

橋脚健全性判断手法の簡易化に関する研究

東日本旅客鉄道株式会社 高崎支社 高崎土木技術センター
 東日本旅客鉄道株式会社 高崎支社 高崎土木技術センター
 東日本旅客鉄道株式会社 高崎支社 高崎土木技術センター

正会員 ○宮島 和彦
 内田 雅人
 菅原 晴華

1. はじめに

現在、鉄道橋脚の健全度診断手法として衝撃振動試験を実施している。これは、橋脚天端へ重錘を打撃し、橋脚の振動を励起させ固有振動数を特定する手法である。試験の際に使用する重錘は、様々な規模の橋脚に対し、十分に橋脚の振動を励起させることができるよう一般的に 30kg の重錘を使用している（以降：従来方法と記載）。JR 東日本管内では、作業性を優先して、軽量化した重錘やカケヤを試験に用いて固有振動数を特定できている例がある一方で、同手法では橋脚規模が大きいものに対しては、収録波形が不明瞭となり固有振動数の特定が困難となることがあった。



写真1 従来の衝撃振動試験

本稿では、今回、管内にある 8 橋脚に対して、重錘重量を軽量化した際の固有振動数やフーリエスペクトル形状の変化を把握し、健全度診断における重錘の軽量化の実用性について検討を行ったので以下に述べる。

2. 実施内容について

重錘の軽量化の実用性を検討するため、10、20、30kg に分解・組み立て可能な重錘を作製した（写真 2）。次に、過去に従来方法にて固有振動数やフーリエスペクトルの特定ができていた 8 橋脚（表-1）に対して、重錘重量等を可変した際にデータがどのように変化するか把握し、健全度診断への実用性の可否を検討した。実施内容の詳細は、下記のとおりである。

■実施内容

- ・カケヤや重量を可変した重錘の打撃による応答波形を比較し、固有振動数の特定のしやすさなど健全度診断への適用性を評価
- ・従来方法と今回作製した重錘使用時の作業や運搬時の容易さを比較検討



写真2 作製した重錘

表 1 対象橋脚一覧

橋りょう名	橋脚名	基礎形式	橋脚全長 (m)	桁形式 (起点方)	桁形式 (終点方)	固有振動数 (Hz)
A橋りょう	1P	直接	4.8	GT	GT	42.213
A橋りょう	3P	直接	5.5	GT	GT	37.109
B橋りょう	1P	直接	9.1	GD	GD	14.89
B橋りょう	3P	直接	13.1	GD	GD	13.672
C橋りょう	1P	直接	26.3	TT	GD	5.62
C橋りょう	2P	直接	16.8	GD	GD	10.498
D橋りょう	6P	木杭	6.7	GD	GD	11.475
D橋りょう	7P	木杭	6.7	GD	GD	10.475

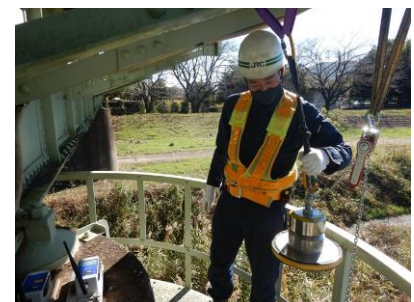


写真3 作業状況

キーワード 橋りょう、衝撃振動試験、固有振動数、維持管理、検査・調査、重錘

3. 実施結果について 群馬県高崎市旭町 190 番地 東日本旅客鉄道株式会社 高崎土木技術センター TEL027-324-6594
 〒370-8549 群馬県高崎市八島町 118 番地 JR 東日本コンサルタンツ株式会社 上信越支店 TEL027-321-6394

(1) 振幅値比較

重錘重量ごとのフーリエスペクトル振幅を平均化したものを図1に示す。今回は、30kg重錘を用いた際の振幅を基準値とし、重量を軽量化した際に振幅がどの程度変化するかを振幅の比率で評価した。重量が軽くなるにつれ振幅値が小さくなる傾向であるが、必ずしも重量比率とは一致しなかった。特に、20kg重錘は重量比よりも振幅値の減少率は小さく、15%程度の減少であり、これは、重量が軽くなったことで、取り回しの良さから打撃速度が向上したものと考えられる。

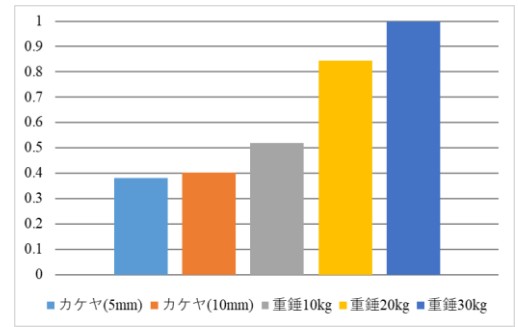


図1 振幅比率（全橋りょう平均）

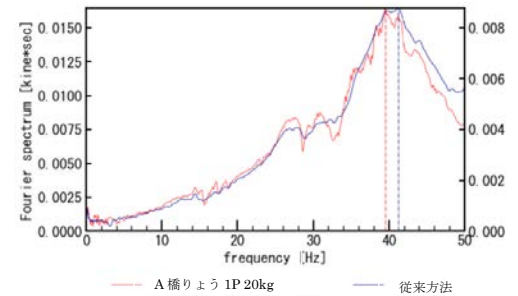


図2 スペクトル形状比較

(2) 固有振動数とスペクトル形状

固有振動数の特定のしやすさに着目して、重錘重量や打撃方法の違いを評価した。評価基準は、従来方法のデータを基準とし、◎、○、△、×の4段階で評価した（表2）。結果としては、今回実施した8橋脚については、一番重い30kg重錘は全ての橋脚で特定可能できた。その他は、重量が軽くなるにつれ、特定困難となる傾向であったが、重量が10kg及び20kgであれば、8橋脚中6橋脚で、固有振動数の特定が可能であることが確認できた。ただし、重量10kgの重錘は、スペクトル波形にノイズ成分が多く、振幅も小さいため、波形の良否を判断できる技量が必要とされる。

表-2 スペクトル比較結果一覧

中央	A橋りょう1P	A橋りょう3P	B橋りょう1P	B橋りょう3P	C橋りょう1P	C橋りょう2P	D橋りょう6P	D橋りょう7P
カケヤ(5mm)	×	◎	×	◎	◎	◎	△	×
カケヤ(10mm)	◎	◎	×	◎	◎	◎	△	△
重錘10kg	△	◎	◎	◎	◎	◎	◎	△
重錘20kg	△	◎	◎	◎	◎	◎	◎	△
重錘30kg	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎

評価基準

- ◎：乖離なく特定可能
- ：若干乖離はあるが特定可能
- △：固有振動数は特定できるが、乖離が大きい
- ×：固有振動数の特定不可

(3) 作業性

重錘重量を軽量化すれば、従来方法よりも重錘の運搬が容易になり、現地における重錘設置作業も効率化でき、作業性を向上できる。具体的に、同一橋脚で10kg重錘と30kg重錘を用いた場合の作業性を検証したところ、軽量化により作業人員が1名減、作業時間も30%減少されることが確認できた（図-3）。

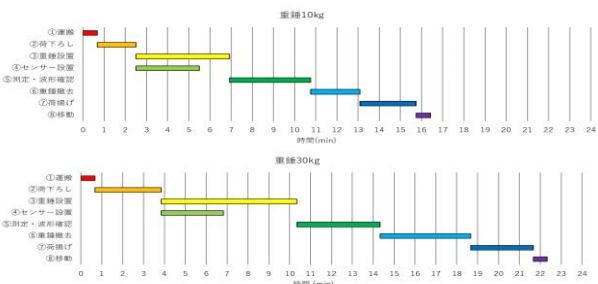


図3 タイムサイクル比較

4.まとめ

今回、衝撃振動試験に使用する重錘を軽量化させ、従来方法との固有振動数やフーリエスペクトル形状の変化を把握し、健全度診断への実用性を検討した。今回実施した8橋脚中6橋脚については、重錘を20kgに軽量化した際も固有振動数やスペクトル形状、振幅値に大きな違いはないことが確認できた。また、重錘を軽量化したことで現場での運搬や作業性が向上した。ただし、今回実施した橋脚はいずれも前回データがあり、それをもとにする事で軽量化した重錘で実施したデータの良否を容易に判断できた。そのため、前回データがない場合はこの限りではない。また、今回は晴天であり、無風、河川水量も影響がない理想的な条件で試験を実施できた結果である。そのため、台風や河川増水時は、収録波形に多くのノイズが混じることもある。よって、事前の計測にて軽量化重錘による固有振動数を特定できた橋脚においても、ノイズなどによって特定が困難になる可能性があり、現地にて波形の良否を判断できる技量が必要と考える。軽量化した重錘の適用範囲は、今回実施した8橋脚のみでは、構造形式ごとの傾向までは、見出せないが、サンプル数を増やすことにより、橋脚規模や桁重量、基礎形式によって、重錘の重量を使い分けられることができると考える。