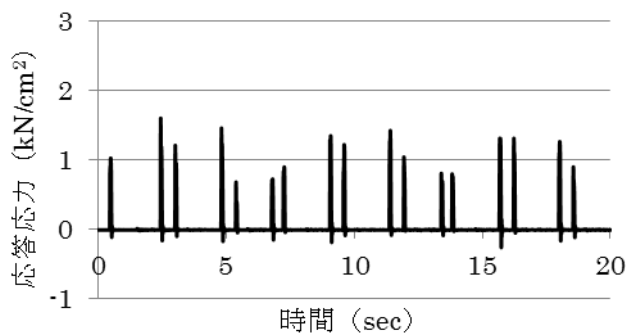
図4は, 2径間から4径間の桁橋の全てに正弦波を入力し, 遊間を変化させた時の最大応答応力 - 応答速度関

係を示し, 図5には, 地震波(L2-T2)と750galの正弦波(S-750)を入力した時の全モデルの径間と遊間における最大応答応力 - 応答速度を示した。径間数が増加するにつれて橋桁である上部工の重量が大きくなるため, 応答応力も増加していることがわかる。特に, 750galの正弦波を入力した時の最大応答応力が大きくなっていることがわかる。これは, 衝突時の速度が全体的に正弦波を入力した方が大きいためだと考えられる。また, 正弦波入力の応答速度が大きくなった理由は, 固有周期も影響し, 正弦波の周期2.2秒に対して地震波の周期は約0.5~1.0秒と短いため, 速度が上がらず, その結果として遊間が大きい場合の桁端部の応答応力が正弦波に比べて小さくなったと思われる。

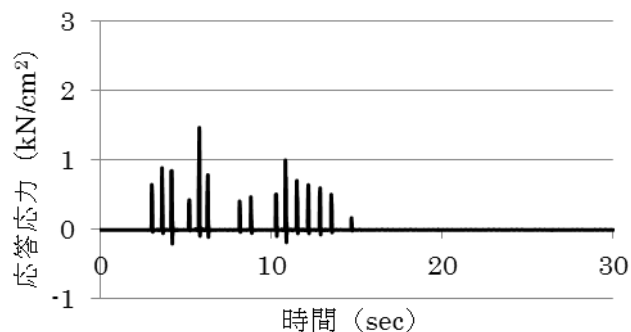
なお, 発表当日には, レベル2のタイプI地震波等の結果についても報告する予定である。



(a) 2 径間 正弦波 750gal 遊間 10cm



(b) 2 径間 正弦波 750gal 遊間 20cm



(c) 2 径間 L2-T2 地震波 遊間 10cm

図3 橋桁端部の応答応力の時刻歴

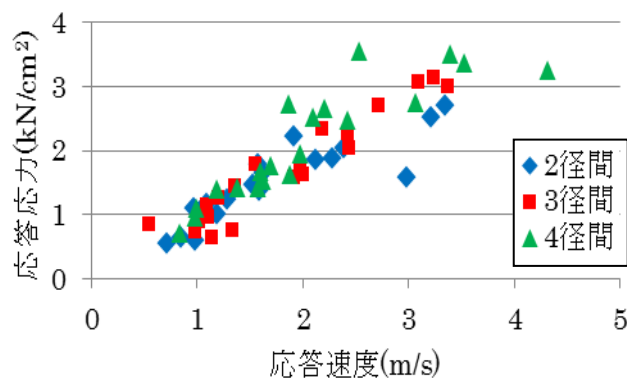


図4 径間ごとの最大応答応力 - 応答速度

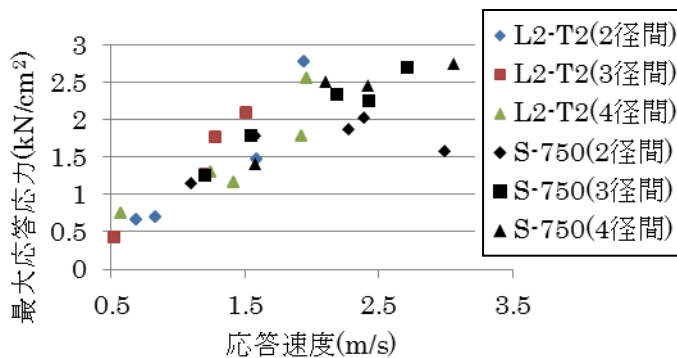


図5 750gal 正弦波と地震波の最大応答応力 - 応答速度

参考文献

- 1) 濱本朋久, 森山卓郎, 西本安志, 石川信隆: PC橋の桁衝突における積層繊維補強ゴム緩衝材の有効性に関する基礎的検討, コンクリート工学論文集, Vol.56, pp.35-44, 2011
- 2) 土木学会: 構造物の衝撃問題に関するシンポジウム論文集, 2010
- 3) Abaqus Analysis User's Manual Version 6.11: SIMULIA, DASSAULT SYSTÈMES, 2011.
- 4) 日本道路協会: 道路橋示方書・同解説 V 耐震設計編, 2012