

橋梁形式の違いが橋桁 - 橋台の衝突現象に及ぼす影響に関する解析的研究

福岡大学大学院	学生会員	森田 将旗
福岡大学	正会員	玉井 宏樹
福岡大学	正会員	坂田 力

1. 緒言

道路橋示方書では、大地震時に桁と橋台が衝突しないように遊間を確保する設計が推奨されているが、遊間を大きくすることで、地震動により上部工が大変位する可能性が大きくなり、橋脚への損傷が顕在化する恐れがある。(図-1 参照) そのため、近年では遊間を小さくし、大地震時に橋桁を橋台に衝突させ、橋台部の水平抵抗により変位を拘束するという概念が出てきているが、この概念を一般的に採用するためには、桁衝突による桁端部や橋台の損傷を適切に把握することが必要がある。そこで、本研究では2種類の橋梁を対象とし、それらの橋梁の桁と橋台が大地震時に衝突することを想定し、その際の橋台の損傷度を定量的に評価するため、桁と橋台の衝突解析を実施した。

2. 解析手法および解析条件

解析方法は非線形有限要素解析ソフトウェア MSC. MARC2007 を用いて行った。衝突解析を行う際の直接時間積分法には、無条件安定であるシングルステップフーボルト法を用い、時間刻みが 1.0×10^{-6} sec から 1.0×10^{-3} sec の間で自動制御するものとした。また、解析条件として桁の全節点に初期速度を与え、桁端衝突現象を再現した。

3. PC箱桁と橋台の衝突解析について

3.1 解析対象橋梁および解析モデル

解析対象橋梁は、両端部に橋台を有する2径間のPC箱形断面橋梁である。解析対象図を図-2に示す。次に、解析モデルを図-3に示す。解析モデルは、総節点数 24762、総要素数 34303 で、鉄筋を2節点トラス要素、それ以外を8節点ソリッド要素で作成した。鉄筋およびコンクリートともに von Mises の降伏条件に従う弾塑性体とし、コンクリートは引張強度以降に線形軟化するモデルとした。

3.2 解析結果および考察

(1) 衝撃力について

PC箱桁橋梁の場合、衝突速度は、1.0、1.5、2.0、2.5、3.0m/s の5ケースを設定しており、そのうちの衝突速度1.0m/s、3.0m/sにおける衝撃力波形を図-4に示す。図-4より衝突速度1.0m/sの最大衝撃力は約20000kNであり、衝突速度3.0m/sの最大衝撃力は約60000kNであった。このことより、衝突速度が増加するにつれて、最大衝撃力が増加していることが確認できる。また、この橋台の死荷重反力が約4400kNであることから、衝突速度1.0m/sの場合の最大衝撃力は、その約5倍、同様に衝突速度3.0m/sの場合は、約13倍になることが確認できた。

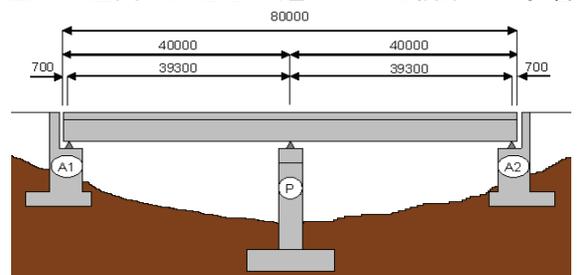
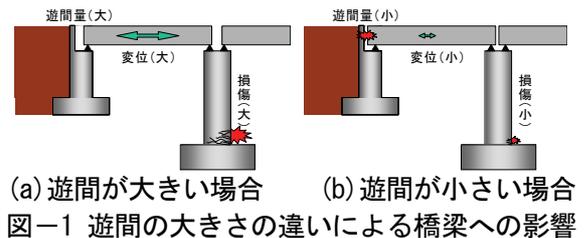


図-2 解析対象図 (PC箱桁)

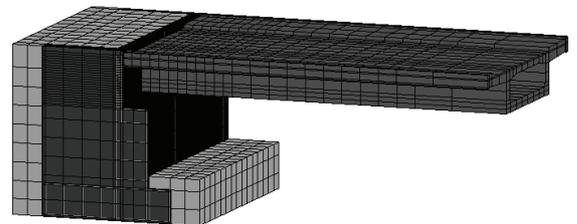


図-3 解析モデル (PC箱桁)

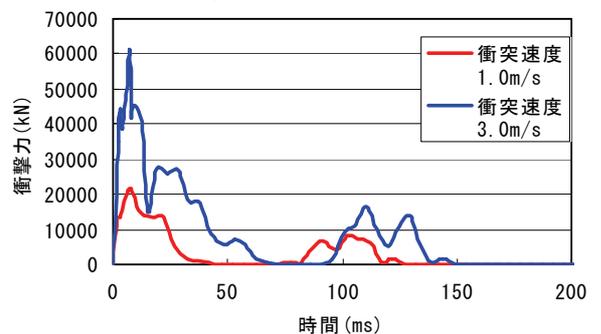


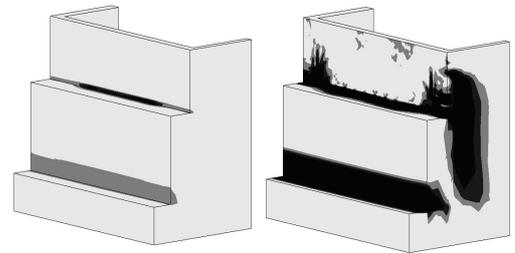
図-4 衝撃力波形

キーワード 桁端衝突, 衝撃応答解析, 損傷度評価
連絡先 〒814-0133 福岡県福岡市城南区七隈 8-19-1

(2) 橋台のひび割れ損傷度について

図-5(a), (b)にそれぞれ衝突速度 1.0m/s, 3.0m/s の2 ケースの橋台ひび割れ損傷度をコンター図(最大変位発生時)で示す.

図-5(a)より, パラペット基部の中央に損傷が見られるが, 橋台全体には見られなかった. 次に, 図-5(b)の場合, パラペット基部と橋台基部の広範囲に損傷が確認でき, ウイングにも大きく損傷が発生していることが確認でき, 橋台全体の破壊の恐れがあることが考えられる.



(a) 衝突速度 1.0m/s (b) 衝突速度 3.0m/s
図-5 橋台のひび割れ損傷度

4. PC 単純ポステンT桁と橋台の衝突解析について

4.1 解析対象橋梁および解析モデル

解析対象橋梁は, 両端部に橋台を有する単径間のPC 単純ポステンT桁橋梁である. 解析対象図を図-6 に示す. 次に, 解析モデルを図-7 に示す. 解析モデルは, 総節点数 25443, 総要素数 19088 で, 鉄筋を2 節点トラス要素, それ以外を8 節点ソリッド要素で作成した.

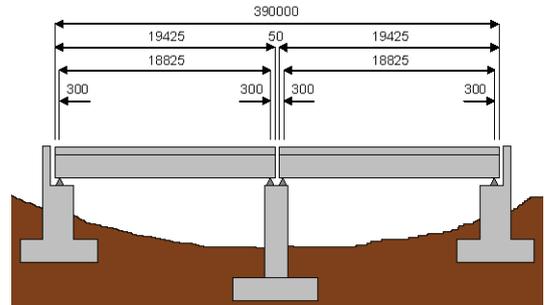


図-6 解析対象図(PC 単純ポステンT桁)

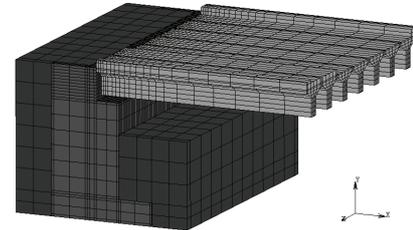


図-7 解析対象図(PC 単純ポステンT桁)

4.2 解析結果および考察

(1) 衝撃力について

PC 単純ポステンT桁橋梁の場合, 衝突速度は, 0.5, 1.0, 1.5m/s の3 ケースを設定した. 各衝突速度における, 衝撃力波形を図-8 に示す. 図-8 より衝突速度 1.0m/sec の最大衝撃力は約 30000kN であると確認できる. この橋台の死荷重反力が約 1450kN であることから, 衝突速度 1.0m/s の場合の最大衝撃力は, その約 20 倍になることが確認できた.

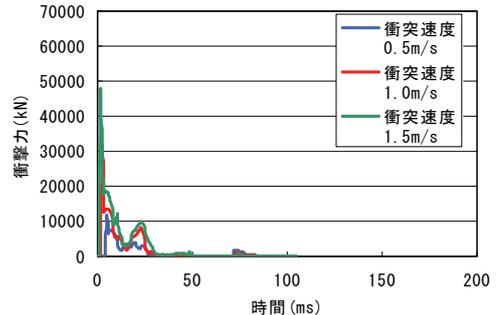
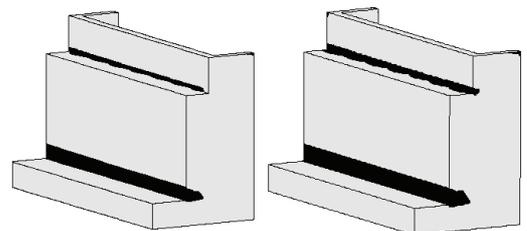


図-8 衝撃力波形

(2) 橋台のひび割れ損傷度について

図-9(a), (b)にそれぞれ衝突速度 1.0m/s, 1.5m/s の2 ケースの橋台のひび割れ損傷度をコンター図(最大変位発生時)で示している. 図-9(a)より, パラペット基部と橋台基部にひび割れを伴う損傷が発生していることが確認できた. 図-9(b)より, 図-9(a)と比較して, パラペット基部と橋台基部により大きな損傷の発生が確認できた. しかし, 橋台全体の損傷は見られないので, 橋台の破壊が起こる可能性は低く, この程度の桁-橋台衝突を許容した設計を行っても問題はないと考えられる.



(a) 衝突速度 1.0m/s (b) 衝突速度 1.5m/s
図-9 橋台のひび割れ損傷度

5. 結論

(1) どちらの解析結果からも, 衝撃力は落橋防止装置の設計荷重である, 死荷重反力の1.5 倍を大きく上回る値が発生することが分かった.

(2) 衝突速度が 1.0m/s 程度であつたら, 橋台の破壊が起こる可能性は低く, この程度の桁-橋台衝突を許容した設計を行っても問題はないと考えられる.

本研究では, 実現に近い比較的詳細なモデルを用いて解析を実施したが, 地盤条件等のモデル化が衝撃応答に少なからず影響を及ぼすものと考えられる. それらの影響については, 当日発表予定である.

参考文献

1)玉井宏樹, 園田佳巨, 後藤恵一, 梶田幸秀, 濱本朋久: 桁端衝突による橋台の損傷度評価および衝突ばね特性に関する基礎的研究, 構造工学論文集Vol.53A, pp.1219-1226, 2007.