# 常時微動観測波形を用いた石狩河口橋の減衰特性評価

計測技販㈱ 高橋 朋代 国土交通省北海道開発局 正員 三田村 浩 正員 北海道開発土木研究所 正員 池田 憲二 室蘭工業大学 正員 岸 徳光

計測技販(株) 正員 巽 治

#### 1. まえがき

通常,橋梁の振動特性は起振機を用いた強制加振実験に基づいて評価している.しかしながら,この種の 実験は長時間車輌の通行止が必要であるため,既設幹線道路橋梁の場合にはほとんど不可能に近い.著者ら は,常時微動観測波形を用いて減衰定数を評価する手法の確立に向け,石狩河口橋を対象として強制加振実 験結果 1)との比較により , その妥当性について検討を行った .

## 2. 測定及び実験の概要

石狩河口橋は一般国道 231 号の一端をなし ,石狩川河口から 5.5km 上流に架設されている橋長 1,412.7m の 橋梁で,その主径間部は**図-1** に示されるような全長 288m の三径間連続鋼床版斜張橋である.本橋の常時微 動観測を実施するために,図に示されているように,補剛桁内部にサーボ型加速度計(容量: $19.6 m/s^2$ ,周 -波数特性:DC~40Hz)を全スパンに渡って 22ch 設置している . 加速度計からの出力波形は 5ms のサンプリ ングタイムでメモリレコーダ/アナライザにて収録している.測定は車輌通行の途切れた 30sec 間について実 施することとした.測定回数は合計7回である.

一方,強制加振実験には,片側交互通行状態で実験が可能でかつ加振装置の移動が容易なトラッククレー ン(質量:26,500kg)を用いた重錘上下法を採用している(重錘質量:2,000kg).加振位置は,対称振動, 逆対称振動が励起されやすいように,中央径間のスパン長を L として上流側あるいは下流側の L/2 点と L/4点とした.

## 3. データ処理の概要

常時微動観測波形からの各固有振動成分の減衰定数評価は,以下の手順に則して実施した.

 $y=A \cdot exp(-h t)$ 

- 1) 各固有振動モードが卓越すると考えられる測点の観測加速度波形に関するフーリエスペクトルを求める.
- 2) 各固有振動数を対象としてバンドパスフィルタ処理を施し,各固有振動成分が卓越する波形を生成する.
- 3) 各固有振動数に関する生成波形に RD 法 2)を適用する. RD 法は全 7 回の測定波形について実施する.
- 4) 各固有振動数を対象として,各測定毎に求めた波形を全て重ね合わせ,減衰定数を評価するための減衰 自由振動波形を求める.
- 5) 求められた各減衰自由振動波形の包絡線を式(1)のように仮定し,半周期ごとの極大,極小値に関して最 小二乗法を適用して減衰定数を決定する.

(1)

ここで,A:振幅;h:減衰定数;

:角速度;t:時間である.

一方,強制加振実験からの減衰定 数評価は、トラッククレーンで振動 を励起して,それを急停止させた後 の減衰自由振動波形を測定すること によって実施した. 各固有振動数に 対する減衰定数は前述の 1),2)の処

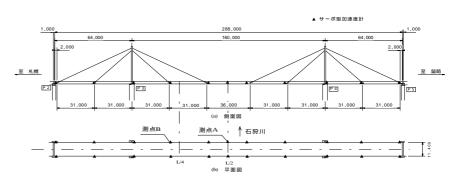


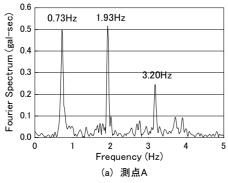
図-1 石狩河口橋の概要と加速度計配置

KEYWORD:減衰定数,常時微動,強制加振実験,RD法

北海道札幌市東区北 20 条東 15 丁目 3-1 計測技販㈱ tell: 011-731-2489 fax: 011-731-2469

表-1 固有振動数に対応するバンドパスフィルタ域および減衰定数

	常 時 微 動 測 定 時			起 振 実 験 時		
振 動 モード	固有振動数	バンドパスフィルタ域	減 衰 定 数	固有振動数	バンドパスフィルタ域	減衰定数
対 称 1 次 振 動	0.73Hz	0.3Hz~1.2Hz	0.0032	0.71Hz	0.64Hz~0.90Hz	0.0037
対 称 2 次 振 動	1.93Hz	1.5Hz ~ 2.5Hz	0.0102	1.90Hz	1.78Hz ~ 2.12Hz	0.0126
ねじれ対称1次振動	3.20Hz	3.0Hz ~ 3.5Hz	0.0062	3.15Hz	_	ı
逆 対 称 1 次 振 動	1.26Hz	1.0Hz~1.5Hz	0.0023	1.22Hz	1.17Hz~1.54Hz	0.0066



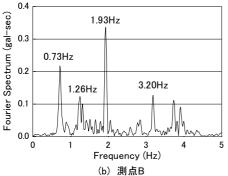
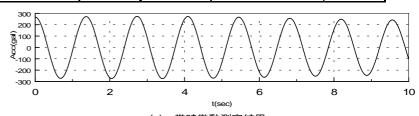


図-2 常時微動観測による 加速度波形のフーリエスペクトル



(a) 常時微動測定結果

(a) 常時微動測定結果

(b) 起振実験結果

図-3 減衰自由振動波形(対称一次振動)

理を実施後,RD法を適用せず,5)を実施して決定している.

#### 4. 測定結果および考察

図-2(a),(b)には,対称振動が卓越すると考えられる測点 A と逆対称振動が卓越すると考えられる測点 B について,それぞれ 5Hz までのフーリエスペクトルを示している.表-1 には,これらの卓越振動数から振動モードを決定し,強制加振実験結果の固有振動数と比較して示している.各固有振動数は,起振実験結果が全体

的に若干小さい値を示している、これは加振装置の質量増加によるものと推察される、

次に,それぞれの固有振動成分に関する減衰定数の算定を試みた.本研究では,各固有振動成分が卓越する波形を生成するために表-1に示されるようなバンド幅を設定した.図-3(a),(b)には,一例として対称一次振動に関して,常時微動観測波形に RD 法を適用して得られる波形と,強制加振実験から得られた減衰自由振動波形を示している.

表-1 には,各固有振動成分に関する減衰定数を一覧にして示している.表より,対称一次および二次振動に関しては,両者の減衰定数がほぼ一致しており,RD 法による減衰定数の特定がほぼ妥当なものであることがわかる.しかしながら,逆対称一次振動の減衰定数は両者の差が大きい.これは,常時微動観測結果のフーリエスペクトル図(図-2(b))から明らかなように,逆対称一次振動成分の励起が他の固有振動成分より小さいことや,隣合う固有振動数成分と周波数的に近接していることにより,適切に減衰現象が表現されていない可能性のあることを示している.

### 5. まとめ

常時微動観測波形より抽出された各固有振動数に対応する減衰定数は,RD 法を適用して減衰自由振動波形を求めることにより,工学的に妥当な評価が可能であるものと考えられる.しかしながら,固有振動モードの振幅が小さく,かつ他の固有振動成分と周波数が近接している場合には,さらなる検討が必要であるものと考えられる.

## 参考文献

- 1) 新山惇 , 岸徳光 , 佐藤昌志 , 池田憲二 , 高橋朋代 : 常時微動測定を用いた石狩河口橋の振動特性評価 , 土木学会北海道支部研究発表論文集 , Vol.57 , pp.116-119 , 2001.2.
- 2) 田村幸雄 ,佐々木淳 ,塚越治夫:RD 法による構造物のランダム振動時の減衰評価 ,日本建築学会構造系論文報告集 ,第 454 号 ,pp.29-38 , 1993 . 12 .