

車両衝突荷重を受ける鉄道 RC ラーメン高架橋の損傷度

大成建設（株） 正会員 ○小尾 博俊

1. はじめに

本稿は、既設道路上を立体交差する鉄道 RC ラーメン高架橋が車両の衝突荷重を受けた場合、高架橋の脚柱にはどの程度の損傷が生じるか把握することを目的としてケーススタディを実施したものである。ケーススタディで対象とした高架橋は耐震設計された RC ラーメン高架橋とし、総重量 80kN の車両が数種類の速度で衝突することを想定した。また、比較のため、高架橋の耐震補強工法として一般的な脚柱を鋼板で巻立て補強した場合と、示方書等¹⁾²⁾で述べられているように衝突荷重を 1,000kN の静的な荷重で評価した場合についても検討を加えた。

2. 車両の衝突荷重

車両の衝突荷重は参考文献 3) に掲載されている、フルラップ前面衝突試験を FEM 解析して得られた結果を用いた。フルラップ衝突は、車両の衝突時にスピンや横転を起こす可能性がないため、他の衝突形態に比べ高い衝撃力が生じる。そのため、本衝突荷重を用いれば安全側の評価となる。ここで使われている車両モデルは NCAC (National Crash Analysis Center)⁴⁾ より公開されている総重量 80kN のトラックモデルであり、衝突速度は 20, 40, 60, 80km/h の 4 ケースを想定している。本検討で入力条件となる各速度の衝突荷重時刻歴を図-1 に示す。

3. 解析条件

対象とした高架橋は参考文献 5) に設計例として掲載さ

れている鉄道の RC ラーメン高架橋であり、都市部の立体交差等で用いられる最も一般的な構造形式である。図-2 に本高架橋の構造一般図を示す。

車両は高架橋の中間径間の脚柱に橋軸直角方向から衝突するものと仮定する。したがって、モデル化する範囲は、高架橋の対称性を考慮し中間径間の 1/2 の範囲とした。基礎部は地中梁を場所打ちコンクリート杭で支持する形式であるが、杭径、杭長等から、車両衝突により地中梁の底面が移動することは考えづらいため、杭のモデル化は省略し地中梁の底面を完全固定することにした。また、衝突荷重が作用する位置は、車両高さを考慮し多少の安全を見込んで、路面から 1.8m の高さとした¹⁾²⁾。

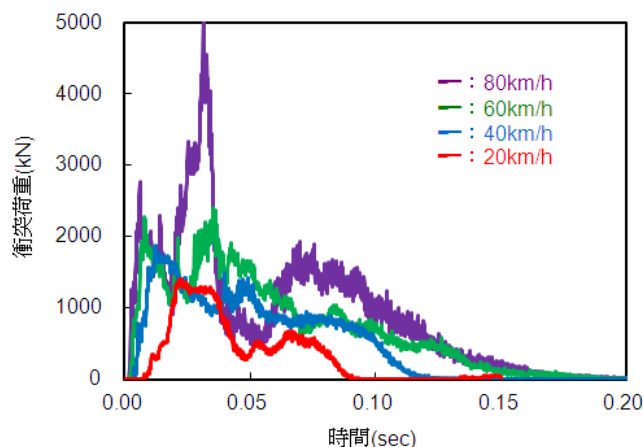


図-1 衝突荷重時刻歴

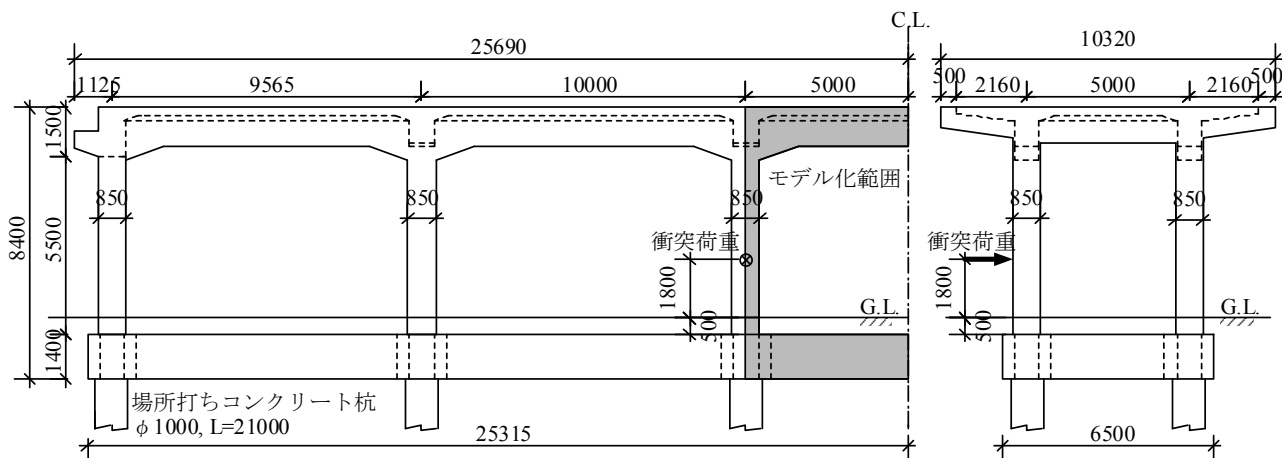


図-2 鉄道 RC ラーメン高架橋の構造一般図 (単位 : mm)

キーワード 鉄道 RC ラーメン高架橋, 車両衝突, 耐衝撃特性

連絡先 〒245-0051 横浜市戸塚区名瀬町 344-1 大成建設株式会社 技術センター TEL 045-814-7230

4. 解析結果

躯体コンクリートおよび脚柱鉄筋のひずみ分布を図-3に示す。図はモデル化範囲を対称面で展開し、変形を10倍して表示している。また、出力時間はひずみがほ

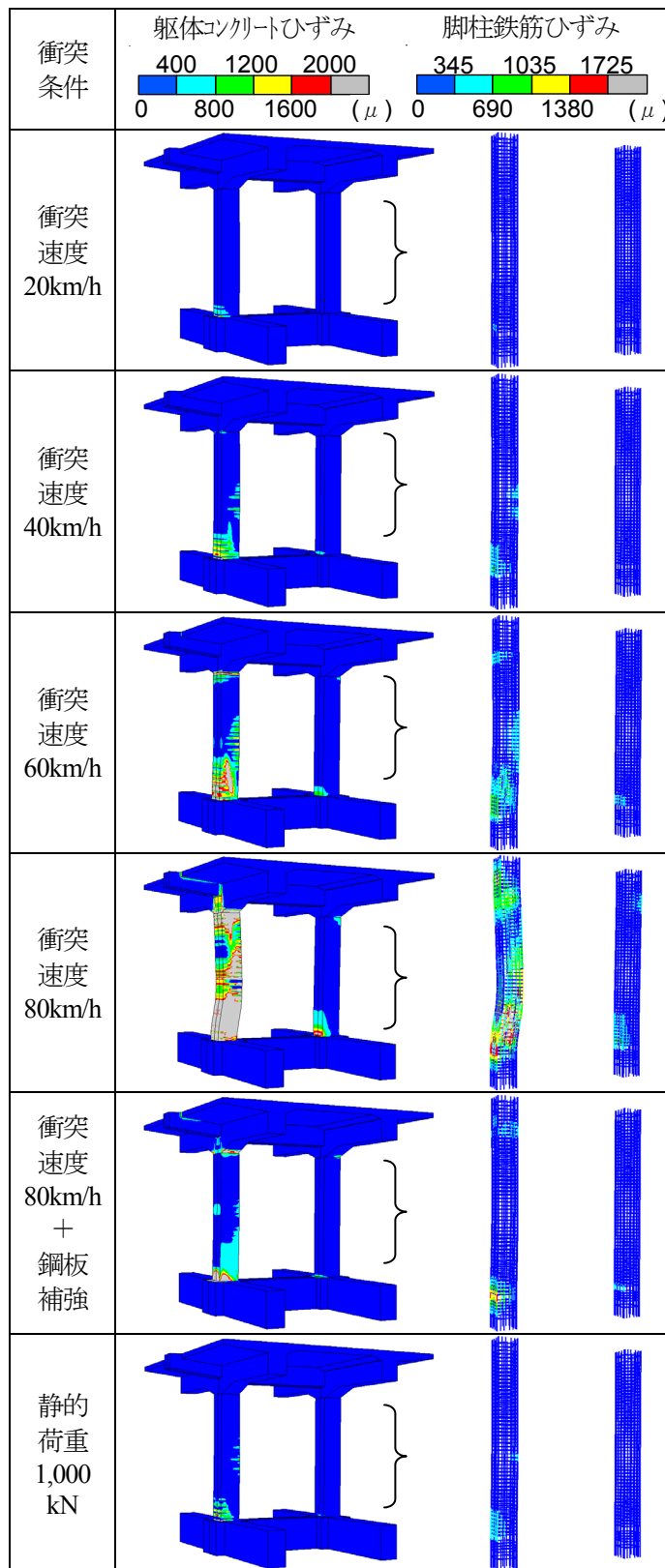


図-3 コンクリート・鉄筋のひずみ分布
(0.4sec 時, 変形 10 倍表示)

ぼ一定に収斂したとみなせる 0.4sec 時とした。

躯体コンクリートのひずみ分布は、衝突速度 20km/h では、脚柱の下端にわずかな損傷が見られる程度である。40km/h になると、脚柱下端の損傷が進行し、載荷点の裏側に曲げによるひび割れが予想される。60km/h では、脚柱の上端および載荷点逆側の脚柱の下端にも損傷が生じる。さらに、80km/h になると、載荷点側の脚柱全域に損傷が広がり、「く」の字に変形している様子が分かる。一方、速度 80km/h で巻立て鋼板による補強を行ったケースでは、脚柱の上下端に塑性ヒンジの形成によると思われる損傷が見られるが、脚柱全体としては速度 40～60km/h 程度の損傷に抑えられている。さらに、車両の衝突を 1,000kN の静的荷重で評価したケースでは、概ね速度 40km/h 未満の損傷状態であることが分かる。したがって、脚柱に特別な防護対策等を講じない限り、近年の交通事情や車両の大型化等を考慮すると、1,000kN の評価荷重はやや過小ではないかと思われる。

一方、脚柱鉄筋のひずみ分布の傾向は躯体コンクリートのそれとほぼ同様に衝突速度が増すにつれて、載荷点側脚柱の下端、載荷点裏側、載荷点側脚柱の上端および載荷点逆側脚柱の下端、さらに載荷点側脚柱の全域へとひずみが進行していく。塑性ひずみ以上のひずみが生じているのは速度 80km/h のケースのみであった。巻立て鋼板で補強したケースは、載荷点側脚柱の上下端で比較的大きなひずみが生じており、また、1,000kN の静的荷重で評価したケースでは、概ね速度 40km/h のケースと同程度のひずみが発生している。

以上より、耐震設計された RC ラーメン高架橋は、車両の衝突に対しても十分な耐衝撃特性を有するものと考えられる。

参考文献

- 1) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説 I 共通編，pp.65-67，2002.
- 2) 鉄道総合技術研究所：鉄道構造物等設計標準・同解説 コンクリート構造物，pp.59-60，2004.
- 3) 日本建築学会：構造物の耐衝撃設計ガイドラインに関するシンポジウム，pp.59-65，2010.
- 4) National Crash Analysis Center, Ford Single Unit Truck, <http://www.ncac.gwu.edu/vml/models.html>
- 5) 鉄道総合技術研究所：鉄道構造物等設計標準・同解説 コンクリート構造物 照査例 RC ラーメン高架橋，2005.