

ICT 技術を活用した道路付帯施設構造検査手法に関する研究 (その2：加振時挙動および応力振幅)

中日本高速道路 正会員 ○緒方 健治 正会員 山本 浩司 戸田建設 非会員 渡壁 守正
中日本ハイウェイ・エンジニアリング東京 非会員 小林 敦 能美防災 非会員 山岸 貴俊
富士電機 非会員 中村 貴之 非会員 篠田 正紀 群馬大学 正会員 岩崎 篤

1. はじめに

高速道路には、安全・円滑な道路交通の確保を目的に、道路情報板設備、道路照明設備等、様々な道路付帯施設が設置されているが、仮にこれらの施設が構造的に経年劣化し、道路上に落下した場合、重大な事故の発生につながる可能性があるため、そのようなリスクを未然に防止するような構造検査が道路管理者により実施されている、しかし、既往の検査手法は、目視による定期検査が主流であり、早期に経年劣化を発見できる手法は確立されていない。このような背景を踏まえ、本研究では高速道路における安全性向上に向けた取り組みとして、経年劣化が懸念される道路付帯施設を対象に、FTA による経年劣化に起因するリスクの想定、及びこの結果想定されたリスクの計測に必要な ICT センサによる計測データの収集・解析を進めている。

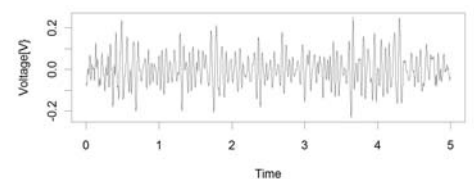
本稿では、構造物の経年劣化が懸念されている施設設備のうち情報板 F 支柱を対象に ICT を活用した構造検査手法の提案に必要となる加振実験を実施し、ICT 技術を活用したモニタリングシステムを確立するための技術資料を整理した結果に関して報告する。その2では、加振時挙動および各所に生じる応力振幅に関して報告する。

2. 加振時応答

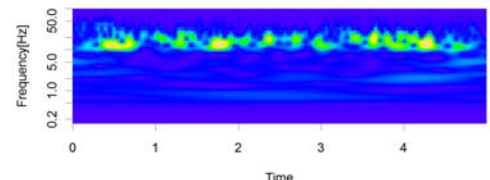
本稿では実大の F 型情報板に対し、情報板面内方向（1次、2次）、面外方向（1次、2次）、面内ねじり方向（1次）、非共振周波数、交通振動を模擬した複合波加振を行った結果を示す。それぞれ最大加振力がほぼ一致するよう、調整を行っている。図1、2に1例として複合波加振を行った場合の加振機入力および柱脚リブ近傍応力の時系列波形、ウェーブレット変換による周波数解析結果を示す。図1に示される様に加振周波数は20～40Hzが中心に対し、励起される振動は図2に示されるように1.5Hz近傍であり、実働に近い特定の共振周波数以外での加振では、加振周波数によらず応力振幅に与える影響は1次の共振振動数での振動が支配的となるといえる。

3. 共振周波数応答で励振した際の発生応力振幅

ひずみゲージの配置を図3に、面内1次モード周波数(1.60Hz)で加振した際の情報板取付アーム下腕、柱脚リブ近傍の最大応力振幅(任意の時刻内の最大最小差)を図4に示す。ひずみゲージはそれぞれの位置のリブ溶接部近傍に取り付けた。図4に示すように、柱脚リブ近傍では柱脚では加振方向リブ近傍(4)、アーム下腕では下腕下側(4)で最大応力振幅を示す。面内振動では情報板が上下に振動し支持腕の上下に応力が作用するため、また柱脚部は情報板側に重心があるため、情報板反対側の加振方向に近いリブに高い曲げ応力が作用するためと考えられる。また図5に面外1次モード(1.43Hz)の応力振幅を示す。図5

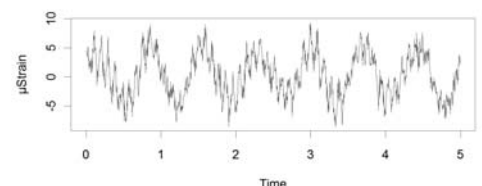


(a) 時系列データ

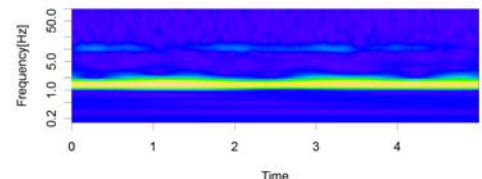


(b) スカログラム

図1 加振機入力電圧



(a) 時系列データ



(b) スカログラム

図2 柱脚リブ近傍応力

キーワード 情報板 F 支柱, 振動モード, 起振器, 加振実験, 応力振幅

連絡先 〒105-6011 東京都港区虎ノ門 4-3-1 中日本高速道路(株) 東京支社 環境・技術管理部

に示すようにアーム部では上腕裏側の水平方向(6), 柱脚部では加振方向裏側(7)の応力振幅が高くなる. 面外 1 次モードはその 1 図 1(c)に示すように柱脚より情報板が手前方向に大きく変位し振れる振動モードであり, また, 情報板の重心が手前側にあるため, 上部の裏側水平方向のひずみ, 柱脚部加振方向情報板裏側の応力振幅が高くなったと考えられる. 表 1 に 5 種の共振周波数, 非共振, 交通振動におけるアーム部, リブ部の最大応力振幅, 発生箇所を示す. 振動モードにより最大応力振幅の発生位置は異なるものの, ほぼすべての場合で柱脚リブ近傍の応力が取付アームよりも高くなっている. また 1 次モードで生じる応力振幅は高次モード, 非共振の場合の 10 倍以上となっている. そのため累積疲労には高次モードの影響は微少であると考えられる. 2 節に示した様に実働振動で励起される振動モードも 1 次モードが支配的であり, 支持柱の 1 次モード振動のみの評価から累積疲労の評価が高精度で可能であると考えられる.

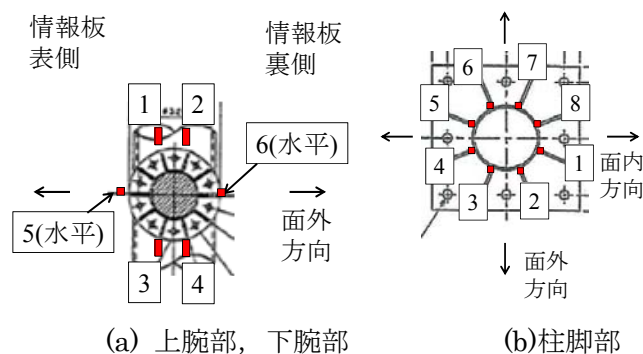


図 3 ひずみゲージ設置位置

表 1 加振条件毎の最大応力振幅, 発生位置

	取付アーム		柱脚リブ近傍	
	位置	最大振幅[$\mu\epsilon$]	位置	最大振幅[$\mu\epsilon$]
面内ねじれ	上腕02	77.7	6	229.2
面内1次	下腕04	219.7	4	1440.8
面内2次	下腕04	65.1	4	123.3
面外1次	上腕06	122.8	7	1443.8
面外2次	上腕05	87.1	6	129.8
非共振	上腕05	80.2	4	75.5
交通振動	上腕05	98	3	47.1

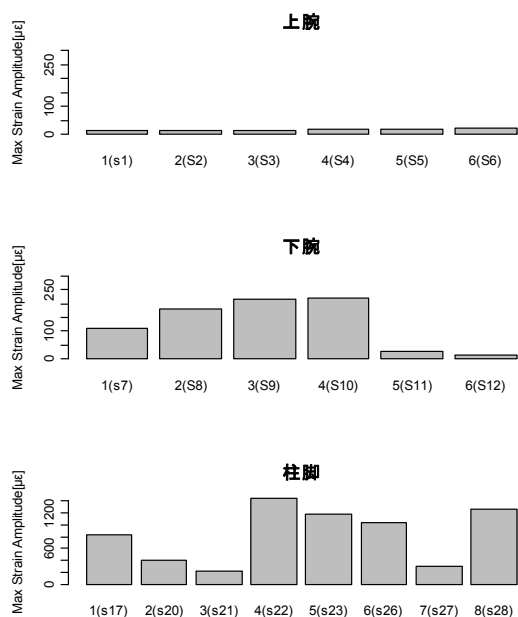


図 4 各所に生じる最大歪み振幅 (面内 1 次)

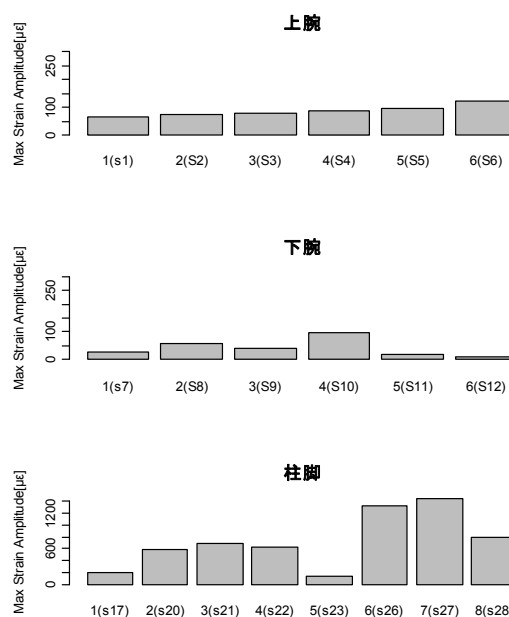


図 5 各所に生じる最大歪み振幅 (面外 1 次)

4. まとめ

今回, 実大の F 型情報板の加振試験を実施し, 振動の結果生じる累積疲労評価を目的として, 各所に生じる応力振幅の計測と評価を行った. 結果を下記に示す.

1. 実働に近い特定の共振周波数以外での加振では, 加振周波数によらず応力振幅に与える影響は 1 次の共振振動数での振動が支配的となるといえる.
2. 振動モードにより最大応力振幅の発生位置は異なるものの, ほぼすべての場合で柱脚リブ近傍の応力が取付アームよりも高くなっている.
3. 累積疲労には高次モードの影響は微少であり, かつ実働振動で励起される振動モード自体 1 次モードが支配的であり, 支持柱の 1 次モード振動評価のみから累積疲労の評価が高精度で可能であると考えられる.