

RC 桁および PC 桁の長距離・非接触固有周波数計測

長崎大学大学院 学生会員 ○川林大祥 長崎大学 非会員 山下務, 宮崎翼
長崎大学 正会員 松田浩, 森田千尋, 出水享

1. はじめに

構造物は、疲労や環境要因による顕著な材料劣化、地震による損傷などにより、構造物の剛性が低下するため、揺れの増大や固有周波数の変化を引き起す。これらの変化は、振動測定を行うことによって、構造物の変状発生の有無や変状の程度を評価できると考えられる。

しかし、構造物の振動を計測するためには、センサやケーブルなどの設置と撤去に多くの時間を要しており、また、高所作業による危険も伴う。したがって、長距離非接触で振動計測を行うことは、今後重要な課題となることが予想される。

以上に鑑み、本研究では長距離非接触測定が可能であるレーザドップラ速度計(LDV)(図1)を用いて、実構造物の固有周波数の変化の計測を行い、さらに、加速度計や無線 LAN 速度計(図2)による計測も行い、コンクリート桁の固有周波数の変化について追及することを目的とする。

2. RC 桁固有周波数測定

2.1 試験片概要

実験では、長年供用されてきた RC 桁橋を切り出した桁(図3)に使用した。試験体の断面を図4に、側面図を図5に示す。

2.2 実験概要

試験は4点曲げ載荷試験を、試験体が破壊するまで行った。

計測方法は、レーザドップラ速度計と加速度計を用いて、100kN 毎に固有周波数の計測を行った。計測距離は10m とし、計測位置は図3に示す位置とした。

2.3 結果と考察

レーザドップラ速度計と加速度計によって得られた固有周波数のグラフを図6に示す。

図6より、レーザドップラ速度計では、2つの卓越周波数を計測することができた。加速度計と比較すると、レーザドップラ速度計は、1次の値を得ている。また、約30Hz 付近の値は、載荷開始と同時に発生し、変位増大後も、ほぼ変動することなく発生していることから、



図1 レーザドップラ速度計



図2 無線 LAN 速度計



図3 試験体

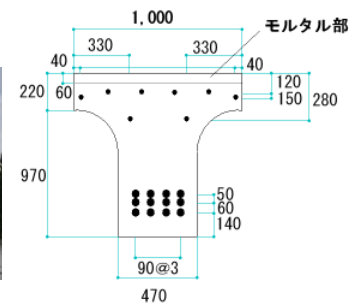


図4 断面図

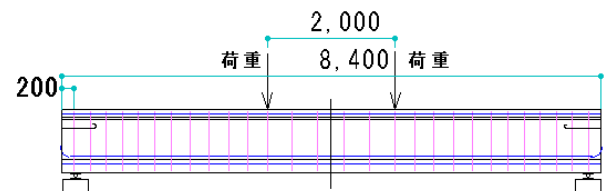


図5 側面図

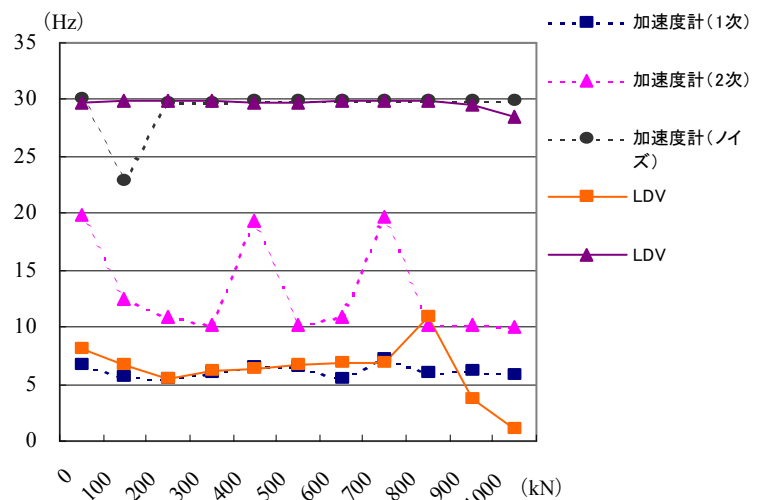


図6 固有周波数

載荷試験時における試験機の振動数（ノイズ）と考えられる。

また、レーザドップラ速度計では、900kN～1000kN にかけて固有周波数の変化が計測された。この箇所は、スパン中央部の変位が大幅に増大した箇所であることから、固有周波数の値の変化は試験体の変状によって発生したと考えられる。一方、加速度計では固有周波数の変化が計測されていないため、今回の結果からは、レーザドップラ速度計が、変状を捉えたとは言えない。

しかし、コンクリートは、ひび割れ発生後、鉄筋降伏後に剛性が低下するため、固有周波数の低下が生じると考えられ、検討の余地がある。

3. PC 桁の固有周波数測定

3.1 試験体概要

実験に用いた試験体を図 7、断面図を図 8 に示す。

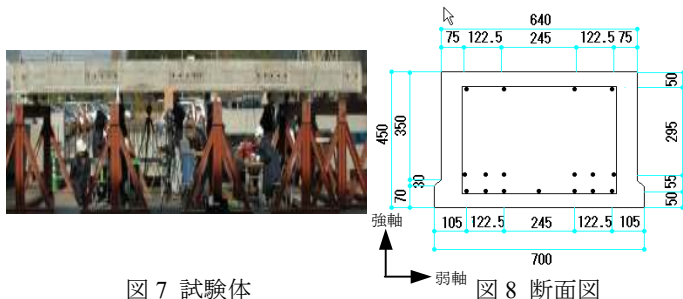


図 7 試験体

図 8 断面図

3.2 レーザの照射角度による計測結果への影響

3.2.1 実験概要

レーザドップラ速度計のレーザ照射角度によって計測する固有周波数の違いについて検討するため、照射角度を弱軸を基準として 1° 、 5° 、 10° と変化させ、加振し計測を行った。さらに照射角度 10° の場合は常時微動による計測も行った。加振方法は、人による足踏みで強軸方向に加えている。また無線 LAN 速度計を用い、結果の比較も行った。

3.2.2 結果と考察

計測結果を表 1 に示す。

表 1 よりレーザドップラ速度計では、照射角度 5° 以上で弱軸、強軸方向の固有周波数を計測することができた。しかし、照射角度 10° の場合でも常時微動による計測を行う場合では、弱軸方向の固有周波数しか計測することができないことがわかる。

これより、レーザドップラ速度計は、照射角度 5° 以上で設置し、さらに加振することによって、2 軸方向の固有周波数を計測することが可能であることが確認できた。

表 1 照射角度による固有周波数の比較

固有周波数(Hz)	照射角度			
	0°	5°	10°	10° (常時微動)
レーザドップラ 速度計	4.15	4.39	4.39	4.27
		12.45	12.45	
ワイヤレス LAN速度計	弱軸		4.395	
	強軸		12.451	

3.3 PC 鋼材切断実験

3.3.1 実験概要

PC 鋼材切断前と PC 鋼材切断後において、固有周波数の変化を検討するため、試験体の PC 鋼材の切断前と切断後において計測を行った。PC 鋼材は試験体下部の 7 本を切断した。

3.3.2 結果と考察

計測結果を表 2 に示す。

表 2 より、PC 鋼材切断前後で固有周波数の変化を計測することができなかった。この理由として、今回の実験では試験体は無載荷であったため、PC 鋼材切断後もプレストレスが抜け切れず、ひび割れも発生していないため、PC 切断前の状態から変化が生じず、剛性の低下が起こらなかったためであると考えられる。

表 2 PC 鋼材切断前後の固有周波数の比較

	ワイヤレス LAN速度計	レーザドップラ 速度計
切断前	12.329 (Hz)	12.45 (Hz)
切断後	12.330 (Hz)	12.33 (Hz)

4. まとめ

- ・レーザドップラ速度計を用いることによって、コンクリートに欠陥が生じた場合の固有周波数の変化を捉えることができる。
- ・レーザドップラ速度計は、照射角度を考慮することによって、2 軸方向の固有周波数を計測する事ができる。
- ・PC 鋼材を切断するだけでは、固有周波数の変化を捉えることができなかった。

【参考文献】

- 1) 上半文昭，構造物の振動を非接触で測る，2007。
- 2) 上半文昭，構造物診断用非接触振動測定システムレーザドップラの開発。