

桁端衝突による橋台の損傷度評価に関する基礎的研究

九州大学大学院 学生 ○玉井 宏樹

九州大学大学院

学生 後藤 恵一

九州大学大学院 正 園田 佳巨

パシフィックコンサルタンツ(株) 正 濱本 朋久

1. 緒言

大地震発生時には、橋梁の上部構造に生じる応答変位が遊間を超え、桁端部と橋台が衝突する可能性がある。これまでに、桁端衝突を考慮した橋梁の地震時挙動に関する解析的研究は数多くなされているが、それらの多くは骨組みモデルを用いた解析であり、衝突後の桁端部および橋台の損傷度を定量的に評価するまでには至っていない。そこで、本研究では、大規模地震時に支承や橋脚の損傷によって桁が橋台に衝突することを想定し、桁端衝突による橋台の損傷度を定量的に評価することを目的に、3次元有限要素法を用い、桁端衝突解析を行った。

2. 桁端衝突解析の概要

2.1 解析対象橋梁

本研究では、図-1、2に示す支間長40.0mの両端部に橋台を有する2径間のPC箱形断面橋梁を解析対象として用いた。対象とした橋梁の支承条件はA1、A2橋台において可動支承、P1橋脚において固定支承としている。

2.2 解析モデルおよび解析条件

図-3に解析モデルを示す。衝突体である橋桁に関しては、解析時間短縮のため、1/2径間部分をモデル化している。コンクリートおよび裏込め土の要素に関しては8節点ソリッド要素、鉄筋要素に関しては2節点トラス要素で離散化している。総節点数及び総要素数はそれぞれ18250、21571である。表-1には、本解析に用いた材料定数を示している。鉄筋要素はバイリニア型の弾塑性モデルとし、コンクリート要素は、圧縮側にはバイリニア型の弾塑性モデル、引張側にはひずみ軟化の影響を考慮したモデルを仮定している。裏込め土に関しては、弾性体としてモデル化している。

本解析では、衝突速度をパラメータとして、地震時に起こりうる衝突速度である1.0、1.5、2.0、2.5、3.0(m/s)で橋台に衝突する5ケースを想定した。

2.3 解析結果および考察

(1) 衝突速度と衝撃力の関係

図-4に衝撃力波形を示している。この図より、衝突速度が上がるにつれて最大衝撃力および衝撃力継続時間が増加しているのが確認できる。また、最大衝撃力がA2橋台における死荷重反力(約4400kN)の5～13倍に達していることがわかった。

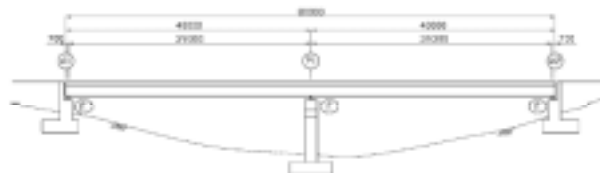


図-1 解析対象橋梁の側面図（単位：mm）

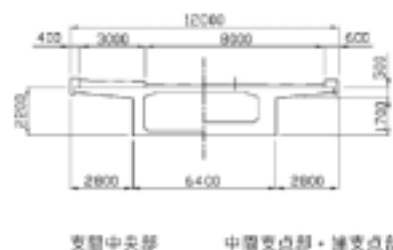


図-2 解析対象橋梁の断面図（単位：mm）

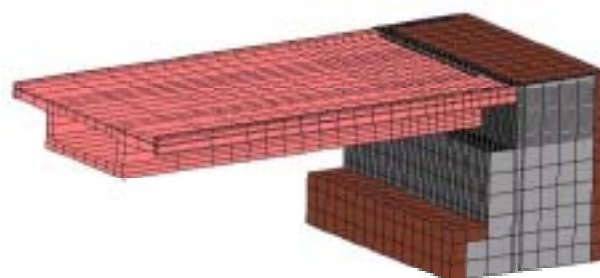


図-3 解析モデル

表-1 本解析に用いた材料定数

	橋台		橋桁	裏込め土
	鉄筋	コンクリート	コンクリート	
弾性係数 (GPa)	206	20.6	20.6	6.73E-03
ポアソン比	0.30	0.20	0.20	0.40
密度 (g/cm ³)	8.00	2.70	2.16	1.70
圧縮強度 (GPa)	294	29.4	29.4	-
引張強度 (GPa)	降伏強度	2.94	2.94	-

キーワード 桁端衝突, 衝撃応答解析, 損傷度評価, 有限要素法

連絡先 〒812-8581 福岡県福岡市東区箱崎 6-10-1 TEL 092-642-3262

(2) 引張ひずみに着目した損傷度

図-5 に橋台のコンクリート要素における引張ひずみの分布図を示している。この分布図は、コンクリート要素が引張強度に達した時点の歪みをゼロとし、0.001875 を超えて黒色で示されている領域でひび割れが発生していることを意味している。衝撃初期の 7msec 時ではパラペット基部で、20msec 時ではさらにウイングおよび橋台全体に損傷が広がっていることが確認できる。

3. ゴム製緩衝材を考慮した桁端衝突解析

3.1 解析モデルおよび解析条件

現在の道路橋示方書・Ⅴ耐震設計編では、衝撃力を低減するために緩衝材を設置することを推奨している。そこで、ゴム製緩衝材を考慮した解析モデルを設定し、2章と同様な方法で桁端衝突解析を行い、ゴム製緩衝材の衝撃力低減効果に関する考察を行った。2通りの解析モデルを設定し、モデル1では 500×1000mm、厚さ 50mm のゴム製緩衝材を 4 枚配置し（図-6(a)参照）、モデル2では 1875×5000mm、厚さ 50mm のゴム製緩衝材を 1 枚（図-6(b)参照）配置している。両モデルの設置面積は、設計荷重（死荷重反力の 1.5 倍）およびゴムの許容支圧応力から計算される必要断面積を満たしている。また、本解析では、ゴムの材料モデルとして Mooney-Rivlin の 2 パラメータを有するひずみエネルギー密度関数を採用した。

3.2 解析結果

図-7 に衝突速度 3.0m/s の場合の衝撃力波形を示している。ゴム製緩衝材を設けることにより、最大衝撃力は減少しているものの、依然として死荷重反力の約 9 倍の値を示しており、衝撃エネルギー（波形で囲まれている面積）の軽減効果もほとんど見られない。これはゴム製緩衝材の厚さが薄すぎるため、緩衝材としての衝撃吸収性能を十分に発揮できていないためだと考えられる。図-8 に最大衝撃力と衝突速度の関係を示す。いずれの速度においても、緩衝材を設けることにより最大衝撃力の減少が見られた。

4. 結言

本研究により得られた成果および課題を以下に記す。

- 1) 桁端衝突解析を行うことで、桁衝突時の橋台の衝撃応答性状を概ね把握することができた。
- 2) 想定した全ての衝突速度において、発生した最大衝撃力は死荷重反力を大きく上回る結果となった。また、ゴム製緩衝材を考慮することで最大衝撃力を低減することが可能であることを確認できた。
- 3) 今後、より詳細なモデルを構築して衝突解析を行うことで、橋台の損傷度の評価方法について熟考し、橋台の損傷限界に対応した桁の許容限界衝突速度を決定する予定である。

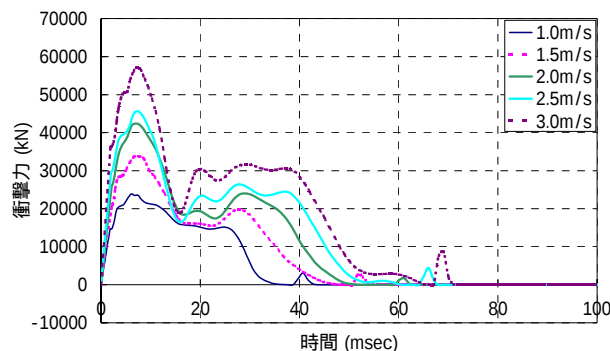


図-4 衝撃力波形

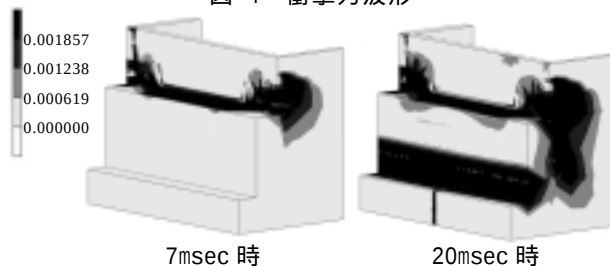


図-5 引張ひずみのコンター図

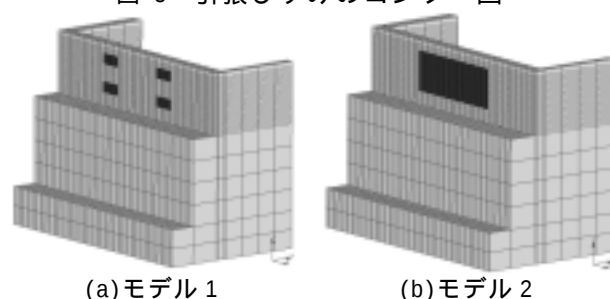


図-6 ゴム製緩衝材を考慮した解析モデル

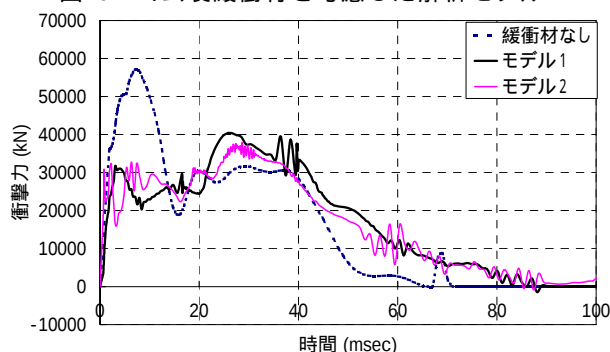


図-7 衝撃力波形（3.0m/s 時）

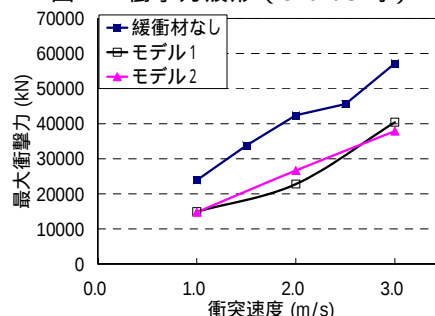


図-8 最大衝撃力と衝突速度の関係