

下弦材への衝撃伝播に関する考察

JR 東日本 正会員 ○ 忠 直樹 JR 東日本 下垣 正宏
JR 東日本 正会員 島津 優 JR 東日本 飯嶋 利夫

1. はじめに

列車の安全安定輸送を脅かす事象の一つとして、道路交通車両の橋桁への衝撃がある。これに対し当社では、桁下空高 4.5m 未満の橋りょうを橋桁防護工の主な設置対象としているが、現況の制約により設置できない箇所もある。本研究は、衝撃振動実験を用いて、下弦材への衝撃が橋桁に与える影響について考察する。

2. 衝撃伝播特性

実験では下弦材への衝突箇所を、部材中央および格点として設定し、衝撃箇所、衝撃力により橋りょうへの衝撃伝播特性がどのように異なるのかを調査した。

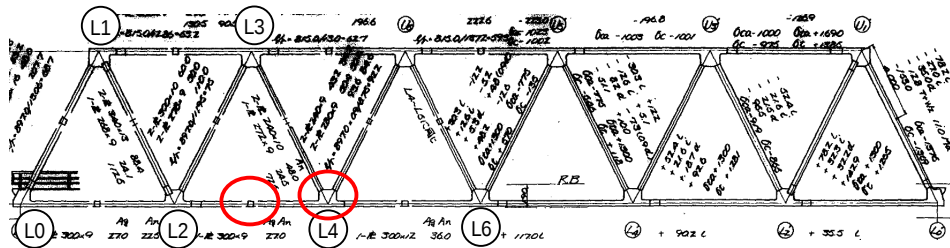


図1 側面図（打撃箇所）

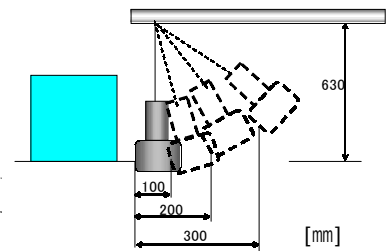


図2 衝撃強度の調整方法

2. 1 調査手法

衝撃振動実験での打撃箇所は図1に示す2箇所（格点・下弦材部材中央付近）である。打撃の強度は図2に示す3段階とし、重錘はゴムで被覆して打撃した。加速度計は下弦材の格点・下弦材部材中央・縦桁・下ラテラル・レール下面に設置し、重錘衝撃時の加速度波形を収録した。なお、重錘衝突時の運動エネルギーは重錘の初期設置ポイントの位置エネルギーとした。

2. 2 減衰特性

収録した加速度波形をもとに打撃点における振動特性を調査した。具体的には、加速度波形のフーリエスペクトルを求め、卓越周波数近傍（格点は 75～85Hz、部材中央は 70～80Hz）をバンドパスフィルタにより抽出後、逆フーリエ変換によって、時刻歴波形を求めることを行った。結果を図3～6に示す。

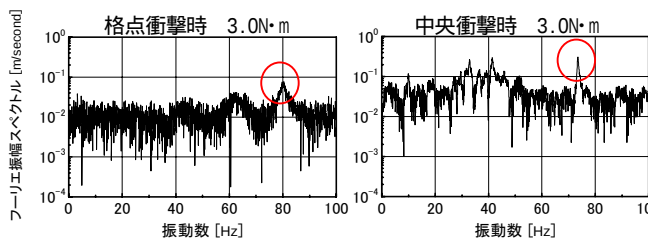


図3 フーリエ振幅スペクトル（打撃力：弱）

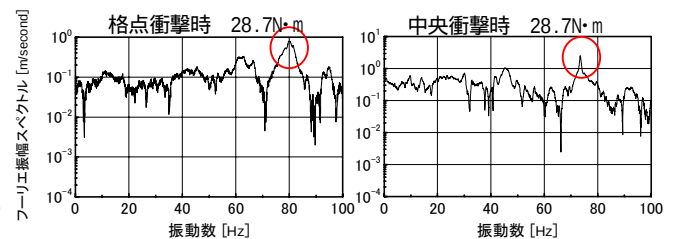


図4 フーリエ振幅スペクトル（打撃力：強）

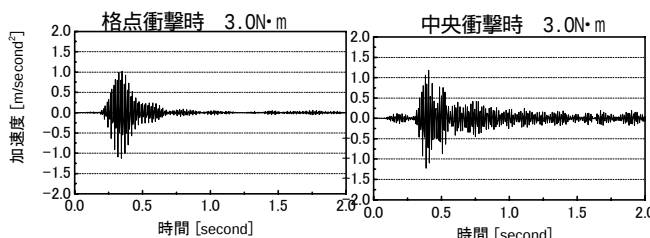


図5 フィルタ処理後の加速度波形（打撃力：弱）

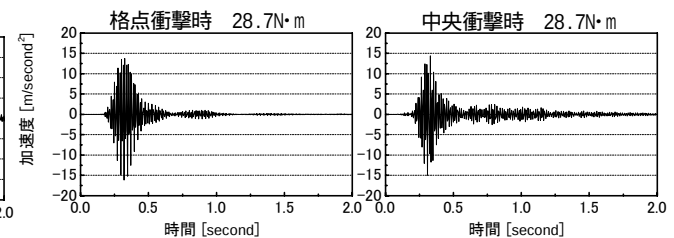


図6 フィルタ処理後の加速度波形（打撃力：強）

結論を以下に示す。

- 卓越周波数は格点衝撃時の 80.0Hz に対し、中央衝撃時は 73.4Hz であり格点衝撃時の方が高い。

キーワード 橋桁防護、衝撃振動実験、フーリエ変換、衝撃伝播特性

連絡先 〒260-0031 千葉市中央区新千葉 1-3-24 千葉土木技術センター TEL 043-221-7582

- ・ 加速度が収束するまでの時間は、格点衝撃時の方が中央衝撃時より短く、これは格点衝撃時の添接部における摩擦減衰の影響と見られる。
- ・ 減衰特性は、格点衝撃時・中央衝撃時とも衝撃力が変化しても大きな違いは見られない。

2. 3 衝撃伝播特性

図7は収録した橋軸直角方向の加速度波形について最大絶対値をバブルチャートで表したものである。

ラテラル、縦桁への伝播に関しては、格点衝撃時、中央衝撃時とも打撃点から遠ざかるほど加速度は減衰し、また打撃点近傍のラテラルには衝撃エネルギー 28.7N・m のケースで、打撃点の加速度の45.5%と比較的大きな影響が生じている。また、同じ衝撃エネルギーを与えた場合、格点衝撃時よりも中央衝撃時に大きな加速度が生じている。

一方で、打撃した下弦材自体への影響は、格点衝撃時、中央衝撃時で大きな違いを生じる。このため、下弦材の加速度特性をより明確にする目的で、打撃点の加速度に対する各部位の比を基に考察した。

(1) 格点衝撃時

- ・ 図8に示すとおり、最大加速度は打撃点 L4 からの距離に応じて減少し、衝撃エネルギーが大きくなるほどこの傾向は顕著となる。
- ・ L1, L2, L3, L6 の各部位で比較すると、衝撃エネルギーが大きいほど減衰割合は大きくなる。

(2) 中央衝撃時

- ・ 図9に示すとおり、打撃点 L3 に隣接する格点 L2 部よりも隣接部材中央 L1 に大きな影響を生じており、格点を節として隣接部材中央が腹になる振動モードが見られる。
- ・ 打撃点両側の格点に着目すると、L4 よりも支点部に近い L2 の方が加速度比は大きく、衝撃エネルギーが大きくなるほどこの傾向は顕著となる。

3. おわりに

本研究では衝撃振動実験により測定した加速度波形を基に、下弦材への衝撃伝播特性を考察した。実際の車両が橋桁に衝突した場合、衝突部材は塑性変形を生じる。これに対して今回は弾性域での検討であるが、格点への衝撃時と部材中央への衝撃時とでは、伝播特性に明確な差が生じ、車両衝撃事故が発生した場合の着目点を明確にする上での傾向が一部明らかとなった。

[参考文献] 1) 大崎順彦：新・地震動のスペクトル解析入門，鹿島出版会，1994。

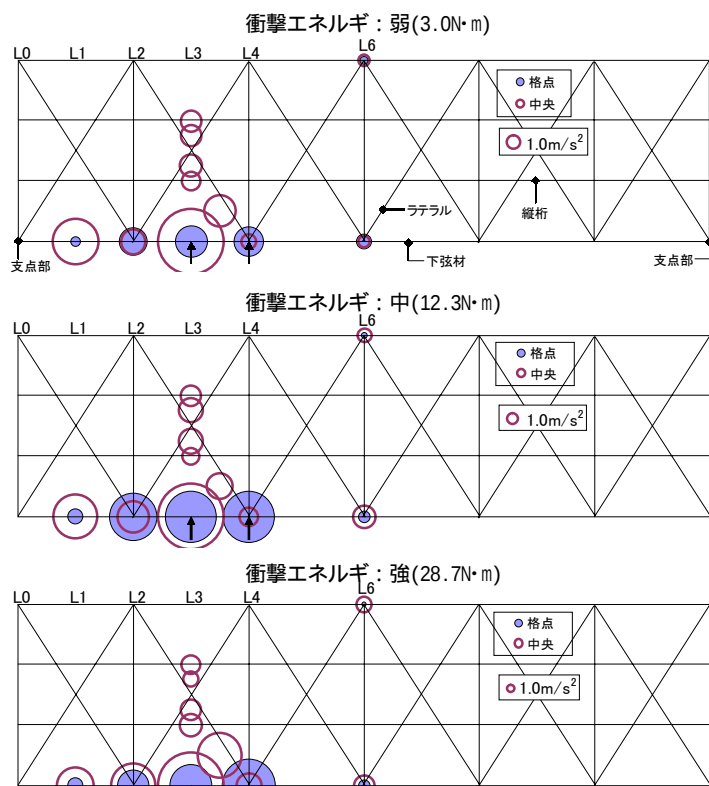


図7 衝撃箇所と加速度伝播特性(1連を平面的に見た場合の概念図)

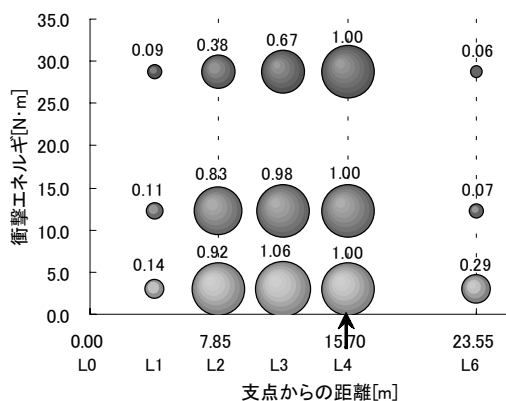


図8 格点衝撃時の加速度比

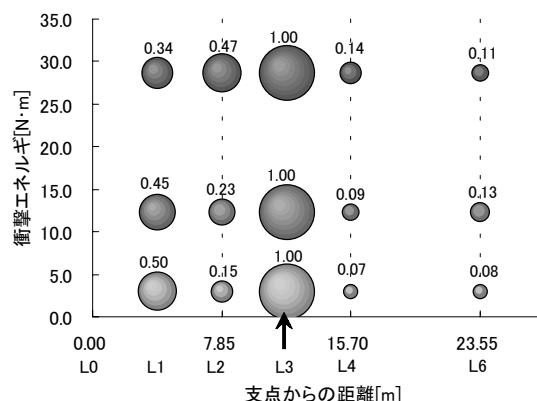


図9 中央衝撃時の加速度比