

固有振動数を用いた道路橋 RC 床版の剛性評価方法に関する検討

(株)福山コンサルタント 正会員 ○土田 智 (株)福山コンサルタント 正会員 中野 聡
 (株)福山コンサルタント 正会員 宮村 正樹 法政大学 正会員 藤山 知加子
 東京大学 正会員 田中 泰司

1. はじめに

本研究は、実橋で行われた荷重車の走行試験より得られた応答値の分析を行い、さらに、床版の振動モデルを用いた固有値解析と、荷重車の移動荷重を考慮した動的解析を行い、実測値と解析値の比較を行って、床版剛性の現況評価方法について検討を行ったものである。

2. 実測値の分析

本検討では、図-1 に示す供用 49 年の高速道路（鋼 I 桁単純合成桁 橋長 25.5m、上下線一体で全幅員 16.5m）を対象とした荷重車による走行試験結果の分析を行った。実測値の分析結果として、床版の応答加速度波形、周波数分析結果を図-2, 3, 主桁のひずみ波形、周波数分析結果を図-4, 5 に示す。応答加速度の周波数分析結果より、スペクトルのピークには 4.2Hz と 12.1Hz の 2 つの卓越が

あり、主桁ひずみの周波数分析結果は、4.2Hz に卓越していることから、4.2Hz は主桁の 1 次モード、12.1Hz は床版の部分系モードであると考えた。

2. 解析モデル

解析は、汎用有限要素解析ソフト SoilPlus を用いて、床版・地覆・壁高欄をソリッド要素、主桁・増設桁・横桁・対傾構を梁要素でモデル化し

(図-6)、床版のコンクリート

圧縮基準強度、弾性係数は設計時と同様 $f'_{ck}=35.0\text{N/mm}^2$ 、 $E=2.95\times 10^7\text{kN/m}^2$ とした。また、対象橋梁で行われた荷重車の走行試験との整合性を確認するため、荷重車の移動を考慮した動的解析を行い、床版の作用・応答の関係から現況評価を行った。

3. 現況の床版の剛性

対象橋梁の固有値解析結果を図-7, 8 に示す。これより、1 次は、主桁の全体系 1 次モードを表しており、実測値とほぼ一致している。これに対して、床版の部分系モードは、17.4Hz となり、実測値の 12.1Hz と乖離する結果となった。

キーワード 固有振動数, RC 床版, 応答加速度, 振動モード, 床版剛性

連絡先 〒112-0004 東京都文京区後楽 2-3-21 住友不動産飯田橋ビル TEL 03-5805-8864

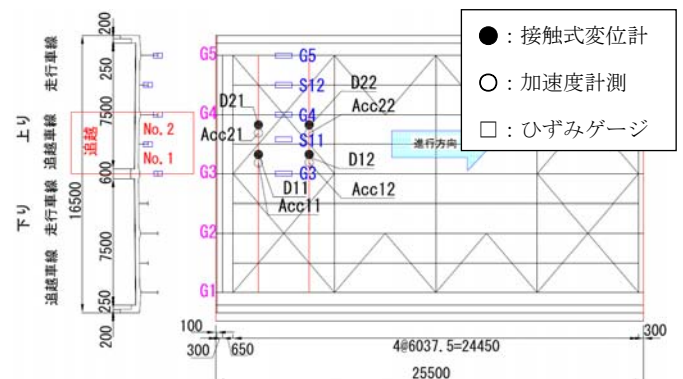


図-1 構造一般図

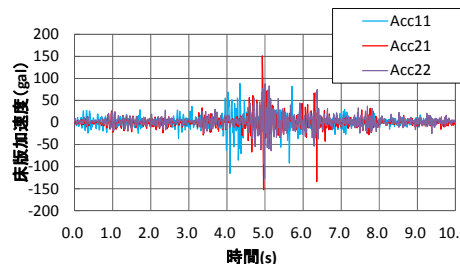


図-2 応答加速度波形

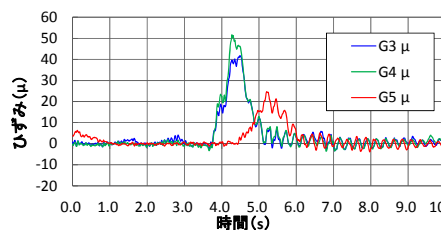


図-4 主桁ひずみ波形

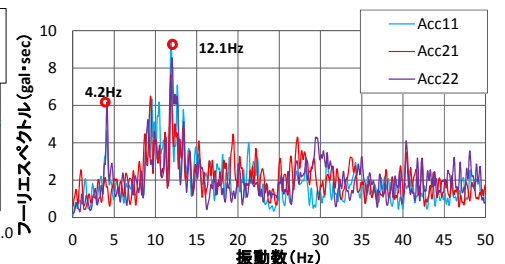


図-3 応答加速度周波数分析結果

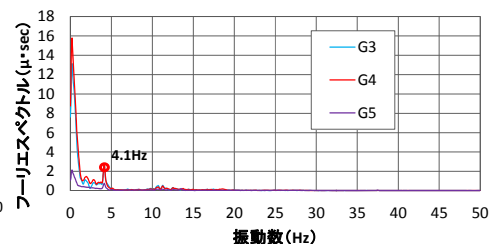


図-5 ひずみ周波数分析結果

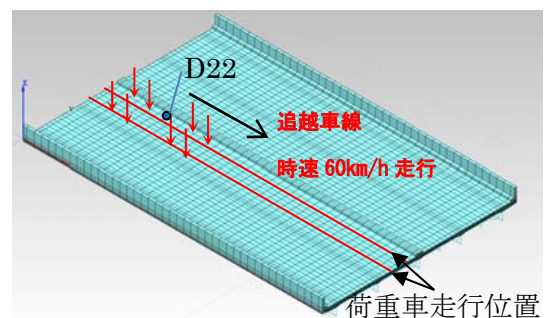


図-6 解析モデル

4. 床版剛性の評価

現況の床版剛性の検討として、剛性比（ひび割れにより想定される床版剛性/ひび割れが入っていない状態の剛性）による床版の現況評価を行った。検討方法として、表-1 に示

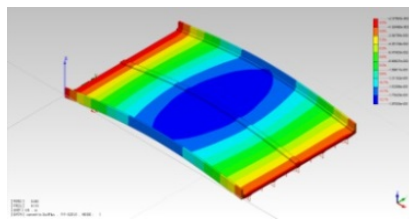


図-7 1次モード (4.1Hz)

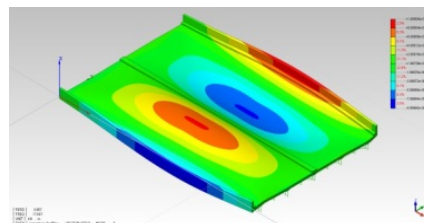


図-8 床版の部分系モード (17.4Hz)

す2ケースについて、ひび割れが入っていない RC 断面での剛性の計算値を 100%とし、剛性比が 80~40%となった場合の固有値解析を行った。ケース 1 は、床版の剛性比を一様に変化させ、ケース 2 は実橋の損傷状況より、地覆、壁高欄、中央分離帯、主桁のハンチ部以外の部分の床版の剛性比を変化させたケースである。これより、ケース 2 の 1 次モードは、剛性比を変化させても固有振動数は低下しないが、床版の部分系モードは、設計値の剛性比 100%時の 17.4Hz から、剛性比が 80%時で 14.0Hz, 60%時で 13.7Hz, 40%時で 13.3Hz と低下し、実測値の 12.1Hz に近づいた。また走行試験では床版のたわみ計測（床版と主桁の相対変位）が実施されており、その実測値と剛性比の解析値の比較を表-2 に示す。これより、剛性比が 40%時の結果と実測値を比較すると、約 10%の誤差となり、両者は最も近づいた。

表-1 床版の剛性低下時の固有値解析結果

検討ケース	実測値	ケース1: 床版の剛性比を一様に変化			ケース2: 地覆・高欄・中央分離帯・ハンチ部以外の剛性比を変化 □ : 床版の剛性比の変化範囲		
		設計値	床版の剛性比: 80%	床版の剛性比: 40%	床版の剛性比: 80%	床版の剛性比: 60%	床版の剛性比: 40%
1 次モード	4.1Hz ~ 4.2Hz						
		4.113Hz	3.633Hz 【0.88】	3.306Hz 【0.80】	4.010Hz 【0.97】	3.981Hz 【0.97】	3.947Hz 【0.96】
(4次・5次モード) 床版の部分系モード	10.1Hz ~ 12.9Hz						
		17.407Hz	13.328Hz 【0.89】	12.364Hz 【0.71】	13.980Hz 【0.80】	13.690 【0.79】	13.335Hz 【0.77】

表-2 床版の剛性低下時の床版のたわみ

	実測値	床版の剛性比:80%	床版の剛性比:60%	床版の剛性比:40%
D22 床版たわみ(mm)				
	時間(s)	時間(s)	時間(s)	時間(s)

5. 結論

本研究では、実橋で行われた走行試験結果より、現況の床版剛性の評価方法について検討を行った。検討結果より、主桁の 1 次モードと床版の部分系モードの固有振動数と、床版のたわみに着目することにより、床版剛性の現況評価が可能となることがわかった。

謝辞: 本研究は、総合科学技術・イノベーション会議の SIP（戦略的イノベーション創造プログラム）「インフラ維持管理・更新・マネジメント技術」（管理法人：JST，研究責任者：前川宏一）の支援を受けて実施した。